水利部国际合作与科技司　编

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

综合技术

万水伯科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云光伯科技

书号：155084·84
定价：145.00 元

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

综合技术

主　编　冯广志
副主编　吴以松（常务）
　　许建中　王晓玲

三维泊科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云水恒科技

水利技术标准汇编
灌溉排水卷·综合技术
*
中国水利水电出版社出版、发行
（北京市三里河路6号　100044）
北京市地矿印刷厂印刷
*
787×1092毫米　16开本　56印张　1325千字
2002年2月第一版　2002年2月北京第一次印刷
印数 0001—4100册
*
书号 155084·84
定价 **145.00** 元

凡购买本规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社水利水电技术标准咨询服务中心负责调换
版权所有·侵权必究

《水利技术标准汇编》编委会

主　任： 索丽生

副主任： 高安泽　何文垣　董哲仁　陈厚群

委　员： 矫　勇　高而坤　吴季松　张红兵　周　英　俞衍升
焦居仁　冯广志　李代鑫　赵春明　郑　贤　刘雅鸣
程回洲　唐传利　张国良　宁　远　刘松深　汤鑫华
曹征齐　刘建明　陈明忠　许新宜　李赞堂　王　勇
庞进武　赫崇成

《水利技术标准汇编》分卷名称及分卷主编

一、综合卷	主编：陈明忠
二、水文卷	主编：刘雅鸣
三、水资源水环境卷	主编：吴季松　刘雅鸣
四、水利水电卷	主编：俞衍升　郑　贤　张国良
五、防洪抗旱卷	主编：赵春明
六、供水节水卷	主编：吴季松　冯广志
七、灌溉排水卷	主编：冯广志
八、水土保持卷	主编：焦居仁
九、小水电及农村电气化卷	主编：程回洲
十、综合利用卷	主编：张红兵

长江水利科技

《水利技术标准汇编》编辑工作组

主　　编：董哲仁

执行主编：陈明忠　李赞堂　刘咏峰　黄会明　董在志

工作人员：（按姓氏笔画为序）

王　艺　王晓玲　宁堆虎　刘经和　刘鹏鸿

匡少涛　孙长福　朱晓原　许荷香　何定恩

吴　剑　李文明　李怡庭　杨诗鸿　陆建华

陆桂林　孟繁培　郭孟卓　曹　阳　黄会明

程光明　董在志　董依生　鲁兆荣　窦以松

熊　平

总 编 辑：王国仪　穆励生

中心主任：黄会明

责任编辑：许荷香　陆桂林　曹　阳　黄会明

封面设计：王　艺

版式设计：孟繁培

责任印制：孙长福

水利电力出版社

序

新中国成立后，特别是改革开放20多年来，水利标准化工作得到了长足的发展。已编制发布的现行有效的水利技术标准已达392项，其中国家标准51项，行业标准341项，另外尚有120项技术标准在编。各地和有关企业结合实际需要，还编制了相关的地方和企业水利技术标准，这些标准基本上覆盖了水利建设和发展的主要技术领域，初步满足了当前水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理对水利技术标准的需要。《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）的发布实施，对进一步强化政府职能，确保水利建设工程的质量和安全，促进建设工程技术进步，提高建设工程经济效益和社会效益具有重要意义，也为水利工程建设领域，迎接加入世贸组织的机遇和挑战提供了技术支撑。2001年5月，水利部正式批准发布了《水利技术标准体系表》。该体系表作为水利技术标准制修订的中长期规划，为未来一定时期内水利技术标准的制修订工作提供了依据。该体系表的全面实施，将进一步提高水利技术标准在大江大河大湖治理、节约用水和提高用水效率、水环境保护、跨流域和跨地区调水、水土保持生态系统建设、西部地区和城市水利建设、水利信息化等方面的覆盖率，为新时期水利工作提供强有力的技术保障。

当前，水利工作进入了新的时期，党中央国务院高度重视水利工作，十五届五中全会把水资源作为重要的战略资源，强调要以水资源可持续利用支持经济社会的可持续发展，加大了

对水利建设的投资力度，水利建设的任务十分繁重。加入世贸组织后，我国的水利建设事业也将按照国际准则，全面走上国际舞台。为确保我国水利建设事业的持续健康发展，顺应社会主义市场经济的要求，进一步与国际接轨，水利标准化工作作为一项不可替代的基础性技术工作，将发挥至关重要的作用。

部国科司组织力量，在广泛征求专家和用户意见的基础上，以现行有效的水利技术标准为主体，同时收录部分与水利行业密切相关的其他行业技术标准，进行整理，汇编出版《水利技术标准汇编》，既可方便水利行业职工使用，促进水利技术标准的贯彻实施，又为全面研究、改进水利标准化工作和提高水利标准化水平创造条件，因而是一项十分有意义的工作。全国水利战线的广大领导干部和技术人员，要切实提高标准化意识，严格按照标准组织设计、施工和管理，严把质量关，同时要与违反技术标准的行为作斗争，特别要加大对违反强制性标准行为的处罚力度，为保质保量地完成新时期的治水任务，造福人类而努力奋斗。

水利电科技

二〇〇一年十二月二十五日

前　言

水利标准化工作作为强化政府宏观调控的基础和手段，是水利行业的主要技术保证。多年来，在有关单位和部门的支持和帮助下，水利标准化工作得到了很大的发展。

在新的世纪，党中央、国务院把水资源同粮食、油气资源一起列为国家的重要战略资源，将水资源问题摆在突出位置，提出了新时期的治水方针与目标，我国水利标准化工作和水利事业一样，正面临着难得的发展机遇和更大的挑战。为了贯彻执行党中央、国务院的治水方针，以水资源的可持续利用支撑国民经济和社会的可持续发展，实现水利现代化，我们对水利技术标准和与水利行业密切相关的技术标准进行了汇编，出版《水利技术标准汇编》（下称《汇编》），以满足广大水利技术人员的实际工作需要。

本《汇编》收录了《水利技术标准体系表》所列标准以及直接为水利建设服务的主要相关技术标准。本《汇编》只收录现行有效的技术标准，不收录标准报批稿或送审稿。所录标准的发布日期截止为2001年12月31日。以后，将每年出版年度汇编本作为本《汇编》的补充。本《汇编》采用《水利技术标准体系表》的三维结构框架，按专业门类维度，划分为十卷。其中由于“水资源”门类中标准数量较少，将它与“水环境”合并。对其他重要相关标准的题录，列入本《汇编》的附录。

由于本《汇编》所录技术标准跨越的年度长，涉及专门类多，而各时期和各门类标准的编写格式大多不统一，因此《汇编》中基本保持标准文本的原貌；此外，部分标准中的计量单位个别不符合法定计量单位，请使用时注意。

由于汇编工作量很大，我们工作中难免有考虑不到的地方，请大家提出批评指正！

编　者

2002年1月

水利标准科技

目 次

序 索丽生
前言 编者
农田水利技术术语 SL56—93 …… 1
灌溉与排水工程设计规范 GB50288—99 …… 102
灌溉与排水工程技术管理规程 SL/T246—1999 …… 218
农田排水工程技术规范 SL/T4—1999 …… 261
灌溉试验规范 SL13—90 …… 313
农田排水试验规范 SL109—95 …… 351
农田灌溉水质标准 GB5084—92 …… 391
泵站设计规范 GB/T50265—97 …… 397
泵站施工规范 SL234—1999 …… 537
泵站技术规范 SD204—86 安装分册 …… 620
泵站技术规范 SD204—86 验收分册 …… 661
泵站技术管理规程 SL255—2000 …… 684
泵站技术改造规程 SL254—2000 …… 740
泵站现场测试规程 SD140—85 …… 757
机井技术规范 SL256—2000 …… 834

水利电科技

中华人民共和国行业标准

农田水利技术术语

Technical terminology for irrigation and drainage

SL56 -93

主编单位：武汉水利电力大学
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1994年1月1日

万方数据科技

中华人民共和国水利部

关于发布《农田水利技术术语》SL56—93的通知

水农水［1993］585号

各流域机构，各省、自治区、直辖市水利（水电）厅（局），各计划单列市水利（水电）局：

根据水利部1988年水利水电技术标准编制计划的要求，由农村水利水土保持司主持、武汉水利电力大学主编的《农田水利技术术语》，经审查，同意作为水利行业标准，其名称为：《农田水利技术术语》，编号为SL56—93。现予发布，于1994年1月1日起实施。实施中有什么问题，请函告主编单位。

《农田水利技术术语》，由水利部农村水利水土保持司负责解释，由中国水利水电出版社出版发行。

一九九三年十二月九日

农业信息科技

目　　次

1　一般术语 …… 4
2　灌溉 …… 7
3　农田排水 …… 58
4　泵站工程 …… 73
5　牧区及乡镇供水 …… 89
6　农田水利新技术应用 …… 92
7　中国农田水利古代术语 …… 97
附加说明 …… 101

云水帕科技

1 一 般 术 语

1.1 农田水利

1.1.0.1 农田水利

irrigation and drainage

为防治干旱、渍、涝和盐碱灾害，对农田实施灌溉、排水等人工措施的总称。

1.1.0.2 灌溉

irrigation

按照作物生长的需要，利用水利工程设施将水送到田间，以补充农田水分的人工措施。

1.1.0.3 农田排水

farmland drainage

将农田中过多的地面水、土壤水和地下水排除，改善土壤的水、肥、气、热关系，以利于作物生长的人工措施。

1.1.0.4 机电排灌

pumping drainage and irrigation

利用水泵抽水对农田进行排水或灌溉的措施。

1.1.0.5 农田水利基本建设

capital construction of farmland water conservancy; capital construction of irrigation and drainage

为建设旱涝保收、高产稳产基本农田所采取的工程技术措施。

1.1.0.6 旱涝碱综合治理

comprehensive harness of drought, waterlogging, salinization and alkalization

为防治旱、涝、渍、碱等灾害，改善农业生态环境所采取的水利、农业、林业、生物和化学等综合措施。

1.1.0.7 小流域综合治理

comprehensive harness of small basin

为保持小流域的水土，减轻自然灾害，改善农业生态环境，合理开发和保护水、土资源而采取的工程和生物等措施。

1.1.0.8 水利土壤环境

soil environment due to water project

施行水利措施，使农业土壤性状发生变化的现象。

1.1.0.9 农业水利区划

zoning of agricultural water resources

为合理开发利用区域水土资源，按照各地区的自然条件、农业生产条件及水利条件划分不同区域进行综合开发治理的规划工作。

万水帕科技

1.1.0.10 开荒水利

irrigation and drainage of uncultivated land reclamation

在开发荒地资源中，为改善荒地土壤水分状况和生态环境而采取的水利工程措施和水管理工作。

1.1.0.11 旱涝保收田

farmland to ensure stable yields in drought and waterlogging

按一定设计标准建造水利设施以保证遇到旱涝灾害仍能高产稳产的农田。

1.1.0.12 圩区水利

water conservancy in polder area

在圩区内进行的防洪、除涝、灌溉、航运、灭螺等工程建设及管理工作。

1.1.0.13 围海造田

poldering

修建水利工程和采取生物措施将海滩或浅海水域围起，改造成为农田的工作。

1.1.0.14 防病改水

improvement of water quality for prevention and control of endemic diseases

为改善饮用水条件，减轻或防治与水源有关的地方病所采取的水利措施。

1.2 灌溉

1.2.0.1 灌溉水源

water sources for irrigation

可用于灌溉的地表水、地下水和经过处理并达到利用标准的污水的总称。

1.2.0.2 井灌

well irrigation

利用提水设备提取井水灌溉农田的措施。

1.2.0.3 灌溉回归水

irrigation return flow

灌溉水由田间、渠道排出或渗入地下并汇集到沟、渠、河道和地下含水层中，成为可再利用的水源。

1.2.0.4 地面灌溉

surface irrigation

采用沟、畦等地面设施，对作物进行灌水的方式。

1.2.0.5 地下灌溉

subsurface irrigation

水量通过地面以下的设施渗出并浸润耕作层土壤的灌水方式。

1.2.0.6 局部灌溉

partial irrigation

水源条件受限制时，对灌区中的部分耕地实施灌溉的方式。

1.2.0.7 充分灌溉

万水帕科技

sufficient irrigation

在作物生育期完全按作物高产需要水量实施的灌溉方式。

1.2.0.8 非充分灌溉（限额灌溉）

unsufficient irrigation；deficient irrigation；limited irrigation

在作物生育期部分地按作物生长需要水量实施灌溉的方式。

1.2.0.9 节水灌溉

water-saving irrigation

根据作物需水规律和当地供水条件，有效利用降水和灌溉水，以取得农业最佳经济效益、社会效益、生态效益的综合措施。

1.2.0.10 设计灌溉面积

design irrigation area

按规定的保证率设计的灌区面积。

1.2.0.11 有效灌溉面积

effective irrigation area

灌溉工程设施基本配套，有一定水源，土地较平整，一般年景可进行正常灌溉的耕地面积。

1.2.0.12 保证灌溉面积

guaranteed irrigation area

在灌溉工程控制范围内，可按设计保证率和灌溉制度实施灌溉的耕地面积。

1.2.0.13 灌溉系统

irrigation system

灌区引水、输水、配水、蓄水、退水等各级渠沟或管道，及相应建筑物和设施的总称。

1.2.0.14 灌溉管理

irrigation management

建立灌溉机构，制定法规，实施工程管理、用水管理、组织管理和经营管理的总称。

1.2.0.15 灌溉经济效益

economic benefits of irrigation

通过灌溉而获得的农业增产量或价值量。

1.3 农田排水

1.3.0.1 农田水分状况

field water regime

农田中地表水、土壤水和地下水的状态、变化规律及对作物生长影响的总称。

1.3.0.2 农田排水系统

farmland drainage system

排除农田中多余的地表水、地下水和土壤水的各级排水沟、管、水闸和泵站等建筑物的总称。

1.3.0.3 排水经济效益

economic benefits of drainage

万水信息科技

因采取排水措施而减少、免除的农作物产量（值）损失，或增加的农作物产量（值）。

1.4 水土保持工程

1.4.0.1 水平梯田

horizontal terrace

为保持水土、种植作物或树木而将缓坡地（一般小于15°）改成水平的台阶式田地。

1.4.0.2 水平条田（水平埝地）

horizontal strip-field

在塬面或缓坡地上，基本上沿等高线修建的水平条形农田。

1.4.0.3 淤地坝

soil-retaining dam

在水土流失的沟壑中修建的、用以滞洪和拦泥的坝。

1.4.0.4 谷坊

check dam

在水土流失地区的山沟中，用土、石或编篱等修筑的用以固定沟床、减小流速、拦蓄泥沙、防止水土流失的设施。

1.4.0.5 水平沟

parallel ditch

在坡地上沿等高线开沟截水和植树种草以防水土流失的措施。

1.4.0.6 鱼鳞坑

fish-scale pits

为减少水土流失，在山坡上挖掘有一定蓄水容量、交错排列、类似鱼鳞状的植种坑穴。

1.4.0.7 沟头防护

protection of gully head

为防止径流冲刷引起沟头前进和坡面蚕蚀而采取的水土保持工程措施和生物措施。

1.4.0.8 隔沟梯田

terraced field with slope

水平梯田与坡地相隔修建的治坡措施。

2 灌 溉

2.1 灌溉水源

2.1.1 灌溉水源类型

2.1.1.1 地表水灌溉

surface-water irrigation

以地表水为水源的灌溉措施。

万水电科技

2.1.1.2 蓄水灌溉

water storage irrigation

以水库、塘堰等蓄水工程为水源的灌溉措施。

2.1.1.3 引水灌溉

water diversion irrigation

以自流引取河川径流为水源的灌溉措施。

2.1.1.4 提水灌溉

pumping irrigation

以水泵等提水设备抽水的灌溉措施。

2.1.1.5 自流灌溉

gravity irrigation

借助重力作用，通过引水、输水、配水等设备进行的灌溉措施。

2.1.1.6 蓄引提结合灌溉

combined irrigation by storage, diversion and pumping

联合运用蓄水、引水和提水工程进行灌溉的一种方式。

2.1.1.7 地下水灌溉

groundwater irrigation

以地下水为水源的灌溉措施。

2.1.1.8 地下水库

water content of soil, soil moisture

贮存在某一地域地下含水层内的水体，可供开发利用的地下贮水场所。

2.1.1.9 井渠结合灌溉

irrigation by conjunctive use of surface and groundwater

联合利用水井和渠道进行灌溉的一种方式。

2.1.1.10 污水灌溉

sewage irrigation

以经过处理并达到灌溉水质标准要求的污水为水源的灌溉措施。

2.1.1.11 咸水灌溉

saline water irrigation

以矿化度为2～5g/l.的地下水为水源的灌溉措施。

2.1.1.12 浑水灌溉

high silt content water irrigation

以引用含沙量大于15%（重量比）的河水为水源的灌溉措施。

2.1.1.13 肥水灌溉

fertilized groundwater irrigation

以含氮量较高的地下水为水源的灌溉措施。

2.1.1.14 引洪灌溉

irrigation by flood diversion

万水帕科技

以引用河流洪水为水源的灌溉措施。

2.1.1.15 淤灌

warping irrigation

以引用高含沙河水淤填、改造盐碱地等进行灌溉的一种方式。

2.1.2 灌溉规划

2.1.2.1 水利计算

irrigation water resources analysis

在灌溉工程建设和管理中，为经济、有效地利用灌溉水资源所进行的分析计算工作。

2.1.2.2 当地地表径流

local surface runoff

灌区范围内，由降雨所产生的地表径流。

2.1.2.3 塘坝

pond or pool

拦截和贮存当地地表径流的蓄水量不足 10 万 m^3 的蓄水设施。

2.1.2.4 塘堰供水量

available irrigation water from ponds

塘堰蓄水所能提供的灌溉水量。

2.1.2.5 塘堰复蓄次数

storage intensity of irrigation ponds

在一年周期内，塘堰供水量与其有效容积的比值。

2.1.2.6 小型水库

small reservior

库容在 10 万～1000 万 m^3 之间的水库。其中，库容在 100 万～1000 万 m^3 的为小Ⅰ型水库，库容在 10 万～100 万 m^3 的为小Ⅱ型水库。

2.1.2.7 死库容

dead storage capacity

水库死水位以下的容积。

2.1.2.8 兴利库容（有效库容）

storage capacity for users;effective storage capacity of reservoir

水库正常蓄水位至死水位之间的容积，也称有效库容。

2.1.2.9 防洪库容

storage capacity for flood control

水库设计洪水位至汛期限制水位或正常蓄水位之间的容积。

2.1.2.10 调洪库容

storage capacity for flood regulation

水库校核洪水位至汛期限制水位或正常蓄水位之间的容积。

2.1.2.11 重复库容

combined storage capacity

三水值科技

水库正常蓄水位至汛期限制水位之间的容积中，可兼作防洪库容及兴利库容的一部分容积。

2.1.2.12 总库容

total storage capacity

水库校核洪水位以下的容积。

2.1.2.13 灌溉水库特征水位

characteristic water levels of irrigation reservoir

以灌溉为主要目标的若干有特定意义的水库水位，包括死水位、汛期限制水位、正常蓄水位、设计洪水位和校核洪水位等。

2.1.2.14 库容系数

coefficient of reservoir storage capacity

水库兴利库容与多年平均来水量的比值。

2.1.2.15 灌溉水库兴利调节计算

water balance of irrigation reservoir

以灌溉为主的水库来水和用水的水量平衡计算。

2.1.2.16 灌溉规划

irrigation planning

在一定范围内，根据水土资源、农业发展需要、技术水平和投入能力而确定灌溉工程规模、效益及开发步骤的总体安排。

2.1.2.17 灌区土地利用规划

land development planning of irrigation area

合理利用灌区土地资源的开发计划和总体安排。

2.1.2.18 灌区水土资源平衡

land and water resources balance within irrigated area

对灌区的土地资源及需水量同可供水资源之间进行的对比分析。

2.1.3 灌溉取水工程与提水工具

2.1.3.1 灌溉取水工程

water intake for irrigation

从河流、湖泊、水库和地下水等水源取水灌溉的工程设施。

2.1.3.2 卧管式进水口

inclined pipe intake

斜置于土石坝上游坡或水库岸坡、能在库水位变动范围内引取表层水的管式取水设施。

2.1.3.3 分层式进水口

multi-level intake

从水库不同深度引水的取水设施。它有表层、中层、深层取水等结构。

2.1.3.4 无坝取水

intake without dam

无拦河坝的灌溉取水方式。

万水信息科技

2.1.3.5 有坝取水

intake with dam

修建拦河坝调节河流水位的灌溉取水方式。

2.1.3.6 引渠式取水

intake with approach channel

进水闸前设引渠的取水方式。

2.1.3.7 沉沙槽式取水

intake with undersluices pocket

在进水闸前设置沉沙槽及冲沙闸的一种有坝取水方式。

2.1.3.8 人工弯道式取水

intake with artificial bend

在河道内或岸边上修建人工弯道，使之产生横向环流，以减少入渠泥沙的取水方式。

2.1.3.9 分层式取水

storeyed intake

在取水建筑物的上层设进水闸引表层水，并在下层设冲沙廊道排除粗沙的取水方式。

2.1.3.10 底栏栅式取水

grated-bottom intake

在壅水坝内设置输水廊道，并利用其顶部栏栅筛析作用拦沙引水的一种取水方式。

2.1.3.11 虹吸式取水

siphon intake

用具有虹吸作用的弯管从水源自流引水的一种取水方式。

2.1.3.12 井

well

开采地下水的管状垂向集水工程设施。

2.1.3.13 筒井

shaft well

井径为1～2 m、井深不超过20 m的水井。

2.1.3.14 机井

pumping well

利用动力机械驱动水泵提水的水井。

2.1.3.15 管井

tube well

井较深、井径较小，由井口、井壁管、过滤器及沉淀管组成的水井。

2.1.3.16 大口井

large opening well

井径为2～8 m、井深不超过20 m的水井。

2.1.3.17 集水井

collecting well

万水信息科技

井径较大，用以汇集和存蓄地下水的水井。

2.1.3.18 辐射井

radial-well

设有辐射管（孔）以增加出水量的水井。

2.1.3.19 大骨料井

coarse aggregate well

由大骨料透水管和大粒径滤料组成的水井。

2.1.3.20 水窖（旱井）

dry well

在干旱缺水地区挖掘的、用以蓄集地面径流的蓄水设施，又称旱井。

2.1.3.21 完整井

fully penetrating well

贯穿含水层厚度，井底落在隔水层上的水井。

2.1.3.22 非完整井

partial penetrating well

穿过含水层部分厚度，井底落在含水层中的水井。

2.1.3.23 坎儿井

kariz well

利用竖井分段开挖的地下暗渠。用以汇集山前冲积扇的地下水，自流引出地面进行灌溉的水利设施。

2.1.3.24 戽斗

bail

用柳条或竹、木制成的、两侧系有长绳的斗状提水工具。

2.1.3.25 桔槔

shaduf；shadouf；shadoof

长杆一端系重物、另一端系水桶，利用杠杆原理提水的一种工具。

2.1.3.26 辘轳

windlass

用手动木制绞车牵引水桶自井中汲水的提水工具。

2.1.3.27 筒车

scoop waterwheel (chinese noria)

利用水力冲击大水轮带动轮缘上的竹（木）筒从河中提水的一种工具。

2.1.3.28 龙尾车

Archimedean screw

利用圆筒内螺旋轮转上升而提水的一种工具，也称阿基米德螺旋管。

2.1.3.29 风力水车

wind waterlift

利用风车带动水车提水的一种工具。

云水信科技

2.1.3.30 龙骨水车

dragon bone waterlift

在木槽内活动铆铆的木链上串联许多刮板用以提水的一种工具。

2.1.3.31 斗式水车

bucket-chain waterlift

以畜力驱动齿轮并带动多个串联成环的水斗提水的一种工具。

2.1.3.32 管链水车

disk-chain waterlift

在水管中，用带有多个皮垫的铁链从井中提水的一种工具。

2.1.3.33 解放式水车

jiefang type waterlift

用于从井中提水的一种改进型的管链水车。

2.1.4 地下水利用

2.1.4.1 地下水储量

groundwater storage

在水循环中贮存于透水岩层和土壤孔隙中的地下水量。

2.1.4.2 包气带

aeration zone

地表与潜水面之间非饱和的岩土层。

2.1.4.3 地下水可开采量

exploitabie groundwater

在一定储存、补给和开采平衡的条件下，多年平均允许开采利用的地下水量。

2.1.4.4 地下水补给

recharge to groundwater

通过降雨、灌溉、地下径流、渠道或河道渗漏等多种途径对地下水量的补充。

2.1.4.5 地下水埋藏深度

depth of groundwatet table

地下水自由水面或压力面与地表面间的距离。

2.1.4.6 地下水下降漏斗

funnel of groundwater depression

在地下水超采条件下，形成的一个向下凹陷、形似漏斗的地下水自由水面或压力面。

2.1.4.7 井水静水位

static level in well

本井不抽水又不受其他抽水井影响的井中水位。

2.1.4.8 井水动水位

dynamic level in well

井中出现出水平衡或降落平衡时的水位。

2.1.4.9 井出水量

工水电科技

well discharge

水井抽水时单位时间流出井外的水量。

2.1.4.10 单井效益

single well efficiency

一口井所产生的灌溉效益，常用灌溉面积表示。

2.1.4.11 地下水开采模数

module of groundwater yield

单位面积上地下水的开采量。

2.1.4.12 孔隙水

pore water

存在于松散岩层和土层孔隙中的地下水。

2.1.4.13 裂隙水

fissure water

贮存和运动在岩层裂隙中的地下水。

2.1.4.14 岩溶水（喀斯特水）

cavern water (karst water)

存在于溶蚀的裂隙和洞穴中的地下水。

2.1.4.15 潜水

shallow water; phreatic water

饱水带中地表以下第一个具有自由水面的含水层中的重力水。

2.1.4.16 层间水

confined or unconfined water

埋藏于两个隔水层之间的地下水。

2.1.4.17 地下水含水层

groundwater aquifer

能透过和产出一定水量的土层和岩层，简称含水层。

2.1.4.18 深层承压水

deep confined water

埋藏深度较大，具有静水压力的层间水。

2.1.4.19 承压地下水

confined groundwater

上有不透水层、并承受一定压力的地下水。

2.1.4.20 给水度

specific yield

饱和的土壤或岩层在重力作用下排出的水量与土壤或岩层体积的比值。

2.1.4.21 潜水给水度

specific yield or drainable porosity

单位面积含水层中潜水位每下降单位深度时，释放出来的水量。

万水值科技

2.1.4.22 弹性释水系数（弹性给水度）

elastic drainable porosity

单位面积承压含水层由于压力水位下降，含水层中水体膨胀、土体压缩所释放出的水量，又称弹性给水度。

2.1.4.23 水力梯度

hydraulic gradient

在含水层中沿水流方向每单位距离的水头下降值。

2.1.4.24 泉水灌溉

spring water irrigation

用工程设施引出泉水作为水源的灌溉措施。

2.1.4.25 群井汇流

flow collected from wells

用输水设施将两个以上水井的出水量汇集起来，以增加供水流量的措施。

2.1.4.26 截潜流灌溉

intercepting groundwater flow for irrigation

利用工程设施截取河床下层或古河道中的地下潜流的灌溉措施。

2.1.4.27 地下水回灌

artificial recharge to groundwater

利用工程设施将地表水注入地下含水层，以增加地下水储量的措施。

2.1.4.28 渗透系数

coefficient of permeability

在单位水力梯度下，水流通过多孔介质单位断面积的流量，亦称渗透率、水力传导率、达西系数。

2.1.4.29 地下水导水系数

transmissibility of groundwater

具有一定粘滞度的地下水在单位水力梯度作用下，通过单宽饱度含水介质的流量。

2.1.4.30 降雨入渗补给

recharge from rainfall infiltration

降雨通过土壤入渗补充地下水的现象。

2.1.4.31 灌溉入渗补给

recharge from irrigation water infiltration

灌溉水通过田面和渠道渗漏补充地下水的现象。

2.1.4.32 土壤饱和含水量

saturated moisture

土壤颗粒间所有孔隙都充满水时的含水量，亦称持水度。

2.1.4.33 地下水量平衡

groundwater balance

对规定时段和一定区域内地下水补给量和开采量所作的平衡计算。

万水信息科技

2.1.5 灌溉水质

2.1.5.1 灌溉水质

irrigation water quality

水的化学、物理性状和水中含有固体物质的成分及数量。

2.1.5.2 溶解氧含量

content of oxygen dissolved (COD)

在正常压力和温度下，溶解于水中的氧的数量。这是水中有机物污染的重要指标。

2.1.5.3 生化需氧量

biochemical oxygen demand (BOD)

在水体中微生物分解有机物所需消耗溶解氧的数量。

2.1.5.4 灌溉水矿化度

mineralised degree of irrigation water

单位体积灌溉水中所含各种离子、分子与化合物的总量。

2.1.5.5 灌溉适宜水温

suitable temperature of irrigation water

最适合农作物正常生长发育的灌溉水的温度。

2.1.5.6 灌溉水质标准

water quality standard

为防止土壤和水体污染及作物质量下降而规定的对灌溉水质的要求。

2.2 灌溉用水

2.2.1 土壤－植物—大气系统

2.2.1.1 土壤－植物—大气连续体

soil-plant-atmosphere continuum

在水势梯度作用下，土壤水被植物吸收、传输，并转化成水汽从叶面扩散进入大气的连续过程。

2.2.1.2 土壤板结

soil hardening (or soil crust)

土壤表层在降雨或灌水等外因作用下结构破坏、土粒分散，而干燥后受内聚力作用的现象。

2.2.1.3 土壤肥力

soil fertility

土壤对植物生长提供水、肥、气、热等条件的综合能力。

2.2.1.4 土壤有机质含量

organic substances content in soil

单位体积土壤中含有的各种动植物残体与微生物及其分解合成的有机物质的数量。一般以有机质占干土重的百分数表示。

2.2.1.5 土壤通气

万水帕科技

soil aeration

土壤空气与近地层大气之间不断进行气体交换的现象，也称土壤通透性。

2.2.1.6 土壤孔隙度

soil porosity

在一定容积土体内，其孔隙容积所占的百分数。

2.2.1.7 土壤水

soil water

土壤孔隙中的水分。

2.2.1.8 土壤含水量（土壤含水率）

water content of soil，soil moisture

一定量土壤中含有水分的数量，常以占烘干土重或土壤容积的百分数表示。

2.2.1.9 土壤水分常数

soil water constant

根据土壤水分形态不同而定义的土壤特征含水量，如田间持水量，凋萎系数等。

2.2.1.10 田间持水量

field moisture capacity

农田土壤某一深度内保持吸湿水、膜状水和毛管悬着水的最大水量。

2.2.1.11 凋萎系数

wilting coefficient，wilting point

植物开始发生永久凋萎时的土壤含水率，也称凋萎含水率或萎蔫点。

2.2.1.12 土壤毛管水

capillary water of soil

在土壤孔隙内能借毛管作用自由移动、易为植物吸收利用的水分，以及部分土壤水分。

2.2.1.13 土壤有效含水量

available water content of soil

土壤中能被作物吸收利用的水量，即田间持水量与凋萎系数之间的土壤含水量。

2.2.1.14 土壤蒸发

soil evaporation

土壤水分从土壤表面以水汽的形式向大气中散失的现象。

2.2.1.15 土壤入渗

soil infiltration

水从土壤表面渗入土壤内部的现象。

2.2.1.16 土壤水势

soil water potential

在恒温恒压条件下，单位数量的土壤水以纯自由水为参照状态，从一点移至另一点所需做的功。

2.2.1.17 土壤基质势

soil matrix potential

农业值科技

由土壤基质（固体）的吸附力和毛管力造成的势能。

2.2.1.18 土壤水吸力

soil water suction

土壤基质对水分的吸持能力。

2.2.1.19 土壤水分特征曲线

soil moisture characteristic curves

土壤水吸力随土壤含水量变化的关系曲线。

2.2.1.20 土壤水力传导度

hydraulic conductivity of soil water

单位水力梯度下的土壤水流通量。

2.2.1.21 土壤水扩散度

diffusivity of soil water

不计重力影响时，水流通量与含水量梯度的比值，亦即单位含水量梯度下的土壤水流通量。

2.2.1.22 土壤比容水度

specific water capacity of soil

土壤含水量随土壤基质势的变化率。

2.2.1.23 土壤侵蚀

soil erosion

在水力、重力、风力等作用下，土壤表层逐渐受到破坏的现象。

2.2.1.24 土壤改良

soil amelioration，soil improvement

改善土壤物理、化学性状，恢复和提高土壤肥力的技术措施。

2.2.1.25 土壤盐渍化

soil salinization

土壤底层或地下水的盐分随毛管水上升到地表，水分蒸发后使盐分积累在表层土壤中的过程。

2.2.1.26 土壤碱化

soil alkalization

土壤表层碱性盐逐渐积累、交换性钠离子饱和度逐渐增高的现象。

2.2.1.27 土壤潜育化

gleying process of soil

土壤长期滞水，严重缺氧，产生较多还原物质，使高价铁、锰化合物转化为低价状态，使土体变为蓝灰色或青灰色的现象。

2.2.1.28 干旱

drought

因大气、土壤、生理等原因导致作物体内水分亏缺的现象。

2.2.1.29 大气干旱

万水电科技

atmospheric drought

大气温度过高、相对湿度过低以及干热风等特殊气象原因造成植物缺水的现象。

2.2.1.30 土壤干旱

soil drought

土壤水分不能满足植物根系吸收和正常蒸腾所需而造成的植物缺水现象。

2.2.1.31 生理干旱

physiological drought

植物因水分生理方面的原因不能吸收土壤中水分而造成的干旱。例如，土壤溶液浓度过高、土壤温度过低和土壤中严重缺氧等，都能使植物根系吸水的正常生理过程遭到破坏而致缺水受害。

2.2.1.32 旱情

ravages of a drought

干旱的发生发展情况和影响范围，以及作物受旱减产程度等的总称。

2.2.1.33 墒情

soil moisture status

作物根层土壤中含水量多寡的情况。

2.2.1.34 作物水分亏缺

water deficit in crop

作物吸水量小于腾发量，使体内水分不足，妨碍正常生理活动的现象。

2.2.1.35 作物水势

crop water potential

作物各器官所含水分的势能，有根水势、茎水势、叶水势。

2.2.1.36 作物耐旱能力

crop tolerance to drought

作物承受干旱而不致造成明显减产的能力。

2.2.1.37 蒸腾作用

transpiration

植物体内的水分转变成水汽散发到体外的过程。

2.2.1.38 叶面积指数

leaf area index

农田单位面积上作物叶片一侧面积之和，也称叶面积系数。

2.2.1.39 太阳辐射

solar radiation

太阳以电磁波或粒子的形式向地球放射或输送能量的现象。

2.2.1.40 热量平衡

heat balance

某一区域在某一时段内吸收的热量与释放、储存的热量所维持的均衡关系。

2.2.1.41 积温

石头节科技

accumulation temperature

作物在其他生活因子得到满足的情况下，完成生长发育周期所要求的日平均温度的总和。

2.2.1.42 露点温度

dew-point temperature

在气压和空气中的水汽含量不变的条件下，使空气中水汽达到饱和时的温度。

2.2.1.43 绝对湿度

absolute humidity

单位体积空气中所含的水汽量。

2.2.1.44 相对湿度

relative humidity

空气中的实际水汽含量与同一温度下饱和空气中的水汽含量比值的百分数。

2.2.2 作物需水

2.2.2.1 作物生理需水

physiological water requirement of crop

作物进行正常生理活动所需要的水分。

2.2.2.2 作物生态需水

ecological water requirement of crop

调节和改善作物生长发育的环境条件所需要的水分。

2.2.2.3 作物需水特性

specific property of crop water requirement

作物对水量、水质、水温等的需求和反应的特性。

2.2.2.4 作物需水临界期

critical period of crop water requirement

作物全生育期中因需水得不到满足，最易影响生长发育并导致减产最大的时期。

2.2.2.5 作物腾发量

crop evapotranspiration

作物蒸腾量与棵间蒸发量之和。

2.2.2.6 参照作物腾发量

reference crop evapotranspiration

生长旺盛、高度整齐、不缺水而且地面完全被覆盖的低矮青草地（草高 8～15 cm）的腾发量，我国又称参照作物需水量。

2.2.2.7 作物需水量

crop water requirement

作物腾发量与构成作物体的水量之和。由于后者与前者相比甚小，实际应用中常以作物腾发量代替作物需水量。

2.2.2.8 作物—水分生产函数

crop-water production function

万水帮科技

在作物生长发育过程中，投入水量与作物产量之间的数量关系。

2.2.2.9 作物需水系数

crop evapotranspiration coefficient

作物全生育期内的蒸发蒸腾水量与收获的干物质量或产量之比。

2.2.2.10 作物需水量等值线图

isoline map of crop evapotranspiration

在地图上由作物需水量等值点的连线所形成的需水量分布图。

2.2.3 灌溉制度

2.2.3.1 灌溉制度

irrigation scheduling

按作物需水要求和不同灌水方法制定的灌水次数、灌水时间、灌水定额及灌溉定额的总称。

2.2.3.2 作物灌水指标

indexes of crop irrigation

确定适宜灌水时期的指标，包括土壤水分指标、作物形态指标、作物水分生理指标以及气象指标等。

2.2.3.3 灌水定额

irrigating quota on each application

单位灌溉面积上的一次灌水量或灌水深度。

2.2.3.4 灌溉定额

irrigation quota

作物播种前及全生育期单位面积的总灌水量或灌水深度。

2.2.3.5 泡田

steeping field for transplanting rice

水稻栽秧前进行的稻田灌水浸泡过程。

2.2.3.6 烤田

drying paddy field in sunshine

在水稻分蘖末期，为控制无效分蘖并改善稻田土壤通气和温度条件，排干田面水层进行晒田的过程。

2.2.3.7 湿润灌溉

wetting irrigation for paddy field

使稻田水分接近饱和，但不建立水层的灌水方式。

2.2.3.8 稻田渗漏

percolation in paddy field

水通过稻田田面和田埂产生的垂直和侧向渗透。

2.2.3.9 稻田土壤氧化还原电位

soil redox potential of paddy field

稻田土壤中存在的氧化物质和还原物质之间进行氧化还原反应时所产生的电位值。

三水节水科技

2.2.3.10 稻田水量平衡

water balance of paddy field

稻田来水量（降水、灌水）与去水量（蒸发、蒸腾、渗漏和排水）之间的平衡关系。

2.2.3.11 旱田水量平衡

water balance in dry-farming land

旱田土壤计划湿润层来水量（灌水、有效降水、地下水补给量）和去水量（蒸发、腾发、排水、深层渗漏）之间的平衡关系。

2.2.3.12 土壤计划湿润层

designed moisting layer of soil

旱作物灌水时计划湿润的土层深度。

2.2.3.13 深层渗漏

deep percolation

灌溉水或降水下渗到不能为作物利用的深层土壤的过程。

2.2.3.14 地下水补给量

supplement from ground water

地下水借土壤毛管作用上升、补充到土层土壤，并能为作物利用的水量。

2.2.3.15 有效降水

effective rainfall

降水量减去地表径流量及作物无法利用的深层渗漏水量。

2.2.3.16 储水灌溉

storage irrigation

为缓解水资源供需矛盾，储水于土壤，供作物生育期利用的灌溉方式。

2.2.3.17 冬灌

winter irrigation

土地封冻前对作物进行的灌溉。

2.2.3.18 播前灌溉

preseeding irrigation

为保证种子萌芽和苗期用水，在作物播种前进行的灌溉。

2.2.4 灌溉用水量

2.2.4.1 综合灌水定额

comprehensive quota of irrigation water

灌区内同一时期各种作物灌水定额按种植面积的加权平均值。

2.2.4.2 作物种植比例

cropping pattern

各种灌溉作物种植面积与全区灌溉面积之比值。

2.2.4.3 复种指数

multiple crop index

全年内各种农作物种植面积之和与耕地面积之比值。

万水信息科技

2.2.4.4 灌溉设计保证率

ensurance probability of irrigation water

在工程设计使用期内，能保证正常灌溉供水年数所占的百分数。

2.2.4.5 抗旱天数

days of drought control

农作物生长期连续干旱时，灌溉工程能确保用水要求的天数。

2.2.4.6 灌溉设计典型年

typical year for irrigation design

灌溉工程设计中，根据灌溉设计保证率的要求和来水、用水情况所选定的代表年份。

2.2.4.7 灌溉用水过程线

bar chart of irrigation water

以灌溉用水量或灌溉用水流量为纵坐标，以时间为横坐标绘成的柱状图。

2.2.4.8 灌溉用水量

irrigation water use

需从水源引入的灌溉水量，包括作物正常生长所需灌溉的水量、渠系输水损失水量和田间灌水损失水量。

2.2.4.9 灌溉用水量频率曲线

frequency curve of irrigation water use

以年灌溉用水量为纵坐标，以其出现的频率为横坐标所绘制的曲线图，也称年灌溉用水量的概率分布。

2.2.4.10 灌水率（灌水模数）

irrigation modulus

单位灌溉面积上的灌溉净流量，也称灌水模数。

2.3 灌水技术

2.3.1 灌水技术

2.3.1.1 灌水技术

irrigation technology，irrigation method

把渠道或管道中的水分配到田间各个地块对作物实施灌水的方式与技术措施，也称灌水方法。

2.3.1.2 灌水技术要素

irrigation technology elements

地面灌溉中沟、畦规格，入沟（畦）流量及灌水持续时间和改水成数等的总称。

2.3.1.3 灌水质量指标

criteria for irrigation quality

灌水的均匀度、田间水的利用率及灌溉水贮存率的总称。

2.3.1.4 灌水均匀度

irrigation uniformity；efficiency of distribution

万水电科技

灌溉范围内，田间土壤湿润的均匀程度。

2.3.1.5 灌溉效率

irrigation efficiency

单位流量在 24 h 内能灌溉的面积。

2.3.1.6 沟灌

furrow irrigation

灌溉水流经作物行间垅沟，藉重力与毛管作用湿润土壤的灌水方法。

2.3.1.7 畦灌

border irrigation

灌溉水在规格畦田上的流动过程中，以重力作用渗入土壤的灌水方法。

2.3.1.8 漫灌

flood irrigation

灌溉水在较大的田面上漫流，藉重力作用浸润土壤的灌水方法。

2.3.1.9 格田灌溉

check basin irrigation

灌溉水在格田中形成比较均匀的水层，以重力作用渗入土壤的灌水方法。

2.3.1.10 喷灌

sprinkler irrigation

利用专门灌溉设备将有压水送到灌溉地段，以均匀喷洒方式灌溉农田的方法。

2.3.1.11 滴灌

drip irrigation；trickle irrigation

利用专门灌溉设备，以水滴浸润土壤表面和作物根区的灌水方法。

2.3.1.12 微喷灌

microspray irrigation

通过低压管道将水送到作物根部附近，并以微小水量喷洒在土壤表面的灌水方法。

2.3.1.13 地下灌溉（渗灌）

subbing；subirrigation

借助工程设施将水送入地面以下，并从缝隙或孔洞渗出，以浸润根层土壤的灌水方法。

2.3.1.14 涌灌

bubble irrigation

在末级毛管上安装涌水设备，使灌溉水形成间歇小股水流，以浸润土壤的灌水方法。

2.3.1.15 雾灌

mist irrigation

用直径为 0.1～0.5 mm 的雾状水滴进行喷洒灌溉的方法。

2.3.2 畦灌

2.3.2.1 畦田

close-end border

用田埂将灌溉土地分隔成规格的长方形田块。

万水电力科技

2.3.2.2 畦埂

border dike

畦田两侧用以隔断水流，防止串畦跑水的土埂。

2.3.2.3 入畦流量

border inflow rate

进入畦田的流量，通常以单宽流量表示。

2.3.2.4 畦宽

border width

畦田的宽度。一般是当地农业机具宽度的整倍数。

2.3.2.5 畦长

border length

畦田的长度。与畦田的纵向比降、土壤的透水性能及入畦水量的大小有关。

2.3.2.6 封口

inflow cutoff

根据灌水定额、土壤透水性、坡度等条件，切断畦田灌溉水流的相对长度。

2.3.2.7 波涌灌溉

surge flow irrigation

采用间歇交替方式向畦田或灌水沟放水，以湿润土壤的灌水方法。

2.3.2.8 水平畦灌

level border irrigation

田间做成水平的畦，水以较大流量流入畦内，并均匀分布后由重力作用渗入根区的畦灌。

2.3.3 沟灌

2.3.3.1 灌水沟

irrigation furrow

在作物行间开挖的、用以实施灌溉的垅沟。

2.3.3.2 入沟流量

inflow rate

进入灌水沟的流量，与土质、地面比降、沟形大小及灌水定额有关。

2.3.3.3 细流沟灌

corrugation

用细小流量通过毛细管作用浸润土壤的沟灌。

2.3.3.4 水平沟灌

level impoundment furrows

用沟底水平、尾端有埂的沟蓄水并渗入土壤的沟灌。

2.3.3.5 联通沟

free end furrow

沟尾不封闭，灌溉水在流动过程中湿润土壤的灌水沟。

节水信息科技

2.3.3.6 封闭沟

closed-end furrow

沟尾封闭，灌溉水在流动过程中及放水停止后渗入土壤的灌水沟。

2.3.3.7 波形沟灌

wave furrows；herringbone furrow

灌水沟沿等高线方向呈波状布置的沟灌形式。灌水时，与垂直等高线的两相邻渠槽同时向一条沟中引水进行灌溉，又称人字形沟灌。

2.3.3.8 隔沟灌溉

irrigation on every other furrow

顺序间隔一条灌水沟供水的节水型沟灌。

2.3.4 喷灌

2.3.4.1 喷灌技术

sprinkler irrigation technique

喷灌实践中积累起来的技能、装备、方法及经验的总称。

2.3.4.2 喷灌系统

sprinkler irrigation system

由水源取水并加压后输送、分配到田间而实行喷洒灌溉的灌溉系统。

2.3.4.3 喷灌工程

sprinkler irrigation project

实现喷洒灌溉的工程设施。

2.3.4.4 固定式喷灌系统

permanent sprinkler system

在灌溉季节，所有喷灌设备都固定不动的喷灌系统。

2.3.4.5 半固定式喷灌系统

semi-permanent sprinkler system

在灌溉季节，动力机、水泵和干管固定不动而支管、喷头可移动的喷灌系统。

2.3.4.6 移动管道式喷灌系统

sprinkler system with travelling pipe

在灌溉季节，全部管道系统可移动进行轮灌的喷灌系统。

2.3.4.7 机组式喷灌系统

unit sprinkler system

以移动式喷灌机组为主体的喷灌系统。

2.3.4.8 恒压喷灌系统

constant pressure sprinkler irrigation system

喷灌管网在喷头工作个数经常变动的条件下，其工作压力能自动保持相对稳定的喷灌系统。

2.3.4.9 自压喷灌系统

gravity sprinkler irrigation system

云龙伯科技

利用自然水头获得喷头工作压力的喷灌系统。

2.3.4.10 机压喷灌系统

mechanical pressure sprinkler irrigation system

由动力机和水泵为喷头提供工作压力的喷灌系统。

2.3.4.11 定喷

sprinkler fixed in place during watering

喷水时喷头位置不移动的喷灌形式。

2.3.4.12 行喷

travelling sprinkler irrigation

喷头位置边移动边喷洒的喷灌形式。

2.3.4.13 喷灌质量指标

quality indexs of sprinkler irrigation

喷灌强度、水滴大小和喷灌均匀度等衡量喷灌灌水质量的指标，也称喷灌技术要素。

2.3.4.14 脉冲喷灌

pulse sprinkler irrigation

间歇式旋转喷水灌溉。

2.3.4.15 喷灌均匀度

uniformity of water distribution

喷灌面积上喷洒水量分布的均匀程度。

2.3.4.16 喷头水量分布图

distribution graph of sprinkler water

喷头喷洒范围内的等水深线图。

2.3.4.17 喷头水量分布曲线

distribution curve of sprinkler water

沿喷头径向以水平距离为横坐标，各点喷灌水量为纵坐标所绘出的水量分布曲线。

2.3.4.18 喷灌强度

sprinkler intensity

单位时间内喷洒在地面上的水深。

2.3.4.19 雾化程度

degree of mist

以水滴平均直径或以喷头工作压力与喷嘴直径的比值表示的喷射水流的粉碎程度。

2.3.4.20 水滴打击强度

impact intensity of droplet

单位受水面积内水滴对土壤和作物的打击动能。

2.3.4.21 喷洒水利用系数

water efficiency of sprinkle

喷洒范围内地面和作物的受水量与喷头出水量的比值。

2.3.4.22 喷头工作压力

云水帕科技

sprinkler operating pressure

喷头运行时，在距其进口下 20 cm 处的实测压力值。

2.3.4.23 喷嘴压力

pressure on nozzle

喷嘴出口处的流速水头。

2.3.4.24 喷头流量

sprinkler flow rate

单位时间内喷头喷出的水量。

2.3.4.25 喷灌系统设计流量

designed discharge of sprinkler irrigation system

喷灌系统首部最大流量的设计值。

2.3.4.26 喷灌系统设计水头

designed head of sprinkler irrigation system

喷灌工程设计中，根据水源、地形、管道和喷头工作压力等选定的用以确定水泵扬程的总水头。

2.3.4.27 喷点

sprinkler site

喷头的工作位置。

2.3.4.28 喷头射程

sprinkler pattern radius

喷头正常工作时，喷洒有效湿润范围的半径。

2.3.4.29 喷洒方式

spray pattern

喷头工作时，所采用的全圆喷洒、扇形喷洒或带状喷洒等的作业方式。

2.3.4.30 喷头组合形式

compound mode of sprinkler arrangement

各喷点在平面上的组合位置，所构成的几何图形。

2.3.4.31 多口系数

factor of multiple outlets

在相同进口流量下，管道多出口出流时与只有末端出流时的沿程水头损失的比值。

2.3.4.32 喷灌设备

sprinkler irrigation equipment

用于喷灌的各种机电设备、喷头、管道及其附件的统称。

2.3.4.33 地埋管

buried pipeline

埋入地下一定深度的固定管道。

2.3.4.34 竖管

riser pipe

云水恒科技

连接支管与喷头，并将喷头安置在适当高度的竖直短管。

2.3.4.35 喷灌机

sprinkler machine

由喷头、管道、加压泵及动力机等部件组成，并可整体移动喷灌作业的机械。

2.3.4.36 时针式喷灌机

center pivot sprinkler irrigation system

装有喷头的管道支承在可自动行走的支架上，围绕备有供水系统的中心点边旋转边喷灌的大型喷灌机械，也称中心支轴式喷灌机。

2.3.4.37 平移式喷灌机

lateral move sprinkler irrigation system

装有喷头的管道支承在可自动行走的支架上，并在工作时管道平行前移喷灌的大型喷灌机械。

2.3.4.38 滚移式喷灌机

side-roll wheel sprinkler irrigation system

装有喷头的管道作为轮轴支承在直径为1～2 m的轮子上，并能整体平行滚动到位后定点作业的喷灌机械。

2.3.4.39 纵拖式喷灌机

end tow sprinkler irrigation system

一根装有若干喷头的软管支承在许多小轮或滑橇上，并在移动时由拖拉机在一端作纵向拖移到位后定点作业的喷灌机械。

2.3.4.40 绞盘式喷灌机

reel type sprinkler irrigation system

安装在小车或滑橇上的一个喷头用高压软管与一个直径为2 m左右的绞盘车相连，并在运行时先由拖拉机将喷头拖到远处，然后绞盘靠水压力自动收回软管，边卷绕边喷洒的喷灌机械。

2.3.4.41 双悬臂式喷灌机

boom sprinkler irrigation system

装有许多喷头的管道及桁架构成双向悬臂，并作平行移动或绕中心旋转，边移动（或边旋转）边喷洒的喷灌机械。

2.3.4.42 平移—回转式喷灌机

lateral move and circle move sprinkler irrigation system

装有喷头的管道支承在可自动行走的支架上作平行移动，到田块末端又可作半圆旋转到另一个田块的大型喷灌机械。

2.3.4.43 调压罐

pressure regulating tank

恒压灌溉系统工作过程中，在喷头开启数变化的条件下，为保持工作压力相对稳定的专用压力调节装置。

2.3.4.44 喷头

万水电科技

sprinkler

把管道中的有压水流散成细小水滴，并均匀洒布在田间的专用设备。

2.3.4.45 摇臂式喷头

impact driven sprinkler

借助喷头出口水压力使摇臂旋转，扭紧弹簧，并靠弹力使摇臂反转，撞击喷头使之旋转，周而复始地推动喷体间歇旋转的喷头。

2.3.4.46 叶轮式喷头

turbine sprinkler

依靠喷嘴出口水压力冲击叶轮高速旋转，并通过连杆和变速装置带动喷体旋转的喷头。

2.3.4.47 反作用式喷头

reaction rotating sprinkler

依靠喷头出口水压力所形成的反作用力使喷体旋转的喷头。

2.3.4.48 全射流喷头

sprinkler with fluidic device as nozzle

采用射流元件喷嘴、依靠水流偏转反作用力旋转的喷头。

2.3.4.49 垂直摇臂式喷头

hammer type of rain gun

依靠喷嘴出口水压力冲击垂直摇臂使之向下旋转，并借助摇臂上形成的切向分力带动喷体作间歇旋转的喷头。

2.3.4.50 旋转式喷头

rotating sprinkler

工作时依靠水压力可自动绕其竖轴旋转的喷头。

2.3.4.51 折射式喷头

spray head with baffle

压力水流向上冲击倒悬的锥体，并向四周折射喷洒的喷头。

2.3.4.52 离心式喷头

centrifugal nozzle

借助水流离心力使水滴向四周喷洒的喷头。

2.3.4.53 孔管式喷洒器

perforated sprinkler line

一根钻有多列小孔的管或单列孔管设有往复旋转机构的喷洒装置。

2.3.4.54 喷射仰角

elevation angle of nozzle

喷嘴出口处射流轴线与水平面的夹角。

2.3.4.55 喷嘴

nozzle

为增加水流速度并提高喷洒性能而设于流道末端收缩喷出口的喷头水力部件。

2.3.4.56 异形喷嘴

万水信科技

non-circular nozzle

流道出口横截面为非圆形的喷嘴。

2.3.4.57 喷体

sprinkler body

位于空心轴和喷嘴之间的、有时在喷嘴后方接有直线段喷管的喷头流道弯曲部件。

2.3.4.58 换向机构

reversing mechanism

改变喷头旋转方向的部件。

2.3.4.59 稳流器

flow straightener

喷管中减少流道涡流影响，使水流平稳顺直以提高射程的部件。

2.3.4.60 飘移损失

wind drift losses

喷洒水滴因空中蒸发和风吹飘移而损失的水量。

2.3.4.61 植物截留损失

vegetable interception losses

喷洒水滴被植物枝叶截留而不能进入土壤的损失水量。

2.3.5 滴灌

2.3.5.1 滴灌技术

drip irrigation technology

滴灌实践中积累起来的技能、装备、方法及经验的总称。

2.3.5.2 滴灌工程

drip irrigation project

采用滴灌技术的灌溉工程设施。

2.3.5.3 滴灌设备

drip irrigation equipment

用于滴灌的各种机电设备、滴头、过滤器、管道及其附件的统称。

2.3.5.4 滴灌系统

drip irrigation system

由水源工程、首部枢纽、输配水管道和滴水设备等部分组成的灌溉系统。

2.3.5.5 固定式滴灌系统

fixed drip irrigation system

在灌溉季节，所有滴灌设备均固定不动的滴灌系统。

2.3.5.6 移动式滴灌系统

movable drip irrigation system

灌溉季节，田间设备可以搬移，并实行轮流灌溉的滴灌系统。

2.3.5.7 机压滴灌

drip irrigation driven by power of pump

三农电科技

由动力机和水泵提供工作压力进行滴灌。

2.3.5.8 自压滴灌

drip irrigation by gravity

利用自然水头获得工作压力的滴灌。

2.3.5.9 膜上灌溉

irrigation above ground membrane

水流通过地膜表面经膜凹槽或装有滴水器的管道进入作物根区的一种灌水方法。

2.3.5.10 膜下灌溉

irrigation under ground membrane

水流通过铺在地膜下的管道并经滴水器进入作物根区的一种滴灌。

2.3.5.11 湿润比

percentage of wetted area

在计划湿润层内，滴灌湿润的土体与灌溉区域总土体的比值。

2.3.5.12 湿润球体

wetted bulb

单个滴头滴水所形成的椭球状湿润土体。

2.3.5.13 湿润半径

radius of wetted bulb

湿润球体在水平方向的平均最大半径。

2.3.5.14 湿润深度

the depth of wetted soil

一次滴灌所湿润土体的最大深度。

2.3.5.15 滴水均匀系数

uniformity coefficient of drip

一定范围内，表示同时工作的滴头滴水量均匀程度的系数。

2.3.5.16 毛管间距

lateral spacing

滴灌系统中最末级相邻管道的水平距离。

2.3.5.17 设计滴头工作压力

designed operating pressure of emitter

滴灌工程设计中选定的滴头工作压力。

2.3.5.18 设计滴头流量

designed discharge of emitter

设计工作压力下单个滴头的流量。

2.3.5.19 滴灌系统设计流量

designed discharge of drip irrigation system

滴灌系统设计的最大流量。

2.3.5.20 滴灌系统设计水头

万水帕科技

designed water head of drip irrigation system

滴灌系统设计中，根据地形、管道和滴头工作压力等所确定的总水头。

2.3.5.21 堵塞

clogging

滴头或毛管被固体颗粒、化学沉淀物或生物堵塞而不能正常工作的现象。

2.3.5.22 冲洗

flushing

用压力水、压缩空气或酸溶液疏通堵塞的滴头或管道的技术措施。

2.3.5.23 肥料罐

fertilizer container

盛装肥料溶液，并能注入有压管道系统的压力容器。

2.3.5.24 水阻管

pipe pressure regulator

用于调节管端压力而设置的细管。

2.3.5.25 滴头

emitter

使有压水减压形成水滴并断续滴出的灌水装置。

2.3.5.26 微管

microtube

使滴头或微喷头与毛管相连的细管。

2.3.5.27 管间滴头

in-line emitter

直径与毛管相近并串接在毛管中间的滴头。

2.3.5.28 管上滴头

side-fitted emitter

插入毛管并固定在管壁的滴头。

2.3.5.29 涡流式滴头

vortex emitter

以涡流方式消能的滴头。

2.3.5.30 长流道滴头

long path emitter

利用长流道的沿程摩阻损失以减压的滴头。

2.3.5.31 孔口式滴头

orifice type emitter

利用微小孔口的局部水头损失减压的滴头。

2.3.5.32 微管式滴头

micro-pipe emitter

管径细小，其长度任意选择，并使有压水减压形成水滴的微管，也称发丝滴头。

云北伯科技

2.3.5.33 双壁管

twin-wall lateral

在横断面上有双层管壁，且在管壁上有错开的双层小孔，并能同时起输水管和滴头作用的毛管，也称滴灌带或双腔毛管。

2.3.5.34 多孔管

porous pipe

用多孔材料制成的管内有压水流可以渗出管壁的毛管。

2.3.5.35 压力补偿式滴头

pressure compensation

能随过水断面变化而改变压力，并使滴水量保持基本不变的滴头。

2.3.5.36 微喷灌系统

microspray irrigation system

由水源、控制首部、输配水管网和微喷头组成的低压微量喷灌的工程设施。

2.3.5.37 微喷头

minisprinkler

将有压水流粉碎成细小水滴，实行喷洒灌溉的微小喷头。

2.3.5.38 自动冲洗阀

automatic flushing valve

能根据过滤器堵塞情况定时启闭、自动冲洗过滤器或毛管中污物的阀门。

2.4 灌溉系统

2.4.1 灌溉渠道系统

2.4.1.1 渠道

canal; channel

人工或机械开挖与填筑的用以引取、输送及分配水量的水道。

2.4.1.2 灌溉渠道

irrigation canal

用于灌溉的渠道。

2.4.1.3 灌溉渠道系统

irrigation canal system

由干渠、支渠、斗渠和农渠组成的固定灌溉网络。

2.4.1.4 输水渠道

canals for water transportation

从灌溉水源引水并输送到灌区的渠道。

2.4.1.5 配水渠道

canals for water distribution

把输水渠道引入的水量逐级分配到田间的渠道。

2.4.1.6 总干渠

石光伯科技

general main canal

从灌溉水源取水，担负输水任务的一级渠道。

2.4.1.7 干渠

main canal

从灌溉水源或总干渠取水，主要担负输水任务的一级或二级渠道。

2.4.1.8 支渠

branches; main laterals

从干渠取水，主要担负配水任务的二级或三级渠道。

2.4.1.9 斗渠

sublaterals; distributors

从支渠取水，主要担负配水任务的三级或四级渠道。

2.4.1.10 农渠

minors; farmland canals

从斗渠引水并分配到田间的最末一级固定渠道。

2.4.1.11 退水渠

canals for water release; escape canals

排泄灌溉余水或入渠洪水的渠道。

2.4.1.12 灌溉渠系规划

planning of irrigation canal system

各级灌溉排水渠道的布置、渠系建筑物定位与选型、田间工程规划及有关技术经济指标的初步评估等工作的总称。

2.4.1.13 灌溉渠道设计流量（正常流量）

design discharge of irrigation canal; normal flow of irrigation canal

设计典型年渠道需要通过的最大灌溉流量，也称正常流量。

2.4.1.14 灌溉渠道加大流量

maximum discharge of irrigation canal

在短时增加输水的情况下，渠道需要通过的最大灌溉流量。

2.4.1.15 灌溉渠道最小流量

minimum discharge of irrigation canal

设计典型年渠道需要通过的最小灌溉流量。

2.4.1.16 净流量

net discharge of canal

未计入渠道输水损失的流量。

2.4.1.17 毛流量

gross discharge of canal

渠道净流量与输水损失之和。

2.4.1.18 渠道渗漏量。

seepage losses from canal

农水信息科技

在渠道输配水过程中，通过底部、边坡土壤孔隙渗漏掉的水量。

2.4.1.19 渠道输水损失

conveyance losses of irrigation canal

渠道输配水过程中的渗漏和蒸发损失之和。

2.4.1.20 灌溉渠道设计

design of irrigation canal

确定灌溉渠道设计流量、拟定纵横断面结构形式及尺寸、计算渠道工程量等工作的总称。

2.4.1.21 渠道水利用系数

water efficiency of canal

渠道净流量与毛流量的比值。

2.4.1.22 渠系水利用系数

water efficiency of canal system

各级固定渠道水利用系数的乘积。

2.4.1.23 田间水利用系数

water efficiency of application

灌入田间可被作物利用的水量与农渠净水量的比值。

2.4.1.24 灌溉水利用系数

water efficiency of irrigation

灌入田间可被作物利用的水量与渠首引进的总水量的比值。

2.4.1.25 渠道工作制度

working regime of canals

各级渠道在管理运用中实行连续或轮流供水的工作方式，也称渠道配水方式。

2.4.1.26 续灌

continuous irrigation

上级渠道向下级渠道连续供水的工作方式。

2.4.1.27 轮灌

rotational irrigation

上级渠道向下级渠道轮流供水的工作方式。

2.4.1.28 集中轮灌

concentrated rotational irrigation

上级渠道向下级渠道逐条轮流供水的方式。

2.4.1.29 分组轮灌

rotational irrigation on grouping basis

上级渠道向分成若干组的下级渠道轮流供水的方式。

2.4.1.30 轮灌周期

duration of rotational irrigation

轮灌条件下，全灌区一次灌水所持续的时间。

万水值科技

2.4.1.31 灌溉渠道横断面

cross section of irrigation canal

垂直于灌溉渠道轴线的剖面。

2.4.1.32 渠底坡降

slope of canal

渠段首末两端底部高差与渠段长度的比值，也称底坡、纵坡。

2.4.1.33 渠床糙率

roughness of canal bed

表示渠道表面粗糙程度的无因次数。

2.4.1.34 边坡系数

side slope coefficient of canal

渠道侧坡的水平长度与垂直高度的比值。

2.4.1.35 湿周

wetted perimeter of flow cross section

水流通过渠道时，在横断面上形成湿润范围的外缘总长度。

2.4.1.36 水力半径

hydraulic radius

渠道过水断面面积与湿周的比值。

2.4.1.37 谢才系数

Chezy's coefficient

反映灌溉渠道或管道的水流速度、水力半径及水力坡降关系的谢才公式中的经验系数，单位为 $m^{1/2}/s$。

2.4.1.38 宽深比

ratio of bottom width to water depth of canal

梯形或矩形渠道底宽与水深的比值。

2.4.1.39 渠道最优水力断面

optimal hydraulic cross section of canal

具有最大输水能力或最小过水断面积的渠道横断面。

2.4.1.40 渠床稳定性

stability of canal bed

灌溉渠道在设计条件下工作时既不冲刷也不淤积，或在一定时期内维持冲淤平衡条件的能力。

2.4.1.41 曲率半径

radius of canal winding

渠道转弯处中心线的圆弧半径。

2.4.1.42 渠道挟沙能力

silts carrying holding capability of canal flow

渠道不淤条件下单位水体所能挟带的泥沙重量。

万水电科技

2.4.1.43 允许不冲流速

permissible velocity for erosion control of canal

不使渠床冲刷的允许的最大水流速度。

2.4.1.44 允许不淤流速

permissible velocity for sedimentation control of canal

不使渠道泥沙淤积的允许的最小水流速度。

2.4.1.45 挖方渠道

canal in cutting; channel in cutting

在地面以下开挖的、设计渠顶低于地面或与地面齐平的渠道。

2.4.1.46 填方渠道

canal on embankment; channel in filling

在地面以上填筑的、设计渠底高于地面的渠道。

2.4.1.47 半挖半填渠道

canal in cutting and filling

在渠道横断面上既有挖方又有填方的渠道。

2.4.1.48 明渠

open canal

在地表开挖或填筑的具有自由水面的渠道。

2.4.1.49 暗渠

underground canal

在地下开挖或砌筑的具有自由水面或压力水面的渠道。

2.4.1.50 U形渠

U-typed canal

横断面周内呈U形的渠道。

2.4.1.51 马道（戗道、戗台）

berm; inside berm

为保持深挖方或填方渠道的稳定和满足交通需要，在其边坡上设置的有一定宽度的平台。

2.4.1.52 灌溉渠道纵断面

longitudinal section of irrigation canal

灌溉渠道沿其中心线的垂直剖面。

2.4.1.53 地面参考点

reference point of irrigation land

为推算渠道分水口水位选定的距离较远或位置较高的地面受水点。

2.4.1.54 水位衔接

water level coupling of canals

为满足渠道的正常工作条件，通过改变渠道水深、底宽或修建必要的建筑物，使渠道水面平顺连接的技术工作。

云水信息科技

2.4.1.55 田间工程

farmland works

末级固定渠道控制范围内修建的临时性或永久性灌排设施以及平整土地的总称。

2.4.1.56 田间渠系

on-farm canal system

农渠以下由一级或多级临时渠道组成的灌溉渠道网络。

2.4.1.57 临时渠道

temporary channel

末级固定渠道以下季节性开挖与填筑的田间灌溉渠道。

2.4.1.58 灌排相间布置

separate layout of irrigation channel and drainage ditch

同级灌溉渠道和排水沟道实行两侧控制的布置形式。

2.4.1.59 灌排相邻布置

adjacent layout of irrigation channel and drainage ditch

同级灌溉渠道和排水沟道实行单侧控制的布置形式。

2.4.1.60 条田

strip field

末级固定渠道控制范围内的长方形田块。

2.4.1.61 格田

check field

田面水平四周被土埂包围的田块。

2.4.1.62 纵向布置

lengthwise layout of field channel

毛渠沿田间灌水沟、畦的水流方向延伸，灌溉水经输水沟放入田间的布置方式。

2.4.1.63 横向布置

transversal layout of field channel

毛渠垂直田间灌水沟、畦的水流方向延伸，直接向沟、畦放水的布置方式。

2.4.1.64 输水沟

field ridge

田间渠系采用纵向布置时向灌水沟、畦供水的临时渠道。

2.4.1.65 土地平整

land leveling

为使灌水均匀并满足机耕等要求而进行的田面整平工作。

2.4.1.66 田间灌水工具

field turnout implement；on-farm irrigation apparatus

实行地面灌溉时使用的田间放水器具。

2.4.1.67 渠道防渗

canal seepage control

万水恒泊科技

防止和减少渠道水量渗漏损失的技术措施。

2.4.1.68 土料压实防渗

seepage control by compacted earth linings

铺设并压实粘性土层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.69 灰土护面层防渗

seepage control by soil-lime pavement

铺设石灰与土的混合料护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.70 水泥土衬砌防渗

seepage control by soil-cement linings

铺设水泥与土的混合料护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.71 干硬性水泥土防渗

seepage control by hard soil-cement

铺砌按最优含水量拌制的水泥土护面以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.72 塑性水泥土防渗

seepage control by plastic soil-cement

铺设稠度类似砂浆的水泥土护面以减少渠道渗漏损失的措施。

2.4.1.73 土壤止水剂防渗

seepage control by soil-sealant

在渠床土壤中注入化学添加剂以减少渠道渗漏损失的措施。

2.4.1.74 砖石衬砌防渗

seepage control by stone and brick linings

砌筑砖、石护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.75 混凝土衬砌防渗

seepage control by cement concrete linings

浇筑或砌筑混凝土护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.76 塑料薄膜防渗

seepage control by plastic membrane

铺设塑料薄膜防渗层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.77 沥青护面防渗

seepage control by asphaltic cover

铺设沥青膜、沥青砂浆、沥青混凝土等护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.78 土工膜防渗

seepage control by geomembrane

铺设塑料薄膜、沥青布等形成土工膜护面层以减少渠道水量渗漏损失的措施。

2.4.1.79 渠道衬砌防冻

protecting canal lining against heave damage

防止渠道衬砌层因基土冻胀而遭受破坏的技术措施。

2.4.1.80 冻胀

灌溉排水科技

frost heaving

在负温条件下，细粒土壤中因水分冻结而引起的土体膨胀和地面隆起现象。

2.4.1.81 起始冻胀含水率

critical water content of frost heaving

土壤开始产生冻胀时的临界含水率。

2.4.1.82 冻胀力

frost-heave force

冻土层的膨胀变形对覆盖物产生的作用力。

2.4.1.83 渠道防洪

flood protection of canal

保护渠道免遭洪水破坏的技术措施。

2.4.1.84 入渠洪水

canal flood

沿溪流或坡地进入渠道的暴雨径流。

2.4.1.85 渠道滑塌

canal landslide

渠坡内部的剪应力超过土壤或岩体的抗剪强度时所引起的剪切破坏和位移变形。

2.4.1.86 渠道淤积

sedimentation of canal

渠道水流所挟泥沙由于流速降低，受重力作用沉积到渠底的现象。

2.4.1.87 渠道泥沙处理

canal sediment treatment

防止渠道淤积以及清除和处理入渠泥沙的技术措施。

2.4.1.88 沉沙池

settling basin

从多泥沙河流引水灌溉时，在渠首或渠道上修建的沉积泥沙的工程设施。

2.4.1.89 人工落淤

artificial sedimentation

在渠水中掺入细粒土壤，淤塞渠床土壤孔隙以减少渠床漏水的防渗措施。

2.4.1.90 渠道除草

weeds control in canal

清除杂草，保持渠道设计输水能力的管理养护工作。

2.4.1.91 除莠剂（除草剂）

herbicide；weedicide

单独使用或与辅助剂配合使用以灭除杂草的化学药品。

2.4.2 灌溉管道系统

2.4.2.1 灌溉管道

irrigation pipeline

万水电科技

供灌溉输水、配水和灌水用的管道。

2.4.2.2 灌溉管道系统

irrigation pipe systems，irrigation pipe networks

通过各级管道从水源把水送往田间的灌溉网络。

2.4.2.3 无压灌溉管道系统

none full of water irrigation pipe systems

灌溉管道内未充满水，靠重力流动的管网系统。

2.4.2.4 自压灌溉管道系统

gravity irrigation pipe systems

靠地面自然高差形成水流压力的灌溉管道系统。

2.4.2.5 机压灌溉管道系统

pumping irrigation pipe systems

靠水泵加压的灌溉管道系统。

2.4.2.6 首部枢纽

head of pivot

从水源取水并使水质、水量、水压符合灌溉管道系统设计要求的水工建筑物和相应设备的总称。

2.4.2.7 过滤设备

filter equipment

滤去水中污物、藻类及大于某一粒径的固体物质的设备。

2.4.2.8 注入设备

injection equipment

将可溶性肥料或农药溶液输入有压灌溉管道系统的一种装置。

2.4.2.9 压力调节器

pressure regulator

在上级管道压力上升时，能保持下级管道压力恒定的装置。

2.4.2.10 管道量测设备

measuring appliance

测量管道内部流量、压力、水量、水温等的装置的总称。

2.4.2.11 管网

pipe network

从水源取水，向受水部位供给一定流量和压力的管道所组成的网络。

2.4.2.12 输配水管网

transport and distribution pipe networks

用于输送和分配水流的管网。

2.4.2.13 环状管网

looped networks

管道节点间连线形成的有一个以上回路的管网。

万水值科技

2.4.2.14 树枝状管网

ramified pipe system

管道节点与下一级多个节点连接，形似树枝的管网。

2.4.2.15 灌水器

irrigator

在一定工作压力和流量的条件下，将水均匀地撒布或流入控制面积进行灌溉的器具或装置。

2.4.2.16 低压输水管

low pressure water conveyance pipe

工作压力小于 0.2 MPa 的刚性或柔性输水管道。

2.4.2.17 PVC 薄壁管

polyvinyl chloride thin wall pipe

用聚氯乙烯制成的、管壁较薄且有柔性的输水管道。

2.4.2.18 PVC 内光外波纹双壁管

smooth on inside PVC double wall corrugated pipe

用聚氯乙烯制成的内壁光滑、外壁沿管轴向成波纹状的具有双层管壁的柔性输水管道。

2.4.2.19 地埋 PE 软管

polyethylene flexible pipe hidden in the earth

开挖沟槽，铺放改性聚乙烯塑料软管而形成的柔性输水管道。

2.4.2.20 内衬薄膜现浇管

inside lining film cement pipe

采用高压聚乙烯塑料薄膜软管作内模现场浇筑水泥与砂或石粉拌合料而形成的刚性输水管道。

2.4.2.21 素混凝土管

concrete pipe

用一定比例的水泥、砂、亚粘土等制成的拌合料现场浇筑或机械成形的刚性输水管道。

2.4.2.22 水泥石屑管

cement and scraps of stone pipe

以一定比例的水泥、石屑等制成的拌合料，并采用高强度薄膜作内衬，现场浇筑成的刚性输水管道。

2.4.2.23 固定管道

fixed pipeline

固定安装在地面或埋入地下的管道。

2.4.2.24 移动管道

movable pipeline

灌溉季节可快速拆装、移动，轮流使用于不同位置的灌溉管道。

2.4.2.25 阀门

valve

标准图书科技

管道上控制水流的部件。

2.4.2.26 逆止阀

reflux valve

只允许管道水体单向流动的部件。

2.4.2.27 空气阀

air valve

安装在高处的管道自动进、排气部件。

2.4.2.28 流量调节器

flow regulator

管道压力增加时，可以自动缩小过流断面以保持流量恒定的装置。

2.4.2.29 排气阀

air relief valve

安装在管线驼峰或最高处，用于管道充水排气的装置。

2.4.2.30 泄水阀

discharge valve

安装在管线末端或最低处用于泄水检修、冲洗和安全保护的装置。

2.4.2.31 给水栓

hydrant

可以控制管道供水的装置。

2.4.3 渠系建筑物

2.4.3.1 渠系建筑物

canal system structures

在渠系上修建的输水、分水、节制、泄水、量水、交叉等建筑物的总称。

2.4.3.2 交叉建筑物

cross structure

渠道与洼地、道路、山梁或其他水道相交时修建的建筑物。

2.4.3.3 渡槽

aqueduct，flume

渠道跨越洼地、道路或其他水道的桥式交叉建筑物。

2.4.3.4 涵洞

culvert

横穿渠堤、路基，具有封闭形断面的输水或泄水建筑物。

2.4.3.5 倒虹吸管

inverted siphon

渠道通过洼地、道路或与其他水道相交时，敷设在地面或地下的压力输水管道。

2.4.3.6 隧洞

tunnel

穿越山丘或地下开挖的具有封闭形断面的输水或泄水建筑物。

云水帕科技

2.4.3.7 农桥

countryside bridge

跨越河渠、沟谷，供运输及耕作等农事活动使用的桥梁。

2.4.3.8 落差建筑物

water drop structure

设于水流落差集中或坡度较陡地段，用以连接不同高程的上下游渠道的建筑物。

2.4.3.9 跌水

drop

在渠道水流落差集中地段，用以连接不同高程上下游渠道的阶梯形管式或明渠式落差建筑物。

2.4.3.10 陡坡

chute

在地形陡峻地段，用以连接不同高程上下游渠道的明渠式落差建筑物。

2.4.3.11 退水建筑物

surplus water escape

渠道系统中用以排除多余水量的建筑物。

2.4.3.12 水闸

water gate; sluice

用来控制水位、水量或流量的闸门。

2.4.3.13 退水闸

surplus water escape sluice

灌溉渠道末端用以排泄灌溉余水或入渠洪水的水闸。

2.4.3.14 渠首闸

water intake sluice

干渠首部用以控制引水流量的水闸。

2.4.3.15 节制闸

check gate

渠道上用以调节上游水位、控制下泄流量的水闸。

2.4.3.16 分水闸

diversion gate

干渠以下各级渠道首部用以控制分水流量的水闸。

2.4.3.17 泄水闸

water relief sluice

渠道上用以排除多余水量以保证下游渠系建筑物及危险渠段安全的水闸。

2.4.3.18 冲沙闸

scouring sluice

渠首及渠系工程中，用以冲刷和排泄淤沙的水闸。

2.4.3.19 渠上排洪槽

三水恒科技

flood relief flume over canal

跨越渠顶、用以排除溪沟洪水以保证渠道安全的泄水槽。

2.4.3.20 量水建筑物

flow measurement structure

渠道上用以量测流量和水量的建筑物。

2.4.3.21 量水堰

flow measurement weir

渠道或明槽中用以量测流量的溢流设施。

2.4.3.22 量水槽

flow measurement flume

渠道或明槽内设置一缩窄段（喉道），使之发生临界流以量测流量的工程设施。

2.5 灌溉管理

2.5.1 灌溉工程管理

2.5.1.1 灌溉工程管理

irrigation project management

对灌溉工程进行的检查、观测、养护、维修以及改建和防汛、抢险等工作的总称。

2.5.1.2 灌溉工程观测

irrigation project observation

借助观测仪器、设备对灌溉工程设施状态进行的量测工作。

2.5.1.3 灌溉工程评估

irrigation project evaluation

对灌溉工程兴建或管理项目的主要技术状态、经济指标以及合理性、可行性等进行的分析、评价和预估工作。

2.5.1.4 岁修

annual repair

每一年度集中进行的工程整修、清理工作。

2.5.1.5 抢修

rush repair

在工程发生突然事故危及运行安全时，紧急进行的修复工作。

2.5.1.6 溃决

breach

由于水流冲蚀或漫顶、动物巢穴或其他原因造成的坝、渠堤、河堤的决口现象。

2.5.1.7 滑坡

landslip

坝坡、堤坡、岸坡、山坡的土体因失去平衡而产生的滑动。

2.5.1.8 崩塌

slumping

云龙自科技

坝坡、堤坡、岸坡、山坡的土体或岩体失去平衡，在重力作用下突然产生的崩垮、塌陷。

2.5.1.9 工程寿命

life of a project

工程自交付使用至失效报废经历的时间。

2.5.1.10 工程完好率

efficiency of projects in good conditions

处于良好工作状态的工程数量占总工程数量的百分率。

2.5.1.11 超期运行

extended operation

工程计划使用年限期满以后，仍在继续使用的现象。

2.5.2 灌溉用水管理

2.5.2.1 灌溉用水管理

management of irrigation water use

调蓄灌溉水量和在地区间、渠系间进行调配，以及推行田间合理灌溉的管理工作。

2.5.2.2 灌溉计划用水

planed irrigation water use

根据作物需要和水源情况，有计划地在渠系或用水单位之间和在不同的时间里进行水量调配，以及有组织地进行田间灌水的一项工作。

2.5.2.3 渠系用水计划

wate use program of canal system

干渠向各级渠道的配水方式、顺序、时间、流量及水量的计划。

2.5.2.4 动态用水计划

dynamic program of water use

根据作物在每次灌水前的天气预报、水情预报、农田水分状况以及作物需水要求，采取水量优化调配的分次用水计划。

2.5.2.5 灌水预报

irrigation forecast

根据天气预报、水源状况、土壤水分状况以及作物对水分的需求，对灌水日期及灌溉水量进行的预测预报。

2.5.2.6 水权

water right

以法律形式确定的对水和水域的管理权和使用权。

2.5.2.7 配水优先权

priority use of water

对于一些重点用水单位、地区或作物，给予优先配水的用水管理做法。

2.5.2.8 灌区量水

irrigation water measurement

在渠首、渠系配水控制点及其他需要量水的地点对灌溉、排水等流量及水量进行的量

万方数据科技

测工作。

2.5.3 灌溉组织管理

2.5.3.1 灌溉组织管理

irrigation organization management

灌溉管理体制的确定、机构设置、人员配备、规章制度建立与健全、职工培训等内容的总称。

2.5.3.2 灌溉管理组织

irrigation management organization

从事灌溉管理工作的各类组织机构。

2.5.3.3 专业管理组织

professional management organization

专门从事灌区灌溉管理工作的特设机构。

2.5.3.4 群众管理组织

farmer management organization

由农民组成的灌区基层管理组织。

2.5.3.5 民主管理组织

democratic management organization

由灌区用水户代表组建的对于灌溉管理重大问题进行决策和监督的机构。

2.5.3.6 灌区代表会

representative assembly of irrigation management in a irrigated district

由灌区内用水单位或用水户选举代表组成的灌溉管理工作的最高权力组织。

2.5.3.7 灌区管理委员会

committee of irrigation management in a irrigated district

灌区代表会闭会期间，代行其一切职权的权力机构。

2.5.4 灌溉经营管理

2.5.4.1 灌溉经营管理

irrigation business management

以提高灌区的管理工作效率及综合经济效益为目标的管理活动。

2.5.4.2 灌区多种经营

diversified economy of irrigation district

以充分利用灌区各种资源，提高综合经济效益为目标的经济活动。

2.5.4.3 灌溉水费

irrigation water charge

供水单位根据灌溉用水量或灌溉面积，定期向用水户征收的费用。

2.5.4.4 灌溉管理经费自给率

percentage of financial self-sufficiency

灌区专业管理机构年财政收入（不包括国家补贴、有关单位的资助）占年财政支出的百分比。

农业标准科技

2.5.5 灌区环境管理

2.5.5.1 灌区环境管理

irrigation environment management

对灌区环境所采取的技术上或行政法规上的控制措施，包括灌区土地环境、农业环境、水环境、生活环境和工程环境的管理。

2.5.5.2 水污染

water pollution

水体受到人类或自然因素的影响，使其感观性状、物理化学性质、生物组成及底层物质性状发生恶化的现象。

2.5.5.3 水污染源

water pollution source

向水体排放污染物或对水体产生有害影响的场所及设施。

2.5.5.4 富营养化污染

rich nutritional pollution

在水流缓慢、更新期长的地表水体中，因接纳大量氮、磷、有机碳化物等植物营养元素，而使藻类等浮游生物急剧增殖的现象。

2.5.5.5 水质调查

water quality survey

对一定区域内各种水源的物理、化学和生物学性质进行综合性调查与评价的过程。

2.5.5.6 水质监测

water quality monitoring

对水体中污染物（包括自然含盐量）的种类、数量、迁移和变化规律及其对水体的影响进行监控与测试的工作。

2.5.5.7 水质监测站

water quality measuring and monitoring station

对废水、地表水和地下水物理、化学及生物学性质和污染情况进行测定与监控的设施或场所。

2.5.5.8 水质管理

water quality management

为达到预定的用水目标，对地表水或地下水的水质所采取的技术上或行政法规上的控制措施。

2.5.5.9 水环境容量

water environmental capacity

在一定时间范围内，某水体污染物平均浓度未超过质量标准的条件下可以向该水体排放污染物的总量。

2.5.5.10 水环境影响评价

water environment impact assessment

对项目开发及资源利用中影响水质的性质和程度进行的评估和预测。

水利电力出版社

2.5.5.11 灌溉水冷害

cold water damage to crops

灌溉水温过低对灌溉作物造成的危害。

2.5.5.12 回归水污染

return water pollution

灌溉回归水对水体产生污染而使水质恶化的现象。

2.5.5.13 灌溉环境医学评价

irrigation environment medicine assessment

对灌溉可能产生的卫生环境，以及对人体和牲畜产生的医学问题进行评估和预测。

2.5.5.14 灌区灭蚊

anopheles killing in irrigation district

利用水利与土壤改良措施，预防和抑制灌区内蚊虫孳生的工作。

2.5.5.15 灌区灭螺

snail killing in irrigation district

利用水利与土壤改良措施，预防和抑制灌区和容泄区内钉螺孳生，从而预防血吸虫病的工作。

2.5.5.16 水致地方病预防

preventing endemic deseases from water

利用水利与土壤改良措施，预防因水质不良而引起的各种地方性疾病的工作。

2.5.6 灌溉试验

2.5.6.1 灌溉试验

irrigation experiment

研究农田灌溉理论和技术措施而进行的试验，主要包括作物需水量、灌溉制度、灌水方法、灌水技术、灌溉效益等试验。

2.5.6.2 灌溉制度试验

experiment of irrigation scheduling

为探求灌水次数、灌水日期、灌水定额、灌溉定额与农作物生长发育及产量之间的关系进行的试验工作。

2.5.6.3 灌水方法试验

experiment of irrigation method

研究不同灌水方法与技术的灌水质量及其对作物生长发育、土壤物理化学性状与微生物活动，以及作物产量影响而进行的试验工作。

2.5.6.4 作物需水量测定

measurement of crop water requirement

利用坑测法、简测法或田测法对农作物全生育期及各时段的蒸发蒸腾水量的量测工作。

2.5.6.5 灌溉效益试验

experiment of irrigation benefit

为探求合理灌溉比不灌溉所增加作物产量与经济效益而进行的试验。

万水帕科技

2.5.6.6 灌溉试验小区

plot of irrigation experiment

为实施灌溉试验不同处理方案而在田间划定的小田块。

2.5.6.7 坑测法

tank measurement

利用在田间修建的测坑测定作物需水量或其他农田水量平衡因素的方法。

2.5.6.8 筒测法

bucket measurement

利用测筒测定作物需水量或其他农田水量平衡因素的方法。

2.5.6.9 田测法

field measurement

直接在田间试验小区中测定作物需水量和进行其他灌溉试验的方法。

2.5.6.10 蒸渗器

lysimeter

在容器中盛土或同时种植作物以测定、研究土壤中水量平衡（或盐分平衡）的设备。主要用于测定作物蒸发蒸腾量、田间渗漏量、地下水利用量与有效降雨量等。

2.6 灌溉经济效益

2.6.1 效益

2.6.1.1 灌溉效益

irrigation benefit

因采取灌溉措施而增加的农、林、牧草等产品的产量或产值。

2.6.1.2 灌溉工程效益

benefit of irrigation project

由于兴建灌溉工程而带来的灌溉、水力发电、航运、水产养殖、旅游、环境和社会等效益的总和。

2.6.1.3 多年平均效益

annual average benefit

工程使用期间各年效益的平均值。

2.6.1.4 毛效益

gross benefit

由于兴建工程而获得的未扣除成本的效益总值。

2.6.1.5 净效益

net benefit

毛效益与该效益成本的差值。

2.6.1.6 灌溉效益分摊系数

share coefficient of irrigation benefit

农作物总产效益中灌溉增产效益所占的比值。

万水帕科技

2.6.1.7 产量系数

coefficient of yield

在其他影响因素相同时，农作物在缺水条件下的实际产量与水分充足条件下产量的比值。

2.6.1.8 缺水系数

coefficient of water deficit

农作物的缺水量与需水量的比值。

2.6.1.9 减产系数

coefficient of yield loss

农作物在缺水条件下的产量损失与水分充足条件下产量的比值。

2.6.1.10 敏感度指数

sensitivity index

反映作物产量对不同生育阶段水分亏缺的敏感程度的一种指标。

2.6.1.11 灌溉工程负效果

negative effects from irrigation project

灌溉工程建成后，在运行过程中对周围环境所产生的不利影响。

2.6.1.12 灌溉效益价值量

irrigation benefit value

以货币量来表达的灌溉效益。

2.6.2 费用

2.6.2.1 投资

investment

为获得效益而实现某项农田水利工程项目需要占用的资金。

2.6.2.2 年运行费

operation and maintenance cost (O & M)

水利工程设施在正常运行期间每年需要支出的经常性费用，包括燃料动力费、大修理费、维修费、管理费、补救、赔偿费和其他有关费用等。

2.6.2.3 年费用

annual cost

水利工程建设期总投资的折算年金和年运行费用之和。

2.6.2.4 大修理费

overhaul cost

定期对固定资产的主要组成部分或严重磨损部分进行调整、修理或更换所需要的费用。

2.6.2.5 维修费

maintenance cost

维修养护水利工程设施所需的费用，包括日常维修、养护、岁修等费用。

2.6.2.6 燃料动力费

fuel and power cost

水利工程设施在正常运行管理中所耗用的煤、油、电等动力燃料费用的总和。

万水帕科技

2.6.2.7 管理费

management cost

工程或企业管理机构所开支的工资、工资附加以及日常的行政、防汛、观测和科学试验等费用的总和。

2.6.2.8 折旧费

depreciation cost

固定资产在使用过程中，在规定年限内应转移到产品成本中去的那部分价值量。

2.6.2.9 帐面价值

book value

反映在会计记录簿或财务报表上的固定资产价值量。

2.6.2.10 固定资产

capital asset

投资中形成可供长期使用的设备或工程设施。

2.6.2.11 残值

salvage value

固定资产在使用年限结束时可能回收的残余价值量。

2.6.2.12 使用年限(工程寿年)

useful life

由规范或有关政策规定的工程或设备的服务或使用的总年数。

2.6.2.13 经济寿命

economic life

工程或设备在年费用最小时的使用年限。

2.6.2.14 实际寿命

physical life

工程或设备从全新状态开始到不能发挥预定功能时的总年数。

2.6.2.15 年成本

annual cost

固定资产折旧费及年运行费用之和。

2.6.2.16 补救赔偿费

remedial cost

为补偿水利工程建设及使用过程中造成的不良影响所需支付的费用，如扶持移民生产、生活的补助费等。

2.6.3 评价方法

2.6.3.1 基准年

base year

在动态经济计算中，对投入和产出的价值量进行比较和分析的那个标准年份。

2.6.3.2 折现率(贴现，经济报酬率)

discounted rate

万水电科技

在动态经济计算中，考虑资金时间价值增值能力的比率。

2.6.3.3 经济计算期

economic calculation period

从基准年开始到计算终止年的总年数。

2.6.3.4 现值

present value

将水利工程在经济计算期内不同时间发生的费用、效益折算到基准年的货币总值。

2.6.3.5 等值年金(年值)

annual value

将水利工程在不同时间发生的费用、效益折算到经济计算期内的等额货币值。

2.6.3.6 内部收益率

interal rate of return

经济计算期内净效益现值为零的折现率。

2.6.3.7 资金流量图

cash flow diagram

以时间为横坐标、货币为纵坐标绘制的从水利工程施工开始到经济计算期结束的整个资金的投入和产出过程图。

2.6.3.8 还本年限

pay back period

水利工程投产后，逐年净效益的积累额等于全部投资时的年限。

2.6.3.9 抵偿年限

add to invested payback period

水利工程某方案通过节约的年运行费用来偿还另一方案追加投资所需要的年限。

2.6.3.10 效益费用比

benefit-cost ratio

在经济计算期内的工程毛效益现值与费用现值之比。

2.6.3.11 国民经济评价

national economy analysis

从全社会或国民经济的整体出发，根据工程的费用和效益，计算并评价工程经济效果或方案经济可行性的过程。

2.6.3.12 财务评价

financial analysis

从项目兴建单位或企业的角度对项目实际费用、效益、创利润能力和贷款偿还能力等财务状况进行的评价工作。

2.6.3.13 敏感性分析

sensitivity analysis

在经济分析中，研究参数变化对经济、财务可行性影响程度的过程。

2.6.3.14 投入产出分析

万水值科技

input-output analysis

研究一个地区(灌区)各类生产部门间投入产出量内部技术经济联系的一种方法,用以预测、评估地区(灌区)经济的发展及计划的投入产出量。

2.6.3.15 边际分析

marginal analysis

工程增加单位投资与其效益增量之间进行比较分析的过程。

2.6.3.16 盈亏分析

break-even analysis

在水利工程建设或综合经营中,研究成本和销售价格、生产规模与利润之间关系的过程。

2.7 灌区开发、评价与改造

2.7.1 灌区开发

2.7.1.1 灌区工程建设程序

construction steps of irrigation project

进行灌区开发,从立项到竣工交付使用必须遵循的工作步骤,包括勘测、规划、设计、施工、验收等阶段和可行性研究、初步设计、技术设计和施工等技术阶段。

2.7.1.2 计划任务书(设计任务书)

assignment of project

确定灌区工程项目的规模、布置、主要技术经济指标及效益评价等前期工作的技术指导性文件。

2.7.1.3 初步设计

primary design; primary scheme

根据设计任务的要求,重点进行设计方案论证和方案选定的技术阶段,包括渠系布置、定线、断面设计,渠系建筑物的布局、位置、结构形式、结构尺寸和建筑材料及用量等主要技术经济指标,施工进度,工程总概算和必要的设计图纸和设计说明书。

2.7.1.4 技术设计

technical design

在初步设计的基础上,重点进行工程详细设计的技术阶段。在这一阶段,应提出设计说明书、施工图、工程材料明细表及工程预算等。

2.7.1.5 竣工验收

acceptance of project

由工程主管部门对完建工程进行的检查、鉴定、交付使用的过程。

2.7.1.6 灌区勘测

irrigated area investigations

在拟开发的灌区内进行的勘测,包括水文、气象资料的搜集与分析,地质及水文地质调查与钻探,土壤调查与分析,地形、地貌踏勘与测量,土地利用状况及农业生产发展调查以及社会、经济调查等野外工作和报告编制等工作。

2.7.1.7 灌区测量

万水电科技

irrigation development survey

为灌区开发进行的地形测绘和工程位置局部大比例地形测绘工作。

2.7.1.8 渠线测量

canal survey

沿渠中线两边各 100～200 m 宽的大比例尺（1/2000）带状地形测量。

2.7.1.9 灌区水文调查

hydrological survey of irrigation area

对灌溉水源及灌区内地表、地下径流过程，水量、水质、泥沙状况，灌区内降水、蒸发过程的资料搜集、补测、调查和整理分析工作。

2.7.1.10 灌区农业调查

agricultural investigations of irrigation area

对灌区作物的布局、品种、劳力、人口、耕作制度，土地利用，生产水平等进行的调查。

2.7.1.11 灌区规划

irrigation development planning

拟定灌溉开发目标及范围，选定工程项目，确定工程布置、规模并进行技术、经济分析论证等工作。

2.7.1.12 灌溉工程项目规划

projects planning of irrigation area

根据灌区规划中拟定的目标，确定某一工程项目的具体位置、规模及设计参数规范化的工作。

2.7.1.13 灌区项目可行性分析

irrigation projcet feasibility studies

在灌溉项目投资前，对水土资源、工程技术条件以及完工后的社会、经济效果，对环境的影响等方面进行全面论证的过程。

2.7.1.14 灌溉工程项目技术可行性论证

irrigation project technique feasibility study

对工程规模，水源、水质、水力条件，地质基础，建筑材料，施工条件及期限是否满足预定目标和条件的预测分析工作。

2.7.1.15 灌溉工程项目经济可行性论证

irrigation project economic feasibility study

对工程项目的费用效益进行预测分析，以论证项目在经济上的合理性的工作。

2.7.1.16 国民经济评价

national economic benefit analysis

从国家角度全面考察灌溉工程投资项目对国民经济的作用和效益，以论证项目的经济合理性。

2.7.1.17 环境评价

environmental quality analysis

工程项目兴建后对重要的自然、文化资源（生态、文化、美学）的影响，环境容量，可

万水帕科技

恢复或发展能力，以及是否符合环境法规的评价分析工作。

2.7.2 灌区评估

2.7.2.1 灌区评价

irrigation system evaluation

按照一定标准及指标体系，对灌区工程现状及经营水平进行全面分析、考核和分级的工作。

2.7.2.2 灌区技术经济指标体系

economic technical indicators of irrigation area

对灌区进行全面评价并能体现评价标准的一套指标系列。

2.7.2.3 水资源利用指标

water resources utilization indicators

灌溉系统的蓄水、引水、提水量大小及水量利用有效程度的指标系列。

2.7.2.4 工程设备利用状况指标

facilities utilization indicators

灌溉系统的工程设备的利用时间、潜在能力发挥、完好状况等指标系列。

2.7.2.5 工程（或设备）能力利用率

capacity utilization rate

工程（或设备）的实际利用能力与最大可能能力之比的百分数。

2.7.2.6 工程（或设备）时间利用率

time utilization rate

工程（或设备）的实际作业时间与最大可能工作时间之比的百分数。

2.7.2.7 生产效益指标

productivity indicators

灌区工程（或设备）的供水量、灌溉面积、排水量、排水面积以及灌区农作物产量和总产值等指标系列。

2.7.2.8 能源消耗指标

energy productivity indicators

灌区工程（或设备）单位能源消耗效果的指标系列。

2.7.2.9 水费指标

water charge indicators

衡量灌区水费计收状况的水费成本、标准、计划征收与实际征收的比值等指标系列。

2.7.2.10 综合经营指标

diversification indicators

衡量灌区综合经营水平的种植、养殖、加工、发电、航运、旅游等方面反映人均产值、利润以及自给率等指标系列。

2.7.2.11 自给率

self-feed level indicator

灌区管理单位自给自足的指标，为总收入与总支出比的百分数。

万水信息科技

2.7.2.12 财务成本指标

financial cost indicators

衡量灌区或企业单位在人力、物力和财力方面的占有状况及利用效果方面的指标系列，包括固定资产、流动资产、产品成本等指标。

2.7.2.13 田间工程配套率

completeness of ancillary structures on field

斗渠以下灌排系统及其建筑物建成多少的指标，以建成数与计划数比或面积比的百分数表示。

2.7.3 灌区改造

2.7.3.1 灌区改造

irrigation district rehabilitation

对灌区内工程及灌排系统改建扩建及完善的过程。

2.7.3.2 工程改建

project reformation

由于原规划设计条件的改变和工程老化或损坏而进行的工程改善、修复、重建或另建，以恢复预定的功能为主的建设工作。

2.7.3.3 工程扩建

project extension

以扩大工程预定功能为主的建设工作。

2.7.3.4 工程续建

project continuing construction

继续完成原设计安排项目的工程建设工作。

2.7.3.5 工程重建

project reconstruction

旨在恢复工程原有功能，对老化损坏工程所进行的重新建造工作。

2.7.3.6 工程老化

project ageing

工程在运行过程中，由于自然磨损（风化、剥蚀、变形等），逐步丧失功能的过程。

2.7.3.7 工程老化评价

evaluation of project ageing

对工程老化原因进行分析和老化程度进行审定、分级的工作。

万水帕科技

3 农 田 排 水

3.1 农田排水

3.1.1 农田水分状况

3.1.1.1 适宜农田水分状况

suitable water conditions of farm land

适于作物正常生长和田间作业要求的农田土壤含水率、地下水埋深或田面水层深度。

3.1.1.2 土壤过剩水

excessive soil water

滞留在作物根系层内影响土壤正常通气和热状况的过多水分。

3.1.1.3 涝

waterlogging

降雨过多形成田面积水并危害作物正常生长的灾害。

3.1.1.4 耐淹

waterlogging tolerance of crops

产量不致明显下降时，农作物所能承受的田面淹水时间和淹水深度。

3.1.1.5 渍

subsurface waterlogging

地下水位过高、土壤过湿而危害作物正常生长的灾害。

3.1.1.6 耐渍

subsurface waterlogging tolerance of crops

维持作物正常生长所允许的土壤最大含水量或地下水最小埋深。

3.1.1.7 土壤水气比

ratio of water and air volumes in soil

一定土体中含水与含气孔隙体积的比值。

3.1.1.8 贮渍

subsurface waterlogging due to storage of ponded water

因田间经常贮水，使地下水上升造成的渍害。

3.1.1.9 潜渍

subsurface waterlogging due to seepage from surface water bodies

受江、河、湖、海等水体的水位顶托及侧渗而形成农田地下水位过高所造成的渍害。

3.1.1.10 涝渍

subsurface waterlogging due to submergence by rain water

因地势低洼或雨涝，使排水不畅而造成的渍害。

3.1.1.11 泉渍

subsurface waterlogging due to spring outflow

因冷泉水出逸而形成的冷浸、烂泥、锈水等渍害。

3.1.1.12 盐渍

subsurface waterlogging in saline area

因地下水位高和含盐量大而危害作物正常生长的渍害。

3.1.1.13 酸渍

subsurface waterlogging in acid areas

水稻田科技

因地下水位高及土壤含盐呈酸性反应（pH<8）而危害作物正常生长的渍害。

3.1.1.14 冬泡田

paddy field with ponded water in winter

在冬闲期的田块内蓄存一定水量用以种稻的农田。

3.1.1.15 冷浸田

field with seepage of cold groundwater

长期受过高水位的低温地下水影响而造成土壤过湿、土温过低的农田。

3.1.1.16 烂泥田

oversaturated muddy field

土壤水分长期处在过饱和状态的稀软粘性土质农田。

3.1.1.17 潜水蒸发

phreatic water evaporation

浅层地下水通过土壤输送、运移至地表并汽化散失的现象。

3.1.1.18 疏干

drainage

含水层在重力作用下释水的过程。

3.1.1.19 泥炭层

peat layer

在潮湿缺氧条件下，形成含有尚未完全腐解有机质的土层。

3.1.1.20 地下水动态

ground water regime；ground water dynamics

地下水的水位、水量、水温、化学成分等要素随时间变化的过程。

3.1.1.21 适宜渗漏强度

appropriate rate of seepage

满足水稻淹灌期根系通气和热状况要求的稻田日渗漏量。

3.1.1.22 土壤排水性状

drainage properties of soil

土壤的透水性能和释水性能的总称。

3.1.2 排水方式

3.1.2.1 地面排水

surface drainage

排除涝水、灌溉渠系退水以及来自上游的坡面径流等地表水的措施。

3.1.2.2 地下排水

subsurface drainage

排除过多的土壤水和地下水，以防治渍害和盐碱化的排水措施。

3.1.2.3 等高截流

contour interception drain

沿地面相同高程开沟，分片截取上游坡面径流的排水措施。

万水电科技

3.1.2.4 高低分排

separated drainage from higher and lower lands

根据地形的高低进行分片分级排水的措施。

3.1.2.5 抽排

pumping drainage

当排水区水位低于容泄区水位时，利用提水机械排除涝水的措施。

3.1.2.6 自流排水

gravity drainage

排水地区的地面水或地下水在重力作用下排入容泄区的排水方式。

3.1.2.7 抢排

rushing drainage

利用容泄区水位短期回落的时机，开闸进行自流排水的措施。

3.1.2.8 潮排潮灌

irrigation and drainage in polder areas under tidal influence

在潮汐影响的滨海区域，落潮时排水，涨潮时引水灌溉的措施。

3.1.2.9 撇洪

flood diversion

拦截排水区上游山坡洪水，直接流入容泄区的工程措施。

3.1.2.10 截渗沟

seepage interception ditch

为拦截高位河渠的侧向渗流而开挖的排水沟。

3.1.2.11 滞涝

rainfall flow retardation for waterlogging control

利用排水区内的湖泊、洼地、河道、沟渠、坑塘等容积临时调蓄部分涝水的措施。

3.1.2.12 湖蓄

lake retardation

利用排水区内湖泊容积调蓄部分涝水的措施。

3.1.2.13 槽蓄

channel retardation

利用排水河（沟）道滞蓄涝水的措施。

3.1.2.14 裁弯取直

cutoff and straightening

用短直河段取代原来的弯曲河段以提高泄洪能力的工程措施。

3.1.2.15 生物排水

biological drainage

利用植物蒸腾作用排除地下水的措施。

3.1.2.16 截流排水

drainage by interception

水利电力出版社

拦截上游高地地表径流的排水措施。

3.1.2.17 垂直排水

vertical drainage

抽汲井水以降低地下水位的排水措施，又称竖井排水。

3.1.2.18 明沟排水

drainage by open ditches

利用各级沟网排除多余的地面水和地下水的排水措施。

3.1.2.19 暗管排水

pipe drainage

利用埋设在地下的管道，排除农田土壤中多余水分的排水措施。

3.1.2.20 鼠道排水

mole drainage

用特制的机具、在一定深度挤压土层，形成鼠洞状通道，以排除土壤中多余水分的排水措施。

3.1.2.21 滤料

filter material

防止土壤中的细小颗粒随地下水渗进入排水吸水管或水井滤水管而采用的覆盖管壁孔隙的透水外包材料。

3.1.2.22 裹料

envelope material

为改善地下水渗入排水吸水管的水流条件而包裹在管壁外围的透水材料。

3.1.2.23 吸水管

relief drain

利用重力作用吸收地下渗流以调控地下水位的透水暗管。

3.1.2.24 集水管

collector drain

汇集吸水管的地下渗流并将其排泄出去的排水暗管。

3.1.2.25 截流沟

intercepting ditch

沿排水区边界修建的拦截上游坡地径流的排水沟。

3.1.2.26 线沟

line ditch

用犁刀划破田间阻水的犁底层以排除耕作层土壤滞水的线形田间排水缝隙。

3.1.2.27 墒沟

field ditch

为汇集、排除田间积水和耕作层土壤滞水，在田块中临时开挖的横向、竖向排水小沟。

3.1.2.28 腰沟

transverse ditch

万北帕科技

为汇集、排除田间积水和耕作层土壤滞水而垂直田块耕作方向临时开挖的浅沟，也叫横墒沟。

3.1.2.29 鼠道犁

mole plough

由动力机、犁刀板和塑孔器等组成的开挖排水鼠道的专用施工机具。

3.1.2.30 双层排水

two layered drain

相互平行或交叉的深浅不同的两层地下排水设施。

3.1.2.31 井灌井排

well irrigation combined with vertical drainage

利用水井提取地下水进行灌溉井起到降低地下水位作用的灌排方式。

3.1.2.32 沟洫台田

bedding field with ditches

为提高局部洼地农田防涝能力和减轻盐碱危害而采取挖沟取土、垫高田面的措施。

3.1.2.33 排水区域

drainage area

由排水系统控制的范围。

3.1.2.34 截流暗管

interceptor pipe drain

设置在高水位河渠两侧、水库周边、斜坡地或梯田内坎，以拦截地下径流和降低地下水位的吸水管。

3.2 农田排水系统

3.2.1 农田排水系统

3.2.1.1 明沟排水系统

open drain system

由田间排水沟网、泄水沟系、沟道上的建筑物、排水泵站和容泄区等部分组成的排水系统。

3.2.1.2 暗管排水系统

pipe drain system

由田间排水暗管（吸水管）、集水管（或沟）和附属设施等组成的排水系统。

3.2.1.3 除涝

waterlogging control

为免除涝水对作物的危害而采取的排水措施。

3.2.1.4 除涝排水系统

drainage system for waterlogging control

主要用于排除涝水的排水明沟系统和滞蓄设施。

3.2.1.5 排水沟

云水恒科技

drainage ditch; drain

用以汇集及排除地面水和地下水的明沟。

3.2.1.6 骨干排水沟

arterial drainage ditch

主要起输水作用的排水明沟。

3.2.1.7 田间排水沟

field drainage ditch

汇集田间多余雨水或调控地下水位的排水沟。

3.2.1.8 田间调节网

field regulating network

调控地面水和地下水的田间沟网及其相应的控制建筑物的总称。

3.2.1.9 排水闸

drainage sluice

修建在排水出口处，用以控制排水沟或湖泊水位和流量的水闸。

3.2.1.10 挡潮闸

tidal lock

在入海河口处修建的高潮时挡潮控域、低潮时排水的水闸。

3.2.1.11 外排站

exterior drainage pumping station

将圩垸内部涝水提排至容泄区的排水站。

3.2.1.12 内排站

internal drainage pumping station

将农田涝水、地下水提排至圩垸内部的沟网或湖泊、洼地的排水站。

3.2.1.13 滞涝湖泊

retarding lake

在洪涝季节具有滞蓄涝水能力的湖泊。

3.2.1.14 调蓄区

area for water regulation and retardation

在汛期用于滞蓄和调节涝水的低洼地区。

3.2.1.15 备蓄区

area retained for water retardation

在汛期用于滞蓄超标准涝水的备用低洼地区。

3.2.1.16 容泄区

drainage reception district

用于承纳和排泄排水系统来水的河流、湖泊及天然洼地。

3.2.1.17 排水枢纽

key drainage structures

修建在骨干排水沟道交汇处或出口处的调控排水流量和水位的工程综合体。

万水帕科技

3.2.2 排水系统规划

3.2.2.1 排水系统规划

planning of drainage system

对除涝治渍、防盐排水系统规模、布置和经济效益进行分析、计算、评价和方案选择的工作。

3.2.2.2 涝灾成因

cause of waterlogging disaster

导致涝灾的气象、水文、地形、土壤、水文地质等自然条件和人为因素。

3.2.2.3 排水分区

division of drainage area into districts

考虑排水地区的地形、水系、水文地质、容泄区水位和行政区划等因素，把一个地区划分成若干个不同排水方式的排水区。

3.2.2.4 河网

network of rivers and drainage ditches

由天然河道及人工沟渠互相连通所形成的网络。

3.2.2.5 骨干河网

network of arterial river and ditch

起引水、排水、调蓄地面径流和航运作用的主要河沟网络。

3.2.2.6 田间沟网

field ditch network

主要调节田间地面水和地下水的沟道网络。

3.2.2.7 滞涝库容

retarding storage for waterlogging control

处于湖泊正常蓄水位到滞涝水位之间的容积。

3.2.2.8 排水演算

hydrologic and hydraulic calculation of drainage system

确定排水地区排水系统各控制点水文特征值及工程规模的水文水利计算。

3.2.2.9 蓄涝、排涝演算

calculation of drainage system with retarding facilities

为确定滞涝、排涝系统的工程技术指标所进行的水文水利计算。

3.2.3 排水系统设计

3.2.3.1 除涝设计标准

design criteria for waterlogging control

除涝设计时采用的降雨频率、历时、暴雨量、排涝天数等定量指标。

3.2.3.2 泵站排水设计标准

drainage criteria for design of pumping station

设计以抽排为主的泵站采用的扬程、流量、建筑物等级等定量指标。

3.2.3.3 排涝模数

万水信息科技

modulus for waterlogging control

在一定降雨频率下保证作物正常生长的单位排水面积上的排涝流量。

3.2.3.4 排涝设计流量

design capacity for waterlogging control

产生在排水面积上、符合一定除涝设计标准的排水流量。

3.2.3.5 沟道日常水位

usual level of drainage ditch

按排除地下水要求确定的沟内水位。

3.2.3.6 外河设计水位

design water level of outside exterior

设计排水系统出口工程时，按设计频率选用的外河水位。

3.2.3.7 排涝历时

duration of drainage for waterlogging control

排除设计频率暴雨径流的持续时间。

3.2.3.8 作物耐淹历时

duration of submergence tolerance of crops

使作物不致明显减产的最长受淹时间。

3.2.3.9 作物耐淹深度

depth of submergence tolerance of crops

使作物不致明显减产的最大淹水深度。

3.2.3.10 排水临界期

critical period of drainage

根据设计雨量、雨型和作物耐淹特性等因素而确定的排水最迫切的时期。

3.2.3.11 设计暴雨

design storm

除涝或防洪规划设计中采用的相应于某一设计频率的时段的暴雨量和典型雨型。

3.2.3.12 设计暴雨历时

duration of design storm

除涝规划设计中所采用的暴雨持续时间。

3.2.3.13 田蓄

field retardation

水稻田和旱地土壤上不影响作物正常生长的滞蓄涝水的能力。

3.2.3.14 沟蓄

ditch retardation

排水沟渠滞蓄涝水的能力。

3.2.3.15 排渍模数

modulus of subsurface drainage

满足防渍要求的单位面积内排出的地下水流量，亦称排渍系数。

农业出版社

3.2.3.16 排渍流量

discharge of subsurface drainage

在排渍区内满足防治渍害及控制地下水位要求的地下水排水流量。

3.2.3.17 地下水临界深度

critical depth of groundwater

不危害作物生长的最小地下水埋深。

3.2.3.18 排蒸比

ratio of groundwater drain off and evaporation

通过排水设施排出的和潜水蒸发消耗的地下水量之比值。

3.2.3.19 冲洗定额

leaching quota

通过灌水淋洗盐渍土中的盐分，使计划深度内的土壤含盐量降至作物能正常生长时所需的灌水量。

3.2.3.20 地下水导压系数

coefficient of groundwater diffusivity

由含水层导水系数和给水度（释水系数）所决定的反映地下水含水层压力传导性能的参数。

3.2.3.21 越层补给

leakage flow recharge

在水压力差作用下，地下水从一个含水层通过弱透水层向另一个含水层渗漏的现象。

3.2.3.22 地下水侧向补给

side flow recharge of groundwater

在地下水力坡降作用下，地下水通过区域边界流入另一区域的现象。

3.2.3.23 排水沟间距

spacing of drainage ditches

相邻两同级排水沟之间的距离。

3.2.3.24 排水沟断面

longitudinal and transverse sections of ditches

沿排水沟中心线和垂直于水流方向的沟道剖面，前者称纵断面，后者称横断面。

3.2.3.25 暗管深度

drain depth

暗管中心线与地面之间的垂直距离。

3.2.3.26 暗管间距

drain spacing

相邻两条同级田间排水暗管中心的距离。

3.2.4 圩垸区排水

3.2.4.1 圩垸

polder

万水值科技

在低洼地区筑堤形成与外水隔离的封闭区域。

3.2.4.2 圩垸区排水

drainage of polder area

排除圩垸区内的地面积水和控制内河水位、地下水位与农田土壤水分状况的措施。

3.2.4.3 联圩并垸

combine small polders into larger ones

采用筑堤及建闸等方法堵截支沟、强化干沟、将若干小圩垸合并成一个大圩垸的措施。

3.2.4.4 留湖蓄涝

reserving lake capacity for retarding excessive runoff

在圩垸内保留一定湖泊容积以滞蓄暴雨期间自农田排出的地表径流的措施。

3.2.4.5 水面率

ratio of water surface area

排水区内用以滞蓄涝水的湖泊和河网水面积与排水区总面积的比值百分数。

3.2.4.6 控湖排田

control of flow from lakes and strengthening drainage from farmland

为使外排泵站（或排水闸）及时排除农田涝水而控制湖泊不泄流或少泄流的一种圩（湖）区的除涝系统运行方式。

3.2.4.7 起排水位

starting level for drainage

根据除涝设计标准进行和排水演算后确定的开闸或开机排水的起始水位。

3.2.4.8 最低蓄水位

lowest storage level

为满足水产、养殖、航运等要求的湖泊、河网和排水沟的最低水位。

3.2.4.9 滞涝水位

water level for rainfall runoff retardation

与圩垸内调蓄区滞涝容积相应的蓄水位。

3.2.4.10 最高蓄水位

highest storage level

设计暴雨径流在湖泊或河网滞蓄时形成的最高水位。

3.2.4.11 蓄洪垦殖

flood storage and reclamation

在沿江滨湖低洼蓄洪区，一般年份垦殖超过防洪标准年份开闸蓄洪的一种防洪措施。

3.2.5 海涂垦区排水

3.2.5.1 海涂

tideland

地面高程介于外海高、低潮位之间的地带。

3.2.5.2 海涂围垦

tideland reclamation

万水值科技

将海涂固定为陆地进行垦殖的工程措施。

3.2.5.3 海涂垦区排水

drainage of reclaimed tideland

改良海涂垦区的土壤，使之达到适宜农作物正常生长而采取的排水、排盐措施。

3.2.5.4 感潮河段

tidal reach

水流状态受海水潮汐影响的河段。

3.2.5.5 感潮地区

tidal region

受感潮河段控制的区域。

3.2.5.6 感潮河网

tidal river network

受海水潮汐影响的纵横交错的河道系统。

3.2.5.7 防咸蓄淡

storage of fresh water and prevention of seawater intrusion

为了垦殖海涂所采取的挡潮、排水、引蓄淡水等综合措施。

3.2.5.8 设计潮型

design pattern of tidal level

在感潮河段上修建工程时，用以作为设计依据的入海河口潮水位变化过程。

3.2.6 沼泽、盐碱地排水

3.2.6.1 沼泽地

marshland

由于地面长期受淹或季节性积水，使土壤过湿而遍生喜湿性植物的土地。

3.2.6.2 沼泽地排水

marshland drainage

排除沼泽地积水及过多土壤水分的工程措施。

3.2.6.3 盐碱地

saline-alkali land

由于土壤中含有过量盐碱而危害作物正常生长的土地。

3.2.6.4 盐碱地排水

drainage of saline-alkali land

为改良和预防土壤盐碱化采取的控制地下水位及改善地下水出流条件的工程措施。

3.2.6.5 积盐

salt accumulation

因蒸发作用使土壤和地下水中的可溶盐分向表土层聚积的过程。

3.2.6.6 脱盐

desalinization

土壤中可溶盐分在降雨、地表水和灌溉水下渗时被淋溶和排出的过程。

万水电科技

3.2.6.7 淋洗（冲洗）

leaching

利用大定额灌水使土壤中可溶盐随地表水外排及随入渗水体向深层运移的措施。

3.2.6.8 水动力弥散

hydro-dynamic dispersion

因地下水对流输送和分子扩散作用使溶质在土壤孔隙中运移的过程。

3.2.6.9 分子扩散

molecular diffusion

不同浓度的溶质间在浓度梯度的作用下产生的质量交换。

3.2.6.10 机械弥散（对流弥散）

mechanical dispersion (convection dispersion)

因地下水流和土壤孔隙结构相互作用使溶质在土壤孔隙中运移和分散的过程，亦称对流弥散。

3.2.6.11 溶质运移

solute transport

地下水和土壤水中的可溶物质在土壤孔隙中的运动和迁移现象。

3.2.6.12 作物耐盐度

salt tolerance of crop

不影响作物正常生长所允许的土壤最大含盐量。

3.2.6.13 盐碱地冲洗脱盐标准

criteria for leaching of saline-alkali soil

盐碱地进行冲洗改良时要求达到的土壤含盐量和成盐浓度。

3.2.6.14 盐碱地冲洗技术

leaching techniques of saline-alkali soil

为达到冲洗脱盐标准，在冲洗过程中所采取的技术措施。

3.2.6.15 盐碱地冲洗制度

schedule for leaching of saline-alkali soil

冲洗定额、冲洗次数、每次冲洗水量和冲洗日期的总称。

3.3 排水管理

3.3.1 工程管理

3.3.1.1 边坡坍塌

sideslip and collapsing

排水明沟边坡土体由于降雨冲蚀、水流冲刷、冻胀、生物破坏和地下水出流浸蚀而形成的滑坡或塌坡。

3.3.1.2 暗管堵塞

pipe drain clogging

由于泥沙或其他杂质进入暗管内造成暗管排水不畅甚至失效的现象。

万水电科技

3.3.1.3 淤积

silting

由于水中含有的泥沙或其他杂质超过了水流的挟带能力而造成沟渠或暗管过水断面减小的现象。

3.3.1.4 沉陷

settlement

由于土体的压密变形或渗透变形所引起的地表下陷现象。

3.3.1.5 检查井

inspection wells

为便于检查排水暗管运行情况而布设在管路上的井式结构。

3.3.2 排水系统管理

3.3.2.1 测流装置

flow measuring device

现场量测排水明沟或暗管出流量的设备。

3.3.2.2 排水系统管理

management of drainage system

为保证明沟或暗管排水系统正常运行而进行的组织和技术管理等工作。

3.3.2.3 除涝调度规划

planning of waterlogging control system operation

对除涝系统中各项工程制订宏观控制指标和调度运用方案的工作。

3.3.2.4 除涝排水系统调度

operation of drainage system for waterlogging control

按照一定的方案与规程进行除涝排水系统运行管理的过程。

3.3.2.5 地下水动态观测

observation of ground water regime

对地下水的水位、水量、水温、水质按一定的时间间隔与技术要求进行的观测工作。

3.3.2.6 暗管排水试验

pipe drain test

探索适合于排水标准的地下暗管埋深、间距、管材、滤料和维护管理及排水效果的试验。

3.3.2.7 明沟排水试验

open drain test

为研究明沟的排水功能以及明沟排水系统规格而开展的试验研究工作。

3.3.2.8 作物耐淹试验

test on submergence tolerance of crops

研究不同淹水历时和淹水深度对作物生长发育及产量影响的试验。

3.3.2.9 明沟排水系统管理

management of open drain system

水电标准科技

为保证明沟排水系统正常运行而进行的组织、技术和经营管理工作。

3.3.2.10 暗管排水系统管理

management of pipe drain system

对暗管排水系统进行的组织、技术和田间水管理工作。

3.3.3 地下水水质监测

3.3.3.1 地下水水质监测

monitoring of groundwater quality

对地下水中含有的化合物和微生物等进行的长期观测工作。

3.3.3.2 地下水污染

groundwater pollution

由于人为或自然因素使地下水体中一些元素超出允许限量的现象。

3.3.3.3 水盐动态监测

monitoring of water and salt regime

对土壤含水量、含盐量、地下水位、地下水矿化度等进行的长期定位观测。

3.3.3.4 地下水污染程度评价

evaluation of groundwater pollution

根据地下水质监测点的水化学分析，计算地下水污染程度、划分污染级别的工作。

3.4 排水经济效益

3.4.1 排水经济效益

3.4.1.1 除涝效益

benefit of waterlogging control

由于采取除涝措施，减少或免除因涝水造成的农业、水产业和其他方面的损失。

3.4.1.2 治渍效益

benefit of subsurface waterlogging drainage

由于采取治渍措施所增加的农作物产量（值）。

3.4.1.3 改碱效益

benefit of saline-alkali soil improvement

由于采取改良盐碱地措施所增加的农作物产量（值）。

3.4.1.4 绝产面积

area of nil production

所种作物颗粒无收或基本上无收的受灾面积，一般减产八成和八成以上即认为绝产。

3.4.1.5 淹没损失

water logging loss

被洪水或内涝冲毁淹没所造成的损失，包括作物减产或绝产、土地被冲毁、建筑设施遭破坏、各种财产的损坏、人畜伤亡等，以及生态、环境和社会各方面的损失。

3.4.1.6 社会效益

social benefit

万方电子科技

从社会的角度考察建设项目在各方面给社会带来的效益。

3.4.1.7 生态效益

ecological benefit

建设项目实施后，对生物群落及其生存环境动态平衡系统的调节和补偿作用所产生的效益。

4 泵 站 工 程

4.1 泵站规划

4.1.0.1 泵站规划

pumping station planning

在一定原则指导下，划分扬水区、确定泵站站址、枢纽布置、设计流量和扬程等技术工作。

4.1.0.2 扬水灌区

pumping irrigation area

利用抽水设施进行灌溉的地域。

4.1.0.3 机电排水区

pumping drainage area

利用抽水设施进行农田排水的地域。

4.1.0.4 扬水区划分

zoning of pumping district

对扬水灌区和机电排水区进行分片、分级的工作。

4.1.0.5 最小功率法

least power method

按照总装机功率最小原则，划分扬水区、确定各级泵站位置高程的方法。

4.1.0.6 泵站

pumping station

由抽水装置、辅助设备及配套建筑物组成的工程设施，亦称抽水站、扬水站。

4.1.0.7 泵站设备

equipment of pumping station

泵站主机组、辅助设备及管道的总称。

4.1.0.8 泵站建筑物

structures of pumping station

与泵站主机组配套的建筑物，如泵房和取水、引水、进水、出水建筑物等。

4.1.0.9 泵站枢纽

pumping station junction

万水帕科技

由泵站与有关控制建筑物组成，兼有灌溉、排水、调水、发电、输出无功功率等多种功能的工程整体，也称扬水枢纽。

4.1.0.10 泵站设计流量

design discharge of pumping station

根据灌溉、排水标准，灌溉、排水面积及调蓄能力等因素确定的泵站流量。

4.1.0.11 泵站设计扬程

design head of pumping station

根据泵站进、出水侧设计水位及相应的管道水头损失确定的扬程。

4.1.0.12 泵站施工

construction of pumping station

根据泵站施工图，进行基坑开挖、建筑物浇（砌）筑以及设备安装、调试的工艺过程。

4.1.0.13 泵站运行管理

operating management of pumping station

根据排灌要求和泵站本身特点，对抽水设施进行合理运用的过程。

4.2 泵站设备

4.2.0.1 排灌机械

drainage and irrigation machinery

用于农田排水与灌溉的机械设施，包括水泵、动力机、传动设备、管与管件等。

4.2.0.2 水泵

pump

将动力机的机械能转换为水能（位能、动能、压能）的水力机械。

4.2.0.3 排灌用泵（农用水泵）

drainage and irrigation pumps

用于农田排水与灌溉的泵，有离心泵、轴流泵、混流泵、水轮泵、长轴井泵、潜水电泵等。

4.2.0.4 抽水机组

pumping unit

水泵、动力机与传动设备的组合体。

4.2.0.5 主机组

main pumping unit

泵站中担负农田排灌任务的抽水机组，也称主机。

4.2.0.6 水泵装置

pump system

水泵及进、出水管（流）道的组合体。

4.2.0.7 抽水装置

pumping system

抽水机组及进、出水管（流）道的组合体。

农业电子科技

4.2.0.8 泵站动力设备

power equipment of pumping station

泵站动力机及其附属设备的统称。

4.2.0.9 泵站电气设备

electric equipment of pumping station

泵站变电、配电、用电设备的统称。

4.2.0.10 机组传动设备

transmission device of pumping unit

将动力机的机械能传递给水泵的工作机械、机构或装置。

4.2.0.11 泵站辅助设备

auxiliary equipment of pumping station

为泵站主机组安装、检修、运行服务、充水、起重、通风、采暖、量测、泵房排水、技术供水、技术供油、供应压缩空气以及拦污清污和闸门等机电设备的统称。

4.2.0.12 叶片泵

vane pump; impeller pump

通过叶轮的旋转作用将动力机的机械能转换为液体动能和压能的泵。

4.2.0.13 离心泵

centrifugal pump; radial-flow pump

液体受离心力作用沿径向流出叶轮的叶片泵。

4.2.0.14 自吸式离心泵

self-priming pump

利用泵体内贮存水进行排气充水的离心泵。

4.2.0.15 轴流泵

axial-flow pump

液体在推力作用下沿轴向流出叶轮的叶片泵。

4.2.0.16 混流泵

mixed-flow pump

液体在离心力和推力双重作用下斜向流出叶轮的叶片泵。

4.2.0.17 贯流泵

tubular (through-flow) pump

泵轴全部含于呈直管状的泵壳内的轴流泵或混流泵。

4.2.0.18 井泵

well pump

叶轮潜入井内抽水的泵。

4.2.0.19 潜水电泵

submersible pump

与电动机联成一体潜入水中抽水的泵。

4.2.0.20 水环式真空泵

万水帕科技

water-ring vacuum pump

靠偏心安装叶轮旋转形成的水环而抽气造成真空的泵。

4.2.0.21 容积泵

positive displacement pump

靠工作室容积周期性变化使液体压能增加的泵。

4.2.0.22 单螺杆泵

helical rotary pump

利用单螺杆旋转使容积呈周期性变化的容积泵。

4.2.0.23 手动泵

hand pump

用人力操作的活塞式、隔膜式等类型的容积泵。

4.2.0.24 水轮泵

water-turbine pump

由水轮机和水泵组成，利用水力冲动水轮并驱动水泵抽水的一种提水机械。

4.2.0.25 水锤泵

hydraulic ram

利用水力冲击阀板产生的水锤压力进行抽水的泵。

4.2.0.26 射流泵

jet pump

利用工作流体喷射与紊动作用使被抽流体能量增加的泵。

4.2.0.27 螺旋泵

screw pump

利用螺旋形开式叶片的旋转运动增加液体位能的泵。

4.2.0.28 拉杆泵

rocking-arm pump

用于提取井水的一种活塞式容积泵。

4.2.0.29 内燃泵

hunphrey pump；fuel pump

利用燃气间歇性的燃烧爆炸产生压能进行抽水的泵。

4.2.0.30 水泵性能（特性）参数

pump performance parameters

用来表征水泵性能的一组数据，包括流量、扬程、轴功率、效率、转速、必需汽蚀余量或允许上吸真空高度、比转数或汽蚀比转数等。

4.2.0.31 水泵流量

pump capacity

单位时间内水泵的抽水量。

4.2.0.32 水泵扬程

pump head

云龙值科技

水泵实际传给单位质量水的总能量，即水泵进、出口单位总能的差值。

4.2.0.33 水泵轴功率

pump-shaft power

水泵轴从动力机获得的功率。

4.2.0.34 动力机配套功率

matched power of motor

与水泵配套的动力机的额定（标定）功率，即水泵运行中可能出现的最大轴功率与动力机功率备用系数之积。

4.2.0.35 动力机功率备用系数

spare coefficient of motive-power machine

考虑到工作条件的变化对水泵与动力机轴功率的影响而设的安全系数。

4.2.0.36 装机功率

installed power of pumping station

泵站动力机额定（标定）功率的总和。

4.2.0.37 水泵效率

pump efficiency

水泵的输出功率与轴功率的比值。

4.2.0.38 水泵转速

pump (rotary) speed

泵轴每分钟的旋转次数。

4.2.0.39 汽蚀余量

net positive suction head (NPSH)

水泵进口处单位重量水所具有的超过汽化压力的富裕能量。

4.2.0.40 临界汽蚀余量

critical NPSH

水泵开始产生汽蚀时的汽蚀余量值。

4.2.0.41 必需汽蚀余量

necessary NPSH

为保证水泵正常工作、不产生危害性汽蚀的汽蚀余量必需值，其值规定为临界汽蚀余量加 0.3 m。

4.2.0.42 吸上真空高度

suction vacuum lift

水泵工作时进口处的真空值（以 mH_2O 表示）。

4.2.0.43 临界吸上真空高度

critical suction vacuum lift

在大气压力为 101.3kPa、水温为 20℃的标准状况下，水泵开始产生汽蚀时的吸上真空高度值。

4.2.0.44 允许吸上真空高度

万水帕科技

permitted suction vacuum lift

为保证水泵正常工作、不产生危害性汽蚀的吸上真空高度的允许值，其值规定为临界吸上真空高度减 0.3 m。

4.2.0.45 水泵安装高度

setting height of pump

水泵基准面与设计最低下水位之间的垂直距离。

4.2.0.46 水泵基准面

datum elevation of pump

表征水泵安装高程的特征水平面。卧式水泵的基准面为通过泵轴中心线的水平面；立式离心泵和混流泵的基准面为通过第一级叶轮出口边中心的水平面；立式轴流泵的基准面为通过叶片转轴中心线的水平面。

4.2.0.47 比转数

specific speed

按相似律将水泵换算为扬程等于 1 m、输出功率等于0.735 kW、流量等于 0.075 m^3/s 的模型泵叶轮的转速。

4.2.0.48 汽蚀比转数

cavitation specific speed

按相似律将水泵换算为流量等于 1 m^3/s、临界汽蚀余量为10 m的模型泵叶轮的转速。

4.2.0.49 水泵开式试验台

open test bed of pump

水力循环系统与大气相通的水泵性能试验装置。

4.2.0.50 水泵闭式试验台

enclosed test bed of pump

水力循环系统与大气隔绝的水泵性能试验装置。

4.2.0.51 水泵相似律

affinity law of pump

两台几何、运动、动力相似的叶片泵相对应的流量、扬程、轴功率与叶轮外径、转速之间的比例关系。

4.2.0.52 水泵比例律

proportional law of pump

应用于同一台叶片泵、不同转速下的水泵相似律。

4.2.0.53 水泵车削定律

similarity law of pump impeller cutting

叶轮车削前后水泵流量、扬程、轴功率与叶轮外径的比例关系。

4.2.0.54 水泵性能（特性）曲线

characteristic curve of pump

反映水泵各种性能参数之间的关系曲线，包括基本性能曲线、汽蚀性能曲线、相对性能曲线、通用性能曲线、综合性能曲线、全面性能曲线等。

云水信科技

4.2.0.55 水泵基本性能曲线

basic characteristic curve of pump

额定转速下的水泵扬程、轴功率、效率与流量之间的关系曲线。

4.2.0.56 水泵汽蚀性能曲线

cavitation characteristic curve of pump

在水泵额定转速下的必需汽蚀余量，允许吸上真空高度与流量之间的关系曲线。

4.2.0.57 水泵相对（无因次）性能曲线

non-demensional characteristic curve of pump

以水泵各性能参数占其设计值（即与最高效率点的对应值）的百分数表示的性能曲线。

4.2.0.58 水泵通用性能曲线

general characteristic curve of pump

以水泵在不同转速或不同叶片安装角度下的等效率曲线、等轴功率曲线表示的性能曲线。

4.2.0.59 水泵综合性能曲线图（型谱）

synthetic characteristics (collection of characteristic curves) of pumps

绘有不同型号、不同规格的多种水泵高效区（或扬程与流量关系曲线的工作范围段）的对数坐标图。

4.2.0.60 水泵全面性能曲线

complete (overall) characteristic curve of pump

全面表征水泵正常（即流量、扬程、转速、轴功率或转矩等参数全部为正值）与反常运转状况（即流量、扬程、转速、轴功率或转矩中的一个或几个为负值）下的性能曲线，通常以相对（即无因次）参数值或通用性能曲线的形式表示。

4.2.0.61 管道阻力曲线

resistance curve of pipe line

管道沿程水头损失与局部水头损失之和同通过管道的流量之间的关系曲线。

4.2.0.62 需要扬程曲线

necessary head curve of the installation system

管道阻力曲线与实际扬程曲线的叠加曲线。

4.2.0.63 水泵工作点

pump operating point

在同一坐标系中，水泵扬程～流量曲线和需要扬程曲线的交点。

4.2.0.64 水泵工作点的图解法

graphic method of pump operating point

将水泵扬程～流量曲线和需要扬程曲线绘在同一坐标图中求水泵工作点的方法。

4.2.0.65 水泵工况

pump operating condition

以流量、扬程、轴功率、效率等性能参数表述的水泵工作状态。

4.2.0.66 水泵工况不稳定区

万水信息科技

unstable area of pump operating condition

水泵扬程~流量曲线与需要扬程曲线有两个交点的性能参数不稳定的工作范围。

4.2.0.67 水泵高效区

high efficiency area of pump-operation

在水泵最高效率点两侧一定范围内的水泵工况区。

4.2.0.68 水泵工作点的调节

regulation of pump operating point

通过变更水泵转速、叶片安装角度和出口阀门开度等方法，改变水泵工作点位置的措施。

4.2.0.69 变速调节

speed regulation

通过改变动力机械或传动设备的转速改变水泵工况的措施。

4.2.0.70 变角调节

regulation by adjustable vanes

通过改换轴流泵叶片安装角度改变水泵工况的措施。

4.2.0.71 节流调节

regulation by discharge throttling

通过改变泵叶片出口阀门的开启度改变水泵工况的措施。

4.2.0.72 分流调节

bypass regulation

利用分流管道引走部分水流而改变水泵工况的措施。

4.2.0.73 补气调节

regulation by air admission

向水泵进水侧补入空气改变水泵工况的措施。

4.2.0.74 风力抽水装置

wind pumping system

将风能转换为机械能进行抽水的成套设备。

4.2.0.75 太阳能抽水装置

solar pumping system

将太阳能转换为机械能进行抽水的成套设备。

4.2.0.76 空气扬水装置

air-lift

利用向水柱底部输入的压缩空气形成的不断上升的气泡与水体间的摩擦力带动水体上升的成套设备。

4.2.0.77 浮动抽水装置

floating pumping system; floating intake works

安装在可以随水位升降的驳船上的抽水装置，也称泵船。

4.2.0.78 缆车抽水装置

万水信息科技

liding pumping carriage

安装在可以沿岸边轨道上下滑动的缆车上的抽水装置，也称泵车。

4.2.0.79 流动抽水装置

movable pumping system

能够任意移动的轻型抽水装置。

4.2.0.80 并联抽水装置

pumping system in parallel

两台以上（含两台）并列布置的水泵通过同一出水管道供水的抽水装置。

4.2.0.81 串联抽水装置

pumping system in series

在同一条管道上，前后依次布置两台以上（含两台）水泵，接力供水的抽水装置。

4.2.0.82 充水设备

watercharging device

水泵启动前向泵体及其进水管道内充水排气的机具。

4.2.0.83 通风设备

ventilating equipment

泵房散热降温用的送风与排风机具。

4.2.0.84 起重设备

hoisting equipment

泵站安装检修及启闭闸门用的吊运机具。

4.2.0.85 量测设备

measurement facilities

测量泵站各种电量、非电量等参数的仪器。

4.2.0.86 排水设备

drainage device

排除泵房内和外部积水、废水的机具。

4.2.0.87 技术供水设备

technical water supply facilities

供给泵站主机组及其他设备冷却、润滑用水的机具。

4.2.0.88 技术供油设备

technical oil supply facilities

为泵站主机组及其他设备的润滑、散热以及传递能量用的贮油、滤油、输油等机具。

4.2.0.89 压缩空气设备

compressed-air supply facilities

为泵站主机组叶片调节、停车制动及其他需要服务的高压和低压供气机具。

4.2.0.90 清污设施

debris cleaning device

拦截和清除来流中漂浮物的设施。

三老帕科技

4.2.0.91 断流设备

cut off device

防止事故停泵时水泵装置中的水倒流的机具，如止回阀、拍门、真空破坏阀、快速跌落闸门等。

4.2.0.92 拍门

flap valve

设于管（流）道出口，停泵时在自重、逆流或控制机构作用下关闭的单向阀门。

4.2.0.93 拍门张角

opening of flap valve

水泵运行时拍门与门座之间的夹角。

4.2.0.94 拍门下拍力

closing impact of flap valve

拍门关闭时对门座的撞击力。

4.2.0.95 快速跌落闸门

rapid-drop gate

设于出水管（流）道出口、停机时在自重或控制机构作用下能快速关闭的闸门。

4.2.0.96 水锤防护设备

water hammer arrester

事故停泵或紧急关阀时防止水锤破坏的安全保护设施。

4.2.0.97 安全阀

release valve

管道内水压超过事先整定的压力时能自动开启泄水降压的阀门，也称水锤消除器。

4.2.0.98 自爆膜片

self-explosive diaphragm

管道内水压达到某规定值（该值应低于管道允许强度）时能自动爆破泄流降压的脆性薄板。

4.2.0.99 缓闭逆止阀

slow motion check valve

事故停泵时能按一定程序关闭及降低水锤压力的阀门。

4.2.0.100 真空破坏阀

vacuum breaker

安装在虹吸式出水流（管）道驼峰上部能在停机时自动开启向管道补气、破坏真空和防止倒流的阀门。

4.2.0.101 空气罐

air holder

设于压力管道上能在事故停泵时起调压和防护作用的储有压缩空气的密闭钢罐。

4.2.0.102 通气管

ventiduct

万水电力科技

安装在出水管道最高点或拍门前连通大气的管子。

4.2.0.103 排气阀

air relief valve

安装在管道可能存气的部位，运行时用于排放管内空气的阀门。

4.3 泵站及其建筑物

4.3.0.1 灌溉泵站

irrigation pumping station

用于提水或加压向高于或远离水源的地域供水灌溉的工程设施。

4.3.0.2 排水泵站

drainage pumping station

用于排除低于或远离容泄区地域内渍涝的工程设施。

4.3.0.3 灌排结合泵站

combined pumping station for irrigation and drainage

有农田排水和灌溉两种功能的泵站。

4.3.0.4 多功能泵站

multi-purpose pumping station

具有两种以上功能（如灌溉、排水、调沙、调相、发电等）的泵站。

4.3.0.5 多级泵站

multi-stage pumping station

两级以上（含两级）接力提水的泵站。

4.3.0.6 自动化泵站

automatic pumping station

抽水机组及其辅助设备的开、停、工况调节、工作参数的测量和记录以及事故保护等动作均由自动化器件和电子计算机来完成的泵站。

4.3.0.7 半自动化泵站

semi-automatic pumping station

开动抽水机组的第一次指令脉冲是由人发出的自动化泵站。

4.3.0.8 远动化泵站

remote-control pumping station

操纵（含控制、调节、监测和通讯）工作是在远离泵房的调度所中进行的自动化泵站。

4.3.0.9 水轮泵站

water turbine pumping station

利用水轮泵抽水的泵站。

4.3.0.10 水锤泵站

hydraulic ram pumping station

利用水锤泵抽水的泵站。

4.3.0.11 取水建筑物

万水电力科技

intake structure

直接从水源取水的设施，如进水闸、进水塔、斗槽等。

4.3.0.12 引水建筑物

diversion structures

从水源或取水建筑物引水至泵站进水池的输水设施，如引渠、引水（涵）管等。

4.3.0.13 进水建筑物

inlet structures

泵房进水侧为水泵提供良好进水流态的水力设施，如前池、进水池（室）、进水流道等。

4.3.0.14 前池

fore-bay

引渠与进水池之间的衔接段。

4.3.0.15 进水池

suction sump

为水泵或进水管（流）道工作提供良好进水流态的设施。

4.3.0.16 空气涡

air vortex

进水池水面上形成的吸气旋涡。

4.3.0.17 水下涡

underwater vortex

进水池水下局部低压区内形成的旋涡。

4.3.0.18 附壁涡

underwater vortex from side wall

旋涡根部附着在池壁上的水下涡。

4.3.0.19 附底涡

underwater vortex from bottom

旋涡根部附着在池底上的水下涡。

4.3.0.20 泵房

pump house

设置主机组及其辅助设备的机房。

4.3.0.21 主机房

main pump house

设置主机组的机房。

4.3.0.22 辅机房

auxiliary pump house

设置辅助设备的机房。

4.3.0.23 分基型泵房

separate footing pump house

万水帕科技

泵房基础与机组基础分离，无水下结构的泵房。

4.3.0.24 干室型泵房

pump house with dry pit

主机组设置于水下干室中的泵房。

4.3.0.25 湿室型泵房

pump house with wet pit

主泵设置于水下湿室中的泵房。根据湿室结构上的不同，又可分为墩墙式，排架式和箱形三种结构形式。

4.3.0.26 块基型泵房

pump house of block foundation

建筑在含有进水流道的整体块状基础上的泵房。

4.3.0.27 堤身式泵房

pump house between embankments

建筑在堤身中兼有挡水作用的泵房。

4.3.0.28 堤后式泵房

pump house behind embankment

建筑在堤的背水侧、无挡水作用的泵房。

4.3.0.29 合建式泵房

pump house with integrating foundation of in and out let structures

与进、出水建筑物有共同底板的泵房。

4.3.0.30 分建式泵房

pump house with separating founoations of in and out let structures

与进、出水建筑物没有共同底板的泵房。

4.3.0.31 进（吸）水管道

suction pipe line

水泵进水侧的管道。

4.3.0.32 悬空高

clearance from the floor

进（吸）水管口或其下缘至进水池底的高度。

4.3.0.33 淹水深

submergence

进、出水管（流道）口或其上缘淹没于水面以下的深度。

4.3.0.34 进水流道

inlet passage

水泵进水侧形状和面积逐步收缩、变化的过水通道。

4.3.0.35 肘形进水流道

elbow inlet passage

纵剖面呈肘状的进水流道。

万水电科技

4.3.0.36 钟形进水流道

bell inlet passage

纵剖面呈钟状的进水流道。

4.3.0.37 导水锥

hydro cone

钟形进水流道底部或吸水管口下方底板上设置的导水截头圆锥体。

4.3.0.38 双向进水流道

two way inlet passage

根据需要可以从一侧或方向相反的另一侧进水的流道。

4.3.0.39 出水流道

outlet passage

水泵出水侧面积和形状逐步扩大、变化的过水通道。

4.3.0.40 直管式出水流道

straight outlet passage

中心线呈上升直线的出水流道。

4.3.0.41 虹吸式出水流道

siphon outlet passage

中心线呈虹状的出水流道。

4.3.0.42 出水（压力）管道

pressure pipe line

水泵出水侧的管道。

4.3.0.43 经济管径

economic diameter of pipe

年费用最小的管道直径。

4.3.0.44 管道经济流速

economic velocity of flow in pipe

对应于经济管径的流速。

4.3.0.45 出水建筑物

outlet structure

泵房出水侧的建筑物，如出水管（流）道、出水池、压力水箱等。

4.3.0.46 出水池

outlet sump

正常出流时，汇集出水管（流）道水流并使之平顺地泄入灌溉干渠或容泄区，停机时防止倒流的水池。根据防止倒流方式不同，可分为拍门式、虹吸式、溢流堰式和自由出流式。

4.3.0.47 压力水箱

pressure water tank

汇集出水管道的水流，并使之压入容泄区的封闭式有压出水建筑物。

万水帕科技

4.4 泵站施工及管理

4.4.0.1 机组基础一次浇筑

unit foundation casting by one time

将地脚螺栓一次浇入基础内的施工方法。

4.4.0.2 机组基础二次浇筑

unit foundation casting by two times

浇注基础时预留出底部螺丝孔，安装机组时与底脚螺丝一起浇筑的施工方法。

4.4.0.3 泵站机组试运行

trial operation of pumping unit

对安装好的机组，按规定时间进行空载和负载运转，全面检查安装质量，考核运行状况的过程。

4.4.0.4 水泵装置净扬程

water head of pumping system

泵站进水池出口与出水池入口（或出水流道出口）处水位的差值。

4.4.0.5 泵站净扬程

water head of pumping station

泵站前池进口与出水池出口处水位的差值。

4.4.0.6 抽水装置效率

efficiency of pumping system

抽水装置的输出（有效）功率与输入功率的比值，即动力机、水泵、管道、传动设备等分部效率之积。

4.4.0.7 泵站效率

efficiency of pumping station

泵站的输出（有效）功率与输入功率的比值，即抽水装置效率与进、出水效率之积。

4.4.0.8 泵站节能技术

energy saving technology in pumping station

实行优化调度，提高泵站效率，降低能耗的技术措施。

4.4.0.9 泵站单位能耗

energy consumption rate of pumping station

将 1000 t 水扬高 1 m 所消耗的能量值。

4.4.0.10 泵站经济运行

economic operation of pumping station

根据泵站运行工况的变化，对抽水装置、变电设备以及枢纽工程设施等进行的合理调节与科学调度。

4.4.0.11 泵站群优化调度

optimal regulation for a group of pumping stations

根据总效益最高的原则和灌排实际要求，对各站进行合理调配的技术措施。

万水电科技

4.4.0.12 泵站技术经济指标

technical and economic target of pumping station

表征泵站工程设计和管理水平的量化值，包括装置效率、单位能耗、单位功率效益、设备和工程完好率等。

4.4.0.13 泵站现场测试

pumping station test on site

在泵站现场对抽水装置的工作参数以及噪音、振动等进行的测量。

4.4.0.14 泵站观测

pumping station observation

定期对泵站建筑物的位移、沉陷、裂缝、渗漏等项目进行的测量。

4.4.0.15 电磁流量计

electro-magnetic flowmeter

应用电磁感应原理，量测导电液流在外磁场作用下，产生与流速成比例的感应电势以确定流量的仪器。

4.4.0.16 超声波流量计

ultrasonic wave flowmeter

应用超声换能器，向被测液流发射超声波脉冲，测出超声波脉冲在液流中传播的参数以确定线平均流速和流量的仪器。

4.4.0.17 弯头流量计

bend flowmeter

通过测量弯管内外侧水流压力差以确定流量的仪器。

4.4.0.18 差压流量计

differential pressure flowmeter

通过测定管道（或管道与水池）水流两个特征断面的压力差以确定流量的仪器。

4.4.0.19 流速面积法测流

current meter measurement

根据所测过流断面的几何参数和点流速计算流量的方法，如流速仪法等。

4.4.0.20 量水堰测流

discharge measurement by weir

测定过堰水头，利用堰的水头～流量曲线或经验公式计算流量的方法。

4.4.0.21 盐水浓度法测流

discharge measurement by saline water

将一定浓度的含盐浓液恒速注入水流，经充分混合后，测量其稀释倍数以确定流量的方法。

4.4.0.22 钢弦测功仪

steel bowstring ergograph

通过测量钢弦的振动频率和转轴的转速来确定轴功率的仪器。

4.4.0.23 损耗分析法测功

万水电科技

delivered power measurement by loss analysis method

通过测量感应电动机定子绕组的输入功率及损失功率确定电动机输出功率的方法。

4.4.0.24 两瓦特表法测功

input power measurement by two wattmeters

在感应电动机定子绕组输入端联接两个瓦特表测量电功率的方法。

4.4.0.25 电能表测功

input power measurement by electric power meter

在感应电动机定子绕组输入端连接电能表测量电能确定功率的方法。

4.4.0.26 泵站水锤

water hammer (transient) in pumping station

抽水系统中水流速度急剧变化所引起的压力瞬变过程，也称流体过渡过程。

4.4.0.27 泵站汽蚀

cavitation in pumping station

泵站过流系统中，低压区的汽泡随水流到达高压区被压缩而迅速溃灭所引起的水力性能恶化和过流部件损坏的过程。

4.4.0.28 泵站泥沙

sediment flow in pumping station

从多泥沙水源抽水的泵站，在其过水系统中，由于水流挟沙和泥沙淤积所引起的水泵进水条件与水力性能恶化以及过流部件磨损，是泵站运行管理中的一种危害。

5 牧区及乡镇供水

5.1 牧区水利

5.1.0.1 牧区水利

water conservancy in pastoral area; water conservancy of stock raising

牧场供水、饲草料基地和天然草场灌溉等技术措施的总称。

5.1.0.2 牧区

pastoral area

以天然草原放牧为基本生产手段并以牲畜为主要产品的地区。

5.1.0.3 半农半牧区

part agricultrue and part stock raising area

农业和牧业生产都占有较大比例的地区，也称农牧结合区。

5.1.0.4 缺水草场

water deficient grassland

无供水设施且天然水资源贫乏的放牧草地。

5.1.0.5 饮水半径

江水泊科技

water supply radius for stock

牲畜饮水点到最远放牧点之间的距离。

5.1.0.6 饮水标准

water supply standard for stock

每头牲畜的日饮水量，也称饮水定额。

5.1.0.7 供水基本井

basic water supply well

为开发缺水草场而修建的人畜用水水井。

5.1.0.8 饮水槽

water trough for stock drinking

供牲畜饮水而设置的专用水槽。

5.1.0.9 草库伦

stockade grassland

人工围栏草场或饲草基地。

5.1.0.10 饲草料基地

forage bases

为补充调节冬春季节牲畜草料不足而开发种植的饲草料场。

5.1.0.11 天然草场灌溉

irrigation of natural grassland

为牧草生长所采用的水利技术措施。

5.1.0.12 转场牧道

stock roads between grazing land

转移季节放牧草场时，畜群所经过的路线。

5.1.0.13 冬草场（冬窝子）

winter grazing land

避风、干燥、靠近营地的冬季放牧草场。

5.1.0.14 夏草场

summer grazing land

适于畜群夏季放牧的草场。

5.2 农村供水

5.2.0.1 农村供水

rural water supply

为农村居民及牲畜提供生活生产和消防用水措施的总称。

5.2.0.2 人畜供水标准

standards of rural water supply

人、畜生活的日用水量，也称人畜供水定额。

5.2.0.3 屋顶接水

云北帕科技

roof rainfall collector

利用房顶承接天然降水的集水措施。

5.2.0.4 集水坪

collecting ground

承接、汇集天然降水的集水场区。

5.2.0.5 改水防氟

improvement of water quality by fluorosis control

对高氟水进行物理、化学处理或改用符合卫生标准的水源防止居民氟中毒的技术措施。

5.2.0.6 水源型氟中毒

fluorosis from drinking water

由于长期饮用高氟水而产生的慢性蓄积性氟中毒现象。

5.2.0.7 高氟水

high fluorine content water

含氟量超过卫生标准规定的 1.1 mg/L 的饮用水。

5.2.0.8 低氟水

low fluorine content water

含氟量低于 0.4 mg/L 的饮用水。

5.3 乡镇供水

5.3.0.1 乡镇供水

water supply for villages and towns

为乡镇居民和企业提供生活、生产、消防等用水措施的总称。

5.3.0.2 供水区域

extent of water supply

供水系统能够控制的范围。

5.3.0.3 供水方式

types of water supply

供水系统给用户供水的方法，一般有供水到户及公共给水栓两种。

5.3.0.4 净水工程

water purification project

为使供水水质达到饮用水卫生标准而修建的水处理设施。

5.3.0.5 配水工程

distribution project

以一定压力将处理过的水输送到各用水点的管网系统。

5.3.0.6 供水规模

scope of water supply

供水系统的供水能力大小，一般以日供水量表示。

5.3.0.7 最高日供水量

安水帕科技

maximum daily water supply
用水高峰期的日给水量，也称设计日供水量。

6 农田水利新技术应用

6.1 自动化

6.1.1 遥控

6.1.1.1 灌区信息遥测
telemetering for irrigation information
利用电子仪器和传感器对灌区有关信息的远距离量测。

6.1.2 自动控制

6.1.2.1 水力自动闸门
hydraulic automatic gate
借水力启闭及控制开启度的闸门。

6.1.2.2 田间控制盘
field control panel
设在田间，联系控制对象及遥测参数点和中央主控制台的中间控制装置。

6.1.2.3 程序化灌溉
programmed irrigation
在几天或几周的短周期内，按照预定的灌溉程序自动进行配水的技术。

6.1.2.4 半自动化田间配水系统
semi-automatic field water distribution system
自动控制和人工控制相结合的田间灌溉系统。

6.1.2.5 自动给水栓
auto hydrant
根据预置的物理量（如水压力）自动控制启闭的给水栓。

6.1.2.6 压力水头调节器
pressure head regulator
在喷灌系统中，用以保持恒定压力水头的装置。

6.1.2.7 压力水箱系统
pressure tank system
在水泵出水口装设按照出流量大小控制水压力的装置系列。

6.1.2.8 水力调节器
hydraulic regulator
借水力作用调节渠道或管道进水量的控制装置。

6.1.2.9 电磁阀

农业信息科技

solenoid valve

用螺旋管产生的电磁力驱动的闸阀。

6.1.2.10 自动遥测水文站

telemetering automatic hydrologic station

能远距离自动量测水文参数的水文站。

6.1.3 监测系统

6.1.3.1 数据采集器

data logger

能实现数据采集，记录和巡回检测的电子仪器。

6.1.3.2 水位记录仪

water stage recorder

能自动绘制水位随时间升降变化曲线的仪器。

6.1.3.3 浮子水位计

float gauge

借水面浮子随水位上下运动记录或指示水位的量测仪器。

6.1.3.4 中子土壤湿度计

neutron soil moisture probe

借助测定快中子在土壤中被氢原子碰撞后散射回到探头的慢中子密度，从而换算为土壤湿度的仪器。

6.1.3.5 浮子开关

float switch

借水面浮球随水位上下运动来控制水泵机组（或闸阀）启闭的装置。

6.1.3.6 负压计

tensiometer

测定土壤基模吸力的装置。

6.1.3.7 传感器

transducer; sensor

把被测物理量（如温度、流量、水位、土壤含水量等）转变为电讯传输信号的器件。

6.1.3.8 自动数据处理系统

automatic data processing system

对接收的数据或信息按给定的方法和规则自动进行分类、排序、计算、归纳和记录等处理的自动操作系统。

6.2 灌排系统分析

6.2.1 灌排系统分析方法

6.2.1.1 灌排系统目标函数

objective function of irrigation and drainage system

评价灌排系统功能的度量的数学表述。

万水信息科技

6.2.1.2 灌排系统约束条件

constraints of irrigation and drainage system

制约灌排系统功能并影响决策的自然、技术和社会方面的系统属性。

6.2.1.3 线性规划

linear programming

具有线性目标函数和线性约束条件的数学规划。

6.2.1.4 非线性规划

non linear programming

目标函数或（和）约束条件中包含非线性函数的数学规划。

6.2.1.5 动态规划

dynamic programming

把研究的问题分成若干阶段，在每个阶段做出决策，最后形成总效果最优的决策序列的数学规划。

6.2.1.6 多目标规划

multiple objective planning (multiple objective program-ming)

具有多个相互矛盾、相互竞争的目标的数学规划。

6.2.1.7 评审技术

program evaluation and review technique (PERT)

通过网络分析制订日程计划，达到完工期、资源和成本综合优化的生产组织方法。

6.2.1.8 水资源系统模拟

water resource system simulation

利用计算机的操作运行模仿水资源系统的操作运行活动的系统分析方法。

6.2.1.9 灌溉系统模拟

irrigation system simulation

通过电子计算机的运行模仿灌溉系统输配水活动的系统分析方法。

6.2.2 灌区系统分析应用

6.2.2.1 灌溉系统最优规划

optimum planning of irrigation system

根据国家、地区或部门给定的开发标准，应用系统分析方法制定的水资源开发利用方案。

6.2.2.2 灌溉系统最优扩建

optimum expansion of irrigation system

根据国家、地区和部门对已建灌溉系统给定的开发运用标准，应用系统分析方法制定的扩充改造方案。

6.2.2.3 灌溉系统优化运行

optimal operation of irrigation system

应用系统理论，以获得最优综合效益为目标进行的灌溉管理调度。

6.2.2.4 地面水地下水联合运用系统

conjunctive system of surface and ground water resources

万方数据科技

由地面供水设施、地下供水设施联合运用，最大限度满足用水要求而组成的联合体系。

6.2.2.5 灌区最优配水

optimum distribution of irrigation water

以全灌区总净效益最大或费用最小为准则制定的灌区用户水量分配方案。

6.2.2.6 最优灌溉制度

optimum irrigation procedure；optimum irrigation scheduling

在有限的水资源条件下所确定的灌水次数、灌水日期、灌水定额等最优灌水决策的总称。

6.2.2.7 最优种植比例

optimum pattern of crops

在一定水源条件下，全灌区效益最高的作物组合方式，以各种作物种植面积与全区耕地面积的比值表示。

6.2.2.8 灌溉环境系统分析

irrigation environment system analysis

对于受灌溉影响的灌区土地、农业和水文状况等进行分析、评价、优化设计和管理的技术。

6.2.2.9 水质系统分析

water quality system analysis

对供水的水质进行分析、评价、选择最优规划或管理方案的技术。

6.2.2.10 除涝系统最优规划

optimum planning of waterlogging control system

应用系统分析方法，以除涝净效益最大或一定治理标准下费用（含损失）最小为准则，确定除涝系统各项工程的平面布局及规模的优化方法。

6.3 灌区计算机应用

6.3.1 灌区计算机系统

6.3.1.1 微型计算机系统

microcomputer system

由具有运算控制功能的微处理器和输入、输出器件组成的，能进行快速运算和自动控制的设备。

6.3.1.2 灌区计算机中心

computer centre of irrigation district

全灌区计算机监测、控制调度网络的主机单元。

6.3.1.3 灌区计算机网络

computer network of irrigation district

以大、中型计算机为中心，连结灌区内各用户终端，形成设备、信息资源共享的计算机群系统。

6.3.1.4 计算机终端

行水电科技

computer terminal

与计算机网络连结，调用网络共用设备及资料的用户计算机。

6.3.1.5 灌区监测控制系统

monitoring control system of irrigation district

对灌区水位、流量、土壤湿度、环境因素等进行数据采集、处理，并执行控制调度命令的计算机专用网络。

6.3.1.6 输配水计算机管理控制系统

computer control system of water allocation

联系各控制闸门传感器，控制闸门启闭的计算机专门网络。

6.3.1.7 多水源联合优化运行管理系统

multiresources optimal operation system

能根据多种水源和用水动态，并按预定目标及时做出优化决策和自动执行的计算机管理系统。

6.3.1.8 日常优化配水系统

routine optimal water distribution system

根据田间作物和土壤水分状况及人为输入资料能实现优化配水的计算机管理系统。

6.3.1.9 计算机辅助培训系统

computer aid training system

利用计算机模拟屏幕，显示灌区输配水及田间灌溉的机理及过程，帮助培训灌水人员的教学系统。

6.3.2 灌区计算机运用

6.3.2.1 灌区数据库

database of irrigation area

可供用户查询、分析的灌区、工程、水文、气象、土壤、作物资料和管理信息的计算机存贮软件系统。

6.3.2.2 灌区行政管理库

official database of irrigation area

灌区的管理组织、文件、人事档案、工资等行政管理资料的存贮软件和日常行政事务的处理软件系统。

6.3.2.3 灌区人工智能系统

artificial intelligent system of irrigation area

由数据库、运行软件库和人机对话部分组成的计算机管理设备。

6.3.2.4 数据检索

data fetch

用户调用数据库，并通过屏幕显示或打印查询、统计、分析某些数据和信息的计算机操作。

6.3.2.5 渠水位控制带

canal level control band

万水电科技

明渠水位的调节控制范围，一般指设计水位与最小水位之间的水位变化范围。

6.3.2.6 动态调节

dynamic regulation

根据上、下游的流量、水位检测信息和渠床槽蓄水量，以及各渠段的供水任务，发出闸门操作指令，进行水流控制的方法。

6.3.2.7 下游调节

downstream regulation

渠首根据下游用水户需水信息，调整整个系统的引水量及水量分配，以满足全系统需要的调配方法。

6.3.2.8 恒水位渠道

canal with constant water level

通过动态调节，始终保持渠道入流量与出流量相近的渠道。

6.3.2.9 控制部件

controlling component

控制系统中，包括所有用于测量、分析、处理、控制和操作技术手段的部件。

6.3.2.10 控制变量（控制项）

controlled variables

控制系统中，被控制在一定范围的物理量，例如渠水位、闸门开度等。

6.3.2.11 比较器

comparators

在控制系统中，根据传感器信息决定是否改变系统状态并实行调节的设备。

万水信息科技

7 中国农田水利古代术语

7.1 农田制

7.1.0.1 井田沟洫

我国春秋时代以前，将土地划成井字形方块，按面积大小配以不同等级沟洫的农田灌排工程。

7.1.0.2 圩垸

我国古代在滨江沿湖低洼处用堤塍围成大小不等的独立防洪排涝的垦殖单元。在苏皖一带称圩，两湖地区称垸。

7.1.0.3 塘浦

历史上江浙一带在圩区内创立的一种农田排灌系统。宋《郏亶书》称："古人治河之道，纵则有浦，横则有塘，又有门堰泾沥而棋布之，……七里为一纵浦，十里为一横塘。"

7.1.0.4 梯山为田

将山坡地修筑成阶梯状，以供耕种的水平田。

7.1.0.5 葑架为田

以竹木条缚成田架，用菰草根盘结，再铺上泥土，浮于水上种植庄稼。这是首见于我国唐宋年间江南地区的一种独特的农田形式，又称葑田、架田。

7.1.0.6 水利屯田

汉代以后，政府利用军队、移民或农民进行开荒垦殖和农田水利建设的一种开发模式。

7.1.0.7 区田

我国古代一种有利于蓄水保稼的分区耕种田地。汉《氾胜之书》以及元朝廷颁布的《农桑之制十四条》均载有“区田法”。

7.1.0.8 基围

分布于珠江三角洲及韩江三角洲的一种周回闭合的堤及堤内耕作区的总称。类似圩、垸，基围内有排灌渠闸，并实行多种经营。

7.2 农田水利基础工作

7.2.0.1 数疆潦

我国古代踏勘土地面积和水情、农情的一项农田水利调查工作。

7.2.0.2 规偃潴

对陂塘蓄水和拦河引水工程进行的规划工作。

7.2.0.3 规陂池

对小型蓄水工程——陂塘、池沼进行的规划工作。

7.2.0.4 沟浍脉连

开挖田间排灌水渠，使互相通连，形如脉络。古时，方一里间挖广4尺，深4尺的渠谓之沟，方十里挖广8尺、深8尺的渠谓之洫，方百里挖广16尺、深16尺的渠谓之浍。

7.2.0.5 正津梁，修沟渎

修整桥梁、道路和排水沟渠。此系地方官吏施政的基本工作。

7.2.0.6 开江浚浦

开挖新河道或扩宽疏通旧河道，以增大行洪和排涝能力所采取的措施。

7.2.0.7 灌浸沃衍

引水灌溉，使土地变为肥沃耕地的一种表述，又称“浸沃”。

7.2.0.8 平旱潦

修建水利工程或采取其他非工程措施，以减免水旱灾害的一种施政内容。

7.2.0.9 御潦渍

采取工程措施或其他手段，以抗御渍涝的一种水利工作。

7.2.0.10 节旱暵

用工程或其他措施抗旱，以减轻旱灾造成的损失的一种水利工作目标。

7.2.0.11 平中准

在测量工作中，以水平面作为测定高低的基准。

7.2.0.12 立水则

用条石刻成水尺或建立其他标志，用以观测水位的措施。

灌溉排水技术

7.3 农田水利工程

7.3.0.1 提闸

在渠堰中用作控制灌溉水量的闸门。《汉书·召信臣传》："起水门提闸凡数十处，以广灌溉"，闸即闸板。

7.3.0.2 酾为渠

为灌溉排水或行洪而开凿或疏浚的沟渠工程。《汉书·沟洫志》："乃酾二渠以引其河"。

7.3.0.3 汇水入渠

将多种水源汇入灌溉渠道的工程措施。

7.3.0.4 绝水

用渡槽等建筑物解决人工渠道与天然河道交叉的工程措施。

7.3.0.5 飞渠引水

用渡槽输水灌溉或供水的工程措施。因渡槽多作悬空状，古人称为"飞渠"。

7.3.0.6 通窦渎

修建或浚通已有涵洞和沟渠等的工程措施。

7.3.0.7 渠结陂塘

用渠道将蓄水陂塘联结起来，以便相互调剂用水，增加灌溉效益的一种工程形式。《水经注》记载湖北宜城长渠："后人因其渠流以结陂田"即指此，现代称为"长藤结瓜"式工程。

7.3.0.8 陂如联鉴

将一定数量的陂塘串联起来，相互沟通的工程形式。

7.3.0.9 因渠以溉

利用渠道引水的灌溉方式。

7.3.0.10 开窦洒灌

开启涵闸间灌溉渠道放水浇地的措施。

7.3.0.11 激而上

用拦河堰坝将河水位壅高的现象。

7.3.0.12 穿山灌溉

开凿隧洞将水源引过山岗的灌溉措施。

7.3.0.13 分杀水怒

为保证渠道安全运行、减轻水力冲刷的一种消能措施。

7.3.0.14 创修圩岸

修筑圩、垸四周的堤防，以提高圩垸防洪能力的工程措施。

7.3.0.15 梢楗防冲

用树枝、柴草等物料捆扎成卷埽或梢排，放在堤岸易受水流冲击险段的工程措施。

7.3.0.16 壅遏水势

河渠中乱置障碍物造成水势受阻，有碍行洪和排涝的现象。

7.3.0.17 毋曲防

禁止修筑危害邻国的堤防。这是春秋战国时期有关诸侯国制定的公约中的一项条款。

万方数据科技

7.3.0.18 立闸堰

在陂塘、河沟等处修建节制水量的闸坝工程。

7.3.0.19 阴沟引水

引水渠道通过田园和村落时，用砖石、瓦管砌成的地下暗渠工程。元人王祯在所著《农书》中称阴沟是“水利之中，最为永便”。

7.3.0.20 草闸节水

用木桩、柴草建成的节制闸，以控制排灌沟渠进水和分水的工程措施。

7.3.0.21 斗门节水

利用小型水闸控制渠道水量的工程措施。

7.3.0.22 汲水

用戽斗、水车等器具从低处向高处提水的措施。

7.4 灌溉方式

7.4.0.1 负水浇稼

人力背水浇灌庄稼，这是灌溉的原始形式。

7.4.0.2 就河引灌

在沿河两岸选择方便适宜之处，引用河水自流灌溉的工程措施。

7.4.0.3 井汲

用桔槔、筒车等器具从井中提取地下水来灌溉的措施。

7.4.0.4 提水溉田

用桔槔、筒车、天车或龙骨车等器具从低处提水，浇灌高处农田的灌溉形式。

7.4.0.5 逼水至梢

开灌之初，封闭干渠中段的分水口门，使渠道的水流至渠梢（尾），以保证农田公平用水的一种灌水技术。

7.4.0.6 且溉且粪

古代引用含有丰富有机质的高含沙河水灌田的一种灌溉方式，既可达到既浇地又施肥的目的。《汉书·沟洫志》记载，引泾水浇地的关中郑白渠说：“且溉且粪，长我禾黍，衣食京师，亿万之口”。

7.4.0.7 引洪淤灌

在洪水季节，引含丰富有机质的浑水入耕地，以落淤肥田或用以改良土壤和盐碱地（古称斥卤之地）的一种措施。北宋王安石变法时，曾推行大规模的淤灌。

7.4.0.8 放淤

引取含泥沙量高的河水进行大面积漫灌落淤的一种变害为利的措施。

7.4.0.9 溉泽卤之地

引用高含沙河水放淤，以改良盐碱土地的一种措施。

7.5 农田水利管理

7.5.0.1 均水约束

灌溉排水技术

各用水部门都需遵守执行的合理分配灌溉水量的一种法规。

7.5.0.2 节水均溉

有节制、有计划地分配水量，使灌溉面积得到均衡受益的措施。

7.5.0.3 封表渠水

宁夏引黄灌区一种行之有效的灌溉制度。灌水时，将上中游支渠封闭，逼水至渠尾，叫封水；同时，对上中游田亩较多或田高难灌的支渠，分配适当水量，使该段后续灌水时，与其余各渠能同时灌完，叫表水。

7.5.0.4 撩浅

对河渠进行清淤、浚滩、排障和疏挖等工作的统称。

7.5.0.5 启闭以时

控制涵闸开启和关闭时间，做到按计划、定时定量地供应灌溉用水的措施。

7.5.0.6 蓄泄以时

在陂塘管理中，按不同季节，视来水量多寡适时进行蓄水与泄水的措施。

7.5.0.7 以徼计水

以1平方尺为单位的过水断面来计算灌溉用水的计算方法。这是古代灌溉用水计量化的一个进步。宋元时期，关中一带将控制水的计量单位定之为“徼”。《长安志图》载：“水头深广，方一尺谓一徼”。

7.5.0.8 下透陇亩

通过灌溉引水至田间，使所灌田亩浸润透彻的一种灌溉要求。

附加说明

主编单位：武汉水利电力大学

参编单位：北京水利电力经济管理学院、河海大学、西北农业大学、陕西机械学院、江苏农学院、华北水利水电学院、水利水电科学研究院、水利部农田灌溉研究所、水利部西北水利科学研究所、江苏省水利厅、湖北省水利厅、河北省水利科学研究所、山东泰安水利专科学校

主要起草人：刘肇祎 乔玉成 袁宏源 董冠群 龚以松 许志方 黎沛虹 周魁一 余开德 张蔚榛 瞿兴业 张瑜芳 方 生 刘竹溪 雷声隆 马文正 霍崇仁 李恩羊 朱风书 陈大雕 王云涛 房宽厚 茆 智 陈玉民 沈佩君 谢安周 沈荣开 白宪台 吴存礼 叶自桐 张友义 孙万弟 关庆滔 郑玉春 冯汉民 陈 固 李继珊 黄林泉 梁 杰 魏文秋 曹述互 王绍良 周素真 张明炷 黎庆淮 朱尧洲 林中卉 建 功 魏永曜 吴明钟 林寿福

万水帕科技

中华人民共和国国家标准

灌溉与排水工程设计规范

Code for design of irrigation and drainage engineering

GB50288—99

主编部门：中华人民共和国水利部
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：1999年8月1日

万方数据科技

关于发布国家标准《灌溉与排水工程设计规范》的通知

建标［1999］70号

根据国家计委《关于印发一九九〇年度部分计划（草案）的通知》（计综合［1990］160号）附件二的要求，由水利部会同有关部门共同制订的《灌溉与排水工程设计规范》，经有关部门会审，批准为强制性国家标准，编号为GB50288—99，自1999年8月1日起施行。

本规范由水利部负责管理，水利部水利水电规划设计总院负责解释，建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部

一九九九年三月二日

万水帕科技

前　言

根据国家计委计综合〔1990〕160号文下达的《农田水利工程设计规范》（后更名为《灌溉与排水工程设计规范》）的编制任务，在水利部领导下，由水利部科学技术司、农村水利司和水利水电规划设计总院主持，编制组自1991年4月开始工作，1994年3月完成征求意见稿，1996年4月完成送审稿，并于1997年1月召开审查会议，通过了审查。

《灌溉与排水工程设计规范》分总则，工程等级划分，设计标准，总体设计，蓄水、引水和提水工程，灌溉输配水系统，排水系统，田间工程，灌排建筑物，喷灌和微灌系统，环境监测与保护以及附属工程设施，共12章36节356条和15个附录，内容全面覆盖了灌溉与排水工程设计除结构计算以外的各个方面。既有将灌溉排水系统作为一个整体的总体设计，也有灌溉工程枢纽和单项灌排建筑物设计；既包括了水源工程、输配水渠道、排水沟和畦灌、沟灌等常规设计内容，也包含了渠道防渗、管道输水和喷灌、微灌节水等新技术；既对灌区环境保护设计提出了要求，也对逐步实现灌区现代化管理所必须设置的附属工程设施作出了规定。

本规范由水利部负责管理，具体解释工作由水利部水利水电规划设计总院负责。在使用过程中，各单位应积极总结经验，并将意见寄往水利部水利水电规划设计总院国家标准《灌溉与排水工程设计规范》管理组（地址：北京市安德路六铺炕，邮编：100011）。

本规范主编单位、参编单位和主要起草人：

主编单位：水利部农田灌溉研究所
华北水利水电学院北京研究生部
水利部水利水电规划设计总院

参编单位：江苏省水利勘测设计研究院
陕西省水利电力勘测设计研究院
山东省水利勘测设计院
中国水利水电科学研究院
武汉水利电力大学
西北农业大学
陕西省水利厅

主要起草人：余开德　窦以松　司志明　陈登毅　高启仁
茆　智　罍兴业　袁可法　丁夫庆　朱凤书
魏永曜　黄林泉　董冠群　朱树人　刘清奎
林世皋　李占柱　廖永诚　王兰桂　仲伯俊

万水农田科技

目 次

1 总则 …… 106
2 工程等级划分 …… 106
3 设计标准 …… 107
4 总体设计 …… 115
5 蓄水、引水和提水工程 …… 119
6 灌溉输配水系统 …… 126
7 排水系统 …… 133
8 田间工程 …… 138
9 灌排建筑物 …… 140
10 喷灌和微灌系统 …… 147
11 环境监测与保护 …… 149
12 附属工程设施 …… 150
附录 A 用彭曼法计算作物需水量 …… 151
附录 B 用水量平衡法计算确定作物生育期灌溉制度 …… 153
附录 C 排涝模数计算 …… 154
附录 D 泥沙沉降速度 …… 156
附录 E 渠床糙率 …… 157
附录 F 渠道允许不冲流速 …… 158
附录 G 黄河流域浑水渠道水流挟沙能力计算 …… 160
附录 H 梯形渠道实用经济断面的计算方法 …… 161
附录 J 渠道防渗衬砌结构适用条件 …… 163
附录 K 末级固定排水沟和吸水管间距计算 …… 164
附录 L 地下水排水强度计算 …… 167
附录 M 渡槽水力计算 …… 168
附录 N 倒虹吸水力计算 …… 169
附录 P 涵洞（或隧洞）水力计算 …… 170
附录 Q 单级跌水和单级等底宽陡坡水力计算 …… 172
本规范用词说明 …… 175
条文说明 …… 176

水利电力出版社

1 总 则

1.0.1 为统一灌溉与排水工程设计要求，提高工程设计质量，保证工程安全，节水节地，降低能耗，保护水环境，合理利用水土资源，充分发挥工程综合效益，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的灌溉与排水工程设计。

1.0.3 灌溉与排水工程设计，必须认真执行国家有关技术经济政策，根据流域水利规划和区域水土资源平衡的要求，全面搜集分析所需资料，进行必要的勘察、观测和实验，积极采用新技术、新工艺、新材料，做到因地制宜，综合治理，经济实用，方便管理。

1.0.4 灌溉与排水工程设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 工程等级划分

2.0.1 蓄水枢纽工程等别应根据总蓄水容积的大小，按表2.0.1确定。

表2.0.1 蓄水枢纽工程分等指标

工程等别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
规 模	大（1）型	大（2）型	中 型	小（1）型	小（2）型
总蓄水容积（10^8m^3）	≥10	10～1	1～0.1	0.1～0.01	<0.01

2.0.2 引水枢纽工程等别应根据引水流量的大小，按表2.0.2确定。

表2.0.2 引水枢纽工程分等指标

工程等别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
规 模	大（1）型	大（2）型	中 型	小（1）型	小（2）型
引水流量（m^3/s）	≥200	200～50	50～10	10～2	<2

2.0.3 提水枢纽工程等别应根据单站装机流量或单站装机功率的大小，按表2.0.3确定。当提水枢纽工程按单站装机流量和单机装机功率分属两个不同工程等别时，应按其中较高的等别确定。

表2.0.3 提水枢纽工程分等指标

工程等别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
规 模	大（1）型	大（2）型	中 型	小（1）型	小（2）型
单站装机流量（m^3/s）	≥200	200～50	50～10	10～2	<2
单站装机功率（MW）	30	30～10	10～1	1～0.1	<0.1

注：“装机”系指包括备用机组在内的全部机组。

2.0.4 蓄水、引水和提水枢纽工程中的水工建筑物级别，应根据所属枢纽工程的等别与建筑物重要性，按表2.0.4确定。

表2.0.4 水工建筑物级别划分

工程等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物	
Ⅰ	1	3	4
Ⅱ	2	3	4
Ⅲ	3	4	5
Ⅳ	4	5	5
Ⅴ	5	5	—

2.0.5 灌溉渠道或排水沟的级别应根据灌溉或排水流量的大小，按表2.0.5确定。对灌排结合的渠道工程，当按灌溉和排水流量分属两个不同工程级别时，应按其中较高的级别确定。

2.0.6 水闸、渡槽、倒吸虹、涵洞、隧洞、跌水与陡坡等灌排建筑物的级别，应根据过水流量的大小，按表2.0.6确定。

表2.0.5 灌排渠沟工程分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
灌溉流量（m^3/s）	≥300	300～100	100～20	20～5	<5
排水流量（m^3/s）	≥500	500～200	200～50	50～10	<10

表2.0.6 灌排建筑物分级指标

工程级别	1	2	3	4	5
过水流量（m^3/s）	≥300	300～100	100～20	20～5	<5

2.0.7 在防洪堤上修建的引水、提水工程及其它灌排建筑物，或在挡潮堤上修建的排水工程，其级别不得低于防洪堤或挡潮堤的级别。

2.0.8 倒虹吸、涵洞等灌排建筑物与公路或铁路交叉布置时，其级别不得低于公路或铁路的级别。

2.0.9 蓄水、引水和提水枢纽工程中位置特别重要，失事后将造成重大灾害，或采用新型结构、实践经验较少的2～5级主要建筑物；2～5级的高填方灌排渠道、大跨度或高排架渡槽、高水头或大落差水闸、倒虹吸、涵洞等灌排建筑物，其级别经论证后均可提高一级。

3 设 计 标 准

3.1 灌 溉 标 准

3.1.1 设计灌溉工程时应首先确定灌溉设计保证率。南方小型水稻灌区的灌溉工程也可按抗旱天数进行设计。

3.1.2 灌溉设计保证率可根据水文气象、水土资源、作物组成、灌区规模、灌水方法及经济效益等因素，按照表3.1.2确定。

万水应用技术

表 3.1.2 灌溉设计保证率

灌水方法	地区	作物种类	灌溉设计保证率（%）
地面灌溉	干旱地区或水资源紧缺地区	以旱作为主	50～75
		以水稻为主	70～80
	半干旱、半湿润地区或水资源不稳定地区	以旱作为主	70～80
		以水稻为主	75～85
	湿润地区或水资源丰富地区	以旱作为主	75～85
		以水稻为主	80～95
喷灌、微灌	各类地区	各类作物	85～95

注：1. 作物经济价值较高的地区，宜选用表中较大值；作物经济价值不高的地区，可选用表中较小值。

2. 引洪淤灌系统的灌溉设计保证率可取 30%～50%。

3.1.3 灌溉设计保证率可采用经验频率法按公式（3.1.3）计算，计算系列年数不宜少于 30a。

$$p = \frac{m}{n+1} \times 100\% \tag{3.1.3}$$

式中 p——灌溉设计保证率（%）；

m——按设计灌溉用水量供水的年数（a）；

n——计算总年数（a）。

3.1.4 以抗旱天数为标准设计灌溉工程时，单季稻灌区可用 30～50d，双季稻灌区可用 50～70d。经济较发达地区，可按上述标准提高 10～20d。

3.1.5 作物灌溉制度的设计应符合下列规定：

1 万亩以上灌区应采用时历年法确定历年各种主要作物的灌溉制度，根据灌溉定额的频率分析选出 2～3 个符合设计保证率的年份，以其中灌水分配过程不利的一年为典型年，以该年的灌溉制度作为设计灌溉制度；时历年系列不宜少于 30a。灌区的降水、土壤、水文地质条件有较大差异时，应分区确定灌溉制度。

2 万亩及万亩以下灌区确定灌溉设计保证率时，可根据降水的频率分析选出 2～3 个符合设计保证率的年份，拟定其灌溉制度，以其中灌水分配过程不利的一年为典型年，以该年的灌溉制度作为设计灌溉制度。

3 作物灌溉制度应经观测试验、灌溉经验及灌区水量平衡分析计算相互检验确定。

4 用水量平衡法确定灌溉制度，必须首先确定作物需水量，其数值可直接取用当地或自然地理条件类似的邻近地区灌溉试验站的观测成果，或从已鉴定过的作物需水量等值线图中选定。若上述观测结果或作物需水量等值线图不能满足使用要求时，宜采用彭曼法（见附录 A）计算确定。

5 用水量平衡法确定旱作物灌溉制度，宜采用公式（3.1.5-1）和公式（3.1.5-2）计算播前和生育期两部分灌溉定额。生育期内灌水次数、灌水时间及灌水定额，可通过逐旬或逐候（5d）水量平衡演算确定（见附录 B）。播前灌水时间可根据当地耕作经验确定。

$$M_1 = 10^2 \gamma H(\omega_{max} - \omega_0) \tag{3.1.5-1}$$

$$M_2 = ET - P_0 - W_k - (W_0 - W_x) \tag{3.1.5-2}$$

式中 M_1 ——播前灌水定额（m^3/hm^2）；

M_2 ——生育期灌溉定额（m^3/hm^2）；

γ ——H 深度内的土壤平均容重（t/m^3）；

H ——土壤计划湿润层深度（m），根据作物主要根系活动层深度确定；

ω_{max} ——H 深度内土壤田间持水率（占干土重%）；

ω_0 ——H 深度内播前土壤平均含水率（占干土重%）；

ET ——作物全生育期总需水量（m^3/hm^2）；

P_0 ——生育期内有效降水量（m^3/hm^2）；

W_k ——生育期内地下水补给量（m^3/hm^2），可取自当地或条件类似地区观测试验资料；

W_0 ——播前 H 深度土层中的原始储水量（m^3/hm^2），无播前灌水时，其值为 $10^2\gamma H\omega_0$，有播前灌水时，其值为 $10^2\gamma H\omega_{max}$；

W_s ——作物收割时 H 深度土层中的储水量（m^3/hm^2），其值为 $10^2\gamma H\omega_s$；

ω_s ——作物收割时 H 深度内土壤平均含水率（占干土重的%）。

6 用水量平衡法确定水稻灌溉制度，宜采用公式(3.1.5-3)、(3.1.5-4)和公式(3.1.5-5)计算秧田、泡田和生育期灌溉定额，生育期内灌水次数、灌水时间和灌水定额，应根据水稻丰产、节水灌溉方式，通过逐时段水量平衡演算拟定（见附录B）。

$$M'_1 = \alpha_y[10^3\gamma_1 H_1(\omega_{1b} - \omega_1) + (ET_1 + F_1)t_1 - P_{01}] \quad (3.1.5\text{-}3)$$

$$M'_2 = 10^3\gamma_2 H_2(\omega_{2b} - \omega_2) + h_0 + (E_{02} + F_2)t_2 - P_{02} \quad (3.1.5\text{-}4)$$

$$M'_3 = ET_0 + F_0 - P_0 + (h_1 - h_3) \quad (3.1.5\text{-}5)$$

式中 M'_1 ——折算为本田面积的秧田灌溉定额（mm）；

M'_2 ——泡田定额（mm）；

M'_3 ——生育期灌溉定额（mm）；

α_y ——秧田面积与本田面积比值，可根据当地实际经验确定，一般为0.07～0.14；

γ_1 ——秧田 H_1 深度内土壤平均容重（t/m^3）；

H_1 ——秧田犁底层深度（m）；

ω_{1b} ——H_1 深度内土壤饱和含水率（占干土重%）；

ω_1 ——H_1 深度内播种时土壤实际含水率（占干土重%）；

ET_1 ——秧田日平均需水量（mm/d）；

F_1 ——秧田日平均渗漏量（mm/d）；

t_1 ——秧龄期天数（d）；

P_{01} ——秧龄期秧田有效降雨量（mm）；

γ_2 ——稻田 H_2 深度内土壤平均容重（t/m^3）；

H_2 ——稻田犁底层深度（m）；

ω_{2b} ——H_2 深度内土壤饱和含水率（占干土重%）；

ω_2 ——H_2 深度内泡田开始时土壤实际含水率（占干土重%）；

h_1 ——插秧时田面所需水层深度（mm）；

E_{02}——泡田期日平均水面蒸发量（mm/d）；

F_2——泡田期日平均渗漏量（mm/d）；

t_2——泡田期天数（d）；

P_{02}——泡田期有效降雨量（mm）；

ET_0——插秧至成熟落干的水稻需水量（mm）；

F_0——同期稻田适宜渗漏量（mm）；

P_e——同期有效降雨利用量（mm），其值为降雨量与排水量之差；

h_0——插秧时稻田水深（mm）；

h_3——收割时田面水深（mm）。

7 改良盐碱土或防治土壤次生盐碱化的地区，拟定作物灌溉制度时应考虑冲洗定额；缺水地区拟定作物灌溉制度时宜考虑进行非充分灌溉。

3.1.6 灌区净灌溉用水量与毛灌溉用水量可分别采用公式（3.1.6-1）和公式（3.1.6-2）计算；净流量与毛流量可分别采用公式（3.1.6-3）和公式（3.1.6-4）计算。

$$W_j = A\sum_{i=1}^{n}\alpha_i m_i \tag{3.1.6-1}$$

$$W = \frac{W_j}{\eta} \tag{3.1.6-2}$$

$$Q_j = 1/3.6Aq \tag{3.1.6-3}$$

$$Q = \frac{Q_j}{\eta} \tag{3.1.6-4}$$

式中 W_j——某时段灌区净灌溉用水量（m^3）；

A——灌区灌溉面积（hm^2）；

$\sum_{i=1}^{n}\alpha_i m_i$——灌区净综合灌水定额（$m^3/hm^2$）；

n——灌区内该时段灌溉作物种类数；

α_i——第 i 种作物的种植比，其值为第 i 种作物的灌溉面积与灌区灌溉面积之比；

m_i——第 i 种作物在该时段的灌水定额（m^3/hm^2）；

W——某时段灌区毛灌溉用水量（m^3）；

η——灌溉水利用系数；

Q_j——某时段灌区净灌溉流量（m^3/s）；

q——灌水率［$m^3/(s\cdot 100hm^2)$］；

Q——某时段灌区毛灌溉流量（m^3/s）。

3.1.7 设计灌水率的确定应符合下列要求：

1 应按公式（3.1.7）确定各种作物播前灌水及生育期内各次灌水的灌水率，并应根据每次灌水延续时间，绘制各种作物的灌水率过程线，将同时期各种作物灌水率相加，绘成全灌区年度初步灌水率图。

$$q_{ik} = \frac{\alpha_i m_{ik}}{864T_{ik}} \tag{3.1.7}$$

式中 q_{ik}——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水率［$m^3/(s\cdot 100hm^2)$］；

云水间科技

m_{ik} —— 第 i 种作物第 k 次灌水的灌水定额（m^3/hm^2）；

T_k ——第 i 种作物第 k 次灌水的灌水延续时间（d）。

2 作物灌水延续时间应根据当地作物品种、灌水条件、灌区规模与水源条件以及前茬作物收割期等因素确定。万亩以上灌区主要作物可按表3.1.7选用，万亩及万亩以下灌区可按表列数值适当减小。

表 3.1.7 万亩以上灌区作物灌水延续时间 (d)

作 物	播 前	生育期
水 稻	5～15（泡田）	3～5
冬小麦	10～20	7～10
棉 花	10～20	5～10
玉 米	7～15	5～10

3 对初步灌水率图进行修正，应使修正后的灌水率图符合下列要求：

1）应与水源供水条件相适应；

2）全年各次灌水率大小应比较均匀，以累积30d以上的最大灌水率为设计灌水率，短期的峰值不应大于设计灌水率的120%，最小灌水率不应小于设计灌水率的40%；

3）宜避免经常停水，特别应避免小于5d的短期停水；

4）提前或推迟灌水日期不得超过3d，若同一种作物连续两次灌水均需变动灌水日期，不应一次提前、一次推后；

5）延长或缩短灌水时间与原定时间相差不应超过20%；

6）灌水定额的调整值不应超过原定额的15%，同一种作物不应连续两次减小灌水定额；

7）当上述要求不能满足时，可适当调整作物组成。

3.1.8 灌区灌溉水利用系数应按公式（3.1.8）计算。

$$\eta = \eta_s \eta_t \tag{3.1.8}$$

式中 η——灌溉水利用系数；

η_s—— 渠系水利用系数；

η_t—— 田间水利用系数。

3.1.9 渠系水利用系数可用各级渠道的渠道水利用系数连乘求得。渠道水利用系数的计算应符合下列规定：

1 有当地或条件类似地区的渠道净、毛流量实测值时，应采用公式（3.1.9-1）计算：

$$\eta_d = \frac{Q_{dj}}{Q_d} \tag{3.1.9-1}$$

式中 η_d——渠道水利用系数；

Q_{dj}——渠道净流量（m^3/s）；

Q_d——渠道毛流量（m^3/s）。

2 无实测资料时，可采用公式（3.1.9-2）计算：

$$\eta_d = 1 - \sigma L \tag{3.1.9-2}$$

式中 σ ——渠道单位长度水量损失率（%/km）；

L——渠道长度（km）。

3 渠道单位长度水量损失率可取自实测资料。缺乏实测资料时，可采用下列方法计算：

1）上渠渗水不受地下水顶托的条件下，可采用公式（3.1.9-3）计算。

农业值科技

$$\sigma = \frac{K}{Q_{rj}^{m}} \qquad (3.1.9\text{-}3)$$

式中　K——土壤透水性系数，可从表3.1.9-1查得；

m——土壤透水性指数，可从表3.1.9-1查得。

2）土渠渗水受地下水顶托的条件下，可按公式（3.1.9-4）修正。

$$\sigma' = \varepsilon'\sigma \qquad (3.1.9\text{-}4)$$

式中　σ'——受地下水顶托的渠道单位长度水量损失率（%/km）；

ε'——受地下水顶托的渗水损失修正系数，可从表3.1.9-2查得。

表3.1.9-1　土壤透水性参数

渠床土质	透水性	K	m
粘土	弱	0.70	0.30
重壤土	中弱	1.30	0.35
中壤土	中	1.90	0.40
轻壤土	中强	2.65	0.45
沙壤土	强	3.40	0.50

表3.1.9-2　土渠渗水损失修正系数

渠道净流量（m^3/s）	地下水埋深（m）							
	<3	3	5	7.5	10	15	20	25
1	0.73	0.79	—	—	—	—	—	—
3	0.50	0.63	0.82	—	—	—	—	—
10	0.41	0.50	0.65	0.79	0.91	—	—	—
20	0.36	0.45	0.57	0.71	0.82	—	—	—
30	0.35	0.42	0.54	0.66	0.77	0.94	—	—
50	0.32	0.37	0.49	0.60	0.69	0.84	0.97	—
100	0.28	0.33	0.42	0.52	0.58	0.73	0.84	0.94

3）衬砌渠道可用公式（3.1.9-5）修正。

$$\sigma_0 = \varepsilon_0\sigma \qquad (3.1.9\text{-}5)$$

式中　σ_0——衬砌渠道单位长度水量损失率；

ε_0——衬砌渠道渗水损失修正系数，可从表3.1.9-3查得。

表3.1.9-3　衬砌渠道渗水损失修正系数

防渗措施	衬砌渠道渗水损失修正系数
渠槽翻松夯实（厚度大于0.5m）	0.30～0.20
渠槽原土夯实（影响深度不小于0.4m）	0.70～0.50
灰土夯实（或三合土夯实）	0.15～0.10
混凝土护面	0.15～0.05
粘土护面	0.40～0.20
浆砌石护面	0.20～0.10
沥青材料护面	0.10～0.05
塑料薄膜	0.10～0.05

3.1.10　全灌区同级渠道的渠道水利用系数代表值，可取用该级若干条代表性渠道的渠道水利用系数平均值，代表性渠道应根据过水流量、渠长、土质与地下水埋深等条件分类选出。

3.1.11　应采取措施提高渠系水利用系数，使其设计值不低于表3.1.11所列数值。

表3.1.11　渠系水利用系数

灌区面积（万亩）	>30	30～1	<1
渠系水利用系数不低于	0.55	0.65	0.75

注：每亩等于0.0667hm²（下同）。

万水电科技

3.1.12 管道水利用系数设计值不应低于0.97。

3.1.13 旱作灌区田间水利用系数设计值不应低于0.90；水稻灌区田间水利用系数设计值不应低于0.95。

3.2 排 水 标 准

3.2.1 排涝标准的设计暴雨重现期应根据排水区的自然条件、涝灾的严重程度及影响大小等因素，经技术经济论证确定，一般可采用5～10a。经济条件较好或有特殊要求的地区，可适当提高标准；经济条件目前尚差的地区，可分期达到标准。

3.2.2 设计暴雨历时和排除时间应根据排涝面积、地面坡度、植被条件、暴雨特性和暴雨量、河网和湖泊的调蓄情况，以及农作物耐淹水深和耐淹历时等条件，经论证确定。旱作区一般可采用1～3d暴雨从作物受淹起1～3d排至田面无积水；水稻区一般可采用1～3d暴雨3～5d排至耐淹水深。

具有调蓄容积的排水系统，可根据调蓄容积的大小采用较长历时的设计暴雨或一定间歇期的前后两次暴雨作为设计标准；排空调蓄容积的时间，可根据当地暴雨特性，统计分析两次暴雨的间歇天数确定，一般可采用7～15d。

3.2.3 农作物的耐淹水深和耐淹历时，应根据当地或邻近地区有关试验或调查资料分析确定。无试验或调查资料时，可按表3.2.3选取。

表3.2.3 几种主要农作物的耐淹水深和耐淹历时

农作物	生育阶段	耐淹水深（cm）	耐淹历时（d）
小麦	拔节～成熟	5～10	1～2
棉花	开花、结铃	5～10	1～2
玉米	抽穗	8～12	1～1.5
	灌浆	8～12	1.5～2
	成熟	10～15	2～3
甘薯		7～10	2～3
春谷	孕穗	5～10	1～2
	成熟	10～15	2～3
大豆	开花	7～10	2～3
高粱	孕穗	10～15	5～7
	灌浆	15～20	6～10
	成熟	15～20	10～20
水稻	返青	3～5	1～2
	分蘖	6～10	2～3
	拔节	15～25	4～6
	孕穗	20～25	4～6
	成熟	30～35	4～6

3.2.4 设计排涝模数应根据当地或邻近地区的实测资料分析确定。无实测资料时，可根据排水区的自然经济条件和生产发展水平等，分别选用附录C所列公式或其它经过论证的公式计算。

3.2.5 设计排渍深度、耐渍深度、耐渍时间和水稻田适宜日渗漏量，应根据当地或邻近地区农作物试验或种植经验调查资料分析确定。无试验资料或调查资料时，旱田设计排渍深度可取0.8～1.3m，水稻田设计排渍深度可取0.4～0.6m；旱作物耐渍深度可取0.3～0.6m，耐渍时间3～4d。水稻田适宜日渗漏量可取2～8mm/d（粘性土取较小值，沙性土取较大值）。

3.2.6 有渍害的旱作区，农作物生长期地下水位应以设计排渍深度作为控制标准，但在设计暴雨形成的地面水排除后，应在旱作物耐渍时间内将地下水位降至耐渍深度。水稻区应能在晒田期内3～5d将地下水位降至设计排渍深度。土壤渗漏量过小的水稻田，应采取地下水排水措施使其淹水期的渗漏量达到适宜标准。

3.2.7 适于使用农业机械作业的设计排渍深度，应根据各地区农业机械耕作的具体要求确

定，一般可采用 0.6～0.8m。

3.2.8 设计排渍模数应采用当地或邻近地区的实测资料确定。无实测资料时，可采用公式（3.2.8）计算：

$$q_h = \frac{10^3 \mu H}{86.4T} \tag{3.2.8}$$

式中 q_h——设计排渍模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

μ——土壤给水度（释放水量与土壤体积的比值）；

H——地下水位设计降低深度（m）；

T——排渍历时（d）。

3.2.9 改良盐碱土或防治土壤次生盐碱化的地区，其排水标准除应执行本节上述各条规定外，还应在返盐季节前将地下水控制在临界深度以下，地下水临界深度应根据各地区试验或调查资料确定。无试验或调查资料时，可按表 3.2.9 所列数值选用。

表 3.2.9 地下水临界深度 （m）

土质	地下水矿化度（g/l）			
	<2	2～5	>5～10	>10
沙壤土、轻壤土	1.8～2.1	2.1～2.3	2.3～2.6	2.6～2.8
中壤土	1.5～1.7	1.7～1.9	1.8～2.0	2.0～2.2
重壤土、粘土	1.0～1.2	1.2～1.3	1.2～1.4	1.3～1.5

3.3 防洪标准

3.3.1 蓄水枢纽工程建筑物的防洪标准，应根据其级别按表 3.3.1 确定。

表 3.3.1 蓄水枢纽工程建筑物防洪标准

枢纽建筑物级别				1	2	3	4	5
防洪标准（重现期 a）	山区、丘陵区	设计		1000～500	500～100	100～50	50～30	30～20
		校核	混凝土坝、浆砌石坝	5000～2000	2000～1000	1000～500	500～200	200～100
			土石坝、堆石坝	10000～5000	5000～2000	2000～1000	1000～300	300～200
	平原、滨海区	设计		500～100	100～50	50～20	20～10	10
		校核		2000～1000	1000～300	300～100	100～50	50～20

3.3.2 引水、提水枢纽工程建筑物的防洪标准，应根据其级别按表 3.3.2 确定。

表 3.3.2 引水、提水枢纽工程建筑物防洪标准

枢纽建筑物级别		1	2	3	4	5
防洪标准（重现期 a）	设计	100～50	50～30	30～20	20～10	10
	校核	300～200	200～100	100～50	50～30	30～20

灌溉排水技术

3.3.3 灌排建筑物、灌溉渠道的防洪标准，应根据其级别按表 3.3.3 确定。

表 3.3.3 灌排建筑物、灌溉渠道设计防洪标准

建筑物级别	1	2	3	4	5
防洪标准（重现期 a）	100～50	50～30	30～20	20～10	10

注：1. 灌排建筑物的设计防洪标准，宜取表列上限值。

2. 灌排建筑物的校核防洪标准，可视工程具体情况和需要研究决定。

3.3.4 潮汐河口灌排（兼挡潮）建筑物的防洪标准，应根据其级别按表 3.3.4 确定。

表 3.3.4 潮汐河口灌排建筑物防洪标准

建筑物级别	1	2	3	4	5
防洪标准（重现期 a）	≥100	100～50	50～20	20～10	10

3.3.5 灌区内必须修建的排洪沟（撇洪沟），其防洪标准可根据排洪流量的大小，按重现期 5～10a 确定。

3.3.6 灌区内防洪堤或挡潮堤的防洪标准，应根据防护对象的重要程度和受灾后损失的大小，按现行国家标准《堤防工程设计规范》GB50286 的规定确定。

3.4 灌排水质标准

3.4.1 以地面水、地下水或处理后的城市污水与工业废水作为灌溉水源时，其水质均应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB5084 的规定。

3.4.2 在作物生育期内，灌溉时的灌溉水温与农田地温之差宜小于 10℃。水稻田灌溉水温宜为 15～35℃。

3.4.3 灌区内外农田、城镇及工矿企业排入灌排渠沟的地面水和污水水质必须符合现行国家标准《地面水环境质量标准》GB3838 和《污水综合排放标准》GB8978 的规定；回灌地下水的水质除应符合上述规定外，尚应符合现行国家标准《农田灌溉水质标准》GB5084 的规定。

4 总体设计

4.1 一般规定

4.1.1 灌区总体设计应在调查灌区自然社会经济条件和水土资源利用现状的基础上，根据农业生产对灌溉的要求和旱、涝、洪、渍、碱综合治理的原则，论证灌溉水源可供水量，进行灌区土地分类评价和水土资源平衡分析，确定灌区范围和灌排分区，选定灌排设计标准和灌排方式，基本选定灌区总体布置方案，拟定灌区水源工程、灌排渠系和灌排建筑物的规模和主要设计参数，制定田间工程典型设计和灌溉节水措施，提出工程实施意见和管理办法，并对整个灌区工程作出环境影响评价和经济评价。

4.1.2 灌区水资源的开发利用，应在符合流域水利规划和保护生态环境原则的基础上，根据当地具体条件分别采取地表水、地下水并用，大、中、小型工程并重，蓄、引、提相结合，渠、沟、井、塘、库联合运用以及其它合理方式，充分利用当地水资源（包括回归水），提高水的利用率。

4.2 水土资源平衡分析

4.2.1 灌区水土资源平衡分析，应根据水土资源评价成果、土地利用结构、作物种植结构、灌溉制度、灌溉用水量、灌区内城乡及工矿企业用水量等进行综合分析和方案比较，择优选用，并以此确定灌排工程规模。

4.2.2 灌区土地利用结构设计，应根据控制范围内的地形、地貌特点，农业生产条件，社会经济发展需要和生态环境要求等，对灌区内农田、林带、牧草地、水塘、道路、居民点、工矿企业等各类用地进行统一规划，确定用地比例、面积和具体布置，选定土地利用结构的最佳方案。

4.2.3 灌区作物种植结构设计，应在征求当地农业部门意见的基础上，根据当地气候、土壤、种植习惯、水土资源、劳力等条件，按照市场经济发展需要和国家宏观调控要求，采用按作物种类及重要性，依次安排、逐步调整的方法，分区确定各种作物的种植面积和复种指数，选定作物种植结构的最佳方案。

4.2.4 作物灌溉制度和灌溉用水量，应在灌区土地利用结构和作物种植结构设计的基础上，按本规范第3.1节的有关规定拟定。灌区内城乡及工矿企业用水量应按有关标准拟定。

4.2.5 井渠结合灌区，其引用地表水和开采当地地下水的比例，除应符合水土资源平衡规定外，尚应满足地下水动态平衡和防治土壤盐碱化、沼泽化的要求。

4.3 总体布置

4.3.1 灌区总体布置应根据旱、涝、洪、渍、碱综合治理，山、水、田、林、路、村统一规划，以及水土资源合理利用的原则，对水源工程、灌排渠系、灌排建筑物、承泄区、道路、林带、居民点、输电线路、通信线路、管理设施等进行合理布置，绘制灌区总体布置图。

4.3.2 灌区应按照蓄泄兼筹的原则，选定防洪标准，做好防洪工程设计，并将防洪工程纳入灌区的总体布置。

4.3.3 灌溉系统和排水系统的布置应协调一致，满足灌溉和排涝要求，有效地控制地下水位，防止土壤盐碱化或沼泽化。

4.3.4 自然条件有较大差异的灌区，应区别情况，结合社会经济条件，确定灌排分区，并分区进行工程布置。

4.3.5 土壤盐碱化或可能产生土壤盐碱化的地区，应根据水文气象、土壤、水文地质条件以及地下水运动变化规律和盐分积累机理等，进行灌区土壤改良分区，分别提出防治措施。

4.3.6 提水灌区应根据地形、水源、电源和行政区划等条件，按照总功率最小和便于运行管理的原则进行分区、分级。

4.3.7 灌区灌溉方式应根据作物、地形、土壤、水源和社会经济等条件，经分析论证确定。

4.3.8 灌区排水方式应根据涝、渍、碱的成因，结合地形、土壤、水文地质等条件，经分析论证确定。

4.3.9 山区、丘陵区灌区应遵循高水高用、低水低用的原则，采用“长藤结瓜”式的灌溉系统，并宜利用天然河道与沟溪布置排水系统。

4.3.10 平原灌区宜分开布置灌溉系统和排水系统；可能产生盐碱化的平原灌区，灌排渠沟经论证可结合使用，但必须严格控制渠沟蓄水位和蓄水时间。

4.3.11 沿江、滨湖圩垸灌区应采取联圩并垸、整治河道、修筑堤防涵闸、分洪蓄涝等工程措施，在确保圩垸防洪安全的前提下，按照以排为主、排蓄结合、内外水分开、高低水分排、自排提排结合和灌排分开的原则，设置灌排系统和必要的截渗工程。

圩垸灌区宜利用湖泊、河网等作为蓄涝区。蓄涝水面率可取排水区面积的5%～10%，设计蓄涝水位可取排水地面以下0.2～0.3m，起蓄水位可低于地面1～2m。

4.3.12 滨海感潮灌区应在布置灌排渠系的同时，经技术经济论证设置必要的挡潮、防洪海塘、涵闸及引蓄淡水工程，做到拒咸蓄淡，适时灌排。

4.3.13 排水承泄区应充分利用江河湖淀，并应与灌区内排水分区以及排水系统的布置相协调。排水干沟与承泄河道的交角宜为30°～60°。

4.3.14 灌区田间工程应根据各分区特点选择若干典型区，分别进行设计。

4.3.15 灌区道路、桥涵的布置，应与灌排系统及田间工程的布置相协调。

灌区公路和简易公路应参照国家现行有关规范的规定，确定其设计等级和技术标准；田间生产和灌排管理道路可根据需要确定技术标准。

4.3.16 灌区防风林、经济林等专用林带及防沙草障等，可按国家现行有关规范要求进行布置，并充分利用渠、沟、路旁空地种植树木。

4.3.17 灌区居民点布置应服从灌区总体设计要求，并应少占耕地，选择在地基坚实、地势较高、水源条件较好和交通方便的地点。居民点宜按原有的自然村进行改建。

4.3.18 灌区的输电线路和通信线路应根据灌区总体布置的需要，在征求电力部门和邮电部门意见的基础上进行选线布置，并提出专项设计。

4.3.19 灌区附属工程设施应根据灌区规模，按本规范第12章和水利部门的有关规定进行配置。

4.4 环境影响评价和经济评价

4.4.1 灌区应根据不同设计阶段的要求，按国家现行标准《水利水电工程环境影响评价规范》SDJ302的规定，进行环境影响评价，编制环境影响评价工作大纲和环境影响报告书（表），提出环境保护设计。

1 环境影响评价应针对因兴建灌区工程可能对自然环境和社会环境造成的影响进行评价，从环境角度论证灌区工程建设的可行性，并对可能产生的不利影响提出相应的对策及环境保护措施。

2 环境保护设计应根据环境影响报告书（表）及其审批意见，具体落实各项环境保护措施，提出环境保护设计文件。

4.4.2 灌区工程的经济评价应包括国民经济评价和财务评价，并应按国家现行标准《水利

灌溉设计

建设项目经济评价规范》SL72的规定进行。

1 国民经济评价应在估算灌区工程投资费用、年运行费用和效益的基础上，提出经济评价指标计算成果，并进行敏感性分析，评价国民经济合理性。

2 国民经济评价可根据经济内部收益率、经济净现值及经济效益费用比等评价指标和评价准则进行。

1）经济内部收益率（EIRR）应以项目计算期内各年净效益现值累计等于零时的折现率表示，且应大于或等于社会折现率。

2）经济净现值（ENPV）应以社会折现率将项目计算期内各年的净效益折算到计算期初的现值之和表示，且应大于或等于零。

3）经济效益费用比（EBCR）应以项目效益现值与费用现值之比表示，且应大于或等于1.0。

3 财务评价应在估算财务投资、年费用和财务效益的基础上，提出财务评价指标计算成果，测算财务盈利能力和清偿能力，并进行敏感性分析，评价工程项目财务可行性。

4 财务评价可根据财务内部收益率、投资回收期、财务净现值、资产负债率、投资利润率、投资利税率、固定资金投资借款偿还期等评价指标和评价准则进行。

1）财务内部收益率（FIRR）应以项目计算期内各年净现金流量现值累计等于零时的折现率表示，且应大于或等于行业财务基准收益率或设定的折现率。

2）投资回收期应以项目的净现金流量累计等于零时所需要的时间（以年计）表示。

3）财务净现值（FNPV）应以行业财务基准收益率或设定的折现率，将项目计算期内各年净现金流量折算到计算期初的现值之和表示，且应大于或等于零。

4）资产负债率应以项目负债总额对资产总额的比率表示。

5）投资利润率应以项目达到设计规模后的一个正常运行年份的年利润总额或项目正常运行期内的年平均利润总额与项目总投资的比率表示。投资利润率应与行业平均投资利润率比较，判别项目单位投资盈利能力是否达到本行业的平均水平。

6）投资利税率应以项目达到设计规模后的一个正常运行年份的年利税总额或项目正常运行期内的年平均利税总额与项目总投资的比率表示。投资利税率应与行业平均投资利税率比较，判别项目单位投资对国家累积的贡献是否达到本行业的平均水平。

7）固定资产投资借款偿还期应以项目投入运行后可供还贷的各项资金，偿还固定资产借款本金和利息所需的时间（以年计）表示，且应满足贷方要求的期限。

5 利用外资的灌区工程，还应说明利用外资的途径、额度，提出偿还外资能力的分析成果，评价利用外资的经济合理性和财务可行性。

4.4.3 灌区工程项目应进行不确定性分析，包括敏感性分析和概率分析，评价项目在经济上的可靠性，估计项目可能承担的风险。

4.4.4 灌区工程经济评价应以国民经济评价为主。当国民经济评价指标合理，而财务评价指标稍差时，可在适当压缩财务投资和年费用的基础上，进一步核算财务评价指标，并提出为维护灌区正常运用需由国家补贴的资金数额和给予的经济优惠政策。

水利标准文本

5 蓄水、引水和提水工程

5.1 蓄 水 工 程

5.1.1 有综合利用要求的灌溉供水水库工程设计，应以灌区灌溉设计标准和总体设计要求为依据，在满足灌溉供水前提下，还应兼顾国民经济其它有关部门的供水需求。

5.1.2 大、中型灌溉供水水库工程设计规模应根据灌区灌溉设计保证率、水资源的可利用条件、灌溉用水量和其它用水量等，经调节计算进行技术经济比较确定。

5.1.3 灌溉供水水库调节计算方法应符合下列规定：

1 当灌区设计水平年的需水量大于设计保证率的年来水量时，应根据多年来水过程和需水过程，采用时历年法逐时段（月或旬）进行多年水量平衡计算。时历系列不宜少于30a。

2 当灌区设计水平年的需水量小于或等于设计保证率的年来水量时，可根据多年来水过程和需水过程，采用长系列法或典型年法逐时段（月或旬）进行年水量平衡计算。

3 小型水库宜采用典型年法进行年调节计算。

5.1.4 灌溉供水水库的正常蓄水位，应按各项用水设计保证率，以满足整个灌区需水量及供水过程的要求为基本目标，经水量平衡计算确定；当灌区需水量与水源来水量不平衡时，经技术经济比较后，可适当改变灌区灌溉面积或水库兴利库容。

5.1.5 灌溉供水水库的死水位，应以满足自流引水灌溉要求为基本条件，经技术经济比较确定。多泥沙河流上的灌溉供水水库，应核算死库容能否满足泥沙淤积条件下水库预期使用年限的要求。有综合利用要求的水库，还应考虑养殖、航运、发电等对水库最低水位的需要。

5.1.6 “长藤结瓜”式灌溉系统的水量平衡计算除应符合上述规定外，还应符合下列规定：

1 选定位置较高、库容较大的水库作为骨干水库；

2 分区确定灌溉需水量及供水过程；

3 对各供水区分别按多种水源来水量进行水量平衡计算，然后按各分区的缺水量总和确定骨干水库的供水量及供水过程；

4 在各分区水量平衡计算中，充分利用非灌溉期和丰水年的来水，充蓄库、塘、堰。

5.1.7 以灌溉水稻为主的水库，应采用分层取水的方式。取水口的分层及底部高程应根据当地或相邻地区水库的水温与水深相关关系及其季节性变化的特点等分析确定。大、中型水库可采用塔式取水建筑物，小型水库可采用卧管式取水设施。

5.2 引 水 工 程

5.2.1 渠首引水工程设计应根据河（湖）水位、河（湖）岸地形、地质条件和灌溉对引水高程、引水流量的要求，经技术经济比较确定采用无坝引水或有坝（闸）引水方式。

5.2.2 当河（湖）岸地形较陡、岸坡稳定时，渠首工程宜采用岸边式布置；当河（湖）岸地形较缓或岸坡不稳定时，可采用引渠式布置。

5.2.3 渠首工程的总体布置应符合下列要求：

1 引水设计高程适宜，灌溉供水量充足，且管理运用灵活、方便；

2 引水口通畅、稳定，必要时对与其相连接的上、下游河（渠）段进行整治；

3 各个建筑物布置相互协调；

4 多泥沙河流上的渠首，采取有效的防沙措施，防止推移质泥沙和过量的悬移质泥沙进入干渠；

5 严寒地区或有防漂要求的渠首，防止冰凌和其它漂浮物进入干渠。

5.2.4 无坝引水渠首引水口位置的选择应符合下列规定：

1 河、湖枯水期水位应能满足引水设计流量的要求。

2 应避免靠近支流汇流处。

3 位于河岸较坚实、河槽较稳定、断面较匀称的顺直河段，或位于主流靠岸、河道冲淤变化幅度较小的弯道段凹岸顶点下游处，其距弯道段凹岸顶点的距离可按公式（5.2.4）计算：

$$L = KB\sqrt{4\frac{R}{B}+1} \tag{5.2.4}$$

式中 L ——引水口至弯道段凹岸顶点的距离（弧长，m）；

K ——系数，$K=0.6\sim1.0$，一般可取0.8；

B ——弯道段水面宽度（m）；

R ——弯道段河槽中心线的弯曲半径（m）。

4 在弯道段河势不稳定的情况下，可根据高、中、低水位时不同弯曲半径所形成的弯道形态，采取必要的防洪护岸措施。

5.2.5 无坝引水渠首的引水比宜小于50%，多泥沙河流上无坝引水的引水比宜小于30%。如经模型试验或其它专门论证，引水比可适当提高。

5.2.6 无坝引水渠首的引水角宜取30°～60°。引水口前沿宽度不宜小于进水口宽度的2倍。

5.2.7 无坝引水渠首引水口位于水面宽阔或水面坡降较陡的不稳定河段时，可顺水流方向修建能控制入渠流量的导流堤。导流堤与水流之间的夹角宜取10°～20°，必要时应经水工模型试验确定。

5.2.8 无坝引水渠首进水闸闸前设计水位，应取河、湖历年灌溉期旬或月平均水位进行频率分析，选取相应于灌溉设计保证率的水位作为闸前设计水位，也可取河、湖多年灌溉期枯水位的平均值作为闸前设计水位。

5.2.9 无坝引水渠首进水闸设计流量，应取历年灌溉期最大灌溉流量进行频率分析，选取相应于灌溉设计保证率的流量作为进水闸设计流量，也可取设计代表年的最大灌溉流量作为进水闸设计流量。

5.2.10 采取侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首，其进水闸应位于溢流坝一端或两端的河岸上，冲沙闸宜紧靠进水闸布置。在多泥沙河流上，还应在进水闸前设置拦沙坎；在冲沙闸前设置有导流墙分隔的沉沙槽，并在闸后设置冲沙槽。

5.2.11 侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首设计应符合下列规定：

1 进水闸宜采用锐角进水方式，其前缘线宜与溢流坝坝轴延长线呈70°～75°夹角。

2 冲沙闸前缘线宜与河道主流方向垂直，其底板高程宜低于进水闸闸槛高程，且不高于多年平均枯水位时的河床平均高程。冲沙闸通过设计流量时的闸前水位宜低于溢流坝顶，闸的设计过水断面积宜为溢流坝坝址处河道过水断面积的1/20～1/5，或闸的净宽宜为渠首所在河段总过水净宽的1/10～1/3。

3 进水闸前的拦沙坎断面宜为“Γ”形，坎顶高程宜比设计水位时的河床平均高程高0.5～1.0m。

4 冲沙闸前的沉沙槽长度宜为进水闸宽度的1.3倍或比进水闸宽度长5～10m，其两侧导流墙的顶部高程宜高出溢流坝坝顶0.5m；冲沙槽槽底坡降宜大于渠首所在河段河道底部平均坡降。

5.2.12 有坝（闸）引水渠首位于水量较丰沛的多泥沙河流，或坝（闸）上、下游水位差较大时，可采取表层引水、底部廊道排沙的引水方式。底部冲沙廊道可布置在进水闸前的沉沙槽内，其顶部与进水闸底槛齐平，末端由冲沙闸控制。

5.2.13 有坝（闸）引水渠首位于河道狭窄、河岸较陡的山区河流，可采取隧洞引水方式。进水闸可设在隧洞进口处，在多泥沙河流上，也可在隧洞出口处设置沉沙槽，其末端可按正面引水、侧面排沙的方式布置进水闸和冲沙闸。

5.2.14 有坝（闸）引水渠首位于山区多泥沙河流、且要求引水流量较大时，可利用河势和有利地形采取人工弯道引水方式。人工弯道宜布置在引水渠首段，其中心线宜与河道上泄洪闸的中心线成40°～45°夹角；弯道的曲率半径对取水面宽度的5～6倍，长度不宜小于弯道曲率半径的1～1.4倍，弯道底部坡降宜缓于河道底部平均坡降。在弯道末端可按正面引水、侧面排沙的方式布置进水闸和冲沙闸。冲沙闸中心线宜与进水闸中心线呈35°～45°夹角。

5.2.15 有坝（闸）引水渠首位于大粒径推移质较多、水面比降较陡的山区河流时，可采取在溢流堰堰顶设底栏栅引水方式。溢流堰堰顶高程宜高于河床多年平均高程的1.0～1.5m，底栏栅坡度宜取1/10～1/5。

5.2.16 位于多泥沙河流上重要的大型渠首工程，其防沙、排沙设施的设计布置方案，应通过水工模型试验确定。

5.2.17 综合利用的渠首工程，船闸、筏道不应与电站同侧布置，且不宜与进水闸同侧布置。船闸、筏道、鱼道、电站的设计，应符合国家现行有关标准的规定。

5.3 沉 沙 池

5.3.1 灌溉水流含沙量超过输水渠道允许挟沙能力时，应根据地形、地质条件等，在适当地点设置沉沙池。

5.3.2 沉沙池设计应根据灌区的用水要求和输水渠道的具体情况，以水流的允许含沙量和允许进入输水渠道的泥沙粒径为依据。黄河下游自流引水允许含沙量宜小于50kg/m³，沉沙池出口允许含沙量不宜大于10kg/m³，允许泥沙粒径不宜大于0.05mm。黄河中游自流引水允许含沙量可根据实际情况和用途确定。

5.3.3 沉沙池型式可结合冲沙方式，采用定期水力冲沙或人工清淤的条带形沉沙池。有天然洼地可以利用时，也可采用沉沙条渠。

5.3.4 沉沙池进口段宜采用两侧均匀扩散的对称布置；受条件限制时，也可采用单侧扩散布置，但需设置与池厢潜没隔墙相对应的导流墩（墙）。进口段长度可取15～30m。

5.3.5 池厢深度可取2.5～3.5m。池底纵坡应根据冲沙流速及具体冲沙条件等进行计算，可取1/200～1/50。采用定期冲沙的冲沙流速不宜小于2～2.5m/s。

5.3.6 池厢横断面宜取矩形或梯形。池厢分段应设伸缩沉降缝，缝距可取10～20m，缝内应设防渗止水。

5.3.7 池厢工作宽度可按公式（5.3.7）计算确定。

$$B_p = \frac{Q_p}{H_p \bar{V}} \tag{5.3.7}$$

式中 B_p——池厢工作宽度（m）；

Q_p——通过池厢的工作流量（m^3/s）；

H_p——池厢工作水深（m），可取用池厢深度的70%～75%；

$\bar{V}$——池厢平均流速（m/s），可根据沉沙池内可能沉淀的泥沙粒径按表5.3.7采用。

表5.3.7 沉沙池池厢平均流速

泥沙粒径（mm）	<0.25	0.25～0.40	0.40～0.70	>0.70
池厢平均流速（m/s）	<0.20	0.20～0.50	0.50～0.75	>0.75

5.3.8 池厢工作长度可按公式（5.3.8）计算确定。

$$L_p = \frac{\xi \alpha H_p \bar{V}}{\omega} \tag{5.3.8}$$

式中 L_p——池厢工作长度（m）；

ξ——安全系数，可取1.2～1.5，连续冲沙的沉沙池取小值，定期冲沙的沉沙池取大值；

ω——泥沙沉降速度（mm/s），可根据泥沙粒径、水温由附录D查得。

5.3.9 沉沙池出口段宜采用两侧均匀收缩的对称布置。出口段长度可取10～20m，水流收缩角宜为10°～20°。必要时，出口处可设置迭梁式活动底坎。

5.3.10 沉沙池出口含沙量可按公式（5.3.10-1）和式（5.3.10-2）验算。

$$S = S_0 e^{\alpha z} \tag{5.3.10-1}$$

$$z = \frac{\omega L}{\bar{V}\bar{h}} \tag{5.3.10-2}$$

式中 S——沉沙池出口含沙量（kg/m^3）；

S_0——沉沙池进口含沙量（kg/m^3）；

e——常数，可取$e=2.71828$；

α——与泥沙粒径、水力要素有关的系数，淤积时可取$\alpha<0.5$，冲刷时可取$\alpha=1.0$；

z——泥沙悬浮指数；

L——沉沙池总长度（m）；

$\bar{h}$——沉沙池平均水深（m）。

5.3.11 寒冷地区和严寒地区的沉沙池设计，应根据冬、春季运用要求，采取防止冰冻和

万水科技

泄放冰凌措施。

5.4 泵 站

5.4.1 灌排泵站设计除应符合本规范规定外，对于Ⅱ等及Ⅱ等以上提水枢纽工程中泵站的设计，尚应符合现行国家标准《泵站设计规范》GB/T50265的规定。

5.4.2 泵站选用的主泵应能满足设计扬程与设计流量的要求；在加权平均扬程下，水泵应在高效区运行，并具有良好的抗汽蚀性能；在最大扬程与最小扬程下，水泵应能安全稳定运行，不得产生汽蚀和动力机过载。选用的主泵允许采用改变转速、车削叶轮和调整叶片安放角等调节运行工况的措施。

5.4.3 泵站选用的主泵台数按流量大小宜取3～9台，根据泵站的重要性可设1～2台备用泵。多于9台时，宜设2台备用泵。

5.4.4 泵站动力机应首先采用电动机。对电源紧缺且非经常运行的泵站，可采用柴油机，但必须设置能储存10～15d燃料油的储油设备。

有条件的地方，宜利用水力、风力或其它能源作为泵站动力源。

5.4.5 泵站选用的动力机与主泵应配套合理。动力机功率备用系数，电动机可采用1.05～1.3，柴油机可采用1.15～1.5。如选用电动机，应对其启动特性进行校验。

5.4.6 净扬程高于3m的轴流泵站与混流泵站，其装置效率不宜低于70%；净扬程低于3m的轴流泵站，其装置效率不宜低于60%。离心泵站的装置效率，抽取清水时，不宜低于65%；抽取多泥沙水流时，不宜低于60%。

5.4.7 从河道取水的灌溉泵站站址选择和总体布置，应根据地形、地质、水源、动力源等条件确定，并应满足防洪、防冲、防淤和防污要求。取水口应选在主流稳定靠岸、能保证取水的河段。取水建筑物设计应考虑河床变化的影响，并与河道整治工程相适应。

5.4.8 从多泥沙河道取水的灌溉泵站，应采取防沙、沉沙、排沙和抗磨蚀等措施，控制过泵水流挟沙量不超过7%。不具备自流引水沉沙、冲沙条件时，可在岸边设低扬程泵站并布置相应的沉沙、冲沙设施。

5.4.9 高扬程提水灌溉工程，应根据灌区地形、分区、提蓄结合等因素确定一级或多级设站。多级设站时，可结合行政区划与管理要求等，按整个提水灌溉工程动力机装机功率最小的原则确定各级站址。

5.4.10 排水泵站的布局，应根据自排与提排、排除涝水与降低地下水位、排水与灌溉相结合，以及现有和计划兴建的灌排渠系布置的要求，因地制宜选用集中或分散建站、一级或多级排水的方式。排水泵站出水口不宜选在迎溜、岸崩、河床不稳定或淤积严重的河段。

5.4.11 有部分自排条件的排水泵站，宜与排水闸合建。

5.4.12 灌排结合泵站站址，应根据外水内引和内水外排的要求确定，总体布置应紧凑合理，配套涵闸的过流能力必须与泵站抽水能力相适应。

5.4.13 灌溉泵站的泵房位置以及引渠和出水管道的长度，应根据地形、地质、水流、泥沙等条件，经技术经济论证确定。引水式布置应在引渠首部设进水闸，岸边式布置宜使进水建筑物前缘与岸边齐平或稍向水源凸出。

5.4.14 泵房结构型式应根据主泵类型与规格、水源水位变幅和地基状况等因素，经技术

经济比较选用分基型、干室型、湿室型、块基型、车型或船型。

5.4.15 堤防处的低扬程和地质条件好的块基型泵房，可采用堤身式布置；高扬程和地质条件差时，应采用堤后式布置。

5.4.16 泵房结构布置必须满足泵房内机电设备布置、安装、运行和检修的要求，并应符合通风、采光、防火、防噪声的规定。

5.4.17 泵房地下轮廓线布置应能满足防渗要求。泵房应在满足主机组布置和运行方便的条件下，符合建筑物强度、刚度和稳定性的要求。

5.4.18 泵房应选择在岩土坚实和抗渗性能良好的天然地基上。泵房地基岩土各项物理力学性能指标较差，且工程结构又难以协调适应时，可采用桩基、沉井基础或其它人工地基。

5.4.19 泵站前池或进水池应设置拦污栅，必要时应设防涡设施。前池水流平面扩散角不应大于40°，向主泵进水口倾斜的底坡不宜陡于1：4；进水池流速不宜超过0.5m/s，其秒换水系数不应小于30。

5.4.20 进水管道内不得吸入空气和形成气囊。管道应不断向主泵方向上升，且坡度不小于0.005，管口应有足够的淹没深度。管道接头应密封。

5.4.21 进水管道的直径应根据管内允许流速确定：管径为300～500mm时，管内允许流速可取1.0～1.5m/s；管径为500～800mm时，可取1.5～2.0m/s；管径大于800mm时，可取2.0m/s。进水管道直径不得小于水泵的进水接管或水泵进口直径。

5.4.22 长度100m以下的出水管道根数，宜等于主泵台数相等；长度为100～300m时，经技术经济比较论证管道可并联；长度超过300m时，必须并联。

5.4.23 虹吸式出水流道驼峰底部应高出出水池的最高运行水位，超高值不应小于0.1m。

5.4.24 出水管道的出口上缘应淹没在出水池最低运行水位以下0.1～0.2m，末端应安装拍门或快速闸门。虹吸式出水流道顶部应设置真空破坏阀。

5.4.25 进、出水流道的设计应使流速和压力沿程分布均匀变化。在各种工况下进水流道内不得产生涡带。进水流道的进口流速宜取0.8～1.0m/s，出水流道的出口流速宜取1.0～1.5m/s。

5.4.26 出水池与输水渠道的联接应采用渐变段，渐变段的平面收缩角不宜大于40°。出水池流速不应大于2.0m/s，且不允许出现水跃。

5.4.27 在对主泵运行工况进行水力分析时，应对水泵叶片安装角（或叶轮车削量）、必需汽蚀余量（或允许吸上真空高度）及其随海拔、水温的变化进行修正，还应根据装置的水力损失等进行相应的能耗及运行费用计算，并提出主泵在不同净扬程下的运行方案。

5.4.28 高扬程、长管道的灌溉泵站，应对压力管道进行水锤计算。计算项目应包括：水泵启动时产生的启动水锤、关闭阀门时产生的关阀水锤和停泵时产生的停泵水锤。必要时应设置水锤防护设施。

5.4.29 自动调压喷灌泵站的主泵，应选择高效区较宽、能覆盖泵站设计调压范围、并能实现流量搭接的同型号离心泵。主泵台数宜取2～6台。若无法由同型号泵实现流量搭接时，也可选用1～2台流量较小的泵。调压泵配套电动机应允许频繁启动。

5.5 机　　井

5.5.1 机井应根据水文地质条件和地下水资源可利用情况进行设计，并经技术经济比较

灌溉排水技术

确定。

5.5.2 机井设计出水量应选用理论公式计算，通过抽水试验确定。

5.5.3 单井控制灌溉面积可按公式（5.5.3）计算确定。

$$A_0 = \frac{QtT_2\eta(1-\eta_1)}{m} \tag{5.5.3}$$

式中 A_0——单井控制灌溉面积（hm^2）；

Q——单井出水量（m^3/h）；

t——灌溉期机井每天开机时间（h/d）；

T——每次轮灌期天数（d）；

η——灌溉水利用系数；

η_1——干扰抽水的水量消减系数，经抽水试验确定，要求不大于0.2；

m——综合平均灌水定额（m^3/hm^2）。

5.5.4 井距可按公式（5.5.4）计算确定。

$$L = k\sqrt{A_0} \tag{5.5.4}$$

式中 L——井距（m）；

k——系数，按方格形布井时，$k=25.8$；按梅花形布井时，$k=27.8$。

5.5.5 井数可按公式（5.5.5-1）或（5.5.5-2）计算确定。

需水量小于或等于允许开采量时，

$$n = A/A_0 \tag{5.5.5-1}$$

需水量大于允许开采量时，

$$n = \frac{10^2MA}{QtT_1} \tag{5.5.5-2}$$

式中 n——井数；

A——机井灌区面积（hm^2）；

M——灌区地下水可开采模数［$m^3/(km^2\cdot a)$］；

T_1——年灌溉天数（d/a）。

5.5.6 井群布置应符合下列规定：

1 地下水水力坡度较陡的地区，应沿等水位线交错布井；地下水水力坡度平缓的地区，应按梅花形或方格形布井。

2 地下水水量丰富的地区，可集中布井；地下水水量较贫乏的地区，可分散布井。

3 地面坡度较陡或起伏不平的地区，井位应布设在高处；地面坡度较平缓的地区，井位宜居中布置。

4 沿河地带，可平行河流布井；湖塘地带，可沿湖塘周边布井。

5 应与灌排渠沟或管道系统、道路、林带、输电线路的布置相协调。

5.5.7 井型应根据含水层分布状况及凿井机具、施工条件等优先选用管井、筒井或筒管井。含水层埋藏浅、透水性强、补源丰富或裂隙发育的地区，也可选用大口井；含水层埋藏浅、厚度薄的黄土含水层地区，还可选用辐射井。

5.5.8 井用水泵应根据地下水位埋深和设计出水量选定。机井动水位小于10m时，可选用

石化油科技

卧式离心泵；大于 10m 时，可选用深井潜水电泵或长轴深井泵。

5.5.9 动力机类型应根据当地能源条件合理选定。选配动力机功率时，电动机功率备用系数可采用 1.1～1.3，柴油机可采用 1.2～1.4。

5.5.10 电动机配套的机井，其装置效率不宜低于 45%；柴油机配套的机井，其装置效率不宜低于 40%。

5.5.11 机井设计除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行标准《农用机井技术规范》SD188 的规定。

6 灌溉输配水系统

6.1 灌溉渠道系统

6.1.1 灌溉渠道应依干渠、支渠、斗渠、农渠顺序设置固定渠道。30 万亩以上灌区必要时可增设总干渠、分干渠、分支渠或分斗渠，灌溉面积较小的灌区可减少渠道级数。

灌溉渠道系统不宜越级设置渠道。

6.1.2 灌溉渠道系统布置应符合灌区总体设计和灌溉标准要求，并应符合下列规定：

1 各级渠道应选择在各自控制范围内地势较高地带。干渠、支渠宜沿等高线或分水岭布置，斗渠宜与等高线交叉布置。

2 渠线应避免通过风化破碎的岩层、可能产生滑坡及其它地质条件不良的地段。

3 渠线宜短而直，并应有利于机耕，避免深挖、高填和穿越村庄。

4 4 级及 4 级以上土渠的弯道曲率半径应大于该弯道段水面宽度的 5 倍；受条件限制不能满足上述要求时，应采取防护措施。石渠或刚性衬砌渠道的弯道曲率半径可适当减小，但不应小于水面宽度的 2.5 倍。通航渠道的弯道曲率半径还应符合航运部门的有关规定。

5 渠系布置应兼顾行政区划，每个乡、村应有独立的配水口。

6 自流灌区范围内的局部高地，经论证可实行提水灌溉。

7 井渠结合灌区不宜在同一地块布置自流与提水两套灌溉渠道系统。

8 干渠上主要建筑物及重要渠段的上游，应设置泄水渠、闸；干渠、支渠和位置重要的斗渠末端应有退水设施。

9 对渠道沿线山（塬）洪应予以截导，防止进入灌溉渠道。必须引洪入渠时，应校核渠道的泄洪能力，并应设置排洪闸、溢洪堰等安全设施。

6.1.3 “长藤结瓜”式灌溉渠道系统的布置，除应符合第 6.1.2 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 渠道不宜直接穿过库、塘、堰；

2 渠道布置应便于发挥库、塘、堰的调节与反调节作用；

3 库、塘、堰的布置宜满足自流灌溉的需要，必要时也可设泵站或流动抽水机组向渠道补水。

6.1.4 万亩以上灌区的干渠、支渠应按续灌方式设计，斗渠、农渠应按轮灌方式设计。必

要时支渠也可按轮灌方式设计。轮灌组数宜取2～3组，各轮灌组的供水量宜协调一致。

6.1.5 续灌渠道应按设计流量、加大流量和最小流量进行水力计算。轮灌渠道可只按设计流量进行水力计算。

1 正常工作条件下的各级渠道水力要素应按设计流量计算确定，其平均流速应满足渠道不冲不淤的要求。

2 续灌渠道的岸顶超高和高度应按加大流量计算，并按加大流量验算渠道的不冲流速。

3 续灌渠道的最低控制水位应按最小流量计算确定，并按最小流量验算渠道的不淤流速。

6.1.6 续灌渠道的设计流量可按公式（6.1.6-1）或式（6.1.6-2）计算确定。

$$Q_s=\frac{q_s A_s}{\eta_s} \tag{6.1.6-1}$$

$$Q_s=Q(1-\sigma L) \tag{6.1.6-2}$$

式中 Q_s ——续灌渠道的设计流量（m^3/s）；

q_s ——设计灌水率［$m^3/(s\cdot hm^2)$］；

A_s ——该渠道灌溉面积（hm^2）；

η_s ——该续灌渠道至田间的灌溉水利用系数；

Q ——该渠道分出的总流量（m^3/s）；

σ ——该渠道单位长度水量损失率（%/km）；

L ——该渠道工作长度（km）。支渠工作长度为L_1与αL_2之和，L_1为支渠引水口至第一个斗口的长度，L_2为第一个斗口至最末一个斗口的长度，α为长度折算系数，可视支渠灌溉面积的平面形状而定（面积重心在上游时，$\alpha=0.60$；在中游时，$\alpha=0.80$；在下游时，$\alpha=0.85$）；干渠工作长度可取工作渠段的总长度。

6.1.7 轮灌渠道的设计流量可按公式（6.1.7）计算确定。

$$Q_n=\frac{Nq_s\bar{A}_n}{\eta_n} \tag{6.1.7}$$

式中 Q_n ——轮灌渠道的设计流量（m^3/s）；

N ——该渠道轮灌组数；

$\bar{A}_n$ ——该渠道轮灌组平均灌溉面积（hm^2）；

η_n ——该轮灌渠道至田间的灌溉水利用系数。

6.1.8 续灌渠道加大流量的加大百分数，可按表6.1.8采用，湿润地区可取小值，干旱地区可取大值。由泵站供水的续灌渠道加大流量应为包括备用机组在内的全部装机流量。

表6.1.8 续灌渠道加大流量的加大百分数

设计流量（m^3/s）	<1	1～5	5～20	20～50	50～100	100～300	>300
加大百分数（%）	35～30	30～25	25～20	20～15	15～10	10～5	<5

6.1.9 续灌渠道的最小流量不宜小于设计流量的40%，相应的最小水深不宜小于设计水深的70%。

6.1.10 各级渠道的平均流速可按公式（6.1.10）计算确定。

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \tag{6.1.10}$$

式中 V ——渠道的平均流速（m/s）；

R——渠道的水力半径（m）；

i——渠底比降；

n ——渠床糙率，可按附录E选用。

6.1.11 土渠设计平均流速宜控制在0.6～1.0m/s，但最小不宜小于0.3m/s。清、浑水两用土渠的平均流速应按冲淤平衡渠道设计。结合通航的灌溉渠道，设计平均流速宜控制在0.6～0.8m/s，但最大不宜超过1.0m/s。寒冷地区冬、春季灌溉的渠道，设计平均流速不宜小于1.5m/s。

6.1.12 重要的干、支渠允许不冲流速，应根据渠床材料、过水断面水力要素及泥沙等条件通过试验或选择相应的经验公式计算确定；一般渠道可按附录F选用；渠水含沙量较大、且渠床有薄层淤泥时，可按附录F所列数值适当提高。

6.1.13 浑水渠道的允许不淤流速应根据水流挟沙能力，按各地区经验公式计算确定。黄河流域浑水渠道水流挟沙能力可按附录G所列经验公式计算。

6.1.14 渠道的纵、横断面设计应符合下列要求：

1 保证设计输水能力、边坡稳定和水流安全通畅；

2 各级渠道之间和渠道各分段之间以及重要建筑物上、下游水面平顺衔接；

3 末级渠道放水口的水位高出平整后田面进水需不少于10cm；

4 渗漏损失量较小；

5 占地较少，工程量较小；

6 施工、运用和管理方便。

有通航要求时，还应符合航运部门的有关规定。

6.1.15 渠底比降应根据渠道沿线地形、地质条件，设计流量和含沙量等因素，通过计算分析确定。

1 清水渠道的渠底比降可按公式（6.1.10）计算。

2 黄土地区浑水渠道的渠底比降可按公式（6.1.15）计算。

$$i = 0.275 n^2 \frac{(\rho\omega)^{3/5}}{Q_h^{1/4}} \tag{6.1.15}$$

式中 ρ——浑水渠道水流挟沙能力（kg/m³）；

ω——泥沙沉降速度（mm/s）；

Q_h ——浑水渠道设计流量（m³/s）。

3 在满足渠道不冲不淤的条件下，宜采用较缓的渠底比降。

6.1.16 各级渠道进口的设计水位，应从水源引水高程自上而下和从灌区控制点高程自下而上逐级推求，并计入沿程水头损失和各种建筑物的局部水头损失，反复调整确定。

6.1.17 渠道横断面应根据灌溉面积，沿线地形、地质条件以及边坡稳定的需要和是否衬砌等因素，按接近水力最佳断面进行设计。土渠宜采用梯形断面；混凝土或石渠宜采用矩

水利电力出版社

形或 U 形断面。渠道横断面亦可采用实用经济断面，若为梯形断面，其计算方法见附录 H。

6.1.18 浑水渠道设计水深及宽深比，可按公式（6.1.18-1）和式（6.1.18-2）或式（6.1.18-3）计算确定。

$$h = \alpha Q^{1/3} \tag{6.1.18-1}$$

$Q \leqslant 1.5 m^3/s$ 时，
$$\beta = NQ^{1/10} - m \tag{6.1.18-2}$$

$1.5 m^3/s < Q < 50 m^3/s$ 时，
$$\beta = N'Q^{1/4} - m \tag{6.1.18-3}$$

式中 h — 渠道设计水深（m）；

α — 常数，$\alpha = 0.58 \sim 0.94$，一般可取 0.76；

β — 渠道底宽与设计水深的比值；

N、N' — 常数，$N = 2.35 \sim 3.25$，$N' = 1.8 \sim 3.4$，粘性土渠道和刚性衬砌渠道取小值，沙性土渠道取大值；

m — 渠道边坡系数。

6.1.19 梯形断面水深小于或等于 3m 的挖方渠道，最小边坡系数可按表 6.1.19 确定，也可根据实际情况和经验确定；水深大于 3m 或地下水位较高的挖方渠道，边坡系数应根据稳定分析计算确定；采用机械开挖或位于寒冷地区的挖方渠道，边坡系数可较表列数值或稳定分析计算成果适当加大；采用刚性衬砌的挖方渠道，边坡系数在满足衬砌前土质边坡稳定的基础上可适当减小。

表 6.1.19 挖方渠道的最小边坡系数

土 质	渠道水深（m）		
	<1	1～2	>2～3
稍胶结的卵石	1.00	1.00	1.00
夹沙的卵石或砾石	1.25	1.50	1.50
粘土、重壤土	1.00	1.00	1.25
中壤土	1.25	1.25	1.50
轻壤土、沙壤土	1.50	1.50	1.75
沙 土	1.75	2.00	2.25

6.1.20 深挖方渠道可采用复式或阶梯形断面，在渠底以上每隔 5～10m 设宽度不小于 1.0m 的戗道，渠道边坡系数应根据稳定分析计算确定。

6.1.21 黄土地区渠岸以上的高边坡系数，应根据岸坡土质条件和其它具体情况，进行稳定分析计算确定。

6.1.22 填方渠道的渠堤填方高度小于或等于 3m 时，其内、外边坡最小边坡系数可按表 6.1.22 确定；渠堤填方高度大于 3m 时，其内、外边坡系数应根据稳定分析计算确定。渠堤填方高度大于 5m 时，宜在其底部以上每隔 5m 设宽度不小于 1.0m 的戗道。

表 6.1.22 填方渠道的最小边坡系数

土 质	渠道水深（m）					
	<1		1～2		>2～3	
	内坡	外坡	内坡	外坡	内坡	外坡
粘土、重壤土	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.00
中壤土	1.25	1.00	1.25	1.00	1.50	1.25
轻壤土、沙壤土	1.50	1.25	1.50	1.25	1.75	1.50
沙土	1.75	1.50	2.00	1.75	2.25	2.00

6.1.23 渠道岸顶超高应符合下列规定：

1 1、5级渠道岸顶超高可按公式（6.1.23-1）计算确定。

$$F_b = \frac{1}{4}h_b + 0.2 \tag{6.1.23-1}$$

式中 F_b——渠道岸顶超高（m）；

h_b——渠道通过加大流量时的水深（m）。

2 1～3级渠道岸顶超高应按土石坝设计要求经论证确定。

3 渠道弯道段的曲率半径小于5倍水面宽度或平均流速大于2m/s时，应增大弯道凹岸的顶部超高，其增加值可按公式（6.1.23-2）计算确定。

$$F_b' = \frac{B_b V_b^2}{2gR} \tag{6.1.23-2}$$

式中 F_b'——弯道凹岸顶部超高增加值（m）；

B_b——渠道通过加大流量时的水面宽度（m）；

V_b——渠道通过加大流量时的平均流速（m/s）；

g——重力加速度（m/s²）；

R——渠道弯道段中心线的曲率半径（m）。

4 浑水渠道岸顶超高的确定尚应考虑渠底可能产生泥沙淤积的影响。

5 渠堤填方高度大于3m时，其岸顶超高应预加沉降高度。

6 渠道衬砌超高值可采用0.3～0.8m，5级渠道可适当减小，但不应小于0.1m；必须兼作行洪用的傍山（塬边）灌溉渠道，其衬砌超高宜适当加大。

7 结合通航的灌溉渠道，其岸顶超高和衬砌超高还应符合航运部门的有关规定。

6.1.24 万亩以上灌区干、支渠岸顶宽度不应小于2m，大渠、农渠不宜小于1m；万亩以下灌区可适当减小。

渠道岸顶兼作交通道路时，其宽度应满足车辆通行要求。

6.1.25 4级及4级以上渠道的取土坑至渠堤外坡脚的距离不应小于2m，其深度不宜超过1.5m；5级渠道取土坑深度不宜超过0.8m。

6.1.26 挖深小于10m的渠道，其弃土堆内坡脚至渠道开口线的距离不宜小于2m；挖深为10～15m的渠道，不宜小于2.5m；挖深超过15m的渠道，不宜小于3m，或根据渠道边坡稳定计算确定。弃土堆应加以平整利用。

6.1.27 泄（退）水渠道设计应符合下列规定：

1 灌溉渠首段泄水、排沙渠道的设计流量不应小于灌溉渠首段下游渠道的设计流量。

2 分水建筑物上游泄水渠道的设计流量可按分水建筑物下游最大一条分水渠道的设计流量确定，但不应小于分水建筑物上游渠道设计流量的50%，必要时也可按分水建筑物上游渠道的设计流量确定。

3 用于调节渠道流量的泄水渠道条数可根据需要和具体条件而定，各泄水渠道的设计流量可按等于或略小于所在渠段的设计流量确定。

4 渠道末端退水渠道的设计流量不应小于渠道末端设计流量的50%。

5 泄（退）水渠道的允许不冲流速可采用相同条件下灌溉渠道的1.1～1.2倍。

6 泄（退）水渠道的纵、横断面设计方法与灌溉渠道相同，但其边坡系数应比相同条

件下的灌溉渠道稍大。

7 泄（退）水渠道的岸顶超高和宽度，可比相同条件下灌溉渠道稍小。

8 泄（退）水渠道出口与承泄区连接处的水位差过大时，应设置衔接建筑物。

9 有条件时，应利用天然沟谷作为泄（退）水渠道。

6.1.28 引洪淤灌或兼有引洪淤灌任务的渠道，其纵、横断面设计方法可与浑水灌溉渠道相同。

6.1.29 30万亩以上灌区的输配水系统宜逐步实行监测调度自动化，并首先在干、支渠采用输配水自动测控技术。测控技术装置应采用经过鉴定的定型产品。

6.2 渠道防渗衬砌

6.2.1 土壤渗漏量大、渠系水利用系数不符合本规范第3.1.11条规定，以及水资源紧缺地区或有特殊要求的渠道，均应进行防渗衬砌。

6.2.2 4级及4级以上渠道衬砌方案，应经技术经济比较确定。各级渠道的防渗衬砌结构可根据允许最大渗漏量、使用年限及适用条件等，按附录J选用。

6.2.3 渠道衬砌结构的基底应坚实稳定。衬砌渠段无法避开湿陷性黄土、膨胀性土和可溶性盐含量大的土壤，以及裂隙、断层、滑坡体、溶洞或地下水位较高时，应首先采取工程处理措施。

6.2.4 渠道衬砌结构的横断面应与渠道横断面协调一致。4级及4级以上梯形断面渠道宜采用弧形坡脚或弧形底面；5级渠道可采用U型断面。

6.2.5 4级及4级以上渠道的防渗衬砌结构厚度可按表6.2.5确定，5级渠道可适当减小。渠道水流含推移质较多，且粒径较大时，宜按表列数值加厚10%～20%。

表6.2.5 4级及4级以上渠道防渗衬砌结构的适宜厚度

防渗衬砌结构类别		适宜厚度（cm）
土料	粘土（夯实）	≥30
	灰土、三合土	10～20
水泥土	水泥土	8～10
砌石	干砌卵石（挂淤）	10～35
	浆砌块石	20～30
	浆砌料石	15～25
	浆砌石板	>3
埋铺式膜料（土料保护层）	塑料薄膜	0.018～0.022
	膜上下垫层（粘土、砂、灰土）	3～5
	膜料上土料保护层（夯实）	40～60
沥青混凝土	现场浇筑	10～15
	预制铺砌	5～8
混凝土	现场浇筑（未配置钢筋）	6～12
	现场浇筑（配置钢筋）	6～9
	预制铺砌	5～10
	喷射法施工	3～8

6.2.6 现场浇筑的混凝土防渗衬砌结构，应每隔5～8m设一道横向伸缩缝和纵向伸缩缝，伸缩缝宽度不宜小于1.5cm。缝内应采用能适应结构变形、粘结力强、防渗性能良好的填料灌实，必要时可埋设塑料止水带或橡胶止水带。

6.2.7 防渗衬砌结构采用的主要原材料，其规格、质量均应符合国家现行有关强制性标准的要求，各项配合比均应通过试验确定。

6.2.8 渠道防渗衬砌设计除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行标准《渠道防渗

技术标准

工程技术规范》SL/T18 的规定。寒冷地区和严寒地区的渠道衬砌结构设计还应符合国家现行标准《渠道工程抗冻胀设计规范》SL23 的规定。

6.3 灌溉管道系统

6.3.1 灌溉管道系统可根据地形、水源和用户用水情况，采用环状管网或树枝状管网，其布置应符合下列要求：

1 管道应短而直、水头损失小、总费用省和管理运用方便。

2 各用水单位应设置独立的配水口。配水口的位置、给水栓的型式和规格尺寸，必须与相应的灌溉方法和移动管道连接方式一致。

3 管道应布置在坚实的地基上，避开填方区和可能产生滑坡或受山洪威胁的地带。

4 地形复杂处可采用变管坡布置。管道中心线敷设最大纵坡不宜大于 1∶1.5，倾角应小于或等于土壤的内摩擦角。

5 管网压力分布差异较大时，可结合地形条件进行压力分区，采用不同压力等级的管材和不同的灌溉方式。

6 如管道纵向拐弯处可能产生真空，应留出 2～3m 水头的余压。

7 固定管道宜埋在地下，易损管道必须埋在地下。埋深应不小于 60cm，并应在冻土层以下。

8 铺设在地面上直径大于 100mm 的固定管道，应在拐弯处设置镇墩。镇墩尺寸应通过计算确定，基底深度应置于冻土层以下不小于 30cm。岩基上镇墩应加锚杆。两个镇墩之间的管道应设置伸缩节或柔性接头。管道悬空段必要时应经分析计算设置支墩。

9 铺设在松软地基或有可能发生不均匀沉降地段的刚性管道，对管基应进行处理。

10 各级管道进口必须设置节制阀，分水口较多的输配水管道，每隔 3～5 个分水口应设置一个节制阀；管道最低处应设置排水阀。

11 应根据水力特性，在相应位置设进、排气阀或水锤防护装置。

1）水泵出口逆止阀或压力池放水阀下游，以及可能产生水锤负压或水柱分离的地方安装进气阀。

2）管道的驼峰处或长度大于 3km 但无明显驼峰的管道中段安装排气阀。

3）水泵出口处（逆止阀下游或闸阀上游）安装水锤防护装置。

12 应设置压力、流量计量装置。

6.3.2 灌溉管道系统设计应符合下列规定：

1 系统进口设计流量应根据全系统同时工作的各配水口所需设计流量之和确定，设计压力应经技术经济比较确定。如局部地区水压不足，提高全系统工作压力又不经济时，可另行增压；部分地区水压过高时，应设减压装置。

2 管道沿程水头损失和局部水头损失，可按公式（6.3.2-1）和式（6.3.2-2）计算。

$$h_f = f\frac{LQ^m}{d^b} \tag{6.3.2-1}$$

$$h_j = \zeta\frac{V^2}{2g} \tag{6.3.2-2}$$

式中 h_f——管道沿程水头损失（m）；

f ——摩阻系数；

L ——管道长度（m）；

Q ——流量（m^3/h）；

m——流量指数；

d——管道内径（mm）；

b ——管径指数，各种管材的 f、m 及 b 值，可从表 6.3.2 查取；

h_j——管道局部水头损失（m）；

ζ——管道局部阻力系数；

V ——管道流速（m/s）；

g——重力加速度（m/s^2）。

表 6.3.2 各种管材的 f、m、b 值

管 材	f	m	b
钢筋混凝土管			
糙率 $n=0.013$	1.312×10^6	2.00	5.33
$n=0.014$	1.516×10^6	2.00	5.33
$n=0.015$	1.749×10^6	2.00	5.33
旧钢管、旧铸铁管	6.25×10^5	1.90	5.10
硬塑料管	0.948×10^5	1.77	4.77
铝合金管	0.861×10^5	1.71	4.71

3 管道设计流速应控制在经济流速 0.9～1.5m/s，超出此范围时应经技术经济比较确定。

4 管道的纵、横断面应通过水力计算确定，并应验算输水管道产生水锤的可能性及水锤压力值。管道转角不应小于 90°。

5 输水管道的强度可按下列各种荷载组合情况进行计算：

1）填土和运输工具对放空管道的压力；

2）管道中水的工作压力、土压力和运输工具压力；

3）管道中产生水锤时的水压力和土压力。

6.3.3 管材选择应符合下列要求：

1 所选管材的工作压力应大于或等于灌溉管道系统分区或分段的设计工作压力。

2 固定管道宜优先选用硬塑料管、钢丝网水泥管或钢筋混凝土管，选用钢管、铸铁管时，应进行防腐蚀处理。

3 所选管材外形、规格、尺寸、公差配合和技术性能指标必须符合国家现行标准的规定，管材使用年限应符合国家现行标准《水利建设项目经济评价规范》SL72 的规定。

4 所选管材必须经国家计量认证的质检机构抽检合格。

6.3.4 千亩以上连片的灌溉管道系统，宜采用优化方法进行设计。

7 排 水 系 统

7.1 明 沟 排 水 系 统

7.1.1 明沟排水系统的设置应与灌溉渠道系统相对应，可依干沟、支沟、斗沟、农沟顺序设置固定沟道。根据排水区的形状和面积大小以及负担的任务，沟道的级数也可适当增减。

7.1.2 明沟排水系统的布置应符合下列规定：

1 排水沟宜布置在低洼地带，并尽量利用天然河沟。

灌溉排水技术

2 1～3级排水沟线路宜避免高填、深挖和通过淤泥、流沙及其它地质条件不良地段。

3 排水线路宜短而直。1～3级排水沟布设弯道段时，应符合本规范第6.1.2条第4款的规定。

4 1～3级排水沟之间及其与承泄河道之间的交角宜为30°～60°。

5 排水沟出口宜采用自排方式。受承泄区或下一级排水沟水位顶托时，应设涵闸相机抢排或设泵站提排。

6 排水明沟可与其它型式的田间排水设施结合布置。

7 水旱间作地区，水田与旱田之间宜布置截渗排水沟。

8 排洪沟（截流沟）应沿傍山（塬边）渠道一侧及灌区边界布置，并就近汇入排水干沟或承泄区，交汇处应设防冲蚀护面。

7.1.3 末级固定排水沟的设计应符合下列规定：

1 末级固定排水沟的深度和间距，应根据当地机耕作业、农作物对地下水位的要求和自然经济条件，按排水标准设计并经综合分析确定。在增设临时浅密明沟的情况下，末级固定排水沟间距可适当加大。

2 用于排渍和防治土壤盐碱化的末级固定排水沟深度和间距，宜通过田间试验确定，也可按附录K所列公式进行计算，并经综合分析确定。无试验资料时，可按表7.1.3确定。

表7.1.3 末级固定排水沟深度和间距 （m）

末级固定排水沟深度	排水沟间距		
	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土、沙壤土
0.8～1.3	15～30	30～50	50～70
1.3～1.5	30～50	50～70	70～100
1.5～1.8	50～70	70～100	100～150
1.8～2.3	70～100	100～150	—

3 末级固定排水沟的设置，应满足防治疾病要求。

7.1.4 单纯排除涝水的排水沟，可只按排涝设计流量设计。排涝、排渍两用排水沟，可按排渍要求确定沟深和间距，按排涝设计流量进行断面校核；兼有防治土壤盐碱化作用的排水沟，有冲洗要求时，还应按冲洗排水流量进行断面校核。

7.1.5 排水沟设计流量和校核流量应根据排水面积、排水模数、产流与汇流历时以及对地下水位的控制要求等，按本规范第3.2节的有关规定分析计算确定。

7.1.6 排水沟纵、横断面设计应符合下列要求：

1 应保证设计排水能力。排水沟设计水位宜低于地面（或堤顶）不少于0.2m。干、支、斗沟应按分段流量设计断面。

2 排水沟分段处以及重要建筑物上、下游水面应平顺衔接。下一级沟道的设计水位宜低于上一级沟道0.1～0.2m。

3 正常运行时不应发生冲刷、淤积和边坡坍塌等情况。

4 占地少，工程量小。

5 施工、管理方便。

7.1.7 排水沟沟底比降应根据沿线地形、地质条件，上、下级沟道的水位衔接条件，不冲、不淤要求，以及承泄区水位变化情况等确定，并宜与沟道沿线地面坡度接近。

7.1.8 排水沟糙率应根据沟槽材料、地质条件、施工质量、管理维修情况等确定。新挖排水沟可取0.02～0.025；有杂草的排水沟可取0.025～0.03；排洪沟可比排水沟相应加大

0.0025～0.005。

7.1.9 土质排水沟宜采用梯形或复式断面，石质排水沟可采用矩形断面。

7.1.10 土质排水沟边坡系数应根据开挖深度、沟槽土质及地下水情况等，经稳定分析计算后确定。开挖深度不超过5m、水深不超过3m的沟道，最小边坡系数按照表7.1.10的规定确定。淤泥、流沙地段的排水沟边坡系数应适当加大。

表7.1.10 土质排水沟最小边坡系数

土质	排水沟开挖深度（m）			
	≤1.5	1.5～3.0	3.0～4.0	>4.0～5.0
粘土、重壤土	1.0	1.25～1.5	1.5～2.0	>2.0
中壤土	1.5	2.0～2.5	2.5～3.0	>3.0
轻壤土、沙壤土	2.0	2.5～3.0	3.0～4.0	>4.0
沙土	2.5	3.0～4.0	4.0～5.0	>5.0

7.1.11 排水沟开挖深度大于5m时，应从沟底以上每隔3～5m设宽度不小于0.8m的戗道。

7.1.12 1～3级排水沟堤顶宽度不应小于2.0m。堤顶兼作交通道路时，其宽度应满足车辆通行的要求。

7.1.13 排水沟的弃土和局部取土坑应结合筑渠、修路和土地平整加以利用。

7.1.14 排水沟平均流速可按本规范公式（6.1.10）计算。允许不冲流速可按附录F选用。水流含沙量较大，且沟底有薄层淤泥时，可按附录F所列数值适当加大。排洪沟允许不冲流速可按附录F加大10%～20%。排水沟和排洪沟的最小流速不宜小于0.3m/s。

7.1.15 排水沟边坡防塌处理，应根据沟坡土质、土体受力和地下水作用等条件进行边坡稳定分析，经技术经济比较，选用稳固坡脚或生物护坡等措施。

7.1.16 承泄区的选定应符合下列要求：

1 干沟排水有良好的出流条件；

2 有足够的承泄能力或滞涝容积；

3 有稳定的河槽（或湖床）和安全的堤防。

不能满足上述任一要求时，应采取适当的工程处理措施。

7.1.17 承泄区的设计水位可采用与排水区设计暴雨重现期相应的洪水位或与设计排水历时相应的多年平均高水位。

7.2 暗管排水系统

7.2.1 暗管排水系统的分级与管道类型、规格等，应根据排水规模、生产发展水平、地形、土质、管材来源、运输和敷设条件等因素综合分析确定。管材质量应符合国家现行有关标准的规定。

7.2.2 暗管排水系统的布置应符合下列规定：

1 吸水管（田间末级排水暗管）应有足够的吸聚地下水能力，其管线平面布置宜相互平行，与地下水流动方向的夹角不宜小于40°。

2 集水管（或明沟）宜顺地面坡向布置，与吸水管管线夹角不应小于30°，且集排

水利规范科技

通畅。

3 各级排水暗管的首端与相应上一级灌溉渠道的距离不宜小于3m。

4 吸水管长度超过200m或集水管长度超过300m时宜设检查井。集水管穿越道路或渠、沟的两侧应设置检查井。集水管纵坡变化处或集水管与吸水管连接处也应设置检查井。检查井间距不宜小于50m，井径不宜小于80cm，井的上一级管底应高于下一级管顶10cm，井内应预留30～50cm的沉沙深度。明式检查井顶部应加盖保护，暗式检查井顶部覆土厚度不宜小于50cm。

5 水稻区和水旱轮作区的吸水管或集水管（或明沟）出口处，宜设置排水控制口门。吸水管出口可逐条设置，也可按田块多条集中设置。

6 暗管排水进入明沟处应采取防冲措施。

7 暗管排水系统的出口宜采用自排方式。排水出口受承泄区或排水沟水位顶托时，应设置涵闸抢排或设泵站提排。

8 暗管可与浅密明沟或鼠道结合布置，构成复合式排水网络。

7.2.3 排水暗管埋深与间距的确定，应符合下列规定：

1 吸水管埋深应采用允许排水历时内要求达到的地下水位埋深与剩余水头之和，剩余水头值可取0.2m左右。季节性冻土地区，还应满足防止管道冻裂的要求。

2 吸水管间距宜通过田间试验确定，也可按附录K所列公式进行计算，经综合分析确定。无试验资料时，可按表7.2.3确定。

表7.2.3 吸水管埋深和间距 （m）

吸水管埋深	吸水管间距		
	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土、沙壤土
0.8～1.3	10～20	20～30	30～50
1.3～1.5	20～30	30～50	50～70
1.5～1.8	30～50	50～70	70～100
1.8～2.3	50～70	70～100	100～150

3 集水管埋深应低于集水管与吸水管连接处的吸水管埋深10～20cm，间距应根据灌溉排水系统平面布置的要求确定。

7.2.4 排水暗管的设计流量可按公式（7.2.4）计算确定。

$$Q = CqA \tag{7.2.4}$$

式中 Q——排水暗管设计流量（m^3/d）；

C——排水流量折减系数，可从表7.2.4查得；

q——地下水排水强度（m/d），取值见附录L；

A——排水暗管控制面积（m^2）。

7.2.5 吸水管和集水管的内径可分别按公式（7.2.5-1）和公式（7.2.5-2）计算确定。

$$d_1 = 2(nQ/\alpha\sqrt{3i})^{3/8} \tag{7.2.5-1}$$

$$d_2 = 2(nQ/\alpha\sqrt{i})^{3/8} \tag{7.2.5-2}$$

式中 d_1——吸水管内径（m）；

d_2——集水管内径（m）；

n——管的内壁糙率，可从表7.2.5-1查得；

α——与管内水的充盈度α有关的系数，可从表7.2.5-2查得；

i——管的水力比降，可采用管线的比降。

表 7.2.4 排水流量折减系数

排水控制面积（hm^2）	<16	16～50	50～100	>100～200
排水流量折减系数	1.00	1.00～0.85	0.85～0.75	<0.75～0.65

表 7.2.5-1 排水管内壁糙率

排水管类别	陶土管	混凝土管	光壁塑料管	波纹塑料管
内壁糙率	0.014	0.013	0.011	0.016

表 7.2.5-2 系数 α 和 β

a	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
α	1.330	1.497	1.657	1.805	1.934
β	0.425	0.436	0.444	0.450	0.452

注：管内水的充盈度 a 为管内水深与管的内径之比值。管道设计时，可根据管的内径 d 值选取充盈度 a 值；当 $d<100$mm 时，取 $a=0.6$；当 $d=100\sim200$mm 时，取 $a=0.65\sim0.75$；当 $d>200$mm 时，取 $a=0.8$。

7.2.6 圆形吸水管或集水管平均流速可按公式（7.2.6）计算确定。

$$V=\frac{\beta}{n}\left(\frac{d}{2}\right)^{2/3}i^{1/2} \tag{7.2.6}$$

式中 V——圆形吸水管或集水管平均流速（m/s）；

β——与管内水的充盈度 a 有关的系数，可从本规范表 7.2.5-2 查得。

7.2.7 排水管道的比降 i 应满足管内最小流速不低于 0.3m/s 的要求。管内径 $d\leqslant100$mm 时，i 可取 1/300～1/600；$d>100$mm 时，i 可取 1/1000～1/1500。地形平坦地区吸水管首末端高差不宜大于 0.4m，如比降不符合上述规定时，可适当缩短吸水管长度。

7.2.8 吸水管实际选用的内径不得小于 50mm，集水管实际选用的内径不得小于 80mm。吸水管宜采用同一内径，集水管可根据汇流情况分段采用不同内径。

7.2.9 非圆形吸水管或集水管可按其断面积折算成圆形，实际采用的非圆形断面积应分别为折算断面积的 1.5 倍和 1.3 倍左右，并据此进行水力计算。

7.2.10 吸水管周围应设置外包滤料，其设计应符合下列规定：

1 外包滤料的渗透系数应比周围土壤大 10 倍以上。

2 外包滤料宜就地取材，选用耐酸、耐碱、不易腐烂、对农作物无害、不污染环境、方便施工的透水材料。

3 外包滤料的厚度可根据当地实践经验选取。散铺外包滤料的压实厚度，在土壤淤积倾向较重的地区，不宜小于 8cm；在土壤淤积倾向较轻的地区，宜为 4～6cm；在土壤无淤积倾向的地区，可小于 4cm。

注：土壤的淤积倾向可用粘粒含量与粉粒加细沙粒含量的比值 R_g 作为判别指标。$R_g\geqslant0.6$ 时，无淤积倾向；$R_g=0.5$ 左右时，淤积倾向较轻；$R_g<0.4$ 时，淤积倾向较重。

4 散铺外包滤料的粒径级配可根据土壤有效粒径 d_{60} 按照表 7.2.10 的规定确定。

5 各种化纤外包滤料的厚度和滤水防沙性能应通过试验确定。作为排水暗管外包滤料的土工织物，可先按公式（7.2.10）进行初步选择，再通过试验确定。

$$O_{90}/d_{85}\approx4 \tag{7.2.10}$$

表 7.2.10 土壤有效粒径与外包滤料粒径级配关系

土壤有效粒径 d_{60}（mm）	外包滤料粒径级配 d'_n（粒径，mm）					
	$d'_{\ }$	d'_5	d'_{10}	d'_{30}	d'_{60}	d'_{100}
0.02～0.05	0.074～0.590	0.30	0.33～2.50	0.81～8.70	2.00～10.00	9.52～38.10
0.05～0.10	0.074～0.590	0.30	0.38～3.00	1.07～10.40	3.00～12.00	9.52～38.10
0.10～0.25	0.074～0.590	0.30	0.40～3.80	1.30～13.10	4.00～15.00	9.52～38.10
0.25～1.00	0.074～0.590	0.30	0.42～5.00	1.45～17.30	5.00～20.00	9.52～38.10

注：土壤有效粒径为土壤粒径级配曲线上相应于过筛累计百分数为60%的土壤粒径，外包滤料粒径 d_n 为外包滤料级配曲线上相应于过筛累计百分数为 n%的滤料粒径。

式中 O_{90}——土工织物的有效孔径（mm），即在土工织物孔径分布曲线上小于该孔径累计百分数为90%的土工织物孔径；

d_{85}——在土壤粒径级配曲线上，相应于过筛累计百分数为85%的土壤粒径（mm）。

7.2.11 鼠道宜用于不含砾石的粘土或重、中壤土中，且应具备地面排水系统完整，田面基本平整，田间有机耕道路等条件的地区。

7.2.12 鼠道设计应符合下列规定：

1 鼠道断面宜为圆形或椭圆形，孔径5～10cm。

2 鼠道长度应由田块长度或宽度确定。

3 鼠道深度可根据农作物类别、土质和鼠道犁成孔所能达到的深度等条件确定，宜为40～70cm。地表以下有犁底层时，应将鼠道置于犁底层以下。

4 鼠道间距可根据鼠道深度、土质和排渍水量等因素选定，也可按表7.2.12确定。

表 7.2.12 鼠道深度和间距 （m）

鼠道深度	鼠道间距		
	粘土	重壤土、中壤土	轻壤土、沙壤土
0.40～0.50	2～3	3～4	4～5
0.50～0.70	3～4	4～5	5～6
0.70～1.00	4～5	5～6	6～7

5 单层鼠道可相互平行或按网格形布设，双层鼠道可平行或交叉布设。

6 仅用于一季旱作物的临时鼠道，可在田头开挖浅明沟，集中排入集水沟。

7 水稻区或水旱轮作区多年使用的鼠道，可在田头设横向连通暗管，集中排入集水沟。鼠道与暗管连通处宜设滤层。

8 在轻沙壤土地区设置鼠道时应采用固壁措施。

8 田 间 工 程

8.1 典 型 设 计

8.1.1 灌区应根据灌排分区制定田间工程典型设计。每一分区应提出1～2个典型设计，每一个典型设计应覆盖1～2个独立的配水系统。典型设计总面积不应小于灌区总面积的5%。

8.1.2 田间工程典型设计应包括灌排渠沟布置，纵、横断面设计，建筑物选配，灌水沟畦与格田布置，土地平整及工程量计算等。

8.1.3 典型设计平面布置图比例尺可采用1/1000～1/5000。

8.2 灌水沟畦与格田

8.2.1 灌水沟畦要素宜通过分区专门试验或采用试验与理论计算相结合的方法确定，也可根据当地或邻近地区的实践经验确定。

8.2.2 旱作灌水沟的长度、比降和入沟流量可按表8.2.2确定。灌水沟间距应与采取的沟灌作物行距一致。

表8.2.2 灌水沟要素

土壤透水性(m/h)	沟长(m)	沟底比降	入沟流量(L/s)
强(>0.15)	50～100	>1/200	0.7～1.0
	40～60	1/200～1/500	0.7～1.0
	30～40	<1/500	1.0～1.5
中(0.10～0.15)	70～100	>1/200	0.4～0.6
	60～90	1/200～1/500	0.6～0.8
	40～80	<1/500	0.8～1
弱(<0.10)	90～150	>1/200	0.2～0.4
	80～100	1/200～1/500	0.3～0.5
	60～80	<1/500	0.4～0.6

表8.2.3 灌水畦要素

土壤透水性(m/h)	畦长(m)	畦田比降	单宽流量(L/s)
强(>0.15)	60～100	>1/200	3～6
	50～60	1/200～1/500	5～6
	40～60	<1/500	5～8
中(0.10～0.15)	80～120	>1/200	3～5
	70～100	1/200～1/500	3～6
	50～70	<1/500	5～7
弱(<0.10)	100～150	>1/200	3～4
	80～100	1/200～1/500	3～4
	70～90	<1/500	4～5

8.2.3 旱作灌水畦长度、比降和单宽流量可按表8.2.3确定。畦田不应有横坡，宽度应为农业机具宽度的整倍数，且不宜大于4m。

8.2.4 采用长畦分段灌、间歇灌或水平畦灌时，灌水沟畦要素应通过试验或采用试验与理论计算相结合的方法确定。

8.2.5 采用试验或试验与理论计算相结合的方法评定沟畦灌水质量时，宜按公式(8.2.5-1)～(8.2.5-3)分别计算田间水利用系数、灌水供需比、灌水均匀系数。田间水利用系数应达到0.90以上，灌水供需比和灌水均匀系数应达到0.85以上。

$$\eta_f = W_s / W_f \tag{8.2.5-1}$$

$$E_s = W_s / W_n \tag{8.2.5-2}$$

$$C_u = 1 - \Delta\overline{Z}/\overline{Z} \tag{8.2.5-3}$$

式中 η_f——田间水利用系数；

W_s——灌后储存在土壤计划湿润层中的水量(m^3)；

W_f——灌入田间的水量(m^3)；

E_s——灌水供需比；

W_n——灌前土壤计划湿润层所需要的水量(m^3)；

C_u——灌水均匀系数；

$\Delta\overline{Z}$——灌后沿沟畦测点土壤实际蓄水深度与平均储水深度的差值(m)；

$\overline{Z}$——灌后土壤平均储水深度(m)。

8.2.6 平原水稻灌区格田的长度宜取60～120m，宽度宜取20～40m；山区、丘陵区水稻

灌区可根据地形、土地平整及耕作条件等适当调整。

8.2.7 北方平原旱作灌区宜以末级固定渠道控制范围作为土地平整的基本单元；水稻灌区和稻麦轮作灌区宜以格田作为土地平整的基本单元。土地平整精度应符合灌水沟畦对坡度的要求，格田田面高差应小于±3cm。

8.2.8 地形复杂和平整地块面积较大时，宜采用方格网法进行土地平整设计；地形极为复杂、高低悬殊较大时，宜对多个土地平整基本单元进行统一设计。

8.3 田间渠道与排水沟

8.3.1 平原地区斗渠、斗沟以下各级渠沟宜相互垂直。斗渠长度宜为1000～3000m，间距宜为400～800m；末级固定渠道（农渠）长度宜为400～800m，间距宜为100～200m，并应与农机具宽度相适应。

8.3.2 末级固定渠道与排水沟(农沟)可根据地形条件采用平行相间布置或平行相邻布置。地形复杂地区可因地制宜布设。

8.3.3 旱作区临时渠道与排水沟可采用纵向或横向布置。灌水沟畦坡度小于1/400时，宜选用横向布置；大于1/400时，宜选用纵向布置。

8.3.4 水稻区的格田长边宜沿等高线布置。每块格田均应在渠沟上设置进排水口。如受地形条件限制必须布置串灌串排格田时，其串联数量不得超过三块。

8.3.5 斗渠、农渠宜防渗衬砌。渠道上配水、灌水、量水和交通等建筑物，以及斗沟、农沟上的交通和控制建筑物，应配备齐全。

8.4 田间道路与林带

8.4.1 田间道路与林带的布置应与灌排渠沟相结合，其结合形式可因地制宜选用。

8.4.2 田间道路宜为单车道。人力车道或畜力车道路面宽1～2m，机动车道路面宽2～3m。路面宜高出地面0.2～0.4m。

8.4.3 斗渠、农渠外坡及田间道路旁宜两侧或一侧植树1～2行。

8.4.4 风沙地区农田防护林带应按国家现行有关标准的规定，结合灌排渠沟布置进行布设。

8.4.5 林带与铁路路基和高压电线的安全距离，以及树冠与通信线的垂直距离应符合国家现行有关标准的规定。

9 灌排建筑物

9.1 一般规定

9.1.1 灌排建筑物的位置应根据工程规模、作用、运行特点和灌区总体布置的要求，选在地形条件适宜和地质条件良好的地点。

9.1.2 灌排建筑物的布置应满足灌排系统水位、流量、泥沙处理、施工、运行、管理的要求和适应交通、航运和群众生产、生活的需要，并宜采用联合建筑的形式。

9.1.3 灌排建筑物的结构型式应根据工程特点、作用和运行要求，结合建筑材料来源和施工条件等因地制宜选定。

9.1.4 4、5级灌排建筑物设计可采用与当地实际情况相适应的定型设计，有条件时宜采用装配式结构。

9.1.5 灌溉建筑物应按设计流量设计，按加大流量验算；排水建筑物可只按设计流量设计。

9.1.6 作用于灌排建筑物的荷载一般包括结构自重、水重、土重、内外水压力、土压力、温度变化及混凝土收缩引起的应力、地震作用等，水闸、倒虹吸、涵洞还应计及基底扬压力，渡槽还应计及风压力、漂浮物的撞击力等，隧洞还应计及围岩压力、灌浆压力等，陡坡还应计及水流脉动压力和拖曳力等。荷载组合应根据灌排建筑物的运行条件、施工阶段的实际情况及各种荷载同时作用的实际可能性划分为基本组合和特殊组合，但地震荷载不应与其它特殊荷载组合。

9.1.7 灌排建筑物的设计除应符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。

9.2 水 闸

9.2.1 在灌溉渠道轮灌组分界处或渠道断面变化较大的地点应设节制闸；在临近分水闸或泄水闸的渠道下游，可根据需要设节制闸。

在分水渠道的进口处应设分水闸。

在渠道流经的重要城镇、工矿区或重要建筑物的上游，在傍山（塬边）渠道有排泄坡水任务的地段，以及当干渠上泄水区段超过一定长度时，均应设泄水闸。

在干、支渠末端应设退水闸。

在排水沟出口段应设排水闸。

9.2.2 节制闸设计应符合下列规定：

1 闸室结构宜采用开敞式。

2 闸底槛槛顶宜与渠底齐平或稍高于渠底。

3 闸孔设计过水断面积宜与渠道过水断面积相适应。

4 闸孔数较少时宜选用奇数孔。

5 有通航要求时，可设通航孔。

9.2.3 分水闸设计应符合下列规定：

1 单股分水闸的分水角宜取60°～90°，双股分水闸的分水角宜对称相等，多股分水闸的分水角可因地制宜确定。

2 闸室结构可采用开敞式或封闭式。

3 闸室进口不应凸入上级渠道。

4 闸前设计水位宜按分水比例，采用比上级渠道设计流量相应水位略低的水位。

5 闸底槛槛顶宜与上级渠底齐平或稍高于上级渠底，多泥沙渠道上应高于上级渠底。

9.2.4 泄水闸设计应符合下列规定：

1 闸的中心线与渠道中心线的夹角宜取60°～90°。

水滴水利科技

2 闸室结构可采用开敞式或封闭式。

3 附近设节制闸的，闸底槛槛顶宜与渠底齐平；多泥沙渠道上的，闸底槛槛顶和闸前一段渠底均可适当降低。

4 附近不设节制闸的，闸底槛槛顶宜低于渠底，闸前一段渠底可降低成跌塘，必要时可在跌塘前设整流栅和导流墩，跌塘侧向下游渠道的连接段护砌长度不应小于下游水深的3倍。

5 采用溢流侧堰泄水时宜采用实用堰，堰顶宜与渠道加大流量的相应水位齐平；有特殊要求时可降低堰顶高程，增设自动闸门或橡胶坝。

9.2.5 退（排）水闸设计应符合下列规定：

1 闸的中心线宜与渠道（排水沟）中心线重合。

2 闸室结构宜采用开敞式。

3 闸底槛槛顶宜与渠道（排水沟）底齐平或稍低于渠道（排水沟）底。

4 闸孔设计过水断面积宜与渠道（排水沟）过水断面积相适应。

9.2.6 节制闸、分水闸、泄水闸、退（排）水闸均应设消能防冲设施。

9.3 渡 槽

9.3.1 渠道跨越河流、渠沟、洼地、道路，采用其它类型建筑物不适宜时，可选用渡槽。

9.3.2 渡槽轴线应短而直，进、出口应与上、下游渠道平顺连接。

9.3.3 渡槽进、出口应设渐变段，渐变段长度可分别取渠道与渡槽水面宽度差值的1.5～2倍和2.5～3倍。

1、2级渡槽的进、出口渐变段布置，宜通过水工模型试验确定。

9.3.4 1～3级渡槽进口前的渠道一侧，应设泄水闸或溢流堰。

9.3.5 渡槽槽身横断面宜采用矩形或U形。梁式渡槽满槽时槽内水深与水面宽度的比值：矩形断面可取用0.6～0.8；U形断面可取用0.7～0.9；拱式渡槽可适当减小。槽身过水断面的平均流速宜控制为1.0～2.0m/s；有通航要求的不宜超过1.5m/s。

9.3.6 渡槽过水能力及总水头损失可按附录M所列公式计算。通过加大流量时，进槽水位允许壅高值可取进槽水深的1%～3%。

9.3.7 矩形断面渡槽槽身顶部超高可取槽内水深的1/12加5cm；U形断面渡槽可取槽身直径的1/10；有通航要求的，应符合航运部门的规定。

9.3.8 现浇钢筋混凝土渡槽槽身应根据其纵向支承型式分节。在渡槽槽身与上、下游渠道连接处，梁式渡槽各节之间和拱式渡槽各跨槽墩（台）顶部，均应设伸缩缝。梁式渡槽槽身伸缩缝的间距宜取8～20m，拱式渡槽槽身伸缩缝应根据其跨度大小设在拱顶、三分点（或1/4拱跨）处。伸缩缝内应设防渗止水。止水型式可选用埋入式、压板式或套环式。

9.3.9 渡槽的支承结构可根据地形、地质、跨度、高度、当地材料和施工条件等，选用墩式、排架式、拱式、悬吊式或斜拉式。选用拱式支承结构时，主拱圈跨度宜取30～40m，矢跨比宜取1/3～1/8，宽跨比不宜小于1/20。

9.3.10 渡槽与公路桥结合时，槽身布置应满足公路交通的要求；渡槽跨越通航河流、公路或铁路时，槽下净空应满足航运和交通的要求。

灌溉排水技术

9.3.11 渡槽可根据地质条件、上部荷载、水流冲刷影响等，选用刚性基础、柔性基础、桩基础或沉井基础。在有水流冲刷的情况下，1～3级渡槽基础底面应埋设在设计洪水冲刷线2m以下。

9.4 倒 虹 吸

9.4.1 渠道穿越河流、渠沟、洼地、道路，采用其它类型建筑物不适宜时，可选用倒虹吸。

9.4.2 倒虹吸宜设在地形较缓处，应避免通过可能产生滑坡、崩塌及其它地质条件不良的地段。

9.4.3 倒虹吸轴线在平面上的投影宜为直线，并宜与河流、渠沟、道路中心线正交，进、出口应与上、下游渠道平顺连接。

9.4.4 倒虹吸进、出口应设渐变段，其长度可分别取上、下游渠道设计水深的3～5倍和4～6倍。1～3级倒虹吸进口渐变段宜为封闭式，出口应设闸门控制，出口渐变段可结合设置消力池，其下游渠道应护砌3～5m长度。

9.4.5 1～3级倒虹吸进口前的渠道一侧，应设泄水闸或溢流堰。

9.4.6 倒虹吸可根据地形、地质条件和穿越河流、渠沟、道路的具体情况等，选用地埋式或桥式。地埋式倒虹吸应埋入地面以下0.5～0.8m；穿越河流时，应埋入设计洪水冲刷线0.5m以下；穿越渠沟、道路时，应埋入渠沟底面或道路路面以下1m；寒冷地区和严寒地区应埋入冻土层以下0.5m。桥式倒虹吸的桥下净空和桥面，必要时应满足行洪、通航和车辆通行的要求。

9.4.7 倒虹吸横断面宜采用圆形，流量大、水头低时，也可采用矩形。

9.4.8 倒虹吸可根据流量、水头、建筑材料及施工条件等，选用混凝土管、钢筋混凝土管、钢套筒混凝土管、玻璃钢管或钢管。高差较大或管段较长的情况下，也可分段采用不同管材。管壁厚度应根据水头、管径及管材许可应力等计算确定。

9.4.9 倒虹吸通过设计流量时，断面平均流速应根据上、下游允许水头损失，水流含沙量及其颗粒组成，以及防止管内产生淤积等因素确定，且宜控制在1.5～2.5m/s。

9.4.10 倒虹吸过水能力及总水头损失可按附录N所列公式计算。

9.4.11 现浇钢筋混凝土倒虹吸的分节应根据地基、施工、温度等条件确定。各节之间以及首、末节与进、出口连接处应设伸缩沉降缝，土基上缝距宜取15～20m，岩基上缝距可取10～15m，缝内应设防渗止水。

9.4.12 1～3级地埋式倒虹吸应采用混凝土或砌石刚性管座，其包角可取90°～135°；4、5级倒虹吸可采用分层夯实的碎石、三合土或素土管床。

9.4.13 倒虹吸进口段应设闸门和拦污、拦沙设施，闸门后应设通气孔（管）。倒虹吸转折处和最低处，应分别设排气阀和排污孔；每隔200～300m应设检修孔，必要时出口应设沉沙、冲沙设施。

9.5 涵 洞

9.5.1 填方渠道跨越沟溪、洼地、道路、渠道或穿越填方道路时，可在渠下或路下设置涵洞。

9.5.2 涵洞轴线宜短而直，并宜与沟溪、道路中心线正交，进、出口应与上、下游渠道平顺连接。

9.5.3 涵洞进、出口应以圆锥形护坡、扭曲面护坡、八字墙、曲线形翼墙或走廊式翼墙与上、下游渠道连接。出口流速过大时，应有消能防冲设施。

9.5.4 涵洞横断面可采用圆形或矩形。明流涵洞或交通涵洞的横断面宜采用拱形。

9.5.5 涵洞可根据水头、建筑材料及施工条件等，选用混凝土或钢筋混凝土管涵，也可采用钢筋混凝土矩形涵、箱涵或混凝土、砌石拱涵。圆形管涵直径宜取0.8～1.5m；矩形涵、箱涵跨径宜取2～3m；拱涵矢跨比宜取1/2～1/8。

9.5.6 明流管涵、拱涵水面以上的净空高度不应小于洞高的1/4，箱涵不应小于洞高的1/6。

9.5.7 涵洞的过水能力可按附录P所列公式计算。

9.5.8 涵洞顶部填土厚度不应小于1m，上部为衬砌渠道时不应小于0.5m。

9.5.9 软土地基上涵洞的分节应根据施工、温度等条件确定。各节之间以及首、末节与进、出口连接处应设伸缩沉降缝，缝距不宜大于10m，且不宜小于洞高的2倍，缝内应设防渗止水。

9.5.10 管涵应设混凝土或砌石管座，其包角可取90°～135°；4、5级管涵可直接置于弧形土基或碎石、三合土垫层上。矩形涵、箱涵或拱涵，地基土压缩性较小时，可采用分层夯实的素土或三合土基床；地基为软土时，也可采用砂或碎石垫层。

9.5.11 涵洞有控制灌排水位或挡御外水要求时，应在进口或出口设置闸门。

9.5.12 交通涵洞的跨径和净空高度应满足车辆通行的要求，且应与道路等级相适应。

9.6 隧 洞

9.6.1 1～3级渠道傍山岭（塬）布置长度超过直穿山岭（塬）5倍，且山岭（塬）地质条件较好时，经技术经济比较可选用隧洞。

9.6.2 隧洞宜选在沿线地质构造简单、岩体坚硬完整、上覆岩土层厚度大、水文地质条件有利及施工方便的地区。进、出口洞脸应避免设在可能产生山崩、滑坡及其它地质条件不良的地段。

9.6.3 隧洞轴线宜短而直。必须布置转弯段时，转弯段弯曲半径不得小于5倍洞径（或洞宽），转角不宜大于60°。转弯段两端应设置长度不小于5倍洞径（或洞宽）的直线段。

9.6.4 灌溉隧洞纵剖面宜采用低流速、洞内不产生水跃的无压隧洞布置型式，洞底纵向坡度宜缓，且缓于渠道纵坡。

9.6.5 灌溉隧洞进、出口宜设开敞式渐变段，并应与上、下游渠道平顺连接。出口渐变段可结合设置消力池。

9.6.6 地质条件较好时灌溉隧洞横断面形状宜采用圆拱直墙式，圆拱中心角为90°～180°；地质条件较差时可采用圆形或马蹄形；洞顶岩层很不稳定时，宜采用高拱形。各种形状横断面的高宽比宜为1～1.5。对洞身较长、地质条件差异较大的隧洞，可根据具体地质情况分段采用不同的横断面形状或衬砌型式。不同横断面之间或不同型式衬砌之间应平顺连接。

9.6.7 灌溉隧洞横断面尺寸应根据进、出口高程和设计（加大）流量计算确定。初拟横断

农业出版社

面尺寸时，可按公式（9.6.7-1）或（9.6.7-2）估算，但圆形断面内径不宜小于1.8m；非圆形断面高度不宜小于1.8m，宽度不宜小于1.5m。

圆形断面 $$D=(nQ/0.284\sqrt{i})^{3/8}$$ (9.6.7-1)

非圆形断面 $$B=(nQ/0.336\sqrt{i})^{3/8}$$ (9.6.7-2)

式中 D——圆形断面内径（m）；

n——隧洞洞壁糙率；

Q——隧洞设计（加大）流量（m^3/s）；

i——隧洞洞底坡降；

B——非圆形断面宽度（m）。

9.6.8 恒定流条件下，衬砌隧洞洞内水面线以上的空间不宜小于隧洞横断面面积的15%，净空高度不宜小于40cm；非恒定流条件下，上述数值可适当减小；不衬砌隧洞，上述数值宜适当加大。

9.6.9 开敞式进口的灌溉隧洞，过水能力可按附录P所列无压力流计算公式计算；深式短管进口的灌溉隧洞，过水能力可按附录P所列压力流计算公式计算。洞内水面线可采用分段求和法或其它方法计算。

1、2级灌溉隧洞的水流条件，应通过水工模型试验验证。

9.6.10 灌溉隧洞应根据围岩条件、防渗要求、运行特点和工程重要性确定是否衬砌。围岩坚硬完整、抗风化能力强、抗渗透性能好时，经技术经济分析可不衬砌，但隧洞开挖应采用光面爆破的施工方法。必须衬砌时应符合下列规定：

1 围岩较坚硬完整，但抗风化能力和抗渗性能均较差时，可采用光面爆破加锚喷衬护；低水头的4、5级灌溉隧洞，也可采用光面爆破加砌石衬砌。

2 围岩整体稳定性较好，但抗渗性能较差时，可采用混凝土衬砌；若采用混凝土衬砌不能满足强度、抗裂或限裂要求时，应采用钢筋混凝土衬砌。

3 围岩整体稳定性和抗渗性能均差时，可采用锚喷与混凝土或钢筋混凝土组合式衬砌。

4 隧洞沿线各段围岩条件和抗渗性能均不同时，可分段采用不同的衬砌型式。

9.6.11 混凝土或钢筋混凝土衬砌的隧洞，混凝土强度等级不应低于C15。锚喷衬护的隧洞，喷混凝土强度等级不应低于C20。

9.6.12 混凝土或钢筋混凝土衬砌的隧洞，应根据围岩地质条件以及洞身和井、洞交会等情况分段，在各段之间应设伸缩缝，缝内应设防渗止水。对围岩地质条件较均一的洞身段，可只设置施工缝。

9.6.13 衬砌隧洞顶部必须进行回填灌浆，灌浆范围、孔距、排距、灌浆压力等，应根据衬砌结构型式、隧洞运用条件及施工方法等分析确定。

围岩是否需要进行固结灌浆，应根据围岩的整体性和隧洞运用条件等确定。

9.6.14 衬砌隧洞应设排水孔、孔距、排距、孔深等应根据围岩水文地质条件分析确定。

9.6.15 不衬砌隧洞、锚喷衬护和砌石衬砌的隧洞，洞顶上覆岩土层厚度小于内水压力水头或傍山岭（塬）临空侧围岩厚度小于1.5倍内水压力水头时，应在相应部位采取必要的防渗措施。

水利标准

9.7 跌水与陡坡

9.7.1 渠道（排水沟）经过陡峻的地段时，可设置跌水或陡坡。

9.7.2 跌水或陡坡的型式应根据跌差和地形、地质等条件确定。跌差小于或等于5m时，可采用单级跌水或单级陡坡；跌差大于5m，采用单级跌水或单级陡坡不经济时，可采用多级跌水或多级陡坡。

9.7.3 跌口前应设与上游渠道（排水沟）连接的收缩段或扩散段，其长度 L_c 应根据上游渠道（排水沟）底宽 B 和水深 h 的比值确定。B/h 小于2时，L_c 可取 $2.5h$；B/h 等于2～2.5时，L_c 可取 $3h$；B/h 大于2.5时，L_c 可取 $3.5h$。收缩段或扩散段底部边线与渠道（排水沟）中心线的夹角不宜大于45°。

9.7.4 跌口可采用矩形、梯形或台堰形。渠道流量变化很小或必须设闸门控制时，可采用矩形跌口，清水渠道上也可采用台堰形跌口；渠道流量变化较大或变化较频繁时，宜采用梯形跌口。跌水墙宜采用重力式。

跌水消力池横断面可采用矩形、梯形或折线形。

9.7.5 单级跌水过水能力及消能可按附录Q所列公式计算。

9.7.6 多级跌水可按水面落差相等或台阶跌差相等的原则分级，每级高度不宜大于5m。

9.7.7 陡坡宜采用等底宽式；受地质或其它条件限制时，可采用陡槽末端底部扩散或收缩的变底宽式；跌差为2.5～5m、采用变底宽式陡坡消能效果不佳时，也可采用陡槽上段底部扩散、下段底部收缩的菱形陡坡。陡槽底部边墙角宜取5°～7°，收缩角宜取10°～15°。

9.7.8 陡槽槽底坡降可取1/2.5～1/5，但陡坡倾角必须小于或等于地基土壤的内摩擦角。

9.7.9 陡槽横断面宜采用矩形，陡槽边墙较高时可采用梯形。梯形横断面边坡坡度应陡于1∶1。

陡坡消力池可采用等底宽式或逐渐扩散的变底宽式，横断面可采用矩形、梯形或折线形。

9.7.10 单线等底宽陡坡的过水能力及消能可按附录Q的规定进行计算。

9.7.11 陡坡坡度较大、陡槽内流速大于10m/s时，陡槽边墙高度的确定应考虑掺气对水深的影响。陡槽内流速为10～20m/s时，掺气水深可按公式（9.7.11）估算。

$$h_a = \left(1 + \frac{V}{100}\right) h \tag{9.7.11}$$

式中 h_a——掺气水深（m）；

V——陡槽内流速（m/s）；

h——未计入掺气影响时的陡槽水深（m）。

9.7.12 陡槽应每隔5～20m设一道伸缩缝，伸缩缝处底板下应设齿墙，缝内应设防渗止水。

9.7.13 跌水消力池、陡坡陡槽和消力池的侧墙（边墙）后以及底板下有较大的渗透压力时，在底板下和侧墙（边墙）的后半部位均应设排水设施。

9.7.14 跌水与陡坡的消力池出口处均应设1∶3～1∶5的仰坡，并采用连接段和整流段与下游渠道（排水沟）连接。连接段边墙的收缩角宜为20°～40°；整流段长度不应小于下游渠

道（排水沟）水深的3倍，其断面应与下游渠道（排水沟）断面一致。

9.8 量 水 设 施

9.8.1 灌溉渠道的引水、分水、泄水、退水处和排水沟出口处均应设量水设施，并宜与灌排建筑物结合布置。有条件时可采用自记量水设备。

9.8.2 万亩以上灌区的干渠、支渠和干沟、支沟，可利用直线段上的灌排建筑物量水，并设相应的测流设施。

9.8.3 5级渠道可根据流量、比降、水流含沙量等不同情况，选用三角形量水堰、梯形量水堰、量水喷嘴、巴歇尔量水槽、水跃量水槽或无喉道量水槽等。

9.8.4 灌溉管道量水装置（仪表）可根据需要与量测精度要求，选用分流式、孔板式、文丘里式、旋翼式、旋杯式、滑片式、超声波式或电磁式等。

10 喷灌和微灌系统

10.1 一 般 规 定

10.1.1 水资源紧缺或经济作物地区，应根据灌区水源、地形、土壤、作物和经济等条件，选用喷灌、微灌（包括微喷灌、滴灌）或其组合系统。

10.1.2 喷灌系统宜与农业适度规模经营协调一致。有条件时，喷灌、微灌系统可与乡镇供水相结合。

10.1.3 喷灌和微灌系统设计除应符合本规范第3、4章有关规定外，尚应分别符合现行国家标准《喷灌工程技术规范》GBJ 85和国家现行标准《微灌工程技术规范》SL 103的规定。

10.2 喷 灌 系 统

10.2.1 控制面积100hm^{2}以上的管道式喷灌系统，宜按输配水系统和用户系统两个层次分别进行设计。

10.2.2 管道式喷灌系统的用户系统设计应符合下列规定：

1 各用户系统的喷灌面积必须集中连片，且不宜小于5hm^2，系统内各点工作压力差应在喷头允许压差范围内。

2 用户系统配水点位置的确定，应有利于缩短输配水管网长度及田间喷灌设备的布置和运行。如用户系统范围内地形变化悬殊或面积超过20hm^2，也可设置多个配水点，形成多个用户系统。

3 配水点应设置调节流量、压力的给水栓和量测设备。根据给水栓控制面积的大小及所在位置，可设1～4个取水口。取水口的尺寸和供水流量应标准化、系列化。

4 喷灌支管应平行耕作方向布置。地形高差较大时，支管也可垂直等高线布置，必要时支管上各个喷头应按设计工作压力分别安装消能装置。

5 喷灌支管的流量、直径和长度，应由支管上任意两喷头工作压力差不大于设计工作

压力的20%，以及地块形状和喷头组合要求等因素确定。

6 用户系统范围内应实行轮灌。轮灌周期宜为5～10d，每天净喷灌时间不宜少于12h。应根据轮灌组数及支管布置要求，确定同时工作的支管条数。采用移动支管时，备用支管条数不得少于同时工作的支管条数。

7 轮灌编组应以避免支管以上管道流量过分集中，且各组管路沿程水头损失基本一致、并方便操作为原则。

8 用户系统设计流量应为同时工作的支管设计流量之和。支管设计流量应为喷头数与喷头额定流量的乘积。

9 用户系统配水点设计工作压力，可根据最不利轮灌组所需工作压力推算确定。

10.2.3 管道式喷灌系统的输配水系统设计应符合下列规定：

1 输配水系统可分为总干管、干管和分干管三级，形成树枝状管网。

2 输配水系统的布置，应连接每一个配水点，并使管道总长度最短。

3 输配水系统的设计流量、设计压力应满足全部用户系统设计流量和大部分用户系统设计压力的需要。少数用户系统需要压力较高，而提高整个输配水系统压力又不经济时，应另建增压泵站。

4 在随机用水的条件下，可控制同一等级取水口的平均开启率在75%左右，输配水系统各节点的设计流量可按公式（10.2.3-1）式计算。

$$Q = \sum_{i=1}^{k} n_i q_i p_i + U\sqrt{\sum_{i=1}^{k} n_i q_i^2 p_i p'_i} \qquad (10.2.3\text{-}1)$$

式中 Q——各节点设计流量（m^3/s）；

k——取水口等级的数目；

n_i——第 i 等级取水口的数目；

q_i——第 i 等级取水口的标准流量（m^3/s）；

p_i——第 i 等级取水口的平均开启率；

p'_i——第 i 等级取水口的不开启率；

U——正态分布函数中的自变量，可按管网设计流量保证率 p 由表10.2.3查得。

表10.2.3 管网设计流量保证率 p 与 U 的关系表

p(%)	70	80	85	90	95	99
U	0.525	0.842	1.033	1.282	1.648	2.370

5 输配水系统各管段直径应经技术经济比较确定，并可按沿程水头损失不变的原则，将同一管段设计成略大于和略小于计算管径的市售管径两段，按公式（10.2.3-2）计算大管径设计长度占全管段长度的比例。若大管径长度小于50m，全管段可采用小管径。

$$X = \frac{D^{-b} - D_2^{-b}}{D_1^{-b} - D_2^{-b}} \qquad (10.2.3\text{-}2)$$

式中 X——大管径设计长度占全管段长度的比例；

D——计算管径（mm）；

D_1——略大于计算管径的市售管径（mm）；

D_2——略小于计算管径的市售管径（mm）；

b——沿程水头损失中的管径指数。

6 大部分节点计算水压力与设计工作压力相差过多时，应调整管网首部设计工作压力。

万水知识科技

10.2.4 机组式喷灌系统的用户系统设计，除应符合第10.2.2条有关规定外，尚应符合下列要求：

1 配水点位置和控制面积的安排，应有利于连接管和喷灌机的布置和运行。

2 配水点设计流量、设计压力应满足工作机组的需要。同一用户系统提供的机组工作压力应基本一致。

3 中心支轴式喷灌机所造成的未喷地角，应进行补喷或加以利用。

4 井灌地区可利用机井作为配水点，直接向机组供水。

10.2.5 喷灌泵站宜具有随机用水条件下可自动调节管网流量、压力的功能，其设计应符合本规范第5.4节及国家现行有关标准的规定。

10.3 微 灌 系 统

10.3.1 微灌系统宜用于灌溉瓜果、蔬菜、茶叶、花卉、食用菌等经济作物，干旱缺水地区亦可用于大田灌溉。

10.3.2 严重干旱缺水地区，微灌系统应充分利用储水池、水窖设施，开发当地细小水源。

10.3.3 微灌系统设计应符合下列规定：

1 微灌用水必须经过净化处理，不得含有泥沙、杂草种子、鱼卵、藻类及其它有可能堵塞管道和灌水器的物质。

2 干、支管可按本规范第6.3节有关规定进行设计。支管布置应有利于毛管沿等高线、作物种植方向或果树行间设置。

3 微灌用户与喷灌用户共用同一输配水系统时，从输配水管路节点上引出的微灌用户系统，仍应由干管、支管、毛管组成，并应在干管首部设置水质净化装置。

4 由集中排列的多条毛管组成的微灌小区，应设阀门控制。微灌小区之间宜按轮灌进行设计。同一微灌小区内灌水器的平均流量应与各灌水器的设计流量基本一致，微灌均匀系数不应低于0.8。

11 环境监测与保护

11.1 环 境 监 测

11.1.1 灌区及受其影响的附近区域应设置环境监测网。监测网的布设应符合下列要求：

1 对所监测的环境因子的时空变化能起控制作用；

2 尽量与灌溉、排水观测项目共用；

3 在未受其影响的邻近地区，设有对比监测点。

11.1.2 环境监测应包括工程实施前的现状监测、施工期监测和工程建成后的运行期监测。

11.1.3 各时期环境监测项目、周期及频次应根据灌区规模、运行要求、环境特点和保护对象等因素确定。主要监测项目的监测内容应符合下列规定：

1 地表水主要监测化学、毒理学、细菌学等范畴的水质指标；

2 地下水主要监测水位、含盐量变化等指标；

万水灌溉科技

3 土壤主要监测耕作层土壤含盐量、土壤肥力等指标。

根据工程需要及环境特点，还可增加气候、水温、农业生态、水生生物、陆生生物、人群健康等监测项目。

11.1.4 各监测项目的测点布设及监测技术要求，应符合国家现行有关标准的规定。

11.2 灌溉水源保护

11.2.1 灌区用水应以保持江、河的合理流量和湖、库的适宜水位，维持水体的自然净化能力为原则。因水量调蓄造成江、河下游流量减少（甚至断流）或湖、库水位降落（甚至干涸）影响供水量和水质时，应提出补救措施。

11.2.2 兴建灌区工程影响原有水域水质时，应根据灌溉、土壤改良和其它用水部门对水质的要求，提出工程和非工程保护措施。

11.2.3 库、塘、渠、沟等水域岸边应保持天然植被，种植有经济价值并对水源有良好保护效果的乔木、灌木，建立水源保护区。

11.2.4 生活饮用水与灌溉用水同用一个水源时，水源区不得有污染源存在。

11.2.5 有污染源的地区，灌区取水工程应建在污染源上游，并应控制其取水量。

11.2.6 被污染的地表水应排入合适的承泄区。

11.2.7 未经处理的工业废水和生活污水不得排入河流取水点上游1000m至下游100m的水域内，该水域的沿岸农田不得使用剧毒及残留量大的农药。

11.2.8 地下水开采应遵循采补平衡的原则。已达到采补平衡的地区，没有水量增补措施，不得增加地下水的开采量。

11.2.9 开采具有多个含水层的地下水时，必须封闭水质不符合灌溉要求的含水层。不得开采已被污染的潜水或承压水。

11.2.10 地下水已过量开采的地区，有条件时应利用天然洼地、坑、塘、渠、沟或筑坝、建闸蓄水，进行渗水回补。回补后的地下水水质不应劣于回补前，地下水位埋深不宜小于2m。

11.3 工程环境保护

11.3.1 兴建灌区工程应对可能给环境带来的有利影响和不利影响进行分析预测，并对不利影响采取相应的保护措施。

11.3.2 兴建灌区工程应对被淹没或受影响的铁路、公路、管道、城镇、工矿企业、农村居民点及文物古迹等进行防护或迁移。

11.3.3 应根据工程规模及运用特点，结合环境保护及监测技术要求，确定工程环境保护区的范围，并提出保护区内土地征用、利用和管理方案。

12 附属工程设施

12.0.1 灌区运行调度、维修管理以及试验观测需要设置的附属工程设施，应与主体工程

同步设计。

附属工程设施应包括生产生活用房、试验站、通信系统和必需的交通运输工具等。

12.0.2 生产生活用房设置应符合下列要求：

1 灌区运行调度指挥中心，应设在管辖范围内位置适中、靠近城镇、通信迅速、交通便利的地方。

2 机具设备维修车间、物资材料仓库和试验站管理用房，可根据实际需要确定。

3 办公用房、职工宿舍和生活服务用房的建筑面积应按规定的人员编制定额核定，其建筑标准可参照当地普通公用建筑的标准确定。

4 施工用房宜与管理用房相结合。

12.0.3 试验站设置应符合下列要求：

1 应根据国家现行有关标准的规定，设置必要的试验室（场），配备必需的仪器仪表和交通运输工具等。

2 应根据试验任务确定试验场的位置和面积，并提出试验场的设计。

3 试验场应具有代表性，其位置不宜靠近河流、湖泊、铁路、公路和高大建筑物。试验田的边缘与障碍物的水平距离应大于障碍物高度的5倍。

4 试验场应有充足的水源和独立、完整的灌排系统。

12.0.4 通信系统的设置应符合下列要求：

1 通信系统的功能应包括：传输各种水文气象、工程运行的检测数据；传输管理部门对工程运行的各种控制、调度指令；重要设施运行状态的监控以及行政业务管理通信和对外联系等。

2 根据管理范围、信息量、精度要求，以及管理水平和资金等条件，可选用实线通信、载波通信或无线短波通信。

12.0.5 通信系统设计应符合下列要求：

1 传输必须迅速、准确、可靠，维修方便。

2 应保证灌区运行调度指挥中心与基层管理站和配水点以及上级主管部门和灌区各县、乡、村通信畅通，必要时量水点可配备报话机。

3 应配备正常通信线路中断时的备用通信设施。

4 中央控制室或总机交换台的位置宜接近负荷中心，其建筑面积和设备容量可按需要确定。

5 有线通信线路宜避免与铁路、公路、河流、电力线路交叉，且不宜穿越繁华市区。

6 除符合上述各款规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定，并设置必要的安全保护措施。

附录A 用彭曼法计算作物需水量

用彭曼法计算作物需水量，必须首先算出参照作物需水量（亦称参照需水量）。参照作

物需水量指土壤水分充足、地面完全覆盖、生长正常、高矮整齐的开阔（有200m以上的长度及宽度）矮草地（草高8～15cm）的需水量，它是各种气象条件影响作物需水量的综合指标。取得参照需水量数据后，按公式（A 1）计算作物需水量（以下各式中诸因素未用右下角标i，但均代表阶段内数值）：

$$ET = K_w \cdot K_c \cdot ET_0 \tag{A-1}$$

式中 ET——阶段日平均需水量（mm/d）；

ET_0——阶段日平均参照需水量（mm/d）；

K_w——土壤水分修正系数；

K_c——作物系数。

参照作物需水量按公式（A-2），即修正的彭曼公式计算：

$$ET_0 = \frac{\frac{P_0}{P}\frac{\Delta}{\gamma}R_n + E_a}{\frac{P_0}{P}\frac{\Delta}{\gamma} + 1} \tag{A-2}$$

式中 P_0——标准大气压，$P_0=1013.25$hPa；

P——计算地点平均气压（hPa）；

Δ——平均气温时饱和水汽压随温度的变率，$\Delta=de_a/dt$；

e_a——饱和水汽压（hPa）；

t——平均气温（℃）；

γ——湿度计常数，$\gamma=0.66$hPa/℃；

R_n——太阳净辐射，以所能蒸发的水层深度计（mm/d）；

E_a——干燥力（mm/d）。

P可根据计算地点高程及气温从气象图表中查得，或按公式（A-3）直接计算出P_0/P数值：

$$P_0/P = 10^{\frac{H}{10400(1+\frac{t}{273})}} \tag{A-3}$$

式中 H——计算地点海拔高程（m）；

t——阶段平均气温（℃）。

Δ可按公式（A-4）和式（A-5），即气象学中的马格奴斯公式计算，即：

$$\Delta = \frac{4683.11}{(273+t)^2}e_a \tag{A-4}$$

$$e_a = 6.1 \times 10^{7.45t/(273+t)} \tag{A-5}$$

R_n可按公式（A-6）计算：

$$R_n = 0.75R_a(a + b\frac{n}{N}) - \sigma T_k^4(0.56 - 0.079\sqrt{e_a}) \times (0.1 + 0.9\frac{n}{N}) \tag{A-6}$$

式中 R_a——大气顶层的太阳辐射（mm/d）；

n——实际日照时数（h/d）；

N——最大可能日照时数（h/d）；

σT_k^4——黑体辐射（mm/d）；

σ—— 斯蒂芬—博茨曼常数，可取 2×10^{-1}[mm/(℃^{4}·d)]；

T_k ——绝对温度，可取 $273+t$（℃）；

e_d——实际水汽压（hPa）；

a、b 计算净辐射的经验系数。

N 及 R_a 可根据当地的纬度及计算的月份从天文表中查得。

E_a 可按公式（A-7）计算：

$$E_a = 0.26(1 + Bu_2)(e_a - e_d) \tag{A-7}$$

式中 u_2—— 地面以上 2m 处的风速（m/s），其它高度的风速应换算为 2m 高处风速；

B——风速修正系数，在日最低气温平均值大于 5℃且日最高气温与日最低气温之差的平均值 Δt 大于 12℃时，$B=0.7\Delta t-0.265$；其余条件下，$B=0.54$。

当土壤含水率大于或等于临界含水率（毛管断裂含水率）时，$K_w=1$；小于临界含水率时，K_w 可按公式（A-8）计算：

$$K_w = \frac{\omega - \omega_p}{\omega_j - \omega_p} \tag{A-8}$$

式中 ω—— 阶段土壤平均含水率（占干土重%）；

ω_p ——凋萎系数（占干土重%）；

ω_j ——临界土壤含水率（占干土重%）。

K_c 可由当地或邻近灌溉试验站取得，或从作物需水量等值线图中查得，30 万亩以上灌区有条件时宜按公式（A-9）计算：

$$K_c = a' + b'LAI \tag{A-9}$$

式中 a'、b'——经验常数与系数，可取自当地或邻近灌溉试验站试验资料；

LAI——叶面积指数。

附录 B 用水量平衡法计算确定作物生育期灌溉制度

B.0.1 旱作物生育期灌水次数、灌水时间及灌水定额可按公式（B.0.1-1）和（B.0.1-2）计算：

$$\omega_2 = \omega_1 - \frac{ET - P_0 - W_k}{10^2\gamma H} \tag{B.0.1-1}$$

$$M = 10^2\gamma H(\omega_{max} - \omega_{min}) \tag{B.0.1-2}$$

式中 ω_2—— 时段（旬或候）末 H 深度土层内含水率（占干土重%）；

ω_1——时段初 H 深度土层内含水率（占干土重%）；

ET——时段内作物需水量（m^3/hm^2）；

P_0 ——时段内有效降水量（m^3/hm^2）；

W_k ——时段内地下水补给量（m^3/hm^2）；

γ ——H 深度内土壤平均容重（t/m^3）；

H——土壤计划湿润层深度（m）；

M——灌水定额（m^3/hm^2）；

ω_{max}——H 深度内土壤田间持水量，即允许土壤含水率上限（占干土重%）；

ω_{min}——H 深度内允许土壤含水率下限（占干土重%）。

按公式（B.0.1-1）计算时段末土壤含水率，可以播种时为起点，逐时段向后演算，直至 ω_2 下降到允许含水率下限时，即为灌水时间。按公式（B.0.1-2）计算灌水定额，灌水后以 $\omega_1=\omega_{max}$ 为新的起点，继续向后演算，直至收获时止，从而拟定出全生育期灌水次数、灌水时间及灌水定额。各次灌水定额之和为生育期灌溉定额，此结果宜与公式（3.1.5-2）计算结果相互验证后取用。

旱作物采用沟灌、畦灌时，灌水定额宜控制在 450～900m^3/hm^2。

B.0.2 计算确定水稻生育期灌溉制度，首先应通过调查或试验拟定水稻生育期内淹灌、湿润灌和晒田时间以及淹灌水深上下限，然后分别按不同条件，分时段进行演算。

淹灌条件下，水稻生育期某一阶段内灌水次数、灌水时间及灌水定额，可按公式（B.0.2）通过逐时段（日或候）的水量平衡演算拟定：

$$h_2 = h_1 + P - ET - F - C \tag{B.0.2}$$

式中 h_2——时段末田面水层深度（mm），不小于允许水深下限 h_{min}；

h_1——时段初田面水层深度（mm），不大于允许水深上限 h_{max}；

P——时段内降水量（mm）；

F——时段内稻田适宜渗漏量（mm）；

C——时段内稻田排水量（mm）。

按上式逐时段向后演算，至 h_2 下降到 h_{min} 时，即为灌水时间，灌水定额 $M=h_{max}-h_{min}$；h_2 超过 h_{max} 时，即为排水时间，排水量 $C=h_2-h_{max}$。灌水或排水后，以 $h_1=h_{max}$ 为新的起点，继续向后演算，直至阶段结束转入落干时为止，从而拟定出本阶段内灌水次数、灌水时间及灌水定额。

水稻湿润灌期间的灌水次数、灌水时间及灌水定额，可按公式（B.0.1-1）和公式（B.0.1-2）拟定，但 ω_{max} 应改为 H 深度土层内饱和含水率。

将淹灌与湿润灌各阶段灌水定额相加，即为水稻生育期灌溉定额，此结果宜与公式（3.1.5-5）计算结果相互验证后取用。

附录C 排涝模数计算

排涝模数主要与设计暴雨历时、强度和频率、排涝面积、排水区形状、地面坡度、植被条件和农作物组成、土壤性质、地下水埋深、河网和湖泊的调蓄能力、排水沟网分布情况和排水沟底比降等因素有关，可根据排水区的具体情况分别选用下列公式计算。

C.0.1 经验公式法。平原区设计排涝模数经验公式：

$$q = KR^mA^n \tag{C.0.1}$$

式中 q——设计排涝模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

R——设计暴雨产生的径流深（mm）；

A——设计控制的排水面积（km^2）；

K——综合系数（反映降雨历时、流域形状、排水沟网密度、沟底比降等因素）；

m——峰量指数（反映洪峰与洪量关系）；

n——递减指数（反映排涝模数与面积关系）。

K、m、n 应根据具体情况，经实地测验确定。

C.0.2 平均排除法。

1 平原区旱地设计排涝模数计算公式：

$$q_d = \frac{R}{86.4T} \tag{C.0.2-1}$$

式中 q_d——旱地设计排涝模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

T——排涝历时（d）。

2 平原区水田设计排涝模数计算公式：

$$q_w = \frac{P - h_1 - ET' - F}{86.4T} \tag{C.0.2-2}$$

式中 q_w——水田设计排涝模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

P——历时为 T 的设计暴雨量（mm）；

h_1——水田滞蓄水深（mm）；

ET'——历时为 T 的水田蒸发量（mm）；

F——历时为 T 的水田渗漏量（mm）。

3 平原区旱地和水田综合设计排涝模数计算公式：

$$q_p = \frac{q_d A_d + q_w A_w}{A_d + A_w} \tag{C.0.2-3}$$

式中 q_p——综合设计排涝模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

A_d——旱地面积（km^2）；

A_w——水田面积（km^2）。

4 圩区内无较大湖泊、洼地作承泄区时的设计排涝模数计算公式：

$$q_1 = \frac{PA - h_1 A_w - h_2 A_2 - h_3 A_3 - E_w A_1 - FA_w}{3.6TtA} \tag{C.0.2-4}$$

式中 q_1——泵站向外河机排的设计排涝模数 [$m^3/(s \cdot km^2)$]；

A——排水区总面积（km^2）；

h_2——河网、沟塘滞蓄水深（mm）；

A_2——河网、沟塘水面面积（km^2）；

h_3——旱地及非耕地的初损与稳渗量（mm）；

A_3——旱地及非耕地面积（km^2）；

E_w——历时为 T 的水面蒸发量（mm）；

A_1——河网、沟塘及水田面积（km^2）；

东方仿中科技

t——水泵在1d内的运转时间（h）。

5 圩区内有较大湖泊、洼地作承泄区时，自排区的设计排涝模数计算公式：

$$q_z=\frac{PA_z-h_1A_w-h_2A_2-h_3A_3-E_wA_1-FA_w}{86.4TA_z} \qquad \text{(C.0.2-5)}$$

式中 q_z——圩区内自排区的设计排涝模数［$m^3/(s\cdot km^2)$］；

A_z——圩区内自排区面积（km^2）。

6 圩区内有较大湖泊、洼地作承泄区时，抢排与排湖的机排设计排涝模数计算公式：

$$q_y=\frac{3.6Ttq_qA_q+86.4Tq_zA_z-h_qA_h}{3.6TtA} \qquad \text{(C.0.2-6)}$$

式中 q_y——泵站向外河抢排与排湖的机排设计排涝模数［$m^3/(s\cdot km^2)$］；

q_q——圩区内抢排区设计排涝模数［$m^3/(s\cdot km^2)$］，可按公式(C.0.2-4)计算，但式中 A 应改为 A_q；

A_q——圩区内抢排区面积（km^2）；

h_q——圩区内湖泊死水位至正常蓄水位之间的水深（mm）；

A_h——圩区内湖泊死水位至正常蓄水位之间的平均水面面积（km^2）。

附录D 泥沙沉降速度

表D 泥沙沉降速度 (mm/s)

泥沙粒径	水温(℃)			
(mm)	0	10	20	30
0.001	0.00037	0.00051	0.00067	0.00083
0.002	0.00152	0.00206	0.00271	0.00333
0.003	0.00341	0.00463	0.00601	0.00748
0.004	0.00604	0.00822	0.01070	0.01330
0.005	0.00946	0.01290	0.01670	0.02080
0.006	0.01360	0.01850	0.02400	0.02990
0.007	0.01850	0.02520	0.03270	0.04070
0.008	0.02420	0.03290	0.04260	0.05310
0.009	0.03060	0.04160	0.05400	0.06740
0.010	0.03790	0.05140	0.06670	0.08320
0.020	0.15200	0.20600	0.26700	0.33300
0.030	0.34100	0.46300	0.60100	0.74800
0.040	0.60400	0.82200	1.07000	1.33000
0.050	0.94600	1.29000	1.67000	2.08000
0.060	1.36000	1.85000	2.40000	3.17000
0.070	1.85000	2.52000	3.50000	4.05000
0.080	2.42000	3.41000	4.41000	5.13000
0.090	3.06000	4.19000	5.55000	6.18000
0.100	3.70000	4.97000	6.12000	7.35000
0.150	7.69000	9.90000	11.80000	13.70000

万水电力科技

续表 D

泥沙粒径 (mm)	水温（℃）			
	0	10	20	30
0.200	12.30000	15.30000	17.90000	20.50000
0.250	17.20000	21.00000	24.40000	27.50000
0.300	22.30000	26.70000	30.80000	34.40000
0.350	27.40000	32.80000	37.10000	41.40000
0.400	32.90000	38.70000	43.10000	48.60000
0.500	43.30000	50.60000	56.70000	61.90000
0.600	54.30000	62.60000	69.20000	75.00000
0.700	65.20000	74.20000	81.20000	88.50000
0.800	75.00000	85.50000	93.70000	102.00000
0.900	85.50000	96.00000	106.00000	114.00000
1.000	95.20000	107.00000	117.00000	125.00000
1.500	143.00000	160.00000	172.00000	177.00000
2.000	190.00000	205.00000	205.00000	205.00000
2.500	229.00000	229.00000	229.00000	229.00000
3.000	251.00000	251.00000	251.00000	251.00000
3.500	271.00000	271.00000	271.00000	271.00000
4.000	290.00000	290.00000	290.00000	290.00000
5.000	324.00000	324.00000	324.00000	324.00000
6.000	355.00000	355.00000	355.00000	355.00000
7.000	383.00000	383.00000	383.00000	383.00000
8.000	409.00000	409.00000	409.00000	409.00000
9.000	435.00000	435.00000	435.00000	435.00000
10.000	458.00000	458.00000	458.00000	458.00000
15.000	561.00000	561.00000	561.00000	561.00000
20.000	648.00000	648.00000	648.00000	648.00000

长水恒科技

附录 E 渠 床 糙 率

表 E-1 土 渠 糙 率

渠道流量（m^3/s）	渠 槽 特 征	灌溉渠道	泄（退）水渠道
>20	平整顺直，养护良好	0.0200	0.0225
	平整顺直，养护一般	0.0225	0.0250
	渠床多石，杂草丛生，养护较差	0.0250	0.0275
20～1	平整顺直，养护良好	0.0225	0.0250
	平整顺直，养护一般	0.0250	0.0275
	渠床多石，杂草丛生，养护较差	0.0275	0.0330
<1	渠床弯曲，养护一般	0.0250	0.0275
	支渠以下的固定渠道	0.0275	0.0300
	渠床多石、杂草丛生，养护较差	0.0300	0.0350

表 E-2 石 渠 糙 率

渠槽表面的特征	糙 率	渠槽表面的特征	糙 率
经过良好修整	0.0250	经过中等修整有凸出部分	0.0330
经过中等修整无凸出部分	0.0300	未经修整有凸出部分	0.0350～0.0450

表 E-3 防渗衬砌渠槽糙率

防渗衬砌结构类别及特征		糙 率	防渗衬砌结构类别及特征		糙 率
粘土、粘沙混合土、膨润混合土	平整顺直，养护良好	0.0225	沥青混凝土	机械现场浇筑，表面光滑	0.0120～0.0140
	平整顺直，养护一般	0.0250		机械现场浇筑，表面粗糙	0.0150～0.0170
	平整顺直，养护较差	0.0275		预制板砌筑	0.0160～0.0180
灰土、三合土、四合土	平整，表面光滑	0.0150～0.0170	混凝土	抹光的水泥沙浆面	0.0120～0.0130
	平整，表面较粗糙	0.0180～0.0200		金属模板浇筑，平整顺直，表面光滑	0.0120～0.0140
水泥土	平整，表面光滑	0.0140～0.0160		刨光木模板浇筑，表面一般	0.0150
	平整，表面较粗糙	0.0160～0.0180		表面粗糙，缝口不齐	0.0170
砌石	浆砌料石、石板	0.0150～0.0230		修整及养护较差	0.0180
	浆砌块石	0.0200～0.0250		预制板砌筑	0.0160～0.0180
	干砌块石	0.0250～0.0330		预制渠槽	0.0120～0.0160
	浆砌卵石	0.0230～0.0275		平整的喷浆面	0.0150～0.0160
	干砌卵石、砌工良好	0.0250～0.0325		不平整的喷浆面	0.0170～0.0180
	干砌卵石、砌工一般	0.0275～0.0375		波状断面的喷浆面	0.0180～0.0250
	干砌卵石、砌工粗糙	0.0325～0.0450			

附录 F 渠道允许不冲流速

表 F-1 粘性土渠道允许不冲流速

土 质	允许不冲流速（m/s）	土 质	允许不冲流速（m/s）
轻壤土	0.60～0.80	重壤土	0.70～0.95
中壤土	0.65～0.85	粘 土	0.75～1.00

注：表中所列允许不冲流速值为水力半径 $R=1.0$m 时的情况；当 $R\neq1.0$m 时，表中所列数值应乘以 R^{α}。指数 α 值可按下列情况采用：①疏松的壤土、粘土 $\alpha=1/3\sim1/4$；②中等密实和密实的壤土、粘土 $\alpha=1/4\sim1/5$。

表 F-2 非粘性土渠道允许不冲流速 （m/s）

土 质	粒 径（mm）	水 深（m）			
		0.4	1.0	2.0	≥3.0
淤泥	0.005～0.050	0.12～0.17	0.15～0.21	0.17～0.24	0.19～0.26
细沙	0.050～0.250	0.17～0.27	0.21～0.32	0.24～0.37	0.26～0.40
中沙	0.250～1.000	0.27～0.47	0.32～0.57	0.37～0.65	0.40～0.70
粗沙	1.000～2.500	0.47～0.53	0.57～0.65	0.65～0.75	0.70～0.80

灌溉排水技术

续表 F-2

土质	粒径（mm）	水深（m）			
		0.4	1.0	2.0	≥3.0
细砾石	2.500～5.000	0.53～0.65	0.65～0.80	0.75～0.90	0.80～0.95
中砾石	5.000～10.000	0.65～0.80	0.80～1.00	0.90～1.10	0.95～1.20
大砾石	10.000～15.000	0.80～0.95	1.00～1.20	1.10～1.30	1.20～1.40
小卵石	15.000～25.000	0.95～1.20	1.20～1.40	1.30～1.60	1.40～1.80
中卵石	25.000～40.000	1.20～1.50	1.40～1.80	1.60～2.10	1.80～2.20
大卵石	40.000～75.000	1.50～2.00	1.80～2.40	2.10～2.80	2.20～3.00
小漂石	75.000～100.000	2.00～2.30	2.40～2.80	2.80～3.20	3.00～3.40
中漂石	100.000～150.000	2.30～2.80	2.80～3.40	3.20～3.90	3.40～4.20
大漂石	150.000～200.000	2.80～3.20	3.40～3.90	3.90～4.50	4.20～4.90
顽石	>200.000	>3.20	>3.90	>4.50	>4.90

注：表中所列允许不冲流速值为水力半径 $R=1.0$m 时的情况；当 $R\neq1.0$m 时，表中所列数值应乘以 R^{α}，指数 α 值可采用 $\alpha=1/3\sim1/5$。

表 F-3 石渠允许不冲流速 （m/s）

岩性	水深（m）			
	0.4	1.0	2.0	3.0
砾岩、泥灰岩、页岩	2.0	2.5	3.0	3.5
石灰岩、致密的砾岩、沙岩、白云石灰岩	3.5	3.5	4.0	4.5
白云砂岩、致密的石灰岩、硅质石灰岩、大理岩	4.0	5.0	5.5	6.0
花岗岩、辉绿岩、玄武岩、安山岩、石英岩、斑岩	15.0	17.0	20.0	22.0

表 F-4 防渗衬砌渠道允许不冲流速

防渗衬砌结构类别			允许不冲流速（m/s）	防渗衬砌结构类别		允许不冲流速（m/s）
土料	粘土、粘沙混合土		0.75～1.00	膜料（土料保护层）	沙壤土、轻壤土	<0.45
	灰土、三合土、四合土		<1.00		中壤土	<0.60
水泥土	现场填筑		<2.50		重壤土	<0.65
	预制铺砌		<2.00		粘土	<0.70
砌石	干砌卵石（挂淤）		2.50～4.00		沙砾料	<0.90
	浆砌块石	单层	2.50～4.00	沥青混凝土	现场浇筑	<3.00
		双层	3.50～5.00		预制铺砌	<2.00
	浆砌料石		4.0～6.0	混凝土	现场浇筑	<8.00
	浆砌石板		<2.50		预制铺砌	<5.00
					喷射法施工	<10.00

注：表中土料类和膜料类（土料保护层）防渗衬砌结构允许不冲流速值为水力半径 $R=1.0$m 时的情况；当 $R\neq1.0$m 时，表中所列数值应乘以 R^{α}。指数 α 值可按下列情况采用：①疏松的土料或土料保护层，$\alpha=1/3\sim1/4$；②中等密实和密实的土料或土料保护层，$\alpha=1/4\sim1/5$。

万水灌溉科技

附录G 黄河流域浑水渠道水流挟沙能力计算

G.0.1 黄河中游地区，可按沙玉清公式计算：

$$\rho = \frac{Kd}{\omega^{1/3}}\left[\frac{V - V_{01}R^{0.2}}{\sqrt{R}}\right]^n \tag{G.0.1}$$

式中 ρ——浑水渠道水流挟沙能力（kg/m^3）；

ω——泥沙沉降速度（mm/s）；

d——泥沙粒径（mm）；

R——水力半径（m）；

K——水流挟沙系数，与不淤保证率有关，可从表G.0.1-1选取；

V——断面平均流速（m/s）；

V_{01}——挟动幺速（m/s），当泥沙随水流进入渠道呈运动状态时，挟动幺速等于止动幺速，即$V_{01}=V_{H1}$；

V_{H1}——明渠水流水力半径$R=1.0$m时的止动幺速（即泥沙由运动状态转变为静止状态时的临界流速）可从表G.0.1-2查得；

n——指数，与水流的弗劳德数Fr有密切关系，即：缓流$Fr\leqslant 0.8$，$n=2$；急流$Fr>0.8$，$n=3$。

表G.0.1-1 水流挟沙系数

不淤保证率（%）	水流挟沙系数	饱和程度	变化趋势	备注
0.01	3160.0	超饱和	淤积显著	极限
0.10	2000.0			
1.00	1120.0	高饱和	淤积不显著	均方差
10.00	525.0			
15.90	440.0	中饱和	不冲不淤	中值
20.00	376.0			
30.00	299.0			
40.00	248.0			
50.00	200.0			
60.00	161.0			
70.00	134.0			
80.00	106.0			均方差
84.10	91.0	低饱和	冲刷不显著	
90.00	76.0			
99.00	36.7			
99.90	20.0	未饱和	冲刷显著	极限
99.99	12.6			

灌溉排水技术

表 G.0.1-2 止 动 幺 速

粒 径 (mm)	止动幺速 (m/s)	粒 径 (mm)	止动幺速 (m/s)	粒 径 (mm)	止动幺速 (m/s)
0.001	0.11	0.060	0.24	1.500	0.73
0.002	0.12	0.070	0.25	2.000	0.82
0.003	0.13	0.080	0.26	3.000	0.95
0.004	0.13	0.090	0.27	4.000	1.05
0.005	0.13	0.100	0.28	5.000	1.14
0.006	0.14	0.150	0.31	6.000	1.22
0.007	0.14	0.200	0.36	8.000	1.36
0.008	0.14	0.300	0.41	10.000	1.48
0.009	0.15	0.400	0.46	20.000	1.93
0.010	0.15	0.500	0.49	30.000	2.24
0.015	0.17	0.600	0.52	40.000	2.49
0.020	0.18	0.700	0.56	50.000	2.71
0.030	0.20	0.800	0.58	60.000	2.90
0.040	0.21	0.900	0.61	80.000	3.22
0.050	0.23	1.000	0.63	100.000	3.53

G.0.2 黄河中、下游地区可按黄委水利科学研究院公式计算：

$$= 77\frac{V^3}{gR}\left(\frac{H}{B}\right)^{1/2} \qquad \text{(G.0.2)}$$

式中 H——断面平均水深（m）；

B——水面宽度（m）；

g——重力加速度（m/s^2）；

$\overline{\omega}$——泥沙沉降速度的加权平均值（cm/s）。

G.0.3 黄河下游地区衬砌渠道可按山东水利科学研究院公式计算：

$$\rho = 0.117\left(\frac{V^2}{gR}\right)^{0.381}\left(\frac{V}{\omega}\right)^{0.94} \qquad \text{(G.0.3)}$$

附录 H 梯形渠道实用经济断面的计算方法

H.0.1 梯形渠道水力最佳断面水力要素计算公式：

$$h_0 = 1.189\left\{\frac{nQ}{[2(1+m^2)^{1/2}-m]\sqrt{i}}\right\}^{3/8} \qquad \text{(H.0.1)}$$

$$b_0 = 2[(1+m^2)^{1/2}-m]h_0 \qquad \text{(H.0.2)}$$

$$A_0 = b_0h_0 + mh_0^2 \qquad \text{(H.0.3)}$$

$$x_0 = b_0 + 2(1+m^2)^{1/2}h_0 \qquad \text{(H.0.4)}$$

$$R_0 = A_0/x_0 \qquad \text{(H.0.5)}$$

$$V_0 = Q/A_0 \qquad \text{(H.0.6)}$$

万方仪品科技

式中 h_0——水力最佳断面水深（m）；

n——渠床糙率；

Q——渠道设计流量（m^3/s）；

m——渠道内边坡系数；

i——渠底比降；

b_0——水力最佳断面底宽（m）；

A_0——水力最佳断面的过水断面面积（m^2）；

x_0——水力最佳断面湿周（m）；

R_0——水力最佳断面的水力半径（m）；

V_0——水力最佳断面流速（m/s）。

H.0.2 梯形渠道实用经济断面与水力最佳断面的水力要素关系式：

$$\alpha = V_0/V = A/A_0 = (R_0/R)^{2/3} = (A_0x/Ax_0)^{2/3} \quad \text{(H.0.2-1)}$$

$$(h/h_0)^2 - 2\alpha^{0.5}(h/h_0) + \alpha = 0 \quad \text{(H.0.2-2)}$$

$$\beta = b/h = [\alpha/(h/h_0)^2][2(1+m^2)^{1/2} - m] - m \quad \text{(H.0.2-3)}$$

式中 α——水力最佳断面流速（或过水断面面积）与实用经济断面流速（或过水断面面积）的比值；

h——实用经济断面水深（m）；

V——实用经济断面流速（m/s）；

A——实用经济断面的过水断面面积（m^2）；

x——实用经济断面湿周（m）；

R——实用经济断面的水力半径（m）；

b——实用经济断面底宽（m）；

β——实用经济断面底宽与水深的比值。

α、β和m、h/h_0关系见表H.0.2。

表H.0.2 α、β和m、h/h_0关系

m	β				
	α				
	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04
	h/h_0				
	1.000	0.823	0.761	0.717	0.683
0.00	2.000	2.985	3.525	4.005	4.453
0.25	1.562	2.453	2.942	3.378	3.792
0.50	1.236	2.091	2.559	2.997	3.374
0.75	1.000	1.862	2.334	2.755	3.155
1.00	0.829	1.729	2.222	2.662	3.080
1.25	0.702	1.662	2.189	2.658	3.104
1.50	0.606	1.642	2.211	2.717	3.198
1.75	0.532	1.654	2.270	2.818	3.340
2.00	0.472	1.689	2.357	2.951	3.516
2.25	0.425	1.741	2.463	3.106	3.717

万水帕科技

续表 H.0.2

m	β				
	α				
	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04
	h/h_0				
	1.000	0.823	0.761	0.717	0.683
2.50	0.386	1.806	2.584	3.278	3.938
2.75	0.353	1.880	2.717	3.463	4.172
3.00	0.325	1.961	2.859	3.658	4.418
3.25	0.301	2.049	3.007	3.861	4.673
3.50	0.281	2.141	3.162	4.070	4.934
3.75	0.263	2.232	3.320	4.285	5.202
4.00	0.247	2.339	3.483	4.504	5.474

H.0.3 计算步骤：

1 已知 Q、n、m、i，按公式（H.0.1-1）计算 h_0 值；

2 按公式（H.0.1-2）计算 b_0 值；

3 按公式（H.0.1-3）～（H.0.1-5）计算 A_0、x_0、R_0 值；

4 按公式（H.0.1-6）计算 V_0 值；

5 由表 H.0.2 查出与 α=1.00、1.01、1.02、1.03、1.04 相应的 h/h_0 值，以及与 α、m 相应的 β 值，并分别计算相应的 h 和 b 值；

6 按公式(H.0.2-1)分别计算与 α=1.00、1.01、1.02、1.03、1.04 相应的 V、A 和 R 值；

7 将以上 5 组 α、h/h_0、β、h、b、V、A、R 值列入下表：

值	α	h/h_0	β	h	b	V	A	R
序号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

8 根据表列数据绘制 $b=f(h)$ 和 $V=f(h)$ 渠道特性曲线；

9 根据渠段地形、地质等条件，由渠道特性曲线图上选定设计所需的 h、b、V 值；

10 计算与设计选定的 h、b 值相应的 A、x、R 值。

附录 J 渠道防渗衬砌结构适用条件

表 J 渠道防渗衬砌结构适用条件

防渗衬砌结构类别		主要原材料	允许最大渗漏量 [$m^3/(m^2 \cdot d)$]	使用年限 (a)	适用条件
土料	粘性土 粘沙混合土	粘性土、沙、石、石灰等	0.07～0.17	5～15	就地取材，施工简便，造价低，但抗冻性、耐久性较差，工程量大，质量不易保证。可用于气候温和地区的 4、5 级渠道衬砌
	灰土 三合土 四合土			10～25	

续表 J

	防渗衬砌结构类别	主要原材料	允许最大渗漏量 [m³/(m²·d)]	使用年限 (a)	适用条件
水泥土	干硬性水泥土 塑性水泥土	壤土、沙壤土、水泥等	0.06～0.17	8～30	就地取材，施工较简便，造价较低，但抗冻性较差。可用于气候温和地区附近有壤土或沙壤土的3～5级渠道衬砌
砌石	干砌卵石（挂淤）	卵石、块石、料石、石板、沙、水泥等	0.20～0.40	25～40	抗冻、抗冲、耐磨和耐久性好，施工简便，但防渗效果一般不易保证。可用于石料来源丰富、有抗冻、抗冲、耐磨要求的各级渠道衬砌
	浆砌块石 浆砌料石 浆砌石板		0.09～0.25		
埋铺式膜料	土料保护层 刚性保护层	膜料、土料、沙、石、水泥等	0.04～0.08	20～30	防渗效果好，重量轻，运输量小，当采用土料保护层时，造价较低，但占地多，允许流速小。可用于4、5级渠道衬砌；采用刚性保护层时，造价较高，可用于各级渠道衬砌
沥青混凝土	现场浇筑 预制铺砌	沥青、沙、石、矿粉等	0.04～0.15	20～30	防渗效果好，适应地基变形能力较强，造价与混凝土防渗衬砌结构相近。可用于有冻害地区、且沥青料来源有保证的各级渠道衬砌
混凝土	现场浇筑	沙、石、水泥、速凝剂等	0.04～0.15	30～50	防渗效果、抗冲性和耐久性好。可用于各类地区和各种运用条件下的各级渠道衬砌；喷射法施工宜用于岩基、风化岩基以及深挖方或高填方渠道衬砌
	预制铺砌		0.06～0.17	20～30	
	喷射法施工		0.05～0.16	25～35	

灌溉排水技术

附录 K 末级固定排水沟和吸水管间距计算

K.0.1 末级固定排水沟和吸水管间距应根据以下情况分别进行计算：

1 水稻区田面有淹水层、排水沟边坡陡直、不计沟中水深、稳定渗流情况下的排水沟间距按公式（K.0.1-1）和（K.0.1-2）计算（见图 K.0.1-1）：

$$B=\frac{kH}{q\Phi_0} \tag{K.0.1-1}$$

$$\Phi_0\approx 0.5+0.174\frac{H_d}{T} \tag{K.0.1-2}$$

式中 B ——末级固定排水沟间距（m）；

k ——排水地段含水层平均渗透系数（m/d）；

H ——田面水位与沟底高程之差，即排水沟的作用水头（m）；

q —设计要求的稻田渗漏强度（m/d）；

Φ_d —稳定渗流情况下，排水沟排水地段的渗流阻抗系数；

H_d——排水沟的有效深度（m）；

T— 排水地段含水层的平均厚度（m）。

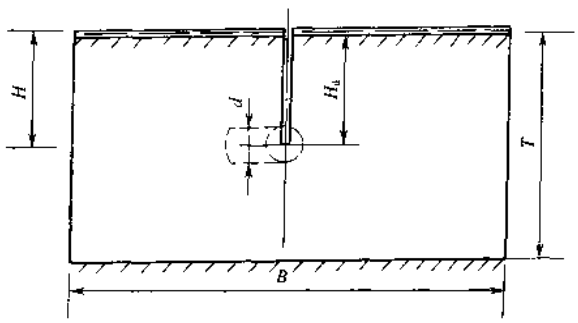


图 K.0.1-1 排水沟（管）间距计算示意图

2 水稻区田面有淹水层、吸水管内充满水、稳定渗流情况下的吸水管间距按公式（K.0.1-1）和式（K.0.1-3）计算（见图 K.0.1-1，其中虚线表示吸水管）：

$$\Phi_0 \approx \frac{1}{\pi}\ln\sqrt{\frac{8T}{\pi d}\tan\frac{\pi H_d}{2T}-1} \qquad \text{(K.0.1-3)}$$

式中 H_d——吸水管埋深（m）；

H — 吸水管的作用水头（m），管内为有压水时，H 为田面水位与吸水管承压水位之差；管内为无压水时，H 为田面水位与吸水管中心高程之差；

d — 吸水管外围直径（m）；

Φ_0 — 稳定渗流情况下，吸水管排水地段的渗流阻抗系数。

3 旱作区或水旱轮作区田面无淹水层，地下水位逐渐降落，起始地下水面形状近似二次方曲线，不考虑蒸发影响，非稳定渗流情况下的排水沟间距按公式（K.0.1-4）和公式（K.0.1-5）或公式（K.0.1-6）计算（参见图 K.0.1-2）：

$$B = \frac{kt}{\mu\Omega\Phi\ln\dfrac{H_0}{H_t}} \qquad \text{(K.0.1-4)}$$

当 $D \leqslant B/2$ 时

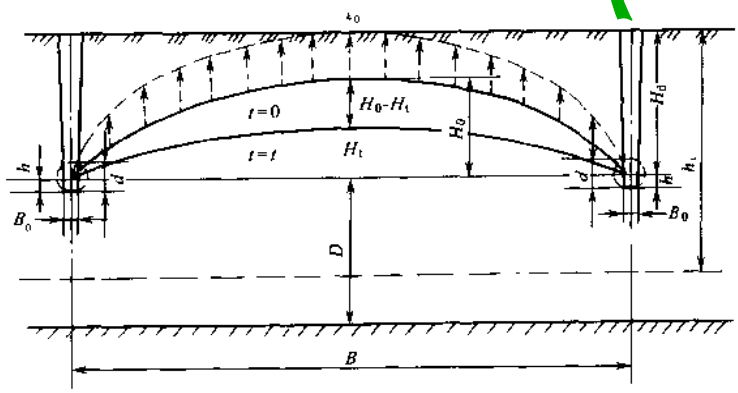


图 K.0.1-2 排水沟（管）间距计算示意图

$$\Phi = \frac{1}{\pi}\ln\frac{2D}{\pi B_0} + \frac{B}{8D} \qquad \text{(K.0.1-5)}$$

当 $D>B/2$ 时

$$\Phi = \frac{1}{\pi}\ln\frac{2B}{\pi B_0} \qquad \text{(K.0.1-6)}$$

式中 H_0——地下水位降落起始时刻，排水地段中部地下水位高于沟内水面的作用水头（m）；

H_t——地下水位降落到 t 时刻，排水地段中部地下水位高于沟内水面的作用水头（m）；

t——设计要求地下水位由 H_0 降到 H_t 的历时（d）；

μ——地下水面变动范围内的土层平均给水度；

Ω——地下水面形状校正系数，采用 $\Omega\approx0.7\sim0.8$；

Φ——非稳定渗流情况下，排水沟排水地段的渗流阻抗系数；

D——沟内水面至水平不透水层表面的垂直距离（m）；

B_0——沟内水面宽度（m）。

4 计算条件同本附录第3款，但起始地下水面的形状近似四次方抛物线，该情况下的排水沟间距按公式（K.0.1-7）和（K.0.1-8）计算（见图K.0.1-2）：

$$B = \pi\sqrt{\frac{kDt}{\mu\Omega\left(1+\frac{8D}{\pi\chi}\ln\frac{D}{\chi}\right)\ln\left(1.16\frac{H_0}{H_t}\right)}} \qquad \text{(K.0.1-7)}$$

$$\chi = b + 2(\sqrt{1+m^2})h \qquad \text{(K.0.1-8)}$$

式中 χ——排水沟梯形过水断面的湿周（m）；

b——沟底宽度（m）；

h——沟内水深（m）；

m——边坡系数。

5 计算条件同本附录第3款，但考虑蒸发影响，地下水蒸发强度与埋深关系指数 $n\geqslant1$，该情况下的排水沟间距按公式（K.0.1-9）～（K.0.1-11）计算（参见图K.0.1-2，虚线箭头表示地下水蒸发沿程分布）：

$$B = \frac{kt}{\mu\Omega\Phi\sum C_m} \qquad \text{(K.0.1-9)}$$

$$\sum C_m = \sum_{i=0}^{\overline{m}} \frac{C(H_0-H_t)}{2\overline{m}\left[\frac{\Omega\varepsilon_0}{k}B\Phi\left(1-\frac{H_d-H_t}{h_\varepsilon}\right)^n + H_t\right]} \qquad \text{(K.0.1-10)}$$

$$H_t = H_0 - i\frac{H_0-H_t}{\overline{m}} = H_t + (\overline{m}-i)\frac{H_0-H_t}{\overline{m}} \qquad \text{(K.0.1-11)}$$

式中 $\overline{m}$——地下水位下降幅度 H_0-H_t 的等分数，$\overline{m}$取值愈大，计算结果精度愈高，通常取$\overline{m}=5\sim10$；

i——等分 H_0-H_t 的排列序号，即 $i=0$、1、2、3、…$\overline{m}$；

C——相应于排列序号 i 的正整数值，当 $i=0$ 和 $i=\overline{m}$时，$C=1$；当 $i=1$、2、3、…$\overline{m}-1$ 时，$C=2$；

ε_0——地下水位埋深为零时的蒸发强度（m/d），若不考虑蒸发影响时，$\varepsilon_0=0$；

仅供预览

H_d——排水沟内水面至地面的垂直距离，即排水沟的有效深度（m）；

H_i　排列序号为 i 的排水地段中部地下水位高于沟内水面的作用水头（m）；

h_c　地下水停止蒸发时的水位埋深（m）；

n　地下水蒸发强度与水位埋深关系指数，通常 $n \geqslant 1$。

6 计算条件同本附录第3款的吸水管间距按公式(K.0.1-4)和公式(K.0.1-5)或公式(K.0.1-6)计算（见图K.0.1-2，其中虚线表示吸水管），但式中 $\Omega=0.8\sim0.9$，B_i 以 $2\sqrt{\Omega \overline{H} d}$ 代替，$\overline{H}$ 为非稳定渗流情况下吸水管排水地段的作用水头（m），按公式(K.0.1-12)计算：

$$\overline{H}=\frac{H_c-H_t}{\ln\frac{H_0}{H_t}} \qquad \text{(K.0.1-12)}$$

7 计算条件同本附录第4款的吸水管间距按公式（K.0.1-7）计算（见图K.0.1-2），但式中 $\chi=\pi d$。

8 计算条件同本附录第5款的吸水管间距按公式（K.0.1-9）～公式（K.0.1-11）计算（见图K.0.1-2），但式中 $\Omega=0.7\sim0.9$，B_0 以 $2\sqrt{\Omega \overline{H} d}$ 代替。

9 公式（K.0.1-4）、（K.0.1-7）和公式（K.0.1-9）等式两端含有 B，需采用试算法或迭代法求解。

附录L　地下水排水强度计算

L.0.1 水稻田田面有淹水层时，稳定渗流情况下的地下水排水强度 q 为水稻田日渗漏量的设计值（m/d），其值等于水稻田适宜日渗漏量与无排水条件时水稻田日渗漏量之差。

L.0.2 水稻田田面无积水时，非稳定渗流情况下的地下水平均排水强度 q（m/d）可按公式（L.0.2-1）和公式（L.0.2-2）计算确定。

$$q=\frac{\mu\Omega(H_0-H_t)}{t}-\varepsilon_0\left(1-\frac{H_d-\overline{H}}{h_c}\right)^n \qquad \text{(L.0.2-1)}$$

$$\overline{H}=\frac{H_0-H_t}{\ln\frac{H_0}{H_t}} \qquad \text{(L.0.2-2)}$$

式中　μ——地下水面变动范围内的土层平均给水度；

Ω　地下水面形状校正系数，采用 $\Omega=0.7\sim0.9$；

H_0　地下水位降落起始时刻，排水地段的作用水头（m）；

H_t　地下水位降落到 t 时刻，排水暗管排水地段的作用水头（m）；

t　设计要求地下水位由 H_0 降到 H_t 的历时（d）；

H_d——排水沟有效深度或暗管埋深（m）；

$\overline{H}$——地下水位由 H_0 降到 H_t 历时 t，排水暗管排水地段的作用水头（m）；

ε_i——地下水位埋深为零时的蒸发强度（m/d），若不考虑蒸发影响时，$\varepsilon_i=0$；

h_e——地下水停止蒸发或蒸发极微弱时的水位埋深（m）；

n——地下水蒸发强度与水位埋深关系指数，通常 $n\geqslant 1$。

附录M 渡槽水力计算

M.0.1 渡槽过水能力可按下列公式计算：

1 当 $L>15h_0$ 时：

$$Q=\frac{1}{n}AR^{2/3}i^{1/2} \tag{M.0.1-1}$$

式中 L——渡槽长度（m）；

h_0——渡槽上游渠道（进口渐变段前）正常水深（m）；

Q——渡槽设计流量（m^3/s）；

A——渡槽过水断面面积（m^2）；

R——水力半径（m）；

i——槽底比降；

n——槽身糙率。

2 当 $L\leqslant 15h_0$ 时：

1）矩形断面：

$$Q=\sigma_n\varepsilon mB\sqrt{2g}H_0^{3/2} \tag{M.0.1-2}$$

$$H_0=h_1+\frac{\alpha V_1^2}{2g} \tag{M.0.1-3}$$

式中 σ_n——淹没系数，可根据 h_s/H_0 值由表M.0.1查得；

表M.0.1 淹 没 系 数

h_s/H_0	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.90	0.89
σ_n	0.500	0.590	0.660	0.735	0.775	0.825	0.850	0.875	0.900	0.925
h_s/H_0	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	≤0.80	
σ_n	0.945	0.960	0.970	0.980	0.985	0.990	0.995	0.997	1.000	

h_s——下游渠道（出口渐变段后）水位超出槽底（末端）值（m）；

H_0——渡槽进口水头（m）；

h_1——上游渠道水位超出槽底（始端）值（m）；

α——流速分布系数，可取1.0～1.05；

V_1——渡槽上游渠道断面平均流速（m/s）；

g——重力加速度（m/s^2）；

ε——侧向收缩系数，可取0.9～0.95；

m——流量系数，可取0.36～0.385；

B——槽底宽度（m）。

万水帕科技

2）U形断面：

$$Q = \varepsilon\varphi A\sqrt{2gZ_1} \tag{M.0.1-4}$$

$$Z_1 = Z_1 - \frac{2V_1^2}{2g} \tag{M.0.1-5}$$

式中 φ——流速系数，可取0.9～0.95；

Z_1——渡槽进口水头损失（m）；

Z_1——渡槽进口段水头损失（m）。

M.0.2 渡槽总水头损失可按下列公式计算：

1 渡槽进口段水头损失：

$$Z_1 = (1 + \xi_1)(V^2 - V_1^2)/2g \tag{M.0.2-1}$$

式中 ξ_1 进口段局部水头损失系数，可根据进口渐变段形式由表M.0.2-1查得；

表M.0.2-1 进口段局部水头损失系数

进口渐变段形式	扭曲面	八字斜墙	圆弧直墙	急变型式
ξ_1	0.10	0.20	0.20	0.40

V——槽内平均流速（m/s）。

2 槽身段水头损失：

$$Z_2 = iL \tag{M.0.2-2}$$

式中 Z_2——槽身段水头损失（m）；

3 渡槽出口段水头损失（水位回升值）：

$$Z_3 = (1 + \xi_2)(V_2^2 - V_3^2)/2g \tag{M.0.2-3}$$

式中 Z_3——出口段水头损失（m）；

ξ_2——出口段局部水头损失系数，可根据出口渐变段形式由表M.0.2-2查得。

表M.0.2-2 出口段局部水头损失系数

出口渐变段形式	扭曲面	八字斜墙	圆弧直墙	急变型式
ξ_2	0.30	0.50	0.50	0.75

4 渡槽总水头损失：

$$Z = Z_1 + Z_2 - Z_3 \tag{M.0.2-4}$$

式中 Z——渡槽总水头损失（m），应等于或小于渠系分配的水头损失值。

附录N 倒虹吸水力计算

N.0.1 倒虹吸过水能力可按公式（N.0.1-1）～（N.0.1-3）计算：

$$Q = mA\sqrt{2gZ} \tag{N.0.1-1}$$

$$m = \frac{1}{\sqrt{\sum\xi + \lambda L/D}} \tag{N.0.1-2}$$

农水施工技术

$$\lambda=\frac{8g}{C^2} \qquad (N.0.1\text{-}3)$$

式中 Q——倒虹吸设计流量（m^3/s）；

m——流量系数；

A——倒虹吸过水断面面积（m^2）；

g——重力加速度（m/s^2）；

Z——上、下游水位差（m）；

$\sum\xi$——局部水头损失系数的总和，包括拦污栅、闸门槽、进口、出口、转弯段、渐变段等损失系数；

λ——能量损失系数；

L——包括进出口斜坡段在内的倒虹吸总长度（m）；

D——倒虹吸断面为圆形时，D 为断面直径（m）；断面为矩形时，D 为 $4R$；

R——水力半径（m）；

C——谢才系数（$m^{1/2}/s$）。

N.0.2 倒虹吸总水头损失可按以下公式计算：

$$h_w=(\sum\xi+\lambda L/D)V^2/2g \qquad (N.0.2\text{-}4)$$

式中 h_w——倒虹吸从进口至出口的总水头损失（m）；

V——倒虹吸断面平均流速（m/s）。

附录 P 涵洞（或隧洞）水力计算

P.0.1 涵洞水流流态可按以下情况进行判别：

圆形、拱形涵洞进口水深 $h_1\leqslant 1.1D$（洞高）或矩形涵洞 $h_1\leqslant 1.2D$ 时，为无压力流；圆形、拱形涵洞 $h_1>1.1D$ 或矩形涵洞 $h_1>1.2D$，且洞长 $L\leqslant l_0$（洞内临界水曲线长度）$+2.7D$ 时，为半压力流；圆形、拱形或矩形涵洞 $h_1>1.5D$，且 $L>l_0+2.7D$ 时，为压力流。

P.0.2 无压力流可按下列情况进行判别：

1 淹没流与非淹没流的判别：

$0\leqslant i$（洞底坡降）$\leqslant i_k$（洞底临界坡度），且涵洞出口水深 $h_2\leqslant$（1.2～1.25）h_k（洞内临界水深）或 $h_2\leqslant$（0.75～0.77）H_0（计及流速水头的涵洞进口水头）时，为非淹没流；反之，则为淹没流。$i>i_k$，且 $L\leqslant$（8～15）h_1 时，仍可按上述标准判别涵洞是否淹没。

2 长洞与短洞的判别：

$i\approx 0$ 时，且 $L\leqslant$（52～64）h_1 或 $L\leqslant$（86～106）h_k 时，为短洞；反之，则为长洞。$0<i\leqslant i_k$，且 $L\leqslant$（52～83）h_1 或 $L\leqslant$（86～138）h_k 时，为短洞；反之，则为长洞。$i>i_k$，且 $L\geqslant 4h_1$ 时，均按短洞进行水力计算。

P.0.3 无压力流过水能力可按下列公式计算：

1 涵洞为短洞时：

万方数据科技

$$Q = mB\sqrt{2g}H_0^{3/2} \quad \text{(P.0.3-1)}$$

$$m = m_0 + (0.385 - m_0)2A_{ft}/(3A_1 - A_b) \quad \text{(P.0.3-2)}$$

$$B = A_k/h_k \quad \text{(P.0.3-3)}$$

$$H_0 = h_1 + \alpha V_1^2/2g \quad \text{(P.0.3-4)}$$

式中 Q——涵洞设计流量（m^3/s）；

m——无压力流时的流量系数；

B——矩形涵洞底宽（m），涵洞为非矩形断面时，按公式（P.0.3-3）计算；

g——重力加速度（m/s^2）；

H_0——计及流速水头的涵洞进口水头（m）；

m_0——进口轮廓形状系数，可根据进口型式，由表P.0.3查得；

A_b——相应于涵洞进口水深的过水断面面积（m^2）；

A_1——进洞水流的过水断面面积（m^2）；

A_k——相应于临界水深的过水断面面积（m^2）；

h_k——洞内临界水深（m）；

h_1——涵洞进口水深（m）；

α——流速分布系数，可取1.05～1.10；

V_1——涵洞进口断面平均流速（m/s）。

表P.0.3 涵洞进口轮廓形状系数

进口型式		m_0
圆锥形护坡，边坡1∶1～1∶1.5		0.315
八字墙，扩散角$\theta=30°$	$h_1/D>0.6$	0.335
	$h_1/D\leqslant 0.6$	0.360
曲线型翼墙	$h_1/D>0.4$	0.335
	$h_1/D\leqslant 0.4$	0.365
走廊式翼墙		0.330

2 涵洞为长洞时：

$$Q = \sigma_n mB\sqrt{2g}H_0^{3/2} \quad \text{(P.0.3-5)}$$

矩形断面 $\sigma_n = f(h_c/H_0)$ (P.0.3-6)

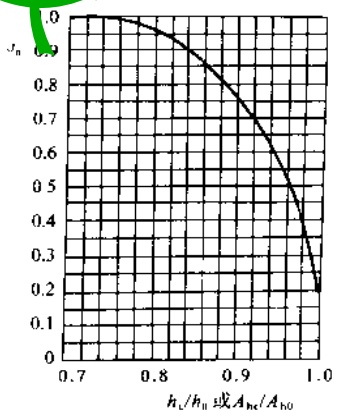
非矩形断面 $\sigma_n = f(A_{hc}/A_{h0})$ (P.0.3-7)

式中 σ_n——淹没系数，可由图P.0.3查得；

h_c——进口段收缩断面水深（m），当洞身较长，且底坡$0<i<i_k$时，$h_c\approx h_0$（正常水深）；

A_{hc}——相应于h_c的过水断面面积（m^2）；

A_{h0}——相应于h_0的过水断面面积（m^2）。



图P.0.3 $\sigma_n\sim f(h_c/h_0)$［或$\sigma_n=f(A_{hc}/A_{h0})$］关系曲线

P.0.4 半压力流过水能力可按下列公式计算：

$$Q = m_1 A\sqrt{2g(H_0 - \beta_1 D)} \quad \text{(P.0.4)}$$

式中 m_1——半压力流时的流量系数，由表P.0.4查得；

A——涵洞断面面积（m^2）；

β_1——修正系数，由表P.0.4查得；

D——涵洞高度（m）。

安装帕科技

表 P.0.4 流量系数和修正系数

进口型式	m_1	β_1	进口型式	m_1	β_1
圆锥形护坡	0.625	0.735	走廊式翼墙	0.576	0.715
八字墙、曲线型翼墙	0.670	0.740			

P.0.5 压力流过水能力可按下列公式计算：

1 非淹没流时：

$$Q = m_2 A \sqrt{2g(H_0 + iL - \beta_2 D)} \tag{P.0.5-1}$$

$$m_2 = \frac{1}{\sqrt{\sum\xi + (2gL/C^2R)}} \tag{P.0.5-2}$$

式中 m_2— 压力流时的流量系数；

i——洞底坡降；

L——涵洞长度（m）；

β_2——修正系数，可取 0.85；

$\sum\xi$— 局部水头损失系数的总和，包括拦污栅、闸门槽、进口、出口、转弯段、渐变段等损失系数；

C— —谢才系数（$m^{1/2}/s$）；

R— —水力半径（m）。

2 淹没流时：

$$Q = m_2 A \sqrt{2g(H_0 + iL - h_2)} \tag{P.0.5-3}$$

式中 h_2 — 涵洞出口水深（m）。

附录 Q 单级跌水和单级等底宽陡坡水力计算

Q.0.1 单级跌水过水能力可按下列公式计算：

跌口为矩形或台堰形时，

$$Q = mb_c \sqrt{2g} H_0^{3/2} \tag{Q.0.1-1}$$

跌口为梯形时，

$$Q = \varepsilon m_1 [b_{CB} + 0.8 m_{CB} H_0] \sqrt{2g} H_0^{3/2} \tag{Q.0.1-2}$$

进口为扭曲面连接时，

$$m = 0.474 - 0.018 b_c / H_0 \tag{Q.0.1-3}$$

进口为八字墙连接时，

$$m = 0.470 - 0.017 b_c / H_0 \tag{Q.0.1-4}$$

进口为横隔墙连接时，

$$m = 0.402 - 0.008 b_c / H_0 \tag{Q.0.1-5}$$

万水电力科技

$$H_c = h_1 + \frac{\alpha V_1^2}{2g} \qquad \text{(Q. 0. 1-6)}$$

$$m_1 = 0.508 - 0.034(b_{CB} + 0.8 m_{CB} H_c)/h_1 \qquad \text{(Q. 0. 1-7)}$$

式中 Q——单级跌水设计流量（m^3/s）；

m——矩形或台堰形跌口流量系数；

b_c——矩形或台堰形跌口宽度（m）；

g——重力加速度（m/s^2）；

H_c——计及堰前流速水头的堰上水头（m）；

ε——边界收缩系数，可取 1.0；

m_1——梯形跌口流量系数，当上游渠道边坡系数 $m_0 = 0.25 \sim 1.0$，连接段长度 $L_1 \geqslant 3h_{max}$（上游渠道最大水深）时，按公式（Q. 0. 1-7）计算；

b_{CB}——梯形跌口底宽（m）；

m_{CB}——梯形跌口边坡系数；

h_1——堰前渠道水深（m）；

α——流速分布系数，可取 1.05～1.10；

V_1——堰前渠道断面平均流速（m/s）。

Q. 0. 2 单级跌水的消力池宽度可按下列公式计算：

单一跌口为矩形或台堰形时，

$$b_s = 0.1L_1 + b_c \qquad \text{(Q. 0. 2-1)}$$

单一跌口为梯形时，

$$b_s = 0.1L_1 + b_{CB} + 0.8 m_{CB} H_c \qquad \text{(Q. 0. 2-2)}$$

$$L_1 = 1.64\sqrt{H_0(P + 0.24H_0)} \qquad \text{(Q. 0. 2-3)}$$

式中 b_s——消力池宽度（m）；

L_1——水舌抛射长度（m）；

P——水流跌差（m）。

Q. 0. 3 有多个跌口时，应计入跌口之间的隔墩厚度。单级跌水消力池宽度可按下列公式计算：

多个跌口为矩形或台堰形时，

$$b_s = 0.1L_1 + nb_c + (n-1)b_g \qquad \text{(Q. 0. 3-1)}$$

多个跌口为梯形时，

$$b_s = 0.1L1 + n(b_{CB} + 0.8 m_{CB} H_c) + (n-1)b_g \qquad \text{(Q. 0. 3-2)}$$

式中 n——跌口个数；

b_g——隔墩厚度（m）。

Q. 0. 4 单级跌水的消力池长度可按下列公式计算：

$$L_s = L_1 + (3.2 \sim 4.3)h''_c \qquad \text{(Q. 0. 4-1)}$$

$$h''_c = 0.5h'_c\left[\sqrt{1 + 8\alpha q^2/gh'^3_c} - 1\right] \qquad \text{(Q. 0. 1-2)}$$

标准值科技

$$h'_c = q/\varphi\sqrt{2gZ_0} \qquad (Q.0.4\text{-}3)$$

单一跌口为矩形或台堰形时，

$$q = Q/b_c \qquad (Q.0.4\text{-}4)$$

单一跌口为梯形时，

$$q = Q/(b_{CB} + 0.8m_{CB}H_0) \qquad (Q.0.4\text{-}5)$$

多个跌口为矩形或台堰形时，

$$q = Q/nb_c \qquad (Q.0.4\text{-}6)$$

多个跌口为梯形时，

$$q = Q/n(b_{CB} + 0.8m_{CB}H_c) \qquad (Q.0.4\text{-}7)$$

式中 L_s——消力池长度（m）；

L_1——消力池斜坡段投影长度（m）；

h''_c——水跃跃后共轭水深（m）；

h'_c——水舌跌落处的收缩断面水深（m），消力池断面为矩形时，按公式（Q.0.4-3）计算；

q——水舌跌落处的单宽流量［$m^3/(s\cdot m)$］；

φ——流速系数，可取0.90～0.95；

Z_0——计及流速水头的上、下游水位差。

Q.0.5 单级跌水的消力池深度可按公式（Q.0.5）计算：

$$d_s \geqslant (1.10\sim1.15)h''_c - h_s \qquad (Q.0.5)$$

式中 d_s——消力池深度（m）；

h_s——池后渠道水深（m）。

Q.0.6 单级等底宽陡坡过水能力可按公式（Q.0.1-1）计算，但式中 b_c 应以陡坡底宽 b_d 代替。

Q.0.7 单级等底宽陡坡采用矩形断面消力池时，消力池宽度即陡坡底宽 b_d，消力池长度 $L_{sd}=4.5h''_c$，消力池深度 $d_d\geqslant(1.10\sim1.15)\,h''_c-h_s$；单级等底宽陡坡采用梯形断面消力池，且进口水流跌差 $P\leqslant20$m 时，水跃共轭水深应分别按公式（Q.0.7-1）和式（Q.0.7-2）计算：

$$h'_c = 0.385Pq'^{4/3}/\varphi' E_0^2 \qquad (Q.0.7\text{-}1)$$

$$h''_c = [1.74\lg(\varphi' E_0/q'^{2/3}) + 0.28]h'_c \qquad (Q.0.7\text{-}2)$$

$$\varphi' = 0.832(m'q'^{2/3}/P)^{0.1} \qquad (Q.0.7\text{-}3)$$

$$E_0 = P + h_{CB} + V_{CB}^2/2g \qquad (Q.0.7\text{-}4)$$

式中 h'_c——陡槽末端的收缩断面水深（m）；

h''_c——水跃跃后共轭水深（m）；

P——进口水流跌差（m）；

q'——陡槽末端的单宽流量［$m^3/(s\cdot m)$］；

φ'——流速系数；

E_0——消力池进口控制断面处对于下游渠道底的总能头（m）；

m'——消力池进口控制断面处边坡系数；

灌排技术

h_{cB}— 消力池进口控制断面处水深（m）；

V_{cB} — 消力池进口控制断面处流速（m/s）。

$m'q^{1.5}\sqrt{g}/P \geqslant 6$ 时，$\phi \approx 1.0$，消力池长度 $L_d = (6 \sim 7)\ h''_c$，消力池深度 $d_d \geqslant (1.10 \sim 1.15)\ h''_c - h_s$。

Q.0.8 单级跌水或单级等底宽陡坡增设分流墩、消能墩、尾槛等辅助消能工的消力池，其长度可缩短 20%～30%，其深度仍按无辅助消能工的消力池深度采用。

本规范用词说明

1. 为便于在执行本规范条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词采用“可”。

2. 规范中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

安装信息科技

中华人民共和国国家标准

灌溉与排水工程设计规范

GB50288--99

条 文 说 明

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 178
2　工程等级划分 …… 180
3　设计标准 …… 181
4　总体设计 …… 189
5　蓄水、引水和提水工程 …… 193
6　灌溉输配水系统 …… 199
7　排水系统 …… 203
8　田间工程 …… 209
9　灌排建筑物 …… 211
10　喷灌和微灌系统 …… 214
11　环境监测与保护 …… 215
12　附属工程设施 …… 217

万水帕科技

1 总 则

1.0.1 制定本规范的目的主要是为了满足农田灌区灌溉与排水工程设计的需要，同时也可指导草场和林地的灌溉与排水工程的设计。本规范吸收了1984年颁布的部标《灌溉排水渠系设计规范》中的有关部分，其内容也是本规范的重要组成部分。

1.0.2 本规范中的水库建筑物（包括各种拦河坝、溢洪道、泄洪隧洞等）以及泵站、水闸、隧洞等排洪建筑物的设计，已在国家现行规范中有详细规定，本规范仅对与灌溉与排水工程设计有关的部分作出了规定。由于喷灌、微灌、井灌等已颁布有国家有关标准，本规范仅从不同角度作必要的规定或按现行标准加以概括和补充。

1.0.3 在国家技术经济政策指导下，根据流域水利规划和区域水土资源平衡的要求，全面搜集和分析研究各项基本资料，是进行灌溉与排水工程设计的基础。这些基本资料包括地形、水文气象、工程地质与水文地质、土壤、作物灌溉排水、建筑材料、水利工程现状、自然灾害、社会经济发展状况等，均必须经过有关部门的审查或鉴定以后才能使用。

1 地形资料通常包括：

1）比例尺为1/10000～1/100000的地形图；

2）比例尺为1/1000～1/5000的典型地块地形图；

3）比例尺为1/1000～1/2000有特殊要求的带状地形图等。

2 水文气象资料通常包括降水（含暴雨）、蒸发、湿度、气温、风力、风向、日照、霜期、冰冻期、冻土深度，以及天然河沟、水库、承泄区的水文、泥沙、水质、水温等。

3 工程地质与水文地质资料通常包括干渠、支渠或干沟、支沟沿线和重要建筑物位置的工程地质勘探资料，以及灌区地下水类型、理化性质、含水层特征、潜水动态、流向、埋深、补给与排泄条件和可开采量等。

4 土壤资料通常包括：

1）土壤物理性质，如土壤类型、质地、结构、分布状况、容重、比重、孔隙率等；

2）土壤化学性质，如含盐量、盐分组成、pH值，以及氮、磷、钾和有机质含量等；

3）土壤水分特性，如饱和含水量、渗透系数、渗吸速度、给水度、田间持水量、毛管水上升高度等。

5 作物灌溉排水资料包括需水量，灌溉方法，耐渍、耐淹、耐盐能力，排涝、防渍、防盐碱要求等。

6 建筑材料资料包括各种材料的来源、储量、运输方式、运距、单价等。

7 水利工程现状资料包括已有灌溉、排水、防洪等工程设施，当地地表水和地下水资源利用现状，以及渠道防渗、防冻胀状况等。

8 自然灾害资料包括历年发生旱、涝、渍、盐碱等自然灾害的范围、面积、成因及损失等。

9 社会经济发展状况资料包括行政区划、人口、农业人口、农业劳动力、土地面积

万水灌溉技术

（山、川、丘陵、平原）、耕地面积（水田、水浇地、旱地）、作物组成、耕作制度、机械化发展水平、单产、总产、农业成本、农业纯收益、人均收入等，以及农业、林业、牧业、副业、渔业、工业、交通、能源、环境保护等方面的发展现状与规划资料等。

10 水资源评价成果。

1.0.4 与本规范关系密切的国家现行标准、规范，除将被替代的《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217-81外，主要有：

《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（山区、丘陵区部分）SDJ12-78及其补充部分；

《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（平原、滨海部分）SDJ217—87；

《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T5015—96；

《防洪标准》GB50201-94；

《土壤侵蚀分类分级标准》SL190—96；

《农田灌溉水质标准》GB5084—92；

《地面水环境质量标准》GB3838-88；

《地表水资源质量标准》SL63-94；

《地下水监测规范》SL/T183—96；

《水环境监测规范》SL219—98；

《污水综合排放标准》GB8978—88；

《水利水电工程可行性研究报告编制规程》DL5020-93；

《水利水电工程初步设计报告编制规程》DL5021-93；

《水利水电工程环境影响评价规范》SDJ302—88；

《水利建设项目经济评价规范》SL72-94；

《水利工程水利计算规范》SL104-95；

《水工建筑物抗震设计规范》SL203-97；

《水工混凝土结构设计规范》SL/T191—96；

《混凝土重力坝设计规范》SDJ21—78；

《混凝土拱坝设计规范》SD145-85；

《浆砌石坝设计规范》SL25-91；

《碾压式土石坝设计规范》SDJ218—84；

《堤防工程设计规范》GB50286-98；

《堤防工程管理设计规范》SL171-96；

《橡胶坝技术规范》SL227—98；

《溢洪道设计规范》SDJ341-89；

《水工隧洞设计规范》SD134-84；

《泵站设计规范》GB/T50265—97；

《农用机井设计规范》SD188-86；

《渠道防渗工程技术规范》SL/T18—91；

《渠系工程抗冻胀设计规范》SL23—91；

《水工建筑物抗冰冻设计规范》SL211-98；

万水应用科技

《低压管道输水灌溉工程技术规范》（井灌区部分）SL/T153 -95；
《农田排水技术规程》（南方农田暗管排水部分）SL15--90；
《灌溉试验规范》SL13- 90；
《农田排水试验规范》SL109 · 95；
《水闸设计规范》SD133—84；
《水闸工程管理设计规范》SL170- 96；
《水利水电工程钢闸门设计规范》SL74—94；
《喷灌工程技术规范》GBJ85—85；
《微灌工程技术规范》SL103—95；
《节水灌溉技术规范》SL207—98 等。

2 工程等级划分

本规范本应对灌区规模划分作出规定，但由于目前国家计划、设计部门与国家统计、管理部门所采用的划分指标不尽相同，故暂不作规定。

2.0.1 总蓄水容积是直接反映蓄水枢纽工程规模的指标值。因此，蓄水枢纽工程应根据总蓄水容积的大小进行分等。本条文表 2.0.1 所列蓄水枢纽工程分等指标值与《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》以及《防洪标准》中按水库总库容分等指标值是一致的，只是将 V 等工程分等指标“$0.01\times10^6\sim0.001\times10^6m^3$”改为“$\leqslant0.01\times10^6m^3$”。因为对于灌区而言，蓄水总容积小于 $10\times10^4m^3$ 的塘坝蓄水工程为数众多，不能认为这些塘坝蓄水工程是等外工程。

2.0.2 引水枢纽工程可分为有坝引水和无坝引水两种形式。但无论是有坝引水还是无坝引水，其引水流量是直接反映引水枢纽工程规模的指标值。因此，引水枢纽工程应根据引水流量的大小进行分等。本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标值是根据河北、山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、山东、安徽、新疆、四川等 9 省（区）提供的 93 座已建引水枢纽工程设计资料经统计概化出来的。按本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标和本规范表 2.0.4 规定的级别划分方法，重新划定 93 座已建引水枢纽工程的等级，并与原设计采用的等级相比较，符合率达 60.2%。同时本条文表 2.0.2 所列引水枢纽工程分等指标值与本规范表 2.0.3 中按单站装机流量规定的提水枢纽分等指标值是一致的，即当引水枢纽工程的引水流量与提水枢纽工程的单站装机流量相同时，前者与后者的工程等别是相同的。

2.0.3 提水枢纽工程主要是指用于灌溉与排水的泵站工程，如灌溉泵站、排涝泵站、灌排结合泵站等。泵站装机流量或装机功率是直接反映工程规模的两项主要指标，因此，提水枢纽工程应根据泵站的装机流量和装机功率的大小进行分等。低扬程提水枢纽工程一般按泵站装机流量的大小分等，高扬程提水枢纽工程一般按泵站装机功率的大小分等。由于泵站设计取用的防洪或挡潮标准、挡水部位顶部安全超高值和各种安全系数允许值，一般只与单个泵站的设计级别和运用条件有关，故作为提水枢纽工程分等指标的装机流量或装机

功率应为单站装机流量或单站装机功率。本条文表 2.0.3 所列提水枢纽工程分等指标值与现行国家标准《泵站设计规范》GB/T50265 中泵站工程分等指标值是一致的。该规范中的泵站工程分等指标值是根据山西、辽宁、黑龙江、陕西、甘肃、宁夏、新疆、江苏、安徽、福建、湖南、广东、云南、贵州等 14 省（区）提供的 141 座已建泵站工程设计资料经统计概化出来的。按本条文表 2.0.3 所列提水枢纽工程分等指标和本规范表 2.0.4 规定的级别划分方法，重新划定 141 座已建泵站工程等级，并与原设计采用的等级相比较，符合率达 62.4%。

2.0.5 灌溉或排水流量是直接反映灌排渠沟工程规模的指标值。因此，灌溉渠道和排水沟工程应分别按灌溉流量或排水流量的大小进行分级。由于灌排渠沟工程的重要性较低于渠首引水枢纽工程，且灌排渠沟多属土石方工程，遭受损坏后又较易修复，因此，本条文表 2.0.5 所列灌排渠沟工程分级指标值比相应等别的引水枢纽工程分等指标值高，即当灌排渠沟工程的灌溉或排水流量与引水枢纽工程的引水流量相同时，灌排渠沟工程的级别比引水枢纽工程的等别低，或至多与后者的工程等别相当。

2.0.6 灌排建筑物主要有水闸、渡槽、倒虹吸、涵洞、隧洞、跌水与陡坡等，其过水流量是直接反映灌排建筑物工程规模的指标值。因此，灌排建筑物应根据过水流量的大小进行分级。由于灌排建筑物分布在灌区内部，其重要性一般均低于渠首引水枢纽工程，但与灌溉渠道工程的重要性是相同的，因此，本条文表 2.0.6 所列灌排建筑物分级指标值亦比相应等别的引水枢纽工程分等指标值高，但与同级别的灌溉渠道工程分级指标值相同。

2.0.9 “高填方”一般是指堤坡高度在 15m 以上的填方，“大跨度”一般是指 40m 以上的跨度，“高排架”一般是指高度在 30m 以上的排架，“高水头”一般是指 15m 以上的水头，“大落差”一般是指 10m 以上的落差。

3 设 计 标 准

3.1 灌 溉 标 准

3.1.1 长期以来，我国灌溉工程均采用灌溉设计保证率进行设计，积累了一定的经验，故本规范仍推荐使用。抗旱天数一般指灌溉工程所提供的水量能够抗御干旱的天数，反映了灌溉工程的抗旱能力。以往南方水稻区小型工程多以抗旱天数作为设计标准，比选用灌溉设计保证率方法简便，故本规范亦推荐使用。

3.1.2 本条文表 3.1.2 所列灌溉设计保证率，是根据我国灌溉工程实践经验，参照我国已颁布的有关设计规范、手册，如国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T 5015、《喷灌工程技术规范》GBJ85、《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84、《机电排灌设计手册》（水利电力出版社，1977 年 1 月）等拟定的。

3.1.3 灌溉设计保证率采用经验频率法计算，其主要目的是为了选定作为灌区设计依据的典型年。采用经验频率法计算灌溉设计保证率，目前有多种计算公式。在计算系列年数为 30a 左右的条件下，采用本条文公式（3.1.3）是比较合理的。

万水商科技

我国于20世纪80年代中期颁布的《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—81，规定计算系列年数一般不应少于15a。但目前我国多数地区一般已积累有30a以上的气象、水文资料，故将计算系列年数增加，可提高设计成果的准确性，因此，本规范规定计算系列年数不宜少于30a。

3.1.4 本规范规定的抗旱天数标准系参照国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T5015和湖南、湖北、江西等内地省与广东、江苏、上海等沿海省、市和经济发达地区采用的抗旱天数标准提出的。

3.1.5 万亩以上灌区采用时历年法确定作物灌溉制度后，再从符合设计保证率的2～3个年份中选择灌水分配过程不利的一年为典型年，目的是避免按典型年所设计的灌溉工程保证率低于设计保证率。

我国绝大多数省（自治区、直辖市）已刊布主要作物需水量等值线图，成果比较可靠，可供灌溉工程设计采用。计算作物需水量的彭曼（Penman）法是国际上应用最广泛的方法之一，也是1984年以来全国需水量协作研究中经考核精度最高的方法。

3.1.7 本条文表3.1.7列出的作物灌水延续时间，比《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84、《水工设计手册》、《中国水利百科全书》和《中国农业百科全书》中的推荐值小。主要原因：一是由于我国绝大多数地区一年种两季作物，泡田或播前灌水延续时间不允许太长，否则将影响前季作物收割或本季作物插秧或播种，故根据实际经验取用了较小数值；二是由于农业科技水平和产量的不断提高，至90年代，对生育期灌水及时性的要求，大大超过了五六十年代水平，故灌水延续时间也要相应缩短。

3.1.11 渠系水利用系数是反映灌区各级渠道的运行状况和管理水平的综合性指标。根据以往调查结果，30万亩以下自流灌区未衬砌渠道的渠系水利用系数一般在0.55左右，而衬砌渠道的渠系水利用系数大于此值；30万亩以上自流灌区的渠系水利用系数一般都在0.65以上，提水灌区的渠系水利用系数一般在0.68～0.88之间。本条文表3.1.11所规定的渠系水利用系数反映了全国各类灌区的平均水平，比国家现行标准《水利水电工程水利动能设计规范》DL/T5015和《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84相应规定的数值有所提高。随着国家经济实力的增长、灌区渠道衬砌和灌水技术、管理水平的提高，渠系水利用系数值还将逐步提高，故本条文表3.1.11规定的数值为设计采用的下限值。

3.2 排 水 标 准

3.2.1～3.2.3 设计排涝标准一般有三种表达方式：

1 以排水区发生一定重现期的暴雨，农作物不受涝作为设计排涝标准。这种表达方式除明确指出一定重现期的暴雨外，还规定在这种暴雨发生时不允许农作物受涝。即当实际发生的暴雨不超过设计暴雨时，农田的淹水深度和淹水历时不应超过农作物正常生长所允许的耐淹水深和耐淹历时。这种表达方式在概念上能较全面地反映出排水区设计排涝标准的有关因素。

2 以排水区农作物不受涝的保证率作为设计排涝标准。农作物不受涝的保证率亦称经验保证率，是指排涝工程实施后农作物能正常生长的年数与全系列总年数之比。实际应用时，先假定不同的排水工程规模，分别进行全系列的排涝演算，求出相应条件下农作物能

正常生长的经验保证率，然后选择经验保证率与排涝设计保证率相一致的排涝工程规模，作为设计采用值。这种表达方式能综合反映出雨量、水位及其它有关因素在时间、地点和数量上的组合情况，比较符合实际。但要求具有相当长系列的降雨、水位等资料，且计算比较复杂，除重要的排水区外，一般较少采用。

3 以某一定量暴雨或涝灾严重的典型年作为排涝设计标准。这种表达方式能反映出涝灾的实际情况，概念比较清楚，且不因资料的加长而改变其结果。与第二种表达方式一样，具有能反映出各有关因素之间有机联系的优点，但定量暴雨或典型年仍有一定重现期的概念，在选择定量暴雨或典型年时仍需进行频率分析。

我国目前对设计排涝标准没有统一规定，本规范采用目前我国使用最普遍的第一种表达方式，即以排水区发生一定重现期的暴雨，农作物不受涝作为设计排涝标准。

设计排涝标准中的暴雨重现期，应根据排水区的自然条件、雨涝成灾的灾害轻重程度及其影响大小等因素，经技术经济论证确定。当暴雨超过设计规定标准时，排水历时将比预计的时间要长一些，其增加的受灾损失与超过标准的那部分暴雨有关，因此，在设计中应考虑采取一些适当的减灾措施。根据湖北省荆州地区的调查资料，江汉平原、四湖地区的排涝工程，按重现期为10a的暴雨设计，当发生重现期为20a的暴雨时，将有30～40mm雨水不能在3d内排除，所造成的水稻损失最大不超过10%；但如将设计排涝标准从重现期为10a提高到20a，排涝设计流量则增大43%。因此，设计排涝标准定得过高，则工程规模过大，投资增多，工程设施利用率降低，造成经济上的浪费，而且经济效益未必明显增加；反之，设计排涝标准定得过低，则工程规模过小，投资减少，又未必能取得应有的经济效益。根据各地区的排涝经验，本规范规定设计暴雨重现期可采用5～10a是符合我国大部分地区的自然经济条件和生产发展水平的。目前我国各地区采用的设计暴雨重现期见表1。从表1中可知，上海郊县（区）、江苏水网圩区设计暴雨重现期已达10a以上，而河南安阳、信阳地区设计暴雨重现期只有3～10a。因此，本规范作了“经济条件较好或有特殊要求的地区，可适当提高标准，经济条件目前尚差的地区，可分期达到标准”的规定。

设计排涝标准除应规定一定重现期的设计暴雨外，还应规定暴雨历时和排除时间。设计暴雨历时的取用，应根据排涝面积、地面坡度、植被条件、暴雨特性及暴雨量等情况决定。在小流域，起决定作用的是形成洪峰的短历时暴雨。根据华北平原地区实测资料分析，排水面积为100～500km^{2}的排水区，洪峰流量主要由1d暴雨形成；而排水面积为500～5000km^{2}的排水区，洪峰流量一般由3d暴雨形成。又据黑龙江省三江平原地区实测资料，在近1000km^{2}的耕地上，以暴雨历时与农作物减产率的相关性进行分析，年最大3d暴雨关系最密切，最大1d暴雨次之。因此，本规范规定设计暴雨历时一般采用1～3d是适宜的。我国各地区目前采用的设计暴雨历时见表1。

涝水排除时间应根据农作物的种类及耐淹能力，即耐淹水深和耐淹历时确定。涝水排除时间不应超过农作物的耐淹能力，否则农作物受涝减产，通常应对排水区进行农作物耐淹能力的调查，以不减产为原则，确定涝水排除时间。由于我国各地区现有排水工程基础条件不同，雨情与灾情不同，农业发展水平及对排涝要求也不尽相同，因此，涝水排除时间应因地制宜，经综合分析后慎重确定。我国各地区目前采用的涝水排除时间见表1。根据已有实验资料的分析结果，本规范规定旱作区涝水排除时间一般可采用从作物受淹起1～

3d 排至田面无积水、水稻区涝水排除时间一般可采用 3～5d 排至耐淹水深是适宜的。

表 1 各地区设计排涝标准

地 区	设计暴雨重现期（a）	设计暴雨历时和排除时间
上海郊县（区）	10～20	1d 暴雨（200mm），1～2d 排出（蔬菜：当日暴雨当日排出）
江苏水网圩区	10 以上	1d 暴雨（200～250mm），雨后 2d 排出
天津郊县（区）	10	1d 暴雨（130～160mm），2d 排出
浙江杭嘉湖地区	10	1d 暴雨，2d 排出；3d 暴雨（276mm），4d 排至作物耐淹深度
湖北平原地区	10	1d 暴雨（190～210mm），3d 排至作物耐淹深度
湖南洞庭湖地区	10	3d 暴雨（200～280mm），3d 排至作物耐淹深度
广东珠江三角洲	10	1d 暴雨，4d 排至作物耐淹深度
广西平原区	10	1d 暴雨，3d 排至作物耐淹深度
陕西东方红抽水灌区	10	1d 暴雨，1d 排出
辽宁中部平原区	5～10	3d 暴雨（150～220mm），3d 排至作物耐淹深度
吉林丰满以下第二松花江流域	5～10	1d 暴雨（118mm），1～2d 排出
黑龙江三江平原	5～10	1d 暴雨，2d 排出
安徽巢湖、芜湖、安庆地区	5～10	3d 暴雨（190～260mm），3d 排至作物耐淹深度
福建闽江、九龙江下游地区	5～10	3d 暴雨，3d 排至作物耐淹深度
江西鄱阳湖地区	5～10	3d 暴雨，3～5d 排至作物耐淹深度
河北白洋淀地区	5	1d 暴雨（114mm），3d 排出
河南安阳、信阳地区	3～10	3d 暴雨（140～170mm），旱作区雨后 1～2d 排出

农作物的耐淹水深和耐淹历时因农作物种类、生育阶段、土壤性质、气候条件等不同而变化，是一个动态指标。鉴于我国目前还没有系统的农作物耐淹试验资料可供应用，因此各种农作物的耐淹水深和耐淹历时应根据各地实际调查和科学试验资料分析确定。不同农作物的耐淹能力是不同的，如小麦、棉花的耐淹能力较差，通常在地面积水 10cm 的情况下，受淹 1d 就会减产，受淹 5～7d 以上就会死亡；而玉米、春谷、高粱的耐淹能力则相对较强。同一种农作物的不同生育阶段，其耐淹能力也是不同的，在一般情况下，幼苗期的耐淹能力总是比成熟期差。此外，生长在粘性土壤中和在气温较高时，耐淹历时较短；生长在砂性土壤中和在气温较低时，耐淹历时较长。本规范表 3.2.3 所列几种主要农作物的耐淹水深和耐淹历时，仅供无试验或调查资料时选用。

3.2.4 设计排涝模数主要与设计暴雨历时、强度和频率，排水区形状，排涝面积，地面坡度，植被条件，农作物组成，土壤性质，地下水埋深，河网和湖泊的调蓄能力，排水沟网分布情况以及排水沟底比降等因素有关。因此，设计排涝模数应根据当地或邻近地区的实测资料分析确定；无实测资料时，可根据排水区的自然经济条件、生产发展水平，分别选用附录 C 所列公式或其它经过论证的公式计算。

目前计算设计排涝模数的常用方法有两种：

1 经济公式法。这种计算方法适用于集水面积较大的排水沟和河道排涝设计，一般多根据集水面积大于 50km^2 的河道水文测站实测暴雨径流资料，经统计分析求出平原区排涝

模数经验公式 $q=KR^mA^n$ 中的待定参数 K、m、n。目前平原区多采用这一计算方法，以确定较大集水面积且无调蓄容积条件下的设计排涝流量。这一计算方法的关键在于合理分析确定参数 K、m、n。根据海河流域平原区资料，由于水文资料系列的延长、河道的综合治理、地下水位的普遍下降以及田间配套工程的不断完善等因素的影响，参数 K、m、n 也随之不断发生变化。K、m、n 值应根据各地区具体情况，经实地测验分析确定。我国部分地区根据实测暴雨径流资料经统计分析求出的 K、m、n 值列于表 2，可供无实测资料时选用。

表 2 我国部分地区参数 K、m、n 值

地区			适用范围 (km^2)	K	m	n	设计暴雨历时 (d)
辽宁省中部平原区			≥50	0.0127	0.93	−0.176	3
河北省	平原区		30～1000	0.0400	0.92	−0.330	3
	黑龙港地区		200～1500	0.0320	0.92	−0.250	3
			≥1500	0.0580	0.92	−0.330	3
山西省太原地区			—	0.0310	0.82	−0.250	-
山东省	鲁北地区		—	0.0340	1.00	−0.250	—
	沂沭泗地区	邳苍地区	[illegible]～[illegible]	0.0310	1.00	−0.250	1
		湖西地区	2000～7000	0.0310	1.00	0.250	3
河南省豫东、沙颍河平原区			—	0.0300	1.00	−0.250	1
安徽省淮北平原区			500～5000	0.0260	1.00	0.250	3
江苏省苏北平原区			10～100	0.0256	1.00	−0.180	3
			100～600	0.0[illegible]	1.00	−0.240	3
			600～6000	0.0490	1.00	0.300	3
湖北省平原湖区			≤500	0.0135	1.00	−0.200	3
			>500	0.0170	1.00	−0.238	3

2 平均排除法。这种计算方法只适用于集水面积较小的排水沟排涝设计，而对于集水面积较大的河道排涝设计是不宜采用的。

1）平原区：集水面积在 $10km^2$ 以下的田间排水沟，其设计排涝模数的推求与集水面积较大的骨干排水河道不同，不考虑地面径流汇流后所形成的洪峰大小和洪水流量过程线的形状，而且允许地面径流在短时间内漫出沟槽，因此不必采用设计暴雨情况下产生的最大流量计算，而是按照排涝面积上的径流深，在规定的排涝历时内采用平均排除加以确定。如旱地排涝模数计算公式和水田排涝模数计算公式分别见本规范附录 C 公式（C-2）和公式（C-3）。旱地和水田的排涝历时 T 一般可分别取旱作物和水稻的耐淹历时。水田滞蓄水深 h_1 与设计暴雨发生时间、水稻类别、品种、生长期以及耐淹历时有关，可根据当地试验或调查资料确定；无资料时也可按 $h_1=h_m-h_0$ 推求，h_m 和 h_0 分别为水稻的耐淹水深和适宜水深。江苏省苏北、苏南地区和安徽省巢湖地区水稻适宜水深和耐淹水深分别见表 3 和表 4，可供参考。水田日蒸发量 ET' 一般可取 3～5mm/d，日渗漏量 F 一般可取 2～8mm/d，粘性土取较小值，砂性土取较大值。

表 3 江苏省苏北、苏南地区水稻适宜水深及耐淹水深

地区	生育阶段		返青、分蘖（初期）	分蘖（盛期）	拔节	孕穗	抽穗	乳熟、黄熟
苏北	早熟中稻生长期（日期）		5.31～6.15	6.16～7.5	7.9～7.25	7.26～8.5	8.6～8.10	8.11～9.6
	迟熟中稻生长期（日期）		5.28～6.19	6.20～7.10	7.14～7.31	8.1～8.12	8.13～8.19	8.20～10.4
	早熟、迟熟中稻适宜水深（mm）		30～40	30～50	30～50	30～50	30～50	干干湿湿
	早熟、迟熟中稻不同淹水天数时耐淹水深（mm）	1d	70～80	190～200	320	350	350	—
		2d	60～70	160～190	300	320	320	—
		3d	40～60	140～160	250	270	270	—
苏南	单季晚稻生长期（日期）		6.24～7.19	7.20～7.30	8.3～8.25	8.26～9.6	9.7～9.13	9.14～10.2
	双季晚稻生长期（日期）		7.27～8.20	8.21～8.27	8.31～9.6	9.7～9.18	9.19～9.23	9.24～11.10
	单季、双季晚稻适宜水深（mm）		20～30	20～45	20～45	30～50	30～50	干干湿湿
	单季双季晚稻不同淹水天数时耐淹水深（mm）	1d	70～80	190～200	250	260	260	—
		2d	60～70	160～180	220	230	230	—
		3d	40～60	140～160	190	200	200	—
	双季早稻生长期（日期）		4.25～5.12	5.13～5.31	6.4～6.15	6.16～6.25	6.26～7.1	7.2～7.25
	双季早稻适宜水深（mm）		20～30	20～45	20～45	30～50	30～50	干干湿湿
	双季早稻不同淹水天数时耐淹水深（mm）	1d	60～70	150～180	250	260	260	—
		2d	50～60	140～150	220	230	230	—
		3d	40～50	120～140	190	200	200	—

注：分蘖期与拔节期之间放水烤田。

表 4 安徽省巢湖地区水稻适宜水深及耐淹水深

生育阶段	返青、分蘖（初期）	分蘖（盛期）	拔节	孕穗	抽穗	乳熟	成熟
单季晚稻生长期（日期）	6.11～7.7	7.11～7.28	8.1～8.15	8.16～8.31	9.1～9.15	9.16～10.31	
双季晚稻生长期（日期）	7.21～8.10	8.14～8.28	9.1～9.15	9.16～9.25	9.26～10.5	10.6～10.31	
单季晚稻适宜水深（mm）	20～50	20～80	20～80	20～80	20～80	20～80	—
双季晚稻适宜水深（mm）	20～50	20～60	20～60	20～80	20～80	20～80	—

万水电子书

续表 4

生育阶段		返青、分蘖（初期）	分蘖（盛期）	拔节	孕穗	抽穗	乳熟	成熟
单季晚稻、双季晚稻不同淹水天数时耐淹水深（mm）	3d	70～80	160～175	190	210	260	—	—
	5d	60～70	140～160	175	190	230	—	
	7d	50～60	120～140	160	170	200	—	
双季早稻生长期（日期）		5.1～5.20	5.24～6.7	6.11～6.17	6.18～6.24	6.25～7.1	7.2～7.9	7.10～7.20
双季早稻适宜水深（mm）		20～50	20～80	20～80	20～80	20～80	20～60	落干
双季早稻不同淹水天数时耐淹水深（mm）	3d	50～60	140～155	170	190	240	—	—
	5d	40～50	120～140	155	170	210	—	—
	7d	30～40	100～120	140	150	180	—	

注：分蘖初期与分蘖盛期之间、分蘖盛期与拔节期之间两次放水烤田。

2）圩区：一般集水面积较小（特别是小圩区），可采用平均排除法计算确定设计排涝模数。由于圩区排水情况比较复杂，特别是圩区内的河网、沟塘均具有一定的调蓄能力，有的还与湖泊、洼地相连接，更可作为排水承泄区；加之既有内河与外河之分，又有自排与提排之别，因此必须根据圩区的具体情况，分别计算确定设计排涝模数。如圩区内无较大承泄区，其设计排涝模数计算公式见本规范附录C公式（C-5），圩区内有较大承泄区时的设计排涝模数计算公式分别见本规范附录C公式（C-6）和公式（C-7）。

3.2.5～3.2.7 农作物设计排渍深度是指控制农作物不受渍害的农田地下水排降深度，通常是将排水区地下水位在降雨后一定时间内排降到农作物耐渍深度以下，以消除由于水分过多或水稻田土壤通气不良所产生的渍害。农作物的耐渍深度是指农作物在不同生育阶段要求保持一定的地下水适宜埋藏深度，即土壤中水分和空气状况适宜于农作物根系生长（有利于农作物增产）的地下水深度。当地下水位经常维持在农作物的耐渍深度时，则农作物不受渍害。

由于农作物的耐渍深度和耐渍时间因农作物种类、生育阶段、土壤性质、气候条件以及采取的农业技术措施等不同而变化，是一个动态指标，因此各种农作物的耐渍深度和耐渍时间应根据当地或邻近地区作物种植经验的实地调查或试验资料，并考虑到一些动态因素的影响分析确定。鉴于我国目前还没有系统的农作物耐渍试验资料，表5列出的几种主要农作物排渍标准，可供无试验或调查资料时参考选用。

在确定排渍标准时，旱作区一般以主要农作物关键生长期的排渍要求为依据。国外有以动态指标为基础确定排渍标准的，即当农作物关键生长期，由于遭遇多次或连续降雨致使地下水水位持续居高不下时，根据地下水埋深超过某一高度及其持续时间的累积值与农作物产量的关系作为确定农作物排渍标准的依据。例如农作物在持续受渍条件下的耐渍指标 SEW_{30} 是指在一定受渍时期内地下水埋深超过 30cm 深度与持续日数的总和，以 cm·d 表示。我国湖北等省（区）曾进行过 SEW_{30} 的分析，但还缺乏系统的试验研究。

表 5 几种主要农作物的排渍标准

农作物	生育阶段	设计排渍深度 (m)	耐渍深度 (m)	耐渍时间 (d)
棉 花	开花、结铃	1.0～1.3	0.4～0.5	3～4
玉 米	抽穗、灌浆	1.0～1.2	0.1～0.5	3～4
甘 薯		0.9～1.1	0.5～0.6	7～8
小 麦	生长前期、后期	0.8～1.1	0.5～0.6	3～4
大 豆	开花	0.8～1.0	0.3～0.4	10～12
高 粱	开花	0.8～1.0	0.3～0.4	12～15
水 稻	晒田	0.4～0.6	-	—

水稻是好水植物，可在淹水条件下生长，但水稻田长期淹水会使土壤通气不良，有害物质积累在土壤中，从而恶化水稻的生长环境，造成减产。因此，要求通过采取地下排水措施，降低地下水位，进行晒田和增大水稻田日渗漏量，以增加新鲜水分和氧气，改善土壤通气状况，及时排除土壤中的有害物质，促进水稻正常生长。我国目前各地区对水稻田作了一些适宜日渗漏量的试验研究，但成果差别很大，尚需进一步探求符合节水、高产原则的适宜标准。本规范规定的水稻田适宜日渗漏量取值范围，仅供排水工程设计时参考选用。

为了便于农业机械在田间适时、高效地进行作业，应根据各地区农业机械耕作的具体要求，以保持适宜的地下水埋深，作为确定设计排渍深度的依据。根据河北省芦台农场的种植经验，机耕、机收时要求地下水最小埋深一般为 0.7～0.8m；黑龙江省查哈阳农场采用重型拖拉机带动联合收割机下田时，要求地下水最小埋深一般为 0.9～1.0m；辽宁省盘锦地区采用机耕时，要求地下水最小埋深一般为 0.7～1.0m；江苏省农田采用机耕时，要求地下水最小埋深一般为 0.6～1.0m。又据国外有关资料，为满足履带式拖拉机下田要求的地下水最小埋深一般为 0.4～0.5m，为满足轮式拖拉机机耕要求的地下水最小埋深一般为 0.5～0.6m。因此，根据我国当前农业机械实际使用的情况，本规范规定适于使用农业机械作业的设计排渍深度一般可采用 0.6～0.8m。

3.2.8 确定设计排渍模数所涉及的因素很多，主要有气象（降雨、蒸发）、土壤性质、水文地质、排水工程状况以及农作物耐渍能力等，因此设计排渍模数应根据当地或邻近地区的实测资料确定。从降雨（或灌溉）开始至地下水降至设计要求的排渍深度期间，地下水的排除有一个变化过程和流量高峰，但设计排渍模数均采用雨后（或灌水后）地下水从高水位降至设计排渍深度的平均排渍模数。本条文所列公式（3.2.8）是在无实测资料的情况下用以计算平均排渍模数的公式。

3.2.9 改良盐碱土和防治土壤次生盐碱化的地区，应采取水利、农业、化学、生物等方面的综合性措施。水利方面的措施主要是建立良好的排水系统，要求在返盐季节前将地下水位控制在临界深度以下，以排除人工或降水淋洗出的盐分，从而达到改良盐碱土和防治土壤次生盐碱化的目的。地下水位临界深度是指为了保证不致引起耕作层土壤盐碱化所要求保持的地下水最小埋藏深度。控制地下水位的临界深度主要与当地土壤性质、地下水矿化

度等因素有关。因此，控制地下水位的临界深度值应根据各地区试验或调查资料确定。本条文表 3.2.9 所列地下水临界深度，可供无试验或调查资料时参考选用。

3.3 防 洪 标 准

防洪标准是灌区防洪工程设计的依据，直接关系到灌区工程安全和投资。合理选定灌区工程的防洪标准，不仅是一个安全技术问题，而且是一个社会经济问题，政策性很强。

3.3.1 本条文表 3.3.1 与现行国家标准《防洪标准》GB50201 中表 6.2.1 是安全一致的。后者是根据国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(山区、丘陵区部分补充规定) SDJ12 和《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(平原、滨海部分)SDJ217 制定的。

关于山区、丘陵区与平原、滨海区水利水电枢纽工程划分的界限，按照国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(平原、滨海部分)SDJ217 第 1.0.2 条的规定，应为挡水高度 15m，上、下游水头差 10m。

3.3.2 本条文表 3.3.2 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB50201 中表 6.3.1-1 和表 6.3.1-2 制定的，与现行国家标准《泵站设计规范》GB/T50265 中表 3.1.1 是基本一致的。

3.3.3 本条文表 3.3.3 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB50201 中表 6.3.1-1 制定的。该表适用于灌排建筑物和灌溉渠道工程。因为灌排建筑物是永久性建筑物，比渠道工程自然更重要，而且遭受损坏又较难修复，因此灌排建筑物的设计防洪标准宜取表列上限值。

3.3.4 本条文表 3.3.4 所列防洪标准是参照现行国家标准《防洪标准》GB50201 中表 6.4.3 制定的。潮汐河口灌排（兼挡潮）建筑物的安全主要是防潮水，用潮位重现期表示。为统一起见，现行国家标准《防洪标准》GB50201 将防潮水标准，统称防洪标准。

3.3.5 排洪沟（撇洪沟）是灌区渠道防洪安全的工程措施。根据国内一些灌区排洪沟（撇洪沟）工程实践，其防洪标准一般按重现期 5～10a 确定。

3.4 灌 排 水 质 标 准

3.4.2 灌溉水温是反映灌溉水质的一个重要方面。灌溉水温对农作物（特别是水稻）的正常生长有很大影响，故本条对此作了专门的规定。一些试验资料证明，当灌溉水温高于农田地温 10℃以上时，一些农作物因骤然受热影响生育而减产；当灌溉水温低于农田地温 10℃以下时，一些农作物因猛然受冷而减产。水稻的正常生长不仅要求灌溉水温与稻田地温的差值不能超过 10℃，而且还要求灌溉水温在 15～35℃，最高不应超过 38℃，最低不应低于 12℃。

4 总 体 设 计

4.1 一 般 规 定

灌区总体设计涉及各方面的问题很多，只有认真贯彻统筹兼顾，综合开发，因地制宜，

分期实施，保证实效等原则，才能保证总体设计质量，以充分发挥灌区工程的综合效益。

4.1.1 本条规定了灌区总体设计的主要内容，不同设计阶段的设计深度应有所不同。

可行性研究阶段的灌区总体设计，要求分析论证灌溉水源不同水平年的可供水量，进行水土资源平衡，初选灌区开发方式，确定灌区范围，选定灌排方式；调查灌区土地利用现状，进行灌区土地利用规划，初定灌溉面积和农、林、牧业生产结构，作物组成，轮作制度，复种指数以及计划产量等；分析灌区可能产生旱、涝、渍、碱的原因，初拟灌排分区；拟定设计水平年，选定灌溉设计保证率，分析不同水文年作物耗水量和灌溉需水量，拟定不同年的灌溉制度；初选灌溉水利用系数，进行灌区水量供需平衡分析，拟定灌溉年用水量和年内分配；提出灌区排水工程的初步规划；基本选定灌区整体规划和总体布置方案，拟定水源工程，灌排渠系和灌排建筑物的规模和主要设计参数；制定典型区田间灌排渠系布置规划；提出工程实施意见和管理办法；作出灌区环境影响评价报告；提出国民经济合理性评价结论及工程项目财务可行性评价结论。

初步设计阶段的灌区总体设计，要求论述灌区供水水源条件，核定不同水文年的径流过程及年内分配情况，对多泥沙河流论述河流泥沙冲淤条件及其对灌溉水源的影响；论证土地分类评价和水土资源条件，确定灌区土地利用规划，农、林、牧业生产结构，作物组成，轮作制度和复种指数等；复核灌区范围及灌溉面积，确定水源工程及灌区开发方式；确定灌排分区，提出综合治理措施；确定灌溉设计水平年和灌溉设计保证率，制定灌溉制度；核定灌溉水利用系数，确定灌溉总用水量及不同保证率典型年的年内分配；确定灌区排涝标准、排渍标准、改良和预防盐碱化的排水标准和承泄区水位标准，分析确定排水模数；确定灌区总体布置；对灌区内水源工程、灌排渠系及灌排建筑物进行单项工程方案比较，确定建筑物规模及主要设计参数；选定典型区田间灌排渠系及平整土地的布置设计；提出改进灌水技术、科学用水、节水节能和防止土壤盐碱化的技术经济措施；优选灌溉综合利用规划；确定工程施工总布置、总进度和工程管理运用规程；落实环境保护措施，提出环境保护设计；复核国民经济合理性评价结论及工程项目财务可行性评价结论。

4.2 水土资源平衡分析

4.2.1 水资源评价成果、土地利用结构、作物种植结构、灌溉制度、灌溉用水量和灌区内城乡及工矿企业用水量等是灌区水土资源平衡分析的主要依据。

在进行水土资源平衡分析时，首先应通过水文分析计算，确定不同水平年灌溉水源（包括地下水和灌溉回归水）的可供水量；通过作物种植结构设计，灌溉制度的拟定，确定不同水平年的灌溉定额、灌溉用水量和灌溉用水过程；通过土地利用结构设计，确定灌区范围内的灌溉面积和非灌溉面积的用地比例，并确定灌溉面积上农、林、牧业的用地比例，然后区分不同的情况，合理确定灌区范围和灌溉面积。

对单一水源的灌区，用可供水量除以不同水平年作物的灌溉定额，求得不同的灌溉面积，并进行技术经济论证，以确定灌溉面积。

对多水源的灌区，可以不同水源地的可供水量为基础，按不同自然条件，根据作物布局及不同水平年的灌溉定额，初步确定各分灌区的灌溉范围和面积，并根据主水源情况，在确定主水源灌区范围面积后，对多余水量补充各分灌区水源，使主灌区和分灌区设计标准一致。当

水量不足时，需考虑几个方案进行技术经济论证，以确定各分灌区灌溉范围和面积。

在灌区最终规模选择后，若因工程量和投资较大，近期难以实施时，可根据当地社会经济发展计划，分期建设。近期工程的安排应以符合投资少、见效快、易于实施，并与远期工程相结合为原则。

4.2.2、4.2.3 土地利用结构设计和作物种植结构设计是灌区水土资源平衡分析的重要依据，是合理利用土地资源、发挥工程综合效益的两项重要工作。

灌区控制范围内的土地包括灌溉面积和非灌溉面积。灌溉面积是指净灌溉面积（设计灌水的作物和林木种植面积）与灌溉面积范围内的各级灌排渠系、建筑物、道路、林带的占地面积之和；非灌溉面积是指不宜灌溉的土地、山丘、河流、沟溪、湖泊、洼淀、水塘、沼泽、居民点、工矿企业占地等。

分区确定各种作物的种植面积和复种指数，既要从当地气候、土壤等具体条件出发，又要符合发展高产、高效、优质农业的原则，适应市场经济发展的需要，满足国家宏观调控的要求。

4.3 总 体 布 置

4.3.2 灌区防洪工程是灌区总体布置的重要组成部分。灌区建设必须在确保防洪安全的前提下进行。否则，就不能达到能灌、能蓄、能排和农业高产、稳产的目的。

4.3.4、4.3.5 灌区划分不同类型区和进行土壤改良分区，目的主要是为了适应分区制定合理的灌溉制度，分区确定灌溉用水量，分区进行灌排渠系布置的需要，以保证灌区能够适时灌溉与排水，同时又能符合经济合理和便于管理的要求。

4.3.6 按照总功率最小的原则进行提水灌区的分级，即合理确定各级泵站的设计扬程，使提水总功率最小。一般来说，分级越多，各级提水设备的功率越小，耗用电费（或燃料费）也就越少；但泵站座数及管理人员增多，工程投资和管理费用增加，同时也增加上、下级泵站用水协调的复杂性。因此，要合理确定泵站的级数，并选定合适的站址，必须进行技术经济论证。

4.3.7 适宜的灌溉方式不仅可以保证田间灌水均匀，而且可以节约用水，有利于保持土壤结构和肥力。实践证明，灌水量过大不仅造成用水浪费，而且可能形成深层渗漏，引起地下水位升高，致使土壤盐碱化；灌水量不足，土壤湿润不均匀，会影响作物正常生长。因此，正确选用灌溉方式是进行合理灌溉和保证作物高产的重要环节。但是，各种灌溉方式都有一定的适用范围，应区分不同的情况，考虑作物组成、地形、土壤、水源和经济等条件，合理选定。

4.3.8 正确的排水方式可使排水通畅，及时排除涝（渍）水，有效控制地下水，防止土壤盐碱化、沼泽化，有利于农作物的正常生长，节省工程投资。排水设计应认真分析可能产生涝、渍、碱的成因，并在此基础上区分不同情况，考虑不同排水方式的适用条件，经技术经济比较论证后，合理选用不同的排水方式。

4.3.9 我国的山区、丘陵区分布范围很广，面积约占全国总土地面积的80%左右，其耕地面积约占全国总耕地面积的50%左右。因此，发展山区、丘陵区的农田灌溉非常重要。

山区、丘陵区的自然地理条件差异很大，一方面，地形起伏，地面高差大，坡度陡，峰

谷交错，或沟壑纵横，河流山溪发育，源短流急，洪、枯水位变化大，而且山高水低，农业用水困难，加之这些地区土层较薄，有机质含量少，水土流失较为严重，这是不利的因素；另一方面，地形起伏，峡谷众多，有利于筑坝建库，蓄水滞洪、灌溉、发电，这又是有利的因素。自1958年以来，在我国山区、丘陵区修建了一大批蓄、引、提相结合的“长藤结瓜”式灌溉系统。这种灌溉系统比较充分地利用了山区、丘陵区可能利用的水资源，盘山开渠，引水上山，扩大了耕地和灌溉面积，为旱地改水田提供了有利条件；同时，由于在渠系内部联结了许多水库、塘堰等蓄水设施，并充分利用这些水库、塘堰的容积，把非灌溉季节的水存蓄起来，供灌溉季节用，从而提高了水库、塘堰的抗旱能力和渠系的引水灌溉能力；此外，由于有些渠系常年通水，流量均匀，还为山区、丘陵区发展航运创造了条件。实践证明，“长藤结瓜”式灌溉系统是山区、丘陵区一种较为合理的灌溉系统。

4.3.10 平原灌区可分为山前平原灌区和冲积平原灌区，具有易旱、易涝、易碱的特点。但由于所处的自然地理位置不同，地形、地貌、水文地质条件及水源分布差异，各地存在的主要问题不尽相同，应区分不同情况，分区治理。

采用灌排分开的灌溉系统和排水系统，不仅可以及时排除涝水和有效地控制地下水，起到排涝、防渍、防止土壤盐碱化和次生盐碱化的作用，而且可以通过灌溉系统引用河水进行灌溉或洗盐，并利用深沟排水达到改良土壤和淡化地下水的目的。

对于受盐碱化威胁严重的平原灌区，田间灌排渠沟可以合一。为防止土壤积盐，必须使排水沟水位经常保持在地面以下一定深度，提水进行灌溉，但必须严格控制渠沟蓄水位和蓄水时间。

4.3.11 沿江、滨湖的圩垸灌区均属江湖冲积平原，地形平坦，土壤肥沃，水网密布，水源较丰沛，但因地面高程较低，大部分地面高程均在江河、湖泊洪、枯水位之间，洪、涝、渍、旱灾威胁较严重，因此要采取联圩并垸、整治河道、修筑堤防涵闸等一系列工程措施，有效地控制内河水位和地下水位，达到能蓄、能灌、能降、能排的要求。

为滞蓄涝水，减小排水闸、排涝泵站的工程规模，并加快田间排水，进行综合利用，一般圩区需要有一定的蓄涝区。蓄涝区的大小可根据圩垸灌区的具体情况确定。根据江苏、湖南、湖北、江西等省的排涝经验，当有蓄涝区的圩垸灌区，其蓄涝水面率为10%时，仅为无蓄涝区的圩垸灌区排涝装机功率的1/4。如圩区内部无天然湖泊，需开挖新河网进行滞涝时，则河网的滞涝水面面积以占圩垸灌区总面积的5%～10%为宜。考虑到全国各地的实际情况，本规范规定蓄涝区一般为灌区排水面积的5%～10%。同时，根据一些圩垸灌区的实践，本规范还规定设计蓄涝水位一般控制在排水地面以下0.2～0.3m，起蓄水位一般可低于地面1～2m。

4.3.12 滨海感潮灌区的土壤含盐量一般较高，部分咸田由于缺乏淡水水源冲洗，每年都要遭受不同程度的咸害。对这些地区，一方面需采取防止咸潮入侵的措施；另一方面需引蓄淡水，做到拒咸蓄淡，适时灌排。

4.3.13 排水干沟与承泄河道的连接布置，应保证有良好的出流条件，而不应因排水造成壅水、淹没或出现泥沙淤积的情况，为此，排水干沟与承泄河道岸边宜呈锐角相交，根据一些工程实践经验，此交角宜为30°～60°。

4.3.14 本条规定灌区田间工程应选择若干典型区，分别制定典型设计，这是从灌区总体

行业标准设计

设计的角度提出的，与本规范第 8.1 节规定的田间工程典型设计是一致的。典型区的数量及设计工作深度，既要满足灌区总体布置的要求，又要能指导灌区田间工程的配套，以便能较准确地估算田间工程量及其投资。

4.4 环境影响评价和经济评价

4.4.1 兴建灌区工程对环境的影响，既有有利的方面，也有不利的方面。因此，对环境影响进行综合评价，并对不利的影响提出相应的对策及环境保护措施，是灌区工程设计的一个重要组成部分。根据《建设项目环境保护管理办法》中的有关规定，结合灌区工程的特点，本条提出了灌区工程环境影响评价和环境保护设计的基本要求，作为开展灌区工程环境影响评价工作所应遵循的基本原则。

同其它工程设计一样，灌区工程不同的设计阶段，对环境影响评价工作的要求是不同的。在灌区工程可行性研究报告阶段，需编制环境影响评价工作大纲和环境影响报告书或环境影响报告表；在灌区工程初步设计阶段，则应根据可行性研究报告所提出的环境评价结论，相应的对策和环境保护措施，以及上级主管部门的审批意见，具体落实环境保护措施，提出环境保护设计文件。

环境影响评价工作大纲和环境影响报告书（表）的具体编写，应符合国家现行标准《水利水电工程环境影响评价规范》SD302 的规定。

4.4.2 灌区工程的国民经济评价应采用影子价格，估算灌区工程全部投资费用和年运行费，以及灌区工程的总经济效益和分年度效益，概述工程的社会效益，并测算整个灌区工程对国民经济的净效益，提出国民经济合理性评价结论。

灌区工程的财务评价应采用财务价格，估算灌区工程全部财务投资和年费用，以及灌区工程的财务效益和分年度效益，并测算财务盈利能力和清偿能力，提出财务可行性评价结论。

5 蓄水、引水和提水工程

5.1 蓄 水 工 程

5.1.3 水库调节计算方法，在具有较长水文系列资料时，可采用时历年法或长系列法；缺乏水文资料时，可采用典型年法。根据灌溉工程实践经验，大、中型水库的调节计算，一般采用时历年法，因为灌区农作物用水过程逐年不同，时历年法概念直观，方法简单，便于调整用水量的变化，可逐年、逐月、逐旬求得灌溉需水量，可供水量、损失水量、弃水量、库水位等各种参数，特别是采用电子计算机计算时，更为方便；但时历年法的计算精度与采用的时历系列长短有密切关系，时历系列越长，计算精度越高。鉴于我国各地目前都积累了较长的水文系列资料，因此，本规范规定采用的时历系列不宜少于 30a。小型水库一般多采用典型年法，可逐月、逐旬进行水量调节平衡计算；关键是要选取与相当于灌区灌溉设计保证率的年来水量所对应的年份作为典型年。但由于年内水量分配上的差异，影

响到所选典型年的代表性，一般至少应选取接近灌区灌溉设计保证率的三个代表年进行计算，经分析比较后选用其中较大库容的代表年为典型年。

5.1.6 “长藤结瓜”式灌溉系统一般都有多项蓄水工程（库、塘、堰），并由其中骨干水库利用非灌溉期和丰水年的来水量充蓄灌区内的库、塘、堰，作为灌溉期与骨干水库同时向灌区供水的水源。由输水渠道将库、塘、堰相连通的“长藤结瓜”式灌溉系统工程，在我国南、北方各有特点，本规范仅从共性方面对其水量调节计算作出规定，各地执行时还可结合本地区的具体情况进行适当的调整和补充。

5.1.7 以灌溉水稻为主的水库采用分层取水的方式，主要是为了防止水稻因受到“冷害”而减产。由于水库不同深度的水温不同，因此分层取水可满足水稻对灌溉水温的要求。我国以往大、中型水库设计多采用深层取水方式。这对水稻的正常生产和产量都有一定的影响；日本和美国的水库设计采用分层取水的方式较多，显然比深层取水方式好得多。近些年来，我国在大、中型水库设计中逐步推广了分层取水的方式，收到了较显著的效果。如辽宁大伙房水库、吉林朝阳水库、广西花山水库采用塔式分层取水，四川声钟水库和江西泡桐水库分别采用圆筒式伸缩闸门和浮式管型表层取水等都可作为水库工程设计的借鉴。

5.2 引 水 工 程

5.2.4 在本条文公式（5.2.4）中，系数 K 值主要与分沙比 ε 值有关，如图 1 所示。由图 1 可见，当 $K=0.6\sim1.0$ 时，$\varepsilon<10\%$；当 $K=0.8$ 时，ε 值最小。因此，本规范规定系数 K 值一般取 0.8。

5.2.5 无坝引水的引水比确切地说应为引水流量比，又称引水率或分流比，即引水渠首工程多年平均引水总量与多年平均河道来水总量的比值。为了与《中国水利百科全书》用词保持一致，本规范采用“引水比”一词。如果采用的引水比过大，将会引起引水口下游的河道流量减小，特别是对于多泥沙河流，由于下游河道挟沙量的加大和输沙能力的降低将导致泥沙的严重淤积。据统计，当清水河流上无坝引水的引水比超过 50%，多泥沙河流上无坝引水的引水比超过 30%时，引水口下游的河道就将存在泥沙淤积的问题。同时，大量泥沙入渠，对渠道的正常运用也是不利的。《水工设计手册》一书提出，枯水期无坝引水的引水比为 20%～30%；为防止大量泥沙入渠，不要超过 50%。《泥沙手册》一书提出，自流引水流量为河道流量的 20%～30%；在条件有利的河流弯道段可达到 40%～50%。从陕西交口抽渭灌溉工程模型试验结果及多年实际运用情况来看，引水比一般为 50%～60%，而当河道流量小于设计流量时，甚至可将河道来水全部引进，即引水比为 100%。这就说明对不同地区，不同河流的特性和来水、来沙条件等应作具体分析。为了防止泥沙被大量带入输水渠道和防止泥沙严重淤积在引水口下游河道，本规范规定无坝引水的引水比宜小于 50%，多泥沙河流无坝引水比宜小于 30%。如经模型试验或其它专门论证，引水比可适当提高。

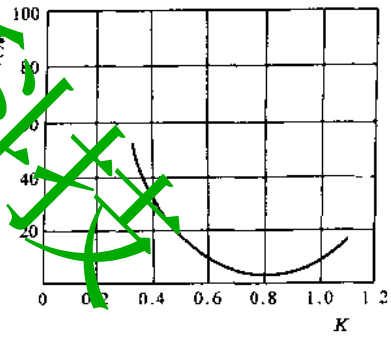


图 1 $K-\varepsilon$ 关系曲线图

5.2.6 引水口进水方向与河道水流方向的夹角称为引水角。对无坝引水的引水角所作的限制，主要是为了使入渠水流平顺，增大引水量，并防止过多泥沙被带入渠内。引水角愈小，引水口前沿宽度愈长，进口流速分布则愈不均匀；但引水角过大，引水口前沿宽度小了，又将影响进口引水量。根据多数引水工程的实践经验，本规范规定无坝引水角宜取 30°～60°。

5.2.7 导流堤在河道中应顺河道方向布置，使其与河道岸边之间形成引水通道。根据工程实践经验，导流堤与水流成 10°～20°的夹角时，引水效果最好。我国古代的“迎水湃”实际上就是导流堤。宁夏的汉渠和唐徕渠都有很长的导流堤，名为“十里长湃”。四川都江堰工程是利用导流堤和弯道环流原理进行无坝引水的典型实例，其中鱼嘴和金刚堤就起了导流堤的作用。

5.2.8 《水工设计手册》一书规定，无坝引水进水闸的闸前水位的确定有两种方法：一是对历年各灌溉季节的河道平均水位进行频率分析，选取相当于灌溉设计保证率的水位作为进水闸闸前水位；另一是选用历年灌溉期平均枯水位作为闸前水位。《渠首工程》一书规定，无坝引水进水闸的闸前水位的确定，是对历年灌溉临界期的河道平均水位进行频率分析，选取相当于灌溉设计保证率的水位作为进水闸闸前水位；另一是选用历年灌溉期平均枯水位作为闸前水位。以上两书规定的主要不同点是进行频率分析的河道平均水位取用时期，一是取用历年灌溉期；另一是取用灌溉临界期，这两者是有所不同的。灌溉期是指整个灌溉季节，历时较长；灌溉临界期是指年内河流来水较少或水位较低，而用水量较大的时期，或者是指河流来水量较多，但用水量也特别大，即来水和用水之间矛盾非常突出的时段。显然灌溉临界期历时远比灌溉期历时短。鉴于在长系列年中，各年灌溉期是相同的，而灌溉临界期可能有所不同，且难于掌握，因此本规范采纳《水工设计手册》的规定，即对历年灌溉期的河道平均水位进行频率分析。所谓“平均水位”，一般是指月平均水位，但在水量平衡计算时可逐旬计算，其精度当然比逐月计算精度高，故本规范规定取历年灌溉期的月平均水位或旬平均水位进行频率分析。再者，本规范还规定取多年灌溉期枯水位的平均值，显然是偏于安全的。

5.2.10、5.2.11 侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首布置，是一种传统的布置形式，即所谓“印度式渠首”，其进水闸前缘线与拦河溢流坝坝轴线的夹角为 90°（即进水闸的引水角为 90°），这种布置如用于多泥沙河流，可将大量泥沙引入渠道。本条所述侧面引水、正面排沙的有坝（闸）引水渠首，是指经改进的印度式有坝（闸）引水渠首，其布置参见图 2。印度北方邦灌溉研究所的模型实验结果表明，当进水闸前缘线

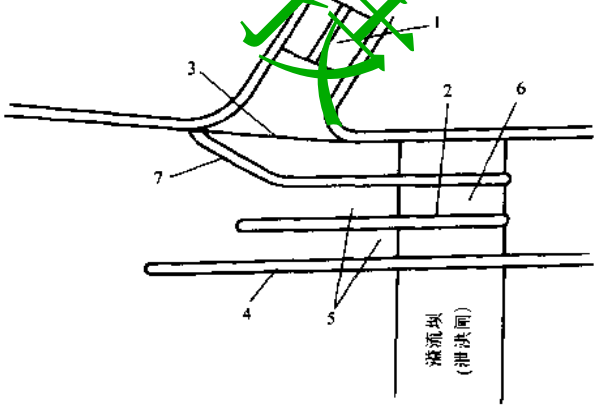


图 2 有坝（闸）引水渠首布置图

1—进水闸；2—冲沙闸；3—拦沙坎；4—导流墙；5—沉沙槽；6—冲沙槽；7—导沙坎

万方数据科技

与拦河溢流坝坝轴延长线夹角为70°～75°时，较夹角为90°时的防沙效果提高近6倍。我国三盛公、横排头、渔子溪等大型引水渠首工程都采用了这种布置形式。

5.2.12 冲沙廊道有底部冲沙廊道和侧向冲沙廊道两种，后者在我国采用较少。底部冲沙廊道可布置在沉沙槽内，占槽宽的一部分或全部，其顶部与进水闸底槛齐平，末端由冲沙槽控制。印度大型渠首多采用这种布置形式，如印度东柯西渠首，廊道净高1.55m，宽2.9m，上层水流经进水闸入渠，含有底沙的水通过冲沙廊道和冲沙闸排到河道下游。

5.2.13 隧洞引水方式在我国陕西采用较多，如宝鸡峡引渭渠首工程，在引入隧洞后面紧接着布置沉沙槽，水流经沉沙槽通过进水闸正向引入渠道，定期打开侧向布置的冲沙闸，将沉沙槽内沉积的泥沙排入渭河，使用效果很好。

5.2.14 人工弯道引水方式是利用河势和有利地形人为地做成的弯道式引水渠道，在充分利用横向环流作用的基础上，做到凹岸引水，凸岸排沙。这种引水方式在我国新疆、甘肃等省区采用较多，如新疆玛纳斯河渠首引水流量100～140m³/s，灌溉面积250万亩；叶尔羌河渠首引水流量120～230m³/s，灌溉面积161万亩，引水排沙效果良好。

5.2.15 利用设有溢流堰堰顶的底栏栅引水的方式，称为底栏栅式引水，又称跌落式引水，这是山区河流上的一种特有的引水方式，只适用于大粒径推移质较多、水面比降较陡的山区河流上的引水渠首工程。引水廊道设在堰内，廊道顶部铺设栏栅，水流经过栅孔跌落到廊道内，再经进水闸流入渠道。细颗粒泥沙随水流引入渠道，再由设在渠道上的冲沙闸排到河道下游；而大粒径推移质（砂石、卵石）则由栅顶直接排到河道下游；设计栏栅时一定要注意防止栅条产生弯曲变形或栅条间发生卡石现象，并要求方便栏栅的清理和检修。堰顶设有底栏栅的溢流堰轴线应与水流正交，以使水流均匀地跌入廊道。在一般情况下，堰顶底栏栅可高出枯水期河床平均高程1.0～1.5m，但出栏栅顶部直接排入下游河道的推移质日渐堆积起来，必须定期进行清理。这种底面引水方式在我国新疆采用较多。

5.3 沉 沙 池

5.3.2 入渠水流的允许含沙量和允许进入输水渠道的泥沙粒径主要与灌区的灌溉要求和渠道输沙能力有关。据泾惠渠的灌溉实践经验，使用含沙量为15%～28%的浑水灌溉比使用清水灌溉可使农作物增产，但当含沙量超过30%时则农作物呈现减产趋势。《水工设计手册》一书中规定过泵水流挟沙量最好控制在5%～7%，尽量不要超过10%。在综合考虑上述资料的基础上，本规范规定自流引水渠道的入渠水流允许含沙量宜小于50kg/m³。至于允许进入渠道的泥沙粒径，据《水工设计手册》一书介绍：粒径为0.001～0.005mm的泥沙能改善土壤养分状况，可适量输入田间；粒径为0.005～0.1mm的泥沙能改良土壤结构，可少量输入田间；但粒径为0.1～0.15mm的泥沙则对农田有害，且易于淤积渠道，一般不允许入渠。该手册提出，允许进入灌溉渠道的泥沙粒径通常不宜大于0.05mm。据《渠首工程》一书介绍：黄河下游地区使用的灌溉水，经沉沙池沉淀后允许进入下游渠道的泥沙粒径一般小于0.03mm。该书提出，引水灌溉时应沉淀粒径大于0.03～0.05mm的泥沙。根据上述资料，本规范规定允许进入渠道的泥沙粒径不宜大于0.05mm。

5.3.8 本条文公式（5.3.8）是按准静水沉降法提出的经验公式，可供参考使用。

5.3.10 本条文公式（5.3.10-1）和公式（5.3.10-2），是黄委水利科学研究院按超饱和不

平衡输沙法提出的经验公式，可供参考使用。

5.4 泵　　站

5.4.1 现行国家标准《泵站设计规范》GB/T50265 的适用范围为新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的设计，而大、中型泵站的等别规定为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ等，故本条文规定，凡Ⅲ等及Ⅲ等以上的提水枢纽工程中泵站的设计，尚应遵守现行国家标准《泵站设计规范》GB/T50265 的规定。本节以后各条规定，是按设备选择、站址选择、泵房布置、进出水建筑物设计以及特种泵站顺序依次展开的。

5.4.3 主泵台数包括工作泵和备用泵。主泵台数可按泵站流量进行选择，且规定了主泵适宜台数为 3～9 台，这一规定参照了国外相应规范。前苏联建筑法规《土壤改良系统和建筑物》（СНиП2.06.03-85）规定：当泵站流量 $Q<1m^3/s$ 时，可选 2～4 台；$Q=1\sim5m^3/s$，可选 3～5 台；$Q=5\sim30m^3/s$，可选 4～6 台；$Q>30m^3/s$，可选 5～9 台。我们将台数上限亦取为 9 台，但下限考虑到开启台数对进水池内水流影响，定为 3 台。

5.4.5 动力机动率备用系数为所选动力机额定功率与水泵运行范围内最大轴功率的比值，水泵轴功率越大，动力机功率备用系数越小。具体选择可参照《机电排灌设计手册》。

5.4.29 本条规定是根据河南省鄢县低压喷灌泵站建设与管理经验制定的，可供自动调压喷灌泵站主泵选择时参考。

5.5 机　　井

我国北方地区凿井汲取地下水灌溉农田有着悠久的历史。新中国成立后，机井提水灌溉事业得到迅速发展。据统计，1992 年北方 17 省（市、自治区）已拥有配套机井 286 万眼，井灌面积达 1.82 亿亩，约占全国灌溉面积的 1/4，每年开采地下水量约 $500\times10^8\sim600\times10^8m^3$，配套电动机与柴油机总动力约 2.692×10^7kW。因此，本规范对机井设计也作了规定。

5.5.1 关于地下水资源的分类，我国 20 世纪 60 年代以前是沿用前苏联的普氏四大储量分类法；70 年代以来，随着我国供水水文地质工作经验的积累及水文地质理论的发展，于 1988 年提出按补给量、储存量和消耗量的分类方法，并已列入现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GBJ27。在补给量方面可分为天然补给量和开采补给量；在储存量方面可分为容积储存量和弹性储存量；在消耗量方面可分为人工开采量和天然消耗量。天然补给量又可分为降水入渗补给量，河道渗漏补给量，水库、湖泊、闸坝蓄水渗漏补给量，渠系渗漏补给量、渠灌田间入渗补给量，井灌回归补给量等；天然消耗量又分为潜水蒸发量、植物蒸腾量、泉水溢出量等。

5.5.3 干扰抽水的水量消减系数，是反映由于井间干扰而减少出水量程度的指标，可通过一组或数组机井进行单井和群井抽水试验确定，每组包括不同井距的机井 5～6 眼。

综合平均灌水定额，是指井灌区内各种作物灌水定额的综合指标。在机井出水量一定的条件下，综合平均灌水定额大，单井控制灌溉面积小，则整个井区内打井数量多，投资大，经济效益低；反之，打井数量少，投资可缩减，但灌溉保证率可能有所降低。因此，根据当地情况确定一个最优的综合平均灌水定额，是涉及整个井灌区的经济效益高低的关键

万水灌溉技术

问题，应根据当地的种植计划、作物品种、各种作物的灌溉定额、灌溉方法、灌水次数等计算确定。

5.5.5 确定井数的方法有单井控制面积法和允许开采模数法两种，本条文公式（5.5.5-1）和公式（5.5.5-2）就是反映这两种方法的计算公式，前者适用于需水量小于或等于允许开采量的情况，后者适用于需水量大于允许开采量，即需要按允许开采模数进行地下水开采的情况。允许开采模数是通过现有机井普查取得的有关机井布局、地下水开发现状、地下水位动态等资料而获得的计算参数，虽较为粗略，但接近实际情况。

5.5.6 本条对井群布置作了一些原则性的规定，具体井位还应根据布井区的水文地质条件、地形条件和地理位置，结合灌排渠沟（管道）系统、道路、林带、输电线路等进行布置。

5.5.8 我国常用的IB型（包括逐步被代替的B型、BA型）和S型（包括逐步被代替的sh型）离心泵最大吸程不超过10m，因此，当机井动水位埋深大于10m时，宜选用深井潜水电泵或长轴深井泵。但须注意：当井筒倾斜度大于1°时，不宜选用长轴深井泵；当井筒倾斜度大于2°时，不宜选用深井潜水电泵。为保证水泵的正常运行，防止井壁坍塌和井底淤积，所选水泵的流量不得大于井的最大涌水量。

5.5.9 机泵配套是根据“以泵配机”的原则，为泵选配适宜的动力机。长轴深井泵和深井潜水电泵一般是机泵成套和整体供应，不需另行选配动力机。对其它泵型，都要选配相应的动力机。在供电条件较好的地区宜选用电动机，因为电动机启动容易，操作简单，运用可靠，运行成本较低。而在无电或供电较困难的地区可选择柴油机，柴油机具有机动灵活，适应性强的优点。

动力机的功率备用系数，可根据水泵的轴功率大小，参照表6所列数值选用。

表6 功率备用系数表

水泵轴功率（kW）	<5	5～10	>10～50	>50～100	>100
电动机功率备用系数	1.3	1.3～1.15	1.15～1.1	1.1～1.05	1.05
柴油机功率备用系数	1.4	1.4～1.3	1.3～1.2	1.2～1.15	1.15

5.5.10 根据调查与试验资料，在井灌区决定机井装置效率的主要因素是管路效率，其概化表达式为：

$$\eta_x \approx 0.7\eta_g \tag{1}$$

式中 η_x——机井装置效率（%）；

η_g——管路效率（%）。

据大量测试资料，许多机井装置效率仅为35%，这就意味着管路效率只有50%，显然太低了。技术改造经验表明，只要适当放大泵管直径，合理安装低阻力系数的闸阀、附件，管路效率提高到60%～65%是不难的，因而机井装置效率达到40%～45%也是完全可能的。据各地经验介绍，如实测能源单耗在5～6kW·h/(kt·m)范围内，表明机泵配套比较合理，装置效率常可达45%以上。能源单耗是反映机井效率、机泵配套及装置效率的综合性指标，其定义是从机井中提水1kt·m所消耗的能源数量，单位以kW·h/(kt·m)表示（柴油机配套以kg/(kt·m)表示）。

6 灌溉输配水系统

6.1 灌溉渠道系统

6.1.3 “长藤结瓜”式灌溉渠道系统是我国山区、丘陵区在合理开发利用灌区水资源并保证供需平衡的基础上，将灌区范围内多项蓄水工程连接成水资源相互调剂、统一调配的灌溉系统。灌区群众通常形象地把渠道比喻为“藤”，把灌区内众多的库、塘、堰比喻为“瓜”。通过对“藤”（渠）和“瓜”（库、塘、堰）的合理调度运用，就可使整个灌区做到忙时灌田，闲时蓄水，以蓄补灌，以丰补缺。

6.1.4 轮灌渠道的主要特点是水量集中、输水时间短，所需渠道断面较大，土方和建筑物工程量以及建设费用较大，因此干、支渠一般不应按轮灌方式设计。支渠只有当水面比降小、水流泥沙含量高、容易产生淤积，有必要增加输水流量或缩短灌溉周期时，才可按轮灌方式设计，但必须经技术经济方案比较论证确定。

6.1.5 按续灌方式设计的干、支渠，采用按设计流量、加大流量和最小流量进行水力计算，即以设计流量计算确定各级渠道在正常工作条件下的水力要素；以加大流量计算确定渠道的岸顶超高和高度，并验算渠道的不冲条件；以最小流量确定渠道的最低控制水位，并验算渠道的不淤条件。这是我国自20世纪50年代以来采用的设计方法，并在1984年纳入部颁标准《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84。实践证明，这是一个技术经济合理、行之有效的设计方法，因此本规范继续采用。

6.1.6 关于支渠长度折算系数α，在以往灌区工程设计中多采用0.75。部标《灌溉排水渠系设计规范》采用了陕西省水利电力勘测设计院对支渠长度折算系数的分析计算成果，即支渠灌溉面积重心分别在上游、中游或下游时，支渠长度折算系数分别为0.60、0.80、0.85。所谓灌溉面积重心在上游或下游，系指灌溉区形状基本上为三角形或梯形；灌溉面积重心在中游，系指灌溉区形状基本上接近为方形或长方形。本规范继续采用这一计算分析成果。

6.1.8 续灌渠道加大流量的加大百分数，在部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84中已作了规定。根据近几年来的灌溉工程实际情况，本规范对此作了适当的调整和延伸。

6.1.9 部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217-84规定对续灌渠道最小流量可根据最小灌水率和渠系水利用系数计算确定。按此规定计算结果，有的续灌渠道的最小流量往往与设计流量相差过大，不能保证对下一级渠道正常供水和水位控制。为此，根据一些灌区实际情况的调查，本规范认为规定采用的最小流量不低于设计流量的40%，最小水深不低于设计水深的70%是较为适宜的。

6.1.11 土质渠道设计平均流速控制不小于0.3m/s，目的是为了防止滋生杂草。寒冷地区冬、春季灌溉用的渠道，设计平均流速控制不小于1.5m/s，目的是为了防止水面结冰。

6.1.12 渠道允许不冲流速系指渠床土粒将要移动而尚未移动时的临界流速，是渠道允许过流的上限值。计算允许不冲流速值的经验公式很多，如适用于沙质土、砾石土、砂卵石渠床的列维公式，适用于黄土渠床的沙玉清公式和西北水利科学研究所公式，以及适用于

缺乏有关水力要素时的吉尔什坎公式等。这些公式都有一定的适用条件，不可盲目使用。为此，本规范对重要的干、支渠道允许不冲流速值的计算确定作了原则性的规定，而一般渠道允许不冲流速值可不进行计算，直接由本规范附录F查得。

6.1.13 渠道水流在某一特定条件下能够挟运某种粒径泥沙不致使渠道发生淤积的最大数量，称为渠道水流挟沙能力，或称渠道水流饱和含沙量。渠道水流的挟沙能力与水流流速、水力半径、泥沙粒径及沉降速度有关。由于水流中泥沙运动规律的复杂性，目前还没有完善的理论计算公式，而用于计算渠道水流挟沙能力的经验公式虽然比较多，但都有一定的局限性。本规范附录G中推荐采用的三个经验公式，是目前使用较多的计算公式。沙玉清公式适用于黄河中游地区渠道泥沙中值粒径在0.02mm左右及水流弗劳德数 $Fr \leqslant 0.8$ 的情况；当 $Fr>0.8$ 时，这一公式不能使用。黄委水利科学研究院公式适用于黄河中、下游地区，但因适用范围覆盖的面积很大，条件很复杂，因此按这一公式计算的结果，误差会大一些。山东省水利科学研究院公式仅适用于黄河下游地区的衬砌渠道，适用范围相对更窄一些。

6.1.15 本条文公式（6.1.15）是由水利部西北水利科学研究所提出的经验公式，适用于从多沙泥河流引水的浑水渠道。根据陕西省洛惠渠的实践经验，在渠底比降较大的条件下，可以引用泥沙含量超过40%的浑水进行淤灌。

6.1.17 在渠底比降和渠床糙率已定的条件下，通过某一规定流量所需的最小渠道横断面，称为水力最佳断面。在灌区工程设计中，为了节省输水渠道土石方以及衬砌工程量，尽量少占地，一般均采用窄深式断面；而配水渠道为使水流较为稳定，不易产生冲刷和淤积，多采用宽浅式断面。本规范推荐采用梯形渠道实用经济断面计算方法。在通过相同流量的条件下，采用实用经济断面时的流速与采用水力最佳断面时的流速相比较，前者比后者增加2%至减少4%，即实用经济断面的过水面积较水力最佳断面的过水面积减少2%至增大4%，故仍可认为基本符合水力最佳条件，但实用经济断面的水深变化范围为水力最佳断面水深的68%～160%，其相应的渠底宽度变化范围为水力最佳断面渠底宽度的290%～40%。

6.1.18 陕西省水利电力勘测设计院根据西北水利科学研究所对陕西省9个灌区的实测资料及其分析成果，即本条文所列的公式（6.1.18-1），结合宝鸡峡、龙洞寺两个灌区的设计资料，绘制了关系曲线（见图3）。该曲线界于按吉尔什坎公式和西北水利科学研究所公式所绘制的两曲线之间，并以 $Q=1.5m^3/s$ 分界，概括为两个经验公式，即本条文所列公式（6.1.18-2）和公式（6.1.18-3）。上述分析成果作为计算从多泥沙河流引水渠道水深和宽深比的公式，已纳入部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84，本规范认为分析结果正确，计算结果合理，故继续采用。

6.1.20 深挖方渠道一般是指挖土深度大于15m的渠道。

6.1.21 黄土地区渠岸以上的边坡可分为低边坡和高边坡，其界限一般以边坡高度15m分界。

6.1.22 部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84规定以渠道水深作为确定挖方渠道最小边坡系数的因素之一，以渠道流量作为确定填方渠道最小边坡系数的因素之一，在使用中不少设计人员感到不便，认为两者应协调一致。

6.1.23 根据桥梁和跌水、陡坡等灌排建筑物引起的壅水，闸门调节时引起的暂时渠内水位上升，渠道运用期间渠床糙率变化引起的渠内水位变化，以及强烈毛细管作用对渠堤的影响等因素，经综合分析后提出的计算土渠顶部超高的公式，见本条文公式（6.1.23-1），是

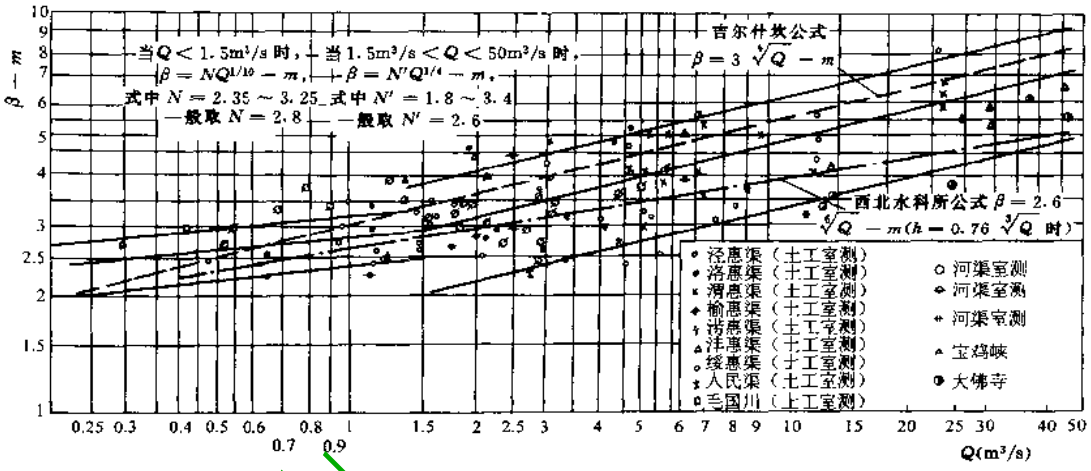


图 3 深水渠道（$\beta+m$）－Q 关系曲线图

一个简单实用的经验公式，已于 1984 年纳入部标《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84，不少设计单位对此反映良好。现在将国内部分渠道实际采用的超高值，以及美国有关计算公式和曲线图的验算值与该式计算结果进行比较见表 7。由表 7 可知，大多数干渠、总干渠的实际采用值与该式计算结果最为接近，因此本规范继续采用。

表 7 国内部分渠道采用超高值及验算值比较

渠道名称	Q (m³/s)	h (m)	F_b (m)	按 $F_b=\frac{h_b}{4}+0.2$ 计算值 (m)	按 $F_b=0.552\sqrt{ch_b}$ 验算值 (m)	按曲线图查得 F_b 值 (m)
三盛公灌区总干渠	620	4.17		1.24	1.79	2.00
渭史杭灌区总干渠	300	5.00	1.50～2.00	1.45	1.95	1.76
长征渠总干渠	275	7.25	2.00	2.01	2.34	1.75
东雷抽黄灌区总干渠	120	3.60	1.20	1.10	1.53	1.44
打渔张灌区总干渠	120	2.40	0.60	0.80	1.35	1.44
人民胜利渠总干渠	100	2.60	0.50	0.85	1.41	1.42
京密引水干渠	70	3.08	1.00～1.50	0.97	1.47	1.32
宝鸡峡灌区引渭总干渠	60	3.17	1.03	0.97	1.46	1.26
冯家山水库灌区总干渠	47	3.75	0.85	1.14	1.53	1.21
韶山灌区总干渠	40	3.50	1.00	1.08	1.44	1.16
泾惠渠总干渠	27	2.50	1.50	0.83	1.17	1.07
渭惠渠北干渠	17	1.98	1.02	0.70	1.01	0.96
洛惠渠总干渠	15	2.00	1.00	0.70	1.00	0.93

注：1. 表中公式 $F_b=0.552\sqrt{ch_b}$ 为美国垦务局提出的计算公式，见该局所编《渠道及其有关建筑物》一书原文第 10 页。当流量 $Q=0.57m^3/s$ 时，式中系数 $c=1.5$；当 $Q=85m^3/s$ 时，$c=2.5$。按上述公式计算 F_b，当 $Q\leqslant 85m^3/s$ 时，c 值采用内插法求得；当 $Q>85m^3/s$、c 值仍采用 2.5。

2. 表中所述曲线图见美国土木工程师协会编《在争用资源年代里的灌溉与排水》一书原文第 330 页图 103－D－341。

6.2 渠道防渗衬砌

6.2.2 渠道防渗衬砌结构适用条件表是参照国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL/T 18 中附表 2.1 制定的，表中所列允许最大渗漏量指标是根据国内外不同防渗衬砌渠道的实际防渗效果，经分析研究后拟定的。

6.2.5 本条文表 6.2.5 是参照国家现行标准《渠道防渗工程技术规范》SL/T18 的规定，结合近年来一些渠道防渗衬砌实践经验制定的。由于影响渠道防渗衬砌结构厚度的因素是多方面的，如渠道断面形状、流量的大小等，特别是矩形断面渠道，在休灌时，防渗衬砌结构受到基土的侧向压力作用，其厚度就要相应加大些。此外，当渠道水面波动时，防渗衬砌结构在时干时湿的条件下，表层易产生剥落现象，要求将厚度相应加大些。显然，防渗衬砌结构厚度太薄不能满足渠道防渗要求，太厚又不经济，应通过试验确定。本条文表 6.2.5 给出防渗衬砌结构的适宜厚度，对一般条件下的防渗衬砌结构设计是适用的。

6.2.6 关于伸缩缝填料，我国各地多年来采用较多的有沥青油毡、沥青砂浆、焦油塑料胶泥、聚氯乙烯胶泥等，也有使用锯末水泥、木条等材料的。据西北水利科学研究所的试验，采用 1∶1∶4 沥青水泥（粉煤灰）砂浆，虽造价较低，软化点为 70℃时与混凝土的粘结力为 0.4MPa，但延伸度小，在负温情况下极易与混凝土拉开。焦油塑料胶泥性能有了较大改进，其耐热温度可达 90℃，0℃时与混凝土的粘结力大于 1.0MPa，－12.5～17℃时，延伸变形率大于 190.8%，20℃时的延伸变形可达 83mm，而且耐老化，造价也不高。以上试验资料可供设计选择伸缩缝填料时参考。

6.3 灌溉管道系统

6.3.1 环状封闭式管网主要适用于多水源、地形平坦、用户要求供水保证率高的场合。树枝状管网既可用于单一水源，也可用于多水源，不受地形条件限制，目前应用最广。

在不同压力区内采用不同压力等级的管材和不同灌水方式，其目的是充分利用水头、扩大灌溉面积及降低管道造价。不同的灌水方式所需的工作压力是：喷灌 200～500kPa，微灌 50～200kPa，低压管道输水 50kPa 以下；管材工作压力等级有：小于或等于 200、400、500、600、800、1000kPa 和大于 1000kPa 等。

在管道的纵向拐弯处，从管轴线算起留 2～3m 水头的余压，是为了避免管道内出现真空产生负压。

灌溉固定管理埋在冻土层以下，是为了避免在冬季冻坏管道。在冻土层较薄或无冻土地区，为确保安全与稳定，管道埋深不应小于 60cm。

设节制阀的作用，一是确保各分水口在任何情况下都可以按需要进水；二是当分水口较多时，一旦输配水管道发生破坏，可以关闭破坏处的节制阀进行维修，不致影响管道系统其它部分的正常运行。在管道最低处设排水阀是为了在非灌水季节放空管道和排走淤泥。

安装进、排气阀和水锤防护装置是为了保护管道系统的安全运行，但安装位置必须正确，否则起不到保护作用。

6.3.2 经济流速是根据管道系统的造价和运行费用之和最小而确定的，故管道流速一般不应超出此范围。

管道的强度是指管道的抗拉强度和抗压强度。在进行强度计算时，应考虑最不利的情况进行荷载组合。在进行抗拉强度计算时，仅考虑管内压力而不计管外压力，荷载组合是管道中水的工作压力加上水锤压力升高值。在进行抗压强度计算时，仅考虑管外压力而不计管内压力，荷载组合是填土压力加上运输工具可能产生的最大压力。

7 排 水 系 统

7.1 明 沟 排 水 系 统

7.1.1 农沟是最末级的固定排水沟，农沟以下可根据需要设置毛沟、腰沟、墒沟等临时性排水沟。干、支、斗沟三级组成沟网，其作用主要是及时排除暴雨径流，同时可适量滞蓄涝水，在有的地区还可用来发展航运和水产事业等。农沟及其以下的临时性排水沟组成田间集水沟网，其作用主要是汇集田面径流，控制和降低地下水位，将涝水和渍水排入承泄区。我国一些除涝、治渍排水区采用的排水沟一般规格见表8，可供布置明沟排水系统时参考。

表8 排水沟道一般规格 (m)

排水沟道名称	深 度	间 距	排水沟道名称	深 度	间 距
支 沟	2.0～2.5	1000～5000	干 沟	0.8～1.0	50～100
斗 沟	1.5～2.0	300～1000	腰 沟	0.5～0.8	30～50
农 沟	1.0～1.5	100～300			

明沟排水系统工程简易，投资较少，维修管理也比较方便；但最大缺点是占用土地多，需建桥涵多，不利于机耕机收，易淤积，易生杂草，影响排水效果。在轻质土地区及淤泥、流沙地段，边坡易于坍塌，是一个较难解决的问题。

7.1.2 各级排水沟应尽量布置在低洼地带，使之能快速通畅地自流排水，同时也为合理布置田间排水工程和选取良好的排水出路创造条件。排水面积较大的排水区，利用天然河道及原有沟道作为骨干排水沟，可使工程量大大减少。

1～3级排水沟之间及其与承泄河道之间最好相互垂直，而在连接处则要求呈30°～60°交角，以利排水和避免出现冲淤情况。

1～3级排水沟线路，应尽量避免穿过淤泥、流沙及其它地质条件不良地段。难于避免时，必须采取相应的工程措施。日本通常的做法是沿排水沟两侧各打一排钢板桩，顶端用横梁支撑，然后在两排钢板桩之间挖成排水沟。我国现阶段不能完全照搬日本这种做法，但有些地区有条件时可考虑采用其它材料代用。

排水沟出口排水方式有畅排和托排两种。畅排即多数情况下排水出口均可自排，这是最经济的排水方式。托排即排水出口受下一级排水沟或承泄区水位顶托，如果短期内不能自排时，可修建排水涵闸利用排水出口水位高于下一级排水沟或承泄区水位的短暂时期抢排涝水；如果下一级排水沟道或承泄区水位长期高于排水出口水位，而上一级排水沟道蓄涝容积又不能满足调蓄要求时，则必须修建排水泵站进行抽排。当然也可在排水出口两侧

修建回水堤，使回水范围以外的涝水能够自排，回水范围以内的涝水通过排水涵闸或排水泵站抽排，但是这种做法只适用于回水长度不大的情况。

布置排洪沟应按实际情况尽量增建一些塘库工程，以减少排洪沟的工程量。对于截流沟的布置，在地形条件允许的情况下，也可采用适当分散的布置方案，但在选择时应以截流效益大、占地面积少、工程量小为原则。截流沟应尽量沿地形等高线布置，弯道应有足够的曲率半径，沟底比降可适当放缓，同时也应尽量避免高填方、深挖方。排洪沟（截流沟）是重要的排水工程，其排水标准可略大于排水区的排涝标准。广东省环山排洪沟或截流沟的排水标准见表9，可供参考。

表9 广东省环山排洪沟或截流沟的排水标准

排洪（截流）面积（km^2）	防护对象	设计暴雨重现期（a）
>150	重要城镇或工矿企业	≥20
150～50	一般城镇或工矿企业	20～10
50～5	村镇	10
<5	村庄	10～5

7.1.3 末级固定排水沟的深度和间距有一定的优化组合关系。为了满足排涝、排渍或防治土壤次生盐碱化的需要，在一定的时间内要求排除一定量的地面涝水，以及控制地下水在一定的深度以下。排水沟的间距愈大，则所需开挖的排水沟深度也愈大，排水沟的开挖土方量可能愈小；反之间距愈小，深度愈小，开挖土方量则可能愈大。因此，对于末级固定排水沟是采用深沟大间距，还是采用浅沟小间距，需经技术经济比较确定。

单纯排涝的末级固定排水沟（多数是在地下水位较低的地区，没有降低地下水位的要求），应根据当地农业机耕或其它要求先确定沟的间距，然后再按排涝要求计算确定沟的断面。排涝、排渍两用的末级固定排水沟（在地下水位较高的地区，且有降低地下水位的要求），则应根据农作物对地下水位的控制要求先初定沟的深度，然后再按排涝、排渍要求计算确定沟的断面和沟的间距。但应指出，排涝、排渍两用沟道的深度一般不宜定的太深，否则多数会造成严重的边坡坍塌。根据广东省佛山地区的经验，在控制地下水位0.3～0.6m时，水稻区排涝、排渍两用沟的深度和间距见表10，江苏省一些地区排涝、排渍两用沟道的深度和间距见表11。

表10 广东省佛山地区排涝、排渍两用沟的深度和间距 （m）

土质	深度	间距
粘土	0.8～1.2	50～60
壤土	0.8～1.2	60～70
沙土	0.8～1.2	70～80

表11 江苏省一些地区排涝、排渍两用沟道的深度和间距 （m）

地区	土壤与农作物	深度	间距
徐淮平原及滨海垦区	沙土、旱作物	1.0～1.5	200
	粘土、棉花	1.5～2.0	100
苏南地区	重壤土、水旱轮作	1.0～1.5	80～100

排渍和防治土壤次生盐碱化的末级固定排水沟深度和间距，因为对地下水位的控制要求高，而且影响因素复杂，故宜通过试验确定，也可参照计算成果综合分析确定。无试验资料时，可参照邻近地区的经验数据确定，也可按本条文表7.1.3确定。

本条文表7.1.3系根据我国多数地区排水工程实践的成功经验，并考虑防止沟道边坡坍塌的因素提出的。本规范附录K所列末级固定排水沟间距计算公式都是比较实用的理论公式或半经验公式。

7.1.7 排水沟沟底比降可取与沟道设计水位线相同的比降，且尽可能与沟道沿线地面坡度相接近，以节省沟道的开挖工程量。当然，取用的沟底比降还应满足沟道不冲、不淤的要求。对于连通内湖与排水闸的排水沟道，其沟底比降还应考虑内湖与外河水位的情况；对于连通排水站的排水沟道，其沟底比降应考虑水泵安装高程的要求。平原地区排水沟沟底比降一般可在下列范围内选取：干沟为1/10000～1/30000，支沟为1/5000～1/10000，斗沟为1/2000～1/5000，农沟为1/1000～1/2000。

7.1.8 排水沟内一般常年有水，边坡潮湿，易长杂草，影响行水，故在实用中应选用较大的糙率。

7.1.9 梯形断面广泛适用于各级土质排水沟，施工方便；当土质排水沟开挖深度大于5m时，为满足边坡稳定的需要，常采用复式断面。矩形断面仅适用于石质或人工护砌的排水沟，可节省开挖工作量。

7.1.10、7.1.11 土质排水沟边坡系数主要与沟道开挖深度、沟槽土质及地下水情况有关。排水沟道开挖深度愈大，沟槽土质愈松软，或地下水位愈高，取用的边坡系数应愈大；反之，则取用的边坡系数应愈小。由于沟坡经常受到地下水渗出时的渗透压力作用和地面径流的冲刷作用，加之沟内滞涝时还受到波浪的冲刷作用等，沟道边坡容易坍塌，故排水沟道的边坡系数一般比灌溉渠道的边坡系数大。本规范表7.1.10所列的土质排水沟最小边坡系数系根据我国南方和北方平原地区土质排水沟常用的经验值综合而成，可供土质排水沟设计时选用。排水沟开挖深度大于5.0m时，为满足边坡稳定的需要，应从沟底以上每隔3～5m设宽度不小于0.8m的戗道。位于设计水位以上的边坡，其最小边坡系数可略小于本规范表7.1.10所列数值。位于淤泥、流沙地段的排水沟道，其边坡系数可能需加大至6～10，必要时还应采取防护措施。

7.1.14 为防止因流速过大造成排水沟道冲刷，或因流速过小使沟底产生泥沙淤积，因此要求排水沟的设计平均流速应小于允许的不冲流速，同时应大于不淤流速。本条文规定的排水沟和排洪沟最小流速不宜小于0.3m/s，这是为了防止沟槽过水时易长杂草而引起阻水的缘故。符合这一规定，一般也能满足排水沟道不淤的要求。

7.1.15 轻质土地区及淤泥、流沙地段的排水沟边坡极易坍塌，是一个多年来较难解决的问题。如果采取能够彻底解决这一问题的工程措施，往往投资太大，经费难以解决。因此，目前只能因地制宜地采取一些符合经济有效、简单易行原则的措施，例如稳固坡脚或生物护坡等措施，以防边坡坍塌。

7.1.16、7.1.17 天然条件下的承泄区有时难以全部满足本规范所列选定承泄区的三项要求，此时可采取的工程措施主要有：

1 在条件允许情况下，可在承泄区上游修建水库，以消减排入承泄区的洪峰流量，降低承泄区水位，为干沟排水创造良好的条件。

2 扩大原有承泄河道或开挖新河，以增加承泄河道的承泄能力或滞涝容积。

3 疏浚承泄河道的河槽和岸边浅滩，清除河槽和浅滩上的阻水障碍；对过于弯曲的河段，应予裁弯取直，以利通畅排水。

4 对不稳定的堤防险段必须进行加固，防止溃决造成意外的损失。

当排水区设计暴雨与承泄区（承泄河道）洪水位同时遭遇的可能性较大时，承泄区

（承泄河道）的设计水位可采用与排水区设计暴雨重现期相应的洪水位，但应考虑排水时引起的水位壅高；当排水区设计暴雨与承泄区（承泄河道）洪水位同时遭遇的可能性不大时，承泄区（承泄河道）的设计水位应根据各地区的具体情况确定，可采用与设计排水历时相应的多年平均高水位。如从偏于安全出发，也可采用与排水区设计暴雨重现期相应的洪水位。承泄区为外湖时的设计水位一般需经调节计算决定。有时还需根据湖区地形条件和防洪安全要求等分析确定。承泄区为感潮河段时，其设计潮位的确定原则上与一般承泄河道设计水位确定的方法相同，但应考虑潮汐的影响，即一般可取排涝设计标准为5～10a重现期、排水历时为3～5d的平均高潮位作为承泄河道的设计水位。

7.2 暗管排水系统

7.2.1 暗管排水系统一般由吸水管、集水管（或明沟）及附属建筑物组成。吸水管一般指埋设在田间的最末一级暗管，其作用是直接排除土壤中因降雨或灌溉入渗而产生的多余水量或由侧向地下径流和下部含水层补给的多余水量，以调控农作物根系活动层内的地下水位，防止农田受渍。集水管作用是及时汇集并排泄吸水管来水，相当于田间末级固定排水沟（农沟）。吸水管与排水明沟（末级固定排水沟）直通时称单级暗管排水工程，吸水管与集水管连接时称双级或多级暗管排水工程。用于排水控制和管路检修的附属建筑物主要有检查井和控制口门，有的暗管排水系统还设有节制井、通风井等。

暗管埋深可比明沟深度大，且密度不受限制，因此在降低地下水位方面可比明沟降得低，特别是不占地，不妨碍机耕机收，不存在明沟那样的边坡坍塌问题，是暗管排水系统的突出优点；但暗管只能排除地下水，不能直接排除地表涝水，同时工程投资大，维修管理比较麻烦，目前我国主要只在人多地少、生产发展水平较高的地区采用。

7.2.2 为有利于吸水管能充分吸聚地下来水和集水管集、排通畅，根据排水工程实践经验，吸水管管线与地下水的流动方向的夹角不宜小于40°，集水管与吸水管管线之间的夹角不应小于30°。为减少暗管开沟铺设的工程量，要求在吸水管作用下的渗流方向与修整后的地面坡向一致，集水管亦宜顺地面坡向布置。

为不影响灌溉渠道的控制运用，要求各级排水暗管的首端与灌溉渠道的距离不宜小于3.0m。

检查井是为管路清淤、检修而设置的附属建筑物，一般为砖砌结构。修建在道路或渠、沟两侧的检查井，是为了便于检查和维修穿越道路或渠、沟段的管路而设置的。修建在集水管的纵坡变化处或集水管与吸水管连接处的检查井，在有的排水区被称为集水井或排水井，是为了便于检查和维修纵坡变化段或连接段管路而设置的。为了保持通畅排水，检查井的上一级管底应高于下一级管顶10cm，同时井内应预留30～50cm的沉沙深度，以利沉沙。

为便于田间水管理，当稻田区一块田内只有一条吸水管时，宜逐条设置排水控制口门；当有两条或两条以上吸水管时，可按田块多条集中设置。

在透水性较差的粘性土地区，为及时排除田间雨涝积水或犁底层的上层水，在埋设暗管的基础上，可在田间增设浅密明沟、鼠道，构成复合式排水网络，以加速排除涝渍水量，提高除涝治渍效果。但应注意，鼠道不能与吸水管直接连通，以防止鼠道排水时挟带泥沙流入吸水管，造成吸水管淤堵。

7.2.3 不少资料提出，吸水管的埋深应按农作物生育阶段适宜地下水位埋深与剩余水头之和确定，显然这是排渍的最高指标，但不一定是整个排水系统的最优经济指标。考虑到我国南方和北方目前地区性排水工程的实际条件，本规范规定吸水管的埋深应采用农作物在允许排水历时内要求达到的地下水位埋深与剩余水头之和。

确定吸水管间距的三种方法虽均可采用，但各有其实用意义。田间试验法最符合当地实际情况，因而试验成果最为合理；但需一定的试验经费和试验时间，不可能对各类渍害田和盐碱化土地都同时开展试验。公式计算法（见附录K）是在对自然条件进行概化后，利用渗流理论计算确定吸水管间距的方法，使用方便；但因有关参数不易测准，因而影响计算成果的准确性，特别是每一个计算公式都有其特定的初始条件和边界条件，如果盲目选用，计算成果可能出现很大的差异。经验数值法是一种经验性的方法，本条文表7.2.3是我国排水工程实践经验的概括，可供无田间试验资料时选用；但表中没有明显反映出与排水设计标准的相关关系，同时给出的经验数值取值范围较大，缺少实践经验者也难于选用。

7.2.4 本条文表7.2.4所列的排水流量折减系数系根据美国垦务局《排水手册》中有关数据作适当合并、调整而成。我国目前暗管排水的最大控制面积还未超过200hm^2，因此，本条文表7.2.4只列出排水控制面积200hm^{2}以下的排水流量折减系数。

7.2.5 本条文表7.2.5-2所列的与管内水充盈度a有关的系数α和β值，均由日本暗管排水规程中的有关公式计算求得，α和β取值至小数点后第三位，已能满足工程上的精度要求。

7.2.7 为使排水暗管内不出现淤积的情况，要求管内最小流速不应小于0.3m/s。为防止由于吸水管两端埋深差异过大，造成田块内土壤水分不均匀而影响农作物的正常生长，本规范规定地形平坦地区，吸水管首末端高差不宜大于0.4m。

7.2.8 如果吸水管和集水管内径过小，由于泥沙沉淤、根系伸入等原因，管内极易淤堵，所需疏通费用很大，且将缩短管的使用年限，因此本规范规定吸水管实际选用的内径不得小于50mm，集水管实际选用的内径不得小于80mm。在集水管的汇流面积较大，长度较长的情况下，可分段采用不同的内径，以节省工程投资。

7.2.9 为防止由于管道淤积造成过水能力的降低，排水暗管实际采用的断面积应大于计算断面积。因吸水管直径比集水管直径小，在相同淤积量的情况下，吸水管过水能力所受的影响比集水管大，因此吸水管的加大倍数应比集水管大。按设计排水流量的60%～70%求得吸水管的加大倍数为1.43～1.67，取其平均值约为1.5倍；按设计排水流量为75%～80%求得集水管的加大倍数为1.25～1.33，取其平均值约为1.3倍。

7.2.10 在吸水管周围设置外包滤料，主要是为了防止土粒随水流进入吸水管引起淤堵，并改善吸水管周围的水流条件，增大进水量，以保证良好的排水效果。吸水管周围设置的外包滤料有天然有机材料、无机材料和人工合成材料三类。天然有机材料如秫秸、芦苇、棕皮等，多用于土壤淤积倾向较轻的地区，其中有的滤料虽取材容易，施工方便，但较易腐烂；无机材料如沙砾、石屑、炉渣等，是较好的滤料，目前使用广泛；人工合成材料如透水泡沫塑料、土工织物、玻璃纤维等，也是较好的滤料，但玻璃纤维在铁、锰含量较高的土壤中不宜使用。

本条文表7.2.10所列土壤有效粒径与外包滤料粒径级配关系数据系美国垦务局按滤

层选用准则通过试验确定的。

外包滤料的厚度目前多数是根据当地实践经验选取的，一般为10～20cm。本规范规定的散铺外包滤料压实厚度，系根据国内外有关资料综合确定的。必须指出，由于暗管排水作用水头比闸坝作用水头小得多，因此其外包滤料厚度不要求按反滤层进行设计，只需采用一种混合滤料即可。

根据国外有关资料介绍，对于土壤淤积倾向的判断方法除本规范采用的粘粒含量与粉粒加细沙粒含量比值法外，尚有粒径均匀系数数法和塑料指数法等。本规范采用的粘粒含量与粉粒加细沙粒含量的比值 R_k 判断指标，系由湖北省嘉鱼县暗管排水试验区开挖检查和取样分析总结得出的。

随着化纤材料的发展，使用薄层化纤织物作为排水暗管外包滤料日益增多，但因目前积累的经验还不多，因此选用化纤织物作为排水暗管外包滤料应通过试验确定。近年来，土工织物在暗管排水工程中日益得到广泛的应用。本条文公式（7.2.10）是初步选择土工织物的依据。作为排水暗管外包滤料的土工织物，按其使用功能应能满足稳定性和透水性两方面的要求。在稳定性方面，要求 $O_{90}/d_{85}<2\sim4$；在透水性方面，要求 $O_{90}/d_{85}>4$。由于暗管排水的作用水头一般都不大，因此选择土工织物作为排水暗管外包滤料时，可以不发生涌沙为条件，只需满足透水性要求标准的下限，而略超过满足稳定性要求标准的上限即可，故定为 $O_{90}/d_{85}\approx4$。

7.2.11 鼠道是在地面以下40～60cm上用绳索牵引或悬挂直托鼠道犁打出像鼠洞一样的水平排水通道，又称无材管道，其断面为圆形或椭圆形，孔径5～10cm，目前在江苏、浙江、安徽、湖北、四川等省部分地区使用较广泛，具有用材少、投资省等优点，但易坍塌、使用年限短。根据有关资料介绍，鼠道排水最适用于粘粒含量大于45%和沙粒含量小于20%的粘性土地区，一般可使用3～5a；而轻质土地区的鼠道极易坍塌，必须使用时应采取固壁措施。我国一些地区鼠道的使用年限与土质关系见表12。

表12 鼠道使用年限与土质的关系

地区	土质	粘粒含量（%）	洞深（cm）	洞体稳定性	使用年限（a）
江苏常熟	重粘土（黄泥土）	62.9	55～70	稳固	≥5
	重壤土（乌栅土）	52.0	55～65	稳固	≈10
	重壤土（黄泥土）	49.3	55～70	欠稳固	1～3
	中壤土（小粉土）	31.6	60～80	不稳固	遇水即坍
浙江嘉兴	重粘土（青紫泥土）	51.1	40～70	稳固	≥12
安徽霍丘	重壤土（千层淤土）	76.0	50～105	较稳固	2～3
	重壤土（马肝土）	54.4	54～82	欠稳固	1～2
	轻壤土（沙土）	29.5	62～90	不稳固	遇水即坍
湖北武汉	中壤土（粉质粘土）	31.0	50～60	欠稳固	≈1
四川大邑	重粘土（黄泥土）	45.0	50～60	稳固	≥10
	轻壤土（沙壤土）	30.0	50～60	欠稳固	≈2

灌溉排水技术

本规范表 7.2.12 所列鼠道深度和间距，是根据《农田排水技术规程（南方农田暗管排水部分）》表 3.2.5 作局部修改补充而成的。鼠道与暗管相互垂直布置，有利于排水；鼠道与暗管连接处应设滤层，可防止吸水管被淤堵，因此绝对不允许鼠道与暗管直接连通。

7.2.12 “地表以下有犁底层时，应将鼠道置于犁底层以下”，这是针对水稻田而言的。因为水稻田犁底层具有阻水作用，当鼠道位于犁底层以下，犁刀板将犁底层划穿，有助于排除犁底层以上土层内滞水。

8 田 间 工 程

8.1 典 型 设 计

8.1.1 田间工程的典型设计是灌排工程设计的组成部分，对充分发挥灌排效益至关重要。典型设计应根据灌排分区进行，且应有一定的面积，才能充分揭示田间工程配套中可能遇到的问题并加以解决，以使灌排工程设计更能反映实际情况。

8.2 灌水沟畦与格田

8.2.1 灌水沟畦的理论计算，可根据灌溉水流运动的流体力学模型或零惯性量模型，以及水向土中入渗模型，算出不同畦长、单宽流量和改水成数条件下的进、退水曲线及入渗水量沿畦长的分布曲线，据此计算出不同条件下的灌水质量指标田间水利用系数 η_a、灌水供需比 E_s 和灌水均匀系数 C_u，用正交分析法综合分析所得指标，即可求得兼顾各个指标最优值的最佳灌水技术参数组合，作为畦田设计的依据。具体计算方法可参考刘钰和惠士博在《水利学报》1986 年第 1 期发表的《畦田最优灌水技术参数组合的确定》一文。

8.2.2、8.2.3 本规范表 8.2.2 和表 8.2.3 是根据国内灌溉实践并参考国外资料汇总分析而得。

8.2.4 长畦分段灌溉法可以实现 30m³/亩左右的低定额灌溉，η_a、E_s、C_u 均大于 80%～85%，且灌溉效率可提高一倍左右，投资小，技术操作简单，目前在陕西省关中地区西部和山东、山西等省得到普遍应用。间歇灌溉法是 1978 年由美国犹他州州立大学首先提出适合于旱作灌溉的一种灌水新技术，我国已引进这一技术，在陕西省宝鸡峡灌区、河南省商丘地区和人民胜利渠灌区试验表明，节水效果在 30%左右，灌溉效率提高 20%～45%，C_u 提高 10%～15%，很有推广价值。水平畦灌是美国、澳大利亚、新西兰等国最近研究推广的一种地面灌水方法，它的特点是畦田面积大（可达 50 亩），入畦流量大，水流推进速度快，深层渗水少，灌水均匀度高，水的利用系数可达 85%以上，我国甘肃省西部、内蒙古河套灌区多采用这一方法，但畦田面积较小。

采用以上三种灌水方法时，其畦田或灌水沟的规格可参考以下资料确定。

1. 王智，长畦分段灌溉法灌水技术的研究，《灌溉排水》，1986 年第 5 卷第 4 期；

2. 王文焰等著，波涌灌溉试验研究与应用，西北工业大学出版社，1994 年；

3. Clemmens，A. J.，T. Strelkoff，and A. R. Dedrick，Development of solutions

for level-basin design, J. Irrig. Drain. Div., ASCE 107 (IR3), 1981.

4. Clemmens, A. J., A. R. Dedrick, Limits for practical levelbasin design. J. Irrig. Drain. Div., ASCE 108 (IR2), 1982.

8.2.5 η_f、E_a和C_u三项指标综合评价地面灌水质量的方法，国内、外均有采用。其含意是当灌水量不足时，虽η_f可达到1，但E_a较低，不能满足作物生长所需要的水分，达不到高产的目的；灌水量虽然适当，如C_u不高，则可能导致某些地区出现深层渗漏，某些地区又有灌水量不足的现象，作物长势不均匀，产量也不会高；如果超量灌水，E_a、C_u都可能达到1，但η_f却较低，达不到节水的目的，还可能引起生态方面的负效应。所以必须同时用三项指标才能综合反映出灌水质量的优劣。从我国北方地面灌水技术现状分析，三项指标达到0.85以上，经过努力是可以做到的。

本条文公式（8.2.5-1～8.2.5-3）中的W_s、W_n及$\overline{\Delta Z}$可按下列公式计算：

$$W_s = A\gamma H(\omega - \omega_0) \tag{2}$$

$$W_n = A\gamma H(\omega_{max} - \omega_0) \tag{3}$$

$$\overline{\Delta Z} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|Z_i - \overline{Z}| \tag{4}$$

式中 W_s——灌后储存在土壤计划湿润层中的水量（m^3）；

W_n——灌前土壤计划湿润层所需要的水量（m^3）；

A——试区面积（m^2）；

γ——土壤容重（t/m^3）；

H——计划湿润层深度（m）；

ω——试区灌水后平均土壤含水率（占干土重%）；

ω_0——试区灌水前平均土壤含水率（占干土重%）；

ω_{max}——试区H深度内土壤田间持水率（占干土重%）；

Z_i——灌后第i点土壤中的实际储水深度（mm）；

$\overline{Z}$——灌后试区各点土壤中的平均储水深度（mm）；

n——试区内土壤储水深度测点总数目。

五洲恒科技

8.3 田间渠道与排水沟

8.3.2 田间末级固定渠沟的布置有两种基本形式：一种是平行相邻布置，即灌溉渠道与排水沟相邻平行布置，这种布置形式适用于地形有单一坡向、灌排方向一致的地区；另一种是平行相间布置，即渠道向两侧灌水，排水沟承泄两侧排水，这种布置形式适用于地形平坦或有一定波浪状但起伏不大的地区，渠道布置在高处，排水沟布置在低处。这两种布置形式都有利于控制地下水位，不仅对北方干旱、半干旱地区十分必要，对南方地区也很有必须。因为稻田地下水位过高，土温降低，土壤冷浸，通气和养分状况变坏，对水稻生长也十分不利。同时，灌溉渠道与排水沟分开布置，按各自需要分别进行控制，两者没有矛盾，有利于及时灌排。

8.3.4 水稻区的格田尺寸和布置，应能适应机耕，便利灌排，方便生产，有利于作物生长。

根据我国南方各省经验，丘陵地区格田面积一般为1～3亩，宽20～30m，长60～80m；平原地区格田面积一般为3～5亩，宽25～30m，长约100m左右。上、下格田的高差不宜过大，否则，不利于农机下田操作。为适应地形条件，格田长边往往沿等高线布置，以利于灌排；同时，每块格田设单独的进排水口，以防串灌串排。

8.4 田间道路与林带

8.4.1 田间道路是农田基本建设的重要组成部分，它关系到农业生产、交通运输、农民生活和实现农业机械化等各方面的需要。路、渠、沟的结合形式，应有利于灌排、机耕、运输和田间管理，且不影响田间作物光照条件，并能节约土地，减少平整土地和修建田间灌排建筑物的工程量。常见的结合形式有“沟—渠—路”、“路—沟—渠”和“沟—路—渠”三种。“沟—渠—路”是将道路布置在田块上端，位于灌溉渠道的一侧，这对农机下田耕作有利，且有扩宽余地，可兼作管理道路，但道路跨过下级渠道需修建桥梁，路面起伏较大。“路—沟—渠”是道路布置在田块下端，位于排水沟一侧，路面较平坦，便于农机下田和运输，但与下级排水沟相交需修建桥梁等交叉建筑物，如孔径不足，影响排水，且雨季田块和道路易积水或受淹。“沟—路—渠”是将道路布置在灌水田块下端，介于渠道和排水沟之间，便于渠沟维修管理，但农机下田必须跨越渠沟，需修建较多的桥梁，且今后扩宽道路也有困难。以上三种结合形式，究竟采用哪一种为好，应根据各地区具体情况进行具体分析确定。

8.4.3 根据灌区调查资料，多数灌区通常在斗渠、农渠及田间生产道路两侧或一侧植树1～2行。在田间生产道路两侧植树时，应对每个出块留8～10m缺口，以便农机下田。若在道路一侧植树，当林带为南北向时，应在西侧植树；当林带为东西向时，应在南侧植树，这样可减少对作物生长的影响。

9 灌排建筑物

灌排建筑物种类很多，设计内容十分广泛。本规范仅对灌排系统主要建筑物布置、结构类型及水力计算等设计内容作一些原则性的规定。具体设计这些建筑物，应符合国家现行标准《水闸设计规范》SD133、《水工隧洞设计规范》SD134等标准的规定。

9.1 一般规定

9.1.4 4、5级灌排建筑物采用符合标准化、系列化要求的装配式结构，可以在确保质量的前提下，加快施工进度，降低工程造价。

9.1.6 作用于各种灌排建筑物的荷载及荷载组合是不完全相同的，设计时应根据各种灌排建筑物的结构受力特点、运行条件和施工阶段的实际情况等区别对待。

9.2 水闸

9.2.2 节制闸闸孔数较少，一般少于10孔。孔数较少的节制闸宜选用奇数孔，主要是为

水利百科

了保证节制闸升闸运行时闸下有较好的流态。

9.2.4 跌塘侧向下游渠道的连接段护砌长度不应少于下游水深的3倍，是根据国内一些工程实践经验提出的，目的是为了保证下游渠道的安全，免遭冲刷破坏。

9.3 渡 槽

9.3.1 渡槽和倒虹吸都是灌区广泛采用的跨越建筑物，两者结构型式虽然不同，但其功能是相近的，在不同条件下各有利弊，因此应按选用渡槽和倒虹吸进行技术经济比较。当选用倒虹吸不适宜时，可选用渡槽。

9.3.3 渡槽进、出口渐变段长度分别取渠道与渡槽水面宽度差值的1.5～2倍和2.5～3倍，主要是为了满足进、出口水面衔接和水流流态的需要。

9.3.5 梁式渡槽槽内水深与水面宽度的比值：矩形断面可取用0.6～0.8，U形断面可取用0.7～0.9，这是在总结以往渡槽设计经验的基础上提出的。由于梁式渡槽槽身兼作主梁，从改善槽身纵向受力条件考虑，采用上述断面是适宜的。而拱式渡槽为了满足其侧向稳定的要求，槽身宽度不宜过小，因此槽内水深与水面宽度的比值可按梁式渡槽适当减小些，即可采用较宽浅的槽身断面。

9.3.7 矩形断面渡槽槽身顶部超高可取槽内水深的1/12加5cm，U形断面可取槽身直径的1/10，这是根据以往渡槽设计的经验提出的。按此规定取用的顶部超高值，一般可满足渡槽安全运行的需要。

9.3.8 对渡槽而言，采用什么样的止水型式十分重要。根据渡槽工程的实践经验，以选用埋入式、压板式或套环式的止水效果最好。止水片（带）可选用铜片、橡胶带或聚氯乙烯塑料带等。

9.3.9 拱式支承结构的主拱圈跨度宜选用30～40m。当工程有特殊要求或地形、地质条件不适宜时，可根据实际情况选定。拱的矢跨比是设计拱式结构时选用的一个重要指标。在同样荷载作用下，矢跨比愈大，拱形愈陡，拱圈厚度愈大，但其脚水平推力愈小，对拱脚基础要求愈低；反之，矢跨比愈小，拱形愈坦，拱圈厚度愈小，但其脚水平推力愈大，对拱脚基础要求愈高。选用多大的矢跨比为好，应通过技术经济比较确定。在一般情况下，主拱圈矢跨比宜选用1/3～1/8，而宽跨比不宜小于1/20，主要是为了满足槽身侧向稳定的需要。

9.4 倒 虹 吸

9.4.4 1～3级倒虹吸进口设封闭式渐变段，目的是减少倒虹吸进口段的水头损失，提高其过水能力。这是根据我国各地的工程实践经验，并参考国外有关规范的规定而提出的工程改善措施。至于4、5级倒虹吸，因工程规模不大，故可降低要求，一般可不设封闭式渐变段。1～3级倒虹吸出口设闸门控制，目的是便于调节进口水位，使之在不同流量下均能保持进口始终处于淹没状态。

9.4.5 1～3级倒虹吸进口应尽量采用和溢流、泄水设施联合布置，以保证倒虹吸运行安全，同时也便于统一管理。

9.4.9 本条规定了倒虹吸断面平均流速的控制范围，当上、下游允许水头损失大、水流含

水利电力出版社

沙量高、颗粒粗时，宜取较高值；反之，宜取较低值。

9.4.12 混凝土和砌石刚性管座的包角要求取90°～135°，主要是为了满足管座应力扩散的需要。包角小于90°时，应力扩散不充分；包角大于135°时，既不经济，也无必要这么做。

9.4.13 倒虹吸进口设拦污、拦沙设施，目的是防止进口被堵塞；闸门后设通气孔（管），目的是防止汽蚀破坏。当倒虹吸纵向有起伏时，在折点处设通气阀，以便在产生负压时向管内补气，避免汽蚀和气爆。

9.5 涵 洞

9.5.8 为防止洞顶填土面以上作用荷载对涵洞结构造成不利的影响，洞顶填土厚度不应过薄。本条规定的填土厚度是一般情况下的最小值。从涵洞结构受力的情况来看，填土厚度应尽可能取大一些，但填土厚度定得过大，要求洞身埋入地下（或渠底以下）过深，显然是不经济的。

9.5.11 为防止外水倒灌，排水涵洞应在出口侧设置闸门。闸门顶部高程应根据涵洞级别和相应的防洪标准确定。

9.6 隧 洞

9.6.1 由于隧洞工程施工比一般明渠艰巨，单位长度造价高，当傍山（塬边）渠道长度不超过渠道直穿山岭（塬）的长度5倍时，选用隧洞输水可能是不经济的。

9.6.2 隧洞选线与地形、地质条件有密切关系，特别是地质条件，有时甚至是决定隧洞能否打成的关键，因此隧洞选线对沿线地质有严格的要求。

9.6.4 由于灌溉隧洞进口水深和过洞落差一般都不大，故多数采用低流速无压隧洞的布置型式。所谓低流速，一般是指小于1.5m/s的流速。为保证洞身输水安全，无压隧洞洞内应避免产生水跃。

9.6.10 在保证灌溉隧洞输水安全的前提下，应尽可能减少衬砌工程量，降低工程造价。在地质条件允许的情况下，应尽可能减少衬砌、不衬砌或采用锚喷衬护的型式；但不衬砌或锚喷衬护的隧洞，均应采用光面爆破的施工方法，以减少石方开挖，保持围岩的完整性和稳定性；需要衬砌的隧洞，也应尽量采用光面爆破的施工方法，以减少衬砌的工程量。

9.7 跌水与陡坡

9.7.3 本条对跌口与上游渠道之间的连接段长度以及底部边线与渠道中心的夹角所作的规定，目的是防止因设置跌水对上游渠道造成过大的水面降落，影响上游渠道水流的水深和流速。

9.7.7 为满足变底宽式或菱形陡槽内水流条件的要求，防止出现水流脱壁现象，本条对其底部扩散角或收缩角作了规定。

9.7.9 梯形断面陡槽边坡应陡于1∶1，主要是从节约工程量角度作出的规定，但应保证陡槽边坡的稳定性。

灌溉技术

9.7.11 高速水流条件下掺气对水深的影响是一个很复杂的问题，难以进行精确的计算，一般可通过减蚀模型试验确定。本条文公式（9.7.11）是一个经验公式，仅供初步估算掺气水深之用。

9.8 量 水 设 施

9.8.1～9.8.3 灌区量水是实行计划用水、节约用水的一项必要措施，具体地说，它的作用主要有三个方面：一是较准确地控制各级渠道的放水流量，避免配水不足或过多现象；二是利用量水记录，分析计算各级渠道的输水能力和输水损失，统计计算各个乡、村用水量和各种作物的灌溉定额，为计划用水提供必要的数据，同时也为新建、扩建或改建灌区提供基本资料；三是为按水量征收水费提供较可靠的依据。灌区量水方法主要有以下三类：一是用流速仪或浮标测定渠道流速并计算确定流量，流速仪测流精度较高（可达95%以上），但需一定的仪器设备和操作技术；浮标测流误差较大（精度约85%左右），但不需专门仪器，方法简便。二是利用渠道水位—流量关系曲线确定流量，方法简便，但实测水位渠段需顺直、稳定，断面规则，不受下游节制、壅水建筑物回水的影响，通常可利用直线渠段上的建筑物进行水位观测。三是用特设量水设备量水，如各种水堰、量水槽和量水喷嘴等，量水堰量水精度很高（可达97%～98%），设备简单，观测方便，但缺点是会导致渠道较大的壅水和堰前的泥沙淤积；量水槽量水精度也很高，观测也简便，同时槽前壅水较低，泥沙淤积少；量水喷嘴除具有量水槽相同优点外，水头损失小是其突出的优点。目前灌区采用最多的是量水堰，因可就地施工，也可预制成装配式构件，安装方便。为适应灌区量水现代化管理的需要，在有条件的地方，提倡采用技术先进、量测精度高、设备稳定可靠的新型量水设施。

10 喷灌和微灌系统

10.1 一 般 规 定

10.1.2 喷灌系统适用于作物集中连片的种植条件。为最大限度地发挥其综合效益，应尽量与农业适度规模经营相结合。

10.2 喷 灌 系 统

10.2.2 配水点既是用户的水源点，又是输配水管网的出水点和两个层次管网的交接点，它的设置应有利于用户管网的布置，且应使输配水管网系统最经济。

配水点一般采用给水栓进行配水。一个给水栓可有1～4个取水口，每个取水口上有计量调压装置。取水口可通过安装在它上面的标准出流套管，使其供水流量标准化、系列化。供水流量的等级，由用户管网控制面积确定。给水栓尚应有防冻等功能，保证在任何气候条件下正常供水。

在地形高差较大、基本上无法实现机耕的条件下，喷灌支管可垂直等高线布置。这时

万方数据科技

支管上各喷头处由于地形高差造成压力不等，多余压力可通过在喷头座处加设消能装置（如孔板）予以消除。

10.2.3 输配水系统投资较大，其投资额与通过流量（管径）和管道总长度有关。在流量已定情况下，管道总长度对投资的影响很大，采用图论方法，调整管道布置，使输配水管道总长度最短。

管网设计流量系各节点设计流量之和，设计时，首先假定管网设计流量保证率 P，从标准正态分布函数表本条文表 10.2.3 中查得自变量 U 值，再用随机流量公式本条文公式（10.2.3-1）求出该节点的设计流量。式中取水口等级是以流量划分的。

10.3 微 灌 系 统

10.3.1 微灌主要包括微喷灌和滴灌，是 20 世纪 60 年代开始发展起来的一种新的灌溉方法。由于微灌可以对作物根部实行局部灌溉或创造作物生长所需要的空气湿度环境，具有比喷灌更高的灌溉水利用率，在美国、以色列等国家的干旱缺水地区有较快发展。但因必须把密集的微灌管道固定铺设在地下或地面，且灌溉水必须充分过滤清除杂质，虽广泛使用了塑料制品，又因设备寿命一般只有几年或十几年，灌溉年费用较高，故目前主要用于灌溉经济作物。我国从 20 世纪 70 年代开始引进滴灌技术，并在干旱缺水的河南省偃师县邙岭试用半固定管道式滴灌灌溉了 100 亩地，取得了一定的成效，但因地面移管技术和滴头堵塞问题未能完全解决，尚未能在大面积上推广应用。

10.3.2 在水资源严重缺乏且干旱少雨的陕北等地区，近年来发展了一种集雨滴灌系统，即在黄土丘陵修建水窖集蓄雨水，利用滴灌系统抗旱。这种用滴灌技术开发利用细小水源，分散灌溉小面积农田的做法，即使一户农民只有几亩农田也可采用，因此是一种值得推广应用的新技术。

11 环境监测与保护

11.1 环 境 监 测

灌区工程是一个复杂的系统工程。由于地理位置、水文气象、土壤作物等条件的不同，各灌区工程对环境的影响不尽相同。对环境影响较大的灌区工程，需编制环境监测报告；对环境影响较小的灌区工程，可不编制环境监测报告，或只针对个别较突出的影响项目，编制环境监测报告。本节规定了环境监测网布置、设置监测项目的要求。环境监测是灌区工程中一项十分重要的工作，通过环境监测，可及时了解和预测因兴建灌区工程所引起的环境动态变化，以便及早采取措施，防范不利的环境问题。

11.2 灌 溉 水 源 保 护

11.2.1 灌区用水，可使江河流量、水位、含沙量、输沙能力等发生很大的变化。用水过量，会使下游流量明显减少，水位明显降落等，从而影响下游生态环境和社会经济发展。

般来说，干旱地区这种变化的影响更为明显，严重的甚至可使下游河道干涸，无水灌溉；而在水资源丰富地区，下游流量和水位的变化，会导致河床冲淤变化，影响工农业、渔业和航运用水。因此，本条规定灌区用水应保持江、河的合理流量和湖、库的适宜水位，防止因上游过量用水而对下游地区造成不利影响。

水体的自然净化能力是指水体受到污染后，因本身具有的理、化和生物作用，可使水体在一定条件下和在一定时间内，逐渐恢复到原有状态的能力，是大自然维持自身生态平衡的一个重要方面。水体的自然净化能力包括稀释扩散、沉淀堆积、氧化还原，以及水中微生物对有机物的分解等。

11.2.2 兴建灌区工程，可以促进整个灌区农业发展和经济繁荣。但有时对原有水域的水质会带来不利的影响。例如引用了超标污水，致使灌区原有水域的水质污染，并污染地下水水质；开垦荒地，扩大农田灌溉面积，增加化肥、农药的施用量，使残留物质进入灌区原有水域；发展工业和乡镇企业，排放超标污水会影响灌区原有水域的水质等。因此，应根据灌溉、土壤改良和其它各用水部门对水质的要求，采取工程和非工程保护措施，以改善整个灌区的水环境。

11.2.3 库、塘、渠、沟等水域岸边，保持天然植被，种植有经济价值的乔木、灌木，搞好绿化，是一种既对水源有良好保护效果，又能增加经济收入的行之有效的办法，应该大力提倡。

11.2.4 生活饮用水对水质要求很高，一旦被污染对人群健康十分有害。因此，生活饮用水与灌溉用水同用一个水源时，水源区不得有污染源存在。

11.2.5 灌区取水口附近不应有污染源存在。当不可避免时，灌区取水工程应建在污染源上游，以防污水直接进入取水口；同时应控制取水量。否则，会使污水倒灌进入取水口。取水量的大小应根据具体情况分析论证确定。

11.2.8 自20世纪60～70年代以来，随着凿井机具和动力提水设备的迅速发展，我国井灌区利用地下水灌溉也得到迅速发展。截至1995年底，我国井灌区灌溉面积已占全国农田灌溉面积1/4左右。但是，在一些地区，由于长期过量开采地下水，使得地下水位大幅度下降，单位出水量大大减少，有些地区还出现大面积地下水下降漏斗区。例如，以河北省沧州为中心的深层地下水下降漏斗区，仅－80m等水位线所包含的面积就达1700km^2，1990年漏斗中心的地下水埋深高达82.08m，而且还在继续增大。由于地下水的过量开采，还使土体承载力降低，出现地面沉降；一些沿海地区，因过量开采地下水，导致海水入浸，增大了地下水的含盐度，造成土壤次生盐碱化。因此，应遵循采补平衡的原则，控制地下水的开采，必要时进行回补，以维持地下水的动态平衡。已达到采补平衡的地区，没有水量增补，不得增加地下水的开采量。

11.2.10 本条列举了几种通过渗水途径对地下水进行回补的工程措施。回补时宜控制地下水埋深不小于2m，是因为地下水埋深过小对农作物的正常生长有害。

11.3 工程环境保护

11.3.1 兴建灌区工程可能带来诸多的负效应，例如产生滑坡、地面沉降、地下水位上升、土壤次生盐碱化等，因此必须采取积极的防护措施，以防止产生这些负效应。

灌溉排水技术

12 附属工程设施

12.0.1 重建设轻管理造成了工程不配套，管理不健全，达不到设计的灌溉排水面积，工程失修老化，效益衰减的局面。形成这种后果的原因之一，是设计阶段没有考虑附属工程设施或考虑不周。因此，必须吸取历史教训，从科学管理、优化调度、充分发挥效益出发，本规范对附属工程设施的设置，并与主体工程同步设计作出规定，以便工程建成后实现正常调度运行，为发展高产、优质、高效农业服务。

12.0.2 本条规定是总结我国多年来许多灌区管理单位的实际情况提出来的，中心思想是既要确保工程安全运行，也要方便职工生活。过去有些灌区运行调度指挥中心距离城镇很远，交通既不方便，通信手段又落后，这对灌区工程的安全管理是十分不利的。因此，灌区运行调度指挥中心应该选择在本灌区管辖范围内位置适中、靠近城镇、通信迅速、交通便利的地方。万亩以上灌区的管理单位，有条件时也可在附近城镇修建家属宿舍，但现场值班人员必须坚守岗位。

12.0.4 通信设施可分为两类：一类为有线通信；另一类为无线通信。有线通信又可分为实线通信、载波通信和光纤通信；无线通信又可分为短波通信、微波中继通信、卫星通信等。

我国灌区通信技术，自20世纪80年代以来有了较快的发展，不少万亩以上灌区在用水调度、供水预报、水量量测方面已采用有线载波通信，有些30万亩以上灌区建立了无线短波通信调度系统，少数先进灌区已开始采用微波中继通信、光纤通信以及利用计算机网络通信。随着科学技术的发展及灌区现代化管理的需要，改善通信方式，提高通信系统的有效性、可靠性、适应性和快速性，将日益成为灌区现代化建设的一个十分重要的环节。

行业标准

中华人民共和国行业标准

灌溉与排水工程技术管理规程

Code of practice for technical management of irrigation and drainage engineering

SL/T246—1999

主编单位：中国水利水电科学研究院
批准单位：中华人民共和国水利部
施行日期：2000 年 2 月 1 日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《灌溉与排水工程技术管理规程》SL/T246—1999的通知

水国科［1999］665号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由农村水利司主持，以中国水利水电科学研究院为主编单位制定的《灌溉与排水工程技术管理规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《灌溉与排水工程技术管理规程》SL/T246—1999。

本标准自2000年2月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九九年十二月三日

万水值得科技

前　言

根据（94）农水综字第9号文下达的《农田排水工程技术规范（北方）》和《农田水利工程技术管理规程》（后分别更名为《农田排水工程技术规范》和《灌溉与排水工程技术管理规程》）编制任务，由农村水利司主持，《灌溉与排水工程技术管理规程》编制组按《水利水电技术标准编写规定》的程序进行工作，经多次讨论修改，先后完成征求意见稿和送审稿，并于1999年7月召开审查会议，通过了审查。

《灌溉与排水工程技术管理规程》的内容分为：总则，工程管理，设备管理，用水与排水管理，档案、通信与信息系统管理，经营管理，水土资源保护，另有条文说明，内容覆盖了灌溉与排水工程技术管理的各个方面。

本规程解释单位：水利部农村水利司

本规程主编单位：中国水利水电科学研究院

本规程参编单位：甘肃省水利厅
西北农林科技大学
江苏省水利厅
四川省都江堰管理局

本规程主要起草人：侯粦祥　周福国　聂大田
熊运章　陶长生　张华松
杨广欣

万水中科技

目　　次

1　总则 …… 222
2　工程管理 …… 222
3　设备管理 …… 226
4　用水与排水管理 …… 234
5　档案、通信与信息系统管理 …… 240
6　经营管理 …… 242
7　水土资源保护 …… 244
附录A　三相异步电动机的最高允许温度 …… 246
附录B　地面灌溉畦灌技术参数选择 …… 247
附录C　麦田、棉田适宜地下水埋深 …… 247
附录D　灌排区管理单位档案归档范围 …… 248
本规程的用词和用语说明 …… 249
条文说明 …… 250

标准图科技

1 总 则

1.0.1 为加强灌溉与排水工程管理，保证工程安全正常运行，节约用水，降低能耗，保护水土资源，充分发挥工程效益，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于各种类型的灌溉与排水工程的技术管理。

1.0.3 灌溉与排水工程应实行有用水户参与的民主管理体制，按规模建立一级到多级的管理机构，健全管理组织，制定管理办法和完善各项管理规章制度，并定期检查其执行情况。

1.0.4 灌溉与排水工程管理人员必须经过培训和考核，应认真贯彻执行国家有关技术经济政策。

1.0.5 灌溉与排水工程的技术管理，除应符合本规程外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

2 工 程 管 理

2.1 一般规定

2.1.1 新建灌溉与排水工程应按设计文件规定内容建成，具备投产和管理条件，由批准建设项目的主管部门组织有关单位共同验收合格后，管理单位方可接受管理。

2.1.2 现有灌溉与排水工程需要续建、配套或扩建、改建的，应由管理单位提出申请，报上级部门审批。

2.1.3 严禁任何单位和个人随意毁坏水源工程、填挖灌排渠沟和拆建渠沟建筑物。

2.1.4 水源工程、灌排渠沟及渠沟建筑物划定的工程管理和保护范围，应由管理单位统一负责和管理。

2.2 蓄水、引水和提水工程

2.2.1 蓄、引、提水工程内为工程安全和运行设置的各种观测和附属设施，管理单位应做好观测和保护工作。

2.2.2 管理单位应做好工程基建设施的岁修、大修、抢修和经常性的维修养护工作。

2.2.3 以灌溉为主要兴利目标的蓄水工程应优先安排灌溉用水，再兼顾其他兴利目标。当防洪与兴利发生矛盾时，兴利应服从防洪。

2.2.4 根据蓄水工程的运用条件，制定运行调度计划应符合下列要求：

1 最高蓄水位、汛期限制水位和正常蓄水位等重要控制指标，未经上级部门批准，任何个人及单位不得擅自更改。

2 运行调度计划若需修改变动，必须经过原计划批准部门审批，任何单位和个人不得

万水电科技

干预。

3 应制定超标准洪水应急保坝方案，报请主管部门审批备案。

2.2.5 进水闸的控制运用应符合下列要求：

1 进水闸的运行应与上下游工程相配合，并应与河道堤防的防洪能力以及上下游排水、蓄水能力相适应。

2 在保证工程安全的前提下，有计划地进行引水，如外河水位上涨，应防止超量引水。

3 来水含沙量超过规定范围，除淤灌外应减少引水流量直至停止引水。

4 主流易摆动的多沙河流的河床段，闸门启闭可补充附加规定。

5 运用过程中应做好引水量的记录。

2.2.6 取水枢纽各类水闸的运行管理除符合本规程规定外，应符合SL75—94《水闸技术管理规程》的规定。

2.2.7 泵站的控制运用应符合下列要求：

1 根据工程设计要求，制订泵站运行、维护、检修、安全生产等规程和规章制度。

2 根据泵站水源、水文气象、需水要求以及工程条件等，编制供水计划，经主管部门审批后执行。

2.2.8 移动式泵船在选择取水位置时应符合下列要求：

水深许可，水流平稳；河床稳定，岸边有适宜的坡度；在通航及放筏河道上，泵船与主航道应保持一定距离；取水口应避开大的回流区，避免漂浮物堆积；进水口管应装过滤网。

2.2.9 农用机井设施应配套齐全，并保证机泵设备正常运行和渠道、管路畅通。抽水量、采补控制水位应统一安排，避免地下水过量开采和影响周围原有机井的使用。

2.2.10 农用机井工程附属基建设施的管理应符合下列要求：

1 机井竣工后应及时修建机房。机房周围应填高夯实，防止雨水或灌溉水渗入，机房内应通风干燥，防止机电设备受潮。

2 机房外应修用于分水、配水的出水池，出水池大小应根据出水管直径和出水量确定。停灌后应立即排除积水。

3 井台应高出地面，防止雨水或灌溉水流入井内。

4 非运用时期井口应加盖封闭，防止砖、石等杂物掉入井内。

2.2.11 机井维修养护应符合下列要求：

1 灌溉用机井使用中如发现水中的含沙量突然增加或水质变咸，应立即停止使用，查清原因，进行处理。

2 在非灌溉季节每隔20～40d进行一次维护性抽水，每次1～2h。抽水时要观测出水状况。

3 水泵出水口设置的闸阀，启动时应缓慢开启，防止涌沙。

4 应采取必要措施防止井台沉陷和机井出水量减小。井管堵塞和管壁损坏应及时进行修理。

5 排水竖井和排灌两用井在运行期间，应记录其出水量和含沙量变化情况。发现异常时，应立即查找原因，进行处理。

水利标准科技

2.3 灌排渠沟工程

2.3.1 灌排渠沟工程的控制运用，应符合设计标准或工程实际运用条件，及时提供各部门用水与排水的需要。

2.3.2 灌排渠沟正常运行应符合下列要求：

1 渠道整修完工使用前，宜进行通水复核试验。

2 渠道过流应注意控制水位、流速和流量，防止流冰或其他漂浮物冲撞渠坡。

3 通水期间应对输水渠道进行巡查，重点渠段必须将日夜巡查情况记录在案。发现有异常情况，应立即上报并及时处理。

4 严禁任意扒口和拦堵、截水等不法行为。

2.3.3 灌排渠沟检查维护应符合下列要求：

1 应经常清理沟渠内的堆积物，清除杂草。

2 发动群众在堤坡外侧种草植树，严禁滥伐护渠林，以及在沟渠边坡上垦植、铲草。

3 应尽量减少山洪或坡水进渠，避免渠堤漫溢决口或冲刷淤积。

4 严寒地区冬季应泄空灌渠内积水，避免产生冻害。

5 不得在渠沟内设障，或在保护范围内取土挖沙。

6 应及时发现和清除鼠穴、兽洞、古墓等隐患。

7 建筑物与土渠连接处漏水，应及时处理。

2.3.4 应及时发现和消除渠沟堤坝内白蚁巢穴。消灭白蚁可选用下列措施：

1 找出蚁穴外露特征，作好标记，使用灭蚁灵毒饵灭杀。

2 用1%～2%的五氯酚钠水溶液或80%敌敌畏乳剂稀释3万倍拌匀的泥浆灌注蚁巢。

3 在堤坝表层设置一定间隔的小洞，用六六六粉或乙基1605农药与干粗沙拌匀灌洞，注水饱和，然后用粗沙封口。

4 利用白蚁天敌灭蚁，进行生物防治。

5 在堤坝表面铺设一层厚10cm左右的炉渣，改变堤坝表土的化学性质和物理结构。

2.3.5 灌排渠沟沉陷的处理应符合下列要求：

1 新渠放水后，应测量沉陷尺寸，再按原设计要求加高培厚。

2 旧渠出现沉陷或深坑，应在停水后进行锥探，查清隐患深度及范围，及时灌浆堵塞或重新翻修夯实。

2.3.6 对渠堤滑坡，应首先消除造成危害的不稳定因素，包括禁止在滑坡体底层处取土，防止滑坡体淘刷，保持排水孔畅通等。渠堤滑坡已经产生，则应清除滑坡土体，重新砌筑或翻修夯实。

2.3.7 对于渠道裂缝，应查明裂缝类型并进行处理。对不太深的表层裂缝可采用开挖回填的办法处理，对较深的内部裂缝可采用重力灌浆、压力灌浆或劈裂灌浆法处置，灌浆的浆液可采用粘土或黄土泥浆。

2.3.8 渗漏严重的渠道，应因地制宜采用防渗措施。已经衬砌的渠道，因冻害或其他原因遭到破坏，应查明原因及时予以修复。

2.3.9 灌区排水系统应配套齐全，能及时、畅通排水。

农业出版社

2.3.10 排水系统的检查养护应符合下列要求：

1 汛前对各级排水系统进行检查，编制岁修计划。汛后根据损坏情况，安排大修或小修以及必要时的抢修。

2 及时拆除排水沟各种障碍，包括临时抗旱抽水横堤、小坝、临时人行便桥等。

3 明沟一般要求干沟2～3年清淤一次，支沟1～2年清淤一次，斗农沟每年清淤一次。

4 对不稳定沟段，采取有效的防坍、固坡措施。

2.4 渠沟建筑物工程

2.4.1 渠沟建筑物的检查观测应符合下列要求：

1 管理单位应参照有关规程具体制订工程检查观测细则。

2 应监视水工建筑物运行期间状态变化，发现不正常现象，及时采取措施，确保工程安全运行。

3 应验证规划设计的合理性，为以后设计、施工、管理及科研工作提供技术资料。

2.4.2 渠沟建筑物的养护和维修应遵守下列规定：

1 圬工建筑物的浆砌石护坡如有塌陷、隆起，应查明原因重新翻砌。勾缝脱落或开裂，应冲净后重新勾缝。干砌石护坡、护底，如有塌陷、隆起、错位，应予以整修。

2 混凝土建筑物的表面应保持清洁完好。苔藓、蚧贝等附着生物应定期清除。发现混凝土裂缝或渗漏，应及时分析产生原因及其对建筑物的影响，采取修补措施。底板、闸门槽和消力池应定期清理，防止表面磨损。

2.4.3 渠沟建筑物的控制运用应按建筑物的不同类型制订管理措施。

2.4.4 渡槽的使用应符合下列要求：

1 渡槽人口处应设置最高水位标记，严禁超高水位运行。

2 放水时水流应均匀平稳。如发现沉陷、裂缝、漏水、弯曲变形时，应立即停水修理。

3 放水期间，应防止柴草、树木等漂浮物堵塞。伸缩缝内不能有杂物，如有损坏，应立即按原设计修复。

4 木质渡槽在非灌溉季节应经常蓄水、防止漏水。运行中漏水严重，应停水及时修理，可用煤焦油等防腐剂涂刷维修。

2.4.5 倒虹吸的使用应符合下列要求：

1 倒虹吸进、出口应设立水尺，标出最大、最小极限水位，经常观测水位流量变化情况。

2 进、出口水流状态应保持平稳，倒虹吸管两端应设拦污栅。

3 停水后，应立即关闭进、出口闸门，防止杂物进入。

4 裸露式倒虹吸管，在高温或低温季节应妥善保护，严防暴晒冻裂。

2.4.6 跌水和陡坡运行时，严禁超过设计流量的水流对建筑物及下游护坡、护坦的冲刷。严寒地区冬季停水期间应对下游消力设施进行全面检查，消除积水，防止冻裂。

2.4.7 隧洞与涵管的使用应符合下列要求：

1 运行中禁止人为因素招致洞内产生超压、负压、水锤等现象。

2 涵洞顶部严禁堆放超过设计允许的重物或修建其他建筑物。

3 砌石涵洞放水时，如发现涵洞振动，流水浑浊或其他异常现象，应立即停水，查明

水利标准

原因，及时处理。

2.4.8 桥梁的使用应符合下列要求：

1 桥梁应设标志，标明其载重能力和行车速度，严禁超负荷和超速的车辆通行。

2 钢筋混凝土桥或砌石桥，应定期进行桥面养护，防止桥面钢筋裸露而被磨损坏。

3 木桥应定期涂刷防腐剂，定期检查各部件，及时维修更新。

4 桥孔上下游护坡应经常检查，如有淘空、塌坡、砌面松动或勾缝脱落，应及时整修。

2.4.9 测水与量水设施的使用应符合下列要求：

1 经常检查水标尺的位置和高程，水标尺刻划应清晰。

2 应经常检查测水、量水设备上下游冲刷或淤积情况。

3 配有观测井的量水设备，应定期清理观测井内杂物。

2.4.10 管理单位应定期对建筑物老化程度进行调查，分类登记存档并积极采取相应措施进行维修或更新。管理单位本身无力修复的严重破损应及时上报主管部门研究解决。

2.5 灌排管道工程

2.5.1 压力管道的使用应符合下列要求：

1 初次投入使用时，进行全面检查、放水或冲洗。

2 保持管道通畅，无污物杂质和泥沙淤淀。

3 各类闸门、闸阀及安全保护装置启闭灵活，动作自如。

4 无渗水漏水现象，给水栓、出水口以及暴露在地面的连接管道保持完整。

5 量测仪表或装置盘面清晰、方便测读，指示灵敏。

6 灌溉季节结束，对压力管道进行维修。严寒地区做好防冻措施。

2.5.2 管道系统中的连接控制和保护设备，应符合设计和运行技术要求。运行过程中应定期检查，加强维修养护。

2.5.3 地面移动软管使用前应认真检查质量，使用时应铺放平顺，跨沟用托架保护。

2.5.4 喷、微灌地面固定金属管道应定期进行防锈处理。用于机械移动的田间作业道路应保持坚实、平整、畅通。

2.5.5 排水管道系统的维修养护应符合下列要求：

1 排水应通畅、达到工程设计标准。

2 暗管在运行初期应经常检修维护，每年可定期检修一次。对于出流量明显减少者应查找原因，及时处理。

3 鼠道应视其出流减少情况，及时进行处理或全部更新。

3 设备管理

3.1 一般规定

3.1.1 各种灌溉与排水系统中的设备，应做好日常维修养护和定期大修及检查，保持设备

处于良好的工作状态。

3.1.2 国家管理的灌排工程，其设备的报废和更新，应严格按照有关规定执行。主要设备的报废和更新，应报资产管理部门核批。

3.2 动 力 设 备

3.2.1 电动机运行前应进行检查并应符合以下要求：

1 结构完整、零部件完好、安装正确，性能满足设计使用要求。

2 滑环与电刷的接触良好，电刷压力保持在 0.015～0.025MPa 的范围内，刷握柄和刷架无积垢。

3 同步电动机的励磁装置性能稳定，工作可靠。

4 各种保护装置处于良好的工作状态。

5 接线准确，绝缘良好，预防性试验合格。

3.2.2 电动机的运行电压允许在额定电压的 95%～110%范围内工作，但其功率不得超过额定值。三相电压不平衡率不得超过 5%。

3.2.3 电动机的工作电流不应超过额定电流。超负荷运行时，其运行时间，不得超过有关规定。运行时三相电流不平衡值之差与额定电流之比不得超过 10%。

3.2.4 电动机在运行过程中其绕组、铁芯、滑环、轴承等的温升应在最大允许值之内。同步电动机励磁绕组温升不应超过 SDJ 94－82《泵站技术规范》的有关规定。三相异步电动机运行时的最高允许温度见附录 A。

3.2.5 采用全压启动方式的电动机，其启动电压降最大允许值：在有专用变压器的低压母线上，不得大于额定电压的 20%；在 3kV 的母线上，不得大于额定电压的 10%～15%。

3.2.6 柴油机运行前应进行检查并应符合以下要求：

1 柴油、润滑油储量充足，油路和接头处不漏油，不存气。

2 冷却水量充足，水质清洁，水管接头无漏水。

3 底脚螺丝牢固，各种连接附件及启动装置安全可靠，调速器、运动部件操作灵活。

3.2.7 柴油机的启动系统应能保证机组在规定的时间内达到启动转速。电启动时，启动时间不得超过 5s；手摇启动时，启动时间不得大于 30s。

3.2.8 柴油机运行时，应观察机油压力和柴油机声音、排气、烟色是否正常。经常检查水温、油温、油压是否在规定范围内运行。冷却水的温度应保持在 60～80℃，机油温度保持在 60～80℃，机油压力保持在 200～350kPa。

3.2.9 柴油机所使用的柴油、机油其消耗率和使用的轻、重柴油品质应符合有关规定指标。

3.2.10 柴油机停车前应卸去负荷，低速运转 3～5min，使机器温度逐渐降低后再停车。

3.2.11 柴油机长期停用时，应将冷却水放净，洗清各种滤清器，做好防护措施，并定期试运转。

3.2.12 柴油机累计运行 300～400h 后应进行小修，其项目包括：更换润滑油，清理燃油系统，检查气隙间隙，紧固机件螺丝，清洗滤清器，检查调速器等。累计运行 800～1000h

水利标准技术

后，应进行大修，其项目包括：检查修理燃油系统、进排气系统，清理润滑系统、冷却系统。

3.3 水泵及其辅助设备

3.3.1 水泵启动前应进行检查并应符合下列要求：

1 水泵各紧固件无松动，填料压盖或机械密封弹簧的松紧度适宜。

2 泵轴转动灵活，无杂音。

3 采用机油润滑的水泵，油质洁净、油位适中。

4 水泵进水管进口和长轴深井泵、深井潜水电泵的淹没深以及水泵进水管进口的悬空高达到规定要求。

5 提水水源含沙量不应大于7%，进水侧水位符合设计下水位要求。

6 断流设施的技术状态应保持良好。

3.3.2 长时间停用的水泵投入作业前，应进行试运行。

3.3.3 离心泵、混流泵和卧式轴流泵应先充水后启动。轴流泵不得闭阀启动。长轴深井泵开机前应加注预润水，静水位在50m以上时，预润水应连续灌注5min才能启动水泵。

3.3.4 水泵运行过程中应符合下列要求：

1 不得有损坏或阻塞叶片的杂物进入泵内，不得出现严重的汽蚀和振动，管道不得有进气和漏水现象。

2 应监测压力、真空度、温度、振动、扬程等技术参数。各种监测仪表和阀件等应处于正常状态。轴承、轴封的温度应正常，滑动轴承温度不得超过70℃，滚动轴承温度不得超过95℃。

3 传动部分应装防护罩。严禁在进水口附近游泳或潜深。

4 应根据泵站运行工况，合理调节叶片角度、转速等，实现经济、高效运行。

5 潜水电泵的开停不宜频繁，两次启动时间间隔应大于3～5min。停灌期间，应将潜水电泵提出井外，涂黄油保养。

6 发生事故停车时，机组飞逸转速不应超过额定转速的1.2倍，否则，应停止运转，并对主机组进行检查。

7 当进水侧水位低于设计下水位时，应停止运行。

3.3.5 水泵辅助设备运行前应对进、出水闸阀，连接管道，真空泵，排水泵，风机，真空破坏阀以及泵房起吊设备等进行检查。

3.3.6 压力油系统和润滑油系统应定期检查。油质、油温、油压和油量应满足使用要求。安全保护装置及测量仪表应动作可靠，高、低压油路颜色指示应正确。

3.3.7 压气系统的工作压力值应符合要求。安全保护装置及测量仪表应定期检查。

3.3.8 冷却和润滑水系统的水质、水温、水量应符合运行要求，各种设备应定期检查。

3.3.9 传动装置运行前应做到皮带松紧适宜，接头牢固；联轴器的间隙和同心度符合要求；轴承润滑油脂洁净适量；传动齿轮箱齿轮啮合正常、油量适中、油质符合要求、无渗漏；防护栏杆牢固。

运行过程中，应加强监视，传动轴的摆度不应超过规定值。传动皮带无打滑、跳动。轴

承和齿轮箱温升不得超过 50℃。

齿轮箱每运行 150～200h 应加注适量润滑油。

3.4 电 气 设 备

3.4.1 电气设备管理应符合下列要求：

1 应按有关规定做好电气设备的预防性试验。

2 各种高、低压设备应结构完整，安装正确和性能可靠。

3 电器监测仪表应定期调试和检验。

3.4.2 变压器性能和安装应符合原水利电力部 1982 年颁《变压器运行规程》中的有关规定，辅助设备应齐全，且有必要的保护装置。待全电压冲击试验正常后，变压器方可投入运行。

3.4.3 变压器投入运行前应符合下列要求：

1 变压器及其附件、保护装置、控制设备完整，操作灵活可靠，预防性试验合格。

2 油标、油位、油枕等主要部件和密封部分无渗漏、油浸污垢、裂缝。

3 支承台架无沉降变化，连接导线牢固，接地装置完好，仪表指示正常。

4 油质、油量达到规定的要求。

3.4.4 变压器运行中应符合下列规定：

1 应定时巡视检查，并作好记录，每小时抄表一次，至少每班抄表二次。如变压器过负荷运行，至少每半小时抄表一次。

2 无人值班的变压器应定期检查，并记录其电压、电流和上层油温。

3 站用配电变压器应在最大负荷期间测量其三相负荷，如发现其不平衡值超过规定时，应重新分配。

4 应做好油温、油色、油位、声音等的监测工作。油浸式变压器的最高上层油温应符合有关规定。其额定负荷上层油温低于规定时，不得作为变压器过负荷运行的依据。

3.4.5 干式变压器绕组、铁芯等允许最大温升不得超过有关规定。自然循环变压器上层油温，不宜超过 85℃。对于经改进结构或改善冷却方式的变压器，应通过温升试验，确定其负荷能力。

3.4.6 正常情况下变压器负荷不应大于额定负荷，短时间少量过载，允许超过规定值的 3%运行。

配电变压器低压侧电压，在正常负荷下不应超过电网电压的 7.5%，且不应低于电网电压的 15%。轻负荷时，三相电压不平衡值不应超过 10%。负荷率每降低 10%，允许过负荷 3%，但最大不应超过 15%。

3.4.7 低压开关在运行过程中其最大负荷电流不应超过开关额定值。长时间负荷变动的组合开关，应相应调节过电流脱扣器整定值，必要时尚应更换设备或附件。组合开关灭弧罩损坏，应立即停止使用，经修配、装齐后方准运行。

低压开关运行前应做到操作机构完好，动合灵活，分、合闸位置准确到位，指示信号灯正常。

3.4.8 熔断器投入运行前应做到负荷情况与熔体额定值相配合，指示信号灯正常。熔体管

水利标准

外管应无破损、变形，瓷绝缘部分应无破损或闪烁放电痕迹。熔体发生氧化、腐蚀或损伤，应及时更换。

3.4.9 交流接触器应定期检查并应符合下列要求：

1 外观清洁、无变形，接头紧固。

2 灭弧罩无裂损及烧损变形。

3 三相触头分合一致，辅助触头动作灵活，静触头无松动脱落现象，触头开距及行程符合有关规定。

4 铁芯电磁铁吸合良好、无错位现象。

5 信号指示与电路状态相符。

3.4.10 交流接触器的吸引线圈在电源电压为线圈额定电压值的85%～105%时，应能可靠动作，电源电压低于线圈额定电压值的40%时应能可靠释放。

交流接触器出现故障时，应及时修理。

3.4.11 投入运行的电流互感器应符合下列要求：

1 二次侧不允许开路。

2 额定电压应与电网额定电压相符合。二次负荷所消耗的功率或阻抗，不应超过与所选择等级相对应的容量。

3 一次侧运行电流应在额定电流25%～100%的范围内运行。10kV继电保护用电流互感器一次侧电流不应大于设备额定电流的1.5倍。

4 精度等级应根据电气测量和继电保护要求确定，宜选用0.2级；电度计量、仪表测量可选用0.5级；继电保护可选用3级。

5 铁芯必须接地。高压电流互感器二次线圈应有一点接地。

3.4.12 电容器在投入运行前，应符合下列要求：

1 接线正确，额定电压与电网电压相符合，外观检查良好，无漏油现象。

2 电容器三相相间容量平衡，其误差不超过一相总容量5%。

3 放电电阻的电阻值符合规程要求，并经试验合格。

4 装有专用接地刀闸时，刀闸应处在断开位置。

3.4.13 电容器禁止带电合闸。停电后电容器应放电至少3min后，方可再次合闸送电。电容器保护熔丝熔断时，未查明原因及排除故障之前，不得更换熔丝给电容器送电。

3.4.14 电压互感器的容量和准确等级应满足测量表计、保护装置和自动装置要求。所有电度表用电压互感器，其准确度应为0.5级。配电盘上电压继电器、功率表用电压互感器，其准确度应为1级。

电压互感器二次侧应接地。

3.4.15 用来监视和保护主要电气设备的继电器应符合有关技术要求。

热继电器的工作环境温度与被保护设备的环境温度差别不应超出15～25℃。热元件调节范围应为热元件额定电流的60%～100%。

电压继电器在85%～105%额定电压范围的应能可靠工作。

3.4.16 测量仪表应符合下列规定：

1 测量仪表的准确度应达到表3.4.16中要求。

灌溉排水技术

表 3.4.16 测量仪表精度等级要求

项目			精度等级	
			有功	无功
交流仪表	计费用仪表	容量大于 2000kVA	0.5	2.0
		容量 320～2000kVA	1.0	2.0
	不计费用仪表		2.0	2.5
直流仪表			不低于 1.5	

2 电气测量和电能计算仪表的安装和工作条件应符合仪表技术条件规定。

3.4.17 高、低压配电装置的运行应符合下列要求：

1 高、低压配电装置所控制的负荷应分路清楚、标明负荷名称、接线与低压配电系统图一致。

2 高、低压控制电器的额定容量，应与受控负荷的实际需要相适应。各级电器保护元件的选择和整定，均应符合动作选择性要求。

3 配电装置上的指示仪表及指示信号灯，均应齐全完好，满足运行监视需要。所有操作手柄、按钮、控制开关等部件所指示的“合上”、“断开”等标记，均应与设备的实际运行状态相对应。

4 主电路主控设备应灵活可靠，三相分合闸同期，辅助回路中的控制回路、信号回路、联锁回路、测量仪表回路应完好。

5 配电系统应设有与实际相符合的操作模拟图板和系统接线图，以及操作运行规程。

6 装有自投系统的配电系统应定期作动动试验，检查其动作的可靠性，并应在两个电源的联络处标出明显的标志。

3.4.18 低压架空线路对地距离不得低于 5m，挡距不得大于 40m，导线直径必须与线路输送容量和挡距相适应。

室内布线的支持物应使用完好的瓷柱、瓷夹板，在穿越墙壁、地板、天花板及隔板时应套入瓷管。瓷套管两端应伸出墙外 2cm 以上。

3.4.19 采用电缆时应尽量使用三芯电缆和直接埋入地内的方式。地下直埋电缆，其周围泥土不应含有腐蚀电缆外皮的物质。

3.4.20 埋入地下的电缆其埋深应符合下列要求：

1 埋入地下深度： 0.7m。

2 建筑物基础深度：0.6m。

3 堤坝土层深度： 1.0m。

3.4.21 接地装置应符合下列要求：

1 与接地网和接零母线相连之接地线必须完好无损。

2 接地回路中不允许装有保险或开关，严禁串联接地。

3 严禁装设不合要求的接地线。

3.5 喷、微灌设备

3.5.1 喷灌机运行前应对其组成部分进行检查，并应符合下列要求：喷头联接牢固，流道

水利电科技

通畅，转动灵活，换向可靠，弹簧松紧适度，零件齐全；管件完好齐全，控制闸阀及安全保护设备启闭自如，动作灵活，止水橡胶质地柔软，具有弹性；量测仪表盘面清晰，指针灵敏。

平移式喷灌机导向触杆及其微动开关的动作必须灵敏可靠。利用钢索导向时，导向钢索应绷紧牢固，停车桩应完好无损，联接件牢固，电缆线无破损，传感部件动作灵活。

3.5.2 喷灌设备喷洒开始时，应缓慢开启放水阀逐个启动喷头，并逐步调整压力至喷头压力额定值，严禁同时启动所有喷头。

停止喷洒时，应逐个缓慢关闭放水阀，不得同时关闭所有喷头。

3.5.3 喷头运转时应做好巡回监视工作，并应防止喷头堵塞、换向失灵、负压切换失效等故障产生。

3.5.4 喷头运转一定时期后应对其转动部位加注润滑油。

3.5.5 气温低于4℃时不应进行喷灌作业。

3.5.6 喷灌作业完毕应对喷灌设备维护保养。设备的存放应排列整齐，安置平稳。轮胎或机架应离地，传动皮带应卸下，弹簧应放松。选择通风、干燥、远离热源和避免阳光曝晒的场地存放。

3.5.7 微灌系统建成使用前，应对全系统进行水冲洗，在水压试验和试运行中经测试符合标准时才能使用。

3.5.8 微灌过滤器应定期清洗。运行时，当过滤器上、下游压力表的差值超过一定限度（3m）时，需清洗过滤。

自动冲洗时，应打开冲洗排污阀门，冲洗2～3min后关闭；手工清洗时，必须刷除滤芯筛网上的污物。

3.5.9 滤网过滤器的滤网必须经常检查，发现损坏应及时修复或更换。灌溉结束后，应取出滤网过滤器滤芯，刷洗晾干后备用。

3.5.10 灌溉结束后沙石过滤器应彻底反冲洗。并用氯处理消毒，并排干水箱中的水。

3.5.11 应定期检查铁制化肥罐（桶）的内壁，如果防腐涂层局部脱落，应及时进行处理。

3.5.12 微灌系统运行期间应预防灌水器堵塞，经常检查灌水器的工作状况并测定流量、检测水质，定期进行水质化验分析。

3.5.13 用氯处理法预防和处理灌水器堵塞时，应遵守下列规定：

1 防止细菌和藻类生长，用含氯浓度为1～2ppm的水连续进行处理。

2 处理已生长的细菌和藻类，用浓度为10～20ppm的水冲洗管道，并使水留在系统中30～60min。

3 控制微生物粘液生长，用浓度10～20ppm的水进行间隙处理。

4 处理灌水器堵塞，用500ppm的水冲洗，并关闭整个系统，使水流在系统中停留24h。

3.5.14 防止水中可溶性物质在灌水器中沉淀及系统中微生物生长，可采用酸处理法。宜选用磷酸、盐酸或硫酸对水进行处理。处理后的水中，pH值应为3～5。

3.5.15 对微灌系统进行化学处理时，必须严格按照操作规程进行，确保安全，防止污染

灌溉排水技术

水源或对人畜造成危害，严禁将水直接倒入酸中。

3.5.16 喷、微灌设备管理除应符合本规程外，尚应符合 SL236—1999《喷灌与微灌工程技术管理规程》的规定。

3.6 闸门、启闭机及拦污栅

3.6.1 钢结构闸门及钢木结构闸门必须定期检查、油漆保护。涂层应均匀，防止腐蚀。木质闸门应加强防腐、防蛀和防虫管理，定期上油、除尘。寒冷地区应做好闸门防冻工作。

3.6.2 闸门的滚轮、吊耳、铰支座等应定期检查清洗。损坏部分应及时更换和修复。止水橡胶应结构完整、密封性能应符合要求。橡胶止水与闸槽配合的压缩量应保持 2～4cm。闸门门叶应无变形，杆件无弯折，铆钉、螺栓牢固，表面无严重剥落、腐蚀。

3.6.3 闸门操作运行应符合下列要求：

1 一般工作闸门和阀门在动水状态启闭；船闸人字门、卧倒门或横拉门等工作闸门在静止情况下启闭。

2 事故闸门在动水情况下关闭，在静水情况下开启；平板阀门在动水情况下开启，静水情况下关闭。

3 检修闸门、尾水闸门在静水情况下启闭。

3.6.4 工作闸门运行应遵守下列规定：

1 闸门泄流时，必须和下游水位相适应，使水跃发生在消力池内。

2 双孔闸门不允许先启闭一孔。多孔闸门如不能全部同时启闭，应由中间孔依次向两边对称开启，由两端向中间对称关闭。

3 控制压力输水洞的闸门充水、放水时，不应使流量增减太急。停水过程应适当延长，通气孔应畅通，应避免洞内产生超压、负压、气蚀和水锤等现象。

3.6.5 快速、事故、检修闸门以及蝴蝶门、充水平板阀门等不得用以控制流量。工作闸门在泄水期间，事故闸门应停留在孔口以上 0.3～0.5m 处。

3.6.6 船闸的上、下游输水闸门，应在闸首工作闸门关闭后方可启动。上、下游输水闸门不得同时开启。

3.6.7 闸门启闭机械必须保持完整无损、操作灵活。各种表计、保护装置应准确可靠。闸门开关的最高位置和最低位置应有明显标志，操作设备应清洁整齐。

3.6.8 启闭机械的运行应严格遵守有关操作规程的规定，定期检查维护，及时修复。使用卷扬式启闭机关闭闸门时，不得在切断电源的情况下单独松开制动器降落闸门。在闸门下降过程中，棘轮、棘爪制动器不得突然刹停。

3.6.9 进水拦污栅必须完整牢固。水泵、水闸运行过程中应及时清除栅前污物。

3.7 其他机械设备

3.7.1 用于灌排工程养护、维修、抢险和施工的各种机械设备，其操作人员必须经技术培训，经考试合格后方准上机操作。

3.7.2 操作员在工作期间应集中精力，精心操作，随时监视机械各部件运行情况及仪表指示信号。不准擅自离岗或交给无证人员操作。

水规所科技

3.7.3 运行前应先发信号，按指令运行，动力车辆各部位的防护罩装复后方可起动开车。

3.7.4 凡不符合安全生产规定或工作现场有安全隐患时，操作员应停止作业，待安全隐患排除后，方可继续作业。夜间工作时必须保证有良好的照明条件。

3.7.5 新购或大修后的各种机械设备应按有关规定进行试车，待完成磨合后方准正式投产运行。

3.7.6 机械设备应按机械说明书要求及时进行维护、保养。

4 用水与排水管理

4.1 计 划 用 水

4.1.1 灌区应实行计划用水。各种用水户应编制用水计划，向灌区管理单位提出用水申请，经灌区管理单位综合平衡后，报主管部门批准，然后按核定后的计划向用户供水。

4.1.2 灌溉用水计划的编制必须根据农作物高产、优质、高效对水分的要求，充分考虑当地水源条件、工程状况以及气象、土壤和农业生产情况等因素，力求计划切合实际，保证供水质量。

4.1.3 灌区用水计划可采取自上而下和自下而上相结合的办法编制。管理单位应根据历年作物种植面积、主要作物灌溉制度、水源条件、渠道输水情况、气象预报等资料，拟定灌区用水计划。

4.1.4 灌区轮廓用水计划可按年度编制；渠系用水计划可按季度（或作物生长期）编制；基层用水计划除按季度（或作物生长期）编制外还应于每轮灌水前，根据当时的具体情况，编制轮次用水计划。各项用水计划应经过相应的各级管理委员会民主讨论。

4.1.5 灌溉用水量和渠道引水流量应根据作物种植面积、灌水定额、灌溉水利用系数和灌溉天数经计算确定。并应遵守下列规定：

1 净灌溉用水量可按下式计算：

$$W_j = AM_j \tag{4.1.5-1}$$

式中 W_j——某时段净灌溉用水量，m^3；

A——某时段需灌溉的作物面积，亩；

M_j——净综合灌水定额，m^3/亩。

净综合灌水定额可通过以下方式求得：本灌区多年积累的各种作物灌水定额加权平均求得；由多年灌溉试验求得；缺水地区按限额灌溉水量确定。

2 毛灌溉用水量可按下式计算：

$$W = \frac{W_j}{\eta} \tag{4.1.5-2}$$

式中 W——某时段毛灌溉用水量，m^3；

η——灌溉水利用系数；

其他符号意义同前。

3 渠道引水流量可按下式计算：

$$Q=\frac{W}{86400T} \tag{4.1.5-3}$$

式中 Q——某时段渠道引水流量，m^3/s；

T——某时段灌溉天数，d；

其他符号意义同前。

4.1.6 按不同水源（河流、水库、地下水等）、取水方式（自流、提水）确定的水源供水流量应符合下列要求：

1 河流水源供水的，根据气象水文预报推算确定。

2 水库供水量应在分析入库径流量、损失水量的基础上，通过调节演算确定。

3 小型塘坝供水量，应按塘坝数量、蓄水能力以及集雨面积和设计水文年的降雨量等情况综合分析确定。

4 以地下水为水源时，开采利用的地下水量应以近期可补偿资源为限。

5 对渠井结合的灌区，可分别确定利用井灌或渠灌的次数及相应的灌溉用水量。

4.1.7 配水计划应将渠首引入流量正确而合理地分配给各级渠道，其内容应包括配水方式、配水顺序、配水量、配水流量和配水时间的确定。

4.1.8 在轮灌配水条件下，应合理划分轮灌组，确定各组的轮灌顺序、轮灌周期和轮灌时间。

4.1.9 在执行用水计划中，实际用水量应占计划用水量的90%以上（因天雨须调整计划者不在此限），实灌面积应占计划面积的90%以上。

4.1.10 在水源不稳定或不能充分满足灌溉需要（即缺水）条件下，宜实行动态用水计划。可根据水源、气象、土壤墒情的变化和预报以及不同水量下的灌溉制度，进行系统分析，以获得全灌区最优的综合效益。

4.1.11 为保证动态用水计划的顺利进行，管理单位应积极采用计算机及电子、优化、信息及预测等现代科学技术。

4.2 水 量 调 配

4.2.1 水量调配应由管理单位统一安排，其他任何单位和个人无权调配水量。

4.2.2 水量调配应遵守下列规定：

1 灌区水权集中在灌区管理局（处），由局（处）配水站或专职配水人员按照渠系用水计划，从灌溉水源引水、配水给干支渠。

2 干、支渠管理站（段）长或技术员负责在本站（段）内的水量调配，按照配水计划向支、斗渠配水。

3 斗长负责斗渠内农、毛渠配水，并组织实施田间灌溉。

4.2.3 配水人员在放水期间必须轮流值班，仔细填写配水日记。定期结算水帐，发布灌区配水、用水及各项计划用水指标完成情况。

4.2.4 当实际引入流量大于或小于计划流量时，各级渠道应按预先制定的应变配水方式和比例配水，并应符合下列要求：

1 个别渠道由于输水能力、输沙能力的限制，或其他原因造成引水量短缺时，可由储备水量或调动其他渠道机动水量补给。

2 多数渠道用水不平衡时，应在一个轮期中间或末期调整配水比例，在本轮结束前达到平衡。

4.2.5 特殊情况下调配水量应符合下列要求：

1 遇6级以下大风，应加强护渠，正常输水；6～8级大风，可适当减水；8级以上大风，应立即停水。冬灌时宜按土壤墒情、低温持续时间和渠系防冻能力等因素考虑停水与否。

2 遇河流来水量发生急剧变化，应迅速调整用水计划。

3 干支渠道输配水可采用续灌方式，但当河源或干渠流量减少到一定程度，不利于续灌时，在干渠或支渠之间应进行轮灌或分组轮灌。轮、续灌的确定和分组，可根据灌区实际情况而定。

4 输水期间遇突降暴雨，可视暴雨延续时间和强度，按照灌区运用方案调度，严禁随意关闸退水。

4.2.6 河流流量变化大的自流引水灌区，灌溉季节引入流量经常不足时，可利用非灌溉季节河流水量较丰时机，进行蓄水灌溉。渠井结合的灌区可引水回灌，补充地下水水源。

4.2.7 严重缺水地区应积极利用当地雨水径流，采用院场、地块、屋顶等有利条件拦蓄雨水径流于涝池、旱井中。亦可利用平板坝、橡皮坝等拦截河沟流水增加抗旱水源。

4.2.8 各种水源的灌区应充分发挥大气水、地面水、土壤水和地下水相互联调的作用。

4.2.9 自流引水为主的灌区，库、塘、井水应按其使用权的规定，在受益范围内统一调配。渠水不足时，以库、塘、井水补渠水，提高灌溉保证率；渠水有余时，以渠水蓄补库、塘、井水。

4.2.10 以蓄为主，蓄、引、提相结合的灌区，调配水量时应符合下列要求：

1 蓄水时，先蓄远塘（库），后蓄近塘（库）；先蓄高塘（库），后蓄低塘（库）；先蓄集雨面积小的塘（库），后蓄集雨面积大的塘（库）。

2 在当地地面径流不能使塘水蓄满时，可利用非灌溉季节引水或提水灌塘。

3 用水时先用活水，后用死水；先用塘水，后用库水；先用低处水，后用高处水。在水量调配中，先灌远田，后灌近田；先灌高田，后灌低田；先灌水田，后灌旱地。

4.2.11 灌溉季节结束后，各级管理单位应及时做出水量调配总结。

4.3 测水、量水

4.3.1 原灌区工程设计未设置测水、量水站网时，管理单位应增设测水、量水站网，并应符合下列要求：

1 水源测站设在引水口上游，观测水源水位、流量和含沙量变化情况。

2 渠首测站设在干渠（或总干渠）进水口或下游渠道，观测从水源引入的流量及水量。

3 配水点测站设在配水渠（支、斗渠）进水口或下游渠段，观测从上一级渠道配得的流量及水量。

4 分水点测站设在分水渠（斗、农渠）进水口或下游渠段，观测从配水渠配得的流量

及水量。

5 退排水测站设在灌区退水渠、排水沟末端及排水枢纽上，观测灌区的退泄和排出水量。

6 为观测、收集渠道输水损失、糙率、流速、流量与冲淤关系等而设的专用测站，其位置视实际需要选定。

4.3.2 测水、量水设施应根据渠道级别和水质等情况选定，并应符合下列要求：

1 大型输水渠道上应设置固定测水断面，利用水尺观测水位，利用流速仪和浮标测流。

2 配水渠上应优先考虑利用水工建筑物测水、量水。在没有水工建筑物或现有水工建筑物不能用以量水或量水精度达不到要求时，可特设量水设备量水。

渠底比降较小的浑水渠道上，可选用巴歇尔量水槽或无喉段量水槽；渠底比降较大或有跌水的清水渠道上，可选用梯形量水堰。

3 分水渠上应采用特设量水设备量水。比降小的浑水渠道上，可选用无喉段量水槽或量水喷嘴；比降较大、含沙量较小的渠道上，可选用梯形量水堰或量水坎。

4 毛渠、输水沟、试验地段可采用固定或移动三角量水堰。

5 U形渠道上可选用平底曲物线形无喉段和过流通畅的其他量水槽。

4.3.3 量水方法的选择应符合下列要求：

1 水头损失小，不淤积，不堵塞，不妨碍加大流量通过。

2 灵敏度高，抗干扰能力强，精度符合要求。

3 造价低，施工简便，维修费用低，并尽量使一个测站能兼作其他测站的用途。

4 观测计算方便，便于群众掌握。

5 量水误差不应大于±5%。

4.3.4 有条件的灌区可采用自动量水设备。

4.3.5 灌溉管道量水可采用孔板式、旋杯式、滑片式、超声波式等量水表。选择量水表时，应以量程合适、量测稳定、可靠、耐用为原则。

4.3.6 灌区量水的观测、计算方法，以及资料整理，可参照有关专门的规范、标准执行。

4.4 田 间 节 水

4.4.1 田间节水宜采用工程措施、农业措施、管理措施和节水灌溉新技术相结合的综合节水手段。

4.4.2 节水灌溉新技术除采用喷、微灌和管道输水外，还可采用膜上灌、定额灌水、涌流灌和水稻控灌及薄、浅、湿、晒灌溉制度等。

4.4.3 节水农业措施可采用蓄水保墒耕作技术，种植适合雨情的作物及其合理布局，提高作物耐旱能力的栽培、秸杆或地膜覆盖的保墒技术，化学药剂抗旱保墒与保水剂应用技术，节水耐旱作物品种选育以及穴种、点播抗旱技术等。

4.4.4 节水管理措施可采用水情、墒情监测预报等以及制定各种节水制度和奖惩办法。

4.4.5 采用地面灌溉的灌区，田间渠系和渠系建筑物应配套完善，闸门应能关闭严密。

4.4.6 灌水前末级固定渠道至田块灌水口之间的临时渠道应整修完善，并根据不同情况选

水资源科技

取土渠夯实、塑料薄膜护面、草泥抹面、移动式软管等措施。

4.4.7 应结合农田基本建设和耕作播种平整土地。旱作灌区宜以末级固定渠道控制范围或条田作为土地平整基本单元；北方地区宜推广方田建设经验；水稻灌区和稻麦轮作灌区宜以格田为土地平整的基本单元。土地平整精度应符合灌水沟畦对坡度的要求，田面各点高差不应超过±1.5cm。平整时应把表层熟土放在上层。

4.4.8 地块灌水的准备工作应符合下列要求：

1 按照要求的规格修好畦（沟）块，打好畦埂，开挖灌水沟及输水沟。

2 特别注意修好防止跑水地边埂。

3 备好挡水板、虹吸管、放水管以及带快速接头的金属（或塑料）多孔管等灌水工具。

4.4.9 除水稻灌溉、改良盐碱地的冲洗灌溉、引洪漫地改良土壤以及水生蔬菜可采用淹灌外，旱作物严禁使用淹灌法，也不得使用大水漫灌和串灌。密植作物宜采用畦灌，宽行中耕作物宜采用沟灌。

4.4.10 旱作物灌溉畦（沟）规格、单宽（入沟）流量和改水成数，应以能将既定的灌水定额均匀灌入田间为前提，根据灌区土质、地面坡度、地下水埋深和田面糙率等条件，通过试验与总结群众灌水经验相结合的办法确定。无试验资料时，可参照附录B表B-1及表B-2确定。

畦田不宜有横坡。其宽度应为农业机具宽度的整倍数，且不宜大于3m。灌水沟间距应与适宜沟灌作物的行距一致。

4.4.11 水稻灌溉格田长度，地形平坦地区可取50～100m，宽度可取20～40m；山区、丘陵区格田规格可根据地形、耕作条件及土地平整投入能力灵活掌握，但不宜过于零碎。

4.4.12 田间节水效果指标应符合下列要求：

1 田间水利用系数（η_j）在旱作物区应高于0.80，水稻田区应高于0.90。

田间水利用系数可按下式计算：

$$\eta_j = \frac{AM_j}{W_n} \tag{4.4.12-1}$$

式中 η_j——田间水利用系数；

A——某次实际灌水面积，亩；

M_j——根系层内的实际灌水定额，m^3/亩；

W_n——某次灌水田末级固定渠道放出的灌溉水量，m^3。

2 水分生产率（I）应高于1.20kg/m^3（粮、棉产量达到规定指标）。

水分生产率可按下式计算：

$$I = \frac{y}{W_j + P + d} \tag{4.4.12-2}$$

式中 I——水分生产率，kg/m^3；

y——灌溉面积上平均产量，kg/亩；

W_j——灌溉面积上净灌溉水量，m^3/亩；

P——作物生长期内有效降水量，m^3/亩；

万水电力科技

d ——作物生长期内地下水补给量，m^3/亩。

4.5 农田排水控制

4.5.1 灌排区内的排水方案应同该地区的雨情、汛情密切结合起来。应根据排水区暴雨的集水面积，排水面积，河网、湖泊的调蓄能力，泵站及涵闸等排水工程的设计标准以及排水区域内多年水文气象资料、灾情等，编制可能出现的不同雨情、汛情的排水计划，并根据实际情况及时调整。

4.5.2 农田排水必须严格控制地下水位，防治和消除涝、渍及盐碱灾害。灌区排水应与灌溉相结合，统一调度运用。

4.5.3 农田遇涝时应根据排涝标准和不同作物的耐淹能力，限期排除地面积水。

4.5.4 旱作农田排除田面积水后应根据农作物不同生育阶段要求的适宜地下水埋深和土壤水分，对地下水进行调节和控制。不同作物各生育阶段适宜的地下水埋深和土壤水分，应根据当地或邻近地区田间试验资料分析确定。无试验资料时，可参照附录C表C-1及表C-2所列数据选用。

4.5.5 旱作物（棉、麦）苗期，通常应控制地下水位，使土壤保持适宜水分，利于长苗。如遇连绵阴雨或土壤过湿，则应加强排水，打开闸（阀）门，正常出流，防止烂根烂种。作物齐苗后，应保持排水畅通。渍害敏感期必须加强排水，控制适宜地下水位，防止渍害发生。

4.5.6 水稻各生育阶段适宜地下水埋深和稻田适宜日渗漏量，应根据当地或邻近地区丰产经验与试验资料，经论证确定。

4.5.7 农田排水再利用应以不影响排水效果为原则，并应符合下列要求：

1 农田排水再利用的水质标准，应以灌溉水质标准为依据。

2 在严重干旱地区或在抗旱灌溉期间，水质标准以作物耐盐能力为准。

3 排出水矿化度较高时，可与灌溉淡水混合达到水质标准后方可进行灌溉，亦可采用咸淡轮灌的方法进行灌溉。

4.5.8 圩区排水应做到高水高排，低水低排，内外水分开，灌排水分开或上排下灌、灌排同渠。应注意控制内河水位和地下水位。

4.6 灌排试验

4.6.1 灌排试验站应针对当前当地农业生产中存在的突出问题开展灌排试验项目。

4.6.2 灌排试验站应保持长期稳定，设置必要的试验场、实验室、各种仪器设备及其他配套设施；必须有可靠的水源和电源；应配备专业技术人员，且有中级以上技术人员负责技术领导工作。对观测工人必须进行技术培训，经考试合格后方可录用。灌排试验所需经费应列入地方水利事业费或灌区管理经费计划，切实予以保证。

4.6.3 灌排试验内容可包括作物需水量和灌溉制度试验、灌溉方法与灌水技术试验、农田排水方法试验、灌区低产田改造试验等项。

4.6.4 田间节水灌溉试验内容应符合下列要求：

1 采用综合节水技术措施，大幅度降低作物棵间蒸发量和稻田田间渗漏量，提出缺水

水利标准

地区新的作物需水量数据。

2 进行水分亏缺对作物生长发育和产量影响的试验研究，针对各种作物在全生育期不同生育阶段，按不同缺水定额进行灌溉试验，取得不同耗水量及其相应产量的数据。

3 进行节水灌溉方法与灌水技术试验，明确不同灌溉方法和灌水技术的节水效果，为在不同技术经济条件下进行选择提供依据。

4.6.5 各灌排试验站应负责对本站观测、试验成果进行整理、分析、汇编，并编写试验报告和试验总结。有关灌排试验研究的科技档案材料必须由专人负责，实行统一管理。灌排试验研究的科技档案的形成、积累、整编和归档应遵守国家有关规定。

4.6.6 灌排试验研究成果应按照国家有关规定进行鉴定或评审。通过鉴定或评审的成果，应在一定范围内进行中间试验或生产示范，待进一步论证切实有效时，才能予以推广应用。

4.6.7 灌排示范区试验项目必须具有完整的说明材料，包括示范区设置的目的、规模、示范内容、实施期限、经费使用计划以及预计推广效益。重点项目必须经有关单位和专家论证后，报告上级部门批准，方可进行。

4.6.8 灌排试验的具体操作试验和分析计算方法，应符合SL13－90《灌溉试验规范》等有关标准的规定。

灌水新技术

5 档案、通信与信息系统管理

5.1 档 案 资 料

5.1.1 灌排管理单位必须建立、健全档案管理制度，做好档案资料的收集、整理、保管和使用工作。

5.1.2 大、中型灌排工程应设置档案室等管理机构，配备专职或兼职档案管理人员，规定档案管理职责。

5.1.3 对档案的管理、归档、借阅、保密应有一整套严格制度，保证档案的安全、完整和保密。归档范围可参照附录D所列内容确定。采用微机技术录入档案资料，必须有软盘备份，软盘应妥善保存，不得折弯、重压，注意防磁、防病毒、防潮，并定期检查和复制，防止档案资料丢失。

5.1.4 档案保管期限分为永久、长期、短期三种。各类档案每5年鉴定一次。鉴定时应由档案室提出意见，经领导同意，抽调有关人员组成鉴定小组到保管单位逐卷审查，对已失去保存价值者剔出，写出鉴定报告经领导批准，指定专人、专点销毁，并报上级主管部门备案。

5.2 通 信 设 施

5.2.1 为提高管理工作的效率和质量，管理单位应采用有线或无线通信方式进行联络。调度防汛网主干线可采用有线、无线并用的通信方式，条件成熟时宜积极采用移动通信和数

字卫星通信等方式。

5.2.2 通信管理人员必须经过专业培训，经业务考核合格后，持证上岗。

5.2.3 应建立值班及交接班制度，工作情况应进行登记。

5.2.4 通信设施应符合下列要求：

1 设备结构完整，部件齐全。

2 机械强度和性能达到规定要求。

3 设备运行正常，技术资料齐全完整。

4 正常通信线路中断时有备用设备。

5.2.5 有线通信系统设备维修应符合下列要求：

1 检修通信电缆、交接箱、分线箱、交换机和各种保护设备。

2 检修交换机房和供电室（可控硅整流、交直流配电屏）设施。

5.2.6 无线通信系统设备维修应符合下列要求：

1 天线加固检查，接地系统检修。

2 保护涂层定期检修。

3 室内设备监视仪器和仪表指示检修。

5.2.7 通信设施应定期测试，一般可利用机器面板上所带有的电表、仪器来进行常规测试。专项测试检查应确定无线通信机年检内容和有线通信常规项目，必要时则需列项进行大修。

5.2.8 通信机房应做好通风、防尘、防潮、防火、防雷等项工作。

5.2.9 认真执行保密制度，不得在通信中泄密、失密。

5.2.10 通信电路和设备出现故障，应进行原因分析，并及时修复。

5.2.11 系统内各通信站应将通信情况记录在案，年终进行总结，提出改进工作的建议和意见。

5.3 信 息 系 统

5.3.1 条件成熟的管理单位，应积极组建管理信息系统，并创造条件尽早形成本灌排区信息网络，进而利用信息高速公路与省、市、中央有关部门联网，实现资源共享。

5.3.2 管理单位必须重视技术力量的培养，选派熟悉用水管理业务，能掌握系统操作的人员进行管理。

5.3.3 管理信息系统中的管理中心应和常规的管理中心融为一体，逐步过渡到按管理信息系统提供的信息进行管理。

5.3.4 管理信息系统应由数据采集、信息传输和数据处理决策三部分组成。

5.3.5 数据采集系统中的遥测、监测设备应定期进行校验和检查。

5.3.6 人工采集的数据应认真核对。

5.3.7 信息传输设施应符合本规程 5.2 的规定。

5.3.8 用于数据处理决策运行的硬件设备应配置齐全，并经常处于良好的工作状态。通信运行微机必须指定专人使用管理。

5.3.9 数据处理决策软件应由专业人员针对灌排区特点进行编制和维护。

6 经 营 管 理

6.1 水 费 管 理

6.1.1 管理单位应按国家有关规定制定本单位的供水收费计划及具体措施，切实做好水费计收及管理工作。

6.1.2 水费标准应在核算供水成本的基础上，根据国家经济政策和当地水资源状况，对各类用水分别核定。

6.1.3 水费是管理单位自收自支资金，不应作为地方财政收入，结余资金可以连年结转，继续使用，但不得用于水利管理以外的开支。

6.1.4 灌溉工程供水宜实行基本水费加计量水费的制度，基本水费按亩计收，计量水费按供水量计收。暂不具备按量收费条件的，可按亩或亩次计收水费。超计划用水实行超额累进加价收费。并可根据水源和用水状况的季节变化，实行季节浮动水费。水资源短缺地区的水费，可高于按本规程6.1.2的规定核定的标准。

6.1.5 灌溉工程供水水费，可推行由管理单位预售水票，凭票供水的办法收取，也可通过财政或金融部门收取。

用水户必须在规定期限内向水管单位足额交付水费，逾期不交的，按日加收2‰～5‰的滞纳金。经一再催交无效，逾期3个月的，管理单位有权限制供水，直至停止供水。

6.1.6 灌排工程供水水费标准，按单个工程逐一核定。经济状况、地理环境和水资源条件相近的区域，其水费标准也可按区域统一核定。

灌排工程供水水费标准，可根据物价指数的变化情况，每隔2～3年调整一次。也可按“以粮或其他农作物计价，现款结算”方式确定。

6.1.7 受益范围内的排涝工程，应向受益范围内的工商、交通、企业、农场、农户和其他单位收取排水费，其标准应在排水成本加微利的基础上根据受益单位的不同情况核定。灌排工程交叉运用不便划分的，其标准可采用分别核定，合并计收的办法。

6.1.8 管理单位应收好、管好、用好水费。逐级建立供水的原始记录和有关结算水费的台账、报表，严格办理水费收交凭证。用水户交纳水费后，收费单位或收费人应同时向用水户签发水费收据。

6.2 财 务 管 理

6.2.1 灌排工程管理单位的财务管理工作，必须认真执行国家的财经政策，管好用好各项资金，正确处理各方面的分配关系，维护财经纪律，实行财务监督。应在组织水费、电费收入，发展综合经营和实行经营管理责任制中充分发挥财务工作“服务经营，参与决策”的作用。

6.2.2 国家预算管理的管理单位是实行独立经济核算的生产性事业单位，应实行企业化管理。

6.2.3 供水生产、发电生产和综合经营，应在统一领导、统一经营、统一计算盈亏的基础上实行内部经营管理责任制或经营承包责任制和内部经济核算制，并实时考核各项技术、经济指标的完成情况。

6.2.4 应根据主管部门下达的生产计划和各项技术经济指标及财力可能，编制年度财务计划，报经水利主管部门和财政部门审批，并核定定额上交或定额补贴数额，作为考核年度财务计划任务完成的依据。

批准的年度计划，应抄送开户银行，据此监督资金的使用。

6.2.5 应按规定的成本项目正确核算成本，加强成本管理，制定先进合理的消耗定额，严格执行成本开支范围，定期进行对比分析，促进成本计划的完成。

6.2.6 应通过清产核资，重估固定资产价值，分类建账和建立卡片。生产经营和公益服务用的固定资产均应提取折旧，水库、机电排灌站同时具有生产经营和公益服务的共用性固定资产，提取折旧可按比例分摊。水库可采用库容比例法，机电排灌站用提水量比例法。季节性停用的设备，应在使用的季节提足折旧份额，计入使用期成本。房屋、建筑物等未使用和以经营租赁方式租入的，或已提足折旧继续使用的固定资产，可不提折旧。

6.2.7 计算水利工程折旧费和大修理费的依据是固定资产重估价值，提取标准应按财政部1994年12月颁发《水利工程管理单位财务制度（暂行）》中“水利工程管理单位固定资产分类折旧年限表”的规定执行。折旧费和大修理费应计入供水成本，通过核定水费标准从计收的水费中解决。

6.2.8 必须建立和健全固定资产保管、使用、保养、维修、检查和定期清查盘点制度。固定资产的盘盈盘亏和报废应由本单位的领导、技术人员、财会人员和工人代表查明原因，进行严格的技术鉴定。对确实不能修复或无修复价值的，报上级主管部门审批后，进行账务处理。

6.2.9 生产、经营所需流动资金应由原水利工程竣工验收交付使用时转入的流动资金，上级拨入扶持综合经营的周转资金，管理单位提取的生产发展基金，向当地银行申请的生产经营贷款以及联营、集资投入的流动资金等组成。生产经营流动资金只能用于生产经营周转，不得用于基本建设支出。

6.2.10 必须严格执行国家现金管理制度，严格按照国家规定办理银行存款开户和收支事宜。水费、电费、综合经营收入等结算资金应在银行开立结算户，水利主管部门拨入的事业费应开立经费限额（存款）户，专用基金开立专项基金存款户，各项应收应付款项应随时清理结算。

6.2.11 应加强物资管理，按计划采购物资，建立和健全物资的收、发、领、退制度和定期清查盘点制度，做到账物相符、账账相符，年终时，必须对物资进行一次全面清查盘点，对积压物资要及时处理。

6.2.12 管理单位的专项拨款（包括防汛费、岁修费、临时性工程修复费、技术改造费等）必须按照上级主管部门的项目、预算和使用范围列支，专款专用。专项拨款数额，应根据主管部门下达的项目计划编制预算，报上级主管部门批准后执行。年终应按规定编制决算，上报审批。不准以拨作支、以领代报、以购代销。

仅供试读

6.3 综 合 经 营

6.3.1 管理单位应在保证工程安全、充分发挥工程效益的前提下，利用工程管理范围内的水、土资源和管理单位的技术、人力、装备，积极开展综合经营，扩大水利工程的综合效益，增加灌区收入，改善职工工作生活条件，稳定职工队伍。

6.3.2 开展综合经营应实行内部经济核算和自负盈亏原则。

6.3.3 开展综合经营应统一领导，独立经营，分级核算，实行各种形式的承包经营责任制，还可以推行承包、租赁和股份制，开展横向经济联合，发展集团公司。管理单位应与经营者签订经营合同，由经营者独立自主经营。同时，按合同规定，经营者向管理单位上交管理费和利润。

6.3.4 综合经营项目必须加强经营管理，完善管理制度，建立激励机制、监督机制和约束机制，用好自主权，在经营活动中，不断提高经济效益和竞争能力。

6.3.5 开展综合经营应充分利用国家和地方政府给予的优惠政策，并积极争取计划、财政、物价、税务、金融等部门的支持。

6.3.6 综合经营收入分配应做到国家、集体、个人三兼顾，在发展生产的基础上相应提高职工收入。综合经营项目内部分配应体现按劳分配的原则。

6.4 管理工作的考核评估

6.4.1 灌排工程的状况应定期进行考核评估，通过考核评估对经营管理的好坏和水平的高低，给予客观公正的评价。

6.4.2 应建立由专业管理组织、民主管理组织及当地行政机关领导和代表参加的具有代表性和权威性的考评小组。于每年灌溉用水结束后，至次年3月前对本单位的经营管理工作进行自评，测算评定各项技术经济指标，写出自评报告，报上级主管部门复查审核。

6.4.3 大、中型灌区管理工作的考核评估，可按水利部有关规定执行。各省(市、自治区)可根据当地的实际情况，参照水利部的规定建立各自的指标体系、评估标准和奖惩办法。

6.4.4 按照分级管理的原则，对通过考核评估、成绩优异、符合奖励条件的管理单位，应由水利主管部门给予表彰奖励。

各管理单位对考核中所暴露的问题，应逐项进行分析，寻找原因，研究制定改正措施，限期予以改正。

7 水 土 资 源 保 护

7.1 灌溉水源保护与水质监测

7.1.1 管理单位应执行国家环境保护政策，制定本管理区域具体规定。

7.1.2 在灌溉水源保护区内，发现对水体有严重污染的建设项目应及时、主动与环保部门取得联系，停止修建或采取必要防范、净化措施，避免污染水体。

排污口向水库、塘堰、河渠排污，必须符合排放标准。严禁用渗坑、渗井或漫流等方式排放有害的工业废水和城市污水。

7.1.3 地下水长期处于过量开采的地区，宜采取措施对地下水进行回补。回补后，地下水质不应劣于补给前的地下水水质，地下水位埋深不宜小于2m。

7.1.4 引用工业废水和其他污水作为灌溉水源，应符合GB5084—92《农田灌溉水质标准》的规定。

7.1.5 在划定的水源保护区内，应保持天然植被和种植有经济价值并对水资源有良好保护效果的乔、灌木。

7.1.6 灌溉供水水源的监测工作应根据工程规模、运行特性、环境特点和保护对象等条件确定。工作内容应包括监测项目、周期及频率等。

7.2 灌排区土地资源保护

7.2.1 对乱占、乱用灌排土地资源的现象，管理单位应根据国家颁发的《基本农田保护条例》、《占用农业灌溉水源、灌排工程设施补偿办法》等法规积极向当地政府和上级主管部门反映处理。

7.2.2 管理单位应积极协同当地农业部门，定期对灌排农田进行土壤环境质量现状评价，预测其变化与趋势，提出控制和消除土壤污染的措施。

7.2.3 山丘沟坡地防治灌排农田土壤侵蚀应符合现行国家标准GB/T16453.1～6《水土保持综合治理技术规范》的有关规定。

7.2.4 风沙地区应采取配置防护林网、林带防风，植草固沙等措施。农田防护林带应结合灌排渠沟的布置情况进行布设。

7.2.5 管理单位应掌握和熟悉灌排区内中、低产田情况，对由于涝渍、盐碱、缺水、风沙和水毁等原因造成的中、低产田面积和分布进行分类统计，积极提出改良措施并报请上级主管部门研究处理。

7.2.6 防治盐渍土应因地制宜选取下列措施：

1 返盐季节控制地下水位在临界深度以下，防止土壤返盐。

2 在灌排条件好、水源比较充足的地区可采用冲洗措施。

3 对于土壤含盐量大、地势低洼、土质粘重、地下水位高的地区，如果有较好的水源条件和完善的排水系统，可通过种稻改良盐渍土。

4 利用含沙量大的河水进行放淤，改良涝洼、盐碱、沙荒地。放淤应选择在水量充足，含沙量大且含粘粒（粒径小于0.005mm）的季节进行。

5 在采用水利措施改良盐渍土的同时，应采取平整土地，深翻耕地，增施有机肥，合理耕种保苗，培育引种优良耐盐作物品种等农业措施予以配合。

6 华北及黄淮海平原区宜根据旱、涝、碱综合治理原则，实行井灌井排、井渠结合，控制地下水位，合理利用地表及地下水资源。

7 滨海地区宜健全排灌系统（包括鼠道工程），控制地下水位、进行淡水冲洗、加快脱盐、种植耐盐作物，实行水、肥、土、林、化学改良的综合治理。

7.2.7 治理改造沼泽土宜采取下列措施：

水利标准技术

1 农田修建成条田时，条田沟宜与暗管相结合；在地面排水条件较差的洼地，土层下面又有较厚的砂砾石层时，可通过水井将地面积水排入地下。

2 深翻熟化、粘质沼泽土掺沙、合理种植和施用有机肥等农业改良措施以及林带防风护田和林木蒸腾降低地下水位等林业改良措施，与水利土壤改良措施相配套。

7.2.8 治理渍害田应因地制宜采取下列措施：

1 山丘区的治理宜开沟、滞洪和截沙排除山洪、泥沙、铁锈、冷泉和内渍水。梯田受渍严重的应开环田沟，并在梯田下侧开挖0.3～0.5m宽、0.6m深的排水沟，切断山泉及上方梯田下渗水流和拦截潜水，减轻梯田内侧渍害。

2 平原区的治理宜采取控制河网水位，加强田间排水，实行灌排分开，水旱作物分开和培肥改土等综合措施。

3 沿海盐渍土农田渍害治理宜首先加固堤围，防洪防潮，除涝排水，然后进行引淡灌溉。利用落潮时进行自流抢排，地势低洼地区可建排灌站抽排内涝积水或合理布局池塘，挖塘抬田，改土治渍。

7.2.9 南方红壤地区灌排农田，宜采用保水、保土、保肥等综合措施。修筑水平梯田拦蓄地表径流，种植耐材林、经济林和多年生牧草，施用石灰、增施有机肥等措施。

7.2.10 应及时组织力量予以修复被风沙和洪水毁坏的工程设施。

附录A 三相异步电动机的最高允许温度

表A 环境温度为40℃时的三相异步电动机的最高允许温度 （℃）

电动机部位	绝缘级别		A级	E级	B级	F级	H级
定子绕组	最高允许温度	温度计法	95	105	110	125	145
	最大允许温升	电阻法	100	115	120	140	165
	最高允许温度	温度计法	55	65	70	85	105
	最大允许温升	电阻法	60	75	80	100	125
绕线式转子绕工	最高允许温度	温度计法	95	105	110	125	145
	最大允许温升	电阻法	100	115	120	140	165
	最高允许温度	温度计法	55	65	70	85	105
	最大允许温升	温度计法	60	75	80	100	125
定子铁芯	最高允许温度	温度计法	100	115	120	140	165
	最大允许温升	温度计法	60	75	80	100	125
滑环	最高允许温度	温度计法	100	110	120	130	140
	最大允许温升	温度计法	60	70	80	90	100
滑动轴承	最高允许温度	温度计法	80	80	80	80	80
	最大允许温升	温度计法	40	40	40	40	40
滚动轴承	最高允许温度	温度计法	95	95	95	95	95
	最大允许温升	温度计法	55	55	55	55	55

万水电力技术

附录 B 地面灌溉畦沟规格参数选择

畦（沟）规格、单宽（入沟）流量和改水成数，应以能将既定的灌水定额均匀灌入田间为前提，根据土质、地面坡度、田面糙率等条件，通过试验与总结群众灌水经验相结合的办法确定。无试验资料时，可参考表 B-1 及表 B-2 确定。

表 B-1 畦宽 3m 的畦田规格与地面坡度、土壤性质及单宽流量关系表

地面坡度	<0.002					
技术要素	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]
强透水性土壤	30～50	5～6	50～70	5～6	70～80	4～5
中透水性土壤	50～70	5～6	70～80	4～5	80～100	3～4
弱透水性土壤	70～80	4～5	80～100	3～4	100～130	3～4

表 B-2 灌水沟长度与土壤性质、地面坡度、入沟流量关系表

土壤透水性	沟底比降	灌水沟流量 [L/(s·m)]	沟长 (m)
强	0.01～0.004	0.6～0.9	60～80
	0.004～0.002	0.7～1.0	40～60
	<0.002	1.0～1.5	30～40
中	0.01～0.004	0.5～0.6	80～100
	0.004～0.002	0.6～0.8	70～90
	<0.002	0.7～1.0	40～60
弱	0.01～0.004	0.2～0.4	90～100
	0.004～0.002	0.4～0.5	80～100
	<0.002	0.5～0.6	50～80

灌水临科技

附录 C 麦田、棉田适宜地下水埋深

不同作物各生育阶段适宜的地下水埋深和土壤水分，应根据当地或临近地区田间试验资料分析确定。无试验资料时，可参照表 C-1、表 C-2 所列数据选用。

表 C-1 麦田适宜地下水埋深和土壤水分

生育阶段	播种出苗	分蘖越冬	返青	拔节至成熟
适宜地下水埋深 (m)	0.5	0.6～0.8	0.8～1.0	1.0～1.2
适宜土壤水分（田间最大持水量，%）	75～90	70～90	70～90	70～90

注：盐碱地区返青至成熟期适宜地下水埋深为 1.5m 以下。

表 C-2 棉田适宜地下水埋深和土壤水分

生育阶段	播种出苗	苗期	蕾期	花铃吐絮
适宜地下水埋深（m）	0.6～0.8	1.0	1.2～1.5	1.5
适宜土壤水分（田间最大持水量，%）	75～90	65～90	70～90	65～90

注：盐碱地区蕾铃期至成熟期适宜地下水埋深为 1.8m 以下。

附录 D 灌排区管理单位档案归档范围

档案归档范围可分以下几类：

1 指导文件类。

上级主管部门颁发的政策性、法规性文件，上级主管部门批复的本单位请示报告文件，省级以上领导人对本单位发展发表的文字、声像材料。

2 基本建设类。

工程规划勘测中形成的文件，包括可行性研究任务书、项目建议书、可行性研究报告、环境预测、调研报告、设计任务书、计划任务书以及工程地质、水文地质、水情气象等勘察、化验、观测记录等基础资料。

设计施工基础资料，新建、扩建、改建工程项目设计任务书，计划任务书，设计文件，初设、技设、施工各阶段文件，征用土地批准文件及红线图，拆迁、补偿协议书，承发包合同、协议书、招标、投标和租赁文件。

施工执照，水、电、气、通讯供应协议书，开工报告，工程技术要求，施工大事记，质检报告，竣工验收文件，施工总结，技术总结。

每年岁修、工程管理维护中形成有保存价值的文件，如有关施工、竣工验收报告，财务决算等。

3 用水管理类。

灌排区历年来各站、点的水文、降雨、气象记录；

历年来引提水量，灌溉实用水量，实灌面积以及主要作物的总产和单位面积产量；

历年来灌排区内主要测站地下水变化情况；

灌溉水利用系数和水分生产率变化情况；

每年灌溉节水实施情况统计；

灌排区内中、低产田改造面积统计。

4 试验科研类。

开题报告、任务书、批准书、协议书、委托书、合同，实验记录、图表、照片、调研报告、科研报告、成果申报、鉴定及成果推广应用资料等。

5 一般综合类。

职工名册、组织机构调整以及人事任免等事项；

日常工作形成的有保存价值的文书资料（包括外事活动）；
水费征收和使用，财务预算、开支，综合经营发展情况等。

本规程的用词和用语说明

为便于执行本规程，对要求严格程度不同的用词说明如下：

——表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

——表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本规程用语说明如下：

规程条文中，“条”、“款”之间的承上启下的连接用语写法，宜采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等。

在规程条文中引用本规程中其他条文时，应采用“符合本规程×.×.×的规定”等典型用语。

在规程条文中引用本规程中其他表、公式时，应采用“按本规程表×.×.×的规定取值”或“按本规程公式（×.×.×）的计算”等典型用词。

相关标准应采用“……，除应符合本规程外，尚应符合国家现行的有关标准的规定”典型用语。

水利水电科技

中华人民共和国行业标准

灌溉与排水工程技术管理规程

SL/T246—1999

条 文 说 明

三水帕科技

目　　次

1　总则 …… 252
2　工程管理 …… 252
3　设备管理 …… 253
4　用水与排水管理 …… 255
5　档案、通信与信息系统管理 …… 256
6　经营管理 …… 258
7　水土资源保护 …… 259

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 本规程是首次针对灌溉排水工程综合性技术管理而编制的，对历年来部颁涉及灌排工程中单项工程管理的标准、规程起集中和补充的作用。

1.0.2 本规程适用于各种类型的灌溉排水工程的技术管理，对区域性、大范围、包括城市和农村在内的防洪、排水工程管理，以及水土保持、农村供水工程的管理不纳入本规程。

1.0.3 我国灌区管理实行以专业管理为主，专群结合的灌区管理组织体系。大中型灌区中支(斗)渠以上工程，由专管机构负责管理，支(斗)渠以下的配水及田间工程，由受益乡、村群众管理组织负责管理。小型灌区一般不设专管机构，为推动灌区民主管理，国家和集体管理的大中型灌区，成立由灌区专管机构和受益地区有关负责同志以及受益农户代表参加的灌区管理委员会。

管理委员会定期召开灌区代表会议，其任务是：反映用水单位及用水户的意见和要求；审议专管机构的管理工作报告；研究讨论灌排管理中的重大问题，并作出决议；协商选举新的管理委员会。

2 工 程 管 理

2.1 一 般 规 定

2.1.1 新建灌排工程建设项目是指建设阶段应将水源工程、末级固定渠道以上各级渠沟、渠系建筑物以及观测、通讯、交通附属设施等修建齐全，才能移交给管理单位管理。

2.1.3 按照规划设计经国家批准建成的灌排工程应受保护，对蓄意破坏或造成严重损失的，需在经济上、行政上严肃处理，直至追究法律责任。

2.1.4 灌排工程的管理和保护范围，根据管理工作的需要，结合自然地理条件、历史情况和社会经济的具体情况在灌排系统基建设计、施工阶段均应划定，竣工后移交管理单位统一负责和管理。

2.2 蓄水、引水和提水工程

2.2.1～2.2.2 蓄、引、提水工程的管理维护必须遵照部颁的系列标准和规程执行，已颁的有 SL60－93《土石坝安全监测规程》、SL75－94《水闸技术管理规程》、SD204－86《泵站技术规范（技术管理分册）》和《水库工程管理通则》等。还有在编的《水库调度规程》、《混凝土坝养护修理规程》、《土石坝养护修理规程》、《混凝土坝安全监测技术规范》和《水利水电工程防汛技术管理规程》等。

人工开挖的陂塘可采用下列简易办法维护：

1 塘底防渗漏办法：对塘底进行夯实碾压，增加土壤密实度；用厚度 5cm 以上的泥浆均匀铺于塘底；用塑料薄膜铺底，方法是先清理池底淤泥杂物，再铺塑膜，表面铺 0.3～0.5m

万水电力科技

厚泥土保护层；出现集中渗漏的大洞、裂缝，先查明原因，再予以堵塞。

2 塘坎防渗漏办法：塘坎坡脚处漏水，可采用黏土斜墙防漏，斜墙底部截水槽尺寸一般深1～1.5m，宽0.8～1m；塘坎上部漏水可采用沿坎中线开槽，再用黏土分层夯实，槽底宽一般不小于0.5m；塘坎因曝晒龟裂漏水，可采用灌泥浆处理；因鼠穴、兽洞漏水，应先毒杀兽害动物，再堵塞或开挖回填。

3 放水管补漏：管本身漏水轻微可在洞内勾缝，漏水严重应重新翻修；放水口封闭不严漏水，若塘水不宜泄空，可在洞口倒土堵塞。

2.2.6 有坝渠首工程由拦河坝、溢流坝、进水闸、冲砂闸等组成。无坝引水渠首工程包括引水渠、进水闸、渠首段干渠及沉砂池等。

2.2.7 本规程主要适用于以下各类灌排水泵站：

1 装机总容量1000kW及以上的泵站。

2 主泵叶轮直径1000mm及以上或单机容量500kW及以上的轴流泵和混流泵泵站。

3 主泵进口直径500mm及以上，或单机容量280kW及以上的离心泵泵站。

小型泵站、水轮泵站也可参照执行。

2.2.8 流动泵船在南方一些地区使用较多。泵船运行除了需要满足水泵工作的其他条款规定要求外，还必须按照有关泵船的具体规定行事。

2.4 渠沟建筑物工程

2.4.10 工程老化程度可以用完好率表示，按不同类型分别统计，完好工程数（建筑物以“座”计）与工程总数（“座”）之比。

工程老化也可分为三级登记：一级将导致建筑物整体破坏及全部功能丧失；二级潜在危险大，可能导致全部功能丧失；三级尚能正常运行，继续发展有可能影响功能发挥。

2.5 灌排管道工程

2.5.1 低压管灌运行管理严禁先开机泵或打开进水闸门（指渠灌区），再打开出水口或给水栓。当更换其他出水口（或给水栓）灌溉时也应遵守，先开投入运行的出水口，再关闭结束灌溉的出水口，当有多个出水口停止运行时，也应自下而上逐渐关闭出水口。

各种工况运行时，都严禁突然开或关，闸阀或出水口（给水栓），要求缓慢开或关。

2.5.2 管道系统的连接控制和保护设备包括调压塔、给水栓、弯头、三通、控制阀、安全阀、进排气阀、压力表、水表和流量调节器等，其工作条件应与厂家规定及设计要求相一致。

3 设备管理

3.2 动力设备

3.2.1 对电动机维护保养的一般要求，通过加强管理，一般都能达到。

3.2.2～3.2.4 对电动机的监测保护主要表现在电压、电流和温升上。此处几条对上述指

万水电科技

标作了较为明确的规定。

3.2.6 本条文是对柴油机运行维护的一般性规定，一般都可达到。

3.2.7 在一定的环境条件下，柴油机必须达到一定的转速才能启动，这个转速称为启动转速。柴油机由启动至自行运转所需时间称为启动时间。柴油机的启动系统应能保证机器迅速达到启动转速，确保在规定时间内可靠启动、连续启动，并能在机器启动后，传动部分能与主体迅速脱开。

3.2.8 柴油发动机在高温下运行时，与其接触的部件如活塞顶部、燃烧室表面和气门等被强烈加热，因此在机器运转过程中，应对水温、油温等加以控制和监测。

3.2.9 柴油机燃油分轻柴油和重柴油两类。轻柴油用于1000r/min以上的高速柴油机；转速为500～1000r/min的柴油机可采用10号重柴油；转速为300～700r/min者可采用20号重柴油；300r/min以下者采用30号重柴油。重柴油可降低柴油机运转费用，但其杂质多，粘度大，必须加强滤清和对滤清器的清洗。

3.3 水泵及其辅助设备

3.3.1 本条文是对水泵运行前的一般性要求。由于水泵结构型式相差较大，具体要求也有所区别。本条文中1、2、5款是共同要求，3、4、6款对应相应泵型。

3.3.3 轴流泵不能用阀启动，主要是根据轴流泵性能曲线所决定的。轴流泵的功率—流量曲线是下降的，功率随流量减小而增大，流量为零时，轴功率增大至额定功率的1.2～2.0倍。因此，为减轻起动负载，轴流泵及高比转数混流泵应开闸启动。在高于其额定扬程运行时，应注意动力过载。

3.3.4 管道漏气，影响水泵效率，并引起水泵的气蚀和振动。严重气蚀的水泵，性能恶化，出水量减少，效率降低，噪声和机站振动增大，因此，无论何种原因，都不允许出现严重气蚀。

监测水泵运行时的压力、真空度等技术参数，是为了保证机组的运行安全。通过仪表设备来判断水泵的工作状态。

泵站运行的技术经济指标，《泵站技术改造通则》已作了明确的规定，要求达到的泵站效率分别为：

大型电力泵站、高扬程泵站，泵站效率 $\eta \geqslant 65\%$；

中、小型电力泵站效率 $\eta \geqslant 54.4\%$；

特低扬程电力泵站（$H<3m$），泵站效率 $\eta \geqslant 50\%$；

机械排灌站，要求其能源单耗达到 $e \leqslant 1.35kg/(kt \cdot m)$。

排灌泵站运转中突然停电，水泵在高于水泵工作扬程的压力下反转，其最大逸转速度不超过正向转动额定转速的120%。一般不会引起液体压力的过大增加和超过泵轴的强度。因此条文中以额定转速的1.2倍作为限值。

3.3.9 联轴器的间隙和同心度要求以及传动轴摆度允许值，SD204—86《泵站技术规范（安装分册）》已有规定，可参照执行。

3.4 电气设备

3.4.1 本条文是对电气设备的一般性要求，其预防性试验周期，通常为：电动机、变压器、高压互感器的耐压试验一般在绕组大修或更换后进行；高压断路器、隔离开关、母线、绝缘瓷瓶等

高压设备，宜在每年运行前进行一次交流耐压试验；各类继电器、仪表、电度表、自动开关的操作机构等，宜在每年运行前鉴定和检验一次；各种电子设备在每年运行前进行检查调试。

3.4.2～3.4.6 主要是根据原水利电力部1982年6月颁发的《变压器运行规程》编写。

3.5 喷、微灌设备

3.5.2 逐步开关喷头，是为了避免水压的突然变压产生水锤损坏压力管道系统。

3.5.7 微灌系统建成后，进行冲洗和试运行的目的是为了尽量避免泥土、砂粒和占孔时塑料粉末等污物随水进入管道而堵塞灌水器，影响灌水质量。全系统经冲洗试压和初次试运行后，才能将各级沟槽回填夯实。

3.5.8～3.5.10 灌溉水源中含有易堵塞灌水器的污物和杂质，应加强水质净化设备的监测和管理。

3.5.13～3.5.15 用化学方法预防和处理灌水系统堵塞时，对土壤和作物有一定的破坏作用，必须严格按规定执行。

3.6 闸门、启闭机及拦污栅

3.6.1 按使用材料闸门主要可分为钢闸门、钢丝网水泥闸门和木闸门等。不同结构的闸门，防腐蚀措施也不同。

钢结构闸门的保护措施有：涂料防护，金属喷镀和电化学保护等。

钢丝网水泥闸门容易产生表面剥落、脱壳、露筋、露网、裂缝渗水等现象，通常需在表面涂刷保护层。

木质结构闸门容易繁殖和寄生菌类，可加涂防腐剂或在表面进行涂料保护。南方多雨及沿海地区木质闸门，还易受白蚁、船蛆、团形水虱及蛀木飞虫等虫害蛀食，需用防虫剂防治。

3.7 其他机械设备

3.7.5 灌排工程维修养护也广泛使用各种机械设备，除通用型工程机械，如推土机、挖掘机和铲运机外，农田水利专用施工机械主要包括：渠道施工机械、治理盐碱下湿地暗管开挖铺管机械、清淤清障机械、沼泽地治理施工机械以及农田管道输水施工机械等。

4 用水与排水管理

4.1 计划用水

4.1.1 用水户用水计划是农业生产计划的组成部分，是制定渠系用水计划的基础。

4.1.9 在执行用水计划中，管理单位应做好宣传组织工作，使灌区群众了解实行计划用水的意义，用水计划的内容，以及科学用水的方法，使用水计划能顺利实施。

4.1.10 实行动态用水计划，需要制定动态用水计划所必须的各种参数和完整的资料，如各种作物生育期缺水敏感系数、各种作物在不同生育阶段不同缺水份额下的产量和作物耗

水利科技

水量以及各种作物的节水灌溉定额等。为此首先应根据各灌区条件进行试验研究，取得必要的参数和资料，以便及早推广动态计划用水工作。

作物水分生产函数可采用下述詹森公式计算：

$$\frac{Y_a}{Y_m}=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{ET_a}{ET_m}\right)^{\lambda} \tag{4.1.10}$$

式中 Y_a——作物实际产量，kg/亩；

Y_m——供水充足条件下作物产量，kg/亩；

ET_a——作物实际耗水量，mm 或 m^3/亩；

ET_m——供水充足条件下作物需水量，mm 或 m^3/亩；

λ_i——作物生育期第 i 阶段作物缺水敏感系数；

i——阶段序号；

n——阶段总数。

4.4 田 间 节 水

4.4.3 节水农业技术的节水增产效果（部分试验资料）：

1 耕作保墒技术：采用疏松耕作法，疏松深度在 20cm 以上，耕作层有效水分可增加 4.0%～5.6%，渗透率提高 13%～14%，粮豆增产 10%。在伏雨前疏松，可使 40～44cm 土体蓄水量增加 73%，小麦增产 5.9%～29.6%。

2 种植适合雨情的作物及其合理布局：水资源贫乏地区可适当压缩小麦、玉米、大麦、油菜等灌水次数较多和需水量大的作物面积，可增播棉花、花生、红薯和夏玉米、大豆等春、夏播作物的面积。

3 保墒技术：秸杆覆盖可抑制蒸发 60%，小麦节水 20%左右、增产 20%，玉米节水 15%、增产 10%～20%。覆盖地膜可提高地温 2～4℃，增加耕作层土壤水分 1%～40%，在干旱地区全生育期每亩可节水 10～150m^3，增产 40%以上。

4 化学药剂抗旱保墒与保水剂应用技术：麦田施抑制蒸发剂，小麦可增产 15%～35%，每亩节水 40～80m^3；水稻、红薯、棉花和花生等作物育苗时施用抑制剂，可抑制蒸发达 30%～45%，增产 10%～20%；用于蔬菜增产 10%～30%。用保水剂种子涂层可提高出苗率，施用吸水剂使出苗率提高 10%～50%、增产 20%，土壤含水率增加 10%～20%和土壤孔隙率增加 10%左右。施用抗蒸腾剂，抑制蒸腾率达 40%，旱地土壤含水率平均提高 1.4%，小麦水分生产率提高 0.02～0.80kg/（mm·亩），玉米提高 0.07～0.21kg/（mm·亩）。

5 档案、通信与信息系统管理

5.1 档 案 资 料

5.1.1 本规定所称档案，是指管理单位在过去和现在管理工作中形成的对单位和社会有保存价值的文字、图表、声像、磁盘等各种形式的记录资料。

5.1.2 档案机构的主要职责是：

1 贯彻执行档案工作的法律、法规和方针政策，建立健全各项规章制度。

2 负责统一管理本单位的档案。

3 对新保存的档案进行科学整理。

4 对本单位各科室的档案材料的形成、积累和归档工作进行指导。

5 采取各种形式开发档案信息资源，为社会提供服务。

5.1.3 档案管理可参照中央办公厅颁发的《机关档案工作条例》规定执行。

5.2 通 信 设 施

5.2.2 通信管理人员的工作内容：

1 管理人员必须明确系统内通信设备数量、设备运行、维修管理和职责划分。

2 确保通信设备的电气性能符合标准，能迅速准确地排除故障，使线路不间断地工作。

3 作好设备运行的统计和分析工作，对通信系统质量进行综合评价，总结经验，提高全系统运行水平。

4 与当地无线电管委会加强联系，确保所使用无线电频道不被占用，与当地邮电局加强联系，确保使用的公用网与自建的专用网互为补充。

5 采用新技术，提出技改措施。

6 技术资料管理。

5.2.4～5.2.6 通信系统管理的任务是要确保通讯设备处于完好状态，确保通讯“迅速、准确、安全、可靠”。

5.2.7 利用机器面板上所带有的仪表来进行常规检查，检查项目有：发射功率，收发灵敏度，载频频偏，上、下音频电平，频道/用户接线检查，电源电压及电子管元件工作状态。

有线通讯常规检查项目包括室外部分和室内部分，室内部分有：交换机配线架，话务员席（程控机配有电脑话务员），电源日计费器等。室外部分有：电缆、电杆、分箱线箱等，交换机，程控交换机，纵横制交换机，步进制交换机，共电式交换机等。

无线通信机年检内容包括：发信功率，发信载频频偏，发射机调制特性，接收机双工灵敏度，接收机解调特性，接收机邻近选择性，接收机非线性特性（互调、阻塞及杂散响应等），天线电压驻波比，控制逻辑性能，频道/用户交换性能自检，交换接点（采用继电器时）检查。

程控交换机采用计算机程序控制，其检查可通过面板指示灯、插件告警灯进行项目检查，对于主机有维护终端的，可通过测试软件，对故障诊断和通过运行软件检查运行状态，测试软件还可以检查接口和电路。

5.2.10 通信电路和设备的故障分为事故和障碍两种，应列为通讯故障统计逐级上报。

1 凡发生下列情况之一者，即评价为事故一次：

1）由于通讯设备失灵，造成调度事故，范围扩大者。

2）造成重大经济损失者。

2 发生下列情况之一者，即评价为障碍一次：

1）交换机或无线通信设备故障，停用时间超过 12h。

万水电力技术

2）架空照明线故障连续停用时间超过 8h。

3）通信设备供电电源全部中断，时间超过 10min。

3 通信电路设备故障原因分析：

1）设备、元器材本身的缺陷。

2）维修不良，如设备大修、调查不当或误操作等。

3）自然因素影响，如大风、暴雨、洪水、雷击、冰雪、地震和滑坡等自然灾害。

4）其他方面，如设计不周、施工不良或配套不全等。

4 通信电路、设备故障责任分析：

1）维修不良，处理方法不当，未执行制度和上级指示属运行维修人员责任。

2）规章制度不健全，指挥不当，备品、备件、工具、仪表不齐、无交通工具以及设计审核不周等属运行管理单位责任。

3）领导失职，对运行维修人员反映和汇报之问题不及时采取措施造成的故障属直属领导责任。

4）设计不周，不合理施工，元器件质量差等属设计施工和设备生产厂家责任。

5）不可抗拒的自然灾害和外力破坏等。

5.2.11 应具备的记录包括：线路、设备故障记录，线路、设备巡视记录，线路、设备检修记录，运行分析记录，接地电阻测试记录，线路设备一览表，线路设备备品备件清册。

5.3 信 息 系 统

5.3.2 信息系统的运用涉及高新技术，且更新换代快，各单位要选派懂得管理知识、掌握操作技能的人员管理，加强对管理人员培训和考核，合格后持证上岗，以保证设备的检查、维护和正常运行。

信息系统的安全运行，除应符合本规程的规定外，尚应执行机械、电气设备、通信计算机等安全运行的有关规定，确保人身安全、设备安全，杜绝重大事故发生。

5.3.4 信息系统数据采集所需采集的有外部信息和内部信息两类。

外部信息包括：水文、气象和降水量，水位、闸门开度、流量和含沙量，渠系及其建筑物等工程参数，土壤水分、地下水位以及作物生长参数等。

内部信息包括：经济情况、调度情况、资源情况、人事和财务等。

5.3.7 数据处理决策在管理单位的中心站进行，硬件设备包括：前置终端机，调制解调器，打印机，输入/输出接口，显示器，时间控制装置，办公用计算机系统等。

6 经 营 管 理

6.1 水 费 管 理

6.1.3 水费盈余，应连同其他方面盈余一并建立专用基金，大部分用于建立生产发展基金、灌区配套和工程维修改造，小部分用于建立集体福利和职工奖励基金以及“以丰补欠基金”。

6.2 财 务 管 理

6.2.2 国家对大中型灌区单位一般采用事业单位、企业管理的办法。在财务管理上，鉴于目前大部分灌区水费尚未达到按成本计收标准，一般实行“以收抵支，财务包干”的管理办法

6.3 综 合 经 营

6.3.1 灌排工程管理单位开展综合经营是发展产业经济，致富水利职工，稳定职工队伍的关键措施之一，必须认真对待。

灌排工程管理单位开展综合经营要发挥本地区，本单位的特长和资源、设备等优势，以种、养加旅游、运输、发电等项目为主，也可发展一部分高起点、高科技含量的高新技术产品，多方位吸收和筹集资金。

开展的综合经营项目应按《企业法》等规定完善管理制度，实行内部核算、自负盈亏、建立监督、约束和激励机制。

7 水土资源保护

7.1 灌溉水源保护与水质监测

7.1.1 排灌区水源保护最重要的内容是防治水源污染，这个问题牵涉社会面广，相当复杂，需要采取综合防治的途径和措施，从控制、合理利用、循环利用水资源方面入手，使消除污染与促进生产和环境效益密切结合起来。根据实际情况，可采用行政措施、法律措施、经济措施和技术措施相辅相成的做法，但首要的是落实行政措施，就要成立必要的管理机构，有专人去抓此项工作。

7.1.2 国家对国土资源的开发与利用有统一的规划和部署，由各部门实施与管理，但在长期的生产管理过程中，可能会有违反规划对水体有严重污染的建设项目兴建，或已建项目管理不善对水体超标排污，这样管理单位应主动与环保部门联合向上级领导部门汇报，采取措施防止污染。

7.1.6 监测项目按全国统一规定的必须项目有：水温、色度、浊度、电导率、pH、总悬浮物、总硬度、溶解氧、化学耗氧量、生分需氧量、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐、挥发性酚、氰化物、砷化物、总汞、六价铬、铅、镉和铜等。

监测频率根据四川都江堰管理局的经验，全年分为枯水期、平水期、丰水期进行监测，每期采样两次，由于取样化验需要较多的费用，如果水质变化不大，可加长间隔时间或缩减监测项目。

7.2 灌排区土地资源保护

7.2.1 我国可利用的土地资源有限，灌排农田新建面积逐年增加，可是原有灌排面积又逐

农业标准

年遭到破坏而缩小，有些地区曾经连年出现过负增长，因此保护和稳定基本农田具有十分重要的意义。

7.2.2 土壤污染将降低农作物产量和质量并且有害于人体健康。目前用于检测土壤污染程度有几项指标：

1 土壤背景值（或本底值）：通过以某地区未污染的土壤中某元素的平均含量作为背景值，与受污染的土壤中同一元素的平均含量进行对比，说明土壤中某元素的含量是否正常。

2 植物中污染物质的含量：如果土壤中某污染含量较高，一般说被植物所吸收的数量亦相应增加，可以用植物体的污染物含量作为表示土壤污染的指标之一。

3 生物指标：指灌溉水源中生存的各种生物数量，最重要的是传染流行病的微生物的数量，如大肠杆菌和伤害杆菌等。

土壤环境质量相关和预断评价的计算表达值，目前尚无成熟的计算方法，有一些计算式可参考选用，见1994年水利电力出版社出版发行的《灌溉管理手册》第510页。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

农田排水工程技术规范

Technical code for farmland drainage project

SL/T4—1999

主编单位：中国水利水电科学研究院
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2000 年 1 月 1 日

万方伯科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《农田排水工程技术规范》SL/T4—1999的通知

水国科［1999］666号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由农村水利司主持，以中国水利水电科学研究院为主编单位编制的《农田排水工程技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《农田排水工程技术规范》SL/T4—1999

本标准实施后取代SL15—90《农田排水技术规程（南方农田暗管排水部分）》。

本标准自2000年1月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九九年十二月三日

农业知识科技

前　言

根据（94）农水综字第9号文下达的《农田排水工程技术规范（北方）》和《农田水利工程技术管理规程》（后分别更名为《农田排水工程技术规范》和《灌溉与排水工程技术管理规程》）编制任务，由水利部农村水利司主持，《农田排水工程技术规范》编制组按标准编制程序进行工作，经多次讨论修改，先后完成征求意见稿和送审稿，并于1999年7月召开审查会议，通过了审查。

《农田排水工程技术规范》的内容分为：总则、规划、设计、施工、管理，另有条文说明，内容覆盖了农田排水工程技术的各个主要方面。

本规范解释单位：水利部农村水利司

本规范主编单位：中国水利水电科学研究院

本规范参编单位：水利部农村水利司
水利部农田灌溉研究所
武汉水利电力大学
河南省水利厅
江苏省水利厅
黑龙江省农垦勘测设计研究院
广东省水利科学研究所
甘肃省灌排技术开发公司
宁夏回族自治区石嘴山市水电局

本规范主要起草人：张友义　李占柱　沈荣开
姚章村　李绘如　罗怀彬
石凤霞　杨思谦　金其鼎
南亚武　王晓玲　董冠群
翟兴业

万方数据科技

目　　次

1　总则 …… 265
2　规划 …… 265
3　设计 …… 269
4　施工 …… 276
5　管理 …… 278
附录A　渗透系数的野外测定方法 …… 280
附录B　给水度的野外测定方法 …… 282
附录C　稻田渗漏率的野外测定方法 …… 283
附录D　农作物耐淹水深和耐淹历时 …… 284
附录E　排涝模数计算公式 …… 284
附录F　地下水临界深度 …… 286
附录G　调控地下水位的末级固定沟和吸水管间距计算公式 …… 287
附录H　排水沟道平均流速的计算和断面设计参数的选用 …… 290
附录J　管道设计中与充盈度有关的系数确定方法 …… 291
本规范用词和用语说明 …… 291
条文说明 …… 293

万方数据科技

1 总 则

1.0.1 为正确应用农田排水技术，防治涝、渍和土壤盐碱化，保证工程质量，节省工程费用，提高工程效益，改善生态环境，促进农业持续发展，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的农田排水工程的规划、设计、施工和管理。

1.0.3 农田排水工程，应根据工程建设要求，全面搜集分析所需资料，进行必要的勘测、试验，积极采用新技术、新工艺和新材料，做到与当地农业、水利区划相一致，全面安排，综合治理，并结合先进的灌溉和农业技术措施进行工程的管理运用，获取减灾增产的持久效果。

1.0.4 农田排水工程的建设和管理，必须遵守国家有关法规和技术政策，工程建设单位应持有符合规定的设计资质证书和施工许可证；工程管理单位应严格执行各项管理规章和工程维修养护制度。

1.0.5 农田排水工程的建设和管理，除应遵守本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 规 划

2.1 一 般 规 定

2.1.1 农田排水规划应在流域规划、地区水利规划和治理区自然社会经济条件、水土资源利用现状的基础上，查明治理区内的灾害情况和排水不良的原因，根据农业可持续发展、环境保护和洪、旱、涝、渍、盐碱综合治理的要求，确定排水任务和排水标准，遵照统筹兼顾、蓄排兼施的原则进行总体规划。在按照不同类型治理区的特点进行具体规划时，应符合下列要求：

1 平原区应充分考虑地形坡向、土壤和水文地质等特点规划排涝和调控地下水位的排水系统。在涝碱共存地区，可采用沟、井、闸、泵站等工程措施，有条件的地方还可采用种稻洗盐和滞涝等措施；在涝渍共存地区，可采用沟网、河网和排涝泵站等措施。

2 干旱盐碱区应根据当地自然条件和盐分组成及含量等情况，同时进行灌溉与排水规划，采取冲洗改良技术和有效调控地下水位的排水措施，并结合灌溉、农业与生物等措施，改良盐碱地。

3 沿江滨湖圩垸区应根据自然条件和内、外河水文等情况，采取联圩并垸、修站建闸和挡洪滞涝等工程措施，在确保圩垸区防洪安全的基础上，按照内外水分开，灌排渠沟分设，高低田分排，水旱作物分植等原则，以及有效控制内河水位和地下水位的要求，制定洪、涝、渍兼治的排水规划。

三水电力科技

4 滨海感潮区应根据自然特点和潮汐规律等情况，充分利用潮间自排的条件，采取防洪挡潮、整治河道、修建闸站和蓄洪滞涝等工程措施。

5 山丘冲垅区应根据山势地形、水土温度、坡面径流和地下径流等情况，采取冲顶建塘、环山撇洪、山脚截流、田间排水和田内泉水导排等措施，同时应与水土保持、山丘区综合开发和治理规划紧密结合。梯田区应视里坎部位的渍害情况，采取适宜的截流排水措施。

6 对已建灌区内发生次生盐渍化或次生渍害的地区应以水盐平衡或水量平衡为依据，制定以调控地下水位为主的排水规划和必要的监测规划。

7 分蓄（滞）洪区应根据其使用概率、土地利用和耕作计划，以及分蓄（滞）洪后生产恢复等要求，选用适宜的和易于修复的工程措施。

8 制定农田排水规划时，应对出现超设计标准的降雨提出减灾措施和对策，并进行论证。

2.1.2 农田排水规划的蓄排方式、工程措施和排水分区应符合下列规定：

1 治理区应充分考虑岸、塘、湖、沟和土壤的调蓄能力，因地制宜地选择水平或垂直排水、自流或抽水排水及其相结合的综合蓄排方式。在圩垸区内，一般要求蓄涝水面率为排涝面积的5%～10%，调蓄水深1～2m，蓄涝水位应低于地面0.2～0.3m。

2 根据GB50288—99《灌溉与排水工程设计规范》的规定，排水系统通常可分为干、支、斗、农四级，视治理区面积的大小亦可增减级数。其中起输水作用的干、支级宜选用明沟，斗级以下的田间排水工程应视涝、渍、盐碱的灾害成因和排水任务，因地制宜地选取明沟、暗管、鼠道、竖井等单项排水措施或不同排水措施结合的组合排水措施。

3 治理区受外来地表径流或地下径流补给，需在其影响的前沿地带布设堤、沟进行拦洪、截流或截渗排水时，必须遵守流域规划和有关规定，统筹兼顾上下游和左右岸的排水要求，不得造成水利矛盾。

4 在水资源不足地区的农田排水工程，原则上应为排水再利用创造条件。

5 治理区应在总体规划的基础上，根据灾害类型、地形地貌、土地利用、排水措施和管理运用要求等情况，进行排水分区。

2.1.3 农田排水规划应根据工程系统和排水控制要求等情况，布设排水建筑物，并应符合下列要求：

1 排水建筑物应随排水工程系统统一规划并布设到田间。

2 排水建筑物与灌溉建筑物相邻近或有交通、航运等多目标要求时，应按照布设合理、运用方便和节省投资等原则，采用联合布置形式。

3 圩垸区圩口闸的防洪标准应与外河堤防的防洪标准相一致。

4 排涝泵站应尽可能结合灌溉，实行排灌两用。

2.1.4 农田排水规划必须进行方案比较，择优选取的规划方案应符合下列规定：

1 工程实用、占地较少、管理方便。

2 工程建设投资省、运行费用低、经济效益高。

3 工程有利于改善治理区内外生态环境和农业可持续发展。

2.1.5 农田排水规划应根据经济条件和生产发展要求，实行长远与当前相结合，工程措施

与生物措施相结合，从骨干到田间统一规划，并制定实施计划。

2.2 明沟排水系统

2.2.1 明沟排水系统由各级排水明沟及其建筑物和承泄区组成。明沟级数应按本规范2.1.2第2款确定，在涝、渍、盐碱严重地区可增设毛沟、鼠道等各种临时性辅助排水措施。

2.2.2 排水明沟的布置形式和线路选择应符合下列要求：

1 排水明沟应结合灌溉渠系和田间道路进行布置，在地形平坦的地区宜采用与灌溉渠道相同的双向排水形式；在倾斜平原地区宜采用与灌溉渠道相邻的单向排水形式。在轻质土地区，相邻的渠、沟之间宜布置道路或林带；有机械清淤要求时，宜采用路、沟相邻的布置形式。

2 各级排水明沟应根据治理区的地形条件，按照高水高排、低水低排、就近排泄、力争自流的原则和以下规定选择线路：

1）各级排水明沟原则上应沿低洼积水线布设，并尽量利用天然河沟。

2）支沟与干沟、干沟与天然河流之间宜成锐角相连接，支、斗、农沟宜相互垂直连接。

3）各级排水明沟的线路应选取在有利沟坡稳定的土质地带，若必须通过不稳定土质地带时，应提出沟坡防塌措施，其中斗、农沟宜采用简易防塌处理或改用其他排水措施。

4）当地形坡度大于0.5%时，末级固定沟宜大体上沿地形等高线布设。

2.2.3 排水承泄区的选择及排水出口的处理应符合下列规定：

1 排水承泄区应保证排水系统的出流条件，具有稳定的河槽或湖床、安全的堤防和足够的承泄能力，且不产生环境危害。

2 排水出口设计水位低于承泄区同期或同频水位，或受下一级排水沟水位顶托而不能自流排水时，应设置抽排泵站。若仅有部分时间不能自流排水时，可采取自流与抽排相结合的排水工程设施。

2.3 暗管排水工程

2.3.1 田间暗管排水工程一般由吸水管、集水管（沟）、附属建筑物和排水出路组成，应符合下列要求：

1 吸水管应具有良好的吸聚地下水流和输水能力；集水管（沟）应能及时汇集并排泄吸水管的来水。

2 暗管排水工程应视其具体情况，设置检查井、暗管口门和集水井等附属建筑物。

3 田间暗管排水工程的排水出路通常为明沟系统，应保证其排水通畅和沟道稳定。构成暗管排水系统时的排水出路应符合本规范2.2.3的规定。

2.3.2 暗管排水系统的组成、分级与管道的类型、规格等，应根据排水规模、排水要求、地形、土质、管材、滤料和施工条件等因素，经技术经济比较确定。

2.3.3 暗管排水工程的布置应符合下列规定：

1 平原区暗管的平面布设：

1）地形平坦区宜采用吸水管布设在集水管（沟）两侧呈正交或锐角斜交的形式；在缓坡地区利用灌排相邻的排水沟为集水沟时，宜采用吸水管布设在集水沟一侧呈正交或锐角

斜交的形式。

2）平原区的吸水管宜采用等间距布设，并与地下水流向垂直或呈较大夹角。

3）在水田或水旱轮作区，一条吸水管宜布设在同一田块内，当相邻田块的高程相近和种植作物相同时可串田布设。

2 山丘区暗管的平面布设：

1）冲垅田内的吸水管宜大体上沿地形等高线、等间距布设，集水沟应视地形条件，可在农田中部或环田布设。

2）梯田里坎处吸水管的条数及其间距，应视里坎的受渍宽度和程度及吸水管的作用范围而定。

3）田块内有泉水影响时，应首先查明泉眼位置和水量，设置导泉暗管（涵），把泉水直接导入集水管（沟）。必要时应在泉眼处设置反滤暗井，并与导泉暗管连通。然后再根据需要布设田间吸水管。

3 检查井一般应设置在管道交接处、管路转角和比降突变处，以及穿越沟、渠、路的两侧或下游一侧。当管道较长时，每隔200～300m也应设置一个检查井。

4 水田或水旱轮作地区的吸水管出口为明沟时，通常应按调控排水要求逐条或多条联合设置控制口门。对于地形平坦和作物种类相同的地段，宜在集水管（沟）出口设闸进行分区排水控制。

5 暗管排水治理区无自流排水条件时，应视工程具体情况，采取集中或分片抽排。

6 吸水管的起始端距灌溉渠道不宜小于3m。

2.4 竖井及其他排水工程

2.4.1 在含水层的水质和出水条件较好的地区可采用竖井排水，并实行井灌井排，调控地下水位，综合防治旱、涝、盐渍灾害。竖井的规划布设应符合国家现行的SD188－86《农用机井技术规范》和当地水利规划的要求。

2.4.2 鼠道（含线缝沟）适用于施工深度内不含较大卵砾石的活性土地区的田间治渍排水。采用鼠道排水应符合下列要求：

1 鼠道宜相互平行布设，应具有良好的排水出路。

2 鼠道排出水一般流入集水沟，若需流入暗管时，必须在其交汇处设置滤层。

3 多年使用的鼠道，应在每块田头埋设横向管道将多条鼠道连通，集中于一个出水口通向集水沟，并根据需要设置排水控制设施。

2.4.3 组合排水应根据治理要求和具体条件选用，并符合下列要求：

1 在涝、渍、盐碱兼治的地区，可根据土质、地形、治理要求及技术经济等条件，选用明沟与暗管相结合的排水系统，其布设应有利于综合治理。

2 在旱、涝、盐碱兼治且利用浅层淡水灌溉的地区，可采用井灌井排与明沟相结合的排水系统进行综合治理。当有地面灌水或降雨入渗补给条件的浅层微咸水和半咸水地区，亦可采用明沟与竖井结合，利用竖井抽水灌溉，或经淡化后灌溉，或将不宜利用的咸水排出区外。

3 在粘质土地区采用暗管排水治理渍害时，可在田间增设临时性的浅明沟、鼠道或线

缝沟，构成深浅相同或相交布设的组合排水，并宜辅助以增强排水效果的松土、改土等措施。

2.4.4 排水工程的综合利用必须通过可行性论证，并应符合下列规定：

1 利用排水明沟蓄水、输水进行灌溉时，必须考虑工程系统调度运用的灵活性，并采取防止沟道泥沙淤积、边坡坍塌及水位超标而引起两岸土地发生或加重涝、渍、盐碱灾害的有效措施。

2 利用排水沟网建闸蓄水回补地下水时，宜选在土壤渗透性较好的沟网区或沟段，并应处理好蓄水回灌与正常排水的关系，防止土壤次生盐碱化和涝渍灾害。不得引用水质超标的污水及含泥沙的浑水进行回灌。

3 利用排水沟网进行养殖和水运时，其水深和水面宽度可按有关规定确定，严禁在排水沟网上节节堵坝壅水，必需增加的附属设施不得影响正常排水。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 治理区应根据排水任务选择设计排水标准。若当地经济条件较好或有特殊要求时，可适当提高标准；若受条件限制，可分期实施达到标准。

3.1.2 排水设计中，应按所在流域或地区的防洪规划和GB50201—94《防洪标准》的规定，确定圩垸堤防、泵站和其他排水工程的设计要素。

3.1.3 农田排水工程设计文件的编制及工程投资和经济效益分析，应按水利水电工程有关的设计报告编制规程和SL72—94《水利建设项目经济评价规范》等有关标准执行。

3.1.4 治理区土层的渗透系数、给水度和稻田渗漏率等参数，宜按本规范附录A～附录C确定。

3.2 排 水 标 准

3.2.1 农田排水标准可分为排涝、治渍和防治盐碱化三类，均应根据当地或临近类似地区排水试验资料或实践经验，按照治理区的作物种类、土壤特性、水文地质和气象条件等因素，并结合社会经济条件和农业发展水平，通过技术经济论证确定，并应符合本节有关规定。

3.2.2 排涝标准的确定应符合下列规定：

1 设计暴雨重现期可采用5～10年。

2 设计暴雨的历时和排出时间，应根据治理区的暴雨特性、汇流条件、河网湖泊调蓄能力、农作物的耐淹水深和耐淹历时（按本规范附录D选用）及对农作物减产率的相关分析等条件确定。旱作区可采用1～3d暴雨1～3d排除。稻作区可采用1～3d暴雨3～5d排至耐淹水深。

3 排涝模数应根据近期内当地或邻近地区的实测资料确定。无实测资料时，可根据治

理区的具体情况，采用所在流域机构认可的方法或按本规范附录E选用适宜的公式计算确定。

3.2.3 治渍排水标准应综合农作物生长和农业机械作业的要求确定，并符合下列规定：

1 治渍排水工程应以满足农作物全生育期要求的最大排渍深度为工程控制标准，一般可视作物根深不同而选用0.8～1.3m。旱作区在渍害敏感期间可采用3～4d内将地下水埋深降至0.4～0.6m；稻作区在晒田期3～5d内降至0.4～0.6m；淹灌期的适宜渗漏率可选用2～8mm/d，粘性土取较小值，砂性土取较大值。

2 农业机械作业对排水要求的排渍深度，一般应控制在0.6～0.8m，排渍时间可根据各地的耕作要求确定。

3 治渍排水模数可用下式计算：

$$q=\frac{\mu\Delta\bar{h}}{t} \tag{3.2.3-1}$$

式中 q —调控地下水位要求的治渍排水模数，m/d；

$\Delta\bar{h}$ —满足治渍要求的地下水位平均降深值，m；

t —排水时间，d，应按本条中的治渍要求确定；

μ—地下水位降深范围内的平均给水度。

3.2.4 防治盐碱化排水标准的确定应符合下列规定：

1 通常应以地下水临界深度（技术规范附录F选用）为工程设计标准，当采用小于临界深度设计时，应通过水盐平衡论证确定。

2 防治盐碱化的排水时间一般可采用3～5d内将地下水位降到临界深度，并达到以下要求：

1）在预防盐碱化地区，应保证农作物各生育期的根层土壤含盐量不超过其耐盐能力。

2）在冲洗改良盐碱土地区，应满足设计土层深度内达到脱盐要求。

3 防治盐碱化排水模数和冲洗改良时的排水模数可分别用下列公式确定：

防治盐碱化时

$$q=\frac{\mu\Omega(h_t-h_0)}{t}-\bar{\varepsilon}_h \tag{3.2.4-1}$$

冲洗改良时

$$q=\frac{m-\varepsilon_0 t-\Delta w}{t}-\bar{\varepsilon}_h \tag{3.2.4-2}$$

$$\bar{\varepsilon}_h=\varepsilon_0\left(1-\frac{h_0+h_t}{2h_e}\right)^n \tag{3.2.4-3}$$

式中 $\bar{\varepsilon}_h$—排水过程中的地下水平均蒸发强度，m/d；

ε_0—水面蒸发强度，m/d，若根据当地具体条件可以不考虑蒸发影响时，应取$\varepsilon_0=0$；

h_0—起始地下水埋深，m；

h_t—设计地下水埋深，m，通常可用临界深度替代；

h_e —地下水停止蒸发或微弱蒸发深度，m；

n —地下水蒸发与埋深关系指数，通常$n\geqslant 1$；

Ω—排水地段内的地下水面形状修正系数，通常明沟取0.7～0.8，暗管取0.8～0.9；

m 冲洗定额，m；

Δw ——冲洗排水前后的土壤含水量增值，m；

t 防止土壤返盐的排水时间或冲洗排水时间，d。

3.3 明 沟 排 水

3.3.1 各级明沟排水的设计流量，应根据其控制面积与产汇流条件，按设计标准推算求得，亦可采用与排水任务相应的排水模数乘其控制面积确定，并应符合下列规定：

1 单一排水任务的沟道，应按排涝、治渍或防治盐碱化的要求确定排水设计流量。在盐碱化地区有冲洗要求时，应以冲洗排水流量作校核流量。

2 在涝、渍、盐碱共存地区，应按设计标准确定排涝、治渍和防治盐碱化的排水流量，从中选定设计流量和校核流量。

3 排、引、蓄、灌等综合利用的沟道，在满足排水设计流量的条件下，还应考虑其他利用方式的流量要求。

3.3.2 末级固定沟的深度和间距应按与排水任务相应的排水标准确定，并应符合下列要求：

1 排涝末级固定沟的间距应根据地形条件、耕作要求、田块大小和田间灌溉渠道等情况选定，沟深应按断面设计计算确定。

2 调控地下水位的末级固定沟深度可用下式计算：

$$h_g = h + \Delta H + h_0 \tag{3.3.2-1}$$

式中 h_g ——调控地下水位的末级固定沟深度，m；

h ——排渍深度或临界深度，m；

ΔH ——剩余水头或滞流水头，m，一般采用0.2～0.3m；

h_0 ——排地下水时的沟中水深，m，一般采用0.1～0.2m。

3 调控地下水位的末级固定沟间距可用以下三种方法确定：

1）排水试验法，按SL109—95《农田排水试验规范》要求确定；

2）公式计算法，按本规范附录G选用适当公式计算确定；

3）经验数值法，按当地或类似地区实践经验确定的经验值选用。

4 兼有排涝和调控地下水位作用的末级固定沟，一般应按调控地下水位要求确定沟深和间距，按排涝设计流量、边坡稳定和施工要求确定断面。

3.3.3 排水沟道的断面设计应满足输水能力、水位控制、上下级沟道和建筑物的水位衔接、边坡稳定、不发生冲淤以及工程量少、便于人力施工或机械作业等基本要求，并符合下列规定：

1 排水沟的过流断面应用设计流量计算确定，有关设计参数按本规范附录H选用。

2 排水沟深大于5m时，宜采用便于施工和管理的复式断面，可在沟底以上每隔3～5m深度设宽度不小于0.8m的平台。

3 排水沟道在交汇处的水位衔接：

1）通过设计流量时，下级沟道水位应低于上级沟道水位0.1～0.2m；

2）通过校核流量时，允许下级沟道对上级沟道有暂时的水位顶托现象；

3）自流排水条件下，干沟出口的设计水位和日常水位应高于或等于承泄区的设计水位和日常水位；

4）对于不能达到上述规定的沟道，可采用抽水排水的连接方式。

3.3.4 根据排水分区和不同排水措施，选择有代表性的斗沟范围内进行斗、农沟和田间沟、渠、路、林的全面布设以及土地平整等典型设计。

3.3.5 排水系统中各级沟道设计水位的确定应符合下列规定：

1 各级沟道出口处的排涝设计水位可用下式计算：

$$Z_L = Z_0 - \sum Li - \sum \Delta Z \qquad (3.3.5\text{-}1)$$

式中 Z_L——各级沟道出口处的排涝设计水位，m；

Z_0——起排点水位高程，m，应低于治理区内有代表性的地面点高程 0.2～0.3m；

L——各有关沟道的长度，m；

i ——各有关沟道的纵比降；

ΔZ ——各有关沟道的水位衔接值和过流建筑物的水头损失值，m。

2 末级固定沟排地下水的设计水位和各级沟道出口处排地下水的设计水位可用下式计算：

$$Z_n = Z_0 - h - \Delta H \qquad (3.3.5\text{-}2)$$

$$Z_d = Z_n - \sum Li - \sum \Delta Z = Z_L - h - \Delta H \qquad (3.3.5\text{-}3)$$

式中 Z_n——末级固定沟排地下水的设计水位，m；

Z_d——各级沟道出口处排地下水的设计水位，m；

h——治渍地区为设计排渍深度，防治盐碱化地区为临界深度，m。

3 当按排地下水设计流量确定的沟道断面用排涝设计流量校核时，所得的排涝水位线应低于或等于排涝设计水位线，否则应采取增加底宽以扩大断面的措施调整断面设计。

4 若按排涝设计流量确定的沟道断面用排地下水设计流量校核时，所得的排地下水水位线应低于或等于排地下水设计水位线，否则应采取增加底宽或沟深的措施调整断面设计。

5 承泄区的设计水位应根据各地具体条件通过技术经济分析确定，一般可采用与排水治理区设计暴雨的同期同频水位。若治理区与承泄区不属同一暴雨区时，应通过两者的遭遇分析确定水位。当承泄区设计水位高于治理区排水出口设计水位时，可采用以下处理设计：

1）当水位差小于 0.3m 时，可适当放缓排水系统的纵坡，争取自流排水；

2）当水位差为 0.3～0.5m 时，在其壅水范围内可采用缓排或局部抽排；

3）当水位差超过 0.5m 时，应采用抽排。

3.3.6 不稳定沟段的边坡处理设计，应以地下水作用于不同土质坡面的稳定分析为依据，选用技术可行、经济实用的防护措施，并应符合下列要求：

1 对于因地下水位较高和边坡土体稳定性能差，易发生渗透变形的沟段，可选用埋设截渗减压暗管或暗沟、铺设褥垫式排水滤层等排水体，或设置坡面排水体、截渗隔墙等，降低出逸高度，减小渗透压力，改善渗流状况，保护坡面稳定。

2 对于坡体为上粘下砂易发生整体滑塌的沟段，可在坡脚堆置石棱体、埋设粘（砂）

土袋或铺设土工布等处理设计，稳固坡脚，保护坡面和沟底的土体稳定。

3 对于边坡土层复杂，既有渗透变形又有整体滑塌破坏的沟段，可选取以上两款中的必要措施，并结合采用复式断面、放缓边坡等措施，进行综合处理设计。

4 各种处理设计中应充分考虑采用生物固坡技术措施。

3.4 暗 管 排 水

3.4.1 暗管的埋深和间距应满足治渍或防治盐碱化的排水要求，并符合下列规定：

1 吸水管的埋深可按本规范公式（3.3.2-1）计算，其中沟中水深改用暗管半径。吸水管间距可按本规范 3.3.2 第 3 款的方法确定。

2 集水管的埋深应保证吸水管在正常条件下自由出流，其间距视吸水管的平面布置形式和地形而定。

3 寒冷地区的暗管埋深宜大于最大冻土层厚度。

3.4.2 暗管管材和外包滤料的选用应符合下列规定：

1 管材应经济适用，形状规整、壁厚均匀、管体平直和满足安全荷载的强度要求，使用年限不得小于 20 年；吸水管的进水孔隙面积应大于 1000mm²/m；刚性管自然衔接的缝隙不得超过 3mm；机械铺设刚性管的管长宜为 33cm，接口宜为承插式或其他套接形式；在松软土层内宜采用整体性能良好的轻型、柔性管材。

2 吸水管周围一般应设置取材容易、施工方便、耐酸碱、不易腐烂、对作物无害且不污染环境的外包滤料，其渗透系数应比管周围土壤大 10 倍以上。集水管底部宜设稳定管体的垫层。

3 外包滤料一般应整管均匀铺设，其厚度应根据当地实践经验或通过试验确定。一般宜采用砂砾材料，铺设厚度视土壤淤积倾向而定：淤积倾向较严重的土壤不得小于 8cm，淤积倾向较轻的土壤可采用 5cm，无淤积倾向的土壤尚可适当减薄或只在管顶和两侧铺设。采用有机滤料时以上数值应为压实厚度。各种化纤外包滤料应通过实验确定。机械铺设吸水管时，应选用粒状滤料、管滤结合或预包成型的管材。

3.4.3 排水暗管内径的确定应符合下列规定：

1 排水暗管的设计流量可按下式计算：

$$Q = CqA \tag{3.4.3-1}$$

式中 Q—— 设计排水流量，m^3/d；

C ——与面积有关的流量系数，通常只设一级或两级暗管时，可取 $C=1$；

q—— 治渍或防治盐碱化的设计排水模数，m/d；

A—— 暗管的排水控制面积，m^2。

2 排水暗管的内径可根据设计流量用下列要求确定：

1）吸水管应用非均匀流公式计算：

$$d = 2(nQ/\alpha\sqrt{3i})^{3/8} \tag{3.4.3-2}$$

2）集水管应用均匀流公式计算：

$$d = 2(nQ/\alpha\sqrt{i})^{3/8} \tag{3.4.3-3}$$

式中 d——排水暗管内径，m；

i——水力比降，可采用排水暗管比降；

α——与管内充盈度 a 有关的系数，按本规范附录J选用；

n——管内糙率，通常瓦管取0.014，混凝土管取0.013，波纹塑料管取0.016，光壁塑料管取0.011，其中刚性管制做工艺不良的糙率值可按增大10%～20%计。

3）吸水管和集水管实际选用内径应分别为计算内径的1.2和1.1倍，但最小选用值分别不得小于50mm和80mm。非圆形管可按其断面积折算成圆形管。设计中，每条吸水管宜取同一管径，集水管可根据汇流情况分段变径。

3 排水暗管比降按下列要求确定：

1）排水暗管比降应满足管内允许不淤流速的要求，管内径小于或等于100mm时可采用1/300～1/600；大于100mm时可采用1/600～1/1500。在地形平坦地区，吸水管首、末端的埋深差值不宜大于0.4m。

2）管内平均流速用下式计算：

$$V=\left(\frac{d}{2}\right)^{2/3} i^{1/2}\beta/n \tag{3.4.3-4}$$

式中 V——管内平均流速，m/s；

β——与管内充盈度 a 有关的系数，按本规范附录J选用。

3.4.4 检查井、吸水管口门和集水井等附属设施的设计应符合下列要求：

1 检查井直径宜大于80cm；井内吸水管底应高于集水管顶10cm；井底应留有30～50cm深的沉沙段；明式检查井应加盖保护；暗式检查井的覆土厚度应大于50cm。

2 吸水管口门应按排水控制要求设计。无控制要求的，出口段3m左右应改用不透水管材，并伸出沟坡10cm以上，还应对明沟坡面进行防冲处理。

3 采用分片抽排方案时，应根据汇流水量和扬程选择水泵，按运用灵活和管理方便等要求设计汇流集水井。

3.5 竖井和其他排水

3.5.1 地下浅层含水层水量较丰和水质可用于灌溉的井灌井排地区，竖井设计应以当地水文地质勘探、抽水试验成果或渗流计算为依据，按照灌溉用水和调控地下水位的要求，确定抽水层、井深、井型结构、井群布设和抽水机具等项目。

3.5.2 鼠道排水设计要素的确定应符合下列要求：

1 鼠道洞径宜为6～10cm，降雨量大和排水要求较高的地区应选用较大值。

2 鼠道洞深不得浅于犁底层，宜为40～70cm，农作物根系密集层较深的地区应选用较大值。

3 鼠道洞距宜为2～5m，土壤渗透性能较好和鼠道较深时应选用较大值。

4 鼠道洞长随田块长度或宽度而定，其比降与鼠道线路的地面坡降基本一致。

5 鼠道出口宜用1m左右的管材插接保护，并对出口处明沟坡面进行保护处理。

3.5.3 线缝沟的深度以划穿犁底层为宜，其间距可采用0.5～1.0m。

3.5.4 各种组合排水设计应将其排水措施有机地组成统一体，并符合本规范中有关各项排

灌溉排水技术

水设计的规定。

3.5.5 截渗排水和截流排水应符合下列规定：

1 拦截地下径流或渠、库渗漏水流的截渗沟、管或井带，应布设在接近补给源的部位，并根据侧向来水量和水文地质条件，选用相应的渗流计算公式或通过模拟试验进行截渗沟、管、井带的排水设计。

2 拦截区外地面径流的截流沟设计，应按排涝标准规定的暴雨频率及汇流面积确定设计流量，按照明沟排水设计的有关规定进行断面设计。当同时有拦截区外地下径流来水任务时，应按截渗要求进行校核。

3 山丘区拦截坡面径流的截洪沟（撇洪沟）应采取分段泄洪措施，可按排涝标准规定的暴雨频率计算坡面洪峰流量，减去库、塘等调蓄水量及分段泄洪量后为设计流量进行断面设计。

3.5.6 在洼涝盐碱地区利用引洪淤灌时的田间排水工程，应以田面退水有出路和排涝及调控地下水位有保证为原则，除按本章有关规定设计外，尚应对田埂加高、加固和退水时防冲、防淤等做出设计。

3.6 排水系统建筑物

3.6.1 排水系统建筑物的设计应符合下列规定：

1 各类排水建筑物设计均应做到技术先进、结构合理、安全适用、便于施工和管理。有条件和需要时，尚可考虑其造形美观。

2 在寒冷和盐碱地区的排水建筑物应满足防冻胀和防腐蚀要求。

3 斗级及其以下的排水建筑物可采用与当地情况相适合的标准设计或定型设计；数量较多的小型建筑物和暗管排水的附属设施宜采用装配式结构。

3.6.2 排水系统的交叉建筑物包括交通桥、涵与过流渡槽、倒虹吸等，均应满足排水设计流量要求，不得造成沟道壅水而产生排水不畅，并符合下列规定：

1 交通桥、涵和穿越沟道的过流交叉建筑物，其等级标准不应低于该排水沟道的等级标准。

2 涵管的过流断面不利于清淤时应适当加大，进出口两侧及其上的覆土应进行防护处理设计。

3.6.3 排水系统的连接建筑物如跌水和陡坡，应设置在地形变化较大和工程条件较好的直线沟段处，必须做好消能设计和防渗设计。

3.6.4 排水系统的调控建筑物如节制闸、泄水闸和挡潮闸的设计应符合下列要求：

1 各类调控建筑物应按调蓄水位和设计流量的要求进行设计，并为田间排水控制提供条件。

2 节制闸的调蓄水位应满足防治土壤盐碱化及生态环境保护的要求；泄水闸和挡潮闸应与其相连堤防的防洪或防潮等级标准相一致。

3 圩垸区干沟或中心河出口的排水闸，一般应结合外河防洪和两侧交通等要求进行设计。

4 各类调控建筑物均应操作灵活，有利防淤和冲淤。

3.6.5 排水系统的泵站设计，应充分考虑治理区内的调蓄能力。凡可与灌溉相结合时，均应按排灌两用泵站要求进行设计。

4 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 农田排水工程应根据治理区规模，建立健全施工组织。

4.1.2 治理区内的各项排水工程，应视工程等级和规模等情况实行招投标或承包制，大型排水工程还应实行工程监理制度。

4.1.3 施工单位应根据规划设计、资金投入及农业生产情况，进行施工设计、制定施工方案。若需修改规划设计时，应与规划设计单位研究确定，对于重大修改应共同提出修改方案，报主管单位审批后实施。

4.1.4 施工前必须做好料物备制和定线放样等准备工作。施工期宜选在非汛期的农闲和地下水位较低的季节，通常按先下游后上游、先骨干后田间的顺序施工。

4.1.5 各类农田排水工程应执行有关水利工程施工规范和其他有关规定。各类建筑物的修建和设备安装，均应由专业队伍实施。

4.1.6 采用新型机械施工时，应对机械驾驶员及施工人员进行技术培训。若组织群众开挖沟道时，应进行标准断面的开挖示范。

4.2 明 沟 工 程

4.2.1 明沟工程的施工定线、放样应符合下列要求：

1 干、支、斗沟应放沟道两侧开挖线、堆土线和中心线；农沟可只放沟道两侧开挖线；施工控制横断面的间隔不得超过100m，地形复杂地段尚需适当加密。

2 施工放线的平面和高程控制应利用原有控制系统和资料。

3 控制系统和施工放线的要求和限差：干、支、斗沟应按SL 197—97《水利水电工程测量规范》的有关规定执行，农沟可参照执行。

4.2.2 明沟工程可采用机械开挖或人工开挖，并应遵守下列规定：

1 机械开挖时的驾驶员应熟知机械性能和安全操作规定，确保施工质量。

2 人工开挖一般应从中心部位向外扩展，分层进行，先台阶后成型，逐次开挖到底。若地下水位过高时，可采用分层开挖导流法。必要时还可采用其他临时排水措施。

3 分段或分期施工的沟道，必须按设计断面或分期要求施工，各沟段应顺直衔接。

4 沟道的填方段或填方沟堤必须执行堤坝施工的有关规定。

5 当沟道进行裁弯、改道时，一般应执行挖新填旧的原则。

6 开挖排水沟的弃土应用于筑路、修渠和平田整地。必须堆置两岸时应尽量减少占地，一般每侧占地宽度：干沟不宜超过4～5m，支沟3～4m，斗沟2～3m，并应平整利用或植树。

万水电力科技

4.2.3 难险工段的明沟开挖应遵守下列规定：

1 在深挖方、滑坡及岩石破碎带等难险沟段施工时，应先除险排难，再进行开挖，并做好安全防护工作。

2 对于沼泽地等松软土类区应先排除地表水，再采取边排地下水、边分层开挖或其他行之有效的处理方法。

3 对于干硬土类区无条件浸湿开挖时，可采取人工破碎或爆破等处理方法。

4.2.4 不稳定沟段的边坡防护施工应遵循下列规定：

1 根据设计确定的处理方法和要求，做好施工排水和材料备制工作。

2 减压暗管施工应按本规范4.3有关规定执行，其他排水体、土工布的设置及回填土的碾压夯实等，还应参照SDJ218—83《碾压式土石坝施工技术规范》的有关规定执行。

3 施工中应检查边坡土层是否与勘测设计一致或相近，若变化较大时，应与设计单位商定，有针对性地改变设计，并做好施工记录。

4.3 暗 管 工 程

4.3.1 暗管排水工程应组织专业队施工。首先做好施工前的准备工作，再按照开挖管沟，铺放管材及外包滤料、回填管沟和修建附属设施的一般工序进行施工。每道工序经检查合格后，方可进行下道工序。

4.3.2 管道施工前，必须根据设计在田间标志出管线及建筑物位置。每条管道中心线的首、末端应设标示桩，每隔20～30m设一木桩，并标出管沟的开挖深度及宽度。当采用开沟铺管机施工时，可只设置一条中心线。

4.3.3 人工开挖管沟时，应自下游往上游、从集水管到吸水管进行。管沟开挖断面和出土堆放应有利于人工铺管和边坡稳定。在沼泽地区，应先排除地表水，再采取边排地下水、边加深管沟的施工方法。松软土类区宜在地下水位较低时期施工，先挖至接近地下水位，再集中人力快速抢挖至要求深度，必要时可采取预排水施工和临时支护措施。

4.3.4 铺设集水管的管沟底部应以保证管体稳定为原则，而铺设吸水管的管沟底部宽度，一般应等于或稍大于吸水管外径加两侧外包滤料厚度。

4.3.5 管道和外包滤料的人工铺设应遵循下列规定：

1 通常应由上游向下游铺设。吸水管的起始端若不设通气孔时应封闭。

2 严禁在泥水中作业，必要时应采取预排水施工措施。

3 管道应按设计坡降顺直地铺放在基土、滤料或垫层上，严禁出现倒坡及起伏；各节刚性管口应靠紧，不得脱节错位。

4 铺放滤料时，一般应先在沟底平整的铺放，待吸水管铺设验收后，再铺放管顶和两侧滤料。

4.3.6 管沟回填土应分层踏实，严禁用淤泥回填，并宜将原耕作土回填在表层，且略高于地面。每条吸水管道从开挖至回填管沟宜在无雨日内连续完成。

4.3.7 机械开沟铺管时，应根据土壤质地、埋管深度、管材类型、管节长度和管径大小以及是否填放滤料等选定适宜机型，并按下列要求施工：

1 一般应先平整机道，再根据设计管道坡降，采用丁字形视标杆控制纵坡。有条件时

水利标准文库

可采用激光控制纵坡。

2 每一条管道的开沟铺管作业应自下游向上游连续完成。

3 机械开沟铺管后应按本规范 4.3.6 规定及时回填管沟，严防存在土块的架空现象。

4.3.8 采用挖掘机开沟、人工铺管时，应先用机械挖深至埋设的管顶以上，再由人工开挖至设计深度。其他应符合本规范 4.3.5 和 4.3.6 的规定。

4.3.9 暗管排水工程的附属设施应按设计要求与管道同期施工，并符合下列要求：

1 各类附属建筑物可在铺管后施工，其全部结合部位应密封好，并做好基础及回填土的夯实处理。暗式检查井应设地面标志。

2 在建筑物四周回填土上铺设刚性管时，基土必须夯实，管底应铺垫层。

4.4 鼠 道 工 程

4.4.1 鼠道犁应按设计要求选择，并配备好动力机具及其他施工用具。

4.4.2 鼠道施工宜选择在农田休闲季节进行，适宜土壤含水率应为田间持水率的 70%～90%。

4.4.3 鼠道行进路线的田面应平整，坡度与田面保持一致。

4.4.4 鼠道犁行进要平直，每条鼠道应一次完成，及时处理好洞口。

4.4.5 施工前应认真检查动力机具、传动部件和鼠道犁的各个紧固件，根据鼠道洞深要求确定犁刀上的牵引点；施工中应经常清除各部件上的污泥和杂草，及时排除机械故障，确保施工安全和质量；施工后应对机具进行清洗和保养。

4.5 工 程 验 收

4.5.1 排水工程的施工应有验收组织。施工中应按设计要求及有关施工技术规范规定，对工程的重要部位和隐蔽部位进行跟踪检查和检验。发现工程质量问题，必须及时处理，严重者应返工。

4.5.2 工程全部完工后，应进行竣工验收；需进行试运行的工程，必须在试运行结束后再验收，并向主管部门提交竣工验收报告；实行工程监理的排水工程还应提交工程监理报告，经上级主管部门批准后发给合格证。

4.5.3 工程规划、设计、施工和验收文件等资料应移交管理单位存档。

5 管 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 农田排水工程必须确定或建立相应的管理机构，落实管理经费，制定切实可行的管理规章和工程维修养护制度，并应对管理人员进行技术培训和岗位考核。

5.1.2 农田排水工程系统的管理应包括经常性的维护、季节性的整修和临时性的抢修以及排水工程控制运用、挖潜改造、排水效果监测和必要的试验工作。

农业部农村水利司

5.1.3 管理工作中的各类文件和技术资料均应及时整理归档。

5.1.4 农村、城镇及工矿企业排入农田排水系统的水质必须符合现行的GB3838—88《地面水环境质量标准》和GB8978—88《污水综合排放标准》的规定。

5.2 维修养护

5.2.1 排水工程的维修养护应以设计标准为依据，确保排水通畅和设施完好、运行正常，并根据工程特点，分别符合下列要求：

1 明沟内不得设障堵水，并应根据淤积阻水情况定期清理。对不稳定沟段，应采取切实有效的防塌固坡措施，加强维修养护。

2 暗管工程在运行初期应沿管线经常巡视，发现凹坑应及时填平；以后可每年定期检修一次。对于出流量明显减少或含沙量明显增多的管道，应查找原因，及时处理。

3 鼠道应视其出流减少情况，及时进行局部或全部更新。

4 排水竖井和排灌两用井在运行期间，应记录其出水量和含沙情况，发现异常时应立即查找原因，进行处理。

5.2.2 排水建筑物和各种设备应经常维护、定期检修，确保运行良好，并符合下列规定：

1 各类排水建筑物完整无损、无冲刷、无淤积，闸门启闭灵活。对于主要建筑物应建立专门的检修制度或维修养护条例。

2 泵站前池和暗管检查井、集水井中的淤泥及拦污栅前的各种杂物应经常清除，各种井盖应严密盖好。

3 排水泵站、集水井和竖井等安装的水泵、动力机与电气设备应严格保养，每年全面检修一次，确保安全运行。

4 寒冷地区在冬季应做好有关设施及设备的防冻保护。

5.3 运行管理

5.3.1 农田排水工程的运行管理应充分发挥工程效益，确保在设计标准条件下正常发挥作用，满足排水要求。

5.3.2 管理机构应根据当地自然条件和不同作物各生育期的耐渍、渍和耐盐碱能力，制定正常的运行管理方案。并随时掌握雨情、水情、旱情、涝情和土壤水分、盐分情况，及时协调各项工程的排水与调控作用，充分发挥排水系统的整体效益。

5.3.3 不同类型地区的田间排水管理，应分别符合下列要求：

1 稻作区晒田和落干期应按当时的气候情况和要求的地下水埋深，严格控制排水时间；灌溉期应按田间水管理要求进行排水；施肥后应控制排水。

2 旱作区正常情况下应按作物不同生育期的适宜地下水埋深和降速要求进行排水；干旱季节应根据墒情和防治盐碱要求调控地下水位。

3 井灌井排区的地下水位调控，汛前应结合灌溉降至防涝蓄水深度以下；汛期应调控在排渍深度以下；汛后应在强烈返盐期前排降至临界深度以下。

5.3.4 治理区发生超标准暴雨时，应根据规划要求和当时的具体情况，并结合涝渍伴生或涝碱相随的自然特点，及时分析涝情的发展趋势，提出避灾、减灾措施及工程的非常规运

水利水电科技

行方案，将涝灾损失及其影响减至最小程度。

5.3.5 有条件的地区应逐渐实行排水系统的优化运行调度，或与灌溉系统相结合进行联合运行调度。

5.3.6 农田排水再利用应以不影响排水效果、生态环境和具有明显经济效益为原则，并符合下列规定：

1 利用农田排出水灌溉的水质要求，原则上应符合灌溉水质标准，但在严重干旱的盐碱地区或在抗旱灌溉期间，在使用较高矿化水灌溉后，应及时采取有效措施，防止土壤返盐，并确保土壤水盐平衡。

2 对于水质不良的排出水，通常可采用淡水混合达标后进行灌溉，亦可采用咸、淡轮灌的方法，防止土壤积盐。

3 根据各级排水工程的排水量和水质变化，结合其控制面积内作物种植结构及不同生育期的耐盐能力，拟定排水再利用的时间、水量、范围和相应的措施。

5.4 效 果 监 测

5.4.1 排水管理机构应对治理区的排水标准和工程效果进行必要的监测，积累实践资料，指导管理工作。

5.4.2 重点工程和示范工程，应由专职人员根据治理目标进行全面的工程效果监测。监测内容应符合下列规定：

1 排涝效果监测：暴雨量及其历时，农田淹水深度、排除时间及对农作物的影响，承泄区水位状况和排出水量，涝情、灾情调查以及工程排涝模数与减灾效果分析等。

2 治渍效果监测：地下水位年内变化过程，农作物生育阶段的土壤水分状况及其理化性状，稻田适宜渗漏率、工程排水量、治渍排水模数、增产效益与改善机械作业效果分析等。

3 防治盐碱化效果监测：作物根层盐分和地下水矿化度的变化，地下水位在年内的变化过程，工程的排水量、排盐量、排水模数、灌排总水量比值，以及土壤理化性状改善和增产效果分析等。

5.4.3 有条件的地区应对生物排水效果及其环境效应进行监测。

水利电力出版社

附录 A 渗透系数的野外测定方法

渗透系数又称水力传导度或土壤导水率，在农田排水设计中，宜用钻孔水位回升法现场测定，一般要求每平方公里不少于 4 个测点。

1 基本方法

在预定地点用土钻打孔，孔径为 8～10cm，孔深应低于地下水面 60cm，待孔内水面稳定至原地下水位高程后，从孔中汲走一部分水，立即测定孔内下降后的水位回升速率，按式（A-1）和表 A-1 计算渗透系数值。

测定使用的工具与设备有上钻、汲水筒、透水网管和带浮子的测绳、标尺架及秒表。

2 操作要点

1）钻孔过程中应尽量不使孔壁土壤结构变形，避免形成封闭层。为此，钻孔完成后应进行3次以上的汲水作业，以恢复孔壁土壤的透水性。对于土壤稳定性差的地区，应采用与孔径相近的透水网管保护孔壁。

2）待孔内水面稳定至原地下水位高程后，用汲水筒从孔内迅速提出一定水量，使水位降深40cm左右，立即从标尺架上放下带浮子的测绳，开始计时并读取初始地下水位测深。

3）量测孔内水位的回升速率，可按相同的间隔时段 Δt（s）连续量测各时段的水位回升值 Δh（cm），5次以上。

4）随时注意浮子的上升不受孔壁摩擦的干扰，始终保持其灵活性。

5）当地下水位回升值累计达30cm左右时，一次测试结束。

6）重复测试2～3次，取其平均渗透系数值。

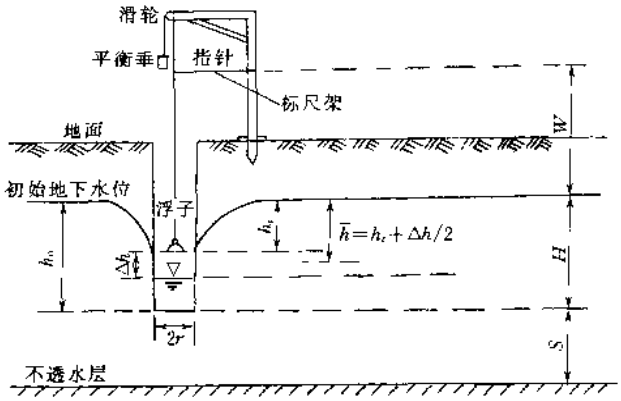


图 A-1 钻孔水位回升法测定渗透系数示意图

W—抽水前孔内水位测定值，cm；H 抽水前孔内水深，cm；S—孔底至不透水层距离，cm；r—钻孔半径，cm；h_0—抽水后孔内水位降深值，cm；h_t—Δt 时刻的孔内水位降深值，cm；Δh·Δt 时段内的水位回升值，cm；$\bar{h}$ ·Δt 时段内的平均水位降深值，cm

3 渗透系数计算式

$$K = C\frac{\Delta h}{\Delta t} \qquad \text{(A-1)}$$

式中 K——渗透系数，m/d；

$\Delta h/\Delta t$——孔内水位回升速率，cm/s；

C——与钻孔尺寸、孔底至不透水层深度和孔内水位变化有关的无因次系数，可从表A-1中查得。

表 A-1 钻孔水位回升法的系数 C 值

H/r	$\bar{h}/H$	S/H								
		0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
1	1.0	447	423	404	375	323	286	264	255	254
	0.75	469	450	434	408	360	324	303	292	291
	0.5	555	537	522	497	449	411	386	380	379
2	1.0	186	176	167	154	134	123	118	116	115
	0.75	196	187	179	168	149	138	133	131	131
	0.5	234	225	218	207	188	175	169	167	167
5	1.0	51.8	48.6	46.2	42.8	38.7	36.9	36.1	35.8	35.8
	0.75	54.8	52.0	49.9	46.8	42.8	41.0	40.2	40.0	40.0
	0.5	66.1	63.4	61.3	58.1	53.9	51.9	51.0	50.7	50.7

行业标准科技

续表 A-1

H	r	$\bar{h}/H$	S/H								
			0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
		1.0	18.1	16.9	16.·	15.1	14.·	13.6	13.4	13.4	13.4
10		0.75	19.1	18.1	17.4	16.3	15.5	15.0	14.8	14.8	14.8
		0.5	23.3	22.3	21.5	20.6	19.5	19.0	18.8	18.7	18.7
		1.0	5.91	5.53	5.30	5.06	4.81	4.70	4.66	4.64	4.64
20		0.75	6.27	5.94	5.73	5.50	5.25	5.15	5.10	5.08	5.08
		0.5	7.67	7.34	7.12	6.80	6.60	6.48	6.43	6.41	6.11
		1.0	1.25	1.18	1.14	1.11	1.07	1.05	1.04	1.04	1.04
50		0.75	1.33	1.27	1.23	1.20	1.16	1.14	1.13	1.13	1.13
		0.5	1.64	1.57	1.54	1.50	1.46	1.44	1.43	1.43	1.43
		1.0	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32
100		0.75	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
		0.5	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

注：表内符号见图 A-1；可根据各项比值按表列数值采用内插法求 C 值。

附录 B 给水度的野外测定方法

给水度又称饱和土的释水率，可用下列方法现场测定：

1 纯排水时的水位—流量计算法

冬季或其他条件下，当地下水的蒸发量很小，或与降雨（灌溉）入渗量近似而忽略不计时，则可根据排水地段内的地下水位和排水量观测资料，用下式进行给水度的近似计算

$$\mu = \Delta\omega / A\Delta\bar{h} \tag{B-1}$$

式中 μ ——给水度；

$\Delta\omega$ ——排水观测时段内从排水地段排出的总水量，m^3；

A ——排水地段控制面积，m^2；

$\Delta\bar{h}$ —— 排水观测时段内排水地段的地下水位平均降深值，m。

2 纯蒸发时的水位降落计算法

在无排水工程的平原地区，可以忽略地下径流的影响，认为地下水位的降落是纯蒸发作用的结果，因而可用下式计算纯蒸发作用下的给水度

$$\mu = \frac{\varepsilon_0}{v_h h_\varepsilon^n}(h_\varepsilon - h)^n \tag{B-2}$$

式中 v_h ——地下水埋深为 h（m）时的蒸发下降速度，m/d；

ε_0 ——水面蒸发强度，m/d；

h_ε —— 地下水停止蒸发深度，m；

n ——地下水蒸发指数，通常 $n=1\sim3$。

灌溉排水科技

通过地下水位观测井（孔），每日定时量测地下水埋深数据，可得相邻两日地下水位的下降值，即该两日中第一天埋深为 h 的日下降速度 v_h 值，绘制 v_h-h 关系图，并将关系线顺势延长，与 h 轴的交点即 h_e 值。当关系线为直线时，$n=1$，可直接用上式求得 μ 值；当关系线为曲线时，$n>1$，这时可假定 n 值，用上式计算不同 v_h 和 h 对应时的 μ 值，直到假定的 n 值能使计算的 μ 值相接近，可取平均 μ 值用于排水计算。由此可知，该方法在测算 μ 值的同时，即可求得地下水蒸发参数 h_e 和 n 值。在测定时段内，当水面蒸发强度较稳定时，测算的结果较好，测定的数据资料愈多则测算的结果愈接近实际。

附录 C　稻田渗漏率的野外测定方法

稻田渗漏率又称渗漏强度或日渗量，其最小值的田间测点通常应设在排水地段的中央部位，若需测定稻田渗漏率的分布规律或求其平均值时，则可垂直排水沟（管）延伸，按 $B/2$、$B/4$、$B/8$、…布设测点，用下列方法现场测定。

1　渗漏仪测定法

该仪器主要设备由钟罩式测筒、浮标式标尺板和测定管等组成，见图 C-1。施测时，首先打开测筒的排气口和橡皮塞连接口，将测筒匀匀压入土中 5～8cm，然后封闭排气口，并将充满水的连接管端的橡皮塞与测筒顶口塞紧后，开始按定时段（1min 或 5min）记录标尺板上测定管内水面移动的读数，测定时段始、末的读数差值即为已核算好的该测点的稻田日渗量（mm/d）。

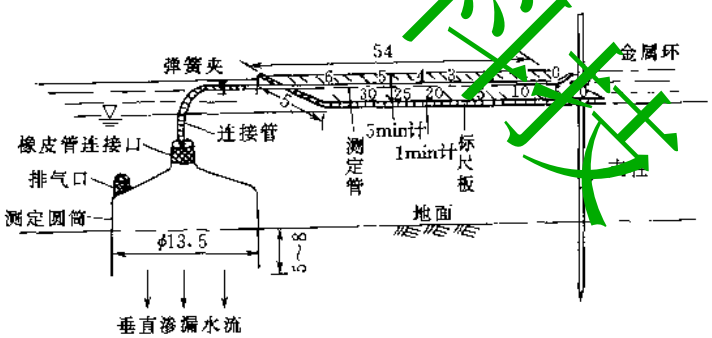


图 C-1　渗漏仪及其田间测定装置图（单位：cm）

2　环测法

主要设备由测环、水位测针和埋设在施测田块内的有底测筒组成。测环可测定各测点的总耗水强度，有底测筒可测定田间作物蒸腾与棵间蒸发强度，两者相减后用量测时间相除，即为测点的稻田渗漏率。测环用一边带切口的金属板围成矩形或圆形，面积宜为 1000cm²，高 40cm，施测时应均匀压入土内 25cm 左右，并保留上部缘口高出田内水面 15cm 左右。有底测筒的形状及面积与测环相同，筒深应满足作物根系生长的需要。均用精度为

0.1mm 的水位测针量测测环与测筒内的水位变化。为避免环内外水位差较大时产生的侧渗而影响量测精度，每次测定时间不宜过长，量测后应恢复环内外水位一致，再进行第二次测定。取 3 次测定中相近两次的平均值为该测点的稻田渗漏率。

附录 D 农作物耐淹水深和耐淹历时

农作物的耐淹水深和耐淹历时，应根据当地或邻近类似地区的农作物耐淹试验资料分析确定，无试验资料时可按表 D-1 选取。

表 D-1 农作物耐淹水深和耐淹历时

作物种类	生育期	耐淹水深 (cm)	耐淹历时 (d)
棉花	开花结铃期	5～10	1～2
玉米	苗期～拔节期	2～5	1～1.5
	抽穗期	8～12	1～1.5
	孕穗灌浆期	8～12	1.5～2
	成熟期	10～15	2～3
甘薯	全生育期	7～10	2～3
春谷	苗期～拔节期	3～5	1～2
	孕穗期	5～10	1～2
	成熟期	10～15	2～3
高粱	苗期	3～5	2～3
	孕穗期	10～15	5～7
	灌浆期	15～20	6～10
	成熟期	15～20	10～20
大豆	苗期	3～5	2～3
	开花期	7～10	2～3
小麦	拔节～成熟期	5～10	1～2
水稻	返青期	3～5	1～2
	分蘖期	6～10	2～3
	拔节期	15～25	4～6
	孕穗期	20～25	4～6
	成熟期	30～35	4～6

注：一般情况下，耐淹水深较大时的耐淹历时较短，反之则较长。北方地区的农作物通常习惯于干旱条件，耐淹水深宜取较小值，南方地区则宜取较大值。

万水帕科技

附录 E 排涝模数计算公式

排涝模数主要与设计暴雨、排涝面积的大小和形状、地形坡度、地面覆盖和作物组成、

土壤性质、地下水埋深、排水沟网的密度和比降以及湖塘调蓄能力等诸多因素有关，应通过当地或邻近类似地区的实测资料分析确定。无实测资料时，可根据治理区的具体情况选用所在流域机构认可的方法或用下列公式计算求得。

1 平原区排涝模数计算公式

1）排涝模数经验公式

$$q_L = KR^m A^n \tag{E-1}$$

式中 q_L——设计排涝模数，$m^3/(s \cdot km^2)$；

K——反映沟网配套程度、排水沟坡度、降雨历时及流域形状等因素的综合系数，经实地测验确定；

R——设计暴雨的径流水深，mm；

A——设计控制的排涝面积，km^2；

m——反映暴雨径流洪峰与洪量关系的峰量指数，经实地测验确定；

n——排涝面积递减指数，经实地测验确定。

2）旱地排涝模数平均排除法计算公式

$$q_d = \frac{R}{86.4t} \tag{E-2}$$

式中 q_d——旱地排涝模数，$m^3/(s \cdot km^2)$；

t——排水时间，d，可采用旱作物的耐淹历时。

3）水田排涝模数平均排除法计算公式

$$q_w = \frac{P - h_w - E_w - S}{86.4t} \tag{E-3}$$

式中 q_w——水田排涝模数，$m^3/(s \cdot km^2)$；

P——设计暴雨量，mm；

h_w——水田滞蓄水深，mm；

E_w——排涝时间内的水田腾发总量，mm；

S——排涝时间内的水田渗漏总量，mm；

t——排水时间，d，可采用水稻的耐淹历时。

4）旱地和水田的综合排涝模数计算公式

$$q_L = \frac{q_d A_d + q_w A_w}{A_d + A_w} \tag{E-4}$$

式中 A_d——设计排涝面积中的旱地面积，km^2；

A_w——设计排涝面积中的水田面积，km^2。

5）圩（垸）区排涝模数计算公式

$$q_L = \frac{PA - (h_w + E_w + S)A_w - h_f A_f - (h_g + E)A_g - (h_z + E)A_z}{3.6t\tau A} \tag{E-5}$$

式中 A_f——非耕地及旱地的面积，km^2；

h_f——非耕地及旱地的土壤渗蓄水量，mm；

A_g——河网、沟塘的水面面积，km^2；

h_g——河网、沟塘的滞蓄水深，mm；

E ——排涝历时为 t 的水面蒸发总量，mm；

A_z ——圩（垸）区内湖泊死水位至正常蓄涝水位之间的平均水面面积，km^2，一般要求为排涝面积的5%～10%，无湖泊调蓄时应取 $A_z=0$；

h_z ——圩（垸）区内湖泊死水位至正常蓄涝水位（应低于地面0.2～0.3m）之间的水深，mm，一般要求为1～2m；

τ ——向外河或湖泊抽水排水时的水泵日平均工作小时数，h/d，若为自流排水时应为向外河或湖泊开闸排水的小时数，则取 $\tau=24h/d$；

其他符号同前。

当圩（垸）区内需要自排或抢排和抽排结合时，可将控制排涝面积按排水分区划分后，用公式（E-5）分别进行计算。

2 山丘区排水模数计算公式

1）$10km^2<F<100km^2$ 时的经验公式

$$q_m = K_a P_t F^{\frac{1}{3}} \tag{E-6}$$

式中 q_m ——排水模数，$m^3/(s\cdot km^2)$；

P_t ——设计暴雨强度，mm/h；

F ——汇水面积，km^2；

K_a ——流量参数，可按表E-1选取。

2）$F\leqslant 10km^2$ 时的经验公式

$$q_m = K_h F^{n-1} \tag{E-7}$$

式中 K_h ——径流模数，各地不同设计暴雨频率的径流模数可按表E-2选用；

n ——汇水面积指数，各地可按表E-2选用，当 $F\leqslant 1km^2$ 时，取 $n=1$。

表E-1 流量参数 K_a 值

汇水区类别	地面坡度（%）	K_a
石山区	>15	0.60～0.55
丘陵区	>5	0.50～0.40
黄土丘陵区	>5	0.47～0.37
平原坡水区	>1	0.40～0.30

表E-2 山丘区的 K_h 和 n 值

地区	不同设计暴雨频率的 K_h			n
	20%	10%	4%	
华北	13.0	15.5	19.0	0.75
东北	11.5	13.5	15.8	0.85
东南沿海	15.0	18.0	22.0	0.75
西南	12.0	14.0	16.0	0.75
华中	14.0	17.0	19.6	0.75
黄土高原	5.0	7.5	8.5	0.80

附录F 地下水临界深度

地下水临界深度应根据土壤质地、地下水矿化度、降雨、灌溉、蒸发和农业措施等因素，通过综合试验确定；也可根据不同自然条件和农业生产条件，通过实地调查确定。当

缺少上述资料时，可按表 F-1 选用，或按下式近似估算：

$$h_k = h_p + \Delta z \tag{F-1}$$

式中 h_k——地下水临界深度，m；

h_p——土壤毛管水强烈上升高度，m；

Δz——安全超高，m，在地下水矿化度低的地区可采用耕作层厚度，在地下水矿化度高的地区宜采用作物根系主要活动层厚度。

表 F-1 地下水临界深度 (m)

土壤质地	地下水矿化度 (g/L)			
	<2	2～5	5～10	>10
砂壤、轻壤	1.8～2.1	2.1～2.3	2.3～2.6	2.6～2.8
中壤	1.5～1.7	1.7～1.9	1.8～2.0	2.0～2.2
重壤、粘土	1.0～1.2	1.1～1.3	1.2～1.4	1.3～1.5

注：蒸发强烈地区宜取较大值，反之宜取较小值。

附录 G 调控地下水位的末级固定沟和吸水管间距计算公式

1 稻田淹灌稳定流条件下的平行系列沟（管）间距公式

$$B = \frac{K H}{q \Phi_0} \tag{G-1}$$

式中 B——排水沟（管）间距，m；

K——排水含水层的平均渗透系数，m/d；

H——作用水头，m，一般指田面水位与沟中水位差值或至暗管中心的距离，可近似用排水沟（管）的深度替代。若暗管为压力流时，应取田面水位与承压水位的差值；

q——稻田淹灌时的设计渗漏率，m/d；

Φ_0——淹灌条件下排水地段的渗流阻抗系数。

渗流阻抗系数 Φ_0，按以下情况近似计算。

1）排水沟边坡陡直和沟中水深很小可忽略不计时，明沟排水地段的渗流阻抗系数

$$\Phi_0 \approx 0.5 + 0.174 \frac{h_q}{T} \tag{G-2}$$

式中 h_q——排水沟深度，m；

T——田面至不透水层的距离，m，通常当 $T > 5h_q$ 时，可视含水层为无限深，此时 $\Phi_0 \approx 0.5$。

2）暗管排水地段的渗流阻抗系数

$$\Phi_0 \approx \frac{1}{\pi} \ln \sqrt{\frac{8T}{\pi d} \tan \frac{\pi h_q}{2T} - 1} \tag{G-3}$$

式中 h_q——吸水管埋深，m；

d——吸水管内径，m；

$\tan\frac{\pi h_q}{2T}$——用弧度表示的正切。

当 $T>5h_q$ 时

$$\Phi_0 \approx \frac{1}{\pi}\ln\sqrt{\frac{4h_q}{d}-1} \tag{G-4}$$

2 不考虑地下水蒸发影响非稳定流条件下平行系列沟（管）间距公式

1）当起始地下水面线较平缓，接近 4 次方抛物曲线时

$$B=\pi\left[\frac{KD_d t}{\mu\ln\left(1.16\frac{H_0}{H_t}\right)}\right]^{1/2} \tag{G-5}$$

$$D_d=D/\left(1+\frac{8D}{\pi B}\ln\frac{D}{X_0}\right) \tag{G-6}$$

式中 t——排水时间，d；

μ——地下水位降落范围内的平均给水度；

H_0、H_t——分别为 t 时段始、末排水地段中部地下水位至沟中水位或吸水管中心的距离，即作用水头，m；

D_d——等效深度，m；

D——沟中水位或吸水管中心至不透水层的距离，m；

X_0——明沟为过水断面的湿周，吸水管为取管周长，m。

2）当起始地下水面线较弯曲，接近 2 次方椭圆曲线时

$$B=\frac{Kt}{\mu\Omega\Phi\ln\frac{H_0}{H_t}} \tag{G-7}$$

式中 Ω——排水地段内的地下水面线形状校正系数，对于明沟 $\Omega=0.7\sim0.8$，暗管 $\Omega=0.8\sim0.9$；

Φ——排水地段的渗流阻抗系数，视下列条件选用计算方法：

对于 $B\geqslant 2D$ 的条件

明沟 $$\Phi=\frac{1}{\pi}\ln\frac{2D}{\pi b}+\frac{B}{8D} \tag{G-8}$$

暗管 $$\Phi=\frac{1}{\pi}\ln\frac{D}{\pi\sqrt{\Omega d H}}+\frac{B}{8D} \tag{G-9}$$

对于 $B\leqslant 2D$ 的条件

明沟 $$\Phi=\frac{1}{\pi}\ln\frac{2B}{\pi b} \tag{G-10}$$

暗管 $$\Phi=\frac{1}{\pi}\ln\frac{B}{\pi\sqrt{\Omega d H}} \tag{G-11}$$

万方数据科技

$$\overline{H}=(H_0-H_t)\ln\frac{H_0}{H_t} \tag{G-12}$$

式中 b ——沟中水面宽度，m；

d ——吸水管直径，m；

$\overline{H}$ ——非稳定流情况下的平均作用水头，m。

3 考虑地下水蒸发影响平行系列沟（管）间距公式

1）不考虑因蒸发产生积盐作用时的非稳定流简化计算法

$$B=\frac{Kt}{\mu\Omega\Phi C_n} \tag{G-13}$$

$$C_n=\ln\frac{H_0}{H_t}-\frac{\varepsilon_0 t}{\mu\overline{H}}\left(1-\frac{h_d-\overline{H}}{h_\varepsilon-\overline{H}}\right)^n \tag{G-14}$$

适用条件 当$\frac{t}{t_\varepsilon}<0.55\pm0.05$时，简化计算的相对误差在±0.5%以内；

当$\frac{t}{t_\varepsilon}<0.75\pm0.05$时，简化计算的相对误差在±10%以内。

$$t_\varepsilon=\frac{\mu(H_0-H_t)}{\varepsilon_0}\left(\frac{h_\varepsilon}{H_0-H_t}\ln\frac{h_\varepsilon-h_d+h_0}{h_\varepsilon-h_d+H_t}\right)^n \tag{G-15}$$

式中 t_ε ——设计降深条件下的纯蒸发作用时间，d；

h_ε ——地下水停止蒸发或微弱蒸发深度，m；

h_d ——排水沟（管）的有效深度，m，指地面至沟中水面或暗管中心的距离；

ε_0 ——地下水埋深为0时的蒸发强度，mm/d，一般可用水面蒸发强度替代；

n ——地下水埋深与蒸发关系指数，一般为1～3。

2）考虑因蒸发产生积盐作用时的经验计算法

$$B=\frac{\alpha K h_d}{\eta\varepsilon_0\mu\Phi} \tag{G-16}$$

当$h_d\leqslant h_\varepsilon$的条件时

$$\alpha=\frac{n+1}{2}\left(\frac{h_d}{h_\varepsilon}\right)\Big/\left[1-\left(1-\frac{h_d}{h_\varepsilon}\right)^{n+1}\right] \tag{G-17}$$

当$h_d\geqslant h_\varepsilon$的条件时

$$\alpha=\frac{n+1}{2}\left(2-\frac{h_\varepsilon}{h_d}\right) \tag{G-18}$$

式中 α——排水和蒸发双重作用时的地下水降落速度修正系数；

η——排水地段中部的地下水位从地面开始降落至h_d（对于$h_d\leqslant h_\varepsilon$的条件）或$h_\varepsilon$（对于$h_d\geqslant h_\varepsilon$的条件）全过程中的重力水被排水沟（管）排出与被蒸发消耗的水量比，简称排蒸比，按土壤剖面内的盐量平衡关系可用下式计算：

$$\eta=\frac{G(1-R)+2R}{2(1-R)} \tag{G-19}$$

式中 R ——降雨、灌溉或冲洗的入渗水与含水层中原有地下水的矿化度比值；

G——要求的有效脱盐量与蒸发积盐量的比值，根据盐渍土的改良速度要求确定，对

于预防土壤盐碱化地区可取 $G=0$，对于一般改良盐碱土地区可取 $G=1$，较高要求的改良区宜取 $G=2$ 左右。

附录 H 排水沟道平均流速的计算和断面设计参数的选用

排水沟的过流断面一般应用设计流量按均匀流计算确定，其平均流速和梯形过流断面的水力半径可按下列公式计算：

$$V=\frac{Q}{F}=\frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2} \tag{H-1}$$

$$R=\frac{(b+mh)h}{b+2h\sqrt{1+m^2}} \tag{H-2}$$

式中 V——平均流速，m/s，应满足表H-1中允许不冲流速的要求，并宜保持不淤流速≥0.3m/s；

Q——设计流量，m^3/s；

F——过流断面积，m^2；

n——糙率，土质沟道可按表H-2选用；

i——沟底比降，通常应与沟道所经的地面坡降相接近。平原地区一般可采用干沟1/6000～1/20000，支沟1/4000～1/10000，斗沟和农沟1/2000～1/5000；

R——水力半径，m，用过流断面积除以湿周求得；

b——排水沟的底宽，m，干沟不宜小于5m，支沟2～4m，斗、农沟不应小于0.5m；

h——过流水深，m；

m——边坡系数，土质沟道内水深不超过3m时的最小边坡系数可按表H-3选用。

表 H-1 排水沟的允许不冲流速

土质	轻壤土	中壤土	重壤土	粘土	淤泥	细砂	中砂	粗砂
不冲流速（m/s）	0.6～0.8	0.65～0.85	0.7～0.95	0.75～1.0	0.15～0.25	0.2～0.4	0.3～0.7	0.5～0.8

注：表中不冲流速为水力半径 $R=1m$ 的情况，当 $R\neq1m$ 时，应乘以 R^{α}。对于疏松的粘、壤土可取 $\alpha=1/3\sim1/4$，而中等密实或密实的粘、壤土可取 $\alpha=1/4\sim1/5$；对于淤泥和砂土可取 $\alpha=1/3\sim1/5$。

表 H-2 土质沟道的糙率值

流量（m^3/s）		>25	25～5	5～1	<1
糙率	排水沟道	0.0225	0.025	0.027	0.03
	排洪沟道	0.025	0.0275	0.03	0.035

注：有杂草的沟道糙率值宜加大0.005左右。

表 H-3 土质沟道的最小边坡系数值

沟道土质	开挖深度（m）			
	≤1.5	1.5～3.0	3.0～4.0	>4.0
粘土、重壤土	1.0	1.2～1.5	1.5～2.0	>2.0
中壤土	1.5	2.0～2.5	2.5～3.0	>3.0
轻壤土、砂壤土	2.0	2.5～3.0	3.0～4.0	>4.0
砂土	2.5	3.0～4.0	4.0～5.0	>5.0

注：流砂沟段的边坡系数应通过试验确定。

附录 J 管道设计中与充盈度有关的系数确定方法

圆形管道设计中与充盈度有关的系数 α 和 β 值可用下列公式计算

$$\alpha=\frac{\left[\pi-\frac{\pi}{180}\cos^{-1}(2a-1)+2a(2a-1)\sqrt{\frac{1}{a}-1}\right]^{5/3}}{\left[2\pi-\frac{\pi}{90}\cos^{-1}(2a-1)\right]^{2/3}} \tag{J-1}$$

$$\beta=\left[\frac{\pi-\frac{\pi}{180}\cos^{-1}(2a-1)+2a(2a-1)\sqrt{\frac{1}{a}-1}}{2\pi-\frac{\pi}{90}\cos^{-1}(2a-1)}\right]^{2/3} \tag{J-2}$$

式中 a——充盈度，为圆形管内最大水深与暗管内径的比值，暗管排水设计中，一般可根据暗管的内径为 50mm 时，取 $a=0.6$；50～100mm 时，取 $a=0.7$ 左右；100mm 时，取 $a=0.8$。不同充盈度 a 的 α 和 β 值也可从表 J-1 中查得。

表 J-1 相应于不同充盈度 a 的 α 和 β 值

a	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
α	0.98954	1.15917	1.32962	1.49699	1.65618	1.80468
β	0.62996	0.65473	0.67558	0.69251	0.70571	0.71404
a	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	备注
α	1.93448	2.03932	2.10929	2.12655	1.97907	用于式(3.4.3-2)和式(3.4.3-3)
β	0.71799	0.71653	0.70827	0.68980	0.62996	用于式(3.4.3-4)

本规范用词和用语说明

1 本规范对要求严格程度不同的用词，采用下列写法：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词采用“可”。

2 本规范的用语，采用下列写法：

1）在规范条文中，条、款之间承上启下的连接用语，采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等写法。

2）在规范条文中引用本规范中的其他条文时，采用“符合本规范×.×.×的规定”、“按本规范×.×.×规定”或“按本规范×.×.×确定”等写法。

3）在规范条文中引用本规范中的其他公式时，采用“按本规范公式（×.×.×-×）计算”的写法。

4）在规范条文中引用本规范中的附录时，采用“按本规范附录×确定”或“按本规范附录×选用”等写法。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

农田排水工程技术规范

SL/T4—1999

条 文 说 明

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 295
2　规划 …… 295
3　设计 …… 300
4　施工 …… 308
5　管理 …… 310

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 本规范已将SL15—90《农田排水技术规程（南方农田暗管排水部分）》纳入，并根据GB50288—99《灌溉与排水工程设计规范》及已试行20多年的SDJ217—84《灌溉排水渠系设计规范》中的有关内容，参考日本和原苏联的有关标准以及国内外有关资料，紧密结合本规范之目的编制而成。

1.0.2 由于我国幅原辽阔，自然条件的差异性较大，在农田排水工程新建、扩建、改建及配套工程的规划、设计、施工中，以及工程建成后的管理工作中，若执行本规范某些条款确有困难，或者本规范未作明确规定的特殊技术问题，应进行专门论证，并在有关文件中予以阐述。

1.0.3 全面搜集分析所需资料和进行必要的勘测、试验等工作，因属常规要求，且涉及内容较多，各地可根据建设阶段、工程规模及当地具体情况，按有关规定和要求执行。

农田排水是治理涝、渍、盐碱的有效措施，是直接为发展农业生产服务的。因此，农田排水工程的建设应与当地农业、水利区划相适应，全面安排，综合治理，并结合先进的灌溉和农业技术措施进行工程的管理运用，应作到建管并重、排灌兼施，才能获取减灾增产的持久效果，这与当今世界发展持续农业的精神是一致的。

1.0.5 本规范的引用标准除在本规范条文中已经标明的标准外，主要的还有DL5020—93《水利水电工程可行性研究报告编制规程》、DL5021—93《水利水电工程初步设计报告编制规程》、SDJ338—89《水利水电工程施工组织设计规范》、SL44—93《水利水电工程设计洪水计算规范》、SL104—95《水利工程水利计算规范》、SDJ302—88《水利水电工程环境影响评价规范》、SL260—98《堤防工程施工规范》、SL203—97《水工建筑物抗震设计规范》、SL192—96《水工钢筋混凝土结构设计规范》、SD133—84《水闸设计规范》、SL27—91《水闸施工规范》、GB/T50265—97《泵站设计规范》、SD204—86《泵站技术规范》（安装、验收分册）以及GB5084—92《农田灌溉水质标准》等。

2 规 划

2.1 一 般 规 定

2.1.1 本规范中的“治理区”均泛指具有明显涝、渍、盐碱危害的农田或垦植区，其工程治理主要包含灌溉、排水等措施。由于本规范目标所限，仅就农田排水工程规划做出规定，但指导思想是各项措施应统筹规划，协调进行。

各流域和各地区根据国民经济发展的要求，都已制定出流域规划和地区水利规划。因此，农田排水规划应以这些规划和治理区自然社会经济条件、水土资源利用现状为基础，着

眼于农业持续发展、环境保护及洪、旱、涝、渍、盐碱的综合治理，立足于统筹兼顾、蓄排兼施的总体规划，进而做好具体的排水规划。

1 平原地区通常坡降较小，排水不畅。由于各地区的土壤、水文地质和水文气象等条件差异较大，因而在涝碱共存和涝渍共存地区虽均应规划排涝和调控地下水位的排水系统，但在具体治理措施方面，尚应因地而异。

2 盐碱化土壤的治理，除采取冲洗改良和有效调控地下水位的排水措施外，还必须与灌溉、农业和生物等措施紧密结合，进行综合治理，这是我国长期实践的经验总结。碱化土尚应采用适当的化学剂（如石膏等）才能取得较好的改良效果。

3 沿江滨湖地区因受外来洪水和内部雨涝威胁，历来多采用建圩的办法来治理，即用圩堤防洪为基础，在圩内进行排水治理，创造出如条文内指出的“四分开两控制”等成功经验。随着生产实践和科学实验的深入，进而认识到涝与渍的密切关系，因而按“洪水挡得住、作物灌得上、内水排得出、地下水位降的下”的要求进行治理，从排水方面来看，就是洪、涝、渍兼治。

4 滨海地区因受潮水危害，河道水位常遭受顶托，造成农田排水困难。所以，滨海感潮区必须修建防洪挡潮闸等工程来控制水位、保护农田，在此基础上进行农田基本建设。从农田排水来说，必须根据潮汐规律，统筹规划自排和抽排的时间，解决好排水出路问题，有针对性地制定农田排水规划。对于pH≤5的酸性土壤，尚应酌情采用化学改良措施，如施适量石灰等。

5 根据山丘区的自然特点，冲垄田多采用“一塘三沟”的治理措施，近些年来，南方有些地区以排水治理为基础，结合水土保持，采取山顶造林，山坡种果，山脚种药材和大竹，冲垄田种庄稼的综合开发和治理规划，取得良好的经济和环境效益。

6 我国有些灌区有灌无排，或排水工程不配套、标准低、老化失效，以及原规划设计和排水措施不当等原因，招致涝、渍、盐碱灾害的产生或加重，需要补做或完善排水工程系统，进行治理区扩建、更新和改造的排水规划。

7 分蓄（滞）洪区的农田，原则上应按本条中有关款项的要求制定排水规划，并认真贯彻本款规定。

8 由于工农业生产的不断发展和人民生活水平的逐步提高，超设计标准降雨造成的社会和经济损失在相应增加。因此，本规范要求在排水规划中，应对出现超设计标准的降雨，提出切实可行的减灾措施和对策，并进行论证，以防患于未然，尽最大可能减轻灾害损失。

2.1.2 合理选择排水方式，因地制宜地选择排水措施，都是农田排水规划的基本内容，因而应根据治理区的自然条件、土地利用和水资源平衡状况等，以治理目标为依据进行具体选择和规定。

1 充分利用治理区内库、塘、湖、沟和土壤的调蓄功能，不但可降低排水强度和抽水泵站的装机容量，节省工程投资和运行费用，也有利于合理选择排水方式。

2 根据治理区面积大小确定的排水工程级数中，末级固定沟（管）通常应为农级，可据此确定其他级别的名称。关于工程的等级划分，应按GB50288—99《灌溉与排水工程设计规范》确定。

3 为避免发生边界排水纠纷，特规定必须遵守流域规划和有关规定，全面兼顾上下游和左右岸的排水要求，不得造成水利矛盾。

4 我国水资源紧缺，特别在北方地区具有普遍性，而且随着工农业生产的进一步发展，各种非农业用水将显著增加，农业用水将受到相应制约，这已是当今世界上的普遍现象。因此，本规范作出本款规定，以促进我国排水再利用技术的发展。

2.1.4 根据我国当前情况，本规范仍以通过方案比较、择优选取的常规方法作为近期的技术规定。所以，治理区可按本规范 2.1.1 和 2.1.2 规定，因地制宜地做出多种规划方案，以技术先进、措施可行和经济合理为原则，确定几种比较方案，其目的是为了保证通过方案比较后，选用的实施方案具有技术上的先进性、可行性和经济上的合理性。

2.1.5 在我国农田水利建设中，普遍存在工程不配套问题，以致有些灌区已发生工程老化而尚未配套齐全，其中尤以排水工程不配套的问题更为普遍，致使其效益不能充分发挥。因此，本规范规定，从骨干到田间统一规划。当工程区面积较大且受资金投入所限，不能一次建成时，可分片分期实施，新建工程应达到配套齐全的要求。

2.2 明沟排水系统

2.2.1 排水明沟通常可分为干、支、斗、农四级固定沟，各级沟道的控制面积各地差异很大，一般为：干沟 30～100km^2，支沟（大沟）10～30km^2；斗沟（中沟）1～10 km^2；农沟（小沟）0.1～1.0km^2。大面积的治理区或大型灌区可增设总干、分干、分支等沟道，其中总干沟的控制面积大于 100km^2。在涝、渍、盐碱严重地区，还可增设毛沟及临时性的垅沟或墒沟等各种辅助措施。

2.2.2 灌排渠沟相间的双向灌排形式，具有减少土方和建筑物，节省工程占地和投资等优点，并有利于工程养护和综合利用，应结合地形条件优先选用。当必须布设成渠沟相邻的单向灌排形式时，宜采用沟一路一渠布设，可加长渗径以减少渠道渗漏，在沙质土地区尚有减轻排水沟塌坡的效果。

我国北方地区轻质土分布较多，深明沟极易塌淤变浅，且清淤工作难度大、用工多、费用高，严重制约排水效果的稳定和持久。因此，各级明沟线路应选择在有利沟坡稳定的土质地区，若必须通过不稳定土质地带时，应提出防塌措施。由于斗、农沟量大、面广，只宜采用简易的防塌措施以控制工程投资，或通过技术经济比较，改用其他排水措施，如暗管排水或井排井灌结合浅明沟排涝等。

2.2.3 排水系统的承泄区主要有：河流、湖泊、平原洼淀、沙漠洼地及沿海滩涂等，不论选择何种承泄区和排水出口与承泄区连接方式，均应符合本条有关规定。

2.3 暗管排水工程

2.3.1 我国的暗管排水工程主要用于田间治理渍害和防治土壤盐碱化，通常只设一级吸水管或加设一级集水管后排水入明沟。吸水管是埋设在田间的最末一级透水暗管，因而应具有良好的吸聚地下水流和输水能力。集水管是汇集若干条吸水管流量的暗管，其排水控制面积，在粘性土地区约相当于农沟，在砂性土地区约相当于斗沟。接纳吸水管出流的农沟或斗沟即集水沟，其深度应满足吸水管自流排水的要求。

水利标准

2.3.2 暗管排水工程虽可用于各种土壤的农田地下水位调控，且具有不占耕地、便于田间机械化作业等优点，但因其一次性工程投资较大和技术要求较高，所以采用暗管排水系统时，应按本条规定，经技术经济比较确定，以保证其规划的经济合理性。

2.3.3 地形平坦的平原区，采用吸水管布置在集水沟（管）两侧呈正交的形式，与斜交的形式比较，可以减少单位面积的吸水管长度和工程投资；但斜交的形式有利于两级管道都能利用自然坡降，因而应酌情选用。在平原缓坡地区，已有的田间灌排渠系多采用单向布置形式，因而吸水管也应布置在集水沟（管）一侧，并根据吸水管的设计纵坡确定其与集水沟（管）正交或斜交。

冲垅田又称冲田、山垅田或山坑田等，一般三面环山，农田多在谷地，易受洪涝威胁和泉水冷浸。各地治理经验是：沿山腰修建撇洪沟以拦泄坡面径流；沿山脚开挖环田沟以截排地下水；按谷地宽窄在田内开挖适量的中心沟以汇集和排泄田内的雨涝水。上述工程的主要任务是防洪与除涝，在此基础上兴建田间暗管排水工程，可使农田渍害也得到治理。这类地区的吸水管宜大体上沿地形等高线布置，以利截排上游的地下径流和山泉水，并将中心沟或环田沟作为集水沟。根据中心沟的有无和条数多少，形成了“月”字形、“用”字形和“册”字形等多种因地制宜的平面布置形式。

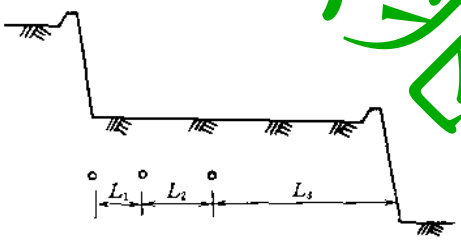


图 1 梯田里坎截流吸水管布置示意图

山丘区梯田里坎处的土地易受上部来水致渍，具有截流作用的吸水管间距应自里坎向外递增（即$L_1<L_2<L_3$），其条数视里坎的受渍宽度和程度及截流吸水管的作用范围而定，示意如图 1。

稻田内的吸水管若无排水控制设施，不利保水、保肥和按水稻生理需水进行不同生育期的田间水管理。因此，当一块田内只有一条吸水管时，宜逐条设置控制口门，若有两条以上吸水管时，可联合设置一个控制口门。在地形平坦的地方，若田面高程、作物种类和灌排要求等都一致的地段，在集水沟（管）出口设置节制闸进行分区控制，可节省大量控制口门，管理运用更为方便。

2.4 竖井及其他排水工程

2.4.1 在我国北方多数地区的浅层淡水较丰富，发展井灌的同时，起到了井排调控地下水位，防治涝、渍、盐碱的良好效果。单纯井排因抽水动力负担及管理费用较大，除确为改造咸水含水层外，一般不宜采用。故本规范提出在抽水含水层水质和出流条件较好的地区，可采用竖井排水，并实行井灌井排相结合，调控地下水位，综合防治旱、涝、盐、渍灾害。

2.4.2 鼠道和线缝沟排水宜用于粘性土地区的田间治渍排水，据有关文献介绍，鼠道排水适用于粘粒含量大于 45%和砂粒含量小于 20%的粘质土地区，一般可使用 3～5 年。砂质土地区的鼠道极易塌陷，在缺乏有效的防坍固壁措施情况下，不宜采用。表 1 是根据我国一些地区鼠道的使用年限与土质的关系资料汇集而成。由于鼠道和线缝沟均靠机械施工，若在其施工深度的土壤中夹有较大的卵砾石时，不能保证施工质量和机具安全，因而，在规

划时慎重考虑。

表 1 土壤质地与鼠道使用年限

地点		洞深 (cm)	粘粒含量 (%)	土壤质地		洞体稳固性	使用年限
四川大邑	四大队	50～60	45.0	粘质土壤	重粘	稳固	10 年以上
安徽霍丘	城西湖农场	50～105	76.0		中粘	较稳固	2～3 年
		54～82	54.4		重粘	稳固	12 年以上
浙江嘉兴	林金	40～70	51.1		重壤	稳固	10 年左右
江苏常熟	建华	55～70	62.9		重粘	稳固	5 年以上
	新春	55～70	49.3		重壤	欠稳固	1～3 年
	青春	60～80	31.6	砂质土壤	中壤	不稳固	遇水即塌
安徽霍丘	城西湖路农场	62～90	29.5		轻壤	不稳固	遇水即塌
湖北武汉	东西湖农场	50～60	31.0		中壤	欠稳固	1 年左右
四川大邑	十二大队	50～60	30.0		砂壤	欠稳固	2 年

鼠道排出水不得直接流入暗管，以防止挟带泥沙入管造成淤堵，因而在其交汇处必须设置滤层，使鼠道排出水通过滤层进入暗管。

2.4.3 在涝、渍、盐碱兼治的地区，排水系统若全部采用暗管不能达到经济合理；若治理区为轻质土而全部采用明沟时，往往因沟道极易塌淤且维修养护难度大，难以保证排水效果。因而在斗、农沟控制的田块内，修建成涝水明排、渍水暗排、明暗结合的组合排水系统，可能是经济可行的规划方案。

在有地面灌溉和降雨入渗补给条件，利用竖井抽取微咸水、半咸水或经淡化后灌溉，而将不宜利用的咸水排出区外，可达充分利用水资源和逐渐改造咸水层的效果。

在粘质土地区采用暗管排水治渍时，由于粘质土的透水性能较差，要求间距较密，因而投资较大。若在田间采用适当深度的暗管与较浅密的临时性明沟或鼠道、线缝沟构成组合排水，可及时排除田面的雨涝积水和犁底层的上层滞水，加快高地下水位的降落。因而可适当增大暗管间距、节约工程投资。若再辅以松土、改土等措施，则治理效果更佳。

2.4.4 本条强调不能因排水系统的综合利用而造成沟道截堵阻水、蓄水位过高及时间过长而影响排水工程治理涝、渍、盐碱灾害的主要功能。

1 灌溉和排水系统原则上均应分设，新建、扩建和改建工程规划时应慎重对待。但考虑到我国北方地区已有灌排两用的情况，特提出此款限制性规定。

2 利用排水系统进行地下水回灌时，往往需要建闸蓄水，必然抬高沟中水位，在汛期可能与沟道调蓄要求和正常排涝发生矛盾，在非汛期可能因沟水位抬高对两岸土壤产生盐碱化威胁，因而应处理好蓄水回灌与正常排水的关系，预防土壤次生盐碱化及涝渍灾害的发生或加重。

3 严禁在排水沟网上节节堵坝，是为了防止因单纯考虑养殖或水运需要而影响正常排水。

3 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 农田排水根据防治灾害的要求有排涝、治渍和防治土壤盐碱化之分，所以治理区的排水设计标准应据此选定。农田排水标准的确定，虽然主要与作物、土壤、水文地质和气候等因素有关，但也受农业生产水平和经济条件的制约，因为排水标准直接关系排水工程量、减灾程度和经济效益。由于本规范3.2提出的一些技术指标是按多数地区的一般要求制定的，所以本条规定“若当地经济条件较好或有特殊要求时，可适当提高标准”，如除涝排水的设计暴雨重现期采用10年或10年以上，排渍深度和临界深度选用较大值等；而对于经济条件较差的地区，设计暴雨重现期可选用5年，而雨涝的排除时间可选用较大值。在按标准设计的前题下，还可采用先进行初步治理，以后有计划的实现达标治理的办法。对于各类排水建筑物则可根据有利于发挥工程整体效益和减少改建、扩建工程投资的原则进行设计和修建。

3.2 排 水 标 准

3.2.2 治理雨涝成灾的排涝工程设计标准，一般有三种表示方法：①暴雨重现期；②排涝保证率；③典型年。本规范采用我国使用最普遍的第一种表示方法，即按治理区发生一定重现的暴雨时农田不受涝为准。

排涝标准的设计暴雨重现期，应根据年系列暴雨与淹没面积或成灾损失等因素，通过技术经济论证确定。据湖北省荆州地区的调查资料，江汉平原、西湖地区的排涝工程，按10年一遇暴雨设计，当发生20年一遇暴雨时，将有30～40mm雨水超过3d才能排除，所造成的水稻损失不超过10%；若将排涝标准提高到20年一遇暴雨设计，则排涝设计流量将增大43%，致使工程规模和投资增大很多，而经济效益相对降低。两者比较，以选用10年为宜。目前，我国各地采用的设计暴雨重现期见表2。另据我国涝耕地3.67亿亩，1997年统计已治理3.08亿亩，其中1.28亿亩尚未达到5年一遇标准。因此，本条规定一般采用5～10年是适宜的。

对于农田排水来说，形成排水沟洪峰流量的多为较短历时的暴雨，且与汇流排水面积有关。据华北平原地区实测资料分析，100～500km^{2}排水面积时的洪峰流量主要由1d暴雨形成，500～5000km^{2}时的洪峰流量一般由3d暴雨形成。又据黑龙江省三江平原资料，在近100km^{2}的耕地上，对暴雨历时与农作物减产率的相关分析得到：年最大3d降雨最密切，最大1d降雨次之，其后依次为全年、30d和15d。根据上述资料并参照表2，确定设计暴雨的历时为1～3d，应视各地雨型和治理区的面积大小酌情选用。

排涝时间应按发生雨涝时农作物不同生育期的耐淹水深和耐淹历时确定，参见附录D。由于各地的工程基础不同，雨情和灾情不同，农业发展对治涝的要求也不尽相同，应因地制宜的通过综合分析后慎重确定。根据附录D和各地采用的排涝天数（见表2），本规范规

定，一般旱作区可采用 1～3d 排除，稻作区可采用 3～5d 排至耐淹深度是适宜的。

表 2 目前各地采用的排涝设计标准表

地 区	设计暴雨重现期（年）	设计暴雨和排涝天数
天津郊县（区）	10	1d 暴雨 2d 排出
河南安阳、信阳地区	3～5	3d 暴雨 1～2d 排出（旱作区）
河北白洋淀地区	5	1d 暴雨 114mm 3d 排出
辽宁中部平原区	5～10	3d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
陕西交口灌区	10	1d 暴雨 1d 排出
黑龙江三江平原	5～10	1d 暴雨 2d 排出
吉林丰满以下第二松花江流域	5～10	1d 暴雨 118mm1～2d 排出
湖北平原湖区	10	1d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
湖南洞庭湖区	10	3d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
广东珠江三角洲	10	1d 暴雨 4d 排至作物耐淹深度
广西平原区	10	1d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
浙江杭嘉湖区	10	1d 或 3d 暴雨分别 2d 或 4d 排至作物耐淹深度
江西鄱阳湖区	5～10	3d 暴雨 3～5d 排至作物耐淹深度
江苏水稻圩区	5～10	1d 暴雨 1d 排至作物耐淹深度
安徽巢湖、芜湖、安庆地区	5～10	3d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
福建闽江、九龙江下游地区	5～10	3d 暴雨 3d 排至作物耐淹深度
上海郊县（区）	10～20	1d 暴雨 1～2d 排出（蔬菜田当日排出）

排涝模数与设计暴雨的历时、频率和雨强，排涝面积的大小和形状，地形坡度和土壤性质、地面覆盖和作物组成，以及治理区内的滞蓄能力、地下水埋深、排水系统状况等诸多因素有关。因此，设计排涝模数应根据当地或邻近类似地区的实测资料确定。由于目前这类实测资料积累尚少，通常采用附录 E 所列的经验公式和平均排除法公式计算确定。

采用经验公式计算排涝模数的关键是合理确定有关参数。例如，适用于平原区的式（E-1），由于水文系列的延长、河道治理、地下水位的变化和排水系统完善程度等因素的影响，有关参数也在不断发生变化，直接影响着排涝模数值。表 3 为我国部分地区根据实测暴雨径流资料经统计分析求得的参数值，仅供无实测资料时参考选用。此外，在大量开发利用地下水而引起地下水位显著下降的地区，径流系数 R 值可能减小，若应用早期的成果时应注意适当修正。同理，山丘区排涝模数公式中的参数值，亦应注意修正使用。

平均排除法通常适用于平原地区排水面积在 $10km^2$ 以下的排水沟道。其设计排涝模数可以不考虑暴雨因汇流而形成的最大峰量及其过程线的形状，而按设计暴雨所产生的径流水深在作物允许的耐淹历时内排出进行计算［见式（E-2）］，稻田则排至耐淹水深即可［见式（E-3）］。南方圩（垸）区排涝模数计算公式［见式（E-5）］应用时需注意，可自流排水的圩区应取开闸排水的小时数 $\tau=24h/d$；抽水排水的 τ 值应取水泵的日平均工作小时数，所得结果则为抽排的排涝模数。若圩区内无湖泊洼地可用作调蓄时，应取 $A_c=0$ 进行计算。因而可求得符合圩区具体情况的排涝模数。

表 3 部分地区排涝模数经验公式中参数的参考值

地区			适用排水面积 (km^2)	K	m	n	设计暴雨历时 (d)
安徽省淮北平原地区			500～5000	0.026	1.00	−0.25	3
河南豫东及沙颍河平原区				0.030	1.00	−0.25	1
山东省	徒骇河地区			0.034	1.00	−0.25	
	沂沭泗地区	湖西地区	2000～7000	0.031	1.00	−0.25	3
		邳苍地区	100～500	0.031	1.00	−0.25	1
河北省	黑龙港地区		>1500	0.058	0.92	−0.33	3
			200～1500	0.032	0.92	−0.25	3
	平原区		30～1000	0.040	0.92	−0.33	3
山西省太原平原区				0.031	0.82	−0.25	
辽宁省中部平原区			50	0.0127	0.93	−0.176	3
江苏省苏北平原			10～100	0.0256	1.00	−0.18	3
			100～600	0.0335	1.00	−0.24	3
			600～6000	0.0490	1.00	−0.35	3
湖北省平原湖区			≤500	0.0135	1.00	−0.201	3
			>500	0.0170	1.00	−0.238	3

3.2.3 防止农作物产生渍害的最小地下水埋深称耐渍深度。在作物生长期间，允许地下水有短期升至耐渍深度以上，其持续时间以不危害作物正常生长为限度，该持续时间称耐渍时间。由于各种作物在不同生育期的耐渍能力不同，如表 4 所列几种主要农作物的耐渍深度那样，治渍标准应该是一个动态指标。在治渍设计中，通常以主要作物生长期内的最大耐渍深度为设计排渍深度指标，并应满足渍害敏感期或作物生长关键期的最小耐渍深度的控制要求。一般旱作物的渍害敏感期多为苗期，生长关键期则视渍害对产量影响较大而定，稻田宜采用控制无效分蘖的晒田期。

表 4 几种主要农作物不同生育期的耐渍深度

作物	生育期	耐渍深度 (m)
小麦	播种～出苗	0.5
	三叶～分蘖	0.5～0.8
	拔节～成熟	1.0～1.2
棉花	幼苗	0.6～0.8
	现蕾	1.2～1.5
	花铃～吐絮	1.5
玉米	幼苗	0.5～0.6
	拔节～成熟	1.0～1.3
水稻	晒田	0.4～0.6

国外治渍标准中有动态指标的介绍，例如以作物生长期内地下水在埋深 30cm 以上的水位差值与时间总和来表示的 SEW30 (cm−d)，通过与作物产量建立关系后确定其指标。还有 SDI 和模拟预测等方法均值得借鉴（参见美国《农业排水》，水利出版社，1982 年 1 月）。我国湖北等地曾进行过 SEW30 的初步分析研究，但缺乏生产应用与检验。

1 稻田适宜渗漏率的测试方法有筒试法、坑试法和田测法三种，以田测法为佳，详见附录 C。无排水工程时的渗漏率也可用田测法确定。

2 地下水位过高和土壤过湿将使土壤承载力降低，直接影响农业机械适时、高效地进

万方数据科技

行田间作业。据河北、黑龙江等地农场的实践资料，机耕和机收时的最小地下水埋深为0.7～0.8m，若采用重型拖拉机带动联合收割机作业时则为0.9～1.0m。另据国外资料介绍，满足拖拉机下田作业的最小地下水埋深一般是：履带式拖拉机为0.4～0.5m，轮式拖拉机为0.5～0.6m。因此，根据我国目前广泛使用的为中、小型拖拉机的情况，排渍深度一般为0.6～0.8m，排渍时间可按照各地雨后的耕作要求确定。

3 调控地下水位的排水流量，从降雨或灌溉开始，有一个变化过程和流量峰值，因而排渍模数也是一个变化值。在排水设计中，一般均采用雨后或灌后地下水从高水位降至设计排渍深度的平均排渍模数。需要特别指出的是，在排渍过程中存在着一定的地下水蒸发量，将使排渍模数有所减小，但考虑到雨后或灌后的土壤水分含量较大，对地下水蒸发有抑制作用，且要求排渍的时间一般较短，因而治渍排水模数计算式（3.2.3-1）中不考虑蒸发影响，有利工程安全。

3.2.4 防止土壤发生盐碱化的最小地下水埋深称临界深度。在土壤、地下水矿化度和耕作措施等因素一定的条件下，地表的积盐速度和积盐总量取决于地下水的蒸发量。所以在附录E中，根据各地资料汇总的地下水临界深度表内，在蒸发强烈地区宜取较大值，反之宜取较小值。

1 降雨或灌溉会引起地下水位升高，却能使土壤盐分得到淋洗；而蒸发虽能使地下水位下降，却会造成土壤返盐。所以盐碱地区的土壤，一般在汛期处于淋洗脱盐状态，在春、秋干旱季节则处于蒸发积盐状态。因此，为防止土壤返盐而危害作物生长，我国通常将临界深度作为盐碱地区排水工程的设计标准。由于土壤盐分和地下水位是经常变动的，所以有些国家不用临界深度作设计标准，而利用灌溉淋盐和排水排盐的功能进行排水设计。故本规范指出：当采取小于地下水临界深度设计时，应通过水盐平衡论证确定。

2 在地下水由高水位降至临界深度的过程中，因地下水的蒸发积盐，可能使根层的土壤含盐量超过作物的耐盐能力，为防止此情况的发生，必须确定适宜的排水时间。根据我国一些盐碱地区的排水试验成果，采用8～15d将灌溉或降雨引起升高的地下水位降至临界深度，一般可取得较好的防治效果。本规范给出了确定排水时间的两项要求，可用下述方法近似确定。

1)在预防盐碱化地区，为保证蒸发积盐后耕作层的土壤含盐量不超过作物的耐盐能力，排水时间（t）可按耕作层的盐量平衡关系计算得到

$$t=\frac{\gamma(S_c-S_0)\Delta Z}{100\bar{\varepsilon}_h M_d} \tag{1}$$

式中 γ——耕作层土壤的容重，kg/m³；

S_c——耕作层土壤的允许含盐量（占干土重%），通常采用作物苗期的耐盐能力（见表5）有利安全；

S_0——灌溉或降雨淋洗后的耕作层土壤含盐量，在改良后的正常耕作期一般$S_c \leqslant 0.05\%$；

ΔZ——耕作层厚度，m；

M_d——灌后或雨后的浅层地下水矿化度，g/L即kg/m³；

$\bar{\varepsilon}_h$——排水过程中的地下水平均蒸发强度，m/d。

2）在改良盐碱土地区，冲洗脱盐的设计土层深度一般为1.0m；若为盐碱荒地，为避免冲洗定额过大、减轻排水工程负担和缩短冲洗改良时间，宜分期改良逐步达到治理要求，因而也可采用0.6m。设计土层深度内的冲洗脱盐量可根据冲洗前的土壤含盐量、盐分组成、土壤质地等因素按冲洗改良要求确定。冲洗后设计土层内应达到的脱盐标准，一般可取全盐量为：氯化物盐土0.25%左右，硫酸盐氯化物盐土接近0.3%，氯化物硫酸盐盐土0.4%，硫酸盐盐土0.45%左右。以后在改良与利用结合的条件下，通过灌溉排水作用，使设计土层继续脱盐和防止盐分向表土集聚，并逐渐使脱盐深度增加和地下水淡化。因而保证冲洗效果的必要条件是通过排水工程将过多的盐量排出土体。考虑到盐碱地区一般地下水矿化度较高和蒸发量较大，排水工程的排盐能力通常应大于冲洗脱盐量。在冲洗过程中的排水时间，一般可采用两次冲洗的间隔时间减去为溶解盐分的浸泡时间，并应考虑尽量减少蒸发积盐的影响。因此宜结合不同排水规格的现场试验确定。

表5 不同作物苗期耐盐能力参考值

作物耕层含盐量（%）	小麦	大麦	玉米	棉花
	0.2	0.25	0.25	0.3
作物耕层含盐量（%）	黑豆	高粱	甜菜	苜蓿
	0.3	0.35	0.4	0.7

3 防治土壤盐碱化排水的控制时期多为蒸发较强烈季节，冲洗排水时其盐分溶解也快，因而在计算排水模数时应考虑地下水的蒸发作用。本规范公式（3.2.4-1）实为非稳定渗流条件下的平均排水强度的近似计算式。

3.3 明沟排水

3.3.2 除涝排水的末级固定沟，其间距和沟深应满足控制面积内设计排涝流量的要求，其布置形式应根据本款规定，因地制宜地采用排灌相同或排灌相邻。

调控地下水位的末级固定沟间距虽有三种确定方法，但各有其实用意义。

1 排水试验法。通过田间排水沟深度和间距的不同处理试验及其工程投资与效益的经济分析，可以确定适合当地情况的合理的沟深和间距，因而是基本方法。但是，试验需要一定的工程投资和周期，而且选择的试区虽要求有较大的代表性，但不可能对治理区内各种类型地区都同时开展试验。在缺乏实践经验的地方，尤其是采用某项新技术（如暗管排水）时，通过排水试验可增强理性认识，积累建设和管理经验，并达到示范的目的。同时，也可验证公式计算法和经验数值法对当地的适用程度。

2 公式计算法。这是利用渗流理论在概化自然条件下得到的确定间距的方法。常为设计者采用的原因是：使用方便，花费较少，而且能紧密结合排水设计标准，一定程度上反映了不同的自然条件。但因有关参数不易测准和自然条件概化较多等原因，而与实际情况有一定差异，影响了计算结果的准确性。尤其是每个公式都有其特定的初始条件和边界条件，若不注意结合当地条件选用公式，计算结果将不符合实际使用要求。因此，本规范附录A～附录C均采用现场测定法确定有关参数，而附录G中的每个公式都简要给出了其适用条件。

3 经验数值法。这是一种根据经验确定的方法。我国地域辽阔，各地自然条件差异较大，因此，应按当地或类似地区实践经验确定的经验值选用。表6综合一些地区的经验值给出了调控地下水位的末级固定沟间距参考值，其中沟深和间距均有一定的变化幅度，这

是因为同类土质在不同地区的水文地质参数和排水模数等可能有一定差异，因此参考选用时仍需要根据经验进行判断和选择。

表 6 调控地下水位的末级固定沟间距经验参考值 (m)

沟深 (m)	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土、砂壤土	沟深 (m)	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土、砂壤土
0.6～1.0	10～20	20～30	30～60	1.5～2.0	30～60	60～100	100～150
1.0～1.5	20～30	30～60	60～100	2.0～2.5	60～100	100～150	*

* 轻砂壤土地区较深的明沟极易发生边坡坍塌，而末级固定沟面广量大，不宜采用放缓边坡而过多增大断面的办法，可以选用其他排水措施，如暗管排水等。

3.3.4 在大面积的治理区内，不可能对全部农田的田间排水工程都进行设计，通常应根据排水分区和不同排水措施，选择在有代表性的斗沟范围内进行斗、农沟和田间沟、渠、田、路、林的全面布设和土地平整等项内容的典型设计，做为田间工程建设和工程量估算的基本依据。由于这部分设计直接关系到农田涝渍和盐碱的治理与农作物的正常生长，因此至为重要，必须认真做好。

3.3.5 排水系统中各级沟道的设计水位可根据排水任务分为排涝设计水位和排地下水设计水位。按排涝流量设计时即第 1 款规定的排涝设计水位；按排地下水流量（排渍或排咸）设计时即第 2 款规定的排地下水设计水位；按其他校核流量求得的校核水位，应与同类设计水位进行比较，并分别执行第 3 款和第 4 款的有关规定，以保证排水沟道满足综合排水功能要求。

治理区内有代表性的地面点，系指距排水出口较远处的地面点、地势低洼点和一般地面点等，应通过比较分析确定。按式（3.3.4-1）计算，可求得除涝设计中各级沟道出口处对其衔接沟道的要求水位，再据衔接沟道的纵比降和其他水头损失值确定其排涝设计水位线。同理按式（3.3.4-2）可确定排地下水设计的水位线。

排水系统的承泄区多为江、河、湖、海，其防洪设计暴雨频率及由此得到的设计水位都将高于治理区排水出口的设计水位。所以本规范规定，承泄区的设计水位应根据各地具体条件，通过技术经济分析确定，一般可采用与排水治理区设计暴雨的同期、同频水位，这是符合同步要求的。但是，若承泄区为河流，且接受不同暴雨区的来水时，将出现治理区与承泄区不属同一暴雨区的情况，则应通过两者的遭遇分析确定承泄区的设计水位，才能达到同步的要求，从而与治理区排水出口设计水位进行比较，确定采用何种处理设计。

3.3.6 不稳定沟段的边坡处理设计，应主要以地下水作用于不同土质坡面的稳定分析为依据，因而需进行沟道的工程地质和水文地质勘测，但实际上很难达到这种要求，故未写入条文。根据部分地区进行的防塌试验，虽取得了不同程度的治理效果，尚有待其他地区进一步验证和提高后才能形成共识。由于在明沟设计中不能缺少此部分内容，因此，本条仅做了原则性规定，按照沙性土坡面易发生渗透变形、上粘下沙坡面易发生整体滑塌和边坡土层复杂造成沟坡不稳三种情况，分款提出了相应的一些处理技术，供设计者根据当地情况酌情选取进行典型设计或试验处理设计。关于各种排水体的设置要求和渗流、稳定计算等，可参考 SDJ218－84《碾压式土石坝设计规范》的有关规定；土工布的使用可按

GB55209 -98《土工合成材料应用技术规范》执行。

3.4 暗 管 排 水

3.4.1 我国农田暗管排水的大面积生产实践尚很少，加之一些地方通过排水试验取得的吸水管间距经验值差异较大，现经初步分析综合成表 7 供参考。表中暗管埋深与间距均有一定的变化幅度，选用时仍需要结合当地实际情况，根据经验判断选择。

表 7 吸水管间距经验参考值 (m)

暗管埋深 (m)	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土、砂壤土	暗管埋深 (m)	粘土、重壤土	中壤土	轻壤土，砂壤土
0.6～1.0	10 左右	10～20	20～40	1.5～2.0	20～40	40～70	70～110
1.0～1.5	10～20	20～40	40～70	2.0～2.5	*	70～110	110～160

* 这类土质地区的吸水管埋深一般不需很大，故未列出相应的间距值；而临界深度可能达 2.0m 以上的轻、砂壤土地区，则需要较大的吸水管埋深和间距值。

3.4.2 管材和外包滤料是暗管排水工程的主要材料，应根据本条中的各项规定认真选用。

1 排水暗管埋设于不同深度和宽度的管沟中，其回填材料作用于管上的荷载可用马斯墩公式确定。

$$W_c = C_d W B_d^2 \quad \text{（适用于刚性管）} \tag{2}$$

$$W_c = C_d W B_d B_c \quad \text{（适用于波纹塑料管）} \tag{3}$$

式中 W_c——管上荷载，kN/m；

B_d——管顶处的管沟宽度，m；

B_c——管道外径，m；

W——回填材料密度，kN/m³；

C_d——荷载系数，为管顶以上回填土高度 H_d 与 B_d 比值的函数，可从图 2 查得。

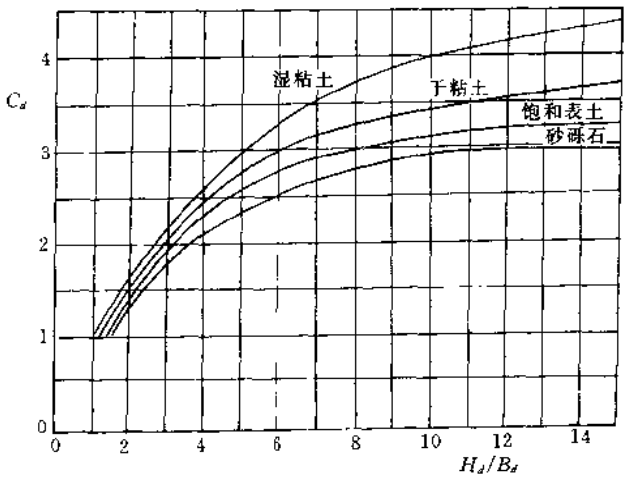


图 2 用于计算回填料重力的荷载系数（根据马斯墩公式）

刚性管的强度应大于或等于 $1.5W_c$ 的安全荷载要求。波纹塑料管以挠曲变形不超过 10%时的荷载为安全荷载，应大于或等于 W_c。

2 吸水管周围一般均应设置外包滤料，以改善吸水管周围水流入管条件和防止泥沙入管造成淤堵，保证排水效果。1922 年太沙基建立的滤层标准得到公认，即滤料 d_{15}/土壤 $d_{15} \geqslant 4$ 时，将使滤料的透水性大于土壤 10 倍以上；滤料 d_{15}/土壤 $d_{85} \leqslant 4$ 时，将能阻止土壤中的细颗粒通过滤层进入管道。现代暗管排水的新观点认为：允许吸水管附近的细颗粒通过滤

层进入管道而随水流排出暗管，致使吸水管周围的土壤逐渐形成“呈拱架状的自然反滤层”，从而改善其水流状况。因此，本规范仅规定外包滤料的渗透系数应比管周围土壤大10倍以上，其他规定主要是为安全耐久、节省投资和保护水土环境。国内外使用的外包滤料一般可分为以下3类：

1）天然有机材料，如稻草、麦秸、芦苇、棕皮、刨花、锯末、稻壳和泥炭等，多用于土壤淤积倾向较轻的地区。

2）无机材料，如砂砾、石屑、碎炉渣、碎砖瓦渣和贝壳等。

3）人工合成材料，如透水泡沫塑料、玻璃纤维、土工织物等，其中玻璃纤维在铁、锰含量较高的土壤中不宜使用。

3 选用砂砾滤料时，砂砾的颗粒级配与管周土壤的粒径组成有关。表8给出了用于大多数土壤和砂砾外包滤料之间的级配关系。由于农田暗管排水较水工大坝的作用水头要小得多，因而不需要按反滤层进行设计，采用混合滤层即可。

表8 管周土壤与外包砂砾料的级配关系

管周土壤 d_{60}（粒径，mm）	砂砾外包滤料的级配限度（粒径，mm）											
	下限，过筛（%）						上限，过筛（%）					
	100	60	30	10	5	0	100	60	30	10	5	0
0.02～0.05	9.52	2.0	0.81	0.3	0.3	0.074	38.1	19.0	8.7	2.5	1.4	0.59
0.05～0.10	9.52	3.0	1.07	0.38	0.3	0.074	38.1	12.0	10.4	3.0	1.7	0.59
0.10～0.25	9.52	4.0	1.30	0.40	0.3	0.074	38.1	15.0	13.1	3.8	2.1	0.59
0.25～1.00	9.52	5.0	1.45	0.42	0.3	0.074	38.1	17.0	17.3	5.0	2.7	0.59

注：d_{60}指管周土壤粒径分布曲线上通过60%点处的粒径；上限过筛5%栏中系插补值。

用作外包滤料的土工织物可按下式进行初步选择，再通过试验确定。

$$O_{90}/d_{85}=4 \tag{4}$$

式中 O_{90}——土工织物有效孔径，即在织物孔径分布曲线上，小于该孔径的累积百分数占90%的织物孔径，mm；

d_{85}——管周土壤粒径分布曲线上通过85%点处的粒径，mm。

根据国外资料介绍，判断土壤淤积倾向有以下几种方法：

1）粒径均匀系数（$U=d_{60}/d_{10}$）法：$U>15$为无淤积倾向，$U=5\sim15$为一般的淤积倾向，$U<5$为较高的淤积倾向。

2）塑性指数（pl）法：$pl>12$为无淤积倾向，$pl=6\sim12$为有限的淤积倾向，$pl<6$为很重的淤积倾向。

3）粘粒与粉粒的比值大于0.5时不大可能发生淤积，反之可能发生淤积。

试验表明，随水流最易移动的土粒是20～150μm的粉细砂粒。根据湖北省嘉鱼县暗管排水试区的开挖检查和取样分析得到，土壤淤积倾向可用粘粒含量与粉粒加细砂粒含量的比值R_s来判断：$R_s\geq0.6$为无淤积倾向，$R_s=0.5$左右为淤积倾向较轻，$R_s<0.4$为淤积倾

向较重。

3.4.3 我国的暗管排水工程，多是在明沟排水的基础上，为防治土壤盐碱化或农田渍害的需要而设置的，通常只设一级吸水管（也有加设集水管的），控制面积有限，故式（3.4.3-1）中一般可取$C=1$。据国外资料介绍，当某级管道的排水控制面积小于16hm²时C值取1；50hm²时取0.86；100hm²时取0.75；200hm²时取0.64；300hm²时取0.56；等于或大于500hm²时取0.5，我国尚缺少此实践和检验，供参考。

排水暗管内径的计算公式是用满宁公式推求得到的。吸水管内的流量因沿程增加而采用非均匀流方法；集水管在无吸水管水流汇入的管段内，因流量恒定而采用均匀流方法。与充盈度有关的α值和β值，均参照日本暗管排水规范中的计算式，改为用充盈度表示的形式（见附录J），便于我国应用。为防止管道淤积形成过水能力减小，暗管选用的内径应大于计算内径。因而吸水管和集水管的选用倍值分别为按国际常用设计流量占满管流量60%～70%和75%～80%求得的平均值。由于集水管控制面积较大，一般管道较长，采用适当分段变径可节省工程投资。

文中“在地形平坦地区，吸水管首、末端的埋深差值不宜大于0.4m”的规定，是为了防止因吸水管首、末端埋深差异较大，造成田块内土壤水分不均匀而对作物生长产生影响。其中平均流速计算式实为满宁公式的另一种写法。

3.5 竖井和其他排水

3.5.1 在水文地质条件适宜地区，结合井灌采用竖井降低地下水位可达到较好的排水效果。在缺乏良好含水层的地方进行井排井灌时，需选用适宜的井型结构，以提高排水功效，如黄淮海平原可因地制宜地选择大骨料井、辐射井和虹吸管集水井组等井型。

3.5.2 鼠道排水的机理是靠粘质土壤失水后产生的裂隙而发生作用的。因而各地采用的鼠道洞深多为0.4～0.7m，洞深加大时的排水效果需通过排水试验后确定。

3.6 排水系统建筑物

3.6.1 排水系统中各类建筑物的水力计算、结构设计与稳定计算等，均应执行国家现行的有关规范。本条和其他各条中的一些规定或要求，都是从排水建筑物的特性提出的，设计中应予重视。

4 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.2 各项排水工程的施工实行招投标或承包时，应考虑施工单位或施工队伍，明确发包方、承包方、监理方等各方责任，严格检查验收，确保施工质量。

4.1.6 对机械驾驶员及施工人员的培训，必须在熟练掌握操作技术和达到施工技术要求后，方可进入施工。当组织群众开挖沟道时，应进行标准断面的开挖示范，其目的是为了

明确技术要求，保证施工质量。

4.2 明 沟 工 程

4.2.2 根据土质、地下水位和地形等自然条件，结合沟道级别、工程量、工期、人工和机械施工能力的综合分析，确定采用人工或机械的开挖方式。对于地下水位较高地区的明沟，应采用“分层开挖导流法”施工，即先在沟中心或两侧挖1～2条龙沟排水，边分层开挖边加深龙沟，最后成型。施工控制横断面必须严格控制边坡坡度、沟底宽度和深度，为两断面间开挖提供样板，开挖中应经常检测边坡，目测三面（两侧坡面和沟底面）四线（开口线和底脚线各两条）的平直。

4.3 暗 管 工 程

4.3.3 人工开挖管沟时应自下游往上游、从集水管到吸水管的规定，有利于及时排除管沟内的集水，避免在泥水中铺设管道。一般应将耕作层和心土层的土壤分别放置在沟岸两侧各50cm以外，便于暗管和外包滤料的铺设作业，并适应回填要求。

4.3.4 管沟底部的宽度，应以文中规定为限，因据马斯墩公式，铺管部位的沟底愈宽，要求的管材抗压强度将愈大。

4.3.5 管道和外包滤料的铺设是暗管工程的关键，特对人工铺设作了规定。

1 由上游向下游铺设和封闭吸水管起始端的规定，是为了防止施工过程中发生泥土入管。吸水管出口段3m左右改用不透水管材，可防止水流从管壁渗出并绕过暗管口门浸蚀沟坡。

2 在泥水中作业，不但管道和外包滤料铺设困难，而且管道内极易发生不同程度的淤堵，严重影响施工质量和排水效果，应予严禁。

3 各节刚性管口应靠紧的规定，是为了限制企图通过增大接口缝隙以增大渗水入管能力的错误做法。因为人为增大接口缝隙不易准确控制，反易造成管节错位和泥土入管。

4 本款为设置滤料的一般规定，若沟底土壤无淤积倾向，则可无在沟底铺放。关于管道铺设验收的主要内容有：坡降符合设计规定，管道顺直和刚性管接口紧靠等。

4.3.6 回填管沟时应先回填心土，最后再回填耕层土壤，可保持表土肥力；而回填土略高于地面则可供沉实之需要。每条吸水管宜在无雨日内完成埋设，有利保证施工质量。

4.3.7 暗管铺设的施工机械有开沟铺管机和无沟铺管机，有的还具有激光控制纵坡的设备。若铺设管径较大的集水管时，宜采用挖掘机开沟、人工铺管。因此，应根据治理区的土质情况，设计采用的管材、管径和埋管深度，以及施工面积和经济条件等因素，选用适当的机型。购置这类机械时，应注意配购足够数量的易损件，以保施工作业的顺利进行。

1 采用丁字形视标杆控制纵坡时，视标杆上的标尺是驾驶员靠目视来控制挖深和纵坡的依据。因此，在开沟铺管机的行进前方应有两个以上经过量测而竖立的视标杆，驾驶员必须保持视准线和前方各视标杆上的标尺始终在一个平面上。

2 每条管道的铺设作业应自下游向上游连续一次完成，可使管内渗水及时排出，并避免开沟铺管机在停留期间发生沉陷位移，从而造成管道在该处错位（尤其是刚性管材），或泥沙在该处沉积形成堵塞。

水利标准文

3 由于开沟铺管机开挖的管沟较窄，回填时易发生土块卡堵而形成架空现象，应配合人工处理加以防止。

4.3.8 采用机械开挖、人工铺管时，多为铺设大口径承插式刚性管道，其接头扩口部位的基土必须清除，以保证管体平稳的放置在基土或垫层上，故规定沟管底部由人工施工。

4.4 鼠 道 工 程

4.4.1 我国生产的鼠道犁有绳索牵引式、悬挂直拖式和悬挂振动式三种类型，应根据当地条件和设计要求进行选购。

4.4.2 适宜的土壤含水率有利于鼠道施工和成型，若含水率偏低，则牵引力增大，机具也易损坏。

4.4.3 施工后的鼠道坡降通常与地面一致，因而平整田面可避免鼠道起伏不平，保证排水顺畅。

4.4.4 每条鼠道施工时，若中途起犁后再接续作业，将造成洞体错位。在洞口处理方面多采用与洞径一致、长度 1m 左右的不透水管材插接，并至少伸出沟坡坡面 10cm。

4.5 工 程 验 收

4.5.1 验收组织一般应由主管部门、管理单位和设计、质检部门及受益单位组成。工程施工中必须制定严格的检验制度，明确各项技术要求和职责。质量检验宜采用定期检查与随时抽查相结合，工程的重要部位和隐蔽部位应及时检验、严格把关。凡质量不合格的必须返工，对拒不执行者，检查人员有权向主管领导直至审批单位提出暂停施工。

5 管 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 我国排水系统的管理机构没有普遍设置，也很不健全，造成一些工程年久失修、老化失效，不能发挥排水作用。有的淤堵严重，以至成为积水沟或泡碱沟，因面必须根据各地具体情况，确定或建立管理组织。

管理经费是保证工程运行的经济支柱。由于排水工程的效益具有一定的社会公益性，因此，国家和各级政府应落实经费来源。

5.1.2 本条为农田排水工程管理的基本任务，必须全面考虑，统筹安排。

5.2 维 修 养 护

5.2.1 做好排水系统的维修养护是保证排水系统通畅，使工程系统处于安全完好和正常运用状态，充分发挥工程效益。

明沟内不得设障堵水，以确保排水通畅。由于自然淤积和生长杂草的情况多有发生，因而应视其淤堵阻水情况定期清理，一般要求干沟 3～5 年、支沟 2～3 年、斗农沟 1～2 年各

万方数据科技

清理一次，尤其对不稳定沟段应加强防护和维修工作。

暗管排水工程的一般淤堵可采用人工或机械冲淤清理。当暗管出流量明显减少或含沙量明显增大时，多为发生淤堵的征兆。通常可在高地下水位时，先关闭暗管口门，并降低集水沟水位，然后再快速开启暗管口门进行水力冲淤。若出流量很小甚至不出流时，在缺乏管道故障探测设备情况下，可沿管线一侧打几眼观测孔，分析地下水面线的变化规律，根据其反常现象，判断可能的淤堵部位后，再在其下游开挖一个检查坑，取出一节暗管，若有水流涌出，表明淤堵位置在其下游，否则在其上游。据此方法可确定出严重淤堵或损坏的管段，应进行清理或更换，并严格回填复原。各地尚可在实践中探求一些切实可行的检修方法。

5.3 运 行 管 理

5.3.3 不同类型地区的田间排水管理要求不同。根据我国情况，初步划分为稻作区、旱作区和井灌井排区三类。

1 稻作区水稻晒田和落干的主要作用分别是控制无效分蘖和有利收割。若遇阴雨天气，通过田间地下排水也可达到上述目的；若为晴天时，须注意避免因晒田过度而造成水稻生理缺水和伤害根系，或落干过早而影响籽粒饱满和产量。因此，应视气候和排水要求进行排水。水稻淹灌期在理论上应按适宜渗漏率进行排水控制，但因每年的气候和水稻生长情况不尽相同，所以尚应结合田间水管理要求进行排水。如干旱年应节制排水，丰水年应充分排水等。稻田施肥后应控制排水是为了防止肥料流失。据一些地方的经验，控制排水时间一般以3～4d为宜。

2 旱作区的地下水适宜埋深在涝渍地区为耐渍深度，盐碱地区通常为临界深度。灌溉、降雨后升高的地下水位降速要求，应根据本规范3.2.3和3.2.4中有关规定确定。在干旱季节通常宜关闭排水控制设施，使地下水位得到一定程度的抬高，以利抗旱保墒。但在盐碱化威胁地区，必须加强中耕松土和注意对地下水位的调控，严防土壤返盐而危害作物生长。

3 竖井调控地下水的适宜深度应根据防治涝渍和盐碱的要求确定，通常在旱季可多开采利用地下水进行灌溉，使雨季到来前有较大的降深，以利于汛期增加降雨入渗补给量，减少地面径流和预防涝渍灾害，以及增大土壤盐分的淋洗深度。据黄淮海平原资料，防涝蓄水深度宜采用4～6m，但汛前地下水的最低水位应在机泵吸程之内。

5.3.4 排水系统在正常运用情况下，只能治理设计标准条件下的涝渍、盐碱灾害，若发生超标准暴雨，往往需要改变正常运行方案，而根据当时的具体情况确定非常规运行方案，从而将涝灾损失及影响减至最小程度。在确定非常规运行方案时，仅考虑排涝是不够的，还应结合涝渍相伴或涝碱相随的自然特点，提出全面的减灾避灾措施，例如土壤盐分较重的农田，宜适当蓄水淋洗，既可减轻排涝任务，又有利于土壤改良；在涝水排除后，加速降低地下水位，则可防止涝后土壤返盐。

5.3.6 我国水资源紧缺，灌溉和排水管理机构应充分认识排水再利用的重要意义，并结合需要积极实施。初期可按第1款和第2款规定进行，随着情况的掌握和经验的积累，应执行第3款规定，逐步达到有计划、有安排、科学合理的进行排水再利用阶段。

5.4 效 果 监 测

5.4.1 排水工程的效果监测应是管理机构的一项重要任务。通过排水效果的监测，不但可以检验工程的建设质量、排水功能、排水标准和治理涝渍、盐碱的效果，而且可以逐步积累实践经验和实测资料，为改进和提高我国排水工程的建设和管理水平提供科学依据。

5.4.2 农田排水的重点工程和示范工程，因其建设质量较高，并具有一定的规模和代表性，故可视其为一个大型的排水试验场。结合管理运用进行效果监测，可以取得大量真实可靠的排水资料，不但能指导当地生产实践和有助推广应用，而且可进一步丰富和提高我国农田排水的科学技术水平。

云水帕科技

中华人民共和国水利水电行业标准

灌 溉 试 验 规 范

SL13—90

主编部门：水利部农村水利水土保持司
批准部门：水利部
施行日期：1990年 9 月 1 日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于发布《灌溉试验规范》的通知

水农水［1990］7号

各省、自治区、直辖市水利（水电）厅（局），各计划单列市水利（水电）局：

根据原水利电力部（84）水农灌字第20号文的要求，由武汉水利电力学院为主编单位编制的《灌溉试验规范》（以下简称“规范”），经审定，批准为水利水电行业标准，其名称与编号为《灌溉试验规范》SL13—90，并于一九九〇年九月一日起实施。原一九五六年颁发的《灌溉试验暂行规范》同时作废。现将“规范”及其条文说明一并发给你们，在实施过程中如有问题，请函告主编单位。“规范”由水利部农村水利水土保持司负责解析。

1990年5月7日

农业出版社

目　　次

第一章　总则…… 316
第二章　灌溉试验站网的建设…… 316
第三章　灌溉田间试验设计…… 317
第四章　作物需水量测定…… 319
第五章　灌溉制度试验…… 324
第六章　作物受旱试验及灌溉效益试验…… 327
第七章　灌水方法及灌水技术试验…… 329
第八章　土壤、作物、气象因素及水量、水深观测…… 331
第九章　试验资料的整理与分析…… 335
第十章　灌溉试验成果的应用与管理…… 337
附录一　灌溉试验中水稻、棉花生育性状调查…… 338
附加说明…… 340
条文说明…… 341

万水信息科技

第一章 总 则

第1.0.1条 为提高灌溉试验的科学技术水平，保证试验成果可靠、准确、实用、先进，特制定本规范。

第1.0.2条 本规范适用于以下四类试验：

1. 作物需水量观测试验。

2. 作物灌溉制度试验。

3. 作物受旱反应及灌溉效益试验。

4. 灌水方法及灌水技术试验。

第1.0.3条 对于不属于以上四类的试验研究项目，其中若有部分内容在本规范中规定了技术标准，则这部分内容应符合本规范要求。

第1.0.4条 确定灌溉试验课题或项目应符合以下条件：

1. 明确为促进灌溉农业的发展或水利工程的建设与管理服务。

2. 技术上具有先进性和实用性。

3. 在充分收集资料与调查研究基础上，掌握国内外已有的试验成果，避免不必要的重复。

4. 具备必要的技术力量、资金和设备条件。

第二章 灌溉试验站网的建设

第一节 灌溉试验站的布设

第2.1.1条 国家级的灌溉研究机构除开展本身的灌溉试验研究外，还应负责全国灌溉试验工作的技术指导，统筹安排和协调全国性的试验研究课题，组织全国性试验资料的整编、技术经验交流和试验人员的培训工作。

第2.1.2条 各地宜分两级布设灌溉试验站，即省（自治区、直辖市）辖中心站或重点站，以及地、市（县、大中型灌区）辖一般试验站。站网的位置应与自然地理、农业发展区划和行政区划相结合。

第2.1.3条 省（自治区、直辖市）辖中心试验站，应承担国家下达的试验任务，进行重点课题研究；在本省（自治区、直辖市）范围内，统筹安排灌溉试验计划，进行灌溉试验的技术指导，组织各试验站的资料整编及试验人员培训。

第2.1.4条 地、市（县、大中型灌区）辖灌溉试验站，除进行为长期累积资料的观测工作外，应针对本地生产中存在的主要问题开展灌溉试验研究，并可根据试验站的人力、设备条件，承担省级试验站下达的试验研究任务。

万水信息科技

第二节 灌溉试验站的建立

第 2.2.1 条 各级灌溉试验站根据试验研究任务的需要，必须配备一定的专业技术人员、专用的试验设施和列入计划的试验研究经费。

第 2.2.2 条 各级灌溉试验站的研究人员应具有水利、农学、土壤、农业气象等基础知识，应有中级以上技术人员负责技术领导工作。观测工人必须进行技术培训，经考核合格后录用。

第 2.2.3 条 灌溉试验站应根据其规模、任务，配置相应的土壤、作物、水分及气象观测仪器设备，并应具有气象观测场、实验室、资料室、办公室、仓库及生活设施。必须具有可靠的水源和电源。

第 2.2.4 条 各站都应有专用试验场地，包括试验区和气象观测场。在南方的地、市、县（或大中型灌区）辖站应有 10 亩以上的试验场地面积，中心站或重点站的面积宜适当增加。北方地区的试验站面积，一般应大于南方地区。

第 2.2.5 条 建立灌溉试验站时，应组织水利、农业等有关部门，根据试验任务和要求，深入细致地勘测、调查，作出多种方案比较，选定试验场地。

第 2.2.6 条 场地范围内的气象、地形、地貌、土壤、水文地质和农业生产等方面的条件，在当地应具有代表性。场地不宜靠近水库、大沟、大渠、河道、湖泊、铁路、公路、高大建筑物以及对试验有妨碍的工矿和污染源。试验田的周围如有房屋、围墙、树林等物体，则试验田与这些物体的距离必须大于物体高度的 5 倍。

第 2.2.7 条 各试区内的地面应是平坦的，土壤结构及其肥力应是均匀一致的；平整土地时不能扰乱原有土壤层次。试区必须具有可靠的水源、健全的灌排系统及其建筑物以及符合试验精度要求的量水设备。试区的道路网布置应满足生产、生活、田间管理和观测记载的需要。

第三章 灌溉田间试验设计

第一节 设计程序及设计书

第 3.1.1 条 开展灌溉田间试验前，必须提交设计任务书，经上级审批后，再编写试验设计书。

第 3.1.2 条 灌溉田间试验设计书宜包括以下几方面内容：

1. 试验课题。
2. 试验的时间。
3. 试验目的意义和预期效果。
4. 试验方案设计，主要是确定试验处理和重复。
5. 田间试区（小区或大区）规划设计，并附试区布置图。
6. 主要农业技术措施。

7. 试验观测和调查的项目。

8. 经费预算与必需的仪器、工具、材料计划。

9. 试验人员（包括工人）的分工和职责。

第二节 试验处理与重复

第 3.2.1 条 确定灌溉田间试验的处理应遵循的主要原则为：

1. 处理要有针对性。应根据试验要求解决的问题，选择若干主要对比因素，将其划分为几个水平，组合成对比处理。

2. 水平划分时要注意使不同水平之间的差异和处理数目应便于进行试验和成果分析。各因素的最高与最低水平以及各水平之间的差别应恰当选定，以利于探求试验成果的规律。

3. 应结合以往进行的试验和以后可能的发展，保持试验成果的连续性和系列性。

4. 对研究规律或探求各因素之间定量关系的试验，可安排恶劣状态或受害水平的处理。

第 3.2.2 条 在多因素试验的条件下，对于只有 2～3 个因素，且各因素只有 2～3 个水平的试验，宜采用全面试验法安排处理；因素数目或水平数目超过三个以上的试验，宜采用部分试验法（如正交试验法等）安排处理。

第 3.2.3 条 除了多点的大田示范性试验以外，灌溉田间试验都必须设备重复试区。小区试验不得少于 3 次重复，中间示范性试验不得少于 2 次重复。

第三节 试验小区规划

第 3.3.1 条 应根据试验场地总面积、土壤肥力分布状况，并结合试验的设计任务，统一规划试验小区。其中包括各项试验的试区布置，每个试区的小区排列，保护区、隔离区的布置，渠道、沟道及附属建筑物的布置。应绘出田间规划布置平面图。

第 3.3.2 条 在同一重复试区内，各个处理试验小区的形状、方向必须相同，面积必须相等。每个试区的面积应根据试验项目、作物种类、试验地总面积和土壤肥力差异程度以及处理数和重复数等因素来确定。对于作物需水量、灌溉制度、灌水方法和灌溉效益试验，低矮作物每个试验小区面积可采用 0.05～0.2 亩；植株高大的作物，小区面积可采用 0.2～0.5 亩。中间示范性试验每个试区的面积宜大于 0.5 亩。

灌水方法试验中若有喷灌，采用摇臂式喷头的试区面积宜为 0.5～1.0 亩；折射式喷头的试区面积宜为 0.1～0.2 亩。

第 3.3.3 条 试验小区采用矩形，长宽比可为 2～6。小区长边应顺着土壤差异的方向。

第 3.3.4 条 布设小区时应使同一重复试区内各小区（处理）之间的各种自然条件（土壤、地形、水文地质、前茬作物等）差异最小。

第 3.3.5 条 小区排列可用对比设计法或互比设计法。排列的顺序必须有利于消减土壤差异带来的误差，不应采用顺序排列，应采用随机排列。

第 3.3.6 条 整个试验区中与小区长边平行的两端应设保护区，每一保护区的面积（宽度）不宜小于小区面积（宽度）的一半。与小区短边方向平行的两端应设保护带，宽度宜为 1～2m。保护区中应安排与相邻小区同样的处理，保护带的处理应与所在的小区相同。保护区、保护带不计入试区面积。

对于旱作，当田埂防渗条件差时，应在每两小区之间设置1～2m宽的隔离带。喷灌试验各试区之间以及喷灌与其他灌水方法的试验区之间，必须设置隔离区，其宽度在用摇臂式喷头时宜为3～5m，用折射式喷头时宜为2～3m。隔离带及隔离区中种植与试验区内相同的作物，但不计入试区面积。

第3.3.7条 试验地区的灌溉渠道（管道）与排水沟道（管道）应分开布设。

第四章 作物需水量测定

第一节 一 般 规 定

第4.1.1条 作物需水量的测定是指测定作物棵间蒸发量与作物蒸腾量的总和。对于水稻田，还应测定田间渗漏量。

第4.1.2条 作物需水量的计量标准以水深表示，单位为mm；或用一定时段内的需水量日平均值表示，单位为mm/d。

第4.1.3条 逐日计算作物需水量时，其日界为北京时间8时整（夏时制为9时整）。作物需水量的观测时间和阶段需水量的统计、计算，都必须与日界的划分相一致。

第4.1.4条 逐日作物需水量观测的读数精度应不大于0.1mm，测定需水量的仪器、仪表、测具等的精度应符合此要求。

第4.1.5条 对于作物需水量测定，应同时进行常年观测的气象项目包括：气温、日最高温度、日最低温度，空气相对湿度、绝对湿度、饱和差，风速、风向，降雨量，日照时数，气压，辐射（有条件的站）和水面蒸发量。

第二节 测定作物需水量的设备

第4.2.1条 作物需水量可用蒸渗器（包括测坑和测筒）测定；只有地下水埋深大于2.5m（沙壤土）或3.5m（粘土、壤土）的旱田，可在试验小区中直接测定作物需水量。水稻田渗漏量可用蒸渗器和试验小区结合方法测定。

第4.2.2条 蒸渗器应达到下列技术标准：

1. 不漏水，导热性低，耐冻，结构牢固。

2. 形状规整：测筒应为圆形、正方形或矩形，测坑应为矩形或正方形。

3. 器内土壤表面积：测筒不宜小于0.36m^2；密播作物的测坑不宜小于4m^2，对宽行作物宜适当加大测坑面积，对于树木，宜于其中的树冠投影面积相等。

4. 对于测坑，坑壁在地面以上部分应是薄壁，壁顶总面积不应超过坑内土壤表面积的5%。

5. 蒸渗器内装土深度宜在0.8～2.0m范围内根据试验作物容根层深度确定。

6. 蒸渗器内土层下面应设滤层（由上至下为细沙、粗沙、碎石），厚20cm以上，滤层底部应设侧向排水管，管上应设可调节、控制、测定排水量的装置。

7. 向蒸渗器内灌水的设施，应能使器内土壤湿润均匀，能调节、控制、测定灌水量。

第 4.2.3 条 蒸渗器附近不应有影响气流正常运动的障碍物，蒸渗器周围应种植与器内同类的作物，其宽度应不小于 20m。

第 4.2.4 条 除年雨量小于 200mm 的干旱地区外，对于中心站和重点站，设置蒸渗器时，宜附设活动防雨棚，在降雨时使用。

第三节 旱作物需水量和地下水补给量的测定与计算

第 4.3.1 条 前、后两次测量作物需水量的间隔时间：用测筒观测需水量，应每天观测一次；用测坑观测时，应每十天观测一次。在灌水的前、后，降雨前、后（无防雨棚时），排水前、后，生育阶段转变以及试验开始（播种或栽种）和试验结束（收割、收获）时应加测。

第 4.3.2 条 一般条件下，可用取土法测定坑内和田测法试验小区中的土壤含水率；有条件的地方，宜采用先进的测定方法，如中子法、γ 射线法、电测法等。采用任何一种测定土壤含水率方法时，还宜配合使用张力计法。

第 4.3.3 条 用取土法测定测坑内土壤含水率时，每次宜在坑内选定 1 个测点，分层取土，从地表至土层底止，每隔 10～20cm 一层。前后两次取土点的距离宜为 40～50cm，每次取土后必须用土将取土孔回填密实。

第 4.3.4 条 田测法试验小区内的土壤含水率用取土法测定，每次应在小区内选定 2～3 个测点，取土层次和前后两次取土点的距离与第 4.3.3 条同，从地表起取土，至耗水层（蒸发蒸腾的土壤水分补给层）深度止。

第 4.3.5 条 田测法试验小区的面积宜为 0.1～0.2 亩，小区的边界应做隔水处理。小区内应设置测定灌、排水量以及地表径流量的设备。

第 4.3.6 条 在田测法试验小区内，应设置地下水位观测井，在需水量测定的期间内，应每天观测一次。

第 4.3.7 条 用称重式测筒测定作物需水量时，计算需水量的公式如式（4.3.7）：

$$ET_{1-2}=\frac{G_1-G_2+G_m+G_p-G_c}{S} \tag{4.3.7}$$

式中 ET_{1-2}——阶段需水量，mm；

G_1——时段开始时的土壤容器总重量，kg；

G_2——时段末时的土壤容器总重量，kg；

G_m——时段内向土壤容器内的灌水量，kg；

G_p——时段内落入土壤容器内的降雨量，kg；

G_c——时段内土壤容器中的土表及底层排水量之和，kg；

S——土壤容器内的水平截面积，m^2。

第 4.3.8 条 在测坑和田测法试验小区中利用测定土壤含水率来测定作物需水量时，需水量用式（4.3.8）计算：

$$ET_{1-2}=10\sum_{i=1}^{n}\gamma_i H_i(W_{i1}-W_{i2})+M+P+K-C \tag{4.3.8}$$

式中 ET_{1-2}——阶段需水量，mm；

i——土壤层次号数；

n——土壤层次总数目；

γ_i——第 i 层土壤干容重，g/cm³；

H_i——第 i 层土壤的厚度，cm；

W_{i1}——第 i 层土壤在时段始的含水率（干土重的百分率）；

W_{i2}——第 i 层土壤在时段末的含水率（干土重的百分率）；

M——时段内的灌水量，mm；

P——时段内的降雨量，mm；

K——时段内的地下水补给量，mm，用有底测坑条件下，$K=0$；

C——时段内的排水量（地表排水与下层排水之和），mm。

第 4.3.9 条 对于中心站或重点站，若针对地下水埋深小于 2.5m（沙土、沙壤土）或 3.5m（壤土、粘壤土、粘土）的旱作物农田进行作物需水量观测试验，应同时进行地下水补给量的观测。其计算单位与作物需水量者相同。

第 4.3.10 条 一般条件，可用间接法测定地下水补给量。方法是同时使用有底蒸渗器与无底蒸渗器（或观测小区），两者中的作物、土壤以及各时期内土壤含水率等条件相同。有底蒸渗器测出作物需水量，无底蒸渗器（或观测小区）测出作物需水量与地下水补给量之差，两者相减得地下水补给量。

第 4.3.11 条 对于专门进行的地下水补给量试验，宜用直接法。方法是在有底蒸渗器中根据试验要求确定地下水位，因蒸发蒸腾地下水位下降，向地下水位以下加水，以维持原有地下水位，所加的水量即为地下水补给量。

第四节 水稻需水量和渗漏量的测定与计算

第 4.4.1 条 对于水稻应采用蒸渗器与田测相结合的方法测定蒸发蒸腾量与渗漏量。用田测法测定蒸发蒸腾量与田间渗漏量之和，用蒸渗器测定蒸发蒸腾量，由前后二者之差算出渗漏量。

第 4.4.2 条 安置蒸渗器的小区和测定蒸发蒸腾量与渗漏量之和的田测小区应分别布设。每个小区的面积应为 0.1～0.2 亩，小区四周必须做不透水田埂。田测小区和蒸渗器均应设 3 次重复。

第 4.4.3 条 稻田有水层时，应每天（8 时）用水位计（测针）测定蒸渗器和小区中的水位一次，用容积法测定蒸渗器底排水量（渗漏量）一次；灌水和排水前后均应加测。

第 4.4.4 条 对于蒸渗器及试验小区，有水层时，测得每天水位后，用式（4.4.4-1）、（4.4.4-2）、（4.4.4-3）计算蒸发蒸腾量和渗漏量：

$$ET_d = h_1 - h_2 + m + p - f - c \qquad (4.4.4\text{-}1)$$

$$W_d = h'_1 - h'_2 - m' + p' - c' \qquad (4.4.4\text{-}2)$$

$$F_d = W_d - ET_d \qquad (4.4.4\text{-}3)$$

式中 ET_d——日蒸发蒸腾量；

W_d——日蒸发蒸腾量与田间渗漏量之和；

F_g——日渗漏量；

h_1——蒸渗器中第一日初的土面水位；

h_2——蒸渗器中第二日初的土面水位；

m——蒸渗器中第一日内的灌水量；

p——蒸渗器中第一日内的降雨量；

f——蒸渗器中第一日内土底排水量（渗漏量）；

c——蒸渗器中第一日内土面排水量；

h'_1——试验小区中第一日初田面水位；

h'_2——试验小区中第二日初田面水位；

m'——试验小区中第一日内灌水量；

p'——试验小区中第一日内降雨量；

c'——试验小区中第一日内排水量。

以上各因素的单位均为 mm。

第 4.4.5 条 无水层（落干）阶段的蒸发蒸腾和渗漏量可用以下方法确定：

1. 补水法。测定蒸渗器内的小区落干前水位、落干结束第一次灌水后的水位和灌水量，落干阶段的降雨量、排水量，用式（4.4.5-1）、（4.4.5-2）、（4.4.5-3）计算：

（1）蒸发蒸腾量

$$ET_g = h_{bg} - h_{ag} + C_g + P_g + m \tag{4.4.5-1}$$

式中 ET_g——落干阶段内蒸发蒸腾量；

h_{bg}——蒸渗器内落干前土面水层的水位；

h_{ag}——蒸渗器内落干结束第一次灌水后（达到水位稳定）土面水层的水位；

C_g——落干期间蒸渗器土壤容器内的土面和土底排水量之和；

P_g——落干期间的降雨量；

m——落干后向蒸渗量内第一次灌水的水量。

以上各项的单位均为 mm。

（2）蒸发蒸腾量与渗漏量之和

$$W_g = h'_{bg} - h'_{ag} - C'_g + P'_g + m' \tag{4.4.5-2}$$

式中 W_g——落干时段内蒸发蒸腾量和渗漏量之和；

h'_{bg}——落干前的小区田面水位；

h'_{ag}——落干结束第一次灌水后（达到水位稳定）小区田面水位；

C'_g——落干时段内（两次水位观测之间）小区的地面排水量；

P'_g——落干期间的降雨量；

m'——落干结束后小区内第一次灌水的水量。

以上各项的单位均为 mm。

（3）落干期间的田间渗漏量

$$F_g = W_g - ET'_g \tag{4.4.5-3}$$

式中 F_g——落干阶段内的田间渗漏量，mm。

万水信科技

2. 土壤含水率法。测定小区落干后第一次补水前的土壤含水率，据此计算落干阶段内小区水分消耗量（观测和计算方法与第 4.3.4 和第 4.3.8 条相同），为蒸发蒸腾量与渗漏量之和。

第 4.4.6 条 用水位计算得的蒸发蒸腾量及蒸发蒸腾量与渗漏量之和，需乘稻株体积修正系数。修正系数在蒸渗器中测定，每个生育阶段观测一次。

第五节 作物需水量试验成果的整理与分析

第 4.5.1 条 在作物需水量试验工作结束后，应将原始观测资料进行系统的整理。整理的成果应包括：

1. 需水量试验的基本条件，包括蒸渗器中及试验小区的灌溉、排水条件和农业措施；若安排了不同的处理，应列出各处理的情况。

2. 试验作物的生育期，生长发育和作物生理状态调查、观测以及考种测产的结果。

3. 分别按月、旬及作物生育阶段计算、统计的以下几个方面观测成果：

（1）气象（气温、水面蒸发、日照时数、风向风速、降水量、相对湿度或水汽压）。

（2）土壤含水率、土壤水分张力的最高最低值及平均值，水稻田面水层深度的最高、最低值及平均值。

（3）地下水埋深的最大、最小和平均值。

（4）旱作物蒸发蒸腾量的阶段总量及日平均值，地下水补给量的阶段总量及日平均值，地下水补给量占蒸发蒸腾量的百分比。

（5）水稻蒸发蒸腾量、稻田渗漏量及蒸发蒸腾与稻田渗漏量之和的各自阶段总量和日平均值。

第 4.5.2 条 对当年的作物需水量资料，可从以下方面分析：

1. 绘制蒸发蒸腾量的日平均值在全生育期的变化过程线，分析其变化规律。

2. 绘制稻田渗漏量的日平均值在全生育期的变化过程线。

3. 如有蒸发蒸腾量昼夜观测资料，宜针对不同的生育阶段和天气条件，绘制蒸发蒸腾量（mm/h）的昼夜变化过程线，分析其变化规律。

第 4.5.3 条 若在同一年内测定了不同处理（不同灌溉制度或不同农业措施）的需水量，宜根据该年资料用数理统计法分析以下关系：

1. 旱作物蒸发蒸腾量与土壤含水率的关系。

2. 水稻蒸发蒸腾量与稻田水分状况（水层、落干程度等）的关系。

3. 作物蒸发蒸腾量与叶面积指数、株高、作物产量的关系。

第 4.5.4 条 同一测站如具有五年以上的需水量试验成果，应进行一次多年资料整编和分析；以后每增加 5～10 年资料，应重新进行一次多年资料分析。多年需水量资料分析的主要内容包括：

1. 绘制作物全生育期蒸发蒸腾量的逐年变化过程线，分析与水文年度、气象因素的关系。

2. 分别以月、旬及作物生育阶段为时段，计算各时段的蒸发蒸腾量及稻田渗漏量的多年平均值，绘制多年平均和典型年的蒸发蒸腾量日平均值以及稻田渗漏量日平均在全生育期内变化过程线，分析变化规律。

水利电力出版社

3. 将历年的各阶段蒸发蒸腾量与同阶段的气象资料进行回归分析，探求蒸发蒸腾量与气象因素的关系。

4. 若用彭曼法计算参照作物蒸发蒸腾量，则应根据实测作物需水量资料，计算所观测需水量作物的逐月作物系数。

第五章 灌溉制度试验

第一节 一 般 规 定

第 5.1.1 条 作物灌溉制度试验的目的是探求作物省水、高产的灌水次数、每次灌水时间和灌水定额以及灌溉定额。

第 5.1.2 条 灌溉制度试验应以田间小区对比试验为主，结合进行大区对比试验和辅助性观测。

第 5.1.3 条 在各种处理的试验小区内，应观测以下各项资料：①土壤含水率或田间水层深度、地下水埋深及地下水补给量、每次灌水时间及灌水量，排水时间及排水量，作物蒸发蒸腾量，田间渗漏量；②与农田灌溉有关的土壤物理、化学性状和土壤肥力指标；③作物生育阶段日期、生长形态、生理特性及产量；④田间的气温、空气湿度、土温、水温。观测方法应符合第九章的要求。

第 5.1.4 条 灌溉制度试验应考虑当地的农业生产水平，并将当地已普遍采用的灌溉制度安排在处理之中，作为对照处理，用以衡量试验效果。

第 5.1.5 条 在试区范围内或邻近试区，应系统地观测气象资料，其项目与第 4.1.5 条相同。

第 5.1.6 条 开展用含盐水、肥水、污水等水源进行灌溉的灌溉制度试验时，必须化验灌溉水的水质，并应按水质的特性来设计相应的灌溉制度处理。试验中应考察水质对土壤性状和作物生理、生态、产量以及产品质量的影响。

第 5.1.7 条 开展灌溉制度试验时，宜与探求作物与土壤水分关系的试验相配合，进行作物适宜湿润层深度、适宜土壤含水率和适宜土壤水分吸力的试验。对于滴灌、微喷灌或木本作物的灌溉，还应进行适宜土壤湿润范围的试验。

第 5.1.8 条 结合灌溉制度试验，应开展有效降雨量的观测、统计和分析工作。

第二节 旱作物灌溉制度试验

第 5.2.1 条 旱作物灌溉制度试验应采用对比法，并按以下方式确定处理：

1. 固定灌水次数和每次灌水时期，采用不同的灌水定额。
2. 固定每次灌水时期及定额，采用不同的灌水次数。
3. 固定灌水次数和每次的灌水定额，采用不同的灌水时期。
4. 灌水次数、灌水时期与灌水定额均不固定。
5. 按不同土壤含水率下限标准，确定不同的灌溉制度。

灌溉排水技术

6. 根据作物的不同水分生理指标，确定不同的灌溉制度。

第 5.2.2 条 灌溉制度与采用的灌水方法关系密切，应针对所采用的灌水方法安排不同的灌溉制度处理；有条件时应进行灌溉制度与灌水方法的多因素试验。

第 5.2.3 条 应每隔 10 天在各小区测定土壤含水率一次，灌水前后，降雨前后和生育阶段转变时应加测。土壤层次明显的，应按层次测定土壤含水率；层次不明显的，宜从地表起至主要根系活动层止，每隔 10～20cm 观测一层。

第 5.2.4 条 在有盐碱成分的土地进行旱作物灌溉制度试验，应根据允许的土壤盐溶液浓度或土壤含盐量等指标确定灌水时间和灌水定额，并观测分析土壤溶液浓度或土壤含盐量的变化以及其对作物生理生态的影响。

第三节 水稻灌溉制度试验

第 5.3.1 条 水稻田本田的灌溉制度试验，应根据田间水分控制方式（淹水、湿润、落干、晒田等）、田面水层深度上下限、晒田和落干的次数、时间及程度等因素安排处理，进行对比试验，以确定适宜的水分控制方式，水层标准、晒田技术及相应的灌溉制度。

第 5.3.2 条 应在每天定时（8 时）观测田间水层，在灌水、排水前后应加测，读数精度应达到 0.1mm。

第 5.3.3 条 本田水层的上、下限和晒田程度按以下标准划分为不同类别：

1. 水层标准

湿润：0～20cm 土层内平均土壤含水率为饱和含水率的 90%至田面水层深度为 10mm；

浅水：田面水层深度为 10～60mm；

深水：田面水层深度大于 60mm。

2. 晒田标准

轻晒：晒田末时 0～20cm 土层内平均土壤含水率不低于饱和含水率的 75%。

重晒：此时该土层内平均土壤含水率低于饱和含水率的 [illegible]%。

第 5.3.4 条 泡田用水试验应探求省水、增产的泡田技术（泡田用水与耕、耙、耖田的配合方式等）和用水定额。试验中应测记泡田时间、用水定额、泡田技术以及泡田期间的降雨量、排水量、田面蒸发量和渗漏量。

第 5.3.5 条 秧田的灌溉制度试验，宜根据当地条件，选择 2～3 种育秧方法以及相应的灌溉制度，安排成不同的处理进行对比试验。

第四节 作物适宜湿润层深度及湿润区范围试验

第 5.4.1 条 对于适宜湿润层深度试验，应按照土壤、作物条件，针对所采用的灌水方法，参照当地实践中的先进灌溉制度，选定 2～4 种湿润层深度（用灌水定额来控制）作为处理，进行小区对比试验。

第 5.4.2 条 对第一处理，大田作物宜在全生育期内针对各个生育阶段安排不同的湿润层深度；木本植物，在幼龄期，根据生长特点，每年可安排 2～3 种湿润层深度，成龄期，只安排一种湿润层深度。

第 5.4.3 条 试验中应观测各次灌水时间，灌水定额，灌水前、后不同层次的土壤含水

水稻田科技

率(并判明有无深层渗漏量、地下水补给量),作物生长发育(包括根系生育)性状及产量。

第 5.4.4 条 对于木本作物的幼龄期、宽行大田作物或其他作物采用滴灌或微喷灌时,应开展适宜湿润区范围或宽度的试验。试验时,应以该植物主干为中心,安排不同的湿润范围,用小区对比试验法,确定适宜的湿润区范围。

第五节 适宜土壤含水率及适宜土壤水分吸力试验

第 5.5.1 条 本试验的目的,是探求旱作物各生长发育阶段内适宜的土壤含水率下限和适宜土壤水分吸力的范围。

第 5.5.2 条 应采用田间小区对比法试验。任何阶段,各处理土壤含水率的上限可全采用田间持水率;对于每个阶段,可以只针对土壤含水率下限安排 3~4 个水平,将全生育期各阶段的不同土壤含水率下限水平,组合成对比的处理。

第 5.5.3 条 应在每个试验小区内观测土壤含水率,其观测方法及要求同第 6.2.3 条。

第 5.5.4 条 对于适宜土壤水分吸力试验,宜在每个试验小区内,定位观测土壤水分吸力。对于每一测位,宜至少在计划湿润层上部及下部各安设一支土壤水分张力计,测定其土壤水分吸力,并据此计算计划湿润层的平均土壤水分吸力。观测土壤水分吸力的时间与观测土壤含水率的时间相同。

第 5.5.5 条 对作物及土壤性状方面的调查与观测项目同第 5.1.3 条。

第 5.5.6 条 除干旱地区外,在适宜土壤含水率及适宜土壤水分吸力试验的试区,应设置可移动的防雨设施,以控制设计处理中所确定的土壤含水率及土壤水分吸力。

第六节 有效降雨量的测定

第 5.6.1 条 进行灌溉制度试验时应测定和计算有效降雨量。对于旱地,它指保存在根系吸水层内以及降雨过程中蒸发蒸腾消耗掉的雨水;对于水稻田,指蓄存在根系吸水层内、田面上以及降雨过程中蒸发蒸腾和渗漏消耗掉的雨水。

第 5.6.2 条 每次降雨的有效雨量可以用以下方法确定:

1. 测定降雨前后旱作物根系吸水层内土壤含水率或水田水层深度,用式(5.6.2-1)、(5.6.2-2)计算:

旱田:
$$P_e = 10\gamma \cdot H(W_2 - W_1) + (ET_d - K_t) \cdot t \tag{5.6.2-1}$$

水田:
$$P_e = h_2 - h_1 + (ET_d + F_d) \cdot t \tag{5.6.2-2}$$

式中 P_e——有效雨量,mm;

γ——土壤干容重,g/cm³;

H——根系吸水层深度,cm;

t——前后两次测定土壤含水率或水层深度相隔的时间,d;

ET_d——t 时间内的日平均蒸发蒸腾量,mm/d;

K_t——t 时间内旱田日平均地下水补给量,mm/d;

F_d——t 时间内水稻田日平均渗漏量,mm/d;

W_2、W_1——降雨后、降雨前测得的土壤含水率(干土重百分比);

h_2、h_1——降雨后、降雨前测得的稻田水层深度,mm。

2. 通过测定降雨产生的地表径流量及深层渗漏量用式(5.6.2-3)计算旱田的有效降雨量。

$$P_e = P - S - F \qquad (5.6.2\text{-}3)$$

式中 P_e——有效降雨量；

P——降雨量；

S——地表径流量；

F——深层渗漏量。

各因素单位均为 mm。

地表径流量宜用地表径流池测定、深层渗漏量宜用称重或其他高灵敏度蒸渗器测定。

第 5.6.3 条 一个时段内的有效雨量，可根据农田水量平衡原理，用式(5.6.3-1)、式(5.6.3-2)算出。

对于旱作农田：$$P_e = ET - K - M - (W_1 - W_2) \qquad (5.6.3\text{-}1)$$

对于水稻田：$$P_e = ET + F - M - (h_1 - h_2) \qquad (5.6.3\text{-}2)$$

式中 P_e——计算时段内有效雨量；

ET——计算时段内蒸发蒸腾量；

K——计算时段内旱田地下水补给量；

F——计算时段内水稻田渗漏量；

M——计算时段内灌溉定额；

W_1、W_2——计算时段开始、结束时根系吸水层内土壤储水量；

h_1、h_2——计算时段开始、结束时稻田田面水层深度。

各因素均以 mm 为单位。

第 5.6.4 条 应根据已经取得的有效雨量资料算出降雨有效利用系数（有效降雨量与降雨量之比），并探求降雨有效利用系数与各种影响因素的关系和变化规律，提出不同条件下降雨有效利用系数的参考值。

水利科技

第六章 作物受旱试验及灌溉效益试验

第一节 作 物 受 旱 试 验

第 6.1.1 条 作物受旱试验的目的，是探求作物在不同时期缺水以及不同的缺水程度对生长发育及产量的影响，为确定优化灌溉制度和进行作物灌溉经济效益分析提供基本依据。干旱、半干旱和灌溉水源不足地区的中心站、重点站应开展这项试验。

第 6.1.2 条 采用对比试验法进行此试验。一般条件下，应在测坑（有底或无底）或小区中试验；地下水埋深小于 3m 时，必须在有底测坑中试验。处理数较多（10 个处理以上）时，宜用大型测筒试验，但其观测成果必须有 3 个以上测坑（或小区）观测成果的检验、校核和修正。测坑和测筒应设置活动的防雨设施。

第 6.1.3 条 宜参照作物的生育阶段，将全生育期等分为 4～6 个时段。试验时，应针对作物对水分比较敏感的时段和当地易于受旱的时段，用不同的灌水次数、灌水定额控制

成不同的土壤含水率下限（上限为田间持水率），据此形成3～4种缺水水平，将不同阶段的各种缺水水平组合成试验处理；同时，应安排任何阶段均不缺水和关键用水期（需水临界期）不缺水的处理作为对照。各处理安排3次以上重复。

第6.1.4条 针对各处理各重复的试验小区，应观测以下项目：

1. 各时段的灌水次数、日期、定额、土壤含水率。
2. 各时段作物生长发育性状，重要的水分生理指标，产量。
3. 土壤、气象、农田小气候及有关因素。

第6.1.5条 应根据第6.1.4条所列各项的观测成果，分析不同的缺水时期、缺水程度对作物生长发育及产量的影响，确定不同时期以及全生育期缺水率与作物减产率的定量关系。

第二节 作物灌溉效益试验

第6.2.1条 作物灌溉效益试验的目的，是通过试验取得合理灌溉与不灌溉相比所增加的作物产量成果，为计算灌溉效益提供依据。

第6.2.2条 一般灌溉试验站（点），可采用直接对比试验法，即选取合理灌溉与不灌溉作为相互对比的处理，两处理的土壤、农业技术措施等应相同，取得的成果是在当年气象与农业技术条件下因灌溉而增加的产量。对于中心试验站或重点试验站，应开展不同农业水平的灌溉增产率试验，以探明灌溉与农业各自的增产作用。

第6.2.3条 为确定不同农业技术水平下的灌溉增产率以及灌溉效益与农业效益分摊系数，宜安排以下四种处理，并按式（6.2.3-1）～式（6.2.3-4）进行计算。

1. 一般水平农业技术措施，不灌溉。
2. 一般水平农业技术措施，合理灌溉。
3. 高水平农业技术措施，不灌溉。
4. 高水平农业技术措施，合理灌溉。

$$\Delta C_{yl}=\frac{y_2-y_1}{y_1}\times 100\% \tag{6.2.3-1}$$

$$\Delta C_{yh}=\frac{y_4-y_3}{y_3}\times 100\% \tag{6.2.3-2}$$

$$k_w=\frac{(y_2-y_1)+(y_4-y_3)}{2(y_4-y_1)} \tag{6.2.3-3}$$

$$k_a=\frac{(y_3-y_1)+(y_4-y_2)}{2(y_4-y_1)} \tag{6.2.3-4}$$

式中 ΔC_{yl}、ΔC_{yh} ——一般水平农业技术措施、高水平农业技术措施条件下的灌溉增产百分率；

k_w、k_a——灌溉效益、农业效益的分摊系数；

y_1、y_2、y_3、y_4——相应于上述四种处理的作物产量、取相同单位。

第6.2.4条 为取得不同水文年度的以及多年平均的灌溉效益成果，重点试验站、中心试验站宜开展灌溉效益模拟试验。试验中应选择4～6年典型年，模拟其降水或农田水分条件。可采用坑测法或筒测法进行试验。测坑、测筒应符合第6.1.2条的要求。

第6.2.5条 有条件的重点或中心试验站，可采用降水量（或农田获得水量）模拟试验，利用喷灌（或其他加水方法）模拟各典型年天然降水（或农田获得水量）的情况，并

万方数据科技

应针对每一模拟的典型年条件，按第6.2.3条中要求安排处理。

第6.2.6条 无条件开展降水量（或农田获得水量）模拟试验的试验站，可进行农田水分模拟试验。应按照第6.1.3条要求安排试验处理，取得各处理的作物产量；在分析、计算中，可选择3～5个典型年，根据其降水及作物需水量资料，确定各典型年不灌溉条件下的农田水分情况，与试验处理的农田水分情况相比，判明各处理所相应的典型年，取得其灌溉效益成果。

第七章 灌水方法及灌水技术试验

第一节 灌水方法试验

第7.1.1条 开展灌水方法试验的目的是：根据当地的具体条件，探求作物的省水、高产灌水方法。试验应采用小区或大区对比试验法。

第7.1.2条 灌水方法对比试验的主要指标是：灌水均匀度，水的利用率，能量、材料及劳力的消耗，劳动生产率，作物产量、品质以及灌溉经济效益。试验时，应及时观测和统计各项资料，作为对比分析的依据。

第7.1.3条 各试区应测定土壤含水率。测定的时间参见第5.2.3条，测定的位置和测点数：对于喷灌试区，若为固定式喷灌，可选1～2个喷头，以喷头为中心，选定两条相互垂直的测线，在每条测线上选3～5个有代表性的测点；若为移动式喷灌，可在一个试区内选5～7个有代表性的测点。对于其他灌水方法，可在每个试区内沿水流方向布设两条测线，在每条测线的上、中、下游各选3～5个测点。在每个测点处，从地表起，每隔10～20cm，分层测定土壤含水率，至计划湿润层深度止。

第7.1.4条 为提高田间水的利用率和灌水劳动生产率，有条件的试验站可试验研究新的灌水方法、灌水工具、灌水机械以及灌水量的测控仪器等。

第二节 畦灌灌水技术试验

第7.2.1条 畦灌技术试验的目的是针对一定的土质、灌水定额，确定合理的灌水技术要素（畦田纵坡、畦长、入畦单宽流量、放水时间、改水成数等）及这些要素之间的最佳组合。

评价畦灌技术的主要指标是：灌水后全畦土壤的湿润均匀度，灌溉水的利用率，灌水的工作效率，水流对田面的冲刷程度，作物的生长发育状况和产量。在试验时应对这些指标及时进行观测、记录和分析。

第7.2.2条 畦灌技术试验宜在试验站内选择具有代表性的地块上进行，或直接在大田中选择试验地块。试验地块应具有良好的灌排条件和控制及量水设备，并按要求进行土地平整，做好畦埂。

第7.2.3条 试验中应准时测记放水流量和时间、沿畦长方向不同时间的水流推进长度；灌水停止后观察水流对畦田土壤的冲刷状况和对作物的损伤状况。

水利电力出版社

第 7.2.4 条 应在灌水前和灌水一天后测定畦田土壤含水率的分布状况。畦田土壤含水率测点应沿畦长与畦宽方向均匀分布，能够可靠地反映畦田中土壤含水率分布情况。对于每个测点，应从地面起至计划湿润层深度(或 1m)止，每隔 10～20cm 分层测定土壤含水率。

第 7.2.5 条 在试验过程中，宜按第 7.2.4 条规定的测线、测点要求，测记水流到达各测线断面测点位置的时间。

第 7.2.6 条 应根据观测资料，统计分析不同单宽流量下水流推进长度与时间的关系，绘制水流推进曲线；绘制各处理的畦田纵横断面土壤湿润等值线图；分析各个处理的灌水均匀度和其他因素。最后，综合分析、对比每个处理的各种主要技术指标，确定各种具体条件下畦灌灌水技术要素的最佳组合。

第 7.2.7 条 在灌区范围内，若有多种土壤和地面坡度，可选择相应的典型地块，进行不同土壤、纵坡条件下的畦灌灌水技术要素试验。最后将各种条件下的灌水技术要素合理组合方式整理、绘制成各种图表，以供生产上应用。

第三节 沟灌灌水技术试验

第 7.3.1 条 沟灌灌水技术试验应包括：

1. 灌水沟类型、断面型式与灌水方式试验。
2. 沟灌灌水技术要素试验。
3. 沟距试验。

上述试验均宜采用对比试验法，可分项进行或几个项目结合在一起试验。每个处理应重复 2～3 次。

第 7.3.2 条 在灌水沟类型、断面型式与灌水方式试验中，根据当地具体条件（地形、土壤、作物种类等），可安排多种对比试验处理，如宽浅沟与窄深沟，沟沟灌水与隔沟灌水，细流沟灌与常流量沟灌等。

第 7.3.3 条 在沟灌灌水技术要素试验中，应通过对比试验，探求一定土质、沟道纵坡和灌水定额下的沟长、放水流量（相应的放水时间或改水成数）的最佳组合；或探求灌水定额、沟的纵坡、沟长、放水流量、放水时间或改水成数之间的相互关系，以求各种条件下的最佳组合。

第 7.3.4 条 评价沟灌灌水技术要素的主要指标以及资料的整理分析方法与畦灌技术试验的规定相同。

第 7.3.5 条 在沟距试验中，除应针对不同试验处理测定 7.1.2 条中所述指标外，还应测定沟底及两沟之间的土壤湿润范围，绘制渗水稳定后的沟灌土壤湿润图，以便确定灌水技术要素与沟距之间的合理组合。

第四节 格田灌水技术试验

第 7.4.1 条 水稻采用格田淹灌时，其灌水技术试验应包括秧田和本田的灌水技术试验，格田之间的排灌方式（串灌串排与分厢灌排）、田间沟渠布置和格田进水、排水建筑物等试验。

第 7.4.2 条 秧田和本田的格田灌水技术试验应与灌溉制度试验结合进行，可参见第

万水电科技

六章第三节。其试验方法，宜根据当地生产实践要求，采取小区对比试验法或小区对比与大田调查相结合的方法。

第 7.4.3 条 衡量格田灌水技术的指标是水稻生长发育和产量，灌溉定额，灌溉及其他农事用工量，灌排沟渠及田埂占地面积等。应对每个试区测记这些指标，并通过综合分析这些指标成果确定合理的灌水技术。

第 7.4.4 条 为了节约灌溉用水，可以结合水稻新品种，开展无水层（保持一定的土壤湿度）或长期无水层与短期淹水相结合的栽培与灌溉的试验。

第五节 喷灌灌水技术试验

第 7.5.1 条 喷灌灌水技术试验的主要目的是针对一定的土壤、作物、地形和喷灌设备等条件，探求适宜的喷灌强度及喷头的合理布置。可采用田间对比试验方法。

第 7.5.2 条 试验中所选取的灌水技术参数应按照 GBJ85—85《喷灌工程技术规范》第三章中的要求与方法进行统计计算，并应符合该规范所规定的标准。

第 7.5.3 条 试验中还应观测土壤含水率，地表径流，土壤冲刷、板结和作物损伤状况，风向，风速，喷灌工作压力，漏喷面积，作物生长发育状况和产量等。

第六节 滴灌灌水技术试验

第 7.6.1 条 滴灌灌水技术试验一般应包括以下几项试验：

1. 毛管布置方式、形式和规格试验；
2. 毛管上的滴头间距试验；
3. 滴头工作水头与出流量试验；
4. 防止滴头堵塞措施的试验。

第 7.6.2 条 毛管布置方式（固定式、移动式）、布置形式（单行、双行、绕树环状）、布置规格（毛管与作物或果树的距离）、滴头的间距、工作压力等因素均相互有关，宜根据当地的实际条件，开展单因素或多因素对比试验。

第 7.6.3 条 试验中应测定灌溉水质，并针对每个试验小区，测定土壤湿润深度、范围，湿润均匀程度，田间灌水量，田间水的利用率，土壤盐分分布（盐碱化土壤），作物生长发育状况及产量。

第 7.6.4 条 合理的毛管布置、滴头间距、工作压力以及流量均与滴灌的灌溉制度有关，应将滴灌灌水技术试验与滴灌灌溉制度试验结合进行。

第八章 土壤、作物、气象因素及水量、水深观测

第一节 土壤理化性质测定

第 8.1.1 条 各级灌溉试验站均应了解试验地的土壤剖面主要性状及基本的土壤理化

水利电力出版社

性质；对于中心和重点试验站，应测定的项目及各项宜采用的测定方法如下：

1. 土壤容重和土粒容重：按剖面发生层次分层取土测定，取土样深度旱地不宜小于1m、水田不宜小于30cm。测容重采用环刀法，测土粒容重采用比重瓶法。

2. 土壤孔隙度及空气容量：用以下方法计算：

$$\varepsilon_t = \left(1 - \frac{\gamma}{\gamma_c}\right) \times 100\% \tag{8.1.1-1}$$

$$\varepsilon_n = \gamma W_c / \gamma_w \tag{8.1.1-2}$$

$$\varepsilon_c = \gamma (W_{max} - W_c) / \gamma_w \tag{8.1.1-3}$$

$$\varepsilon_a = \varepsilon_t - \varepsilon_n - \varepsilon_c \tag{8.1.1-4}$$

$$V_a = \varepsilon_t - \theta \tag{8.1.1-5}$$

式中 ε_t、ε_n、ε_c、ε_a——分别为土壤的总孔隙度、无效孔隙度、毛管孔隙度、通气孔隙度，均以占土壤体积的百分数表示；

V_a——空气容量，以占土壤体积的百分数表示；

γ、γ_c、γ_w——分别为土壤干容重、土粒容重和水的容重；

W_c、W_{max}——凋萎系数和田间持水率，以占干土重的百分数表示；

θ——土壤含水率，以占土壤体积的百分数表示。

3. 土壤机械组成（质地）：用比重计法或比重计速测法测定，取土样的深度与测定土壤容重相同。

4. 土壤有机质和土壤养分：只测定耕层土壤。有机质测定用 $K_2Cr_2O_7$ 容量法。应进行养分测定的项目和各项目宜采用的测定方法如下：

（1）全氮：凯氏法。

（2）水解性氮：碱解扩散法。

（3）铵态氮（水田）：先用2molKCl浸提法，再从蒸馏法、比色法、氨电极法中选用一种。

（4）硝态氮（旱地）：酚二磺酸比色法。

（5）全磷：酸溶—钼锑抗比色法或碱溶—钼锑抗比色法。

（6）有效磷：石灰性土壤0.5mol $NaHCO_3$ 浸提—钼锑抗比色法；酸性土壤0.03mol NH_4F—0.025mol HCl浸提—钼锑抗比色法。

（7）全钾：NaOH熔融—火焰光度计法。

（8）速效钾：1mol NH_4OAc 浸提—火焰光度计法，无火焰光度计设备时可用1mol $NaNO_3$ 浸提—四苯硼钠比色法。

土壤pH值：只测定耕层土壤。室内测定用电位法；室外测定用永久色阶比色法。

第8.1.2条 对水田和排水不良的旱地，应根据试验需要测定土壤的氧化还原电位（Eh值），用铂电极法测定。

第8.1.3条 对排水不良的旱地和有渍害的稻田，应根据试验需要测定土壤还原性物质，测定项目及宜采用的方法如下：

1. 还原性物质总量：$Al_2(SO_4)_3$ 浸提—$K_2Cr_2O_7$ 滴定法。

2. 活性还原物质：$Al_2(SO_4)_3$ 浸提—$KMnO_4$ 滴定法。

水资源科技

3. 水溶性亚铁：邻菲啰啉比色法。

4. 二价锰：$Al_2(SO_4)_3$ 浸提—MnO_4 比色法。

5. 交换性亚铁：$BaCl_2$- $Ba(OAc)_2$ 浸提— 邻菲啰啉比色法。

第 8.1.4 条 对含有过多水溶性盐分的盐渍地，应根据试验需要，取土测定土壤中水溶性盐分，宜测定的项目及采用方法如下：

1. 全盐量：重量法或电导法。

2. 碳酸根和重碳酸根离子：双指示剂中和法。

3. 氯离子：硝酸银滴定法。

4. 硫酸根离子：EDTA 间接滴定法。

5. 钙和镁离子：EDTA 络合滴定法。

6. 钠和钾离子：用差减法算出，或用火焰光度法测定。

第二节 土壤水分特性测定

第 8.2.1 条 应根据各种试验（第四章～第七章）的不同要求测定土壤含水率。采用取土法时，每个测点应取 2～3 个样本重复测定，取算术平均值，计算结果记一位小数，一个点上各重复土样测定的含水率差值应不大于 1%（重量比）。

第 8.2.2 条 任何灌溉试验站均应测定、掌握灌溉试验场地土壤的基本水分参数。对于中心和重点试验站，应测定的项目及宜采用的测定方法如下：

1. 土壤最大吸湿水量（吸湿系数）：10%H_2SO_4 溶液测定法。

2. 凋萎系数：植物生长法。

3. 田间持水率：田间用围框淹灌法，室内用威尔科克斯法。

4. 土壤毛管断裂含水率：在灵敏度高的蒸渗器中测定。方法是测定蒸渗器中不同时刻的土壤蒸发率，绘制土壤蒸发过程线图，蒸发速率突然减小的转折点处土壤含水率，即为毛管断裂含水率。

5. 土壤毛管水上升高度：只针对地下水埋深小于 3～3.5m 地方进行观测，从风干土壤剖面墙壁法、整段标本法、毛管仪法、土壤水分分布曲线图法中选用一种方法测定；有条件时宜同时采用其中两种方法，分析比较两法所测结果后确定。

第 8.2.3 条 对于中心站或重点站，宜在旱作物试验小区中设置土壤水分张力计，观测土壤水分吸力。安置张力计前，应对张力计进行检验和率定，取得各埋设点的土壤水分特征曲线，试验中取得土壤水分吸力及土壤含水率两种数据。有条件的试验站，还宜用中子法、γ 射线法或电阻法观测土壤水分动态变化。

第 8.2.4 条 对于地面灌水方法的灌水技术试验，可作有压渗吸速度变化过程测定，方法宜采用双环法；对于喷灌、微灌和渗灌等方法的灌水技术试验，可作无压渗吸速度变化过程测定，方法宜用双环或单环法。可通过分析测定成果，确定所测土地渗吸速度变化过程的经验公式。

第 8.2.5 条 对于易受渍害的农田，应测定土壤水中溶解氧的含量，方法宜采用碘量法或溶氧仪法。采取水样时，水样不得与大气接触，所采的水样，必须在当天分析完毕。

第三节 作物生育状况及耕作栽培管理观测记载

第 8.3.1 条 灌溉试验中作物生育阶段的划分，除特殊情况外，应以有 10%的植株出现某一阶段的特有形态特征之日为该阶段的开始日期，下一阶段开始日期的前一天为本阶段的结束日期。两种作物生育阶段的划分示例可参见附录一。每一处理应至少在其中的一个小区内选两个有代表性的固定观察点来观察作物生育阶段的日期。窄行种植作物，每一观测点上选一行中的连续 5～10 丛作物（两端插好标记）进行观察；宽行种植作物选一行中的连续 5～10 株作物进行观察。平时每 5 日观察一次，临近生育阶段转变期每 1～3 天观察一次。

第 8.3.2 条 作物生育动态观测、考种项目以及其记载标准因作物而异，附录一中列出了两种作物，可供参考。

第 8.3.3 条 中心站和重点试验站开展灌溉制度、作物需水量、灌溉效益试验时，应根据需要测定作物水分生理状况，宜测定的项目及采用方法如下：

1. 叶水势：小液流法，植物水势测定仪法或热电偶法。

2. 细胞液浓度：用手持糖量计或阿贝折射仪测定。

3. 气孔开度：一般项目可用甘醇和异丁醇混合液浸润法测定气孔的相对开度（开度的等级），重点项目用显微镜测微尺观测气孔的开度。

4. 蒸腾强度：快速称重法测定。

5. 植物含水率与饱和亏。

第 8.3.4 条 应及时记载各试验田的耕作栽培管理情况，内容包括：试验田的前作，原土壤肥力情况，耕地日期、方法和深度，表土耕作情况，施底肥及追肥的种类、数量和方法，株（穴）行距，每穴苗数，中耕除草时间和方法，病虫害和其他灾害出现时期、防治次数、方法和效果，其他特殊措施。

第四节 气象与田间小气候观测

第 8.4.1 条 除第 8.4.2 条中所指情况外，灌溉试验站都应建立气象观测场。气象观测场的基本要求及场内仪表安装布置，应符合中央气象局编制的《地面气象观测规范》。

第 8.4.2 条 只有全部符合以下条件，灌溉试验站才不设气象场，而借用邻近气象站资料。

1. 邻近有县级以上气象站，该气象站与试验站距离在 5km 以内。

2. 邻近气象站与试验站的气象及自然地理条件基本一致。

3. 邻近气象站与试验站之间无山丘和开阔的水面。

4. 在邻近气象站中增设 E601 型水面蒸发器，同时观测 20cm 口径小型蒸发器及 E601 型蒸发器的水面蒸发量。

第 8.4.3 条 中心或重点试验站气象场的观测项目与县气象站者相同；一般试验站气象场必须观测的项目为：干、湿球温度，最高、最低温度，风向，风速，水面蒸发，降雨量，日照。灌溉试验站的气象场，除设置 20cm 口径小型蒸发器外，还应设置 E601 型蒸发器，同时观测此两种蒸发器的水面蒸发量。

第 8.4.4 条 灌溉试验站内气象场的常规观测时间（北京标准时间）为 8 时、14 时、20

万水灌溉科技

时，日界为8时。观测操作、记载表格、仪器调定及维修检验均按中央气象局颁发的《地面气象观测规范》执行。

第8.4.5条 灌溉试验站还应在试验区内设置雨量器和水面蒸发器(E601型)，在试验阶段观测试区降雨量及水面蒸发量。

第8.4.6条 若根据作物灌溉试验要求进行田间小气候观测，应观测的项目及其标准如下：

1. 地面以上20cm处、作物高度的2/3处（若两者高差不超过10cm，只观测前者）、作物冠顶层、地面以上1.5m处（若两者高差不超过10cm，只观测后者）的气温、空气湿度。

2. 地面以上1.5m处（若作物高度不小于1.5m，则取冠顶层处）的风向、风速。

3. 旱地的地表、地面以下5、10、15、20cm处土温；水田1/2水深处的水温和田面处的泥温。

第8.4.7条 灌溉试验站应观测记载无霜期（包括始霜期和终霜期），寒潮和大风、暴雨、冰雹等灾害性天气发生的时间、强度及危害程度；北方应观测冻土深度。

第五节 灌溉、排水水量及稻田水深观测

第8.5.1条 测定试验小区、大田或测坑中的灌溉、排水水量的方法与设备，应根据灌排水量的多少、试验所要求的量水精度进行选择，宜采用量水堰、水表或容积法量水。

第8.5.2条 所选用的任何一种量水设备均需进行率定，其量水精度必须符合试验的要求。各种量水设备的安装、使用、管理、保养应符合有关的量水工作手册、规范及产品说明书的要求。

第8.5.3条 采用水表量水时，必须检验试验中量测最小流量时的精度，此时的精度也应符合试验的要求。

第8.5.4条 水稻试区和测坑的水层深度应采用微测针或电测针测定，所测水深的误差应小于0.1mm。可采用携带式测针，测针的针座不得发生沉陷或位移。在水稻全生育期中，应每隔1个月左右校核测针针座的高程以及田面基准高1次，晒田结束补水后和落干结束补水后也应校核。

第九章 试验资料的整理与分析

第一节 一 般 规 定

第9.1.1条 各种观测资料都必需进行整理，而后再进行分析。对比试验的成果必须进行差异显著性检验。

第9.1.2条 各试验站应负责本站观测、试验成果的整理、分析、汇编，以及试验报告和试验总结的编写工作。一个站连续多年进行的观测试验项目，应由本站进行多年资料的整编、分析和汇编。一个省（自治区、直辖市）内两个以上站进行的同类观测试验项目，应进行多站资料的综合整理、分析和汇编，此项工作应由省（自治区、直辖市）主管灌溉

试验的单位组织有关试验站共同完成。

第 9.1.3 条 试验的观测记录必须由观测者签名；整理、分析、汇编的成果，必须相应由整理者、分析计算者、汇编者以及项目负责人签名。

第 9.1.4 条 在试验资料的整理分析过程中，除完成本课题的要求以外，还应注意总结观测试验工作的经验，发现问题，改进工作，提高试验水平。

第二节 资料的整理

第 9.2.1 条 每项试验的原始资料应分科目进行整理。科目可参考以下方式划分，即试验的基本情况，农田水分及灌排情况，土壤理化性状，作物生长发育状况、生理状况、考种测产、气象及农田小气候等。

第 9.2.2 条 长时期定期连续观测的资料，如农田水分状况、作物需水量、气象与农田小气候资料等，应按日历法（年、月、旬）进行统计整理，并按试验要求划分的阶段（如作物生育阶段或等分法划分的时段等）进行统计。

第 9.2.3 条 在整理资料时，必须认真查阅、核对原始的观测数据，对明显不符合实际情况和漏测资料必须寻找原因，实事求是地加以分析处理，以保证资料的可靠性。如资料的单位标准不统一或不符合试验要求，必须进行换算和修订。

第 9.2.4 条 对于重复的对比试验，必须先对每个处理的每一重复的资料进行校核、审查，然后再以处理为单元计算其平均值。

第 9.2.5 条 严禁随意更改、剔除任何原始观测记录。在整理过程中，如发现有疑问的原始资料，应采用以下办法处理：

1. 由于自然灾害、观测方法错误、观测仪器发生故障或有较大误差等原因造成的错误资料，应予删除。

2. 明显不合理又未找出原因的资料，在分析资料时可酌不采用。

3. 资料合理，但发现观测方法或设备可能有问题的，可暂时取用或设法修正。

4. 在一组资料中，如果缺测或错误的超过三分之一，或是关键性资料缺测或有错误，则这一组的资料全部作废。

5. 用直观方法不能判断的资料，可借助数理统计法判断。

采用上述办法处理的资料，应加标记，并附说明。

第 9.2.6 条 经过整理的资料，应分项列成表格或绘成图表。一种因素的系列数值，应计算出平均值、标准差及变异系数。

第三节 资料的分析

第 9.3.1 条 对于田间对比试验的结果，必须进行显著性检验，针对不同条件，可分别采用以下检验方法：

1. 只有两个处理：t 检验法或方差分析法（F 检验法）。

2. 三个及三个以上处理：方差分析法，并用最小显著差数法或最小显著极差法进行多重比较。

第 9.3.2 条 采用方差分析法或其他方法使用 F 分布表时，应采用下列标准判别试验

万水电子科技

的效果：

$F_a < F_{0.1}$	无效果
$F_{0.05} > F_a \geqslant F_{0.1}$	有一定效果
$F_{0.01} > F_a \geqslant F_{0.05}$	有显著效果
$F_a \geqslant F_{0.01}$	有高度显著效果

以上，F_a 为因素均方差与误差均方差的比值；$F_{0.1}$、$F_{0.05}$与$F_{0.01}$为 F 分布表中相应于 $a=0.1$、$a=0.05$ 与 $a=0.01$ 的临界值，均根据试验中的因素自由度 f 与误差自由度 f_2 查出。

第 9.3.3 条 采用相关分析或回归分析法分析资料以探求经验公式时，应对求得的公式进行显著性检验，并确定其适用范围。

第四节 资 料 的 汇 编

第 9.4.1 条 在一个试验站内，对连续多年观测试验的项目，当积累 5～10 年的观测资料后，应进行多年资料的整理汇编；以后每增加 5～10 年的资料，应再重新整理汇编一次。在单站资料汇编的基础上，应按省（市、自治区）或流域进行多点多年资料的汇编。

第 9.4.2 条 汇编的成果，除应包括各站各年整编的基本内容外，还应对主要资料在年际间和地域上的变化规律进行分析研究。

第 9.4.3 条 为了保证汇编成果的质量，在汇编时，必须对各站、各年的整编资料再进行一次复查。汇编工作的技术负责人应对汇编成果的质量承担责任。

第 9.4.4 条 汇编成果应及时刊印，刊布成果中必须写明取用资料的站名、年份、参加汇编的工作人员和技术负责人。

第十章 灌溉试验成果的应用与管理

第一节 试 验 成 果 的 应 用

第 10.1.1 条 灌溉试验研究成果应按照国家有关规定进行鉴定或评审。

已通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果，本单位应及时登记，并按国家有关奖励条例申报奖励或按《中华人民共和国专利法》申请专利。

第 10.1.2 条 通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果，应在一定范围或区域内进行中间试验或生产示范，经过实践检验，证明对科学技术和生产发展有作用或有经济效益、社会效益的，才可推广应用。

第 10.1.3 条 通过鉴定或评审的灌溉试验研究成果，原课题或项目主持人和试验人员应积极编写技术材料，进行宣传，并在技术上协助和指导推广应用工作。

第二节 观测试验资料的管理

第 10.2.1 条 灌溉试验研究资料的科技档案材料包括：

1. 站址基本情况的资料以及所在地区的自然条件、农业生产和社会经济状况资料。

水利水电科技

2. 试验场地的规划、设计、施工和改建改善的资料和图纸。

3. 历年各项灌溉试验的调查、观测原始记录以及计算手稿、草图、实物标本照片、录像带、幻灯片等。

4. 历年各项灌溉试验研究的依据性文件（试验的开题报告、研究计划、任务书、委托书、协议书、合同、论证报告、审批报告、上级指标和专家意见等）、中间性文件（年度试验报告、阶段试验报告或小结等）以及成果性文件（课题试验总结、论文、成果申报书、成果鉴定书或评审意见书等）。

5. 灌溉试验研究仪器和设备清单。

6. 其他（试验产品及其说明书、出版物、学术活动和赴外地考查报告等）。

第 10.2.2 条 灌溉试验研究的科技档案必须实行统一管理，有专人负责。灌溉试验研究的科技档案材料的形成、积累、整理和归档应遵照国家有关规定执行。

第 10.2.3 条 牵涉到国家机密的试验研究资料，必须按照《中华人民共和国保密法》的要求管理与使用。

第 10.2.4 条 对灌溉试验研究档案材料的要求是：

1. 除原始记录允许用铅笔记载外，其余文字材料必须用钢笔书写，不准用铅笔、圆珠笔或复写纸书写；纸张规格应统一，各种图像应工整、清晰，时间、地点、作者、数据资料等应书写齐全、真实可靠。

2. 各类原始资料应装订成册，但不得用金属物件装订。

3. 两年以内试验课题的材料，应在课题完成后归档。两年以上试验课题的材料，除在课题全部完成后归档外，并应在试验过程中分阶段归档。

4. 应将试验原始资料归档 1 份，其复制品归档 1～2 份。

水利电力出版社

附录一 灌溉试验中水稻、棉花生育性状调查

一、水 稻

（一）生育阶段的划分

1. 苗期 即秧田期，实际播种到栽秧的时期。

2. 返青期 栽秧到全区有 10%植株的新生分蘖叶尖露出叶鞘（分蘖始期）。

3. 分蘖前期 分蘖始期到有 80%植株的新生分蘖露出叶鞘。

4. 分蘖后期 有 80%的植株出现新生分蘖到有 10%的植株开始拔节（即拔节始期，其植株基部茎节间伸长到一定程度：早稻 1cm 以上，晚稻 2cm 以上）。

5. 拔节孕穗期 拔节始期到有 10%植株的稻穗抽出剑叶（抽穗始期）。

6. 抽穗开花期 抽穗始期到有 10%植株的稻穗中部籽粒进入乳熟（籽粒内容物充满颖壳，呈乳浆状，此时为乳熟始期）。

7. 乳熟期 乳熟始期到有 10%植株的稻穗中部籽粒进入黄熟（籽粒内容物浓结，呈蜡状，此时为黄熟始期）。

8. 黄熟期　黄熟始期到有80%植株的谷粒变黄。

9. 本田全生育期　从栽秧到成熟收割的时期。

（二）生育动态考查

1. 基本苗　水稻返青后成活的稻苗数（有分蘖的应包括分蘖苗）。

2. 分蘖　通过定点观测每丛苗数，考察分蘖增减动态和最高分蘖数。开始分蘖时每隔5天测一次，临近分蘖高峰期至抽穗期每隔2～3天测一次。

3. 株高　抽穗前为土面至每丛最高叶尖的高度，抽穗后为土面至最高穗顶（不连芒）的高度。

4. 叶龄指数　某生育期的出叶数占主茎总叶片数之百分比。

5. 叶面积指数，农田中叶面总面积与本农田面积之比。

6. 干物重　应分别测定地上植株、根系及总干物重。

7. 根系性状　包括发根数目（茎基部分蘖节处发根的数目）、根的分布以及根量（单丛根的体积、鲜重与干重）。

8. 长相　在各主要生育阶段内，用田间定丛照相测定。

（三）考种

1. 穗长　穗节至穗尖（不连芒）的长度。

2. 有效穗数　每穗结实粒数在5粒以上的稻穗数（被病、虫危害造成的白穗亦作有效穗计算）。

3. 每穗粒数　包括实粒、空瘪粒（谷粒完全未灌浆的为空粒，灌浆充实程度不到三分之二的为瘪粒）和已脱落的粒数。

4. 千粒重　两次随机所取晒干扬净谷粒各1000粒的平均重量，换算成标准含水率（13%～14%）的千粒重，两次重量之差不得大于3%。

5. 产量

（1）理论产量：按每亩有效穗数、每穗实粒数和千粒重计算出的产量；

（2）实际产量：单打单收晒干扬净的稻谷产量。

6. 谷草比例　稻谷和稻草干重之比。

二、棉　花

（一）生育阶段的划分

1. 发芽出苗期　从播种到有80%的幼苗平展出两片子叶（齐苗期）的时期。

2. 苗期　齐苗期到有10%的棉株出现长达3mm三角形幼蕾（现蕾始期）。

3. 蕾期　现蕾始期到有10%的棉株出现第一朵花（开花始期）。

4. 花龄期　开花始期到有10%的棉株开始吐絮（吐絮始期）。

5. 吐絮期　吐絮始期到拔杆。

6. 全生育期　从播种到拔杆的时期。

（二）生育动态考查

1. 株数。

2. 株高　自子叶节至顶部第一片展开叶片的高度。

农业出科技

3. 其他　叶面积指数、干物重、根系性状、植株长相的考查标准可参考水稻。

4. 蕾铃脱落及结铃情况　未开花而脱落的为落蕾，开花后脱落的为落铃。各种百分率的计算方法如下：

$$落蕾率=\frac{落蕾数}{现蕾总数}\times 100\%$$

$$落铃率=\frac{落铃数}{开花总数}\times 100\%$$

$$蕾铃脱落率=\frac{蕾铃脱落总数}{现蕾总数}\times 100\%$$

$$结铃率=\frac{结铃总数}{现蕾总数}\times 100\%$$

5. 三桃考查　包括三种棉桃的桃数及其所占百分率。7月15日以前成龄的为伏前桃，7月15日至8月15日成铃的为伏桃，8月15日至9月15日成铃的为秋桃。

（三）考种

1. 单铃重　吐絮盛期时的平均单铃重（g）。

2. 霜前花百分率　霜前花（降霜前和霜后1～2天内所收）的籽棉重量占总收花籽棉重量的百分数。

3. 僵瓣花百分率　僵瓣花（棉铃开裂后棉絮结团而不松开的棉花）的重量占总收花重量的百分率。

4. 产量。

（1）籽棉产量：籽棉（包括霜前花和霜后花）晒干后的重量。

（2）皮棉产量：籽棉轧花后的皮棉（棉纤维）重量。

5. 衣分　皮棉重占籽棉重的百分比。

6. 纤维长度　用左右分梳法将棉桃纤维分开，其中部长度即是纤维长度。

附加说明

主编单位：武汉水利电力学院
参编单位：西北农业大学
江苏省昆山农田水利研究所
上海市排灌公司
广西壮族自治区水利工程管理局
河北农业大学
河北省灌溉中心试验站
主要起草人：许志方　茆　智　林性粹　周钟瑜
黄伟强　秦德刚　李国章　黎庆淮
张增圻　李远华　李会昌

万水电子科技

中华人民共和国水利水电行业标准

灌 溉 试 验 规 范

SL13--90

条 文 说 明

三水帕科技

中华人民共和国水利部

关于发布《灌溉试验规范》的通知

水农水［1990］7号

各省、自治区、直辖市水利（水电）厅（局），各计划单列市水利（水电）局：

根据原水利电力部（84）水农灌字第20号文的要求，由武汉水利电力学院为主编单位编制的《灌溉试验规范》（以下简称“规范”），经审定，批准为水利水电行业标准，其名称与编号为《灌溉试验规范》SL13—90，并于一九九〇年九月一日起实施。原一九五六年颁发的《灌溉试验暂行规范》同时作废。现将“规范”及其条文说明一并发给你们，在实施过程中如有问题，请函告主编单位。“规范”由水利部农村水利水土保持司负责解释。

1990年5月7日

万方数据科技

目　　次

第一章　总　则…… 344
第二章　灌溉试验站网的建设…… 344
第三章　灌溉田间试验设计…… 345
第四章　作物需水量测定…… 346
第五章　灌溉制度试验…… 347
第六章　作物受旱试验及灌溉效益试验…… 347
第七章　灌水方法及灌水技术试验…… 348
第八章　土壤、作物、气象因素及水量、水深观测…… 348
第九章　试验资料的整理与分析…… 349
第十章　灌溉试验成果的应用与管理…… 350

万水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 对灌溉试验的最基本要求，是试验成果可靠、准确、实用、先进。自 20 世纪 50 年代中期起，我国各省（直辖市、自治区）陆续建立灌溉试验站，至今灌溉试验已开展 30 多年，在农业灌溉实践中发挥了巨大作用。但是，以往试验中的最主要问题是许多站在试验的可靠性、准确性、实用性和先进性四个方面不符合要求，从而影响到试验质量。本规范系围绕使试验符合上述四性而确定技术标准，以确保试验成果的质量。

第 1.0.2 条和第 1.0.3 条 灌溉试验的项目很多，但以往我国各地主要开展以下三类试验：

1. 作物需水量观测试验。
2. 作物灌溉制度试验。
3. 作物灌水方法及灌水技术试验。

20 世纪 80 年代以来，由于生产实践的需要，不少试验站又开展了作物受旱反应及灌溉效益试验。故本规范系针对第 1.0.2 条中所述四类试验而制定，适用于此四类试验。其他方面的试验，各地只是零星地开展了一些，它涉及的内容很广泛，各处的试验目的和要求差别很大，宜另作规定，不包括在本规范之中。

水利部于 1956 年编制并颁布过《灌溉试验暂行规范》，本规范是根据 30 多年来执行该暂行规范的经验，并吸取国内外先进经验，根据 20 世纪 80 年代以来新的情况，对《暂行规范》进行修改和补充而编制的，是灌溉试验的全国统一技术标准。各类试验的仪器设备、操作方法和计算方法等，在符合本规范的前提下，可因地制宜确定。本规范颁布后，停止执行《灌溉试验暂行规范》，但将另编出《灌溉试验技术手册》，作为确定仪器设备、观测操作方法和分析计算方法（以满足本规范要求）的参考。

第二章 灌溉试验站网的建设

第 2.1.1 条和第 2.1.2 条 至 20 世纪 80 年代中期，全国已建有灌溉试验站 400 余处，与 20 世纪 50 年代相比，有了很大的发展。这些站目前分别隶属于灌区管理局（处）和县、市、省（自治区）的水利部门以及省（自治区、直辖市）和部属的科研单位与院校。近几年来，恢复和新建了一批省（自治区）属中心试验站或重点站，它们协调了一个省（自治区）内的试验项目，统一了试验和资料整编的方法，提高了试验与资料管理的质量。因此，一个省（自治区、直辖市）内，建立省（区、市）级和市（地、县、大型灌区）级的两级灌溉试验站网，才能适应当前和以后的灌溉试验工作，才有利用提高试验的质量。

第 2.2.2 条 灌溉试验是水利与农业综合性试验研究工作，牵涉到水利、农学、土壤、

农业气象四方面的观测试验内容，要保证试验的质量，各级灌溉试验站的研究人员均应具有上述四方面的基础知识。灌溉试验是严密的科技工作，原始观测的数据是否可靠是决定试验质量的关键，故观测工人必须进行培训，经考试合格后录用。

第 2.2.4 条 过去各地灌溉试验站的试验土地有两种情况：国家调拨的或购买的专用试验土地；向生产队租用的试验土地。目前，随着农村经济体制改变，难于租用农民土地，在农民承包地上作试验也难于保证试验质量。因此，试验站必须有专用的试验土地。

据调查，北方各站试验地面积较大，如陕西省为 23～151 亩，河北省为 10.5～60 亩，甘肃省为 12.4～150 亩，河南省平均为 55 亩；南方的面积较小，如湖南省为 8～18.8 亩，四川省为 17～22.5 亩，福建省为 10 亩左右。本规范规定在南方一个试验站最少应有 10 亩土地面积，北方的更大些，这是有条件达到的。此外，每个试验小区的面积一般为 0.1 亩左右（见本规范第 3.3.2 条），若一项对比试验采用 4 个处理、3 次重复，则需 12 个小区，约 1.2 亩面积，加上保护区、隔离区用地和沟道、渠道、道路占地，每一项目的试区总面积约为 2 亩，气象观测场、田间实验设施等，约需用地 2 亩，故从同时可开展 3～4 个项目的试验出发，每站亦有必要拥有 10 亩专用的试验土地。对于省（自治区、直辖市）级试验站、试验项目较多的试验站以及当地土地资源条件较好的试验站，可增加试验地面积。

试验用的土地不包括试验站办公、生活用地。

第 2.2.6 条 中央气象局颁发的《地面气象观测规范》中规定气象观测场边缘与四周成排障碍物的距离至少是障碍物高度的 10 倍以上，目的是保证气流通畅，避免受到阻风、遮阴等特殊的微气象条件影响，使观测成果有代表性。对于灌溉试验，同样应考虑避免这些影响。但根据各地试验站的实践，上述距离大于障碍物 5 倍后对试验成果影响不显著。根据对部分试验站的调查，试验田与障碍物的距离，远不达到对气象场要求的标准，一般只达障碍物高度的 2～7 倍，如江西省为 2～3 倍，四川省为 2～5 倍，陕西省为 4 倍左右，黑龙江省为 7 倍左右，湖南省仅为 1.4 倍。因此，根据保证观测成果有代表性的要求以及土地面积方面的可能性，本规范规定为大于障碍物高度的 5 倍。

第三章 灌溉田间试验设计

第 3.1.1 条 我国各地试验站现有的灌溉田间试验设计书，其内容差别较大，有统一的必要，本条目中所提出的试验设计书内容，比较全面、系统，可作为确定设计书内容的依据。

第 3.2.2 条 与农业栽培、育种等方面的试验相比较，灌溉试验的小区面积较大，故在试验场地面积有限的条件下，小区数目不能太多。所以，当试验因素与所划分的水平数目超过 3 时，不宜采用全面试验法。

第 3.2.3 条 设置重复是一切对比试验的基本要求，这样才能消减试验中的误差。数理统计的理论及试验的实践证明，设置 3 次以上的重复，才能发现误差、有效地消减误差和检验成果的可靠性。

第 3.3.2 条 本条中所规定的小区面积，是经过全国 28 个省（市、自治区）灌溉科技人员的代表讨论（1986 年内全国分四片讨论）而确定的。主要依据是：①从消减土壤肥力差异造成的误差出发，本条规定的小区面积已足够大；②为满足测定土壤含水率的取土与观测作物生育性状的取样要求，小区面积不宜小于本条中的规定标准；③从节省占地和试验中农事操作工作出发，小区面积不宜大于本条标准；④我国各灌溉试验站的小区面积，基本上都在本条规定的范围以内，实践已表明此标准比较合适。

第 3.3.3 条、第 3.3.4 条和第 3.3.5 条 各条中的规定，主要是为了消减各处理之间小区土壤肥力不均和其他自然条件差异带来的误差。

第 3.3.6 条 设置保护区与保护带，是为了消除最靠边小区与边行作物的特殊生育环境的影响（边际影响）。设置隔离区，对地面灌溉试区，是为了消减小区之间水分旁渗的影响；对于喷灌试区，是为了消除喷洒水分越界的影响，并作为小气候变化的过渡地带。农业试验及灌溉试验的实践表明，本条中所规定的保护区、保护带和隔离区的标准已能起到消除各种“边际影响”的作用。

第 3.3.7 条 只有设置专用的、灌排分开的两套系统，才能保证灌溉及时、排水自如；否则，会因灌溉不及时而影响试验的正常进行或因灌、排水量混淆而影响成果的质量。

第四章 作物需水量测定

第 4.1.2 条 计算与应用作物需水量，经常会用到降雨量、水面蒸发量资料，气象与水文方面的规定是后两者以 mm 为单位，故需水量也以 mm 为单位为宜，这样于观测、计算与应用需水量均较方便。

第 4.1.3 条 气象站统计气象因素的日界（计算一整日各项气象参数的起止时间）为 20 时整，但本条规定作物需水量统计的日界为 8 时，原因是：①20 时天黑，不便于观测需水量；②各级气象站也均在 8 时进行一次各种气象因素的观测，以 8 时为日界，也能应用各气象站的资料；③我国各地灌溉试验站历年都以 8 时为日界，均已习惯并感到方便。

第 4.1.4 条 此精度要求可在使用常规的观测设备与方法（如用游标水位测针观测水位，用取土法测定土壤含水率）时亦能达到。

第 4.1.5 条 观测这些气象因素的原因：①作物需水量与这些气象因素有关；②各县级气象站均对这些项目进行观测。

第 4.2.1 条 地下水埋深大于 2.5m（沙壤土）或 3.5m（粘土、壤土）的旱田，地下水对作物蒸发蒸腾的补给量很小，可以忽略，故可在试验小区中直接测定作物需水量。

第 4.2.2 条和第 4.2.3 条 所规定的技术标准，是联合国粮农组织提出的（见《Lysimeters》，FAO，1982，Rome），经过全国各地代表的讨论，认为在我国为保证作物需水量观测成果的质量，亦应符合此标准。

第 4.2.4 条 年雨量小于 200mm 的地区，降雨的利用率一般为 100%，故不必设置防雨棚。

万水帕科技

第 4.3.1 条 条文中规定在降雨前、后加测土壤含水率。对于雨前观测，是从天气预报或观察天气变化趋势中，预计即将降雨时进行加测。

第 4.3.2 条 根据土壤水分能态观点，土壤水分吸力直接影响土壤水分运动以及作物生长发育，它与作物生育以及需水量的关系比土壤含水率与作物生育以及需水量的关系更为密切，故采用任何一种测定土壤含水率方法时，还宜配合使用张力计法。

第 4.3.3 条至第 4.3.6 条 所规定的方法与标准，均是我国多数灌溉试验站以往及目前采用的，按此也能满足观测需水量的精度要求。

第 4.3.9 条 在地下水埋深较浅的条件下，地下水补给量成为确定灌溉制度以及防治盐渍化措施的重要参数，其量又随土质、地下水埋深、作物以及气候条件有较大变化，故应观测地下水补给量。

第 4.4.1 条 原《灌溉试验暂行规范》中规定用无底测筒或无底测坑观测稻田蒸腾量与渗漏量之和，但由于这些设备观测值与田间实际出入较大，代表性较差，故现改为用试验小区代替无底测筒或无底测坑，即用蒸渗器与田测相结合的方法。

第 4.5.1 条 为便于与水文、气象资料相结合进行统计、分析、计算，以及便于在水资源与灌溉工程的规划、设计与管理中应用，需水量应按月、旬统计；为便于与作物生育性状结合以指导合理灌溉，又应按作物生育阶段统计。故本条要求同时分别按此两种时段统计需水量及其他有关观测成果。

第五章 灌溉制度试验

第 5.1.7 条和第 5.1.8 条 作物适宜湿润层深度，适宜土壤含水率，适宜土壤水分吸力，滴灌、微灌或木本作物的适宜土壤湿润范围以及有效降雨量，均是影响灌溉制度的主要因素或基本参数，故开展灌溉制度试验时，宜与之相配合，进行这些因素的观测试验。

第 5.2.3 条 见第 4.3.3 条至第 4.3.6 条的条文说明。

第 5.3.3 条 本条所提的水层与晒田标准，是在过去标准（水利电力部农田水利司，《灌溉试验方法》，1982 年，第 44 页）的基础上，经过 6 年的实践，加以修改而成的。

第 5.5.1 条 按土壤水分的能态观点，直接影响作物根系吸水和作物生长发育的主要是土壤水分吸力，故为了进行合理灌溉，应做适宜土壤水分吸力的试验。

第六章 作物受旱试验及灌溉效益试验

第 6.1.1 条 我国近年来水资源紧张的问题日益严重，许多地方不能像过去那样进行充分灌溉（丰产型灌溉），而要发展不充分灌溉（节水型灌溉）。在节水型灌溉的条件下，作物有不同程度的受旱。为了确定节水型灌溉条件下的经济、合理灌溉制度，必须了解作物

万水值科技

在不同阶段和不同程度受旱对生长发育与产量的影响，为解决此问题，需要开展作物受旱试验，或作物水分亏缺试验。

近十几年来，国际上较广泛地开展了这种试验，我国过去很少开展，1956年的《灌溉试验暂行规范》中无此试验，近六七年来，陆续有些站进行此试验。国内外的试验表明，这种试验的成果对于发展节水灌溉与优化灌溉有很高的实用价值，故本规范增加了受旱试验的内容。

第6.2.1条 过去，我国在灌溉事业的发展中对经济效益不够重视，很少开展灌溉效益试验研究。1956年的原规范中无此试验内容。随着经济体制改革和对水利实行讲究经济效益的方针，灌溉效益是多少、如何分析计算灌溉效益等将是当前及今后各地的重要实际问题。开展灌溉效益试验，能够较可靠地解决这些问题，故本规范中增加了这方面内容。

第6.2.3条 计算k_w[式(6.2.3-3)]的假定条件，是灌区由一般水平农业技术逐渐发展到高水平农业技术，即用一般水平农业技术条件下灌溉效益与高水平农业技术条件下灌溉效益的算术平均值代表综合的灌溉效益。故：

$$k_w=\frac{\left|\frac{y_2-y_1}{2}\right|+\left|\frac{y_1-y_3}{2}\right|}{|y_1-y_3|}=\frac{(y_2-y_1)+(y_1-y_3)}{2(y_1-y_3)}$$

第七章 灌水方法及灌水技术试验

第7.1.3条和第7.2.4条 测线数、测点数及其位置，是根据中国农科院农田灌溉研究所、西北农业大学和几处华北、西北的灌溉试验站在北方开展灌水方法、灌水技术试验的做法，以及武汉水利电力学院在海南岛开展这种试验的作法而确定的。这些单位的实践表明，按此标准施测，能符合成果的精度要求，并有利于进行成果分析。

第7.4.4条 水稻的“旱栽培”，即无水或长期无水层与短期灌水结合的灌溉方式，可以较大幅度的节水，于增产也有利。近年来北方与南方已有一些站开展了这种灌溉方式的试验研究，有些地区已在较大面积上推广。今后节水的问题将日益重要，将陆续有更多的试验站开展这种灌溉方法的试验研究。

第八章 土壤、作物、气象因素及水量、水深观测

第8.1.1条至第8.1.4条 所列的均是反映土壤基本特性的项目，所提出的适宜测定方法，是各种方法中操作比较简便和结果比较可靠、准确的方法。主要的文献依据为：①《土壤理化分析》，中国科学院南京土壤研究所编，上海科技出版社，1983年；②《土壤农业化学常规分析方法》，中国土壤学会农业化学专业委员会编，科学出版社，1983年。

灌溉排水技术

第 8.2.1 条 按本条要求进行才能消减取土样中引起的误差，使土壤含水率观测造成的作物需水量、灌水定额等误差小于 2%～3%。

第 8.2.2 条和第 8.2.5 条 所提出的是常规的、较简便和准确可靠的方法，主要文献依据为：①《土壤物理性质测定法》，中国科学院南京土壤研究所土壤物理研究室编，科学出版社，1978 年；②《土壤物理及土壤改良研究方法》，刘孝义编著，上海科技出版社，1982 年；③《土壤学与农作学》，黎庆淮主编，水利电力出版社，1986 年。

第 8.2.3 条 见第 5.5.1 条的说明。

第 8.2.4 条 规定适宜的方法为双环法，是依据 1956 年的灌溉试验暂行规范以及多年来我国各地实际应用的经验而确定的。

第 8.3.1 条 农业科学试验中，多以有 50%的植株出现某些形态特征的日期代表某生育期的日期，同时以 10%和 80%的植株出现某些形态特征的日期为该生育期的始期和盛期。灌溉试验中有实用意义的是掌握各生育阶段的起止日期，而不是某一代表日期。每种作物的各个生育期多有一定的前后“重叠性”，而在灌溉实践上不同阶段的日期既不能重叠也不能间断，故采用 10%的植株出现某一阶段的形态特征之日期（农业上的阶段始期）至有 10%的植株出现了下一阶段特征日期作为某一生育阶段的起止日期。这样，既与农业上的划分相符，也便于灌溉中采用。

第 8.3.3 条 所列的是最能反映植株水分合理特性的项目，所提出的适宜观测方法，是常规、简便和符合精度要求的方法。

第 8.4.2 条、第 8.4.3 条和第 8.4.4 条 ①同时符合第 1、第 2 和第 3 点的要求，才能使气象站与灌溉试验站的气象条件一致；②水面蒸发量不是气象站观测的主要因素，故气象站中只要求用 20cm 口径小型蒸发皿观测；但是灌溉试验中，水面蒸发量是一项十分重要的因素，要求的精度高，20cm 口径蒸发皿的观测值误差大，不符合灌溉试验中的要求，因此要增设 E601 型蒸发皿，观测此皿的水面蒸发量。

第 8.5.3 条 各种水表在测定小流量时的相对误差大，而在灌溉中，经常需要测定很小的流量，如测定测坑中的渗漏量，滴灌、微喷灌的灌水量等，且要求流量测定成果的精度高，故必须检验水表在测量小流量时的精度。

第九章 试验资料的整理与分析

第 9.2.3 条至第 9.2.5 条 过去，我国灌溉试验的主要问题之一，是不少站的试验成果可靠性差，甚至存在一些错误的成果。产生此问题的主要原因之一，是对原始资料的核对和审查不认真、不严格、无标准、无制度，或是核对的方法不正确。这些条目中的要求，是为了解决以上问题、保证原始资料的正确、可靠而规定的。

第 9.3.1 条 过去，我国有些站所开展的灌溉田间对比试验，得出一些错误或虚假的结论；或者，不同时期或不同地点的相同试验，得到相反或相互矛盾的结论。其主要原因之一是未进行处理间指标差异性检验。故本条中规定必须进行这种检验，并推荐两种理论

上较完备又便于实用的检验方法。

第 9.3.2 条 本条所规定的标准，是衡量各类农业对比试验（产量作为一项主要的试验指标）效果的统一标准，灌溉田间对比试验也不例外。根据我国绝大多数站的实践，此标准能够确切地反映试验效果，只要正确地进行试验，此标准也是可以达到的。

第十章 灌溉试验成果的应用与管理

第 10.1.1 条、第 10.1.2 条、第 10.2.1 条、第 10.2.2 条和第 10.2.4 条 主要的依据为：①《中华人民共和国科学技术委员会关于科学技术研究成果管理的规定》（试行），1984 年 2 月；②《中华人民共和国科学技术档案工作条例》，1980 年 12 月；③《农牧渔业科学技术档案管理试行办法》，1984 年 4 月；④《农牧渔业部关于农牧渔业科学技术研究成果管理的规定》（试行），1985 年 4 月。

农业出版社

中华人民共和国行业标准

农田排水试验规范

Standard of land drainage test

SL109—95

主编单位：武汉水利电力大学
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1996年4月1日

万方值柏科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《农田排水试验规范》SL109—95的通知

水科技〔1995〕488号

根据我部1993年水利水电技术标准制定、修订计划，由农村水利司主持，以武汉水利电力大学为主编单位制定的《农田排水试验规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：《农田排水试验规范》SL109—95。

本标准自1996年4月1日起实施。

在实施过程中，各单位应注意总结经验。如有问题请函告农村水利司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

附件：1. 农田排水试验规范

2.《农田排水试验规范》条文说明

1995年12月7日

农水和科技

目　　次

1　总则 …… 354
2　排水试验站建设与排水试验设计 …… 354
3　确定排水标准的有关试验 …… 356
4　田间排水工程规格布局及结构功能试验 …… 360
5　田间排水水管理试验 …… 365
6　排水设计有关参数测定及作物、环境因素观测 …… 368
7　资料的整理、分析与试验报告的编写 …… 370
附录 A　作物受淹试验方法和测坑、测筒及测环的技术要求 …… 371
附录 B　饱和土壤水运动参数测定方法 …… 372
附录 C　上壤水分特征曲线的测定法 …… 377
附加说明 …… 377
条文说明 …… 378

水总院科技

1 总 则

1.0.1 制定本规范的目的在于统一农田排水试验的方法和技术标准，提高农田排水的科学技术水平，保证试验成果的可靠性、准确性、先进性和实用性。

1.0.2 本规范适用于农田排水工程设计、施工和管理中为确定设计标准、设计参数、田间排水系统规格布局、水管理等而开展的试验。

1.0.3 确定农田排水试验项目应符合以下条件：

（1）满足农业生产当前及中、近期发展的需要，为农田排水工程的建设和排水系统的管理以及提高农田排水科学技术水平服务。

（2）充分考虑当地条件，掌握国内外已有成果，把试验设计建立在高起点的基础上。

（3）试验项目要有明确的目的、要求和试验年限。

（4）具备必要的试验场地、试验设施、技术力量、资金来源和设备条件。

2 排水试验站建设与排水试验设计

2.1 排水试验站的建设

2.1.1 排水试验站应根据农田排水工程建设和管理的需要设立，并尽可能与灌溉试验站相结合。视其任务和要求的不同，排水试验站分综合站和单项站两类。综合站承担综合性和重点课题的排水试验研究任务，应按长期使用的原则进行规划建设；单项站是为完成某些单项的试验与推广任务而建立的，应根据具体条件进行规划建设。

2.1.2 排水试验站的任务：

（1）完成上级下达的试验研究课题。

（2）针对当地生产中存在的排水问题，开展科学试验。

（3）开展农田排水技术的示范、推广工作。

2.1.3 建立排水试验站时，应根据试验的任务和要求，合理选址：

（1）试验站的地形、土壤、水文地质、气象和农业生产条件等，应有代表性。

（2）不宜靠近高大建筑物以及对试验有妨碍的工厂和污染源，如果附近有高大建筑物，则试验区距建筑物的距离不应小于建筑物高度的5倍。

（3）应有可靠的灌溉水源和排水出路。

（4）供电有保证，交通通讯方便。

2.1.4 排水试验站的场地规划，应符合以下要求：

（1）试验区应与办公、生活区分开。

（2）测坑、小区应建在专用试验场地内；大田试验应设置在与测坑、小区条件基本相

农业信息科技

同的生产田块上。

（3）试验场地和大田试验区应有独立的灌溉、排水系统和完整的控制、量测设施。

（4）试验场地内部的交通应方便。

2.1.5 排水试验站的设施及人员配备

2.1.5.1 排水试验站应有专用的试验场地、仪器和设备；应有气象观测场、实验室、资料室、办公室、仓库及生活设施。

2.1.5.2 排水试验站应配备必要的有关专业技术人员，并由中级以上（含中级）技术职称的人员负责技术领导工作。

2.1.6 对选定的站址应搜集站区的基本资料，内容包括：

（1）历年气象资料。

（2）地形资料。

（3）水文地质资料。

（4）土壤资料。

（5）涝、渍、盐碱资料。

（6）水利设施现状及发展规划。

（7）农业耕作制度、农作物产量及对农田排水的要求。

（8）社会经济状况。

（9）其他勘探调查和试验资料等。

2.2 排水试验设计

2.2.1 开展排水试验前，应编写试验任务书，内容为试验任务的来源、内容、要求、年限和经费等，经上级审批后，再编制试验设计书。

2.2.2 田间排水试验设计书宜包括以下几方面的内容：

（1）试验的项目、意义、年限、内容以及预期效果。

（2）试验处理设计。包括确定试验的处理方案、重复区数目以及试验区的布置。

（3）试验方法、观测设备及布置形式。

（4）实施方案。

（5）技术措施。

（6）灌溉、排水系统控制要求及设计。

（7）试验观测内容、方法、要求及记录格式。

（8）仪器、设备、材料计划。

（9）试验人员的分工和职责。

（10）经费预算。

2.2.3 进行试验处理设计应遵循的原则：

（1）所研究的主要因素和技术措施应有代表性和针对性。

（2）在满足试验要求的前提下，处理数应最少。

（3）同一试验内容的各处理之间，除主要研究因素外，其他条件应保持一致。

（4）处理间的差异应明显，应包括最高与最低两种极端情况的处理。

万水帕科技

（5）对研究排水规律或探求因素间定量关系的试验，应考虑试验的连续性。

2.2.4 在田间小区试验的基础上，应安排大田试验作为验证和补充，其处理数可适当减少；排水规律的研究和有关参数的测定，可安排室内试验作为补充。

2.2.5 田间排水试验的处理，均应设置重复区。小区试验不得少于两个重复。

2.2.6 试验对比区安排的原则：

（1）对比区应不受试验区工程设施的影响，其水利条件应能代表原型。

（2）自然条件和农业技术措施，应与试验区相一致。

2.2.7 不同试验处理小区之间应设置缓冲区，其宽度不小于相邻两处理排水设施间距的平均值。若受条件限制难以设置缓冲区时，应采取防止水力干扰的隔离措施。

3 确定排水标准的有关试验

3.1 确定排涝标准的作物受淹试验

3.1.1 试验目的：测定作物在不同生育阶段受淹（不同淹水深度和淹水历时）对作物生长发育造成的影响，求得作物淹水深度、淹水历时与产量的关系，为确定除涝排水设计标准提供依据。

3.1.2 旱作物受淹试验

3.1.2.1 试验处理设计：按生育阶段、淹水深度及淹水历时的不同组合进行设计，包括：

（1）根据试验地区气象、水文条件及测试作物的受淹敏感特性，选定2～3个生育阶段进行受淹试验。

（2）对拟测试的各生育阶段，最少应选定4个不同的受淹深度进行试验。对于矮杆作物，可按株高的1/4、2/4、3/4、4/4安排；对于高杆作物，应以当地最大可能的淹水深度为其上限值，以此为基数，参照上述矮杆作物的模式，确定试验受淹深度。

（3）受淹历时应选定4个以上不同的受淹延续时间。

3.1.2.2 试验方法：采用测筒原位受淹法与测筒移位受淹法（见附录A1）。条件具备时，部分受淹试验可安排在小区或测坑进行。

3.1.2.3 测筒、测坑应符合一定的技术要求（见附录A2）。受淹期间，每天的8时与20时应观测及调控淹水深度，控制精度±1 mm。采用原位受淹法时，应关闭测筒底部排水管。淹水结束，及时排除上面淹水。

3.1.2.4 观测项目及要求：

（1）淹水深度和淹水水温。

（2）作物生长发育状况和产量，具体要求见6.6。

3.1.3 水稻受淹试验

3.1.3.1 试验处理设计同3.1.2.1的（1）、（2）、（3），非受淹期按当地常规灌溉制度进行控制。

3.1.3.2 试验方法：

万水值得买

(1) 采用测筒试验方法时，见附录 A1。

(2) 在有田间排水工程的大田进行时，可采用环测法，见附录 A3。

3.1.3.3 观测项目及要求同 3.1.2.4。

3.2 确定排渍标准的作物受渍试验

3.2.1 试验目的：测定作物在不同生育阶段、不同受渍程度对作物生长发育的影响，求得不同受渍因子与产量的关系，为确定排渍设计标准及排水水管理提供依据。

3.2.2 旱作物受渍试验

3.2.2.1 试验处理设计：

(1) 以地下水埋深作控制指标的试验处理：按作物不同生育阶段，设定 3～5 个不同的地下水位控制埋深。

(2) 以一次降雨后地下水动态作控制指标的试验处理：针对作物的渍害敏感期或容易产生渍害的时段，设定 3～5 个不同的雨后地下水回落至控制埋深的时间。

(3) 以一定时期的地下水位连续动态作控制指标：选择 3～5 个具有不同排水能力的田块，或在已建田间地下排水工程的田块，选择 3～5 个距排水沟（暗管）不同距离的测点，进行地下水动态观测，统计 SEW 值或 SDI 值。

3.2.2.2 试验方法：

(1) 以地下水埋深或一次降雨后地下水动态作为控制指标的受渍试验，应以测坑或测筒试验为主，田间试验作补充。

(2) 以地下水连续动态作控制指标的受渍试验，应以田间试验为主，测坑试验作补充。

(3) 田间试验可结合排水沟（暗管）规格或结构功能试验或专设的排渍试验小区进行，根据沟道（暗管）布设情况设定观测点。

3.2.2.3 观测项目及要求：

(1) 地下水位：采用测坑或测筒试验时，必需装设专门的地下水位测孔，田间试验的测孔埋设在选定的观测点上，雨后排水的前 2～3 d，每日观测地下水位 2～3 次，以后每天观测 1 次，直至排水出流停止，正常情况每 5 d 观测 1 次。

(2) 非饱和带土壤水势：在需要分析排水（或降雨入渗）过程中土壤水运动状态时，应设置张力计量测剖面。

(3) 土壤剖面含水率：在需要分析不同受渍情况和不同排水条件下土壤中水、气关系时，应进行土壤剖面含水率的量测。

(4) 作物生育状况及产量的测量。

(5) 土壤理化性状：应重点测定根系活动层土壤的盐及铁、锰等有毒物质的含量，测定土壤氧化还原电位、三相比及土壤肥力指标等，每一生育阶段测定 1 次。

(6) 水质：在降雨量（或灌水量）较大形成排水出流时，应对排水水质进行分析，取样 3 次，时间为出流前期、中期和后期。

3.2.3 水稻受渍试验

3.2.3.1 试验内容：

(1) 水稻适宜渗漏强度试验。

万水信息科技

（2）晒田期控制地下水位下降速度试验。

（3）黄熟期控制地下水位下降速度试验。

3.2.3.2 试验处理设计：

（1）水稻适宜渗漏强度试验在水稻淹灌期（分蘖至孕穗）设定3～5个渗漏强度进行试验。

（2）水稻控制晒田试验根据当地丰产灌溉试验成果，在晒田期设定3～5个地下水位下降速度进行试验。

（3）黄熟期控制地下水位降速试验应根据收割机械对土地承载力及下田时间的要求，设定3～5个地下水位降速进行试验。

3.2.3.3 试验方法：

（1）水稻淹灌期适宜渗漏强度试验可采用测坑试验法，在具有完整的田间地下排水工程系统的地方，也可在大田进行。

（2）水稻控制晒田与黄熟期排水试验以测坑试验为主，田间试验作补充。

3.2.3.4 观测项目及要求：

（1）稻田渗漏强度：利用测坑试验时，每天早晚各进行1次观测与调整；大田测试时，应每日定时观测，量测方法按水利水电行业标准《农田排水技术规程（南方农田暗管排水部分）》SL15—90有关规定执行。

（2）地下水位：在晒田或黄熟排水期，每天的8时观测地下水位，至田面复水或水稻收割前结束。

（3）土壤含水率：从晒田次日起至复水前或从黄熟落干排水次日起至收割前，每天定时测定非饱和层土壤的含水率。

（4）水稻生育状态及产量测量。

（5）土壤理化性状：收割后测定土壤中的亚铁、锰及盐分含量，晒田前后测定氧化还原电位。

（6）水质：对地下排水的水质进行分析，整个生育阶段应测定2～3次。

3.3 盐碱地区确定排水标准的作物耐盐、耐碱试验

3.3.1 试验目的：测定不同作物对不同土壤盐（碱）类型的耐盐（碱）能力，为确定盐碱地排水工程设计标准和管理运用提供依据。

3.3.2 作物耐盐试验

3.3.2.1 土壤含盐量可按土壤中可溶盐含量的百分数表示，也可用对应的土壤饱和提取液的电导率值表示。

3.3.2.2 试验处理设计：应针对地区不同盐渍土类型进行各种主要作物的耐盐试验，若受条件限制，可对主要的盐渍土类型设定3～5个含盐量水平进行试验。

3.3.2.3 试验方法：作物耐盐试验应采用田间试验和筒栽试验或在盐溶液中种子发芽试验相结合的方法。

（1）田间试验：应选定符合试验处理的含盐水平的田块进行。划定的观测小区面积为1～4 m^2，按0～10 cm、10～20 cm、20～30 cm、30～50 cm、50～70 cm、70～100 cm分

层观测土层可溶盐含量。

（2）筒栽试验：所采用的测筒面积宜大于 0.5 m^2，筒内盛土深度 0.8～1.0 m，筒的下部设 20～25 cm 的反滤层并在其中埋设排水装置。试验土壤宜用细砂，按试验处理设计的含盐成分和含盐量人工配制并充分搅拌均匀后再按一定密度装填。

（3）种子发芽试验用玻璃皿放在恒温箱中进行，发芽皿应加盖，杜绝空气中的二氧化碳侵入溶液，试验溶液最好直接从试验区土壤中提取制备。

3.3.2.4 观测项目及要求：

（1）土壤可溶盐含量。田间试验法应在每年灌溉和降雨季节的始末各测定一次土壤剖面可溶盐含量，其值应用 8 个主要离子含量和电导率两种指标表示。

（2）土壤含水率。测点和量测时间应与土壤可溶盐含量的量测要求相同。

（3）灌溉水量及灌溉水质。

（4）作物缺苗率。

（5）作物生育状态及产量。

3.3.3 作物耐碱试验

3.3.3.1 苏打碱化土壤的碱性指标以土壤溶液的 pH 值，土壤碱化度和阳离子交换量（CEC）表示，碳酸镁碱土的碱性指标以土壤溶液的 pH 值和镁交换量占阳离子交换量的百分数表示。

3.3.3.2 作物耐碱试验的处理设计及试验方法与耐盐试验相同。

3.3.3.3 观测项目及要求：

（1）田间试验法应在每年灌溉（降雨）季节的始末各测定 1 次土壤碱化度、阳离子交换量和土壤提取液的 pH 值。

（2）其他测试内容同 3.3.2.4 的（2）、（3）、（4）、（5）。

3.4 盐碱地区地下水临界深度试验

3.4.1 试验目的：测定在一年中容易返盐的季节（临界期）不同地下水控制埋深耕层土壤返盐状况，求得临界期地下水埋深与耕层土壤返盐量的关系，为确定排水设计标准提供依据。

3.4.2 试验方法：在选定试区开挖一条排水沟，沟深为试验最大地下水控制深度的 1.2 倍，在排水沟线中部两侧（或某一侧）距沟不同距离处设置 4～5 个定位观测点，进行地下水动态及土壤含盐量状态的观测。

3.4.3 观测项目及要求：

（1）地下水位：每 5 d 观测 1 次。

（2）土壤可溶盐含量：土壤取样点应在每一测井周围 1m^2 范围内，取样深度 1 m，按 0～10 cm、10～30 cm、30～60 cm、60～100 cm4 层分别取样，取样时间为封冻前和春季第一次灌水前。

（3）每年春季灌水前测定一次地下水水质。

3.5 盐渍地区雨季（或灌溉期）地下水位回落速度试验

3.5.1 试验目的：测定在降雨（或灌水）后，不同地下水位回落速度情况下，作物受盐渍

万水信息科技

危害的程度，为确定排水设计标准提供依据。

3.5.2 试验方法：本试验应在具有2～3个不同规格的田间排水沟（暗管）系统的田块进行，观测断面设在$L/2$（L为沟长，下同），观测井位可按$B/2$、$B/4$、$B/8$、$B/16$及靠近沟（暗管）1 m处布设（B为排水沟或暗管间距，下同）。

3.5.3 试验田块的灌溉制度应是当地先进的灌溉制度。

3.5.4 观测项目及要求按3.4.3执行。

4 田间排水工程规格布局及结构功能试验

4.1 排水沟（管）规格布局试验

4.1.1 试验目的：针对确定的排水标准和当地条件，进行不同田间排水沟（或吸水管，简称管，下同）深度与间距组合的试验和分析，为田间排水工程设计提供依据。

4.1.2 试验区设计的一般规定：

（1）试验田块长度应大于沟（管）间距的3倍。

（2）排水暗管间距B小于50 m时，试验小区内至少应有4条暗管，各暗管的埋深和坡降应一致。中间暗管为主要观测对象。

（3）每一种布局的明沟排水试验小区，设3条排水沟即可。

（4）排水沟（管）不同间距或深度的试验小区应按递增或递减顺序排列。

4.1.3 试验处理设计：田间排水沟（管）规格布局试验的处理是排水沟（管）不同间距和深度的组合。

（1）防治渍害地区排水沟（管）试验深度应根据所采用的排渍标准确定。在采用一次降雨后地下水动态或地下水位连续动态作控制指标时，排水沟（管）深度等于作物正常生长防渍要求控制地下水埋深加剩余水头值。采用地下水埋深作控制指标时，排水沟（管）深度等于雨季作物允许地下水位埋深加工作水头。若进行两种排水沟（管）深度的对比试验，另一个排水沟（管）的深度应大于上述确定值，其差值以20～30 cm为宜。

（2）防治盐碱地区的排水沟（管）深度为临界深度加剩余水头值。若进行两种排水沟（管）深度的对比试验，另一试验排水沟深度为临界深度加2倍剩余水头值。

（3）对一个排水沟（管）深度应取3个间距进行对比试验。间距B值可采用公式计算或根据经验值确定，其他两个间距分别为1.5 B和0.75B。

4.1.4 地下水位观测断面设在排水沟（管）$L/2$处。对于暗管排水试验，观测井位可设在距暗管0.4 m、$B/8$、$B/2$等3处。若间距B大于15 m，应在$B/4$处增设一眼观测井。对于明沟排水试验，观测井位设在距排水沟边1 m、$B/16$、$B/8$、$B/4$、$B/2$等五处。需要设置辅助观测断面时，可设在$L/4$及$3L/4$两处，观测井位及井数可参照上述规定设置，也可适当减少。对照区必须布设观测井1～2个。

4.1.5 观测项目、方法及要求见表4.1.5。

行业标准

表 4.1.5 田间排水沟（管）规格布局试验观测项目、方法及要求

试区类型	观测项目及测点	量测方法	观测要求
旱地	1. 地下水位（在已布设的测井观测，必要时可增设临时观测孔）	电子测深仪、浮标尺或测绳、测（深）钟	正常情况下5 d观测1次，雨前（或灌水前）加测1次，排水期，每天观测2～3次
	2. 排水流量（在排水沟或吸水管的出口处量测）	明沟：在测试断面安三角堰、梯形堰、量水槽进行测量。 吸水管：压水表或体积法测量	出流期间每天观测3次，3次重复，取平均值。 在测流的同时，应观测$B/2$处测井的地下水位
	3. 降雨量或灌水量	常规方法	无自记雨量计时，每半日记录1次降雨量。 灌水量按次分别记录
水田	1. 晒田或收割前排水的观测内容同旱地1、2项		
	2. 淹灌期定点测量渗漏强度，测点布设与测井井位相同	环测法或水田渗漏仪	同时测量田面水层厚度及排水沟水位高程。 每隔5 d测量1次
盐碱地	除分别同旱地或水田外，应增加： 1. 土壤剖面含盐量（测点在地下水位测井邻近处）	参照本规范6.5.2	测定的盐类根据需要确定，测含盐量的同时需测定剖面土壤含水率。
	2. 排水沟（管）的排水水质［沟（管）出口处取样］	参照本规范6.8	仅测定地下水矿化度，取样时应把原贮于测井中的水排除，待测井中进入新鲜水时再取样分析
	3. 地下水水质测定（自地下水位观测井取样）	参照本规范6.8	

注：土壤理化性状、作物生理生态、考种、气象及田间小气候观测等均按本规范有关规定执行。

4.2 鼠道排水规格布局试验

4.2.1 试验目的：探讨鼠道不同规格布局的排水效果，为鼠道排水规划设计提供依据。

4.2.2 鼠道排水试验区的布设原则同4.1.2。每一试验小区应不少于5条鼠道。不同处理试验小区间须设置缓冲区。

4.2.3 试验处理设计

4.2.3.1 鼠道深度根据排水任务和鼠道犁的塑孔深度确定。浅鼠道洞深范围为0.35～0.5 m，可选1～2个试验深度；中、深鼠道排水系统，可选最大塑孔深度及小于该深度的另一值。

4.2.3.2 鼠道间距根据土质、洞深、排水量确定。一般可参考经验值选定。对一个洞深选定2～3个间距进行排水效果的对比试验。

4.2.4 地下水位观测断面设在$L/2$处（L为鼠道长度）。鼠道间距小于5 m时，在测试鼠道的一侧0.4 m、$D/2$处（D为鼠道间距）设观测井；鼠道间距大于5 m时，测井布设同4.1.4。

水发电科技

4.3 井排井灌区水井的规格布局试验

4.3.1 试验目的：探求适宜于当地水文地质条件和防治旱、涝、碱要求的井型和井群的平面布置形式。

4.3.2 试验进行之前必须收集水文地质资料，测定各含水层的水文地质参数：给水度、水力传导度、越层补给系数、压力传导系数等。有可能时测定弱透水层的有关参数。

4.3.3 试验区选定原则：井排井灌试验区选定除应遵循第2章“排水试验站建设与排水试验设计”中有关条款外，还应考虑以下各条：

（1）试验区应选择在水文地质条件已查清，抽水含水层与潜水有良好的水力联系，且有一定数量地下水可采资源的地区。

（2）地下水水质宜符合灌溉要求。

（3）已制定防治次生盐碱化控制地下水位的要求。

4.3.4 井型试验是对不同型式水井的抽水效果进行对比试验。观测项目是单井出水量、地下水位降深、水跃值、携沙量等。

4.3.5 井群的平面布置

4.3.5.1 试验处理设计：根据拟定的群井开采量、工作制度和试验区水文地质条件及有关参数，用群井抽水计算公式计算理论井距，根据当地条件确定2个选用值。布设2个群井试验区，每一群井试验区内井数不少于4个。

4.3.5.2 观测网点布设：

（1）测试田块应设在试验井群中部。地下水位观测井设在抽水井对角联线上，按$S/2$、$S/4$、$S/8$布设3孔（S为井对角联线长度）。

（2）从承压含水层抽水时，应设置潜水位动态观测井。

（3）在地下水位观测井附近应布设土壤含水率、盐分观测剖面。

4.3.5.3 观测项目和要求：

（1）地下水位：抽水期及雨后每天观测2～3次，其他时间每5d观测1次。

（2）水井出水量及抽水时间。

（3）水井水质（每年高水位期及低水位期各测1次）。

（4）土壤剖面含盐量（每年在雨季或灌溉期开始和结束时各观测1次）。

4.4 双层排水规格布局试验

4.4.1 试验目的：测定双层排水系统排水效果，探索适于当地条件的双层排水规格布局型式。

4.4.2 当上、下层排水沟（管）走向相互平行，且上层各排水沟（管）与下层排水沟（管）呈对称形式布置时，试验小区设计可按4.1.2执行，当上、下层排水沟（管）走向不平行或呈非对称形式布置时，试验小区应为末级排水沟组成的整个田块。

4.4.3 试验处理设计：

（1）确定上、下层排水沟（管）的走向。

（2）下层排水沟（管）的试验深度按4.1.3（1）拟定。上层暗管（或鼠道）的深度根

灌溉排水技术

据排水任务，土层条件拟定。

（3）下层排水沟（管）的间距 B 采用公式计算或选用经验值，拟定 B 和 $2B$ 两种处理。上层暗管（或鼠道）间距根据排水要求确定。

4.4.4 观测断面及测点布设

4.4.4.1 上层暗管（或鼠道）与下层排水沟（或暗管）呈对称布置时，在试验小区主要测试排水沟（或暗管）$L/2$ 处布设观测断面，设 5～7 个测井。若有可能，在 $L/4$ 和 $3L/4$ 处亦布设观测排井。上层各排水暗管（或鼠道）的出流量应分别观测。

4.4.4.2 上、下排水沟（管）不平行或呈不对称形式布置时，上、下层各排水沟（管）的出流应分别观测。地下水位观测断面应设在田块内平行或垂直下层排水沟（管）的方向，观测井数也应增加。

4.4.5 双层排水规格布局试验的观测内容和要求见 4.1.5。

4.5 明沟边坡防坍试验

4.5.1 一般规定：

（1）边坡防坍试验应在过水流量、断面形式和土壤理化性质有代表性的明沟上进行，还应针对不同的土壤质地和地下水位状况分别进行试验。

（2）试验段长度不小于 50 m，并应在两个坡面对应布置。同一沟上的同一防坍措施的不同处理段应随机布置。

（3）进行防坍组合措施试验前，应先对选定的措施进行单项试验，然后进行组合试验。

（4）防坍试验前必须对试验区土壤物理性质按层分别进行测定。测定项目包括：抗剪强度（排水剪和不排水剪）、内摩擦角、膨胀系数、分散性、液限、塑限、颗粒组成、不均匀系数、水力传导度等。测定土层深度应等于或大于试验沟的深度。排水沟的坡角和溢出线处的土壤物理性质应单独测定。

4.5.2 试验内容：适宜断面形式；边坡加固方式和材料；疏干边坡技术；生物固坡和组合固坡技术试验。

4.5.3 试验处理设计：针对拟采用的防坍措施进行试验处理设计。

（1）选择适宜断面形式试验：宜布设不同边坡系数断面和复式断面的对比试验。

（2）加固方式及材料试验：根据当地条件选用混凝土板、砂（土）袋、砂卵石、砌石等护坡方式进行对比试验。

（3）疏干边坡技术试验：宜布设暗管截渗疏干、砂滤料垫层导渗、土工织物反滤导渗等措施的对比试验和组合试验。

（4）生物固坡试验：宜选适于当地条件的树种、草种及栽植方法进行对比试验。

4.5.4 观测项目与要求：

（1）观测项目：边坡位移、塌坡量、沟道淤积量、地下水浸润线、出溢水头、冻土层深度、冻融时边坡土壤含水率。

（2）观测要求：边坡位移在雨季和冻融期每 5 d 观测 1 次，其他时间 10 d 观测 1 次。冻土层深度应从冻结开始每 10 d 观测 1 次。地下水浸润线及出溢水头，在排水期每日观测 1 次，冻融期每 3 d 测定边坡土壤含水率 1 次。

水利电力出版社

4.6 暗管结构及功能试验

4.6.1 试验目的：对暗管结构及功能进行检验，测试不同管型、管材和外包裹滤料的排水性能及使用寿命，为选择符合当地条件、经济适用的管型、管材与外包裹滤料提供依据。

4.6.2 当测试管材或管型较多并需进行优选时，宜先通过室内水力性能试验进行初选，再对初选管型（或管材）进行力学试验，在符合标准要求后，再在现场进行试验，最后进行综合分析比较。

4.6.3 暗管输水时沿程水头损失的测定可参照原国家标准局 GB -5895 规定执行。

4.6.4 暗管（含外包裹滤料）综合水力性能可通过进口阻力 r_i 和进口水头损失比 H_i/H 进行评价。

4.6.5 室内测定暗管的水力性能可在渗流槽上进行，渗流槽的宽度，在节缝进水时，等于两节管的长度；非节缝进水时，可取 50 cm。渗流槽高度宜大于 70 cm。主要观测项目为：管周测压水头、不同工作水头下的排水流量、排砂量及管内淤积量。

4.6.6 暗管力学性能应在小批量生产的产品中随机抽样进行测定。

4.6.7 暗管水力性能的田间试验可结合田间排水暗管规格布局试验进行，按 4.6.4 的要求进行功能评价，此外还应测量暗管排砂量和淤积量。观测项目及要求见 4.1.5。

4.7 鼠道结构及功能试验

4.7.1 试验目的：通过适宜修建鼠道的土质、不同鼠道施工土壤含水率、施工季节及鼠道出口衔接形式等试验，选定适于当地条件的鼠道结构形式及施工技术。

4.7.2 适宜修建鼠道土质试验

在拟修建鼠道地区有代表性的不同土质的田块，设立试验区，观测洞体成形状况（如洞体周围裂缝、刀缝变化等）、洞体稳定性、通水后运行状况及使用寿命等，确定适宜开挖鼠道的土质条件。

4.7.3 鼠道施工适宜土壤含水率试验

鼠道施工时土壤含水率指表土含水率与鼠道洞体部位土壤含水率两个值。应测定施工机械下田操作的允许最大表层土壤含水率值，在此基础上选择 2～3 个洞体部位土壤含水率进行开挖试验，可取土壤含水率为 70%～90%田间持水率值作为试验中值，上、下取两个边值，级差为 10%～20%。观测洞体成形、洞体稳定及使用耐久性，选定适于鼠道施工的土壤含水率。

4.7.4 水旱轮作区鼠道适宜施工季节试验

作物换茬季节（即在种稻前或种旱作前）对鼠道施工的成洞率、排水效果、使用寿命等进行对比试验，选定适宜施工季节。

4.7.5 鼠道断面形状（如圆形、椭圆形、卵形和马蹄形）的试验

在不同土质和地下水动态的试验小区中进行不同断面形状鼠道的排水性能及使用耐久性的对比试验，选定适于当地控制条件的洞形。

4.7.6 鼠道洞口构造与控制试验

通过在鼠道出口端装接不同管材和长度的排水管的对比试验，观测排水出流及使用耐

灌溉排水技术

久性，选定插接管管材及长度。同时，应对洞口控制阀门的设置进行对比试验，可进行单洞控制、联洞控制的试验，观测鼠道运行状况，确定适宜控制方式。

4.7.7 观测内容：鼠道成洞形状、洞体结构、进口阻力值 r_k、鼠道洞体变形、淤积量及使用寿命等。

5 田间排水水管理试验

5.1 一般规定

5.1.1 田间排水系统水管理试验的目的是通过不同的水管理方案试验，寻求能充分发挥排水工程效益的科学水管理模式；探索排水再利用的可行性及水管理制度。

5.1.2 田间排水水管理试区由末级固定排水沟控制的田块和上一级排水沟及其控制工程设施组成。

5.1.3 同一类型排水水管理试验应有一定的连续性，并包括不同的水文年份。

5.1.4 田间排水水管理试验设计均应根据当年的气象预报、作物种植结构和选定的排水标准进行制定，执行过程中根据实际情况和中、近期气象预报进行调整。

5.2 旱作排水水管理试验

5.2.1 渍害地区控制排水水管理试验

5.2.1.1 试验内容：

（1）不同水文年和不同种植结构的地下水位调控试验。

（2）作物受渍敏感期地下水位预降方案和临时排水试验。

（3）非雨季适宜地下水埋深控制试验。

5.2.1.2 试验设计：确定各生育阶段田间地下水位控制要求和年地下水位调控过程；拟定支（斗）沟水位控制过程和水管理试验方案。有条件时，可设计不同的支（斗）沟水位控制过程和水管理方案进行对比试验。

5.2.1.3 观测断面和定位观测点的布设：在试区末级固定排水沟出水口及试验观测沟（管）汇入处，设置水位及流量观测断面；田间观测断面及定位点的布设同 4.1.4。

5.2.1.4 观测项目：支（斗）沟观测断面处水位及出流过程；田间定位观测点地下水动态；作物生长状况、病虫害情况及产量。

5.2.1.5 观测要求同 4.1.5。

5.2.1.6 统计试验运行及管理费用。

5.2.2 盐碱地区排水沟（管）排水水管理试验

5.2.2.1 试验内容：灌溉、冲洗条件下田间适宜地下水动态的调控试验。

5.2.2.2 试验设计：同 5.2.1.2。

5.2.2.3 观测断面和定位观测点的布设，同 5.2.1.3。

5.2.2.4 观测项目：试验沟（管）出流过程及水质；田间 1 m 土层盐分剖面；田间定位观

万维临时科技

测点作物生长、病虫害状况及产量。

5.2.2.5 观测要求：

（1）在每次沟（管）排水出流过程中进行1～2次水质化验，化验项目见6.5.4.2；

（2）田间1 m土层全盐量剖面测量点同地下水位定位观测点，在灌溉（或降雨）季节前、后各测定1次。

5.2.2.6 统计运行及管理费用。

5.2.3 田间排水系统排灌两用水管理试验

5.2.3.1 试验目的：研究利用田间排水沟（管）进行地下浸润灌溉的可行性；寻求排水系统排灌两用的水管理模式。

5.2.3.2 试验内容：

（1）各种浸润灌溉供水、配水方式试验。

（2）浸润灌溉对田间排水沟（管）排水功能的影响测试及田间排水系统的工程维护试验。

5.2.3.3 试验设计：

（1）根据当地土质、灌区水文地质及灌溉水源等条件，选1～2个不同末级固定排水沟（管）规格布局田块进行试验。

（2）根据排灌系统布局特点及灌溉水源状况，设计既能满足浸润灌溉要求又能保证排水需要的沟（管）道供水方式（定水位、定流量或定水量）及年调控过程。

5.2.3.4 观测网点布设：

（1）田间主要观测断面应设在$L/2$处，定位观测点（剖面）应设在$B/2$、$B/4$和$B/8$处。

（2）试区各级排水沟的首末端应设置水位及入（出）流观测断面。

5.2.3.5 观测项目：

（1）沟（管）进口断面水位、流量变化过程、浸润灌溉结束后退水过程。

（2）浸润灌溉期及结束后田间地下水位动态及定位观测点土壤含水率剖面。

（3）浸润灌溉结束后田间排水沟（管）转入排水工作状态排水功能：包括明沟过水能力、暗管进口阻力r_s、水头损失比H_s/H_t等。

（4）工程状况：浸润灌溉后暗管淤积状况、明沟边坡坍塌状况和淤积情况。

（5）作物生长、病虫害及产量。

（6）浸润灌溉运行、管理费用统计、恢复沟（管）正常工作的维修费用统计。

5.3 稻田排水水管理试验

5.3.1 试验内容：稻田淹灌期、晒田期及黄熟落干期排水水管理试验。

5.3.2 试验设计：确定水稻各生育期田间排水要求；拟定满足稻田排水要求时暗管出流状态和骨干排水沟水位控制过程。有条件时，设计不同的排水沟水位控制过程和水管理方案进行对比试验。

5.3.3 观测断面和定位观测点的布设同5.2.1.3。

万方数据科技

5.3.4 观测内容及要求：骨干明沟沟水位变化过程；晒田期、黄熟期沟（管）出流过程；田间定位点入渗强度，晒田期或黄熟期地下水位下降过程；水稻生长、病虫害状况及产量；试验运行、管理费用的统计等，观测要求同4.1.5。

5.4 井排井灌区水管理试验

5.4.1 试验目的：通过不同水文年井排井灌水管理方案试验，探索防治土壤盐碱化、合理利用地下水资源的井排井灌水管理模式。

5.4.2 试区选择及观测网点的布设

试区水文地质条件应有代表性；试区周边地下水侧向补给量应易于确定；避免选定在大型渠道、河流、湖泊和有地下水逸出带等地下水边界条件不稳定的地区；试验井的数量不少于7个，各井井型结构和井深应大体相同，试验井群应从同一含水层取水。

观测网点布设同4.3.5.2。

5.4.3 试验设计：确定各生育期地下水位控制要求和全年地下水位的调控过程；设计2～3个不同的井排结合井灌的工作制度，包括：地下水总开采量、利用地下水灌溉的次数、每次抽水量和抽水的时间（结合灌溉或排水防治次生盐碱化的要求）。

5.4.4 观测项目及要求：除须进行与试验有关的运行、管理费用统计外，其他观测项目与要求同4.3.5.3。

5.5 排水再利用试验

5.5.1 试验目的：研究田间排出的水重新用于灌溉的可行性；为排水再利用的规划设计和水管理提供科学依据。

5.5.2 试验内容：在不同水文、不同气象条件、不同作物种植结构、不同田间排灌工程规格布局和不同灌水或冲洗技术等条件下，农田排出水的水量和水质的变化规律；排水再利用的途径和方式等。

5.5.3 试区选择及观测网点的布设

试区应选择在田间排、灌系统的规格布局具有代表性的斗排控制的农田范围内；试区应有独立的排、灌系统和完整的控制建筑物及量水设施；试区水文地质条件应有代表性。

在斗排出口和斗渠的末端设置观测和控制断面，田间排、灌系统上其他观测断面的布设根据试验内容和排水再利用的方式拟定。

5.5.4 试验设计：

（1）根据水文、气象条件、排灌工程布局特点，选取影响排出水量及水质的主要因素作为试验因子进行试验，如不同的灌溉冲洗技术、不同种植结构条件下的排水量及水质的变化规律的试验。

（2）拟定排水再利用试验的试验因子及试验方案，如排出水与地面水混灌试验（咸、淡混灌试验）；咸、淡轮灌试验；上（游）排下（游）灌试验；排、蓄、提排水再利用系统的工程布局试验等。

5.5.5 观测项目：根据试验方案参照5.2～5.4有关内容拟定。

水利水电科技

6 排水设计有关参数测定及作物、环境因素观测

6.1 饱和水力传导度测定

6.1.1 田间测定方法有：双套环法、钻孔水位回升法以及地下水位动态资料分析法，在井排井灌区测定含水层的饱和水力传导度则采用抽水试验法。

6.1.2 双套环法用于测定表土层垂向饱和水力传导度，该法适用于均一土层具有足够厚度的情况，在层状土层中应用此法，应分层测定，方法见附录B的B1.1。

6.1.3 钻孔水位回升法测定的是主方向为水平方向的饱和水力传导度，方法见附录B的B1.2。

6.1.4 地下水位动态资料分析法的试验可结合排水暗管规格布局试验进行，方法见附录B的B1.3。

6.2 给水度测定

6.2.1 室内测定给水度通常采用土柱法，试样最好是原状土。取原状土困难时可采用扰动土，但要控制填土的密度与田间一致，方法见附录B的B2。

6.2.2 在田间测定给水度可用抽水试验法，在有长期地下水动态和其他有关因素（如气象、地下水开采量等）的资料时，也可通过资料分析法确定。

6.3 压力传导度测定

压力传导度可结合排水沟（暗管）规格布局试验进行，在排水期观测地下水位动态变化资料反求，方法见附录B的B3。

6.4 土壤水分特征曲线测定

（1）室内测定法可用压力板（膜）提取仪和容积式压力板提取仪测定。没有专门仪器时可用土盒法测定。方法见附录C。

（2）现场测定须先在选定的测点处埋设张力计，方法见附录C。

6.5 土壤理化性质测定

6.5.1 排水试验站应掌握建站前试区土壤剖面的主要性状、土壤的基本理化性质和土壤肥力状况。试验工作开展以后，根据需要再进行有关项目的测定。

6.5.2 土壤物理性状测定的项目：土壤水分常数（吸湿系数，凋萎系数，田间持水率，饱和含水率，毛管断裂含水率，毛管上升高度）、土壤密度和土粒密度、土壤机械组成（质地）、水力传导度、给水度。

6.5.3 土壤肥力测定的项目：土壤有机质、全氮、水解性氮、铵态氮、硝态氮、全磷、速

万水电科技

效磷、全钾、速效钾。

6.5.4 土壤化学性质测定

6.5.4.1 在渍涝地和稻作区应测定的项目：氧化还原电位（Eh 值）、还原物质总量、活性还原物质、硫化物、水溶性亚铁、交换性亚铁、二价锰。

6.5.4.2 在盐碱土地区应测定的项目：全盐量、碳酸根、重碳酸根、氯根、硫酸根、钙离子、钾和钠离子、阳离子交换量、碱化度。

6.6 作物耕作栽培状况、生育动态及产量的观测记载

6.6.1 排水试验区应及时准确地记载试验期间的耕作栽培管理情况，主要项目有：试区土壤肥力状况、前茬作物及产量、整地日期与方法、表土耕作情况、施基肥与追肥情况、供试作物种类与品种、播种期及播前种子处理、种植作物的株（穴）行距、每穴（蔸）苗数、中耕除草次数和时间、其他的特殊耕作栽培措施等。

6.6.2 作物生长发育状况和观测应定点定株进行。每一试验小区至少应选两个有代表性的固定点进行连续观测，平时每 5 日观测 1 次，在两个生育期交接阶段，应 1～2 d 观测 1 次。

6.6.3 试区作物收获前应分区进行测产考种，收获时单收、单打、单晒。

6.6.4 各试验处理应观测记载病虫害的种类、发生时间、危害程度、防治措施及效果。

6.7 气象及田间小气候观测

6.7.1 凡距离县级以上气象站 5 km 以外的排水试验站都应建立气象观测场。若距县级以上气象站在 5 km 以内，其气象和其他自然环境条件基本一致且两处无山丘和开阔水面阻隔时，可不设气象场而借用邻近气象站的资料。

6.7.2 排水试验站气象场的观测项目：最高气温、最低气温、地温、空气湿度、风向、风速、水面蒸发量、降雨量、日照。气象场内除设置 20 cm 口径的小型蒸发器外，还应设置 E601 型蒸发器。

6.7.3 根据试验的特殊需要须进行田间小气候观测时，其观测的项目和标准如下：

（1）田间气温和空气湿度：高杆作物田间的观测高度为距地面 20 cm 处、植株高度 2/3 处、植株冠顶层、地面以上 1.5 m 处（若两者高差不超过 10 cm，只观测后者）；矮杆作物田块可只观测后 3 个高度。

（2）风向和风速：观测高度为地表以上 1.5 m 处。

（3）土温：测定位置为地表 0 cm，地下 10 cm、20 cm、30 cm。

（4）水温：稻田及旱作淹水层为 1/2 水深处，灌渠和排水沟的测定位置为水面以下 10～20 cm 处，若水层较深，需在 40～50 cm 处加测。

6.7.4 排水试验站气象场应观测记载灾害性天气发生的时间、强度和危害程度。季节冻土区还应观测冻土深度及冻融起始时间。

6.7.5 气象场的常规观测时间为每日的 8 时、14 时、20 时（北京时间）。

6.8 排水水质测定

6.8.1 应测定的项目：温度、pH 值、颜色、氧化还原电位（Eh 值）、浊度、臭味。

水利电力出版社

6.8.2 盐碱上地区排水试验排出水的水质应加测全盐量、碳酸根和重碳酸根、氯根、硫酸根以及钙、镁、钠、钾四种阳离子。

7 资料的整理、分析与试验报告的编写

7.1 一般规定

7.1.1 试验的表格应统一，观测记录必须由观测者签名，并应当日核查，发现问题及时处理。整理、分析、整编的成果，必须由有关人员及项目负责人签名。

7.1.2 资料整理与分析的计量单位，应采用法定计量单位。

7.1.3 排水试验站应建立技术资料档案，按时进行资料归档工作。

7.2 资料整理与整编

7.2.1 试验站农田的基本情况、各种参数及一切试验观测资料，应根据试验要求分项进行收集和整理。

7.2.2 观测资料应每旬整理一次，发现有问题的数据，必须查找原因，及时进行处理或补测，确保资料的可靠性。

7.2.3 严禁随意更改和删除任何原始观测记录，对有疑问的原始资料，应按以下办法处理：

(1) 由于自然因素、观测方法错误、观测仪器发生故障或有较大误差等原因造成的错误资料，在注明原因后整编时予以删除。

(2) 一组资料中，如果缺测或属关键性错误的资料数量超过 1/3 时，该组资料作废。

(3) 有疑问但一时又查不出原因的资料，可暂不采用。

7.2.4 经过整理的资料，应分项列成表格或绘制图表，有条件时应输入计算机储存。

7.2.5 连续进行多年的试验项目，应每隔 3～5 年系统地进行一次资料的分析与整编。

7.2.6 整编时，必须对历年的资料进行核查；整编的成果，必须标明取用资料的年份；整编工作的技术负责人应对整编成果的质量承担责任。

7.3 资料分析

7.3.1 观测资料的分析内容，应根据试验的任务和要求确定。

7.3.2 一种因素的系列数值，应根据试验要求，计算出平均值、标准差及变差系数。

7.3.3 田间对比试验结果，必须进行显著性检验，针对不同条件，可分别采用：

(1) 只有两个处理：用 t 检验法或方差分析法（F 检验法）；

(2) 3 个及 3 个以上处理：用方差分析法，并用最小显著差数法或最小显著极差法进行多重比较。

7.3.4 采用方差分析法时，判别试验效果的标准为：

$F_{\alpha}<F_{0.1}$ 无效果

$F_{0.1}\leqslant F_{\alpha}<F_{0.05}$ 有一定效果

万水电科技

$F_{0.05} \leqslant F_a < F_{0.01}$ 有显著效果

$F_{0.01} \leqslant F_a$ 有高度显著效果

7.3.5 连续进行多年的试验项目，应分析主要资料在不同年际间的差异及其变化规律。

7.3.6 采用相关分析或回归分析法分析资料以探求经验公式时，应对求得的公式进行显著性检验，并确定其适用范围。

7.4 试验报告的编写

7.4.1 在每季作物或每年度试验结束后，应编写阶段试验报告；任务完成后，应编写终结试验报告。

7.4.2 试验报告应包括的主要内容：

（1）试验项目的名称；

（2）任务的来源和要求；

（3）试验区的地理位置及自然条件；

（4）试验的主要内容及方法；

（5）试验处理设计及实施情况；

（6）试验采取的技术措施；

（7）试验资料分析与成果；

（8）评价和结论。

附录A 作物受淹试验方法和测坑、测筒及测环的技术要求

A1 作物受淹试验方法

A1.1 测筒原位受淹法

测筒安置在地下预先修筑的洞坑内，其上口缘高出地面3～5cm，筒内、外土面相平，且栽种相同的作物，作统一的栽培管理，形成与大田一致的生长环境。受淹时，将一段形状、大小和测筒相匹配的筒管套接在试筒的上口沿内，密封接口，使其不漏水，向筒管内灌水至受淹深度，用补水装置保持淹水水深。受淹结束后，排除筒内淹水及土层中的渍水，拆除套接的筒管，筒内作物恢复正常管理。

A1.2 测筒移位受淹法

非受淹期测筒安置方式与原位受淹法相同。受淹处理时，将测筒搬移到预先挖好的淹水池（槽）内作受淹试验，水池（槽）内水位应保持稳定，测筒安置的深度由测筒高度和作物受淹深度确定，受淹处理结束，将测筒搬回原处，恢复正常管理。

A2 测坑及测筒装置技术要求

测坑及测筒亦称蒸渗仪（器），测坑土体面积较大，比较接近田间实际情况，在试验土

万水应用科技

层为回填的扰动土时，需要相当长时间（2～3年）才能形成稳定的土层结构。测筒面积较小，易受环境影响，但可直接取原状土进行试验，各地应根据具体条件选定测坑或测筒的结构形式，具体技术要求为：

（1）不漏水，导热性低，耐冻，结构牢固。

（2）形状规整：测筒多为圆形，测坑多为矩形或正方形。

（3）器内有效面积：测筒不宜小于0.36 m^2；密播作物的测坑不宜小于4 m^2；宽行作物宜适当加大测坑面积。

（4）对于测坑，坑壁在地面以上部分应是薄壁，壁顶总面积不应超过坑内土壤面积的5%。

（5）测坑（筒）的盛土厚度根据试验作物容根层深度确定，但不应小于1.0 m。

（6）测坑（筒）底部应设滤层，厚度20～30 cm；滤层下部装设集水排水管，引出坑（或筒）外并连接供水平水装置。

（7）测坑（筒）回填土时，需根据原土层剖面（或设计的土层剖面）分层（每层10～15 cm）按设计土壤容度装填。回填土壤需事先进行粉碎处理并过筛（筛孔径1.0 cm）。

（8）向测坑（筒）内灌水的设施，应能调节、控制、测定灌水量并使土壤湿润均匀。

（9）测坑（筒）附近不应有影响气流正常运动的障碍物，其周围应种植同类的作物，宽度不应小于20 cm（宽行作物不应小于种植两株作物的距离）。

（10）为了有效地按试验处理设计进行试验，有条件的站，在测坑（筒）上宜加设活动防雨棚。

A3 测环受淹试验技术要求

测环为无底的方形（正方形或长方形）或圆形环，用有足够强度的金属薄板焊制。测环面积0.1～0.2 m^2，高度为拟试验的最大淹水深度与插入土层中的深度之和再加附加高度，如最大淹水深度为50 cm，插入土层中的深度为15～20 cm，附加高度取5 cm，则测环总高度为70～75 cm。用测环在大田进行受淹试验应事先选好试验田块并圈定埋设点，非受淹试验期，试验点与大田采取一致的耕作管理措施，受淹时，把测环插入埋设点，并向环内灌水至设计的受淹深度，用补水器维持受淹深度不变，受淹结束拔除测环，恢复正常用水管理。

附录B 饱和土壤水运动参数测定方法

B1 饱和水力传导度测定方法

B1.1 用双套环法测定土层垂向饱和水力传导度。

试验装置如图B1所示。主要由双套环和马利奥特瓶［图B1（a）］或测针［图B1（b）］组成。

双套环是两个同心环，内环直径 30～40 cm，高 25～30 cm；外环直径 45～55 cm，高 25～30 cm。马利奥特瓶应有足够的容积，以免试验过程中替换过于频繁。

测定时，将内、外环打入土中 10～15 cm，外环必须与内环保持同心。

当采用马利奥特瓶作供水平水装置时，需调节瓶口进气管管口离地面的高度为试验中应维持的入渗水头（一般可定为 2～3 cm）。试验开始，瞬时向内、外环灌水（水层厚度等于进气管口离地面距离），随即打开马利奥特瓶放水管，以补充内环入渗消耗的水量，同时开始记时，定时读马利奥特瓶水量，时间间隔初期较短，以后逐渐加大。测定中应随时向外环注水，并保证内、外环水位齐平。试验至马利奥特瓶单位时间供水量稳定不变为止，计算稳定时单位面积的土壤入渗强度即为饱和水力传导度。

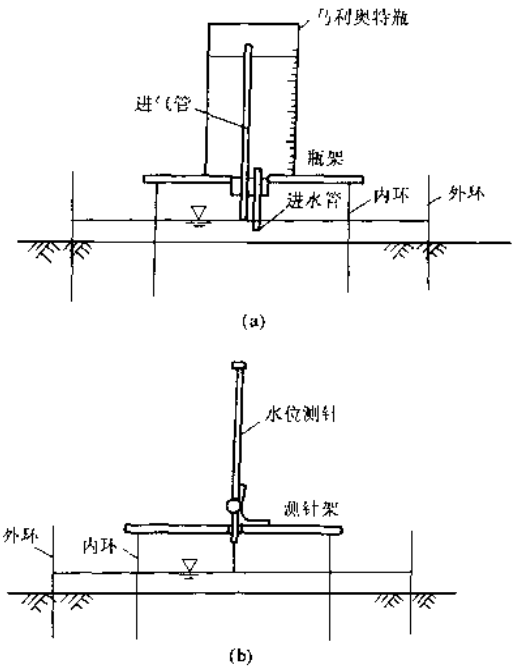


图 B1　双套环装置图

当采用测针控制水位时，应在测定前调节测针位置，使针尖处离地面高度为入渗水层厚度。测定开始，内、外环同时灌水至入渗水层厚度，用秒表记时，并将定量的水（如 1000 mL）注入内环内，水将淹没测针尖端，当内环水位由于入渗面下降至测针针尖时，记下时间，并再次向环内注水（定量），如此重复操作，直至入渗速度达到稳定，此时的入渗速度即为饱和水力传导度。测定过程中，外环应根据内环水位及时补充水量，并注意保持内、外环水位齐平。

B1.2　用钻孔水位回升法测定土层水平方向饱和水力传导度

首先选定测点，用特制的土钻打孔，孔径为 8 cm，孔深应打至地下水面以下 60 cm。钻孔过程中，应防止对孔壁土壤结构的破坏，避免形成封闭层，成孔后应进行 3 次以上的吸水作业，以恢复孔隙的透水性。对于土壤稳定性能差的钻孔，须用与钻孔内径相近的透水网管保护孔壁。现场布置示意图如图 B2 所示。

当钻孔内水位已稳定至原地下水面时，试验开始，用汲筒迅速从孔内提出一定水量，使水位降深达 20～40 cm 以上，即将带浮子的测绳放入孔内，开始计时并读出测孔水位值。量测钻孔内地下水位回升速率，可用相同的时间间隔读取相应的水位上升值 5 次以上，以其平均值计算饱和水力传导度。

试验过程中必须随时保持浮子的灵活性，避免受孔壁摩擦阻滞浮子上升，影响读数准确性。

当地下水位回升到 1/2 降深时，试验结束。

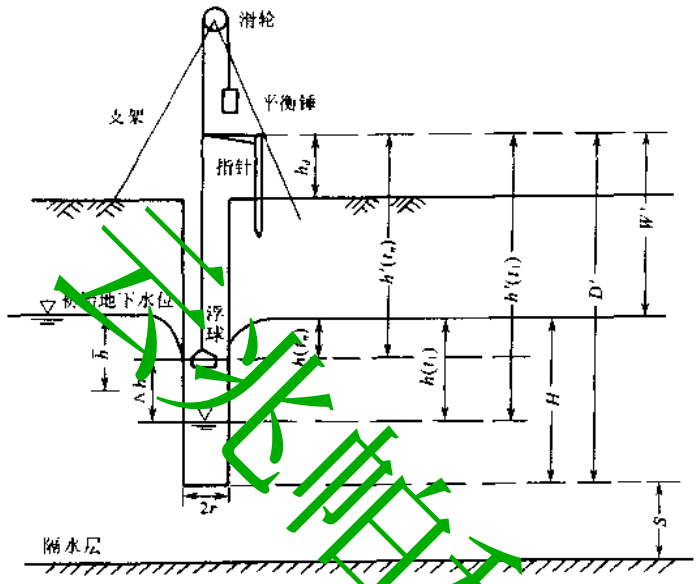
用式（B1）计算饱和水力传导度

$$K = C\frac{\Delta h}{\Delta t} \tag{B1}$$

式中　K——饱和水力传导度，m/d；

$\Delta h/\Delta t$——钻孔中水位回升率，cm/s；

C　　与钻孔尺寸、孔底至不透水层深度和孔内水位变化有关的无因次系数，可自表B1中查得，表中各符号参见图B2。



图B2　钻孔水位回升法测定 K 值现场布置示意图

B1.3　利用排水暗管出流期间地下水位动态资料推求饱和水力传导度

胡浩特（Hooghoudt）排水公式是依据稳定流条件推导的，在自然界中，绝对的稳定流情况并不存在，但这并不妨碍对该公式的应用。如一次降雨过程结束后（如雨停后相当一段时间），排水地块地下水位的消退变得缓慢，对于某一时刻，近似地按胡浩特公式描述排水出流与水位的关系，得

表B1　C 值查算表

H/r	h/H	S/H								
		0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
1	1	447	423	404	375	323	286	264	255	254
	0.75	469	450	434	408	360	324	303	292	291
	0.50	555	537	522	497	449	411	385	380	377
2	1	186	176	167	154	134	123	118	116	115
	0.75	196	187	180	168	149	138	133	131	131
	0.50	234	225	218	207	188	175	169	167	165

续表 B1

H/r	h/H	S/H								
		0	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
5	1	51.9	48.6	46.2	42.8	38.7	36.9	36.1	35.8	35.8
	0.75	54.8	52.0	49.9	46.8	42.8	41.0	40.2	40.0	40.0
	0.50	66.1	63.4	61.3	58.1	53.9	51.9	51.0	50.7	50.7
10	1	18.1	16.9	16.1	15.1	14.1	13.6	13.4	13.4	13.4
	0.75	19.1	18.1	17.4	16.5	15.5	15.0	14.8	14.8	14.8
	0.50	23.3	22.3	21.5	20.6	19.5	19.0	18.8	18.7	18.7
20	1	5.91	5.53	5.30	5.06	4.81	4.70	4.66	4.64	4.64
	0.75	6.27	5.94	5.73	5.50	5.25	5.15	5.10	5.08	5.08
	0.50	7.67	7.34	7.12	6.88	6.60	6.48	6.43	6.41	6.41
50	1	1.25	1.18	1.14	1.11	1.07	1.05	1.04	1.04	1.04
	0.75	1.33	1.27	1.23	1.20	1.16	1.14	1.13	1.13	1.13
	0.50	1.64	1.57	1.52	1.50	1.46	1.44	1.43	1.43	1.43
100	1	0.37	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.32
	1.75	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
	0.50	0.49	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44

$$q_u(t) = \frac{8Kdh(t)}{B} + \frac{4Kh^2(t)}{B} \tag{B2}$$

式中 $q_u(t)$——t 时刻单位暗管长的暗管出流量；

$h(t)$——t 时刻 $B/2$ 处地下水位高程（以暗管埋深高程为基准面）；

B——暗管间距；

d——修正含水层厚度；

K——饱和水力传导度。

令

$$A = \frac{8Kd}{B} \tag{B3}$$

$$C = \frac{4K}{B} \tag{B4}$$

式（B2）为

$$q_u(t) = Ah(t) + Ch^2(t) \tag{B5}$$

令 $\frac{q_u(t)}{h(t)} = R(t)$，式（B4）化简为

$$R(t) = A + Ch(t) \tag{B6}$$

式（B4）为线性方程，根据实测的消退过程的排水暗管出流量与相应时刻的地下水位高程 $h(t)$ 数据，所绘 $R(t) \sim h(t)$ 点据图呈直线关系，直线截距即为 A 值，直线的斜率为 C 值，将 A、C 值代入式（B3）和式（B4）即可求 K 和 d 值。

行业标准科技

本方法所测得之 K 值是地下水渗流区范围内的平均值，如果渗流区上层条件十分复杂，所给 $R(t)\sim h(t)$ 线性关系可能不理想，此法不适用。

B2 给水度室内测定法

土柱法是室内测定给水度的常用方法，试验土柱的长度与排水控制深度相当，对于南方渍害田排水区，取 1 m 左右即可；对于北方盐碱地改良区，可适当加大。土柱直径 12～15 cm，若试样为非原状土时，装填时必须控制土壤密度与现场一致。试验前通过供水平水装置向土柱供水，使土柱达到充分饱和。试验开始后，将供水平水装置下降一定的深度 Δh，土柱释水，释水过程完全结束后，测量总释水量 ΔW，则给水度为

$$\mu=\frac{\Delta W}{\Delta h}$$

B3 压力传导系数的测量

在均质土层的排水沟（或暗管）间地段，如果排水沟（暗管）足够长，地下水向沟（管）排水近似地按一维流考虑时，通过雨后排水出流地下水位下降过程的动态资料，推求压力传导系数。

在一次强烈降雨过程后，地下水位接近地面，雨后排水沟（暗管）水位瞬降至设计高程，此时沟（暗管）间中心断面地下水埋深 h_c 的计算式为（该式适用于排水历时 $t>0.075\ B^2/a$）

$$H_0-h_c=1.273h_0\exp\left(-\frac{\pi^2}{B^2}at\right) \tag{B7}$$

式中 H_0——自地表算起的沟水位瞬降后的深度或排水暗管的埋深，cm；

h_c——$B/2$ 处 t 时刻的地下水埋深，cm；

h_0——雨后地下水最高水位至排水沟瞬降后沟水位（或暗管埋深）距离，cm；

B——排水沟（暗管）间距，cm；

t——计算时刻（自雨后沟水位瞬降时算起），h；

a——压力传导系数，cm^2/h。

对式（B7）取对数，得

$$\ln\frac{1.273h_0}{H_0-h_c}=\frac{\pi^2}{B^2}at$$

$$\frac{4.29}{B^2}at+\lg(H_0-h_c)=\lg 1.273h_0 \tag{B8}$$

令

$$D=\frac{4.29}{B^2}a \tag{B9}$$

$$E=\lg 1.273h_0 \tag{B10}$$

代入式（B8）得

$$Dt+\lg(H_0-h_c)=E \tag{B11}$$

取（H_0-h_c）坐标为对数坐标，则式（B11）中 $t\sim\lg(H_0-h_c)$ 呈线性关系，将实测 $t\sim(H_0-h_c)$ 数据点绘在半对数纸上应呈直线形式，通过回归分析或图解法，求得直线的斜率

D，代入式（B9），可求得压力传导系数 a 值。

为保证求参的准确性，应有足够数量的实测 $B/2$ 处地下水回降过程的资料，在进行图解或回归分析时，应采用 $t>0.075\frac{B^2}{a}$ 的点据。

附录 C　土壤水分特征曲线的测定法

用自制土盒（面积 80～100 cm^2，高 5～7 cm），装填土样，若用原状土进行测定，最好用该土盒直接在现场取样。试样准备好后，在中心插入张力计瓷头，注意应使瓷头位置在土层中部。首先将土壤进行充分饱和，然后将装置放在通风的位置（有条件时在恒温室测试），定期测定土壤含水率及张力计读数，得土壤脱湿过程土壤负压与土壤含水率关系曲线。试样处于低含水率状态下逐渐均匀加水直至饱和，在加水过程中定期测定土壤含水率与负压值，便得到土壤吸湿过程的水分特征曲线。由第一次充分饱和（在实验室内可采用抽真空饱和）后的脱湿过程测得的水分特征曲线称为初始脱湿线，实用上是采取脱湿后重新吸湿所测得的吸湿过程水分特征曲线（称主吸湿线）和第二次脱湿过程所测得的水分特征曲线（称主脱湿线）作分析计算之用。由于受张力计工作压力的限制，土盒测定法的测压范围为 0～100 kPa。

土壤水分特征曲线现场测定法是在选定的测点埋设张力计，在观测张力计读数的同时测定与张力计埋设点相同深度的土壤含水率，取得不同土壤含水率值与相应土壤吸力资料后，即可绘制土壤水分特征曲线图。土壤含水率测定（用中子法或其他定点测量法）或取土点（用称重法）距张力计埋设点距离不宜过大（可考虑在 15～20 cm 的范围内）。

附加说明

主编单位：武汉水利电力大学
参加单位：广东省水利水电科研所
甘肃省水利科学研究所
中国水利水电科研院水利所
黑龙江省水利科学研究所
广州市水利科学研究所
江苏昆山农田排灌研究所
主要起草人：沈荣开　张瑜芳　罗怀彬　杨思谦
叶自桐　石凤馥　杨培枢　余安仁
张明灶　顾斌杰　黄伟强

中华人民共和国行业标准

农田排水试验规范

SL109—95

条文说明

三水帕科技

目　　次

1　总则 …… 380
2　排水试验站建设与排水试验设计 …… 380
3　确定排水标准的有关试验 …… 380
4　田间排水工程规格布局及结构功能试验 …… 384
5　田间排水水管理试验 …… 387
6　排水设计有关参数测定及作物、环境因素观测 …… 388
7　资料的整理、分析与试验报告的编写 …… 389

云水帕科技

1 总 则

1.0.2 田间地面排水明沟规格布局试验涉及末级固定排水沟控制田块内的临时灌排设施(如旱作地区的沟、畦及水旱轮作区的格田、墒沟、小沟等)的状况，情况比较复杂，难作统一的规定；地面水排水模数涉及区域水文、气象、土壤、地形等多种因素以及流域治理规划，范围很大，未列入本规范。一些特殊的或纯属研究性质的农田排水试验也未列入本规范。

2 排水试验站建设与排水试验设计

2.1.3 站址的选择首先应考虑代表性，若有两处以上可供选择，为了便于开展工作，则应选择在基础条件好、交通方便的地方建站。

2.1.5.1 对于单项试验站，根据设站任务，运行年限等情况确定试验场地、仪器和设备以及工作人员、办公和生活设施。

2.1.5.2 排水试验是一项严密的科技工作，并涉及水利、农学、土壤、气象等学科，为保证试验的质量，应配备相关的专业技术人员。

2.2.3 为了能够明显地反应不同处理间的排水效果，各处理水平的差异档次应拉开，并包括极端情况。水文年不同对排水的效益影响很大，因此，应保持试验的连续性和足够的试验年限，试验年份越长，排水效益的代表性越大。

2.2.4 测坑和小区试验由于土层的扰动、试验控制条件以及用水管理水平与大田的情况有较大的差异，其试验的结果，往往与大田的情况有较大的出入，所以应安排大田试验，作为验证和补充。

有的试验内容在田间进行时难以控制和操作，影响精度，可适当安排一些室内试验相互验证和补充。

2.2.6 根据各地的经验，对照区较难安排。若距试区较近，能保证地形、土质、肥力等条件与试区的一致性，但易受试区工程设施的影响；反之又难以保证原始条件的一致性。为此，布设对比区时，应进行认真分析比较，尽可能做到其自然条件和农业措施与试区一致，又不受试区内新建排灌设施的影响。

3 确定排水标准的有关试验

本章所述内容均为确定排水设计标准时所必须具备的基本依据，排水标准可应用有关

试验成果通过技术经济论证确定。

3.1.1 本节所指作物受淹试验仅测定田面淹水对作物生长发育及产量的影响，在试验处理所规定的受淹期结束后，应立即排除田面积水，控降地下水，不使作物在受淹之后又受渍害影响。

3.1.2.1 受淹试验的淹水深度，选值过大既不现实，同时还造成试验的困难，故选定某一淹水上限值，在无法确知当地最大可能淹水深度时，可考虑以 50 cm 为淹水上限值。

生产实践表明，作物受清水或含较多泥沙的混浊水淹水时，产量受损的程度差别较大。为此，在可能受挟带大量泥沙的洪涝水淹水的地区，应开展清、浊水淹水的对比试验。非受淹期地下水埋深按作物正常生长要求进行控制。

3.1.2.4 淹水水温对作物受淹减产有影响，故必须观测记录。

3.1.3.2 由于水稻根系发育深度较浅，采用测筒试验时，筒内盛土深度可减至为 60～70 cm。

3.2.2 当前，我国采用的旱作物排渍控制指标主要有以下 3 种：

（1）以地下水埋深作为控制指标，在雨季，虽然雨强不大，但延续时间很长，相当于有一个稳定入渗补给的情况，其设计标准为某一设计频率的降雨强度下，规定一个允许的地下水上升高度（或地下水埋深）。

（2）对于降雨延续时间不长，但雨强较大的情况，采用一次降雨后的地下水动态作为设计标准，即规定雨后地下水自某一位置的下降速度或规定在给定时期内地下水从某一位置的降落距离。

（3）以地下水位连续动态作为控制指标。现实条件下，地下水位是波动的，排水系统的建立应能防止发生不利形式的地下水动态过程。地下水位连续动态控制指标有两个表示方式，即 SEW_x 值与 SDI 值。

SEW_x 表示在一定统计时期内（可以是全作物生育期，亦可为渍害敏感期），地下水埋深小于某限定深度 x 的累计值，在以 30 cm 为限定深度时，其计算式为

$$SEW_{30} = \sum_{i=1}^{n}(30 - x_i) \quad x_i > 30 \text{ 时，取 } x_i = 30 \tag{3.2.2-1}$$

式中 n——统计时间，d；

x_i——i 日的地下水埋深，cm；

SEW_{30}——地下水埋深小于 30 cm 在统计期的累计值，cm·d。

SDI 称抑制日指标，其计算式为

$$SDI = \sum_{i=1}^{n} SD_i \cdot CS_i \tag{3.2.2-2}$$

式中 n——具有明显的作物生理发展特点的生育阶段数；

SD_i——第 i 个生育阶段的抑制日因子，cm·d。

在现有的排水模型中，多以 SEW_x 作为抑制日因子，此时式（3.2.2-2）为

$$SDI = \sum_{i=1}^{n}(SEW_x)_i \cdot CS_i \tag{3.2.2-3}$$

式中 CS_i——第 i 个生育阶段的作物敏感因子，又称作物减产系数，其值为

$$CS_i = \frac{Y_0 - Y_i}{Y_0}$$

其中 Y_m —— 作物不受渍的产量；

Y_i ——作物在 i 生育阶段受渍后所得的产量。

测定不同受渍试验处理情况下的 SEW_i 值与产量，统计求得 SEW_i 或 $(SEW_i)_i$ 值与产量，即可得 SEW_i 与作物产量关系或 SDI 与产量的关系。

3.2.2.2 以地下水位连续动态作为排渍控制指标的试验，关键在于形成田间不同的地下水动态变化过程，然后进行统计。

如果此项试验结合其他排水试验（如规格布局试验）进行，可在不同的试验处理（包括不排水的对照区）或某一试验处理中利用沟（管）间地段排水过程中地下水回降速度不相同的特点，布设观测井，观测井排可布设在排水沟（管）中部（$L/2$ 处），观测井位可分别距排水沟（管）边 1 m、$B/16$、$B/8$、$B/4$、$B/2$［若沟（管）间距不大可取消 $B/16$ 的测井］处，在测井点位处划定固定的区域（1 m^2 内），观测作物生长发育状况及产量。

3.2.2.3

（1）在采用地下水动态控制指标时，雨后地下水位降落速度较快［尤其是靠近排水沟（暗管）的部位］，故应加密观测。

（2）采用势能理论分析土壤水运动时，需在量测剖面埋设定位张力计测点。

（3）土壤含水率的测定供分析农田水、气状况之用，雨后每天观测 1 次，其他时间可每 5 d 观测 1 次。

3.2.3.1 水稻受渍试验应提供 3 种控制指标，供确定排渍设计标准和水稻田排水水管理时采用。

3.2.3.2

（1）水稻试验田的灌溉制度按当地丰产灌溉制度设计，晒田期按常规要求安排。

（2）淹灌期稻田渗漏强度按常规（不受渍）处理。

（3）在土质一定的情况下，土地承载能力决定于土壤含水率状况，在测定土壤含水率与土地承载力的关系后，通过试验可求得土地承载力与地下水位下降速度关系。

3.2.3.3

（1）大田试验时，在淹水层变化不大的情况下，通过维持排水沟（暗管）的水位即可维持相对稳定的沟（管）间地段的入渗强度。为此，试验区的排水沟系统需修建控制建筑物，以便进行管理操作。

3.3.2.2 土壤盐分组成及分类表如表 3.3.2.2-1。

表 3.3.2.2-1 土壤盐分分类表

土壤盐分组成类型	Cl^{-1}/SO_4^{-2} 离子比例（m.e）	土壤盐分组成类型	Cl^{-1}/SO_4^{-2} 离子比例（m.e）
氯化物	>4	氯化物—硫酸盐	0.5～1
硫酸盐—氯化物	1～4	硫酸盐	<0.5

土壤盐渍化程度分类表见表 3.3.2.2-2（供参考）。

水利电科技术

表 3.3.2.2-2 土壤盐渍化程度分类

盐渍化程度	氯化物类	硫酸盐—氯化物类	氯化物—硫酸盐类	硫酸盐类
非盐渍化土	<0.15	<0.20	<0.25	<0.30
轻度盐渍化土	0.15～0.30	0.20～0.30	0.25～0.40	0.30～0.60
中度盐渍化土	0.30～0.50	0.30～0.60	0.40～0.70	0.60～1.00
重度盐渍化土	0.50～0.80	0.60～1.00	0.70～1.20	1.00～2.00
盐土	>0.80	>1.00	>1.20	>2.00

注：表中数字为 1 m 土层中平均含盐量的百分数（即 g/100 g 土）。

3.3.2.3

（1）分层取土所测得的土壤含盐量分别代表该取土层厚度内的平均土壤含盐量。

（2）若利用测筒进行连续作物耐盐筒栽试验，则栽种作物前必须重新测定剖面土壤含盐量。

3.3.3.1 碱化土壤分类见表 3.3.3.1-1。

表 3.3.3.1-1 碱化土壤分类表

碱化土壤类型	离子比例 (m.e)			
	$\frac{HCO_3^-}{Cl^- \cdot SO_4^{2-}}$	Cl^-	$\frac{HCO_3^-}{Cl^-}$	$\frac{HCO_3^-}{SO_4^{2-}}$
硫酸盐—氯化物 苏打	>1	>1	—	—
氯化物—硫酸盐—苏打	>1	>1	—	—
氯化物—硫酸盐 苏打	0.2～1	<1	>1	—
苏打 氯化物—硫酸盐	0.2～1	<1	<1	—
硫酸盐—苏打—氯化物	0.2～1	>1	—	>1
苏打—硫酸盐 氯化物	0.2～1	>1	—	<1
重碳酸镁碱土	0.2～1	交换性 Mg^{++}/阳离子交换总量>50%		

碱化度是土壤中交换性钠离子占阳离子交换总量的百分数。碱化度是土壤总体的碱性指标。

碱化土壤分级见表 3.3.3.1-2。

表 3.3.3.1-2 碱化土壤分级表

分级 \ 项目	残余碳酸钠 (m.e/100g 土)	碱化度 (%)	pH
非碱化土	<0.06	<4	<8.8
弱碱化土	0.06～0.17	4～13	8.8～9.1
中度碱化土	0.17～0.25	13～22	9.1～9.3
强度碱化土	0.25～0.40	22～40	9.3～9.6
瓦碱	>0.40	>40	>9.6

注：表中数字为 40 cm 土层平均值。

3.4 在盐渍地区，地下水适宜埋深视季节而异，本节所述为一年中容易返盐季节（春季）的地下水适宜深度（亦称地下水临界深度）的试验问题。一般而言，可以根据地下水临界深度的试验成果，分析确定排水地区田间排水沟（暗管）的深度。

3.4.2 选定的试验区地形应比较平缓，开挖排水沟应有足够的长度并保证有良好的出流条件，在测得试验区有关水文地质参数的情况下，可按一侧河沟的半无限情况估算排水过程中地下水位动态变化，据此确定观测断面的井位。计算公式（适用于地下水与河沟水位齐平，雨后沟水位短期内下降至设计水位的情况）如下

$$S(x,t)=H\left[1-erfc\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)\right]+\Delta$$

式中 H——沟水位瞬降的深度，m；

Δ——雨后地下水位埋深，m；

x——计算点距沟的距离，m；

t——计算时间，d；

a——压力传导系数，m^2/d；

$S(x,t)$——t 时刻处的地下水埋深，m。

3.5 盐渍地区灌溉（降雨）季节，对表土盐分有一定的冲洗作用，但引起地下水位上升，使作物受到渍害，为保证作物正常生长，需对地下水位进行控制。本节所述为测定不同地下水位回落速度与作物受盐渍危害的关系。灌溉（降雨）季节地下水位回落速度与地下水临界深度共同构成盐渍地区田间排水系统设计的两个控制指标。

3.5.2 排水过程中，沟间地段各点地下水回落速度不一样，在沟间断面不同位置设立观测点，即可得到不同地下水回落速度的试验处理。

4 田间排水工程规格布局及结构功能试验

4.1 本节内容仅涉及农田地下排水的田间排水沟（暗管）规格布局的试验内容。

4.1.1 田间排水沟（管）规格布局试验的主要目的是通过不同排水沟（管）间距与深度组成的田间排水系统的排水试验，观测不同布置形式的排水效果，核定符合当地土壤及水文地质条件的有关设计参数（水力传导度、压力传导系数、给水度等）和确定地下排水系统计算方法，为进行大面积田间排水系统规划设计提供依据。

4.1.2

（1）为减少二维流影响，规定试验田块长度大于沟（或暗管）间距 3 倍。

（2）排水明沟间距较暗管大，所以，田间排水试验小区内排水沟条数可减少至 3 条。

（3）相邻处理排水沟（管）深度相差过大，试验小区之间将发生水力干扰，改变水流运动条件，影响试验的精确性。因此，排水沟（管）不同深度和间距试验必须按递增或递减顺序安排。

4.1.3

（1）剩余水头是指雨后地下水位降至一定深度后排水过程十分缓慢时排水沟（管）中部地下水位与沟（管）水位高程之差。一般取 20～30 cm。

排渍系统设计采用地下水埋深作控制指标时，表明设计地区雨季中连续降雨时间较长，根据设计频率，可得出排水期平均降雨强度。在这种情况下，田间地下水位适宜埋深是指有连续降雨入渗情况下，维持作物正常生长所允许的地下水位埋深最小值。排水沟（管）的深度应保证在沟（管）中间地带排除该设计雨强时地下水位值（即 $B/2$ 处地下水位）符合适宜埋深要求。据此粗估排水沟（管）深度时应是适宜深度加排除设计雨强所必须的工作水头。

（2）排水沟（管）间距的计算公式可参考水利水电行业标准 SL15—90《农田排水技术规程》（南方农田暗管排水部分）。

4.1.4 地下水位观测剖面和观测井位示意图见图 4.1.4。

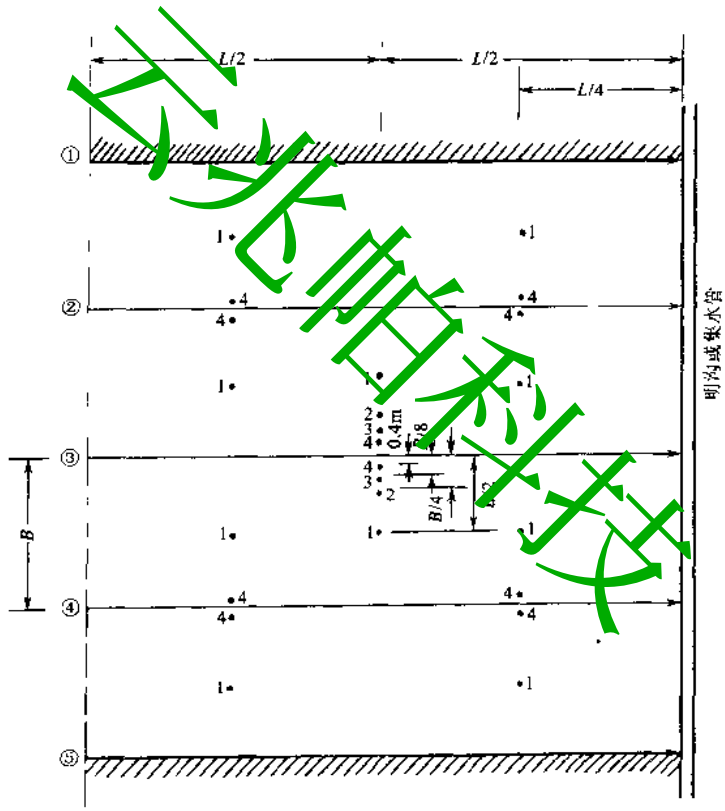


图 4.1.4 观测井布置图

4.2 鼠道排水主要适用于粘土、粘壤土和中壤土质的排水地区。若砂性土质地区必须修建鼠道时，应采取固壁措施。

4.2.3 由于鼠道间距较小，为避免各试验处理间的水力干扰，规定每一处理鼠道最少为 5 条。

4.2.3.1 浅层鼠道的作用是加快耕作层渍水的排除。在地表下有犁底层时，鼠道犁的切缝深至少应划穿犁底层。

行水电科技

4.2.3.2 鼠道间距的经验值可参考水利水电行业标准SL15—90《农田排水技术规程》(南方农田暗管排水部分)。

4.3 井排井灌有以下几个方面的内容:

(1) 已确定井排结合井灌的工作制度和对地下水动态的要求,通过试验选定水井布局。

(2) 水井布局已定,通过试验确定井排井灌的工作制度。

(3) 对已有几种水井规格布局进行排水试验,探求最优的结合井灌的工作制度。

前者属于水井规格布局试验,后者为水管理试验,很多情况下两方面的内容是结合一起进行的。

农田井排系统为冲洗改良盐碱土创造良好的入渗和排水出流条件,是冲洗改良盐碱土工程的一部分;在地下水质符合灌溉要求且含水层与潜水有良好水力联系的地区,可以通过井灌控制地下水位,达到既满足灌溉需要又能防治次生盐碱化的双重目的。本节仅涉及井排结合井灌,而以井排控制地下水位为主要目的的水井规格布局试验问题。

4.3.5.1 按大面积均匀布井时,试验井至少应有4个,呈正菱形布置.测试田块设在菱形的中部。

4.4 多层排水系统是近年来发展起来的排水系统,目前国内多为双层排水系统,为此,本节仅涉及双层排水系统的试验内容。

4.4.1 双层排水系统是通过两层排水系统的组合,达到加快地表水、浅层滞水和下层水的排除目的,由于排水沟(管)所处的层位不同,其所担负的排水任务也不同。双层排水系统规格布局试验要通过对系统综合排水能力的分析进行评价。

4.5.1 边坡防坍方法的选定应在分析当地边坡防塌原因的基础上,根据提高边坡土壤的抗剪强度和削弱下滑力两因素,选定边坡防坍措施。

边坡防坍评价指标是塌坡量。间接评价指标有溢水线高度、出溢水头、侧渗水头梯度、边坡上自然含水率等。

边坡防坍技术措施的评价指标是防坍效果、耐久性、经济成本和可操作性。

4.5.3

(3) 土工织物反滤导渗是用无纺布包裹砂滤料进行反滤。砂滤料导渗槽是指在边坡上隔一定距离挖一窄槽,填装砂滤料导渗,疏干边坡地下水。

4.5.4 边坡坍塌造成的沟道淤积量应及时记录,并随时清理,以免造成沟道阻塞。

4.6.1 为节约工程投资,应鼓励利用当地材料制作排水暗管,但制作的暗管,必须进行结构及功能试验,同时还要进行两年以上的测试,检验其结构及水力性能的变化。对于某些特殊材料制作的暗管,还应监测其对环境的污染和对作物的影响。

4.6.2 无条件进行室内暗管水力性能试验时,可在通过力学试验后直接在田间进行试验。力学性能测试方法,柔性材料管可引用美国材料学会规范ASTMD2412的测试规定;刚性材料管可参用国标GB2832—2837—81《陶管试验方法》的测试规定。

4.6.4 在相同水力条件下,r_r值和H_r/H_t值越小,暗管综合水力性能越好。在非稳定流情况下,采用通过设计排水流量时的H_r/H_t值进行评价。

进口阻力值r_r可采用下式计算

灌溉排水科技

$$r_e = H_t/q_u \quad 或 \quad r_e = \frac{H_t L}{Q} \quad (d/m)$$

式中 H_e——进口水头（见图 4.6.4），指离暗管 0.4 m 处测井的水头，m；

L——排水暗管长度，m；

q_u——单位长度暗管的排水流量，$m^3/(d \cdot m)$；

Q——排水暗管出流量，m^3/d；

H_t——总工作水头，m。

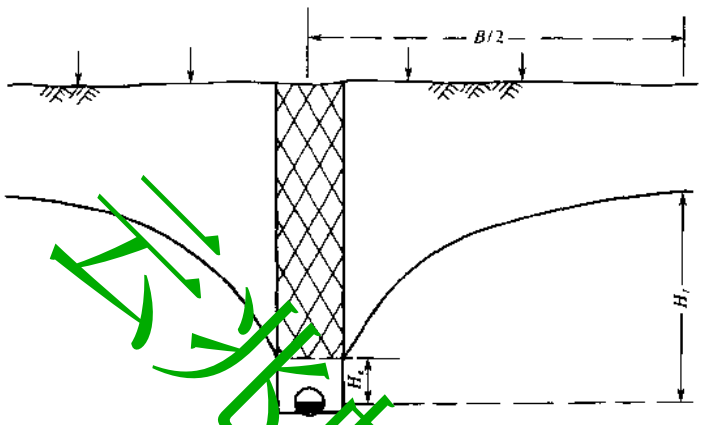


图 4.6.4 暗管排水入管水头及总工作水头示意图

4.7.7

（1）鼠道成洞形状观测是在鼠道施工后挖开一个剖面，观测成洞形状及洞周围裂隙发育及裂缝状况，并照相存档。相同条件的鼠道要挖 3 个以上剖面，使测试结果更具代表性。

（2）洞体结构观测：在鼠道开挖前后，洞体周围土壤密度发生变化。开挖前测定土壤密度，开挖后，在垂直洞轴剖面，自地表至洞下 20～30 cm，每 10～15 cm 取土测定土壤密度，在洞轴两侧的水平方向 0～30 cm 范围内各取 3 点同时测定，借此分析洞体周围土壤被挤压的情况，分析洞体稳定性。

（3）在大面积鼠道排水区，应调查鼠道工作情况，包括出流情况，失效鼠道的比率以及对有代表性的鼠道挖开剖面作洞体变形及淤积量测定，通过统计分析判断鼠道排水系统整体效应，为确定鼠道施工技术及管理措施提供依据。

5 田间排水水管理试验

（1）关于排水水管理试验结果的评定标准。排水水管理试验结果应从是否达到排水设计标准、具有较高产量及工程良好工作状态 3 个方面进行评价和判断。

（2）关于排水水管理试验方案。一般情况下，对于已确定的排水设计标准和相应的田

间排水控制要求而言，排水水管理方案不难确定，故不宜进行明显不合理、无推广应用价值的多方案对比试验。

5.1.3 农田的排水要求主要决定于水文、气象条件，不同水文年排水要求差异极大，为反映不同水文年排水水管理的特点，同一类型的排水试验应连续进行若干年，以期得到不同水文年份的试验结果。

5.2.3.2

（2）排水沟（管）的功能是指对田间地下水动态的控制能力。排水沟（管）的工程状况，对于暗管可通过综合水力性能（进口阻力值 r_e 和进口水头损失比 H_e/H_t）在运用中的变化，暗管淤积，排沙情况评价，当综合水力性能变化不大和淤积，排沙现象较少时，表明暗管工程状况良好；明沟排水系统的工程状况，可通过明沟纵、横断面和边坡的稳定性进行评价，纵横断面和边坡稳定时，表明明沟的工程状况良好。

5.2.3.3

（2）定水位供水指浸润灌溉期间，实行浸润灌溉的沟（管）进口处的水位保持不变；定流量供水是指浸润灌溉沟（管）进口断面处的流量保持不变。这两种情况都是对浸润灌溉水源条件较好，灌溉水源有保证的情况而言。

5.4.2 本试验是在已建成的井排共灌区进行的，有条件时应选择较多的井进行观测试验，在梅花状均匀布井的情况下，一个试验单元区至少应由 7 个井组成。

5.5.4 拟开展排水再利用试验的地区，在确定试验地后，应对试区天然地下径流状况进行调查，如试区地下水天然流向、地下径流量、地下水平均坡降以及逸出带等，以便进行试验设计。

6 排水设计有关参数测定及作物、环境因素观测

水文地质参数、农作物及环境因素等均存在空间变异问题，在测定这些值时，取样（或试验点）应足够多，以便求得符合当地（时）条件的代表值。

6.1 饱和水力传导度可通过室内试验或直接在现场测定。由于室内试验不便于取得足够尺寸的试样，且其结果不够精确，有条件时，应直接在田间现场测定。

6.1.2 双套环法测垂向饱和水力传导度是一种近似的方法，适合于在有足够厚度均质土层的地方采用。若土层为非均质，要测定下层土壤的饱和水力传导度时，应把上部土层挖去，将双套环直接放置在下层土的裸露表面上进行测定。

6.2 有条件时应采用野外取得的资料（抽水试验或地下水动态观测）分析计算给水度。

6.3 压力传导度 a，给水度 μ 与导水系数 T（$T=Km$，K 为饱和水力传导度，m 为含水层或过水断面厚度）三者之间存在如下关系

$$a=\frac{Km}{\mu}=\frac{T}{\mu} \tag{6.3}$$

灌溉排水技术

只要测得其中两个，就可通过式（6.3）求得第三个。

6.4 由于土壤水分运动的滞后特性，土壤水的负压与含水率（即土壤水分特征曲线）间不是单值函数的关系。因此，脱湿过程与吸湿过程测得的水分特征曲线不重叠，正确地利用土壤负压与含水率关系就必须分清土壤水分变化处于何种状态。若土壤水运动处于脱湿过程则使用脱湿曲线，处于吸湿过程则使用吸湿曲线。

（1）压力板（膜）提取仪能测定 0～10 MPa 吸力范围脱湿过程的土壤水分特征曲线，容积式压力板吸提仪能测定 0～200 kPa 吸力范围的吸湿及脱湿过程的土壤水分特征曲线。受张力计测压范围的限制，土盒法仅能测定 0～100 kPa 吸力的土壤水分特征曲线。

6.5.1～6.5.4 为了掌握排水改良渍涝地土壤的不良性状并进行改良，应详细调查开展排水试验前试区的土壤剖面性状并进行理化分析，作为以后对照的基础。所提出的测定项目为常规测定项目，测定方法可参考以下文献：①《土壤物理性质测定法》（科学出版社，1978年）；②《土壤物理及土壤改良研究方法》（上海科技出版社，1982 年）；③《土壤学与农作学》（水利电力出版社，1992 年）；④《土壤理化分析》（上海科技出版社，1983 年）；⑤《土壤农业化学常规分析方法》（科学出版社，1983 年）。

稻田、渍涝地以及盐碱土均有其特殊的理化性状，故需分别测定一些能反映其特征的项目。依据的文献为上述所列的①③两种文献。

6.6.2 窄行作物每个观测点应连续固定 5～10 穴（或丛），宽行作物每个观测点应连续固定 5～10 株。

在农业科学试验中，常以有 50%的植株出现某种形态特征的日期来代表某一生育期的日期，以 10%和 80%的植株出现该形态特征的日期分别为该生育期的始期和盛期。在排水试验中主要是掌握各生育期的起止日期，而不是某一代表日期。每种作物的各个生育期各有一定的前后重叠，而在排水时不同阶段的日期既不能重叠也不能间断，故宜采用本条所规定的起止日期为准，这样既与农业上的划分相符，也便于在排水试验中采用。

6.7.2 因水面蒸发量不是气象站观测的主要项目，一般只用 20 cm 口径蒸发器观测，而在排水试验中，水面蒸发量则是一个重要项目且要求精度较高，为达到观测精度需用 E601 型蒸发器进行观测。

6.8 水样的采集和贮存是一个十分重要的环节，取样不准或贮存不善都能造成水质的变化，并使测定结果失去准确性，故一定要严格按照取样要求采集。采样器应使用无色具塞玻璃瓶或具塞聚乙烯瓶。采样前应先用水样洗涤样瓶 2～3 次。一般应在水面以下 20 cm 左右处取样。采得水样后应进行必要的处理，并立即密封尽快化验，搁置时间不能超过一周。

6.8.1～6.8.2 所列出的宜测定项目多为常规项目，试验中可根据需要选定。采用的方法可参照《水和废水监测分析方法》（中国环境科学出版社，1989 年）。

7 资料的整理、分析与试验报告的编写

7.1.1～7.2.6 主要是为保证原始资料的正确性和可靠性，以及资料整理的统一性和标准

化而制定。

7.3.3 为避免排水试验得出错误或虚假的结论，故作出了必须进行显著性检验的规定。

7.3.4 F_a 为因素均方差与误差均方差的比值；$F_{0.1}$、$F_{0.05}$、$F_{0.01}$ 为 F 分布表中相应于 $a=0.1$、$a=0.05$、$a=0.01$ 的临界值，均根据试验中的因素自由度 f_1 与误差自由度 f_2 查出。

7.3.5 考虑到不同水文年对排水试验效果的影响很大，因此规定，分析资料时应分析主要资料在不同年际间的差异及变化规律。据此也可考查所取得的试验成果是否符合设计条件。

7.4 本节的规定，主要是为试验报告编写的统一性和规范化而制定。

7.4.2

（8）以往对排水试验结果的优选，多以产量为主要依据，不尽合理。因此规定应进行水利经济分析，进行综合评价。

云水帕科技

中华人民共和国国家标准

农田灌溉水质标准

Standards for irrigation water quality

GB5084—92

云水帕科技

为贯彻执行《中华人民共和国环境保护法》、防止土壤、地下水和农产品污染、保障人体健康，维护生态平衡，促进经济发展，特制订本标准。

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了农田灌溉水质要求、标准的实施和采样监测方法。

1.2 适用范围

本标准适用于全国以地面水、地下水和处理后的城市污水及与城市污水水质相近的工业废水作水源的农田灌溉用水。

本标准不适用医药、生物制品、化学试剂、农药、石油炼制、焦化和有机化工处理后的废水进行灌溉。

2 引用标准

GB8978 污水综合排放标准

GB3838 地面水环境质量标准

GJ18 污水排入城市下水道水质标准

CJ25.1 生活杂用水水质标准

3 标准分类

本标准根据农作物的需求状况，将灌溉水质按灌溉作物分为三类：

3.1 一类：水作，如水稻，灌水量 800m³/（亩·年）。

3.2 二类：旱作，如小麦、玉米、棉花等。灌溉水量 300m³/（亩·年）。

3.3 三类：蔬菜，如大白菜、韭菜、洋葱、卷心菜等。蔬菜品种不同，灌水量差异很大，一般为 200～500m³/（亩·茬）。

4 标准值

农田灌溉水质要求，必须符合表 1 的规定。

表 1 农田灌溉水质标准 （mg/L）

序号	项目 \ 标准值 \ 作物分类		水作	旱作	蔬菜
1	生化需氧量（BOD_5）	≤	80	150	80
2	化学需氧量（COD_{Cr}）	≤	200	300	150
3	悬浮物	≤	150	200	100
4	阴离子表面活性剂（LAS）	≤	5.0	8.0	5.0

污水治理技术

续表 1

序号	项目 \ 标准值 \ 作物分类		水作	旱作	蔬菜
5	凯氏氮	≤	12	30	30
6	总磷（以 P 计）	≤	5.0	10	10
7	水温，℃	≤	35		
8	pH 值	≤	5.5～8.5		
9	全盐量	≤	1 000（非盐碱土地区） 2 000（盐碱土地区） 有条件的地区可以适当放宽		
10	氯化物	≤	250		
11	硫化物	≤	1.0		
12	总汞	≤	0.001		
13	总镉	≤	0.005		
14	总砷	≤	0.05	0.1	0.05
15	铬（六价）	≤	0.1		
16	总铅	≤	0.1		
17	总铜	≤	1.0		
18	总锌	≤	2.0		
19	总硒	≤	0.02		
20	氟化物	≤	2.0（高氟区） 3.0（一般地区）		
21	氰化物	≤	0.5		
22	石油类	≤	5.0	10	1.0
23	挥发酚	≤	1.0		
24	苯	≤	2.5		
25	三氯乙醛	≤	1.0	0.5	0.5
26	丙烯醛	≤	0.5		
27	硼	≤	1.0（对硼敏感作物，如：马铃薯、笋瓜、韭菜、洋葱、柑桔等） 2.0（对硼耐受性较强的作物，如小麦、玉米、青椒、小白菜、葱等） 3.0（对硼耐受性强的作物，如：水稻、萝卜、油菜、甘兰等）		
28	粪大肠菌群数，个/L	≤	10 000		
29	蛔虫卵数，个/L	≤	2		

互联网科技

4.1 在以下地区，全盐量水质标准可以适当放宽。

4.1.1 具有一定的水利灌排工程设施，能保证一定的排水和地下水径流条件的地区。

4.1.2 有一定淡水资源能满足冲洗土体中盐分的地区。

4.2 当本标准不能满足当地环境保护需要时，省、自治区、直辖市人民政府可以补充本标

准中未规定的项目，作为地方补充标准，并报国务院环境保护行政主管部门备案。

5 标准的实施与管理

5.1 本标准由各级农业部门负责实施与管理，环保部门负责监督。

5.2 严格按照本标准所规定的水质及农作物灌溉定额进行灌溉。

5.3 向农田灌溉渠道排放处理后的工业废水和城市污水，应保证其下游最近灌溉取水点的水质符合本标准。

5.4 严禁使用污水浇灌生食的蔬菜和瓜果。

6 水质监测

6.1 当地农业部门负责对污灌区水质、土壤和农产品进行定期监测和评价。

6.2 为了保障农业用水安全，在污水灌溉区灌溉期间，采样点应选在灌溉进水口上。化学需氧量（COD）、氰化物、三氯乙醛及丙烯醛的标准数值为一次测定的最高值，其他各项标准数值均指灌溉期多次测定的平均值。

6.3 本标准各项目的检测分析方法见表2。

表2 农田灌溉水质标准选配分析方法

序号	项目	测定方法	检测范围（mg/L）	注释	分析方法来源
1	生化需氧量（BOD_5）	稀释与接种法	3以上		GB7488
2	化学需氧量（COD_{Cr}）	重铬酸盐法	10～800		GB11914
3	悬浮物	滤膜法	5以上	视干扰情况具体选用	GB10911
4	阴离子表面活性剂（LAS）	亚甲基蓝分光光度法	0.05～2.0	本法测得为亚甲基蓝活性物质（MBAS），结果以LAS计	GB7494
5	凯氏氮	浓硫酸-硫酸钾-硫酸铜消解-蒸馏-纳氏比色法	0.05～2.0	前处理后用纳氏比色法，测得为氨氮和有机氮之和	纳氏比色法采用GB7479
6	总磷（以P计）	钼蓝比色法	0.025～0.6	结果为未过滤水样经消化处理后，测得为溶解的和悬浮的总和	
7	水温				
8	pH值	玻璃电极法			GB6920
9	全盐量	重量法			
10	氯化物	硝酸银容量法	10以上	结果以Cl^-计	GB5750
		硝酸汞容量法	可测至10以下		
11	硫化物	预处理后用对氨基二甲基苯胺光度法	0.02～0.8	结果以S^{2-}计	
		预处理后用碘量法	≥1		

试读结束

续表 2

序号	项目	测定方法	检测范围 (mg/L)	注释	分析方法来源
12	总汞	冷原子吸收光度法	检出下限 0.0001	包括无机或有机结合的可溶和悬浮的全部汞	GB7468
		高锰酸钾-过硫酸钾消解法			
		高锰酸钾-过硫酸钾消解-双硫腙比色法	0.002～0.04		GB7469
13	总镉	原子吸收分光光度法（螯合萃取法）	0.001～0.5	经酸消解处理后，测得水样中的总镉量	GB7475
		双硫腙分光光度法	0.001～0.05		GB7471
14	总砷	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	0.007～0.5	测得为单体形态、无机或有机物中元素砷的总量	GB7485
15	铬（六价）	二苯碳酰二肼分光光度法	0.004～1.0		GB7467
16	总铅	原子吸收分光光度法		经酸消解处理后，测得水样中的总铅量	
		直接法	0.2～10		GB7475
		螯合萃取法	0.01～0.2		
		双硫腙分光光度法	0.01～0.30		GB7470
17	总铜	原子吸收分光光度法		未过滤的样品经消解后测得的总铜量，包括溶解的和悬浮的	
		直接法	0.05～5		
		螯合萃取法	0.001～0.05		GB7475
		二乙基二硫代氨基甲酸钠(铜试剂)分光光度法	检出下限 0.003 (3cm 比色皿) 0.02～0.07 (1cm 比色皿)		
18	总锌	双硫腙分光光度法	0.005～0.05	经消化处理后测得的水样中总锌量	GB7472
		原子吸收分光光度法	0.05～1		GB7475
19	总硒	二氨基联苯胺比色法	检出下限 0.01		GB5750
		荧光分光光度法	检出下限 0.001		
20	氟化物	氟试剂比色法	0.05～1.8	结果以 F 计	GB7482
		茜素磺酸锆目视比色法	0.05～2.5		
		离子选择性电极法	0.05～1 900		GB7484
21	氰化物	异烟酸-吡啶啉酮比色法	0.004～0.25	包括全部简单氰化物和绝大部分络合氰化物，不包括钴氰铬合物	GB7486
		吡啶-巴比妥酸比色法	0.002～0.45		
22	石油类	紫外分光光度法	0.05～50		(1)、(2)、(3)

行业标准

续表 2

序号	项目	测定方法	检测范围 (mg/L)	注释	分析方法来源
23	挥发酚	蒸馏后 4-氨基安替比林分光光度法（氯仿萃取法）	0.002～6		GB7490
24	苯	气相色谱法	0.005～0.1		GB11937
		二硫化碳萃取气相色谱法	0.05～12		
25	三氯乙醛	气相色谱法	最低检出值为 3×10^{-3}μg	适用于农药、化工厂污水测定	(1)、(2)、(3)
		吡唑啉酮光度法	0.02～5.6 μg/mL	适用于测定城市混合污水	
26	丙烯醛	气相色谱法	最小检出浓度 0.1		GB11934
27	硼	姜黄素比色法	0.02～1.0	结果以 B 计	注中 a.，b.，c.
		甲亚胺-H 酸光度法	0.03～5.0		
28	粪大肠菌群	多管发酵法		适用于各种水样	GB5750
		滤膜法			
29	蛔虫卵	吐温-80 柠檬酸缓冲液离心沉淀集卵法			注中 d.

注：分析方法来源中，未列出国标的，暂时采用下列方法，待国家标准方法发布后，执行国家标准。

a. 水和废水标准检验方法（第 15 版），中国建筑工业出版社，1985 年；

b. 环境污染标准分析方法手册，中国环境科学出版社，1987 年；

c. 水和废水监测分析方法（第三版），中国环境科学出版社，1989 年；

d. 卫生防疫检验，上海科技出版社，1964 年。

万水中科技

附加说明

本标准由国家环保局科技标准司提出。

本标准由农业部环境保护科研监测所负责起草。

本标准主要起草人王德荣、崔淑贞、徐应明、赵静、杜道灯等。

本标准由国家环境保护局负责解释。

中华人民共和国国家标准

泵站设计规范

Design code for pumping station

GB/T50265—97

主编部门：中华人民共和国水利部
批准部门：中华人民共和国建设部
施行日期：1997年9月1日

万能钳科技

关于发布国家标准《泵站设计规范》的通知

建标［1997］134号

根据国家计委计综［1986］2630号文和建设部建标［1991］727号文的要求，由水利部会同有关部门共同制订的《泵站设计规范》，已经有关部门会审。现批准《泵站设计规范》GB/T50265—97为推荐性国家标准，自1997年9月1日起施行。

本规范由水利部负责管理，具体解释等工作由北京水利水电管理干部学院负责，出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部

一九九七年六月二日

云北帕科技

目 次

1 总则 …… 400
2 泵站等级划分 …… 400
3 泵站主要设计参数 …… 401
4 站址选择 …… 404
5 总体布置 …… 405
6 泵房设计 …… 406
7 进、出水建筑物设计 …… 414
8 其它型式泵站设计 …… 419
9 水力机械及辅助设备 …… 422
10 电气设计 …… 431
11 闸门、拦污栅及启闭设备 …… 443
12 工程观测及水力监测系统设计 …… 446
附录A 泵房稳定分析有关数据 …… 447
附录B 泵房地基计算及处理 …… 448
附录C 镇墩稳定计算 …… 451
附录D 主变压器容量计算与校验 …… 454
附录E 站用变压器容量的选择 …… 454
附录F 电气试验设备配置 …… 455
附录G 自由式拍门开启角近似计算 …… 457
附录H 自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算 …… 458
附录J 快速闸门停泵闭门撞击力近似计算 …… 461
本规范用词说明 …… 462
附加说明 …… 463
条文说明 …… 464

工业标准科技

1 总 则

1.0.1 为统一泵站设计标准，保证泵站设计质量，使泵站工程技术先进、安全可靠、经济合理、运行管理方便，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的设计。

1.0.3 泵站设计应广泛搜集和整理基本资料。基本资料应经过分析鉴定，准确可靠，满足设计要求。

1.0.4 泵站设计应吸取实践经验，进行必要的科学实验，节省能源，积极采用新技术、新材料、新设备和新工艺。

1.0.5 泵站设计除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 泵站等级划分

2.0.1 泵站的规模，应根据流域或地区规划所规定的任务，以近期目标为主，并考虑远景发展要求，综合分析确定。

2.0.2 灌溉、排水泵站应根据装机流量与装机功率分等，其等别应按表 2.0.2 确定。

表 2.0.2 灌溉、排水泵站分等指标

泵站等别	泵站规模	分等指标	
		装机流量（m^3/s）	装机功率（10^4kW）
Ⅰ	大（1）型	≥200	≥3
Ⅱ	大（2）型	200～50	3～1
Ⅲ	中型	50～10	1～0.1
Ⅳ	小（1）型	10～2	0.1～0.01
Ⅴ	小（2）型	<2	<0.01

注：1. 装机流量、装机功率系指单站指标，且包括备用机组在内；

2. 由多级或多座泵站联合组成的泵站工程的等别，可按其整个系统的分等指标确定；

3. 当泵站按分等指标分属两个不同等别时，应以其中的高等别为准。

2.0.3 对工业、城镇供水泵站等别的划分，应根据供水对象、供水规模和重要性确定。

2.0.4 直接挡洪的堤身式泵站，其等别应不低于防洪堤的工程等别。

2.0.5 泵站建筑物应根据泵站所属等别及其在泵站中的作用和重要性分级，其级别应按表 2.0.5 确定。

灌溉排水技术

表 2.0.5 泵站建筑物级别划分

泵站等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别	泵站等别	永久性建筑物级别		临时性建筑物级别
	主要建筑物	次要建筑物			主要建筑物	次要建筑物	
Ⅰ	1	3	4	Ⅳ	4	5	5
Ⅱ	2	3	4	Ⅴ	5	5	—
Ⅲ	3	4	5				

注：1. 永久性建筑物系指泵站运行期间使用的建筑物，根据其重要性分为主要建筑物和次要建筑物。主要建筑物系指失事后造成灾害或严重影响泵站使用的建筑物，如泵房、进水闸、引渠、进、出水池，出水管道和变电设施等；次要建筑物系指失事后不致造成灾害或对泵站使用影响不大并易于修复的建筑物，如挡土墙、导水墙和护岸等。

2. 临时性建筑物系指泵站施工期间使用的建筑物，如导流建筑物、施工围堰等。

2.0.6 对位置特别重要的泵站，其主要建筑物失事后将造成重大损失，或站址地质条件特别复杂，或采用实践经验较少的新型结构者，经过论证后可提高其级别。

3 泵站主要设计参数

3.1 防 洪 标 准

3.1.1 泵站建筑物防洪标准应按表 3.1.1 确定。

表 3.1.1 泵站建筑物防洪标准

泵站建筑物级别	洪水重现期（年）		泵站建筑物级别	洪水重现期（年）	
	设计	校核		设计	校核
1	100	300	4	20	50
2	50	200			
3	30	100	5	10	20

注：修建在河流、湖泊或平原水库边的堤身式泵站，其建筑物防洪标准不应低于堤防现有防洪标准。

3.1.2 对于受潮汐影响的泵站，其挡潮水位的重现期应根据工程等级，结合历史最高潮水位，按表 3.1.1 规定的设计标准确定。

3.2 设 计 流 量

3.2.1 灌溉泵站设计流量应根据设计灌水率、灌溉面积、渠系水利用系数及灌区内调蓄容积等综合分析计算确定。

3.2.2 排水泵站排涝设计流量及其过程线，可根据排涝标准、排涝方式、排涝面积及调蓄容积等综合分析计算确定。

排水泵站排渍设计流量可根据地下水排水模数与排水面积计算确定。

3.2.3 供水泵站设计流量应根据供水对象的用水量标准确定。

3.3 特 征 水 位

3.3.1 灌溉泵站进水池水位应按下列规定采用：

土木在线

3.3.1.1 防洪水位：按本规范3.1.1的规定确定。

3.3.1.2 设计水位：从河流、湖泊或水库取水时，取历年灌溉期水源保证率为85%～95%的日平均或旬平均水位；从渠道取水时，取渠道通过设计流量时的水位。

3.3.1.3 最高运行水位：从河流、湖泊取水时，取重现期5～10年一遇洪水的日平均水位；从水库取水时，根据水库调蓄性能论证确定；从渠道取水时，取渠道通过加大流量时的水位。

3.3.1.4 最低运行水位：从河流、湖泊或水库取水时，取历年灌溉期水源保证率为95%～97%的最低日平均水位；从渠道取水时，取渠道通过单泵流量时的水位。

受潮汐影响的泵站，其最低运行水位取历年灌溉期水源保证率为95%～97%的日最低潮水位。

3.3.1.5 平均水位：从河流、湖泊或水库取水时，取灌溉期多年日平均水位；从渠道取水时，取渠道通过平均流量时的水位。

3.3.1.6 上述水位均应扣除从取水口至进水池的水力损失。从河床不稳定的河道取水时，尚应考虑河床变化的影响，方可作为进水池相应特征水位。

3.3.2 灌溉泵站出水池水位应按下列规定采用：

3.3.2.1 最高水位：当出水池接输水河道时，取输水河道的校核洪水位；当出水池接输水渠道时，取与泵站最大流量相应的水位。

3.3.2.2 设计水位：取按灌溉设计流量和灌区控制高程的要求推算到出水池的水位。

3.3.2.3 最高运行水位：取与泵站加大流量相应的水位。

3.3.2.4 最低运行水位：取与泵站单泵流量相应的水位；有通航要求的输水河道，取最低通航水位。

3.3.2.5 平均水位：取灌溉期多年日平均水位。

3.3.3 排水泵站进水池水位应按下列规定采用：

3.3.3.1 最高水位：取排水区建站后重现期10～20年一遇的内涝水位。

3.3.3.2 设计水位：取由排水区设计排涝水位推算到站前的水位；对有集中调蓄区或与内排站联合运行的泵站，取由调蓄区设计水位或内排站出水池设计水位推算到站前的水位。

3.3.3.3 最高运行水位：取按排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位；对有集中调蓄区或与内排站联合运行的泵站，取由调蓄区最高调蓄水位或内排站出水池最高运行水位推算到站前的水位。

3.3.3.4 最低运行水位：取按降低地下水埋深或调蓄区允许最低水位的要求推算到站前的水位。

3.3.3.5 平均水位：取与设计水位相同的水位。

3.3.4 排水泵站出水池水位应按下列规定采用：

3.3.4.1 防洪水位：按本规范表3.1.1的规定确定。

3.3.4.2 设计水位：取承泄区重现期5～10年一遇洪水的3～5日平均水位。

当承泄区为感潮河段时，取重现期5～10年一遇的3～5日平均潮水位。

对特别重要的排水泵站，可适当提高排涝标准。

3.3.4.3 最高运行水位：当承泄区水位变化幅度较小，水泵在设计洪水位能正常运行时，

万水值书科技

取设计洪水位。当承泄区水位变化幅度较大时，取重现期10～20年一遇洪水的3～5日平均水位。

当承泄区为感潮河段时，取重现期10～20年一遇的3～5日平均潮水位。

对特别重要的排水泵站，可适当提高排涝标准。

3.3.4.4 最低运行水位：取承泄区历年排水期最低水位或最低潮水位的平均值。

3.3.4.5 平均水位：取承泄区排水期多年日平均水位或多年日平均潮水位。

3.3.5 供水泵站进水池水位应按下列规定采用：

3.3.5.1 防洪水位：按本规范表3.1.1的规定确定。

3.3.5.2 设计水位：从河流、湖泊或水库取水时，取水源保证率为95%～97%的日平均或旬平均水位；从渠道取水时，取渠道通过设计流量时的水位。

3.3.5.3 最高运行水位：从河流、湖泊取水时，取重现期10～20年一遇洪水的日平均水位；从水库取水时，根据水库调蓄性能论证确定；从渠道取水时，取渠道通过加大流量时的水位。

3.3.5.4 最低运行水位：从河流、湖泊或水库取水时，取水源保证率为97%～99%的最低日平均水位；从渠道取水时，取渠道通过单泵流量时的水位。

3.3.5.5 平均水位：从河流、湖泊或水库取水时，取多年日平均水位；从渠道取水时，取渠道通过平均流量时的水位。

3.3.5.6 上述水位均应扣除从取水口至进水池的水力损失。从河床不稳定的河道取水时，尚应考虑河床变化的影响，方可作为进水池相应特征水位。

3.3.6 供水泵站出水池水位应按下列规定采用：

3.3.6.1 最高水位：取输水渠道的校核水位。

3.3.6.2 设计水位：取与泵站设计流量相应的水位。

3.3.6.3 最高运行水位：取与泵站加大流量相应的水位。

3.3.6.4 最低运行水位：取与泵站单泵流量相应的水位。

3.3.6.5 平均水位：取输水渠道通过平均流量时的水位。

3.3.7 灌排结合泵站的特征水位，可根据本规范3.3.1～3.3.4的规定进行综合分析确定。

3.4 特 征 扬 程

3.4.1 设计扬程：应按泵站进、出水池设计水位差，并计入水力损失确定。

在设计扬程下，应满足泵站设计流量要求。

3.4.2 平均扬程：可按（3.4.2）式计算加权平均净扬程，并计入水力损失确定；或按泵站进、出水池平均水位差，并计入水力损失确定。

$$H=\frac{\sum H_i Q_i t_i}{\sum Q_i t_i} \tag{3.4.2}$$

式中 H——加权平均净扬程（m）；

H_i——第i时段泵站进、出水池运行水位差（m）；

Q_i——第i时段泵站提水流量（m^3/s）；

t_i——第 i 时段历时（d）。

在平均扬程下，水泵应在高效区工作。

3.4.3 最高扬程：应按泵站出水池最高运行水位与进水池最低运行水位之差，并计入水力损失确定。

3.4.4 最低扬程：应按泵站进水池最高运行水位与出水池最低运行水位之差，并计入水力损失确定。

4 站 址 选 择

4.1 一 般 规 定

4.1.1 泵站站址应根据流域（地区）治理或城镇建设的总体规划、泵站规模、运行特点和综合利用要求，考虑地形、地质、水源或承泄区、电源、枢纽布置、对外交通、占地、拆迁、施工、管理等因素以及扩建的可能性，经技术经济比较选定。

4.1.2 山丘区泵站站址宜选择在地形开阔、岸坡适宜、有利于工程布置的地点。

4.1.3 泵站站址宜选择在岩土坚实、抗渗性能良好的天然地基上，不应设在大的和活动性的断裂构造带以及其它不良地质地段。

选择站址时，如遇淤泥、流沙、湿陷性黄土、膨胀土等地基，应慎重研究确定基础类型和地基处理措施。

4.2 不同类型泵站站址选择

4.2.1 由河流、湖泊、渠道取水的灌溉泵站，其站址应选择在有利于控制提水灌溉范围，使输水系统布置比较经济的地点。

灌溉泵站取水口应选择在主流稳定靠岸，能保证引水、有利于防洪、防沙、防冰及防污的河段；否则，应采取相应的措施。由潮汐河道取水的灌溉泵站取水口，还应符合淡水水源充沛、水质适宜灌溉的要求。

4.2.2 直接从水库取水的灌溉泵站，其站址应根据灌区与水库的相对位置和水库水位变化情况，研究论证库区或坝后取水的技术可靠性和经济合理性，选择在岸坡稳定、靠近灌区、取水方便、少受泥沙淤积影响的地点。

4.2.3 排水泵站站址应选择在排水区地势低洼、能汇集排水区涝水，且靠近承泄区的地点。

排水泵站出水口不宜设在迎溜、岸崩或淤积严重的河段。

4.2.4 灌排结合泵站站址，应根据有利于外水内引和内水外排，灌溉水源水质不被污染和不致引起或加重土壤盐渍化，并兼顾灌排渠系的合理布置等要求，经综合比较选定。

4.2.5 供水泵站站址应选择在城镇、工矿区上游，河床稳定、水源可靠、水质良好、取水方便的河段。

4.2.6 梯级泵站站址应根据总功率最小的原则，结合各站站址地形、地质条件，经综合比较选定。

万水电科技

5 总 体 布 置

5.1 一 般 规 定

5.1.1 泵站的总体布置应根据站址的地形、地质、水流、泥沙、供电、环境等条件，结合整个水利枢纽或供水系统布局，综合利用要求，机组型式等，做到布置合理，有利施工，运行安全，管理方便，少占耕地，美观协调。

5.1.2 泵站的总体布置应包括泵房，进、出水建筑物，专用变电站，其它枢纽建筑物和工程管理用房、职工住房，内外交通、通信、以及其它维护管理设施的布置。

5.1.3 站区布置应满足防火安全、卫生防护和环境绿化等要求，泵房附近和职工生活区宜列为绿化重点地段。

5.1.4 泵站室外专用变电站应靠近辅机房布置，宜与安装检修间同一高程，并应满足变电设备的安装检修、运输通道、进线出线、防火防爆等要求。

5.1.5 站区内交通布置应满足机电设备运输、运行人员上下班方便的要求，并应延伸至辅机房和安装检修间门前。道路的最大纵坡应符合国家现行标准《公路工程技术标准》的规定。

5.1.6 具有泄洪任务的水利枢纽，泵房与泄洪建筑物之间应有分隔设施；具有通航任务的水利枢纽，泵房与通航建筑物之间应有足够的安全距离及安全设施。

5.1.7 对于建造在污物、杂草较多的河流上的泵站，应设置专用的拦污、清污设施，其位置宜设在引渠末端或前池入口处。站内交通桥宜结合拦污栅设置。

5.1.8 当泵站进水引渠或出水干渠与铁路、公路干道交叉时，泵站进、出水池与铁路桥、公路桥之间的距离不宜小于100m。

5.1.9 对于水流条件复杂的大型泵站枢纽布置，应通过水工整体模型试验论证。

5.2 泵 站 布 置 型 式

5.2.1 由河流取水的灌溉泵站，当河道岸边坡度较缓时，宜采用引水式布置，并应在引渠渠首设进水闸；当河道岸边坡度较陡时，宜采用岸边式布置，其进水建筑物前缘宜与岸边齐平或稍向水源凸出。

由渠道取水的灌溉泵站，宜在渠道取水口下游侧设节制闸。

由湖泊取水的灌溉泵站，可根据湖泊岸边地形、水位变化幅度等，采用引水式或岸边式布置。

由水库取水的灌溉泵站，可根据水库岸边地形、水位变化幅度及农作物对水温要求等，采用竖井式（干室型）、缆车式、浮船式或潜没式泵房布置。

5.2.2 在具有部分自排条件的地点建排水泵站，泵站宜与排水闸合建；当建站地点已建有排水闸时，排水泵站宜与排水闸分建。排水泵站宜采用正向进水和正向出水的方式。

5.2.3 灌排结合泵站，当水位变化幅度不大或扬程较低时，可采用双向流道的泵房布置型

式；当水位变化幅度较大或扬程较高时，可采用单向流道的泵房布置型式，另建配套涵闸，但配套涵闸与泵站之间应有适当的距离，其过流能力应与泵站机组抽水能力相适应。

5.2.4 供水泵站的布置型式，应符合现行国家标准《室外给水设计规范》的规定。

5.2.5 建于堤防处且地基条件较好的低扬程、大流量泵站，宜采用堤身式布置；而扬程较高或地基条件稍差或建于重要堤防处的泵站，宜采用堤后式布置。

5.2.6 从多泥沙河流上取水的泵站，当具备自流引水沉沙、冲沙条件时，应在引渠上布置沉沙、冲沙或清淤设施；当不具备自流引水沉沙、冲沙条件时，可在岸边设低扬程泵站，布置沉沙、冲沙及其它排沙设施。

5.2.7 对于运行时水源有冰凌的泵站，应有防冰、导冰设施。

5.2.8 在深挖方地带修建泵站，应合理确定泵房的开挖深度，减少地下水对泵站运行的不利影响，并应采取必要的通风、采暖和采光等措施。

5.2.9 紧靠山坡、溪沟修建泵站，应设置排泄山洪和防止局部滑坡、滚石等的工程措施。

江水电科技

6 泵房设计

6.1 泵房布置

6.1.1 泵房布置应根据泵站的总体布置要求和站址地质条件，机电设备型号和参数，进、出水流道（或管道），电源进线方向，对外交通以及有利于泵房施工、机组安装与检修和工程管理等，经技术经济比较确定。

6.1.2 泵房布置应符合下列规定：

6.1.2.1 满足机电设备布置、安装、运行和检修的要求。

6.1.2.2 满足泵房结构布置的要求。

6.1.2.3 满足泵房内通风、采暖和采光要求，并符合防潮、防火、防噪声等技术规定。

6.1.2.4 满足内外交通运输的要求。

6.1.2.5 注意建筑造型，做到布置合理，适用美观。

6.1.3 泵房挡水部位顶部安全超高不应小于表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 泵房挡水部位顶部安全超高下限值

安全超高（m） 运用情况 \ 泵站建筑物级别	1	2	3	4、5
设计	0.7	0.5	0.4	0.3
校核	0.5	0.4	0.3	0.2

注：1. 安全超高系指波浪、壅浪计算顶高程以上距离泵房挡水部位顶部的高度；

2. 设计运用情况系指泵站在设计水位时运用的情况，校核运用情况系指泵站在最高运行水位或洪（涝）水位时运用的情况。

6.1.4 主机组间距应根据机电设备和建筑结构布置的要求确定，并应符合本规范 9.11.2～9.11.5 的规定。

6.1.5 主泵房长度应根据主机组台数、布置形式、机组间距，边机组段长度和安装检修间的布置等因素确定，并应满足机组吊运和泵房内部交通的要求。

6.1.6 主泵房宽度应根据主机组及辅助设备、电气设备布置要求，进、出水流道（或管道）的尺寸，工作通道宽度，进、出水侧必需的设备吊运要求等因素，结合起吊设备的标准跨度确定，并应符合本规范 9.11.7 的规定。

立式机组主泵房水泵层宽度的确定，还应考虑集水、排水廊道的布置要求等因素。

6.1.7 主泵房各层高度应根据主机组及辅助设备、电气设备的布置，机组的安装、运行、检修，设备吊运以及泵房内通风、采暖和采光要求等因素确定，并应符合本规范 9.11.8～9.11.10 的规定。

6.1.8 主泵房水泵层底板高程应根据水泵安装高程和进水流道（含吸水室）布置或管道安装要求等因素确定。水泵安装高程应根据本规范 9.1.10 规定的要求，结合泵房处的地形、地质条件综合确定。

主泵房电动机层楼板高程应根据水泵安装高程和泵轴、电动机轴的长度等因素确定。

6.1.9 安装在主泵房机组周围的辅助设备、电气设备及管道、电缆道，其布置应避免交叉干扰。

6.1.10 辅机房宜设置在紧靠主泵房的一端或出水侧，其尺寸应根据辅助设备布置、安装、运行和检修等要求确定，且应与泵房总体布置相协调。

6.1.11 安装检修间宜设置在主泵房内对外交通运输方便的一端或进水侧，其尺寸应根据主机组安装、检修要求确定，并应符合本规范 9.11.[illegible] 的规定。

6.1.12 当主泵房分为多层时，各层楼板均应设置吊物孔，其位置应在同一垂线上，并在起吊设备的工作范围之内。

吊物孔的尺寸应按吊运的最大部件或设备外形尺寸各边加 0.2m 的安全距离确定。

6.1.13 主泵房对外至少应有两个出口，其中一个应能满足运输最大部件或设备的要求。

6.1.14 立式机组主泵房电动机层的进水侧或出水侧应设主通道，其它各层应设置不少于一条的主通道。主通道宽度不宜小于 1.5m，一般通道宽度不宜小于 1.0m。吊运设备时，被吊设备与固定物的距离不宜小于 0.3m。

卧式机组主泵房内宜在管道顶部设工作通道。

6.1.15 当主泵房分为多层时，各层应设 1～2 道楼梯。主楼梯宽度不宜小于 1.0m，坡度不宜大于 40°，楼梯的垂直净空不宜小于 2.0m。

6.1.16 立式机组主泵房内的水下各层或卧式机组主泵房内，四周均应设将渗水汇入集水廊道或集水井的排水沟。

6.1.17 主泵房顺水流向的永久变形缝（包括沉降缝、伸缩缝）的设置，应根据泵房结构型式、地基条件等因素确定。土基上的缝距不宜大于 30m，岩基上的缝距不宜大于 20m。缝的宽度不宜小于 2.0cm。

6.1.18 主泵房排架的布置，应根据机组设备安装、检修的要求，结合泵房结构布置确定。排架宜等跨布置，立柱宜布置在隔墙或墩墙上。当泵房设置顺水流向的永久变形缝时，缝

的左右侧应设置排架柱。

6.1.19 主泵房电动机层地面宜铺设水磨石。采用酸性蓄电池的蓄电池室和贮酸室应采用耐酸地面，其内墙面应涂耐酸漆或铺设耐酸材料。中控室、微机室和通信室宜采用防尘地面，其内墙应刷涂料或贴墙面布。

6.1.20 主泵房门窗应根据泵房内通风、采暖和采光的需要合理布置。严寒地区应采用双层玻璃窗。向阳面窗户宜有遮阳设施。有防酸要求的蓄电池室和贮酸室不应采用空腹门窗，受阳光直射的窗户宜采用磨沙玻璃。

6.1.21 主泵房屋面可根据当地气候条件和泵房内通风、采暖要求设置隔热层。

6.1.22 主泵房的耐火等级不应低于二级。泵房内应设消防设施，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》和国家现行标准《水利水电工程设计防火规范》的规定。

6.1.23 主泵房电动机层值班地点允许噪声标准不得大于85dB（A），中控室、微机室和通信室允许噪声标准不得大于65dB（A）。

若超过上述允许噪声标准时，应采取必要的降声、消声或隔声措施，并应符合现行国家标准《工业企业噪声控制设计规范》的规定。

6.1.24 装置斜轴式、贯流式机组的主泵房，可按卧式机组泵房进行布置。

6.2 防渗排水布置

6.2.1 防渗排水布置应根据站址地质条件和泵站扬程等因素，结合泵房、两岸联接结构和进、出水建筑物的布置，设置完整的防渗排水系统。

6.2.2 土基上泵房基底防渗长度不足时，可结合出水池底板设置钢筋混凝土铺盖。铺盖应设永久变形缝，缝距不宜大于20m，且应与泵房底板永久变形缝错开布置。

松砂或砂壤土地基上的防渗设施宜采用铺盖和齿墙、板桩（或截水墙）相结合的布置形式。板桩（或截水墙）宜布置在泵房底板上游端（出水侧）的齿墙下。在地震区的粉砂地基上，泵房底板下的板桩（或截水墙）布置宜构成四周封闭的形式。

前池、进水池底板上可根据排水需要设置适量的排水孔。在渗流出口处必须设置级配良好的排水反滤层。

6.2.3 当地基持力层为较薄的砂性土层或砂砾石层，其下有相对不透水层时，可在泵房底板的上游端（出水侧）设置截水槽或短板桩。截水槽或短板桩嵌入不透水层的深度不宜小于1.0m。在渗流出口处应设置排水反滤层。

6.2.4 当下卧层为相对透水层时，应验算覆盖层抗渗、抗浮稳定性。必要时，前池、进水池可设置深入相对透水层的排水减压井。

6.2.5 岩基上泵房可根据防渗需要在底板上游端（出水侧）的齿墙下设置灌浆帷幕，其后应设置排水设施。

6.2.6 高扬程泵站的泵房可根据需要在其上游侧（出水侧）岸坡上设置通畅的自流排水沟和可靠的护坡措施。

6.2.7 所有顺水流向永久变形缝（包括沉降缝、伸缩缝）的水下缝段，应埋设不少于一道材质耐久、性能可靠的止水片（带）。

6.2.8 侧向防渗排水布置应根据泵站扬程，岸、翼墙后土质及地下水位变化等情况综合分

析确定，并应与泵站止向防渗排水布置相适应。

6.2.9 具有双向扬程的灌排结合泵站，其防渗排水布置应以扬程较高的一向为主，合理选择双向布置形式。

6.3 稳 定 分 析

6.3.1 泵房稳定分析可采取一个典型机组段或一个联段作为计算单元。

6.3.2 用于泵房稳定分析的荷载应包括：自重、静水压力、扬压力、土压力、泥沙压力、波浪压力、地震作用及其它荷载等。其计算应遵守下列规定：

6.3.2.1 自重包括泵房结构自重、填料重量和永久设备重量。

6.3.2.2 静水压力应根据各种运行水位计算。对于多泥沙河流，应考虑含沙量对水容重的影响。

6.3.2.3 扬压力应包括浮托力和渗透压力。渗透压力应根据地基类别，各种运行情况下的水位组合条件，泵房基础底部防渗、排水设施的布置情况等因素计算确定。对于土基，宜采用改进阻力系数法计算；对于岩基，宜采用直线分布法计算。

6.3.2.4 土压力应根据地基条件、回填土性质、泵房结构可能产生的变形情况等因素，按主动土压力或静止土压力计算。计算时应计及填土面上的超载作用。

6.3.2.5 泥沙压力应根据泵房位置、泥沙可能淤积的情况计算确定。

6.3.2.6 波浪压力可采用官厅水库公式或莆田试验站公式计算确定。

在设计水位时，风速宜采用相应时期多年平均最大风速的1.5～2.0倍；在最高运行水位或洪（涝）水位时，风速宜采用相应时期多年平均最大风速。

6.3.2.7 地震作用可按国家现行标准《水工建筑物抗震设计规范》的规定计算确定。

6.3.2.8 其它荷载可根据工程实际情况确定。

6.3.3 设计泵房时应将可能同时作用的各种荷载进行组合。地震作用不应与校核运用水位组合。

用于泵房稳定分析的荷载组合应按表6.3.3的规定采用。必要时还应考虑其它可能的不利组合。

表6.3.3 荷 载 组 合 表

荷载组合	计算情况	荷载							
		自重	静水压力	扬压力	土压力	泥沙压力	波浪压力	地震作用	其它荷载
基本组合	完建情况	✓	—	—	✓	—		—	✓
	设计运用情况	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
特殊组合	施工情况	✓	—	—	✓	—	—	—	✓
	检修情况	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓
	校核运用情况	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—
	地震情况	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—

6.3.4 泵房沿基础底面的抗滑稳定安全系数应按(6.3.4-1)式或(6.3.4-2)式计算：

$$K_c = \frac{f\sum G}{\sum H} \tag{6.3.4-1}$$

$$K_c = \frac{f'\sum G + C_0 A}{\sum H} \tag{6.3.4-2}$$

式中 K_c——抗滑稳定安全系数；

$\sum G$——作用于泵房基础底面以上的全部竖向荷载（包括泵房基础底面上的扬压力在内，kN）；

$\sum H$——作用于泵房基础底面以上的全部水平向荷载（kN）；

A——泵房基础底面面积（m^2）；

f——泵房基础底面与地基之间的摩擦系数，可按试验资料确定；当无试验资料时，可按本规范附录A表A.0.1规定值采用；

f'——泵房基础底面与地基之间摩擦角Φ_0的正切值，即$f'=\mathrm{tg}\Phi_0$；

C_0——泵房基础底面与地基之间的粘结力（kPa）。

对于土基，Φ_0、C_0值可根据室内抗剪试验资料，按本规范附录A表A.0.2的规定采用；对于岩基，Φ_0、C_0值可根据野外和室内抗剪试验资料，采用野外试验峰值的小值平均值或野外和室内试验峰值的小值平均值。

当泵房受双向水平力作用时，应核算其沿合力方向的抗滑稳定性。

当泵房地基持力层为较深厚的软弱土层，且其上竖向作用荷载较大时，尚应核算泵房连同地基的部分土体沿深层滑动面滑动的抗滑稳定性。

对于岩基，若有不利于泵房抗滑稳定的缓倾角软弱夹层或断裂面存在时，尚应核算泵房沿可能组合滑裂面滑动的抗滑稳定性。

6.3.5 泵房沿基础底面抗滑稳定安全系数的允许值应按表6.3.5采用。

表6.3.5 抗滑稳定安全系数允许值

地基类别	荷载组合		泵站建筑物级别				适用公式
			1	2	3	4、5	
土基	基本组合		1.35	1.30	1.25	1.20	适用于式（6.3.4-1）或式（6.3.4-2）
	特殊组合	Ⅰ	1.20	1.15	1.10	1.05	
		Ⅱ	1.10	1.05	1.05	1.00	
岩基	基本组合		1.10				适用于式（6.3.4-1）
	特殊组合	Ⅰ	1.05				
		Ⅱ	1.00				
	基本组合		3.00				适用于式（6.3.4-2）
	特殊组合	Ⅰ	2.50				
		Ⅱ	2.30				

注：1. 特殊组合Ⅰ适用于施工情况、检修情况和非常运用情况，特殊组合Ⅱ适用于地震情况。

2. 在特殊荷载组合条件下，土基上泵房沿深层滑动面滑动的抗滑稳定安全系数允许值，可根据软弱土层的分布情况等，较表列值适当增加。

3. 岩基上泵房沿可能组合滑裂面滑动的抗滑稳定安全系数允许值，可根据缓倾角软弱夹层或断裂面的充填物性质等情况，较表列值适当增加。

6.3.6 泵房抗浮稳定安全系数应按（6.3.6）式计算：

$$K_f = \frac{\sum V}{\sum U} \tag{6.3.6}$$

式中 K_f——抗浮稳定安全系数；

$\sum V$—— 作用于泵房基础底面以上的全部重力（kN）；

$\sum U$ 作用于泵房基础底面上的扬压力（kN）。

6.3.7 泵房抗浮稳定安全系数的允许值，不分泵站级别和地基类别，基本荷载组合下为1.10，特殊荷载组合下为1.05。

6.3.8 泵房基础底面应力应根据泵房结构布置和受力情况等因素计算确定。

6.3.8.1 对于矩形或圆形基础，当单向受力时，应按（6.3.8-1）式计算：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M}{W} \tag{6.3.8-1}$$

式中 $P_{\min}^{\max}$—— 泵房基础底面应力的最大值或最小值（kPa）；

$\sum M$ —作用于泵房基础底面以上的全部竖向和水平向荷载对于基础底面垂直水流向的形心轴的力矩（kN·m）；

W——泵房基础底面对于该底面垂直水流向的形心轴的截面矩（m^4）。

6.3.8.2 对于矩形或圆形基础，当双向受力时，应按（6.3.8-2）式计算：

$$P_{\min}^{\max} = \frac{\sum G}{A} \pm \frac{\sum M_x}{W_x} \pm \frac{\sum M_y}{W_y} \tag{6.3.8-2}$$

式中 $\sum M_x$、$\sum M_y$——作用于泵房基础底面以上的全部水平向和竖向荷载对于基础底面形心轴x、y的力矩（kN·m）；

W_x、W_y——泵房基础底面对于该底面形心轴x、y的截面矩（m^4）。

6.3.9 各种荷载组合情况下的泵房基础底面应力应不大于泵房地基允许承载力（见本规范6.4.5~6.4.7）。

土基上泵房基础底面应力不均匀系数的计算值不应大于本规范附录A表A.0.3规定的允许值。

岩基上泵房基础底面应力不均匀系数可不控制，但在非地震情况下基础底面边缘的最小应力应不小于零，在地震情况下基础底面边缘的最小应力应不小于－100kPa。

6.4 地基计算及处理

6.4.1 泵房选用的地基应满足承载能力、稳定和变形的要求。

6.4.2 泵房地基应优先选用天然地基。标准贯入击数小于4击的粘性土地基和标准贯入击数小于或等于8击的砂性土地基，不得作为天然地基。

当泵房地基岩土的各项物理力学性能指标较差，且工程结构又难以协调适应时，可采用人工地基。

6.4.3 土基上泵房和取水建筑物的基础埋置深度，应在最大冲刷线以下。

6.4.4 位于季节性冻土地区上基上的泵房和取水建筑物，其基础埋置深度应大于该地区最大冻土深度。

6.4.5 只有竖向对称荷载作用时，泵房基础底面平均应力不应大于泵房地基持力层允许承载力；在竖向偏心荷载作用下，除应满足基础底面平均应力不大于地基持力层允许承载力外，还应满足基础底面边缘最大应力不大于1.2倍地基持力层允许承载力的要求；在地震情况下，泵房地基持力层允许承载力可适当提高。

6.4.6 泵房地基允许承载力应根据站址处地基原位试验数据，按照本规范附录B.1所列公式计算确定。

6.4.7 当泵房地基持力层内存在软弱夹层时，除应满足持力层的允许承载力外，还应对软弱夹层的允许承载力进行核算，并应满足（6.4.7）式要求：

$$P_C + P_Z = [R_Z] \tag{6.4.7}$$

式中 P_C——软弱夹层顶面处的自重应力（kPa）；

P_Z——软弱夹层顶面处的附加应力（kPa），可将泵房基础底面应力简化为竖向均布、竖向三角形分布和水平向均布等情况，按条形或矩形基础计算确定；

$[R_Z]$——软弱夹层的允许承载力（kPa）。

复杂地基上大型泵房地基允许承载力计算，应作专门论证确定。

6.4.8 当泵房基础受振动荷载影响时，其地基允许承载力可降低，并可按（6.4.8）式计算：

$$[R'] \leqslant \psi[R] \tag{6.4.8}$$

式中 $[R']$——在振动荷载作用下的地基允许承载力（kPa）；

$[R]$——在静荷载作用下的地基允许承载力（kPa）；

ψ——振动折减系数，可按0.8～1.0选用。高扬程机组的基础可采用小值，低扬程机组的块基型整体式基础可采用大值。

6.4.9 泵房地基最终沉降量可按（6.4.9）式计算：

$$S_\infty = \sum_{i=1}^{n} \frac{e_{1i} - e_{2i}}{1 + e_{1i}} h_i \tag{6.4.9}$$

式中 S_∞——地基最终沉降量（cm）；

i——土层号；

n——地基压缩层范围内的土层数；

e_{1i}、e_{2i}——泵房基础底面以下第i层土在平均自重应力作用下的孔隙比和在平均自重应力、平均附加应力共同作用下的孔隙比；

h_i——第i层土的厚度（cm）。

地基压缩层的计算深度应按计算层面处附加应力与自重应力之比等于0.2的条件确定。

6.4.10 泵房地基允许沉降量和沉降差，应根据工程具体情况分析确定，满足泵房结构安全和不影响泵房内机组的正常运行。

6.4.11 泵房的地基处理方案应综合考虑地基土质、泵房结构特点、施工条件和运行要求等因素，宜按本规范附录B表B.2，经技术经济比较确定。

换土垫层、桩基础、沉井基础、振冲砂（碎石）桩和强夯等常用地基处理设计应符合国家现行标准《水闸设计规范》及其它有关专业规范的规定。

万水信息科技

6.4.12 泵房地基中有可能发生“液化”的土层应挖除。当该土层难以挖除时，宜采用桩基础、振冲砂（碎石）桩或强夯等处理措施，也可结合地基防渗要求，采用板桩或截水墙围封。

6.4.13 泵房地基为湿陷性黄土地基，可采用重锤表层夯实、换土垫层、灰土桩挤密、桩基础或预浸水等方法处理，并应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》的规定。泵房基础底面下应有必要的防渗设施。

6.4.14 泵房地基为膨胀土地基，在满足泵房布置和稳定安全要求的前提下，应减小泵房基础底面积，增大基础埋置深度，也可将膨胀土挖除，换填无膨胀性土料垫层，或采用桩基础。

6.4.15 泵房地基为岩石地基，应清除表层松动、破碎的岩块，并对夹泥裂隙和断层破碎带进行处理。

对岩溶地基，应进行专门处理。

6.5 主要结构计算

6.5.1 泵房底板，进、出水流道，机墩，排架，吊车梁等主要结构，可根据工程实际情况，简化为平面问题进行计算；必要时，可按空间结构进行计算。

6.5.2 用于泵房主要结构计算的荷载及荷载组合除应按本规范6.3.2和6.3.3的规定采用外，还应根据结构的实际受力条件，分别计入风荷载、雪荷载、楼面活荷载、吊车荷载、屋面活荷载等。风荷载、雪荷载、楼面和屋面活荷载可按现行国家标准《建筑结构荷载规范》的规定采用。吊车和其它设备活荷载可根据工程实际情况确定。

6.5.3 泵房底板应力可根据受力条件和结构支承形式等情况，按弹性地基上的板、梁或框架结构进行计算。

对于土基上的泵房底板，当采用弹性地基梁法计算时，应根据可压缩土层厚度与弹性地基梁长度之半的比值，选用相应的计算方法。当比值小于0.25时，可按基床系数法（文克尔假定）计算；当比值大于2.0时，可按半无限深的弹性地基梁法计算；当比值为0.25～2.0时，可按有限深的弹性地基梁法计算。当底板的长度和宽度均较大，且两者较接近时，可按交叉梁系的弹性地基梁法计算。

对于岩基上的泵房底板，可按基床系数法计算。

6.5.4 当土基上泵房底板采用有限深或半无限深的弹性地基梁法计算时，可按下列情况考虑边荷载的作用：当边荷载使泵房底板弯矩增加时，宜计及边荷载的全部作用；当边荷载使泵房底板弯矩减少时，在粘性土地基上可不计边荷载的作用，在砂性土地基上可只计边荷载的50%。

6.5.5 肘型、钟型进水流道和直管式、屈膝式、猫背式、虹吸式出水流道的应力，可根据各自的结构布置、断面形状和作用荷载等情况，按单孔或多孔框架结构进行计算。若流道壁与泵房墩墙联为一整体结构，且截面尺寸又较大时，计算中应考虑其厚度的影响。

当肘型进水流道和直管式出水流道由导流隔水墙分割成双孔矩形断面时，亦可按对称框架结构进行应力计算。

当虹吸式出水流道的上升段承受较大的纵向力时，除应计算横向应力外，还应计算纵向应力。

6.5.6 双向进、出水流道应力，可分别按肘型进水流道和直管式出水流道进行计算。

6.5.7 混凝土蜗壳式出水流道应力，可简化为平面“Γ”型刚架、环形板或双向板结构进行计算。

6.5.8 机墩结构型式可根据机组特性和泵房结构布置等因素选用。机墩强度可按正常运用和短路两种荷载组合分别进行计算。计算时，应计入动荷载的影响。对于高扬程泵站，计算机墩稳定时，应计入出水管道水柱的推力，并应设置必要的抗推移设施。

6.5.9 立式机组机墩可按单自由度体系的悬臂梁结构进行共振、振幅和动力系数的验算。对共振的验算，要求机墩强迫振动频率与自振频率之差和自振频率的比值不小于20%；对振幅的验算，应分析阻尼的影响，要求最大振幅不超过下列允许值：垂直振幅0.15mm，水平振幅0.20mm；对动力系数的验算，可忽略阻尼的影响，要求动力系数的验算结果为1.3～1.5。

卧式机组机墩可只进行垂直振幅的验算。

单机功率在160kW以下的立式轴流泵机组和单机功率在500kW以下的卧式离心泵机组，其机墩可不进行动力计算。

6.5.10 泵房排架应力可根据受力条件和结构支承形式等情况进行计算。对于干室型泵房，当水下侧墙刚度与排架柱刚度的比值小于或等于5.0时，墙与柱可联合计算；当水下侧墙刚度与排架柱刚度的比值大于5.0时，墙与柱应分开计算。泵房排架应具有足够的刚度。在各种情况下，排架顶部侧向位移应不超过1.0mm。

6.5.11 吊车梁结构型式可根据泵房结构布置、机组安装和设备吊运要求等因素选用。负荷重量大的吊车梁，宜采用预应力钢筋混凝土结构或钢结构。

吊车梁设计中，应考虑吊车起动、运行和制动时产生的影响，并应控制吊车梁的最大计算挠度不超过计算跨度的1/600（钢筋混凝土结构）或1/700（钢结构）。对于钢筋混凝土吊车梁，还应验算裂缝开展宽度，要求最大裂缝宽度不超过0.30mm。

负荷重量不大的吊车梁，可套用标准设计图集。

6.5.12 在地震基本烈度7度及7度以上地区，泵房应进行抗震计算，并应加设抗震措施。在地震基本烈度为6度的地区，对重要建筑物应采取适当的抗震措施。

7 进、出水建筑物设计

7.1 引 渠

7.1.1 泵站引渠的线路应根据选定的取水口及泵房位置，结合地形地质条件，经技术经济比较选定，并应符合下列要求：

7.1.1.1 渠线宜避开地质构造复杂、渗透性强和有崩塌可能的地段。渠身宜座落在挖方地基上，少占耕地。

7.1.1.2 渠线宜顺直。如需设弯道时，土渠弯道半径不宜小于渠道水面宽的5倍，石渠及衬砌渠道弯道半径不宜小于渠道水面宽的3倍，弯道终点与前池进口之间宜有直线段，长度不宜小于渠道水面宽的8倍。

7.1.2 引渠纵坡和断面，应根据地形、地质、水力、输沙能力和工程量等条件计算确定，并应满足引水流量，行水安全，渠床不冲、不淤和引渠工程量小的要求。

渠床糙率、渠道的比降和边坡系数等重要设计参数，可按国家现行有关规定采用。

7.1.3 引渠末段的超高应按突然停机，压力管道倒流水量与引渠来水量共同影响下水位壅高的止波计算确定。

7.1.4 季节性冻土地区的土质引渠采用衬砌时，应采取抗冻胀措施。

7.2 前池及进水池

7.2.1 泵站前池布置应满足水流顺畅、流速均匀、池内不得产生涡流的要求，宜采用正向进水方式。正向进水的前池，扩散角不应大于40°，底坡不宜陡于1∶4。

7.2.2 侧向进水的前池，宜设分水导流设施，并应通过水工模型试验验证。

7.2.3 多泥沙河流上的泵站前池应设隔墩分为多条进水道，每条进水道通向单独的进水池。在进水道首部应设进水闸及拦污设施，也可设水力排沙设施。

7.2.4 梯级泵站前池顶高可根据上、下级泵站流量匹配的要求，在最高运行水位以上预留调节高度确定。

7.2.5 泵站进水池的布置型式应根据地基、流态、含沙量、泵型及机组台数等因素，经技术经济比较确定，可选用开敞式、半隔墩式、全隔墩式矩形池或圆形池。多泥沙河流上宜选用圆形池，每池供一台或两台水泵抽水。

7.2.6 进水池设计应使池内流态良好，满足水泵进水要求，且便于清淤和管理维护。其尺寸的确定应符合本规范9.2.3的规定。

7.2.7 进水池的水下容积可按共用该进水池的水泵30～50倍设计流量确定。

7.3 进、出水流道

7.3.1 泵站进、出水流道型式应根据泵型、泵房布置、泵站扬程、出水池水位变化幅度和断流方式等因素，经技术经济比较确定。重要的大型泵站应进行装置模型试验验证。

7.3.2 泵站进水流道布置应满足下列要求：

7.3.2.1 流道型线平顺，各断面面积沿程变化应均匀合理。

7.3.2.2 出口断面处的流速和压力分布应比较均匀。

7.3.2.3 进口断面处流速宜取0.8～1.0m/s。

7.3.2.4 在各种工况下，流道内不应产生涡带。

7.3.2.5 进口宜设置检修门槽。

7.3.2.6 应方便施工。

7.3.3 叶轮直径较大的立式机组的进水流道宜采用肘型。当受地基条件限制不宜深挖方时，可采用钟型进水流道。叶轮直径较小的立式机组和卧式机组可采用带有进水喇叭口的进水管道。

水总标准技术

7.3.4 肘型和钟型进水流道的进口段底面宜做成平底，或向进口方向上翘，上翘角不宜大于12°；进口段顶板仰角不宜大于30°，进口上缘应淹没在进水池最低运行水位以下至少0.5m。当进口段宽度较大时，可在该段设置隔水墩。

肘型和钟型流道的主要尺寸应根据水泵的结构和外形尺寸结合泵房布置确定。

7.3.5 泵站出水流道布置应满足下列要求：

7.3.5.1 与水泵导叶出口相连的出水室型式应根据水泵的结构和泵站的要求确定。

7.3.5.2 流道型线变化应比较均匀，当量扩散角宜取8°～12°。

7.3.5.3 出口流速不宜大于1.5m/s（出口装有拍门时，不宜大于2.0m/s）。

7.3.5.4 应有合适的断流方式。

7.3.5.5 平直管出口宜设置检修门槽。

7.3.5.6 应方便施工。

7.3.6 泵站的断流方式应根据出水池水位变化幅度、泵站扬程、机组特性等因素，并结合出水流道型式选择，经技术经济比较确定。断流方式应符合下列要求：

7.3.6.1 运行可靠。

7.3.6.2 设备简单，操作灵活。

7.3.6.3 维护方便。

7.3.6.4 对机组效率影响较小。

7.3.7 对于出水池最低运行水位较高的泵站，可采用直管式出水管道，在出口设置拍门或快速闸门，并应在门后设置通气孔。

直管式出水流道的底面可做成平底，顶板宜向出口方向上翘。

7.3.8 对于立式或斜式轴流泵站，当出水池水位变化幅度不大时，宜采用虹吸式出水流道，配以真空破坏阀断流方式。驼峰底部高程应略高于出水池最高水位，驼峰顶部的真空度不应超过7.5m水柱高。驼峰处断面宜设计成扁平状。虹吸管管身接缝处应具有良好的密封性能。

7.3.9 对于低扬程卧式轴流泵站，可采用猫背式出水流道。当水泵叶轮中心线高于猫背式出水流道水位时，应采取抽真空充水起动的方式。

7.3.10 出水流道的出口上缘应淹没在出水池最低运行水位以下0.3～0.5m。当流道宽度较大时，宜设置隔水墩，其起点与机组中心线间的距离不应小于水泵出口直径的2倍。

7.3.11 进、出水流道均应设置检查孔，其孔径不宜小于0.7m。

7.3.12 灌排结合泵站的进水流道内宜设置导流锥、隔板等，必要时应进行装置模型试验。

7.4 出 水 管 道

7.4.1 泵房外出水管道的布置，应根据泵站总体布置要求，结合地形、地质条件确定。管线应短而直，水力损失小，管道施工及运行管理应方便。管型、管材及管道根数等应经技术经济比较确定。

出水管道应避开地质不良地段，不能避开时，应采取安全可靠的工程措施。铺设在填方上的管道，填方应压实处理，做好排水设施。管道跨越山洪沟道时，应设置排洪建筑物。

7.4.2 出水管道的转弯角宜小于60°，转弯半径宜大于2倍管径。

行水低碳科技

管道在平面和立面上均需转弯且其位置相近时，宜合并成一个空间转弯角。管顶线宜布置在最低压力坡度线下。

当出水管道线路较长时，应在管线最高处设置排（补）气阀，其数量和直径应经计算确定。

7.4.3 出水管道的出口上缘应淹没在出水池最低运行水位以下0.1～0.2m。出水管道出口处应设置断流设施。

7.4.4 明管设计应满足下列要求：

7.4.4.1 明管转弯处必须设置镇墩。在明管直线段上设置的镇墩，其间距不宜超过100m。两镇墩之间的管道应设伸缩节，伸缩节应布置在上端。

7.4.4.2 管道支墩的型式和间距应经技术分析和经济比较确定。除伸缩节附近处，其它各支墩宜采用等间距布置。预应力钢筋混凝土管道应采用连续管座或每节设2个支墩。

7.4.4.3 管间净距不应小于0.8m，钢管底部应高出管道槽地面0.6m，预应力钢筋混凝土管承插口底部应高出管槽地面0.3m。

7.4.4.4 管槽应有排水设施。坡面宜护砌。当管槽纵向坡度较陡时，应设人行阶梯便道，其宽度不宜小于1.0m。

7.4.4.5 当管径大于或等于1.0m，且管道较长时，应设检查孔。每条管道设置的检查孔不宜少于2个。

7.4.4.6 在严寒地区冬季运行时，可根据需要对管道采取防冻保温措施。

7.4.5 埋管设计应满足下列要求：

7.4.5.1 埋管管顶最小埋深应在最大冻土深度以下。

7.4.5.2 埋管宜采用连续垫座。圬工垫座的包角可取90°～135°。

7.4.5.3 管间净距不应小于0.8m。

7.4.5.4 埋入地下的钢管应做防锈处理；当地下水对钢管有侵蚀作用时，应采取防侵蚀措施。

7.4.5.5 埋管上回填土顶面应做横向及纵向排水沟。

7.4.5.6 埋管应设检查孔，每条管道不宜少于2个。

7.4.6 钢管管身应采用镇静钢，钢材性能必须符合国家现行有关规定。焊条性能应与母材相适应。焊接成型的钢管应进行焊缝探伤检查和水压试验。

7.4.7 钢筋混凝土管道设计应满足下列要求：

7.4.7.1 混凝土强度等级：预应力钢筋混凝土不得低于C40；预制钢筋混凝土不得低于C25，现浇钢筋混凝土不得低于C20。

7.4.7.2 现浇钢筋混凝土管道伸缩缝的间距应按纵向应力计算确定，且不宜大于20m。在软硬两种地基交界处应设置伸缩缝或沉降缝。

7.4.7.3 预制钢筋混凝土管道及预应力钢筋混凝土管道在直线段每隔50～100m宜设一个安装活接头。管道转弯和分岔处宜采用钢管件连接，并设置镇墩。

7.4.8 管道上作用的荷载应包括：自重、水重、水压力、土压力、地下水压力、地面活荷载、温度作用、镇墩和支墩不均匀沉降引起的力、施工荷载、地震作用等。

管道结构分析的荷载组合可按表7.4.8采用。

水利水电科技

表 7.4.8 荷载组合表

管道铺设形式	荷载组合	计算情况	荷载												
			管自重	满管水重	正常水压力	最高水压力	最低水压力	试验水压力	土压力	地下水压力	地面活荷载	温度作用	镇墩、支墩不均匀沉降力	施工荷载	地震作用
明管	基本组合	设计运用情况	✓	✓	✓	—	—	—	—		—	✓	✓		—
	特殊组合	校核运用情况Ⅰ	✓	✓	—	✓	—	—	—	—	—	✓	✓	—	—
		校核运用情况Ⅱ	✓	✓	—	—	✓	—	—		—	✓	✓		—
		水压试验情况	✓	✓	—	—	—	✓	—	—	—	—	—	—	
		施工情况	✓	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	✓	—
		地震情况	✓	✓	✓	—	—	—	—	—	—	✓	✓	—	✓
埋管	基本组合	设计运用情况	✓	✓	✓	—	—	—	✓		✓	—		—	—
		管道放空情况	✓	—	—	—	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—
	特殊组合	校核运用情况Ⅰ	✓	✓	—	✓	—	—	✓	✓	✓	—	—	—	—
		校核运用情况Ⅱ	✓	✓	—	—	✓	—	✓	✓	✓	—	—	—	—
		水压试验情况	✓	✓		—	—	✓	—		—	—	—	—	—
		施工情况	✓	—	—		—	—	—	—	—	—	—	✓	—
		地震情况	✓	✓	✓	—	—		✓	✓	✓	—	—	—	✓

注：正常水压力系指设计运用情况或地震情况下作用于管道内壁的内水压力；最高、最低水压力系指因事故停泵等暂态过程中（校核运用情况）出现在管道内壁的最大、最小内水压力。

三水佰科技

7.4.9 出水管道应进行水力损失计算及水力暂态分析（水锤计算）。

7.4.10 明设钢管抗外压稳定的最小安全系数：光面管可取2.0，有加劲环的钢管可取1.8。

7.4.11 明设光面钢管管壁最小厚度，不宜小于（7.4.11）式计算值：

$$\delta = \frac{D}{130} \tag{7.4.11}$$

式中 δ—— 管壁厚度（mm）；

D——钢管内径（mm）。

设计采用的管壁厚度应考虑锈蚀、磨损等因素的影响，按其计算值增加1～2mm。受泥沙磨损较严重的钢管，对其管壁厚度的确定应作专门论证。

7.4.12 钢管管壁、加劲环及支承环的应力分析，可按国家现行标准《水电站压力钢管设计规范》规定的方法执行。

7.4.13 岔管布置宜采用丫型、卜型或三分岔型。对于管径大、水头高的岔管也可采用其它型式。钢岔管的结构设计和计算可按国家现行标准《水电站压力钢管设计规范》的有关规定执行。

7.4.14 镇墩和支墩的地基处理与否应根据地质条件确定。在季节性冻土地区，其埋置深度应大于最大冻土深度，镇墩和支墩四周回填土料宜采用砂砾料。

7.4.15 镇墩应按本规范附录C的规定进行抗滑、抗倾稳定及地基强度验算。镇墩抗滑稳定安全系数的允许值：基本荷载组合下为1.30，特殊荷载组合下为1.10；抗倾稳定安全系数的允许值：基本荷载组合下为1.50，特殊荷载组合下为1.20。

7.5 出水池及压力水箱

7.5.1 出水池的位置应结合站址、管线及输水渠道的位置进行选择。宜选在地形条件好、地基坚实稳定、渗透性小、工程量少的地点。如出水池必须建在填方上时，填土应碾压密实，并应采取防渗措施。

7.5.2 出水池布置应满足下列要求：

7.5.2.1 池内水流顺畅、稳定，水力损失小。

7.5.2.2 出水池若建在湿陷性地基上，应进行地基处理。

7.5.2.3 出水池底宽若大于渠道底宽，应设渐变段连接，渐变段的收缩角不宜大于40°。

7.5.2.4 出水池池中流速不应超过2.0m/s，且不允许出现水跃。

7.5.3 压力水箱应建在坚实地基上，并应与泵房或出水管道联接牢固。压力水箱的尺寸应满足闸门安装和检修的要求。

8 其它型式泵站设计

8.1 竖井式泵站

8.1.1 当水源水位变化幅度在10m以上，且水位涨落速度大于2m/h，水流流速又大时，宜

行业标准

采用竖井式泵站。

8.1.2 当河岸坡度较陡，地质条件较好，洪、枯水期岸边水深和泵站提水流量均较大时，宜采用岸边取水的集水井与泵房合建的竖井式泵站。在岩基或坚实土基上，集水井与泵房基础可呈阶梯形布置；在中等坚实土基上，集水井与泵房基础宜呈水平布置。

当河岸坡度较缓、地质条件较差，洪、枯水期岸边有足够的水深，泵站提水流量不大，且机组起动要求不高时，可采用岸边取水的集水井与泵房分建的竖井式泵站。

8.1.3 无论集水井与泵房合建或分建，其取水建筑物的布置均应满足下列要求：

8.1.3.1 取水口上部的工作平台设计高程应按校核洪水位加波浪高度和0.5m的安全超高确定。

8.1.3.2 最低的取水口下缘距离河底高度应根据河流水文、泥沙特性及河床稳定情况等因素确定，但侧面取水口下缘距离河底高度不得小于0.5m，正面取水口下缘距离河底高度不得小于1.0m。

8.1.3.3 集水井应分格，每格应设置不少于两道的拦污、清污设施。

8.1.3.4 集水井的进水管数量不宜少于2根，其管径应按最低运行水位时的取水要求，经水力计算确定。

8.1.3.5 从多泥沙河流上取水，应设分层取水口，且在集水井内设排沙设施。

8.1.3.6 当水源有冰凌时，应设防冰、导冰设施。

8.1.4 当取水河段主流不靠岸，且河岸坡度平缓，枯水期岸边水深不足时，可采用河心取水的竖井式泵站。除取水建筑物的布置应符合本规范8.1.3的规定外，还应设置与河岸相通的工作桥。

8.1.5 竖井式泵房宜采用圆形。泵房内机组台数不宜少于4台。井壁顶部应设起吊运输设备。泵房内可不另设检修间。

8.1.6 竖井式泵房内应设安全方便的楼梯。对于总高度大于20m的竖井式泵房，宜增设电梯。泵房窗户应根据泵房内通风、采暖和采光的需要合理布置。当自然通风量不足时，可采用机械通风。

8.1.7 竖井式泵房内应有与机组隔开的操作室。操作室内应设置噪声消除措施。

8.1.8 竖井式泵房底板、井壁等结构应满足抗渗要求，联接部位止水措施应可靠耐久。

8.1.9 竖井式泵房、集水井、栈桥桥墩等基础埋置深度，均应在最大冲刷线以下。

8.1.10 竖井式泵房应建在坚实的地基上，否则应进行地基处理。

建于岸边的竖井式泵房，其抗滑稳定安全系数和基础底面应力不均匀系数的计算及允许值应符合本规范6.3.4，6.3.5，6.3.8和6.3.9的规定；建于河心的竖井式泵房，其抗浮稳定安全系数的计算及允许值应符合本规范6.3.6和6.3.7的规定。

8.2 缆车式泵站

8.2.1 当水源水位变化幅度在10m以上，水位涨落速度小于或等于2m/h，每台泵车日最大取水量为40000～60000m³时，可采用缆车式泵站。其位置选择应符合下列要求：

8.2.1.1 河流顺直，主流靠岸，岸边水深不小于1.2m。

8.2.1.2 避开回水区或岩坡凸出地段。

万方数据科技

8.2.1.3 河岸稳定，地质条件较好，岸坡在1∶2.5～1∶5之间。

8.2.1.4 漂浮物少，且不易受漂木、浮筏或船只的撞击。

8.2.2 缆车式泵站设计应满足下列要求：

8.2.2.1 泵车数不应少于2台，每台泵车宜布置一条输水管。

8.2.2.2 泵车的供电电缆（或架空线）和输水管不得布置在同一侧。

8.2.2.3 变配电设施、对外交通道路应布置在校核洪水位以上，绞车房的位置应能将泵车上移到校核洪水位以上。

8.2.2.4 坡道坡度应与岸坡坡度接近，对坡道附近的上、下游天然岸坡亦应按所选坡道坡度进行整理，坡道面应高出上、下游岸坡0.3～0.4m，坡道应有防冲设施。

8.2.2.5 在坡道两侧应设置人行阶梯便道，在岔管处应设工作平台。

8.2.2.6 泵车上应有拦污、清污设施。从多泥沙河流上取水，应另设供应清水的技术供水系统。

8.2.3 每台泵车上宜装置水泵2台，机组应交错布置。

8.2.4 泵车车体竖向布置宜成阶梯形。泵车房的净高应满足设备布置和起吊的要求。泵车每排桁架下面的滚轮数宜为2～6个（取双数），车轮宜选用双凸缘形。泵车上应设减震器。

8.2.5 泵车的结构设计除应进行静力计算外，还应进行动力计算，验算共振和振幅。结构的强迫振动频率与自振频率之差和自振频率的比值不应小于30%；振幅应符合国家现行标准《动荷载机器作用下的建筑物承重结构设计规范》的规定。

8.2.6 泵车应设保险装置。对于大、中型泵车，可采用挂钩式保险装置；对于小型泵车，可采用螺栓夹板式保险装置。

8.2.7 水泵吸水管可根据坡道形式和坡度进行布置。采用桥式坡道时，吸水管可布置在车体的两侧；采用岸坡式坡道时，吸水管应布置在车体迎水的正面。

8.2.8 水泵出水管道应沿坡道布置。对于岸坡式坡道，可采用埋设；对于桥式坡道，可采用架设。

水泵出水管均应装设闸阀。出水管并联后应与联络管相接。联络管宜采用曲臂式，管径小于400mm时，可采用橡胶管。出水管上还应设置若干个接头岔管。接头岔管间的高差：当采用曲臂联络管时，可取2.0～3.0m；当采用其它联络管时，可取1.0～2.0m。

8.3 浮船式泵站

8.3.1 当水源水位变化幅度在10m以上，水位涨落速度小于或等于2m/h，水流流速又较小时，可采用浮船式泵站。其位置选择应符合下列要求：

8.3.1.1 水位平稳，河面宽阔，且枯水期水深不小于1.0m。

8.3.1.2 避开顶冲、急流、大回流和大风浪区以及与支流交汇处，且与主航道保持一定距离。

8.3.1.3 河岸稳定，岸坡坡度在1∶1.5～1∶4之间。

8.3.1.4 漂浮物少，且不易受漂木、浮筏或船只的撞击。

8.3.1.5 附近有可利用作检修场地的平坦河岸。

标准图书馆

8.3.2 浮船的型式应根据泵站的重要性、运行要求、材料供应及施工条件等因素，经技术经济比较选定。

8.3.3 浮船布置应包括机组设备间、船首和船尾等部分。当机组容量较大、台数较多时，宜采用下承式机组设备间。浮船首尾甲板长度应根据安全操作管理的需要确定，且不应小于2.0m。首尾舱应封闭，封闭容积应根据船体安全要求确定。

8.3.4 浮船的设备布置应紧凑合理，在不增加外荷载的情况下，应满足船体平衡与稳定的要求。不能满足要求时，应采取平衡措施。

8.3.5 浮船的型线和主尺度（吃水深、型宽、船长、型深）应按最大排水量及设备布置的要求选定，其设计应符合内河航运船舶设计规定。在任何情况下，浮船的稳性衡准系数不应小于1.0。

8.3.6 浮船的锚固方式及锚固设备应根据停泊处的地形、水流状况、航运要求及气象条件等因素确定。当流速较大时，浮船上游方向固定索不应少于3根。

8.3.7 联络管及其两端接头形式应根据河流水位变化幅度、流速、取水量及河岸坡度等因素，经技术经济比较选定。

8.3.8 输水管的坡度应与岸坡坡度一致。当地质条件能满足管道基础要求时，输水管可沿岸坡敷设；不能满足要求时，应进行地基处理，并设置支墩固定。

当输水管设置接头岔管时，其位置应按水位变化幅度及河岸坡度确定。接头岔管间的高差可取0.6～2.0m。

8.4 潜没式泵站

8.4.1 当水源水位变化幅度在15m以上，洪水期较短，含沙量不大时，可采用潜没式泵站。泵房内宜安装卧式机组，机组台数不宜多于4台。

8.4.2 潜没式泵站泵房内机电设备可采用单列式或双列式布置。筒壁顶部应设环形起重设备，泵房内可不另设检修间。房顶宜设天窗。廊道除设置线缆外，可作交通运输外，可兼作进风道和排风道。运行操作屏柜可布置在廊道入口处绞车房内。机电设备应有较高的自动化程度，可在岸上进行控制。

8.4.3 潜没式泵站泵房底板、墙壁、屋顶等结构应满足抗渗要求，联接部位止水措施应可靠耐久。

8.4.4 潜没式泵站泵房基础应锚固在完整的基岩上。泵房抗浮稳定安全系数的计算及其允许值，应符合本规范6.3.6和6.3.7的规定。

9 水力机械及辅助设备

9.1 主 泵

9.1.1 主泵选型应符合下列要求：

9.1.1.1 应满足泵站设计流量、设计扬程及不同时期供排水的要求。

万水信息科技

9.1.1.2 在平均扬程时，水泵应在高效区运行；在最高与最低扬程时，水泵应能安全、稳定运行。排水泵站的主泵，在确保安全运行的前提下，其设计流量宜按最大单位流量计算。

9.1.1.3 由多泥沙水源取水时，应计入泥沙含量、粒径对水泵性能的影响；水源介质有腐蚀性时，水泵叶轮及过流部件应有防腐措施。

9.1.1.4 应优先选用国家推荐的系列产品和经过鉴定的产品。当现有产品不能满足泵站设计要求时，可设计新水泵。新设计的水泵必须进行模型试验或装置模型试验，经鉴定合格后方可采用。采用国外先进产品时，应有充分论证。

9.1.1.5 具有多种泵型可供选择时，应综合分析水力性能、机组造价、工程投资和运行检修等因素择优确定。条件相同时宜选用卧式离心泵。

9.1.2 梯级泵站主泵选型除应符合本规范 9.1.1 规定外，尚应满足下列要求：

9.1.2.1 级间流量搭配合理，在正常情况下不应弃水，也不得用阀门调节流量。

9.1.2.2 应按下列因素确定级间调节流量：

（1）进水侧水位的变化幅度；

（2）水泵流量的允许偏差宜为±5%；

（3）汽蚀、磨损对水泵流量的影响；

（4）水源含沙量对水泵流量的影响；

（5）级间的调蓄能力；

（6）级间渠系的输水损失。

9.1.2.3 轴流泵站或混流泵站宜选用变角调节满足流量平衡要求。

9.1.2.4 离心泵站的流量调节水泵宜采用 1～3 台卧式离心泵。

9.1.2.5 采用无级变速调节应经过技术经济论证。

9.1.3 多泥沙水源主泵选型除符合本规范 9.1.1 规定外，还应满足下列要求：

9.1.3.1 应优先选用汽蚀性能好的水泵。

9.1.3.2 机组转速宜较低。

9.1.3.3 过流部件应具有抗磨蚀措施。

9.1.3.4 水泵导轴承宜用清水润滑或油润滑。

9.1.4 主泵台数宜为 3～9 台。流量变化幅度大的泵站，台数宜多；流量比较稳定的泵站，台数宜少。

9.1.5 备用机组数的确定应根据供水的重要性及年利用小时数，并应满足机组正常检修要求。

对于重要的城市供水泵站，工作机组 3 台及 3 台以下时，应增设 1 台备用机组；多于 3 台时，宜增设 2 台备用机组。

对于灌溉泵站，装机 3～9 台时，其中应有 1 台备用机组；多于 9 台时应有 2 台备用机组。

对于年利用小时数很低的泵站，可不设备用机组。

对于处于水源含沙量大或含腐蚀性介质的工作环境的泵站，或有特殊要求的泵站，备用机组经过论证后可增加数量。

文化信科技

9.1.6 对于叶轮名义直径大于或等于1600mm的轴流泵和混流泵，应有装置模型试验资料；当对过流部件型线作较大更改时，应重新进行装置模型试验。

9.1.7 离心泵和蜗壳式混流泵可采用车削调节方式改变水泵性能参数，对车削后的叶轮必须做静平衡试验。

9.1.8 水泵可降速或增速运行。增速运行的水泵，其转速超过设计转速5%时，应对其强度、磨损、汽蚀、水力振动等进行论证。

9.1.9 应按下列因素分析确定水泵最大轴功率：

(1) 配套电动机与水泵额定转速不同时对轴功率的影响；

(2) 运行范围内最不利工况对轴功率的影响；

(3) 含沙量对轴功率的影响。

9.1.10 水泵安装高程必须满足下列要求：

9.1.10.1 在进水池最低运行水位时，必须满足不同工况下水泵的允许吸上真空高度或必需汽蚀余量的要求。当电动机与水泵额定转速不同时，或在含泥沙水源中取水时，应对水泵的允许吸上真空高度或必需汽蚀余量进行修正。

9.1.10.2 轴流泵或混流泵立式安装时，其基准面最小淹没深度应大于0.5m。

9.1.10.3 进水池内严禁产生有害的漩涡。

9.1.11 并联运行的水泵，其设计扬程应接近，并联运行台数不宜超过4台。串联运行的水泵，其设计流量应接近，串联运行台数不宜超过2台，并应对第二级泵壳进行强度校核。

9.1.12 采用液压操作的全调节水泵，全站可共用一套油压装置，其有效容积可按一台接力器有效容积的5倍确定。

9.1.13 低扬程轴流泵应有防止抬机的措施。用于城镇供水的全调节水泵，不宜采用油压操作。

9.1.14 轴流泵站与混流泵站的装置效率不宜低于70%；净扬程低于3m的泵站，其装置效率不宜低于60%。

9.1.15 离心泵站抽取清水时，其装置效率不宜低于65%；抽取多沙水流时，不宜低于60%。

9.2 进水管道及泵房内出水管道

9.2.1 离心泵进水管道设计流速宜取1.5～2.0m/s，出水管道设计流速宜取2.0～3.0m/s。

9.2.2 离心泵进水管件应按下列要求配置：

9.2.2.1 水泵进口最低点位于进水池最高运行水位以下时，应有截流设施。

9.2.2.2 进水管进口应设喇叭管，喇叭口流速宜取1.0～1.5m/s，喇叭口直径宜等于或大于1.25倍进水管直径。

9.2.3 离心泵进水管喇叭口与建筑物距离应符合下列要求：

9.2.3.1 喇叭口的悬空高度：

(1) 喇叭管垂直布置时，取(0.6～0.8)D(D为喇叭管进口直径，下同)；

(2) 喇叭管倾斜布置时，取(0.8～1.0)D；

（3）喇叭管水平布置时，取（1.0～1.25）D。

9.2.3.2 喇叭口的淹没深度：

（1）喇叭管垂直布置时，大于（1.0～1.25）D；

（2）喇叭管倾斜布置时，大于（1.5～1.8）D；

（3）喇叭管水平布置时，大于（1.8～2.0）D。

9.2.3.3 喇叭管中心线与后墙距离取（0.8～1.0）D，同时应满足喇叭管安装的要求。

9.2.3.4 喇叭管中心线与侧墙距离取 1.5D。

9.2.3.5 喇叭管中心线至进水室进口距离大于 4D。

9.2.4 离心泵出水管件配置应符合下列要求：

9.2.4.1 水泵出口应设工作阀门，扬程高、管道长的大型泵站，宜选用两阶段关闭的液压操作蝶阀。

9.2.4.2 出水管工作阀门的额定工作压力及操作力矩，应满足水泵关阀起动的要求。

9.2.4.3 出水管不宜安装进止阀。

9.2.4.4 出水管应安装半固定式伸缩节，其安装位置应便于水泵的安装和拆卸。

9.2.4.5 进水钢管穿墙时，宜采用刚性穿墙管，出水钢管穿墙时宜采用柔性穿墙管。

9.3 泵站水锤及其防护

9.3.1 有可能产生水锤危害的泵站，在各设计阶段均应进行事故停泵水锤计算。在可行性研究阶段，允许采用简易图解法计算；在初步设计阶段及施工图阶段宜采用特征线法或其它精度比较高的计算方法进行计算。

9.3.2 当事故停泵瞬态特性参数不能满足下列要求时，应采取防护措施。

9.3.2.1 离心泵最高反转速度不应超过额定转速的 1.2 倍，超过额定转速的持续时间不应超过 2min。

9.3.2.2 立式机组在低于额定转速 40%的持续运行时间不应超过 2min。

9.3.2.3 最高压力不应超过水泵出口额定压力的 1.3～1.5 倍。

9.3.2.4 管道任何部位不应出现水柱断裂。

9.3.3 真空破坏阀应有足够的过流面积，动作应准确可靠；用拍门或快速闸门作为断流设施时，其断流时间应满足水锤防护的要求。

9.4 真空、充水系统

9.4.1 泵站有下列情况之一者宜设真空、充水系统：

9.4.1.1 具有虹吸式出水流道的轴流泵站和混流泵站。

9.4.1.2 卧式泵叶轮淹没深度低于 3/4 时。

9.4.2 真空泵宜设 2 台，互为备用，其容量确定应符合下列要求：

9.4.2.1 轴流泵和混流泵抽除流道内最大空气容积的时间宜为 10～20min。

9.4.2.2 离心泵单泵抽气充水时间不宜超过 5min。

9.4.3 采用虹吸式出水流道的泵站，可利用已运行机组的驼峰负压，作为待起动机组抽真空之用，但抽气时间不应超过 10～20min。

水利信息网

9.4.4 抽真空系统应密封良好。

9.5 排 水 系 统

9.5.1 泵站应设机组检修及泵房渗漏水的排水系统，泵站有调相要求时，应兼顾调相运行排水。检修排水与其它排水合成一个系统时，应有防止外水倒灌的措施，并宜采用自流排水方式。

9.5.2 排水泵不应少于2台，其流量确定应满足下列要求：

9.5.2.1 无调相运行要求的泵站，检修排水泵可按4～6h排除单泵流道积水和上、下游闸门漏水量之和确定。

9.5.2.2 采用叶轮脱水方式作调相运行的泵站，按一台机组检修，其余机组按调相的排水要求确定。

9.5.2.3 渗漏排水自成系统时，可按15～20min排除集水井积水确定，并设1台备用泵。

9.5.3 渗漏排水和调相排水应按水位变化实现自动操作，检修排水可采用手动操作。

9.5.4 叶轮脱水调相运行时，流道内水位应低于叶轮下缘0.3～0.5m。

9.5.5 排水泵的管道出口上缘应低于进水池最低运行水位，并在管口装设拍门。

9.5.6 采用集水廊道时，其尺寸应满足人工清淤的要求，廊道的出口不应少于2个。采用集水井时，井的有效容积按6～8h的漏水量确定。

9.5.7 在主泵进、出水管道的最低点或出水室的底部，应设放空管。排水管道应有防止水生生物堵塞的措施。

9.5.8 蓄电池室含酸污水及生活污水的排放，应符合环境保护的有关规定。

9.6 供 水 系 统

9.6.1 泵站应设主泵机组和辅助设备的冷却、润滑、密封、消防等技术用水以及运行管理人员生活用水的供水系统。

9.6.2 供水系统应满足用水对象对水质、水压和流量的要求。水源含沙量较大或水质不满足要求时，应进行净化处理，或采用其它水源。生活饮用水应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》的规定。

9.6.3 自流供水时，可直接从泵出水管取水；采用水泵供水时，应设能自动投入工作的备用泵。

9.6.4 供水管内流速宜按2～3m/s选取，供水泵进水管流速宜按1.5～2.0m/s选取。

9.6.5 采用水塔（池）集中供水时，其有效容积应满足下列要求：

9.6.5.1 轴流泵站和混流泵站取全站15min的用水量。

9.6.5.2 离心泵站取全站2～4h的用水量。

9.6.5.3 满足全站停机期间的生活用水需要。

9.6.6 每台供水泵应有单独的进水管，管口应有拦污设施，并易于清污；水源污物较多时，宜设备用进水管。

9.6.7 沉淀池或水塔应有排沙清污设施，在寒冷地区还应有防冻保温措施。

9.6.8 供水系统应装设滤水器，在密封水及润滑水管路上还应加设细网滤水器，滤水器清

污时供水不应中断。

9.6.9 泵房消防设施的设置应符合下列规定：

9.6.9.1 油库、油处理室应配备水喷雾灭火设备。

9.6.9.2 主泵房电动机层应设室内消火栓，其间距不宜超过 30m。

9.6.9.3 单台储油量超过 5t 的电力变压器，应设水喷雾灭火设备。

9.6.10 消防水管的布置应满足下列要求：

9.6.10.1 一组消防水泵的进水管不应少于 2 条，其中 1 条损坏时，其余的进水管应能通过全部用水量。消防水泵宜用自灌式充水。

9.6.10.2 室内消火栓的布置，应保证有 2 支水枪的充实水柱同时到达室内任何部位。

9.6.10.3 室内消火栓应设于明显的易于取用的地点，栓口离地面高度应为 1.1m，其出水方向与墙面应成 90°角。

9.6.10.4 室外消防给水管道直径不应小于 100mm。

9.6.10.5 室外消火栓的保护半径不宜超过 150m，消火栓距离路边不应大于 2.0m，距离房屋外墙不宜小于 5m。

9.6.11 室内消防用水量宜按 2 支水枪同时使用计算，每支水枪用水量不应小于 2.5L/s。同一建筑物内应采用同一规格的消火栓、水枪和水带，每根水带长度不应超过 25m。

9.7 压 缩 空 气 系 统

9.7.1 泵站应根据机组的结构和要求，设置机组制动、检修、防冻吹冰、密封围带、油压装置及破坏真空等用气的压缩空气系统。

9.7.2 压缩空气系统应满足各用气设备的用气量、工作压力及相对湿度的要求，根据需要可分别设置低压和高压系统：

低压系统压力应为 $8\times10^5\sim10\times10^5$Pa；

高压系统压力应为 $25\times10^5\sim40\times10^5$Pa。

9.7.3 低压系统应设贮气罐，其总容积可按全部机组同时制动的总耗气量及最低允许压力确定。

9.7.4 低压空气压缩机的容量可按 15～20min 恢复贮气罐额定压力确定。

低压系统宜设 2 台空气压缩机，互为备用，或以高压系统减压作为备用。

9.7.5 高压空气压缩机宜设 2 台，总容量可按 2h 内将 1 台油压装置的压力油罐充气至额定工作压力值确定。

9.7.6 低压空气压缩机宜按自动操作设计，贮气罐应设安全阀、排污阀及压力信号装置。

9.7.7 空气压缩机和贮气罐宜设于单独的房间内。主供气管道应有坡度，并在最低处装设集水器和放水阀。空气压缩机出口管道上应设油水分离器。自动操作时，应装卸荷阀和温度继电器以及监视冷却水中断的示流信号器。

9.7.8 供气管直径应按空气压缩机、贮气罐、用气设备的接口要求，并结合经验选取。低压系统供气管道可选用水煤气管，高压系统应选用无缝钢管。

9.8 供 油 系 统

9.8.1 泵站应根据需要设置机组润滑、叶片调节、油压启闭等用油的透平油供油系统和变

万水电科技

压器、油断路器用油的绝缘油供油系统。两系统均应满足贮油、输油和油净化的要求。

9.8.2 透平油和绝缘油供油系统均宜设置不少于2只容积相等、分别用于贮存净油和污油的油桶。

每只透平油桶的容积，可按最大一台机组、油压装置或油压启闭设备中最大用油量的1.1倍确定。

每只绝缘油桶的容积，可按最大一台变压器用油量的1.1倍确定。

9.8.3 油处理设备的种类、容量及台数应根据用油量选择。泵站不宜设油再生设备和油化验设备。

9.8.4 梯级泵站或泵站群宜设中心油系统，配置油分析与油化验设备，加大贮油及油净化设备的容量和台数，并根据情况设置油再生设备。每个泵站宜设能贮存最大一台机组所需油量的净油容器一个。

9.8.5 机组台数在4台及4台以上时，宜设供、排油总管。机组充油时间不宜大于2h。机组少于4台时，可通过临时管道直接向用油设备充油。

9.8.6 装有液压操作阀门的泵站，在低于用油设备的地方设漏油箱，其数量可根据液压阀的数量决定。

9.8.7 油桶及变压器事故排油不应污染水源或污染环境。

9.9 起重设备及机修设备

9.9.1 泵站应设起重设备，其额定起重量应根据最重吊运部件和吊具的总重量确定。起重机的提升高度应满足机组安装和检修的要求。

9.9.2 起重量等于或小于5t，主泵台数少于4台时，宜选用手动单梁起重机；起重量大于5t时，宜选用电动单梁或双梁起重机。

9.9.3 起重机的工作制应采用轻级、慢速。制动器及电气设备的工作制应采用中级。

9.9.4 起重机跨度级差应按0.5m选取，起重机轨道两端应设阻进器。

9.9.5 泵站宜设机械修配间，机修设备的品种和数量应满足机组小修的要求。

9.9.6 梯级泵站或泵站群宜设中心修配厂，所配置的机修设备应能满足机组及辅助设备大修的要求。各泵站还应配备简易的常用机修设备。

9.9.7 泵站可适当配置供维修与安装用的汽车、手动葫芦和千斤顶等起重运输设备。

9.10 通风与采暖

9.10.1 泵房通风与采暖方式应根据当地气候条件、泵房型式及对空气参数的要求确定。

9.10.2 主泵房和辅机房宜采用自然通风。当自然通风不能满足要求时，可采用自然进风，机械排风。中控室和微机室宜设空调装置。

9.10.3 主电动机宜采用管道通风、半管道通风或空气密闭循环通风。风沙较大的地区，进风口宜设防尘滤网。

9.10.4 蓄电池室、贮酸室和套间应设独立的通风系统。室内换气次数应符合下列规定：

(1) 开敞式酸性蓄电池室，不应少于15次/h；

(2) 防酸隔爆蓄电池室，不应少于6次/h；

万水中科技

(3) 贮酸室，不应少于 6 次/h；

(4) 套间，不应少于 3 次/h；

(5) 蓄电池室及贮酸室应采用机械排风，室内应保持负压。严禁室内空气循环使用。排风口至少应高出泵房顶 1.5m。

9.10.5 蓄电池室、贮酸室和套间的通风设备应有防腐措施。配套电动机应选用防爆型。通风机与充电装置之间可设电气联锁装置。

当采用防酸隔爆蓄电池时，通风机与充电装置之间可不设电气联锁装置。

9.10.6 蓄电池室温度宜保持在 10～35 C。室温低于 10 C 时，可在旁室的进风管上装设密闭式电热器。电热器与通风机之间应设电气联锁装置。不设采暖设备时，室内最低温度不得低于 0 C。

9.10.7 中控室、微机室和载波室的温度不宜低于 15 C，当不能满足时应有采暖设施，且不得采用火炉。

电动机层宜优先利用电动机热风采暖，其室温在 5 C 及其以下时，应有其它采暖设施。严寒地区的泵站在非运行期间，可根据当地情况设置采暖设备。

9.10.8 主泵房和辅机房夏季室内空气参数应符合表 9.10.8-1 及表 9.10.8-2 的规定。

表 9.10.8-1 主泵房夏季室内空气参数表

部位	室外计算温度 (C)	地面式泵房			地下式或半地下式泵房		
		温度 (C)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	温度 (C)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)
电动机层工作地带	<29	<32	<75	不规定	<32	<75	0.2～0.5
	29～32	比室外高 3	<75	0.2～0.5	比室外高 2	<75	0.5
	>32	比室外高 3	<75	0.5	比室外高 2	<75	0.5
水泵层		<33	<80	不规定	<33	<80	不规定

表 9.10.8-2 辅机房夏季室内空气参数表

部位	室外计算温度 (C)	地面式辅机房			地下室或半地下室辅机房		
		温度 (C)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)	温度 (C)	相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)
中控室载波室	<29	<32	<70	0.2	<32	≤70	不规定
	29～32	<32	<70	0.2～0.5	比室外高 2	≤70	0.2
	>32	<32	<70	0.5	<33	≤70	0.2～0.5
微机室		20～25	≤60	0.2～0.5	20～25	≤60	0.2～0.5
开关室站用变压器室		≤40	不规定	不规定	≤40	不规定	不规定
蓄电池室		≤35	≤75	不规定	≤35	不规定	不规定

9.11 水力机械设备布置

9.11.1 泵房水力机械设备布置应满足设备的运行、维护、安装和检修的要求，达到紧凑、整齐、美观的要求。

9.11.2 立式泵机组的间距应取下列的大值：

9.11.2.1 电动机风道盖板外径与不小于1.5m宽的运行通道的尺寸总和。

9.11.2.2 进水流道最大宽度与相邻流道之间的闸墩厚度的尺寸总和。

9.11.3 机组段长度应按本规范9.11.2的规定确定。当泵房分缝或需放置辅助设备时，可适当加大。

9.11.4 卧式泵进水管中心线的距离应符合下列要求：

9.11.4.1 单列布置时，相邻机组之间的净距不应小于1.8～2.0m。

9.11.4.2 双列布置时，管道与相邻机组之间的净距不应小于1.2～1.5m。

9.11.4.3 就地检修的电动机应满足转子抽芯的要求。

9.11.4.4 应满足进水喇叭管布置及水工布置的要求。

9.11.5 边机组段长度应满足设备吊装以及楼梯、交通道布置的要求。

9.11.6 安装检修间长度可按下列原则确定：

9.11.6.1 立式机组应满足一台机组安装或扩大性大修的要求。机组检修应充分利用机组间的空地。在安装间，除了放置电动机转子外，尚应留有运输最重件的汽车进入泵房的场地，其长度可取1.0～1.5倍机组段长度。

9.11.6.2 卧式机组应满足设备进入泵房的要求，但不宜小于5.0m。

9.11.7 主泵房宽度应按下列原则确定：

9.11.7.1 立式机组：泵房宽度应由电动机或风道最大尺寸及上、下游侧运行维护通道所要求的尺寸确定。电动机层和水泵层的上、下游侧均应有运行维护通道，其净宽不宜小于1.2～1.5m；当一侧布置有操作盘柜时，其净宽不宜小于2.5m。水泵层的运行通道还应满足设备搬运的要求。

9.11.7.2 卧式机组：泵房宽度应根据水泵、阀门和所配置的其它管件尺寸，并满足设备安装、检修以及运行维护通道或交通道布置的要求确定。

9.11.8 主泵房电动机层以上净高应满足以下要求：

9.11.8.1 立式机组：应满足水泵轴或电动机转子连轴的吊运要求。如果叶轮调节机构为机械操作，还应满足调节杆吊装的要求。

9.11.8.2 卧式机组：应满足水泵或电动机整体吊运或从运输设备上整体装卸的要求。

9.11.8.3 起重机最高点与屋面大梁底部距离不应小于0.3m。

9.11.9 吊运设备与固定物的距离应符合下列要求：

9.11.9.1 采用刚性吊具时，垂直方向不应小于0.3m；采用柔性吊具时，[illegible]

9.11.10 水泵层净高不宜小于4.0m，排水泵室净高不宜小于2.4m，排水廊道净高不宜小于2.2m。空气压缩机室净高应大于贮气罐总高度，且不应低于3.5m，并有足够的泄压面积。

9.11.11 在大型卧式机组的四周，宜设工作平台。平台通道宽度不宜小于1.2m。

9.11.12 装有立式机组的泵房，应有直通水泵层的吊物孔，其尺寸应能满足导叶体吊运的要求。

9.11.13 在泵房的适当位置应预埋便于设备搬运或检修的挂环以及架设检修平台所需要的构件。

10 电 气 设 计

10.1 供 电 系 统

10.1.1 泵站的供电系统设计应以泵站所在地区电力系统现状及发展规划为依据，经技术经济论证，合理确定供电点、供电系统接线方案、供电容量、供电电压、供电回路数及无功补偿方式等。

10.1.2 泵站宜采用专用直配输电线路供电，根据泵站工程的规模和重要性，合理确定负荷等级。

10.1.3 对泵站的专用变电站，宜采用站、变合一的供电管理方式。

10.1.4 泵站供电系统应考虑生活用电，并与站用电系统开设置。

10.2 电 气 主 接 线

10.2.1 电气主接线设计应根据供电系统设计要求以及泵站规模、运行方式、重要性等因素合理确定。应接线简单可靠、操作检修方便、节约投资。当泵站分期建设时，应便于过渡。

10.2.2 电气主接线的电源侧宜采用单母线不分段。对于双回路供电的泵站，也可采用单母线分段或其它接线方式。

10.2.3 电动机电压母线宜采用单母线接线，对于多机组、大容量和重要泵站也可采用单母线分段接线。

10.2.4 6～10kV电动机电压母线进线回路宜设置断路器。采用双回路供电时，应按每一回路承担泵站全部容量设计。

10.2.5 站用变压器宜接在供电线路进线断路器的线路一侧，也可接在主电动机电压母线上。

当设置2台站用变压器，且附近有可靠外来电源时，宜将其中1台与外电源连接。

10.3 主电动机及主要电气设备选择

10.3.1 泵站电气设备选择应符合下列规定：

万水图书科技

10.3.1.1 性能良好、可靠性高、寿命长。

10.3.1.2 功能合理，经济适用。

10.3.1.3 小型、轻型化，占地少。

10.3.1.4 维护检修方便，不易发生误操作。

10.3.1.5 确保运行维护人员的人身安全。

10.3.1.6 便于运输和安装。

10.3.1.7 设备噪声应符合国家有关环境保护的规定。

10.3.1.8 对风沙、冰雪、地震等自然灾害，应有防护措施。

10.3.2 泵站主电动机的选择应符合下列要求：

10.3.2.1 主电动机的容量应按水泵运行可能出现的最大轴功率选配，并留有一定的储备，储备系数宜为1.10～1.05。

10.3.2.2 主电动机的型号、规格和电气性能等应经过技术经济比较选定。

10.3.2.3 当技术经济条件相近时，电动机额定电压宜优先选用10kV。

10.3.3 主变压器的容量应根据泵站的总计算负荷以及机组起动、运行方式进行确定。

当选用2台及2台以上变压器时，宜选用相同型号和容量的变压器。

当选用不同容量和型号的变压器时，必须符合变压器并列运行条件。

主变压器容量计算与校验应符合本规范附录D的规定。

10.3.4 泵站在系统中有调相任务，或供电网络的电压偏移不能满足供电电压要求时，宜选用有载调压变压器。

10.3.5 选择6～10kV断路器时，应按电动机起动频繁度和短路电流，选用新型电气设备。

10.3.6 导体和电器的选择及校验，除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行标准《导体和电器设备选择设计技术规定》及《高压配电装置设计技术规程》的有关规定。

10.4 无功功率补偿

10.4.1 无功功率补偿应按现行的《全国供用电规则》及《功率因数调整电费办法》的要求进行设计，做到全面规划，合理布局，就地平衡。

10.4.2 泵站在计费计量点的功率因数不应低于0.85。当主变压器采用有载调压装置或容量在3150kVA及3150kVA以上时，功率因数不应低于0.9。达不到上述要求时，应进行无功功率补偿。

10.4.3 主电动机的单机额定容量在630kW及630kW以上时，宜用同步电动机进行补偿。

10.4.4 主电动机的单机额定容量在630kW以下的泵站，宜采用静电电容器进行无功功率补偿。无功补偿电容器应分组，并能根据需要及时投入或退出运行。电容补偿装置宜选用成套电容器柜，并应装设专用的控制、保护和放电设备。设备载流部分长期允许电流不应小于电容器组额定电流值的1.3倍。

10.5 机组起动

10.5.1 机组应优先采用全电压直接起动方式，并应符合下列规定：

10.5.1.1 母线电压降不宜超过额定电压的15%。

万水灌溉科技

10.5.1.2 当电动机起动引起的电压波动不致破坏其它用电设备正常运行，且起动电磁力矩大于静阻力矩时，电压降可不受15%额定电压的限制。

10.5.1.3 当对系统电压波动有特殊要求时，也可采用降压起动。

10.5.1.4 必要时应进行起动分析，计算起动时间和校验主电动机的热稳定。

10.5.2 电动机起动应按供电系统最小运行方式和机组最不利的运行组合形式进行计算：

10.5.2.1 当同一母线上全部装置同步电动机时，必须首先按最大一台机组的起动进行起动计算。

10.5.2.2 当同一母线上全部装置异步电动机时，必须按最后一台最大机组的起动进行起动计算。

10.5.2.3 当同一母线上装置有同步电动机和异步电动机时，必须按全部异步电动机投入运行，再起动最大一台同步电动机的条件进行起动计算。

10.6 站 用 电

10.6.1 泵站站用电设计应根据电气主接线及运行方式、枢纽布置条件和泵站特性进行技术经济比较确定。

10.6.2 站用变压器台数应根据站用电的负荷性质、接线形式和检修方式等综合确定，数量不宜超过2台。

10.6.3 站用变压器容量应满足可能出现的最大站用负荷。采用2台站用变压器时，其中1台退出运行，另1台应能承担重要站用负荷或短时最大负荷，其容量应按本规范附录E的要求选择。

10.6.4 站用电的电压应采用380/220V中性点接地的三相四线制系统。当设置2台站用变压器时，站用电母线宜采用单母线分段接线，并装设备用电源自动投入装置。由不同电压等级供电的2台站用变压器低压侧不得并列运行。接有同步电动机励磁电源的站用变压器，应将其高压侧与该电动机接在同一母线段。

10.6.5 集中布置的站用电低压配电装置，应采用成套低压配电屏。对距离低压配电装置较远的站用电负荷，宜在负荷中心设置动力配电箱供电。

10.7 屋内外主要电气设备布置及电缆敷设

10.7.1 泵站电气设备布置应符合下列要求：

10.7.1.1 布置应紧凑，并有利于主要电气设备之间的电气联接和安全运行，且检修维护方便。降压变电站应尽量靠近主泵房、辅机房。

10.7.1.2 必须结合泵站枢纽总体规划，交通道路、地形、地质条件，自然环境和水工建筑物等特点进行布置，应减少占地面积和土建工程量，降低工程造价。

10.7.1.3 泵站分期建设时，应按分期实施方案确定。

10.7.2 6～10kV高压配电装置应优先采用成套高压开关柜，并设置单独的高压配电室。高、低压配电室，中控室，电缆沟进、出口洞，通气孔应有防止鸟、雀、鼠等小动物钻入和雨雪飘入屋内的设施。

10.7.3 电动机单机容量在630kW及630kW以上，且机组在2台及2台以上时或单机容

量在630kW以下、且机组台数在3台以上时，应设中控室，采用集中控制。室净高不应低于4m。

10.7.4 中控室的设计应符合下列要求：

10.7.4.1 便于运行和维护。

10.7.4.2 条件允许时，宜设置能从中控室瞭望机组的窗户或平台。

10.7.4.3 中控室面积应根据泵站规模、自动化水平等因素确定。

10.7.4.4 中控室噪声、温度和湿度应满足工作和设备环境要求。

10.7.5 站用变压器如布置在主泵房内，其油量为100kg以上时，应安装在单独的防爆专用变压器小间内，站用电低压配电装置应靠近站用变压器布置。

专供同步电动机励磁用的油浸变压器亦应安装在单独小间内。

10.7.6 站用变压器室内最高温度不应超过设备最高允许使用温度，干式变压器场地的相对湿度不宜大于85%。

10.7.7 干式变压器可不设单独的变压器小间，高、低压引线裸露部分对地距离应符合国家现行标准《高压配电装置设计技术规程》的规定。对无外罩的干式变压器应设置安全防护设施。

10.7.8 油浸变压器上部空间不得作为与其无关的电缆通道。干式变压器上部可通过电缆，但电缆与变压器顶部距离不得小于2m。

10.7.9 6～10kV高压配电装置和380/220V低压配电装置宜布置在单独的高低压配电室内。

10.7.10 同步电动机励磁屏宜布置在机旁。当机组保护、自动屏等布置在机旁时，可选用同一类型屏，采用一列式布置。

10.7.11 布置在室内的配电装置和站用变压器应设火警信号装置。

10.7.12 当采用酸性蓄电池时，必须设单独的蓄电池室，并应布置在地面层，不得布置在中控室和高、低压配电室，电子计算机房和通信室上层。蓄电池室应有套间和通风设施，其设计应符合国家现行标准《蓄电池运行规程》的有关规定。

10.7.13 高压油浸式电容器室的设计应符合下列要求：

10.7.13.1 耐火等级不应低于二级。

10.7.13.2 环境温度不应低于－5℃，且不得超过40℃。

10.7.13.3 电容器组应设置贮油坑。

10.7.14 中控室，主泵房和高、低压配电室内的电缆，应敷设在电缆支（吊）架上或电缆沟内托架上。电缆沟应设强度高、质量轻、便于移动的防火盖板。

10.7.15 电缆沟内应设置防火、排水设施，排水坡度不宜小于2%。电缆管进、出口应采取防止水进入管内的措施。

10.7.16 屋外直埋敷设的电缆，其埋设深度不宜小于0.7m。当冻土层厚度超过0.7m时，应采取防止电缆损坏的措施。

10.7.17 电缆敷设应符合下列要求：

10.7.17.1 普通支（吊）架的跨距、桥架组成中的梯形托架横撑间距，不宜大于表10.7.17-1所列数值。

万水电力科技

表 10.7.17-1 普通支（吊）架跨距、桥架组成中的梯形托架横撑间距 （mm）

类 型	明敷电缆特征	敷设方式	
		水平	垂直
普通支（吊）架跨距	全塑性	400[1]	1000
	除全塑型外的中、低压电缆	800	1500
	35kV 以上高压电缆	1500	2000
桥架组成中的梯形托架、横撑间距	中低压电缆	300	400
	35kV 以上高压电缆	400	600

① 沿支架能把电缆固定时，允许跨距增大一倍。

10.7.17.2 电缆垂直敷设时，应在每一个支架上用夹头固定；水平敷设时，应在电缆首末两端、转弯处两侧及接头处用夹头固定。钢丝铠装电缆水平敷设时，支持点间距可取 3～5m；垂直敷设时，可取 6～10m。

10.7.17.3 垂直敷设或沿陡坡敷设的电缆，最高点与最低点之间的允许最大高差不应超过表 10.7.17-2 的规定。

表 10.7.17-2 电缆允许最大高差

电缆种类	额定电压（kV）	结构型式	允许敷设高差（m）	
			铅包铝包	塑料
粘性油浸纸绝缘电缆	3 及 3 以下	无铠装	20	20
		有铠装	25	25
	6～10	有（无）铠装	15	15
	20～35	有（无）铠装	5	5
油浸纸滴干绝缘电缆	1～10	铅（铝）包型	100	100
		分相包型	300	

10.7.17.4 电缆允许弯曲半径不得小于表 10.7.17-3 的规定。

表 10.7.17-3 国产常用电缆允许弯曲半径（电缆外径倍数）

电缆种类			多芯	单芯
聚氯乙烯绝缘电缆			10	10
橡皮绝缘		非裸铅包或钢铠套	10	
		裸铅包护套	15	
		钢铠护套	20	
交联聚乙烯绝缘电缆（35kV 及 35kV 以下）			15	20
油浸纸绝缘	铅包	铠装	15	
		无铠装	20	10
	铝包	外径在 40mm 以下时	25	25
		外径在 40mm 以上时	30	30

10.7.17.5 电缆从地下（或电缆沟、廊道、井）引出在地坪上 2m 高的一段应采用金属管或罩加以保护并可靠接地。

10.7.17.6 动力电缆与控制电缆分层敷设在同一电缆支架上时，动力电缆应在控制电缆的上面，格层之间应用耐火板隔开。动力电缆格层间应按电压高的在最上层，依电压高低顺序向下排列，并在层间加装石棉水泥板。

仅供试读

10.7.17.7 电缆穿管敷设时，每管宜只穿一根电缆，管内径与电缆外径之比不得小于1.5。每管最多不应超过3个弯头，直角弯头不应多于2个。

10.8 电气设备的防火

10.8.1 泵站电气设备的防火，应贯彻“预防为主，防消结合”的消防工作方针，预防火灾，减少火灾危害。应积极采用先进的防火技术，做到保障安全，使用方便，经济合理。

10.8.2 泵站建筑物、构筑物生产的火灾危险性类别和耐火等级不应低于表10.8.2的规定。

表10.8.2 建筑物、构筑物生产的火灾危险性类别和耐火等级表

序号	建筑物、构筑物名称	火灾危险性类别	耐火等级
一、	主要建筑物、构筑物		
1.	主泵房、辅机房及安装间	丁	二
2.	油浸式变压器室	丙	一
3.	干式变压器室	丁	二
4.	配电装置室		
	单台设备充油量≥100kg	丙	二
	单台设备充油量<100kg	丁	二
5.	母线室、母线廊道和竖井	丁	二
6.	中控室（含照明夹层）、继电保护室、自动和远动装置室、电子计算机房、通信室	丙	一
7.	屋外变压器场	丙	二
8.	屋外开关站、配电装置构架	丁	二
9.	综合电气开关站	丁	二
10.	高压充油电缆隧道和竖井	丙	二
11.	高压干式电力电缆隧道和竖井	丁	二
12.	电力电缆室、控制电缆室、电缆隧道和竖井	丁	二
13.	蓄电池室		
	防酸隔爆型铅酸蓄电池室	丙	一
	碱性蓄电池室	丁	二
14.	贮酸室、套间及通风机室	丙	二
15.	充放电盘室	丁	二
16.	通风机室、空气调节设备室	戊	二
17.	供排水泵室	戊	三
18.	消防水泵室	戊	二
二、	辅助生产建筑物		
1.	油处理室	丙	二
2.	继电保护和自动装置试验室	丙	二
3.	高压试验室、仪表试验室	丁	二
4.	机械试验室	丁	三
5.	电工试验室	丁	三
6.	机械修配厂	丁	三
7.	水工观测仪表室	丁	二
三、	附属建筑物、构筑物		
1.	一般器材仓库		三
2.	警卫室		三
3.	汽车库（含消防仓库）		二

工光伯科技

地装置，其接地电阻不应大于10Ω。

独立避雷针离被保护的建筑物及与其有联系的金属物的距离应符合下列要求：

$$S_1 \geqslant 0.3R + 0.1h_x \qquad (10.9.2\text{-}1)$$

$$S_2 \geqslant 0.3R \qquad (10.9.2\text{-}2)$$

式中 S_1——地上部分距离（m），当$S_1<5$m时，取$S_1=5$m；

S_2——地下部分距离（m），当$S_2<3$m时，取$S_2=3$m；

R 避雷针接地装置的冲击接地电阻（Ω）；

h_x——被保护物或计算点的高度（m）。

10.9.3 采用避雷线作为防直击雷保护时，避雷线与屋面和各种突出体的距离应符合下列规定：

$$S_3 \geqslant 0.1R + 0.05L \qquad (10.9.3)$$

式中 S_3——避雷线与屋面和各种突出物体的距离（m），当$S_3<3$m时，取$S_3=3$m并应计及避雷线的弧度；

R 避雷线每端接地装置的冲击电阻（Ω）；

L——避雷线的水平长度（m）。

避雷线接地装置的冲击电阻值不应大于10Ω。在土壤电阻率高的地区，允许提高电阻值，且必须符合本条和本规范10.9.2规定的距离要求。

10.9.4 当本规范10.9.1所列的建筑物设立独立避雷针有困难时，可采用避雷带作为防直击雷保护。其网格宜为8～10m。接地引线应连接电气设备，其数量不应少于2处，每隔10～20m引一根，可与总接地网连接，并在连接处加设集中接地装置，其接地电阻不应大于10Ω。

10.9.5 钢筋混凝土结构主泵房、中控室、屋内配电装置室、油处理室、大型电气设备检修间等，可不设专用的防直击雷保护装置，但应将建筑物顶上的钢筋焊接成网。所有金属构件、金属保护网、设备金属外壳及电缆的金属外皮等均应可靠接地，并与总接地网连接。

10.9.6 屋外配电装置应采用阀型避雷器以及与避雷器相配合的进线保护段，作为防侵入雷电波的保护。

10.9.7 直接与架空线路连接的电动机应在母线上设置阀型避雷器与电容器组。对中性点有引出线的电动机，还应在中性点设置一只阀型避雷器，该避雷器应符合下列要求：

10.9.7.1 灭弧电压（最大允许电压）不应低于1.2倍相电压。

10.9.7.2 工频放电电压不应低于2.2倍相电压。

10.9.7.3 冲击放电电压和残压不应高于电动机耐压试验电压。

10.9.8 保护电动机的避雷器应采用保护旋转电机的专用避雷器，并应靠近电动机装设。当避雷器和电容器组与电动机之间的电气距离不超过50m时，应在每组母线上装设一套避雷器和电容器组。

10.9.9 泵站应装设保护人身和设备安全的接地装置。接地装置应充分利用直接埋入地中或水中的钢筋、压力钢管、闸门、拦污栅等金属件，以及其它各种金属结构等自然接地体。

当自然接地体的接地电阻常年都能符合要求时，不宜设单独的人工接地体，但自然接地体之间必须可靠连接，钢筋之间连接必须电焊。不能符合要求时，应装设人工接地装置。

10.9.10 对小电流接地系统，其接地装置的接地电阻值不宜超过4Ω。对大电流接地系统，其接地装置的接地电阻值不宜超过0.5Ω。

10.9.11 泵站接地网宜采用棒型和带型接地体联合组成的环形接地装置。环形接地装置应埋于冻土层以下，接地体埋设深度不宜小于0.7m。接地装置应在不同地点引出，与屋内接地干线可靠连接，引出线不得少于2根，并应设置自然接地体与人工接地体分开的测量井。垂直打入地下的接地钢管，其直径宜为50～60mm，长度宜为2.5m，接地极间距不应小于4m。接地扁铁截面积不应小于48mm²，厚度不应小于4mm。埋于有强烈腐蚀性土壤中的接地扁铁，其截面积不得小于160mm²，厚度不应小于4mm。

10.9.12 1kV以下中性点直接接地的电网中，电力设备的金属外壳宜与变压器接地中性线（零线）连接。

10.9.13 泵站的过电压保护和接地装置除应符合本节规定外，并应符合现行国家标准《工业与民用电力装置的过电压保护设计规范》及《工业与民用电力装置的接地设计规范》的有关规定。

10.10 照　　明

10.10.1 泵站应设置正常工作照明、事故照明以及必要的安全照明装置。

10.10.2 工作照明电源应由厂用电系统的380/220V中性点直接接地的三相四线制系统供电，照明装置电压宜采用交流220V；事故照明电源应由蓄电池或其它固定可靠电源供电；安装高度低于2.5m时，应采用防止触电措施或采用12～36V安全照明。

10.10.3 站内照明导线应按导线允许载流量选择，且用允许电压损失进行校验。

10.10.4 泵站各种场所的最低照度标准值，应按表10.10.4规定执行。

表10.10.4 泵站最低照度标准值

工作场所地点	工作面名称	规定照度被照面	工作照明(lx)		事故照明(lx)
			混合	一般	
一、主泵房和辅机房					
1. 主机室（无天然采光）	设备布置和维护地区	离地0.8m水平面	500	150	10
2. 主机室（有天然采光）	设备布置和维护地区	离地0.8m水平面	300	100	10
3. 中控室（主环范围内）	控制盘上表针，操作屏台，值班台	控制盘上表针垂直面 控制台水平面		200 500	30
4. 继电保护盘室、控制屏	屏前屏后	离地0.8m水平面		100	5
5. 计算机房、通信室	设备上	离地0.8水平面		200	10
6. 高低压配电装置、母线室，变压器室	设备布置和维护地区	离地0.8m水平面		75	3
7. 蓄电池室	设备布置和维护地区			30	3
8. 电气试验室		离地0.8m水平面	300	100	
9. 机修间	设备布置和维护地区	离地0.8m水平面	200	60	
10. 主要楼梯和通道		地面		10	0.5

续表 10.10.4

工作场所地点	工作面名称	规定照度 被照面	工作照明 (lx) 混合	工作照明 (lx) 一般	事故照明 (lx)
二、室外					
1. 35kV 及 35kV 以上配电装置		垂直面		5	
2. 主要通道和车道		地面		1	
3. 水工建筑物		地面		5	

10.10.5 泵站内外照明应采用光学性能和节能特性好的新型灯具，安装的灯具应便于检修和更新。

10.10.6 在正常工作照明消失仍需工作的场所和运行人员来往的主要通道均应装设事故照明。

10.10.7 照明线的零线不得装设开关和熔断器。

10.11 继电保护及安全自动装置

10.11.1 泵站的电力设备和馈电线路均应装设主保护和后备保护。主保护应能准确、快速、可靠地切除被保护区域内的故障；在主保护或断路器拒绝动作时，应分别由元件本身的后备保护或相邻元件的保护装置将故障切除。

10.11.2 动作于跳闸的继电保护应有选择性。前后两级之间的动作时限应相互配合。

10.11.3 保护装置的灵敏系数应根据最不利的运行方式和故障类型进行计算确定。保护装置的灵敏系数 K_m 不应低于表 10.11.3 规定值。

表 10.11.3 保护装置的灵敏系数 K_m

保护类型	组成元件	灵敏系数	备注
变压器、电动机纵联差动保护	差电流元件	2	
变压器、电动机线路电流速断保护	电流元件	2	
电流保护或电压保护	电流元件和电压元件	1.3～1.5	当为后备保护时可为 1.2
后备保护	电流电压元件	1.5	按相邻保护区末端短路计算
零序电流保护	电流元件	1.5	

10.11.4 泵站主电动机电压母线应装设下列保护：

10.11.4.1 带时限电流速断保护整定值应大于 1 台机组起动、其余机组正常运行和站用电满负荷时的电流值，动作于断开进线断路器。当主电动机母线设有分段断路器时，可设带时限电流速断。

10.11.4.2 低电压保护电压整定值为 40%～50%额定电压，时限宜为 1s，动作于进线断路器。

10.11.4.3 单相接地故障监视，动作于信号。

10.11.5 对电动机相间短路，应采用下列保护方式：

10.11.5.1 对于额定容量为2000kW以下的电动机，应采用两相式电流速断保护装置。

10.11.5.2 对于额定容量为2000kW及2000kW以上的电动机，应采用纵联差动保护装置。

额定容量为2000kW以下的电动机，当采用两相式电流速断保护装置不能满足灵敏系数要求时，应采用纵联差动保护装置。

上述保护装置均应动作于断开电动机断路器。

10.11.6 电动机应装设低电压保护。电压整定值为40%～50%额定电压，时限宜为0.5s，动作于断开电动机断路器。

10.11.7 当单相接地电流大于5A时，应设单相接地保护。单相接地电流为5～10A时，可动作于断开电动机断路器，也可动作于信号；单相接地电流为10A以上时，动作于断开电动机断路器。

10.11.8 电动机应装设过负荷保护，同步电动机应带两阶时限：第一阶时限动作于信号；第二阶时限动作于断开断路器。异步电动机宜动作于信号，也可断开电动机断路器。动作时限均应大于机组起动时间。

10.11.9 同步电动机应装设失步与失磁保护。失步保护可采用下列方式之一：

10.11.9.1 反应转子回路出现的交流分量。

10.11.9.2 反应定子电压与电流间相角的变化。

10.11.9.3 短路比为0.8及0.8以上的电动机采用反应定子过负荷。

失步保护应带时限断开电动机断路器。失磁保护应瞬时断开电动机断路器。

10.11.10 机组应设轴承温度升高和过高保护。温度升高动作于信号，温度过高动作于断开电动机断路器。

10.11.11 对中性点直接接地的站用变压器，应在低压侧中性线上装设零序电流保护，且高压侧的过流保护宜采用三相式。当利用高压侧过电流保护来切除低压侧单相接地短路能满足灵敏系数要求时，可不装设零序电流保护。

10.11.12 泵站专用供电线路不应设自动重合闸装置。

10.11.13 站用电备用电源自动投入装置应符合下列要求：

10.11.13.1 当任一段低压母线失去电压时，应能动作。

10.11.13.2 必须在失去电压的母线电源断开后，备用电源才允许投入。

10.11.13.3 备用电源自动投入装置只允许投入一次。

10.11.14 泵站可逆式电机，站、变合一的降压变电站所及静电电容器的保护装置，应符合现行国家标准《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》的有关规定。

10.12 自动控制和信号系统

10.12.1 泵站的自动化程度及远动化范围应根据该地区区域规划和供电系统的要求，以及泵站运行管理具体情况确定。对今后可能采用的新技术宜留有适当的发展余地。

10.12.2 对于大型泵站，在实现自动化的基础上可采用微机监控。

10.12.3 泵站主机组及辅助设备按自动控制设计时，应符合下列要求：

10.12.3.1 以一个命令脉冲使机组按规定的顺序开机或停机，同时发出信号指示。

水利标准

10.12.3.2 机组辅助设备，包括技术供水、真空充水、排水系统及压缩空气系统均能实现自动和手动操作。

10.12.4 泵站应设中央复归和重复动作的信号装置，并能发出区别故障和事故的音响和光字牌信号。

10.13 测量表计装置

10.13.1 泵站高压异步电动机应装设有功功率表及电流表。高压同步电动机定子回路应装设电流表、有功功率表、无功功率表、有功电度表及无功电度表；转子回路应装设电流表及电压表，也可在中控室装设功率因数表。

10.13.2 根据泵站检测与控制的要求，可装设自动巡回检测装置和遥测系统。

10.13.3 主变压器或进线应装设电流表、电压表、有功功率表、无功功率表、频率表、功率因数表、有功电度表及无功电度表。有调相任务的机组还应装双向有功无功电度表和带有逆止器的双向有功无功电度表。

10.13.4 6～10kV 电动机电压母线上应装设带切换开关测量相和相间电压的电压表。

10.13.5 静电电容器装置的总回路应分相设置电流表，在分组回路中可只设置一只电流表。总回路应设置无功功率表和无功电度表。

10.13.6 站用变压器低压侧应装设有功电度表、电流表及带切换开关的电压表。

10.13.7 直流系统应装设直流电流表、电压表及绝缘监视仪表。

10.13.8 泵站测量仪器仪表装置设计，除应符合上述规定外，尚应符合现行国家标准《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》的有关规定。

电能计量仪表装置的配置应符合《全国供用电规则》的有关规定。

10.14 操作电源

10.14.1 操作电源应保证对继电保护、自动控制、信号回路等负荷的连续可靠供电。

10.14.2 泵站操作电源宜采用独立的硅整流蓄电池直流系统，宜只装置一组蓄电池，并应按浮充电方式运行。直流操作电压可采用 110V 或 220V。

10.14.3 蓄电池组的容量应满足下列要求：

10.14.3.1 全站事故停电时的用电容量，停电时间可按 0.5h 计算。

10.14.3.2 全站最大冲击负荷容量。

10.15 通信

10.15.1 应设置包括水、电的生产调度通信和行政通信的泵站专用通信设施。泵站的通信方式应根据泵站规模、地方供电系统要求、生产管理体制、生活区位置等因素规划设计、统一安排。宜采用电力载波、有线通信或专业网微波通信系统。对于担负防汛任务的泵站，还应设置专门的防汛通信。

10.15.2 泵站生产调度通信和行政通信可根据具体情况合并或分开设置。梯级泵站宜有单独的调度通信设施，其总机、中继站及分机的设置应和调度运行方式相适应。

10.15.3 通信设备的容量应根据泵站规模、枢纽布置及自动化和远动化的程度等因素确定。

水利电科技

10.15.4 通信总机应设有与当地电信局联系的中继线。泵站与电力系统间的联系宜采用电力载波通信。

10.15.5 通信装置必须有可靠的供电电源。直流电源应采用蓄电池组浮充电供电方式，也可采用交流电源经整流后直接供电的方式以及经逆变器由蓄电池组供电的方式。

10.16 电气试验设备

10.16.1 梯级泵站、集中管理的泵站群以及大型泵站应设置中心电气试验室，并应符合下列要求：

10.16.1.1 应能进行本站及其管辖范围内各泵站电气设备的检修、调试与校验。

10.16.1.2 应能对35kV及35kV以下的电气设备进行预防性试验。

10.16.2 对距电气试验中心较远或交通不便的泵站，应设置必要的电气试验设备。

10.16.3 电气试验室仪器、仪表的配置，宜按本规范附录F的要求选用。

11 闸门、拦污栅及启闭设备

11.1 一般规定

11.1.1 泵站进水侧应设拦污栅和检修闸门。当有水建筑物有防淤或控制水位要求时，应设工作闸门。

11.1.2 拦污栅布置应根据来污量和污物性质确定。来污量较多时，除泵站进口应设拦污栅外，还可在引渠或前池加设站前拦污栅。

拦污栅应配备起吊设备；来污量较多时应有清污设施。清污平台宜结合交通桥布置，并应满足装运污物的要求。污物应有集散场地。

站前拦污栅宜与流向斜交，或采用人字形布置。

11.1.3 采用拍门或快速闸门断流的泵站，其出水侧应设事故闸门或经论证设检修闸门；采用真空破坏阀断流的泵站，可根据水位情况决定设防洪闸门或检修闸门，不设闸门必须有充分论证。

11.1.4 拍门、快速闸门及事故闸门门后应设通气孔，通气孔应有防护设施。通气孔的面积可按下式计算确定：

$$S \geqslant 0.01Q \tag{11.1.4}$$

式中 S——通气孔面积（m^2）；

Q——设计流量（m^3/s）。

11.1.5 事故闸门停泵闭门宜与拍门或快速闸门联动。快速卷扬启闭机、液压启闭机应能就地操作和远动控制，并应有可靠的操作电源。

11.1.6 检修闸门的数量应根据机组台数、工程重要性及检修条件等因素确定。每3台机组宜设一套；10台机组以上每增加4台可增设一套。

11.1.7 后止水检修闸门应采用反向预压装置。

万水电力科技

11.1.8 检修闸门和事故闸门宜设平压装置。

11.1.9 在严寒地区闸门和拦污栅应有防冰冻措施。

11.1.10 两道闸门之间及闸门与拦污栅之间的距离应满足闸门安装、维修、启闭机布置要求，最小净距宜大于1.5m；拍门外缘至闸墩或底槛的最小净距宜大于0.20m。

11.1.11 拍门、闸门、拦污栅及其启闭设备的埋件，其安装应采用后浇混凝土方式，并应预留后浇混凝土尺寸。

多孔共用的检修闸门，其埋件的安装精度应满足一门多槽使用要求。

11.1.12 拍门、闸门和拦污栅应根据水质情况和运用条件，采取有效的防腐蚀措施。自多泥沙水源取水的泵站，应有防淤措施。

11.1.13 闸门的孔口尺寸，可按国家现行标准《水利水电工程钢闸门设计规范》规定的系列标准选定。

11.1.14 闸门、拦污栅设计及启闭力计算可按国家现行标准《水利水电工程钢闸门设计规范》有关规定执行。

11.1.15 启闭机宜设置启闭机房。启闭机房和检修平台的高程及工作空间，应满足闸门和拦污栅及启闭机安装、运行与检修要求。

11.2 拦污栅及清污机

11.2.1 拦污栅孔口尺寸的确定应计入污物堵塞使进水流道过水面积减小的因素。过栅流速：采用人工清污时，宜取0.6～0.8m/s；采用机械清污或提栅清污时，可取0.6～1.0m/s。

11.2.2 拦污栅应采用活动式。栅体可直立布置，也可以倾斜布置。倾斜布置时，栅体与水平面的倾角，宜取70°～80°。

11.2.3 拦污栅的设计荷载，应根据来污量、污物性质及清污措施确定。拦污栅设计水位差可按1.0～2.0m选用，特殊情况酌情增减。有流冰并于流冰期运用时应计入壅冰影响。

11.2.4 拦污栅栅条净距：对于轴流泵，可取$D_0/20$；对于混流泵和离心泵，可取$D_0/30$。D_0为水泵叶轮直径。最小净距不得小于5cm。

11.2.5 拦污栅栅条宜采用扁钢制作。栅体构造应满足清污要求。

11.2.6 机械清污的泵站，根据来污量、污物性质及泵站水工布置等因素可选用耙斗（齿）式、抓斗式或回转式清污机；对环境保护有充分论证时，也可以选用粉碎式清污机。清污机应运行可靠、操作方便、结构简单。

11.2.7 耙斗（齿）式清污机的起升速度可取15～18m/min；行走速度可取18～25m/min。回转式清污机的回转线速度可取3～5m/min。

11.2.8 清污机应设过载保护装置；宜设压差报警设施和自动运行装置。

11.2.9 自多泥沙水源取水的泵站，其清污机水下部件应有抗磨损和防淤措施。

11.3 拍门及快速闸门

11.3.1 拍门和快速闸门选型应根据机组类型、水泵扬程与口径、流道型式和尺寸等因素

万水信息科技

决定。

单泵流量在 8m³/s 以下时，可选用整体自由式拍门；单泵流量较大时，可选用快速闸门或双节自由式、液压控制式及机械控制式拍门。

11.3.2 拍门、快速闸门事故停泵闭门时间应满足机组保护要求。

11.3.3 设计工况下整体自由式拍门开启角应大于 60°；双节自由式拍门上节门开启角宜大于 50°，下节门开启角宜大于 65°，上下门开启角差不宜大于 20°。

增大拍门开度可采用减小或调整门重和空箱结构等措施。当采用加平衡重措施时，应有充分论证。

11.3.4 双节式拍门的下节门宜作成部分或全部空箱结构。上下门高度比可取 1.5～2.0。

11.3.5 轴流泵机组用快速闸门或有控制的拍门作为断流装置时，应有安全泄流设施。泄流设施可布置在门体或胸墙上。泄流孔的面积可根据机组安全起动要求，按水力学孔口出流公式试算确定。

11.3.6 拍门、快速闸门的结构应保证足够的强度、刚度和稳定性；荷载计算应考虑停泵撞击力。

11.3.7 拍门、快速闸门应采用钢材制作；经计算论证，平面尺寸小于 1.2m 的拍门可采用铸铁制作。

11.3.8 拍门铰座应采用铸钢制作，吊耳孔宜加设耐磨衬套并宜做成长圆形。

11.3.9 拍门、快速闸门应设缓冲装置。

11.3.10 拍门的止水橡皮和缓冲橡皮宜设在门框埋体上，并便于安装、更换。

11.3.11 拍门宜倾斜布置，其倾角可取 10°左右。拍门止水工作面宜进行机械加工。

11.3.12 拍门铰座与门框埋体应采用预埋螺栓锚固在钢筋混凝土结构中，预埋螺栓应有足够的强度和预埋深度。成套供货的拍门，其铰座与管道门采用法兰联接或焊接。

11.3.13 自由式拍门开启角和闭门撞击力可按本规范附录 G 和附录 H 计算。

11.3.14 快速闸门闭门撞击力可按本规范附录 J 计算。

11.4 启 闭 机

11.4.1 启闭机的型式应根据泵站水工布置、闸门（拦污栅）型式、孔口尺寸与数量及运行条件等因素确定。

工作闸门和事故闸门宜选用固定式启闭机；有控制的拍门和快速闸门应选用快速卷扬启闭机或液压启闭机；检修闸门和拦污栅宜选用固定式卷扬启闭机、螺杆启闭机或电动葫芦。孔口数量较多时，宜选用移动式启闭机或小车式葫芦。

11.4.2 启闭机的计算容量，应满足启闭闸门的要求。其选用容量应大于计算容量。

11.4.3 固定式或移动式卷扬启闭机和液压启闭机应设高度指示装置；容量较大的启闭机应设过载保护装置。

11.4.4 快速卷扬启闭机和液压启闭机应设紧急手动释放装置。

11.4.5 卷扬启闭机的钢丝绳宜采用镀锌或其它防腐蚀措施。

11.4.6 启闭机房宜配置适当的检修起吊设施或设备。启闭机与机房墙面及两台启闭机间净距均不应小于 0.8m。

行业标准

12 工程观测及水力监测系统设计

12.1 工 程 观 测

12.1.1 泵站根据工程等级、地基条件、工程运用及设计要求应设置沉降、位移、扬压力、泥沙等观测设备，并宜设应力和振动等观测设备。

12.1.2 沉降观测宜埋设沉降标点进行水准测量；沉降观测的起测基点，水平位移观测的工作基点及校核基点，应布置在建筑物两岸、不受沉降和位移影响，且便于观测的岩基或坚实土基上，两端各布置1个。

12.1.3 扬压力观测可通过埋设在建筑物下的测压管或渗压计进行。观测点应布设在与主泵房轴线垂直的横向观测断面上，每个横断面上的观测点不宜少于3点，并至少应在3个横断面布置观测点。

12.1.4 多泥沙水源泵站应对进水池内泥沙淤积部位和高度进行观测，并在出水渠道上选择一长度不小于50m的平直段设置3个观测断面，对水流的含沙量、渠道输沙量和淤积情况进行测量分析。

12.1.5 应通过理论计算，分别在泵站结构应力和振动位移最大值的部位埋设或安置相应的观测设备。

12.2 水 力 监 测 系 统

12.2.1 泵站应设置水力监测系统，并应根据泵站的性质和特点确定水位、压力、流量等监测项目。

12.2.2 泵站进、出水池应设置水位标尺。根据泵站管理的要求可加装水位传感器或水位报警装置。水源污物较多的泵站还应对拦污栅前后的水位落差进行监测。

12.2.3 水泵进、出口及虹吸式出水流道驼峰顶部，应设真空或压力监测设备，真空表宜选择1.5级的。对于真空或压力值不大于3×10^4Pa的泵站宜采用水柱测压管测量。根据泵站的需要还可同时安装相应的压力传感器。

12.2.4 泵站应装设单泵流量及水量累计的监测设备，并在合理位置设置对流量监测设备进行标定所必需的设施。

12.2.5 对配有肘型、钟型或渐缩型进水流道的大型泵站，宜采用进水流道差压法并配合水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。施工时应布置预埋件，埋设取压管并将其引至泵房下层。对于有等断面管道（或流道）的泵站宜采用测量流速的方法对差压流量计进行标定；对于流道断面不规则的泵站宜采用盐水浓度法对差压流量计进行标定测量。设计时应按规定要求设置预埋件。

12.2.6 对于装有进水喇叭管的轴流泵站，宜采用喇叭口差压法，配合水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。测压孔的位置应在叶片进口端与前导锥尖之间选取，宜与来流方向成45°对称布置4个测压孔，连接成匀压环。差压流量计的标定宜在水泵生产厂或流量

万水灌排科技

标定站进行。当在泵站现场标定时，应根据国家现行标准《泵站现场测试规程》和各站的具体条件选定标定方法，在设计中应根据标定测量的要求设置必要的预埋件。

12.2.7 对于进、出水管道系统没有稳定的差压可供利用的抽水装置，当管道较长时，宜在出水管道上装置钢板焊接的文丘里管，并正确选择流量测量仪表。

12.2.8 对进水管装有90°或45°弯头或出水管装有90°弯头的中型卧式离心泵或混流泵站，宜利用弯头内侧与外侧的水流压力差，配备水柱差压计或差压流量变送器进行流量监测。弯头流量系数宜在实验室或泵站现场进行标定。

附录A 泵房稳定分析有关数据

A.0.1 泵房基础底面与地基之间的摩擦系数 f 值可按表A.0.1采用：

表A.0.1 摩擦系数 f 值

地基类别		f值	地基类别	f值
粘土	软弱	0.20～0.25	细砂、极细砂	0.40～0.45
	中等坚硬	0.25～0.35	中砂、粗砂	0.45～0.50
	坚硬	0.35～0.45	砾石、卵石	0.50～0.55
壤土、粉质壤土		0.25～0.40	碎石土	0.40～0.50
砂壤土、粉砂土		0.35～0.40	软质岩石	0.40～0.60
			硬质岩石	0.60～0.70

A.0.2 泵房基础底面与地基之间的摩擦角 Φ_0 值和粘结力 C_0 值可按表A.0.2采用：

表A.0.2 摩擦角Φ_0值和粘结力C_0值

地基类别	抗剪强度指标	采用值	地基类别	抗剪强度指标	采用值
粘性土	Φ_0（°）	0.9Φ	砂性土	Φ_0（°）	0.85Φ～0.9Φ
	C_0（kPa）	$0.2C$～$0.3C$		C_0（kPa）	0

注：1. 表中 Φ 为室内饱和固结快剪试验摩擦角值（°）；C 为室内饱和固结快剪试验粘结力值（kPa）。

2. 按本表采用 Φ_0 值和 C_0 值时，对于粘性土地基，应控制折算的综合摩擦系数 $f_0=\dfrac{\mathrm{tg}\Phi_0\sum G+C_0A}{\sum G}\leqslant 0.45$；对于砂性土地基，应控制摩擦角的正切值 $\mathrm{tg}\Phi_0\leqslant 0.50$。

A.0.3 泵房基础底面压应力不均匀系数的允许值可按表A.0.3采用：

表A.0.3 不均匀系数的允许值

地基土质	荷载组合		地基土质	荷载组合		地基土质	荷载组合	
	基本组合	特殊组合		基本组合	特殊组合		基本组合	特殊组合
松软	1.5	2.0	中等坚实	2.0	2.5	坚实	2.5	3.0

注：1. 对于重要的大型泵站，不均匀系数的允许值可按表列值适当减小。

2. 对于地基条件较好，且泵房结构简单的中型泵站，不均匀系数的允许值可按表列值适当增大，但增大值不应超过0.5。

3. 对于地震情况，不均匀系数的允许值可按表中特殊组合栏所列值适当增大。

行业标准

附录 B 泵房地基计算及处理

B.1 泵房地基允许承载力

B.1.1 在只有竖向对称荷载作用下，可按下列限制塑性开展区的公式计算：

$$[R_{1/4}] = N_B\gamma_B B + N_D\gamma_D D + N_C C \tag{B.1.1}$$

式中 $[R_{1/4}]$——限制塑性变形区开展深度为泵房基础底面宽度的1/4时的地基允许承载力（kPa）；

B——泵房基础底面宽度（m）；

D——泵房基础埋置深度（m）；

C——地基土的粘结力（kPa）；

γ_B——泵房基础底面以下土的重力密度(kN/m³)，地下水位以下取有效重力密度；

γ_D——泵房基础底面以上土的加权平均重力密度（kN/m³），地下水位以下取有效重力密度；

N_B、N_D、N_C——承载力系数，可查表B.1.1。

表 B.1.1 承 载 力 系 数

Φ (°)	N_B	N_D	N_C	Φ (°)	N_B	N_D	N_C	Φ (°)	N_B	N_D	N_C
0	0.00	1.00	3.14	14	0.29	2.17	[illegible]	28	0.98	4.93	7.10
1	0.01	1.06	3.23	15	0.32	2.30	4.84	29	1.06	5.25	7.67
2	0.03	1.12	3.32	16	0.36	2.43	4.99	30	1.15	5.59	7.95
3	0.04	1.18	3.41	17	0.39	2.57	5.15	[illegible]	1.24	5.95	8.21
4	0.06	1.25	3.51	18	0.43	2.73	5.31	32	1.34	6.34	8.55
5	0.08	1.32	3.61	19	0.47	2.89	5.48	[illegible]	1.44	6.76	8.88
6	0.10	1.39	3.71	20	0.51	3.06	5.66	34	1.55	7.22	9.22
7	0.12	1.47	3.82	21	0.56	3.24	5.84	35	1.68	7.71	9.58
8	0.14	1.55	3.93	22	0.61	3.44	6.04	36	1.81	8.24	9.97
9	0.16	1.64	4.05	23	0.66	3.65	6.24	37	1.95	8.81	10.37
10	0.18	1.73	4.17	24	0.72	3.87	6.45	38	2.11	9.44	10.80
11	0.21	1.83	4.29	25	0.78	4.11	6.67	39	2.28	10.11	11.25
12	0.23	1.94	4.42	26	0.84	4.37	6.90	40	2.46	10.85	11.73
13	0.26	2.05	4.55	27	0.91	4.64	7.14				

B.1.2 在既有竖向荷载作用，且有水平向荷载作用下，可按下式计算：

$$[R_h] = \frac{1}{K}(0.5\gamma_B N_\gamma S_\gamma i_\gamma + qN_q S_q d_q i_q + CN_C S_C d_C i_C) \tag{B.1.2}$$

式中 $[R_h]$——地基允许承载力（kPa）；

K——安全系数，对于固结快剪试验的抗剪强度指标时，K 值可取用 2.0～3.0（对于重要的大型泵站或软土地基上的泵站，K 值可取大值；对于中型泵站或较坚实地基上的泵站，K 值可取小值）；

q——泵房基础底面以上的有效侧向荷载（kPa）；

N_γ、N_q、N_C——承载力系数，可查表 B.1.2-1；

表 B.1.2-1 承 载 力 系 数 表

Φ（°）	N_γ	N_q	N_C	Φ（°）	N_γ	N_q	N_C	Φ（°）	N_γ	N_q	N_C
0	0	1.00	5.14	14	1.16	3.58	10.37	28	13.13	14.71	25.80
2	0.01	1.20	5.69	16	1.72	4.33	11.62	30	18.09	18.40	30.15
4	0.05	1.43	6.17	18	2.49	5.25	13.09	32	24.95	23.18	35.30
6	0.14	1.72	6.82	20	3.54	6.40	14.83	34	34.54	29.45	42.18
8	0.27	2.06	7.52	22	4.96	7.82	16.89	36	48.08	37.77	50.61
10	0.47	2.47	8.35	24	6.90	9.61	19.33	38	67.43	48.92	61.36
12	0.76	2.97	9.29	26	9.53	11.85	22.25	40	95.31	64.23	75.36

S_γ、S_q、S_C——形状系数，对于矩形基础 $S_\gamma=1-0.4\dfrac{B}{L}$，$S_c=S_C=1+0.2\dfrac{B}{L}$；对于条形基础，$S_\gamma=S_q=S_C=1$；

L——泵房基础底面长度（m）；

d_q、d_C——深度系数，$d_q=d_C=1+0.35\dfrac{B}{L}$；

i_γ、i_q、i_c——倾斜系数，可查表 B.1.2-2；当荷载倾斜率 $\mathrm{tg}\delta=0$ 时，$i_\gamma=i_q=i_c=1$；

δ——荷载倾斜角（°）。

表 B.1.2-2 倾 斜 系 数

$\mathrm{tg}\delta$ / i / Φ（°）	0.1			0.2			0.3			0.4		
	i_c	i_q	i_γ	i_c	i_q	i_γ	i_c	i_q	i_γ	i_c	i_q	i_γ
6	0.64	0.80	0.53									
8	0.71	0.84	0.69									
10	0.72	0.85	0.75									
12	0.73	0.85	0.78	0.40	0.63	0.44						
14	0.73	0.86	0.80	0.44	0.67	0.54						
16	0.73	0.85	0.81	0.46	0.68	0.58						
18	0.73	0.85	0.82	0.47	0.69	0.61	0.23	0.18	0.36			
20	0.72	0.85	0.82	0.47	0.69	0.63	0.26	0.51	0.42			
22	0.72	0.85	0.82	0.47	0.69	0.64	0.27	0.52	0.45	0.10	0.32	0.22
24	0.71	0.84	0.82	0.47	0.68	0.65	0.28	0.53	0.47	0.13	0.37	0.29
26	0.70	0.84	0.82	0.46	0.68	0.65	0.28	0.53	0.48	0.15	0.38	0.32
28	0.69	0.83	0.82	0.45	0.67	0.65	0.27	0.52	0.49	0.15	0.39	0.34
30	0.69	0.83	0.82	0.44	0.67	0.65	0.27	0.52	0.49	0.15	0.39	0.35

水利水电科技

续表 B.1.2-2

$tg\delta$ / i / Φ(°)	0.1			0.2			0.3			0.4		
	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c	i_r	i_q	i_c
32	0.68	0.82	0.81	0.43	0.66	0.64	0.26	0.51	0.49	0.15	0.39	0.36
34	0.67	0.82	0.81	0.42	0.65	0.64	0.25	0.50	0.49	0.14	0.38	0.36
36	0.66	0.81	0.81	0.41	0.64	0.63	0.25	0.50	0.48	0.14	0.37	0.36
38	0.65	0.80	0.80	0.40	0.63	0.62	0.24	0.49	0.47	0.13	0.37	0.35
40	0.64	0.80	0.79	0.39	0.62	0.62	0.23	0.48	0.47	0.13	0.36	0.35

B.1.3 在既有竖向荷载作用，且有水平向荷载作用下，可按下列 C_k 法核算泵房地基整体稳定性：

$$C_k=\frac{\sqrt{\left(\frac{\sigma_y-\sigma_x}{2}\right)^2+\tau_{xy}^2}-\frac{\sigma_y+\sigma_x}{2}\sin\Phi}{\cos\Phi} \tag{B.1.3}$$

式中 C_k——满足极限平衡条件时所必需的最小粘结力（kPa）；

Φ——地基土的摩擦角（°）；

σ_y、σ_x、τ_{xy}——核算点的竖向应力、水平向应力和剪应力（kPa），可将泵房基础底面以上荷载简化为竖向均布、竖向三角形分布、水平向均布和竖向半无限均布等情况，按核算点坐标与泵房基础底面宽度的比值查出应力系数，分别计算求得。应力系数可按国家现行标准《水闸设计规范》附表查得。

当按公式（B.1.3）计算的最小粘结力值小于核算点的粘结力值时，该点处于稳定状态；当计算的最小粘结力值等于核算点的粘结力值时，该点处于极限平衡状态；当计算的最小粘结力值大于核算点的粘结力值时，该点处于塑性变形状态。经多点核算后，可将处于极限平衡状态的各点连接起来，绘出泵房地基土的塑性开展区范围。

泵房地基允许的塑性开展区最大开展深度可按泵房进水侧基础边缘下垂线上的塑性变形开展深度不超过基础底面宽度$\frac{1}{4}$的条件控制。当不满足上述控制条件时，可减小或调整泵房基础底面以上作用荷载的大小或分布。

B.2 常用地基处理方法

表 B.2 常用地基处理方法

地基处理方法	基本作用	适用条件	说明
换土垫层	改善地基应力分布，提高地基整体稳定性	①软弱土层厚度不大的地基 ②垫层厚度不宜超过 3.0m	如用于深厚层软土地基，仍有较大的沉降量
桩基础	增大地基承载能力，减少沉降量，提高抗滑稳定性	各种松软地基，特别是上部为松软土层，下部为坚硬土层的地基	①桩尖未嵌入坚硬土层的摩擦桩，仍有一定的沉降量 ②如用于松砂、砂壤土地基，应注意地基渗透变形问题

续表 B.2

地基处理方法	基本作用	适用条件	说　明
沉井基础	增大地基承载能力，减少沉降量，提高抗滑稳定性，并对地基防渗有利，亦可减少开挖流沙层的难度	上部为软弱土层或流沙层，下部为坚硬土层或岩层的地基	应下沉到坚硬土层或岩层
振冲砂（碎石）桩	增大地基承载能力，减少沉降量，提高地基整体稳定性	各种松软地基，特别是松砂或软弱的壤土和粘土地基	处理后，地基的均匀性和防渗条件较差
强　夯	增大地基承载能力，减少沉降量，并提高抗振动液化的能力	各种松软地基，特别是松砂、杂填土、非饱和粘性土及湿陷性黄土地基	对饱和软粘土地基进行强夯应持慎重态度

附录C　镇墩稳定计算

C.0.1　荷载及有关系数可按表C.0.1-1～表C.0.1-3计算选用。

表C.0.1-1　荷　载　计　算

编号	作用力与管轴线的关系	作用力名称	计算公式	各力作用在镇墩上方向	
				温升 镇墩轴线 上段 下段	温降 镇墩轴线 上段 下段
1	轴线方向	管道自重的轴向分力	$A_1=q_c L\sin\varphi$	↘ | →	↘ | →
2		管道转弯处的内水压力	$A_2=\frac{\pi}{4}D_0^2 H_p\gamma$	← | ←	↘ | ←
3		作用在闸阀上的水压力	$A_3=\frac{\pi}{4}D_f^2 H_p\gamma$	| →	→
4		管道直径变化段的水压力	$A_4=\frac{\pi}{4}(D_{01}^2-D_{02}^2)H_p\gamma$		
5		在伸缩接头边缝处的内水压力	$A_5=\frac{\pi}{4}(D_1^2-D_2^2)H_p\gamma$	↘ | ←	↘ | ←
6		水流与管壁之间的摩擦力	$A_6=\frac{\pi}{4}D_0^2 f_H\gamma$	↘ | →	↘ | →
7		温度变化时伸缩接缝填料的摩擦力	$A_7=\pi D_1 b_K f_K H_p\gamma$	↘ | ←	↖ | →
8		温度变化时管道沿支墩的摩擦力	$A_8=f_0(q_c+q_s)L\cos\varphi$	↘ | ←	↖ | →
9		管道转弯处水流的离心力	$A_9=\frac{\pi}{4}D_0^2\frac{V^2}{g}\gamma$	↘ | ←	↘ | ←

标准图书馆

续表 C.0.1-1

编号	作用力与管轴线的关系	作用力名称	计算公式	各力作用在镇墩上方向	
				温升 镇墩轴线 上段 下段	温降 镇墩轴线 上段 下段
10	法线方向	水管自重的法向分力	$Q_c=q_cL\cos\varphi$	↑	↓
11		水管中水重的法向分力	$Q_s=q_sL\cos\varphi$	↓	↑
12		水平地震惯性力	$p_i=K_HC_zq_iW_i$		

注：表中所列公式中各符号意义如下：

q_c——每米管自重（kN/m）；

L——计算管长（m）；

φ——管轴线与水平线的夹角（°）；

D_n——管道内径（m）；

D_f——闸阀内径（m）；

H_p——管道断面中心之计算水头（m）；

γ——水的容重（kN/m³）；

D_{01}——水管直径变化时的最大内径（m）；

D_{02}——水管直径变化时的最小内径（m）；

D_1——伸缩接头外管内径（m）；

D_2——伸缩接头内管内径（m）；

f_H——管道和水的摩擦系数；

b_K——伸缩节填料宽度（m）；

f_K——填料与管壁摩擦系数；

f_0——管壁与支墩接触面的摩擦系数，可按表 C.0.1-2 选用；

q_s——每米管内水重（kN/m）；

V——管道中水的平均流速（m/s）；

g——重力加速度（m/s）；

K_H——水平向地震系数，可按表 C.0.1-3 选用；

C_z——综合影响系数，取$\frac{1}{4}$；

α_i——地震加速度分布系数，取 1.0；

W_i——集中在 i 点的重量（kN）。

表 C.0.1-2 管道与支墩接触面的摩擦系数 f_0 值

管道与接触面材料	摩擦系数	管道与接触面材料	摩擦系数
钢管与混凝土	0.6～0.75	钢管与涂油的金属板	0.3
钢管与不涂油的金属板	0.5	混凝土管与混凝土	0.7

表 C.0.1-3 水平向地震系数 K_H 值

设计烈度	7	8	9
K_H	0.1	0.2	0.3

石光伯科技

C.0.2 镇墩稳定分析应符合下列规定：

C.0.2.1 荷载组合

C.0.2.1(1) 基本荷载组合：

正常运行情况：$A_1+A_2+A_3+A_5+A_6+A_7+A_8+A_9+Q_c-Q_s$

正常停机情况（水泵停机、闸阀关闭，管内充满水）：

$$A_1+A_2+A_3-A_4+A_5-A_7+A_8+Q_c+Q_s$$

C.0.2.1(2) 特殊荷载组合：

事故停机情况（突然停机，管内发生水锤）：

$$A_1+A_2+A_4+A_4+A_5+A_7+A_8+Q_c+Q_s$$

地震情况：

$$A_1+A_2+A_3+A_5+A_6+A_7+A_8+A_9+Q_c+Q_s+P_i$$

C.0.2.2 镇墩抗滑稳定应按（C.0.2-1）式计算：

$$K_c=\frac{f(\sum y+G)}{\sum x}\geqslant[K_c] \qquad \text{(C.0.2-1)}$$

式中 K_c——抗滑稳定安全系数；

$[K_c]$——允许的抗滑稳定安全系数；

f——镇墩底面与地基的摩擦系数；

G 镇墩自重（kN）；

$\sum x$、$\sum y$——荷载在 x 和 y 轴方向的投影之和（kN）。

C.0.2.3 镇墩抗倾覆稳定应按（C.0.2-2）式计算：

$$K_0=\frac{y_0(\sum y+G)}{x_0\sum x}\geqslant[K_0] \qquad \text{(C.0.2-2)}$$

式中 K_0——抗倾覆稳定安全系数；

$[K_0]$——允许的抗倾覆稳定安全系数；

y_0——作用在镇墩上的垂直合力的作用点距倾覆原点的距离（m）；

x_0——作用在镇墩上的水平合力的作用点距倾覆原点的距离（m）。

C.0.2.4 镇墩基底应力应按（C.0.2-3）式计算：

$$P_{\min}^{\max}=\frac{\sum y+G}{BL}\left(1\pm\frac{6e}{B}\right)\leqslant[R] \qquad \text{(C.0.2-3)}$$

式中 $P_{\min}^{\max}$—— 作用在地基上的最大或最小应力（kPa）；

B——镇墩沿管轴线方向的底面宽度（m）；

L——镇墩垂直管轴线方向的底面长度（m）；

e——合力作用点对镇墩底面形心的偏心距（m）；

$[R]$—— 地基的允许承载力（kPa）。

水利电力出版社

附录 D 主变压器容量计算与校验

D.0.1 主变压器容量应按下式计算：

$$S = \sum_{k=1}^{n}\left(\frac{P_1}{\eta}\cdot\frac{K_1}{\cos\varphi}\right) + P_2K_2 \tag{D.0.1}$$

式中 S 主变压器容量（kVA）；

P_1——电动机额定功率（kW）；

P_2——照明等用电总负荷（kW）；

η——电动机效率；

$\cos\varphi$——电动机功率因数；

K_2——照明同时系数；

K_1——电动机负荷系数，按（D.0.2）式确定：

$$K_1 = \frac{P_3}{P_1}\cdot K_3 \tag{D.0.2}$$

式中 P_3——水泵轴功率；

K_3——修正系数，按表D.0.1确定。

表 D.0.1 修正系数 K_3

P_3/P_1	0.8～1.0	0.7～0.8	0.6～0.7	0.5～0.6
K_3	1	1.05	1.1	1.2

D.0.2 当泵站用双回路双断路器供电，且电动机侧采用单母线断路器分段时，若一台主变压器检修或产生故障，另一台变压器应能担负主要负荷或短时担负60%最大负荷。

附录 E 站用变压器容量的选择

站用变压器的容量一般按泵站最大运行方式下的站用最大可能运行负荷，计入功率因数、同时系数、负荷系数及网络损失系数确定，并用发生事故时，可能出现的最大站用负荷校验，此时可考虑变压器短时过负荷能力。变压器容量可按下列公式计算：

$$S_b \geqslant 1.05 \times 0.8\sum p \tag{E.1}$$

$$\sum p = p_1 + p_2 + p_3 + \cdots \tag{E.2}$$

$$p_1 = K_1P_{ed}/\eta\cos\varphi \tag{E.3}$$

$$p_2 = K_2P_{eg}/\eta\cos\varphi \tag{E.4}$$

式中 S_h——变压器容量（kVA）；

1.05——网络损失系数；

0.8——各种不同用电设备的平均负荷系数，根据统计及运行经验确定；

$\sum p$ 计算容量之和（kVA）；

p_1——单项计算容量（kVA）；

K_1 同时系数，根据具体情况而定；

P_{ed} 电动机功率（kW）；

η——电动机效率；

$\cos\varphi$——电动机功率因数；

$P_{.g}$——硅整流及其它负荷等。

附录F 电气试验设备配置

表F 电气试验设备配置表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备 注
1	工频高压试验变压器	0～50kV/0.38kV 5kVA	台	1	
2	工频高压试验变压器	0～150kV/0.38kV 20kVA	台	1	
3	单相自耦调压器	1kVA 0～25V	台	1	
4	单相自耦调压器	3kVA 0～250V	台	1	
5	三相自耦调压器	3～6kVA，220/0～430V	台	1	
6	行灯变压器	220/12、24、36V 500A	台	2	
7	电压互感器	10kV	台	1	
8	三相移相器	0.5或1kVA 移相范围0～360°	台	2	
9	标准电流互感器	15～600/5A 0.1或0.2级	台	1	
10	试油器	输出0～60kV 2kVA	台	1	
11	高压整流管或泄漏试验变压器	TDM—0.0025/60	台	2	
12	阴极示波器		台	适量	同步电动机用
13	滑线式变阻器	容量和电阻值各种规格	台	10	
14	旋转式电阻箱	0～99999.9 0.1或0.25级	台	1	
15	旋转式电阻箱	0～9999 0.1或0.25级	台	1	
16	高压电桥	QS_1携带式	台	1	附标准电容器
17	直流单臂电桥	$1\text{-}9999\times10^3$ 0.2%～1%	台	1	
18	直流双臂电桥	10^{-2}～11.05 0.5%～1%	台	1	
19	万能电桥	0.5～1100PF，0.2PH～110H 0.01～11Ω 1.0级	台	1	
20	介质损耗测量仪		台	1	
21	接地电阻测量仪	0～1～10～100Ω	台	1	
22	蓄电池测试仪	±3V 2.5级	台	1	

行业标准

续表 F

序号	设备名称	规格型号	单位	数量	备注
23	兆欧表	500V 1～500 MΩ	台	1	
24	兆欧表	1100V 0～5000 MΩ	台	1	
25	兆欧表	2500V 0～10000 MΩ	台	1	
26	交直流电流表	0.5～1A 0.5级	块	2	
27	交直流电流表	2.5～5A 0.5级	块	2	
28	交直流电流表	10～20～50～10A 0.5级	块	1	
29	交直流毫安表	5～10～20mA	块	1	
30	交直流毫安表	25～50～100mA	块	1	
31	交直流毫安表	75～150～300mA	块	1	
32	交直流毫安表	250～500mA	块	1	
33	交直流电压表	0～150～300V 0.5级	块	2	
34	交直流电压表	0～300～600V 0.5级	块	2	
35	直流电流表	0.015～0.03～0.075～30A 0.5级	块	2	
36	直流微安表	0～2000μA	块	2	
37	直流电压表	0.045～0.075～300～600V 0.5级	块	1	
38	直流电流电压表	1.5～3～30A，7.5～15～600A 0.5级	块	1	
39	真空管电压表	0～10～30～100～300mV 0～1～3～10～30～100～300V	块	1	
40	单相功率表	2.5～5A 150～250～300V 0.5级	块	3	
41	钳形交流电压电流表	0～10～30～100～300～1000A 0～300～600V 50Hz 2.5级	块	1	
42	万用表		块	适量	
43	相序表	0～75～500V 40～60Hz	块	1	
44	电秒表	0.01～60s 50Hz	块	1	
45	电秒表	0～10s 50Hz	块	1	
46	电子毫秒表	0～1000ms 0.2级 50Hz	块	2	
47	转速表	0～3000r/min	块	1	
48	钳形电流电压相序表		块	1	
49	半导体点温计	0～100℃	支	1	
50	光线示波器		台	1	
51	直流稳压电源	1A，220/0～30V 0.5级稳定度直流±0.01%	台	1	晶体管保护用
52	晶体管参数测试仪	携带式，交直流两用	台	1	晶体管保护用
53	高频信号发生器	30kHz以上，电源：110/200V 输出电压0～1V	台	1	载波高频通信用
54	音频信号发生器	20～200kHz 电源：110/200V 输出电压0～1V	台	1	载波高频通信用
55	高频毫伏表	DP-6	块	1	载波高频通信用
56	电缆探伤仪	0～10kV 0～10PF	台	1	
57	数字频率表	1Hz～200kHz	块	1	载波高频通信用
58	Z频振荡器	40～60Hz 60～220V	台	1	
59	可控硅元件参数测试仪		台	1	
60	定值分流器	75mV 0.2级各种电流规格	台	适量	
61	标准电阻	各种型号	台	适量	
62	静电电压表		台	1	

万水电力科技

附录 G 自由式拍门开启角近似计算

G.0.1 整体自由式拍门开启角可按下列公式之一计算（图 G.0.1）：

拍门前管（流）道任意布置，门外两边无侧墙时，

$$\sin\alpha = \frac{m}{2}\cos^2(\alpha - \alpha_B) \tag{G.0.1-1}$$

拍门前管（流）道水平布置，门外两边有侧墙时，

$$\sin\alpha = \frac{m}{4}\frac{\cos^3\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} \tag{G.0.1-2}$$

式中 α——拍开门启角（°）；

α_B——管（流）道中心线与水平面夹角（°）；

m——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的参数，其值按下式计算：

$$m = \frac{2\rho QVL_c}{GL_g - WL_w}$$

式中 ρ——水体密度（kg/m³）；

Q——水泵流量（m³/s）；

V——管（流）道出口流速（m/s）；

G——拍门自重力（N）；

W——拍门浮力（N）；

L_c——拍门水流冲力作用平面形心至门铰轴线的距离（m）；

L_g——拍门重心至门铰轴线的距离（m）；

L_w——拍门浮心至门铰轴线的距离（m）。

G.0.2 双节自由式拍门开启角按下列联立方程试算或电算（图 G.0.2）：

$$\sin\alpha_1 = m_1\cos(\alpha_1 - \alpha_B) + m_3 \times \frac{\cos\left(\alpha_1 + \frac{90^\circ - \alpha_2 - \alpha_B}{2}\right)\cos\frac{90^\circ + \alpha_2 - \alpha_B}{2}\cos^2\frac{90^\circ - \alpha_2 + \alpha_B}{2}}{\left[1 - \frac{h_1}{h_1 + h_2}\cos^2(\alpha_1 - \alpha_B)\right]^2} \tag{G.0.2-1}$$

$$\sin\alpha_2 = m_2\frac{\cos^2\frac{90^\circ + \alpha_2 - \alpha_B}{2}\cos^2\frac{90^\circ - \alpha_2 + \alpha_B}{2}}{\left[1 - \frac{h_1}{h_1 + h_2}\cos^2(\alpha_1 - \alpha_B)\right]^2} \tag{G.0.2-2}$$

式中 α_1、α_2——分别为上节拍门和下节拍门开启角（°）；

α_B——管（流）道中心线与水平面夹角（°）；

h_1、h_2——分别为上节拍门和下节拍门的高度（m）；

万水伟伯科技

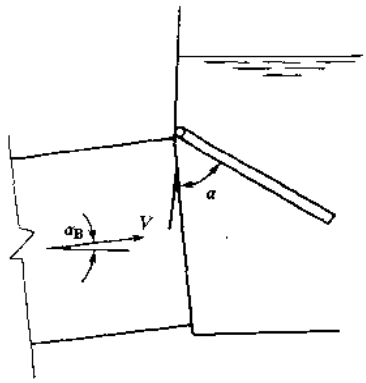


图 G.0.1 拍门开启角

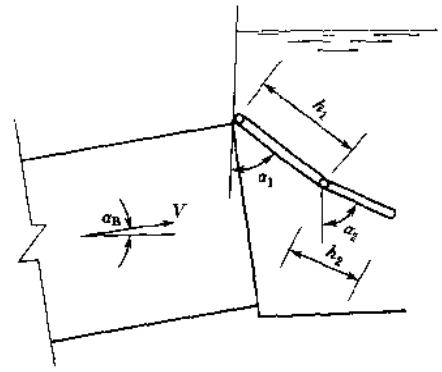


图 G.0.2 双节式拍门开启角

m_1、m_2、m_3——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的常数，其值按下式计算：

$$m_1=\frac{\rho QVL_{c1}h_1}{(h_1+h_2)[G_1L_{g1}-W_1L_{w1}+(G_2-W_2)h_1]}$$

$$m_2=\frac{\rho QVL_{c2}h_2}{(h_1+h_2)(G_2L_{g2}-W_2L_{w2})}$$

$$m_3=\frac{\rho QVh_2}{(h_1+h_2)[G_1L_{g1}-W_1L_{w1}+(G_2-W_2)h_1]}$$

式中 ρ——水体密度（kg/m³）；

Q——水泵流量（m³/s）；

V——管（流）道出口流速（m/s）；

G_1、G_2——分别为上节拍门和下节拍门的自重力（N）；

W_1、W_2——分别为上节拍门和下节拍门的浮力（N）；

L_{g1}、L_{g2}——分别为上节拍门和下节拍门的重心至相应门铰轴线的距离（m）；

L_{w1}、L_{w2}——分别为上节拍门和下节拍门的浮心至相应门铰轴线的距离（m）；

L_{c1}、L_{c2}——分别为上节拍门和下节拍门水流冲力作用平面形心至相应门铰轴线的距离（m）。

灌溉排水科技

附录 H 自由式拍门停泵闭门撞击力近似计算

H.0.1 停泵后正转正流时间和正转逆流时间可按下式计算：

$$T_1=\frac{\eta}{\rho gQH}[J(\omega_0^2-\omega^2)+\rho MQ^2] \qquad \text{(H.0.1-1)}$$

$$T_2=T_1\frac{\omega}{\omega_0-\omega} \qquad \text{(H.0.1-2)}$$

式中 T_1——停泵正转正流时间（s）；

T_2——停泵正转逆流时间（s）；

ρ——水体密度（kg/m³）；

g——重力加速度（m/s²）；

H——停泵前水泵运行扬程（m）；

Q——停泵前水泵流量（m³/s）；

η——停泵前水泵运行效率；

J——机组转动部件转动惯量（kg·m²）；

ω_r——水泵额定角速度（rad/s）；

ω——正转正流时段末水泵角速度（rad/s），ω值可由水泵全特性曲线求得，或取轴流泵$\omega=(0.5\sim0.7)\omega_0$，混流泵、离心泵$\omega=(0.4\sim0.5)\omega_0$；

M——与管（流）道尺寸有关的系数，其值按下式计算：

$$M=\int_0^L \frac{dl}{f(l)}$$

当管（流）道断面积为常数时，

$$M=L/A$$

式中 L——管（流）道进口至出口总长度（m）；

$f(l)$——管（流）道断面积沿长度变化的函数；

A——管（流）道断面积（m²）。

H.0.2 整体自由式拍门停泵下落运动计算应符合下列规定：

正流阶段运动方程，

$$\alpha''=a\alpha'^2-b\sin\alpha+c_1\left(1-\frac{t}{T_1}\right)^2\cos^2\alpha \qquad \text{(H.0.2-1)}$$

逆流阶段运动方程，

$$\alpha''=a\alpha'^2-b\sin\alpha-c_2\frac{t}{T_2} \qquad \text{(H.0.2-2)}$$

式中 α——拍门瞬时位置角度（rad）；

α'——拍门运动角速度（rad/s）；

α''——拍门运动角加速度（rad/s²）；

t——时间（s）；

T_1、T_2——停泵后正转正流和正转逆流历时（s）；

a、b、c_1、c_2——与水泵运行工况、管（流）道尺寸、拍门设计参数有关的常数，其值按下式计算：

$$a=\frac{1}{4J_p}K\rho B[(h+e)^4-e^4]$$

$$b=\frac{GL_g-WL_w}{J_p}$$

$$c_1=\rho QVL_c/J_p$$

$$c_2=\rho gHBhL_y/J_p$$

式中　B——拍门宽度（m）；

h——拍门高度（m）；

e　—拍门顶至门铰轴线的距离（m）；

J_p——拍门绕铰轴线转动惯量（kg·m²）；

K—　拍门运动阻力系数，可取 K=1～1.5；

G—　拍门的自重力（N）；

W—　拍门的浮力（N）；

L_g——拍门重心至门铰轴线的距离（m）；

L_w—　拍门浮心至门铰轴线的距离（m）；

ρ——水体密度（kg/m³）；

g——重力加速度（m/s²）；

Q——停泵前水泵流量（m³/s）；

V—　—停泵前管（流）道出口流速（m/s）；

L_c—　—拍门水流冲力作用平面形心至门铰轴线的距离（m）；

L_y——拍门反向水压力作用平面形心至门铰轴线的距离（m）。

H.0.3　拍门停泵下落运动方程可按表 H.0.3 的规定确定。

表 H.0.3　拍门运动布里斯近似积分计算表式

t	α	$h\alpha'$	$\frac{h^2}{2}\alpha''$
$t_0=0$	$\alpha_0=\alpha_{max}$	$h\alpha'_0=0$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_0$
t_1	$\alpha_1=\alpha_0+h\alpha'_0+\frac{h^2}{2}\alpha''_0$	$h\alpha'_1=h'\alpha_0+2\frac{h^2}{2}\alpha''_0$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_1$
t_2	$\alpha_2=\alpha_1+h\alpha'_1+\frac{h^2}{2}\alpha''_1$	$h\alpha'_2=h'\alpha_1+2\frac{h^2}{2}\alpha''_1$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_2$
t_3	$\alpha_3=\alpha_2+h\alpha'_2+\frac{h^2}{2}\alpha''_2$	$h\alpha'_3=h'\alpha_2+2\frac{h^2}{2}\alpha''_2$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_3$
t_4	$\alpha_4=\alpha_3+h\alpha'_3+\frac{h^2}{2}\alpha''_3$	$h\alpha'_4=h'\alpha_3+2\frac{h^2}{2}\alpha''_3$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_4$
t_5	$\alpha_5=\alpha_4+h\alpha'_4+\frac{h^2}{2}\alpha''_4$	$h\alpha'_5=h'\alpha_4+2\frac{h^2}{2}\alpha''_4$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_5$
	修正量 $\delta_5=\bar{\alpha}_5-\alpha_5$	$\varepsilon_5=h\bar{\alpha}_5-h\alpha'_5$	
t_5	$\bar{\alpha}_5$	$h\bar{\alpha}'_5$	$\frac{h^2}{2}\bar{\alpha}''_5$
t_6	$\alpha_6=\alpha_5+h\bar{\alpha}'_5+\frac{h^2}{2}\bar{\alpha}''_5$	$h\alpha'_6=h\bar{\alpha}'_5+2\frac{h^2}{2}\bar{\alpha}''_5$	$\frac{h^2}{2}\alpha''_6$
⋮	⋮	⋮	⋮

表中 h 为计算步长，$t_i=h\cdot i$（$i=1$，2，3…）；

t_{5+1}处修正量：

$$\delta_{5+1}=\bar{\alpha}_{5+1}-\alpha_{5+1}=\frac{5}{24}\frac{h^2}{2}(9\alpha''_{5+1-1}+20\alpha''_{5+1-4}-29\alpha''_{5+1-5})$$

$$\varepsilon_{5+1}=h\bar{\alpha}_{5+1}-h\alpha'_{5+1}=\frac{1}{12}\frac{h^2}{2}(11\alpha''_{5+1-1}+5\alpha''_{5+1-4}-16\alpha''_{5+1-5})$$

H.0.4 拍门撞击力可按下式计算

$$N=\frac{1}{L_n}\left[\left(M_y-\frac{1}{2}M_R\right)+\sqrt{\left(M_y-\frac{1}{2}M_R\right)^2+\frac{SE}{\delta}J_p\omega_m^2L_n^2}\right] \quad \text{(H.0.4-1)}$$

$$M_y=\frac{1}{2}\rho gHh^2B \quad \text{(H.0.4-2)}$$

$$M_R=\frac{1}{4}KB\rho h^4\omega_m^2 \quad \text{(H.0.4-3)}$$

式中 N——拍门撞击力（N）；

L_n——撞击力作用点至门铰轴线的距离（m）；

M_y——拍门水压力绕门铰轴线的力矩（N·m）；

M_R——拍门运动阻力绕门铰轴线的力矩（N·m）；

h——拍门高度（m）；

B——拍门宽度（m）；

H——拍门下落运动计算所得作用水头（m）；

ω_m——拍门下落运动计算所得闭门角速度（rad/s）；

ρ——水体密度（kg/m³）；

g——重力加速度（m/s²）；

K——拍门运动阻力系数，可取 $K=1\sim1.5$；

S——拍门缓冲块撞击接触面积（m²）；

E——缓冲块弹性模量（N/m²）；

δ——缓冲块厚度（m）。

附录J 快速闸门停泵闭门撞击力近似计算

J.0.1 快速闸门停泵下落运动速度可按下式计算（图J.0.1）

$$V=\sqrt{\frac{2ac+bm}{2a^2}(1-e^{-2ax/m})-bx/a} \quad \text{(J.0.1)}$$

式中 V——闸门下落运动速度（m/s）；

x——闸门从初始位置下落高度（m）；

m——闸门的质量（kg）；

a、b、c——与闸门和启闭机设计参数有关的常数，其值按下式计算：

卷扬启闭机自由下落闸门，

$$a=K\rho\delta B$$

油压启闭机有阻尼下落闸门，

$$a=K\rho\delta B+\frac{\rho\pi}{8}(D^2-d^2)^3\sum_1^n\left(\frac{\lambda_i L_i}{d_i^5}+\frac{\zeta_i}{d_i^4}\right)$$

万水图书科技

$$(i = 1,2,3,\cdots n)$$

$$b = mg + \rho gB\left[\frac{h-H}{2}\delta - (hH + H^2/2)\cdot f\right]$$

$$c = \rho gB\left(\frac{\delta}{2} - H\cdot f\right);$$

式中 ρ——水体密度（kg/m³）；

g——重力加速度（m/s²）；

K——闸门运动阻力系数，可取 $K=1$；

B——闸门宽度（m）；

H——闸门高度（m）；

δ——闸门厚度（m）；

f——闸门止水橡皮与门槽的摩擦系数；

d_i——油压启闭机系统供油、回油 i 段管路直径或当量直径（m）；

L_i——i 段管路长度或当量长度（m）；

λ_i——i 段管路摩阻系数；

ζ_i——i 段管路局部阻力系数；

d——油压启闭机活塞杆直径（m）；

D——油压启闭机油缸内径（m）；

h——初始位置时门顶淹没水深（m）。

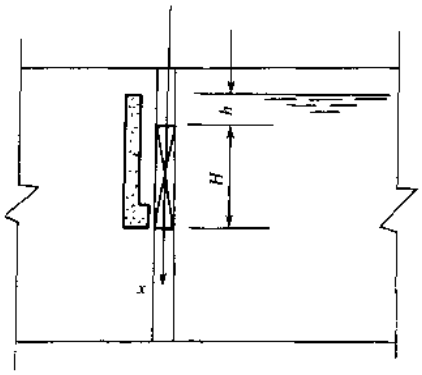


图 J.0.1 快速闸门下落运动

J.0.2 快速闸门对门槽部位底板撞击力可按下式计算：

$$N = mg\left[1 + \sqrt{1 + \frac{V_m^2}{g\delta_c}}\right] \qquad (J.0.2)$$

式中 N——闸门撞击力（N）；

m——闸门质量（kg）；

g——重力加速度（m/s²）；

V_m——闸门下落运动计算所得闭门运动速度（m/s）；

δ_c——闸门自重作用下门底缓冲橡皮最大压缩变形（m）。

万水帕科技

本规范用词说明

为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

（2）表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

条文中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附加说明

主编单位：水利部水利水电规划设计总院
北京水利水电管理干部学院
（即华北水利水电学院北京研究生部）
参编单位：江苏省水利勘测设计院
湖北省水利勘测设计院
甘肃省水利水电勘测设计院
山西省水利勘测设计院
广东省东深供水工程管理局
中国水利水电科学研究院
武汉水利电力大学
扬州大学农学院
主要起草人：窦以松　刘清奎　陈登毅　黄兴南
杨来春　严登丰　张锦文　李维珊
于鲁田　沈潜民　吴道志　董　岩
金　勇

万方数据科技

中华人民共和国国家标准

泵站设计规范

GB/T50265—97

条文说明

云水帕科技

制 订 说 明

本规范是根据国家计委计综［1986］2630号文及建设部建标［1991］727号文的要求，由水利部主编，具体由水利部水利水电规划设计总院、北京水利水电管理干部学院（即华北水利水电学院北京研究生部）会同中国水利水电科学研究院，江苏、山西、甘肃、湖北等省水利（水电）勘测设计院，广东省东深供水工程管理局，武汉水利电力大学和扬州大学农学院等单位共同编制而成，经建设部1997年6月2日以建标［1997］134号文批准，并会同国家技术监督局联合发布。

本规范在编制过程中，规范编制组进行了大量的调查研究，认真总结了我国泵站建设和技术改造中的实践经验，同时参考了有关国际标准和国外先进标准，并广泛征求了全国有关单位和专家的意见，最后由水利部会同有关部门审查定稿。

鉴于本规范系初次编制，在执行过程中，希望各单位结合工程实践和科学研究，认真总结经验，注意积累资料。如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄交北京市西外花园村北京水利水电管理干部学院国家标准《泵站设计规范》管理组（邮政编码100044），并抄送水利部科技司技术监督处，以供今后修订时参考。

一九九七年六月

万方知识科技

目　　次

1　总则 …… 467
2　泵站等级划分 …… 467
3　泵站主要设计参数 …… 468
4　站址选择 …… 471
5　总体布置 …… 474
6　泵房设计 …… 479
7　进、出水建筑物设计 …… 501
8　其它型式泵站设计 …… 510
9　水力机械及辅助设备 …… 513
10　电气设计 …… 522
11　闸门、拦污栅及启闭设备 …… 531
12　工程观测及水力监测系统设计 …… 535

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 根据1991年的统计资料，至1990年底，我国现有固定农用机电灌排泵站473680座，排灌机械保有量6805.45万kW，灌溉面积达40853万亩，占全国有效灌溉面积的56.3%，其中固定电动泵站376824座，动力保有量1790万kW，灌溉面积18619万亩，占全国有效灌溉面积的25.65%。此外，跨流域调水工程，工业城镇供水工程中都有不少泵站。制定本规范目的，就是为了统一泵站设计标准，保证泵站设计质量，使泵站工程在国民经济建设中更好地发挥作用。

1.0.2 中国的泵站类型很多，数量很大，且多数为小型。小型泵站设计相对简单。本规范适用范围主要是新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的设计。

1.0.3 广泛搜集和整理基本资料是一项十分重要的工作，它给泵站设计提供重要依据。过去，因对基本资料重视不够有不少经验教训：泵站建成后有的水源无保证，有的供电不可靠，有的流量达不到设计要求，完不成排任务，因而造成损失和浪费。所以，本条强调要广泛搜集和整理与泵站关系密切的基本资料，包括水源、电源、地质、主机型号以及作为设计依据的其它重要数据等。如系城镇供水泵站，还应充分搜集有关供水方面的基本资料。基本资料和数据均应经过分析鉴定，准确可靠，满足设计要求。

1.0.4 在采用新技术、新材料、新设备和新工艺时，要注意其是否成熟可靠。重要的新技术、新材料、新设备和新工艺的采用，一定要经过国家有关部门或权威机构进行鉴定验证。

2 泵站等级划分

2.0.2 泵站系指单个泵站，泵站按装机流量和装机功率两项指标分等能表征出泵站本身特点，比较合理，理由如下：

一、不管用途如何，泵站的功能是提水，用单位时间的提水量表示。因此，装机流量直接体现了泵站的规模，应被定为划分等别的主要指标。

二、泵站是利用动力进行提水，装机功率大小表征动力消耗量多少，即泵站的装机功率大小，同时还表示出提水扬程的高低，因此装机功率也是划分泵站等别的重要指标。

当泵站按分等指标分属两个不同等别时，应选取其中较高的等别。

三、简单明确，覆盖了各种用途的泵站，衡量标准一致，也与过去的划分相衔接。

四、符合技术立法应相对稳定的原则，它不会因政策调整而变动。

五、体现了编制本规范的主要目的是用于指导泵站设计，亦即划分成不同等级，是为了根据泵站规模及重要性，确定防洪标准、安全超高和各种安全系数等，而与确定管理体制、投资渠道、机构人员编制无关。

为了理顺关系，与枢纽等级划分相衔接，根据泵站的特点和已建泵站的实际状况，参考历史习惯的分等情况，将泵站及其建筑物划分为五等5级是合适的。

2.0.3 对工业、城镇供水泵站的分等指标，应根据供水对象、供水规模和供水重要性确定。特别重要、且供水规模比较大，如城市或工矿供水泵站，可定为Ⅰ等泵站；重要的乡镇供水泵站，一般可定为Ⅲ等泵站。

2.0.4 修建在堤身上的泵站，当泵房直接起挡水作用时，泵站等别不应低于防洪堤的等别。在执行本条规定时，还应注意堤防规划和发展的要求，应避免泵站建成不久因堤防标准提高，又要对泵站进行加固或改建。在多泥沙河流上修建泵站，尤其应重视这条规定。

3 泵站主要设计参数

3.1 防洪标准

3.1.1 修建在河流、湖泊或平原水库岸边的堤身式泵站建筑物（包括进水闸、泵房等），和其它水工建筑物一样，都有防洪的问题。众所周知，水工建筑物的整体稳定和强度均需分别按设计洪水位和校核洪水位进行核算。据了解，各地已建的中、小型泵站工程多自行拟定防洪标准，往往偏低，遇较大洪水时发生的事故较多；而部分大、中型泵站工程则采用国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）》和《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（平原滨海部分）（试行）》规定的防洪标准。这对于修建在河流、湖泊或平原水库岸边的泵站工程显然偏高，势必增加工程投资。原部标［即《泵站技术规范》SD204-86（设计分册）］表4.1.1规定的防洪标准，从几年来执行情况看，基本适宜，但需作一些调整。因此，在原部标表4.1.1的基础上，根据现行国家标准《防洪标准》中有关灌溉、治涝和供水工程主要建筑物防洪标准的规定，制定了泵站建筑物的防洪标准（表3.1.1）。

3.2 设计流量

3.2.1 灌溉泵站设计流量应由灌区规划确定。由于水泵提水需耗用一定的电能，对提水灌区输水渠道的防渗有着更高的要求。因此，灌溉泵站输水渠道渠系水利用系数的取用可高于自流灌区。灌溉泵站机组的日开机小时数应根据灌区作物的灌溉要求及机电设备运行条件确定，一般可取24h。

对于提蓄结合灌区或井渠结合灌区，在计算确定泵站设计流量时，应先绘制灌水率图，然后考虑调节水量或可能提取的地下水量，削减灌水率高峰值，以减少泵站的装机功率，降低工程投资。

3.2.2 排水泵站排涝设计流量应由排水区规划确定。在设计排水泵站时，必须对泵站设计流量进行校核。影响排涝流量的因素很多，除了排涝面积的大小外，主要有降雨量，蒸发量，田间蓄水量，湖泊、港汊、河网的调蓄水量，作物耐淹深度，地面覆盖程度以及涝水对城镇、工矿企业安全的影响等，应进行综合研究确定。

3.2.3 工矿区工业供水泵站的设计流量应根据用户（供水对象）提出的供水量要求和用水主管部门的水量分配计划等确定，城镇生活供水泵站的设计流量一般可由用水主管部门确定。

3.3 特 征 水 位

3.3.1 灌溉泵站进水池水位

3.3.1.1 防洪水位是确定泵站建筑物防洪墙顶部高程的依据，是计算分析泵站建筑物稳定安全的重要参数。直接挡洪的泵房，其防洪水位应按本规范表 3.1.1 的规定确定；不直接挡洪的泵房，因泵房前设有防洪进水闸（涵洞），泵房设计时可不考虑防洪水位的作用。

3.3.1.2 设计水位是计算确定泵站设计扬程的依据。从河流、湖泊或水库取水的灌溉泵站，确定其设计水位时，以历年灌溉期的日平均或旬平均水位排频，取相应于设计保证率的水位作为设计水位。根据我国农业灌溉的现状及发展要求，设计保证率取为 85%～95%。水资源紧缺地区可取低值，水资源较丰富地区可取高值；以旱作物为主的地区可取低值，以水稻为主的地区可取高值。

3.3.1.4 最低运行水位是确定水泵安装高程的依据。如果最低运行水位确定偏高，将会引起水泵的汽蚀、振动，给工程运行造成困难；如果最低运行水位确定得太低，将增大工程量，增加工程投资。合适的安装高程应通过技术经济比较确定。确定最低运行水位时取用的设计保证率应比确定设计水位时取用的设计保证率要高些。对于从河流、湖泊或水库取水的灌溉泵站，原部标取保证率 90%～95%，经讨论认为偏低，本规范改为 95%～97%。对于从河床不稳定河道取水的灌溉泵站，由于河床冲淤变化大，水位与流量的关系不固定，当没有条件进行水位频率分析时，可进行流量频率的分析，然后再计入河床变化等因素的影响。

3.3.2 灌溉泵站出水池水位

3.3.2.1 灌溉泵站出水池有的接输水河道，有的接灌区输水渠道。前者多见于南方平原区，后者多见于北方各地及南方山丘区。只有当出水池接输水河道时，才以输水河道的校核洪水位作为最高水位。

3.3.2.4 在南方平原地区，与灌溉泵站出水池相通的输水河道，往往有船只通航的要求。如果取与泵站单泵流量相应的水位作为最低运行水位，虽然已能满足作物灌溉的需要，但低于最低通航水位，此时应取最低通航水位作为泵站出水池最低运行水位，这样才能同时满足船只通航的要求。

3.3.3 排水泵站进水池水位

3.3.3.1 最高水位是确定泵房电动机层楼板高程或泵房进水侧挡水墙顶部高程的依据。由于排水泵站的建成，建站前历史上曾出现过的最高内涝水位一般不会再现。按照目前我国各地规划的治涝标准，一般重现期 5～10 年一遇，为适当提高治涝标准，本规范取排水区建站后重现期 10～20 年一遇的内涝水位作为排水泵站进水池最高水位。

3.3.3.2 设计水位是排水泵站站前经常出现的内涝水位，是计算确定泵站设计扬程的依据。在设计扬程工况下，泵站必须满足排涝设计流量的要求。

设计水位的确定与排水区有无调蓄容积等关系很大。在一般情况下，根据排田或排调蓄区的要求，由排水渠道首端的设计水位推算到站前的水位。

一、根据排田要求确定设计水位。在调蓄容积不大的排涝区，一般以较低耕作区（约

占排水区面积90%～95%）的涝水能被排除为原则，确定排水渠道的设计水位。南方一些省常以排水区内部耕作区90%以上的耕地不受涝的高程作为排水渠道的设计水位。有些地区则以大部分耕地不受涝的高程作为排水渠道的设计水位。这样，可使渠道和泵站充分发挥排水作用，但是土方工程量大，只能在排水渠道长度较短的情况下采用。

二、根据排调蓄区要求确定设计水位。当泵站前池由排水渠道与调蓄区相连时，可按下列两种方式确定设计水位：

一种是以调蓄区设计低水位加上排水渠道的水力损失后作为设计水位。运行时，自调蓄区设计低水位起，泵站开始满负荷运行（当泵站外水位为设计外水位时），随着来水不断增加，调蓄区边排边蓄直至达到正常水位为止。此时，泵站前池的水位也相应较设计水位高，泵站满负荷历时最长，排空调蓄区的水也最快。湖南省洞庭湖地区排水泵站进水池设计水位多按这种方式确定。

另一种是以调蓄区设计低水位与设计蓄水位的平均值加上排水渠道的水力损失后作为设计水位。按这种方式，只有到平均水位时，泵站才能满载运行（当泵站外水位为设计外水位时）。湖北省排水泵站进水池设计水位多按这种方式确定。

3.3.3.3 最高运行水位是排水泵站正常运行的上限排涝水位。超过这个水位，将扩大涝灾损失，调蓄区的控制工程也可能遭到破坏。因此，最高运行水位应在保证排涝效益的前提下，根据排涝设计标准和排涝方式（排出或排调蓄区），通过综合分析计算确定。

3.3.3.4 最低运行水位是排水泵站正常运行的下限排涝水位，是确定水泵安装高程的依据。低于这个水位运行将使水泵产生汽蚀、振动，给工程运行带来困难。最低运行水位的确定，需注意以下三方面的要求：

一、满足作物对降低地下水位的要求。一般按大部分耕地的平均高程减去作物的适宜地下水埋深，再减0.2～0.3m。

二、满足调蓄区预降最低水位的要求。

三、满足盐碱地区控制地下水的要求。一般按大部分盐碱地的平均高程减去地下水临界深度，再减0.2～0.3m。

按上述要求确定的水位分别扣除排水渠道水力损失后，选其中最低者作为最低运行水位。

3.3.4 排水泵站出水池水位

3.3.4.1 同本规范3.3.1.1条文说明。

3.3.4.2 设计水位是计算确定泵站设计扬程的依据。在设计扬程工况下，泵站必须满足排涝设计流量的要求。

根据调查资料，我国各地采用的排涝设计标准：河北、辽宁等省采用重现期5年一遇；广东、安徽等省采用重现期5～10年一遇；湖北、湖南、江西、浙江、广西等省、自治区采用重现期10年一遇；江苏、上海等省、市采用重现期10～20年一遇。泵站出水池设计水位多数采用重现期5～10年的外河3～5日平均水位，有的采用某一涝灾严重的典型年汛期外河最高水位的平均值，也有采用泵站所在地大堤防汛警戒水位作为泵站出水池的设计水位。

由于设计典型年的选择具有一定的区域局限性，且任意性较大，因此本规范规定采用重现期5～10年一遇的外河3～5日平均水位作为泵站出水池设计水位。具体计算时，根据历年外河水位资料，选取每年排涝期3～5日连续最高水位平均值进行排频，然后取相应于

万水航天科技

重现期 5～10 年一遇的外河水位作为设计水位。

在某些经济发展水平较高的地区或有特殊要求的粮棉基地和大城市郊区，如条件允许，对特别重要的排水泵站，可适当提高排涝设计标准。

3.3.4.3 最高运行水位是确定泵站最高扬程的依据。对采用虹吸式出水流道的块基型泵房，该水位也是确定驼峰顶部底高程的主要依据。例如湖北省采用虹吸式出水流道的泵站，驼峰顶部底高程一般高于出水池最高运行水位 0.05～0.15m；江苏省采用虹吸式出水流道的泵站，驼峰顶部底高程一般高于出水池最高运行水位 0.5m 左右。最高运行水位的确定与外河水位变化幅度有关，但其重现期的采用应保证泵站机组在最高运行水位工况下能安全运行，同时也不应低于确定设计水位时所采用的重现期标准。因此，本规范规定外河水位变化幅度较小时，取设计洪水位作为最高运行水位；外河水位变化幅度较大时，取重现期 10～20 年一遇的外河 3～5 日平均水位作为最高运行水位。

当然，对特别重要的排水泵站，可适当提高排涝设计标准。

3.3.4.4 最低运行水位是确定泵站最低扬程和流道出口淹没高程的依据。在最低运行水位工况下，要求泵站机组仍能安全运行。

3.4 特 征 扬 程

3.4.1 设计扬程是选择水泵型式的主要依据。在设计扬程工况下，泵站必须满足设计流量要求。设计扬程应按泵站进、出水池设计水位差，并计入进、出水流道或管道沿程和局部水力损失确定。

3.4.2 平均扬程是泵站运行历时最长的工作扬程。选择水泵时应使其在平均扬程工况下，处于高效区运行，因而单位消耗能量最少。平均扬程一般可按泵站进、出水池平均水位差，并计入水力损失确定，但按这种方法计算确定平均扬程，精度稍差，只适用于中、小型泵站工程；对于提水流量年内变化幅度较大，水位、扬程变化幅度也较大的大、中型泵站，应按（3.4.2）式计算加权平均净扬程，并计入水力损失确定，按这种方法计算确定平均扬程，工作量较大，因为（3.4.2）式需根据设计水文系列资料按泵站提水过程所出现的分段扬程、流量和历时进行加权平均才能求得加权平均净扬程，但由于这种方法同时考虑了流量和运行历时的因素，即总水量的因素，因而计算成果比较精确合理，符合实际情况。

3.4.3 最高扬程是泵站正常运行的上限扬程。水泵在最高扬程工况下运行，其提水流量虽小于设计流量，但应保证其运行的稳定性。对于供水泵站，在最高扬程工况下，应考虑备用机组投入，以满足供水设计流量要求。

3.4.4 最低扬程是泵站正常运行的下限扬程。水泵在最低扬程工况下运行，亦应保证其运行的稳定性，即不致发生水泵汽蚀、振动等情况。

4 站 址 选 择

站址选择和总体布置有一定的联系，但站址选择是从面上进行选点的工作，在诸多因

素中，是否便于总体布置，这仅是其中概略地考虑的因素之一；而总体布置则是在点上进行深化的工作，这就需要充分利用当地条件，通过多方案的技术经济比较，最终取用符合建站目的的最优布置方案。考虑到站址选择和总体布置是泵站工程设计开始时前后两个重要环节，特别是站址选得是否合适，将直接关系到整个泵站工程建设的成败和经济效益、社会效益的显著与否，因此本规范将站址选择和总体布置分开，各列为一章。

4.1 一 般 规 定

4.1.1 执行本条规定应注意下列事项：

一、选择站址，首先要服从流域（地区）治理或城镇建设的总体规划。前者是指农业灌排泵站，后者是指城市、乡镇、工矿区的供水泵站。不得选用与流域（地区）治理或城镇建设的总体规划有抵触的站址。否则，泵站建成后不仅不能发挥预期的作用，甚至还会造成很大的损失和浪费。例如某泵站事先未作工程规划，以致工程建成后基本上没有发挥什么作用，引河淤积厚度达5～6m，电动机质量差，水泵汽蚀严重，泵站效率只有50%左右。又如某泵站事先未作认真的工程规划，工程建成后，出水池水位低于进水池水位，扬程竟出现负值。

二、选择站址，要考虑工程建成后的综合利用要求。尽量发挥综合利用效益，这是兴建包括泵站在内的一切水利工程的基本原则之一，也是体现水利为农业和有关国民经济部门服务的一条根本宗旨。例如某大型泵站原定站址位于某河的西岸，只能作为跨流域调水的起点站，后将站址移至另一条河的东岸，不仅担负了跨流域调水的任务，还能结合一大片地区的排涝，成为一座能灌、能排，能抽引、能自引，能利用余水发电，还能为航运和部分地区工业、生活提供用水的综合利用泵站。

三、选择站址，要考虑水源（或承泄区）包括水流、泥沙等条件。如果所选站址的水流条件不好，不但会影响泵站建成后的水泵使用效率，而且会影响整个泵站的正常运行。例如某排水泵站与排水闸并列布置，抽排时主流不集中，进水池形成回流和漩涡，造成机组振动和汽蚀，降低效率，对运行极为不利。又如某排灌泵站采用侧向进水方式，排水时，主流偏向引渠的一侧，另一侧形成顺时针旋转向的回流区直达引渠口。在前池翼墙范围内，水流不平顺，有时出现阵阵横向流动。水流在流道分水墩两侧形成间发性漩涡。灌溉时，情况基本相似，但回流方向相反。又如某引黄泵站站址选得不够理想，引渠泥沙淤积严重，水泵叶轮严重磨损，功率损失很大，泵站效率很低。

四、选择站址，要考虑占地、拆迁因素。十分珍惜和合理利用每寸土地，是我国的一项基本国策。拆迁赔偿费用往往在整个工程建设投资中占有很大的比重。因此，要尽量减少占地，减少拆迁赔偿费用。

五、选择站址，还要考虑工程扩建的可能性，特别是分期实施的工程，要为今后扩建留有余地。

4.1.3 泵站和其它水工建筑物一样，要求建在岩土坚实和抗渗性能良好的天然地基上，不应设在大的和活动性的断裂构造带以及其它不良地质地段。在平原、滨湖地区建站，可能会遇到淤泥、流沙等，应尽量避开，选择在上质均匀密实，承载力高，压缩性小的地基上。否则就要进行地基处理，增加工程投资。如处理不当，还会影响泵站的安全运行。例如某

泵站装机功率 6×1600kW，建在淤泥质软粘土地基上，其含水量为 29%～57%，孔隙比为 0.83～1.66，承载力为 50kPa，压缩系数为 0.325～1.12MPa^{-1}，属低承载力、高压缩性地基。该泵站建成 9 年后的实测最大沉降量累计达 0.65m，不均匀沉降差达 0.35m，机组每年都要进行维修调试，否则就难以运行。又如某泵站装机功率 8×800 kW，建在粉砂土地基上。当基坑开挖至距离设计底高程尚有 2.1m 时，即发现有流沙现象，挖不下去，后采取井点排水措施，井点运行 48h 后，流沙现象才告消失。在井点不断进行排水的条件下，继续开挖基坑，直至底高程时为止，均未发现流沙管涌情况，从而为泵房底板的混凝土浇筑质量和整个泵房的安全施工提供了必要的保证。因此，在选择站址时，如遇淤泥、流沙等，首先应考虑能否改变站址，如不可能则需采用人工地基，或采取改变上部结构型式等工程措施，以适应软土地基的要求。例如某泵站，为了寻找好的站址，作了大量的地质勘察工作，经比较后将站址选在距离取水口位置 4.7km 的红砂岩地基上，大大节省了工程投资，而且对泵站的安全运行有利。

4.2 不同类型泵站站址选择

4.2.1 灌溉泵站是用来抽引农作物栽插和生长所需要的灌溉水。对于从河流、渠道、湖泊取水的灌溉泵站，为了能充分发挥其工程效益，应将泵站选在有利于控制提水灌区，使输水系统布置比较经济的地点。

对于从河流、渠道、湖泊，特别是北方水资源比较紧缺的地区水源中取水的灌溉泵站，其取水口位置的选择尤为重要。如果取水口位置选得不好，轻则影响泵站的正常运行，重则导致整个泵站工程的失败。例如某泵站的取水口位于黄河游荡性河段，河床宽浅，水流散乱，浅滩沙洲多，主流摆动频繁，致使取水口经常出现脱流。该泵站建成已 30 余年，主流相对稳定、能保证引水的年份仅有 8 年，其余年份均受尽主流摆动之苦，主流偏离取水口的最大距离（垂直河岸）曾达 4.2km。为了引水需要，不得不在黄河滩上开挖引渠，最长达 6.5km。1990 年严重伏旱时，曾组织 2 万多人次，开挖引渠长 3.48km，耗资近 30 万元。为防止引渠淤死断流，被迫采取加大流速的办法拉沙，致使滩岸坍塌，弯道冲刷，大颗粒粗沙连同引渠底沙一起，通过水泵进入渠系和田间。同时由于汽蚀和泥沙磨损，水泵效率显著下降，泵站装置效率下降 10.4%，实际抽水能力仅为设计抽水能力的 61.8%，水泵运转仅 500h，泵体即磨蚀穿孔，刮舌磨光，直径 1.4m、长 500m 的出水管道全部淤满，曾发生管道破裂，5 间厂房被毁坏的严重事故。此外，出水干渠严重淤高，致使灌溉水漫顶决堤，将大量泥沙灌入田间，使农田迅速沙化，影响农作物的正常生长，农业减产，损失严重。因此，灌溉泵站取水口应选在主流稳定靠岸，能保证引水的河段，而且应根据取水口所在河段的水文、气象资料，自然灾害情况和环境保护需要等，分别满足防洪、防沙、防冰及防污要求。如果不能满足这些要求，就应采取相应的措施。

4.2.2 对于直接从水库取水的灌溉泵站，最要紧的是认真研究水库水位的变化对泵站机组选型及泵站建成投产后机组运行情况的影响，研究水库泥沙淤积对泵站取水可靠性的影响，并对站址选在库区或坝后进行技术经济比较。从库区即坝前取水，泵房会受到水库水位涨落的影响，因而防洪是一个突出的问题；从坝后取水，当然不存在防洪问题，因而可用管道直接从水库向泵房引水，但有可能受到泥沙淤积的影响。因此，本规范规定，直接从水

万水值得买

库取水的灌溉泵站站址，应选择在岸坡稳定，靠近灌区，取水方便，少受泥沙淤积影响的地点。

4.2.3 排水泵站是用来排除低洼地区对农作物生长有害的涝水。为了能及时排净涝水，将排水泵站设在排水区地势低洼，能汇集排水区涝水，且靠近承泄区的地点，以降低泵站扬程，减小装机功率。例如某泵站装机功率6×1600kW，站址选在排水区地势低洼处，紧靠长江岸边，由一条长32km，宽100 m的平直排水渠道汇集涝水，进、出口均采用正向布置方式，加之合适的地形、地质条件，泵站建成后，进出水流顺畅，无任何异常情况。如果有的排水区涝水可向不同的承泄区（河流）排泄，且各河流汛期高水位又非同期发生时，需对河流水位（即所选站址的站上水位）作对比分析，以选择装置扬程较低，运行费用较经济的站址。如果有的排水区涝水需高低分片排泄时，各片宜单独设站，并选用各片控制排涝条件最为有利的站址。因此，本规范规定，排水泵站站址应选择在排水区地势低洼、能汇集排水区涝水，且靠近承泄区的地点。

4.2.4 灌排结合泵站的任务有抽灌、抽排、自灌、自排等，可采用泵站本身或通过设闸控制来实现。在选择灌排结合泵站站址时，应综合考虑外水内引和内水外排的要求，使灌溉水源不致被污染，土壤不致引起或加重盐渍化，并兼顾灌排渠系的合理布置等。例如某泵站装机功率4×6000kW，位于已建的排涝闸左侧，枯水季节可用排涝闸自排，汛期外江水位低时也可利用排涝闸抢排，而在汛期外江水位高时，则利用泵站抽排，做到自排与抽排相结合。又如某泵站装机功率4×1600kW，利用已建涵洞作为挡洪闸，以挡御江水，并利用原有河道作为排水渠道。闸站之间为一较大的出水池，以利水流稳定，同时在出水池两侧河堤上分别建灌溉闸。汛期可利用泵站抽排涝水，亦可进行抽灌。当外江水位较高时，还可通过已建涵洞引江水自灌，做到了抽排、抽灌与自灌相结合。再如某泵站装机功率9×1600kW，多座灌排闸、节制闸及灌溉、排水渠道相配合，当内河水位正常时，低片地区的涝水可由泵站抽排，高片地区的涝水可由排涝节制闸自排。下雨自排有困难时，也可通过闸的调度改由泵站抽排；天旱时，可由外河引水自灌或抽灌入内河，实行上、下游分灌。因此，该站以泵房为主体，充分运用附属建筑物，使灌排紧密结合，既能抽排，又能自排；高、低水可以分排，上、下游可以分灌，合理兼顾，运用灵活，充分发挥了灌排效益。

4.2.5 供水泵站是为城镇、工矿区提供生活和生产用水的。确保水源可靠和水质符合规定要求是供水泵站站址选择时必须考虑的首要条件。由于城镇、工矿区上游水源一般不易受污染，因此，本规范规定，供水泵站站址应选择在城镇、工矿区上游，河床稳定，水源可靠，水质良好，取水方便的河段。生活饮用水的水质必须符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》的要求。

5 总 体 布 置

总体布置是在站址选定后需要进行的一项重要工作。总体布置是否合理，将直接影响到泵站的安全运行和工程造价。

5.1 一 般 规 定

5.1.1 供电条件包括供电方式、输电走向、电压等级等，它与泵房平面布置关系密切，应尽量避免出现高压输电线跨河布置的不合理情况。此外，泵站的总体布置要结合考虑整个水利枢纽或供水系统布局，即泵站的总体布置不要和整个水利枢纽或供水系统布局相矛盾。当然这是就大型水利枢纽或供水系统而言的，一般水利枢纽或供水系统不存在这样的问题。

5.1.2 许多已建成泵站的管理条件往往很差，对工程的正常运用有较大的影响。根据上级主管部门关于“基本建设必须为工程管理运行创造条件，工程设计中应考虑各种管理维护基础设施，其中包括闸、坝观测设施和基地建设（包括水利施工队伍基地建设在内）等”的要求，本规范规定，泵站的总体布置应包括泵房，进、出水建筑物，专用变电站，其它枢纽建筑物和工程管理用房、职工住房、内外交通、通信以及其它管理维护设施等。

5.1.6 泵房不能用来泄洪，必须设专用泄洪建筑物，并与泵房分建，两者之间应有分隔设施，以免泄洪建筑物泄洪时，影响泵房与进、出水池的安全。同样，泵房不能用来通航，必须设专用通航建筑物，并与泵房分建，两者之间应有足够的安全距离。否则，泵房与通航建筑物同时运用，因有较大的横向流速，影响来往船只的安全通航。例如某泵站装机功率 6×1600kW，将泵站、排涝闸、船闸三者合建，并列成一字形，泵房位于河道左岸，排涝闸共 6 孔，分为两组，其中一组 3 孔紧靠泵房布置，另外一组 3 孔位于河道右岸，船闸则位于两组排涝闸之间。当泵房抽排或排涝闸自排时，进、出水口流速较高，且有横向流速，通航极不安全，经常发生翻船事故。又如某泵站装机功率 10×1600kw，泵站、排涝闸、船闸三者也是并列成一字形，但因将船闸设在河道右岸，且与泵站、排涝闸分开另建，船闸导航墙又长，故通航不受泵站、排涝闸影响。由此，本规范规定，泵房与泄洪建筑物之间应有分隔设施，与通航建筑物之间应有足够的安全距离及安全设施。

5.1.7 根据调查资料，站内交通桥一般都是紧靠泵房布置，拦污栅往往结合站内交通桥的布置，设在进水流道的进口处，且多呈竖向布置，往往给清污工作带来许多不便。对于堆积在拦污栅前的污物、杂草，如不及时清除，将会大大减小过流断面，造成栅前水位壅高，增大过栅水头损失，并使栅后水流状态恶化，严重影响机组的正常运行。例如某泵站安装 2.8CJ—70 型轴流泵，单泵设计流量 20m³/s。由于污物、杂草阻塞在拦污栅前，增大过栅水头损失 0.25m，查该泵型性能曲线可知流量减少约 0.5m³/s；减少值相当于单泵设计流量的 1/40。如果过栅水头损失增大至 1～2m，则单机流量的减少就更可观了。又如某泵站 1989 年春灌时，多机组抽水，进水闸前出现长 40～50m、厚 1～2m 的柴草堆，人立草上不下沉，泵站被迫停止引水，组织 100 余人下水 3 天，才将柴草捞净，满足了泵站引水的要求。因此，本规范规定，对于建造在污物、杂草较多的河流上的泵站，应设置专用的拦污栅和清污设施，其位置宜设在引渠末端或前池入口处。

5.1.8 根据调查资料，在已建的泵站中当公路干道与泵站引渠或出水干渠交叉时，公路桥往往与站内交通桥结合，紧靠泵房布置。这样虽可利用泵房墩、墙作为桥墩、桥台，节省工程投资，但有很多弊端，如车辆从桥上通过时噪声轰鸣，干扰泵房值班人员的工作，容易导致机组运行的误操作；同时由于尘土飞扬，还会污染泵房环境等。例如某泵站装机功率 6×1600kW，由于兴建时片面强调节约资金，将通往某市的干线公路桥与泵房建在一起，

建成后，每日过桥车辆如梭，轰鸣声不绝于耳，晴天灰雾腾腾，雨天泥泞飞溅，对泵站的安全运行和泵房环境影响极大，曾发生过由于车辆噪声干扰导致机组运行误操作的事故。如果公路桥与泵房之间拉开一段距离，虽增加了工程投资，但可避免上述弊端，改善泵站运行条件和泵房环境。因此，本规范规定泵站进、出水池与铁路桥、公路桥之间的距离不宜小于100m。

5.1.9 水工整体模型试验是研究和预测泵站抽水能力及机组运行时进、出口水流条件的最好方法。但是，进行水工整体整型试验需要一定的时间和经费。根据以往的工作实践，安排水工整体模型试验常常不是时间上满足不了要求，就是经费上受限制。因此，即使对于大、中型泵站工程，也没有必要规定必须做水工整体模型试验，但是对于水流条件复杂的大型泵站枢纽布置，还是应通过水工整体模型试验验证。

5.2 泵站布置型式

5.2.1 灌溉泵站的总体布置，一般可分为引水式和岸边式两种。引水式布置一般适用于水源岸边坡度较缓的情况。在满足灌溉引水要求的条件下，为了节省工程投资和运行费用，泵房位置应通过经济计算比较确定。当水源水位变化幅度不大时，可不设进水闸控制；当水源水位变化幅度较大时，则应在引渠渠首设进水闸。这种布置型式在我国平原和丘陵地区从河流、渠道或湖泊取水的灌溉泵站中采用较多。而在多泥沙河流上，由于引渠易淤积，建议尽量不要采用引水式布置。根据某地区泵站引渠淤积状况调查，进口设闸控制的引渠，一般每年需清淤1～2次；而进口未设闸控制的引渠，每当灌溉时段结束，引渠即被淤满，下次引水时，必须首先清淤，汛期每次洪水过后，再次引水时，同样也必须清淤，每年清淤工作量相当大，大大增加了运行管理费用。岸边式布置一般适用于水源岸边坡度较陡的情况。采用岸边式布置，由于站前无引渠，可大大减少管理维护工作量；但因泵房直接挡水，加之泵房结构又比较复杂，因此，泵房的工程投资要大一些。至于泵房与岸边的相对位置，根据调查资料，其进水建筑物的前缘，有与岸边齐平的，有稍伸水源凸出的，运用效果均较好。

从水库取水的灌溉泵站，当水库岸边坡度较缓、水位变化幅度不大时，可建引水式固定泵房；当水库岸边坡度较陡、水位变化幅度较大时，可建岸边式固定泵房或竖井式（干室型）泵房；当水位变化幅度很大时，可采用移动式泵房（缆车式、浮船式泵房）或潜没式固定泵房。这几种泵房在布置上的最大困难是出水管道接头问题。

5.2.2 由于自排比抽排可节省大量电能，因此在具有部分自排条件的地点建排水泵站时，如果自排闸尚未修建，应优先考虑排水泵站与自排闸合建，以简化工程布置，降低工程造价，方便工程管理。例如某泵站将自排闸布置在河床中央，泵房分别布置在自排闸的两侧。泵房底板紧靠自排闸底板，用永久变形缝隔开。当内河水位高于外河水位时，打开自排闸自排；当内河水位低于外河水位，又需排涝时，则关闭自排闸，由排水泵站抽排。又如某泵站将水泵装在自排闸闸墩内，布置更为紧凑，大大降低了工程造价，水流条件也比较好。但对于大、中型泵站，采用这种布置往往比较困难。如果建站地点已建有自排闸，可考虑将排水泵站与自排闸分建，以方便施工。但需另开排水渠道与自排渠道相连接，其交角不宜大于30°，排水渠道转弯段的曲率半径不宜小于5倍渠道水面宽度，且站前引渠宜有长度

为5倍渠道水面宽度以上的平直段，以保证泵站进口水流平顺通畅。因此，本规范规定，在具有部分自排条件的地点建排水泵站，泵站宜与排水闸合建；当建站地点已建有排水闸时，排水泵站宜与排水闸分建。

5.2.3 根据调查资料，已建成的灌排结合泵站多数采用单向流道的泵房布置、另建配套涵闸的方式。这种布置方式，适用于水位变化幅度较大或扬程较高的情况，只要布置得当，即可达到灵活运用的要求。但缺点是建筑物多而分散，占用土地较多，特别是在土地资源紧缺的地区，采用这种分建方式，困难较多。至于要求泵房与配套涵闸之间有适当的距离，目的是为了保证泵房进水侧有较好的进水条件；同时也为了保证泵房出水侧有一个容积较大的出水池，以利池内水流稳定，并可在出水池两侧布置灌溉渠首建筑物。例如某泵站枢纽以4个泵房为主体，共安装33台大型水泵，总装机功率49800 kW，并有13座配套建筑物配合，通过灵活的调度运用，做到了抽排、抽灌与自排、自灌相结合。4个泵房排成一字形，泵房之间距离250m，共用一个容积足够大的出水池。又如某泵站枢纽由两座泵房，一座水电站和几座配套建筑物组成，抽水机组总装机功率16400kW，发电机组总装机容量2000kW，泵房与水电站呈一字形排列，泵房进水两侧的引水河和排涝河上，分别建有引水灌溉闸和排涝闸，泵房出水侧至外河之间由围堤围成一个容积较大的出水池。围堤上建有挡洪控制闸。抽引时，打开引水闸和挡洪控制闸，关闭排涝闸；抽排时，打开排涝闸和挡洪控制闸，关闭引水闸；防洪时，关闭挡洪控制闸；发电时，打开挡洪控制闸，关闭引水闸。再如某泵站装机功率9×1600kW，通过对座配套涵闸的控制调度，做到了自排、自灌与抽排、抽灌相结合，既可使高、低水分排，又可使上、下游分灌，运用灵活，效益显著。也有个别泵站由于出水池容积不足，影响泵站的正常运行。例如某泵站装机功率6×800kW，单机流量8.7m^3/s，由于出水池容积小于设计水容积，当6台机组全部投入运行时，出水池内水位壅高达0.6m，致使池内水流紊乱，增大了扬程，增加了电能损失。对于配套涵闸的过流能力，则要求与泵房机组的抽水能力相适应，否则，亦将抬高出水池水位，增加电能损失。例如某泵站装机功率4×1600kW，抽水流量84m^3/s，建站时，为了节省工程投资，利用原有3孔排涝闸排涝，但其排涝能力只有60m^3/s，当泵站满负荷运行时，池内水位壅高，过闸水头损失达0.85～1.0m，运行情况恶劣，后将3孔排涝闸扩建为4孔，运行条件才大为改善，过闸水头损失不超过0.15m，满足了排涝要求。

当水位变化幅度不大或扬程较低时，可优先考虑采用双向流道的泵房布置。这种布置方式，其突出优点是不需另建配套涵闸。例如某泵站装机功率6×1600kW，采用双向流道的泵房布置，快速闸门断流，通过闸门、流道的调度转换，达到能灌、能排的目的。采用这种布置方式，省掉了进水闸、节制闸、排涝闸等配套建筑物，布置十分紧凑，占用土地少，工程投资省，而且管理运行方便；缺点是泵站装置效率较低，当扬程在3m左右时，实测装置效率仅有51%～58%，使耗电量增多，年运行费用增加很多。目前这种布置方式在我国为数甚少，主要是由于扬程受到限制和装置效率较低的缘故。另外，还有一种灌排结合泵站的布置型式，即在出水流道上设置压力水箱或直接开岔。例如某泵站装机功率2×2800kW，采用并联箱涵及拱涵形式的直管出流，单机双管，拍门断流，在出水管道中部设压力水箱（闸门室）。压力水箱两端设灌溉管，分别与灌溉渠首相接，并设闸门控制流量。这种布置型式，可少建配套建筑物，少占用土地，节省工程投资，是一种较好的灌排结合

泵站布置型式。又如某两座泵站，装机功率均为8×800kW，均采用在出水流道上直接开岔的布置型式，其中一座泵站是在左侧三根出水流道上分岔，另一座泵站是在左、右两侧边的出水流道上开岔，岔口均设阀门控制流量，通过与灌溉渠首相接的岔管，将水引入灌溉渠道。这两座泵站的布置型式，均可少建灌溉节制闸及有关附属建筑物，少占用土地，节省工程投资，也是一种较好的灌排结合泵站布置型式；但因在出水流道上开岔，流道内水力条件不如设压力水箱好，当泵站开机运行时，可能对机组效率有影响。

5.2.5 大、中型泵站因机组功率较大，对基础的整体性和稳定性要求较高，通常是将机组的基础和泵房的基础结合起来，组合成为块基型泵房。块基型泵房按其是否直接挡水及与堤防的连接方式，可分为堤身式和堤后式两种布置型式。堤身式泵房因破堤建站，其两翼与堤防相连接，泵房直接挡水，对地基条件要求较高，其抗滑稳定安全主要由泵房本身重量来维持，同时还应满足抗渗稳定安全的要求，因此适用的扬程不宜高，否则不经济。堤后式泵房因堤后建站，泵房不直接挡水，对地基条件要求稍低，同时因泵房只承受一部分水头，容易满足抗滑、抗渗稳定安全的要求，因此适用的扬程可稍高些。例如某泵站工程包括一、二两站，一站装机功率8×800kW，设计净扬程7.5m，采用虹吸式出水流道，建在轻亚粘土地基上；二站装机功率2×1600kW，设计净扬程7.0m，采用直管式出水流道，建在粘土地基上。在设计中曾分别按堤身式和堤后式布置进行比较，一站采用堤身式布置，其工程量与堤后式布置相比，混凝土多3500m³，浆砌石少200m³，钢材多30t；二站采用堤身式布置，其工程量与堤后式布置相比，混凝土多3100m³，浆砌石少2100m³，钢材多160t。由上述比较可见，当泵房承受较大水头时，采用堤身式布置是不经济的。因为泵房自身重量不够，地基土的抗剪强度又较低，为维持抗滑、抗渗稳定安全，需增设阻滑板和防渗刺墙等结构，再加上堤身式布置的进、出口翼墙又比较高，这样便增加了工程量。因此，本规范规定，建于堤防处且地基条件较好的低扬程、大流量泵站，宜采用堤身式布置；而扬程较高、地基条件稍差或建于重要堤防处的泵站，宜采用堤后式布置。

5.2.6 从多泥沙河流上取水的泵站，通常是先在引水口处进行泥沙处理，如布置沉沙池、冲沙闸等，为泵房抽引清水创造条件。例如某引水工程，引水口处具备自流引水沉沙、冲沙条件，在一级站未建之前，先开挖若干条条形沉沙池，保证了上高引水口80余公里的二级站抽引清水。但有的地方并不具备自流引水沉沙、冲沙条件，就需要在多泥沙河流的岸边设低扬程泵站，布置沉沙、冲沙及其它除沙设施。根据工程实践结果，这种处理方式的效果比较好。例如某泵站建在多泥沙的黄河岸边，站址处水位变化幅度7～13m，岸边坡度陡峻，故先在岸边设一座缆车式泵站，设有7台泵车，配7条出水管道和7套牵引设备。每台泵车上正反交错地布置了2台20Sh—19型水泵，设计扬程20.8m，设计流量5.8～8.0m³/s，总装机功率2590kW。沉沙池位于低扬程缆车式泵站的东北侧，其进口与低扬程泵站的出水池相接，出口则与高扬程泵站的引渠相连。沉沙池分为两厢，每厢长220m，宽4.5～6.0m，深1.2～8.4m，纵向底坡1∶50，顶部为溢流堰，泥沙在池内沉淀后，清水由溢流堰顶经集水渠进入高扬程泵站引渠。该沉沙池运行10余年来，累计沉沙量达300余万m³，所沉泥沙由设在沉沙池尾端下部的排沙廊道用水力排走。高扬程泵站安装了24台10DK—9×2A型离心泵，每4台泵的出水管道并联与一条大直径压力管道相连接，设计扬程193.2m，设计流量5.7m³/s，总装机功率16320kW。又如某泵站是建在多泥沙的黄河岸

边，先在岸边设一座低扬程泵站，安装了 9 台 64ZLB—50 型轴流泵和 1 台 36ZLB—100 型轴流泵，设计扬程 7.5m，设计流量共计 46.5m³/s，总装机功率 7460kW。浑水经较长的输水渠道沉沙后，进入高扬程泵站引渠。高扬程泵站安装了 26 台 32Sh—19 型离心泵和 2 台 18Sh—22 型离心泵，设计扬程分别为 32.83m 和 15.45m，设计流量共计 42.4m³/s，总装机功率 17980kW。以上两泵站的实际运行效果都比较好。因此，本规范规定，从多泥沙河流上取水的泵站，当具备自流引水沉沙、冲沙条件时，应在引渠上布置沉沙、冲沙或清淤设施，当不具备自流引水沉沙、冲沙条件时，可在岸边设低扬程泵站，布置沉沙、冲沙及其它除沙设施。

5.2.8 在深挖方地带修建泵站，应合理确定泵房的开挖深度。因为，开挖深度不足，满足不了水泵安装高程的要求，而且可能因不好的土层未挖除而增加地基处理工程量；开挖深度过深，显然大大增加了开挖工程量，而且可能遇到地下水，对泵房施工、运行管理（如泵房内排水、防潮等）均带来不利的影响，同时因通风、采暖和采光条件不好，还会恶化泵站的运行条件。因此，本规范规定，深挖方修建泵站，应合理确定泵房的开挖深度，减少地下水对泵站运行的不利影响，并应采取必要的通风、采暖和采光等措施。

5.2.9 紧靠山坡、溪沟修建泵站，应设置排泄山洪的工程措施，以确保泵房的安全。站区附近如有局部滑坡或滚石，必须在泵房建成前进行妥善处理，以免危及工程的安全。

6 泵 房 设 计

泵房是装设主机组，辅助、电气及其它设备的建筑物，是整个泵站工程的主体。合理地设计泵房，对节约工程投资，延长机电设备的使用寿命，保证整个泵站工程安全经济运行有重大意义。

6.1 泵 房 布 置

6.1.1、6.1.2 执行这两条规定应注意下列事项：

一、站址地质条件是进行泵房布置的重要依据之一。如果站址地质条件不好，必然影响泵房建成后的结构安全。为此，在布置泵房时，必须采取合适的结构措施，如减轻结构重量，调整各分部结构的布置等，以适应地基允许承载力、稳定和变形控制的要求。

二、泵房施工、安装、检修和管理条件也是进行泵房布置的重要依据。一个合理的泵房布置方案，不仅工程量少、造价低，而且各种设备布置相互协调，整齐美观，便于施工、安装、检修、运行与管理，有良好的通风、采暖和采光条件，符合防潮、防火、防噪声等技术规定，并满足内外交通运输方便的要求。

三、为了做好泵房布置工作，水工、水力机械、电气、金属结构、施工等专业必须密切配合，进行多方案比较，才能选取符合技术先进、经济合理、安全可靠、管理方便原则的泵房布置方案。

6.1.3 泵房挡水部位顶部安全超高，是指在一定的运用条件下波浪、壅浪计算顶高程以上

万水instrument科技

距离泵房挡水部位顶部的高度，是保证泵房内不受水淹和泵房结构不受破坏的一个重要安全措施。泵房运用情况有设计和校核两种。前者是指泵站在设计水位时的运用情况，后者是指泵站在最高运行水位或洪（涝）水位时的运用情况。考虑到机遇因素，校核运用情况的安全超高值应略低于设计运用情况的安全超高值。但因目前尚无一个比较成熟的安全超高值计算方法，因此多从安全感出发，凭经验取用。安全超高值取用得是否合理，关系到工程的安全程度和工程量的大小。安全超高值规定得适当高一些，一旦遇到超标准洪（涝）水，则回旋余地大一些；但是如果安全超高值规定过大，显然是不经济的。现根据已建泵站工程的实践经验，并考虑与国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）》和《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（平原滨海部分）（试行）》协调一致，确定泵房挡水部位顶部安全超高下限值见本规范表 6.1.3。实际取用的安全超高值不应小于表 6.1.3 的规定值。

6.1.4 主机组间距是控制泵房平面布置的一个重要特征指标，应根据机电设备和建筑结构的布置要求确定。详见本规范 9.11.2～9.11.5 的条文说明。

6.1.5 当主机组的台数、布置形式（单列式或双列式布置）、机组间距、边机组段长度确定以后，主泵房长度即可确定，如安装检修间设在主泵房一端，则主泵房长度还应包括安装检修间的长度。

6.1.6 主泵房电动机层宽度主要是由电动机、配电设备、吊物孔、工作通道等布置，并考虑进、出水侧必需的设备吊运要求，结合起吊设备的标准跨度确定。当机组间距拟定以后，再适当调整电动机、配电设备、吊物孔等相对位置。当配电设备布置在出水侧、吊物孔布置在进水侧，并考虑适当的检修场地，则电动机层宽度需放宽一些；当配电设备集中布置在主泵房一端，吊物孔又不设在主泵房内，而是设在主泵房另一端的安装检修间时，则电动机层宽度可窄一些。水泵层宽度主要是由进、出水流道（或管道）的尺寸，辅助设备、集水廊道、排水廊道和工作通道的布置要求等因素确定。详见本规范 9.11.7 的条文说明。

6.1.7 主泵房各层高度应根据主机组及辅助设备、电气设备的布置、机组的安装、运行、检修，设备吊运以及泵房内通风、采暖和采光要求等因素确定。详见本规范 9.11.8 和 9.11.11 的条文说明。

6.1.8 主泵房水泵层底板高程是控制主泵房立面布置的一个重要指标，应根据水泵安装高程和进水流道（含吸水室）布置或管道安装要求等因素确定。底板高程确定合适与否，涉及机组能否安全正常运行和地基是否需要处理及处理工程量大小的问题，因而是一个十分重要的问题，应认真做好这项工作。

主泵房电动机层楼板高程也是主泵房立面布置的一个重要指标。当水泵安装高程确定后，根据泵轴、电动机轴的长度等因素，即可确定电动机层的楼板高程。

6.1.9 根据调查资料，已建成泵站内的辅助设备多数布置在主泵房的进水侧，而电气设备则布置在出水侧，这样可避免交叉干扰，便于运行管理。

6.1.10 辅机房布置一般有两种：一种是一端式布置，即布置在主泵房一端，这种布置方式优点是进、出水侧均可开窗，有利于通风、采暖和采光；缺点是机组台数较多时，运行管理不方便。另一种是一侧式布置，通常是布置在主泵房出水侧，这种布置方式优点是有利于机组的运行管理；缺点是通风、采暖和采光条件不如一端式布置好。

6.1.11 安装检修间的布置一般有三种：一种是一端式布置，即在主泵房对外交通运输方便的一端，沿电动机层长度方向加长一段，作为安装检修间，其高程、宽度一般与电动机层相同。进行机组安装、检修时，可共用主泵房的起吊设备。目前国内绝大多数泵站均采用这种布置方式。另一种是一侧式布置，即在主泵房电动机层的进水侧布置机组安装、检修场地，其高程一般与电动机层相同。进行机组安装、检修时，也可共用主泵房的起吊设备。由于布置进水流道的需要，主泵房电动机层的进水侧往往比较宽敞，具备布置机组安装、检修场地的条件。例如某泵站装机功率10×1600kW，泵房宽度12.0m，机组轴线至进口侧墙的距离为6.5m，与电动机层的长度构成安装检修间所需的面积，并可设置一个大吊物孔。还有一种是平台式布置，即将机组安装、检修场地布置在检修平台上。这种布置必须具备机组间距较大和电动机层楼板高程低于泵房外四周地面高程这两个条件。例如某泵站装机功率8×800kW，机组间距6.0m，检修平台高于电动机层5.0m，宽1.8m，局部扩宽至2.7m，作为机组安装、检修场地。

安装检修间的尺寸主要是根据主机组的安装、检修要求确定，其面积大小应能满足一台机组安装或解体大修的要求，应能同时安放电动机转子连轴、上机架、水泵叶轮或主轴等大部件。部件之间应有1.0～1.5m的净距，并有工作通道和操作需要的场地。现将我国部分泵站的安装检修间尺寸列于表1。

表1 我国部分泵站安装检修间尺寸统计表

泵站序号	单机功率（kW）	机组间距（m）	安装检修间			安装检修间长度/机组间距
			位置	高程	长度×宽度（m）	
1	800	4.8	左端	低于电动机层2.05m	3.9×10.75	0.81
2	800	4.8	左端	低于电动机层2.05m	3.9×10.75	0.81
3	800	4.8		低于电动机层2.55m	4.05×9.4	0.84
4	800	5.0		与电动机层同高	4.65×11.9	0.93
5	800	5.0		与电动机层同高	4.65×11.9	0.93
6	800	5.0	左端	与电动机层同高	5.0×9.0	1.00
7	800	5.2	左端	与电动机层同高	6.6×[illegible]	1.27
8	800	5.4	检修平台	高于电动机层4.35m	11.0×3.0	2.04
9	800	5.5	右端	低于电动机层2.65m	5.5×9.0	1.00
10	800	5.5	左端	与电动机层同高	11.0×[illegible]	2.00
11	800	5.6	东站左端、西站右端	与电动机层同高	6.4×[illegible]	1.14
12	800	6.0	检修平台	高于电动机层5.0m		
13	1600	6.8	在机组间	与电动机层同高		
14	1600	6.8	左端	与电动机层同高	7.8×12.5	1.15
15	1600	7.0	左端	与电动机层同高	5.0×12.5	0.71
16	1600	7.0	右端	与电动机层同高	7.0×10.5	1.00
17	1600	7.0	右端	与电动机层同高	9.8×12.0	1.40
18	1600	7.0	右端	与电动机层同高	10.0×10.5	1.43
19	2800	7.6	左端	与电动机层同高	7.6×12.0	1.00
20	1600	7.7	在主泵房一侧	与电动机层同高		
21	3000	8.0	左端	与电动机层同高	17.75×10.4	2.22
22	3000	8.0	右端	与电动机层同高	17.75×10.4	2.22
23	2800	9.2	左端	与电动机层同高	7.1×9.8	0.77
24	3000	10.0	右端	与电动机层同高	7.1×10.5	0.71
25	6000	11.0	左端	与电动机层同高	17.76×11.5	1.61
26	5000	12.7	左端	低于电动机层3.74m	12.7×13.5	1.00
27	7000	18.8	左端	与电动机层同高	16.5×17.8	0.88

由表1可知，安装检修间长度约为机组间距的0.7～2.2倍。

6.1.12 立式机组主泵房自上而下分为：电动机层、联轴层、人孔层（机组功率较小的泵房无人孔层）和水泵层等，为方便设备、部件的吊运，各层楼板均应设置吊物孔，其位置应在同一垂线上，并在起吊设备的工作范围之内，否则无法将设备、部件吊运到各层。

6.1.13～6.1.15 为满足泵房对外交通运输方便和建筑防火安全的要求，本规范规定，主泵房对外至少应有两个出口，其中一个应能满足通行运输最大部件或设备的要求。为满足机组运行管理和泵房内部交通要求，本规范规定，主泵房电动机层的进水侧或出水侧应设置主通道，其它各层至少应设置不少于一条的主通道。如主泵房内装设卧式机组，宜在管道顶设工作通道。为满足泵房内部各层之间的交通要求，本规范规定各层应设1～2道楼梯。

6.1.16 为便于汇集和抽排泵房内的渗漏水、生产污水和检修排水等，本规范规定，主泵房内（特别是水下各层）四周应设排水沟，其末端应设集水廊道或集水井，以便将渗水汇入集水廊道或集水井内，再由排水泵排出。

6.1.17 当主泵房为钢筋混凝土结构，且机组台数较多，泵房结构长度较长时，为了防止和减少由于地基不均匀沉降、温度变化和混凝土干缩等产生的裂缝，必须设置永久变形缝（包括沉降缝、伸缩缝）。永久变形缝的间距应根据泵房结构型式、地基土质（岩性）、基底应力分布情况和当地气温条件等因素确定，如辅机房和安装检修间分别设在主泵房的两端，因两者与主泵房在结构型式、基底应力分布情况等方面均有较大的差异，故其间均应设置永久变形缝。主泵房本身永久变形缝的间距则根据主机组台数、布置型式、机组间距等因素确定，通常情况下是将永久变形缝设在流道之间的墩墩上，大约是机组间距的整倍数。严禁将永久变形缝设在机组的中心线上，以免影响机组的正常运行。如设置的永久变形缝间距过大，不可能完全起到防止和减少产生裂缝的作用；如设置的永久变形缝间距过小，则缝的道数增多，不仅增加施工的复杂性，增加工程造价，而且多一道缝，即可能多一个防渗薄弱环节。因此，将永久变形缝的道数设置得不多不少，即缝的间距设置得不大不小，是泵房布置中的一个重要问题。现将我国部分泵站泵房永久缝间距列于表2。

表2 我国部分泵站泵房永久缝间距统计表

泵站序号	泵房型式或泵房基础型式	地基土质（岩性）	泵房底板长度（m）	永久缝间距（m）	底板块数
1	湿室型	砂土	27.6	9.2	3
2		粉砂	59.2	14.8	4
3		轻亚粘土	31.4	15.7	2
4			39.9	19.95	2
5	块基型	中砂	42.5	12.2,14.7,15.6	3
6		粉砂与亚粘土	57.0	14.6，21.2	3
7		中粉质粘土	58.4	14.6，29.2	3
8		淤泥	15.8	-	1
9		粉质粘土	32.8	16.4	2
10		细砂	36.0	18.0	2
11		亚粘土	19.5	-	1
12		板岩	20.3	-	1
13		细砂	41.6	20.8	2
14		淤泥质粘土	44.0	22.0	2

续表 2

泵站序号	泵房型式或泵房基础型式	地基土质（岩性）	泵房底板长度（m）	永久缝间距（m）	底板块数
15		淤泥质粉砂	23.0	—	1
16		粘土	47.98	23.99	2
17		粉质壤土	49.4	23.7、25.7	2
18		粉质粘土	24.0		1
19			48.6	24.3	2
20	块基型	轻亚粘土夹细砂层	24.9	—	1
21		粉质粘土	26.0	—	1
22		轻粉质砂壤土	26.6	—	1
23		亚粘土	34.0		1
24		轻亚粘土	46.0	—	1
25		风化砂岩与页岩	53.58	—	1

由表 2 可知，所列泵站多数建在软土地基上，除 1 号泵站的 3 块底板长度（9.2m）和 5 号泵站 3 块底板中的一块底板长度（12.2m）均小于 15m，2 号泵站 4 块底板长度（14.8m），5、6 号泵站 3 块底板中的一块底板长度（14.7m、14.6m），7 号泵站 3 块底板中的 2 块底板长度（14.6m）接近 15m，以及 23、24 号泵站底板长度（34.0m、46.0m）大于 30m 外，其余各座软土地基上泵站底板长度，以及 5、6、7 号泵站部分底板（除长度小于或接近 15m 的底板外）长度均为 15～30m，即相应的永久变形缝间距在 15～30m 之间，因此本规范规定土基上的永久变形缝间距不宜大于 30m。最小缝距未作规定，但最好不小于 15m。表 2 中所列岩基上的泵站仅有两座，均为单块底板，底板长度分别为 20.3m 和 53.58m。考虑到目前对岩基上底板裂缝形成原因的分析研究还不够深入，参照有关设计规范的规定，本规范规定岩基上的永久变形缝间距不宜大于 20m。

6.1.18 为了方便主泵房排架结构的设计和施工，并省掉排架柱的基础处理工程量，本规范规定排架宜等跨布置，立柱宜布置在隔墙或墩墙上。同时，为了避免地基不均匀沉降、温度变化和混凝土干缩对排架结构的影响，当泵房结构连同泵房底板设置永久变形缝时，排架柱应设置在缝的左右侧，即排架横梁不应跨越永久变形缝。

6.1.19 为了保持主泵房电动机层的洁净卫生，其地面宜铺设人磨石。采用酸性蓄电池的蓄电池室和贮酸室应符合防硫酸腐蚀的要求，并采用耐酸材料铺设地面，其内墙应涂耐酸漆或铺设耐酸材料。中控室、微机室和通信室对室内卫生要求较高，宜采用拼木地板，其内墙应刷涂料或贴墙面布。

6.1.20 主泵房门窗主要是根据泵房内通风、采暖和采光的需要而设置的，其布置尺寸与主泵房的结构型式、面积和空间的大小、当地气候条件等因素有关。一般窗户总面积与泵房内地面面积之比控制在 1/5～1/7，即可满足自然通风的要求。在南方湿热地区，夏天气温较高，且多阴雨天气，还需采取机械通风措施。如泵房窗户开得过大，在夏季，由于太阳辐射热影响，会使泵房内温度升高，不利于机组的正常运行和运行值班人员的身体健康；在冬季，对主泵房内采暖保温也不利。因此，泵房设计时要全面考虑。为了冬季保温和夏季防止阳光直射的影响，本规范规定严寒地区的泵房窗户应采用双层玻璃窗，向阳面窗户宜有遮阳设施。

6.1.22 建筑防火设计是建筑物设计的一个重要方面。建筑物的耐火等级可分为四级。考虑到主泵房建筑的永久性和重要性，本规范规定主泵房的耐火等级不应低于二级，建筑物构件的燃烧性能和耐火极限，以及泵房内应设置的消防设施（包括消防给水系统及必要的固定灭火装置等）均应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》和国家现行标准《水利水电工程设计防火规范》的规定。

6.1.23 当噪声超过规定标准时，既不利于运行值班人员的身体健康，又容易导致误操作，带来严重的后果。根据调查资料，本规范规定主泵房电动机层值班地点允许噪声标准不得大于85dB（A），中控室、微机室和通信室允许噪声标准不得大于65dB（A）。若超过上述允许噪声标准时，应采取必要的降声、消声和隔声措施。如在中控室、微机室和通信室进口分别设气封隔音门等。

6.2 防渗排水布置

6.2.1 泵站和其它水工建筑物一样，地基防渗排水布置是设计中十分重要的环节，尤其是修建在江河湖泊堤防上和松软地基上的挡水泵站。根据已建工程的实践，工程的失事多数是由于地基防渗排水布置不当造成的。因此，应高度重视，千万不可疏忽大意。

泵站地基的防渗排水布置，即在泵房高水位侧（出水侧）结合出水池的布置设置防渗设施，如钢筋混凝土防渗铺盖、齿墙、板桩（或截水墙、截水槽）、灌浆帷幕等，用来增加防渗长度，减小泵房底板下的渗透压力和平均渗透坡降；在泵房低水位侧（进水侧）结合前池、进水池的布置，设置排水设施，如排水孔（或排水减压井）、反滤层等，使渗透水流尽快地安全排出，并减小渗流出逸处的出逸坡降，防止发生渗透变形，增强地基的抗渗稳定性。至于采用何种防渗排水布置，应根据站址地质条件和泵站扬程等因素，结合泵房和进、出水建筑物的布置确定。对于粘性土地基，特别是坚硬粘土地基，其抗渗透变形的能力较强，一般在泵房高水位侧设置防渗铺盖，加上泵房底板的长度，即可满足泵房地基防渗长度的要求，泵房低水位侧的排水设施也可做得简单些；对于无粘性土地基，特别是粉、细砂地基，其抗渗透变形的能力较差，要求的安全渗径系数较大，往往需要设置防渗铺盖和齿墙、板桩（或截水墙、截水槽相结合的防渗设施），才能有效地保证抗渗稳定安全，同时对排水设施的要求也比较高。对于岩石地基，如果防渗长度不足，只需在泵房底板上游端（出水侧）增设齿墙，或在齿墙下设置灌浆帷幕，其后再设置排水孔即可。泵站扬程较高，防渗排水布置的要求也较高；反之，泵站扬程较低，防渗排水布置的要求也较低。

同上述正向防渗排水布置一样，对侧向防渗排水布置也应认真做好，不可忽视。侧向防渗排水布置应结合两岸联接结构（如岸墙，进、出口翼墙）的布置确定。一般可设置防渗刺墙、板桩（或截水墙）等，用来增加侧向防渗长度和侧向渗径系数。但必须指出，要特别注意侧向防渗排水布置与正向防渗排水布置的良好衔接，以构成完整的防渗排水系统。

6.2.2 当土基上泵房基底防渗长度不足时，一般可结合出水池底板设置钢筋混凝土铺盖。铺盖长度应根据防渗效果好和工程造价低的原则确定。从渗流观点看，铺盖长度过短，不能满足防渗要求；但铺盖长度过长，其单位长度的防渗效果也会降低，是不经济的。因此，铺盖长度一定要适当。为了防止和减少由于地基不均匀沉降、温度变化和混凝土干缩等产生的裂缝，铺盖应设永久变形缝。根据已建的泵站工程实践，永久变形缝的间距不宜大于

20m，且应与泵房底板的永久变形缝错开布置，以免形成通缝，对基底防渗不利。

由于砂土或砂壤土地基容易产生渗透变形，当泵房基底防渗长度不足时，一般可采用铺盖和齿墙、板桩（或截水墙）相结合的布置形式，用来增加防渗长度，减小泵房底板下的渗透压力和平均渗透坡降。如果只采用铺盖防渗，其长度可能需要很长，不仅工程造价高，不经济，而且防渗效果也不理想。因此，铺盖必须和齿墙、板桩（或截水墙）结合使用，才有可能取得最佳的防渗效果。

齿墙、板桩（或截水墙）是垂直向的防渗设施，它比作为水平向防渗设施的铺盖不仅防渗效果好，而且工程造价低。在泵房底板的上、下游端，一般常设有深度不小于0.8～1.0m的浅齿墙，既能增加泵房基底的防渗长度，又能增加泵房的抗滑稳定性。齿墙深度最深不宜超过2.0m，否则，施工有困难，尤其是在粉、细砂地基上，在地下水水位较高的情况下，浇筑齿墙的坑槽难以开挖成形。板桩（或截水墙）的长度也应根据防渗效果好和工程造价低的原则，并结合施工方法的选用确定。在一般情况下，板桩（或截水墙）宜布置在泵房底板上游端（出水侧）的齿墙下，这对减小泵房底板下的渗透压力效果最为显著。板桩（或截水墙）长度不宜过长，否则，不仅在经济上不够合理，而且又增大施工困难。

在地震基本烈度为7度及7度以上地震区的粉砂地基上，泵房底板下的板桩（或截水墙）布置宜构成四周封闭的形式，以防止在地震荷载作用下可能发生粉砂地基的“液化”破坏，即地基产生较大的变形或失稳，从而影响泵房的结构安全。

为了减小泵房底板下的渗透压力，增强地基的抗渗稳定性，在前池、进水池底板上设置适量的排水孔，在渗流出逸处设置级配良好、排水通畅的反滤层，这和在泵房基底防渗段设置防渗设施具有同样的重要性。排水孔的布置直接关系到泵房底板下渗透压力的大小和分布状况。排水孔的位置愈往泵房底板方向移动，泵房底板下的渗透压力就愈小，泵房基底的防渗长度随之缩短，作为防渗设施的铺盖、板桩（或截水墙）需作相应的加长或加深。排水孔孔径一般为5～10cm，孔距为1～2m，呈梅花形布置。反滤层一般由2～3层，每层厚15～30cm的不同粒径无粘性土构成，每层层面应大致与渗流方向正交，粒径应沿着渗流的方向由细变粗，第一层平均粒径为0.25～1mm，第二层平均粒径为1～5mm，第三层平均粒径为5～20mm。

6.2.3 当地基持力层为较薄的透水层（如砂性土层或砾石层），其下为相对不透水层时，可将板桩（或截水墙）改为截水槽或短板桩。但截水槽或短板桩必须截断透水层。为了保证良好的防渗效果，截水槽或短板桩嵌入不透水层的深度不宜小于1.0m。

6.2.4 当地基持力层为不透水层，其下为相对透水层时，为了消减承压水对泵房和覆盖层稳定的不利影响，必要时，可在前池、进水池设置深入相对透水层的排水减压井，但绝对不允许将排水减压井设置在泵房基底防渗段范围内，以免与泵房基底的防渗要求相抵触。

6.2.6 高扬程泵站出水管道一段为沿岸坡铺设的明管或埋管，而出水池通常布置在高达数十米甚至上百米的岸坡顶。为了防止由于降水形成的岸坡径流对泵房基底造成冲刷，或对泵房基底防渗产生不利的影响，可在泵房上游侧（出水侧）岸坡上设置能拦截岸坡径流的通畅的自流排水沟和可靠的护坡措施。

6.2.7 为了防止水流通过永久变形缝渗入泵房，在水下缝段应埋设材质耐久、性能可靠的止水片（带）。对于重要的泵站，应埋设两道止水片（带）。目前常用的止水片（带）有紫

铜片、塑料止水带和橡胶止水带等，可根据承受的水压力、地区气温、缝的部位及变形情况选用。

止水片（带）的布置应对结构的受力条件有利。止水片（带）除应满足防渗要求外，还能适应混凝土收缩及地基不均匀沉降的变形影响，同时材质要耐久，性能要可靠，构造要简单，还要方便施工。

在水平缝与水平缝，水平缝与垂直缝的交叉处，止水构造必须妥善处理；否则，很有可能形成渗漏点，破坏整个结构的防渗效果。交叉处止水片（带）的连接方式有柔性连接和刚性连接两种，可根据结构特点、交叉类型及施工条件等选用。对于水平缝与垂直缝的交叉，一般多采用柔性连接方式；对于水平缝与水平缝的交叉，则多采用刚性连接方式。

6.3 稳 定 分 析

6.3.1 为了简化泵房稳定分析工作，可采取一个典型机组段或一个联段（几台机组共用一块底板，以底板两侧的永久变形缝为界，称为一个联段）作为计算单元。经工程实践检验，这样的简化是可行的。

6.3.2 执行本条规定应注意下列事项：

一、计算作用于泵房底板底部渗透压力的方法，主要根据地基类别确定。土基上可采用渗径系数法（亦称直线分布法）或阻力系数法。前者较为粗略，但计算方法简便，可供初步设计阶段泵房地下轮廓线布置时采用；后者较为精确，但计算方法较为复杂。我国南京水利科学研究院的研究人员对阻力系数法作了改进，提出了改进阻力系数法。该法既保持了阻力系数法的较高精确度，又使计算方法作了一定程度的简化，使用方便，实用价值大。因此，本规范规定，对于土基上的泵房，宜采用改进阻力系数法。岩基渗流计算，因涉及基岩的性质，岩体构造、节理，裂隙的分布状况等情况比较复杂。根据调查资料，作用在岩基上泵房底板底部的渗透压力均按进、出口水位差作为全水头的三角形分布图形确定。因此，本规范规定对于岩基上的泵房，宜采用直线分布法。

二、计算作用于泵房侧面土压力的方法，主要根据泵房结构在土压力作用下可能产生的变形情况确定。土基上的泵房，在土压力作用下往往产生背离填土方向的变形，因此，可按主动土压力计算；岩基上的泵房，由于结构底部嵌固在基岩中，且因结构刚度较大，变形较小，因此可按静止土压力计算。土基上的岸墙、翼墙，由于这类结构比较容易出问题，为安全起见有时亦可按静止土压力计算。至于被动土压力，因其相应的变形量已超出一般挡土结构所允许的范围，故一般不予考虑。

关于主动土压力的计算公式，当填土为砂性土时多采用库仑公式；当填土为粘性土时可采用朗肯公式，也可采用楔体试算法。考虑到库仑公式、朗肯公式或其它计算方法都有一定的假设条件和适用范围，因此本规范对具体的计算公式或方法不作硬性规定，设计人员可根据工程具体情况选用合适的计算公式或方法。至于静止土压力的计算，目前尚无精确的计算公式或方法，一般可采用主动土压力系数的 1.25～1.5 倍作为静止土压力系数。

关于超载问题，当填土上有超载作用时可将超载换算为假想的填土高度，再代入计算公式中计算其土压力。

三、计算波浪压力的公式很多。经计算分析比较，莆田试验站公式考虑的影响因素全

面，适用范围广，计算精度高，对深水域或浅水域均适用。官厅　　鹤地水库公式在形式上与安德扬诺夫公式类似，但因采用的系数不同，其计算成果精度比安德扬诺夫公式有很大提高，且使用较为简便，特别适用于与山丘区水库条件基本类似的情况。因此，本规范推荐采用官厅——鹤地水库公式或莆田试验站公式。对于从水库、湖泊取水的灌溉泵站或向湖泊排水的排水泵站以及湖泊岸边的灌排结合泵站，宜采用官厅——鹤地水库公式；对于从河流、渠道取水的灌溉泵站或向河流排水的排水泵站以及河流岸边的灌排结合泵站，宜采用莆田试验站公式。

关于风速值的采用，过去多采用当地实测风速值或由当地实测风力级别查蒲福氏风力表确定风速值，但国家现行标准《混凝土重力坝设计规范》、《水闸设计规范》和《碾压式土石坝设计规范》均推荐采用多年平均最大风速加成法。按照这种方法确定的风速值，在一般情况下，较采用当地实测风速值或由蒲福氏风力表确定的风速值偏大，即偏于安全。因此，本规范推荐采用多年平均最大风速加成法，即在设计水位时，风速宜采用相应时期多年平均最大风速的1.5～2.0倍；在最高运行水位或洪（涝）水位时，风速宜采用相应时期多年平均最大风速。

关于吹程的采用，参照有关资料规定，当对岸最远水面距离不超过建筑物前沿水面宽度5倍时，可采用建筑物至对岸的实际距离；当对岸最远水面距离超过建筑物前沿水面宽度5倍时，可采用建筑物前沿水面宽度的5倍作为有效吹程。这样的规定是比较符合工程实际情况的。

至于风浪的持续作用时间，是指保证风浪充分形成所必需的最小风时。当采用莆田试验站公式时，风浪的持续作用时间可按莆田试验站公式的配套公式计算求得。

6.3.3　泵房在施工、运用和检修过程中，各种作用荷载的大小、分布及机遇情况是经常变化的，因此应根据泵房不同的工作条件和情况进行荷载组合。荷载组合的原则是，考虑各种荷载出现的机率，将实际可能同时作用的各种荷载进行组合。由于地震荷载的瞬时性与校核运用水位同时遭遇的机率极少，因此地震荷载不应与校核运用水位组合。

表6.3.3规定了计算泵房稳定时的荷载组合。根据调查资料，这样的规定符合我国泵站工程实际情况。完建情况一般控制地基承载力的计算，故应作为基本荷载组合；而施工情况和检修情况均具有短期性的特点，故可作为特殊荷载组合；至于地震情况，出现的机率很少，而且是瞬时性的，则更应作为特殊荷载组合。

6.3.4、6.3.5　泵房的抗滑稳定安全系数是保证泵房安全运行的一个重要指标，其最小值通常是控制在设计运用情况下、校核运用情况下或设计运用水位时遭遇地震的情况下。在泵站初步设计阶段，计算泵房的抗滑稳定安全系数较多地采用（6.3.4-1）式，因为采用该公式计算简便，但 f 值的取用比较困难。f 值可按试验资料确定；当无试验资料时，可按本规范附录表A.0.1规定值采用。附录表A.0.1是参照国家现行标准《水闸设计规范》等制定的。（6.3.4-2）式是根据现场混凝土板的抗滑试验资料进行分析研究后提出来的。抗滑试验结果表明，混凝土板的抗滑能力不仅和基底面与地基土之间的摩擦角 Φ_0 值有关，而且还和基底面与地基土之间的粘结力 C_0 值有关，因此对于粘性土地基上的泵房抗滑稳定安全系数的计算，采用（6.3.4-2）式显然是比较合理的。在采用（6.3.4-2）式计算时，对于土基，公式中的 Φ_0、C_0 值可根据室内抗剪试验资料按本规范附录A表A.0.2的规定采用。经工

万方数据

程实验检验，其计算成果能够比较真实地反映工程的实际运用情况。本规范附录A表A.0.2是根据现场凝土板的抗滑试验资料与室内抗剪试验资料进行对比分析后制定的，该表所列数据与国家现行标准《水闸设计规范》的规定相同。对于岩基，公式中的Φ_0、C_0值可根据野外和室内抗剪断试验资料确定。

由于f值或Φ_0、C_0值的取用，对泵房结构设计是否安全、经济、合理关系极大，取用时必须十分慎重。如取用值偏大，则泵房结构在实际运用中将偏于不安全，甚至可能出现滑动的危险；反之，如取用值偏小，则必然会导致工程上的浪费。现将我国部分泵站泵房抗滑稳定计算成果列于表3。

表3 我国部分泵站泵房抗滑稳定计算成果表

泵站序号	泵站设计级别	装机功率(kW)	设计扬程(m)	泵房型式	水泵叶轮直径(m)	进水/出水流道型式	地基土质	摩擦系数f	抗滑稳定安全系数计算值K_c
1	1	8×800	7.0	堤身式	1.6	肘型/虹吸管	粘壤土	0.35	校核 1.46 检修 2.43
2	1	10×1600	4.7	堤身式	2.8	肘型/虹吸管	淤泥质粘土	0.25	中块 1.35 边块 1.50
3	1	7×3000	7.0	堤后式	3.1	肘型/虹吸管	中粉质壤土	-	检修 1.49 运行 1.60
4	2	8×800	7.0	堤身式	1.6	肘型/平直管	粉质壤土	0.35	灌溉 1.15 排水 1.33
5	2	6×1600	3.7	堤身式	2.8	肘型/虹吸管	粘土	0.30	1.21
6	2	6×1600	5.5	堤身式	2.8	肘型/平直管	淤泥质粘土	0.30	1.32
7	2	6×1600	7.2	堤身式	2.8	肘型/虹吸管	淤泥质粘土	0.25	1.48
8	2	6×1600	5.41	堤身式	2.8	双向	中粉质壤土	0.45	排水 1.56 发电 2.46
9	2	4×1600	5.0	堤后式	2.8	肘型/虹吸管	壤土	0.30	1.27
10	2	9×1600	6.0	堤后式	2.8	肘型/虹吸管	粘土	0.30	中块 1.26 边块 1.15

出表3可知，4号泵站灌溉工况下的K_c值偏小，该泵站建在粉质壤土地基上。如f值取用0.4，即可满足规范规定的K_c计算值大于允许值的要求。5、9、10号泵站K_c值亦均偏小，其中5、10号泵站建在粘土地基上，9号泵站建在壤土地基上，如f值均取用0.35，即均可满足规范规定的K_c计算值大于允许值的要求。但是，建在淤泥质粘土地基上的6号泵站，f值取用0.30略偏大，如改用0.25，则K_c计算值小于允许值，不能满足规范规定的要求。修建在中粉质壤土地基上的8号泵站，f值取用0.45明显偏大，如改用0.40，则K_c计算值大于允许值，仍能满足规范规定的要求；如改用0.35，则K_c计算值小于允许值，就不能满足规范规定的要求了。

抗滑稳定安全系数允许值是一个涉及建筑物安全与经济的极为重要的指标，如何合理规定不仅要与计算公式的采用以及计算公式中计算指标的取值相适应，而且要考虑到国家的技术经济政策是否许可。如规定得过高或过低，将会导致工程上的浪费或危险，都是不符合我国社会主义经济建设要求的。由于规范规定的抗滑稳定安全系数允许值十分重要，因此在设计工作中，未经充分论证，不得任意提高或降低。表6.3.5所列土基上抗滑稳定安全系数允许值与国家现行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（平原滨海部分）（试行）》和《水闸设计规范》的规定是一致的；岩基上抗滑稳定安全系数允许值与国家现

行标准《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准（山区、丘陵区部分）》、《混凝土重力坝设计规范》和《水电站厂房设计规范》的规定是基本一致的。必须指出，表 6.3.5 规定的抗滑稳定安全系数允许值应与表中规定的适用公式配套使用，不能将表 6.3.5 中的规定值用于检验不适用公式的计算成果。还必须指出，对于土基，表 6.3.5 中的规定值对（6.3.4-1）式和（6.3.4-2）式均适用，因为当计算指标 f 值和 Φ_0、C_0 值取用合理时，按（6.3.4-1）式和（6.3.1-2）式的计算结果大体上是相当的。

6.3.6、6.3.7 泵房的抗浮稳定安全系数也是保证泵房安全运行的一个重要指标，其最小值通常是控制在检修情况下或校核运用情况下。（6.3.6）式是计算泵房抗浮稳定安全系数的惟一公式。

抗浮稳定安全系数允许值的确定，以泵房不浮起为原则。为留有一定的安全储备，本规范规定不分泵站级别和地基类别，基本荷载组合下为 1.10，特殊荷载组合下为 1.05。

6.3.8、6.3.9 泵房基础底面应力大小及分布状况也是保证泵房安全运行的一个重要指标，其最大平均值通常是控制在完建情况下，不均匀系数的最大值通常是控制在校核运用情况下或设计运用水位时遭遇地震的情况下。（6.3.8-1）式或（6.3.8-2）式是众所周知的偏心受压公式。由于泵房结构刚度比较大，泵房基础底面应力可近似地认为呈直线分布，因此泵房基础底面应力可按偏心受压公式进行计算。目前我国普遍就采用这两个公式计算。

为了减少和防止由于泵房基础底部应力分布不均匀导致基础过大的不均匀沉降，从而避免产生泵房结构倾斜甚至断裂的严重事故，本规范规定，土基上泵房基础底面应力不均匀系数（即泵房基础底面应力计算最大值与最小值的比值）不应大于本规范附录 A 表 A.0.3 的规定值。附录表 A.0.3 规定的不均匀系数允许值与国家现行标准《水闸设计规范》的规定值一致。岩基上泵房基础底面应力的不均匀系数可不受控制，这是因为岩基的压缩性很小，作为泵房地基不会使泵房基础产生较大的不均匀沉降。但是，为了避免基础底面基岩之间脱开，要求在非地震情况下基础底面边缘的最小应力不小于零，即基础底面不出现拉应力；在地震情况下基础底面边缘的最小应力应不小于－100kPa，即允许基础底面出现不小于－100kPa 的拉应力。现将我国部分泵房基础底面应力及其不均匀系数的计算成果列于表 4。

表 4 我国部分泵站泵房基础底面应力及其不均匀系数计算成果表

泵站序号	泵站设计级别	装机功率（kW）	泵房型式	地基土质	计算情况或计算部位	基础底面应力（kPa）			不均匀系数
						最大值	最小值	平均值	
1	1	8×800	堤身式	粘壤土	校核、检修	220、164	99、83	160、124	2.22、1.89
2	1	10×1600	堤身式	淤泥质粘土	中块、边块	225、270	183、172	204、221	1.23、1.57
3	1	7×3000	堤后式	中粉质壤土	检修、运行	143、223	41、108	92、166	3.49、2.06
4	2	8×800	堤身式	粉质壤土	灌溉、排水	116、89	87、68	102、79	1.33、1.31
5	2	6×1600	堤身式	粘　土	左块、右块	205、206	145、147	175、177	1.41、1.40
6	2	6×1600	堤身式	淤泥质粘土		276	146	211	1.89
7	2	6×1600	堤身式	淤泥质粘土	左块、右块	245、237	154、188	200、213	1.59、1.26
8	2	6×1600	堤身式	中粉质壤土	排水、发电	143、93	38、37	91、65	3.76、2.51
9	2	4×1600	堤后式	壤　土		203	188	196	1.08
10	2	9×1600	堤后式	粘　土	中块、边块	187、224	163、136	177、180	1.12、1.65

由表4可知，2、6、7号泵站均建在淤泥质粘土地基上，其中6号泵站泵房基础底面应力平均值达211kPa，最大值高达276kPa，是淤泥质粘土地基所不能承受的，而不均匀系数为1.89，超过了本规范附录表A.0.3的规定值，该泵站泵房在施工过程中的最大沉降值超过了50cm，沉降差达25～35cm，被迫停工达半年之久，影响了工程进度，因而未能及时发挥工程效益；2号泵站泵房边块基础底面应力平均值达221kPa，最大值高达270kPa，7号泵站泵房左块基础底面应力平均值达200kPa，最大值高达245kPa，都是淤泥质粘土地基所不能承受的，但这两座泵站泵房边块和左块基础底面压应力不均匀系数分别为1.57和1.59，稍大于本规范附录A表A.0.3的规定值，加之施工程序安排比较适当，因而施工过程中均未发现什么问题。这就说明在设计中严格控制泵房基础底面应力及其不均匀系数和在施工中适当安排好施工程序，是十分重要的。3、8号泵站均建在中粉质壤土地基上，其中3号泵站泵房在检修工况下和8号泵站泵房在排水工况下的基础底面应力不均匀系数分别达3.49和3.76，大大超过了本规范附录A表A.0.3的规定值，但因基础底面应力的平均值仅为91～92kPa，最大值均为143kPa，是中粉质壤土地基所能够承受的，因而在泵站运行过程中未发生什么问题。

这里必须着重说明，在建筑物工程设计中如果控制建筑物基础底面应力的不均匀系数计算值不超过本规范附录A表A.0.3的规定值，那么该建筑物的抗倾覆稳定安全肯定能够得到满足。

现分析这一结论的正确性如下：

由公式 $\eta=\dfrac{P_{max}}{P_{min}}=\dfrac{\frac{\sum G}{A}\left(1+\frac{6e_0}{L}\right)}{\frac{\sum G}{A}\left(1-\frac{6e_0}{L}\right)}=\dfrac{L+6e_0}{L-6e_0}$ 变换形式后可得：

$$e_0=\frac{L(\eta-1)}{6(\eta+1)} \tag{1}$$

式中 η——泵房基础底面应力的不均匀系数；

L——泵房基础底面宽度（m）；

e_0——作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力对于基础底面形心轴的偏心距（m）。

由（1）式可知，当$\eta\to1$，$e_0\to0$；当$\eta\to\infty$，$e_0\to L/6$。前者为接近中心受压的状况，即作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力作用点接近于基础底面的形心轴，泵房基础底面应力的不均匀系数接近于1，此时基础底面应力接近于矩形分布；后者为偏心受压时，控制泵房基础底面不产生拉应力的条件，即作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力作用点接近于距离基础底面形心轴为$L/6$处（此处即基础底面宽度的“三分点”），泵房基础底面应力的不均匀系数接近于∞，此时基础底面应力接近于三角形分布。因此，当泵房基础底面应力的不均匀系数介于1和∞之间的任一数值，即基础底面应力为梯形分布时，作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力作用点距离基础底面形心轴介于0与$L/6$之间的某一数值，即作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力作用点不超出基础底面宽度的“三分点”，亦即泵房基础底面不产生拉应力。事实上，本规范附录表A.0.3规定的不均匀系数η值为1.5～3.0之间的有限值，远远小于

行业标准科技

∞，显然作用于泵房基础底面以上的所有外力的合力的竖向分力作用点位置远远不会超出基础底面宽度的“三分点”。而建筑物发生倾覆，必然是由于建筑物基础底面以上的所有外力对于该基础底面最大受压边缘线的倾覆力矩总和 $\sum M_H$ 值，大于建筑物自重和所有外力对于同一最大受压边缘线的抗倾覆力矩总和 $\sum M_V$ 值，此时所有外力的合力的竖向分力作用点已大大超出基础底面宽度的“三分点”，即基础底面的较大范围内早已出现了拉应力，因此满足了本规范附录 A 表 A.0.3 的规定，根本就不存在泵房结构发生倾覆的问题。至于本规范附录 A 表 A.0.3 的规定值为何是远远小于∞的有限值，这主要是根据控制泵房基础底面不产生过大的不均匀沉降，即控制泵房结构的竖向轴线（中垂线）不产生过大倾斜的要求确定的，这正是土基上建筑物的一个很显著的特点。面岩基上建筑物一般不存在由于地基不均匀沉降导致的不良后果，因此对不均匀系数可不控制。

因此，本规范取消了原规范中关于计算泵房抗倾覆稳定安全系数的规定。因为只要控制住建筑物基础底面应力的不均匀系数计算值不超过本规范附录 A 表 A.0.3 规定的不均匀系数允许值，该建筑物就根本不存在发生倾覆的问题。在这样情况下，如果再按 $K_0 = \sum M_V / \sum M_H$ 计算抗倾覆稳定安全系数 K_0 值就显得是多余的，因而其计算成果也就没有什么实际意义的了。

6.4 地基计算及处理

6.4.1 建筑物的地基计算应包括地基的承载能力计算，地基的整体稳定计算和地基的沉降变形计算等，其计算结果是判断地基要不要处理和如何处理的重要依据。如果计算结果不能满足要求而地基又不作处理，就会影响建筑物的安全或正常使用。因此，本规范规定泵房选用的地基应满足承载能力、稳定和变形的要求。

6.4.2 标准贯入击数小于 4 击的粘性土地基和标准贯入击数小于或等于 8 击的砂性土地基均为松软地基，其抗剪强度均较低，地基允许承载力均在 80kPa 以下，而泵房结构作用于地基上的平均压应力一般均在 150～200kPa，少则 80～100kPa，多则 200kPa 以上，特别是标准贯入击数小于 4 击的粘性土地基，含水量大，压缩性高，渗水性差，往往会产生相当大的地基沉降和沉降差，对安装精度要求严格的水泵机组来说，更是不能允许的。因此，本规范规定，标准贯入击数小于 4 击的粘性土地基（如软弱粘性土地基、淤泥质土地基、淤泥地基等）和标准贯入击数小于或等于 8 击的砂性土地基（如疏松的粉砂、细砂地基或疏松的砂壤土地基等），均不得作为天然地基。对于这些地基，由于各项物理力学性能指标较差，当工程结构上难以协调适应时，就必须进行妥善处理。

6.4.3 国家现行标准《公路桥涵地基与基础设计规范》规定，土基上大、中桥基础底面埋置在局部冲刷线以下的安全值，一般为 1.0～3.5m；技术复杂、修复困难的大桥和重要大桥为 1.5～4.0m。土基上泵房和取水建筑物由于受水流作用的影响，也可能在基础底部产生局部冲刷，从而影响建筑物的安全，但比公路桥涵基础底部可能产生的局部冲刷深度毕竟要小得多，因此本规范规定土基上泵房和取水建筑物的基础埋置深度应在最大冲刷线以下，即应将基础底面埋置在不致被冲刷的土层中，而对埋置在不被冲刷土层中的深度多少不作具体规定。

6.4.4 位于季节性冻土地区土基上的泵房和取水建筑物，由于土的冻胀力作用，可能引起

基础上抬，甚至产生开裂破坏。因此，本规范规定，位于季节性冻土地区土基上的泵房和取水建筑物，其基础埋置深度应大于该地区最大冻土深度，即应将基础底面埋置在该地区最大冻土深度以下的不冻胀土层中。国家现行标准《公路桥涵地基与基础设计规范》规定，当上部为超静定结构的桥涵基础，其地基为冻胀性土时，应将基础底面埋入冻结线以下不小于 0.25 m。这一规定，可供泵房和取水建筑物设计时参考使用。

6.4.6 本规范附录 B.1 选列的泵房地基允许承载力计算公式，主要有限制塑性开展区的公式、汉森公式和核算泵房地基整体稳定性的 C_k 法公式。限制塑性开展区的公式是按塑性平衡理论推导而得的。当地基持力层承受竖向荷载作用时，在基础两端将产生塑性开展区。竖向荷载作用强度愈大，该塑性开展区的范围愈大，在横向愈靠近，建筑物的安全稳定也愈难保证。当取塑性开展区的最大开展深度为某一允许值时，即可以此时的竖向荷载作为地基持力层的允许承载力。通常是将塑性开展区的最大开展深度视为基础宽度的函数。根据工程实践经验，一般取为基础宽度的 1/3 或 1/4，但不宜规定过大，否则影响建筑物的安全稳定；同时，也不宜规定过小，否则就不能充分发挥地基的潜在能力。为安全起见，本规范取用塑性开展区的最大开展深度为基础宽度的 1/4［见附录 B.1 中的（B.1.1）式］。

对于（B.1.1）式中的基础底面宽度，现行国家标准《建筑地基基础设计规范》规定，大于 6m 时，按 6m 考虑；小于 3m 时，按 3m 考虑。考虑到大、中型泵房基础底面宽度一般都大于 6m，不加区别的都取用 6m，显然不符合泵站工程的实际，因此本规范对泵房基础底面宽度不作任何限制，按实际取用，但必须同时满足地基的变形要求。

对于（B.1.1）式中的基础埋置深度，现行国家标准《建筑地基基础设计规范》规定，一般自室外地面标高算起。在填方整平地区，可自填土地面标高算起，但填土在上部结构施工后完成时，应从天然地面标高算起。这一规定，对民房建筑地基基础是合理的，因其四周开挖深度基本一致，且开挖后回填时间短，地基回弹影响小。但对大、中型泵房基础情况就不同了。大、中型泵房基础和大、中型水闸底板一样，基坑开挖后回填时间长，地基有充分时间回弹，而且两面不回填土，因此基础埋置深度只能按其实际埋深取用。如基础上、下游端有较深的齿墙，亦可从齿墙底脚算至基础顶面，作为基础的埋置深度。

对于（B.1.1）式中土的抗剪强度指标，考虑到大、中型泵站和大、中型水闸一样，施工时间一般都比较长，地基有充分时间固结，而且浸于水下，因此宜采用饱和固结快剪试验指标。

严格地说，（B.1.1）式只适用于竖向对称荷载作用的情况。如果地基承受竖向非对称荷载作用时，可按基础底面应力的最大值进行计算，所得地基持力层的允许承载力则偏于安全。

汉森公式是极限承载力计算公式中的一种，不仅适用于只有竖向荷载作用的情况，而且对既有竖向荷载作用，又有水平向荷载作用的情况也适用。该公式在国际上应用较为广泛，在我国应用也较多，如国家现行标准《港口工程技术规范》（第六篇地基基础）便规定地基持力层的极限承载力应按汉森公式计算。该公式的主要特点是，考虑了基础形状、埋置深度和作用荷载倾斜率的影响。采用该公式计算地基持力层的允许承载力时，规定取用安全系数为 2.0～3.0，这是根据工程的重要性、地基持力层条件和过去使用经验等因素确定的。例如，对于重要的大型泵站或软土地基上的泵站，安全系数可取用大值；对于中型

泵站或较坚实地基上的泵站，安全系数可取用小值。本规范附录B.1所列汉森公式，已将取用的安全系数计入，可直接计算地基持力层的允许承载力，即（B.1.2）式。

无论是采用（B.1.1）式，还是采用（B.1.2）式，式中的重力密度和抗剪指标值，都是将整个地基视为均质土取用的。实际工程中常见的多是成层土，可将各土层的重力密度和抗剪强度指标值加权平均，取用加权平均值。这种处理方法比较简单，但容易掩盖软弱夹层的真实情况，对泵房安全是不利的，为此必须同时控制地基沉降不超出允许范围。还有一种处理方法是根据各土层的重力密度和抗剪强度指标值，分层计算其允许承载力，同时绘出地基持力层以下的附加应力曲线，然后检查各土层（特别是软弱夹层）的实际附加应力是否超过各相应土层的允许承载力。如果未超过就安全，超过了就不安全。后一种处理方法虽然克服了前一种处理方法的缺点，不掩盖软弱夹层的真实情况，但计算工作量相当大，往往是与地基沉降计算同时完成。

至于C_L法公式，也是按塑性平衡理论推导而得，尤其适用于成层土地基。该公式在水闸工程设计中，是多年常用的公式，已被列入国家现行标准《水闸设计规范》，后又推广用于船闸工程设计，并被列入国家现行标准《船闸设计规范》。在泵站工程设计中，近年来也有一些泵站使用该公式，因此将该公式列入本规范附录B.1，即（B.1.3）式。

6.4.7 由于软弱夹层抗剪强度低，往往对地基的整体稳定起控制作用，因此当泵房地基持力层内存在软弱夹层时，应对软弱夹层的允许承载力进行核算。计算软弱夹层顶面处的附加应力时，可将泵房基础底面应力简化为竖向均布、竖向三角形分布和水平向均布等情况，按条形或矩形基础计算确定。条形或矩形基础底面应力为竖向均布、竖向三角形分布和水平向均布等情况的附加应力计算公式可查有关土力学、地基与基础方面的设计手册。

6.4.8 作用于泵房基础的振动荷载，必将降低泵房地基允许承载力，这种影响可用振动折减系数反映。根据现行国家标准《动力机器基础设计规范》规定，对于汽轮机组和电机基础，振动折减系数可采用0.8；对于其他机器基础，振动折减系数可采用1.0。有关动力机器基础的设计手册推荐，对于高转速动力机器基础，振动折减系数可采用0.8；对于低转速动力机器基础，振动折减系数可采用1.0。考虑水泵机组基础在动力荷载作用下的振动特性，本规范规定振动折减系数可按0.8～1.0选用。高扬程机组的基础可采用小值；低扬程机组的块基型整体式基础可采用大值。

6.4.9、6.4.10 我国水利工程界地基沉降计算，多采用分层总和法，即（6.4.9）式。严格地说，该式只有在地基土层无侧向膨胀的条件下才是合理的。而这只有在承受无限连续均布荷载作用的情况下才有可能。实际上地基土层受到某种分布形式的荷载作用后，总是要产生或多或少的侧向变形，但因采用分层总和法计算，方法比较简单，工作量相对比较小，计算成果一般与实际沉降量比较接近，因此实际工程中宜使用这种计算方法。应该说，无论采用何种计算方法计算地基沉降都是近似的，因为目前各种计算方法在理论上都有一定的局限性，加之地基勘探试验资料的取得，无论是在现场，还是在室内，都难以准确地反映地基的实际情况，因此要想非常准确地计算地基沉降量是很困难的。

当按（6.4.9）式计算地基最终沉降量时，必须采用土壤压缩曲线，这是由土壤压缩试验提供的。如果基坑开挖较深，基础底面应力往往小于被挖除的土体自重应力，可采用土壤回弹再压缩曲线，以消除开挖土层的先期固结影响。

对于地基压缩层的计算深度，可按计算层面处附加应力与自重应力之比等于0.2的条件确定。这种控制应力分布比例的方法，对于底面积较大的泵房基础，应力往下传递比较深广的实际情况是适宜的，经过水利工程实际使用证明，这种方法是能够满足工程要求的。

泵房地基允许沉降量和沉降差的确定，是一个比较复杂的问题。在目前水利工程设计中，对地基允许沉降量和沉降差尚无统一规定。我国现行国家标准《建筑地基基础设计规范》规定，建筑物的地基变形允许值，可根据地基土类别，上部结构的变形特征，以及上部结构对地基变形的适应能力和使用要求等确定。如单层排架结构（柱距为6m）柱基的允许沉降量，当地基土为中压缩性土时为12cm，当地基土为高压缩性土时为20cm；建筑物高度为100m以下的高耸结构基础允许沉降量，当地基土为中压缩性土时为20cm，当地基土为高压缩性土时为40cm。框架结构相邻柱基础的允许沉降差，当地基土为中、低压缩性土时为$0.002L$（L为相邻柱基础的中心距，cm），当地基土为高压缩性土时为$0.003L$；当基础不均匀沉降时不产生附加应力的结构，其相邻柱基础的沉降差，不论地基土的压缩性如何，均为$0.005L$。国家现行标准《水闸设计规范》对地基允许沉降量和沉降差未作具体规定，但该规范的编制说明认为：由于水闸基础尺寸和刚度比较大，对地基沉降的适应性比较强，因此在不危及水闸结构安全和不影响水闸正常使用的条件下，一般水闸基础的最大沉降量达到10～15cm和最大沉降差达到3～5cm是允许的。

根据调查资料，多数泵站的泵房地基实测最大沉降量为10～25cm，最大沉降差为5～10cm，只有少数泵站的泵房地基实测最大沉降量和最大沉降差超过或低于上述范围。例如某泵站的泵房地基实测最大沉降量竟达65cm，最大沉降差竟达35cm；又如某泵站的泵房地基实测最大沉降量只有4cm，沉降差只有2cm。但实测资料证明，即使出现较大的沉降量和沉降差，除个别泵站机组每年需进行维修调试，否则难以继续运行外，其余泵站泵房地基均稳定，运行情况正常。显然，如果对这两个控制指标规定太高，软土地基上的泵房结构将难以得到满足，则必须采取改变结构型式（如采用轻型简支结构），或回填轻质材料，或加大基础的平面尺寸，或调整施工程序和施工进度等措施，但有时采取某种措施却会对泵房结构的抗滑、抗浮稳定带来或多或少的不利影响；如果对这两个控制指标规定太低，固然容易使软土地基上的泵房结构得到满足，但实际上将会危及泵房结构的安全和影响泵房的正常使用，或给泵站的运行管理工作带来较多的麻烦。

6.4.11 水工建筑物的地基处理方法很多，随着科学技术的不断发展，新的地基处理方法，如高压喷射法、深层搅拌法等不断出现。但是，有些地基处理方法目前仍处于研究阶段，在设计或施工技术方面还不够成熟，特别是用于泵房的地基处理尚有一定的困难；有些方法目前用于实际工程，单价太高，与其它地基处理方法相比较，显得很不经济。根据泵站工程的实际情况，并参照国家现行标准《水闸设计规范》，本规范列出换土垫层、桩基础、沉井基础、振冲砂（碎石）桩和强夯等几种常用地基处理方法的基本作用、适用条件和说明事项（见本规范附录表B.2）。但应指出，任何一种地基处理方法都有它的适用范围和局限性，因此对每一个具体工程要进行具体分析，综合考虑地基土质、泵房结构特点、施工条件和运行要求等因素，经技术经济比较确定合适的地基处理方案。

常用地基处理设计应符合国家现行标准《水闸设计规范》及其它有关专业规范的规定，本规范不另作专门规定。

6.4.12 根据工程实践经验，桩基础、振冲砂（碎石）桩或强夯等处理措施，对于防止土层可能发生“液化”，均有一定效果。对于粉砂、极细砂、轻粉质砂壤土地基，如果存在可能发生“液化”的问题，采用板桩或截水墙围封，即将泵房底板下四周封闭，其效果尤为显著。

6.4.13 在我国黄河流域及北方地区，广泛分布着黄土和黄土状土，特别是黄河中游的黄土高原区，是我国黄土分布的中心地带。黄土（典型黄土）湿陷性大，且厚度较大；黄土状土（次生黄土）由典型黄土再次搬运而成，其湿陷性一般不大，且厚度较小。黄土在一定的压力作用下受水浸湿，土的结构迅速破坏而产生显著附加下沉，称为湿陷性黄土。湿陷性黄土可分为自重湿陷性黄土和非自重湿陷性黄土。前者在其自重压力下受水浸湿后发生湿陷，后者在其自重压力下受水浸湿后不发生湿陷。对湿陷性黄土地基的处理，应减小土的孔隙比，增大土的重力密度，消除土的湿陷性，本规范列举了如下几种常用的处理方法：①重锤表层夯实法一般可消除 1.2～1.8m 深度内黄土的湿陷性，但当表层土的饱和度大于 60%时，则不宜采用。②换土垫层法（包括换灰土垫层法）是消除黄土地基部分湿陷性最常用的处理方法，一般可消除 1～3m 深度内黄土的湿陷性，同时可将垫层视为地基的防水层，以减少垫层下天然黄土层的浸水机率。垫层的厚度和宽度可参照现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》确定。③土桩挤密法（包括灰土桩挤密法）适用于地下水位以上，处理深度为 5～15m 的湿陷性黄土地基，对地下水位以下或含水量超过 25%的黄土层，则不宜采用。④桩基础是将一定长度的桩穿过湿陷性黄土层，使上部结构荷载通过桩尖传到下面坚实的非湿陷性黄土层上，这样即使土而黄土层受水浸湿产生湿陷性下沉，也可使上部结构免遭危害。在湿陷性黄土地基上采用的桩基础一般有钢筋混凝土打入式预制桩和就地灌注桩两类，而后者又有钻孔桩、人工挖孔桩和爆扩桩之分。钻孔桩即一般软土地基上的钻孔灌注桩，对上部为湿陷性黄土层，下部为非湿陷性黄土层的地基尤为适合。人工挖孔桩适用于地下水含水层埋藏较深的自重湿陷性黄土地基，一般以卵石层或含钙质结核较多的土层作为持力层，挖孔桩孔径一般为 0.8～1.0m，深度可达 15～25m。爆扩桩施工简便，工效较高，不需打桩设备，但孔深一般不宜超过 1cm，且不适宜打入地下水位以下的土层。至于打入式预制桩，采用时一定要选择可靠的持力层，而且要考虑打桩时黄土在天然含水量情况下对桩的摩阻力作用。当黄土含有一定数量钙质结核时，桩的打入会遇到一定的困难，甚至不能打到预定的设计桩底高程。湿陷性黄土地基上的桩基础应按支承桩设计，即要求桩尖下的受力土层在桩尖实际压力的作用下不致受到湿陷的影响，特别是自重湿陷性黄土地基受水浸湿后，不仅正摩擦力完全消失，甚至还出现负摩擦力，连同上部结构荷载一起，全部要由桩尖下的土层承担。因此，在湿陷性黄土地基上，对于上部结构荷载大或地基受水浸湿可能性大的重要建筑物，采用桩基础尤为合理。⑤预浸水法是利用黄土预先浸水后产生自重湿陷性的处理方法，适用于处理厚度大、自重湿陷性强的湿陷性黄土地基。需用的浸水场地面积应根据建筑物的平面尺寸和湿陷性黄土层的厚度确定。由于预浸水法用水量大，工期长，因此在没有充足水源保证的地点，不宜采用这种处理方法。经预浸水法处理后的湿陷性黄土地基，还应重新评定地基的湿陷等级，并采取相应的处理措施。

6.4.14 在我国黄河流域以南地区，不同程度地分布着膨胀土。膨胀土的粘粒成分主要由强亲水性矿物质组成，其矿物成分可归纳为以蒙脱石为主和以伊利石为主两大类，均具有

吸水膨胀、失水收缩、反复胀缩变形的特点。这种特点对修建在膨胀土地基上的建筑物危害较大，因此必须在满足建筑物布置和稳定安全要求的前提下，采取可靠的措施。根据多年来对膨胀土的研究和工程实践经验，对修建在膨胀土地基上的泵站工程而言，目前主要采取减小泵房基础底面积，增大泵房基础埋置深度，以及换填无膨胀性土料垫层和设置桩基础等地基处理方法。减小泵房基础底面积是在不影响泵房结构的使用功能和充分利用膨胀土地基允许承载力的条件下，增大基础底面的压应力，以减少地基膨胀变形。增大泵房基础埋置深度是将泵房基础尽量往下埋入非膨胀性或膨胀性相对较小的土层中，以减少由于天气干湿变化对地基胀缩变形的影响。上述两种工程措施主要适用于大气影响急剧层深度一般不大于 1.5m 的平坦地区。换填无膨胀性土料垫层的方法主要适用于强膨胀性或较强膨胀性土层露出较浅，或建筑物在使用中对地基不均匀沉降有严格要求的情况。换填的无膨胀性土料主要有非膨胀性的粘性土、砂、碎石、灰土等，这对含水量及孔隙比较高的膨胀性土地基是很有效的工程措施。换填无膨胀性土料垫层厚度可依据当地大气影响急剧层的深度，或通过胀缩变形计算确定。当大气影响急剧层深度较深，采用减小基础底面积、增大基础埋置深度，或换填无膨胀性土料垫层的方法对泵房结构的使用功能或运行安全有影响，或施工有困难，或工程造价不经济时，可采用桩基础。膨胀土地基中单桩的允许承载力应通过现场浸水静载试验，或根据当地工程实践经验确定。在桩顶以下 3m 范围内，桩周允许摩擦力的取值应考虑膨胀土的胀缩变形影响，乘以折减系数 0.5。在膨胀土地基上设置的桩基础，桩径宜采用 25～35cm，桩长应通过计算确定，并应大于大气影响急剧层深度的 1.6 倍，且应大于 4m，同时桩尖应支承在非膨胀性或膨胀性相对较小的土层上。

6.4.15 在岩石地基上修建泵房，均不难满足地基的承载能力、稳定和变形要求，因此只需对岩石地基进行常规性的处理，如清除表层松动、破碎岩块，对夹泥裂隙和断层破碎带进行适当的处理等。

岩溶地基即可溶性岩石地基，主要是指石灰岩地基或白云岩地基，这种地基在我国分布较广，在云南、贵州、广西、四川等省、自治区及广东北部、湖南北部、浙江西部、江苏南部等地均有分布，其中以云贵高原最为集中。由于水对可溶性岩石的长期溶蚀作用，岩石表面溶沟、溶槽遍布，石芽、石林耸立，岩体中常有奇特洞穴和暗沟，以及联接地表和地下的通道。这种岩溶现象又称“喀斯特”现象。鉴于岩溶现象的复杂性，自然界中很难找到各种条件都完全相同的岩溶形态，加之修建在岩溶地基的建筑物也是各不相同的，因此在岩溶地基上修建泵房，应根据岩溶地基对建筑物的危害程度，进行专门处理。

6.5 主要结构计算

6.5.1 泵房底板，进、出水流道，机墩，排架，吊车梁等主要结构，严格地说均属空间结构，本应按空间结构进行设计，但是这样做计算工作量很大；同时只要满足了工程实际要求的精度，过于精确的计算亦无必要。因此，对上述各主要结构，均可根据工程实际情况，简化为按平面问题进行计算。只是在有必要且条件许可时，才按空间结构进行计算。

6.5.3 泵房底板是整个泵房结构的基础，它承受上部结构重量和作用荷载并均匀地传给地基。依靠它与地基接触面的摩擦力抵抗水平滑动，并兼有防渗、防冲的作用。因此，泵房底板在整个泵房结构中占有十分重要的地位。泵房底板一般均采用平底板型式。它的支承

型式因与其联结的结构不同而异，例如大型立式水泵块基型泵房底板，在进水流道的进口段，与流道的边墙、隔墩相联结，和水闸底板与闸墩的联结结构型式相似；在进水流道末端，三面支承在较厚实的混凝土块体上；在集水廊道及其后的空箱部分，一般为纵、横向墩墙所支承。这样的“结构—地基”体系，严格地说应按空间问题分析其应力分布状况，但计算极为繁冗，在工程实践中，一般可简化成平面问题，选用近似的计算分析方法。例如进水流道的进口段，一般可沿垂直水流方向截取单位宽度的梁或框架，按倒置梁、弹性地基梁或弹性地基上的框架计算；进水流道末端，一般可按三边固定、一边简支的矩形板计算；集水廊道及其后的空箱部分，一般可按四边固定的双向板计算。现将我国几个已建泵站的泵房底板计算方法列于表5，供参考。

表5 我国几个已建泵站泵房底板计算方法参考表

泵站序号	泵房型式	底板计算方法			说明
		进水流道进口段	进水流道末端	集水廊道及其后的空箱部分	
1	块基型	其中3个泵站按倒置梁和双向板计算，另一个泵站按倒置连续梁计算		按四边固定的双向板计算	由4个泵站组成泵站群
2	块基型	按倒置梁、弹性地基梁和弹性地基上的框架计算	按三边固定、一边简支的矩形板和圆形板计算，并按交叉梁法补充计算	按四边固定的双向板计算	进水流道末端为钟型
3	块基型	按多跨倒置连续梁计算	按三边固定、一边自由的梯形板计算	按四边固定的双向板计算	设计中曾考虑施工实际情况，当进水流道和空箱顶板尚未浇筑，不能形成整体框架结构时，整块底板按交叉梁法计算
4	块基型	按倒置连续框架计算		按双向板计算	

应当指出，倒置梁法未考虑墩墙结点宽度和边荷载的影响，加之地基反力按均匀分布，又与实际情况不符，因此该法计算成果比较粗略，但因该法计算简捷，使用方便，对于中、小型泵站工程仍不失为一种简化计算方法。

弹性地基梁法是一种广泛用于大、中型泵站工程设计的比较精确的计算方法。当按弹性地基梁法计算时，应考虑地基土质，特别是地基可压缩层厚度的影响。弹性地基梁法通常采用的有两种假定：一种是文克尔假定，假定地基单位面积所受的压力与该单位面积的地基沉降成正比，其比例系数称为基床系数，或称为垫层系数，显然按此假定基底压力值未考虑基础范围以外地基变形的影响；另一种是假定地基为半无限深理想弹性体，认为土体应力和变形为线性关系，可利用弹性理论中半无限深理想弹性体的沉降公式（如弗拉芒公式）计算地基的沉降，再根据基础挠度和地基变形协调一致的原则求解地基反力，并计及基础范围以外边荷载作用的影响。上述两种假定是两种极限情况，前者适用于岩基或可压缩土层厚度很薄的土基，后者适用于可压缩土层厚度无限深的情况。在此情况下，宜按有限深弹性地基的假定进行计算。至于“有限深”的界限值，目前尚无统一规定。参照国家现行标准《水闸设计规范》，本规范规定当可压缩土层厚度与弹性地基梁长度之半的比值

为 0.25～2.0 时，可按有限深弹性地基梁法计算；当上述比值小于 0.25 时，可按基床系数法（文克尔假定）计算；当上述比值大于 2.0 时，可按半无限深弹性地基梁法计算。

泵房底板的长度和宽度一般都比较大，而且两者又比较接近，按板梁判别公式判定，应属弹性地基上的双向矩形板，对此可按交叉梁系的弹性地基梁法计算。这种计算方法，从试荷载法概念出发，利用纵横交叉梁共轭点上相对变位一致的条件进行荷载分配，分别按纵、横向弹性地基梁计算弹性地基板的双向应力，但计算繁冗，在泵房设计中，通常仍是沿泵房进、出水方向截取单位宽度的弹性地基梁，只计算其单向应力。

6.5.4 边荷载是作用于泵房底板两侧地基上的荷载，包括与计算块相邻的底板传到地基上的荷载，均可称为边荷载。当采用有限深或半无限深弹性地基梁法计算时，应考虑边荷载对地基变形的影响。根据试验研究和工程实践可知，边荷载对计算泵房底板内力影响，主要与地基土质、边荷载大小及边荷载施加程序等因素有关。如何准确确定边荷载的影响，这是一个十分复杂的问题。因此，在泵房设计中，对边荷载的影响只能作一些原则性的考虑。鉴于目前所采用的计算方法本身还不够完善和取用的计算参数不够准确，对边荷载影响百分数作很具体的规定是没有必要的。因此，本规范只作概略性的规定，执行时可结合工程实际情况稍作选择。这个概略性的规定，即当边荷载使泵房底板弯矩增加时，无论是粘性土地基或砂性土地基，均宜计及边荷载的 100%；当边荷载使泵房底板弯矩减少时，在粘性土地基上可不计边荷载的作用，在砂性土地基上可只计边荷载的 50%，显然这都是从偏安全角度考虑的。

6.5.5～6.5.7 执行这三条规定应注意下列事项：

一、肘型进水流道和直管式、虹吸式出水流道是目前泵房设计中采用最为普遍的进、出水流道型式，其应力计算方法主要取决于结构布置、断面形状和作用荷载等情况，按单孔或多孔框架结构进行计算。钟型进水流道进口段虽然比较宽，但它的高度较肘型流道矮得多，其结构布置和断面形状与肘型进水流道的进口段相比，有一定的相似性；屈膝式或猫背式出水流道主要是为了满足出口淹没的需要，将出口高程压低，呈“低驼峰”状，其结构布置和断面形状与虹吸式出水流道相比，也有一定的相似性，因此钟型进水流道进口段和屈膝式、猫背式出水流道的应力，也可按单孔或多孔框架结构进行计算。

虹吸式出水流道的结构布置按其外部联结方式可分为管墩整体联结和管墩分离两种型式。前者将流道管壁与墩墙浇筑成一整体结构；后者视流道管壁与墩墙是各自独立的。如果流道宽度较大，中间可增设隔墩。

管墩整体联结的出水流道实属空间结构体系。为简化计算，可将流道截取为彼此独立的单孔或多孔闭合框架结构，但因作用荷载是随作用部位的不同而变化的，如内水压力在不同部位或在同一部位、不同运用情况下的数值都是不同的，因此，进行应力计算时，要分段截取流道的典型横断面。管墩整体联结的出水流道管壁较厚（尤其是在水泵弯管出口处），进行应力计算时，必须考虑其厚度的影响。例如某泵房设计时，考虑了管壁厚度的影响，获得了较为合理的计算成果，减少了钢筋用量。

管墩整体联结的出水流道，一般只需进行流道横断面的静力计算及抗裂核算；管墩分离的出水流道，除需进行流道横断面的静力计算及抗裂核算外，还需进行流道纵断面的静力计算。

灌溉排水技术

当虹吸式出水流道为管墩分离型式时，其上升段受有较大的纵向力，除应计算横向应力外，还应计算纵向应力。例如某泵站的虹吸式出水流道，类似一根倾斜放置的空腹梁，其上端与墩墙联结，下端支承在梁上，上升高度和长度均较大，承受的纵向力也较大，设计时对结构纵向应力进行了计算。计算结果表明，纵向应力是一项不可忽视的内力。

二、双向进、出水流道型式目前在国内还不多见。这是一种双进双出的双层流道结构，呈X状，亦称“X型”流道结构，其下层为双向肘型进水流道，上层为双向直管式出水流道。因此，双向进、出水流道可分别按肘型进水流道和直管式出水流道进行应力计算。如果上、下层之间的隔板厚度不大，则按双层框架结构计算也是可以的。

三、混凝土蜗壳式出水流道目前在国内也不多见。这是一种和水电站厂房混凝土蜗壳形状极为相似的很复杂的整体结构，其实际应力状况很难用简单的计算方法求解。因此，必须对这种结构进行适当的简化方可进行计算。例如某泵房采用混凝土蜗壳式出水流道型式，蜗壳断面为梯形，系由蜗壳顶板、侧墙和底板构成。设计中采用了两种计算方法：一种是将顶板与侧墙视为一个整体，截取单位宽度，按“Γ形”刚架结构计算；另一种是将顶板与侧墙分开，顶板按环形板结构计算，侧墙按上、下两端固定板结构计算。由于蜗壳断面尺寸较大，出水管内设有导水用的隔墩，因此可按对称矩形框架结构计算。

泵房是低水头水工建筑物，其混凝土蜗壳承受的内水压力较小，因而计算应力也较小，一般只需按构造配筋。

6.5.8、6.5.9 大、中型立式轴流泵机组的机墩型式有井字梁式、纵梁牛腿式、梁柱构架式、环形梁柱式和圆筒式等。大、中型卧式离心泵机组的机墩型式有块状式、墙式等，机墩结构型式可根据机组特性和泵房结构布置等因素选用。根据调查资料，立式机组单机功率为800kW的机组间距多数在4.8～5.5m之间，机墩一般采用井字梁式结构，支承电动机的井字梁由两根横梁和两根纵梁组成，荷载由井字梁传至墩上，这种机墩型式结构简单，施工方便；单机功率为1600kW的机组间距多数在6.0～7.0m之间，机墩一般采用纵梁牛腿式结构，支承电动机的是两根纵梁和两根与纵梁方向平行的短牛腿。前者伸入墩内，后者从墩上悬出，荷载由纵梁和牛腿传至墩上，这种机墩型式工程量较省；单机功率为2800kW和3000kW的机组间距约在7.6～10.0m之间，机墩一般采用梁柱构架式结构，荷载由梁柱构架传至联轴层大体积混凝土上面；单机功率为5000kW和6000kW的机组间距约在11.0～12.7m之间。机墩则采用环形梁柱式结构，荷载由环形梁经托梁和立柱分别传至墩墙和密封层大体积混凝土上面；单机功率为7000kW的机组间距达18.8m，机墩则采用圆筒式结构，荷载由圆筒传至下部大体积混凝土上面。卧式机组的水泵机墩一般采用块状式结构，电动机机墩一般采用墙式结构。工程实践证明，这些型式的机墩，结构安全可靠，对设备布置和安装检修都比较方便。

关于机墩的设计，泵房内的立式抽水机组机墩与水电站发电机组机墩基本相同，卧式抽水机组机墩与工业厂房内动力机器的基础基本相同，所不同的是抽水机组的电动机转速比较低，对机墩的要求没有水电站发电机组对其机墩或工业厂房内的动力机器对其基础的要求高。因此，截面尺寸一般不太大的抽水机组机墩，不难满足结构强度、刚度和稳定要求。但对扬程在100m以上的高扬程泵站，在进行卧式机组机墩稳定计算时，应计入水泵启动时出水管道水柱的推力，必要时应设置抗推移设施。例如某泵站设计扬程达160m，由于

机墩设计时未考虑出水管道水柱的推力，工程建成后，水泵启动时作用于泵体的水柱推力很大，水泵基础螺栓阻止不住泵体的滑移，致使泵体与电动机不同心，从而产生振动，影响了机组的正常运行。后经重新安装机组，并设置了抗推移设施，才使机组恢复正常运行。又如某二级泵站的设计扬程为140m，在机墩设计时考虑了出水管道水柱的推力，机墩抗滑稳定安全系数的计算值大于1.3，同时还设置了抗推移设施，作为附加安全因素，工程建成后，经多年运行证明，设计正确。因此，对于扬程在100m以上的高扬程泵站，计算机墩稳定时，应计入出水管道水柱的推力，并应设置必要的抗推移设施。

立式机组机墩的动力计算，主要是验算机墩在振动荷载作用下会不会产生共振，并对振幅和动力系数进行验算。为简化计算，可将立式机组机墩简化为单自由度体系的悬臂梁结构。对共振的验算，要求机墩强迫振动频率与自振频率之差和机墩自振频率的比值不小于20%；对振幅的验算，要求最大振幅值不超过下列允许值：垂直振幅0.15mm，水平振幅0.20mm。这些允许值的规定与水电站发电机组机墩动力计算规定的允许值是一致的，但因目前动力计算本身精度不高，因此对自振频率的计算只能是很粗略的。至于动力系数的验算，根据已建泵站的调查资料，验算结果一般为1.0～1.3。由于泵站电动机转速比较低，机墩强迫振动频率与自振频率的比值很小，加之机组制造精度和安装质量等方面可能存在的问题，因此要求动力系数的计算值不小于1.3。但为了不过多地增加机墩的工程量，还要求动力系数的计算值不大于1.5。如动力系数的计算值不在1.3～1.5范围内，则应重作机墩设计，直至符合上述要求时为止。

对于卧式机组机墩，由于机组水平卧置在泵房内，其动力特性明显优于立式机组机墩，因此可只进行垂直振幅的验算。

工程实践证明，对于单机功率在1600kW以下的立式机组机墩和单机功率在500kW以下的卧式机组机墩，因受机组的振动影响很小，故均可不进行动力计算。例如某省7座立式机组泵站，单机功率均为800kW，机墩均未进行动力计算，经多年运行考验，均未出现异常现象。

6.5.10 泵房排架是泵房结构的主要承重构件，它承担屋面传来的重量、吊车荷载、风荷载等，并通过它传至下部结构，其应力可根据受力条件和结构支承形式等情况进行计算。干室型泵房排架柱多数是支承在水下侧墙上。当水下侧墙刚度与排架柱刚度的比值小于或等于5.0时，水下侧墙受上部排架柱变形的影响较大，因此墙与柱可联合计算；当水下侧墙刚度与排架柱刚度的比值大于5.0时，水下侧墙对排架柱起固结作用，即水下侧墙不受上部排架柱变形的影响，因此墙与柱可分开计算，计算时将水下侧墙作为排架柱的基础。

6.5.11 吊车梁也是泵房结构的主要承重构件，它承受吊车启动、运行、制动时产生的荷载，如垂直轮压、纵向和横向水平制动力等，并通过它传给排架，再传至下部结构，其受力情况比较复杂。吊车梁总是沿泵房纵向布置，对加强泵房的纵向刚度、连接泵房的各横向排架起着一定的作用。吊车梁有单跨简支梁或多跨连续梁等结构型式，可根据泵房结构布置、机组安装和设备吊运要求等因素选用。单跨简支式吊车梁多为预制，吊装较方便；多跨连续式吊车梁工程量较省，造价较经济。根据调查资料，泵房内的吊车梁多数为钢筋混凝土结构，也有采用预应力钢筋混凝土结构及钢结构。对于负荷量大的吊车梁，为充分利用材料强度，节省工程量，宜采用预应力钢筋混凝土结构或钢结构。预应力钢筋混凝土吊

万方中科技

车梁施工较复杂，钢吊车梁需用钢材较多。钢筋混凝土或预应力钢筋混凝土吊车梁一般有T形、I形等截面型式。T形截面吊车梁有较大的横向刚度，且外形简单，施工方便，是最常用的截面型式。I形截面吊车梁具有受拉翼缘，便于布置预应力钢筋，适用于负荷量较大的情况。变截面吊车梁的外形有鱼腹式、折线式、轻型桁架式等。其特点是薄腹，变截面能充分利用材料强度，节省混凝土和钢筋用量，但因设计计算较复杂，施工制作较麻烦，运输堆放又不方便，因此这种截面型式的吊车梁目前在泵房工程中没有得到广泛的应用。

由于吊车梁是直接承受吊车荷载的结构构件，吊车的启动、运行和制动对吊车梁的运用均有很大的影响，因此设计吊车梁时，应考虑吊车启动、运行和制动产生的影响。为保证吊车梁的结构安全，设计中应控制吊车梁的最大计算挠度不超过计算跨度的1/600（钢筋混凝土结构）或1/700（钢结构）。对于钢筋混凝土吊车梁结构，还应按限裂要求，控制最大裂缝宽度不超过0.30mm。

对于负荷量不大的常用吊车梁，设计时可套用标准设计图集。但套用时要注意实际负荷量和吊车梁的计算跨度与所套用图纸上规定的设计负荷量和吊车梁的计算跨度是否符合，千万不可套错。由于泵房毕竟不同于一般工业厂房，特别是负荷量较大的吊车梁，有时难以套用标准设计图集，在此情况下，必须自行设计。

6.5.12 泵房结构的抗震计算，可采用国家现行标准《水工建筑物抗震设计规范》或现行国家标准《建筑抗震设计规范》规定的计算方法；也可采用“有限单元法”（电算）进行计算。前者计算方法简单，具有一定的精度，是工程上常用的计算方法；后者计算方法较复杂，但计算精度较高，可通过一定容量的电子计算机进行计算。

对于抗震措施的设置，要特别注意增强上部结构的整体性和刚度，减轻上部结构的重量，加强各构件连接点的构造，对关键部位的永久变形缝也应有加强措施。

7 进、出水建筑物设计

7.1 引　　渠

7.1.1、7.1.2 在水源附近修建临河泵站确有困难时，需设置引渠将水引至宜于修建泵站的位置。为了减少工程量，引渠线路宜短宜直，引渠上的建筑物宜少。为了防止引渠渠床产生冲淤变形，引渠的转弯半径不宜太小。本规范规定土渠弯道半径不宜小于渠道水面宽的5倍，石渠及衬砌渠道弯道半径不宜小于渠道水面宽的3倍。为了改善前池、进水池的水流流态，弯道终点与前池进口之间宜有直线段，其长度不宜小于渠道水面宽的8倍。

7.1.3 对于高扬程泵站，引渠末段的超高值计算应考虑突然停机时引渠来水的壅高及压力管道倒流水量的共同影响，其超高值可按明渠不稳定流计算。在初步设计阶段，引渠末段的超高值可按（2）式作近似估算：

$$\Delta h_v = \frac{(v_0 - v_0')\sqrt{h_0}}{2.76} - 0.01 h_0 \qquad (2)$$

式中　Δh_v——由于涌浪引起的波浪高度（m）；

h_0——突然停机前引渠末段水深（m）；

v_0——突然停机前引渠末段流速（m/s）；

v'_1——突然停机后引渠末段流速（m/s）。

7.2 前池及进水池

7.2.1、7.2.2 前池、进水池是泵站的重要组成部分。池内水流状态对泵站装置性能，特别是对水泵吸水性能影响很大。如流速分布不均匀，可能出现死水区、回流区及各种漩涡，发生池中淤积，造成部分机组进水量不足，严重时漩涡将空气带入进水流道（或吸水管），使水泵效率大为降低，并导致水泵汽蚀和机组振动等。

前池有正向进水和侧向进水两种形式。正向进水的前池流态较好。例如某泵站前池采用正向进水，进口前的引渠直线段较长，且引渠和前池在同一中心线上。运行情况证明，水流很平稳，即使在最低运行水位时（此时水泵叶轮中心线淹没深度只有0.7m），前池水流仍较为平稳，无回流和漩涡现象。又如某泵站前池采用侧向进水，模型试验资料表明，池内出现大范围回水区和机组前局部回水区，流态很不好，流速分布极不均匀。为改善侧向进水前池流态，结合进水池的隔墩设置分水导流设施是有效的。因此，在泵站设计中，应尽量采用正向进水方式，如因条件限制必须采用侧向进水时，宜在前池内增设分水导流设施，必要时应通过水工模型试验验证。

7.2.3 多泥沙河流上的泵站前池，当部分机组停水或前池流速低于水流的不淤流速时，在前池的部分区域将发生淤积，这是北方地区开敞式前池普遍存在的问题。例如某泵站前池通过水工模型试验，将原正向进水开敞式前池，改在每2台机组进水口之间设隔墩及分水墩，形成多条进水道，每条进水道通向单独的进水池，从而解决了前池泥沙淤积的问题。

7.2.5 对于圆形进水池（无前池），在有较大的秒换水系数（即进水池的水下容积与共用该池的水泵设计流量的比值）及淹没深度情况下，水流入池后，主流偏向底部，在坎下形成立面旋滚，而进水池两侧出现较强的回流，水流紊乱，受到立面旋滚所起的搅拌作用，从而使流向进水管喇叭口的水流流速增大，挟沙能力增强。因此，在消耗有限能量的前提下，圆形进水池是一种防止泥沙淤积的良好型式。本规范规定多泥沙河流上宜选用圆形进水池，就是这个道理。

7.2.7 为了满足泵站连续正常运行的需要，进水池水下部分必须保证有适当的容积。如果容积过小，满足不了秒换水系数的要求；如果容积过大，显然会增加进水池的工程量，而且对改善进水池的流态没有明显的作用。根据国内一些泵站工程的运行经验，认为进水池的秒换水系数取30～50是适宜的。

7.3 进、出水流道

7.3.2 进水流道内的水流运动状态决定了水泵的吸入条件，对水泵运行状况有着直接的影响。因此，要求进水流道内具有良好的流态和均匀的出口流场，以减小能量损失。由于进水流道形状较复杂，水流运动状况一般只有通过水工模型试验或者原型观测才能了解清楚。

有关试验研究表明：进水流道的设计，主要问题是要保证其出口流速和压力分布比较

均匀。为此，要求进水流道型线平顺，各断面面积沿程变化均匀合理，且进口断面处流速宜控制不大于1.0m/s，以减小水力损失，为水泵运行提供良好的水流条件。

7.3.3、7.3.4 肘型进水流道是目前国内外采用最广泛的一种流道型式。如国内已建成的两座最大轴流泵站，水泵叶轮直径分别为4.5m和4.0m，配套电动机功率分别为5000kW和6000kW，都是采用这种流道型式，经多年运行检验，情况良好。我国部分泵站肘型进水流道的设计成果（有些经过装置试验验证）见表6、表7和图1。由表7可知，多数泵站肘型进水流道 $H/D=1.5\sim2.2$，$B/D=2.0\sim2.5$，$L/D=3.5\sim4.0$，$h_k/D=0.8\sim1.0$，$R_0/D=0.8\sim1.0$，可作为设计肘型进水流道的控制性数据。由于肘型进水流道是逐渐收缩的，流道内的水流状态较好，水力损失较小，但不足之处是其底面高程比水泵叶轮中心线高程低得较多，即泵房底板高程落得较低，致使泵房地基开挖较深，需增加一定的工程投资。

表6　我国部分泵站肘型进水流道各控制断面面积及流速汇总表

泵站序号	A—A断面		B—B断面		C—C断面		备注
	面积 F_A (m^2)	流速 V_A (m/s)	面积 F_B (m^2)	流速 V_B (m/s)	面积 F_C (m^2)	流速 V_C (m/s)	
1	12.6	0.60	4.50	1.67	2.22	3.38	
2	13.2	0.53	4.02	1.74	2.29	3.15	
3	22.4	0.81	10.0	1.8[illegible]	7.07	2.56	
4	23.7	0.89	11.9	1.77	7.25	2.90	
5	25.4	0.82	11.5	1.82	6.[illegible]	3.1[illegible]	
6	25.5	0.82	12.1	1.74	7.06	2.[illegible]	
7	25.7	0.82	11.7	1.79	6.47	3.[illegible]	
8	30.0	0.70	12.0	1.75	6.83	3.07	
9	33.7	0.62	11.1	1.90	6.45	3.25	
10	36.1	0.84	17.9	1.69	9.62	3.14	
11	75.0	0.80	35.3	1.70	16.9	3.55	
12	59.1	0.91	29.1	1.84	14.7	3.65	

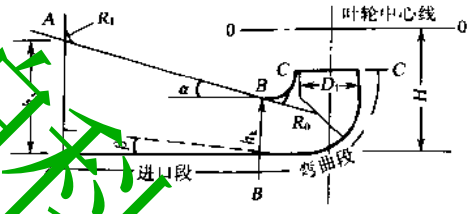


表7　我国部分泵站肘型进水流道主要尺寸汇总表

泵站序号	主要尺寸 (cm)												
	D	H	h_1	h_k	h_2	L	L_1	L_2	L_3	L_4	L_7	B	b
1	154	345	—	184	245	1080	--	—		162.5	122	450	—
2	154	346.5	500.5	184.2	245.2	1074.8	—	—	—	—		440.4	
3	160	288	280	134	188	732.2	—	-	159	130.7	105	450	—
4	280	490	420	231.4	324.5	1000	700	332	282	257.8	—	620	60
5	280	420	490	228	320	1000	600	367	250	217.6	130	600	70
6	280	440	526.1	230	280	1000	—	--	200	200	68.2	560	—
7	280	450	450	216.2	310	1100	700	367	494	245	136.6	600	60
8	300	340	380	230	400	1140	535	—	275	244.1	145.5	600	60
9	310	560	700	298.6	386.6	1120	845.2		75.5	274.8	123.9	700	—
10	400	700	730	348	450	1300	900	620	330.3	330.3	186.5	1000	100
11	450	720	785	360	522	1500	1100	660	360	360	215	1150	--

水泵技术

续表 7

泵站序号	主要尺寸 (cm)						进口段收缩角		比值				
	R_0	R_1	R_2	R_3	R_4	D_1	α	β	H/D	B/D	L/D	h_k/D	R_0/D
1	208	130	79	—	—	168	26°09′	0°	2.24	2.92	7.03	1.19	1.35
2	208.7	—	79	—	—	167.9	28°	0°	2.25	2.86	6.98	1.20	1.36
3	189	197.2	46.7	92.3	—	168	8°56′	0°	1.80	2.81	4.58	0.84	1.18
4	280	-	100	280	360	304	22°	8°27′	1.75	2.21	3.57	0.83	1.00
5	280	50	70	100	360	295	20°	0°	1.50	2.14	3.57	0.81	1.00
6	225	50	30	200	697	300	27°	8°32′	1.57	2.00	3.57	0.82	0.80
7	280	-	100	806	360	295	12°57′	7°50′	1.61	2.14	3.93	0.77	1.00
8	300	50	90	280	510	300	28°06′	10°14′	1.80	2.00	3.80	0.77	1.00
9	308	130	102.3	1065	-	350	26°27′	10°15′	1.81	2.26	3.61	0.96	0.99
10	405	165	115	300	500	432	32°	9°56′	1.75	2.50	3.25	0.87	1.01
11	450	100	130	200	576	460	25°11′	8°32′	1.60	2.56	3.33	0.80	1.00

钟型进水流道也是一种较好的流道型式，根据几座采用钟型进水流道的泵站装置试验资料，与肘型进水流道相比，钟型进水流道的平面宽度较大，B/D 值一般为 2.5～2.8；而高度较小，H/D 值一般为 1.1～1.4。这样可提高泵房底板高程，减少泵房地基开挖深度，机组段间需填充的混凝土量也较少，因而可节省一定的工程数量。例如，两座水泵叶轮直径相同的泵站，分别采用肘型进水流道和钟型进水流道，采用钟型进水流道的泵站与采用时型进水流道的泵站相比，设计扬程高，单泵设计流量大，而泵房地基开挖深度反而浅，混凝土用量反而少（见表 8）。根据钟型进水流道的装置试验结果，其装置效率并不比肘型进水流道的装置效率低。因此，国外一些大、中型泵站采用钟型进水流道的较多。近几年来，国内泵站也有采用钟型进水流道的，运行情况证明效果良好。

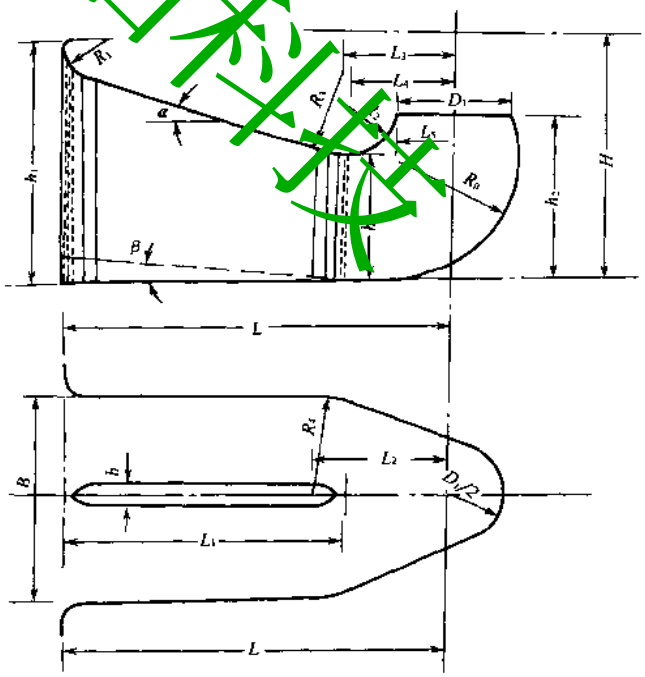


图 1 肘型进水流道主要尺寸图

有关试验资料表明，在水泵叶片安装角相同的情况下，无论是肘

型进水流道或钟型进水流道，当进口上缘的淹没水深大于 0.35m 时，基本上未出现局部漩涡；当淹没水深在 0.2～0.3m 时，流道进口水面产生时隐时现的漩涡，有时涡带还伸入流道进口内，但此时对水泵性能的影响并不大，机组仍能正常运行；当淹没水深在 0.1～0.18m 时，进口水面漩涡出现频繁；当淹没水深为 0.06m 时，漩涡剧烈，并挟带大量空气进入流道，致使水泵运行不稳，噪声严重。因此，本规范规定进水流道进口上缘的最小淹没水深为 0.5m，即应淹没在进水池最低运行水位以下至少 0.5m。

表 8 钟型流道与肘型流道的工程特性参数比较表

泵站序号	水泵叶轮直径（m）	单机功率（kW）	设计扬程（m）	单泵设计流量（m^3/s）	流道型式	泵房地基开挖深度（m）	混凝土用量（m^3）
1	2.8	1600	5.62	21.0	肘型	1.98	3200
2	2.8	2800	9.00	25.9	钟型	4.00	1300

进水流道的进口段底面一般宜做成平底。为了抬高进水池和前池的底部高程、降低其两岸翼墙的高度，以减少地基土石方开挖量和混凝土工程量，可将进水流道进口段底面向进口方向上翘，即做成斜坡面形式。根据我国部分泵站的工程实践，除有些泵站进水流道进口段底面做成平底外，多数泵站进水流道的进口段底面上翘角采用 7°～11°（见表 7）。因此，本规范规定进水流道进口段底面上翘角不宜超过 12°。至于进口段顶板仰角，我国多数泵站的进水流道采用 20°～28°，也有个别泵站采用 32°（见表 7）。因此，本规范规定进水流道进口段顶板仰角不宜超过 30°。

7.3.5 与水泵导叶出口相连接的出水室型式有弯管型和蜗壳型两种，应根据水泵的结构特点和泵站的要求经技术经济比较后确定。

出水流道布置对泵站的装置效率影响很大，因此流道的型线变化应比较均匀。为了减小水力损失，出口流速应控制在 1.5m/s 以下，当出口装有拍门时，可控制在 2.0m/s。如果水泵出水室出口处流速过大，宜在其后面直至出水流道出口设置扩散段，以降低流速。扩散段的当量扩散角不宜过大，一般取 8°～12°较为合适。

7.3.7 直管式出水流道进口与水泵出水室相连接，然后沿水平方向或向上倾斜至出水池。为了便于机组启动和排除管内空气，在流道出口常采用拍门或快速闸门断流，并在门后管道较高处设置通气孔，以减少水流脉动压力，机组停机时还可向流道内补气，避免流道内产生负压，减少关闭拍门时的撞击力，改善流道和拍门的工作条件。

7.3.8 虹吸式出水流道的进口与水泵出水室相连接，出口淹没在出水池最低运行水位以下，中间较高部位为驼峰，并略高于出水池最高运行水位，出口不需设置快速闸门或拍门。在正常运行工况下，由于出水流道的虹吸作用，其顶部出现负压；停机时，需及时打开设在驼峰顶部的真空破坏阀，使空气进入流道而破坏真空，从而切断驼峰两侧的水流，防止出水池的水向水泵倒灌，使机组很快停稳。根据工程实践经验，驼峰顶部的真空度一般应限制在 7～8m 水柱高，因此本规范规定驼峰顶部的真空度不应超过 7.5m 水柱高。

驼峰断面的高度对该处的流速和压力分布均有影响。如果高度较大，断面处的上、下压差就会很大。工程实践证明，在尽量减少局部水力损失的情况下，压低驼峰断面的高度是有好处的。这样一方面可加大驼峰顶部流速，使水流挟气能力增加，并可减小该断面处

的上、下压差；另一方面可减少驼峰顶部的存气量，便于及早形成虹吸和满管流，而且还可减小驼峰顶部的真空度，从而增大适应出水池水位变化的范围，因此驼峰处断面宜设计成扁平状。

7.3.10 由于大、中型泵站机组功率较大，如出水流道的水力损失稍有增大，将使电能有较多的消耗，因此常将出水流道的出口上缘淹没在出水池最低运行水位以下0.3～0.5m。当流道宽度较大时，为了减小出口拍门或快速闸门的跨度，常在流道中间设置隔水墩。有关试验资料表明，如果隔水墩布置不当，将影响分流效果，使出流分配不均匀，增加出水流道的水力损失。因此，隔水墩起点位置距水泵出水室宜远一点，待至水泵出流流速较均匀处再分隔为好。一般隔水墩起点位置与机组中心线距离不应小于水泵出口直径的2倍。

7.4 出 水 管 道

7.4.1、7.4.2 在结合地形、地质条件布置出水管道线路时，通常会出现几个平面及立面转弯点。这些转弯点转弯角和转弯半径的大小对出水管道的局部水头损失影响很大。现将转弯角 $\alpha=20°\sim90°$、弯曲半径与管径的比值 $R/d=1.0\sim3.0$ 时的局部水头损失系数 ξ_α 值及局部水头损失 Δh 值关系列于表9。

表9 出水管道 α、R/d 与 ξ_α、Δh 值关系表

α \ R/d	1.0		1.5		2.0		3.0	
	ξ_α	Δh	ξ_α	Δh	ξ_α	Δh	ξ_α	Δh
20°	0.320	0.102	0.240	0.076	0.192	0.061	0.144	0.046
30°	0.440	0.140	0.330	0.105	0.264	0.084	0.198	0.063
40°	0.520	0.166	0.390	0.124	0.312	0.099	0.234	0.075
50°	0.600	0.191	0.450	0.143	0.360	0.115	0.270	0.086
60°	0.644	0.205	0.498	0.159	0.398	0.127	0.299	0.095
70°	0.701	0.224	0.528	0.168	0.422	0.134	0.317	0.101
80°	0.760	0.242	0.570	0.182	0.456	0.145	0.342	0.109
90°	0.800	0.255	0.600	0.191	0.480	0.152	0.360	0.115

注：水头损失 Δh 的计算式为：$\Delta h=\xi_\alpha\frac{v^2}{2g}$（m）。

由表9可知，当 R/d 值一定时，Δh 值随着 α 值的增加而增加，但增量却逐渐递减；当 α 值一定时，Δh 值随着 R/d 值的增加而减小，但在 R/d 值增至1.5以上时，减量几乎是按等数值递减。

由于高扬程泵站出水管道长，转弯角较多，如果设置过多的大转弯角，势必加大局部水头损失，从而增大耗电量。因此，本规范规定出水管道的转弯角宜小于60°。但当泵站水位变化幅度大时，部分管道必须在泵房内直立安装，因此，少量设置 $\alpha=90°$ 的弯管还是允许的。

出水管道转弯半径 R 值的大小对局部水头损失 Δh 值有直接影响。这种影响表现为：随着 R 值的增大，Δh 值的增量逐渐变小；但 R 值过大时，需增大镇墩尺寸，而且增加弯管制

作安装的困难。根据我国大、中型高扬程泵站工程的实践经验，出水管道直径一般大于500mm，为了有效地减少出水管道的局部水头损失，同时也不过多地增加弯管制作安装的困难，转弯半径R取等于或大于2倍管径是比较适宜的。因此，本规范规定，出水管道的转弯半径宜大于2倍管径。

当管道在平面和立面上均需转弯，且其位置相近时，为了节省镇墩工程量，宜将平面和立面转弯合并成一个空间转弯角。这样，弯管的加工制作并不复杂，而安装对中则可采取一些措施加以解决。

当水泵倒转，管道中水流倒流时，如管道立面有较大的向下转弯，镇墩前后的管中流速差别将很大，很可能出现水流脱壁，产生负压，从而影响管道的外压稳定，为此要求将管顶线布置在最低压力坡度线以下。因此，本规范规定，管顶线宜布置在最低压力线以下。

7.4.4 明管的分节长度除根据地形条件确定外，还应满足下列公式要求：

$$L \leqslant \frac{[\alpha EF(t_1 - t_2) - (A_2 \pm A_4)]L_0}{A_1 + A_2 \pm A_3} \tag{3}$$

式中 L——明管的分节长度（m）；

α——钢管线性膨胀系数（1/℃）；

E——钢管弹性模量（N/cm²）；

F——钢管管壁断面面积（cm²）；

t_1——管道开始滑动时的金属温度（℃）；

t_2——管道安装合拢时的温度（℃）；

A_1——钢管自重下滑分力（N）；

A_2——伸缩接头处的内水压力（N）；

A_3——水对管壁的摩擦力（N）；

A_4——温度变化时伸缩接头处填料与管壁的摩擦力（N）；

L_0——伸缩节至镇墩前计算断面的距离（m）。

（3）式的含义是钢管在温度变化时产生的轴向力，由阻止其变形而产生的阻力所分担，管道不发生滑动，伸缩节处的伸缩变形最小，因而按（3）式计算明管分节长度是偏于安全的。

至于明管直线段上的镇墩间距，日本规定为120～150 m，美国垦务局及太平洋煤气和电气公司规定小于150m。为了安全起见，本规范规定明管直线段上的镇墩间距不宜超过100m。

7.4.6、7.4.7 管道有木管道、铸铁管道、钢管道及预应力钢筋混凝土管道等。在大、中型高扬程泵站工程中，近十年来已不再使用铸铁管，木管只在建国初期的小型工程上使用过，因此本规范不推荐采用这两种管道。

钢管及钢管件使用的钢材性能要求，在国家现行标准《水电站压力钢管设计规范》编写说明中已有详细说明，可参照执行。

为了保证预应力钢筋混凝土管的质量，选材时要注意符合国家定型产品的规格，以便能在工厂定货。

7.4.8 作用在管道上的荷载主要有自重、水重、水压力、土压力以及温度作用等。它们的

水规院科技

计算和组合是比较明确的。在高扬程长管道水压力计算中可考虑以下四种工况：一是设计运用工况下，作用在管道上的稳定的内水压力（即正常水压力）；二是水泵由于突然断电出现倒转的校核运用工况下，产生的最大水锤压力（即最高水压力）；三是水泵出现倒转的校核运用工况下，当某些管段补气不足时产生的负压（即最低水压力）；四是在管道制作或安装工况下，进行水压试验时出现的最大水压力（即试验水压力）。

7.4.9 水力暂态分析是指水泵设计运用工况以外的各种工况水力分析，如7.4.8所述二、三、四种工况下的水压力计算等，其中最重要的是最大水锤压力计算。水锤压力的计算方法常用解析法和图解法等。

7.4.10 明设钢管抗外压稳定的最小安全系数取值与国家现行标准《水电站压力钢管设计规范》规定相同。由于光面管和有加劲环的钢管在失稳后造成事故破坏的程度是不一样的，因此光面管抗外压稳定的最小安全系数定为2.0，有加劲环的钢管抗外压稳定的最小安全系数定为1.8。

对于不设加劲环的明设钢管，当事故停机管内通气不足或当管道转弯角很大时，由于管道中水流倒流，从而产生真空，在大气压力作用下很有可能变形失稳，因此需要进行外压稳定性校核。

7.4.11 为了防止明设光面钢管外压失稳，规定其管壁最小厚度不宜小于（7.4.11）式所规定的数值。（7.4.11）式的推导条件是：外压力为10N/cm^2，钢的弹性模量$E=2.2\times10^5$N/cm^2，泊桑比$\mu=0$，安全系数$K=2$。符合（7.4.11）式的规定的管壁厚度是偏于安全的。

钢管的锈蚀、磨损与其表面防锈蚀措施及工艺关系密切。在钢结构表面进行喷锌保护，效果很好。例如法国丹尼斯运河闸门镀锌80μm，经30年运行检查镀层完好；又如英国某造纸厂闸门镀锌100μm，经25年运行检查镀层完好；再如我国三河闸喷锌80～120μm，经14年运行检查，也没有锈蚀现象。因此，如果对钢管采取这种防锈蚀办法进行表面处理，可以减少或取消所增加的防锈蚀厚度，但我国目前喷锌技术尚未普遍推广，现仍按常规要求，按管壁厚度计算值增加1～2mm防锈蚀厚度。受泥沙磨损较严重的钢管，需增加的耐磨损厚度，应作专门论证。

7.4.12 钢管结构应力分析有第三强度理论（也称为最大剪应力理论）和第四强度理论（也称为畸变能理论）。应用第三强度理论分析应力的结果与试验成果大致相符，其主要缺点是不能反映第二主应力对材料屈服的影响。而应用第四强度理论分析应力则能反映第二主应力对材料屈服的影响，且分析成果比应用第三强度理论更符合试验成果。我国现行国家标准《钢结构设计规范》、国家现行标准《钢闸门设计规范》和《水电站压力钢管设计规范》及目前世界上大多数国家的钢管设计规范都采用第四强度理论进行钢管结构应力分析。

7.4.13 我国目前高扬程泵站出水管道的直径多在1.0m左右，其承受的水头多在100m以内。由于管径较小，压力较低，岔管布置多采用Y型和卜型，其构造要求和计算方法可参照国家现行标准《水电站压力钢管设计规范》的规定执行。

7.4.15 镇墩有开敞式和闭合式两种。开敞式镇墩管道固定在镇墩的表面，闭合式镇墩管道埋设在镇墩内。大、中型泵站一般都采用闭合式镇墩。为了加强钢管与镇墩混凝土的整体性，需在混凝土中埋设螺栓及抱箍，待管道安装就位后浇入混凝土中。由于镇墩是大体

积混凝土，为防止温度变化引起镇墩混凝土开裂，破坏其整体性，应在镇墩表面按构造要求布置钢筋网。座落在较完整基岩上的镇墩，为减少岩石开挖量和混凝土工程量，可在镇墩底部设置一定数量的锚筋，使部分岩体与镇墩共同受力。锚筋的布置应满足构造要求，并需进行锚固力的分析计算。

作用在镇墩上的荷载，荷载组合及镇墩的稳定计算，可采用常规的分析计算方法。安全系数允许值的选用，是一个涉及工程安全与经济的极为重要的问题。例如某高扬程泵站工程出水管道的镇墩设计，其抗滑稳定安全系数：设计运用工况下采用1.30，校核运用（事故停泵）工况下采用1.10；抗倾稳定安全系数：设计运用工况下采用1.50，校核运用（事故停泵）工况下采用1.20。多年来，工程运用情况良好。因此，本规范规定，镇墩抗滑稳定安全系数的允许值：基本荷载组合下为1.30，特殊荷载组合下为1.10；抗倾稳定安全系数的允许值：基本荷载组合下为1.50，特殊荷载组合下为1.20。这与国家现行标准《公路桥涵地基与基础设计规范》中墩台或挡土墙抗滑和抗倾稳定安全系数允许值的规定是基本一致的。

7.5 出水池及压力水箱

7.5.1 出水池应尽可能建在挖方上。如因地形条件必须建在填方上时，填土应碾压密实，严格控制填土质量，并将出水池做成整体式结构，加大砌置深度，尤其应采取防渗排水措施，以确保出水池的结构安全。

7.5.2 出水池主要起消能稳流作用。因此，要求池内水流顺畅、稳定，且水力损失小，这样才能消减出水流道或出水管道出流的余能，使水流平顺而均匀地流入渠道或容泄区，以免造成冲刷。

出水池与渠道或容泄区的连接，一般需设置逐渐收缩的渐变段。渐变段在平面上的收缩角不宜太大，否则池中水位容易壅高，增加泵站扬程，加大电能消耗；但收缩角也不宜太小，否则使渐变段长度过大，增加工程投资。根据试验资料和工程实践经验，渐变段的收缩角宜采用30°～40°，最大不宜大于40°。

出水池池中流速不应太大，否则由于过大的流速，使佛劳德数Fr超过临界值，池中产生水跃，同时与渠道流速也难以衔接，造成渠道的严重冲刷。根据一些泵站工程实践经验，出水池中流速应控制最大不超过2.0m/s，且不允许出现水跃。

7.5.3 压力水箱多用于堤后式排水泵站，且容泄区水位变化幅度较大的情况下。压力水箱可和泵房合建，也可分建。分建式压力水箱应建在坚实地基上，不能建在未经碾压密实的填方上。如压力水箱一端与泵房相连接，应将压力水箱简支在泵房后墙上，以防止产生由于泵房和压力水箱之间的不均匀沉降所造成的危害。

压力水箱是钢筋混凝土框架结构，一般在现场浇筑而成。压力水箱尺寸应根据并联进入水箱的出水管直径与根数而定，但尺寸不宜过小，否则不能满足水箱出口闸门安装和检修的要求。例如某排水泵站，为节省工程量将站址选在紧接原自排涵洞进口处，并将进口改建成压力水箱，其尺寸为6.89m×17.4m×7.2m（长×宽×高），压力水箱底板高程与已建涵洞底板相同，两侧与自排涵洞相接，并设闸门控制，从而较好地解决了自排与抽排相结合的问题，而且节省了附属建筑物的投资。

8 其它型式泵站设计

8.1 竖井式泵站

8.1.1 我国长江上、中游河段的水位变化幅度在10～33m范围。有些河段每小时水位涨落在2m以上。河流流速大，采用竖井式泵站较多，多年来，工程运行情况良好，而且管理也比较方便。因此，本规范规定当水源水位变化幅度在10m以上，且水位涨落速度大于2m/h，水流速度又大时，宜采用竖井式泵站。

8.1.2 集水井与泵房合建在一起，机电设备布置紧凑，总建筑面积较小，吸水管长度较短，运行管理方便。因此，在岸坡地形、地质、岸边水深等条件均能满足要求的情况下，宜首先考虑采用岸边取水的集水井与泵房合建的竖井式泵站。在岩基或坚实土基上，集水井与泵房基础采用阶梯形布置，可减小泵房开挖深度和工程量，且有利于施工。

8.1.3 竖井式泵站的取水建筑物，洪水期多位于洪水包围之中，根据已建竖井式泵站的工程实践，按校核洪水位加波浪高度再加0.5m的安全超高确定工作平台设计高程，即可满足运行安全要求。

在河流上取水，为防止推移质泥沙进入取水口，要求最下层取水口下缘距离河底有一定的高度。根据已建竖井式泵站的运行经验，侧面取水口下缘高出河底的高度取0.5～0.8m，正面取水口下缘高出河底的高度取1.0～1.5m较合适的。因此，本规范规定侧面取水口下缘距离河底高度不得小于0.5m，正面取水口下缘距离河底高度不得小于1.0m。

为了满足安全运行和检修要求，集水井通常用隔墙分成若干个空格。为了保证供水水质要求，每格应至少设两道拦污、清污设施。对于污物、杂草较多的河流，可能需设3～4道。例如某电厂的竖井式泵站，从黄河干流取水，共设置了4道拦污栅，并设置专用的清污设施，以便将污物、杂草清除干净。

具有取水头部的竖井式泵站，自取水头部布置了通向集水井的进水管。为了保证供水要求，进水管数量一般不宜少于两根，当其中一根进水管因事故停止使用时，另一根进水管尚可供水。当进水管埋设较深或需穿越防洪堤坝时，为了减少开挖工程量或避免因管道四周渗流影响堤坝防洪安全，亦可采用虹吸式布置。计算确定进水管直径时，管内流速一般采用1.0～1.5m/s，最小不宜小于0.6m/s。

从多泥沙河流上取水，应设多层取水口。这样，汛期可取表层含沙量较小的水。根据黄河中游的某些取水泵站测验资料，当取表层水时，其含沙量比底层水含沙量减少5%～20%。同时，在集水井内应设清淤排沙设施：大型泵站可采用排污泵（或排泥泵）；中、小型泵站集水井内泥沙淤积不严重时，亦可采用射流泵。为了冲动沉积在底部的泥沙，在井内可设置若干个高压水喷嘴，其个数可根据集水井面积而定，一般可设置4～6个；对于小型泵站集水井，亦可采用水龙带冲沙。

8.1.5 由于圆形泵房受力条件好，水流阻力小，又便于采用沉井法施工，且运行情况良好，

因此竖井式泵房宜采用圆形。

竖井式泵房内面积小，安装机组台数不宜多；否则，布置上有一定的困难。为了满足供水保证率要求，需要有一定数量的备用机组，机组台数也不宜少。因此，泵房内机组台数宜采用3～4台。

8.1.9 竖井式泵房、集水井、栈桥桥墩等基础，均位于河床或岸边，很容易遭受冲刷破坏，因此应布置在最大冲刷线以下。河床最大冲刷线的计算，一般包括河床自然演变引起的自然冲刷、建筑物及其基础压缩水流产生的一般冲刷和建筑物周围水流状态变化造成的局部冲刷等三部分。因河床与岸边受冲刷情况有所不同，基础埋置的安全深度也应有所区别。建筑物基础埋置的安全深度可根据已建泵站、桥墩的实际冲刷调查资料和工程实践经验分析确定。

8.1.10 竖井式泵房的竖向高度较大，而平面尺寸相对较小，在较大的水平荷载作用下，很可能由于基础底部应力不均匀系数的增大，导致基础过大的不均匀沉降和泵房结构的倾斜，这对机组的正常运行是有害的。因此，在进行竖井式泵房设计时，除应满足抗滑、抗浮稳定安全要求外，还应满足抗倾（即计算基础底部应力不均匀系数不超过规定值）的要求。因岸边竖井式泵房与河心竖井式泵房的受力条件有所不同，因此两者的稳定安全要求也有所区别。前者应满足抗滑稳定安全和抗倾要求，后者应满足抗浮稳定安全要求。当然，两者均应首先满足地基允许承载力的要求。

8.2 缆车式泵站

8.2.1 我国已建缆车式泵站，其水源水位变化幅度多在10～35m范围内；当水源水位变化幅度小于10m时，采用缆车式泵站就不经济了。同时，由于泵车容积的限制和对运行的要求，单泵流量宜小、水位涨落速度不宜大。因此本规范规定当水源水位变化幅度在10m以上，水位涨落速度小于或等于2m/h，单泵流量又小时，可采用缆车式泵站。

8.2.2 缆车式泵站泵车数不应少于2台，主要是考虑移车时可交替进行，不致影响供水。根据已建缆车式泵站的运行经验，每台泵车宜布置一条输水管道，移车时接管比较方便。

泵车的供电电缆（或架空线）与输水管道应分别布置在泵车轨道两侧，这是为了防止移车时供电电缆（或架空线）与输水管道互相干扰的缘故。

变配电房、绞车房是缆车式泵站的固定设施，两者均应布置在校核洪水位以上，且在同一高程上，这样管理较为方便。绞车房的位置应能将泵车上移到校核洪水位以上，这是为了满足泵车车身防洪的需要。

8.2.3 泵车布置要求紧凑合理，便于操作检修，同时要求车架受力均匀，以保证运行安全。已建的缆车式泵站泵车内机组平面布置大致有三种形式：一是两台机组正反布置；二是两台机组平行布置；三是三台机组呈“品”字形布置。从运行情况看，两台机组正反布置形式较好，其优点是泵车受力均匀，运行时产生振动小，近年来新建的缆车式泵站均采用此种布置形式。因此，本规范规定，每台泵车上宜装置水泵2台，机组应交错即正反布置。

8.2.4 泵车车型竖向布置宜采用阶梯形，这样可减少三角形纵向车架腹杆高度，增加车体刚度和降低车体重心，有利于车体的整体稳定。

8.2.5 根据调查资料，已建缆车式泵站的泵车车架较普遍存在的主要问题是：在动荷载影

响下，强度和稳定性不够，车架结构的变形和振动偏大等，从而影响到泵车的正常运用。其中有少部分泵车已不得不进行必要的加固改造。经分析认为，车架结构产生较大变形和振动的主要原因是由于轨道下地基产生不均匀沉降，致使轨道出现纵向弯曲，车架下弦支点悬空，引起车架杆件内力加剧，造成车架结构的变形；车架承压竖杆和空间刚架的刚度不足而引起变形；平台梁挑出过长结构按自由端处理，在动荷载作用下，振动严重。因此，在设计泵车结构时，除应进行静力（强度、稳定）计算外，还应进行动力计算，验算振幅和共振等，并应对纵向车架杆件按最不利的支承方式进行验算。

8.2.6 由于泵车一直是在斜坡道上上下移动的，如果操作稍有不当，或绞车失灵，或钢丝绳断裂，很容易造成下滑事故，因此泵车应设保险装置以保证运行安全。

8.2.8 泵车出水管与输水管的连接方式对泵车的运行影响很大。目前已建缆车式泵站的泵车接管大致有三种：柔性橡胶管、曲臂式联络管和活动套管。泵车出水管直径小于400mm时，多采用柔性橡胶管；大于400mm时多采用曲臂式联络管；而活动套管则很少采用。在水位变化幅度较大的情况下，尤其适宜采用曲臂式联络管。因此，本规范规定，联络管宜采用曲臂式；管径小于400mm时，可采用橡胶管。

输水管应沿坡道铺设。对于岸坡式坡道，管道可埋设在地下，宜采用预应力钢筋混凝土管；对于桥式坡道，管道可架设，应采用钢管。

沿输水管应设置若干个接头岔管，供泵车出水管与输水管连接输水用。接头岔管的间距和高差，主要取决于水泵允许吸上真空高度、水位涨落幅度和出水管与输水管的连接方式。当采用柔性橡胶管时，接头岔管间的高差可取1.0～2.0m；当采用曲臂式联络管时，接头岔管间的高差可取2.0～3.0m。

8.3 浮船式泵站

8.3.1 我国已建浮船式泵站，其水源水位变化幅度多在10～20m范围内；当水源水位变化幅度太大时，联络管及其两端的接头结构较复杂，技术上有一定的难度。同时，由于运行的要求和安全的需要，水流速度和水位涨落速度都不宜大。因此本规范规定当水源水位变化幅度在10m以上，水位涨落速度小于或等于2m/h，水流速度较小时，可采用浮船式泵站。

8.3.3 机组设备间布置有上承式与下承式两种：上承式机组设备间，即将水泵机组安装在浮船甲板上，这种布置便于运行管理且通风条件好，适用于木船、钢丝网水泥船或钢船，但缺点是重心高，稳定性差，振动大；下承式机组设备间，即将水泵机组安装在船舱底部骨架上，这种布置重心低，稳定性好，振动小，但运行管理和通风条件差，加上吸水管要穿过船弦，因此仅适用于钢船。不论采用何种布置形式，均应力求船体重心低，振动小，并保证在各种不利条件下运行的稳定性。特别是机组容量较大、台数较多时，宜采用下承式布置。为了确保浮船的安全，防止沉船事故，首尾舱还应封闭，封闭容积应根据浮船船体的安全要求确定。

8.3.5 浮船的稳性衡准系数K即回复力矩M_r与倾覆力矩M_i的比值。浮船设计时，要求在任何情况下均应满足$K \geqslant 1.0$，方可确保浮船不致倾覆。

8.3.6 浮船的锚固方式关系到浮船运行的安全。锚固的主要方式有岸边系缆，船首、尾抛锚与岸边系缆相结合，船首、尾抛锚并增设角锚与岸边系缆相结合等。采用何种锚固方式，

万方数据科技

应根据浮船安全运行要求，结合停泊处的地形、水流状况及气象条件等因素确定。

8.4 潜没式泵站

8.4.1 潜没式泵站是泵房潜没在水中的固定式泵站，适用于水源水位变化幅度较大的情况。为了有利于潜没式泵站泵房结构的抗浮稳定，应尽可能减小泵房体积，泵房内宜安装卧式机组，且台数不宜太多。目前我国已建的潜没式泵站，其水源水位变化幅度多在15～10m范围内，机组台数一般不超过4台。为了防止泥沙淤积，建站处洪水期不宜长，含沙量不宜大。因此本规范规定，当水源水位变化幅度在15m以上，洪水期较短，含沙量不大时，可采用潜没式泵站。

8.4.2 潜没式泵站泵房顶可设置天窗，作为非洪水期通风采光用。天窗结构必须保证启闭灵活、密封性好。为了便于管理运用，要求机电设备应能在岸上进行自动控制。

8.4.4 潜没式泵站泵房的抗浮稳定安全系数允许值，同地面上固定式泵站泵房的抗浮稳定安全系数值一样，基本荷载组合下取1.10，特殊荷载组合下取1.05。

9 水力机械及辅助设备

9.1 主 泵

9.1.1 根据国内已建泵站的选型经验，并考虑到今后的提高和发展，本条规定了主泵选型的基本原则：

一、主泵选型最基本的要求是满足泵站设计流量和设计扬程的要求，同时要求在整个运行范围内，机组安全、稳定，并且有最高的平均效率。

二、要求在泵站设计扬程时，能满足泵站设计流量的要求；在泵站平均扬程时，水泵应有最高效率；在泵站最高或最低扬程时，水泵能安全、稳定运行，配套电动机不超载。

排水泵站的利用率比较低，当需要运行时，又要求在最短时间内排除积水，所以水泵选型时应与一般泵站有所区别，强调在保证机组安全、稳定运行的前提下，水泵的设计流量宜按最大单位流量计算。

三、水泵一般按抽送清水设计。当水源含沙量比较大时，水泵效率下降，流量减少，汽蚀性能恶化。所以，在水泵选型时充分考虑含沙量、粒径对水泵性能的影响是必要的。

四、国家系列产品是指列入水泵型谱的产品，国家已公布淘汰的产品不得选用。已有的系列产品不能满足要求时，应优先考虑采用变速、车削、变角等调节方式达到泵站设计要求。

随着科学技术的不断发展，性能优良的水力模型不断出现。在水泵选型时，应以积极的态度推广使用性能优良的新产品，逐步替代落后的系列产品。新设计的水泵应有比较完整的模型试验资料，并经过鉴定合格后才能使用。大型机组在无任何资料可借鉴，而且原型泵的放大超过10倍时，有必要进行中间机组试验。

五、有多种泵型可供选择时，应考虑机组运行调度的灵活性、可靠性、运行费用、主

江水电科技

机组费用、辅助设备费用、土建投资、上机组事故可能造成的损失等因素进行比较论证，选择综合指标优良的水泵。在条件相同时应优先选用卧式离心泵。

9.1.2 梯级泵站级间流量的良好搭配，是指前一级泵站的来水量与本级泵站的抽水量相适应，不应有弃水或频繁开停机现象。采用阀门调节流量将增加水力损失，增大单位能耗，故不提倡。

从水位变化幅度比较大的河道中取水的第一级泵站，水泵抽水量的变化幅度也比较大，配置的流量调节水泵应适当增加，力求在不同的运行水位时，通过不同的运行台数组合，使泵站总流量均能接近设计流量。以后的各级泵站如果进、出水池水位变化幅度不大时，流量调节水泵的数量可适当减少，流量调节水泵的单泵流量可按主泵流量的1/5或1/10选择。

水泵的变速调节方式有机械调速、鼠笼型异步电动机变极调速、绕线式电动机转差功率反馈调速和变频调速等。选择调速方式时要考虑下列因素：

1. 调速范围的要求；
2. 调速设备的可靠性和运行的灵活性；
3. 设备投资省，节能效果显著。

9.1.3 在含沙介质中工作的水泵，由于大量泥沙颗粒的存在，使叶轮内的流速场和压力场发生畸变，流态将不再符合流动分层，也不符合每层间的液体互不相混杂的假设。因为泥沙颗粒的质量和惯性力与水质点的质量和惯性力有明显差异，所以泥沙颗粒的运动轨迹会偏离水质点的流线。也就是说，泥沙颗粒的存在将使水泵效率、流量、扬程下降，汽蚀性能恶化，在水泵选型时应充分注意到这一点。在含沙介质中工作的水泵，反映最明显的是水泵汽蚀破坏加剧，使用寿命缩短。所以，选择汽蚀性能好的水力模型，提高水泵的汽蚀比转数是比较有效的途径。

从我国黄河沿岸大多数泵站的运行经验看，在相同的含沙量下，水泵叶轮外缘的线速度愈大，汽蚀破坏愈严重。线速度36～40m/s是一个比较明显的界线，所以有一种意见认为水泵叶轮外缘的线速度宜小于36m/s；另一种意见认为水泵叶片出口边外缘的相对速度是影响水泵磨蚀的关键参数，宜限制出水边的相对流速不大于25m/s。对此，本规范未作定量规定。

9.1.4 主泵台数包括工作泵和备用泵，但不包括流量调节泵。主泵的台数选择主要考虑经济性和运行调度灵活性，总台数超过9台是不合适的，若超过9台应有充分论证。

9.1.5 为了保证机组正常检修或发生事故时泵站仍能满足设计流量的要求，设置一定数量的备用机组是非常必要的。对于重要的城市供水泵站，由于机组事故或检修而不能正常供水，将会影响千家万户的生活，也会给国民经济造成巨大损失，所以备用机组应适当增加。

对于灌溉泵站，备用机组台数可适当少，但也需具体分析，区别对待。随着我国外向型农业以及集约型农业经济的发展，某些灌溉泵站的重要性十分明显，这就不能同一而论了。

在设置备用机组时，不宜采用容量备用，而应采用台数备用。

9.1.6 轴流泵和混流泵装置模型试验是指包括进、出水流道在内的水力模型试验。由于低扬程水泵进、出水流道的水力损失对泵站装置效率影响很大，除要求提高泵段效率外，还应提高进、出水流道的效率，选择最佳的流道型线。

9.1.7 采用车削叶轮外径改变水泵性能参数的方法比较简单易行。为保证车削后的水泵叶

轮仍有较高的效率，其最大车削量应符合表 10 的规定。

表 10 水泵叶轮车削限度

比转数	60	120	200	300	350	350 以上
许可最大车削量（%）	20	15	11	9	7	0

9.1.8 水泵的变速调节一般只宜降速使用。水泵转速降低，其流量相应减少。如果此时泵站扬程变化不大，当流量小于设计流量的 20% 时，会引起大量的内部环流，水力损失增大，效率降低。所以，变速范围要视泵站扬程变化情况而定，扬程变化范围愈大，转速变化范围愈大，但要力求保持水泵变速前后的水力相似关系，使变速后的水泵仍能处于高效区运行。所以，变速范围以 0～30% 为宜，最大不超过 50%。

水泵的轴功率与转速的立方成正比，汽蚀余量与转速的平方成正比。水泵若作增速运行，必须验算电动机是否过载，水泵安装高程是否满足要求，同时要验算水泵结构强度及振动等。

9.1.9 为保证配套电动机在水泵的运行范围内不超载，应分别计算最大扬程、平均扬程、最小扬程时的轴功率，取其最大者作为最大轴功率。

在含沙介质中工作的低比转数水泵，随着含沙量的增大，水泵流量随之减少，故水泵轴功率无明显的变化。高比转数水泵，含沙量对水泵轴功率则有明显影响。由于水泵严重磨蚀引起容积效率大为降低，由于空吸或出水流道漏气引起扬程增加，水泵有可能出现超载现象，这是不正常的运行状态，在计算最大轴功率时可酌情考虑。

9.1.10 水泵安装高程合理与否，影响到水泵的使用寿命及运行的稳定性，所以大型水泵的安装高程的确定需要详细论证。

以往我们对泥沙影响水泵汽蚀余量的严重程度认识不足，导致安装高程定得不够合理。近年来，我国学者做了不少实验与研究，所得的结论是一致的：泥沙含量对水泵的汽蚀性能有很大的影响。室内实验证明，泥沙含量 5～10kg/m³，水泵的允许吸上真空高度降低 0.5～0.8m；含沙量 100kg/m³ 时，允许吸上真空高度降低 1.2～2.6m；含沙量 200kg/m³ 时，允许吸上真空高度降低 2.75～3.15m。所以，水泵安装高程应根据水源设计含沙量进行修正。

由于水泵额定转速与配套电动机转速不一致而引起汽蚀余量的变化往往被忽视。当水泵的工作转速不同于额定转速时，汽蚀余量应按下式换算：

$$[NPSH]' = NPSH \left(\frac{n'}{n}\right)^2 \tag{4}$$

式中 $[NPSH]'$——相应于工作转速 n' 的汽蚀余量；

$NPSH$ ——相应于额定转速 n 的汽蚀余量。

9.1.11 将并联运行水泵台数限制在 4 台以内，除了考虑土建投资和管道工程费用因素外，还考虑了对水泵性能的影响。因为水泵总扬程由净扬程和管路水头损失两部分组成，如果一条总管有 4 台水泵并联运行，在设计流量下管路水头损失为 ΔH，当单泵运行时，总管通过流量只有设计流量的 1/4，管路水头损失只有设计值的 1/16，水泵总扬程大为减小，流量增大，效率降低，水泵允许吸上真空高度减小，安装高程需要降低，土建投资也会增大。并联台数愈多，水泵扬程变化范围愈大，对水泵的流量和允许吸上真空高度的影响愈明显。所以，应校核单台水泵运行时的工作点，检查是否

出现超载、汽蚀和效率偏低等情况。比转数低于 90 的水泵，其特性曲线有驼峰出现，同样应考虑能否并联运行。

9.1.12 油压装置的有效容积指油压从 2.5MPa 降低到 2.0MPa 时的供油体积，泵站开机并非同时进行，而且机组运行工况变化比较缓慢，油压装置处于半工作状态，故全站共用一套油压装置即可满足要求。

9.1.13 考虑到叶片调节机构在安装、检修以及运行过程的漏油，有可能污染水源，故城市供水泵站宜采用机械操作。对于已不宜用机械操作的大型水泵，应有一套防止漏油而污染水源的措施。

轴流泵在扬程 3～4m 以下启动，甚至正常运行时，有时出现抬机现象，威胁到机组的安全，建议设反推力装置或限制叶片的最小运行角度。

9.2 进水管道及泵房内出水管道

9.2.1 水泵进水管路比较短，其直径不宜按经济流速确定，而应同时考虑减少进水管水力损失，减少泵房挖深和改善水泵汽蚀性能等因素综合比较确定。一般进水管流速建议按 1.5～2.0m/s 选取。

水泵出水管道一般都比较长，出水管流速需进行技术经济比较确定。我国地域辽阔，地区之间有差别，泵站服务对象也不尽相同，致使电价或运行成本差别较大，出水管流速可在 2.0～3.0m/s 范围内选取。

9.2.2 当进水池水位将影响水泵正常检修时，进水管上应有断流设施。断流设施包括闸门、拍门和阀门等型式，其中采用拍门最经济，但需解决拍门止水密封问题。

曲线形进水喇叭口水力损失比较小，但制造成本比较高。大型水泵一般采用直线形喇叭管，其锥角不宜大于 30°。

9.2.3 为保证水泵进水管有比较好的流态，使其流速分布比较均匀，避免进水池出现漩涡，离心泵进水喇叭管的布置型式（参见图 2）以及与建筑物的距离应符合本条文的规定。

一、喇叭管进口直径 $D \geqslant 1.25d$（d 为进水管直径）。

二、喇叭口与池底距离 F：

喇叭管垂直布置时，$F=(0.6\sim1.0)D$；

喇叭管倾斜布置时，$F=(0.8\sim1.0)D$；

喇叭管水平布置时，$F=(1.0\sim1.25)D$。

三、喇叭口的淹没深度 E：

喇叭管垂直布置时，$E \geqslant (1.0\sim1.25)D$；

喇叭管倾斜布置时，$E \geqslant (1.5\sim1.8)D$；

喇叭管水平布置时，$E \geqslant (1.8\sim2.0)D$。

四、喇叭管中心线与后墙距离 $G=(0.8\sim1.0)D$。

五、喇叭管中心线与侧墙距离为 $1.5D$。

9.2.4 离心泵必需关阀启动，所以出水管路上应设操作阀门。扬程高、管道长的大、中型泵站，事故停泵可能导致机组长时间超速倒转或造成水锤压力过大，因而推荐在水泵出口

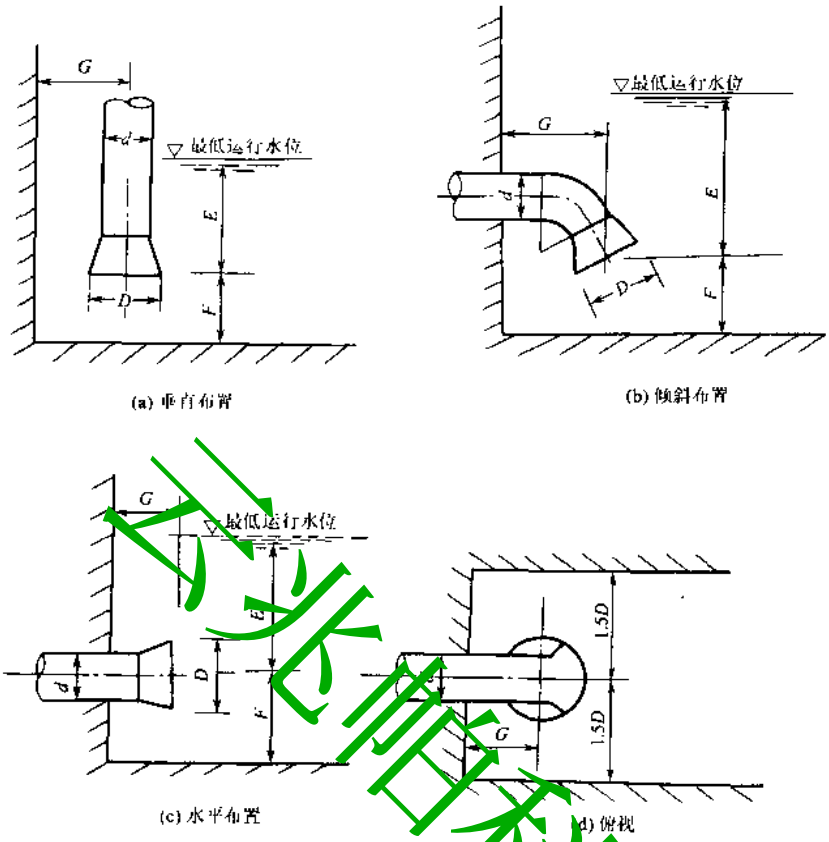


图 2 进水喇叭管布置图

安装两阶段关闭的缓闭蝶阀。根据水泵过渡过程理论分析，水泵从事故失电至逆流开始的这个时段，如果阀门以比较快的速度关闭至某一角度（65°～75°），不致于造成过大的水锤压力升高或降低。管道出现逆流或稍后的某一时刻（如半相时间），阀门必须以缓慢的速度关闭至全关。由于阀门开始慢关时，阀瓣已关至某一角度，作用于水泵叶轮的压力已很小，虽然慢关时段较长，也不会使机组产生大的逆转速度。两阶段关闭蝶阀可以减少水锤压力，减小机组逆转速度，又能动水启闭，有一阀多用的特点。

普通止回阀阻力损失大，能耗高，关闭速度不易控制，势必造成水锤压力过大，故不宜装设。当管道直径小于 500mm 时，可装微阻缓闭止回阀。

离心泵关阀启动时的扬程即零流量时的扬程，一般达到设计扬程 1.3～1.4 倍。所以，水泵出口操作阀门的工作压力应按零流量时压力选定。

9.3 泵站水锤及其防护

9.3.1 当水泵机组事故失电时，管道系统将产生水锤（包括正压水锤和负压水锤）以及机组逆转。水锤压力的大小是管路系统的重要设计依据之一。充分了解水泵在失去动力后管路系统各参数的变化情况，并采取必要的防护措施，确保机组及管路系统的安全，是泵站

设计的重要内容。用简易图解法进行水锤计算精度较差，但仍可以满足可行性研究阶段的要求。在初步设计及施工图设计阶段，应采用精度比较高的计算方法，并将水锤防护措施作为计算的边界条件优化计算结果，从而可以获得比较小的水锤压力和比较小的逆转速度。

9.3.2 事故停泵水锤防护的主要内容应包括以下几方面：

一、防止最大水锤压力对压力管道及管道附件的破坏；

二、防止压力管道内水柱断裂或出现不允许的负压；

三、防止机组逆转造成水泵和电动机的破坏；

四、防止流道内压力波动对水泵机组的破坏。

本条规定的逆转速度不超过额定转速的1.2倍，是根据电动机的有关技术标准制定的。事实上，只要水锤防护设施（如两阶段关闭蝶阀）选择得当，完全有可能将逆转速度限制在很小的范围，甚至不发生逆转。从机组的结构特点看，机组逆转属于不正常的运行方式，容易造成某些部件的损坏，所以希望逆转速度愈小愈好，但也应避免出现长时间的低速旋转。

最大水锤压力值限制在水泵额定工作压力的1.3～1.5倍，主要考虑两方面因素：一是管道系统的经济性；二是采取适当的防护措施，最大水锤压力完全可以限制在此范围内。例如，景泰川电力提灌二期工程最大水锤压力只有额定工作压力的1.2～1.25倍。

由于各地区的海拔高度不同，出现水柱分裂的负压值是不同的，在计算上应注意修正。为了减少管道工程费用，确保管道安全，应采取措施限制管道负压值，当负压达到2.0m水柱时，宜装真空破坏阀。

9.3.3 轴流泵和混流泵出水流道的断流设施主要有拍门和快速闸门。采用虹吸式出水流道时，用真空破坏阀断流。

采用真空破坏阀作为断流设施时，其动作应准确可靠。通过真空破坏阀的空气流速宜按50～60m/s选取。采用拍门作为断流设施时，其断流时间应满足水锤防护要求，撞击力不能太大，不能危及建筑物和机组的安全运行。

采用快速闸门作为断流设施时，应保证操作机构动作的可靠性，其断流时间满足设计要求，同时要对其经济性进行论证。

9.4 真空、充水系统

9.4.1 各种型式的水泵都要求叶轮在一定淹深下才能正常启动。如果经过技术经济比较，认为用降低安装高程方法来实现水泵的正常启动不经济，则应设置真空、充水系统。

虹吸式出水流道设置真空系统，目的在于缩短虹吸形成时间，减少机组启动力矩。如果经过分析论证，在不预抽真空情况下机组仍能顺利启动，也可以不设真空、充水系统，但形成虹吸的时间不宜超过5min。

9.4.2 最大抽气容积是虹吸式出水流道内水位由出口最低水位升至离驼峰底部0.2～0.3m时所需排除的空气容积，即驼峰两侧水位上升的容积加上驼峰部分形成负压后排除的空气容积。

9.4.3 利用运行机组驼峰负压作为待启动机组抽真空时，首先要核算运行机组的抽气量。抽气时间不宜大于10～20min。利用驼峰负压抽气期间，运行机组的扬程增大，轴功率增加，

灌溉排水技术

这种抽气方式是否经济还需详细分析。

9.4.4 抽真空管路系统，尤其是虹吸式出水流道抽真空系统，应该有良好的密封性。若真空破坏阀或其它阀件漏气，驼峰部分的真空度降低，相当于水泵扬程增加，轴功率增大，能耗增加。所以，维持抽真空系统的良好密封具有重要意义。

9.5 排 水 系 统

9.5.1 机组检修周期比较长或检修排水量比较小时，宜将检修排水和渗漏排水合并成一个系统。排水泵单泵容量及台数应同时满足两个系统的要求。两个系统合并时，应有防止外水倒灌入集水井的措施。防倒灌措施建议采用下列方法之一：

一、吸水室的排空管接于排水泵的吸水管上，不得返回集水井；

二、排空管与集水井（或集水廊道）相通时，应有监视放空管阀门开、关状态的信号装置。

9.5.2 两个排水系统合成一个系统时，排水泵流量应按检修排水量确定。检修时，排水泵全部投入，在4～6h内排除吸水室全部积水，然后至少有1台泵退出运行作备用，其余水泵用以排除闸门的漏水。用于渗漏排水时，至少有1台泵作为备用。

9.5.4 大型立式轴流泵或混流泵多数采用同步电动机驱动。机组不抽水时，可作为调相机运行，以补偿系统无功。调相运行时，可落下进水口闸门，利用排水泵降低进水室水位，使叶轮脱水运行。进水室最高水位应离叶轮下缘0.3～0.5m。

9.5.5 为配合排水泵实现自动操作，其出水管应位于进水池最低运行水位以下。为避免鱼类或其它水生生物堵塞排水管，排水管出口可装拍门。

9.5.6 集水井或集水廊道均应考虑清淤以及清淤时的工作条件。

9.5.7 为便于设备检修，在进、出水管路最低点设排空管是非常必要的。在寒冷地区，排空管路积水可以避免冻涨引起的设备损坏。

9.5.8 对于城市给水泵站，含酸污水及生活污水在未经净化处理之前不得排入取水水源中。

9.6 供 水 系 统

9.6.1 泵站的冷却、密封、润滑、消防以及生活供水系统，应根据泵站规模、机组要求。运行管理人员数量确定。水泵的轴承润滑及生活用水要求有比较好的水质，可单独自成系统。

9.6.2 用水对象对水质的要求，主要包括泥沙含量、粒径以及有害物质含量。作为冷却水，泥沙及污物含量以不堵塞冷却器为原则。水质不符合要求时，应进行净化处理或采用地下水。

9.6.3 主泵扬程低于10～15m时，宜用水泵供水，并按自动操作设计。工作泵故障时备用泵应能自动投入。

9.6.5 轴流泵及混流泵站，因机组用水量较大，水塔容积只按全站15min的用水量确定，水塔存水仅满足事故停电时，机组停机过程的冷却用水及泵房的消防用水。

离心泵站用水量较小，水塔容积可按全站2～4h的用水量确定，干旱地区的泵站或停泵期间无其它水源的泵站，应充分考虑运行管理人员的生活用水，水塔或水池的容积应能满足停机期间生活和消防用水的需要。

9.6.9 消防水源可能中断的泵站，一般应配备大型手推车式化学灭火器，喷射距离应满足

泵房灭火的要求。电气设备应配备专用化学灭火器。

9.6.10 本条根据现行国家标准《建筑设计防火规范》有关规定制订。

9.7 压缩空气系统

9.7.2 采用油压操作的轴流泵或混流泵站应设高压气系统，以满足油压装置充气的要求。

9.7.3 油压装置漏气量较少，补气机会不多，故高压气系统可不设贮气罐，但管路设计应保证进入油压装置的压缩空气能得到充分冷却，以降低空气湿度。

9.7.4 若站内必须设高压系统，而低压系统用气量又不大时，低压用气可由高压系统减压供给，此时可不设低压空压机，但必须设低压贮气罐。高、低压系统之间可用管路连接，通过减压阀或手动阀减压后向低压气系统供气，但应设安全阀，确保低压系统的安全。

9.7.6 高压空压机宜按手动操作设计。若泵站确需按自动操作要求设计时，油压装置的压力油罐上应有液位信号器，只有当油位过高，而压力又不足时，才自动向压力油罐补气。

9.8 供油系统

9.8.3 泵站的油再生及油化验任务较小，加之油分析化验技术性较强，运行人员一般难以掌握，故泵站不宜设油再生和油化验设备。大型多级泵站及泵站群，由于机组台数多，用油量大，且属同一管理系统，宜设中心油系统，贮备必需的净油并进行污油处理，可配备比较完整的油化验设备。

9.8.5 当机组充油量不大，机组台数又比较少时，供油总管利用率比较低，管内积油变质后又被带入轴承油槽，影响新油质量，所以宜用油桶加油。

9.8.7 绝缘油和透平油均为不溶于水、不易被分解的物质，油桶或变压器事故排油不得排入河道或输水渠道，以免对环境和水质造成污染。

9.9 起重设备及机修设备

9.9.1 为改善工人劳动条件、缩短检修时间，泵房内应装设桥式起重机。起重机的额定起重量应与现行起重机系列一致。

立式机组起重量按电动机转子连轴的总重量确定，当电动机为整体结构时，应按整机重量确定。

对整体吊装的卧式机组，起重量按电动机或水泵的整体重量选定。

对可解体的卧式机组，起重量按解体后最重部件的重量选定。

9.9.2 起重机的类型应根据装机台数、起重量的大小等因素选定。对机组台数较多、年利用小时数较高的泵站，宜选用电动桥式起重机，否则，可选用手动梁式起重机。

起重量为 5～10t 时，起重机的类型可根据泵站具体情况，参考上述说明自行选定。

9.9.3 起重机的工作制应根据其利用率决定。一般泵站起重机的利用率较低，故起重机的桥架，主起升机构，大、小车运行机构的机械部分以及运行机构的电气设备均可选用轻级工作制。主起升机构的电气设备及制动器、副起升机构及电气设备在机组安装检修期间工作强度大，故应选用中级工作制。

万水信息科技

9.9.6 梯级泵站或泵站群常由一个管理机关管辖。由于设备比较多，维修任务重，宜设置中心修配厂。机修设备按满足主机组及辅助设备的大修要求配置，所配置的机修设备应满足下列零部件加工的要求：

（1）离心泵或蜗壳式混流泵叶轮车削；

（2）水泵轴精车；

（3）一般大件的刨削加工；

（4）端面及键槽加工；

（5）螺孔钻削加工；

（6）叶轮补焊。

中心修配厂尚需配置其它小型机械加工设备。大型和精密零部件的修理应通过与有关机械厂协作加以解决，不得作为确定机修设备的依据。

9.10 通 风 与 采 暖

9.10.1 泵房的通风方式有：自然通风；机械送风，自然排风；自然进风，机械排风；机械送风，机械排风等。选择泵房的通风方式，应根据当地的气象条件、泵房的结构型式及对空气参数的要求，并力求经济实用，有利于泵房设备布置，便于通风设备的运行维护。

泵房的采暖方式有：利用电动机热风采暖，电辐射板采暖，热风采暖，电炉采暖，热水（或蒸气）锅炉采暖等。我国各地区的气温差别很大，需根据各地的实际情况以及设备的要求，合理选择采暖方式。

9.10.2 当主泵房属于地面厂房时，应优先考虑最经济、最有效的自然通风。只有在排风量不满足要求时，才采用自然进风，机械排风。采用其它通风方式需进行详细论证。

对于值班人员经常工作的场所（如中控室），或者有特殊要求的房间，宜装设空气调节装置。

9.10.4 蓄电池室通风主要用于排除酸气和氢气。为防止有害气体进入相邻的房间或重新返回室内，本条规定应使室内保持负压，并使排风口高出泵房屋顶1.5m。

采用镉镍蓄电池或其它不溢出有害气体的新型电池时，可不设通风设施。

9.10.7 根据电气设备及运行人员的需要，计算机室、中控室和载波室的温度不宜低于15℃。

电动机进风温度低于5℃时将引起出力降低。室温过低还会加速电气设备绝缘材料老化过程。故电动机层室温不宜低于5℃。

冬季不运行的泵站当室内温度低于0℃时，对无法排干放空积水的设备应采取局部取暖。

9.10.8 两表系参照现行国家标准《工业企业设计卫生标准》制定。

对于南方部分地区，夏季室外计算温度较高，无法满足一般通风设计的要求，若采用特殊措施又造价昂贵，故表中定为比室外计算温度高3℃。

9.11 水 力 机 械 设 备 布 置

9.11.1 水力机械设备布置直接影响到泵房的结构尺寸，设备布置的合理与否还对运行、维护、安装、检修有很大的影响。所以，在进行水力机械设备布置时，除满足其结构尺寸的需要外，还要兼顾到以下几方面：

万方数据科技

一、满足设备运行维护的要求。有操作要求的设备，应留有足够的操作距离。只需要巡视检查的设备，应有不小于1.2～1.5m的运行维护通道。为便于其它设备的事故处理，需要考虑比较方便的全厂性通道。

二、满足设备安装、检修的要求。在设备的安装位置，应留有一定的空间，以保证设备能顺利地安装或拆卸。需要将设备吊至安装间或其它地区检修时，既要满足吊运的要求，又要满足设备安放及检修工作的需要。

三、设备布置应整齐、美观、紧凑、合理。

9.11.2 影响立式机组段尺寸的主要因素是水泵进水流道尺寸及电动机风道盖板尺寸。在进行泵房布置时，首先要满足上述尺寸的要求，并保证两台电动机风道盖板间有不小于1.5m的净距。

9.11.4 卧式机组电动机抽芯有多种方式。如果在安装位置抽芯，往往需加大机组间距，增大泵房投资。多数情况是将电动机定子与转子一起吊至安装间或其它空地进行抽芯。

9.11.5 边机组段长度主要考虑电动机吊装的要求。有空气冷却器时，还要考虑空气冷却器的吊装。在边机组段需要布置楼梯时，可以兼顾其需要。如果仅仅为了布置交通道或楼梯而加长边机组段，是很不经济的，需要重新研究交通道布置的合理性。

9.11.6 安装间长度主要决定于机组检修的需要。立式机组在安装间放置的大件主要有电动机转子、上机架、水泵叶轮等。由于电动机层布置的辅助设备和控制保护设备比较少，有足够的空地放置上机架及水泵叶轮，所以，在安装间只需放置电动机转子，并留有汽车开进泵房所必需的场地，即可满足机组检修的要求。

卧式机组一般都在机组旁检修，安装间只作电动机转子抽芯或从泵轴上拆卸叶轮之用，利用率比较低，其长度只需满足设备进出入泵房的要求即可。

9.11.7 泵站的辅助设备比较简单。主泵房宽度除应满足设备的结构尺寸需要外，只需满足各层所必需的运行维护通道即可。卧式机组的运行维护通道可以在进、出水管上部布置，其高度应满足管道安装、检修的需要。一般情况下运行维护通道的布置不宜加大泵房宽度。

9.11.8 主泵房高度主要决定于设备吊运的要求。立式水泵最长部件是水泵轴。泵房高度往往由泵轴的吊运决定。如果水泵叶轮采用机械操作，则泵房高度由调节机构操作杆的安装需要决定。

9.11.11 大型卧式水泵及电动机轴中心线高程距水泵层地面比较高。在中心线高程或稍低于中心线高程位置，设置工作平台，以利于轴承的运行维护、泵盖拆卸及叶轮的检查。目前有不少泵站在轴中心线高程设一运行、维护、检修层，或在机组四周加一平台，效果比较好，受到运行人员的欢迎。

10 电 气 设 计

10.1 供 电 系 统

10.1.1 规定了泵站供电系统设计的基本原则和设计应考虑的内容。泵站供电系统设

计应以泵站所在地区电力系统现状及发展规划为依据，是说在设计中应收集并考虑本地区电力系统的现状及发展规划等有关资料。在制订本规范的调查中，曾发现专用变电所、专用输电线和泵站电气联接不合理，使得有的工程初期投资增加，有的在工程投运后还需改造。因此，本条文强调了要“合理确定供电点、供电系统接线方案”等是非常必要的。

10.1.2 通过对12个省（直辖市、自治区）的调查情况看，大、中型泵站容量较大，从几千千瓦到十几万千瓦，有的工程对国民经济影响较大，一般采用专用直配输电线路，设置专用降压变电所，也有从附近区域变电所取得电源，采用直配线供电的，电压一般为6kV或10kV，此时，应考虑变电所其它负荷性质。

变电所的其它负荷也不能影响本泵站电气设备的运行，当技术上不能满足上述要求时，则应采取设专用变电所方案。

10.1.3 “站变合一”的供电管理方式是指将专用变电所的开关设备、保护控制设备等与泵站的同类设备统一进行选择和布置。这种供电管理方式能节省电气设备和土建投资，并且可以相对减少运行管理人员。据对17个工程55个泵站的调查，“站变合一”的供电管理方式占设专用变电所泵站的70%。这种方案在技术上是可行的，经济上是合理的，大多数设计、供电及泵站管理部门都比较欢迎。据此，对于有条件的工程宜优先采用“站变合一”的供电管理方式。

调查中还了解到“站变合一”的供电管理方式在运行管理中存在以下问题：当变电所产权属供电部门时，有两个系统的值班员同室、同台或同屏操作情况，容易造成管理上的矛盾与混乱；或者是供电部门委托泵站值班员代为操作，其检修或试验仍由供电部门负责，这样容易造成运行和检修脱节，有些设备缺陷不能及时发现和处理，以致留下事故隐患。因此，“站变合一”供电管理方式应和运行管理体制相适应。当专用变电所确定由泵站管理时，推荐采用“站变合一”的供电管理方式。

10.2 电气主接线

10.2.1 本条规定了在电气主接线设计时应遵循的原则和应考虑的因素。泵站分期建设时，特别强调了主接线的设计应考虑便于过渡的接线方式，否则会造成浪费。

10.2.2 由12个省、直辖市、自治区的55个泵站的调查发现，主接线大都采用单母线接线，其中单母线分段的占47%，一般有双回路进线时，均采用单母线分段接线。运行实践证明，上述接线方式能够满足泵站运行的要求。

10.2.5 关于站用变压器高压侧接点：当泵站点气主接线为35kV“站变合一”供电方案时，在设计中常将站用变压器（至少是其中一台），从35kV侧接出。这台变压器运行期间可担负站用电负荷，停水期间可作为照明和检修用电。主变压器退出运行，避免空载损耗。如某工程装机功率为6万kW，停水期间主要仅带检修及电热照明负荷运行，每年停水期间主变损耗有功25kW，无功187万kW。

有些地区有第二电源时，在设计中为了提高站用电的可靠性或避免主变停水期间的空

载损耗，常将其中一台站用变压器或另外增加一台变压器接至第二电源上。

当采用 220V 硅整流合闸 48V 蓄电池跳闸直流系统时，为了解决进线开关电动合闸问题，常将站用变压器（有时是其中一台）接至泵站进线处，否则该进线开关只能手动合闸或选用弹簧储能机构。

当泵站采用蓄电池合跳闸直流系统时，站用变压器一般从主电动机电压母线接出。

站用变压器高压侧接线如图 3～图 10。

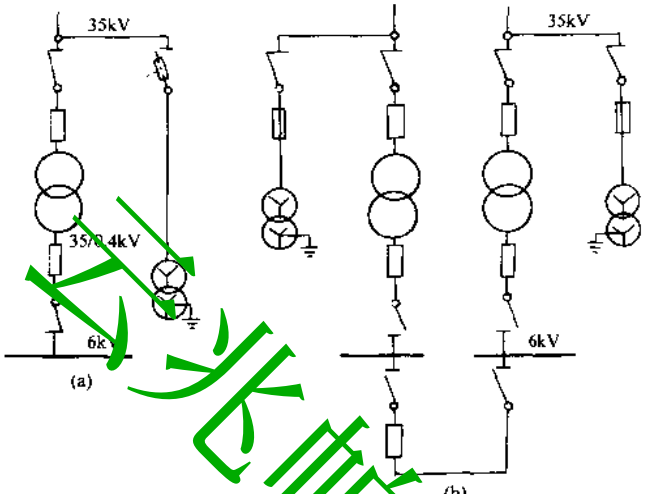


图 3

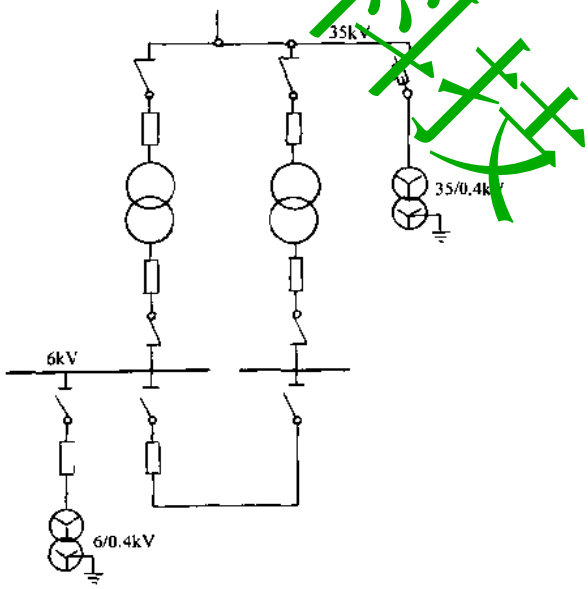


图 4

安光伯科技

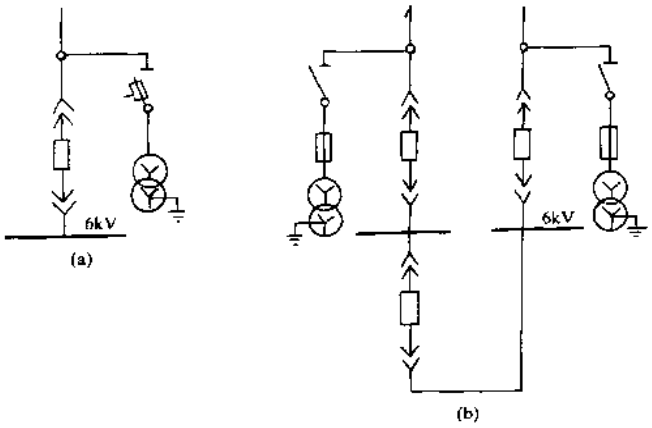


图 5

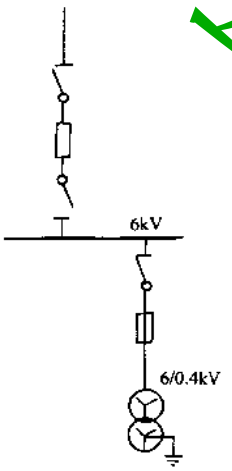


图 6

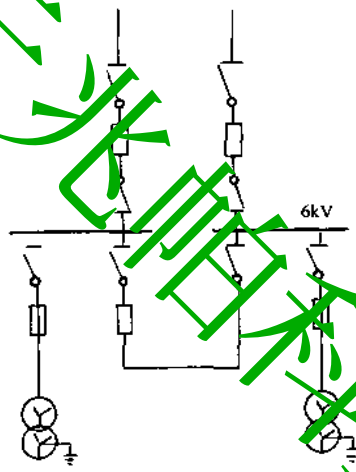


图 7

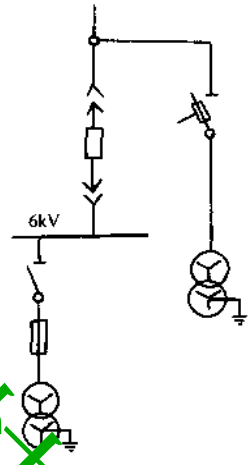


图 8

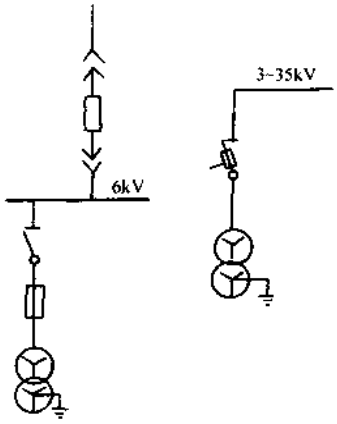


图 9

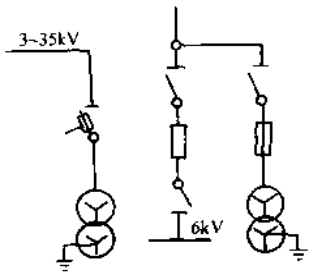


图 10

10.3 主电动机及主要电气设备选择

10.3.3 泵站专用变电所主变压器容量的选择应满足机组起动的要求，主变压器的容量及台数确定应与主接线结合起来综合考虑。

10.3.4 选用有载调压变压器要由电压检验结果而定。排灌泵站年运行时间较短（一般平均为120～200d），开停机组频繁，负荷起落较大；多机组运行时电压降落较大，电压质量不稳定，尤其是一些处于电网末端的泵站，这种现象更为严重。调查中有的泵站降压到20%，这时若再开一台机，就有可能引起电动机低电压保护动作而跳闸。将泵站专用变电所的主变压器改换成有载调压变压器，情况就明显好转。近年来，越来越多的大、中型泵站工程设计选用了有载调压变压器。

10.4 无功功率补偿

10.4.1 本条根据国家有关政策确定了泵站无功功率补偿的基本原则。无功补偿容量的分配应根据泵站的供电系统潮流计算，经技术经济比较确定。无功补偿容量布局要合理，力求做到“就地平衡”。这种方案避免了无功电力在系统中远距离输送，从运行来看，损耗较少，较为经济。从泵站初期投资来看，这种方案与集中补偿方案相比，可使变压器容量、无功补偿容量以及输送导线截面相对减少，从而节省了输变电及无功补偿设备的投资。1983年颁布的《全国供电规则》（以下简称《规则》）及《功率因数调整电费办法》（以下简称《办法》）都强调了无功电力就地补偿，防止无功电力倒送的原则。通过《办法》的执行，还与各运行泵站的经济利益发生关系。按照《办法》中的规定，用户功率因数比规定标准每降低0.01，电价将提高0.5%。对于执行《办法》的期限，原水电部和原国家物价局联合颁布的“关于颁发功率因数调整电费办法的通知”中规定，可以根据情况，拟定措施，但不能晚于1986年底。因此，在设计初期就要从经济运行的角度出发，根据工程情况进行必要的经济核算工作。故本条明确指出无功功率补偿设计要按上述两个文件中有关规定执行。

10.4.2 本条系根据我国有关能源经济政策和国家计委颁发的“关于工程设计中认真贯彻节约能源，合理利用电能，并加速修订补充设计规范的通知”的精神；参照《规则》、《办法》及其条文解释的具体要求而制定的，旨在保证泵站及其工程在计费处的功率因数值不低于国家标准。

从某泵站专用变电所的110kV母线的功率的因数来看，其设计值为0.94，每年的实际运行值均能达到0.9，电力系统处在高功率因数下运行，因此，本条文的规定是完全正确的。

条文的规定值考核处定在计费点，即产权分界点，纯属业务部门的具体规定。

10.4.3、10.4.4 条文中肯定了目前在泵站中采用的两种无功功率补偿的方式。由于同步电动机补偿与静电电容器补偿相比有一些明显的优点，如适应电网电压波动能力较强，能进行无级调节等，所以在经济性比较相差不多的情况下，宜优先采用同步电动机补偿。在这两条文中推荐单机容量以630kW为界分别采用两种补偿方式。

根据《规则》中有关“无功电力就地平衡”的原则，在条文中强调电容器应分组，其分组数及每组容量应与运行方式相适应，达到能随负荷变动及时投入或切除，防止无功电力倒送的要求。

10.5 机 组 起 动

10.5.1 条款规定主电动机起动时，其母线电压降不超过15%额定电压，以保证主电动机顺利完成起动过程。

但经过准确计算，主电动机起动时能保证其起动力矩大于水泵静阻力矩，并能产生足够的加速力矩使机组速率上升。当供电网络中产生的电压降不影响其它用电设备正常运行时，主电动机母线电压降也可大于15%额定电压。

调查情况表明，某泵站主电动机系6000kW同步电动机，直接起动时电压降达23%额定电压；另一泵站主电动机系8000kW同步电动机，直接起动时电压降高达37%额定电压。上述两种同步电动机均能顺利完成起动过程，并已投运多年，起动时未影响与之有联系的其它负荷的正常工作。

无论采用哪种起动方式，根据实际需要均可计算起动时间和校验主电动机的热稳定。

10.5.2 由于我国同步电动机的配套励磁装置尚处于发展阶段，为了慎重起见，在确定最不利运行组合形式时，应进行排列组合计算。

10.6 站 用 电

10.6.2 站用变压器台数的确定，主要取决于泵站负荷性质和泵站主接线。据调查情况表明：站用变压器设置一台的占45%，两台的占35%，三台的占20%。当泵站采用单母线分段时，绝大多数用两台站用变压器；当采用单母线时，一般采用一台站用变压器。

10.7 屋内外主要电气设备布置及电缆敷设

10.7.1 为了便于操作巡视和运行管理，减少土建工程量，节省投资，本条明确要求降压变电站尽可能靠近泵站主泵房与辅机房的高压配电室。在调查中发现有降压变电站远离泵站，进线铝排转弯三次进高压室的不合理的现象。

主变压器尽量靠近泵房，但应满足防火防爆要求。当设置两台主变压器时，其净距不应小于10m，否则应在变压器之间设置防火隔墙，墙顶应高出变压器顶盖1m，宽度应超出变压器的外廓0.5m。变压器与防火隔墙之间以及变压器与泵房防火墙之间的净距不应小于1.2m。如主变压器外廓距泵房墙小于5m时，在主变压器总高度3m以下及外廓两侧各3m以内的泵房墙上，不宜开设门窗或通气孔，当变压器外廓距泵房墙为5～10m时，可在墙上设防火门，并可在变压器高度以上设非燃性固定窗。

10.7.3 是否设置中控室，与泵站性质、装机多少及自动化程度有密切关系。调查表明：20世纪50～60年代设计并投入运行的泵站，多数为就地操作，不单设中控室。70年代以后设计投入运行的泵站，绝大多数采用集中控制方式，一般都设置了控制室。有一些潜没式泵站设置了控制室，是因为这类泵站主泵房与辅机房相隔甚远，虽然机组容量不大，台数也不多，但从运行需要来讲应当设置控制室。有些有条件的地区在对过去设计的泵站进行改建、扩建时，往往也增设了中控室。

主泵房噪声大、湿度大、夏天湿度高，因而劳动条件较差，如设置控制室能大大改善工人的工作条件，投资又不多。因此，今后设计的泵站推荐设置中控室。

水利水电科技

10.7.12 蓄电池室应按防酸、防爆、防火建筑物设计，并应符合国家现行有关标准的规定。调查中发现有一部分灌排泵站蓄电池室设计不符合规程要求，影响泵站主机的安全运行，因而本条作了上述规定。

10.8 电气设备的防火

10.8.1～10.8.16 在国家现行标准《泵站技术规范》中没有“电气设备的防火”这部分内容。我们参照国家现行有关防火设计规范的规定，结合泵站特点，制定了泵站“电气设备的防火”部分共17条规定。

防火设计是一项政策性和技术性很强的工作。本部分针对泵站的电气设备提出了防火要求，根据泵站特点不对主泵房及辅机房进行防火分区，只就主要部位规定了应当采取的消防措施。对蓄电池室的防火，要求按酸性、碱性不同类型的蓄电池区别对待。对于大型泵站和泵站群，不作单独设置消防控制室的规定。自动报警信号可集中在中控室，实行统一监视管理。

10.9 过电压保护及接地装置

10.9.1～10.9.13 这13条规定除参照了国家现行标准《电力设备过电压保护设计技术规程》及《电力设备接地设计技术规程》和《水力发电厂机电设计技术规范（试行）》外，还结合泵站的特点补充了部分内容，提出了一些具体要求。

10.10 照 明

10.10.1～10.10.7 泵站照明在泵站设计中很容易被疏忽，致使泵站建成后常给运行人员带来很大不便，有的甚至造成误操作事故。所以，在这部分条款中，对泵站的照明设计作了一些原则的规定。一般照明的照度不宜低于混合照明总照度的10%，且不低于20lx；事故照明以占工作照明的30%～50%为宜；全部事故照明用电量约占全泵站总照明用电量的15%～20%。在电光源的选择上，规定应选择光效高、节能、寿命长、光色与显色好的新型灯具。

10.11 继电保护及安全自动装置

10.11.4 根据泵站运行特点，一般情况下应设进线断路器（“变站合一”泵站可与变压器出线断路器合用）。

从进线处取得电流，经保护装置作用于进线断路器的保护称为泵站母线保护。

母线保护设定时限速断保护，动作于跳开进线断路器，作为主保护。设定时限速断保护可以与电动机速断保护相配合，使之尽可能满足选择性的要求。

母线设置低压保护，动作于跳开进线断路器，是电动机低电压保护的后备。

当泵站机组台数较多，母线设有分段断路器时，为了迅速切断故障母线，保证无故障母线上的机组正常运行，一般在分段断路器上设置带时限电流速断保护。

10.11.5 从泵站抽水工作流程看，是允许短时停电的，不需要机组自起动。

对于梯级泵站，即使个别泵站或个别机组自起动成功，对整个工程提水也没有意义。相

水利水电科技

反，由于大、中型泵站单机功率或总装机功率较大，自起动容量较大，若自起动将因全站或系统的电流保护动作而使全站或电网重新停电。此外，目前多数高扬程泵站不设逆止阀，当机组失电后可能产生倒转现象；突然恢复供电时，机组重新自起动将会带来一些严重后果。为此，设置低压保护使机组在失电后尽快与电源断开，防止自起动是很有必要的。

10.11.8 从调查的情况来看，主电动机的保护，有的采用GL型过流继电器兼作过负荷及速断两种保护。也有的采用DL型电流继电器作过负荷保护。

虽然水泵机组属平稳负荷，但有时因流道堵塞，必须停机清除杂物，并且根据有关规程规定："起动或自起动条件严重，需要防止起动或自起动时间过长的电动机应装设过负荷保护"；有些资料上也介绍："起动条件较差，起动或自起动时间较长，或不允许自起动时，应设置过负荷保护"，"抽水工程负荷起落较大，电压波动范围大，电压质量可能较差。同时对于大、中型泵站，一般不允许自起动，有时由于某些特殊原因产生自起动时，因为起动容量较大，自起动时间较长，并且可能使机组损坏。"因此，规定大、中型泵站设置过负荷保护是有必要的。

对于同步电动机当短路比在0.8以上并且有失磁保护时，可用过负荷保护兼作失步保护。此时，过负荷保护应作用于跳闸。在设计时，为了使保护接线简单，凡满足以上条件时，通常采用GL型电流继电器兼作电流速断、过负荷及失步保护。

另外，设置负荷保护，可以不增加保护元件就能实现。因此，泵站电动机应设置过负荷保护。

10.11.9 本条是参照国家现行标准《继电保护和安全自动装置技术规程》第2.12.6条要求规定的。

装设于泵站的同步电动机，其短路比一般大于0.8。调查表明：几乎全是采用本规范10.11.9.3的保护方案。该方案的限制条件是主电动机短路比应大于或等于0.8。若小于此值，说明电动机设计的静过载能力较差，其转子励磁绕组的温升值裕度小，失步情况容易产生过热现象。因此，应考虑其它两种失步保护方式。

10.12 自动控制和信号系统

10.12.3 对于泵站主机组及辅助设备的自动控制设计问题，调查中运行、设计单位都认为提高单机自动化程度是十分必要的。单机自动化是实现整个泵站自动控制及分散泵站集中远动控制的基本环节。只有抓好这个基本环节，才能有效地提高泵站自动控制水平。本条所规定的机组按预定程度自动完成开机、停机，在设计中是完全可以办到的。据调查，我国在20世纪70年代以后建设的泵站，大、中型机组基本都按此要求进行设计，但是，也有不少站的自动控制处于停运状态，其原因有以下几点：①部分变换器及自动化元件质量不过关，动作不可靠；②一些测试手段尚未妥善解决；③泵站使用环境条件差，特别是地处黄河流域的一些泵站，水源含沙量大，泥沙的沉积淤塞常常造成一些问题。例如，一些抽黄泵站，泥沙堵塞闸阀，使闸阀电动机在开闸时过负荷，需要运行人员反复开停多次，这给闸阀联入程序控制带来麻烦；有的泵站因泥沙淤塞使抽真空用的电磁阀无法动作。因此，有自动控制手段的这些泵站只好采用分步操作。今后，应着手解决上述问题。对于因具体情况暂时无法实现自动控制的泵站，可以再增加集中分步操作手段，使其能在集中控制室

分步控制机组的开机、停机。因此，执行本条各款规定的前提条件是“确定按自动控制设计”的泵站主机组及辅助设备，不包括那些因具体情况限制或技术条件不具备的泵站机电设备。

10.12.4 是参照国家现行标准《继电保护和安全自动装置技术规程》第3.7.7条“同步电动机应装设强行励磁装置”制定的。目前我国生产的大、中型同步电动机励磁装置定型产品具有自动调节励磁的性能。在调查中发现，单机功率在630kW以上，才选用同步电动机，20世纪70年代以后设计投入运行的泵站，其励磁装置全部采用上述产品；20世纪70年代以前设计中采用直流机励磁的，现已逐步改换为可控硅励磁。

10.13 测量表计装置

10.13.1 泵站电气测量仪表的准确度，与仪表连接的分流器、附加电阻和互感器的准确度以及测量范围等基本要求可参考国家现行标准《电气仪表装置设计技术规程》确定。本条只规定了泵站高压异步电动机测量仪表的装置。对于同步电动机的测量仪表，因考虑到有的泵站有调相任务，或装有可逆式机组，可执行发电机测量仪表设置的规定。

据调查，有些泵站常在控制屏或台面上设置同步机功率因数表以便于监视，因此本条作出了“必要时可在控制室装设功率因数表”的规定。

10.13.2 巡回检测技术已在某些设有中控室的泵站中应用。巡回检测装置可以根据需要巡视或检测泵站各电气参数及其它有关参数如前池水位、电动机绕组和轴承温度，以及管道流量、压力等，并用数字显示。有的装置还具有自动打印和制表功能。这样，就大大减轻了巡视人员的劳动强度。当泵站系统采用远动控制时，巡回检测装置应与遥测装置共用。

10.13.8 本规范适用范围内的泵站用电量较大，投入运行后，一般为本地区电力系统的大用户之一。在设计初期，应按《全国供用电规则》（以下简称《规则》）中有关规定，处理好供用电联接处的一些技术问题，防止产生矛盾。按《规则》要求，计费电度表应装在产权分界处。因具体情况或其它原因不能装在产权分界处时，其变损和线损应由产权所有者负担。当确定本设计范围内有计费电度表时，其测量回路接线，电压降允许值，电流互感器及电压互感器选择和设置等均应按计费电表的有关要求确定。

10.14 操作电源

10.14.3 根据泵站运行经验，事故停电时间按0.5h计，一般能满足要求。“全站最大冲击负荷容量”为采用已颁布的规程规范中的有关规定，对于泵站来讲，应考虑以下两种情况：

一、采用110V或220V合跳闸直流系统的，一般仅需考虑一台断路器的合闸电流；

二、采用48V蓄电池时，最大冲击负荷应按泵站最大运行方式时，电力系统发生事故，全部断路器同时跳闸的电流之和确定。

10.15 通信

10.15.1、10.15.2 通信设计对于泵站安全运行是十分重要的。值班调度员通过通信手段指挥各级泵站开机运行和各渠道管理所合理配水灌溉以及排除工程故障与处理事故。因此，本条规定泵站应有专用的通信设施。在调查中发现一些特殊情况。例如，独立管理的单个

小站或地理位置分散，相互间没有配合要求的泵站群，若设置专用通信网可能造价太高或无能力管理维护等，在这种情况下也可将泵站通信接入当地电信局通信网。

生产电话和行政电话是合一还是分开设置，应根据具体泵站运行调度方式及泵站之间的关系而定。调查中发现，某些单独管理的大型泵站，一般设置行政和调度电话合一的通信设备。但对于一些大、中型梯级泵站，因调度业务比较复杂，工作量较大，有时需要对下属几个单位同时下达命令，采用行政和调度总机合一的方式是不合适的。因此，本条规定梯级泵站宜有单独的调度通信设施，并与调度运行方式相适应。

10.15.4 为了同供电部门的联系，本条规定通信总机应设有与当地电信局联系的中继线。供电部门设有专用线时，可利用中继线通过电信局与供电部门联系，以解决对内联络问题。

10.15.5 本条规定了对通信装置电源的基本要求。当泵站操作电源采用蓄电池组时，在交流电源消失后，通信装置的逆变器应由蓄电池供应；否则，应设通信专用蓄电池。

10.16 电气试验设备

10.16.1 泵站的电气设备应进行定期检修和试验。集中管理的梯级泵站和相对集中管理的泵站群以及大型泵站，由于电气设备多，检修任务大，要负担起本站和所管辖范围内各泵站的电气设备的检修、调试、校验，35kV及以下电气设备的预防性试验等任务，根据国家现行标准《电气设备交接和预防性试验标准》规定，应设中心电气试验室。

在配备35kV及以下预防性电气试验设备时，应注意与所管辖范围内的被试件技术参数相配合。

中心电气试验室设备宜按本规范附录F选用。

10.16.2 对某些偏远、交通不便，委托试验困难的单独泵站，可根据情况设置简单而必要的电气试验设备。对于距离电气试验部门较近或交通方便的单独泵站，可不设电气试验室，委托电气试验部门进行电气试验。

11 闸门、拦污栅及启闭设备

11.1 一般规定

11.1.2 据调查，各类泵站在进水侧均设有拦污栅，这对于保证泵站正常运行起到了重要作用。但有相当多的泵站，由于河渠或内湖污物来量较多，栅面发生严重堵塞，影响泵站的正常运行，甚至被迫停机。较为常见简单可行的办法是在引渠或前池加设一道拦污栅。

拦污栅设置起吊设备的目的，是为了能提栅清污及对拦污栅进行检修或更换。

目前国内大多数泵站，均采用人工清污或提栅清污，但对于污物较多的泵站，即使设置两道拦污栅，也不可能解决污物堵塞的问题，故采用机械清污势在必行。

清污平台应能将污物运走，结合交通桥考虑，可节约投资。据调查，有些泵站将清除的污物随意堆放，未作任何处理，既影响清污效率，也于环保不利。

拦污栅设于站前时，一般可布置成与流向斜交或作成人字形，这样可扩大过水面积，降

低过栅流速，便于清污。

11.1.3 轴流泵及混流泵站出口设断流装置的目的是为了保护机组安全。断流方式很多，其中包括拍门及快速闸门等，为防止拍门或快速闸门也发生事故，参照国家现行标准《闸门设计规范》，要求门前设置事故闸门。对于经分析论证无停泵飞逸危害的泵站，也可以不设事故闸门，仅设检修闸门。

虹吸式出水流道系采用真空破坏阀断流。由于运行可靠，一般可不设事故闸门，但要根据出口高程及外围堤岸的防洪要求设置防洪闸门或检修闸门。

11.1.4 门后设置通气孔，是保证拍门、闸门正常工作，减少拍门、闸门振动和撞击的重要措施。对通气孔的要求是：孔口应设置在紧靠门后的流道或管道顶部，有足够的通气面积并安全可靠。通气孔的上端应远离行人处，并与启闭机房分开，以策安全。

通气孔面积的估算方法，所列公式系根据已建泵站经验提出，同时参考了《大型电力排灌站》（水电版，1984年）所提拍门通气孔面积经验公式和《江都排灌站》第三版（水电版，1986年）推荐采用的真空破坏阀面积经验公式。

11.1.5 泵站停机时特别是事故停机时，如拍门或快速闸门出现事故，事故闸门应能迅速或延时下落，以保护机组安全。

所谓快速闸门启闭机就地操作和自动控制，是指启闭机房的就近操作和中控室的自动控制两种方式，其目的都是使启闭机操作灵活方便。据调查，泵站事故停电时有发生，严重威胁机组安全，因此，启闭机操作电源应十分可靠。目前国内一些大型泵站，均采用交流和直流两套电源，运用效果较好。

11.1.6 据调查，为了检修机组各泵站一般均设有检修闸门。检修闸门的数量各泵站不一，有的泵站每台机组设一套，有的泵站数台机组共设一套。机组的检修期限，国家现行标准《泵站技术规范（管理分册）》有具体规定。每台机组的检修时间，大型轴流泵约需1～3个月。若检修闸门过少，不能按时完成机组检修计划，影响排水。考虑到大泵站机组台数较少，而每台机组的检修时间又较长，故本条规定检修闸门每3台机组设一套。

对机组台数较多（例如10台以上）的泵站，通常因检修能力的限制，同时检修3台机组以上的情况较少，故可不必按上述规定依次类推增加。

11.1.7 泵站检修闸门，一般设计水头较低，止水效果差，严重时影响机组的检修。因此，对检修闸门，一般均采用反向预压措施，使止水紧贴座板，实践证明具有较好的止水效果。

11.1.10 闸门与闸门及闸门与拦污栅之间的净距不宜过小，否则对闸槽施工、启闭机布置、运行以及闸门安装、检修造成困难。

11.1.11 对于闸门、拦污栅及启闭设备的埋件，由于安装精度要求较高，先浇混凝土浇筑时干扰大，不易达到安装精度要求。因此，本条规定应采用后浇混凝土方式安装，同时还应预留保证安装施工的空间尺寸。

因检修闸门一般要求能进入所有孔口闸槽内，故对于多孔共用的检修闸门，要求所有闸槽埋件均能满足共用闸门的止水要求。

11.2 拦污栅及清污机

11.2.1 拦污栅孔口尺寸的确定，应考虑栅体结构挡水和污物堵塞的影响，特别是堵塞比

较严重又有泥沙淤积的泵站，有可能堵塞 1/4～1/2 的过水面积。拦污栅的过栅流速，根据调查和有关资料介绍：用人工清污时，一般均为 0.6～1.0m/s；如采用机械清污，可取 1.0～1.25m/s。为安全计，本条采用较小值。

11.2.2 为了便于检查、拆卸和更换，拦污栅应作成活动式。拦污栅一般有倾斜和直立两种布置形式。倾斜布置一般适用于机械清污，栅体与水平面倾角，参考有关资料，本条取 70°～80°。

11.2.3 拦污栅的设计荷载，即设计水位差，根据国家现行标准《水利水电工程钢闸门设计规范》规定为 2～4m。但对泵站来说，栅前水深一般较浅，通过调查了解，由污物堵塞引起的水位差一般为 0.5m 左右，1m 左右的也不少；严重时，栅前堆积的污物可以站人，泵站被迫停机，此时水位差可达 2m 以上。

拦污栅水位差的大小，与清污是否及时以及采用何种清污方式有关。在目前泵站使用清污机尚不普遍，多数采用人工清污的情况下，为安全计，本条规定按 1.2～2.0m 选用。遇特殊情况，亦可酌情增减。

11.2.4 泵站拦污栅栅条净距，国内未见规范明确规定，不少设计单位参照水电站拦污栅净距要求选用。前苏联 1959 年《灌溉系统设计技术规范及标准》抽水站部分第 361 条，对栅条净距的规定和水电站拦污栅栅条净距相同，即轴流泵取 0.05 倍水泵叶轮直径，混流泵和离心泵取 0.03 倍水泵叶轮直径。

栅条净距不宜选得过小（小于 5cm），过小则水头损失增大，清污频繁。据调查资料，我国各地泵站拦污栅栅条净距多数为 5～10cm，接近本条规定。

11.2.5 从调查中看到有不少泵站拦污栅结构过于简单，有的栅条采用钢筋制作，使用中容易产生变形，甚至压垮破坏。为了保证栅条的抗弯抗扭性能，减少阻水面积，本条要求采用扁钢制作。

使用清污机清污或人工清污的拦污栅，因耙齿要在栅面上来回运动，故栅体构造应满足清污耙齿的工作要求。对于回转式拦污栅或粉碎式清污机，其栅体构造还需特殊设计。

11.2.6、11.2.7 清污机的选型，因河道特性、泵站水工布置、污物性质及来污量的多少差异很大，应按实际情况认真分析研究。粉碎式清污机因将污物粉碎后排向出水侧，没有污物集散场地要求，但应对环境保护作充分论证。

据调查统计，耙斗（齿）式清污机的提升速度一般为 15～18m/min，行走速度一般为 18～25m/min。回转式清污机的线速度，调查资料为 3～5m/min，有关设计院推荐为 3～7m/min，本条综合考虑取 3～5m/min。

11.3 拍门及快速闸门

11.3.1 拍门和快速闸门的选型，应根据机组类型、扬程、水泵口径、流道型式和尺寸等因素综合考虑。

据调查了解，单泵流量较小（8m³/s 以下）时，多采用整体自由式拍门。这种拍门尺寸小，结构简单，运用灵活且安全可靠，因而得到广泛应用。

当流量较大时，整体自由式拍门由于可能产生较大的撞击力，影响机组安全运行；且开启角过小，增加水力损失，故不推荐采用。

目前国内大型泵站多采用快速闸门或双节自由式拍门、液压控制式及机械控制式拍门断流。这些断流方式在减少撞击力及水力损失方面均取得了不同成效，设计时可结合具体情况选用。

11.3.3 拍门水力损失与开启角的大小有关，据调查了解，一般整体自由式拍门开启角为50°～60°，个别的不到40°。实际调查到的拍门开启角情况为50°～60°的有3个泵站；60°以上的有1个泵站；双节式拍门上节门开启角在30°～40°的有6个泵站；40°以上的只有1个泵站。

关于拍门的水力损失，由于开启角过小，有5个泵站降低泵效率达到2%～3%，2个泵站达到4%～5%。

拍门开启角过小时，其水力损失大，特别是长期运行的泵站，其电能损耗相当可观，因此拍门开启角宜加大，但鉴于目前的拍门设计方法不尽完善，开启角又不宜过大，否则将加大撞击力。故本条规定拍门开启角应大于60°，其上限由设计者酌情决定。

对于双节式拍门，本条规定上节门开启角大于50°，下节门开启角大于65°，通过试验观察，其水力损失大致与整体自由式拍门开启角60°时的水力损失相当。上节门与下节门开启角差不宜过大，否则将使水力损失增加，并将加大撞击力，根据模型和原型测试综合分析，本条规定不大于20°。

拍门加平衡重虽然可以加大开度，但动相应增大了撞击力，且平衡滑轮钢丝绳经常出现脱槽事故。因此本条要求采用加平衡重应有充分论证。

11.3.4 双节式拍门上节门高度一般比下节门大，其主要目的是为了增大下节门开启角，同时拍门撞击力主要由下节门决定，下节门高度小于上节门，就能减少下节门撞击力。根据模型试验，上下门高度比适宜范围为1.5～2.0。

11.3.5 轴流泵不能闭阀启动，为防止拍门或闸门对泵启动的不利影响，故应设有安全泄流设施，即在拍门上或在闸门上设小拍门，亦可在胸墙上开泄流孔或墙顶溢流。

泄流孔面积可以根据最大扬程条件、机组启动要求试算确定。先初定泄流孔面积，计算各种流量条件孔口前后水位差。根据此水位差、相应流道水力损失及净扬程计算泵扬程和轴功率，核算电动机功率余量及起动的可靠性，据以确定合理的泄流孔面积。

11.3.7 拍门和快速闸门是在动水中关闭，要承受很大的撞击力，为确保其安全使用，应采用钢材制作。小型拍门一般由水泵制造厂供货。目前拍门最大直径为1.4m，且为铸铁制造。据调查，在使用中出现了不少问题。为安全计，经论证拍门尺寸小于1.2m时，可酌情采用铸铁制作。

11.3.8 拍门铰座是主要受力构件，出现事故的机会较多且不易检修，故应采用铸钢制作，以策安全。

吊耳孔做成长圆形，可减轻拍门撞击时的回弹力，从而减轻对支座的不利影响，并有利于止水。

11.3.10 将拍门的止水橡皮和缓冲橡皮装在门框埋件上，主要是避免其长期受水流正面冲击而破坏，设计时应考虑安装和更换方便。

11.3.11 采用拍门倾斜布置形式，当拍门关闭时，橡皮止水能藉门重紧密压于门框上，使其封水严密。对拍门止水工作面进行机械加工，亦是确保封水严密的措施之一。据调查，拍

门倾角一般在10°以内。

11.3.12 拍门支座一般用预埋螺栓固定在混凝土胸墙上，螺栓因是主要支承受力构件，且维修更换困难，应予以十分重视，故特别提出应有足够的强度和预埋深度。

11.3.13、11.3.14 拍门的开启角和撞击力以及快速闸门的撞击力，可分别按附录G、附录H和附录J计算。

附录中公式的推导过程以及实验数据，参见水利部部标准《泵站技术规范》拍门试验项目成果“泵站拍门近似计算方法”（江苏农学院泵站教研室，1986年）和《江都排灌站》第二版（水电版，1979年）。

11.4 启 闭 机

11.4.1 启闭机型式的选择，应根据水工布置、闸门（拦污栅）型式、孔口尺寸与数量以及运行条件等因素确定。

工作闸门和事故闸门是需要经常操作的闸门，随时处于待命状态。因此，宜选用固定式启闭机；有控制的拍门和快速闸门因要求能快速关闭，故应选用快速卷扬启闭机或液压启闭机；而检修闸门和拦污栅一般不需要同时启闭，故当其数量较多时，为节省投资，宜选用移动式启闭机或小车式葫芦。

11.4.4 据调查，泵站运行期间，事故停电时有发生。为确保机组安全，快速启闭机应设有紧急手动释放装置，当事故停电时，能迅速关闭闸门。

12 工程观测及水力监测系统设计

12.1 工 程 观 测

12.1.1 泵站工程观测的目的是为了监视泵站施工和运行期间建筑物沉降、位移、振动、应力以及扬压力和泥沙淤积等情况。当出现不正常情况时，应及时分析原因，采取措施，保证工程安全运用。

12.1.2 直接从天然水源取水的泵站，特别是低洼地区的排水泵站，大部分建在土基上。由于基础变形，常引起建筑物发生沉降和位移。因此，沉降观测是必不可少的观测项目。沉降观测常通过埋设在建筑物上的沉降标点进行水准测量，其起测基点应埋设在泵站两岸，不受建筑物沉降影响的岩基或坚实土基上。

水平位移观测是以平行于建筑物轴线的铅直面为基准面，采用视准线法测量建筑物的位移值。工作基点和校核基点的设置，要求不受建筑物和地基变形的影响。

12.1.3 目前使用的扬压力观测设备多为测压管装置，由测压管和滤料箱组成。通过读取测压管的水位，计算作用于建筑物基础的扬压力。实际运用表明，测压管易被堵塞。设计扬压力观测系统时，应对施工工艺提出详细要求。目前已有用于测量扬压力的渗压计，埋设简单，但电子元件性能不稳定，埋在基础下面时间久可能失灵。

12.1.4 对泥沙的处理是多泥沙水源泵站设计和运行中的一个重要问题。目前，泥沙对泵

安水信息科技

站的危害仍然相当严重。对水流含沙量及淤积情况进行观测，以便在管理上采取保护水泵和改善流态的措施。同时也可为研究泥沙问题积累资料。

12.1.5 对于建筑在软基上的大型泵站，或采用新型结构、新型机组的泵站，为了监测结构应力、地基应力和机组运行引起的振动，应考虑安装相应测量仪器的要求，预埋必要部件或预留适宜位置。观测应力或振动的目的，是检查工程质量，对工程的安全采取必要的预防措施，并为总结设计经验积累资料。

12.2 水力监测系统

12.2.1 根据泵站科学管理和经济运行的要求，对泵站运行期间水位、压力、单泵流量和累积水量进行经常性的观测是十分必要的。观测设备和系统的设置应明确规定为设计者应完成的一项设计内容。

12.2.2 在泵站进水池和出水池分别设置水位标尺，它既是直接观测和记录水位的设施，又是定期标定水位传感器的基准。监测拦污栅前后的水位落差是为判断污物对拦污栅的堵塞情况，以便启动清污机械或用人工进行清淤。

12.2.3 测量水泵进口和出口的真空和压力值是计算水泵效率的需要，同时还可判断水泵的吸水和汽蚀情况。对于真空或压力值不大于3×10^4Pa的泵站，采用水柱测压管既可以提高测量的精确度，同时又有经济可靠的特点。

12.2.4 在泵站现场，应根据水泵装置的条件，选择流态和压力稳定的位置，进行单泵流量及水量累计监测。由于大型流量计在室内标定比较困难，而且费用高，一般宜在现场进行标定。

12.2.5～12.2.7 根据能量平衡的原理，利用流道（或管道）过水断面沿程造成的压力差来计算流量，是泵站流量监测的一种简单、经济、可靠的技术，已为生产实践所证实。

12.2.8 弯头流量计在一些国家已形成系列产品。利用水泵装置按工程要求安装的弯头配置差压测量系统即可作为水泵流量的监测设备。弯头量水具有简单、可靠、经济、便于推广、不因量水而增加管路系统阻力等优点，其测量精度满足泵站技术经济管理的要求，弯头流量计的应用已在实验室和生产实践中得到证实。

中华人民共和国行业标准

泵站施工规范

Construction code for pumping station

SL234—1999

主编单位：湖北省水利厅
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1999年4月1日

万方电子科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《泵站施工规范》SL234—1999的通知

水国科［1999］117号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利部农村水利司主持，以湖北省水利厅为主编单位制定的《泵站施工规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《泵站施工规范》SL234—1999

本标准自1999年4月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九九年三月二十三日

农业知识科技

前　言

根据泵站施工需要及水利部水利水电技术标准制定、修订计划的要求编制《泵站施工规范》。

《泵站施工规范》主要包括以下内容：

——总则；
——施工测量；
——地基与基础；
——泵房施工；
——流道与管道施工；
——进、出水建筑物施工；
——观测设施和施工期观测；
——水工金属结构安装。

本规范解释单位：水利部农村水利司
本规范主编单位：湖北省水利厅
本规范参编单位：江苏省水利厅
本规范主要起草人：冯训文　孟宪亮　李瑞红
封文堪　李玉森　刘大俊
刘良仕　龚兆璜　刘西凉
顾宇平　赵乐诗

水利出版社科技

目　次

1　总则 …… 541
2　施工测量 …… 541
3　地基与基础 …… 545
4　泵房施工 …… 554
5　流道与管道施工 …… 566
6　进、出水建筑物施工 …… 570
7　观测设施和施工期观测 …… 575
8　水工金属结构安装 …… 576
附录A　普通模板及支架的计算荷载 …… 584
附录B　平面闸门埋件安装允许公差与偏差 …… 586
附录C　小车轨道安装允许公差与偏差 …… 588
附录D　桥架和门架的组装允许公差与偏差 …… 589
附录E　运行机构安装允许公差与偏差 …… 590
本规范用词和用语说明 …… 590
条文说明 …… 592

万水帕科技

1 总 则

1.0.1 为统一泵站施工技术标准，保证泵站施工质量，使泵站工程施工做到优质、安全、经济，保证工期，方便管理，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的施工。对于小型泵站的施工，可参照使用。

1.0.3 泵站施工前，必须根据主管部门批准的设计文件编制施工组织设计和复杂重点工程部位的施工措施设计。

1.0.4 泵站工程应按监理工程师认可签发的图纸施工。如需修改，应报监理工程师处理。

1.0.5 泵站工程施工应积极采用经过试验和鉴定的新技术、新材料、新设备和新工艺。

1.0.6 泵站工程施工必须建立完整的施工技术档案。

1.0.7 泵站工程施工质量评定和施工中间与竣工验收，应按SDJ249—88《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》与SD204—86《泵站技术规范》（验收分册）有关规定执行。

1.0.8 泵站工程施工除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 施 工 测 量

2.1 一 般 规 定

2.1.1 施工测量应包括下列内容：

1 根据泵站施工总体布置图和有关资料，按施工需要布设施工控制网。

2 针对泵站工程施工各阶段的不同要求，进行施工放样及检查工作。

3 提供泵站工程局部施工布置所需要的测绘资料。

4 泵站建筑物外部变形观测点的埋设和施工期的定期观测工作。

5 泵站建筑物的几何形体的竣工测量。

2.1.2 施工平面控制网的坐标系统，宜与规划设计阶段的坐标系统相一致。也可以根据施工需要建立与设计阶段的坐标系统有换算关系的施工坐标系统。施工高程系统，必须与设计阶段的高程系统相一致，并应根据需要与就近国家水准点进行联测。

2.1.3 施工测量主要精度指标应符合表2.1.3的规定。

2.1.4 对于测绘仪器与工具，必须做到及时检查校正，加强维修保养，定期检修和率定，使其保持良好状态。

2.1.5 各种外业手簿的原始记录，必须做到数据真实、字迹清楚、端正齐全，严禁涂改转抄与事后补记。

万水标准科技

2.1.6 未作规定的事项，应按 SL52—93《水利水电工程施工测量规范》的有关规定执行。

表 2.1.3 施工测量主要精度指标 (mm)

项目		精度指标			说明
分部工程	部位	内容	平面位置中误差	高程中误差	
混凝土	泵站底板	轮廓点放样	±20	±20	①平面相对于轴线控制点（泵址中心轴线标志点）；②高程相对于工地水准基点
	进、出水流道和泵井	轮廓点放样	±10	±10	
	岸墙、翼墙	轮廓点放样	±25	±20	
	消力池、铺盖	轮廓点放样	±30	±30	
浆砌石	岸墙、翼墙	轮廓点放样	±30	±30	
	护底、海漫、护坡	轮廓点放样	±40	±30	
干砌石	护底、海漫、护坡	轮廓点放样	±40	±30	
土石方开挖		轮廓点放样	±50	±50	包括上方保护层开挖
泵站机电设备与金属结构安装		安装点	±（1～3）	±（1～3）	相对于建筑物安装轴线和相对水平度
施工期间外部变形观测		水平位移测点	±（3～5）	-	相对于观测基点
		垂直位移测点	--	±（3～5）	

2.2 施工测量

2.2.1 平面控制网的布置以轴线网为宜，如用三角网则，泵站轴线宜作为三角网的一个边。

2.2.2 根据泵站中心线标志，测设轴线控制的标点（简称轴线点），其相邻标点位置的中误差应符合表 2.2.2 的规定。

表 2.2.2 主要轴线点点位中误差限值 (mm)

轴线类别	相对于邻近控制点点位中误差
上建轴线	±10
安装轴线	±5

2.2.3 平面网控制测量等级，宜按四等三角和一、二级小三角与一、二级导线测量的有关技术要求进行，如表 2.2.3-1 和表 2.2.3-2 所示。

2.2.4 平面控制点，应选埋于通视良好，有利于扩展，方便放样，地基稳定且能较长期保存的地方。平面控制网建立后，应定期进行复测，若发现控制点有位移迹象时，应进行检测，其精度应不低于测设的精度。

表 2.2.3-1 三角网主要技术要求

等级	相对中误差		测回数		测角中误差 (mm)	三角形最大闭合差 (mm)
	起始边	最弱边	DJ_2 型	DJ_6 型		
四等三角	1/80000	1/40000	6		±2.5	±9
一级小三角	1/40000	1/20000	2	6	±5	±15
二级小三角	1/20000	1/10000	1	2	±10	±30

表 2.2.3-2 一、二级导线测量的主要技术要求

等级	导线总长度（km）	导线边长（m）（平均）	量距相对误差	导线轴线闭合差	测回数 DJ₂型	测回数 DJ₆型	测角中误差（mm）	方位角闭合差（mm）	注
一级导线	2.4	100～300（200）	1/10000	1/10000	2	1	±5	$\pm 10\sqrt{n}$	n为测站数
二级导线	1.2	50～150（100）	1/5000	1/5000	1	2	±10	$\pm 20\sqrt{n}$	

2.2.5 施工水准网的布设，应按由高到低逐等控制的原则进行。接测国家水准点时，必须接测两点以上，检测高差符合要求后，才能正式布网。

2.2.6 工地水准基点，宜设地面明标与地下暗标各一座。大型泵站应设置明标与暗标各两座。基点位置应设在不受施工影响、地基坚实、便于保存的地点，埋设深度应在冰冻层以下0.5m，并浇灌混凝土基础。

表 2.2.7 高程控制测量的等级要求

施测部位	水准测量等级
大型泵站垂直变形	二
大型泵站水准网布设	二或三
大型泵站垂直变形中型泵站水准网布设	三
大、中型泵站进、出水渠道主要混凝土建筑物	四
一般土石方工程	五

2.2.7 高程控制测量等级要求，应按照表2.2.7执行。

2.2.8 高标测量的各项技术要求，应按照表2.2.8执行。

2.2.9 放样前对已有数据、资料和施工图中的几何尺寸（包括修改通知单），应认真进行检核，确认无误后，才可作放样的依据。严禁凭口头通知或未经批准的草图放样。

表 2.2.8 高程测量的技术要求

水准等级 \ 项目	标尺类型	水准仪型号	视线长度（m）	前后视距差（m）	前后视距累计差（m）	视线离地面高度（m）	基辅分划（红黑面）读数差（mm）	往返较差、环线或附合闭合较差 平原（mm）	往返较差、环线或附合闭合较差 山地（mm）	说明
二	因瓦	DS_1	≤50	≤1.0	≤3.0	≥0.3	0.5	$\pm 4\sqrt{4}$		n——水准测量单程测站数，每千米多于16站时，按山地计算闭合差； L——水准测量路线长度（km），当成像显著，清晰稳定时，视线长度可按表中规定放长20%。
三	因瓦 双面	DS_1 DS_3	≤100 ≤75	≤2.0	≤5.0	三丝能读数	1.0 2.0	$\pm 12\sqrt{L}$	$\pm 3\sqrt{n}$	
四	双面	DS_3	≤80	≤3.0	≤10.0		3.0	$\pm 20\sqrt{L}$	$\pm 5\sqrt{n}$	
五（等外）	双面（单面）	DS_3	≤100	大约相等	—		—	$\pm 30\sqrt{L}$	$\pm 10\sqrt{n}$	

水利电力出版社

2.2.10 泵站底板上部立模的点位放样，宜以轴线控制点直接测放出底板中心线（垂直水流方向）和泵站进、出水流道中心线（顺水流方向），其中误差要求为±2mm；然后用钢尺直接丈量弹出站墩、门槽、胸墙、岸墙、工作桥等平面立模线和检查控制线，以便进行上部施工。

2.2.11 泵站金属结构预埋件的安装放样点测量精度指标应符合表2.2.11的要求。

表2.2.11 金属结构与机电设备安装测量的精度指标 (mm)

项目	细部	允许偏差		备注
		平面	高程	
平面闸门安装	(1)底槛	±2	±2	相对门槽中心线
	(2)门楣	±1	±2	
	(3)主反轨间距和侧轨间距	−1～+4		
机泵安装	(1)泵体、底座等埋件	±2	±3	相对机组中心线和高程基准线
	(2)叶轮环安装中心及方位误差	±(2～5)	高程±3 水平度0.5	
	(3)电动机底座埋件	±2	±3	
	(4)进、出水管道	±2	±3	
压力钢管安装	(1)支墩垫板	±3	±3	相对钢管安装轴线和高程基点
	(2)始装节及弯道起点管口中心位置	±5	±5	
拦污栅安装	(1)底槛	±3	±3	
	(2)主反轨测点	±2		
起重机轨道安装	轨距	±5	(1)同跨两条行轨道相对高差小于10； (2)坡度不大于1/1500	一条轨道相对于另一条轨道

2.2.12 立模、砌（填）筑高程点放样应符合下列规定：

1 为混凝土立模和混凝土抹面层以及金属结构预埋安装使用的高程点，均应采取有闭合条件的几何水准法测设。

2 对软土地基的高程测量应考虑土壤沉降值。

3 机泵预埋件的安装高程和泵站上部结构的高程测量，应在泵房底板上建立初始观测基点，采取相对高差进行控制。

2.2.13 竣工测量及归档资料应包括下列内容：

1 施工控制网（平面、高程）的计算成果。

2 主要水工建筑物的建基面和进出水渠道的平面、断面图。

3 实测建筑物过流部位及其他主要部位的竣工测量成果（坐标表、平面和断面图）。

4 外部变形观测设施和竣工图表及施工期变形观测资料。

5 有特殊要求部位的测量资料。

3 地基与基础

3.1 一般规定

3.1.1 地基与基础工程施工应按以下程序进行：

1 修筑道路，平整场地。

2 设置施工平面与高程控制网点，进行测量放样。

3 布设排水和降低地下水位的设施。

4 开挖基坑，并按设计要求堆放（或利用）挖出的土石料。

5 对需要处理的松软土、膨胀土、湿陷性黄土等地基，应按设计认真处理。

3.1.2 对需要处理的地基，宜选择有代表性场地，进行施工前现场试验或试验性施工。

3.1.3 凡已处理的地基，应经检验合格后再进行下道工序施工。

3.1.4 有度汛要求的泵站工程，应按施工措施设计构筑度汛工程。

3.1.5 施工中发现文物古迹、化石以及测绘、地质、地震、通信等部门设置的永久性标志和地下设施时，均应妥善保护，并及时报请有关部门处理。

3.2 排水与降低地下水位

3.2.1 泵站施工区排水系统，应根据站区地形、气象、水文、地质条件、排水量大小进行施工规划布置，并与场外排水系统相适应。基坑外围应设置截水沟。

3.2.2 基坑排水包括初期排水与经常性排水。基坑初期排水量由基坑（或围堰）范围内的积水量、抽水过程中围堰及地下渗水量、可能的降水量等组成，应通过计算确定。基坑经常性排水应分别计算渗流量、排水时降水量及施工弃水量，但施工弃水量与降水量不应叠加，应以二者中的数值大者与渗流量之和来确定最大抽水强度，配备相应设备。

3.2.3 基坑排（降）水，应根据工程地质与水文地质情况，分别选定集水坑或井点等方法。

对于无承压水土层，可采用集水坑排（降）水法。对于各类砂性土、砂、砂卵石等有承压水的土层，可采用井点排（降）水法。

3.2.4 集水坑排（降）水应符合下列规定：

1 集水坑和排水沟应设置在基础底部轮廓线以外一定距离处。

2 集水坑和排水沟应随基坑开挖而下降。集水坑底应低于基础底 1.0m 以下。

3 基坑挖深较大时，应分级设置平台和排水设施。

4 排水设备能力应与需要抽排的水量相适应，并有一定的备用量。

3.2.5 井点排水可采用轻型井点和管井轻型井点两类。井点类型的选择宜考虑透水层厚、埋深、渗透系数及所要求降低水位的深度与基坑面积大小等因素，进行分析比较确定。

3.2.6 采用井点排水，应根据水文地质资料和降低地下水位的要求进行计算，以确定井点数量、位置、井深、抽水量以及抽水设备型号。必要时，可做现场抽水试验，确定计算参数。

3.2.7 采用轻型井点，基坑宽度大于 6m 时宜采用双排井点或环形井点布置。降深超过 5m

时宜采用二或三级（层）井点。孔距一般为0.8～1.6m，最大不宜超过3m。

3.2.8 轻型井点施工应符合下列规定：

1 应按以下顺序进行安装：敷设集水总管、沉放井点管、灌填滤料、连接管路、安装抽水机组。

2 各部件安装均应严密、不漏气。集水总管、井点管宜用软管连接，集水总管、集水箱宜接近天然地下水位。

3 冲孔直径不应小于300mm，孔底应比管底低0.5m以上。

4 在井点管与孔壁之间填入砂滤料时，管口应有泥浆冒出，或向管内灌水时，能很快下渗，方为合格。

5 井点系统安装完毕，应及时试抽，合格后将孔口以下0.5m范围用粘性土填塞密封。

3.2.9 实际井点数宜为计算数的1.2倍，管井井点总降水位宜低于工程要求值0.5m。

3.2.10 管井井点施工应符合下列规定：

1 管井可用钻孔法成孔，且宜采用清水固壁。如需用泥浆固壁时，应按本规范3.4.4的有关规定执行。

2 管井各段的连接应牢固，清洗、检查合格后方可使用。

3 滤网（滤布）应紧固于滤水管上，井底滤料应按级配分层连续均匀铺填。

4 成井后，应及时采用分级自上而下和抽停相间的程序抽水洗井。

5 试抽时，应调整水泵抽水量，达到预定降水高程。

3.2.11 井点抽水期间，应按时观测水位和流量，并做好记录。随时监视出水情况，如发现水质浑浊，应分析原因及时处理，必要时，可增设观测井。对轻型井点应观测真空度。

3.2.12 井点排水结束后，应按设计要求进行填塞。

3.2.13 应注意地下水位降低后对邻近建筑物可能产生的不利影响。应设立沉降观测点进行观测，必要时应采取防护措施。

3.2.14 排（降）水应有可靠电源和一定的备用设备。

3.3 基 坑 开 挖

3.3.1 基坑的开挖断面应满足设计、施工和基坑边坡稳定性的要求。

3.3.2 采用水力冲挖应注意下列事项：

1 保证水源、电源与排泥场地。

2 挖土应分块分段、先周边后中间、分层进行，每层深度为2～3m。

3 机组应均匀布设，间距宜为20m。

4 排泥场的围埂应分层夯实。

3.3.3 根据土质、气候和施工情况，基坑底部应留0.1～0.3m的保护层，待基础施工前再分块依次挖除。

3.3.4 基础底面不得欠挖和超挖，若有局部超挖应用混凝土填筑。

3.3.5 应及时处理在基坑开挖中可能出现的异常现象。

3.3.6 在0℃以下施工，基础保护层挖除后，应立即采取可靠防冻措施。

3.3.7 对于岩石地基的基坑开挖，应按SL47—94《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术

规范》的有关规定执行。

3.4 地 基 处 理

3.4.1 采用振冲法进行地基处理应符合下列规定：

1 处理不排水、抗剪强度不小于20kPa的粘性土、粉土、饱和黄土和人工填土等地基可采用振冲置换法。处理砂土和粉土等地基可采用振冲挤密法。处理粘粒含量小于10%的粗砂、中砂地基可采用不加填料的振冲挤密法。

2 采用振冲置换法时，填料宜用角砾、碎石、砾砂或粗砂，不宜使用砂石混合料。填料粒径以20～50mm为宜，含泥量不应超过5%，且不得含粘土块。

3 振冲法所用施工设备应符合下列要求：

1）应根据土质情况和工程要求合理选用振冲器的功率、振动力和振动频率。

2）起重设备的起重能力和提升高度，应满足施工和安全要求，起重能力宜为80～150kN。

3）振冲器的出口水压宜为0.4～0.8MPa，供水量宜控制在200～400L/min。

4）应有控制质量的装置。

4 施工前应进行现场试验，确定反映密实程度的电流值、留振时间及填料量等施工参数。

5 振冲施工可按一定的顺序进行，土质等差时宜采用间隔跳打法。

6 造孔时，振冲贯入速度以1～2m/min为宜，且每贯入0.5～1.0m宜悬挂留振。

7 制桩填料时宜保持小水量补给，填料应均匀对称，且自下而上边振边填，每次填厚不宜大于0.5m。

填料密实度以振冲器留振时的工作电源达到规定值为控制标准。

8 施工中应随时检查填料量、密实电流值、留振时间等施工参数。

9 成桩孔位中心与设计孔位中心偏差不宜大于100mm，完成后的桩顶中心偏差不应大于0.3倍桩孔直径。

10 制桩完毕后，应检查有无漏桩，对桩顶不密实部分应挖除或采取其他方法使其密实。

11 砂土与粘性土等细粒土地基振冲加固效果的检验，应分别在加固7d及15d后进行。对桩间土可采用标准贯入、静力触探及取土试验等方法检验。复合地基可采用静荷载试验方法检验。

12 不加填料的振冲挤密法的施工过程和要求与振冲置换法相同（加填料部分除外）。

3.4.2 采用高压喷射灌浆进行地基处理应符合下列规定：

1 砂性土、粘性土及人工填土等地基的加固或防渗可采用高压喷射灌浆。

对地下水具有侵蚀性、地下水流速过大和已发生涌水的地基，以及地基土中含有大粒径块（卵）石及淤泥与泥炭土地基，均应通过试验确定采用高压喷射灌浆的可行性。

2 制作直径0.6～1.2m的旋喷桩可采用单管法，制作直径0.8～1.6m的旋喷桩可采用二管法，制作直径1.2～2.2m的旋喷桩或修筑防渗板墙可采用三管法。

3 水泥浆液宜用325号或425号硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥制成，水泥浆液的配合比和外加剂用量应通过试验确定。

4 每批水泥应作质量鉴定，不得使用不合格水泥。水泥浆所用水的质量，应符合混凝土拌合用水的标准。

5 水泥浆的水灰比可为 1.5∶1～1∶1，水泥浆液应搅拌均匀，随拌随用。余浆存放时间不宜超过 4h；当气温在 10℃以上时，不宜超过 3h。

6 孔深应满足设计要求，孔位偏差不得大于 100mm，成孔孔径比喷射管径可大 30～40mm，孔的倾斜率宜小于 1%。

7 对钻孔深度内各土层厚度、界面高程及洞穴、涌水漏水等异常地质情况均应详细记录。

8 喷射前应检查射浆管是否畅通。各管路系统应不堵、不漏、不串。

9 射浆管置于钻孔底设计高程后，应立即开始高压喷射灌浆，并严格按规定喷射和提升。当射浆管不能一次连续提升时，分段提升的搭接长度不得小于 0.1m。

10 高压喷射灌浆过程中如出现流量不变而压力突然下降时，应检查各部位泄漏情况；不冒浆或断续冒浆时，应查明原因，若系空穴、通道引起，则应继续灌浆至冒浆为止。当灌入一定浆量后仍不冒浆，可提出射浆管，待浆液凝固后重新灌浆。

11 喷射灌浆完毕，固结体顶部出现稀浆层、凹槽、凹穴时，可将射浆管插入孔口以下 2～3m 处，用 0.2～0.3MPa 的灌浆压力、1.7～1.8 相对密度的水泥浆液，由下而上进行二次灌浆，置换出稀浆液和填满凹穴。

12 质量检验可用钻孔取芯、压水试验或开挖检查等方法，检验项目应包括浆体的深度、直径（厚度）、抗渗性能等。

3.4.3 采用强夯法进行地基处理应符合下列规定：

1 处理砂性土、碎石土、湿陷性黄土和人工堆集土等地基可采用强夯法。

2 强夯施工场地应平整，并能承受夯击机械的荷载，必要时可铺砂石垫层。有防渗要求的地基，夯实后应清除砂石垫层。

3 强夯加固地基应控制地下水位。当地下水位较高，不利于施工或表层为饱和土时，可填 0.5～2.0m 厚的中粗砂、砂砾或片石等材料进行夯击。

4 夯锤重不宜小于 80kN，落距不宜小于 6m，锤重和落距可按式（3.4.3）估算：

$$H = \alpha\sqrt{\frac{wh}{10}} \tag{3.4.3}$$

式中 H——有效加固深度；

w——锤的重力，kN；

h——锤的落距，m；

α——折减系数（由现场试验确定，砂性土可取 0.7）。

5 施工前应进行试夯，求得单点夯击次数。最优夯击次数应使夯击有效影响深度内土体竖向压缩最大，侧向位移最小，基坑周围地面不发生过大隆起，宜为 3～10 击。

6 夯击遍数应根据地基土的性质确定，宜为 2～5 遍。最后，以低锤满夯一遍，并整平。对地下水位低、透水性好的土层可连续夯击。

7 夯点应按设计布置。夯点间距应根据孔隙水压力变化情况、夯坑的形状及泵房基础结构特点确定，宜为 5～9m。

8 施工前应做好施工标志及观测仪器的埋设。施工中应做好现场观测和记录。主要观

测项目应包括孔隙水压力、夯坑下陷量和坑周隆起量等。

9 强夯效果的检验，可在最后一遍夯击完成 1～4 周后进行。检验方法如下：

1）比较夯前和夯后场地的平均高程变化和地基变形量。

2）取样进行室内试验，了解夯前和夯后场地的物理力学性能指标的变化。

3）通过标准贯入、静力触探等原位测试手段了解场地土夯前夯后的强度变化。

10 强夯法施工应预防对附近建筑物的影响。夯击点应离建筑物 15m 以外，必要时可采取防震措施。

3.4.4 采用钻孔灌注桩进行地基处理应符合下列规定：

1 可根据地质条件分别选用回转钻、冲击钻、冲抓锥、潜水电钻等钻孔机具。

2 护筒设置可用挖埋法或填筑法。地下水位深度超过 1m 以上的地基，可采用挖埋法；地下水位深度在 1m 以内或挖埋有困难，可采用填筑法。

3 护筒埋置应符合下列要求：

1）护筒平面位置中心与桩位中心偏差不宜大于 50mm。

2）用回转法钻进时，护筒内径宜大于钻头直径 200mm；用冲抓或冲击法时宜大于 300mm。

3）护筒顶端应高出地面 0.3m 以上，有承压水时，应高出承压水位 1.5～2.0m。

4）护筒在粘性土中埋深不宜小于 1m；在淤泥、软土或砂性土中则不宜小于 1.5m，且护筒四周应换填厚度 0.5m 以上的粘土，并夯实。

4 采用泥浆固壁和排渣时，应符合下列要求：

1）泥浆宜选用塑性指数 I_p 不小于 17 的粘性土调制。泥浆控制指标：粘度为 18～22s，含砂率不应大于 4%～8%，胶体率不应小于 90%。

2）在粘土或壤土地层中成孔，可注入清水，用原土造浆护壁，排渣泥浆相对密度宜为 1.1～1.2。

3）在砂土和夹砂土层中成孔，孔中泥浆相对密度应控制在 1.1～1.3；在砂卵石或易坍孔的土层中成孔，孔中泥浆相对密度应控制在 1.3～1.5。

4）施工中应经常在孔中取样，测定泥浆的相对密度。

5 钻机应安置平稳，钻台的行走钢轨必须铺设平直、稳固，其对称轴线与桩孔中心线的偏差不得大于 20mm，钻台运行时钢轨不应有明显沉陷。

6 钻进成孔应符合下列要求：

1）回转钻机的钻架，其天车滑轮槽缘、回转器中心和桩孔中心三者应在同一铅垂线上；冲击或冲抓钻机的钻架，其天车滑轮槽缘的铅直线应对准桩孔中心，偏差不得大于 20mm。

2）钻进成孔应一次不间断地完成。

3）桩孔钻进达到设计深度后，应对孔位、孔深、孔径、孔的垂直度等进行检查合格方可终孔。检查标准按表 3.4.4 的规定执行。

表 3.4.4 钻孔灌注桩允许误差 (mm)

项 目	允 许 误 差
孔的中心位置偏差	单排桩不应大于 100，群桩不应大于 150
孔径偏差	+100，−50
孔斜率	<1%
孔 深	不得小于设计孔深

7 终孔后应立即清孔。清孔时应随

时观测孔底沉渣厚度和冲渣液含渣量。当含渣量小于4%，摩擦桩的沉渣厚度小于0.3m，端承桩的沉渣厚度小于0.1m时，即可停止清孔。

8 用原土造浆清孔时，泥浆相对密度应为1.05～1.1；孔壁土质较差，用泥浆循环清孔时，泥浆相对密度应为1.15～1.25。

9 钢筋骨架的连接、固定以及保护层的控制应符合下列要求：

1）灌注桩较深时，其钢筋骨架宜分段制作，并应对各段进行预拼接，作好标志。安装时应两边对称焊接，保持其垂直度。

2）控制钢筋保护层的环形垫块应分层穿设在加强箍筋上，加强箍筋应与主筋焊接。

3）钢筋骨架的顶端必须固定，应避免移动或上浮。

10 灌注水下混凝土的导管应符合下列要求：

1）每节导管长宜为2m，最下端一节不应小于4m，导管底口不设法兰盘，应配有部分调节的短管。

2）导管应做压水试验，并编号排列。

3）拼装前，应检查导管是否有缺损或污垢；拼接时，应按编号进行，并连接严密。

4）每拼接一节，应将其内外壁清洗干净。

5）导管底口设置的隔水栓宜用预制混凝土球状形的隔水栓堵塞或用砂包堵塞。

11 配制水下混凝土应符合下列规定：

1）水泥标号不应低于425号，水泥初凝时间不宜小于2.5h。

2）粗骨料粒径不应大于导管内径的1/8和钢筋最小间距的1/3，并不大于40mm。

3）水下混凝土的含砂率宜为40%～50%，水灰比不宜大于0.6。

4）坍落度和扩散度分别以180～220mm和340～380mm为宜，每立方米混凝土的水泥用量不应少于350kg。

12 灌注水下混凝土应符合下列要求：

1）导管下口至孔底距离宜为500mm。

2）初灌混凝土时，宜先灌少量水泥砂浆。导管和储料斗的混凝土储量应使导管初次埋深不得小于1m。

3）灌注混凝土应连续进行；导管埋入深度不应小于2.0m，并不得大于5.0m；混凝土进入钢筋骨架下端时，导管宜深埋，并放慢灌注速度。

若因停电等特殊情况造成灌注混凝土工作中断超过3h，可将导管提出孔外拆洗干净，待恢复灌注时，再按以上要求重新开始灌注水下混凝土的要求进行。

4）灌注充盈系数不得小于1，一般土质可为1.1，软土可为1.2～1.3。

5）终灌时，混凝土的最小灌注高度应能使泥浆顺利排出。

6）灌注的桩顶高程应高出设计高程0.5～0.8m，待继续施工时凿除。

7）应随时测定坍落度，每根桩留取试块不得少于一组。

13 灌注桩的质量可用无破损检验法初验，必要时，可对桩体钻芯取样检验。

3.4.5 采用沉井进行地基处理应符合下列规定：

1 开挖困难的淤泥、流沙地基，周围有重要建筑物或其他原因的限制，不允许按一定边坡开挖的土基或松软、破碎岩石地基，以及因桩数较多，不能合理布置的地基，可以采

万方数据科技

用沉井进行地基处理。

2 应编制沉井施工措施设计。

3 制作沉井的地表应平整，设有良好的排水系统，并保持地下水位低于基坑底面不应小于0.5m。

4 采用承垫木方法制作沉井，应根据沉井的重力、地基土的承载力等因素，分析计算砂垫层的厚度、承垫木的数量、尺寸等。

5 在较好的均质土层上制作沉井，可采用无承垫木方法，铺垫适当厚度的素混凝土或砂垫层。

6 沉井分节制作时，每节高度应合理，应保证沉井的稳定性和顺利下沉。

7 制作混凝土沉井应符合下列要求：

1）浇筑应均匀对称，沉井外壁应平滑。

2）刃脚模板应在混凝土达到设计强度的70%后，方可拆除。

3）分节制作时，应在第一节混凝土达到设计强度70%后，再浇筑其上一节混凝土。

8 下沉时，第一节沉井混凝土应达到设计强度，其余各节应达到设计强度的70%。

有抗渗要求的沉井，下沉前，对封底、底板与井壁接缝处应凿毛处理，井壁上的穿墙孔洞及对穿螺栓等应进行防渗处理。

9 抽承垫木应分组、依次、对称、同步进行，每抽出一组即用砂填实。定位承垫木应最后同时抽出。抽出过程中应注意监测，如发现倾斜应及时纠正。

10 挖土下沉应符合下列要求：

1）挖土应分层、均匀、对称进行，每层挖深不宜大于0.5m；分格沉井的井格间土面高差也不宜大于0.5m。

2）沉井四周不得堆放弃土和建筑材料，避免偏压。

3）排水挖土时，应降低地下水位至开挖面0.5m以下；不排水挖土时，应控制沉井内外水位差，防止翻沙，并备有向井内补水的设备。

4）沉井下沉至距设计高程2m左右时，应放缓下沉速率，防止超沉。

5）下沉时，应加强观测。如发现倾斜、位移，应及时纠正。

11 对必须用爆破方法开挖的沉井，应按控制爆破的有关规范进行。

12 并列群井施工，宜采用同时下沉的方法。如条件限制，可分组、间隔、对称、均衡下沉。

13 沉井下沉至设计高程，待井体稳定后封底。

14 干封底应符合下列要求：

1）基底应清除浮泥、排干积水，再浇筑封底混凝土。

2）多格沉井应分格对称浇筑。

3）在封底和底板混凝土未达到设计强度时，应控制地下水位。

15 采用导管法进行水下混凝土封底时，应符合下列要求：

1）井底基面、周边接缝及止水等应进行清理。

2）管底离基面0.1m为宜，连续浇筑。

3）应按混凝土能相互覆盖的原则确定导管的数量和间距。

水利标准技术

4）混凝土达到设计强度后，才能从井内抽水。

16 无底沉井内的填料应按设计要求分层密实。

17 群井间的连接和接缝处理，应在各个沉井全部封底或回填之后进行。

18 沉井竣工后的允许偏差应符合下列要求：

1）刃脚平均高程与设计高程相差不应超过 100mm。

2）沉井四角中任何两个角的刃脚底面高差不得超过该两个角间水平距离的 0.5%，且不得超过 150mm；如其间水平距离小于 10m，其高差可为 100mm。

3）沉井顶面中心的水平位移不得超过下沉总深度（下沉前后刃脚高程之差）的 1%；下沉总深度小于 10m 时，不宜大于 100mm。

19 沉井竣工验收应提供下列资料：

1）沉井施工过程记录。

2）穿过土（岩）层和基底的检验报告。

3）沉井竣工后的测量施工记录。

4）混凝土试块的试验报告。

5）工程质量事故及其处理情况。

3.4.6 用射水地下成墙技术处理基础，宜按 YJGF06－92《射水地下成墙施工方法》的有关规定进行施工。

3.5 特殊土地基处理

3.5.1 湿陷性黄土地基的处理应符合下列规定：

1 应根据工程的具体情况，选择合理的处理方法及施工程序。

2 自重湿陷性黄土层上的泵站地基，宜采用浸水预沉法或灰土挤密桩进行处理。

3 浸水预沉法必须具备足够的水源，施工前宜通过现场试坑浸水试验确定浸水时间、耗水量和湿陷量等。预浸水处理地基应比工程正式开工提前半年以上开始进行。

4 当需浸水土层深度不超过 6m 时，宜采用表层水畦泡水方式（水畦中明水深度可为 0.3～1.0m）；当需浸水土层深度大于 6m 时，宜采用表层水畦泡水和深层浸水孔相结合方式。深层浸水孔间距可为 2m 左右，用洛阳铲打孔，孔径可为 80mm，孔深可为需浸水土层深度的 3/4，孔内应填入碎石或小卵石。

浸水可连续长时间浸泡，也可泡、排循环进行。采用泡、排循环法，以两个循环为宜。

5 浸水预沉法处理地基的施工应符合下列要求：

1）浸水坑底开挖高程，应根据试验分析确定；浸水坑应大于基础四周各为 5m 以上，浸水坑的边长不得小于需处理的湿陷性黄土层的厚度。当浸水坑的面积较大时，可分段进行浸水。

2）浸水坑边缘至已有建筑物的距离不宜少于 50m，并应防止由于浸水影响附近建筑物和场地边坡的稳定性。

3）浸水时间以全部自重湿陷黄土层湿陷性变形稳定为准，其稳定标准为最后 5d 的日平均湿陷量应小于 1mm。

万水电科技

6 地基浸水结束，泵站基础施工前应进行勘探工作，重新评定地基的湿陷性。若尚不满足设计要求，应采用垫层法或夯实法补做浅层处理。

7 对于地下水位以上局部或整片处理，可采用灰土挤密桩，桩深可为5～15m。

8 灰土挤密桩的成孔可采用沉管法或冲击法。两种方法可参照相应有关规范与规定。

9 成孔顺序应先外排后内排。同排桩间隔可1～2个孔跳隔进行。

10 桩孔应尽快回填夯实，并应符合下列施工要求：

1）回填灰土混合料中的石灰应使用生石灰消解（闷透）3～4d以后，过筛粒径不大于5mm的熟石灰粉。石灰质量不应低于Ⅲ级，活性（CaO+MgO）含量（按干重计）不应小于50%。灰土混合料中的土料，应尽量选用就地挖取的纯黄土或一般粘性土，土料应过筛，粒径不应大于20mm，不得含有冻土块和有机质含量大于8%的表层土等。

2）回填灰土的配合比，应符合设计要求，宜为2∶8或3∶7（灰∶土）。灰土应拌合均匀，颜色一致，拌合后应及时入孔，不得隔日使用。

3）可用偏心轮夹杆式夯实机或成孔设备夯填。夯实机械必须就位准确、保持平稳、夯锤对中桩孔、能自由落入孔底。填料应按设计规定数量均匀填进，不得盲目乱填，严禁用送料车直接倒料入孔。

桩孔夯填高度宜超出基底设计标高0.2～0.3m，其上可用其他土料轻夯至地面。

11 灰土挤密桩效果检验应包括以下内容：

1）挤密效果：应通过现场试验性成孔后开剖取样，测试桩周围土的干密度和压实系数进行检验（挤密前后对比）。桩间土平均压实系数 $\bar{\lambda}_c$ 不得小于0.93。

2）消除湿陷性效果：可通过试验测定桩间土和桩孔内夯实的灰土的湿陷系数 δ_s 进行检验，当 $\delta_s<0.015$，则认为土的湿陷性已经消除。除上述方法外，也可通过现场浸水载荷试验进行检验。

12 小范围湿陷性黄土或非自重湿陷性黄土，可用换填垫层、强夯、桩基等方法处理。施工方法见本规范“3.4”的有关规定。

3.5.2 膨胀土地基的处理应符合下列规定：

1 膨胀土地基上泵站基础的施工，应安排在冬旱季节进行，力求避开雨季，否则应采取可靠的防止雨水措施。

2 基坑开挖前应布置好施工场地的排水设施，严禁天然地表水与施工用水流入基坑。

3 临时性生活设施、施工设施（如水池、洗料场、混凝土搅拌站等）应安排在离基坑较远的位置，避免水流进基坑。

4 应防止雨水浸入坡面和坡面上中水分蒸发，避免干湿交替，保护边坡稳定。可在坡面喷水泥砂浆保护层或用土工膜覆盖地面。

5 基坑开挖至接近基底设计标高时，应留0.3m左右的保护层，待下道工序开始前再挖除保护层。基坑挖至设计标高后，应及时铺水泥浆封闭坑底，或快速浇筑素混凝土垫层保护地基，待混凝土达到50%以上强度后，及时进行基础施工。

6 泵站四周回填应及时分层进行。填料应选用非膨胀土、弱膨胀土及掺有石灰的膨胀土。选用弱膨胀土时，其含水量宜为1.1～1.2倍塑限含水量。

水利标准规范

4 泵 房 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 对于泵房钢筋混凝土的施工，应做好施工措施设计。施工单位必须按照施工措施设计中拟定的混凝土浇筑强度要求，备足施工机械和劳力，做好混凝土配合比试验和有关的技术准备工作。

4.1.2 泵房水下混凝土宜整体浇筑。对于安装大、中型立式机组的泵房工程，可按泵房结构并兼顾进、出水流道的整体性设计分层，由下至上分层施工。

层面应平整。如出现高低不同的层面时，应设斜面过渡段。

4.1.3 泵房浇筑，在平面上一般不再分块。如泵房较长，需分期分段浇筑时，应以永久伸缩缝为界面，划分数个浇筑单元施工。泵房挡水墙围护结构不宜设置垂直施工缝。泵房内部的机墩、隔墙、楼板、柱、墙外启闭台、导水墙等，可分期浇筑。

4.2 泵房钢筋混凝土

4.2.1 泵房混凝土施工中所使用的模板，可根据结构物的特点，分别采用钢模、木模或其他模板，并应符合下列要求：

1 所有模板及支架必须保证结构和构件的形状、尺寸和相对位置正确；具有足够的强度和稳定性；模板表面平整、接缝严密、不漏浆；制作简单，装拆方便，经济耐用。

2 钢模所使用的材料宜为3号钢。木模所使用的木材宜为Ⅱ、Ⅲ等材，木材湿度宜为18%～23%。

3 模板、支架及脚手架应按照工程结构特点、浇筑方法和施工条件进行设计，并应明确材料、制作、安装、检验、使用及拆除工艺的具体要求。

4 设计模板、支架及脚手架时，应选择实际可能发生的最不利荷载组合为计算荷载。迎风面的模板及支架，应验算在风荷载作用下的抗倾稳定性，抗倾倒系数不应小于1.15。

5 各种材料的模板及支架、脚手架的设计应符合相应材料标准的规定。

6 固定在模板上的预埋件和预留孔洞不得遗漏，模板安装必须牢固，位置准确，其允许偏差应符合设计要求。设计未提出要求时，应符合表4.2.1-1的规定。

表4.2.1-1 预埋件与预留孔洞安装的允许偏差 (mm)

项目		允许偏差
预埋钢板中心线位置		±3
预埋管中心线位置		±3
预埋螺栓	中心线位置	±2
	外露长度	+10
预留孔中心位置		±3
预留洞	中心位置	±10
	截面内部尺寸	+10

7 制作与安装模板的允许偏差，如设计图纸上未注明时，应按表4.2.1-2的规定执行。

8 拆除模板及支架的期限，设计未提出要求时，应符合下列规定：

1）不承重的侧面模板，应在混凝土强度达到其表面及棱角不因拆模而损伤时；墩、墙、

柱部位不低于 3.5MPa 时，方可拆除。

表 4.2.1-2 制作和安装模板的允许偏差 (mm)

项目			允许偏差
木模制作	模板长度和宽度		−3
	相邻两板表面高差		1
	平面刨光模板局部不平（用 2m 直尺检查）		3
钢模板制作	模板长度和宽度		±2
	模板表面局部不平（用 2m 直尺检查）		2
	连接配件的孔眼位置		±1
模板安装	轴线位置		5
	截面内部尺寸	底板、基础	−10
		墙、墩	±5
	相邻两板表面高差		2
	底模上表面标高		±5
	层高垂直	全高不大于 5m	6
		全高大于 5m	8
捆置装配式构件的支承面标高			−2，−5
门槽、门坎、流道、深井筒式的泵房及其他有特殊要求的模板制作安装			按设计要求确定

注：1. 一般钢筋混凝土梁、柱的模板允许偏差应按《GB50204—92《混凝土结构工程施工及验收规范》的有关规定执行。

2. 定型组合钢模板的使用，除满足本表规定外，尚应参照相应标准执行。

2）承重模板及支架，应在混凝土达到表 4.2.1-3 的规定强度后方可拆除。

表 4.2.1-3 拆模时所需混凝土强度

结构类型	结构跨度 (m)	设计标准强度的百分率 (%)
悬臂梁、悬臂板	≤2	70
	>2	100
梁、板、拱	≤2	50
	>2，≤8	70
	>8	100

3）流道、深井筒式的泵房及其他体型复杂的构筑物，其模板及支架的拆除应制定专门方案，拆除时间除满足强度达到 100%之外，一般不宜少于 21d。

4.2.2 钢筋工程应符合下列规定：

1 钢筋应有出厂质量保证书，热轧钢筋的机械性能应符合 GB1499－91《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》有关规定。

使用前应按规定抽样做机械性能试验，需要焊接的钢筋应做焊接工艺试验。发现性能异常的钢筋，应做化学成分检验或其他专项检验，不合格的产品不得使用。

2 钢筋的种类、钢号、直径应符合设计规定，需要代换时，应符合 DL/T5057—96《水工混凝土设计规范》的有关规定。泵房建筑结构部分的钢筋应符合 GBJ10—89《混凝土结构设计规范》的有关规定。

3 钢筋加工后的形状、尺寸应符合设计要求，其允许偏差应符合表 4.2.2-1 的规定。

4 钢筋的接头类型选择和焊接要求，应符合 DL/T5057—96 或 GBJ10 -89 的有关规定。

泵房混凝土的钢筋接头宜优先采用电焊接头。电焊接头宜优先采用闪光对焊。

5 钢筋安装位置和保护层的允许偏差应符合表 4.2.2-2 的规定。

表 4.2.2.1 加工后的钢筋允许偏差 (mm)

项目	允许偏差
受力钢筋顺长度方向全长净尺寸	±10
钢筋弯起点位置	±20
箍筋各部分长度	±5

4.2.3 泵房混凝土的配制应符合下列规定：

1 水泥品种的选用原则：

1）水位变化区或有抗冻、抗冲刷、抗磨损等要求的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。水泥标号不应低于 425 号。

2）水下不受冲刷或厚大构件内部的混凝土，宜选用矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥。

表 4.2.2.2 钢筋安装位置和保护层的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	项目		允许偏差
受力钢筋间距	±10	钢筋弯起点位移		20
分布钢筋间距	±20	受力钢筋的保护层	底板、基础、墩、厚墙	±10
箍筋间距	±20		薄墙、梁和流道	-5，+10
钢筋排距	±5		桥面板、楼板	-3，+5

3）水上部分混凝土，宜选用普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥。水泥标号不应低于 325 号。

4）受硫酸盐侵蚀的混凝土，应优先选用抗硫酸盐水泥；受其他侵蚀性介质影响或有特殊要求的混凝土，应按照有关规定或通过试验选用。

2 细骨料宜采用质地坚硬、颗粒洁净、级配良好的天然沙。沙的细度模数宜为 2.3～3.0。沙的含泥量不应大于 3%，且不得含有粘土团粒。

3 粗骨料宜采用质地坚硬且粒径分配良好的碎石、卵石，其质量标准应符合表 4.2.3-1 的规定。

表 4.2.3-1 粗骨料的质量指标 (%)

项目	指标	备注
含泥量	≤1	且不得含有粘土团块
硫化物及硫酸盐含量（按重量折算成 SO_3，%计）	<0.5	
坚固性（按硫酸钠溶液法 5 次循环后损失%）	<3 <5	无抗冻要求的混凝土
针片状颗粒含量	≤15	以重量计
超径	<5	以圆孔筛
逊径	<10	检验

水电在线

4 粗骨料最大粒径的选用应符合下列要求：

1）不应大于结构截面最小尺寸的 1/4。

2）不应大于钢筋最小净距的 3/4，对双层或多层钢筋结构，不应大于钢筋最小净距的 1/2。

3）不宜大于 80mm，对受侵蚀性介质作用的外部混凝土，不宜大于保护层厚度。

5 拌制和养护混凝土用水，不得含有影响水泥正常凝结与硬化的有害杂质，凡适宜饮用的水，均可使用。

采用天然矿化水时，其氯离子含量不得超过 200mg/L；硫酸根离子含量不得超过 2200mg/L；pH 值不应小于 4。

6 在配制混凝土时，可以合理掺用外加剂，但其掺量和方法应通过试验确定。

7 混凝土的配合比应通过计算和试验选定，应满足强度、耐久性及施工要求，且应经济、合理。

8 混凝土的施工配制强度可按式（4.2.3-1）确定：

$$f_{cu,o} = f_{cu,k} + 1.645\sigma \qquad (4.2.3\text{-}1)$$

式中 $f_{cu,o}$——混凝土的施工配制强度，N/mm²；

$f_{cu,k}$——设计的混凝土强度标准值，N/mm²；

σ——施工单位的混凝土强度标准差，N/mm²。

施工单位的混凝土强度标准差应按下列要求确定：

1）当施工单位具有近期的同一品种混凝土强度资料时，则：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} f_{cu,i}^2 - N\mu_{f_{cu}}^2}{N-1}} \qquad (4.2.3\text{-}2)$$

式中 $f_{cu,i}$——统计周期内同一品种混凝土第 i 组试件的强度值，N/mm²；

$\mu_{f_{cu}}$——统计周期内同一品种混凝土 N 组强度的平均值，N/mm²；

N——统计周期内同一品种混凝土试件的组数，$N \geqslant 25$。

注：1. “同一品种混凝土”系指混凝土强度等级相同且生产工艺和配合比基本相同的混凝土。

2. 对预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂，统计周期可取为一个月；对现场拌制混凝土的施工单位，统计周期可根据实际情况确定，但不宜超过三个月。

3. 当混凝土强度等级为 C 20或 C 25时，如计算得到的 $\sigma < 2.5$N/mm²，取 $\sigma = 2.5$N/mm²；当混凝土强度等级高于 C 25时，如计算得到的 $\sigma < 3.0$N/mm²，取 $\sigma = 3.0$N/mm²。

2）当施工单位不具有近期的同一品种混凝土强度资料时，其混凝土强度标准差 σ 可按表 4.2.3-2 取用。

表 4.2.3-2 σ 值 (N/mm²)

混凝土强度等级	低于 C20	C20～C35	高于 C35
σ	4.0	5.0	6.0

9 混凝土的水灰比应通过计算和试验确定。按耐久性要求，水灰比最大允许值尚应符合表 4.2.3-3 的规定。

10 混凝土在浇筑地点的坍落度，宜按表 1.2.3-4 选用：

11 拌制混凝土时，各种原材料称量偏差应按表 4.2.3-5 的规定执行。拌和时间和加料

程序应通过试验确定。

表 4.2.3-3 水灰比最大允许值

混凝土所在部位及环境条件	寒冷地区（最冷月平均气温在－3～－10℃）	温和地区（最冷月平均气温在－3℃以上）
室内不受雨、雪、水流作用部位，泵房内楼层结构	0.65	0.65
水上受雨、雪作用的露天部位、桥梁结构、屋面、顶盖	0.55	0.60
水位变化地区，受水压作用或受水流冲刷的部位		
（1）隔水墙、胸墙等	0.5	0.55
（2）流道、站墩	0.5	0.60
水下受水压作用或受水流冲刷的部位		
（1）泵房底板	0.6	0.6
（2）进、出水池、铺盖等	0.6	0.6
厚大构件	0.65	0.65
受严重冲刷磨损的部位	0.55	0.55

注：严寒地区（最冷月平均气温低于－15℃的地区）水位变化区的外部混凝土和受侵蚀性介质作用的混凝土，其水灰比最大允许值应按表列值减少 0.03～0.05。

表 4.2.3-4 混凝土在浇筑地点的坍落度 （mm）

部位及结构情况	坍落度
底板、基础、进（出）水池、铺盖、无筋或少筋混凝土	20～40
墩、墙、梁、板、柱等一般配筋，浇捣不太困难	40～60
桥梁、电机大梁、泵房立柱等配筋较密，浇捣困难	60～80
隔水墙、胸墙、岸墙等薄壁墙，断面狭窄，配筋较密，浇捣困难	80～100
流道、泵井等体形复杂的曲面、斜面结构，配筋特密，浇捣特殊困难	根据实际需要另行选定

注：配制大坍落度（大于 80mm）混凝土时宜掺用外加剂。

4.2.4 混凝土运输和浇筑应符合下列规定：

1 混凝土运输应符合下列要求：

1）合理选定运输设备和运输能力。

2）运输时间不宜超过 0.5h（搅拌车除外），如混凝土初凝，应另作处理。

3）运输道路应平坦，防止离析和漏浆。

4）混凝土自由下落高度不宜大于 2m，超过时应采用溜管、串筒或其他缓降措施。

表 4.2.3-5 混凝土各种原材料称量偏差 （%）

材料名称	允许偏差
水、外加剂溶液	±2
水泥、混合材	±2
骨料	±3

2 混凝土浇筑层允许最大厚度，应按表 4.2.4-1 的规定执行。

3 浇筑混凝土的允许间歇时间，应按表 4.2.4-2 的规定执行。

五洲龙科技

表 4.2.4-1 混凝土浇筑层允许最大厚度 (mm)

捣实方法和振捣器类别		允许最大厚度
插入式振捣器		振捣器头部长度的 1.25 倍
表面式振捣器	在无筋或少筋结构中	250
	在配筋密集或双层钢筋结构中	150
附着式振捣器		300
人工捣固		150～200

表 4.2.4-2 浇筑混凝土的允许间歇时间

浇筑仓面的气温 (℃)	允许间歇时间 (min)	
	普通硅酸盐水泥，硅酸盐水泥，抗硫酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥，火山灰质硅酸盐水泥，粉煤灰硅酸盐水泥
20～30	90	120
10～19	150	180
5～9	180	210

注：1. 允许间歇时间指自加水搅拌时起，到覆盖上层混凝土止。

2. 表列值未考虑掺用外加剂及采用其他特殊施工措施的影响。

4.2.5 混凝土养护应符合下列规定：

1 混凝土面层凝结后，应立即浇水养护，使混凝土面和模板经常保持湿润状态。早期应遮盖，避免太阳光曝晒。

2 混凝土连续湿润养护的时间在常温下应按表 4.2.5 的规定执行。

表 4.2.5 混凝土养护时间 (d)

混凝土的水泥品种	养护时间
硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥	14
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	21
粉煤灰硅酸盐水泥，硅酸盐大坝水泥等	

3 作好混凝土养护记录，包括每日浇水次数、气温（含泵房内外温差）。

4.3 泵 房 底 板

4.3.1 泵房底板地基，必须经过工程验收合格，才能进行混凝土施工。

4.3.2 地基面上宜先浇一层素混凝土垫层，其厚度可为 80～100mm，混凝土强度不应低于 C10，垫层混凝土面积应大于底板的面积，以利施工，避免搅动地基土。

4.3.3 模板制作安装的允许偏差，应按表 4.2.1-2 的规定执行。

4.3.4 底板上、下层钢筋骨架网应使用有足够强度和稳定性的柱掌。柱掌可为钢柱或混凝土预制柱。应架设与上部结构相连接的插筋，插筋与上部钢筋的接头应错开。

4.3.5 制作和安装钢筋的允许偏差，应按表 4.2.2-1 和表 4.2.2-2 的规定执行。

4.3.6 钢筋混凝土预制桩应符合下列要求：

1 柱的结构与配筋应合理。

2 混凝土的标准强度应与浇筑部位相同。

3 柱的表面应凿毛，且洗刷干净。

水利电力出版社

4 柱在现场使用时应支承稳定。

5 应处理好柱周边和柱顶面的混凝土，防止渗透现象。

4.3.7 底板混凝土各种材料的质量，应按本规范4.2.3的规定执行。

4.3.8 混凝土的水泥用量应满足设计要求，且不宜低于200kg/m³。

4.3.9 混凝土使用缓凝剂必须符合有关规定，并应在工地进行试验。

4.3.10 混凝土浇筑前应全面检查准备工作，经验收合格后，才能开盘浇筑。

4.3.11 混凝土应分层连续浇筑，不得斜层浇筑。如果浇筑仓面较大，可采用多层阶梯推进法浇筑，其上下两层前后距离不宜小于1.5m，同层的接头部位应充分振捣，不得漏振。

4.3.12 在斜面基底上浇筑混凝土时，应从低处开始，逐层升高，并采取措施保持水平分层，防止混凝土向低处流动。

4.3.13 混凝土浇筑过程中，应及时清除粘附在模板、钢筋、止水片和预埋件上的灰浆。混凝土表面泌水过多时，应及时采取措施，设法排去仓内积水，但不得带走灰浆。

4.3.14 混凝土表面应抹平、压实、收光，防止松顶和干缩裂缝。

4.4 泵房楼层结构

4.4.1 楼层混凝土结构施工缝的设置应符合下列规定：

1 墩、墙、柱底端的施工缝宜设在底板或基础老混凝土顶面，其上端施工缝宜设在楼板或大梁的下面，中部如有与其嵌固连接的楼层板、梁或附墙楼梯等需要分期浇筑时，其施工缝的位置及插筋、嵌槽应同设计单位商定。

2 与板连成整体的大断面梁，宜整体浇筑，如需分期浇筑，其施工缝宜设在板底面以下20～30mm处，当板下有梁托时，应设在梁托下面。

3 有主、次梁的楼板，施工缝应设在次梁跨中1/3范围内。

4 单向板施工缝宜平行于板的长边。

5 双向板、多层刚架及其他结构复杂的施工缝位置，应按设计要求留置。

4.4.2 混凝土施工缝的处理应符合下列规定：

1 老混凝土的强度达到2.5MPa后，才能进行上层混凝土的浇筑准备工作。

2 应清除已硬化的混凝土表面的水泥浆薄膜和松弱层，并冲洗干净排除积水。

3 临近浇筑时，水平缝应铺一层厚20～30mm的水泥砂浆，垂直缝应刷一层水泥净浆，其水灰比均应较混凝土减少0.03～0.05。

4 应处理好新、老混凝土的结合面。

4.4.3 模板及支架、脚手架应有足够的支承面积和可靠的防滑措施。杆件节点应连接牢固。

4.4.4 上层模板及支架的安装应符合下列规定：

1 下层模板应达到足够的强度或支撑、支架能承受上、下层全部荷载。

2 采用桁架支模时，其支撑结构必须有足够的强度和刚度。

3 上、下层支架的立柱应对准，并应铺设垫板。

4.4.5 墩、墙、柱的模板，宜用对拉螺栓固定；隔水墙、胸墙、流道及其他有防渗要求的部位，其使用的螺栓不宜加套管。拆模后，应将螺杆两端外露段和深入保护层部分截除，并用与结构同质量的水泥砂浆填实抹光，螺栓中必要时可加焊截渗钢板。

灌溉排水技术

4.4.6 混凝土的配合比和骨料选择，应根据设计要求和结构物的大小确定，且应符合本规范 4.2.3 的有关规定。

4.4.7 隔水墙、胸墙、水池等有防渗要求的构筑物，其厚度小于 400mm 者，应配制防水混凝土。防水混凝土的水泥用量不宜小于 300kg/m³，砂率应适当加大，且宜选掺防水外加剂，其配合比应由试验确定。

4.4.8 浇筑较高的墩、墙、柱混凝土时，必须使用溜筒、导管等工具，将拌好的混凝土徐徐灌入；对于断面狭窄、钢筋较密的薄墙、柱等结构物，可在两侧模板的适当部位，均匀地布置一些便于进料和振捣的扁平窗口。随着浇筑面积的上升，窗口应及时完善封堵。

4.4.9 浇筑与墩、墙、柱连成整体的梁和板时，应在墩、墙、柱浇筑完毕后停歇 0.5～1h，使其初步沉实，再继续进行。

4.4.10 浇筑混凝土时应指派专人负责检查模板和支架。发现有变形迹象，应及时加固纠正。发现模板漏浆或仓内积水，应分别堵浆和处理。

4.4.11 泵房建筑施工应保证下部结构的安全，应有合理的施工方案和技术措施。

4.5 埋件和二期混凝土

4.5.1 各种埋件及插筋、铁件的安装均应符合设计要求，且牢固可靠。

4.5.2 各种埋件及插筋在埋设前，应将表面的锈皮、油漆和油污清除干净。

4.5.3 埋设于混凝土中的供、排水管、测压管等应符合设计要求。

4.5.4 埋设的管子应无堵塞现象，外露管口应临时加盖保护。

4.5.5 埋设管子的连接接头必须牢固，不得漏水、漏气。

4.5.6 管路安装后，应用压力水或充气的方法检查是否畅通，否则应进行处理。

4.5.7 混凝土浇筑过程中，应对各种管路进行保护，防止损坏、堵塞或变形。

4.5.8 闸门槽和水泵机座部位，应进行二期混凝土施工。

4.5.9 浇筑二期混凝土前，应对一期混凝土表面凿毛清理，冲洗干净。

4.5.10 二期混凝土宜采用细石混凝土，其强度等级应等于或高于相邻部位一期混凝土的强度等级。对于体积较小，可采用水泥砂浆或水泥浆压入法施工。

4.5.11 二期混凝土采用膨胀水泥或膨胀剂时，其品种和质量应符合有关规定，掺量和配比可通过试验确定。

4.5.12 二期混凝土浇筑时，应注意已安装好的设备及埋件，且应振捣密实，收光整理。

4.5.13 机、泵座二期混凝土，应保证设计标准强度达到 70%以上，才能继续加荷安装。

4.6 特殊气候条件下的施工

4.6.1 在室外日平均气温连续 5d 低于 5℃的冷天施工应符合下列规定：

1 应作好冷天施工的各种准备，骨料应在进入冷天前筛洗完毕。

2 混凝土浇筑应尽量避开寒流到来之时，或尽量安排在白天温度较高时进行。

3 基底保护层土壤挖除后，应立即采取保温措施，尽快浇筑混凝土。

在老混凝土或基岩上浇筑混凝土，必须加热处理基面上的冰冻，经验收合格后再浇筑混凝土。

水利标准技术

4 未掺防冻剂的混凝土，其允许受冻强度不得低于10MPa。

5 配制冷大施工的混凝土，应优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

6 冷天浇筑的混凝土中，宜使用引气型减水剂，其含气量宜为4%～6%。

在钢筋混凝土中，不得掺用氯盐。与镀锌钢材或与铝铁相接触部位及靠近直流电源、高压电源的部位，均不得使用硫酸钠早强剂。

7 合理确定混凝土离开拌和机的温度，入仓温度不宜低于10℃，覆盖混凝土的温度不宜低于3℃。

8 制备混凝土应先将热水与骨料混合，然后再加水泥，水泥不得直接加热，水及骨料的加热温度不应超过表4.6.1的规定。

表4.6.1 水及骨料加温允许最高温度 （℃）

项目	水	骨料
标号小于525号的普通硅酸盐水泥，矿渣硅酸盐水泥	80	60
标号等于或大于525号的硅酸盐水泥，普通硅酸盐水泥	60	40

9 拌制混凝土时骨料中不得带有冰雪及冻团，搅拌时间应适当延长。

10 浇筑前应清除模板、钢筋、止水片和预埋件上的冰雪和污垢。运输器具应有保温措施。

11 当室外气温不低于－15℃，且表面系数不大于5的结构，应首先采用蓄热法或蓄热与掺外加剂并用的方法。

当采用上述方法不能满足强度增长要求时，可选用蒸气加热、电流加热或暖棚保温的方法。

12 采用蓄热法养护应按下列要求进行：

1）随浇筑，随捣固，随覆盖。

2）保温保湿材料应紧密覆盖模板或混凝土表面。迎风面宜增设挡风措施。

3）细薄结构的棱角部分，应加强保护。

4）流道、廊道和泵井的端部及其他结构上的孔洞，应暂时封堵。

13 模板和保温层的拆除，除按本规范4.2.1的规定执行外，尚应符合下列要求：

1）混凝土强度必须大于允许受冻的临界强度。

2）在混凝土冷却到5℃后，方可拆除。

3）避免在寒流袭击、气温骤降时拆除。当混凝土与外界温差大于14℃时，拆模后的混凝土表面，应覆盖使其缓慢冷却。

14 冷天施工时应做好下列各项观测记录：

1）室外气温和暖棚内气温，每天（昼夜）观测4次。

2）水温和骨料温度，每天观测8次。

3）混凝土离开拌和机温度和浇筑温度，每天观测8次。

4）混凝土浇筑完毕后3～5d内，应加强混凝土内部温度的观测。用蓄热法养护时，每天观测4次；用蒸汽或电流加热时，每小时观测1次，在恒温期间每2h观测1次。

万方数据科技

4.6.2 在日最高气温达到30℃以上的热天进行施工应符合下列规定：

1 混凝土离开拌合机的温度应符合温控设计要求，且不得超过30℃。

2 降低混凝土浇筑温度宜采用下列措施：

1）预冷原材料。骨料应适当堆高，堆放时间应适当延长，使用时由底部取料，采用地下水喷洒骨料，采用地下水或掺冰的低温水拌制混凝土。

2）应尽量安排在早、晚或夜间浇筑。

3）混凝土运输工具应配备隔热遮阳措施；缩短运输时间，加快混凝土入仓覆盖速度。

4）混凝土仓面应采取遮阳措施，喷洒水雾降低周围温度。

3 应适当加大砂率和坍落度，且宜掺用缓凝减水剂。

4 混凝土浇筑完毕，应及早覆盖养护。

4.6.3 雨天施工应符合下列规定：

1 应掌握天气预报，避免在大雨、暴雨或台风过境时浇筑混凝土；砂石堆料场应排水通畅，防止泥污；运输工具宜采取防雨措施；应采取必要的防台风和防雷击措施；混凝土的浇筑仓面应设防雨棚，骨料含水量应加强检验。

2 无防雨棚，在小雨中浇筑混凝土应通过试验调减混凝土用水量；应加强仓内外的排水，但不得带走灰浆；应及时作好顶面的抹灰收光与覆盖。

3 无防雨棚仓面，在浇筑混凝土过程中，如遇大雨、暴雨，应停止浇筑，并将仓内混凝土振捣好并覆盖。雨后应清理表面软弱层。继续浇筑时，应先铺一层水泥砂浆；如间歇时间超过规定，应按施工缝处理。

4.7 质量检验及缺陷处理

4.7.1 混凝土组成材料的质量检验应符合下列规定：

1 骨料宜先在料场取样，通过试验选用。到工地后，按一批或300～600t取样检验一次。

2 水泥、混合材和外加剂应有质量合格证书及试验报告单，到工地后，应取样检验。水泥应分品种每一批或每200～400t为一取样单位，混合材应每一批或100～200t为一取样单位，外加剂浓缩物应每1～2t为一取样单位。

袋装水泥储运时间超过三个月，散装水泥储运时间超过半年（不包括出品后的静置期），使用前，应重新检验。袋装水泥进库前应抽查包重，如分量与标明的不符，则拌合时应另行称量。

3 水质应在开工前进行检验，如水源改变应重新检验。

4.7.2 混凝土在拌和、浇筑过程中的检验应符合下列规定：

1 各种原材料配合比检验，每班应多于三次，衡器应随时校正。

2 砂、小石子的含水量检验，每班应多于一次。气温变化较大或雨天应增加检验次数，并及时调整配料单。

3 混凝土拌和时间应随时检查。

4 混凝土在拌制地点和浇筑地点的坍落度检验，每班应多于两次。在取样成型时，应同时测定坍落度。

5 外加剂的浓度检验，每班应多于两次。引气剂还应检验含气量，其变化范围应控制在±0.8%以内。

4.7.3 混凝土的质量检验，应以标准养护条件下试件的抗压强度为主。必要时，尚需作抗拉、抗冻、抗渗等试验。抗压试件组数应按下列规定留置：

1 不同强度等级、不同配合比的混凝土应分别制取。

2 厚大构件的混凝土应每100～200m³成型试件一组。

3 非厚大构件的混凝土应每50～100m³成型试件一组。

4 每一分部工程成型试件不应少于一组。现浇楼层，每层成型试件不应少于一组。

5 每一工作班成型试件不应少于一组。

4.7.4 应留置一定数量与结构同等养护条件的试件。

4.7.5 评定混凝土质量的原始资料的统计应符合下列规定：

1 强度等级和配合比相同的一批混凝土应作为一个统计单位。

2 不得随意抛弃任一数据。

3 每组三个试件的平均值应作为一个统计数据；当三个试件强度中的最大值或最小值与中间值之差超过中间值的15%时，可取中间值；当三个试件强度中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的15%时，该组试件不应作为强度评定的依据。

4.7.6 混凝土强度的评定应符合下列规定：

1 混凝土强度应分批进行验收。同一验收批的混凝土应由强度等级相同、生产工艺和配合比基本相同的混凝土组成；对现浇混凝土结构构件，尚应按单位工程的验收项目划分验收比。对同一验收批的混凝土强度，应以同批内标准试件的全部强度代表值来评定。

2 当混凝土的生产条件在较长时间内能保持一致，且同一品种混凝土的强度变异性能保持稳定时，应由连续的三组试件代表一个验收批，其强度应同时符合式（4.7.6-1）和式（4.7.6-2）的要求：

$$m_{fcu} \geqslant f_{cu,k} - 0.7\sigma_0 \tag{4.7.6-1}$$

$$f_{cu,min} \geqslant f_{cu,k} - 0.7\sigma_0 \tag{4.7.6-2}$$

当混凝土强度等级不高于C20时，尚应符合式（4.7.6-3）的要求

$$f_{cu,min} \geqslant 0.85 f_{cu,k} \tag{4.7.6-3}$$

当混凝土强度等级高于C20时，应符合式（4.7.6-4）的要求：

$$f_{cu,min} \geqslant 0.90 f_{cu,k} \tag{4.7.6-4}$$

上各式中 m_{fcu} —同一验收批混凝土强度的平均值，N/mm²；

$f_{cu,k}$ — 设计的混凝土标准值，N/mm²；

σ_0 — 验收批混凝土强度的标准差，N/mm²；

$f_{cu,min}$ —同一验收批混凝土强度的最小值，N/mm²。

验收批混凝土强度的标准差，应根据前一检验期内同一品种混凝土试件的强度数据，按式（1.7.6-5）确定：

$$\sigma_0 = \frac{0.59}{m}\sum_{i=1}^{m}\Delta f_{cu,i} \tag{4.7.6-5}$$

式中 $\Delta f_{cu,i}$ —前一检验期内第i验收批混凝土试件中强度的最大值与最小值之差；

m——前一检验期内验收批总批数。

注：每个检验期不应超过三个月，且在该期间内验收批总批数不得小于 15 组。

3 当混凝土的生产条件不能满足本条第 2 款的规定，或在前一检验期内的同一品种混凝土没有足够的强度数据用以确定验收批混凝土强度标准差时，应由不少于 10 组的试件代表一个验收批，其强度应同时符合式（4.7.6-6）和式（4.7.6-7）的要求：

$$m_{f_{cu}} - \lambda_1 S_{f_{cu}} \geqslant 0.9 f_{cu,k} \tag{4.7.6-6}$$

$$f_{cu,\min} \geqslant \lambda_2 f_{cu,k} \tag{4.7.6-7}$$

式中 $S_{f_{cu}}$——验收批混凝土强度的标准差（当 $S_{f_{cu}}$ 的计算值小于 $0.06 f_{cu,k}$ 时，取 $S_{f_{cu}} = 0.06 f_{cu,k}$），$N/mm^2$；

λ_1、λ_2——合格判定系数，按表 4.7.6 采用。

验收批混凝土强度的标准差 $S_{f_{cu}}$ 应按式（4.7.6-8）计算：

$$S_{f_{cu}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_{cu,i}^2 - n m_{f_{cu}}^2}{n-1}} \tag{4.7.6-8}$$

式中 $f_{cu,i}$——验收批内第 i 组混凝土试件的强度值，N/mm^2；

n——验收批内混凝土试件的总组数。

4 对零星生产的预制构件的混凝土或现场搅拌批量不大的混凝土，可采用非统计法评定。此时，验收批混凝土的强度必须同时符合式（4.7.6-9）和式（4.7.6-10）的要求：

$$m_{f_{cu}} \geqslant 1.15 f_{cu,k} \tag{4.7.6-9}$$

$$f_{cu,\min} \geqslant 0.95 f_{cu,k} \tag{4.7.6-10}$$

表 4.7.6 合格判定系数

试件组数	10～14	15～24	≥25
λ_1	1.70	1.65	1.60
λ_2	0.90	0.85	0.85

4.7.7 混凝土质量经检验不合格时，应查明原因，采取相应的改进措施。

查明原因的办法可采取无损检测、钻孔取样、压水试验等方法。

4.7.8 不影响结构使用性能的混凝土表面缺陷的处理，应在凿洗干净后，用与本体同品种水泥配制水泥砂浆抹面，并加强养护。

4.7.9 影响结构使用性能的混凝土缺陷，应会同有关单位区别情况共同研究处理：

1 严重的蜂窝或较深的露筋、孔洞，应在清除不密实混凝土并冲洗干净后，先刷一层水泥净浆或化学粘接剂，再用细石混凝土填补捣实，其水灰比宜小于 0.5，且宜掺用适量膨胀剂。

2 对不易清理的深层蜂窝、孔洞，应采用压力灌浆修补，压入掺有防水剂的水泥浆，其水灰比例为 0.7～1.1。

3 钢筋混凝土构件如产生了裂缝，应查明原因，拟定处理方案。

4.8 移动式泵房

4.8.1 缆车式泵房的岸坡地基必须稳定、坚实。岸坡开挖后应验收合格，才能进行上部结构物的施工。

4.8.2 缆车式泵房的压力输水管道的施工，可根据输水管道的类别，分别按本规范 5.3 或

5.4 的规定执行。

4.8.3 泵车房的钢筋混凝土结构物的施工，可按本规范 4.2 的规定执行。

4.8.4 缆车式泵房的施工应符合下列规定：

1 应根据设计施工图标定各台车的轨道、输水管道的轴线位置。

2 应按设计进行各项坡道工程的施工。对坡道附近上、下游天然河岸应进行平整，满足坡道面高出上、下游岸坡 300～400mm 的要求。

3 坡轨工程如果要求延伸到最低水位以下，则应修筑围堰、抽水、清淤，保证能在干燥情况下施工。

4 坡轨工程的位置偏差，如设计图上未作规定时，可按下列规定执行：

1）岸坡轨道基础梁的中心线与泵车拖吊中心线的距离允许偏差为±3mm。

2）钢轨中心线与泵车拖吊中心线的距离允许偏差应为±2mm；同一断面处的轨距偏差不应超过±3mm。

4.8.5 轨道梁上固定钢轨的预埋螺栓，宜采用二期混凝土施工。

4.8.6 轨道螺栓中心与轨道中心线距离的偏差不应超过±2mm。

4.8.7 泵车运行机构的制作与组装应符合有关规范的规定；电气设备的安装应符合 DL/T5019—94 的有关规定。

4.8.8 浮船船体的建造应按内河航运船舶建造的有关规定执行。

4.8.9 输水管道沿岸坡敷设，接头要密封、牢固；如设置支墩固定，支墩应坐落在坚硬的地基上。

4.8.10 浮船的锚固设施应牢固，承受荷载时不应产生变形和位移。

5 流道与管道施工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 钢筋混凝土流道应防渗、防漏、防裂和防错位。施工时应采取有效的技术措施，提高混凝土质量，防止各种混凝土缺陷的产生。

5.1.2 本章适用于预制钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土管在现场的安装施工。

对与泵房相连接的现浇混凝土出水管道的施工，参照本规范的有关规定执行。

预制钢筋混凝土管的安装，应保证管身支承牢固，管子接头密封。

5.1.3 输水管道的管基槽施工应符合下列规定：

1 土坡开挖尺寸符合设计要求，槽基面应设置排水沟；不回填土的管槽面应设置永久性排水系统；有地下水逸出的坡面，必须做好导渗工作。

土基开挖施工，可参照本规范 3.3 的有关规定执行。

2 管坡基土为填方时，应分层夯实。施工方法应参照 SDJ213—83《碾压式土石坝施工技术规范》的有关规定执行。

填土的土料应避免采用膨胀土。如必须采用时，应按本规范 3.5.2 的有关规定执行。

灌溉排水技术

3 岩石管坡的开挖施工，应参照SL47—93《水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范》的有关规定执行，正确选择开挖的施工方法，严禁事故发生。

5.1.4 本章的金属管道制作安装的规定，适用于现场拼接、施焊的安装施工。

5.2 流 道

5.2.1 进、出水流道应分别按已拟定的浇筑单元整体浇筑，每一浇筑单元不应再分块，也不应再分期浇筑。

5.2.2 与水相接触的围护结构物，如挡水墙、闸墩等宜与流道一次立模整体浇筑。不与水接触的结构物，如内部隔墙、机墩、梁、板等，可分期或提前浇筑。

5.2.3 浇筑流道的模板、支架和脚手架应作好施工结构设计，计算荷载可参照附录A确定。

5.2.4 仓面脚手架应采用桁架、组合梁等大跨度结构。立柱较高时，可使用钢管组合柱或钢筋混凝土预制柱，中间应有足够数量的连杆和斜撑。通过混凝土部位的连杆，可随着新浇混凝土的升高而逐层拆卸。

5.2.5 流道模板宜在厂内制作和预拼，经检验合格后运到施工现场安装。制作和安装模板的允许偏差，应根据设计要求执行，如设计无规定，则应按本规范表4.2.1-2的规定取值。

5.2.6 钢筋混凝土柱应符合本规范4.3.6的规定，钢筋焊接柱的上、下两端应设垫板。

5.2.7 流道的模板、钢筋安装与绑扎应作统一安排，互相协调。

5.2.8 模板、钢筋安装完毕，经验收合格后，才能浇筑混凝土。如果安装后长时间没有浇筑，在浇筑之前应再次检查，合格后方可浇筑。

5.2.9 混凝土中的水泥宜选择低水化热、收缩性小的品种，不宜使用粉煤灰水泥和火山灰质水泥，亦不宜在水泥中掺用粉煤灰等活性材料。

5.2.10 浇筑混凝土时应采取综合措施，控制施工温度缝的发生。

5.2.11 应作好浇筑混凝土的施工计划安排，明确分工责任制，配足设备和工具，确保工程质量。

5.2.12 在浇筑混凝土过程中，应建立有效的通信联络和指挥系统。

5.2.13 混凝土浇筑应从低处开始，按顺序逐层进行，仓内混凝土应大致平衡上升。仓内应布设足够数量的溜筒，保证混凝土能输送到位，不得采用振捣器长距离赶料平仓。

5.2.14 倾斜面层模板底部混凝土应振捣充分，防止脱空。模板面积较大时，应在适当位置开设便于进料和捣固的窗口。

5.2.15 临时施工孔洞应有专人负责，并应及时封堵。

5.2.16 混凝土浇筑完毕应做好顶面收浆抹面工作，加强洒水养护，混凝土表面应经常保持湿润状态。应做好养护记录，定时观测室内外温度变化，防止温差过大出现混凝土裂缝。

5.3 混凝土输水管道

5.3.1 泵站所使用的预制钢筋混凝土管宜向持有生产许可证的专业厂家定制。

5.3.2 管子成品的强度、抗裂、抗渗等性能应符合设计规定，其外观质量应符合下列要求：

1 节端应平整，并应与其轴线垂直（斜交管的外端面应按斜交角规定处理）。

2 内、外管壁平直圆滑，不得有裂缝、蜂窝、露石、露筋等缺陷。

承口、插口工作面应光洁平整，局部凹凸度不应超过2mm，单个缺陷面积不应超过30mm。

3 小于Φ1000mm的中、小直径混凝土管和钢筋混凝土管的尺寸误差，不得超过表5.3.2的规定。

5.3.3 管子运输装卸过程中应轻装轻放，并应采取防震动、碰撞、滑移的措施，避免产生裂纹或损伤。

表5.3.2 管子成品尺寸允许偏差 (mm)

项　目	允许偏差
管节长度	−5，0
内（外）直径	±5
管壁厚度	−3，+5

5.3.4 管子的现场堆放，应符合下列规定：

1 堆放场地应夯实平整，且有排水措施。

2 管子应按型号、规格分类堆放。管下应设防止滚动滑移的措施，层间应设软质垫木。堆放层数不宜超过表5.3.4的规定。

3 当管子直接运至管线，沿管线摆放时，其摆放位置应不妨碍管线施工。

表5.3.4 管子堆放层数

管径（mm）	400～600	700～800	900～1200	1400～1600	≥1800
堆放层数	5	4	3	2	1

5.3.5 管子接口所用橡胶密封圈应满足设计要求，且应符合ZBQ43001《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》的规定。

5.3.6 承插式管道应采用无接头的密封圈。当管子内径超过Φ1600mm，每个胶圈允许采用有一处接头的密封圈，接头材料应与胶圈的性能标准相符，接头外观应平顺。同时，在现场应抽取1%数量的接头进行强度试验，连接处无分离迹象方为合格。

5.3.7 管子安装前，应清除管壁、承插口和密封圈上粘附的脏污和泥沙，发现有损伤和裂缝的管子不得使用。

5.3.8 大直径管道安装，应及时逐节进行接头水压试验，压力值可取0.2MPa，恒压5min，无渗迹者方为合格。然后，再进行下一接头的施工。

5.3.9 管道安装后的水压试验应符合下列规定：

1 长线管道分段试验长度不宜超过1km。

2 管线的镇墩与锚固结构均应完成后才能进行水压试验。

3 地埋管道进行水压试验前，应将管道的上方回填完成，并分层夯实（在承插口接头的局部范围可暂不回填，待试验合格后再行回填）。

4 充满水压后的浸泡时间：

管径≤1000mm时应为48h；

管径＞1000mm时应为72h。

5 水压试验的压力值：

工作压力P≤0.6MPa时，试验压力可取1.5P；

工作压力 $P>0.6$MPa 时，试验压力可取 $P+0.3$MPa。

试验时，先升压至工作压力，检查无渗漏时，2h 后升压至试验压力，恒压 10min，检查无渗漏现象，则为合格。

6 管道渗水量允许值可按式（5.3.9）确定：

$$q=0.11\sqrt{D} \qquad (5.3.9)$$

式中 q ——允许渗水量，L/（min·km）；

D ——试验段的管内径，mm。

5.3.10 管道施工各部位允许偏差按表 5.3.10 的规定取值。

表 5.3.10 管道施工各部位允许偏差 （mm）

项 目	允许偏差
基底面标高	±20
管基包角	侧边高度±30
管道中心线	±15
管道标高	±10
接口间隙	+10

5.4 金属输水管道制作与安装

5.4.1 钢管原材料及其辅助材料应符合设计要求。

5.4.2 管件的几何尺寸和焊接要求均应符合设计要求和规定标准，并用钢印或油漆标出各管件的编号和配合标记。

5.4.3 钢管焊缝应达到标准，且应通过超声波或射线检验，不得有任何渗漏水现象。焊工应有相应等级的上岗证，并应按规定通过有关考核。

5.4.4 钢管各支墩应有足够的稳定性，保证钢管在安装阶段不发生倾斜和沉陷变形。

5.4.5 钢管的管口平面度：当管径 $D\leq5$m 时，不应大于 2mm；$D>5$m 时，不应大于 3mm。

5.4.6 钢管实际周长与设计周长差值，不应大于 $\pm3D/1000$（D 为管道直径）。

5.4.7 相邻管节周长差值：当壁厚小于 10mm 时，不应大于 6mm；壁厚等于或大于 10mm 时，不应大于 10mm。

5.4.8 钢管壁在对接接头的任何位置表面的最大错位：纵缝不应大于 2mm，环缝不应大于 3mm。

5.4.9 钢管制作的椭圆度不应超过 $3D/1000$（D 为管道直径）。

5.4.10 以等于钢管内径 0.25 倍长度为弦长的标准样板测量，其外形弧度间隙不得大于 2mm。

5.4.11 直管外表直线平直度可用任意平行轴线的钢管外表一条线与钢管轴线间的偏差确定：长度为 4m 的管段，其偏差不应大于 3.5mm。

5.4.12 单节钢管长度与设计值之差不应大于±5mm。

5.4.13 主、支、岔管中心偏差不应大于±5mm。

5.4.14 伸缩节内外套管和止水压环直径偏差不应大于 $D/1000$（D 为管道直径），且不应超过±2.5mm。

5.4.15 内外套管和止水环任何部位的间隙偏差不应大于 1mm。

5.4.16 钢管的安装偏差值：对于鞍式支座的顶面弧度，间隙不应大于 2mm；滚轮式和摇摆式支座垫板高程与纵横向中心的偏差不应超过±5mm。

5.4.17 钢管安装轴线偏差值：始装节和弯管起点不应大于±5mm，其他管节不应大于±15mm。

5.4.18 弯管起点的桩号偏差不应大于±10mm。

5.4.19 管口安装椭圆度不应大于 $5D/1000$（D 为管道直径）。

水利水电科技

5.4.20 输水钢管如采用法兰接头时，法兰盘应在厂内制作好，其规格尺寸和加工精度应符合设计规定。法兰盘与钢管的焊接，宜在工作台上进行。相邻两节管子的法兰螺孔必须准确配接。

5.4.21 伸缩节的止水盘根可以采用橡胶或油麻或两者组合使用。橡胶盘根应粘接成整圈，每圈接头应斜接，相邻两圈接头应错开 500mm 以上。

5.4.22 输水钢管应按设计规定进行防锈、防腐处理。使用的原材料及处理工艺，应按有关规范的规定或厂家提供的产品使用说明执行。待隐蔽部位处理后方可进行安装。

5.4.23 钢管安装完毕应进行水压试验。水压试验的技术要求由设计单位提出。

6 进、出水建筑物施工

6.1 引 渠

6.1.1 施工单位应按照设计单位提出的渠线进行测量复核，熟悉渠线情况，严格按设计要求施工。

6.1.2 开挖土石方宜从上到下，依次进行；挖、填土方宜求平衡；弃土宜分散处理，如必须在坡顶或山腰大量弃土时，应进行坡体稳定性验算。

6.1.3 开挖土质边坡或易于软化的岩质边坡，应采取相应的排水和坡脚、坡面保护措施，不得在影响边坡稳定的范围内积水。

6.1.4 冻胀土地区应做好地表水和潜水流的排除。

6.1.5 利用填土作渠道时，不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀性土以及有机物含量大于 8% 的土作填料。当填料内含有碎石土时，其粒径不应大于 200mm。若填料的主要成分为易风化的碎石土，应加强地面排水和表面覆盖等措施。

6.1.6 填土渠道的质量检验，必须随施工进程分层分段进行。以 200～500m² 内有一个检验点为宜，检验其干密度和含水量。

6.1.7 渠道周边表面应平整、光洁，连接处应平顺。

6.1.8 季节性冻土地区的土质引渠采用衬砌时，应参照本规范 4 及 6.5 的有关规定进行。

6.2 前池及进水池

6.2.1 前池、进水池施工应以泵房进水轮廓为基准，按照先近后远、先深后浅、先边墙后护坦的原则，在基础验收合格后进行。

6.2.2 两岸连接结构及护坦的施工，必须分别满足稳定、强度、抗冻、抗侵蚀的要求，其临水面应与泵房边墩平顺连接。

6.2.3 进水池填筑反滤层应在地基检验合格后进行，并应符合下列规定：

1 反滤层厚度以及滤料的粒径、级配和含泥量等，均应符合设计要求。

2 铺筑时，滤料宜处于湿润状态，应避免颗粒分离，防止杂物或不同规格的料物混入。

3 滤料不得从坡上向下倾倒。

水资源出版社

4 各层面均应拍打平整，保证层次清楚，互不混杂。每层厚度不得小于设计厚度的85%。

5 分段铺筑时，应将接头处各层铺成阶梯状，防止层间错位、间断和混杂。

6.2.4 进水池渗如采用土工织物，其铺设应符合下列规定：

1 铺设应平整，松紧均匀，端锚着应牢固。

2 连接可采用搭接、对接等方式，搭接长度应根据受力和基土条件确定。

3 铺设和存放均不宜日晒。

6.2.5 滤层与混凝土或浆砌石的交界面应隔离，并应防止砂浆流入。充水前，排水孔应清理，并灌水检查。孔道畅通后，可用小石子填满。

前池边墙和进水池两侧翼墙为浆砌石时，其施工可参照本规范6.5的规定执行。

6.2.6 前池边墙和进水池两侧翼墙为混凝土或钢筋混凝土时，其施工应从材料选择、配合比设计、温度控制、施工安排和质量控制等方面，采取综合措施，参照本规范4的规定执行。

6.2.7 土方回填应根据结构物的类型、填料性能和现场条件，按照设计质量要求进行。未经检验查明的以及不符合质量要求的土料，不得作为回填土。土方回填应按本规范6.3.1的规定执行。

6.3 出 水 池

6.3.1 出水池的地基为填方时，应符合下列规定：

1 填土应每300～500mm厚为一层。碾压应密实，压实系数以0.93～0.96为宜。

2 当填土为粘性土或沙土时，其最大干容重应符合设计要求，当设计未提出要求时，宜采用击实试验确定。

当填土为碎石或卵石时，其最大干密度可取19.6～21.6 kN/m³。

3 不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀土以及有机物含量大于8%的土作为填料。当填料内含有碎石时，其粒径一般不应大于200mm。

4 应按设计要求做好防渗、防漏的工程措施。

6.3.2 出水池施工宜以泵房流道出口轮廓为基准，按照先近后远、先深后浅、先边墙后护坦的原则进行。

6.3.3 出口翼墙为混凝土或钢筋混凝土的施工，参照本规范4的有关规定执行，但必须分别满足稳定、强度、抗渗、抗冻、抗侵蚀、抗冲刷、抗磨损等性能的要求，其临水面与泵房流道出口边墩应平顺连接。

6.3.4 出水池的防渗和止水缝、伸缩缝、抗震缝等永久缝所用的材料、制品的品种和规格等均应符合设计要求。

6.3.5 水下混凝土防渗墙工程应严格按照施工技术要求施工，且应符合下列要求：

1 混凝土抗压强度、抗渗标准、弹性模量，必须符合设计标准，强度保证率应在80%以上。

2 对工程质量应如实准确记录，文字简洁，数据清晰可靠。

3 资料应及时整理，并绘制混凝土浇筑指示图等图表。

水利电科技

6.3.6 采用钢筋混凝土板桩或木板桩作防渗板桩时，其施工应参照 SL27—91《水闸施工规范》的有关规定执行。

6.3.7 出水池护坦混凝土或钢筋混凝土施工，参照本规范 4 的有关规定执行。护坦宜分块、间隔浇筑。在荷载相差过大的邻近部位，应等浇筑块沉降基本稳定后，再浇筑交接处的另一块体。

6.3.8 在混凝土或钢筋混凝土护坦上行驶重型机械、堆放重物，必须经过设计单位同意。

6.3.9 出水池粘土铺盖的填筑应减少施工接缝，防止止水破坏。必须分段填筑时，其接缝的坡度不应陡于 1∶3。

6.3.10 用塑料薄膜等高分子材料组合层或橡胶布作防渗铺盖时，应符合下列要求：

1 防止沾染油污。

2 铺筑平整，及时覆盖，避免日晒。

3 接缝粘结紧密牢固，并有一定的叠合段和搭接长度。

4 加强抽查和试验。

6.4 永 久 缝

6.4.1 永久缝沥青砂板块的制作和安设应符合下列规定：

1 沥青砂板块尺寸以 500mm×150mm×20mm 为宜，板块宜贴砌在先浇筑部位的缝面上。

2 沥青砂板块的沥青与砂的体积配合比，宜取 1∶2～1∶3。

6.4.2 永久缝油毡板的制作和安设应符合下列规定：

1 应根据气温情况，选用 30 甲或 10 号建筑石油沥青。沥青应防止高温流淌。

2 预制油毡板应场地平整、层毡层油，涂刷均匀。

3 油毡板宜安设在浇筑部位的模板上，应与两次浇筑的混凝土都能紧密结合。

4 止水片的沉降槽和油毡片应在同一立面上。

6.4.3 永久缝为紫铜止水片时，其制作应符合下列要求：

1 表面的油渍、浮皮和污垢应予清除。

2 宜用压模压制成型。转角及交叉处接头应在内场预拼，以铆或双面焊牢固连接。直线段亦宜在内场预拼，只留少数水平段在现场接头，用铆加双面焊牢固连接。焊接应使用铜焊条或紫铜焊条，不得使用锡焊条。接缝必须焊接牢固。如有砂眼、钉孔，应予以补焊，焊后应检查是否漏水。

3 搭接长度不得小于 20mm。

4 永久缝的垂直止水与水平止水交接处应焊、铆加固。

6.4.4 永久缝为塑料和橡胶止水片时，应避免油污和日晒。塑料止水片的接头宜用电热熔接牢固。橡胶止水片的接头可用氯丁橡胶粘接，重要部位应热压粘接。

6.4.5 永久缝止水片的安设可用模板嵌固，不得留有钉孔。紫铜片的沉降槽应用沥青灌填密实。

6.4.6 永久缝二次止水的留槽面应平整光滑，与橡皮密合。

6.4.7 浇筑止水缝部位的混凝土时，应符合以下规定：

万方数据科技

1 水平止水片应嵌在浇筑层中间，在止水片的高程处，不得设置施工缝。

2 浇筑混凝土不得冲撞止水片。当混凝土将淹埋止水片时，应再次清除其表面污垢。

3 振捣器不得触及止水片。

4 嵌固止水片的模板应适当推迟拆除时间，拆模时应注意保护好止水片。

6.4.8 永久缝预留沥青孔的安设，应符合下列规定：

1 孔柱混凝土预制件的外壁必须凿毛，接头应封堵密实。

2 预制件宜分节安设，逐节灌注热沥青。如全孔一次灌注，应在孔内设置热元件。

6.4.9 永久缝的抗震垫块应经防腐处理，其表面应平整光滑。抗震环必须采用Ⅰ级钢筋制作。环间的留隙应符合设计要求。抗震环应互相垂直和缝面正交。

6.5 砌 石

6.5.1 砌石工程施工应符合下列规定：

1 砌石工程应在基础验收及结合面处理检验合格后方可施工。

2 砌筑前应放样立标，拉线砌筑。

3 砌石应平整、稳定、密实和错缝。

6.5.2 砌石工程所用材料应符合下列规定：

1 石料应质地坚实，无风化剥落和裂纹。

2 混凝土灌砌块石所用的石子粒径不宜大于20mm。

3 水泥标号不宜低于325号。

4 使用混合材和外加剂，应通过试验确定。混合材宜优先选用粉煤灰，其品质指标参照有关规定确定。

5 配制砌筑用的水泥砂浆和小石子混凝土，应较设计强度等级提高15%。配合比应通过试验确定，同时应具有适宜的和易性。水泥砂浆的稠度可用标准圆锥沉入度表示，以40～70mm为宜，小石子混凝土的坍落度以70～90mm为宜。

6 砂浆和混凝土应随拌随用。常温拌成后应在3～4h内使用完毕，如气温超过30℃，则应在2h内使用完毕。使用中如发现泌水现象，应在砌筑前再次拌合。

6.5.3 浆砌石施工应符合下列规定：

1 砌筑前应将石料刷洗干净，并保持湿润。砌体石块间应用胶结材料粘结、填实。

2 砌体宜用铺浆法砌筑，灰浆应饱满。护坡、护底和翼墙内部石块间较大的空隙，应先灌填砂浆或细石混凝土并认真捣实，再用碎石块嵌实。不得采用先填碎石块，后塞砂浆的方法。

6.5.4 翼墙及隔墩砌筑应符合下列要求：

1 基础混凝土面层应进行凿毛或冲毛，并冲洗干净后方可砌筑。

2 砌筑应自下而上逐层进行，每层应依次先砌角石、面石、后填腹石，均匀座浆，并随铺随砌。

3 砌筑块石时，上、下层石块应错缝，内、外石块应搭接，面石宜选用较平整的大块石。砌筑料石时，应按一顺一丁或两顺一丁排列放置平稳，砌缝应横平竖直，上、下层竖缝错开距离不应大于100mm，丁石上、下方不得有竖缝。

4 灰缝宽度：块石砌体宜为 20～30mm，料石砌体宜为 15～20mm，混凝土预制块砌体宜为 10～15mm。

5 砌体层间缝面应刷洗干净，并保持湿润。

6 砌体应均衡上升，日砌筑高度和相邻段的高差，均不宜超过 1.2m。

7 砌体隐蔽面的砌缝可随砌随刮平，砌体外露面的砌缝应在砌筑时预留 20mm 深便于勾缝的缝槽。

8 沉降缝、伸缩缝的缝面，应平整垂直。

6.5.5 砌筑过程中应逐日清扫砌体表面粘附的灰浆，并及时洒水养护。养护时间以 14d 为宜。养护期内不宜回填、挡土。

6.5.6 砌体勾缝应符合下列规定：

1 砌体表面砌缝均应勾缝，并宜采用平缝。

2 勾缝前应清理缝槽，并冲洗干净。砂浆嵌入深度不应小于 20mm。

3 勾缝宜采用过筛的细砂，配合比为 1∶1.5 的水泥砂浆。

4 勾缝应自上而下进行。勾缝完毕应清扫砌体表面粘附的灰浆。勾缝砂浆凝结后，应及时洒水养护，养护时间以不少于 14d 为宜。

5 勾缝应宽窄均匀、深浅一致，不得有假缝、通缝、丢缝、断裂和粘结不牢等现象。

6.5.7 新砌体在达到设计强度前，不得在其上拖拉重物或锤击振动。

6.5.8 砌筑过程中如遇中雨或大雨，应停止砌筑，并将已砌石块中的空隙用砂浆或细石混凝土填实，然后加以遮盖。雨后应清除积水再继续砌筑。

6.5.9 砌体上的预埋件、预留孔洞、排水孔、反滤层、防水设施等，应按照设计要求留置。

6.5.10 干砌石宜用于护坡、护底等部位，并应符合下列规定：

1 砌体缝口应砌紧，底部应垫稳、填实，严禁架空。

2 不得使用翅口石和飞口石。

3 宜采用立砌法，不得叠砌和浮塞；石料最小边厚度不宜小于 150mm。

4 具有框格的干砌石工程，宜先修筑框格，然后砌筑。

5 铺设大面积坡面的砂石垫层时，应自下而上，分层铺设，并随砌石面的增高分段上升。

6.5.11 砌石的质量检验应符合下列规定：

1 材料和砌体的质量应符合设计要求。

2 砌缝砂浆应密实、砌缝宽度、错缝距离应符合要求。

3 砂浆、小石子混凝土配合比应正确，试件强度不应低于设计强度。

4 砌体尺寸和位置的允许偏差应符合表 6.5.11 的规定。

6.5.12 浆砌石冷天施工按本规范 4.6 的有关规定执行。

6.5.13 冷天施工采用掺盐砂浆法时应符合下列规定：

1 配置钢筋、预埋铁件和管道的砌体，严禁使用掺盐砂浆砌筑。

2 掺盐砂浆所用盐类宜优先选用氯化钠。氯化纳掺量应按不同的负温界限通过试验确定，并应符合表 6.5.13 的规定。

表 6.5.11 砌体尺寸、位置的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差			
	墩、墙		护坡、护底	
	浆砌块石	浆砌料石(预制块)	浆砌块石	干砌块石
轴线位置	±15	±10		
墙面垂直度(全高)	±0.5%H	±0.5%H		
墙身砌层边缘位置	±20	±10		
墙面坡度	不陡于设计规定	不陡于设计规定		
断面尺寸或厚度	+30,-20	±20 (±15)	砌体厚度的±15%且在±30之间	砌体厚度的±15%,且在±30之间
顶面高程	±15	±15		
护底高程			-30,-50	+30,-50

注:1."H"指墩、墙全高。

2.墩、墙以每个(段)或每10m长为一检验单位,每一检验单位检验2~4点。

3 配制盐溶液时应随时测定溶液的浓度,并严格控制溶液中盐的含量。

4 砂浆拌成时的温度不宜超过35℃,使用时的最低温度不宜低于+5℃。

表 6.5.13 掺盐量占用水量 (%)

盐类名称	日最低温度	
	≥-10℃	-11℃~-15℃
氯化钠	4	7

7 观测设施和施工期观测

7.0.1 泵站工程施工期观测项目应包括沉降、位移、扬压力、水位、流量、泥沙等。

7.0.2 各种观测设备在埋设前均应检查和率定。

7.0.3 观测基点的选择与埋设,应符合下列要求:

1 基点应布置在建筑物两岸、不受沉陷和位移的影响、便于观测的基岩或坚实的土基上。临时观测基点应与永久观测基点相结合。

2 基点应建成具有强制归心的混凝土观测墩。

3 用于观测垂直位移的基点,至少布设一组,每组不少于三个固定点。

7.0.4 建筑物变形观测点,应设置牢固,有足够的数量,能反映变形特征。

7.0.5 施工前各项变形观测的位移量中误差,应符合表7.0.5的规定。

表 7.0.5 变形观测位移量中误差 (mm)

观测项目	位移量中误差		说明
	平面	高程	
滑坡观测	±5	±5	相对观测基点
高边坡稳定观测	±5	±5	相对观测基点
临时围堰观测	±5	±10	相对观测基点
基坑沉陷(回弹)	-	±3	相对观测基点
裂缝	±3	--	相对观测基点

注:对于施工区外的大滑坡和高边坡的观测精度标准可另行确定。

万水值科技

7.0.6 水平位移观测宜采用视准线法。

7.0.7 沉降标点应用铜制或钢制镀铜。施工期一般埋设在底板的四角及中部。沉降标点埋设后应立即观测初始值。施工期间按不同加载情况定期观测；每次观测时间间隔不宜超过15d。竣工放水前后，应分别观测一次。

放水前应将水下的沉降标点转接到便于继续观测的上部结构。

对附近重要建筑物亦应设立标点进行观测。

7.0.8 岸墙、翼墙墙身的倾斜观测应在标点埋设后，填土过程中及放水前后进行。

7.0.9 测压管宜用镀锌铁管，其埋设应符合下列要求：

1 安装前应逐节检查，保持畅通。

2 测压管的水平段应设有1%左右的纵坡，进水口略低，应避免气塞，管段连接必须严密。

3 测压管的垂直段应分节架设稳固，管身垂直度必须符合设计要求，管口应设置封盖。

4 安装完毕，应作注水试验。

7.0.10 水位观测设施应设在水流平稳地段，施工围堰处应设置临时水尺。

7.0.11 测压管水位与上、下游水位应同步观测。

7.0.12 各项观测设备应由专人负责观测和保护。

7.0.13 施工期间所有观测项目均应按时观测。观测数据应及时整理分析。

7.0.14 所有观测设备的埋设安装、率定检查和施工期观测记录、资料分析等，均应移交管理单位。

7.0.15 有关应力、振动等专门性观测项目的观测设备埋设和观测，应按有关专门规定执行。

8 水工金属结构安装

8.1 一 般 规 定

8.1.1 闸门、拦污栅、启闭机及清污机在安装前应具备下列资料：

1 设计图样和技术文件。设计图样应包括总图，装配图，易损零件图，水工建筑物图及闸门、拦污栅与启闭机、清污机安装图，电气控制原理图等。

2 闸门、拦污栅、启闭机及清污机的制造验收资料和质量证书；外购件合格证。

3 主要部件装配检查记录及产品预装检查报告。

4 安装用控制点位置图。

8.1.2 闸门、拦污栅、启闭机及清污机的安装，必须按设计图样和有关技术文件进行，如有修改应有设计修改通知书。

8.1.3 安装闸门、拦污栅、启闭机及清污机所用的钢卷尺和测量仪器的精度必须达到下列规定：

1 精度为万分之一的钢卷尺。

万方数据科技

2 达到J_2型经纬仪精度的经纬仪。

3 达到S_3型水准仪精度的水准仪。

闸门、启闭机等安装所用量具和仪器，应定期由法定计量部门予以检定。

8.1.4 用于测量高程和安装轴线的基准点及安装用的控制点均应明显、牢固和便于使用。

8.1.5 压力表安装前应校验，表面的满刻度应为试验压力的1.5～2倍，精度等级不应低于1.5级。

8.1.6 安装用焊接材料（焊条、焊丝及焊剂）必须具有出厂质量证书，其化学成分、机械性能和扩散氢含量等各项指标，应符合国家现行有关标准的规定。

8.1.7 焊缝的外观质量和对Ⅰ、Ⅱ类焊缝内部缺陷探伤，应符合SL36—92《水工金属结构焊接通用技术条件》的规定；发现焊缝有不允许的缺陷时，应按上述标准的有关规定进行修补与处理。严禁在焊件组装间隙内填入金属材料。

8.1.8 闸门、拦污栅运输吊装时，宜标出构件重心位置，并应采取措施，防止构件损坏和变形；闸门及埋件的加工面应妥善防护，避免碰伤与锈蚀。

8.1.9 启闭机、清污机及自动挂脱梁在运输保管过程中应防锈、防碰撞；液压启闭机堆放时应采取措施防止油缸变形。机械设备运至工地后，应入临时仓库妥善保管。

8.1.10 金属结构件和机械设备的防腐涂层，在运输、安装过程中受到损坏和锈蚀，应按SL105—95《水工金属结构防腐蚀规范》中有关规定进行修补处理。

8.2 闸门埋件安装

8.2.1 预埋在一期混凝土中的锚栓或锚板，应按设计图样制造，由土建施工单位预埋，并在混凝土开仓浇筑之前，会同有关单位对其预埋位置进行检查核对。

8.2.2 埋件安装前门槽中的模板杂物必须清除干净，混凝土的结合面应全部凿毛，二期混凝土的断面尺寸应符合图样要求。

8.2.3 平面闸门埋件安装允许公差与偏差应符合本规范附录B的规定。

8.2.4 拍门铰座的基础螺栓中心和设计中心位置偏差应不大于10mm。

8.2.5 拍门铰座安装允许公差与偏差应符合表8.2.5的规定。

8.2.6 拍门门框安装宜采用二期混凝土浇筑。倾斜设置的门框埋件，其倾斜角度允许偏差宜为±10′。

8.2.7 埋件安装调整好后应将调整螺栓与锚板或锚栓焊牢，确保埋件在浇筑二期混凝土过程中不发生变形或位移。若对埋件的加固另有要求时，应按设计图样要求予以加固。

8.2.8 埋件安装经检查合格，应在5～7d内浇筑二期混凝土。混凝土一次浇筑高度不宜超过5.0m，在浇筑过程中应防止撞击，并应采取措施捣实混凝土。

8.2.9 埋件二期混凝土拆模后，应对埋件进行复测，作好记录，并检查混凝土面尺寸，清除遗留的钢筋和杂物。

表8.2.5 拍门铰座安装允许公差与偏差 (mm)

项 目	公差与偏差
铰座中心对孔口中心距离	±1.5
里 程	±2.0
高 程	±2.0
铰座轴孔倾斜度(任意方向)	1/1000
两铰座轴线的同轴度	1.0

水利电力出版社

8.2.10 埋件工作表面对接接头的错位应进行缓坡处理。工作面的焊疤、焊缝余高以及凹坑应铲平、焊平和磨光。

8.2.11 工程挡水前应对全部检修门槽和共用门槽进行试槽。

8.3 平面闸门安装

8.3.1 整体闸门在安装前应对其各项尺寸进行复查，各项尺寸应符合设计图样或DL/T5018—94《水利水电工程钢闸门制造安装及验收规范》的有关规定。

8.3.2 分节闸门组装成整体后除应按DL/T5018--94的有关规定执行外，还应满足下列要求：

1 如用螺栓连接，则螺栓应均匀拧紧，节间止水橡皮的压缩量应符合设计要求。

2 节间如用焊接，则应按DL/T5018—94中有关焊接的规定进行焊接和检验。焊接时应采取措施控制变形。

8.3.3 止水橡皮的螺孔位置应与门叶或止水压板上的螺孔位置一致，孔径应比螺栓直径小1.0mm，严禁烫孔。

8.3.4 止水橡皮安装后两侧止水中心距和顶止水中心至底止水底缘距离的允许偏差为±3.0mm，止水表面的平面度宜为2.0mm，止水橡皮的压缩量应符合图样尺寸规定，其允许偏差为$^{+2.0}_{-1.0}$mm。

8.3.5 止水橡皮接头可采用生胶热压等方法胶合，胶合处不得有错位、凸凹不平和疏松现象存在。

8.3.6 平面闸门应作静平衡试验，其倾斜一般不应超过门高的1/1000，且不大于8.0mm。超过上述规定时，应予配重。

8.3.7 闸门吊装时应采取防止变形及碰撞的保护措施。

8.4 拍门安装

8.4.1 拍门在安装前应检查其制造重量，制造重量与设计重量误差应不超过±5%。

8.4.2 拍门止水橡皮安装的允许偏差，应符合本规范8.3.3～8.3.5的规定。

8.4.3 拍门采用金属止水时，表面应进行机械加工，粗糙度R_a值不应低于3.2μm，安装时应保持接触面密封良好。如设计另有要求时，应满足设计图样的规定。

8.4.4 采用平衡重式拍门，平衡块重量应符合设计要求，其误差不应超过±2%。

8.4.5 拍门安装后的开启角度偏差，应符合设计图样规定，拍门中心与流道中心允许偏差不应大于3.0mm。

8.5 拦污栅安装

8.5.1 活动式拦污栅埋件安装允许偏差应符合表8.5.1的规定。

倾斜设置的拦污栅埋件，其倾斜角的角度允许偏差为±10′。

8.5.2 固定式拦污栅埋件安装后，各横梁工作表面最高和最低点的差值不应大于3.0mm。

8.5.3 使用清污机的拦污栅，其安装精度应符合设计图样的规定。分节拦污栅的栅条连接处应平顺连接，平面及侧向错位不应超过1.0mm。

万水信息科技

表 8.5.1 活动式拦污栅埋件安装允许偏差 (mm)

项目	允许偏差		
	底槛	主轨	反轨
里程	±5.0	—	—
高程	±5.0	—	—
工作表面一端对另一端的高程	3.0	—	—
对栅槽中心线	—	−3.0 −2.0	+5.0 −2.0
对孔口中心线	±5.0	±5.0	±5.0

8.6 闸门、拦污栅试运转

8.6.1 闸门安装好后应在无水情况下作全行程启闭试验，启闭前应在止水橡皮处浇水润滑。有条件时，对工作闸门应做动水启闭试验。

8.6.2 闸门启闭过程中应检查滚轮、拍门铰等转动部位运行情况，闸门升降或旋转过程应无卡阻，启闭设备左右两吊点应同步，止水橡皮及拍门缓冲垫应无损伤。

8.6.3 快速闸门、拍门安装完成后，应对门的关闭速度进行试验，其关闭时间应能满足机组的保护要求。

8.6.4 拦污栅入槽后应作升降试验，检查栅槽有无卡阻情况，栅体动作和各节的连接是否可靠。

表 8.6.5 闸门止水允许漏水量

止水材料	每米止水长度的漏水量 (L/s)
橡皮	0.1
金属	0.8

8.6.5 闸门在承受设计水头压力时，其止水漏水量不应超过表 8.6.5 的规定。

8.7 固定卷扬式启闭机安装及试运转

8.7.1 启闭设备到达施工现场后，应按DL/T5019—94《水利水电工程启闭机制造安装及验收规范》(以下简称“DL/T5019”)的有关规定进行全面检查，经检查合格后，方可进行安装。

8.7.2 应检查基础螺栓埋设位置，螺栓埋入深度及露出部分的长度应准确。

8.7.3 应检查启闭机平台高程，其偏差不应大于±5mm，水平偏差不应大于 0.5/1000。

8.7.4 启闭机的安装应根据起吊中心找正，其纵、横向中心线偏差不应超过±3.0mm。

8.7.5 缠绕在卷筒上的钢丝绳长度，当吊点在下限位置时，留在卷筒上的圈数不宜少于 4 圈，当吊点在上限位置时，钢丝绳不得缠绕到卷筒的光筒部分。

8.7.6 双吊点启闭机吊距误差不宜超过±3.0mm；钢丝绳拉紧后，两吊轴中心线应在同一水平上，其高差在孔口内不得超过 5.0mm。

8.7.7 启闭机电气设备的安装应符合SD315—93《固定卷扬式启闭机通用技术条件》中的有关规定。

8.7.8 电气设备通电试验前应认真检查全部接线并应符合图样规定，整个线路的绝缘电阻必须大于 0.5MΩ 才可开始通电试验。试验中各电动机和电气元件温升不应超过各自的允许值，试验应采用该机自身的电气设备。试验中若触头等元件有烧灼者，应查明原因并予以更换。

8.7.9 启闭机空载试验全行程应上、下升降3次。对下列电气和机械部分应进行检查和调整。

1 电动机运行应平稳，三相电流不平衡度不应超过±10%，并应测出电流值。

2 电气设备应无异常发热现象。

3 应检查和调试限位开关（包括充水平压开度接点），开关动作应准确可靠。

4 高度指示器和荷重指示器应准确反映行程和重量、到达上下极限位置后，主令开关应能发出信号并自动切断电流，使启闭机停止运转。

5 所有机械部件运转时，均不应有冲击声和其他异常声音；钢丝绳在任何部位均不得与其他部件相摩擦。

6 制动闸瓦松闸时应全部打开，间隙应符合要求，并测出松闸电流值。

7 对快速闸门启闭机利用直流电流松闸时，应分别检查和记录松闸直流电流值和松闸持续2min电磁线圈的温度。

8.7.10 启闭机负荷试验，应将闸门在门槽内无水或静水中全行程上下升降2次；对于动水启闭的工作闸门或动水闭静水启的事故闸门，应在设计水头动水工况下升降2次，对于泵站出口快速闸门，应在设计水头动水工况下，作全行程的快速关闭试验。

负荷试验时应检查下列电气和机械部分：

1 电动机运行应平稳，三相电流不平衡度不应大于±10%，并应测出电流值。

2 电气设备应无异常发热现象。

3 所有保护装置和信号应准确可靠。

4 所有机械部件在运转中不应有冲击声，开放式齿轮啮合工况应符合要求。

5 制动器应无打滑、无焦味和无冒烟现象。

6 荷重指示器与高度指示器的读数应能准确反映闸门在不同开度下的启闭力值，误差不得超过±5%。

7 对于快速闸门启闭机快速开启时间不得超过2min；快速关闭的最大速度不得超过5m/min；电动机（或调速器）的最大转速不得超过电动机额定转速的两倍。离心式调速器的摩擦面，其最高温度不得超过200℃。采用直流电源松闸时，电磁铁线圈的最高温度不得超过100℃。

8 试验结束后机构各部分不得有破裂、永久变形、连接松动或损坏。

8.8 移动式启闭机安装及试运转

8.8.1 小车轨道安装允许公差与偏差，应符合本规范附录C的规定。

8.8.2 大车轨道安装应符合下列要求：

1 轨道铺设前应进行检查，合格后方可铺设。

2 吊装轨道前应确定轨道的安装基准线。轨道安装允许公差与偏差应符合表8.8.2的规定。

3 两平行轨道的接头位置应错开，其错开距离不应等于前后车轮的轮距。

4 应全面复查各螺栓的紧固情况。

5 轨道上的车挡应在吊装桥机（门机）前装妥；同一跨度的两车挡与缓冲器均应接触，

如有偏差应进行调整。

6 大车车轮应与轨道面接触，不应有悬空现象。

表 8.8.2 大车轨道安装允许公差与偏差

项目名称	基本尺寸（m）	公差与偏差（mm）
大车轨道实际中心线与基准线偏差	跨度 $L\leqslant10$	≤2.0
	$L>10$	≤3.0
大车轨距偏差	跨度 $L\leqslant10$	±3.0
	$L>10$	±5.0
同跨两平行轨道的标高相对差	跨度 $L\leqslant10$	其柱子处≤5.0
	$L>10$	其柱子处≤8.0
大车轨道接头	左、右、上三面错位	≤1.0
	接头处间隙	≤2.0
轨道纵向直线度误差	—	1/1500
轨道全行程最高点与最低点之差		≤2.0

8.8.3 桥架和门架组装的允许公差与偏差，应符合本规范附录 D 的规定。

8.8.4 运行机构安装后的允许公差与偏差，应符合本规范附录 E 的规定。

8.8.5 电气设备安装应符合 DL/T 5009—94 的有关规定。

8.8.6 自动挂脱梁安装应符合下列要求：

1 自动挂脱梁出厂前应作静平衡试验，并应检查挂钩装置，液压装置和信号装置等部位，其动作应灵活、准确、可靠，无卡阻或渗漏现象，电缆接线盒严禁漏水。

2 自动挂脱梁上的吊点中心距与定位中心距的偏差不宜超过±3.0mm。

3 自动挂脱梁安装后应在无水情况下进行挂、脱闸门试验。

8.8.7 采用移动式启闭机带自动挂脱梁操作多孔口闸门时，启闭机及自动挂脱梁的安装，应根据各孔口门槽起吊中心找正；其中心线与各孔口起吊中心线，安装后的纵、横向误差不应超过±5.0mm。

8.8.8 试运转前应检查以下内容：

1 所有机械部件、连接部件、各种保护装置及润滑系统等的安装、注油情况，其结果应符合要求，并应清除轨道两侧所有杂物。

2 钢丝绳端的固定应牢固，在卷筒、滑轮中缠绕方向应正确。

3 电缆卷筒、中心导电装置、滑线及各电机的接线应正确、无松动现象，接地应良好。

4 对双电机驱动的起升机构，电动机的转向应正确，转速应同步；双吊点的起升机构应使用两侧钢丝绳调至等长。

5 运行机构的电动机转向是否正确和转速是否同步。

6 机构的制动轮不应有卡阻现象。

8.8.9 空载试运转起升机构和运行机构应分别在行程内上下、往返各三次，并应检查下列电气和机械部分：

1 电动机运行应平稳；三相电源应平衡。

2 电气设备应无异常发热现象，控制器的触头应无烧灼现象。

3 限位开关、保护装置及联锁装置等动作应正确可靠。

4 当大、小车运行时，车轮不应有啃轨现象。

5 当大、小车运行时，导电装置应平稳，不应有卡阻、跳动及严重冒火花现象。

6 所有机械部件运转时，均不应有冲击声和其他异常声音。

7 运转过程中，制动闸瓦应全部离开制动轮，不应有任何摩擦。

8 所有轴承和齿轮应有良好的润滑，轴承温度不得超过65℃。

9 在无其他噪声干扰的情况下，在司机座（不开窗）测得的噪声不得大于85dB（A）。

8.8.10 检查启闭机构及其制动器工作性能的负荷试验，可升起1.1倍额定荷载，做动载试验：同时开动两个机构，作重复的起动、运转、停车、正转、反转等动作，延续时间应达1h。每机构按本规范8.8.9规定的项目进行检查，应动作灵敏，工作平稳可靠，各限位开关、安全保护联锁装置、防爬装置应动作正确可靠，各零部件应无裂纹等损坏现象，各连接处不得松动。

8.9 液压式启闭机安装及试运转

8.9.1 液压启闭机机架的纵、横向中心线与实际测得的起吊中心线的距离不应超过±2.0mm；高程偏差不应超过±5.0mm。双吊点液压启闭机支承面的高差不应超过±0.5mm。

8.9.2 机架钢梁与推力支座的组合面不应有大于0.05mm的间隙，其局部间隙不应小于0.1mm，深度不应大于组合面宽度的1/3，累计长度不应大于周长的20%，推力支座顶面水平偏差不应大于0.2/1000。

8.9.3 安装前应检查活塞杆是否变形，在活塞杆竖直状态下，其垂直度不应大于0.5/1000，且全长不超过杆长的1/4000；并检查油缸内壁有无碰伤和拉毛现象。

8.9.4 吊装液压缸时应根据缸的直径、长度和重量决定支点或吊点数，以防止变形。

8.9.5 活塞杆与闸门（或拉杆）吊耳连接时，当闸门下放到底坎位置，在活塞与油缸下端盖之间应留有50mm的间隙，以保证闸门能严密关闭。

8.9.6 管道弯制、清洗和安装均应符合GB8564—88《水轮发电机组安装技术规范》中的有关规定，管道设置应减少阻力，管道布局应清晰合理。

8.9.7 对高度指示器和主令开关的上、下断开接点及充水接点应进行初调。

8.9.8 试验油过滤精度：柱塞泵不应低于20μm；叶片泵不低于30μm。

8.9.9 油泵运行噪声应低于85dB（A）。

8.9.10 试运转前的检查应包括以下内容：

1 门槽内的一切杂物应清除干净，闸门和拉杆不应受卡阻。

2 机架固定应牢固。

3 电气回路中的单个元件和设备均应进行调试，并应符合GB1497《低压电器基本标准》的有关规定。

8.9.11 油泵第一次起动时应将油泵溢流阀全部打开，连续空转30～40min，油泵不应有异常现象。

8.9.12 油泵空转正常后在监视压力表的同时，应将溢流阀逐渐旋紧向管路系统充油，充油时应排除空气。管路充满油后，调整油泵溢流阀，使油泵在其工作压力的25%、50%、

75%、100%的情况下分别连续运转15min，应无振动、杂音和温升过高等现象。

8.9.13 上述试验完毕，调整油泵溢流阀，当压力达到工作压力的1.1倍时动作排油，此时应无剧烈振动和杂音。

8.9.14 油泵阀组的起动阀应在油泵开始转动后3～5s内动作，使油泵带上负荷。否则，应调整弹簧压力或节油孔的孔径。

8.9.15 无水时应先手动操作升降闸门一次，检验缓冲装置减速情况和闸门有无卡阻现象，并记录闸门全开时间和油压值。

8.9.16 调整主令控制器凸轮片，使主令控制器的电气接点接通。断开时闸门所处的位置应符合图样要求，但闸门上充水阀的实际开度应调至小于设计开度30mm以上。调整高度指示器，使其指针能正确指出闸门所处位置。

8.9.17 第一次快速关闭闸门时，应在操作电磁阀的同时，做好手动关闭阀门的准备，防止闸门过速下降。

8.9.18 将闸门提起在48h内，闸门因活塞油封和管路系统漏油而产生的沉降量不应大于200mm。

8.9.19 手动操作试验合格后，方可进行自动操作试验。提升和快速关闭闸门试验时，应记录闸门提升、快速关闭、缓冲的时间以及水位和油压值。快速关闭时间应符合设计规定。

8.10 清污机安装及试运转

8.10.1 移动式清污机的轨道安装，应按本规范8.8.2的规定执行。轨道中心线与拦污栅平面位置基准应为同一放样体系。

8.10.2 移动式清污机的机架及运行机构安装、试运转应符合设计图样或制造厂技术条件的要求；如无要求，则应参照本规范附录D、附录E和8.8.8的规定执行。

8.10.3 回转式清污机安装偏差，应符合设计图样或制造厂的技术规定，如无规定，则应符合下列要求：

1 埋设件允许偏差应符合本规范表8.5.1的规定。

2 安装后的角度允许偏差为±10′。

3 驱动链轮与牵引链轮的轮齿宽中心线，其允许偏差应小于1.5mm。

4 链条应调整到正常工作状态，驱动链轮与链条啮合时主动边拉紧，从动边下垂度应小于15.0mm。

5 安装后应进行不少于30min的空运转试验。试验过程中，不得出现有影响性能和安全质量问题的现象。

8.11 交接与验收

8.11.1 由安装部门按设计图样和本规范进行检查，检查合格后方能进行验收。

8.11.2 闸门、拦污栅、启闭机及清污机等施工安装验收，可分别按安装验收与试运行验收进行。

8.11.3 施工安装部门除移交制造厂提供的全部技术资料外，还应提供下列技术资料：

行业标准

1 主要材料、标准件及协作件的出厂质量证书。
2 安装焊缝质量检验报告。
3 施工中重大缺陷处理记录和报告。
4 设计修改通知和有关会议纪要。
5 安装竣工图。
6 安装尺寸的最后测定记录和调试记录。
7 试运行报告。

附录A 普通模板及支架的计算荷载

A.0.1 计算模板、支架时，应按下列荷载考虑：
1 模板、支架及脚手架的自重。
2 钢筋的重力。
3 新浇灌混凝土的重力。
4 人、浇筑设备、运输工具等荷载。
5 振捣混凝土时产生的荷载。
6 倾倒混凝土时产生的竖向动力荷载。
7 冷天施工时保温层的重力及雪荷载。
8 新浇混凝土对模板的侧压力。
9 倾倒混凝土时产生的水平动力荷载。
10 其他荷载。

A.0.2 计算模板、支架或脚手架时，应按表A.0.2的规定选择可能发生的最不利荷载组合。

表A.0.2 各种模板、脚手架结构荷载组合

项目	荷载种类	
	强度计算	刚度计算
楼面、顶盖等部位的底模及支承	1+2+3+4+5 或1+2+3+4+6	1+2+3 或1+2+3+7
泵井、深梁、大梁、流道的底模及支承	1+2+3+5	1+2+3+7
梁侧模板	8	8
墙、墩、柱等部位侧模	8+9或8	8
底板、消力池等部位侧模	8或8+9	8
脚手架、面板、立柱	1+4+6或 1+4+车辆集中力	

万水电科技

A.0.3 新浇筑混凝土对模板的侧压力计算应符合下列规定：

1 采用插入式振捣器时，混凝土对模板的侧压力可按式（A.0.3-1）计算：

$$P = 8 + 24K\sqrt{v} \qquad \text{(A.0.3-1)}$$

式中 P——混凝土对模板的最大侧压力，kN/m^2；

K——温度校正系数，可按表 A.0.3-1 采用；

v——混凝土浇筑速度，m/h。

表 A.0.3-1 温度校正系数

温度（℃）	5	10	15	20	25	30	35
K	1.53	1.33	1.16	1.00	0.86	0.74	0.65

注：温度是指混凝土的温度。在一般情况下（即没有改变混凝土入模温度的其他措施）可采用浇筑混凝土的气温。

侧压力的计算图形见图 A.0.3。

图中 $h = P/\gamma = \dfrac{8 + 24K\sqrt{v}}{24}$ (A.0.3-2)

式中 γ —混凝土重度，kN/m^3。

2 采用外部振动器时，在振动影响的高度内，混凝土对模板的最大侧压力可按式（A.0.3-3）计算：

$$P = 24H \qquad \text{(A.0.3-3)}$$

式中 P —新浇筑混凝土的最大侧压力，kN/m^2；

H——外部振捣器的作用高度（一般取 4h 所浇筑的高度），m。

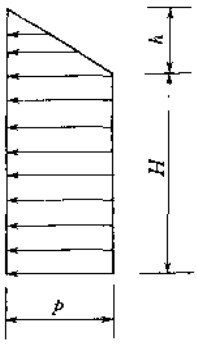


图 A.0.3 混凝土对模板的侧压力计算图形

采用外部振动器时，尚应验算振动器对模板、支架和连接件的局部作用。

3 倾倒混凝土所产生的水平动力荷载可按表 A.0.3-2 采用。

A.0.4 各种荷载的分项系数应按表 A.0.4 的规定选取。

A.0.5 在荷载作用下模板构件的挠度不应超过下列规定值：

1 结构表面外露的模板为模板构件跨度的 1/400；

2 结构表面隐蔽的模板为模板构件跨度的 1/250；

3 模板构件的弹性变形或支柱的下沉为相应结构净空跨度的 1/1000。

表 A.0.3-2 倾倒混凝土产生水平动力荷载值 （kN/m^2）

向模板中倒料的方法	作用于侧面模板的水平荷载
用溜槽串筒或直接由混凝土导管流出	2
用容量 0.2m^3 及以下的运输工具倾倒	2
用容量 0.2～0.8m^3 的运输工具倾倒	4
用容量 0.8m^3 及以上的运输工具倾倒	6

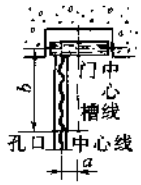
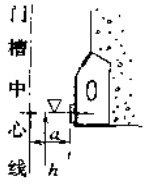
表 A.0.4 荷载分项系数

项次	荷载种类	分项系数
1	1、2、3、7、8	1.2
2	4、5、6、9（车辆集中力）	1.4

江苏电科技

附录B 平面闸门埋件安

表B 平面闸门埋件安

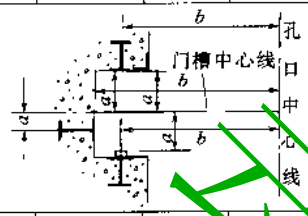
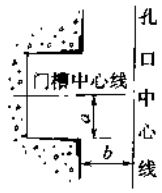
序号	埋件名称		底槛	门楣
	简图			
1	对门槽中心线 a	工作范围内	±5	+2 −1
		工作范围外		
2	对孔口中心线 b	工作范围内	±5	
		工作范围外		
3	高程	▽	±5	
4	门楣中心对底槛面的距离 h			±3
5	工作表面一端对另一端的高差	$L\geqslant10000$	3	
		$L<10000$	2	
6	工作表面平面度	工作范围内	2	2
		工作范围外		
7	工作表面组合处的错位	工作范围内	1	0.5
		工作范围外		
8	表面扭曲 f	简图		
		工作范围内表面宽度 $B<100$	1	1
		$B=100\sim200$	1.5	1.5
		$B>200$	2	
		所有宽度		
	工作范围外允许增加值			

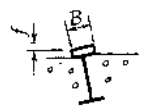
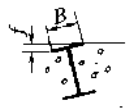
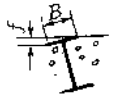
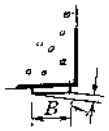
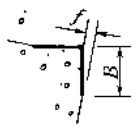
注：1. L 为闸门宽度；2. 构件每米至少应测一点；3. 胸墙下部是指和门楣组合处；4. 门槽工作范围高度，静水启位应磨成缓坡。

江苏凤凰科技

装允许公差与偏差

装允许公差与偏差（mm）

主轨		侧轨	反轨	侧止水座板	扩角兼作侧轨	胸墙			
						兼作止水		不兼作止水	
加工	不加工					上部	下部	上部	下部
									
+2 −1	+3 −1	±5	+3 −1	+2 −1	±5	+5 −0	+2 −1	+8 −0	−2 −1
+3 −1	+5 −2	±5	+5 −2		±5				
±3	±3	±5	±3		±5				
±4	±4	±5	±5		±5				
				2	2		2	4	4
0.5	1	1	1	0.5	1	1	1	1	1
1	2	2	2		2				

					
0.5	1	2	2	1	2
1	2	2.5	2.5	1.5	2.5
1	2	3	3		3
2	2	2	2		2

闭闸门为孔口高，动力启闭闸门为承压主轨高度；5. 侧轮如为预压式弹性装置，则侧轨偏差按图样规定；6. 组合处错

五洲恒科技

附录C 小车轨道安装允许公差与偏差

表C 小车轨道安装允许公差与偏差

序号	项目名称	基本尺寸（m）	公差与偏差（mm）	简图
1	小车轨距差	$T\leqslant 2.5$ $T>2.5$	±2.0 ±3.0	
2	小车跨度 T_1、T_2 的相对差	$T\leqslant 2.5$ $T>2.5$	≤2.0 ≤3.0	
3	同一截面轨道的高低差	$T\leqslant 2.5$ $T>2.5$	$C\leqslant 3.0$ $C\leqslant 5.0$	
4	小车轨道与轨道梁腹板两中心线的位置差	偏轨箱形梁	$\delta<12$，$D\leqslant 0.5\delta$ $\delta\geqslant 12$，$D\leqslant 0.5^{2}$	
		单腹板梁及桁架梁	$d\leqslant 0.5\delta$	
5	轨道居中的对称箱形梁小车轨道中心线直线度		≤3.0	
6	小车轨道接头	左、右、上三面错位	$C\leqslant 1.0$	
		接头处间隙	$C_1\leqslant 2.0$	
7	小车轨道侧向局部弯曲	任意2.0m范围内	≤1.0	
8	小车轨道应与大车主梁上翼板紧密贴合，当局部间隙大于0.5mm，长度超过200mm时，应加垫板垫实			

注：T_1、T_2 见附录D中简图。

技术仅供参考

附录 D 桥架和门架的组装允许公差与偏差

表 D 桥架和门架的组装允许公差与偏差 (mm)

序号	项目名称	公差与偏差	简图
1	主梁跨中上拱度	$F=(0.9\sim1.4)L/1000$，且最大上拱度应在跨度中部的 $L/10$ 范围内	
2	悬臂端上翘度	$F_2=(0.9\sim1.4)L_1/200$ [或 $(0.9\sim1.4)L_2/200$]	
3	主梁水平弯曲	$f\leqslant L/2000$，但最大不得超过 20.0	
4	桥架对角线差 D_1-D_2	≤5.0	
5	两个支腿从车轮工作面到支腿上法兰平面的高度相对差	≤8.0	

江苏省水利科技

附录E 运行机构安装允许公差与偏差

表E 运行机构安装允许公差与偏差

序号	项目名称	基本尺寸（m）	公差与偏差（mm）	简图
1	桥机跨度允许偏差	$L\leqslant10$	±3.0，且两侧跨度的相对差≤3.0	
		$L>10$	±5.0，且两侧跨度的相对差≤5.0	
2	门机跨度允许偏差	$L\leqslant10$	±5.0，且两侧跨度的相对差≤5.0	
		$L>10$	±8.0，且两侧跨度的相对差≤8.0	
3	车轮垂直偏斜	-	$a\leqslant L/400$，L为测量长度，在车轮架空状态下测量	
4	车轮水平偏斜	—	$p\leqslant L/1000$，L为测量长度，且同一轴线上一对车轮的偏斜方向应相反	
5	同一端梁下车轮的同位差	2个车轮	≤2.0	
		3个或3个以上	≤3.0	
		同一平衡梁下	≤1.0	

灌溉排水科技

本规范用词和用语说明

1 对于执行本规范严格程度的用词，采用下列写法：

1）表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规范条文中，“条”、“款”之间承上启下的连接用语采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等写法。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

泵站施工规范

SL234--1999

条文说明

三水帕科技

目　　次

1　总则 …… 594
2　施工测量 …… 595
3　地基与基础 …… 596
4　泵房施工 …… 606
5　流道与管道施工 …… 608
6　进、出水建筑物施工 …… 610
7　观测设施和施工期观测 …… 614
8　水工金属结构安装 …… 614

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 制定本规范的目的，就是为了统一泵站施工的技术标准，保证泵站施工质量，使泵站工程在国民经济建设中更好地发挥作用。

1.0.2 本规范适用范围主要是新建、扩建或改建的大、中型灌溉、排水及工业、城镇供水泵站的施工。中国的泵站类型很多，数量很大，且多数为小型，小型泵站施工相对简单，可参照本规范使用。

1.0.3 泵站工程施工前，必须根据主管部门批准的设计文件，编制施工组织设计。遇到松软地基、严重的承压水、复杂的大型泵站，应制定专项施工措施设计。

1.0.4 施工单位必须按监理工程师认可签发的图纸施工。由于施工条件，材料规格、品种、质量不符合设计要求，或原设计不合理，需要变更设计的，应报监理工程师处理。施工单位对施工组织设计的重大修改，也应报请原审批单位同意后，方可执行。

1.0.5 在采用新技术、新材料、新设备和新工艺时，要注意其是否成熟可靠。重要的新技术、新材料、新设备和新工艺的采用，一定要经过国家有关部门或权威机构进行鉴定验证。

1.0.6 按照 SD204—86《泵站技术规范》（验收分册）及施工实践，建设单位会同有关单位应提供的技术档案资料如下：

1 批准开工的文件、施工进度及大事记录。

2 竣工验收报告和工程技术总结，竣工图纸和竣工项目清单，竣工决算，投资效益及经济分析资料。

3 有关工程设计、施工的全部文件；有关工程和设备的质量检查、试验资料和鉴定文件；有关科学研究和观测试验的报告。分部分项工程验收、启动验收、临时投产运行的文件、签证和验收资料。

4 设备、备品、配件以及为管理购置的试验仪表、设备和专用材料，生产及生活用具的移交清册，设备制造厂提供的产品说明书、试验记录、安装图纸以及合理证件等技术文件。

5 迁建赔偿的有关协议文件、安置情况和赔偿清单，以及征购土地的文件（必须具有法律效力）等。

6 管理单位的组织、编制、财务等方面的文件和资料。

以上文件、资料均应按规定格式、份数整理，并加以说明。

1.0.7 泵站工程施工质量评定，除应按本规范的要求外，还应按 SDJ249—88《水利水电基本建设工程单元工程质量等级评定标准》与 SD204—86《泵站技术规范》（验收分册）有关规定执行。

仅供试读

2 施 工 测 量

2.1 一 般 规 定

2.1.1 本条规定主要是明确施工测量人员的职责，加强测量人员的责任心。

2.1.2 建筑物总体布置图是在设计阶段测绘的地形图和已有控制点基础上绘制的，因此规定施工测量阶段的平面坐标及高程坐标系统应与设计阶段坐标系统相一致，同时指出结合施工需要可建立施工坐标系统。这样既方便施工单位对已有测量成果的使用，又能将建筑物的设计值与施工坐标有机地联系起来。

2.1.3 施工测量的主要精度指标系根据建筑物的不同部位和重要程度，参照SL52—93《水利水电工程施工测量》，结合泵站测量放样的实践经验制定的。

2.2 施 工 测 量

2.2.1 根据泵房的特点，布置控制网一般以泵房轴线网为宜，它由若干条平行和垂直于泵房轴线的控制线所组成，测量时只需放出相应的坐标位置，即可得出各自的轮廓点位，其他如弧形、扩散形翼墙或进、出水流道亦可同时放出，既方便又不易发生差错。若需布置施工三角网时，宜将泵房轴线作为三角网的一边，便于校核和提高精度。

2.2.2 参照SL52—93第2.7.1条，结合泵站测量放样的实践经验制定的。

2.2.3 平面控制测量等级，SL52—93是按二、三、四等三角网（锁）技术要求，而平原、高原泵站范围小，地势较平坦，精度要求可适当放宽。参照DL5001—91《火力发电厂工程测量技术规程》、《港口工程测量技术规范》1982年修订版等规范拟定表2.2.3-1和表2.2.3-2。

2.2.4 国家水准点有的地方有可能被碰动或损坏，所以本条文规定在接测国家水准点时，必须有两点以上，对校核水准网可靠，便于正式布网。

2.2.5 本条文规定的永久水准基点应设置两座，使位移观测能构成复合线路，便于校核。

2.2.6 高程控制测量等级要求系根据工程规模和放样精度而确定的。

2.2.7 高程测量的各项技术要求，参照SL52—93拟定。

2.2.10 泵站底板上部立模的点位放样精度要求较高，常采用泵站轴线控制点，直接交会测出底板中心线和进、出水流道中心线。此项工作宜在底板混凝土浇筑后5d内进行，此时混凝土面仍吸收水分，弹出的墨线可永不退色。用仪器直接观测十字轴线精确可靠，再按设计图纸要求，用钢带尺量出点位，弹出立模线和检查控制线，以便施工。

2.2.11 参照SL52—93第7.1.4条拟定。

2.2.12 条文规定立模、砌（填）筑、浇筑、金属构件预埋的高程放样，均应采用闭合条件的几何水准测设，是为了保证施工测量精度。由于泵房内墙测桩多，为了防止偶然差错，一般应后视两个高程点，当视线高符合误差要求后再行测放，测量完毕再复测、校核。

对于机泵预埋件、闸门埋件和泵机、闸门的安装高程测量，以底板浇筑后初始观测点

的高程为基准（一般取底板沉降观测的首次观测值），始终采用相对高差进行测放，不再考虑泵房沉降的影响，以保持各工程部位相对几何高差的同一性。

2.2.13 本条的规定是根据 ZBA75002—89《测绘产品检查验收规定》和 SL52—93《水利水电工程施工测量规范》的有关规定，结合泵站的实际情况制定的。

3 地基与基础

3.1 一般规定

3.1.2 采用振冲、高压喷射灌浆、强夯等方法处理地基时，在施工前宜作现场工艺试验，以验证设计参数，最后确定施工参数。

3.2 排水与降低地下水位

3.2.2 这条是参照 SDJ338—89《水利水电工程施工组织设计规范》第 2.7.2 条与第 2.7.3 条的规定，结合泵站工程施工实践经验总结提出的。

3.2.4 基坑水位的允许下降速度，视基坑土层特性与开挖边坡坡度、围堰形式及基坑内外水位等因素确定，对一般土质围堰以 0.5m/d 左右为宜。

3.2.5 在一般情况下，井点类型的选择可参考表 1。

表 1 井点的适用条件

井点类型	土层渗透系数 (cm/s)	降低水位深度 (m)	适用土质
单层轻型井点	$A\times10^{-5}\sim A\times10^{-2}$	3～6	砂、砂性土、中砂、粗砂
多层轻型井点		6～12	
管井井点	$>A\times10^{-4}$	>10	各类砂性土、砂、卵石

注：A 为 1～9 的正数。

3.2.6～3.2.9 这些条文主要是根据江苏、湖北等省施工实践经验总结，并参照 GBJ202—83《地基与基础工程施工及验收规范》的有关规定提出。

3.2.10 在水利工程基坑排（降）水用的管井，一般采用过滤管。过滤管有无砂混凝土管、金属管，管身用滤布包裹牢固；井底是透水层时，其底部应分层填反滤料，先底部后井周。

洗井能清除井底淤积沉淀物，除去井壁的附着泥浆和抽出渗入含水层中的粘土颗粒，并使周围地层成为天然反滤层，故回填滤料完毕后，应及时洗井，否则，将影响管井出水量。抽水洗井，宜抽、停相间进行，这样能产生瞬时负水锤，易带动泥沙，效果较好。

3.3 基坑开挖

3.3.1 基坑开挖断面尺寸应大于基础设计尺寸多少、基坑开挖边坡的陡缓均应根据所采用的施工方法（人工或机械开挖）、土质、地下水情况、施工期降雨量与降雨强度、排水方式

（集水坑或井点）等因素综合分析确定。进行边坡稳定分析，其安全系数应大于1.05。

3.3.3 为避免基坑底部基土受到扰动，预留适当保护层是施工中常用的方法。对于含水量过大的淤泥类土，在开挖到设计高程后，可铺垫一层土工织物，一方面保护基坑底面，缓解在淤泥上操作困难的问题；另一方面可起到铺垫作用，承受一部分拉应力，从而增强稳定性和减小沉陷量。

3.4 地 基 处 理

3.4.1 采用振冲法进行地基处理应符合下列规定：

1 本款是引用JGJ79—91《建筑地基处理技术规范》第6.1.1条的规定。

2 振冲置换法所用的填料，对粉细砂和砂土地基用砾砂、粗砂，对软土地基用碎石，但碎石桩改变了站基渗流状态，可能还需增加防渗设施。

对中、粗砂地基可不加填料，只用振冲器的振力将地基振动密实。

振冲器与振冲孔周边之间的空隙一般为50～100mm，因此填料粒径不宜大于50mm。粒径过大易发生拒落，粒径过细，在孔内泥浆中沉入速度太慢，也不易振密。填料的含泥量要求在5%以下，是按南京水利科学研究院的资料提出的。含泥量过大将增加泥浆的比重，填料下沉速度减慢，影响加固效果。

砂石混合料不应使用，因振冲时会使砂粒和石料分离，密实变差。

3 振冲加固效果与振冲器的技术参数和选型有密切关系。国外试验表明，振冲器的振动频率宜接近土体自振频率，一般软弱地基的自振频率：粘性土为8～16Hz，砂土为15～28Hz。目前国内生产的振冲器的频率为1450r/min（24Hz），故对饱和松散的砂基加密效果是较好的，对软土则效果差些。因此，本条规定应按工程要求和土质情况来选用。其技术参数可参考表2。

表2 振冲器系列参数表

类别		型号	ZCQ13	ZCQ30	ZCQ55
潜水电机	功率	kW	13	30	55
	转速	r/min	1450	1450	1450
	额定电流	A	25.5	60	1450
振动机体	振动频率	次/min	1450	1450	1450
	不平衡部分重量	kg	31	66	104
	偏心距	cm	5.2	5.7	8.2
	动力距	N·cm	1490	3850	8510
	振动力	N	35000	90000	200000
	振幅（自由振动时）	mm	2	4.2	5.0
	加速度（自由振动时）g	m/s²	4.5	9.9	11
振动体外径		mm	274	351	450
长度		mm	2000	2150	2350
总重量		kg	780	940	1800

水利标准

起重能力应根据加固深度和施工方法来选定。振冲深度不大于18m时，一般选用起重能力80～150kN可满足施工要求。根据施工实践，振冲器的出口水压和供水量大小随地基而异，对粉泥和砂土地基，水压宜为0.4～0.6MPa；对中、粗砂地基宜为0.6～0.8MPa。供水量一般控制在200～400L/min之间。在输水管上要装阀门，便于调节压力和水量。

振冲碎石桩的质量是以振冲器振动时的工作电流到达规定值为控制标准，故应配备相应的电流表和电压表。为提高施工记录的精度，可采用电流、电压自动记录方法。

5 这两种制桩的顺序有利于挤走部分软土。

6 振冲器贯入速度由地质条件确定。对稍密实的地基，贯入速度应慢些，反之可稍快些。贯入快时尖端阻力大，成孔直径较小，不利于投料和顺利施工。一般控制在1～2m/min，通常每贯入0.5～1.0m宜悬挂留振5～10s，以有利于振冲洗孔扩大孔径。

当造孔接近加固深度时，振冲器在孔底适当停留并减少射水压力，一般保持0.1MPa的水压即可。此时除可将泥浆带出孔外，并能够防止泥浆反压进入喷水管。

7 振密制桩时，只需小水量补给，使填料在水饱和条件下沉入，以便振捣密实。如水量或水压过大会使孔中回水量和流速增大，带出大量细颗粒，并不能收到振密的效果。

在细粉砂、砂土中加填料振冲密实且采用边振边填连续下料法，此法是造孔至要求深度后，不提出振冲器即向孔内填料，借振冲器水平振力将填料挤入周围土中，从而使土层密实。由于土层逐渐密实，阻力渐增，电流值也将增高，当电流值升高至规定的控制值时（对于30kW振冲器宜为50～60A），将振冲器上提一段距离，继续投料挤密直至孔口，上提距离约为振冲器锥头的长度，即为0.3～0.5m。

9 孔位偏差是参照GBJ202－83《地基与基础工程施工及验收规范》中的有关规定，并根据近年来施工实践中一般所能达到的精度而提出。

10 由于振冲桩的顶部1m左右侧压力小，填料难以振密实，故桩顶不密实部分应挖除或采取其他补救办法。

11 本款是按规范GBJ202—83的要求制定的。该规范是根据砂土地基单桩的垂直荷载试验，规定桩入土7d后进行试验，由于粘性土固结较砂土固结慢，所以规定砂土7d、粘性土15d后才可进行试验。

3.4.2 采用高压喷射灌浆进行地基处理应符合下列规定：

1 工程实践证明砂性土、粘性土进行高压喷射灌浆效果较好，它解决了细粒土不易注浆加固的难题。

对地下水流速过大，已漏水的工程，因喷射的浆液不易在注浆管周围凝固，其适应性有待试验确定；对含大粒径块（卵）石，或砾石含量过多的地基，实践表明质量稍差，有时甚至不如静压注浆的效果，为此，规定应通过试验确定其适应性。

2 本款是参照规程YSJ210—92、YBJ43－92提出的。

高压喷射灌浆法有旋喷、定喷和摆喷三种方式。旋喷灌浆形成旋喷桩用于提高地基承载力；定喷和摆喷灌浆形成板墙防渗体，用于地基防渗处理。

各种高压旋喷灌浆工艺的主要机具设备，可参考表3选用。

水利电力出版社

表 3 主要机具设备选择表

设备名称	型号	规格	所用机具		
			单管法	二重管法	三重管法
高压泥浆泵	SNC—H300 水泥车或 Y 2 型液压泵	压力 30MPa，排量 15L/min 压力 20MPa，排量 80L/min	+	+	
高压水泵	3XB 型或 3W$_0$B、7W$_1$B 型	压力 35MPa，排量 50L/min 压力 20MPa			—
钻机	76 型振动钻机，SH 30 型，XJ-100 或 XY—100 型	可钻深度 30～100m	+	+	+
泥浆泵	BW150 型或 BW 250/50 型	压力 7MPa 5MPa			+
空气压缩机	各种型号	风压 0.8MPa 风量 30m^3/min		+	—
泥浆搅拌罐	各种型号	供 200L/min 应用	+	+	+
单管	普通地质管或钻杆	Φ420mm 接 10 扣/25.4mm	—		
二重管	TY201 型	Φ40～75mm 与导流器配套特制专用		—	+
三重管	TY301 型	Φ75～90mm 与导流器配套特制专用			—
高压胶管	单丝缠绕型液压胶管	Φ16～22mm 工作压力大于 20MPa	+	+	+
匀速卷扬机	各种型号	提升力 1000kg，提升速度 5～30cm/min	+	+	+

注：表中“+”为该旋喷工艺需使用的机具设备。

3 本款是参照规程 YSJ210－92 和规程 YBJ43—92 第 3.3.2 条的规定与山东等省的施工经验提出的。浆液的比重反映浆液的稠度。喷射时的浆液稠度和形成固结体的强度有关，稠度过大，流动缓慢，喷嘴常易堵塞；稠度过小，对强度有影响。

5 本款是参照规程 YSJ210－92 和规程 YBJ43—92 第 3.3.3 条与第 3.3.4 条的规定和山东省的施工经验提出。

6 成孔倾斜率在规程 YSJ210—92 和规程 YBJ43—92 第 3.4.3 条中规定不应大于 1.5%。山东省水科所提出倾斜率不超过 1%为宜。而湖北等省近年来施工实践认为把成孔率控制在 1%以内并不困难，因此，这次规定成孔的倾斜率宜小于 1%。

8～10 施工准备工作完成及高压喷射管进入预定深度后，应先用高压清水试喷，检查各管路安装是否正常，喷嘴是否畅通。用三管法喷射开始时，先送高压水，再送水泥浆和压缩空气（在一般情况下，压缩空气可晚送 30s）。喷射过程中回浆量宜控制在灌浆的 10%～20%之间，如果超过，一般是因有效喷射范围与灌浆量不相适应，灌浆量超过所需浆量所致。为减少回浆量，可采取提高喷射压力、加快提升和旋转速度等措施，必要时可适当缩小喷嘴孔径。

在停止喷射时，必须先停送压缩空气 30s 后再依次停送水泥浆和高压水，这是因为压缩空气的膨胀势能比较大，在很短的时间内不易消失，加之空气的扰动较大，在膨胀势能未

消失前关闭高压水，就会造成泥沙堵塞喷嘴。因此必须先停压缩空气。

11 用水泥浆液进行高压喷射灌浆时，在浆液土搅拌混合后的凝固过程中，由于浆液的析水作用，一般都有不同程度的收缩，造成在顶部出现稀浆层、凹穴情况，故应进行第二次灌浆。二次灌浆方法及灌浆压力是根据珠江水利委员会的实际经验制定的。

3.4.3 采用强夯法进行地基处理应符合下列规定：

3 强夯加固地基在干地或水下均可进行。但考虑到水利工程中的泵站地基一般都在干地，只是地下水位高低不同而已，所以参照规范GBJ202-83的规定，要求控制地下水位，并规定了进行直接夯击与回填砂、石料进行夯击的条件，而省略了水下夯击方法。

4～7 这些条款主要是参照规范GBJ202-83的有关规定与近年来工程实践经验总结提出的。

9 强夯效果的检验时间，也是参照GBJ202-83的有关规定提出。

当强夯效果不能满足设计要求时，可补夯或调整参数进行试验补夯。

3.4.4 采用钻孔灌注桩进行地基处理应符合下列规定：

1 各种钻孔机具及其适用范围可参考表4。

表4 钻孔灌注桩各种机具适用范围表

钻孔方法	适用范围			需否泥浆浮悬钻渣
		孔径(cm)	孔深(m)	
正循环回转钻	粘土、砂、壤土、含少量砂砾石、卵石的土	60～160	30～100	需要
反循环回转钻	壤土、砂、亚粘土、含少量砂砾石的土	60～120	<35	不需要
潜水电钻	淤泥、腐植土、沙壤土、砂	100～[illegible]	60～70	需要
冲抓锥	淤泥、腐植土、密实粘土、砂土、砂砾石、卵石	100～220	<30	不需要
冲击钻	砂土、壤土、亚粘土、砂砾石、松散卵石	60～150	<40	需要
人工推钻 机动蜗杆推钻	亚粘土、壤土、含少量砂砾石的土	60～100	20～30	不需要

3 护筒是定位的依据，并起导向作用，因此要求位置准确，安设稳定，并有一定的埋深。护筒与坑壁间用粘土回填夯实，防止跑水漏浆。

为防止坍孔，应使钻孔中的水位经常保持高于地下水位或承压水位，因此护筒顶端的高程要高于地面或承压水位的高程。

4 泥浆性能一般用相对密度、粘度、含砂率和胶体率四项指标表示：

1）相对密度：表示泥浆的稠稀程度，可反映其固壁及防渗能力的大小。

2）粘度：表示泥浆流动时，其摩擦力的大小，当泥浆循环时，反映泥浆携砂能力的大小。

万方数据科技

续表 5

名　称	地点	沉井外形尺寸(m)			地基条件	建成时间(年.月)	沉井制作方法
		宽　度	长度	高度			
南京第二热电厂泵站	南京燕子矶	20.4	30.9	6.0 3.5 6.9 4.7 下沉 11.6	粉砂土	1988.2	承垫木法
洋澜湖泵站	湖北鄂州市	13.3	11.8	2.1 3.0 4.5	粘性土	1993.3	无承垫木法
雨台山取水工程(泵房)	湖北鄂州市	圆筒外径 19.3		9.85 15.0	上层为粘性土混碎石，下层为风化破碎角砾岩层	1993	无承垫木法

下沉系数是指沉井的重力与全部侧面摩阻力及刃脚、隔墙、底梁下土反力之和的比值。不同下沉阶段的下沉系数是指当时的沉井的重力与该入土深度的摩阻力及相应的刃脚、隔墙、底梁下土反力之和的比值。

3　为便于沉井施工，地下水位应低于基坑底面，且稳定在一定高程。如果水位不稳定，继续降低软弱地基中的地下水位，常使地基发生不均匀沉降，影响沉井制作。

4　当沉井高度较大，而地基软弱或土层分布不均匀时，常沿刃脚下铺设承垫木，以加大支承面积。为便于整平、支模及下沉时抽除承垫木，在承垫木下应铺设砂垫层。砂垫层的厚度视沉井的重力和地基土的承载力而定。为便于抽除承垫木，砂垫厚度不宜小于 0.5m，否则易发生承垫木不能顺利抽除而被压切断的现象。

5　在均匀土层上，若沉井结构刚度大及在制作期内不均匀沉降较小时，也可不用承垫木以节省木材，加快进度。

为了扩大沉井刃脚下的支承面积，减轻对砂垫层或地基土的压力，以及省去刃脚下的底模板，便于沉井下沉，在砂垫层或地基上先铺一层素混凝土垫层，其厚度（一般可采用 50～150mm，太薄易压碎，太厚对沉井下沉不利）可按式（1）计算确定，如图 1 所示。

$$h=\frac{\frac{G_0}{R}-b}{2} \tag{1}$$

式中　h——混凝土垫层的厚度，m；

G_0——沉井第一节单位长度的重力，MN/m；

R——砂垫层的容许承载力，一般取 0.1MPa；

b——刃脚踏面宽度，m。

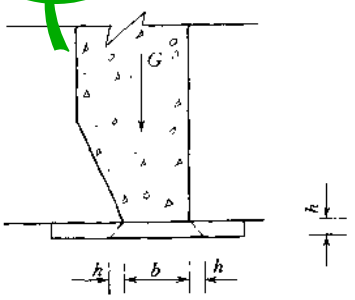


图 1　混凝土垫层厚度计算图

当计算出的 h 值超过 0.15m 时，为避免影响沉井下沉，应减少第一节沉井高度，而不

应增加混凝土垫层的厚度。

6 本款是参照GBJ202—83《地基与基础工程施工及验收规范》的内容及近十年来泵站基础工程施工的实践经验制定的。该规范规定沉井高不应超过12m，但事实上国内已有超过12m高的工程实例（表5中也列出了一个），而且其施工质量与进度都较好。故本款只规定沉井制作总高度不宜超过沉井短边，取消了不应超过12m的规定。

7～8 这两款是参照JGJ4—80《公路桥涵施工技术规范》(1980)的有关规定及近年来沉井施工经验总结提出的。

9 本款是参照GBJ202—83第6.2.18条制定的。这样的施工程序，可以保证沉井受力均匀，防止沉井偏移。

为便于抽除刃脚承垫木，使沉井有对称的着力点，尚需确定一定数量的定位支承木，其位置的确定，是以抽除垫木时，沉井井壁所产生的正负弯矩绝对值接近相等为原则。对矩形沉井的定位垫木，一般设置在两个长边处，每边两个。当沉井长边L与短边b之比为$1.5\leqslant L/b<2$时，两个定位支点之间的距离为$0.7L$；当$L/b\geqslant 2$时，则为$0.6L$。

10 沉井下沉挖土有排水与不排水两种方法。如土层稳定和渗水量小时宜采用排水法，这样速度快，下沉标准容易控制，封底质量有保证，反之宜采用不排水挖土下沉。

如发现沉井在下沉过程中发生位移、倾斜、偏转时，应根据产生的原因，用下述一种或几种方法及时纠偏。

1）偏挖土纠偏法：

当沉井入土较浅，纠正倾斜时，可采取在沉井刃脚高的一侧进行挖土，以减少刃脚下的正面阻力，增加在沉井低的一侧的阻力，使偏差在下沉过程中逐步纠正。

纠正位移时，可有意使沉井向偏位方向倾斜，然后沿倾斜方向下沉，直至沉井底面中轴线与设计中轴线的位置相重合或接近时，再将倾斜纠正，使沉井的倾斜和位移都在允许范围以内。

2）井外射水和井内偏挖土同时进行的纠偏法：

当沉井入土深度较大，用上述方法纠偏有困难时，可用高压射水管沿沉井高的一侧井壁外面破坏土层结构，降低该侧被动土压力，再用井内偏挖土纠偏。

有条件时，还可以在沉井顶部加偏压重或水平拉力的方法来纠正。

3）增加偏土压或偏心压重纠偏法：

在沉井倾斜低的一侧回填砂或土，使低侧产生的土压力大于高侧的土压力，也可在沉井高侧压重使该侧刃脚下的应力增大，从而达到纠偏的作用。

4）沉井位置扭转时的纠正方法：

沉井位置如发生扭转，如图2所示，可在沉井

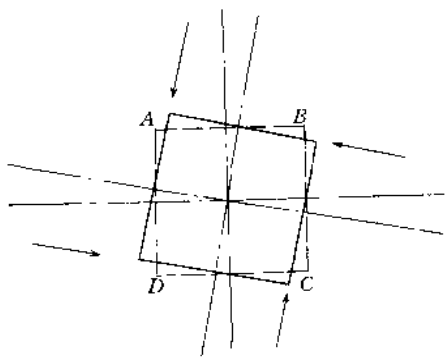


图2 平面扭转纠偏示意图

的 A、C 两角偏挖土，借助于刃脚下不相等的土压力所形成的扭矩，使沉井在下沉过程中逐步纠正其位置。

12 文中“均衡下沉”是指相邻的沉井高差不宜过大，否则易使沉井偏斜或井身裂缝。

13 沉井稳定的标准，按 GBJ202--83 第 6.2.31 条，井体稳定是指 8h 内下沉量不大于 100mm，此时方可封底。有的工程要求在 24h 内下沉量不大于 100mm 时，才可封底。

15 当封底面积较大时，宜用多根导管同时或逐管浇筑。导管数量及平面上的布置，可根据封底面积、导管作用半径等因素确定。

导管的有效作用半径与混凝土的坍落度和导管下口的超压力有关，在规定的坍落度情况下，导管作用半径与超压力的关系如表 6 所示。

表 6 导管作用半径与超压力关系表

最小超压力（kPa）	250	150	100	75
导管作用半径（m）	4.0	3.5	3.0	≤2.5

多根导管同时浇筑时，应按先低后高的次序，并使混凝土面的高程大致相同。

开始浇筑时，导管下口与井底的距离：在放塞时，可略大于塞的厚度；放塞后，应立即减少到 0.1～0.2m。

17 沉井和沉井之间的连接部分应与沉井壁同样具有防渗性能。为了保证质量，对连接部分宜采用排水法施工。

连接方式有柔性和刚性两种。柔性连接是在沉井连接处的上、下游和中间设三道混凝土墙，将墙间土挖除并浇筑水下混凝土封底后，抽干水，用粘性土回填密实；刚性连接是在上游设伸缩止水，其下回填粘性土并使之密实。

18 沉井下沉完毕后的允许偏差，是参照 GBJ202—83 的规定并结合水利工程实践提出来的。由于群井之间的相对位置要求准确度较高，故将该规范规定的沉井四角中任何两角的刃脚底面高差不得超过该两角间水平距离的 1.0%，且不得超过 300mm，分别改为 0.5%和 150mm，实践证明可以达到。

沉井中心的水平位移在该规范中是指刃脚平面中心的水平位移，我们认为沉井顶部平面中心的位移将影响上部构筑物的位置，因此，将“沉井刃脚中心”改为“沉井顶面中心”。

3.5 特殊土地基处理

3.5.1 湿陷性黄土地基的处理应符合下列规定：

本条各款的规定，主要参照 GBJ25—90《湿陷性黄土地区建筑规范》的有关规定，与陕西等省多年来湿陷性黄土地区进行水利工程施工实践的部分经验总结而制定。

1 GBJ25—90 将湿陷性黄土分为自重湿陷性与非自重湿陷性两种类型，其判定标准该规范第 2.3.2 条规定：“建筑场地的湿陷类型，应按实测自重湿陷量 ΔS_z 或按室内压缩试验累计的计算自重湿陷量 ΔS_z 判定。当实测或计算自重湿陷量小于或等于 70mm 时，应定为非自重湿陷性黄土场地；当实测或计算自重湿陷量大于 70mm 时，应定为自重湿陷性黄土场地。”

湿陷等级，该规范第 2.3.7 条将湿陷性黄土地基划分为四个等级：Ⅰ级（轻微）；Ⅱ级（中等）；Ⅲ级（严重）；Ⅳ级（很严重）。其划分标准按表 7 的规定。

表 7 湿陷性黄土的湿陷等级表

计算自重湿陷量（cm） 总湿陷量 ΔS（cm） 湿陷类型	非自重湿陷性场地	自重湿陷性场地	
	$\Delta S_z \leqslant 70$	$70 < \Delta S_z \leqslant 350$	$\Delta S_z > 350$
$\Delta S \leqslant 30$	Ⅰ（轻微）	Ⅱ（中等）	—
$30 < \Delta S \leqslant 60$	Ⅱ（中等）	Ⅱ或Ⅲ	Ⅲ（严重）
$\Delta S > 60$		Ⅲ（严重）	Ⅳ（很严重）

注：1. 当总湿陷量 $300\text{mm} < \Delta S < 500\text{mm}$，计算自重湿陷量 $70\text{mm} < \Delta S_z < 300\text{mm}$ 时，可判为Ⅱ级。

2. 当总湿陷量 $\Delta S \geqslant 50\text{mm}$，计算自重湿陷量 $\Delta S_z \geqslant 30\text{mm}$ 时，可判为Ⅱ级。

2 浸水预沉法适用于Ⅲ、Ⅳ级自重湿陷性黄土场地，可用于处理厚度大于 10m 的湿陷性土层；灰土挤密桩法适用于地下水位以上，局部或整片处理，可处理湿陷性黄土层厚度 5～15m。

3 由于浸水预沉法的全过程，需要经过施工准备（道路、材料、设备、放线、打孔、打井、筑堤、供水、系土样等）、浸水预沉（泡水排水循环、排地下水、固结、含水自然扩散、固结）、场地整理三个阶段的大量工作与必要的泡水、排水（明水自排与地下水抽排）、固结时间，工程实践表明这个全过程至少需 6 个月以上的时间，所以规定采用浸水预沉法处理地基应比工程正式开工提前半年以上开始。

4 根据陕西省的施工经验，采用两次泡、排循环比一次长时间浸泡、排水的效果好。实践表明一次浸泡难以彻底，且时间拖得长；两次循环泡、排中，第一次泡、排水引起的湿陷量，是整个沉陷量的主体（陕西省南马午抽水站第一次泡、排水沉陷量占总沉陷量 77.2%）；第二次循环泡、排水的作用是增加和加固湿陷效果，并检查湿陷稳定程度。

5 规定浸水坑的边长不得小于需处理的湿陷性黄土层的厚度，是为了使浸湿土体自重足以克服非浸湿土体间的阻力，使土体发生完全湿陷，并保证湿陷的均匀性。

浸水后湿陷性变形的稳定标准，GBJ25—90 第 4.6.2 条规定为“最后 5d 的平均湿陷量小于 5mm”，该规范主要是针对工业与民用建筑而言。考虑到我们水利工程、特别是泵站工程对沉陷的敏感性，并根据陕西省实际工程经验总结，将稳定标准提高为：最后 5d 的日平均湿陷量小于 1mm。

7～12 这些条款规定，是参照 GBJ25—90 有关规定，并结合陕西等省的实际经验总结而制定。

3.5.2 膨胀土地基的处理应符合下列规定：

这部分条款主要根据膨胀土地区水利工程（含泵站）的施工经验教训总结与实地调查研究结果并参照 GBJ112—87《膨胀土地区建筑技术规范》而制定。

1～2 由于膨胀土浸水膨胀的物理力学性质，从开始安排施工计划至施工全过程，始终应注意如何避免或减少雨水浸湿。在工期安排上，泵站基础工程的施工最理想是在冬旱季节进行并完成，以避开雨季。防止地表水、施工用水流入基坑，避免浸湿边坡与基地，是稳定边坡，保护地基最根本措施。

4 如何稳定膨胀土的开挖边坡？湖北省枣阳、荆门市的共同经验教训认为：膨胀土开挖边坡被浸湿易引起滑坡，若边坡干湿交替则滑坡更甚。一旦已出现初始破坏滑动，就很

难收拾，而用挖缓边坡的常规办法去解决是不可取的——既不能解决问题又不经济（特别是深基坑）。他们曾一再挖缓边坡（垮→挖→垮→挖→……），将边坡挖至1∶5～1∶6仍然滑坡。泵站基坑开挖边坡虽是临时性的，但一个大、中型泵站工程从基坑破土开挖、地基处理、基础及下部混凝土施工，直至回填平基坑，一般需要几个月时间，为保证这段时间基坑边坡的稳定，特提出保护措施。

5 本款是参照规范GBJ112—87与湖北省膨胀土地区水利工程施工经验提出。

6 伸缩缝止水设备施工若稍有疏忽，容易产生漏、渗水，这对膨胀土地基上的泵站工程，是一个严重的质量问题，因此，规定要特别确保其施工质量。

7 本款是参照规范GBJ112—87第4.2.7条之规定提出。

4 泵 房 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 鉴于泵站施工的难度，因此对施工队伍的选择应有一定的要求。

4.1.2～4.1.3 经验表明：按泵房的设计结构分层，可以方便立模与浇筑混凝土，且结构受力明确和层缝易于设置。条文中规定不许设置垂直施工缝，主要原因是避免缝口漏水。泵房的设计结构分层是指设计时，按运用的功能与结构的特点所划分的楼层，例如：底板层、水泵层、密封层、电机层等。

泵房内部，特别是水泵层内的机墩、隔墙，如果先期浇筑混凝土，可以起到稳定上部流道的模板和脚手架的作用。

对于深井筒式的泵房（卧式机组的）其底板以上的结构设计分层不明显，施工时可根据情况另行分层浇筑混凝土。

4.2 泵房钢筋混凝土

4.2.1～4.2.5 本节主要是根据泵房钢筋混凝土的施工特点，参照SDJ207—82《水工混凝土施工规范》和SL27—91《水闸施工规范》的有关规定，本着方便泵房施工，使本规范具有完整性和可操作性，特编制了本节的各条文规定。

4.3 泵 房 底 板

4.3.1 底板与地基是十分密切的，底板也是泵房质量的重要部分，为了保证泵房底板的施工质量，强调了泵房底板施工管理和程序上的严格性。

4.3.2 土基上的混凝土垫层，严格地说是一项施工措施，不是建筑结构的一部分，它对底板立模、扎钢筋、浇筑混凝土、保护土基有着重要的作用。

4.3.3 底板混凝土工程的模板虽然简单，但支撑系统容易出问题，是施工中必须认真处理的。由于条件的限制，泵房底板的模板（侧模）和支架，一般靠基坑边坡和土基支承，此部分土基容易受扰动，支承垫木不稳定时，就容易影响模板变形走样。

水利出版社

4.3.4～4.3.6 底板的钢筋一般都较平直，形式简单，易于绑扎，接头可大量采用闪光对焊，在场内预先焊好，再抬运到现场安装绑扎，这样可以缩短工期，节省材料。底板钢筋工程中的插筋是上部结构的连接，插筋接头应错开。

底板的主要受力钢筋直径一般较粗大，钢筋网架较沉重，上、下层骨架网的支撑已不是普通架立筋所能承担的，故条文中规定了柱的施工要求。

4.3.7～4.3.8 底板混凝土属于厚大结构物，本身刚度较大，上部荷载又较均匀，因而由于荷载引起裂缝的可能性较小，但值得注意的是温度应力，所以减少混凝土温升，降低水泥水化热，就成为混凝土选用原材料的关注点。

4.3.10～4.3.14 底板混凝土浇筑面积大，浇筑强度要求高，在混凝土浇筑能力有限的情况下，一般都较少采取统仓水平浇筑法施工。而斜层浇筑法难于保证混凝土的密实性而应禁止使用，较为可取的是多层阶梯推进法，但此种施工方法在现场实施时会有些困难，这就要求有较强的仓面指挥能力和熟练的仓内混凝土工。

4.4 泵房楼层结构

4.4.1～4.4.2 设置施工缝的位置，应是结构物内应力最小的地方，同时要方便立模和混凝土的浇筑施工，本条文拟定的施工缝留置位置和处理方法，是过去实践经验的总结。

4.4.3～4.4.4 本条文编列的规定，都是模板工程最基本的要求。

泵房楼层结构物如果不与流道同期浇筑混凝土时，一般可以逐层立模、逐层浇筑，施工均较为简便，本条文的规定一般较容易实施。

4.4.5 施工实践证明，用对拉螺栓固定模板，拉力大，强度高，变形小，是一种较好的方法，但需要消耗一些钢材。为了节省钢材的消耗，有些施工单位使用了带套管的螺栓，待混凝土达到预期强度拆模时，可回收螺栓，但由于浇筑施工过程中的种种原因，套管容易破损和松脱，造成漏浆，使螺柱被凝固而抽拔不出来，所以一般回收率不高。

有防渗要求的墩、墙和流道，就不宜使用带套管的螺栓，以免形成渗水通道。

4.4.6～4.4.7 泵房楼层结构物的断面尺寸与体积大小差异很大，如机墩、闸墩等的断面尺寸较大，而楼板、楼梯的断面尺寸相对很小，因此需要根据结构物情况配制各种不同的混凝土。

4.4.8～4.4.10 本条文编列的这些内容，是泵房楼层结构物混凝土浇筑时，应着重注意的事项。

4.5 埋件和二期混凝土

4.5.1～4.5.2 泵房混凝土中的埋件种类繁多，施工中容易漏埋或埋设不牢固，产生移位变形。另外埋件加工后，应避免污染。此项工作应有可靠的技术措施和专人负责。

4.5.3～4.5.7 泵房混凝土内的埋设管道比较多，条文规定的目的在于克服管路堵塞、管口接头不严密、管道失效等现象，保证管道埋设要求。

4.5.8 闸门槽和机座安装的精度要求较高，不进行二期混凝土施工，难以保证其精度要求。

4.5.9～4.5.13 二期混凝土的体积一般都比较小，浇筑混凝土时，操作比较困难，应该在模板的封装上想些办法，为浇筑混凝土创造一些便利条件，以保证质量。同时，浇筑二期

水利标准技术

混凝土应避免已安好的埋件不受到撞动。

4.6 特殊气候条件下的施工

4.6.1～4.6.3 特殊气候，本条文共分三种情况：冷天施工、热天施工、雨天施工。泵站工程在特殊气候条件下施工的条文规定是根据多年来泵站施工的实践经验，同时也参照了有关的规范和标准，结合现在的施工技术，比较全面地分别作了规定。未作规定的部分应参照相应的有关规范执行。

4.7 质量检验及缺陷处理

4.7.1～4.7.9 泵站工程质量检验及缺陷处理的条文，主要参照了SL27—91《水闸施工规范》和类似泵站工程的有关规范，结合目前泵站工程的实践总结编制而成的。

关于混凝土裂缝的处理：对于表面较小的裂缝，虽然在设计允许范围内，但从施工的角度还是应该进行表面封闭处理，这样对混凝土的耐久性有积极的作用。对于较严重的裂缝，应该加以重视，分析原因，研究处理的办法。要不断总结经验，提高泵站施工技术水平。

目前化学灌浆处理裂缝效果比较好，应该提倡推广，所以条文中作了规定。

4.8 移动式泵房

4.8.1 坡轨地基的失稳和不均匀沉陷是导致轨道变形损坏的重要因素，为了加强对坡面地基工作重要性的认识，特制定本条文。

5 流道与管道施工

5.1 一般规定

5.1.1 泵站混凝土的渗水、漏水一般发生在施工缝或施工冷缝处。因此，混凝土施工应尽量保持构筑物的整体性，少设施工缝，特别要控制设置垂直施工缝。特别是进、出水流道一般应整体浇筑，这也是泵站混凝土施工的一大特点。

流道具有较高的防渗、防漏要求，因此，必须努力提高混凝土的施工质量。

在过去已建的一些泵站中，有不少混凝土流道发生了裂缝，这些裂缝值得研究。今后应进一步研究防止混凝土产生裂缝的技术措施，这也是今后泵站建设的一项重要课题。

5.2 流道

5.2.1 泵房建筑物尺寸较长时，往往需要划分几个施工单元施工，根据设计图纸上的永久伸缩缝为界面划分，每一个浇筑单元可能会有几台机组或几个流道同时施工。为了流道构筑物的整体性，每一个单元中就不宜再分开浇筑。

5.2.2 泵房立式机组的流道和高驼峰的出水流道，一般都高达几个楼层，流道与所处楼层

万水信息科技

围护结构物（挡水墙）同时立模浇筑，使浇筑体积占据了很大的空间，对立模、扎钢筋、浇混凝土带来了许多的困难，需要在施工中努力克服。

5.2.3～5.2.4 一般中、小型水利工程的模板、支架和脚手架，都是凭工人师傅的经验策划施工，而泵房流道混凝土工程的模板、支架和脚手架都很高大，内部障碍物又多，光凭经验是不够的，必须很好地设计、布置，进行力学计算。因此拟定本条文，并收录了荷载的计算值于附录A，供结构设计时参考。

5.2.5～5.2.6 流道模板形状较复杂，制作和安装都较困难。实践证明，在厂内制作预拼准确后，再拾运到现场安装，这个方法较好，能保证施工质量。

流道的内、外层模板在空间上有时会有互叠的现象，因此需要使用较多的支撑支托。柱撑种类的选择和布置的方法，也是一项重要的工作，因而把它列于条文中。

5.2.7～5.2.8 由于模板和钢筋在空间位置互相重叠，施工时各工种互相交错，如不注意，工种间就会互相干扰，互相影响工作。因此需要经常进行协调工作，解决矛盾，保证顺利施工。

5.2.9～5.2.10 泵房流道结构形体复杂，周围刚性连接的结构物体积大小不一，方向各异，约束复杂，当混凝土发生收缩后，流道混凝土容易产生裂缝，应该从多方面采取措施，防止裂缝的产生。

目前，湖北已建成的大、中型泵站，有一些流道就出现了裂缝，裂缝的形态各不相同，有的为纵向裂缝，有的为横向裂缝，有的裂缝位置在驼峰处，有的裂缝位置在出口底部。有浅层裂缝，有贯穿性裂缝，可见裂缝产生的成因是相当复杂的。

因此，控制流道不出现裂缝，应该从多方面采取措施，除改进设计结构外，主要地要从施工方面采取措施。如改善混凝土配合比，合理选择水泥品种，限制水泥用量，正确选择施工工艺，控制混凝土的浇筑温度，改善养护湿润混凝土的条件等，这些都是行之有效的方法，也是一些大、中型泵站流道不发生裂缝的原因所在。

5.2.11～5.2.15 流道混凝土浇筑量大，结构复杂，浇筑工作比较困难。因此条文列出了浇筑时应重视的一些事项，目的在于合理组织安排，保证混凝土质量。

5.2.16 根据流道结构的复杂性，条文规定了加强养护混凝土的一些超常规措施和办法，目的在于提高、改进混凝土的养护效果。

做好养护记录，以便积累经验，提高施工技术水平。

5.3 混凝土输水管道

5.3.1～5.3.3 本节混凝土输水管道主要是指预制钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土输水管道。此管的直径一般不大，适应于工厂生产。控制好厂家的产品质量，是输水管道施工的关键，为此，本条文作了一些规定。

5.3.4～5.3.5 预制混凝土管的运输工作，也是管道工程的另一重要环节，本条文对预制管道的运输和堆放作了规定。

5.3.6～5.3.8 管节的止水密封圈其质量和安装工艺是关系到输水管道安装后，是否漏水的重要事项，应该认真对待。

5.3.9～5.3.10 水压试验是输水管道安装后，必须进行的检验手段。

5.4 金属输水管道制作与安装

5.4.1～5.4.21 本条文主要参照了DL5017-93《压力钢管制造、安装及验收规范》的有关规定。因为泵站金属压力输水管道与水电站压力输水管道工程基本相同，水电站压力输水管道的制定、安装施工规范适用于泵站输水管道。

鉴于泵站金属压力输水管道的规模和管径一般都较小，其钢管一般都可以在工厂内卷制，工地只须进行安装，因此，有关厂内的生产工艺规程，本节暂且省略，只编列了在现场安装、检验的一些规定。

6 进、出水建筑物施工

6.1 引 渠

6.1.1～6.1.8 在水源附近修建临河泵站确有困难时，需设置引渠将水引至泵站修建的位置。对于地形复杂的渠线，施工单位应进行渠线的测量复核，以确保设计标准的实施。开挖土石方时，宜从上到下，依次进行，挖、填土方宜求平衡，分散处理弃土，并做好地表水、积水、潜水流的排除工作。如果利用填土修渠道时，不得使用淤泥、耕土、冻土、膨胀性土以及有机物含量大于8%的土作填料。渠道周边表面要求平整光洁、连接处要平顺，确保渠道水流顺畅。

6.2 前池及进水池

6.2.1 前池及进水池的施工程序安排是否恰当，施工组织是否紧凑合理，对提高施工质量、保证安全、缩短工期、降低造价，有着十分重要的影响。

“先近后远”，主要是便于平顺连接泵房进口的轮廓尺寸。

“先深后浇”，指相邻两部位基面深浅不一时，若先浇浅部位的混凝土，则在浇筑深的部位时，可能会扰动已浇部位的基土，导致混凝土沉降、走动或断裂。若必须先浇浅的部位时，应采取适当的技术措施。

“先边墙后护坦”，是为了给重的部位有预沉时间，使地基达到相对稳定，以减轻对邻接部位混凝土产生的不良影响。护坦与铺盖应尽量推迟到挡土墙砌筑并回填到一定高度后再开始浇筑，以减轻边荷载影响而造成前池、进水池护坦混凝土开裂。

6.2.2 近年来，对提高混凝土耐久性的问题已日益引起人们的重视，而提高混凝土耐久性必须由设计、施工、科研、管理等部门共同努力才能奏效。设计部门今后对钢筋混凝土结构除提出稳定、强度指标外，还应根据建筑物各部位所处环境条件，提出抗冻、抗侵蚀等耐久性要求，以便施工单位有据可循，采取措施，满足所提各项要求。

6.2.4 土工织物（Geotextiles）是一种用于导渗的新材料、新技术。1958年首先在国外用于水工建筑，当前已经得到国内外多次学术会议肯定，并被广泛应用。土工织物按制作方法分有纺型、无纺型及其复合物多种，在水力学方面主要为排水、反滤作用，在力学方面

水泵选型设计

主要为隔离、加强作用。用于导渗的机理是：开始时只允许土体中的极细小颗料通过织物流入排水体，此后紧靠织物一侧的土体中剩下的较粗颗料的透水性提高，同时该较粗颗粒层又有阻止其后面的极细颗粒继续被带走的性能，这样就形成了一道由粗到细的天然反滤层，保护土体不发生管涌。因此，不同的土体应选用与其相适应的土工织物。

6.2.5 滤层与混凝土或浆砌石的交界面加以隔离的主要原因是：防止砂浆流入，影响滤层效果，影响滤层以上的施工质量。

6.2.6 混凝土与钢筋混凝土裂缝已成为挡土墙耐久性中的主要病害之一，裂缝产生的原因比较复杂，往往是多种因素造成的。必须区别情况，因地制宜，采取综合措施，防止裂缝的发生，限制裂缝的发展，减轻其危害性。

6.3 出 水 池

6.3.1 出水池的地基为填方时，填土应碾压密实，严格控制填土质量，做好防渗和排水的设施，保证出水池施工达到设计标准。

6.3.2 同本规范 6.2.3 条文说明。

6.3.3 同本规范 6.2.4 条文说明。

6.3.4 出水池的防渗和永久缝工程所用的材料、制品的品种和规格应按设计要求，选择良好耐久性的紫铜片或塑料、橡胶等其他止水片，以适应防渗功能和调节沉降伸缩的作用。

6.3.5 水下混凝土防渗墙工程应严格施工程序，保证混凝土的质量标准，准确记录，资料及时整理。

6.3.8 在混凝土或钢筋混凝土护坦上行驶的重型机械或堆放重物时，要充分考虑护坦的承受能力，否则护坦要受到损坏，施工期间的这一施工荷载，要经设计单位验算同意。

6.3.9 出水池粘土铺盖的填筑要保证粘土的质量满足设计要求，填筑时碾压夯实，接缝合理，防止晒裂和受冻，且须保护好止水设施。

6.3.10 施工可参见有关专业规定。对防渗膜或橡胶布的接头应引起重视，焊接的材料和工艺应成熟可靠，以保持其相应的强度、耐久性和沉降不均等要求。

6.4 永 久 缝

6.4.1 永久缝沥青砂板所使用的沥青应有良好的塑性，高温不流淌，低温不脆裂。所使用的黄砂宜采用中砂，中砂细度模数为 2.3～3.0。

6.4.2 永久缝油毡板的制作和安设，宜选择 30 甲或 10 号的建筑石油沥青。预制时，层毡层油，涂刷均匀。油毡板宜安装在浇筑部位的模板上，且应与止水片的沉降槽布置在同一立面上，以适应建筑物沉降变形的需要。

6.4.3 制作紫铜止水片时，应清除表面的油渍、浮皮和污垢，使紫铜片与混凝土牢固连接。紫铜片用压模制作，规格统一，易于吻合。转角及交叉处接缝，受力条件较复杂，应在内场预拼，可以使用铆接加双面焊接，增加牢固程度。直线段的止水片亦宜在内场预拼至相当长度，只留少数水平段的接头现场用铆接加顶面单面焊接，以减少薄弱环节。焊接应使用铜焊条或紫铜焊条，不得使用锡焊条。

6.4.4 根据有关技术论证，塑料止水片的接头宜采用电热器加热到 180～200℃，使接触面

水利标准技术

熔化、略加压力，将两端对接压在一起，此法已在水工建筑中广泛应用。

在江苏省江都水利枢纽第三抽水站施工时，曾对粘接法与热压法的接头试样做破损对比试验，证明热压法的接合强度较为可靠。所以条文中规定，重要部位的止水橡胶带的接头应采用热压法。

6.4.5 水平止水的紫铜片凹槽应向上，以便于用沥青灌填密实。

6.4.6 留槽面平整光滑，以便与橡皮密合，提高防渗效果。锚栓的顶部应低于混凝土表面，以防锈蚀和影响表面光洁度。

6.4.7 水平止水片下的混凝土难以浇捣密实，应仔细振捣，保证止水片与混凝土牢固结合。止水片翼缘不应在浇筑层的界面处，而应将止水片翼缘置于浇筑层的中间。嵌固止水片的模板，应适当推迟拆模日期。拆除模板时，应避免冲撞或掀动止水片，拆模后应注意保护。

6.4.8 预留沥青孔，即一侧采用每节1m长左右的预制混凝土凹形槽，外表凿毛，逐节安装于已浇筑止水片的混凝土墙面上，槽缝用砂浆密封固定，分节从顶端注入热沥青，在常温下，一般可灌填密实，在冷天施工，若不能灌填密实时，仍应采用热元件加温灌填。通用热元件有电热元件和蒸汽管两种。

6.4.9 永久缝的抗震垫块应经防腐处理，以提高耐久性，抗震环应严格按设计要求施工。

6.5 砌 石

6.5.1 砌石的基本要求是平整、稳定、密实和错缝，说明如下：

1 平整：砌体的外露面应平顺和整齐，墩、墙的同一层面应大致砌平。

2 稳定：石块的安置必须自身稳定。

3 密实：砌体以大石为主，选型配砌，必要时可以小石搭配，砌石块应保持一定间隙，胶结材料应填实饱满，插捣密实。干砌石应相互卡紧。

4 错缝：同一砌层内相邻的及上下相邻的砌石应错缝。

6.5.2 砌石工程所用材料应符合下列规定：

1 泵站工程常用的石料有粗料石和块石。

粗料石：系用大块石料粗凿而成。一般为长方形，要求棱角分明，五个面基本平整，外露面及相接周边的表面凹入深度不应大于15mm，叠砌面和接砌面的表面凹入深度不应大于20mm，其厚度和宽度均不宜小于200mm，长度宜为块厚的1.5～4倍，丁石长度比相邻顺石宽度应大于150mm。

块石：分大、中、小三种。

大块石：石块的上下面大致平整，无尖角、薄边，块厚不小于200mm。

中块石：又称毛石，无一定规格形状，单块重应大于25kg，中部厚度不小于150mm。

小块石：又称片石，规格小于中块石的石块。

2 灌砌块石系用一级配骨料，小石子粒径不宜大于20mm为常规。

3 水泥标号不宜低于325号。

4 砌石工程中如用高标号水泥配制低标号的胶结材料，其和易性差，施工一般常用粉煤灰作为混合材。因粉煤灰的颗粒大部分是光滑的玻璃球状体，可改善和易性，减少水灰

比，增加密实性和耐久性。

5 配制砂浆应按设计强度提高15%。

6 砂浆和混凝土在使用中，发现泌水现象，应再次拌合，随拌随用，掌握使用时间。

6.5.3 浆砌石施工应符合下列规定：

1 浆砌石的石块不得直接挨靠，石块之间应有胶结材料粘结、填密实，以保证砌体的整体强度和防渗性能。

2 砌筑应分层，随铺浆随砌筑。铺浆厚度以密实为原则。

6.5.4 翼墙及隔墩砌筑应符合下列要求：

1 混凝土底板与浆砌体的底层砌筑间隔时间一般较长，混凝土已结硬，应凿毛处理。砌体的层间缝如间隔时间较长，已不能刷毛时，亦应凿毛处理。

2 规定墩、墙每层的施工程序，以保证砌筑质量，并使外表美观。

3 砌筑时，应选择表面平整的面石，尺寸较大并稍加修凿。砌石要犬牙交错，内外搭接，连成整体。

4 灰缝宽度规定一要求整齐美观。

5 砌体层间处理，以保证施工缝密实。

6 砌体均衡上升，分段施工，规定相邻段的砌筑高差和日砌筑高度均不宜超过1.2m。

7 砌筑时要考虑勾缝的要求。

8 缝面平整垂直，可使砌体安全、美观。

6.5.5 逐日清扫砌体表面粘附灰浆，以增加新老砂浆的粘接力，并及时洒水养护，养护期以14d为宜。养护期内因砌体强度很低，所以不宜回填挡土受力。

6.5.6 砌体的外露面和挡土墙的临土面均应勾缝，勾缝后可增加和保证砌体的整体性、耐久性，勾缝要求应按条文规定进行。

6.5.8 砌筑过程中，如遇中雨或大雨，应立即停止砌筑并相应采取保护措施，以防止雨水影响砌体质量。

6.5.10 砌紧、垫稳、填实，是干砌石的基本要求之一。边口石是一边厚一边薄的石料，上下两块薄口部分互相搭接而成。飞口石是石块的边口很薄，未经砸掉就砌上。叠砌即用薄石重叠，双层砌成。浮塞即砌体的缝口加塞时未经砸紧。框格常用浆砌块石或混凝土建造，其底面一般低于相邻干砌块石垫层的底面，先砌框格，以便干砌时有依循标准。

6.5.11 砌石的质量检验应符合下列规定：

1 墙面垂直度：指砌层边缘与设计位置的误差允许偏差值。

2 护坡、护底的砌石厚度一般为350～500mm，根据各地施工实践分析，砌石厚度误差定为±15%。

3 护底、海漫高程：根据泵站施工经验，认为负值较大正值较小时，有利于过流和减少冲刷，故采取高程控制，规定为+30mm和-50mm。

4 墩、墙：指隔墩、翼墙。

6.5.12 当冷天施工预计连续5d内的平均气温低于+5℃和预计日最低气温将下降至0℃以下时，应采取冷天施工的防护措施。

水规院科技

7 观测设施和施工期观测

7.0.1～7.0.2 明确施工期观测的内容和观测设备埋设前应检查和率定。

7.0.3～7.0.4 对观测工作基点的选点与埋设的规定，目的是为了使工作基点能够长久稳定，而变形测点能充分、灵敏地反映变形速率及变形量的大小。

7.0.5 施工期各项观测的位移量中误差按照 SL52—93《水利水电施工测量规范》第 12.1.3 条拟定。

7.0.6 按照 SL52—93 第 12.3.2 条拟定。有关技术要求如表 8 所示。

表 8 视准线法技术要求

方法 / 精度要求	活动觇牌法				小角度法			
	视准线长度（m）	测回数	半测回读数差（mm）	测回差（mm）	视线长度（m）	测角中误差（mm）	半测回读数差（mm）	测回差（mm）
±3mm	≤300	3	3.0	3.0	≤500	1.0	4.5	3.0
±5mm	≤500	3	5.0	4.0	≤600	1.8	3.5	2.5

7.0.7 施工期的沉降标点一般布置在泵房、岸墙等底板的四角和中点。放水前应将标点转接到上部结构的适当位置，上部标点宜用不锈钢或铜制作，并加以保护。

7.0.9 根据近年的调查，部分泵站测压管的报废，影响基底扬压力的观测。损坏的主要原因是由于杂物堵塞、白铁皮管和普通铜管锈蚀、塑料管变形和反滤层失效所造成。

测压管的种类应根据工程重要性结合当地材料、设备等条件选用，并保证不易变形或损坏。宜采用镀锌铁管，不得使用白铁皮管。

在浇筑最后一层混凝土前，应安装好带有保护设备的测压管，并加盖密封。

测压管安装完毕后，应按《水工建筑物观测工作手册》第 5 章有关要求，注水试验，检查测压管的灵敏度。

7.0.10 本条是按《水文测验手册》的要求拟定的。设计无要求时，按条文规定执行。

8 水工金属结构安装

原水利部、电力工业部颁发的 SLJ、DLJ201—80《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》，在 1991～1993 年，由两部列为行业标准修编项目，分解为以下三个标准：

1 DL5017—93《压力钢管制造、安装及验收规范》；

2 DL/T5018—94《水利水电工程钢闸门制造、安装及验收规范》；

3 DL/T5019—94《水利水电工程启闭机制造、安装及验收规范》。

上述规范均于1994年前实施，为水利水电工程金属结构制造安装验收专业性很强的通用规范，而抽水泵站仅为水利水电工程的一部分，故本规范除按泵站运行特点制定有关安装标准条文外（如拍门），其余大部分应当引用上述三项标准，这是制定本规范金属结构标准的基本原则。

8.1 一 般 规 定

8.1.1 闸门、拦污栅、启闭机及清污机等设备在安装前，有关单位应提供安装必须的技术资料，这些资料应随设备同时提供。

8.1.2 此条是近50年的经验总结，为了保证工程质量，闸门、拦污栅、启闭机及清污机的安装，应严格按照图样施工，设计修改必须取得设计单位的书面同意。

8.1.3 由于抽水泵站大部分远离中心城市，施工中常因计量误差而影响工程质量，应按国家“计量法”要求，增加计量管理规定，如计量器具必须具有国家计量局检验合格标记（MC）。施工企业应该纳入计量保证体系，并严格按“计量法”有关要求进行施工。

8.1.4 本条考虑应由制造和规定制约相互责任，故明确“控制点均应明显、牢固和便于使用”。

8.1.5 根据JB741—80《钢制焊接压力容器技术条件》有关规定，“压力试验必须用两个量程相同的并经过校正的压力表。压力表的量程在试验压力的2倍左右为宜，但不应低于1.5倍和高于4倍的试验压力”。压力表的精度等级应高于1.5级。

8.1.6 安装用的焊接材料，必须具有出厂质量证书。焊条的化学成分、机械性能等各项指标应符合GB5117《碳钢焊条》或GB5118《低合金钢焊条》的规定；焊剂应符合GB5293《碳素钢埋弧焊用焊剂》或GB12470《低合金钢埋弧焊用焊剂》的规定；焊丝应符合GB8110《二氧化碳气体保护焊用钢焊丝》或GB1300《焊接用钢丝》的规定，其目的是建立施工焊接材料的质量保证体系。

8.1.7 本条明确规定安装焊缝质量检查和返修处理的依据标准。

8.1.8 根据调查，有些施工单位在闸门、拦污栅的吊装运输中，往往不注意构件重心位置，对门体及埋件的加工面也不注意保护，故明确运输、吊装要求是必要的。

8.1.9 强调各种机械在运输中应防锈、防碰撞、防变形。运工地后为避免日晒雨淋损坏机器，故提出“应放入临时仓库妥善保管”的要求。

8.1.10 根据调查很多施工部门对闸门、启闭机等设备在运输、安装过程中，其防腐涂层受到损坏或锈蚀后，往往被忽视面不作处理，因面影响了设备的使用寿命，故本规范明确要求被损坏的防腐涂层，应按SL105的规定进行防腐蚀反修处理。

8.2 闸 门 埋 件 安 装

8.2.1 实践经验证明，预埋锚板比预埋锚栓有显著的优点，如锚板预埋可不通过模板，减少穿、折模板工程量，且锚板面积一般为100mm×100mm～120mm×120mm，错位允许偏差大，便于与埋件调整螺栓对接。预埋锚栓虽然存在许多不足，但长期使用已成习惯，故予保留。

8.2.3 据了解，湖北、湖南、山东、陕西、广东等省的设计和施工单位，国内泵站用的平面闸门的埋件安装允许公差与偏差，均按DL/T5018—94中的规定标准执行。

万水信息科技

8.2.4 本条参照弧门铰座的基础螺栓中心和设计中心位置偏差编制而成。

8.2.5 拍门铰座的安装误差是参照弧门铰座安装误差执行，但两铰座轴线的同轴度比弧门提高了一倍，因为拍门铰座较弧门铰座容易安装，提高了精度是能达到的。

8.2.6 据调查对拍门的倾斜门框埋件安装允许偏差，有的工程为±10′，也有工程没有要求，对门框埋件应有一定的约束范围，本规范采用±10′是合适的。

8.2.7 本条强调“应将调整螺栓与锚板或锚栓焊穿，确保埋件在浇筑二期混凝土过程中不发生变形或位移”，是对安装单位必须自行保证的技术要求；另外设计部门也应对焊缝的搭接长度和截面面积，根据工程实际情况予以明确规定，才能便于执行。

8.2.10 根据工程实践，对埋件接头错位进行缓坡处理，对工作面上的焊疤、焊缝余高及凹坑铲平、磨光，是避免产生气蚀和确保运行安全的必要措施。

8.2.11 对全部检修门槽和共用门槽进行试槽，在许多水利工程中得到实践执行，这是确保工程安全运行的一项重要措施。

8.3 平面闸门安装

8.3.1～8.3.2 一般平面闸门不论是整体或分节制造，出厂前应进行整体组装（包括主轮、侧轮、反轮、滑道支承等部件的组装），其检查结果应符合DL/T5018—94中有关规定，且其组合处的错位应不大于2.0mm。如节间系焊接连接的，则节间允许用连接板连接，但不应强制组合。

检查合格后，应在组合处打上明显的标记、编号，并设置可靠的定位装置。

8.3.3～8.3.6 引用DL/T5018—94中有关条文。

8.3.7 明确规定在闸门吊装时，要防止变形碰撞，具体措施由施工安装部门按实际情况决定。

8.4 拍门安装

8.4.1 据调查由于自由式拍门的自重直接关系到其开启角度能否符合设计要求，保证拍门正常运行，故对实际制造重量与设计重量的误差应严格控制，明确规定不应超过±5%。

8.4.2～8.4.3 拍门橡皮止水的安装精度与平面闸门止水安装精度相同；对金属止水除要求进行机械加工外，对其工作表面的粗糙度也提出了具体要求。

8.4.4 平衡重式拍门，其平衡铁重也直接影响拍门的正常运行，故要求平衡铁重符合设计要求，其误差不应超过±2%；悬挂平衡铁重的钢丝绳与拍门要有一定的安全距离，在任何情况下均不得相碰。

8.5 拦污栅安装

8.5.1～8.5.2 引用DL/T5018—94中有关条文。

8.5.3 对于使用清污机的拦污栅安装精度，调查了山东棘洪滩、陕西交口灌区工程（田市站），湖北田关和黄山头、江苏淮安等泵站工程的设计、运用情况，对拦污栅埋件均无特殊要求，但对栅体的强度、刚度及制造精度均有一定的要求，而强度、刚度应由设计考虑，属安装考虑范围，故本条文仅对分节拦污栅的栅条连接处的平面及侧向错位提出不应超过

万方电子科技

1.0mm 的规定。

8.6 闸门、拦污栅试运转

8.6.3 参阅本规范 8.7.10 中 7 款。

8.6.5 本条引用 DL/T5018—94 中闸门止水橡皮每米止水长度漏水量为 0.1L/s，并增加金属止水每米长度漏水量为 0.8L/s 的规定。

8.7 固定卷扬式启闭机安装及试运转

8.7.1 在泵站工程中使用的启闭设备均属中、小型启闭机，其产品应在工厂按 SD315—89 或 DL/T5019—94 的标准规定进行整体组装调试，出厂前还应作空载模拟试验，有条件的应作额定荷载试验，经检查验收后方能出厂。

根据调查，过去启闭设备运工地后，一般很少进行全面检查就直接进行安装，不少设备由于运输碰撞，造成机械零部件损坏，还有因制造质量检查不严，将不合格的部件装上，给工程安全运行带来很大的隐患，故本条明确规定启闭设备运工地后，应按 DL/T5019—94 的有关规定进行全面检查，合格后方可进行安装。

8.7.2～8.7.5 引用 DL/T5019—94 中有关条文。

8.7.6 泵站工程一般均使用低扬程启闭机，故本条只规定了低扬程启闭机的安装误差。

8.7.7～8.7.8 引用 SD315—89 中有关规定。

8.7.9 引用 SD315—89 中有关规定。对 QPK 型快速闸门启闭机，闸门快速下降是采用 220V 直流电源打开启闭机上的交流制动器，所以试验时应检查松闸直流电流值和电磁线圈的温度，不得超过规定值（不大于 100℃）。

8.7.10 引用 SD315—89 中有关规定。负荷试验首先应征得有关部门同意。LT 调整器是快速闸门启闭机上的一个专用部件，在做快速关闭试验前，要认真检查调速器的摩擦制动带与固定支座锥面的实际接触面积，不得小于 75%，左、右锥套的轴向移动应相等，摆动飞球角形杆的动作应灵活，不得有卡阻现象。做快速关闭试验时，一般不应超过 2min，次数也不宜过多，做 2 次快速关闭试验即可。启闭机调速器的下降速度不应超过 5.0m/min，电动机最大转速不应超过额定转速的两倍，否则调整器易烧毁，电动机产生飞逸，所以试验时一定要严格控制。

8.8 移动式启闭机安装及试运转

8.8.1 本条文附录 C 系直接引用 JB1036《通用桥式起重机技术条件》中的有关规定。

8.8.2 引用 JB1036 中有关规定。

8.8.3 本条文附录 D 中关于主梁上拱度，根据 JB4102《双梁通用门式起重技术条件》及 JB1036 规定为（0.9～1.4）L/1000，其余各项直接选用 JB4102 中有关规定。

8.8.4 本条附录 E 引用 DL/T5019—94 中有关规定。由于门机大车行走机构组装受门腿组装的影响，其偏差应略低于桥机组装的允许偏差，并根据跨度的大小不同而对允许偏差加以区别。为了使大车运行不产生啃轨，其累积误差最大值不得超过轨道与轮缘之间的间隙，因此对运行机构组装的允许偏差，均作了具体规定。

安装电子版

8.8.6 近几年自动挂脱梁发展较快，有机械式、液压式、气压式三大类。机械式和液压式传动可靠，在国内应用较广泛，气压式因传动不可靠，仅在国外少有应用。由于机械式自动挂脱梁种类繁多，如重锤式、吊环式、挂钩式、挂脱自如式、棘轮棘爪式、心形锁扣式、锁定块式、夹钳式、螺旋体控制式、拂手擒纵式等，主要应用于中、小型工程；液压穿销式自动挂脱梁需要油泵、电动机等设备，在应用中需要注意电缆密封接头在水中工作的可靠性，以防止接头渗水影响操作安全，故液压穿销式自动挂脱梁在我国一些大、中型工程上采用较普遍，运行也较可靠。

由于自动挂脱梁在我国尚未形成系列标准，其安装精度也会统一规定，应按设计图样或制造厂技术要求进行施工，本规范只作原则性的规定。

8.8.7 移动式启闭机带自动挂脱梁是在多孔门槽内操作闸门，故对各门槽土建施工和埋件安装的精度要求较高，如果达不到一定的安装精度，会直接影响自动挂脱梁抓放闸门的准确性。过去对多孔口闸门共用移动式启闭机带自动挂脱梁的安装偏差，没有提出具体规定，根据湖北省凡口泵站运行经验总结，其自动挂脱梁安装后的起吊中心线与各门槽相应设计起吊中心的实测误差，最大达120mm，最小达30mm，造成自动挂脱梁工作时有失误，经改造调整其误差控制在±50mm内能正常运行。根据上述经验总结，并参照启闭机单吊点起吊中心及双吊点吊距的安装允许偏差±3.0mm，在增加自动挂脱梁安装条件下，其安装偏差应略低于启闭机起吊中心安装的允许偏差，故本条确定自动挂脱梁起吊中心，安装后的纵、横向误差不应超过±5.0mm是可行的。

8.8.8 引用DL/T5019--94中有关规定。

8.8.9 关于大车或小车在行走时不允许有啃轨现象，产生啃轨的原因很多，其中轨道安装不直，运行机构组装及车轮安装偏斜等是由安装误差造成的；车轮直径不等，各电动机转速偏差（单独驱动）等是由制造缺陷造成。上述现象都应在制造与安装中消除。本条对各机构产生的噪声值提出了控制标准。

8.8.10 本条负荷试验系指启闭机在现场安装后与闸门（拦污栅）、拉杆等连接在一起的试验。对泵房内的桥式起重机则应按1.1倍额定负荷进行动载试验，至于出厂前的空载试验、负荷试验等，均应按SD315--89或DL/T5019—94的规定执行。

8.9 液压式启闭机安装及试运转

8.9.1 由于液压启闭机和闸门是刚性连接，而门槽安装和测量放线有一定误差，如按设计中心安装，则可能发生活塞杆和闸门吊耳错位现象，故规定从门槽实际位置测得的起吊中心线安装。

8.9.2～8.9.9 直接引用DL/T5019--94中有关规定。

8.9.10 根据DL/T5019—94中有关规定修改简化。

8.9.11～8.9.19 引用DL/T5019—94中有关条文。液压式启闭机在出厂前，必须对油缸进行试验，其试验内容为：

空载试验——在无负荷情况下，液压缸的活塞杆往复运动2次，不得出现外部漏油及爬行等不正常现象。

最低动作压力试验——不带负荷，液压从零增到活塞杆平稳移动时的最低启动压力，其

值应不大于 0.5MPa。

耐压试验——当液压缸的额定压力小于或等于 16MPa 时，试验压力为额定压力的 1.5 倍；大于 16MPa 时，试验压力为额定压力的 1.25 倍。在试验压力下保持 10min 以上，不能有外部漏油、永久变形和破坏现象。

外泄漏试验——在额定压力下，将活塞停于油缸一端，保压 30～40min 不得有泄漏现象。

内泄漏试验——在额定压力下，将活塞停于油缸一端，保压 10min，内泄漏量不应超过表 9 的规定。

表 9 油缸允许内泄漏量

油缸内径 (mm)	漏油量 (mL/min)	油缸内径 (mm)	漏油量 (mL/min)
400	6.50	180	1.25
360	5.10	160	1.00
320	4.00	140	0.75
280	3.10	125	0.55
250	2.50	110	0.45
220	1.90	100	0.40
200	1.55	-	—

注：表中漏油量是按 0.5mm/10min 的沉降量换算成 mL/min 的漏油量。

8.10 清污机安装及试运转

8.10.1～8.10.2 据调查清污机械在我国尚无定型的系列标准产品。国内已使用的清污机械型式较多，分固定式和移动式两大类。如固定式清污机有回转式、回转拦栅式、梳齿式、步进式、三角架式、栅网结合式等；移动式清污机有液压旋转式、耙斗式、铲耙式、压耙式、斜坡推扒式等（国外还有集耙污、卸污、除污、启闭闸门等多功能清污机）。对清污机械的制造安装精度尚无统一的规定，一般设计单位均参照 DL/T5019—94 中移动式启闭机安装标准执行。湖北省田关泵站对移动式清污机轨道安装允许偏差为：

1 轨道实际中心线对轨道设计中心线的位置偏差≤2.0mm。

2 轨距偏差为±2.0mm。

3 同一断面上两轨道标高的相对差≤6.0mm。

故本规范目前只能按设计图样或参照桥式或门式启闭机安装标准执行。

8.10.3 由山东省水利设计院设计，山东省水电设备厂制造的回转式清污机，是将拦污栅和清污机结合为一体的连续清污设备，其构造主要由栅体、清污耙和传动系统三部分组成；在栅前 0.2m 水压差条件下可自动运行清污，小于 0.2m 水压差时可自动停机。其主要特征是清污方向不同于一般耙斗式清污机，它是由下向上连续回转清污，故清污能力强（30t/h），综合造价较低，如在山东引黄济青工程中安装 21 台，太湖排水工程中安排 18 台，东深引水工程中安装 23 台，是目前国内使用最多（已制造安装 150 余台套）的一种清污设备，其主要技术参数见表 10。

表 10 回转式清污机主要技术参数

序号	项目	参数
1	孔口净宽	2.5～5.0m（每 0.5m 一挡）
2	栅体倾斜角	65°～75°
3	水头差	1m
4	栅条中心距	50～100mm
5	最大清污能力	30t/h
6	链条回转速度	0.1m/s
7	齿耙工作宽度	2.3～4.8m
8	垂直安装高度	3～10m（每 1m 一挡）

回转式清污机对埋件的安装偏差要求，按现行工程实例均采用拦污栅埋件的允许偏差；另据山东省水电设备厂制定的 Q/08S001《HQ 型回转式清污机》企业标准，前后已实施使用 8 年，取得较成熟的经验，故本规范原则参照该厂企业标准制定。

标准图书

中华人民共和国水利电力部部标准

泵 站 技 术 规 范

SD204--86

安 装 分 册

组织编写部门：水利电力部农村水利水土保持司
水利电力部水利水电规划设计院
主 编 部 门：江苏省水利厅
湖北省水利勘测设计院
甘肃省水利水电勘测设计院
批 准 部 门：中华人民共和国水利电力部
施 行 日 期：1987 年 11 月 1 日

标准图科技

中华人民共和国水利电力部

关于颁发《泵站技术规范》的通知

（87）水电农水字第 17 号

为加强机电排灌泵站的建设和管理，我部农村水利水土保持司和水利水电规划设计院组织江苏省水利厅、湖北省水利勘测设计院、甘肃省水利水电勘测设计院等单位，在有关单位和专家协作下，编制了《泵站技术规范》SD204—86，包括设计、施工、安装、验收及技术管理等五个分册。除施工分册因与《水闸施工规范》一起编审将另行颁布外，其余四个分册经几次专家会议讨论修改，由我部审定，现批准为部标，自 1987 年 11 月 1 日起执行。

自《本规范》技术管理分册颁布之日起，原水利部（80）水农字第（57）号文，颁发的《国营机电排灌站实行按八项技术经济指标考核的暂行规定》同时废止。

各地在执行该《规范》时，应注意总结经验，积累资料，如发现问题，请随时函告我部农村水利水土保持司和水利水电规划设计院，以便今后修订。

1987 年 5 月 25 日

水利电科技

目　次

第一章　总则…… 623
第二章　安装的基本要求…… 623
第三章　立式机组的安装…… 626
第四章　卧式机组的安装…… 629
第五章　进、出水管道安装…… 632
第六章　辅机系统的安装…… 636
第七章　机组电气试验…… 639
第八章　机组的试运行…… 640
附录一　设备涂色规定…… 643
附录二　各类仓库及设备存放…… 643
条文说明…… 647

云水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规范适用于符合下列条件的各类供、排水泵站机组的安装：

一、水泵叶轮直径 1000mm 及以上或单机容量 500kW 及以上的轴流泵和混流泵；

二、水泵进口直径在 500mm 及以上或单机容量在 280kW 及以上的离心泵。

小型泵站机组的安装可参照执行。

第 1.0.2 条 泵站主辅机组及管道的安装，应根据设计和设备制造厂的有关技术文件，按本规范的要求进行。泵站的辅助设备安装、电气设备安装、水工建筑金属结构安装应分别按《机械设备安装工程施工及验收规范》[1]、《电气装置安装工程施工及验收规范》[3]和《水工建筑金属结构制造安装和验收规范》的规定执行。

第 1.0.3 条 泵站安装工程必须认真执行国家颁发的有关安全规程和规定；安装单位应结合泵站安装的具体情况，制订有关安全细则。

第 1.0.4 条 在安装过程中，安装单位应做好各项安装技术记录，重要部分及隐蔽部位应会同管理单位按规定检查安装质量，并验收签证。

机组安装完毕后，应按本规范的要求试运行，以检验机组的安装质量，并为机组启动验收作好准备。

第二章 安装的基本要求

第一节 一 般 规 定

第 2.1.1 条 安装单位在安装前必须配齐技术力量，制定施工组织设计。

安装人员必须熟悉安装范围内的有关图纸和资料，执行安装规范及其他有关规程和规定。

第 2.1.2 条 设备在安装前应进行全面清理和检查，对重要部件的主要尺寸及配合公差进行校核。

安装时各金属滑动面应涂油脂。设备组合面应光洁无毛刺。

第 2.1.3 条 设备组合面的合缝检查应符合下列要求：

一、合缝间隙一般用 0.05mm 塞尺检查，不得通过；

二、当允许有局部间隙时，可用不大于 0.10mm 塞尺检查，深度不应超过组合面宽度 1/3，总长不应超过周长的 20%；

三、组合螺栓及销钉周围不应有间隙，组合缝处的安装面错牙一般应不超过 0.10mm。

第 2.1.4 条 机组安装所用的装置性材料和设备用油，应符合设计要求，应有检查证或出厂合格证明书。

水利标准科技

第 2.1.5 条 承压设备及连接件的耐压试验标准：

一、强度耐压试验 试验压力为 1.5 倍额定工作压力，保持 10min，无渗漏及裂纹等异常现象；

二、严密性耐压试验 试验压力为 1.25 倍额定工作压力，保持 30min，无渗漏现象；

三、冷却器应按设计要求的试验压力进行耐压试验，一般为 0.35MPa（约 3.5kgf/cm²）保持 60min，无渗漏现象。

第 2.1.6 条 油槽等开敞式容器进行煤油渗漏试验时，至少保持 4h；阀门进行煤油渗漏试验时，至少保持 5min，均应无渗漏现象。

第 2.1.7 条 各连接部件的销钉、螺栓、螺帽，均应按设计要求锁定或点焊牢固。有预应力要求的连接螺栓应测量紧度，并应符合设计要求。

各部件安装定位后，应按设计要求装好定位销。

第 2.1.8 条 起重运输工作应遵守下列规定：

一、对重大的起重、运输项目，必须制订操作方案和安全技术措施；

二、对起重机各项性能要预先检查、测试，并逐一核实；

三、严禁以管道，设备或脚手架、脚手平台等作为起吊重物的承力点，凡利用建筑结构起吊或运输重件者应进行验算。

第 2.1.9 条 设备部件表面应按设计要求涂漆防护，设备涂色的规定见附录一。

第二节 设备验收与保管

第 2.2.1 条 设备到达安装工地后，应由建设单位组织有关人员进行技术验收，检查各项技术文件和资料，检验设备质量和规格数量。

第 2.2.2 条 设备验收后应连同其技术资料、专用工具及配件等分类登记入库，妥善保管。

第 2.2.3 条 设备保管仓库分露天存放场、敞棚、仓库、恒温库四类。泵站所需的各类器材、设备应根据用途、构造、重量、体积、包装、使用情况及当地气候条件，按附录二的要求进行选择存放。

设备维护保管技术应按有关规程和规定执行。

第三节 土建工程的配合

第 2.3.1 条 机组设备安装前，安装单位应与设计、施工单位应密切配合，做好下列工作：

一、与土建设计、施工人员共同审查有关技术资料和图纸，并商讨有关重大技术和安全措施；

二、制定符合实际的安装计划及进度表。

第 2.3.2 条 安装前土建工程的施工单位应提供下列技术资料：

一、主要设备基础及建筑物的验收记录；

二、建筑物设备基础上的基准线、基准点和水准标高点；

三、安装前的设备基础混凝土强度和沉陷观测资料。

仅供试读

第 2.3.3 条 安装前泵站土建工程应具备下列条件：

一、具备行车安装的技术条件；

二、机组基础混凝土已达到设计强度的 70%以上；

三、站房内的沟道和地坪已基本做完，并清理干净，对有条件的部位可先做混凝土粗地面，并建好设备进厂通道；

四、厂房已封顶不漏雨雪，门窗能遮蔽风沙；

五、建筑物装修时不影响安装工作的进行，并保证正在安装及已经安装就位的机电设备不受影响。

第四节 主机组的基础和预埋件

第 2.4.1 条 主机组基础的标高应与设计图纸相符，其允许偏差在 10mm 范围内。

基础纵向中心线应垂直于横向中心线，与泵站机组设计中心线的偏差不大于 5mm。

第 2.4.2 条 主机组的基础与进出水流道（管道）的相互位置和空间几何尺寸应符合设计要求。

第 2.4.3 条 地脚螺栓预留孔应符合下列规定：

一、预留孔内必须清理干净，无横穿的钢筋和遗留杂物；

二、螺栓孔的中心线对基准线的偏差不大于 5mm；

三、孔壁铅垂度误差不得大于 10mm，孔壁力求粗糙。

第 2.4.4 条 预埋件的材料、型号及安装位置，均应符合图纸要求。

第 2.4.5 条 在安装时，如发现主机组基础有明显的不均匀沉陷影响机组找平、找正和找中心时，不得继续进行安装。

第五节 埋入部件的安装

第 2.5.1 条 对垫铁及安装的要求如下：

一、垫铁的材料应为钢板或铸铁件；

二、斜垫铁的薄边厚度一般不小于 10mm，斜率为 1/10～1/25，调整用的斜垫铁尺寸，一般按接触面受力不大于 3000N/cm²（近似 300kg/cm²）来确定，使用时垫铁搭接长度应在 2/3 以上；

三、每组垫铁一般不超过三块，其中只允许用一对斜垫铁；

四、垫铁应平整，无毛刺和卷边，平整加工粗糙度一般为 ▽5，相互配对的两块之间的接触面应密实无翘动；

五、安放垫铁和调整千斤顶处的混凝土表面应平整。

第 2.5.2 条 基础垫板埋设时其高程偏差一般为 $^{+0}_{-5}$mm。水平偏差一般不大于 10mm，水平偏差一般不大于 1mm/m。

第 2.5.3 条 基础板及其基础螺栓的安装应符合下列要求：

一、基础板的加工面应平整、光洁；

二、螺栓在螺栓孔四周要有间隙，螺母与螺栓应配合良好；

万方智图科技

三、基础板应支垫稳妥，其基础螺栓紧固后，基础板不得移动，标高和水平应符合要求。

第 2.5.4 条 基础螺栓、千斤顶、斜垫铁、基础板等埋设部件安装后均应点焊固定。

第 2.5.5 条 基础二期混凝土的浇灌和养护应符合下列要求：

一、灌浆部位应清洗洁净，一般宜用细碎石混凝土（或水泥砂浆）灌浆，其标号应比基础混凝土标号高一级，或采用膨胀水泥；

二、灌浆时宜采用压浆法施工并捣固密实，以保证设备的安装精度；

三、浇灌完毕后，对飞溅到设备和螺栓表面的灰浆，应立即擦拭干净，并按要求进行养护；

四、基础二期混凝土强度未达到设计强度的 50%以前，不允许在机组上拆装重件和进行撞击性工作；在未达到设计强度的 80%以前，不允许拧紧地脚螺栓和启动机组。

第三章 立式机组的安装

第一节 轴 瓦

第 3.1.1 条 水润滑轴瓦应符合下列要求：

一、轴瓦表面应无裂纹、起泡及脱壳等缺陷；

二、轴瓦与泵轴试装必须考虑其材料膨胀量，轴承间隙应符合设计要求。

第 3.1.2 条 轴承合金导轴瓦应符合下列要求：

一、轴瓦应无脱壳、裂纹、硬点及密集气孔等缺陷，油沟及进油边尺寸应符合设计要求；

二、筒式瓦的总间隙应符合设计要求，圆度及上下端总间隙之差，均不应大于实测平均总间隙的 10%；

三、分块轴瓦应进行研刮，使瓦面每平方厘米面积上至少有一个接触点，同时要求轴颈与瓦面接触均匀，每块轴瓦的局部不接触面积，每处不应大于轴瓦面积的 5%，其总和不应超过轴瓦总面积的 15%；

四、轴瓦与抗重垫块连接必须牢固，抗重螺母与螺母支座之间应接触严密。

第 3.1.3 条 推力轴承应符合下列要求：

一、推力轴瓦应无脱壳、裂纹、硬点及密集气孔等缺陷；

二、镜板工作面应无伤痕和锈蚀，光洁度应符合设计要求；

三、镜板、推力头与绝缘垫用螺栓紧密组装后镜板工作面不平度应符合设计要求；

四、抗重螺栓与瓦架之间的配合应符合设计要求，瓦架与机架之间应接触严密，连接牢固。

第 3.1.4 条 推力轴瓦研刮的要求如下：

一、瓦面每平方厘米内应有 1～3 个接触点；

二、瓦面局部不接触面积，每处不应大于轴瓦面积的 2%，其总和不应超过轴瓦面积的 5%；

三、进油边按设计要求刮削，无特殊规定时，一般研刮符合上述两条要求后，在10mm范围内刮成深0.5mm的倒圆斜坡；

四、以抗重螺栓为中心约占总面积1/4的部位，刮低0.01～0.02mm，然后在其1/6的部位，另从90°方向，再刮低约0.01～0.02mm。

第二节 立式水泵的安装

第3.2.1条 泵座、底座等埋入部件的组合面应符合第2.1.3条的规定，其安装允许偏差应符合表3.2.1.1要求。

表3.2.1.1 埋入部件安装允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差			说明
		叶轮直径（m）			
		<3	3～4.5	>4.5	
1	中心及方位	2	3	4	测量机组十字线与埋件上相应标记间距离
2	高程	±3			
3	水平	0.07/1000			
4	圆度（包含同轴度）	1.0	1.5	2.0	测量机组中心线到镗口半径

第3.2.2条 叶轮室装配的技术要求：

一、叶轮室组合缝间隙应符合第2.1.3条要求；

二、叶轮室圆度，按上止口和下止口位置测量，所测半径与平均半径之差，不应超过叶片与叶轮室设计间隙值的±10%。

第3.2.3条 液压全调节水泵，叶轮耐压和动作试验应符合下列要求：

一、最大试验压力，一般为0.5×10^6Pa（相当于5kg/cm²）并应保持16h，油温不应低于+5℃；

二、在试验过程中，应操作叶片全行程动作1～2次，各组合缝不应有渗漏现象，每个叶片密封装置的漏油量，不应超过表3.2.3.1的规定；

表3.2.3.1 每个叶片密封装置允许漏油量

叶轮直径（m）	<3	3.0～4.5	>4.5
每小时每个叶片的漏油量（mL）	5	7	10

三、叶轮活塞式接力器应动作平稳，调节叶片角度全行程的最低油压，一般不超过工作压力的15%；

四、叶片各实际安装角应符合设计要求。

第3.2.4条 导叶体预装前，复测泵座上平面高程，水平镗口圆度，应符合表3.2.1.1要求。

第3.2.5条 机组垂直同轴度测量应以水泵下轴窝止口为基准，中心线的基准误差不宜大于0.05mm。水泵轴窝的垂直度应符合设计要求，无规定时，水泵轴窝垂直同轴度允许偏差不应大于0.08mm，或水平偏差不超过0.03mm/m。

第3.2.6条 泵轴和叶轮吊装的放置高程，应较设计高程略低，其泵轴联轴器顶面与吊装后的电动机联轴器止口底面，应预留安装间隙，转动部位就位安装，其垂直偏差一般

水利电力出版社

不大于 0.05mm/m。

第 3.2.7 条 泵轴密封安装应符合下列要求：

一、泵轴密封安装的间隙应均匀，允许偏差不应超过实际平均间隙值的±20%；

二、空气围带装配前，应按制造厂的规定通入压缩空气检查有无漏气现象。

第 3.2.8 条 轴承安装应在机组轴线、推力瓦受力、水泵密封装置间隙及电动机空气间隙等调整合格后进行，并应作好记录。

第 3.2.9 条 立式轴流泵和导叶式混流泵的叶轮安装高程，叶片与叶轮室间隙的允许偏差，应符合表 3.2.9.1 要求。

表 3.2.9.1 叶轮安装高程及间隙允许偏差 (mm)

项目		允许偏差			说明
		叶轮直径 (m)			
		≤3.0	3.0～4.5	>4.5	
高程	轴流泵	−2	+3	−4	叶轮中心实际安装高程与设计值偏差
	导叶式混流泵	间隙值按设计要求加大 0.5～1mm			按叶片与叶轮室的间隙确定
间隙		叶片与叶轮室间隙与实际平均间隙之差不应超过实际平均间隙值的±20%			在叶片最大安装角位置测量进水边、出水边和中间三处

第 3.2.10 条 受油器安装的技术要求：

一、受油器体上各油封轴承的不同轴度，不应大于 0.05mm；

二、操作油管的摆度应不大于轴承配合间隙；

三、受油器水平偏差，在受油器座的平面上测量，不应大于 0.05mm/m；

四、受油器对地绝缘。在泵轴不接地情况下测量，一般不小于 0.5MΩ。

第三节 立式电动机的安装

第 3.3.1 条 凡整体电机的安装，应按本规范执行。分瓣式电机的安装可按《水轮发电机组安装技术规范》执行。

第 3.3.2 条 机架安装的中心偏差，不应超过 1mm；机架轴承座或油槽的水平偏差，不应超过 0.10mm/m，高程偏差不应超过±1.5mm。

第 3.3.3 条 定子的安装应满足以下要求：

一、定子按水泵实际垂直中心找正时，各半径与平均半径之差，不应超过设计空气间隙值的±5%；

二、在机组轴线调整后，按磁场中心核对定子安装高程，应使定子铁心平均中心线等于或高于转子磁极平均中心线，其高出值不应超过定子铁心有效长度的 0.5%；

三、当转子位于机组中心时，检查定子与转子间上下端空气间隙，各间隙与平均间隙之差不应超过平均间隙值的±10%。

第 3.3.4 条 推力头的安装要求如下：

一、推力头套入前检查其配合尺寸必须符合设计要求；

二、卡环受力后其轴向间隙不得大于 0.05mm，间隙过大时，不得加垫，应另作处理。

第 3.3.5 条 用盘车的方法检查调整机组轴线的技术要求如下：

一、调整推力轴的导轴瓦单侧间隙。一般在 0.05mm 之内，其他径向导轴承不得与上轴接触。

二、测量轴线垂直度的偏差一般应在 0.02mm/m 以内，各推力瓦受力应初调均匀。

三、机组各部摆度值不应超过表 3.3.5.1 的要求。

表 3.3.5.1 机组轴线的允许摆度值（双振幅）

轴的名称	测量部位	摆度的允许值				
		轴的转速（r/min）				
		100	250	375	600	1000
电动机轴	上、下导轴承处的轴颈及联轴器	相对摆度（mm/m）				
		0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
水泵轴	轴承处的轴颈	相对摆度（mm/m）				
		0.05	0.05	0.04	0.03	0.02

注：1. 绝对摆度是指在该处测量的实际摆度值。

2. 相对摆度 $=\frac{\text{绝对摆度（mm）}}{\text{测量部位至镜板距离（m）}}$；

3. 任何情况下水泵导轴承的绝对摆度不得超过以下值：

①转速在 250r/min 以下的机组为 0.35mm；

②转速在 250～600r/min 以下的机组为 0.25mm；

③转速在 600r/min 以上的机组为 0.20mm。

四、轴线摆度调整后，复查垂直度和推力瓦受力，应符合上述要求。

五、调整水泵下轴颈中心位置，其偏差应在 0.04mm 内。

第 3.3.6 条 轴承和油槽的安装要求如下：

一、导轴承安装应根据泵轴中心位置，并考虑盖车的摆度方位进行间隙调整，安装总间隙应符合设计要求，每块导轴瓦在最终安装时，绝缘电阻一般在 50MΩ 以上；

二、沟槽式油槽盖板轴的间隙一般为 0.5～1mm，毛毡装入槽内应有不小于 1mm 的压缩量；

三、机组推力轴承在充油前，其绝缘电阻值一般不小于 5MΩ；

四、油槽油面高度与设计要求的偏差一般不超过±5mm。

第 3.3.7 条 电动机测温装置的安装要求如下：

一、测温装置应进行检查，其标号应一致；

二、各温度计指示值应予以校核，并无异常现象；

三、总绝缘电阻一般不小于 0.5MΩ。

第四章 卧式机组的安装

第一节 轴瓦研刮和轴承装配

第 4.1.1 条 轴瓦研刮的技术要求如下：

一、轴瓦研刮一般分两次进行，初刮在转子穿入前进行，精刮在转子中心找正后进行；

二、轴瓦应无夹渣、气孔、凹坑、裂纹或脱壳等缺陷，轴瓦油沟形状和尺寸应正确；

三、圆形轴瓦顶部间隙一般为轴颈直径的1/1000左右，两侧间隙各为顶部间隙的一半；

四、下部轴瓦与轴颈接触角一般为60°，沿轴瓦长度全部均匀接触，每平方厘米应有1～3个接触点；

五、推力轴瓦研刮，接触面积应大于75%，每平方厘米应有1～3个接触点。

第4.1.2条 滑动轴承安装应符合下列要求：

一、轴瓦应精确的配置在轴承外壳内，上轴瓦盖间应无间隙，下轴瓦与轴承座接触紧密，承力面应达60%以上；

二、轴瓦合缝放置的垫片，在调整顶间隙增减垫片时，两边垫片的总厚度应相等；垫片不应与轴接触，离轴瓦内径边缘一般不宜超过1mm；

三、轴瓦的球面与球面座的结合面必须光滑，接触面积为整个球面的75%左右并均匀分布，一般不宜过分修刮球面，组合后的球面瓦和球面座的水平结合面均不允许错口；

四、轴瓦进油孔清洁畅通，并应与轴承座上的进油孔对正。

第4.1.3条 滚动轴承安装应满足以下要求：

一、滚动轴承应清洁无损伤，工作面应光滑无裂纹、蚀坑和锈污，滚子和内圈接触应良好，与外圈配合应转动灵活无卡涩，但不松旷；推力轴承的紧圈与活圈应互相平行，并与轴线垂直；

二、滚动轴承内圈和轴的配合应松紧适当，轴承外壳应均匀地压住滚动轴承的外圈，不得使轴承产生歪扭；

三、轴承使用的润滑剂应按制造厂的规定，轴承室的注油量应符合要求。

第4.1.4条 有绝缘要求的轴承，装配后对地绝缘电阻，一般不小于0.3MΩ。

绝缘垫板应较轴承座的四周凸出10～15mm，检查轴承座与基础板组合缝，应满足第2.1.3条要求。

第4.1.5条 主轴承位置的确定，应考虑电动机运行时转子受热膨胀值，一般是将轴承中心长度放宽1～2mm。

第二节 卧式水泵的安装

第4.2.1条 卧式水泵安装的一般要求：

一、基础埋入部件的安装应按第二章第五节的有关规定执行；

二、根据制造厂的产品说明书，确定水泵基础安装尺寸，设备上定位基准的面、线或点，对安装基准线的平面位置，其允许偏差不得超过±2mm，标高允许偏差不应超过±1mm；

三、水泵各部件组合面应无毛刺、伤痕、加工面应光洁，各部件无缺陷，并配合正确。

第4.2.2条 卧式水泵组装的技术要求：

一、组装好的叶轮、其密封环处和轴套外圆的摆度值不得大于表4.2.2.1的规定。泵轴摆度值不应大于0.05mm；

表 4.2.2.1 水泵叶轮密封环和轴套外圆摆度（晃动）允许值 (mm)

水泵进口口径	≤260	≤500	≤800	≤1250	>1250
径向晃动值	0.08	0.10	0.12	0.16	0.20

二、叶轮与轴套的端面应与轴线垂直；

三、密封环与泵壳间的径向单侧间隙，一般应有 0.00～0.03mm；

四、密封环和叶轮配合的单侧径向间隙，应符合表 4.2.2.2 的规定；

表 4.2.2.2 水泵密封环径向间隙 (mm)

水泵叶轮密封环处直径	φ120～φ180	φ180～φ260	φ260～φ360	φ360～φ500
密封环每侧径向间隙	0.20～0.30	0.25～0.35	0.30～0.40	0.40～0.60

五、密封环处的轴向间隙应大于 0.5～1mm。

第 4.2.3 条 填料密封的安装要求：

一、填料函内侧，挡环与轴套的单侧径向间隙，一般为 0.25～0.50mm；

二、水封孔道畅通，水封环应对准水封进水孔；

三、填料接口严密，两端搭接角度一般为 45°，相邻两层填料接口应错开 120°～180°；

四、填料压盖松紧适当，其与轴间的径向间隙均匀。

第 4.2.4 条 水泵安装的纵横向水平偏差不得超过 0.1mm/m。水平测量应以水泵的水平中开面、轴的外伸部分、底座的水平加工面等为基准。

第 4.2.5 条 联轴器安装的技术要求：

一、联轴器应根据不同配合要求进行套装，套装时不得直接用铁锤敲击；

二、弹性联轴器的弹性圈和柱销应为过盈配合，过盈量一般为 0.2～0.4mm。柱销螺栓应均匀着力，当全部柱销紧贴在联轴器螺孔一侧时，另一侧应有 0.5～1mm 的间隙；

三、盘车检查两联轴器的同轴度，其允许偏差应符合表 4.2.5.1 的规定；

四、弹性联轴器的端面间隙应符合表 4.2.5.2 的规定，并不应小于实测的轴向窜动值。

表 4.2.5.1 联轴器同轴度允许偏差值

转速 (r·min)	允许偏差值 (mm)			
	刚性联接		弹性联接	
	径向	端面	径向	端面
1500>n>750	0.10	0.05	0.12	0.08
750>n>500	0.12	0.06	0.16	0.10
n≤500	0.16	0.08	0.24	0.15

表 4.2.5.2 弹性联轴器的端面间隙 (mm)

轴孔直径	标准型			轻型		
	型号	外型最大直径	间隙	型号	外型最大直径	间隙
25～28	B_1	120	1～5	Q_1	105	1～4
30～38	B_2	140	1～5	Q_2	120	1～4
35～45	B_3	170	2～6	Q_3	145	1～4

续表 4.2.5.2

轴孔直径	标准型			轻型		
	型号	外型最大直径	间隙	型号	外型最大直径	间隙
40～55	B_4	190	2～6	Q_4	170	1～5
45～65	B_5	220	2～6	Q_5	200	1～5
50～75	B_6	260	2～8	Q_6	240	2～6
70～95	B_7	330	2～10	Q_7	290	2～6
80～120	B_8	410	2～12	Q_8	350	2～8
100～150	B_9	500	2～15	Q_9	440	2～10

第三节 卧式电动机的安装

第 4.3.1 条 当电动机有下列情况之一时，应进行抽心检查：

一、出厂日期超过制造厂保证期限者；

二、经外观检查或电气试验，质量可疑者；

三、开启式电动机端部检查可疑者；

四、试运转时有异常情况者。

第 4.3.2 条 卧式电动机安装的一般要求：

一、解体检查和安装过程中，应防止杂物等掉入定子内部；

二、不许将钢丝绳直接绑扎在轴颈上起吊转子。

第 4.3.3 条 卧式电动机的安装一般应以水泵为基准找正。初步调整轴承孔中心位置，其同轴度偏差不应大于 0.1mm；轴承座的水平偏差其横向一般不超过 0.2mm/m，纵向一般不超过 0.1mm/m。

第 4.3.4 条 测量定子与转子空气间隙。每个磁级的间隙值，应取 4 次（每次将转子旋转 90°），测量值的算术平均值。

异步电动机空气间隙的测定位置应在电动机两端选择同一断面的上、下、左、右固定的四点进行，各间隙与平均间隙之差，不应超过平均间隙值的±10%。

第 4.3.5 条 卧式电动机滑环与电刷安装的技术要求：

一、滑环表面光滑，若表面不平或失圆时应重新加工；摆度一般不应大于 0.05mm；

二、滑环上的电刷装置应安装正确，电刷在刷握内应有 0.1～0.2mm 的间隙，刷握与滑环应有 2～4mm 间隙；

三、电刷与滑环接触良好，电刷压力一般为 1.5～2.5N/cm²（约 0.15～0.25kgf/cm²）；

四、刷架的绝缘电阻应大于 1MΩ。

第五章 进、出水管道安装

第一节 一般规定

第 5.1.1 条 进出水管道安装应具备下列条件：

一、与管道有关的如管床、镇墩等土建工程经检查合格；

二、与管道连接的设备中心线已找正合格；

三、管道内部防腐或衬里等工作已经做好；

四、管子、管件等已检验合格，并具备有关的技术证件。

第 5.1.2 条 管子的检验要求如下：

一、检验钢管外径及壁厚尺寸，偏差应符合钢管制造标准和设计要求；钢板卷管的质量应符合有关规定；

二、铸铁管应在每批中抽 10%作外观检查，其内容如表面状况、涂漆质量、尺寸偏差等；若制造厂没有水压试验资料，应补做水压试验；

三、管道法兰面与管道中心线应互相垂直，两端法兰面平行，法兰面凸台的密封沟正常。

第 5.1.3 条 法兰连接的要求：

一、法兰密封性能良好；

二、法兰连接时应保持平行，其偏差不大于法兰外径的 15/1000 且不大于 2mm；

三、螺栓孔中心偏差一般不超过孔径的 5%；

四、法兰连接应使用同一规格螺栓，安装方向一致，紧固后外露长度一般不宜大于 2 倍螺距。

第 5.1.4 条 管道的坡向、坡度应符合设计要求。管道连接不得用强力对口，加热管道，加偏垫或多层垫等方法来消除接口端面的空隙、偏差、错口等缺陷；安装工作间断时，应及时封闭敞开的管口。

第 5.1.5 条 地埋管道的安装，应排除沟内积水，埋好并经试压防腐后，按隐蔽工程进行验收，填土应分层夯实。

第 5.1.6 条 管道阀件的安装，应满足下列要求：

一、按设计核对阀件型号，确定安装方向，调整阀门的操作机构和传动装置使其动作灵活，指示准确；并注意其压盖螺栓需有足够的调节余量；

二、与阀件连接的管道，露出混凝土墙面的长度，一般不小于 500mm；

三、沿水流方向的阀件安装中心线，应根据水泵或钢管的中心确定；横向中心线与设计中心线的偏差，一般不大于 15mm，阀件的水平和垂直度，在法兰焊接后其偏差不应大于 1mm/m。

第 5.1.7 条 填料式补偿器（伸缩节）的安装要求：

一、与管道保持同心，不得歪斜，不应有卡阻现象；

二、在靠近补偿器的两侧应有导向支座，以保证自由伸缩，不偏离中心；

三、补偿器的伸缩量应符合设计要求，允许偏差为±5mm；

四、插管应安装在介质流入端；

五、填料应逐圈装入压紧，各圈接口应相互错开。

第 5.1.8 条 钢管镇墩、支墩应满足设计要求，保证钢管在安装过程中不发生位移和变形，鞍式支座的顶面弧度，用样板检查其间隙不应大于 2mm。

滚轮式和摇摆式支座的支墩垫板高程，其纵、横向中心偏差不应超过±5mm，与钢管设计轴线的不平行度不应大于 2/1000，安装后能灵活动作，无卡阻现象，各接触面应接触

水利电力出版社

良好，局部间隙不应大于 0.5mm。

第二节 金属管道的安装

第 5.2.1 条 管道安装后，管口中心的允许偏差不应超过表 5.2.1.1 的规定。

表 5.2.1.1 钢管管口中心的允许偏差

序号	类别	管道内径 D (m)	始装节管口中心的允许偏差 (mm)	与设备连接的管节及弯管起点的管口中心允许偏差 (mm)	其他部位管节的管口中心允许偏差 (mm)
1	明管	≤3	5	5	15
		3～6		10	20
		>6		12	25
2	埋管	≤3	5	6	15
		3～6		10	25
		>6		12	30

第 5.2.2 条 管道焊缝位置应符合下列要求：

一、直管段两环缝间距不小于 100mm，按照安装顺序逐条进行，并不得在混凝土浇筑后再焊接内缝；

二、焊缝距弯管（不包括压制和热弯管）起弯点不得小于 100mm，且不小于管外径；

三、卷管的纵向焊缝应置于易检修的位置；

四、在管道焊缝上不得开孔，若必须开孔，焊缝应经无损探伤检查合格；

五、有加固环的卷管，加固环的对接焊缝应与管道纵向焊缝错开，其间距不小于 100mm，加固环距管道的环向焊缝不应小于 50mm。

第 5.2.3 条 钢管安装后，必须与填、支墩和锚栓焊牢，并将明管内、外壁和埋管内壁的焊疤等清理干净，局部凹坑深度不应超过板厚的 10%，且不大于 2mm，否则应予补焊。

第 5.2.4 条 铸铁管的安装要求：

一、清除承插部位的粘砂、飞刺沥青块等，并烤去其沥青涂层，如发现裂缝，断裂等缺陷，不得使用；

表 5.2.4.1 铸铁管对口轴向间隙 (mm)

公称直径	沿直线铺设	沿曲线铺设
≤75	4	
100～250	5	7～13
300～500	6	10～14
600～700	7	14～16
800～900	8	17～20
1000～1200	9	21～24

表 5.2.4.2 承插口环形间隙及允许偏差 (mm)

公称直径	环形间隙	允许偏差
75～200	10	+3 −2
250～450	11	+4 −2
500～900	12	+4 −2
1000～1200	13	+4 −2

二、承插铸铁管对口的最小轴向间隙，一般应符合表 5.2.4.1 的规定；

三、沿曲线铺设的承插铸铁管道，公称直径小于或等于 500mm 每个承插接口的最大允

许转角为 2°；公称直径大于 500mm，转角为 1°；

四、沿直线铺设的承插铸铁管道，承插接口环形间隙应均匀，其值及允许偏差应满足表 5.2.4.2 要求。

第 5.2.5 条 承插接口填充料的安装要求：

一、用石棉水泥或膨胀水泥作接口材料时，其填塞深度应为接口深度的 1/2～2/3。经分层填打，其表面应平整严实，并需湿养护 1～2 昼夜（冬季应有防冻措施）；

二、管道接口所用的橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮及老化等缺陷；装填时橡胶圈应平整、压实，不得有松动，扭曲，断裂等现象；

三、用油麻辫作接口材料时，其粗细应为接口缝隙的 1.5 倍每圈麻辫应互相搭接，并压实打紧，打紧后的麻辫填塞深度为承插深度的 1/3，且不超过承口三角凹槽的内边。

第 5.2.6 条 钢管的水压试验应符合下列规定：

一、明管安装后，一般要作整体或分段水压试验，分段长度和试验压力应满足设计要求；

二、若整体明管试验确有困难时，经主管部门批准，可以不作水压试验，但必须进行无损探伤检查；

三、若单节明管不作水压试验，应按规定进行无损探伤检查；

四、岔管一般应做水压试验，其试验压力为最高工作压力（即产生水锤时的压力）的 1.25 倍。

第 5.2.7 条 钢管试压应慢慢升压至工作压力，保持 10min，经检查正常再升至试验压力，保持 5min，然后再降至工作压力，保持 30min，并用 0.5～1.0kg 小锤在焊缝两侧各 15～20mm 处轻轻敲击，应无渗水及异常现象。

第 5.2.8 条 铸铁管的水压试验，明管试验压力用工作压力的 1.25 倍，保持 30min。地埋管道试验压力用工作压力的 2 倍，保持 10min 应无渗漏及异常现象。

第三节 混凝土管道的安装

第 5.3.1 条 管道接口用的橡胶圈，其性能应符合设计要求，橡胶圈的环内径与管子插口外径之比（即环径系数）宜为 0.85～0.9，安装后的橡胶圈压缩率一般为 30%～45%。

第 5.3.2 条 混凝土管在安装过程中严禁穿心吊。应采用两点兜身吊或用专用起吊工具吊，不得碰撞和损坏；待装管的插口套上橡胶圈后，要整理顺直，不得有扭曲，翻转等现象。

第 5.3.3 条 管道安装应按由下坡往上坡和承口向前的原则逐节推进，待装管的移动要平稳，插口圆周应同步地进入已装管的承口内，管道就位后，应立即检查橡胶圈是否已进入工作面，相邻承插口间的对口间隙是否合乎要求。

第 5.3.4 条 钢管与混凝土管的连接，应按设计要求施工，钢管承（插）口的加工精度要与混凝土管插（承）口相一致。

第 5.3.5 条 承插式预应力混凝土管道的水压试验应符合下列要求：

一、直径 1600mm 及以上的混凝土管安装后，应逐节进行接头水压试验，试验压力一般为 0.2MPa（约 2kgf/cm²），保持 5min；

二、全线水压试验。长线管道可分段进行，分段长度不宜大于 1km；全线（或分段）水

压试验压力：当工作压力小于 0.6MPa（约 6kgf/cm²）时，应为工作压力的 1.5 倍；当工作压力大于 0.6MPa 时，应为工作压力加 0.3MPa 时（约 3kgf/cm²）保持 30min，应无破坏及漏水现象，其渗水量不应超过下式规定的值：

$$q=0.14\sqrt{D}$$

式中 q——每 km 长的管道允许渗水量（L/min）；

D——管内径（mm）。

三、水压试验时应先对管道进行充水排气，充满水后管径在 1000mm 及其以下的管道需经 48h，管径在 1000mm 以上需经 72h 以后方可进行水压。

第六章 辅机系统的安装

第一节 一 般 规 定

第 6.1.1 条 辅助机械外壳上应有表明转动方向的标志。

第 6.1.2 条 辅助设备安装时的纵横中心线与设计位置偏差不应超过±10mm 标高与设计偏差不应超过 $^{+20}_{-10}$mm。

第 6.1.3 条 辅助设备安装前应按第 2.1.2 条要求进行清理检查。安装结束并检查合格后必须进行分部试运行，分部试运行工作应按批准的试运行措施进行，机械部分试运行时间，按设备技术文件的规定，一般应连续运行 2～8h。

第 6.1.4 条 分部试运行一般的技术要求：

一、轴承及转动部分无异常状态；

二、轴承工作温度稳定，滑动轴承一般不高于 65℃，滚动轴承不高于 80℃；

三、振动一般不超过 0.10mm；

四、无漏油、漏水和漏气等现象。

分部试运行过程中，要做好分部试运行记录，结束后应进行试运行验收。

第二节 压 油 装 置 的 安 装

第 6.2.1 条 回油箱应按第 2.1.6 条的要求进行渗漏试验，并无渗漏现象。

第 6.2.2 条 回油箱、压力油罐的安装，其允许偏差应符合表 6.2.2.1 的要求。

表 6.2.2.1 回油箱、压油罐安装允许偏差

序号	项目	允许偏差	说明
1	中心	5mm	测量设备上轴线标记与机组轴线间距离
2	高程	+5mm	
3	水平	1mm/m	
4	压油罐垂直	2mm/m	

第 6.2.3 条 油泵电动机组试运行，应符合下列要求：

一、油泵一般先空载运行 1h（小时）无异常现象后再在额定压力的 25%、50%、75%、100%负载下，分别连续运行 15min；

二、运行过程中，油温不超过 50℃，轴承温度不应超过 60℃，外壳振动不应超过

0.05mm，并无异常噪音。

第 6.2.4 条 压油装置的工作油泵压力继电器，备用油泵压力继电器，减压阀和安全阀等的调整值，应符合设计要求，油泵自动起动和自动停止的动作、油压过高过低的信号均应准确可靠。

第 6.2.5 条 压力油罐在工作压力下，油位处于正常位置时，关闭各连通阀门，保持8h，油压下降值不应大于 0.15MPa（约 1.5kgf/cm²）。

第三节 空气压缩机的安装

第 6.3.1 条 固定式空压机必须安装稳固，基础和管路安装应符合设计要求。

第 6.3.2 条 压缩机的纵横水平误差不应超过 0.2/1000，水平测量应在下列部位：

一、卧式压缩机（包括对称平衡型）在机身滑道面或其他基准面上测量；

二、立式压缩机拆去气缸盖，在气缸顶面上测量；

三、其他型式压缩机，在主轴外露部分或其他基准面上测量。

第 6.3.3 条 储气罐等承压设备应按设备技术文件规定的压力进行强度和严密性试验；所有阀件等应清洁无锈蚀，减压阀、安全阀等经检验动作应准确可靠。卧式设备的水平度和立式设备的铅垂度应符合设备技术文件的规定，无规定时，均不应超过 1/1000。

第 6.3.4 条 管路与空气压缩机之间应用法兰连接，不得焊死。管路的材料性能与规格，必须符合设计要求，并应具有强度检验证

第 6.3.5 条 压缩机安装应有完整的安装记录，并按规定进行机械部分试运行，合格后，应更换润滑油。

第 6.3.6 条 压缩空气管道系统应以额定气压进行漏气量检查，8h 内压降值不应超过 10%。

第四节 供排水泵的安装

第 6.4.1 条 供排水泵的安装应按第四章卧式机组安装的有关规定进行。

第 6.4.2 条 水泵吸入管上带有底阀时底阀与水底和侧壁间的距离一般不得小于底阀或吸入管口的外径，底阀灌水试验无渗漏，滤网进水畅通。

第 6.4.3 条 供排水系统的附件如滤水器、流量计、示流器、压力表、止回阀等安装，均应满足使用要求。

第 6.4.4 条 供排水泵和系统试运行应达到下列要求：

一、泵的出口压力稳定，并达到额定数值；

二、试运行过程中，各转动部分音响正常，外壳振动符合表 8.0.3.1 的要求。轴承温度和轴封工作等正常。

第五节 辅机管路安装

第 6.5.1 条 管道的弯制，应符合下列要求：

一、热弯管道时，其弯曲半径不小于管径的 3.5 倍；冷弯管道时，不小于管径的 4 倍；采用弯管机热推弯制时，其弯曲半径不小于管径的 1.5 倍；

二、弯制后管子截面的不圆度不大于管径的8%，弯管内侧波纹褶皱高度一般不大于管径的3%，波距不小于4倍波纹高度；

三、环形管弯制后，应进行预装，其半径偏差不大于设计值的2%，不平度不大于40mm。

第6.5.2条 管件制作的技术要求：

一、Ω形伸缩节应用一根管子弯成，并保持在同一平面内；

二、焊接弯头的曲率半径，不小于管径的1.0倍，端面与中心线的垂直偏差不应大于管子外径的1%，且不得大于3mm；

三、三通的制作，支管与主管的垂直偏差，不应大于支管高度的1%，且不得大于3mm；各端面垂直度的允许偏差不应大于管子外径的1%，且不得大于3mm；

四、锥形管的制作，其长度不小于两管径差的3倍，两端直径及圆度应符合设计要求，同心大小头两端轴线应吻合，其偏心率不应大于大头外径的1%，且不得大于5mm；

五、工地自行加工的管道及容器，工作压力在1MPa（约10kgf/cm²）及以上时应按第2.1.5条要求作强度耐压试验。

第6.5.3条 埋入管路的敷设应符合下列要求：

一、管路的出口位置偏差，一般不大于10mm管口伸出混凝土面的长度和管道距混凝土墙面的距离，一般均不小于法兰的安装尺寸。管口应能可靠封堵；

二、管路的连接，钢管应尽量采用焊接法连接，铸铁管应尽量采用承插式连接；

三、测量管路，应尽量减少拐弯；

四、凡压力管路，在混凝土浇筑前，应按第2.1.5条要求作，严密性耐压试验。

第6.5.4条 明管安装的技术要求：

一、明管安装位置与设计值的偏差一般在室内不大于10mm在室外不大于15mm；自流排水（油）管的坡度应与液流方向一致，坡度一般为0.2%～0.3%；

二、水平管弯曲的允许偏差一般不超过1.5/1000，最大不超过20mm，立管垂直度允许偏差一般不超过2/1000，最大不超过15mm；

三、成排管段，在同一平面上的允许偏差一般不超过5mm，间距允许偏差一般为0～5mm。

第6.5.5条 管道焊接的技术要求：

一、管子、管件的坡口型式、尺寸与组对，按有关规定选用，一般壁厚不大于3.5mm的选用I型坡口，对口间隙为0～1mm；壁厚大于3.5mm的选用70°V形坡口，对口间隙和钝边均为0～2mm；

二、管子、管件组对，其内壁应做到平齐，内壁错边量不应超过壁厚的20%，且不大于1mm；

三、管子、管件组对时，应检查坡口的质量，坡口表面上不得有裂纹，夹层等缺陷；

四、焊缝表面应无裂缝，气孔、夹渣及熔合性飞溅，咬边深度应小于5mm，长度不应超过焊缝全长的10%，且小于100mm；焊缝宽度以每边超过坡口边缘2mm为宜；

五、焊缝内部质量标准应符合GBJ236—82《现场设备工业管道焊接工程施工及验收规范》的规定。

第6.5.6条 重要部位的阀门，其安装方法应符合制造厂的要求，自动化元件应校验

灌溉排水技术

合格，并应进行动作试验。

第七章 机组电气试验

第 7.0.1 条 电气试验的一般规定：

一、绝缘电阻测量，规定用 60s 时的绝缘电阻值（R60″），吸收比测量。规定用 60s 与 15s 时的绝缘电阻比值（R60″ /R15″）；

二、测定绝缘电阻使用兆欧表的电压等级，如未作特殊规定时一般可按下列规定选用：

100～1000V 的电气设备或回路，使用 500V 或 1000V 兆欧表；

1000V 以上的电气设备或回路，使用 2500V 或 5000V 的兆欧表。

三、耐压试验电压值以额定电压的倍数计算者，电动机按铭牌电压计算，电缆可按标准电压等级的电压计算。

四、在进行与温度有关的电气试验时，应同时测量被试物和周围环境的温度，绝缘试验应在天气良好，且被试物温度及周围温度不低于 5℃的条件下进行；

五、本规范涉及的仪表、继电器和二次回路的试验，应按专用规范的要求进行。

第 7.0.2 条 定子的安装试验项目、标准，应符合表 7.0.2.1 的要求（不作为已运行机组检修后安装的依据）。

表 7.0.2.1 定子安装试验项目及标准

序号	项目	标准	说明		
1	单个定子线圈交流耐压试验	备用线圈和自制线圈均应符合设备制造厂的标准	下线后接头连接前进行，下线前一般可不做耐压试验		
2	测量定子绕组的绝缘电阻和吸收比	1. 额定电压为 1000V 以下者。常温下绝缘电阻应不低于 0.5MΩ；额定电压为 1000V 及以上者，在接近运行温度时的绝缘电阻值，定子线圈应不低于 1MΩ/kV； 2. 1000V 以上的电动机应测量吸收比，吸收比应不低于 1.2，有条件时应分相测量	定子线圈绝缘电阻温度换算系数		
			定子线圈温度（℃）	换算系数	
				热塑性绝缘	B 级热固性绝缘
			70	1.4	4.1
			60	2.8	6.6
			50	5.7	10.5
			40	11.3	16.8
			30	22.6	26.8
			20	45.3	43
			10	90.5	68.7
			5	128	87
3	测量定子绕组的直流电阻	电动机各相线圈直流电阻的相互差别应不超过其最小值的 2%，中性点未引出的电动机可测量线间直流电阻，其相互差别应不超过其最小值的 1%			

万水电力科技

续表 7.0.2.1

序号	项目	标准		说明
4	定子绕组的交流耐压试验	额定电压（kV）	试验电压（kV）	1. 耐压前必须测量绝缘电阻及吸收比，并应满足其要求。 2. 交流耐压试验应分相进行，升压时起始电压一般不超过试验电压值的1/2，然后逐步连续升压至满值，升压速度从1/2至满值，一般历时10～15s加至额定试验电压后的持续时间，凡无特殊情况者均为1min
		3	5	
		6	10	
		10	16	

第 7.0.3 条 同步电动机转子的试验项目及标准，应符合表 7.0.3.1 的要求。

表 7.0.3.1 转子试验项目及标准

序号	项目	标准	说明
1	测量转子绕组的绝缘电阻	应不低于 0.5MΩ	
2	测量转子绕组的直流电阻	测量值与制造厂测得值比较，一般不超过2%	在冷态下进行
3	转子绕组交流耐压试验	试验电压为额定励磁电压的7.5倍，但应不低于1200V，不高于出厂试验电压的75%	

第八章 机组的试运行

第 8.0.1 条 主辅机组安装结束，开机前的一切检查工作已经完毕，确认已具备开机条件，可按批准的试运行方案进行机组的试运行。

机组试运行应由建设单位组织有关单位共同进行。试运行方案一般是根据有关技术文件和本规范的要求，结合该泵站具体情况编制，其主要内容包括：

一、试运行开始与结束日期，在此期间的电源、水量以及进、出水的安排；

二、试运行范围，包括开机台数辅机系统及必须动用的装置和建筑物；

三、主、辅机组、变电站（所）、闸门及必须动用的装置和建筑物的试运行操作规程及安全操作规程；

四、关于新技术、新产品、新装置的观测试验方法和规定；

五、资料的收集方法，记录格式，以及各种人员的分工与岗位责任；

六、指挥人员、运行人员、检修人员、测试人员等的相互联络配合方式以及管理人员参加试运行的配合方案；

七、可能发生的事故及其他意外情况的应急措施；

八、试运行时必须采用的临时技术措施的内容和方法；

九、安全、保卫制度；

十、与各有关部门的关系（如供电、交通、渔业、有关施工工地等）及处理方法；

十一、试运行报告的内容提纲。

第 8.0.2 条 机组空载试运行应做好下列工作：

一、机组起动过程中，应注意旋转方向、启动电流和投励时间符合要求，各部位应无异常现象；

二、空载运行中轴承油位和轴承温度正常，各自动化元件动作正确，并作好机组的运行记录；

三、停机过程中，应注意记录自开始至停止转动的时间；

四、停机检查，机组各部位应无异常现象。

第 8.0.3 条 机组负载试运行的技术条件和要求：

一、机组空载试运行稳定、正常。负载试运行的各项条件已经具备，可以进行机组负载试运行；

二、机组负载试运行中，各仪表指示应正确，机组各部位运转应正常；

三、全调节水泵叶片角度的手动和自动调节状态良好，接力器的自动跟踪平稳无明显跳动；

四、测量并记录上下游水位、扬程、流量及机组各部温度，及其在各种不同工况下的主要参数，计算机组的装置效率；

五、测量机组振动，其值应符合表 8.0.3.1 的要求。

表 8.0.3.1 机组各部位振动允许值 （mm）

序号	项目		额定转速（r/min）					
			100 及以下	100 以上至 250	250 以上至 375	375 以上至 750	750 以上至 1000	1000 以上至 1500
			振动标准（双振幅）					
1	立式机组	带推力轴承支架的垂直振动	0.10	0.08	0.07	0.06	/	/
2		带导轴承支架的水平振动	0.14	0.12	0.10	0.08	/	/
3		定子铁心部分机座水平振动	0.04	0.03	0.02	0.02	/	/
4	卧式机组各部轴承振动		0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06

注：振动值系指机组在额定转速、正常工况下的测量值。

第 8.0.4 条 机组试运行验收签证的主要要求：

一、单机组试运行的验收签证，应按泵站验收分册的分部分项工程签证的办法进行。新的、复杂的、较大的机组试运行，应由建设单位专门提出申请，并经上级主管部门批准后进行验收；

二、全站机组联合试运行，应按泵站验收分册第三章“机组启动验收”的有关规定执行；

三、机组试运行（包括可逆机组进行发电工况的试运行）应对机组设备的制造和安装质量，提出鉴定意见，凡已达到规定的质量要求、资料完整、手续齐全、机组安装验收合

格者，可不再进行机组启动验收；

四、机组试运行验收签证前，安装单位应提供下列有关资料：

（一）竣工图及资料：

1. 机组安装竣工图；

2. 油、气、水系统及辅助设备安装竣工图；

3. 随设备到货的出厂记录、证明书、技术资料；

4. 设计修改文件；

5. 主要部位设备缺陷处理一览表；

6. 试运行测试有关资料。

（二）主机组安装及试验记录：

1. 主水泵部分：

（1）基础安装记录；

（2）叶轮圆度检查记录；

（3）叶轮外圈圆度记录；

（4）叶轮耐压及动作试验记录；

（5）操作油管耐压试验记录；

（6）轴承间隙测量和轴承型号的记录；

（7）叶片间隙测量记录；

（8）导叶体与叶轮轴向间隙记录；

（9）有紧度要求的螺栓伸长值记录；

（10）受油器安装记录。

2. 主电动机部分：

（1）机架安装记录；

（2）定子机座及铁心合缝间隙记录；

（3）定子安装记录；

（4）转子安装记录；

（5）制动器安装记录；

（6）制动器耐压试验记录；

（7）冷却器及油槽耐压试验记录；

（8）同轴度测量记录；

（9）摆度测量记录；

（10）水平测量记录；

（11）轴承绝缘电阻测量记录；

（12）磁场中心测量记录；

（13）空气间隙测量记录；

（14）轴瓦间隙测量记录。

（三）机组电气设备安装验收记录；

（四）辅机系统安装验收记录。

万水帕科技

附录一 设备涂色规定

序号	设备名称	颜色	序号	设备名称	颜色
1	泵壳、叶轮、叶轮室、导叶等过水面	红	10	技术供水进水管	天蓝
2	水泵外壳	蓝灰或果绿	11	技术供水排水管	绿
3	电动机轴和水泵轴	红	12	生活用水管	蓝
4	水泵、电动机脚踏板、回油箱	黑	13	污水管及一般下水道	黑
5	电动机定子外壳上机架下机外表面	米黄或浅灰	14	低压压缩空气管	白
6	栏杆（不包括镀铬栏杆）	银白	15	高，中压压缩空气管	白底红色环
7	附属设备、压油槽、储气罐	蓝灰	16	抽气及负压管	白底绿色环
8	压力油管、进油管、净油管	红	17	消防水管及消火栓	橙黄
9	回油管、排油管、溢油管、污油管	黄	18	阀门及管道附件	黑

注：1. 设备涂色若与厂房装饰不相称时，除管道涂色外，可作适当变动；

2. 涂漆应均匀、无起泡、无皱纹现象；

3. 阀门手轮应涂红色，应标明开关方向，铜阀门不涂色，阀门应编号。管道应用白色箭头（气管用红色）表明介质流动方向。

行业信息科技

附录二 各类仓库及设备存放

设备存放仓库类型的选择，应根据设备和器料的用途、构造、重量、体积、安装、使用情况及当地条件来确定。仓库的位置应选在交通方便，地势较高的厂房附近，周围15m内，不得有住宅、危险品、易燃品仓库。所选用的棚、库结构应牢固，可承受常年的风、雪侵袭，根据条件要求，一般可分以下四类：

Ⅰ类：露天存放场（或称料场）。存放受雨雪影响较小的庞大沉重设备；

Ⅱ类：敞棚（或称料棚）。存放需要避免雨雪直接侵袭或日光直射，但受温度变化影响较小的设备；

Ⅲ类：仓库（或称库房）。存放易受雨雪、潮气影响，而受温度变化影响较小的设备；

Ⅳ类：保温库。存放受温度、湿度变化影响的设备及零部件、保温库应采用永久性房屋，库内温度应控制在5～40℃之间，相对湿度不应超过70%。

设备按保管性质分类，如表1所列。

表 1 设备按保管性质分类表

编号	设备名称	类别	附注
	一、水泵及辅助设备部分		
1	基础环	1～2	
2	底座及座环	1～2	
3	导叶体	1～2	
4	叶轮室	1～2	
5	上座及泵盖	1～2	
6	出水弯管	1～2	
7	叶轮	2	
8	叶片	2	
9	上、下迷宫环	3	
10	端面密封装置	3	
11	水泵轴及中间轴	2～3	
12	联轴螺栓	3	
13	导轴承	3	
14	真空破坏阀	3	
15	填料盒及零件	3	
16	梯子、栏杆、盖板、人孔	1～2	
17	预埋管道及其附件	1～2	
18	压油槽、回油箱	2～3	
19	压油设备的油泵、安全阀、止回阀	3	
20	自动化仪表、元件、继电器、导线等	1	
21	水泵受油器	3	
22	水泵排水装置	3	
23	水泵润滑油装置	3	
24	管道	2～3	
25	所有的配套电动机	2～4	
26	零件配件（螺丝、垫圈、销钉等）	3	
27	测量仪表（压力表、真空表等）	4	
28	空气压缩机	3	
	二、电动机部分		
1	下机架及支臂	2	
2	转子	2	
3	上机架及支臂	2	
4	转子磁极	3～4	
5	已下线的定子	3～4	
6	励磁装置	4	
7	制动闸	3	
8	空气冷却器及油冷却器	3～4	
9	推力头及推力轴承座	3	
10	推力轴镜板	3～4	
11	导轴瓦	3	
12	线圈（定子、转子的）	4	
13	绝缘材料、导电零件、导线等	4	
14	集电环及炭刷	4	
15	测温装置及自动化元件	4	
16	梯子、栏杆、盖板基础板、外壳	2	

万水帕科技

续表 1

编号	设备名称	类别	附注
	三、水工建筑金属结构部分		
1	闸门	2	
2	门框	2	
3	启闭机	2～3	
4	液压启闭机	3	
5	钢管	1～2	
6	闸门联接件、附件	2～3	
7	胶皮水封	3	
8	钢丝绳	3	
9	各种电动机及电气设备	4	
	四、电气设备		
1	电力变压器：	1～2	
	(1) 屋外式及屋内式变压器本体	1～2	
	(2) 装油及填剂套管	2～3	
	(3) 散热器	2	
	(4) 油泵	3	
	(5) 油冷却器	2	
	(6) 膨胀器	2	
	(7) 吹风设备	3	
2	消弧线圈	1～2	装油的1类
3	装油电抗器	1～2	
4	电抗器	3	
5	高压油开关		
	(1) 屋外式油开关	1～2	
	(2) 屋内式油开关	3	
	(3) 油开关的瓷套管	2～3	
	(4) 油开关的电木套管	4	
	(5) 装油或填剂的套管	2～3	
	(6) 消弧室、离子栅、电木绝缘拉杆		
	(7) 屋外设备的机械传动装置	2～3	
	(8) 屋内设备的机械传动装置	2～3	
	(9) 螺线管式传动装置	3～4	
	(10) 套管式电流互感器	3～4	
6	高压空气开关	2～3	
7	高压隔离开关		
	(1) 屋外式隔离开关	1	
	(2) 屋内式隔离开关	3	
	(3) 绝缘拉杆（瓷制者除外）	4	
	(4) 屋外式传动装置	2～3	
	(5) 屋内式传动装置	2～3	
8	计量用电流互感器：		
	(1) 屋外式计量用电流互感器	1～2	装箱
	(2) 屋内式计量用电流互感器	3～4	
	(3) 电木绝缘的屋内式计量用电流互感器	4	
9	电压互感器：		
	(1) 屋外式计量用电压互感器	1～2	装油的1类
	(2) 屋内式计量用电压互感器	3～4	

石光伯科技

续表 1

编号	设备名称	类别	附注
10	管型熔断器	3	装箱
11	避雷器：		
	(1) 管型避雷器	3	装箱
	(2) 阀型避雷器	2～3	
12	电气计量仪表及继电器：		
	(1) 全部计量仪表及继电器	4	
	(2) 精密计量仪表：电桥、摇表示波器及其他	1	
13	绝缘体：		
	(1) 套筒及装油和填剂的套管	2～3	
	(2) 电木的绝缘体	4	
	(3) 瓷制的绝缘体	2～3	装箱
14	线路金具：		
	(1) 钢铁制的线路金具	2	
	(2) 有色金属制的线路金具	3	
15	附仪表和电气设备的配电盘及控制台	3～4	装箱
16	低压启动设备及开关设备	3	
17	电缆		
	(1) 绕在保护好圆筒上的各种型号的电缆	1～2	
	(2) 各种导线	2～3	绝缘线必须放在 3 类库
	(3) 补偿导线	4	
18	电话站及附件	3～4	
	五、机床		
	机床	3	

注：表中类别有两个范围内者（如 1～2）可视地区气候条件而定。

仅供试阅科技

《泵站技术规范》安装分册主编单位及主要编写人名单

主 编 单 位：江苏省水利厅
湖北省水利勘测设计院
甘肃省水利水电勘测设计院

主要编写人：沈日迈　林建时　周潘昌
陈文和　姚家杰　夏振国

中华人民共和国水利电力部部标准

泵 站 技 术 规 范

SD204—86

安 装 分 册

条 文 说 明

万水帕科技

目　　次

第一章　总则…… 649
第二章　安装的基本要求…… 649
第三章　立式机组的安装…… 651
第四章　卧式机组的安装…… 654
第五章　进、出水管道安装…… 655
第六章　辅机系统的安装…… 656
第七章　机组电气试验…… 658
第八章　机组的试运行…… 658
参考文献…… 659

云水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 机电设备安装是泵站工程建设的重要环节，本分册根据设备安装的特点，以单台机组的容量和水泵的大小为指标确定适用范围。凡 6000V 以上的高压电机和解体安装的大中型水泵，不论在安装质量要求上或是安装方法的复杂程度上，都需要有一个统一的规范。这个范围与《泵站设计分册》、《泵站验收分册》、《泵站技术管理分册》基本是相一致的。对于小型机组可参照执行。

第 1.0.2 条 本规范对泵站主机组、辅机组及管道的安装作了详细规定。并阐述了在机组与设备安装中，本规范与其他有关技术文件的关系。制造厂的安装说明书是根据行业标准制订的，但大泵目前尚无统一的标准，所以生产上出现制造厂的要求与泵站安装技术要求不一致时应通过充分协商，取得一致意见，再报请上级主管单位批准后执行。

凡本规范未涉及到的泵站辅助设备安装的有关内容，可按 TJ231—78《机械设备安装工程施工及验收规范》[1]的规定执行。

GBJ232—82《电气装置安装工程施工及验收规范》[2]，包括了泵站电气装置的安装规定，安装单位应认真贯彻执行。

泵站水工建筑物的金属结构，包括闸门、拦污栅、起重设备等的安装，可按 BLJ201—80，DLJ201- 80《水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范》[3]的规定执行。

第 1.0.3 条 加强安全管理保护职工的安全和健康，现行有关安全方面的规定和制度，主要有国务院颁发的《建筑安装工程安全技术规程》，国家劳动总局 1981 年颁发的《压力容器安全监察规程》，水利电力部 1982 年 4 月颁发的《电力建设安全工作规程》热机安装篇 SDJ62—82[6]，电气和热控篇 SDJ63—82[6]，建筑工程篇 SDJ64—82[7]和架空输电线路篇 SDJ65—82[8]以及《电力建设安全施工（生产）管理制度》[9]等。安装单位应根据国家有关规定，结合泵站建设的具体情况，制定有关安全制度，以确保泵站安全施工、安装工作的顺利进行。

第 1.0.4 条 在泵站机电设备的安装中，每一个单项都应进行单项验收。

规范中的“隐蔽部位”是指安装后的不可见部位，如埋入部件、埋设管路等。重要部位及隐蔽部位的内容和项目均应在施工组织设计中作出相应的规定。其安装质量上的验收方式，一般有自检自录、班组检查和质量检查组验收等形式。

第二章 安装的基本要求

第一节 一 般 规 定

第 2.1.2 条 本条为对设备在安装前的清扫检查要求。设备的检查包括外观检查、解

体检查和试验检查。对设备检查采用的方法，安装单位应根据具体情况确定。一般对整装到货、制造厂技术文件已有规定的设备，如出厂有验收合格证、包装完整、外观检查未发现异常情况，只要运输、保管符合技术文件的规定，则可不进行解体检查。但是，若对制造质量有怀疑或由于运输、保管不当等原因而影响设备质量，则应进行解体检查，或进行试验检查。

条文中“重要部件的主要尺寸”指的是与装配有关的尺寸，如决定部件的安装高程、尺寸等。

第 2.1.3 条 设备组合面的合缝间隙是制造加工质量好坏的一个标志。设备的组合面是为了解决加工、起重、运输的限制，方便安装、拆卸和更换零部件而设置的，它承受挤压、传递扭矩和（或）剪力，其接触面的大小必然影响部件的刚度和受振性能，有的部件还有漏水问题。

本条文规定组合面应达到的最基本要求。条文本身考虑了设备大小的不同要求，因为“组合面宽度 1/3”、“周长的 20%”都是一个相对值，组合面大，允许塞入深，外口的间隙也就大。根据目前国内许多家大、中型厂家已生产的机组加工质量来看，这一要求基本上都能满足。

第 2.1.5 条 耐压试验可分为强度耐压试验和严密性耐压试验两种。制造厂供给的承压设备，一般均应作强度耐压试验。现在安装现场制作的管路及其他连接件。

严密性耐压试验，又可分为材料严密性和装配严密性两种耐压试验。前者是对材料质量的检验，后者是对试验、安装质量及密封件质量的综合考验。

强度耐压试验和严密性耐压试验的根本区别是表现在试验压力和耐压时间二个不同指标的数量级。耐压试验的标准可查 GBJ235—82《工业管道工程施工及验收规范》的规定，强度试验压力为工作压力 1.25P，严密性试验压力为工作压力 P；SDJ53—83《汽轮机机组安装技术规范》的规定；严密性耐压试验的试验压力为 1.25P；DJ53—79《管道安装技术规范》[12]规定严密性耐压试验压力为 1.25P；SDJ81—79《水轮发电机组安装技术规范》[13]中规定，其强度耐压试验压力为 1.5P，严密性耐压试验压力为 1.25P；四个规范标准不尽相同。但根据目前泵站安装的实际情况，并参考有关规定，故本条规定强度耐压试验压力为 1.5P，保持 10min；严密性耐压试验压力为 1.25P，保持 30min。

第 2.1.6 条 煤油渗漏试验是对开敞式容器进行严密性耐压试验时，以煤油的渗透力取代水压力。因此，应尽可能对容器盛满煤油做试验。但对大油箱来说；装满煤油试验或难以做到，安装单位也可根据实际情况采用其他检查方法，如将大油箱四周能够检查到的焊缝全部清理干净，再在一个侧面涂以白粉浆，待晾干后在焊缝另一侧面涂以煤油，使表面得以足够的浸润，经观察检查后，确认在白粉上没有油渍为合格。但这种方法只能检查材料本身存有的贯穿性缺陷。

渗漏时间和渗漏距离长短是正确检验严密性的关键；由于各地情况不同，各地可根据具体情况酌情安排检验时间，但对容器的要求至少保持 4h（小时）；对阀门的要求至少保持 5min。

第 2.1.8 条 泵站安装大型机组时，起重运输工作应遵守本条款提出的技术要求。起重和运输工作中的一般安全工作应遵守《电业安全工作规程》的规定；起重运输机具的使用和管理应遵守《起重机械安全管理规程》的规定。

第二节 设备验收与保管

第 2.2.3 条 设备的保管技术主要包括原箱保管、设备的放置、设备锈蚀的预防及保管注意事项等。水利电力部颁发的《电力工业未安装设备维护保管规程》[13]是针对电力工业建设中未安装的设备长期维护保管的需要拟订的，对仓库建设等方面要求较高，而泵站安装工作中，临时性的短期设备管理（1 年以下），可根据其规定的精神参考执行。

第四节 主机组基础和预埋件

第 2.4.1 条 控制机组的安装位置就是控制机组的安装高程和纵横位置误差。机组位置控制关系如图所示。

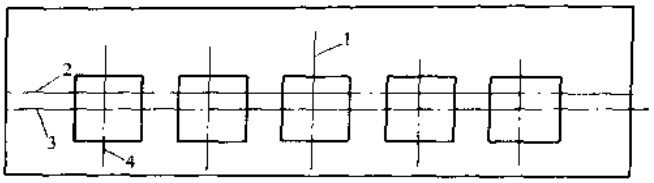


图 2.4.1 泵站机组位置控制图

1—厂房纵向中心线；2—厂房横向中心线；3 机组横向中心线；4—机组纵向中心线

第 2.4.5 条 机组的安装是以垂直或水平为基准进行的，当基础不均匀沉陷比较严重时，就会造成基准变幅超越允许的范围，出现同轴测量、水平测量、中心测量等明显变化，机组安装不允许在没有基准的情况下进行。

第五节 埋入部件安装

第 2.5.1 条 垫铁包括平垫铁和斜垫铁两种形式。

斜垫铁尺寸按接触面受力 30MPa 来确定，使用时接触长度要求在 2/3 以上，安装中每组垫铁一般要求不超过 3 块，其中只允许用一对斜垫铁，因斜垫铁的斜率有一定要求，则调整量只能用垫铁厚度来调整。

第 2.5.2 条 在安装过程中，每个安装环节的安装偏差都应该控制在一定范围内。设备基础的埋设一般有两种方式：一是先预埋基础垫板，浇筑混凝土后再安装设备，这种方式适用于基础板间无接触面积要求的设备基础的埋设。本规范规定水平偏差不大于 1mm/m，如果对埋设垫板要求偏高，安装精度较难达到，而且由于目前设备基座的加工较粗糙，若基础板埋设精度要求很高，难以保证在设备就位后基础与斜垫铁以及基础垫板间接触面积达到第 2.5.1 条的要求。另一种是不埋设基础垫板，设备与基础板组成整体，安装后一次浇筑混凝土，这种方式适用于对基础板有接触面积要求的部件安装。

第三章 立式机组的安装

第一节 轴 瓦

第 3.1.1 条 水润滑轴瓦有橡胶轴瓦与塑料轴瓦之分。水润滑轴瓦均有一个膨胀量，为了避免因轴瓦泡水后膨胀发生抱轴事故。因此，水润滑轴承在干式加工时，其加工尺寸除

考虑符合设计轴承间隙外，还应增加其膨胀量，膨胀系数的求得应在运行常温下浸泡一定的时间，待其充分膨胀，数值基本稳定状态下求得。

第 3.1.3 条 轴承合金导轴瓦包括水泵稀油筒式轴瓦和电机上下油槽内的分块轴瓦。

筒式导轴瓦有不少不刮瓦或只刮花不刮点的经验。经验认为筒式瓦的润滑主要靠油膜，轴颈与瓦面并不接触，水泵在运行中，轴是摆动的，与瓦面的接触并不理想，所以只要保证轴承间隙、圆度及锥度，可以不要求接触点的多少。本条款根据这一经验，没有提出刮瓦的要求。

对分块瓦还缺少实际经验，目前一般都刮点。对分块瓦（包括第 3.1.4 条对推力轴瓦的研刮要求）刮点对接触点的要求有所放宽。

分块瓦在运行中往往发现轴瓦间隙变大，其原因是轴瓦背面垫块座与抗重垫块之间，以及抗重螺母与螺母支座之间接触不严，或有脏物。当运行受力后，抗重垫块和抗重螺母产生位移，使轴瓦间隙变大。因此，要求连接必须牢固、接触严密。

第 3.1.4 条 推力轴瓦的研刮标准根据泵站多年安装，运行实践证明能够达到的，且能满足运行要求。

进油边的刮削，要求做成“倒斜坡”，以利于进油并形成油膜；切忌刮成棱角。若为棱角进油边，不但失去了进油的作用，而且相应减小了轴瓦的承载有效面积。进油边又不宜刮得过宽，以免降低轴瓦的实际偏心率。

由于抗重螺栓的支承作用，轴承合金与钢的热膨胀系数不同（前者大于后者），实际运行中曾发现，在轴瓦承压后，瓦面的中部部分常有凸起的趋势。因此，应将推力轴瓦中部刮低，以满足瓦面全部接触的要求。但推力轴瓦刮低应在抗重螺栓中心周围的区域内进行。

第二节 立式水泵的安装

第 3.2.1 条 根据我国水泵结构形式，为了适应安装的需要，各类标准都按叶轮直径大小划分为：1～3.0m、3.0～4.5m、4.5m 以上三类。

对埋入部件必须控制其中心、高程、水平及圆心偏差。

中心测量实际上是对水泵基准件（一般以泵座为基准）安装位置的确定。测量机组十字线与埋件上相应标记间距离，不仅是被测部件中心偏差，而且包括了部件本身方位偏差。

水平的测量一般应采用水平梁，控制其径向水平偏差；如果采用周向等分测量，则其包含了对平度的测量在内，其允许偏差还应控制得严格些。由于我国目前大直径水泵的埋入部件一般还是采用铸造结构，相对刚度较强，局部变形较小。所以，周向等分测量的标准与径向测量标准相同。

圆度（椭圆度）、同轴度（同心度）是我国水泵安装中的重要参数。对水泵埋入部件同轴度的测量，一般均以泵座的实际安装中心挂线测量各部件的半径。因此，测量机组中心线到镗口半径，实际上是检查圆度又包含了同轴度的测量。

泵座、底座等埋入部件安装允许偏差，在安装前后均应进行检查，在混凝土浇筑后也应满足，否则应予处理。

第 3.2.2 条 叶轮室圆度的测量，轴流泵应测量上、中、下三个断面。导叶式混流泵则由于其叶轮室是斜面的，所以应按上止口和下止口位置测量。

第 3.2.3 条 最大试验压力一般按叶轮叶片中心至受油器顶面的油柱高度的三倍来确定。一般机组的油柱高度约为 12～20m 之间。为简便起见，规定按 0.5MPa 试压；因为叶片密封装置的漏油量与操作次数有关，所以试验有操作次数的要求。

以接力器的最低动作油压来检查装配质量，活塞式叶轮接力器，耐压试验压力超过工作压力的 15%时，一般认为叶轮的装配不良，有卡阻现象或接力器密封有缺陷。对刮板式接力器本规范不作规定，其耐压试验和动作试验的技术规定可参照《水轮机安装技术规范》中的规定执行。

第 3.2.5 条 轴窝是指放置轴承的部位，垂直同轴度的测量位置均选择在放置轴承部位与加工平面垂直的加工面。

单个轴窝的二个测量断面，如果有垂直误差，则说明轴窝倾斜，即轴窝不水平。如果有两个轴窝的水泵，上轴窝的两个测量断面与基准面（即下轴窝的基准测量断面）有垂直误差，且二个测量断面的误差在同方位，则说明上轴窝错位，若误差分别在相对方位，则说明上轴窝倾斜，或既倾斜又错位，要求各个测量断面的轴线误差在一定的范围内，就需进行垂直同轴度的测量。所以，对垂直同轴度有规定的固定部件，不再规定水平度的要求，单个轴窝的水泵，可以用控制水平偏差，不规定垂直同轴度的要求。

第 3.2.9 条 水泵叶轮安装高程，即是叶轮中心的安装高程，理论上应该与叶轮室中心定装高程相一致，即应与设计值相一致。但为了消除因水推力而产生的设备结构挠度和联接件的变形量，规范要求轴流泵叶轮最终安装高程较设计值高出其相应值。混流泵叶轮最终安装高程，按叶片与叶轮室的间隙确定，要求其叶片间隙按实际间隙加大 0.5～1mm。

第 3.2.10 条 受油器安装中，操作油管的摆度可以有两种方法来确定。一种按相对摆度与测量部位至镜板距离的乘积来确定；一种按轴承间隙来控制。经讨论，大家认为按轴承配合间隙来确定比较合理。

第三节 立式电动机的安装

第 3.3.3 条 定子安装中应控制的技术标准有：定子与水泵基准面的同轴度允许误差、电动机磁场中心允许误差和空气间隙允许误差。

定子安装有垂直中心找正和实物找正这两种方法。电气回路法钢弦线找正就是按水泵实际垂直中心线找正，也就是安装中的同轴度（同心）测量，同轴度测量是安装中的关键程序，应按规定进行。找正的允许偏差按设计空气间隙值的±5%计算控制。定子按转子找正属于实物找正。采用这种方法，转子中心和主轴垂直度应严格要求，定子与转子间的上下端空气间隙应符合要求。

第 3.3.5 条 利用盘车的方法测量调整机组轴线的摆度、水平和中心，并检查推力瓦受力，是保证机组安装质量的主要技术手段，对机组轴线摆度的处理方法，本条款不作规定。

水泵轴颈的相对摆度允许值为 0.05mm/m，由于轴流泵的轴线一般比较长，其绝对摆度就比较大，尚需用绝对值来控制。

第 3.3.6 条 导轴承最终安装时，绝缘电阻要求在 50MΩ 以上。根据现场调查实测，一般导轴承的绝缘电阻在 400～∞MΩ 之间，镜板与推力头绝缘电阻在 40MΩ 以上，推力轴承

水利电科技

绝缘电阻在 20MΩ 以上。为避免推力轴承在注油后由于油中含有水分等原因而影响测量绝缘电阻，规定推力轴承绝缘电阻在充油前测量，水泵导轴承一般都是轴承合金的，应该在水泵导轴承安装前测量，避免由导轴承安装引起短路而无法测量。

注入油槽的透平油应符合 GB2537—81《汽轮机油》的要求。

第四章 卧式机组的安装

第一节 轴瓦研刮和轴承装配

第 4.1.1 条 卧式机组轴承有滑动轴承和滚动轴承二类。卧式机组的滑动轴承与立式机组的轴承结构大不相同，但对轴瓦的基本要求还是大体相同。轴瓦与轴颈的间隙，与转速和单位压力有关。转速较低，单位压力也较小，则间隙亦较小。间隙的调整应符合制造厂的设计要求，一般相对间隙为轴颈的 1/1000 左右。两侧间隙各为顶部间隙的一半，其间隙误差，不应超过规定间隙的 10%。

侧间隙一般可用塞尺沿着圆弧方向测量。

第 4.1.2 条 轴瓦与轴承外壳的配合，有圆柱面的和球面的。不论采用哪一种配合均有接触面和间隙两方面的要求，滑动轴承的安装应按《电力建设施工及验收技术规范（汽轮机组篇）》的有关内容执行。

第 4.1.5 条 电动机运行时，转子受热会产生一个热膨胀值，在满负荷运行的状态下，一般每 m 长度约伸长 1mm（按转子两轴颈中心线间的长度计）。为此，在确定主轴承位置时，应按实际情况将轴承中心长度放宽 1～2mm。

第二节 卧式水泵的安装

第 4.2.1 条 卧式泵与立式泵的安装方法虽不相同，但对基础的要求是一致的。故可按照本规范第三章的有关规定执行。

水泵就位前应复查安装基准的平面和标高位置。对水泵进行检查，应符合“各部件无缺陷、配合正确”的标准，并应达到盘车灵活、无阻滞、卡阻现象、无异常声音。

密封环和叶轮配合处的每侧经向间隙，应符合条文表列数字的规定。一般经向间隙约为叶轮密封环处直径的 1～1.5/1000，但最小不得小于轴瓦顶部间隙，而且间隙应四周均匀。

密封环处的轴向间隙控制在 0.5～1mm 以上，其小值对应于小泵。这项规定的数值是为了满足水泵的轴向窜动量，即密封环处的轴向间隙应大于水泵的轴向窜动量。

第 4.2.3 条 在安装水泵填料密封之前，水泵转动应灵活、不得有偏重、卡涩、摩擦等现象。填料安装后，转动应无偏重的感觉。

第三节 卧式电动机的安装

第 4.3.2 条 电动机的解体检查过程中，转子穿入定子前要做好清扫检查工作，确认

万水水利科技

内部无杂物时，再根据泵站结构，电动机形式和起重量大小，拟订穿转子方法。如制造厂有具体方法规定，则应按制造厂的规定执行。

第 4.3.4 条 卧式机组的转子、定子一般均没有进行圆度检查；故测量间隙时，转子应转动几个位置测定，以保证相对间隙尽可能均匀。若间隙偏差超过允许范围，则应分析其原因，并按空气间隙找正。

第 4.3.5 条 电刷与滑环接触良好的具体要求，应是电刷接触面与滑环的弧度相吻合，接触面积不应小于单个电刷截面的 75%。

电刷压力一般应调整为 1.5～2.5N/cm²，在不具备测量条件的情况下，在滑环和电刷基本符合本条文要求的情况下，应调整到不使电刷冒火的最低压力，同一刷架上每个电刷的压力应力求均匀。

第五章 进、出水管道安装

第一节 一 般 规 定

第 5.1.1 条 出水管道的安装包括管子、管件、阀件的安装。管件是管道附件的简称，主要有弯头、异径管、三通、法兰、补偿器及紧固件等。

管道安装前，凡与管道连接的设备一般都应找正合格、固定牢靠。在设备没有找正、固定的情况下，管道安装也应将其中心线找正合格。

管道应采用涂料防腐或喷镀锌铝等方法，防腐工作应符合有关规定。

第二节 金 属 管 道 的 安 装

第 5.2.1 条 在表 5.2.1 中，“与设备连接的管节……”一段所述的“设备”指的是水泵、补偿器、蝶阀、球阀、闸阀、岔管等。

第 5.2.6 条 按照《泵站设计规范》的规定：事故停泵的暂态过程，水泵最高压力按水泵出口额定压力的 1.3～1.5 倍，这个最高工作压力，即是产生水锤时的压力。一般，钢管安装时采用的水压试验压力应按最高工作压力的 1.25 倍进行，每一泵站的最高工作压力应由设计单位提供。

第三节 混 凝 土 管 道 安 装

第 5.3.1 条 混凝土管道接口所用橡胶圈的使用要求同第 5.2.5 条。其性能为：

邵氏硬度为 45～55 度；伸长率≥500%；拉断强度≥1600N/cm²；永久变形<20%；老化系数>0.8（70℃×144h）。橡胶圈的截面直径允许公差±0.5mm，环内径允许公差±5mm。

橡胶圈的使用，直径为 1400mm 及以下的管子，应采用无接头胶圈。直径大于 1400mm 的管子，如用有接头橡胶圈，其接头部位的材质不应低于其本体的性能标准，每个橡胶圈的接头不得超过两处。

第 5.3.5 条 混凝土管道水压试验后未发现管道破坏、渗水量不大于本条的允许值，即

水利水电科技

认为试验合格。虽管道的渗水量试验合格，但对渗水较多的接口，仍须修好。

第六章 辅机系统的安装

第一节 一 般 规 定

第 6.1.3 条 辅助设备安装结束的检查范围应包括设备和系统，其主要内容有：

一、设备及系统的安装质量是否符合设计图纸、制造厂技术文件及本规范的要求，安装技术记录是否齐全；

二、基础混凝土及二期混凝土是否达到设计强度，是否具备可靠的操作电源和动力电源；

三、各水位计和油位计的工作标志已标好，转动机械已加好符合要求的润滑油位，油位正常；

四、各种指示仪表、信号等装设齐全、准确，各种容器已进行必要的清理和冲洗；

五、手盘转动部件作检查时，设备内应无卡涩等异常现象；

六、电动机经单独试运转，旋转方向正确，裸露的转动部分应装好保护罩。

辅助设备安装结束后，分部试运行的主要工作内容为：

1. 检验系统及设备的设计能否满足安全运行和操作，检修是否方便；

2. 检查并考核各设备的性能，是否符合制造厂的规定；

3. 调整试验各有关的阀件，要求动作灵活、正确，校验调整指示仪表和信号应准确、可靠。

第 6.1.4 条 辅助设备安装结束后的检查及分部试运行，都是为主机组验收提供必要条件和安装技术资料服务，辅助设备安装检查、验收记录和分部试运行验收记录可参照附表 6.1.4 格式。

第二节 压 油 装 置 的 安 装

第 6.2.1 条 装置容器的渗漏试验应按 2.1.6 条的要求进行，根据安装实践，回油箱、集油箱等无压力要求的装置容器，除了采用煤油渗漏试验以外，也可采用注水渗漏试验，后者简单可行，经过试验合格的油箱运行中基本可靠，但在渗漏试验时如温差较大或天气湿热，则油箱外壁容易结露，不易判断是否渗漏，若遇此种情况，应采取必要的措施，如提高水温，降低四周空气的相对湿度等。

第 6.2.2 条 压力油装置中回油箱的水平检查方法有以下几种：

一、测量油泵底座的水平度；

二、测量油泵底座及电动机底座的水平度，取其平均值；

三、用水准仪测量回油箱四角的高程差。

由于上述方法不同，标准不一，根据安装的实践经验，如把回油箱四角调整水平（保证四角高程差不大于 1mm/m），位置安装正确后，基本能保证设备本身的整体水平度和安

万水电科技

装位置，即使油泵或电动机底座安装水平误差偏大，亦不会影响安全运行。

第 6.2.3 条 油泵电动机组试运转，空载运行为 1h，油泵试运转过程中，不能在没有循环油的条件下运转，空载运行即循环油在没有压力状态下试运转，在额定压力下亦为 1h，故试运转合计 2h。

第 6.2.4 条 压油装置的各部件的动作整定值应符合设计要求，其调整的精度范围即动作偏差一般应控制在整定值的±2%以内。

第三节 空气压缩机的安装

第 6.3.2 条 泵站空气压缩机一般均选用整体安装出厂的产品，现场组装的空压机很少选用，所以本条文的规定符合于整体安装的空压机。

第 6.3.5 条 空气压缩机的试运行一般均应分三个阶段：

一、试运行前的检查，主要内容有：设备本身的安装检查、仪表和电气设备的检查、电动机的旋转方向检查、润滑油规格数量的检查、进出气管路的检查、进排水管路的检查以及盘车检查等；

二、空载试运行，主要检查起动和停止动作是否正常，检查运行中各运动部件有无异常响声，紧固件有无松动，油压、油温、冷却水温和各摩擦部位的温升是否符合设备技术文件的规定；

三、负载试运行，在空载试运行的基础上逐渐升压，升压的幅值一般按 1/4 的额定压力计算，各阶段的运行时间应按设备技术文件的规定。空压机在升压运转中，应无异常现象后，方得将压力逐渐升高，直至稳定在需要的压力下运转。

空压机在试运行中，应进行下列项目的检查：

一、润滑油的压力，温度和各部位的温度情况，一般运转的油压应不低于 10N/cm^2，曲轴箱或机身内润滑油温应低于 70℃；

二、各级进、排气温和压力，各级进、排气阀的工作情况；

三、各运动部件有无异常响声，各连接部位有无松动现象，有无漏气、漏油或漏水现象；

四、电动机的电流、电压和温升，自动控制装置是否灵敏。

第 6.3.6 条 压缩空气管道系统应采取额定气压进行严密性试验，一般用肥皂水涂在螺栓孔焊缝处，观察有无气泡，漏气量应符合条文中的规定。

第四节 供排水泵的安装

第 6.4.2 条 当泵的安装位置高于吸入水面时，直径小于 350mm 的泵需要设置底阀，底阀的安装应符合规定：吸入管管口距池底的距离应为 1～1.5 倍的管径，且不应小于 500mm，吸入管管口中心距池壁的距离一般应在 1.25～1.50 倍管径以上；吸入管口装设的滤网，其总过流面积不应小于吸入管管口面积的 2～3 倍。

第五节 辅机管路安装

第 6.5.1 条 管子弯曲时其断面变为椭圆、管壁受有附加的环向应力，只有在与水平或垂直成 45°处受力较小，所以对有缝钢管弯制时，其纵缝位置作了规定。

万水信科技

第 6.5.3 条 管路在混凝土中埋设时管口伸出混凝土长度，应根据管径的大小和安装方法来确定，一般直径 15mm 以上的管路伸出不小于 300mm，管径小于 15mm 的管路，外伸长度可适当缩短，一般不小于法兰的安装尺寸为宜。

管路预埋时，管路的连接，钢管应用焊接法；铸铁管应采用承插式法。但也不排斥使用螺栓和螺纹连接，管路埋设后，管口要封堵，以免浇筑时混凝土及其他杂物掉入管内，堵塞管路。

第七章 机组电气试验

第 7.0.1 条 本条的规定，主要依据是《电气装置安装工程施工及验收规范》第十七篇的有关规定。

第 7.0.2 条 本条适用于新安装的电动机定子的电气试验。定子线圈因出厂时已作过耐压试验，合格后才发运工地安装，如运输、保管、安装时无损坏，则定子线圈下线前，一般可不做耐压试验。

第 7.0.3 条 同步电动机的磁场绕组耐压试验电压（有效数值）有两种表示式：

一、GB755—81《电机基本技术要求》[15]规定，1000V 加 2 倍最高电压的有效值（此电压在规定的起动条件下存在于磁场绕组的线端间。如为分段磁场，绕组则存在于任一段的线端间），但最低为 1500V。

在规定的起动条件下，磁场绕组或其分段的线端间所产生的电压可用下法求得：适当降低电源电压进行测量，再将测得的电压按规定的起动电压与降低的电压之比来折算。

安装后的耐压试验属于重复耐压试验，试验电压应不超过所规定值的 80%，绕组部分重绕的电机，试验电压不应超过规定值的 75%。

二、本规范采用的是《电气装置安装工程施工及验收规范》，在实践中比较适用。

第八章 机组的试运行

第 8.0.2 条 机组空载试运行，卧式机组是指电动机不带水泵单独试运行，立式机组是指电动机带水泵转动部分，但不带负荷运行。

第 8.0.3 条 机组运行中的振动标准有：《水轮发电机组规范》[10]、《汽轮机组规范》[11]、《机械设备安装工程施工及验收规范》[1]以及《电机基本技术要求》[15]，几个标准稍有不同，如振动值的表示，大部分用双振幅来表示，也有的用振动速度来表示。转速的分档也各不相同。根据泵站的实践，采用双振幅较为合适，卧式机组，因其容量一般比水轮机小，故振动标准较水轮机标准低一档，但比本规范《泵站验收分册》等偏高一些。转速的分档，立式机组最高转速为 750r/min，卧式机组为 1500r/min，一般比较符合国情。

万方数据科技

第 8.0.4 条 第三款中电气设备安装验收记录，内容一般有下列各项：

1. 可控硅励磁装置安装记录；
2. 穿墙套管等安装记录；
3. 站变吊芯安装记录；
4. 站变变压侧隔离开关安装调整记录；
5. 主机开关柜、站变柜、电压互感器柜、避雷器柜等安装记录；
6. 上机开关柜及其他柜母线安装记录；
7. 各种油开关调整记录；
8. 各种隔离开关调整记录；
9. 站用变压器变压侧母线安装记录；
10. 电容器安装记录；
11. 高、低压母线及绝缘子安装记录；
12. 主电动机定子、转子处理记录；
13. 主电动机信号温度计安装记录；
14. 行车滑线安装记录；
15. 各种配电盘安装记录；
16. 高压电缆头制作记录；
17. 电缆支架安装记录；
18. 电缆敷设记录；
19. 低压动力电缆头制作记录。

第四款中辅机系统安装验收记录内容，一般有下列各项：

1. 冷却水泵及水泵进、出水管满负荷运行记录；
2. 冷却水泵安装验收记录；
3. 排水泵安装验收记录；
4. 排水系统试运行验收记录；
5. 真空泵及系统管道安装验收记录；
6. 真空泵及系统试运行验收记录；
7. 废油泵及系统试运行验收记录；
8. 天车安装验收记录；
9. 通风机安装、验收记录；
10. 压油罐耐压试验记录；
11. 油质化验记录。

长江电力科技

参 考 文 献

[1] 国家基本建设委员会：机械设备安装工程施工及验收规范（TJ231- 78），中国建筑工业出版社，1978年；

[2] 水利电力部：水工建筑物金属结构制造、安装及验收规范（SLJ201—80，DLJ201—80），水利电力出版社，1981 年 11 月；
[3] 水利电力部：电气装置安装工程施工及验收规范 GBJ232—82，水利电力出版社，1982 年 4 月；
[4] 水利电力部：电力建设施工及验收技术规范（汽轮机组篇）SDJ53-83，水利电力出版社，1984 年 1 月；
[5] 水利电力部：电力建设安全工作规程热机安装篇 SDJ62-82，水利电力出版社，1982 年 4 月；
[6] 水利电力部：电力建设安全工作规程电气和热控篇，SDJ63-82，水利电力出版社，1982 年 12 月；
[7] 水利电力部：电力建设安全工作规程建筑工程篇 SDJ64-82，水利电力出版社，1982 年 12 月；
[8] 水利电力部：电力建设安全工作规程架空输电线路篇 SDJ65-82，水利电力出版社，1982 年 12 月；
[9] 国家基本建设委员会：工业管道工程施工及验收规范，金属管道篇，GBJ235—82，中国建筑工业出版社，1982 年；
[10] 水利电力部：电力建设施工及验收技术规范汽轮机组篇，SDJ53-83，水利电力出版社，1984 年 1 月；
[11] 水利电力部：电力建设施工及验收技术规范水轮发电机组篇 SDJ81—79，水利电力出版社，1979 年 9 月；
[12] 电力工业部：电力建设施工及验收技术规范管道篇 DJ56—79，电力工业出版社，1980 年 5 月；
[13] 水利电力部：电力工业术安装设备维护保管规程 SD1/2901—61，水利电力出版社，1964 年；
[14] 水利电力部：电业安全工作规程，水利电力出版社，1982 年 8 月；
[15] 国家标准总局：电机基本技术要求 GB755—81，技术标准出版社，1982 年；
[16] 国家标准总局：汽轮机油 GB2573-81，技术标准出版社，1981 年；
[17] 水利电力部：电力建设安全施工（生产）管理制度，水利电力出版社，1982 年 9 月。

技术出版社

中华人民共和国水利电力部部标准

泵 站 技 术 规 范

SD204－86

验 收 分 册

主编部门：水利电力部农村水利水土保持司
水利电力部水利水电规划设计院
批准部门：中华人民共和国水利电力部
施行日期：1987年11月1日

万方数据科技

中华人民共和国水利电力部

关于颁发《泵站技术规范》的通知

（87）水电农水字第17号

为加强机电排灌泵站的建设和管理，我部农村水利水土保持司和水利水电规划设计院组织江苏省水利厅、湖北省水利勘测设计院、甘肃省水利水电勘测设计院等单位，在有关单位和专家协作下，编制了《泵站技术规范》SD204—86，包括设计、施工、安装、验收及技术管理等五个分册。除施工分册因与《水闸施工规范》一起编审将另行颁布外，其余四个分册经几次专家会议讨论修改，由我部审定，现批准为部标，自1987年11月1日起执行。

自本《规范》技术管理分册颁布之日起，原水利部（80）水农字第（57）号文，颁发的《国营机电排灌站实行按八项技术经济指标考核的暂行规定》同时废止。

各地在执行该《规范》时，应注意总结经验，积累资料，如发现问题，请随时函告我部农村水利水土保持司和水利水电规划设计院，以便今后修订。

1987年5月25日

万水信科技

目　　次

第一章　总则…… 664
第二章　分部分项工程验收…… 665
第三章　机组启动验收…… 666
第四章　工程竣工验收…… 667
附录一　分部分项工程验收签证（样式）…… 668
附录二　泵站工程机组启动验收报告提纲…… 670
附录三　泵站工程竣工验收报告提纲…… 671
附录四　泵站工程竣工验收文件的报送机关及份数…… 675
条文说明…… 676

水利电力出版社

第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规范适用于大中型泵站工程的验收，其范围是：

一、单泵站总装机容量 1000kW 及以上的各类供、排水泵站；

二、水泵叶轮直径 1000mm 及以上或单机容量 500kW 及以上的轴流泵、混流泵泵站；

三、水泵进口直径 500mm 及以上或单机容量 280kW 及以上的离心泵泵站。

小型泵站、水轮泵站的验收可参照本规范执行。

第 1.0.2 条 泵站工程验收的目的，在于全面考核已完工程的施工和安装质量；检验工程是否符合设计要求，有无工程缺陷，能否投产运行；检查工程是否具备运行管理条件，督促有关单位办好交接工作，确保工程安全投入运行和及时发挥效益。

第 1.0.3 条 验收工作的依据是已批准的各项设计文件（包括设计、变更设计、修改设计等文件）以及与验收有关的规范、标准等。

第 1.0.4 条 本规范主要用于泵站进水池至出水池之间的各项建筑工程和机电设备安装工程的验收。

土建工程按照有关规范验收；金属结构应按照《水工建筑物的金属结构制造安装及验收技术规范❶》验收；电气设备应参照《电力建设施工及验收技术规范：电气装置篇》验收；机电设备安装应按照本规范安装分册的要求进行验收；泵站枢纽中的其他配套工程，如取水、引水、输水、配水、变电等，分别参照相应的有关的规范进行验收。

第 1.0.5 条 泵站工程验收分为分部分项工程验收、机组启动验收和工程竣工验收三个阶段，根据具体情况，后两个阶段亦可合并为一个阶段进行。

第 1.0.6 条 验收组织及其成员的任命，应按照设计文件的审批权限，由主管单位确定。

第 1.0.7 条 验收过程中，若发生分歧意见，应深入调查，充分协商解决。验收组织对有争议的问题有裁决权。如某些问题被确认为不宜在现场裁决时，可报请主管单位决定。

对工程的遗留问题应提出处理意见，责成有关单位切实处理，限期完成，补行验收。

第 1.0.8 条 机组启动验收合格后，根据生产需要经主管单位批准，可临时投产运行，待工程全面竣工验收合格后，方可正式投产运行并办理交接手续。

第 1.0.9 条 凡不具备竣工验收条件的泵站工程，不得报请竣工验收。未经竣工验收或竣工验收不合格的工程，一律不能列入竣工项目和进行财务结算。

---

❶ 中华人民共和国水利部 SLJ201—80 中华人民共和国电力工业部 DLJ201-80，水利电力出版社，1981 年 3 月第 1 版，1986 年 11 月第 3 次印刷。

万水电科技

如泵站工程已具备竣工验收条件而无故拖延办理竣工验收的，上级主管单位应限期进行验收，并通知建设银行停拨基建费用。

第 1.0.10 条 验收工作所需的费用，应本着节约的原则，在工程费内开支。

第二章 分部分项工程验收

第 2.0.1 条 泵站分部分项工程验收包括：

一、土建工程的分部验收，根据工程进展，一般可划分为地基与基础、底板与水泵层、动力机层与厂房等几个分部工程进行验收。

二、安装工程的分项验收。根据设备情况，一般可分为主机组、辅机系统、管道系统、附属机械设备、闸门及启闭机、电力系统及电器设备等分项工程进行验收。

机组试运行前的永久建筑物的动用验收，管理用的生产、生活用房及其附属设施的提前交接验收，均属分部分项工程的验收范围。

第 2.0.2 条 泵站分部分项工程验收必须具备下列条件：

一、分部工程已按设计要求完工，并经检查符合施工质量标准；

二、分项机电设备安装完毕，并经检测或试运行符合质量标准；

三、施工和安装中出现的缺陷和事故已处理完毕；

四、有关观测设备的预埋件和仪器已安装完成，并符合要求。

第 2.0.3 条 泵站分部分项工程验收应准备下列文件和资料：

一、关于已完工程的设计、施工、安装的文件和资料；

二、有关工程材料的试验资料和机电设备的测试数据或鉴定书；

三、关于隐蔽工程的验收资料；

四、关于工程施工、安装质量检查记录以及工程和设备的缺陷、事故处理等资料；

五、有关观测记录、控制点位置图及有关表式；

六、已完工程数量、设备安装工作量、各种材料规格型号等统计资料以及施工用工数、实际投资数等。

第 2.0.4 条 泵站分部分项工程验收一般由建设单位组织设计、施工、安装、管理等单位的代表进行，重要部分的验收应报请上级主管单位派人参加。其主要工作有：

一、检查已完工程的数量和质量是否符合设计要求；

二、根据检查、观测、试验和有关资料对已完工程的质量给以评定；

三、对验收过程中发现的问题，提出修整、改善或返工的处理意见，重要部位返工后应补行验收；

四、根据检查验收的评定结果，写出“泵站分部分项工程验收签证”，分送有关单位。分部分项工程验收签证（样式）见附录一。

第 2.0.5 条 上阶段的工程经分部分项工程验收合格后，方能继续进行下一阶段工程的施工。

第三章 机组启动验收

第3.0.1条 机组启动验收应具备以下条件：

一、泵站土建工程已基本完工，必须动用的部分水工建筑物已通过动用验收；

二、主机组及附属设备已安装完毕，并已按有关规程、规范及制造厂的技术文件要求进行检查、调试和分项试运行；

三、供电已确有保障，所有电气设备经过检查，并证明其动作准确、灵敏、可靠，预防性试验合格，直流电源符合设计标准，能够满足机组运行时的测量、监视、控制和保护等要求；

四、油、气、水等辅机系统能满足机组运行时的冷却、润滑、排水、操作调节等要求；

五、现场已具有安全防护设施，能保证设备正常运行和确保人身安全；

六、工作闸门、检修闸门及断流装置已安装完成并能正常运用进出水池水位已高于最低运行水位，通过调节的引水量可满足机组运行的需要；

七、启动运行方案已经批准，各项安全操作规程已制定，机组启动运行人员已配齐以及岗位责任明确；

八、尚未完成的其他工程，已采取必要的安全隔离措施，保证机组运行和土建施工互不干扰。

第3.0.2条 泵站机组启动验收应进行以下工作：

一、审查机组启动验收具备的条件；

二、审查土建工程的施工质量以及历次检查、评审、分部验收等有关文件资料，对动用部分作出评价和验收鉴定意见；

三、审查设备安装调试、主机组安装验收、单机组试运行及其他分项安装工程验收的资料和技术总结；

四、进行机组启动试运行（包括单台机组和全站机组）工作；

五、进行启动试运行中的检查和测试工作；

六、提出“泵站机组启动验收报告”分送有关单位。其验收报告提纲见附录二。

第3.0.3条 机组启动试运行的主要要求：

一、单台机组运行。凡未经正式验收的机组，一般应在7天内累计运行72h或连续运行24h（均含全站机组联合运行小时数），并在此期间要求开、停机不少于3次。

二、全站机组联合运行的时间，一般不少于6h。

若执行上述规定确有困难时，应报请上级主管部门决定。

第3.0.4条 机组启动运行中的检查和测试：

一、全面检查站内外土建工程和机电设备的运行状况，鉴定机电设备的制造和安装质量；

二、检查机组在起动、停机和持续运行时各部位工作是否正常，站内各种设备工作是

万水电科技

否协调，停机后检查机组各部位有无异常现象；

二、测定主机组在设计和非设计工况（或调节工况）下运行时的主要水力参数，电气参量和各部温度，检验装置效率及泵站效率等是否达到设计要求；

四、对高扬程泵站，一般宜进行一次事故停泵后各种有关水力参数的测试，检验水锤防护设施是否安全可靠；

五、测定抽水机组的振动和噪音。

第 3.0.5 条 机组启动验收过程中发现的设备故障、缺陷和损坏等，应由建设单位根据具体情况，分清责任，及时处理。

第 3.0.6 条 机组启动验收合格后，如需临时投产运行，经请示上级主管部门同意，可由建设单位根据具体情况，委托管理单位或安装单位进行管理，并负责日常运行和维护检修工作。在临时投产运行期间所发生的各项事故，应查明原因，分清责任，由建设单位责成有关单位负责处理。

第四章 工 程 竣 工 验 收

第 4.0.1 条 工程竣工验收必须具备下列条件：

一、泵站工程已按批准的设计文件规定全部完工，质量符合要求；

二、各分部分项工程已经验收合格，机电设备已通过启动验收并经过一定时间的临时试运行或临时投产运行的考核；

三、各验收阶段中所发现的问题已处理完毕；

四、管理机构已经建立，主要管理人员基本配齐；

五、有关迁建赔偿和征购土地等问题已基本处理完毕，并已取得具有法律效力的证件。

第 4.0.2 条 竣工验收前建设单位应会同有关单位准备下列文件和资料：

一、竣工验收报告和工程技术总结、竣工图纸和竣工项目清单，竣工决算，投资效益及经济分析资料；

二、有关工程设计、施工的全部文件；有关工程和设备的质量检查、试验资料和鉴定文件；有关科学研究和观测试验的报告；

分部分项工程验收、启动验收、临时投产运行的文件、签证和验收资料；

三、设备、备品、配件以及为管理购置的试验仪表、设备和专用材料，生产及生活用具的移交清册，设备制造厂提供的产品说明书、试验记录、安装图纸、以及合格证件等技术文件；

四、迁建赔偿的有关协议文件、安置情况和赔偿清单、以及征购土地的文件（必须具有法律效力）等；

五、管理单位的组织、编制、财务等方面的文件和资料。

第 4.0.3 条 竣工验收主要工作如下：

一、听取建设单位和管理单位的汇报，审查第 4.0.2 条所列各项文件；

水利电力出版社

二、对整个建筑、安装工程进行全面检查，评定工程质量；

三、审查工程决算、对照预算检查与实际造价发生差额的原因，审查实际投资效益是否与设计相符，对整个工程的效益作出总的评价；

四、对工程存在问题及遗留问题提出处理意见，明确负责办理单位的责任，完成期限，以及所需的设备、资金、材料等；

五、主持工程、设备、备品、配件、工器具、仪器、文件资料及生活福利设施等的全面交接工作；

六、检查输变电工程、交通道路、通讯设施等的施工质量，划清有关部门间的分工与职责范围；

七、复查迁建赔偿和工程保护范围（包括管理周界及产权范围），核定征购的土地、山林、水面面积等；

八、提出配套工程的完建期限，使泵站工程投产后能充分发挥效益；

九、提出“泵站工程竣工验收报告”，连同竣工图纸、竣工决算等分送有关单位，工程竣工验收报告提纲见附录三，其有关表式如附表 7～附表 13；工程竣工验收文件报送机关及份数见附录四和附表 14。

第 4.0.4 条 在竣工验收时，如发现有重大问题或工程不能正常使用时，应停止验收或采取部分验收移交等措施。报上级主管单位处理。

第 4.0.5 条 验收合格的工程，应办理移交手续，交付管理部门管理。

附录一 分部分项工程验收签证（样式）

附表 1-1

编号：

_____泵站工程

_____分部分项工程验收签证

工程部位名称

验收小组_____

年 月 日

万方仿制科技

附表 1-2

施工单位	建设单位
设计单位	批准文件文号
开竣工日期	验收日期
主要工程量： 工程内容及施工经过： 质量问题及处理：	

附表 1-3

主要工程质量指标

质量签定意见

年 月 日

附表 1-4

存在问题及处理意见

统一意见

保留意见

附件

年 月 日

云水帕科技

附表 1-5

验收小组意见和结论： ×××分部（项）工程验收小组			
单　位	姓　名	职务或职称	签　名

注：1. 重要的分部分项工程验收应由主管单位盖章。
2. 填写时如字数较多可增加附页。

云龙伯科技

附录二　泵站工程机组启动验收报告提纲

（一）启动运行概况

1. 启动运行的组织工作情况；
2. 启动运行的要求、启动程序和步骤；
3. 设备情况（包括规格、数量、质量及其处理情况）：

①主要设备情况（包括输变电部分）；

②辅助设备情况（包括输变电部分）。

4. 启动运行情况：

①主要设备启动运行情况；

②辅助设备启动运行情况；

③输变电系统运行情况；

④科研项目与其他特殊指定项目的内容及运行情况；

⑤其他部分运行情况。

（二）启动验收鉴定意见

1. 主电机（包括励磁部分）与主水泵；
2. 辅机系统（包括油、气、水系统）；

3. 主变压器及其辅助设备；
4. 母线、二次线、高、低压开关、站用电系统；
5. 断流装置；
6. 其他。

（三）存在的问题及处理意见

（四）对工程管理与运用的意见

（五）结论（对启动验收和临时投产运行的结语）

（六）附件

（七）验收组织成员签名（注明单位和职务、职称）

附表 2-1 机组启动验收表

工程名称		安装单位	
建设单位		安装开工日期	
设计单位		安装竣工日期	
施工单位		验收日期	
机组启动运行主要情况			
机组启动运行验收意见和设备质量的总评价			
存在问题和处理意见			
单位	姓名	职务（职称）	签名

石头电脑科技

附录三 泵站工程竣工验收报告提纲

（一）泵站工程概况

1. 工程任务；
2. 工程规划布置和设计情况（包括变更设计情况）；

3. 各项主要技术经济指标；
4. 施工安装经过，各次分部分项验收和机组启动验收的情况、工程质量的意见；
5. 完建工程的概貌及主要工程量；
6. 土地征购、移民迁建情况；
7. 供电、交通、通讯等情况；
8. 其他。

（二）工程概算、工程实际造价、竣工决算及分析

（三）工程质量评价

（四）存在主要问题及处理意见

（五）对工程设计、施工、安装及今后运用管理的意见

（六）结论（对整个泵站竣工验收和正式投产运行的结语）

（七）附件

（八）验收组织成员签名（注明单位和职务、职称）

万水值科技

附录 3-1 泵站竣工验收报告表（样式）

建设项目			设计单位		
工程名称			审批单位		
工程位置			施工单位		
批准机关			安装单位		
批准日期、文号			管理单位		
开工日期			概（预）算数		
竣工日期			程造价		
工程规划设计简要说明					
材料消耗量	水泥（t）		实做工程量	土方（万 m^3）	
	钢材（t）			混凝土（m^3）	
	木材（m^3）			浆砌石（m^3）	
	块石（t）			垫层（m^3）	
	石子（t）			干砌石（m^3）	
	黄沙（t）			其他（m^3）	
主、辅机设备			输变电工程		
工程效益	（主要技术经济指标）		迁建赔偿	（房屋、人口、土地、费用）	
变更设计部位及原因					

续附表 3-1

对施工质量的鉴定意见	
对安装质量的鉴定意见	
工程存在问题及处理意见	
机组试运行情况及意见	
对全部工程的鉴定意见	

单　位	名　称	职务（职称）	签　名

注：各栏空格如不够填写，可适当放大，或加附页。

附表 3-2　泵站竣工工程决算一览表

项　目	概（预）算价值（元）					实际价值（元）				
	建筑工程	安装工程	设备价值	其他费用	合计	建筑工程	安装工程	设备价值	其他费用	合计
××工程										
……										
小　计										
配套工程										
工　程										
小　计										
合　计										

附表 3-3　泵站其他基本建设工程及明细表

费用项目	概（预）算金额（元）	实际金额（元）			备　注
		计入固定资产价值的费用	不计入固定资产价值的费用	合计	
总　计					
工厂企业					
生活设施					
交通码头					
供水排水					
工棚设施					
绿化护岸					
迁建赔偿					

标准图书

附表 3-4 移交使用的工程固定资产一览表

固定资产名称	产地	建筑地点和安装部位	单位	数量	建筑费用（元）	设备费用（元）	安装费用（元）	固定资产价值（元）
总　计								
各项土建工程								
机电设备安装工程								
输变电工程								
管路管坡工程								
……								
其他工程								

附表 3-5 移交使用的设备固定资产汇总表

项　目	设备价值（元）	安装费用（元）	预算费用（元）	固定资产价值（元）	说　明
合　计					
厂房内机电设备					
配套工程设备					
附属工厂设备					
……					
其他机电设备					

附表 3-6 移交使用的设备明细表

固定资产名称	规格型号	生产厂	建筑安装地点部位	计量单位	数　量	建筑费用（元）	设备费用（元）	固定资产价值（元）
电动机								
水　泵								
变压器								
阀　门								
……								
其　他								

万水帕科技

附表 3-7 竣工工程财务决算表

项目 \ 年度	年	年	年	
一、基本建设设施				
1. 以前年度拨款				
2. 本年度拨入数				
3. 其他拨款				
……				
二、本年度基本建设支出				
三、本年度投资完成数				
四、基建结余资金				

附录四 泵站工程竣工验收文件的报送机关及份数

附表 4-1

竣工验收文件报送机关名称	设计、概算审批机关					
	××部、××省			地（市）、县		
	竣工验收文件名称					
	竣工验收报告	技术总结竣工图	竣工决算	竣工验收报告	技术总结竣工图	竣工决算
水利电力部××司（局）	2～5	2	2～5			
省水利（水电）厅（局）	2～3	2～3	2～3	1～3	1～3	2～4
地（市）水利（水电）局	1	1	1	2～4	2～4	1～3
县水利局	1	1	-	1	1	1
管理单位	1～3	2～4	1～3	1～2	2～3	1～2
建设银行	1	—	1	1	—	1
其他参加验收单位	各 1	—	—	各 1	- -	-

水电施工技术

中华人民共和国水利电力部部标准

泵 站 技 术 规 范

SD204—86

验 收 分 册

条 文 说 明

云水帕科技

目 次

第一章 总则…… 678
第二章 分部分项工程验收…… 679
第三章 机组启动验收…… 680
第四章 工程竣工验收…… 681

云水帕科技

第一章 总 则

第1.0.1条 本规范主要用于大中型泵站工程的验收。因为大中型泵站工程投资大，受益面积广，施工与安装技术较复杂。过去有些大中型泵站未能严格履行验收手续，带来不少遗留问题，造成管理工作困难，泵站效益不能充分发挥。所以特制定本规范，以加强大中型泵站的验收工作。根据有关省区的调查统计资料分析，本规范采用单站总装机容量、单机容量、水泵进口直径与水泵叶轮直径等几项指标划定。适用范围较广，具有较大的覆盖面。

对于一般面广量大的小型泵站或其他类型的泵站，可参照本规范适当简化程序和内容，进行验收。

第1.0.3条 泵站工程验收除必须依据原已批准的设计（变更和修改设计）文件外，连同施工、安装的承包合同、协议以及制造厂提供的各项技术规定也应作为验收的依据。同时必须遵照国家已经公布的有关法令、标准、规范等。

第1.0.4条 本规范主要用于泵站进水池至出水池间的各项建筑工程和机电设备安装工程的验收。这是泵站的主体工程，是验收的重点和主要对象。近几年新泵站验收的实践表明，此规定是恰当的。泵站枢纽工程中，其他单项工程和配套工程，如水电站、船闸、引水、输水、配水建筑物以及通讯、交通、道路、管理用的设施等，应根据具体情况，按照相应的规范进行验收。

第1.0.5条 泵站工程验收一般分三个阶段进行，与《水利基本建设工程验收规程（试行）》SD184—84是一致的。根据泵站工程的实际情况，把机组启动验收作为泵站验收的重要阶段。对于重要的大中型泵站、新试制的大泵机组、以及其他一些特殊的泵站必须严格按照三个阶段进行验收。对于一般的大中型泵站，或是采用定型产品、施工安装技术并不复杂的，或是施工期较短、工程结构比较简单的，则可酌情简化，将启动验收与竣工验收合并为一个阶段进行验收。对于小型泵站，亦可把三个阶段合并为一次工程竣工验收。

第1.0.6条 三个阶段验收组织的名称和选配的人员可不相同，部分分项工程验收一般由建设单位牵头，会同设计、施工、管理（或其筹备组织）单位共同组成验收小组进行，各单位应指定专人参加验收小组工作。重要的单项工程，必要时应报请主管单位派人参加。机组启动验收和工程竣工验收，应按项目的隶属关系设立专门验收组织，凡水电部直属项目由流域机构会同省（市）、自治区组织验收，并报水电部主管部门备案。其余工程由省（市）、自治区或市、县的验收组织（或验收委员会）负责进行。

验收组织及其成员的任命，应根据设计文件的审批权限由主管单位决定。其成员一般应包括当地政府、建设、设计、施工、安装、供电和管理等单位，以及设备制造厂、建设银行、科研等有关方面的专家组成。

为使验收工作能顺利进行，建设单位可预先抽调或商调设计、施工、安装等单位的有关工作人员，做好验收前的一切准备工作，为工程进行初验，准备文件和资料，办理竣工

灌溉排水技术

决算，拟定验收报告初稿等。

第 1.0.7 条 泵站验收工作必须各方面密切配合进行。验收组织应坚持原则、严格掌握工程质量标准。在验收过程中，如发生有争议的问题，验收组织有责任听取各方面的意见，深入现场调查了解，与有关单位充分协商。尽可能使移交和接收双方的意见，从有利发挥工程效益出发，求得统一，实事求是地加以处理，把争议的问题尽可能在现场解决。若仍有意见分歧，一时难以取得一致时，可报请上级主管单位决定。

第 1.0.8 条 机组启动验收合格后，虽未进行工程竣工验收，但生产上急需抽水运行时，经主管部门批准，可以进行临时投产运行，及早发挥工程效益。在临时投产运行期间，如未正式办理交接手续时，其管理维护工作仍由建设单位负责，管理单位配合。

第 1.0.9 条 本规范对泵站工程验收提出的一些条件和限制，目的在于建设大中型泵站时，必须严格执行基建程序，加强基建管理，确保工程质量。

验收是工程建设中的重要程序，分部分项工程和机组启动验收均应及时进行，前一工序经验收合格，才能进行下一工序施工。不经验收或验收不合格的工程不能列入完工项目和进行结算，竣工验收应在工程完建后尽快进行。验收不合格的工程不能投产运行，凡已竣工并具备验收条件的工程，不允许故意拖延竣工验收，甚至继续追加预算或用多余款项兴建其他工程。

第二章 分部分项工程验收

第 2.0.1 条 泵站分部分项工程验收包括各分部的土建工程验收和各分项的安装工程验收，它是机组启动验收和竣工验收的基础，是确保整个工程质量的重要环节，必须认真把关、严格要求。

机组试运行前，有一部分未经正式验收的建筑物需要发挥工程效益而提前进行的动用验收，或为管理单位生产、生活需要而提前建成的用房及其附属设施等工程的动用验收，均属于分部分项工程验收的范围。在动用验收之前，对水下各项建筑物质量、观测设备的预埋件、闸门及启闭机安装等均须作详细检查，以保证正常使用。

第 2.0.2 条 文中第四款有关的观测设备是指为工程管理创造条件的工程观测、水文观测等的设备和设施，包括仪器和表计等预埋件，在预埋安装后要认真做好调试工作，以保证放水淹没后能正常使用。

第 2.0.3 条 条文规定“有关观测记录和控制点”主要指水准点、视准点和沉陷点，其编号、位置、形式、高程和安装日期，均应填入记录表内，并附有位置和结构图。

第 2.0.4 条 在泵站分部分项工程验收时，对已完工程的质量作出评定，是按照施工规范中的要求，由工程施工单位提供的质量鉴定表或资料，再经验收组织评议后提出的意见。这仍是初步的评价，要认真鉴定工程质量，须待机组启动验收和工程竣工验收后才能确定。

“泵站分部分项工程验收签证”，表格样式详见附录一附表 1-1 至附表 1-5。

万水电科技

第三章 机组启动验收

第 3.0.1 条 机组启动验收是对已安装好的主机组和辅助设备，进行一次全面性的检查验收和试运行。在启动验收前，建设单位应会同设计、施工、安装等单位派出专人，预先做好单一的或分项建筑物的动用验收和主机组及其附属设备的试运行工作，以便及早发现问题及时处理；同时，应准备好各项技术文件和图纸资料、试运行时的安全技术和操作规程等，并办理设备的清点和交接工作，保证启动验收的顺利进行。

第 3.0.2 条 在进行验收工作时，验收组织可指定施工、安装、管理的主要技术人员进行汇报，并负责在验收中进行各项技术交底工作。协助验收组织共同做好运行检查和各项记录初步提出“机组启动验收报告”。

第 3.0.3 条 机组启动验收检查分为单台机组和全站机组运行两种不同情况进行。

一是单机组在 7 天内累计运行 72h（或是连续运行 24h）。由建设单位会同安装、管理单位在启动验收前先逐台进行；在 72h 连续运行中，应有三次以上的开、停次数，以考验机组开、停的稳定性。

有些泵站（如排水站）缺乏水源，或因其他特殊原因，可酌情改为机组连续 24h 试运行。凡单台机组在安装完成后，经验收组织同意试车，并办妥各项手续的情况下，可作为泵站机组启动试运行的成果。

二是全站机组（群机组）运行。在启动验收时，验收组织负责全站机组联合运行 6h，检查并测试机组在各主要工况下的技术性能和泵站效率。

关于单台机组累计运行，以及全站机组联合运行时间的数据，本规范的规定虽比水电站关于新产品机组连续试运行 27h 的要求降低，但是许多泵站实践表明，该规定比较接近实际。在徐州、扬州、苏州、芜湖四次审稿会上（包括各大专院校教授、讲师，工程单位的高级工程师、工程师，设备制造厂的工程技术人员等），一致认为：过去泵站沿用水电站的水轮发电和机组连续开机 72h 的数据，不尽合理，因为水库蓄水后有条件连续运行，且发电有一定的经济收入。而泵站的水源不稳定，特别排水泵站遇到旱年、枯水年就不能保证长期抽水，且大中型泵站抽水的运行电费支出高，若时间过长，不利于执行。厂方代表也认为机组连续运行 24h，即可满足机泵性能考核的要求，本规范根据多方面意见，对机组连续试运行时间作了以上的规定。

单台机组累计运行 72h 或连续运行 24h，可通过水位、变阀、变角的调节，在设计工况和非设计工况下运行，测定其装置效率。

全站机组联合运行 6h，以检查在泵站设计流量时（包括进出水池在内）的运行情况，并测定泵站效率。

第 3.0.6 条 当泵站已批准投入临时运行时，建设单位应根据泵站的具体条件（如工程配套设施、管理机构和人员以及安装工作完善情况等等），委托管理单位或安装单位进行管理，但其运行管理必须遵守安全操作规程及有关的规章制度，对于机组临时投产运行期

武汉市科技

间发现的新问题，若机组未经过交接手续，所发现的问题及故障，仍由安装单位负责处理；如已办过交接手续，临时投产运行又是由管理单位负责的，这种情况下，出现的故障或新问题要分清责任：若是安装质量问题，应由安装单位负责，若属管理不善，应由管理单位负责，所需器材、经费，在未办理竣工验收前仍在基建费中开支。

第四章 工 程 竣 工 验 收

第 4.0.1 条 竣工验收是在工程全部完建，机组启动验收合格，具备了投产运行条件，管理运行人员经过技术培训，掌握运行管理的操作规程，建设单位已确认可以办理固定资产交付使用手续的最终验收。

凡泵站建设项目已经基本结束，个别问题虽未妥善解决或按第 4.0.1 条规定的条件尚未完全具备，但属于下列情况之一者，仍可进行竣工验收。

一、个别非主要的配套单项工程尚未完建，或某些非主要设备尚未解决而短期内又难以解决、且不影响整个工程的正常运行的，可以进行竣工验收，但在验收中要落实尾工处理措施。

二、泵站主体及配套工程已经完建，但移民迁建、占地赔偿等方面尚有遗留问题，可以先进行泵站建设项目的竣工验收和移交，但要落实遗留问题的处理安排。

第 4.0.2 条 竣工验收最终任务之一应把泵站建设工程的全部文件资料和图纸，上报主管部门和留交管理单位使用。

竣工验收资料很多。由建设单位会同设计、施工、安装、管理单位分别提供，特别是分部分项工程验收、机组启动验收的资料要妥善整理。

根据泵站规模大小，工程的等级不同，对第 4.0.2 条所提出的文件和资料，可以有所增减，要求的深度亦有所不同。但主要的技术文件和资料不能删减，以保证工程竣工验收的顺利进行。

竣工验收单位应着重检查机组启动验收以后，在临时投产运行期间的有关运行记录，观测分析资料和管理运行总结报告，在报告中要说明投产运行的泵站效率与设计的泵站效率及其经济效益等。

工程竣工验收文件，还包括施工期内的各种检查记录、观测试验及研究报告等，应由建设单位负责系统收集，分类立卷，整理后交管理单位保管，以利管理工作进行。竣工底图及重要原始资料，应上交主管单位保管，以免散失。

第 4.0.3 条 本条中提出配套工程完建期限，主要指有些地区的泵站工程包括灌区配套工程在内，故要求配套工程的进度要跟上主体工程，否则只有泵站提水，而无渠道输水，效益依旧不能发挥。为此，把配套工程亦列入施工进度计划，促进主体工程与配套工程的预期完成，或按计划分期完成，保证泵站工程效益的发挥。

第 4.0.4 条 关于严重影响安全运行的重大问题，本条款主要指：站房有严重渗水、漏水现象；检修闸门启闭不灵；进水流道内产生涡带，引起机组强烈振动；断流装置失灵；机

水规院技术

组振动、噪音严重；轴承温升过高；叶片调节机构失灵等。这些问题未经处理的，应停止验收。

第4.0.5条 “工程竣工验收报告书”经建设单位和管理单位双方同意，正式签字后，泵站交接工作，即告结束。

在竣工验收中应提交的“泵站工程技术总结报告”，内容很广，编写时，可按“泵站工程技术总结报告”提纲进行。

“泵站工程技术总结报告”提纲

第一部分 工 程 概 况

一、规划设计概要：包括规划要点、工程规模、设计、数据、结构型式、机电设备容量及计划效益、输变电工程等。

二、施工简况：包括各项工程的开竣工日期、采用的施工方法、完成的主要工程数量及使用大宗材料的数量等。

三、安装简况：包括安装起讫日期、采用的安装程序，完成的机电设备安装数量。

第二部分 施 工 管 理

一、施工组织：包括施工组织计划的编制、领导关系，业务分工以及劳力调度方法等。

二、作业计划：包括月、旬日作业计划的编制依据，落实步骤、贯彻方法及执行情况等。

三、工程质量：包括工程质量的检查组织，责任制度，各分项工程质量的控制方法、检查程序及实际质量情况等。

四、安全技术：包括安全组织、宣传教育、安技措施、检查制度及贯彻执行情况等。

五、定额管理：包括定额管理的方法和在安全生产、保证质量方面所起的作用，以及各项定额标准的完成情况等。

六、器材管理：包括器材物资的采购、运输、仓储、保管、领发制度及损耗、回收情况等。

七、财务管理：包括各项费用开支标准，工程价款结算方法，民工工资发放情况以及工程概、预、决算（三算）等情况。

第三部分 施 工 安 装 技 术

一、施工技术：包括工场布置、钢筋配料、模板周转、混凝土试验及浇筑、机械化施工及流水作业等。

二、安装技术：包括安装场地布置、安装进度计划、安装程序与方法及机电设备试运转情况等。

万水电科技

第四部分 经 济 核 算

如签发二程任务单和限额领料卡，进行班组核算和成本核算，实行的奖惩制度及按经济规律办工程建设等情况。

第五部分 技术革新和增产节约

各项技术革新和增产节约的内容、效果及经济效益等。

第一、二部分主要按提纲内容说明各项工作开展情况、以及成绩、缺点等。

第三、四、五部分着重用典型材料总结施工过程中的经验教训和经济效果，具体内容由施工单位根据各自的经验和特点自行拟定。

《泵站技术规范、验收分册》主编单位及主要编写人名单

主 编 单 位：江苏省水利厅
湖北省水利勘测设计院
甘肃省水利水电勘测设计院
主要编写人：沈日迈 冯汉民 杜刚海 潘贤德
陈凤淑 黄林泉 张尧培

工水应用科技

中华人民共和国行业标准

泵站技术管理规程

Code of practice for technical management of pumping station

SL255—2000

主编单位：武汉水利电力大学
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2000年8月1日

万方数据科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《泵站技术管理规程》SL255—2000的通知

水国科［2000］458号

根据部水利水电技术标准制定、修订计划，由农水司主持，以武汉水利电力大学为主编单位修订的《泵站技术管理规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

SL255-2000《泵站技术管理规程》

本标准实施后取代《泵站技术规范》SD204—86（技术管理分册）。

本标准自2000年8月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇〇年十月十一日

万水帕科技

前　言

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利部农村水利司组织，对SD204—86《泵站技术规范（技术管理分册）》进行了修订，修订后更名为《泵站技术管理规程》。

《泵站技术管理规程》主要包括以下内容：

——总则；
——泵站技术经济指标；
——机电设备运行管理；
——机电设备检修管理；
——工程管理；
——调度管理；
——安全管理；
——科学试验与技术档案。

本规程解释单位：水利部农村水利司
本规程主编单位：武汉水利电力大学
本规程参编单位：江苏省水利厅
湖北省水利厅
广东省东深供水工程管理局
本规程主要起草人：李继珊　林建时　赵乐诗
冯贤华　徐叶琴

万水电力科技

目　　次

1　总则 …… 688
2　泵站技术经济指标 …… 688
3　机电设备运行管理 …… 689
4　机电设备检修管理 …… 693
5　工程管理 …… 695
6　调度管理 …… 696
7　安全管理 …… 697
8　科学试验与技术档案 …… 700
附录 A　泵站技术经济指标及其考核 …… 701
附录 B　泵站工程固定资产基本折旧率和大修理费率 …… 704
附录 C　主机组大修的主要项目和要求 …… 705
附录 D　主机组大修总结报告 …… 707
附录 E　变压器大修项目 …… 709
附录 F　主变压器大修总结报告 …… 709
附录 G　电气设备定期试验项目和周期 …… 710
附录 H　泵站机电设备的评级标准 …… 714
附录 J　泵站工程的评级标准 …… 719
附录 K　操作票格式 …… 720
附录 L　泵站工作票格式 …… 721
附录 M　标示牌式样 …… 723
附录 N　常用电气绝缘工具试验一览表 …… 724
附录 P　登高安全工具试验标准表 …… 724
本规程用词和用语说明 …… 725
条文说明 …… 726

水利电科技

1 总 则

1.0.1 为了加强泵站工程技术管理，充分发挥其经济效益和社会效益，更好地为工农业生产和社会发展服务，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于大、中型泵站的技术管理。小型泵站的技术管理可参照执行。

1.0.3 泵站技术管理应包括以下内容：

1 根据本规程和国家有关规定，制定泵站运行、维修、调度及安全等规章制度；

2 完善管理机构，明确职责范围，建立健全岗位责任制；

3 搞好泵站的机电设备和工程设施的运行调度和检修维护等管理工作；

4 认真总结经验，开展技术改造、技术革新和科学试验，采用和推广新技术；

5 按照泵站技术经济指标，考核泵站技术管理工作。

1.0.4 泵站技术管理除应遵循本规程外，尚应符合国家与行业现行有关标准的规定。

2 泵站技术经济指标

2.0.1 考核泵站技术管理工作应以下列技术经济指标为依据。各项指标的计算应符合本规程附录A的规定。

1 工程完好率；

2 设备完好率；

3 装置效率；

4 能源单耗；

5 供排水成本；

6 供排水量；

7 单位功率效益；

8 安全运行率。

2.0.2 工程完好率应达到80%以上，其中主要建筑物的工程评级不应低于本规程5.4.2条规定的二类工程标准。

2.0.3 设备完好率，对于电力泵站不应低于90%，对于内燃机泵站不应低于80%，其中与水泵机组安全运行密切相关的设备评级不应低于本规程4.6.2条规定的二类设备标准。

2.0.4 抽水装置效率应根据泵型、平均装置扬程和水源的含沙量按以下规定取值：

1 装置扬程在3m以上的大、中型轴流泵站与混流泵站的装置效率不宜低于65%；装置扬程低于3m的泵站不宜低于55%。

2 离心泵站，在抽清水时，其装置效率不宜低于60%；在抽吸浑水（含沙水流）时，其装置效率不宜低于55%。

农水在线科技

2.0.5 泵站能源单耗考核指标应分别符合下列规定：

对于电力泵站能源单耗不应大于 5 kW·h/（kt·m）；

对于内燃机泵站能源单耗不应大于 1.35 kg/（kt·m）。

2.0.6 安全运行率，对于电力泵站不应低于 98%，对于内燃机泵站不应低于 90%。

3 机电设备运行管理

3.1 一 般 规 定

3.1.1 所有机电设备都应进行编号，并将序号固定在明显位置。旋转机械应示出旋转方向。

3.1.2 长期停用和大修后的机组投入正式作业前，应进行试运行。

3.1.3 机电设备的操作应按规定的操作程序进行。

3.1.4 机电设备启动过程中应监听设备的声音及振动，并注意其他异常情况。

3.1.5 测量设备运行参数的仪表至少应每 1～2h 记录一次。

3.1.6 对运行设备应定期巡视检查。

3.1.7 机电设备运行过程中发生故障，应查明原因及时处理。

3.2 主 水 泵 运 行

3.2.1 运行中不应有损坏或堵塞水泵的杂物进入泵内。

3.2.2 水泵的汽蚀和振动应在允许范围内。

3.2.3 多泥沙水源泵站提水作业期间水源的含沙率不应超过 1%。

3.2.4 轴承、填料函的温度应正常。润滑和冷却用的油质、油位、油温和水质、水压、水温均应符合要求。

3.2.5 全调节水泵其调节机构应灵活可靠。采用液压或机械调节机构还应注意观测受油器温度和漏油等现象。

3.2.6 水泵的各种监测仪表应处于正常状态。

3.2.7 水泵运行中应监视流量、水位、压力、真空度和运行温度、振动等技术参数。

3.2.8 对于投运机组台数少于装机台数的泵站，每年运行期间应轮换开机。

3.3 主 电 动 机 运 行

3.3.1 电动机启动前应按制造厂家的规定，测量定子和转子回路的绝缘电阻值。

3.3.2 电动机的运行电压应在额定电压的 95%～110%范围内。

3.3.3 电动机的电流不应超过铭牌规定的额定电流，超负荷运行时，其过电流允许运行时间应按表 3.3.3 的规定取值。

表 3.3.3 电动机过电流与允许运行时间关系表

过电流（%）	10	15	20	25	30	40	50
允许运行时间（min）	60	15	6	5	4	3	2

3.3.4 电动机定子线圈的温升不得超过制造厂规定允许值，如制造厂未作规定，可按表 3.3.4 的规定取值。

万方数据知识服务平台

表 3.3.4 电动机定子线圈的温升极限值 (℃)

项目	电动机类别	绝缘等级											
		E级			B级			F级			H级		
		温度计值	电阻值	检温计值	温度计值	电阻值	检温计值	温度计值	电阻值	检温计值	温度计值	电阻值	检温计值
1	额定功率在5000kW及以上		70	70		80	80		100	100		125	125
2	额定功率小于5000kW	65	75	75	70	80	80	85	100	100	105	125	125

3.3.5 电动机运行时其三相电流不平衡之差与额定电流之比不得超过10%。

3.3.6 同步电动机运行时其励磁电流不宜超过额定值。

3.3.7 电动机运行时的允许振幅不应超过表3.3.7的规定。

表 3.3.7 电动机运行的允许振幅值 (mm)

序号	项目		额定转速 (r/min)						
			100以上至250	250以上至375	375以上至500	500以上至750	750以上至1000	1000以上至1500	1500以上至3000
1	立式机组	带推力轴承支架的垂直振动	0.12	0.10	0.08	0.07	——	——	——
2		带导轴承支架的水平振动	0.16	0.14	0.12	0.10	——	——	——
3		定子铁芯部分机座的水平振动	0.05	0.04	0.03	0.02	——	——	——
4	卧式机组各部轴承振动		0.18	0.16	0.14	0.12	0.10	0.08	0.06

3.3.8 电动机运行时轴承的允许最高温度不应超过制造厂的规定值。如制造厂未作规定，轴承允许最高温度：滑动轴承为70℃，滚动轴承为95℃。

3.3.9 同步电动机运行时滑环与电刷应接触良好，无积炭，无电火花现象。

3.4 变压器运行

3.4.1 变压器投入运行前应对以下项目进行检查。

1 分接开关位置；

2 绝缘电阻；

3 接地线；

4 油位。

3.4.2 变压器投入运行后应定期巡视检查，并应符合下列要求：

1 储油柜和充油套管的油位、油色均正常，且无渗漏油现象。储油柜与继电器间连接阀打开，套管外部清洁、无破损裂纹、无放电痕迹及其他异常现象。

2 变压器本体无渗油、漏油，吸湿器完好，硅胶干燥，各冷却器温度相近，油温正常，管道阀门开闭正确。

3 引线接头、电缆、母线无发热征兆，安全气道及保护膜完好，瓦斯继电器内无气体。

4 变压器运行音响正常，风扇旋转正常。

5 变压器室环境符合设备保养和运行的要求。

6 无人值守的变压器定期检查，并记录电压、电流和上层油温。

3.4.3 站用配电变压器应在最大负荷期间测量其三相负荷，如发现其不平衡值超过规定时，应重新分配。

3.4.4 油浸式变压器上层油温不宜超过85℃，最高油温可按表3.4.4的规定取值。

3.4.5 干式变压器各部位的允许最高温升不应超过表3.4.5的规定值。

表3.4.4 油浸式变压器上层最高油温值 (℃)

冷却方式	冷却介质最高温度	上层最高油温度
自然循环、自冷、风冷	40	95

表3.4.5 干式变压器各部位的允许最高温升值 (℃)

变压器部位	绝缘等级	允许最高温升值	测量方法
绕组	E	75	电阻法
	B	80	
	F	100	
铁芯表面及结构零件表面	最大不得超过接触绝缘材料的允许最高温升		温度计法

3.5 电力电缆及其他电气设备

3.5.1 通过电缆的实际负荷电流不应超过设计允许的最大负荷电流。

3.5.2 电缆线路应定期进行巡视，检查测量电缆的温度，并做好巡视测量记录。

3.5.3 高压配电装置的运行应符合制造厂规定的技术条件，投入运行后应检查母线接头有无发热，运行是否正常。

3.5.4 对继电保护动作时的掉牌信号、灯光信号运行人员必须准确记录清楚。

3.6 辅助设备与金属结构

3.6.1 油、气、水系统中的管道和阀件应按规定涂刷明显的颜色标志。

3.6.2 用于水泵叶片调节、液压减载、油压启闭等装置的压力油系统和用于润滑轴承的润滑油系统，应满足以下技术要求：

1 压力油和润滑油的质量标准应符合有关规定，其油温、油压、油量等应满足使用要求，油质应定期检查，不符合使用要求的应予更换。

2 油系统中的设备应定期清洗，油管应保持畅通和良好的密封，无漏油、渗油现象。

3 油系统中的安全装置，压力继电器和各种表计等应定期检验，动作可靠，运行中不得随便拨动。

4 油压管路上的阀门应关闭严密，在所有阀门全部关闭的情况下，液压装置储气罐在8h内额定压力下降不得超过0.15MPa。

3.6.3 压气系统及其安全装置、继电器和各种表计等应工作可靠，定期检验，其工作压力值应符合使用要求。

3.6.4 主机组冷却、润滑和填料函水封用水的技术供水和泵房内渗漏水、废水的排除，应符合以下要求：

1 技术供水的水质、水温、水量、水压等满足运行要求。

2 示流装置良好，供水管路畅通。

万方数据

3 集水井和排水廊道无堵塞或淤积。

4 供、排水泵工作可靠，对备用供、排水泵应定期切换运行。

3.6.5 泵站出水管（流）道出口拍门的运行管理应符合下列要求：

1 拍门附近的淤积杂物应及时清除。

2 拍门铰轴、铰座配合良好、转动灵活，无严重锈蚀。

3 拍门关闭时对门座的撞击力应加以控制。

4 采取措施减小作用在拍门上的冲击力，限制对拍门的扭振惯性力。

3.6.6 虹吸式出水流道真空破坏阀的运行管理应符合下列要求：

1 真空破坏阀在关闭状态下密封良好。

2 按水泵启动排气的要求调整阀盖弹簧压力。

3 真空破坏阀吸气口附近不应有妨碍吸气的杂物。

4 必须保证破坏真空的控制设备或辅助应急措施处于能够随时投入状态。水泵机组失电后应及时破坏虹吸管内真空。

3.6.7 采用快速闸门断流的泵站，在主机组启动前应全面检查快速闸门的控制系统，确认快速闸门能按规定的程序启闭后方可投入运用。

3.6.8 经过检修或长期停用的机组，启动前应对安装在其出水管道上的液控蝶阀进行检验，按照规定的关阀程序调整阀门关闭速度。

3.6.9 泵站运行时应对泵系统设置的水锤防护设施进行巡视检查。

3.6.10 拦污栅前的污物应及时清除，并按环保的要求进行处理。

3.6.11 起重机的使用应遵守下列规定：

1 应由经技术考核持有上岗证的人员操作。

2 长期停用的起重机使用前应进行全面检查，限位开关、刹车和各种电气设备、安全保护装置等必须完好。

3 起吊前和起吊物吊离支承面时必须检查钢丝绳捆绑情况。

4 起重机正在吊物时，应严禁一切人员在吊物下方停留或行走。

5 起吊物不得长期悬挂在空中。吊钩挂有重物时操作人员不得离开操作台。

3.7 计算机监控系统

3.7.1 采用计算机监控系统实现自动监视和控制的泵站应根据各泵站的具体情况，制定计算机监控系统运行管理制度。

3.7.2 对于履行不同岗位职责的运行人员，应分别规定其安全等级操作权限。

3.7.3 计算机监控系统投入运行前应进行检查并应符合下列要求：

1 计算机及其网络系统运行正常。

2 现地控制单元（LCU）运行正常。

3 各自动化元件，包括执行元件、信号器、传感器等工作可靠。

4 系统特性指标以及安全监视和控制功能满足设计要求。

5 无告警显示。

3.7.4 计算机监控系统运行发生故障时应查明原因，及时排除。

水利电力出版社

3.7.5 未经无病毒确认的软件不得在系统中使用。计算机监控系统的计算机不得移作他用和安装未经设备主管部门工程师同意的软件。

3.7.6 历史数据应定期转录并存档。

3.7.7 修改前后的软件必须分别进行备份，并做好修改记录。

4 机电设备检修管理

4.1 一般规定

4.1.1 泵站管理单位应根据设备的使用情况和技术状态，编报年度检修计划。

4.1.2 对运行中发生的设备缺陷，应及时处理。对易磨易损部件进行清洗检查、维护修理、更换调试等应适时进行。

4.1.3 按照有关技术规定对主机组进行大修时，应对主水泵进行全面解体，对电动机应吊出转子，对其轴承等部件进行检修，更换或调试。

4.1.4 严寒地区的泵站每年冬季对主机组设备、管道阀件以及金属结构等均应进行防冻维护保养。

4.2 主机组检修

4.2.1 主机组检修周期应根据机组的技术状况和零部件的磨损、腐蚀、老化程度以及运行维护条件来确定，可按表4.2.1的规定取值，亦可根据具体情况提前或推后。

表4.2.1 主机组检修周期

设备名称	大修		小修	
	日历时间（a）	运行时间（h）	日历时间（a）	运行时间（h）
主水泵	3～5	2500～15000	1	1000
主电动机	3～8	3000～20000	1～2	2000

4.2.2 主机组大修的主要项目应按本规程附录C的规定执行。

4.2.3 机组大修应严格按质量标准进行检查和验收，验收报告应由检修人员和验收人员签名。设备大修技术记录、试验报告等技术资料，应作为技术档案整理保存。

4.2.4 机组大修结束后应进行试运行，全面检验大修质量，并在30d内提交大修总结报告，总结报告的内容和格式应符合本规程附录D的规定。

4.2.5 严寒地区的泵站、冬季停泵时应及时排净泵体、叶轮及填料函内的积水，如停泵时间较长，还应向泵体空腔和叶槽内灌注密实的石蜡等抗冻固态物质。

4.3 变压器检修

4.3.1 泵站和变电所的主变压器、站用变压器在投入运行后5年左右，和以后每10年左

右应进行一次大修，小修应每年1次。

4.3.2 变压器大修的主要项目应符合本规程附录E的规定。

4.3.3 变压器的检修应按规定进行。检修后应进行验收，验收合格方可投入运行。验收时必须检查检修项目、检修质量、试验项目以及试验结果，隐蔽部分的检查应在检修过程中进行。检修技术资料应齐全、填写正确。

4.3.4 变压器大修结束后，应在30d内作出大修总结报告，报告格式应符合本规程附录F的规定。

4.4 电气设备检修

4.4.1 高压断路器的检修间隔时间应根据切断故障电流次数、短路容量、断路器型式、遮断容量、制造质量和现场经验确定。操作频繁的断路器，可根据现场经验，按操作次数安排，操作次数少的断路器，其检修间隔应根据设备的技术状况和制造质量等条件参照表4.4.1确定。

表4.4.1 高压断路器检修间隔时间 (a)

电压等级（kV）	断路器检修间隔		
	多油	少油	空气
35～110	3～5	3～5	2～4
2～35	2～4	2～4	2～4

4.4.2 各种电气设备应按有关规定进行预防性试验，并将试验结果与该设备历次试验结果相比较，参照有关试验，根据变化规律和趋势进行全面分析，判断设备是否符合运行条件。定期试验的项目和周期应按本规程附录G的规定执行。

4.4.3 继电保护装置与系统自动装置的检验应遵守下列规定：

1 检验可分为新安装设备的验收检验、运行中设备的定期检验及运行中的补充检验。

2 继电保护装置与系统自动装置，包括属于这些装置的操作及信号回路设备在内应该每年进行1次全面检验。利用继电保护装置或系统自动装置跳开或投入开关的整组试验，每年不得少于1次。主系统线路及母线的继电保护装置与系统自动装置的定期检验，应在雷雨季节前进行。

3 检验均应按规定的顺序进行。

4.4.4 电气测量仪表的检验和校验应遵守下列规定：

1 电气测量仪表的检验和校验应符合有关技术要求。

2 控制盘和配电盘上仪表的定期检验和校验应与该仪表所连接的主要设备的大修日期一致，其他表盘上的仪表每4年至少1次。试验室用标准仪表的校验每年至少1次，携带型仪表的校验，常用的每半年1次，其余的每年1次。经两次以上校验证明质量好的仪表，可延长校验周期。

4.5 辅助设备与金属结构的维修

4.5.1 油、气、水系统中的机电设备和安全装置应定期检查、维护和保养，发现缺陷应及时修理或更换。油、气、水管道接头应密封良好，发现漏油、漏气、漏水现象应及时处理，并定期涂漆防锈。在严寒结冰地区，泵站停用期间应排净泵及管道内积水。必要时还应对泵房内设备采取保温防冻措施。

万方数据科技

4.5.2 严寒地区的泵站应根据具体情况制定各类阀门的保养办法。

4.5.3 泵站系统的水锤防护设备应定期检查和经常保养，检修时不得改变其工作特性。

4.5.4 闸门、拍门、启闭机和拦污栅、清污机等应定期检修和保养，拍门的止水缓冲橡皮应定期更换；清污机除在泵站运行期间正常工作外，在泵站停机期间也应定期启动清污机进行保养性运转。

4.5.5 起重机械在检修中拆换主要支承部件或提升部件后，应重作1.25倍静负荷和1.1倍动负荷试验，并遵守劳动部门的规定。

4.6 设 备 评 级

4.6.1 主管部门每年应组织工程技术人员、技术工人和管理干部，对泵站的机电设备进行全面的检查评级。

4.6.2 泵站主要设备的评级应符合下列规定：

一类设备：技术状态良好，能保证安全运行。

二类设备：技术状态基本完好，某些部件有一般性缺陷，可在短期内修复，保证安全运行。

三类设备：技术状态不好，主要部件有严重缺陷，不能安全运行。

各类设备评级的具体标准，应符合本规程附录H的规定。

4.6.3 凡需报废的设备，应提出申请，由主管部门批准。

5 工 程 管 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 泵站工程管理应有明确的法定管理范围。

5.1.2 泵站建筑物应按设计标准运用，当不得不超标准运用时应经过技术论证并采取可靠的安全应急措施。

5.1.3 泵站建筑物应有防汛、防震措施。

5.1.4 严禁在建筑物周边兴建危及泵站安全的其他工程或进行其他施工作业。

5.1.5 应根据各泵站的特点合理确定工程观测的项目。

5.1.6 泵站工程的观测设施和仪表应有专人负责检查和保养。

5.1.7 对工程观测资料应进行整理分析。

5.1.8 严寒地区的泵站建筑物应根据当地的具体情况，采取有效的防冻和防冰措施。

5.1.9 泵站工程除做好正常维护外，应根据运用情况进行必要的岁修和大修。

5.2 泵 房

5.2.1 泵站正常运行每一工作班应对泵房主要结构部位进行一次巡查，并做好巡查记录；在超设计标准运行或发生突然停机事故恢复运行时应增加巡查次数。

5.2.2 应注意观测旋转机械或水力引起的结构振动，严禁在共振状态下运行。

万方值印科技

5.2.3 应防止过大的冲击荷载直接作用于泵房建筑物。

5.2.4 大型轴流泵和混流泵的进、出水流道过流壁面应光滑平整。新建泵站投入运行前应全面清理施工杂物。投入运行后应定期清除附着壁面的水生物和沉积物。

5.2.5 若泵站的进、出水流道和水下建筑物产生裂缝和渗漏应及时进行处理。

5.2.6 应根据设计布置的观测点对泵房不同部位的沉降和位移进行观测。观测时间和周期应在建成放水前后3日内各1次，7日后1次，1年后每年1次，若超设计标准运用必须增加观测次数。

5.2.7 泵房产生不均匀沉陷或稳定受到破坏应及时采取补救措施。

5.3 泵站进、出水池

5.3.1 靠近防洪堤建设的泵站防洪排涝期间应加强对进、出水池的巡视检查。如发现管涌、流沙或水流对堤岸和护砌物的冲刷，应采取保护措施。

5.3.2 应定期观测进、出水池底板，侧面挡土墙和护坡的稳定。如发现危及安全的变化，应采取确保建筑物的稳定和堤防安全的工程措施。

5.3.3 当泵站进、出水池内泥沙淤积影响水流流态、增大水流阻力时，应及时进行清淤。

5.3.4 严寒地区的泵站在冬季运行应防止进、出水池结冰。

5.3.5 进、出水池周边宜设置防止地面杂物、来往人员和牲畜落入池内的防护栅墙。

5.3.6 泵站运行期间严禁非工作人员在进、出水池内活动。

5.4 工程评级

5.4.1 管理部门每年应组织工程技术人员、技术工人和管理干部对各类工程进行全面检查和评级。工程评级的范围和办法各地可根据实际情况规定。

5.4.2 工程评级应符合下列规定：

一类工程：结构完整，技术状态完好，能满足安全运用的要求。

二类工程：结构基本完整，局部有轻度缺陷，技术状态基本完好，不影响安全运用。

三类工程：有严重缺陷，技术状态不好，不能安全运用。

5.4.3 各类工程的具体评级标准应符合本规程附录J的规定。

6 调度管理

6.1 基础工作

6.1.1 排水泵站应通过调蓄演算确定其来水过程线。

6.1.2 灌溉泵站应根据灌区要求编制其用水计划。

6.1.3 供水泵站应根据城镇用水要求编制其供水计划。

6.1.4 各类泵站均应根据工程和水泵配套的实际情况，测绘水泵装置特性曲线。

6.1.5 应通过监测系统获取泵站运行主要参数和区域水文气象资料。

万方数据知识服务平台

6.1.6 应分析和建立泵站与其他相关工程联合运行的水力特性关系。

6.2 调 度 准 则

6.2.1 应合理利用泵站设备和工程设施，按灌溉、排水和城镇供水计划进行调度。

6.2.2 排水泵站抢排涝（渍）水期间应按泵站最大排水流量进行调度。

6.2.3 扬程变化幅度大的泵站，应充分利用低扬程工况按水泵提水成本最低进行调度。

6.2.4 扬程相对稳定的泵站，应在满足供、排水计划的前提下按装置效率最高进行调度。

6.2.5 多泵站联合运行应使站（级）间流量和水位配合最优。

6.2.6 若水泵发生汽蚀和振动，应按改善水泵装置汽蚀性能和降低振幅的要求进行调度。

6.2.7 当流域（或区域）遇到超标准的洪、涝或旱灾时，在确保工程安全的前提下，泵站管理单位应根据上级主管部门的要求进行调度。

6.3 运 行 调 度

6.3.1 根据优化准则进行单泵站的运行调度，其主要内容包括：

1 泵站内机组的开机台数、顺序及其运行工况的调节（包括主水泵的变速、变径、变角调节）。

2 泵站与其他相关工程的联合调度。

3 泵站运行与供、排水计划的调配。

4 在满足提水计划前提下，通过站内机组运行调度和工况调节，改善进、出水池流态，减少水力冲刷和水力损失。

6.3.2 根据优化准则进行多泵站的运行调度，其主要内容可包括：

1 泵站水源供水能力与各泵站的提水能力，以及各泵站相应灌溉或城镇供水计划间科学调度。

2 各泵站的开机台数、顺序的控制及其运行工况的调节，泵站级间流量的调配。

3 地面水利用与地下水开采的水资源合理调度。

4 流域（区域）内泵站群与其他水利设施的联合调度。

5 流域（区域）内或不同流域间排水与灌溉、城镇供水、蓄水、调水相结合的水资源调度。

7 安 全 管 理

7.1 一 般 规 定

7.1.1 管理单位应建立、健全安全管理组织。

7.1.2 泵站管理单位应根据泵站的特点制定以下安全管理制度：

1 运行值班制度；

2 交接班制度；

3 巡回检查制度；

水利电力出版社

4 安全防火制度；

5 设备与工程防冻防冰维护管理制度；

6 泵站建筑物沉降、位移观测制度；

7 进、出水池流态、淤积及冲刷观测制度；

8 安全保卫制度；

9 安全技术教育与考核制度；

10 事故应急处理制度；

11 事故调查与报告制度；

12 泵房清洁卫生制度。

7.1.3 泵站主要设备的操作应执行操作票制度(采用计算机监控的泵站应根据具体情况另作规定)。操作票的内容和格式应符合本规程附录K的规定。

7.1.4 泵站工作人员进入现场检修、安装和试验应执行工作票制度。对于进行设备和线路检修，需停电并有可靠安全措施者，应填写第一种工作票；对于带电作业者应填写第二种工作票。工作票的内容和格式应符合本规程附录L的规定。

7.1.5 工作票签发人应对以下问题作出结论：

1 进行该项工作的必要性；

2 现场工作条件能否确保安全；

3 工作票上指定的安全措施是否正确完备；

4 指派的工作负责人和工作班人员能否胜任该项工作。

7.1.6 工作负责人（监护人）的安全责任应包括以下方面：

1 负责现场安全组织工作；

2 督促、监护工作人员遵守安全规章制度；

3 检查工作票所提出的安全措施是否已在现场落实；

4 对进入现场的工作人员宣读安全事项；

5 工作负责人（监护人）必须始终在施工现场，及时纠正违反安全的操作。如因故临时离开工作现场，应指定能胜任的人员代替，并将工作现场情况交待清楚。只有工作票签发人有权更换工作负责人。

7.1.7 工作许可人（值班负责人）的安全责任应包括以下方面：

1 按照工作票的规定在施工现场实现各项安全措施；

2 会同工作负责人到现场最后验证安全措施；

3 与工作负责人分别在工作票上签名。

7.1.8 泵站工程所在的堤防地段，应按防洪的有关规定做好防汛抢险技术和物料准备。工程安全管理应按本规程5.1～5.3的规定执行。

7.2 安 全 运 行

7.2.1 泵站运行期间单人负责电气设备值班时不得单独从事修理工作。

7.2.2 高压设备无论是否带电，值班人员不得单独移开或翻越遮栏。若有必要移开遮栏时，必须有监护人在场监护，并与高压设备保持一定的安全距离。安全距离应符合表7.2.2的规定。

水利电科技

7.2.3 雷雨天气需要巡视室外高压设备时，应穿绝缘靴，并不得靠近避雷器和避雷针。

7.2.4 高压设备发生接地时，在室内距故障点4m、在室外距故障点8m周围为带电危险区。进入上述范围人员必须穿绝缘靴，接触设备的外壳和架构时，应戴绝缘手套。

表7.2.2 设备不停电时的安全距离

电压等级（kV）	安全距离（m）
≤10	0.70
≤35	1.00
≤110	1.50

7.2.5 使用摇表测量绝缘电阻，应遵循下列安全规定：

1 使用摇表测量高压设备绝缘，应由两人担任；

2 测量用的导线应使用绝缘导线，其端部应有绝缘套；

3 测量绝缘时必须将被测设备从各方面断开，验明无电压且无人在设备上工作后，方可进行；

4 在测量绝缘前后必须将被测设备对地放电。

7.2.6 遇有电气设备着火时，应立即将有关设备的电源切断，然后进行灭火。对带电设备应使用干式灭火器、二氧化碳灭火器或四氯化碳灭火器等，不得使用泡沫灭火器灭火。对注油设备可使用泡沫灭火器或干沙等灭火。

7.2.7 在屋外变电所和高压室内搬动梯子、管子等长条形物件，应平放搬运，并与带电部分保持足够的安全距离。在带电设备周围严禁使用钢卷尺、皮卷尺和线尺（夹有金属丝者）进行测量工作。

7.2.8 旋转机械外露的旋转体应设安全护罩。

7.3 安全维修

7.3.1 将检修设备停电，必须把各方面的电源完全断开，与停电设备有关的变压器和电压互感器，必须从高、低压两侧断开，防止向停电检修设备反送电。

7.3.2 当验明设备确已无电压后，应立即将检修设备接地并三相短路。装设接地线必须由两人进行，接地线必须先接接地端，后接导体端。拆接地线的顺序相反。装、拆接地线均应使用绝缘棒或绝缘手套。

7.3.3 在全部停电或部分停电对机械及电气设备进行检修时，必须停电、验电、装设接地线，并应在相关刀闸和相关地点悬挂标示牌和装设临时遮栏。标示牌的悬挂和拆除应按检修命令执行。严禁在工作中移动或拆除遮栏、接地线和标示牌。标示牌应用绝缘材料制作，标示牌式样应符合本规程附录M的规定。

7.3.4 使用喷灯时，火焰与带电部分必须保持一定距离：电压在10kV及以下者，不得小于1.5m；电压在10kV以上者，不得小于3m。不得在带电导线、带电设备、变压器油开关附近喷灯点火。

7.3.5 进入高空作业现场应戴安全帽。登高作业人员必须使用安全带。高处工作传递物件不得上下抛掷。

7.3.6 雷电时，禁止在室外变电所或室内架空引入线上进行检修和试验。

7.3.7 电气绝缘工具应在专用房间存放，由专人管理，并按本规程附录N的规定进行试验。

7.3.8 电气登高作业安全工具应按本规程附录P的规定进行试验。

水利标准化

7.3.9 室内电气设备、电力和通讯线路应有防火、防鸟、防鼠等措施，并应经常巡视检查。

7.4 事 故 处 理

7.4.1 处理事故应遵守以下规定：

1 尽量快速限制事故发展，消除事故根源，并解除对人身和设备的危险。

2 将事故限制在最小范围内，确保未发生事故的设备继续运行。

3 及时向调度报告。

7.4.2 发生危及人身安全或严重的工程设备事故时，工作人员可采取紧急措施，操作有关设备，事后当事人必须及时向上级领导报告。

7.4.3 根据现场情况，如调度命令直接威胁人身和设备安全时，值班人员可拒绝执行，并申诉理由，同时向主管部门报告。

7.4.4 事故发生在交接班时应由交班人员处理，接班人员在现场协助。

7.4.5 发生事故时严禁无关人员进入事故现场。

7.4.6 泵站工程事故发生后应按下述规定处理：

1 工程设施和机电设备发生一般事故，泵站管理单位应立即查明原因，及时处理。

2 工程设施和机电设备发生重大事故，泵站管理单位应及时报告上级主管部门，并协同调查处理，抢修工程和设备。

3 发生人身伤亡事故时，泵站管理单位应及时报告上级主管部门，并保护现场，由上级组织有关人员进行事故调查并作处理。

7.4.7 事故发生后应填写事故报告，并报送上级主管部门。

8 科学试验与技术档案

8.0.1 泵站管理单位应充分利用本站技术力量，积极与科研、院校等单位开展技术协作，结合工程实际引进开发新技术，搞好泵站的安全生产、节约资源、降低成本，逐步实现泵站管理的科学化、现代化。

8.0.2 泵站管理单位必须按照上级档案管理部门规定，做好技术档案工作，对工程的建设（含改建、扩建）、管理、科学试验等文件和技术资料应进行分类管理，妥善保管。

8.0.3 泵站工程技术档案的主要内容应包括以下方面：

1 泵站工程建设的规划、设计、施工、安装、验收等技术文件、图纸和技术总结等。

2 泵站管理单位所属范围的土地使用证。

3 泵站工程管理中的各种标准、规范、规程，工程岁修、大修、技术改造以及科学试验等技术文件和资料。

4 各项观测试验资料，包括工程、水文、气象，机电设备的运行、调试、检测的记录以及研究成果等。

8.0.4 机电设备技术档案的主要内容应包括以下方面：

农业信息科技

1 涉及机组安装的土建图纸、资料和油、气、水系统图。

2 主机组电气部分的全套原理接线图和安装图。

3 水泵电动机的安装维护使用说明书和随机供应的产品图纸。

4 机组安装、检查和交接试验的各种记录。

5 机组运行、检修、试验和事故的记录和有关技术文件。

6 机组及辅助设备的定期预防性试验及绝缘分析记录。

8.0.5 变压器技术文件的主要内容应包括以下方面：

1 制造厂提供的出厂试验报告单、说明书和图纸。

2 安装竣工交接资料、试验记录和预防性试验记录。

3 历次干燥记录、滤油加油记录和油质化验记录。

4 大修记录及验收报告。

5 变压器控制及保护回路竣工图。

6 变压器事故及异常运行情况记录。

7 变压器运行效率分析等。

8.0.6 电力电缆技术档案的主要内容应包括以下方面：

1 电力电缆的原始安装记录。

2 电力电缆的事故处理记录。

3 电力电缆的巡视、检修记录及预防性试验记录等。

8.0.7 对于有条件的管理单位，技术文件和资料除采用书面方式存档外，还应采用电子方式存档。

8.0.8 所有软件应备份存档。

水利电科技

附录A 泵站技术经济指标及其考核

A.0.1 工程完好率可按公式（A.0.1）计算：

$$K_{gc}=\frac{n_g}{n}\times 100\% \qquad (A.0.1)$$

式中 K_{gc} —工程完好率，即完好的工程数与工程总数的比值；

n_g— 完好的工程数；

n— 工程总数。

A.0.2 设备完好率可按公式（A.0.2）计算：

$$K_{ac}=\frac{N_j}{N}\times 100\% \qquad (A.0.2)$$

式中 K_{ac}— 设备完好率，即泵站机组的完好台套数与总台套数的比值；

N_j —机组完好的台套数；

N— —机组总台套数。

A.0.3 装置效率可按公式（A.0.3）计算：

$$\eta_{sy}=\frac{P_2}{P_1}\times 100\%=\frac{\rho g Q H_{sy}}{1000P_1}\times 100\% \tag{A.0.3}$$

式中 η_{sy}——装置效率，即抽水装置输出功率与输入功率的比值；

P_2——某一时段抽水装置的输出功率，kW；

P_1——同一时段抽水装置的输入功率，kW；

ρ——同一时段泵站水源水的密度，kg/m³；

Q——同一时段泵站的平均提水流量，m³/s；

H_{sy}——同一时段的平均装置扬程，m。

A.0.4 能源单耗可按公式（A.0.4）计算：

$$e=\frac{E}{3.6\rho Q H_{st}} \tag{A.0.4}$$

式中 e——能源单耗，即水泵每提水1000t，扬高1m所消耗的能量，kW·h/（kt·m）或燃油kg/（kt·m）；

E——泵站运行某一时段消耗的总能量，kW·h或燃油kg；

H_{st}——同一时段平均泵站扬程，m；

t——同一时段泵站的提水运行总时数，h。

A.0.5 泵站的供、排水成本，包括油费、电费、水资源费、工资、管理费、维修费、固定资产折旧和大修理费等。泵站工程固定资产折旧率和大修理费率，应按本规程附录B的规定计算。供、排水成本的核算有三种方法，各泵站可根据具体情况选定适合的核算方法，分别按公式（A.0.5-1）～式（A.0.5-3）核算。

1 按单位面积核算：

$$U=\frac{f\sum E+\sum C}{\sum A}[\text{元}/(\text{亩}\cdot\text{次})\text{或元}/(\text{亩}\cdot\text{a})] \tag{A.0.5-1}$$

2 按单位水量核算：

$$U=\frac{f\sum E+\sum C}{\sum V}(\text{元}/\text{m}^3) \tag{A.0.5-2}$$

3 按kt·m核算：

$$U=\frac{1000(f\sum E+\sum C)}{\sum G H_{st}}[\text{元}/(\text{kt}\cdot\text{m})] \tag{A.0.5-3}$$

式中 f——电单价，元/（kW·h）或燃油单价元/kg；

$\sum E$——供、排水作业消耗的总电量kW·h或燃油量kg；

$\sum A$——供、排水的实际受益面积，亩；

$\sum G$、$\sum V$——供、排水期间的总提水量，t或m³；

H_{st}——供、排水作业期间的泵站平均装置扬程，m。

A.0.6 单位功率效益，可按公式（A.0.6-1）～式（A.0.6-3）分别计算：

1 单级泵站的灌溉效益：

$$a_k=\frac{A_s H_{st}}{\sum P}(\text{亩}\cdot\text{m}/\text{kW}) \tag{A.0.6-1}$$

2 多级泵站的灌溉效益：

灌溉排水科技

$$\alpha_g = [A_{s1}H_{st1} + A_{s2}(H_{st1} + H_{st2}) + \cdots + A_{sn}(H_{st1} + H_{st2} + H_{st3} + \cdots + H_{stn})] / (\sum P_1 + \sum P_2 + \sum P_3 + \cdots + \sum P_n)$$

3 供、排水的单位功率效益：

$$\alpha_t = \frac{\rho G H_{st}}{1000 \sum P} (\text{kt} \cdot \text{m/kW}) \qquad \text{(A. 0. 6-3)}$$

式中 α_g——单位功率的灌溉效益；

α_t——单位功率的提水效益，kt·m/kW；

G——泵站某时段的提水总量，m^3；

ρ——同一时段泵站所提水的密度，kg/m^3；

H_{st}——同一时段提水的平均扬程，对排水站或向明渠送水的供水站取泵站平均扬程 H_{st}，对直接向管网送水的泵站取水泵平均扬程，m；

$\sum P$——泵站装机总功率，kW；

A_{s1}、A_{s2}…A_{sn}、H_{st1}、H_{st2}…H_{stn}、$\sum P_1$、$\sum P_2$…

$\sum P_n$——分别表示一级、二级……n 级泵站的实际受益面积（亩）、平均扬程（m）和装机功率（kW）。

A. 0. 7 安全运行率可按公式（A. 0. 7）计算：

$$K_a = \frac{t_a}{t_a + t_s} \times 100\% \qquad \text{(A. 0. 7)}$$

式中 t_a——主机组安全运行台时数，h；

t_s——因设备和工程事故，主机组停机台时数，h。

表 A 泵站技术经济指标考核表（　　年）

序号	考核项目		单位	指标	实际
1	设备完好率		%		
2	工程完好率		%		
3	装置效率		%		
4	能源单耗	电力泵站	kW·h/（kt·m）		
		内燃机泵站	kg（kt·m）		
5	供排水量	灌溉或城镇供水量	m^3/a		
		排水量	m^3/a		
6	供排水成本	按千吨米核算	元/（kt·m）		
		按水量核算	元/m^3		
		按面积核算	元/（亩·a）		
7	单位功率效益	提水效益	kt·m/kW		
		灌溉效益	亩·m/kW		
8	安全运行率		%		
基本情况	装机台套与功率（台套/kW）：		最高泵站扬程（m）：		
	实际排灌面积（万亩）：		最低泵站扬程（m）：		
	水泵型号：		平均泵站扬程（m）：		
	实际运行台时：		同时运行的水泵（台）数：		

（泵站管理单位签章）

____年____月____日　填报

试读结束，需要全本PDF请购买

附录B 泵站工程固定资产基本折旧率和大修理费率

泵站工程固定资产折旧是对固定资产磨损耗价值的补偿，泵站管理单位的大修理费是为保持固定资产正常使用状态而提取的大修理基金。固定资产是指按现行国家财务制度规定的水利工程管理单位的房屋、建筑物、设备、工具等。

水利工程供水部分固定资产原值包括：供水水库、泵站、灌区、供水闸、井等供水固定资产的原值。

水利工程管理单位的泵站工程固定资产折旧，按固定资产原值乘表中所列的折旧率计算；泵站工程供水部分大修理费按固定资产原值乘表中所列的大修理费率计算。

泵站工程固定资产基本折旧率和大修理费率可按表B的规定取值。

表B 泵站工程固定资产基本折旧率和大修理费率表

固定资产分类	折旧年限（a）	净残值占原值（%）	每年基本折旧率（%）	基本平均大修理费率（%）
一、堤、闸、涵建筑物				
1. 大型混凝土、钢筋混凝土闸	50	0	2.00	0.25
2. 中、小型混凝土、钢筋混凝土堤、闸	50	0	2.00	0.50
3. 土、土石混合等当地材料堤坝	50	0	2.00	0.75
4. 混凝土、沥青等防渗的土、土石、堆石砌石等当地材料堤坝	50	0	2.00	1.00
5. 中、小型涵洞	40	0	2.50	1.50
6. 木结构、尼龙等半永久闸、坝	10	0	10.00	2.00
二、泄洪、放水管洞建筑物				
1. 大型混凝土钢筋混凝土管、洞	50	0	2.00	1.00
2. 中、小型混凝土钢筋混凝土管、洞	40	0	2.50	1.50
3. 浆砌石管、洞	30	0	3.33	2.00
4. 砖砌管、洞	20	0	5.00	2.00
三、引水、灌排渠（河）道、管网				
（一）大型				
1. 混凝土、钢筋混凝土引水渠道	50	0	2.00	0.50
2. 一般砌护引水、灌排渠（河）道	50	0	2.00	1.00
3. 混凝土、沥青等护砌防渗渠（河）道	40	0	2.50	1.50
4. 跌水、渡槽、倒虹吸等建筑物	50	0	2.00	1.00
（二）中小型				
1. 一般砌护引水、灌排渠道	40	0	2.50	1.50
2. 混凝土、沥青等护砌防渗渠道	30	0	3.33	2.00
3. 塑料等非永久性防渗渠道	25	0	4.00	3.00
4. 跌水、渡槽、倒虹吸节制闸、分水闸等	30	0	3.33	2.00
（三）输、排水管网				
1. 陶管、混凝土、石棉水泥管网	40	0	2.50	1.00
2. 钢管、铸铁管网	30	0	3.33	1.00
3. 塑料管	20	0	5.00	1.00
四、河道整治工程				
砌石堆石护岸	25	5	3.80	1.50

灌溉排水技术

续表 B

固定资产分类	折旧年限（a）	净残值占原值（%）	每年基本折旧率（%）	基本平均大修理费率（%）
五、房屋建筑				
1. 金属和钢筋混凝土结构	50	5	1.90	0.80
2. 钢筋混凝土、砖石混合结构	40	4	2.40	1.00
3. 永久性砖木结构	30	4	3.20	1.50
4. 简易性土木建筑	15	5	6.33	2.00
5. 临时性土木建筑	3	5	19.0	3.00
六、金属结构				
1. 压力钢管（出水管道）	50	5	1.90	0.80
2. 大型闸阀、启闭设备	30	5	3.17	1.20
3. 中小型闸阀、启闭设备	20	5	4.75	1.50
七、机电设备				
1. 大型电力排灌设备	25	5	3.80	1.50
2. 中小型电力排灌设备	20	5	4.75	2.00
3. 中小型机排、机灌设备	10	5	9.50	4.80
八、输配电设备				
1. 铁塔、水泥杆	40	4	2.40	0.50
2. 电、大木杆线路	30	4	2.40	1.00
3. 变电设备	25	5	3.80	1.50
4. 配套设备	20	4	4.80	0.50
5. 其他专用设备	40	4	2.40	1.00
九、水泵和喷灌设备				
1. 离心泵	12	3	8.08	6.00
2. 深井泵	8	3	12.12	6.00
3. 潜水泵	10	3	9.70	5.00
4. 喷灌设备	6	3	16.17	5.00
十、工具、设备				
1. 生产工具、用具、勘测、实验、观测、研究等仪器设备	10	3	9.70	0.50
2. 铁路运输设备、钢质水上运输设备	25	5	3.80	2.00
3. 汽车等机动设备	15	3	6.30	3.00
4. 木质水上运输设备	10	3	9.7	4.00

三水恒科技

附录 C　主机组大修的主要项目和要求

表 C-1　主水泵大修的主要项目表

部件名称	检修项目
水泵轴承	1. 立式机组的金属轴承检查修刮或重新更换 2. 转动油盆的检查，毕托管或油泵检查分解处理 3. 水润滑轴承的检查，清扫或更换轴承 4. 卧式机组油轴承的检查修刮 5. 轴承间隙的测量、调整 6. 迷宫止水部件的磨蚀处理和间隙的测量、调整 7. 端面密封止水部件的磨损处理和调整 8. 止水围带的修理或更换 9. 同轴度的测量与调整

续表 C-1

部件名称	检修项目
叶轮及主轴	1. 叶轮叶片与叶轮室的间隙测量 2. 叶轮和叶轮室汽蚀、磨损检查、处理 3. 叶轮静平衡试验 4. 叶轮叶片密封装置的更换 5. 叶轮体耐压、密封试验 6. 叶轮叶片接力器的修理或更换 7. 主轴轴颈的清扫检查和处理 8. 防锈涂漆 9. 主轴中心的调整
受油器	1. 受油器的分解检查、测量与调整 2. 操作油管的检查，修理或更换 3. 铜瓦的研刮处理，更换及间隙测量
机组辅助设备系统	1. 储油箱和过滤器的检查、清扫，压力油箱的耐压试验 2. 油系统的透平油过滤和化验 3. 压力油泵、安全阀、逆止阀、阀门等的分解、检查、修理或更新、试验、调整 4. 各油箱除锈涂漆 5. 排水泵、供水泵及安全阀、逆止阀、滤网、阀门等的分解、检查、修理或更换 6. 真空破坏阀的分解、清扫、试验、调整 7. 空气压缩机、安全阀、逆止阀、高通阀、阀门等的分解、检查、修理、试验、调整 8. 真空泵的分解、检查、修理或更换 9. 油压启闭机检修
电气设备	1. 仪表检修、修理或更换 2. 辅助电动机的检查、修理或更换 3. 保护和自动装置及其元件的检查、修理、更换调整、试验
其他	根据设备情况确定需要增加的项目

表 C-2 主电动机大修的主要项目表

部件名称	检修项目
定子	1. 定子各部位螺丝、垫木、端部绕组绑线的清扫及检修 2. 定子绕组引线及套管的检修 3. 铁芯松动的处理 4. 定子圆度调整 5. 定子合缝处理 6. 槽楔的检修和通风沟的清扫 7. 绕组的喷漆 8. 电气预防性试验
转子	1. 转子各部位的清扫检查 2. 炭刷、刷架、集电环及引线等的清扫、检查、车磨或更换 3. 更换转子引线 4. 转子找静平衡 5. 磁极接头或绕组匝间短路处理 6. 转子喷漆 7. 电气预防性试验 8. 测量空气间隙

水总出科技

续表 C-2

部件名称	检　修　项　目
轴　承	1. 更换油冷却器铜管或更换油冷却器，油冷却器清扫做水压试验 2. 油槽涂漆 3. 轴承各部清扫检查，轴瓦研刮或更换轴承 4. 推力瓦找水平及受力调整 5. 导轴承间隙测量与调整 6. 轴承绝缘测量
机　架	1. 机架各部清扫检查 2. 机架组合面处理，中心水平调整
励磁装置	1. 励磁机各部位检查与调整 2. 可控硅或硅整流励磁装置系统的检查、调整及试验 3. 电气预防性试验
机组轴线	1. 机组盘车、检查、调整轴线 2. 受油器操作油管轴线的检查、调整 3. 大修前后测量各部摆度和振动
制动装置	1. 制动闸分解检查，耐压试验 2. 制动闸闸块的检查与更换 3. 制动闸闸块与制动环间隙测量和调整
其　他	1. 管路系统外观的检查、更换、耐压试验和除锈涂漆等 2. 主要阀门的分解检查及处理 3. 各部温度计、压力表的校验或更换 4. 机组的清扫检查

表 C-3　主机组大修的主要技术参数记录表

设备名称	项目内容	大修前情况	大修后情况	说　明
机组	1. 机组同轴度测量记录 2. 大轴摆度测量记录 3. 中心测量记录 4. 水平测量记录			
主水泵	5. 导轴承检查和间隙测量记录 6. 水泵叶轮及叶轮室汽蚀检查及间隙测量记录 7. 水泵叶轮油压试验记录 8. 轴瓦间隙测量记录			
主电机	9. 电机空气间隙测量记录 10. 电机磁场中心测量记录 11. 电机冷却器水压试验记录			

长江勘测科技

附录 D　主机组大修总结报告

_____泵站_____号机组_____年_____月_____日

电动机型号_____制造厂和制造日期_____

容量_____（kW）　额定电压_____（kV）　转速_____（r/min）

水泵型号_____　制造厂和制造日期_____设计流量_____（m^3/s）

1　检修日期：

计划____年____月____日到____年____月____日，共____天

实计____年____月____日到____年____月____日，共____天

2 工时：

计划 __ __ _工时，实际（概数）：_____工时

3 费用：

计划_ _ _，实际（概数）：___ ____

4 由上次大修到此次大修运行小时数

其中：抽水运行_____（h）

调相运行_____（h）

发电运行_____（h）

两次大修间已有小修_____（次）

两次大修间事故检查 _____（次）

5 主机组的运行技术指标

6 主机组大修前后主要安装技术指标（附机组大修技术记录）

表 D 主机组大修前后主要运行技术指标

指标项目		单位	大修前	大修后
振动与摆度双振幅	荷重机架最大垂直振幅 荷重机架最大水平振幅 上导轴承最大摆度 主轴连接法兰处最大摆度 叶轮室最大垂直振幅 叶轮室最大水平振幅 轴承振幅（卧式机组）	mm		
机组运行温升记录其中最大值	定子绕组最高温度 _____号推力瓦 _____号上导瓦 _____号下导瓦 _____号水导瓦（油轴承）	℃		

7 设备评级

大修前 大修后

升级或降级的主要原因：

8 检修工作评语

9 简要文字总结

1）大修中消除的重大缺陷及采取的主要措施

2）设备的重要改进及效果

3）人工和费用的简要分析

4）大修后尚存在的主要问题及准备采取的措施

5）主要试验结果和分析

6）其他

检修负责人：

技术负责人：

万方数据科技

附录E 变压器大修项目

表E 变压器大修项目表

部件名称	大修项目
外壳及油	1. 检查清扫外壳，包括本体、大盖、衬垫、油枕、散热器、阀门、滚轮等，消除渗油、漏油 2. 检查和清扫再生装置，更换或补充硅胶 3. 根据油质情况，过滤变压器油 4. 检查接地装置 5. 室外变压器外壳油漆
芯子	1. 若不能利用打开大盖或人孔盖进入内部检查时，应吊出芯子 2. 检查铁芯、铁芯接地情况及穿芯螺丝的绝缘，检查及清理绕组及绕组压紧装置，垫块、各部分螺丝、油路及接线板等
冷却系统	1. 检查风扇电动机及控制回路 2. 检查油循环泵、电动机及管路、阀门等装置，消除漏油、漏水 3. 检查清理冷却器及水冷却系统，包括水管道、阀门等装置，进行冷却器的水压试验
分接头切换装置	1. 检查并修理有载或无载接头切换装置，包括附加电抗器、动触点、动触点及传动机构 2. 检查并修理有载分接头的控制装置，包括驱动机构、传动机械及其全部操作回路
套管	1. 检查并清扫全部套管 2. 检查充油式套管的油质情况
其他	1. 校验及调整温度表 2. 检查空气干燥器及吸潮剂 3. 检查及清扫油标 4. 检查及校验仪表、继电保护装置、控制信号装置及其二次回路 5. 进行预防性试验 6. 检查及清扫变压器电气连接系统的配电装置及电缆 7. 检查充氮保护装置

附录F 主变压器大修总结报告

_____泵站_____号主变压器

变压器型号_____，容量_____kVA，电压比_____，

制造厂和制造日期_____。

1 检修日期：

计划：_____年___月___日到_____年___月___日，共_____天。

实际：_____年___月___日到_____年___月___日，共_____天。

2 人工：

计划_____工时，实际（概数）_____工时。

3 费用：

计划_____元，实际（概数）_____元。

4

由上次大修日期_____，到此次大修运行小时数_____。

两次大修间小修_____次，两次大修间事故检修_____次。

5 简要文字总结：

（1）大修中消除的设备重大缺陷及采取的主要措施。

（2）设备的重大改进效果。

（3）大修后尚存在的主要问题及准备采取的措施。

（4）试验结果的主要分析。

（5）检修工作评语。

（6）其他。

检修负责人：

技术负责人：

万水帕科技

附录G 电气设备定期试验项目和周期

表G 电气设备定期试验项目和周期表

设备名称	试验项目	试验周期
电动机	1. 定子线圈的绝缘电阻、吸收比	小修时
	2. 定子线圈的直流电阻	①1年；②出口短路后
	3. 定子线圈泄漏电流和直流耐压试验	①1年或小修时；②大修后
	4. 定子线圈交流耐压试验	①大修后；②更换线圈后
	5. 转子线圈的绝缘电阻	①小修时；②必要时
	6. 转子线圈的直流电阻	大修时
	7. 转子线圈的交流耐压试验	①转子大修时；②更换线圈后

续表 G

设备名称	试 验 项 目	试 验 周 期
电力变压器及电抗器	1. 绕组直流电阻	①1～3 年或自行规定；②必要时
	2. 绕组绝缘电阻、吸收比	①1～3 年或自行规定；②必要时
	3. 绕组的介损 tgδ	①1～3 年或自行规定；②必要时
	4. 电容型套管的介损 tgδ 和电容值	①1～3 年或自行规定（35kV 及以上）；②必要时
	5. 绝缘油试验	①1～3 年或自行规定；②必要时
	6. 交流耐压试验	①1～5 年（10kV 及以下）；②必要时
	7. 铁芯（有外引接地线的）绝缘电阻	①1～3 年或自行规定；②必要时
	8. 绕组泄漏电流	①1～3 年；②必要时
	9. 有载调压装置的试验和检查	①按制造厂要求；②必要时
	10. 测温装置及其二次回路试验	①1～3 年；②必要时
	11. 气体继电器及其二次回路试验	①1～3 年（二次回路）；②必要时
电流互感器	1. 绕组及末屏的绝缘电阻	①1～3 年；②必要时
	2. 介损 tgδ 及电容量	①1～3 年；②必要时
	3. 油中溶解气体色谱分析	①1～3 年（66kV 及以上）；②必要时
	4. 交流耐压试验	①1～3 年（20kV 及以上）；②必要时
	5. 局部放电测量	①1～3 年（20～35kV 固体绝缘互感器）；②必要时
电磁式电压互感器	1. 绝缘电阻	①1～3 年；②必要时
	2. 介损 tgδ（20kV 以上）	①绕组绝缘 1～3 年或必要时；②6kV 以上串级式电压互感器支架必要时
	3. 油中溶解气体的色谱分析	①1～3 年（66kV 及以上）；②必要时
	4. 交流耐压试验	①3 年（20kV 及以上）；②必要时
	5. 局部放电测量	①1～3 年（20～35kV 固体绝缘互感器）；②必要时
SF_6 断路器和 GIS	1. 断路器和 GIS 内 SF_6 气体的温度以及气体的其他检测项目	①1～3 年（35kV 以上）；②必要时
	2. 辅助回路和控制回路绝缘电阻	1～3 年
	3. 断口间并联电容器的绝缘电阻、电容量和介损 tgδ	①1～3 年；②必要时
	4. 合闸电阻值和合闸电阻的投入时间	1～3 年（罐式断路器除外）
	5. 分、合闸电磁铁的动作电压	①1～3 年；②机构大修后
	6. 导电回路电阻	1～3 年
	7. SF_6 气体密度监视器（包括整定值）检验	①1～3 年；②必要时
	8. 压力表检验（或调整），机构操作压力（气压、油压）整定值校验，机械安全与校验	1～3 年
	9. 液（气）压操作机构的泄漏试验	①1～3 年；②必要时
	10. 油（气）泵补压及零起打压的运转时间	①1～3 年；②必要时

安兆电科技

续表 G

设备名称	试 验 项 目	试 验 周 期
多油断路器和少油断路器	1. 绝缘电阻	1～3 年
	2. 40.5kV 及以上非纯瓷套管和多油断路器的介损 tgδ	1～3 年
	3. 40.5kV 及以上少油断路器泄漏电源	1～3 年
	4. 断路器对地、断口及相间交流耐压试验	①1～3 年（12kV 及以上）；②必要时（72.5kV 及以上）
	5. 辅助回路和控制回路交流耐压试验	1～3 年
	6. 导电回路电阻	1～3 年
	7. 合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈和绝缘电阻和直流电阻，辅助回路和控制回路绝缘电阻	1～3 年
	8. 断路器本体和套管中绝缘试验	66～220kV 为 1 年，35kV 及以下为 3 年
磁吹断路器	1. 绝缘电阻	1～3 年
	2. 断路器对地、断口及相间交流耐压试验	① 1～3 年（12kV 及以上）；② 必要时（72.5kV 及以上）
	3. 辅助回路和控制回路交流耐压试验	1～3 年
	4. 合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈和绝缘电阻和直流电阻，辅助回路和控制回路绝缘电阻	1～3 年
低压断路器和自动灭磁开关	合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈和绝缘电阻和直流电阻，辅助回路和控制回路绝缘电阻	1～3 年
空气断路器	1. 40.5kV 及以上的支持瓷套管及提升杆的泄漏电流	1～3 年
	2. 辅助回路和控制回路交流耐压试验	1～3 年
	3. 导电回路电阻	1～3 年
真空断路器	1. 绝缘电阻	1～3 年
	2. 交流耐压试验（断路器主回路对地、相间及断口）	①1～3 年（12kV 及以下）；② 必要时（40.5、72.5kV）
	3. 辅助回路和控制回路交流耐压试验	1～3 年
	4. 导电回路电阻	1～3 年
	5. 合闸接触器和分、合闸电磁铁线圈的绝缘电阻和直流电阻	1～3 年
高压开关柜	1. 辅助回路和控制回路绝缘电阻	1～3 年
	2. 断路器、隔离开关及隔离插头的导电回路电阻	1～3 年
	3. 绝缘电阻试验	1～3 年（12kV 及以上）
	4. 交流耐压试验	1～3 年（12kV 及以上）
	5. 检查电压抽取（带电显示）装置	1 年
	6. 压力表及密度继电器校验	1～3 年（配 SF_6 断路器）

行业信息科技

续表 G

设备名称	试验项目	试验周期
镉镍蓄电池直流屏	1. 镉镍蓄电池组容量测试	①1年；②必要时
	2. 蓄电池放电终止电压测试	①1年；②必要时
	3. 各项保护检查	1年
套管	1. 主绝缘及电容型套管末屏对地绝缘电阻	①1～3年；②必要时
	2. 主绝缘及电容型套管对地末屏 $tg\delta$ 与电容量	①1～3年；②必要时
支柱绝缘子和悬式绝缘子	1. 零值绝缘子检测（66kV及以上）	1～5年
	2. 绝缘电阻	1～5年
	3. 交流耐压试验	1～5年
	4. 绝缘子表面秽物的等值盐密	1年
橡塑绝缘电力电缆	1. 电缆主绝缘绝缘电阻	①重要电缆1年；②一般电缆：3.6/6kV及以上3年，3.6/6kV以下5年
	2. 电缆外护套绝缘电阻	同主绝缘绝缘电阻
	3. 电缆内衬及绝缘电阻	同主绝缘绝缘电阻
	4. 铜屏蔽层电阻和导体电阻比	①重做终端或接头后；②内衬层破损进水后
	5. 电缆主绝缘直流耐压试验	新作终端或接头后
	6. 交叉互联系统	2～3年
高压并联电容器、串联电容器和交流滤波电容器	1. 极对壳绝缘电阻	1～5年
	2. 电容值	1～5年
	3. 并联电阻测量	1～5年
	4. 渗漏油检查	6个月
耦合电容器和电容式电压互感器的电容分压器	1. 极间绝缘电阻	1～3年
	2. 电容值	1～3年
	3. 介损 $tg\delta$	1～3年
	4. 渗漏油检查	6个月
	5. 低压端对地绝缘电阻	1～3年
阀式避雷器	1. 绝缘电阻	①每年雷雨季前；②必要时
	2. 电导电流及串联组合元件的非线性因数差值	①每年雷雨季前；②必要时
	3. 工频放电电压	①1～3年；②必要时
	4. 底座绝缘电阻	①每年雷雨季前；②必要时
	5. 检查放电计数器的动作情况	①每年雷雨季前；②必要时
	6. 检查密封情况	必要时

长光临科技

续表 G

设备名称	试验项目	试验周期
金属氧化物避雷器	1. 绝缘电阻	①每年雷雨季前；②必要时
	2. 直流 1mA 电压（U_{1mA}）及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流	①每年雷雨季前；②必要时
	3. 运行电压的交流泄漏电流	①每年雷雨季前；②必要时
	4. 工频参考电流下的工频参考电压	必要时
	5. 底座绝缘电阻	①每年雷雨季前；②必要时
	6. 检查放电计数器动作情况	①每年雷雨季前；②必要时
一般母线	1. 绝缘电阻	1～3 年
	2. 交流耐压试验	1～3 年

附录 H 泵站机电设备的评级标准

表 H-1 主水泵的评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 在各种设计工况和负荷下，均运行正常，并能随时投入运作 2. 机组振动、摆度符合标准，稳定良好，各部轴承温度、油质等符合运行规程的规定 3. 部件和零件完整、齐全，机组过流部件汽蚀磨损不影响正常运行 4. 主要表计完好、正确、可靠 5. 自动装置和信号装置完好，动作准确 6. 辅助设备运行情况良好	1. 能随时投入运行 2. 机组振动、摆度基本合格，可以允许运行 3. 机组的零部件不存在威胁安全运行的缺陷 4. 主要表计能满足运行要求 5. 自动装置和信号装置完好，动作可靠 6. 辅助设备运行正常	达不到二类设备的标准或具有下列情况之一者： 1. 运行很不正常 2. 机组过流部件汽蚀磨损严重，并威胁安全运行的 3. 主要油质严重劣化，设备锈蚀，不能安全运行 4. 机组保护不灵，辅助设备运行不可靠 5. 机组主要的零部件有较大的缺陷并威胁安全运行

表 H-2 主电动机的评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 能随时投入运行 2. 绝缘良好，定子绕组直流电阻稳定，各项试验符合行业或国家现行标准 3. 机组振动、摆度符合标准，性能稳定	1. 能随时投入运行 2. 绝缘基本良好（包括定子绝缘虽轻度老化但交流试验仍合格者）定子、转子绕组直流电阻未超过允许值，基本稳定，并不降低交流耐压标准	达不到二类设备的标准，或有下列情况之一者： 1. 不能随时投入运行 2. 定、转子绕组绝缘老化，降低耐压标准 3. 定子绕组电阻变化，威胁安全运行

工业电子技术

续表 H-2

一类设备	二类设备	三类设备
4. 定子端部没有变形槽楔、垫块，支持环及绑线紧固良好 5. 定子铁芯无明显下沉或松动，合缝间隙接触良好，通风沟无锈垢、无堵塞 6. 转子磁极接头、阻尼装置、风扇、引线牢固，无裂纹与变形 7. 炭刷完整良好，不跳动不过热，集电环磨损均匀 8. 冷却系统运行正常，冷却效果良好 9. 轴承和密封装置运行正常，无漏油情况，轴瓦温度正常 10. 电压表、电流表、压力表、温度计等主要表计完整、准确 11. 励磁设备可靠，主要保护完整，保护设备能正常投入运行 12. 一次回路及励磁回路设备技术状况良好 13. 电动机和零部件完整，环境整洁	3. 机组振动、摆度基本符合标准 4. 定子端部绕组无严重的变形，槽楔垫块、支持环绑线无严重的松动情况 5. 转子轮环、磁极接头，阻尼装置、风扇引线等无严重缺陷，不影响安全运行 6. 炭刷情况正常，集电环表面有轻微凹凸不平 7. 冷却系统虽有个别缺陷，但不影响机组正常 8. 轴承及密封装置运行基本正常，无明显漏油，轴瓦温度基本正常 9. 必需的各种表计基本完整、显示数据准确 10. 励磁设备基本可靠，主要保护完整，信号装置可靠 11. 一次回路、励磁回路的设备能安全运行	1. 励磁装置有故障，不能安全运行 5. 各部轴承严重漏油 6. 转子轮环下沉，磁极接头断裂、发热、威胁安全运行 7. 有其他影响安全运行的重大缺陷

表 H-3 主变压器的评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 能持续达到铭牌出力，温升符合设计的数值或上层油温不超过 85℃ 2. 绕组、套管和绝缘油等的试验均符合国家和行业现行有关标准的规定 3. 零部件完整齐全，分接头开关的电气和机械性能良好，无接触不良或动作卡阻现象 4. 冷却装置运行正常，散热器及风扇齐全 5. 电压表、电流表、温度表等主要表计部件完好、准确，主要保护和信号装置部件完好，动作可靠 6. 一次回路设备绝缘及运行情况良好 7. 变压器本体及周围环境整洁，照明良好，必要的标志，编号齐全 8. 不漏油，或稍有轻微的渗油，但外壳及套管无明显油迹	1. 能达到铭牌出力，温升符合设计的数值或上层油温不超过 95℃ 2. 绕组、套管试验符合《电气设备预防性试验规程》的规定，绝缘油的介损值规程规定稍大或呈微酸反应 3. 零部件齐全，分解开关的电气和机械性能良好，无接触不良或动作卡涩现象，或接触电阻稍有变化，但不影响安全运行 4. 冷却装置运行正常，不影响变压器出力 5. 电压表、电流表、温度表等主要表计部件完好、准确，主要保护和信号装置部件都完好，动作可靠，瓦斯继电器重瓦斯未投入跳闸 6. 一次回路设备运行正常	达不到二类设备的标准，或有下列情况之一者： 1. 达不到铭牌出力 2. 绕组或套管绝缘不良，因而需降低预防性耐压试验标准 3. 漏油严重 4. 零部件不全，影响出力或安全运行 5. 分接头开关的电气或机械性能不良，接触电阻不合格或有卡涩 6. 差动保护或过流保护不可靠 7. 有其他威胁安全的严重缺陷

水利电力出版社

表 H-4 主要管道阀门的评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 管道支吊架和补偿装置均符合要求，并且无振动和变形现象 2. 管道的安全附件及表计应正常可靠（包括安全门，端胀测点等） 3. 管道及阀门无裂损和锈蚀或锈蚀较轻微 4. 管道及阀门材料质量与内部介质参数相符，无借用钢材、钢号等 5. 阀门及法兰等处无漏汽和漏水，管道保温涂色和标记完整，外表整洁，阀门开关灵活，关闭严密 6. 无其他危及安全运行的缺陷	1. 同一类设备 1、2、3、5、6 条标准 2. 管道及阀门材料质量与原设计不符，但不致影响安全运行 3. 阀门及法兰等处有轻微泄漏，但不影响安全运行	达不到二类设备标准

表 H-5 电压互感器、电流互感器评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数满足实际运行需要 2. 部件完整，瓷件无损伤，接地良好 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 油位正常，无渗油现象 5. 本体整洁，油漆完整，标志正确清楚	能达到一类设备 1～5 条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-6 油开关评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数满足实际运行需要，无过热现象 2. 部件完整，零件齐全，瓷件无损伤，接地良好 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 操作机构灵活，无卡阻现象，有关闭锁、联动装置符合要求 5. 油位、油色正常 6. 不渗油 7. 油开关和开关柜整洁、油漆完整，标志正确清楚	仅能达到一类设备 1～5 条标准的要求	达不到二类设备标准

万方数据科技

表 H-7 隔离开关评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数满足实际运行需要，无过热现象 2. 部件完整，零件齐全，瓷件无损伤，接地良好 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 操作机构灵活，闭锁装置（电磁闭锁除外）可靠，辅助接点好用 5. 整洁、油漆完整、标志正确清楚	能达到一类设备 1～4 条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-8 母线评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数满足实际运行需要，无过热现象 2. 部件完整，瓷件无损伤，接地良好 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 带电部分安全距离符合规程要求 5. 运行中无震动，金属无腐蚀 6. 母线整洁，分相漆完整，标志正确清楚	仅能达到一类设备 1～4 条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-9 电抗器评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数符合实际运行需要 2. 线圈无变形，混凝土支柱无裂纹，瓷瓶无损伤 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 通风道清洁，无积水，无杂物 5. 本体整洁，油漆完整，标志正确清楚	仅能达到一类设备 1～3 条标准的要求	达不到一类设备 1～3 条中的任何一条

表 H-10 开关柜、控制柜评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 盘内各设备满足实际运行需要 2. 部件完整，保险器无损伤，无腐蚀 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 封闭严密，盘内整洁，油漆完整 5. 标志正确清楚 6. 保险器标志和实际熔断丝符合规程	仅能达到一类设备 1～3 条标准的要求	达不到一类设备 1～3 条中的任何一条

三峡电科技

表 H-11 低压空气开关评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 各项参数满足实际运行需要，热元件选用正确 2. 部件完整、零件齐全，外壳接地良好 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 可动部分灵活，无卡滞现象 5. 接触良好，接点烧伤不超过其接触面积1/3，运行中无异常 6. 封闭严密，本体清洁、油漆完整，无腐蚀 7. 标志正确清楚	仅能达到一类设备1～5条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-12 电缆评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 规格和容量满足实际运行需要，无过热现象 2. 无机械损伤，接地方式符合规程要求，充油装置部件完整，零件齐全 3. 绝缘良好，各项试验符合规程要求 4. 电缆头和中间接头不漏油或轻微渗油 5. 电缆的固定和支架完好，可以有轻微腐蚀 6. 电缆的敷设途径无积水，无杂物 7. 电缆头分相颜色和标志牌正确清洁	仅能达到一类设备1～4条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-13 蓄电池评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 容量达到铭牌出力 2. 极板无弯曲变形，颜色正常，玻璃缸完整 3. 绝缘良好，无严重沉淀物 4. 蓄电池取暖和通风设备完好 5. 蓄电池整洁，油漆完整，标志正确	仅能达到一类设备1～4条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-14 继电保护和自动装置评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 继电保护及自动装置完整齐全，动作灵敏，可靠，配合正确 2. 二次回路排列整齐，标号完整正确，绝缘良好 3. 图纸齐全、正确与现场实际相符 4. 外壳完整、封闭严密 5. 机械部分，电气特性符合规程要求 6. 控制和保护盘整洁，标志完整	1. 继电保护及自动装置完整齐全、动作灵敏可靠、配合正确 2. 二次回路标号不全，绝缘薄弱 3. 图纸不齐全与实际不符 4. 电气特性基本符合规程要求 5. 外壳有裂纹，但不影响正常运行 6. 有缺陷但仍可继续运行	达不到二类设备标准的或有下列情况之一者： 1. 继电保护或自动装置不全，影响设备安全运行 2. 不能正常投入运行使用 3. 超过试验周期

云水帕科技

表 H-15 电器仪表评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 仪表误差符合规程规定 2. 回零位好，可动部件转动灵活 3. 外壳、玻璃、端子、刻度盘、指针、零位调整器完整、封闭严密 4. 仪表机械部分零件没有松动或焊接不良现象 5. 电流表红线正确、清晰	仅能达到一类设备 1～4 条标准的要求	达不到二类设备标准的要求

表 H-16 转动机械设备评级标准

一类设备	二类设备	三类设备
1. 能持续达到铭牌出力，并随时可投入运行 2. 出口压头基本符合制造厂家规定 3. 零件、部件完好，各部间隙及震动符合检修工艺规程标准 4. 转子、壳体有轻微刷蚀和磨损，轴承完好，运行无异音 5. 无漏水、漏油现象 6. 标志、编号准确醒目 7. 设备及环境卫生清洁 8. 联动动作可靠 9. 技术资料齐全	1. 在满足生产需要的前提下，降压运行可达到或超出力 2. 各部震动高于一类设备，但不影响安全运行	1. 达不到铭牌出力和压力 2. 刷蚀、腐蚀及磨损严重

云龙伯科技

附录 J 泵站工程的评级标准

表 J-1 泵站建筑物的评级标准

一类工程	二类工程	三类工程
1. 泵站建筑物结构完整，技术状态完好，满足设计使用要求 2. 进出水池断面尺寸基本符合设计要求、水尺等设置正确、齐全 3. 进水池护坡无冲刷、坍塌，护底反滤层完好，工作正常；拦污栅符合要求；除污设备齐全	1. 泵站建筑物有局部损坏，但仍能正常运行 2. 进水池有轻度淤积，护坡局部有滑坡，护底反滤器完好 3. 出水池挡土墙有轻微沉陷，并有少量渗漏	达不到二类标准，并有下列严重情况存在： 1. 泵站地基沉陷严重，短期难以修复，机组不能安全运行

续表 J-1

一类工程	二类工程	三类工程
4. 出水池挡土墙无沉陷，底板无裂缝，与干渠衔接良好 5. 管道（流道）稳定，无漏水、存气现象，管道过水效率高 6. 泵房基础无异常变形、无沉陷，能保证主辅机系统的安全运行 7. 观测设备完好	4. 泵房有不均匀沉陷，主机组等需重新安装调试 5. 进水池拦污栅被损坏，急需维修 6. 出水管路有漏水现象，镇墩出现裂缝等，但经短时间修复后仍可正常运行 7. 观测设备基本完好	2. 管坡、管床、镇墩、支墩发生严重裂缝，管道位移较大，出现严重进气或漏水情况 3. 进水池严重淤积或护底发生管涌，严重威胁泵房底板安全

* 泵站建筑物主要包括进、出水池、泵房、管道（流道）等。

表 J-2 泵站涵闸及其启闭设备的评级标准

一类工程	二类工程	三类工程
1. 工程完整，质量符合设计使用要求 2. 过水能力满足要求，能准确控制水流 3. 底板完整无缺，无破坏性裂缝和沉陷 4. 闸门启闭机完好，转动部分润滑良好，操作安全灵活 5. 闸门完整，止水完好，止水铁件无锈蚀 6. 涵闸上、下游无明显冲刷 7. 各种观测和控制设施运转正常 8. 涵闸上下游翼墙、护坡完整，无滑坡和裂缝	1. 工程基本完整，无严重缺陷，能安全运用 2. 过水能力基本满足使用要求，能够控制过闸水流 3. 底板有轻度磨损冲刷、渗漏等缺陷，但不影响正常运用 4. 闸门基本完整，止水有部分损伤，并有少量渗漏 5. 启闭机基本完好，丝杠有轻度弯曲，行程开关有故障，尚能正常操作 6. 涵闸上、下游翼墙与护坡有局部滑坡和裂缝 7. 各种观测与控制设备运转良好	达不到二类工程标准，并有下列情况之一者： 1. 过水能力不能满足设计使用要求 2. 底板有贯穿性裂缝，漏水严重 3. 启闭设备常发生故障，丝杠弯曲、刹车不灵，转动部件有大缺陷 4. 闸门漏水，止水损坏 5. 涵闸上、下游有严重冲刷或淤积，已影响闸门启闭和下泄流量

灌溉排水技术

附录K 操作票格式

_____泵站_____操作票

操作任务		
操作记号（√）	顺　序	操　作　项　目

续表

操作任务		
操作记号（✓）	顺序	操作项目
发令人	发令时间 年 月 日 时 分	
受令人	操作	监护
		操作开始时间 年 月 日 时 分
		操作完成时间 年 月 日 时 分
备注		

石头电脑科技

附录L 泵站工作票格式

第一种工作票

（ ）字第（ ）号

一、工作负责人_____班组_____工作人员共_____人。姓名_____

二、工作内容和工作地点_____

三、计划工作天数___天 自___年___月___日___时___分

至___年___月___日___时___分

四、安全措施

（签发人填写） （值班人员填写）

1. 应拉开关和刀闸（注明编号） 已拉开关和刀闸（注明编号）

_____ _____ _____ _____

_____ _____ _____ _____

2. 应装接地线（注明装设地点） 已装接地线（注明编号和装设地点）

_____ _____ _____ _____

_____ _____ _____ _____

3. 应设遮栏和挂标示牌 已装设遮栏和已挂标示牌

_____ _____ _____ _____

_____ _____ _____ _____

4. 其他注意事项_____ 其他注意事项_____

五、工作票签发人_____ 工作负责人_____值班负责人_____

六、工作人员变动

原工作负责人_____离去，变更_____为工作负责人

变动时间_____年_____月_____日_____时_____分

工作票签发人_____

增添人员姓名	时 间	工作负责人	离去人员姓名	时 间	工作负责人

七、每日开工和收工时间

开工时间	值班负责人	工作负责人	收工时间	值班负责人	工作负责人
年 月 日					

八、工作票延期 有效期延长到_____年____月____日____时____分

工作负责人_____值班负责人_____

九、工作总结

全部工作已于_____年____月____日____时____分结束，工作人员全部退出，现场清理完毕。

临时遮栏和标示牌已拆除，常设遮栏已恢复，接地线已全部拆除。

工作负责人（签名） 值班负责人（签名）

第二种工作票

一、工作负责人（监护人）_____，班组_____

工作班人员_____

_____共_____人

二、工作任务_____

_____

_____

三、计划工作时间 自_____年____月____日____时____分

至_____年____月____日____时____分

万水值科技

四、工作条件（带电或不带电）_____

_____

五、注意事项（安全措施）_____

_____

_____

_____

_____

工作票签发人（签名）_____

六、许可工作时间 _____年____月____日____时____分

工作许可人（签名）_____工作负责人（签名）_____

七、工作结束时间 _____年____月____日____时____分

工作许可人（签名）_____工作负责人（签名）_____

八、备注_____

_____

_____

五洲临时标志

附录M 标示牌式样

序号	名称	悬挂位置	式样		
			尺寸（mm）	颜色	字样
1	禁止合闸，有人工作！	一经合闸即可送电到施工设备的开关和刀闸操作把手上	200×100和80×50	白底	红字
2	禁止合闸，线路有人工作！	线路开关和刀闸把手上	200×100和80×50	红底	白字
3	在此工作！	室外和室内工作地点或施工设备上	250×250	绿底，中有直径210mm白圆圈	黑字，写于白圆圈中
4	止步，高压危险！	施工地点临近带电设备的遮栏上，室外工作地点的围墙，禁止通行的过道上，高压试验地点，室外构架上，工作地点临近带电设备的横梁上	250×200	白底红边	黑字，有红色箭头
5	从此上下！	工作人员上下的铁架、梯子上	250×250	绿底，中有直径210mm白圆圈	黑字，写于白圆圈中
6	禁止攀登，高压危险！	工作人员上下的铁架，临近可能上下的另外铁架上，运行变压器的梯子上	250×200	白底红边	黑字

附录N 常用电气绝缘工具试验一览表

序号	名称	电压等级（kV）	周期	交流耐压（kV）	时间（min）	泄漏电流（mA）	备注
1	绝缘棒	6～10	每年一次	44	5		
		35～154		4倍相电压			
2	绝缘挡板	6～10	每年一次	30	5		
		35		80			
3	绝缘罩	35	每年一次	80	5		
4	绝缘夹钳	≤35	每年一次	3倍线电压	5		
		110		260			
5	验电笔	6～10	每六个月一次	40	5		发光电压不高于额定电压的25%
		20～35		105			
6	绝缘手套	高压	每六个月一次	8	1	≤9	
		低压		2.5		≤2.5	
7	橡胶绝缘靴	高压	每六个月一次	15	1	≤7.5	
8	核相器电阻管	6	每六个月一次	6		1.7～2.4	
		10		10		1.4～1.7	
9	绝缘绳	高压	每六个月一次	105/0.5m	5		

灌溉排水技术

附录P 登高安全工具试验标准表

名称	试验静拉力（kg）	试验周期	外表检查周期	试验时间（min）	附注
安全带	大皮带	225	半年一次	每月一次	5
	小皮带	150			
安全绳	225	半年一次	每月一次	5	
升降板	225	半年一次	每月一次	5	
脚扣	100	半年一次	每月一次	5	
竹（木）梯		半年一次	每月一次	5	试验荷重180kg

本规程用词和用语说明

1 对于执行本规程严格程度的用词，采用下列写法：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

五洲帕科技

中华人民共和国行业标准

泵站技术管理规程

SL255—2000

条文说明

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 728
2　泵站技术经济指标 …… 728
3　机电设备运行管理 …… 728
4　机电设备检修管理 …… 732
5　工程管理 …… 735
6　调度管理 …… 736
7　安全管理 …… 737

云水帕科技

1 总 则

1.0.2 本条在修订时提出本规程适用于大、中型泵站，主要是从技术的复杂和难易程度来考虑的。而关于泵站管理机构的组建，各地应根据具体情况决定。为提高技术管理水平和提高管理机构的工作效率，以及自动化和远动化技术的应用，把多座泵站集中到一个机构管理，将是一个发展方向。

1.0.3 本条规定泵站技术管理的主要内容。

1 要求泵站管理单位应根据本规程和国家的有关规定，结合泵站的具体条件制定运行、检修和安全规章制度。

2 要求各地要充实和完善管理机构，并采取相应的措施，提高管理队伍的综合素质和泵站技术管理水平。

2 泵站技术经济指标

2.0.1 为了加强泵站工程技术管理，把管理工作集中在泵站机电设备和泵站建筑物范围内，因此把原来所列的八项技术经济指标作了修改，其中单位面积的供排水量改为年供排水量，渠道（渠系）水利用率与排水率和自给率这两个指标不再列入考核范围。

2.0.4 泵站装置效率的考核指标，在《泵站设计规范》中提出“轴流泵站与混流泵站的装置效率不宜低于70%；离心泵站抽取清水时不宜低于65%；抽取多沙水源时不宜低于55%”。这应理解为对新建泵站的要求。根据实际情况，对上述数值分别降低了5个百分点，这样有利于综合评价泵站的技术管理工作。

3 机电设备运行管理

3.1 一 般 规 定

3.1.2 长期停用和大修后的机组，投入供、排水作业前，应进行试运行，据统计，一般排水泵站单机年均运行时数约为500h，泵站中大部分设备处于停用状态，如果只对一个相互关联系统中的设备分别进行检验，其故障未必完全暴露出来，因此，通过试运行检验设备的技术状态是一种更为可靠的措施，各级主管部门应为泵站管理单位执行本规程创造条件。

3.1.3 泵站管理单位应根据本站的具体情况，制订机电设备的操作规程，并监督管理人员

农业信息科技

严格遵守操作程序，确保安全生产。

3.2 主水泵运行

3.2.3 多泥沙水源的泵站，其提水作业期间的含沙率不应超过7%的规定，乃是根据抽黄（河）泵站的调查结果作出的规定，泵站水源含沙率增大，不仅将加速水泵和管道的磨损，而且严重地影响泵站效率和提水流量。据统计：当水源含沙率为5%时，水泵轴功率增加0.28%，流量基本不变，当含沙率为8%时，水泵轴功率增加1.7%，流量减少2.6%，当含沙率为15%时，水泵轴功率增加11.0%，流量减少10.7%。

从调查情况来看，各地多泥沙水源的泵站，对灌溉作业时的含沙率都有一定要求，一般规定为5%～8%，也有的规定为12%。本规程根据各地情况，规定泵站水源含沙率为7%是符合实际的。

如果遇到水源含沙率高而又急需提水灌溉的情况，则应采取适宜的防沙措施，保证泵站正常运行，尽可能满足抗旱减灾的需要。

3.2.7 针对过去泵站运行管理中，对监测工作重视不够，运行日志不健全等问题提出的，为了加强这项工作，值班人员应定时巡回检查，通过量测设备和仪表，测定主水泵等的主要技术参数，认真填写运行记录，并定期进行分析，为泵站管理的技术经济指标的考核，提供科学依据。

3.2.8 许多泵站在一般情况下都有部分机组闲置，为了通过运行检验机电设备的技术状态和维护保养，当一座泵站只需要部分机组投入运行时，宜有计划地轮换开机，使泵站各机组都具备运行的条件。

3.3 主电动机运行

3.3.1 测量电动机定子回路绝缘电阻，可包括联接在该电动机定子回路上不能用隔离开关断开的各种电气设备，并采用1000～2500V摇表测量。绝缘电阻测量，规定用60s的绝缘电阻（R60），吸收比的测量，规定用60s与15s绝缘电阻的比值（R60/R15），测量绝缘电阻应同时测量周围的温度、湿度。若在温度、湿度相近试验条件下，绝缘电阻降低至初次（交接或大修后）测量结果的1/3～1/5时，应查明原因，设法消除，吸收比应不小于1.3。

3.3.4 电动机定子绕组的最大允许温度，为电动机在额定进风温度及额定功率因数下，按额定负荷连续运行时所发生的温度，根据温升试验的结果来确定。

3.3.7 由于水泵汽蚀或水流流态不良引起的机组振动，这种现象比较普遍，且直接影响设备和工程的安全，运行人员必须注意观测，采取技术措施减轻振动产生的危害，或提出技术改造的建议。

3.3.9 滑环和电刷在运行中发生火花的主要原因是表面不清洁或接触面烧毛等，可参照以下方法消除火花。

运行中滑环与电刷发生火花的主要原因和消除火花的方法见表1。

检查电刷时，可顺序将其由刷握内

表1

主要原因	消除方法
电刷牌号不符合规定	检查电刷牌号，更换成制造厂指定的或经过试验适用的电刷
电刷磨短	电刷磨损至规定值必须更换
电刷压力不均匀	调整弹簧压力
滑环和电刷表面不清洁或表面烧毛	1. 用帆布浸少许酒精擦抹； 2. 在研磨工具上，复以细玻璃砂纸（00号）研磨

万水电力科技

抽出，一般情况下在同一时间内，每个刷架上只许更换一个电刷。

3.4 主变压器运行

3.4.1～3.4.5 变压器投入运行后应定期对变压器进行外部检查，检查项目一般为储油柜和充油套管的油位、油色均应正常，且不渗漏油，套管外部应清洁、本体无渗油、漏油，吸湿器应完好，硅胶应干燥，运行中的各冷却器温度应相近，油温正常，管道阀门开闭正确，风扇等转动应均匀正常，引线接头、电缆、母线应无发热现象，安全气道及保护膜应完好无损，瓦斯继电器内应无气体，继电器与储油柜间连接阀应打开，变压器室的门、窗、门闩应完整，房屋应无漏油、渗水，照明和空气温度应适宜。

值班人员在巡视中发现变压器有任何不正常现象，如漏油、油位变化过高或过低、温度异常、音响不正常及冷却系统不正常等，应设法尽快消除，并报告上级领导，若发现异常现象非停用变压器不能消除，应尽可能先将备用变压器投入运行，值班人员应将巡视及处理情况记入运行日志中。

变压器三相负荷不平衡时，应监视最大电流相的负荷。接线组为 Y/Y_0—12 和 Y/Z_n—11 的配电变压器，中性线电流的允许值分别为变压器额定电流的25%和40%。制造厂另有规定者应遵守制造厂的规定。

变压器可以在正常负荷和事故过负荷的情况下运行。正常过负荷其允许值根据变压器的负荷曲线、冷却介质温度以及过负荷前变压器所带的负荷来确定。事故过负荷只允许在事故情况下（例如运行中的若干台变压器中有一台损坏，又无备用变压器，则其余变压器允许按事故过负荷运行）使用。变压器存在较大的缺陷则不得过负荷运行。

油浸自然循环冷却变压器事故过负荷允许时间按表2的规定运行。

表2

过负荷倍数	环境温度（℃）				
	0	10	20	30	40
1.1	24h	24h	24h	11h	7h
1.2	24h	24h	13h	5h50min	2h45min
1.3	23h	10h	5h30min	3h	1h30min
1.4	5h30min	3h10min	3h10min	1h45min	55min
1.5	4h45min	3h10min	2h	1h10min	35min
1.6	3h	2h5min	1h20min	45min	18min
1.7	2h5min	1h25min	55min	25min	9min
1.8	1h30min	1h	30min	13min	6min
1.9	1h	35min	18min	9min	5min
2.0	40min	22min	11min	6min	--

3.5 电力电缆及其他电气设备

3.5.1 电力电缆正常运行时的长期允许载流量，应根据电力电缆的工作温度，电缆各部分的损耗和热阻、敷设方式、并列支数、环境温度以及散热条件等加以计算确定，电缆的长期允许工作温度（℃），一般不超过表3所列的数字：

表3 （℃）

电缆种类 \ 额定电压(kV)	3及以下	6	10
天然橡皮绝缘	65	65	—
粘性纸绝缘	80	65	60
聚氯乙烯绝缘	65	65	
聚乙烯绝缘	—	70	70
交联聚乙烯绝缘	90	90	90

上表所列数字若与制造厂规定有出入时，应按制造厂规定执行，电缆原则上不允许过负荷，即使在处理事故时出现过负荷，也应迅速恢复其正常电流。

3.5.2 对电缆线路应定期巡视，一般敷设在七中、隧道中以及沿桥梁架设的电缆每3个月1次，电缆竖井内的电缆每半年1次，水底电缆线路如直接敷于河床上可每年检查1次，在潜水条件允许下，应派潜水员检查电缆情况，当潜水条件不允许时，可测量河床的变化情况，电缆沟、电缆架内电缆线路的巡视每3个月1次。

对敷设在地下的电缆应查看路面是否正常，有无挖掘痕迹，电缆线路上不应堆置瓦砾、矿渣、建筑材料、笨重物件、酸碱排泄物或堆石灰坑等，对于通过桥梁的电缆，应检查桥墩之间电缆是否拖拉过紧，保护管或槽有无锈蚀或锈烂现象，竖井内电缆铅包在排管口及挂钩处不应有磨损现象，需检查封铅是否夫落。隧道内的电缆应检查电缆位置是否正常，接头有无变形漏油，温度是否异常，构件是否失落，通信、排水、照明等设施是否完整，防火设施是否完善，应经常检查临近河岸两侧的水底电缆是否有受水流冲刷现象，电缆盖板有无移位、破损、靠近地面的电缆是否被车辆撞碰等现象，户外架空线连接的电缆和终端头是否完整，引出线的接点有无发热现象和电缆铅包有无龟裂或漏油现象，多极并列电缆要检查电流分配和电缆外皮的温度情况，防止因接点不良而引起电缆过负荷或烧坏接点。

检查电缆的温度，应选择电缆排列最密处或散热情况最差处测量电缆的温度，应在夏季或电缆最大负荷时进行。电缆的温度监视一般可用红外线测温仪或测温笔。

巡视结果应记入巡视记录簿内，发现问题应及时采取措施，消除缺陷。电缆故障点无论是运行或试验故障，经发现割除后，应妥善保存并进行分析研究，找出故障的原因，采取防止对策。如属于制造厂缺陷，应提出证实资料和报告，必要时交制造厂，作为提高产品质量的依据。

3.6 辅助设备与金属结构

3.6.5 泵站出水管（流）道出口的拍门，在运行中应能灵活开启和关闭，为此要求管理人员保证拍门开启和关闭不受阻碍，特别是对于轴流泵出口的拍门，机组起动时，如果拍门受阻不能及时开启，可能导致机组超载，当在机组运行中切断电源时，如果拍门受阻不能及时关闭，将使水泵倒转，达到很高的飞逸转速时，将造成设备破坏。

控制拍门关闭的撞击力是关系到工程安全和设备使用寿命的一项重要的工作，对于全

调节轴流泵装置的拍门，应通过调整控制机构，使拍门关闭时以较低的速度接近门座。对于各种出水流道出口的拍门，应保证拍门后的通气孔具有足够的进气量。切忌通气孔被堵塞。

由于流道出口水流不稳定，拍门在不稳定的水力作用下产生振动，改善出口流态或采用其他消除振动的措施，可以延缓拍门的损坏。

3.6.6 虹吸式出水流道顶部的真空破坏阀，除了停泵及时破坏真空外，在水泵启动时也应能适时排出虹吸管内的压缩空气，以便降低水泵启动扬程。

3.6.7 设置在大型轴流泵出水流道出口的快速闸门，如果在门体上没有带小拍门的溢流孔，既要求停泵时快速关闭，又要求水泵启动时快速开启，所以应使闸门的启闭速度与抽水装置的特性相配合，管理单位应按设计要求，通过现场调试确定闸门的启闭程序和速度，并编入机组启动控制系统。

3.6.8 安装在水泵出口用于水锤防护的液控蝶阀是泵站安全运行的关键设备，应加强检查维护，机组启动前在空载情况下进行关闭速度的检验和调整，保证当机组发生突然失电时阀门能按设计要求动作。

3.6.9 泵系统水锤防护设施除了液控蝶阀外，还有水锤消除器、进、排气阀以及调压塔等，除了在机组启动前进行认真检查外，运行时也应对这些设施定期巡视检查，避免意外损坏和故障。

3.6.10 泵站进口拦污栅堵塞，对水泵机组运行影响极大，降低进水池水位，增大水泵装置扬程，引起汽蚀振动，严重时泵站被迫停机，将造成更大的损失。

3.7 计算机监控系统

3.7.1 泵站采用计算机监控系统是泵站自动控制的发展方向。对于已设置计算机监控系统的泵站应充分利用其安全监视、安全控制、方便操作和优化运行等方面功能，最大限度地发挥综合效益。

3.7.2 一般来说，运行人员的岗位是根据运行人员的技能及工作分工来划分的。不同的岗位设置不同的安全等级操作权限，主要原因是：

1 防止非法的用户进入本系统。

2 重要的操作由技能高的运行人员完成。

3 便于计算机识别操作人员身份，方便追查非法操作人员。

3.7.5 该条规定是为了防止外界对本系统进行干扰和破坏。

4 机电设备检修管理

4.1 一 般 规 定

4.1.1 规定泵站管理单位，应根据实际情况“编报年度检修计划”。这项工作包括两大部分，一部分是对站内的机电设备，即主、辅机系统的大、小修，另一部分是对泵站工程设施的大、小修。而年度计划的主要内容，一般应包括检修项目、经费和材料。对于年度计

划中所需的大宗材料、特殊材料、机电产品和备品配件，由泵站使用单位提出计划、向有关部门申报。对于常用材料和通用的备品配件，可按历年耗用量或检修定额编制。作为检修依据的技术标准，应严格按本行业和有关专业标准执行。

4.1.4 严寒地区的泵站，机电设备的越冬管理是一项十分重要的工作，泵站管理单位应根据具体情况，制定严密的机电设备越冬管理措施。

4.2 主机组检修

4.2.1 规定主机组的“检修周期”，是根据对部分省区调查后提出的，各地对主机组设备大修的要求如表4所列。

表4

省、区	年运行时数 (h)	大修周期	
		运行总时数 (h)	日历时间 (a)
甘　肃	2000左右	5000	2～3
广　东	—	5000	
湖　南	—	5000	3～4
山　东	600～1200	3000～5000	3～5
江　苏	2000左右	8000～12000	4～6

由于各地机组情况、运行条件和正常维护检修的水平各异，检修周期，各地可根据实际情况确定。应当指出，有些泵站，长期不进行检修，这就不能保持设备技术状态的完好。因此，建立健全设备的检修制度，是今后泵站技术管理的重要内容，是保证安全生产的必不可少的措施。

主机组允许大修间隔超过表中所列周期上限参考条件如下：

运行情况正常。机组振动、摆度合格，水泵叶片、叶轮外壳汽蚀磨损较轻，液压全调节机组漏油情况良好，轴承运行无严重漏油、渗油，轴瓦无脱壳现象，运行温度正常。定子绝缘稍差，但历次试验结果比较稳定，不影响安全运行，直流电阻平衡稳定，运行中温度正常。转子绕组绝缘良好。定子、转子结构部件良好，机组转动部分运行正常。

主机组允许大修间隔低于表中所列周期下限的参考条件如下：

主要运行参数经常超过规定值，可能导致设备损坏，严重影响机组效率。机组振动和摆度不合格，水泵叶片、叶轮外壳严重汽蚀和磨损，威胁安全运行。液压全调节机构油路系统密封不严，严重漏油，叶片变位并与叶轮外壳有摩擦情况，轴承严重磨损，轴瓦磨损和脱壳、小修不能处理。定子或转子绕组绝缘不良，威胁安全运行，定子铁心松动，或有局部过热现象，设备故障在小修中不能处理必须在大修中进行检查和处理。

4.2.3 为了确保机组检修质量，应该提交的大修技术资料：

机组同轴度测量记录；轴线摆度测量记录；轴线垂直度测量记录；轴线中心测量记录；轴承间隙测量记录；水泵叶轮及叶轮外壳汽蚀检查记录；叶片间隙测量记录；空气间隙测量记录；磁场中心测量记录；水泵叶轮油压试验记录；电动机冷却器水压试验记录。

4.3 变压器检修

4.3.1 变压器的大修项目内容为：吊出心子或吊开钟罩对心子进行检查；对绕组、引线及磁屏蔽装置检修；对无载分接开关和有载调压开关的检修；对铁心、穿心螺丝、轭梁、压钉及接地片等的检修；油箱、套管、散热器、安全气道和储油柜等的检修；冷却器、风扇、阀门及管道等附属设备的检修；保护装置、测量装置及操作控制的检查、试验；变压器的处理或换油；密封衬垫的更换；油箱内部的清洁，油箱外壳及附件的除锈、涂漆；必要时

对绝缘进行干燥处理。

变压器的小修项目内容为：检查并消除已发现的缺陷；检查并拧紧套管引出线的接头；放出储油柜中的污泥，检查油位计；变压器油保护装置及放油阀门的检修；冷却器、储油柜、安全气道及保护膜的检修；套管密封、顶部连接帽密封衬垫的检查、瓷绝缘的检查、清扫；各种保护装置、测量装置及操作控制箱检修、试验；有载调压开关的检修；充油套管及本体补充变压器油；油箱及附件的检修涂漆；进行规定的测量和试验。

变压器的吊心检查应尽可能在室内进行。室内应保持干燥清洁，防止雨雪和灰尘落入。如果在室外检查，应特别注意防止灰尘和骤雨等落在变压器上。检查 110kV 及以上变压器时，须筑临时工棚或安设帐篷。

变压器的吊心检查温度不应低于 10℃，如果低于 10℃，则至少应将变压器加热 12h，以使上部铁轭处测得的铁心温度不低于 20℃。

心子在空气中暴露的时间，不应超过下列规定：

空气相对湿度不超过 65%时，16h；

空气相对温度不超过 75%时，12h。

其时间计算从开始放油至开始注油或大盖及孔板均已封闭为止。经过大修的变压器，如心子在空气中暴露的时间不超过上述规定，可以不经干燥即行注油，试验合格即可投入运行。

4.4 电气设备检修

4.4.2 电气设备预防性试验应根据制造厂和电力设备预防性试验规程的要求进行。在进行与温度和湿度有关的各种试验时，应同时测量被试设备的温度和周围空气的温度和湿度，被试设备的温度不应低于 5℃，户外试验应在晴天进行，且空气相对湿度一般应低于 80%。

4.4.3 继电保护装置与系统自动装置必须按要求进行检验，以判断其设备及回路是否良好，结线、整定值及特性是否正确。定期检验分为全部检查和试验、部分检查和试验、用继电保护与自动装置进行开关分合闸试验；补充检验分为继电保护装置与系统自动装置设备改造后的检查和试验、检修或更换一次设备和二次回路的检验、运行中发现异常情况后的检验及事故后的检验。

凡继电保护装置与系统自动装置拒绝动作、不正确动作或动作原因不明时，均应进行事故后检验，事故检验时，在未拆动调整和清扫装置以前，应先进行某些继电器的主要电气特性试验，以确定在运行期间的实际变化情况，检验工作尽可能在一次设备断开时进行。

继电保护装置与系统自动装置的检验，一般应按下列顺序进行：

1 继电保护装置与系统自动装置检验前的准备工作。

2 继电保护装置与系统自动装置的设备及其安装情况的外部检查。

3 变流器、仪表变压器及其回路的检验。

4 安装在开关传动装置内的继电保护装置与系统自动装置的设备及其回路的检验。

5 继电保护装置和系统自动装置的操作、信号设备及其回路的检验。

6 继电器与辅助设备机械部分检验。

7 继电保护装置和系统自动装置盘上导线与设备的绝缘检验。

8 继电器与辅助设备电气特性的检验。

9 结线回路中继电器相互动作的检验以及动作开关和信号装置的检验。

10 用一次电流和工作电压检验装置结线回路的正确性。

11 装置投入运行前的准备工作。

表 5

仪表等级	分流器或附加电阻等级	仪用互感器等级
1.0	0.5	0.5
1.5	0.5	0.5
2.5	0.5	1.0

4.4.4 安装在控制盘或配电盘上的电气测量仪表应有一定的准确度：用于主电动机及重要设备的交流仪表，应不低于1.5级，用于其他设备和线路上的交流仪表应不低于2.5级，直流仪表应不低于1.5级；与仪表连接的分流器、附加电阻和仪用互感器的准确度应不低于表5所列等级。

仪用互感器和仪表测量范围的选择，应尽量保证电力设备在正常运行时，仪表指示在标度尺工作部分量程的2/3以上，并应考虑过负荷时仍能指示数值。

对运行中设备的控制盘仪表的指示发生疑问时，可用标准仪表在其工作点上用比较法进行校核。用比较法检验仪表，标准仪表和被校仪表的等级比值应保持在1/3～1/5的范围内。与仪表连用的仪用互感器，应有误差记录，每次更换或检修仪用互感器后，应检查有关二次回路，必要时应计算仪表的综合误差并加以校正。

4.5 辅助设备与金属结构的维修

4.5.1 压力油和压缩空气系统中的安全装置是保证设备和工作人员安全的重要设备，应按劳动部门有关规定进行检查、校验和封装，保证其性能和运行符合安全标准。

4.5.4 大、中型轴流泵站拍门的止水缓冲橡皮较易损坏，应定期检查、更换，否则降低缓冲效果，使拍门关闭撞击力增大，导致拍门变形，这又加速橡皮的破坏，在撞击力、拍门变形、橡皮三者之间形成恶性循环。

5 工 程 管 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 泵站工程超标准运用的情况一般发生在直接向江河排水的泵站，例如直接挡水的堤身式块基型泵站，由于江河发生特大洪水，实际水位超过了泵站设计时选定的最高运行水位或最高防洪水位，此时若要求泵站投入运行，应通过技术论证，提出确保泵站安全的应急措施，报请上级主管部门批准。另一种情况是由于内外水位差大，使泵房建筑物受水平推力作用，抗滑稳定受到破坏，需要抬高进水池水位，减小水平推力，使泵房保持稳定，但应注意抬高进水池水位后，泵房的浮托力也随之增大，所以对这种处理方法是否可行，应通过具体分析计算。如果一种措施达不到保护工程安全的效果，还可以考虑同时采用几种措施，例如向泵房充水，以减小上托力。

5.1.4～5.1.6 通过泵站工程观测设施和仪表了解并掌握工程技术状态是管理人员的重要手段，通过对观测资料的整理分析，预测工程事故，提早进行处理，可避免事故发生，因此管理单位应十分重视工程观测的有关工作。

水利水电科技

5.2 泵 房

5.2.1 泵房的电动机支承大梁受机组振动的影响，可能出现裂缝，特别是在水泵超标准运行或发生突然停机事故使大梁承受较大荷载的情况下。在巡视中若发现裂缝应及时处理，尽可能保护结构的完整性。

5.2.2 旋转机械的偏心力和进出水流道不稳定流态、水在叶轮内流动产生的冲击、水泵产生汽蚀等都可能引起结构振动，若其振动频率与结构自振频率相同或成倍数，则可能引起共振，这将造成基础或整座泵房结构破坏。

5.2.5 结构裂缝进水后将使结构内部的钢筋锈蚀，在对结构物进行检查时，若发现这类裂缝应分析原因，提出处理措施。

5.3 泵站进、出水池

5.3.1 靠近堤防建设的排水泵站，直接影响堤防的安全，在防洪期间如果在进水池内出现管涌或流沙，应立即报告上级主管部门，采取应急措施确保堤防安全。

5.3.2 进、出水池的底板、侧面挡土墙、护坡发生事故，在工程管理中比较多见。侧墙和护坡的排水孔被堵塞后，由于地下水产生的推力使建筑物破坏。进、出水池底部流速较高，如在底板分缝处发生沉陷，水流可能对底板的基土冲刷，每年冬修时应认真检查。

5.3.4 严寒地区的泵站在冬季运行时，如果进水池出现冰盖，应采取搅动水面的水体化解冰盖，保证水泵进口流态和压力符合设计要求。

6 调 度 管 理

6.1 基 础 工 作

6.1.1 根据排水区的实际情况，通过调蓄演算，推求出不同降雨量雨型的来水过程线，当泵站获得水文预报时据以作出泵站运行调度的决策。

6.1.4 水泵装置特性曲线是泵站作出调度决策的重要依据，宜通过现场实测，提供真实可靠的数据。

6.1.6 与泵站相关的工程主要是引水、输水渠（河）道，以及进水和排水闸，各泵站管理单位应掌握各项工程的水力特性，并建立其相互关系。

6.2 调 度 准 则

6.2.1 按供、排水计划运行，这是对各类泵站的基本要求。完成生产计划是体现泵站效益的基本标志，在此前提下，可根据各泵站的具体情况，选定提水流量最大或成本最低，或装置效率最高等为目标进行优化调度。

6.2.2～6.2.3 在当时出现的扬程下按泵站最大提水流量运行，这种情况一般发生在泵站抢排的时候，符合总体效益最优的准则。另一种情况是在一座泵站内只启动部分机组，按

水利出版社

单泵流量最大的准则运行，这种情况一般发生在泵站提排与自流排水相结合的枢纽工程，自排受到外江水位顶托时，关闭排水闸，启动排水站机组排水，此时排水扬程较低，调节叶片角度使单泵流量最大或按排水渠道最大过流量启动泵站相应的机组进行排水，这种运行方式也符合提水成本最低的准则，此外，受潮位影响大的调水泵站，也应充分利用进水池高潮位、泵站低扬程时段按泵站最大提水流量准则运行，这也符合提水成本最低的准则。

6.2.5 多站联合运行，站（级）间流量与水位配合最优，应达到各站开停机次数少的要求。

6.2.6 由于进水流态或水泵运行工作点偏离水泵允许运行范围引起的汽蚀或振动，可通过开机台数、位置和调节叶片角度，改变水泵转速等改善装置汽蚀性能和降低水泵振动的调度措施。

6.2.7 沿江兴建的泵站超设计标准运用，属于特殊情况，既应确保泵站的安全，又应发挥泵站的减灾作用。对此泵站管理单位应通过分析论证，提出超标准情况下确保工程安全运用的应急措施，经主管部门批准后组织实施。

6.3 运 行 调 度

6.3.1、6.3.2 泵站管理单位应根据调度准则，结合各站的具体情况，按本规程 6.1.1～6.1.6 的要求做好基础工作，通过手工操作或计算机监控系统对泵站机电设备和相关工程实现优化调度。

在同一流域内或不同流域间把排水与供水、蓄水结合起来，既节省提水的动力，又充分利用水资源，实现跨流域调水。

7 安 全 管 理

7.1 一 般 规 定

7.1.1 建立健全的安全管理组织是确保安全制度得以执行的保障之一。各泵站管理单位应在各层机构建立安全管理网络，将安全管理落实到每个部门、每个班组。

7.1.2 该条所列的安全管理制度是多年来证明行之有效的制度，各单位还可根据本身的特点制定其他方面的安全制度。

运行值班制度内容包括：值班人员的职责；服从上一级值班人员的命令（除严重威胁设备和人员安全外）；坚守工作岗位；严格执行有关规章制度；按时填写运行记录；按规定巡查设备；发生异常情况，及时如实反映；文明生产，做好清洁工作，保持现场整洁。

交接班制度内容包括：接班人员须在规定的交接班时间提前 15～30min 进入现场，查看运行日志及有关记录，全面了解设备的运行情况和检修情况；接班人员对发现异常运行的设备应重点检查；处理事故或进行重大操作时不得进行交接班，待处理事故或操作告一段落，双方班长同意后方可进行交接班；接班人员应认真听取交班人员的口头交待；交班人员在未办完交班手续前不得私自离开岗位，如接班人员未到，交班人员应报告领导并继续值班，直至有人接替为止，但不可连值两班。

万水前科技

巡回检查制度内容包括：值班人员巡回检查和技术维护人员巡回检查制度；制定各岗位巡回检查路线、重点检查项目、检查周期；巡回检查时必须注意的安全事项；巡回检查中应同时进行设备整洁工作及加换润滑油等设备维护工作；巡回检查中发现设备缺陷时，应加强监视，设法排除，防止事态扩大，处理情况及措施应详细记入运行日志。

安全防火制度内容包括：职工的防火教育；防火检查制度；消防水泵、消防栓、消防器材的维护、管理等。

安全技术教育和考核制度内容包括：成立由泵站站长、安全员、生产技术、工程管理、安全科室及其他有关科室参加的安全技术教育小组或安全委员会。定期召开安全分析会，找出影响安全的不利因素，提出今后的安全工作重点要求。安排组织职工开展安全活动，学习上级有关安全生产方面的文件、指示及事故通报和外单位安全生产的经验教训，学习有关安全生产的规章制度，讨论、制订防止事故发生的措施和对策，总结检查近期的安全工作，布置今后的安全生产事项，表扬安全生产工作中的好人好事，对事故责任人提出批评和处理意见。

事故应急处理制度：事故应急处理是针对泵站有可能发生或已发生事故时所采取的应急措施。内容包括：应急情况分类；建立应急处理组织；明确各组织职责和各人分工；开展事故应急处理演习。从而将事故控制在萌芽状态、将事故损失减少到最低程度。

事故调查与报告制度内容包括：发生人身重伤、死亡及重大设备事故，应立即向上级部门领导汇报。各班组在生产上发生或发现异常不安全情况，应向站长汇报，并及时查明原因，组织排除，使其恢复正常运行并做好详细记录。如发生重大事故，应组织事故调查组，进行调查分析，制定预防措施；事故调查分析必须按照“三不放过”（事故原因未查明不放过，事故责任者和应受教育者没有受到教育不放过，没有采取防范措施不放过）的原则进行分析，不得有任何隐瞒事故真相的情况。

7.1.3～7.1.7 工作票及工作票制度是移植电业部门早已普遍执行的规定。

7.2 安 全 运 行

7.2.1 室内高压设备若设有高度不低于1.7m的遮栏，高压开关的操作机构与开关之间设置隔离墙或金属板，或装有远方操作机构的场合可允许单人值班，但不得单独从事修理工作。

7.3 安 全 维 修

7.3.1 被检修的电气设备必须完全断开各方向的电源。应拉开刀闸使各方向至少有一个明显的断开点。禁止在只经断路器（开关）断开电源的设备上检修。

7.3.2 35kV及以上的电气设备，在没有专用验电器的特殊情况下，可以使用绝缘棒代替验电器，根据绝缘棒端有无火花和放电声来判断有无电压。

装设接地线是保护工作人员在工作地点防止突然带电的可靠安全措施，设备断开部分的剩余电荷，亦可因接地而放尽。对于可能送电至停电设备产生感应电压的都要装设接地线，所装接地线与带电部分应符合安全距离的规定。

在室内配电装置上，接地线应装在该装置导电部分的规定地点。所有配电装置的适当地点，均应设有接地网的接头。接地电阻必须合格。

水利电科技

接地线应用多股软裸铜线，其截面应符合短路电流的要求，但不得小于25mm²。接地线在每次装设以前经过详细检查。禁止使用不符合规定的导线作接地或短路之用。接地线必须使用专用的线夹固定在导体上，严禁用缠绕的方法进行接地或短路。接地线应编号，并存放在固定地点。

7.3.3 在一经合闸即可送电到工作地点的开关和刀闸的操作把手上，均应悬挂"禁止合闸，有人工作"的标示牌。

如果线路上有人工作，应在线路开关和刀闸操作把手上悬挂"禁止合闸，线路有人工作"的标示牌。

部分停电的工作，与未停电设备之间的距离小于规定的安全距离时，应装设临时遮栏。临时遮栏装设应牢固，并悬挂"止步，高压危险!"的标示牌。

在室内高压设备上工作，应在工作地点两旁间隔和对面间隔的遮栏上和禁止通行的过道上悬挂"止步，高压危险!"的标示牌。

在室外地面高压设备上工作，应在工作地点四周用绳子做好围栏，围栏上悬挂适当数量的"止步，高压危险!"标示牌。

在工作地点悬挂"在此工作"的标示牌。

在室外架构上工作，则应在工作地点邻近带电部分的横梁上，悬挂"止步，高压危险!"的标示牌。在工作人员上下用的铁架或梯子上，应悬挂"从此上下"的标示牌。在邻近其他可能误登的架构上，应悬挂"禁止攀登，高压危险!"标示牌。

在线路上作业时，停电后必须先将该线路可能来电的所有开关、线路刀闸、母线刀闸全部拉开，用验电器明确无电压后，在所有线路上可能来电的各端装接地线，线路刀闸应悬挂标示牌。工作结束后，在确认所有工作均已竣工，接地线已拆除，工作人员已全部撤离线路后方可向线路送电。

7.4 事 故 处 理

7.4.4 处理事故或进行重大操作时不得进行交接班，待处理事故或操作告一段落，双方班长同意后方可进行交接班。

7.4.7 事故调查，一般应由发生事故的单位领导负责组织调查，安全监察人员和有关部门负责人、有关专业人员参加。性质严重时，上级主管部门应派人参加调查。调查人员应对事故现场和设备损坏情况进行调查和记录，必要时应对现场和损坏的设备拍摄照片或绘图签名，并应要求当班的值班人员立即分别写出事故的原始情况。调查人员除向当班的值班人员和其他有关人员进行调查外，还应查阅有关运行、检修、试验、验收的记录文件，检查有关规程和上级有关规定的执行情况，按照事故调查的基本要求写出事故调查报告。

水规院科技

中华人民共和国行业标准

泵站技术改造规程

Code of practice for technical renovation of pumping station

SL254—2000

主编单位：武汉水利电力大学
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2000年8月1日

万方数据科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《泵站技术改造规程》SL254—2000的通知

水国科［2000］456号

根据部水利水电技术标准制定、修订计划，由农水司主持，以武汉水利电力大学为主编单位修订的《泵站技术改造规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

SL254—2000《泵站技术改造规程》

本标准实施后取代SD141—85《泵站技术改造通则》。

本标准自2000年8月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇〇年十月十一日

万水帕科技

前　言

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利部农村水利司组织，对SD141--85《泵站技术改造通则》进行了修订，修订后更名为《泵站技术改造规程》。

《泵站技术改造规程》主要包括以下内容：

——总则；

——泵站主要参数指标的确定；

泵站技术改造可行性研究；

——泵站改造技术；

——改造泵站的验收。

本规程解释单位：水利部农村水利司

本规程主编单位：武汉水利电力大学

本规程主要起草人：黄林泉　李维珊　丘传忻

赵乐诗

万方数据科技

目 次

1 总则 …… 744
2 泵站主要参数指标的确定 …… 744
3 泵站技术改造可行性研究 …… 745
4 泵站改造技术 …… 746
5 改造泵站的验收 …… 748
本规程用词和用语说明 …… 749
条文说明 …… 750

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 为统一泵站改造的技术要求，保证改造泵站的安全和质量，提高泵站的技术水平，充分发挥其经济效益、环境效益与社会效益，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于大、中型泵站的技术改造。小型泵站的技术改造，可参照执行。

1.0.3 大、中型泵站技术改造在项目建议书批准后，应进行可行性研究，其研究报告应报送主管部门审批。改造泵站的设计、施工和验收等，应符合工程建设的有关规定。

1.0.4 泵站技术改造应遵守以下规定：

1 灌溉或排水泵站的技术改造应分别与灌区或排水区的国民经济和社会发展规划相协调。

2 应在进行充分的技术经济论证的基础上，尽可能利用改造泵站原有的工程设施和机电设备。

3 应深入调查研究，总结经验，科学合理地确定改造泵站的技术经济指标及技术改造方案。

4 泵站技术改造用的机电设备，应选用符合国家或行业标准的产品。对于新研制的大、中型主泵机组，其技术性能指标应满足泵站技术改造的要求，并应按 SL140－97《水泵模型验收试验规程》或 SD140—85《泵站现场测试规程》，由水利水电系统计量认证合格的检测机构进行测试检定。

5 泵站技术改造应采用国内外先进适用的新技术、新工艺、新方法。

6 进行技术改造的大、中型泵站，应根据实际运行的要求和发展规划，积极采用计算机监控技术。

1.0.5 泵站技术改造除应符合本规程外，尚应符合国家与行业现行有关标准的规定。

2 泵站主要参数指标的确定

2.0.1 改造泵站的设计流量和扬程应根据泵站的实际运行情况和发展规划，按 GB/T 50265－97《泵站设计规范》的有关规定进行复核。

2.0.2 抽水装置效率应根据泵型、装置扬程和抽水流的含沙量按以下规定取值：

1 大、中型轴流泵站与混流泵站的装置效率不宜低于 65%；装置扬程低于 3m 的泵站不宜低于 55%。

2 离心泵站的装置效率在抽清水时不宜低于 60%；抽浑水（含沙水流）时，不宜低于 55%。

2.0.3 泵站能源单耗可按以下规定取值：

万水值科技

1 电力排灌泵站的能源单耗，不应大于5kW·h/（kt·m）。

2 机械排灌泵站的能源（柴油）单耗，不应大于1.35kg/（kt·m）。

2.0.4 主电动机的容量，应按主泵运行的最大轴功率核配，其功率备用系数宜为1.05～1.20。

2.0.5 泵站计费计量点的功率因数不应低于0.85，达不到的应进行无功补偿。

2.0.6 变压器的容量应根据泵站的实际负荷和机组启动、运行调度方式重新核定。

3 泵站技术改造可行性研究

3.0.1 改造泵站首先应作好规划，论证其在流域或地区规划中的必要性和可行性。

3.0.2 泵站的防洪标准，应根据国家标准GB/T50265—97，按建筑物级别确定。

3.0.3 对灌溉和城镇供水泵站应充分论证其水源的可靠性。

3.0.4 应收集与整理改造泵站的运行资料和实际状况，对泵站枢纽的土建工程、抽水装置、输变电系统及其配套设备等，进行全面分析研究，并作出评价。

3.0.5 抽水装置的改造，应对泵站主要参数进行测试。根据测试数据，计算主泵效率、机组效率、装置效率及能源单耗等。

对主泵的汽蚀、噪声、水锤等应通过测试与资料分析，作出评价。

3.0.6 对改造泵站的拍门、钢闸门、启闭机、输水管道（进、出水管）等的老化状况及完好程度应作出鉴定；对于改造前已采取断流、水锤防护及清污等措施的泵站，也应对各种措施的老化状况及完好程度作出评价。

3.0.7 对于泵站枢纽的水工建筑物，包括主副泵房、水闸、进水池及出水池等，应根据观察（测）资料，查清地质情况，对其发生的沉陷、裂缝、老化等进行分析评估。

3.0.8 对于泵站主电动机及其配套设备，应根据其技术资料，历年的预防性试验记录，对其绝缘、介损、吸收比等情况，确定设备的完好程度。并按主泵的要求，校核电动机的功率是否合理。

3.0.9 对建立计算机监控系统的必要性与可行性应进行论证。

3.0.10 泵站技术改造可行性研究报告，应根据行标DL5020—93《水利水电工程可行性研究报告编制规程》的要求进行编制。根据泵站技术改造的特点，主要包括以下内容：

1 任务来源、改造规模及目标。

2 主要技术参数和经济指标。

3 各单项改造工程的专题论证。

4 改造方案的设计依据及主要技术措施。

5 泵站技术改造的效益分析及经济评价。

6 环境影响评价。

7 施工组织设计。

8 改造工程的投资概算。

水利电科技

9 附件

1）设计图纸及必要的附图附表；

2）站址附近水文气象资料；

3）泵站运行资料、记录；

4）泵站改造的有关文件、审查会纪要等；

5）泵站改造前的现场试验报告；

6）主泵性能参数（模型或真机）检测报告；

7）主电动机及电气设备预防性试验报告；

8）其他。

4 泵站改造技术

4.1 主 水 泵

4.1.1 对于设备老化运行状况不良、性能指标落后的水泵，应予淘汰，选用新产品对泵站设备进行更新改造。

对主水泵的整机更换必须由具有法定资质的检测机构出具检定证书。

4.1.2 原有水泵不适应泵站实际运行扬程要求时，可采取以下措施：

1 对于各种型式的叶片泵可以更换叶轮，对于离心泵或蜗壳式混流泵可对叶轮进行车削。

2 改变水泵转速。

4.1.3 对于需要改变扬程和流量的泵站，可重新设计水泵叶轮和导叶体。

4.1.4 对于流量和扬程变幅较大的大、中型轴流泵或混流泵站，宜将固定式或半调节叶轮改为全调节叶轮，其调节机构可采用液压调节或机械调节。

4.1.5 水泵产生汽蚀应区别情况，采取相应的防护措施。对因水泵设计或制造引起的汽蚀应对水泵进行技术改造。

4.2 主电动机及传动装置

4.2.1 主电动机绝缘材料老化，可更换线圈，恢复其性能参数。改造前、后均应对主电动机进行性能试验。

4.2.2 经复核确认配套主电动机的功率偏小时，应对该主电动机进行增容改造，或予以更新。

4.2.3 对于扬程或流量变幅较大，主机组产生强烈振动或汽蚀的泵站，可将主电动机改为变速电动机，调节主水泵转速，扩大主机组的安全运行范围。

4.2.4 绕线式异步电动机可采用同步化运行方式，实现无功补偿，提高供电功率因数。

4.2.5 以电动机为配套动力采用间接传动的机组，当更换电动机时，宜将间接传动改为直接传动，或在原有基础上调整其传动装置，使之配套合理。

4.2.6 以柴油机为配套动力的机组，应逐步创造条件，以齿轮减速机和液力耦合器等类型的传动装置替换原有的皮带传动装置。

4.3 进、出水管（流）道

4.3.1 当水泵进口直管长度不足，进水管口淹没深度不足、悬空过高或吸入口流速过大等造成流态不良，导致水泵运行产生汽蚀振动、效率降低时，应按GB/T 50265—97的规定或采取其他整流、导流措施对进水管（流）道进行改造。

4.3.2 装在进水喇叭口下的滤网，在运行中被堵塞，其杂物难以清除时，可将滤网拆除，另设拦污栅和清污装置。

4.3.3 对于泵吸入口为负压的抽水装置，如果进水管铺设出现突高点，可设置一根小管将突高点与泵吸入口连通，避免泵运行时进水管突高点存气。

4.3.4 对泵房外出水管道的改造设计应符合GB/T50265—97的规定，当需要全面更换管道时，应根据现场条件，存在的问题和影响老化损坏的因素，并应在布置方式、管径、管材以及阀件的选择等方面进行论证。

4.3.5 大型排水泵站现场浇筑的钢筋混凝土流道，由于地基沉陷造成的流道断裂，引起漏水、进气，影响堤防安全或减小水泵出水量需要改造时，应对流道型式和断流方式的选择一并进行分析论证。

4.4 辅 助 设 备

4.4.1 对原有水环式真空泵的更新，可改为射流式真空泵。

4.4.2 当江水位超过虹吸式出水流道顶部高程发生倒灌或防洪闸门漏水时，可将水环式真空泵改为空气压缩机运行，向虹吸式出水流道顶部注入压缩空气。

4.4.3 对于带虹吸式出水流道的抽水装置，若要求在封过出水虹吸管顶部断面下缘的水位下启动，应增设既能自动排气又能防止气水混合喷射至室内的装置。

4.4.4 对于固定式泵站应配置安装检修用的起重设备。

4.4.5 固定式泵站中直径在500mm以上的闸阀，宜改为电动或液控闸阀。

4.4.6 采用闭阀启动的机组，若闸阀两侧压差较大，可增设直径较小的旁通管，并在旁通管上安装普通逆止阀。

4.4.7 对扬程在20m以下，水泵进口直径在300mm以下具有正扬程的高比转数离心泵或蜗壳式混流泵抽水装置，可以取消泵出口闸阀和逆止阀，在出水管口装设拍门。

4.4.8 安装在水泵出口的自由启闭式逆止阀，应通过水锤计算，确定是否应取消或对其进行改造。

4.4.9 对由于流道出口水流不稳定等造成的拍门破坏，应增加对拍门的约束措施，限制拍门自由振动的振幅。

4.4.10 安装在压力水箱或开敞式竖井中的自由双节大型拍门，改造时宜更换为整体式液压控制拍门或快速闸门。

4.4.11 虹吸式出水流道出口的快速闸门及其控制系统应根据运用特点进行简化，提高运用可靠性。

4.4.12 快速闸门的改造应符合以下要求：

1 启门速度应符合动力机和水泵起动特性。

农水管理科技

2 闭门速度应符合机组允许反转最高转速和反转时间的规定。

3 闭门撞击力，宜通过调节启闭操作系统，限制闸门接近闸门孔底板的降落速度。

4.4.13 真空破坏阀的改造，应符合进气量及时破坏真空、防止倒流，以及正常运行时关闭严密、防止进气的要求。

4.5 电气设备与监控系统

4.5.1 泵站低压配电装置需要改造时，应选用符合国家标准的新型结构低压配电屏。

4.5.2 泵站 6～10kV 户内配电装置宜选用轻型封闭式结构。

4.5.3 更换同步电动机的励磁装置，应具有自动按滑差顺极性初始过零投励并有计时投励功能，具有自动灭磁、恒功率因数、恒电流自动调节、自动/手动实现无扰动的切换。

4.5.4 泵站改造时应设置或完善流量、水位、压力等水力参数和电流、电压、功率与功率因数等电气参数以及轴承温度和机组振动等项目的监视测量。

4.6 水工建筑物

4.6.1 对于发生旋涡、回流的进、出水池的技术改造，应符合 GB/T 50265—97 的规定，必要时改造方案应通过模型试验确定。

4.6.2 未建拦污、清污设施的泵站，改造时均应补建完善。

4.6.3 泵站钢筋混凝土结构产生的裂缝或老化破损，应及时采取补强加固措施。

4.6.4 泵房、中控室、配变电设备室等应根据运行和管理要求进行改造。

4.6.5 应在原有枢纽建筑物布局的基础上，配备或完善必要的附属设施，改善对外交通，搞好站区绿化和站容美化。

5 改造泵站的验收

5.0.1 改造泵站的验收是泵站技术改造的重要环节，可按分项工程验收、机组启动验收和工程竣工验收三个阶段进行，根据具体情况，后两个阶段也可合并为一个阶段。

5.0.2 分项工程验收应检查和评定已完成工程的数量和质量是否符合设计要求，对验收过程中发现的问题提出处理意见。重要部位如需返工，应在返工后补行验收。

5.0.3 分项工程验收主要应包括以下内容：

1 地基与基础、底板与水泵层、动力机层与泵房、进出水流道等分项工程，施工质量应符合设计要求。

2 机电设备安装分项检测或试运行质量符合标准。

3 施工和安装中出现的缺陷和事故已处理完毕。

4 观测设备的预埋件和仪表的安装符合要求。

5.0.4 机组启动验收应满足以下技术要求：

1 全面检查土建工程和机电设备的运行状况，鉴定机电设备的制造和安装质量。

万水图书科技

2 检查机组在启动、停机和持续运行时各部位工作是否正常，各种设备运行是否协调，停机后检查机组各部位有无异常现象。

3 测定主机组在设计和非设计工况下运行时的主要水力参数、电气参数和有关部位的温度、检验装置效率和泵站效率是否达到设计要求。

4 检测模拟事故停泵过渡过程的主要参数，检查设置的各种防护措施动作是否准确协调和安全可靠。

5 测定机组的振动和噪声。

6 对验收过程中发现的问题提出处理意见。

5.0.5 竣工验收包括以下方面：

1 审查技术改造工程全部竣工图纸、竣工报告，全面检查工程完成情况，评定工程质量。

2 审查工程决算及审计报告，对整个工程的效益作出总的评价。

3 对工程存在的问题、遗留问题提出处理意见。

4 检查工程设计、施工、机电设备的全部文件和技术资料等归档管理情况。

5 工程占地范围发生变动时，应检查是否获得当地土地管理部门出具的有效的土地证件。

6 提出泵站技术改造工程竣工验收报告。

5.0.6 凡不具备竣工验收条件的工程不得验收。竣工验收时如发现有重大问题，应停止验收。竣工验收不合格的工程一律不得列入竣工项目和进行财务结算。

5.0.7 竣工验收鉴定证书应经竣工验收委员会（小组）成员签字和主持验收单位加盖公章生效后，方可正式移交给生产管理单位。

本规程用词和用语说明

1 对于执行本规程严格程度的用词，采用下列写法：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

仅供试读

中华人民共和国行业标准

泵站技术改造规程

SL254—2000

条文说明

三水帕科技

目　　次

1　总则 …… 752
2　泵站主要参数指标的确定 …… 753
3　泵站技术改造可行性研究 …… 753
4　泵站改造技术 …… 754
5　改造泵站的验收 …… 756

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 据不完全统计，我国现有大、中、小型排灌泵站50多万座，总装机容量7000多万千瓦，其中半数以上为20世纪60～70年代建成的，至今已运行二三十年以上，这些泵站中的机电设备和水工建筑物都已处于不同程度的老化状态，泵站功能衰减，效益下降，故障频繁，严重威胁安全运行。80年代初，水利部根据国务院下达的节能指令，在全国范围内开展以提高泵站效率为中心的泵站节能技术改造，通过一批试点工程，总结经验，制定了《泵站技术改造通则》，指导全国泵站技术改造，促进了这项工作的健康发展，各地创造和总结了不少先进经验。为了进一步规范泵站改造的技术要求，保证工程的安全和质量，提高泵站的技术水平，将《泵站技术改造通则》修订后，改称为《泵站技术改造规程》，使泵站工程在技术改造中有的放矢，在国民经济建设中更好地发挥作用。

1.0.2 我国排灌泵站数量很大，类型很多，且多数为中、小型。小型泵站的技术改造相对简单，本规程适用范围主要是大、中型灌溉和供、排水泵站的技术改造。

1.0.3 本条针对某些地区对泵站技术改造的规划、设计和施工缺乏严格的科学管理，以至于本来可以避免的失误累次发生，造成不应有的损失。重申大、中型泵站的技术改造应进行可行性研究，改造方案应通过评审，并报主管部门批准后方可实施。设计、施工和验收应符合行业和国家现行有关标准的规定。

泵站技术改造，条件比较复杂，必须认真调查总结，找出问题，分析原因，提出对策，进行必要的试验验证，通过改造方案比较和专家评审，对评审中提出的不同意见，应该认真分析，反复论证，排除违反科学的各种干扰，立项申请报告连同技术设计报告书和专家评审意见上报主管部门审批，未经正式设计、专家评审和主管部门批准的工程不应擅自动工。

1.0.4 对泵站技术改造的要求：

1 国家定型的机电产品，是技术成熟，经过实践考验的产品，选用定型产品有利于降低工程投资，缩短工期；若现有水泵性能指标不能满足要求，需要重新设计水泵时，应通过装置模型试验和原型测试，严格执行工程验收的有关规定。

2 近十多年来，在泵站新建、扩建和改造工程实践中，各地发明创造了不少新技术和先进经验，技术改造时应积极而稳妥地予以采用。

经过技术改造后的泵站，在10～15年时间内，在同类泵站中仍具有相当的技术水平和较高的运行可靠性。

3 采用计算机监控泵站运行，目前虽然还不能作为统一的规定，但作为科技发展的方向，各地在进行泵站技术改造设计时，对运行系统比较复杂，对工农业生产和社会发展影响较大，经济效益比较显著的泵站，应积极采用计算机监控技术。

1.0.5 本规程根据泵站技术改造的特点作了相应的规定，可以作为国家标准GB/T50265—97的补充。挡水、引水、泵房等水工建筑物，水力机械、金属结构和电气设备的设计、施工、安装、验收等，尚应符合国家现行有关标准的规定。

行业标准

2 泵站主要参数指标的确定

2.0.1 灌溉泵站设计流量是根据当时的设计标准、水文气象资料和灌区的实际情况确定的，泵站建成以后条件逐年变化，因此在规划改造泵站时，必须根据实际情况和所在区域的发展规划，综合考虑有关因素，合理确定改造泵站的设计流量。

早年建成的排水泵站，其设计排水流量一般偏小，在进行改造规划时应根据国民经济发展的需要，并通过综合分析比较，合理确定。对那些由于围湖造田，致使调蓄容积减小的地区，排水泵站的规模应与该地区的总体规划相协调，通过退田还湖论证，合理确定泵站设计排水流量。

随着国民经济发展和人民生活质量的提高，城镇用水情况发生很大变化，对这类泵站的改造应与当地政府和城建规划部门密切配合。

由于水土流失，江河湖泊淤积导致水位抬高，以及排涝标准提高，对排水泵站的改造，必须复核内外水位，合理确定排水泵站的设计扬程、最高运行扬程和最低运行扬程。

2.0.2～2.0.3 对改造泵站的装置效率与新建泵站相比，分别下降了5个百分点，有利于充分利用原有主水泵机组进行综合改造，并复核多泵站在确保泵站运行安全可靠的基础上，通过加强技术管理，可以达到本项考核指标。

把原《泵站技术改造通则》中的考核泵站效率改为考核装置效率的理由，一是为了与GB/T50265—97的规定一致，二是装置效率反映装置的技术状态和管理工作水平，对泵站的综合管理水平主要由能源单耗和供、排水成本等指标来评价。

2.0.4 排水泵站的改造设计，尽管通过对泵站特征扬程的复核，但超标准运行的情况仍难免。对与轴流泵配套的电动机，其功率备用系数可适当加大，尤其是采用更换线圈对电动机进行改造时，在电动机结构尺寸允许范围内加大导线截面对改造工程投资影响很小，因此本条规定扩大了电动机功率备用系数范围1.05～1.20，而GB/T50265—97中规定为1.05～1.10。

3 泵站技术改造可行性研究

3.0.1～3.0.2 泵站改造必须与总体规划相适应，要求改造后的泵站在10～15年内仍能发挥较好效益，避免泵站设置不当或改造措施不合理而被废弃。

3.0.3 由于流域内新建水利工程、水文气象或国土规划等因素对泵站站址、水源水位和流量的影响，对泵站进行改造设计时，必须核实水源条件能否满足泵站运行的要求，避免改造后因水源水位过低或水量不足影响泵站的运用，同时也应保证泵站水工建筑物达到与堤防相应的防洪标准。

3.0.4 泵站改造前各项技术参数是评价泵站技术状态和分析其存在问题、确定技术改造方案的重要依据，其测试结果必须准确、可靠，因此承担测试工作的检测机构必须通过技术监督行政部门的认证评审，并持有技术监督局颁发的计量认证合格证书。提交的检测报告具有公正性和可靠性。

3.0.5 轴流泵油水装置出口拍门是泵站正常运行的关键设施，应通过详细的调查分析，谨慎确定改造方案。对先前已做的局部改造工程应进行验证，与总体改造方案相协调的设施应保留。

3.0.6～3.0.7 对建筑物和机电设备的老化评估应分别参照相应的标准进行。

3.0.9 本条规定泵站技术改造可行性研究报告的内容，具体操作时可参照 DL5020－93《水利水电工程可行性研究报告编制规程》，并结合泵站工程的实际情况作必要的简化。

4 泵站改造技术

4.1 主 水 泵

4.1.1 本条是指泵站原设计流量和扬程与实际要求基本相符，但由于建站时选用的水泵技术性能指标落后，且设备已经老化，更换个别部件达不到技术改造的要求，对这类泵站的改造应选用技术性能先进的新产品替换淘汰产品。

4.1.2 原有水泵的扬程不满足实际要求，但并不需要改变流量，原泵站配套的进、出水管（流）道仍然适用，在进行改造设计时可选用技术性能指标先进的叶轮模型对水泵的叶轮进行改造。对于离心泵或蜗壳式混流泵可采用车削叶轮的方法降低水泵的扬程。

改变水泵转速的方法适用于各类型叶片泵。对于低扬程大流量的轴流泵或混流泵站，由于扬程相对变幅较大，若水泵限于单速运行，在低扬程时可能发生严重汽蚀，而在高扬程时可能进入性能曲线的马鞍形不稳定区，从而引起机组运行振动，若对前者采用降速运行可改善水泵汽蚀，对后者采用增速运行，可以提高水泵的扬程，避开水泵性能的不稳定区。但采用增速必须校核水泵的汽蚀余量、机械强度以及电动机的容量等。

4.1.5 泵站运行中水泵产生汽蚀的现象比较普遍，在处理汽蚀问题时必须深入分析引起汽蚀的因素，由于运行工况点超出该水泵的适用范围而引发的汽蚀应通过调节水泵运行工况来消除或减轻水泵的汽蚀；由于流态不良引起的汽蚀，应通过改造进水池、进水管或进水流道，使叶轮进口流态得到改善；对由于水泵设计或制造的原因引起的汽蚀，可重新设计水泵，采用抗汽蚀材料制作叶轮和泵壳，也可在主叶轮进口前增加一级汽蚀性能良好的叶轮（诱导轮），对水泵的改造方案应通过装置模型试验，进行比较和验证。

4.2 主电动机及传动装置

4.2.2 以往制造的电动机，由于采用的绝缘材料性能较差，绝缘层厚度较大，因此定子线槽空间尺寸较大，更换老化线圈时，采用性能良好的绝缘材料，允许减薄绝缘层厚度，加大线径并以铜线替代铝线，可使电动机功率增大 20%～30%，这比更换新电动机节省资金

50%以上，并简化了泵房改造工程。

4.2.3 向江河排水的轴流泵或混流泵站，为了解决汽蚀和振动问题，要求采用变速电动机。在遇到高扬程时调至高转速运行，在低扬程时调至低转速运行，这样既可扩大安全运行范围，又可提高装置效率。采用交流变频电源和改变电动机的磁极对数等均可达到改变电动机转速的目的，但是对于排灌泵站的电动机，并不要求平滑调速，变极调速比变频调速既节省改造投资，又便于维护保养。

4.3 进、出水管（流）道

4.3.3 卧式离心泵或混流泵，如果吸水管铺设出现突高点，无论采用抽真空或人工充水起动，突高点管内存气均无法排出，改造时可在突高点与水泵进口（对于卧式双吸离心泵则选在进水蜗壳顶部）之间连接一根小管，水泵机组起动后可将突高点管内空气吸进水泵，从出水管排出，使水泵转入正常运行，而且在正常运行过程中可随时排除突高点管内水中分离出的空气。

4.3.4 对于排灌泵站，一般机组年均运行时数为500h左右，输水管道闲置时间较长，为提高管道的利用率，便于维护保养，在复核输水管道时，应认真论证管道并联的可行性，而在管材选择时宜优先考虑选用钢筋混凝土管。

4.4 辅 助 设 备

4.4.1 射流式真空泵造价低，运行可靠，还可用于排除泵房积水和电动机、电气设备清扫吸尘。

4.4.2 直接向江河排水的虹吸式出水流道排水泵站，当江河水位超过虹吸管顶部断面下缘高程时，如果出口没有防洪闸或防洪闸关闭受阻时，可将水环真空泵的排气口与原抽真空干管相接。真空泵的吸气口直接吸入大气，启动真空泵机组即可向各台泵的虹吸管顶部注入压缩空气，将流道内水体从顶部隔开，阻止江水倒灌。

4.4.3 泵站在超虹吸管顶部断面下缘高程的水位运行时，一般要求将真空破坏阀关闭锁定。水泵启动过程中失去自动排气功能，如果不锁定，流道内被上升水体压缩的空气冲开阀盖自动排气，将水喷到室内，影响设备安全和运行管理。所以应增设自动排气阀，并联接一段短管，将流道内的空气排至室外。

4.4.6 据调查，扬程较高的离心泵抽水装置，关闭闸阀抽真空充水启动后，由于泵出口压力很高，闸阀两侧压差较大，闸阀开启过程缓慢，而过阀流速很高，因此使阀板和阀腔受到汽蚀和挟沙水流的作用，经历一定时间，闸阀被磨蚀破坏，关闭不严，影响抽真空启动。对这类问题，在进行改造设计时，宜增设旁通管，其直径应根据闸阀后的管道空体积和充水时间（一般为3～5min）确定，旁通管进、出口应避免泥沙淤积影响旁通管逆止阀的启闭。

4.4.7 取消泵出口闸阀和逆止阀，在出水管出口装设拍门，可以减少管路水力损失和简化运行管理工作，如果泵站机组台数较少，可采用自吸装置，节省抽真空设备。高比转速的离心泵或蜗壳式混流泵轴功率曲线较平缓，开阀启动不会导致动力机超载。

4.4.8 以往兴建的中、高扬程的灌溉或供水泵站，一般安装自由启闭式逆止阀，由此引起水锤破坏事故，在进行改造时，宜通过水锤计算，将阀板切掉一定挡水面积，将其改为节

水利水电科技

制回流阀，阀板关闭后仍允许一定流量倒流，释放水锤能量，降低水锤压力。在出现液柱分离的抽水装置中，节制回流阀的位置宜装在液柱分离管段末端，其作用为抑制降压波，消除液柱分离、限制倒转飞逸转速，还可降低管道的水锤升压。

4.4.9 这类抽水装置出水流道短，出口水流不稳定，拍门受到一种扭振惯性力作用，致使材料疲劳，结构破坏。改造的措施应是增加对拍门的约束力，在拍门运行最大开启角度相应位置增设弹性限位支承，这种支承既可限制拍门摆动幅度，又可吸收撞击能量。支承形式和结构宜根据现场条件设计。

4.4.10 压力水箱和开敞式竖井中的水流与开敞式水池相比更为紊乱，对拍门的运行和使用寿命更为不利，宜将自由启闭式改为外力控制整体式拍门或快速闸门。

4.4.11 虹吸式出水流道出口的闸门，在关闭状态下，只承受超过虹吸管顶部断面下缘的水深的水压力。因此，按强度和刚度要求设计闸门，其重量较轻。为利用闸门自重达到快速降落关闭的要求，在门体和闸门槽上可不设橡皮止水，以减小闸门关闭阻力。采用快速卷扬机控制快速闸门启闭，泵站停机期间，在虹吸管顶部注入压缩空气防止闸门漏水。

4.6 水工建筑物

4.6.2 拦污清污设施是泵站的一项重要工程，尤其是大型排水站，设在流道进口的拦污栅，由于淹深大，流速高，结构型式也不便清污操作，难以在运行过程中进行清污，拦污栅被严重堵塞、被迫停机的情况常有发生。改造时应在引渠末端增设拦污栅和清污机，清污机的型式应根据污物的性质和污物来量并通过方案比较确定。

4.6.4～4.6.5 以往建设的泵站，有的受到当时条件的限制，工程设施比较简陋，改造时应综合考虑运行管理需要和发展水平，在原有布局的基础上进行调整，完善配套设施，搞好站区绿化，整治泵站环境，为运行管理人员创造适宜的工作条件。

5 改造泵站的验收

5.0.1 本条明确规定工程验收是泵站技术改造的重要程序，主管部门应予重视。按一般情况把工程验收划分为三个阶段，具体实施时可根据工程规模、重要性和复杂程度，确定各阶段的验收方式。例如，可通过审查工程监理报告、起动试运转和改造后的现场测试报告，简化前两个阶段的验收程序，但必须向竣工验收委员会(小组)提交完整的具有法律效力的相应报告。

竣工验收委员会应有管理单位的领导和工程技术人员代表参加。如通过验收，则应由主管部门正式移交给管理单位。

5.0.6 针对某些单位和个人质量意识薄弱，不重视工程施工管理，不重视竣工验收工作等情况，对未经竣工验收或竣工验收不合格的工程以及无故拖延竣工验收的工程，在财务管理方面提出相应的约束措施。

本章有关工程验收的主要内容、工作细则等均可参照中华人民共和国水利电力部标准SD204-86《泵站技术规范（验收分册）》的规定执行。

中华人民共和国水利电力部部标准

泵站现场测试规程

SD140—85

主编部门：水利电力部农水司
批准部门：水利电力部
施行日期：1985 年 5 月 1 日

江水帕科技

中华人民共和国水利电力部

关于颁发《泵站技术改造通则》《泵站现场测试规程》的通知

水电农水［1985］3号

为了更好地贯彻国务院节能指令，进一步开展泵站节能、灌区节水工作，由部农田水利司会同有关单位编制的《泵站技术改造通则》SD141--85和《泵站现场测试规程》SD140--85，经有关部门会审，现批准为部标，自一九八五年五月一日起执行。各地在实行中要注意总结经验，并将经验和问题及时告农田水利司，以便今后修订。

一九八五年三月二十六日

农业帕科技

注：《泵站技术改造通则》单独出版，书号为15143·5815。

前　言

为了进一步提高机电排灌站的工程效益和经济效益，促进泵站技术改造的顺利发展和科学管理水平的提高，近几年来，各地在进行机电排灌站八项技术经济指标考核的过程中，开展了泵站效率的现场测试工作。为了提高泵站测试水平，统一测试标准，我部委托由武汉水利电力学院为主，总结各地泵站现场测试的经验，参考国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）的有关标准，并吸收了我国泵与电动机等有关国家标准的部分内容，编制了《泵站现场测试规程》，先后经过“泵站测试技术研究班”、“泵站测试技术训练班”、“泵站现场测试规程审定会”以及“全国机电排灌节能节水技术改造经验交流会”等多次讨论修改，并征求了有关专家、教授的意见，最后定稿报批。经部批准颁发实行。

《泵站现场测试规程》编制组

一九八五年四月

云水泊科技

目　次

前言…… 759
主要符号表…… 761
下角标表…… 762
第一章　总则…… 762
第二章　水位、压力和扬程的测定…… 767
第三章　流量的测定…… 773
第四章　功率的测定…… 785
第五章　转速的测定…… 796
第六章　柴油机抽水装置效率的测定…… 797
附录一　扬程测定的误差估算…… 798
附录二　用流速仪法测定明渠流量及其误差估算…… 801
附录三　确定边壁、底部附近流速的方法…… 805
附录四　圆形管道按面积积分法计算流量…… 806
附录五　矩形管道按“对数—线性”法布置测点的流量计算…… 809
附录六　用流速仪在管道中测流的误差估算…… 810
附录七　薄壁堰的流量计算及误差估算…… 812
附录八　用食盐浓度法测定流量的误差估算…… 815
附录九　差压测流流量系数的确定与误差估算…… 818
附录十　钢弦扭矩仪测定泵轴功率计算示例…… 821
附录十一　两瓦特表测量电动机输入功率误差估算…… 822
附录十二　水泵效率测定的误差估算示例…… 821
附录十三　小型泵站装置效率测定的误差估算示例…… 830

灌溉排水技术

主 要 符 号 表

量的符号	量的名称	单位名称	单位符号	备 注
g	自由落体加速度	米每二次方秒	m/s^2	清水的
n	转 速	转 每 分	r/min	$\gamma=9.80665$
γ	重 度	牛顿每立方米	N/m^3	$\times10^3$
ρ	密 度	千克每立方米	kg/m^3	N/m^3
p	压 力	帕［斯卡］	Pa	
		千克力每平方厘米[1]	kgf/cm^2	$1kgf/cm^2=9.80665\times10^4Pa$
	压 强	米水柱[1]	mH_2O	$1mH_2O=9.806375\times10^4Pa$
		毫米汞柱[1]	mmHg	$1mmHg=133.332Pa$
μ	［动力］粘度	帕［斯卡］秒	Pa·s	
ν	运动粘度	二次方米每秒	m^2/s	
P	功 率	瓦［特］	W	
		千 瓦	kW	
		［米制］马力[1]		1 马力=735.498W
Re	雷诺数			纯数值
Q	体积流量	立方米每秒	m^3/s	
		升每秒	L/s	
V	体 积	立方米	m^3	
v	流 速	米每秒	m/s	
H	扬 程	米	m	
Z	与基准面的高差	米	m	
η	效 率			
D	直 径	米	m	
R	半 径	米	m	
L	长 度	米	m	
B	宽 度	米	m	
A	面 积	平方米	m^2	
t	时 间	秒	s	
		分	min	1min=60s
		［小］时	h	1h=3600s
I	电 流	安［培］	A	
U	电 压	伏［特］	V	
R	电 阻	欧［姆］	Ω	
E	电 量	千瓦小时	kW·h	
T	温 度	摄 氏 度	℃	
φ	［平面］角	弧度	rad	
		［角］分	(′)	$1'=(\pi/10800)rad$
		度	(°)	$1°=(\pi/180)rad$

(1) 本规程仍采用了个别非法定单位，是为了适应当前仪表所用的单位。

东北电科技

下 角 标 表

下 标	意 义	下 标	意 义
1	进 口	gr	机 组
2	出 口	tr	传 动
f	损 失	mot	电 动 机
sv	装 置	pi	管 道
st	泵 站	po	进出水池
u	有效，有用	Hg	水 银

江水阻系科技

第一章 总 则

本规程是根据近几年来泵站现场测试的实践经验，并参考和部分采用了国际标准化组织（ISO），国际电工委员会（IEC）及我国有关泵试验、动力机试验的国家标准制定的。试验精度分B级和C级，B级适用于精确度要求较高的试验。C级用于一般的试验。

第1.0.1条 适用范围

本规程适用于离心泵、混流泵和轴流泵等机电排水装置的现场测试。

第1.0.2条 测试目的和项目

根据机电排灌节能、节水的需要，为了测算泵站技术经济指标、研究泵站技术改造措施、制定泵站经济运行方案、监视设备运行状况、检查和评定设备性能、实现泵站自动化操作等目的，本规程对下列几项参数的测定作相应的规定。

1. 水位、压力和扬程的测定；
2. 流量的测定；
3. 功率的测定；
4. 转速的测定。

第1.0.3条 定义

一、一般定义

g ——自由落体重力加速度；

γ ——重度：单位体积的重力；

ρ ——密度：单位体积的质量；

p ——压力（压强）：力被面积除的商，除非另有说明，所有压力均指相对于大气压力测量的表压力；

μ ——（动力）粘度（见水力学教程）；

ν 运动粘度：（动力）粘度被密度除的商，即：$\nu=\mu/\rho$；

Re——雷诺数（见水力学教程），$Re=\frac{vD}{\nu}$。

二、本规程的专有定义

1. 流量

Q 体积流量：是指单位时间内从泵出口排出并进入出水管的水的体积，亦即是垂直于过流断面的平均流速$\bar{v}$与过流面积 A 之乘积，即：

$$Q=\bar{v}\cdot A$$

2. 流速

v——流速：指过流断面上的点流速；

$\bar{v}$——平均流速：等于体积流量被过流面积除的商。

3. 扬程

（1）基准面

通过叶片进口边外端的圆中心的水平面，如图 1.0.3-1 所示。

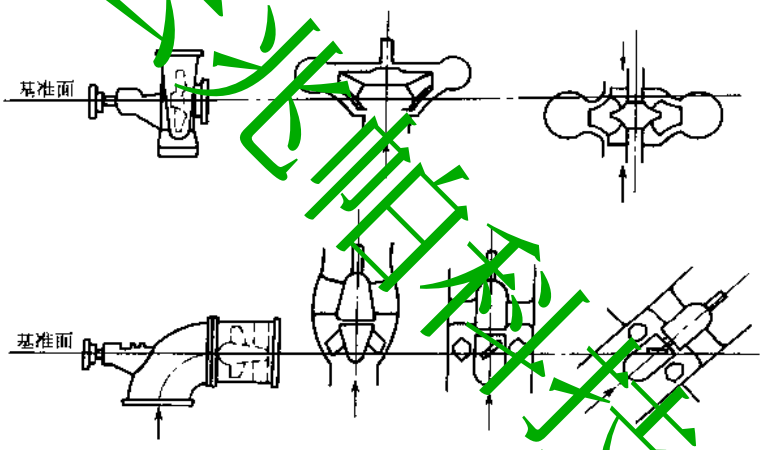


图 1.0.3-1 基准面图

对于多级泵以第一级叶轮为基准。

对于立式双吸泵以上部叶片为基准。

（2）压力水头

$$H_p=\frac{p}{\gamma}$$

（3）流速水头

$$H_v=\frac{v^2}{2g}$$

（4）位置水头 z：表计中心或真空测压点或参比水位与基准面的高度差。如果表计中心或真空测压点或参比水位高于基准面，z 为正值，反之 z 为负值。

（5）泵进口扬程 H_1：泵进口截面处，相对于大气压力单位重量水流的总能量为：

$$H_1 = z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

(6) 泵出口扬程 H_2：泵出口截面处，相对于大气压力单位重量水流的总能量为：

$$H_2 = z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}$$

(7) 泵扬程 H：泵进出口截面单位重量水流能量之差为：

$$H = H_2 - H_1 = z_2 - z_1 + \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

(8) 泵进水管水力损失扬程 H_{j1}：泵进口与进水管进口截面单位重量水流能量之差。

(9) 泵出水管水力损失扬程 H_{j2}：泵出口与出水管出口截面单位重量水流能量之差。

(10) 装置扬程 H_{sy}（即实际扬程 $H_{实}$）：进水管进口处水位高程∇_1与出水管出口处水位高程∇_2之差，如图 1.0.3-2 所示，即

$$H_{sy} = \nabla_2 - \nabla_1$$

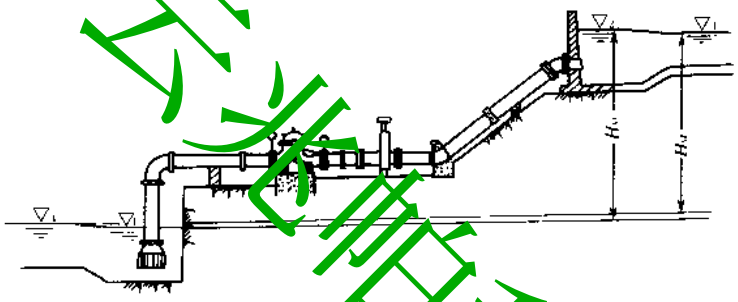


图 1.0.3-2 装置扬程及泵站扬程

(11) 泵站扬程 H_{st}（即净扬程 $H_{净}$）：引水渠末端水位高程∇_4与出水干渠首端水位高程∇_3之差。如图 1.0.3-2 所示，即

$$H_{st} = \nabla_4 - \nabla_3$$

4. 功率

(1) 水泵有效功率 P_u：单位时间内传给泵出口水流的能量，即

$$P_u = \gamma QH$$

(2) 水泵轴功率 P_a：传到水泵轴上的机械功率，即

$$P_a = \frac{\gamma QH}{\eta}$$

(3) 电动机输入功率 P_{gr}：在电动机输入端测得的电动机的电功率。

(4) 电动机输出功率 P_{gru}：将电动机输入功率减去电动机的损失功率。

5. 效率

(1) 泵效率 η：泵的有效功率与轴功率之比的百分数，即

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\%$$

万方数据科技

（2）传动效率 η_{tm}：泵的轴功率与电动机输出功率之比的百分数，即

$$\eta_{tm}=\frac{P_a}{P_{gra}}\times 100\%$$

（3）电动机效率 η_{mot}：电动机输出功率与电动机输入功率之比的百分数，即

$$\eta_{mot}=\frac{P_{gra}}{P_{gr}}\times 100\%$$

（4）机组效率 η_{gr}：水泵有效功率与电动机输入功率之比的百分数，即

$$\eta_{gr}=\eta\cdot\eta_{tm}\cdot\eta_{mot}=\frac{P_u}{P_{gr}}\times 100\%$$

（5）管路效率 η_{pt}：装置扬程与泵扬程之比的百分数，即

$$\eta_{pt}=\frac{H_{sy}}{H}\times 100\%$$

（6）进出水池效率 η_{pc}：泵站扬程与装置扬程之比的百分数，即

$$\eta_{pc}=\frac{H_{st}}{H_{sy}}\times 100\%$$

（7）装置效率 η_{sy}：装置的有效功率与电动机输入功率之比的百分数，即

$$\eta_{sy}=\eta\cdot\eta_{tm}\cdot\eta_{mot}\cdot\eta_{pt}=\frac{\gamma QH_{sy}}{102P_{gr}}\times 100\%$$

（8）泵站效率 η_{st}：泵站的有效功率与电动机及辅助设备消耗功率之比的百分数，即

$$\eta_{st}=\frac{\sum\gamma Q_iH_{sti}t_i}{E}\times 100\%$$

式中 Q_i——相应于稳定工况时段 t_i 的平均流量；

H_{sti}——相应于稳定工况时段 t_i 的平均泵站扬程（m）；

t_i——稳定工况时段（h）；

E——$\sum t_i$ 时段内泵站的总耗电量（kW·h）。

第 1.0.4 条 测量误差

泵站现场测试的测量误差应根据目的和要求的不同，分下列三种情况处理：

（1）对于新建的大泵站，应参照 B 级精度验收，如验收单位同意，也可按 C 级执行；

（2）对于一般新建站或技术改造后的验收，可按 C 级精度控制；

（3）对于考核技术经济指标的普测或监测，可参照 C 级精度执行。

泵站测试成果应进行误差分析和估算。本规程要求按 ISO2548 -1973 (E)《离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规范》标准执行。相应于 B 级和 C 级精度的各项误差如下：

一、每一量重复测量的变化❶范围（95%置信度）

如表 1.0.4-1 所示。

应取每一量各次读数的算术平均值作为该量的实际测量值。

❶ 两次读数之间测量值的改变称变化。

江水泵科技

表 1.0.4-1 同一量多次重复测量值的变化范围

重复读数的组数	每一量重复读数的最大值与最小值之间的极限误差（%）			
	流量、扬程、转矩、功率		转速	
	B级	C级	B级	C级
3	0.8	1.8	0.25	1.0
5	1.6	3.5	0.5	2.0
7	2.2	4.5	0.7	2.7
9	2.8	5.8	0.9	3.3

注：最大值与最小值的百分数等于：

$$\frac{\text{最大值}-\text{最小值}}{\text{最大值}}\times 100\%$$

如果达不到表 1.0.4-1 所规定的值，应改进试验条件并重新取一组完整的读数，不得以读数超出容许范围为理由而剔除单个读数和一组观测值中的一些选定的读数。

如果读数变化过大，并非测量方法或仪表误差等所致，而无法加以消除时，极限误差可用统计分析方法计算。

二、测量仪表的极限误差

表 1.0.4-2 测量仪表的极限误差

测定量	极限误差（%）	
	B级	C级
流量	±1.5	±2.5
泵扬程		
泵轴功率	±1.0	
电动机输入功率（确定机组效率的考验）		±2.0
转速	±0.30	±1.0

三、总极限误差限

表 1.0.4-3 总极限误差限

测定量	极限误差限（%）	
	B级	C级
流量	±2.0	±3.5
泵扬程	±1.5	
泵轴功率		
电动机输入功率（确定机组效率的试验）		
转速	±0.4	±1.8
泵效率	±2.8	±5.0
机组效率	±2.5	±4.5
泵站效率	±2.0 （±3.0）	±4.0 （±5.0）

注：如果由于条件的限制，执行表 1.0.4-3 中的泵站效率有困难时，经双方协商同意，可按括号中的数值控制。

万水帕科技

第二章 水位、压力和扬程的测定

第一节 水 准 点

水位、压力和扬程的测量，需要用固定高程的水准点或参考点作比较。如果泵站兴建时，在进、出水池附近设有固定的水准点，可以直接利用；如果没有水准点，可以选定一个参考点。进水池和出水池均按参考点作相对校核，施测时应按四等水准测量要求进行。

第二节 进水池和出水池的水位测量

第 2.2.1 条 测量位置的选择

为了测量水泵装置扬程，应在靠近进水管进口的水位平稳处测量进水池的水位，在靠近出水管出口的水位平稳处测量出水池水位。为了测量泵站扬程，应在引水渠末端、进水池首端的水位平稳处测量水位，在出水池末端、干渠首端的水位平稳处测量水位。对于水面较宽的进、出水池，应在两边分别设测点，取两测点读数的平均值作为水池的水位高程。

第 2.2.2 条 测井

如果被测水位处的水面不平稳，则应设置测井，测井的面积约为 0.1m^2，测井与水池之间设连通管，连通管与测量断面联接处应垂直于池壁，其截面积应不小于测井面积的 10%，当水面较宽或水流不对称时，应在两边各设一测井。

第 2.2.3 条 测量装置

一、测针和钩形水位计

测针和钩形水位计，都可用来测量平稳的水位，为了易于固定，一般用在测井中测量水位。

二、浮子水位尺

在一个直径约为 200mm 的浮子上固定一根连杆，连杆的上部附有标尺，通过已知高程的固定不动的指针读出连杆上的标尺读数，即可推算得水池的水位，这种装置一般用来测量测井的水位，适用于水位变化小的场合。

三、浮子水位指示器

在设测井的地方可以采用浮子水位指示器测量测井中的水位，这种水位指示器分为远传和现场记录两类。在直接读数时，其灵敏度在 5mm 范围内。

四、水位尺

当用固定水位尺在进、出水池中测水位时，所用水位尺必须经过校正；应紧靠池壁垂直安装，并用水准仪测量水尺零点高程。

五、水柱差压计

1. 用参比水位筒测量水位的水柱差压计装置

万水电科技

当直接观测进、出水池水位有困难或不方便时，可借助于参比水位筒测量水位。如图2.2.3-1所示，参比水位筒中的水位要事先测定，参比水位筒可以做成直径为250mm的圆筒形，放在被测水位附近，要求参比水位不变，观测前应向筒内充水，达到溢流。若所测的水位高于水柱差压计的顶端，则可用压缩空气使测压管上部的水面下降到标尺刻度范围内，如图2.2.3-1（a）所示。如所测水位低于水柱差压计的底部，则测压管上部必须造成负压，把水柱吸到标尺刻度范围以内，如图2.2.3-1（b）所示。

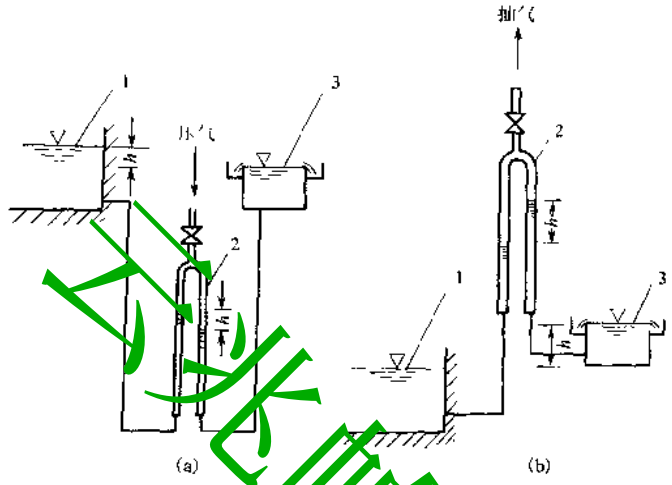


图2.2.3-1 用参比水位筒测量水位的水柱差压计装置示意图

1 被测水位；2—水柱差压计；3—参比水位筒

差压计上的导压管应朝着表计方向向上倾斜，中间不应凸起，若因条件限制，导压管不得不作局部凸起布置时，则应在凸起的顶点装置阀门。导压管可采用透明的塑料管，以便检查导压管内的气泡，在仪表接头或管道连接处，不得有泄漏现象。

2. 用压缩空气法测量水位的水柱差压计装置

当直接观测进、出水池水位有困难或不方便时，可用压缩空气法测量水位。如图2.2.3-2所示，将一根管口高程已知的管子插入被测水位以下，不断向管内压入空气，差压计的水柱高差 h 与管口高程之和即为被测水面高程。管子的直径不宜太小，其长度尽可能短，控制压气量，使逸到水中的空气尽可能少，管子出口直径不宜太大，避免出口管内液面不平。为此，应将出口直径收缩为10～12mm，并制成10mm长等直径的直段。

这种管子插入水面平静的测井中效果较好，如果水位变幅较大，可以用气压表代替U型管。这种方法也可以用来测量井的水位。

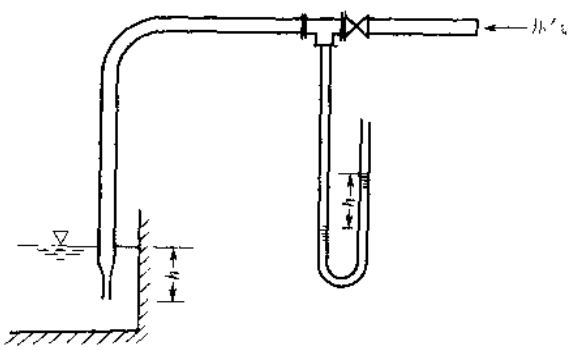


图2.2.3-2 压缩空气法测量水位的水柱差压计装置示意图

六、电测法测量水位的装置

用电压管分别将进、出水池水位引进泵房，在引入处单独连接压力传感器或差压传感器，将水位或压差变换为电信号输送到控制室，进行巡回检测或自动记录。

七、数字水位计

这是利用测量水的静压力原理进行水位测量的一种力式数字水位计，可用于泵站进、出水池或井下水位监测。除了能直接显示外，有的还备有打印输出信息，能自动记录及作自动化数据处理。

第三节 压 力 测 量

第 2.3.1 条 测压孔

一、位置及加工要求

测压孔应布置在流速和压力分布均匀和稳定的断面，如图 2.3.1-1 所示，即测压孔布置在距离进、出口法兰两倍管道直径长度的断面处。如不能满足上述要求，可在泵进、出口法兰处测压，测压孔中心线应垂直于蜗壳平面或弯管平面。

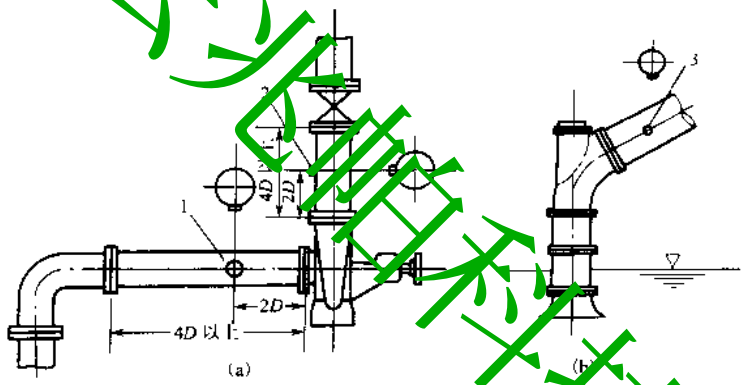


图 2.3.1-1 测压孔位置图

1—进口侧压力测压孔的位置；2、3—出口压力测压孔的位置

测压孔位置如图 2.3.1-1 所示。测压孔直径为 2～6mm 或等于 1/10 管径，取两者之小值。孔的深度应不小于 2 倍孔直径；钻孔应垂直于管内壁，并与壁面齐平，无毛刺。如管壁较薄时，可以在管壁上钻孔，焊接螺帽连接测压嘴。

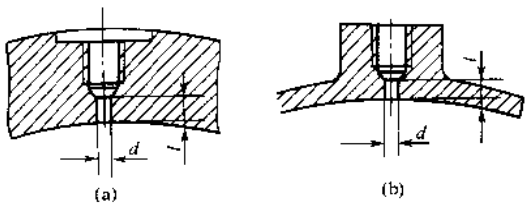


图 2.3.1-2 测压孔图

(a) 壁厚时；(b) 壁薄时

二、布置和数目

测压孔不宜布置在测量断面的最高点或最低点，以防聚积空气，或被泥沙、杂草堵塞。对 B 级精度的试验可在与铅垂线成 45° 交角的两直径方向对着布置四个测压孔；对于 C 级精度的试验可以在适当位置布置 1～2 个测压孔，如图 2.3.1-2 所示。

第 2.3.2 条 测量仪表和方法

压力测量和计算方法与水泵的安装情况以及所用的压力测量表计有关，可根据不同情况选用下列一种方法。

一、水泵进口压力❶ h_s 的测定

（1）进口压力小于大气压力，用真空表测量（图 2.3.2-1）时，按下式计算：

$$h_s = -\frac{13.6p_1}{1000} + z_1$$

式中　p_1——真空表读数（mmHg）。

（2）进口压力小于大气压力，用水柱计测量（图 2.3.2-2）时，按下式计算：

$$h_s = -h + z_1$$

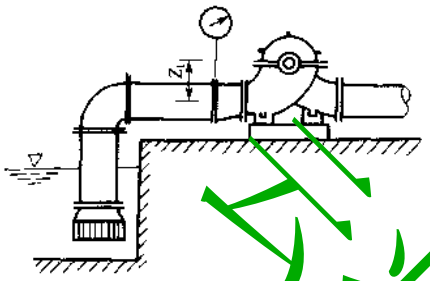


图 2.3.2-1　用真空表测量水泵进口压力

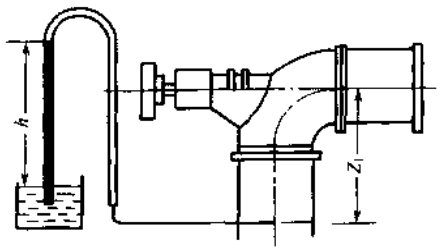


图 2.3.2-2　用水柱计测量水泵进口压力

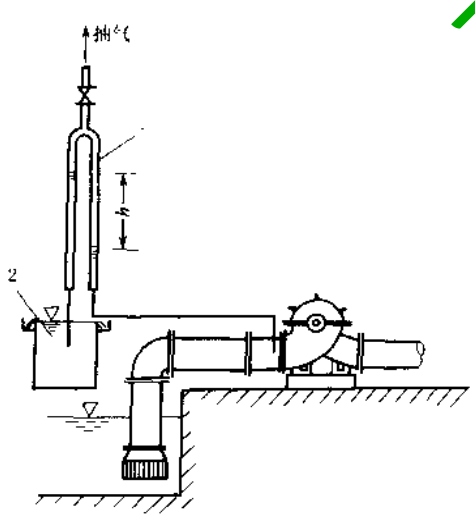


图 2.3.2-3　用水柱差压计测量水泵进口压力

1—水柱差压计；2—参比水位筒

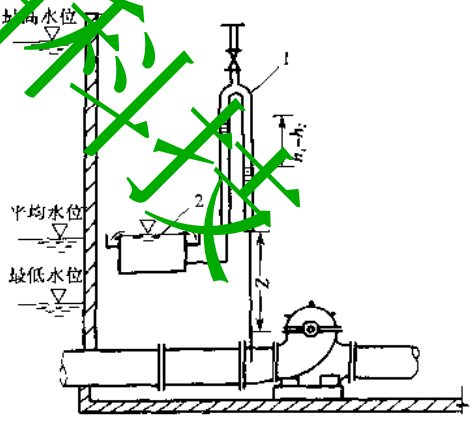


图 2.3.2-4　用水柱差压计测量水泵进口压力

1—水柱差压计；2—参比水位筒

工水电科技

❶ 水泵进口压力是指从基准面算起的水泵进口的势能。

(3) 进口压力接近大气压力时，用水柱差压计测量．如使参比水位水泵基准面齐平，则水柱差压计的水面高差即为水泵进口压力的水柱高度（图 2.3.2-3）。

(4) 进口压力超过大气压力时，用水柱差压计测量（图 2.3.2-4）

使参比水位大致接近于进水池平均水位，进口压力按下式计算：

$$h_s = Z - (h_1 - h_2)$$

二、水泵出口压力❶ h_d（大于大气压力时）的测定

(1) 用压力表测量（图 2.3.2-5）时，出口压力 h_d 用下式计算：

$$h_d = \frac{9.8 \times 10^4 p_2}{\gamma} + z_2$$

式中 p_2——压力表读数（kgf/cm²）；

z_2——压力表中心至基准面的距离（m）。

(2) 用水柱差压计测量（图 2.3.2-6）时，出口压力按下式计算：

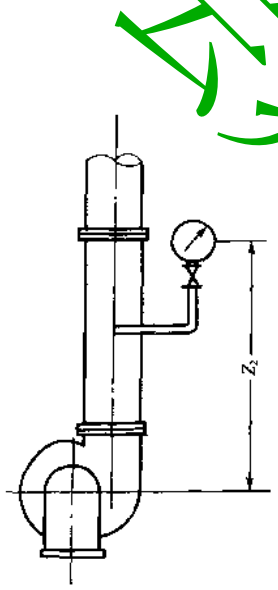


图 2.3.2-5 用压力表测量水泵出口压力

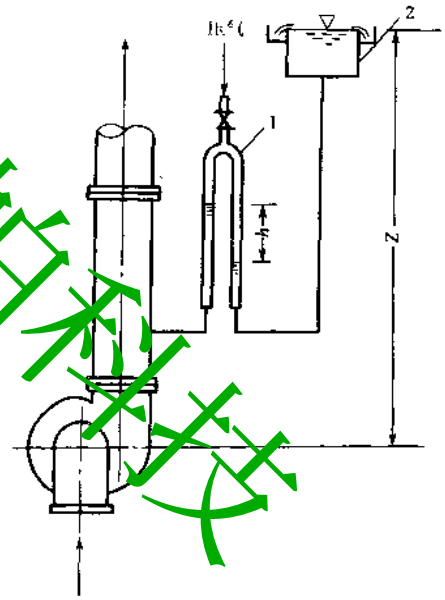


图 2.3.2-6 用水柱差压计测量水泵出口压力
1—水柱差压计；2—参比水位筒

$$h_d = h + z$$

式中 $h = h_1 - h_2$；如 $h_2 > h_1$，则 h 为负值。

三、水力损失的测量

(1) 用水柱差压计测量水泵进水管道的水力损失 H_{f1}，如图 2.3.2-7 所示，可按下式计算：

---

❶ 水泵出口压力是指从基准面算起的水泵出口的势能。

江水泊科技

$$H_{j1}=h-\frac{v_1^2}{2g}$$

当进水池的水位低于差压计时，在差压计顶部抽真空，使液面上升到差压标尺刻度范围内。若进水池水位高于差压计，则应在差压计上部压入空气，使差压计液面降到标尺刻度范围内，以便观测读数。

（2）用水柱差压计测量水泵出水管道的水力损失 H_{j2}，如图 2.3.2-8 所示，可按下式计算：

$$H_{j2}=h+\frac{v_2^2}{2g}$$ ❶

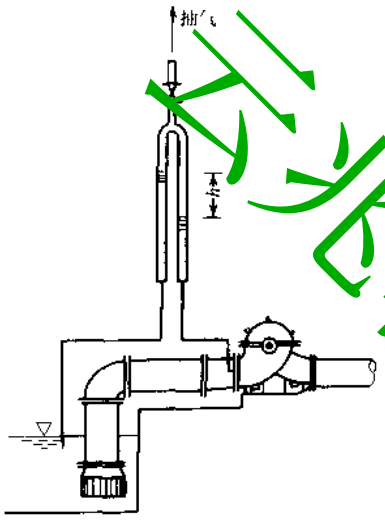


图 2.3.2-7　用水柱差压计测量水泵进水管道的水力损失

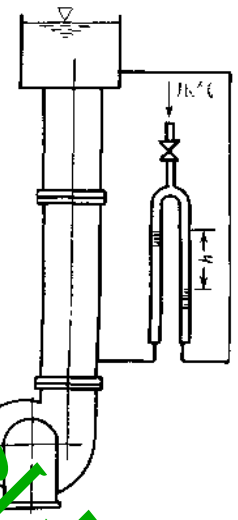


图 2.3.2-8　用水柱差压计测量水泵出水管道的水力损失

对于高扬程长管道的泵站，由于压力高，损失大，应该选用量程适宜的两个同精度的压力表或双波纹管差压计来测量管道的水力损失。也可以根据泵出口压力表测定值与出水池水位高程计算水力损失。

第四节　水泵扬程的测量和计算

第 2.4.1 条　按本规程第 2.3.2 条分别测定水泵进口和出口断面压力时，用下式计算泵的扬程：

$$H=h_d-h_s+\frac{v_2^2-v_1^2}{2g}$$

❶ 指出水管出口的流速。

云水帕科技

式中 h —— 当水泵进口为真空时为负值，反之为正。

如果用真空表和压力表分别测定水泵进、出口的真空和压力，可按下式计算泵的扬程：

$$H = 9.8 \times 10^3 \frac{p_2}{\gamma} + \frac{13.6 p_1}{1\,000} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \Delta z$$

式中 p_2 —— 压力表读数（kgf/cm²）；

p_1 —— 真空表读数（mmHg）。

第 2.4.2 条 用水柱差压计测量水泵扬程

如果水泵扬程较低，观测方便，可以采用水柱差压计直接测出水泵进、出口断面之间的压差值 h，按下式计算泵的扬程：

$$H = h + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

第五节 扬程测量误差估算

详见附录一。

第三章 流量的测定

第一节 流速仪法

第 3.1.1 条 一般要求

一、测流时段内，要求水流是稳定流。

二、测流时段内，要求水流是净水，水中的悬浮物或不溶解质含量容许值的选定，以不影响测量的精确度为原则。

三、测流时段内，要求水流的温度不超过 30 C。

四、测流时段不少于两分钟。

五、测量水流速度的范围在 0.2m/s～5.0m/s 之间。

六、要求采用旋桨型流速仪。

七、流速仪在清水或浑水中的运行时间，应根据流速仪规定的率定周期重新率定。

八、当发现流速仪可能产生测量误差时，测试前要求对流速仪进行比测。比测应在专设的水槽中进行。如条件不许可，也可在现场进行，而水流必须平稳、流速脉动小，比测位置宜在测流断面的中间区域、同一测点上进行；比测所测得两台流速仪的流速差值不得超过流速仪本身均方差之代数和；符合这个要求的可以继续使用，否则要重新率定。

九、采用同时测量法测速时，应采用全部流速仪同一时间测出的流速计算流量。

采用不同时测量时，应当用参考流速仪修正流速。并按下式对所测得的流速进行修正。

$$v_{vo} = v_u \times \frac{v_{ro}}{v_{rt}}$$

式中 v_{vo} —— 修正后的任意点流速；

江北值科技

$v_{t'}$— 修正前 t 时刻的任意点流速；

$v_{t'c}$ —参考点在测量时段内的平均流速；

v_{tn}— 参考点在 t 时刻的流速。

十、流速仪轴线与水流方向的夹角应不超过 5°。

第 3.1.2 条　在明渠中测定流量

一、本条款仅适用于人工渠道中流量的测定。

二、测流断面必须规则，便于丈量；测量前要求对测流断面进行整修和清理。在上渠中测流，测流断面前后至少各有 1.0m 的衬砌长度；测流断面的宽度和深度必须大于 0.8m 或 8 倍流速仪旋桨直径。

三、测流断面应选在渐变流段中，垂直于水流方向，水流平稳并远离干扰源。

四、本条款适用于矩形或梯形断面，渠宽或水深大于或等于 0.8m 时，测点至少 25 个，可用五线五点法布置；测流断面面积 A 上的测点数目 n，应由下式决定，用多线多点法布置。

$$24\sqrt[3]{A} < n < 36\sqrt[3]{A}$$

当渠宽小于 0.8m 时，测线可减为三根；当渠深小于 0.8m 时，每根测线上的测点可减为三点、二点或一点。

渠宽的限值，对于梯形渠道，应以渠底为准；梯形渠道的边坡比较平缓、边壁测线不能控制测流断面的横向流速分布时，可在边坡上适当增加测线。

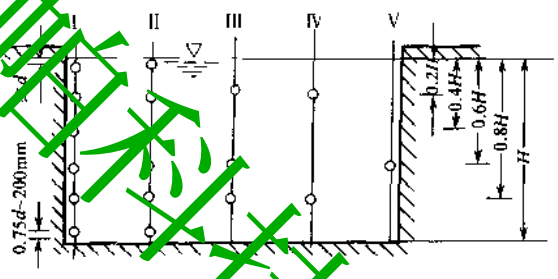


图 3.1.2-1　测点布置图

五、在明渠中布置流速仪，应根据流速分布来确定；测点间距应使相邻测点间的流速差不超过这两流速中大者的 20%；流速仪轴线间距应不小于 d + 30mm（d 为流速仪旋桨直径）；从渠道壁或底部到最靠近的流速仪轴线的距离，应在 0.75d 至 200mm 之间；从水面到最靠近的流速仪轴线，应等于或略大于旋桨直径；测线的位置，除两根靠渠壁外，其它的应根据测流断面的横向流速分布曲线形状而定。测点布置，可根据每根测线上的测点数目及其位置，分为多点法、六点法、五点法、三点法、二点法及一点法，如图 3.1.2-1 所示，按纵向流速分布的规则程度，选用其中的一种方法。

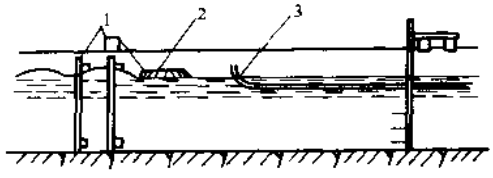


图 3.1.2-2　明渠稳流装置示意图

1—稳流栅；2—稳流筏；3—稳流板

六、当同时测量的阻塞作用大或仪器设备不足时，可采用不同时测量；用移动架上下移动或左右移动，测量不同深度或不同测线的流速。

七、为抑制水平波动，可在测量断面上游，至少为量测断面的水力半径的 10 倍处，设稳流装置，如图 3.1.2-2 所示。

稳流设备可根据情况选用其中的一种。

灌溉排水技术

八、渠道测流断面的流量计算，可先求垂直测线上的流速分布和单宽流量值，再绘制单宽流量曲线，用图解积分法求流量，如图3.1.2-3所示；（见附录二）。垂直线上的平均流速，也可用公式计算：

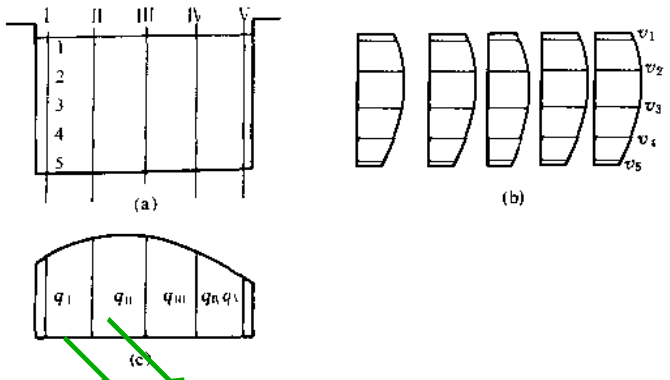


图 3.1.2-3 用图解积分法计算流量

1. 六点法

$\bar{v}=0.1\ (v_{水面}+2v_{0.2}+2v_{0.4}+2v_{0.6}+2v_{0.8}+v_{渠底})$

2. 五点法

$\bar{v}=0.1\ (v_{水面}+3v_{0.2}+3v_{0.6}+2v_{0.8}+v_{渠底})$

3. 三点法

$\bar{v}=0.25\ (v_{0.2}+2v_{0.6}+v_{0.8})$

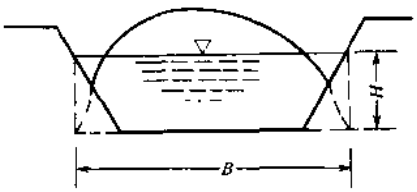


图 3.1.2-4 梯形断面按虚拟矩形断面计算示意图

梯形断面流量计算，可按虚拟矩形断面计算，其宽度为水面宽，高度为水深，边壁流速为零。如图 3.1.2-4 所示。

九、渠道边壁、底部附近的流速，可根据具体情况选用下列方法之一，各方法的计算见附录三。

（1）由外推公式计算；

（2）用图解法确定；

（3）边壁流速系数法。

十、用流速仪在明渠中测量流量的精确度，取决于水流的速度分布、周期性地波动、测线和测点数目及其分布、断面的丈量、计算流量的方法、流速仪本身的率定误差等。

由于不确定的因素比较多，准确地计算误差值比较困难，但应详尽地找出误差源，估算误差值，见附录二。

第 3.1.3 条 在压力管道中测定流量

一、大管道

（1）圆形管道直径要求大于 9 倍流速仪旋桨直径或不小于 1.4m；矩形断面的短边要求大于 8 倍流速仪旋桨直径或不小于 1.0m。

（2）断面应当选择在上游具有 20 倍管径（或 80 倍水力半径）的直段，下游具有 5 倍

管径（或 20 倍水力半径）直管段的地方。

如果在管流中观察到漩涡，或流速分布不均匀，可在测流断面上游 20 倍管径处设置整流器。

（3）圆形压力管道的测点数目可由下式确定：

$$4\sqrt{R} < n < 5\sqrt{R}$$

式中 n ——每根半径上的测点数目。

圆形压力管道的测点布置，至少用两根互相垂直的直径测杆，断面上总测点不得少于 13 点（即至少有四根半径测杆，每根半径测杆上不少于 3 个测点，其中有一个点要布置在断面中心），一般不超过 37 个测点。在断面测点数目相同的情况下，增加测杆数目比在断面上增加测点数目为好。测杆要与铅直方向成一定角度，不应有任何一根径向测杆铅直布置，以免有可能使该测杆下端的流速仪受到水流中夹带的坚硬异物冲击所损坏。

对矩形压力管道，测点至少要 25 个，分别布置在五条水平线与五条铅直线的交点上。

在压力管道中布置流速仪，必须保证流速仪轴线与管壁间的最小距离为 $0.75d$，流速仪轴线间距不少于 $d+30\text{mm}$（d 为旋桨直径）。

（4）圆形断面按圆环等面积法或圆环等流量法布置测点，如图 3.1.3-1、表 3.1.3-1、表 3.1.3-2 所示；流量计算按面积积分法进行，见附录四。

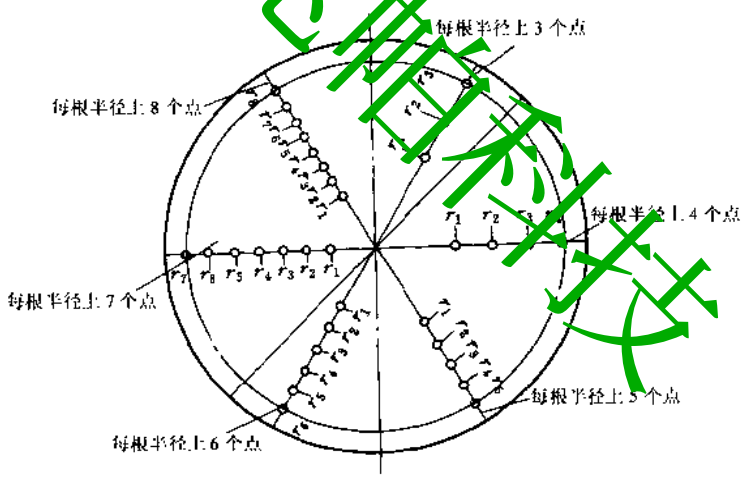


图 3.1.3-1 圆断面管道测点布置图

（5）圆形断面按“对数－线性”法布置测点，流量按测点的算术平均值（圆点不计在内）计算；测点位置用相对半径 r/R 或离管壁相对距离 y/D 的数值表示，如表3.1.3-3。

（6）矩形断面按图解积分法计算流量时，测线及测点的布置，除靠近边壁的流速仪外，其它流速仪可根据断面流速分布图进行布置；图解积分法可参照明渠的图解积分法计算流量。

（7）矩形断面按“对数－线性”法布置，流量按加权平均值计算；测点位置用离管壁的相对距离 x/L、y/H 的数值表示，布置如图 3.1.3-2，加权系数如表 3.1.3-4 所示。流量计算见附录五。

表 3.1.3.1 按圆环等面积法布置测点

每根半径上测点数 n	总数	r_n/R	r_{n-1}/R	r_{n-2}/R	r_{n-3}/R	r_{n-4}/R	r_{n-5}/R	r_{n-6}/R	r_{n-7}/R
3	13	0.913	0.707	0.408					
4	17	0.935	0.791	0.612	0.354				
5	21	0.949	0.837	0.707	0.548	0.316			
6	25	0.957	0.866	0.764	0.645	0.500	0.289		
7	29	0.964	0.886	0.802	0.707	0.598	0.463	0.267	
8	33	0.968	0.901	0.829	0.750	0.661	0.559	0.433	0.250

表 3.1.3-2 按圆环等流量法布置测点

n	r_n	$\frac{r_{(n-1)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-2)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-3)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-4)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-5)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-6)}}{r_n}$	$\frac{r_{(n-7)}}{r_n}$
3	$D/2-0.75d$	0.816	0.577					
4	$D/2-0.75d$	0.866	0.707	0.500				
5	$D/2-0.75d$	0.894	0.775	0.632	0.447			
6	$D/2-0.75d$	0.913	0.816	0.707	0.577	0.408		
7	$D/2-0.75d$	0.926	0.845	0.756	0.655	0.535	0.378	
8	$D/2-0.75d$	0.935	0.866	0.791	0.707	0.613	0.500	0.354

表 3.1.3-3 按“对数—线性”法布置测点

每根半径上测点数目	r/R	y/D
3	0.3586±0.0100	0.3207±0.0050
	0.7302±0.0100	0.1349±0.0050
	0.9358±0.0032	0.0321±0.0016
5	0.2776±0.0100	0.3612±0.0050
	0.5658±0.0100	0.2171±0.005
	0.6950±0.0100	0.1525±0.0050
	0.8470±0.0076	0.0765±0.0038
	0.9622±0.0018	0.0189±0.0009

表 3.1.3-4 矩形断面按“对数—线性”法布置 26 个测点的加权系数 k_i 表

y/H \ x/L	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	N
	0.092	0.3675	0.6325	0.908
0.034	2	3	3	2
0.092	2	—	—	2
0.250	5	3	3	5
0.3675	—	6	6	—
0.5000	6	-		6
0.6325	—	6	6	—
0.750	5	3	3	5
0.908	2	—	—	2
0.966	2	3	3	2

水利科技

$$\bar{v} = \frac{\sum k_i v_i}{\sum k_i}$$

式中 k_i——加权系数见表 3.1.3-4，$\sum k_i = 96$。

$$Q = \bar{v} \cdot A$$

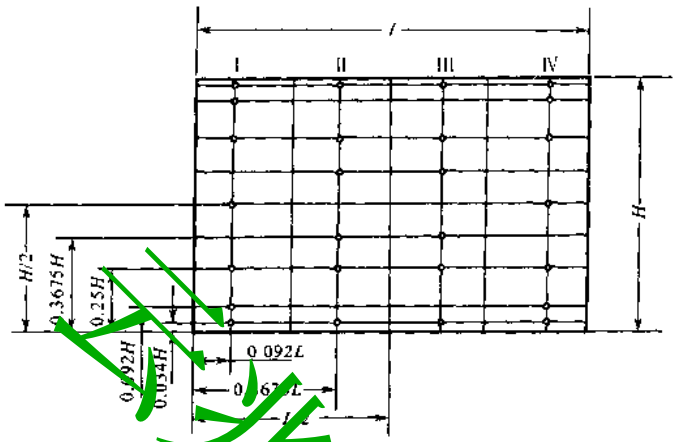


图 3.1.3-2 矩形断面按“对数—线性”法布置测点

（8）圆断面按“对数－车比雪夫”法布置测点，测点位置用相对半径 r/R 或离管壁的相对距离 y/D 的数值表示，如表 3.1.3-5 所示。

表 3.1.3-5 按“对数—车比雪夫”法布置测点

每根半径上测点的数目	r/R	y/D
3	0.3754±0.0100	0.3123±0.0050
	0.7252±0.0100	0.1374±0.0050
	0.9358±0.0032	0.0321±0.0016
4	0.3314±0.0100	0.3343±0.0050
	0.6124±0.0100	0.1938±0.0050
	0.8000±0.0100	0.1000±0.0050
	0.9524±0.0024	0.0238±0.0012
5	0.2866±0.0100	0.3567±0.0050
	0.5700±0.0100	0.2150±0.0050
	0.6892±0.0100	0.1554±0.0050
	0.8472±0.0076	0.0764±0.0038
	0.9622±0.0018	0.0189±0.0009

由于加权系数选为相等值，所以断面平均流速等于局部流速测定的算术平均值。

（9）矩形断面按“对数—车比雪夫”法布置测点。

测点位置（横坐标 x_i，纵坐标 y_j）用相对距离 x_i/L 或 y_j/H 的数值表示，如图3.1.3-3、表 3.1.3-6 所示。

表 3.1.3-6 按“对数—车比雪夫”法布置测点

平行测线或垂直测线的数目	r_i/L 或 y_i/H 值
5	0 ±0.212 ±0.426
6	±0.063 ±0.265 ±0.439
7	0 ±0.134 ±0.297 ±0.447

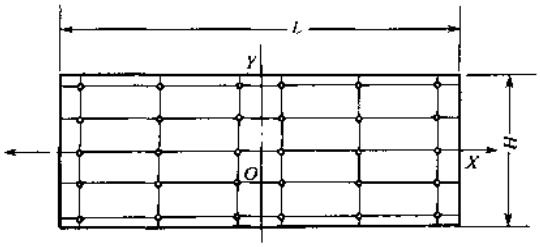


图 3.1.3-3 矩形断面按“对数—车比雪夫”法布置测点

(10) 管道边壁流速可用外推公式计算，也可用图解法确定，公式、符号及作图方法均与明渠相同。

(11) 用流速仪在管道内测定流量的误差估算，可参考 ISO3354—1975 (E) 中的误差估算部分，见附录六。

二、小管道

(1) 管径小于或等于 500mm，大于或等于 250mm 时，可用 CBL—1 型泵站流速仪测定流量。如图 3.1.3-4 所示。

(2) 当测流断面选择在上游具有长度为 15 倍管径的直管段，下游具有长度为 2 倍管径的直管段时，可用一点法测流，即管道中心流速 v_c，乘以流速系数 k_p 及断面面积 A，求得流量。

$$Q = k_p \cdot v_c \cdot A$$

流速系数 k_p 值与管道直径及测流断面上游的直管段长度有关，当直管段长度大于或等于 15 倍管径时，可采用 $k_p = 0.88$；

在具有良好的测量技术的条件下，置信度为 95% 的极限误差可控制在 ±3%。

(3) 测流断面上游的直管段长度小于 15 倍管径，而大于 10 倍管径；或上游直管段长度大于或等于 15 倍管径，而下游直管段长度小于 2 倍管径，采用一点法测流，在具有良

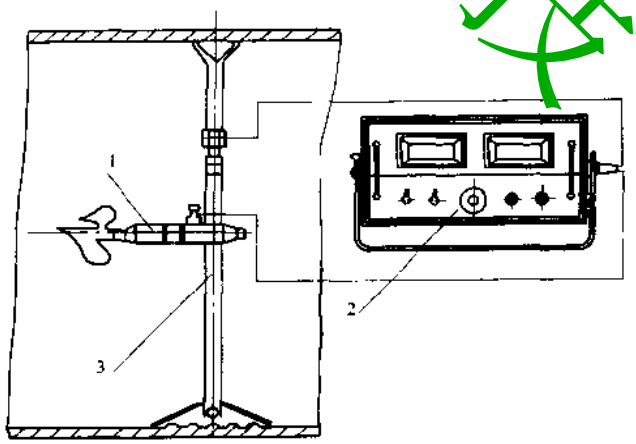


图 3.1.3-4 泵站流速仪测流装置

1—流速仪；2—计数器；3—支撑架

行业标准

好的测量技术的条件下，置信度为95%的极限误差可控制在±3%。

三点法测流是在管直径的两端距管壁0.125D处分别设两个点，加上圆心共三个点，三个点的流量计算公式为：

$$Q = 0.25(2k_p v_c + v_2 + v'_2) \cdot A$$

式中 v_2及v'_2分别为距管壁0.125D处的流速。

第二节 毕托管法

第3.2.1条 用毕托管在圆管或矩形压力管道内测流，测流时段内要求水流是稳定流和压力流。

第3.2.2条 水中杂物要少，以免堵塞毕托管的孔口。

第3.2.3条 毕托管直径d与管道直径D之比d/D不超过0.02时，可不考虑由于阻塞而引起的流量误差。

第3.2.4条 量测断面应位于渐变流段，没有横向流速或漩涡。

第3.2.5条 量测断面要求规则，便于丈量。

第3.2.6条 水流方向与毕托管轴线的交角应小于3°。

第3.2.7条 测点数目、布置及平均流速或流量的计算，均可参照第一节流速仪测流。

第三节 均速管法

第3.3.1条 水流在测流时段内要求是稳定流，水中不能含有大量杂草等悬浮物，以免堵塞均速管的孔口，或影响流速分布。

第3.3.2条 均速管测流断面应位于渐变流段，没有横向流速和漩涡。

第3.3.3条 量测断面必须规则，便于丈量。

第3.3.4条 均速管直径d为0.025～0.05倍管道直径D。

第3.3.5条 均速管上的小孔直径为0.1～0.3倍均速管直径；当管路直径大于或等于500mm时，孔数不少于11个；小孔要求在同一母线上，按圆环等面积法布置测点，中间一个孔，两侧对称布置，如图3.3.5所示。

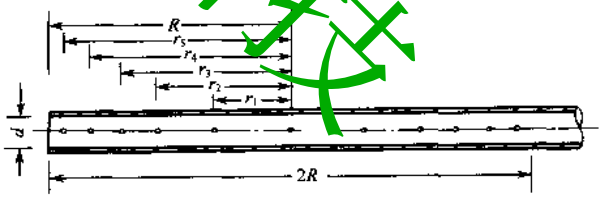


图3.3.5 均速管小孔布置图

第3.3.6条 用均速管在管道中测流时，在均速管的上游侧长度为0.2倍管道直径处，设静压测量断面，并沿管道周壁钻四个均布的静压取压孔，可用均压环联接，用以测量静压，如图3.3.6所示。

第3.3.7条 均速管在管道内安装时，要求密封不漏水，同时又能绕均速管轴线转动，便于对准流向。

第3.3.8条 均速管与均压环分别用导压管接至差压计的两根玻璃管上，玻璃管上侧接压气盒，便于降低玻璃管中的水柱；差压计的高度要求大于实际压差，以便读数。

第3.3.9条 用均速管测定管道流量Q的计算公式：

$$Q = c \cdot q$$

水滴印刷科技

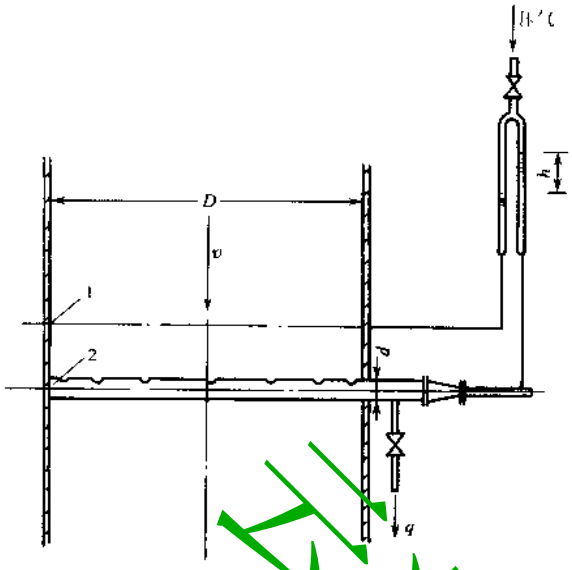


图 3.3.6 均速管测流装置图

1—静压测量断面；2—均速管

式中 c——现场标定的均速管流量系数；

q——通过均速管的流量。

第 3.3.10 条 均速管流量系数 c 值与管道面积、均速管的小孔数目以及孔深、孔径、孔口加工工艺水平有关，必须现场标定，并必须在稳定的静水压力下进行，改变阀门开启度，可测得若干组 q 和与之对应的差压读数 Δh，将它们进行线性回归处理后，即得流量系数 c 值：

$$c = \frac{A\sqrt{2g\Delta h}}{q}$$

式中 A——出水管道测流断面面积；

其余符号同前。

第 3.3.11 条 均速管排出的流量 q 的测定，可用体积法、重量法或管道流量计，接水历时不少于 3~5min，宜用电子秒表记时，管道流量计的精确度不低于 0.5 级。

第四节 量 水 堰 法

第 3.4.1 条 本条款仅适用于直角三角形薄壁堰、矩形薄壁堰和全宽薄壁堰。如图 3.4.1 所示。

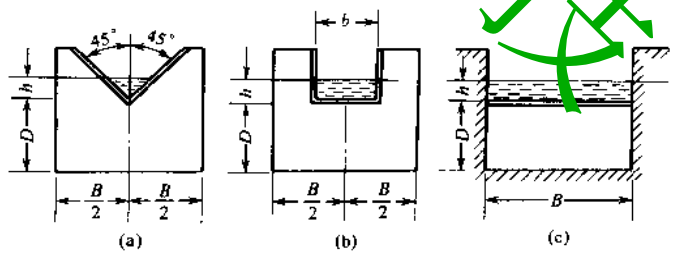


图 3.4.1 薄壁堰类型图

第 3.4.2 条 薄壁堰的结构

一、薄壁堰由堰板和堰槽组成。

二、堰板截面如图 3.4.2-1 所示。

堰口与内侧面成直角，唇厚为 2mm，向外侧倒 45°倾斜面，毛刺应清除干净。

堰口棱缘要修整成锐棱，不得呈圆形，堰板内侧面要平滑，特别是从上端至 100mm 的区域。

堰板的材料必须保证不生锈和耐腐蚀。

江北仪科技

堰板安装时必须铅直，堰口应位于堰槽宽度的中央，与堰槽两侧壁成直角。

直角三角堰的直角等分线应当垂直，直角的误差限为±5′；全宽堰和矩形堰的堰口下缘应保证水平，堰口的直角误差为±5′，宽度误差为±0.001b。全宽堰为±0.001B。

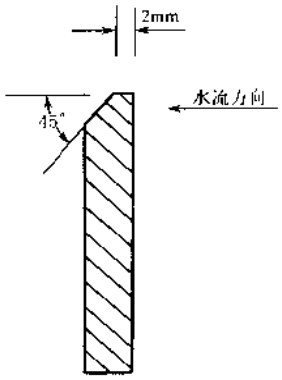


图 3.4.2-1　堰板截面

三、堰槽由导入部分、整流装置部分及整流部分组成，如图3.4.2-2所示。

堰槽可用钢板或混凝土制成。堰槽上游应设置（4～5）道整流栅板。堰槽的底面和两侧面应平整，侧面和底面应铅直。

全宽堰槽的两侧面应向外延伸，延长壁应和两侧面一样平整，与堰口边缘铅直，直角误差±5′。延长壁上应设通气孔，通气孔应靠近堰口并在水舌的下面，以保证水舌内侧空气通畅。通气孔面积为：

$$A \geqslant \frac{B \cdot h_{max}}{1.40}$$

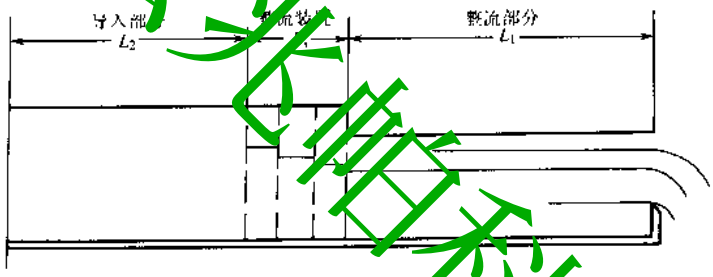


图 3.4.2-2　堰槽的组成

式中　B-　堰槽宽度；

h_{max}　-最大水头。

堰槽长度如表3.4.2所示。

表 3.4.2　堰 槽 长 度 表

	L_1	L_2	L_3
直角三角堰	$>20h_{max}$	约 $2h_{max}$	$>(B+h_{max})$
矩形堰	$>10b$	约 $2h_{max}$	$>(B-2h_{max})$
全宽堰	$>10B$	约 $2h_{max}$	$>(B-3h_{max})$

第 3.4.3 条　堰的水头测定

一、堰的水头测定装置

水头测定装置如图3.4.3所示。在堰槽侧壁上设有小孔，用ϕ10～30mm的连接管与测井相通，小孔不应有毛刺，其轴心应铅直于堰槽断面。

二、堰的水头测定方法

(1) 应当在越过堰口流下来的水流与堰板不附着的情况下测量。

五洲恒科技

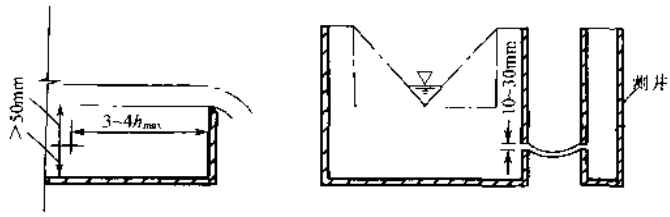


图 3.4.3 水头测定装置

(2) 堰口与堰口外水池水面的高差不得少于 100mm。

(3) 水头测量的水位计零点的确定，误差应在 0.2mm 以内。

第 3.4.4 条 堰的流量计算及其误差估算见附录七。

第五节 食 盐 浓 度 法

第 3.5.1 条 工作原理

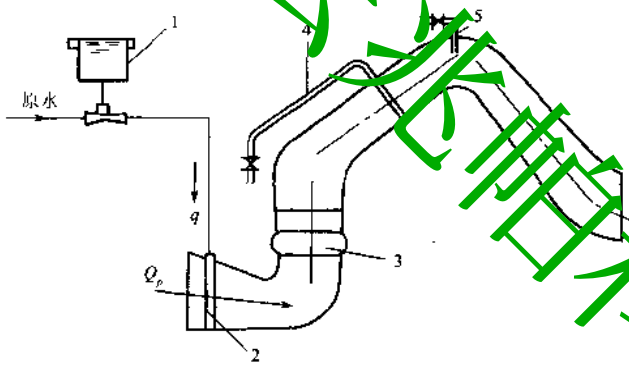


图 3.5.1 食盐浓度法测流原理系统图

1—盐水桶；2—盐水喷射栅；3—叶轮；

4—第一断面取样管；5 第二断面取样管

食盐浓度法是示踪法测量流量中的一种方法。根据目前国产的仪器设备性能和已经取得的现场试验资料，证明以食盐为示踪物并恒速注入的食盐浓度法用于单泵流量的测量，可以获得较高的精度。这一方法的基本原理如图 3.5.1 所示。以恒量的食盐溶液，均匀连续地喷射到水泵进水管道的水流中，在出水管道上盐溶液与原水充分混合的地方，取出混合水样，通过化学分析，测定稀释倍数，即可按下式确定水泵的流量：

$$Q_p = \frac{c_1 - c_0}{c_2 - c_0} = (R+1) \cdot q$$

式中 $(R+1)$ — 稀释倍数；

Q_p —水泵的流量；

q —注入盐水流量；

c_1 —注入盐溶液中氯离子的浓度；

c_2 —混合水样中氯离子的浓度。

第 3.5.2 条 一般要求

一、这种方法的使用不需要测量过流断面的几何尺寸，不要求均匀对称的流速场，因此不要求平直管段，相反，混合水流通过弯管、扩散管等复杂管路更有利于注入溶液与原

水的均匀混合，但要保证不存在倒流或滞流区。

二、要求预先测定原水中氯离子的含量，如果原水中氯离子含量较高，就不宜采用氯化钠（NaCl）作为注入物。

三、必须正确设计注入装置，使注入盐水溶液与原水均匀混合。

四、必须使注入溶液的浓度和流量保持稳定。

五、必须准确地测量注入盐水溶液的流量 q，如果采用管式流量计测量，要求流量计的精度不低于 0.5 级。

六、必须正确取样。取样容器要编号，并与取样管相对应；所取试样不能混入其它液体；每次投盐后，在注入断面前方、混合水取样断面处及注入溶液取样断面处，必须同时分别取出至少三批试样，对混合水则要求取出十批试样。

七、必须准确测定稀释倍数 $R+1$；所用测量仪器，都要事先校正；同一组数据的测量操作人员与仪器应不变。

第 3.5.3 条　误差估算见附录八。

第六节　差　压　法

在水泵装置的管路系统中，选择两个适宜的测压断面，并通过导压管分别与差压计的高低压侧连接，即可组成作为监测水泵流量的差压流量计。一般有下列几种型式。

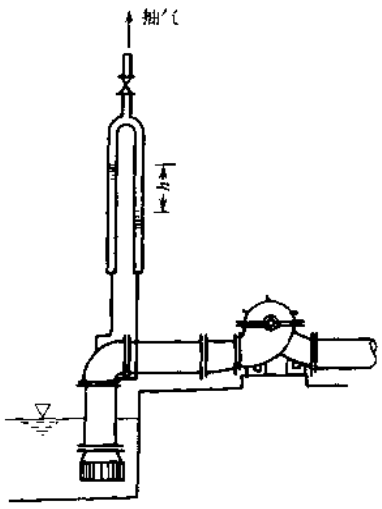


图 3.6.1　弯头流量计

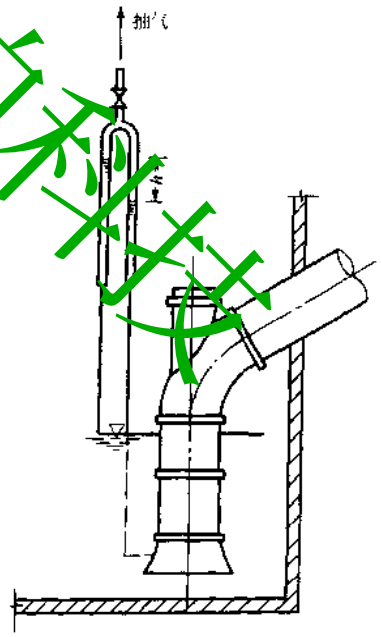


图 3.6.3　进口喇叭差压测流装置

第 3.6.1 条　弯头流量计

这是一种根据动量原理，利用水泵进出水管道上的弯头内外侧产生的压力差而进行测

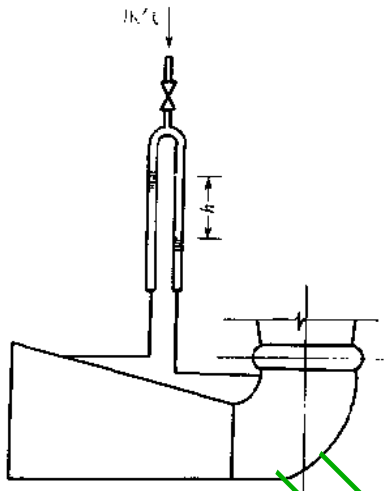


图 3.6.4 进水流道差压测流装置

流的装置。这个压力差一般与流量的平方成正比。要求采用一种标准测量技术，按照原型装置条件直接标定流量系数。如图 3.6.1 所示。

第 3.6.2 条 进水管差压测流装置

这种装置是利用水泵进水管路的水头损失和水泵进口动压降与进水池形成的压差，测量水泵的流量，要求进水管路的阻力系数不随时间而变，且应在现场标定流量系数，如图 2.3.2-7 所示。

第 3.6.3 条 进口喇叭差压测流装置

这是根据动能和压能转换原理而进行差压测流的装置在中小型轴流泵站中，利用进口喇叭管的收缩作用，测量进水池静压与喇叭口缩小断面之间的压差，通过标定测量，确定差压流量系数。如图 3.6.3 所示。

第 3.6.4 条 进水流道差压测流装置

在大型泵站中，利用进水流道断面收缩或弯道水流离心力作用所产生的压差，通过标定测量，确定差压计的流量系数。如图 3.6.4 所示。

此外，还可以利用进水管弯头外侧与水泵进口之间的压差；出水管道水力损失压差；或者在进水管弯头前约三倍直径距离处插入全压管，测量其与水泵进口断面之间的压力差，均可通过标定测量，确定差压流量系数，作为差压测流装置。

利用上述方法测量水泵流量的关键是正确选择测压位置，使之获得较大的稳定的差压信号，并准确标定流量系数。

第 3.6.5 条 差压计

根据泵站的具体条件和要求，可以分别选择水柱差压计、双波纹管差压计、差压变送器或差压流量变送器。水柱差压计或差压变送器通过导压管与测压点连接，导压管的铺设按第 2.2.3 条款要求进行。

第 3.6.6 条 流量系数的确定与误差估算见附录九。

第七节 其 它 测 流 方 法

对于能够满足测流精度要求的其它测流手段，如超声波流量计、示踪物运送时间法等，也可酌情采用。

第四章 功 率 的 测 定

第一节 泵 轴 功 率 测 定

泵轴功率可由在泵联轴节处测得的扭矩和转速来确定，也可由动力机的输入功率和从测点到泵联轴节的全部损耗来计算。

仅供试读

第 4.1.1 条　损耗分析法

当拖动水泵的电动机与泵直联时，可在电动机侧测量电动机的输入功率，通过损耗分析求得电动机的效率 η_{mot} 和输出功率 P_{gru}。此时电动机的输出功率即为水泵轴功率 P_a。

$$P_a = P_{gr} - \sum P$$

或　　$$P_a = \eta_{mot} \cdot P_{gr}$$

式中　$\sum P$　电动机总损耗，如图 4.1.1-1 所示。

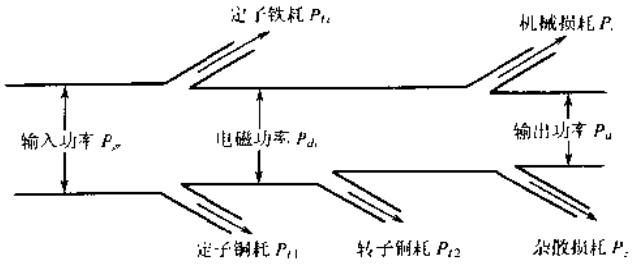


图 4.1.1-1　异步电动机能量平衡图

一、异步电动机总损耗

$$\sum P = P_{fe} + P_j + P_{t1} + P_{t2} + P_z$$

式中　P_{fe}——定子铁耗，从空载试验中求得；

P_j　-机械损耗，从空载试验中求得；

P_{t1}——定子绕组铜耗，按下式计算：

$$P_{t1} = 3i_1^2 r_w$$

式中　i_1——定子相电流（A）；

r_w——换算到基准工作温度时定子绕组的相电阻，其换算公式如下：

$$r_w = \frac{k + t_w}{k + t_c} \cdot r_c \ (\Omega)$$

式中　t_w—　基准工作温度（对于 A、E、B 级绝缘为 75℃；对于 F、H 级绝缘为 115℃）；

t_c—　实际冷状态下绕组的温度（℃）；

r_c　-实际冷状态下绕组的电阻（Ω）（三相平均值）；

P_{t2}—　转子绕组的铜耗，按下式计算：

$$P_{t2} = \frac{P_{dc}}{100} \cdot S_w$$

式中　P_{dc}——电磁功率（$P_{dc} = P_{gr} - P_{t1} - P_{fe}$）；

S_w—　转差率（%），按下式换算到基准工作温度时的数值：

$$S_w = S_z \cdot \frac{k + t_w}{k + t_z}$$

式中　S_z—　输入功率为 P_{gr} 时测得的转差率；

t_z——试验时转子绕组的温度。若转子绕组温度无法实测，允许用试验时定子绕组的温度代替，此时，$t_z = \theta + t_r$ 其中，θ 为利用负载试验终了时所测得的定子热态电阻，按照温升试验中所述的方法计算定子绕组的温升；t_r 为负载试验时周围冷却介质的温度；

P_z　-杂散损耗，可由下式计算：

$$P_z = P_{zg} + P_{zk}$$

式中 P_{zg}——基频杂散耗，可用抽转子法测定❶；

P_{zk}——高频杂散耗，可用异步电动机反转法测定。

如果现场试验设备条件不具备时，对于中心高为 315mm 以上的异步电动机，其杂散损耗可按额定输入功率 P_{1r} 的 0.5%计算，即：

$$P_z = 0.5\%P_{1r}$$

当电动机功率不等于额定值时，杂散损耗值应按定子电流平方成正比而进行修正。

对于中心高为 315mm 及以下铸铝转子的异步电动机，可用实测法确定杂散损耗，根据实测资料统计，小型异步电动机杂散损耗达到额定输入功率的 2%～4%。

二、同步电动机总损耗

同步电动机总损耗 $\sum P$，除包括上述异步电动机 5 项损耗以外，还应计及励磁损耗❷：

1. 励磁绕组的基本铜耗 P_{cuf}，可按下式计算：

$$P_{cuf} = I_{fn}^2 \cdot R_{fw} \cdot 10^{-3}(\text{kW})$$

式中 I_{fn}——额定励磁电流；

R_{fw}——基准工作温度时，励磁绕组的直流电阻。

2. 集电环上电刷电损耗 P_{cub}，可按下式计算：

$$P_{cub} = I_{fn} \cdot \Delta U \cdot 10^{-3}(\text{kW})$$

式中 ΔU——对于碳—石墨或石墨—电化石墨电刷：

$\Delta U = 1$（V）；对于金属石墨电刷：$\Delta U = 0.3$（V）。

三、异步电动机的空载试验

1. 试验目的

空载试验是在电动机不带任何负载的情况下进行的。空载试验之目的是：

（1）测定电动机的空载电流和空载损耗 P_j；

（2）从空载损耗中分离出铁耗 P_n和机械损耗 P_j。

2. 试验内容与方法

空载试验时应测量下列各参数：三相电压、三相电流、输入功率，其试验接线如图 4.1.1-2所示。

由于空载时电动机的功率因数较低，一般不超过 0.2，为了保证测量的准确度，应采用

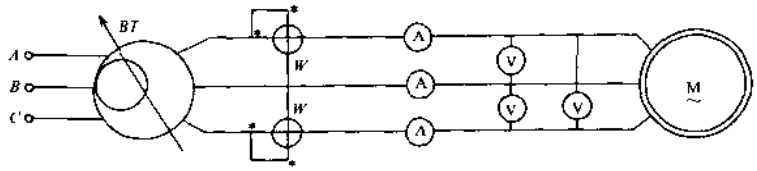


图 4.1.1-2 异步电动机空载试验接线图

❶ 参见 GB1032—68《中小型三相异步电动机试验方法》。

❷ 见 GB1029—80《三相同步电动机试验方法》。

低功率因数瓦特表。电流和功率表的电流线圈的量程，按可能出现的最大空载电流选取。容量较大、电压较高的电动机，有可能作空载试验时也须使用仪用互感器。

（1）为使空载损耗达到稳定，在测量空载特性前，电动机应空载运转一段时间：

10kW 以下的电动机约为 20～30min；

10～100kW 的电动机为 30～40min；

100kW 以上的电动机为 40～80min。

（2）量取空载特性时，用三相调压器来调节加在定子绕组上的电压，试验时电压应从 110%～130%额定电压开始，逐步降低到可能达到的最低电压。此时转速明显下降，空载电流开始回升。中间共测量 7～9 点。

（3）测试完毕后，立即断电停机，并测量定子绕组热态电阻，亦可在电动机运行时带电测量定子绕组热态电阻，以便计算铜耗。

3. 试验结果计算

空载损耗包括：定子绕组铜耗 P_{0t1}、铁耗 P_n及机械损耗 P_j。

定子绕组的铜耗按下式计算：

$$P_{0t1} = 3i_0^2 \cdot r_1$$

式中 i_0——空载相电流；

r_1——空载试验后测量定子相电阻（三相平均值）。

铁耗和机械耗之和 P'_0 按下式计算：

$$P'_0 = P_n + P_j = P_0 - P_{0t1}$$

为了分离铁耗和机械耗，如图 4.1.1-3 所示。作曲线 $P'_0 = f(U_0/U_H)^2$，延长曲线的直线部分与纵轴交于 P 点。P 点的纵坐标即为电动机的机械耗。应注意电压很低时，铁耗将因转差率的增大而增大，在分离铁耗和机械耗时曲线的这一部分不应考虑。

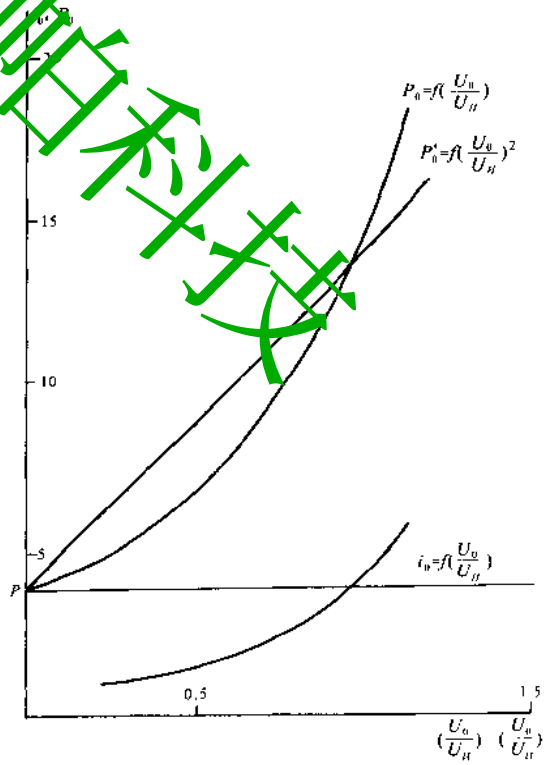


图 4.1.1-3 铁耗与机械耗的分离

四、异步电动机的负载试验

1. 试验目的与要求

负载试验是在额定电压、额定频率下改变电动机所带的负载，以测取电动机的工作特性的基本试验。

电动机工作特性曲线是在额定电压、额定频率（50±0.5Hz）下表示下列数值以输出功率 P_{gn}为函数的曲线：输入功率 P_{gr}、定子电流 I_1、效率 η、功率因数 $\cos\varphi$ 及转差率 S，如图 4.1.1-4 所示：

从工作特性曲线上求取额定输出功

江苏省科技

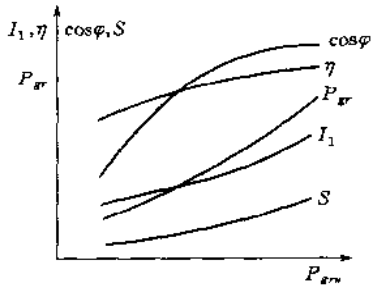


图 4.1.1-4　电动机工作特性曲线

率时电机的效率 η，功率因数 $\cos\varphi$ 与技术标准要求相比较，以鉴定电动机正常运行时的性能。同时利用效率曲线，可以方便地测取电动机的输入功率来求得电动机在某一工况时的输出功率和效率。

在负载试验中，应测取如下参数：三相电压、三相电流、输入功率和转差率。

2. 试验内容与方法

工作特性曲线应在电动机的温度接近正常工作温度时测取，负载试验电气测量接线图如图 4.1.1-5 所示。试验时始终保持端电压为额定值，调节负载（根据泵站的具体条件，可调节水泵流量，或改变进、出水池水位，即改变水泵扬程等方式来改变电动机之负载），使被测电动机的负载在 $1\frac{1}{4}\sim\frac{1}{4}$ 额定负载内变动（按三相电流来控制），其间共测取 5～8 点，每点均应测量三相电压、三相电流、输入功率及转差率。试验完毕后，立即断电停机，用电桥法测量定子绕组的电阻，也可在电动机运行时带电测量。

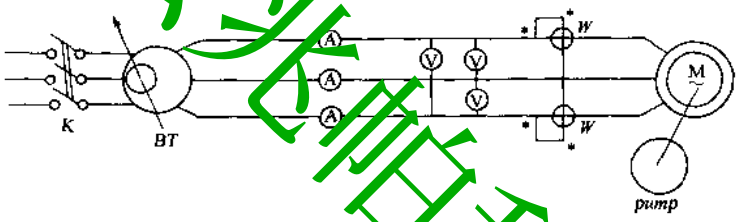


图 4.1.1-5　异步电动机负载试验接线图

3. 分析与计算

（1）电动机的功率因数按下式计算：

$$\cos\psi=\frac{P_{gr}}{\sqrt{3}U_l\cdot I_l}$$

式中　P_{gr}——电动机的输入功率（W）；

U_l——线电压（平均值）（V）；

I_1——定子线电流（平均值）（A）。

（2）损耗的分析计算详见第 4.1.1 条。

（3）输出功率与效率的计算详见第 4.1.1 条。

（4）根据上述的试验与计算，则可以 P_{gru} 为横坐标，以 P_{gr}、$\cos\psi$、I_1、η、S 为纵坐标，绘制电动机的工作特性。

五、测量仪表和仪用互感器的精度等级

电流表、电压表、瓦特表以及低功率因数瓦特表，均采用 0.5 级精度；仪用互感器采用 0.2 级精度，当电压为 500V 或 500V 以上时，允许采用 0.5 级的电流互感器；电桥和转速表采用 0.5 级精度。

江苏恒科科技

为了减少测量误差，应正确地选择仪表量程。尽可能使所测数值在30%～95%仪器测量范围内。

第4.1.2条 扭矩仪测功法

参照表1.0.4-2的要求，采用合适的扭矩仪测量泵轴扭矩M，用测速仪表测定泵轴转速n，通过计算求得泵轴功率，即$P_a=\frac{M\cdot n}{974}$。当轴上具有200mm以上空间的大、中型水泵机组，可采用钢弦测功仪直接测量泵轴功率。

一、钢弦扭矩仪测功原理

钢弦扭矩仪系相对转角式扭矩仪，可测量作用于转轴之扭矩、转速和功率。

如图4.1.2-1所示，仪器发送装置的套筒体1和2卡在被测轴的两个相邻截面上。两只钢弦传感器分别装在套筒的1A、2A、和1B、2B的凸台上，当被测轴按图示方向转动承受扭矩时，就产生扭转变形，两相邻截面扭转一个角度，两套筒体间亦随之扭转同一角度。安装在1A、2A上的钢弦受到拉应力（称为拉弦），安装在1B、2B上的钢弦受到压应力（称为压弦）。在被测转轴的弹性变形范围内扭转角与外施力矩成正比，钢弦的受力情况亦与外施力矩成正比。因为钢弦振动频率的平方变化与钢弦两端所受的力成正比，所以可通过测量钢弦振动频率的变化来测定转轴所承受的扭矩。再由测速装置测得转轴的转速，即可求出轴功率。

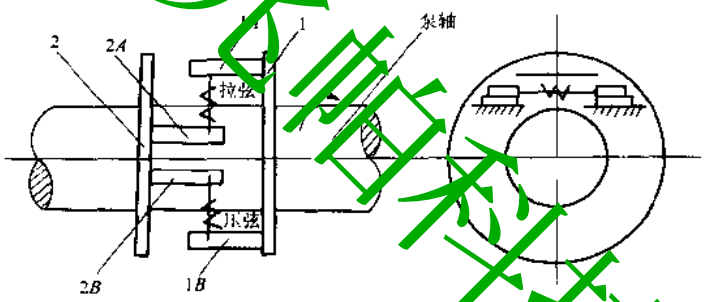


图4.1.2-1 钢弦扭矩测量装置

1、2—套筒体；1A、2A、1B、2B—套筒凸台

图4.1.2-2为比较式钢弦扭矩测功系统示意图。接收仪接收和测量传感器钢弦的振动频率信号及轴的转速。传感器钢弦的振动频率信号经放大后，送入示波管y轴。接收仪内基准弦的振动频率信号经放大后，送入示波管x轴。基准弦的变形反映在刻度盘上。当基准弦的振荡频率与传感器的振荡频率相等时，示波管上即呈现椭圆图形，如图4.1.2-3所示。此时刻度盘上的读数就是安装在被测轴上钢弦传感器的频率。

为了补偿温度和离心力等的影响，在发送套筒上装了两只传感器，即拉弦传感器和压弦传感器。测速装置所测轴之转速供显示和计算轴功率用。

二、扭矩及功率计算

轴扭矩可用下式计算

$$M_t=\frac{G\cdot J}{R\cdot L}\cdot\frac{c_1\cdot\Delta s_1+c_2\cdot\Delta s_2}{2}\cdot 10^{-2}$$

轴功率可用下式计算

$$P_a = \frac{G \cdot J}{R \cdot L \cdot 97403} \cdot \frac{c_1 \cdot \Delta s_1 + c_2 \cdot \Delta s_2}{2} \cdot n$$

式中 G ——被测轴剪切弹性模数，对于一般钢材取：

$G=(8.1\sim8.3)\times10^3$ (kgf/cm²)，作精确测试时，G 可预先精确静校测定；

J——被测轴惯性矩 (cm⁴)：

$$J = \frac{\pi}{32}(D_1^4 - D_0^4)$$

式中 D_1、D_0——被测轴外，内径 (cm)，对于实心轴 $D_0=0$；

R—— 传感器钢弦中心至转轴中心之距离 (cm)，由所采用套筒尺寸决定；

c 传感器系数 (cm/格)；

Δs_1、Δs_2 被测轴承受扭矩时，拉、压弦传感器之钢弦变形，在接收仪刻度盘上分别对应的读数与“零值”的差数称为格差 (格)；

n——被测轴转速 (r/min)；

97403——换算常数。

对于给定的被测轴、套筒以及传感器，则系数

$$k = \frac{G \cdot J}{R \cdot L}$$ k 为常数。

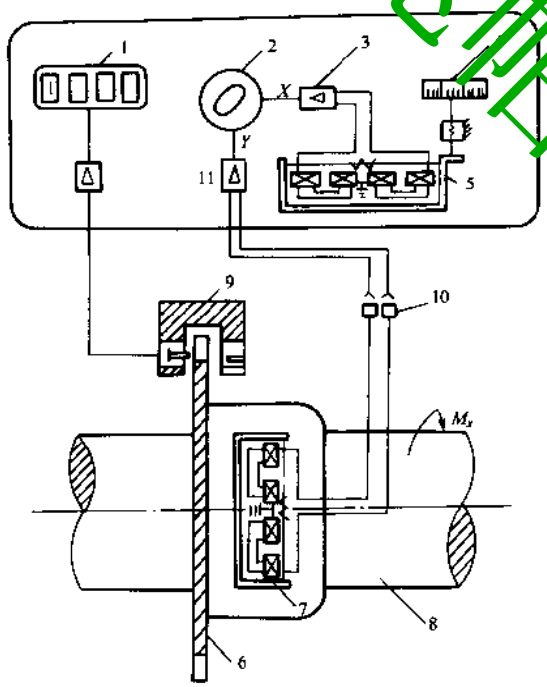


图 4.1.2.2 钢弦扭矩测动系统示意图

1—数字管；2—示波管；3、11—振荡放大器；4 -刻度盘；5 -基准弦；6—测速盘；7—测量传感器；8—被测轴；9—光电测速架；10 -碳刷

在测试中，一般选用拉·压弦传感器系数 c_1 和 c_2 相等或相近，则可近似取：

$$c = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

令 $k' = k \cdot \frac{c_1+c_2}{2}$，并代入上述轴扭矩、轴功率计算公式，则可简写成：

轴扭矩：$M_k = k' \cdot \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{2} \cdot 10^{-2}$

轴功率：$P_a = k' \cdot \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{2\times97403} \cdot n$

三、测试要点

(1) 在被测轴上选一段表面光滑，约 200mm 以上长度的轴，表面擦干净，以便安装套筒。精确测定该段轴的直径，根据实测轴径选用套筒规格，并制造卡环。

(2) 根据被测轴的功率、转速或扭矩，选用相应系数的传感器。即：

行业标准

$$c=\frac{M_k \cdot R \cdot L}{G \cdot J \cdot \Delta s}$$

接收仪计算量程 Δs，一般用刻度盘全刻度的 $\frac{1}{2}\sim\frac{2}{3}$ 较为合适。拉、压弦传感器系数应尽量相等或相近。为了提高测量精度，可选用系数较小的传感器。由于传感器与接收仪是相互匹配的，已定接收仪的传感器，不能移到另一台仪器去使用，否则系数需重新测定。

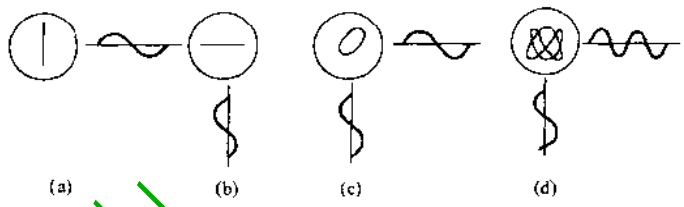


图 4.2.2-3 示波管输入信号示意图

(a) 传感器输入信号；(b) 基准弦输入信号；(c) 传感器及基准弦同时输入信号且频率相等；(d) 传感器及基准弦同时输入信号，但频率不等

如果套筒安装正确，传感器装上套筒后，接收仪在全刻度范围内应均能在示波器上调出椭圆图形。否则说明传感器钢弦太长或太短，应予修理，并重测传感器系数。

(3) 根据测试现场具体情况，参照施测仪器之使用说明书，正确安装刷架和套筒。碳刷与套筒铜环，以及接地铜环与接地碳刷，均应有良好之接触，使接收仪示波图形清晰。

(4) 在被测轴未受力之前，应首先调整传感器之"零点"，即钢弦未受力时在刻度盘上的读数。为了保证测量的精确性，在正式测试前应进行盘车。

(5) 测量应在工况稳定的情况下进行，每点必须测量 3~5 次，取其平均值作为该工况之测量值。

(6) 传感器系数应定期复测。

第二节 电动机输入功率测定

第 4.2.1 条 两瓦特表法

用两瓦特表测量电动机的输入功率 P_{gr}，其接线如图4.2.1-1所示，向量图如图4.2.1-2所示。此时根据两个表计各自读数的平均值 α_1、α_2 及仪表常数 $c_1=c_2=c$ 按下式计算：

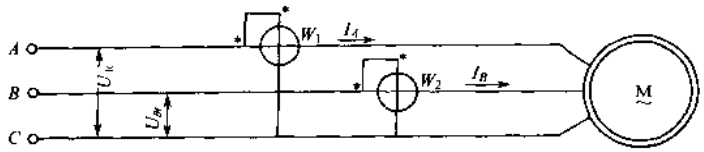


图 4.2.1-1 两瓦特表测量电动机输入功率

$$P_{er}=\frac{c(\alpha_1+\alpha_2)}{1000}(\text{kW})$$

式中　c——瓦特表常数（W/格）；

α_1、α_2　分别为瓦特表W_1、W_2的指针偏转后指示的格数；

$W_1=U_{AC}\cdot I_A\cdot\cos(30°-\varphi)$；

$W_2=U_{BC}\cdot I_B\cdot\cos(30°+\varphi)$；

其中φ为负载之阻抗角。

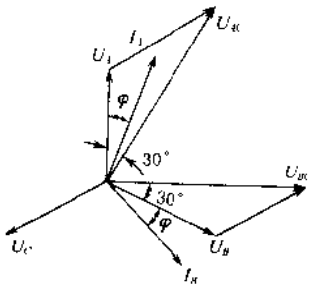


图 4.2.1-2　向量图

在对称负载的三相电路中，$\varphi_A=\varphi_B=\varphi_C=\varphi$，两个瓦特表的读数与负载的功率因数间存在下列关系：

1. 当$\cos\varphi=1$，即$\varphi=0°$时，则两瓦特表读数相等；

2. 当$\cos\varphi=0.5$，即$\varphi=60°$时，将有一个瓦特表的读数为零；

3. 当$\cos\varphi<0.5$，即$\varphi>60°$时，其中一个瓦特表的读数为负值，此时该表反转，为了取得读数，将该表电流线圈两个端钮对换，使之正方向偏转。电动机输入功率等于两个瓦特表读数之差。

石光电气

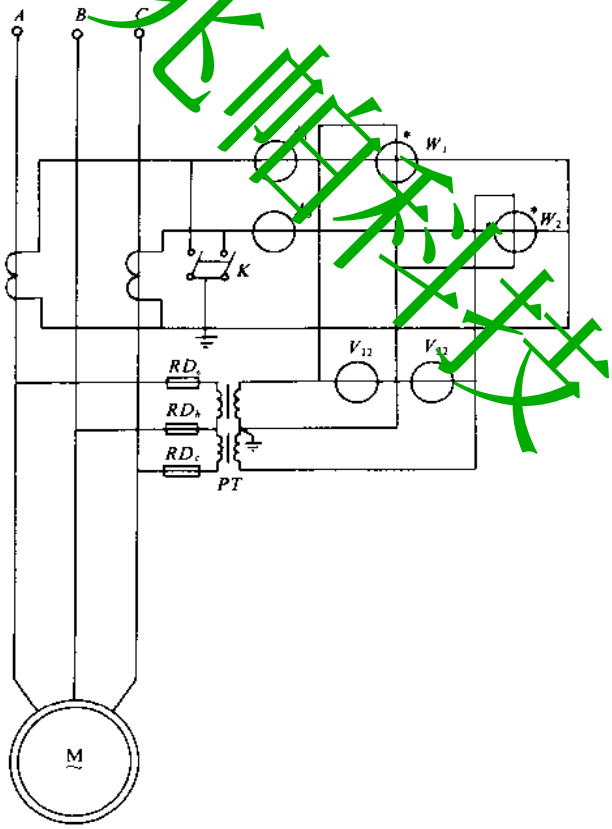


图 4.2.1-3　通过互感器用两瓦特表测电动机输入功率

当被测电动机电压较高，电流较大时，可采用仪用互感器来扩大瓦特表量程。其接线如图 4.2.1-3 所示。此时，电动机输入功率 P_{gr} 为：

$$P_{gr}=\frac{c(\alpha_1+\alpha_2)}{1000}\cdot k_{cT}\cdot k_{pT}(\mathrm{kW})$$

式中 k_{cT}——电流互感器变比；

k_{pT}——电压互感器变比。

用两瓦特表测量电动机输入功率。当三相负载平衡时，可按下式计算负载的平均功率因数。即：

$$\cos\varphi=\frac{1}{\sqrt{1+3\left|\frac{\alpha_1-\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\right|^2}}$$

第 4.2.2 条 三瓦特表法

当 $\cos\varphi$ 低于 0.85（滞后）、$\frac{\alpha_1}{\alpha_2}<0.5$、用两瓦特表法测量电动机的输入功率将会使瓦特表附加误差增大时，可采用三瓦特表法进行测量。接线如图 4.2.2-1 所示。

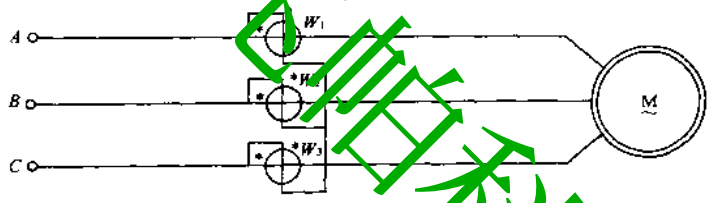


图 4.2.2-1 三瓦特表测量电动机输入功率

此时：$P_{gr}=\frac{c(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{1000}$（kW）

当需用仪用互感器扩大瓦特表量程时，其接线如图 4.2.2-2 所示，其输入功率为：

$$P_{gr}=K_{cT}\cdot K_{pT}\cdot\frac{c(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3)}{1000}(\mathrm{kW})$$

第 4.2.3 条 电能表法

对于某些不具备用两瓦特表法测量电动机输入功率条件的中小型泵站，亦可用电能表测量电动机输入功率。则：

$$P_{gr}=\frac{3600}{N}\cdot\frac{n}{t}\cdot K_{cT}\cdot K_{pT}(\mathrm{kW})$$

式中 N——电能表常数，每一千瓦小时的转盘转数；

n——在 t 秒钟内电能表转盘转数；

t——测定时间（s）。

一般采用电能表转盘每转 10 转所需的秒数来计算电动机输入功率，则有：

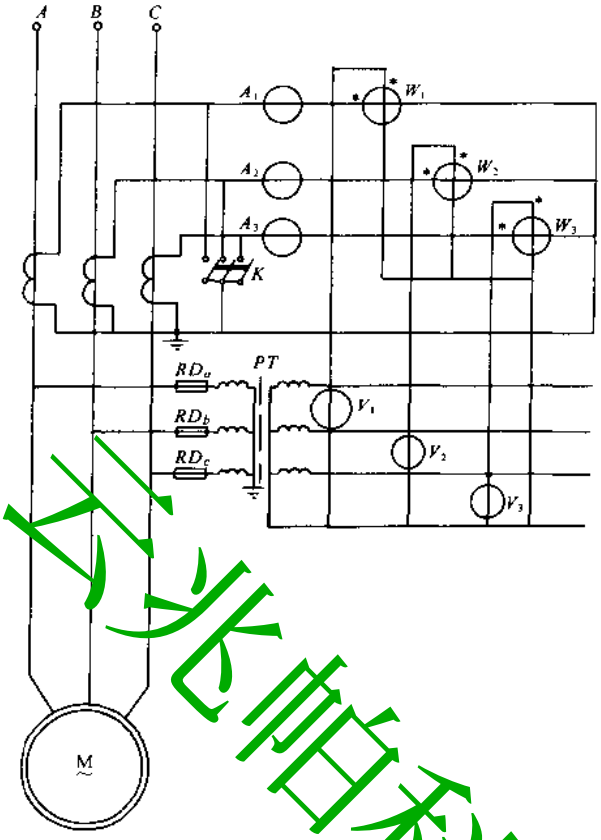


图 4.2.2-2 通过互感器用三瓦特表测量电动机输入功率

$$P_{kr}=\frac{3600}{N\cdot t}\cdot 10\cdot K_{cT}\cdot K_{pT}(\text{kW})$$

第 4.2.4 条 测量仪器的选择及使用

一、用两瓦特表法测量电动机输入功率时，其仪用互感器之精度等级不低于 0.2 级，当电压为 500V 或 500V 以上时，可采用精度等级为 0.5 级的电流互感器。瓦特表精度等级采用 0.5 级。

二、电度表精度等级不应低于 2.0 级；对于计时仪表，力求选用读数较精细的秒表。

三、所采用测量仪表在测试前均应经有关计量部门进行校验和检定，有检定证书者方可使用。

四、为了减少线路压降对测量结果的影响，电压（包括瓦特表、电度表的电压线圈）应在电动机的出线端侧进行测量。如果要求试验精度较高，则应计及测量表计的损耗。

五、仪器的选择除两瓦特表外尽可能使所测数值在 30%～95%仪器测量范围以内，用两瓦特表法测量三相功率时，可以不遵守上述要求，但应尽量使被测电流和额定电压的数值大于仪器量程的 20%。

五洲电气科技

第五章　转速的测定

第 5.0.1 条　手持转速表

一、机械转速表（离心式手持转速表）

用机械转速表测量，精确度较低，约为 1%，一般在低精确度的试验或监视测量时采用。

二、数字式手持转速表

数字式手持转速表又分为接触型和非接触型两种，如图 5.0.1 所示。其测量的精确度为 1r/min。

接触式数字手持转速表的使用与机械转速表类似，将转速测头与转动体端面垂直接触。非接触式是用反射标记检测转速，仅对不接触旋转部件，在旋转体上贴一张反射标记，便可测量。

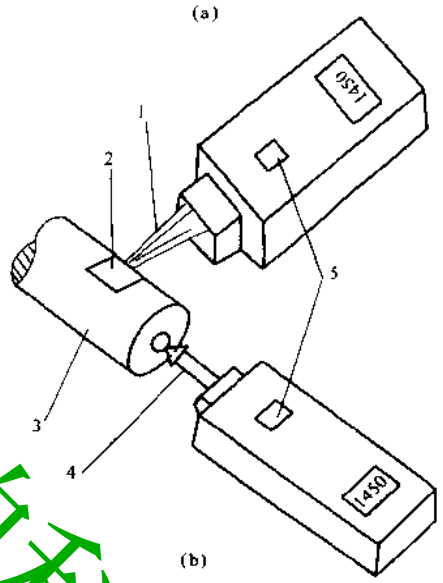


图 5.0.1　数字式手持转速表测量示意图
(a) 非接触式转速表；(b) 接触式转速表
1—光束；2—反射标记；3—转轴；4—测头；5- 开关

第 5.0.2 条　闪光测速法（日光灯测速法）

闪光测速法所需设备：日光灯、秒表、频率表。

当动力机是异步电动机时，可用日光灯测速法测量水泵转速。异步电动机的转速低于同步电机的转速，其差值叫转差。

利用和电动机同电源的日光灯，照射电动机的轴端，轴头上预先划好黑白各半的扇形图，如图 5.0.2 所示。用秒表记下每分钟内扇形图反转的数目（转差）。异步电机的转速用下式计算：

$$n = n_0 - \Delta n$$

式中　Δn——扇形图反转的转速；

n_0——异步电动机实际上的同步转速，它用下式计算：

$$n_0 = \frac{60f'}{P}$$

式中　f'——电源的实际频率，用高精度的频率表测量；

P——异步电动机的磁极对数。

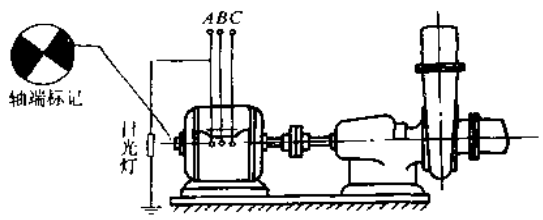


图 5.0.2　日光灯测速法示意图

测不同的转速时，轴端所画扇形的个数不同，黑色扇形数应与磁极个数相同。例如异步电动机的额定转速为 2900r/min。磁极个数为 2，黑色扇形数应为 2。当测多极电机转速时，由于扇形图个数太多图像不易看准，

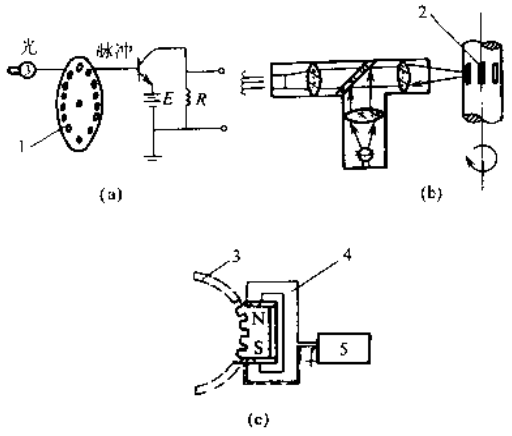


图 5.0.3 数字测速仪测量示意图
(a)、(b) 光电式；(c) 磁电式
1—开孔圆板；2—反射标记；3—齿盘；
4 磁电转换器；5—数字频率计

可用半波整流后再接日光灯，这样扇形图的个数可减半，但无论扇形图多少，在测转差时，只跟踪其中一个扇形图。

日光灯法测量转速的精确度可望达到±0.5%左右，主要取决于电网频率测量的精确度。

第 5.0.3 条 数字测速仪

本方法所需设备：数字计数器、磁电转换器（或光电转换器）、测速齿盘（或开孔圆盘、反射标记）、12V 直流电源等。

数字测速仪是利用磁电或光电转换器将转数变成电脉冲信号，由数字计数器（频率计）显示出转速值，测量精确度可达 1r/min。

转速转换器通常有光电式和磁电式两种，如图 5.0.3 所示，将齿盘固定在转轴上，齿盘的齿槽可制成矩形，也可制成梯形。使用光电转换器时，可以在转轴上贴反射标记，也可用镜片和固定在转轴上的开孔圆盘反射光线。

转速值的计算与齿轮数目（或反光条数、开孔数目）、时标选择时段有关。假定齿轮数目（或反光条数、开孔数）为 m，时标选择时段为 Δt，则当 $m \cdot \Delta t = 60$ 时，仪表显示的数字即为转速（r/min）。

第六章 柴油机抽水装置效率的测定

第 6.0.1 条 柴油消耗量的测定

在以柴油机为动力的泵站中，测定水泵流量 Q、装置扬程 H_{sy} 和柴油消耗量 G，即可计算能源单耗 e 和柴油机抽水装置效率，其计算公式为：

$$e = \frac{1000G}{\sum V \cdot H_{sy}}$$

$$\eta_{sy} = \frac{e}{e_{理}} \times 100\%$$

式中 $\sum V$——某一时段内的提水总量（t）；

G——相应时段内的柴油消耗量（kg）；

$e_{理}$——理论能源单耗，即理论上（假定泵站装置效率为 100%）每千吨米的能源耗油为 0.74kg。

行业标准科技

第 6.0.2 条 柴油消耗量的测定方法，按测量原理可分为体积法、重量法、质量法及流量计法。目前在泵站的现场测试中，常用的是体积法和重量法。

第 6.0.3 条 在大型泵站中，可采用数字式油耗、转速自动测量仪，根据重量法原理测油耗，同时测出柴油机输出功率，按下列公式计算油耗率。

$$g_e = \frac{G \times 3600}{t \cdot P_{gru}}$$

式中 g_e——油耗率[kg/(马力·h)]；

G——柴油耗量（kg）；

t——耗油时间（s）；

P_{gru}——输出功率（马力）。

油耗、转速自动测量仪的结构如图 6.0.3 所示。

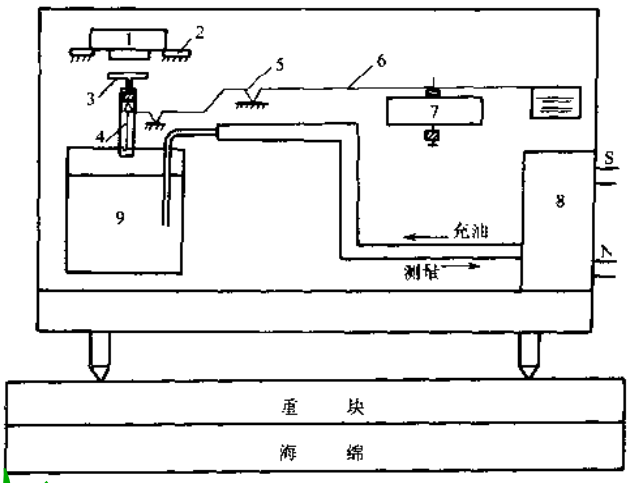


图 6.0.3 油耗测量装置示意图

1—砝码；2—码架；3—码顶；4—吊耳；5—中刀；6—天平横梁；7—配重；8—电磁阀；9—油杯

第 6.0.4 条 在中小型泵站中，可用重量法或体积法直接测出油箱中的油耗率。根据不同条件，可用天平、秒表、标准容器等量具称出或读出柴油机的耗油量。

行水信科技

附 录 说 明

本附录是《泵站现场测试规程》的补充和说明。为了配合规程的应用，使条款具体化，选择了有代表性的例子或国际标准和国家标准中有关内容，作为参考。

实例中的原始数据，大多是现场测试的资料，由于测试条件不相同，所列的数据只能作为参考，不能套用。此外，泵站测试参数的误差估算，在附录中占了较大的篇幅。但由于误差估算的方法和误差值的选用，目前尚不统一，因此，本附录中所采用的估算方法供实践中参照试用。

1985 年 1 月

附录一 扬程测定的误差估算

（一）水泵扬程测定的误差估算

1. 用压力表和真空表测量泵扬程的误差估算

这种方法测量泵扬程的误差，主要是压力测量的误差，而速度水头误差和仪表位置误差影响很小，通常不予考虑，水泵扬程的极限相对误差 δ_H 按下式计算❶：

$$\delta_H = \pm \frac{1}{H}\sqrt{(p_{1max} \cdot s_1)^2 + (p_{2max} \cdot s_2)^2 + \delta^2}$$

式中　H　－水泵扬程；

p_{1max}——真空表的最大量程换算为米水柱；

p_{2max}——压力表的最大量程换算为米水柱；

s_1 和 s_2——以百分数表示的真空表和压力表的精度等级；

δ——真空表和压力表读数误差换算为米水柱。

2. 用水柱差压计分别测量水泵进出口压力确定泵扬程的误差估算

在现场条件下，由于水泵压力波动影响，水柱差压计读数绝对误差估计为 δ_h，在一组测量中要读取 4 根测压管的液面高度，则相应有 4 个误差 δ_h，所以泵扬程的极限相对误差 δ_H 为：

$$\delta_H = \pm 2\left(\frac{\delta_h}{H}\right)$$

3. 用差压计直接测量水泵扬程的误差估算

对于低扬程泵站，在一组测量中，采用这种方法，只要读取 2 根测压管的液面高度，因此泵的扬程的极限相对误差 δ_H 为：

$$\delta_H = \pm \sqrt{2}\left(\frac{\delta_h}{H}\right)$$

（二）装置扬程及泵站扬程测量误差的估算

1. 用水位尺测量水位确定扬程误差的估算

此法测量扬程的误差，包括水位尺零点标定误差 δ_0、水位尺读数误差 δ_1 和水位波动误差 δ_2（包括进、出水池）。用水准仪标定水位尺零点，其误差与水准仪测量等级、测站数目有关，可按下式计算：

四等水准　　$\delta_0 = 10\sqrt{n}$　(mm)

五等水准　　$\delta_0 = 20\sqrt{n}$　(mm)

式中　n——测站数目。

扬程极限相对误差 δ_{Hsy}（或 δ_{Hd}）为：

$$\delta_{Hsy} = \pm \sqrt{2} \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_0}{H}\right)^2 + \left(\frac{\delta_1}{H}\right)^2 + \left(\frac{\delta_2}{H}\right)^2}$$

2. 采用数字压力传感器测量扬程

根据传感器误差 δ_1 及放大器的误差 δ（计数器误差可以忽略），求扬程测定的总

---

❶ 考虑速度水头、仪表位置等误差影响的计算详见附录十二中的“水泵扬程测量的误差分析”。

江苏省水利科技

误差。

$$\delta_{H\text{综}} = \pm \sqrt{2} \cdot \sqrt{\delta_T^2 + \delta^2}$$

（三）用压力表和真空表测量泵扬程的误差估算示例

用一个满量程为 6kgf/cm² 的 0.35 级压力表测得水泵出口压力为 5kgf/cm²；用 0.4 级的真空表测得水泵进口真空值为 450mmHg，如忽略速度水头和仪表位置误差的影响，试估算水泵扬程的极限相对误差值。

解：

（1）按第 2.4.1 条，用真空表和压力表分别测定水泵进出口的真空度和压力值，可用下式计算泵扬程：

$$H = 9.8 \times 10^4 \times \frac{p_2}{\gamma} + \frac{13.6p_1}{1000} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + \Delta Z$$

根据真空表读数换算为米水柱。

$$\frac{13.6p_1}{1000} = \frac{13.6 \times 450}{1000} = 6.12(\text{m})$$

根据压力表读数换算为米水柱：

$$9.8 \times 10^4 \times \frac{p_2}{\gamma} = \frac{9.8 \times 10^4 \times 5}{9.8 \times 10^3} = 50(\text{m})$$

根据实测流量计算进、出口测压点流速分别为：

$$v_1 = 4.0(\text{m/s}); \qquad v_2 = 6.1(\text{m/s})$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = 1.02(\text{m})$$

水泵进口真空测压点与出口压力表中心垂直高度差：

$$\Delta Z = 0.5(\text{m})$$

计算得水泵扬程

$$H = 6.12 + 50 + 1.02 + 0.5 = 57.64(\text{m})$$

（2）计算读数误差 δ

表计的读数误差是随机误差，将多次读数用贝塞尔公式计算标准差。真空表五次读数的均值为 450mmHg，标准差为 0.01mH₂O；压力表五次读数的均值为 5kgf/cm²，标准差为 0.008mH₂O。则得读数误差 δ 为：

$$\delta = \sqrt{(2 \times 0.01)^2 + (2 \times 0.008)^2} = 0.0256(\text{m})$$

（3）计算扬程测量的极限相对误差

$$\delta_H = \pm \frac{1}{57.64}$$

正华电科技

$$\times\sqrt{\left|\frac{760\times13.6\times0.4\%}{1000}\right|^2+(60\times0.35\%)^2+(0.0256)^2}$$

$$=\pm\frac{1}{57.64}\sqrt{0.0017+0.0441+0.000656}$$

$$=\pm\frac{0.2155}{57.64}$$

$$=\pm0.37\%$$

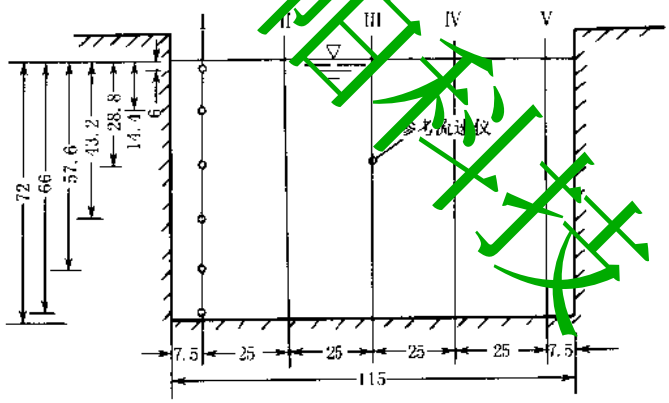
附录二 用流速仪法测定明渠流量及其误差估算

某电灌站安装 12HB$_2$-10 型水泵，采用流速仪法在明渠中测定流量，测定方法及其误差估算如下。

（一）流量测定

1. 测点流速的测定

测流断面选择在离出水池 56m 处的渐变流段，断面呈矩形，垂直于水流方向，矩形断



附图 2.1 测线及测点布置图（单位：cm）

面尺寸为 0.72×1.15m，采用 7 台 LS—10 型流速仪，在测流断面上进行不同时测量，其中 6 台用于测流，1 台用于监测。在测流断面上沿渠道宽度设置 5 根测线，对称均匀布置，每根测线上设 6 个测点，分别按规程布置在水面附近、0.2、0.4、0.6、0.8 水深处及渠底附近；监测流速仪布置在测线 Ⅱ 的 0.4 水深处，如附图 2.1 所示。同一测线上的测点，同时由光线示波器记录 2min，每一测点的流速均由示波器的脉冲信号数目及流速仪检定公式 $v=k\cdot\frac{N}{T}+c$ 计算得到，并用参考流速仪的流速值按公式 $v=v_n\times\frac{v_0}{v_n}$ 进行修正，如附表 2.1 所列。

三水电力科技

附表 2.1 测点流速计算表

测线号	测点号	脉冲信号数目 N	测速时段 T (s)	测点流速 v_m (m/s)	参考点流速 v_{ri} (m/s)	参考点平均流速 v_{ro} (m/s)	修正后的测点流速 v (m/s)	流速仪检定公式
	1	10	108.2	0.241			0.249	$v_{ri}=0.1011N/T+0.0543$
	2	12	110.6	0.244			0.252	$v_{ri}=0.099N/T+0.029$
	3	12	104.7	0.270	0.326	0.337	0.279	$v_{ri}=0.100N/T+0.041$
	4	12	103.2	0.276			0.285	$v_{ri}=0.101N/T+0.041$
	5	11	102.9	0.252			0.261	$v_{ri}=0.101N/T+0.036$
	6	12	109.2	0.262			0.271	$v_{ri}=0.099N/T+0.044$
	1	10	103.9	0.249			0.253	$v_{ri}=0.1011N/T+0.0543$
	2	13	108.2	0.267			0.271	$v_{ri}=0.099N/T+0.029$
	3	14	103.7	0.311			0.316	$v_{ri}=0.100N/T+0.041$
Ⅰ	4	16	110.6	0.333	0.332	0.337	0.338	$v_{ri}=0.101N/T+0.041$
	5	15	106.4	0.321			0.326	$v_{ri}=0.101N/T+0.036$
	6	14	103.3	0.312			0.317	$v_{ri}=0.099N/T+0.044$
	1	12	111.4	0.272			0.266	$v_{ri}=0.1011N/T+0.0543$
	2	15	113.7	0.290			0.283	$v_{ri}=0.099N/T+0.029$
	3	16	111.8	0.329			0.321	$v_{ri}=0.100N/T+0.041$
Ⅱ	4	18	118.2	0.343	0.345	0.337	0.335	$v_{ri}=0.101N/T+0.041$
	5	16	108.3	0.334			0.326	$v_{ri}=0.101N/T+0.036$
	6	16	109.7	0.333			0.325	$v_{ri}=0.099N/T+0.044$
	1	11	110	0.257			0.256	$v_{ri}=0.1011N/T+0.0543$
	2	15	115.2	0.287			0.286	$v_{ri}=0.099N/T+0.029$
	3	17	115.6	0.335			0.334	$v_{ri}=0.100N/T+0.041$
Ⅳ	4	18	118.4	0.348	0.336	0.337	0.347	$v_{ri}=0.101N/T+0.041$
	5	17	113.5	0.338			0.337	$v_{ri}=0.101N/T+0.036$
	6	16	110.9	0.330			0.329	$v_{ri}=0.099N/T+0.041$
	1	10	102.1	0.252			0.248	$v_{ri}=0.1011N/T+0.0543$
	2	12	102.9	0.260			0.255	$v_{ri}=0.099N/T+0.029$
	3	12	106.2	0.267			0.262	$v_{ri}=0.100N/T+0.041$
Ⅴ	4	12	103.6	0.275	0.343	0.337	0.270	$v_{ri}=0.101N/T+0.041$
	5	12	106.0	0.265			0.260	$v_{ri}=0.101N/T+0.036$
	6	12	100.0	0.287			0.277	$v_{ri}=0.099N/T+0.044$

2. 用图解积分法计算单宽流量

用附表 2.1 中的测点流速值绘制各测线的流速分布图，水深长用 1∶20 的比例；流速采用的比例为 1mm 代表 0.03m/s，如附图 2.2（b）所示。并用图解积分法求单宽流量 q，见附表 2.2。

附表 2.2 图解积分法求单宽流量

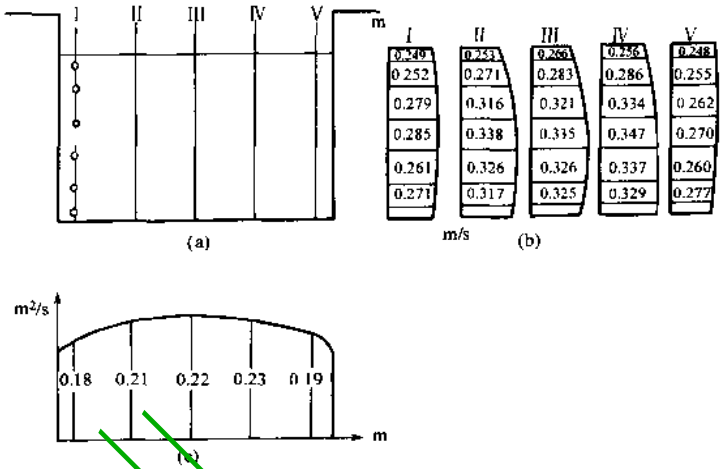
测线号	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	备注
面积值 (mm^2)	302	346	374	381	313	$1mm^2 \triangleq 0.0006m^2/s$
单宽流量值 (m^2/s)	0.18	0.21	0.22	0.23	0.19	

3. 用图解积分法计算流量

用附表 2.2 中的各测线单宽流量值，在测线相对应的位置上，绘制单宽流量分布图，渠宽采用 1∶20 的比例，单宽流量采用的比例为 1mm 代表 0.008m^2/s［见附图 2.2（c）］，再

红水印科技

用图解积分法求其流量值。



附图 2.2 用图解积分法计算流量

∵ 面积为 1484mm²，而 1mm²=0.00016m³/s

∴ 流量 $Q=1484\times0.00016=0.237m^3/s$

4. 绘制流速及单宽流量分布图

渠道的边壁、水面、底部流速（或单宽流量）点由于测点离开边缘很近，采用曲线光滑延长的方法。

（二）误差估算

用流速仪在小型渠道中测量流量，其精确度主要取决于水流流速分布的规律性、水流周期性的脉动、测速垂线、测点数目及其分布；还取决于流速仪测速的工作状态、断面丈量、计算流量的方法以及流速仪量具的精确程度等。

1. 系统误差

（1）流速仪的率定公式的误差，已由厂家给出，根据 LS-10 型流速仪的均方差为 1.5%，故极限相对误差为 $(\delta_v)_s=\pm3.0\%$；

（2）测量断面宽度和深度用的尺子，本身具有系统误差 $(\delta_b)_s$ 和 $(\delta_d)_s$，要求所采用的量具，其系统误差不得大于 1%，则 $(\delta_b)_s=\pm1\%$，$(\delta_d)_s=\pm1\%$。流量的系统误差可用下式计算：

$$(\delta_Q)_s=\pm\sqrt{3.0^2+1^2+1^2}\%$$

$$=\pm\sqrt{11}\%=\pm3.32\%$$

2. 随机误差

（1）由于测流断面上的测速垂线为有限多，不能完全控制横向流速分布，必然产生随机误差 σ_m；误差值与每根垂线控制的断面宽度有关，参照 ISO748，采用相对均方差 $\sigma_m=0.5\%$。

（2）由于在测量断面宽度时，存在着操作、读数等的误差，这个误差具有随机性，可根据多次同精度测量，用贝塞尔公式计算平均值相对标准差 σ_s，见附表 2.3。

江苏南京水利科技

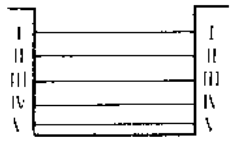
$$\sigma_b = \sqrt{\frac{\sum(x - x_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.00588}{20}} = \sqrt{0.000294}$$

$$= 0.017$$

$$\sigma_b/\bar{x} = 0.017/114.692 = 0.015\%$$

附表 2.3 渠道断面宽度测量值

序号 n	断面号						备注
	Ⅰ-Ⅰ	Ⅱ-Ⅱ	Ⅲ-Ⅲ	Ⅳ-Ⅳ	Ⅴ-Ⅴ	平均	
1	115.2	111.1	114.4	115.0	114.6	114.72	
2	115.3	114.3	114.3	115.0	114.7	111.72	
3	115.2	114.3	114.3	115.1	114.6	114.72	
4	115.2	114.25	114.3	114.9	114.6	114.65	
5	115.2	111.25	114.3	114.9	114.6	114.65	
平均	115.22	11[illegible]0	114.34	114.98	114.62	114.692	

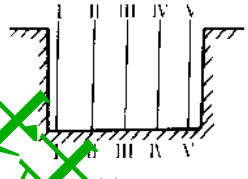


单位：cm

（3）由于在测量断面水深时，产生的相对随机误差，用贝塞尔公式计算平均值相对标准差 σ_d 见附表 2.4。

附表 2.4 渠道断面深度测量值

序号 n	不同测速垂线相应水体						备注
	Ⅰ-Ⅰ	Ⅱ-Ⅱ	Ⅲ-Ⅲ	Ⅳ-Ⅳ	Ⅴ-Ⅴ	平均	
1	72.5	72.5	72.5	71.5	71.5	72.1	
2	72.5	72.5	72.5	71.5	71.5	72.10	
3	72.5	72.5	72.5	71.5	71.5	72.1	
4	72.5	72.5	72.5	71.4	71.5	72.[illegible]	
5	72.5	72.5	72.5	71.5	71.5	72.10	
平均	72.5	72.5	72.5	71.48	71.48	72.09	



单位：cm

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.0005}{20}} = \sqrt{0.000025}$$

$$= 0.005$$

$$\sigma_d/\bar{x} = 0.005/72.09 = 0.0069\%$$

（4）由于垂线上的测点为有限多，不能完全控制纵向流速分布，形成垂线上平均流速的随机误差，其数值与点数有关。本组试验根据流速分布图确定平均流速，则采用相对均方差 $\sigma_p = 0.5\%$。

（5）流速仪在测流过程中由于水流的状态，测速与记录装置以及操作人员的熟练程度，都会产生随机误差 σ_c，本试验采用相对随机误差 $\sigma_c = 1.0\%$。

（6）由于水流的脉动，所测定的流速具有随机误差，其误差值随测定时间的增加而减小，本组试验采用一条垂线上六个测点，其转数同时用示波器记录 2min，采用相对随机误

差 $\sigma_c=0.5\%$。

流量的随机误差 σ_Q，根据 ISO5168 及 ISO748 可按下式计算：

$$\sigma_Q=\left[\sigma_m^2+\frac{1}{m}(\sigma_k^2+\sigma_d^2+\sigma_p^2+\sigma_c^2+\sigma_e^2)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$=\left[0.25+\frac{1}{5}(0.000225+0.00048+0.25-1+0.25)\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$=[0.25+0.3]^{\frac{1}{2}}$$

$$=0.74\%$$

3. 综合误差

流量的综合误差是将系统和随机误差用方和根法合成。

$$\delta_Q=\pm\sqrt{(\delta_Q)_s^2+(2\sigma_Q)^2}$$

$$=\pm\sqrt{(3.32)^2+(2\times0.74)^2}\%$$

$$=\pm\sqrt{11.02+2.19}\%=\pm3.63\%$$

从流量的误差分析可以看出，影响测量精度的主要因素是流速仪的率定误差，国际标准 ISO 要求仪器的误差控制在±1%左右，如果流速仪的率定极限相对误差由±3.0%降为±1.5%，那么综合误差将下降到±2.34%。因此为了进一步提高测试精度，要求尽量提高率定流速仪的精度或采用高精度的流速仪。

附录三 确定边壁、底部附近流速的方法

（一）由外推公式计算

$$v_x=v_a\cdot\left(\frac{x}{a}\right)^{1/m}$$

式中 v_x ——距边壁距离为 x 米处的流速；

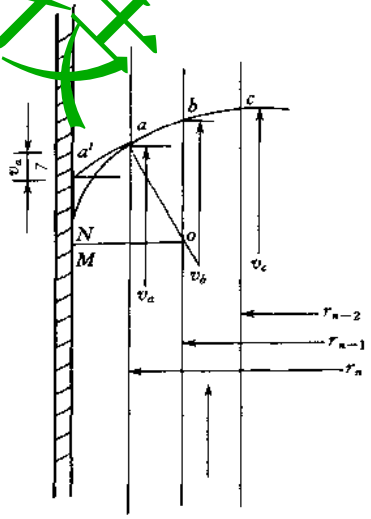
v_a ——距边壁距离为 a 米处的流速；

m —— 指数，m 的取值区间为 4～10，一般取 7。

用流速仪测得渠道中的流速值后，如果最靠近边壁的测点离边壁距离为 a，流速值为 v_a，则可在 a 距离范围内假设任一距离 x，由公式计算 v_x，将求得的一组 $x\sim v_x$ 值，即可点绘边壁流速曲线。

（二）由图解法确定

如附图 3.1 所示，已测得管道中沿管轴方向的流速为 v_a、v_b、v_c，并按比例将流速值 $v_a\sim v_c$ 绘于附图 3.1 中，从 a 点向下，取 v_a 值的1/7为垂直距离，与管壁交于 a'，联结



附图 3.1 图解确定边壁流速

工农电科技

aa'，并使 $a'M=aa'$，过 M 点作垂线 M_o，与圆弧$\overset{\frown}{cba}$切线的垂线 ao 交于 o 点，以 o 为圆心，oa 为半径，交边壁于 N，圆弧$\overset{\frown}{aN}$即为边壁流速曲线。

（三）边壁流速系数法❶

用边壁流速系数 α 乘以边壁流速值 v_a，即为边壁流速值 v_i，$v_i=\alpha\cdot v_a$，边壁流速系数 α，可查附表 3.1。

附表 3.1　边壁流速系数 α 值

边壁情况		α 值
斜坡边壁		0.83～0.91
陡峭边壁	粗糙	0.85
	光滑	0.90

附录四　圆形管道按面积积分法计算流量

圆形管道中用流速仪测流，首先要按规程选择测流断面，并在断面上布置测点，测出各测点流速后，可用不同形式的流量公式来计算流量。

1. 流量计算公式之一

$$Q=2\pi\int_0^R v_i r_i \mathrm{d}r$$

式中　R——圆管半径；

v_i　　测点流速；

r_i——与该测点所对应的半径。

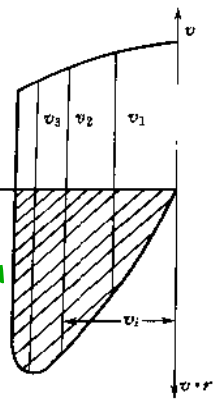
流量计算步骤如下：

（1）由各测点流速 v_i 分别绘制半径测杆的流速分布图（如附图 4.1 中 r 轴上方所示）；

（2）将测点流速 v_i 与该点所对应的半径 r_i 的乘积 v_ir_i 分别标在该点基线的下方，并通过各端点作光滑曲线 $r\sim vr$（如附图 4.1 中 r 轴下方所示）；

（3）用求积仪或数方格法计算以 r 轴 vr 轴和曲线 r-vr 所包围的面积（如附图 4.1 中阴影部分面积）；

（4）以一定的比例尺的倍数乘 2π，再乘该面积值，即可得到任一半径测杆上的流量值 Q_i；



附图 4.1　圆形管道计算流量的图解积分法

（5）按上述方法分别对 m 根半径测杆求出流量后取其算术平均值，作为测流断面的流量，即：

$$Q=\frac{\sum_{i=1}^{m}Q_i}{m}$$

2. 流量计算公式之二

---

❶ 此法仅适用于渠道。

万水电科技

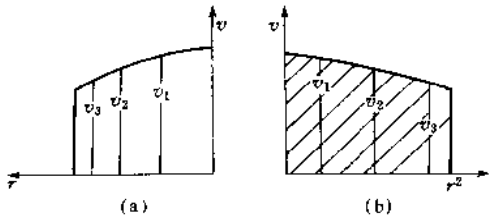
$$Q = 2\pi\int_0^R v r_i \mathrm{d}r = \pi\int_0^{R^2} v_i \mathrm{d}r^2$$

流量计算步骤如下：

（1）由各测点流速 v_i 分别绘制半径测杆的流速分布图（如附图 4.2（a）所示）；

（2）以 r^2 为横坐标，v 为纵坐标，绘制 r^2～v 关系曲线，如附图 4.2（b）所示；

（3）求出图中阴影部分的面积后，乘上相应的比例尺倍数和 π 值，即得任一半径测杆上的流量值 Q_i；



附图 4.2 圆形管道计算流量的图解积分法

（4）按上述方法分别对 m 根半径测杆求出流量后取其算术平均值，即为测流断面的流量。

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^{m} Q_i}{m}$$

为了减小流量计算中的误差，可分别用上述两种方法求流量，所求得的两个流量之差应不超过它们平均值的 1%，最后可以取其平均值作为实测流量值。

3. 流量计算公式之三

$$Q = A\left[\int_0^{(r_n/R)^2} v\mathrm{d}\left(\frac{r}{R}\right)^2 + \frac{1}{m+1}\int_{(r_n/R)^2}^{1} v\mathrm{d}\left(\frac{r}{R}\right)^2\right]$$

$$= A\left[\int_0^{(r_n/R)^2} v\mathrm{d}\left(\frac{r}{R}\right)^2 + \frac{1}{m+1} v_n\left(1 - \frac{r_n^2}{R^2}\right)\right]$$

式中 v——沿半径为 r 的周线上的平均空间流速；

r_n——最靠近管壁的测点所相应的圆半径；

v_n——半径为 r_n（即最靠近管壁）的圆周上测点流速的算术平均值；

m——系数，取决于管壁糙度和水流条件，取值区间在 4（粗糙管壁）和 10（光滑管壁）之间。

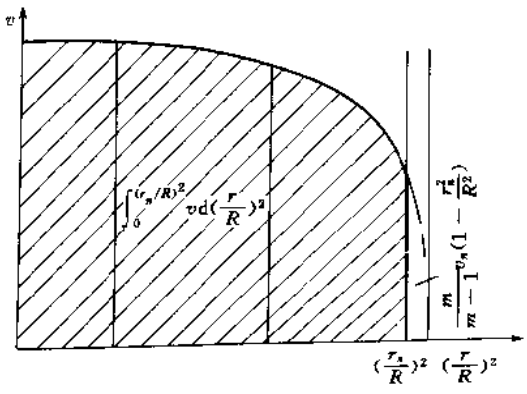
流量计算步骤如下：

（1）根据圆断面上的测点布置，求出相对半径 r/R 值及不同 r 值的周线上的平均空间流速 v；

（2）以 $(r/R)^2$ 为横坐标，相应 r 值的平均空间流速 v 为纵坐标，绘制流速面积曲线，如附图 4.3 所示；

（3）用求积仪或数方格法计算 $r=0$ 与 $r=r_n$ 之间曲线以内所包含的面积，如附图 4.3 中阴影部分的面积值；

（4）计算对应于边壁区的流速值；



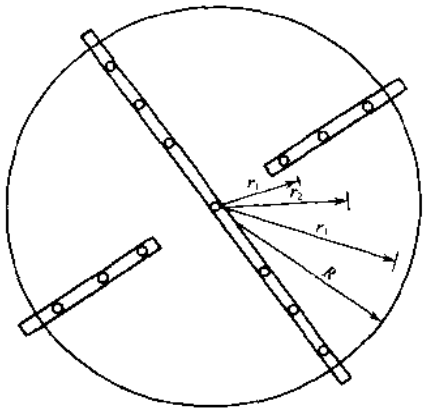
附图 4.3 圆形管道计算流量的图解积分法

江苏中科技

$$\frac{m}{m+1}v_n\left(1-\frac{r_n}{R^2}\right)$$

(5) 将上述两项流速值相加，并乘以一定的比例尺倍数和管道面积，即为流量。

例：某泵站压力管道的直径为 1.2m，用 13 台 LS—10 型旋桨流速仪测速，按圆环等面积法布置测点，测得四条半径上的流速值如附表 4.1 中的第 1、2、3 项所示各值，测杆及测点布置如附图 4.4 所示，试按面积积分法计算流量。



附图 4.4 测杆及测点布置图

解：

(1) 已知压力管道半径 $R=600$mm，按圆环等面积法布置测点，每根半径测杆上三个点，按本规程中表 3.1.3-1 的系数，计算得 $r_1=244.8$mm，$r_2=424.2$mm，$r_3=547.7$mm，但因安装中有误差，实际量得各测点半径 r 值如附表 4.1 中的第 4 项所列。

(2) 计算 vr 及 r^2 值，列入附表 4.1 中的第 5 项及第 7 项，并点绘出 $r-vr$ 和 r^2-v 关系曲线，即用附表 4.1 中第 4，5，7 项点绘出如附图 4.1、附图 4.2 所示。

(3) 用图解法绘出边界流速。

(4) 用数方格的方法求出 $r-vr$ 及 $v-r^2$ 的面积，乘以各自相应的比例尺的倍数后，再分别乘以 2π 及 π 值，即为所求测流断面的流量，如附表 4.1 中的第 6 项及第 8 项。

(5) 由于断面上四根半径测杆的流速值各不相同，每根半径测杆重复上述第 (2)、(3)、(4) 的计算，分别填入附表 4.1 的各相应项内。

(6) 将各半径测杆计算所得流量取算术平均值：

附表 4.1 圆管图解积分法流量计算表

测杆号	测点号	水流速度 v (m/s)	测点离圆心距离 r (mm)	vr (m^3/s)	$Q=2\pi\int_0^R vrdr$ (m^3/s)	r^2 (m^2)	$Q=\pi\int_0^{R^2}vdr^2$ (m^3/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
I	1	0.9868	244.5	0.2413	1.066	0.0598	1.063
	2	0.9821	425.3	0.4177		0.1809	
	3	0.8594	546.6	0.4697		0.2988	
II	4	1.0306	243.8	0.2513	1.068	0.0594	1.061
	5	0.9682	426.3	0.4108		0.1800	
	6	0.8343	547.1	0.4564		0.2993	
III	7	1.0261	244.1	0.2508	1.067	0.0597	1.061
	8	0.9807	426.3	0.4181		0.1817	
	9	0.8359	545.8	0.4562		0.2979	

灌溉排水技术

续附表 4.1

测杆号	测点号	水流速度 v (m/s)	测点离圆心距离 r (mm)	vr (m²/s)	$Q=2\pi\int_0^R vr\,dr$ (m³/s)	r^2 (m²)	$Q=\pi\int_0^R v\,dr^2$ (m³/s)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
N	10	1.0377	245.3	0.2545	1.065	0.0602	1.059
	11	0.9462	425.7	0.4028		0.1812	
	12	0.8375	548.1	0.4590		0.3004	
中心	13	1.0380	0	0			

注：表中的中心点（13号）流速，只作流速图形的校核用，不作为流量计算的依据。

$$Q=\frac{1.066+1.068+1.067+1.065}{4}$$

$$=1.0665\text{m}^3/\text{s}$$

$$Q=\frac{1.063+1.061+1.061+1.059}{4}$$

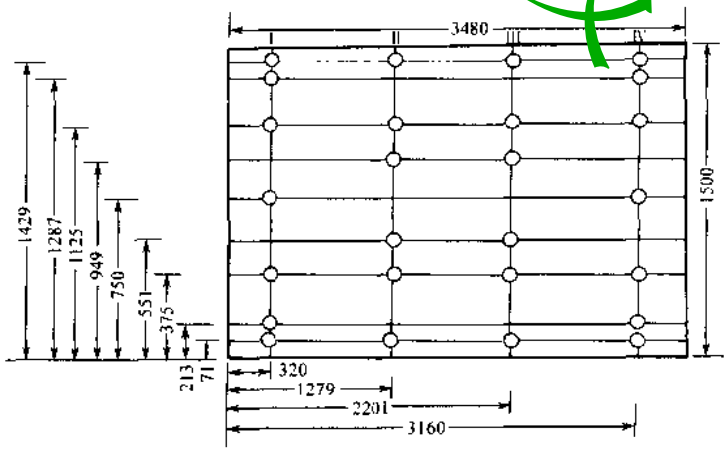
$$=1.061\text{m}^3/\text{s}$$

两者相差小于1%，则其断面流量为：

$$Q=\frac{1}{2}\times(1.0665+1.061)=1.064\text{m}^3/\text{s}$$

附录五　矩形管道按“对数—线性”法布置测点的流量计算

某泵站压力管道呈3.48m×1.50m的矩形断面，用2台LS-25型旋桨流速仪测速，流速仪旋桨直径为120mm，测点按3.1.3条款中的“对数—线性”法布置，如附图5.1所示。



附图5.1　按“对数—线性”法布置流速仪（单位：mm）

测得各条测杆上的流速值如附表 5.1 中的第 3 项。流速乘以各相应测点的加权系数 k（附表 5.1 中第 4 项）得加权平均流速值 $\bar{v}=\frac{\sum k_i v_i}{\sum k_i}$。平均流速与管道断面积的乘积，即为流量，如附表 5.1 备注栏中所列。

附表 5.1 矩形管道按“对数-线性”法布置测点的流量计算表

测杆	测点	水流速度 v（m/s）	测点加权系数 k	$k_i v_i$（m/s）	备注
1	2	3	4	5	
Ⅰ	1	2.03	2	4.06	
	2	2.19	2	4.38	
	3	2.26	5	11.30	
	4	2.31	6	13.86	
	5	2.34	5	11.70	
	6	2.31	2	4.62	
	7	2.16	2	4.32	
Ⅱ	8	2.29	3	6.87	
	9	2.52	3	7.56	
	10	2.62	6	15.72	
	11	2.68	6	16.08	
	12	2.67	3	8.01	$\bar{v}=\frac{\sum k_i v_i}{\sum k_i}=\frac{240.96}{96}$
	13	2.41	3	7.23	$=2.51\text{m/s}$
Ⅲ	14	2.17	3	6.51	
	15	2.51	3	7.53	$Q=\bar{v}\cdot A$
	16	2.60	6	15.60	$=2.51\times5.22$
	17	2.90	6	17.40	$=13.10\text{m}^3/\text{s}$
	18	3.00	3	9.00	
	19	2.95	3	8.85	
Ⅳ	20	1.92	2	3.84	
	21	2.09	2	4.18	
	22	2.20	5	11.00	
	23	2.50	6	15.00	
	24	2.86	5	14.30	
	25	3.02	2	6.04	
	26	3.00	2	6.00	

万水值科技

附录六 用流速仪在管道中测流的误差估算❶

下面是在正常条件下测流时，基于各种误差可能估算值的例子，显然，下面给出的数

❶ 本附录系摘录国际标准 ISO3354—1975（E）《采用流速仪的速度面积法在压力管道内测定净水的流量》一文中的附录一“采用流速仪测流的误差计算示例”。

值并无通用意义。

（一）局部流速测量误差

1. 流速仪转速所产生的误差

$$\frac{\sigma_n}{n}=0.005$$

2. 流速缓慢的波动所产生的误差

如果波动幅度 $\alpha=0.01v$，可假定为

$$\sigma_f=(\sqrt{2}-1)\frac{a}{4},\text{所以}\frac{\sigma_f}{v}=0.001$$

3. 率定所产生的误差

$$\frac{\sigma_c}{v}=0.005$$

4. 高频波动和紊动所产生的误差

$$\frac{\sigma_t}{v}=0.005$$

5. 流速仪倾斜所产生的误差

$$\frac{\sigma_r}{v}=0.0025$$

6. 堵塞作用修正误差

相对堵塞 $S=6\%$

$$\frac{\sigma_b}{v}=\frac{1}{3}\times 0.12S,\text{所以}\frac{\sigma_b}{v}=0.0025$$

所以局部流速测量的标准离差为

$$\frac{\sigma_v}{v}=\sqrt{25+1+25+25+6.25+6.25}\times 10^{-3}\approx 0.0095$$ ❶

（二）流量测量误差

1. 局部流速测量的误差

从上述可知

$$\frac{\sigma_v}{v}=0.0095$$

2. 积分技术所产生的误差

$$\frac{\sigma_i}{q}=0.001$$

3. m 的估算所产生的误差

$$\frac{\sigma_m}{q}=0.0005$$

4. 流速仪位置所产生的误差

$$\frac{\sigma_l}{q}=0.0005$$

❶ 原文有误——译者。

五洲水电科技

5. 断面测量误差

$$\frac{\sigma_A}{A} = 0.002$$

6. 测点数目不足所产生的误差

$$\frac{\sigma_P}{q} = 0.0005$$

于是流量测量的标准离差为

$$\frac{\sigma_q}{q} = \sqrt{90.25 + \square + 0.25 + 0.23 + 4 + 0.25} \times 10^{-3} \approx 0.01$$

在95%置信度下，确定流量的允许偏差为：

$$\delta'_q = \pm 2\frac{\sigma_q}{q}$$

所以 $\delta'_q \approx \pm 2\%$。

所得最后的值表明，按国际标准（规程）测流，只要进行了堵塞影响修正，则允许误差最终不超过±2%。

云龙伯科技

附录七 薄壁堰的流量计算及误差估算❶

（一）水堰测量流量的计算公式

1. 直角三角堰如附图7.1所示

流量的计算公式为：

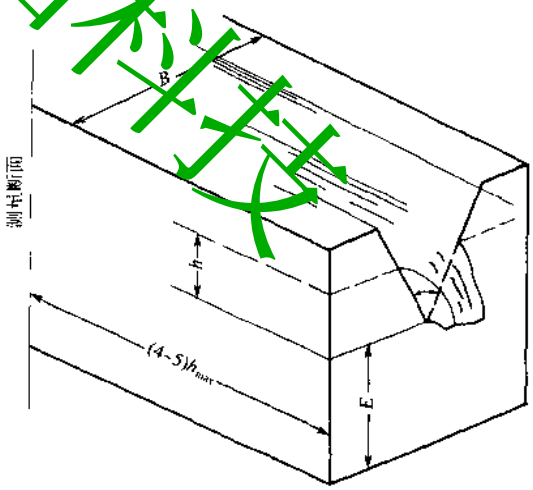
$$Q = \alpha_c \frac{8}{15}\sqrt{2g}h_e^{5/2}$$

式中 Q——体积流量（m^3/s）；

g——自由落体加速度（m/s^2）；

α_c——流量系数，可查附表7.1，其不确定度$\frac{\delta_{\alpha c}}{\alpha_c} = \pm 1.0\%$；

h_e——有效水头（m），$h_e = h + k_h$，其中h为测量水头（m），k_h为补偿粘度和表面张力影响的修正值，对直角三角堰$k_h = 0.00085$（m）。



附图7.1 直角三角堰示意图

适应范围

❶ 本附录系摘录国家标准（GB/T3214－91《水泵流量的测定方法》中的3.3条款——“水堰测量流量的计算公式”及3.4条款——“水堰流量测量不确定度的估算”。

(1) h/E 不大于 0.4；

(2) h/B 不大于 0.2；

附表 7.1 流 量 系 数 α_c

α_c 的 $E:B$ / $h:E$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.1	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
0.2	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
0.3	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.579	0.579	0.580	0.582
0.4	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.580	0.582	0.584	0.586	0.590
0.5	0.578	0.578	0.578	0.579	0.579	0.584	0.587	0.592	0.600	0.606
0.6	0.578	0.578	0.579	0.581	0.584	0.589	0.595	0.605		
0.7	0.577	0.578	0.580	0.584	0.589	0.596	0.607			
0.8	0.577	0.578	0.582	0.588	0.595	0.605				
0.9	0.576	0.579	0.584	0.595	0.302					
1.0	0.576	0.580	0.587	0.598	0.610					
1.1	0.576	0.581	0.590	0.604						
1.2	0.576	0.583	0.593	0.611						
1.3	0.576	0.585	0.597							
1.4	0.576	0.587	0.601							
1.5	0.577	0.589	0.604							
1.6	0.577	0.592	0.609							
1.7	0.578	0.595								
1.8	0.578	0.598								
1.9	0.579									
2.0	0.580									

注：1. 可用内插法计算表中未列的数值；

2. 表中 B ——堰槽宽度（m）；

E——堰口（堰口底点）至堰槽底面的高度（m）。

(3) $h=0.05\sim0.38$（m）；

(4) E 不小于 0.45（m）；

(5) B 不小于 1.0（m）。

2. 矩形堰和全宽堰（$b/B=1$）如附图 7.2 所示

流量的计算公式为：

$$Q=\alpha_c\cdot\frac{2}{3}\cdot\sqrt{2g}\cdot b_e\cdot h_r^{\frac{3}{2}}$$

式中 Q- —体积流量（m^3/s）；

α_c- —流量系数，用下列公式计算：

$b/B=1$（全宽堰） $\alpha_c=0.602+0.075\frac{h}{E}$；

$b/B=0.9$（矩形堰） $\alpha_c=0.598+0.064\frac{h}{E}$；

$b/B=0.8$（矩形堰） $\alpha_c=0.596+0.045\frac{h}{E}$；

$b/B=0.7$（矩形堰） $\alpha_c=0.594+0.030\frac{h}{E}$；

安水恒科技

$b/B=0.6$（矩形堰）

$\alpha_e=0.593+0.018\frac{h}{E}$；

$b/B=0.5$（矩形堰）

$\alpha_e=0.592+0.010\frac{h}{E}$；

$b/B=0.4$（矩形堰）

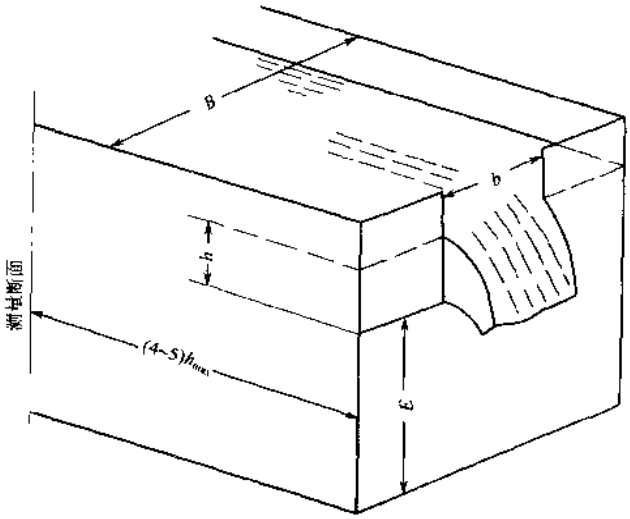
$\alpha_e=0.591+0.0058\frac{h}{E}$；

$b/B=0.2$（矩形堰）

$\alpha_e=0.589-0.0018\frac{h}{E}$。

α_e 的不确定度 $\frac{\delta\alpha_e}{\alpha_e}=\pm1.5\%$

b_e——堰口有效宽度（m），$b_e=b+k_b$，其中 b 为测量堰口宽度（m），k_b 为补偿粘度和表面张力影响的修正值，从附表 7.2 中查得。



附图 7.2　矩形堰、全宽堰（$b/B=1$）示意图

h_e 符号意义同前，对矩形、全宽堰 $h_e=h+0.001$（m）。

附表 7.2　堰口宽度修正值

b/B	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
k_b（mm）	2.4	2.4	2.5	2.7	3.2	3.7	4.1	4.2	3.2	−0.9

适应范围

（1）h/E 不大于 2.5；

（2）h 不小于 0.03（m）；

（3）b 不小于 0.15（m）；

（4）E 不小于 0.10（m）；

（5）$\frac{B-b}{2}$ 不小于 0.10（m）。

（二）水堰流量测量不确定度的估算

1. 直角三角堰

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_{\alpha_e}}{\alpha_e}\right)^2+\left(\frac{\delta_{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}}{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}\right)^2+2.5^2\left(\frac{\delta_{h_e}}{h_e}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

式中　δ_{α_e}——流量系数的不确定度；

$\delta_{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}$——堰口开口角引起的不确定度；

$$\frac{\delta_{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}}{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}=\pm100\left[\left(\frac{\delta_{h_t}}{h_t}\right)^2+\left(\frac{\delta_{b_t}}{b_t}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}\%$$

h_t——三堰底点到角上口的高度；

b_t——三角堰上口的宽度；

δ_{h_t}——三堰底点至上口的高度测量的不确定度；

δ_{b_t}——三角堰上口宽度测量的不确定度；

δ_{h_e}——堰水头测量的不确定度；

$$\delta_{h_e}=\pm\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{k_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{\delta_{h_e}}{h_e}=\pm\frac{100\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{k_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{\frac{1}{2}}}{h_e}\%$$

δ_h——水头实测的不确定度；

δ_{h_0}——零点实测的不确定度；

δ_{k_h}——补偿粘度和表面张力影响的水头测量修正值的不确定度；

$s_{\bar{h}}$——水头 n 次测量的标准偏差。

一般情况下，直角三角堰流测量的不确定度

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm 1\%\sim 2\%\text{ 左右}$$

2. 矩形和全宽堰

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_{a_e}}{a_e}\right)^2+\left(\frac{\delta_{b_e}}{b_e}\right)^2+1.5^2\left(\frac{\delta_{h_e}}{h_e}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

式中 δ_{a_e}——流量系数的不确定度；

δ_{b_e}——堰口宽度测量不确定度；

$$\delta_{b_e}=\pm\left(\delta_b^2+\delta_{k_b}^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{\delta_{b_e}}{b_e}=\pm\frac{100\left(\delta_b^2+\delta_{k_b}^2\right)^{\frac{1}{2}}}{b_e}\%$$

δ_b——堰口宽度实测不确定度；

δ_{k_b}——补偿粘度和表面张力影响的堰口宽度测量修正值的不确定度；

δ_{h_e}——堰水头测量的不确定度；

$$\delta_{h_e}=\pm\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{k_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{\delta_{h_e}}{h_e}=\pm\frac{100\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{k_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{\frac{1}{2}}}{h_e}\%$$

一般情况下，矩形堰和全宽堰流量测量的不确定度$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm 1\%\sim 4\%$左右。

附录八　用食盐浓度法测定流量的误差估算

流量测量误差来源于注入盐水流量的测量误差和稀释倍数的测定误差。

云水信息科技

（一）注入盐水流量的测量误差

该项误差决定于测量的方法。如采用体积法测量注入流量，则其误差包含标定容器的标准差 σ_1，液位读数的标准差 σ_h，及记时的标准差 σ_t，分别求出上述三项标准差后即可计算注入流量的总标准差或相对总标准差。

$$\sigma_q = \sqrt{\sigma_V^2 + \sigma_h^2 + \sigma_t^2}$$

如果采用管式流量计测量注入流量，则按仪器标定的误差和读数或显示仪表的误差来考虑，仍按方和根法计算注入流量的标准差或相对标准差。

例如采用涡轮流量计测量注入流量 q，取数字频率计的 10 次读数来计算流量波动的平均值相对标准差 σ_f；若涡轮流量变送器的精确度等级为 0.5 级，即极限相对误差 $\delta_m = \pm 0.5\%$；记数器时标误差为 σ_t，故注入盐水流量的极限相对误差为：

$$\frac{\delta_q}{q} = \sqrt{(2\sigma_f)^2 + \delta_m^2 + (2\sigma_t)^2}$$

（二）稀释倍数的测定误差

1. 标准稀释溶液配制误差

在配制标准稀释溶液过程中使用的量器，读数估计到小数后第二位，对 10mL 的计量而言，读数误差为始末两次累计值即 0.02mL，则相对标准差为 0.2%，量器本身的误差已在测量中进行了校正。

2. 标准稀释溶液的测定误差

对不同稀释倍数的标准稀释溶液进行测定，可得理论稀释倍数（$R+1$）和实测稀释倍数（$R'+1$），由于仪器性能不稳定及滴定管、仪表读数不准确，或者产生吸附作用，使理论值与实测值之间存在误差，此项相对标准差不应超过 0.2%。

3. 混合水样测定误差

此项误差包含容器误差、滴定过量误差以及读数误差，实际操作时对同一水样重复测量 2～3 次，要求测定值的相对标准差不超过 0.2%。

4. 混合水样不均匀误差

混合不均匀度是指同一工况，同一批水样，同一取样断面各个取样点之间水样浓度的差异，平均值相对标准差应控制不超过 0.4%。

5. 混合水样浓度测量的重复性误差

在水泵工况稳定情况下，在一次连续注入盐水的过程中，取出 10 批水样，对各批水样分别进行测定，并计算其标准差；平均值相对标准差不应超过 0.3%。

（三）综合误差

相对标准差

$$\frac{\sigma_Q}{Q} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_2}{q}\right)^2 + \left[\frac{\sigma_{(R+1)}}{(R+1)}\right]^2}$$

式中 $\frac{\sigma_{(R+1)}}{R+1}$ 由以上五项标准差合成。

置信度为 95%的水泵流量的极限相对误差为相对标准差的两倍。如果用流量计直接测定注入流量 q，当流量计的精确度以极限相对误差表示时，可以直接用极限误差按方和根法

合成，求得测量流量的极限相对误差。

（四）食盐浓度法测量的误差估算示例

1. 注入盐水流量的测量误差$\frac{\delta_q}{q}$

（1）在投盐和取样时段内，注入盐水的流量q应是稳定不变的，而实际上数字频率计的读数有微小变化。

在投盐和取样时段内，频率计10次读数为：

253、254、253、254、253、254、253、253、253、253

平均值$\bar{x}=253.3$

$$\text{平均值相对标准差 } \sigma_f=\frac{1}{\bar{x}}\sqrt{\frac{\sum_1^{10}(\bar{x}-x_i)^2}{10(10-1)}}$$

$$=0.06\%$$

（2）变送器的精确度，厂家标定为0.5级，即极限相对误差δ_m为±0.5%，此为系统误差。

（3）数字频率计的标误差σ_c为0.01%，可以略去。

故注入盐水流量的极限相对误差为：

$$\frac{\delta_q}{q}=\pm\sqrt{0.1^2+0.5^2}\%=\pm 0.514\%$$

2. 稀释倍数测量误差$\frac{\sigma_{(R-1)}}{R+1}$

（1）标准溶液配制误差σ_1

在化学分析时，配制标准溶液，使用经过校正的移液管和容量瓶，读数时小数后第二位是估计的，对10mL的计量而言，读数误差为始末两次累计值0.02mL，即相对标准差为0.2%。

（2）标准溶液测定误差σ_2

每一工况的标准稀释溶液都按不同的稀释倍数（$R+1$）配制五种水样，对每一水样进行浓度测定，可得实测稀释倍数（$R'+1$），它与理论稀释倍数（$R+1$）之间存在误差，取三次的平均值，作为相对标准差，如附表8.1所列。

附表 8.1 标准溶液相对标准差表

项目 \ 试样	1	2	3
$(R+1)$	454.091	552.822	665.216
$(R'+1)$	454.292	552.275	665.582
相对标准差	0.044	−0.099	0.055
相对标准差平均值		0.066	

（3）混合水样测定误差σ_3

测定混合水样浓度时，对同一瓶水样要求重复测量三次，控制每两次测量误差不得超过0.4%，故标准差取为0.2%。

（4）混合水样不均匀误差σ_4

以五点取样为例，将取样断面上五根取样管取出五瓶水样分别进行浓度测定，根据每

仅供电科技

个相同体积水样滴定所消耗的硝酸银毫升数，计算不均匀误差。

实测 5 个水样滴定相同体积所用硝酸银毫升数如下：

19.962、19.991、19.967、20.041、19.977

平均值 $\bar{x}=19.988$（mL）

平均值标准差 $\sigma_{n(n-1)}=0.0628$（mL）

平均值的相对标准差

$$\frac{\sigma_{n(n-1)}}{\bar{x}}=0.314\%$$

（5）重复性误差 σ_5

混合水取样断面氯离子浓度稳定后，每隔 10s 取一次水样，分别测定同一工况下各批水样的浓度，计算误差。

实测同一工况 10 批水样滴定相同体积所用硝酸银毫升数如下：

14.40　14.45　14.40　14.40　14.44　14.40　14.44　平均值 $\bar{x}=14.42$（mL）

平均值标准差 $\sigma_{n(n-1)}=0.0105$（mL）

平均值的相对标准差

$$\frac{\sigma_{n(n-1)}}{\bar{x}}=0.073\%$$

（6）稀释倍数（$R+1$）的极限相对误差

根据上述五项误差按方和根法合成求得稀释倍数的相对标准差

$$\frac{\sigma_{(R+1)}}{R+1}=\sqrt{\sigma_1^2+\sigma_2^2+\sigma_3^2+\sigma_4^2+\sigma_5^2}\%$$

$$=\sqrt{(0.2)^2+(0.066)^2+(0.2)^2+(0.314)^2+(0.073)^2}\%$$

$$=0.434\%$$

置信度为 95% 的稀释倍数的极限相对误差为相对标准差的两倍，所以极限相对误差

$$\frac{\delta_{(R+1)}}{R+1}=\pm 2\cdot\frac{\sigma_{(R+1)}}{(R+1)}=\pm 0.868\%$$

3. 综合误差

根据注入流量的极限相对误差和稀释倍数的极限相对误差，按方和根法合成，求得流量极限相对误差

$$\frac{\delta_{Q_p}}{Q_p}=\pm\sqrt{\left[\frac{\delta_q}{q}\right]^2+\left[\frac{\delta_{(R+1)}}{R+1}\right]^2}$$

$$=\pm\sqrt{(0.514)^2+(0.868)^2}\%$$

$$=\pm 1.0\%$$

附录九　差压测流流量系数的确定与误差估算

（一）流量系数的确定

选定测压断面和安装差压计之后，用一种标准的测量方法，实测通过测压断面的流量，并同时记录相应的压差值，测点数应不少于5组，根据实测流量和相对应的压差值，采用线性回归处理，确定流量方程的系数，在流量和压差两个变量中，选定一个测量误差小的作为自变量，另一为因变量，如果差压测量的精确度比较高，则可列出如下方程式，并计算方程式的系数。

$$Q_i = b\sqrt{h_i} + a$$

$$b = \frac{\sum (Q_i - \overline{Q})(\sqrt{h_i} - \sqrt{\overline{h}})}{\sum(\sqrt{h_i} - \sqrt{\overline{h}})^2}$$

$$a = \overline{Q} - b\sqrt{\overline{h}}$$

附表 9.1 流量方程系数计算表

序号	h	$\sqrt{h}$	Q	$\sqrt{h}-\sqrt{\overline{h}}$	$(\sqrt{h}-\sqrt{\overline{h}})^2$	$Q-\overline{Q}$	$(Q-\overline{Q})^2$	$(Q-\overline{Q})(\sqrt{h}-\sqrt{\overline{h}})$
1	h_1	$\sqrt{h_1}$	Q_1	$(\sqrt{h_1}-\sqrt{\overline{h}})$	$(\sqrt{h_1}-\sqrt{\overline{h}})^2$	$Q_1-\overline{Q}$	$(Q_1-\overline{Q})^2$	$(Q_1-\overline{Q})(\sqrt{h_1}-\sqrt{\overline{h}})$
2	h_2	$\sqrt{h_2}$	Q_2	$(\sqrt{h_2}-\sqrt{\overline{h}})$	$(\sqrt{h_2}-\sqrt{\overline{h}})^2$	$Q_2-\overline{Q}$	$(Q_2-\overline{Q})^2$	$(Q_2-\overline{Q})(\sqrt{h_2}-\sqrt{\overline{h}})$
i	h_i	$\sqrt{h_i}$	Q_i	$(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})$	$(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})^2$	$Q_i-\overline{Q}$	$(Q_i-\overline{Q})^2$	$(Q_i-\overline{Q})(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})$
n	h_n	$\sqrt{h_n}$	Q_n	$(\sqrt{h_n}-\sqrt{\overline{h}})$	$(\sqrt{h_n}-\sqrt{\overline{h}})^2$	$Q_n-\overline{Q}$	$(Q_n-\overline{Q})^2$	$(Q_n-\overline{Q})(\sqrt{h_n}-\sqrt{\overline{h}})$
$\sum$		$\sum\sqrt{h_i}$	$\sum Q_i$	$\sum(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})$	$\sum(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})^2$		$\sum(Q_i-\overline{Q})^2$	$\sum(Q_i-\overline{Q})(\sqrt{h_i}-\sqrt{\overline{h}})$
Σ		$\sqrt{\overline{h}}$	$\overline{Q}$					

$$r = \frac{\sum(Q_i - \overline{Q})(\sqrt{h_i} - \sqrt{\overline{h}})}{\sqrt{\sum(Q_i - \overline{Q})^2 \cdot \sum(\sqrt{h} - \sqrt{\overline{h}})^2}}$$

式中 $\sum$表示从1至n项的数值相加，$\overline{Q}$，$\sqrt{\overline{h}}$表示Q_i和$\sqrt{h_i}$这两个数的平均值，按附表9.1计算系数a、b和相关系数r。

如果用函数计算器，可直接计算回归方程式（即本规程的流量方程式）的各项系数及相关系数，而不必列表计算。

（二）相关系数的显著性检验

用α表示显著性水平，通常有两种取值，即$\alpha=0.05$和$\alpha=0.01$，α值愈小，表示两变量之间的相关关系愈紧密，如果计算出的相关系数比由附表9.2查出的数值大，则表示两变量之间的线性关系是良好的。

附表 9.2 r_{n-2}（$\alpha=0.01$）的临界值

$n-2$	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
r_{n-2}	0.959	0.917	0.874	0.834	0.798	0.765	0.735	0.708	0.684	0.661	0.641

（三）误差估算

流量方程的误差系指方程对各实测点的符合程度，根据误差理论，用剩余标准差来表示：

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum (Q_i - \hat{Q}_i)^2}{n-2}}$$

式中 Q_i——实测值；

$\hat{Q}_i$——流量方程直线上的理论值；

n——测点数，$n-2$ 是自由度。

流量方程的标准误差愈小，说明方程的精度愈高。

（四）进水流道差压流量系数的标定及误差估算示例

用食盐浓度法标定某大型轴流泵肘弯型进水流道差压流量计的流量系数并进行误差估算。具体计算如下：

（1）将实测流量 Q_i；及差压 Δh_i 列入附表 9.3。

附表 9.3 流量及流量偏差计算表

序号	实测流量 Q_i（m^3/s）	差压 Δh_i（m）	$\sqrt{\Delta h_i}$	计算流量 $\hat{Q}_i$（m^3/s）	流量偏差 $Q_i-\hat{Q}_i$
1	19.15	0.898	0.9476	18.956	0.194
2	21.95	1.253	1.1194	22.207	−0.257
3	23.51	1.[illegible]38	1.1992	23.718	−0.208
4	18.01	0.810	[illegible]	18.055	−0.045
5	16.46	0.656	0.8099	16.350	0.11
6	20.51	1.025	[illegible]0124	20.184	0.326
7	14.35	0.512	0.715[illegible]	14.563	−0.213
8	18.69	0.832	0.9121	18.[illegible]85	0.405
9	21.42	1.162	1.0780	21.[illegible]23	−0.003
10	25.33	1.642	1.2814	25.[illegible]4	0.056
11	12.97	0.410	0.6403	[illegible].139	−0.169
12	16.50	0.683	0.8264	1[illegible].662	−0.162
13	18.97	0.865	0.9301	18.624	0.346
14	20.10	1.057	1.0281	20.480	−0.38

（2）根据实测流量 Q_i 及差压 Δh_i 计算回归方程中的系数 a、b 及相关系数 r：

$$\hat{Q}_i = 1.019 + 18.929\sqrt{\Delta h_i}$$

$$r = 0.997$$

（3）由附表 9.2 查得 $r_{n,\gamma} = 0.661$，$r > r_{n-2}$。

表示两变量之间的线性关系是良好的。

（4）流量方程的剩余标准差根据上表所列数据，按下式计算

$$\sigma_{\hat{Q}} = \sqrt{\frac{\sum (Q_i - \hat{Q}_i)^2}{n-2}} = 0.257(m^3/s)$$

万水灌排科技

附录十 钢弦扭矩仪测定泵轴功率计算示例

某泵站装有 5 台 64ZLB 50 型水泵机组，配套电机型号为 TDL215/31 -34，现采用钢弦扭矩仪测定水泵机组轴功率，被测轴直径为 22cm，主轴为实心，由 35 号中碳钢锻成，其剪切弹性模数 $G=8.3\times10^5$kg/cm^2，轴转速 $n=250$r/min，水泵叶片安装角为 0°，测试时水泵运行扬程为 8.5m 左右。

测试计算步骤如下：

1. 被测轴扭矩 M_k 量程的估算

根据该型泵在扬程为 8.5m 运行时，其轴功率由特性曲线查得约为 660kW，则

$$M_k = 97403\frac{P_a}{n} = 97403\times\frac{660}{250} = 257144\text{kg}\cdot\text{cm}$$

2. 计算量程的选用

拟取 $\Delta s=100$ 格

3. 计算选用传感器系数 c

$$c = \frac{M_k \cdot R \cdot L}{G \cdot J \cdot \Delta s}\text{(cm/格)}$$

现采用 3#套筒：$R=16.6$cm，$L=7$cm

$$J = \frac{\pi}{32}\cdot D^4 = \frac{\pi}{32}\times 22^4 = 22986\text{cm}^4$$

$$\therefore c = \frac{257144\times16.6\times7}{8.3\times10^5\times22986\times100} = 1.57\times10^{-5}\text{cm/格}$$

根据现有传感器系数选用：

拉弦：$c_1=2.00\times10^{-5}$cm/格（测试前检验值）

压弦：$c_2=2.01\times10^{-5}$cm/格（测试前检验值）

4. 计算系数 k 值

$$k = \frac{G\cdot J}{R\cdot L} = \frac{8.3\times10^5\times22986}{16.6\times7}$$

$$= 1641.86\times10^5\text{kg}$$

附表 10.1 钢弦扭矩仪测轴功率计算表

序号	转速 n (r/min)	拉弦读数 s_1 (格)	拉弦格差 Δs_1 (格)	压弦读数 s_2 (格)	压弦格差 Δs_2 (格)	$k_1\cdot\Delta s_1$ (kgf·cm)	$k_2\cdot\Delta s_2$ (kgf·cm)	扭矩 M_k (kgf·m)	轴功率 P_a (kW)
1	250	215.0	110.0	342.4	58.0	361209.2	191408.1	2763.1	709.2
2	250	215.0	110.0	341.9	58.5	361209.2	193058.2	2771.3	711.3
3	250	215.5	110.5	341.9	58.5	362851.1	193058.2	2779.5	713.4
4	250	215.0	110.0	342.4	58.0	361209.2	191408.1	2763.1	709.2

石头泵业科技

续附表 10.1

序号	转速 n (r/min)	拉弦读数 s_1 (格)	拉弦格差 Δs_1 (格)	压弦读数 s_2 (格)	压弦格差 Δs_2 (格)	$k_1\cdot\Delta s_1$ (kgf·cm)	$k_2\cdot\Delta s_2$ (kgf·cm)	扭矩 M_k (kgf·m)	轴功率 P_a (kW)
5	250	215.5	110.5	342.4	58.0	362851.1	191408.1	2771.3	711.3
平均	250	215.2	110.2	342.2	58.2	361865.9	192068.1	2769.7	710.9
零值	拉弦零值：105.0格			压弦零值：400.4格					

$$k_1=kc_1=1641.86\times10^3\times2.00\times10^{-5}=3283.72\text{kgf}\cdot\text{cm/格}$$

$$k_2=kc_2=1641.86\times10^3\times2.01\times10^{-5}=3300.14\text{kgf}\cdot\text{cm/格}$$

5. 实测轴功率及轴扭矩计算

$$P_a=\frac{k_1\cdot\Delta s_1+k_2\cdot\Delta s_2}{2\times97403}\cdot n\ (\text{kW})$$

$$M_k=\frac{k_1\cdot\Delta s_1+k_2\cdot\Delta s_2}{2}\cdot10^{-2}\ (\text{kgf}\cdot\text{m})$$

附录十一 瓦特表测量电动机输入功率误差估算

（一）误差源

用两瓦特表测量电动机的输入功率时，其综合误差由仪表的误差和读数时的随机误差两部分合成。当采用仪用互感器扩大瓦特表量程时，还应计及互感器引起的附加误差。

1. 仪表误差

电机输入功率的仪表误差可按下式计算：

$$(\delta_P)_s=\pm\sqrt{(\delta_W)_s^2+\delta_T^2}$$

式中 $(\delta_W)_s$—— 瓦特表误差，按下式计算

$$(\delta_W)_s=\frac{2f_W}{\alpha_1'+\alpha_2'}$$

式中 f_W—— 瓦特表精度等级；

α_1、α_2——分别为两瓦特表相对读数；

δ_T——仪用互感器综合误差，按下式计算：

$$\begin{aligned}\delta_T=&\frac{1}{2}(f_{I1}+f_{V1}+f_{I2}+f_{V2})\%\\&+0.0084(\delta_{I1}-\delta_{V1}-\delta_{I2}+\delta_{V2})\%\\&+[0.289(f_{I2}+f_{V2}-f_{I1}-f_{V1})\text{tg}\varphi]\%\\&+[0.0145(\delta_{I1}-\delta_{V1}+\delta_{I2}-\delta_{V2})\text{tg}\varphi]\%\end{aligned}$$

式中 f_{I1}、f_{V1}、f_{I2}、f_{V2}——第一组和第二组电流和电压互感器比差；

δ_{I1}、δ_{V1}、δ_{I2}、δ_{V2}—— 第一组和第二组电流和电压互感器角差（′）；

φ—— 负载阻抗角。

2. 随机误差

用两瓦特表测量电动机输入功率的随机误差 σ_W，主要是瓦特表的读数误差，取多次读数的均方差，用贝塞尔公式计算。

3. 综合误差

用两瓦特表测量电动机输入功率的综合误差 δ_P

$$\delta_P = \pm\sqrt{(\delta_P)_s^2 + (2\sigma_W)^2}\%$$

（二）计算实例

某泵站按图 4.2.1-3 所示接线方式测量电动机输入功率，两只瓦特表读数分别是 75 格和 37 格。已知瓦特表电压量限为 150V，电流量限为 5A，满刻度分格为 150 格。瓦特表精度为 0.5 级。仪用互感器经校验后误差如下：（$k_{iT}=60$、$k_{pT}=20$）

第一组：$f_{V1}=+0.4\%$　　$f_{I1}=+0.04\%$

$\delta_{V1}=+8'$　　$\delta_{I1}=+9'$

第二组：$f_{V2}=+0.4\%$　　$f_{I2}=+0.02\%$

$\delta_{V1}=+8'$　　$\delta_{I2}=+9'$

试求此工况时电机的实际输入功率和测量误差。

解：（1）计算负载的功率因数

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+3\left|\frac{\alpha_1-\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\right|^2}} = \frac{1}{\sqrt{1+3\left|\frac{75-37}{75+37}\right|^2}} = 0.862$$

$$\mathrm{tg}\varphi = 0.589$$

（2）计算由于互感器引入的附加误差

$$\begin{aligned}\delta_T = {} & \frac{1}{2}(f_{I1}+f_{V1}+f_{I2}+f_{V2}) \\ & + 0.0084(\delta_{I1}-\delta_{V1}-\delta_{I2}+\delta_{V2})\% \\ & + 0.289(f_{I2}+f_{V2}-f_{I1}-f_{V1})\mathrm{tg}\varphi \\ & + 0.0145(\delta_{I1}-\delta_{V1}+\delta_{I2}-\delta_{V2})\mathrm{tg}\varphi\% \\ = {} & \frac{1}{2}(0.04+0.4+0.02+0.4)\% \\ & + 0.084(9-8-9+8)\% \\ & + 0.289(0.02+0.4-0.04-0.4)\% \times 0.589 \\ & + 0.0145(9-8+9-8)\times 0.589\% \\ = {} & 0.43\% + 0 - 0.0118\% + 0.0171\%\end{aligned}$$

$$= 0.135\%$$

(3) 计算瓦特表的误差(δ_W)。

$$(\delta_W)_c = \frac{2f_W}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

$$= \frac{2 \times 0.5\%}{\frac{75}{150} + \frac{37}{150}}$$

$$= 1.339\%$$

(4) 计算电动机输入功率的仪表误差

$$(\delta_P)_c = \pm \sqrt{(\delta_W)_c^2 + \delta_T^2}$$

$$= \pm \sqrt{(1.339)^2 + (0.435)^2}\%$$

$$= \pm 1.41\%$$

(5) 计算电动机输入功率的随机误差

取同精度 10 次读数的均方差，用贝塞尔公式计算得：

$\sigma_1 = 0.09$；　　$\sigma_2 = 0.12$；

$\sigma_1/W_1 = 0.15\%$；　　$\sigma_2/W_2 = 0.32\%$；

$$\sigma_W = \sqrt{0.12^2 + 0.32^2}\%$$

$$= 0.34\%$$

(6) 计算电动机输入功率的综合误差

$$\delta_P = \pm \sqrt{(\delta_P)_c^2 + (2\sigma_W)^2}\%$$

$$= \pm \sqrt{1.41^2 + 0.68^2}\%$$

$$= \pm 1.57\%$$

(7) 计算电动机实际输入功率 P_{sr}

$$P_{sr} = \frac{C \cdot K_{FT} \cdot K_{CT} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)}{1000} \times (1 \pm \delta_P)$$

$$= \frac{5 \times 60 \times 20 \times (75 + 37)}{1000} \times (1 \pm 1.57\%)$$

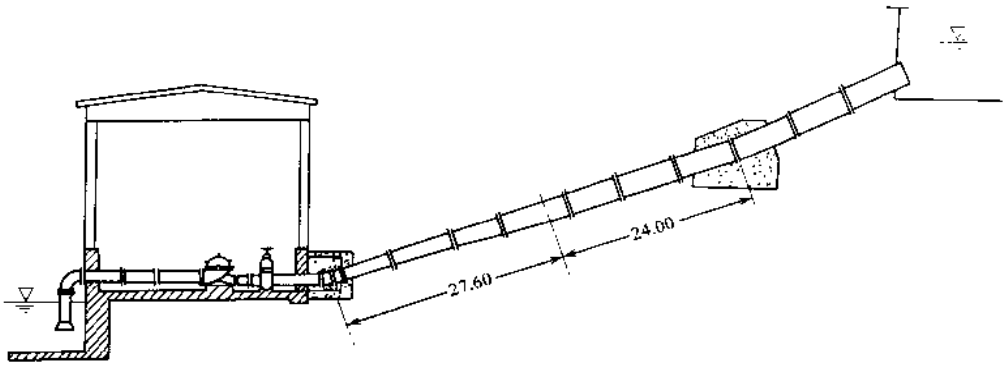
$$= 672(1 \pm 0.0157)(\text{kW})$$

附录十二　水泵效率测定的误差估算示例

某泵站安装 24Sh—9A 双吸离心泵和配套 JSO1510—6 型电动机各 20 台。泵站剖面如附图 12.1 所示。采用流速仪法在管道中测定流量，用真空表和压力表测定水泵扬程，用两瓦特表测定电机输入功率，用光电数字测速仪测量水泵转速，水泵效率的误差估算如下：

(一) 流量测量的误差分析

1. 流量测量方法（见附录四）



附图 12.1 泵站剖面图

2. 流量测量中的误差分析

(1) 系统误差

a. 使用流速公式 $v=k_1+c$ 计算点流速所引起的误差(流速仪的率定误差)。按照有关厂家检定公式的均方差 $\sigma\leqslant 1.5\%$，这里采用极限相对误差为±3.0%。

b. 流速仪安装按照国际标准 ISO3354 的规定，流速仪的旋桨轴与水流流速方向相平行，最大偏角不超过 5°，采用极限相对误差为±0.5%。

c. 流速仪的安装位置不可能完全符合计算的要求，其极限相对误差按 ISO3354 取值为±0.1%。

d. 由于流速仪灵敏度限制，当水流存在高频波动或紊动时，流速仪的有限反应来不及改变流速，而引起示波仪记录流速的极限相对误差估计为±1%。

e. 测杆对断面的堵塞所引起的流速误差：经计算，测杆前缘断面面积（圆杆直径与长度之积）占管道断面面积的 2.5%。由此项所引起的流速极限相对误差为 $\frac{2}{3}\times 0.125\times 2.5\%=\pm 0.21\%$。

f. 测点数不足而引起的极限相对误差，按国际标准取值为±0.1%。

g. 量具用千分尺，其刻度误差为±0.1%。

(2) 随机误差

a. 确定流速仪转速 n 的误差。在示波仪记录纸上数格计算 n 值，带有一定的随机性。这个误差会随着测量时间的增加和测点数目的增多而逐渐减小。本次测量记录持续时间为 120s，时差估计值为 0.2s，再加上测量时间的不足引起的误差为 0.1%，故误差

$$\frac{0.2}{120}+0.1\%=0.27\%$$

b. 流速缓慢波动所产生的误差。在测量时间较短的情况下，来不及修正在流速中缓慢波动的积分误差，参照 ISO3354 定为 0.1%。

c. 图解积分作图的误差。它的大小可由曲线 $v=f\left(\frac{r^2}{R^2}\right)$ 占总图形面积的百分数来表示。根据作图情况取值为±0.1%。

d. 计算面积可能产生的误差。它的大小取决于作图的比例尺。比例越大，精度越高。本

次计算规定两次（或两人）数格差值控制在±1%以内。

e. 图解确定系数 *m* 值产生的误差

由$\frac{m}{m+1}v_n\left(1-\frac{r_n^2}{R^2}\right)$决定边壁流速。其中 *m* 值是由距管壁较近的曲线斜率来确定。

作图与数格的误差，和选取的比例尺有关，相对于断面平均流速的误差，参照 ISO3354 取为±0.05%。

f. 断面测量的误差。10 次量得测流断面平均直径的相对均方差为 0.2%。

（3）综合误差

流量的综合误差是系统误差和随机误差用方和根法合成。

$$\delta_Q = \pm\sqrt{(\delta_Q)^2 + (2\sigma_Q)^2}$$

其中系统误差项，由于各单项的误差符号不能完全确定，应作未定系统误差看待，因此亦采用方和根法合成；随机误差的合成，在 95%置信度情况下，各误差项又相互独立（不相关），则其总的极限误差为 $2\sigma_Q$。

于是流量测量中的误差

$$\delta_Q = \pm[3^2 + 0.5^2 + 0.1^2 + 1^2 + 0.21^2 + 0.1^2 + 0.1^2 + 4 \times (0.27^2 + 0.1^2 + 0.1^2 + 1^2 + 0.05^2 + 0.2^2)]^{\frac{1}{2}} \times 10^{-2} = \pm 3.86\%$$

以效率最高工况点为例，最后测试流量结果：

流量 $Q=0.874\ (1\pm0.0386)\ (m^3/s)$

（二）水泵扬程测量的误差分析

1. 扬程的测量方法

扬程测量是按本规程第二章第三节有关规定布置测点，分别在水泵的进、出口侧、距离进、出口法兰为 2 倍管道直径长度的断面上安装真空表和压力表。表计测点的位置高度由水准仪测出，速度头项可由断面平均流速算出，并按下列公式计算：

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + (Z_2 - Z_1) - \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

2. 扬程测量中的误差分析

水泵的扬程 *H* 是一个间接测量值。它的误差由有关的直接测量的误差来决定，其有关量的误差源及误差值的大小如下：

（1）压力测量的误差

水泵进、出口侧分别安装 0.4 级的真空表和压力表，真空表量程范围为 0～760mmHg；压力表量程范围为 0～10kgf/cm²。

A. 系统误差

仪表的示值误差。仪表的精度等级是对满刻度而言的。当测量值（仪表示值）偏离满刻度值大时，其示值误差就大。示值误差可用下式计算

$$\delta_p = \frac{x_n}{x}S\%$$

式中 δ_p——仪表示值误差（%）；

x_n——仪表满刻度值；

x——测量值（仪表示值）；

S——仪表精度等级（%）。

经计算，在效率最高工况点时，压力表示值误差为0.62%，真空表示值误差为1.69%。

测压断面位置的误差。水泵进口侧取压断面在其上游$2D$处，用4根短管与均压环相联，再经阻尼装置进入真空表，由于均压环加工质量问题，而相对于进口水头的误差取为±0.01%。由于泵出口条件限制，均压环设在泵出口法兰处。由此产生相对出口水头的误差取为±0.5%。

B. 随机误差

真空表5次测量的均值为180mmHg，均值标准差为0.384mmHg，相对均方差为0.18%。

压力表5次测量的均值为6.44kgf/cm²，均值标准差为0.004kgf/cm²，相对均方差为0.08%。

(2) 仪表位置高度测量的误差

A. 系统误差

水准尺刻度误差为±1mm，则测量高度误差为$\sqrt{2}\times1=1.4$mm。

B. 随机误差

水准管气泡居中的误差为±0.5mm

C. 综合误差

水准测量综合误差为$\pm\sqrt{1.4^2+4\times0.5^2}=\pm1.72$mm

极限相对误差$\delta_2=\pm\frac{1.72}{882}=\pm0.2\%$（式中882mm为测压表计的位置高差）。

(3) 测压断面尺寸的误差

$$\delta_d=\pm\sqrt{4\times0.2^2+0.1^2}\%=\pm0.4\%$$

3. 扬程测量中的误差估算

根据误差合成及传递，扬程的合成误差按〔苏〕O.B.亚列缅科著《泵试验》一书推荐的估算公式❶：

$$\delta_H=\frac{1}{gH}\left[\frac{p_2^2\delta_{p_2}^2+p_1^2\delta_{p_1}^2}{\rho_2^2}+(2\times0.81)^2\left(\frac{1}{d_2^4}-\frac{1}{d_1^4}\right)Q^4\delta_Q^2\right.$$

$$\left.+(4\times0.81)^2\left(\frac{\delta_{d_2}^2}{d_2^8}+\frac{\delta_{d_1}^2}{d_1^8}\right)Q^4+\left(\frac{p_2+p_1}{\rho}\right)^2\delta_\rho^2+(9.81z)^2\delta_z^2\right]^{\frac{1}{2}}$$

其中最高效率点的参数 $H=69.713$m；

$Q=0.874$m³/s；

仪表测压点高差$z=0.882$m；

真空表读数$p_1=180$mm·Hg；

压力表读数$p_2=6.44$kgf/cm²；

❶ 原著的公式中数字有错误。

石水电科技

$$d_1 = 0.6\text{m}, d_2 = 0.4\text{m}, g = 9.8\text{m/s}^2$$

$$\rho = 995.7\text{kg/m}^3 (t = 30℃) \delta_\rho = 0.43\%$$

$$\delta_{p2} = \pm \sqrt{0.62^2 + 0.5^2 + 4 \times 0.08^2}\% = \pm 0.81\%$$

$$\delta_{p1} = \pm \sqrt{1.69^2 + 0.01^2 + 4 \times 0.18^2}\% = \pm 1.73\%$$

$$\delta_d = \pm 0.41\%, \delta_Q = \pm 3.86\%, \delta_\rho = 0.43\%, \delta_z = \pm 0.2\%$$

将上述数据及各单项误差分别代入公式计算，则

$$\delta_H = \frac{1}{69.713}\left[\frac{64.4^2 \times 0.81^2 + 2.45^2 \times 1.73^2}{1} + (2 \times 0.81)^2\left(\frac{1}{0.4^4} - \frac{1}{0.6^4}\right)\right.$$
$$\times 0.874^4 \times 3.86^2 \times \left(\frac{1}{9.8}\right)^2 + (4 \times 0.81)^2\left(\frac{0.14^2}{0.4^8} + \frac{0.41^2}{0.6^8}\right) \times 0.874^4$$
$$\left. \times \left(\frac{1}{9.8}\right)^2 + \left(\frac{64.4 - 2.45}{1}\right)^2 \times 0.43^2 + (9.8 \times 0.882)^2 \times 0.2^2 \times \left(\frac{1}{9.8}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}$$
$$= \frac{1}{69.713} \times [2739.0 + 7.42 + 17 + 826.3 + 0.003]^{\frac{1}{2}} = \pm 0.86\%$$

所以在最高效率点时的扬程 $H = 69.713\ (1 \pm 0.0086)$m

（三）水泵轴功率测量的误差分析

1. 功率的测量方法

由于现场条件的限制，水泵的轴功率的测量是通过精度为 0.5 级的两瓦表先测出电动机的输入功率，再根据电动机的特性曲线 $P_s = f(P_{gr})$ 计算出水泵的轴功率。

两瓦表测量电功率的接线见图 4.2.1-3。

2. 轴功率测量中的误差分析

（1）电动机输入功率 P_{gr} 的误差

A. 系统误差

瓦特表的示值误差。瓦特表的精度为 0.5 级，满量程为 150 格，瓦特表 $W_1$5 次读数的均值为 44.3 格，瓦特表 $W_2$5 次读数均值为 78.5 格。

故示值误差 $\delta_{W1} = \frac{150}{44.3} \times 0.5\% - 1.69\%$

$$\delta_{W2} = \frac{150}{78.5} \times 0.5\% = 0.95\%$$

则 $(\delta_W)_s = \frac{1}{122.8} \times (44.3 \times 1.69 + 78.5 \times 0.95)$

$= \pm 1.22\%$

仪用互感器精度为 0.5 级，其角差和比差资料如下

相角差 $\delta_{I1} = +8'$ $\delta_{V1} = +25'$

$\delta_{I2} = +10'$ $\delta_{V2} = +21'$；

比差 $f_{I1} = 0.21\%$ $f_{V1} = -0.82\%$

$f_{I2} = 0.17\%$ $f_{V2} = -0.71\%$

则仪用互感器的系统误差可按下式计算：

万水电力科技

$$\cos\varphi=\frac{1}{\sqrt{1+3\left(\frac{\alpha_1-\alpha_2}{\alpha_1+\alpha_2}\right)^2}}=\frac{1}{\sqrt{1+3\left(\frac{44.3-78.5}{44.3+78.5}\right)^2}}$$

$$=0.9007$$

$$\mathrm{tg}\varphi=0.482$$

$$\delta_T=\left[\frac{0.0291}{2}\left(\mathrm{tg}\varphi+\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\delta_1+\frac{1}{2}\times\left(1-\frac{1}{\sqrt{3}}\mathrm{tg}\varphi\right)f_1+\frac{0.0291}{2}\left(\mathrm{tg}\varphi-\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\times\delta_2\right.$$

$$\left.+\frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{\sqrt{3}}\mathrm{tg}\varphi\right)f_2\right]\%$$ ❶

式中 $f_1=f_{I1}+f_{V1}$ $f_2=f_{I2}+f_{V2}$

$\delta_1=\delta_{I1}-\delta_{V1}$ $\delta_2=\delta_{I2}-\delta_{V2}$

符号意义同附录十一条款。

将 tgφ、δ、f 值代入上式，得仪用互感器的系统误差。

$$\delta_T=0.81\%$$

B. 随机误差

$\sigma_1=0.05$ 格， $\sigma_2=0.038$ 格

$\sigma_1/W_1=0.13\%$， $\sigma_2/W_2=0.05\%$

$\sigma_W=\sqrt{0.13^2+0.05^2}\%=0.14\%$

（2）水泵轴功率的误差

A. 系统误差

电机工作特性曲线 $P_{gru}=f(P_{gr})$ 测试精度为 1%（由试验厂家提供），极限相对误差为±2%；

电压表引起的误差，表计示值误差±0.97%，电压互感器误差±0.81%。

B. 随机误差

电压表 5 次读数均值误差为 0.002V，相对误差为±0.09%。

鉴于电压非电机试验电压，插值引起误差估计为±0.1%。

查曲线引起误差为±0.3%。

3. 水泵轴功率的误差估算

$$\delta_{P1}=\pm\sqrt{1.22^2+0.81^2+4\times0.14^2}\%=\pm1.49\%$$

同理 $\delta_{P2}=\pm\left[1.49^2+2^2+0.97^2+0.81^2+4\times(0.09^2+0.1^2+0.3^2)\right]^{\frac{1}{2}}=\pm2.87\%$

故水泵轴功率 $P_a=691.83\ (1\pm0.0287)$ kW

（四）转速测量的误差分析

1. 转速的测量方法

使用光电数字测速仪测量水泵的转速。

2. 误差分析

---

❶ 该式与附录十一条款中的公式是相同的。

五洲仪器科技

使用光电数字测速仪精度可达1r/min。即系统误差为±0.1%；读数误差 $\sigma_n=\frac{0.2}{1000}=0.02\%$。

3. 误差计算

$$\delta_n=\pm\sqrt{0.1^2+(2\times0.02)^2}\%=\pm0.11\%$$

即水泵转速 $n=986(1\pm0.0011)$ r/min。

（五）换算成标准转速下的水泵工作参数的误差

根据水泵相似律公式 $Q\propto n$、$H\propto n^2$ 和 $P\propto n^3$ 的关系，得出在标准转速下各工作参数的误差公式：

$$\delta'_Q=\pm(\delta_Q^2+\delta_n^2)^{\frac{1}{2}}=\pm(3.86^2+0.11^2)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\pm3.86\%$$
$$\delta'_H=\pm(\delta_H^2+4\delta_n^2)^{\frac{1}{2}}=\pm(0.86^2+4\times0.11^2)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\pm0.89\%$$
$$\delta'_{Pa}=\pm(\delta_{Pa}^2+9\delta_n^2)^{\frac{1}{2}}=\pm(2.87^2+9\times0.11^2)^{\frac{1}{2}}$$
$$=\pm2.89\%$$

（六）水泵效率的误差分析

水泵效率可按下式计算：

$$\eta=\frac{\gamma\cdot Q\cdot H}{102P_a}=\frac{1000\times0.274\times69.713}{102\times691.83}=86.34\%$$

效率误差为

$$\delta'_\eta=\pm(\delta'^2_Q+\delta'^2_H+\delta'^2_{Pa})^{\frac{1}{2}}=\pm(3.86^2+0.89^2+2.89^2)^{1/2}\%=\pm4.9\%$$

即水泵的效率

$$\eta'=\eta(1\pm\delta'_\eta)$$
$$\eta'=86.34(1\pm0.049)\%$$

农业水电科技

附录十三　小型泵站装置效率测定的误差估算示例

某电灌站安装12HBC₂—40型混流泵，配套20kW电动机直接传动，采用流速仪在明渠中测定流量，用两瓦特表测定电机输入功率，用水准仪测定泵站扬程，装置效率的误差估算如下：

（一）流量测量中的误差分析（见附录二）

流量的随机误差 $\sigma_Q=0.74\%$；

流量的系统误差 $(\delta_Q)_s=\pm3.32\%$；

流量的综合误差 $\delta_Q=\pm3.63\%$。

（二）装置扬程测量中的误差分析

1. 装置扬程的测量方法

装置扬程的测量是用水准仪根据附近水准点的标高，测出进出水池的水位，其水位差即为装置扬程。

2. 装置扬程测量中的误差分析

（1）系统误差

装置扬程测量中的系统误差，主要是用水准仪标定水准尺的零点的误差，这与测量等级及水准仪测站数目有关，本例采用四等水准，两个测站，则其绝对误差可用下式计算：

$$\delta_0 = 10\sqrt{n}\ (\text{mm})$$

式中 n 为测站数目，则

$$\delta_0 = 10\sqrt{2} = 14.14(\text{mm})$$

按装置扬程 4m 考虑，则其极限相对误差为：

$$\left(\frac{\delta_0}{H}\right)_s = \pm\frac{14.14}{4000} = \pm 0.35\%$$

由于有进、出两个水池，故误差应为

$$2\times\left(\frac{\delta_0}{H}\right)_s = 2\times 0.35\% = \pm 0.7\%$$

（2）随机误差

由于进、出水池水位的波动，引起装置扬程的误差，是一个随机变量，长期观测表明，进水池的水位变幅最大在 1cm 左右，而出水池的水位变幅在 3cm 左右，按装置扬程 4m 计算，则其极限相对误差为±1.0%；标准差为 0.5%。

测量人员的读数误差。由于水准尺的最小刻度为 cm，则读数误差在 0.3cm 以内，上下水位两次读数为 0.6cm，按装置扬程 4m 计算，则其相对标准差为 0.15%。

装置扬程的随机误差 $\frac{\sigma_H}{H} = \sqrt{0.5^2+0.15^2}\%$

$$=0.52\%$$

装置扬程的综合误差用方和根法将随机误差合成，即：

$$\frac{\delta_{Hsy}}{H} = \pm\sqrt{\left[2\times\left(\frac{\delta_0}{H}\right)_s\right]^2+\left(2\frac{\sigma_H}{H}\right)^2}$$

$$=\pm\sqrt{0.7^2+4\times 0.52^2}\%$$

$$=\pm 1.25\%$$

（三）输入功率测量中的误差分析

1. 功率的测量方法

采用两个精度为 0.5 级的瓦特表测量电机的输入功率；仪表互感器只采用电流互感器，精度为 0.2 级，用两瓦特表测功率的接线图，可参看图 4.2.1-3。

2. 功率测量中的误差分析

（1）系统误差

瓦特表的示值误差。所采用的瓦特表精度为 0.5 级，满刻度 75 格，两个瓦特表的读数分别为 30.68 格和 62.25 格，则其示值误差为：

$$(\delta_{w1})_s = \pm\frac{75}{30.68}\times 0.5\% = \pm 1.22\%$$

$$(\delta_{W2})_s = \pm \frac{75}{62.25} \times 0.5\% = \pm 0.60\%$$

则
$$(\delta_W)_s = \frac{W_1(\delta_{W1})_s + W_2(\delta_{W2})_s}{W_1 + W_2} = \pm 0.81\%$$

仪用互感器精度为0.2级，由于泵站的电动机为低压电机，不用电压互感器。考虑互感器的比差和相角差，代入公式计算出互感器的系统误差 δ_T（%）：

$$\delta_T = \frac{0.0291}{2}\left(\operatorname{tg}\varphi + \frac{1}{\sqrt{3}}\right)\delta_1 + \frac{f}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{tg}\varphi\right)$$
$$+ \frac{0.0291}{2}\left(\operatorname{tg}\varphi - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)\delta_2 + \frac{f_2}{2}\left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}}\operatorname{tg}\varphi\right)$$

式中符号与前同。

互感器的角差和比差资料如下：

角差：
$$\delta_{I1} = +10', \quad \delta_{V1} = 0$$
$$\delta_{I2} = +12', \quad \delta_{V2} = 0$$

比差：
$$f_{I1} = +0.21\%, \quad f_{V1} = 0$$
$$f_{I2} = +0.17\%, \quad f_{V2} = 0$$

则仪用互感器的系统误差可按下式计算：

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + 3 \times \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}\right)^2}}$$
$$= \frac{1}{\sqrt{1 + 3 \times \left(\frac{30.68 - 62.25}{30.68 + 62.25}\right)^2}}$$
$$= 0.8619$$
$$\operatorname{tg}\varphi = 0.588$$

将δ、f、$\operatorname{tg}\varphi$值代入上式，得：

$$\delta_T = \left[\frac{0.029}{2}\left(0.588 + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \times 10 + \frac{0.0021}{2}\left(1 - \frac{0.588}{\sqrt{3}}\right) + \frac{0.029}{2}\left(0.588 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)\right.$$
$$\left. \times 12 + \frac{0.0017}{2}\left(1 + \frac{0.588}{\sqrt{3}}\right)\right]\%$$
$$= [0.169 + 0.00069 + 0.00185 + 0.001139]\%$$
$$= 0.17\%$$

功率测量中的系统误差合成为：

$$(\delta_P)_s = \pm \sqrt{(\delta_W)_s^2 + \delta_T^2}\% = \pm \sqrt{0.81^2 + 0.17^2}\%$$
$$= \pm 0.83\%$$

（2）随机误差

用两瓦特表测功，主要是读数误差，取10次读数的均方差，用贝塞尔公式计算：

$$\sigma_1 = 0.08 \qquad \sigma_2 = 0.10$$

$$\sigma_1/W_1 = \frac{0.08}{30.68} = 0.26\%$$

$$\sigma_2/W_2 = \frac{0.10}{62.25} = 0.16\%$$

$$\sigma_W = \sqrt{0.26^2 + 0.16^2}\% = 0.31\%$$

用两瓦特表测功的综合误差为

$$\delta_P = \pm \sqrt{0.83^2 + 0.31^2 \times 4}\% = \pm 1.036\%$$

（四）装置效率的综合误差

装置效率的综合误差，可用流量、扬程、功率三者误差合成，即

$$\delta_\eta = \pm \sqrt{\delta_Q^2 + \delta_{H_{sy}}^2 + \delta_P^2}\%$$

$$= \pm \sqrt{3.63^2 + 1.25^2 + 1.036^2}\%$$

$$= \pm 3.98\%$$

本例中的误差估算未经转速换算。所测定的装置效率的极限相对误差为±3.98%

江北恒科技

《泵站现场测试规程》编制组主要成员名单

李继珊 武汉水利电力学院
汪益三 武汉水利电力学院
冯心宽 武汉水利电力学院
石义华 武汉水利电力学院
黄林泉 水利电力部农水司

中华人民共和国行业标准

机 井 技 术 规 范

Technical criterion for water wells

SL256-2000

主编单位：水利部农村水利司
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2000年10月1日

万方数据科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《机井技术规范》SL256—2000的通知

水国科［2000］388号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由农村水利司主持，以农村水利司为主编单位修订的《机井技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《机井技术规范》SL256—2000。

本标准实施后取代SD188—86《农用机井技术规范》。

本标准自2000年10月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇〇年八月二十一日

万水帕科技

前　言

为了总结经验，推广科技成果，提高机井建设与管理水平，水利部农村水利司农水机（1992）17号文要求，对1986年原水利电力部颁布的SD188—86《农用机井技术规范》进行修订。

通过北方17省（市、自治区）水利部门，组织从事机井建设与管理工作的技术人员，对具有代表性的县水利局及凿井队、制管厂进行实地调查研究，在广泛收集对原规范实施中需修订的有关意见的基础上，于1997年3月成立规范修订编写小组。1998年7月、11月两次统稿会后，完成了规范讨论稿。1999年5月经修订编写小组讨论并修改后，完成了规范征求意见稿，印发至北方17省（市、自治区）和浙江、福建、广东、海南、四川等省水利厅（局）以及中国水利水电科学研究院、水利部农田灌溉研究所征求意见并修改后，于2000年3月完成了规范送审稿，2000年4月召开审查会议，通过专家审查，完成了规范报批稿。

SL256—2000《机井技术规范》包括总则、机井规划、机井设计、机井施工、机井配套与管理，共5章130条及《机井技术规范》条文说明。

对SD188—86《农用机井技术规范》进行修订的主要部分，包括以下几方面：

——增加了工业与生活供水机井的内容，更名为《机井技术规范》。

——将井灌区规划章改为机井规划；将井灌区规划节、井灌区改建规划、井渠结合灌区规划三节并为一节，改为农业供水机井规划；增加了工业与生活供水机井规划一节；并将井灌工程经济评价节改为机井工程经济评价。

——将机井设计章内基岩管井设计节并入管井设计节。

——将机井配套与管理章内井灌区管理的技术经济指标节，改为机井管理技术经济指标、增加了喷、微灌内容。

——统一技术用语。

——增加新内容，突出了重点，修改了部分技术指标。

本规范解释单位：水利部农村水利司

本规范主编单位：水利部农村水利司

本规范参编单位：河北省水利厅
河南省水利厅
山东省水利厅
黑龙江省水利厅
吉林省水利厅
新疆维吾尔自治区水利厅
陕西省水工程勘察规划研究院

灌溉排水技术

水利部淮河水利委员会
安　　徽　　省水利科学研究院
本规范主要起草人：陈梅芬　金光炎　滕明柱
徐维贤　李景文　郭　良
孙福文　李成民　张　平
李秋成　朱志新

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 839
2　机井规划 …… 839
3　机井设计 …… 848
4　机井施工 …… 856
5　机井配套与管理 …… 864
本规范的用词和用语说明 …… 867
条文说明 …… 869

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 根据《中华人民共和国水法》和《取水许可制度实施办法》，实现可持续开发利用地下水资源和保护生态环境，保证机井建设质量，提高管理水平，充分发挥效益，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于农业、工业与生活供水机井的建设与管理。

1.0.3 机井规划与设计应在具有必要的水文地质资料和地下水资源评价的基础上进行。

1.0.4 机井建设所用材料和设备，应符合国家现行有关标准，采用新材料、新工艺时，必须经试验合格后使用。

1.0.5 机井建设与管理，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 机 井 规 划

2.1 规 划 原 则

2.1.1 机井规划应在水利总体规划的基础上进行，并兼顾流域与行政区域之间的关系，统筹考虑规划区内国民经济近期和远景发展的需要。

2.1.2 应优先开采浅层地下水，严格控制开采深层地下水。

2.1.3 在长期超采引起地下水位持续下降的地区，应限量开采；对已造成严重不良后果的地区，应停止开采；滨海地区，应严防海水入侵。

2.1.4 在规划区内应避免污染地下水，保护生态环境。

2.1.5 应节约用水，采用节水技术和设备。

2.1.6 应作出不同方案，进行综合评价，并择优选定。

2.1.7 灌溉用水应符合 GB5084—92《农田灌溉水质标准》；生活用水应符合 GB5749—85《生活饮用水水质标准》。实行优质优用。

2.1.8 地下水监测站网的布设，应参照 SL/T183—96《地下水监测规范》进行。

2.2 基 本 资 料

2.2.1 规划区的自然地理概况应包括：地理位置，地貌类型及特征，表层土壤类别与分布情况；山丘、平原、耕地、林地、草原、沙漠等面积；降水量、蒸发量、地表径流量、气温、无霜期、冻土层深度。

2.2.2 地质与水文地质条件应包括：地质、构造与岩性分布及其特征；地下水类型、含水层（组）的分布及富水性、埋藏与开采条件；地下水补给、径流、排泄条件；地下水动态，各层水力联系和互补关系；地下水化学类型特性及变化规律。

云水宝科技

2.2.3 地下水及地表水利用情况应包括：已建成机井数，配套机井数，机井利用率，农业、工业、生活实际开采地下水量；用水制度与用水技术，水的利用率；地表水工程设施的数量、现状、效益和利用情况；水旱灾害情况。

2.2.4 社会经济情况及技术经济条件应包括：规划区内的人口、劳力、人均收入，作物种类，种植面积，复种指数，单位面积产量；工业生产用水、生活用水及其他用水的现状和总量；打井队数量、装备、技术资质和管理水平；能源、建材、交通、环保投入能力和投资方式。

2.3 地下水资源评价

2.3.1 进行机井规划，应对地下水资源作出水量和水质评价。

地下水资源评价的主要对象应为矿化度小于2g/L的地下水，必要时对2～5g/L的微咸水也应作出评价。

2.3.2 地下水资源评价宜采用地下水均衡法计算。应提交多年平均和不同频率年（P=50%、75%、95%）的地下水补给量和可开采量。

对于地下水动态变化较大和某些为专门目的设立的试验区，可用其他评价方法进行计算，并应与地下水均衡法的结果作出比较。

2.3.3 地下水量均衡计算可采用以下公式：

$$W_a - W_b = \mu \Delta h F \tag{2.3.3}$$

式中 W_a——地下水各项补给量的总和，m^3；

W_b——地下水各项排泄量的总和，m^3；

μ——给水度，随岩性和地下水位埋深而变；

Δh——计算时段始末地下水位埋深差值，m；

F——均衡区的计算面积，m^2。

2.3.4 地下水补给量应包括降水入渗补给量、河渠湖库渗漏补给量、山前与区外侧渗补给量、渠灌田间入渗补给量、井灌回归补给量、越流补给量和人工回灌补给量。

1 降水入渗补给量可按下列两种方法计算。

1）采用地下水动态法时，按下式计算：

$$W_1 = \sum \mu \Delta h F_1 \tag{2.3.4-1}$$

式中 W_1——降水入渗补给量，m^3；

Δh——计算时段内，各次降水引起的地下水位升幅，m；

F_1——计算区面积，m^2。

2）采用降水入渗补给系数法时，按下式计算：

$$W_1 = \alpha P_1 F_1 \tag{2.3.4-2}$$

式中 α——降水入渗补给系数；

P_1——降水量，m。

降水入渗补给量的计算时段，可为次、季或年。区域平均降水入渗补给量，可取区内各计算点的补给量用算术平均法或面积加权平均法求得。

2 河渠湖库渗漏补给量可按下列方法计算。

万方数据科技

1）当河渠水位稳定时，单侧渗漏补给量可按下式计算：

$$W_2 = KIA_0Lt \tag{2.3.4-3}$$

式中 W_2——单侧河渠渗漏补给量，m^3；

K——渗透系数，m/d；

I——垂直于河渠单侧剖面的水力坡度；

A_0——单位长度河渠垂直于地下水流向的剖面面积，m^2/m；

L——计算河渠长度，m；

t——渗漏时间，d。

2）当河渠水位急剧上升时，单侧渗漏补给量可按下式计算：

$$W_2 = 1.128\mu h_0\sqrt{a_1t_1}L \tag{2.3.4-4}$$

式中 h_0——计算时段内河渠水位上升高出地下水位值，m；

a_1——压力传导系数（$a_1=T/\mu$，其中 $T=KM$ 为导水系数、M 为含水层厚度），m^2/d；

t_1——水位起涨持续天数，d。

3）渠系渗漏补给量可按下式计算：

$$W_3 = m_1W_n \tag{2.3.4-5}$$

式中 W_3——渠系渗漏补给量，m^3；

m_1——渠系渗漏补给系数；

W_n——渠首引水量，m^3。

3 山前与区外侧向补给量可按下式计算：

$$W_4 = KIA_1L \tag{2.3.4-6}$$

式中 W_4——山前或区外侧向补给量，m^3；

I 垂直于本区边界线剖面的水力坡度；

A_1——单位边界线长度垂直于地下水流向的剖面面积，m^2；

L 计算的边界线长度，m；

t——计算时段，d。

如果水力坡度 $I<1/5000$，可不计算这项补给量。

4 渠灌田间入渗补给量可按下式计算：

$$W_5 = \beta_1W_y \tag{2.3.4-7}$$

式中 W_5——渠灌田间入渗补给量，m^3；

β_1——渠灌田间入渗补给系数；

W_y——渠灌进入田间的水量，m^3。

5 井灌回归补给量可按下式计算：

$$W_6 = \beta_2W_d \tag{2.3.4-8}$$

式中 W_6——井灌回归补给量，m^3；

β_2——井灌回归系数；

W_d——井灌抽取地下水量，m^3。

万水帕科技

6 越流补给量可按下式计算：

$$W_7 = Ke\Delta H F_2 t_2 \tag{2.3.4-9}$$

式中 W_7——越流补给量，m^3；

F_2——越流区面积，m^2；

t_2——越流时段，d；

Ke ——越流系数，即 $Ke=K'/M'$（其中 K' 为弱透水层渗透系数，m/d；M' 为弱透水层厚度，m）；

ΔH——深浅含水层的压力水头差，m。

7 人工回灌补给量，可采用实测统计方法，或按回灌工程的类型选定有关公式计算，也可直接采用试验成果。

2.3.5 地下水排泄量应包括潜水蒸发量、河渠湖库排泄量、向区外侧向排泄量、地下水实际开采量和越流排泄量。

1 潜水蒸发量可按下列两种方法计算：

1）由均衡试验场地中渗透仪实测潜水蒸发资料计算。

2）采用潜水蒸发系数法可按下式计算：

$$E_1 = CE_0F_3 \tag{2.3.5}$$

式中 E_1——潜水蒸发量，m^3；

C——潜水蒸发系数；

E_0——水面蒸发深度（E601），m；

F_3——计算区面积，m^2。

2 河渠湖库排泄量可按本规范公式（2.3.4-3）～公式（2.3.4-5）计算。

3 向区外侧向排泄量可按本规范公式（2.3.4-8）计算。

4 地下水实际开采量可采用开采量调查统计方法或实测开采量方法确定。

5 越流排泄量可按本规范公式（2.3.4-9）计算。

2.3.6 地下水可开采量可采用以下方法：

1 浅层地下水开发利用程度一般、并有地下水开采量与地下水位动态观测资料的地区可采用可开采系数法，即根据水文地质条件和地下水开采技术水平，确定该地区的可开采系数（其值小于1），以多年平均地下水补给量与可开采系数的乘积，做为该地区地下水多年平均可开采量。

2 浅层地下水开发利用程度较高、开采量调查统计较准、多年开采后未造成水位持续下降和水质恶化等不良后果的地区可采用实际开采量调查法，即将统计的多年平均实际开采量，做为该地区地下水多年平均可开采量。

3 具有包括丰、平、枯水年份的较长系列（不少于15年）降水量等有关资料的地区可采用多年调节计算法，即根据开采水平、用水要求以及地下水补给量，通过多年调节均衡计算，分析地下水多年的补给与消耗均衡关系以及地下水位的逐年变化，确定可开采量及相应的开采深度。

4 缺乏地下水实际开采量和地下水动态资料的地区可采用类比法，即根据水文及水文地质条件相似地区的地下水可开采模数，类比估算地下水可开采量。

万水电科技

5 区域几何形状和水文地质条件比较复杂的地区可采用模拟模型计算法，即采用模拟模型计算地下水可开采量。

2.3.7 地下水质量评价，应按GB/T14848—93《地下水质量标准》进行。

2.3.8 规划区地下水评价应包括以下内容：

1 多年平均和不同频率年（P=50%、75%、95%）的地下水补给量与补给模数。

2 多年平均和不同频率年（P=50%、75%、95%）的地下水可开采量、可开采模数及其相应的地下水位降深。

3 地下水水质评价及污染情况。

4 开采条件下对本区和邻区的环境影响。

2.4 农业供水机井规划

2.4.1 农业供水机井规划应包括井灌区规划、井灌区改建规划及井渠结合灌区规划。

2.4.2 供需水量平衡计算应包括以下内容：

1 需水量应包括不同灌水技术条件下的作物需水量，林、牧、副、渔等近期和远期的需水量。

灌溉用水量可根据井灌区作物组成、复种指数、作物需水量、降水可利用量、不同灌水技术等资料，按多年平均和不同频率年（P=50%、75%、95%）分别计算。

2 供水量应根据本规范2.3地下水资源评价成果确定。

3 井灌区规模应根据供需水量平衡计算确定。

2.4.3 地下水开采深度应根据规划区内可利用的含水层埋藏深度、本规范2.3.8提供的规划区内地下水补给量、地下水可开采量以及2.4.2计算的需水量确定。

2.4.4 井型可根据水文地质条件和需水量，经济合理地选择管井、大口井、辐射井。

2.4.5 单井控制灌溉面积应按下式计算：

$$F_0 = \frac{Qt_3T_2\eta(1-\eta_1)}{m_2} \tag{2.4.5}$$

式中 F_0——单井控制灌溉面积，亩；

Q——单井出水量，m^3/h；

t_3——灌溉期间开机时间，h/d；

T_2——每次轮灌期的天数，d；

η——灌溉水利用系数；

η_1——干扰抽水的水量削减系数；

m_2——每亩每次综合平均灌水定额，m^3。

2.4.6 井距与井数的确定应符合下列规定：

1 井距初选可按下列公式计算：

方形布井时

$$L_0 = 25.8\sqrt{F_0} \tag{2.4.6-1}$$

梅花形布井时

$$L_0 = 27.8\sqrt{F_0} \tag{2.4.6-2}$$

式中 L_0——井距，m。

2 井距应按规划区具体条件选用干扰抽水法或类比法进行校核。

3 井数可按下列方法计算：

1）采用单井控制灌溉面积法时，按下式计算：

$$N = \frac{F_1}{F_0} \tag{2.4.6-3}$$

式中 N——规划区需要打井数，眼；

F_1——规划区内灌溉面积，亩。

2）采用可开采模数法时，按下式计算：

$$N = \frac{MF_1}{Qt_3T_a} \tag{2.4.6-4}$$

式中 M——可开采模数，$m^3/(km^2 \cdot 年)$；

F_1——规划区内灌溉面积，km^2；

T_a——灌溉天数，d/年。

2.4.7 应在规划区内不同水文地质区，选择有代表性的井和地段进行布设，其内容应包括：井网布置、机井结构与配套设备、地面渠系、低压输水灌溉管道、喷微灌设施、电网布置以及投资估算等。

2.4.8 应根据各分区有代表性的地段估算出的工程量和投资，推算出整个规划区内总工程量与总投资。

2.4.9 提交的成果应包括井灌区规划报告及其有关附件。

2.4.10 由于机井布局不合理、经济效益低或造成不良后果的井灌区，应作改建规划。

2.4.11 改建规划内容应包括：供需水量平衡计算以及农业结构、现有机井布局、配套设备、供电线路、田间工程的调整方案。

2.4.12 已建成的有成井条件的渠灌区和有引用地表水灌溉条件的井灌区，可建成井渠结合灌区。

2.4.13 井渠结合灌区规划内容应包括：供需水量平衡计算与水资源重新分配，地表水、地下水的联合运用与调度，井数与井距，井、渠合理布局方案。

2.5 工业与生活供水机井规划

2.5.1 以机井为水源的城市、乡镇（以下简称城乡）工业与生活供水工程规划应依据城乡供水工程总体规划进行。

2.5.2 规划内容应包括：工业、生活用水总量预测，供水范围和工程规模选定，供需水量平衡分析，水质、水压确定，输配水系统布局方案等，并应进行综合评价。

2.5.3 地下水水源地应建在水量、水质有保证且易于实施水环境保护的地段。

2.5.4 地下水总用水量应根据水资源状况、城镇规模、产业结构、国民经济发展和居民生活水平、工业回用水率等因素确定。

2.5.5 自备供水机井的水量应纳入当地规划供水总量之内。

2.5.6 同一规划区内既有工业用水，又有生活用水时，应进行统一供水规划。根据优质优用原则，采用分质供水系统。

2.5.7 城市用水量指标应按GB50282—98《城市给水工程规划规范》执行；乡镇居民生活用水量指标可采用40～120L/（人·d），大家畜用水量定额40～60L/（头·d），小家畜用水量定额一般采用5～10L/（只·d）。

2.5.8 规划时地下水动态监测除应符合SL/T183—96外，尚应符合GBJ27—88《供水水文地质勘察规范》有关规定。

2.6 机井工程经济评价

2.6.1 兴建大、中型井灌区时，应按SL72—94《水利建设项目经济评价规范》进行建设项目评价。兴建小型井灌区时，可按本规范所列方法进行经济评价。

2.6.2 机井工程投资，即工程建成所需的一次或分次投入的全部资金，应包括建井、配套设备、输变电工程、附属建筑物等以及其他费用。

多个部门共同使用的机井工程，其投资应按规划用水量比例进行分摊。

2.6.3 年费用应包括年管理运行费和折旧费。

1 年管理运行费应包括机井工程在正常运行中的能源消耗费、维修费和管理费。

1）能源消耗费可根据动力情况，分别选用以下各式计算。

电动机配套新机泵的装置效率不低于45%时，可按下式计算：

$$C_1 = 0.9V_nH_jf_1 \qquad (2.6.3\text{-}1)$$

电动机配套一般机泵的装置效率不低于35%时，可按下式计算：

$$C_1 = 1.27V_nH_jf_1 \qquad (2.6.3\text{-}2)$$

柴油机配套新机泵的装置效率不低于40%时，可按下式计算：

$$C_1 = 1.85V_nH_jf_2 \qquad (2.6.3\text{-}3)$$

柴油机配套一般机泵的装置效率不低于30%时，可按下式计算：

$$C_1 = 2.47V_nH_jf_2 \qquad (2.6.3\text{-}4)$$

式中 C_1——年能源消耗费，元；

V_n——年提水量，t；

H_j——提水净扬程，m；

f_1——机井用电综合单价，元/（kW·h）；

f_2——机井用油综合单价，元/kg。

2）维修费应包括日常养护和定期大修费用，可根据机井工程实际使用情况分析确定。如缺乏实际资料，可按表2.6.3-1的规定取值。

表2.6.3-1 机井工程年维修费率表

工程类别	年维修费率（占投资%）
机房、井口工程	1.5～2
机井、渠系（或管道）	2～3
电动机、输变电设备	2～4
柴油机、水泵	4～6

3）管理费应包括人员工资、行政管理费以及观测、试验等费用，可根据机井工程规模大小确定。

2 折旧费的计算可采用静态折旧法或动态折旧法。

1）采用静态折旧法时，可按下列公式计算：

$$d_1 = \frac{K_1}{n} \tag{2.6.3-5}$$

2）采用动态折旧法时，可根据投资类别分别按下列公式计算：

偿还基金法（投资不计利息）

$$d_1 = K_1\left[\frac{i}{(1+i)^n - 1}\right] \tag{2.6.3-6}$$

资金回收法（投资需计利息）

$$d_1 = K_1\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right] \tag{2.6.3-7}$$

式中 K_1——机井工程投资，元；

n——机井工程固定资产折旧年限，年；

d_1——年折旧费，元；

i——年利率，%。

3 机井工程固定资产折旧年限，可按表2.6.3-2的规定取值。

表2.6.3-2 机井工程固定资产折旧年限表

固定资产分类		折旧年限（年）
机井	无砂混凝土井管，混凝土井管	15
	钢筋混凝土井管	20
	钢管	20
	铸铁管	20
渠道（或管道）、井口工程及井房		15
机电设备	电动机	10
	柴油机	8
水泵	长轴深井泵	6
	潜水电泵	8
	离心泵	10
喷灌设备		6
输变电设备		20

2.6.4 机井工程经济效益应包括灌溉的经济效益、工业与生活供水的经济效益。

1 机井工程灌溉经济效益的增产值应按已发生年份的实际增产值计算。计算期内的未发生年份应按包括丰水、平水和枯水年份在内的多年平均增产值计算。农业技术措施基本相同时，增产值等于有、无机井工程相比所增加的产值，可按下式计算：

$$\bar{B} = \sum_{i=1}^{N} A_i(Y_i - Y'_i)D_i \tag{2.6.4}$$

式中 $\bar{B}$——机井工程多年平均增产值，元/年；

A_i——第i种作物的种植面积，亩；

Y_i——有机井工程的第i种作物的多年平均单位面积产量，kg/（亩·年）；

Y'_i——无机井工程的第i种作物的多年平均单位面积产量，kg/（亩·年）；

D_i——第i种作物产品单价，元/kg；

N——作物种类数。

农业技术措施不同时，机井工程增产值的计算应在公式（2.6.4）中乘以机井工程效益分摊系数ε，其值可参考类似地区的实验成果或调查资料分析确定。无资料时，可按$\varepsilon=0.2\sim0.6$进行估算。

2 工业与生活供水经济效益，应包括因工业供水条件的改善而增加的产品与产值，以及因居民生活供水条件的改善而提高的社会效益。

2.6.5 机井工程经济效益分析，宜采用动态分析法；简单估算时，可采用静态分析法。

行业标准科技

1 采用动态法分析时，机井工程经济效益以动态还本年限、效益费用比和内部收益率指标表示。

1）动态还本年限 T，可按下式计算：

$$T = \frac{\lg(\bar{B} - \bar{C}) - \lg(\bar{B} - \bar{C} - iK_0)}{\lg(1 + i)} \tag{2.6.5-1}$$

式中 K_0——机井工程总投资现值或折算到基准年（点）的总投资，元；

$\bar{C}$ ——机井工程多年平均管理运行费，元/年；

i——年利率。

当动态还本年限小于或等于 5 年时，认为可行。

2）效益费用比 R，指折算到基准年（点）的总效益与总费用的比值，或折算年效益与折算年费用的比值，可按下式计算：

$$R = \frac{B_0}{K_0 + C_0} \tag{2.6.5-2}$$

或

$$R = \frac{B}{K + C} \tag{2.6.5-3}$$

式中 B_0、K_0、C_0——折算到基准年（点）的总效益、总投资、总年运行费，元；

B、K、C——机井工程效益、投资、年管理运行费的折算年值（即多年平均值），元。

当效益费用比不小于 1.0 时，认为可行。

3）内部收益率 I，指效益费用比 $R=1.0$ 或各年净效益现值等于零时的折现率，可按下式计算：

$$\sum_{t=1}^{n}(B - C)_t(1 + I)^{-t} = 0 \tag{2.6.5-4}$$

式中 t——计算期各年的序号，基准点的序号为 0；

n——计算期。

当内部收益率等于或大于社会折现率时，认为可行。

2 采用静态分析法时，机井工程经济效益以还本年限或投资效益系数表示，可按下式计算：

$$T_t = \frac{K_1}{B_0} = \frac{K_1}{B - C_2} \tag{2.6.5-5}$$

或

$$e_1 = \frac{1}{T_t} = \frac{B_0}{K_1} \tag{2.6.5-6}$$

式中 T_t—— 还本年限，年；

e_1——投资效益系数；

K_1 ——机井工程投资，元；

B——多年平均年收益，包括增产值及其他收取的收益，或称毛效益，元；

C_2—— 多年平均的年管理运行费，元；

B_0 ——多年平均的年净效益（包括折旧费），元。

当还本年限小于或等于 5 年时，认为可行。

江苏固科技

2.6.6 机井工程财务支出应包括总投资、年管理运行费和利息等费用。财务收入为机井工程增加的财务收益。已发生年份应按财务实际收入和支出进行计算，未发生年份应按预测值计算。

2.6.7 机井工程财务评价可采用财务还本年限、财务效益费用比、财务内部收益率和贷款偿还年限等指标表示。

3 机 井 设 计

3.1 一 般 规 定

3.1.1 机井设计应根据机井规划、建井用途、需水量、水质要求和水文地质条件进行。

3.1.2 根据国务院颁布的《取水许可制度实施办法》，应经水行政主管部门审批建井方案，进行机井设计。

3.1.3 滤水结构应满足下列要求：

1 有足够的强度；

2 有足够的进水面积；

3 有效防止涌砂；

4 避免堵塞，防止腐蚀。

3.2 机井设计出水量的确定

3.2.1 机井设计出水量与降深，应采用抽水试验资料确定。

3.2.2 资料不足时，可采用探采结合井的实测资料或根据附近同类条件的机井资料确定；也可选用经验公式或理论公式计算。

3.2.3 成井后均应进行试验抽水，予以校正。

3.3 管 井 设 计

3.3.1 管井结构包括井口、井壁管、过滤器和沉淀管。

3.3.2 管井轴线垂直度，即井孔倾斜度。井孔必须保证井管的安装，井管必须保证抽水设备的正常工作。泵段以上顶角倾斜：安装长轴深井泵时不得超过 1°；安装潜水电泵时不得超过 2°。泵段以下每百米顶角倾斜不得超过 2°，方位角不能突变。

3.3.3 管井深度设计，应根据需水量和拟开采含水层（组、段）的埋深、厚度、水质、富水性及其出水能力等因素综合确定。

3.3.4 井孔和井管直径可按以下方法确定：

1 井孔直径除应能下入井壁管和滤水管外，还应满足围填滤料的要求。井孔终孔直径较井管外径大：采用非填砾过滤器时，应大于 100mm；采用填砾过滤器时，中、粗砂含水层中应大于 200mm，粉、细砂含水层中应大于 300mm。

万水电科技

2 过滤器外径应满足下式要求：

$$D \geqslant \frac{Q_t}{\pi L \cdot pv} \qquad (3.3.4\text{-}1)$$

式中 D—— 过滤器外径（填砾过滤器算至滤料外表面；非填砾过滤器算至过滤器外表面），m；

Q_t —— 管井的设计出水量，m^3/s；

L_1 —— 过滤器长度（当含水层厚度不超过 30m 时，可与含水层厚度一致；如超过 30m，宜通过试验确定），m；

p—— 过滤器表面进水有效孔隙率（一般按过滤器表面孔隙率的 50%考虑），%；

v—— 允许入管流速，m/s，可按表 3.3.4 的规定取值。

3 井孔直径可采用下式校核：

$$D_1 \geqslant \frac{Q_t}{\pi L_1 v_1} \qquad (3.3.4\text{-}2)$$

式中 D_1—— 井孔直径，m；

v_1—— 允许渗透流速，m/s。

允许渗透流速可根据哈尔特公式计算：

$$v_1 = \sqrt{K}/15$$

式中 v_1—— 允许渗透流速，m/s；

K —— 含水层渗透系数，m/s。

表 3.3.4 允许入管流速表

含水层渗透系数 K（m/d）	允许入管流速（m/s）
≥120	0.030
81～120	0.025
41～80	0.020
21～40	0.015
≤20	0.010

3.3.5 井管设计应符合下列要求：

1 井壁管和滤水管根据井深、水质、技术和经济条件等，选用钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、塑料管、混凝土管、无砂混凝土管等管材。各种管材的适宜深度应按表 3.3.5 的规定取值。

表 3.3.5 各种管材适宜深度表

管材类型	钢 管	铸铁管	钢筋混凝土管	塑料管	混凝土管	无砂混凝土管
适宜深度（m）	≥400	200～400	150～200	≤150	≤100	≤100

注：钢筋混凝土管采用焊接、提吊、安装浮板施工，适宜深度为 200～400m。

2 无砂混凝土管、混凝土管、钢筋混凝土管按 SL/T154—95《混凝土与钢筋混凝土井管标准》执行；金属井管参照GB8162—87《结构用无缝钢管》、GB3092—82《焊接钢管》、GB/T3244—87《连续铸铁管》执行。

3 金属井管用管箍丝扣连接或焊接；钢筋混凝土管、塑料管用焊接；混凝土管与无砂混凝土管用粘接加绑扎。

3.3.6 过滤器根据含水层岩性进行选择，各种过滤器的适用条件及适用管材见表 3.3.6。

3.3.7 过滤器设计应包括填砾过滤器和非填砾过滤器的设计。

1 填砾过滤器设计应根据结构类型分别进行

江水帕科技

表 3.3.6 各种过滤器的适用条件及适用管材表

过滤器结构类型		适用的含水层岩性	适用管材
填砾过滤器	穿孔过滤器 缠丝过滤器 无砂混凝土过滤器 竹笼过滤器 桥式过滤器	各种岩性	钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、塑料管、混凝土管、无砂混凝土管
非填砾过滤器	穿孔过滤器	砾石、卵石	钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、塑料管
	缠丝过滤器	粗砂、砾石、卵石	

1）对于穿孔过滤器，其穿孔管为钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、塑料管、混凝土管加工或预制成的圆孔或条孔滤水管。各种管材适宜深度和开孔率，应按表 3.3.5 和表 3.3.7-1 的规定取值。穿孔管外应垫筋、包网、填砾。网眼尺寸应等于或略小于滤料粒径的下限。

表 3.3.7-1 不同管材的开孔率表

管材	钢管	铸铁管	钢筋混凝土管	塑料管	混凝土管	无砂混凝土管
开孔率（%）	25～30	20～2	≥	≥12	≥12	渗透系数≥400m/d 孔隙率≥15%

注：1. 开孔率为井管开孔面积与相应的井管表面积的比值。

2. 无砂混凝土管为体积孔隙率，即孔隙体积与其所对井管体积的比值。

2）对于缠丝过滤器，其穿孔管为钢管、铸铁管、钢筋混凝土管加工或预制成的圆孔或条孔滤水管，也可用钢筋骨架管。各种管材适宜深度和开孔率，应按本规范表 3.3.5 和表 3.3.7-1 的规定取值。穿孔管外垫筋、缠丝、填砾，缠丝间距应等于或略小于滤料粒径的下限，最大间距应小于 5mm。

3）无砂混凝土过滤器为无砂混凝土井管，粘接后外部用 4～6 根竹片、镀锌铁丝捆扎以增加其整体性，然后填砾。其技术标准如下：

骨料粒径按表 3.3.7-2 的规定选用。

表 3.3.7-2 骨料粒径表

含水层岩性	粉、细砂	中砂	粗砂
骨料粒径（mm）	4～8	6～10	8～12

原料和配方宜采用普通硅酸盐水泥，标号不低于 425 号；骨料为硅质砾石；灰骨比为 1∶4.5～1∶6（重量比）；水灰比为 0.28～0.32。

主要技术指标包括：轴向抗压强度不小于 7.5～10N/mm²；渗透系数不小于 400m/d；孔隙率不小于 15%。

4）对于竹笼过滤器，其穿孔管的开孔率和外径确定与穿孔管缠丝过滤器相同，只是以管外编竹笼代替垫筋、缠丝，并在竹笼外包尼龙网、填砾，网眼尺寸应按滤料粒径的下限确定。竹笼规格：纵条 15mm×2mm（宽×厚），横条 6mm×2mm（宽×厚），垫条宽度依据穿孔管的大小与排列确定，厚度根据竹杆的厚度决定。

5）对于桥式过滤器，其滤水管由钢板冲压焊接而成。壁外呈“桥状”，立缝为进水孔，一般不包滤网。立缝宽度应等于或略小于滤料粒径的下限。

2 滤料（填砾）设计应符合下列规定：

1）滤料粒径 D_{50} 可按下式确定：

$$D_{50}=(8\sim10)d_{50} \tag{3.3.7-1}$$

式中 D_{50}、d_{50}——滤料、含水层砂样过筛累计重量分别为50%时的颗粒直径，mm。

用上式计算时，含水层颗粒均匀系数 $\eta_2<3$ 时，倍比系数取小值；$\eta_2>3$ 时，倍比系数取大值。

2）中、粗砂含水层，填砾厚度大于100mm；粉、细砂含水层，填砾厚度大于150mm。

3）粉、细砂含水层颗粒均匀系数 $\eta_2>3$，填砾厚度达200～250mm时，倍比系数可加大为10～20。

η_2 为含水层砂样过筛累计重量为60%时的颗粒直径与过筛累计重量为10%时的颗粒直径的比值。

4）滤料应选用磨圆度好的硅质砂、砾石充填，滤料上部应高出过滤器上端，具体数值应根据含水层厚度、埋藏位置和回填滤料下移高度等因素而确定。底部宜低于过滤器下端2m以上。

3 非填砾过滤器设计应根据结构类型分别进行。

1）对于穿孔过滤器，其穿孔管直接与含水层接触，圆孔直径或条孔宽度应根据含水层颗粒的大小及其均匀度，可分别按下列公式计算。

圆孔直径 d_0 按下式确定：

$$d_0\leqslant(3\sim4)d_{50} \tag{3.3.7-2}$$

圆孔直径计算取值，一般不大于20mm，多呈梅花形排列，见图3.3.7，列距为 a，行距为 b，其开孔率 p_1 可按下式计算：

$$p_1=\frac{\pi d_0^2}{8ab} \tag{3.3.7-3}$$

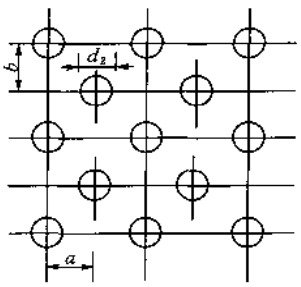


图 3-3-7 圆孔布置示意图

条孔可呈带状或交错带状排列，条孔形状应为外窄内宽，一般条孔宽度不大于10mm，其计算公式如下：

条孔宽度

$$t_b=(1.5\sim2.0)d_{50} \tag{3.3.7-4}$$

条孔长度

$$L_2=(8\sim10)t_b \tag{3.3.7-5}$$

条孔间距

$$b_1=(3\sim5)t_b \tag{3.3.7-6}$$

2）对于钢筋骨架缠丝过滤器，缠丝间距 t_b 可按下式计算：

均匀砂质含水层

$$t_b=(1.0\sim1.6)d_{50} \tag{3.3.7-7}$$

不均匀砂质含水层

$$t_b=d_{30}\sim d_{40} \tag{3.3.7-8}$$

式中 d_{30}、d_{40}——含水层砂样过筛累计重量为30%、40%时的颗粒直径，mm。

3）对于穿孔管缠丝过滤器，其穿孔管的圆孔直径一般为15～20mm；条孔宽度为10～30mm，长度为100～300mm，具体规格根据管材选定。开孔率应按本规范表3.3.7-1的规

万水电科技

定取值。缠丝间距应按本规范公式(3.3.7-7)、(3.3.7-8)确定。

3.3.8 沉淀管(孔)长度,根据井深和含水层岩性确定。松散地层中的管井,浅井为2~1m,深井为4~8m;基岩中的管井,一般为2~4m。

3.3.9 井管外部封闭应符合下列规定:

1 滤料顶部至井口段,采用粘土球或粘土块封闭3~5m,剩余部分可用粘土填实。

2 井口周围,浅井可用一般粘土夯实,厚度不小于200mm;中、深井可用粘土球或水泥浆封闭,厚度一般不小于300mm。

3 对不良含水层或非计划开采段,一般采用粘土球封闭。如水压较大或要求较高时,可用水泥浆或水泥砂浆封闭。选用的隔水层单层厚度应不小于5m。封闭位置应超过拟封闭含水层上、下各不少于5m。

3.3.10 自流井应根据水头大小确定封闭深度,并应增设闸阀控制水流,同时在井口周围浇注一层厚度不小于250mm、直径不小于1000mm的混凝土。

3.3.11 基岩管井上部的安全段,除完整和稳定的基岩可保留裸眼外,均应安装井管。下部井段可根据岩石稳定情况,确定是否安装井管。

3.3.12 在基岩破碎或有溶洞(充砂或不充砂)发育等岩石中成井时,其井身结构应根据岩石具体情况确定。

3.3.13 基岩管井上部安装井管时,井管下端应嵌入完整基岩内1~2m,并用止水材料在管外封闭2.0~2.5m。当上、下段均需安装井管时,在其变径处,应重合2~3m,并在重合部位进行封闭。

3.4 大口井设计

3.4.1 大口井的适用条件应遵守下列规定:

1 地下埋藏浅、含水层渗透性强、有丰富补给水源的山前洪积扇、河漫滩及一级阶地、干枯河床和古河道地段。

2 基岩风化裂隙层较厚、地下水埋藏浅、有丰富补给水源的地段。

3 浅层地下水铁、锰和侵蚀性二氧化碳含量较高对井管腐蚀大的地区。

3.4.2 大口井可根据水文地质条件、施工方法和当地建材等因素选定圆筒形、阶梯形和缩径形。

3.4.3 大口井井径和井深设计应符合下列规定:

1 井径应按设计出水量、施工条件、施工方法和造价等因素确定,一般为2~5m。

2 井深应根据含水层岩性、厚度、地下水埋深、水位变幅和施工条件等因素确定,一般不超过20m。

3.4.4 井筒壁厚设计应符合下列规定:

1 井筒材料强度等级应采用:砖大于MV7.5;砌石大于MU20;混凝土大于C10;钢筋混凝土的混凝土大于C15;钢板为碳素结构钢Q235。

2 采用大开槽法施工,井筒壁厚可按下列公式计算:

砖石井筒

灌溉排水技术

$$\delta = 0.1D_2 + C_3 \qquad (3.4.4\text{-}1)$$

式中 δ — 井筒壁厚，m；

D_2——进水部分的井筒外径，m；

C_3— 经验系数，砖砌为 0.1，石砌为 0.18。

混凝土井筒

$$\delta = 0.06D_2 + C_4 \qquad (3.4.4\text{-}2)$$

式中 C_4— 经验系数，为 0.08～0.10。

3 采用沉井法施工，井筒壁厚可按经验数值选用。钢筋混凝土井筒，井径小于 4m 时，其壁厚上部为 250mm，下部为 350～400mm；井径大于 4m 时，上部为 250～300mm，下部为 400～500mm；砖石加钢筋砌筑的井筒，井径小于 5m 时，井筒壁厚上部为 240～370mm，下部为 470～500mm；钢制井筒井径为 2～3m 时，可用厚度为 10～15mm 钢板卷焊，开孔率应为 30%。

3.4.5 刃脚和底盘设计应符合下列规定：

1 刃脚上端宽度：钢筋混凝土井筒为井筒厚度加 100～200mm，砖石井筒为井筒厚度加 150～250mm；刃脚下端宽度：一般比井筒厚度小 50～100mm；刃脚高度：钢筋混凝土井筒为 1.0～1.5m，砖石井筒为 1.5～1.5m。

刃脚斜面与平面夹角可采用 50°～65°。

2 底盘规格：高为 0.3～0.4m，内径与井筒内径相同，外径略大于井筒外径。一般为钢筋混凝土预制构件，每块重量可根据施工条件选定。

3.4.6 大口井进水结构设计应包括井底进水、井壁进水和井底井壁同时进水设计。

1 井底进水结构设计应符合下列规定：

1）井底反滤层除卵石含水层不设外，一般设 2～5 层。每层厚 200～300mm，总厚度为 0.6～1.5m。靠刃脚处加厚 20%～30%。

2）与含水层相邻的第一层的滤料粒径，可按下式计算：

$$D_1 = (7 \sim 8)d_h \qquad (3.4.6\text{-}1)$$

式中 D_1——与含水层相邻的第一层反滤层滤料的粒径，mm；

d_h——含水层砂样过筛累计重量分别为 10%、15%、20%、30%、40%时的颗粒直径，mm，不同含水层可按表3.4.6-1的规定取值。

其他相邻反滤层的粒径，可按上层为下层滤料粒径的 3～5 倍选定。

表 3.4.6-1 含水层 d_h 值表

含水层岩性	d_h（mm）
细 砂	d_{10}
中 砂	d_{30}
粗 砂	d_{50}
砾石、卵石	$d_{10\sim1}$

3）设计渗透流速的校核，应满足下式要求：

$$v_a \leqslant v_2 \qquad (3.4.6\text{-}2)$$

$$v_2 = \alpha_1 K_d \qquad (3.4.6\text{-}3)$$

式中 v_a——上层滤料的设计渗透流速，m/s；

v_2——上层滤料的允许渗透流速，m/s；

α_1——安全系数，一般取 0.5～0.7；

K_d——上层滤料的渗透系数，无试验资料时，可按表3.4.6-2的规定取值。

水规院科技

表 3.4.6-2 各种人工滤料粒径渗透系数参考值表

滤料粒径 D(mm)	0.5～1	1～2	2～3	3～5	5～7	7～10
渗透系数 K_d(m/s)	0.002	0.008	0.02	0.03	0.039	0.062

2 井壁进水结构设计应包括干砌砖石井筒利用砌缝进水；浆砌砖石井筒利用插入的短管进水；钢筋混凝土井筒，应预留不同形式和规格的进水孔。

含水层为中、粗砂且厚度较大时，可采用水平孔或斜孔；含水层为卵砾石层时，可采用 ϕ25～50mm 的不填滤料的水平圆形或圆锥形（里大外小）的进水孔。

3 井底井壁同时进水的结构设计，应按本条第 1 款与第 2 款规定设计。

4 设计滤水面积应满足下式要求：

$$F_6 \geqslant \frac{Q_0}{v_3} \tag{3.4.6-4}$$

式中 F_6——井壁进水面积，m^2；

Q_0——大口井设计出水量（如为井底井壁同时进水，则为井壁分摊水量），m^3/h；

v_3——含水层允许渗透流速，m/h。

对于不填滤料的进水孔，其允许入管流速可按本规范表3.3.4的规定取值；对于填滤料的进水孔，可按下式计算：

$$v_3 \leqslant \alpha\beta_3 K_d \tag{3.4.6-5}$$

式中 β_3——井壁进水孔方向与井壁的交角系数（当交角为 45°时，$\beta_3=0.53$；交角为 60°时，$\beta_3=0.38$；交角为 90°时，$\beta_3=0.2$）；

K_d——滤料的渗透系数，m/h。

5 滤料设计应符合下列规定：

1）进水孔内充填的滤料为两层，总厚度与井壁厚度相同。

2）井筒外围充填滤料，其高度应高出井筒顶部进水孔 0.5m，厚度为 200～300mm；滤料规格按管井的有关规定执行。

3.5 辐 射 井 设 计

3.5.1 辐射井适用条件应遵守下列规定：

1 地下水埋藏浅，含水层透水性强，有丰富补给水源的粗砂、砾石、卵石地区。

2 地下水埋藏浅，含水层透水性良好，有补给水源，含水层埋深在 30m 以内的粉、细、中砂地区。

3 裂隙发育、厚度大于 20m 的黄土裂隙含水层。

4 透水性较弱、厚度小于 10m 的粘土裂隙含水层。

3.5.2 集水井设计应符合下列规定：

1 集水井井径应根据水平钻机尺寸、施工与安装要求等因素确定，一般不小于 2.5m。

2 井深应根据水文地质条件和设计出水量等因素确定。井底应比最低一层辐射孔

位置低 1～2m。黄土塬下的河谷阶地应保持水下深度 10～15m；黄土塬区应保持水下深度 15～20m。

3 集水井井筒的结构设计，因施工方法不同可按下列规定选用：

1）沉井法施工的井筒结构，可参照本规范 3.4 大口井设计的有关规定。

2）漂浮下管法施工的井筒结构，当井深小于 20m，可采用混凝土强度等级 C15～C20 预制的钢筋混凝土井筒，壁厚 120～150mm；当井深 20～40m，可采用混凝土强度等级 C20～C25 预制的钢筋混凝土井筒，壁厚 150～200mm。每节井筒高度一般为 1.0m 左右。集水井最下一节为带底的井座。均需根据应力计算配置构造筋与受力筋。

4 集水井均需封底。在黄土和粘土裂隙含水层中也可不封底。

3.5.3 辐射孔设计应包括辐射孔的布置和辐射管（孔）的结构设计。

1 辐射孔的布置应按当地水文地质条件确定：

1）集取河流渗漏水时，集水井应设在岸边，辐射孔伸入河床底部。

2）在均质、透水性差、水力坡度小的地区，辐射孔宜均匀水平对称布置。

3）含水层厚度大的地区，可设多层辐射孔。

2 辐射管（孔）的结构应符合下列规定：

1）粗砂、卵砾石含水层，辐射管为预打孔眼的滤水钢管，采用顶进法施工，滤水钢管外径一般为 89～150mm 的无缝管，滤水孔直径一般为 6～8mm，开孔率一般为 3%～8%，管外不包滤网，滤水钢管长一般为 10～15m。

2）粉、细、中砂含水层，辐射管为双螺纹无毒塑料滤水管，采用套管法施工，滤水管外径一般为 60～70mm，开孔率一般为 1.4%～3.0%，塑料滤水管外必须包孔 40～60 目的尼龙网套，管长一般为 15～30m。

3）在砂、砾类含水层中，含水层厚度小于 10m，辐射滤水管布设一层，6～8 条；含水层厚度大于 10m，布设 2～3 层，每层 6～8 条。辐射管的水平位置应高出含水层底板 0.5m。

4）黄土裂隙含水层中的辐射孔可不安装滤水管，一般布设一层，6～8 条；含水层厚度大的可布设 2～3 层，每层 6～8 条。孔径一般为 120～150mm，孔长一般为 80～120m。浅层粘土裂隙含水层辐射孔也可不安装滤水管，一般布设一层，3～4 条，孔径一般为 110～130mm，孔长一般为 20～30m。

5）辐射管（孔）允许最大进管流速经验值选取：砂砾石含水层 0.03m/s；细砂含水层 0.01m/s。黄土裂隙含水层防冲流速为 0.7～0.8m/s；粘土裂隙含水层防冲流速为 0.8m/s。

3.6 设 计 成 果

3.6.1 提交设计文件主要包括：机井（管井、大口井、辐射井）结构设计的依据和成果；机井设计出水量和相应的水位降深；对水质的要求；对施工的要求；对配套设备选择的建议。

3.6.2 提交机井井位处预测的地层柱状图和可供施工的机井结构设计图。

4 机 井 施 工

4.1 一 般 规 定

4.1.1 新建机井，应满足规划、设计要求，必须由具备相应技术资质等级的凿井队施工。

4.1.2 机井施工必须确保安全与成井质量，严格执行技术操作规程，预防事故发生。

4.1.3 机井施工应编制施工设计任务书，做到安全、低耗、优质、高效。

4.2 管 井 施 工

4.2.1 施工前的准备工作应符合下列要求：

1 钻机选择，应根据管井设计的孔深、孔径、地质及水文地质条件，并考虑钻机运输、施工、水电供应条件等因素，可按表4.2.1的规定选用。

表4.2.1 常用钻机主要性能表

钻机类型	钻机型号	产地	开孔直径（mm）	钻孔深度（m）	适应地层
回转式正循环	SPJ－300	上海	500	300	松散层和基岩层
	SPC－300H	天津	500	300	
	SPCT－600	天津	500	600	
	红星S－400	河南	650	400	
	红星S－600	河南	650	600	
	TSJ－1000	河北	425	1000	
	济宁150	山东	650～800	150	粘性土和砂土类
	锅 锥	河南	1100	50	
回转式反循环	QZ－200	吉林	400～1500	200	粘土、砂、卵砾石层
冲击式	CZ－22	山西	750	200	松散层
	CZ－30	山西	1000	250	
	8JC250	河北	300～800	250	粘土、砂、卵砾石层
冲抓式	8JZ系列	浙江	600～1500	50	粘土、砂、卵砾石层、大漂石

2 根据设计井孔位置，安装钻机时，井孔中心距电话线至少10m；距地埋电力线路及松散层旧井孔边线的距离至少5m（基岩钻孔不受此限制）；距地下通信电缆、构筑物、管道及其他地下设施边线的水平距离至少2m；距高压电线的距离，一般为塔高的两倍；与地面高层楼房及重要建筑物应保持足够的安全距离，并应遵守有关行业施工现场的规定。

3 钻机及附属配套设备的安装，必须基础坚实，安装平稳，布局合理，便于操作：回转钻机转盘要水平，天车、转盘及井孔中心必须在一条铅直线上；冲击钻机必须保证连接牢固，钻具总重不得超过钻机说明书规定的重量，活芯应灵活，钢丝绳与活套的轴线应保持一致；在钻进过程中不得位移。

4 应做到路通、水通、电通（或备好机械动力设备），施工场地平整。

5 试钻前应按质量要求，检查钻井设备各零部件，不合格的不得使用。

6 泥浆循环系统的泥浆池和沉砂池的容积，必须满足施工储浆和沉砂的要求。泥浆槽的长度一般应在15m以上。

7 管井施工所需管材、滤料、粘土（球）及其他物料，必须按设计要求在开钻前准备好，并及时运到井场。

4.2.2 钻进工艺应包括钻进方法、冲洗介质、泥浆质量、井孔防斜及事故预防。

1 钻进方法与护壁应符合下列规定：

1）松散层或基岩层，可采用正循环回转式钻进；碎石土类及砂土类松散层，可采用冲击式钻进；无大块碎石、卵石的松散层，可采用反循环回转式钻进；岩层严重漏水或供水困难的基岩层，可采用潜孔锤钻进。

2）冲洗介质，应根据水文地质条件和施工情况等因素合理选用。一般在粘土或稳定地层，采用清水；在松散、破碎地层，采用泥浆；在严重漏失地层或缺水地层，采用空气钻进。

3）松散层钻进时，应根据钻进机具和地层岩性采取水压护壁或泥浆护壁。采用水压护壁时，孔内一般应有3m以上的水头压力；采用泥浆护壁时，孔内泥浆面距地面应小于0.5m。

4）基岩顶部的松散覆盖层或破碎岩层，宜采用套管护壁。

2 钻孔用的泥浆，质量指标应符合下列规定：

1）一般地层泥浆密度应为1.1～1.2，遇高压含水层或易坍地层，泥浆密度可酌情加大。

2）砾石、粗砂、中砂含水层泥浆粘度应为18～22s；细砂、粉砂含水层应为16～18s。

3）冲击钻进时，孔内泥浆含砂量应不大于8%；回转钻进时，应不大于12%。

4）冲击钻进时，胶体率应不低于70%；回转钻进时，应不低于80%。井孔较深时，胶体率应适当提高。

3 停钻期间，应将钻具提至安全孔段位置并定时循环或搅动孔内泥浆；泥浆漏失必须随时补充；如孔内发生故障，应视具体情况调整泥浆指标或提出钻具。

4 井孔倾斜度应符合本规范3.3.2规定。钻进时要合理选用钻进参数，必要时应安装钻铤和导正器。如发现孔斜征兆，必须及时纠正。钻具的弯曲、磨损必须定时检查，不合格者不得使用。

4.2.3 在钻进过程中应及时采样并做好地层编录工作。

1 松散层钻进时，采取岩（土）样应符合下列规定：

1）一般只采鉴别样，冲击钻进时，可用抽筒或钻头带取鉴别样；回转无岩心钻进时，可在井口冲洗液中捞取鉴别样。所采鉴别样应准确反映原有地层的埋深、岩性、结构及颗粒组成。

水滴石科技

2）鉴别样的数量，每层至少一个。含水层2～3m采一个，非含水层与不宜利用的含水层3～5m采一个，变层处加采一个。当有较多钻孔资料或进行电测时，鉴别样的数量可适当减少。

3）探采结合井、试验井等应采颗粒分析样，在厚度大于4m的含水层中，宜每4～6m取一个；当含水层厚度小于4m时，应采一个。岩（土）样重量（干重）不得少于：砂1kg，圆（角）砾3kg，卵（碎）石5kg。

2 基岩层钻进必须采岩芯的，岩芯采取率：完整基岩为70%以上；构造破碎带、岩溶带和风化带为30%以上。取芯特别困难的溶洞充填物和破碎带，要求顶底板界线清楚，并取出有代表性的岩样。

3 土样和岩样（岩芯）必须按地层顺序存放，及时描述和编录。土样和岩样（岩芯）可保存至工程验收，必要时可延长存放时间。

4 土的分类，可按表4.2.3-1的规定进行。

表4.2.3-1 土 的 分 类

类别	名称	定名标准
碎石土类	漂石	圆形及亚圆形为主，粒径大于200mm的颗粒超过全重的50%
	块石	棱角形为主，粒径大于200mm的颗粒超过全重的50%
	卵石	圆形及亚圆形为主，粒径大于20mm的颗粒超过全重的50%
	碎石	棱角形为主，粒径大于20mm的颗粒超过全重的50%
	圆砾	圆形及亚圆形为主，粒径大于2mm的颗粒超过全重的50%
	角砾	棱角形为主，粒径大于2mm的颗粒超过全重的50%
砂土类	砾砂	粒径大于2mm的颗粒占全重的25%～50%
	粗砂	粒径大于0.5mm的颗粒超过全重的50%
	中砂	粒径大于0.25mm的颗粒超过全重的50%
	细砂	粒径大于0.075mm的颗粒超过全重的85%
	粉砂	粒径大于0.075mm的颗粒不超过全重的50%
粘性土类	粉土	塑性指数$I_p \leqslant 10$
	粉质粘土	塑性指数$10 < I_p \leqslant 17$
	粘土	塑性指数$I_p > 17$

5 土样和岩样（岩芯）的描述，可按表4.2.3-2的规定进行。

表4.2.3-2 土样和岩样（岩芯）描述内容

类别	描述内容
碎石土类	名称、岩性、磨圆度、分选性、粒度大小占有比例、胶结情况和充填物（砂、粘性土的含量）
砂土类	名称、颜色、分选性、粒度大小占有比例、矿物成分、胶结情况和包含物（粘性土、动植物残骸、卵砾石的含量）
粘性土类	名称、颜色、湿度、有机物含量、可塑性和包含物
岩石类	名称、颜色、矿物成分、结构、构造、胶结物、化石、岩脉、包裹物、风化程度，裂隙性质，裂隙和岩溶发育程度及其填充情况

6 土样和岩样（岩芯）的编录，内容包括采样时间、地点、名称、编号、深度、采样方法和岩性描述以及分析结果。

7 松散层中的深井、地下水质和地层复杂的井、全面钻进的基岩井，必须进行井孔电测，校正含水层位置、厚度和分析地下水矿化度。

4.2.4 疏孔、换浆和试孔应符合下列规定：

1 松散层中的井孔，终孔后应用疏孔器疏孔，疏孔器外径应与设计井孔直径相适应，长度一般不少于8m，达到上下畅通。

2 泥浆护壁的井孔，除高压自流水层外，应用比原钻头直径大10～20mm的疏孔钻头扫孔，破除附着在开采层孔壁上的泥皮。孔底沉淀物排净后，及时向孔内送入稀泥浆，使孔内泥浆逐渐由稠变稀，不得突变。泥浆密度应小于1.1，出孔泥浆与入孔泥浆性能接近一致，孔口捞取泥浆样应达到无粉砂沉淀的要求。

3 下井管前应校正孔径、孔深和测斜。井孔直径不得小于设计孔径20mm；孔深偏差不得超过设计孔深的正负2/1000；孔斜不得超过设计要求。

4.2.5 常用井管外观质量的检查应符合下列规定：

1 井管应无残缺、断裂和弯曲等缺陷。金属井管管端和管箍的螺纹必须完整、吻合。

2 井管每米弯曲度不得超过：钢管1mm；铸铁管2mm；钢筋混凝土管和混凝土管3mm。

3 井管的上下口平面应垂直于井管轴线。无砂混凝土井管与混凝土井管管口平面倾斜度偏差不得超过井管外径的1.5%。

4 井管直径偏差不得超过：无缝钢管外径±1%～±1.5%；有缝钢管外径±2%；铸铁井管内径±3mm；钢筋混凝土井管内径±5mm；无砂混凝土井管内径±6～±9mm；混凝土井管内径±5～±6mm。

5 井管管壁厚度偏差不得超过：钢管和铸铁井管±1mm，钢筋混凝土井管±2mm；无砂混凝土井管±4～±6mm；混凝土井管±3～±4mm。

6 过滤器开孔率偏差不得超过设计开孔率的±10%。缠丝间距偏差不得超过设计丝距的±20%，缠丝至穿孔管壁的最小距离必须大于3mm。

7 含水层厚度不超过30m时，滤水管可比含水层厚度稍长一些。

4.2.6 井管安装应符合下列规定：

1 井管安装前必须按照钻孔的实际地层资料校正井管设计，然后进行井管组合、排列、测量长度，并按井管排列顺序编号。

2 下管方法应根据管材强度、下置深度和起重设备能力等因素选定，应符合下列要求：

1）悬吊下管法，宜用于井管自重（或浮重）小于井管允许抗拉力和起重的安全负荷。

2）托盘（或浮板）下管法，宜用于井管自重超过井管允许抗拉力和起重的安全负荷。

3）多级下管法，宜用于结构复杂和下置深度过大的井管。

各类井壁管及过滤器允许一次安装长度可按表4.2.6的规定选用。

3 井管的连接必须做到对正接直、封闭严密，接头处的强度应满足下管安全和成井质量的要求。

表 4.2.6 各类井壁管及过滤器允许一次安装长度表

井壁管和过滤器种类	钢制井壁管及过滤器	铸铁井壁管及过滤器	钢筋混凝土井壁管及过滤器	塑料井壁管及过滤器	混凝土井壁管及过滤器	无砂混凝土井管
允许一次吊装长度（m）	250～500	200～250	150～200	≤150		
托盘下管允许一次安装长度（m）			200～250		≤100	50～100

4 过滤器安装位置的上下偏差不得超过 300mm。

5 采用填砾过滤器的管井，井管应位于井孔中心。下井管时要安装井管扶正器，其外径比井孔直径小 30～50mm。根据井深和井管类型确定扶正器的数量，一般间隔 3～20m 安装一组，每井至少安装 2 组。无砂混凝土管井与混凝土管井，扶正器的数量应适当增加。

6 井管底部一般应座落在坚实的基础上，若下部孔段废弃不用时，必须用卵石或碎石填实。

4.2.7 填砾和管外封闭应符合下列规定：

1 滤料必须按标准要求严格筛选，不合格的颗粒含量不得超过 15%。滤料除按设计备妥外，还要准备一定的余量。

2 填砾一般采用循环水填砾或静水填砾。填砾时必须连续均匀，及时测量填砾高度，校核数量，所填滤料应留样备查。

3 不良含水层一般用粘土球封闭，要求较高时用水泥砂浆封闭。粘土球应用优质粘土制成，直径为 25～30mm，以半干为宜。投入前应取井孔内的泥浆做浸泡试验。

4 管外封闭位置，上下偏差不得超过 300mm。

4.2.8 洗井和试验抽水应符合下列规定：

1 填砾完毕后应及时进行洗井并补填滤料。

2 洗井方法和工具，可按井的结构、管材、钻井工艺及含水层特征选择，应尽量采用不同的洗井工具交错使用或联合使用。必要时，可根据井管类型选择适宜的化学药剂（如二氧化碳、盐酸等）配合洗井。

3 洗井和试验抽水的质量应符合下列要求：

1）洗井完毕后，井底沉淀物厚度应小于井深的 5/1000。

2）洗井完毕后，进行试验抽水，水泵出水后 30 分钟采取水样。用容积法测定的含砂量：中、细砂含水层不得超过 1/20000；粗砂、砾石、卵石含水层不得超过 1/50000。

3）试验抽水时，一般只做一次大降深抽水，水位稳定延续时间：松散层地区不少于 8h；基岩地区、贫水区和水文地质条件不清楚的地区，水位稳定延续时间应适当延长。有特殊要求的管井，应做三次降深抽水。

4）试验抽水应达到设计出水量，如限于设备条件不能满足要求时，亦应不低于设计出水量的 75%。

5）试验抽水终止前，应采取水样，进行水质分析。

4.2.9 管井成井后应由施工单位提交竣工报告，其内容如下：

1 审查施工单位提交的竣工报告。

2 管井结构和地层柱状图，包括岩层的名称、岩性描述、厚度和埋藏深度；钻孔及下管深度；井壁管和过滤器的规格及其组合；填砾及封闭的位置；地下水静水位和动水位；电测井资料。

3 含水层砂样及滤料的颗粒分析成果。

4 试验抽水成果。

5 井水含砂量。

6 水质分析成果。

7 管井配套和使用注意事项的建议。

4.2.10 管井竣工后，应由设计、施工、监理及使用等有关单位在现场进行验收，验收内容如下：

1 井位、井深和井径符合规划、设计要求。

2 试验抽水时，管井出水量应与设计相符。如水文地质条件与原设计不符时，可按修改后的设计验收。

3 井水含砂量符合设计要求；水质符合用水标准。

4 井底沉淀物厚度，应小于井深的5‰。

5 管井轴线垂直度，应在本规范3.3.3允许值之内。

4.3 大口井施工

4.3.1 施工机具与方法，根据大口井设计的要求，可按表4.3.1的规定选用。

表4.3.1 施工机具与方法选择表

施工方法		施工机具	适宜地层
大开槽法	人工开挖	起吊、牵引、运输机械，排水设备，混凝土搅拌、震捣机具	第四系松散层，含水层较薄、埋藏浅
	爆破施工	爆破器材、运输机械、排水设备、护砌工具	基岩风化层
沉井法	排水施工	取土、运输机械，排水机具，加压防斜设备	第四系松散层，涌水量不大、流砂层较薄
	不排水施工	水冲排砂施工机械、冲抓锥、加压防斜设备	第四系松散层，涌水量较大、有厚流砂层

4.3.2 大开槽法施工应遵守下列规定：

1 大开槽法施工应尽量避免在雨季进行，施工场地要保证排水畅通。

2 挖土边坡应根据土层的物理力学性质确定，弃土坡脚至挖方上口要有一定的距离。

3 含水层部位的滤料围填应符合设计要求，回填土要有一定超高，冬季回填土中的冻

土含量不得超过15%。

4 土方开挖与爆破施工时，除应符合本规范外，还应符合GBJ201—83《土方和爆破工程施工及验收规范》的规定，并遵守YSJ401—89《土方和爆破工程施工操作规程》和YSJ402—89《地基与基础工程施工操作规程》的规定。

4.3.3 沉井法施工应遵守下列规定：

1 基槽应按稳定边坡开挖，易坍塌地层须挖成阶梯形。基槽底应挖至地下水位以上0.5～1.0m，槽壁与井筒外壁的间距，一般为0.6～0.8m。

2 浇注刃脚应选择在坚实土层上，否则要进行夯实或铺砂夯实处理。混凝土刃脚强度达到设计强度的70%时，方可在刃脚上浇砌井筒。

3 井壁厚度允许偏差：钢筋混凝土和混凝土±15mm，砌石±30mm。

4 井筒下沉时，应保持平稳，当发现位移或倾斜时，必须及时纠正，并在下沉过程中填写记录。

5 对钢筋混凝土和混凝土的施工要求，应参照GB50204—92《混凝土结构工程施工及验收规范》和GBJ141—90《给水排水构筑物施工及验收规范》的规定，并遵守YSJ403—89《钢筋混凝土工程施工操作规程》的规定。

6 采取排水法人工施工时，井内的水位应随井筒下沉而下降，一般控制在开挖面以下0.5～1.0m。人工挖土每次开挖深度以0.3m为宜。

7 采用不排水法施工布设取土机械时，应注意防止井口地面的沉陷。采用水力冲土机械施工时，应注意均衡对称，井将泥浆及时排出，同时回注清水，以保持水头压力。井筒倾斜不得超过井深的1/50。

4.3.4 井壁进水孔和井底反滤层施工应符合下列规定：

1 井壁进水的大口井，其井壁进水孔和反滤层，必须按设计要求布设，施工中要防止进水孔堵塞。

2 井底进水的大口井，其反滤层的厚度和滤料粒径，均应按照设计要求施工。反滤层铺设前必须将井底泥浆及沉淀物清除。滤料应过筛除泥，量方备用。

4.3.5 大口井竣工后应进行试验抽水，一般只做一次大降深抽水，水位稳定延续时间不少于8h。应采取水样进行水质分析。

4.3.6 大口井成井验收内容如下：

1 井位、井深、井径、出水量、含砂量应符合规划、设计要求，水质应符合用水标准。

2 井底反滤层、井壁滤水结构、刃脚座落地层等隐蔽部位应进行验收（包括中间验收）。

3 施工单位应提交成井结构图、地层柱状图，井筒下沉、事故处理、隐蔽部位的验收记录，以及大口井配套和使用注意事项建议。

4.4 辐射井施工

4.4.1 集水井和辐射管（孔）的施工机具与方法，主要根据水文地质条件、施工安全和经济合理等因素，可按表4.4.1的规定选定。

水利电力出版社

表 4.4.1 施工机具与方法选择表

结构部位	施工方法		施工机具	适用条件
集水井	成孔	沉井法	人工、卷扬机	稳定土层或薄层夹砂，井深小于 15m
		冲抓锥钻进	冲抓锥	土层、中砂、粗砂、卵砾石
	下管	反循环回转式钻进	反循环回转钻机	土层、粉砂、细砂、中砂、粗砂、卵砾石
		分节下管	模板、钢丝绳	黄土、粘土，井深小于 30m
		托盘下管	托盘下管器	井深小于 20m、井筒直径小于 2.5m
		漂浮下管	吊车、水泵	适宜不同井深
辐射管（孔）	水平钻钻进		电动水平钻机	黄土、粘土，不下滤水管
	水平钻套管钻进		液压式水平钻机	粉、细、中砂，下入包网的滤水管
	顶进法、锤击法		液压式水平钻机、千斤顶、油锤	粗砂，卵砾石，下入不包网的滤水钢管

4.4.2 集水井施工应遵守下列规定：

1 集水井采用沉井法施工，参照本规范 4.3.3 沉井法施工有关规定进行。

2 集水井预制井筒，必须严格按设计的规格要求制作，井筒壁厚偏差不应超过±15mm，内、外径偏差不应超过±30mm，上下口面必须平整。

3 黄土裂隙含水层中集水井用冲抓锥成孔时，应在地下水位波动段设置护筒，防止塌孔。

4 反循环回转式钻进，集水井孔的孔口段，必须设置护筒，护筒直径应大于钻头直径 0.3～0.4m，护筒高度一般为 1.5～2.0m。集水井施工过程中井内水位应高出地下静水位 2.0m 以上，宜采用清水钻进。

5 黄土及粘土裂隙含水层中，采用分节下管法下井筒，下管器应和井筒尺寸配合适当，保证下入的井筒上下接口吻合。

6 采用漂浮法下井筒，必须将井筒接口封闭严密。井筒对接面可用水泥砂浆、沥青水泥砂浆、水泥水玻璃粘接，接口外围应用热沥青粘贴玻璃丝布 2～3 层，粘贴的井筒在筒外水压力下，接口应无明显渗水现象。

7 漂浮法下井筒完毕后，应向井筒内继续注水，待井筒沉实后，及时进行筒外回填，应用当地土、砂砾沿井筒周围均匀回填密实，不允许回填碎石或其混合料。

4.4.3 砂、砾类含水层中辐射管（孔）施工应符合下列规定：

1 采用液压式水平钻机顶进法、套管法施工。液压式水平钻机液压机转速 55r/min，最大扭矩 140kg·m，最大推力 400kN、最大拉拔力 300kN、油缸行程 0.90m、配用动力 50kW。

2 顶进法施工，将滤水钢管用液压式水平钻机边旋转边推进，一根滤水钢管接一根滤水钢管，直接打进含水层。顶进过程中含水层中的粉粒进入滤水钢管内，随水流入集水井排走，同时使粗粒挤到滤水钢管周围，形成天然滤层。

3 套管法施工，液压式水平钻机将套管打进含水层，再从套管中插进滤水管，然后脱掉钻头，拔出套管，把滤水管留在含水层中。滤水管在开始排水时，能带出含水层中的粉粒，使粗粒挤到滤水管尼龙网套外部形成天然滤层。在套管法施工过程中，应保持管套的

封闭止砂，不允许含水层中的流砂、流泥进入套管中。

4 套管法施工中，集水井井壁新开辐射孔的孔径不宜大于套管外径10mm，可以不设置控制排砂的密封装置。顶进法施工中，集水井井壁新开辐射孔的孔径不宜大于滤水钢管外径15mm。

5 辐射管下管完毕后，应及时封闭辐射管与集水井井壁的空隙。

4.4.4 黄土及粘土裂隙含水层辐射孔施工应符合下列规定：

1 采用电动水平钻机钻进，一般配5～7kW电动机，工作转速80～100r/min，钻头直径100～120mm，一般泵压应大于0.5MPa。

2 水平钻机机架转动中心应与集水井圆心一致，并安装稳固。

3 水平钻机开始钻进时，应使钻头向下倾斜3°～5°，以防钻孔向上偏移。

4 施工中，在集水井井壁的辐射孔口处，应打入1.0～1.5m长的护口管，防止孔口坍塌和井壁外围的流泥进入集水井中；辐射孔施工完毕后，应在孔口段埋设长度不小于5m的固定护口管。

4.4.5 辐射井竣工后应及时进行试验抽水，一般只做一次大降深抽水，水位稳定延续时间不少于8h。黄土及粘土裂隙含水层中集水井内的降深水位，应控制在辐射孔位置以上0.2～0.5m。

4.4.6 辐射井成井验收内容如下：

1 集水井井位、成井结构应符合规划、设计要求，辐射管（孔）结构、埋设位置与设计要求相符。

2 试验抽水出水量和井水含砂量应符合设计要求；水质符合用水标准。

3 提交辐射井成井结构图、地层柱状图和配套、使用注意事项建议。

5 机井配套与管理

5.1 一般规定

5.1.1 机井应根据用途、工程布局和规划设计要求合理配套。

5.1.2 灌溉机井配套应包括机井工程、输水工程和田间工程的配套。

5.1.3 以机井为水源的工业与生活供水工程应包括水源工程、水厂、输配水管网等的配套。

5.1.4 机井管理应包括组织管理、机务管理、工程管理、用水管理、财务管理和水源监测。

5.2 机井配套

5.2.1 机井工程应包括机井、水泵、动力机、输变电设备、井台、井房等。

1 井泵配套应符合下列规定：

1）井用水泵应按地下水位的埋深选择水泵类型。当机井动水位埋深在允许吸程范围内时，宜选用卧式离心泵；机井动水位埋深大于8m时，宜选用潜水电泵或长轴深井泵。

2）水泵流量可根据试验抽水时测定的机井出水量选定。

3）水泵扬程应根据机井动水位的埋深和输水要求选定。应使流量、扬程在水泵高效区

灌溉排水科技

对应的范围之内；安装深度必须满足水泵的最小淹没深度，不发生气蚀和超载运行。

4）井泵配合间隙，应根据泵体的最大外径与泵体入井部分的井管最小内径之差值选定。对金属井管，其差值不得小于50mm，非金属井管，其差值不得小于100mm。

2 泵机配套应符合下列规定：

1）动力机功率应根据水泵轴功率，且在动力机额定功率之内合理选配。动力备用系数：电动机可采用1.1～1.3，柴油机可采用1.2～1.4。

2）动力机和水泵的转向、转速应相互适应，当其额定转速之差值不超过2%时，可直接传动，否则应采取间接传动。

3 管路及其附件应按水泵的规格选配，管道连接应方便可靠，管路尽量避免迂回弯转。管路直径应合理，管内水流速度不宜过大。一般进水管内流速应为0.5～1.0m/s，出水管内流速应不大于2.5m/s。

4 低压线路和电气设备应符合规划与设计要求。

5 井台和井房应符合下列规定：

1）井台应高出灌溉地面，其高度能防止雨水、污水流入井内；泵座尺寸应根据选配的水泵类型确定，严禁将泵体直接座落在井壁管上。

2）井房结构及尺寸，应便于机泵安装、机井清淤维修和管理，并考虑通风采光。房外机井应加井盖。

3）大口井、辐射井的井口，均应设置井盖、防护栅栏或围墙。

5.2.2 灌溉机井输水工程系统应优先选用输水管道，也可采用U形渠道或梯形、矩形渠道。

1 低压输水管道的设计与施工应按SL/T153—95《低压管道输水灌溉工程技术规范（井灌区部分）》进行。低压输水管道埋深，应按耕作和冻深要求确定。

2 喷灌或微灌输水工程的布设应按SL207—98《节水灌溉技术规范》进行。

3 固定渠道应衬砌，其断面尺寸按水力计算确定。

5.2.3 工业与生活供水应采用管道或暗渠输水。当采用明渠时，应采取保护水质和防止水量流失的措施。

5.2.4 田间工程应根据灌溉方法，合理布设灌水管道或渠道。田间沟、畦规格，依据单宽流量、土壤性质、地面坡度、作物种类等因素确定。田块应做到土地平整。

5.2.5 机井配套验收应符合下列要求：

1 机井装置效率，新建机井电动机配套的应不低于15%，柴油机配套的应不低于40%。

2 低压线路和电气设备安装，必须符合GB50254—96《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》。

3 防渗渠道水的有效利用系数应不低于0.9，管道输水的有效利用系数应不低于0.95。

5.3 机 井 管 理

5.3.1 组织管理应包括下列内容：

1 建立健全机井管理机构与组织。

2 实行机井管理责任制。

3 建立有关规章制度，负责进行各项技术资料的收集和整理，保证技术档案齐全。

5.3.2 机务管理应包括下列内容：

1 机务管理人员，必须经过技术培训，持证上岗。

2 机泵定期维修保养，装置效率要定期测试。

3 必须严格执行机泵安全运行操作规程。

5.3.3 工程管理应包括下列内容：

1 机井工程应完整，配套齐全，保证机泵设备正常运行，渠道或管道畅通，控制闸阀防漏性能好。

2 定期监测井水含砂量。

3 机井在停用期间，应定期进行养护性抽水。

5.3.4 用水管理应包括下列内容：

1 应按取水许可的水量开采地下水，严格控制超量开采。

2 应采取节约用水措施。

3 工业用水应提高回用水率。

5.3.5 财务管理必须实行用水成本核算；水费实行按量计征，超量累进收费。

5.3.6 地下水动态监测应按 SL/T183—96 的规定进行。

5.4 机井管理技术经济指标

5.4.1 机井管理技术经济指标应包括机井完好率、设备完好率、能源单耗、灌溉成本、单位水量成本、地下水开发利用程度等项目。

5.4.2 机井完好率应按下式计算：

$$E_a = \frac{N_1}{N_a} \times 100\% \tag{5.4.2}$$

式中 E_a——机井完好率，%；

N_1——机井完好数，眼；

N_a——机井总数，眼。

5.4.3 设备完好率应按下式计算：

$$E_b = \frac{N_2}{N_b} \times 100\% \tag{5.4.3}$$

式中 E_b——设备完好率，%；

N_2——完好设备数，台；

N_b——配套设备总数，台。

在机井正常使用中，机井装置效率：电动机配套应不低于35%，柴油机配套应不低于30%。

5.4.4 能源单耗应按下式计算：

$$e = \frac{1000\sum E}{\sum V H_j} \tag{5.4.4}$$

式中 e——能源单耗，kW·h/(kt·m)或kg/(kt·m)；

$\sum E$——某一时段内所消耗的电能或油料，单位分别为kW·h或kg；

$\sum V$——同一时段内的提水总量，t；

H_t——提水净扬程，m。

5.4.5 灌溉成本应按下式计算：

$$C_n = \frac{C_a}{\sum n_i} \tag{5.4.5}$$

式中 C_n——灌溉成本，元/(亩·次)；

C_a——年费用（包括年管理运行费和折旧费），元；

$\sum n_i$——年内灌溉亩次，亩·次。

5.4.6 单位水量成本应按下式计算：

$$C_m = \frac{C_y}{W_0} \tag{5.4.6}$$

式中 C_m——单位水量成本，元/m³；

W_0——年用水量，m³。

5.4.7 地下水开发利用程度应按下式计算：

$$R_d = \frac{W_c}{W} \times 100\% \tag{5.4.7}$$

式中 R_d——地下水开发利用程度，%；

W_c——地下水实际开采量，万m³；

W_a——地下水可开采量，万m³。

万水帕科技

本规范的用词和用语说明

为便于执行本规范，对要求严格程度不同的用词说明如下：

—— 表示很严，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

—— 表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

—— 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本标准用语说明如下：

规范条文，“条”、“款”之间承上启下的连接用语写法，采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等。

在规范条文中引用本规范中的其他条文时，采用“符合本规范×.×.×的规定”等典型用语。

在规范条文中引用本规范中的其他表、公式时，采用“按本规范表×.×.×的规定取值”或“按本规范公式（×.×.×）计算”等典型用语。

相关标准采用“……，除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定”典型用语。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

机 井 技 术 规 范

SL256 -2000

条 文 说 明

云水帕科技

目　次

1　总则 …… 871
2　机井规划 …… 871
3　机井设计 …… 879
4　机井施工 …… 882
5　机井配套与管理 …… 885

云水帕科技

1 总 则

1.0.2 根据国务院水行政主管部门负责全国地表水与地下水资源统一管理工作的规定，为适应我国国民经济发展的需要，本规范规定："适用于农业、工业与生活供水机井的建设与管理。"

2 机 井 规 划

2.1.3 地下水超量开采后造成不良后果有：地下水位持续下降，长期得不到恢复；水质恶化；地面沉降与塌陷；滨海地区海水入侵；荒漠化。

2.3.1 我国建设机井提取地下水，主要用于农田灌溉和工业、生活供水，故地下水资源评价，以评价矿化度小于 2g/L 的淡水为主。在淡水资源匮乏的地区，于旱年份适量利用微咸水灌溉，实践证明有增产效果。因此，本规范提出需要时对 2～5g/L 的微咸水，也应作出评价。

2.3.2 地下水资源评价方法，在全国第一次水资源评价时，水利和地质等部门均采用地下水均衡法，因其计算简单方便，故推荐地下水均衡法。

在地下水动态变化较大的区域（如有侧向强补给区、超量开采区等）和某些为专门目的（如盐碱地改良、三水转化等研究）设立的试验区，也可采用其他评价方法（如有限差分法、有限元法等）进行计算，但同时需与地下水均衡法的结果比较后，合理分析确定。

2.3.4 地下水补给量计算中，叙述了地下水各项补给量的计算方法与计算公式；同时阐明了有关的地下水计算参数（水文和水文地质参数的通称）的涵意与收集、分析、确定的方法。

1 降水入渗补给量是地下水补给量中的主要组成部分，其可靠与否直接影响地下水资源量的计算精度。现推荐以下两种方法：

采用地下水动态法时，降水入渗补给量 W_1 为

$$W_1 = \sum \mu \Delta h F$$

其中的两个量 Δh 和 μ，分别说明如下：

降水后地下水位的升幅 Δh 需逐次计算。如果地下水位动态观测为 5 日一次或 10 日一次，常因测不到地下水位过程的峰与谷使 Δh 偏小。因此，必须用自记水位计测得的 Δh 值进行修正。

给水度 μ 是指饱和岩土在重力作用下可自由排出重力水的体积与岩土体积之比，一般可用抽水试验、简易简测和水量平衡等方法测定。据近 20 年来的实践和研究发现，当地下水位埋深较浅时，由于毛管水的影响，在岩性不变的情况下，给水度是可变的。图 1 示出

给水度 μ 随地下水位埋深 Z 的变化图。当 Z 较小时，μ 随着 Z 的增加而增加；当 $Z \geqslant Z_r$ 之后，μ 为常值。现在，把这种分布的给水度称为变值给水度，区别以往使用的 μ 为常定值的常值给水度。

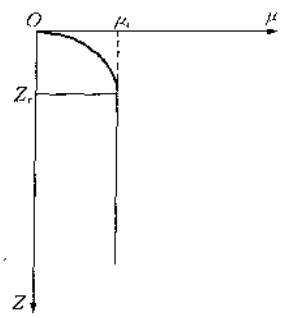


图 1 μ 与 Z 的关系

不同岩性不受毛管水影响（$Z \geqslant Z_r$）的给水度值参见表 1。

采用降水入渗补给系数法时，其中的降水入渗补给系数 α 计算公式为：

$$\alpha = P_r / P_1$$

式中，P_r 为由降水 P_1 引起的地下水的补给量，即

$$P_r = \mu \Delta h$$

因此，降水入渗补给量 W_1 为：

$$W_1 = P_r F_1 = \alpha P_1 F_1$$

表 1 不同岩性给水度（μ）表

岩性	给水度	岩性	给水度
粘土	0.01～0.03	粉细砂	0.07～0.10
砂质粘土	0.03～0.045	细砂	0.08～0.11
粘质砂土	0.04～0.055	中砂	0.09～0.13
黄土	0.025～0.05	粗砂	0.11～0.15
粉砂	0.05～0.065	砂卵砾石	0.13～0.20

由于 P_r 值的计算同 μ 值关系密切，同样 α 值也是随着地下水位埋深而变的。多年平均的年降水入渗补给系数参见表 2。

表 2 多年平均的年降水入渗补给系数（α）表

岩性 / α / 多年平均年降水量（mm）	粘土	砂质粘土	粘质砂土	粉细砂	砂卵砾石
50	0～0.02	0.01～0.05	0.02～0.07	0.05～0.11	0.08～0.12
100	0.01～0.03	0.02～0.06	0.04～0.09	0.07～0.13	0.10～0.15
200	0.03～0.05	0.04～0.10	0.07～0.13	0.10～0.17	0.15～0.21
400	0.05～0.11	0.08～0.15	0.12～0.20	0.15～0.23	0.22～0.30
600	0.08～0.14	0.11～0.20	0.15～0.24	0.20～0.29	0.26～0.36
800	0.09～0.15	0.13～0.23	0.17～0.26	0.22～0.31	0.28～0.38
1000	0.08～0.15	0.14～0.23	0.18～0.26	0.22～0.31	0.28～0.38
1200	0.07～0.14	0.13～0.21	0.17～0.25	0.21～0.29	0.27～0.37
1500	0.06～0.12	0.11～0.18	0.15～0.22		
1800	0.05～0.10	0.09～0.15	0.13～0.19		

采用 α 的优点是：易于综合分析，对不同岩性的 α 值可进行比较；可移用于缺乏资料的

相似地区。

2 河渠湖库渗漏补给量是计算地表水体对地下水的补给量，分三种情况。第一种情况（河渠水位稳定时的计算方法，一般可用于计算时段中河渠水位变化不大的情况）和第二种情况（河渠水位急剧上升时的计算方法，用于计算时段内上游急剧来水导致水位上升的情况）分别是根据稳定流和非稳定流理论推演的公式，地下水位高于河渠床底，为顶托渗流。第三种情况为地下水位低于河渠床底，为自由渗流。现对本规范公式（2.3.4-3）、（2.3.4-4）和公式（2.3.4-5）中的几个主要参数说明如下：

渗透系数 K 是水力坡度 $I=1$ 时的渗流速度，其值参见表 3。

压力传导系数 a_1 的计算公式为：

$$a_1 = T/\mu = KM/\mu$$

它反映地下水在含水层中渗流的一种特性指标，与导水系数 T（或渗透系数 K 和含水层厚度 M 乘积）成正比，与给水度 μ 成反比。

渠系渗漏补给系数 m_1 的确定如下：

$$m_1 = W_3/W_n$$

即渠系渗漏补给量 W_3 与渠首引水量 W_n 之比，与河渠的透水性能有关，如果渠道有较好的防渗措施，则 m_1 就小。m_1 可通过下式计算：

$$m_1 = r(1-\eta)$$

$$\eta = \frac{Q_n - Q_o}{Q_n}$$

式中 η ——渠系水的有效利用系数；

Q_n——渠首引用的流量；

Q_o ——渠尾的流量；

r ——修正系数，是河渠渗漏补给地下水的量与河渠通过周边渗入地下水量之比值。

据河南省与江苏省所采用的系数为：

$$\eta = 0.40 \sim 0.55 \text{ 及 } r = 0.35 \sim 0.40$$

或

$$m_1 = 0.16 \sim 0.24$$

4 渠灌田间入渗补给量为渠水进入田间后渗入地下补给地下水的量，可通过灌溉田间入渗补给系数 β 进行计算：

$$\beta = \frac{I_x}{I}$$

式中 I_x ——灌溉入渗补给地下水的量；

I ——进入田间的灌溉水量。

据安徽省淮北地区砂质粘土及粘质砂土地区的试验结果，有

$$\beta = 0.080 \quad 0.060Z + 0.00333I_r$$

式中 Z ——地下水位埋深，m；

I_r——每次灌水定额，m^3/亩。

上式适用于 $I_r = 30 \sim 90 m^3$/亩的情况。对于砂性

表 3 不同岩性渗透系数（K）表

岩 性	渗透系数 (m/d)	岩 性	渗透系数 (m/d)
粘 土	0.001～0.054	细 砂	5～15
砂质粘土	0.02～0.50	中 砂	10～25
粘质砂土	0.2～1.0	粗 砂	20～50
粉 砂	1～3	砂砾石	50～150
粉细砂	3～8	砂卵石	80～300

石家庄铁科技

土，其灌溉田间入渗补给系数 β' 约等于 2.2β。灌溉田间入渗补给系数，在无资料地区，可参考表 4。

表 4 灌溉入渗补给系数（β）表

地下水埋深（m）	灌水定额（m^3/亩）	岩性		
		砂质粘土	粘质砂土	粉细砂
<4	40～70	0.10	0.10	
	70～100	0.10	0.15	0.20
	>100	0.10	0.20	0.25
4～8	40～70	0.05	0.05	
	70～100	0.05	0.05	0.05
	>100	0.10	0.10	0.10
>8	40～70	0.05	0.05	0.05
	70～100	0.05	0.05	0.05
	>100	0.05	0.05	0.05

5 井灌回归补给量为井水进入田间后下渗补给地下水的量，此时可按上条的方法计算，其中 β 和 β' 均称为井灌回归系数。井灌回归量为地下水补给量中的重复计算量。

6 对于越流补给量，例如当深层地下水水头高于浅层地下水位时，深层地下水通过相对隔水层（弱透水层）补给浅层地下水。开发利用深层水时，浅层水亦可越流补给深层水。

2.3.5 地下水排泄量中的潜水蒸发量，在地下水位埋深较浅时，应予考虑。一般在无资料地区，可采用潜水蒸发系数法。

潜水蒸发系数 C 的计算公式为：

$$C = E_1/E_0$$

$$E_1 = \mu\Delta h$$

式中 E_0——用 E601 型水面蒸发器测得的水面蒸发量，m；

Δh——因蒸发而下降的地下水位降幅，m。

潜水蒸发系数 C 的参考值，见表 5。

表 5 潜水蒸发系数（C）表

地区	岩性	地下水埋深（m）			
		0.5	1.0	1.5	2.0
黑龙江流域季节冻土区	砂质粘土	0.10～0.15	0.08～0.12	0.06～0.09	
	粘质砂土	0.21～0.26	0.16～0.21	0.13～0.17	0.08～0.14
	粉细砂	0.23～0.37	0.18～0.31	0.14～0.26	0.10～0.20
内陆河流域严重干旱区	砂质粘土	0.22～0.37	0.09～0.20	0.04～0.10	0.02～0.04
	粘质砂土	0.26～0.48	0.19～0.37	0.15～0.26	0.08～0.17
其他地区	砂质粘土	0.40～0.52	0.16～0.27	0.08～0.14	0.04～0.08
	粘质砂土	0.54～0.62	0.38～0.48	0.26～0.35	0.16～0.23
	砂砾石	0.5 左右	0.07 左右	0.02 左右	0.01 左右

灌溉田科技

续表 5

地区	岩性	地下水埋深（m）			
		2.5	3.0	3.5	4.0
黑龙江流域季节冻土区	砂质粘土	0.04～0.08	0.03～0.06	0.02～0.04	0.01～0.03
	粘质砂土	0.05～0.11	0.04～0.09	0.03～0.08	0.03～0.07
	粉细砂	0.06～0.13	0.03～0.10	0.01～0.07	0.01～0.05
内陆河流域严重干旱区	砂质粘土	0.02～0.03	0.01～0.02	0.01～0.02	0.01～0.02
	粘质砂土	0.05～0.10	0.03～0.07	0.02～0.05	0.01～0.03
其他地区	砂质粘土	0.03～0.05	0.02～0.03	0.02～0.03	0.01～0.02
	粘质砂土	0.09～0.15	0.05～0.09	0.03～0.06	0.01～0.03
	砂砾石				

2.3.6 可开采量的确定，本规范列举了五种方法，应根据水文地质条件等因素，因地制宜地选用。本规范中增加了模拟模型计算法，在区域几何形状和水文地质条件比较复杂的地区可采用。

2.4.2 供需水量平衡计算为统一计算标准，在地下水资源评价和供需水量平衡计算中，统一采用灌溉用水频率为多年平均和不同频率年（$P=50\%$、75%、95%）。需水量的计算方法可参见《机井技术手册》。

2.4.5 单井控制灌溉面积的计算，参考下列三种公式。

清华大学 1977 年编《农田水利工程》，单井灌溉面积的公式为：

$$F=\frac{(Q'T+Qt)\eta}{m}$$

陕西水利学校主编的《农田水利学》，单井灌溉面积的公式为：

$$F=\frac{QTt\eta}{m}$$

式中 F——单井控制灌溉面积，亩；

Q——单井流量，m^3/h；

Q'——单井干扰出水量，m^3/h；

T——轮灌期，d；

t——每天灌水时间，h；

η——渠系水的有效利用系数；

m——灌水定额，m^3/亩。

西北农学院、华北水利水电学院 1984 年编《地下水利用》，单井灌溉面积的公式为：

$$F=\frac{KQtT_1\eta}{q_{max}T_2}$$

式中 F——单井控制灌溉面积，亩；

Q——单井配套安全出水量，m^3/h；

t——每天抽水时间，h，可取 16～20h（或更长）；

T_1——每一次轮灌天数，以伏天抗旱为标准，可取 7～10d；

北京勘测科技

T_s 实际灌水时间，h；

K 考虑作物比例变动的水量调整系数，在北方旱作地区可取 0.7～0.9；

q_{max} ——最大净灌水率，$m^3/(h \cdot 亩)$，应由试验或调查而定，在北方旱作地区，如无此试验资料，可参考：旱作为0.085～0.09$m^3/(h \cdot 亩)$，蔬菜为 0.2～0.25 $m^3/(h \cdot 亩)$；

η 灌溉水的有效利用系数，在井灌区可取 0.9。

本规范公式（2.4.5）为参考上述三种计算公式并结合我国实践经验而定。

水量削减系数（水量干扰系数），在规划区内选择一组或数组机井，进行单井抽水试验和群井抽水试验，得出的单位出水量，计算得出的水量削减系数一般应小于 0.3。其计算方法可参见《机井技术手册》。

综合平均灌水定额不是指一种作物的灌水定额，而是指规划区内种植的各种作物需要灌溉的综合参数，其计算方法可参见《机井技术手册》。

2.4.6 井距与井数的确定，本规范公式（2.4.6-1）、（2.4.6-2）计算所得数值为平均井数，应视当地地形，土质等情况，适当增减。

2.4.9 井灌区规划成果及其附件仍沿用原规范，规划报告内容包括基本情况、地下水资源评价、供需水量平衡计算、机井工程规划（含地下水开采深度、单井灌溉面积、井数与井距、机泵配套设备、渠系或管道及田间工程布置、电网布置、地下水开发的环境评价、地下水资源保护及地下水动态观测网的布设）、工程投资概算、经济评价及实施方案。

图件应包括规划区内水文地质图、地下水开采条件分区图、地下水可开采模数图、地下水化学成分分类图、水利工程现状图、机井工程规划图等。

其他图件可根据需要，编制规划区内各水文地质区有代表性地段的机井规划详图，地下水位埋深图、地下水位等值线图。

2.4.11 改建规划，调整现有机井布局，其内容包括：保留井，即现有机井质量符合规范标准，井位适宜予以保留的井；新打井，即改建规划时在规划的井位处新增打的井；更新井，即原有机井老化损坏不能修复，在原处或附近补打的井；备用井，即规划区内原有机井，质量尚符合标准，而井位不符合规划要求，虽不计算在规划井数内，但予以保留的井。

对原有提水设备安装不合理的机井，根据测试资料进行技术改造，如去掉水泵进水管底阀、加大输水管径、减少水泵叶轮级数及输水管长度、消灭“高射炮”安装等措施，都可不同程度地提高机井装置效率。

供电线路应根据调整后的机井布局进行调整改造。低压线以变压器为中心放射状出线，尽可能缩短供电线路，减少电损，按照 DL499--92《农村低压电力技术规程》计算线路电压损失，选择导线型号。

2.4.12 原规范对井渠结合灌区适用条件，提出三种不同的适用范围。由于我国水资源紧缺，凡已建成的渠灌区或井灌区，地表水与地下水均需统一规划与调度。因此本规范规定：“有成井条件的渠灌区和有引用地表水灌溉条件的井灌区，可建成井渠结合灌区。”近 20 多年来，我国北方各省、市、自治区，井渠结合灌区建设发展较快，有利于调控地下水位，防

万方数据知识服务平台

止盐碱化，而且是发展方向。因此列入本规范内。

2.5.1 地下水资源开发利用规划应包括各种用途（含农业、工业、生活用水等）的供水机井工程规划。由于原规范仅限于农业灌溉用水范围，未能包括地下水开发利用规划的全部内容。为了加快依法治水的步伐，适应国民经济迅速发展和社会进步的需要，本次修订时新增加了“工业与生活供水机井规划”的内容。

2.5.7 由于城市与乡镇供水条件和居民生活水平存在较大差异，所以生活用水量应分别规划。城市生活用水量标准，参照GB50282－98《城市给水工程规划规范》执行。乡镇生活用水量，目前尚无相应的有关标准可供参考，仅根据我国多年来的实地调查资料分析确定。另外，有关乡镇生活杂用水量、工业用水量、公共设施用水量和其他用水量等，可参见表6～表9。

2.6.2 机井工程投资包括建井、配套设备、输变电工程、井口建筑物、固定渠系及配套建筑等各项材料设备费、施工安装费以及与之有关的规划设计费、科研费、附加工程费、劳务和自筹物料投资等。

万方数据科技

表6 乡镇居民生活用水量定额

气候分区	给水卫生设备类型及日生活用水量［L/（人·d）］		
	集中给水栓	给水龙头安装到户	
		无洗涤池	有洗涤池或有洗涤池及淋浴设备
Ⅰ	20～35	30～40	—
Ⅱ	20～35	30～50	40～70
Ⅲ	30～50	40～60	60～100
Ⅳ	30～50	40～60	70～120
Ⅴ	25～45	35～50	60～90

表7 牲畜家禽用水量定额

牲畜	用水量定额［L/（日·头（只））］	牲畜	用水量定额［L/（日·头（只））］
乳牛	70～120	母猪	60～90
育成牛	50～60	育肥猪	20～30
马	40～50	羊	5～10
驴	40～50	鸡、兔	0.5
骡	40～50	鸭	1

表8 乡镇工业生产用水量定额

乡镇工业种类	平均用水量定额	乡镇工业种类	平均用水量定额
水泥	1～3m³/t	酿酒	20～50m³/t
豆制品加工	5～15m³/t	制糖	15～30m³/t
造纸	500～800m³/t	化肥	2～3.5m³/t
棉布印染	200～300m³/10⁴m	制植物油	7～10m³/t
塑料制品	100～220m³/t	屠宰	1～2m³/头
制砖	0.7～1.2m³/10⁴块	酱油	4～5m³/t

表 9 乡镇公共设施日用水量定额

公共建筑名称	日用水量定额
乡镇医院：住院部（仅有水龙头）	20～40L/（床·d）
门诊部	9～10L/（人·次）
乡镇饮食店	7～23L/（客·次）
乡镇机关食堂	44～136L/（人·d）
乡镇办公机关：仅有水龙头	8L/（人·班）
有水龙头和食堂	30～43L/（人·班）
乡镇招待所（有水龙头、食堂）	86L/（床·d）
幼儿园（无住宿）	6L/（床·d）
综合商店（有水龙头）	22L/（人·班）

2.6.3 能源消耗费即工程运行的油、电费，原规范用灌溉动力机额定功率乘以运行时间，再乘以油、电单价来计算的。用此法计算其缺点是：未考虑农村灌溉用动力机配套，大量存在着“大马拉小车”的事实，因此计算出的能源消耗费超过实际。改用千吨米能源单耗计费可克服此缺点。为了使能源消耗费计算得更接近实际，因此改用本规范公式（2.6.3-1）～公式（2.6.3-4）。前两式适用于电配新机泵及一般机泵，其装置效率不应低于45%和35%；后两式适用于机配新机泵及一般机泵，其装置效率不应低于40%及30%。公式计算如下：电动机配套装置效率为100%时，每千吨米能源单耗为2.72kW·h，若装置效率为45%及35%时，即能源单耗为2.72÷0.45=6.04kW·h及2.72÷0.35=7.77kW·h；柴油机配套装置效率为100%时，每千吨米能源单耗为0.74kg，若装置效率为40%及30%时，能源单耗为0.74÷0.4=1.85kg及0.74÷0.3=2.47kg。

维修费是指机井及其配套工程设备、输变电设施的易损件更新和每年岁修、养护以及定期大修费。年维修费用，一般是按机井投资额的百分数来确定，目前还没有统一的标准，根据典型调查多数是按实际支出或承包合同金额确定的。为使本规范能与其他类似水利设施规范一致，并通过有实践经验的技术人员多次座谈讨论而拟定本规范表2.6.3-1。

折旧费为固定资产的实际损耗量，计算方法较多，静态分析法选用等额折旧法，折旧费等于机井工程总投资除以有效使用年限，即每年的折旧金额相等，此法简便。动态分析法计算，当无息贷款时，可采用偿还基金法；当计息贷款时，可采用资金回收法。

机井工程如有残值，应在总投资中扣除，再进行折旧计算。

本规范表2.6.3-2所列指标是折旧计算用的年限，不是井灌设施的实际寿命。

2.6.4 本规范所列的机井工程灌溉经济效益计算部分，系参照SL236-99《喷灌与微灌工程技术管理规程》对原规范进行了修订。

本规范新增了工业与生活供水经济效益分析的内容与方法。

2.6.5 机井工程经济效益分析为评价机井规划和建设是否可行的重要工作。本条中采用两种经济效益分析方法：动态分析法采用动态还本年限、效益费用比和内部收益率表示，本规范这部分系参照SL236—99对原规范进行了修订。静态分析法采用还本年限或投资效益系数表示，此法概念清楚，计算简便，适用于工程规模小、施工期短的机井工程，故仍沿用原规范规定。

采用动态分析法或静态分析法，应根据机井工程投资类型、性质、还款能力、灌溉面积大小或受益程度高低等因素确定。

水利电科技

根据机井工程建设工期短、见效快的特点，一般粮食作物还本年限不超过5年，经济作物为3～4年；工业与生活供水机井工程的还本年限一般为3～4年。故本规范规定还本年限应小于或等于5年。

2.6.6～2.6.7 按照SL72-94规定，并参照SL236-99，本规范新增了财务评价有关内容。

3 机 井 设 计

3.1.3 机井设计，适用于单井设计。按行业术语，管井滤水结构称为过滤器；大口井、辐射井称为滤水结构。

3.2.1 抽水试验方法，应按CJJ16—88《城市供水水文地质勘察规范》、CJJ10—86《供水管井设计、施工及验收规范》和CJJ13-87《供水水文地质钻探与凿井操作规程》执行。

3.3.2 管井轴线垂直度，即井孔倾斜度，是下管、安泵、运行的重要技术指标。原规范规定经多年实施符合要求，这次修订未作变动。但经河北东部滨海平原农用深井300～500m、供水管井800～1000m的生产实践和《深井测斜研究报告》的成果，并参照CJJ10—86《供水管井设计施工及验收规范》有关规定，增加方位角不能突变一段，根据多年生产实践，方位角一般不应大于4°。

3.3.4 基本上依原规范内容，这次修订更明确各类术语。井管指井壁管和滤水管；过滤器包括填砾过滤器与非填砾过滤器两类。过滤器外径即是井孔的直径。填砾过滤器外径算至滤料外表面；非填砾过滤器外径算至穿孔、缠丝过滤器外表面。

对本规范公式（3.3.4-1）中的过滤器表面进水有效孔隙率（或称过滤器有效孔隙率）P值的计算，应视具体情况而定。对非填砾过滤器的多层滤水结构，几层重叠在一起（如直接在穿孔管上包滤网），则P值为穿孔管的开孔率与滤网的孔隙率的乘积。如穿孔管的开孔率$P_1=15\%$，滤网的孔隙率为$P_2=60\%$，则过滤器的有效孔隙率$P=15\%\times60\%=9\%$。如在二者之间垫有垫条（垫筋），将滤网架起，则过滤器的有效孔隙率P可接近15%。由此可见垫筋的重要。

对非填砾缠丝过滤器有效孔隙率P，可按下式计算：

$$P=\left(1-\frac{d_1}{m_1}\right)\left(1-\frac{d_2}{m_2}\right) \tag{1}$$

式中 d_1——垫筋宽度或直径，mm；

m_1——垫筋中心距离，mm；

d_2——缠丝直径，mm；

m_2——缠丝间距，mm。

若式（1）中d_1、m_1为钢筋骨架缠丝过滤器的钢筋直径和钢筋中心距离，则式（1）为钢筋骨架缠丝过滤器的有效孔隙率。

填砾过滤器的有效孔隙率即为式（1）中的 P 乘以滤料孔隙率。

本规范公式（3.3.4-2）中的允许渗透流速 v_1，原采用阿布拉莫夫经验公式的修正式：$v_1=56.67K^{\frac{1}{2}}$，因其计算值偏大，而校核井孔直径值偏小，故改用 GB50296－99《供水管井技术规范》中的吉哈尔特公式。

3.3.5 塑料井管，国内很多地方进行试验和推广使用，目前国家或行业尚未制定正式技术规范。本规范根据西北农业大学与陕西省水利厅合编 1998 年出版的《塑料管成井理论与实践》一书，增加“塑料井管的适宜深度为小于、等于 150m，开孔率大于、等于 12%”。待国家或行业制定塑料井管技术标准后，再按新标准执行。

3.3.7 不同管材开孔率的大小，取决于有足够的强度和最大的开孔率。因为过滤器的骨架管起支撑作用，既要有足够的抗压、抗拉、抗冲击强度，又要有最大的开孔率，以达到最小的进水流速和水头损失。但二者是互相矛盾的，开孔率越大，则强度越低；开孔率越小，则强度越高。本规范按 SL/T154－95《混凝土与钢筋混凝土井管标准》规定：钢筋混凝土管开孔率为大于、等于 15%，混凝土管为大于、等于 12%。原规范中有关无砂混凝土井管的大部分数据，经多年实施，正确可行。这次修订中，吸收了全国各地从事机井技术人员反映制作此管的骨料粒径偏细的意见，并作了部分调整：适合粉、细砂含水层的井管骨料粒径由原规范的3～8mm改为4～8mm，适合中砂含水层的骨料粒径由原规范的5～10mm改为 6～10mm。

填砾过滤器具有有效孔隙率大、水头损失小、进水渗透流速小、出水量大、井能防止涌砂堵塞、耐腐蚀、寿命长等特点，是一种理想的过滤器，国内外普遍推广使用。根据全国各行业供水管井统计，总井数 90%以上采用填砾过滤器，而水利行业高达 98%以上。这次修订时，重点突出了填砾过滤器部分，并作了必要的补充。

桥式过滤器近几年来国内发展较快，一般多用于工业与生活供水、粗颗粒含水层的管井。其特点有：（1）有较大的径向抗压强度；（2）不包滤网、不缠丝，直接填砾，施工方便；（3）减少电化学腐蚀，增长寿命；（4）成本较其他金属井管低。故列入本规范。

原规范规定的 $D_{50}=(8\sim10)d_{70}$，经多年实施，正确可行继续沿用。但在粉、细砂含水层中管井按倍比系数 8～10 填砾时，不少地方出现淤堵过滤器和减少井的出水量现象。根据多年试验与实践，普遍认为应采用增加填砾厚度和加大滤料直径措施来解决。故本规范增加：“在粉、细砂含水层颗粒均匀系数 $\eta_2>3$、填砾厚度达 200～250mm 时，倍比系数可以加大为 10～20”的规定。这是由水利部农村水利司下达给陕西省地下水工作队在关中平原粉、细砂含水层地区，采用无砂混凝土管加大填砾厚度扩大倍比系数的试验项目，所取得的成果在生产推广中得到验证。

原规范中图 3.3.6 与公式（3-4）中的图标与计算有误，更正为本规范的图 3.3.7 与公式（3.3.7-3）。

滤料的填充高度，由于当前大多数的人工回填滤料很难填实，在洗井和抽水试验过程中，滤料沉实下移，适当增加填砾高度。滤料上部应高出过滤器的上端，具体数值应根据当地含水层厚度、埋藏位置和填滤料下移高度等因素确定。为防止过滤器下端涌砂，应在下端多填 2m 以上。

3.3.8 沉淀管（孔）长度，原规范对松散层中管井定为4～8m较为笼统，修订为浅井2～4m，深井4～8m。基岩管井，仍为2～4m。

3.3.11～3.3.13 基岩地区的管井，上部安泵段均应安装井管，不仅支撑需要，同时起到保护井口的作用。

管井的井身结构，主要决定于上部覆盖层与基岩中的破碎带、坍塌层、溶洞等厚度与位置，一般多采用变径的井身结构。

由于深井高扬程泵最小管径为100mm，因此要求终孔直径应大于150mm。

3.4.2～3.4.5 大口井的构型，应根据水文地质和工程地质条件来选定，还要考虑施工条件、施工方法和当地建材等因素。据调查，阶梯圆筒形具有摩擦力小、下沉快、节省原材料等优点，因此沉井法施工时多用此构型。圆筒形具有构型简单、易于施工的优点，在地层稳定的条件下，采用大开槽法施工时，多采用此构型。因而在本规范中，凡采用沉井法施工，其构型定为阶梯圆筒形；凡采用大开槽法或机械施工，其构型则定为圆筒形。基岩大口井，由于施工困难，其构型多为圆筒形。

按井径划分大于2m的称为大口井。经过10多年来的实践，较大井径的大口井逐渐减少。所以这次修订时，将大口井井径由原规范的2～8m改为2～5m。

井筒类型本规范增加了钢制井筒，是由于材料来源品种增多，加工及施工方便，成井效果较好。

大口井井深一般不超过20m，但在山前及覆盖稳定层较厚时，旱筒可以适当加深。

沉井设计主要内容为强度计算和下沉验算，有关计算方法原规范参照《给水排水工程结构设计手册》，本规范改用GBJ69—84《给水排水工程结构设计规范》有关规定。

3.4.6 井底反滤层是大口井的最优进水结构。它具有进水面积大，渗透流速小，不易涌砂、堵塞，易建造，寿命长等优点。因此含水层厚度较大的，宜量采用井底进水。

3.5.1 近几十年来，我国打辐射井技术有很大发展。过去工业部门、大多选择含水层渗透性强、地下水补给丰富的砂、砾石含水层打辐射井解决工业供水。20世纪70年代以后，陕西省地下水工作队、西北水科所、西安市水利勘测设计队、西北农学院，在我国西部黄土塬区试验研究推广辐射井，解决农田灌溉和人畜饮水，取得了成功经验。河北省水科所在沧州地区浅层粘土裂隙含水层中打辐射井增加单井出水量，效果很好。辽宁省阜新市水利局在砂、砾石含水层用锤击法打辐射井，积累了很多经验。80年代以后，中国水利水电科学研究院，通过对砂、砾类含水层打辐射井的试验和生产实践，取得了成功经验，目前已在农田灌溉排水、工业与生活供水、基础工程降水等方面推广应用。

3.5.2 辐射井的集水井，不直接汲取地下水，目的是为了辐射孔施工与蓄存孔内来水。因此集水井井径主要根据水平钻机的尺寸、施工与安装要求等因素确定。本规范中仅规定了井径不小于2.5m，上限未作规定。集水井井深，可根据水文地质条件、施工技术等因素确定。本规范有关集水井结构设计的数据，是根据工程地质参数和不同施工方法进行应力计算确定的。

3.5.3 砂、砾类含水层和黄土、粘土裂隙含水层辐射管（孔）设计的有关数据，均系采用本规范条文说明3.5.1中列出的有关单位的试验研究报告。

4 机 井 施 工

4.1.1 目前我国很多省（市、自治区）已实行了凿井队技术资质管理，根据凿井队的设备、资产、人员素质及管理水平等因素评定技术资质级别，明确规定了各级别凿井队的凿井施工范围，对提高成井率与成井质量起到了重要作用。故本规范增加“新建机井由具备相应技术资质等级的凿井队施工”。

4.2.1 本规范表4.2.1中所列钻机，是我国目前各类型中性能较好、使用较多的钻机。钻机品种很多，每种钻机都有它的适应性和局限性，可因地制宜选定。详见《机井技术手册》。

安装钻机时，除原规范中涉及到高压电线外，还将会遇到地面建筑物、电话线、地埋电力线、通信电缆等，设需留有足够的安全距离，本规范参考CJJ13—87《供水水文地质钻探与凿井操作规程》作了补充。原规范对冲击钻的安装技术要求未作规定，根据冲击钻特点及实践经验，本规范规定：“冲击钻机必须保证连接牢固，钻具总重不得超过钻机说明书规定的重量，活芯应灵活，钢丝绳与活套的轴线应保持一致；在钻进过程中不得位移”。

泥浆循环系统的规格，主要由钻进方法、井深及地层特点确定。泥浆池和沉砂池的规格数量，各地要求不一，很难规定一个具体数值，本规范只根据各地凿井经验规定了“泥浆槽的长度一般应在15m以上”。

4.2.2 钻进方法应根据地层岩性、井身结构、破碎岩层的方式、护壁方法、冲洗介质类型、循环方式等因素，并结合当地实际情况进行选择。依据CJJ10—86《供水管井设计、施工及验收规范》的规定，以及生产实践经验，在松散层钻进时，应采取水压护壁或泥浆护壁。冲击钻进采取水压护壁时，孔内须保持一定的水头压力，以防塌孔，确定为3m以上。采用泥浆护壁时，井孔内泥浆面距地面应小于0.5m。

钻孔用的泥浆起着固壁、携砂、冷却、润滑、堵漏等作用，原规范规定的密度、粘度、含砂量、胶体率四项指标，经长期生产实践证明能够满足钻孔要求，故仍沿用。

井孔倾斜度是成井质量的重要标志之一，尤其是井泵安装孔段更为重要，它不仅关系到井泵的正常安装，而且关系到井泵的使用寿命。故在钻进中应采用有力措施，注意防斜，一旦发现孔斜征兆，应查明原因及时纠正。孔斜的产生既有地质上的因素，也有钻进技术方面的因素，但主要的是后者，尤其是初钻的50m孔段、变径处等最容易产生孔斜，应特别注意。使用弯曲的钻杆、磨损的钻头也是产生孔斜的原因。因此合理选用钻进参数，钻铤加压和使用导正器，都是防止孔斜的有效措施。

4.2.3 在钻进中采取地层的岩土样，可全面了解地层、含水层的岩性、结构以及颗粒组成，为评价含水层的特征及进行管井过滤器设计、井管安装提供可靠依据。采样有两种方法：①采取鉴别地层的岩（土）样（简称鉴别样），冲击钻进可用抽筒带取，回转无岩芯钻进可在井口冲洗液中捞取岩粉，虽精度不高，但易于操作。②采取颗粒分析样，一般用于新井灌区采探结合井、试验井以及特殊要求的工业与生活供水井。

关于土的分类，为了与同行业标准一致，并与国标现行通用标准接轨，按照GB50296—99《供水管井技术规范》的有关规定执行，见本规范表4.2.3-1。

4.2.4 原规范对疏孔器和破壁未作具体要求。根据我国各省（市）凿井经验，本规范规定"疏孔器长度一般不少于8m"。这是因为疏孔器长短与疏孔质量有关，疏孔器愈长纠正孔斜段效果愈好，有利于井孔上下畅通保证安全下管；同时还规定破壁钻头要比使用的原钻头直径大10～20mm，目的是将孔壁的泥皮破坏掉，以增加井的出水量。

对于换浆质量，原规范没有作具体指标规定，仅要求达到出孔泥浆与入孔泥浆性能接近一致是不够的，必须限制泥浆的密度，以便洗井，提高成井质量。根据北方各地凿井经验，故本规范规定泥浆密度应小于1.1。

4.2.5 常用井管外观质量标准，依据SL/T154—95《混凝土与钢筋混凝土井管标准》中的规定：将原规范无砂混凝土井管与混凝土井管的外径偏差不得超过±5mm，修改为：无砂混凝土井管内径偏差±6～±9mm，混凝土井管内径偏差±5～±6mm。将原规范无砂混凝土井管与混凝土井管壁厚偏差不得超过±2mm，修改为：无砂混凝土井管壁厚偏差±4～±6mm，混凝土井管壁厚偏差±3～±4mm。为了确保管口两端面垂直于井管的轴线，结合实践经验，规定了同一节井管管口平面上的倾斜度不超过井管外径的1.5%。

4.2.6 允许一次吊装长度，应依据井管强度、连接方式（粘接、焊接、管箍丝扣等）、下管方法（悬吊、托盘、浮板）以及设备条件来确定。本规范只提供一般常用的悬吊及托盘下管，未采取其他措施情况下的允许各类井管及过滤器一次安装的长度。

过滤器安装位置的上、下偏差不得超过50mm的要求，与CJJ10—86标准规定相同。

为了使井管周围的回填滤料（或粘土球）水平厚度一致，应用扶正器来控制。扶正器外径比井孔直径小30～50mm，扶正器的数量原规范未作具体要求，只要求每井至少安装2组。根据实践经验，本规范修改为"一般间隔3～50m安装一组扶正器"。

4.2.8 洗井结束后，应水清砂尽。参考CJJ10—86，本规范对洗井的质量规定增加了"井底沉淀物厚度应小于5/1000"的规定。

洗井完毕后的试验抽水，主要确定管井的实际出水量，为合理配泵提供依据。所用水泵的额定流量应与管井的实际出水量相适应。如限于设备条件不能满足时，其流量也不得小于设计出水量的75%。原规范试验抽水一般只做一次大降深。本规范增加了需要绘制Q—S曲线、q—S曲线等特殊要求时，则应做三次降深。

试验抽水终止前，对要求进行水质分析的井，要采取水样进行水质分析，水质好的井无须采取水样。

4.2.10 关于管井出水量验收标准，CJJ10—86规范也规定管井的单位出水量与设计单位出水量基本相符，但当实际的水文地质条件与设计依据的资料不一致时，应予修改设计，管井的出水量亦应按修改后的设计出水量验收。

4.3.2 大开槽法施工，本规范根据GBJ201—83《土方与爆破工程及验收规范工程》、YSJ401—89《土方与爆破工程施工操作规程》、YSJ402—89《地基与基础工程施工操作规程》的规定进行修订。施工时，应将地下水位降至设计挖深0.5～1.0m以下，软土层每次开挖不超过0.3m；硬土层不超过0.15m。开挖断面应为复式阶梯状。根据土质特点，沿坡度设台阶，宽度0.7～0.8m作为倒土台，每挖深1.0m、宽3.0m时要设一坡度线。完成挖

方后，进行分层按顺序填土，保证含水层顺利对准井壁进水段。含有冻土块的填土，冻土块总量不超过15%，同时冻土块最大直径应小于150mm。

4.3.3 沉井法施工，本规范根据GBJ141—90《给水排水构筑物施工及验收规范》和GB50204—92《混凝土结构工程施工及验收规范》进行修订。

4.3.4 对大口井滤水结构部分，规定了滤料应过筛以确定滤料粒径，同时应除去杂质泥土，然后备料量方，以便施工时填砾数量清楚，符合设计要求。

4.3.6 大口井成井验收，应对未成井前沉井的制作或井筒的制作进行中间验收，然后再进行成井验收。

4.4.1 目前集水井成孔采用三种方法：沉井法、冲抓锥钻进、反循环回转式钻进。将原规范表4.4.1中所列“冲击钻进”与“回转钻进”删去，并将“泵吸锥钻进”改为“反循环回转式钻进”。因反循环回转式钻进用得较多。目前集水井下管方法，常用的有分节下管法、托盘下管法、漂浮下管法三种。漂浮法下管，利用井水浮力，使预制的封底集水井筒漂浮在井孔中，利用水浮力和井筒重力调节沉浮，将井筒一节节由孔口下入，这种方法可保证井筒接口面的封闭止水的质量，由于接口牢固，止水效果好，浮力得到控制，施工安全、顺利，适宜于不同井深的集水井。分节下管法，仅适用于黄土、粘土，因受土层稳定性的限制，集水井井深小于30m。托盘下管法是在井口边砌筑边下沉，仅适用于井深小于20m、井径小于2.5m的集水井。

4.4.2 原规范规定：“井管对接面可用沥青水泥砂浆或1∶5水泥、粘土条粘接”，本规范改为“井筒对接面可用水泥砂浆、沥青水泥砂浆、水泥水玻璃粘接”。原规范规定：“接口外围应用热沥青粘贴玻璃丝布2～3层，粘贴的井管，在管外20m水头压力下，接口应无明显渗水现象”。经生产实践验证，集水井井筒接口采用下述两项措施处理后，能达到对漂浮法下管接口止水质量的要求，因此可删除“20m”，改为“在管外水压力下，接口应无明显渗水现象”。

原规范规定：“必须用粗砂、卵石混合料沿井管周围均匀填入”。经生产实践验证，用“粗砂、卵石混合料”回填增加了辐射管施工中的摩擦力，带来很大困难，有的甚至无法成孔。故改为：“应用当地土、砂砾沿井筒周围均匀回填密度，不允许回填碎石或其混合料”。

4.4.3 在砂、砾类含水层中的辐射管（孔），采用顶进法、套管法施工，因有顶、旋转、拔、高压水冲的要求，必须用液压式水平钻机。本规范所列液压机转速、最大推力、最大拉拔力等数据，系中国水利水电科学研究院自制液压式水平钻机的数据。

原规范中规定，粉、细砂含水层钻进，应设“预留孔”和“控制排砂的密封装置”，经中国水利水电科学研究院生产实践验证，可以不设置“预埋孔”和“控制排砂和密封装置”，改用直接在集水井井壁开辐射孔，孔径略大于套管（滤水钢管）外径10～15mm，利用此空隙进行排砂，施工方便安全，避免发生井喷。但因我国情况各异，“预埋孔”和“控制排砂的密封装置”设置与否，因地制宜，不作统一规定。

在黄土及粘土裂隙含水层中的辐射孔，采用电动水平钻机钻进，随着辐射孔加长，向钻机供水的泵压也随之加大，本规范根据实践经验，提出了泵压应不小于0.5MPa的要求。在黄土及粘土裂隙含水层辐射孔钻进时，随着水平钻杆加长有向上偏移的趋势，因此在开始钻进时，有意将水平钻机的钻头向下倾斜3°～5°，防止钻孔向上偏移过大。

5 机井配套与管理

5.1.3 本规范增加了工业与生活供水机井和喷灌、微灌等内容，所以机井配套要根据不同用途和要求进行。一般工业与生活供水机井在井口或适当地方设加压系统和水厂，按输、配水管网的要求布设。

5.2.1 井泵配套，应以井的具体情况选配水泵。可根据机井的合理降深和动水位的变化范围，以及能使水泵在高效区正常运行等因素，进行选择。

原规范规定："当动水位埋深大于10m时，宜选用长轴深井泵、潜水电泵等"。本规范改为"当动水位埋深大于8m时，宜选用长轴深井泵或潜水电泵。"因离心泵允许吸上真空高度一般在3.3～8.2m。过去离心泵下卧安装较普遍，现在仅限于局部地区，所以动水位埋深超过允许吸程（一般为8m）后，宜选用长轴深井泵或潜水电泵。

井泵配合间隙、水泵流量及扬程的选定方法和原则，经过实践证明，仍然适用。

泵机配套，其动力机功率应根据水泵轴功率选配，所配功率应有一定的安全系数。电动机配套的机井，安全系数可选用1.1～1.3；柴油机配套的机井，可选用1.2～1.4。小功率取大值，大功率取小值，这次修订未作变动。

动力机的转速应尽量同水泵转速一致，以便直接传动。但当两者相差在2%以上时，则需通过变速装置使水泵在应有转速下运行，仍沿用原规范。

5.2.5 机井装置效率是反映机泵装置状态，衡量实际利用能源的程度，数值上等于机井装置输出有效功率与输入有效功率的比值，以百分数表示。原规范规定新建成的机井装置效率为：电动机配套的应不低于45%，柴油机配套的应不低于40%。为了验证这一重要指标的合理性，水利部农村水利司给陕西省地下水工作队下达了"机井装置效率指标试验研究"专题。课题组广泛调查收集北方各省（直辖市、自治区）机井配套资料，用数理统计方法确定了具有一定代表性的典型机泵，采用室内测试和野外实测方法，对三种类型井泵（离心泵、潜水电泵、长轴深井泵）、动力机（电动机、柴油机）、三种输水管材（钢管、橡胶管、塑料管）和附件等，经不同组合配置形成了具有广泛代表性的机泵装置进行了一系列测试和试验，取得了大量数据。在此基础上，经筛选得到3730眼规律性较强且具有代表性的不同类型、不同使用年限的单井资料，经系统分析并通过优化计算，得出了三种类型机泵不同使用年限的装置效率，见表10。

根据表10所列的实测数据，验证了原规范确定的"新机泵装置效率指标：电动机配套应不低于45%，柴油机配套应不低于40%"具有合理性，故本规范仍继续沿用。柴油机作为动力机的井泵抽水装置效率中，柴油机的装置效率不包括柴油机本身的热功效率，仅指燃油消耗率。

井灌衬砌渠道和低压输水管道水的有效利用系数，各地均有实测资料，原规范规定的系数都能达到，并符合SL207－98。

表 10 不同使用年限机井装置效率表

机泵类型	装置效率（%）	使用年限（年）	≤3	4～6	7～8	9～10
离心泵	4B-15	电配	45.00	40.87	36.51	34.33
		机配	42.79	37.55	33.63	31.79
	6B-13	电配	52.89	46.12	41.50	38.76
		机配	49.09	43.20	39.50	36.46
潜水电泵	QS25×10	电配	44.30	40.66	36.37	36.30
	200QJ80	电配	45.69	41.89	38.10	37.12
长轴深井泵	150JD56	机配	45.37	40.53	33.70	30.00
	200JD80	电配	47.00	44.44	41.00	37.00

5.3.1 “组织管理”是本规范新增部分。因组织管理在机井管理中占有重要位置，针对过去组织管理不善出现的问题，本规范中规定要建立机井管理机构，实行机井管理责任制，建立规章制度，保证技术档案齐全等。

5.3.2～5.3.5 机务管理、工程管理、用水管理，财务管理等四条，原规范规定行之有效，故仍沿用。

5.3.6 水资源的利用，必须按照规划、设计的用水要求及地下水可开采量，合理安排统一调配，要做到有采有补、均衡开采。尤其在干旱半干旱地区，要使降水、地表水和地下水三者统一利用、综合调节。合理地运用三水，使其长期处于良性循环状态，以实现地下水资源可持续开发利用，避免过量开采引起的不良后果。

水源监测工作的任务、方法、内容，本规范规定必须按照SL/T183—96进行。

5.4.2 原规范机井完好率的技术经济指标规定，经过生产实践证明，适用可行，故本规范仍继续采用。完好机井应具有井管顺直，能顺利升降水泵；出水量不得低于成井验收时出水量的60%；水质符合标准要求等条件。

5.4.3 原规范规定设备完好率，在机井正常使用中机井装置效率：电动机配套不低于35%，柴油机配套不低于30%。经陕西省地下水工作队的《机井装置效率指标试验研究》成果证明，不同类型机泵、不同使用年限的机井装置效率成果为：机泵运行4～8年时，离心泵电配的达到45.12%～36.51%，离心泵机配的达到43.2%～33.63%；潜水电泵达41.89%～36.37%（见表10）。从这些数据来看，机井装置效率指标随着机泵运行年限的增加而大大降低。以新配机井装置效率指标为基础，指标降低限额为：3年以内，机井装置效率不应降低；运行4～8年降低限额小于6%；运行8年以上降低限额小于10%。与原规范规定的指标一致。

5.4.7 为了加强对地下水资源的管理，本规范增加了“地下水资源开发利用程度”这项指标，系指地下水实际开采量与地下水可开采量的比值，均应小于1。

表 10 不同使用年限机井装置效率表

机泵类型	装置效率（%）	使用年限（年）	≤3	4～6	7～8	9～10
离心泵	4B-15	电配	45.00	40.87	36.51	34.33
		机配	42.79	37.55	33.63	31.79
	6B-13	电配	52.89	46.12	41.50	38.76
		机配	49.09	43.20	39.50	36.46
潜水电泵	QS25×10	电配	44.30	40.66	36.37	36.30
	200QJ80	电配	45.69	41.89	38.10	37.12
长轴深井泵	150JD56	机配	45.37	40.53	33.70	30.00
	200JD80	电配	47.00	44.44	41.00	37.00

5.3.1 “组织管理”是本规范新增部分。因组织管理在机井管理中占有重要位置，针对过去组织管理不善出现的问题，本规范中规定要建立机井管理机构，实行机井管理责任制，建立规章制度，保证技术档案齐全等。

5.3.2～5.3.5 机务管理、工程管理、用水管理，财务管理等四条，原规范规定行之有效，故仍沿用。

5.3.6 水资源的利用，必须按照规划、设计的用水要求及地下水可开采量，合理安排统一调配，要做到有采有补、均衡开采。尤其在干旱半干旱地区，要使降水、地表水和地下水三者统一利用、综合调节。合理地运用三水，使其长期处于良性循环状态，以实现地下水资源可持续开发利用，避免过量开采引起的不良后果。

水源监测工作的任务、方法、内容，本规范规定必须按照SL/T183—96进行。

5.4.2 原规范机井完好率的技术经济指标规定，经过生产实践证明，适用可行，故本规范仍继续采用。完好机井应具有井管顺直，能顺利升降水泵；出水量不得低于成井验收时出水量的60%；水质符合标准要求等条件。

5.4.3 原规范规定设备完好率，在机井正常使用中机井装置效率：电动机配套不低于35%，柴油机配套不低于30%。经陕西省地下水工作队的《机井装置效率指标试验研究》成果证明，不同类型机泵、不同使用年限的机井装置效率成果为：机泵运行4～8年时，离心泵电配的达到45.12%～36.51%，离心泵机配的达到43.2%～33.63%；潜水电泵达41.89%～36.37%（见表10）。从这些数据来看，机井装置效率指标随着机泵运行年限的增加而大大降低。以新配机井装置效率指标为基础，指标降低限额为：3年以内，机井装置效率不应降低；运行4～8年降低限额小于6%；运行8年以上降低限额小于10%。与原规范规定的指标一致。

5.4.7 为了加强对地下水资源的管理，本规范增加了“地下水资源开发利用程度”这项指标，系指地下水实际开采量与地下水可开采量的比值，均应小于1。

表 10 不同使用年限机井装置效率表

机泵类型	装置效率（%）	使用年限（年）	≤3	4～6	7～8	9～10
离心泵	4B-15	电配	45.00	40.87	36.51	34.33
		机配	42.79	37.55	33.63	31.79
	6B-13	电配	52.89	46.12	41.50	38.76
		机配	49.09	43.20	39.50	36.46
潜水电泵	QS25×10	电配	44.30	40.66	36.37	36.30
	200QJ80	电配	45.69	41.89	38.10	37.12
长轴深井泵	150JD56	机配	45.37	40.53	33.70	30.00
	200JD80	电配	47.00	44.44	41.00	37.00

5.3.1 “组织管理”是本规范新增部分。因组织管理在机井管理中占有重要位置，针对过去组织管理不善出现的问题，本规范中规定要建立机井管理机构，实行机井管理责任制，建立规章制度，保证技术档案齐全等。

5.3.2～5.3.5 机务管理、工程管理、用水管理，财务管理等四条，原规范规定行之有效，故仍沿用。

5.3.6 水资源的利用，必须按照规划、设计的用水要求及地下水可开采量，合理安排统一调配，要做到有采有补、均衡开采。尤其在干旱半干旱地区，要使降水、地表水和地下水三者统一利用、综合调节。合理地运用三水，使其长期处于良性循环状态，以实现地下水资源可持续开发利用，避免过量开采引起的不良后果。

水源监测工作的任务、方法、内容，本规范规定必须按照SL/T183—96进行。

5.4.2 原规范机井完好率的技术经济指标规定，经过生产实践证明，适用可行，故本规范仍继续采用。完好机井应具有井管顺直，能顺利升降水泵；出水量不得低于成井验收时出水量的60%；水质符合标准要求等条件。

5.4.3 原规范规定设备完好率，在机井正常使用中机井装置效率：电动机配套不低于35%，柴油机配套不低于30%。经陕西省地下水工作队的《机井装置效率指标试验研究》成果证明，不同类型机泵、不同使用年限的机井装置效率成果为：机泵运行4～8年时，离心泵电配的达到45.12%～36.51%，离心泵机配的达到43.2%～33.63%；潜水电泵达41.89%～36.37%（见表10）。从这些数据来看，机井装置效率指标随着机泵运行年限的增加而大大降低。以新配机井装置效率指标为基础，指标降低限额为：3年以内，机井装置效率不应降低；运行4～8年降低限额小于6%；运行8年以上降低限额小于10%。与原规范规定的指标一致。

5.4.7 为了加强对地下水资源的管理，本规范增加了“地下水资源开发利用程度”这项指标，系指地下水实际开采量与地下水可开采量的比值，均应小于1。

水利技术标准汇编

一、综合卷（上、下册）	定价：315.00元
二、水文卷	
综合技术　水文情报预报	定价：68.00元
水文测验（上、下册）	定价：206.00元
水文仪器设备	定价：78.00元
三、水资源水环境卷	
综合技术	定价：66.00元
分析方法	定价：189.00元
四、水利水电卷	
综合技术	定价：85.00元
规划	定价：92.00元
勘测综合技术	定价：98.00元
勘测勘察方法	定价：90.00元
勘测试验方法	定价：148.00元
综合设计（上、下册）	定价：223.00元
普通建筑物设计	定价：179.00元
管理设计　机电设计	定价：118.00元
水电站设计　施工设计	定价：75.00元
施工（上、中、下册）	定价：492.00元
质量	定价：127.00元
管理	定价：130.00元
材料　试验	定价：125.00元
仪器	定价：75.00元
设备	定价：102.00元
金属结构　机械	定价：122.00元
五、防洪抗旱卷	定价：105.00元
六、供水节水卷	定价：143.00元
七、灌溉排水卷	
综合技术	定价：145.00元
节水灌溉	定价：60.00元
节水设备与材料	定价：65.00元
农用泵	定价：115.00元
八、水土保持卷	定价：86.00元
九、农村水电与电气化卷	
规划设计	定价：105.00元
施工	定价：135.00元
设备及运行管理	定价：108.00元
十、综合利用卷	定价：35.00元

万水帕科技

最新出版规程及配套出版物

《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)	定价：18.00元
《核子水分—密度仪现场测试规程》(SL275—2001)	定价：13.00元
《水库大坝通用法规标准选编》	定价：75.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)	定价：78.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)袖珍本	定价：28.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)宣贯辅导教材	定价：58.00元
《水利水电工程地质观测规程》(SL245—1999)	定价：8.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)	定价：10.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)条文说明	定价：4.00元
《泵站技术改造规程》(SL254—2000)	定价：5.00元
《水库大坝安全评价导则》(SL258—2000)	定价：12.00元
《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL73.6—2001)	定价：22.00元
《中国水闸名称代码》(SL262—2000)	定价：20.00元
《中国蓄滞洪区名称代码》(SL263—2000)	定价：8.00元
《中国水库名称代码》(SL259—2000)	定价：22.00元
《水利基本建设项目竣工财务决算编制规程》(SL19—2001)	定价：10.00元
《雨水集蓄利用工程技术规范》(SL267—2001)	定价：12.00元
《水道观测规范》(SL257—2000)	定价：24.00元
《水闸设计规范》(SL265—2001)	定价：40.00元
《水利水电工程岩石试验规程》(SL264—2001)	定价：35.00元
《水电站厂房设计规范》(SL266—2001)	定价：24.00元
《水利技术标准体系表》	定价：15.00元
《小型水力发电站自动化设计规定》(SL229—2000)	定价：6.50元
《多泥沙河流水环境样品采集及预处理技术规程》(SL270—2001)	定价：6.00元
《水利水电工程沉沙池设计规范》(SL269—2001)	定价：15.00元
《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》(SL268—2001)	定价：6.50元
《水质 总汞的测定 硼氢化钾还原冷原子吸收分光光度法》(SL/T271—2001)	定价：4.00元
《水质 总硒的测定 铁(Ⅱ)——邻菲啰啉间接分光光度法》(SL/T272—2001)	定价：4.00元
《水利工程建设项目招标投标管理规定》	定价：8.00元
《水中有机物分析方法 痕量硝基苯类化合物的测定 树脂吸附/气相色谱法》(SL/T273.1—2001)	定价：5.00元

中国水利水电出版社水利水电技术标准咨询服务中心

电话：(010) 63202266-2205，2215　68345101

68314993　68317892　68317893

传真：(010) 68317893

万水帕科技

在以下书店和发行机构可以直接购买到我社出版的技术标准单行本和汇编本：

单位或部门	传真或直拨电话	邮编	地址
中国水利水电出版社发行部	010-88388902	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
水雅书屋	010-63202643	100053	北京市白广路水利部大楼一层大厅内
科水书店	010-63202266-2116	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
杭州发行站	0571-86518823,86520359	310016	浙江省杭州市清泰门外杭海路 58 号
浙江电力科技图书公司	0571-85162552	310002	浙江省杭州市河坊街旧仁和署 22 号
杭州市西湖科技图书有限公司	0571-88854265	310012	杭州市文二路 212 号(高新大厦 14 楼)
武汉发行站	027-87821547,87811172-3267	430071	湖北省武汉市武昌民主路 668 号
宜昌水利水电科技书店	0717-6238263	443000	湖北省宜昌市云集路 39 号
成都发行站	028-4431450	610061	四川省成都市东风路 17 号
西安发行站	029-7888703	710054	陕西省西安市文艺北路 101 号
郑州发行站	0371-5727655 3597	450045	河南省郑州市郑花路 20 号
河南中源电力书店	0371-7906306	450052	河南省郑州市嵩山南路 85 号
沈阳发行站	024-86647319	110006	辽宁省沈阳市皇姑区长江街 134 号
江苏苏源图书有限公司	025-3706768	210013	江苏省南京市鼓楼区北京西路 74 号
徐州电力试验中心电力书店	0516-3851[illegible]	221009	江苏省徐州市解放路 215 号
兰州电力书店	0931-2348[illegible]8	730050	甘肃省兰州市七里河西津东路 708 号
广州发行站	020-85123417	510[illegible]	广东省广州市梅花路 73 号
南宁电力书店	0771-5692292	530023	广西南宁市民主路 6 号
贵州水利交通书店	0851-5508439	550001	贵州省贵阳市南明区文雅巷 97 号
电力工业部电化教育中心贵州发行站	0851-5792946	550002	贵州省贵阳市大慈桥桃源路 67 号
山东省水利建设经济定额站	0531-6950924	250013	山东省济南市历下区历山路 121 号
山东中实信息咨询公司(电力书店)	0531-6160686	250002	山东省济南市经一路 5 号
泰山电力科技书店	0538-6623345	271000	山东省泰安市三半河路 21 号
新疆水利厅水雅分部	0991-5816236	830000	乌鲁木齐市黑龙江路 19 号
哈尔滨市电力科技书店	0451 5307400	150030	哈尔滨市香坊区建九街 61-1
黑龙江省兴水贸易有限公司	0451-2623644	150001	哈尔滨市南岗区文中街 4 号
昆明电力书店	0871-3178501	650011	昆明市拓东路 65 号
云南水利水电科技书店	0871-5390038	650031	昆明市西昌路 389 号桂华园 3-2-201 号
湖南省电力勘测设计院电力书店	0731-5556923	410007	长沙市劳动西路 84 号
山西智雅电力文化发展有限公司	0351-2022021	030001	太原市府东街 160 号
内蒙古水利勘测设计院工程建设标准书店	0471-6285763	010020	呼和浩特市内蒙古邮电学校南巷

标准信息技术

有关事项敬请咨询：中国水利水电出版社发行部 (010)88388902

水利水电技术标准咨询服务中心 (010)68314993

水利部国际合作与科技司　编

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

节水灌溉

学海拍科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云兆帕科技

书号：155084·85
定价：60.00 元

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

节水灌溉

主　编　冯广志
副主编　窦以松（常务）
　　许建中　王晓玲

云水泊科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云水电科技

水利技术标准汇编
灌溉排水卷 节水灌溉
*
中国水利水电出版社出版、发行
（北京市三里河路6号 100044）
北京市地矿印刷厂印刷
*
787×1092毫米 16开本 22.25印张 520千字
2002年2月第一版 2002年2月北京第一次印刷
印数 0001—5100册
*
书号 155084·85
定价 **60.00** 元

凡购买本规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社水利水电技术标准咨询服务中心负责调换
版权所有·侵权必究

序

新中国成立后，特别是改革开放20多年来，水利标准化工作得到了长足的发展。已编制发布的现行有效的水利技术标准已达392项，其中国家标准51项，行业标准341项，另外尚有120项技术标准在编。各地和有关企业结合实际需要，还编制了相关的地方和企业水利技术标准，这些标准基本上覆盖了水利建设和发展的主要技术领域，初步满足了当前水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理对水利技术标准的需要。《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）的发布实施，对进一步强化政府职能，确保水利建设工程的质量和安全，促进建设工程技术进步，提高建设工程经济效益和社会效益具有重要意义，也为水利工程建设领域，迎接加入世贸组织的机遇和挑战提供了技术支撑。2001年5月，水利部正式批准发布了《水利技术标准体系表》。该体系表作为水利技术标准制修订的中长期规划，为未来一定时期内水利技术标准的制修订工作提供了依据。该体系表的全面实施，将进一步提高水利技术标准在大江大河大湖治理、节约用水和提高用水效率、水环境保护、跨流域和跨地区调水、水土保持生态系统建设、西部地区和城市水利建设、水利信息化等方面的覆盖率，为新时期水利工作提供强有力的技术保障。

当前，水利工作进入了新的时期，党中央国务院高度重视水利工作，十五届五中全会把水资源作为重要的战略资源，强调要以水资源可持续利用支持经济社会的可持续发展，加大了

对水利建设的投资力度，水利建设的任务十分繁重。加入世贸组织后，我国的水利建设事业也将按照国际准则，全面走上国际舞台。为确保我国水利建设事业的持续健康发展，顺应社会主义市场经济的要求，进一步与国际接轨，水利标准化工作作为一项不可替代的基础性技术工作，将发挥至关重要的作用。

部国科司组织力量，在广泛征求专家和用户意见的基础上，以现行有效的水利技术标准为主体，同时收录部分与水利行业密切相关的其他行业技术标准，进行整理，汇编出版《水利技术标准汇编》，既可方便水利行业职工使用，促进水利技术标准的贯彻实施，又为全面研究、改进水利标准化工作和提高水利标准化水平创造条件，因而是一项十分有意义的工作。全国水利战线的广大领导干部和技术人员，要切实提高标准化意识，严格按照标准组织设计、施工和管理，严把质量关，同时要与违反技术标准的行为作斗争，特别要加大对违反强制性标准行为的处罚力度，为保质保量地完成新时期的治水任务，造福人类而努力奋斗。

二〇〇一年十二月二十五日

江苏省水利科技

前　言

水利标准化工作作为强化政府宏观调控的基础和手段，是水利行业的主要技术保证。多年来，在有关单位和部门的支持和帮助下，水利标准化工作得到了很大的发展。

在新的世纪，党中央、国务院把水资源同粮食、油气资源一起列为国家的重要战略资源，将水资源问题摆在突出位置，提出了新时期的治水方针与目标，我国水利标准化工作和水利事业一样，正面临着难得的发展机遇和更大的挑战。为了贯彻执行党中央、国务院的治水方针，以水资源的可持续利用支撑国民经济和社会的可持续发展，实现水利现代化，我们对水利技术标准和与水利行业密切相关的技术标准进行了汇编，出版《水利技术标准汇编》（下称《汇编》），以满足广大水利技术人员的实际工作需要。

本《汇编》收录了《水利技术标准体系表》所列标准以及直接为水利建设服务的主要相关技术标准。本《汇编》只收录现行有效的技术标准，不收录标准报批稿或送审稿。所录标准的发布日期截止为2001年12月31日。以后，将每年出版年度汇编本作为本《汇编》的补充。本《汇编》采用《水利技术标准体系表》的三维结构框架，按专业门类维度，划分为十卷。其中由于“水资源”门类中标准数量较少，将它与“水环境”合并。对其他重要相关标准的题录，列入本《汇编》的附录。

由于本《汇编》所录技术标准跨越的年度长，涉及的门类多，而各时期和各门类标准的编写格式大多不统一，因此《汇编》中基本保持标准文本的原貌；此外，部分标准中的计量单位个别不符合法定计量单位，请使用时注意。

由于汇编工作量很大，我们工作中难免有考虑不到的地方，请大家提出批评指正！

编　者

2002年1月

万水电力科技

目 次

序 索丽生

前言 编者

节水灌溉技术规范 SL207—98 …… 1

喷灌工程技术规范 GBJ85—85 …… 19

微灌工程技术规范 SL103—95 …… 44

喷灌与微灌工程技术管理规程 SL236—1999 …… 83

低压管道输水灌溉工程技术规范(井灌区部分)

SL/T153—95 …… 114

渠道防渗工程技术规范 SL18—91 …… 144

渠系工程抗冻胀设计规范 SL23—91 …… 244

雨水集蓄利用工程技术规范 SL267—2001 …… 291

喷灌机械名词术语 GB6956—86 …… 331

万水帕科技

中华人民共和国行业标准

节水灌溉技术规范

Technical standard for water saving irrigation

SL207—98

主编单位：水利部农村水利司
水利部农田灌溉研究所
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1998年5月1日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《节水灌溉技术规范》SL207－98的通知

水科技［1998］127号

根据部1997年水利水电技术标准制定、修订计划，由农村水利司主持，以农村水利司、农田灌溉研究所为主编单位制定的《节水灌溉技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《节水灌溉技术规范》SL207—98

本标准自1998年5月1日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九八年四月四日

农业知识科技

前　言

基于生产实践的需要和对节水灌溉形势的正确分析，1990年水利部农村水利司布置了节水灌溉标准的研究任务，旨在进行探索，积累经验。1994年又组织全国27个省、自治区、直辖市水利厅（局）就节水灌溉标准问题开展共同研究、讨论，形成规范的雏形，1996年底完成规范编写提纲。1997年初，编制任务正式下达之后，在水利部农村水利司主持下，编写组立即开始工作，1997年4月底完成初稿，经两次征求意见补充修改后，于1997年12月初完成征求意见稿，12月底完成送审稿，并于1998年1月召开审查会议，通过了专家审查。

SL207—98《节水灌溉技术规范》分总则、工程规划、灌溉水源、灌溉用水量、灌溉水的利用系数、工程与措施的技术要求、效益、节水灌溉面积，共8章40条和2个附录。它既反映中国现阶段水平，又借鉴国外先进技术；既坚持高起点、高要求，又注重实用性与可操作性；既重视水利建设规范的共性，又突出节水灌溉的特点，充分吸收了我国节水灌溉发展中的先进技术和成功经验。

本规范解释单位：水利部农村水利司

本规范主编单位：水利部农村水利司
水利部农田灌溉研究所

本规范参编单位：中国灌溉排水技术开发培训中心
华北水利水电学院北京研究生部
水利部科学技术司
黑龙江省水利厅
广西自治区水利厅
甘肃省水利厅
河北省水利厅

本规范主要起草人：李英能　黄修桥　沈秀英　窦以松
赵乐诗　王晓玲　李赞堂　马济元
袁辅恩　陈杰臣　武福学　宋　伟

水利部科技

目　次

1　总则 …… 5
2　工程规划 …… 5
3　灌溉水源 …… 6
4　灌溉用水量 …… 6
5　灌溉水利用系数 …… 6
6　工程与措施的技术要求 …… 7
7　效益 …… 8
8　节水灌溉面积 …… 8
附录A　名词解释 …… 9
附录B　有关参数的计算测定方法 …… 10
条文说明 …… 13

万水帕科技

1 总 则

1.0.1 为了使节水灌溉工程建设有一个合理、可行、统一的衡量尺度，促进节水灌溉事业的健康发展，制定本规范。

1.0.2 节水灌溉工程建设必须注重效益、保证质量、加强管理，做到因地制宜、经济合理、技术先进、运行可靠。

1.0.3 本规范适用于新建、扩建或改建的大田、菜地、果园、苗圃和草场等节水灌溉工程的规划、设计、施工、验收、管理和评价。

1.0.4 承担节水灌溉工程的设计单位必须持有丙级（含）以上水利工程设计资质证书。承担工程的施工安装单位必须持有省级水利行政主管部门颁发的施工安装许可证。节水灌溉工程应选用经过法定检测机构检测合格的材料及设备，不得使用无生产厂家、无生产日期、无产品使用说明的产品。

1.0.5 节水灌溉工程应建立健全管理组织和规章制度，切实发挥节水增产作用。

1.0.6 节水灌溉工程建设除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 工 程 规 划

2.0.1 节水灌溉工程的规划应收集水源、气象、地形、土壤、作物、灌溉试验、能源、材料、设备、社会经济状况与发展规划等方面的基本资料。

2.0.2 节水灌溉工程规划应符合当地农业区划和农田水利规划的要求，并应与农村发展规划相协调，采用的节水技术应与农作物品种、栽培技术相结合。

2.0.3 节水灌溉工程应通过技术经济比较及环境评价确定水资源可持续利用的最佳方案。节水灌溉工程的形式应根据当地自然和社会经济条件、水土资源特点和农业发展要求，因地制宜选择。

2.0.4 平原区灌溉面积大于 100 hm^2、山丘区灌溉面积大于 50 hm^2 的节水灌溉工程，宜分为规划（项目建议书或可行性研究）、设计两个阶段进行。面积小的工程可合为一个（设计）阶段进行。

2.0.5 节水灌溉工程规划成果应包括规划报告、概算书及工程布置图。灌溉面积在 333 hm^2（含）以上的工程布置宜绘制在不小于 1/5000 的地形图上，面积小于 333 hm^2 的宜绘制在 1/2000～1/5000 的地形图上。

2.0.6 节水灌溉工程规划应与道路、林带、供电等系统，以及居民点的规划相结合，充分利用已有水利工程设施，并根据需要设置排水系统。

农业电子科技

3 灌 溉 水 源

3.0.1 节水灌溉工程应优化配置、合理利用水资源，发挥灌溉水源的最大效益。

3.0.2 节水灌溉应充分利用当地降水。井灌区应防止地下水超采；渠灌区应收集利用灌溉回归水；井渠结合灌区应通过地面水与地下水的联合运用，提高灌溉水的重复利用率。

3.0.3 用微咸水作为灌溉水源时，应采用咸、淡水混灌或轮灌；用工业或生活污废水作为灌溉水源时，必须经过净化处理，达到灌溉水质标准，方可用于灌溉。

3.0.4 在多年平均降水量大于 250 mm 的旱地农业区，采取措施集蓄雨水作为灌溉水源时，水源工程规模必须经过论证，满足雨季能集蓄灌溉要求的水量。

4 灌 溉 用 水 量

4.0.1 节水灌溉工程建成投入使用后，正常水文年份单位面积用水量应较建成前节约 20%以上。

4.0.2 水稻灌溉用水量应根据“薄、浅、湿、晒”灌溉等控制灌溉模式确定。

4.0.3 旱作物、果树、蔬菜等灌溉用水量应按产量高、水分生产率高的节水灌溉制度确定。

4.0.4 水资源紧缺地区，灌溉用水量可根据作物不同生育阶段对水的敏感性，采用灌关键水、非充分灌溉等方式确定。

5 灌溉水利用系数

5.0.1 渠系水利用系数，大型灌区不应低于 0.55；中型灌区不应低于 0.65；小型灌区不应低于 0.75；井灌区采用渠道防渗不应低于 0.9，采用管道输水不应低于 0.95。

5.0.2 田间水利用系数，水稻灌区不宜低于 0.95；旱作物灌区不宜低于0.90。

5.0.3 灌溉水利用系数，大型灌区不应低于 0.50；中型灌区不应低于 0.60；小型灌区不应低于 0.70；井灌区不应低于 0.80；喷灌区、微喷灌区不应低于 0.85；滴灌区不应低于 0.90。

5.0.4 井渠结合灌区的灌溉水利用系数可根据井、渠用水量加权平均按附录 B 公式（B4）计算确定。

万水节水科技

6 工程与措施的技术要求

6.0.1 渠道防渗工程应符合下列要求：

1 防渗渠道断面应通过水力计算确定，地下水位较高和有防冻要求时，可采用宽浅式断面。

2 地下水位高于渠底时，应设置排水设施。

3 防渗材料及配合比应通过试验选定。

4 采用刚性材料防渗时，应设置伸缩缝。

5 标准冻深大于 10 cm 的地区，应考虑采用防治冻胀的技术措施。

6 渠道防渗率，大型灌区不应低于 40%；中型灌区不应低于 50%；小型灌区不应低于 70%；井灌区如采用固定渠道输水，应全部防渗。

7 大、中型灌区宜优先对骨干渠道进行防渗。

6.0.2 井灌区低压管道输水工程应符合下列要求：

1 田间固定管道用量不应低于 90 m/hm^2。

2 支管间距，单向布置时不应大于 75 m，双向布置时不应大于 150 m。

3 出水口（给水栓）间距不应大于 100 m，宜用软管与之连接进行灌溉。

4 应设有安全保护装置。严寒地区应有设排水、泄空及防冻害装置。

5 对规划中将要实施喷灌的输水管道系统，应按照喷灌工程的技术要求。

6.0.3 喷灌工程应符合下列要求：

1 喷灌应满足均匀度要求，不得漏喷，不得产生地表径流。

2 喷灌雾化指标应满足作物要求。

3 管道式喷灌系统应有控制、量测设备和安全保护装置。

4 中心支轴式、平移式和绞盘式喷灌机组应保证运行安全、可靠。

5 轻型和小型移动式喷灌机组，单机控制面积以 3 hm^2～6 hm^2 为宜。

6.0.4 微灌工程应符合下列要求：

1 微灌用水必须经过严格过滤、净化处理。

2 灌溉时应满足均匀度要求，不得产生地表径流。

3 应安装控制、量测设备和安全保护装置。

4 条播作物移动式滴灌系统灌水毛管用量不应少于 900 m/hm^2。

6.0.5 地面灌溉的田间工程应符合下列要求：

1 水稻灌区应格田化，不得串灌。格田规格平原区以长 60～120 m、宽 20～40 m 为宜，山丘区可根据地形作适当调整。

2 旱作物灌区应平整土地，其畦田长度不宜超过 75 m；畦宽不宜大于 3 m，并应与农机具作业要求相适应。

3 灌水沟长不宜超过 100 m。

农业标准技术

6.0.6 注水灌（含坐水种）应符合下列要求：

1 应有可靠水源和取水、运水设备，注水灌设备和供水量应满足作物在最佳时期内播种和苗期灌水的要求，且灌水均匀。

2 水源的控制面积应按每次用水量不少于 75 m^3/hm^2 计算。

3 水源至田间的运水距离，采用畜力运水，不宜大于 200 m，采用机械运水，不宜大于 500 m。

6.0.7 雨水集蓄工程用于灌溉应符合下列要求：

1 应包括集流、输水、沉淀、蓄存、节水灌溉等设施，且配套合理。

2 专用集流面应采用集流效率高的防渗材料铺设，蓄水窖（池）必须采取防渗措施。

3 采用滴灌或膜上灌时工程规模宜按每次灌水量不少于 150 m^3/hm^2 确定。

6.0.8 膜上灌应符合下列规定：

1 畦田规格应符合本规范 6.0.5 的规定。

2 灌溉均匀系数不应低于 0.7。

3 对废弃塑膜应有收集处理措施。

6.0.9 地面移动软管灌溉应符合下列要求：

1 应有可靠水源，机、泵、管配套合理。

2 软管长度不宜大于 200 m。

3 田间工程应符合本规范 6.0.5 的规定。

7 效 益

7.0.1 节水灌溉应有利于提高经济效益、社会效益和环境效益，改善劳动条件，减轻劳动强度，促进农业产业化和农村经济的发展。

7.0.2 节水灌溉应使工程措施和农艺措施、管理措施相结合，提高灌溉水的产出效益。

7.0.3 实现节水灌溉后，粮、棉总产量应增加 15%以上，水分生产率应提高 20%以上，且不应低于 1.2 kg/m^3。

7.0.4 节水灌溉项目效益费用比应大于 1.2。

8 节水灌溉面积

8.0.1 符合以下条件之一，且其他指标达到本规范规定，可认定为节水灌溉工程面积：

1 渠道输水灌溉工程，渠道符合本规范 5.0.1 或 6.0.1 的规定，田间符合本规范 5.0.2 或 6.0.5 的规定。

2 低压管道输水灌溉工程，管道符合本规范 5.0.1 或 6.0.2 的规定，田间符合本规范

水总水利科技

5.0.2 或 6.0.5 的规定。

3 喷灌工程符合本规范 5.0.3 或 6.0.3 的规定。

4 微灌工程符合本规范 5.0.3 或 6.0.4 的规定。

8.0.2 符合以下条件之一，可认定为节水灌溉措施面积：

1 渠道防渗工程符合本规范 5.0.1 或 6.0.1 的规定。

2 低压管道输水工程符合本规范 5.0.1 或 6.0.2 的规定。

3 田间工程符合本规范 6.0.5 的规定。

4 水稻采用“薄、浅、湿、晒”控制灌溉模式。

5 注水灌（含坐水种）符合本规范 6.0.6 的规定。

6 雨水集蓄工程用于灌溉符合本规范 6.0.7 的规定。

7 膜上灌符合本规范 6.0.8 的规定。

8 地面移动软管灌溉符合本规范 6.0.9 的规定。

8.0.3 节水灌溉工程面积与节水灌溉措施面积不得重复统计。在同一灌溉面积上，采用多种节水灌溉工程或措施时，只能依主要工程或措施统计一种。

农业标准技术

附录A 名 词 解 释

1 节水灌溉——用尽可能少的水投入，取得尽可能多的农作物产出的一种灌溉模式，目的是提高水的利用率和水分生产率。节水灌溉的内涵包括水资源的合理开发利用，输配水系统的节水、田间灌溉过程的节水、用水管理的节水以及农艺节水增产技术措施等方面。

2 灌溉回归水——在农田灌溉中，流经渠系和田间的地表水流和地下水渗流回流到下游沟渠或河道中的灌溉余水。

3 “薄、浅、湿、晒”灌溉——一种水稻节水灌溉模式，其技术要点是：薄水插秧、浅水返青、薄湿分蘖、晒田蹲苗、回水攻胎、浅薄扬花、湿润灌浆、落干黄熟。

4 控制灌溉——在水稻返青后的各个生育阶段，田面不再建立水层，根据水稻生理生态需水特点，以土壤含水量作为控制指标，确定灌水时间和灌水定额的节水灌溉模式。

5 水分生产率——作物单位面积产量与作物全生育期耗水量的比值。

6 关键水——作物生长和产量形成最敏感时期的灌水。

7 非充分灌溉——在作物全生育期内不能全部满足需水要求，旨在获得总体最佳效益的灌溉模式。

8 灌溉水利用系数——灌入田间的水量（或流量）与渠道引入总水量（或流量）的比值。

9 渠系水利用系数——末级固定渠道放出的总水量与渠首引进的总水量的比值。

10 田间水利用系数——净灌水定额与末级固定渠道放出的单位面积灌水量的比值。

11 渠道防渗率——灌区固定渠道最大过水表面积中防渗面积与总表面积比值，以百分数计。

12 膜上灌 —在地膜栽培的基础上，利用地膜输水，通过放苗孔和膜侧旁渗给作物供水的灌水方法。

13 注水灌（含坐水种） —利用专门设备将一定量的水注入土中，提高土壤墒情，满足种子发芽和保苗需水的一种局部灌水方法。

14 大型灌区—控制面积在 20000 hm^2 以上的灌区。

15 中型灌区—控制面积为 667～20000 hm^2 的灌区。

16 小型灌区——控制面积在 667 hm^2 以下的灌区。

17 井灌区 —以井水作为灌溉水源的灌区。

18 井渠结合灌区 灌溉水源既有井水，又有地表水的灌区。

附录 B 有关参数的计算测定方法

B.0.1 渠系水利用系数应按下列方法进行测定。

1 动水测定法。根据渠道沿线的水文地质条件，选择有代表性的渠段，中间无支流，观测上、下游两个断面同一时段的流量，其差值即为损失水量。在选择典型渠段时，其长度应满足以下要求：

1）流量小于 1 m^3/s 时，渠道长不小于 1 km；

2）流量为 1～10 m^3/s 时，渠道长不小于 3 km；

3）流量为 10～30 m^3/s 时，渠道长不小于 5 km；

4）流量大于 30 m^3/s 时，渠道长不小于 10 km。

2 静水测定法。应选择一段具有代表性的渠段，长度为 50～100 m，两端堵死，渠道中间设置水位标志，然后向渠中充水，观测该渠段内水位下降过程，根据水位的变化即可计算出损失水量和渠系水利用系数。

B.0.2 田间水利用系数应按下列方法进行测量计算。

1 计算法。

$$\eta_t = mA/W \tag{B1}$$

式中 η_t——田间水利用系数；

m——设计灌水定额，m^3/hm^2；

A——末级固定渠道控制的实灌面积，hm^2；

W——末级固定渠道放出的总水量，m^3。

2 实测法。在灌区中应选择有代表性的地块，通过实测灌水前后（1～3 d 内）土壤含水量的变化，计算净灌水定额，算出田间水利用系数：

$$\eta_t = \frac{10^2(\beta_2 - \beta_1)\gamma HA}{W} \tag{B2}$$

式中 β_1、β_2——分别为灌水前后计划湿润层的土壤含水率（以干土重的百分数表示）；

γ —土的干容重，t/m^3；

H 计划湿润深度，m。

B.0.3 土壤含水率应按下列方法测定。

1 操作步骤：

1）将盛土用的铝盒（直径 60 mm、高 30 mm）洗净烘干，放入干燥器中冷却至室温，迅速用感量为 1/100 g 的普通天平准确称重（W_1）。

2）按采样要求采土，取新鲜潮湿土样约 25 g 放入铝盒中，平铺后盖好，迅速称重（要有三个重复），湿土加铝盒重为 W_2。

3）将装入湿土的铝盒的盖子打开，铝盒的盖子平放在盒下，一同放入烘箱内保持 105～110℃，烘烤 8 h，取出加盖，放在干燥器中冷却至室温，迅速称重（W_3）。

2 分析计算：

$$W = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \tag{B3}$$

式中 W 土壤含水量，即单位重量干土中含有的水分重量，%；

W_1——铝盒重量，g；

W_2 湿土加上铝盒重量，g；

W_3——干土加上铝盒重量，g。

B.0.4 井渠结合灌区灌溉水利用系数应按公式（B4）计算。

$$\eta_s = (\eta_j W_j + \eta_q W_q)/W \tag{B4}$$

式中 η_s 井渠结合灌区灌溉水利用系数；

η_j 井灌水利用系数；

W_j——地下水用量，m^3；

η_q——渠灌水利用系数；

W_q——地表水用量，m^3；

W——井渠灌区总用水量，m^3。

B.0.5 渠道防渗率应按公式（B5）计算。

$$E = \sum S_f / \sum S \times 100 = \frac{S_{fg} + S_{fz} + S_{fd} + S_{fn}}{S_g + S_z + S_d + S_n} \times 100$$

$$= \frac{\lambda_g L_{fg} + \lambda_z L_{fz} + \lambda_d L_{fd} + \lambda_n L_{fn}}{\lambda_g L_g + \lambda_z L_z + \lambda_d L_d + \lambda_n L_n} \times 100 \tag{B5}$$

式中 E 渠道防渗率，%；

$\sum S_f$——灌区渠道最大过水表面积中已防渗面积，m^2；

$\sum S$——灌区全部固定渠道最大过水表面积，m^2；

S_{fg}、S_{fz}、S_{fd}、S_{fn}——分别为灌区干、支、斗、农渠已防渗的面积，m^2；

S_g、S_z、S_d、S_n——分别为干、支、斗、农渠最大过水表面积，m^2；

λ_g、λ_z、λ_d、λ_n——分别为干、支、斗、农渠最大过水断面湿周，m；

L_{fg}、L_{fz}、L_{fd}、L_{fn} 分别为干、支、斗、农渠的防渗长度，m；

L_g、L_z、L_d、L_n 分别为干、支、斗、农渠道的长度，m。

B.0.6 水分生产率应按公式（B6）计算。

灌溉试验科技

$$I = y/(m + p + d) \tag{B6}$$

式中 I——水分生产率，kg/m^3；

y——作物生产量，kg/hm^2；

m——净灌溉水量，m^3/hm^2；

p——生育期内有效降水量，m^3/hm^2；

d——地下水补给量，m^3/hm^2。

净灌溉水量为作物生育期内设计灌水定额之和。当实际灌水定额小于设计值，应采用实测法确定。具体方法是，每次灌水前后在典型地块取土测定土壤含水量的变化，计算出该次灌水的实际净灌水定额，将全生育期历次灌水的净灌水定额累加起来即可。

有效降水量是指能保持在田间被作物吸收利用的那部分降水量，为总降水量与地表径流量、深层渗漏量之差值。降雨的有效性取决于降水强度、土壤质地、植被覆盖情况等。统计分析时，可参照有关资料。地下水补给量与地下水埋深、土壤质地、作物种类有关，可参照有关资料确定。

B.0.7 效益费用比应按公式（B7）计算。

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}\frac{B - C}{K} \tag{B7}$$

式中 R——效益费用比；

B——节水灌溉工程多年平均增产值，元/a；

C——节水灌溉工程多年平均运行费，元/a；

K——节水灌溉工程总投资，元；

n——节水灌溉工程使用年限，a；

i——资金年利率，%。

万水帕科技

中华人民共和国行业标准

节水灌溉技术规范

SL207—98

条 文 说 明

云水帕科技

目　次

1 总则…… 15
2 工程规划…… 15
3 灌溉水源…… 16
4 灌溉用水量…… 16
5 灌溉水利用系数…… 17
6 工程与措施的技术要求…… 17
7 效益…… 18
8 节水灌溉面积…… 18

云水帕科技

1 总 则

1.0.1～1.0.3 我国是一个水资源不足的国家，人均水资源占有量列世界109位。为保证国民经济持续发展，必须树立节水意识，建立节水型社会。灌溉是用水大户，是节水的重点。进入80年代以来，随着全球性水危机的加剧，节水灌溉事业受到党和国家的高度重视，节水灌溉取得了很大的发展。但新中国成立至今尚没有一个统一的节水灌溉技术的标准，随着水资源的日益紧缺，全国各地都在发展节水灌溉，急需制定相关规范。为从宏观上指导节水灌溉的健康发展，统一节水灌溉的技术要求，提高工程建设质量，使新建、扩建或改建的节水灌溉工程建设的规划、设计、施工及验收等有章可循、有法可依，特制定本规范。

1.0.4 百年大计，质量第一。节水灌溉工程的建设必须严把设计、施工质量关，使用合格的材料及设备。为此，规定设计单位必须持有丙级（含以上）水利工程设计资质证书，施工单位应有水利工程安装许可证，材料设备应通过法定检测机构检测合格。

1.0.5 工程是基础，管理是关键。鉴于不少地方还不同程度地存在重建轻管现象，必须强调节水灌溉工程应建立健全完善的管理组织和规章制度。

1.0.6 我国已颁布的与节水灌溉有关的规范和标准，有：《灌溉排水工程设计规范》、《渠道防渗工程技术规范》、《喷灌工程技术规范》、《微灌工程技术规范》、《低压管道输水灌溉工程技术规范》、《农田灌溉水质标准》、《泵站技术规范》、《农用机井技术规范》等。节水灌溉工程建设除应符合本规范的规定外，也应符合这些规范和标准的规定。

2 工 程 规 划

2.0.1 规划设计前除应调查收集水源、气象、地形、作物等资料，还应收集当地或条件类似地区的灌溉试验资料以及能源、设备状况，社会经济状况与农村发展规划等基本资料。

2.0.2 节水灌溉工程是直接为农业生产提供保障的技术措施之一，因此进行节水灌溉工程总体规划时应符合当地农业区划和农田水利规划的要求，并与农村发展规划相协调，避免工程建设的盲目性。

2.0.3 节水灌溉工程的投入和产出受诸多因素制约。我国幅员辽阔，各地的自然和社会经济状况、水土资源特点千差万别，规划时必须进行方案比较。在确定采用何种节水灌溉形式时，不能盲目照搬异地的做法和经验，一定要因地制宜，以便取得较好的经济效益、社会效益和环境效益。

2.0.4 参照SL103—95《微灌工程技术规范》2.1.3作出的规定。

2.0.5 参照《喷灌工程设计手册》和SL103—95《微灌工程技术规范》2.1.5作出的规定。

2.0.6 灌溉与排水密不可分。没有完善的排水系统，会导致灌区发生涝渍盐碱灾害；灌溉与道路、林带、供电等系统及居民点也密切关联，应统筹兼顾作出技术和经济上有利于全局的合理设计。

3 灌 溉 水 源

3.0.1～3.0.3 节水灌溉应对水资源进行合理开发利用，最大限度地发挥其效益，避免产生负面影响。灌溉水资源包括地面水、地下水、土壤水、回归水及经过净化的污废水。合理开发利用是指采用地上水、地下水联合运用，机井测试改造，回归水、微咸水利用，污废水净化，雨水集蓄等方法，对自然状态下的水进行控制和改造，为灌溉提供可靠水源。采取上述措施时要注意保护生态环境；用污水作灌溉水源时，必须经过净化处理，达到灌溉水质标准。

3.0.4 参照甘肃省地方标准DB62/T43—1997《甘肃省雨水集蓄利用工程技术标准》3.5作出的规定。

4 灌 溉 用 水 量

4.0.1 节水灌溉的主要目的之一是节约用水，但不能以降低产量为代价。据调查，国内运行正常的节水灌溉工程，在相同产量水平情况下，平水年比建设节水灌溉工程之前可节水20%以上。

4.0.2 广西、山东、浙江等地生产实践证明，在土壤、品种、施肥、栽培、耕作技术及自然条件相同的情况下，水稻采用“薄、浅、湿、晒”灌溉等控制灌溉模式，能充分满足需水要求，改善土壤中水、肥、气、热状况，调节田间小气候，创造良好的生长发育环境，从而达到节水增产之目的。这种措施投资少、见效快，易为群众掌握，应大力推广。

4.0.3 作物灌溉制度试验研究表明：作物的水分生产函数并不呈线性关系，随着单产的增加，单位体积水量产生的干物质呈下降趋势，即越是接近最高产量，水分的生产效率越低。因此不能单纯强调高产或单纯强调高水分生产率，而应在高产、优质前提下获得高的水分生产率，以达到节水增产、增效的目的。

4.0.4 我国西北、华北等干旱、半干旱地区，灌溉对农业生产举足轻重，有水就有收成，无水则欠收或绝收。实践证明，这些地方在水分对作物产量形成最敏感的时期进行灌溉，其他时期少灌或不灌，能使有限的水发挥最大效益。

万水帕科技

5 灌溉水利用系数

5.0.1 渠道输水损失包括渗漏、蒸发损失和泄水、退水损失，故渠系水利用系数既反映了输配水工程质量，也反映了水源调度及渠系管理水平。考虑到不同类型灌区渠道规模、渠系组成、输配水工程质量及管理水平有较大差异，参照《灌溉排水工程设计规范》3.1.11，分别规定了不同规模灌区的渠系水利用系数。

5.0.2 根据对我国现有灌区的水稻田及水浇地田间水利用情况的调查分析，参照《灌溉排水工程设计规范》，分别规定了水稻田及水浇地的田间水利用系数值。

5.0.3～5.0.4 根据国外先进水平和我国现状，按照本规范5.0.2和5.0.3的取值范围，给出了不同类型灌区的灌溉水利用系数要求值，喷灌区不应低于0.85是针对风速小于3.4 m/s而言的，附录B公式（B4）中的井灌水利用系数是指井水就地利用的情况。全面达到这一个水平，可使我国灌溉水利用系数大体由现在的0.45提高到0.6以上。

6 工程与措施的技术要求

6.0.1 渠道防渗是提高渠系水利用系数的有效手段。渠道防渗率越高，渠系水利用系数也越高。没有测定渠系水利用系数的灌区可用相应的渠道防渗率来表示渠系水利用程度。根据对部分灌区资料分析并经概化处理，提出了不同类型灌区的渠道防渗率规定值。并根据《渠道防渗工程技术规范》提出了有关技术要求。

6.0.2 根据山西、山东、河南、河北等省经验，并参照SL153—95《低压管道输水灌溉工程技术规范》2.4.5、2.4.6和2.4.7的规定提出了田间固定管道用量、支管间距、给水栓间距等技术要求。

6.0.3 参照GBJ85—85《喷灌工程技术规范》3.0.7、3.0.9和3.0.10的规定，提出了喷灌均匀度、喷灌强度、雾化指标等技术要求，并根据不同类型系统的特点和我国实际运用状况，分别作出了技术规定。

6.0.4 参照SL103—95《微灌工程技术规范》2.2.5、3.0.3的规定，提出水质净化、微灌强度和配套等技术要求，并根据对河南、甘肃、宁夏等省（区）移动式滴灌工程运行情况的调查研究和经验总结，对毛管用量作了规定。

6.0.5 水稻灌区格田化，旱作物灌溉平整土地、采用短畦、窄畦、短沟，有利于保证灌溉质量和提高田间水利用系数。参考国内有关研究成果，提出了格田、畦田和灌水沟尺寸的取值范围。

6.0.6 东北地区春季玉米播种时经常出现严重干旱，影响出苗，种子出苗后一般能赶上雨季，正常年份降雨基本满足后期生长需要，因此保证出全苗、壮苗成为生产中的关键一环。

水利标准技术

吉林、黑龙江省的经验表明，只要水源和设备有保证，采取注水灌就能取得良好效果，据此规定了水源控制面积和对设备供水的要求。

6.0.7 参照甘肃省地方标准 DB62/T495—1997《甘肃省雨水集蓄利用工程技术标准》制定。

6.0.8 膜上灌是我国新疆地区群众在地膜栽培基础上发明的一种节水灌溉措施，其灌溉均匀系数是节水增产的主要技术要素。根据新疆有关试验资料，对灌溉均匀系数作了规定。

6.0.9 地面移动软管灌溉俗称“小白龙”、“小黑龙”，在北方井灌区应用较多。当前主要问题是水源无保证，机、泵、管配套不合理，软管长度过长等。根据华北、东北地区运用情况的经验总结，对上述几方面作了要求。

7 效 益

7.0.1 节水灌溉的效益体现在许多方面，除经济效益外，还有社会效益及改善劳动条件、减轻劳动强度、促进农业产业化和国民经济发展等综合效益。

7.0.2 节水灌溉的最终目的是节水增产，作物产量的形成是多种技术综合作用的结果，必须强调节水灌溉工程技术措施应与耕作栽培等农艺措施相结合，做到既节水又增产，发挥最大效益。

7.0.3 水分生产率是集中反映作物对水分的利用效率的一项综合性指标，是耕作栽培等农业措施产生的节水效果。目前世界上以色列的水分生产率最高，每立方米水可生产 2.32 kg 粮食，我国平均不足 1 kg。由于水分生产率只宜在生产条件差异较大和单产悬殊的情况下进行比较，根据农田灌溉研究所对我国主要农作物需水量资料整编成果的分析和参考已建节水灌溉工程有关产量资料，要求节水灌溉后作物产量和水分生产率都应有所提高。

7.0.4 没有效益的事业是没有生命力的，节水灌溉也不例外。节水灌溉项目的投入产出（或效益费用比）能直观反映出其可行性。效益费用比的极限值为 1，国外要求大于 2，根据我国实际情况，既考虑增产、增收，又有利于推广节水灌溉技术，规定该值应大于 1.2。

8 节水灌溉面积

8.0.1～8.0.3 为便于国家有关部门宏观把握全国节水灌溉事业的现状，对其发展进行科学决策，必须准确统计节水灌溉面积。考虑到我国各地目前节水灌溉技术措施推广应用的实际情况，可分两个层次对节水灌溉进行统计：第一个层次为节水灌溉措施面积；第二个层次为节水灌溉工程面积。

中华人民共和国国家标准

喷灌工程技术规范

GBJ85—85

主编部门：中华人民共和国水利电力部
批准部门：中华人民共和国国家计划委员会
施行日期：1986年7月1日

万水帕科技

关于发布《喷灌工程技术规范》的通知

计标［1985］2034号

各省、自治区、直辖市计委（建委、建设厅），国务院各有关部、直属单位：

根据原国家经委基本建设办公室（83）经基设字第12号通知的要求，由水电部会同有关单位共同编制的《喷灌工程技术规范》，已经有关部门会审。现批准《喷灌工程技术规范》GBJ85—85为国家标准，自一九八六年七月一日起施行。

本规范由水利电力部管理，其具体解释等工作由北京水利电力经济管理学院研究生部负责。出版发行由我委基本建设标准定额研究所负责组织。

国家计划委员会

一九八五年十二月十日

云北帕科技

编 制 说 明

《喷灌工程技术规范》是根据原国家经委基本建设办公室（83）经基设字12号函，由我部指派北京水利电力经济管理学院研究生部（原华北水利水电学院北京研究生部）和武汉水利电力学院会同26个有关单位共同编制而成。

在编制过程中，编制组深入到20多个省、市，对100多处喷灌工程作了实地考察和调查研究，总结了我国近十年来喷灌科研和生产实践的成果与经验；参考了有关国际标准和国外先进标准；针对主要技术问题开展了科学研究与试验验证，召开了四个专题讨论会和技术鉴定会；与有关国家标准的归口单位就技术内容进行了协调；征求意见稿完成后，寄发300多个单位与个人，并委托喷灌面积较大的七个省、市的水利主管部门分别召开了座谈会，比较广泛地听取了意见，有的省还结合喷灌工程按规范要求进行了试设计和在施工中试用；最后，召开了全国审查会议，会同有关部门共同审查定稿。

本规范分九章、二十五节、12[illegible]条和三个附录。其主要内容有：总则、喷灌工程总体设计、喷灌技术参数、管道水力计算、设备选择与工程设施、工程施工、设备安装、管道水压试验及工程验收等。

在执行本规范过程中，希望各单位注意总结经验、积累资料，若发现有需要修改和补充之处，请将具体意见和参考资料函寄北京市西外花园村北京水利电力经济管理学院研究生部，以供规范修订时参考。

水利电力部

一九八五年九月

技术出科技

主 要 符 号

灌 溉 制 度

m— 设计灌水定额，流量指数
γ——土壤容重
h —计划湿润层深度，喷洒水深
Δh 喷洒水深的平均离差
β_1—适宜土壤含水量上限（重量百分比）
β_2——适宜土壤含水量下限（重量百分比）
T —设计灌水周期，时间
W——日需水量，管道放水量

流量、速度与加速度

Q——喷灌系统设计流量，渗量
q— 喷头流量
q_s——1000m 长管道实际渗水量
$[q_s]$——1000m 长管道允许渗水量
v —管道流速
a—水锤波传播速度
g— 重力加速度

压力、水头及其损失

P_{max} — 最大表压力
h_p —喷头工作压力水头
H— 喷灌系统设计水头
H_z —自压喷灌支管首端的设计水头
h_f——管道沿程水头损失
h_j— 管道局部水头损失
h_{fz}——支管沿程水头损失
h_{jz} 支管局部水头损失
h'_{fz}— 多喷头支管沿程水头损失

几 何 特 征

d— 喷头主喷嘴直径，管内径
S —喷洒面积

云水帕科技

Z_d——典型喷点的地面高程
Z_s——水源水面高程
Z_z——支管首端的地面高程
h_s——竖管高度
L——管长
D_g——管公称内径
D——管平均外径
e_{min}——管最小壁厚

数、系数与指数

η——喷洒水利用系数
C_u——喷灌均匀系数
n——测点数，同时工作的喷头数
f——摩阻系数
b——管径指数
F——多口系数
N——喷头或孔口数
X——多孔支管首孔位置系数
ζ——局部阻力系数
K_t——塑料管材温度修正系数
K_s——管道渗水系数

其他

R——喷头射程
T_c——关阀历时
σ——塑料管瞬时爆破环向应力
t——试验温度

石光伯科技

目　次

第一章　总则 …… 25
第二章　喷灌工程总体设计 …… 25
第三章　喷灌技术参数 …… 26
第四章　管道水力计算 …… 29
第五章　设备选择与工程设施 …… 31
第六章　工程施工 …… 33
第七章　设备安装 …… 35
第八章　管道水压试验 …… 39
第九章　工程验收 …… 40
附录一　名词解释 …… 41
附录二　本规范用词说明 …… 42
附加说明 …… 42

万水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 喷灌工程建设必须认真执行国家的技术经济政策，因地制宜，充分利用原有水利设施，节省能源，开展综合利用，做到切合实际、技术先进、经济合理和安全适用。

第 1.0.2 条 本规范适用于农业、林业、牧业及园林绿地喷灌工程的设计、施工、安装及验收。

第 1.0.3 条 喷灌工程的设计、施工、安装及验收，除应符合本规范的规定外，尚应符合现行的有关标准和规范的规定。

第二章 喷灌工程总体设计

第一节 一 般 规 定

第 2.1.1 条 喷灌工程的总体设计应根据灌区地形、土壤、气象、水文与水文地质、作物种植以及社会经济条件，通过技术经济比较确定。

第 2.1.2 条 喷灌工程的总体设计应符合农田水利规划的要求，应与排水、道路、林带、供电等系统以及居民点的规划相结合。

第 2.1.3 条 喷灌工程根据因地制宜的原则，可采用一种或多种系统。喷灌系统类型应考虑以下因素进行综合比较确定：

一、水源类型及位置。

二、灌区面积、地块形状及分布。

三、地形。

四、作物种类。

五、经济条件及劳力状况。

六、能源条件和设备、材料供应状况。

七、生产管理体制及技术力量。

八、综合利用要求。

第二节 水 源 分 析 计 算

第 2.2.1 条 喷灌工程总体设计必须对水源水量进行分析计算。对于由已建成的水利工程供水的喷灌系统，应根据工程原设计和运用情况，确定设计年供水流量。对于新建水源工程，其供水流量应根据水源类型和勘测资料进行计算确定。

第 2.2.2 条 当喷灌水源为河川径流时，水源水量应按下列要求进行计算：

农业部科技

一、具有较长系列的径流资料时，应通过频率计算推求符合设计频率的年径流量及其年内分配、灌水临界期平均流量。

二、径流资料较少时，应通过相关分析的方法插补延长径流资料，再进行频率计算推求上述径流特征值。

三、无实测资料时，可选择参证站，通过换算、内插或径流系数法等推求径流系列。也可参照地区性水文手册或图集，结合调查资料推求径流特征值。

第 2.2.3 条 当喷灌水源为当地地面径流时，可参照地区性水文手册或图集，结合调查资料，确定设计频率的年径流量。

第 2.2.4 条 当喷灌水源为地下水时，水源水量应根据已有水文地质资料，分析本区域地下水开采条件，并通过对邻近机井出水情况的调查确定。对于无水文地质资料的地区，应打勘探井并经抽水试验确定水源水量。

第 2.2.5 条 喷灌工程总体设计必须进行水源水量和喷灌用水量的平衡计算。当水源的天然来水过程不能满足喷灌用水要求时，应建蓄水工程。

第 2.2.6 条 喷灌水质应符合现行《农田灌溉水质标准》的规定。

第三章 喷灌技术参数

第 3.0.1 条 喷灌设计保证率应根据当地条件和经济条件确定，一般不应低于 85%。

第 3.0.2 条 设计灌水定额和设计灌水周期应根据当地试验资料确定。

在缺乏试验资料的地区，可按照邻近地区的喷灌或地面灌的试验资料，结合实地调查确定日需水量，按下列公式计算灌水定额及灌水周期：

$$m = 100\gamma h(\beta_1 - \beta_2)\frac{1}{\eta} \tag{3.0.2-1}$$

$$T = \frac{m}{W}\eta \tag{3.0.2-2}$$

式中 m——设计灌水定额，mm；

T——设计灌水周期，d；

γ——土壤容重，kg/cm³；

h——计划湿润层深度，cm；

β_1——适宜土壤含水量上限（重量百分比）；

β_2——适宜土壤含水量下限（重量百分比）；

η——喷洒水利用系数；

W——日需水量，mm/d，取灌水临界期的平均日需水量。

第 3.0.3 条 喷洒水利用系数，有条件时宜实测确定。无实测资料时，可根据气候条件在下列数值范围内选取：

风速低于 3.4m/s，η=0.8～0.9；

风速为 3.4～5.4m/s，η=0.7～0.8。

注：湿润地区取大值，干旱地区取小值。

第 3.0.4 条 设计风速应采用灌区主要作物关键需水期设计日喷灌时间内平均风速的多年平均值。

设计风向应采用灌区主要作物关键需水期设计日喷灌时间内的主风向；当不存在主风向时，应按风向多变设计。

注：应将相差 180°的两种风向作为等效风向进行统计。

第 3.0.5 条 喷灌均匀系数应按下式计算：

$$C_u = 1 - \frac{\Delta h}{h} \tag{3.0.5}$$

式中 C_u——喷灌均匀系数；

h——喷洒水深的平均值，mm；

Δh——喷洒水深的平均离差，mm。

第 3.0.6 条 喷洒水深的平均值和喷洒水深的平均离差应按下列公式计算。

一、当测点所代表的面积相等时：

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n} \tag{3.0.6-1}$$

$$\Delta h = \frac{\sum_{i=1}^{n} |h_i - h|}{n} \tag{3.0.6-2}$$

二、当测点所代表的面积不等时：

$$h = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i h_i}{\sum_{i=1}^{n} S_i} \tag{3.0.6-3}$$

$$\Delta h = \frac{\sum_{i=1}^{n} S_i |h_i - h|}{\sum_{i=1}^{n} S_i} \tag{3.0.6 4}$$

式中 h_i——某测点的喷洒水深，mm；

S_i——某测点所代表的面积，m^2；

n——测点数。

第 3.0.7 条 在设计风速下，喷灌均匀系数不应低于 75%，但对行喷式喷灌系统，不应低于 85%。

第 3.0.8 条 对于定喷式喷灌系统，如使用 PY_1 系列喷头，喷头组合间距可按表 3.0.8 确定。

第 3.0.9 条 喷灌系统的设计喷灌强度不得大于土壤的允许喷灌强度。对于定喷式喷灌系数，不同质地土壤的允许喷灌强度可按表 3.0.9-1 确定。当地面坡度大于 5%时，允许喷灌强度应按表 3.0.9-2 进行折减。

云水信科技

表 3.0.8 喷头组合间距

设计风速 (m/s)	组合间距	
	垂直风向	平行风向
0.3～1.6	R	$1.3R$
1.6～3.4	(1～0.8) R	(1.3～1.1) R
3.4～5.4	(0.8～0.6) R	(1.1～1) R

注：1. R 为喷头射程；

2. 在每一档风速中可按内插法取值；

3. 在风向多变而采用等间距组合时，应选用垂直风向栏的数值；

4. 表中风速是指地面以上 10m 高处的风速。

表 3.0.9-1 各类土壤的允许喷灌强度

土壤类别	允许喷灌强度 (mm/h)	土壤类别	允许喷灌强度 (mm/h)
砂土	20	壤粘土	10
砂壤土	15	粘土	8
壤土	12		

注：有良好覆盖时，表中数值可提高 20%。

表 3.0.9-2 坡地允许喷灌强度降低值

地面坡度 (%)	允许喷灌强度降低 (%)	地面坡度 (%)	允许喷灌强度降低 (%)
5～8	20	13～20	60
9～12	40	>20	75

第 3.0.10 条 喷灌的雾化指标应根据喷头工作压力水头和主喷嘴直径的比值确定，对于主喷嘴为圆形且不带碎水装置的喷头，设计雾化指标应符合表 3.0.10 的要求。

表 3.0.10 雾化指标

种类	h_p/d 值
蔬菜及花卉	4000～5000
粮食作物、经济作物及果树	3000～4000
牧草、饲料作物、草坪及绿化林木	2000～3000

注：1. h_p 为喷头工作压力水头；

2. d 为喷头主喷嘴直径。

第 3.0.11 条 设计日净喷时间宜符合下列规定：

固定管道式喷灌系数，不宜少于 12 小时；

半固定管道式喷灌系数，不宜少于 10 小时；

移动管道式和定喷机组式喷灌系数，不宜少于 8 小时；

行喷式喷灌系数，不宜少于 16 小时。

第 3.0.12 条 喷灌系统中喷头的工作压力应符合下列要求：

一、任何喷头都必须在国家标准对该种喷头所规定的压力范围内工作；

二、任何喷头的实际工作压力不得低于设计喷头工作压力的 90%；

三、同一条支管上任意两个喷头之间的工作压力差应在设计喷头工作压力的 20% 以内。

第 3.0.13 条 喷灌系统中压力变化较大时，应划分压力区域，并分区进行设计。

第四章 管 道 水 力 计 算

第一节 设计流量和设计水头

第 4.1.1 条 喷灌系统的设计流量应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_i \tag{4.1.1}$$

式中 Q——喷灌系统设计流量，m^3/h；

q_i——设计工作压力下的喷头流量，m^3/h；

n——同时工作的喷头数目。

第 4.1.2 条 喷灌系统的设计水头应按下式计算：

$$H = Z_d - Z_s + h_s + h_p + \sum h_f + \sum h_j \tag{4.1.2}$$

式中 H——喷灌系统设计水头，m；

Z_d——典型喷点的地面高程，m；

Z_s——水源水面高程，m；

h_s——典型喷点的竖管高度，m；

h_p——典型喷点喷头的工作压力水头，m；

$\sum h_f$——由水泵吸水管至典型喷点的喷头进口处之间管道的沿程水头损失，m；

$\sum h_j$——由水泵吸水管至典型喷点的喷头进口处之间管道的局部水头损失，m。

第 4.1.3 条 自压喷灌支管首端的设计水头，应根据灌区或压力区最不利的灌水情况，按下式计算：

$$H_z = Z_d - Z_z - h_s + h_p + h_{fz} + h_{jz} \tag{4.1.3}$$

式中 H_z——自压喷灌支管首端的设计水头，m；

Z_z——支管首端的地面高程，m；

h_{fz}——支管的沿程水头损失，m；

h_{jz}——支管的局部水头损失，m。

第二节 水 头 损 失 计 算

第 4.2.1 条 管道的沿程水头损失，应按下式计算：

$$h_f = f\frac{LQ^m}{d^b} \tag{4.2.1}$$

式中 h_f——沿程水头损失，m；

f——摩阻系数，与摩阻损失有关；

L——管长，m；

Q——流量，m^3/h；

d——管内径，mm；

m——流量指数，与摩阻损失有关；

b——管径指数，与摩阻损失有关。

各种管材的 f、m 及 b 值可按表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 f、m、b 数值表

管　材	f	m	b
混凝土管、钢筋混凝土管			
$n=0.013$	1.312×10^6	2.00	5.33
$n=0.014$	1.516×10^6	2.00	5.33
$n=0.015$	1.749×10^6	2.00	5.33
旧钢管、旧铸铁管	6.25×10^5	1.90	5.10
石棉水泥管	1.455×10^5	1.85	4.89
硬塑料管	0.948×10^5	1.77	4.77
铝管、铝合金管	0.861×10^5	1.74	4.74

注：n 为粗糙系数。

第 4.2.2 条 多喷头（孔）支管的沿程水头损失，可按下列公式计算：

$$h'_{f2}=Fh_f \tag{4.2.2-1}$$

$$F=\frac{N\left(\frac{1}{m+1}+\frac{1}{2N}+\frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}\right)-1+X}{N^{1+}} \tag{4.2.2-2}$$

式中 h'_{f2}——多喷头（孔）支管沿程水头损失；

F——多口系数；

N——喷头或孔口数；

X——多孔支管首孔位置系数，即支管入口至第一个喷头（或孔口）的距离与喷头（或孔口）间距之比。

第 4.2.3 条 管道的局部水头损失，应按下式计算：

$$h_j=\zeta\frac{v^2}{2g} \tag{4.2.3}$$

式中 h_j——局部水头损失，m；

ζ——局部阻力系数；

v——管道流速，m/s；

g——重力加速度，$9.81m/s^2$。

第 4.2.4 条 机压喷灌系统支管以上各级管道的直径，应通过技术经济计算确定。

第 4.2.5 条 自压喷灌系统干管输水段的长度和直径，应根据管道材质、流量，地面坡度和喷灌需要的水头等因素，经技术经济比较确定，灌区内的配水管道，在满足压力区设计水头的前提下，应采用较小管径。

万水电子科技

第三节 水锤压力验算

第 4.3.1 条 对于设有单向阀的上坡干管，应验算事故停泵时的水锤压力；未设单向阀时，应验算事故停泵时水泵机组的最高反转转速。对于下坡干管应验算启闭阀门时的水锤压力。

第 4.3.2 条 遇下列情况时，管道应采取相应的水锤防护措施：

1. 水锤压力超过管道试验压力。
2. 最高反转转速超过额定转速 1.25 倍。
3. 管道水压接近汽化压力。

第 4.3.3 条 当关阀历时符合下式条件时，可不验算关阀水锤压力：

$$T_s \geqslant 40\frac{L}{a} \tag{4.3.3}$$

式中 T_s——关阀历时，s；

a——水锤波传播速度，m/s。

第五章 设备选择与工程设施

第一节 设备选择

第 5.1.1 条 喷头的选择应符合喷灌系统设计要求。灌溉季节风大的地区或树下喷灌的喷灌系统，宜采用低仰角喷头。

第 5.1.2 条 管及管件的选择，应使其工作压力符合喷灌系统设计工作压力的要求。

第 5.1.3 条 水泵的选择应满足喷灌系统设计流量和设计水头的要求。水泵应在高效区运行。对于采用多台水泵的恒压喷灌泵站，所选各泵的流量—扬程曲线，在规定的恒压范围内应能相互搭接。

第 5.1.4 条 喷灌机应根据灌区的地形、土壤、作物等条件进行选择，并满足系统设计要求。

第二节 水源工程

第 5.2.1 条 取水建筑物的设计，可按现行《室外给水设计规范》的有关规定执行。

第 5.2.2 条 当采用小型水库蓄水时，坝体应进行稳定计算。当采用塘堰蓄水时，应进行渗漏分析，必要时应采取防渗措施。

第 5.2.3 条 喷灌渠道宜作防渗处理。行喷式喷灌系统，其工作渠内水深必须满足水泵吸水要求；定喷式喷灌系统，其工作渠内水深不能满足要求时，应设置工作池。工作池尺寸应满足水泵正常吸水和清淤要求；对于兼起调节水量作用的工作池，其容积应通过水量平衡计算确定。

第 5.2.4 条 机行道应根据喷灌机的类型在工作渠旁设置。对于平移式喷灌机，其机

行道的路面应平直、无横向坡度；若主机跨渠行进，渠道两旁的机行道，其路面高程应相等。

第 5.2.5 条 喷灌系统中的暗渠或暗管在交叉、分支及地形突变处应设置配水井，其尺寸应满足清淤、检修要求，在水泵抽水处应设置工作井，其尺寸应满足清淤、检修及水泵正常吸水要求。

第三节 泵 站

第 5.3.1 条 自河道取水的喷灌泵站，应满足防淤积、防洪水和防冲刷的要求。

第 5.3.2 条 喷灌泵站设置的水泵（及动力机）数，宜为 2～4 台。当系统设计流量较小时，可只设置一台水泵（及动力机），但应配备足够数量的易损零件。喷灌泵站不宜设置备用泵（及动力机）。

第 5.3.3 条 泵站的前池或进水池内应设置拦污栅，并应具备良好的水流条件。前池水流平面扩散角：对于开敞型前池，应小于 10°；对于分室型前池，各室扩散角应不大于 20°，总扩散角不宜大于 60°。前池底部纵坡不应大于 1/5。进水池容积，应按容纳不少于水泵运行 5min 的水量确定。

第 5.3.4 条 水泵吸水管直径应不小于水泵口径。当水泵可能处于自灌式充水时，其吸水管道上应设检修阀。

第 5.3.5 条 水泵的安装高程，应根据减少基础开挖量、防止水泵产生汽蚀、确保机组正常运行的原则，经计算确定。

第 5.3.6 条 水泵和动力机基础的设计，应按现行《动力机器基础设计规范》的有关规定执行。

第 5.3.7 条 泵房平面布置及设计要求，可按现行《室外给水设计规范》的有关规定执行。对于半固定管道式或移动管道式喷灌系统，当不设专用仓库时，应在泵房内留出存放移动管道的面积。

第 5.3.8 条 出水管的设置，每台水泵宜一根，其直径不应小于水泵出口直径。当泵站安装多台水泵、且出水管线较长时，出水管宜并联，并联后的根数及直径应合理确定。

第 5.3.9 条 泵站的出水池，水流应平顺，与输水渠应采用渐变段连接。渐变段长度，应按水流平面收缩角不大于 50°确定。出水池和渐变段应采用混凝土或浆砌石结构，输水渠首应采用砌体加固。出水管口应设在出水池设计水位以下。出水管口或池内宜设置断流设施。

第 5.3.10 条 装设柴油机的喷灌泵站，应设置能够储存 10～15 天燃料油的储油设备。

第 5.3.11 条 喷灌系统的供电设计，可按现行电力建设的有关规范执行。

第四节 管 网

第 5.4.1 条 喷灌管道的布置，应遵守下列规定：

一、应符合喷灌工程总体设计的要求。

二、应使管道总长度短，有利于水锤的防护。

灌溉排水技术

三、应满足各用水单位的需要，管理方便，有利于组织轮灌和迅速分散流量。

四、在条作田内，应使支管与作物种植方向一致。在丘陵山区，应使支管沿等高线布置。在可能的条件下，支管宜垂直主风向。

五、管道的纵剖面应力求平顺，减少折点；有起伏时应避免产生负压。

第 5.4.2 条 自压喷灌系统的进水口和机压喷灌系统的加压泵吸水管底端，应分别设置拦污栅和滤网。

第 5.4.3 条 在各级管道的首端应设进水阀或分水阀。在连接地埋管和地面移动管的出地管上，应设给水栓。当管道过长或压力变化过大时，应在适当位置设置节制阀。在地埋管道的阀门处应建阀门井。

第 5.4.4 条 在管道起伏的高处应设排气装置；对自压喷灌系统，在进水阀后的干管上应设通气管，其高度应高出水源水面高程。在管道起伏的低处及管道末端应设泄水装置。

第 5.4.5 条 固定管道的末端及变坡、转弯和分叉处宜设镇墩。当温度变化较大时，宜设伸缩装置。

第 5.4.6 条 固定管道应根据地形、地基和直径、材质等条件来确定其敷设坡度以及对管基的处理。

第 5.4.7 条 在管网压力变化较大的部位，应设置测压点。

第 5.4.8 条 地埋管道的埋设深度应根据气候条件、地面荷载和机耕要求等确定。

第六章 工 程 施 工

第一节 一 般 规 定

第 6.1.1 条 喷灌工程施工、安装应按已批准的设计进行，修改设计或更换材料设备应经设计部门同意，必要时需经主管部门批准。

第 6.1.2 条 工程施工，应符合下列程序和要求：

一、施工放样：

施工现场应设置施工测量控制网，并将它保存到施工完毕。应定出建筑物的主轴线或纵横轴线、基坑开挖线与建筑物轮廓线等；应标明建筑物主要部位和基坑开挖的高程。

二、基坑开挖：

必须保证基坑边坡稳定。若基坑挖好后不能进行下道工序，应预留 15～30cm 土层不挖，待下道工序开始前再挖至设计标高。

三、基坑排水：

应设置明沟或井点排水系统，将基坑积水排走。

四、基础处理：

基坑地基承载力小于设计要求时，必须进行基础处理。

五、建筑物砌筑：

应符合现行《砖石工程施工及验收规范》、《钢筋混凝土工程施工及验收规范》、《地下

万水电科技

防水工程施工及验收规范》、《地面工程施工及验收规范》等规范的要求。

六、回填：

砌筑完毕，应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后回填；回填土应干湿适宜，分层夯实，与砌体接触密实。

第 6.1.3 条 在施工过程中，应做好施工记录。对于隐蔽工程，必须填写《隐蔽工程记录》，经验收合格后方能进入下道工序施工。全部工程施工完毕后应及时编写竣工报告。

第二节 水源工程施工

第 6.2.1 条 机井施工应符合现行《供水管井工程施工及验收规范》的有关规定。

第 6.2.2 条 蓄水池防水部分施工应符合现行《地下防水工程施工及验收规范》中的有关规定。

第三节 泵站施工

第 6.3.1 条 泵站机组的基础施工，应符合下列要求：

一、基础必须浇注在未经松动的基坑原状土上，当地基土的承载力小于 0.05MPa（0.5kgf/cm²）时，应进行加固处理。

二、基础的轴线及需要预埋的地脚螺栓或二期混凝土预留孔的位置应正确无误。

三、基础浇注完毕拆模后，应用水平尺校平，其顶面高程应正确无误。

第 6.3.2 条 中心支轴式喷灌机的中心支座采用混凝土基础时，应按设计要求于安装前浇注好。浇注混凝土基础时，在平地上，基础顶面应呈水平；在坡地上，基础顶面应与坡面平行。

第 6.3.3 条 中心支轴式喷灌机中心支座的基础与水井或水泵的相对位置不得影响喷灌机的拖移。当喷灌机中心支座与水泵相距较近时，水泵出水口与喷灌机中心线应保持一致。

第四节 管网施工

第 6.4.1 条 管道沟槽开挖，应符合下列要求：

一、应根据施工放样中心线和标明的槽底设计标高进行开挖，不得挖至槽底设计标高以下。如局部超挖则应用相同的土壤填补夯实至接近天然密实度。沟槽底宽应根据管道的直径与材质及施工条件确定。

二、沟槽经过岩石、卵石等容易损坏管道的地方应将槽底至少再挖 15cm，并用砂或细土回填至设计槽底标高。

三、管子接口槽坑应符合设计要求。

第 6.4.2 条 沟槽回填应符合下列要求：

一、管及管件安装完毕，应填土定位，经试压合格后尽快回填。

二、回填前应将沟槽内一切杂物清除干净，积水排净。

三、回填必须在管道两侧同时进行，严禁单侧回填，填土应分层夯实。

四、塑料管道应在地面和地下温度接近时回填；管周填土不应有直径大于 2.5cm 的石

子及直径大于 5cm 的土块，半软质塑料管道回填时还应将管道充满水，回填土可加水灌筑。

第 6.4.3 条 井室和镇墩施工应符合现行《砖石工程施工及验收规范》的规定。

第七章 设 备 安 装

第一节 一 般 规 定

第 7.1.1 条 喷灌系统设备安装应具备下列条件：

一、安装人员已经了解设备性能、熟悉安装要求。

二、安装用的工具、材料已准备齐全，安装用的机具经检查确认安全可靠。

三、与设备安装有关的土建工程已经验收合格。

四、待安装的设备已按设计核对无误，检验合格，内部清理干净，不存杂物。

第 7.1.2 条 设备检验应按下列要求进行：

一、应按设计要求核对设备数量、规格、材质、型号和连接尺寸，并应进行外观质量检查。

二、应对喷头、管及管件进行抽检，抽检数量不少于三件，抽检不合格，再取双倍进行不合格项目的复测。复测结果如仍有一件不合格，则全批作为不合格。

三、检验用的仪器、仪表和量具均应具备计量部门的检验合格证。

四、检验记录应归档。

第 7.1.3 条 地埋管道安装应符合下列要求：

一、管道安装不得使用木垫、砖垫或其他垫块；不得安装在冻结的土基上。

二、管道安装宜按从低处向高处，先干管后支管的顺序进行。

三、管道吊运时，不得与沟壁或槽底相碰撞。

四、管道安装时，应排净沟槽积水；管底与管基应紧密接触。

五、脆性管材和塑料管穿越公路或铁路应加套管或筑涵洞保护。

第 7.1.4 条 安装带有法兰的阀门和管件时，法兰应保持同轴、平行，保证螺栓自由穿入，不得用强紧螺栓的方法消除歪斜。

第 7.1.5 条 管道安装分期进行或因故中断时，应用堵头将敞口封闭。

第 7.1.6 条 在设备安装过程中，应随时进行质量检查，不得将杂物遗留在设备内。

第二节 机 电 设 备 安 装

第 7.2.1 条 直联机组安装时，水泵与动力机必须同轴，联轴器的端面间隙应符合要求。

第 7.2.2 条 非直联卧式机组安装时，动力机和水泵轴心线必须平行，皮带轮应在同一平面，且中心距符合设计要求。

第 7.2.3 条 柴油机的排气管应通向室外，且不宜过长。电动机的外壳应接地，绝缘

行业标准

应符合标准。

第 7.2.4 条 电气设备应按接线图进行安装，安装后应进行对线检查和试运行。

第 7.2.5 条 中心支轴式、平移式喷灌机必须按照说明书规定进行安装调试，并由专门技术人员组织实施。

第 7.2.6 条 机械设备安装的有关具体质量要求，应符合现行《机械设备安装工程施工及验收规范》的规定。

第三节 金属管道安装

第 7.3.1 条 金属管道安装前应进行外观质量和尺寸偏差检查，并宜进行耐水压试验，其要求应符合《铸铁直管及管件》、《低压流体输送用镀锌焊接钢管》、《喷灌用金属薄壁管》等现行标准的规定。

第 7.3.2 条 镀锌钢管安装应按现行《工业管道工程施工及验收规范》（金属管道篇）执行。

第 7.3.3 条 镀锌薄壁钢管、铝管及铝合金管安装，应按安装使用说明书要求进行。

第 7.3.4 条 铸铁管的安装应按下列规定进行：

一、安装前，应清除承口内部及插口外部的沥青块及飞刺、铸砂等其他杂质；用小锤轻轻敲打管子，检查有无裂缝，如有裂缝，应予更换。

二、铺设安装时，对口间隙、承插口环形间隙及接口转角，应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 对口间隙、承插口环形间隙及接口转角值

名称	对口最小间隙 (mm)	对口最大间隙 (mm)		承插口标准环形间隙 (mm)				每个接口允许转角 (°)
		$Dg100$～$Dg250$	$Dg300$～$Dg350$	$Dg100$～$Dg200$		$Dg250$～$Dg350$		
				标准	允许偏差	标准	允许偏差	
沿直线铺设安装	3	5	6	10	+3 -2	11	+4 -2	
沿曲线铺设安装	3	7～13	10～11	—	—	—	—	2

注：Dg 为管公称内径。

三、安装后，承插口应填塞，填料可采用膨胀水泥、石棉水泥和油麻等。

（一）采用膨胀水泥和石棉水泥时，填塞深度应为接口深度的 1/2～2/3；填塞时应分层捣实，压平，并及时湿养护。

（二）采用油麻时，应将麻拧成辫状填入，麻辫中麻段搭接长度应为 0.1～0.15m。麻辫填塞时应仔细打紧。

第四节 塑料管道安装

第 7.4.1 条 塑料管道安装前应进行外观质量和尺寸偏差的检查，并应符合《硬聚氯乙烯管材》、《聚丙烯管材》、《喷灌用低密度聚乙烯管材》等现行标准的规定。对于涂塑软

管，不应有划伤、破损，不得夹有杂质。

第 7.4.2 条 塑料管道安装前宜进行爆破压力试验，并应符合下列规定：

一、试样长度采用管外径的 5 倍，但不应小于 250mm。

二、测量试样的平均外径和最小壁厚。

三、按要求进行装配，并排除管内空气。

四、在一分钟内迅速连续加压至爆破，读取最大压力值。

五、瞬时爆破环向应力按下式计算，其值不得低于表 7.4.2-1 的规定。

$$\sigma = P_{max} \cdot \frac{D - e_{min}}{2e_{mn}} - K_t(20 - t) \qquad (7.4.2)$$

式中 σ——塑料管瞬时爆破环向应力，MPa（kgf/cm²）；

P_{max} 最大表压力，MPa（kgf/cm²）；

D——管平均外径，m（mm）；

e_{mn}——管最小壁厚，m（mm）；

K_t 温度修正系数，MPa/℃［kgf/（cm²·℃）］，硬聚氯乙烯为 0.625（6.25），共聚聚丙烯为 0.30（3.0），低密度聚乙烯为 0.18（1.8）；

t——试验温度，℃，一般为 5～35℃。

表 7.4.2-1 塑料管瞬时爆破环向应力 σ 值

名 称	硬聚氯乙烯管	聚丙烯管	低密度聚乙烯管
σ［MPa（kgf/cm²）］	15（45[illegible]	[illegible]（220）	9.6（96）

六、对于涂塑软管，其爆破压力不得低于表 7.4.2-2 的规定。

表 7.4.2-2 涂塑软管爆破压力值

工作压力［MPa（kgf/cm²）］	爆破压力［MPa（kgf/cm²）］
0.4（4）	1.3（13）
0.6（3）	1.8（18）

第 7.4.3 条 塑料管粘接连接，应符合下列要求：

一、粘接前：

1. 按设计要求，选择合适的粘接剂。
2. 按粘接技术要求，对管或管件进行预加工和预处理。
3. 按粘接工艺要求，检查配合间隙，并将接头去污、打毛。

二、粘接：

1. 管轴线应对准，四周配合间隙应相等。
2. 粘接剂涂抹长度应符合设计规定。
3. 粘接剂涂抹应均匀，间隙应用粘接剂填满，并有少量挤出。

三、粘接后：

1. 固化前管道不应移位。
2. 使用前应进行质量检查。

第 7.4.4 条 塑料管翻边连接，应符合下列要求：

一、连接前：

1. 翻边前应将管端锯正、锉平、洗净、擦干。

2. 翻边应与管中心线垂直，尺寸应符合设计要求。

3. 翻边正反面应平整，并能保证法兰和螺栓或快速接头自由装卸。

4. 翻边根部与管的连接处应熔合完好，无夹渣、穿孔等缺陷；飞边、毛刺应剔除。

二、连接：

1. 密封圈应与管同心。

2. 拧紧法兰螺栓时扭力应符合标准，各螺栓受力应均匀。

三、连接后：

1. 法兰应放入接头坑内。

2. 管道中心线应平直，管底与沟槽底面应贴合良好。

第 7.4.5 条 塑料管套筒连接，应符合下列要求：

一、连接前：

1. 配合间隙应符合设计和安装要求。

2. 密封圈应装入套筒的密封槽内，不得有扭曲、偏斜现象。

二、连接：

1. 管子插入套筒深度应符合设计要求。

2. 安装困难时，可用肥皂水或滑石粉作润滑剂；可用紧线器安装，也可隔一木块轻敲打入。

三、连接后：

密封圈不得移位、扭曲、偏斜。

第 7.4.6 条 塑料管热熔对接，应符合下列要求：

一、对接前：

1. 热熔对接管子的材质、直径和壁厚应相同。

2. 按热熔对接要求对管子进行预加工，清除管端杂质、污物。

3. 管端按设计温度加热至充分塑化而不烧焦；加热板应清洁、平整、光滑。

二、对接：

1. 加热板的抽出及两管合拢应迅速，两管端面应完全对齐；四周挤出树脂应均匀。

2. 冷却时应保持清洁。自然冷却应防止尘埃侵入；水冷却应保持水质清净。

三、对接后：

1. 两管端面应熔接牢固，并按 10%进行抽检。

2. 若两管对接不齐应切开重新加工对接。

3. 完全冷却前管道不应移动。

第五节 水泥制品管道安装

第 7.5.1 条 水泥制品管道安装前应进行外观质量和尺寸偏差的检查，并宜进行耐水压试验，其要求应符合现行《自应力钢筋混凝土输水管》标准的规定。

万水信息科技

第 7.5.2 条 安装时应符合下列要求：

一、承口应向上。

二、套胶圈前，承插口应刷净，胶圈上不得粘有杂物，套在插口上的胶圈不得扭曲、偏斜。

三、插口应均匀进入承口，回弹就位后，仍应保持对口间隙 10～17mm。

第 7.5.3 条 在沟槽土壤或地下水对胶圈有腐蚀性的地段，管道覆土前应将接口封闭。

第 7.5.4 条 水泥制品管配用的金属管件应进行防锈、防腐处理。

第六节 竖管和喷头安装

第 7.6.1 条 喷头、竖管安装前应核对喷头的型号、规格，检查喷头各转动部分动作是否灵活，弹簧是否锈蚀，竖管外螺纹是否有碰伤现象。

第 7.6.2 条 支管与竖管、竖管与喷头的连接应密封可靠。

第 7.6.3 条 竖管安装应铅直、稳定。

第八章 管道水压试验

第一节 一般规定

第 8.1.1 条 施工安装期间应对管道进行分段水压试验，施工安装结束后应进行管网水压试验。试验结束后，均应编写水压试验报告。对于较小的工程可不做分段水压试验。

第 8.1.2 条 水压试验应选用 0.25 或 0.4 级标准压力表。被测管网应设调压装置。

第 8.1.3 条 水压试验前应进行下列准备工作：

一、检查整个管网的设备状况：阀门启闭应灵活，开度应符合要求；排、进气装置应通畅。

二、检查地埋管道填土定位情况：管道应固定，接头处应显露并能观察清楚渗水情况。

三、通水冲洗管道及附件：按管道设计流量连续进行冲洗，直到出水口水的颜色与透明度和进口处目测一致。

第二节 耐水压试验

第 8.2.1 条 管道试验段长度不宜大于 1000m。

第 8.2.2 条 管道注满水后，金属管道和塑料管道经 24h、水泥制品管道经 48h 后，方可进行耐水压试验。

第 8.2.3 条 试验宜在环境温度 5℃以上进行，否则应有防冻措施。

第 8.2.4 条 试验压力不应小于系统设计压力的 1.25 倍。

第 8.2.5 条 试验时升压应缓慢，达到试验压力后，保压 10min，无泄漏、无变形即为合格。

第三节 渗水量试验

第 8.3.1 条 在耐水压试验保压 10min 期间，如压力下降大于 0.05MPa（0.5kgf/

工业和信息化

cm^2），应进行渗水量试验。

第 8.3.2 条 试验时应先充水，排净空气，然后缓慢升压至试验压力，立即关闭进水阀门，记录下降 0.1MPa（1kgf/cm^2）压力所需的时间 T_1（min）；再将水压升至试验压力，关闭进水阀并立即开启放水阀，往量水器中放水，记录下降 0.1MPa（1kgf/cm^2）压力所需的时间 T_2（min），测量在 T_2 时间内的放水量 W（L），按下式计算实际渗水量：

$$q_s = \frac{W}{T_1 - T_2} \times \frac{1000}{L} \tag{8.3.2}$$

式中 q_s——1000m 长管道实际渗水量，L/min；

L——试验管段长度，m。

第 8.3.3 条 允许渗水量按下式计算：

$$[q_s] = K_s \sqrt{d} \tag{8.3.3}$$

式中 $[q_s]$——1000m 长管道允许渗水量，L/min；

K_s——渗水系数：钢管 0.05，硬聚氯乙烯管、聚丙烯管 0.08，铸铁管 0.10，聚乙烯管 0.[illegible]，钢筋混凝土管、钢丝网水泥管 0.14。

第 8.3.4 条 实际渗水量小于允许渗水量即为合格；实际渗水量大于允许渗水量时，应修补后重测，直至合格为止。

第九章 工 程 验 收

第一节 一 般 规 定

第 9.1.1 条 喷灌工程验收前应提交下列文件：全套设计文件、施工期间验收报告、管道水压试验报告、试运行报告、工程决算报告、运行管理办法、竣工图纸和竣工报告。

第 9.1.2 条 对于较小的工程，验收前只需提交设计文件、竣工图纸和竣工报告。

第二节 施 工 期 间 验 收

第 9.2.1 条 喷灌系统的隐蔽工程，必须在施工期间进行验收，合格后方可进行下道工序。

第 9.2.2 条 应检查水源工程、泵站及管网的基础尺寸和高程，预埋铁件和地脚螺栓的位置及深度，孔、洞、沟以及沉陷缝、伸缩缝的位置和尺寸等是否符合设计要求；地埋管道的沟槽深度、底宽、坡向及管基处理，施工安装质量等是否符合设计要求和本规范的规定。并应对管道进行水压试验。

第 9.2.3 条 隐蔽工程检查合格后，应有签证和验收报告。

第三节 竣 工 验 收

第 9.3.1 条 应审查技术文件是否齐全、正确。

第 9.3.2 条 应检查土建工程是否符合设计要求和本规范的规定。

节水灌溉技术

第 9.3.3 条 应检查设备选择是否合理，安装质量是否达到本规范的规定，并应对机电设备进行启动试验。

第 9.3.4 条 应进行全系统的试运行，并宜对各项技术参数进行实测。

第 9.3.5 条 竣工验收结束，应编写竣工验收报告。

附录一 名 词 解 释

1. 喷灌——喷洒灌溉的简称。它是借助一套专门设备将具有压力的水喷到空中，散成水滴降落田间，供给作物水分的一种先进的灌溉方法。

2. 喷灌设备——又称喷灌机具，是用于喷灌的动力机、水泵、管道、喷头等机械和电气设备的总称。

3. 喷灌机（机组）——将动力机、水泵、管道、喷头等设备配套成一个可以移动的整体，称之为喷灌机或喷灌机组。

4. 喷灌系统——把喷灌设备和水源工程联系起来，以实现喷洒灌溉的一种水利设施。喷灌系统的类型很多，其分类方法也有多种。

（1）按系统获得压力的方式分类。

1）机压喷灌系统：靠机械加压使系统获得工作压力。

2）自压喷灌系统：利用地形自然落差来获得工作压力。

（2）按系统的喷洒特征分类。

1）定喷式喷灌系统：喷头在一个位置上作定点喷洒，如各类管道式喷灌系统和定喷机组式喷灌系统。

2）行喷式喷灌系统：喷头在行走移动过程中进行喷洒作业，如中心支轴、平移等行喷式喷灌机组成的喷灌系统。

（3）按系统的设备组成分类。

1）管道式喷灌系统：水源、喷灌用水泵与各喷头间由一级或数级压力管道连接，由于管道是这类系统中设备的主要组成部分，故称之为管道式喷灌系统。根据管道的可移程度，这类系统又分为固定管道式喷灌系统、半固定管道式喷灌系统和移动管道式喷灌系统。

2）机组式喷灌系统：以喷灌机（机组）为主体的喷灌系统，称为机组式喷灌系统。机组式喷灌系统又分为定喷机组式喷灌系统和行喷机组式喷灌系统。

5. 喷洒水利用系数——洒布在地面、作物上的水量与喷头喷出水量的比值，用 η 表示。

6. 喷灌均匀系数——喷头在一定组合形式下工作时，反映喷洒水量在喷灌面积上分布均匀程度的系数，用 C_u 表示。

7. 喷头组合间距——喷头在一定组合形式下工作时，支管布置间距与支管上喷头布置间距的统称。

8. 喷灌强度——单位时间内喷洒在地面上的水深，用 ρ 表示，单位为 mm/h 或 mm/

min、喷灌强度的允许值，称为允许喷灌强度。

9. 雾化指标　反映喷头射流碎裂程度的指标。

10. 设计喷头工作压力　喷灌系统规划设计中所确定的喷头正常工作压力。

11. 喷点——喷头的工作位置。

12. 竖管——连接喷头的竖直短管。

13. 支管　连接竖管（或不设竖管时，直接连接喷头）的管道。

14. 干管——支管以上各级管道（分干管、干管、主干管）的统称。

15. 工作池——喷灌机直接抽水的田间水池。

16. 工作渠——喷灌机直接抽水的田间渠道或串联工作池的渠道。

17. 喷灌泵站——喷灌系统中水源泵站、加压泵站和输水泵站的统称。直接从地上或地下水源提水的泵站称为水源泵站；为喷灌系统提供所需工作压力的泵站，称为加压泵站（若压力是恒定的，则称为恒压泵站）；受水源、地形及其他自然条件限制，为降低工程投资，在水源泵站与加压泵站之间增设起输水作用的泵站，称为输水泵站。

附录二　本规范用词说明

1. 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在有条件时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

4. 条文中应按指定的标准、规范或其他有关规定执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。如非必须按所指的标准、规范或其他规定执行的写法为“可参照……”。

工水电科技

附加说明

主编单位：北京水利电力经济管理学院研究生部
（原华北水利水电学院北京研究生部）
武汉水利电力学院

参加单位：湖北省、河南省、安徽省和北京市水利厅（局）
中国农业科学院农田灌溉研究所
水利电力部
陕西机械学院水利系

江苏工学院排灌机械研究所
吉林省农业科学院机耕所
吉林省农机研究所
华北水利水电学院
四川省水利电力研究所
广东、福建省水利水电科学研究所
河北、山西、山东、黑龙江省水利科学研究所
武汉市水利局、太原市喷灌技术研究所
西安市水利勘测设计队
湖北省咸宁地区水利局
湖南省洞口县水利电力局
山东省栖霞县、湖北省云梦县和天门县水利局
四川省新津县喷灌工程公司

主要起草人：窦以松　碧永曜　朱尧洲　陈进禄　孙万弟
马启祥　刘忠潮　施钧亮　王云涛　丁希泉
李英能　梁文经　陈学敏　史　群　李世英等

农业保护科技

中华人民共和国行业标准

微灌工程技术规范

SL103—95

主编单位：水利部农田灌溉研究所
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1995 年 9 月 21 日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《微灌工程技术规范》SL103—95的通知

水科技 [1995] 373号

根据1992年水利水电技术标准制定、修订计划，由部科技司主持，以水利部农田灌溉研究所为主编单位制定的《微灌工程技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：《微灌工程技术规范》SL103- 95。

本标准自发布之日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告部科技司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九五年九月二十一日

农业部科技

目　次

1　总则…… 47
2　微灌工程规划…… 47
3　微灌技术参数…… 49
4　微灌系统水力计算…… 51
5　设备选择与工程设施…… 54
6　工程施工…… 56
7　设备安装…… 58
8　管道冲洗和系统试运行…… 61
9　工程验收…… 62
附录A　名词术语…… 62
附录B　主要符号…… 63
附录C　均匀坡毛管水力计算…… 65
附加说明…… 71
条文说明…… 72

万水帕科技

1 总 则

1.0.1 微灌工程建设必须认真执行国家的技术经济政策，统一技术要求，提高工程质量，特制定本工程技术规范。

1.0.2 微灌工程建设必须坚持因地制宜、技术先进、经济合理、使用方便和安全可靠的原则，充分发挥其效益。

1.0.3 本规范适用于果树、蔬菜、花卉等经济作物及其他作物的微灌工程规划、设计、施工、安装及验收。

1.0.4 微灌工程的规划、设计、施工、安装及验收，除应符合本规范的规定外，还应符合现行的有关标准和规范的规定。

2 微灌工程规划

2.1 一般规定

2.1.1 微灌工程的规划应收集水源、气象、地形、土壤、作物、灌溉试验、能源与设备、社会经济状况与发展规划等方面的基本资料。

2.1.2 微灌工程应进行可行性论证。规划应符合当地农业区划和农田水利规划的要求，并与农村发展规划相协调。

2.1.3 平原区灌溉面积大于 100 hm^2，山丘区灌溉面积大于 50 hm^2 的微灌工程，应分为规划、设计两个阶段进行，面积小的可合为一个阶段进行。

2.1.4 微灌工程的灌水方式应根据水源、气象、地形、土壤、作物种植、社会经济、生产管理水平等条件，因地制宜地选择滴灌、微喷灌、涌泉灌等灌水方式。

2.1.5 微灌工程规划应包括水源工程、首部枢纽和管网规划布置。规划布置成果应绘制在不小于 1/5000 的地形图上，并应提出工程概算。

2.2 水源分析与用水计算

2.2.1 微灌工程规划必须对水源的水量、水位和水质进行分析。利用现有水源工程供水的微灌系统，应根据工程原设计和运用情况，确定设计水文年的供水状况；新建水源工程，供水状况应根据来水条件通过计算确定。

2.2.2 微灌工程以水量丰富的江、河、水库、湖泊为水源时，可不作供水量计算，但必须进行年内水位变化和水质分析。

2.2.3 微灌工程以小河、山溪、塘坝为水源时，应根据调查资料并参考地区性水文手册或图集，分析计算设计水文年的径流量和年内分配过程线。

农水电科技

2.2.4 微灌工程以井、泉为水源时，应根据已有资料分析确定可供水量。无资料时，应对水井作抽水试验，对泉水进行调查、实测出流量来确定可供水量。

2.2.5 微灌水质除必须符合GB5084《农田灌溉水质标准》的规定外，还应满足：

(1) 进入微灌管网的水应经过净化处理，不应含有泥沙、杂草、鱼卵、藻类等物质。

(2) 微灌水质的pH值一般应在5.5～8.0范围内。

(3) 微灌水的总含盐量不应大于2000 ppm。

(4) 微灌水的含铁量不应大于0.4 ppm。

(5) 微灌水的总硫化物含量不应大于0.2 ppm。

2.2.6 微灌用水量应根据设计水文年的降雨、蒸发、作物种类及种植面积等因素计算确定：

(1) 当有微灌试验资料时，应由试验资料计算确定。

(2) 当无试验资料时，可根据当地的气象资料，按照彭曼或蒸发皿法求得需水量，然后再计算出微灌的用水量。也可参照邻近相似地区的灌溉试验资料计算确定。

2.3 水量平衡计算

2.3.1 在水源供水流量稳定且无调蓄时，可用下式确定微灌面积：

$$A=\frac{\eta Qt}{10I_a} \tag{2.3.1-1}$$

$$I_a=E_a-P_0 \tag{2.3.1-2}$$

式中 A——可灌面积，hm^2；

Q——可供流量，m^3/h；

I_a——设计供水强度，mm/d；

E_a——设计耗水强度，mm/d；

P_0——有效降雨量，mm/d；

t——水源每日供水时数，h/d；

η——灌溉水利用系数。

2.3.2 在水源有调蓄能力且调蓄容积已定时，可按下式确定微灌面积：

$$A=\frac{\eta KV}{10\sum I_iT_i} \tag{2.3.2}$$

式中 K——塘坝复蓄系数，$K=1.0\sim1.4$；

η——蓄水利用系数，$\eta=0.6\sim0.7$；

V——蓄水工程容积，m^3；

I_i——灌溉季节各月的毛供水强度，mm/d；

T_i——灌溉季节各月的供水天数，d。

2.3.3 在灌溉面积已定，需要修建调蓄工程时，可用式(2.3.2)确定调蓄容积V。需要确定设计供水流量时，可用式(2.3.1-1)计算流量Q。

2.4 管网布置

微灌管网布置应遵循下列原则：

万水伯乐科技

（1）符合微灌工程总体要求。

（2）使管道总长度短，少穿越其他障碍物。

（3）满足各用水单位需要，能迅速分配水流，管理维护方便。

（4）输配水管道沿地势较高位置布置，支管垂直于作物种植行布置，毛管顺作物种植行布置。

（5）管道的纵剖面应力求平顺。

3 微灌技术参数

3.0.1 微灌工程设计保证率应根据自然条件和经济条件确定，不应低于85%。

3.0.2 微灌设计土壤湿润比应根据自然条件、作物种类、种植方式及微灌的形式确定，可按表3.0.2选取。

表3.0.2 微灌设计土壤湿润比 (%)

作物	滴灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
果树	25～40	40～60	蔬菜	60～90	70～100
葡萄、瓜类	30～50	40～70	粮、棉、油等作物	60～90	100

注：干旱地区宜取上限值。

3.0.3 设计耗水强度应采用设计年灌溉季节月平均耗水强度峰值，并应由当地试验资料确定，在无实测资料时可通过计算或由表3.0.3选取。

表3.0.3 设计耗水强度 (mm/d)

作物	滴灌	微喷灌	作物	滴灌	微喷灌
果树	3～5	4～6	蔬菜（露地）	4～7	5～8
葡萄、瓜类	3～6	4～7	粮、棉、油等作物	4～6	5～8
蔬菜（保护地）	2～3				

注：干旱地区宜取上限值。

3.0.4 灌溉水的利用系数应不低于下列数值：

滴灌 0.90

微喷灌 0.85

3.0.5 设计灌水定额应根据当地试验资料按下列公式之一计算确定。

$$m = 0.1\gamma z p(\theta_{max} - \theta_{min})/\eta \qquad (3.0.5\text{-}1)$$

或

$$m = 0.1 z p(\theta'_{max} - \theta'_{min})/\eta \qquad (3.0.5\text{-}2)$$

式中 m —— 设计灌水定额，mm；

γ —— 土壤容重，g/cm³；

z —— 计划湿润土层深度，m；

p——微灌设计土壤湿润比，%；

θ_{max}、θ_{min}——适宜土壤含水率上下限（占干土重量的百分比）；

θ'_{max}、θ'_{min}——适宜土壤含水率上下限（占土壤体积的百分比）；

η——灌溉水利用系数。

3.0.6 设计灌水周期应根据试验资料确定。在缺乏试验资料的地区，可参照邻近地区的试验资料并结合当地实际情况按下式计算确定：

$$T = (m/E_a)\eta \tag{3.0.6}$$

式中 T——设计灌水周期，d。

3.0.7 设计系统日工作小时数应根据当地水源和农业技术条件确定，不宜大于 20 h。

3.0.8 灌水器设计工作水头应取所选灌水器的额定工作水头。没有额定工作水头的灌水器，应由灌水器水头与流量关系曲线确定，但不宜低于 2 m。

3.0.9 灌水器设计允许流量偏差率应不大于 20%。灌水小区内灌水器流量和工作水头偏差率应按下列公式计算：

$$q_v = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_d} \times 100\% \tag{3.0.9-1}$$

$$h_v = \frac{h_{max} - h_{min}}{h_d} \times 100\% \tag{3.0.9-2}$$

式中 q_v——灌水器流量偏差率，%；

q_{max}——灌水器最大流量，L/h；

q_{min}——灌水器最小流量，L/h；

q_d——灌水器设计流量，L/h；

h_v——灌水器工作水头偏差率，%；

h_{max}——灌水器最大工作水头，m；

h_{min}——灌水器最小工作水头，m；

h_d——灌水器设计工作水头，m。

3.0.10 灌水器工作水头偏差率与流量偏差率之间的关系可用下式表示：

$$H_v = \frac{q_v}{x}\left(1 + 0.15\,\frac{1-x}{x}q_v\right) \tag{3.0.10}$$

式中 x——灌水器流态指数。

3.0.11 微灌均匀系数不应低于 0.8，并应按下式计算：

$$Cu = 1 - \frac{\overline{\Delta q}}{\bar{q}} \tag{3.0.11-1}$$

$$\overline{\Delta q} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|q_i - \bar{q}| \tag{3.0.11-2}$$

式中 Cu——微灌均匀系数；

$\overline{\Delta q}$——灌水器流量的平均偏差，L/h；

q_i——各灌水器流量，L/h；

$\bar{q}$——灌水器流量平均值，L/h；

n——所测的灌水器数目。

五洲伯科技

3.0.12 过滤器设计进口与出口压力差应按下式确定：

$$\Delta h = \Delta h_0 + \Delta h_{max} \tag{3.0.12}$$

式中 Δh——过滤器设计进口与出口水头差，m；

Δh_0——过滤器通过洁净水流时进口与出口水头差，m；

Δh_{max}——过滤器工作时允许进口与出口增加的水头差，m，此值不宜大于3.0 m。

4 微灌系统水力计算

4.1 设计流量与设计水头

4.1.1 微灌系统某级管道的设计流量应按下式计算：

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_i \tag{4.1.1}$$

式中 Q——某级管道的设计流量，L/h；

q_i——第i号灌水器设计流量，L/h；

n——同时工作的灌水器个数。

4.1.2 微灌系统及某级管道的设计水头，应在最不利轮灌条件下按下式计算：

$$H = Z_p - Z_i + h_i + \sum h_f + \sum h_w \tag{4.1.2}$$

式中 H——系统或某级管道的设计水头，m；

Z_p——典型毛管进口的高程，m；

Z_i——系统水源的设计水位或某级管道的进口高程，m；

h_i——典型毛管进口的设计水头，m；

$\sum h_f$——系统或某级管道进口至典型毛管进口的管道沿程水头损失，m；

$\sum h_w$——系统或某级管道进口至典型毛管进口的管道局部水头损失，m。

4.2 水头损失计算

4.2.1 管道沿程水头损失应按下式计算：

$$h_f = f \frac{Q^m}{d^b} L \tag{4.2.1}$$

式中 h_f——沿程水头损失，m；

f——摩阻系数；

Q——流量，L/h；

d——管道内径，mm；

L——管长，m；

m——流量指数；

b——管径指数。

各种管材的f、m、b值，可按表4.2.1选用。

表 4.2.1 管道沿程水头损失计算系数、指数表

管材			f	m	b
硬塑料管			0.464	1.77	4.77
微灌用聚乙烯管	$d>8$ mm		0.505	.75	4.75
	$d\leqslant 8$ mm	$Re>2320$	0.595	1.69	4.69
		$Re\leqslant 2320$	1.75	1	1

注：1. Re 为雷诺数。

2. 微灌用聚乙烯管的 f 值相应于水温 10℃，其他温度时应修正。

4.2.2 微灌系统的支、毛管为等距多孔管时，其沿程水头损失可按下式计算（当 $N\geqslant 3$）：

$$h_f=\frac{fSq_d^m}{d^b}\left[\frac{(N+0.48)^{m+1}}{m+1}-N^m\left(1-\frac{S_0}{S}\right)\right] \tag{4.2.2}$$

式中 h_f —等距多孔管沿程水头损失，m；

S——分流孔间距，m；

S_0 多孔管进口至首孔的间距，m；

N 分流孔总数；

q_d——单孔设计流量，L/h；

4.2.3 管道局部水头损失应按下式计算：

$$h_w=6.37\times 10^{-5}\zeta Q^2/d^4 \tag{4.2.3}$$

式中 h_w—— 局部水头损失，m；

ζ ——局部损失系数；

d 管径。

当参数缺乏时，局部水头损失也可按沿程损失的一定比例估算，支管为 0.05～0.1，毛管为 0.1～0.2。

4.2.4 微灌系统各级管道的直径，应通过技术经济计算确定。

4.3 灌水小区水力设计

4.3.1 微灌系统灌水小区内灌水器流量的平均值，应等于灌水器设计流量。

4.3.2 灌水小区的流量或水头偏差率应满足如下条件：

$$q_v\leqslant[q_v] \tag{4.3.2-1}$$

或

$$h_v\leqslant[h_v] \tag{4.3.2-2}$$

式中 q_v——灌水器流量偏差率，按式（3.0.9-1）计算；

h_v 灌水器工作水头偏差率，按式（3.0.9-2）计算；

$[q_v]$— 设计允许流量偏差率；

$[h_v]$ —设计允许水头偏差率。

4.3.3 采用补偿式灌水器时，灌水小区内设计允许的水头偏差应为该灌水器允许工作的水头范围；采用其他灌水器时，应按下式计算：

$$[\Delta h]=[h_v]h_d \tag{4.3.3}$$

水总仪器科技

式中 $[\Delta h]$——灌水小区允许水头偏差，m；

h_d——灌水器设计水头，m。

4.3.4 灌水小区设计允许水头偏差在支、毛管间的分配，应通过技术经济比较确定；均匀地形坡且支、毛管的降比均不大于1时，分配比例可按下式计算：

$$\beta_1 = \frac{[\Delta h] + L_2 J_2 - L_2 J_1 (\alpha_1 n_1)^{(4.75-1.75a)/(4.75+a)}}{[\Delta h]\left[\frac{L_2}{L_1}(\alpha_1 n_1)^{(4.75-1.75a)/(4.75+a)} + 1\right]} \quad (r_1 \leqslant 1, r_2 \leqslant 1) \quad (4.3.4\text{-}1)$$

$$\beta_2 = 1 - \beta_1 \quad (4.3.4\text{-}2)$$

$$C = b_0 d^a \quad (4.3.4\text{-}3)$$

式中 β_1——允许水头偏差分配给支管的比例；

β_2——允许水头偏差分配给毛管的比例；

L_1——支管长度，m；

L_2——毛管长度，m；

J_1——沿支管地形比降；

J_2——沿毛管地形比降；

α_1——支管上毛管布置系数，单侧布置时为1，双侧对称布置时为2；

n_1——支管上单侧毛管的数；

r_1、r_2——支、毛管的降比（见附录C C2.0.1条）；

a——指数，由管道价格与管内径（mm）按式（4.3.4-3）回归求出；

C——管道价格，元/m；

b_0——系数。

4.3.5 在毛管进口段设置调压装置，使各毛管进口水头相等时，小区设计允许的水头偏差应全部分配给毛管。

4.3.6 均匀地形坡毛管的极限孔数，应按附录C所述方法确定。水平毛管的极限孔数，应按下式计算：

$$N_m = INT\left\{\frac{5.446[\Delta h_2]d^{4.75}}{kSq_d^{1.75}}\right\}^{0.364} \quad (4.3.6)$$

式中 N_m——毛管的极限分流孔数；

$INT(\ )$——将括号内实数舍去小数成整数；

$[\Delta h_2]$——毛管的允许水头偏差，m，$[\Delta h_2] = \beta_2 [\Delta h]$；

d——毛管内径，mm；

k——水头损失扩大系数，为毛管总水头损失与沿程水头损失的比值，$k=1.1 \sim 1.2$；

S——毛管上分流孔的间距，m；

q_d——毛管上单孔或灌水器的设计流量，L/h。

设计采用的毛管分流孔数，不得大于极限孔数。

4.3.7 设计中采用的支、毛管进口水头等参数值，在复杂地形条件下，应通过该毛管的测压管水头线与地形线的比较确定；均匀坡情况下，可按附录C计算。

灌溉科技

4.4 节点的压力均衡

4.4.1 微灌管网必须进行节点的压力均衡验算。

4.4.2 从同一节点取水的各条管线同时工作时，必须比较各条管线对该节点的水头要求。可调整部分管段直径，使各管线对该节点的水头要求一致，也可按最大水头要求作为该节点的设计水头，其余管线进口应根据节点设计水头与该管线要求的水头之差设置调压装置，但不宜采用人工调压装置调节水压。

4.4.3 从同一节点取水的各条管线分为若干轮灌组时，各组运行时节点的压力状况均需计算，同一组内各管线对节点水头要求不一致时，应按4.4.2条处理。

4.5 水锤压力验算与防护

4.5.1 微灌专用聚乙烯管材可不进行水锤压力验算。其他管材当关阀历时大于20倍水锤相长时，也可不验算关阀水锤。

4.5.2 直接水锤的压力水头增加值应按下式计算：

$$\Delta H = \frac{C\Delta V}{g} \tag{4.5.2-1}$$

$$C = \frac{1435}{\sqrt{1+\frac{2100(D-e)}{E_t e}}} \tag{4.5.2-2}$$

式中 ΔH——直接水锤的压力水头增加值，m；

C——水锤波在管中的传播速度，m/s；

ΔV——管中流速变化值，为初流速减去末流速，m/s；

g——重力加速度，m/s²；

D——管道外径，mm；

e——管壁厚度，mm；

E_t——管材的弹性模量（MPa），聚氯乙烯管为E_t=2500～3000 MPa，高密度聚乙烯管为E_t=750～850 MPa，低密度聚乙烯管为E_t=180～210 MPa。

4.5.3 当计入水锤后的管道工作压力大于塑料管1.5倍允许压力或超过其他管材的试验压力时，应采取水锤防护措施。

5 设备选择与工程设施

5.1 设备选择

5.1.1 灌水方式确定后，灌水器的选择应考虑土壤、作物、气象因素和灌水器的水力特性。所选用的灌水器制造偏差系数不宜大于0.07。

5.1.2 微灌系统中必须安装水质净化设施，水质净化设施应根据水质状况和灌水器的流道尺寸进行选择，并满足系统设计要求：

万水节水科技

(1) 当灌溉水中无机物含量小于 10 ppm，或粒径小于 80 μm 时，宜选用砂过滤器、200 目筛网过滤器或叠片式过滤器。

(2) 灌溉水中无机物含量在 10～100 ppm 之间，或粒径在 80～500 μm 之间时，宜先选用旋流水砂分离器或 100 目筛网过滤器作初级处理，然后再选用砂过滤器。

(3) 灌溉水中无机物含量大于 100 ppm，或粒径大于 500 μm 时，应使用沉淀池或旋流水砂分离器作初级处理，然后再选用 200 目筛网或砂过滤器。沉淀池的表面负荷率不宜大于 3.0 mm/s。

(4) 灌溉水中有机污物含量小于 10 ppm 时，可选用砂过滤器或 200 目筛网过滤器。

(5) 灌溉水中有机污物含量大于 10 ppm 时，应选用初级拦污筛作第一级处理，再选用砂过滤器或 200 目筛网过滤器。

5.1.3 微灌系统应安装控制、安全保护和量测设备。应选择止水性能好、耐腐蚀、操作灵活的流量、压力控制阀、进排气阀和冲洗排污阀门；应选择阻力损失小、灵敏度高、量程大的水表及 2.5 级压力表。压力表的量程应是系统设计压力的 1.3～1.4 倍。

5.1.4 微灌系统使用的施肥与化学药物注入装置应根据设计流量大小、肥料和化学药物的性质选择，化肥注入、储存设备应耐腐蚀。宜选择文丘里施肥器、压差式施肥罐、活塞泵或隔膜泵等设备中的一种作注入装置。

5.1.5 管与管件的选择必须使其公称压力符合微灌系统设计要求，并应不透光、抗老化、施工方便、连接牢固可靠。直径 50 mm 以上各级管和管件可选用聚氯乙烯产品；直径 50 mm 以下各级管和管件应选用微灌用聚乙烯产品，严禁使用由废旧塑料制造的管和管件。

5.1.6 水泵选择应满足微灌系统设计流量和设计水头的要求。应采用国家推荐的节能水泵，并使其在高效区运行。

5.2 水源工程与首部枢纽

5.2.1 微灌水源工程应按有关工程技术规范进行设计。设计蓄水池时，应考虑沉淀要求。从河道或渠道中取水时，取水口处应设拦污栅和集水池，集水池的深度和宽度应满足沉淀、清淤和水泵正常吸水要求。

5.2.2 微灌水源工程应防止水质被污染。蓄水池和引渠宜加盖封闭，蓄水池结构应便于进行水处理。

5.2.3 微灌水处理建筑物设计可按 GBJ13《室外给水设计规范》有关规定执行。

5.2.4 微灌工程首部枢纽应将加压、过滤、施肥、安全保护和量测控制设备等集中安装。用于人畜饮水的管道应与微灌供水管道分开，化肥和农药注入口应安装在过滤器进水管上。

5.2.5 首部枢纽房屋应满足机电设备、过滤器、施肥装置等安装和操作要求。

5.2.6 清洗过滤器、化肥罐的废水未经处理，不得排入原水源中。

5.3 管网

5.3.1 微灌管网应根据水源位置、地形、地块等情况分级，一般应由干管、支管和毛管三

级管道组成。灌溉面积大的可增设总干管、分干管或分支管，面积小的也可只设支、毛管两级。

5.3.2 支管以上各级管道的首端宜设控制阀，在地埋管道的阀门处应设阀门井。

5.3.3 在管道起伏的高处、顺坡管道上端阀门的下游，逆止阀的上游均应设进排气阀。在干、支管的末端应设冲洗排水阀。

5.3.4 在直径大于 50 mm 的管道末端、变坡、转弯、分岔和阀门处应设固定墩。当地面坡度大于 20%或管径大于 65 mm 时，宜每隔一定距离增设固定墩。

5.3.5 固定式塑料管道相邻固定端之间和每隔 30～60 m 间距宜设伸缩节。

5.3.6 移动式管道应根据作物种植方向、机耕等要求铺设，应避免横穿道路。

5.3.7 管道埋深应根据土壤冻层深度、地面荷载和机耕要求确定。干、支管埋深应不小于 50 cm，毛管埋深不宜小于 30 cm。

6 工 程 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 微灌工程施工必须严格按设计进行。修改设计应先征得设计部门同意，经协商取得一致意见后方可实施，必要时需经主管部门审批。

6.1.2 施工前应检查图纸、文件等是否齐全，并核对设计是否与灌区地形、水源、作物种植及首部枢纽位置等相符。发现问题应与设计部门协商，提出合理修改方案。

6.1.3 施工前应检查现场，制定必要的安全措施，严防发生各种事故。

6.1.4 施工前应严格按照工期要求制定计划，确保工程质量，并按期完成。

6.1.5 施工中应随时检查质量，发现不符合要求的应坚决返工，不留隐患。

6.1.6 施工中应注意防洪、排水、保护农田和林草植被，作好环境处理。

6.1.7 在施工过程中应做好施工记录。对隐蔽工程必须填写《隐蔽工程记录》表，出现工程事故应查明原因，及时处理，并记录处理措施，经验收合格后才能进入下道工序施工。全部工程施工完毕应及时绘制竣工图，编写竣工报告。

6.2 施工准备和程序

6.2.1 施工前的准备应包括下列内容：

(1) 编制施工计划，建立施工组织，拟定放样定线等各项施工顺序；编制劳力、工种、材料、设备、工程进度计划，制定质量检查方法和安全措施。

(2) 按设计要求检查工程设备器材。

(3) 准备好施工工具。

6.2.2 施工程序应按下列顺序进行：

(1) 施工放样 小型微灌工程可根据设计图纸直接测量管线纵断面，大型微灌工程现

水利水电技术

场应设置施工测量控制网，并应保留到施工完毕。

放线从首部枢纽开始，定出建筑物主轴线、机房轮廓线及干、支管进水口位置，用经纬仪从干管出水口引出干管轴线后再放支管线，并标明各建筑物设计标高。干干管直线段宜每隔 30 m 设一标桩；分水、转弯、变径处应加设标桩；地形起伏变化较大地段，宜根据地形条件适当增设标桩。

在首部枢纽控制室内，应标出机泵及专用设备如化肥罐、过滤器等安装位置。

(2) 基坑开挖、排水及基础处理　开挖时必须保证基坑边坡稳定，若不能进行下道工序，应预留 15～30 cm 土层不挖，待下道工序开始前再挖至设计标高；必要时可在基坑内设置明沟或井点排水系统，排走坑内积水。山丘地区开挖土石方，按 GBJ201《土方及爆破工程施工规范》有关规定执行。基础处理应按设计要求进行。

(3) 建筑物砌筑　混凝土、砌石、砖石建筑物施工，可参照 GBJ141《给水排水构筑物施工及验收规范》有关规定执行。

(4) 回填　砌筑完毕应待砌体砂浆或混凝土凝固达到设计强度后再回填。回填土应干湿适宜、分层夯实，与砌体接触紧密。

6.3　水源工程与首部枢纽施工

6.3.1　机井、大口井、泉水蓄水池、水塔工程的施工按 GB141《给水排水构筑物施工及验收规范》有关规定执行。机井、大口井施工也可按 SD199《农用机井技术规范》第四章规定执行。

6.3.2　水处理建筑物施工按 GBJ13《室外给水工程技术规范》有关规定执行。

6.4　管网施工

6.4.1　管槽开挖应符合下列要求：

(1) 应按施工放样轴线和槽底设计高程开挖，干、支管槽宽不应小于 40 cm。

(2) 应清除管槽底部石块杂物，并一次整平。

(3) 管槽经过岩石、卵石等硬基础处，槽底超挖不应小于 10 cm。清除砾石后再用细土回填夯实至设计高程。

(4) 开挖土料应堆置管槽一侧。

(5) 固定墩坑、阀门井开挖宜与管槽开挖同时进行。

6.4.2　管槽回填应符合下列要求：

(1) 管及管件安装过程中应在管段无接缝处先覆土固定，待安装完毕，经冲洗试压，全面检查质量合格后方可回填。

(2) 回填前应清除槽内一切杂物，排净积水，在管壁四周 10 cm 内的覆土不应有直径大于 2.5 cm 的砾石和直径大于 5 cm 土块，回填应高于原地面以上 10 cm，并应分层轻夯或踩实。

(3) 回填必须在管道两侧同时进行，严禁单侧回填。

农水恒科技

7 设 备 安 装

7.1 一般规定

7.1.1 微灌工程首部枢纽、输配水管网、灌水器等设备安装，应具备以下条件：

(1) 安装前工作人员应全面了解各种设备性能，熟练掌握施工安装技术要求和方法。

(2) 安装用的各种工具、设备和测试仪表应准备齐全。

(3) 计划安装设备的有关土建工程经检验已合格。

(4) 待安装的设备应保持清洁。

7.1.2 对安装设备器材的要求：

(1) 按设计文件要求，全面核对设备规格、型号、数量和质量。

(2) 按标准规定抽检待安装的灌水器、管和管件，严禁使用不合格产品。

7.1.3 管道安装应符合以下要求：

(1) 管道安装应按干、支、毛管顺序进行。

(2) 按设计要求将管道平顺放入管槽内，不得悬空和扭曲。

(3) 塑料管不得抛摔、拖拉和曝晒，安装期宜集中。

(4) 塑料管道与道路交叉处埋深不应小于70 cm，并应加保护管。

7.1.4 阀门、管件安装规定：

(1) 法兰中心线应与管件轴线重合，紧固螺栓齐全，能自由穿入孔内，止水垫不得阻挡过水断面。

(2) 干、支管上安装螺纹阀门时，一端应加装活接头。

(3) 管件及连接处不得有污物、油迹和毛刺。

(4) 不得使用老化和直径不合规格的管件。

7.1.5 施工暂停时应采取下列保护措施：

(1) 机泵、阀门等设备应放在室内，在室外存放必须置于高处，严禁曝晒、雨淋和积水浸泡。

(2) 存放在室外的塑料管及管件应加盖防护，正在施工安装的管道敞开端应临时封闭。

(3) 应切断施工电源，妥善保管安装工具。

7.1.6 安装过程中应随时检查质量。

7.1.7 各项检测资料应全部归档保存。

7.2 首部枢纽设备安装

7.2.1 抽水加压设备安装要求：

(1) 电机与水泵安装应按《机电设备安装工程施工及验收规范》中有关规定执行。

(2) 采用三角带传动的机组，动力机轴心和水泵轴心线必须平行，机、泵距离应符合技术要求。

灌溉排水科技

(3) 电机外壳必须接地，接线方式应符合电机安装规定，并通电检查和试运行。

(4) 以柴油机、汽油机为动力的机组，排气管应通往机房外。

(5) 机泵必须用螺栓固定在混凝土基座或专用机架上。

7.2.2 过滤器安装要求：

(1) 过滤器应按输水流向标记安装，不得反向。

(2) 自动冲洗式过滤器的传感器等电器原件应按产品规定接线图安装，并通电检查运转状况。

7.2.3 施肥和施农药设备安装要求：

(1) 施肥和施农药装置应安装在过滤器前面。

(2) 施肥和施农药装置的进、出水管与灌溉管道连接应牢固，如使用软管，应严禁扭曲打折。

(3) 采用注射泵式施肥器，机泵安装应符合产品说明书要求，经检查合格后再通电试运行。

(4) 与人畜饮水联合使用的微灌工程，严禁在首部枢纽和人畜饮水管道上安装施肥和施农药装置。

7.2.4 量测仪表和保护设备安装要求：

(1) 安装前应清除封口和接头处的油污和杂物，压力表宜装在环形连接管上，如用直管联接，应在连接管与仪表之间装控制阀。

(2) 应按设计要求和流向标记水平安装水表。

7.3 管道安装

7.3.1 塑料管安装前，应对规格和尺寸进行复查，管内应保持清洁，不得混入杂物。

7.3.2 塑料管粘接方法与要求：

(1) 粘合剂必须与管道材质相匹配。

(2) 被粘接的管端、管件应清除污迹，并进行配合检查。

(3) 承插管轴线应对直重合，承插深度应为管外径的1～1.5倍。

(4) 插头和承口均匀涂上粘合剂后应适时承插并转动管端，使粘合剂填满间隙。

(5) 粘接后24 h内不得移动管道。

7.3.3 塑料管套接方法和要求：

(1) 套管与密封橡胶圈规格应相匹配，密封圈装入套管槽内不得扭曲和卷边。

(2) 插头外缘应加工成斜口，并涂润滑剂，对正密封圈，另一端用木锤轻轻打入套管内至规定深度。

(3) 密封圈式伸缩节安装与本条(1)、(2)款要求相同。

7.3.4 低密度聚乙烯塑料管内插连接方法与要求：

(1) 对管口进行加热，待管口变软后即可插接，并用管箍或铁丝扎紧。

(2) 聚乙烯管承插深度宜为管外径的1.1倍；直径为25 mm以下管道的承插深度可取1.5倍。

互联网科技

7.4 阀门安装

7.4.1 金属阀门与塑料管连接要求：

(1) 直径大于 65 mm 的管道宜用金属法兰连接，法兰连接管外径应大于塑料管内径 2～3 mm，长度不应小于 2 倍管径，一端加工成倒齿状，另一端牢固焊接在法兰一侧。

(2) 将塑料管端加热后及时套在带倒齿的接头上，并用管箍上紧。

(3) 直径小于 65 mm 的管道可用螺纹连接，并应装活接头。

(4) 直径大于 65 mm 以上阀门应安装在底座上，底座高度宜为 10～15 cm。

(5) 截止阀与逆止阀应按流向标志安装，不得反向。

7.4.2 塑料阀门安装用力应均匀，不得敲碰。

7.5 旁通安装

7.5.1 安装前应检查旁通管外形，清除管口飞边、毛刺，抽样量测插管内外径，符合质量要求方可安装。

7.5.2 支管上打孔方法与要求：

(1) 应按设计要求在支管上确定出孔位。

(2) 用手摇钻或专用打孔器打孔，钻头直径应小于旁通插管外径 1 mm，钻孔不能倾斜，钻头入管深度不得超过 1/2 管径。

(3) 将止水片套在旁通插管上，插入孔内并扎紧。

7.6 毛管与灌水器安装

7.6.1 毛管安装方法与要求：

(1) 应按设计要求由上而下依次安装。

(2) 管端应剪平，不得有裂纹，并防止混进杂物。

(3) 连接前应清除杂物，将毛管套在旁通上，气温低时宜对管端预热。

(4) 微灌管（带）宜连接在引出地面的辅助毛管上。

7.6.2 滴头安装方法与要求：

(1) 应选用直径小于灌水器插头外径 0.5 mm 的打孔器在毛管上打孔。

(2) 应按设计孔距在毛管上冲出圆孔，随即安装滴头，严防杂物混入孔内。

(3) 微管滴头应用锋利刀具剪裁，管端剪成斜面，按规格分组捆放。

(4) 微管插孔应与微管直径相适应，插入深度不宜超过毛管直径的 1/2，并应防止脱落。

7.6.3 微喷头安装方法与要求：

(1) 微喷头直接安装在毛管上时，应将毛管拉直，两端紧固，按设计孔距打孔，将微喷头直插在毛管上。

(2) 用连接管安装微喷头时，应按设计规定打孔，连接管一端插入毛管，另一端引出地面后固定在插杆上，其上再安装微喷头。

(3) 插杆插入地下深度不应小于 15 cm，插杆和微喷头应垂直于地面。

(4) 微喷头安装距地面高度不宜小于 20 cm。

水利出版社

7.6.4 地埋式灌水器安装方法可参照 7.6.2 条进行，灌水器埋深应与耕作要求相适应，必要时出水口处宜采取防堵措施。

8 管道冲洗和系统试运行

8.1 一般规定

8.1.1 在管槽回填之前，应对管道进行冲洗和系统试运行。冲洗和试运行完成后应编写冲洗和试运行总结报告。

8.1.2 试运行使用的压力表精度应不低于 2.5 级。

8.1.3 冲洗和试运行之前应做好下列准备工作：

(1) 仪器、设备配套完好，操作灵活。

(2) 检查微灌工程、使设备状况和首部枢纽处于完好状态，阀门开关灵活，进排气装置通畅。

(3) 检查管道铺设状况，接头和阀门等处应显露，并应能观察和测量漏水情况。

8.2 管道冲洗

8.2.1 管道冲洗应由上至下逐级进行，支管和毛管应按轮灌组冲洗。

8.2.2 管道冲洗的步骤与要求：

(1) 打开待冲洗管道的阀门，关闭其他阀门，起动水泵，对干管进行冲洗，直到干管末端出水清洁为止。

(2) 应先打开一个轮灌组的各支管进口和末端阀门，关闭干管末端阀门，进行支管冲洗，直到支管末端出水清洁，再打开毛管末端，关闭支管末端阀门冲洗毛管，直到毛管末端出水清洁为止，然后再进行下一个轮灌组的冲洗。

(3) 冲洗过程中应随时检查管道情况，并做好冲洗记录。

8.3 系统试运行

8.3.1 微灌系统试运行应按设计要求分轮灌组进行。

8.3.2 试运行的水温和环境温度应为 5～30℃。

8.3.3 试运行过程中应随时观察管道的管壁、管件、阀门等处，如发现渗水、漏水、破裂、脱落等现象，应作好记录并及时处理，处理后再进行试运行直到合格为止。

8.3.4 管道允许最大渗漏水量应按下式计算：

$$q_s = K_s\sqrt{d} \tag{8.3.5}$$

式中 q_s——1000 m 长管道允许最大渗漏水量，L/min；

K_s——渗漏系数，硬聚氯乙烯管、聚丙烯管取 0.08，聚乙烯管取 0.12；

d——管道内径，mm。

8.3.5 在有条件的地方，在试运行前应进行水压试验，试压的水压力不应小于管道设计压

万水微喷科技

力的 1.25 倍，并保持稳定 10 min。其他要求同试运行。

9 工 程 验 收

9.1 一般规定

9.1.1 微灌工程验收前应提交下列文件：全套设计文件、管道冲洗和系统试运行报告、工程决算报告、竣工图纸和竣工报告、运行管理办法。

9.1.2 对灌溉面积小于 10 hm^2 的微灌工程，验收前可只提交设计文件、竣工图纸和竣工报告以及运行管理办法。

9.1.3 微灌工程的隐蔽部分必须在施工期间进行检查验收，并应有验收报告。

9.2 竣工验收

9.2.1 应审查技术文件是否齐全、正确。

9.2.2 应检查土建工程是否符合设计要求。

9.2.3 应检查设备选择是否合理、安装质量是否达到本规范的规定，并应对机电设备进行启动试验。

9.2.4 应检查工程的试运行情况，并宜对各项技术参数进行实测。

9.2.5 竣工验收结束，应编写工程验收报告。

附录 A 名 词 术 语

A1.0.1 微灌 利用专门设备，将有压水流变成细小的水流或水滴，湿润作物根部附近土壤的灌水方法，包括滴灌、微喷灌和涌泉灌。

A1.0.2 微灌工程 用微灌技术实现灌溉的工程设施。

A1.0.3 微灌系统 由水源工程、首部枢纽、输配水管道和灌水器等部分组成的完整灌溉设施。

A1.0.4 首部枢纽 在微灌系统首部将加压设备、过滤器、施肥装置、量测和控制设备安装在一起的设施。

A1.0.5 微灌设备 用于微灌系统的各种设备装置的总称。

A1.0.6 灌水器 直接向作物施水的设备。

A1.0.7 滴头 将压力水流变成滴状或细流状的灌水器，流量不大于 12 L/h。

A1.0.8 微灌管(带) 具有出水孔口的管道（带），能折叠者为带，其余为管。

A1.0.9 微喷头 将压力水流喷洒到空中的灌水器，流量不超过 250 L/h。

A1.0.10 过滤器 对灌溉水进行过滤处理的设备。

万水商科技

A1.0.11 筛网过滤器 利用筛网进行过滤处理的设备。

A1.0.12 砂过滤器 利用砂粒状物作过滤介质的过滤设备。

A1.0.13 旋流水砂分离器 利用旋流使水和砂粒分离的设备。

A1.0.14 叠片式过滤器 用有细线槽的塑料片叠加成过滤元件进行过滤的设备。

A1.0.15 施肥、施药装置 用于向管道内加入化肥或农药的设备。

A1.0.16 压差式施肥罐 利用压差原理将化肥或农药溶液注入灌水管道中的设备。

A1.0.17 文丘里施肥器 利用文丘里原理将化肥或农药溶液注入灌水管道中的设备。

A1.0.18 进、排气阀 管道充水时排除空气、停水时进气以消除管道内真空的设备。

A1.0.19 毛管 直接向灌水器配水的管道。

A1.0.20 支管 直接向毛管供水的管道。

A1.0.21 干管 直接向支管供水的管道。

A1.0.22 旁通 插入管壁内侧向分水的连接件。

A1.0.23 灌溉水利用系数 灌到田间可被作物利用的水量与灌溉供水量的比值，用 η 表示。

A1.0.24 灌水均匀系数 表示同时工作的灌水器出水量均匀程度的系数，用 C_u 表示。

A1.0.25 灌水器制造偏差系数 表示灌水器制造精度的系数，是同一工作水头时，灌水器流量的标准差与平均流量的比值，用 C_v 表示。

A1.0.26 灌水器设计工作压力 微灌工程设计时选定的灌水器工作压力。

A1.0.27 灌水器设计流量 在设计工作压力下灌水器的流量。

A1.0.28 灌水器流量偏差率 同一灌水小区内灌水器的最大、最小流量之差与设计流量的比值，用 q_v 表示。

A1.0.29 水头偏差率 同一灌水小区内灌水器的最大、最小工作水头之差与设计工作水头的比值，用 H_v 表示。

A1.0.30 土壤湿润比 在土壤计划湿润土层内，湿润土体与总土体的比值。

A1.0.31 灌水小区 灌区内一条支管控制的灌溉范围。

A1.0.32 表面负荷率 沉淀池设计流量与池面积的比值。

附录B 主 要 符 号

B1 流量、速度、加速度

Q 微灌系统设计流量、流量；

q 灌水器流量；

$\bar{q}$——灌水器平均流量；

$\Delta\bar{q}$ 灌水器流量平均偏差；

q_d 灌水器设计流量、分流孔单孔设计流量；

q_v——灌水器流量偏差率；

水利电科技

$[q_v]$——灌水器允许流量偏差率；

v——流速；

g——重力加速度。

B2 压力、水头、水头损失

H——微灌系统设计水头；

h_{max}——灌水器最大工作水头；

h_{min}——灌水器最小工作水头；

h_d——灌水器设计工作水头；

h_v——灌水器工作水头偏差率；

$[h_v]$——灌水器允许工作水头偏差率；

h_f、h'_f——管道沿程水头损失；

h_ω、h'_ω——局部水头损失；

Δh——过滤器设计进、出口水头差；

Δh_0——过滤器通过清洁水时进、出口水头差；

Δh_{max}——过滤器工作时进、出口允许增加的水头差；

r——降比。

B3 灌溉制度

m——设计灌水定额、流量指数；

γ——土壤容重；

A——灌溉面积；

z——计划湿润土层深度；

P——土壤湿润比；

E_a——设计耗水强度；

I_a——设计供水强度；

I_g——月毛供水强度；

θ_{max}、θ'_{max}——适宜土壤含水率上限、分别为干土重量百分比和土壤体积百分比；

θ_{min}、θ'_{min}——适宜土壤含水率下限、分别为干土重量百分比和土壤体积百分比；

T——设计灌水周期、供水天数；

t——一次灌水延续时间、每日供水时数。

B4 几何特征

d——灌水器出水孔径、管内径、日；

S——灌水器间距、灌水器流量标准差；

Z_p——典型毛管进口高程；

Z_b——水源的水面高程或管道进口的高程；

节水灌溉科技

L 管道长度；
J 地面比降；
e 管壁厚度；
D 管外径。

B5 数、系数、指数

η 灌溉水、蓄水利用系数；
C_u——灌水均匀系数；
C_v 灌水器制造偏差系数；
f 摩阻系数；
ζ——局部阻力系数；
b 管径指数；
N——灌水器或出水孔总数；
n——测点数、同时工作的灌水器个数；
K——塘堰复蓄次数；
Re——雷诺数；
μ——水的动力粘滞系数；
x——流态指数；
a——管道价格与管径关系中之指数；
E_s——塑料管材弹性模量；
β_1 允许水头偏差分配给支管的比例；
β_2——允许水头偏差分配给毛管的比例；
n_1 支管上单侧毛管的根数；
C 单位管长价格、水锤波传播速度。

附录C 均匀坡毛管水力计算

C1 一般规定

C1.0.1 地形比降以顺流下坡为正，顺流逆坡为负。

C1.0.2 毛管上分流孔编号，以最上游为1号，顺流向排序，末孔以N号表示。

C2 参数

C2.0.1 降比r为沿毛管的地形比降与毛管最下游管段水力比降的比值，应由下式计算：

$$r = \frac{Jd^{4.75}}{kfq_d^{1.75}} \tag{C1}$$

式中 J——沿毛管地形比降；

艾水帕科技

d——毛管内径，mm；

k——水头损失扩大系数，见4.3.6条；

f——摩阻系数；

q_d——单孔设计流量，L/h。

C2.0.2 压比G为毛管最下游管段总水头损失与孔口设计水头的比值，应由下式计算：

$$G=\frac{kfSq_d^{1.75}}{h_d d^{4.75}} \tag{C2}$$

式中 h_d——孔口设计水头，与q_d相对应，m；

S——毛管上分流孔间距，m。

C3 毛管水力特征值

C3.1 最小压力孔号p_n

C3.1.1 毛管上压力最小的分流孔编号p_n，应根据r值选用下式之一计算：

$$\text{当 } r\leqslant 1\text{，则 } p_n=N \tag{C3}$$

$$\text{当 } r>1\text{，则 } p_n=N-INT(r^{0.571}) \tag{C4}$$

式中 N——毛管最下游孔号；

$INT(\ )$——将括号内实数舍去小数成整数。

当按式（C4）计算得$p_n<1$时，应取$p_n=1$。

C3.2 最大压力孔号p_m

C3.2.1 毛管上压力最大的孔口编号p_m，应按下列条件判定：

$$\text{当}\frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}}\leqslant 1\text{，则 } p_m=1 \tag{C5}$$

$$\text{当}\frac{2.75(N-1)r}{(N-0.52)^{2.75}}>1\text{，则 } p_m=N \tag{C6}$$

C3.3 最大水头偏差Δh_{max}

C3.3.1 一条毛管的最大水头偏差应由下式之一计算：

$$\text{当 } r\leqslant 1\text{，}\Delta h_{max}=Gh_d\left[\frac{(N-0.52)^{2.75}}{2.75}-r\ (N-1)\right] \tag{C7}$$

$$\text{当 } r>1\text{ 且 } p_m=N\text{，}\Delta h_{max}=Gh_d\left[r\ (N-p_n)-\frac{(N-p_n+0.48)^{2.75}}{2.75}\right] \tag{C8}$$

$$\text{当 } r>1\text{ 且 } p_m=1\text{，}\Delta h_{max}=Gh_d\left[\frac{(N-0.52)^{2.75}-(N-p_n+0.48)^{2.75}}{2.75}-r\ (p_n-1)\right] \tag{C9}$$

C3.3.2 灌水小区的最大水头偏差，为小区内所有灌水器的工作水头中最大工作水头与最小工作水头的差值，这两个灌水器一般分布在不同毛管上，应通过比较分析确定。

小区的水头偏差率应满足本规范第4.3.2条的规定。

C4 毛管极限孔数N_m

C4.0.1 极限孔数是毛管满足水头偏差要求的最多孔数，使用孔数应不超过极限孔数。

灌溉排水科技

C4.0.2 当降比 r 小于等于 1 时，应按下式试算极限孔数：

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d}=\frac{(N_m-0.52)^{2.75}}{2.75}-r(N_m-1) \tag{C10}$$

式中 $[\Delta h_2]$ ——毛管允许的水头偏差。

C4.0.3 当降比 r 大于 1 时，应按下述方法确定极限孔数：

（1）计算 $p_n'=INT(1+r^{0.571})$。

（2）按下式计算 Φ：

$$\Phi=\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d}\frac{1}{r(p_n'-1)-\dfrac{(p_n'-0.52)^{2.75}}{2.75}} \tag{C11}$$

（3）按 Φ 值选择下式之一试算 N_m：

当 $\Phi\geqslant 1$ 时

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d}=\frac{1}{2.75}(N_m-0.52)^{2.75}-(p_n'-0.52)^{2.75}-r(N_m-p_n) \tag{C12}$$

当 $\Phi<1$ 时

$$\frac{[\Delta h_2]}{Gh_d}=r(N_m-1)-\frac{(N_m-0.52)^{2.75}}{2.75} \tag{C13}$$

C5 毛管进口水头 h_0

C5.1 计算步骤

C5.1.1 应选择下列两种方法之一，核算毛管是否满足允许水头偏差要求：

（1）计算极限孔数 N_m，使 $N\leqslant N_m$。

（2）计算毛管最大水头偏差 Δh_{max}，使 $\Delta h_{max}\leqslant[\Delta h_2]$。

C5.1.2 对满足允许水头偏差的毛管，按 C5.2 节或 C5.3 节所列方法计算首孔水头 h_1。

C5.1.3 毛管进口水头 h_0，应按下式计算：

$$h_0=h_1+\frac{kfS_0(Nq_d)^2}{d^{4.75}}-JS_0 \tag{C14}$$

式中 S_0 —— 毛管进口至首孔之管长，m。

C5.2 平均水头法求 h_1

C5.2.1 平均水头法是根据流态指数和允许水头偏差率在常用范围情况下，毛管各灌水器工作水头的平均值即平均水头与各灌水器流量平均值即平均流量所对应的工作水头近似相等的原理，以平均水头替代平均流量所对应的工作水头而导出的毛管水力设计方法。

C5.2.2 毛管上首孔的水头 h_1 应按下式计算：

$$h_1=h_d+R\Delta H-0.5(N-1)JS \tag{C15}$$

$$\Delta H=\frac{Gh_d(N-0.52)^{2.75}}{2.75} \tag{C16}$$

式中 ΔH ——首孔与最末孔之间毛管的总水头损失，m；

R ——平均摩损比，可根据 N 由表 C1 查用。

C5.3 中孔水头比法求 h_1

灌水微信科技

表C1 平均摩损比 R

N	R	N	R	N	R	N	R
5	0.6513	29	0.7206	53	0.7264	77	0.7286
6	0.6664	30	0.7210	54	0.7266	78	0.7287
7	0.6768	31	0.7214	55	0.7267	79	0.7287
8	0.6844	32	0.7218	56	0.7268	80	0.7288
9	0.6902	33	0.7221	57	0.7269	81	0.7288
10	0.6948	34	0.7225	58	0.7270	82	0.7289
11	0.6985	35	0.7228	59	0.7271	83	0.7289
12	0.7016	36	0.7231	60	0.7272	84	0.7290
13	0.7041	37	0.7231	61	0.7273	85	0.7291
14	0.7063	38	0.7237	62	0.7274	86	0.7291
15	0.7082	39	0.7239	63	0.7275	87	0.7291
16	0.7098	40	0.7242	64	0.7276	88	0.7292
17	0.7113	41	0.7244	65	0.7277	89	0.7292
18	0.7125	42	0.7246	66	0.7278	90	0.7293
19	0.7137	43	0.7248	67	0.7279	91	0.7293
20	0.7147	44	0.7250	68	0.7280	92	0.7294
21	0.7156	45	0.7252	69	0.7280	93	0.7294
22	0.7164	46	0.7253	70	0.7281	94	0.7295
23	0.7172	47	0.7255	71	0.7282	95	0.7295
24	0.7178	48	0.7256	72	0.7283	96	0.7295
25	0.7185	49	0.7258	73	0.7283	97	0.7296
26	0.7191	50	0.7260	74	0.7284	98	0.7296
27	0.7196	51	0.7262	75	0.7285	99	0.7297
28	0.7201	52	0.7263	76	0.7285	100	0.7297

注：表内数值相应于 $m=1.75$。

C5.3.1 中孔水头比法是以积分作近似计算，导出的毛管中部第 j 号孔的工作水头与各孔口的平均流量所对应的工作水头之间的解析关系，进行毛管水力设计的方法。

C5.3.2 第 j 号孔的水头比 B_j，应按下式计算：

$$B_j=\frac{6-3N_3N_1-N_2[N_4-2(1-x)N_3^2]}{6+(1-x)N_3^2N_2} \tag{C17}$$

式中 B_j——第 j 号孔的水头比，即 $B_j=h_j/h_d$；

j——指定的中孔编号，当 N 为偶数时，$j=\frac{N}{2}+1$，N 为奇数时，$j=\frac{N+1}{2}$；

x——灌水器流态指数；

N_1、N_2、N_3、N_4——计算参数。

$$N_1=\begin{cases}1 & (N\text{ 为偶数})\\ 0 & (N\text{ 为奇数})\end{cases}$$

$$N_2=\begin{cases}N^2/4+0.75 & (N\text{ 为偶数})\\ N^2/4 & (N\text{ 为奇数})\end{cases}$$

$$N_3=G(A_2-r) \tag{C18}$$

$$N_4 = GA_1 \tag{C19}$$

j、A_1、A_2、N_1、N_2 可由表 C2 根据毛管孔数 N 查用。

C5.3.3 首孔水头 h_1 应由下式计算：

$$h_1 = \{B_j + G[A_3 - (j-1)rJ]\}h_d \tag{C20}$$

式中 A_3 ——计算参数，由表 C2 根据 N 查用。

表 C2 中孔水头比法计算辅助表

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
j	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	1.75	2.25	4.75	6.25	9.75	12.25	16.75	20.25	25.75	30.25	36.75	42.25
A_1	1.009	2.318	2.348	3.458	3.458	4.459	4.459	5.389	5.389	6.268	6.258	7.108
A_2	0.2768	1.986	1.986	4.901	4.901	8.867	8.867	13.80	13.80	19.63	19.63	26.32
A_3	0.9898	3.2[illegible]	[illegible]847	17.51	33.65	49.27	78.38	104.2	119.5	187.7	252.0	304.6
N	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
j	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	49.75	56.25	64.75	72.25	81.75	90.25	100.8	110.3	121.8	132.3	144.8	156.3
A_1	7.108	7.915	7.915	8.696	8.696	9.455	9.455	10.19	10.19	10.91	10.91	11.62
A_2	26.32	33.83	33.83	42.14	42.14	51.22	51.22	61.04	61.04	75.60	75.60	82.87
A_3	390.8	459.7	570.4	657.5	795.3	902.4	[illegible]20	1199	1398	1550	1784	1962
N	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
j	14	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	169.8	182.3	196.8	210.3	225.8	240.3	256.8	272.3	289.8	306.3	324.8	342.3
A_1	11.62	12.31	12.31	12.99	12.99	13.66	13.66	14.31	14.31	14.96	14.96	15.60
A_2	82.87	94.83	94.83	107.5	107.5	120.8	120.8	134.8	134.8	149.4	149.4	164.7
$A_3/10^4$	0.2232	0.2436	0.2746	0.2978	0.3329	0.3591	0.3986	0.4279	0.4719	0.5046	0.5534	0.5894
N	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
j	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25	25
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	361.8	380.3	400.8	420.3	441.8	462.3	484.8	506.3	529.8	552.3	576.8	600.3
A_1	15.60	16.23	16.23	16.85	16.85	17.46	17.46	18.07	18.07	18.67	18.67	19.26
A_2	164.7	180.6	180.6	197.2	197.2	214.3	214.3	232.1	232.1	250.5	250.5	269.4
$A_3/10^4$	0.6132	0.6828	0.7418	0.7851	0.8495	0.8967	0.9667	1.018	1.094	1.149	1.231	1.290

水利电力出版社

续表 C2

N	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
j	26	26	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	625.8	650.3	676.8	702.3	729.8	756.3	784.8	812.3	841.8	870.3	900.8	930.3
A_1	19.26	19.85	19.85	20.43	20.43	21.00	21.00	21.58	21.58	22.14	22.14	22.70
A_2	269.4	289.0	289.0	309.1	309.1	329.8	329.8	351.1	351.1	373.0	373.0	395.4
$A_3/10^4$	1.378	1.443	1.537	1.605	1.706	1.780	1.887	1.965	2.080	2.163	2.285	2.373
N	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
j	32	32	33	33	34	34	35	35	36	36	37	37
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	961.8	992.3	1025	1056	1090	1122	1157	1190	1226	1260	1297	1332
A_1	22.70	23.26	23.26	23.81	23.81	24.36	24.36	24.90	24.90	25.44	25.44	25.98
A_2	395.4	418.4	418.4	441.9	441.9	466.0	466.0	490.6	490.6	515.8	515.8	541.5
$A_3/10^4$	2.502	2.595	2.732	2.8[illegible]	2.975	3.079	3.231	3.341	3.501	3.617	3.785	3.906
N	74	75	76	77	78	[illegible]	80	81	82	83	84	85
j	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43	43
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
N_2	1370	1406	1445	1482	1521	1560	1601	1640	1682	1722	1765	1806
A_1	25.98	26.51	26.51	27.01	27.04	27.56	27.56	28.[illegible]	28.09	28.60	28.60	29.12
A_2	541.5	567.7	567.7	594.5	594.5	621.8	621.8	649.6	649.6	678.0	678.0	706.8
$A_3/10^4$	4.083	4.210	4.396	4.529	4.723	4.862	5.065	5.211	5.423	5.576	5.797	5.956
N	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
j	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	49	50	50	51
N_1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
N_2	1850	1892	1937	1980	2026	2070	2117	2162	2210	2256	2305	2352	2402	2450	2501
A_1	29.12	29.63	29.63	30.14	30.14	30.65	30.65	31.15	31.15	31.65	31.65	32.15	32.15	32.65	32.65
A_2	706.8	736.2	736.2	766.1	766.1	796.5	796.5	827.4	827.4	858.8	858.8	890.7	890.7	923.1	923.1
$A_3/10^4$	6.186	6.352	6.592	6.764	7.015	7.191	7.454	7.640	7.910	8.103	8.384	8.584	8.875	9.083	9.384

注：$A_1=1.75\ (N-j+0.18)^{0.75}$；$A_2=\ (N-j+0.48)^{1.75}$；$A_3=0.97\ \dfrac{(N-0.52)^{2.75}-\ (N-j+0.48)^{2.75}}{2.75}$。

灌溉排水技术

附加说明

主编单位：水利部农田灌溉研究所
参加单位：水利部科技司
武汉水利电力大学
中国水利水电科学研究院水利研究所
水利部西北水利科学研究所
北京农业工程大学
山西省水利科学研究所
山东省水利科学研究院
主要起草人：付　琳　董文楚　杨　刚　张国祥
胡若愚　郭耀泉　马存奎　岳　兵

云北帕科技

中华人民共和国行业标准

微灌工程技术规范

SL103—95

条文说明

云水帕科技

目　　次

1　总则…… 74
2　微灌工程规划…… 74
3　微灌技术参数…… 75
4　微灌系统水力计算…… 77
5　设备选择与工程设施…… 79
6　工程施工…… 81
7　设备安装…… 81
8　管道冲洗和系统试运行…… 82
9　工程验收…… 82

云水帕科技

1 总 则

1.0.1～1.0.2 制定本规范的目的是为了按照国家的技术经济政策，正确合理地进行微灌工程建设，统一技术要求，提高工程建设质量；微灌工程建设遵循因地制宜、技术先进、经济合理、使用方便和安全可靠的原则，是为了使规划、设计、施工、安装及验收等有章可循，有法可依，建一处，成一处，发挥效益一处。

1.0.3 20年来我国微灌技术应用发展的实践证明，微灌技术主要适用于果树、蔬菜、花卉等经济作物灌溉，也适用于小麦、玉米等粮食作物灌溉，还适用于园林绿地和牧草的灌溉。微灌具有增产、节水、省工，提高产品质量，对地形适应性强等优点，经济效益和社会效益都很显著，适合我国国情，所以本规范是针对上述主要服务对象的微灌工程建设而编写的。

2 微灌工程规划

2.1.1 微灌工程是农田水利工程的一部分，因此，在规划设计之前要调查收集水源、气象、地形、土壤、作物等资料，还应收集当地或条件类似地区的灌溉试验资料、能源及设备状况，乡镇企业的发展，社会经济状况以及对水利的要求等资料，为微灌工程建设提供科学依据。

2.1.2 在进行微灌工程总体规划时要求与农业区划、农田水利规划和农村发展计划相结合，进行可行性论证和方案比较，以取得较好的经济和社会效益。

2.1.3 微灌工程建设比较复杂，要求有精细的设计才能达到预期的目的。因此，本条规定微灌工程灌溉面积在平原地区大于100 hm^2，山丘地区大于50 hm^2者，应分为规划和设计两个阶段进行，小者可合为一个阶段进行。

2.1.4 微灌包括滴灌、微喷灌、涌泉灌等多种形式，它们有共同的节水、节能、适合局部灌溉的优点，但也有各自的特点和适用条件。因此在规划时应根据水源、气象、地形、土壤、作物种植等自然条件，以及经济、劳力状况、生产管理、技术力量等社会因素，因地制宜地选择微灌形式，可以是一种，也可以是几种形式组合使用。

2.2.1 为了避免因为水量不足，或是由于水位变化太大，在枯水期水泵抽不上水，或是水质不符合微灌要求等，使微灌工程建成后不能很好地发挥效益。因此，本条规定在进行微灌工程规划时，必须对水源的水量、水位变化和水质进行分析计算，使工程修建在可靠的基础上。

2.2.2 当利用水量丰富的江、河、水库、湖泊为微灌水源时，微灌系统引取的水量占总水量的比重很小，所以本条规定可以不作水源供水量计算。但这类水源的洪、枯水位变幅较

工农电科技

大，不进行水位分析就可能使微灌泵站在枯水期抽不上水，或在洪水期有被淹没的危险。

微灌对水质要求较严格，因此本条提出要对水源水质进行化验分析，以便采取必要的净化处理措施。

2.2.3 利用当地小河、山溪、塘堰作水源时，一般很少有实测水文资料，应深入实地进行调查，并利用地区性水文手册或图集所提供的经验图表或公式来估算，以便使微灌工程的供水量更加可靠。

2.2.4 利用井水、泉水作微灌水源时，可能是单井供水，也可能是群井汇流，其出流量可根据现有井水出水量调查确定，必要时可作单井抽水试验来确定。利用泉水作微灌水源时，水量有大有小，在调查的基础上再进行实测，使资料更为可靠。

2.2.5 微灌灌水器孔径较小，防止物理和化学堵塞是十分重要的问题。本条规定进入微灌系统的水中不应含有泥沙、杂草、藻类等能够造成物理性堵塞的物质。同时参照了ISO有关水质标准和我国的GB5084《农田灌溉水质标准》，并适当降低了几项能够造成化学堵塞的主要化学物质的含量。

2.2.6 微灌用水量是指为满足作物正常生长需要，由水源向灌区提供的水量。微灌用水量大小取决于设计水文年的降雨量、蒸发量、作物种类和种植面积等因素。我国大田作物灌溉需水量试验资料较多，而果树、蔬菜的较少。此外，微灌与传统的地面灌溉又有所不同，现有的灌溉试验资料也不能直接引用，必须加以换算。因此，本条规定在有灌溉试验资料时，应根据试验资料计算微灌用水量；当无试验资料时，可根据当地的气象资料，按照彭曼法或蒸发皿法计算，求得需水量后，再计算设计年的微灌用水量。

2.3.1～2.3.3 在水量平衡计算时可能遇到两种情况，主要目的是根据来水流量来确定可以灌溉的面积，如需调蓄，也可以确定蓄水工程的规模。

3 微灌技术参数

3.0.1 目前我国微灌技术主要用于水资源缺乏地区对果树和蔬菜等作物进行灌溉。这些作物的经济价值较高，而且有些对水分的敏感性强，一旦缺水就会明显影响产量和质量，需要有较高的灌溉保证率，因此本条规定微灌工程设计保证率不低于85%。

3.0.2 土壤湿润比是指在计划湿润土层内，土壤含水率由适宜下限达到上限时的土体占灌溉面积内总土体的比例。由于各种作物对水的反应不同，种植形式不同，要求的土壤湿润比也不同；同时由于灌水器湿润土壤的形式和范围不同，考虑到各地水源和气候条件的差异，并参考了美国加利福尼亚州1974年出版的《Trikle Irrigation Desigh》和日本1987年颁布的土地改良工程规划指南中滴灌分册等资料，提出了微灌设计土壤湿润比的取值范围。

3.0.3 设计耗水强度取值的大小直接影响灌水周期的长短，并影响作物的产量。计算时段越短，平均耗水强度越高。考虑到微灌技术主要用于缺水地区，采用灌溉季节月平均日耗水量峰值作为设计参数较适宜。但考虑到各地自然和经济条件的差异，故本条规定了设计耗水强度的取值范围。

灌溉排水技术

3.0.4 微灌系统的输配水管网水量损失基本可以忽略。滴灌的水量损失主要发生于灌水器的流址变化使部分水址渗漏到根系活动层以下，而微喷灌除灌水器流量变化外，还存在飘移损失，故水的利用系数比滴灌低。

3.0.5 微灌是频繁的灌水方法，允许土壤含水率上、下限之差不宜过大，灌水周期不宜太长，θ_{max}可取田间持水率的90%，θ_{min}可取田间持水率的60%。

表3.0.5 部分作物计划湿润土层深度表

作物种类	需水临界期	计划湿润土层深度(cm)	作物种类	需水临界期	计划湿润土层深度(cm)
苹 果	果实膨大期	80～100	烟 草	现 蕾 期	50～60
梨	果实膨大期	80～100	茶 叶		60～70
葡 萄	果实膨大期	80～100	小 麦	抽穗灌浆期	40～50
柑 桔	果实膨大期	30～40	玉 米	抽 雄 期	70～80
香 蕉	孕 蕾 期	30～40	黄 瓜	结 瓜 期	50～60
甘 蔗	伸 长 期	30～40	番 茄	结 果 期	80～100
棉 花	花 铃 期	60～80	西 瓜	结 瓜 期	30
花 生	花 针 期	40～50			

不同作物不同生育阶段的计划湿润土层深度不一样，根据各地灌溉试验资料得到的需水高峰期计划湿润土层深度，对微灌也是适用的，特在表3.0.5中列出，以便使用本规范时查用。

3.0.7 考虑到系统的检修、过滤器冲洗需要留出时间和当前农村的农事操作习惯，灌溉季节内系统的平均日运行时间不宜大于20 h。

3.0.8 灌水器的额定工作水头一般为灌水器运行最佳工作水头，应作为微灌系统设计取值的依据。但是有些灌水器，如微管滴头没有给出明确的额定工作水头，设计时必须根据技术与经济要求确定。微灌设计用的地形图一般为1/500～1/2000，考虑到地形误差范围对计算水头变化的影响，因此灌水器设计工作水头的取值不宜过低。

3.0.9～3.0.10 灌水小区的灌水器流量变化率和工作水头变化率公式(3.0.9-1)、(3.0.9-2)及式(3.0.10)是1988年水利电力出版社出版的《微灌工程技术指南》所编入的公式，经数年使用证明比较方便实用，故列入本规范。但是第3.0.9条中流址偏差率只是水力计算指标，它不包括其他因素引起的灌水器流量变化。

3.0.11 用J.E.克里斯琴森均匀系数表示灌水均匀度是国际上通用的习惯，本规范也同样采用。

影响微灌均匀度的因素有灌水器流道或孔口的制造偏差和堵塞、水力摩阻损失和地形变化引起的灌水器工作水头差异等。研究表明，灌水器的堵塞和制造偏差常常是影响均匀度最主要的因素，因而设计均匀度不必采用很高的值。考虑到我国的具体条件，本条规定设计微灌均匀系数不低于0.8。

灌溉排水技术

3.0.12 过滤器设计进口与出口水头差包括通过清净水设计流量时过滤器阻力水头损失与过滤器部分被堵塞增加的阻力水头损失之和，用公式（3.0.12）确定比较合理。根据我国微灌实践经验，允许增加的最大阻力水头损失 Δh_{max} 不大于 3.0 m 比较合适。

4 微灌系统水力计算

4.2.1 微灌用聚乙烯管一般为半软管，以往国内外都采用哈赞（Hazen）～威廉姆（Williams）公式计算沿程水头损失。近十余年来，国内一些单位用国产微灌管道进行水力试验，发现试验结果与该式计算的结果有较大误差，对于直径小的管道误差更大，如内径为 10 mm 的毛管，哈威公式计算结果比试验值偏小达 20%，而采用勃拉休斯（Blasius）公式计算的结果与国产管道试验资料基本吻合。所以对于直径大于 8 mm 的微灌用聚乙烯（LDPE）管道，本规范规定用勃氏公式计算沿程水头损失。

直径大于 8 mm 的聚乙烯管道中，主要用作支、毛管，属多孔出流管，管内水流状态除末端管道可能处于层流外，其余均处于紊流过渡区。层流区流速小且管段短，其沿程水头损失仅占全管长的水头损失 5%左右，用紊流过渡区的公式计算全管长的沿程水头损失，层流段所造成的误差仅占整个管段的 1%左右。因此，本条对于直径大于 8 mm 的管道，不分流态，统一用勃氏公式计算，已有足够的精度。对于直径小于 8 mm 的细管道，主要用作消能调压和微管滴头，全管道内为同一流态，必须区分流态才能得到满意的结果，因此表 4.2.1 中对于直径等于或小于 8 mm 的管道，按雷诺数划分为两种流态。表中数据为山东省水利科学研究院试验成果。

4.2.2 微灌系统中的支、毛管一般可视为等间距、等流量分流管，以往国内外采用下列公式来计算全管长的沿程水头损失：

$$h_f = Fh_f = FfLQ^m d^{-b} \tag{4.2.2-1}$$

$$F = \frac{N\left[\frac{1}{m+1} + \frac{1}{2N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6N^2}\right] - 1 + \frac{S_0}{S}}{N - 1 - \frac{S_0}{S}} \tag{4.2.2-2}$$

式中 F— 多孔系数；

m— 流量指数；

f— 摩阻系数；

d——管内径，mm；

b——管径指数；

N — 多孔管总孔数；

S— 孔距，m；

S_0 — 管进口至首孔的距离，m；

h_f — 多孔管沿程水头损失，m；

h_f 无旁孔分流管沿程水头损失，m。

本规范采用的多孔系数公式为：

$$F=\frac{1}{m+1}\left(\frac{N+0.48}{N}\right)^{m+1} \quad (N\geqslant 3) \tag{4.2.2-3}$$

沿程水头损失公式可写成：

$$h_f=fLQ^m/d^b=\frac{f}{d^b}(Nq_d)^m NS=\frac{f}{d^b}q_d^m N^{m+1}S \tag{4.2.2-4}$$

式中 q_d 单孔设计流量，L/h。

当 $S_0=S$ 时，多孔管沿程水头损失公式可为：

$$h_f'=Fh_f=\frac{fq^mS}{d^b}\frac{(N+0.48)^{m+1}}{m+1} \tag{4.2.2-5}$$

当 $S_0\neq S$ 时，设想将管道进口向上游延长 $(S-S_0)$，使成全等距等量多孔管，可由前式计算沿程损失，再减去延长的 $(S-S_0)$ 段的水头损失，即得出规范中列出的一般性公式。该式适用于孔数不少于3个的多孔管，一般都是满足的。因此本条采用公式使多孔管沿程水头损失计算式由三个简化成一个，与原式相比的计算误差仅在0.5%以内。

4.3.1 以往国内外微灌设计中未注意到此点，规定了此条以后，当系统采用相同的灌水器设计流量时，正文中的式（4.1.1）可表达为 $Q=nq_d$。

4.3.4 一般地形条件下，允许水头偏差在支、毛管间的最优分配，尚无解析式表达；在水平地形条件下，美国 J. Keller 和 D. Curmi[n] 认为按 0.45 和 0.55 将允许水头偏差分配给支管和毛管是经济的。实际上，由于经济的分配比例还受到地形管材价格、灌水小区形状等的影响，新疆水利科学研究所等单位提出的公式是全面合理，且经验证符合国内情况，故本规范予以采用。

4.3.6 计算极限孔数，可以指导管网布置，也可验证毛管是否满足水头偏差要求。在有坡地形条件下毛管极限孔数需试算确定，可采用附录C中列出的山西省水利科学研究所提出的极限孔数计算式。

4.4.2 管道在压力流状态下，一处水力状态发生变化（如人工调节阀门），将使全系统水力状态产生相应变化，近处影响更甚。因此，采用人工操作的调压装置，不仅管理麻烦，而且多个调压装置间的相互影响，通过人工调节很难实现设计目标，因此规定在系统中不宜采用人工调节的调压装置。

4.5.1 微灌用聚乙烯管道（LDPE）的弹性模量不到聚氯乙烯（PVC）管道的1/10，相同流速下造成的水锤压力不到PVC管材的一半。而且聚乙烯材料的断裂伸长率亦在200%以上，埋入地下的管道，爆破前荷载将向周围土壤转移，裸露于地面的只是毛管，上面有众多出水口。水锤压力对其基本没有危害，实践中尚未见到聚乙烯管因水锤压力爆裂的报道，因此，对此种管道可不做水锤压力验算。当关阀历时大于20倍水锤相长时，一般水锤压力不会超过正常压力的1.5倍，故可不验算关阀水锤。

4.5.3 塑料管的强度将随承压时间而衰减，因此，不能以新管道的试验压力作为长期使用条件下承受冲击荷载的依据。美国塑料管道学会规定：在任何时候的总压力即运行压力加上水锤压力不应超过系统额定压力的1.5倍，本规范予以引用。

灌溉排水技术

5 设备选择与工程设施

5.1.1 微灌工程设计选用的灌水器是否合适，直接影响到工程投资、灌水质量和管理工作难易。一般密植行种作物，要求条带湿润土壤，选用多出水口毛管或滴灌带比较合适；对于果树等植物，选用多孔出水毛管、细流灌水器和微喷灌水器均能满足微灌要求。

轻质土壤宜选用流量较大的滴头或微喷灌水器，以增大灌溉水的横向扩散范围；粘性土壤宜选用流量较小的灌水器，以避免产生地表径流。

干旱地区选用滴水或渗水灌水器，目的是减少地面蒸发损失。灌水器的制造质量用制造偏差系数 C_v 表示，并按下列公式计算。

$$C_v = \frac{S}{\bar{q}} \tag{5.1.1-1}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(q_i - \bar{q})^2} \tag{5.1.1-2}$$

$$\bar{q} = \frac{\sum_{i=1}^{n} q_i}{n} \tag{5.1.1-3}$$

式中 C_v——灌水器制造偏差系数；

S——灌水器流量标准差；

n——所测灌水器个数；

$\bar{q}$——所测灌水器的平均流量。

5.1.2 微灌工程经常使用的水质净化处理装置有旋流水砂分离器、叠片式、筛网式过滤器和砂过滤器。选择过滤器种类主要根据灌水器的孔径和水源水质条件，如选择筛网过滤器时，一般按灌水器出水孔径的 1/7～1/10 来确定相应筛网目数和砂过滤器的清污能力。除此之外，选择水处理装置时还要考虑这些装置本身的除污能力特性。旋流水砂分离器能清除水中粒径大于 75 μm 以上的大比重颗粒，但不能清除水中的固体有机物；筛网过滤器的清污能力与筛网目数有关，200 目的筛网能清除 80 μm 以上的固体颗粒，但是很容易被大粒径的砂粒和水生藻类堵塞，从而降低过滤能力；砂过滤器既能清除水中 50 μm 以上的固体颗粒，又能清除藻类和水生物，但是管理维护较复杂，投资较高。因此，要根据水源水质情况选用一种或两种以上的过滤器，才能保证微灌系统正常运行。表 5.1.2 列出的选择过滤器的指标，是参考 1985 年第三届国际滴灌会议上美国道格拉斯（Donglas A. Bruce，P. E）在《过滤分析及应用》一文中“过滤器选择指南”提出的。

5.1.3 在微灌管道上安装进、排气阀，充水时可以排出管道中的空气，避免在管道驼峰处产生气阻；管道放空时空气可以及时进入管道内，消除真空，避免产生负压，使埋在地下的灌水器不吸进泥水等污物。进排气阀规格（连接口径）可根据被排气管道直径的 1/4 确定，如管道直径为 100 mm，则所需安装的进排气阀尺寸为 25 mm。

云水滴灌科技

表 5.1.2 过滤器选择指南表

水质情况			可选用的过滤器种类			
污物种类	指标		旋流水砂分离器	筛网过滤器	砂过滤器	叠片式过滤器
无机物	粒径	d>500 μm	用作初级过滤	经沉淀后再选用	经沉淀后再选用	经沉淀后再选用
		d=80~500 μm	可选用	可选用	可选用	可选用
		d<80 μm	不选用	可选用	可选用	可选用
	污物含量	<10 ppm	可选用	可选用	可选用	可选用
		10~100 ppm	可选用	可选用	可选用	可选用
		>100 ppm	用作初级过滤	经沉淀后再选用	经沉淀后再选用	经沉淀后再选用
有机物	含量	<10 ppm	不选用	可选用	可选用	可选用
		>10 ppm	不选用	不选用	原水经初处理后再选用	原水经初处理后再选用

5.1.5 微灌系统要求各种管及管件耐腐蚀、不生锈，因此，主过滤器以下至田间的输配水管道用塑料材料制造。聚氯乙烯（PVC）刚度大，同样壁厚的聚氯乙烯管比聚乙烯管能承受较大的压力，价格低，连接方便。因此，直径 50 mm 以上各级管道均可以采用聚氯乙烯管；50 mm 以下的田间配水管道，工作压力较低，为便于安装和施工，通常用聚乙烯（PE）管。

5.2.1～5.2.3 微灌工程是农田水利小型工程之一，因此，对于水源工程的建筑物如拦水坝、引水渠、蓄水池等，也必须按工程技术要求进行设计，保证做到安全可靠、经济实用。

5.2.4 把微灌工程中的动力机、水泵、施肥装置，过滤设施和安全保护及量测控制设备集中安装在房屋内，组成首部枢纽，可以保护这些设备，便于进行管理维修。首部枢纽房与微灌工程管理用房也可合建在一起。化肥和农药通过注入装置在过滤器前注入微灌系统，能使未溶解物和其他杂质被过滤器拦截，防止系统堵塞。

5.2.6 清洗过滤器、化肥罐的废水中含有大量的有机和无机污物，如果再排入水源中，尤其是排入灌溉和饮水共用的水源中，会严重污染水源。

5.3.1 管道分级主要根据灌溉面积大小和地形条件决定。灌溉面积大时，管网可由总干管、干管、分干管、支管、分支管和毛管等组成，分干管以上各级管道主要起输水作用，支管起配水作用，毛管起灌水作用。

5.3.2～5.3.3 在微灌管道的进水口处安装阀门，可以控制和调节管网水流，方便系统运行管理维修；安装进、排气阀消除管路中的气阻和真空，保证系统正常运行；在支管以上的管道末端安装阀门，则是定期冲洗管道、排除管道中的沉积物、消除堵塞的重要设备，不能省去。

5.3.4 微灌系统中设固定墩，主要是根据管道布置情况、地形条件、管道受力状况、土壤

行水金戈书

承载能力和管道稳定要求而确定的。

6 工 程 施 工

6.1.2 因微灌工程设计细致、涉及因素多，而所收集的设计资料一般难于完全符合实际。在施工中若发现问题，允许对设计作局部修改。但也应按程序进行，这对确保工程质量是完全必要的。

6.1.7 规定要求做好施工记录、隐患处理和竣工报告等，是为今后的工程维修、管理提供依据，同时也便于检查施工质量，分清责任。

6.2.1 做好施工准备是为了保证工程质量和进度，故按微灌工程特点规定了组织施工准备及制定各种必要的施工计划。首先应着重检查工程设备器材，如首部控制枢纽所需的动力机、水泵、量测、保护装置、输配水管材及控制设备（闸阀）、灌水器（滴头、微喷头、涌灌头等）的质量、规格、数量是否满足设计要求。对施工工具准备，除要备有开挖土石方一般工具外，还应根据设计要求，备有某些微灌工程施工所需的专用工具。

6.4.1～6.4.2 微灌用聚乙烯及聚氯乙烯塑料管易受机械摩擦撞伤，为防止施工中管道遇尖利石块而磨伤，故对管槽开挖、回填程序及土石料质量等均提出了相应要求。

7 设 备 安 装

7.2.2～7.2.3 对于微灌用各种过滤器、施肥和施农药装置，应以生产厂家的产品安装使用说明要求进行安装，本条文中仅规定了这些设备安装时应注意的事项。

7.3 微灌系统的塑料管道安装方法与要求，是根据目前国产微灌管材的生产工艺和产品质量以及配套程度提出的。

7.3.2～7.3.4 塑料管道的三种安装方法可以说是我国微灌工程多年安装实践经验的总结，是行之有效的，只要认真按照要求去做，管道安装的质量是可以得到保证的。

7.5.1～7.5.2 旁通安装是指在支管上安装旁通管，以便在旁通管上安装毛管。

在旁通管安装前，对旁通管本身进行检查很有必要。主要是清除其飞边、毛刺和污物，抽样复核其规格尺寸，使之符合设计和安装要求，以利安装工作顺利进行。

在安装旁通时，打孔钻头直径要与旁通管外径相适应，两者不能相差过大。实践证明，钻头直径小于旁通管外径 1 mm 较为合适，打出的孔利于旁通管插入配合紧密。一般是边打孔边安装，以避免钻孔变形及混入杂物。条文规定钻头入管深度不得超过 1/2 管径，是为了避免一钻双孔，损伤支管。

7.6.1～7.6.3 微灌系统中毛管和灌水器的安装是工作量最大，质量要求最高的施工安装工作，而且也是一项繁琐而又细致的工作，在实际工作中往往被忽视，进而影响微灌工程

农业标准科技

效益的正常发挥。为了保证微灌工程的安装质量，本条对毛管和灌水器的安装规定得比较具体，切实可行，只要安装人员按这些规定操作，是可以保证安装质量的。

8 管道冲洗和系统试运行

8.1.1～8.3.3 管道在运输和安装过程中，难免有泥土、塑料碎片等杂物进入管道内。为了防止灌水器被堵塞，规定管道安装后必须进行冲洗，而规定系统试运行是为了检查安装质量，发现问题及时处理。规定试运行水温为5～30℃，主要是为操作方便和防冻。为确保微灌工程安装质量，有条件地区宜进行管道试压，故有关条文参考了GBJ85《喷灌工程技术规范》水压试验的规定。

8.3.4 微灌管道主要使用塑料管，本条规定主要参考了GBJ85《喷灌工程技术规范》和建筑工业出版社1990年出版的《塑料管道工程安装设计与施工》中的有关资料，并结合微灌的实际情况而提出的。

9 工 程 验 收

9.1.1～9.2.5 微灌工程的验收同其他农田水利工程的验收一样重要，它是把好工程建设质量的最后一关，验收的内容和项目较多，所以要求提交验收的文件、报告较多。对灌溉面积10 hm^2以下的较小工程，只提交主要文件和报告即可满足验收工作要求。

微灌工程隐蔽部分的验收是工程验收的一个组成部分，此项验收只能在施工期间进行，竣工后验收就很困难，所以要求在施工期间进行验收，提交验收报告。

验收中全面检查审阅该项工程建设的技术文件是否齐全正确，并实地考核该工程建设是否达到设计要求，是否技术先进、经济合理，安全可靠，运行方便。验收完毕，写出验收结论意见，为工程由建设转为管理提供依据。

农业信息技术

中华人民共和国行业标准

喷灌与微灌工程技术管理规程

SL236—1999

主编单位：北京水利水电管理干部学院
武汉水利电力大学
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1999年4月1日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL236—1999的通知

水国科〔1999〕84号

根据水利部水利水电技术标准制定、修订计划，由水利部农村水利司主持，以北京水利水电管理干部学院和武汉水利电力大学为主编单位制定的《喷灌与微灌工程技术管理规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《喷灌与微灌工程技术管理规程》SL236—1999。

本标准实施后取代《喷灌工程技术管理规程》SD148—85。

本标准自1999年4月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请及时函告主持部门，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九九年二月二十五日

万方数据科技

前　言

根据（96）农水机便字第19号文下达的《喷灌与微灌工程技术管理规程》编制任务，在水利部农村水利司、国际合作与科技司的领导下，编制组自1997年6月开始工作，1998年3月完成征求意见稿，1998年12月完成送审稿，并于1999年1月召开审查会议，通过了审查。

《喷灌与微灌工程技术管理规程》的内容分为：总则，工程管理，设备运行管理，设备维护和保养，喷灌与微灌机的管理，用水管理与田间测试以及技术经济后评价，共7章37节164条，另有条文说明。

本规程与SD148—85《喷灌工程技术管理规程》比较，有如下变动：

——增加了微灌工程技术管理的内容，更名为《喷灌与微灌工程技术管理规程》；

——将用水管理与工程管理一章分开，工程管理独立设章，并增加了首部工程与机行道两节；

——将用水管理与田间试验合为一章，并将田间试验改为田间测试；

——将设备运行章改为设备运行管理，增加了调压罐、施肥装置、过滤器、微灌灌水器四节；

——将设备维护与保管章改为设备维护和保养，章内亦增加了调压罐、施肥装置、过滤器、微灌灌水器四节；

——将中心支轴、平移式喷灌机的管理章改为喷灌与微灌机的管理。将第3、4章中的轻、小型喷灌机调至本章，与微灌机组成一节，并增加了绞盘式喷灌机和滚移式喷灌机两节；

——将技术经济分析章改为技术经济后评价，并增加了财务分析一节。

本规程解释单位：水利部农村水利司

本规程主编单位：北京水利水电管理干部学院

武汉水利电力大学

本规程参编单位：水利部国际合作与科技司

中国水利水电科学研究院

水利部农田灌溉研究所

河南省水利厅

湖北省水利厅

山西省水利科学研究所

华北水利水电学院

西安理工大学

农业标准

本规程主要起草人：窦以松　董文楚　任晓力
杨　刚　马启祥　徐茂云
张国祥　孙万弟　傅　琳
王云涛

云水帕科技

目　　次

1　总则…… 87
2　工程管理…… 87
3　设备运行管理…… 87
4　设备维护和保养…… 92
5　喷灌与微灌机的管理…… 95
6　用水管理与田间测试…… 97
7　技术经济后评价…… 98
本规程的用词和用语说明…… 104
条文说明…… 105

云水帕科技

1 总 则

1.0.1 为提高喷灌与微灌工程技术管理水平，节约用水，降低能耗，保证安全运行，充分发挥工程效益，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于喷灌与微灌工程的工程管理、设备运行和维护保养、用水管理与田间测试以及技术经济后评价等。

1.0.3 喷灌与微灌工程必须建立管理组织。组织管理和财务管理按国家现行的有关规定执行。

1.0.4 喷灌与微灌工程管理人员必须经过培训和考核。

1.0.5 喷灌与微灌工程必须建立技术档案，内容应包括：设计、施工及验收文件，设备技术资料，用水计划和作业记录，设备、工程维护保养情况，重大事故原因分析及处理结果，主要技术经济指标分析资料等。

1.0.6 喷灌与微灌工程应开展综合利用，提高设施利用率。

1.0.7 喷灌与微灌工程的技术管理，除应符合本规程外，尚应符合国家现行的有关标准的规定。

1.0.8 各地有关部门可根据本规程制定实施细则。

2 工 程 管 理

2.1 水 源 工 程

2.1.1 水源工程必须按年用水计划和作业计划规定的供水量和供水时间保证供水。

2.1.2 水源水质应符合 GB5084—92《农田灌溉水质标准》的规定；微灌工程水源的水质还应符合 SL103—95《微灌工程技术规范》的规定。必要时，应对水源水质进行检测。

2.1.3 以河流、渠道、水库、塘堰、机井等为水源的水源工程管理，应按有关规范的规定执行。

2.2 首 部 工 程

2.2.1 喷灌与微灌工程加压泵站的工程管理，应符合 SD204—86《泵站技术规范（技术管理分册）》的要求。

2.2.2 自压工程首部的水池及控制设施，应按设计要求及时清淤、清污和维修。

2.3 渠 道 工 程

2.3.1 灌溉季节前，应对明渠、暗渠（管）及其建筑物进行全面检查，并清除淤积物和杂

农业知识科技

草，修复损坏部位。

2.3.2 灌溉时，应对渠道工程进行定期巡视检查，如发现严重漏水、溃水及控制闸（阀）失灵等，应及时抢修。

2.3.3 灌溉季节后，应及时排除暗管积水，封堵进、出水口；应对阀门井和检查井加盖，启闭机构涂油；在寒冷地区，还应采取必要的防冻害措施。

2.4 固定压力管道工程

2.4.1 灌溉季节前，应对管道进行检查、试水，并应符合下列要求：

1 管道通畅，无漏水现象。

2 控制闸阀启闭灵活、安全保护设备动作可靠。

3 地埋管道的阀门井中无积水，管道的裸露部分完整无损。

4 量测仪表盘面清晰，显示正常。

2.4.2 灌溉时，如发现管道漏水、控制阀门或安全保护设备失灵，应及时停水检修；若量测仪表显示失准，应及时校正或更换。

2.4.3 灌溉季节后，应对管道进行维修和保养，内容应包括：冲净泥沙、排放余水；保养安全保护设备和量测仪表；阀门及启闭机构涂油，阀门井加盖；地埋管与地面可拆卸部分的接口处加盖或妥善包扎，地面金属管道表面定期进行防锈处理。寒冷地区，还应对阀门井、干支管接头处及地埋管与地面管道接口处采取防冻措施等。

2.5 机行道

2.5.1 渠侧机行道和拖移用机行道应保持路面硬实、平整、畅通。

2.5.2 喷灌与微灌机田间作业用通行道应平整、畅通。

3 设备运行管理

3.1 一般规定

3.1.1 喷灌与微灌工程必须对每种设备按产品说明书规定和设计条件分别编制正确的操作规程和运行要求。

3.1.2 喷灌与微灌工程应按设计工作压力要求运行。

3.1.3 喷灌与微喷灌工程应在设计风速范围内作业。

3.1.4 应认真做好运行记录，内容应包括：设备运行时间、系统工作压力和流量、能源消耗、故障排除、收费、值班人员及其他情况。

3.2 动力机

3.2.1 电动机启动前应进行检查，并应符合下列要求：

1 电气接线正确，仪表显示正位。

水总水利科技

2 转子转动灵活，无摩擦声和其他杂音。

3 电源电压正常。

3.2.2 电动机应空载（或轻载）启动，待电流表示值开始回降方可投入运行。

3.2.3 电动机正常工作电流不应超过额定电流；如遇电动机温度骤升或其他异常情况，应立即停机排除故障。

3.2.4 电动机外壳应接地良好。配电盘配线和室内线路应保持良好绝缘。电缆线的芯线不得裸露。

3.2.5 电动机运行除应符合本规程规定外，尚应执行 DL499—92《农村低压电力技术规程》的有关规定。

3.2.6 柴油机启动前应进行检查，并应符合下列要求：

1 零部件完整，联结紧固。

2 机油油位适中，冷却水和柴油充足，水路、油路畅通。

3 用辅机启动的柴油机，辅机工作可靠。

3.2.7 柴油机的用油应符合要求，严禁使用未经过滤的机油和柴油。

3.2.8 柴油机经多次操作不能启动或启动后工作不正常，必须排除故障后再行启动。

3.2.9 对于水冷式柴油机，启动后应怠速预热，然后缓慢增加转速，宜在冷却水温度达到60℃以上、机油温度达到45℃时带负荷运转。

3.2.10 柴油机运转中，仪表显示应稳定在规定范围内，无杂音，不冒黑烟。

3.2.11 严禁取下柴油机空气滤清器启动和运行，严禁在超负荷情况下长时间运转。

3.2.12 柴油机事故停车时，除应查明出故原因和排除故障外，尚应全面检查各零部件及其联接情况，待确认无损坏、联接紧固时，方可按柴油机启动步骤重新启动。

3.2.13 柴油机正常停车时，应先去掉负荷，并逐渐减低转速。对于水冷式柴油机，宜在水温下降到70℃以下停车。当环境温度低于5℃，停车后水温降低到30～40℃时方可放净冷却水。

3.2.14 柴油机应定期检查调速器。若发生飞车，可松开减压拉杆或高压油管接头，或堵死空气滤清器，强行停车。

3.3 水　泵

3.3.1 水泵启动前应进行检查，并应符合下列要求：

1 水泵各紧固件无松动。

2 泵轴转动灵活，无杂音。

3 填料压盖或机械密封弹簧的松紧度适宜。

4 采用机油润滑的水泵，油质洁净，油位适中。

5 采用真空泵充水的水泵，真空管道上的闸阀处于开启位置。

6 水泵吸水管进口和长轴深井泵、潜水电泵进水节的淹没深和悬空高达到规定要求。

3.3.2 潜水电泵严禁用电缆吊装入水。

3.3.3 自吸离心泵第一次启动前，泵体内应注入循环水，水位应保持在叶轮轴心线以上。若启动3min不出水，必须停机检查。

灌溉排水技术

3.3.4 长轴深井泵启动前，应注入适量的预润水，对用于静水位超过 50m 的长轴深井泵，应连续注入预润水，直至深井泵正常出水。相邻两次启动的时间间隔不得少于 5min。

3.3.5 离心泵应关阀启动，待转速达到额定值并稳定时，再缓慢开启闸阀。停机时应先缓慢关阀。

3.3.6 水泵在运行中，各种仪表读数应在规定范围内。填料处的滴水宜调整在每分钟 10～30 滴。轴承部位温度宜在 20～40℃，最高不得超过 75℃。运行中如出现较大振动或异常现象，必须停机检查。

3.4 调 压 罐

3.4.1 调压罐运行前应进行检查，并应符合下列要求：

1 传感器、电接点压力表等自控仪器完好，线路正常，压力预置值正确。

2 控制阀门启闭灵活，安全阀、排气阀动作可靠。

3 充气装置完好。

3.4.2 运行中必须经常观察罐体各部位，不得有泄气、漏水现象。

3.5 施 肥 装 置

3.5.1 施肥装置运行前应进行检查，并应符合下列要求：

1 各部件联接牢固，承压部位密封。

2 压力表灵敏，阀门启闭灵活，接口位置正确。

3.5.2 应按需要量投肥，并按使用说明进行施肥作业。

3.5.3 施肥后必须利用清水将系统内的肥液冲洗干净。

3.6 过 滤 器

3.6.1 过滤器运行前应进行检查，并应符合下列要求：

1 各部件齐全、紧固，仪表灵敏，阀门启闭灵活。

2 开泵后排净空气，检查过滤器，若有漏水现象应及时处理。

3.6.2 对于旋流水沙分离器，在运行期间应定时进行冲洗排污。

3.6.3 对于筛网、砂、叠片式过滤器，当前后压力表压差接近最大允许值时，必须冲洗排污。

3.6.4 对于筛网和叠片式过滤器，如冲洗后压差仍接近最大允许值，应取出过滤元件进行人工清洗。

3.6.5 对于砂过滤器，反冲洗时应避免滤砂冲出罐外，必要时应及时补充滤砂。

3.7 移 动 管 道

3.7.1 管道使用前应逐节进行检查，管和管件应齐全、清洁、完好；止水橡胶圈应洁净、具有弹性。

3.7.2 管道的铺设应从进水口开始逐级进行。管接头的偏转角不应超过规定值。竖管应稳定直立。

3.7.3 运行中管道不应漏水。

万水雨科技

3.7.4 支管移位应按轮灌次序进行。在前一组（或几组）支管运行时，应安装好后一组（或几组）支管。轮换时，支管阀门应先开后关。

3.7.5 管道搬移前，应放掉管内积水，拆成单根。搬移时，严禁拖拉、滚动和抛掷。软管应盘卷搬移。

3.7.6 在拆装、搬移金属管道时，严禁触及输电线路。

3.8 喷 头

3.8.1 喷头安装前应进行检查，并应符合下列要求：

1 零件齐全，联接牢固，喷嘴规格无误。

2 流道通畅、转动灵活，换向可靠。

3.8.2 喷头运转中应进行巡回监视，发现下列情况应及时处理：

1 进口连接部位和密封部位漏水。

2 不转或转速过快、过慢。

3 换向失灵。

4 喷嘴堵塞或脱落。

5 支架歪斜或倾倒。

3.8.3 喷射水流严禁射向输电线路。

3.9 微灌灌水器

3.9.1 灌水前应对灌水器及其联接进行检查和补换。

3.9.2 灌水时应认真查看，对堵塞和损坏的灌水器应及时处理和更换；必要时应打开毛管尾端放水冲洗。

4 设备维护和保养

4.1 一 般 规 定

4.1.1 设备应按产品说明书规定进行日常保养，定期检修。

4.1.2 设备出入库时，必须办理交接手续。

4.1.3 入库保管前，应对设备进行检查、保养。清除设备表面的灰尘、污物和锈斑；更换已损坏或影响性能的零部件；对损坏严重或无法修复的设备应报废。

4.1.4 设备应根据品种、型号、规格分别保管，并应有明显标记。

4.1.5 设备应存放在清洁、干燥、通风良好和远离热源的地方。在泥土地上存放时，应避免与地面直接接触。

4.1.6 塑料管道、微灌灌水器及电缆线等应防止鼠、蚁危害。

4.1.7 电动机、低压电器的维护与检修，除应符合本规程的规定外，尚应执行DL499-92《农村低压电力技术规程》的有关规定。

万水灌溉科技

4.2 动 力 机

4.2.1 柴油机应按规定的周期进行技术保养。

4.2.2 长期存放的柴油机应放净柴油、机油；水冷式柴油机应放净冷却水，清除水箱水垢；风冷式柴油机应清除风道内和散热片上的污物；应清洗或更换空气滤清器和机油粗、细滤清器芯；应向缸筒内注入10～15g新机油，同时应封堵空气滤清器口、排气管口和水箱口，并覆盖机体。

4.2.3 长期存放的电动机应保持干燥、洁净。

4.2.4 对经常运行的电动机，应按照接线盒盖完整、压线螺丝无松动和无烧伤、接地良好等要求，每月进行一次安全检查。

4.2.5 灌溉季节过后，应对电动机进行一次检修。对绝缘电阻值小于0.5MΩ的电动机，应进行烘干，下一灌溉季节开始前应进行复测。

4.3 水 泵

4.3.1 采用钙基脂作润滑油的水泵，每年运行前应将轴承、轴承体清洗干净，更换一次润滑油。采用机油润滑的泵，运行100h后应清洗轴承体内腔、更换机油；投入正常运行后，每工作500h应更换一次机油。

4.3.2 离心泵运行1500～2000h后，对所有部件应拆卸检查，清洗除锈，维护保养。

4.3.3 井用潜水电泵和长轴深井泵每使用一年宜进行一次检修保养。若运行平稳，耗电（油）正常，主要性能指标不低于铭牌标示的额定值，检修保养周期可适当延长。

4.3.4 灌溉季节过后，应将泵体内积水放净。灌溉期间每次使用后，均应及时放水。长期存放时，泵壳及叶轮等过流部位应涂油防锈。潜水电泵应存放于室内。

4.4 调 压 罐

4.4.1 冬季灌水后，露天设置的调压灌应泄空。

4.4.2 灌溉季节后，应对调压罐的自控仪器、控制闸阀、控制线路、充气装置等进行全面检修和养护。

4.4.3 应定期对调压罐的内外表面进行防锈处理。

4.5 施 肥 装 置

4.5.1 每次施肥后，应对施肥装置进行保养，并检查进、出口接头的连接和密封情况。

4.5.2 灌溉季节后，应对施肥装置各部件进行全面检修，清洗污垢，更换损坏和被腐蚀的零部件，并对易蚀部件和部位进行处理。

4.6 过 滤 器

4.6.1 灌溉季节后，应对旋流水沙分离器进行维护和保养，彻底清除积沙，对进、出口和贮沙罐等进行检查，修复损坏部位。

4.6.2 使用筛网过滤器时，每次灌水后应取出过滤元件进行清洗，并更换已损坏的部件。

灌溉季节后，应及时取出过滤元件进行彻底清洗，并对各部件进行全面保养。

4.6.3 灌溉季节后，应清洗叠片式过滤器的过滤元件，并对其他部件进行保养，更换已损坏的零部件。

4.6.4 使用砂过滤器时，应及时检查各连接部件是否松动，密封性能是否良好，发现问题应随时处理。灌溉季节后，应进行全面检查，若滤砂结块或污物较多，应彻底清洗滤砂，必要时补充新砂。

4.7 移 动 管 道

4.7.1 每次灌水后，应对管和管件进行检查、修理或更换。

4.7.2 移动管应按不同材质、规格码堆存放在平整的地面上，堆与堆之间应留通道。两端带有管件的硬管应分层纵横交错或层间加设垫木前后交错存放；一端带管件的硬管应分层前后交错存放；塑料管层间不得加设垫木；软质塑料管和直径不大于 50mm 的半软质塑料管应凉干、卷盘捆扎存放。金属管的堆放高度不宜超过 1.5m，塑料管的堆放高度不宜超过 1.0m。

4.7.3 塑料管不应露天存放，距离热源不得小于 1.5m。

4.7.4 管件、量测仪表和止水橡胶圈应按不同规格、型号分类排列，置于架上，不得重压。

4.8 喷 头

4.8.1 每次作业完毕应将喷头清洗干净，及时更换损坏部件。

4.8.2 灌溉季节后应对喷头进行保养，应包括如下内容：

1 按顺序拆卸各零件，检查磨损情况，更换磨损严重影响正常使用的零件。

2 擦净各零件的水迹，除去污渍和锈斑，在转动部位涂上黄油，按顺序重新组装。

4.8.3 喷头应用纸包好，分类排列存放。

4.9 微 灌 灌 水 器

4.9.1 灌溉季节后，应对微喷头、滴头和滴灌管（带）等进行检查，修复或更换损坏和已被堵塞的灌水器。

4.9.2 灌溉季节后，应打开滴灌管（带）末端进行冲洗，必要时应进行酸洗。移动式滴灌管（带）宜卷盘收回室内保管。

4.10 低 压 电 器 设 备

4.10.1 永久性架空电力线路每月应巡回检查一次。地埋电缆每半年应检查一次，绝缘电阻每年应测定一次。

4.10.2 室内低压线路或室外非架空低压线路严禁使用裸线，绝缘层破损或被腐蚀的导线必须及时更换，接头等连接部位不得松动，并应有良好的绝缘保护。

4.10.3 各类开关的触头烧伤、腐蚀情况严重时，应及时更换；外盖应保持完整。

4.10.4 三相触头如果不能同时接触、同时分离，应修理或更换。

4.10.5 经常检查露天安装的各类开关，如防雨装置损坏必须及时修复。

万水航科技

4.10.6 配电盘和启动器应保持清洁，连接点必须保持接触良好。损坏的零件和仪表应及时修复。触电保安器每周应检查试验一次，动作必须灵敏。熔体熔断时，必须查明原因，排除故障，严禁随意更改熔体材料或规格。

4.10.7 按规定应接地的设备，接地必须良好。

5 喷灌与微灌机的管理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 喷灌与微灌机应按产品说明书规定进行安装、使用、保养和维修。新的或经过大修后的喷灌与微灌机，使用前还应进行试运转。

5.1.2 运行前应进行检查，并应符合下列要求：

1 结构部件无变形、变位，螺栓连接紧固，铆、焊部位牢固。

2 电器部件的接线牢固、安全、接地良好，熔体规格符合要求，仪表显示正位，电线、电缆线无破损。

3 转动部件运转自如，操作柄杆和按钮工作可靠、灵活。

4 润滑部位按规定加注润滑油。

5 动力机和水泵保持良好的技术状态。

6 灌水器安装正确、牢固。

7 输水管道畅通。

8 制动和保护装置安全、可靠。

9 轮胎气压符合要求。

10 通水试运行中，管道接头密封可靠。

11 田间无影响作业的障碍物。

5.1.3 供水和停水时，应缓慢开启和关闭阀门或给水栓。

5.1.4 运行中必须经常监视工作状况，并应符合下列要求：

1 管道首端压力在设计要求范围内。

2 仪器仪表指示正确。

3 转动部件运转平稳，无异常声音。

4 紧固件无松动。

5 密封处无泄漏。

6 灌水器工作正常。

5.1.5 发现故障应及时排除，严禁强行运行。

5.1.6 施用液肥、化学制剂后，应对管道进行清洗。

5.1.7 作业完毕，应排除管内余水，以电为动力的应切断电源。

5.1.8 长时间停歇时，除应按规定进行保养、维修外，还应符合下列要求：

1 冲洗管道、阀件，清除泥沙、污物。

艾米柏科技

2 排净水泵及管内的积水。

3 清除行走部位的泥土、杂草。

4 对易锈蚀部位进行防锈处理。

5.2 中心支轴式和平移式喷灌机

5.2.1 运行前除按本规程第5.1.2条的规定执行外，还应符合下列要求：

1 各塔架同步装置的传感部件动作灵敏，挠性接头连接牢固、可靠。

2 百分率计时器和过水量保护继电器按计划灌水定额调整。

3 塔架的手动开关闭合，其自动控制盒内的交流接触器触点及微动开关触点无严重灼痕。

4 各塔架车驱动电动机转动方向一致。

5 塔架车传动轴连接牢固，并有防护装置。

6 中心支轴式喷灌机行走轮的同步角调整正确，平移式喷灌机导向触杆及微动开关动作灵敏可靠，导向钢索绷紧、牢固，埋设在地头的停车栏完整无损。

7 停车或自动返回的控制装置按预定的灌溉面积调整。

5.2.2 运行时除按本规程第5.1.4条的规定执行外，各塔架车必须基本保持在一条直线上前进。

5.2.3 运行时桁架泄水阀必须密封可靠，停止作业时应能自动泄水。末端悬臂泄水阀应启闭灵活。

5.2.4 作业开始前应先喷水，后行走；作业结束时应先停止喷水，继续前进10～20m。

5.2.5 拖移时应有专人指挥，喷灌机应停放在拖移路线上，行走轮应调整成拖移状态。牵引钢丝绳必须按规定要求连接、调整和紧固。拖移速度不得超过3km/h。

5.2.6 越冬或长期停放期间，应给轮胎充气；对喷头、主要电气设备等部件进行保养。拆下的部分应分类入库保管。

5.2.7 气温低于4℃时，严禁喷灌作业。

5.3 绞盘式喷灌机

5.3.1 运行前应将绞盘车底架调整为水平状态，并与地锚紧，绞盘由拖移位置转换为工作位置后应固定。

5.3.2 使用时应留有喷头车通行道，单喷头绞盘式喷灌机应进行扇形喷洒。

5.3.3 铺放输水管时，剩余在绞盘上的管不得少于一圈。喷头车应直线拖移，其速度不得超过3km/h。

5.3.4 绞盘自动驱动系统的工作必须安全、可靠。

5.3.5 运行时不得对喷灌机进行除速度调整以外的其他调整和保养。喷头车行走速度应按计划灌水定额进行调整。

5.3.6 整机拖移时，绞盘车及喷头车必须调整到规定位置固定、锁紧；在田间和道路上的拖移速度分别不得超过5km/h和10km/h。

5.3.7 喷灌机应入库保管，并将车轴支起，轮胎垫离地面。

水利标准技术

5.4 滚移式喷灌机

5.4.1 喷洒时，喷水管（空心轮轴）应与供水管道垂直；喷头应朝上，喷头竖管应保持铅直。

5.4.2 行走离合器弹簧预紧力应调整正确。

5.4.3 作业点喷洒完毕，应先脱开连接软管，排净喷水管内的余水。

5.4.4 当喷灌机移动4～8个位置喷水管轴线严重弯曲时，应由人工调整滚轮位置使轴线基本呈一直线。

5.4.5 当作物株高超过滚轮半径时不宜再采用此机型。

5.5 轻、小型喷灌机和微灌机

5.5.1 水泵与动力机采用联轴器传动时，轴线必须在一条直线上；联轴器间应有不小于泵轴与动力机轴窜动量之和的间隙，口径不大于300mm的水泵，其值可选为2～4mm。采用三角皮带传动时，两轮的皮带槽应对正；皮带的规格和新旧程度应一致，松紧应适度，并不得减少根数。

5.5.2 采用皮带传动时，不得在其传动装置无安全罩的情况下运行。

5.5.3 每次作业完毕，应对各部件进行保养，检查联接紧固情况。微灌机还应注意检查过滤器和灌水器有无堵塞现象。

5.5.4 机组存放时，应卸下传动皮带，排列整齐，安置平稳。轮胎或机架应离地。

5.5.5 同一台机组的零部件应存放在一起，不能存放在一起的，应编号后存放。

6 用水管理与田间测试

6.1 用水管理

6.1.1 应根据设计灌水定额和灌水周期，历年运行经验，当年作物种植状况及气象预报与水源供水等情况，编制年用水计划。

6.1.2 每次灌水前应根据年用水计划，结合实际情况，编制和调整作业计划。灌水时应按作业计划进行，并做好记录。记录应包括如下内容：

1 工程名称、所在地址。

2 水源类型。

3 风速、气温和相对湿度。

4 作物种类和种植面积。

5 灌水日期和作物的生育期。

6 轮灌组序号和同时运行的支管编号。

7 仪表读数。

8 作业时间。

9 堵塞和冲洗情况。

水利电科技

10 施肥种类、单位面积施肥量及施肥总量。

11 计划灌水定额和单位面积实际灌水量。

12 事故状况和处理结果。

13 值班人员签名。

14 其他情况。

6.1.3 喷灌与微灌工程应依法计量和收取水费。

6.1.4 当风速超过设计风速时，喷灌和微喷灌工程应停止作业。

6.2 田 间 测 试

6.2.1 有一定工程规模和条件的喷灌与微灌工程，宜进行灌水强度、灌水均匀系数、水的利用率等单项指标测试或系统运行工况的综合测试。

6.2.2 选择田间测试区应在自然条件、作物种类和喷灌或微灌工程的类型与规模上有代表性。

6.2.3 进行喷灌与微灌田间试验，除应符合本规程的规定外，尚应符合SL13—90《灌溉试验规范》的规定。

7 技术经济后评价

7.1 一 般 规 定

7.1.1 喷灌与微灌工程技术经济后评价必须重视调查研究，坚持实事求是的科学态度。采用的基本资料应准确。评价中的计算内容应包括费用计算、效益计算、经济分析和财务分析，以及管理水平评价指标等。计算期宜采用20年。

7.1.2 喷灌与微灌同其他灌水方法进行技术经济比较时，应具有可比性，计算精度应基本一致。

7.2 费 用 计 算

7.2.1 喷灌与微灌工程投资，即建成工程所需的一次或分次投入的全部建设资金，应包括建筑工程费、设备及安装工程费、临时工程费、其他费用和预备费等。

7.2.2 由国家和集体、群众共同投资建设的工程，应将总投资分为国家投资和集体、群众投资两部分，分别计算。

7.2.3 喷灌与微灌工程与其他部门或单位共同使用一个水源工程时，共用部分投资应合理分摊。

7.2.4 经济分析中的年费用应包括年折算投资和年运行费两部分，财务分析中的年成本应包括年折旧费、难销费和年运行费。

7.2.5 喷灌与微灌工程设施的折旧费应分别计算。折旧年限宜按本标准表7.2.5的规定取值。经济分析中的社会折现率应按SL72—94《水利建设项目经济评价规范》的要求，分别

万水电子科技

采用12%和7%的社会折现率进行核算。财务分析中的折现率应采用财务基准收益率或资金来源的利率进行计算。

表 7.2.5 各类喷灌与微灌设施折旧年限表

固定资产分类	折旧年限（年）
一、坝、闸建筑物	
1. 中、小型混凝土、钢筋混凝土坝、闸	50
2. 中、小型涵闸	40
3. 木结构、尼龙等半永久坝、闸	10
4. 泥沙淤积多的坝、闸	30
二、中、小型引水、灌排渠道	
1. 一般护砌引水、灌排渠道	40
2. 混凝土、沥青等护砌防渗渠道	30
3. 塑料等非永久性防渗渠道	25
4. 跌水、渡槽、倒虹吸、节制闸、分水闸等渠系建筑物	30
三、机井	
1. 深井	20
2. 浅井	15
四、房屋建筑	
1. 钢筋混凝土、砖石混合结构	40
2. 永久性砖木结构	30
3. 简易砖木结构	15
4. 临时性土木建筑	5
五、机械、动力设备	
1. 轻、小型电力灌排设备、电动机	20
2. 轻、小型机械灌排设备、柴油机	10
3. 中、小型闸阀、启闭设备	20
六、输、变、配电设备	
1. 铁塔、水泥杆	40
2. 电缆、木杆线路	30
3. 变电设备	25
4. 配电设备	20
七、水泵、喷灌与微灌机	
1. 离心泵	12
2. 长轴深井泵	8
3. 潜水电泵	10
4. 大、中型喷灌机	15
5. 轻、小型喷灌机	10
6. 微灌机	10
7. 施肥装置	5
8. 过滤器	5
八、地面移动管道	
1. 薄壁铝（铝合金）管	15

五洲伯科技

续表 7.2.5

固定资产分类	折旧年限（年）
2. 镀锌薄壁钢管	10
3. 半软质塑料管	5
4. 塑料软管	2
九、地埋管道	
1. 钢筋混凝土管、石棉水泥管	40
2. 钢管、铸铁管	30
3. 塑料管	20
十、喷头、微灌灌水器	
1. 金属喷头	5
2. 塑料喷头	2
3. 微灌灌水器	2
十一、工具、设备	
1. 生产工具，明具，勘测、实验、观测、研究等仪器设备	10
2. 其他常用用具	10

7.2.6 年运行费应包括喷灌与微灌工程运行管理中每年所需支付的各项经常性费用，应包括以下内容：

1 动力费：包括动力机运行中所消耗的油、电费以及泵房照明和抽真空、通风、自动控制等辅助设备所用的动力费。高扬程抽水喷灌与微灌区的电价按国家有关规定选用。

2 维修费：包括工程设施的定期大修、岁修以及日常维修养护费等。

3 管理费：包括管理人员和喷灌与微灌作业人员工资和行政管理费，以及日常观测和科学实验费等。

4 水费。

5 其他经常性支出的费用。

7.2.7 动力费可根据实际运行情况或参照类似工程的能耗指标和价格取多年平均值计算。

7.2.8 与其他单位或部门共同使用的工程设施，其费用应合理分摊。

7.3 效 益 计 算

7.3.1 喷灌与微灌工程效益应包括工程修建后所增加的产品产值以及省工、省地、省水所增加的收益。

7.3.2 喷灌与微灌工程增产值应按已发生年份的实际增产值计算。计算期内的未发生年份应按包括丰水、平水和枯水年份在内的多年平均增产值计算。农业技术措施基本相同时，增产值等于有、无喷灌或微灌相比所增加的产值，应按下式计算：

$$B = \sum_{i=1}^{n} A_i (Y_i - Y_i') D_i \tag{7.3.2}$$

式中 B—— 工程多年平均增产值，元/年；

A_i—— 第 i 种作物的种植面积，亩；

Y_i —— 有喷灌与微灌的第 i 种作物的多年平均单位面积产量，kg/（亩·年）；

Y'_i——无喷灌与微灌的第 i 种作物的多年平均单位面积产量，kg/（亩·年）；

D_i——第 i 种作物产品单价，元/kg；

N——作物种类数。

农业技术措施不同时，喷灌与微灌增产值的计算应在公式（7.3.2）中乘以喷灌与微灌工程效益分摊系数 ε，其值可参考类似地区的实验成果或调查资料分析确定。无资料时，可按 $\varepsilon=0.2\sim0.6$ 进行估算。

7.3.3 效益计算中的产品价格：经济分析应采用影子价格或国际市场价格，财务分析应采用当地市场价格。

7.3.4 喷灌与微灌工程节水效益应按节省的水量，用于扩大灌区面积或用于其他服务所获得的效益计算。省地效益应按喷灌与微灌工程节省土地面积所增加的产品效益计算。

7.4 经 济 分 析

7.4.1 喷灌与微灌工程的经济效果宜用动态法进行分析，简单估计时也可采用静态分析法。

7.4.2 采用动态法时，其基准年一般应为喷灌与微灌工程基本建成、开始受益的第一年，并以年初为基准点。

喷灌与微灌工程的各年投资应按年初一次投入、当年计息计算。各年的运行费和效益应按年末一次结算，当年不计息。

7.4.3 用动态法分析经济效果可采用动态还本年限、效益费用比和内部收益率等指标表示。

1 动态还本年限 T，应按下式计算：

$$T=\frac{\lg[B-(C+iK_0)]-\lg[B-(C+iK_0)]}{\lg(1+i)} \tag{7.4.3-1}$$

式中 K_0——工程总投资现值或折算到基准年（点）的总投资，元；

C——工程多年平均运行费，元/年；

i——年利率。

当动态还本年限小于或等于 8 年时，认为可行。

2 效益费用比 R，指折算到基准年（点）的总效益与总费用的比值，或折算年效益与折算年费用的比值，应按下式计算：

$$R=\frac{B_0}{K_0+C_0} \tag{7.4.3-2}$$

或

$$R=\frac{B}{K+C} \tag{7.4.3-3}$$

式中 B_0、K_0、C_0——分别表示折算到基准年（点）的总效益、总投资、总年运行费；

B、K、C——分别表示工程效益、投资、年运行费的折算年值（即多年平均值）。

当效益费用比不小于 1.0 时，认为可行。

3 内部收益率 I，指效益费用比 $R=1.0$ 或各年净效益现值等于零时的折现率，可按下式试算：

灌溉科技

$$\sum_{t=0}^{n}(B-C)_t(1+I)^{-t}=0 \tag{7.4.3-4}$$

式中 t——计算期各年的序号，基准点的序号为0；

n——计算期。

当内部收益率等于或大于社会折现率时，认为可行。

7.4.4 采用静态法时，喷灌与微灌工程投资效益以静态还本年限T'表示，应按下式计算：

$$T'=\frac{K'}{B-C} \tag{7.4.4}$$

式中 K'——工程的静态总投资，元。

当静态还本年限小于或等于8年时，认为可行。

7.5 财务分析

7.5.1 喷灌与微灌工程的财务支出应包括总投资、年运行费和利息等费用。财务收入为喷灌与微灌工程增加的财务收益。已发生年份应按财务实际收入和支出进行计算，未发生年份应按预测值计算。

7.5.2 喷灌与微灌工程的财务费用和收益应按当地市场价格或实际收支进行计算。

7.5.3 喷灌与微灌工程和其他部门或单位共同使用的部分工程，应计入分摊后的费用和财务收入进行财务分析。

7.5.4 喷灌与微灌工程的财务评价可采用财务还本年限、财务效益费用比、财务内部收益率和贷款偿还年限等指标表示。

1 财务还本年限：应用财务收入和支出指标，按本规程7.4.3第1款和7.4.4的规定进行计算和评价。

2 财务效益费用比：应用财务收入和支出指标，按本规程7.4.3第2款规定进行计算和评价。

3 财务内部收益率：应用财务收入和支出指标，按本规程7.4.3第3款规定进行计算和评价。当财务内部收益率大于或等于贷款利率时，认为财务上是可行的。

4 贷款偿还年限：应用历年财务报表实际收支及预测值，按本规程7.4.3第1款规定进行计算，公式中的年利率应为实际贷款利率。当贷款偿还年限小于贷方要求的期限时，认为可行。

7.6 管理水平评价指标

7.6.1 单位面积年用电（油）量指标，应按下式计算：

$$E_m=\frac{E_t}{A} \tag{7.6.1}$$

式中 E_m——单位面积年用电（油）量，kW·h/（年·亩）[kg/（年·亩）]；

E_t——工程年总用电（油）量，kW·h/年（kg/年）；

A——总灌溉面积，亩。

7.6.2 作业单位面积用工指标，应按下式计算：

万水信息技术

$$G_{zm}=\frac{G_z}{A} \tag{7.6.2}$$

式中 G_{zm}——作业单位面积年用工数，工日/（年·亩）；

G_z——作业年用工总数，工日/年。

7.6.3 用水指标应包括节水百分率、单位水量产值、水分生产率等项目。

1 节水百分率，应按下式计算：

$$R_s=\frac{M_d-M_z}{M_d}\times 100\% \tag{7.6.3-1}$$

式中 R_s——节水百分率，%；

M_d——工程建成前的地面灌溉年毛总灌水量，m^3/年；

M_z——喷灌或微灌年毛总灌水量，m^3/年。

2 单位水量产值，应按下式计算：

$$B_d=\frac{B_z}{M_z+M_y} \tag{7.6.3-2}$$

式中 B_d——单位水量产值，元/m^3；

B_z——年总产值，元/年；

M_y——年有效降水量，m^3/年。

3 水分生产率，应按下式计算：

$$Y_e=\frac{Y_m}{M_z+M_y} \tag{7.6.3-3}$$

式中 Y_e——水分生产率，kg/m^3；

Y_m——喷灌或微灌后的亩产量，kg/亩。

7.6.4 单位面积费用指标应包括单位面积年运行费、单位面积年成本等项目。

1 单位面积年运行费，应按下式计算：

$$C_{ym}=\frac{C_z}{A} \tag{7.6.4-1}$$

式中 C_{ym}——单位面积年运行费，元/（年·亩）；

C_z——工程年总运行费，元/年。

2 单位面积年成本，应按下式计算：

$$C_{nm}=\frac{d+C_z}{A} \tag{7.6.4-2}$$

式中 C_{nm}——单位面积年成本，元/（年·亩）；

d——工程折旧费，元/年。

7.6.5 增产指标应包括单位面积增产量、增产百分率、单位面积净增产值等项目。

1 单位面积增产量，应按下式计算：

$$\Delta Y=Y_m-Y'_m \tag{7.6.5-1}$$

式中 ΔY——单位面积增产量，kg/亩；

Y'_m——喷灌或微灌前亩产量，kg/亩。

2 增产百分率，应按下式计算：

水利电科技

$$R_z = \frac{\Delta Y}{Y_m'} \times 100\% \tag{7.6.5-2}$$

式中 R_z——增产百分率，%。

3 单位面积净增产值，应按下式计算：

$$\Delta B_j = \frac{\Delta Y D - d - C_z}{A} \tag{7.6.5-3}$$

式中 ΔB_j——单位面积净增产值，元/亩；

D——产品单价，元/kg。

本规程的用词和用语说明

为便于执行本标准，对要求严格程度不同的用词说明如下：

表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

——表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”，表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本标准用语说明如下：

标准条文中，“条”、“款”之间的承上启下的连接用语写法，宜采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等。

在标准条文中引用本标准中的其他条文时，应采用“符合本标准×.×.×的规定”等典型用语。

在标准条文中引用本标准中的其他表、公式时，应采用“按本标准表×.×.×的规定取值”或“按本标准公式（×.×.×）计算”等典型用语。

相关标准应采用“……，除应符合本标准（规范或规程）外，尚应符合国家现行的有关标准的规定”典型用语。

万方数据知识

中华人民共和国行业标准

喷灌与微灌工程技术管理规程

SL236—1999

条 文 说 明

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 107
2　工程管理 …… 107
3　设备运行管理 …… 107
4　设备维护和保养 …… 109
5　喷灌与微灌机的管理 …… 111
6　用水管理与田间测试 …… 112
7　技术经济后评价 …… 112

云水帕科技

1 总 则

1.0.2、1.0.3 本规程的适应范围与原规程基本一致。关于喷灌与微灌工程设计与施工技术要求分别在GBJ85—85《喷灌工程技术规范》和SL103—95《微灌工程技术规范》中作了规定；而组织管理和财务管理则可按国家现行的有关规定执行。

1.0.6 鉴于喷灌与微灌工程一年内运行的时间不很长，为了充分发挥其设施、设备潜力，本条作了提倡开展综合利用的规定。

2 工 程 管 理

2.1 水 源 工 程

2.1.2 微灌系统由于灌水器流道很小易于堵塞。为防止或减轻堵塞，SL103—95对水源水质作了规定，本条加以引用。

2.5 机 行 道

2.5.1、2.5.2 随着节水灌溉技术的大力推广和农业产业化进程的不断推进，喷灌与微灌机的使用率逐年提高。中、小型喷灌与微灌机，平移式喷灌机通常是沿渠道或跨渠道移动取水，绞盘式、平移式、中心支轴式喷灌机转移地块时必须由拖拉机牵引拖移，它们均需留有硬实、平整、畅通的机行道；绞盘式喷灌机的喷头车和滚移式喷灌机的驱动车则需在作业田间留有固定的平整、畅通的通行道。若将这些内容仍按SD148—85那样放在“输水明渠（暗管）的工程管理”一节中有些勉强，因此，本次修定时增加了此节。

3 设备运行管理

3.1 一 般 规 定

3.1.1 组成喷灌与微灌工程的主要设备除固定压力管道外，还应包括动力机（柴油机、电动机）、水泵（离心泵、潜水电泵、长轴深井泵）、调压罐、施肥装置、过滤器、移动管道、喷头、微灌灌水器等，这些设备均有各自的特点，所以必须对这些设备分别制定操作规程和运行要求，以防止因其中一项设备出现故障而影响整个工程的正常运行。

3.2 动 力 机

3.2.1 喷灌与微灌工程配套用的电动机一般功率较小，很少备用。不仅每年闲置时间较长，

水利标准技术

而且保存条件较差。因此，本条规定了在启动电动机前必须认真检查的重要项目和要求，以保持电动机完好的技术状态。

3.2.2 电动机启动时，必须克服水泵静阻力矩，并产生足够的加速力矩，因此启动电流较大，电压降低。为尽可能减小启动电流、缩短启动时间，降低电机温升，故规定电动机应空载（或轻载）启动。

3.2.4 喷灌与微灌工程中电动机主要用作水泵的配套动力，工作条件较差，易受潮湿空气影响和水珠碰溅。为确保人机安全，必须保持良好的绝缘和外壳接地措施。

3.2.5 农村使用设备的管理人员非专业电工较多，因此正确掌握和使用电气设备显得格外重要。使用管理人员除应执行本规程3.2.1～3.2.4规定外，还必须对DL499—92《农村低压电力技术规程》有全面了解，以配合专业电工做好安全用电工作。

3.2.6 柴油机运行中供油系统和冷却系统最易出现故障，因此每次启动前除应检查各联结部位是否完整紧固外，还应重点对机油、柴油和冷却水的管路及贮存量进行检查。机油应在冷车状态下检查，机油多了，易溅到缸内燃烧积碳，影响机器使用寿命；机油少了，易引起各润滑部位油量不足，降低机械效率，甚至烧坏部件，因此机油油量必须适中，油位应保持在量油尺上两红线之间。水冷式柴油机主要依靠水的循环进行散热降温，因此水路必须畅通，水量必须充足，除启动前应加足水外，运转中若发现水量不足也应及时补充。为防止缸体内输水流道堵塞，冷却水必须洁净，有条件的地方应使用软水。

3.2.8 柴油机如不易启动，或启动后转速不稳，或柴油与机油消耗量过大时，机手应认真查找原因排除故障，待故障排除后再行启动。

3.2.9 当空气和柴油的混合物在气缸内经压缩燃发时，温度可达500～700℃。如果冷却水温过低、机油未充分稀释，缸体内外温差过大，容易引起缸裂或烧毁润滑部位，因此必须进行怠速预热。随着水温和机油温度的增加再逐步提高转速。待水温上升到60℃，油温上升到45℃时方可带负荷运转。这一规定对寒冷地区尤为重要。

3.2.11 进入气缸的空气必须是过滤后的洁净空气，否则将大大增加机件的磨损。据测试资料表明，当空气含尘量达到1.52g/m³时，如果东方红—54拖拉机在耕地中去掉空气滤清器，那么每工作10h就会有3.5kg的尘土进入缸体内，这将使缸筒、活塞、活塞环等迅速磨损而不能工作。如果柴油机超负荷工作，柴油燃烧不完全，转速降低，功率减小，排气管冒黑烟，则缸体内容易形成积碳，加速零件磨损。因此，特作本条规定。

3.2.13 停机时如果水温过高、机油过稀，机油将很快流回到油底箱内，很难存留在润滑部位，极易造成下次启动后，因机油未能及时进入所有润滑部位而烧坏机件，因此对正常停机的水温、油温作出了限制。

3.3 水　泵

3.3.1 水泵启动前进行全面检查是必要的，本条仅对喷灌与微灌工程中常用的离心泵（包括自吸离心泵）、潜水电泵和长轴深井泵启动前的常规检查作了规定。其他类型水泵因在喷灌与微灌工程中应用较少，故未作规定。

3.3.3 自吸离心泵采用填料密封，在运转中靠水的流动来散热和润滑。如果密封件在无水情况下运行，势必造成因密封接触面干磨温度骤升而烧坏，因此对启动时间作了明确规定。

3.3.4 作出相邻两次启动时间间隔不得少于5min的规定是基于长轴深井泵配套动力需要轻载启动而考虑的。

3.3.6 实践证明，正常运行的水泵填料处的滴水调整在每分钟10～30滴的规定是可行的，流量大的泵取大值，流量小的泵取小值。如果滴水过多，说明填料过松起不了水封作用，空气也可由此进入叶轮影响水泵的流量和效率。相反，滴水过少或不滴水，说明填料压得太紧，润滑冷却条件变坏，填料易磨损发热变质而损坏，同时泵轴被咬紧，使机组的负荷增大。

靠润滑油进行润滑的水泵轴承，如果轴承外壳发热，说明轴承温度过高，会使润滑油分解，摩擦面油膜破坏，润滑失效，引起烧瓦或滚珠破裂，造成轴被咬死的情况。因此，对轴承部位温度作了宜在20～40℃，最高不得超过75℃的规定。

3.7 移 动 管 道

3.7.1 移动管道拆装移动频繁，管与管件易受损坏，因此每次使用前均应逐节检查。

3.7.4 为提高喷灌与微灌工程的工作效率，扩大控制灌溉面积，降低运行成本，根据灌溉控制区内土壤入渗速率大小，一般以1∶2的比例配置备用管道。

3.7.5 地面移动管道材质轻、管壁薄，但硬质管特别是其管端部位易受碰撞变形，影响连接使用；软质管易受硬土块、石块及作物硬茬刺割破损，降低使用寿命，因此特作本条规定。

3.8 喷 头

3.8.1 喷头是实施喷灌作业的关键设备，其工作状况直接影响喷灌质量，因此运行前需仔细检查。换向可靠主要针对扇形喷洒喷头。

3.8.2 喷头的主要功能是将管道输送来的有压水通过其流道和喷嘴均匀地喷洒在射程控制范围内的田间，并通过水力作用实现喷头整体旋转，一旦出现故障就会立即影响喷灌作业，因此必须在运转中进行巡回监视。如发现喷头转速变快、变慢或停止旋转；扇形喷洒喷头不反转或运转不稳定；水流射程变小、水量集中于近处；喷口连接部位和密封部位漏水；喷头旋转平面改变等情况，均应及时查找原因，排除故障，待排除故障后再继续作业。

3.9 微 灌 灌 水 器

3.9.1、3.9.2 微灌灌水器田间用量极大，且易堵塞、丢失和脱落，非灌水期间难以查看出问题。因此，灌水前和灌水期间应认真检查，有问题应及时处理，以免影响灌水均匀度。规定打开毛管尾端放水冲洗，对防止和缓解灌水器堵塞是非常有效的。

4 设备维护和保养

4.1 一 般 规 定

4.1.2～4.1.4 与SD148—85相比，增加了4.1.2～4.1.4，这几条内容是指全部设备都应进行的维护保养工作，故提到本节统一列出。

水利标准技术

4.1.5 鉴于我国农村的实际情况，设备存放处往往是泥土地，故增加了第4.1.5条中的有关内容。

4.2 动 力 机

4.2.2 风冷式柴油机已越来越多地用来作为喷灌与微灌机的动力机，故在本条中列出了有关规定。同时针对柴油机使用者常常不注意空气滤清器和机油滤清器的保养，增加了有关内容。

4.2.3、4.2.4 将SD148—85中4.2.1拆成三条（即4.2.3、4.2.4和4.2.5），并增加了对电动机在使用过程中经常碰到的容易造成人身伤害和机器故障的问题的处理办法。

4.2.5 鉴于原SD148—85中第4.2.2条规定的“定期接通电源空转，烘干防潮”不一定实用；而当电动机过潮湿时又可能造成短路，故本条在原SD148—85第4.2.2条的基础上，增加了需要烘干的标准。对于采用何种方式烘干，则未作规定，以便使用者根据实际情况选择适当的方法。

4.5 施 肥 装 置

4.5.1、4.5.2 在喷灌与微灌工程中安装的施肥装置，是用来对农作物施加能溶于水的化学肥料及各种营养液的。这些物体对施肥装置均有一定的腐蚀作用，因此规定每次施肥后应检查施肥装置的密封情况；灌溉季节后，应对装置的零部件进行全面检查和维修。

4.6 过 滤 器

4.6.2、4.6.3 筛网和叠片式过滤器，容纳污物的能力很小，很容易被污物堵塞，因此本条规定，一定要及时清洗过滤元件，使其恢复正常过滤功能。

4.6.4 砂过滤器拦截污物后很容易在砂层表面聚集污泥层，使砂过滤器失去过滤能力。因此，强调要对砂过滤器及时进行反冲洗。在清洗过程中，不可避免地要损失一些滤砂，所以必须及时补充新砂。

4.7 移 动 管 道

4.7.2 为了防止喷灌与微灌工程中使用的金属管和各种塑料管在堆放中挤压变形或损伤，特别规定了堆放的措施和要求。

4.7.3 本条规定主要是为防止塑料管道因露天堆放受太阳照射或受热而产生老化和变形。

4.8 喷 头

4.8.1、4.8.2 SD148—85中的4.6.1拆成两条（即4.8.1和4.8.2）。

4.8.2 为了便于实施，第4.8.2条增加了具体保养内容。

4.9 微 灌 灌 水 器

4.9.1 微灌灌水器的出水孔口或过水流道都很小，很容易被污物堵塞，因此规定了在灌溉季节后要对灌水器进行检查和维护，以保证灌水器有良好的技术状态。

水利电力出版社

4.10 低压电器设备

4.10.1～4.10.3、4.10.5、4.10.7 鉴于我国目前农村用电的不安全因素非常多，因此比SD148—85增加了4.10.2、4.10.3、4.10.5和4.10.7。

4.10.4 三相触头如果不能同时接触，同时分离，可能造成电动机缺相运行，故作了本条规定。

5 喷灌与微灌机的管理

5.2 中心支轴式和平移式喷灌机

5.2.4 喷灌机运行时，不仅整机重量大，而且喷湿了与塔架行走轮接触的地面，特别是喷水结束时，桁架上的泄水阀打开，将管中余水集中泄到行走轮附近，形成水坑造成行走轮不同程度地压陷入泥土中。若就此停机，再次启动时行走轮的起步阻力就会很大。因此应在停机前，先停止喷水。这样，机身变轻，喷头也不再喷洒，行走轮继续前进10～20m后停留在干地上，待再次启动时起步就容易多了。

5.2.7 当气温下降至0℃以下时，喷出的水落到桁架上逐渐积累会形成冰体。气温降得很低时，喷水支管（也是喷灌机桁架的组成部分）内的水也会结冰，极易造成“塌架”或毁坏管道事故。因此，为保证喷灌机的安全运行并留有余地，特作了本条规定。

5.4 滚移式喷灌机

5.4.4 滚移式喷灌机移动1～8个位置后，因各滚轮与地面的摩擦力不同，将导致各滚轮彼此间在前进路线上位移的积累误差较大，使喷水管不能基本保持在一条直线上，轻者造成管道接头处漏水，严重时会损坏管道。因此，为保证喷灌机正常作业，特作了本条规定。

5.5 轻、小型喷灌机和微灌机

5.5.1 喷灌机和微灌机的动力机和水泵联接一般有三种形式：一是同轴联接，如微型水泵；二是通过联轴器直接联接，适用于动力机和水泵转速相同，旋转方向一致的条件下，其传动效率接近100%，但安装时必须保证水泵轴线和动力机轴线的重合，否则运转时易使轴承发热或引起振动，降低效率，严重时还能使泵轴扭弯折断；三是三角皮带传动，其主要优点是传动比大、振动小，传动效率可达90%～96%。对其安装要求，本条作了具体规定。

5.5.3 增加了微灌机的维护保养内容。

5.5.5 与SD148—85相比，增加了本条是因为现在已有悬臂式轻、小型喷灌机和微灌机在使用。这类机组在入库存放时，至少应把悬臂部分卸下。

仅供中科技术

6 用水管理与田间测试

6.1 用 水 管 理

6.1.1 加强用水管理是充分发挥喷灌与微灌设施效益，保证作物稳产高产的重要手段。而要达到此目的，必须通过编制和执行用水计划两个方面来实现。鉴于各年所遇气候状况不同以及作物种植上的差异，喷灌与微灌工程均应编制年用水计划和每次灌水的作业计划，据以指导喷灌与微灌工程的生产运行。考虑到目前国内喷灌与微灌工程的规模均较小，一般不涉及多个用水单位，不存在水量调配和其他应顾及的应变措施，所以用水计划编制无须如地面灌溉灌区那样繁琐，应尽量简明扼要，图表化。

6.1.2 在社会主义市场经济条件下，发展产业化高效农业，作物种植结构周期性的调整是经常发生的。据调查，在喷灌与微灌工程的田间作业中，以往不少地方在遇到实际与计划情况不符时，一个极端是不注意对工作制度做必要的调整，千篇一律地按规划设计确定的工作制度运行；另一个极端是有很大的随意性和盲目性。实际上，规划设计确定的喷灌与微灌工作制度，是依据设计标准所确定的极限，它所规定的容量和技术参数并不包罗实际运行中所遇到的千变万化的情况。千篇一律地按照设计工况运行，既不经济，也影响效益。喷灌与微灌工程的田间作业是实时灌溉，根据当时情况对作业计划进行临时调整是必要的，但应符合 GBJ85-85 和 SL103-95 等有关标准的规定。

6.2 田 间 测 试

6.2.1 我国喷灌与微灌工程建设已有几十年历史，近些年来，有加速发展的趋势，但是可供实际运行参考的技术资料却很缺乏。对于建设比较复杂，要求精细设计才能达到预期目标的喷灌与微灌工程来讲，还不能不说是一个严重的疏忽。因此，凡具备一定规模和条件的工程，均应积极开展灌水强度、灌水均匀系数、水的利用率等单项指标测试和系统运行工况的综合测试，以逐步积累我国不同地域实际运行的基础数据，为今后的规划设计和运行管理提供科学依据。此外，对一些引进设备进行现场测试，还可考核其适用性，从而达到消化、吸收符合我国国情的先进技术的目的。

7 技术经济后评价

7.1.1 进行喷灌与微灌工程技术经济后评价，一般可在工程建成 3～5 年后进行，此时，一部分资料（3～5 年）可采用实际发生值，另一部分资料仍需采用预测值。对于预测值必须重视基础资料的调查、收集、分析和整理工作，调查内容应结合喷灌与微灌区的特点和技术经济评价的需要，有目的地进行。调查、收集的社会经济资料应能反映当地真实情况。采

用的数据应正确、可靠，以便对喷灌与微灌工程做出正确的经济评价。

7.1.2 喷灌与微灌同其他灌水方法进行技术经济比较时，采用的费用和效益计算范围、计算内容和价格水平应一致，采用的评价方法（动态法或静态法）应相同，以便使不同灌水方法间具有可比性。

7.2.3 本条规定喷灌与微灌工程和其他部门或单位共同使用一个水源工程时，其投资应合理分摊，分摊的方法通过协商确定：可根据用水量大小按比例进行分摊，或由一方投资建设，另一方按用水量交纳水费等。

7.2.5 喷灌与微灌工程的各类设施的折旧年限应根据使用过程的损耗情况确定。计算喷灌与微灌工程设施的折旧费宜按表 7.2.5 中的规定取值。

7.3.2 根据喷灌与微灌工程的特点，本条规定采用分摊系数法计算灌溉效益。本法便于对有、无喷灌与微灌农业生产所获得的产值进行对比。如果喷灌与微灌前后农业技术措施基本相同，不增加任何农业生产投入时，喷灌与微灌所增加的产值即为灌溉效益，可直接用公式（7.3.2）进行计算。实行灌溉以后，农业技术措施比灌溉前有明显的改善。农业所增加的产值，是灌溉与作物品种改良、增加施肥量、耕作技术的改进、植保措施的改善、田间管理的加强等多种因素共同作用的结果，因此灌溉与农业技术措施的效益应进行合理的分摊。将公式（7.3.2）右边乘以灌溉分摊系数 ε，即为灌溉的效益。灌溉分摊系数可由效益分摊试验法、调查资料分析法或扣除生产费用法求得。无资料时，可参照类似地区经验按 $\varepsilon=0.2\sim0.6$ 进行计算。干旱地区和经济作物可采用较大值。

7.4.1 喷灌与微灌工程的经济效益评价以动态分析法为主，费用和效益计算都应计及资金的时间价值。简单估算评价指标时，也可采用静态分析法，以便更简捷、直观地评估项目的可行性。

水规所科技

中华人民共和国行业标准

低压管道输水灌溉工程技术规范

（井灌区部分）

SL/T153—95

主编单位：中国水利水电科学研究院
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：1995 年 7 月 1 日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《低压管道输水灌溉工程技术规范（井灌区部分）》（SL/T153—95）的通知

水科教［1995］97号

根据1991年水利水电技术标准的制定、修订计划，由部科技司主持，以中国水利水电科学研究院为主编单位制定的《低压管道输水灌溉工程技术规范（井灌区部分）》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《低压管道输水灌溉工程技术规范（井灌区部分）》SL/T153—95

本标准自1995年7月1日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如有问题请函告部科技司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九五年三月二十七日

水总信科技

目　　次

1　总则 …… 117
2　工程规划 …… 117
3　工程设计 …… 120
4　水泵选型与配套 …… 123
5　管材与连接件 …… 124
6　附属设备 …… 125
7　工程施工与设备安装 …… 126
8　工程验收 …… 129
9　运行与维护 …… 129
附录A　术语与符号 …… 129
附录B　管道径向变形量计算 …… 132
附加说明 …… 133
条文说明 …… 134

万水帕科技

1 总 则

1.0.1 为统一井灌区低压管道输水灌溉工程的技术要求，充分发挥工程效益，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于井灌区低压管道输水灌溉工程的规划、设计、施工安装、验收及运行与维护。

1.0.3 低压管道输水灌溉工程建设，必须将井、水泵、管道系统及田间工程统一考虑，力求技术先进、经济合理、效益显著。

1.0.4 低压管道输水灌溉工程中的机井：新井必须经成井验收合格；现有机井必须是符合SD188《农用机井技术规范》所规定的完好机井。

1.0.5 低压管道输水灌溉工程建设，除执行本规范外，还应符合现行有关标准和规范的规定。

2 工 程 规 划

2.1 规划原则

2.1.1 应准确占有规划区自然地理、水文气象、水文地质、表层土壤、工程现状、农业生产、社会经济以及地形等资料。

2.1.2 规划应在当地农业区划和地下水资源评价的基础上进行，应与农田水利基本建设总体规划相适应，做到因地制宜、统筹兼顾、全面规划、分期实施。

2.1.3 规划中应进行多方案的技术经济比较，达到投资省、效益高、节水、节能、省地及便于管理的目标。

2.1.4 在进行多方案的技术经济比较时，宜以年费用最小为主要依据选定规划方案。

2.1.5 水源水质应符合GB5084《农田灌溉用水水质标准》的规定。

2.2 主要技术参数

2.2.1 灌溉设计保证率，应根据当地自然条件和经济条件确定，宜不低于75%。

2.2.2 管系水利用系数应不低于0.95。

2.2.3 低压管道输水灌溉灌区，应做到田间工程配套齐全、灌水方法合理、灌水定额适当，其田间水利用系数应不低于0.85。

2.2.4 灌溉水利用系数应不低于0.80。

2.2.5 灌水定额应根据当地灌溉试验资料确定，无资料地区可参考邻近地区试验资料确

农业信息科技

定，也可按下式计算

$$m = 1000\gamma_s h(\beta_1 - \beta_2) \tag{2.2.5}$$

式中 m ——灌水定额，m^3/hm^2；

γ_s——计划湿润层土壤干容重，kN/m^3；

h—— 土壤计划湿润层深度，m；

β_1 ——适宜含水量（重量百分比）上限，可取田间持水量的 0.85～0.95；

β_2—— 适宜含水量（重量百分比）下限，可取田间持水量的 0.60～0.65。

2.3 水量供需平衡分析

2.3.1 应根据规划区地下水资源评价成果所提供的不同典型年地下水可采量，结合配套设备能力，确定可供水量；已成井区还应根据多年采补资料，对地下水资源评价成果加以复核，分析确定可供水量。

2.3.2 需水量中应包括灌溉、牧副渔业、工业及生活等用水量，并应考虑发展计划。

2.3.3 不同保证率和应典型年的灌溉用水量，应根据作物组成、复种指数、作物需水、降水可利用量等计算确定。

2.3.4 可采用典型年法进行水量供需平衡计算。

2.3.5 需水量大于供水量时，宜调整种植比例，减少灌溉面积或增辟水源。

2.4 管道系统布置与畦沟灌水要素

2.4.1 一般宜用单井管道系统；采用多井汇流系统，应经技术经济论证。

2.4.2 应根据机井位置、地块形状、种植方向及田间工程配套等因素，通过比较确定采用树状管网或环状管网。

2.4.3 管道级数，应根据系统灌溉面积（或流量）和经济条件等因素确定：旱作物区，当系统流量小于 30 m^3/h 时，可采用一级固定管道；系统流量在 30～60 m^3/h 时，可采用干管（输水）、支管（配水）两级固定管道；系统流量大于 60 m^3/h，可采用两级或多级固定管道。

对于渗透性强的沙质土灌区，末级还应增设地面移动管。

2.4.4 应力求管道总长度短、管线平直、减少折点和起伏。

2.4.5 干、支两级固定管道在灌区内的长度，宜为 90～150 m/hm^2。

2.4.6 支管走向宜平行于作物种植行；支管间距宜采用 50～150 m，单向浇地时取较小值，双向浇地时取较大值。

2.4.7 给水栓（或出水口）应按灌溉面积均衡布设，间距宜为 50～100 m，单口灌溉面积宜为 0.25～0.6 hm^2，单向浇地取较小值，双向浇地取较大值。

2.4.8 低压管道输水灌溉条件下的畦田与灌水沟规格及适宜流量，应根据当地试验资料确定；无资料地区可参照表 2.4.8-1 和表 2.4.8-2 选定。

水利水电科技

表 2.4.8-1 畦田灌水要素表

土壤透水性 \ 灌水要素 \ 地面坡度	≤0.002		0.002～0.005		0.005～0.01	
	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]	畦长 (m)	单宽流量 [L/(s·m)]
强	25～50	5～6	30～60	5～6	50～70	4～5
中	30～60	5～6	40～70	4～5	60～80	4～5
弱	40～70	4～5	50～80	3～4	80～100	3～4

表 2.4.8 2 沟灌灌水要素表

土壤透水性 \ 灌水要素 \ 地面坡度	≤0.002		0.002～0.005		0.005～0.01	
	沟长 (m)	流量 (L/s)	沟长 (m)	流量 (L/s)	沟长 (m)	流量 (L/s)
强	30～40	1.0～1.5	40～60	0.7～1.0	60～80	0.6～0.9
中	40～60	0.7～1.0	70～90	0.5～0.6	80～100	0.4～0.6
弱	50～60	0.5～0.6	80～100	0.4～0.5	90～120	0.2～0.4

2.5 规划成果

2.5.1 应提交工程规划报告，报告内容宜分为下列部分：

（1）序言；

（2）基本情况与资料；

（3）主要技术参数；

（4）水量平衡计算；

（5）规划方案及比较；

（6）田间工程；

（7）机井装置；

（8）实施安排；

（9）投资估算；

（10）经济效益分析；

（11）附图。

2.5.2 附图中应有下列主要图件：

（1）1/5000 或 1/10000 水利设施现状图；

（2）1/5000 或 1/10000 管道灌溉工程规划图；

（3）1/1000 或 1/2000 典型管道系统布置图。

红光信科技

3 工 程 设 计

3.1 设计流量

3.1.1 灌溉系统设计流量，应按下式计算

$$Q_0 = \frac{\alpha m A}{\eta T t} \tag{3.1.1}$$

式中 Q_0——灌溉系统设计流量，m^3/h；

α——控制性的作物种植比例；

A——灌溉系统设计灌溉面积，m^2；

η——灌溉水利用系数；

T——一次灌水延续时间，d；

t——日工作小时数，h。

当 Q_0 大于水泵流量时，应取 Q_0 等于水泵流量，并相应减小灌溉面积或种植比例。

3.1.2 树状管网各级管道的设计流量，应按下式计算

$$Q = \frac{n}{N} Q_0 \tag{3.1.2}$$

式中 Q——管道设计流量，m^3/h；

n——管道控制范围内同时开启的给水栓（或出水口）个数；

N——全系统同时开启的给水栓（或出水口）个数。

3.1.3 环状管网各级管道设计流量，应根据具体情况确定；单井单环网管道设计流量，可按下式计算

$$Q = Q_0/2 \tag{3.1.3}$$

3.1.4 管道系统、各级管道及给水栓（或出水口）的实际流量，应通过水泵工作点计算确定。

3.2 设计水头

3.2.1 管道系统最大和最小工作水头，应分别按式（3.2.1-1）和式（3.2.1-2）计算

$$H_{max} = Z_2 - Z_0 + \Delta Z_2 + \sum h_{f2} + \sum h_{j2} \tag{3.2.1-1}$$

$$H_{min} = Z_1 - Z_0 + \Delta Z_1 + \sum h_{f1} + \sum h_{j1} \tag{3.2.1-2}$$

式中 H_{max}——管道系统最大工作水头，m；

H_{min}——管道系统最小工作水头，m；

Z_0——管道系统进口高程，m；

Z_1——参考点1地面高程；在平原井区，参考点1一般为距水源最近的出水口，m；

Z_2——参考点2地面高程；在平原井区，参考点2一般为距水源最远的出水口，m；

ΔZ_1、ΔZ_2——分别为参考点1与参考点2处出水口中心线与地面的高差，m，出水口中心

线高程应为所控制的田间最高地面高程加 0.15 m；

$\sum h_{f1}$、$\sum h_{j1}$——分别为管道系统进口至参考点 1 的管路沿程水头损失与局部水头损失，m；

$\sum h_{f2}$、$\sum h_{j2}$——分别为管道系统进口至参考点 2 的管路沿程水头损失与局部水头损失，m。

3.2.2 管道系统设计工作水头，宜按最大和最小工作水头的平均值近似取用

$$H_0 = \frac{H_{max} + H_{min}}{2} \tag{3.2.2}$$

式中 H_0——管道系统设计工作水头，m。

3.2.3 灌溉系统设计扬程，应按下式计算

$$H_P = H_0 + Z_c - Z_d + \sum h_{f0} + \sum h_{j0} \tag{3.2.3}$$

式中 H_P——灌溉系统设计扬程，m；

Z_d——机井动水位，m；

$\sum h_{f0}$、$\sum h_{j0}$——分别为水泵吸水管进口至管道系统进口之间的管道沿程水头损失与局部水头损失，m。

3.2.4 水泵运行的扬程（流量）范围，应通过水泵工作点计算确定。

3.3 水头损失

3.3.1 管道沿程水头损失，应按下式计算

$$h_f = f\frac{Q^m}{D^b}L \tag{3.3.1}$$

式中 h_f——沿程水头损失，m；

f——管材摩阻系数；

L——管长，m；

D——管道内径，mm；

m——流量指数；

b——管径指数。

各种管材的 f、m、b 值，可按表 3.3.1 取用。

表 3.3.1 f、m、b 值表

管材类别	f	m	b
硬塑料管	0.948×10^5	1.77	4.77
石棉水泥管	1.455×10^5	1.85	4.89
旧钢管、旧铸铁管	6.25×10^5	1.9	5.1
当地材料管	$7.76n^2\times10^5$	2	5.33

注：1. 地埋薄壁塑料管的 f 值，宜用表列硬塑料管 f 值的 1.05 倍；

2. n 为糙率，水泥沙土管 $n=0.0143$。

3.3.2 管道局部水头损失，应按下式计算

$$h_j = \zeta\frac{v^2}{2g} \tag{3.3.2}$$

泛华伯科技

式中 h_j——局部水头损失，m；

ζ——局部损失系数；

v——管内流速，m/s；

g——重力加速度，为 9.81 m/s²。

3.3.3 给水栓（或出水口）的局部水头损失，应按试验或厂家提供的资料确定；无资料时可按 0.3～0.5 m 选用。

3.4 管径与管道工作压力

3.4.1 管道系统各管段的直径，应通过技术经济计算确定；在初估管径时，可按表 3.4.1 选择管内流速。

表 3.4.1 管道流速表

管材	混凝土管	石棉水泥管	水泥沙土管	硬塑料管	移动软管
流速（m/s）	0.5～1.0	0.7～1.3	0.4～0.8	1.0～1.5	0.5～1.2

3.4.2 管道系统各管段的设计工作压力，应为正常运行情况下最大工作压力（不含冲击压力）的 1.4 倍；最大工作压力应根据运行中可能出现的各种情况比较确定。

3.4.3 正常运行情况下（不含冲击压力），管道的工作压力不得为负值。

3.5 水锤压力

3.5.1 管道系统设置单向阀时，应验算突然停泵时的水锤压力。

3.5.2 遇到下列情况时，应采取水锤防护措施：

（1）水锤情况下，管道内压力超过管材公称压力；

（2）水锤情况下，管内可能出现负压。

3.6 镇墩

3.6.1 遇到下列情况时，管路应设置镇墩：

（1）管内压力水头大于等于 6 m，且管轴线转角大于等于 5°；

（2）管内压力水头大于等于 3 m，且管轴线转角大于等于 30°；

（3）管轴线转角大于等于 45°。

3.6.2 镇墩应设在坚实的地基上，并按受力要求确定尺寸。

3.7 出水口防冲设施

3.7.1 出水口处应设置防冲池；地面移动管道出口，宜有防冲措施。

3.7.2 防冲池宜就地取材，优先采用预制混凝土构件。

3.7.3 防冲池池底，应至少低于地面 15 cm；防冲池占地宜为 0.1～0.25 m²。

3.8 其他设施

3.8.1 在管道轴线起伏段的高处和向下弯处，应设置进排气设施；在管轴线起伏段的低处

水总管科技

和管道系统的最低处，宜设置泄水阀和渗水井。

3.8.2 在顺坡管道节制阀下游侧、逆坡管道节制阀上游侧，以及可能出现负压的管段，应设置负压消除设施。

3.8.3 埋于冻层以下，且埋深不少于 70 cm 的管道，可不计算温度应力；必要时可设伸缩节或柔性接头。

3.9 设计成果

3.9.1 应提交工程设计说明书。

3.9.2 说明书附图应包括下列主要图件：

(1) 1/1000 或 1/2000 的管道系统平面布置图；

(2) 典型管线纵剖面图；

(3) 必要的连接安装图；

(4) 附属建筑物设计图；

(5) 管槽断面图；

(6) 典型田间工程布置图。

4 水泵选型与配套

4.1 新配水泵的选型与配套

4.1.1 低压管道输水灌溉工程的新配水泵，宜选用国家公布的节能型产品，严禁选用国家公布的淘汰产品。

4.1.2 选用水泵的流量应满足灌溉系统设计流量的要求，且不大于根据抽水试验确定的机井出水量；扬程应根据灌溉系统设计扬程合理选定，在灌溉系统设计流量下，水泵应工作在高效区。

4.1.3 应分别校核在管道系统最大工作水头和最小工作水头下，水泵的工作点是否在高效区内，如偏离过大应重新选择水泵或调整管道系统的设计。

4.1.4 井用潜水泵的配套泵管，在经济上合理的情况下可增大一级管径，但不应影响水泵的安装和检修。

4.1.5 水泵的选型和配套除应符合本规范外，还应符合《农用机井技术规范》(SD188) 的要求。

4.2 现有机井装置的利用和改造

4.2.1 利用现有机井装置建设低压管道输水灌溉工程，应收集有关技术资料，测试水泵扬程、流量、转速及动力机能耗等性能参数，根据水泵及配套装置的技术指标、目前技术状况、设计要求等，通过技术论证和经济分析确定其利用、改造的可行性。

4.2.2 应制定现有机井装置的具体技术改造方案，并据此进行改造、检修和验收。

万水电脑科技

4.2.3 经检修或技术改造的水泵应符合 4.1.2 条和 4.1.3 条的规定。

4.3 机井装置效率

4.3.1 机井装置效率按下式计算

$$\eta_w = \frac{\gamma Q_t (H_t \mp Z_u - Z_d)}{1000 N_t} \times 100\% \qquad (4.3.1)$$

式中 η_w ——机井装置效率；

γ ——水的容重，N/m^3；

Q_t ——灌溉系统实测流量，m^3/s；

H_t ——管道系统实测工作水头，m；

N_t ——动力机输入功率，kW。

4.3.2 新配机井装置的装置效率应符合《农用机井技术规范》(SD188) 规定的指标；现有机井装置的装置效率，电动机配套应不低于 35%，柴油机配套应不低于 30%。

5 管材与连接件

5.1 一般规定

5.1.1 低压管道输水灌溉工程所用管材与连接件，必须符合下列规定：

(1) 非现场制作的管材与连接件，应为定型产品，或经过技术鉴定并严格按技术要求生产的非定型产品；

(2) 现场制作的管材与连接件，应进行技术鉴定，并有相应措施保证其质量不低于鉴定时的指标。

5.1.2 管材的公称压力应大于或等于管道设计工作压力。

5.1.3 连接件的公称压力应大于或等于管材的公称压力，其规格尺寸及偏差应满足连接密封要求。

5.1.4 水泥预制管和现场浇筑混凝土管不应埋设在硫酸盐浓度超过 1%的土壤中。在硫酸盐浓度大于 0.1%、小于 1%的土壤中埋管，应选用铝酸三钙含量小于 5.5%的水泥。

5.2 塑料管与连接件

5.2.1 低压输水塑料管宜选用薄壁或双壁塑料管；其性能指标及检测应符合相应标准的规定。

5.2.2 地埋塑料管由静荷载和动荷载引起的总径向变形率（即径向变形量与外径比值）不得大于 5%；当埋深大于 70 cm 时动荷载可忽略。管道径向变形量计算方法见附表 B。

5.2.3 塑料连接件材质宜与管材相同。

5.2.4 焊接成型的硬聚氯乙烯或高密度聚乙烯连接件应符合下列力学性能要求：

(1) 1 m 高度自由坠落不破裂；

五洲恒科技

(2) 4.2 倍公称压力保压 1 h 不渗漏。

5.2.5 当管道采用粘接剂连接时，粘接剂的性能应符合下列基本要求：

(1) 固化时间应与施工条件相适应；

(2) 粘附力强，易于涂在接合面上；

(3) 粘接强度应满足管道使用要求。

5.2.6 当管道采用橡胶圈作接口密封材料时，所用橡胶圈不应有气孔、裂缝或接缝。其性能应符合下列基本要求：

(1) 拉断强度大于等于 16 MPa；

(2) 伸长率大于等于 500%；

(3) 邵氏硬度为 45～55 度；

(4) 永久变形小于 20%；

(5) 老化系数大于 0.8（在 70℃温度下，历时 144 h）。

5.3 水泥预制管与连接件

5.3.1 管材及连接件的工作压力应不大于抗渗试验压力的 1/2。

5.3.2 用三点荷载试验数据确定管上的允许填土荷载时，安全系数应不小于 1.25。

5.3.3 管材内壁应光滑，内外壁无裂缝，壁厚允许偏差为±2 mm，内径允许偏差为±3 mm。

5.3.4 在不均匀沉降地段应采用柔性连接。

5.4 现场浇筑混凝土管

5.4.1 管体混凝土抗压强度应符合下列要求：

(1) 管径小于等于 200 mm 时，不低于 15.0 MPa；

(2) 管径大于 200 mm 时，不低于 20.0 MPa。

5.4.2 管道外压强度安全系数应不小于 1.25。

5.4.3 管道最小壁厚应为内径的 1/10 加 15 mm。

5.4.4 管道内径允许偏差为±7 mm。

6 附 属 设 备

6.1 一般规定

6.1.1 在管道系统中，根据运行的实际需要，应配置分水、给水、泄水、安全保护、量水等设备。

6.1.2 承压附属设备的公称压力应不小于所接管材的公称压力，与管道连接必须密封、坚固。

6.1.3 附属设备应有相应的保护措施，并便于管理、养护和维修。

万水帕科技

6.1.4 附属设备应为定型产品或经技术鉴定的非定型产品，并应有产品出厂合格证。

6.2 给水栓（或出水口）

6.2.1 给水栓（或出水口）应结构合理、坚固耐用、密封性好、操作方便且水流阻力小，有足够的过流能力。

6.2.2 给水栓（或出水口）应有密封水压值和局部水头损失资料。

6.3 安全保护装置

6.3.1 安全保护装置应结构合理、运转灵活，牢固耐用。

6.3.2 限压通气管应设置在管道系统进口或可能发生危害性水击压力的位置，其内径应不小于管道内径，管顶高出设置点设计水位应不小于 30 cm。

6.3.3 进排气阀应铅垂安装，通气孔直径应按下式计算确定

$$d_v = 1.05\,D\sqrt{\frac{V}{V_a}} \tag{6.3.3}$$

式中 d_v——进排气阀通气孔直径，mm；

V_a——排出空气流速，m/s，可取 V_a=45 m/s。

6.3.4 安全阀的排放能力，在管道压力上升但未超过管材公称压力 1.5 倍时，应达到管道的设计流量。

6.4 置水设备

6.4.1 管道系统应设量水设备，并应按产品说明书要求进行安装。

6.4.2 量水设备规格应与管道流量相适应。

6.4.3 量水设备应水头损失小、牢固耐用、维修方便；田间量水计量精度应不低于 5%。

7 工程施工与设备安装

7.1 一般规定

7.1.1 工程施工与设备安装，应按已批准的设计进行；不得自行修改设计或更换材料设备。

7.1.2 在施工过程中，应做好施工记录。隐蔽工程必须经验收合格后方能进入下道工序。

7.1.3 施工中应成立质量检查组，对工程质量进行检测和评价，确保施工质量。

7.1.4 施工中应执行机械、电器设备安全生产的有关规定。

7.2 施工准备

7.2.1 物料准备要求：

万水电科技

(1) 应根据设计备足工程物料；

(2) 管材、连接件及附属设备在运输装卸过程中，严禁抛扔或剧烈碰撞；

(3) 塑料管材和连接件在贮存时应避免阳光暴晒。

7.2.2 施工前应编制施工计划，施工人员应通过技术培训。

7.2.3 应根据设计核对工程物料的数量、规格，并检查质量。

7.2.4 施工环境要求：

(1) 施工宜避开雨季；

(2) 在地下水位较高地段，应备好排水设备；

(3) 物料场地应开阔，便于运输和操作。

7.3 管槽开挖

7.3.1 施工现场应设置测量控制网点。宜在管道中心线上每隔 30～50 m 打一木桩，并在管线的转折点、出水口、闸阀等处或地形变化较大的地方加桩，桩上应标注开挖深度。

7.3.2 管槽开挖应按下列要求进行：

(1) 根据当地土质、管材、地下水位、冻土层深度及施工方法等确定断面开挖型式；

(2) 根据管材规格、施工机具、操作要求确定管槽开挖宽度。槽底宜挖弧型管床，管床对薄壁塑料管的包角应不小于 120°；

(3) 管槽开挖深度，宜使管道工作在冻层以下，且埋深不小于 70 cm，如在冻层中埋设应经技术经济论证，并有相应措施；

(4) 管材与管件连接处，管槽开挖尺寸可适当加大。

7.3.3 管槽弃土应堆放在管槽一侧 0.3 m 以外处。

7.3.4 槽底应平直、密实，并清除石块与杂物，排除积水。如超挖则应回填夯实至设计高程；遇软弱地基应采取加固措施。

7.3.5 管槽开挖完毕经检查合格方可敷设管道。

7.4 管道系统安装

7.4.1 管道安装前，应对管材、管件进行外观检查，清除管内杂物，不合格者不得就位。

7.4.2 管道安装，宜先干管后支管。承插口管材，插口在上游，承口在下游，依次施工。

7.4.3 管道中心线应平直，管底与槽底应贴合良好。

7.4.4 塑料管应按下列要求连接：

(1) 热扩口承插，应将插口处挫成坡口，承口内壁和插口外壁均应涂粘接剂，其搭接长度应大于 1 倍外径；

(2) 带有承插口的塑料管应按厂家要求连接；

(3) 塑料管连接后，除接头外均应覆上 20～30 cm。

7.4.5 水泥预制管应按下列要求连接：

(1) 平口（包括企口）式接头宜采用纱布包裹水泥砂浆法连接，要求砂浆饱满，纱布和砂浆结合严密，严禁管道内残留砂浆；

水利电科技

(2) 承插式接头，承口内应抹1∶1水泥砂浆，插管后再用1∶3水泥砂浆抹带封口，接管时应固定管身；

(3) 预制管连接后，接头部位应立即覆20～30 cm厚湿土。

7.5 现场浇筑混凝土管施工

7.5.1 施工应按有关操作规程进行。

7.5.2 管内壁必须灰浆饱满、均匀、光滑。

7.5.3 初凝后应立即回填湿土至管顶以上20～30 cm。

7.5.4 施工暂时中断时，应安排在连接件处。

7.6 建筑物施工

7.6.1 管道系统的所有建筑物，都必须按设计要求施工。

7.6.2 建筑物的地基应坚实，必要时应进行夯实或铺设垫层。

7.6.3 出地竖管的底部和顶部应采取加固措施。

7.6.4 管道穿越道路或其他建筑物时，应增设套管等加固措施。

7.7 试水回填

7.7.1 管道系统和建筑物达到设计强度后方可试水。

7.7.2 安装结束后，必须对每条管道进行水压试验。

7.7.3 管道系统试水前应做好下列准备工作：

(1) 安装好测压仪表；

(2) 认真检查被测管道系统：设备是否安全，进排气阀是否通畅，安全阀、给水栓是否启闭灵活；

(3) 认真检查被测管段覆土固定情况。

7.7.4 管道试水时，环境气温应不低于5℃。

7.7.5 试水压力应为管道系统的设计工作压力，保压时间塑料管和预制管不小于1 h，现场浇筑混凝土管不小于8 h。应检查管道系统的渗漏情况并做好标志和记录。渗漏损失应符合管道水利用系数要求，不允许有集中渗漏。

7.7.6 试水不合格时应采取修补措施，在修补处达到预期强度后重新试水，直至合格。

7.7.7 管道试水合格后方可进行回填。

7.7.8 回填应按设计要求和程序进行，有条件时宜采用水浸密实法。采取分层压实法时，回填密实度应不低于最大夯实密实度的90%。

7.7.9 初始回填应在管道两侧同时进行，回填材料应不含直径大于25 mm的石块和直径大于50 mm的土块。回填达到管顶以上15 cm后再进行最终回填，回填料应不含直径大于75 mm的石块。

7.7.10 对管道系统的关键部位，如镇墩、竖管周围及防冲池地基等的回填应分层夯实，严格控制施工质量。

万水灌溉科技

8 工 程 验 收

8.1 一般规定

8.1.1 工程验收前应提交下列文件：规划设计报告和图纸、工程预算和决算、试水和试运行报告、施工期间检查验收记录、运行管理规程和组织、竣工报告和竣工图等。

8.1.2 工程施工结束后，应由主管部门组织设计、施工、使用单位组成工程验收小组，对工程进行全面检查验收。

8.1.3 工程未验收移交前，应由施工单位负责管理和维护。

8.2 验收内容

8.2.1 应审查技术文件是否齐全，技术数据是否正确、可靠。

8.2.2 应审查管道铺设长度、管道系统布置和田间工程配套、管道系统试水及试运行情况是否达到设计要求；机泵选配是否合理、安装是否合格；建筑物是否坚固。

8.2.3 工程验收后应填写“工程竣工验收证书”，由验收组负责人签字，加盖设计、施工、使用单位公章，方可交付使用。

9 运 行 与 维 护

9.0.1 应成立管理机构或明确专管人员，制订运行操作规程和管理制度；操作人员应培训后上岗。

9.0.2 应根据灌溉制度制订科学的用水计划。

9.0.3 运行前，应检查机井装置、管道系统和附属设施是否齐全、完好。

9.0.4 灌水时应先开启出水口，后启动水泵；改换出水口时，应先开后关；停灌时应先停泵，后关出水口。

9.0.5 停灌期，应把地面可拆卸的设备收回，经保养后妥善保管。

9.0.6 在冻害地区，冬季应及时放空管道。

9.0.7 应根据管理制度，定期检查工程及配套设施的状况，并及时进行维护、修理或更换。

附录A 术 语 与 符 号

A1 术语

A1.1 低压管道输水灌溉工程

水总局科技

以管道输水进行地面灌溉的工程，简称管道灌溉工程。管道系统工作压力一般不超过0.2 MPa。

A1.2 管道系统进口

管道系统与泵管的连接处。

A1.3 管系水利用系数

设计工况下，管道系统出口流量与进口流量的比值。

A1.4 多井汇流系统

2眼及以上的水源井同时以压力管流方式汇流的管道系统。

A1.5 给水栓

向地面管道提供压力水源的节制装置。

A1.6 出水口

管道系统向田间毛渠或畦、沟供水的节制装置。

A1.7 限压通气管

连通管道与大气的竖管。管内水面可随管内压力而波动，过高溢流，过低补气，以此限制管内压力升高和防止负压。

A1.8 进排气阀

充水时排除管内空气，负压时能自动补气的装置。

A1.9 安全阀

当管内压力超出设定值时，能迅速开启排出管中水流，从而限制管内压力过高，保证管道安全的阀门。

A1.10 泄水阀

排空管道的阀门。

A2 符号

A2.1 水头

H_0——管道系统设计工作水头；

H_{max}——管道系统最大工作水头；

H_{min}——管道系统最小工作水头；

H_t——管道系统实测工作水头。

A2.2 水头损失

h_f——沿程水头损失；

h_j——局部水头损失；

$\sum h_{f0}$——水泵吸水管进口至管道系统进口之间的沿程水头损失；

$\sum h_{j0}$——水泵吸水管进口至管道系统进口之间的局部水头损失；

$\sum h_{f1}$——管道系统进口至参考点1之间的沿程水头损失；

$\sum h_{j1}$——管道系统进口至参考点1之间的局部水头损失；

$\sum h_{f2}$——管道系统进口至参考点2之间的沿程水头损失；

$\sum h_{j2}$——管道系统进口至参考点2之间的局部水头损失；

万水信科技

f 摩阻系数；

ζ——局部阻力系数。

A2.3 扬程

H_p——灌溉系统设计扬程。

A2.4 流量

Q_0——灌溉系统设计流量；

Q_t——灌溉系统实测流量；

Q 管道设计流量。

A2.5 速度与加速度

V——管内流速；

V_a——排气流速；

g——重力加速度。

A2.6 容重

γ——水的容重；

γ_s——土壤干容重。

A2.7 灌水参系数

m 灌水定额、流量指数；

h——计划湿润层深度；

β_1——适宜土壤含水量（重量百分比）上限；

β_2——适宜土壤含水量（重量百分比）下限；

A——系统设计灌溉面积；

α 控制性的作物种植比例；

t——日工作小时数；

T 一次灌水延续时间；

η 灌溉水利用系数；

n——某级管道控制范围内同时开启的给水栓（或出水口）个数、糙率；

N——全系统同时开启的给水栓（或出水口）个数。

A2.8 高程与高差

Z_1——参考点 1 地面高程；

Z_2——参考点 2 地面高程；

Z_0——管道系统进口高程；

Z_d 机井动水位；

ΔZ_1——参考点 1 处出水口中心线与地面的高差；

ΔZ_2 参考点 2 处出水口中心线与地面的高差。

A2.9 管径与管长

D——管道内径；

d_v——进排气阀通气孔直径；

水总局科技

L ——管长。

A2.10 其他

η_w——机井装置效率；

N_i——机井装置输入功率；

b——管径指数。

附录 B 管道径向变形量计算

B1.0.1 管道径向变形量计算选用美国材料试验协会标准 ASTMD2412 所推荐的修正的斯潘格勒公式

$$\Delta X = \frac{DKW}{0.149\,PS + 0.061E'}$$

$$\Delta Y = 1.1\Delta X \qquad \text{(B1)}$$

式中 ΔX、ΔY——管子水平和垂直变形量，即直径变化，cm；

D——变形滞后系数，最大值取 1.5；

K——基底常数，根据基底支撑角度自表 B1 选取；

E'——填土反作用模量，N/cm²；

PS——管材刚度（变形 5%时），N/cm²；

W——管上荷载，N/cm。

E'值随着土壤质地和回填情况的不同变化很大，很难准确确定，可参考美国《PVC 管道手册》中给出的由哈沃德进行 100 多个室内试验和野外试验得到的不同的 E'值，见表 B2。

表 B1 基底常数 K 值

基底支撑角度	0°	45°	90°	120°	180°
K	0.110	0.105	0.096	0.090	0.083

表 B2 哈沃德的 E' 值 (N/cm²)

回填情况 \ 土壤类型	液限小于 50%的细粒土，其粗颗粒含量<25%	液限小于 50%的细粒土，其粗颗粒含量>25%	粗粒土，其细颗粒含量<12%
不夯实回填	35	70	140
夯实程度<85%	140	280	700

W 值可根据水利电力出版社《排水手册》中提供的马斯敦公式进行计算：

$$W = C_d \gamma B_c B_d / 100 \qquad \text{（适用于柔性管）} \qquad \text{(B2)}$$

$$W = C_d \gamma B_d^2 / 100 \qquad \text{（适用于刚性管）} \qquad \text{(B3)}$$

式中 C_d——荷载系数，根据回填土种类及 H/B_d 值，由图 B1 选取；

γ——填土容重，N/m^3；

B_d——管顶处沟宽，m；

B_c——管外径，m；

H——管埋深，m。

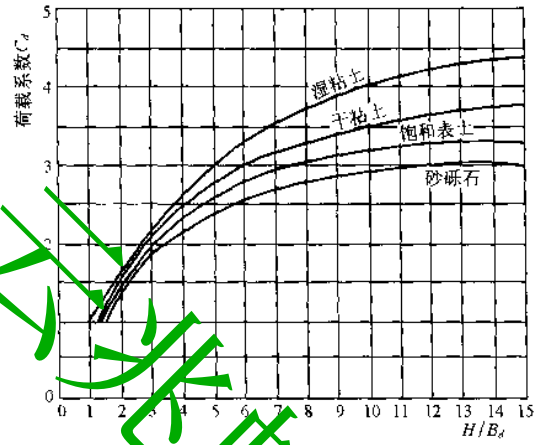


图 B1 用来计算回填土重的荷载系数 C_d

工光信科技

附加说明

主 编 单 位：中国水利水电科学研究院
参 加 单 位：山西省水利科学研究所
天津市水利科学研究所
山东省水利科学研究院
河北农业大学
北京市水利科学研究所
主要起草人：金永堂 张国祥 朱利贞
杨振刚 赵竞成 余 玲
张兰亭 张盛宏 包水林

中华人民共和国行业标准

低压管道输水灌溉工程技术规范

（井灌区部分）

SL/T153—95

条 文 说 明

云水帕科技

目　　次

1　总则 …… 136
2　工程规划 …… 136
3　工程设计 …… 138
4　水泵选型与配套 …… 139
5　管材与连接件 …… 140
6　附属设备 …… 142
7　工程施工与设备安装 …… 142
8　工程验收 …… 143
9　运行与维护 …… 143

云水帕科技

1 总 则

1.0.2 自流或扬水站灌区的低压管道输水灌溉工程，在管道系统的规模和运行方式上均与井灌区有较大差异；国内在自流与扬水站灌区的低压管道输水灌溉工程尚处于试点阶段，制标条件尚不成熟；所以，本规范仅针对井灌区编写，适用于井灌区低压管道输水灌溉工程。

1.0.3 井、水泵、管道及田间工程是低压管道输水灌溉工程的组成部分，在拟开发的井灌区，井位确定应考虑管道系统布置；在已成井灌区，可考虑重新适当划分各机井的保浇面积，以降低管道投资；水泵与管道系统在水力联系上是一个整体；田间工程配套水平及其与管道系统布置相互适应，是工程发挥高效益的重要环节，因此条文中强调把上述各组成部分作为一个整体来考虑。

1.0.4 机井是低压管道输水灌溉工程的组成部分，机井完好，管道灌溉工程才能发挥效益，所以必须对管道灌溉工程中的机井加以规定；《农用机井技术规范》已对机井作出规定，本规范予以采用。对不达指标的现有机井，应通过技术改造，使其符合完好机井的要求，再进行低压管道输水灌溉工程建设，以保证工程发挥实效。

2 工 程 规 划

2.1.1 资料是制定规划的主要依据，引用资料应进行必要的核实和分析，做到切实可靠。规划应搜集下列资料：

（1）自然地理概况：规划区地理位置、地形地貌特征、计地面积等；

（2）水文气象资料：降水、蒸发、气温、无霜期、冻层深度等；

（3）水文地质资料：地下水资源评价、单井出水量、历年变种状况、水质和地下水水位动态等；

（4）土壤资料：根系活动层土壤类别与分布、土壤水分特征及物理化学性质等；

（5）灌排工程现状：已有工程及配套设施、控制面积、田间工程配套状况、各部门用水量等；

（6）农业生产资料：作物种类、种植比例、复种指数、耕作制度、灌溉制度、灌水方法、单位面积产量、农户土地划分状况等；

（7）社会经济资料：人口、劳力、历年产量、农产品价格、农工副业产值、人均收入、经济发展规划、建材交通与能源条件等；

（8）地形图：规划用1/5000或1/10000；设计用1/1000或1/2000。

2.1.4 规划方案的技术经济比较，应以效益费用比为主要依据。但在井灌区低压管道输水灌溉工程的多方案比较时，多在效益相同的前提下进行，此时年费用最小与益本比最大

农业电子科技

等效。

2.2.1 SDJ217《灌溉排水渠系设计规范》规定：旱作物为主的缺水地区灌溉设计保证率为50%～75%，丰水地区为70%～80%。考虑到低压管道输水灌溉工程主要在我国缺水地区大面积实施，地下水保证程度较高，为保证工程效益，管道灌溉的设计保证率不宜定得太低；同时我国华北水资源特别紧缺，一些地方已在提倡搞不充分灌溉，因此，灌溉设计保证率又不宜定得过高。根据“七五”期间的大面积实践，多数地区采用75%的保证率取得了显著的经济效益，已为地方所接受；可是我国地域辽阔，不宜分得太细，故定为不低于75%。

为了不束缚特别缺水地区降低灌溉保证率，采用不充分灌溉，故在标准用语上采用“宜”字。

2.2.2 低压管道输水灌溉工程中，管材在运行中应是不漏水的；但由于安装水平和连接件的止水性能还不能令人满意，大面积推广应用实践表明：塑料管材的管系水利用系数可达0.95～0.98；当地材料预制管接头多、现场浇筑混凝土管的抗渗性还不够理想，管系水利用系数差异较大，但只要注重制管和施工质量，经过努力，应能达到0.95。

2.2.3 田间配套水平对节水效果影响很大，只有提高田间配套水平，才能实现综合节水，因此本条强调要提高配套水平，并用田间水利用系数不小于0.85来要求。在限制毛渠长度，正确实行畦（沟）灌的条件下，田间水利用系数可以达到0.85以上。

2.2.4 正确执行规范有关规定后，灌溉水利用系数即可达0.80以上。

2.3.1 管道灌溉规划应充分利用地下水资源评价成果，同时要考虑配套设备在灌溉期间是否能提出全部可采量；由于目前地下水可采量成果的精度、开发后采补条件可能发生变化等，对已成井灌区，本条规定要根据多年运行资料，对地下水资源评价成果加以复核，使规划更加可靠。

2.4.1 采用一口井一个管道系统，由于输水距离近、总流量小、没有井泵之间的干扰等，投资和运行费都是最经济的，故一般情况下应尽量采取单井管道系统。但是，也有单井出流量小于入畦流量、需要多井汇流等情况，多井管道系统不能不用，因此本条规定了通过技术经济论证，可采用多井系统。

2.4.2 树状管网与环状管网在井区管道灌溉中应用均相当广泛，一般情况下接近正方形的地块宜采用树状管网，长条形地块宜用环状管网；多数情况下需作方案比较才能确定合理的形式。

2.4.3 本条所提流量与管道级数的配合，是根据河北、山西、山东等省的情况归纳提出的。

对于透水性大的沙质土灌区，为达到田间水利用系数不小于0.85的要求，尚需要增设地面移动管。

2.4.5～2.4.6 近年实践表明：灌区内固定管道长度（不计远距离输水位于灌区以外的管长）在90～150 m/hm^2，支管间距50～100 m，可达到本规范规定的技术指标。

2.4.7 给水栓（或出水口）间距按1～2倍畦长（或毛渠长度）计算。大面积实践表明：单口灌溉面积多在0.25～0.6 hm^{2}之间，这对于大田旱作物区是适用的；菜区宜适当加密。

2.4.8 畦、沟灌水要素对工程布置和节水效果极为重要，本条所列表2.4.8-1是由《水工设计手册》表37-4-2和表37-4-3综合而成，表2.4.8-2引自《水工设计手册》表37-4-4，表

技术资料

中数据与山东、山西、河南等省的试验和总结资料一致。

3 工 程 设 计

3.1.1 灌溉系统设计流量是选配水泵和初选管径的依据，其值为灌水高峰期所需流量；但是机井出水量应为系统设计流量的上限，当水泵流量小于灌溉所需流量时，必须减少灌溉面积或调整种植比例，以使灌溉系统设计流量不大于水泵流量。

3.1.2 各级管道的设计流量用于初估管径和计算管道系统的最大、最小工作水头。虽然不同给水栓（或出水口）开启时，由于水泵工作点变动而有不同的流量，需经水泵工作点计算确定，但在计算管道设计流量时，可按各给水栓（或出水口）平均出流考虑。

3.1.3 环状管网是平原井区管道布置的适用方案之一，最普遍的是单井单环网，在该情况下，距入水口距离为1/2环长的出水口开启时，管道系统的工作水头最大，是单环网管道设计的控制情况，此时环中每支的流量为入网流量的一半。

3.2.1 因开启的出水口不同，管道系统的工作水头在一定的范围内变动，这个范围的上下界，就是管道系统最大、最小工作水头，是管道设计、管材选择及水泵工况核算的依据。

3.2.2 管道灌溉系统因不同给水栓（或出水口）开启，水泵工作点将在某个范围内变动；计算系统能耗时，以最大、最小工作水头的平均值来近似设计工作水头，可减少工作量，其误差是可以接受的。

3.2.3 用管道系统的设计工作水头（平均工况）来选泵，是考虑到管道灌溉系统的水泵运行工况不是水泵特性曲线上的一个点，而是一个范围，若按最大扬程近于水泵额定扬程来选泵，将使水泵工作点偏于小于额定扬程的一边，最小扬程时工作点可能位于高效区之外；以平均工况选择水泵，会使水泵工作点变动在额定点左右，有利于节能；而最大扬程与最小扬程的工作点（即工作点范围的上下界），将通过工作点校核，使其位于高效区内，在本规范第4.1.3条中作了规定。

3.3.1 本条采用的公式与参数，部分引自GBJ85—85《喷灌工程技术规范》。薄壁塑料管在地埋条件下有较大的变形，致使摩阻增大，据山西省水科所对地埋薄壁HDPE管埋土前与运行半年后现场测试，半年后摩阻系数比埋土前增大5%，因此表3.3.1的注中规定了地埋薄壁塑料管的f值。水泥沙土管的n值引自山东省水科所测试资料。

地面软管的水力性能研究尚不充分，所以未列出。

3.3.3 给水栓（或出水口）的水头损失，据北京市水科所、山西省水科所对十几种出水口的测试，绝大多数出水口局部水头损失在0.3～0.5 m范围内，由于目前产品定型的不多，局部损失资料缺乏，故本条规定了局部损失值，供无资料时参考使用。

3.4.1 提出的管道流速是根据“七五”期间实践归纳，仅用于初估管径；在初估管径后，尚需经过技术经济比较，确定各管段直径。

3.4.2 管道的设计工作压力，应包括正常运行时（不含冲击压力）的最大工作压力和正常运用时常发生的冲击压力。在低压管道输水灌溉系统中，出水口的启闭由人工操作实现，水

锤压力（不是最大值）是不可避免的，而且因管道工作压力低，水锤压力与工作压力的比值较大。美国 ASAE 标准 S376.1《地下热塑性灌溉管道的设计、安装和性能》规定："未包括冲击压力的工作压力，应不超过管材公称压力级的 72%。"由此可换算出管材公称压力应不小于 1.4 倍正常工作压力（不含冲击压力）。本规范引用这一规定。当地材料管的水击波速大于塑料管，至少也应留出这一裕度，所以文中没有限定管材。

3.5.1 设有单向阀（包括潜水泵体内设有单向阀）的管道系统，其最高与最低水锤压力通常都在事故停泵中出现，故以此作为校核管道强度的依据。

3.5.2 水锤情况下的内水压力，由于作用时间短，应作为校核荷载对待；用采取防护措施的办法，限制水锤时内压力在一定范围之内，可以确保管道安全。

3.6.1 采用美国农业部水土保持局《素混凝土灌溉输水管道》的规定。

3.7.3 防冲池设置目的，在于消除多余水能，保护土渠不被冲刷，因此防冲池底必须低于地面至少 15 cm。

3.8.1 设置泄水阀与渗水井，有利于竖管防冻和检修时作业。

3.8.3 埋于冻层下且埋深不小于 70 cm 的管道，其温度变幅小且速率慢，又处于周围土壤的约束中，温度伸缩量小；我国北方井区大面积低压管道输水灌溉工程中，绝大部分未安伸缩节，均能安全运行。但为安全计，应控制施工温度，且条件许可时也可设伸缩节和柔性接头。

4 水泵选型与配套

4.1.2 低压管道输水灌溉系统的运行工况，随开启的出水口的不同在一定范围内变动。为使机井装置在长期运行中具有较高的平均效率，水泵应依据表示系统平均运行工况的灌溉系统设计流量和设计扬程选定。

4.1.3 水泵运行工况因开启的出水口不同而有较大的变动范围，选的长管水泵在设计工况下满足 4.1.2 条的要求，但其长期运行的平均效率仍然可能不高，甚至实际运行工况点超出水泵的允许工作范围。故规定应分别校核管道系统最大工作水头和最小工作水头下水泵的实际工况。

4.1.4 水泵的吸水管和出水管应视为管道系统的延伸，其管径应与管道系统统一确定。但井用潜水泵通常使用生产厂配套的泵管，使用部门反映其管径偏小，水头损失偏大，故规定在经济合理且不影响安装和检修的前题下，泵管可增大一级管径。

4.2.1 水泵和配套设备的出厂技术指标和目前技术状况是利用和改造机井装置的重要依据，应通过收集产品使用说明书、产品铭牌、产品样本、验收测试报告等技术资料和进行必要的技术测试切实掌握。

利用现有机井装置建设低压管道输水灌溉工程，应考虑联接管道系统对水泵运行工况的影响。这种影响是否有利于提高水泵工作效率，主要取决于井、泵原有的配套状况；检修和技术改造也能在一定程度上恢复或提高机井装置性能，减少不合理的水头损失，有利

农业节水科技

于联接管道系统运行。此外，还应考虑利用现有机井装置对管道系统设计的影响，如水泵扬程偏低时，仍勉强利用，往往造成管径设计偏大，反而不够经济合理。鉴于利用现有机井装置所涉及的问题比较复杂，故本规范规定应进行技术论证和经济分析。

4.3.1 机井装置通常认为包括动力机、水泵、吸水管路和出水管路、底阀、传动装置等。输配水管道系统属于机井的田间配套设施，不应作为机井装置的组成部分。分析表明，在上述前题下，机井装置效率的概念以及《农用机井技术规范》规定的指标仍可用于评价低压管道输水灌溉工程的机井装置，但有效扬程应采用更一般的表述。根据机井装置效率的定义，采用管道输配水时的有效扬程应为管道系统进口处的压力水头与至该点的净扬程之和（$H_r+Z_0-Z_d$）。

5 管材与连接件

5.1.1 低压管道输水灌溉工程目前所用管材种类很多。如各种塑料硬管（PVC、PE、再生PVC、再生PE）、水泥制品管（水泥砂土、水泥石屑、水泥炉渣、石棉水泥、薄壁混凝土）、现场浇筑混凝土管（一次成型现浇、二次成型现浇、内衬塑料薄膜现浇）、地埋改性PE软管、水浸密实灰土地埋软管，还有瓦管、陶管、无水泥粉煤灰管、氯氧镁水泥管等等。连接件和管材材质相配，也有水泥制品、塑料、铁件等。各地根据自己的实际条件，因地制宜地研制应用各种管材和连接件，这对推动低压管道输水灌溉技术的发展确实起到了一定的作用，但也存在一些具体问题：如过于强调低造价而忽视长期使用性能，没有严格的技术性能指标要求等。因此，由管材和连接件的质量问题造成返工或使工程报废的例子时有发生。管材和连接件是低压管道输水灌溉工程的主要组成部分，其投资占整个工程投资的70%左右，为保证工程正常运行，规范中必须对管材及连接件的要求给予明确规定。为简便起见，本条将管材和连接件分为现场制作和非现场制作两大类。由于国家（或地方）定型产品对产品规格、技术性能指标有明确规定，且有标准的检验测试方法保证测试结果准确，因此本条规定非现场制作管材与连接件应为定型产品。但考虑到满足低压输水要求的管材种类很多，定型和标准化工作一时难以及时跟上，因此在定型产品外也可使用经过技术鉴定的非定型产品。对于现场制作的管材和连接件，鉴于标准化工作尚未跟上，而现场制作质量波动较大，故要求除须经过技术鉴定外，还特别作了施工时质量不得低于鉴定时指标的规定。

5.1.2 实践中一些应用单位曾误将管材的爆破压力理解为管材可承受的最大工作压力，致使管道运行中无安全系数保障，故本条强调管材的公称压力（而非爆破压力）应等于或大于管道系统的设计工作压力。

5.1.3 本条规定是为保证整个管道系统的可靠度一致。

5.1.4 本条规定系引自美国农业部水土保持局规范SCS430 CC《素混凝土灌溉输水管道》。

5.2.1 早期低压管道输水灌溉工程多选用管壁较厚、单价较高的塑料管。在“七五”期间，水利部将薄壁PVC和双壁PVC的研制应用纳入攻关课题，组织水利科研及轻工部门联合

攻关，研制出了适宜低压输水灌溉用的薄壁、双壁PVC管。在性能完全满足低压输水的基础上大大降低了管材单价，该项成果的推广应用有力地促进了低压管道输水灌溉技术的发展。目前应用薄壁、双壁PVC管的面积已超过300万亩，生产薄壁PVC管的厂家数十家，遍布北方缺水各省区。国家标准GB/T13664《低压输水灌溉用薄壁硬聚氯乙烯（PVC—U）管材》也已于1992年9月由国家技术监督局发布，双壁PVC管的行业标准制定工作也已完成报批稿。因此，若选用按国家标准和行业标准生产的薄壁PVC和双壁PVC管，可在相对低造价的基础上充分保证工程质量。另外，薄壁PE管和薄壁PP管也在一些省市有了越来越多的应用，山西省还制定了薄壁PE管的标准。所以，本条规定了低压输水塑料管宜选用薄壁或双壁塑料管。

5.2.2 国外曾对地埋PVC管的变形进行了长期观测和大量研究，结果表明：其径向相对变形率为5%时，管材的强度和管内介质流态均不受多大影响。因此，欧美各国普遍采用5%作为最大允许变形率，我们也以此为准。近几年来，水科院、天津水科所、山西水科所等也对薄壁PVC、薄壁PE管在外压作用下的变形率进行了室内外系统试验，成果表明只要回填土达到要求的密实度，沟宽沟深也按设计要求规定，则在田间荷载的作用下，薄壁管的变形率均不大于5%，此条规定实施中是可行的。管道径向变形量的计算方法我们仍沿用国外推荐的斯潘格勒公式，并将其详述于附录B中。

5.2.4 塑料材质焊接成型的连接件为非定型产品，常采用的材质为硬聚氯乙烯，其焊缝强度应有所要求。本条是参照GB10002.2—88《给水用硬聚氯乙烯管件》的要求提出的。对于高密度聚乙烯连接件从偏于安全考虑也可适用。

5.2.5～5.2.6 均系参照中国工程建设标准化协会《室外硬聚氯乙烯给水管道工程施工及验收规程》（CECI8：90）作出的规定。

5.3.1 美国农业部规范SCS430—CC《素混凝土灌溉输水管道》规定素混凝土灌溉输水管的最大工作压力不大于试验确定的静水压力的1/3。根据国家“七五”攻关课题“低压管道输水灌溉技术”的研究及统计资料，用于低压输水的水泥预制管多为挤压制管，其爆破压力在0.1～0.3 MPa之间，抗渗压力在0.1～0.15 MPa之间。若确定工作压力为抗渗压力的1/3，则工作压力仅可在0.03～0.05 MPa之间，这样的工作压力太低适用性太小，而取抗渗压力的1/2为安全系数，确定工作压力在0.05～0.07 MPa之间，在此情况下一般都能正常运行，故确定最大工作压力为抗渗压力的1/2。

5.3.2 引用美国农业部规范SCS430—CC《素混凝土灌溉输水管道》的规定。

5.3.3 根据国家“七五”攻关课题“低压管道输水灌溉技术”研究成果，并参照国家标准GB11836—89《混凝土和钢筋混凝土排水管》有关数据确定。

5.4.1 美国混凝土协会标准ACI346《现浇素混凝土管规范》规定，现浇素混凝土管混凝土强度在经常冻融环境中应不小于27.6 MPa，一般则为20.7 MPa。由于美国现浇管直径一般均大于0.5 m，而我们的现浇管直径一般小于0.5 m，所以管体混凝土强度可相应减小，根据国内统计资料，ϕ150～200的现浇混凝土管其混凝土标号为150号，ϕ200～300的现浇混凝土管其混凝土标号为200号。这两种标号的现浇混凝土管最低抗渗压力可达0.15 MPa，低压输水是可行的。故本条提出管径200 mm及以下的混凝土强度不低于15.0 MPa，200 mm以上的不低于20.0 MPa是可行的。

5.4.2 引用美国混凝土协会标准《现浇素混凝土管规范》的规定，管道外压强度可用非破坏性试验估算。作用荷载则为管道所承受的最大土荷载的1.25倍，试验时以无纵向裂缝为合格。

5.4.3～5.4.4 根据国家“七五”攻关课题“低压管道输水灌溉技术”研究成果，并参照国家标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》有关数据确定。

6 附 属 设 备

6.1.1 管道系统中，目前多数情况下均设有分水、给水、泄水、安全保护（主要是进排气阀或限压通气管）等设备；量水设备因投资、水头损失及磨损等原因，仅有少数系统设置；考虑到节水是我国的基本国策，而节水必须计量，所以本条将量水设备与分水、给水、安全保护和泄水设备并列，要求配置。

6.1.4 由于低压管道输水灌溉工程在我国发展的时间较短，与其相应的附属设备多数尚未定型，因此本条规定非定型产品也可使用，但为了保证质量，规定必须经技术鉴定，并应有出厂合格证。

6.2.1 给水栓（或出水口）是管道系统运行的主要操作设备，数量多，且多安设于地面，运行环境条件差，因此必须牢固和便于操作。

6.2.2 由于目前给水栓（或出水口）标准化工作尚未跟上或尚未具备条件，因此除6.1.2条对其耐压能力加以限定以确保安全外，本条规定应有密封水压值和局部损失资料，以便确保节水和正确运用。

6.3.2～6.3.3 系根据当前管道输水灌溉工程中已应用的实例总结，并参照美国农业部水土保持局规范《素混凝土灌溉输水管道》、《塑料地下灌溉输水管道》和日本土地改良工程规划设计规范《管道输水工程设计》制定。

6.3.4 安全阀的排放能力在美国农业部水土保持局规范中规定：在管道压力不大于管道允许工作压力的150%时，安全阀的过流能力应达管道设计流量。中国水利水电科学研究院与湖北省云梦县喷灌机厂在A49X－10系列安全阀的使用说明书中规定：用于关阀水锤防护，安全阀额定排量不小于管道设计流量的70%；用于超压防护与充水水锤防护时，可按管道流量的50%选用。本条规定采用美国农业部水土保持局规范的规定。

6.4.3 考虑到投资能力和灌溉量水的实际需要，把计量精度定为5%。

7 工程施工与设备安装

7.1.1 规定了施工安装应按设计进行，不得随意更改设计或材料，这对于确保工程质量，达到设计要求，发挥工程效益是非常必要的。

万水电子书

7.3.2和7.7.9 对管槽开挖和回填的要求所做的规定是根据实践经验，并参照国外管灌技术，又经过全国各地管灌工程试点后确定的。

7.4.4、7.4.5和7.5.1 塑料管、水泥预制管的连接安装和现场浇筑混凝土管的连续浇筑技术要求比较严格、复杂，因此，施工时应由经过培训的技术人员组织实施。

7.7.1 管道系统水压试验，当每条独立管道系统完工并达到养护标准后，可随建、随试、随用、发挥效益，如管灌工程面积较小，也可完工后一并进行水压试验。

7.7.2、7.7.5和7.7.6 为了考核管道工程的施工安装质量和及时采取修补措施，在管道工程投入正常运行之前必须进行水压试验。本规范中水压试验的具体规定，主要参考了美国农业部水土保持局编写的《素混凝土灌溉输水管道》和《塑料地下灌溉输水管道》设计标准与设计规范中有关章节条款，并结合我国管灌工程的实际制订的。

8 工 程 验 收

8.1.1～8.2.3 工程验收是把好质量关的最后环节。因此，这几条分别提出了管灌工程验收应提交的技术文件、图表，以及施工与竣工阶段验收记录和报告，通过全面考核，可对该项工程给予客观评价，从而进一步确定能否投入正常运行，并办理规划设计单位、安装施工单位、管理和使用单位之间的交接手续，使该项工程投入运行。

9 运 行 与 维 护

运行与维护是管理工作的部分内容，本章仅对运行与维护的组织、机构，以及一些最重要的技术性问题作出规定，以保证系统运行的安全与高效；管理工作的其他内容，将在通用的农田水利工程管理规范中规定。

9.0.4 井灌区低区管道输水灌溉工程为有压管道系统，开泵时，若不先开出水口，则管内压力将超出设计压力，有可能导致爆管事故；为此操作人员必须遵守本条规定，以防止上述事故发生。

9.0.5 地面可拆卸的设备如分离式给水栓（或出水口）的活动上体，活动的限压通气管等，在停灌期收回保管，妥善维护，有利于延长设备寿命，降低运行费用。

9.0.6 在冻害地区，管道系统的出地竖管、给水栓（或出水口）、安全装置、量水设备等均可能因冰冻而损坏；因此，不论管道埋于冻层内或冻层下，在冬季停灌期间均应及时放空；在冬灌间歇期间，应视气温情况和间歇时间长短，以不造成冻害为前提考虑放空与否。

万方数据科技

中华人民共和国水利水电行业标准

渠道防渗工程技术规范

SL18—91

主编部门：水利部农村水利水土保持司、科技教育司
能源部、水利部水利水电规划设计总院

批准部门：水利部

实施日期：1991 年 12 月 1 日

江水帕科技

中华人民共和国水利部

关于发布《渠道防渗工程技术规范》SL18—91的通知

水农水〔1991〕14号

为统一渠道防渗工程技术标准，满足渠道防渗工程设计、施工和管理工作的需要，由部农村水利水土保持司、科技教育司和水利水电规划设计总院共同委托西北水利科学研究所、陕西省水利水土保持厅、湖南省水利水电厅主编的《渠道防渗工程技术规范》，经部审定，现批准为中华人民共和国水利水电行业标准，其名称与编号为：《渠道防渗工程技术规范》SL18—91。自1991年12月1日起施行。

各单位在执行过程中有何意见，请随时函告主编单位和部农村水利水土保持司，并由该司负责解释。该《规范》由水利电力出版社负责出版发行。

1991年9月26日

万方信息科技

本规范用词说明

执行本规范条文时，对要求严格程度的用词作如下规定，以便执行时区别对待：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3. 对表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；反面词采用“不宜”或“不可”。

云水帕科技

目　　次

第一章　总则…… 148
第二章　基本规定…… 148
第三章　土料防渗…… 155
第四章　水泥土防渗…… 157
第五章　砌石防渗…… 158
第六章　膜料防渗…… 160
第七章　沥青混凝土防渗…… 162
第八章　混凝土防渗…… 165
第九章　防渗渠道的冻胀防治…… 171
第十章　测验…… 174
第十一章　管理…… 177
附录一　各种防渗材料的技术要求…… 179
附录二　各种防渗材料的防渗效果及适用条件…… 182
附录三　防渗渠道的断面形式、尺寸、水力计算及混凝土防渗层的结构型式…… 183
附录四　埋铺式膜料防渗渠道素土渠基或膜基槽的断面形式…… 187
附录五　膜料防渗渠道土保护层边坡稳定的计算方法…… 189
附录六　刚性材料防渗层伸缩缝填料和裂缝处理材料的配合比、制作及施工方法…… 191
附录七　渠道防渗工程渠基的排水设施…… 192
附录八　膜料接缝的处理方法…… 193
附录九　渠道渗漏的静水法测验段设置和成果整理…… 194
附加说明…… 206
条文说明…… 207

水利标准

第一章 总 则

第 1.0.1 条 为统一渠道防渗工程的技术标准，提高设计、施工、测验和管理水平，提高水的利用率，充分发挥工程效益，特制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于农田灌溉、发电引水、供水和排污等渠道防渗工程。

第 1.0.3 条 本规范包括土料、水泥土、砌石、膜料、沥青混凝土、混凝土等六种材料渠道防渗工程的设计、施工、测验和管理等有关技术规定，各种材料的技术要求详见附录一。其中灰土、三合土、四合土、水泥土宜用于温和地区的渠道防渗工程。

第 1.0.4 条 渠道防渗工程应贯彻因地制宜、就地取材的原则。并满足如下技术要求：

一、渠道防渗工程设计，应掌握渠道的基本情况、收集有关文件资料，通过技术经济论证，力求技术先进、经济合理、经久耐用、运用安全、管理方便。

二、渠道防渗工程建设，应严格执行国家规定的建设管理程序，宜与渠道其他工程项目同时设计和施工。

三、渠道防渗工程必须保证施工质量，满足防渗设计要求。

四、渠道防渗工程应加强管理，保证设计使用年限，提高效益。

第 1.0.5 条 渠道防渗工程除执行本规范外，还应符合农田水利、发电引水、供水和排污等渠道工程有关规范、规程的规定。

第二章 基 本 规 定

第一节 设 计

第 2.1.1 条 渠道防渗工程的规划设计，应满足灌区总体布置要求。并结合当地的地形、土壤、气温、地下水位等自然条件；渠道的大小、耐久性、防渗性等工程要求；水资源供需、地表水和地下水结合运用的情况；社会经济、生态环境等因素，进行技术经济论证，确定是否需要防渗，以及防渗工程的规模与范围。各种防渗材料可参照附录二选用。

第 2.1.2 条 确定渠道防渗工程方案时，可参照附录二要求的防渗效果标准，并以此评价施工质量。

第 2.1.3 条 防渗渠道的地基应稳定。新建渠道选线时，应尽量避开冻胀性、湿陷性、膨胀性地基，以及有可溶盐类、裂隙、溶洞、滑坡体和地下水位高的不良地段。

第 2.1.4 条 防渗渠道断面形式有矩形、梯形（包括弧形底梯形、弧形坡脚梯形）、U形和复合形；无压暗渠可选用城门洞形、箱形、正反拱形和圆形。详见附录一。

第 2.1.5 条 防渗渠道的断面尺寸应通过水力计算确定。梯形、矩形断面渠道宜选择实用经济断面。地下水位较高或有防冻要求时，可采用宽浅式断面。一般混凝土等刚性材

万方数据科技

料防渗渠道的宽深比为 1～2；素土夯实防渗渠道和素土保护层膜料防渗渠道的宽深比为 1～4。U 形、弧形底梯形和暗渠的断面尺寸，可按附录三计算选定。

第 2.1.6 条 防渗材料的配合比应经过试验确定。素土试验可按《土工试验规程》SD128—84 进行；灰土及水泥土试验可按水泥土材料试验方法进行；砂砾、石料、砂浆、混凝土、三合土可按《水工混凝土试验规程》SD105—82 进行；沥青砂浆、沥青玛瑞脂、沥青混凝土可按水工沥青混凝土试验方法和沥青材料及沥青乳液试验方法进行。

第 2.1.7 条 梯形和复合形防渗渠道的最小边坡系数，宜按下列要求计算或选定：

一、堤高超过 3m 或地质条件复杂的填方渠道；堤岸为高边坡的深挖方渠道；和大型的素土、粘砂混合土防渗渠道的最小边坡系数，应通过边坡稳定分析计算确定。

二、大、中型渠道上保护层膜料防渗渠道的最小边坡系数，宜按附录五通过分析计算确定，或按表 2.1.7-2 选用。

三、水泥土、砌石、混凝土、沥青混凝土等刚性材料防渗渠道，以及用这些材料作保护层的膜料防渗渠道的最小边坡系数，可按表 2.1.7-1 选用。

表 2.1.7-1 刚性材料防渗渠道的最小边坡系数

防渗材料类别	渠基土质类别	渠道设计水深（m）											
		<1			1～2			2～3			>3		
		挖方	填方		挖方	填方		挖方	填方		挖方	填方	
		内坡	内坡	外坡	内坡	内坡	外坡	内坡	内坡	外坡	内坡	内坡	外坡
混凝土、砌石、水泥土、灰土、三合土、四合土，以及以上述材料作为保护层的膜料防渗	稍胶结的卵石	0.75	--	--	1.00	--	--	1.25	—	—	1.50	—	—
	夹砂的卵石或砂土	1.00	—	—	1.25	—	—	1.50	-		1.75	—	—
	粘土、重壤土、中壤土	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.00	1.50	1.50	1.25
	轻壤土	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.25	1.25	1.50	1.50	1.50
	砂壤土	1.25	1.25	1.25	1.25	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.75	1.75	1.50

表 2.1.7-2 土保护层膜料防渗渠道的最小边坡系数

保护层土质类别	渠道设计流量（m^3/s）			
	<2	2～5	5～20	>20
粘土、重壤土、中壤土	1.50	1.50～1.75	1.75～2.00	2.25
轻壤土	1.50	1.75～2.00	2.00～2.25	2.50
砂壤土	1.75	2.00～2.25	2.25～2.50	2.75

第 2.1.8 条 防渗渠道的糙率，可按表 2.1.8 选用；砂砾石保护层膜料防渗渠道的糙率，可按式（2.1.8）计算确定。

表 2.1.8 不同材料防渗渠道的糙率

防渗材料类别	防渗渠道表面特征	糙率 (n)
素土、粘砂混合土	平整顺直，养护良好	0.0225
	平整顺直，养护一般	0.0250
	平整顺直，养护较差	0.0275
灰土、三合土、四合土	平整，表面光滑	0.0150～0.0170
	平整，表面较粗糙	0.0180～0.0200
混凝土	抹光的水泥砂浆面	0.0120～0.0130
	金属模板浇筑，平整顺直，表面光滑	0.0120～0.0140
	刨光木模板浇筑，表面一般	0.0150
	表面粗糙，缝口不齐	0.0170
	修整及养护较差	0.0180
水泥土	平整，表面光滑	0.0140～0.0160
	平整，表面粗糙	0.0160～0.0180
砌石	浆砌料石、石板	0.0150～0.0230
	浆砌块石	0.0200～0.0250
	干砌块石	0.0250～0.0330
	浆砌卵石	0.0230～0.0275
	干砌卵石，砌工良好	0.0250～0.0325
	干砌卵石，砌工一般	0.0275～0.0375
	干砌卵石，砌工粗糙	0.0325～0.0425
混凝土	预制板砌筑	0.0160～0.0180
	预制渠槽	0.0120～0.0160
	平整的喷浆面	0.0150～0.0160
	不平整的喷浆面	0.0170～0.0180
	波状断面的喷浆面	0.0180～0.0250
沥青混凝土	机械现场浇筑，表面光滑	0.0120～0.0140
	机械现场浇筑，表面粗糙	0.0150～0.0170
	预制板砌筑	0.0160～0.0180

灌溉节水科技

$$n = 0.028 d_{50}^{.1667} \tag{2.1.8}$$

式中 n——砂砾石保护层的糙率；

d_{50}——砂砾石重 50%通过时的筛孔直径，mm。

第 2.1.9 条 除埋铺式膜料防渗渠道可不设防渗层超高外，其它材料的防渗层超高和渠堤超高应符合《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84 的规定。

表 2.1.10 防渗渠道的允许不冲流速 (m/s)

防渗渠道类别	防渗材料名称及施工情况	允许不冲流速
土料	轻壤土	0.60～0.80
	中壤土	0.65～0.85
	重壤土	0.70～1.00
	粘土、粘砂混合土	0.75～0.95
	灰土、三合土、四合土	<1.00
土保护层膜料	砂壤土、轻壤土	<0.45
	中壤土	<0.60
	重壤土	<0.65
	粘土	<0.70
	砂砾料	<0.90
水泥土	现场浇筑施工	<2.50
	预制铺砌施工	<2.00
沥青混凝土	现场浇筑施工	<3.00
	预制铺砌施工	<2.00
砌石	浆砌料石	4.00～6.00
	浆砌块石	3.00～5.00
	浆砌卵石	3.00～5.00
	干砌卵石拉缝	2.50～4.00
	浆砌石板	<2.50
混凝土	现场浇筑施工	3.00～5.00
	预制铺砌施工	<2.50

注：表中土料防渗及土保护层膜料防渗的允许不冲流速为水力半径 $R=1m$ 时的情况。当 $R\neq1m$ 时，表中的数值应乘以 R^{α}。砂砾石、卵石、疏松的砂壤土和粘土 $\alpha=1/3\sim1/4$；中等密实的砂壤土、壤土和粘土 $\alpha=1/4\sim1/5$。

第 2.1.10 条 防渗渠道的允许不冲流速，可按表 2.1.10 选用。

第 2.1.11 条 防渗渠道的不淤流速可根据经验公式计算。黄土地区渠道的不淤流速可按《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217－84 附录十一挟沙能力的公式计算选用。

第 2.1.12 条 刚性材料渠道防渗层应设置伸缩缝。伸缩缝的间距可按表 2.1.12 选用；伸缩缝形式参见图 2.1.12。伸缩缝宜用粘结力强、变形性能大、耐老化的材料，如焦油塑料胶泥填筑，或缝下部填焦油塑料胶泥，上部用沥青砂浆或水泥砂浆填筑；有特殊要求的伸缩缝，宜采用塑料止水带等材料处理。其中三合土、四合土和水泥土伸缩缝填料的技术要求可适当降低。刚性材料渠道防渗层伸缩缝填料的配合比见附录六。

五洲恒科技

表 2.1.12 防渗渠道的伸缩缝间距

防渗渠道类别	防渗材料和施工情况	纵向伸缩缝间距 (m)	横向伸缩缝间距 (m)
土料	灰土，现场浇筑	5	3～5
	三合土或四合土，现场浇筑	8	4～6
水泥土	塑性水泥土，现场浇筑	4	2～4
	干硬性水泥土，现场浇筑	5	3～5
砌石	浆砌石	只设置沉降缝	
沥青混凝土	沥青混凝土，现场浇筑	8	4～6
混凝土	钢筋混凝土，现场浇筑	8	6～8
	素混凝土，现场浇筑	5	3～5
	素混凝土，预制铺砌	8	6～8

注：1. 膜料防渗不同材料保护层的伸缩缝间距同本表。

2. 当渠道为软基或地基承载力明显变化时，浆砌石防渗层宜设置沉降缝。

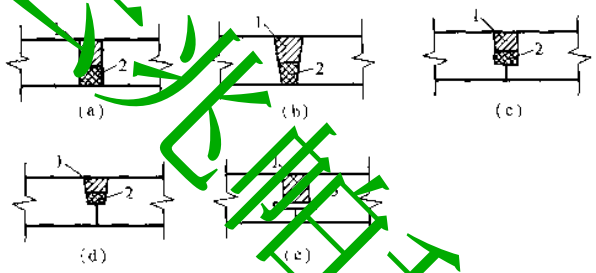


图 2.1.12 刚性材料防渗层伸缩缝形式

(a) 矩形缝；(b) 梯形缝；(c) 矩形半缝；(d) 梯形半缝；(e) 塑料止水带

1—沥青砂浆；2—焦油塑料胶泥；3—塑料止水带

第 2.1.13 条 水泥土与混凝土预制板和浆砌石，应用水泥砂浆或水泥混合砂浆砌筑，水泥砂浆勾缝；沥青混凝土预制板宜采用沥青砂浆或沥青玛琋脂砌筑。砌缝宜用梯形或矩形缝，缝宽 1.5～2.5cm。

第 2.1.14 条 防渗渠道在边坡防渗层顶部应设置水平封顶板，其宽度为 15～30cm。当防渗层下有砂砾石换填层时，封顶板宽度应大于二者之和的 10cm；当防渗层高度小于渠深时，应将封顶板嵌入渠堤。

第 2.1.15 条 对地下水位高于渠底的刚性材料的渠道防渗工程和埋铺式膜料防渗渠道，为消释地下水对防渗层的顶托，和削弱其引起的冻胀破坏，应按附录七在渠基设置排水设施。

第二节 施 工

第 2.2.1 条 渠道防渗工程施工前，应进行施工组织设计，并作好如下准备工作：

一、应根据设计选好防渗材料和施工方法；作好堆料场、拌和场和预制场等施工场地

的布置；以及风、水、电、道路和机具设备的准备工作。

二、应对试验和施工的设备进行检测与试运转。如不符合要求，应予更换或调整。

三、应先作好永久性排水设施和必要的临时性排洪、排水设施，防止洪水等流入基槽。

第 2.2.2 条 应根据设计测量放线，进行渠道基槽的挖、填和修整，清除防渗工程范围内的树根、淤泥、腐殖土和污物；严格控制渠道基槽断面的高程、尺寸和平整度，其偏差值应满足表 2.2.2 的要求。

表 2.2.2 渠槽断面的允许偏差值 (cm)

项 目	允许偏差值	
	土 渠	石 渠
渠底高程	＋（2～3）	土（3～5）
渠道中心线	2～3	3～5
渠底宽度	＋（3～5）	＋（5～10）
堤顶高程	＋（2～3）	＋（5～10）
渠槽上口宽度	＋（4～8）	＋（5～10）
渠底及内边坡平整度（用 2m 直尺检查）	＋（2～3）	凸不大于 3 凹不大于 10

注：大、中型渠道应符合大值要求；小型渠道应符合小值要求。

第 2.2.3 条 渠道地基出现以下情况时，应按下列方法处理：

一、弱湿陷性地基和新建过沟填方渠道，可采用浸水预沉法处理。沉陷稳定的标准为连续 5 日内的日平均下沉量小于 1.0～2.0mm。

二、强湿陷性地基，可采用深翻回填渠基、设置灰土夯实层、打孔浸水重锤夯压或强力夯实等方法处理。

三、傍山、黄土塬边渠道，可采用灌浆法填堵裂缝、孔隙和洞穴。灌浆材料可选用粘土浆或水泥粘土浆。灌浆的各项技术参数宜经过试验确定。对浅层窑洞、墓穴和大孔洞，可采用开挖回填法处理。

四、对软弱土、膨胀土和冻胀量大的地基，可采用换填法处理。换填砂砾石时，压实系数不应小于 0.93；换填土料时，大、中型渠道压实系数不应小于 0.95，小型渠道不应小于 0.93。

五、膜料、沥青混凝土防渗渠道，必要时，应在渠基土中加入灭草剂进行灭草处理，并回填、夯实、修整成型后，方可铺砌。

六、改建防渗渠道的地基，应特别注意渠坡新、老土的结合。填筑时，应将老渠坡挖成台阶状，再在上面夯填新土，整修成设计要求的渠道断面。

第 2.2.4 条 施工过程中，对原材料要分期分批取样检验。使用材料的配合比，应随时抽检复查。施工中的各道工序，应严格检查验收，前一工序未验收合格，不得进行下一工序。施工中各种材料的称量偏差值，应满足表 2.2.4 的要求。

水电部科技

表 2.2.4 材料称量的允许偏差值

材料类别及名称	沥青砂浆、沥青玛瑞脂、沥青混凝土				土料、水泥土、砂浆、混凝土						
	沥青	矿粉	细骨料	粗骨料	水	外加剂	石灰	土	水泥	砂	石
称量允许偏差值（%）	±0.5	±1.0	±2.0	±2.0	±2.0	±1.0	-3.0	±5.0	±2.0	±3.0	±3.0

第 2.2.5 条 大、中型渠道防渗工程施工前，应按下列方法进行试验性施工：

一、按设计配合比称料拌和，检验配合比是否合理实用。

二、进行铺筑试验，确定铺筑厚度和机具振压的有关参数。

第 2.2.6 条 对灰土、三合土、水泥土、浆砌石、砂浆、混凝土等材料防渗工程，应分别采用洒水、盖湿草帘或喷涂塑料养护剂等方法进行养护。养护期以 14～28 天为宜。

第 2.2.7 条 渠道防渗工程宜在温暖季节施工。寒冷地区日平均气温稳定在 5℃以下或最低气温稳定在－3℃以下；温和地区日平均气温低于－3℃时，混凝土施工应按《水工混凝土施工规范》SDJ207—82 低温季节施工的要求进行。日平均气温低于 -5℃时，应停止施工。

第 2.2.8 条 渠道防渗工程竣工后，应按有关工程验收的规范和规程进行竣工验收。施工质量应满足设计要求，渠道平整度和尺寸的允许偏差值见表 2.2.8。防渗效果应满足附录二的要求。

表 2.2.8 防渗渠道断面尺寸和防渗层尺寸的允许偏差值 (cm)

项目		允许偏差值	
		土基	石基
渠底高程		±（1～3）	±（1～2）
渠道中心线		±（1～3）	±（1～2）
渠底宽度		±（2～4）	±（3～5）
断面上口宽度		±（3～5）	±（4～6）
平整度		±（1～2）	±（1～2）
伸缩缝间距	现场浇筑施工	±2	±2
	预制铺砌施工	±5	—
边坡防渗层斜长度		±（1～2）	±（1～2）
现浇施工，渠坡、渠底防渗层纵向分块长度		±（0.5～1）	±（0.5～1）
现浇施工，渠坡、渠底防渗层横向分块长度		±（3～5）	±（4～6）
预制板两对角线长度差值		±0.7	
防渗层厚度	现场浇筑施工	±5%	-5%～-15%
	砌石防渗及预制铺砌施工	±（5%～10%）	—

注：大、中型渠道应符合大值要求；小型渠道应符合小值要求。

万水值科技

第三章 土 料 防 渗

第一节 设 计

第 3.1.1 条 素土的选用和粘砂混合土、灰土、三合土、四合土等混合土料的配合比，应按下列步骤和要求确定：

一、通过试验确定素土、不同配比混合土料的夯实最大干容重和最佳含水率。

二、按不同素土料和不同配合比混合土料的最佳含水率、最大干容重制备试件，进行强度和渗透试验。根据最大强度、最小渗透系数选用素土和确定混合土料的最优配合比。

三、素土和粘砂混合土还应进行泡水试验。若试验发现试体崩解，或呈浑浊液时，应改换素土和调整粘砂混合土的配合比。

第 3.1.2 条 无条件进行试验时，混合土料的配合比，可按以下要求选定：

一、灰土的配合比应根据石灰的质量、土的性质和工程要求选定。一般可采用石灰：土＝1：3～1：9。使用时，石灰用量还应根据石灰储放期的长短适量增减，其变动范围宜控制在±10%以内。

二、三合土的配合比一般采用石灰：土砂总重＝1：4～1：9。其中，土重宜为土砂总重的 30%～60%；高液限粘质土，土重不宜超过土砂总重的 50%。

三、采用四合土时，可在三合土配合比的基础上加入 25%～35%的卵石或碎石。

四、粘砂混合土中，高液限粘质土与砂石含重之比宜为 1：1。

第 3.1.3 条 无条件进行试验时，灰土、三合土等土料的最佳含水率，可按以下要求选定：

一、灰土可采用 20%～30%。

二、三合土、四合土可采用 15%～20%。

三、素土、粘砂混合土宜控制在塑限±4%范围内，并可参照表 3.1.3 选用。

表 3.1.3 素土、粘砂混合土的最佳含水率 (%)

土 质	最佳含水率
低液限粘质土	12～15
中液限粘质土	15～25
高液限粘质土	23～28
黄 土	15～19

注：土质轻的宜选用小值，土质重的宜选用大值。

第 3.1.4 条 土料防渗层的厚度应根据防渗要求通过试验确定。中、小型渠道可参照表 3.1.4 选用。

万水水利书社

表 3.1.4 土料防渗层的厚度 (cm)

土料种类	防渗层厚度		
	渠底	渠坡	侧墙
高液限粘质土	20～40	20～40	
中液限粘质土	30～40	30～60	
灰土	10～20	10～20	
三合土	10～20	10～20	20～30
四合土	15～20	15～25	20～40

第二节 施 工

第 3.2.1 条 土料的原材料应进行粉碎加工。加工后的粒径，素土不应大于 2.0cm，石灰不应大于 0.5cm。

第 3.2.2 条 施工中应严格控制配合比。同时测定土料含水率与填筑干容重，其称量允许偏差值应符合第二章表 2.2.4 的要求：拌和后，含水率与最佳含水率的偏差值不应大于±1%；夯实后，干容重不应小于设计干容重，其离差系数应小于 0.15。

第 3.2.3 条 混合土料的拌和宜按以下要求进行：

一、粘砂混合土宜将砂石洒水润湿后，与粉碎过筛的土拌和，再加水拌和均匀。

二、灰土应先将石灰消解过筛，加水稀释成石灰浆，洒在粉碎过筛的土上，拌和至色泽均匀，并闷料 1～3 天。如其中有见水崩解的土料，可先将土在水中崩解，然后加入消解的石灰拌和均匀。

三、三合土、四合土宜先拌石灰和土，然后加入砂石干拌，最后洒水拌和均匀，并闷料 1～3 天。

四、贝灰混合土宜干拌后过孔径为 10～12mm 的筛，然后洒水拌和均匀，闷料 24h。

第 3.2.4 条 土料防渗层应按以下要求铺筑：

一、灰土、三合土、四合土宜按先渠坡后渠底的顺序施工；素土、粘砂混合土宜按先渠底后渠坡的顺序施工。各种土料防渗层都应从上游向下游铺筑。

二、防渗层厚度大于 15cm 时，应分层铺筑。压实时，虚土每层铺料厚度，人工夯压时，不宜大于 20cm；机械夯压时，不宜大于 30cm。层面间应刨毛洒水。

三、土料防渗层夯实后，厚度应略大于设计厚度，以便修整成设计的过水渠道断面。

四、应边铺料边夯压，直至达到设计干容重，不得漏夯。

第 3.2.5 条 为增强防渗层的表面强度，可进行下列处理：

一、根据渠道流量大小，分别采用 1∶1～1∶5 的水泥砂浆、1∶3∶8 的水泥石灰砂浆、或 1∶1 的贝灰砂浆抹面。抹面厚度宜为 0.5～1.0cm。

二、在灰土、三合土和四合土表面，涂刷一层 1∶10～1∶15 的硫酸亚铁溶液。

万水图科技

第四章 水 泥 土 防 渗

第一节 设 计

第 4.1.1 条 水泥土配合比应通过试验确定，并应符合下列要求：

一、温和地区水泥土的抗冻标号不宜低于 D_{12}；允许最小抗压强度应满足表 4.1.1-1 的要求；允许最小干容重应满足表 4.1.1-2 的要求。水泥用量宜为 8%～12%。

二、水泥土的渗透系数不应大于 1×10^{-6}cm/s。

三、水泥土的含水率应按下列方法确定：

(一) 干硬性水泥土用击实法或强度试验法确定。当土料为细粒土时，水泥土的含水率宜为 12%～16%。

表 4.1.1-1 水泥土的允许最小抗压强度 (MPa)

水泥土种类	渠道运行条件	28 天抗压强度
干硬性水泥土	常年输水	2.5
	季节性输水	4.5
塑性水泥土	常年输水	2.0
	季节性输水	3.5

表 4.1.1-2 水泥土的允许最小干容重 (g/cm³)

水泥土种类	最小干容重			
	含砾土	砂	壤土	风化页岩渣
干硬性水泥土	1.9	1.8	1.7	1.8
塑性水泥土	1.7	1.5	1.4	1.5

(二) 塑性水泥土应按施工要求经过试验确定。当土料为微含细粒土砂和页岩风化料时，水泥土的含水率宜为 20%～30%；当为细粒土时，水泥土的含水率宜为 25%～35%。

第 4.1.2 条 水泥土防渗层的厚度，宜采用 8～10cm；小型渠道不应小于 5cm。水泥土预制板的尺寸，应根据制板机、压实功能、运输条件和渠道断面尺寸等因素确定，每块预制板的重量不宜超过 50kg。

第 4.1.3 条 耐久性要求高的明渠水泥土防渗层，宜用塑性水泥土铺筑，表面用水泥砂浆、混凝土预制板、石板等材料作保护层。水泥土的水泥用量可适当减少，但水泥土 28 天的抗压强度不应低于 1.5MPa。

第二节 施 工

第 4.2.1 条 施工前，应做好下列准备工作：

一、就近选定符合设计要求的取土场。

万水防科技

二、根据施工进度要求，选定土料的风干、粉碎、筛分、储料等场地。

三、将施工材料分批运至现场，水泥应采取防潮防雨措施。

四、根据施工方式，准备好运输、粉碎、筛分、供水、称量、搅拌、夯实、排水、铺筑、养护等设备和模具。

五、土料应风干、粉碎，并过孔径 5mm 的筛。

第 4.2.2 条 水泥土防渗层现场铺筑，应按下列步骤进行：

一、按设计配合比配料，其称量允许偏差值应符合第二章表 2.2.4 的要求。水泥土拌料与铺筑，或装模成型的时间不得大于 60min。

二、拌和水泥土时，宜先干拌，再湿拌均匀。

三、铺筑塑性水泥土前，应先洒水润湿渠基，安设伸缩缝模板，然后按先渠坡后渠底的顺序铺筑。水泥土料应摊铺均匀，浇捣拍实。初步抹平后，宜在表面撒一层厚度 1～2mm 的水泥，随即揉压抹光。应连续铺筑，每次拌和料从加水至铺筑宜在 1.5h 内完成。

四、铺筑干硬性水泥土，应先立模，后分层铺料夯实。每层铺料厚度宜为 10～15cm，层面间应刨毛、洒水。

五、铺设保护层的塑性水泥土，其保护层应在塑性水泥土初凝前铺设完毕。

第 4.2.3 条 水泥土预制板的生产和铺砌，应按下列步骤进行：

一、按本章第 4.2.2 条一、二款拌制水泥土。

二、将水泥土料装入模具中，压实成型后拆模，放在阴凉处静置 24h 后，洒水养护。

三、将渠基修整后，按设计要求铺砌预制板。板间应用砂浆挤压、填平，并及时勾缝与养护。

第五章 砌石防渗

第一节 设 计

第 5.1.1 条 砌石防渗层的厚度设计，应符合下列规定：

一、浆砌料石、浆砌块石挡土墙式防渗层的厚度，应根据使用要求确定。护面式防渗层的厚度，浆砌料石宜采用 15～25cm；浆砌块石宜采用 20～30cm；浆砌石板的厚度不宜小于 3cm。

二、浆砌卵石、干砌卵石挂淤护面式防渗层的厚度，应根据使用要求和当地料源情况确定，一般采用 15～30cm。

第 5.1.2 条 宜采用下列措施防止渠基淘刷，提高防渗效果：

一、干砌卵石排淤渠道，可在砌体下面设置砂砾石垫层，或铺设复合土工膜料层。

二、浆砌石板防渗层下，可铺厚度为 2～3cm 的砂料，或低标号砂浆作垫层。

三、对防渗要求高的大、中型渠道，可在砌石层下加铺粘土、三合土、塑性水泥土或塑膜层。

第 5.1.3 条 护面式浆砌石防渗层，一般不设伸缩缝；软基上挡土墙式浆砌石防渗层

万水帕科技

宜设沉降缝，缝距 10～15cm。砌石防渗层与建筑物连接处，应按伸缩缝处理。

第二节 施 工

第 5.2.1 条 砌石砂浆应按设计配合比拌制均匀，随拌随用。自出料到用完，其允许间歇时间，不应超过 1.5h。

第 5.2.2 条 砌石防渗层施工时，应先洒水润湿渠基，然后在渠基或垫层上铺筑一层厚度 2～5cm 的低标号混合砂浆，再铺砌石料。

第 5.2.3 条 浆砌石防渗层的施工，应按下列要求进行：

一、砌筑顺序

（一）梯形明渠，宜先砌渠底后砌渠坡。砌渠坡时，应从坡脚开始，由下而上分层砌筑；U 形和弧形明渠、拱形暗渠，应从渠底中线开始，向两边对称砌筑。

（二）矩形明渠，可先砌两边侧墙，后砌渠底；拱形和箱形暗渠，可先砌侧墙和渠底，后砌顶拱或加盖板。

（三）各种明渠，渠底和渠坡砌完后，应及时砌好封顶石。

二、石料安放要求

（一）浆砌块石应花砌、大面朝外、错缝交接，并选择较大、较规整的块石砌在渠底和渠坡下部。

（二）浆砌料石和石板，在渠坡应纵砌（料石或石板长边平行水流方向）；在渠底应横砌（料石或石板长边垂直水流方向），必须错缝砌筑。料石错缝距离宜为料石长的 1/2。

（三）浆砌卵石，相邻两排应错开砌筑，并选择较大的卵石砌于渠底和渠道坡脚。大头朝下、挤紧靠实。

（四）浆砌块石挡土墙式防渗层，应先砌面石，后砌腹石，面石与腹石应交错连接；浆砌料石挡土墙式防渗层，应有足量的丁石。

三、石料砌筑要求

（一）砌筑前宜洒水润湿，石料应冲洗干净。

（二）浆砌料石和块石，应干摆试放分层砌筑、座浆铺满。每层铺砌浆的厚度，料石宜为 2～3cm；块石宜为 3～5cm。块石缝宽超过 5cm 时，应填塞小片石。

（三）卵石可采用挤浆砌筑，也可干砌后用砂浆或细砾混凝土灌缝。

（四）浆砌石板应保持砌缝密实平整，石板接缝间的不平整度不得超过 1.0cm。

四、勾缝要求

浆砌料石、块石、卵石和石板，宜在砌筑砂浆初凝前勾缝。勾缝应自上而下用砂浆充填、压实和抹光。浆砌料石、块石和石板宜勾平缝；浆砌卵石宜勾凹缝，缝面宜低于砌石面 1～3cm。

第 5.2.4 条 干砌卵石挂淤防渗层的施工，应按下列要求进行：

一、砌筑顺序

（一）可按先渠底后渠坡的顺序砌筑。

（二）砌渠底时，如为平渠底，宜从渠坡脚的一边砌向另一边；若为弧形渠底，应从渠底纵向轴线开始向两边砌筑。

水利电科技

（三）渠坡应从下而上逐排砌筑。

（四）如设膜料垫层，应将过渡层上料铺在膜料上，边铺膜，边压土，边砌石。

二、砌筑要求

（一）卵石长边应垂直于渠底或渠坡立砌，不得前俯后仰、左右倾斜。卵石的较宽侧面应垂直于水流方向。

（二）每排卵石应厚薄相近、大头朝下、错开茬口、挤紧砌好。

（三）渠底两边和渠坡脚的第一排卵石，应比其他卵石大10～15cm。

（四）卵石砌筑后，应先用小石填缝至缝深的一半，再用片状石块卡缝。

（五）用较大的卵石水平砌筑封顶石。

第六章 膜 料 防 渗

第一节 材 料 选 择

第6.1.1条 膜料宜按下列原则选用：

一、宜选用厚度为0.18～0.22mm的深色塑膜。在寒冷和严寒地区，可优先选用聚乙烯膜；在芦苇等穿透性植物丛生地区，可优先选用聚氯乙烯膜。

二、宜选用厚度为0.60～0.65mm，用无碱或中碱玻璃纤维布机制的油毡。

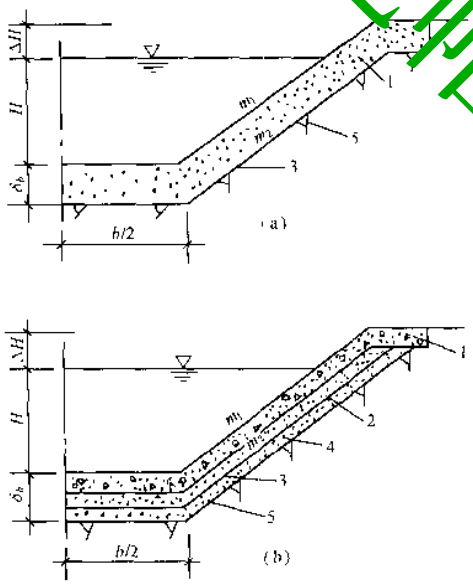


图6.2.1 埋铺式膜料防渗体的构造

(a) 无过渡层的防渗体；(b) 有过渡层的防渗体

1—水泥素土、土或混凝土、石料、砂砾石保护层；2 过渡层；3—膜料防渗层；4 过渡层（土渠基时不设此层）；5—土渠基或岩石、砂砾石渠基

第6.1.2条 过渡层材料，在温和地区宜选用灰土或水泥土；在寒冷和严寒地区宜选用砂浆。采用素土及砂料作过渡层时，应采取防止淘刷的措施。

第6.1.3条 保护层材料，可根据当地材料来源和流速大小，参照第二章表2.1.10选用。

第二节 设 计

第6.2.1条 膜料防渗体应采用埋铺式。其构造见图6.2.1。无过渡层防渗体［见图6.2.1(a)］适用于土渠基和用素土、水泥土作保护层的防渗工程；有过渡层防渗体［见图6.2.1(b)］适用于岩石、砂砾石、土渠基，和用石料、砂砾石、现浇碎石混凝土或预制混凝土作保护层的防渗工程。

第6.2.2条 膜料防渗体的铺膜范围，有全铺式、半铺式和底铺式三种。半铺式和底铺

式主要适用于宽浅式渠道，或渠坡有树木的改建渠道。

第 6.2.3 条 素土渠基防渗体的铺膜基槽断面形式的选定，全铺式塑膜防渗体宜选用梯形、台阶形、五边形和锯齿形铺膜断面。油毡防渗体宜选用梯形和五边形铺膜断面；半铺式和底铺式膜料防渗体，宜选用梯形铺膜断面形式，详见附录四。

第 6.2.4 条 过渡层的厚度可按表 6.2.4 选用。

表 6.2.4 过渡层的厚度 (cm)

过渡层材料	厚度
灰土、塑性水泥土、砂浆	2～3
素土、砂	3～5

第 6.2.5 条 素土保护层的厚度，应按下列要求设计：

一、$m_1=m_2$ 时，全铺式的梯形、台阶形、锯齿形断面；半铺式的梯形和底铺式断面保护层的厚度，边坡与渠底相同。根据渠道流量大小和保护层土质情况，可按表 6.2.5 选用。

表 6.2.5 素土保护层的厚度 (cm)

保护层土质	渠道设计流量 (m^3/s)			
	<2	2～5	5～20	>20
砂壤土、轻壤土	45～50	50～60	60～70	70～75
中壤土	40～45	45～55	55～60	60～65
重壤土、粘土	35～40	40～50	50～55	55～60

二、$m_1\neq m_2$ 时，梯形和五边形渠底土保护层的厚度同本条第一款。渠坡膜层顶部土保护层的最小厚度，温和地区为 30cm；寒冷和严寒地区为 35cm。

第 6.2.6 条 素土保护层的设计干容重，应经过试验确定。无试验条件时，正实法施工，砂壤土和壤土的干容重不小于 1.50g/cm³；砂壤土、轻壤土、中壤土采用浸水泡实法施工时，其干容重宜为 1.40～1.45g/cm³。

第 6.2.7 条 水泥土、石料、砂砾料和混凝土保护层的厚度，可按表 6.2.7 选用。也可在渠底、渠坡或不同渠段，采用具有不同抗冲能力、不同材料的组合式保护层。

表 6.2.7 不同材料保护层的厚度

保护层材料	水泥土	块石、卵石	砂砾石	石板	混凝土	
					现浇	预制
保护层厚度 (cm)	4～6	20～30	25～40	≥3	4～10	4～8

第 6.2.8 条 膜层顶部，宜按图 6.2.8 铺设。

第 6.2.9 条 防渗体与建筑物的连接，应按下列要求设计：

一、膜料防渗体应按图 6.2.9 用粘结剂与建筑物粘牢。

二、素土保护层与跌水、闸、桥连接时，应在建筑物上下游改用石料、水泥土、混凝土保护层。

三、水泥土、石料和混凝土保护层与建筑物连接，应按第二章第 2.1.12 条的规定设置

伸缩缝。

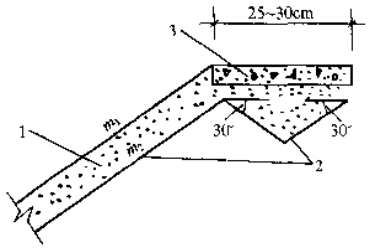


图 6.2.8 膜层顶部铺设形式
1—保护层；2—膜料防渗层；3—封顶板

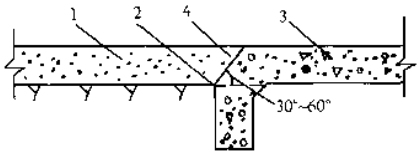


图 6.2.9 膜料防渗体与建筑物的连接
1—保护层；2—膜料防渗层；3—建筑物；
4—膜料与建筑物粘结牢固

第三节 施 工

第 6.3.1 条 采用附录八的方法，根据渠道大小将膜料加工成大幅备用。也可在现场边铺边连接。

第 6.3.2 条 在验收合格的铺膜基槽上，自渠道下游向上游，由渠道一岸向另一岸铺设膜层。塑膜应留有小折皱，并贴渠基。

第 6.3.3 条 按图 6.2.8 埋好膜层顶端，并处理好大、小膜幅间的连接缝。

第 6.3.4 条 检查并粘补已铺膜层的破孔。粘补膜应超出破孔每边 10～20cm。

第 6.3.5 条 填筑过渡层和保护层的施工速度，应与铺膜速度配合，避免膜层裸露时间过长。

第 6.3.6 条 保护层施工除执行第二、三、四、五、六各章有关规定外，还应满足以下要求：

一、采用压实法填筑土保护层时，禁止使用羊角碾。

二、中、小型渠道采用浸水泡实法填筑砂壤土、轻壤土或中壤土保护层时，填筑断面尺寸宜留 10%～15%的沉陷量。待反复浸水沉陷稳定后，缓慢泄水，填筑裂缝，并拍实、整修成设计断面。

三、填筑保护层的土料，应不含石块、树根、草根等杂物；施工人员应穿胶底鞋或软底鞋，谨慎施工。

第七章 沥青混凝土防渗

第一节 沥青混凝土配合比设计

第 7.1.1 条 沥青混凝土应满足下列技术要求：

一、防渗层沥青混凝土

（一）孔隙率不大于 4%。

水利出版社

（二）渗透系数不大于 1×10^{-7}cm/s。

（三）斜坡流淌值小于 0.8cm。

（四）水稳定系数大于 0.9。

（五）低温下不得开裂。

二、整平胶结层沥青混凝土

（一）渗透系数不小于 1×10^{-5}cm/s。

（二）热稳定系数小于 4.5。

第 7.1.2 条 沥青混凝土配合比应根据技术要求，经过室内试验和现场试铺筑确定。亦可参照《土石坝沥青混凝土面板和心墙设计准则》SLJ01—88（试行）选用。一般沥青含量，防渗层为 6.0%～9.0%；整平胶结层为 4.0%～6.0%。石料的最大粒径，防渗层不得超过一次压实层厚度的 1/3～1/2；整平胶结层不得超过一次压实层厚度的 1/2。

第二节 防 渗 体 设 计

第 7.2.1 条 沥青混凝土防渗体的构造见图 7.2.1。无整平胶结层断面多用于土质地基；有整平胶结层断面多用于岩石地基。

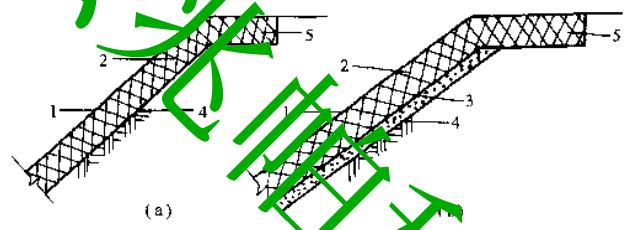


图 7.2.1 沥青混凝土渠道防渗体的结构型式

(a) 无整平胶结层的防渗体；(b) 有整平胶结层的防渗体

1—封闭层；2—防渗层；3—整平胶结层；4—土（石）地基；5—封顶板

第 7.2.2 条 封闭层用沥青玛瑞脂涂刷，厚度为 2～3mm。沥青玛瑞脂的配合比应满足高温下不流淌、低温下不脆裂的要求。

第 7.2.3 条 沥青混凝土防渗层一般为等厚断面，其厚度一般为 5～6cm，大型渠道可采用 8～10cm。有抗冻要求的地区，渠坡防渗层也可采用上薄下厚的断面，一般坡顶厚度为 5～6cm，坡底厚度为 8～10cm。

第 7.2.4 条 整平胶结层采用等厚断面，其厚度宜按能填平岩石基面的原则确定。

第 7.2.5 条 寒冷地区沥青混凝土防渗层的低温抗裂性能，可按式（7.2.5-1）进行验算：

$$F > \sigma \tag{7.2.5-1}$$

$$\sigma = \frac{E_t}{1-u} Y(t_1 - t_2) \cdot R \cdot a \tag{7.2.5-2}$$

式中 F —沥青混凝土的极限抗拉强度，MPa；

σ 温度应力，MPa；

E_t——沥青混凝土的平均变形模量，MPa；

u 轴向拉伸波桑比；

$Y(t_1 \quad t_2)$ ——沥青混凝土板面 Y 点的温差，C；

R——层间约束系数，一般为 0.8；

α 温度收缩系数。

第 7.2.6 条 当防渗层沥青混凝土不能满足低温抗裂性能的要求时，可掺用高分子聚合物材料进行改性，其掺量应经过试验确定。如改性沥青混凝土仍不能满足抗裂要求时，可按第二章第 2.1.12 条的规定设置伸缩缝。

第 7.2.7 条 沥青混凝土预制板的边长不宜大于 1.0m；厚度采用 5～8cm；容重采用 2.2～2.3g/cm³。预制板一般用沥青砂浆或沥青玛瑞脂砌筑；在地基有较大变形时，也可采用焦油塑料胶泥填筑。填缝材料的配合比见附录六。

第三节 防 渗 体 施 工

第 7.3.1 条 根据选定的沥青混凝土配合比，应按下列步骤拌制沥青混合料：

一、沥青熔化脱水。在加热容器中，加料的数量应控制在容器的 60%～70%。脱水后恒温时间不得超过 6h。在加热中，应边搅拌边清除杂质。

二、宜用烘干机加热骨料。当用炒盘加热骨料时，应加强搅拌，防止局部过热。

三、采用强制式搅拌机或人工拌和沥青混凝土时，应先将骨料与矿粉拌和均匀，再倒入沥青拌和，直至不出现花白料为止。

第 7.3.2 条 应按第二章第 2.2.5 条的规定进行试验性施工，确定混合料摊铺厚度、压实温度、碾压遍数等施工工艺参数。

第 7.3.3 条 现场铺筑法施工，应按下列步骤进行：

一、有整平胶结层的防渗体，可先铺筑整平胶结层，再铺筑防渗层。

二、铺筑防渗层，宜按选定的摊铺厚度均匀摊铺。压实系数可通过试验确定，一般采用 1.2～1.5。

三、宜采用振动碾压实沥青混合料。可先静压 1～2 遍，再振动压实。压实渠道边坡时，上行振动，下行不振动。小型渠道可采用静碾或平面振动器压实。压实过程中，应严格控制压实温度和遍数，防止漏压。

四、防渗层与建筑物连接处和机械难以压实的部位，应辅以人工压实。

五、沥青混凝土防渗层应连续铺筑，尽量减少冷接缝。

六、采用双层铺筑时，结合面应干燥、洁净，并均匀涂刷一薄层热沥青或稀释沥青。其涂刷量不超过 1.0kg/m²。上下层冷接缝的位置应错开。

七、施工过程中，应采取适当措施，避免混合料离析与降温过大。

第 7.3.4 条 铺砌预制沥青混凝土防渗层，应按下列步骤和要求进行：

一、沥青混凝土预制板宜采用钢模板预制。预制板应振压密实、尺寸准确、六面平整

光滑、无缺角、无石子外露等缺陷。

二、预制板振实后，即可拆模。降温后方可搬动、平放码垛。垛高不得高于0.5m，严禁立放码垛。高温季节，码垛工作宜在早晚进行。

三、预制板应按照第二章第2.1.13条的规定砌筑，做到平整稳固。

第7.3.5条 封闭层应按下列要求和步骤涂刷：

一、在清净、干燥的防渗层面上涂刷沥青玛瑞脂。涂层应薄厚均匀。涂刷量一般为2～3kg/m²。涂刷时，沥青玛瑞脂的温度不应低于160℃。

二、涂刷后禁止人、畜、机械通行。

第7.3.6条 施工中，应备有防火设备及必备的劳保用品，防止火灾和工伤事故。

第7.3.7条 除按第二章第2.2.4条的规定认真控制施工质量外，还应设专人在现场作好如下工作：

一、在拌和场及工作面上，测量原材料加热、摊铺和碾压的温度。温度控制标准见表7.3.7。

表7.3.7 防渗层施工温度控制标准

施工项目	沥青脱水及加热	粗细骨料加热	混合料拌和	摊铺	开始压实	终止压实
温度控制标准（℃）	160±10	<180	160～180	130～150	120～140	85～120

注：橡平胶结层压实的温度可较防渗层降低20℃。

二、检查压实后防渗层的容重及厚度。90%以上的容重应达到设计容重，最小厚度不得小于设计厚度的90%。

三、可按《土石坝碾压式沥青混凝土防渗墙施工规范》SD220—87（试行）的沥青混凝土面板渗气检验方法，每50m渠长，测定渠底、渠坡的渗透系数一次。其渗透系数应符合本章第7.1.1条的要求。

水利电力出版社

第八章 混凝土防渗

第一节 混凝土标号及配合比设计

第8.1.1条 大、中型渠道防渗工程混凝土的配合比，应按《水工混凝土试验规程》SD105-82进行试验确定，其选用配合比应满足强度、抗渗、抗冻和和易性的设计要求。

小型渠道混凝土的配合比，可参照当地类似工程的经验采用。

第8.1.2条 混凝土的设计标号不应低于表8.1.2中的数值。严寒和寒冷地区的冬季过水渠道，抗冻标号应比表内数值提高一级。

表 8.1.2 混凝土标号的最小允许值

渠道设计流量 (m^3/s)	标号种类	严寒地区	寒冷地区	温和地区
<2	强度 (C)	10	10	7.5
	抗冻 (D)	50	25	—
	抗渗 (S)	2	2	2
2～20	强度 (C)	15	15	7.5
	抗冻 (D)	100	50	25
	抗渗 (S)	4	4	4
>20	强度 (C)	20	15	10
	抗冻 (D)	150	100	25
	抗渗 (S)	6	6	6

注：1. 强度标号的单位为 MPa。

2. 抗冻标号的单位为冻融循环次数。

3. 抗渗标号的单位为 kg/cm^2。

第 8.1.3 条 渠道流速大于 3m/s，或水流中挟带较多推移质泥沙时，混凝土的强度不应低于 15MPa。

第 8.1.4 条 混凝土的水灰比，应为砂石料在饱和面干状态下的单位用水量与胶凝材料的比值，其最大允许值可参照表 8.1.4 选用。石料最大粒径不得大于防渗层厚度的 1/3～1/2。

表 8.1.4 混凝土水灰比的最大允许值

运用情况	寒冷地区	温和地区
一般情况	0.60	0.65
受水流冲刷部位	0.55	0.50

注：混凝土强度不大于 10MPa 时，水灰比值可增加 0.05～0.10。

第 8.1.5 条 混凝土的坍落度，可参照表 8.1.5 选定。

表 8.1.5 不同浇筑部位混凝土的坍落度 (cm)

混凝土类别	部位		机械捣固	人工捣固
素混凝土	渠底		1～	8～5
	渠坡	有外模板	1～3	3～5
		无外模板	1～2	—
钢筋混凝土	渠底		1～3	3～5
	渠坡	有外模板	1～3	5～7
		无外模板	1～3	

注：1. 低温季节施工时，坍落度宜适当减小；高温季节施工时，宜适当增大。

2. 采用衬砌机施工时，坍落度不大于 2cm。

第 8.1.6 条 大、中型渠道所用的混凝土，其胶凝材料的最小用量不宜少于 $225kg/m^3$；严寒地区不宜少于 $275kg/m^3$。上述数值，用人工捣固时，应增加 $25kg/m^3$；当掺用外加剂时，可减少 $25kg/m^3$。强度低于 10MPa 的混凝土，可不受此限制。

红光电科技

第 8.1.7 条 小型渠道混凝土的配合比，可参照当地类似工程的经验采用。

一般混凝土的用水量及砂率可分别按表 8.1.7-1 及表 8.1.7-2 选用。

表 8.1.7-1 混凝土用水量 (kg/m³)

坍落度 (cm)	石料最大粒径 (mm)		
	20	40	80
1～3	155～165	135～145	110～120
3～5	160～170	140～150	115～125
5～7	165～175	145～155	120～130

注：1. 表中值适用于卵石、中砂和普通硅酸盐水泥拌制的混凝土。

2. 用火山灰水泥时，用水量一般增加 15～20kg/m³。

3. 用细砂时，用水量一般增加 5～10kg/m³。

4. 用碎石时，用水量一般增加 10～20kg/m³。

5. 用减水剂时，用水量一般减少 10～20kg/m³。

表 8.1.7-2 混凝土的砂率 (%)

石料最大粒径 (mm)	水灰比	砂率	
		碎石	卵石
40	0.50	30～35	28～33
40	0.60	33～38	31～36
40	0.70	36～41	34～39

注：石料常用两级配，即粒径 5～20mm 的占 40%～45%，20～40mm 的占 55%～60%。

第 8.1.8 条 设计细砂、特细砂混凝土配合比时，应符合下列要求：

一、水泥用量较中、粗砂混凝土适当增加，并宜掺加塑化剂，严格控制水灰比。

二、砂率较中砂混凝土减少 15%～30%。

三、允许含泥量，应符合附录一的技术要求，并不得含有泥团。

四、采用低流态或半干硬性混凝土时，坍落度不大于 3cm，工作度不大于 30s。

五、其他要求可参照《特细砂混凝土配制及应用规程》(SBJ19—[illegible]) 的有关规定执行。

第 8.1.9 条 软弱石料混凝土，可在温和地区采用。其配合比应通过试验确定。

第 8.1.10 条 粉煤灰等掺和料及相应的外加剂掺量，大、中型渠道应按国际《粉煤灰混凝土应用技术规范》通过试验确定；小型渠道混凝土的粉煤灰及外加剂的掺量，可分别按表 8.1.10-1 及表 8.1.10-2 选定。

表 8.1.10-1 粉煤灰掺量

水泥标号	混凝土设计标号		粉煤灰掺量 (%)
	强度 (C)	抗冻 (D)	
325 号	10	25	20～25
425 号	10	25	20～40
425 号	15	25	30
425 号	20	25	25

注：1. 粉煤灰掺量为水泥与粉煤灰总重的百分数。

2. 单位与 表 8.1.2 相同。

水利标准技术

表 8.1.10-2 常用的混凝土外加剂及其掺量

类型代号	主要成分	主要性能和用途	掺量（占水泥重百分数）（%）
M 型减水剂等	木质素、碳酸钙	减水 5%～10%，含气量 3%～4%。龄期 28 天的抗压强度提高 10%～15%，或相应强度下可节省水泥用量 10%左右	0.2～0.7
PC 2 型引气剂等	松香皂及其热聚合物	引气、减水。适用于有抗冻、防渗要求的水工混凝土工程	0.005～0.010
红星 I 号速凝剂等	铝氧熟料烧碱、石灰	适用于喷射混凝土工程	2.0～6.0
F 型早强剂等	氯化钠、碳酸钠	早强、减水、防冻。适用于冬季施工的混凝土及蒸养混凝土	2.0～5.0
3FG—2 型缓凝减水剂等	糖蜜酒精废液、烤胶废液、碳化物	缓凝、减水、后期增强。适用于夏季施工的混凝土工程	0.2～0.3
萘系 DH—3 型减水剂	磺酸盐类物质	减水 16.3%～27%，含气 2%～3%，节省水泥 15.9%～23.4%，龄期 28 天的抗压强度提高 5%～40%，抗冻性好	0.5～0.7

第 8.1.11 条 喷射混凝土的配合比可参照下列要求，并通过试验确定。

一、水泥、砂和石料的重量比，宜为水泥：砂：石子＝1：（2～2.5）：（2～2.5）。

二、宜采用中、粗砂。砂率为 45%～55%，砂的含水率为 5%～7%。

三、石料最大粒径不宜大于 15mm。

四、水灰比宜为 0.4～0.5。

五、宜采用普通硅酸盐水泥，其用量为 375～400kg/m³。配制低标号混凝土时，允许掺用 20%～40%的粉煤灰。

六、速凝剂的掺量一般为水泥用量的 2%～4%。

第二节 防渗层设计

第 8.2.1 条 混凝土防渗层的结构型式，见附录三，应按下列要求选定：

一、一般采用等厚板。

二、当渠基有较大膨胀、沉陷等变形时，除采取必要的地基处理措施外，对大型渠道宜采用楔形板、肋梁板、中部加厚板或U形板。

三、小型渠道宜采用 U 形或矩形渠槽。

四、有防冻胀要求的防渗层，可按第九章的规定设计。

第 8.2.2 条 渠道流速小于 3m/s 时，梯形渠道混凝土等厚板的最小厚度，应符合表 8.2.2 的规定；流速为 3～4m/s 时，最小厚度宜为 10cm；流速为 4～5m/s 时，最小厚度宜

为 12cm。水流中含有砾石类推移质时，渠底板的最小厚度宜为 12cm。超高部分的厚度可适当减小，但不应小于 4cm。

表 8.2.2 混凝土防渗层的最小厚度

渠道设计流量 (m^3/s)	温和地区 (cm)			寒冷地区 (cm)		
	钢筋混凝土	素混凝土	喷射混凝土	钢筋混凝土	素混凝土	喷射混凝土
<2		5	4		6	5
2~20	7	6	5	8	8	7
>20	7	8	7	9	10	8

第 8.2.3 条 肋梁板和 U 形板的厚度，比等厚板可适当减小，但不应小于 4cm。肋高宜为板厚的 2~3 倍。

楔形板在坡脚处的厚度，比中部宜增加 2~4cm。

中部加厚板加厚部位的厚度，宜为 10~14cm。

第 8.2.4 条 渠基土稳定且无外压力时，U 形渠和矩形渠防渗层的最小厚度，应按表 8.2.2 选用；渠基土不稳定或存在较大外压力时，U 形渠和矩形渠一般宜采用钢筋混凝土结构，并根据外荷载进行结构强度、稳定性及裂缝宽度验算。

第 8.2.5 条 预制混凝土板的尺寸，应根据安装、搬运条件确定。砌筑缝的形式及填筑材料，可按第二章第 2.1.13 条的规定设计。

第 8.2.6 条 钢筋混凝土无压暗管的设计荷载，应包括自重、内外水压力、垂直和水平土压力、地面活荷载和地基反力等，其结构应通过计算确定。

第三节 防渗层施工

第 8.3.1 条 应根据设计图和选定的施工方法制作稳定坚固、经济合理的模板。模板制作的允许偏差值，应符合表 8.3.1 的规定。

现浇混凝土模板安装净距，沿渠道纵向的允许偏差值为±10mm，沿宽度方向的允许偏差值为±30mm。预制混凝土板框架模板两对角线长度差的允许偏差值为 7mm。

表 8.3.1 模板制作的允许偏差值 (mm)

偏差名称	允许偏差值	
	木模	钢模
与现浇边坡混凝土板设计斜长和表面模板设计长度相应尺寸的偏差	+20	-10
与混凝土板设计厚度和伸缩缝设计深度、宽度相应尺寸的偏差	±3	-2
模板面局部不平整度（用 2m 直尺检查）	±3	-2
拼接的相邻两板面高度差	≤1	
拼接板的缝隙	≤1	
连接配件的孔眼位置		-1

第 8.3.2 条 钢筋的加工、接头、安装要求，和模板的其它要求，应符合《水工混凝土施工规范》。

水利水电技术

第 8.3.3 条 必须按试验确定的混凝土配合比进行配料，不得擅自更改。

水泥、砂、石、掺和料均应以重量计，水及外加剂可折算成体积加入。

小型渠道可将砂、石用量折算成体积配料。

第 8.3.4 条 现场浇筑混凝土，宜采用分块跳仓法施工。同一浇筑块应连续浇筑。因故间歇时间超过 60～90min 时，应按第 8.3.7 条的规定处理。用衬砌机浇筑时，可连续施工。

第 8.3.5 条 混凝土宜采用机械拌和。拌和时间不得少于 2min。掺用掺和料、减水剂、引气剂时，应适当延长拌和时间。细砂、特细砂混凝土用机械拌和的时间，应较中、粗砂混凝土延长 1～2min。

第 8.3.6 条 混凝土应随拌、随运、随用。因故发生分离、漏浆、严重泌水和坍落度降低等问题时，应在浇筑地点重新拌和。若混凝土初凝，应按废料处理。

第 8.3.7 条 浇筑混凝土前，土渠基应先洒水浸润；在岩石渠基上浇筑混凝土，或需要与早期混凝土结合时，应将基岩或早期混凝土刷洗干净，铺一层厚度为 1～2cm 的砂浆。砂浆的水灰比，应较混凝土小 0.03～0.05。

第 8.3.8 条 混凝土宜采用机械振捣，并应符合下列要求：

一、使用表面式振动器时，振板有距宜重叠 5～10cm。振捣边坡时，应上行振动，下行不振动。

二、使用小型插入式振捣器，或人工捣固边坡混凝土时，入仓厚度每层不应大于 25cm，并插入下层混凝土 5cm 左右。

三、使用振捣器捣固时，边角部位及钢筋、预埋件周围应辅以人工捣固。

四、机械和人工捣固的时间，应以混凝土开始泛浆时为准。

五、衬砌机的振动时间和行进速度，宜经过试验确定。振动时间一般是混凝土工作度的 1.2～1.5 倍，并不小于 30s。

第 8.3.9 条 采用喷射法施工时，应按下列要求和步骤进行：

一、先送风、水，后送干料。掺有速凝剂的干拌和料的存放时间，不得超过 20min。

二、喷头处的压力应控制在 0.1MPa 左右，水压不应小于 0.2MPa。

三、一次喷射的厚度，掺有速凝剂时，宜为 7～10cm；不掺速凝剂时，宜为 5～7cm。

四、分层喷射时，表面一层的水灰比宜稍大。

五、喷射每层混凝土的间隔时间，掺有速凝剂时，一般为 15～20min；不掺速凝剂时，应根据混凝土的初凝时间确定。

六、喷射作业完毕，应先将喷射机和管道中的干料清除干净，再停水、风。因故不能继续作业时，必须及时将喷射机和管道中的积料清除干净。

第 8.3.10 条 现场浇筑混凝土完毕，应及时收面。细砂和特细砂混凝土还应进行二次收面。收面后，混凝土表面应密实、平整、光滑，且无石子外露。

第 8.3.11 条 混凝土预制板初凝后即可拆模。强度达到设计强度的 70%以上时方可运输，并按设计和第二章第 2.1.13 条的规定砌筑。安砌应平整、稳固，砌筑缝的砂浆应填满、捣实、压平和抹光。

第 8.3.12 条 混凝土伸缩缝应按设计和第二章第 2.1.12 条的规定施工。采用衬砌机

浇筑混凝土时，可用切缝机或人工切制半缝形的伸缩缝，缝深和缝宽应符合设计要求。

第 8.3.13 条 混凝土防渗层施工应按规定严格检查与控制施工质量。

第九章 防渗渠道的冻胀防治

第一节 一 般 规 定

第 9.1.1 条 在进行渠道防渗工程设计时，对标准冻深大于 30cm 的地区，应计算渠道设计冻深和设计冻胀量，判定是否需要采取防治冻胀措施。

第 9.1.2 条 采取防治冻胀措施，应以适应、消除、削减渠基土壤冻胀的措施为主，辅之以经济实用的加强结构等抵抗冻胀的措施。

第二节 冻胀变形安全性的验算

第 9.2.1 条 大、中型渠道防渗工程，宜按渠道所处地形条件、渠基土质、水分补给条件、渠道走向的变化等，划分不同类型的渠段。并选择具有代表性的横断面，按第十章的规定，设置试验观测段，进行横断面上不同部位的冻深和冻胀量观测。

第 9.2.2 条 根据冻深和冻胀量的观测资料，应分别按式 (9.2.2-1)、式 (9.2.2-2) 计算渠道横断面上各部位的设计冻深和设计冻胀量。

一、设计冻深计算

$$H_{Dn} = H_s \cdot \frac{H_P}{H_s} \tag{9.2.2-1}$$

式中 H_{Dn} —渠道横断面上某一部位的设计冻深值，cm；

H_P ——临近气象站设计频率为 P 时的冻深值，cm。大型渠道的 $P=5\%$；中、小型渠道的 $P=10\%$；

H_i、H_s —分别为渠道横断面上某一测点和气象站同一年度的冻深值，cm。

二、设计冻胀量计算

$$h_{Dn} = h_i \cdot \frac{H_P}{H_s} \tag{9.2.2-2}$$

式中 h_{Dn}——渠道横断面上某一部位的设计冻胀量，cm；

h_i — 渠道横断面上某一部位，在模拟与渠道建成后相同的水分补给条件下的实测冻胀量，cm。

渠道横断面上 h_{Dn} 中的最大值，即为最大设计冻胀量 h_{Dm}。

小型渠道的设计冻深和设计冻胀量，可采用工程类比法选用。

第 9.2.3 条 渠道防渗工程冻胀变形的安全性，应按式 (9.2.3) 进行验算。

$$h_{Dm} \leqslant [h] \tag{9.2.3}$$

式中 h_{Dm} — 渠道横断面上最大的设计冻胀量，cm；

$[h]$ —不同材料渠道防渗工程允许的冻胀量，cm。可按表 9.2.3 选用。

表 9.2.3 梯形断面渠道不同材料防渗工程允许的冻胀量 (cm)

防渗材料类别	砌石	沥青混凝土	混凝土
允许冻胀量	1.0~3.0	3.0~5.0	0.5~2.0

注：表中同类防渗材料，渠道的断面尺寸或防渗板尺寸大时取小值。

当渠道防渗工程冻胀变形的安全性满足式（9.2.3）时，可不采取防治冻胀措施。

第三节 防治冻胀的措施

第 9.3.1 条 对冻胀性地基的防渗渠道，应按下列要求进行设计：

一、渠道线路应尽量选在中、粗颗粒土壤地基、地下水埋藏较深以及无旁渗水补给的地段。

二、对地下水埋藏较浅或存在渗水补给的渠段，应尽量采用填方渠道。

三、宜加大防渗渠道的纵坡，缩小断面尺寸。粘性土质的梯形渠道的内边坡系数，宜加大 0.25~0.50。

四、宜采用膜料和沥青混凝土等有一定柔性的材料修建渠道防渗工程。其具体设计和施工方法，可参见第二、六、七章。

五、对小型渠道可采用暗渠，暗渠埋深应使顶部低于 2/3 设计冻深。其结构应按第二、五、八章设计。

第 9.3.2 条 对砌石和混凝土防渗渠道，当渠道横断面上的最大设计冻胀量不大于允许冻胀量的 2 倍时，可采用下列结构和渠基处理措施：

一、小型渠道可采取 U 形、弧形等整体防渗结构形式。

二、大、中型渠道可采用弧形底梯形断面。渠底较宽时，可采用弧形坡脚梯形断面，同时适当增设间距小于 3.0m 的纵向伸缩缝，并采用性能良好的填缝材料填筑。

三、可采用现浇的混凝土肋梁板、楔形板、中部加厚板或预制的 Π 形板等防渗结构形式。其设计可参见第二、八章。

四、压实冻深范围以内的渠基土壤，其压实系数不应小于 0.95。

第 9.3.3 条 在强烈冻胀地区，当渠道最大设计冻胀量大于允许冻胀量的 2 倍时，经过技术经济论证，可分别采用防渗层结构措施、渠基换填措施或保温措施。

第 9.3.4 条 防渗层结构措施：

一、大、中型渠道的边坡，宜采用挡土墙式结构，渠底采用反拱形结构。流速较小的渠道，渠底可采用埋铺式膜料防渗。

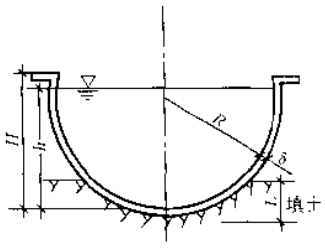


图 9.3.4 U 形座槽式结构

二、小型渠道可采用座槽式结构，其设计形式见图 9.3.4，填土深度一般为渠深的 1/3 左右；也可采用矮墩式架空渠槽。

第 9.3.5 条 渠基换填措施。对混凝土、沥青混凝土和砌石防渗渠道，可按下列要求采取砂砾料换填措施：

一、换填材料。可采用砂、砾石、碎石、矿渣等，或上述材料的混合料。

砂砾换填材料中，粒径小于 0.1mm 的颗粒含量，当地下水位与换填材料底部的距离大于 0.5m 时，不得大于 10%；距离小于 0.5m 时，不得大于 5%。

二、换填层厚度。对渠道断面上不同部位，宜采取不同的换填厚度。其厚度可按表 9.3.5 选用，也可按式（9.3.5）计算。

表 9.3.5 砂砾料换基的换填比

地下水条件	渠基土质	换填比（%）	
		坡面上部	坡面下部、渠底
深埋：粘土地基大于（冻深+2.5m）；壤土地基大于（冻深+1.8m）；砂壤土地基大于（冻深+1.0m）	粘土、粉质粘土、重壤土、中壤土	50～70	70～80
	砂壤土、轻壤土	40～50	
浅埋：埋深小于上述标准	粘土、粉质粘土、重壤土、中壤土	60～80	80～100
	砂壤土、轻壤土	50～60	60～80

注：换填比$=\frac{\text{防渗层厚度}+\text{换填层厚度}}{\text{设计冻深}}\times 100,\%$。

$$d=\frac{h_{Di}-[h]}{h_{Di}}\cdot H_{Di} \tag{9.3.5}$$

式中 d——某部位换填层的厚度，cm；

其余符号意义同前。

换填料应置换到封顶板边界以外 10cm。渠道边坡顶部的换填厚度不应小于 10cm。

三、采用中、细砂作换填层，且渠道流速较大，需防止水流通过防渗层缝隙淘刷砂子时；或渠道水流中含泥量较大，需防止渗入的泥沙通过防渗层缝隙，侵入换填材料时，宜在换填料表面铺一层膜料或复合土工膜料。

四、换填层应进行分层压实。砂料干容重不应小于 1.8g/cm³；砂砾石干容重不应小于 2.0g/cm³。采用细砂作换填料时，可用纤维布袋装细砂料施工。

第 9.3.6 条 渠基保温措施。对大型渠道，可在防渗层下铺设硬质泡沫塑料保温层，保温层施工应按下列要求进行：

一、确定削减冻深值。采用保温措施后，允许残留一部分冻土层。削减的冻深值，可按确定换填层厚度相同的方法，根据表 9.3.5 或式（9.3.5）确定。

二、确定保温层厚度。大型渠道应通过热工计算确定；中、小型渠道可按要求削减冻深值约 1/12～1/8 确定。冻深大的部位，分母取大值。

三、保温层铺设的部位。一般渠道可全断面铺设。冬季引水渠道宜铺在渠水位变化区。东西走向的渠道，阳坡铺设的厚度可减薄；冻胀量很小的地区，阳坡可不设保温层。

四、应严格控制硬质泡沫板或其它保温材料的质量。其热导率应小于 0.20W/（m·K）[0.17kcal/（m·h·℃）]，吸水率应小于 0.1L/m²，表面应光滑平整。施工中，要严防硬器具损坏。有缺陷的部位应用同类保温材料贴补，保温层块间应粘结密实。

第 9.3.7 条 为降低渠基土壤的含水率和地下水位，削减或消除冻胀破坏，应认真作好以下工作：

一、修好封顶板。

二、压实渠堤顶面，并作成由内向外的斜坡。

行业标准

三、修好堤顶排水沟及排洪设施。

四、保证防渗层的施工质量，提高防渗效果。

五、采用粘结性、低温塑性和热稳定性良好的填缝材料，填筑好伸缩缝和砌筑缝。

六、渠基地下水位高时，应按附录七修好排水设施。

第十章 测 验

第一节 渗 漏 测 验

第 10.1.1 条 渠道有以下要求时，应测验渠道的渗漏损失。

一、对比各种渠道的渗漏损失，论证采用防渗措施的必要性。

二、检验渠道防渗效果，对施工质量进行评价。

三、推算渠系（渠道）水利用系数。

四、监测渠道渗漏损失随使用时间的变化。

五、测验渠道从初渗到稳渗的全过程，或测验渗漏强度与水深的关系。

第 10.1.2 条 渠道渗漏损失常采用静水法或动水法进行测验。静水法测验精度较高，单段渗漏测验的总极限相对误差为渗漏损失的±7.0%，本规范选用静水法。

第 10.1.3 条 测验前应进行渠道调查，在调查的基础上，每类渠道可选择具有代表性、渠段顺直与完整、断面规则、具备水源与交通条件，并有暂时停水测验可能的测验段 2～3 段。

第 10.1.4 条 测验段可按附录九第一节的要求及步骤设置。

第 10.1.5 条 观测前应按下列要求检验横隔堤和加水系统：

一、横隔堤。向两个渗漏平衡区注水至接近测验水位，应无漏水、沉陷及裂缝。

二、加水系统。根据渗漏平衡区的最大渗漏强度，估计测验段的渗漏强度。加水系统的供水能力，应大于测验段最大渗漏强度的 1.5 倍。

第 10.1.6 条 现场渗漏观测，宜按下列步骤进行：

一、向测验段注水。

二、恒水位观测。

三、变水位观测。

四、在恒水位、变水位观测时，宜同时进行降雨量和蒸发量观测。

第 10.1.7 条 测验段应按下列要求注水：

一、测初渗量时，应尽快地连续注水，使加水后水位等于测验水位加 1/2 加水前、后水位的差值。

二、刚停止输水的渠道，待渠道下渗，地下水位恢复正常后，方可进行初渗量测验。

三、向土渠测验段注水时，应防止渠面冲刷。

四、应同时向测验段及渗漏平衡区注水，并使两侧水位基本相同。

第 10.1.8 条 恒水位观测。断面规则的较大流量渠道和渗漏量大的渠道，宜采用水位

下降法；小流量或渗漏量小的渠道，宜采用称量法。

一、水位下降法测验，应按下列要求进行：

（一）应使加水前水位和加水后水位的平均值等于测验水位。

（二）观测时段的长度，可根据加水前、后水位差的大小确定。加水前、后水位差值，可在5%～10%测验水深间选用。

（三）向测验段加水。当水位已平稳，且达到规定的加水后水位时，方可将此时间及相应水位记入附录九附表9.3。随后，待水位下降到规定的加水前水位时，将其时间及相应水位记入同一表格中。同时尽快将水位加至规定的加水后水位（该加水历时称为加水时段），再重复作下一时段观测。

（四）观测水位要准确。水面平稳时，三只水尺降落相差不得超过2mm。

二、称量法测验，应按下列要求进行：

（一）应使每个观测时段加水前、后水位的平均值等于测验水位。加水前、后水位差值，可按本条第一（二）选用。

（二）每一观测时段的起、止水位必须相同，并等于加水后水位。待水位降至加水前水位，再尽快加水至加水后水位。准确测读加水前、后水位，并称量每一观测时段的加水量，记入附录九附表9.4。

（三）加水时间包括在各观测时段内。每次水位达到加水后水位的时间，即为上一观测时段的结束时间，也是本观测时段的开始时间。两观测时段间不应有间隔。

第10.1.9条 恒水位测验时，连续出现10次以上观测时段相同，渗漏量接近，渗漏强度的最大、最小值差满足式（10.1.9）时，方可认为渗漏稳定、恒水位渗漏测验完成。

$$\frac{Q_{1max}-Q_{1min}}{\bar{Q}}\times 100\% \leqslant 10\% \qquad (10.1.9)$$

式中 Q_{1max}——同一时间连续10次测验中最大渗漏强度，L/（m^2·h）；

Q_{1min}——同一时间连续10次测验中最小渗漏强度，L/（m^2·h）；

$\bar{Q}$——同一时间连续10次测验的渗漏强度平均值，L/（m^2·h）。

第10.1.10条 变水位测验。恒水位测验结束后，应紧接着进行变水位测验。只作变水位测验时，应先注水至测验水位1/2加水前、后水位差值处，泡渠2～4天，并满足式（10.1.9）时，方可进行观测。变水位观测可按下列要求进行：

一、采用水位下降法时，可用等水位降测至最低水位，也可用等时段观测。观测结果记入附录九附表9.7。

二、采用称量法时，应从最高测验水位加1/2加水前、后水位差值处开始，至每个欲测验水位结束，记录各测试水位起止时间和所加水量，同一水位应重复测验2～3次，记录表格见附录九附表9.8。

第10.1.11条 降雨量和蒸发量观测，应符合下列要求：

一、降雨量观测，应与渗漏量观测同步进行。观测结果记入附录九附表9.1。

二、渗漏量很小的渠道，和同一时段蒸发量占蒸发与渗漏总量的2%以上时，蒸发量观测应与渗漏观测同步进行。观测结果记入附录九附表9.2。

三、其它观测应符合《水文测验试行规范》的要求。

第 10.1.12 条 测验的成果应按附录九第二节的规定进行计算和整理。

第二节 变 形 测 验

第 10.2.1 条 为监测渠道防渗工程的稳定性，保证运用安全，对高填方、松软渠基、地下水位高的重要渠段，应进行变形测验。

第 10.2.2 条 变形测验，应选择代表性的断面。在横断面上和堤顶设置固定标点，观测其垂直与水平变形值。

第 10.2.3 条 垂直与水平变形的观测基点，应设置在两岸便于观测的基岩、坚实土基或建筑物基座上，保持坚固稳定。

第 10.2.4 条 观测基点一般埋深 60～70cm。严寒和寒冷地区，应埋入冻结线以下 1～1.5 倍冻深。观测标点一般应在表面布置。

第 10.2.5 条 采用水准仪按三等水准测量法观测垂直变形值；采用经纬仪按视准线法或小角度法观测水平变形值。观测次数和时间可按需要确定。渠道防渗工程运用初期和渠水位发生骤降时，应适当增加观测次数。其观测精度应满足下列要求：

一、水准仪测垂直变形值：

（一）由水准基点引测，校测起测基点，其往返闭合差不得大于 $\pm 0.36\sqrt{n}$～$\pm 0.72\sqrt{n}$（mm）（n 为侧点数，下同）；

（二）由起测基点观测标点，其往返闭合差不得大于 $\pm 0.72\sqrt{n}$～$1.4\sqrt{n}$（mm）。

二、视准线法测水平变形值。其观测误差不得大于 2～4mm。

三、小角度法测水平变形值：

（一）望远镜照准一目标，水平度盘对经分划线应重合两次，测微器两次重合读数差不得超过 0.4s；

（二）一个测回中，两个半测回小角值较差不得超过 3s；

（三）同一测点，各测点小角值较差不应超过 2s。

第 10.2.6 条 观测资料应作好记录，并及时分析整理，发现问题，及时复测。

第 10.2.7 条 根据观测资料，绘制某一测点的垂直、水平变形值图，或绘制同一时间的某一渠道横断面上不同测点的垂直、水平变形值图。

第三节 冻 胀 测 验

第 10.3.1 条 为了解渠道防渗工程防治冻胀措施的性能，监测工程安全，在严寒和寒冷地区应进行冻胀测验。

第 10.3.2 条 同一防冻措施，不同地下水位、不同渠基宜分别设置测验断面；不同防冻措施，也宜分别设置测验断面。

第 10.3.3 条 一般采用下列仪器设备测验以下内容：

一、气象。可按小型气象站的要求设置百叶箱、量雨器等设备，观测气温和降雨量。

二、冻深。可采用冻土器或其它设备观测。

三、冻胀量。可采用冻胀仪等，观测渠基的冻胀量。

水利电力出版社

四、土壤水分。可在观测断面上预留可启闭的观测孔，采取土样，用烘干法等，测定土壤含水率。

五、地下水位。可布设观测井，用绳测法观测。

六、渠基土质。可采样在室内试验土的颗粒级配、抗剪强度等物理力学性能指标。

第 10.3.4 条 在测验渠段上，宜按下列要求设置观测点：

一、地温、冻深、冻胀量和水分观测点，应沿渠道横断面分别设置。观测点的数量，可根据渠道断面大小确定。

二、观测设备穿过防渗层时，应注意交界处的密封和夯实工作，严防渠水渗入渠基。

三、观测设施埋设必须垂直渠道横断面。

四、冻深仪乳胶管内的水应采用当地水。

五、宜在测验段附近设置气象观测点。

六、应在渠堤外设置地下水位观测井。

第 10.3.5 条 观测工作宜按下列要求进行：

一、观测前必须检查校正好仪器设备。

二、观测项目应同步进行。观测时间与次数，可在全面了解和分析冻胀全过程的前提下具体确定。

三、在观测过程中，宜随时观测渠道外观的变化及裂缝等情况。

四、作好观测记录，并随时整理分析，发现问题，应及时复测纠正。

第 10.3.6 条 根据观测资料，可按下列方法计算整理：

一、可用式（10.3.6）计算冻胀率。

$$n = \frac{\Delta h}{H_f} \tag{10.3.6}$$

式中 n ——冻胀率，%；

Δh ——冻深为 H_f 时的冻胀量，cm；

H_f ——冻深为冻结前土层的厚度，cm。

二、整理绘制某一观测点的冻胀量与冻深的关系曲线。

三、整理绘制某一观测点的观测时间与冻深、冻胀量、气温、含水量的关系曲线。

四、整理绘制测验段在渠道断面上不同位置的最大冻胀量、冻胀率与相应的气温、地下水位等的关系曲线。

第十一章 管 理

第 11.0.1 条 渠道防渗工程应按第一章第 2.2.8 条的规定验收合格后，方可交付管理。

第 11.0.2 条 管理单位应结合渠道防渗工程的特点，按照《水法》的规定和《灌溉管

万水信息科技

理暂行办法》，制定本工程的管理细则，落实责任，认真执行。

第 11.0.3 条 渠道防渗工程正常运行期间的水位不应超过设计水位，特殊情况下不应超过校核水位。防渗渠道，特别是土料防渗渠道和土保护层膜料防渗渠道的渠水位不宜骤涨骤落，1h 和 24h 的变幅分别不宜超过 0.15m 和 0.5m。

第 11.0.4 条 渠道防渗工程在放水前、暴雨后，应进行全面检查。针对存在问题，制定计划，认真地进行岁修或维修。岁修和维修工作应达到下列要求：

一、排洪设施完好、通畅。渠堤顶无积水，雨水和融雪水不得流入防渗层背后。

二、防渗层封顶板稳固、完好，周围无空穴、裂缝。

三、伸缩缝和砌筑缝完好，不漏水。

四、地下水的排水设施完好、通畅。

五、渠内无淤积、杂草；渠堤无陷穴、冲坑、裂缝和滑坡等。

六、渠堤顶和渠岸道路要保持设计宽度。渠边的防护设施和标志完好。

七、各种观测设施完好。

第 11.0.5 条 防渗层发生裂缝，应及时查明原因，可分别按下列方法处理：

一、土料和水泥土防渗层，宜采用素土、灰土、水泥土或砂浆等材料，分别回填夯实、填筑抹平或灌浆处理。

二、砌石防渗层，宜凿开，用砂浆填实抹平。

三、沥青混凝土防渗层，小裂缝可用喷灯或红外线加热器加热缝面，用铁锤沿缝面锤击，使裂缝闭合粘牢；裂缝较宽时，可先清净缝口，加热缝面，用沥青砂浆填实抹平。

四、混凝土防渗层，参照附录六进行裂缝处理。

第 11.0.6 条 管理单位应坚持进行渠道防渗工程的测验。大型渠道每隔 3～5 年测验渠道渗漏量一次，对比防渗效果的变化；定期进行变形观测，发现问题，及时处理。

第 11.0.7 条 严禁在渠堤垦植、取土、采石、放牧、堆放杂物和违章修筑建筑物；不得向渠内倾倒垃圾、排污、抛掷砖石、擅自开口和埋管取水；渠道内坡不得植树，外坡植树距防渗层应有一定距离；严禁人畜在土料、水泥土防渗渠道和土料、水泥土保护层膜料防渗渠道内踩踏。

第 11.0.8 条 严寒和寒冷地区渠道防渗工程的管理，还应满足以下要求：

一、冬季不过水渠道，宜在日平均气温稳定小于 0℃前停水，在日平均气温稳定超过 0℃后通水。冬季行水渠道，在负温期宜连续行水，并保持在冬季最低水位以上运行。

与挖方渠道相邻的农田及林带，宜在气温降低至负温前 15～30 天结束灌水。

二、渠道防渗层的裂缝，每年在春灌或秋灌前，应进行修补。

三、渠道内和渠堤外冬季不应积水。

四、大型渠道防渗工程，应选择不同防渗类型和自然条件的断面，宜按第十章第三节的规定进行冻胀观测。

第 11.0.9 条 应建立健全技术档案，对工程的设计、施工、验收、测验和管理运用的工程问题与经验等资料，均应存档备查。

灌溉排水技术

附录一 各种防渗材料的技术要求

一、渠道防渗工程采用的素土料，应按附表 1.1 的技术要求选用。

附表 1.1 素土料的技术要求

项目	用途			
	素土、粘砂混合土防渗	灰土、三合土、四合土防渗	膜料防渗土保护层及过渡层	水泥土防渗
粘粒含量（%）	20～30	15～30	3～30	8～12
砂粒含量（%）	10～60	10～60	10～60	50～80
塑性指数 I_P	10～17	7～17	1～17	
土料最大粒径（mm）	<5	<5	<5	<5
有机质含量（%）	<3.0	<1.0		<2.0
可溶盐含量（%）	<2.0	<2.0	<2.0	<2.5
钙质结核、树根、草根含量	不含	不含	不含	不含

注：经过论证，采用风化砂和页岩渣配制水泥土时，可不受表中土料最大粒径的限制。

二、宜选用煅烧适度、色白质纯的生石灰或贝灰。石灰中氧化钙和氧化镁的总含量（按干重计）不应小于 75%；贝灰中氧化钙含量不小于 45%。

三、宜采用天然级配的河砂、山砂和人工砂。混凝土可采用中、粗砂；砂浆可采用中、细砂。在缺乏粗、中砂地区，渠道流速小于 3m/s 时，可采用细砂或特细砂拌制混凝土。砂的质量应符合附表 1.2 的要求。沥青混凝土用砂，还应采用硫酸钠法试验，其干湿循环 5 次的重量损失，宜小于 15%。

附表 1.2 砂料的含泥量要求

项目	沥青混凝土用砂			混凝土用砂			砂浆用砂		
	河砂	山砂	人工砂	河砂	山砂	人工砂	河砂	山砂	人工砂
含泥量（按重量计）（%）	≤2.0		≤5.0	≤3.0	≤10.0	≤3.0	≤3.0	≤15.0	≤3.0

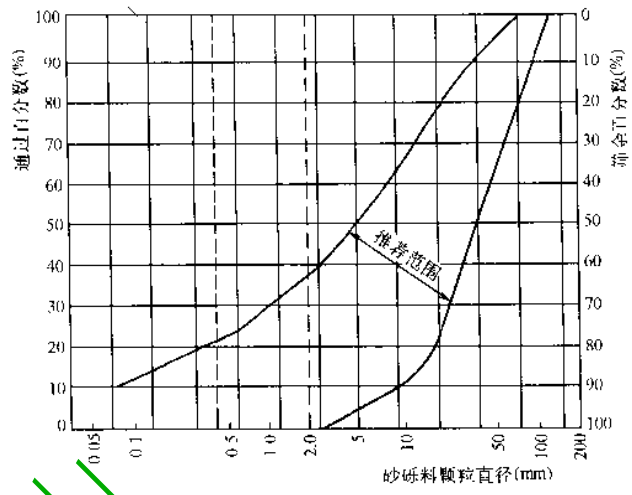
四、用砂砾料作膜料防渗保护层时，砂砾料的级配应符合附图 1.1 推荐的范围。砂砾料的最大粒径为 75～150mm。

五、渠道防渗工程的石料，除应满足坚硬、无裂纹和洁净等质量要求外，还应根据不同用途选用：

（一）四合土防渗工程，应选用粒径为 10～20mm 的碎石或卵石。

（二）砌石防渗工程，应选用外形方正、表面凸凹不大于 10mm 的料石；上下面大致平整、无尖角薄边、块重不小于 20kg 的块石；长径不小于 20cm 的卵石；矩形、表面平整、厚

行业标准



附图 1.1 砂砾料的级配

度不小于 30mm 的石板等。

（三）混凝土防渗工程，应选用含泥量小于 2%、抗压强度为混凝土强度 1.5 倍的石料。温和地区的中、小型渠道混凝土防渗工程，当没有合格石料时，允许选用抗压强度大于 10.0MPa 的石料，拌制抗压强度为 7.5～10.0MPa 的混凝土。当选用含有活性成分的石料时，必须进行专门试验论证。

（四）沥青混凝土防渗工程，应选用碱性的碎石或卵石，并满足附表 1.3 的技术要求。如采用酸性石料，应作改性处理，并满足附表 1.3 的技术要求。

附表 1.3 沥青混凝土选用石料的技术要求

项 目	质地坚硬性	吸水率（%）	容重（g/cm³）	含泥量（%）	有机质含量	硫酸钠法干湿循环 5 次质量损失（%）	与沥青的粘附性
技术指标	铺筑中不破碎	≤3.0	≥2.5	≤0.5	无	≤12.0	4 级以上

六、沥青混凝土及填缝材料所用的矿粉，应采用碱性岩石加工的粉状材料，也可采用硅酸盐水泥或滑石粉等。矿粉的质量应符合附表 1.4 的技术要求。

附表 1.4 矿粉的技术要求

项 目	细度（在下列孔径下通过%）			含水率（%）	亲水系数	泥土及有机质含量（%）
	0.600（mm）	0.150（mm）	0.074（mm）			
技术指标	100	>90	>70	<0.5	≤1.0	不含

七、水泥的质量应符合《水工混凝土施工规范》SDJ207－82 的有关规定。用于勾缝的砂浆和有抗冻要求的混凝土，宜采用标号 325 或 425 的普通硅酸盐水泥。

八、制作焦油塑料胶泥的粉煤灰，和作为混凝土掺和料的粉煤灰质量，应满足附表 1.5 的技术要求。

附表 1.5 粉煤灰的技术要求

项 目	0.08mm 方孔筛筛余量 (%)	烧失量 (%)	含水率 (%)	三氧化硫含量 (%)
技术指标	≤12.0	≤12.0	≤1.0	≤3.5

注：三氧化硫含量为水泥和粉煤灰总重的百分数。

九、三合土、四合土可掺入 2%～4%的水泥或 25%以下的工业废渣。工业废渣应碾碎过筛，去掉杂质，最大粒径不大于 5.0mm。

十、混凝土和砂浆均宜加入适量的外加剂。有抗冻要求的，宜加入引气剂。外加剂的质量应符合《水工混凝土外加剂技术标准》SD108 83 的规定。

十一、沥青混凝土和填缝材料，可采用 60 甲或 100 甲道路石油沥青和 3 号煤焦油。沥青应符合《道路石油沥青技术标准》SY1661 77 的质量要求。煤焦油的粘度为 C_{30}^{10}5～20s。

十二、当无符合技术要求的石油沥青时，可采用掺配沥青，其比例应经过试验确定。

十三、渠道防渗工程可采用聚乙烯和聚氯乙烯塑料薄膜（简称塑膜），其性能应符合附表 1.6 的性能要求。

也可采用复合土工膜和线性低密度聚乙烯等其它塑膜，其性能应符合有关技术规定。

附表 1.6 塑膜的性能要求

技术项目	聚乙烯	聚氯乙烯
容重 (g/cm^3)	0.91～0.93	1.20
抗拉强度 (MPa)	≥9.8	≥20.0
拉断时的延伸率 (%)	≥600	≥200
使用温度范围 (℃)	50～+60	−15～+60
抗冻性 (℃)	-60	−25

附表 1.7 油毡的技术要求

项 目	技术指标
单位面积涂盖材料重量 (g/m^2)	≥500
不透水性（动水压法，保持 15min）(MPa)	≥0.3
吸水性（24h，18±2℃）($g/100cm^2$)	≤0.1
耐热度（80℃，加热 5h）	涂盖无滑动，不起泡
抗剥离性（剥离面积）	≤2/3
柔度（0℃下，绕直径 20mm 圆棒）	无裂纹
拉力（18±2℃下的纵向拉力）(kg/2.5cm)	≥34.0

十四、渠道防渗工程可采用沥青玻璃布油毡（简称油毡），其质量除应符合附表 1.7 的技术要求外，还应厚度均匀、无漏涂、划痕、折裂、气泡及针孔，在气温 0～40℃下易于展开。

水龙腾科技

也可采用其它油毡，其性能应符合有关技术规定。

附录二 各种防渗材料的防渗效果及适用条件

各种防渗材料的防渗效果及适用条件见附表 2.1。

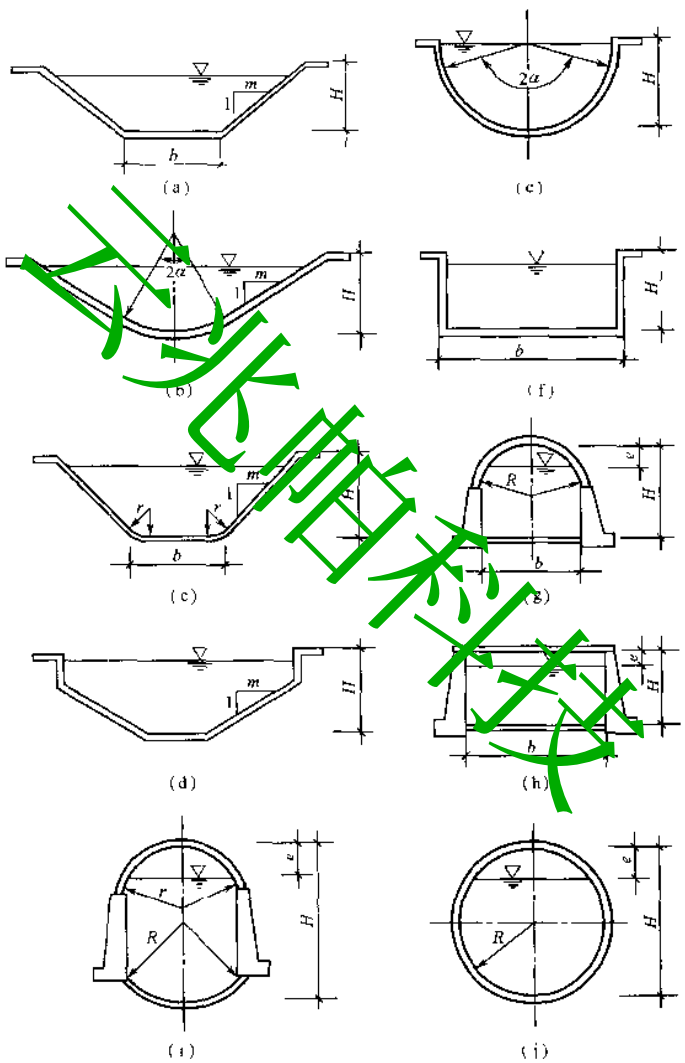
附表 2.1 各种防渗材料的防渗效果及适用条件

防渗材料类别		主要原材料	防渗效果 [$m^3/(m^2 \cdot d)$]	使用年限 (a)	适用条件
土料类	1. 素土 2. 粘砂混合土	素土、石灰、砂、石等	0.07～0.17	5～15	能就地取材，造价低，施工简便，但抗冻性差，耐久性较差，需劳力多，质量不易保证。适用于气候温和地区的中、小型渠道
	3. 三合土 4. 四合土 5. 灰土			10～25	
水泥土类	1. 干硬性水泥土 2. 塑性水泥土	壤土、砂壤土、水泥	0.06～0.17	8～30	能就地取材，造价较低，施工较容易，但抗冻性较差。适用于温和地区，且附近有壤土和砂壤土的渠道
石料类	1. 浆砌料石 2. 浆砌块石 3. 浆砌卵石 4. 浆砌石板	料石、块石、卵石、石板、水泥、石灰、砂等	0.09～0.[illegible]	25～40	抗冻和抗冲性能好，施工简易，耐久性强，但一般防渗能力较难保证，需劳力多。适用于石料来源丰富、有抗冻与抗冲要求的渠道
	5. 干砌卵石挂淤		0.20～0.40		
埋铺式膜料类	1. 土料保护层 2. 刚性保护层	膜料、土料、砂、石、水泥等	0.04～0.08	[illegible]0～30	防渗能力强，质轻，运输便利。当用土保护层时，造价较低，但占地多，允许流速小。适用于中、小型低流速渠道。当用刚性保护层时，造价较高，可用于大、中型渠道
沥青混凝土类	1. 现场浇筑 2. 预制铺砌	沥青、砂、石、矿粉等	0.04～0.14	20～30	防渗能力强，适应冻胀变形能力较好，造价与混凝土相近，但目前沥青料源缺乏。一般适用于有冻害地区，且附近有沥青料源的渠道
混凝土类	1. 现场浇筑	砂、石、水泥等	0.04～0.14	30～50	防渗、抗冲性能好，耐久性强。适用于不同地形、气候和运用条件的大、中、小型渠道
	2. 预制铺砌		0.06～0.17	20～30	
混凝土类	3. 喷射法施工	砂、石、水泥、速凝剂等	0.05～0.16	25～35	优点同上。但需较多的施工设备，施工较繁杂。多用于基岩及风化岩基的渠道

万水信息科技

附录三　防渗渠道的断面形式、尺寸、水力计算及混凝土防渗层的结构型式

一、防渗渠道的断面形式见附图 3.1。



附图 3.1　防渗渠道的断面形式

(a) 梯形断面；(b) 弧形底梯形断面；(c) 弧形坡脚梯形断面；(d) 复合形断面；(e) U 形断面；(f) 矩形断面；(g) 城门洞形暗渠；(h) 箱形暗渠；(i) 正反拱形暗渠；(j) 圆形暗渠

水利电科技

二、防渗渠道断面尺寸和水力计算：

（一）U形、弧形底梯形渠的水力最佳断面的确定

基本关系式如下：

过水面积：$A=K_A \cdot H^2$，m^2 （附3.1）

系数 $K_A=\left(\frac{\theta}{2}+2m-2m'\right)K_r^2+2(m'-m)\times K_r+m$ （附3.2）

湿周 $\chi=K_\chi \cdot H$，m （附3.3）

系数 $K_\chi=2\left(m+\frac{\theta}{2}-m'\right)K_r+2m'$ （附3.4）

式中 H—— 水深，m；

$\frac{\theta}{2}$—— 圆心角之半，(°)；

m—— 上部直线段的边坡系数；

$m'=\sqrt{1+m^2}$；

$K_r=r/H$；

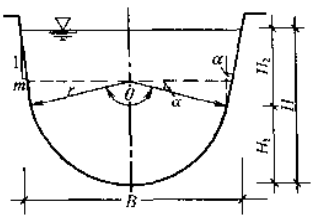
r—— 圆弧半径，m。

各符号参见附图3.2。

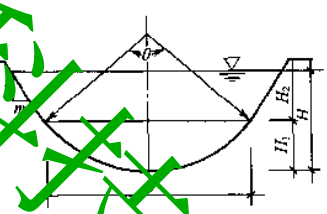
由上式推导出最佳水力断面的半径与水深之比 $K_r=1$，即水面线刚好通过圆心。此时，弧形底梯形渠的弦长与水深之比

$$K_b=b/H=2/m' \quad （附3.5）$$

式中 b —— 弧形底的弦长，m。见附图3.3。



附图3.2 U形断面



附图3.3 弧形底梯形断面

1. U形渠断面 K_r 值的选择

（1）对于渠顶以上挖深不超过1.5m；边坡系数 $m\leqslant 0.3$，渠线经过耕地时，K_r 值可在附表3.1范围内选用。

（2）对填方断面或渠顶以上挖深很小（接近0）以及土质差时，K_r 取1.0～0.8。

附表3.1 U形渠的 K_r 值

m (α)	0 (0°)	0.1 (5.7°)	0.2 (11.3°)	0.3 (16.7°)	0.4 (21.8°)
K_r	0.65～0.72	0.62～0.68	0.56～0.63	0.49～0.56	0.39～0.47

注：挖深大、土质好、土地价值高时取小值。

2. 弧形底梯形渠断面 K_b 值的选择

一般情况下，K_b 值可按普通梯形断面确定宽深比的方法选择。地形、地质条件要求采

灌溉排水科技

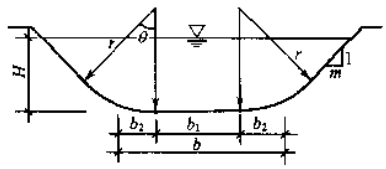
用宽浅式断面时，允许选取较大的 K_b 值。防渗范围超过最佳水力断面 5%时的 K_b 值，按附表 3.2 选用。

附表 3.2 弧形底梯形渠的 K_b 值

边坡系数	0.5	1.0	1.25	1.5	1.75	2.0
水力最佳 K_b	1.79	1.41	1.25	1.11	0.992	0.894
允许 K_b	3.22	3.25	3.44	3.50	3.57	3.76

（二）弧形坡脚梯形渠断面

宽深比 $K_b=\frac{b}{H}$，在地形、地质条件要求采用宽浅式断面时，参见附图 3.4，其值仍按附表 3.2 选择。坡脚弧形的 r、θ、b_2 值可通过图解和计算确定。



附图 3.4 弧形坡脚梯形断面

（三）水力断面计算

1. 基本公式

流速 $$V=C\sqrt{Ri},\ \text{m/s} \qquad (附\ 3.6)$$

流量 $$Q=AV=AC\sqrt{Ri}=A\frac{1}{n}R^{2/3}i^{1/2},\ \text{m}^3/\text{s} \qquad (附\ 3.7)$$

谢才系数常用满宁公式 $$C=\frac{1}{n}R^{1/6} \qquad (附\ 3.8)$$

式中 R——水力半径，$R=\frac{A}{\chi}$，m；

i——渠道纵比降；

A——渠道过水断面积，m^2；

n——渠道糙率系数；

χ——渠道湿周长，m。

2. U 形、弧形底梯形断面尺寸的计算公式见附表 3.3。

附表 3.3 U 形、弧形底梯形断面尺寸的计算公式

名称	符号	已知条件	计算公式
水面宽	B	H、r、m	$2m(H-r)+2r\sqrt{1+m^2}$
圆心角	θ	m	$2\text{ctg}^{-1}m$
直线段水深	H_2	H、r、θ	$H-\left(r-r\cos\frac{\theta}{2}\right)$
过水面积	A	r、m (α)、H_2	$\frac{r^2}{2}\left[\pi\left(1-\frac{\alpha}{90^\circ}\right)-\sin2\alpha\right]+H_2(2r\cos\alpha+H_2\text{tg}\alpha)$
湿周	χ	B、r、m (α)、H_2	$\pi r\left(1-\frac{\alpha}{90^\circ}\right)+\frac{2H_2}{\cos\alpha}$ 或 $\frac{B}{m}\sqrt{1+m^2}-2r/m(1-m\text{ctg}^{-1}m)$
水力半径	R	A、χ	A/χ
弧段水深	H_1	H、H_2	$H-H_2$

注：湿周中 $\text{ctg}^{-1}m$ 为弧度值。

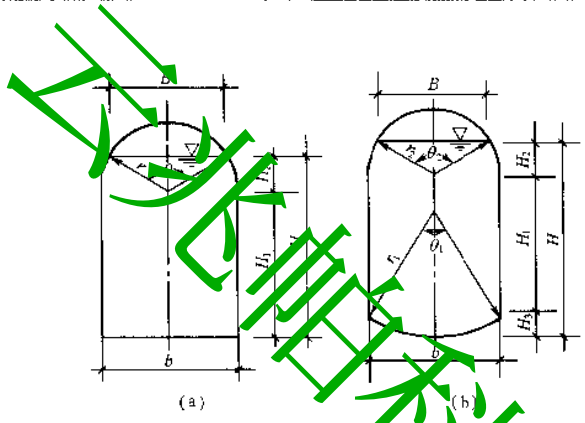
3. 城门洞和正反拱暗渠断面尺寸见附图 3.5。其计算公式分别见附表 3.4 和附表 3.5。

工水值科技

上述各种不同断面的准确尺寸，应通过基本公式试算确定。

附表 3.4 城门洞形断面尺寸的计算公式

名称	符号	已知条件	计算公式
水面宽	B	r、H_2	$2\sqrt{r^2-H_2^2}$
圆心角	θ	r、H_2	$2\mathrm{tg}^{-1}\left(\dfrac{\sqrt{r^2-H_2^2}}{H_2}\right)$
直立段水深	H_1	H、H_2	$H-H_2$
过水面积	A	b、H_1、B、θ、H_2	$H_1b+\dfrac{1}{2}\left[r^2(\pi-\theta)+BH_2\right]$
湿周	χ	b、H_1、θ、r	$b+2H_1-(\pi r-r\theta)$
水力半径	R	A、χ	$\dfrac{A}{\chi}$



附图 3.5 城门洞形、正反拱形暗渠断面

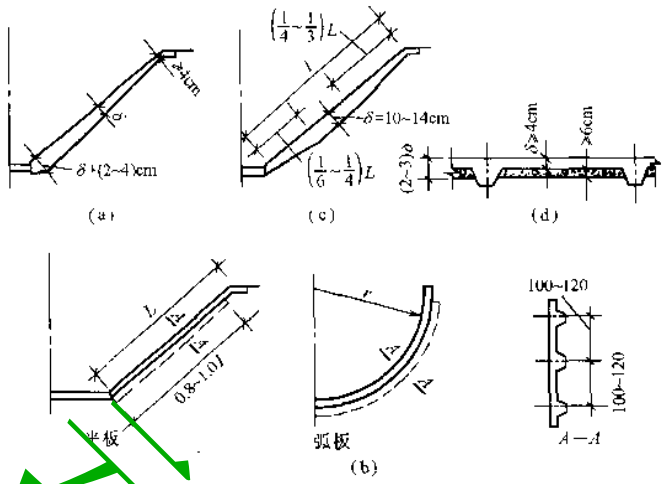
(a) 城门洞形暗渠；(b) 正反拱形暗渠

附表 3.5 正反拱形断面尺寸的计算公式

名称	符号	已知条件	计算公式
水面宽	B	r_2、H_2	$2\sqrt{r_2^2-H_2^2}$
圆心角	θ_1	r_1、H_3	$2\mathrm{tg}^{-1}\left[\sqrt{r_1^2-(r_1-H_3)^2}/(r_1-H_3)\right]$
	θ_2	r_2、H_2	$2\mathrm{tg}^{-1}(\sqrt{r_2^2-H_2^2}/H_2)$
过大面积	A	r_1、r_2、H_1、H_2、H_3	$bH_1+\dfrac{1}{2}\left[r_1\theta_1-b(r_1-H_3)+r_2^2(\pi-\theta_2)+BH_2\right]$
湿周	χ	H_1、r_1、r_2、θ_1、θ_2	$2H_1+r_1\theta_1+r_2(\pi-\theta_2)$
水力半径	R	A、χ	$\dfrac{A}{\chi}$

仅供试读

三、混凝土防渗层的结构型式见附图 3.6。



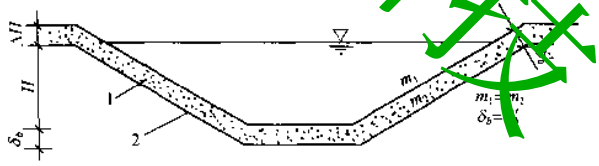
附图 3.6 混凝土防渗层的结构型式

(a) 楔形板；(b) 肋梁板；(c) 中部加厚板；(d) 口形板

土水面科技

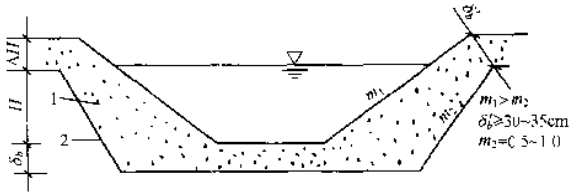
附录四 埋铺式膜料防渗渠道素土渠基铺膜基槽的断面形式

铺膜基槽断面形式有梯形、台阶形、锯齿形和五边形等，分别见附图 4.1～附图 4.7。



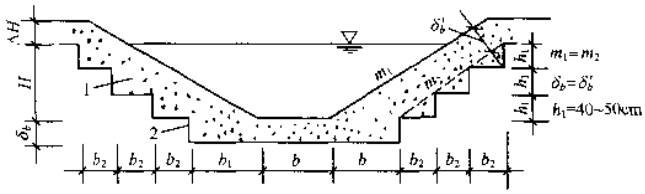
附图 4.1 梯形铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层



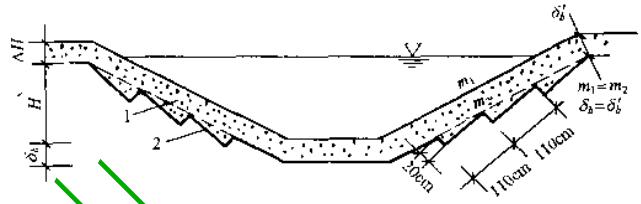
附图 4.2 梯形铺膜基槽断面

1—素土保护层；2 膜料防渗层



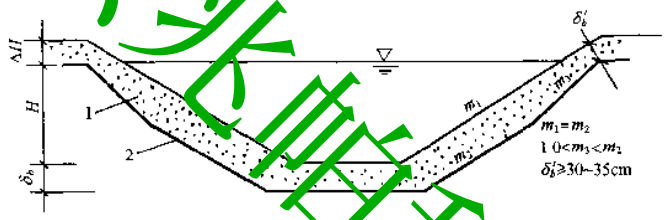
附图 4.3 台阶形铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层



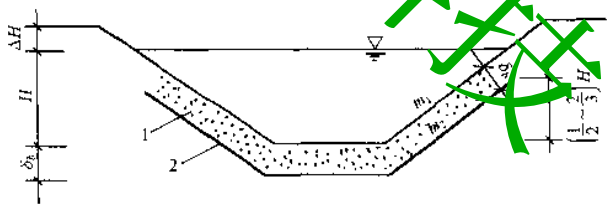
附图 4.4 锯齿形铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层



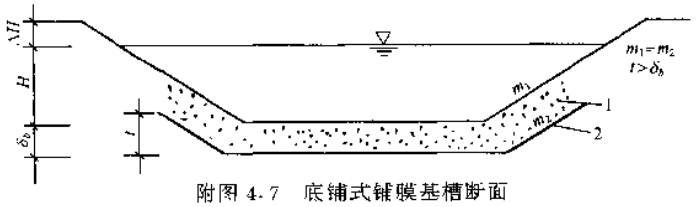
附图 4.5 五边形铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层



附图 4.6 半铺式铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层



附图 4.7 底铺式铺膜基槽断面

1—素土保护层；2—膜料防渗层

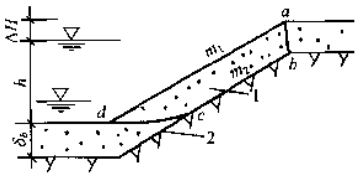
工业版权

附录五 膜料防渗渠道土保护层边坡稳定的计算方法

一、适用范围：本法适用于埋铺式膜料防渗渠道土保护层边坡的稳定分析计算。

二、计算的条件：

（一）土保护层失稳时，假定沿附图 5.1 所示的 $abcd$ 线滑动，对粘性土 ab、bc 为直线、cd 为弧线；对非粘性土 ab、bc 及 cd 为直线。c 点为最小安全系数时，降落后水位的水平延长线与膜层的交点，通过试算决定。



附图 5.1 土保护层失稳示意图
1—素土保护层；2—膜料防渗层

（二）土保护层边坡稳定分析的控制时期为渠水位骤降期。

（三）采用简化法计算渗透压力，即：最高水位以上的土重按湿容重计算；计算滑动力时，最高水位至骤降后水位间的土重按饱和容重计算，骤降水位以下的土重按浮容重计算；计算抗滑动力时，最高水位以下的土重均按浮容量计算。

三、计算方法：

（一）计算方法：建议采用简化简布法——瑞典圆弧普遍分条法。它适用于土石坝或坝基中存在软弱夹层，往往出现直线和曲线组成的非圆弧滑动面的情况。因土保护层与膜料间类似一个软弱夹层，所以采用此法较合理。参见附图 5.2。分析计算公式如下：

$$F_s=\frac{\sum(c_ib+W'_i\cos\alpha_i\operatorname{tg}\phi_i)\dfrac{1}{1+\operatorname{tg}\phi_i\operatorname{tg}\alpha_i/F_s}}{\sum W'_i\sin\alpha_i} \qquad (附\ 5.1)$$

或

$$F_s=\frac{\sum[C_ib_i+b_i(h_{i1}r+h_{i2}r'+h_{i3}r')\cos\alpha_i\operatorname{tg}\phi_i]\dfrac{1}{1+\operatorname{tg}\alpha_i\operatorname{tg}\phi_i/F_s}}{\sum b_i(h_{i1}r+h_{i2}r_m-h_{i3}r')\sin\alpha_i} \qquad (附\ 5.2)$$

式中 b_i——土条分条的宽度（$b_i=L_i\cos\alpha_i$），m；

α_i——为 N_i 与铅垂线的夹角，(°)；

ϕ_i——滑动面上土或土与膜料间的内摩擦角，(°)；

C_i——滑动面上土或土与膜料间的凝聚力，MPa；

W'_i——按湿容重和浮容重计算的土条重量，kg；

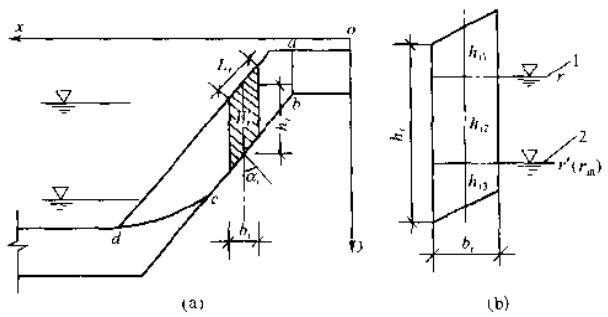
W''_i——按湿容重、饱和容重和浮容重计算的土条重量，kg；

F_s——边坡稳定安全系数；

L_i——土条分条的顶底斜长，m；

r、r'、r_m——土条的湿容重、浮容重和饱和容重，kg/m³；

h_{i1}、h_{i2}、h_{i3} 相应于 r、r'、r_m 的水深，m。



附图 5.2 简化简布法计算图

1—最高水位；2—骤降后水位

根据上式可以用电算法进行计算。

（二）计算中抗剪强度指标（ϕ、C 值）的选用：

1. ϕ、C 值的选用，应与采用有效应力法，或总应力法的计算方法相对应。即采用有效应力法简化简布法计算时，应采用有效应力情况下实测的 ϕ、C 值（采用直剪仪试验时，应采用饱和慢剪法测定；采用三轴仪试验时，应采用饱和不排水剪，同时测孔隙水压力，确定有效应力下的 ϕ、C 值）；如采用总应力法计算时，应采用总应力下实测的 ϕ、C 值（用直剪仪试验时，采用饱和快剪法测定；用三轴仪试验时，采用饱和不排水剪法测定）。

2. 计算中，滑动面的 ab 和 cd 段应采用膜上的 C、ϕ 值；在 bc 段应采用上与膜料之间的 C、ϕ 值。因 ab 段很小，且土体在滑动前，在垂直在 ab 处产生裂缝，所以计算时，略去 ab 段的抗滑力。

3. 上与膜料之间 C、ϕ 值的测定方法：

（1）用直剪仪试验。可将膜料夹在剪切面部位，在相应设计容重下，采用前述相应方法试验。

（2）用三轴仪试验。根据不同土质和不同容重可按附表 5.1 选用膜料在试样中近似的置放夹角（α）。将膜料放入试样中，在相应容重及方法下测定 C、ϕ 值。因在极限平衡条件下，$\alpha=45+\phi/2$。因此如采用近似 α 角求得的 ϕ 值与前式相差过大时，可改变 α 角，重新试验和测定 C、ϕ 值。

附表 5.1 膜料在三轴试验试样中的夹角（α） （°）

土壤类别	土壤干容重（g/cm³）		
	1.35	1.5	1.7
砂壤土	52	55	56
壤土	46	47	48
粘土	45	46	47

四、膜料防渗渠道土保护层边坡稳定安全系数的控制标准。根据膜料防渗渠道工程分析，它是次要的永久性水工建筑物，并以其灌溉面积的大小分别属于Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级，参照坝坡抗滑稳定最小安全系数的标准，膜料防渗渠道土保护层边坡稳定的最小安全系数可采用 1.2。

附录六 刚性材料防渗层伸缩缝填料和裂缝处理材料的配合比、制作及施工方法

一、刚性材料防渗层伸缩缝填料和裂缝处理材料的配合比及制作方法见附表 6.1。

二、施工方法：

(一) 填筑伸缩缝，宜按下列步骤进行：

1. 清除缝内的泥土、杂物，使缝壁清洁、干燥；

2. 在缝壁涂刷冷底子油（沥青：柴油＝1～3：10）；

3. 将制好并保持 110℃的焦油塑料胶泥灌入缝内，迅速用小铁铲或木棒向缝壁抹压，使胶泥与缝壁充分粘结。填塞渠坡伸缩缝时，为防止流淌，可用充水的橡胶管（管径稍大于缝宽）堵住缝口，从顶部灌注；

附表 6.1 填料和裂缝处理材料的配合比及制作方法

用途	材料名称	配合比（重量比）	制作方法
填筑伸缩缝	沥青砂浆	沥青：水泥：砂＝1：1：4	按配比将沥青在锅内加热至 180℃，另一锅将水泥与砂边搅边加热至 160℃，然后将沥青徐徐加入水泥与砂的锅内，边倒边搅拌，直至颜色均匀一致，即可使用
	焦油塑料胶泥（聚氯乙烯胶泥）	煤焦油：废聚氯乙烯薄膜：邻苯二甲酸二辛脂（或 T50）：粉煤灰＝100：（15～20）：2（T50 为 1）：30	按配比将脱水煤焦油加温至 110～120℃，加入废聚氯乙烯薄膜碎片、邻苯二甲酸二辛脂（或 T50），边加边搅约 30min。待料全部熔化后，加粉煤灰继续加温搅拌，温度达到 110℃时即可使用
处理裂缝	过氯乙烯胶液涂料	过氯乙烯：轻油＝1：5	按配比将过氯乙烯加入轻油中，溶化 24h 即可使用
	煤焦油沥青填料	煤焦油：30 号沥青：石棉绒：滑石粉＝3：1：0.5：0.5 或 3：0.5：0.8：0.8	按配比将沥青加入煤焦油中，加温至 120～130℃，待全部溶化后，加入石棉绒和滑石粉，搅拌均匀后，即可使用

注：1. 煤焦油宜采用煤 3 或煤 5，优先采用煤 3。

2. 制作焦油塑料胶泥所用的废聚氯乙烯膜，应洗净、凉干、断碎后再用。如制作聚氯乙烯胶泥，仅用新鲜的聚氯乙烯粉代替废聚氯乙烯膜即可。前者价低，宜优先选用。

3. 制作中应防火，注意安全。

4. 如缝下部为焦油塑料胶泥，上部为沥青砂浆填筑时，下部填好填料冷却后，然后将制好的沥青砂浆，将温度控制在 120～130℃，填入上部缝隙，填满压实。最后用热烙铁沿缝口压烙，使表面光滑平整与缝壁粘牢。

(二) 裂缝处理宜在晴天，并可按下列方法进行：

1. 缝宽较大的渠道，宜采用填筑法处理。其具体处理方法可按填筑伸缩缝的步骤进行。

2. 缝宽较大的大型渠道，可按下列填塞与粘补相结合的方法处理：

水利标准文本

（1）清除缝内、缝壁及缝口两边的泥土、杂物，使清洁、干燥；

（2）缝壁涂刷冷底子油；

（3）将煤焦油沥青填料或焦油塑料胶泥填入缝内，填压密实，使表面平整光滑；

（4）填好缝1～2天后，沿缝口两边各宽5cm涂刷过氯乙烯涂料一层，随即沿缝口两边各宽3～4cm粘贴玻璃丝布一层，再涂刷涂料一层，贴第二层玻璃丝布。最后涂一层涂料即完成。涂料要涂刷均匀，玻璃丝布要粘平贴紧，不能有气泡；

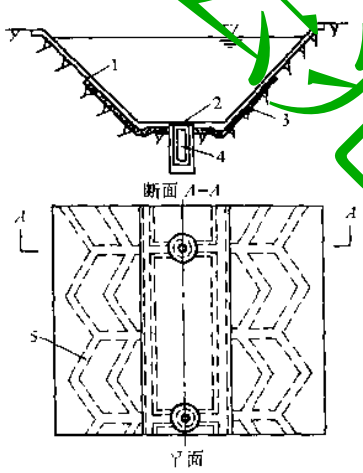
（5）如缝宽很小，可只用涂料贴玻璃丝布处理。

附录七　渠道防渗工程渠基的排水设施

一、当渠基未设砂、砾石换填层，且附近又无洼地时，可采取下列两种排水设施排水入渠。

（一）排水沟与渠底集水井组成的排水设施（见附图7.1）。排水沟中可填砾石、碎石。集水井上设逆止阀，其周围作反滤处理。

（二）排水管、排水沟与渠坡渠底排水阀组成的排水设施（见附图7.2）。逆止阀及排水沟（管）埋设的数量，可参照附表7.1选用。

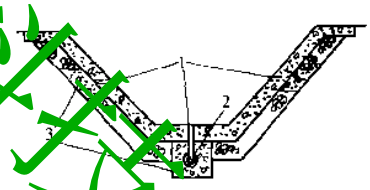


附图7.1　排水沟与集水井组合式排水

1－混凝土防渗板；2－塑料逆止阀；

3－碎石卵石过滤层；

4－集水井；5－引水沟



附图7.2　排水沟（管）和排水阀组合式排水

1－塑料逆止阀；2－排水沟（管）；

3　滤水砂砾料

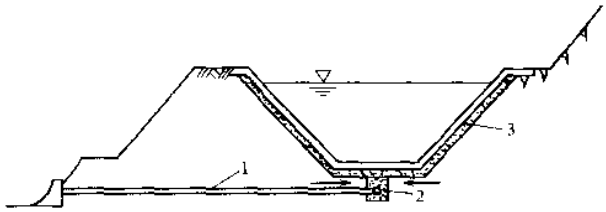
附表7.1　排水管及底部排水沟的设置

边坡高度 H（m）	地下水高的透水性地基	地下水高的不透水性地基
$H<2.5$	设或不设底部排水沟	
$2.5\leqslant H<5.0$	设1～2层排水管和底部排水沟	设1～2层排水管
$H\geqslant 5.0$	设2～3层排水管和底部排水沟	设2～3层排水管及底部排水沟

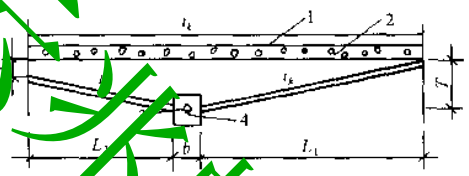
灌溉排水科技

二、当渠基设有砂砾石换填层，且附近有低洼地时，可采取纵向集水管和横排水暗沟组成的排水设施（见附图 7.3）。集水管采用带孔石棉水泥管、塑料管或混凝土管等。其管径根据排水量大小确定，但不宜小于 15cm。纵比降不得小于 0.001～0.002。集水管周围应采取反滤措施。集水管宜设置在渠底中部，或分设两边坡脚。

为减少横向排水沟的数量，可将纵向集水管从两个方向引向排水暗沟（附图 7.4）。



附图 7.3 纵横向沟（管）组合式排水
1—排水暗沟；2—纵向排水管；3—垫层



附图 7.4 纵向集水管与排水暗沟的连接
1—护面；2—垫层；3—排水暗沟；4—连接井

纵向排水管的长度可按式（附 7.1）和式（附 7.2）计算：

（一）集水管与渠底比降方向相同时

$$L_1 = \frac{T - t}{i_g - i_k} \qquad \text{（附 7.1）}$$

（二）集水管与渠底比降方向相反时

$$L_2 = \frac{T - t}{i_g + i_k} \qquad \text{（附 7.2）}$$

式中 L_1、L_2 —— 集水管的长度，cm；

T、t —— 集水管末端、首端距渠底垫层的深度，cm；

i_k —— 渠底比降；

i_g —— 集水管底比降。

附录八 膜料接缝的处理方法

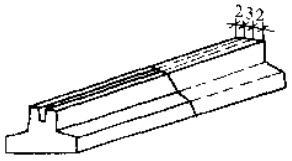
要保证膜料防渗的效果，除严防施工中人为及自然的外力破坏外，必须处理好连接缝。

一、搭接法：主要用于大块膜料施工中的现场连接，或小型的膜料防渗渠道。搭接宽

水滴印刷科技

度一般为20cm。膜层应平整，层间应清净，且应上游一幅压下游一幅，缝口应吻合紧密。

二、热接法：



附图8.1 热接法木模架
（单位：cm）

（一）工具及设备

1. 调温电熨斗（140～180℃）1个；

2. 木模架，见附图8.1，其长度视需要而定。

（二）热接法

先在膜架顶部铺一层稍宽于顶部的、平整的纸（报纸或水泥袋纸），再将下层膜料齐膜架沿接缝口拉顺拉齐、铺平，擦拭干净，然后铺上层接缝膜料，最后再铺一层纸，用预热至规定温度（一般160～180℃，可在现场试验决定）的电熨斗，以每分钟约30cm的速度沿膜架顶均匀加压进行。行进中所加的压力，可在接缝接合好的前题下，经试验确定。

三、粘接法：主要用于聚氯乙烯和油毡两种膜料。

（一）聚氯乙烯的粘接法

1. 粘接剂配方：采用福建省水电厅改进以后的粘接剂配方，即：丙酮60%，环已酮15%，二甲苯8%，过氯乙烯树脂15%，邻苯二甲酸二辛脂等（重量比）。

2. 粘接剂配制方法：因丙酮易挥发，应在粘膜前一小时配制，随配随用。配制时，先将环已酮、二甲苯、过氯乙烯树脂、丙酮45%及邻苯二甲酸二辛脂等按重量比配好，搅拌均匀。若过氯乙烯树脂（固体）溶解不彻底，再加丙酮（总量不得超过60%），搅拌至固体完全溶解，即可使用。

3. 粘接塑膜：将下层膜料铺平在一个长约2m、宽约1.2m的平台上。将配好的粘接剂，沿接缝宽度涂匀，随即将上层膜料对准接缝宽度，由一端向另一端均匀压下，使粘接紧密。粘接宽度一般为15～20cm。如在现场粘接，也应在5m长的比较平整的木板上粘接较好。

（二）油毡粘接法

油毡多采用热沥青，或沥青玛瑞脂粘接。其粘接工艺与塑膜相同。沥青玛瑞脂的配合比一般为沥青：矿粉=1：1～1：1.4。

附录九 渠道渗漏的静水法测验段设置和成果整理

第一节 测验段设置

一、确定测验段长度。

测验段长度取决于注水条件、渠道大小及其纵坡与渗漏情况等因素，以能代表测验渠道渗漏特性为原则。测验段长度一般为30～50m，渠道断面越大，测验段越长。

为使纵坡陡于1/100的渠道，和引洪灌溉的宽浅式渠道测验段中的水深，能接近实际过水水深和实际渗漏情况，测验段长度还应满足式（附9.1）的要求：

$$\frac{2(h_2-h_1)}{h_2+h_1}\times 100\% \leqslant 10\% \qquad (附9.1)$$

式中 h_1——测验段首端水深，m；

h_2——测验段末端水深，m。

二、确定测验水位。

测验水位确定，以能反映渠道实际过水情况为原则。

（一）恒水位测验时，宜采用渠道设计水位。渠道流量经常偏离设计流量时，可采用经常过流水位作为测验水位。

（二）变水位观测时，从渠道设计水位或经常过流水位开始，到水位降至1/6～1/8测验段中间水深时停测。

三、整修测验段。

测验段整修应达到下列要求：

（一）清除渠道内的淤积物、杂物及草木等。但运行多年的渠道，不影响渠道运行的淤积层，可不清除。

（二）保持渠道断面、纵坡及边坡规则、平整、均匀一致。

（三）渠堤顶排水良好，防止雨水流入测验段。

四、修建横隔堤及渗漏平衡区。

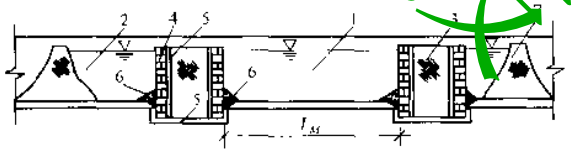
横隔堤及渗漏平衡区见附图9.1，并应按下列要求修建：

（一）横隔堤必须稳固、严密止水和防止渗漏变形，临测验段一侧表面应竖直。对砌石、混凝土等防渗渠道，横隔堤必须切断防渗层，插入土基20～40cm，并与防渗层间作止水连接。对土渠，横隔堤应插入渠底和边坡土层30～50cm，横隔堤与土层的接缝用粘土填塞夯实。

（二）横隔堤顶应高于测验水位10～15cm。

（三）横隔堤可采用双砖墙内铺塑膜，中间夯填土作夹层。夹层厚度按不发生渗透变形的允许水头坡降确定，并不小于1.0m。

（四）渗漏平衡区外侧隔堤可用粘土夯筑，高度应高于最高测验水位。每个渗漏平衡区的长度不得小于5倍测验段水深。



附图9.1 测验段纵断面图

1-渗漏测验段；2-渗漏平衡区；3-横隔堤；4-砖墙；5-塑膜；6-止水；7 外侧隔堤

五、测验段测量及描述。

测验段测量及描述可按下列要求进行：

（一）渠宽测量。将测验段由上游向下游分为10等份，并以测验段中间水深为准，将渠坡按水深分成几层（边坡变化的渠道，可在变坡点处增加一层）等高等距点，分别测量各高程各等距点的渠道宽度（读至mm），求出渠道各高程的平均渠宽。

（二）测验段长度测量。丈量两端隔堤间相同高程对应位置点的距离（读至mm），至少

量左、中、右三对点，求出各高程的平均长度。

（三）绘制测验段水位和容积变化关系曲线或表格。

（四）测验段描述按附录九附表 9.10 填写。

六、设置水位测量设备和称水、量水器具以及降雨、蒸发观测设备。

在测验段两端及中间，应按下列要求分别设置水位测尺、测针或其它水位测量仪器。

（一）水位测尺最小刻度至 mm，并应校核无误。

（二）测验段两端的水尺，应紧靠横隔堤垂直安设。测验段中间的水尺，与水平面成一定夹角倾斜安设，水尺零点一端固定在渠底上，另一端固定在横跨渠道的刚性梁上。中间水尺安设的夹角可选用 14.5°或 30°。斜尺上水位变化数乘以 0.25 或 0.50，即为水位垂直变化数。

（三）水尺的底座和固定物应稳固，保证测验期间水尺不下沉、不移位、不摆动。

（四）水面不平稳，不能保证水位尺读数至毫米时，应设置观测井。观测井与测验段用连通管连通，测井的面积约为 0.1m²。连通管截面积不小于测井面积的 10%。测井水位用水位尺和测针配合测定，或采用垂直置于测验段中的水位观测筒测量。水位观测筒采用直径不小于 30cm、设有透水孔、无底的筒做成。

（五）观测降雨量可用口径 20cm 的自记雨量计或雨量器。自记雨量计按仪器说明书要求安设；雨量器应安设牢固，器口水平，离地面高 70cm。

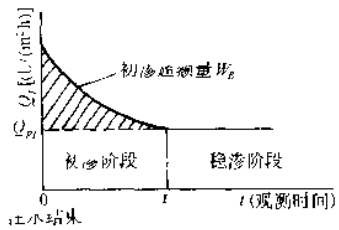
（六）降雨观测场应和渠道测验段放在一起，或放在与测验段受雨条件相似的地方。

（七）观测水面蒸发量宜采用改进后的 E-601 型蒸发器，也可用口径 80cm 带套盆的蒸发器，或口径 20cm 的蒸发皿。

（八）蒸发器（皿）宜安置在测验段或渗漏平衡区漂浮水面的木筏上。安设方法见《水文测验手册》第一册野外工作。

第二节 测验成果整理

一、渠道的渗漏过程，可按渗漏强度随时间的变化划分为初渗和稳渗两个阶段。渠道充水以后到渗漏强度稳定以前的时段为初渗阶段；渗漏强度达到某一稳定值（即稳渗强度）以后的时段为稳渗阶段。见附图 9.2。



附图 9.2 渗漏阶段划分

恒水位测验，应求出设计水位或经常过流水位时的稳渗强度，和初渗阶段的初渗超额量。

变水位测验，应求出稳渗强度随水深的变化规律。

二、在观测时段内，测验段单位长度水体的变化量可分别按下列公式计算：

（一）恒水位测验。如采用水位下降法进行观测时，可用式（附 9.2）计算。

$$\Delta W_{BI} = B_W \Delta h \qquad \text{（附 9.2）}$$

式中 ΔW_{BI}——恒水位测验中测验段单位长度水体的变化量，L/m；

B_W——测验段的水面宽度，取渠道水面宽度多点测量平均值，m；

Δh——观测时段水深变化量，即加水前、后水位差值，mm。

灌溉排水科技

如采用称量法计量时，测验段各观测时段所添加的水量除以测验段长度，得出各个观测时段单位长度水体的变化量 ΔW_{BI}。

（二）变水位测验。采用水位下降法时，可用式（附 9.3）计算。

$$\Delta W_{BF} = B_W \Delta h \tag{附 9.3}$$

式中 ΔW_{BF}——变水位测验中观测段单位长度水体变化量，L/m；

B_W——观测时段开始和终止相应的渠道水面平均宽度，m；

Δh ——观测时段中水深变化量，mm。

采用称量法时，计算方法同恒水位称量法。

三、观测时段中，进入测验段的降雨量和蒸发量，应用下列各式计算：

（一）小雨渠坡不产生径流时，可按式（附 9.4）计算。

$$P = p \Delta t B_W \tag{附 9.4}$$

式中 P——测验段单位长度的降雨量，L/m；

p ——平均降雨强度，mm/h；

Δt ——观测时段长度，h。

（二）中雨和大雨时，应计入由渠坡流入的水量，可按式（附 9.5）计算。

$$P = p \Delta t B \tag{附 9.5}$$

式中 B——测验段渠堤顶口宽，m。

（三）观测时段内，测验段单位长度水面的蒸发量，可按式（附 9.6）计算。

$$E = e \Delta t B_W \tag{附 9.6}$$

式中 E ——测验段单位长度水面蒸发量，L/m；

e——测验段平均水面蒸发强度，mm/h。

四、观测时段中测验段的渗漏量，可分别情况进行计算：

（一）恒水位测验，应采用式（附 9.7）计算。

$$\Delta W_I = \Delta W_{BI} + P - E \tag{附 9.7}$$

式中 ΔW_I——测验段单位长度的渗漏量，L/m。

（二）变水位测验，应采用式（附 9.8）计算。

$$\Delta W_F = \Delta W_{BF} + P - E \tag{附 9.8}$$

式中 ΔW_F ——测验段单位长度稳渗量，L/m。

五、恒水位测验，各观测时段的渗漏强度，应采用式（附 9.9）计算：

$$Q_I = \frac{\Delta W_I}{\chi \Delta t} \tag{附 9.9}$$

式中 Q_I——初渗阶段各观测时段在恒水位时的渗漏强度，L/（m^2 · h）；

χ——测验水位相应的渠道湿周，m。

当测验段入渗稳定后，应采用式（附 9.10）计算恒水位的稳渗强度。

$$Q_{FI} = \frac{\sum_{i=1}^{10} Q_{Ii}}{10} \tag{附 9.10}$$

式中 Q_{FI}——恒水位稳渗强度，L/（m^2 · h）；

Q_{Ii}——测验段入渗稳定后，连续各次观测的渗漏强度，L/（m^2 · h）；应选用满足第

水利水电科技

10.1.9 条规定的 10 组观测数据。

六、变水位测验，各个观测时段的稳渗强度，应采用式（附 9.11）计算：

$$Q_F = \frac{\Delta W_F}{\chi \Delta t} \tag{附 9.11}$$

式中 Q_F —— 测验段在不同水深时的稳渗强度，L/（m^2·h）；

χ —— 测验时段开始和终止时的渠道平均湿周，m。

七、计算出恒水位各观测时段渠道的渗漏强度后，应采用下列公式计算渠道的初渗超额量：

（一）采用称量法观测时，可按式（附 9.12）计算。

$$W_E = \sum_{i=1}^{n_1}(Q_{Ii} - Q_{FI})\Delta t_i \tag{附 9.12}$$

式中 W_E —— 初渗超额量，L/m^2；

Q_{Ii} —— 初渗阶段第 i 个观测时段的渗漏强度，L/（m^2·h）；

Δt_i —— 第 i 个观测时段的长度，h；

n_1 —— 观测时段数。

（二）采用水位下降法观测时，可按式（附 9.13）计算。

$$W_E = \sum_{i=1}^{n_1}(Q_{Ii} - Q_{FI})\Delta t_i + \sum_{j=1}^{n_2}(Q_{Ij} - Q_{FI})\Delta t_j \tag{附 9.13}$$

式中 Q_{Ij} —— 初渗阶段第 j 个加水时段的渗漏强度，取该次加水时段前后相邻两个观测时段渗漏强度的平均值，L/（m^2·h）；

Δt_j —— 第 j 个加水时段长度，h；

n_2 —— 初渗阶段总加水时段数。

八、成果的回归检验：

（一）测验段在各个观测时段所得出的各种稳渗强度，和相应平均水深，应按式（附 9.14）进行回归计算，求出稳渗强度随渠道水深变化的规律。

$$Q_F = Ch^D \tag{附 9.14}$$

式中 Q_F —— 稳渗强度回归值，L/（m^2·h）；

h —— 测验段水深，m；

C、D —— 稳渗回归系数。

（二）对渠道防渗结构型式、质量状况、几何尺寸和地质情况基本相同的渠道，在同一时期测出不同测段的变水位测验数据，可放在一起进行回归计算，得出该类型渠道渗漏规律的相关关系式。

（三）对回归所得相关关系式，应进行相关检验。

单个测验段的测验数据回归计算的相关检验置信度可取 0.95，相关检验如不能满足数理统计要求时，可以研究采用分段回归，同时对相关的合理性进行分析。

不同测段的测验数据进行回归的置信度可取 0.90，能满足相关检验要求的，可代表该类型渠道的渗漏规律。

水利百科

附表 9.1 降雨量观测记录表

渠名 测验段编号

日期	降雨时段			降雨量（mm）			降雨强度 p (mm/h)	备注
	起	止	时段（h）	初测	复测	平均		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = [(5) − (6)] /2	(8) = (7) / (4)	(9)

观测人

附表 9.2 蒸发量观测记录表

渠名 测验段编号 测验日期

皿内原状水		经蒸发后剩余水量		皿内水量差值 (mm)	观测时段 (h)	蒸发强度 e (mm/h)
加水时间	水深（mm）	观测时间	水深（mm）			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (2) − (4)	(6) = (3) − (1)	(7) = (5) / (6)

观测人

标准图书馆

附表 9.3 恒水位水位下降法记录表

渠名 测验段编号 测验日期

(观测时段开始)加水后水深				(观测时段结束)加水前水深				水深变化量 Δh				测验水深计算值 h (mm)	每米渠长水体变化量 ΔW_{BI} (L)
观测时间	斜尺 (mm)	首尺 (mm)	末尺 (mm)	观测时间	斜尺 (mm)	首尺 (mm)	末尺 (mm)	斜尺 (mm)	首尺 (mm)	末尺 (mm)	变化量 (mm)		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=[(2)-(6)]·K	(10)=(11)=(3)-(7)	(4)-(8)	(12)	(13)=[(2)+(6)]/2K	(14)=(12)×水面宽

说明：①下一观测时段开始时间[第(1)栏]，减上一观测时段结束时间[第(5)栏]即为加水时段。

②第(12)栏变化量计算值在水面平静时可采用(9)栏斜尺水位。(9)栏中 K 值当斜尺倾角为 14.5 度时取 0.25；30 度时取 0.5。在水面波动或风天测尺差值超过 2mm 时，采用三尺水深变化量平均值(12)=[(11)+(9)+(10)]/3。

③第(13)栏测验水深 h 应等于加水后水深和加水前水深平均值，并应等于恒水位的水深。每次加水前后水深变化量应保持相等。

观测人

附表 9.4 恒水位称重法记录表

渠名 测验段编号 测验日期

加水后水深				加水前水深			补加水重			加水前后水深变化量 Δh (mm)	测验水深计算值 h (mm)	每米渠长水体变化量 ΔW_{BI} (kg)
观测时间	斜尺 (mm)	首尺 (mm)	末尺 (mm)	斜尺 (mm)	首尺 (mm)	末尺 (mm)	加水次数	每次水重 (kg)	加水总重 (kg)			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(2)-(5)·K	(12)=[(2)+(5)]·K/2	(13)=(10)/测段长度

说明：①第(1)栏每格是上一观测时段结束时间，也是本观测时段开始时间。加水时段包括在观测时段之中，加水前水深相应的时间，为加水开始时间，无需进行记录。

②第(2)栏中 K 值，当斜尺倾角为 14.5 度时取 0.25；30 度时取 0.5。读数以斜尺为准，首尺、末尺读数供校核使用。

③第(12)栏测验水深计算值 h 应等于加水后水深和加水前水深的平均值，并应与恒水位的水深相等。每次加水前后水深变化量 Δh 值，应保持相等。

观测人

灌溉试验技术

附表 9.5 恒水位初渗及稳渗强度计算表

渠名 测验段编号 测验日期

观测时间	观测时段 Δt_i (h)	加水时段 Δt_j (h)	每米渠长水体变化量 ΔW_{BI}(L)	每米渠长降雨量 P(L)	每米渠长蒸发量 E(L)	每米渠长渗漏量 $\Delta W_I=\Delta W_{BI}\cdot P-E$ (L)	相应于测验水深的湿周 χ (m)	观测时段渗漏强度 Q_{Ii} [L/(m²·h)]	加水时段渗漏强度 Q_{Ij} [L/(m²·h)]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(4)+(5)−(6)	(8)	(9)=(7)/[(2)·(8)]	(10)

说明：①第(1)栏对于水位上升法，应依次取自附表 9.3 第(1)栏和第(5)栏；对于称量法取自附表 9.4 第(1)栏。

②对于水位下降法，应分别按观测时段与加水时段计算。对于加水时段 Δt_j 第(4)栏 ΔW_{BI} 无观测值。加水时段渗漏强度 Q_{Ii}，取与其相邻的两次观测时段渗漏强度 Q_{Ii} 的平均值。

③第(2)栏 Δt_i，即式(附 9.9)中 Δt，第(9)栏即式(附 9.9)中 Q_I。

④第(4)栏 ΔW_{BI} 取自附表 9.3 或附表 9.4 第(5)栏，根据附表 9.1 计算得到；第(6)栏根据附表 9.2 计算得到。

计算人

附表 9.6 初渗超额量计算表

渠名 测验段编号 测验日期

观测时间	观测时段 Q_{Ii} 或加水时段 Q_{Ij} [L/(m²·h)]	观测时段 Δt_i 或加水时段 Δt_j (h)	恒水位稳渗强度 Q_{FI} [L/(m²·h)]	单位面积初渗超额量 W_E (L/m²)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)=[(2)−(4)]·(3)

说明：①Q_{FI} 为恒水位稳渗强度。取恒水位进入稳渗后，连续 10 次渗漏强度的平均值。

②第(2)栏取自附表 9.5 第(9)栏与第(10)栏。第(3)栏取自附表 9.5 第(2)栏与第(3)栏。

计算人

江苏恒科技术

附表 9.7　变水位水位下降法记录及计算表

渠名　　测验段编号　　测验日期

观测时间	水尺读数				测验水深计算值 (mm)	相应于水算测深值的计算水面宽 (m)	相邻两测验水深平均值 h (mm)	相邻两测验水面宽平均值 B_W (m)	相邻两测验水深变化量 Δh (mm)	每米渠长水体变化量 ΔW_{BF} (L)	每米渠长降雨量 P (L)	每米渠长蒸发量 E (L)	每米渠长稳渗量 $\Delta W_F=\Delta W_{BF}+P-E$ (L)	观测时段 Δt (h)	相邻两水深相应的湿周平均值 χ (m)	变水位稳渗强度 $Q_F=\Delta W_F/(\Delta t\cdot\chi)$ [L/(m²·h)]	备注
	斜尺 (mm)	折算斜尺水深 (mm)	首尺水深 (mm)	末尺水深 (mm)													
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(9)·(10)	(12)	(13)	(14)=(11)+(12)−(13)	(15)	(16)	(17)=(14)/[(15)·(16)]	(18)

说明：①每米渠长降雨量 P 和蒸发量 E 的计算见附表 9.5 说明。

②第(6)栏水深计算值在水面平静时可采用斜尺水深；在水面波动或风大测尺差值超过 2mm 时，采用三尺平均数。

观测人　　计算人

非供出版发行

附表 9.8　变水位称量法记录及计算表

渠名　　测试段编号　　测试日期

观测时间	加水前(加水后)水尺读数				加水前(加水后)水深计算值 h (mm)	加水前后水深平均值 h (mm)	相应于水深平均值的水面宽 B_w (m)	补加水量		
	斜尺 (mm)	折算斜尺水深 (mm)	首尺水深 (mm)	末尺水深 (mm)				加水次数	每次水重 (kg)	加水总重 (kg)
(1)	(2)	(3)=(2)·K	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(9)·(10)

说明：①测验水位应等于加水前后水深的平均值 h。

②每米渠长降雨量 P 和蒸发量 E 计算所用水面宽度应采用第(8)栏用第(8)栏 B_w。

③第(6)栏水深计算值采用三尺平均数。

④第(3)栏中的 K 值当斜尺倾角为 14.5°时为 0.25，当斜尺倾角为 30°时为 0.5。

水利出版社

续附表 9.8

每米渠长水体变化量 ΔW_{DP} (kg)	每米渠长降雨量 P (kg)	每米渠长蒸发量 E (kg)	每米渠长稳渗渗漏量 $\Delta W_s-\Delta W_{DP}+P-E$ (kg)	观测时段 Δt (h)	相应于水深平均值的湿周 χ (m)	变水位稳渗强度 $Q_t=\Delta W_s/(\Delta t\cdot\bar{\chi})$ [kg/(m²·h)]
(12)=(11)/试段长度	(13)	(14)	(15)=(12)·(13)-(14)	(16)	(17)	(18)=(15)/(16)·(17)

附表 9.9 变水位稳渗强度曲线回归计算表

渠名　　测验段编号　　测验日期

序号	h(m)	$T=\lg h$	T^2	Q_F [L/(m²·h)]	$M=\lg Q$	M^2	$T\cdot M$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

$$\bar{T}=\frac{\sum T}{n}\qquad \bar{M}=\frac{\sum M}{n}$$

$$Q_F=Ch^D$$

式中 $C=10(\bar{M}-D\bar{T})$

$$D=\frac{\sum(M\cdot T)-\frac{1}{n}\sum M\cdot\sum T}{\sum T^2-\frac{1}{n}(\sum T)^2}$$

相关系数 r

$$r=\frac{\sum(M\cdot T)-\frac{1}{n}\sum M\cdot\sum T}{\sqrt{\left[\sum T^2-\frac{1}{n}(\sum T)^2\right]\cdot\left[\sum M^2-\frac{1}{n}(\sum M)^2\right]}}$$

说明：①第(2)栏、第(5)栏取自附表 9.7、附表 9.8。

②n 为数组数，r 为回归相关系数。

计算人

附表 9.10 静水法测验渠道渗漏成果汇总

测验段情况		渠道防渗情况				渠道情况		其他情况
渠名		防渗形式				流量(m³/s)		1. 测验中有无降雨
测验段号		防渗质量类别				地下水埋深(m)		2. 代表何类渠道
测验时间		测验段几何尺寸				渠基土类		3. 测验方法(水位下降法或称量法)
测验负责人		长度(m)	底宽(m)	纵坡	其他说明	渠基土干容重(g/cm³)		
测验人员						渠基土壤含水率(%)		
恒水位测验水深(m)	恒水位稳渗强度 Q_{F1}[L/(m²·h)]	单位面积初渗超额量 W_E(L/m²)				稳渗强度 Q_F 和水深 h 的回归关系式		

测验人员对测验过程的简述：

测验段及测验段周围地貌描述：

水利标准技术

附加说明

主 编 单 位：水利部西北水利科学研究所
陕西省水利水土保持厅
湖南省水利水电厅
参 编 单 位：山西省水利厅
新疆生产建设兵团
贵州省水利水电厅
甘肃省水利科学研究所
湖南省水利水电科学研究所
山西省水利科学研究所
青海省水利科学研究所
广东省水利水电科学研究所
辽宁省水利科学研究所
江苏省水利科学研究所
四川省水利水电科学研究所
云南省水利水电科学研究所
山东省水利科学研究所
陕西省水电勘测设计院
贵州省水利水电勘测设计院
主 编 、副 主 编：建 功(主编) 何 韧 顾知礼 黄坚石
参加编写和统稿人员 (按姓氏笔画排列)：
王家琦 王复华 王义忠 王希尧 王治平 司志明
朱 强 任之忠 刘存仁 吴明钟 吴普安 陈发义
李永安 李秀清 郑 衡 郑泽民 杨 镜 周伏先
赵田夫 荣丰涛 陶景行 梁勇大 高启仁 袁 成
唐济民 张 键 靳肖芳 熊里琛 潘军峰

灌溉科技

中华人民共和国水利水电行业标准

渠道防渗工程技术规范

SL18—91

条　文　说　明

云北帕科技

目　次

第一章　总则…… 209
第二章　基本规定…… 210
第三章　土料防渗…… 217
第四章　水泥土防渗…… 220
第五章　砌石防渗…… 222
第六章　膜料防渗…… 223
第七章　沥青混凝土防渗…… 227
第八章　混凝土防渗…… 230
第九章　防渗渠道的冻胀防治…… 235
第十章　测验…… 237
第十一章　管理…… 242
主要参考文献…… 242

万水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.3 条 我国是一个发展中的大国，经济水平较低。因此，本规范根据防渗渠道大小、重要程度和各地区不同的气候、地形、地质等条件，广泛选用防渗的材料，既包括群众有丰富实践经验的土料、砌石和水泥土防渗材料；也包括性能好、防渗标准高、具有发展前途的膜料、沥青混凝土和混凝土材料。灰土、三合土、四合土和水泥土的抗冻性能较差，宜用于温和地区的防渗渠道。我国气候分区的标准见表 1。

表 1 我国气候分区的标准

气候分区名称	严寒地区	寒冷地区	温和地区
最冷月平均气温（℃）	＜－10	－3～－10	＞－3

第 1.0.4 条

一、渠道防渗工程的设计应按要求搜集、整理如下基本资料，并进行必要的勘测试验工作。

（一）应搜集水源含沙量、水质、降水量、蒸发量、气温、负气温指数、冻结历时和土壤冻深等水文气象资料。

（二）应取得渠道沿线岩石与土壤分类、断层、裂隙、滑坡和隐患等工程地质资料，以及土壤的颗粒组成、含水率、容重、孔隙率、液塑限、有机质、可溶盐、冻胀性、湿陷系数和渗透系数等物理力学化学性质资料，必要时还应有土壤的抗剪强度指标。

（三）地下水埋深小于 5m 时，应取得地下水埋深、流向、补给与排泄条件、水质与污染源等水文地质资料。

（四）应取得灌区地形图、渠系平面布置图和渠道纵横断面图，必要时还应有带状地形图。

（五）扩建、改建工程，应对渠道渗漏情况进行调查，取得原渠道的水力要素和渗漏量等资料。

（六）应取得建设单位对工程运用的要求；当地已建成渠道防渗工程的设计与施工资料、管理运用经验、试验研究成果和竣工验收报告等资料。

（七）应搜集渠道附近水泥、砂、石和土料等建筑材料的产源、产（储）量、质量、开采与运输条件、单价等资料。

（八）应取得施工机械设备、技术人员、劳力供给、施工用水、电源、交通、通讯和工期要求等施工条件资料。

二、旧渠道增建防渗工程，面广量大、效益显著。但因原渠道没有作防渗工程，增加

万水信息科技

了水量损失，有的还造成土壤盐渍化，又多占了土地。增建防渗工程以后，尽管效益显著，但原造成的损失已难以弥补。因此，本条规定采取防渗措施时，宜与渠道其它工程项目同时设计和施工，以节约投资，减少占地，提高效益。陕西省的宝鸡峡、冯家山、东雷一期抽黄和山西省的尊村抽黄等大型灌区，采用这一作法，均取得了明显的效益。

第二章 基 本 规 定

第一节 设 计

第 2.1.4 条 梯形断面渠道施工简便、边坡稳定，在地形、地质无特殊问题的地区，可普遍采用。

弧形底梯形、弧形坡脚梯形、U 形渠道等，由于适应冻胀变形的能力强，能在一定程度上减轻冻胀变形的不均匀性，在北方地区得到了推广应用。根据甘肃省靖会屯灌总干渠试验段的观测，弧形底部因不均匀冻胀变形造成的折角变形，平均为 0.18°，梯形平底折角变形平均为 4.5°，弧形底断面可大大减轻冻胀开裂及消融时的滑塌破坏。弧形坡脚梯形渠在甘肃省武威西营总干渠上采用，西北水科所也在山东打渔张五干渠上进行过试验，证明其适应冻胀变形的能力优于梯形渠。U 形渠从 1975 年开始在陕西省大量应用，目前在全国 10 多个省、市的中、小流量的渠道上得到较普遍的使用。其主要优点是：①水力条件好，近似最佳水力断面，可减少衬砌工程量，输水能力强，有利于引高含沙水流；②在冻胀性和湿陷性地基上有一定适应地基不均匀变形的能力；③渠口窄，节省土地，减少挖填方量；④整体性强，防渗效果优于梯形渠道；⑤便于机械化施工，可加快施工进度。陕西省目前已建成流量为 25.8m³/s 的灌溉渠道，及流量为 58m³/s 的退水渠试验段，运用情况良好。在冻胀破坏严重的地区，目前尚限于在小流量渠道上应用。

暗渠具有不占土地、安全性能高、水流不易污染等优点。在严重冻胀地区，暗渠可完全避免冻胀破坏。因此，在土地资源紧缺地区，如江苏省应用较多，新疆、甘肃一些强冻胀地区，以及四川省升钟水库干渠也有采用。

第 2.1.5 条 梯形渠道宜采用水力最优断面，或实用经济断面，宽深比可按《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—84 确定。但在地下水位较高时，采用窄深式断面将引起水下挖方较大，或当土壤冻胀性较强时，窄深断面将加大边坡冻胀变形的不均匀性，在消融时有发生滑塌的危险，故宜采用宽浅式断面。

第 2.1.7 条

一、渠道堤高超过 3m 或地质复杂的防渗渠道的最小边坡系数，应采用一般土坝边坡稳定分析计算办法，并考虑防渗渠道的特点，经过计算确定。

二、素土保护层膜料防渗渠道的边坡经常出现塌滑事故，应慎重对待。大、中型渠道宜按附录五计算确定。无条件时，可参照表 2.1.7-2 选用。表 2.1.7-2 的数值是根据我国经验（见表 4）及国外资料制定的。

表 2 我国刚性材料防渗渠道的边坡系数

渠基土质	设计流量（m^3/s）			
	<10	10～30	30～100	>100
粘　　土	0.5～1.0	1.0～1.5		
中 壤 土	0.5～1.0	1.0～1.25	1.25～1.5	1.75
砂 壤 土	0.5～1.5			
粉砂或砂土	1.5	1.5～2.0		
砂 卵 石	1.5	1.25～1.5		

表 3 渠道防渗工程等级划分标准

等 级 名 称		小　型	中　型	大　型
设计流量（m^3/s）	旱田（水浇田）	<2	2～20	>20
	水　田	<5	5～50	>50

表 4 我国部分地区素土保护层膜料防渗渠道的边坡系数

	项　　目	设计流量（m^3/s）	土　质	边坡系数	水深（m）
资料来源	新疆建设兵团农 7 师奎屯水库泄水渠	25.0	重粉质壤土	2.5	3.43
	河北省石津总干 4 干 3 分干渠	10.6		2.0	
	河北省石津总干 4 干一分干渠	8.2		2.0	1.54
	河北省石津总干 4 干一分干渠	8.2		2.0	1.55
	新疆建设兵团农 7 师车排子东支干渠	8.0	重粉质壤土	2.0	1.84
	河北省石津总干 4 干 3 分干渠	4.7		2.0	1.45
	河北省石津总干南 3 支渠	0.4		1.5	0.7
	新疆建设兵团农 2 师铁干里总干渠	16.0	重壤土	1.75	
	新疆建设兵团农 2 师卡拉干渠	10.5	重粉质壤土	1.75	1.75
	辽宁省沈阳沈抚排污干渠	8.0	重壤土	1.75	1.40

三、表 2.1.7-1 推荐的最小边坡系数，是参照国内资料（见表 2）制定的。

四、因我国尚无渠道等级划分标准，为编制本规范，经三次会议议定，暂按表 3 划分渠道防渗工程等级。

第 2.1.8 条

一、表 2.1.8 推荐采用的防渗渠道的糙率值，是根据《小型水利水电工程设计图集》的渠道防渗衬砌分册、《渠道防渗》、《U 形渠道》、《灌溉渠道衬砌》、《灌溉排水渠系设计规范》等规范、资料和国内调查资料提出的。我国部分刚性材料防渗渠道的糙率见表 5。

二、式（2.1.8）来源于 W.R 毛里森及 J.G 斯塔勃克“塑膜衬砌渠道的性能”一文，计算前应作出砂砾料颗粒级配曲线。

五洲阳科技

表 5 我国部分刚性材料防渗渠道的糙率值

工程名称	衬砌形式	糙率值	备注
陕西省泾惠渠总干渠	浆砌片石	0.0374	1987年实测，$Q=15m^3/s$
甘肃省“灌溉渠系改建配套技术要点”中规定采用值	浆砌块石	0.025	
	干砌块石	0.033	
	水泥抹面（抹光）	0.012	
四川省玉溪河工程干渠	浆砌块石	0.0231	实测，$Q=30m^3/s$
	浆砌料石	0.0206	$Q=30m^3/s$
	浆砌卵石	0.026	$Q=30m^3/s$
	水泥砂浆抹面	0.0186	$Q=30m^3/s$
	混凝土	0.0155	$Q=30m^3/s$
云南省易门县岔河水库干渠	塑性水泥土	0.0167	
四川省南充地区一般采用值	浆砌料石	0.022～0.023	
	浆砌石板	0.021～0.022	
	浆砌块石	0.023～0.025	
	水泥砂浆抹面	0.018～0.019	
	混凝土	0.017	
贵州省松柏山水库总干渠	浆砌块石	0.0178～0.0237	实测，$Q=2.45～4.1m^3/s$
贵州省松柏山水库干渠	浆砌块石	0.0178～0.0247	实测，$Q=0.69～1.05m^3/s$
广东省惠来石榴潭水库渠道	浆砌石板	0.0225	经过验证认为合适
福建省莆田东圳水库干渠	浆砌块石	0.023	实测，$Q=19.45m^3/s$
	浆砌块石	0.023	实测，$Q=17.83m^3/s$
福建省晋江山美灌区荆山渠道	浆砌块石	0.023	实测，$Q=5.07m^3/s$
	浆砌块石	0.021	实测，$Q=4.29m^3/s$
福建省晋江新安水库右干渠	浆砌块石	0.0224～0.026	实测，$Q=1.25m^3/s$
福建晋江山美灌区荆山渠道	浆砌块石	0.0243	实测，$Q=3.74m^3/s$
福建省晋江山美灌区仕林渡	浆砌料石	0.0211	实测，$Q=2.13m^3/s$
甘肃省昌马总干渠	干砌卵石	0.029～0.0335	1964年实测，$Q=7～16m^3/s$
甘肃省武威地区一些工程	干砌卵石	0.025～0.04	1963年实测，多为0.0275
甘肃省武威西营总干渠	细石混凝土砌卵石	0.0275	采用设计值
甘肃省武威金塔河灌区斗渠	细石混凝土砌卵石	0.0275	采用设计值
甘肃省武威黄羊河干渠	细石混凝土砌卵石	0.025	采用设计值
甘肃省武威杂木河一干渠	细石混凝土砌卵石	0.0225	采用设计值
新疆自治区渠道	干砌卵石	0.025～0.0275	卵石圆滑、规则，砌筑良好
	干砌卵石	0.0275～0.035	卵石不圆滑、不规则，砌筑一般

行业标准

第 2.1.10 条 不同材料防渗渠道的设计允许不冲流速，是根据我国调查资料（见表 6）

表 6　我国部分防渗渠道的不冲流速

资料来源	渠道断面形式	防渗层结构及形式	流　量 (m^3/s)	纵　坡	流　速 (m/s)	备　注
新疆自治区金沟河引水渠中段	弧底梯形	底部砌石厚 30cm，边坡预制混凝土厚 10cm	40	1/166	6	
甘肃省西金输水干渠	弧底梯形	底部砌石厚 35cm，边坡预制混凝土厚 15cm	72	1/120	6	每 20m 设防冲截墙
甘肃西金输水干渠	弧底梯形	预制混凝土厚 15cm	49.2	1/170	5.2	每 20m 设防冲截墙
新疆自治区安集海引水渠	弧底梯形	底部砌石厚 30cm，边坡为空箱结构	22	1/220	3.6	
甘肃省昌马新总干渠	梯　形	底部砌石厚 25cm，边坡现浇混凝土厚 10cm	30	1/90	4.7	每 20m 设防冲截墙
甘肃省昌马新总干渠	梯　形	现浇混凝土底厚 15cm，边坡厚 10cm	30	1/110	4.95	
湖南省韶山灌区	梯　形	灰土、三合土	0.42		0.531	
广东省连县龙池渠	梯　形	灰土			0.742	
宝鸡峡北干 4 斗渠	暗　渠	灰土			0.916	
广东水科所试验渠		三合土	0.065～0.077		0.66～0.75	
长办室内试验	平　冲 斜(45°)冲	素泥土 水泥土			6.0～10.0 3.0～8.0	水泥含量 4%～16%
四川省水科所试验	平　冲 斜(45°)冲	水泥土 水泥土			>14.0 10.0～13.9	

水利水电出版社

及国外资料分析研究后拟定的。需要说明的是：

一、在调查中发现，膜料防渗渠道许多素土保护层的破坏，不是由于边坡抗滑力小，而是由于流速过大、水位变化区波浪的冲击淘刷、或渠系建筑物上下游流速流态的变化引起的。根据新疆建设兵团农7师的实测，素土保护层的允许流速应比土渠道的允许流速小10%～20%。为了安全，结合各地经验和有关资料提出了表4.1.10土保护层的不冲流速值。

据国外有关资料介绍，素土保护层的不冲流速为0.3～1.0m/s；有的资料认为不能超过0.9m/s。因此，本条规定其下限为小于0.45m/s。

二、混凝土等刚性材料本身的耐冲流速很高，但渠道防渗一般为薄板结构，流速太大时，在脉动水压力作用下，容易失去稳定。根据统计，我国各地混凝土防渗渠道的流速一般在3m/s以下。位于新疆、甘肃山前冲积扇上的混凝土防渗渠道，流速有在3m/s以上的，个别的达5～6m/s（见表6），但这类高流速渠道，底部大多用浆砌卵石或细粒混凝土砌卵石，边坡混凝土厚度大多超过0.15m，有的还沿渠道每20m设置了一道厚0.4～0.6m、深0.8～1.2m的防冲截墙。美国垦务局建议，混凝土渠道流速不得超过3m/s。根据上述情况，本条对混凝土防渗渠道设计的允许不冲流速作了规定。

三、石料的抗冲耐磨性良好，在高流速渠道多采用石料衬砌渠底。从国内调查资料得知，浆砌料石和卵石的抗冲性能好，但宜适当提高砌筑砂浆的标号。干砌卵石挂淤后也可承受较高流速，表7是新疆实测的数据。

表7 干砌卵石挂淤渠道的不冲流速 (m/s)

砌筑状况	水力半径R (m)	卵石平均尺寸（m）		
		0.2	0.25	0.3
平面形卵石，砌筑仔细并表面修整	0.6	3.5	3.8	4.0
	1.0	3.8	4.2	4.4
	2.0	4.0	4.5	5.0
平面形卵石，砌筑一般	0.6	2.7	3.0	3.1
	1.0	3.1	3.3	3.5
	2.0	3.5	3.8	4.2
非平面形卵石，砌筑一般	0.6	2.4	2.6	2.7
	1.0	2.7	2.9	3.1
	2.0	3.0	3.5	3.7

表8 长江流域规划办公室测得的水泥土抗冲流速

水泥含量（占干土重）(%)		4	7	10	13	16
流速 (m/s)	平冲	6～6.8	6～8.4	>10.6	>10.6	>10
	斜冲	3～6	3～6	6～8.9	6～10.2	6～10

四、水泥土虽然试验测得的抗冲流速较大（见表8），但由于缺乏工程论证，对照混凝土，适当降低了水泥土的允许不冲流速。

水利电力出版社

第 2.1.12 条 伸缩缝间距是根据调查资料，及国外有关资料分析整理后确定的。缝型是根据我国混凝土渠道防渗工程的经验提出的。这些缝型与美国、日本所采用的近似。具体选择时，应根据渠道规模、对防渗的要求、地基有无冻胀性或湿陷性以及施工条件等因素确定。

多年来，伸缩缝填料在各地采用较多的有沥青油毡、沥青砂浆、焦油塑料胶泥和聚氯乙烯胶泥等，也有使用锯末水泥、木条等材料的。根据这些材料的防渗效果，本规范规定应以沥青砂浆和焦油塑料胶泥为主，有特殊要求的渠段可用塑料止水带。

据西北水科所的试验，采用 1∶1∶4 沥青水泥（粉煤灰）砂浆，虽造价较低，软化点为 70℃时与混凝土的粘结力为 0.4MPa，但延伸度小，在负温情况下极易与混凝土拉开。焦油塑料胶泥耐热温度可达 90℃，0℃时与混凝土的粘结力大于 1MPa；−12.5～17.0℃时，延伸变形率大于 190.7%；20℃以下的延伸变形可达 99mm，而且耐老化，造价不高。因此，本条推荐用焦油塑料胶泥作底部填料，上部用沥青砂浆或水泥砂浆封盖。塑料止水带的规格、型号可参照《水工设计手册》和《渠道防渗》等资料选用。

关于浆砌石防渗层是否设伸缩缝，看法不一。一般认为浆砌石水泥用量很少，收缩不大，即使砌体有些微小裂缝，也没有多大影响；同时，伸缩缝如处理不好，会造成人为的渗漏通道。所以本条规定，一般不要求专设伸缩缝。

第 2.1.13 条 砌石以及不同材料预制板的砌筑，其防渗效果如何，主要决定于砌筑所采用砂浆标号的高低及砌筑的质量。

一、一般砌筑是施工质量较难控制的工序，故砂浆标号应当提高。

二、砂浆与预制板及石料不是同性质材料，弹性模量不同，在相同的外界条件下，变形不一，提高砂浆标号有利于与其它材料粘结密固。

三、如需要勾缝，勾缝砂浆的标号应高于砌筑砂浆。

砌筑砂浆的强度标号可按表 9 选定。

表 9 砌筑砂浆的强度标号(C) （MPa）

防渗材料类别	砌筑砂浆		勾缝砂浆		说明
	温和地区	严寒和寒冷地区	温和地区	严寒和寒冷地区	
水泥土预制板	5.0		7.5～10.0		
混凝土预制板	7.5～10.0	10.0～20.0	10.0～15.0	15.0～20.0	
料石	7.5～10.0	10.0～15.0	10.0～15.0	15.0～20.0	
块石	5.0～7.5	7.5～10.0	7.5～10.0	10.0～15.0	膜料防渗保护层可不勾缝
卵石	5.0～7.5	7.5～10.0	7.5～10.0	10.0～15.0	
石板	7.5～10.0	10.0～15.0	10.0～15.0	15.0～20.0	

第二节 施 工

第 2.2.3 条

一、浸水预沉法处理湿陷性黄土地基沉陷稳定的标准，是参照《湿陷性黄土地区建筑法规》TJ25－78 提出的。

该法曾在甘肃省及陕西省冯家山、东雷抽黄等渠道工程上采用，效果较好。

二、翻夯渠基法曾在甘肃省靖会电力提灌等大、中型渠道工程上广泛采用。翻夯深度一般不小于1.0～1.5m，三场塬电灌干渠翻夯深度最大达4m。夯实干容重要求1.55～1.68g/cm³。据试验，干容重从1.4g/cm³提高到1.6g/cm³，渗透系数从2.4×10^{-4}cm/s降低为9×10^{-5}cm/s，而且能消除较大的垂直裂缝，使渗漏均匀。但该法工作量大。

灰土夯实层曾在甘肃省许多黄土地区渠道上采用。灰土体积比采用3∶7或2∶8；夯实层厚度不小于30cm；干容重1.45g/cm³以上；渗透系数约为5.8×10^{-6}cm/s。甘肃省白银工农渠为U形断面现浇混凝土渠道，基础用厚50cm的灰土夯实层，行水两个月后，挖坑检查，灰土层下未见渗水，多年来工程运行正常。

打孔浸水结合强夯处理法，1985年曾在甘肃省靖远三场塬电灌干渠上进行了试验。该干渠土壤湿陷系数为0.052～0.127，自然干容重为1.1～1.3g/cm³，自然含水率为6%～10%。浸水孔用洛阳铲人工造孔，孔径6～8cm，深4m，孔距70cm。孔内填粒径小于3cm的砂砾石。灌水量按土壤含水率达到14%～16%而计算确定。落距及击实次数，在原状土上，落距为10～12m，击实9～12次；在机压过沟填方上，落距为8～10m，击实8～10次。夯点距2.5m，梅花形布设。夯后锤底面以下4m范围的土壤密度有不同程度提高。其中，2m范围内效果理想，干容重最大达1.87g/cm³；3m以下干容重1.35～1.42g/cm³；4m以下因未浸水，土壤干容重无变化。该段工程长200m，经两年多运行，未发现明显的沉陷和裂缝。该法节省人力、物力，降低工程费用，效果较好。

三、开挖回填处理窑洞、墓穴法，在陕西省宝鸡峡塬下北干渠等工程上应用，取得较好效果。

1979年，陕西省石堡川灌区采用灌泥浆，或灌注掺10%～30%水泥的泥浆，处理了10处出现沉陷、裂缝、洞穴的填方段。至1982年，灌入泥浆量折合干土4104.7m³，为10处填方总土量的0.4%，加固了填方，保证了安全输水。灌浆标准是将灌浆总压力控制在0.03～0.04MPa，持续10～20min，当单位吸浆率降到0.5L/min时封孔。填方工程的灌浆应在填方运用3年之后进行，并宜进行多次。新建填方一般没有固结，几乎不吸浆，因此不宜采用灌浆法。

第2.2.6条 灰土、三合土等土料夯实后养护多少天才能通水？一些资料认为灰土经过14～21天养护后即可通水；另一些资料，如陕西省关于暗渠的总结、广东省汕头及海南省有关贝灰土的总结，和浙江省水科所的试验，都认为灰土渠道养护28天才可通水。另外，也有不少资料说明，灰土在前28天的强度发展较快，以后则趋于缓慢增长。广东省建筑科研所的试验表明，灰土养护28天，软化系数为0.55～0.6左右，28天才趋于稳定。为进一步探讨养护天数对灰土强度的影响，广东省水科所进行了灰土的软化系数测定。试验证明，无论采用哪种配合比，试件在室内自然条件下养护14天，放入水中，不久都开裂或崩塌；21天泡水有微裂或崩角；28天后泡水，所有试件均完整无损，没有裂纹。上述资料说明：如石灰质优，土的活性成分多，在较高的温度、湿度下养护，一般经过14～21天后即可通水。如石灰质量中等，土的活性成分一般，只在自然空气中养护，则须经28天才能通水。

渠道边坡不滞水，洒水养护效果差，影响防渗工程质量。使用混凝土养护剂可以弥补这一缺陷。其优点是养护效果好，混凝土的平均强度比洒水养护提高6%～23.6%；混凝土

质量均匀性提高，强度离差系数 C_v 值比洒水养护小 35%～38%。

第三章　土　料　防　渗

第一节　设　　计

第 3.1.1 条　土料防渗层应满足防渗性能好，和强度较高的要求。土料的配合比，因其成团粒结构存在，无法根据土的级配好坏选择，只能以最大密实度去选择。

第 3.1.2 条　表 10 和表 11 是各地现场铺筑或试验的灰土、三合土配合比。归纳各地生产和试验的配合比，提出配合比的适宜范围如下：

表 10　我国各地灰土的配合比

资　料　来　源	配合比（重量比） 石灰：土	备　　注
四川省、江苏省	1：3～1：9	根据各种土类试验结果，上限 1：5，下限 1：9，活性土壤最优配合比为 1：9
湖南省株州市	1：6	
陕西省水科所	1：3～1：6	黄土，用于暗渠。用灰量宜为 25.0%～14.3%
贵州省红枫电灌站	1：3～1：4	认为 1：4～1：3 好，可以采用较薄厚度
山西省	1：6	黄　土
浙江省	1：5～1：10	
广东省连县、汕头市	1：6 1：5～1：9	汕头为贝灰，认为最优配合比为 1：5
《渠道防渗》一书介绍：		
北方多采用	1：3～1：6	
南方多采用	1：2～1：6	

一、灰土的适宜范围是灰与土之比为 1：3～1：9（重量比，下同）。灰土配合比应根据石灰质量和土的性质选取。如石灰质优，土的活性成分多、塑性指数高时，石灰用量可适当减少，宜选用 1：6～1：9。相反应采用 1：3～1：5。广东省水科所做的灰土强度试验，土质为中液限粘质土（重壤土），小于 0.005mm 的粘粒含量占总重的 28.5%，塑性指数为 11，二氧化硅为 57.73%，三氧化二物为 31.65%，石灰的氧化钙含量为 67.97%，氧化镁为 1.18%，试验了 1：3～1：9 七个配合比，试验结果表明：在自然空气中养护 28 天的强度，以 1：3 时最高，见图 1。

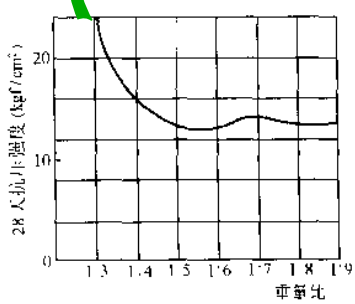


图 1　灰土强度与配合比关系曲线
（1kgf/cm²=98.07kPa）

另外，根据湖南省韶山灌区经验，选用配合比时，还可根据石灰质量的好坏增减石灰

的用量。在原来200kg的基础上可减至175kg，或增至225kg。根据这一经验，规定了增减石灰用量的范围为±10%。

二、三合土配合比的适应范围，是石灰与土加砂之比为1∶4～1∶9。其中，土与砂的比例，由于各地使用的土和砂的颗粒级配不同，情况较为复杂。据统计，一般土重占土砂总重的比例为30%～70%。根据湖南省韶山灌区的经验，认为粘土最高含量不宜超过50%。粘土含量过高时，三合土的强度和抗冻融剥蚀的能力将明显降低，因此，本条规定土占30%～60%，砂占40%～70%。实际使用时，应由试验确定。

表11 我国各地三合土的配合比

资料来源	配合比（重量比） 石灰∶土∶砂	土与砂百分比 （%）	备注
四川省	1∶9∶10	48∶52	
	1∶9∶5	65∶35	
	1∶5∶3	62∶38	
	1∶5∶6	46∶54	
湖南省（韶山灌区）	1∶2∶3	40∶60	
	1∶2.5∶6.5	30∶70	
	1∶4.5∶4.5	50∶50	
	1∶4.95∶4.05	55∶45	
	1∶1∶2	30∶70	
	1∶1∶8	20∶80	
	1∶3∶7	30∶70	
山东省治源	1∶2∶6	25∶75	
	1∶2.5∶1.5	60∶40	
	1∶2∶3	40∶60	
贵州省	1∶2∶2	50∶50	
福建省漳溪	1∶2∶3	40∶60	
陕西省	1∶1∶6	14∶86	
	1∶6∶1	86∶14	
广西自治区来宾	1∶1∶1	80∶20	
	1∶6∶1	86∶14	
海南省翁龙	1∶1∶3	25∶75	
	1∶1.2∶2.8	30∶70	
	1∶1.6∶2.1	40∶60	
广东省吴德长湖	1∶2∶4	30∶70	灰灰三合土
广东省	1∶1∶4	20∶80	
汕头市	1∶1∶3	25∶75	

第3.1.3条 在灰土和三合土中，水不仅参与化学反应，而且含水率的多少对夯实的容重有很大影响。土料含水率太少，土粒间的内聚力和摩擦力很大，很难压实；土料含水率太多，水妨碍了土粒的接近，压实时，出现橡皮土现象，难以达到最大密实度；土料为最佳含水率时，在一定压实功能下，才能得到最大密实度。因此，最佳含水率应按标准击

灰化帕科技

实实验法选取。无条件试验时，本条提供了最佳含水率的范围，供选定。

第3.1.4条　渗漏量随防渗层薄厚而变。在土料组成、施工质量和水深相同的情况下，渗漏水量随着防渗层厚度的加大而减少。如贵州省水科所在红枫电灌区的试验表明，配合比为1∶4的灰土，厚度20cm和厚度10cm的相比，每年可减少渗水量45800m³。但太厚不经济，太薄又不能满足防渗要求。多厚才合适，要通过试验确定。我国一些地区渠道土料防渗层的厚度见表12。

影响防渗层厚度的因素是多方面的。如流量的大小、边坡的陡缓。特别是矩形渠道，在休灌时受土的侧向压力作用，其厚度要相应加大。实践证明，不但冻蚀对护面有影响，时干时湿同样能使灰土表层逐渐剥落，在水面波动范围尤为严重。另外，灰土过薄，也易与土基分离。例如，广东省长湖引水干渠灰土防渗工程厚度只有5～7cm，现已全部剥落。根据我国现有土料防渗层工程的使用情况，规定厚度不得小于10cm是可行的。

表3.1.4中所列数值，是根据各地工程实例，并参考有关国外资料，综合分析后制定的。

表12　我国一些地区渠道土料防渗层的厚度

地　区	厚度（cm）			备　注
	底板	侧墙	渠坡	
河北省房涞涿灌区干渠	20		15	粘土层夯实，属垫层
山西省浍河水库干渠	30		30	黄土人工夯实
福建省	30～50		30～50	粘土夯实
湖南省韶山灌区支头渠	20	20		二合土夯实
株洲酃陵北干渠	8		8	三合土夯实
贵州省利民水库工程渠道	5～10		5～10	三合土夯实
红枫电灌总干渠	10～20		10～20	三合土夯实
山西省浍河水库干渠	20～40		20～40	黄土三合土夯实
广东省汕头地都灌区渠道	10	14～20		贝灰三合土夯实
湖阳龙溪东干渠	10		10	三合土夯实
湖阳龙溪东干渠	10	15		三合土夯实
惠阳惠来石榴潭干渠	15		15	三合土夯实
韶关英德长湖引水渠	5～7		5～7	三合土夯实
官坡电站引水渠	20			四合土夯实
连县池垄引水渠	10～15		10～15	灰土、二合土夯实
江苏省　暗渠	5～15	20～25	拱顶	灰土人工夯实
			25～30	
陕西省　暗渠	20	20	拱顶	灰土人工夯实
			20	
四川省　暗渠	15	15	拱顶	灰土人工夯实
			15	
山东省白浪河涵洞	30	30		三合土夯实

注：江苏省暗渠，一般采用土模。

万方电子版

第二节 施 工

第 3.2.1 条 材料加工的好坏，直接影响土料防渗工程的质量，应特别重视。

土料必须采用下列方法粉碎：①人工碎土。要注意土块的干湿度，含水率以 30%左右为宜。②手扶拖拉机旋耕器碎土。质量较好，但需要一定的场地。③碎土机碎土。质量好，效率也高，每台碎土机每天工作 8 小时，可碎土 6.0 万～7.5 万 kg。以上三种粉碎方法，除碎土机本身带有筛网外，①、②两种均应过 10～20mm 孔径的筛。

生石灰加工有两种方法：①用研磨机加工成粉。石灰利用率高，质量好，免去筛分。②人工分层加水消解。根据试验资料，石灰块加水量为石灰重量的 30%～50%，充分熟化后应过 5～10mm 孔径的筛。如充分消解，也可以只把未熟化的石灰块剔除即可。

第 3.2.3 条 人工拌和时，使用生石灰粉或没有熟化透的石灰，其混合料除必须“三干二湿”拌匀外，还需堆放闷料 1～3 天，让石灰充分熟化，使用时再拌一次，方能使用。否则，上渠后，会引起“龟裂”和“鼓泡”。灰土三合土的拌和方法是根据当地群众经验制定的。采用机械拌和时，洒水一定要细而匀，其量须控制在最佳含水率范围。否则，过湿的灰土会粘在滚筒上，影响拌和质量和进度。

第 3.2.4 条 对边坡较缓的渠道，可不立模板填筑，铺料要由下而上。夯实后的厚度，应略大于设计厚度，以便削平拍实后能保证设计厚度。对边坡较陡的渠道，必须装设模板填筑。一般模板高 0.5m，分三次上料夯实，然后上移模板夯筑第二层，层与层之间可预埋竹筋加强横向联系，逐次做到渠顶。

一、灰土、三合土等混合料的铺筑应先渠坡（或侧墙），后渠底，边铺边夯实，每层铺筑前应把表面刨毛。

二、素土铺筑要先渠底，后渠坡。摊铺后如土料过湿，要等土稍干后才能进行夯实。如发现粘夯现象，应撒一层干土粉；如出现裂缝，应反复夯打，直至裂缝消失为止。

施工质量的好坏，夯击密度是关键。一般小型土料防渗渠道，混合料上渠后，要用锄头、特制的木笄条和木拍子用力抽打拍实，反复 5～6 次，直至灰土、三合土表面平滑，不出现裂纹，拍打（锤打）出浆，指甲刻不入为止。还可以撒一层消解的熟石灰粉，以增强表面的强度和耐久性。

第四章 水 泥 土 防 渗

第一节 设 计

第 4.1.1 条

一、目前国内对水泥土配合比的表示方法主要有以下三种：

（一）用水泥与干土重的比值表示，如水泥土配合比为 1∶8，即表示 1 份水泥，配合 8 份干土料。

（二）用水泥掺量表示，如某工程水泥土的水泥掺量为 12%，即表示每 100 份水泥土干

料中掺 12 份水泥。

（三）用水泥、干土料、水各占水泥土混合物干重的百分数表示。如某工程水泥土配合比为 15∶85，含水率为 13%，即表示每 100 份水泥土干料中，水泥占 15 份，干土料占 85 份，水（包括拌和时的加水量与土料中所含水量之和）为水泥土干料重的 13%。

上述三种表示方法，第一、第二种表示方法便于施工时计算材料用量，但不如第三种方法概念清晰，本规范采用第三种表示方法。

二、根据浙江、江西、四川、广西、山东、广东、云南等省、自治区的试验，水泥土的渗透系数与土料性质及水泥土干容重关系密切。水泥土的 K 值一般为 $A\times10^{-6}$cm/s（$1\leqslant A<10$）。当土料中粘粒含量较多时，K 值为 $A\times(10^{-7}\sim10^{-8})$ cm/s；反之 K 值较大。在实际应用中，有相当一部分水泥土防渗工程的 K 值为 $A\times10^{-5}$cm/s，仍有良好的防渗效果。

三、水泥土的适宜含水率随土料种类及水泥用量不同而异。条文中所推荐的数值是山东、四川、浙江、广西、湖南、江西、云南等省、自治区多项工程实际采用数据的统计结果。

第 4.1.2 条 根据《灌溉渠道衬砌》一书介绍，美国等国家，水泥土防渗层的厚度为 7.5～15cm。据国内各省、自治区资料统计，水泥土防渗层的厚度一般为 8～10cm，最厚为 15cm，最薄为 5cm（多为流量<3.5m³/s 的渠道）。

第 4.1.3 条 “对耐久性要求高的渠水泥土防渗层”，是指大型渠道及工作条件差的渠道。据四川省升钟水库定水支渠、四川省南部县书房坝水库左干渠的试验及应用证实，在塑性水泥土表面铺设刚性保护层的防渗方式，既发挥了水泥土的防渗效果好、施工简易、造价低廉之长，又弥补了其强度低、耐久性较差之短，是一种有实用价值的防渗方式。表 13 是升钟水库、书房坝水库采用的刚性保护层材料及有关尺寸。铺设保护层后，塑性水泥土防渗层厚为 4～6cm。据静水法测验结果，当采用塑性水泥土防渗层 6cm、厚 2cm 的 50 号水泥砂浆保护层防渗方式时，稳定入渗强度为 0.139L/（m²·h），为同条件浆砌石防渗层入渗量的 1/43.3，为现场浇筑混凝土（厚 8cm）防渗层入渗量的 1/2～1/6。铺设刚性保护层的水泥土防渗，每平方米造价比浆砌石低 40%～50%，比混凝土低 20%～50%。而且由于保护层是在塑性水泥土初凝前铺设的，保护层与塑性水泥土结合得很好，在上述 10 多 km 长的渠段上，未发现有任何分离迹象。

表 13 刚性保护层材料及有关尺寸

保护层材料名称	保护层厚度（cm）	保护层材料性质	保护层横向伸缩缝间距（m）
水泥砂浆	2	50 号砂浆	3～5
混凝土预制板	3～4	100 号混凝土	
石板	3～5	侏罗系红色砂岩石板	

第二节 施 工

第 4.2.2 条 塑性水泥土的铺筑，从加水拌和至铺完，应在水泥初凝前完成。根据国家标准规定，水泥初凝时间不早于 45min，而一般硅酸盐水泥初凝时间多为 1～3h，各地施

工经验多证明水泥土拌和料可在1h内铺筑和压实完毕。考虑到加水拌和时间及人工拌和铺筑的实际情况，条文中规定：每次拌和从加水至铺筑宜在1.5h内完成。

第4.2.3条 水泥土预制板的生产，根据山东省等地的经验，采用人工预制成型时，干容重很难达到1.7g/cm³。当用吊锤夯打，吊锤不得小于50kg，锤距不低于1m，锤击次数不少于3次，干容重虽能达到1.7g/cm³左右，但费工费时，效率极低。采用400t摩擦压力机改装的压块机生产31cm×31cm×8cm的水泥土预制板，效率达到15s生产一块，干容重可达1.9～2.0g/cm³。如山东省打渔张五干渠和菏泽刘庄干渠采用J53—300t压块机预制的31cm×31cm×7cm和31cm×15cm×7cm两种水泥土板，干容重达到1.85～1.94g/cm³。湖南省田坪干渠用DJQ—100型（10.0MPa压力）预制的32cm×32cm×5cm水泥土预制板，干容重为1.75～1.90g/cm³。因此，当要求预制水泥土板的干容重在1.8g/cm³以上时，宜采用机械成型。水泥土预制板的生产工艺流程见图2。

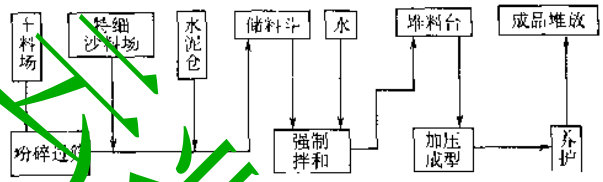


图2 水泥土预制板生产工艺流程图

第五章 砌石防渗

第一节 设 计

第5.1.2条 国内大部分浆砌石防渗渠道没有设垫层，直接砌筑在渠基上。因石板较薄，为使其与渠床紧密结合，常铺一层2～3cm厚的砂料或低标号砂浆作垫层。为提高砌石的防渗效果，也有在砌石下面加铺粘土、三合土、草泥等垫层的。但草泥中的草腐烂后将形成空隙，影响砌体的稳定，不宜采用。塑料薄膜是较好的垫层。这些附加措施，宜在防渗要求很高的砌石防渗渠道中采用。

第二节 施 工

第5.2.4条

一、干砌卵石砌筑顺序，我国西北地区曾采用先砌渠坡后砌渠底，强调坡的重要性。新疆通过实验对比，发现先坡后底衬砌时，渠底卵石不易挤紧；而渠底被冲坏时，渠坡随之破坏。后来改为先砌底后砌坡，优点是：①底与坡衔接较好；②坡石挤压先砌的渠底，使渠底卵石更紧密；③底较坡难砌紧，先砌底则便于选择较大、较优质的卵石用于底部；④从上向下运石方便。因此，本条规定“应先砌渠底，后砌渠坡”。

二、卵石的砌法

（一）卵石必须立砌，是根据各地长期实践经验规定的。这样砌既牢实又经济。卵石较

石光电科技

宽的侧面应垂直水流方向，是因为卵石较宽侧面正是相邻卵石主要结合面，这个面垂直水流方向，就可以使其主要接缝免受水流正面冲刷，以提高防渗层抗冲能力。

（二）卵石大头朝下小头朝上有利于稳定和抗冲。个别大头朝上的须降低 2cm，主要是为了互相挤紧。

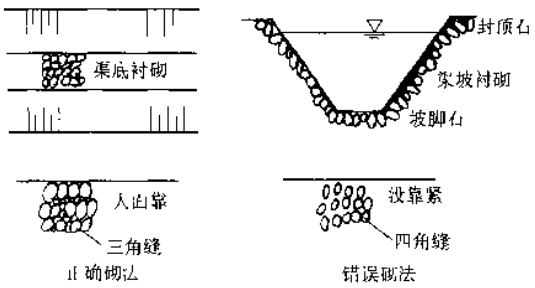


图 3 卵石错缝砌筑

相邻两排应错开若干，也就是必须错缝。我国西北地区砌筑卵石经验丰富，他们将砌筑质量的要求总结为“横成排，三角缝，六面靠，踢不动，拔不掉”。要求卵石间缝为三角缝，是因为三角缝比四角缝稳定，而且空隙小些。六面靠就是要求每块卵石与相邻卵石相靠，必须有六个接触点（或面），这样才能形成三角缝。见图 3。

第六章 膜 料 防 渗

第一节 材 料 选 择

第 6.1.1 条

一、塑膜与油毡比较，各有优缺点，塑膜的变形性能好、质轻、运输量小，宜优先选用。

（一）寒冷地区气温较低，塑膜虽埋在保护层下，但其地温也在负温以下。因聚乙烯膜可用于－50℃，聚氯乙烯能用于－15℃以上，在寒冷地区应优先选用聚乙烯膜。聚乙烯膜的抗拉强度较聚氯乙烯膜低，易被植物穿透，在芦苇等植物丛生地区宜优先选用聚氯乙烯膜。

（二）塑膜太薄时在施工中易为外力破坏，容易老化，寿命短。结合我国塑膜生产情况，选用塑膜厚度为 0.18～0.22mm 的较经济适用；对于小型渠道，或流量小的季节性引水渠道，可选用厚度不小于 0.12mm 的塑膜。

（三）深色塑膜的透明度差，能抑制塑膜下面的芦苇及其他杂草生长；在同样保护层下，深色膜较浅色膜的吸热量大，可提高地温，利于防止冻害。

二、油毡是由玻璃纤维布上涂沥青玛琋脂压制而成。玻璃纤维布有无碱、有碱、中碱及抗碱之分。玻璃纤维很细，表面积很大。如玻璃成分中含有碱金属，遇水后易溶解，会使其强度和耐久性降低，加速老化。为了提高沥青玻璃布油毡抗老化的能力，延长工程寿

水利电力科技

命，条文中规定应选用无碱或中碱（含碱金属量小于12%）玻璃纤维布制作的油毡。

第6.1.2条 为了避免损伤膜料防渗层，应设过渡层。作过渡层的材料种类很多，各地可因地制宜地选用。如新疆建设兵团的安集海总干渠，采用砂浆作过渡层；148团的干、支渠采用砂料、素土、砂浆作过渡层；甘肃省的民勤总干渠采用平均粒径为0.13～0.17mm的风积砂作过渡层；靖会电灌工程采用草泥作过渡层；辽宁省沈抚灌区的干渠上，采用复合土工膜作过渡层；湖南、江苏等省采用水泥土、灰土作过渡层等。各地的运行实践证实：水泥土、灰土和砂浆过渡层，具有一定强度和整体性，造价较低，适用范围广，效果好；素土、砂粒过渡层，虽然造价低廉，但在砌缝较多的情况下，往往会被水流冲走或淘空，导致刚性保护层整体性破坏，或表面凸凹不平。因此，应选用灰土、水泥土、砂浆作过渡层。如采用素土或砂料作过渡层，应采取防止淘刷的措施。

第二节 设 计

第6.2.1条

一、埋铺式较明铺式膜料防渗体，膜料不易破坏，寿命长。因此，本规范采用埋铺式膜料防渗体。

二、为保证膜料在施工中不被破坏，在岩石、砂砾石基槽面上及采用可能破坏膜料的保护层时，在保护层与膜层之间应设过渡层。

第6.2.2条 膜料防渗体的铺膜范围，有全铺式、半铺式和底铺式三种。全铺式为渠坡、渠底全铺，渠坡铺膜高度与渠道正常水位齐平；半铺式为渠底全铺，渠坡铺膜高度为渠道正常水位的1/2～2/3；底铺式仅铺渠底。

据美国等国外资料，底铺式膜料防渗渠道，可减少渗漏量50%左右。为降低造价、减少防渗工程量，我国一些地区采用底铺式，如京密总干渠（$Q=40m^3/s$）和石津灌区总干渠（$Q=60m^3/s$）；半铺式膜料防渗渠道，在旧渠改建时用的很多，如新疆建设兵团农一师的一些干支渠，在改建时为了保留渠堤上的树木而采用半铺式。根据新疆水科所的静水法测验，半铺式的防渗效果，一般达到全铺式的87.7%～92.0%。从全国范围看，目前采用较多的是全铺式塑膜防渗渠道，如奎屯水库东泄水渠（$Q=25m^3/s$）、铁干里总干渠（$Q=18m^3/s$）等。

第6.2.3条 为增加素土保护层边坡的稳定性，我国从实践中摸索出了多种铺膜基槽断面形式。如梯形、台阶形、锯齿形和五边形等。在设计中究竟采用何种形式？这要根据渠道的设计流量、流速、渠基土质、边坡系数、保护层材料、芦苇生长等实际情况选择。对于断面大、无芦苇生长的渠道，可选用锯齿形、台阶形或梯形的基槽。如新疆建设兵团农七师奎屯水库东泄水渠就采用台阶形，运行情况基本良好；芦苇及杂草生长较多的渠道，宜选用$m_2=0.5～1.0$的梯形基槽，或五边形基槽。新疆建设兵团农八师143团在$m_2=0.5～1.0$的塑膜防渗渠道上，芦苇沿膜下的边坡生长，减少了芦苇穿透。从施工角度看，梯形基槽最容易施工，但边坡太陡时，往往容易滑塌；边坡太缓，占地太多，不经济。所以从减少占地，增强边坡稳定性出发，提出了其余四种基槽形式。半铺式铺膜的高度选用水深的1/2～2/3，是根据实践经验，同时考虑到多数渠道是在中小流量下运行，在设计流量或加大流量下运行的时间很短，所以渗漏量不大。

油毡铺膜基槽形式，除半铺式和底铺式与塑膜相同外，全铺式因油毡较塑膜的柔性及变性能力差，不能像塑膜一样紧密吻合地铺于台阶形及锯齿形的基面上，所以油毡防渗不宜采用台阶形及锯齿形基槽。表14的试验材料也说明，油毡与土之间的抗剪强度大于塑膜与土之间的抗剪强度。相对来说，在土料相同时，油毡防渗较塑膜防渗可以采用较陡的渠坡，不必采用台阶形或锯齿形的铺膜形式、而宜采用梯形或五边形的铺膜断面形式。

表14 膜料与土之间的内摩擦角与凝聚力

资料来源	土壤类别	油毡与土之间		塑膜与土之间		备注
		内摩擦角（°）	凝聚力（MPa）	内摩擦角（°）	凝聚力（MPa）	
吉林省水科所	轻壤土	24.3	0.00245	15.7	0.00245	
西北水科所	砂壤土	21.0	0.02450	19.5	0.01079	
	壤　土	6.2	0.01373	4.0	0.01667	
	粘　土	3.7	0.01177	3.5	0.01079	

注：1. 吉林省水科所的资料为直剪仪饱和快剪法试验的。

2. 西北水科所资料为容重1.5g/cm³下，用三轴仪饱和不排水剪法试验的。

第6.2.5条 从各地调查中发现，当素土保护层厚度为20cm时，因受冻融等因素的影响，膜层裸露严重。例如新疆建设兵团3.团和102团的一些膜料防渗渠道由于保护层太薄，就出现膜料层裸露；吉林省松前干渠的保护层厚度为20cm，出现油毡裸露。国外如印度，通过试验认为，厚30cm即足以保护膜层不被破坏；美国农业工程师协会建议，在可能遭受牲畜践踏和机械损坏的地方，最小覆盖层厚度为30cm。考虑到我国南方和北方气温不同等因素，结合调查中了解到的各地经验，选定最小厚度为30～35cm，寒冷地区采用大值。

素土保护层的厚度亦可根据渠道水深计算，《渠道衬砌》一书提出如下计算公式：

$$\delta_h = \frac{h}{12} + 25.4 \tag{1}$$

此公式一般适用于温和地区，对寒冷或严寒地区，新疆生产建设兵团根据工程应用实践提出如下公式：

$$\delta_h = \frac{h}{10} + 35.0 \tag{2}$$

式中 δ_h ——素土保护层厚度，cm；

h ——渠道水深，cm。

表15 美国埋铺式塑膜防渗渠道土保护层的厚度

渠道名称	保护层材料	保护层厚度（cm）
蒙大拿州海伦邦河谷渠	砂砾料	43.0
蒙大拿州东部阶地渠	砂砾料（最大粒径75mm）	38.0～41.0
蒙大拿州太阳河工程H支渠	土料加砾石	各15.0，共30.0
新墨西哥州麦克卡斯基支渠	土　料	13.0～16.0
新墨西哥州东马里洛渠	土料加砾石	60.5～41.0
内布拉斯加州幻影平原渠	砂性材料	35.0
内布拉斯加州法威尔灌区	黄　土	35.0

表 6.2.5 是根据国内一些工程的实践经验及美国的资料分析确定的。美国资料见表 15，我国的调查资料见表 16 和表 17。

表 16 我国埋铺式膜防渗渠道土保护层的厚度

渠道名称	保护层材料	保护层厚度（cm）	
		底	边坡
新疆农 2 师卡拉干渠	重粉质壤土	40.0	50.0
新疆农 7 师奎屯水库东泄水渠	轻砂壤土	70.0	70.0
河北省深县 4 干一分干渠	轻壤土	50.0	80.0
河北省深县 4 干 3 分干渠	中粉质壤土	50.0	70.0
河北省深县南 3 支渠	中粉质壤土	50.0	60.0
新疆农 7 师车排子东支干渠	重粉质壤土	50.0	30.0
吉林省榆树松前干渠	重粉质壤土	20.0	20.0
新疆农 2 师铁干里总干渠	重壤土	50.0	50.0
新疆农 2 师 31 团 2 支渠	重粉质壤土	40.0	35.0
辽宁省开原县城郊干渠	砂及砂砾石	40.0	40.0
山西省肖河南干一支渠	重壤土	60.0	60.0

表 17 我国埋铺式油毡防渗渠道土保护层的厚度

渠名	保护层材料	保护层厚度（cm）
新疆农 7 师 123 团西一支 3 斗渠	草泥	30
新疆农 7 师 123 团西 3 支 3 斗渠	草泥及素土	草泥 20，素土 30
河南省人民胜利渠原 5 斗渠	草泥	25
山东省打渔张灌区	草泥	30
内蒙古自治区红领巾水库东干渠	土、砂砾石	15～20

第 6.2.6 条 目前我国土保护层施工有压实和浸水泡实两种方法。根据各地的设计、施工及运行经验，提出了压实法的干容重要求；浸水泡实法施工的密实性，主要靠浸水后土层的沉实。据中科院冰川所在甘肃疏勒河灌区的试验资料，浸水泡实法施工的干容重可达到 1.39～1.4g/cm³；新疆建设兵团在支、斗渠及旧渠改建工程的保护层施工中，采用浸水泡实法的干容重，一般可达 1.47g/cm³ 以上。因此，在条文中规定了浸水泡实法施工的干容重，宜为 1.40～1.45g/cm³。

第 6.2.7 条 水泥土等刚性材料保护层的厚度小于防渗层的原因，是保护层主要起保护膜料的作用，不考虑它的防渗作用。

组合式保护层是为提高土保护层的抗冲耐磨能力、及降低工程造价而采取的一种措施。

根据新疆喀玉县等地的介绍，采用砌石渠底、混凝土渠坡的组合式保护层，既满足了

抗冲耐磨的要求，又提高了工程的安全性，延长了工程寿命，降低了维修费用。

对推移质不同和温和地区的渠道，宜采用砌石或混凝土渠底和水泥土渠坡组合式保护层。

对弯道凹岸或渠水位变化区，宜局部或全部采用砂砾石与素土组合式保护层。

第 6.2.9 条

一、膜料防渗渠道破坏的原因之一，往往是由于忽视了防渗体与渠系建筑物的连接。例如，新疆建设兵团农 2 师 18 团干渠混凝土保护层膜料防渗渠道，因与渠系建筑物连接不好，导致渠水进入，冲走过渡层材料，引起保护层塌陷、表面凸凹不平，甚至板体错位下滑等。因此，设计和处理好连接工程，非常重要。

二、土保护层膜料防渗渠道，在跌水、闸、桥等建筑物的上下游，因流速、流态的变化，及波浪的冲刷等影响，往往引起边坡塌滑等事故，因此，应在建筑物的上、下游改用石料、水泥土或混凝土保护层。

第三节 施 工

第 6.3.2 条 本条规定自下游向上游，从渠道一岸向另一岸横向铺设，其目的，一是使搭接缝的方向垂直水流方向；二是使膜料上游一幅压下游一幅，以便在水流压力下使连接缝密合，提高防渗效果。

第七章 沥青混凝土防渗

第一节 沥青混凝土配合比设计

第 7.1.1 条

一、沥青混凝土孔隙率的大小，反映了沥青混凝土施工质量的优劣。试验资料表明，沥青混凝土的孔隙率越小，抗渗性越高；但沥青含量相对增加，斜坡流淌值变大，热稳定性较差。孔隙率不大于 4%时，抗渗性及热稳定性均可以满足要求。

沥青混凝土水稳定系数是指气温 20℃时，水饱和与干燥沥青混凝土试件抗压强度的比值。这项指标是衡量沥青混凝土在长期浸水条件下，其物理力学性能的稳定程度。为保证沥青混凝土物理力学性能的稳定，本条规定水稳定系数应大于 0.9。斜坡流淌值是在设计边坡和设计温度下沥青混凝土热稳定性的指标。流淌值小于 0.8cm，沥青混凝土不会因高温而发生流淌变形事故。

沥青混凝土渠道防渗层上部荷载一般不大，对强度可不提出过高要求。但在寒冷地区，沥青混凝土强度高时，对低温抗裂有实际意义，其强度必须满足设计要求。

二、设整平胶结层，是为防渗层创造良好的基础条件。它将保证防渗层各项技术性能的充分发挥。防渗层如有渗水，整平胶结层应能很快排走。

第 7.1.2 条 沥青混凝土的配合比应根据设计提出的性能要求和技术指标，经过室内试验和现场铺筑试验确定。采用的沥青混凝土配合比必须满足设计要求，同时应经济合理，

水电出版社

施工性能良好。

在沥青混合料的矿料级配确定以后，沥青含量是沥青混凝土配合比设计中的一个重要环节。一般采用经验公式计算，也可参照以往工程经验，通过试验确定。本条对沥青混凝土防渗层沥青的含量规定，主要是参考陕西省宝鸡峡引渭渠（8%）、青海省湟海渠（8.2%）、山东省打渔张五干渠（7.0%）、甘肃省疏勒河昌马干渠（6.5%～8.4%）和国外的资料（6.5%～8.5%），以及碾压式沥青混凝土面板防渗层对沥青含量的要求（7.5%～9.0%）确定的。

沥青混凝土渠道防渗层属薄层结构，以往多采用中粒或细粒沥青混凝土。石料最大粒径，疏勒河干渠为25mm，湟海渠为20mm，冯家山北干渠和打渔张五干渠为20mm，均为防渗层厚的1/2～1/3。国内外在沥青混凝土面板坝设计中，石料最大粒径的选择也多小于压实层厚的1/3。从保证质量出发，作了本条规定。

整平胶结层的石料最大粒径范围可以放宽，但不宜大于一次压实层厚度的1/2。

第二节 防渗体设计

第7.2.1条 国内沥青混凝土渠道防渗体的构造主要采用图7.2.1（a）的型式。考虑到今后的发展需要，也列入了图7.2.1（b）的结构型式。

第7.2.2条 封闭层是为了密封沥青混凝土表面残留的孔隙，提高沥青混凝土的防渗能力和抗老化能力，减少泥沙对防渗层的磨损。为保证防渗层正常工作，其高温下的热稳定性及低温下的抗裂性能应予保证。封闭层的厚度，是参照我国沥青混凝土面板坝的设计及应用经验提出的。

第7.2.3条 防渗层厚度的选择，国内20世纪50年代初，在中、小型渠道上曾采用渠底为10cm、渠坡为5～8cm，此后多采用4～6cm，同时参考国外资料，在中、小型渠道上，防渗层为单层铺压时，可采用5～6cm；对大型渠道，参考了沥青混凝土面板坝的设计，在双层铺压时，厚度可采用8～10cm。

第7.2.5条 在我国北方地区，沥青混凝土渠道防渗层常有裂缝发生，产生裂缝的原因是多方面的，如沥青品种、配合比设计及当地负气温、温降速率、施工质量等。根据青海省湟海渠两个寒季的观测，1月份平均气温在－10℃以下，负气温极值为－24～－26℃时，防渗体有裂缝产生。因此，沥青混凝土应作低温抗裂性能计算。

第7.2.6条 根据国内外的试验资料，当沥青混凝土低温抗裂性能达不到设计要求时，可掺入变形性能好的聚合物材料（如橡胶等），其抗裂性能有明显提高，掺量应通过试验确定。

如改性沥青混凝土仍满足不了抗裂要求时，根据青海省湟海渠现浇沥青混凝土防渗渠的运行情况，宜设伸缩缝。该渠1980年建成后，每3～5m出现一条横向裂缝，缝宽1～2cm。

第7.2.7条 我国沥青混凝土渠道防渗工程也有采用不同尺寸预制板衬砌的。如甘肃省疏勒河灌区、青海省湟海渠、山东省打渔张五干渠等，曾采用25cm×50cm的预制沥青混凝土板防渗。因预制板砌筑缝较多，不如现场浇筑的好。为探讨沥青混凝土预制板适宜的尺寸，在湟海渠进行了0.5m×0.5m、0.5m×1.0m、0.5m×1.5m三种板的试验。从施工运输、码垛、砌筑等工序比较后发现，边长大于1.0m时，板体变形、折裂、掉角现象较多。

因此，本条规定预制板边长不宜大于 1.0m，预制板容重为 2.2～2.3g/cm³。为适应渠基的变形及冻胀变形，预制板宜采用粘结性能和低温下变形性能良好的焦油塑料胶泥砌筑。

第三节 防 渗 体 施 工

第 7.3.1 条 沥青混凝土原材料的性能及配合比的变化，对其强度、低温下柔性和热稳定性等影响很大。如青海省湟海渠，因施工中对配合比控制不严，阳坡在高温下发生了流淌变形。

沥青如长期受高温影响，会产生老化现象。其粘度提高，塑性降低，脆性增加。根据辽宁省水利建设工程局的试验结果（见表 18），沥青加热温度越高，恒温时间越长，沥青老化越严重，三大指标均有变化，以针入度变化最大。控制加热温度的上限，是抑制沥青老化的关键因素。如以针入度比值不小于 90%作为沥青老化的控制指标，则沥青适宜的加热温度为 160±10℃，恒温时间应小于 6h。这个指标已在国内土石坝沥青混凝土防渗墙的施工中得到推广应用。本条据此作了规定，并在表 7.3.7 中对沥青等材料在加热及碾压时的温度也作了规定。

表 18 沥青不同加热温度及恒温时间对三大指标的影响

加热温度（℃）	[illegible]			190			210		
恒温时间（h）	标准	6.[illegible]	[illegible].0	标准	6.0	48.0	标准	6.0	48.0
针入度（1/10mm）	77.2	[illegible].[illegible]	36	93.0	79.6	26.3	88.8	77.8	24.8
针入度比值（%）	100	[illegible].[illegible]	[illegible].8	100	85.1	28.3	100	87.6	27.9
软化点（℃）	46.7	48.5	[illegible].[illegible]	48.[illegible]	49.3	62.3	48.8	49.3	65.8
软化点增加率（%）	0	3.9	[illegible].4	0	[illegible].[illegible]	28.1	0	1.0	34.8
延伸值（cm）	113	113	52.4	113	[illegible]13	23.3	113	113	10.2

第 7.3.2 条 由于沥青混凝土渠道防渗技术要求高，加之自然条件、渠道断面形式、采用的施工工艺不同等原因，规范中不可能提出统一的铺筑标准。在正式铺筑之前，应进行试验性施工，以检验材料配合比及施工场地布设的合理性，和施工设备运转的完善性；培训施工队伍；确定铺筑厚度、碾压温度和碾压遍数等施工工艺参数。

第 7.3.3 条

二、压实系数是沥青混合料的摊铺厚度与压实厚度之比，是确定摊铺厚度的主要参数。此系数因人工或机械摊铺而异。本条根据青海省湟海渠、陕西省冯家山灌区的试验资料，参考了我国坝工沥青混凝土施工的有关资料，选取了压实系数的具体标准。

三、根据西北水科所编写的资料介绍，斜坡上最有效的碾压工具是 0.5～2.0t 的振动碾。在无条件采用上述碾压工具时，也可采用附着式平面振动器。在冯家山灌区、湟海渠试验中，采用重 24kg 和 38kg 两种平面振动器，先用轻型作初次振压，后用重型振压 8 次，沥青混凝土的容重可达 2.3g/cm³ 以上。可见采用平面振动器压实渠道沥青混凝土是可行的。

振动压实渠坡时，上行振动，下行不振动的规定，主要是为了避免产生横向裂缝。

五、施工接缝是沥青混凝土防渗渠道的薄弱环节，在北方地区是容易发生冻胀破坏的部位，因此，应尽量减少施工接缝。为保证施工接缝的填筑质量，缝面必须洁净，并涂刷一层热沥青或沥青玛琋脂。

第 7.3.5 条 封闭层与防渗层粘结是否紧密，是封闭层作用能否发挥的关键。为使粘结牢固，防渗层面必须洁净，层面应有一定的热度。因此，其施工宜在高温季节进行；条件允许时，也可采取措施加热层面。

第 7.3.7 条 沥青混合料压实温度的控制，是保证沥青混凝土施工质量的重要因素。国内外坝工沥青混凝土防渗墙的碾压温度，主要是根据沥青的针入度确定的。当沥青的针入度为 40～100 时，初次碾压的温度为 125～110℃，终结碾压温度为 100～85℃。青海省湟海渠采用的掺配沥青的针入度为 76.7，现场测定平面振动器压实的适宜温度为 110～130℃。当终结振压温度低于 75℃时，沥青混凝土表面较粗糙，甚至有石子外露现象。

本条参照我国坝工沥青混凝土碾压温度的控制标准（见表 19），选定了渠道沥青混凝土防渗层的压实温度。

整平胶结层的压实温度，是根据坝工开级配沥青混凝土混合料压实温度较防渗层低 20℃的规定确定的。

表 19 沥青混合料的碾压温度

项　目	针入度（1/10mm）		一般控制范围
	60～80	80～120	
最佳碾压温度（℃）	150～145	135	
初次碾压温度（℃）	125～120	110	140～110
二次碾压温度（℃）	100～95	85	120～80

五洲船科技

第八章 混凝土防渗

第一节 混凝土标号及配合比设计

第 8.1.1 条 通过试验确定混凝土的配合比可按如下步骤进行：

一、按工程规模、水文气象与地质条件和防渗要求等，确定混凝土的设计标号。

二、按附录一的规定选定水泥、砂、石等原材料。

三、按《水工混凝土施工规范》计算混凝土的配制强度。

四、按强度和耐久性要求选定水灰比。

五、按防渗层厚度选定石料最大粒径，按设计要求的坍落度等，确定单位用水量，并算出每立方米混凝土的水泥用量。

六、按石料最大粒径、级配和水灰比选定砂率。

七、按绝对体积法或假定容重法，算出每立方米混凝土的砂石料用量。

八、对计算出的配合比进行试拌，直至坍落度满足要求为止。

九、通过试验，选用强度、抗冻、抗渗标号均满足设计要求的混凝土配合比。

第 8.1.2 条 表 8.1.2 是参照《水工钢筋混凝土结构设计规范》SDJ20 -78 确定的。考虑到渠道防渗工程多属 3 级以下建筑物，所以将混凝土的抗压、抗冻与抗渗标号比上述规范作了适当降低。严寒和寒冷地区的冬季过水渠道，最低运行水位以上部位的冻害严重，因此，抗冻标号应提高一级。

第 8.1.3 条 根据新疆、甘肃等省、自治区防渗渠道的设计及运用经验，为保证混凝土防渗工程的使用寿命，特作本条规定。

第 8.1.6 条、第 8.1.7 条 混凝土的最少水泥用量和用水量，是参照《水工设计手册》并考虑衬砌的主要目的是防渗，又是薄板结构这些具体条件确定的。据统计，一般防渗工程混凝土的实际水泥用量，均在 225kg/m³ 以上，大多能符合本条规定。

第 8.1.9 条 根据四川等省的经验，在缺乏优良石料的温和地区，可使用软弱石料混凝土，但应采取下列措施：

一、水泥用量要较普通碎石混凝土适当增加，并宜掺入减水剂、早强剂。

二、石料应采用 1～2 级级配。

三、采用低流态混凝土，其坍落度以 0～2cm 为宜。

四、设计配合比应通过试验确定。

第 8.1.10 条 西北水科所对掺粉煤灰混凝土的试验资料见表 20。从表中可知，在粉煤灰一定掺量下，选用适当的水泥标号、水灰比和引气剂，可以满足混凝土强度和抗冻等要求。

表 20 掺粉煤灰混凝土试验结果

水泥标号	粉煤灰掺量（%）	水灰比	抗压强度（MPa）	抗冻标号（D）	外加剂
325 号	20	0.65	9.11	<25	
425 号	20	0.90	9.36	<25	
325 号	25	0.76		<25	加万分之一松脂皂引气剂
425 号	40	0.65	13.2	<25	—
425 号	50	0.55	12.9	<25	

陕西省宝鸡峡 98km 长的塬边（渠线行经黄土塬边缘）总干渠，作了掺粉煤灰混凝土的试验段。现场凿取 150 天龄期的试块试验证明，325 号水泥掺粉煤灰 30%～40%，抗压强度为 23.5～16.78MPa；冻融 25 次后，强度损失 6.94%～15.8%。因此，决定在塬边渠道 110 号混凝土中掺用粉煤灰，其掺量为：当使用 325 号水泥时，阴坡掺 15%；阳坡和渠底掺 20%；同时掺用万分之一的引气剂。该工程运用近 20 年，情况良好。由于掺用粉煤灰，节约水泥近 1000 万 kg，经济效益十分显著。

混凝土外加剂的种类很多，参照《水工混凝土外加剂技术标准》SD108 -83 和混凝土外加剂专业委员会的《混凝土外加剂质量标准（草案）》，在表 8.1.10-2 中列出了常用的几种外加剂，供选用时参考。具体掺量应通过试验确定，也可按产品说明，结合具体情况增减

用量。

第 8.1.11 条 本条是根据《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GBJ86－85 的要求和《混凝土实用手册》以及陕西省冯家山水库灌溉管理局、陕西省宝鸡峡灌溉管理局在干、支渠上的试验，总结确定的。

根据《锚杆喷射混凝土支护技术规范》的规定，鉴于普通硅酸盐水泥掺有适量的磨细石膏，含有较多的 C_3A 和 C_3S，凝结时间较快，与速凝剂有较好的相容性，因此，应选用普通硅酸盐水泥。为了保证混凝土的强度，减少混凝土的收缩，并减少粉尘，宜采用中、粗砂。为了减少拌和时水泥的飞扬损失，降低粉尘，也有利于水泥充分水化，要求砂的含水率为 5%～7%。根据以往试验，为减少回弹和管路堵塞，石料的最大粒径不宜大于 15mm。

第二节 防渗层设计

第 8.2.1 条 等厚板因施工简便、质量易控制而得到普遍应用。在没有特殊地质问题的地基上，只要施工得当，完全可以满足防渗和安全运行的要求。我国部分省、自治区，主要是北方省、自治区，为防止混凝土防渗层的冻胀破坏，发展了一些新型的结构型式，主要有：(1) 用于边坡的楔形板。在冻胀作用较强的坡脚增加板厚；渠上口厚度减小。陕西省宝鸡峡塬下北干渠、泾惠渠灌区的一些渠道以及新疆等地均有采用，效果较好。(2) 肋梁板。陕西省宝鸡峡塬边总干渠中有 [illegible]km，塬上总下渠有 72km，冯家山北干渠有 42km 以及其它一些渠道采用，效果良好。梁与板一般一次现浇，或者肋梁采用预制钢筋混凝土，板为现浇的，如泾惠渠南干渠等。还有采用喷射混凝土施工的肋梁板，如宝鸡峡塬下南干渠等。此外陕西省的 U 形渠道大量采用了肋梁弧形板，其中宝鸡峡塬下北干渠有一试验段，流量 25.8m³/s，渠口宽 6.9m，板厚仅 6cm，梁间距为 1.0m。冯家山在总干渠流量为 58m³/s 的退水渠和流量为 2.4m³/s 的北干 8 支渠上也采用了 U 形肋梁板。上述渠道多年来都运行良好。(3) 中部加厚板。在冯家山总干渠（流量 43m³/s）及南干渠（流量 9m³/s）共 53km 上采用。(4) 门形板。在北京京密引水渠（设计流量 [illegible]m³/s）和甘肃安西总干渠采用，其稳定性较好，在板下的空间兼有保温作用。(5) 整体预制的 U 形和矩形渠槽。在陕西、山西、甘肃等地的小型渠道，及个别中型流量渠道上也有采用，钢筋混凝土 U 形槽在甘肃等省湿陷性较强的黄土地基上有较广泛的应用。上述防渗层结构型式，可根据渠道防渗工程的具体条件选用。

第 8.2.2 条 美国、日本等国混凝土渠道防渗层的厚度，是根据流量大小确定的，一般为 6～12cm，特殊条件下可达 30～40cm。表 8.2.2 中的数据，是统计了新疆、甘肃、陕西、山西、北京、辽宁、河南、江西、湖南、广东等省、直辖市、自治区寒冷和温和地区，共 60 余条渠道的平均防渗层厚度（见表 21 及表 23）而拟定的。

高流速和有砾石类推移质渠道混凝土防渗层的最小厚度，是参照国内现有工程实例（表 22）拟定的。

第 8.2.3 条 本条是参照陕西、甘肃、北京一些已建工程的经验确定的。陕西省宝鸡峡塬边总干渠、冯家山北干渠等所采用的肋梁板，肋梁间距为 1～1.2m，边坡厚为 8～12cm 的楔形板，肋高（不包括板厚）为 20cm，肋长由正常水位控制；北京市京密引水渠和陕西省冯家山北干渠以及甘肃省安西总干渠的预制门形板，板厚 4～6cm，边缘高 8～15cm（包

括板厚），板下空隙 4～9cm，短边肋宽 4～15cm；冯家山总干渠和南干渠采用中部加厚板衬砌，坡脚厚 10～12cm，坡中厚 12～15cm，渠口处厚 8cm，加厚的下部起点为板长的 1/5，上部终点为板长的 1/3。

表 21 我国渠道混凝土防渗层厚度统计

地区	流量 (m^3/s)				
	<2	2～5	5～20	20～100	>100
温和地区（cm）	5	6	7.5		8
寒冷地区（cm）	5.5	7	9.4	11.3	

注：本表根据参考文献及其他资料统计而得。

表 22 我国部分高流速渠道防渗工程的情况

渠道名称	断面形式	防渗层结构型式	流量 (m^3/s)	纵坡	流速 (m/s)	备注
新疆金沟河引水渠中段	弧底梯形	底部砌石厚 30cm，边坡预制混凝土厚 10cm	40	1/166	6	
甘肃省西金输水干渠	弧底梯形	底部砌石厚 35cm，边坡预制混凝土厚 15cm	72	1/120	6	每 20m 设防冲截墙
甘肃省西金输水干渠	弧底梯形	预制混凝土厚 15cm	19.2	1/170	5.2	
甘肃省昌马新总干渠	梯形	底部砌石厚 25cm，边坡现浇混凝土厚 10cm	30	1/90	4.7	
	梯形	现浇混凝土底厚 15cm 边坡厚 10cm	30	1/110	4.95	

表 23 渠道混凝土防渗工程实例

省别	渠道名称	防渗层结构型式	流量 (m^3/s)	混凝土标号	防渗层厚度 (cm)
陕西	宝鸡峡总干渠	现浇肋梁板	60	117	8～12
	宝鸡峡干渠	肋梁板	8～[illegible]	[illegible]	6～10
	宝鸡峡斗渠	现浇平板	<1	100	6
	泾惠渠干渠	肋梁板及平板	12～24	110	8～10
	冯家山干渠	肋梁板	4～22	110	6～10
甘肃	民勤县总干、干渠	预制平板	5～25	100	6～8
新疆	呼图壁河支渠	现浇平板	3.8	140	10
山西	汾河二坝东干渠	现浇平板	5	100～150	10
辽宁	刘大总干渠	现浇平板	12	150	15
河南	人民胜利总干渠	现浇平板	101	100	10
江西	上游水库总干渠	预制平板	20	150	8～15
湖南	韶山支渠	预制平板	<1	100	5
广东	松涛总干渠	现浇平板	103	100	5～6
	青年运河	现浇平板纵向肋梁	120	140	5～6
	雷社唐电站渠	现浇平板	1.5	100	4

标准图书馆

第 8.2.4 条 国内已建成的大量 U 形和矩形混凝土防渗渠道，绝大多数为素混凝土，一般厚度仅 6～10cm，运用中未发现裂缝。这说明，在粘性土地基中，渠深较小时，无边坡能够自稳，对 U 形和矩形的边墙没有或有很小的外压力。据验算，黄土直立高度不大于 3m 时，可以自稳。防渗结构只起表面护砌作用，不承受外压。鉴于以上情况，本条规定，U 形和矩形断面渠道，可先对土坡进行滑动稳定分析。如果稳定时，U 形或矩形防渗层的最小厚度可按表 8.2.2 采用；如土坡不稳定，或有较大外压力时，宜采用钢筋混凝土结构。U 形和矩形渠的侧墙，应根据承受的荷载，进行结构验算。

验算时，计算的载荷有自重、内外水压力、水平土压力、冻胀压力、渠岸活荷载和地基反力等。计算图形可简化为平面矩形或拱形框架。当顶端有撑杆时，应考虑撑杆的支承作用。

第 8.2.6 条 钢筋混凝土无压暗渠的结构计算可按下列方法进行：

一、预制盖板式暗渠的盖板，可按简支梁计算。

二、整体式底板，将侧墙与底板作为整体结构计算。

三、分离式底板，侧墙按挡土墙计算，也可考虑盖板和底板的支撑作用。

四、箱形暗渠，可按整体框架计算。

五、城门洞形暗渠的拱圈，根据与侧墙连接方式的不同，可按无铰拱或二铰拱计算。计算侧墙时，应考虑拱顶的推力。

六、水下部分的钢筋混凝土，应进行裂缝宽度验算。

第三节 防渗层施工

第 8.3.1 条 现浇混凝土防渗层的模板除应有衬砌分块的两侧挡板、伸缩缝成型夹板及支架外，边坡混凝土浇筑时，一般应有外模。根据陕西省泾惠渠、宝鸡峡及国内一些防渗工程的施工经验，当边坡采用人工或小型插入式振捣器振捣时，应有表面活动模板，才能保证质量。有些工程的边坡混凝土，不设表面模板，仅振捣，仅用人工拍实，往往不能保证混凝土的密实度和均匀性，不宜采用。表面活动模板一般用 4 块，总宽度 1.0m 左右，用法是 4 块模板浇筑完后，再将最下面一块板移到最上面使用，依此交替浇筑。预制混凝土板时，有的不用底模，以致底面高低不平，造成砌筑困难；有的水泥浆流失，底部混凝土质量很差。因此，本条规定，预制混凝土板的框架模板应设底模，或利用专门处理过的地坪，以降低造价。

模板制作和安装的允许偏差值，是根据有关规范并参考宝鸡峡工程施工细则等经过修正后提出的。

第 8.3.4 条 参照《水工混凝土施工规范》的规定，浇筑混凝土的允许间歇时间，当浇筑时气温为 20～30℃时，普通硅酸盐水泥为 90min。渠道混凝土防渗层为薄板结构，水分散失较快，因此将其允许间歇时间定为 60～90min。气温偏高时用上限。

第 8.3.8 条 目前国内使用的 U 形混凝土衬砌机有：以电力或柴油机为振源动力的 D40、D60、D80、D100、D120 衬砌机（西北水科所、陕西省宝鸡峡灌溉管理局研制）；D180 振动钢模车（陕西省泾惠渠管理局研制）等。这些机具已小批量生产。

第 8.3.9 条 喷射混凝土是一种新的施工方法，适用于各种断面的土、石基渠道。1978

年以来，冯家山水库灌区北干 8 支渠（流量 2.4m³/s，长 354m）和阎家务退水渠（流量 58m³/s，长 320m）、宝鸡峡东 3 支渠（流量 10m³/s，长 3000m）和塬下北干渠（流量 25.8m³/s，长 1984m）等 U 形断面的渠段上，均采用了喷射混凝土的施工方法。在宝鸡峡塬下南干渠（流量 8.4m³/s，长 55m）上，还进行了梯形断面的喷射法混凝土施工。这些工程运用均良好。该施工方法速度快，质量好，节省模板，而且由于干料和水都是通过胶管压力输送，不受道路限制，减缓了渠道深挖方、高填方混凝土运输的困难。

第 8.3.13 条 混凝土防渗渠道施工，应按下列要求检查和控制施工质量：

一、砂石料的含水率、外加剂的配用量、混凝土的拌和时间和含气量，一般每班检查一次。含气量的变化范围应控制在±5%以内。

二、原材料的配合用量，混凝土坍落度和混凝土防渗层的厚度，一般每班检查 2 次。

三、混凝土标号检验以抗压强度为主，必要时可增加抗冻标号和抗渗标号。宜每 100～300m 渠长取一组试件。混凝土的施工质量用试件 28 天龄期抗压强度的离差系数表示，并可按表 24 的评定标准评定其质量。

表 24 混凝土抗压强度离差系数的评定标准

等　级	优　良	良　好	一　般	较　差
离差系数 C_V 值	≤0.16	0.16～0.19	0.19～0.23	>0.23

第九章 防渗渠道的冻胀防治

第一节 一 般 规 定

第 9.1.1 条 之所以以标准冻深 30cm 作为判断是否采用防治冻胀措施的界限，是因为小于 30cm 冻深所产生的冻胀变形量一般在允许变形范围以内，可不采取防治冻胀措施。

第 9.1.2 条 防治冻胀的措施，有抵抗冻胀和适应、消除、削减冻胀两种设计观点。前一措施需要投资多；后一措施在满足防渗要求的前提下，可以采用柔性材料、柔性与刚性复合材料，或改变刚性材料的结构等，使其既能适应冻胀变形，又有一定的结构强度，这种措施投资较少。我国当前经济水平不高，应以采用后一种措施为主。

第二节 冻胀变形安全性的验算

第 9.2.2 条、第 9.2.3 条

一、本规范采用适应、削减冻胀的观点设计防治冻胀措施，即防渗层在冻胀力的作用下，是允许产生变形的。当变形大于防渗层允许的变形，或大于适应变形的能力时，应采取防治冻胀的措施。否则，可不采取防治措施。本节根据我国的研究成果，提出梯形断面不同材料渠道防渗工程允许的冻胀量（见表 9.2.3），及渠道防渗工程冻胀变形的安全性验算公式［见式（9.2.3）］。

二、为按式（9.2.3）验算渠道防渗工程冻胀变形的安全性，提出了设计冻胀量的计算公式（9.2.2-2）。

三、为采取防治冻胀的措施，必须了解设计冻深，并根据设计冻深的大小，分别采取相应的措施，以便既能解决工程问题，又能节约投资。计算设计冻深的公式见式(9.2.2-1)。

第三节 防治冻胀的措施

第9.3.1条

一、选用填方、避免采用挖方渠道的原因，在于避开埋深较浅的地下水，减少地下水对冻胀的影响。

二、规定渠底高于封冻期地下水位一定的距离，在于消除封冻期地下水的迁移，从而减少冻胀量。

三、加大渠道纵坡、缩小渠道断面尺寸，可以减少受冷面积，对抗冻胀有利。加大梯形粘土渠道的边坡系数，是因为在冻融作用下，粘土的抗剪强度降低，渠道边坡容易失稳而滑塌。

四、柔性材料可以适应冻胀变形。为了防渗工程的安全，宜采用柔性材料。

第9.3.2条

一、U形、弧形底梯形及弧形坡脚梯形渠道断面，具有一定的反拱作用，在冻胀力的作用下，较梯形断面冻胀变形分布均匀，抵抗力较强，可以明显减轻冻害。同时，在消融以后，残余变形较小。因此，在冻害地区宜采用这些渠道断面。

二、现浇的混凝土肋梁板、楔形板、边部加厚板和预制混凝土U形板等防渗结构型式，具有一定的抗冻能力，在冻胀地区比等厚板应用效果好。

四、渠基压密以后，一方面土中的自由水少了，在同一负温下，成冰量减少；同时，土中可供在负温作用下迁移的水分很少，冻胀量减少。因此，本条作了压密渠基的规定。

第9.3.3条、第9.3.4条

对渠基土冻胀性的工程分级，从弱到强分为五级，见表25。

表25 渠基土冻胀性的工程分级

冻胀性工程分级	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
冻胀量 h (cm)	$h<2$	$2<h<5$	$5<h<12$	$12<h<22$	$h>22$

本条提到的强烈冻胀地区是指冻胀量超过Ⅲ级以上的地区。

一、采用挡土墙式渠坡防渗结构型式，有利于抵抗冻胀变形。

二、U形座槽式渠道的特点，是仅在渠背面渠深的1/3范围内填土，其余部分临空，因此，可不受冻胀力的作用，对防治冻胀有利。

架空渠槽的特点，一方面槽身不与土接触，避免了冻胀；同时将渠槽的重量集中在矮墩上。经过验算，如抗冻性符合要求，该渠槽不仅有利于抵抗冻害，且可形成低压水头，有利于推广低压管道灌溉。因此，苏联在许多斗渠以下渠道上，广泛推广架空式混凝土U形渠槽。

第9.3.5条

一、处于地下水位以下的砂、砾石换填层，水结冰后冻胀量很大，会失去换填层的作用。因此，对换填层与地下水位的距离作了规定。

砂砾料中小于 0.1mm 的颗粒含量多时，在负温作用下，会结冰和引起水分迁移。因此，对这种颗粒的含量作了限制。

二、以往多为等厚度换填。近 10 年来，我国试验证明，应根据不同部位的冻胀量大小确定换填层厚度，即采用不等厚度换填法。这样，既解决了冻害问题，又节约了投资。

表 9.3.5 的换填比是根据试验资料确定的。

第 9.3.6 条 在防渗层下铺设保温层，是一种效果显著的防冻胀措施。但目前采用的泡沫塑料板，造价昂贵，对大型渠道才可能采用。聚苯乙烯泡沫板的性能见表 26、表 27 和表 28。

表 26 聚苯乙烯泡沫板的物理力学性能

项目	密度 (kg/m³)	吸水率 (g/m²)	压缩强度（压缩 50%） (MPa)	弯曲强度 (MPa)	尺寸稳定性（%） (−40℃～+70℃)	热导率 [W/（m·K）·[kcal/（m·h·K）]]
数值	18～30	≤80	≥0.20	≥0.22	±0.5	0.035～0.044 (0.030～0.038)

表 27 聚苯乙烯泡沫板抗无机试剂性能

试剂	盐水	盐酸 (36%)	硫酸 (48%)	硫酸 (95%)	浓氨水	硝酸 (65%)	磷酸 (90%)	氢氧化钠 (10%)	氢氧化钾 (50%)
作用情况	无作用	无作用	无作用	表面部分焦化	无作用	无作用	无作用	无作用	无作用

表 28 聚苯乙烯泡沫板抗有机试剂性能

试剂	乙酸乙酯	乙醚	丙酮	松节油	苯	甲醇	乙醇	矿物油
作用情况	溶解	溶解	溶解	溶解	溶解	不溶	不溶	不溶

第 9.3.7 条 渠基的土壤含水率高时，在同一负温下冻胀量增大。因此，要作好渠堤、渠坡的排水和防渗工作，防止外水进入渠基。若地下水位高于渠底，不仅会增加冻胀破坏，且扬压力也会破坏防渗层。因此，必须采取措施，排除地下水，降低地下水位。附录七列出的排水措施，需在实践中完善。

第十章 测 验

第一节 渗 漏 测 验

第 10.1.1 条、第 10.1.2 条 渠道渗漏测验常采用静水法和动水法。据调查，自 1985

年以来，静水法在山西全省18个重点万亩以上灌区（灌溉面积总计304万亩，总引水量7亿m^3）大规模使用，测验段共达400段以上，模清了全省主要类型渠道的渗漏规律。河北省石津灌区（灌溉面积250万亩）自1975年以来，坚持14年用静水法对各级渠道进行了渠道渗漏损失测验。北京、新疆、陕西、四川、湖南、贵州、江苏、辽宁等省、直辖市、自治区，也都进行了渠道渗漏静水法测验。

根据国内、外的实践，静水法所采用的渠道渗漏水量（体积）测量法，是测量渠道渗漏量精度最高的方法之一。静水法不但可以测量渗漏量大的渠道，在渠道渗漏量相当小的情况下，也可以达到较高的精度。

采用静水法测渗，可以测验各种土、石质渠道，和各种型式的防渗渠道，以便对是否需要防渗和对各种防渗方案进行分析对比。

采用静水法测渗，可测得渠道从初渗到稳渗的全过程。可进行变水位渠道渗漏量观测，得到渠道渗漏强度与水深关系式，推算灌区一个灌溉季节或全年的渠系（渠道）渗漏损失。这些都是不同于其他测渗方法的主要特点。但静水法测验工作较繁重，花费人力及经费多，又需在渠道停水后方能进行。

动水法测验，可在不影响渠道正常运行下进行。但测验的精度较差，因此在测验手段和技术方面，有待进一步研究。

鉴于以上诸情况，本规范暂选用静水法。在无条件采用静水法时，也可采用动水法，但应尽量提高测验的精度。

关于静水法测验的相对误差限，现以变水位测验为例，且按测验过程中没有降雨、蒸发量很小可以忽略的情况下，进行分析计算如下：

一、静水法（水位下降法）测验段单位长度水体蓄水量ΔW_{BF}误差计算

$$\Delta W_{BF} = B_W \Delta h \tag{3}$$

式中 B_W——测验时段开始终止的平均水面宽；

Δh——观测时段水深的变化量。

根据误差传递法，则有

$$\sigma_1 = \pm\sqrt{\left(\frac{\partial \Delta W_{BF}}{\partial B_W}\right)^2\sigma_2^2 + \left(\frac{\partial \Delta W_{BF}}{\partial \Delta h}\right)^2\sigma_3^2}$$

$$= \pm\sqrt{(\Delta h)^2\sigma_2^2 + (B_W)^2\sigma_3^2} \tag{4}$$

式中 σ、σ_2、σ_3——分别为ΔW_{BF}、B_W、Δh测量值的标准差。

$$\delta_1 = \pm\frac{2\sigma_1}{\Delta W_{BF}} = \pm\sqrt{\delta_2^2 + \delta_3^2} \tag{5}$$

式中 δ_1、δ_2、δ_3——分别为ΔW_{BF}、B_W、Δh测量值的极限相对误差值（%）。

根据对大量实测资料的误差分析，可取$\delta_2 = \pm 2\%$，$\delta_3 = \pm 5\%$，则

$$\delta_1 = \pm\sqrt{2^2 + 5^2}\% = \pm\sqrt{29}\% = \pm 5.4\% \tag{6}$$

二、静水法（水位下降法）测验单段稳渗强度Q_f误差计算

$$Q_f = \frac{B_W \cdot \Delta h}{\Delta t \cdot \chi} \tag{7}$$

水利电科技

式中 Δt——观测时段；

χ——渠道平均湿周。

用误差传递法则可推导得到

$$\delta_4 = \pm\sqrt{\delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2} \tag{8}$$

式中 δ_4、δ_5、δ_6——分别为 Q_F、Δt、χ 测量值的极限相对误差值（%）。

根据对大量实测资料误差分析的结果，可取 $\delta_5 = \pm 3\%$，$\delta_6 = \pm 2\%$，则

$$\delta_4 = \pm\sqrt{2^2 + 5^2 + 3^2 + 2^2}\% = \pm\sqrt{42}\% = \pm 6.5\% \tag{9}$$

二、静水法（称量法）测验单段稳渗强度 Q_F 误差计算

$$Q_F = \frac{\Delta W_{BF}}{\Delta t \chi L_m} \tag{10}$$

式中 ΔW_{BF}——观测时段加水量；

L_m——测验段长度。

用误差传递法，则可推导得到

$$\delta_4 = \pm\sqrt{\delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2 + \delta_8^2} \tag{11}$$

式中 δ_4、δ_7、δ_8——分别为 Q_F、L_m、ΔW_{BF} 测量值的极限相对误差值（%）。

根据对大量实测资料误差分析的结果，可取 $\delta_7 = \pm 0.5\%$，$\delta_8 = \pm 5\%$，则

$$\delta_4 = \pm\sqrt{3^2 + 2^2 + 0.5^2 + 5^2}\% = \pm\sqrt{38.25}\% = \pm 6.2\% \tag{12}$$

根据以上误差分析结果，规定渠道渗漏静水法测验单段的总极限相对误差限为 ±7.0%。由于每公里防渗渠道渗漏流量极大值往往小于渠道流量值的 1%，所以静水法测验的极限相对误差限，远小于动水法的总极限相对误差限。

第 10.1.3 条 静水法测验需要准确计算各测验水位下测验段的平均长度、宽度以及湿周面积，因此测验段应便于测量，以保证测验精度。采用静水法测验时，应进行连续观测。在测验时渠道应暂时停水，或尽量利用渠道过水间歇期间进行。新建或改建渠道，可在正式使用前进行。

第 10.1.7 条 静水法测验某一水位的渠道渗漏强度，使用水位下降法或称量法，都有一个水位下降变化幅度。刚加了水的水位，即水位变幅的上限，叫加水后水位。随着渗漏水位降到一定高度，又要加水使水位恢复到原加水后水位，这个未加水前的低水位，即水位变幅的下限水位，叫加水前水位。加水前水位和加水后水位，一个低，一个高，接受渗漏的湿周面积一个小，一个大，都不能代表测验水位的渗漏情况。只有加水前、后水位的平均值才能代表实际渗漏情况。为消除实际平均水位和测验水位不同引起的渗漏误差，要求加水前水位和加水后水位偏离测验水位的高差相等。因此，规定了加水后水位要等于测验水位加 1/2 加水前、后水位的差值。

同时，为了测到全部初渗量，应尽快地连续注水到加水后水位。

刚停水渠道土壤的饱和度高，不能反映渠道在长时间不通水情况下初渗阶段的入渗情况，因此，要待渠面干涸后再测验。

使测验段和渗漏平衡区水位接近，目的是使测验段渗漏成为平面渗漏问题，与渠道输水时渗漏情况相同。

第 10.1.8 条 渗漏测验的分类、方法、目的，见表 29。

表 29 渗漏测验的分类方法

渗漏测验分类	渗漏测验方法	渗漏测验目的
恒水位	水位下降法 称量法	测算出设计渠水位和经常过流水位下的初渗超额量和稳渗强度
变水位	水位下降法 （称量法）	测算出任一渠水位下的稳渗强度

注：表中括号内的方法一般少用。

称量法的要点是：观测时段开始和结束时，测验段内水位完全一致，并等于加水后水位，称为恒水位。准确量测记录在该时段内向测验段补加的水量、加水时间，等待超量加水水位回落时间、以及加水不足补加水时间，均应记入观测时段，如图 4 所示。由图可看出，相邻两时段，前一时段的结束时间，就是下一时段的开始时间，中间无间隔时间。

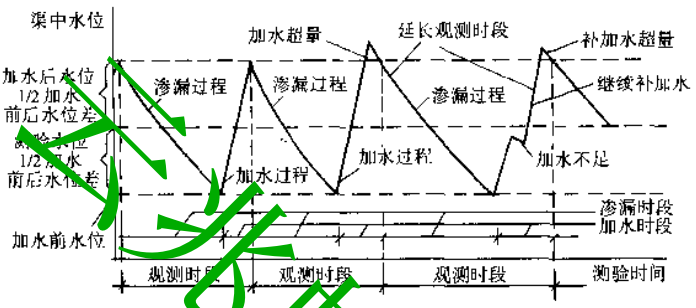


图 4 称量法时段划分图

水位下降法的要点是：每一个观测时段开始和末了水位不同，有个差值。根据水位差计算该时段水体变化量。在观测时段内不给测验段加水，观测完毕集中所有加水工具，不计量地尽快向测验段中补加水，恢复到时段开始观测的加水后水位，即恒水位。然后开始下一段观测。因此，水位下降法的测验过程，是由渗漏观测时段和加水时段两部分组成，且交替重复进行。如图 5 所示。

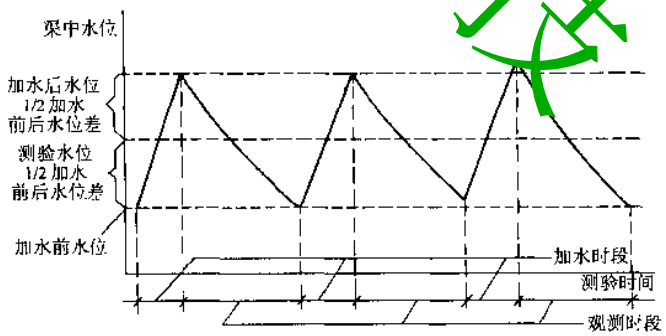


图 5 水位下降法时段划分图

由图 5 可以看出，水位下降法的特点是：每个观测时段开始水位尽量相同，并等于加水后水位；加水时段不计入观测时段。

水位下降法，是在测验段中通过测定水位下降一个固定值所需要的时间，来推算渗漏量的方法，也可称为渠内量水法。

称量法是直接在测验段外称量每一时段维持时段始、末水位相同所添加的水量，也可称为渠外量水法。

为把水位下降引起的湿周变化对实际渗漏面积影响造成的计算渗漏强度的误差消除，要求加水前、后水位的平均值等于测验水位。为了控制水位变幅，规定了加水前水位和加水后水位的差值，可在5%～10%测验水深间选用，渗漏量大的渠道和测验水深小于1.0m的渠道可取大值；反之，取小值。水位下降量选定以后，观测时段的长短取决于渠道渗漏情况，它可以是几个小时，也可以是十几分钟；可以是整数，也可以是分数。一般在开始测验的第一个小时内，约20分钟左右观测一次；随后一小时观测一次；24h后，每2h观测一次。

水位下降法的观测准确度，主要取决于水位观测的准确度，刻画至毫米的水尺的观测精度为1.0mm，因此，提出三只水位尺间的水位降落值差，最大不得超过2mm。

第10.1.9条 从恒水位测验开始，到满足式（10.1.9）条件以前，为初渗阶段测验；满足式（10.1.9）以后，为稳渗阶段测验。

第10.1.10条 变水位观测的目的，是要测出渠道不同水位下的稳渗强度。在只要求测验设计水位的稳渗强度时，可不进行变水位测验；反之，要求测几个水位下渠道稳渗强度时，在恒水位测验之后，应紧接着作变水位测验，从而节省测验时间。

关于泡渠水位要达到测验水位加1/2加水前、后水位差值，目的是使测验水位变幅范围内都达到稳渗条件。

关于泡渠时间问题，河北省石津灌区规定从注水至变水位观测开始，分干渠不少于4天，支渠不少于3天，斗渠不少于2天；山西省大多数渠道在充水3～7天后，即可达到稳渗。考虑到各渠道的实际情况不同，所以提出下泡渠2～4天后再按恒水位方法进行观测。

变水位每个测验时段的长度，根据水位下降量所需的时间确定。

第二节 变 形 测 验

第10.2.4条 变形测验观测基点的构造见图6；观测标点的构造见图7。

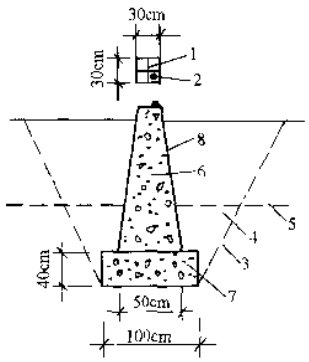


图6 变形观测基点的构造图

1—十字线；2—标点头；3—开挖线；4—回填砂砾石；5—冻结线；6—立柱；7—底板；8—涂沥青

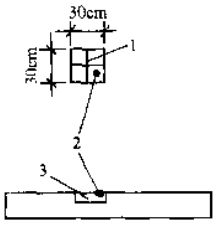


图7 变形观测标点的构造图

1—十字线；2—标点头；3—铁板

水利标科技

第三节 冻 胀 测 验

第 10.3.3 条 土壤分层冻胀量和总冻胀量观测的仪器设备较多。一般情况下，渠道防渗工程不需要观测土壤分层冻胀量。分层冻胀量、总冻胀量均可采用单独式分层冻胀仪和圆台叠合式分层冻胀仪观测。

第十一章 管 理

第 11.0.3 条 土料防渗渠道和土保护层膜料防渗渠道的水位，在 1h 和 24h 内的变幅，分别不得超过 0.15m 和 0.5m，是参考美国垦务局的经验，即分别不得超过 6in 和 18in 而拟定的。

第 11.0.7 条 关于渠堤植树问题，根据新疆、甘肃一些灌区的经验，树木有排水作用，树根对土壤能起加固和垫层作用。如柳树根能改变渠基土壤结构，可使强冻胀性的细粒土，改变为弱冻胀性或非冻胀性的有须状的网状土。特别是由于根系的生物排水作用，能改变渠基土壤含水率，在入冬前疏干渠基土壤或显著降低其含水率，从而能抑制渠基土壤冻胀对防渗层的破坏。但为了保持防渗层的完整性，本条规定，渠道内坡不得植树，外坡植树距防渗层应有一定距离，以策安全。距离的大小同树的种类有关。根系不甚发达的杨树等，不应小于 1.0m；根系或须根较发达的泡桐、柳树等，不应小于 1.5m；其他树木的最小安全距离，应经调查研究确定。

水资源科技

主 要 参 考 文 献

[1] 水利电力部，《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》（山区、丘陵区部分）SDJ12—78（试行），1978 年 9 月。

[2] 水利电力部，《灌溉排水渠系设计规范》SDJ217—81（试行），1984 年 7 月。

[3] 水利电力部，《水利基本建设工程验收规程》SD184—86（试行），1987 年 1 月。

[4] 水利电力部，《水工试验规程》SD128—84，1984 年。

[5] 水利电力部，《水工钢筋混凝土结构设计规范》SDJ20—78，1978 年。

[6] 水利电力部，《水工混凝土施工规范》SDJ207—82，1982 年 10 月。

[7] 交通部，《公路路面施工技术规范》JTJ34—85，1985 年。

[8] 国家标准，《钢筋混凝土工程施工及验收规范》GBJ204—83，1983 年。

[9] 水利电力部，《水工混凝土试验规程》SD105—82，1982 年。

[10] 水利电力部，《水工混凝土外加剂技术标准》SD108—83，1983 年。

[11] 建筑工程部，《特细砂混凝土配制及应用规程》GBJ19—65，1965 年。

[12] 交通部，《道路石油沥青技术标准》SY1661—77，1977 年。

[13] 水利电力部，《泵站现场测试规程》SD140—85，1985年。
[14] 水利部、能源部，《土石坝沥青混凝土面板和心墙设计准则》SLJ01—88（试行），1988年6月。
[15] 水利电力部，《土石坝碾压式沥青混凝土防渗墙施工规范》SD220—87（试行），1988年1月。
[16] 苏联农业部水利局，《苏联灌溉系统渠系设计规范》，1956年。
[17] 国家建委，《湿陷性黄土地区建筑规范》TJ25—78，1978年。
[18] 水利电力部，《浆砌石坝施工技术规定》SD120—84，1984年。
[19] 水利电力部，《水利经济计算规程》SD139—85，1985年1月。
[20] 国家标准，《锚杆喷射混凝土支护技术规范》GBJ86—85，1985年。

云水帕科技

中华人民共和国水利水电行业标准

渠系工程抗冻胀设计规范

SL23—91

主编部门：中华人民共和国水利部科技教育司
批准部门：中华人民共和国水利部
实施日期：1991 年 7 月 1 日

安光伯科技

关于发布《渠系工程抗冻胀设计规范》的通知

水科教［1991］1号

根据原水利电力部（86）水电技字第11号文的要求，由黑龙江省水利科学研究所主编的《渠系工程抗冻胀设计规范》，经审定批准为水利水电行业标准，其名称与编号为《渠系工程抗冻胀设计规范》SL23--91。自一九九一年七月一日起实施。

该规范实施过程中，请各单位认真总结经验，发现问题及时函告主编单位并告水利部科技教育司。

该规范由水利电力出版社出版发行。

中华人民共和国水利部

一九九一年二月二十六日

云水帕科技

主 要 符 号

A_t ——切向冻胀力作用下结构最薄弱断面处截面积，m^2；

A_p ——基础板底面与地基接触面的水平投影面积，m^2；

a ——扩大式基础板顶面至地表的距离，m；

b ——切向冻胀力合力作用点至扩大式基础顶面距离，m；

c_t ——挡土墙边坡修正系数；

d ——桩的直径或墩、板的长、宽方向尺寸，m；

F_t ——最薄弱断面以上融土与基础侧面的总摩阻力，kN；

$\sum F_i$ ——除基础自重、外荷和摩擦力外其他阻拔力，kN；

f ——土的平均冻胀强度，%；

f_i ——融土层中单位极限摩阻力，kPa；

G ——基础自重，kN；

G_t ——最薄弱断面以上的基础自重，kN；

H_0 ——标准冻深，cm；

H_b ——保温帷幕深度，m；

H_f ——隔层封闭深度，m；

H_d ——工程设计冻深，cm；

H_n ——置换深度，cm；

H_s ——保温水层厚度，cm；

H_w ——挡土墙外露墙高，m；

h ——土的冻胀量，cm；

h_i ——冻结线下各土层厚度，m；

I_0 ——冻结指数的多年平均值，℃·d；

K_1 ——挡土墙抗倾覆安全系数；

K_2 ——挡土墙强度安全系数；

$[K_1]$ ——挡土墙抗倾覆允许安全系数；

$[K_2]$ ——挡土墙强度允许安全系数；

K_d ——考虑日照及遮荫程度的工程设计冻深修正系数；

K_h ——有效冻深系数；

K_p ——工程设计冻深的频率模比系数；

K_z ——工程设计冻深的地下水影响系数；

K_n ——热阻修正系数；

K_s ——抗冻拔稳定安全系数；

K_o ——板型基础稳定安全系数；

万水帕科技

L_b 水平保温段长度，m；

M_h 冻胀倾复力矩，kN·m；

M_p——抗倾复力矩，kN·m；

M_z 挡土墙计算断面上的冻胀力矩，kN·m；

m_σ——冻胀力衰减系数；

l——扩大式基础板襟长，m；

P——恒荷载，kN；

P_A 总冻胀反力，kN；

p_i 计算地点上地基的荷载强度，kPa；

R——置换半径，m；

R_w 保温基础板设计热阻，$m^2 \cdot h \cdot ℃/kJ$；

S 基础侧面与冻土接触面积，m^2；

$[S]$ —沿冻胀力方向的允许位移量，cm；

S_r 冻土的饱和度，%；

T 总切向冻胀力，kN；

T_l——单位墙长上的总切向冻胀力，kN/m；

u 冻层内基础横断面的平均周长，m；

u_i——冻结层下限以上与各未冻土层接触的基础横断面平均周长，m；

w 冻结期开始时土的重量含水量，%；

w_f ——冻土的重量含量，%；

w_p 土的塑限含水量，%；

w_u 冻土中未冻水含量，%；

z 地下水位深度，m；

z_0 地下水对冻结层无显著影响的临界深度，m；

z_p 冻结期地下水位至冻结层下限的平均距离，m；

α 冻深系数；

α_f 冻胀量计算中荷载修正系数；

α_ρ 冻胀量计算中土的干密度修正系数；

α_1、α_2、β_1、β_2 ——土的平均冻胀强度计算时的系数；

β—— 与土干密度有关的系数；

ρ_d 土的干密度，kg/m^3；

σ 单位法向冻胀力设计值，kPa；

σ_h 单位水平冻胀力设计值，kPa；

σ_{hm} 单位水平冻胀力标准值，kPa；

σ_n 单位法向冻胀力标准值，kPa；

$[\sigma]$ 材料的允许拉应力，kPa；

τ 单位切向冻胀力，kPa；

δ 挡土墙或基础板厚度，m。

东方仿真科技

本规范中用词说明

（一）对条文执行严格程度的用词采用以下写法：

1. 表示很严格，非这样作不可的用词："必须"；

2. 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词："应"；

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样作的用词："宜"；

4. 表示一般情况下均应这样做，但硬性规定这样做有困难的用词，采用"应尽量"；

5. 表示可以根据具体情况进行选择的用词："可"。

（二）条文中必须按指定的标准、规范或其他有关规定执行的写法为"按……执行"或"符合……要求"，非必须按所指的标准、规范或其他规定执行的写法为"参照……"。

云水帕科技

目　　次

第一章　总则…… 250
第二章　基本参数的确定…… 250
第三章　抗冻胀计算…… 255
第四章　抗冻胀结构及工程措施…… 260
附录一　冻胀反力计算…… 266
附录二　双层油套管的作用与构造…… 268
附录三　冻土密度的确定…… 269
附录四　冻土中未冻水量的确定…… 269
附录五　聚苯乙烯泡沫板性能及糠醇树脂配合比…… 270
附加说明…… 270
条文说明…… 272

安兆伯科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规范是为了防御渠系工程受基土冻胀作用的破坏（本规范中简称抗冻胀）而制定。凡符合第 1.0.2 条的渠系工程必须按本规范的要求进行抗冻胀设计。

本规范不适用于因材料冻融、冰压力等作用引起的冻害问题。可能受基土冻胀破坏的其他水工建筑物，可参照本规范执行。

第 1.0.2 条 本规范适用于季节冻土标准冻深大于 30cm 地区的衬砌渠道和标准冻深大于 50cm 地区的其他渠系建筑物。

第 1.0.3 条 渠系工程抗冻胀设计应贯彻因地制宜、安全可靠、技术先进、经济合理的原则。

第 1.0.4 条 渠系工程抗冻胀设计的主要技术要求有：

一、结合抗冻胀要求选择渠道线路或建筑物地点并进行必要的技术经济论证；

二、对抗冻胀设计所需的基本资料进行调查收集，通过计算和必要的试验确定冻结和冻胀的基本参数，判定地基土的冻胀性类别；

三、合理选择满足抗冻胀要求的工程布置、结构型式和技术措施；

四、对冻胀作用下各类构造物的位移、强度及稳定性进行验算，确定抗冻胀措施；

五、提出施工工艺及管理运用方面的抗冻胀要求。

第 1.0.5 条 抗冻胀的工程措施可采取下列一项或综合采用几项：

一、削减或消除土的冻胀作用，包括：用非冻胀性土置换或进行压密，加强防渗、隔水及排水，保温，增大地基的荷载等；

二、采用适应冻胀变形能力强的结构型式或尽量减少建筑物和冻土的接触面积；

三、加强地基对建筑物基础的锚固作用。

第 1.0.6 条 渠系工程进行抗冻胀设计应首先满足本规范的要求，并符合现行有关规范、规程的要求。

第二章 基本参数的确定

第一节 冻 结 深 度

第 2.1.1 条 工程地点的标准冻深，可采用气温条件相近的邻近气象台（站）的多年冻深平均值，该气象台（站）的冻深资料（包括插补延长）系列不宜短于 10 年。

第 2.1.2 条 工程地点的标准冻深资料短于 10 年或无资料时，可根据当地的 10 年以上气温资料，计算冻结指数多年平均值，按式（2.1.2）计算工程地点的标准冻深。

$$H_n = \alpha \cdot \sqrt{I_n} \tag{2.1.2}$$

式中 H_0 ——工程地点的标准冻深，cm；

I_0 ——冻结指数的多年平均值，℃·d；

α ——系数，按表 2.1.2 取用。

表 2.1.2 α 值 表

I_0（℃·d）	100	300	500	800	1000	1200	1500	1800	2000	2200	2400	2600	2800
α	2.90	3.01	3.13	3.31	3.41	3.58	3.79	4.01	4.17	4.33	4.50	4.68	4.86

注：本表允许内插取值。

第 2.1.3 条 工程设计冻深系指工程地点自冻结后地面算起的冻结深度，按式（2.1.3）计算：

$$H_d = K_p \cdot K_d \cdot K_z \cdot H_0 \tag{2.1.3}$$

式中 H_d ——工程设计冻深，cm；

K_p ——频率模比系数，按第 2.1.4 条确定；

K_d ——考虑日照及遮荫程度的修正系数，按第 2.1.5 条确定；

K_z ——地下水影响系数，按第 2.1.6 条确定。

第 2.1.4 条 冻深年际变化的频率模比系数 K_p，可由图 2.1.4 根据标准冻深值查得。Ⅳ级、Ⅴ级的建筑物按频率为 10%的曲线查取，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级建筑物按频率为 5%的曲线查取。

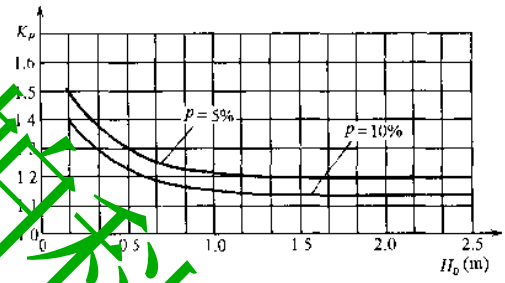


图 2.1.4 频率模比系数 K_p 与标准冻深 H_0 关系曲线

第 2.1.5 条 考虑日照及遮荫程度的冻深修正系数 K_d，根据工程地点所在纬度及建筑物轴线走向，在下列范围内选用：

向阳面 K_d=0.65～1.0；

底 面 K_d=1.0～1.2；

遮荫面 K_d=1.2～1.5。

上述数值当建筑物轴线接近南北方向时，向阳面取大值，其他情况取小值；当建筑物轴线接近东西方向时，向阳面取小值，其他情况取大值。同一轴线方向下，纬度以北纬 35°至 50°为界限，纬度高的，向阳面取大值，其他情况取小值。

第 2.1.6 条 地下水对冻深的影响系数 K_z，按表 2.1.6 取用。

表 2.1.6 K_z 值 表

土 类 / z（m）	高、中液限的粘质土和粉质土	低液限的粘质土和粉质土	沙
$z \geq 2.0$	1.0～0.95	1.0	1.0
$2.0 > z \geq 1.5$	0.95～0.90	1.0～0.95	1.0
$1.5 > z \geq 1.0$	0.90～0.84	0.95～0.90	1.0～0.97
$1.0 > z \geq 0.5$	0.84～0.75	0.90～0.80	0.97～0.94

水利电力出版社

续表 2.1.6

土类 / z (m)	高、中液限的粘质土和粉质土	低液限的粘质土和粉质土	沙
0.5>z≥0	0.73～0.62	0.80～0.70	0.94～0.85

注：1. z 为地下水位深度（m），可取当地日平均气温稳定降至 0℃日前或后 5 天内的 10 年平均值；
2. 可据 z 值用内插法取 K_z 值。

第二节 冻 胀 量

第 2.2.1 条 对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级建筑物，其冻胀量应尽量在现场按照工程建成后的土质、水分、温度及运行条件，进行原型模拟试验测定。野外冻胀量的观测方法可参照《土工试验规程》（SDS01-79）中土-066-79 项执行。

当各种条件下的冻胀量全部实测存在困难时，可按本规范第 2.2.3 条至第 2.2.8 条的规定，用两种方法进行计算，并选用计算结果的大值作为各种条件下的冻胀量。

第 2.2.2 条 对Ⅳ、Ⅴ级建筑物，可根据已取得的计算所需参数和公式适用范围，选用本规范第 2.2.3 条或第 2.2.4 条规定的两种计算方法之一，通过计算确定冻胀量。

第 2.2.3 条 当已知工程地点的工程设计冻深 H_d 或冻结指数的多年平均值 I_0 时，按式（2.2.3-1）至式（2.2.3-4）计算确定冻胀量。

一、高、中液限的粘质土和粉质土的冻胀量按式（2.2.3-1）计算：

$$h = 4.3\alpha_p \cdot \alpha_\rho \cdot e^{-0.84(0.017H_d-2.3)^2-0.7z} \qquad (2.2.3\text{-}1)$$

本式的适用范围是 50cm≤H_d≤220cm。

式中 h——冻胀量，cm；

α_p——荷载修正系数，按式（2.2.3-3）计算；

α_ρ——土体密度修正系数，按式（2.2.3-4）或式（2.2.3-5）计算；

z——地下水位深度，m，其确定方法见表 2.1.6 注 1。

二、砂类土的冻胀量按式（2.2.3-2）计算：

$$h = 22.5\alpha_p \cdot \alpha_\rho \cdot e^{-0.16\left(\frac{I_0}{265}-4.53\right)^2} - 0.107z \qquad (2.2.3\text{-}2)$$

本式的适用范围是 I_0≤2200（℃·d）。

式中 I_0——工程地点的冻结指数多年平均值。

三、荷载修正系数 α_p 按式（2.2.3-3）计算：

$$\alpha_p = e^{-\beta \cdot p_i} \qquad (2.2.3\text{-}3)$$

式中 p_i——计算地点上地基的荷载强度，kPa；

β——与土的干密度 ρ_d 有关的系数，按表 2.2.3 选用；若计算地点土的干密度小于 1350kg/m³ 时，取 ρ_d=1350kg/m³。

表 2.2.3 β 值 表

ρ_d (kg/m³)	1350	1400	1450	1500	1550	1600	1650	1700	1750
β	0.034	0.025	0.018	0.014	0.010	0.007	0.005	0.004	0.003

注：本表允许内插取值。

万方数据科技

四、土体密度修正系数 α_ρ 按式（2.2.3 4）或式（2.2.3-5）计算。

1. 按表 2.1.6，当 $K_z=1$ 时，

$$\alpha_\rho = 4.78 - 2.7\rho_d \tag{2.2.3-4}$$

2. 按表 2.1.6，当 $K_z<1$ 时，

$$\alpha_\rho = e^{-5(\rho_d-1.35)} \tag{2.2.3-5}$$

本式适用范围为 $\rho_d \geqslant 1350 kg/m^3$。

第 2.2.4 条 当已知工程地点冻结期内地下水位动态时，可按式（2.2.4）计算冻胀量 h：

$$h = \frac{\alpha_\rho \cdot f \cdot H_d}{100} \tag{2.2.4}$$

式中 α_ρ——荷载修正系数，按式（2.2.3-3）计算；

f——土的平均冻胀强度（%），由本规范第 2.2.5 条至第 2.2.8 条确定。

第 2.2.5 条 土的平均冻胀强度 f，按冻结期内地下水位至冻结层下限的平均距离 z_ρ 值大小分为地下水浅埋、地下水深埋和地下水浅埋到深埋的过渡等三种情况，分别加以确定：

一、z_ρ 值符合式（2.2.5-1）时，属地下水浅埋，即

$$z_\rho \leqslant z_0 \tag{2.2.5-1}$$

二、z_ρ 值符合式（2.2.5-2）时，属地下水深埋，即

$$z_\rho \geqslant z_0 + 0.5 \tag{2.2.5-2}$$

三、z_ρ 值符合式（2.2.5-3）时，属地下水浅埋到深埋的过渡情况，即

$$z_0 \leqslant z_\rho \leqslant z_0 + 0.5 \tag{2.2.5-3}$$

以上各式中，z_ρ 为冻结期内地下水位至冻结层下限的平均距离（m）。z_0 为地下水对冻结层无显著影响时的临界深度，根据不同土质，按表 2.2.5 确定。

表 2.2.5 z_0 值 表

土 类	高液限粘质土和粉质土	中液限粘质土和粉质土	低液限粘质土和粉质土	沙 土
z_0 (m)	2.0	1.5	1.0	0.5

第 2.2.6 条 地下水浅埋时，f 按式（2.2.6）确定：

$$f = \alpha_1 e^{-\beta_1 z_\rho} \tag{2.2.6}$$

式中，α_1，β_1 为系数，按表 2.2.6 取用，其余符号同前。

表 2.2.6 α_1，β_1 值 表

土 质	z_ρ (m)	α_1	β_1
高液限粘质土和粉质土	$0 \leqslant z_\rho \leqslant 1.0$	40～30	1.25
	$1.0 < z_\rho \leqslant 2.5$	27～21	0.85
中液限粘质土和粉质土	$0 \leqslant z_\rho \leqslant 2.5$	30～19	1.1

水利电力出版社

续表 2.2.6

土质	z_p（m）	α_1	β_1
低液限粘质土和粉质土	$0 \leqslant z_p \leqslant 1.5$	19～14	1.2

注：当土的塑性指数大时，取大值。

第 2.2.7 条 地下水深埋时，f 按式（2.2.7）确定：

$$f = \alpha_2(w - \beta_2 w_p) \tag{2.2.7}$$

式中 α_2——系数，当土中粘粒含量自 10%变化到 30%时，α_2 值范围为 0.4～0.5；

β_2——系数，取值范围为 0.7～0.9，根据土质，含粉粒高的土取小值；

w——日平均气温稳定通过 0℃前或后 5 天内，标准冻深范围内土的平均重量含水量，%；

w_p——土的塑限含水量，%。

第 2.2.8 条 当地下水属浅埋到深埋的过渡情况时，f 应分别按式（2.2.6）及式（2.2.7）计算，取用两种计算结果的大值。

第三节 土的冻胀性及地基土的冻胀性工程分类

第 2.3.1 条 土按粒径组成可划分为非冻胀性土和冻胀性土。粗粒土中粒径小于 0.05mm 的土粒重量占土样总重量 10%及以下时，为非冻胀性土；细粒土以及粒径小于 0.05mm 的土粒重量超过土样总重量 3%的粗粒土为冻胀性土。

第 2.3.2 条 地基土的冻胀性工程分类，以其在具体工程条件下可能产生的冻胀量大小为判定指标。冻胀性按表 2.3.2 由弱至强划分为五个类别。表中的冻胀量 h 数值，按本规范第 2.2.1 条至 2.2.8 条的有关要求确定。同一土层中不同部位的土可能有不同的冻胀性类别。

表 2.3.2 地基土的冻胀性工程分类

判定标准 \ 冻胀性类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
冻胀量 h（cm）	$h \leqslant 2$	$2 < h \leqslant 5$	$5 < h \leqslant 12$	$12 < h \leqslant 22$	$h > 22$

第四节 冻胀力的取值

第 2.4.1 条 混凝土、浆砌石或木质基础侧表面的单位切向冻胀力值 τ，按表 2.4.1 选用。表中的冻胀性类别按本规范第 2.3.2 条确定，在同一冻胀性类别中，依据冻胀量的大小用内插法确定 τ 值。

表 2.4.1 单位切向冻胀力 τ 值表

冻胀性类别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
单位切向冻胀力 τ（kPa）	30～50	50～80	80～120	120～150	150～200

注：1. 对表面光滑的钢筋混凝土预制桩，表中数值应乘以 0.8；

2. 对表面刨糙的浆砌石墩台类基础，表中数值应乘以 1.2。

第 2.4.2 条 基础无垂直冻胀位移时，单位法向胀力标准值 σ_0 按表 2.4.2 选用，表中的冻胀性类别按本规范第 2.3.2 条确定，同一冻胀性类别中，依据冻胀量的大小用内插法确定 σ_0 值。

表 2.4.2 单位法向冻胀力标准值 σ_0 表

基础板面积（m^2）	5	10	50	100 及以上
冻胀性类别	单位法向冻胀力标准值 σ_0（kPa）			
Ⅰ	50～100	30～60	20～50	10～30
Ⅱ	100～150	60～100	50～80	30～60
Ⅲ	150～210	100～150	80～130	60～100
Ⅳ	210～290	150～220	130～190	100～150
Ⅴ	290～390	220～300	190～260	150～210

注：表 2.4.2 适用于短边尺寸不小于 2.0m 的板型基础。

第 2.4.3 条 挡土墙无水平冻胀位移时的单位水平冻胀力标准值 σ_{hm} 按表 2.4.3 选用。表中的冻胀性类别按本规范第 2.3.2 条确定，同一冻胀性类别中，依据冻胀量的大小用内插法确定 σ_{hm} 值。

表 2.4.3 单位水平冻胀力标准值 σ_{hm} 值

冻 胀 性 类 别	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
单位水平冻胀力标准值 σ_{hm}（kPa）	≤50	50～100	100～150	150～200	200～250

水利电科技

第三章 抗 冻 胀 计 算

第一节 一 般 规 定

第 3.1.1 条 渠系工程的抗冻胀计算一般应包括：渠道衬砌体及板式护面结构的冻胀位移量；校核其他结构在冻胀力作用下的稳定性、强度和位移量。若经计算后不能满足抗冻胀要求或不经济合理时，应按本规范第四章的有关规定，采取抗冻胀措施。

第 3.1.2 条 各种冻胀力是渠系工程在冻结期的正常荷载，应按有关规范要求参加荷载组合并选取安全系数。

第二节 衬 砌 渠 道

第 3.2.1 条 衬砌渠道的最大冻胀位移值应按下述步骤确定：

一、根据渠道沿线的土质、水分条件和渠道走向等变化对渠道分段。

二、在每段选出具有代表性的渠道横断面，并按本规范第二章第二节的要求确定出渠道横断面上不同部位地基土的冻胀量。

三、选取渠道横断面上的冻胀量最大值为该段衬砌渠道的最大冻胀位移值。

第 3.2.2 条 对冻结期行水、地下水位高于渠底、渠底有积水（冰）及有傍渗水补给的渠道，在渠道设计冻深和冻胀量计算中做如下规定：

一、在水（冰）面或傍渗水溢出点以上 1.0m 范围内的渠道边坡，地下水对冻深的影响系数 K_z 按表 2.1.6 选用，但地下水深 z 值应以水（冰）面为地下水面计算。

二、在水（冰）面或傍渗水溢水点以上 0.5m 范围内的渠道边坡，取地下水深度 $z=0$，按本规范第二章第二节的规定确定该点的冻胀量。

第 3.2.3 条 用常用材料衬砌的梯形断面渠道，其允许冻胀位移值，可按表 3.2.3 选用。衬砌渠道断面深度大于 3.0m 和衬砌板单块尺寸大于 5.0m 时，取表中小值；衬砌渠道断面深度小于 1.5m 和衬砌板单块尺寸小于 2.5m 时取大值。

表 3.2.3 衬砌渠道的允许位移值

衬砌材料	混凝土	砌石	沥青混凝土	整体式U形槽
允许位移值（cm）	0.5～2	1～3	3～5	4～5

第 3.2.4 条 衬砌渠道横断面上的最大冻胀位移值必须小于或等于第 3.2.3 条规定的衬砌渠道允许位移值。

第三节 桩、墩及受切向冻胀力作用的基础

第 3.3.1 条 对冻胀性地基中的桩、墩基础必须进行抗冻拔稳定计算及结构强度计算。除经特殊论证外，在抗冻胀计算中其工作状态取为全约束，即允许的冻拔位移量为零；对埋置深度等于或大于工程设计冻深的板、墙等其他基础，必须按本节的有关规定，对其在切向冻胀力作用下的抗冻拔稳定性、位移量和强度进行验算。

第 3.3.2 条 基础所受的总切向冻胀力 T（kN）按式（3.3.2）计算：

$$T = K_h \cdot \tau \cdot u \cdot H_d \tag{3.3.2}$$

式中 τ——单位切向冻胀力，kPa，按本规范表 2.4.1 选用；

u——冻土层内基础横断面的平均周长，m；

K_h——有效冻深系数，根据土质类别和地下水条件按表 3.3.2 选用。

表 3.3.2 有效冻深系数 K_h 值表

土类	高液限粘质土和粉质土		中液限粘质土和粉质土		低液限粘质土和粉质土	
冻结期地下水位距冻结层下限的最小距离（m）	≥2.0	<2.0	≥1.5	<1.5	≥1.0	<1.0
K_h	2/3	1.0	2/3	1.0	2/3	1.0

第 3.3.3 条 基础所受总极限摩阻力 F_u（kN）按式（3.3.3）计算：

$$F_r = 0.4\sum f_i \cdot h_i \cdot u_i \qquad (3.3.3)$$

式中 0.4——计算基础冻拔稳定时摩阻力系数；

f_i——冻结层下限以下与基础接触的各土层对基础侧壁作用的单位极限摩阻力，kPa；

h_i——冻结层下限以下与基础接触的各土层相应厚度，m；

u_i——冻结层下限以下与各未冻土层接触的基础横断面的平均周长，m。

第 3.3.4 条 在切向冻胀力作用下，基础抗冻拔的稳定条件是：

$$P + G + F_r + \sum F_i \geqslant K_r \cdot m_\sigma \cdot T \qquad (3.3.4)$$

式中 P——取结构恒荷载。当跨年度施工时，取停工入冬前的最小恒荷载，kN；

G——基础自重，水下部分取浮重，kN；

$\sum F_i$——除 P、G、F_r 外基础所受的其他阻拔力，kN，如冻结层下限以下作用在扩大基础板上的土重、冻胀反力 P_A 等。关于冻胀反力 P_A 的计算见附录一；

K_r——安全系数。对桩、墩基础，砌筑或架设上部结构之前，K_r 取 1.1；砌筑或架设上部结构之后，对静定结构 K_r 取 1.2、对超静定结构 K_r 取 1.3。对立板、墙等其他基础，允许位移时取 1.1，不允许位移时取 1.2；

m_σ——冻胀力衰减系数，按第 3.3.5 条计算。

第 3.3.5 条 冻胀力衰减系数 m_σ 按式（3.3.5）计算：

$$m_\sigma = 1 - \left[\frac{[S]}{h}\right]^{0.5} \qquad (3.3.5)$$

式中 $[S]$——沿冻胀力方向的允许基础位移值，cm。对桩、墩基础 $[S]=0$；对板型基础 $[S]$ 按表 3.4.2 查取；对挡土墙 $[S]$ 按表 3.5.3-2 查取；

h——相应位置地基土的冻胀量，cm，按第二章第二节有关要求确定。

第 3.3.6 条 按（3.3.6）式计算基础的结构强度：

$$\frac{K_r \cdot m_\sigma \cdot T - (P + G_i + F_i)}{A_i} \leqslant [\sigma] \qquad (3.3.6)$$

式中 G_i——最薄弱断面以上的基础自重，kN；

F_i——最薄弱断面至冻土层下限间融土与基础侧面的总摩阻力，kN；

A_i——最薄弱断面处的截面积，m^2。基础若为钢筋混凝土时，A_i 为纵向受拉钢筋横断面积的总和；

$[\sigma]$——材料的允许拉应力，kPa。

第四节 板 型 基 础

第 3.4.1 条 本节规定适用于基础底面受到法向冻胀力作用且平面投影面积大于 $5m^2$、短边尺寸不小于 2m 的基础板；对基础埋置深度在冻土层以下、基础底面不受法向冻胀力作用的其他尺寸基础板，应按第三章第三节的有关规定，计算基础板在切向冻胀力作用下的稳定性、位移量和强度。

第 3.4.2 条 根据建筑物的使用要求、运用条件、结构特点和建筑物级别等，经过充分论证，可允许部分基础板发生冻胀位移。常用基础板的允许垂直位移值 $[S]$ 按表 3.4.2

查取；基础板的实际冻胀位移量，即该点地基的冻胀量 h 按第二章第二节的规定计算。当该值大于表 3.4.2 的允许值时，应按第四章第一节的规定，采取抗冻胀措施。

第 3.4.3 条 板型基础所受单位法向冻胀力设计值 σ 按式（3.4.3）计算：

$$\sigma = m_\sigma \cdot \alpha_l \cdot \sigma_0 \tag{3.4.3}$$

式中 m_σ——冻胀力衰减系数，按式（3.3.5）计算，当不允许基础板位移时 $m_0=1$；

α_l——冻胀层厚度影响系数，按第 3.4.4 条确定；

σ_0——单位法向冻胀力标准值，kPa，由表 2.4.2 选取。

表 3.4.2 板型基础允许垂直位移值[S] （cm）

建筑物类型及结构部位	[S]
涵、闸进出口板型基础	2.0
闸室段钢筋混凝土基础板	2.5
陡坡段底板、护坦板：有约束钢筋混凝土板	2.5
无约束钢筋混凝土板	3.0

第 3.4.4 条 冻胀层厚度影响系数 α_l 按式（3.4.4）计算：

$$\alpha_l = \left(1 - \frac{0.7\delta}{H_d}\right)^{3/2} \tag{3.4.4}$$

式中 H_d——工程设计冻深，cm，按第 2.1.3 条确定；

δ——基础板厚度，cm。

第 3.4.5 条 基础板抗冻胀计算必须同时满足式（3.4.5-1）和式（3.4.5-2）。

一、对整体稳定条件要求：

$$K_\sigma \cdot (\alpha_0 \cdot \sigma_0 \cdot A_\sigma + \tau \cdot S)\ m_\sigma \leqslant W + G \tag{3.4.5-1}$$

式中 K_σ——板基稳定安全系数，允许基础板发生位移时取 1.1，不允许基础板发生位移时取 1.2；

A_σ——基础板底面与地基接触面的水平投影面积，m^2；

S——基础侧面与冻土的接触面积，m^2。

二、对冻胀位移要求：

$$h \leqslant [S] \tag{3.4.5-2}$$

式中 h——冻胀量，cm，按第 2.2.3 条或第 2.2.4 条计算；

$[S]$——允许位移值，cm，对板型基础查表 3.4.2；对挡土墙查表 3.5.3-2。

第五节 挡 土 墙

第 3.5.1 条 本节对挡土墙的抗冻胀计算方法适用于外露墙体高度 H_w 不大于 3 倍工程设计冻深 H_d 及墙高小于 8m 的挡土墙；当超过上述限定时，应参照本规范第四章第四节的有关规定采取抗冻胀措施或作专门抗冻胀论证。

第 3.5.2 条 单位水平冻胀力沿墙高的设计压强分布如图 3.5.2。

第 3.5.3 条 单位水平冻胀力设计值 σ_h 按式（3.5.3）计算：

石家庄科技

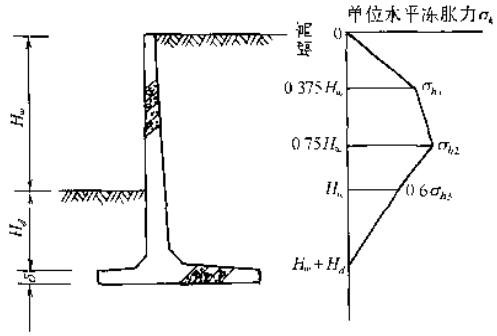


图 3.5.2 单位水平冻胀力沿墙高的压强分布图

$$\sigma_h = 0.7 \cdot c_t \cdot m_\sigma \cdot \sigma_{hm} \tag{3.5.3}$$

式中 σ_h— 单位水平冻胀力设计值，kPa；

0.7— 压强修正系数；

c_t — 挡土墙迎土面边坡修正系数，按表 3.5.3-1 选取；

m_σ — 冻胀力衰减系数，按式（3.3.5）计算，其中的允许位移值 $[S]$ 查表 3.5.3-2；

σ_{hm} — 单位水平冻胀力标准值，kPa，由表 2.4.3 选用。

表 3.5.3-1 挡土墙迎土面边坡修正系数 c_t 表

迎土面边坡比	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
c_t	1.0	0.90	0.85	0.81	0.79	0.775	0.78	0.775	0.77	0.765	0.76

表 3.5.3-2 挡土墙允许位移值[S]表 (cm)

挡土墙结构类型	[S]	
	垂直方向	水平方向
浆砌石重力式	2.0	0
混凝土重力式	2.5	(0.001~0.002) 墙高
钢筋混凝土悬臂式	5.0	(0.008~0.01) 墙高
其他型式钢筋混凝土独立式挡土墙及整体U型槽侧墙	3.0（墙） 5.0（槽）	(0.004~0.005) 墙高

注：表中允许水平位移量按挡土墙等级选用，等级高者取小值。

第 3.5.4 条 挡土墙的整体抗倾覆稳定性按式（3.5.4）验算：

$$K_1 = \frac{M_p}{M_h} \geqslant [K_1] \tag{3.5.4}$$

式中 K_1 —挡土墙抗倾覆安全系数；

M_p —抗倾覆力矩，kN·m；

M_h——冻胀倾覆力矩，kN·m，由第3.5.3条计算出的单位水平冻胀力设计值和第3.5.2条给定的设计压强分布图确定；

$[K_1]$——抗倾覆允许安全系数，Ⅳ、Ⅴ级建筑物取1.05；Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级建筑物取1.10。

第3.5.5条 挡土墙垂直方向的稳定条件应同时满足以下两项要求：

一、抗冻拔条件符合第3.3.4条要求。

二、位移条件符合式（3.4.5-2）要求。

第3.5.6条 挡土墙的抗冻胀强度计算，取外露墙高H_w的底部断面做为计算断面，应满足式（3.5.6）要求：

$$K_2 = \frac{M_a}{M_f} \geqslant [K_2] \tag{3.5.6}$$

式中 K_2 ——挡土墙强度安全系数；

M_a——挡土墙计算断面的破坏弯矩，kN·m；

M_f ——挡土墙计算断面上的冻胀力矩，kN·m；

$[K_2]$——挡土墙强度允许安全系数，Ⅳ、Ⅴ级建筑物取1.05，Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级建筑物取1.10。

第四章 抗冻胀结构及工程措施

第一节 衬砌渠道

第4.1.1条 当衬砌渠道的地基冻胀量大于允许位移值时，应从适应冻胀、回避冻胀、削减或消除冻胀等三个方面，选用下述措施之一或综合措施，使衬砌渠道的冻胀位移值满足抗冻胀要求。

第4.1.2条 当渠道的冻胀位移值在2倍允许冻胀位移值之内时，对渠床属Ⅱ类（含Ⅱ类）以下冻胀类别的中小型渠道，可采取以下抗冻胀结构措施：

一、对梯形混凝土衬砌渠道，可采用架空梁板式或预制空心板式结构。

二、采用整体式混凝土U型槽衬砌，圆弧直径应小于2.0m，圆弧上部直线段采用小于1∶0.2的斜坡。

三、采用弧形断面或弧形渠底、梯形边坡断面，沿渠轴线方向和沿渠坡方向每隔3～4m必须设冻胀变形缝，缝内填充在当地最低气温下仍具柔性的止水材料。

第4.1.3条 当渠床的冻胀值大于2倍允许位移值或渠床的冻胀性属于Ⅲ类及高于Ⅲ类的中小型渠道，可采取下列回避冻胀的结构措施：

一、采用地表式整体混凝土U型槽或矩型槽，槽底按第4.1.4条要求设置非冻胀性土置换层，槽侧回填土高度应小于槽深的1/3。

二、用桩、墩等基础支撑输水槽体，使槽体与基土脱离。桩、墩的允许冻拔量为零。

三、采用暗渠或暗管输水，暗渠（管）的埋置深度应等于或大于工程设计冻深。

第4.1.4条 置换措施：

用符合第 2.3.1 条规定的非冻胀性土置换渠床原状土，渠床各部位置换深度 H_n（cm）按式（4.1.4）计算：

$$H_n = \varepsilon \cdot H_d - \delta_0 \tag{4.1.4}$$

式中 ε——置换比（%），按表 4.1.4 选取；

δ_0——衬砌板厚度，cm；

H_d——置换部位的工程设计冻深，按式（2.1.3）计算，cm。

表 4.1.4 渠床置换比 ε 值表

地下水深度 z（cm）	土质	置换比 ε（%）	
		坡面上部	坡面下部、渠底
$z \geq H_d+250$	高液限粘质土和粉质土	50～70	70～80
$z \geq H_d+150$	中液限粘质土和粉质土		
$Z \geq H_d+150$	低液限粘质土和粉质土	40～50	
z 小于上述值	高、中液限粘质土和粉质土	60～80	80～100
	低液限粘质土和粉质土	50～60	60～80

当置换层有被淤塞危险时，应在置换体外围设置土工膜料或土工布保护；若置换体有可能饱水冻结时，必须保证冻结期置换体有排水出路，可按 4.1.5 条执行。

第 4.1.5 条 排水措施：

一、当冻融层或置换层下不透水或弱透水层较薄，深层地下水埋深大于工程设计冻深时，可在渠底每隔 10～20m 设一眼盲井，使冻融层或置换层与地下水联通。

二、当渠床的冻融层有排水出路时，可在工程设计冻深底部设置纵、横向排水暗管，把渠床冻融层中的重力水或渠道傍渗水排出渠外。

三、对冬季输水的衬砌渠道，当渠侧有傍渗水补给渠床时，可在最低行水位以上设置反滤排水体，排水口设在最低行水位处，将傍渗水排入渠内，避免浸湿渠床。

第 4.1.6 条 保温措施：

在衬砌体下铺设聚苯乙烯硬质泡沫板，泡沫板的选择和厚度要求可按第 4.3.5 条执行。对中小型渠道，材料性能不低于附表 5.1 的泡沫板厚度可按工程设计冻深 H_d 的 1/10～1/15 取用，渠道断面上冻胀量大的部位取大值（聚苯乙烯硬质泡沫板性能见附表 5.1）。

对冬季行水渠道，水位按等流量控制时，在设计最小水位下，可按冰（水）保温考虑；在冰（水）面以上采用泡沫板保温。

第 4.1.7 条 隔水措施：

当地下水深埋［符合式（2.2.5-2）］且无傍渗水补给时，可在衬砌体下铺设聚乙烯薄膜或土工膜；衬砌体与膜料间可用 25 号水泥砂浆做过渡层。

第 4.1.8 条 压实措施：

用压实或强夯法提高渠床土的密度，应同时满足压实度不低于 0.98、干密度不低于 1600kg/m³ 和不小于原天然干密度的 1.05 倍等三项要求。

第 4.1.9 条 衬砌渠道的规划、防渗方案和运行管理等应满足下述要求：

一、衬砌渠道的线路，应尽量避开冻胀性土和地下水埋深较浅的地段；尽量采用填方

水规技术

渠道，渠底高程可参照本规范表 2.1.6 中 $K_c=1$ 的条件确定；对挖方渠道应同时考虑傍渗水的排除措施。

二、应尽量选用以土石料护面的埋藏式上工膜防渗方案。

三、冬季不行水渠道，宜在日平均气温稳定进入 0℃日前 10 天停水；冬季行水渠道，在负温期必须连续行水，并保持在最低设计水位以上运行。

四、每年应进行一次衬砌体的裂缝修补，使砌块缝间填料保持原设计状态；衬砌体的封顶应保持完好，不允许有外水流入衬砌体背后。

五、应及时维修各种排水措施，保证排水畅通。冬季不行水渠道应在停水后及时清障，不允许渠内和排水沟内积水。

六、渠堤外侧，应植喜水性树木护渠。

第二节 桩、墩类基础

第 4.2.1 条 当桩、墩类基础不能满足切向冻胀力作用下的抗冻胀要求时，应从削减切向冻胀力和增加基础的锚固力两个方面，选用第 4.2.2 条至第 4.2.4 条中的方法之一或综合措施。

第 4.2.2 条 用非冻胀性土置换地基，以消除切向冻胀力。其具体要求是：

一、置换深度：地基土的标准冻层Ⅲ类及以上类别时，按全部工程设计冻深置换，Ⅰ、Ⅱ类别土按 2/3 工程设计冻深置换。

二、置换平面范围：置换的平面范围按式（4.2.2）确定：

$$R \geqslant \frac{d}{2} + H_n \tag{4.2.2}$$

式中 R——以桩纵轴为基准的置换半径，或以墩、板等中心线为基准的置换宽度，m；

d——桩的直径或墩、板等的长、宽方向尺寸，m；

H_n——置换深度，m。

三、在置换层顶面铺设土工布防止细颗粒土侵入。上面再铺以保护层。

四、置换层应参照第 4.1.5 条设排水出路，无排水出路时，不宜采用置换措施。

第 4.2.3 条 可以采取下列措施，通过减少基土与基础间的冻结力来削减切向冻胀力：

一、在冻层范围内的基础表面应尽量平滑、光洁，如用钢筋混凝土预制管作模板，或用钢模浇筑混凝土等。

二、在冻层范围内的基础侧表面包以聚乙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜、沥青玻璃丝布等隔离材料。

三、在冻层范围内的桩基础侧表面外设双层油套管。双层油套管的作用与构造见附录二。

四、在允许的条件下，减小冻层范围内与基土接触的基础面积。

五、对冻层范围内的基础侧表面作涂层处理。常用的涂层材料有沥青、环氧树脂、糠醇树脂等。糠醇树脂的配合比见附表 5.2。

第 4.2.4 条 可采用下列结构措施增大基础的锚固力。

一、增加基础的入土深度。

二、在设计冻深以下加大基础断面。其主要型式有：独立扩大式基础、锚固底梁基础、变

行业标准

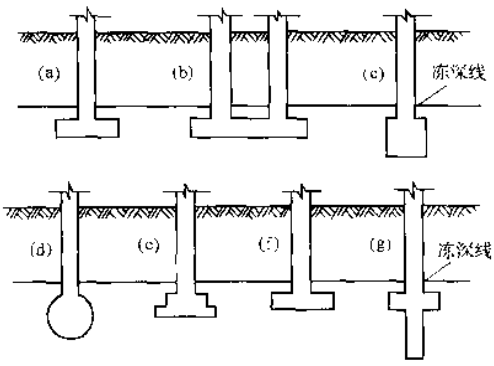


图 4.2.4 常用扩大式基础示意图
(a) 独立式扩大桩基础；(b) 锚固底梁；(c) 变径桩；(d) 爆扩桩；(e) 阶式基础；(f) 扩大式墙基础；(g) 锚固环基础

径桩基础、爆扩大头桩基础、阶式基础、扩大式墙基础、锚固环式基础等(图 4.2.4)。宜视具体情况选用。对扩大式基础上接受的冻胀反力按附录一计算。

第三节 板 型 基 础

第 4.3.1 条 当板型基础不能满足抗冻胀要求时，可采用第 4.3.2 条至第 4.3.6 条中的方法之一或综合抗冻胀措施：

一、消除或削减地基土的冻胀。

二、减少基础与地基的接触面积或加大地基的附加荷载。

三、采用抗冻胀能力强或适应地基冻胀作用的结构。

第 4.3.2 条 置换法。用非冻胀性土置换地基土时应满足下述要求：

一、置换深度 H_n 按式 (4.3.2) 计算

$$H_n = K_h \cdot H_d \tag{4.3.2}$$

式中 K_h —— 有效冻深系数，由表 4.3.2 查取；

H_d —— 工程设计冻深，cm，按式 (4.1.3) 计算。

二、置换平面范围：沿基础平面轮廓线向外加大 50cm。

三、置换土料的粒径应符合第 2.3.1 条对非冻胀性土的规定。

四、参照第 4.1.5 条规定设排水出路。

第 4.3.3 条 隔层封闭法。用土工膜把地基土分层包裹封闭，按下述要求执行：

一、封闭深度 H_f 按式 (4.3.3) 计算，即

$$H_f = H_d - 0.7\delta \tag{4.3.3}$$

式中 H_f—— 隔层封闭地基深度，cm；

0.7 —— 基础厚度折减系数；

δ —— 基础板厚度，cm。

二、封闭平面范围：沿基础平面轮廓线向外加大 50cm。

三、回填土料规定：每隔层上厚 30～50cm，含水量宜低于 0.8 倍塑限含水量，干密度不低于原基土天然干密度的 1.05 倍。

四、各封闭层必须保证严密、不透水；基础侧面应采取削减切向冻胀力措施。

第 4.3.4 条 用压实法或强夯法压密地基应满足以下要求：

一、压密深度及范围：与第 4.3.3 条封闭深度和范围要求相同。

二、密度要求：地基承受的附加荷载大于或等于 10kPa 时，压实度不低于 0.95，小于 10kPa 时，压实度不低于 0.98，并且干密度皆不应低于 1600kg/m^3。

三、若原地基土的冻胀性属Ⅲ类以上时，压实土侧面边坡应加铺塑料薄膜与周围土体隔离。

第 4.3.5 条　视工程具体条件可采用下列保温措施：

一、水层保温。在基础板上蓄水。使地基不受冻的水层厚度 H_s 按式（4.3.5-1）确定：

$$H_s \geqslant 0.6(H_d - 0.7\delta) \qquad (4.3.5\text{-}1)$$

式中　H_s——保温水层厚度，cm；

0.6——经验系数。

二、采用保温基础。

1. 保温材料在强度、压缩系数、吸水性、耐久性等方面应满足工程设计要求；

2. 按式（4.3.5-2）计算保温基础的设计热阻值 R_w：

$$R_w = 0.0166 \cdot \sqrt{I_0} \cdot K_w \qquad (4.3.5\text{-}2)$$

式中　R_w——保温基础设计热阻值，$m^2 \cdot h \cdot ℃/kJ$；

K_w——热阻修正系数，当 I_0=100～2800℃·d 时，K_w=0.71～1.19，用内插法取值；

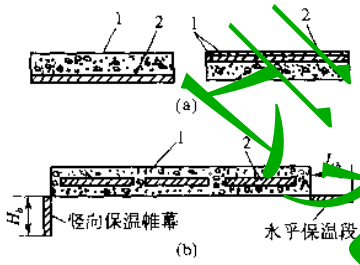


图 4.3.5　保温基础板构造示意图
（a）叠层式结构；（b）夹层式结构
1—混凝土；2—保温材料

3. 对小型工程，允许用材料性能不低于附表 5.1 的物理力学性能要求时，可按（1/10～1/15）·H_d 确定保温材料的厚度；

4. 保温基础的结构形式根据基础稳定和强度要求选用，可采用叠层式或夹层式结构，如图 4.3.5 所示；

5. 保温基础四周根据基础形式、施工条件等具体情况，可选用水平保温段或竖向保温帷幕两种方法之一以消除周边影响（图 4.3.5）。水平保温段尺寸 L_b 或竖向保温帷幕深度 H_b 按式（4.3.5-3）计算；其热阻值应与基础板的设计热阻值相同。

$$L_b = H_b = H - \delta \qquad (4.3.5\text{-}3)$$

第 4.3.6 条　排水法。按第 4.1.5 条执行。

第四节　挡　土　墙

第 4.4.1 条　对不能满足抗冻胀要求的挡土墙，可单独或综合采用下述措施提高挡土墙的抗冻胀能力。

一、选用适应冻胀变形能力强的结构形式。

二、采用消除或削减挡土墙后土体冻胀的措施。

第 4.4.2 条　抗冻胀挡土墙应优先选用悬臂式。墙基础尽可能采用扩大式条型基础。墙基底板埋深要求等于工程设计冻深。

第 4.4.3 条　挡土墙体应设排水孔。墙后土体中应设水平或斜卧式排水层。排水孔直径 5～10cm；两孔间距和上下各排的排水孔间距取用 2～3m。排水孔与墙后土体接触部位应设反滤层。

第 4.4.4 条　挡土墙迎土面要求平整光滑，对浆砌石墙迎土面也应找平勾缝或用水泥砂浆抹平并涂 1～2mm 厚沥青层。

第 4.4.5 条　在满足渗径要求的前提下，墙后回填土可用非冻胀性土置换。

农业版权社

一、置换范围：如图 4.4.5 所示。

1. 墙顶：$oa \geqslant 50cm$；

2. 外露墙高 $0.5H_w$ 处，$ec=1.2H_d$；

3. 墙身底部 $gd=0.5H_d-\delta$；

4. 图 4.4.5 中 a、c、d 三点连线即为挡土墙置换要求范围。考虑施工可能性，dc 连直线并延长至地面 b 点，则 b、c、d 连线可为实际置换范围。

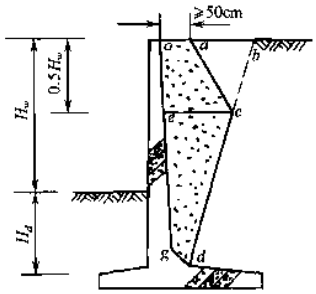


图 4.4.5 挡土墙回填土置换范围

二、置换土料应符合第 2.3.1 条要求的非冻胀性土，并参照第 4.1.5 条规定设置排水。

第 4.4.6 条 排水措施按土的冻胀性工程分类类别选用：

一、一般排水法：回填土的冻胀性属Ⅲ类及以下时，按 4.4.3 条要求在挡土墙体上设置排水（图 4.4.6-1）。

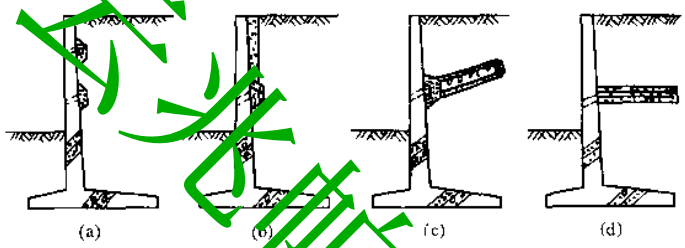


图 4.4.6-1 挡土墙的一般排水法

(a) 底部排水；(b) 墙背排水；(c) 倾斜排水；(d) 水平排水

二、特殊排水法：当回填土的冻胀性属Ⅲ类及以上时，如图 4.4.6-2 所示，在自墙体正面工程设计冻深范围内回填土中，自墙顶起每隔 50～100cm 厚土层下，设一层 20cm 厚的卵石排水层。排水层宜用土工布作反滤并与集水井管联通。集水井管直径不小于 30cm。

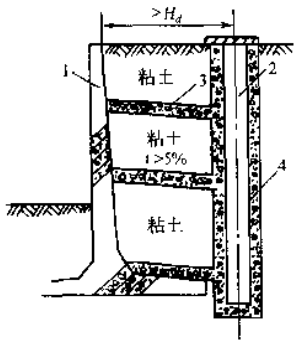


图 4.4.6-2 特殊排水

1—墙体；2—集水井管；3、4—卵石层

第 4.4.7 条 隔层封闭措施应符合第 4.3.3 条要求。隔层封闭范围按第 4.4.5 条置换范围确定。

第 4.4.8 条 挡土墙可用聚苯乙烯硬质泡沫板保温，规定如下：

一、保温方式可据工程条件及经济造价选择：

1. 单向保温法：在挡土墙高度方向铺设保温材料，见图 4.4.8-1（a）。

2. 双向保温法：在挡土墙高度方向及地表水平方向铺设保温材料，见图 4.4.8-1（b）。

二、保温范围（参见图 4.4.8-2）：

1. 保温板的厚度，按第 4.3.5 条中二项确定。

2. 保温板的高度为墙后回填土高度减 20cm，即由墙后回填土地面以下 20cm 至底板顶面全部铺设。

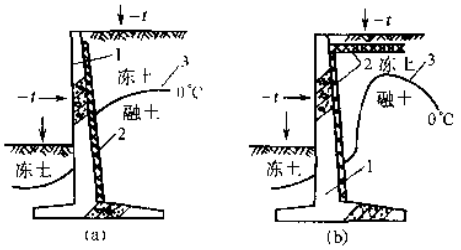


图 4.4.8-1 挡土墙单、双向保温示意图

(a) 单向保温；(b) 双向保温

1 墙体；2 保温板；3 0℃等温线

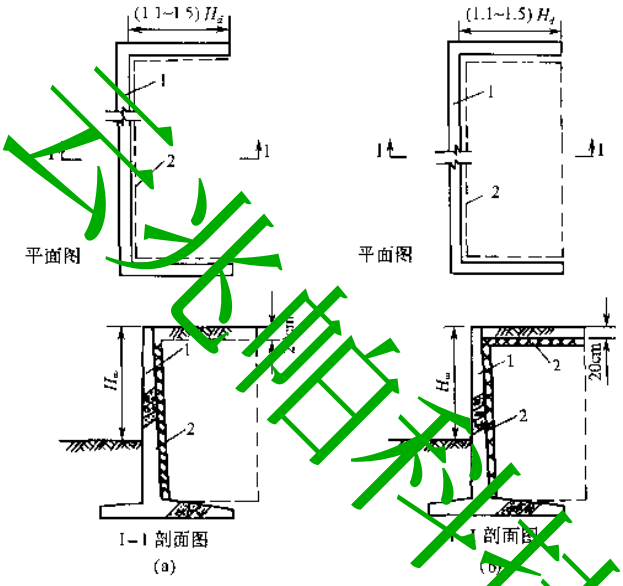


图 4.4.8-2 挡土墙保温范围示意图

(a) 单向保温；(b) 双向保温

1—墙体；2—保温板

3. 水平及侧向保温板的长度，按土的冻胀性类别（表 2.3.2）由Ⅰ～Ⅴ相应取（1.1～1.5）H_d。

附录一 冻胀反力计算

冻胀反力的计算公式是把总切向冻胀力 T 视作集中荷载，作用在桩或墙的中心，利用布辛奈斯克的集中荷载作用下的地基应力的弹性理论和弗拉曼的无限长线荷载作用下的地基附加应力计算公式推导出来的，其结果如下：

北京帕科科技

（一）独立扩大式桩基础的冻胀反力（参见附图 1.1）：

1. 当 $l \leqslant b$ 时

$$P_A = \pi \cdot T\left[0.5\left(\frac{l}{b}\right)^2 - 0.3\left(\frac{l}{b}\right)^3\right] \qquad \text{（附 1.1）}$$

式中 P_A —— 作用在锚固板上的总冻胀反力，kN；

T —— 总切向冻胀力，kN，按式（3.3.2）确定；

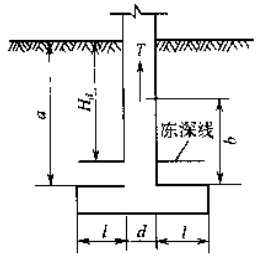
l —— 锚固板的襟长，m；

b —— 总切向冻胀力的作用点至扩大基础板顶面的距离，m；由表 3.3.2 查取 K_h 值：

$$\text{当 } K_h = 1.0 \text{ 时，} b = a - \frac{H_d}{2};$$

$$\text{当 } K_h = 2/3 \text{ 时，} b = a - \frac{H_d}{3}$$

（式中 a 为锚固板顶面至地表的距离，以米计）。



附图 1.1 桩基冻胀反力计算图

2. 当 $b < l \leqslant 2.5b$ 时

$$P_A = T\left[0.433 + 0.263\left(\frac{l}{b}\right)^2 - 0.07\left(\frac{l}{b}\right)^3\right] \qquad \text{（附 1.2）}$$

（二）扩大式墙基础的冻胀反力：

1. 当 $l \leqslant b$ 时

$$P_A = T_l\left[1.1\frac{l}{b} - 0.6\left(\frac{l}{b}\right)^2\right] \qquad \text{（附 1.3）}$$

式中 T_l —— 作用在单位墙长两侧的总切向冻胀力，（kN/m）。

2. 当 $b < l \leqslant 3b$ 时

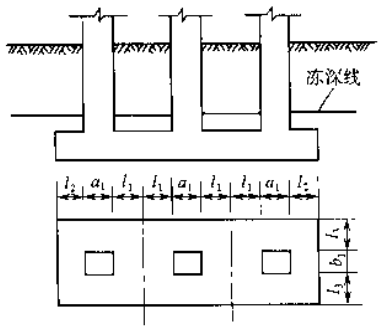
$$P_A = T_l\left[0.55 + 0.3\left(\frac{l}{b}\right) - 0.05\left(\frac{l}{b}\right)^2\right] \qquad \text{（附 1.4）}$$

（三）锚固底梁基础的冻胀反力，如附图 1.2，以二排桩的底梁为例：

1. 分别求出中桩、边桩平均计算襟长 $l_{中}$、$l_{边}$，即

$$l_{中} = \frac{l_1 + l_2}{2} \qquad \text{（附 1.5）}$$

$$l_{边} = \frac{l_1 + l_2}{4} + \frac{l_3}{2} \qquad \text{（附 1.6）}$$



附图 1.2 锚固底梁冻胀反力计算图

2. 按面积把中部和边部底梁化引为圆型，然后分别按式（附 1.1）或式（附 1.2）计算每个排桩的冻胀反力，相加，即得整个底梁的总冻胀反力。

（四）关于计算冻胀反力的几点说明：

1. 非圆型锚固板的独立式扩大基础桩：将方型或其他几何形状的锚固板，按面积化引成圆型锚固板，然后用式（附 1.1）或式（附 1.2）计算冻胀反力。

2. 扩大式墩台基础按扩大式墙基础考虑，用式

水利标准技术

（附 1.3）或式（附 1.4）计算冻胀反力。

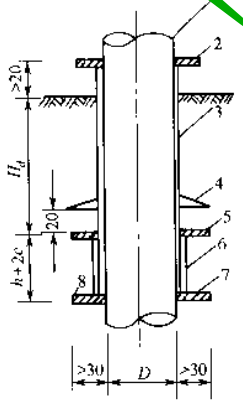
3. 锚固环基础和变径桩基础，按独立扩大式桩基础考虑，用式（附 1.1）或式（附 1.2）计算冻胀反力。

4. 阶式基础也可用式（附 1.1）或式（附 1.2）计算每个阶面上的冻胀反力，然后相加即为整个阶式基础接受的冻胀反力。

5. 爆扩桩基础按爆扩大头的平面投影面积，用式（附 1.1）或式（附 1.2）计算冻胀反力。

附录二　双层油套管的作用与构造

（一）双层油套管的作用。双层油套管是一种把地基土与桩基础彻底隔离以防治基础冻拔的结构措施，其构造如附图 2.1 所示。



附图 2.1　双层油套管示意图（单位：cm）

1　桩基础；2　上法兰盘；3—上层套管；4—复位盘；5　中法兰盘；6—下层套管；7—下法兰盘；8—密封胶板

当地基土冻胀时，上套管（亦称内套管）随之上拔，其下部在下套管（亦称外套管）内移动；当地基土融沉时，借助复位盘，上套管逐步复位。在桩与上套管之间和上下套管之间的空隙中填注钙基黄油，通过上、中、下三个法兰盘固定住的橡胶圈密封。

双层油套管主要用于已冻拔桩基础的治理，也可做为新建桩基础的防冻拔措施之一。因在上套管高度内的桩基础已与地基彻底隔离，应认为用双层油套管处理的桩基础其切向冻胀力已被彻底消除；但同时应注意，被隔离段的桩基摩擦承载力亦不复存在。

（二）双层油套管的构造。双层油套管的各主要部件可用厚度不小于 4mm 的钢板制作，主要部件有：

1. 上法兰盘：内径以能保持与桩壁有 5mm 左右间隙为准；外径较内径大 60～80mm，与上套管顶部的法兰盘配合，用螺栓固紧二法兰盘间的橡胶密封圈，密封圈可用 10mm 厚橡胶板制成，要求其内径与桩基直径滑动摩擦配合，以利对桩基础与上套管间的黄油夹层起密封作用。

2. 上层套管：是顶部带有法兰盘的钢管，管内径与上法兰盘内径相同，其高度等于工程设计冻深加外露高度，一般可取 H_d+40cm。此套管的作用是使桩基础与地基土彻底隔离，它将随地基土的冻胀或融沉沿桩基上拔或下降，保护桩基不直接受切向冻胀力作用。

3. 复位盘：是焊接在上套管外壁上的钢板圈，宽度 200～300mm，用 8 根 ϕ16 钢筋均布拉焊在上套管以加强其刚度，主要用它接受土融沉时向下的压力，帮助已冻拔的上套管复位。

4. 中法兰盘：与下层套管顶部法兰盘配合，用螺栓固紧夹在二者之间的橡胶垫圈，对

上、下层套管之间的黄油层起密封作用，垫圈尺寸按滑动摩擦配合确定。

5. 下层套管：是上、下两端都焊有法兰盘的钢管，其内径尺寸以与上套管外壁留有5mm左右间隙为准，高度由地基土的最大冻胀量加200mm确定。其作用是保护上层套管能完全复位，防止上套管冻拔后其空隙被周围基土侵占。

6. 下法兰盘：其内径与下套管内径相同、宽度为300mm的钢盘，用螺栓与下层套管底部的法兰盘配合，夹紧两者之间的橡胶垫圈，除对上、下套管间黄油层起密封作用外，主要起接受冻胀反力防止外套管冻拔的作用，以利保护上套管复位。

附录三 冻土密度的确定

（一）在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级水工建筑物抗冻胀设计中，冻土密度试验应按《土工试验规程》SDS01—79中土—061—79项规定，通过试验确定。

（二）在Ⅳ、Ⅴ级渠系建筑物抗冻胀设计中，当已知冻土的含水量、未冻水量及土的比重时，可用计算方法确定冻土密度ρ_f：

1. 对饱和土：

$$\rho_f=\frac{\rho_I\cdot\rho_s(1+w_f)}{\rho_I\cdot\rho_s+\rho_s(w_f-0.08w_n)} \tag{附3.1}$$

式中 ρ_I——冰的密度，一般取值为0.92g/cm³；

ρ_s——土颗粒密度，g/cm³；

w_f——冻土的重量含水量（%）；

w_n——冻土中未冻水含量（%）。

2. 对非饱和土：

$$\rho_f=\frac{\rho_I\cdot\rho_s(1+w_f)S_{f,r}}{\rho_I\cdot S_{f,r}+\rho_s(w_f-0.08w_n)} \tag{附3.2}$$

式中 $S_{f,r}$——冻土的饱和度（%），为冻土中未冻水体积和冰的体积之和与总孔隙体积之比，即$S_{f,r}=[V_{(水)}+V_{(冰)}]/V_{(孔)}$。

附录四 冻土中未冻水量的确定

（一）在Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级水工建筑物抗冻胀设计中，冻土中未冻水含量应通过实验确定。试验方法应按《土工试验规程》SDS01—79中土—062—79项执行。

（二）对Ⅳ、Ⅴ级及以下建筑物，在不具备实验条件时，可通过式（附4.1）和式（附4.2）计算冻土中的未冻水量w_n：

万水值科技

附表 4.1 计算未冻水量时 K_t 和 i_t 取值表

土质	塑性指数	K_t 或 i_t 值	温度（℃）						
			−0.2	−0.5	−1.0	−2.0	−3.0	−5.0	−10.0
砂土		i_t	0.65	0.78	0.85	0.92	0.93	0.95	0.98
低液限粘质土、粉质土	$I_P \leqslant 7$	K_t	0.70	0.50	0.30	0.20	0.15	0.15	0.10
高、中液限粘质土、粉质土	$7 < I_P < 17$	K_t	0.90	0.65	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25

粘质土及粉质土 $$w_n = K_t \cdot w_p \quad (附\ 4.1)$$

砂土 $$w_n = (1 - i_t)\ w_f \quad (附\ 4.2)$$

式中 w_p —— 土的塑限含水量（%）；

K_t —— 温度修正系数，由附表 4-1 选取；其中 t 为温度，℃；

i_t —— 含冰率，由附表 4-1 选取。

附录五 聚苯乙烯泡沫板性能及糠醇树脂配合比

附表 5.1 聚苯乙烯泡沫板物理力学性能表

项目	密度 (kg/m³)	吸水性 (g/m²)	压缩强度（压缩 50%）(kPa)	弯曲强度 (kPa)	尺寸稳定性（−40℃～70℃）(%)	导热系数 kJ/（m·h·℃）
数值	20～50	15～20	≥200	≥220	≤5	0.527～0.159

附表 5.2 糠醇树脂配合比

序号	名称	用量 (g)	备注
(1)	糠醇	800	
(2)	糠醛	200	
(3)	苯磺酰氯	100	占 (1) − (2) 的 1/10
(4)	苯磺酸	10	占 (1) + (2) 的 1/100

附加说明

主编单位：黑龙江省水利科学研究所

参编单位：甘肃省水利科学研究所

辽宁省水利水电科学研究所
水利部西北水利科学研究所
水利部松辽委员会科学研究所
主要起草人：谢荫琦　朱　强　王希尧　隋铁龄
于伯芳　隋咸志　李安国　孙玉良

云水帕科技

中华人民共和国水利水电行业标准

渠系工程抗冻胀设计规范

SL23--91

条 文 说 明

云北帕科技

目　　次

第一章　总则…… 274
第二章　基本参数的确定…… 274
第三章　抗冻胀计算…… 281
第四章　抗冻胀结构及工程措施…… 286

云水帕科技

第一章 总 则

第 1.0.1 条 根据我国北方地区大量的调查研究，受基土冻胀作用而破坏的水利工程中，最大量的是渠系建筑物和衬砌渠道。这些工程都具有 3 种类型的结构：①薄层护砌式或浅基础结构。基础埋置深度小于冻结深度，易受法向冻胀力和切向冻胀力破坏，如渠道衬砌、进出口护砌、闸室和消力池底板等。②支挡建筑物。其墙体厚度小于冻深，在双向冻结条件下，易受水平冻胀力破坏，如闸墙、挡土墙等。③荷载较轻的建筑物，既使基础埋至冻深以下，但还可能在切向冻胀力作用下破坏，如渡槽、桥的桩、墩等，除了渠系工程外，其他水工建筑物有的也属于这 3 类结构，如土坝的护坡、溢洪道的陡槽护砌及各种建筑物进出口护砌等。因此，本规范主要适用于渠系工程（包括渠系建筑物和衬砌渠道），但对其他可能受冻胀破坏的建筑物，也可参照执行。

第 1.0.2 条 冻深较小的地区，大部分水工建筑物的基础埋深为满足稳定性要求而在冻层以下，冻胀作用很微弱，根据北方各省区所进行的大量调查研究，在标准冻深小于本条规定限值的地区，按常规设计的工程，不会因冻胀作用而破坏，可不作专门抗冻设计。渠道衬砌因厚度小自重轻而对冻胀变形作用十分敏感，故本条规定渠道衬砌不作抗冻设计的冻深限值小于其他渠系建筑物。

第二章 基本参数的确定

第一节 冻 结 深 度

第 2.1.1 条 标准冻深是指在不遮荫的平地上，在天然含水量下、不存在地下水的影响，表面无积雪时的冻深，即气象台站在标准场地上测得的土的冻结深度。由于工程地点一般没有长系列的冻深观测资料，其标准冻深只能借助邻近气象站的资料，要求邻近气象站与工程地点应有相近的气温条件。

本条有关资料系列年限的规定，考虑了我国气象站的冻深观测系列还不很长，同时也考虑了使统计值应满足一定的精度要求。根据吉林省水利科学研究所对北方地区 134 个气象站资料的统计分析，发现冻深年际变差系数 C_v 值随冻深的减小而增大。其统计值如表 2.1.1 所示。

对应于各 C_v 值，可求得保证率 90%时，冻深的相对误差小于 0.1 时要求的资料系列年数。由附表 2.1.1 可见，本条规定观测年限 10 年可满足冻深大于 70cm 之情况。如对冻深 51～70cm，10 年资料系列在保证率 90%时，冻深相对误差为 0.103。又如在冻深 31～50cm 时，冻深相对误差约为 0.2 左右。在这样小的冻深下，冻害已不严重，因冻深的误差而招致对工程的危害已不会造成大的问题。

仅供试料科技

表 2.1.1 冻深年际变差系数 C_v 与冻深关系

冻 深 H_0 (cm)	>200	171～200	15_～170	121～150	101～120	71～100	51～70	30～50
统 计 站 数	21	17	18	34	18	14	6	3
各站冻深平均值 (cm)	230.4	182.5	160.3	134.5	109.9	86.9	61.7	35.3
各站冻深年际 C_v 平均值	0.11	0.11	0.113	0.121	0.128	0.166	0.178	0.297
要求观测年限	6	6	7	7	8	10	12	27
观测年限为 10 年时冻深置信误差	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.103	<0.195

第 2.1.2 条 理论分析和观测成果都表明，冻深与冻结指数之间有密切关系。冻结指数是指在一个冻结周期内，日平均气温为负值时的度数（℃）逐日累积值（取绝对值）。冻深与冻结指数之间常用斯蒂芬公式表示，即规范中式（2.1.2）$H_0=\alpha\cdot\sqrt{I_0}$，$\alpha$ 值的确定是根据北方地区 131 个气象站的标准冻深或冻结指数的多年平均值，进行统计分析而得。α 值与标准冻深或冻结指数多年平均值之间的关系如式（2.1.2-1）、（2.1.2-2）所示：

$$\alpha=2.26e^{0.00354H_0} \qquad (2.1.2\text{-}1)$$

$$\alpha=2.34e^{1.92\times10^{-4}\cdot I_0} \qquad (2.1.2\text{-}2)$$

式中 H_0——标准冻深，cm；

I_0——冻结指数的多年平均值，℃·d。

式（2.1.2-1）可根据 $H_0=\alpha\sqrt{I_0}$ 转化为 α 与 I_0 的关系式。经计算，2 个式子结果相近。规范中的表 2.1.2 便是按式（2.1.2-2）计算而得的。

第 2.1.3 条 工程设计冻深是指在某个年际频率下，结构物各部位的冻深。对倾斜表面，按法线方向计算。

大量的观测资料表明，影响结构物各部位冻深的因素很多，主要有地下水埋深、表面接受的日照和遮荫程度、表面积雪和基土土质等。其中表面积雪由于积雪厚度的年际变化较大，同时积雪的影响不仅与厚度有关，还与积雪的时期有关，为了安全起见，本规范未考虑积雪对冻深的削减作用。

为了使工程设计冻深能保证一定等级的渠系工程所必须有的安全度，在多年平均值 H_0 基础上，又考虑了冻深年际变化的修正，对不同等级的工程，确定了相应的年际频率修正系数。

基于以上所说的理由，在规范式（2.1.3）中，引入了年际频率、地下水影响及考虑日照及遮荫程度等 3 个修正系数。

第 2.1.4 条 根据吉林省水利科学研究所的研究，冻深年际频率分布符合皮尔逊Ⅲ型正态曲线（$C_s=0$）。关于冻深设计频率的选取，研究成果很少。国内外一般取用 $P=10\%$。考虑到大型渠系工程应有较高的安全度，规定对Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级建筑物取用 $P=5\%$。并按第 2.1.1 条的说明，对不同冻深下的 C_v 值，计算绘制了图 2.1.4。

万维值科技

第 2.1.5 条 土的冻结深度与日照条件和遮荫程度密切相关。其中主要的是建筑物的朝向、表面的倾角、工程所在的纬度等。对渠道影响最大的是渠道走向。轴线方向愈接近东西方向时，阴、阳坡面的 K_d 差值就愈大。本条对 K_d 值的规定系根据甘肃省水利科学研究所和辽宁省水利水电科学研究所的资料制定的。甘肃省水利科学研究所对 3 条不同走向渠道，进行了 3～5 年的观测，在 400 余组冻深资料的基础上提出了冻深沿渠道断面的分布，见表 2.1.5。这些渠道的边坡比为 1∶1.5。

表 2.1.5 冻深沿渠道断面的分布（以渠底为 1）

渠道走向	阳 坡	渠 底	阴 坡
东 西	0.62	1	1.35
北东 15°	0.85	1	1.2
北东 67°	0.7	1	1.3

辽宁省水利水电科学研究所通过观测，总结得出考虑日照和遮荫程度的冻深修正系数 K_d，阳坡 $K_d=0.7\sim1.0$，渠底 $K_d=0.8\sim1.0$，阴坡 $K_d=1\sim1.5$。

综合上述试验资料，确定了 K_d 值。

第 2.1.6 条 地下水对冻结区的水分补给对冻深的发展起阻滞作用，地下水位愈高，这种作用愈大。甘肃省水利科学研究所从 1981～1984 年在张掖冻胀试验场，对 0.5、1.0、1.5、2.5m 共 4 种地下水埋深下，高、中液限的粉质土、低液限的粉质土及细砂的冻深进行了观测。本条规定的根据即为这些资料。由于在冻深发展阶段中，地下水位一直在变化，故在选取地下水对冻深的影响系数 K_s 值时，地下水位应取整个冻结期内地下水至计算部位距离的平均值（当有衬砌板或基础板时，计算部位为板的上表面）。

第二节 冻 胀 量

第 2.2.1 条 冻胀过程十分复杂，迄今已有的许多计算冻胀量的理论和经验公式都存在一定的误差。因此，对于重要建筑物，要求冻胀量应尽量通过现场试验确定。但因现场试验周期长，年际间变化很大，要提高置信度需要资料系列很长，并且在同一建筑物中不同部位的土体，冻胀条件都存在着差异（特别是渠道沿线土质、地下水条件等变化更大），除特殊情况（如在工程开工前若干年便在工程地点设站实测冻胀量）外，要求通过现场模拟试验以确定工程各种条件下的冻胀量是难以做到的。因此，本条规定对Ⅲ级以上重要构造物，应尽量通过现场原型试验，确定冻胀量。在无条件实测时，要求用两种方法进行计算，并选择计算结果的大值。

第 2.2.3 条 当土质一定时，温度、水分条件、外荷载和土体密度是影响冻胀量的主要因素。因现场实测冻胀量须有相当长的时间系列资料才能用于工程设计；而室内实验又因相似律问题没能很好解决，也不能把实验成果直接用于工程，故如何实现冻胀预报是个大难题。黑龙江省水利科学研究所在 1977～1985 年间，收集了我国东北、西北、华北地区的实测冻胀数据，共选取 671 个粘性土样本，133 个砂性土样本，进行了冻胀量极大值统计分析，发现冻胀量极大值与冻结指数或工程设计冻深之间，存在近似的正态概率分布规律，

据此，给出了本条式（2.2.3-1）及式（2.2.3-2）二个计算冻胀量公式。应指出，由于统计样本的非典型性和不均匀性，本条对上述二式的使用范围作了限定，但最好能用至少一种条件下的实测数据验证计算结果。

对 567 个粘性土的冻胀量与地下水位关系统计分析结果证明，冻胀量的最大值随地下水位埋深的增加，呈典型的指数曲线规律衰减；而对 201 个砂性土样本的同类分析表明，砂性土的冻胀量最大值随地下水位埋深的增加，呈线性规律衰减。此即本条计算冻胀量公式中考虑地下水影响 $e^{-0.7Z}$（粘性土）和 $-0.107Z$（砂性土）二项的由来。

通过对土体密度与冻胀性关系的室内外试验查明，当饱和度一定时，土的冻胀量随干密度的增加而减少，其定量规律与冻结状态有关。对封闭系统冻结，呈线性规律，即本规范式（2.2.3-4）；对开放系统冻结，呈指数规律，即本规范式（2.2.3-5）。

大量的国内外试验资料已证明，荷载对土体的冻胀有明显的抑制作用。黑龙江省水利科学研究所通过不同量级的荷载对不同密度土体的冻胀试验查明，荷载对冻胀的抑制作用呈指数规律衰减，其定量计算式是：

$$\alpha_p = e^{-\beta p_1}$$

上式即规范中的式（2.2.3-3）。其中的 β，是与土的密度有关系数：

$$\beta = 1.0346e^{-6.3(\rho_d - 1.35)}$$

式中 ρ_d 是土的干密度。规范中的表 3.2.3 中 β 值，便是依据天然地基土常见的 ρ_d 值按上式求算的。

第 2.2.4 条 辽宁省水利水电科学研究所于 1983 年提出了按冻胀强度和工程设计冻深计算冻胀量的经验公式，经各省实际工程验证是可行的。本条第 2.2.4 式，是在此基础上，利用辽宁、甘肃、新疆、陕西、吉林等处大量实测数据进一部完善而总结出的计算冻胀量经验公式。其中冻胀强度 f 是冻胀量与工程设计冻深之比。为了与工程部门习惯采用的名词一致，工程设计冻深采用了包括冻胀量在内的冻土层厚度。与某些冻土研究部门习惯采用的冻胀率 η（等于冻胀量与冻土层厚度和冻胀量差值之比）相比较，f 与 η 的关系为：

$$f = \frac{\eta}{100 + \eta}$$

式中，f 为冻胀强度，η 为冻胀率，均以百分数表示。

第 2.2.5 条 本条规定综合了黑龙江、甘肃、辽宁、新疆及山西等省、区水利科研单位及西北水利科学研究所关于冻胀量的试验研究成果。这些试验研究工作，基本上是在有地下水影响和无地下水影响（地下水浅埋和深埋）两种条件下进行的。地下水浅埋和深埋条件的划分，主要是根据辽宁、甘肃二省水利科研的试验资料而确定的。

第 2.2.6 条 地下水浅埋条件下，各地试验得到的冻胀强度与地下水埋深关系曲线的线型多数为负指数型，即规范中式（2.2.6）的形式，少数为双曲线型或直线型。表 2.2.6 列出了各地对规范式（2.2.6）中 α_1、β_1 系数的试验分析成果。其中有些成果在发表时为冻胀率与地下水埋深的关系，表中按转化为冻胀强度后的结果列出，具有其他曲线线型的也用最小二乘法转化为负指数曲线。

表 2.2.6 α_1、β_1 值试验成果

土质	省（区）	α_1	β_1
高、中液限粘质土和粉质土	辽宁	37	1.2
	甘肃	40	1.25
	黑龙江	27	0.85
	新疆	17	0.62
低液限粘质土和粉质土	辽宁	18.5	1.4
	甘肃	14.3	1.47
	黑龙江	20	0.5
	新疆	15	1.0

本条规定的 α_1、β_1 值采用了上述试验值的上限。

第 2.2.7 条 地下水深埋条件下，各地试验得出的公式均具有规范中式（2.2.7）的形式。表 2.2.7 列出了各地试验所得 α_2、β_2 值。

表 2.2.7 α_2、β_2 值试验成果

省（区）、单位	α_2	β_2
甘肃	0.45	0.75～0.85
辽宁	0.5	1
西北水科所	0.46	0.82

大量试验证明：土中粘粒含量适中，粉粒含量高时，土的冻胀性最强。据此，参考附表 2.2.7 数据并综合大量同类计算式的系数，对 α_2、β_2 值做了规定。

第三节 土的冻胀性及地基土的冻胀性工程分类

第 2.3.1 条 土在冻结时体积的安定性对工程实践有重要意义。如：做为抗冻胀措施之一的用非冻胀性土置换冻胀性地基，便要求对“冻胀性土”与“非冻胀性土”给出定量的评价指标。国外的“土的冻结敏感性”研究和国内的“土的冻胀性分类”研究都涉及到这个问题，各种研究成果逾百种。其中，对易于形成冻胀机制的颗粒尺寸有比较共同的认识，国内多认定为 0.005～0.05mm，国外多在 0.02～0.074 之间；但在颗粒含量的数额限定上出入较大。如：有的资料（Delewdre，1963 年）认为小于 0.074mm 颗粒含量占 35%以下无冻胀危险；有的资料（瑞士，1975 年）认为小于 0.02mm 颗粒含量大于 3%便常常发生冻害。我国《公路桥涵地基与基础设计规范》中规定：粉、粘粒含量小于或等于 15%属不冻胀土；《工业与民用建筑地基基础设计规范》中规定：粒径大于 0.1mm 的颗粒超过全重 85%、冻结期地下水与冻深的距离大于 1.5m 时属不冻胀。哈尔滨建筑工程学院资料（王正秋，1983 年）提出：对细砂，粘粒小于 1%、粘粒加粉粒不大于 5%属不冻胀土；对碎石土，砾砂，粗、中砂，小于 0.05mm 颗粒含量不大于 5%属不冻胀土。

鉴于水工建筑物地基常在浸水条件下工作，有形成强烈冻胀的水分条件，但对渠系工

行业标准

程又不能限定太严，故对冻胀性土或非冻胀性土做了如下规定：非冻胀性土：粗粒土中粒径小于 0.05mm 的含量不大于 6%；冻胀性土：细粒土以及粒径小于 0.05mm 的含量大于 6%的粗粒土（细粒土或粗粒土的划定见《土工试验规程》SD128—84）。

第 2.3.2 条 本规范对土的冻胀性分类采用了黑龙江省水利科学研究所和辽宁省水利水电研究所的研究成果。这种分类方法的要点是：

一、以冻胀量绝对值的大小做为划分冻胀性强弱的唯一指标，对应于某个类别的冻胀有一定的冻胀量值，通过与建筑物允许变形值比较，可对地基土冻胀时给工程可能造成的危害程度做出定量评价。

二、在确定划分冻胀类别指标——冻胀量的计算式中，同时考虑了影响冻胀的自然因素（温度、土质、土的含水量、地下水条件等）和工程因素（荷载大小、土的密度等），使对土的冻胀性分类方法能直接应用于工程实践。

三、在我国《公路桥涵地基与基础设计规范》和《工业与民用建筑地基基础设计规范》中，按土质（颗粒成分）、含水量和地下水条件，前者把冻胀性分为冻胀或不冻胀二类，后者分为不冻胀、弱冻胀、冻胀和强冻胀四种冻胀类别。鉴于水利工程的地基土常因水分条件充足形成强烈冻胀，故本分类法把冻胀性类别划分为五级（连同非冻胀性土的规定应为六个类别），反映出了水利工程地基土冻胀量绝对值大和变化幅度大的专业特点。

四、本分类方法所用资料的地理区间为我国北纬 36°～50.2°范围，基本上覆盖了我国季节冻土的平面分布区域（高山冻土区除外），可认为有普遍实用价值。

但应指出，由于资料来源的局限性（主要是施测网点的分布、数量及资料的时间序列），本分类方法在档次划分上是不尽成熟的；对以冻胀量为分类指标是否适宜也有不同看法。但这毕竟是当前立足于资料范围最广、数量最多、专业特点和实用性也较强的一种分类方法，故纳入本规范中。上述不足，有待今后随科研工作的深入和工程实践的验证，加以完善和改进。

第四节 冻 胀 力 的 取 值

第 2.4.1 条 切向冻胀力是基础周围的土体冻胀时，由于受到基础的约束而作用于基础侧表面的上拔力。“冻胀”和“约束”是产生切向冻胀力的必要和充分条件。基础与基土之间的冻结力是基础对周围土体的冻胀施加约束的媒介，也是切向冻胀力的等效值。

单位切向冻胀力值与基础侧表面的粗糙程度及材质有关，本规范给出的单位切向冻胀力值适用各种圬工基础、钢筋混凝土钻孔灌注桩和木桩。

国内外对季节冻土区基础侧表面的单位切向冻胀力研究的较少，苏联、加拿大等国作了一些小桩径的切向冻胀力试验研究，但基土的冻胀性都比较弱。国内的研究工作主要集中在黑龙江省的水科所、低温建筑研究所、交通研究所及水利部松辽委科研所等几个单位。公路和工业民用建筑行业已给出了本行业的切向冻胀力值。但是，由于各类工程所处的水文地质条件相差较大，尤其水工建筑物的地基土常因饱水而形成强冻胀，借用其他行业技术标准并不完全适用。为了给我国季节冻土地区的水工建筑物抗冻胀设计提供可靠的切向冻胀力值，黑龙江省水利科学研究所从 1978 年起对切向冻胀力作了大量的室内外试验，如：

1. 室内切向冻胀力试验成果如表 2.4.1。不同几何比例尺的单位切向冻胀力值相差较

大。室内模拟试验的切向冻胀力值与野外原型的切向冻胀力值不是1∶1关系，其试验值尚不能应用于工程实际。

表2.4.1 室内试验τ值表

几何比尺	1∶2		1∶4		1∶10	
单位切向冻胀力(kPa)	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值
	381	84	430	50	86	32

2. 万家冻土试验场的原型试验结果：万家冻土试验场地表至30cm土层的平均单位切向冻胀力为180～200kPa，全冻深平均单位切向冻胀力50～70kPa，冻胀量16～20cm，呈“上大、下小”型分布。

3. 巴彦冻土试验场的原型试验结果：巴彦冻土试验场地表总冻胀量为16～18cm，实测单位切向冻胀力为90～140kPa。

4. 庆安冻土试验场地表总冻胀量28～32cm，实测单位切向冻胀力198～210kPa。

根据不同水土条件、不同冻胀条件的试验场的多年原型试验结果，参照已有规范确定了如表2.4.1中的单位切向冻胀力值，经多年实际工程的验证，是较为合适的。

第2.4.2条 地基土冻胀时，因受基础约束而作用于基础板底面垂直向上的力定义为法向冻胀力，凡基础埋置深度在冻层之内且地基属冻胀性土时，都会因基土冻胀产生法向冻胀力。

在水利工程中，一些非承重或护面结构（如铺盖板、护坦板、渠道衬砌板等），要其埋置深度在冻层之下是不现实的，为验算其在法向冻胀力作用下的稳定性，尤其为面大量广的小型涵闸做到基础合理浅埋，都迫切需要为设计部门提供法向冻胀力指标。难点在于，国内外对此项研究成果所提供的数据相差太悬殊，最小者不足100kPa，最大者达5600kPa，使设计人员无所适从。

黑龙江省水利科学研究所自1977年至1985年，通过大量的室内试验尤其是野外原型试验（包括目前国内最大的3m×3m大型载板试验）查明，法向冻胀力的大小取决于基础板的约束程度和地基土的特性（冻胀性及其可压缩性）。若把基础板视做刚体，则当法向冻胀力大于地基土的前期固结压力时，会使地基产生排水固结，法向冻胀力的极大值不应超过地基的极限承载力；当法向冻胀力小于地基土的前期固结压力时，法向冻胀力的大小取决于基础板所受约束力；一旦基础产生上抬变形，法向冻胀力值也随之衰减。

试验还查明，法向冻胀力随载板面积的增大呈指数规律衰减并趋于常值；在载板面积小于$2\times10^4cm^2$范围内，法向冻胀力值变化剧烈。

本规范表2.4.2中给出的单位法向冻胀力标准值σ_0，便是不考虑基础位移时，对应一定冻胀类别和载板面积可能产生的法向冻胀力极大值。它是根据黑龙江省水利科学研究所的实测资料和国内外有关成果的综合分析给出的。由于施测网点较少且受场地土质、水分和当地气候条件限制，所给数字不够完全成熟，但因本规范是在执行既有其他规范进行设计基础上再进行抗冻胀设计，因此，本条给出的σ值若偏小，也较目前按常规设计未作抗冻处理偏于安全；若偏大，对单项具体工程应属不够经济合理，但因采取相应抗冻措施而

避免了因法向冻胀力破坏，则相对当前冻害仍很普遍的实际情况做出本条规定还是必要和合理的。

第 2.4.3 条 挡土墙水平冻胀力值的大小要受到墙后土体的冻胀性、墙后土体的双向冻结状态和挡土墙的刚度等因素影响。对同一工程而言，不同时间和沿墙高方向不同部位所作用的水平冻胀力值均不相同。因此给出在时间和空间分布处于动态变化的水平冻胀力标准值是十分困难的。黑龙江省水科所为测定水平冻胀力值修建了全约束状态的层迭对顶式模型挡土墙，按不同墙高位置分层测试水平冻胀力值。经过五年野外试验，对Ⅲ到Ⅳ级冻胀类别土的水平冻胀力值进行统计分析，按外包络图方法得出沿墙高方向单位水平冻胀力的分布规律。本规范表 2.4.3 中是对不同冻胀类别的单位水平冻胀力压强分布图中最大值做为全约束状态单位水平冻胀力的标准值的；对Ⅴ类冻胀土的最大值是按粘性土处于软塑性状态（含水量$>1.2w_p$）的地基土容许承载力 250kPa 确定的。

挡土墙在全约束状态的单位水平冻胀力标准值，经过实体挡土墙观测验证了取值的可靠性。1986～1987 年哈尔滨野外冻土试验场地表冻胀量 16.7cm。按本规范给定的无变形挡土墙水平冻胀力标准值，应选用Ⅳ类冻胀性土的值为 150～200kPa 之间。经过压强修正后的单位水平冻胀力值为 105～140kPa，按冻胀量 16.7cm 内插法求出修正单位水平冻胀力值是 121.45kPa。实测悬臂式挡土墙的最大单位水平冻胀力值为 118kPa。其误差绝对值为 3.15kPa，计算精度为 97%。由此可以认为按土的不同冻胀类别所给出的无变形单位水平冻胀力值是可靠的。

第三章 抗冻胀计算

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 衬砌渠道的冻害，主要是因渠床土冻胀造成衬砌体过大变位所形成，又因衬砌物普遍具有体积小、自重轻、所受约束力小等特点，难以抑制冻胀力而遭破坏，故选择冻胀位移量为主要控制指标；对其他建筑物，外荷载对冻胀有一定抑制作用，故规定应对结构稳定性、位移量和强度等进行验算。

第 3.1.2 条 土在冻胀时施加给基础或约束物的冻胀力，不仅在数值上与融土不同，在作用方向、性质等方面也不一致。如在融土中的摩擦承重桩，当土冻胀时，会受到切向冻胀力的上拔作用，在此力作用下虽可增加冻结期桩基的承载力，但往往会造成桩基冻拔失稳，甚至因强度不足把桩拉断。又如挡土墙后的回填土，在冻结条件下会形成一个整体，使融土期的主动土压力消失；在冻胀条件下，会形成数值量级和沿墙高分布规律都与融土完全不同的水平冻胀力“荷载”。因此，本条规定了在季节冻土区的渠系工程设计中，应把各种冻胀力视为正常荷载参加荷载组合。

第二节 衬砌渠道

第 3.2.1 条 衬砌渠道是一种线路性工程，沿渠的土质、水分补给条件和渠道走向往

红光值科技

往有较大的变化。土、水、温是形成冻胀差异的基本因素，对不同冻胀量的渠段应采用不同的抗冻胀措施，因此，衬砌渠道的抗冻计算，必须根据渠道的土、水、温的变化情况分段进行。

衬砌渠道的冻胀破坏是一种复杂的变形、变位过程，我国北方的新疆、甘肃、青海、陕西、内蒙古、河北、辽宁等省区，经长期研究，对于衬砌渠道的抗冻胀设计大都倾向按允许变位状态进行，即以渠道横断面上的最大冻胀变形值作为控制指标。渠道横断面上最大冻胀量出现的位置，可根据辽宁、甘肃、新疆、河北等省区对渠道横断面上冻胀量分布的研究成果，综合成如下方法直接判定：均质土渠床，冻结期渠内无冰（水）时，最大值出现在渠底或阴坡下部；封冻初期有傍渗水补给渠床时，最大值出现在溢出点上下；封冻期渠内行水或积冰（水）时，最大值出现在冰（水）面以上 30～50cm 范围内的阴坡上。

在按第 2.2.3 条或第 2.2.4 条计算衬砌渠道的冻胀量时，因衬砌板自重不大而且无外荷载，为安全计，除特殊情况外，可不考虑衬砌板重量对冻胀的影响，即 $\alpha_c=1.0$。对冻胀量的计算，考虑到渠道的特殊性，应按照第 3.2.2 至第 3.2.3 条的规定，选取计算参数。

第 3.2.2 条 本条适应的封冻期渠内有冰（水）的渠道，不论衬砌物是起防冲或防渗作用，也不论当地地下水位埋深如何，均应把冰（水）面视为地下水位补给面。在冰（水）面以上一定高度范围内，渠道边坡的冻深一般是一个由小到大的变化值，为计算方便和安全计，本条规定采用表 2.1.6 中的最小值，对冻深进行修正。在冰（水）面以上 0～0.5m 相对高度范围内，渠道边坡的冻胀是很强烈的，在此范围内，结冰渠道最大冻胀位置偏下，冬季行温水的渠道最大冻胀位置偏上，为设计安全计，本条规定在计算冻胀量时，在此范围内皆取 $Z=0$。

第 3.2.3 条 允许冻胀位移值是指衬砌板在冻胀融沉作用下，不产生累积冻胀或残余位移的最大允许位移值，产生此值时渠道衬砌仍能满足设计和正常运用的要求。

一般梯形断面等厚度衬砌渠道，其允许冻胀变形值与衬砌材料、渠道断面及衬砌板块的大小、衬砌板块间的约束程度、衬砌板与基土间的冻结力、冻胀不均匀系数和渠道边坡基土的稳定性等有关。多数研究单位认为用允许冻胀变形值作为抗冻设计的控制指标，是当前一个比较简单而实用的方法。表 3.2.3 中的允许冻胀变形值是综合辽宁、甘肃、陕西、新疆等地的试验观测成果提出的。

在编制过程也曾考虑了另一重要控制指标，即“不均匀冻胀系数”。但因确定定量指标的依据尚不够充分而暂未作规定，有待今后继续积累资料加以改进、修订。

第三节 桩、墩及受切向冻胀力作用的基础

第 3.3.1 条 本条明确规定对桩、墩基础抗冻拔稳定计算时，基础的工作状态为全约束，即不允许基础向上（竖向）位移。理由主要有两点，一是桩基冻拔是连续的和不可逆的，一旦桩基发生了冻拔，融化后不能完全复位，残留冻拔位移会逐年累积。二是诸如渡槽等输水桩基建筑物，对位移非常敏感，桩基冻拔必然造成上部结构（如槽身）开裂、漏水，影响正常使用。

鉴于在深度季节冻土区，有的板基或墙基虽埋置在冻深以下，但基础侧面在切向冻胀力作用下，仍可能造成冻胀破坏；此外，在实际工程中还有大量合理浅埋基础，有的还允

许产生一定位移，故在本条中对受切向冻胀力作用的其他基础也做了相应规定。

第 3.3.2 条 在计算总切向冻胀力时，引进了有效冻深系数 K_h，该系数在 2/3～1.0 之间，其含意是：在土、温一定的条件下，切向冻胀力值的大小及其沿冻深的分布形式与冻结期间地下水位变化关系很大。例如：对于粘性土，如冻结期间地下水位距冻结线的距离大于 2.0m，则地下水向冻结界面迁移比较困难，属封闭冻结系统，切向冻胀力仅在 2/3 冻深以上的土层范围内发生，以下的 1/3 冻土层为“冻而水胀”区，没有切向冻胀力（即所谓的“上大下无”或“上大下小”冻胀类型）。所以，在计算总切向冻胀力时，应乘以 2/3 的有效冻深系数 K_h，予以修正。反之，地下水位较高，地下水补给充分，冻胀量沿冻深呈“上小、下大”或“上、下均匀”分布形式，切向冻胀力发生在整个冻土层，所以在计算总切向冻胀力时，冻深不必修正，即有效冻深系数为 1.0。

有效冻深系数表 3.3.2 是以冻结期地下水位距冻结层下限的最小距离为判定指标，参照表 2.1.6 并根据经验确定的。

第 3.3.3 条 摩阻力是克服切向冻胀力使之满足桩基抗冻拔稳定的锚固力。式（3.3.3）中 0.4 为桩基冻拔稳定摩阻力系数。

目前对摩阻力系数的选取尚有争议，一种意见是采用外力拔桩时的摩阻力系数 0.3；另一种意见是采用压桩时的摩阻力系数 0.5。我们认为在切向冻胀力作用下的桩基冻拔不同于外力拔桩，更不是压桩，而是属于拉桩范畴（桩基的受力状态是中心受拉，桩尖无承载力），但它又因对下卧土层产生压密作用而与纯拉桩不同。严格地说，应该通过现场冻拔桩基的原型试验来确定。本规范取值 0.4，实际上是采用了拉桩和压桩摩阻力系数的平均值。

第 3.3.4 条 本条是桩、墩基础满足结构整体不冻拔的条件，即：

$$P + G + F_f + \sum F_i \geqslant K_s \cdot m_\sigma \cdot T$$

在切向冻胀力的作用下，桩、墩基础发生冻拔破坏时，结构的应力状态按中心受拉考虑，上拔力为切向冻胀力 T，即切向冻胀力是主要荷载，阻拔力有上部荷重 P，基础自重 G，冻结线以下基础的摩阻力 F_f 和可能产生的其他阻拔力 $\sum F_i$（如冻胀反力、作用在各种型式的扩大式基础板上的土重等）。阻拔力取可能发生的最小值（不利条件），如规定上部荷重只取结构的恒荷载，而且对跨年度施工的结构，还要取停工入冬前的最小恒荷载；对水下部分的基础取浮容重等。

基础抗冻拔稳定计算的安全系数 K_s 是参照《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTJ024 85）确定的。

第 3.3.5 条 在基础稳定计算中引进了冻胀力衰减系数 m_σ，它是根据黑龙江省低温建筑科学研究所、黑龙江省水利科学研究所、中科院冰川冻土研究所、吉林省水利科学研究所和日本北海道开发局等试验资料，通过综合分析得出的：当约束土体冻胀的基础沿冻胀力方向发生位移时，冻胀力将按指数规律而衰减。用上述各家资料画出纵标为 $[S]/h$，横标为冻胀力衰减系数 m_σ 的曲线，其最大值外包络线的数学表达式便是规范的式（3.3.5），这与吉林省水利科学研究所的结论完全一致。

由于各种冻胀力的本质相同，都随形成约束力的基础位移而降低，因此，计算冻胀力衰减系数 m_σ 的公式对法向、水平冻胀力也是适用的。

第 3.3.6 条 当基础的下部锚固力大于冻拔力时（如埋深很大的摩擦桩或接收冻胀反

力自锚的扩大式桩基础），虽然满足了整体不冻拔的条件，但在基础的薄弱部位（如最大冻深处）可能因强度不足而被拔断。此条是满足基础结构强度的条件。

式（3.3.6）中的 A_t 为基础最薄弱断面处的截面积。若基础为钢筋混凝土构件，A_s 为纵向受拉钢筋的横断面积总和。

第四节 板 型 基 础

第 3.4.1 条 大量的实测数据证明，同一冻胀类型、相同冻胀条件的地基，其单位法向冻胀力值随基础板面积的增大而减少，当基础板面积超过 $2\times10^4cm^2$ 以后，单位法向冻胀力值趋近于常值。在法向冻胀力的众多研究成果中，试验载板的面积绝大多数恰在小于 $2\times10^4cm^2$ 范围内，各家测得的单位法向冻胀力值相差数十倍，变化剧烈。这种现象显然与试验具体条件有关，主要是载板周围土体的冻胀影响所致。当前，大尺寸载板试验成果较少，为保证工程安全，本条对基础板的最小面积做了限定。

实测数据还证明，载板面积相同时，单位法向冻胀力值随基础的周边长度增大而增加，如同面积的矩形和圆形基础板，在其他条件完全相同时，前者较后者的单位法向力值高出很多。但若矩形或方形基础板的最小边长尺寸足够大 — 例如大于 2.0m 时，则载板形状的影响已很微小。为稳妥，本条也对基础板的最短边尺寸做了规定。

第 3.4.2 条 国内外的大量试验资料证明，当基础板由于基土冻胀发生一定的变形时，法向冻胀力将按指数规律而衰减（参见本说明第 3.3.5 条），允许部分基础板发生位移，对降低工程造价意义重大。表 3.4.2 给出的允许垂直位移量 $[S]$ 值，是根据建筑物类型、使用功能和结构材料特性等综合因素给出的。

第 3.4.3 条及第 3.4.4 条 当基础有一定埋深时，相当于有一定厚度的冻土层被不会产生冻胀的基础板“置换”，能产生冻胀的土层厚度由原来的 H_d（即工程设计冻深）变为 $H_d-\delta$（基础板厚度）。但因一般基础板的材料多为钢筋混凝土、混凝土或砌石等，其导热系数要大于冻土层的导热系数，故在 δ 前乘以折减系数 0.7。至于规范中式（3.4.4），则是根据基础板下冻结面基本是平面的野外实测数据归纳得出的。若基础板面积较小，冻结锋面是曲面则不适用，这也是本节对基础板面积做出限定的原因之一。

因表 2.4.2 中给出的单位法向冻胀力标准值 σ_0 是在不考虑基础板发生变形、在整个设计冻深厚度内上层冻胀时可能产生的最大法向力值，故在第 3.4.3 条中，对允许发生冻胀位移的基础板单位法向冻胀力设计值规定为：对 σ_0 同时进行位移和厚度两项修正；而对不允许位移（$m_s=1$）的基础板，则仅进行“厚度”一项修正。

第 3.4.5 条 板型基础的抗冻胀稳定性在垂直方向的总原则是，垂直方向冻胀力应小于约束力。式（3.4.5）表明，当基础有一定埋深时，冻胀力由法向和切向两部分组成；若有垂直方向变位，将按式（3.3.5）$m_s=1-\left|\frac{[S]}{h}\right|^{1.2}$ 规律衰减。在验算板型基础的位移稳定性时，对允许冻胀位移的基础板应同时满足式（3.3.5）和式（3.4.5-1），以确定垂直方向冻胀位移量是否满足小于或等于 $[S]$ 的要求。

对稳定安全系数 K_s 的规定，是参照 JTJ204—85《公路桥涵地基与基础设计规范》给出的。

农业工程科技

第 3.4.6 条 参见第 3.1.3 条编制说明。

第五节 挡 土 墙

第 3.5.1 条和第 3.5.2 条 挡土墙后土体受垂直地表及垂直墙体两个方向负气温影响而处于双向冻结状态，所以外露墙体的高度直接影响到水平冻胀力的分布型式。黑龙江省水利科学研究所对外露墙体高度等于（0.80～1.2）倍冻深的无变形挡土墙，经五年野外原型试验，取得单位水平冻胀力压强分布图形如图 3.5.2 所示，并经温度场计算分析，在外露墙高为三倍冻深、墙高不大于 8m 的情况下，单位水平冻胀力沿墙高的分布与图 3.5.2 相似。由于对墙高超过 8m 的压强分布尚无可靠资料，本规范对挡土墙抗冻胀计算的适用范围做了限定。

第 3.5.3 条 由于全约束挡土墙的水平冻胀力压强分布图形是统计包络得出的，它仅能反映沿墙高方向水平冻胀力分布的规律性，但没有反映出力值随时间和空间位置的变化真实情况，为了能直接用于设计，对最大水平冻胀力值做了如下修正：

一、将每年单位水平冻胀力的压强图变为沿墙高方向的均布荷载，把同一年实测的最大水平冻胀力的压强图也变为同一墙高的均布荷载，把二者对比，找出当年的最大水平冻胀力修正系数，然后将多年的修正系数平均后求出压强修正系数。经实测，其值为 0.7。

二、因单位水平冻胀力标准值 q_{ak} 的作用方向是垂直于墙面的，因此应对有坡面的挡土墙上作用的水平冻胀力予以修正。边坡修正系数 ζ_s（表 3.5.3-1）是参照日本北海道开发局土木试验所《1979 年度渠系建筑物冻害防治措施研究报告》中的试验成果给出的。

三、对有位移的挡土墙，应乘以冻胀力衰减系数 m_a，参见第 3.3.5 条说明。

第 3.5.4 条 挡土墙的抗冻胀倾覆稳定计算，取墙基前趾底部为力矩中心。水平冻胀力、切向冻胀力等对前趾取矩之和为冻胀倾覆力矩。允许安全系数 $[K_c]$ 取 1.05～1.1 是据实体工程抗冻胀倾覆稳定的实际情况而确定，经过工程验证是可行的。

第 3.5.5 条 挡土墙在切向冻胀力的作用下可能产生垂直方向的变位。本条规定是为保证墙体垂直位移稳定性和限定位移量在允许范围内而制定。挡土墙的允许垂直位移量是参照童长江、管枫年 1985 年编著的《土的冻胀与建筑物冻害防治》一书中的资料确定的。对独立式钢筋混凝土挡土墙及 U 型槽的允许垂直位移值，在野外实体工程上进行了观测，当墙体发生 4.5cm 垂直位移的情况下，墙体可全部复位，因此表 3.5.3-2 中规定的挡土墙允许位移量是可行的。

第 3.5.6 条 因挡土墙外露墙高以下墙体皆埋在冻土层中，外露墙高底部是最危险断面，故选做计算断面。

规范中式（3.5.6）为强度计算的一般表达式，对钢筋混凝土挡土墙应把冻胀力计入后按现行规范中的强度计算式计算；挡土墙强度允许安全系数没有采用现行规范中的数值。因为安全系数的确定涉及到荷载组合、材料及使用情况等多种因素，须经综合分析和大量工程验证后才能确定。由于水平冻胀力一般要较融土压力大许多倍，采用由融土压力得出的允许安全系数显然是不适当的。本规范的允许安全系数是根据试验观测和部分工程验证所确定的，基本上可以达到挡土墙抗冻胀设计对安全性与经济性的要求。

第四章 抗冻胀结构及工程措施

第一节 衬 砌 渠 道

第 4.1.1 条 衬砌体因无附加荷载而对渠床冻胀非常敏感，我国西北、华北和东北的辽宁省大量实测资料证明，当渠道的冻胀位移值与允许位移值相差不大时，可通过适应冻胀位移的结构措施解决，当位移值与允许值相差过大时，应采取回避或削减冻胀的措施解决。

第 4.1.2 条 当渠道的冻胀变形量略大于允许变形值（本条规定为 2 倍以内），及渠床土的冻胀性在Ⅱ类以下（其最大冻胀量≤5cm）时，通过本条规定的三项结构措施是可以满足抗冻胀要求的。本条中的一，是利用空气保温以削减渠床土冻胀性的结构措施，二是利用结构受力特点，抵抗冻胀变形的结构措施，三是兼有抵御和适应冻胀变形两种能力的结构措施。本条规定较为适用于标准冻深在 1.0m 左右的季节冻土区。

第 4.1.3 条 本条规定适用于渠道冻胀位移量大于 5cm 的中小型渠道或渠床土的冻胀性类别高于Ⅲ级的渠道。措施一削减了渠底冻胀作用、限定了槽侧回填土高度，是兼具削减和回避冻胀作用的结构措施；措施二和三，都属“回避”冻胀措施，可彻底消除冻胀，但造价高、工程量大，非特殊必要，宜慎用。

第 4.1.4 条 采用本条做为渠道抗冻胀措施时应注意：①应保证置换层在冻结期不饱水或有排水出路；②渠道是线路性工程，置换基土大是否切实可行；③应严格保证置换土料的非冻胀性和防止在使用期间受细颗粒淤塞。

第 4.1.5 条 本条是通过降低渠床土的含水量以削减冻胀的措施，也是保证置换层能有排水出路的办法。采用本条措施的关键是彻底掌握当地的水文地质资料，搞好排水设施（盲井、暗管、反滤体等）的设计，并能保证其长期正常工作。

第 4.1.6 条 用聚苯乙烯硬质泡沫进行保温削减或消除渠床土冻胀具有施工简易，效果明显等特点。保温板的热阻值可通过热工计算确定（参见本规范第 4.3.5 条说明），对于小型渠道，可按 1cm 厚的保温板（其性能参见附表 5-2）可减少 1/10～1/15 冻深估算，这个比例是通过热工计算和实际工程验证过的，其精度可满足工程实用要求。

第 4.1.7 条 用不透水材料隔断水分，使冻结前土中含水量尽可能降低或使冻结期间不致形成强烈的水分迁移、集聚，可降低冻胀量 30%～100%。这种措施的关键是确保施工期膜料不被刺穿。因我国已能大批生产强度指标足够、不透水性很高的土工膜，故本条规定是现实可行的。

第 4.1.8 条 用压实法或强夯法提高渠床土密度以降低冻胀量的方法应是最简单易行的措施。黑龙江省水科所通过大量室内外试验查明：当饱和度一定时，随土体密度的增加冻胀性降低，本规范式（2.2.3-4）和式（2.2.3-5）分别给出了封闭系统和开放系统冻结时，密度与冻胀量间的定量关系。实测资料还证明，在较小的荷载作用下，当压实度为 0.95、干密度不小于 1.58g/cm³ 时，土的冻胀性已很小。鉴于衬砌板一般自重很小，为避免发生严重的冻胀积累，逐年降低压实土的密度，本条规定为压实度不低于 0.98；干密度不低于

灌溉排水技术

1.60g/cm³。

第二节 桩、墩类基础

第4.2.1条 在桩、墩类基础不满足抗冻拔稳定要求的情况下，要依据所设计的基础形式和当地的水文地质条件，采取相应的抗冻结构和工程措施。当抗拔力与冻拔力相近或稍低于冻拔力时，可适当加深基础或增大锚固头直径，以增加抗拔力来满足基础抗冻拔设计稳定要求。因地基或施工条件限制，增加基础埋深或扩大锚板直径有困难时，可采用削减切向冻胀力措施，如在冻层范围内的基础表面作涂层处理、外包薄膜处理、双层油套管处理等。经处理后的基础切向冻胀力可部分或大部被削减掉。对用双层油套管处理的桩基础，切向冻胀力可全部消除，但应注意：当桩基按承载力设计时，冻层范围内的摩阻力不应计入。

涂层处理措施适用于预制混凝土桩，经涂层处理后，可削减切向冻胀力值30%；对钻孔灌注桩，应特别注意冻层范围内柱体外壁的平整光滑，可用钢模或预制管做模板浇筑。模浇与钻孔浇筑比较，可减小切向冻胀力值50%左右。

对于锚固基础，因结构自身就有抗冻拔能力，抗拔稳定一般能达到设计要求，但必须验算抗拔强度，以防桩基强度不足被拔断。

第4.2.2条 置换法是基础防冻胀的一项常用工程措施，但在实际运用中，常因适用条件、施工不当，使置换效果不佳或完全失效。

采用置换措施，要结合当地的水文地质条件进行，除将冻胀性土换成非冻胀性土外，必须设置排水出路，使换填材料中的水分，在冻结过程中可自由排出，这是置换法能起抗冻胀作用的保证。此外，还应注意置换层的防护，可用土工布防止细粒土入侵；对有抗冲刷要求的，必须设置防冲衬砌。

第4.2.3条 本条中一至四参见第4.2.1条说明。五是对冻层范围内的基础侧表面做涂层处理的规定，目的是减小基础与地基间的冻结力。涂层材料常用憎水性材料，如糠醇树脂、环氧树脂、甲基硅酸钠等。从材料来源看，糠醇树脂较为价廉易得，其配合比，如附表5.2。

第4.2.4条 防止桩基冻拔的结构措施主要有增加桩基入土深度和采用扩大式锚固基础两种。前者是利用融土的摩阻力，后者是利用冻胀反力来克服切向冻胀力、保持桩基的稳定。

扩大式桩基础的型式很多，应根据具体使用条件选用。例如，锚固底梁基础除能增加结构的抗冻拔稳定性外，还能增强结构的横向稳定；爆扩桩基础较适用地下水位较低的粘性土（易成孔）；锚固环式基础适用已冻拔的灌注桩基桥、渡槽的维修等等。但任何种扩大桩基础的扩大基础板顶面埋深必须大于当地工程设计冻深，在此条件基础上，为了接受更多的冻胀反力，应使扩大板顶面尽量接近工程设计冻深。

第三节 板型基础

第4.3.1条 本规范所指的板型基础是指座落在冻土层中受到法向冻胀力作用的基础，因此，对经抗冻胀计算不能满足要求的基础板，本条重点规定了置换、隔层封闭、压

标准图书馆

实或强夯、保温、排水等消除或削减地基土冻胀的措施。对其他抗冻措施，如采用一字闸代替开敞式闸（减少基础与地基接触面积）；采用筛网消能工代替消力池（架空结构）；采用锚固底板、反拱底板（抵御冻胀能力强）、随冻融起落的枕梁桥（适应变形）等结构措施，因业经大量工程实践证明是成功的，故在本规范中未予详述，但在抗冻胀设计中应首先考虑采用这些抗冻胀结构措施。只有当条件不允许或采用结构措施不够经济合理时，才采用本节规定的其他抗冻胀措施。

第 4.3.2 条 本条规定用有效冻深系数对设计冻深修正后做为置换深度，是指把天然地基中发生冻胀变形的部分冻土层置换掉，余下部分应属“冻而不胀”区，勿需再置换。

从基础侧面向外加大 0.5m 的平面置换范围是根据经验确定的。目的是消除基础边缘附近地基土的附加冻胀力对基础稳定的影响。

基础板下采用置换措施后，还要注意基础侧面切向冻胀力对基础稳定的不利影响。置换层应有防止细颗粒侵入的措施并在冻结期有排水出路，这是置换层发挥抗冻胀作用的基本保证。

第 4.3.3 条 本条规定的封闭地基平面范围与置换措施理由相同。采用隔层封闭地基后仍需考虑基础侧面消除切向冻胀力作用的措施。由于限定封闭土体的含水量低于塑限含水量，外水又被隔绝，游水量很小，其抗冻结果是显而易见的；关键是保证封闭膜不能被刺穿或破裂。

隔层封闭地基中隔层的作用是：一旦在某层发生意外破损而透水时，对其他封闭土层无影响；另一作用是把回填土分层隔绝，在冻结层土体内部避免因水分迁移形成集中聚冰，以减少土体总冻胀变形；此外，还附加有保温作用。

每个隔层厚度 30～50cm 是由建筑物重要程度、封闭地基总厚度及技术经济比较而确定的经验数据，对抗冻胀要求高的重要建筑物，每层应选小值。

基础厚度折减系数 0.7 系指基础的保温效果与天然地基土的保温效果等效时对基础厚度的折减。也就是从保温效果来说，同厚度的基础与土层对减少基础下冻土层不是等效的。热工计算表明，混凝土及石材导热系数 $\lambda=1.3\text{kJ}/(\text{m}\cdot\text{h}\cdot\text{℃})$，约为粘性冻土的 1.4～2.0 倍，即混凝土及石材的热阻约为粘性冻土的 0.71～0.5 倍，但据现场实测其值一般皆大于 0.70，为确保工程安全，本条规定基础板厚度折减系数为 0.7。

第 4.3.4 条 参见第 4.1.8 条说明。

第 4.3.5 条 ①本条水层保温法中的经验系数 0.6 的取值是根据经验确定的，根据一些地区的观测资料，库冰的厚度一般是当地气象台站观测同年大地标准冻深的 0.5～0.6 倍，故取值为 0.6；②保温基础设计热阻值计算公式 $R_{bo}=0.0166\sqrt{I_0}\cdot K_a$ 是黑龙江省水科所通过系列试验结果归纳出的经验公式。试验地点大体在北纬 45°线左右；在哈尔滨市万家冻土场修试验工程一处、海林县新安灌区两处、鸡东县鸡林灌区两处，使底板处于单向热传导状态，进行温度场和气温观测，有 3～8 年资料。最后实测全保温基础（基础板下刚好无冻层）的基础热阻值为：$R_{bo}=0.72\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{℃}/\text{kJ}$，相应的实测冻结指数 $I_0=1870\text{℃}\cdot\text{d}$。

由冻深的计算公式 $H_d=\alpha\cdot\sqrt{I_0}$ 可知冻深与冻结指数的平方根成正比，可推知全保温基础的计算热阻值也应与冻结指数的平方根成正比关系，即 R_{bo}/R_b 应等于 $\sqrt{I_d}/\sqrt{I_0}$（式中

I_0 为工程地点的冻结指数)。将 $R_0=0.72$、$I_0=1870$ 代入，得到：

$$R_w=0.0166\sqrt{I_0}$$

但因上式是根据 $I_0=1870$（℃·d）时推导出的，当纬度相差较大时，对应不同的 I_0 值冻深修正系数 α 值不同（见表 2.1.2）。为此，引进热阻修正系数 K_w，即设 $I_0=1870$ 时 $K_w=1$，则据本规范表 2.1.2 中 α 值计算出相应不同 I_0 值时的 K_w 值如表 4.3.5，这便是 K_w 给值范围的依据。

表 4.3.5 热阻修正系数 K_w 值表

I_0	100	300	500	800	1000	1200	1500	1870	2000	2200	2400	2600	2800
K_w	0.71	0.74	0.77	0.81	0.85	0.88	0.93	1.00	1.03	1.06	1.11	1.15	1.19

第四节 挡 土 墙

第 4.4.1 条 防治挡土墙冻害的措施与其他结构的冻害防治要求相似，基本上可归纳为结构措施、削减或消除土的冻胀性措施、以及综合措施。

一、结构措施：指选择在整体布置上可减少总冻胀力、能改变应力集中点、允许变形量大、结构强度高和稳定性好的结构形式以达防冻胀的目的。

二、削减或消除土的冻胀性措施：指采用改变影响土的冻胀性最主要的水、土、温、压条件以达到削减或消除土的冻胀性措施。

三、综合抗冻措施：指采用两种以上方法的综合防治冻害的措施。

第 4.4.2 条 由于挡土墙水平冻胀力值的大小与墙体允许水平位移量的大小成反比关系，所以允许位移量大的挡土墙，对削减水平冻胀力有利。挡土墙的结构形式以悬臂式的允许变形量最大，因此抗冻挡土墙墙身的结构形式应优先选用悬臂式；基础应优先选用条型板式基础，这有利于减少基础工程量且可利用冻胀反力提高墙的垂直抗冻变形的稳定性。

第 4.4.3 条 按非冻土设计的挡土墙要求设置排水孔是为了减少墙后的水压力以达到减轻设计荷载的目的；从抗冻胀角度，这有利于疏干墙后土体，对于削减水平冻胀力也是有利的。当墙后土体的冻胀性为Ⅰ、Ⅱ类时，按非冻土设计的挡土墙排水孔便可满足要求。本条对排水孔构造上的要求与一般构造要求相同。

第 4.4.4 条 挡土墙背侧与土接触面光滑平整和涂沥青防水材料，可以减少土体与墙体的冻结力从而减少切向冻胀力，有利于墙体垂直抗冻胀稳定。

第 4.4.5 条 挡土墙后置换的非冻胀性土因粒径粗、渗透性强，而不利于水利工程的防渗要求，在采用置换措施时，须注意满足渗径要求。置换范围是按压强分布图形并考虑砂石料的冻结深度较粘性土一般可增加 20% 而确定的。

置换断面的确定：

1. 墙顶置换深度大于等于 50cm。
2. 自墙顶至 $0.56H_d$ 处的置换深度取 $1.2H_d$
3. 墙基处置换深度为 $0.5H_d-\delta$（墙厚）。

第 4.4.6 条 一般排水方法：有底部排水、墙背排水、倾斜和水平排水四种形式，其中倾斜和水平排水对防治墙体冻害效果较好。

特殊排水方法：适用于地下水位高、土中水分饱和的条件，排水井的容量应以能容纳冻结期中预计排入的水量为准。

第 4.4.7 条 参见第 4.3.3 条说明。

第 4.4.8 条 挡土墙的保温措施是利用保温材料改变负温与土体的热交换条件，减少土的冻结深度或改变墙后回填土的温度场，从而达到削减土体冻胀的方法。

一、保温材料的选择：选用国内外常用的聚苯乙烯硬质泡沫板。

二、保温层铺设的型式：可采用单向或双向保温两种型式（参见图 4.4.8）。单向保温措施是将保温板沿墙体背面铺设，使在垂直墙体方向热交换减少，其理想状态是改双向冻结为垂直地面方向的单向冻结。此时，土体冻胀的方向应是垂直向上的，对墙体不作用水平冻胀力。

双向保温措施是除在墙体背面铺设保温板外，沿墙后地表面下也铺设一层保温板，达到双向削减墙后土体冻结深度的目的，以削减水平冻胀力对墙体的破坏作用。

三、保温板尺寸：

1. 保温板厚度：按本规范第 4.3.5 条，经计算后确定，对小型渠系工程也可按（1/10～1/15）工程设计冻深确定。

2. 保温板高度：按挡土墙后到填土高度减去 20cm 确定。

3. 水平及侧向保温板的长度：为消除侧向土冻胀对保温段的侧向影响，水平长度定为 1.1～1.5 倍工程设计冻深，对不完全冻结墙后土体冻结的保温措施可取小值。

万水南科技

中华人民共和国行业标准

雨水集蓄利用工程技术规范

SL267—2001

主编单位：内蒙古自治区水利厅
批准部门：中华人民共和国水利部
施行日期：2001年4月1日

万水帕科技

中华人民共和国水利部

关于批准发布《雨水集蓄利用工程技术规范》SL267—2001的通知

水国科[2001]40号

部直属各单位，各省、自治区、直辖市、计划单列市水利（水务）厅（局），新疆生产建设兵团水利局：

根据部水利技术标准制定和修订计划，由部农村水利司主持，以内蒙古自治区水利厅为主编单位制定的《雨水集蓄利用工程技术规范》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：

《雨水集蓄利用工程技术规范》SL267—2001。

本标准自2001年4月1日起实施。在实施过程中，请各单位注意总结经验，如有问题请函告主持机构，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

二〇〇一年二月八日

万水帕科技

前　言

雨水集蓄利用是缺水山区解决人畜用水困难、进行农作物补充灌溉、促进农业生产稳产、丰产的有效措施。它的实施也为农业结构调整和生态环境建设创造了有利条件。20世纪80年代末以来，我国西北、华北、西南及海岛和沿海地区的雨水集蓄利用，不论在深度和广度上都已经有了迅速的发展，取得了显著的经济效益、社会效益和环境效益。我国实施西部大开发的战略措施和广大缺水山区群众改变贫困面貌的迫切愿望，都要求这项措施在新世纪有一个更大的发展。为了促进雨水集蓄利用事业更健康和更迅速地发展，制定一个全国范围的统一、合理和可行的规范，是十分必要的。为此，经水利部农村水利司提出，水利部国际合作与科技司同意，决定组织力量，尽快完成这项工作，并以水利部司局文件农水农[2000]16号文"关于委托编写《雨水集蓄利用工程技术规范》的函"下达。

规范的编制从2000年6月开始，9月底提出了规范的征求意见稿，11月底提出了规范送审稿。2001年1月8日由水利部农村水利司主持邀请有关专家，召开了规范审查会议，一致同意通过审查，并建议再作一定修改后，尽快报部审批，颁布实施。

SL267—2001《雨水集蓄利用工程技术规范》分总则、基本资料、规划、设计、施工与设备安装、工程验收、管理和经济评价，共8章，46条和5个附录。它反映了我国雨水集蓄利用工程的主要研究成果和实践经验，既坚持了一定的标准，又考虑了这项微型水利工程面广量大、群众性施工和管理的特点，使规范具有普遍性和可操作性。

本规范3.5.2条，4.2.2条第1款和第3款，4.2.7条第5款，5.1.2条第2款，5.1.3条第2款，5.1.5条，7.2.1条及7.2.3条为强制性条文，规范文本中用黑体字表示，其余为推荐性条文。

本规范解释单位：水利部农村水利司
本规范主持单位：水利部农村水利司
本规范主编单位：内蒙古自治区水利厅
本规范参编单位：内蒙古自治区水利科学研究院
甘肃省水利科学研究所
水利部农田灌溉研究所
山西省水利厅
四川省水利厅
广西壮族自治区水利厅
西北农林科技大学
甘肃省水利厅
本规范主要起草人：朱　强　康　跃　程满金　张敦强
曹广生　李明波　王贵平　高建恩
张祖新　张新民　潘云生　陆杰臣

水利科技

目　次

1　总则 …… 295
2　基本资料 …… 295
3　规划 …… 296
4　设计 …… 299
5　施工与设备安装 …… 303
6　工程验收 …… 305
7　管理 …… 305
8　经济评价 …… 306
附录A　名词解释 …… 307
附录B　旱作农业区雨水集蓄利用工程非充分灌溉全年灌溉供水量估算方法 …… 308
附录C　每立方米集流量所需集流面面积表 …… 309
附录D　雨水集蓄利用工程固定资产折旧年限表 …… 312
附录E　雨水集蓄利用工程国民经济评价计算方法 …… 312
本规范的用词和用语说明 …… 314
条文说明 …… 315

万方数据科技

1 总 则

1.0.1 为提高雨水集蓄利用工程的建设质量和管理水平，促进农村供水、节水灌溉和社会经济的发展，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于地表水、地下水缺乏或开采利用困难，且多年平均降水量大于250mm的半干旱地区和经常发生季节性缺水的湿润、半湿润山丘地区，以及海岛和沿海地区雨水集蓄利用工程的规划、设计、施工、验收与管理。

1.0.3 雨水集蓄利用工程应由农户、联户或自然村进行建设和管理。建设与管理必须贯彻因地制宜、自力更生的原则，在政府的积极引导和支持下，按照农户的自愿进行。

1.0.4 雨水集蓄利用工程应提倡科学试验，搞好典型示范，注意引进适用新技术，鼓励群众和技术人员努力创新、不断总结和推广先进经验，使这项技术不断完善和发展。

1.0.5 雨水集蓄利用工程的建设和管理除符合本规范外，还应符合国家现行有关标准的规定。

2 基 本 资 料

2.0.1 建设雨水集蓄利用工程应收集工程所在地区年降雨量资料和多年平均年蒸发量资料，并分析计算得出多年平均、保证率为50%、75%及90%的年降雨量。无实测资料地区，可查本省（直辖市、自治区）多年平均降水量、蒸发量及Cv等值线图求得。

2.0.2 一般情况下可不测绘地形图，但应有集流面、蓄水设施及灌溉土地之间的相对位置和高差资料，以及拟建工程位置的土质或岩性。必要时宜有1/500的局部地形图。

2.0.3 对拟作为集流面的屋顶、庭院、公路、乡村道路、天然坡面、打碾场等的面积应进行丈量。

2.0.4 对工程实施范围内已建集流面的材料和集流效率、蓄水设施的种类、结构和容积、提水设备、节水灌溉设施以及节水灌溉制度和工程运行管理情况应进行调查。

2.0.5 对工程实施范围内的人口、牲畜头数、计划利用雨水进行灌溉的作物种类、面积与需水、单产和灌溉情况以及土壤质地应进行调查。

2.0.6 对当地水泥、钢筋、石灰、防渗膜料以及砂、石、砖、土料等建筑材料的储（产）地、储（产）量、质量、单价、运距等应进行调查。

农水创新科技

3 规 划

3.1 一 般 规 定

3.1.1 建设县及县以上的雨水集蓄利用工程必须进行区域性规划。

3.1.2 规划应根据当地雨水资源条件，提出适度而合理的开发利用规模。

3.1.3 规划应符合当地社会经济条件，充分考虑用水需求和承受能力；应与农村社会经济发展和扶贫规划相协调，并与水土保持及节水灌溉等项规划紧密结合；应注重农业结构调整和先进适用技术的应用，具有科学性和可操作性。

3.2 区域性规划内容

3.2.1 应对本地区缺水状况、发展雨水集蓄利用工程的必要性和可行性进行分析和论证，并应与其他供水工程措施进行技术经济的对比分析。

3.2.2 应对规划期内雨水集蓄利用工程解决本地区饮用水困难的人畜数量、生活供水定额、发展集雨节灌的面积、作物类型和灌水定额、发展养殖业和农村加工业的规模和供水量等主要指标，以及雨水集蓄利用工程的规模进行分析确定。应根据近、远期解决缺水问题的迫切性和资金、劳力的可能性合理确定开发速度。

3.2.3 应根据气候、地形、地质等自然条件和社会经济特点进行分区，确定不同类型地区的雨水集蓄利用方式和工程布局。

3.2.4 应在规划中提出不同类型分区的雨水集蓄利用工程典型设计，并可根据典型设计用扩大指标法计算全地区的雨水集蓄利用工程量和投资。对国家、地方和农民的投入应进行统筹安排，农民投劳应折资计算。

3.2.5 应进行雨水集蓄利用工程的国民经济评价，论证其经济可行性。

3.2.6 应进行雨水集蓄利用工程对生态系统、水环境及人畜健康影响的分析评价。分析应定性与定量相结合，以定性为主。

3.2.7 应编制分期实施计划，并提出组织管理、技术支持、资金筹措、劳力安排等措施。

3.3 供 水 标 准 的 确 定

3.3.1 居民生活供水标准应按表 3.3.1 的规定取值。

表 3.3.1 雨水集蓄利用工程居民生活供水定额

地 区	供水定额 [L/(d·人)]
半干旱区	10～30
半湿润、湿润区	30～50

3.3.2 生产供水标准的确定应符合下列要求：

水利科技

1 生产供水应包括农作物、蔬菜、果树和林草的补充灌溉供水以及畜禽养殖业和小型加工业的供水。

2 灌溉供水量应根据本地区农作物、树、草的需水特性和可能集蓄的雨水量，采用非充分灌溉的原理，确定补充灌溉的次数及每次补灌量。缺乏资料时，灌水次数和每次灌水定额可按表 3.3.2-1 的规定取值。在进行区域性规划时，可按本规范附录 B 计算。水田的灌溉定额应按照限额灌溉的原则，根据作物需水量、气象因素等确定。

3 畜禽养殖供水定额按表 3.3.2-2 的规定取值。小型加工业供水应按照节约用水、提高回收利用率的原则，根据生产实际需要确定或参照 CECS 82：96《农村给水设计规范》执行。

表 3.3.2 1 不同作物集雨灌溉次数和定额

作 物	灌水方式	不同降雨量的灌水次数		灌水定额 (m^3, hm^2)
		250～500mm	>500mm	
玉米等旱田作物	坐水种	1	1	45～75
	点灌	2～3	2～3	75～90
	地膜穴灌	1～2	1～2	45～90
	注水灌	2～3	1～2	30～60
	滴灌 地膜沟灌	1～2	2～3	150～225
一季蔬菜	滴灌	5～8	6～10	120～180
	微喷灌	5～8	6～10	150～180
	点灌	5～8	8～12	75～90
果树	滴灌	2～5	3～6	120～150
	小管出流灌	2～5	3～6	150～225
	微喷灌	2～5	3～6	150～180
	点灌（穴灌）	2～5	3～6	150～180
一季水稻	“薄、浅、湿、晒”和控制灌溉		6～9	300～400

表 3.3.2 2 畜禽养殖供水定额

畜禽种类	大牲畜	猪	羊	禽
定额 [L/（d·头、只）]	30～50	15～20	5～10	0.5～1.0

3.4 工程规模的确定

3.4.1 集流面面积确定应符合下列要求：

1 供水保证率应按表 3.4.1 1 的规定取值。

江苏恒科技

表 3.4.1-1 雨水集蓄利用工程供水保证

供水项目	居民生活用水	集雨灌溉	畜禽养殖	小型加工业
保证率（%）	90	50～75	75	75～90

2 一种用途雨水集蓄利用工程的集流面面积按公式（3.4.1-1）计算。

$$\sum_{i=1}^{n} S_i \cdot k_i \geqslant \frac{1000W}{P_p} \tag{3.4.1-1}$$

式中 W —— 一种用途的年供水量，m^3；

S_i —— 第 i 种材料的集流面面积，m^2；

P_p —— 保证率为 p 时的年降雨量，mm；

k_i —— 第 i 种材料的年集流效率（小数）；

n —— 材料种类数。

3 几种用途雨水集蓄利用工程的集流面总面积按公式（3.4.1-2）计算。

$$S_i = \sum_{j}^{m} S_{ij} \tag{3.4.1-2}$$

式中 S_i —— i 种材料集流面总面积，m^2；

S_{ij} —— j 种用途第 i 种材料的集流面面积，m^2。

4 年集流效率应根据各种材料在不同降雨情况下观测试验资料确定。缺乏资料时，可按表 3.4.1-2 的规定取值。

表 3.4.1-2 不同材料集流面在不同年降雨量地区的年集流效率

集流面材料	地区年集流效率（%）		
	年降雨量 250～500mm	年降雨量 500～1000mm	年降雨量 1000～1500mm
混凝土	75～85	75～90	80～90
水泥瓦	65～80	70～85	80～90
机瓦	40～55	45～60	50～65
手工制瓦	30～40	35～45	45～60
浆砌石	70～80	70～85	75～85
良好的沥青路面	70～80	70～85	75～85
乡村常用土路、土碾场和庭院地面	15～30	25～40	35～55
水泥土	40～55	45～60	50～65
化学固结土	75～85	75～90	80～90
完整裸露塑料膜	85～92	85～92	85～92
塑料膜覆中粗砂或草泥	30～50	35～55	40～60
自然土坡（植被稀少）	8～15	15～30	30～50
自然土坡（林草地）	6～15	15～25	25～45

仅供试读

3.4.2 蓄水工程容积可按公式（3.4.2）计算。

$$V = \frac{KW}{1 - \alpha} \tag{3.4.2}$$

式中 V ——蓄水容积，m^3；

W ——全年供水量，m^3；

α ——蓄水工程蒸发、渗漏损失系数，取0.05～0.1；

K ——容积系数：半干旱地区，人畜饮用工程可取0.8～1.0，灌溉供水工程可取0.6～0.9；湿润、半湿润地区可取0.25～0.4。

3.4.3 蓄水工程超高应符合下列要求：

1 顶拱采用混凝土支护的水窖蓄水位距地面的高度应大于0.5m，并符合防冻要求；顶拱采用薄壁水泥砂浆或粘土防渗的水窖蓄水位应低于起拱线0.2m。

2 水池超高应按表3.4.3的规定取值。

表3.4.3 水池超高值

蓄水容积（m^3）	<100	100～200	200～500
超高（cm）	30	40	50

3.5 工程布置

3.5.1 雨水集蓄利用工程应与集流工程、蓄水工程以及供水和节水灌溉设施统一布置，用于生产的雨水集蓄利用工程宜与农业措施相结合。

3.5.2 集流工程的集流能力应与蓄水工程容量相一致，不得布置集流量不足或没有水源的蓄水工程。

3.5.3 为生活供水的雨水集蓄利用工程与居住地的畜禽养殖供水集雨工程可一起布置，与其他生产用水的工程宜分开布置。

3.5.4 有条件时，蓄水工程的布置应尽量利用其他水源作为补充水源。

4 设 计

4.1 集流工程

4.1.1 集流工程应由集流面、汇流沟和输水渠组成。当集流面较宽时，宜修建截流沟拦截降雨径流并引入汇流沟。

4.1.2 集流面选址时，应尽量避开粪坑、垃圾场等污染源。半干旱地区无植被的土类集流面及沥青公路不宜作为人饮工程集流面。应尽量利用透水性较低的现有人工设施或自然坡面作为集流面，并应视需要改造或新建截流、汇流沟。为灌溉目的修建的集流面宜尽可能布置在高于灌溉地块的位置。

4.1.3 新建人工集流面可采用混凝土、浆砌片（块）石、砌砖、灰土、水泥土、塑料薄膜、

行业标准

原土翻夯或用化学方法固结土壤等对地面进行衬砌防渗以及在草（草泥）屋顶上铺设水泥瓦或机瓦等形式。各种集流面材料的选择应进行技术、经济比较。

4.1.4 新建人工集流面应符合下列要求：

1 集流面应具有纵向坡度。集流面下游及两侧边应修建边坡。边坡可用土料填筑，表面应衬砌。

2 混凝土集流面宜采用厚度3～4cm的C15现浇混凝土，分块尺寸宜采用1.5m×1.5m～2.0m×2.0m，缝宽1.0～1.5cm，缝内可采用粘土、沥青砂浆等材料填实。

3 浆砌片（块）石集流面可采用一层石料平铺。应采用砂浆座浆砌筑和勾缝，勾缝应采用平缝。座浆水泥砂浆标号不宜低于M7.5，勾缝砂浆不宜低于M10。

4 裸露式塑膜集流面可采用农用地膜或棚膜。埋藏式塑膜集流面宜采用0.1～0.2mm厚聚氯乙烯或聚乙烯塑料薄膜，覆盖材料可采用厚度5cm左右的草泥或中、粗砂。

5 原土翻夯、灰土集流面的厚度应不小于30cm。原土翻夯后的干容重应不小于1.5 t/m³。灰土中白灰与土的体积比例宜为3∶7。水泥土中的水泥含量宜为8%～12%，水泥土厚度宜为10 cm，夯实干容重应不小于1.55 t/m³。

4.1.5 屋顶集流面可采用接水槽或在屋檐下的地面上修建汇流沟汇流。利用道路、自然坡面或新建专用集流面集流时，均应修建汇流沟。汇流沟可采用混凝土现浇或预制、块（片）石、砖衬砌的矩形、U形渠或土渠。汇流沟的纵向坡度应根据地形确定，衬砌渠（沟）一般不宜小于1/300，土渠（沟）不宜小于1/500，断面尺寸应按汇流量确定。

4.2 蓄水工程

4.2.1 蓄水工程形式的选择应根据地形、土质、用途、建筑材料和社会经济等因素确定。为生活供水修建的蓄水工程宜采用水窖、水罐或在窑洞内修建的水池。

4.2.2 蓄水工程应符合下列要求：

1 位置应避开填方或易滑坡地段，地下式蓄水工程外壁与崖坎和根系较发育树木的距离不得小于5m。多个水窖或水窑衬砌外壁之间的距离不得小于4m。

2 利用公路路面集流时，蓄水工程位置应符合公路的有关技术要求，汇流沟或输水渠的修建不得破坏公路原有排水系统。

3 蓄水工程必须进行防渗处理。

4 为生活用水修建的或半干旱地区蓄水工程宜建顶盖。

5 蓄水工程的进水口应设堵水设施，并布置泄水道。在正常蓄水位处应设置泄水管（口）。

6 蓄水工程进口前应设拦污栅。利用天然土坡、土路、场院集流时，应在进口前修建沉沙池。沉沙池位置离道路边距离不宜小于2m，尺寸应视集流面大小和来沙情况确定。

7 蓄水工程的底部出水管或倒虹吸管进口应高于底板30cm。

4.2.3 土层内修建的水窖设计应符合下列要求：

1 水窖防渗材料可采用水泥砂浆抹面、粘土或现浇混凝土。水泥砂浆标号应不低于M10，厚度不宜小于3cm，其表面宜用纯水泥浆刷2～3遍。土质较差时，宜在窖壁上按一定间距布设深10cm左右的砂浆短柱，与砂浆层形成整体。粘土厚度可采用3～5cm，也宜

农业部科技

在窖壁上布设上铆钉（码眼），每平方米不少于20个。混凝土标号不宜低于C15，厚度可采用10cm。

2 水窖顶宜采用混凝土拱或砂浆砌砖拱。混凝土标号不宜低于C15，厚度不小于10cm，砌砖可采用标号不低于M10的水泥砂浆。土质较好时，也可用厚3～5cm的粘土或水泥砂浆防渗。水窖底基土应先进行翻夯；其上宜填筑厚20～30cm厚的灰土，石灰与土重量比为3∶7，灰土上再抹水泥砂浆3～4cm；或采用厚10cm的现浇素混凝土。窖壁一般可采用水泥砂浆或粘土防渗，水泥砂浆厚度不宜小于3cm，标号可采用M10。但土质较软弱或砂粒含量较高时，宜采用素混凝土支护，混凝土厚度不宜小于10cm，标号可采用C15。

3 窖顶、壁和底均采用水泥砂浆或粘土防渗，无其他支护的水窖总深度不宜大于8m，最大直径不宜大于4.5m，顶拱的矢跨比不小于0.5；窖顶采用混凝土或砖砌拱、窖底采用混凝土、窖壁采用砂浆防渗的水窖总深度不宜大于6.5m，最大直径不宜大于4.5m，顶拱的矢跨比不宜小于0.3。

4 水窖顶高于地面的高度不宜小于30cm，水窖口直径宜为60～80cm。

4.2.4 岩层内修建的水窖宜采用宽浅形式。开挖岩石面如比较完整坚固，可在岩面上抹水泥砂浆，如岩石破碎或不稳定，应采用浆砌石或混凝土支护。窖顶及地面以上边墙外侧应堆筑土或开挖的石料隔温。

4.2.5 岩石崖面上可修建隧洞式水窖。顶部可视岩石坚固程度采用浆砌石、混凝土支护，砂浆抹面或不支护。蓄水部分应进行防渗处理。

4.2.6 土层内的水窖设计应符合下列要求：

1 水窖宽度不宜大于4.5m，拱的矢跨比不宜小于0.33，窖顶上土体厚度应大于3m，蓄水深度不宜大于3m。

2 水窖可采用水泥砂浆或粘土防渗，并按照本规范4.2.3条第1款的规定执行。拱顶支护：当土质较好时，可采用厚度3～4cm的水泥砂浆抹面；土质较差时，应采用混凝土、浆砌石或砖砌体支护，此时，矢跨比可适当减少。底部应进行翻夯压实。

4.2.7 水池设计应符合下列要求：

1 水池应尽量采用标准设计，或按五级建筑物根据有关规范进行设计。水池池底及边墙可采用浆砌石、素混凝土或钢筋混凝土。最冷月平均温度高于5℃的地区也可采用砖砌，但应采用水泥砂浆抹面。池底采用浆砌石时，应座浆砌筑，水泥砂浆标号不低于M10，厚度不小于25cm。采用混凝土时，标号不宜低于C15，厚度不小于10cm。土基应进行翻夯处理，深度不小于40cm。

2 寒冷地区水池的盖板上应覆土或采取其他保温措施。

3 湿陷性黄土上修建的水池应优先考虑采用整体式钢筋混凝土或素混凝土水池。地基土为弱湿陷性黄土时，池底应进行翻夯处理，翻夯深度不小于50cm；如基土为中、强湿陷性黄土时，应加大翻夯深度，采取浸水预沉等措施处理。

4 水池内宜设置爬梯，池底应设排污管。

5 封闭式水池应设清淤检修孔，开敞式水池应设护栏，护栏应有足够强度，高度不小于1.1m。

4.3 生活供水系统

4.3.1 人的饮用取水宜使用手压泵或微型电泵。经济条件不具备时，在运行初期也可采用吊桶等较简单的汲水方法。

4.3.2 生活供水管道宜采用聚乙烯塑料管或其他无毒管材。

4.4 节水灌溉系统

4.4.1 利用集蓄雨水进行灌溉时，应采用节水灌溉方法。对旱作农田可采用点灌、注水灌、坐水种、膜上穴灌、地膜沟灌、滴灌、微喷灌、小型移动式喷灌等，不得使用漫灌方法。对水稻田可采用“薄、浅、湿、晒”和控制灌溉。

4.4.2 点灌、注水灌和坐水种可人工进行。有条件的地方，也可采用开沟、播种、坐水、覆膜一次完成的坐水播种机。

4.4.3 一般情况下，平坦地区管网的干、支管管槽开口宽可为40cm左右，管槽深度不宜小于50cm，寒冷地区还应考虑防冻要求。

4.4.4 集雨滴灌工程设计应符合下列要求：

1 应符合SL103—95《微灌工程技术规范》的要求。宜采用定型设计。

2 有地形条件的地方，宜采用自压滴灌。

3 大田集雨滴灌宜采用移动或半固定布置形式。果树及大棚的滴灌可采用固定布置形式。半干旱地区的大田移动式或半固定式滴灌毛管宜采用集中布置方式。

4 过滤设备应采用120目网式过滤器。有条件的地方，可选用文丘里式或压差式化肥、农药注入设备。严禁将化肥、农药加入到水源工程中。

5 滴头的选择应考虑土壤、作物、气象等因素，应选择经过法定机构检测合格的产品。对砂质土壤宜选用流量不小于3L/h的滴头，对粘性土壤宜选用流量不大于2L/h的滴头。

4.4.5 微喷灌工程应符合下列要求：

1 微喷灌工程应符合SL103—95的要求，设备应选用经过法定检测机构检测合格的产品。

2 微喷灌宜用于经济价值较高的作物，一般宜采用固定或半固定式布置。

3 微喷头的选择应考虑土壤、作物和气候等因素。宜采用折射式或旋转式微喷头。

4.4.6 小型集雨喷灌工程的设计应符合下列要求：

1 应符合GBJ85—85《喷灌工程技术规范》的要求，设备应选用经过法定检测机构检测合格的产品。

2 可用于集雨量较多的湿润、半湿润地区。

3 宜采用单喷头喷灌机和人工移动管道式喷灌机。有地形条件的地方，应采用自压式喷灌。

4.5 集雨节水灌溉制度

4.5.1 应采用非充分灌溉方法，以提高灌溉水生产率为目标，根据当地降雨和作物需水规

律，分析确定影响作物生长关键缺水期及需要补充的灌溉水量，进行关键期补水灌溉的灌溉制度设计。

4.5.2 资料不足时，各种灌溉方法的集雨节灌的灌水次数和定额可按本规范表 3.3.2-1 的规定取值。

5 施工与设备安装

5.1 集流与蓄水工程施工

5.1.1 建筑材料应符合下列要求：

1 水泥应符合 SDJ207—82《水工混凝土施工规范》第 4.1.1 条及第 4.1.7 条的规定，采用检测合格的产品。水泥标号不宜高于 425 号。

2 砂料应质地坚硬、清洁、级配良好，宜采用中砂，含泥量应小于 3%。

3 粗骨料应质地坚硬，不得采用软弱、风化骨料；粒径应符合 SDJ207—82 第 4.1.13 条第（1）款的规定，含泥量不大于 1%。

4 砌筑水窖（窑、池）使用的石料应坚硬完整，不得使用风化石或软弱岩石；砌筑时应将石料上的泥土、杂物洗刷干净。

5 拌和用水应符合 SDJ207—82 第 4.1.15 条、第 4.1.16 条的有关规定。

5.1.2 土石方施工应符合下列要求：

1 基础应置于完整、均匀的地基上。水窖（窑、池）开挖时如发现基土裂缝宽度大于 0.5cm 且为通缝，应另选工程地址。不宜在地基条件不均匀或地下水位高的地方以及破碎基岩上建蓄水工程。

2 水窖（窑、池）开挖中应随时注意土基或岩石有无变形，及时支护，防止塌方。雨天施工，应搭建遮雨篷，基坑周围应设排水沟。

3 水窖（窑、池）土方开挖宜从中心向四周扩大，当基土干密度低于 1.5 t/m^3 时，开挖直径应比设计尺寸小 6～8cm，预留部分土应击实砸平。

4 岩基开挖后如发现有裂缝时，应用混凝土或水泥砂浆灌填。开挖采用爆破作业时，应采取打浅孔、弱爆破的方法。

5 砖石砌体和混凝土构件背水面超挖部分和隧洞式水窖的拱顶之上，应回填密实，不得留有空洞。

5.1.3 混凝土和砂浆施工应符合下列要求：

1 混凝土配合比的拟定应符合 SDJ207—82 的规定。砂浆配合比应符合 JGJ/T98—96《砌筑砂浆配合比设计规程》的规定。可在一县范围内，对混凝土原材料相似的不同地区，拟定几个适合不同条件的配合比供工程实施时应用。

2 模板与支撑应保证足够的刚度和稳定性。表面应平整光滑，接缝严密，表面应涂废机油或肥皂水。混凝土浇筑前，必须清除仓内杂物。

3 混凝土及砂浆应按照配合比进行拌和。采用人工拌和时，应干、湿料各拌 3 次。混

凝土拌合料在拌和后至使用完毕的时间：在常温下不应超过 3h，气温超过 30℃时，不应超过 2h。

4 混凝土浇筑应连续进行，每次浇筑高度不应超过 20 cm。如因故中途停止浇筑，间歇时间不得超过 SDJ207—82 第 4.5.11 条的规定。否则，应在浇筑停止 24h 后，将混凝土表面凿毛，清洗表面和排除积水，再用 1∶1 水泥砂浆铺层 2～3cm，方可浇筑新的混凝土。

5 混凝土浇筑时应进行振捣密实。有条件的宜采用机械震捣。抹面应平整光滑。

6 混凝土及砂浆应在终凝后覆盖麦草、草袋等物，洒水养护时间应不小于 7 天。夏天天气炎热时每天洒水不得少于 4 次，地下部位可适当减少养护次数。

5.1.4 混凝土伸缩缝的形式、位置、尺寸及填缝材料的规格，均应符合设计规定。施工缝内杂物应清除干净，填充应饱满、密实。

5.1.5 浆砌块（片）石应采用座浆砌筑，不得先干砌再灌缝。砌筑应做到石料安砌平整、稳当、上下层砌石应错缝，砌缝应用砂浆填充密实。石料砌筑前，应先湿润表面。

5.1.6 塑膜铺设施工应符合下列要求：

1 塑膜铺设接缝可采用焊接和搭接两种，焊接时两幅膜重叠宽度不宜小于 10cm；搭接可采取折叠止水，重叠宽度不得小于 30cm。

2 埋藏式塑膜的草泥覆盖层应厚度均匀、抹压密实平整。砂覆盖层应摊铺均匀。塑膜铺设宜避开高温及寒冷天气。

5.1.7 原土翻夯应分层夯实，每层铺松土厚不大于 20 cm。夯实深度和密实度应达到设计要求。夯实后表面应整平。回填土含水量宜按表 5.1.7 的规定取值。

表 5.1.7 回填土料适宜含水量范围

土料种类	砂壤土	壤土	重壤土
含水量范围（%）	9～15	12～15	16～20

5.1.8 混凝土、浆砌石和水泥土集流面的土基应进行翻夯处理，深度应按设计规定或不少于 30cm，翻夯应符合本规范 5.1.7 条的规定。塑膜集流面的土基应清除杂草，清除杂物，整平表面并拍实或夯实。

5.1.9 施工中应按有关安全规程、规范执行，避免事故发生。

5.2 节水灌溉工程施工与设备安装

5.2.1 滴灌、微喷灌和小型移动式喷灌机的施工安装应符合 SL103—95 和 GBJ85—85 的要求。

5.2.2 管网施工安装应符合下列要求：

1 按设计规定开挖管槽，槽底应当整平，清除杂物。

2 铺设聚乙烯半软管时，不得扭折或随地拖拉。管道安装宜由首部枢纽起沿主、干管槽向下游逐根连接，可采用加温套接或专用套管承插连接。移动式的干、支管线路应平顺地铺在地表垄中。

农业部科技

3 管网安装后应经冲洗试压后，方可回填管槽。

6 工 程 验 收

6.0.1 雨水集蓄利用工程的验收应根据有关规范、规程、当地典型工程设计及地方性规定进行。验收应包括工程布置、集流工程、蓄水工程、供水设施和节水灌溉设施。

6.0.2 工程布置验收应检查各组成部分是否齐全、配套，布置是否合理。验收可采用综合评判法，上述各项均合格者评定为合格，否则评定为不合格。

6.0.3 集流工程验收应符合下列要求：

1 集流面面积和质量的检查，两项同时符合设计要求，评定为合格，否则为不合格。

2 集流面面积验收应采用量测法，不小于设计面积为合格。

3 集流面质量验收可采用直观检查法。集流面坡度一致，汇流沟、截水沟、边坡设置合理，硬化集流面无裂缝，塑膜集流面无破损为合格。新建混凝土集流面应进行厚度测定、伸缩缝及表面质量检查。厚度不得小于设计尺寸，伸缩缝应符合设计要求，表面应光滑密实。

6.0.4 蓄水工程验收应符合下列要求：

1 容积、质量和配套设施同时符合设计要求为合格，否则为不合格。

2 容积检查宜采用量测法，不小于设计值为合格。

3 蓄水工程质量验收可采用直观检查和访问相结合的办法。工程牢固无损伤，防渗性能好为合格。

4 沉沙池、泄水渠（沟）等配套设施齐全，质量符合设计要求为合格。

6.0.5 供水设施验收应采用试运行法，供水正常为合格。

6.0.6 灌溉设施验收应符合下列要求：

1 灌溉面积和灌溉系统同时符合设计要求为合格，否则为不合格。

2 灌溉面积验收采用量测法，不少于设计面积的95%为合格。

3 灌溉系统验收采用试运行法，运行正常、满足设计要求为合格。

7 管 理

7.1 工 程 管 理

7.1.1 应定期对工程运行状态进行观察，发现异常应及时处理。

7.1.2 蓄水工程清淤每年不应少于1次。汛期应经常观察蓄水量的变化。蓄水达到设计水位时，应及时关闭进水口。对汇流沟、沉沙池及蓄水工程的泄水管（口）应经常进行疏掏，保持畅通。

水利水电科技

7.1.3 水窖（窑、池）宜保留深度不小于20 cm的底水，防止开裂。寒冷地区开敞式水池冬季应采取防冻措施，防止冻害。

7.1.4 水窖、水窑应随时检查窖盖和进水口是否完好。除作为微灌水源的水池外，湿润地区开敞式水池可发展水面种植或养殖，或在池边种植藤蔓植物。

7.1.5 水窖窖口、水窑进人孔应加盖（门）锁牢。

7.1.6 各类灌溉设施必须按照操作规程使用和管护。喷灌机组、微灌设备应有专人管理。

7.2 水 质 管 理

7.2.1 雨水集蓄利用工程的水在人饮用前，应进行过滤、加消毒药、煮沸或采用其他净化措施达到GB749—85《生活饮用水卫生标准》的要求。

7.2.2 每年在春秋两季应定期对人饮蓄水工程水质进行定点和抽样化验。化验项目应包括细菌、大肠杆菌总数、浑浊度和pH值。化验资料应存档备查。

7.2.3 应保持蓄水工程四周及集雨面清洁。不得在水源附近进行勾兑化肥、农药及其他可能造成水源污染的活动。

7.2.4 半干旱地区庭院集流面在降雨前应进行清扫。人饮水窖（池）宜定期加漂白粉等药物消毒。

7.2.5 在水池中进行养殖时，应防止水的富营养化。

7.3 用 水 管 理

7.3.1 雨水集蓄利用工程应提倡节约用水，科学用水。在降雨较少年份，应优先保证生活和牲畜用水，调整和减少其他用水量。

7.3.2 联户、合股兴办的蓄水工程应建立用水制度，实行计量有偿供水。

7.3.3 多个蓄水工程共用的集流工程应本着公平合理的原则，分批引蓄，避免水事纠纷。

8 经 济 评 价

8.1 一 般 规 定

8.1.1 雨水集蓄利用工程项目应进行国民经济评价，不作财务评价。

8.1.2 经济评价只在县及县以上部门制定区域性雨水集蓄利用工程规划时进行。

8.1.3 雨水集蓄利用工程项目进行经济评价时，社会折现率可采用7%。

8.1.4 主要为解决生活用水而修建的雨水集蓄利用工程的经济评价，应定性与定量相结合，以定性为主决定评价结论。

8.2 费 用 计 算

8.2.1 雨水集蓄利用工程的项目费用应包括固定资产投资和年运行费。可不计列流动

资金。

8.2.2 固定资产投资应计算达到设计效益所需的全部工程建设费用，包括材料、设备、劳务、机械等费用。可利用典型雨水集蓄利用工程的分析资料，采用扩大指标计算。

8.2.3 年运行费应包括能源消耗费、维护费及折旧费。其计算应符合以下要求：

1 能源消耗费应包括提水时所消耗的电费或燃料、材料消耗、劳务、机械等费用。当使用人力提水时，应包括劳务费。

2 维护费应包括日常养护和定期大修费用，可根据雨水集蓄利用工程实际使用情况分析确定，缺乏资料时，可按投资的2%～3%计算。

3 折旧费可采用平均年限法计算。折旧年限应根据各地雨水集蓄利用工程的经验确定，也可参照本规范附录D确定。

8.3 效 益 计 算

8.3.1 雨水集蓄利用工程项目的效益应包括生活供水和生产供水所获得的效益。生产供水效益应包括灌溉、畜禽养殖、发展小型加工业等方面的效益。应进行效益分摊。

8.3.2 雨水集蓄利用工程项目的乡村生活供水效益应包括节省运水的劳力、畜力、运输机械和相应的燃料、材料等费用；改善水质，减少疾病可节省的医疗、保健费用以及提高生活质量等效益。

8.3.3 雨水集蓄利用工程项目的灌溉效益应计算因灌溉而提高作物的产量和质量所增加的产值，该增产值应根据对比试验资料或典型调查统计资料确定。计算时，宜按多年平均、设计年和特大干旱年的年增产值进行加权平均。如增产值为灌溉和其他农业技术措施的综合效益，应由农业、灌溉合理分摊，其值应根据调查资料和灌溉实验资料分析确定。资料不足时，灌溉效益分摊系数可取0.4～0.6。农产品价格按SL72－94《水利建设项目经济评价规范》附录C计算。

8.4 国 民 经 济 评 价

8.4.1 雨水集蓄利用工程项目的经济评价应以动态法为主、静态法为辅进行。乡村申请上级政府财政补助的雨水集蓄利用工程可只采用静态法。

8.4.2 静态分析法的经济评价指标可采用投资回收期。当投资回收期小于或等于10年时为经济可行。投资回收期按本规范附录D计算。

8.4.3 动态分析法应以经济内部回收率、经济净现值和经济效益费用比等指标进行评价，评价方法可按照本标准附录E的规定执行。计算期一般可取10～15年。

附录A 名 词 解 释

A.0.1 雨水集蓄利用工程：本规范适用的雨水集蓄利用工程，是指采取工程措施对雨水进行收集、蓄存和调节利用的微型水利工程。其蓄水部分一般都进行防渗处理，容积一般不

大于500m³。雨水集蓄利用工程主要为了供给农村生活用水及生产用水，解决人畜饮用水困难、发展庭院经济、进行农作物和林草节水灌溉以及适当发展养殖业、加工业等。雨水集蓄利用工程由集流工程、蓄水工程、供水及灌溉设施等部分组成。

A.0.2 水窖：一种地下埋藏式蓄水工程。在土质地区修建的水窖，形状一般为口小内腔大，断面多为圆形，深度与最大直径之比一般为1.5～2。在岩石地区修建的水窖，形状一般为宽浅形，其全部或大部分系开挖而成，也有在地面上砌筑少部分窖身，加顶盖，并在顶盖以上覆土以及在地面上的墙体周围堆土石以隔温。

A.0.3 水窑：在崖面上水平开挖进去的蓄水工程。在土崖上开挖的形状为窑洞状。在岩石崖面上开挖的形状为隧洞状。

A.0.4 作物需水关键期：作物生长的某些阶段，这些阶段的缺水将对作物生长发生不可逆转的影响，造成严重减产。

A.0.5 非充分灌溉：不完全满足作物生育期内的需水要求，而只在作物需水关键期进行补水灌溉，从而获得总体最佳效益。

A.0.6 集雨灌溉：用雨水集蓄利用工程集蓄的水量，按照非充分灌溉的原理和方法，采用很小的灌水定额和利用率很高的方法，对作物根系进行的灌溉。

A.0.7 点灌：用人工在植株或中耕作物根部浇水的灌溉方式。

A.0.8 坐水种：播种时在种子处穴施行灌水以保证种子发芽和苗期的正常生长的一种灌溉方式。坐水种可以人工进行，也可以采用开沟、灌水、播种、施肥、覆土、覆膜一次完成的坐水播种机进行。

A.0.9 膜上穴灌：通过地膜上的孔进行灌水的灌溉方法。其步骤是播种并覆上地膜后，在出苗时将地膜呈十字形划破，并扩大为可收集降雨和接纳灌溉水的集流灌水孔。

A.0.10 地膜沟灌：用地膜覆盖二垄一沟，在不覆膜的沟内进行灌水、以湿润两边土垄的灌溉方法，适用于中耕作物。在覆膜沟两边的垄距小于灌水沟两边的垄距。

附录B 旱作农业区雨水集蓄利用工程非充分灌溉全年灌溉供水量估算方法

旱作农业区的非充分灌溉全年灌溉水量可按照公式（B）估算。

$$M_d = \beta(N - 10P_c - W_s)/\eta \tag{B}$$

式中 M_d——全年灌溉水量，m^3/hm^2；

β——非充分灌溉系数，取0.3～0.6；

N——农作物、果树或林草全年需水量，m^3/hm^2；

P_c——农作物、果树或林草生育期有效降雨量，mm；

W_s——播种前土壤有效储水量，缺乏实测资料的地区可按N的15%～25%估算；

η——灌溉水利用系数，可取0.8～0.95。

附录C 每立方米集流量所需集流面面积表

表C1 人畜饮水雨水集流工程每立方米集流量所需集流面面积 (m^2)

变差系数	降雨量 (mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	干土瓦	土场院
0.20	250	7.1	8.2	13.3	17.8	35.6
	300	5.8	6.5	10.3	13.9	24.7
	350	4.8	5.4	8.3	11.2	18.1
	400	4.1	4.5	6.8	9.3	13.9
	450	3.6	3.8	5.7	7.8	11.0
	500	3.1	3.3	4.8	6.7	8.9
	600	[illegible]	2.7	3.9	5.3	6.5
	700	2.[illegible]	2.3	3.3	4.4	5.3
	800	1.9	2.0	2.9	3.8	4.4
0.25	250	7.6	[illegible]	14.3	19.0	38.1
	300	6.2	7.0	11.1	14.9	26.5
	350	5.2	[illegible].7	8.9	12.0	19.4
	400	4.4	4.8	[illegible].1	9.9	14.9
	450	3.8	4.1	6.1	8.4	11.8
	500	3.4	3.6	[illegible].2	7.1	9.5
	600	2.7	2.9	[illegible].2	5.7	7.0
	700	2.3	2.5	[illegible].5	4.7	5.7
	800	2.0	2.1	3.1	4.1	4.7
0.30	250	8.3	9.6	15.6	20.8	41.7
	300	6.8	7.7	12.1	16.3	28.9
	350	5.7	6.3	9.7	13.1	21.3
	400	4.8	5.3	8.0	10.9	16.3
	450	4.2	4.5	6.7	9.1	12.9
	500	3.7	3.9	5.7	7.8	10.4
	600	3.0	3.2	4.6	6.2	7.7
	700	2.5	2.7	3.8	5.2	6.2
	800	2.2	2.3	3.4	4.1	5.1

行业标准

续表 C1

变差系数	降雨量(mm)	混凝土	水泥瓦	机 瓦	手工瓦	土场院
0.35	250	9.1	10.5	17.1	22.8	45.5
	300	7.4	8.4	13.2	17.8	31.6
	350	6.2	6.9	10.6	14.3	23.2
	400	5.3	5.8	8.7	11.9	17.8
	450	4.6	4.9	7.3	10.0	14.0
	500	4.0	4.3	6.2	8.5	11.4
	600	3.3	3.6	5.2	7.1	9.2
	700	2.9	3.0	4.4	5.9	7.4
	800	2.5	2.7	3.9	5.2	6.3
0.40	250	10.0	11.6	18.8	25.1	50.1
	300	8.1	9.2	14.6	19.6	34.8
	350	6.8	7.6	11.7	15.8	25.6
	400	5.8	6.4	9.6	13.1	19.6
	450	5.2	5.7	8.0	11.0	15.5
	500	4.4	4.7	6.8	9.4	12.5
	600	3.7	3.9	5.7	7.8	10.1
	700	3.2	3.4	4.9	6.5	8.1
	800	2.8	2.9	4.3	5.7	6.9

表 C2 集雨灌溉及家庭养殖用雨水集流工程每立方米集流量所需集流面面积表 (m²)

变差系数	降雨量(mm)	混凝土	水泥瓦	机 瓦	手工瓦	土路面场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.20	250	6.2	7.2	11.6	15.5	31.0	6.6	5.5	58.3
	300	5.0	5.7	9.0	12.1	21.5	5.4	4.5	41.3
	350	4.2	4.7	7.2	9.8	15.8	4.5	3.8	30.8
	400	3.6	3.9	5.9	8.1	12.1	3.8	3.3	23.9
	450	3.1	3.4	5.0	6.8	9.6	3.3	2.9	19.0
	500	2.7	2.9	4.2	5.8	7.8	2.9	2.6	15.5
	600	2.2	2.4	3.4	4.6	5.7	2.4	2.1	10.8
	700	1.9	2.0	2.9	3.9	4.6	2.0	1.8	7.9
	800	1.6	1.7	2.5	3.3	3.8	1.7	1.6	6.1

云水宏伟科技

续表 C2

变差系数	降雨量(mm)	混凝土	水泥瓦	机瓦	手工瓦	土路面场院	良好沥青路面	裸露塑料薄膜	自然土坡
0.25	250	6.5	7.5	12.2	15.3	32.5	7.0	5.7	60.8
	300	5.3	6.0	9.5	12.7	22.6	5.6	4.7	43.1
	350	4.4	4.9	7.6	10.2	16.6	4.7	1.0	32.2
	400	3.8	4.1	6.2	8.5	12.7	4.0	3.5	24.9
	450	3.3	3.5	5.2	7.1	10.0	3.5	3.0	19.9
	500	2.9	3.0	4.4	6.1	8.1	3.0	2.7	16.2
	600	2.3	2.5	3.6	4.8	6.0	2.5	2.2	11.3
	700	2.0	2.1	3.0	4.1	4.8	2.1	1.9	8.3
	800	1.7	1.8	2.6	3.5	4.0	1.8	1.7	6.3
0.30	250	6.8	7.9	12.8	17.1	34.2	7.3	6.0	63.8
	300	5.6	6.3	9.9	13.4	23.7	5.9	5.0	45.2
	350	4.6	5.2	8.0	10.8	17.4	5.0	4.2	33.7
	400	4	4.3	6.5	8.9	13.4	4.2	3.6	26.1
	450	3.4	3.7	5.5	7.5	10.6	3.7	3.2	20.8
	500	3.0	3.2	4.7	6.4	8.5	3.2	2.8	17.0
	600	2.4	2.6	3.7	5.1	6.3	2.6	2.3	11.8
	700	2.1	2.2	3.2	4.3	5.1	2.2	2.0	8.7
	800	1.8	1.9	2.8	3.6	4.2	1.9	1.7	6.6
0.35	250	7.1	8.3	13.4	17.8	35.7	7.6	6.3	66.8
	300	5.8	6.6	10.4	13.9	24.8	6.2	5.2	47.4
	350	4.8	5.4	8.5	11.2	18.2	5.2	4.4	35.4
	400	4.1	4.5	6.8	9.3	13.9	4.4	3.7	27.4
	450	3.6	3.9	5.7	7.7	11.0	3.8	3.3	21.8
	500	3.1	3.3	4.9	6.7	8.9	3.3	2.9	17.8
	600	2.6	2.8	4.1	5.6	7.2	2.8	2.4	12.4
	700	2.2	2.4	3.5	4.7	5.8	2.4	2.1	9.1
	800	2.0	2.1	3.0	4.1	4.9	2	1.8	7.0
0.40	250	7.5	8.7	14.1	18.8	37.7	8.1	6.6	70.6
	300	6.1	6.9	10.9	14.7	26.2	6.5	5.4	50.1
	350	5.1	5.7	8.8	11.9	19.2	5.5	4.6	37.4
	400	4.4	4.8	7.2	9.8	14.7	4.6	4.0	28.9
	450	3.8	4.1	6.0	8.3	11.6	4.0	3.5	23.1
	500	3.3	3.5	5.1	7.1	9.4	3.5	3.1	18.8
	600	2.8	2.9	4.3	5.9	7.6	2.9	2.6	13.1
	700	2.4	2.5	3.7	4.9	6.1	2.5	2.2	9.6
	800	2.1	2.2	3.2	4.3	5.2	2.2	1.9	7.4

附注：1. 当已知供水量后，可按本附录表 C1 和表 C2 计算需要的集流面面积。计算时，应根据当地的多年平均降雨量和降雨年际变差系数 Cv，查得每立方米集流量所需某种集流面的面积，再乘以供水量，即得到该种集流面的面积。

2. 表中列出了为生活供水的雨水集蓄工程中几种常用的集流面，当所选的集流面形式不在表中所列时，可参考表中数值并结合地方经验选取。

3. 当工程所在地的降雨量及 Cv 值不在表中所列时，可采用线性内插的方法查算。

标准图书馆

附录 D 雨水集蓄利用工程固定资产折旧年限表

表 D 雨水集蓄利用工程固定资产折旧年限

固定资产名称	折旧年限（年）
1 集流面	
1.1 混凝土、浆砌石集流面	20
1.2 砌砖表面抹砂浆集流面	12
1.3 水泥土、三合土集流面	8
1.4 埋藏式塑料薄膜集流面	5
1.5 原土夯实集流面	3
1.6 青瓦屋面	10
1.7 水泥瓦、机瓦屋面	20
2 土层内的水窖	
1.1 拱顶、窖壁及底均为现浇混凝土	30
1.2 拱顶及底为现浇混凝土，窖壁为水泥砂浆抹面	20
1.3 薄壁水泥砂浆防渗窖	15
3 岩层内的水窖	30
4 土层内用水泥砂浆抹面的水窖	15
5 土层内用混凝土或浆砌石支护的水窖	30
6 坚硬岩石中或软岩中用浆砌石或混凝土支护的隧洞式水窖	40
7 现浇混凝土或浆砌石水池	40
8 微灌设备及塑料管道	6

万水电科技

附录 E 雨水集蓄利用工程国民经济评价计算方法

E.0.1 静态法国民经济评价的投资回收期应等于本附录表 E 中累计净效益流量为零的年份，或按公式（E.0.1）计算

$$T_r = \frac{I}{B - C} \tag{E.0.1}$$

式中 T_t——投资回收期，年；

I——投资，元；

B——平均年效益，元；

C——平均年运行费减去折旧费，元。

E.0.2 动态法国民经济评价各指标计算公式和评价方法按照 SL72—94 第 2.4.2 条、第 2.4.3 条和第 2.4.4 条的规定执行。

E.0.3 雨水集蓄利用工程的国民经济评价应按表 E 编制国民经济效益费用流量表。其中固定资产余值按公式（E.0.3）计算，在运行期末一次回收

$$S_v = \frac{I(N-n)}{N} \tag{E.0.3}$$

式中 S_v——运行期末的固定资产余值，元；

I——投资，元；

N——折旧年限，年；

n——计算期，为建设期和运行期的和，年。

表 E 国民经济效益费用流量表 （元）

序号	项目	建设期			运行期		
		1	…	…	…	…	n
1	效益流量 B						
1.1	生活供水效益						
1.1.1	节省劳力、动力、机械、材料等费用						
1.1.2	改善水质、节省医疗保健费用						
1.1.3	其他						
1.2	生产供水效益						
1.2.1	灌溉效益						
1.2.2	畜禽养殖效益						
1.2.3	小型加工业效益						
1.3	固定资产余值						
1.4	其他效益						
2	费用流量 C						
2.1	固定资产投资						
2.2	年运行费-折旧费						
2.3	其他费用						
3	净效益流量（$B-C$）						
4	累计净效益流量$\sum$（$B-C$）						
5	净效益流量						
5.1	折现率为 $EIRR=$ 时净效益流量（$B-C$）$(1+EIRR)^{-1}$						

万水值科技

续表 E

序号	项目	建设期			运行期		
		1	…	…	…	…	n
5.2	折现率为 $EIRR$ 累计净效益流量 $\sum (B-C)(1+EIRR)^{-t}$						0
6	社会折现率 $I_s=7\%$ 净效益流量 $(B-C)(1.07)^{-t}$						
7	社会折现率 $I_s=7\%$ 经济净现值 $ENPV$						
8	经济效益费用比						
8.1	社会折现率 $I_s=7\%$ 效益流量 $B(1.07)^{-t}$						
8.2	社会折现率 $I_s=7\%$ 累计效益流量 $\sum B(1.07)^{-t}$						
8.3	社会折现率 $I_s=7\%$ 费用流量 $C(1.07)^{-t}$						
8.4	社会折现率 $I_s=7\%$ 累计费用流量 $\sum C(1.07)^{-t}$						
8.5	社会折现率 $I_s=7\%$ 时的经济效益费用比 $EBCR$						

万水图书科技

本规范的用词和用语说明

为便于执行本规范，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 一表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

-—表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

-—表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

本规范用语说明如下：

规范条文中，“条”、“款”之间承上启下的连接用语写法，采用“符合下列规定”、“遵守下列规定”或“符合下列要求”等。

在规范条文中引用本规范中的其他条文时，采用“符合本规范×.×.×的规定”等典型用语。

在规范条文中引用本规范中的其他表、公式时，采用“按本规范表×.×.×的规定取值”或“按本规范公式（×.×.×）计算”等典型用语。

相关规范采用“……、除应符合本规范外，尚应符合国家现行的有关标准的规定”等典型用语。

中华人民共和国行业标准

雨水集蓄利用工程技术规范

SL267—2001

条 文 说 明

云北帕科技

目　次

1　总则 …… 317
3　规划 …… 317
4　设计 …… 321
5　施工与设备安装 …… 326
6　工程验收 …… 326
7　管理 …… 326
8　经济评价 …… 328
附录A　名词解释 …… 329
附录C　每立方米集流量所需集流面面积表 …… 329

云水帕科技

1 总 则

1.0.2 在我国，建设雨水集蓄利用工程的重点地区是西北、华北的半干旱缺水山区、西南石灰岩溶地区和石山区以及海岛和沿海地区。这些地区的共同特点是：严重缺乏或季节性缺乏地表水和地下水资源；多为山区、沟壑纵横，引水、输水条件十分困难；居住分散，适宜利用就地资源，分散开发；贫困、不发达。例如，西北、华北许多山区，地表水、地下水十分缺乏，不仅农业生产靠天吃饭，人畜用水也严重不足。西南山区虽然全年降雨比较充沛，但分布不均；区内河谷深切，水资源难以开采；石灰岩裸露、岩溶发育、保水性很差；因而经常发生季节性干旱。我国沿海的石质丘陵山区及海岛由于缺乏淡水资源，引水工程的修建比较困难，也迫切需要建设雨水集蓄利用工程。关于规定雨水集蓄利用工程多年平均降水量适用下限的依据，主要是考虑如果降水量太小，所需要的集流工程规模就较大，工程费用也随之增加，将会造成技术不可行和工程不经济。根据调查，我国开展雨水集蓄利用的地区中，以甘肃省的靖远县和会宁县、内蒙古自治区的伊克昭盟和宁夏回族自治区的宁南山区的降水量最小，甘肃靖远多年平均降水量为200～250mm，雨水集蓄利用主要用于解决人畜用水困难，用于灌溉的很少。会宁北部年降水量为250～300mm，除了解决人畜用水外，也进行集雨灌溉。内蒙古自治区伊克昭盟降水量多数大于300mm，最少的地方降水量也在250mm以上。宁夏的雨水集蓄利用工程分布在宁南山区，那里的降水量多数在300mm以上。因此本条规定了雨水集蓄利用工程的适宜降水量下限为250mm，是符合我国雨水集蓄利用工程的实际的。

1.0.5 本规范引用的其他规范主要包括：SL103—95《微灌工程技术规范》，GBJ85—85《喷灌工程技术规范》，SDJ207—82《水工混凝土施工规范》，JGJ/T98—96《砌筑砂浆配合比设计规程》，GB749—85《生活饮用水卫生标准》，CECS 82：96《农村给水设计规范》，GB 50288—99《灌溉与排水工程设计规范》等。

3 规 划

3.1 一 般 规 定

3.1.1 为保证雨水集蓄利用工程的科学决策，使这项工作能够得到健康发展，切实发挥效益，搞好县（含县）以上的发展规划、合理制定各项规划指标、做好区域性的工程布局是十分必要的。规划主要是区域性规划，因此本节的规定主要适用于对县及县以上各级的要求。

3.1.2 对雨水的利用既要有效，又应有一定的限度。只有这样，才能保证雨水资源的合理开发利用。根据估算，我国近年来已建成的雨水集蓄工程利用的雨水占这些地区雨水总资源量的比例还不到1%。按照有关省（自治区、直辖市）的发展规划，在今后10年内，雨

水资源的利用率也不会超过总量的2%～3%。

3.3 供水标准的确定

3.3.1 供水标准的确定主要考虑了雨水集蓄利用工程的技术可行性和国家及群众的承受能力。由于雨水集蓄利用工程所能提供的水量很有限，只能有限度地满足各方面的用水需求。供水标准定的过高，必然加大雨水集蓄利用工程的规模，使有限的国家资金不能在更大的范围内发挥作用，群众也难以承受过多的自筹资金和劳力投入。比较合理的做法是在目前先解决群众紧迫的生存问题，并为生产发展创造一定的基础条件，使群众能在今后依靠自身的力量，逐步提高供水标准。

生活供水包括了人的饮水、盥洗和其他生活用水需求。目前我国有关部门和地区对生活供水标准的规定见表1。

表1中，1栏中Ⅰ、Ⅱ类地区为北方地区，Ⅲ、Ⅳ类地区为南方地区，Ⅴ类地区部分为北方地区，部分为南方地区。从表1中可以看到，各省（自治区）规定的雨水集蓄利用工程生活用水标准范围，北方半干旱地区各省（自治区）为10～30L/d，南方为15～45L/d。本规范的规定基本符合这些要求。这些标准虽然比有关规范和手册中所确定的有室内卫生设备情况下的供水标准要低得多，但是是符合开展雨水集蓄利用的地方严重缺水的现状和居民目前的用水水平的实际情况的。此外，南方降雨比北方大得多，对不同降雨量地区规定不同的供水标准是适宜的。根据以上的标准和资料，本规范在表3.3.1中对南北方分别作出了生活用水标准的规定。在执行表3.3.1的规定时，应根据所在地区降雨量的多少、建设雨水集蓄利用工程的难易程度和适宜规模，决定所采用的生活供水标准。

表1 我国有关部门和地区对生活供水标准的规定

编号	资料名称	供水标准[L/(d·人)]
1	水利部农村水利司主编：《供水工程规划》	Ⅰ、Ⅱ类地区20～35，Ⅲ、Ⅳ类地区35～50，Ⅴ类地区20～40
2	全国乡镇供水2000年发展规划	集中龙头供水40
3	CECS 82:96《农村给水设计规范》	集中龙头最高日用水20～50
4	全国爱委会办公室编：《中国农村给水工程规划设计手册》	集中龙头最高日用水20～50
5	DB 62/T495－1997《甘肃省雨水集蓄利用工程技术标准》	平水年10，特殊干旱年6
6	内蒙古自治区DB15－T352－2000《半干旱丘陵山区集雨节水灌溉工程技术规范》	30
7	DB64/T198－1998《宁夏回族自治区水窖工程技术标准》	平水年10，特殊干旱年6
8	《陕西省集雨窖灌农业工程建设技术指导手册》	平水年15，特殊干旱年8
9	《青海省东部干旱山区集雨利用工程建设技术指导手册》	10～25
10	四川川北大样板解决人畜饮水和旱山村保苗用水规划提纲	15
11	《贵州省渴望工程规划报告》	15～40

3.3.2 由于雨水集蓄的数量有限，为了使雨水资源能得到最有效的利用，应当采用非充分灌溉和限额灌溉的原则和方法。只限于在作物最需水的关键期补水灌溉；在水量上，采用比常规灌溉小得多的灌水定额。根据对我国雨水集蓄利用工程的实际调查，西北和华北半干旱地区进行的集雨节灌，包括下种时的保苗水和作物生长期的灌水，一般只有2～3次。采用的灌溉方法绝大多数是人工点浇、坐水种、手持软管浇灌、地膜穴灌等十分省水的方法，个别也有用滴灌和简易渗灌的。灌水定额普遍很低，点浇、坐水种、地膜穴灌每亩灌一次水仅为3～6m³，滴灌一次10～15m³。全生长期实际灌溉定额也可以从一定容积的蓄水工程所灌溉的面积来估计。内蒙古、甘肃、宁夏一般一口30m³的水窖可以给1亩地灌2～3次水。考虑水窖的渗漏，每亩地大约供水25m³左右。在这样低的灌溉供水条件下，虽然产量还不能达到高产，但其增产、稳产的作用却十分显著。据甘肃省的经验，正常年增产约40%，旱年也能保持一定的产量。同时，采用这种非充分灌溉的方法，水分生产率（单位灌溉水量增加的产量或价值）很高。一般均在2 kg/m³以上，有的甚至可达到6 kg/m³。因此，采用非充分灌溉的方法，使有限的集蓄雨水多灌一些地，可以大大提高雨水集蓄利用工程的总体灌溉效益。利用集蓄的雨水给水稻田灌溉、在贵州和广西等省（自治区）已得到了较广泛的应用。根据在贵州省习水县所作的典型调查，一般1亩稻田生长期，约补水250m³。据广西壮族自治区的资料，50～70m³的水池可以灌1亩稻田，按复蓄4次计算，则灌溉水量与贵州的数据相近。根据以上资料，确定了表3.3.2-1中的参数。养殖业的供水标准是根据各地的经验确定的。

3.4 工程规模的确定

3.4.1 关于生活供水保证率，CECS 82：96规定，“选择地表水为水源时，其枯水期的保证率不得低于90%”。全国爱委会办公室主编的《中小农村给水工程规划设计手册》中也作了同样的规定。在甘肃和宁夏的地方法规中，规定生活用水保证率为95%，但同时又规定在特殊干旱年（95%年）的供水标准可降为正常年份的50%。而根据这两个省（自治区）的水文资料，降雨年变差系数C_v值一般在0.20～0.25。按照这C_v值计算得出，保证率95%的降雨量大于50%年的降雨量的0.6倍，因此实际上雨水集蓄工程的规模不控制在特殊干旱年。因此本规范采用了CECS 82：96的规定，即生活供水保证率采用90%。灌溉保证率根据GB50288—99《灌溉与排水工程设计规范》的规定，对干旱地区或水资源紧缺地区以旱作为主的，设计保证率取50%～75%；水稻为主的，取70%～80%。开展雨水集蓄利用的地区属水资源特别紧缺的地区。因此本规范对灌溉供水保证率取50%～75%，基本符合GB50288—99规定。我国现行规范、标准中，对养殖业和农村小型加工业供水保证率尚没有有关的明确规定。仅CECS 82：96规定供水能力应包括养殖及乡镇工业，因此这两种行业的供水保证率也应取90%。考虑到雨水集蓄利用工程的供水范围主要是人畜用水和节水灌溉用水，养殖和加工业只能有限度的满足。为了不使集雨工程规模加大很多，对养殖和农村加工业的供水保证率，本规范分别采用了75%和75%～90%，与CECS 82：96虽有一定差距，但是是符合雨水集蓄利用工程的实情的。

确定集流面面积时需要有集流面的全年平均集流效率。年平均集流效率（即径流系数）原则上应根据多年降雨系列或选用平水、湿润和干旱典型年的降雨系列进行模拟计算

确定。这样做需要有场次降雨资料和各类下垫面集流效率与降雨特性（场次降雨量和降雨强度），以及雨前下垫面湿度、集流面坡度等因素之间关系的试验资料。目前我国已鉴定的科研成果中，仅甘肃省和内蒙古自治区提供了这方面的资料。甘肃省根据试验提出了场次集流效率与降雨特性和雨前下垫面湿度之间的相关关系方面的成果。该省还根据代表多年平均降水量为200～300、300～400、400～500mm地区、保证率为50%、75%和95%的典型年的次降雨资料计算了8种不同材料下垫面的全年集流效率，成果见表2。内蒙古的试验研究也提供了年集流效率的数据，见表3。此外，《贵州省“渴望工程”规划报告》提出的降雨利用系数，透水平坦地面为0.3，天然不透水山坡为0.6～0.7，较好的屋面和人工集雨坪为0.8。广西壮族自治区水利厅提供的数据见表4。

表2 不同集流面在不同降水量地区不同典型年全年平均集流效率

多年平均降水量（mm）	保证率（%）	混凝土	水泥瓦	水泥土	塑膜覆砂	机瓦屋面	青瓦屋面	黄土夯实	自然土坡
400～500	50	80	75	53	46	50	40	25	8
	75	79	74	45	45	48	38	23	7
	95	76	69	41	36	39	31	19	6
300～400	50	80	75	52	46	49	40	26	8
	75	78	72	46	41	42	34	21	7
	95	75	69	41	34	37	29	17	5
200～300	50	78	71	47	41	41	34	20	6
	75	75	66	41	34	34	28	17	5
	95	73	62	33	28	30	24	13	4

注：本表摘自《甘肃省雨水集蓄利用工程技术标准》表2。

表3 不同降水条件下各种集流面年平均集流效率

降水量（mm）	荒坡	硬路面	二合土或三合土	水泥土面	塑膜面
200	0.33	0.39	0.44	0.47	0.52
250	0.3	0.35	0.4	0.42	0.47
300	0.34	0.4	0.45	0.48	0.53
350	0.31	0.36	0.41	0.44	0.48
400	0.34	0.4	0.45	0.48	0.53
450	0.48	0.56	0.64	0.68	0.75

注：本表根据《内蒙古半干旱丘陵山区集雨节水灌溉工程试验示范与推广技术成果报告》表6-10中数据换算而得。

表4 广西天然坡面集雨效率与多年平均降水量关系

多年平均降雨量（mm）	1200	1400	1600	1800
集雨效率	0.35～0.45	0.38～0.5	0.42～0.6	0.46～0.65

灌溉排水技术

根据上述资料，本规范在表3.4.1-2中提出了不同材料集流面的年集流效率这项参数，作为计算集流面面积时的依据。公式（3.4.1-1）是计算一种用途的雨水集蓄利用工程集流面面积的公式。因为不同用途的工程供水保证率不同，当一个工程有几种用途时，应采用不同保证率的降雨量分别计算不同用途所需的各类集流面的面积，再把同类型集流面各种用途所需面积相加，即得到该类型集流面的总面积。

3.4.2 蓄水工程所需容积的计算，原则上应与一般水库调节计算的方法相同。但雨水集蓄利用工程的来水应根据次降雨过程和集流效率与降雨特性的关系进行模拟计算，而且应当采用长降雨系列或多个典型年资料进行，不仅需要试验资料，而且计算也比较繁琐，要在面广量大的雨水集蓄利用工程的规划中普遍采用是不现实的。因此本条提出了采用简化的容积系数法。容积系数定义为在不发生弃水又能满足供水要求的情况下，需要的蓄水容积与全年供水量的比值。确定公式（3.4.2）中的系数 K 时，主要依据下列数据资料：

甘肃省水利科学研究所曾对以灌溉为目的的雨水集蓄利用工程的蓄水容积进行过调节计算，结果是旱作条件下，该系数为0.6；

北方半干旱地区一些省（自治区）的经验，为解决人畜用水困难，需要从雨水集蓄利用工程供水的时间约为10个月，则容积系数为0.83；

南方确定蓄水容积时，常按照连续供水80～120d设计，则容积系数为0.22～0.33；

南方一些省（自治区）的经验，复蓄次数3～4次，相当于容积系数为0.25～0.33；

根据上面一些分析并考虑一定余地，本规范对不同地区的容积系数作了规定。

3.4.3 旱窖和旱窑指土质地区水窖与水窑上部不蓄水的部位。由于水窖和水窑大多位于黄土地区，为防止黄土湿陷，对顶盖以用粘土或水泥砂浆防渗的水窖，应限制其蓄水水位不得超过拱顶的起拱线。采用水泥混凝土顶盖的水窖，可以允许在拱顶部分蓄水，但应有一定的安全超高，寒冷地区还应考虑防冻要求。土窑中的水窑拱部一般都利用黄土本身的自稳性能不加护砌，或采用粘土或水泥砂浆防渗。此时拱的部位也不宜蓄水。本条水池超高值系各地经验数据。

3.5 工 程 布 置

3.5.3 由于生活用水水质要求较高，一般应当用集流水质较好的硬化集流面（包括屋面）。但硬化集流面面积通常比较有限，应首先满足生活用水系统。同时，生产供水系统一般布置在田间地头，为减少担水劳力，也不宜与生活用水系统放在一起。但在庭院旁饲养的牲畜用水，为方便起见，可以与家庭生活用水系统一起布置。

4 设 计

4.1 集 流 工 程

4.1.2 本条所说的应尽量利用的人工设施指表面渗透性较低并可以用作雨水集流的各类工程或设施，如瓦屋面、公路路面、乡村道路、学校操场、场院等。湿润地区的自然坡面

集流效率比较高，是当地主要的集流面。半干旱区自然坡面虽然集流效率很低，但由于地广人稀，可以用来集雨的荒山坡较多，因此也可加以利用。

4.1.4 根据甘肃、宁夏等地实践，塑料薄膜在裸露条件下，一般使用2、3个月或一茬作物生长期后就要更换。为降低成本，大多采用农用地膜或棚膜。而埋藏式塑料薄膜使用期较长，一般宜采用厚度较大的聚氯乙烯或聚乙烯薄膜。

4.1.5 在屋顶集流系统中，采用铁皮接水槽和落水管虽然可以减少水溅落损失，但费用较高。甘肃等省（自治区）的经验，为满足集流量的要求，往往在庭院内铺混凝土，此时，可把屋檐下的混凝土地面做稍微凹下去一些，以汇集和输送水，这样不会造成水的损失，而代价较低，故宜加以提倡。

4.2 蓄 水 工 程

4.2.1 蓄水工程的形式选择不仅与地形、基土条件和用途有关，而且和当地群众的经验和习惯有很大关系。我国西北和华北的黄土和黄土类土直立稳定性较好，利用这些特点，群众采用水窖和水窑这种建筑材料用量较少的蓄水工程形式已有几百年的历史。水窖和水窑以及地下埋藏式水池的形式也便于集中地面径流、减少蒸发和保持水质。因此用作生活供水时，多用水窖。在浙江农村中，经济比较发达，常常结合楼房的建造，在楼的上层修建钢筋混凝土水池；或在房屋旁设置预制铁丝网水泥水罐，每个容积一般为2m³左右。水罐和房内钢筋混凝土水池单位蓄水量的造价都比较贵，但可以搞成自来水，使用方便。西南地区没有冻结问题，用于灌溉时，开敞式水池比较普遍。因此，在选择蓄水工程形式时，要充分考虑自然和社会经济条件、用途和当地习惯等因素。

4.2.3 本条主要规定了蓄水工程的防渗和结构方式以及从安全出发对不同窖型的尺寸限制。蓄水工程应满足渗漏小、安全蓄水和具有一定使用年限的要求。我国西北和华北地区劳动群众有着丰富的打窖经验。传统水窖采用的粘土（胶泥）防渗在长期运行中证明是十分有效的。但粘土防渗施工比较复杂，各个环节要求十分严格，费工而且费时。20世纪80年代以来，我国发展了水泥砂浆薄壁水窖，施工大大简化，质量比较容易保证，经过实践检验，防渗效果也比较理想。混凝土也是一种优良的防渗材料。因此，本条规定的几种防渗方式可以满足水窖防渗的要求。关于结构安全，一般讲，作为微型蓄水工程的水窖，当采用混凝土做其顶部、窖壁和底的支护时，结构应是安全的。问题是采用薄壁水泥砂浆或粘土水窖和顶部及底采用混凝土、窖壁采用砂浆或粘土层时，水窖的结构安全是否有保障。我国旱区劳动群众使用粘土窖已有几百年的历史。根据调查，目前我国西北地区还留存有清朝时修建的水窖。这主要是由于黄土具有在干燥条件下开挖成垂直凌空面而不坍塌的特性。只要做好防渗，同时土质又比较密实，则粘土窖可以长期安全运行。为了使水窖结构安全性有充分的保证，本条规定了顶部宜用混凝土或砌砖拱，以承受上部填土和活荷载。对窖壁则吸取了群众的经验，采用薄壁水泥砂浆防渗。只要保证砂浆施工质量，并对窖壁表土进行夯击密实，薄壁水泥砂浆窖壁是完全可以保持稳定的。对窖底则采取了翻夯、设灰土层和浇注混凝土等加强防渗的措施，以防止窖底沉陷。图1是这种水窖的剖面图。这种水窖在甘肃省等地用得比较普遍。该省最早建设这种水窖是在20世纪80年代后期，已有十多年的使用历史，目前这些水窖的运行仍基本正常。因此这种窖型安全是有保

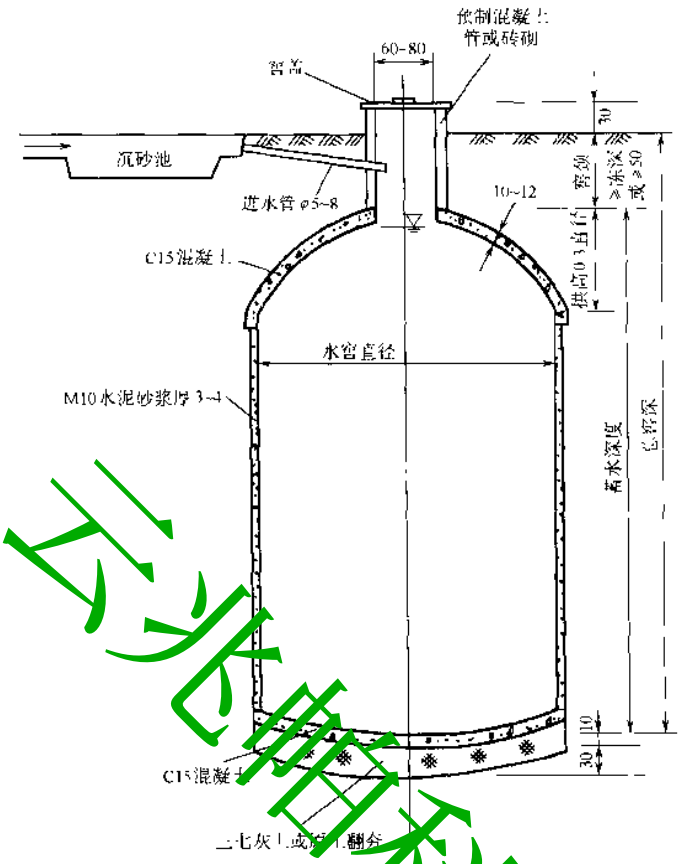


图 1 混凝土顶拱水泥砂浆薄壁水窖剖面图（单位：cm）

证的。

此外，还吸取了传统粘土窖的经验，规定了窖壁上设砂浆短柱以加强砂浆与基土层的结合。采用圈梁和砂浆短柱（砂浆铆钉）的薄壁水泥砂浆水窖的剖面图见图 2。

土质比较密实，粘粒含量较多时，也可以全断面都采用水泥砂浆护壁，见图 3。但水窖的蓄水深度应有一定限制。单纯从结构安全出发，采用全断面为混凝土的水窖肯定会更安全，但这种形式的造价要比薄壁窖高得多。图 4 是根据在甘肃省的调查而绘制的全断面采用混凝土水窖和混凝土顶拱及底、砂浆薄壁水窖每立方米蓄水容积的平均造价比较。

图 4 中上面的线为混凝土窖，可以看出，两种窖每立方米蓄水容积的平均造价相差 50～100 元左右。因此综合考虑造价和结构安全的因素，在安全性有足够保障的条件下，应尽量采用水泥砂浆薄壁式水窖。如果由于土质原因，薄壁水窖不能满足安全时，本条规定应采用混凝土支护方式。本条第 3 款对各类水窖窖深、直径及拱顶矢跨比等参数的规定主要是根据在宁夏、陕西等省（自治区）的调查得出的。各类水窖的尺寸调查资料见表 5。

三水恒科技

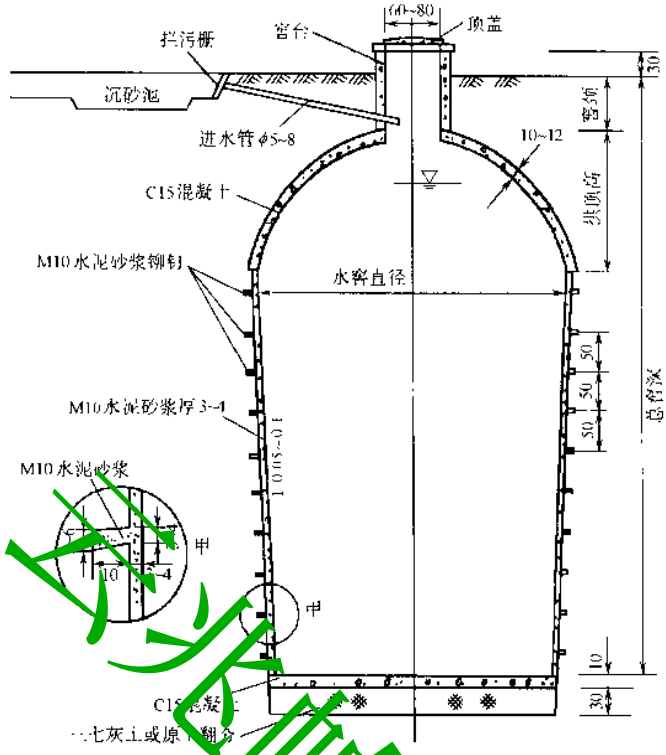


图 2 混凝土顶拱和带砂浆铆钉的水泥砂浆薄壁水窖剖面图（单位：cm）

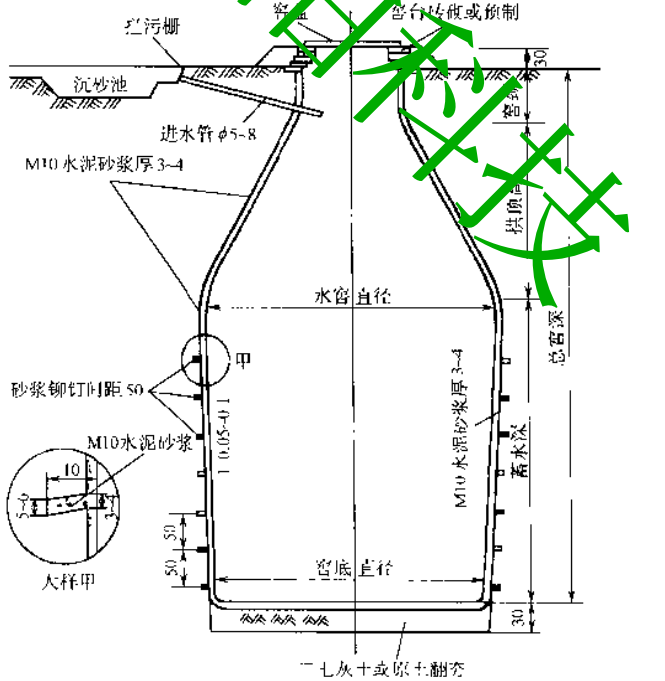


图 3 全断面水泥砂浆薄壁水窖剖面图（单位：cm）

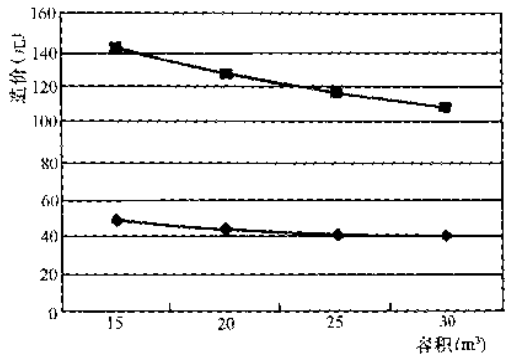


图 4 两种水窖每立方米蓄水容积平均造价比较图

表 5 各类水窖尺寸调查资料 (尺寸单位：m，容积：m^3)

水窖形式	适用条件	总深度	旱窖深度	最大直径	底部直径	最大容积
粘土水窖	土质较好	8.0	4.0	4.0	3～3.2	40
薄壁水泥砂浆水窖	土质较好	7～7.5	2.5～3.0	4.5～4.8	3～3.4	55
混凝土或砌砖拱顶薄壁水泥砂浆水窖（盖碗窖）1	土质稍差	6.5	1～1.5	4.2	3.2～3.4	63
混凝土或砌砖拱顶薄壁水泥砂浆水窖（盖碗窖）2	土质稍差	6.7	1.5	4.2	3.4	60

万水应用技术

4.2.7 湿陷性黄土地区修建水池时，为防止因地基沉陷造成结构物破坏，应尽量采用整体性好的混凝土或钢筋混凝土结构，不宜采用浆砌石结构。本条提出的防湿陷措施是黄土地区修建水池和其他结构物时的常用措施，实践证明是有效的。

4.3 生活供水系统

4.3.2 雨水集蓄解决人畜饮用水的工程绝大多数离农户家庭很近或直接位于庭院内，供水管道一般不需要进行水力计算，可直接用耐压 0.25MPa 的低压管。当利用雨水集蓄工程的水源需经提水或远距离输水的，应按有关规范设计管道。

4.4 节水灌溉系统

4.4.4 根据内蒙古等地的经验，在蒸发量较大的半干旱地区，移动式毛管采取集中布置方式，即在一个灌溉地块内，把毛管集中相邻布置，灌完一片，再移至另一片。这样做可以缩短灌水时间，减少损失。

5 施工与设备安装

5.1 集流与蓄水工程施工

5.1.1 雨水集蓄利用工程中的混凝土及砂浆均为低标号的，如采用较高标号的水泥，则每立方米混凝土的水泥用量太低或造成强度富裕太多。为了合理利用资源，规定水泥标号不宜高于425号。

5.1.3 雨水集蓄利用工程面广量大，不可能对单个工程都做混凝土和砂浆配合比设计，因此本款规定，可在一个区域内，根据不同建筑材料特性，按照SDJ 207-82的规定，设计几个适用于不同条件下的混凝土和砂浆配合比，供工程选用。

6 工程验收

6.0.1 本节规定适用于对单个雨水集蓄利用工程的验收，对区域性（组、村）雨水集蓄利用工程项目的验收，应进行单项工程验收后按有关规定进行。

6.0.3～6.0.4 由于雨水集蓄利用工程面广量大，且主要由各农户完成，不可能及时地逐项验收每道工序，取样试验和施工记录也难以做到。因此验收主要依靠外形量测和直观检查，并辅以调查了解，使验收的结论能定性准确。

7 管理

7.1 工程管理

7.1.4 湿润地区在水池边种植藤蔓植物或利用水面种植藻类植物，主要是为了遮阳以减少蒸发，同时又可开展多种经营，增加收入。但为滴灌系统供水的水池，为防止堵塞灌水器，不宜采取此措施。

7.2 水质管理

7.2.2 内蒙古自治区、云南省宣威市和甘肃省水窖水质化验的资料见表6、表7及表8。表中仅列出不符合饮用水标准的化验结果，数字有阴影的为不合格的项目。从这些结果看，雨水集蓄工程水质指标中，大肠杆菌、细菌总数和浑浊度普遍超标，新窖的pH值也超标，但1～2年后可恢复正常。各地还有一些局部指标超标。因此，本条规定了应检测的主要指标为大肠杆菌、细菌总数和浑浊度。各地还可根据自己的情况决定是否进行其他指标的检测。因此雨水集蓄工程的水不能直接饮用，必须经过处理达到饮用水的水质标准后方可

水规计科技

饮用。

表 6 内蒙古自治区水窖水化验结果（仅列出检测不合格项目）

项 目	清水河县			准格尔旗		饮用水水质标准	灌溉水水质标准
	5年旱井	1年水窖	1年旱井	旱井	水窖		
pH	7.60	10.00	9.50	8.62	7.96	6.5～8.5	5.5～8.5
碳酸盐	0.00	48.02	21.01			20	
镁	3.64	0.48	1.70	2.91	4.36		≤0.4
锰	1.39	0.02		0.04		0.1	≤1.0
铁	0.83	未检出		0.098		0.3	≤1000
悬浮物	824.5	5.0		21.0			≤200
挥发酚	未检出	未检出		未检出		0.002	≤3.0
大肠菌群	5400	5400		5400		3	≤10000

表 7 云南省宣威市水窖水质化验结果（仅列出检测不合格项目）

项 目	标 准	宣威#1	宣威#2	宣威#3	宣威#4	宣威#5	宣威#6
pH	6.5～8.5	7.9	9.0	8	8.8	5.97	6.91
总硬度	＜450	44.[illegible]	[illegible]	38.6	24.4	21.4	32.54
氨 氮	＜0.02	0.056	0.024	＜0.02	0.058	0.024	0.024
亚硝酸盐	＜0.001	＜0.001	＜0.001	＜0.001	＜0.001	0.005	＜0.001
细菌总数	＜100	1350	140	[illegible]50	1530	0	3
大肠杆菌	＜3	49	5	＞1600	130	＜3	＜3

表 8 甘肃省水窖水质化验结果（仅列出检测不合格项目）

	饮水标准	灌溉标准	时间	榆中贡井#1	榆中贡井#2	榆中贡井#3	榆中贡井#4	榆中贡井#5	通渭崔河#1	通渭崔河#2	通渭崔河#3	通渭崔河#4	通渭李店
集流面				混凝土建3年	夯实土	水泥瓦建1年半	夯实土	水泥瓦建半年	混凝土建2年半	夯实土	夯实土	夯实土	混凝土建1年
窖型				土窖	混凝土建3年	混凝土建2年	土窖	混凝土建半年	混凝土建3年	土窖	混凝土建2年	混凝土建半年	土窖
pH	6～8.5	6～8.5	1	7.9	7.8	7.8	8.0	9.6	7.5	7.6	7.6	9.6	7.6
			2	7.4	8.3	8.3	8.2	9.4	7.9	7.5	7.8	7.9	7.8
铁	0.5		1	0	0.005	0.29	0	0	0.016	0.373	0.163	0.167	0.373
			2	0.284	0.102	0.302	0.31	1.349	0.401	0.501	0.307	0.386	0.214
锰	0.3		1	0	0.005	0.067	0.026	0	0	0.047	0.295	0.052	0.264
			2	0.037	0.020	0.019	0.025	0.114	0.2	0.214	0.146	0.141	0.487

行业标准

续表 8

	饮水标准	灌溉标准	时间	榆中贡井#1	榆中贡井#2	榆中贡井#3	榆中贡井#1	榆中贡井#5	通渭崔河#1	通渭崔河#2	通渭崔河#3	通渭崔河#4	通渭李店
铜	0.01	1.0	1	0.012	0.006	0.017	0.006	0.017	0.017	0.006	0.006	0.012	0.006
			2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
酚	0.002	1.0	1	0	0	0	0	0	0	0.009	0	0.001	0
			2	0.002	0.024	0.024	0	0.002	0	0	0.002	0.002	0.001
氰化物	1.2	2.6	1	0.32	0.43	0.43	0.34	0.62	3.4	0.32	0.26	0.42	0.31
			2	0.52	1.29	1.29	1.44	2.85	0.4	0.45	0.30	0.4	0.63
氯化物	0.05	0.5	1	0	0	0	0	0	0.31	0	0	0.002	0.003
			2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
硒	0.01	0.02	1	0.001	0.002	0.008	0.007	0.001	0.014	0.003	0	0.009	0.002
			2	0	0	0	0.005	0.006	0.008	0.007	0.007	0.011	0.009
铅	0.05	0.1	1	0.062	0	0.027	0	0	0.000	0	0	0.062	0
			2	0.014	0	0	0.016	0.026	0.027	0.038	0.038	0.036	0.055
细菌总数	200		1	1800	140	340	9800	287	225	2510	216	198	340
			2	1200	300	300	250	400	28600	2250	26500	25500	2600
大肠杆菌	11	10000	1	23800	9600	1100	23800	2500	2300	2300	230	230	920
			2	9600	9400	230	2300	2300	2380	9600	2300	23800	23800

农业部科技

7.3 用 水 管 理

7.3.3 雨水集蓄工程中，经常存在同一个集流面为多个蓄水工程供水的情况。应由村组或上级部门组织有关农户协商制定引水、蓄水的制度或办法，防止因此而引起的农户间的水事纠纷。

8 经 济 评 价

8.1 一 般 规 定

8.1.1～8.1.3 为了做到决策科学，避免失误，应在县（含县）以上各级雨水集蓄利用工程的规划中，进行经济可行性评价。雨水集蓄利用工程是社会公益性很强的工程，因此社会折现率采用 7%。由于同样的原因，按照 SL72—94 的规定，只进行国民经济评价，不做财务评价。

附录A 名 词 解 释

A.0.1 雨水集蓄利用是雨水利用的一种形式。雨水利用是指对原始状态下的雨水进行利用，或对雨水在最初转化阶段时的利用。按照这个理解，属于雨水利用范畴的有雨养农业以及水土保持为提高对雨水资源的利用率所采取的措施。根据对各地的调查，雨水集蓄利用工程都包括了对雨水的收集、存储等工程措施以及对雨水的调节和高效利用。各地建设的雨水集蓄利用工程是一种微型水利工程。根据调查，西北和华北地区蓄水工程多用水窖和水窑，其容积一般都在100m³以下；沿海和海岛地区多用水罐和屋内水池，容积都小于10m³；西南地区大多采用水池，广西的水池容积范围为40～100m³，贵州的水池多在100～300m³，容积超过500m³的属于个别情况。因此，本条把雨水集蓄利用工程的蓄水工程容积界定在500m³以内。与塘池、小塘坝的区别是：各地的蓄雨工程绝大多数采取了防渗措施。我国的雨水集蓄利用工程最初主要用于解决人畜用水问题。近年来已更多地用于发展节水灌溉。随着农业结构调整，在畜禽养殖中也越来越多地利用雨水。农副产品加工业在海岛地区也有利用雨水的，但由于集蓄的雨水数量有限，因此只能用于省水型的加工业。

A.0.2 根据调查，在雨水集蓄利用工程中，水窖是采用得十分普遍的蓄水工程形式之一。在土质地区和岩石地区都有应用。土质地区的水窖多为圆形断面，深度与直径之比一般在1.5～2之间。但当土质很差，用大开挖的方式进行施工时，水窖也有采用矩形宽浅式，周边墙及窖底均采用浆砌石，顶盖则采用钢筋混凝土盖板或砌石或砌砖拱。岩石地区水窖多见于西南及北方山区，一般为矩形宽浅式，多用浆砌石砌筑。贵州等地的水窖窖身大部分在地下开挖而成，少部分窖身则在地上砌筑而成。但地上部分也用土或石料埋藏。根据上述水窖的共同特点，水窖是一种地下埋藏式蓄水工程。与有顶盖的水池比较，后者顶盖一般不埋藏。由于埋藏的特点，因此能较好地保持水质，多用于生活供水。

A.0.6 集雨灌溉采用了非充分灌溉和限额灌溉的原理和方法，但它有别于一般情况下的非充分灌溉和限额灌溉，主要表现在灌水次数更少，灌水定额更低。因此有必要作为一种特殊的灌溉方式来界定。其特点是：只在十分关键的时期进行灌水；只浇灌作物或树木的根系，土壤的湿润限制在很小范围，田间耗水极少；灌水量极小；灌溉效率和灌溉水的生产率都远远高于一般情况下的非充分灌溉。

附录C 每立方米集流量所需集流面面积表

本附录是根据本规范3.4.1条第1、2款的规定，选择几种常用的集流面进行计算而得到的。主要为了便利县级或农村技术人员使用。在计算集流效率时，已经考虑了因降雨量

不同集流效率也不同的因素。使用表C1和表C2时，应先按3.3节的有关规定，计算需要的供水量，再在表中根据所在地的多年平均降雨量和Cv值查出每立方米集流量需要的集流面面积，再乘以供水量，即可得到需要的集流面面积。当雨水集蓄利用工程有多个用途时，可把各种用途需要的集流面面积相加，即可得到集流面总面积。

云水帕科技

中华人民共和国国家标准

喷灌机械名词术语

Terminology for sprinkling Irrigation machinery

GB6956—86

云北帕科技

目　次

1　喷灌机 …… 333
2　喷灌泵 …… 335
3　喷灌管路 …… 336
4　喷头(喷洒器) …… 340

云水帕科技

本标准规定的名词术语适用于喷灌机械(包括喷灌机、喷灌泵、喷灌管路、喷头等设备)设计、制造和试验。

1 喷灌机

sprinkling irrigation machine(sprinkling machine)

将动力机、泵、管路、喷头、移动装置等按一定方式组合配套具有整体性的喷灌机械。

1.1 多支座喷灌机

multi-support sprinkling machine

喷洒支管固定在滚轮或塔架车上的喷灌机,包括中心支轴式、平移式和滚移式喷灌机等。

1.2 中心支轴式喷灌机(圆形喷灌机)

center pivot sprinkling machine

喷洒支管固定在若干个塔架车上,并绕中心支轴旋转的喷灌机。

1.3 平移式喷灌机

translation line move sprinkling machine

喷洒支管支承在若干个塔架车上,并沿其垂直方向边移边喷的喷灌机。

1.4 滚移式喷灌机

roll wheel line move sprinkling machine

以固定在若干个滚轮上的支管为轮轴,沿其垂直方向滚移的喷灌机。

1.5 绞盘式喷灌机

traveller sprinkling irrigation machine

通过绞盘卷绕专用软管或钢索,牵引喷头车移动的喷灌机。

1.6 双臂式喷灌机

double boom sprinkling machine

在行走机械两侧伸出悬臂式桁架,以喷洒支管为其弦杆的喷灌机。

1.7 拖拉机悬挂式喷灌机

tractor-mounted sprinkling machine

水泵安装在拖拉机液压悬挂机构上,并由拖拉机动力输出轴驱动的喷灌机。

1.8 手推车式喷灌机

trolley sprinkling machine

动力机、水泵安装在手推车上的喷灌机。

1.9 手抬式喷灌机

stretcher sprinkling machine

动力机、水泵安装在人工抬移机架上的喷灌机。

1.10 中心支轴

center pivot

农业标准科技

中心支轴式喷灌机支管的进水部分，也是支管的支承部件和旋转轴。

1.11 中心支座

center support

支承中心支轴的部件。

1.12 集电环

collector ring

电动中心支轴式喷灌机中，避免电缆缠绕的接线装置。

1.13 百分率计时器

percent timer

控制中心支轴式喷灌机走停时间比例及运行周期的继电器。

1.14 塔架车

span tower carriage

用塔架支承支管并装有驱动装置的车。

1.15 同步控制系统

synchronous control system

调整塔架车的行走速度，使支管基本保持直线的控制系统。

1.16 地角系统

corner system

中心支轴式喷灌机喷洒非圆形田块地角时的附加系统。

1.17 平移导向装置

line move guidance device

保持驱动车沿垂直支管并平行于直线管渠方向前进的装置。

1.18 过量停喷装置

excess water protecting device

防止喷灌机由于某些因素引起喷水过量的自动停喷装置。

1.19 驱动台车

driving carriage

平移式喷灌机中装有动力、控制、取水等设备的中央或首端塔架车。

1.20 绞盘车

winch truck

绞盘式喷灌机中，装有绞盘及其驱动装置和专用软管等设备的车。

1.21 喷头车

sprinkler wagon

绞盘式喷灌机中，由绞盘牵引移动的喷水装置。

1.22 喷幅

sprinkling width

垂直于喷灌机前进方向的有效喷洒宽度。

行业标准科技

2 喷灌泵

sprinkling irrigation pump

用于喷洒灌溉的水泵，常用的有离心泵、自吸泵、微型泵、多级泵、长轴井泵、潜水电泵等。

2.1 自吸泵

self-priming pump

自吸式离心泵的简称，其进水管不设底阀，泵体结构加以改变，使之停车后能储存一部分水，启动时通过空气和水的混合与离析，逐步将进水管及泵内空气排出，脱气的水经过回流通道返回泵内适当位置并重复上述过程，而达到自吸充水目的的离心泵。

2.2 内混式自吸泵

self-priming pump with inner recirculation

空气和水在叶轮进口或内部进行混合的自吸泵。

2.3 内部回流内混式自吸泵

self-priming pump with inner recirculation and inside-reflux

回流通道全在泵体内部的内混式自吸泵。

2.4 外部回流内混式自吸泵

self-priming pump with inner recirculation and outside-reflux

回流通道延伸到泵体外部的内混式自吸泵。

2.5 外混式自吸泵

self-priming pump with outer recirculation

空气和水在叶轮外面进行混合的自吸泵。

2.6 轴向回流外混式自吸泵

self-priming pump with outer recirculation and axial-reflux

回流方向平行于泵轴的外混式自吸泵。

2.7 径向回流外混式自吸泵

self-priming pump with outer recirculation and radial-reflux

回流方向垂直于泵轴的外混式自吸泵。

2.8 喷灌增压泵

sprinkling ir rigation booster pump

喷灌时给水增加压能的泵。

2.9 气水分离室

air-water separation chamber

设置在自吸泵泵体内出水侧上方，促进空气离析的腔体。

2.10 轴封机构

shaft seal mechanism

在泵轴伸出泵体处，为防止空气进入泵内、减少压力水流出泵外而设置的密封装

万方数据科技

置。喷灌泵常用的轴封机构有填料密封、机械密封和骨架式橡胶密封。

2.11 填料密封

packing seal

由填料、填料压盖、水封管、水封环和挡套等组成的轴封机构。

2.12 机械密封

mechanical seal

由动静密封环、座和弹簧或其他加荷部件套装在泵轴上组成的轴封机构，喷灌泵中常用单端面机械密封。

2.13 骨架式橡胶密封

rubber seal with spring rim

由若干个内嵌弹簧骨架的橡胶密封圈套装在泵轴上组成的轴封机构，亦称骨架式油封。

2.14 离心泵自吸装置

self-priming device of centrifugal pump

离心泵不设底阀时，在泵体外附加的自吸充水装置，常用的有外回流自吸装置，排气启动器和手动泵等。

2.15 外回流自吸装置

self-priming system with outside-reflux

由气水分离器、回流管路、阀门和喷嘴等组成的离心泵自吸充水装置。

2.16 排气启动器

exhaust-gas primer

利用内燃机排出废气，实现离心泵自吸充水的装置，亦称内燃机排气自吸装置。

2.17 手动泵

hand pump

手动式容积泵的简称，用于提水、增压或作为离心泵的充水自吸装置。

2.18 自吸性能

self-priming characteristic

泵启动过程中自动吸水的能力，用泵的最大自吸高度(m)以及规定的自吸高度下从启动到正常出水所需时间(s)表示。

2.19 自吸性能试验

self-priming characteristic test

在规定条件下，测定泵自吸高度的最大值以及自吸高度与其相应的正常出水时间之间关系的试验。

3 喷灌管路

pipeline of sprinkling irrigation

用于输送喷洒水的管路。

3.1 管路

农水前沿科技

pipeline

由管子和管件组成的设备。

3.2 喷灌用管

pipe for sprinkling irrigation

输送喷洒水等用途的圆截面管，常用的有金属管、塑料管、水泥制品管等。

3.3 金属薄壁管

thin-wall metal pipe

镀锌薄壁管和铝(铝合金)管的合称。

3.4 镀锌薄壁钢管

thin-wall galvanized steel pipe

由薄钢板制成并经镀锌处理的管，喷灌中使用的镀锌薄壁钢管直径与厚度之比为50∶1～100∶1。

3.5 薄壁铝(铝合金)管

thin-wall aluminium(aluminium-alloy)pipe

由铝(铝合金)作为材料制成的薄壁管，喷灌中常用的薄壁铝(铝合金)管直径与厚度之比为40∶1～80∶1。

3.6 塑料管

plastics pipe

由塑料制成一定长度的空心筒形制品。喷灌中使用的有硬聚氯乙烯管、软聚氯乙烯管、聚丙烯管、低密度聚乙烯管、高密度聚乙烯管、涂塑软管等。

3.7 硬聚氯乙烯管

hard polyvinyl chloride pipe

将聚氯乙烯树脂与稳定剂、润滑剂等配合后，经挤出成型而得的管。

3.8 软聚氯乙烯管

soft polyvinyl chloride pipe

将聚氯乙烯树脂与增塑剂、稳定剂及其他辅助剂等配合后，经挤出成型而得的管。

3.9 共聚聚丙烯管

polypropylene pipe

由共聚聚丙烯树脂经挤出成型而得的管。

3.10 低密度聚乙烯管

low density polyethylene pipe

由低密度聚乙烯树脂(有的还需加入添加剂)经挤出成型而得的管。

3.11 高密度聚乙烯管

high density polyethylene pipe

由高密度聚乙烯树脂(有的还需加入添加剂)经挤出成型而得的管。

3.12 涂塑软管

plastic-coated hose

由高强度合成纤维织造成管坯，并内外挤涂合成树脂而得的软管。

万水电子科技

3.13 管件

pipe fitting

管路中起连接、控制、变向、分流、密封、支撑等作用的零部件的统称。

3.14 接头

coupler

管路中起连接作用的零部件。

3.15 快速接头

quick coupler

可快速拆装的接头。

3.16 承插式快速接头

plug type quick coupler

由承口、插口、密封圈等组成，具有自泄能力的快速接头。

3.17 球形快速接头

spherical quick coupler

由球碗、球头和密封圈等组成，具有一定偏转角的快速接头。

3.18 牙扣式快速接头

jaw type quick coupler

由带牙扣的阳接头，带缺口、凹槽的阴接头和密封圈组成，具有自泄能力的快速接头。

3.19 三通阀

three-way valve

控制管路给水、分流的一种阀门。

3.20 喷头竖管阀

riser outlet valve

快速连接竖管向喷头供水的阀门。

3.21 泄水阀

drain valve

管路中排水阀门。

3.22 快速空气阀

quick-acting air valve

管路中供、停水时，自动快速排、进空气的阀门。

3.23 竖管支架

riser support

支撑竖管使其保持铅直稳定的装置。

3.24 管路支架

pipeline support

支撑移动管路使其架离地面的装置。

3.25 管路工作压力

农业信息科技

working pressure of pipeline

管路工作时允许达到的内水压力，单位为 Pa(1bar＝10^5Pa)。

3.26 管路试验压力

test pressure of pipeline

耐水压试验时管路应承受的规定压力，单位为 Pa。

3.27 镀锌层结合力

galvanized-layer combining capacity

镀锌层在管和管件表面的附着能力。

3.28 镀锌层厚度

galvanized layer thickness

镀在管子表面的锌层厚度，单位为 μm，或以每平方米锌层重量(g/m^2)表示。

3.29 自泄量

self-dischargerate

作自泄试验时，在规定条件下接头处自泄的水量，单位为 L/min。

3.30 百米管路水头损失

head loss in hundred-meter pipeline

在规定条件下，水通过百米管路沿程和局部水头损失之和，单位为米水柱。

3.31 管路性能试验

pipeline hydraulic performance test

对管路进行耐水压、密封、自泄、偏转角、百米水头损失、局部损失、多孔系数、压扁等项试验的统称。

3.32 压扁(扁平)试验

flattening test

将圆截面管压扁到规定数值，考核焊缝是否合格的试验。

3.33 扩口试验

expanding test

将管口扩大，考核焊缝是否合格的试验。

3.34 管路耐水压试验

pipeline pressure test

在规定条件下，考核管路能否承受内水压力的试验。

3.35 管路密封试验

pipeline water-tight test

在规定条件下，考核管路连接部位密封性能的试验。

3.36 自泄试验

self-dischargerate test

测定管路自泄量的试验。

3.37 偏转角试验

deflection angle test

石化油科技

在规定的试验压力和偏转角条件下，考核管路接头处的密封性能和能否承受耐水压力的试验。

3.38 管路运行试验

pipeline performance test

在规定的条件下，检查管路运行中各组成部份能否正常工作的试验。

4 喷头(喷洒器)

sprinkler

将压力水喷到空中，形成水滴，进行喷洒灌溉的设备。

4.1 旋转式喷头

rotating sprinkler

绕自身铅垂轴线旋转的喷头。

4.2 摇臂式喷头

impact drive sprinkler

由摇臂撞击获得驱动力矩的旋转式喷头。

4.3 全射流式喷头

complete fluidic sprinkler

通过水流的反作用力获得驱动力矩，利用水流附壁效应改变射流方向的旋转式喷头，亦称流控式喷头。

4.4 叶轮喷头

impeller sprinkler

利用水流冲击叶轮获得驱动力矩的旋转式喷头，亦称蜗轮蜗杆式喷头。

4.5 垂直摇臂式喷头

vertical impact drive sprinkler

利用水流通过垂直摇臂的导流器，产生反作用力，获得驱动力矩的旋转式喷头。

4.6 固定式喷头

fixed sprinkler

喷洒时，其零部件无相对运动的喷头。

4.7 折射式喷头

reflection nozzle

喷射水流经过折挡，裂散成水滴的固定式喷头。

4.8 缝隙式喷头

slot nozzle

水流经过缝隙，裂散成水滴的固定式喷头。

4.9 漫射式喷头

diffusion nozzle

水流喷出即裂散成水滴的固定式喷头。

4.10 喷嘴直径

万水帕科技

nozzle diameter

喷嘴流道等截面段的直径，单位为 mm。

4.11 当量喷嘴直径

equivalent nozzle diameter

非圆形喷嘴按其流量折算的喷嘴直径。

4.12 喷射仰角

elevation angle of nozzle

喷嘴出口处射流轴线与水平面的夹角，单位为(°)。

4.13 常用喷射仰角

normal elevation angle of nozzle

大于或等于 20°的喷射仰角。

4.14 低喷射仰角

low elevation angle of nozzle

小于 20°的喷射仰角。

4.15 喷头工作压力

sprinkler working pressure

喷头工作时，距喷头进水口 10cm 处测取的静水压，单位为 Pa。

4.16 喷头额定工作压力

sprinkler nominal working pressure

喷头设计规定的工作压力，对于旋转式喷头是指有效工作压力范围。

4.17 旋转式喷头最小有效工作压力

minimum effective pressure of rotating sprinkler

旋转式喷头额定工作压力的最低值。

4.18 旋转式喷头最大有效工作压力

maximum effective pressure of rotating sprinkler

旋转式喷头额定工作压力的最高值。

4.19 旋转式喷头最小工作压力

minimum working pressure of rotating sprinkler

喷头正常转动的最低工作压力，其数值应等于或小于最小有效工作压力的 0.9 倍。

4.20 旋转式喷头最大工作压力

maximum working pressure of rotating sprinkler

喷头正常转动的最高工作压力，其数值应等于或大于最大有效工作压力的 1.1 倍。

4.21 喷头流量

sprinkler discharge rate

单位时间内喷头喷出水的体积，单位为 m^3/h 或 L/min。

4.22 喷头射程

sprinkler range

喷头喷洒湿润圆半径，单位为 m。

标准出科技

4.23 喷射高度

trajectory height

在额定工作压力下，喷出水相对于喷嘴的最大高度，单位为 m。

4.24 喷头转动周期

sprinkler rotation cycle

喷头旋转一周的时间，单位为 min/r。

4.25 喷灌强度

application intensity

单位时间内喷洒到单位面积上水的体积，或单位时间的喷洒水深，单位为 mm/h。

4.26 水量分布特性

rainfall distribution characteristics

喷洒范围内，各点的喷灌强度与相应点位置之间的关系，常用水量分布曲线或水量分布等值线图表示。

4.27 喷洒均匀度

rainfall distribution uniformity

喷洒范围内，水量分布的均匀程度，用克里斯琴森(J·E·Christiansen)均匀系数表示。

4.28 喷体转轴

sprinkler rotating spindle

旋转式喷头的转轴，也是流道的进水段。

4.29 喷体轴套

sprinkler body bushing

装在喷体转轴外，起轴瓦或轴承座作用的零件，有的也作为喷头与竖管的连接件。

4.30 喷体

sprinkler body

喷头的主体，是流道的一部分。

4.31 喷管

sprinkler jet

连接喷体和喷嘴并起稳流作用的零件。

4.32 稳流器

flow straightener

减少喷头流道中涡流影响的零件。

4.33 喷嘴

nozzle

喷头流道末端，转换能量喷出水流的零件。

4.34 摇臂

impact arm

摇臂式喷头中，接受水流能量并撞击喷头旋转的零件。

云水节科技

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

4.35 换向机构

reversing mechanism

改变喷头转动方向的机构。

4.36 折射锥

reflection cone

折射水流的锥形零件。

4.37 喷头耐压试验

sprinkler hydrostatic pressure-tight test

在规定条件下，考核过流部件能否承受内水压的试验。

4.38 喷头密封性试验

sprinkler water tight test

在规定条件下，考核喷头轴承和连接喷嘴处密封性能的试验。

4.39 喷头运转试验

sprinkler operation test

在规定条件下，考核喷头转动可靠性和均匀性的试验。

4.40 喷头水力性能试验

sprinkler hydraulic performance test

测定喷头流量、射程、水量分布特性等项性能的试验。

4.41 喷头耐久试验

sprinkler durability test

在规定条件下，考核喷头及其零部件运行可靠性和寿命的试验。

4.42 喷头出厂试验

sprinkler routine test

喷头出厂前，制造厂按规定对喷头流量和射程进行测定的试验。

农业标准科技

附加说明

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、华北水电学院北京研究生部、中国农业机械化科学研究院等单位负责起草。

本标准起草人：林敏、李世英、许友谊、施钧亮、窦以松、许秋水。

水利技术标准汇编

一、综合卷（上、下册）	定价：315.00元
二、水文卷	
综合技术　水文情报预报	定价：68.00元
水文测验（上、下册）	定价：206.00元
水文仪器设备	定价：78.00元
三、水资源水环境卷	
综合技术	定价：66.00元
分析方法	定价：189.00元
四、水利水电卷	
综合技术	定价：85.00元
规划	定价：92.00元
勘测综合技术	定价：98.00元
勘测勘察方法	定价：90.00元
勘测试验方法	定价：148.00元
综合设计（上、下册）	定价：223.00元
普通建筑物设计	定价：179.00元
管理设计　机电设计	定价：118.00元
水电站设计　施工设计	定价：75.00元
施工（上、中、下册）	定价：492.00元
质量	定价：127.00元
管理	定价：130.00元
材料　试验	定价：125.00元
仪器	定价：75.00元
设备	定价：102.00元
金属结构　机械	定价：122.00元
五、防洪抗旱卷	定价：105.00元
六、供水节水卷	定价：143.00元
七、灌溉排水卷	
综合技术	定价：145.00元
节水灌溉	定价：60.00元
节水设备与材料	定价：65.00元
农用泵	定价：115.00元
八、水土保持卷	定价：86.00元
九、农村水电与电气化卷	
规划设计	定价：105.00元
施工	定价：135.00元
设备及运行管理	定价：108.00元
十、综合利用卷	定价：35.00元

万水帕科技

最新出版规程及配套出版物

《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)	定价：18.00元
《核子水分—密度仪现场测试规程》(SL275—2001)	定价：13.00元
《水库大坝通用法规标准选编》	定价：75.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)	定价：78.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)袖珍本	定价：28.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)宣贯辅导教材	定价：58.00元
《水利水电工程地质观测规程》(SL245—1999)	定价：8.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)	定价：10.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)条文说明	定价：4.00元
《泵站技术改造规程》(SL254—2000)	定价：5.00元
《水库大坝安全评价导则》(SL258—2000)	定价：12.00元
《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL73.6—2001)	定价：22.00元
《中国水闸名称代码》(SL262—2000)	定价：20.00元
《中国蓄滞洪区名称代码》(SL263—2000)	定价：8.00元
《中国水库名称代码》(SL259—2000)	定价：22.00元
《水利基本建设项目竣工财务决算编制规程》(SL19—2001)	定价：10.00元
《雨水集蓄利用工程技术规范》(SL267—2001)	定价：12.00元
《水道观测规范》(SL257—2000)	定价：24.00元
《水闸设计规范》(SL265—2001)	定价：40.00元
《水利水电工程岩石试验规程》(SL264—2001)	定价：35.00元
《水电站厂房设计规范》(SL266—2001)	定价：24.00元
《水利技术标准体系表》	定价：15.00元
《小型水力发电站自动化设计规定》(SL229—2000)	定价：6.50元
《多泥沙河流水环境样品采集及预处理技术规程》(SL270—2001)	定价：6.00元
《水利水电工程沉沙池设计规范》(SL269—2001)	定价：15.00元
《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》(SL268—2001)	定价：6.50元
《水质 总汞的测定 硼氢化钾还原冷原子吸收分光光度法》(SL/T271—2001)	定价：4.00元
《水质 总硒的测定 铁(Ⅱ)——邻菲啰啉间接分光光度法》(SL/T272—2001)	定价：4.00元
《水利工程建设项目招标投标管理规定》	定价：8.00元
《水中有机物分析方法 痕量硝基苯类化合物的测定 树脂吸附/气相色谱法》(SL/T273.1—2001)	定价：5.00元

中国水利水电出版社水利水电技术标准咨询服务中心

电话：(010) 63202266-2205，2215　68345101

68314993　68317892　68317893

传真：(010) 68317893

万水帕科技

在以下书店和发行机构可以直接购买到我社出版的技术标准单行本和汇编本：

单位或部门	传真或直拨电话	邮编	地址
中国水利水电出版社发行部	010-88388902	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
水雅书屋	010-63202643	100053	北京市白广路水利部大楼一层大厅内
科水书店	010-63202266-2116	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
杭州发行站	0571-86518823,86520359	310016	浙江省杭州市清泰门外杭海路 58 号
浙江电力科技图书公司	0571-85162552	310002	浙江省杭州市河坊街旧仁和署 22 号
杭州市西湖科技图书有限公司	0571-88854265	310012	杭州市文二路 212 号(高新大厦 14 楼)
武汉发行站	027-87821547,87811172-3267	430071	湖北省武汉市武昌民主路 668 号
宜昌水利水电科技书店	0717-6238263	443000	湖北省宜昌市云集路 39 号
成都发行站	028-4431450	610061	四川省成都市东风路 17 号
西安发行站	029-7888703	710054	陕西省西安市文艺北路 101 号
郑州发行站	0371-5727655 3597	450045	河南省郑州市郑花路 20 号
河南中源电力书店	0371-7906306	450052	河南省郑州市嵩山南路 85 号
沈阳发行站	024-86647319	110006	辽宁省沈阳市皇姑区长江街 134 号
江苏苏源图书有限公司	025-3706768	210013	江苏省南京市鼓楼区北京西路 74 号
徐州电力试验中心电力书店	0516-3851[illegible]	221009	江苏省徐州市解放路 215 号
兰州电力书店	0931-2348[illegible]8	730050	甘肃省兰州市七里河西津东路 708 号
广州发行站	020-85123417	510[illegible]	广东省广州市梅花路 73 号
南宁电力书店	0771-5692292	530023	广西南宁市民主路 6 号
贵州水利交通书店	0851-5508439	550001	贵州省贵阳市南明区文雅巷 97 号
电力工业部电化教育中心贵州发行站	0851-5792946	550002	贵州省贵阳市大慈桥桃源路 67 号
山东省水利建设经济定额站	0531-6950924	250013	山东省济南市历下区历山路 121 号
山东中实信息咨询公司(电力书店)	0531-6160686	250002	山东省济南市经一路 5 号
泰山电力科技书店	0538-6623345	271000	山东省泰安市三半河路 21 号
新疆水利厅水雅分部	0991-5816236	830000	乌鲁木齐市黑龙江路 19 号
哈尔滨市电力科技书店	0451 5307400	150030	哈尔滨市香坊区建九街 61-1
黑龙江省兴水贸易有限公司	0451-2623644	150001	哈尔滨市南岗区文中街 4 号
昆明电力书店	0871-3178501	650011	昆明市拓东路 65 号
云南水利水电科技书店	0871-5390038	650031	昆明市西昌路 389 号桂华园 3-2-201 号
湖南省电力勘测设计院电力书店	0731-5556923	410007	长沙市劳动西路 84 号
山西智雅电力文化发展有限公司	0351-2022021	030001	太原市府东街 160 号
内蒙古水利勘测设计院工程建设标准书店	0471-6285763	010020	呼和浩特市内蒙古邮电学校南巷

标准信息技术

有关事项敬请咨询：中国水利水电出版社发行部 (010)88388902

水利水电技术标准咨询服务中心 (010)68314993

水利部国际合作与科技司　编

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

节水设备与材料

万水伯科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云光伯科技

书号：155084·89
定价：65.00 元

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

节水设备与材料

主　编　冯广志
副主编　吴以松（常务）
许建中　王晓玲

云北帕科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云水save科技

水利技术标准汇编
灌溉排水卷·节水设备与材料
*
中国水利水电出版社出版、发行
（北京市三里河路6号　100044）
中国人民解放军4210工厂
*
787×1092毫米　16开本　24印张　563千字
2002年3月第一版　2002年3月北京第一次印刷
印数 0001—3100册
*
书号 155084·89
定价 **65.00** 元

凡购买本规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社水利水电技术标准咨询服务中心负责调换
版权所有·侵权必究

《水利技术标准汇编》编委会

主　任：索丽生

副主任：高安泽　何文垣　董哲仁　陈厚群

委　员：矫　勇　高而坤　吴季松　张红兵　周　英　俞衍升
焦居仁　冯广志　李代鑫　赵春明　郑　贤　刘雅鸣
程回洲　唐传利　张国良　宁　远　刘松深　汤鑫华
曹征齐　刘建明　陈明忠　许新宜　李赞堂　王　勇
庞进武　林崇成

水利电科技

《水利技术标准汇编》分卷名称及分卷主编

一、综合卷	主编：陈明忠
二、水文卷	主编：刘雅鸣
三、水资源水环境卷	主编：吴季松　刘雅鸣
四、水利水电卷	主编：俞衍升　郑　贤　张国良
五、防洪抗旱卷	主编：赵春明
六、供水节水卷	主编：吴季松　冯广志
七、灌溉排水卷	主编：冯广志
八、水土保持卷	主编：焦居仁
九、小水电及农村电气化卷	主编：程回洲
十、综合利用卷	主编：张红兵

《水利技术标准汇编》编辑工作组

主　　编：董哲仁

执行主编：陈明忠　李赞堂　刘咏峰　黄会明　董在志

工作人员：（按姓氏笔画为序）

王　艺　王晓玲　宁堆虎　刘经和　刘鹏鸿
匡少涛　孙长福　朱晓原　许荷香　何定恩
吴　剑　李文明　李怡庭　杨诗鸿　陆建华
陆桂林　孟繁培　郭孟卓　曹　阳　黄会明
程光明　董在志　董俅生　鲁兆荣　窦以松
熊　平

总 编 辑：王国仪　穆励生

中心主任：黄会明

责任编辑：许荷香　陆桂林　曹　阳　黄会明

封面设计：王　艺

版式设计：孟繁培

责任印制：孙长福

水北京科技

序

新中国成立后，特别是改革开放20多年来，水利标准化工作得到了长足的发展。已编制发布的现行有效的水利技术标准已达392项，其中国家标准51项，行业标准341项，另外尚有120项技术标准在编。各地和有关企业结合实际需要，还编制了相关的地方和企业水利技术标准，这些标准基本上覆盖了水利建设和发展的主要技术领域，初步满足了当前水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理对水利技术标准的需要。《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）的发布实施，对进一步强化政府职能，确保水利建设工程的质量和安全，促进建设工程技术进步，提高建设工程经济效益和社会效益具有重要意义，也为水利工程建设领域，迎接加入世贸组织的机遇和挑战提供了技术支撑。2001年5月，水利部正式批准发布了《水利技术标准体系表》。该体系表作为水利技术标准制修订的中长期规划，为未来一定时期内水利技术标准的制修订工作提供了依据。该体系表的全面实施，将进一步提高水利技术标准在大江大河大湖治理、节约用水和提高用水效率、水环境保护、跨流域和跨地区调水、水土保持生态系统建设、西部地区和城市水利建设、水利信息化等方面的覆盖率，为新时期水利工作提供强有力的技术保障。

当前，水利工作进入了新的时期，党中央国务院高度重视水利工作，十五届五中全会把水资源作为重要的战略资源，强调要以水资源可持续利用支持经济社会的可持续发展，加大了

对水利建设的投资力度，水利建设的任务十分繁重。加入世贸组织后，我国的水利建设事业也将按照国际准则，全面走上国际舞台。为确保我国水利建设事业的持续健康发展，顺应社会主义市场经济的要求，进一步与国际接轨，水利标准化工作作为一项不可替代的基础性技术工作，将发挥至关重要的作用。

部国科司组织力量，在广泛征求专家和用户意见的基础上，以现行有效的水利技术标准为主体，同时收录部分与水利行业密切相关的其他行业技术标准，进行整理，汇编出版《水利技术标准汇编》，既可方便水利行业职工使用，促进水利技术标准的贯彻实施，又为全面研究、改进水利标准化工作和提高水利标准化水平创造条件，因而是一项十分有意义的工作。全国水利战线的广大领导干部和技术人员，要切实提高标准化意识，严格按照标准组织设计、施工和管理，严把质量关，同时要与违反技术标准的行为作斗争，特别要加大对违反强制性标准行为的处罚力度，为保质保量地完成新时期的治水任务，造福人类而努力奋斗。

水利标准科技



二〇〇一年十二月二十五日

前　言

水利标准化工作作为强化政府宏观调控的基础和手段，是水利行业的主要技术保证。多年来，在有关单位和部门的支持和帮助下，水利标准化工作得到了很大的发展。

在新的世纪，党中央、国务院把水资源同粮食、油气资源一起列为国家的重要战略资源，将水资源问题摆在突出位置，提出了新时期的治水方针与目标，我国水利标准化工作和水利事业一样，正面临着难得的发展机遇和更大的挑战。为了贯彻执行党中央、国务院的治水方针，以水资源的可持续利用支撑国民经济和社会的可持续发展，实现水利现代化，我们对水利技术标准和与水利行业密切相关的技术标准进行了汇编，出版《水利技术标准汇编》（下称《汇编》），以满足广大水利技术人员的实际工作需要。

本《汇编》收录了《水利技术标准体系表》所列标准以及直接为水利建设服务的主要相关技术标准。本《汇编》只收录现行有效的技术标准，不收录标准报批稿或送审稿。所录标准的发布日期截止为2001年12月31日。以后，将每年出版年度汇编本作为本《汇编》的补充。本《汇编》采用《水利技术标准体系表》的三维结构框架，按专业门类维度，划分为十卷。其中由于“水资源”门类中标准数量较少，将它与“水环境”合并；对其他重要相关标准的题录，列入本《汇编》的附录。

由于本《汇编》所录技术标准跨越的年度长，涉及的门类多，而各时期和各门类标准的编写格式大多不统一，因此《汇编》中基本保持标准文本的原貌；此外，部分标准中的计量单位个别不符合法定计量单位，请使用时注意。

由于汇编工作量很大，我们工作中难免有考虑不到的地方，请大家提出批评指正！

编　者

2002年1月

水利标准技术

目 次

序 索丽生

前言 编者

旋转式喷头 JB/T7867—1997 …… 1

微灌灌水器——滴头 SL/T67.1—94 …… 25

微灌灌水器——微灌管、微灌带 SL/T67.2—94 …… 32

微灌灌水器——微喷头 SL/T67.3—94 …… 38

农业灌溉设备 滴头技术规范和试验方法
GB/T17187—1997 …… 47

农业灌溉设备 滴灌管技术规范和试验方法
GB/T17188—1997 …… 55

微灌用筛网过滤器 SL/T68—94 …… 65

农业灌溉设备 电动或电控灌溉机械的电气设备和布线
GB/T18025—2000 …… 71

电动大型喷灌机 技术条件 JB/T6280.1—92 …… 82

电动大型喷灌机 试验方法 JB/T6280.2—92 …… 90

轻小型管道输水灌溉机组 型式与基本参数
JB/T6662.1—93 …… 117

轻小型管道输水灌溉机组 技术条件 JB/T6662.2—93 …… 119

轻小型柴油机—泵直联机组 型式与基本参数
JB/T6665.1—93 …… 126

轻小型柴油机—泵直联机组 技术条件 JB/T6665.2—93 …… 133

轻小型单级离心泵 型式与基本参数 JB/T6663.1—93 …… 138

轻小型单级离心泵 技术条件 JB/T6663.2—93 …… 155

微型离心泵 基本参数 JB8788—84 …… 164

微型离心泵 技术条件 JB/T5415—91 …… 166

微型离心泵 外形和安装尺寸 JB/T5415.2—1999 …… 174

自吸离心泵 型式与基本参数 JB/T7256—94 …… 177

自吸泵 型式与基本参数 JB/T6664.1—93 …… 183

自吸泵 技术条件 JB/T6664.2—93 …… 190

自吸泵自吸性能 试验方法 JB/T6664.3—93 …… 198

长轴离心深井泵 型式与基本参数 JB/T3564—92 …… 202

长轴离心深井泵 技术条件 JB/T443—92 …… 205

灌溉标准技术

目 次

长轴离心深井泵　效率　JB/T3565—92 …… 221
井用潜水泵　型式和基本参数　GB/T2816—91 …… 223
井用潜水泵　技术条件　GB/T2817—91 …… 238
喷灌用金属薄壁管及管件　JB/T7870—1997 …… 251
喷灌用塑料管基本参数及技术条件——硬聚氯乙烯管
SL/T96.1—1994 …… 262
喷灌用塑料管基本参数及技术条件——低密度聚乙烯管
SL/T96.2—1994 …… 265
喷灌用塑料管基本参数及技术条件——聚丙烯管
SL/T96.3—1994 …… 267
喷灌用塑料管基本参数及技术条件　SL/T96—1994 编制说明 … 270
喷灌用塑料管件基本参数及技术条件　SL/T97—1994 …… 274
喷灌用低密度聚乙烯管材　GB6674—86 …… 284
给水用高密度聚乙烯(HDPE)管材　GB/T13663—92 …… 289
低压输水灌溉用薄壁硬聚氯乙烯(PVC—U)管材
GB/T13664—92 …… 295
喷灌用自应力钢丝网水泥管　SL11—90 …… 300
喷灌用自应力水泥管铸铁管件　SL12—90 …… 309
灌溉用低压输水混凝土管技术条件　SL/T98—1994 …… 333
混凝土与钢筋混凝土井管标准　SL/T154—95 …… 344
微灌用聚乙烯(PE)管件局部水头损失系数试验方法
SL/T69—94 …… 364
微灌用聚乙烯(PE)管道沿程水头损失试验方法
SL/T70—94 …… 367
微灌用聚乙烯(PE)管材与管件连接的内压密封性试验方法
SL/T71—94 …… 370

技术标准

中华人民共和国机械行业标准

旋　转　式　喷　头

JB/T7867—1997

（代替 JB/T 7867.1～7867.3—95）

行业标准

前　言

本标准非等效采用 ISO7749—1：1995《农业灌溉设备　旋转式喷头　第1部分：设计和运行技术规范》和 ISO7749—2：1990《灌溉设备　旋转式喷头　分布均匀性和试验方法》。

本标准是对 JB/T7867.1—95（原 GB5670.1—85）《旋转式喷头　型式与基本参数》、JB/T7867.2—95（原 GB5670.2—85）《旋转式喷头　技术条件》和 JB/T7867.3—95（原 GB5670.3—85）《旋转式喷头　试验方法》的修订，并将三个标准合并为一个标准编写。修订时保留了 JB/T7867.1～7867.3—95 中仍然适用的内容，同时根据我国旋转式喷头的实际生产、使用情况和发展趋势，并参照国际标准主要作了如下修改：

——在表 2 中增加进水公称口径 50mm 一档的参数；

——将喷头喷嘴当量直径的确定方法列入附录 A，并采用了 ISO7749—1：1995 的规定；

——增加了旋转喷头高温下耐压性能要求和相应的试验方法；

——调整了耐压性能、水量分布特性、喷头射程等的要求和相应的试验方法；

——修改了检验规则；

——删去了 JB/T7867.3—95 中的附录 A，将水量分布特性试验方法列为附录 B；

——删去标准中部分应由制造厂规定的技术要求内容。

本标准从生效之日起，同时代替 JB/T7867.1～7867.3—95。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：江苏理工大学排灌机械研究所。

本标准参加起草单位：浙江萧山水泵总厂、河南新郑喷灌机厂、新昌喷灌机厂、浙江新昌喷灌机厂、河南驻马店喷灌机厂、江苏金坛喷灌机厂。

本标准主要起草人：李世英、刘玉林、李天宝、庄金良、张春玲、吕林君。

1 范围

本标准规定了旋转式喷头的型式、型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装等。

本标准适用于各种灌溉用旋转式喷头。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB197 81 普通螺纹 公差与配合

GB2828—87 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB3214—91 水泵流量的测量方法

GB/T13384—92 机电产品包装通用技术条件

3 喷头型式与型号

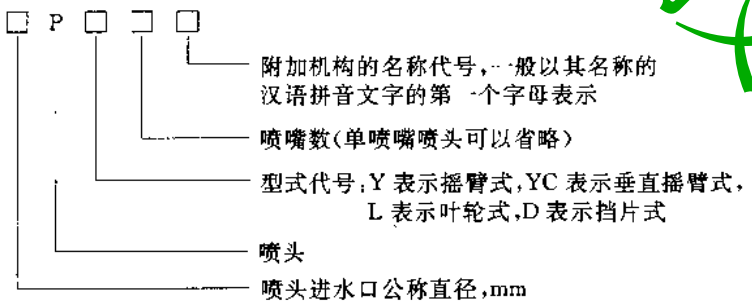
3.1 型式

旋转式喷头的型式按驱动机构的特点分类和命名，如摇臂式、叶轮式、挡片式等。

3.2 型号

3.2.1 型号表示方法

旋转式喷头的型号由五部分组成，其意义如下：



3.2.2 标记示例

进水口公称直径为 15mm 的双喷嘴摇臂式喷头，其标记为：

15PY2

进水口公称直径为 50mm、装有换向机构的双喷嘴叶轮式喷头，其标记为：

50PL2H

进水口公称直径为 40mm 的单喷嘴垂直摇臂式喷头，其标记为：

节水自科技

40PYC

4 基本参数

4.1 常用喷射仰角旋转式喷头的基本参数应符合表 1 和表 2 的规定。

4.2 表 1 和表 2 中喷嘴直径一栏，对圆锥形喷嘴为出水口圆柱段的截面直径，对其他截面的喷嘴为当量直径。当量直径按附录 A（标准的附录）计算。

4.3 当喷嘴直径的数值与表 1、表 2 所列数值不等时，可用内插法计算喷头流量和射程。

表 1 常用喷射仰角旋转式单喷嘴喷头基本参数

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 d (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m³/h)	喷头射程 R (m) 喷射仰角 α 20°～25°	喷头射程 R (m) 喷射仰角 α 26°～30°
10	2.5	150	0.27	9.0	9.5
		200	0.31	9.3	9.8
		250	0.35	9.6	10.2
		300	0.38	10.0	10.5
	3.0	150	0.39	9.5	10.0
		200	0.45	9.8	10.3
		250	0.51	10.1	10.6
		300	0.56	10.5	11.0
	3.5	150	0.53	10.0	10.5
		200	0.62	10.3	10.8
		250	0.69	10.6	11.1
		300	0.75	11.0	11.5
	4.0	200	0.81	10.5	11.5
		250	0.90	10.8	11.8
		300	0.98	11.1	12.1
		350	1.06	11.5	12.5
	4.5	200	1.02	11.0	12.5
		250	1.14	11.5	13.0
		300	1.25	12.0	13.5
		350	1.35	12.5	14.0
15	4.0	200	0.81	11.5	13.0
		250	0.90	12.0	13.5
		300	0.98	12.5	14.0
		350	1.06	13.0	14.5
		400	1.14	13.5	15.0
	4.5	200	1.02	12.0	13.5
		250	1.14	12.5	14.0
		300	1.25	13.0	14.5
		350	1.35	13.5	15.0
		400	1.44	14.0	15.5
	5.0	200	1.26	13.5	14.5
		250	1.40	14.0	15.0
		300	1.54	14.5	15.5
		350	1.66	15.0	16.2
		400	1.78	15.5	17.0

石水灌溉科技

续表 1

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 d (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
15	5.5	200	1.52	14.0	15.0
		250	1.70	14.8	15.8
		300	1.86	15.5	16.5
		350	2.01	16.0	17.0
		400	2.15	16.5	17.5
	6.0	200	1.81	14.5	15.5
		250	2.02	15.5	16.5
		300	2.22	16.5	17.5
		350	2.40	17.0	18.0
		400	2.56	17.5	18.5
20	6.0	250	2.02	16.0	17.0
		300	2.22	17.0	18.0
		350	2.40	17.5	18.5
		400	2.56	18.0	19.0
		450	2.72	18.5	19.5
	6.5	250	2.38	16.5	17.5
		300	2.60	17.5	18.5
		350	2.81	18.0	19.0
		400	3.01	18.5	19.5
		450	3.19	19.0	20.0
	7.0	250	2.76	17.0	18.0
		300	3.02	18.0	19.0
		350	3.26	18.5	19.5
		400	3.49	19.5	20.5
		450	3.70	20.0	21.0
	7.5	250	3.17	17.5	18.5
		300	3.47	18.5	19.5
		350	3.75	19.0	20.0
		400	4.00	20.0	21.0
		450	4.25	20.5	21.5
	8.0	250	3.60	18.0	19.0
		300	3.95	19.0	20.0
		350	4.26	20.0	21.0
		400	4.56	21.0	22.0
		450	4.84	21.5	22.5
	8.5	250	4.27	18.5	19.5
		300	4.46	19.5	20.5
		350	4.81	20.5	21.5
		400	5.15	21.0	22.5
		450	5.46	22.0	23.0
	9.0	250	4.56	19.0	20.0
		300	5.00	21.0	22.0
		350	5.40	21.5	23.0
		400	5.77	22.0	23.5
		450	6.12	22.5	24.0

农水直销科技

续表 1

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 d (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
30	9.0	300	5.00	21.0	22.5
		350	5.40	22.0	23.5
		400	5.77	22.5	24.0
		450	6.12	23.0	24.5
		500	6.45	23.5	25.0
	9.5	300	5.57	21.5	23.0
		350	6.01	22.5	24.0
		400	6.43	23.0	24.5
		450	6.82	23.5	25.0
		500	7.19	24.0	25.5
	10.0	300	6.17	22.0	23.5
		350	6.66	23.0	24.5
		400	7.12	24.0	25.5
		450	7.56	24.5	26.0
		500	7.97	25.0	26.5
	10.5	300	6.80	22.5	24.0
		350	7.35	23.5	25.0
		400	7.86	24.5	26.0
		450	8.33	25.0	26.5
		500	8.78	25.5	27.0
	11.0	300	7.47	23.0	24.5
		350	8.06	24.0	25.5
		400	8.62	25.[illegible]	27.0
		450	9.15	[illegible]	28.0
		500	9.64	[illegible]	29.0
	11.5	300	8.16	[illegible]	25.0
		350	8.81	[illegible]	26.0
		400	9.42	[illegible]	27.5
		450	10.00	27.0	28.5
		500	10.51	28.0	29.5
	12.0	300	8.89	24.0	25.5
		350	9.60	25.5	27.0
		400	10.26	26.5	28.0
		450	10.88	27.5	29.0
		500	11.47	28.5	30.0
40	12.0	350	9.60	26.0	27.5
		400	10.26	27.0	28.5
		450	10.88	28.0	29.5
		500	11.47	29.0	30.5
		550	12.03	29.5	31.0
	13.0	350	11.27	26.5	28.0
		400	12.04	27.5	29.0
		450	12.77	28.5	30.0
		500	13.47	29.5	31.0
		550	14.12	30.0	31.5

农水机械科技

续表 1

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 d (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
40	14.0	350	13.06	28.0	29.5
		400	13.97	29.5	31.0
		450	14.82	30.0	32.0
		500	15.62	31.0	33.0
		550	16.38	32.0	34.0
	15.0	350	15.00	28.5	30.5
		400	16.04	29.5	31.5
		450	17.01	31.0	33.0
		500	17.93	32.0	34.0
		550	18.80	33.0	35.0
	16.0	350	17.07	29.5	31.5
		400	18.25	30.5	32.5
		450	19.35	32.0	34.0
		500	20.40	34.5	36.5
		550	21.40	36.0	38.0
50	16.0	400	18.25	32.0	34.0
		450	19.35	35.0	35.5
		500	20.41	35.0	37.0
		550	21.40	36.5	38.5
		600	22.35	37.5	39.5
	17.0	400	20.60	33.5	35.5
		450	21.85	35.0	37.0
		500	23.03	36.5	38.5
		550	24.15	37.5	39.5
		600	25.23	38.5	40.5
	18.0	400	23.09	34.5	36.5
		450	24.49	36.0	38.0
		500	25.82	37.5	39.5
		550	27.08	38.5	40.5
		600	28.28	39.5	41.5
	19.0	400	25.73	35.5	37.5
		450	27.29	37.0	39.0
		500	28.77	38.5	40.5
		550	30.17	39.5	41.5
		600	31.51	40.0	42.5
	20.0	400	28.51	36.5	38.5
		450	30.24	38.0	40.0
		500	31.88	39.5	41.5
		550	33.43	40.0	42.5
		600	34.92	41.0	43.5
60	20.0	500	31.88	40.0	42.5
		550	33.43	41.5	44.0
		600	34.92	43.0	45.5
		650	36.35	44.0	46.5
		700	37.72	45.5	48.0

节水灌溉科技

续表 1

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 d (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
60	22.0	500	38.57	41.5	44.0
		550	40.45	43.5	46.0
		600	42.25	45.0	47.5
		650	43.98	46.5	49.0
		700	45.64	48.5	51.0
	24.0	500	45.90	44.0	46.5
		550	48.15	45.5	48.0
		600	50.29	48.0	50.5
		650	52.34	49.0	51.5
		700	54.32	50.0	53.0
	26.0	500	53.87	45.5	48.0
		550	56.50	47.5	50.0
		600	59.02	49.0	52.0
		650	61.43	50.0	53.0
		700	63.75	51.0	54.0
80	26.0	600	59.02	49.0	51.5
		650	61.43	50.0	53.0
		700	63.75	51.5	54.5
		750	65.98	54.0	57.0
		800	68.15	56.0	59.0
	28.0	600	68.45	50.0	53.0
		650	71.24	51.5	54.5
		700	73.93	53.0	56.0
		750	76.52	54.5	57.5
		800	79.04	56.5	59.5
	30.0	600	78.57	51.5	54.5
		650	81.78	53.0	56.0
		700	84.87	54.0	57.0
		750	87.85	55.5	58.5
		800	90.73	57.0	60.0
	32.0	600	89.40	53.0	56.0
		650	93.05	55.0	58.5
		700	96.56	57.5	60.5
		750	99.95	58.0	61.5
		800	103.23	60.0	63.5
	34.0	600	100.93	55.0	58.0
		650	105.05	58.0	61.0
		700	109.01	60.5	64.0
		750	112.84	62.5	66.0
		800	116.54	64.5	68.0

水电科技

表 2 常用喷射仰角旋转式双喷嘴喷头基本参数

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 $d_{主}\times d_{副}$ (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m) 喷射仰角 α 20°～25°	喷头射程 R (m) 喷射仰角 α 26°～30°
10	2.5×2.0	150	0.44	9.0	9.5
		200	0.51	9.3	9.8
		250	0.57	9.6	10.2
		300	0.62	10.0	10.5
	3.0×2.0	150	0.56	9.5	10.0
		200	0.65	9.8	10.3
		250	0.73	10.1	10.6
		300	0.80	10.5	11.0
	3.5×2.0	150	0.70	10.0	10.5
		200	0.82	10.3	10.8
		250	0.91	10.6	11.1
		300	0.99	11.0	11.5
	4.0×2.5	150	1.12	10.5	11.5
		200	1.25	10.8	11.8
		250	1.36	11.1	12.1
		300	1.47	11.5	12.5
	4.5×2.5	150	1.33	11.0	12.5
		200	1.49	11.5	13.0
		250	1.63	12.0	13.5
		300	1.76	13.5	14.0
15	4.0×2.5	200	1.[illegible]	11.5	13.0
		250	1.25	12.[illegible]	13.5
		300	1.37	13.[illegible]	14.0
		350	1.48	13.0	14.5
		400	1.58	13.5	15.0
	4.5×2.5	200	1.33	12.[illegible]	13.5
		250	1.49	12.5	14.0
		300	1.63	13.0	14.5
		350	1.76	13.5	15.0
		400	1.89	14.0	15.5
	5.0×3.0	200	1.71	13.5	14.5
		250	1.91	14.0	15.0
		300	2.10	14.5	15.5
		350	2.26	15.0	16.2
		400	2.42	15.5	17.0
	5.5×3.0	200	1.97	14.0	15.0
		250	2.21	14.8	15.8
		300	2.42	15.5	16.5
		350	2.61	16.0	17.0
		400	2.79	16.5	17.5
	6.0×3.0	200	2.26	14.5	15.5
		250	2.53	15.5	16.5
		300	2.77	16.5	17.5
		350	3.00	17.0	18.0
		400	3.20	17.5	18.5

节水灌溉科技

续表 2

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 $d_{上}\times d_{下}$ (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
20	6.0×3.0	250	2.53	16.0	17.0
		300	2.77	17.0	18.0
		350	3.00	17.5	18.5
		400	3.20	18.0	19.0
		450	3.40	18.5	19.5
	6.5×3.0	250	2.88	16.5	17.5
		300	3.16	17.5	18.5
		350	3.41	18.0	19.0
		400	3.65	18.5	19.5
		450	3.87	19.0	20.0
	7.0×3.5	250	3.45	17.0	18.0
		300	3.78	18.0	19.0
		350	4.08	18.5	19.5
		400	4.36	19.5	20.5
		450	4.63	20.0	21.0
	7.0×4.0	250	3.66	17.0	18.0
		300	4.01	18.0	19.0
		350	4.33	18.5	19.5
		400	4.63	19.5	20.5
		450	4.91	20.0	21.0
	7.5×3.5	250	3.86	17.5	18.5
		300	4.23	18.5	19.5
		350	4.56	19.0	20.0
		400	4.88	20.0	21.0
		450	5.18	20.5	21.5
	7.5×4.0	250	4.07	17.5	18.5
		300	4.46	18.5	19.5
		350	4.81	19.0	20.0
		400	5.15	20.0	21.0
		450	5.46	20.5	21.5
	8.0× 3.5	250	4.29	18.0	19.0
		300	4.70	19.0	20.0
		350	5.08	20.0	21.0
		400	5.43	21.0	22.0
		450	5.76	21.5	22.5
	8.0×4.0	250	4.50	18.0	19.0
		300	4.93	19.0	20.0
		350	5.33	20.0	21.0
		400	5.70	21.0	22.0
		450	6.04	21.5	22.5
	8.5×4.0	250	4.97	18.5	19.5
		300	5.44	19.5	20.5
		350	5.83	20.5	21.5
		400	6.29	21.0	22.5
		450	6.67	22.0	23.0
	9.0×4.0	250	5.46	19.0	20.0
		300	5.98	21.0	22.0
		350	6.46	21.5	23.0
		400	6.91	22.0	23.5
		450	7.33	22.5	24.0

行业标准

续表 2

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 $d_{上}\times d_{副}$ (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m) 喷射仰角 a	
				20°～25°	26°～30°
30	9.0×4.0	300	5.98	21.0	22.5
		350	6.46	22.0	23.5
		400	6.91	22.5	24.0
		450	7.33	23.0	24.5
		500	7.73	23.5	25.0
	9.5×4.0	300	6.55	21.5	23.0
		350	7.08	22.5	24.0
		400	7.57	23.0	24.5
		450	8.03	23.5	25.0
		500	8.46	24.0	25.5
	10.0×4.0	300	7.16	22.0	23.5
		350	7.73	23.0	24.5
		400	8.27	24.0	25.5
		450	8.77	24.5	26.0
		500	9.24	25.0	26.5
	10.0×4.5	300	7.42	22.0	23.5
		350	8.01	23.0	24.5
		400	8.57	24.0	25.5
		450	9.09	24.5	26.0
		500	9.58	25.0	26.5
	10.0×5.0	300	7.71	22.0	23.5
		350	8.33	23.0	24.5
		400	8.91	24.0	25.5
		450	9.45	24.5	26.0
		500	9.96	25.0	26.5
	10.5×4.5	300	8.05	22.5	24.0
		350	8.70	23.5	25.0
		400	9.30	24.5	26.0
		450	9.86	25.0	26.5
		500	10.40	25.5	27.0
	10.5×5.0	300	8.35	22.5	24.0
		350	9.01	23.5	25.0
		400	9.64	24.5	26.0
		450	10.21	25.0	26.5
		500	10.78	25.5	27.0
	11.0×5.0	300	9.01	23.0	24.5
		350	9.73	24.0	25.5
		400	10.40	25.5	27.0
		450	11.40	26.5	28.0
		500	11.63	27.5	29.0
	11.5×5.0	300	9.70	23.5	25.0
		350	10.48	24.5	26.0
		400	11.21	26.0	27.5
		450	11.89	27.0	28.5
		500	12.53	28.0	29.5
	12.0×5.0	300	10.43	24.0	25.5
		350	11.27	25.5	27.0
		400	12.04	26.5	28.0
		450	12.77	27.5	29.0
		500	13.47	28.5	30.0

万水灌溉科技

续表 2

进水口公称直径 D (mm)	喷嘴直径 $d_{主}\times d_{副}$ (mm)	额定工作压力 p (kPa)	喷头流量 Q (m^3/h)	喷头射程 R (m)	
				喷射仰角 α	
				20°～25°	26°～30°
40	12.0×5.0	350	11.27	26.0	27.5
		400	12.04	27.0	28.5
		450	12.77	28.0	29.5
		500	13.47	29.0	30.5
		550	14.12	29.5	31.0
	13.0×5.0	350	12.93	26.5	28.0
		400	13.83	27.5	29.0
		450	14.66	28.5	30.0
		500	15.46	29.5	31.0
		550	16.21	30.0	31.5
	14.0×5.0	350	15.47	28.0	29.5
		400	16.53	29.5	31.0
		450	17.54	30.0	32.0
		500	18.49	31.0	33.0
		550	19.39	32.0	34.0
	15.0×5.0	350	17.40	28.5	30.5
		400	18.60	29.5	31.5
		450	19.73	31.0	33.0
		500	20.80	32.0	34.0
		550	21.81	33.0	35.0
	16.0×5.0	350	19.47	29.5	31.5
		400	20.81	30.5	32.5
		450	22.07	32.0	34.0
		500	23.27	34.5	36.5
		550	24.40	36.0	38.0
50	16.0×5.0	400	20.81	32.0	34.0
		450	22.07	33.5	35.5
		500	23.27	35.0	37.0
		550	24.40	36.5	38.5
		600	25.49	37.5	39.5
	18.0×6.0	400	25.65	34.5	36.5
		450	27.21	36.0	38.0
		500	28.68	37.5	39.5
		550	30.08	38.5	40.5
		600	31.42	39.5	41.5
	18.0×7.0	400	36.58	34.5	36.5
		450	28.19	36.0	38.0
		500	29.72	37.5	39.5
		550	31.17	38.5	40.5
		600	32.55	39.5	41.5
	20.0×7.0	400	32.00	36.5	38.5
		450	33.94	38.5	40.5
		500	35.78	39.5	41.5
		550	37.72	40.0	42.5
		600	39.19	41.0	43.5

江水喷灌科技

5 技术要求

5.1 一般要求

旋转式喷头应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

5.2 材料

喷头零部件应采用铜合金、锌基合金、铝合金、塑料或其他耐腐蚀材料制造。

5.3 工艺质量

5.3.1 喷头铸件不得有冷隔、缩松和明显的气孔、裂纹、夹砂等缺陷，流道表面应光滑、平整。

5.3.2 塑料零件应塑化均匀，无气泡，不允许混进杂质和分解变质料，表面光洁，外形完整，并应剔除溢边毛刺。暴露在光线中的塑料件应不透光且耐紫外线辐射。

5.3.3 焊接件的焊缝应平整，不允许有裂纹、烧穿和脱焊现象。

5.3.4 金属喷头与连接部位的螺纹，应按GB197规定的中等精度制造，其公差等级和公差位置的组合，内螺纹为7H，外螺纹为6g。螺纹牙形必须完整无损，不得有变形、缺牙等缺陷存在。

5.4 结构

5.4.1 型式、规格相同的喷头零部件（包括喷嘴）应能互换。

5.4.2 喷头的零部件，应适合用通用工具进行更换；对特殊零部件，制造厂应给用户提供必要的专用工具。

5.4.3 金属喷头与竖管的螺纹连接件，应有便于使用扳手等工具拆装的部位。

5.4.4 塑料喷头与竖管的螺纹连接件，至少应有两个平行面或其他形状（凸台、凹槽等），以便手工拆装。

5.4.5 喷嘴与喷管或喷体的连接，应采用螺纹或其他方法，以保证快速有效的更换。

5.5 装配

5.5.1 所有零部件必须经检验合格，外购件、外协件应附有质量合格证，并清洗干净后才可装配。

5.5.2 装配后喷头转动部位和换向器应转动灵活。

5.6 连接螺纹的承载

金属喷头与竖管连接螺纹直径不大于25mm时，应能承受50N·m的扭矩；直径大于25mm时，应能承受100N·m的扭矩，而不出现损坏现象。

喷嘴螺纹应能承受5N·m的扭矩，而喷头或喷嘴不出现损坏现象。

5.7 耐压性能

5.7.1 常温下耐压性能

对金属喷头，在常温清水中进行试验压力为2倍最大额定工作压力的耐压试验，保证10min。试验中，喷体和喷管零件（不包括旋转轴承处）不得出现损坏、渗漏。

对塑料喷头，在常温清水条件下进行试验压力为2倍最大额定工作压力的耐压试验，保压1h。试验中，喷体和喷管零件（不包括旋转轴承处）不得出现损坏、渗漏。

5.7.2 高温下耐压性能

将整个喷头浸泡在温度为60℃清水中进行试验压力为最大额定工作压力的耐压试验，对金属喷头保压1h，对塑料喷头保压24 h。试验后，喷头和其零件不应出现损坏或脱落，喷体及其螺纹连接处不应出现渗漏。

5.8 密封性能

万方数据科技

5.8.1 喷头轴承处的密封性

喷头流量大于 0.25m³/h 的喷头轴承轴颈处的泄漏量不应超过规定试验压力下喷头流量的 2%；喷头流量不大于 0.25m³/h 的喷头，其泄漏量不应大于 0.005m³/h。

注：规定试验压力为最小额定工作压力和最大额定工作压力间的某一压力值。或为表 1 或表 2 中给出的额定工作压力值，或为制造厂产品说明书/技术规范中的规定值，或为试验部门的指定值。

5.8.2 喷嘴连接处的密封性

喷嘴与喷体或喷管连接处的泄漏量，不应超过在规定试验压力下喷头流量的 0.25%。

5.9 运转性能

5.9.1 转动均匀性

喷头转动每四分之一转所需时间，相对于五次平均值的最大偏差，不应超过±12%。

5.9.2 喷头流量

喷头流量不大于 0.25m³/h 的喷头，在规定试验压力下喷头流量的变化量不应大于±7%；喷头流量大于 0.25m³/h 的喷头，在规定试验压力下喷头流量的变化量不应大于±5%。

5.9.3 水量分布特性

对所有喷头，每个喷头水量分布曲线上的任一点数值相对于平均分布曲线上对应点数值的偏差，不应大于±0.25mm/h 或±10%；平均分布曲线上的任一点数值相对于制造厂提供的分布曲线上对应点数值的偏差，不应大于±0.25mm/h 或±10%。

对喷头流量大于 0.25m³/h 的喷头，还应绘制出水量分布图，水量分布图应与制造厂提供的水量分布图一致。

5.9.4 喷头射程

旋转式喷头射程的降低值不应大于规定值的 5%。

5.9.5 喷射高度（仅适用于低喷射仰角喷头）

喷头的喷射高度不应超过规定值。

5.9.6 转动稳定性。

在最小额定工作压力和最大额定工作压力之间的整个范围内，喷头应能始终正常的旋转。

5.10 耐久试验

5.10.1 试验时间

喷头耐久试验，累计纯工作时间不得少于 2000 h；带换向器的喷头，换向机构的耐久试验时间不得少于 1000 h。

5.10.2 耐久试验后的性能要求

5.10.2.1 耐压性能

喷头耐压应符合 5.7 的规定。

5.10.2.2 密封性能

喷头轴承处泄漏量，允许为 5.8.1 规定值的 2 倍。

5.10.2.3 转动均匀性

喷头转动每四分之一转所需时间，相对于五次平均值的最大偏差，不应超过±20%。

万方数据科技

5.10.2.4 喷头流量

喷头流量相对于耐久试验前规定试验压力下喷头流量的允许偏差为±8%。

5.10.2.5 水量分布特性

在与耐久试验前相同的条件下进行试验。

对所有喷头，每个喷头水量分布曲线上的任一点数值相对于制造厂提供的分布曲线上对应点数值的偏差不应大于20%。

6 试验方法

6.1 试验用的液体

除非另有规定，试验应当用常温清水，常温清水的特性应符合表3的规定。试验用水在进入喷头前，应经网孔直径不大于0.4mm的网式过滤器过滤。

6.2 测量仪表的准确度

测量仪表的测定值相对真值的允许偏差：

a）压力：±2%；

b）流量：±1%。

旋转周期的测定应使用分辨率为0.1s的秒表。

表3

特　性	单　位	最　大　值
温　度	℃	40
运动粘度	m^2/s	1.75×10^{-6}
（质量）密度	kg/m^3	1050
不吸水的游离固体的含量	kg/m^3	2.5
溶解于水的固体含量	kg/m^3	35

6.3 一般试验要求

6.3.1 新喷头在试验前应进行磨合，在规定试验压力下持续运转至少1h，试验应在喷头运转正常后进行。

6.3.2 试验时，应同时读出流量、压力值的读数。

6.3.3 试验期间的环境温度为15℃～30℃。

6.3.4 试验压力的测点应位于喷嘴（对多喷嘴喷头为主喷嘴）下方至少200mm处，压力计应与喷嘴等高，如图1所示。测压点与喷头间不应有引起压降的仪器或装置。

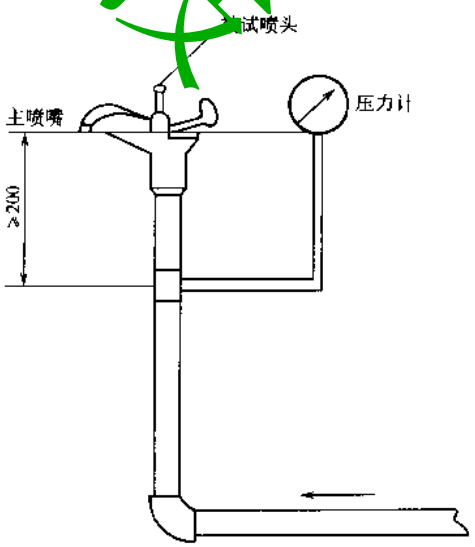


图1　压力测定和压力计的位置

6.4 耐压性能试验

6.4.1 常温下耐压性能试验

灌溉科技

按喷头正常使用条件的要求，将喷头安装在试验装置上，堵住喷嘴，试验中连接部位不应泄漏。

试验开始时先排除系统中的残留空气，然后从规定试验压力的四分之一开始，以每次递增 100kPa，且每次增压保压 5 s 的规律，将试验压力增加至 2 倍的最大额定工作压力，并按规定时间保压。

6.4.2 高温下耐压性能试验

按喷头正常使用条件的要求，将喷头安装在试验装置上，堵住喷嘴，试验中连接部位不应泄漏。

将整个喷头浸泡在温度为 60℃的水中，并充满水排除系统中的残留空气。

在 15s 内将试验压力由零增加到最大额定工作压力，保压至规定时间后，将喷头从热水中取出，给喷头施加规定试验压力，用手在 1 min 内使喷头转动两周（如果可能），检查喷体和其连接处有无泄漏。

6.5 密封性能试验

6.5.1 喷头轴承处密封性能试验

试验前，喷头应在规定试验压力（允许偏差为±10%）下运转 24h。

按喷头正常使用条件的要求，将喷头安装在试验装置上，然后按每次递增 100kPa 的规律，将试验压力由最小额定工作压力增加到最大额定工作压力，每递增一次保压 1 min。在整个试验过程中，采用适当的方法收集从旋转轴承处泄漏出的水。

试验过程中，供水管与喷头连接螺纹处不能出现泄漏。

6.5.2 喷嘴连接处的密封性能试验

把喷头安装在试验装置上，堵住喷嘴，拧紧喷嘴的扭矩（以 N·m 计）等于喷嘴直径（以 mm 计）的值，喷嘴应按制造厂使用说明书的规定方式装在喷头上，不得另加密封材料。

试验时先排除系统中的空气，然后将试验压力由最小额定工作压力逐渐增加到最大额定工作压力，在室温下保压 10min。在整个过程中，采用适当的方法收集从喷嘴连接处泄漏出的水。

6.6 运转性能试验

该试验既适用于单个喷嘴喷头，也适用于多喷嘴的喷头。

试验期间压力的变化量不应大于±4%。

6.6.1 转动均匀性试验

该试验适用于旋转周期小于 20s 的喷头。

将喷头安装在铅垂竖管上，在规定试验压力下运转，分别测量旋转每四分之一转所需时间。重复测量五次，计算旋转每四分之一转的平均时间以及相对于平均值的最大偏差。

6.6.2 喷头流量试验

将喷头安装在竖管上或制造厂推荐的试验设备上，在规定试验压力下，按 GB3214 规定的方法测定喷头的流量值。

6.6.3 水量分布特性试验

按附录 B（标准的附录）的规定进行水量分布特性试验。

测定每个雨量筒的集水量，按式（1）计算喷灌强度。

标准图书馆

对所有喷头，采用雨量筒方格布置法或径向布置法进行试验。试验时喷头作全圆旋转，带换向器的喷头作全圆或扇形正、反向旋转。

在无风条件下，可采用雨量筒径向单行排列进行试验，试验时，喷头作全圆旋转；带换向机构的喷头作扇形正、反向旋转。

6.6.4 喷头射程试验

喷头的射程是指喷头在正常使用条件下运转时，喷灌强度为 0.25mm/h（对流量大于 0.075m³/h 的喷头）或 0.13mm/h（对流量小于或等于 0.075m³/h 的喷头）的那一点至喷头旋转中心的最远距离。

在规定试验压力下按附录 B 的规定，采用雨量筒方格布置法或径向布置法进行试验。

采用雨量筒方格布置法时，应在相互成 90°的四个方向上，放置八排雨量筒，顺风向两排，逆风向两排，垂直风向各两排，如图 B1 所示。每个喷头射程为八排雨量筒所测之平均值。

采用雨量筒径向布置法时，应在无风情况下进行，围绕竖管旋转一周的每四分之一（90°）布置一排雨量筒，如图 B2 所示。也可只布置一排雨量筒，竖管每转 90°测一次。每个喷头射程为四排雨量筒或四次测试值的平均值。

喷头射程试验也可与水量分布特性试验同时进行。

6.6.5 喷射高度试验（仅适用于低喷射仰角喷头）

喷头在规定试验压力、最大额定工作压力和最小额定工作压力下运转时，分别测量喷头水流最高点至喷嘴的垂直距离。

6.6.6 转动稳定性试验

该试验前，将喷头在温度为 60℃的水中浸泡 1h，然后在规定试验压力下运转 10min。

按喷头正常使用条件的要求，将喷头安装在铅垂竖管上。将水压从零增加到喷头开始沿一个方向平稳地旋转为止，在此压力下运转 2min（旋转周期大于 1min 的喷头，运转两周）；随后逐渐将水压增加到最大额定工作压力，在此压力下运转 1min（周期大于 1min 的喷头，运转一周）。

将喷头旋转轴线偏离铅垂线，倾斜 10°，重复上述试验。

6.7 耐久试验

6.7.1 试验压力

试验在最大额定工作压力下进行。

6.7.2 试验装置

耐久试验装置见图 2。也可在无集水罐的供水系统和空旷场地上进行。

6.7.3 试验要求

6.7.3.1 试验前应测量各主要零部件尺寸；试验后检查各零部件的磨损和锈蚀情况。

6.7.3.2 试验期间必须有专人值班，并做好记录。

6.7.3.3 试验过程中零件损坏，应重做试验。对损坏的零件，查明原因记录在案。

6.7.4 试验规程

喷头连续运转 4～5 天，然后停止 1～2 天，按此规律交替进行，直到喷头运转到规定时间为止。

农业标准技术

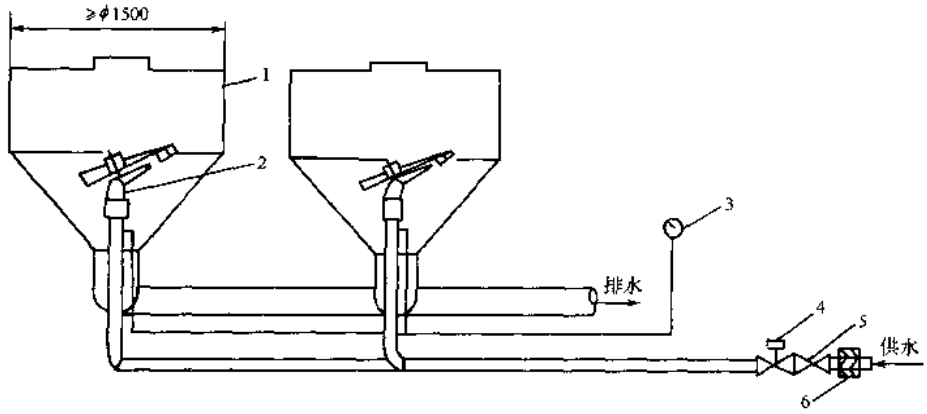


图 2 耐久试验装置示意图

1—集水罐；2—喷头；3—压力计；4—压力调节阀；5—快速启闭阀；6—滤网

耐久性试验前、后，在相同的试验条件下，重复进行下列试验：

a) 耐压性能试验；

b) 喷头轴承处密封性能试验；

c) 转动均匀性试验；

d) 喷头流量试验；

e) 水量分布特性试验。

6.8 试验数据的整理和试验报告

6.8.1 参数计算

6.8.1.1 点喷灌强度

点喷灌强度按式（1）计算：

$$h=\frac{V\times 10}{At} \tag{1}$$

式中：h——点喷灌强度，mm/h；

V——每个雨量筒的集水量，cm^3；

A——雨量筒的开口面积，cm^2；

t——喷水时间，h。

6.8.1.2 平均喷灌强度

6.8.1.2.1 雨量筒方格排列时，平均喷灌强度用式（2）计算：

$$\bar{h}=\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i}{n} \tag{2}$$

式中：$\bar{h}$——平均喷灌强度，mm/h；

n——受水雨量筒的总个数；

h_i——第 i 个雨量筒的喷灌强度（$i=1, 2, 3, \cdots, n$）。

6.8.1.2.2 雨量筒径向排列间距相等时，其径向线上的平均喷灌强度用式（3）计算：

云水帕科技

$$\bar{h}=\frac{\sum_{i=1}^{n} ih_i}{\frac{n(n+1)}{2}} \tag{3}$$

式中：i 雨量筒沿径向排列的序号；

n 径向线上受水雨量筒的个数。

6.8.1.3 喷头射程

按6.6.4规定进行测量时，对流量大于0.075m³/h的喷头，如远至某一雨量筒处的喷灌强度大于0.25mm/h，而下一个雨量筒处的喷灌强度又小于0.25mm/h；对流量小于或等于0.075m³/h的喷头，如远至某一雨量筒处的喷灌强度大于0.13mm/h，而下一个雨量筒处的喷灌强度又小于0.13mm/h，则喷头射程用内插法计算。

6.8.1.4 喷洒水量分布曲线和分布图

对所有喷头，应绘出每个喷头的喷洒水量分布曲线和它的平均喷洒水量分布曲线，如图3所示。

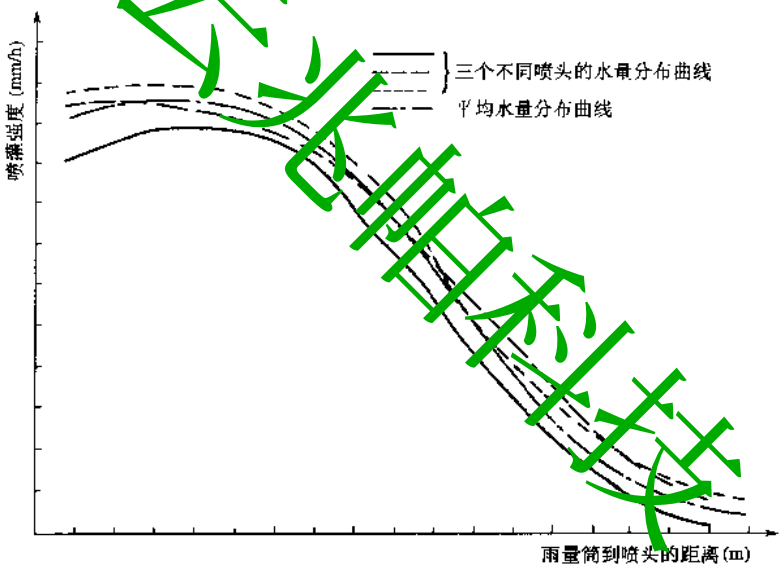


图3 水量分布曲线

对流量大于0.25m³/h的喷头，试验后还应绘制水量分布图。水量分布图包括喷灌强度等值线图和该图的平行与垂直风向的纵剖面图，画法规定为顺逆风向放在横向，风的箭头指向图的左侧，侧风向放在纵向，如图4所示。

6.8.2 试验报告

试验报告应至少包括下列内容：

a）试验地点概况；

b）试验装置系统图；

c）试验用仪表；

d）试验喷头的主要结构和技术特征；

e）试验结果（包括试验计算数据、图和表等）和分析；

f）结论。

7 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

7.1 型式检验

7.1.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b）正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c）产品长期停产后，恢复生产时；

d）批量生产的产品，为了了解产品质量稳定性，周期性检验时；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f）国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

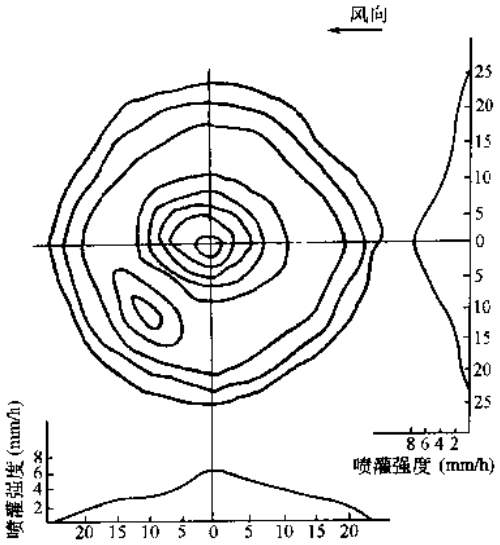


图 4 水量分布图

7.1.2 试样应由检测部门从批量不少于 20 个喷头中随机抽出，检验项目、样本大小和合格判定数应符合表 4 的规定。

7.1.3 如果样本中的不合格项数等于合格判定数，则判该样本符合本标准的规定，如果样本中的不合格项数大于合格判定数，则判该样本不符合本标准的规定。

表 4

条 目	检 验 项 目	样本大小	合格判定数
5.3	工艺质量	3	0
5.4	结 构	3	0
5.5	装 配	3	0
5.6	连接螺纹的承载	3	0
5.7	耐压性能	3	0
5.8	密封性能	3	0
5.9.1	转动均匀性	3	0
5.9.2	喷头流量	3	0
5.9.3	水量分布特性	2	0
5.9.4	喷头射程	2	0
5.9.5	喷射高度	2	0
5.9.6	转动稳定性	2	0
5.11	耐久性	2	0

7.2 出厂检验

7.2.1 批量生产的喷头应经检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

7.2.2 检验项目：表4中水量分布特性和耐久性除外的所有项目。

7.2.3 对常温下耐压性能，按GB2828的规定，从每个交验批中随机抽样，检验水平为特殊检查水平S-4，合格质量水平（AQL）为2.5；对其他检验项目，按表4的规定从每个交验批中随机抽样。

7.2.4 如果样本中的不合格项数小于或等于合格判定数，则判该样本和交验批符合本标准的规定；如果样本中的不合格项数大于合格判定数，则判该样本和交验批不符合本标准的规定。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每个喷头应有耐久、清晰的标志，内容如下：

a）制造厂名或其注册商标；

b）喷头名称或型号；

c）喷嘴直径（应在喷嘴明显部位标出）；

d）出厂编号或日期。

8.2 包装与运输

8.2.1 喷头的包装应按GB/T13384的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。包装应符合运输部门的有关规定。

8.2.2 包装箱内应有下列随机附件、文件，文件应封存在防水的袋内：

a）随机所供的备、附件及专用拆装工具；

b）产品合格证书和产品使用说明书；

c）装箱清单；

d）其他与使用有关的技术资料。

8.2.3 包装物上的标志应完整、清晰。标志一般包括下列内容：

a）收货单位和地址；

b）制造厂名或厂标；

c）喷头名称、型号及数量；

d）包装箱外形尺寸（长×宽×高）；

e）毛重；

f）发货日期；

g）运输标志。

8.3 贮存

喷头在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏。

万水节水科技

附 录 A
（标准的附录）
喷嘴当量直径

喷头的喷嘴当量直径根据规定试验压力下测得的五个喷嘴的平均流量确定。

对于喷嘴当量直径不大于10mm的喷嘴，喷嘴当量直径按表A1确定。

对于喷嘴当量直径大于10mm的喷嘴，喷嘴当量直径按式（A1）确定。

$$d = 2 \times \sqrt{\frac{q}{\pi c \sqrt{0.2gp}}} \times \frac{1000}{60} \qquad (A1)$$

式中：d——喷嘴当量直径，mm；

q——喷头喷嘴的流量，m^3/h；

c——喷嘴的流速系数（计算当量直径时，取$c=0.9$）；

g——重力加速度（取$g=9.81m/s^2$）；

p——喷头的试验压力，kPa。

表A1 喷嘴流量和当量直径

试验压力							
200kPa		300kPa				400kPa	
流量 (m^3/h)	当量直径 (mm)	流量 (m^3/h)	当量直径 (mm)	流量 (m^3/h)	当量直径 (mm)	流量 (m^3/h)	当量直径 (mm)
0.05	1	0.25	2	1.31	4.6	4.01	7.5
0.061	1.1	0.3	2.2	1.42	4.8	4.56	8
0.073	1.2	0.36	2.4	1.54	5	5.15	8.5
0.085	1.3	0.39	2.5	1.67	5.2	5.77	9
0.1	1.4	0.42	2.6	1.8	5.4	6.43	9.5
0.113	1.5	0.48	2.8	1.94	5.6	7.13	10
0.129	1.6	0.56	3	2.08	5.8		
0.146	1.7	0.63	3.2	2.22	6		
0.163	1.8	0.71	3.4	2.37	6.2		
0.182	1.9	0.8	3.6	2.53	6.4		
		0.89	3.8	2.69	6.6		
		0.99	4	2.85	6.8		
		1.09	4.2	3.02	7		
		1.2	4.4				

机械行业标准

附 录 B
（标准的附录）
旋转式喷头水量分布特性试验方法

本附录规定了旋转式喷头水量分布特性的试验条件、要求和方法等。

B1 试验条件

B1.1 试验场

试验场应设在室内或室外开阔地里，地面应平整，允许最大坡度为1%，试验场内不应有影响喷洒的水自由分布的障碍物。

B1.2 雨量筒

用来收集喷头喷洒水的雨量筒，上部应是圆柱形，圆形应匀称，开口边缘应为尖形并没有缺陷，圆柱部分的高度至少是整个雨量筒高度的三分之一。雨量筒的结构应保证收集到的水不会溅出。雨量筒高度应至少为试验期间收集到水的平均高度的2倍，且不小于150mm。雨量筒开口的直径应是其高度的0.5～1倍，但不小于85mm。

可以采用其他型式的雨量筒但其测量准确度不应低于上述雨量筒的测量准确度。

雨量筒应垂直放置，所有雨量筒的开口都应在与地面平行的同一平面内，两个相邻雨量筒的高度差不得大于20mm，雨量筒开口与水平面之间允许倾斜度为±5°。

B1.3 试验喷头的安装

将喷头安装在铅垂的固定竖管上。试验期间竖管不应弯曲，偏离铅垂线的最大允许误差为1°。

喷头主喷嘴距雨量筒开口的垂直高度，应至少是喷头进水口直径的10倍，但不小于500mm。

对于高度可调节的喷头，应在制造厂推荐的常用高度下进行试验。

试验时喷头旋转的起止位置，应使在试验过程中各行雨量筒受水次数相同。

B1.4 试验环境条件

试验期间的风速不应超过0.9m/s。风速超过0.4m/s时，风向的变化应小于20°。

注：常用喷射仰角喷头，可在最大风速为2m/s的情况下，采用方格布置法进行试验。

在试验前和试验期间，每间隔不超过15min，测量一次风速和风向。在离试验场边缘不超过50m处测量风速和风向，测点高度为喷头最大喷射高度的90%，但不低于2m。

试验期间的风速必须在试验报告中说明。

试验过程中还应测定相对湿度和环境温度。

B1.5 试验装置

试验装置的供水系统应有压力调节装置，调压装置不应安放在竖管上。供水系统应安装过滤器，过滤器的滤网允许通过的颗粒尺寸应不大于喷头最小流道的较小径向尺寸的30%。

用压力计按6.3.4的规定测定试验压力，试验期间的压力变化量不应大于±4%。

用带风标或方向感应器及其他装置的旋杯式风速计测量风速和风向。

灌溉排水技术

用气象部门使用的标准测量装置测定相对湿度和环境温度。

B1.6 试验压力和持续时间

在喷头额定工作压力范围内，取起始、中间和末端的三个压力值（应为50kPa的整数倍），进行试验。

试验持续时间至少1h。作扇形小角度运行时，试验持续时间按式（B1）计算：

$$t_s = t\varphi/360° \tag{B1}$$

式中：t_s——喷头扇形喷洒时的试验持续时间，h；

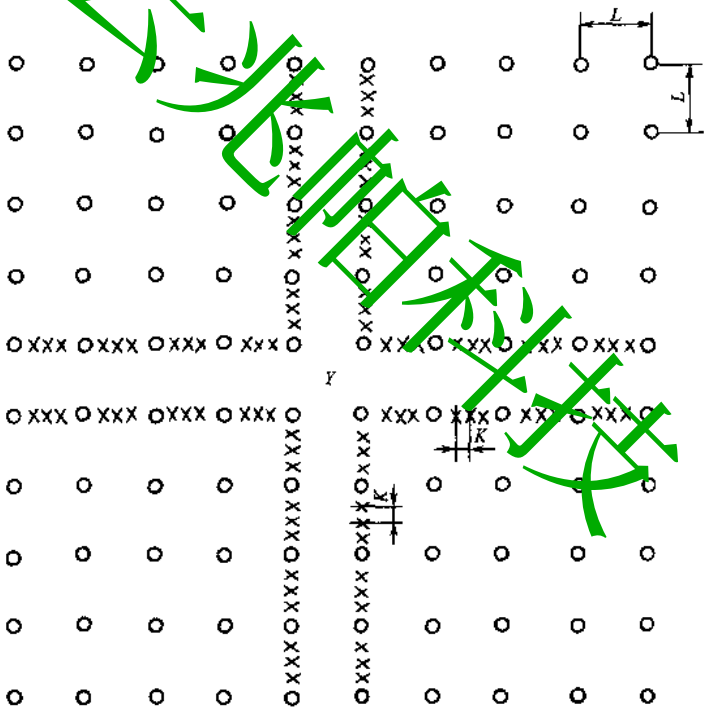
t——喷头全圆喷洒时的试验持续时间，h；

φ——扇形角度，(°)。

B2 试验方法

B2.1 雨量筒方格布置法

B2.1.1 雨量筒方格布置如图B1所示。将安装喷头的竖管放置在试验场中心。



图B1 雨量筒方格布置示意图

L——水量分布特性试验时，雨量筒布置间距，当喷头射程大于5m时，L=2m；当喷头射程小于或等于5m时，L=1m；

K——喷头射程试验时，雨量筒布置间距，K=0.5m；

Y——喷头；

○——水量分布特性试验时雨量筒放置位置；

×——喷头射程试验时增加的雨量筒放置位置。

云水恒科技

B2.1.2 雨量筒的布置间距按图 B1 的规定，在任何方向间距允许偏差均不得大于 50mm。布置雨量筒的场地面积，应大于喷头的整个喷洒覆盖面积。

B2.2 雨量筒径向布置法

该试验方法仅能在无风的情况下使用。

B2.2.1 雨量筒的径向布置如图 B2 所示。安装喷头的竖管应放置在场地中心。

B2.2.2 雨量筒应沿以喷头为中心的径向直线布置。雨量筒径向间的布置间距按表 B1 规定，径向间距的最大的允许偏差为 50mm，同一径向直线上任何两个雨量筒间的周向偏差不应大于 50mm。沿径向直线布置的雨量筒应超出喷头的射程。

表 B1 雨量筒径向布置间距 (m)

最大间距	喷头射程
1	≤10
2	>10

B2.2.3 在采用雨量筒径向单行排列进行试验时，每间隔相同时间，且在喷头喷洒水流与雨量筒不在同一铅垂面内时，人工将安装喷头的竖管绕其轴线旋转四分之一周（90°）。

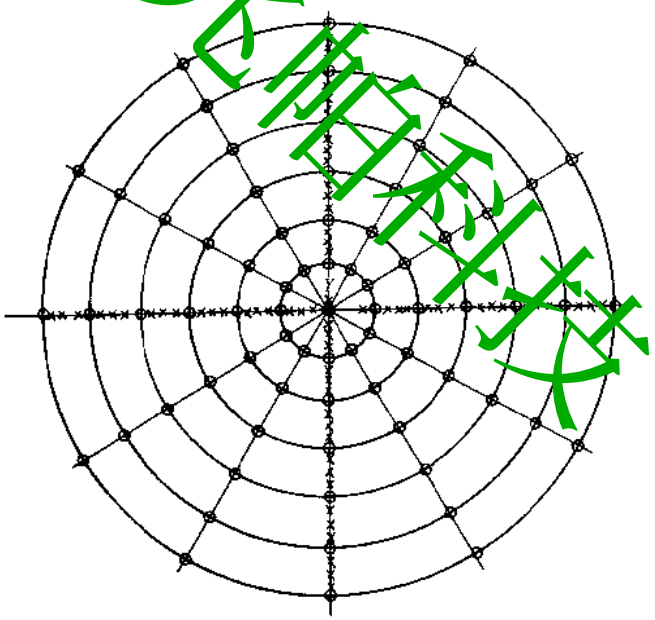


图 B2 雨量筒径向布置示意图

Y——喷头；

○——水量分布特性试验时雨量筒放置位置；

×——喷头射程试验时增加的雨量筒放置位置，其布置间距为 0.5m。

中华人民共和国行业标准

微灌灌水器——滴头

Micro-irrigation emitters—drips

SL/T67.1 94

本标准采用国际标准 ISO/DIS9260《灌溉设备：滴头规范和试验方法》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了灌溉用滴头的分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存要求。

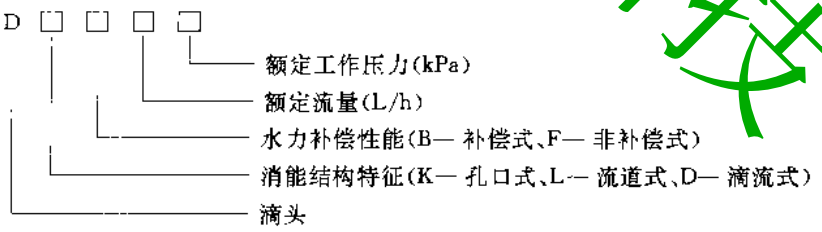
本标准适用于额定流量不大于 15L/h 的灌溉用滴头。

2 产品分类

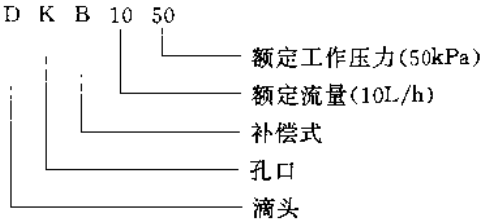
2.1 品种

按水力补偿性能分为补偿式和非补偿式。

2.2 代号



例：额定工作压力 50kPa 额定流量 10L/h 补偿式孔口滴头的代号为



3 技术要求

3.1 产品应按规定程序批准的图样及技术文件制造并符合本标准要求。

云水滴灌科技

3.2 材料

所用塑料应不透光并经过抗紫外线处理，适应温度不超过40℃的常用灌溉水（包括处理过的废水和化肥、农药水溶液）。

3.3 外观

色泽应均匀一致，表面光滑无毛刺，无明显的未塑化物及穿透性杂质。

3.4 尺寸

滴头流道断面尺寸应不小于公称尺寸的85%。

3.5 耐拉拔性能

滴头与PE管连接的组合体在试验拉力下应不出现裂纹且不脱离。

3.6 耐水压性能

滴头与PE管连接的组合体应能在2倍额定工作压力（由生产厂提供，否则按200kPa试验）下不损坏，且不脱离、不渗漏。

3.7 流量均匀性

3.7.1 在额定工作压力下，滴头的平均流量相对于额定流量的偏差和流量偏差系数均不应大于7%。

3.7.2 补偿式滴头的最大流量和最小流量相对于额定流量的偏差应不大于15%。

3.8 压力与流量关系式

非补偿式滴头压力与流量关系式应与生产厂提供的数据一致，偏差应不大于5%。补偿式滴头的最小流量和最大流量的平均值应与生产厂提供的流量平均值一致，偏差应不大于15%。

4 试验方法

4.1 试样

试样应采用随机方法抽取，各项试验所需样本数如下表：

试验项目	试验样本数（个）	试验项目	试验样本数（个）	试验项目	试验样本数（个）
外观检验	3	耐拉拔试验	3	流量均匀性试验	25
尺寸检测	3	耐水压试验	5	压力与流量关系试验	(4)①

① 从流量均匀性试验的25个样本中按有关要求抽取。

4.2 试验条件

试验应在水温23±2℃条件下进行。试验用水应过滤，滤网基本尺寸应不大于出口直径的1/10，一般在0.075～0.100mm（160～200目）范围内选取。

4.3 外观检验

应在自然光线下用肉眼观测。

万水信科技

4.4 尺寸检测

4.4.1 可拆式滴头应拆为零件，不可拆式滴头应将滴头体沿流道中心线剖成纵断面。

4.4.2 一般滴头流道用 0.02mm 精度的量具测量，微管滴头内径用精度为 0.001mm 的读数显微镜测量，取 3 个滴头的最小值。

4.5 耐拉拔试验

4.5.1 管间式滴头

4.5.1.1 将 3 个滴头与 4 段配套管道组成的组合体固定于拉力试验机上。

4.5.1.2 在 30s 内逐渐给组合体的两端施加纵向拉力 F，F 的大小用式（1）计算

$$F = 1.5\{[\sigma] + k(20 - t)\}\pi/4(d_e^2 - d^2) \quad (1)$$

式中：F—— 纵向拉拔力，N；

$[\sigma]$——20℃时管材的允许拉应力，MPa，PE 管为 3.2MPa；

k—— 温度修正系数 MPa/deg，PE 管为 0.18MPa/deg；

t —试验温度，℃；

d_e——管道公称外径，mm；

d— 管道内径，mm。

4.5.1.3 保持拉力 60min，试样组合体应不分离。

4.5.2 管上式滴头

4.5.2.1 将滴头按生产厂要求安装在配套管道上并水平固定于拉力装置（参见图 1）上。

4.5.2.2 沿管道的垂直方向，在 30s 内逐渐给滴头施加 40N 的拉力并保持 60min。

4.5.3 当试样连接管为 PVC 软管时，不进行本节试验。

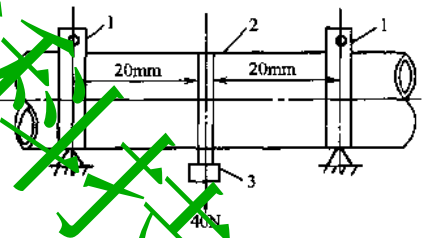


图 1 管上式滴头耐拉拔试验装置

1 -卡箍；2—塑料管道；3—滴头

4.6 耐水压试验

4.6.1 仪器设备

a. 试压泵；

b. 压力表，精度 0.4 级；

c. 供水装置。

4.6.2 试验步骤

4.6.2.1 把 5 个试样与 6 段配套管道（每段长度不小于 10 倍直径）组成组合体，一端与试压泵连接，另一端和试样的出水口均堵死，充水排尽空气。

4.6.2.2 把水压加大到额定工作压力的 1.2 倍，保压 60min。

4.6.2.3 把水压加大到额定工作压力的 2 倍，保压 5min。

加压及保压过程中，滴头体和滴头与管道的连接处均应不损坏无泄漏且不脱离。

4.7 流量均匀性试验

4.7.1 仪器设备

a. 压力表，精度 0.4 级；

b. 温度计，最小刻度 1℃；

c. 秒表，最小指示 0.01s；

水利标准

d. 量筒，精度1级。

4.7.2 试验装置（参见图2）

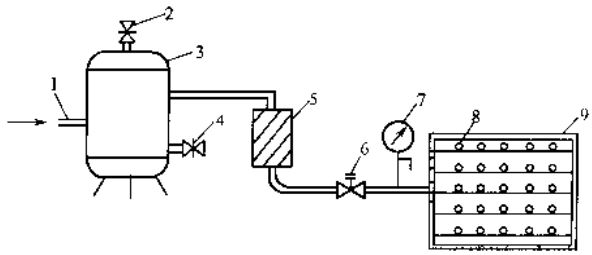


图2 流量均匀性试验装置

1 进水管；2 排气阀；3 稳压装置；4 泄水阀；5 过滤器；6 调压阀；7 压力表；8 滴头；9 试验台

4.7.3 试验步骤

4.7.3.1 非补偿式滴头

a. 将25个试样按生产厂提供的配套管道及装配方法组装在试验台上。

b. 调节滴头的进口水压至额定工作压力（由生产厂提供，否则按100kPa试验），试验过程中压力变化应不超过2%。

c. 分别测量25个滴头的出水量，试验时间应相同并不少于2min，记录室温、水温、水压、试验时间、滴头出水量。重复上述试验，两次测得水量之差不得大于2%，取平均值，并计算出各试样的流量（L/h）。

4.7.3.2 补偿式滴头

a. 调节滴头的入口水压至最大工作压力（由生产厂提供，否则按115kPa试验），保压3min后卸压1min，反复3次。

b. 调节滴头的入口水压至最小工作压力（由生产厂提供，否则按35kPa试验），保压3min后卸压1min，反复3次。

c. 调节滴头的入口水压至上述工作压力范围的中间值，保压60min。

d. 不改变入口压力，按4.7.3.1c进行试验。

4.7.4 试验结果计算

$$\bar{q}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}q_i \tag{2}$$

$$S=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(q_i-\bar{q})^2} \tag{3}$$

$$C_V=\frac{S}{\bar{q}}\times 100\% \tag{4}$$

$$C=\left|\frac{\bar{q}-q_0}{q_0}\right|\times 100\% \tag{5}$$

式中：q——25个滴头的平均流量，L/h；

q_i——第i个滴头的流量，L/h；

n——试样个数（25个）；

C_v —— 滴头流量偏差系数；

S —— 滴头流量标准偏差；

q_n —— 额定流量，L/h；

C —— 平均流量相对于额定流量的偏差。

4.8 压力与流量关系试验

4.8.1 仪器设备与试验装置分别同 4.7.1、4.7.2。

4.8.2 试验步骤

4.8.2.1 将 4.7.3 所测 25 个滴头按流量由小到大排列编号，取第 3、12、13、23 号 4 个为试样。

4.8.2.2 由小到大调节滴头的工作压力，即从 0.5～1.5 倍额定工作压力均匀分布至少 9 个压力点，测量 4 个试样每一个压力点的出水量，试验时间不少于 2min。记录室温、水温、水压、试验时间、滴头出水量。

4.8.2.3 重复上述试验。每个试样两次测得水量之差应不大于 2%，取平均值，并计算成流量（L/h）。

4.8.3 试验结果计算

4.8.3.1 非补偿式滴头

a. 将至少 9 个压力值和 4 个试样每一压力下的平均流量进行回归，求得下式中的参数 K_d、x

$$q = K_d H^x \tag{6}$$

式中：q —— 流量，L/h；

K_d —— 流量系数；

H —— 工作压力，kPa；

x —— 流态指数。

b. 将回归所得压力～流量关系式与生产厂提供的关系式分别代入额定工作压力，对比所得两个流量。

4.8.3.2 补偿式滴头

a. 计算两次测得的 4 个滴头在工作压力由小到大情况下每一个压力点对应的平均流量，以压力为横坐标，流量为纵坐标，绘制工作压力与流量关系曲线，如图 3 所示。

b. 曲线上左右两个曲率半径最小点横坐标之间范围，即为压力补偿范围。取此两点的纵坐标，即为压力补偿范围内的最小流量和最大流量，取平均值。

5 检验规则

5.1 出厂检验

5.1.1 用同一种牌号原料生产的同一规格的滴头为一批，其数量不得超过 2 万个，生产 10 天不足 2 万个时则按 10 天产量为一批。

5.1.2 按 3.2～3.6 要求及相应试验方法进行检验，如不符合要求，加倍抽样复验，仍不符合

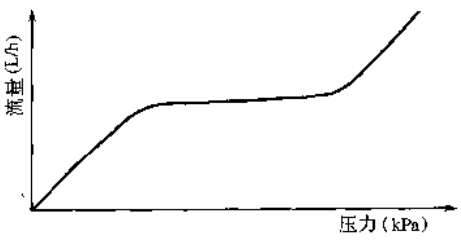


图 3 补偿式滴头压力与流量关系曲线

石光伯科技

要求时，则该批产品为不合格。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，进行型式检验。

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 正常生产时，每季度进行一次；

d. 停产超过 3 个月恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 按 3.2～3.8 要求及相应试验方法进行检验，如不符合要求，加倍抽样复验，仍不符合要求时，则为不合格。

6 标记、包装、运输、贮存

6.1 标记

每箱滴头的包装箱体表面应有如下内容的标记：

a. 产品名称代号、型号及标记；

b. 产品数量；

c. 生产日期；

d. 生产厂名称和地址。

6.2 包装

包装应用防潮纸箱，箱体表面应有防潮防压标记，箱内应衬有保护产品免受挤压的骨架，并应装有产品装箱单、说明书及生产厂检验部门签发的产品检验合格证。

6.3 运输

运输和装卸过程中，严禁重压、抛摔、日晒、雨淋。

6.4 贮存

应贮存在温度低于 40℃的库房内，距离热源不得小于 2m。

7 说明书

说明书应包括以下内容：

7.1 滴头产品编号。

7.2 材料。

7.3 特征参数：

a. 额定流量；

b. 有效压力补偿范围（补偿式）；

c. 额定工作压力（非补偿式）；

d. 压力与流量关系式。

7.4 安装和使用说明。

7.5 运行、使用的条件说明。

石化标准技术

7.6 保养、贮存和维修说明。

7.7 备件清单。

7.8 对过滤器的要求。

7.9 用化学方法去除沉淀物的方法。

附加说明：

本标准由水利部提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院、江苏省农机研究所、水利部农田灌溉研究所共同起草。

本标准主要起草人：王综武、岳兵、朱温如、梁彦芳。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

微灌灌水器——微灌管、微灌带

Micro-irrigation emitters—micro tubings、micro tapes

SL/T67.2　94

本标准参照采用国际标准 TC23/SC18N73《灌溉设备：滴灌管和管接头》。

1　主题内容与适用范围

本标准规定了灌溉用微灌管、带的分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存要求。

本标准适用于流量不大于 30L/(m·h)灌溉用微灌管、带。

2　术语

微灌管、带：制造过程中已在其上加工有孔眼或其它出流装置的整体管、带。管壁较厚卷盘后仍呈管状的为微灌管；管壁较薄卷盘后压扁呈带状的为微灌带。

3　产品分类

3.1　品种

按水力补偿性能分为补偿式和非补偿式。

3.2　代号

W □ □ □/□ □

- □ — 额定工作压力(kPa)
- □ — 管径(mm)/额定流量(L/h)
- □ — 流态特征(B— 补偿式，F— 非补偿式)
- □ — 结构特征(G— 管，D— 带)
- W — 微灌

例 1：额定工作压力 100kPa、管径 16mm、额定流量 2L/h 的补偿式微灌管的代号为

W G B 16/2—100

- 100 — 额定工作压力(100kPa)
- 16/2 — 管径(16mm)/额定流量(2L/h)
- B — 补偿式
- G — 管
- W — 微灌

行业标准科技

例 2：额定工作压力 50kPa、管径 16mm、额定流量 1L/h 的非补偿式微灌带的代号为

W D F 16/1 50

- 额定工作压力(50kPa)
- 管径(16mm)/ 额定流量(1L/h)
- 非补偿式
- 带
- 微灌

4 技术要求

4.1 产品应按规定程序批准的图样及技术文件制造并符合本标准要求。

4.2 材料

所用 PE 材料应不透光并经过抗紫外线处理，适应温度不超过 40℃的常用灌溉水（包括处理过的废水和化肥、农药水溶液），内壁应不利于藻类和细菌滋长。

4.3 尺寸

微灌管、带制造尺寸偏差应符合下表：

部　位	内径（mm）	壁　厚	出水口断面尺寸	出水口间距	双壁管外腔弧长
允许偏差	±0.3	±10%	±5%	±5%	±10%

4.4 外观

色泽应均匀一致，表面不得有明显的未塑化物及异质性杂质。

4.5 耐拉力性能

微灌管应能承受 180N 拉力不破裂，微灌带应能承受 160N 拉力不破裂。标线间的距离相对于试验前的距离偏差应不大于 5%。拉力试验后的流量相对于试验前的流量偏差应不大于 5%。

4.6 耐水压性能

4.6.1 微灌管应能承受 1.8 倍额定工作压力，微灌带应能承受 1.2 倍额定工作压力，管、带及其外出水口不得损坏。

4.6.2 卸压后，在额定工作压力下，每一个外出水口流量与额定流量的偏差应不大于 10%。

4.7 流量均匀性

4.7.1 非补偿式微灌管、带出水口的平均流量相对额定流量的偏差和流量偏差系数均应不大于 7%。

4.7.2 补偿式微灌管、带出水口在补偿范围边界处的最大流量和最小流量偏离额定流量均应不大于 15%，出水口平均流量相对额定流量的偏差应不大于 7%。

4.8 压力与流量关系式

非补偿式微灌管、带工作压力与出水口流量关系式应与生产厂提供的一致，在额定工作压力下，流量偏差应不大于 5%。补偿式微灌管、带在压力补偿范围内的平均流量应与生

五洲伯科技

产厂提供的额定流量一致，偏差应不大于15%。

5 试验方法

5.1 试样

试样应采用随机方法按试验项目规定样本数抽取。

5.2 试验条件

试验应在水温23±2℃的条件下进行。试验用水应过滤，滤网基本尺寸应不大于出水孔直径的1/10，一般在0.075～0.100mm（160～200目）范围内选择。

5.3 外观检验

应在自然光线下用肉眼观测。

5.4 尺寸检测

5.4.1 内径

在微灌管、带整齐的横断口内轻轻插入一个顶角不大于10°的圆锥体（不得扩大管径），在管、带横断口的圆锥体上做一圆环标记，用精度为0.01mm的量具测量其直径。测量两个试样，取小值。

5.4.2 壁厚

用精度为0.01mm的千分尺测量微灌管、带圆周上等间距4个点的壁厚，测量两个横截面，取最小值。

5.4.3 外出水口间距

用精度1mm的尺测量，外出水口等间距的至少测量3个间距，外出水口不等间距的各测量3个间距，均取最小值。

5.4.4 出水口直径

用精度0.001mm的读数显微镜测量，测量至少3个，取最小值。

5.4.5 双壁管外腔弦长

用精度为0.02mm的游标卡尺测量，至少测量3处，间隔不小于1m，取最小值。

5.5 拉力试验

在3段微灌管、带上各做两条间距为20cm的横向标线（包括一个外出水口并位于中间），逐一固定于拉力试验机的夹紧装置上，逐渐施加拉力，保持15min后卸去拉力，放置至少30min。测量标线间的距离和出水口在额定工作压力下的流量。

5.6 耐水压试验

5.6.1 仪器设备同SL/T67.1 -94的4.6.1。

5.6.2 用管接头连接5段微灌管、带，每段应至少包含一个出水口（双壁管指内出水口）。

5.6.3 将5段微灌管、带组合体与供水装置连接，堵上末端，向微灌管、带内充水，彻底排气后逐渐（至少10s）加大水压至：微灌管1.8倍额定工作压力，微灌带1.2倍额定工作压力，保压60min。试验过程中压力波动不大于2%。

5.6.4 将试验压力减小到额定工作压力，保压至少3min后，测量每个出水口的流量。

5.7 流量均匀性试验

5.7.1 仪器设备同5.6.1。

石头城印刷科技

5.7.2 非补偿微灌管、带

5.7.2.1 将含有 25 个出水口的试样水平悬吊在试验台架上、末端堵死。缓慢增压至额定工作压力，测量每个出水口的出水量，试验时间应不少于 2min，记录室温、水温、工作压力、试验时间、出水口出水量。重复上述试验，两次所测水量之差不得大于 2%，取平均值并计算成流量（L/h）。

5.7.2.2 试验结果计算

$$q = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} q_i \tag{1}$$

$$C_V = \frac{S}{q} \tag{2}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(q_i - q)^2} \tag{3}$$

$$C = \left|\frac{\bar{q} - q_0}{q_0}\right| \times 100\% \tag{4}$$

式中：q ——出水口平均流量，L/h；

q_i——第 i 出水口的流量，L/h；

n ——出水口的个数（25 个）；

C_V——出水口流量偏差系数；

S——出水口流量标准偏差；

q_0——额定流量，L/h；

C——平均流量相对于额定流量的偏差。

5.7.3 补偿式微灌管、带

5.7.3.1 调节入口水压至最大工作压力（由生产厂提供，否则按 215kPa 试验），至少保压 3min 后卸压 1min。反复 3 次后测算出流量（L/h）最大值。

5.7.3.2 调节入口水压至最小工作压力（由生产厂提供，否则按 85kPa 试验），至少保压 3min 后卸压 1min。反复 3 次后测算出流量（L/h）最小值。

5.7.3.3 调节入口水压至上述两工作压力的中间值，保压 60min 后测算出流量（L/h）中间值。

5.7.3.4 计算出 25 个出水口的流量平均值。

5.8 压力与流量关系试验

5.8.1 仪器设备同 5.7.1。

5.8.2 将 5.7 所测 25 个出水口按流量由小到大排列编号，取第 3、12、13、23 号 4 个出水口为试样。

5.8.3 试验压力从 0.5 倍到 1.5 倍额定工作压力，由小到大均匀分布至少 9 个压力点，分别测量每一压力点 4 个出水口的出水量，试验时间应不少于 2min，记录室温、水温、工作压力、试验时间、出水口出水量。

5.8.4 重复上述试验，两次所测每个压力点每个出水口的水量之差应不大于 2%，再取 4 个出水口同一压力下的出水量平均值，并计算成流量（L/h）。

云水帕科技

5.8.5 试验结果计算

5.8.5.1 非补偿微灌管、带

a. 将9个压力点和相应流量进行回归，求得式（5）中的参数 K_d、x

$$q = K_d H^x \tag{5}$$

式中：q——流量，L/h；

K_d——流量系数；

H——工作压力，kPa；

x——流态指数。

b. 将额定工作压力分别代入上式和生产厂提供的关系式并对比所得两个流量。

5.8.5.2 补偿式微灌管、带

a. 计算出4个出水口的每一个压力点所对应的平均流量，并以工作压力为横坐标，平均流量为纵坐标，绘制工作压力与流量关系曲线。

b. 取曲线上左右两个最小曲率半径的横坐标，其范围即为压力补偿范围，取此2点的纵坐标（流量）的平均值与生产厂提供的额定流量相对比。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 同一种牌号原料生产的同一规格的微灌管、带为一批，每批重量不得超过500kg。生产10天不足500kg，则按10天的产量为一批。

6.1.2 按4.2～4.6要求及相应试验方法进行检验，如不符合要求，加倍抽样复验，仍不符合要求时，则该批产品为不合格。

6.2 型式检验

6.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验。

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 正常生产时，每季度进行一次；

d. 产品停产超过3个月恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.2.2 按4.2～4.8要求及相应试验方法进行检验，如不符合要求，需加倍抽样复验，仍不符合要求时，则为不合格。

7 标记、包装、运输、贮存

7.1 标记

每捆微灌管、带的外包装表面应有如下内容的标记：

a. 产品名称代号、型号及标记；

b. 产品数量；

c. 生产日期；

万水节灌科技

d. 生产厂检验部门签发的产品检验合格证；

e. 生产厂名称和地址。

7.2 包装

用编织布等包装。包装应能有效地保护产品不受损伤。

7.3 运输

在运输和装卸中，严禁重压、抛摔、日晒、雨淋。

7.4 贮存

应存放在温度低于 40℃的库房内，距离热源不得小于 2m。

8 说明书

说明书应包括下列内容：

8.1 产品编号。

8.2 材料。

8.3 特征参数：

a. 额定流量；

b. 额定工作压力；

c. 有效压力补偿范围（补偿式）；

d. 压力与流量关系式。

8.4 安装和使用说明。

8.5 运行、使用的条件说明。

8.6 保养、贮存和维修说明。

8.7 备件清单。

8.8 对过滤器的要求。

8.9 用化学方法去除沉淀物的方法。

附加说明：

本标准由水利部提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院、江苏省农机研究所、水利部农田灌溉研究所共同起草。

本标准主要起草人：王综武、岳兵、朱温和、梁彦芳。

云北帕科技

中华人民共和国行业标准

微灌灌水器——微喷头

Micro-irrigation emitters—micro sprayers

SL/T67.3 -94

本标准参照采用国际标准ISO8026《微灌设备：微喷头一般要求和试验方法》。

行业标准科技

1 主题内容与适用范围

本标准规定了灌溉用微喷头的分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存要求。

本标准适用于流量不大于250L/h的灌溉用微喷头。

2 引用标准

GB6570.15670.3 旋转式喷头试验方法

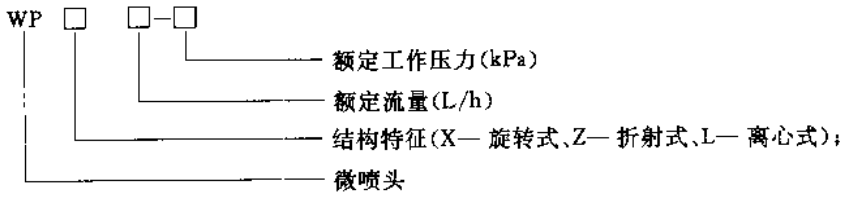
GB7306 用螺纹密封的管螺纹

3 产品分类

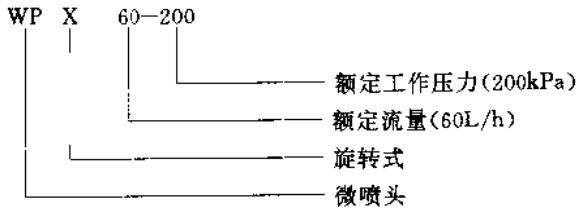
3.1 品种

按结构分为折射式、旋转式、离心式。

3.2 代号



例：额定工作压力200kPa、额定流量60L/h的旋转式微喷头的代号为



4 技术要求

4.1 产品应按规定程序批准的图样及技术文件制造并符合本标准要求。

4.2 材料

应采用金属或塑料制作，适应常用灌溉水（包括处理过的废水和化肥、农药水溶液）。

4.2.1 微喷头的金属部件应用铜合金或铝合金、锌合金、不锈钢等制成。用塑料材料制作应不透光并经过抗紫外线处理。

4.2.2 如果制作材料不适合某些通常用于农业的化肥农药时，生产厂应在说明书中注明。

4.3 外观

4.3.1 表面应光滑、无毛刺和锐边。塑料制品外观应色泽一致，无明显未塑化物及穿透性杂质。

4.3.2 应无可见的裂缝、孔洞、气泡和其它可能削弱微喷头性能、影响安装和操作的缺陷。

4.4 结构及工艺

4.4.1 微喷头流道应光滑，断面尺寸偏差应不大于公称值的5%。

4.4.2 设计和制造应能保证微喷头安装在管道上正常运转。

4.4.3 结构应能用手工或标准工具更换零部件，需要专用工具时，生产厂应提供。

4.4.4 同型号同规格的微喷头零部件应能互换。

4.4.5 采用螺纹连接时螺纹应符合GB7306《用螺纹密封的管螺纹》的规定，用PE管插入式连接时，端部尺寸扩张量应不超过管径的20%。

4.5 力学性能

4.5.1 微喷头与PE管连接组合体在规定拉力作用下不允许损坏和脱离。

4.5.2 金属微喷头螺纹连接部分应能经受20N·m的扭矩，塑料微喷头螺纹连接部分应能承受7N·m的扭矩。

4.5.3 耐水压性能

各部件在常温下应能承受2倍额定工作压力（由生产厂提供，否则按600kPa试验）的静水压，喷头及组合体各连接处应不出现泄漏和不脱出。

4.6 水力性能

4.6.1 平均流量相对于额定流量的偏差和流量偏差系数均应不大于7%。

4.6.2 压力与流量关系式应符合生产厂所提供的关系式，在额定工作压力下偏差应不大于5%。

4.6.3 喷洒水量分布曲线和图应符合生产厂提供的曲线和图，喷洒距离和强度的偏差应不大于10%。

4.6.4 有效喷洒直径应符合生产厂提供的数据，偏差应不大于10%。末端水滴直径应不大于2mm。喷洒高度应不大于50cm。

4.7 耐久性

应能在额定工作压力下连续运行1500h无故障并无可见缺陷，其流量偏差应保持在最

万方数据科技

初流量的±10%之间。

5 试验方法

5.1 试验条件

试验应在水温25±5℃下进行。试验用水应过滤，滤网基本尺寸应不大于喷嘴孔直径的1/10，一般在0.075～0.100mm（160～200目）范围内选择。

5.2 试样

采用随机方法抽取，每项试验所需的样本数如下表：

试验项目	试验样本数	允许不合格数	试验项目	试验样本数	允许不合格数
外观与结构及工艺检测	10	1	流量均匀性试验	25	0
力学性能试验	10	1	压力与流量关系试验	(4)①	0
耐拉拔试验	3	0	喷洒水量分布特性试验	(2)①	0
耐水压试验	3	0	耐久性试验	5	0

① 在流量均匀性试验的25个样本中按有关要求选取。

5.3 外观检验

在自然光线下用肉眼观测。

5.4 结构及工艺检测

应用0.02mm精度的量具测量。

5.5 耐拉拔试验

5.5.1 试验方法和步骤

5.5.1.1 微喷头与PE管连接的必须进行此项试验，仪器设备与试验装置同SL/T67.1—94中4.5.1.1。

5.5.1.2 将试样与配套的PE管按生产厂要求连接并固定于拉力试验装置上。

5.5.1.3 在30s内逐渐给试样两端施加轴向拉力，所需拉力F根据微喷头与管道连接方式确定。

a. 管端连接：$$F=1.5\{[\sigma]+k(20-t)\}\pi/4(d_e^2-d^2) \quad (1)$$

式中：F——纵向拉拔力，N；

$[\sigma]$——20℃时PE管的允许拉应力，3.2MPa；

k——温度修正系数，MPa/deg，PE管为0.18MPa/deg；

t——试验温度，℃；

d_e——管道公称外径，mm；

d——管道内径，mm。

b. 管上连接：$F=40$N

5.5.1.4 保持拉力60min。

5.6 耐水压试验

5.6.1 仪器设备

五洲伯利技

a. 试压泵；

b. 压力表，精度 0.4 级。

5.6.2 试验步骤和要求

5.6.2.1 将微喷头与 PE 管的组合体与试压泵连接，并封堵其出水口。

5.6.2.2 在不少于 30s 内缓慢加压至 2 倍额定工作压力（由生产厂提供，未提供时按 400kPa 试验），保压 5min，微喷头应不损坏并不从组合体中脱出。试验过程中，压力变化应不大于 2%。3 个试样均须通过，否则加倍抽样复检。

5.7 流量均匀性试验

5.7.1 仪器与设备

a. 压力表，精度 0.4 级；

b. 量水装置，精度 1 级；

c. 温度计，最小刻度为 1℃；

d. 秒表，最小刻度不大于 0.1s。

5.7.2 试验装置（参见图 1）

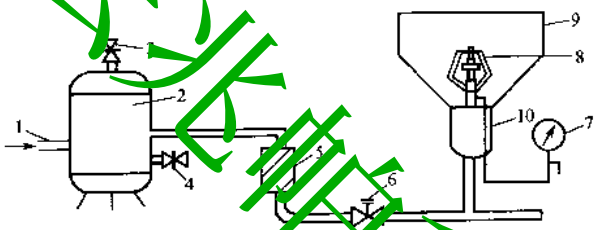


图 1 流量均匀性实验装置

1—进水管；2—稳压装置；3—排气阀；4—泄水阀；5—过滤器；6—调压阀；7—压力表；8—试样；9—集水罩；10—集水容器

5.7.3 试验步骤

5.7.3.1 将试样安装在试验装置上并用集水罩扣封（保证喷洒水量不散失）。

5.7.3.2 调节水压至额定工作压力（生产厂提供，未提供时按 200kPa 试验），在试验过程中压力变化应不大于 2%。

5.7.3.3 测量试样的喷水量，试验时间应不少于 2min，记录室温、水温、水压，试验时间、试样喷水量。

5.7.3.4 按上述步骤将 25 个试样逐一进行试验，并计算出各试样的流量（L/h）。

5.7.3.5 重复上述试验，两次测得流量之差应不大于 2%，取平均值。

5.7.4 试验结果计算

$$S=\sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(q_i-\bar{q})^2} \tag{2}$$

$$q=\sum_{i=1}^{n}q_i/n \tag{3}$$

$$C_V=\frac{S}{\bar{q}}\times 100\% \tag{4}$$

$$C=\left|\frac{q-q_0}{q_0}\right|\times 100\% \tag{5}$$

式中：S ——微喷头流量标准偏差；

$\bar{q}$——微喷头的平均流量，L/h；

q_i ——第 i 个微喷头的平均流量，L/h；

n ——微喷头试样个数（25）；

C_V—— 流量偏差系数，%；

q_0——额定流量，L/h；

C ——平均流量相对于额定流量的偏差。

5.8 压力与流量关系试验

5.8.1 仪器设备同 5.7.1。

5.8.2 试验装置同 5.7.2。

5.8.3 试验步骤

5.8.3.1 将 5.7 所测 25 个试样按流量由小到大排列，选取第 3、12、13、23 号四个作为试样。

5.8.3.2 由小到大调节试样的工作压力，即从额定工作压力 0.5～1.5 倍，至少均匀分布 9 个压力点，分别测量每个压力点 4 个试样的喷水量，每次试验时间应不少于 2min。记录室温、水温、水压、试验时间、试样喷水量。

5.8.3.3 重复上述试验，每个试样两次所测水量之差应不大于 2%，取其平均值，并计算成流量（L/h）及 4 个试样在各压力点的平均流量（L/h）。

5.8.4 试验结果计算

根据试验所得多组压力和流量进行回归，求得下式中 K_d、x 两个参数：

$$q = K_d H^x \tag{6}$$

式中：q——流量，L/h；

K_d——流量系数；

H ——工作压力，kPa；

x——流态指数。

5.9 喷洒水量分布特性试验

5.9.1 仪器设备

a. 压力计，精度 1.0 级；

b. 秒表，最小刻度 0.1s；

c. 水量筒，直径 10～15cm，上口周边应是锐缘的；

d. 温度计，最小刻度 1.0℃；

e. 量筒，精度 1 级。

5.9.2 试验场地的布置

水量筒按图 2 所示摆放，间距偏差应不大于 2cm，接水口必须在同一平面内，倾斜度应不大于 1/1000。水量筒的个数应足以覆盖整个喷洒区域。

当 $R \leqslant 1.25$m 时，$S=0.25$m；

1.25m$<R\leqslant$2.50m 时，$S=0.50$m；

$R>2.5$m 时，S=1.0m；

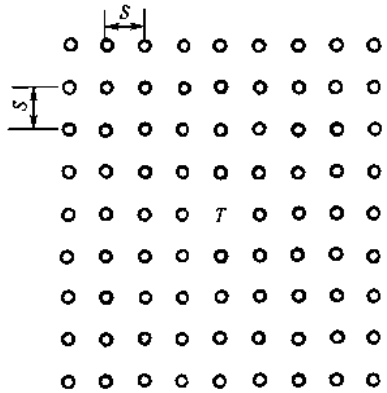


图 2 雨量筒布置图

T—微喷头；O—水量筒；S—水量筒间距（m）

北京恒科技

R 为喷洒半径。

5.9.3 试验装置（参见图 3）

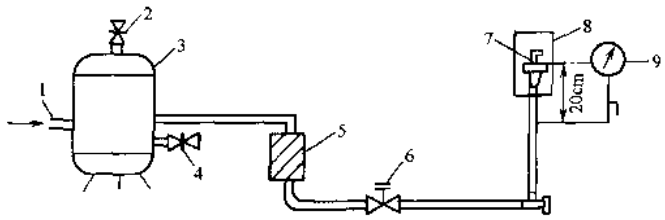


图 3 喷洒水量分布特性试验装置

1 进水管；2—排气阀；3—稳压装置；4—泄水阀；5—过滤器；6 -调压阀；7—微喷头试样；8—微喷头罩；9 -压力表

5.9.4 试验步骤

5.9.4.1 在 5.8.3.1 四个试样中，先选取 12 号试样置于试验区中心（占一个水量筒的位置），其出水口应比水量筒上口高 20cm，上端装置一个可升降的微喷头罩。

5.9.4.2 先降下微喷头罩，罩住微喷头，开启供水阀增压，调至额定工作压力，升起微喷头罩，喷洒 60min，降下微喷头罩，关闭供水阀。试验过程中，压力变化应不大于 2%。

5.9.4.3 测量各个水量筒收集的水量并记录在平面图上，同时记录室温、水温、试验时间。

5.9.4.4 测量喷洒高度，即测量喷洒水最高点至水量筒上口的垂直距离，应不大于 50cm。

5.9.4.5 测量末端水滴直径。用滤纸法或面粉法测量计算末端水滴直径，应不大于 2mm。

5.9.4.6 换上 13 号试样，重复上述试验，取两个试样相应位置水量筒所接水量的平均值（W）和喷射高度、末端水滴直径的平均值。

5.9.5 试验结果计算

5.9.5.1 点微喷灌强度

$$P_i = \frac{10W}{tA} \tag{7}$$

式中：P_i——点微喷灌强度（两个试样的平均值），mm/h；

W——水量筒收集到的水的体积，cm^3；

A——水量筒接水口面积，cm^2；

t——喷洒时间，1h。

5.9.5.2 平均微喷灌强度

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n} \tag{8}$$

式中：$\bar{P}$——平均微喷灌强度，mm/h；

n——有水水量筒总个数；

P_i——同式（7）。

5.9.5.3 喷洒水量分布图

在方格纸上标出所有水量筒所在点的喷灌强度，绘制喷灌强度等值线，即为喷洒水量分布图（参见图 4）。

5.9.5.4 喷洒水量分布曲线

在图 4 中沿两个半径（最好互成直角），量测每个水量筒的喷洒强度。以水量筒到试样的距离为横坐标，相应水量筒的喷洒强度为纵坐标，作两条曲线，并根据两曲线计算绘出平均曲线。

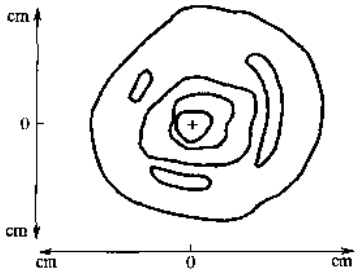


图 4 喷洒水量分布示意图

5.9.5.5 有效喷洒直径

在喷洒水量分布图上，取与纵横坐标轴各成 45°角的辐射线 4 条或 2 条（见图 5），在此方向上，量测试样到最远水量筒的距离（m），此水量筒收集到的水量至少为沿半径方向全部水量筒收集水量平均值的 1/10。有效喷洒直径为各距离平均值的 2 倍（取两个试样的平均值）。

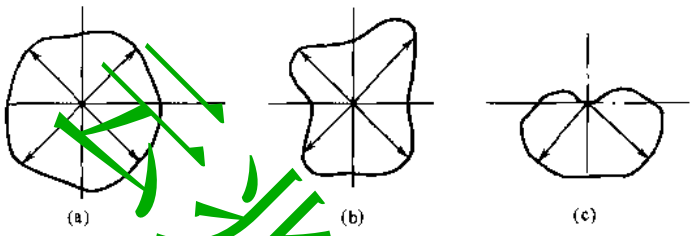


图 5 计算有效喷洒直径示意图

5.10 耐久性试验

5.10.1 试验装置（见图 6）

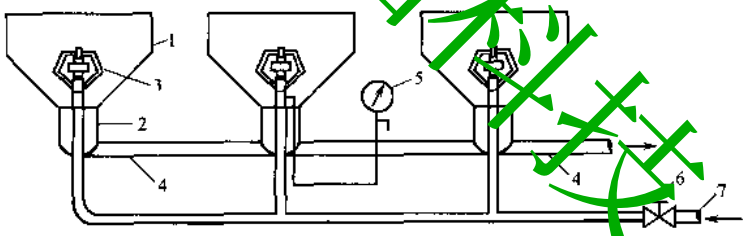


图 6 耐久性试验装置

1—集水罩；2 集水罐；3—微喷头；4—排水管；5—压力表；6—调压阀；7 供水管

5.10.2 试验步骤

5.10.2.1 测量并记录试样主要零部件可能磨损部位的尺寸。

5.10.2.2 将 3 个试样安装在试验装置上，使其在额定工作压力下按规定连续运行，直到 1500h 或自行停止运转为止。在运行过程中压力变化应不大于 10%。

5.10.2.3 分别测量并记录试样运行到 100～150h、1000～1100h、1500h 或首次自行停止运转时的流量。

5.10.2.4 试验结束后，测量并计算零部件可能磨损部位的尺寸和磨损量。

5.10.3 试验结果计算

5.10.3.1 计算试样累计工作小时数及流量变化值。

石头泊科技

5.10.3.2 总结试样磨损状况。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 同一种牌号原料生产的同一型号规格的微喷头为一批，每一批数量不得超过1万个，生产10天不足1万个时，则按10天产量为一批。

6.1.2 按试验方法和试验项目规定抽取样本数，按5.3～5.6要求检验，如不符合要求，需加倍抽样复验，仍不符合要求时，则该批产品为不合格。

6.1.3 抽样样本检验不合格数大于允许不合格数时，须加倍抽样检验，仍不合格时，则该批产品为不合格。

6.2 型式检验

6.2.1 出现下列情况之一时应进行型式试验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，材料、结构、工艺有较大改变，可能影响性能时；

c. 正常生产时，每季度进行一次；

d. 产品停产3个月后恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.2.2 按试验方法和试验项目规定抽取样本数，按4.2～4.6要求检验，如不符合要求，加倍抽样复验，仍不符合要求时，则为不合格。

7 标记、包装、运输、贮存

7.1 标记

每箱（包）表面应有标明如下内容的标记：

a. 产品名称、型号及标记；

b. 产品数量；

c. 生产日期；

d. 生产厂名称和地址。

7.2 包装

应采用防潮纸箱包装，箱内应衬有保护产品免受挤压的骨架，并随带产品装箱单、产品合格证、产品说明书及其它有关技术资料。

7.3 运输

在运输和装卸过程中，严禁重压、抛摔、日晒、雨淋。

7.4 贮存

应存放在温度低于40℃的库房内，距离热源不得小于2m。

8 说明书

说明书应包括下列内容：

节水灌溉科技

8.1 产品编号、名称、型号。

8.2 材料。

8.3 特征参数：

a. 额定流量；

b. 额定工作压力；

c. 有效压力范围；

d. 喷洒图形和水量分布曲线；

e. 压力与流量关系式；

f. 有效喷洒直径；

g. 喷射高度；

h. 末端水滴直径。

8.4 安装和使用说明。

8.5 运行、使用条件的说明。

8.6 保养、贮存和维修说明。

8.7 备件清单。

8.8 推荐的过滤器要求。

8.9 用化学方法去除沉淀物的说明。

附加说明：

本标准由水利部提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院、江苏省农机研究所、水利部农田灌溉研究所共同起草。

本标准主要起草人：王综武、岳兵、朱温如、梁彦芳。

云北帕科技

中华人民共和国国家标准

农业灌溉设备　滴头技术规范和试验方法

Agricultural irrigation equipment—Emitter—Specification and test methods

GB/T17187—1997

万方数据科技

前　言

本标准等同采用国际标准 ISO9261：1991《农业灌溉设备—滴头—技术规范和试验方法》。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：金宏智、张咸胜。

ISO 前 言

ISO（国际标准化组织）是国家标准团体（ISO 成员团体）在世界范围的联合组织。国际标准的制定工作通常是由 ISO 的技术委员会进行的。每个成员团体对某个已建立的技术委员会的项目感兴趣都有权参加该委员会。与 ISO 有关的政府的和非政府的国际组织，也可以参与此项工作。ISO 和国际电工委员会（IEC）在所有电工标准化领域密切合作。

由技术委员会通过的国际标准草案分发给其成员团体进行投票。作为国际标准发布要求至少 75%的成员团体投赞成票。

国际标准 ISO9260 是由 ISO/TC23 农林拖拉机和机械技术委员会中的 SC18 排灌装置和系统分技术委员会负责制定的。

农业帕科技

1 范围

本标准规定了农业灌溉滴头的机械性能和工作性能要求、试验方法以及制造厂为保证滴头在田间正确安装和使用应提供的资料。

本标准适用于具有或不具有压力调节功能的灌溉滴头。本标准不适用于与管道制成一体的滴头。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ISO3501：1976 管件和聚乙烯（PE）压力管间组合式接头—耐拔拉试验

ISO8779：1992 聚乙烯（PE）灌溉毛管—技术规范

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 滴头 emitter：安装在灌溉毛管上，除冲洗期间外，以滴状或连续流状的形式出水，且每个出口的流量不大于 15L/h 的装置。

3.2 管间式滴头 in-line emitter：安装在两段管道（灌溉毛管）之间的滴头。

3.3 管上式滴头 on-line emitter：直接或间接地（例如：借助于管道系统）安装在灌溉毛管管壁上的滴头。

3.4 多出口式滴头 multiple-outlet emitter：出口的水流被分解并导流到几个各不相同位置上的滴头。

3.5 非恒流［非压力补偿］式滴头 unregulated［non-compensating］emitter：入口水压力变化时滴水流量也随之变化的滴头。

3.6 恒流［压力补偿］式滴头 regulated［pressure-compensating］emitter：滴头入口水压力在制造厂规定的范围内变化时滴水流量相对不变的滴头。

3.7 滴头入口 emitter inlet：水进入滴头的孔口。

3.8 滴头出口 emitter outlet：滴头的开口或所有开口的组合，水从开口流出或从开口导流到一个确定的位置上。

3.9 灌溉毛管 irrigation lateral：带有滴头的供水管。

3.10 额定试验压力 nominal test pressure，p_n：非恒流式滴头入口处的基准压力，或为 100kPa，或由制造厂说明书确定的任何其他压力。

3.11 工作压力范围 range of working pressure：由滴头制造厂推荐保证滴头正常运行的滴头入口处的水压范围，即包括最小工作压力 p_{min}和最大工作压力 p_{max}的压力范围。

3.12 调节范围 range of regulation：在制造厂规定流量范围内滴水时，恒流式滴头入口处的压力范围。

农业部标准

3.13 额定流量 nominal emission rate，q_n：

（1）非恒流式滴头：由制造厂规定的、滴头在额定试验压力下和水温为23℃时的流量，单位为L/h。

（2）恒流式滴头：由制造厂规定的、滴头在调节范围内和水温为23℃时的流量，单位为L/h。

（3）多出口式滴头：每个出口的流量，单位为L/h。

4 分类

滴头按流量调节的均匀度分为两类：

a）A类均匀度：流量的均匀度较高，相对于规定的额定流量偏差较小的滴头（流量调节性较好的恒流式滴头）。

b）B类均匀度：流量的均匀度较低，相对于规定的额定流量偏差较大的滴头（流量调节性较差的恒流式滴头）。

注1：9.1和9.2规定了每类滴头的技术要求。

5 标记

每个滴头都应有清晰耐久的标记，并包括下列内容：

a）制造厂名称或注册商标；

b）额定流量，L/h；

c）指示水流方向的箭头（如果对合理的运行是重要的）。

额定流量［见b）］可以由滴头的任何一部分的颜色表示，或用制造厂规定的任何其他方法表示。

6 结构和材料

6.1 连接件

滴头连接件应符合制造厂的规定，并保证其符合本标准有关耐内水压和耐拔拉性能的要求。制造厂应提供安装需要的所有专用工具。

6.2 滴头端部

当使用聚乙烯管道时，管间式接头端部使聚乙烯管道直径的扩张量应不超过10%。

注2：聚乙烯毛管的尺寸按ISO8779规定。

6.3 材料

制作滴头的材料应适应灌溉中常用的水、化肥和农药，并包括处理过的废水。

在可能的情况下，所有的材料都应不利于藻类和细菌在其上生长，并且不应使用易腐蚀的金属材料。暴露在光线中的滴头塑料件应不透光且耐紫外线（UV）辐射。

7 试样和试验条件

7.1 试样

试样应由检测部门从批量至少为500件中随机抽取，试样的总数至少为25件。每项试

农业标准科技

验要求的试样数量应在相应条款中规定。

7.2 试验条件

试验时，应按照制造厂推荐的管道类型、安装工具和连接件将试样安装在管道上。当使用聚乙烯管道时，管道应符合 ISO8779 的规定。

在管道上安装滴头时，禁止使用可能影响管道或滴头特性的润滑剂或化学剂。

如果制造厂提供的滴头已安装在管道上，该滴头管道组合体可以作为试样。

所有的试验应在水温为 23℃±1℃时进行。试验用水应使用公称孔径 75～100μm（160～200 目）的或制造厂推荐的过滤器过滤。

7.3 测量装置的精度

水压测定值相对真值的误差应不大于 2%。

试验期间，压力的变化量应不大于 2%。

滴头流量测定值相对真值的误差应不大于 2%。

8 机械性能试验和要求

8.1 结构和工艺

如果滴头是可拆卸的，至少将 3 个滴头拆卸成零件；如果不可拆卸，截取滴头的截面，肉眼检查滴头是否有缺陷。

滴头及其零件不应有制造缺陷，例如：流道表面的沟痕或凸起、裂纹或孔隙等可能对滴头运行造成不利影响的缺陷。

8.2 滴头的流道

在没有压力的情况下，至少测定 3 个滴头的最小流道尺寸，精确到 0.02mm（该规定不适用于随压力变化的尺寸）。

测定的流道最小尺寸应不小于制造厂规定的尺寸。

8.3 耐水压试验

将滴头管道组合体的一端与静压水源相连，另一端堵住。

至少将 5 个滴头连接在一条毛管上进行试验。

试验分两个阶段进行（8.3.1 和 8.3.2）。

8.3.1 按下列步骤测试组合体的密封性。

分三档增加水压：

——第一档，增压至 0.4 倍的最大工作压力，并保持 5 min；

——第二档，增压至 0.8 倍的最大工作压力，再保持 5 min；

——第三档，增压至 1.2 倍的最大工作压力，并保持 60 min。

试验过程中，除滴头出口外，滴头体或其与毛管的连接处均应无泄漏现象。

8.3.2 完成 8.3.1 阶段的试验后，立即将压力增至其最大工作压力的 2 倍并保持 5min。滴头应能承受该压力而不应出现损坏或从组合体中脱出。

8.3.3 如果滴头中的零件能够进行拆卸清洗或更换后重新装配，则应按制造厂说明书中规定，在滴头重装后进行 8.3.1 和 8.3.2 规定的试验，连续进行三次。

8.4 滴头耐拔拉试验

正发信息科技

该试验应在环境温度为23℃±1℃下进行。

8.4.1 管间式滴头

试验至少在3段毛管上进行，每段毛管上应有一个滴头。

给连接滴头的两管上逐渐施加轴向拉力至拉力值为F（单位为N）。F值由公式（1）计算，但应不大于500N。

$$F = 1.5\pi\sigma_t e(D - e) \tag{1}$$

式中：σ_t 管道材料的许用应力，N/mm^2；

（例如：PE25型聚乙烯管的$\sigma_t = 2.5N/mm^2$）；

e—— 管道的最小壁厚，mm；

D 管道的外径，mm。

滴头在垂直位置时，用一重物或按ISO3501规定的仪器施加力F，并保持1h。

滴头应能承受拉力F而不从管道中脱出。

8.4.2 管上式滴头

沿管道的垂直方向，给滴头逐渐施加拉力至40N，并保持1h（见图1）。

滴头应能承受该拉力而不从管道壁中脱出。

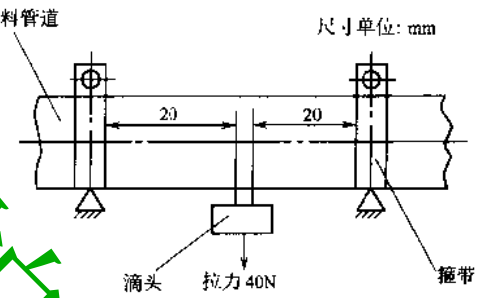


图1

9 工作性能试验和要求

9.1 流量的均匀度

9.1.1 试样的数量

试样的数量应如下：

a）单出口滴头：至少25个滴头；

b）多出口滴头：至少25个出口，且不少于10个滴头。被试滴头的所有出口都应打开，所有的出口都应进行试验。

9.1.2 非恒流式滴头

当滴头入口的压力等于额定试验压力时，测量滴头的流量，分别记录每一个出口的测定流量值。

如果滴头中有可调节部件，在试验前应进行调节，使其符合9.1.3的规定。

按公式（2）计算变异系数：

$$C_v = \frac{s_q}{\bar{q}} \times 100 \tag{2}$$

式中：C_v—— 变异系数，%；

s_q—— 试样的流量标准偏差；

$\bar{q}$—— 试样的平均流量，L/h。

试样应符合下列要求：

a）试样的平均流量相对于额定流量q_n的偏差，对A类应不大于5%，对B类应不大

灌溉排水科技

于 10%。

b）试样的流量变异系数 C_v，对 A 类应不大于 5%，对 B 类应不大于 10%。

对多出口滴头，每一出口的流量和整个滴头的流量都要满足 a）和 b）的要求。

9.1.3 恒流式滴头

调节试样使其入口压力等于工作压力范围的中值，并在此工况下至少运行 1h。在调节开始时，滴头应在最大工作压力 p_{max} 附近运行 3 次，在最小工作压力 p_{min} 附近运行 3 次，每次运行至少持续 3min。在最后调节 10min 持续过程中，压力应保持在调整范围的中值上。

随后，不改变入口压力，即压力保持在调节范围的中值，立即按 9.1.2 的规定对滴头进行试验，滴头应符合 9.1.2 的要求。

9.2 流量和入口压力的关系

在完成了 9.1 规定的试验后，继续进行下列试验，并确定滴头流量和压力的关系。

9.2.1 试样的选择

根据 9.1 试验测定的流量，按从小到大的顺序给被试滴头编号，1 号滴头流量应最小，25 号滴头流量应最大。

从编号的系列滴头中选出 4 个，分别为 3 号、12 号、13 号和 23 号，测量它们的出水流量和入口压力的关系。

以每阶段增压不大于 50kPa 的幅度，将压力从零增加到 1.2 倍的最大工作压力，对每个滴头进行试验。对恒流式滴头，应在调节范围内通过增加和降低入口压力，使滴头在三个或更多个不同压力工况下试验，试验数据应在试验压力持续至少 3min 后读取。

如果在增压或降压期间，入口压力超过预定压力值 10kPa 以上，则应将压力回零，重新进行该试验。

9.2.2 非恒流式滴头

由 4 个滴头在增压时测得的流量，计算每个压力值对应的平均流量 $\bar{q}$。

绘制平均流量和入口压力的关系曲线。

该曲线与制造厂给出的曲线的允许偏差，在任何压力点下，均应在±5%以内。

9.2.3 恒流式滴头

由 4 个滴头在增压和降压时测定的流量，计算每个入口压力值 p 对应的平均流量 $\bar{q}$（8 个流量测定值的平均值）。

平均流量 $\bar{q}$ 相对于额定流量 q_n 的偏差，对 A 类应不大于 5%；对 B 类应不大于 10%。

9.3 滴头流态指数的确定

该确定方法仅适用于恒流式滴头。

流量 q（单位为 L/h）和入口压力 p（单位为 kPa）的关系由公式（3）给出：

$$q \approx k \times p^m \tag{3}$$

式中：k——常数；

m——滴头流态指数。

用 9.2 测得的所有平均流量 $\bar{q}$ 和入口压力 p 值按公式（4）计算滴头流态指数 m：

$$m=\frac{\sum(\lg p_i)(\lg \bar{q}_i)-\frac{1}{n}(\sum\lg p_i)(\sum\lg \bar{q}_i)}{\sum(\lg p_i)^2-\frac{1}{n}(\sum\lg p_i)^2} \tag{4}$$

式中：i　1，2，3，…，n；

n——9.2.3 中使用的压力值个数；

$\bar{q}$——平均流量，L/h；

p——入口压力，kPa。

滴头流态指数 m 值应不大于 0.2。

10 制造厂应提供的资料

制造厂应随滴头给用户提供包括下列内容的产品资料：

a）灌溉滴头的类目编号；

b）适当标出“A类均匀度”或“B类均匀度”的字样，包括表1中给出的相应数据；

c）与滴头匹配的管道类型及其尺寸；

d）滴头与管道的连接方式；

e）滴头中最小流道尺寸；

f）额定流量；

g）额定试验压力；

h）工作压力范围；

i）调节范围（如果有）；

j）不同水温下流量和入口压力的关系；

k）调节特性（对恒流式滴头）；

l）滴头在管道上安装的说明；

m）滴头清洗和更换的说明；

n）滴头防止堵塞的说明；

o）滴头的使用限制（化肥、农药等）；

p）过滤要求；

q）保养和贮存要求；

r）在冲洗期间的额定流量 。

万水帕科技

表1 均匀度值（按9.1）

类　别	参　数	
	q 相对于 q_n 的最大偏差（%）	变异系数 C_v 的最大值（%）
A	±5	±5
B	±10	±10

中华人民共和国国家标准

农业灌溉设备　滴灌管技术规范和试验方法

Agricultural irrigation equipment—Emitting-pipe-systems—
Specification and test methods

GB/T17188　1997

万水信息科技

前　言

本标准等同采用国际标准 ISO9261　1991《农业灌溉设备—滴灌管—技术规范和试验方法》。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：金宏智、张咸胜。

ISO 前 言

ISO（国际标准化组织）是国家标准团体（ISO 成员团体）在世界范围的联合组织。国际标准的制定工作通常是由 ISO 的技术委员会进行的。每个成员团体对某个已建立的技术委员会的项目感兴趣都有权参加该委员会。与 ISO 有关的政府的和非政府的国际组织，也可以参与此项工作。ISO 和国际电工委员会（IEC）在所有电工标准化领域密切合作。

由技术委员会通过的国际标准草案分发给其成员团体进行投票。作为国际标准发布要求至少 75%的成员团体投赞成票。

国际标准 ISO9261 是由 ISO/TC 23 农林拖拉机和机械技术委员会中的 SC18 排灌装置和系统分技术委员会负责制定的。

云北帕科技

1 范围

本标准规定了农业灌溉滴灌管和其接头的机械性能与工作性能要求、试验方法以及制造厂为保证滴灌管和接头在田间正确安装和使用应提供的资料。

本标准适用于滴流和涓流灌溉的滴灌管、滴灌带或管道系统，且滴水元件为其整体组成部分；还适用于连接滴灌管、滴灌带和管道系统的接头。本标准不适用于渗水管（沿整个长度上渗水）。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

ISO3501：1976 管件和聚乙烯（PE）压力管间组合式接头 —— 耐拔拉试验

ISO8796：1989 5型聚乙烯（PE）灌溉毛管 ——对承插式接头引起的周向开裂应力的敏感性 —— 试验方法和技术规范

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 滴灌管 emitting-pipe：具有制造过程中加工的孔口或其他出流装置的连续滴灌管、滴灌带或管道系统，它们以滴状或连续流状出水，且每个滴水元件的流量不大于15L/h。

3.2 恒流［压力补偿］式滴灌管 regulated［pressure-compensating］emitting-pipe：滴灌管入口水压力在制造厂规定的范围内变化时，出口流量相对不变的滴灌管。

3.3 非恒流［非压力补偿］式滴灌管 unregulated emitting-pipe：水压不同则流量发生变化的滴灌管。

3.4 非复用型滴灌管 non-reuseable emitting-pipe：不再移动并重复利用的薄壁滴灌管。

3.5 复用型滴灌管 reuseable emitting-pipe：能够移动和重新安装，并进行适当处理，以便在季节变化时或在其他环境下重复使用的厚壁滴灌管。

3.6 滴水元件 emitting unit：间隔一定距离重复出现的滴灌管截面，通过该截面水流到一个确定的位置上。

3.7 单位滴灌管 unit emitting-pipe：含有一个滴水元件的一段滴灌管。

3.8 卡箍 clamping band：密封滴灌管和接头连接处的环状或带状装置。

3.9 接头 fitting：与带或不带卡箍的滴灌管连接的任何连接装置。

3.10 入口接头 inlet fitting：一端与标准灌溉管道或装置连接，另一端或多端与滴灌管连接的接头。

3.11 管间接头 in-line fitting：两端都与滴灌管连接的接头。

3.12 公称直径 nominal diameter：用来表示滴灌管尺寸的标志数，该数字近似等于滴灌

管的外径，单位为 mm。

3.13 额定试验压力 nominal test pressure，p_n：非恒流式滴灌管元件入口处的基准压力，或为 100kPa，或由制造厂说明书规定的任何其他压力。

3.14 额定流量 nominal emission rate，q_n：

(1) 非恒流式滴灌管：由制造厂规定的、滴水元件在额定试验压力下和水温为 23℃时的滴水量，单位为 L/h。

(2) 恒流式滴灌管：由制造厂规定的、滴水元件在水温为 23℃时的滴水量，单位为 L/h。

3.15 工作压力范围 range of working pressure：由滴灌管制造厂推荐的、保证滴灌管正常使用的滴水元件入口处的水压范围，即包括最小工作压力 p_{min}和最大工作压力 p_{max}的压力范围。

3.16 调节范围 range of regulation：滴灌管的每个滴水元件在制造厂规定流量范围内出水时，恒流式滴水元件入口处的压力范围。

4 分类

滴灌管按三种因素分类（见 4.1～4.3）。

4.1 按流量和调节的均匀度分为以下两类：

a) A 类均匀度：流量的均匀度较高，相对于规定的额定流量偏差较小的滴灌管；

b) B 类均匀度：流量的均匀度较低，相对于规定的额定流量偏差较大的滴灌管。

注 1：9.1 和 9.2 规定了每类滴灌管的技术要求。

4.2 按使用寿命分为以下两类：

a) 非复用型滴灌管；

b) 复用型滴灌管。

4.3 按运行方式分为以下两类：

a) 非恒流［非压力补偿］式滴灌管；

b) 恒流［压力补偿］式滴灌管。

5 型号

滴灌管的型号应由下列内容组成：

a) 名称“滴灌管”；

b) 本标准的编号；

c) 公称直径；

d) 额定流量，L/h；

e) 最大工作压力，用 100kPa 的倍数表示；

f) 均匀度类别。

示例：

符合本标准，公称直径为 16mm，流量为 2L/h，最大工作压力为 120kPa，A 类均匀度的滴灌管，其型号如下：

农业知识科技

滴灌管 GB/T 17188 16-2-1.2-A

6 标记

6.1 滴灌管

每根滴灌管都应有清晰耐久的标记，并包括下列内容：

a）制造厂名称或注册商标；

b）制造年度的识别标记；

c）按第5章规定的标记型号；

d）指示水流方向的箭头（如果水流方向影响滴灌管的使用）。

每间隔不超过5m应给出上述内容的标记。

6.2 接头

滴灌管接头应有清晰耐久的标记，并包括以下内容：

制造厂名称或注册商标。

6.3 滴灌管的包装

当滴灌管以卷状供货时，每卷滴灌管都应有清晰、易读且耐久的标签，并包括下列内容：

a）制造厂名称和地址；

b）滴灌管的型号和类目号；

c）滴灌管的公称直径；

d）按4.1、4.2和4.3的分类；

e）每卷滴灌管的长度；

f）制造年份和批号；

g）单位滴灌管的额定流量和额定压力；

h）滴水元件间距。

6.4 接头的包装

接头应包装后供货，每个包装单位都应有下列清晰、易读且耐久的内容：

a）制造厂名称和地址；

b）接头类目号；

c）配套滴灌管的公称直径和灌溉毛管的公称直径或螺纹的公称尺寸（如果需要）；

d）制造年份和批号。

7 结构和材料

7.1 一般要求

滴灌管及其零件和接头不应有能引起性能降低的制造缺陷。

无论是否带卡箍，是用手还是用制造厂提供的工具连接，滴灌管与其配套的接头结构应保证连接方便。

7.2 尺寸

7.2.1 制造厂应规定其产品的内径和壁厚，产品的实际尺寸与制造厂给出的尺寸的一致性

云水帕科技

应符合 9.3 的规定。

7.2.2 接头的连接尺寸应与滴灌管的尺寸相匹配，并保证连接方便、可靠。

7.2.3 由同一制造厂生产的品种相同但内径不同的滴灌管，若直径差大于 2mm，则应给出不同的尺寸标记。

7.3 材料

制造滴灌管和接头的材料应能适应灌溉中常用的化肥和农药，并应适合在水温不超过 60℃和滴灌管规定压力条件下使用。

所有的材料应尽可能不利于藻类和细菌在其上生长，暴露在光线中的滴灌管零部件应不透光且耐紫外线（UV）辐射。

7.4 接头

对于每种规格和尺寸的滴灌管，制造厂都应提供与其相匹配的接头，接头与滴灌管应连接良好。

无论是否使用卡箍，连接处应有足够的强度，以承受工作压力范围内的所有压力。

卡紧装置，如卡箍和螺旋件，都应使用非腐蚀性材料或耐腐蚀材料制造。

8 试样和试验条件

8.1 试样

试样应由检测部门从至少有 500 个滴水元件的批量产品中随机抽取。

抽出的试样不应在相邻截面截取，每个试样至少有 5 个相邻的滴水元件，所有的试样应至少有 25 个滴水元件。每项试验要求的滴水元件数量已在相应条款中规定。

8.2 试验顺序

试验应按第 9 章列出的顺序进行，对按 9.1 抽取的试样应从 9.2 开始进行所有的试验。

8.3 试验条件

所有的试验应在环境温度和水温均为 23℃±1℃时进行，相关条款中另有规定的除外。试验用水应使用公称孔径为 75μm～100μm（160 目～200 目）的或制造厂推荐的过滤器过滤。

8.4 测量装置的精度

水压测定值相对真值的误差应不大于 2%。

试验期间，压力的变化量应不大于 2%。

滴灌管流量测定值相对真值的误差应不大于 2%。

9 试验方法和技术要求

9.1 流量的均匀度

9.1.1 一般要求

该试验适用于恒流式滴灌管和非恒流式滴灌管。试验应至少包括 25 个滴水元件，按 8.1 的要求抽取。

9.1.2 非恒流式滴灌管

当滴水元件入口处的压力等于额定试验压力时，测量滴灌管中滴水元件的流量，分别

农水恒科技

记录每个滴水元件的测定流量值。

按公式（1）计算变异系数：

$$C_v = \frac{s_q}{\bar{q}} \times 100 \quad (1)$$

式中：C_v —变异系数，%；

s_q —试样流量的标准偏差；

$\bar{q}$— 试样的平均流量，L/h。

试样应符合下列要求：

a）试样平均流量相对于额定流量 q_n 的偏差，对A类应不大于5%，对B类应不大于10%。

b）试样的流量变异系数 C_v，对A类应不大于5%，对B类应不大于10%。

9.1.3 恒流式滴灌管

调节试样中滴水元件，使其入口压力等于工作压力范围的中值，并在此工况下至少运行1h。在调节开始时，滴水元件应在最大工作压力 p_{max} 附近运行3次，在最小工作压力 p_{min} 附近运行3次，每次运行至少持续3min。在最后调节10min持续过程中，压力应保持在调节范围的中值上。

随后，不改变入口压力（即压力保持在调节范围的中值），立即按9.1.2规定对滴水元件进行试验，但试验压力为调节范围的中值。

滴水元件应符合9.1.2的要求。

9.2 滴水元件的流量和入口压力的关系

在完成了9.1.2规定的试验后，继续进行下列试验，确定滴水元件流量和压力的关系。

9.2.1 试样的选择

根据9.1试验测定的流量，按从小到大的顺序给被试滴水元件编号，1号滴水元件的流量应最小，25号滴水元件的流量应最大。

从编号的系列滴水元件中选出4个，分别为3号、12号、18号和23号，测量它们的出口流量和入口压力的关系。

以每阶段增压不大于50kPa的幅度，将压力从零增加到1.2倍的最大工作压力，对每个滴水元件进行试验。对恒流式滴水元件，应在调节范围内，在入口压力增加和降低过程中，在三个或更多个不同压力工况下对滴水元件进行试验，试验数据应在试验压力持续至少3min后读取。

如果在增压和降压过程中，入口压力超过预定压力值10kPa以上，则应将压力回零，重新进行试验。

9.2.2 非恒流式滴灌管

由4个滴水元件在增压过程中测定的流量，计算每个压力值对应的平均流量 $\bar{q}$。

绘制平均流量 $\bar{q}$ 和入口压力的关系曲线。

平均流量 $\bar{q}$ 曲线与制造厂给出的曲线的允许偏差，对A类应不大于±5%；对B类应不大于±10%。

9.2.3 恒流式滴灌管

万维标准科技

由4个滴水元件在增压和降压过程中测定的流量，计算每个入口压力值 p 对应的平均流量 q（8个流量测定值的平均值）。

平均流量 q 相对于额定流量的偏差，对A类应不大于5%；对B类应不大于10%。

9.3 尺寸

9.3.1 滴灌管的壁厚

测量滴灌管圆周上等间距4点的壁厚，在两个截面上重复进行。因设计使滴灌管的某些部分（例如：滴灌管的飞边）壁厚变厚的情况应不考虑。

4个点中每点测定的滴灌管壁厚都不应小于规定壁厚的90%。

9.3.2 滴灌管的内径

在滴灌管端部插入一锥体（锥角不大于10°）测定滴灌管的内径，测量中应注意不能使滴灌管扩张。沿滴灌管端部在锥体上作环形标记，测量锥体标记处的直径。

内径测定值相对于规定值的偏差应不大于±0.3mm。

9.3.3 滴水元件的流道

在没有压力的情况下，测定至少3个滴水元件的最小流道尺寸，精确到0.02mm（该规定不适用于随压力变化的尺寸）。

测定的流道最小尺寸应不小于制造厂规定的尺寸。

9.3.4 滴水元件间距

测定滴水元件的三个间距，精确到1.0mm。

滴水元件间距相对制造厂规定的间距值偏差应不大于5%。

9.4 耐静水压试验

9.4.1 环境温度下耐静水压

试验应在管间式接头连接的含有5个单位滴灌管的管线上进行。

试验分两个阶段进行（9.4.1.1和9.4.1.2）。

9.4.1.1 用入口接头将滴灌管组合体与水源相连，并堵上出口。给滴灌管组合体注水，在检查其中没有残留空气后，逐渐（最小10 s）增加水压，对非复用型滴灌管增至1.2倍的最大工作压力；对复用型滴灌管增至1.8倍的最大工作压力，并保持压力1h。

滴灌管组合体应能承受该试验压力，滴灌管、滴水元件和连接接头均不应出现损坏现象。单位滴灌管不应被拉断，入口接头处不应出现泄漏，管间接头处的允许泄漏量应不超过一个滴水元件的流量。

9.4.1.2 将压力降至额定压力并保持至少3min。测量每个滴水元件的流量。

每个滴水元件的流量相对于9.1中测定的流量偏差应不大于10%。

9.4.2 高温下耐静水压

试验应在管间接头连接的含有3个单位滴灌管的管路上进行。

9.4.2.1 用入口接头将滴灌管组合体与水源相连，并堵上出口。给滴灌管组合体注水，在检查其中没有残留空气后，逐渐（最少10 s）增加水压至最大压力，对非复用型滴灌管保持该压力24h；对复用型滴灌管保持该压力48h；试验期间滴灌管组合体应浸没在温度为60℃±2℃的水中。

灌溉排水科技

滴灌管应能承受该试验压力而不出现损坏现象。

9.4.2.2 将试验组合体从水中取出，在环境温度下放置 30min。在环境温度下给组合体施加静水压 p_n，并保持至少 3min，测定每个滴水元件的流量。

每个滴水元件的流量相对于 9.1 中测定的流量偏差应不大于 10%。

9.5 高温下耐拔拉试验

在温度为 50℃±2℃下，对 5 个单位滴灌管进行试验。

如果为复用型滴灌管，在单位滴灌管上相距 150mm 划两条标记线。

将每个单位滴灌管固定在拉力试验机的夹紧装置上，均匀地给每个单位滴灌管增加拉力（在 20 s～30 s 内）：

— 对非复用型滴灌管［见 4.1 a)］至 160N；

— 对复用型滴灌管［见 4.1 b)］至 180N。

保持该拉力 15min 后卸掉，并使单位滴灌管冷却至环境温度。

对非复用型滴灌管应能承受该试验拉力而不应出现扯碎或拉裂现象。

对复用型滴灌管应能承受该试验拉力而不应出现扯碎或拉裂现象，并且，试验后试样的流量相对于试验前测定的流量的变化量应不大于±5%，试验后两条标记线之间的距离相对于试验前测定的距离的变化量应不大于 5%。

9.6 接头和复用型滴灌管连接处的耐拔拉试验

使用的试验方法和装置应符合 ISO3501 的规定，但试验拉力应为 180N，保持 1h。

接头不应从滴灌管中脱出。

9.7 聚乙烯滴灌管耐周向开裂应力性能试验。

试验和要求应符合 ISO8796 的规定。

9.8 滴水元件流态指数的确定

该确定方法仅适用于恒流式滴水元件。

滴水元件的流量 $\bar{q}$（单位为 L/h）和入口压力 p（单位为 kPa）的关系由公式（2）给出：

$$\bar{q} \approx k \times p^m \tag{2}$$

式中：k——常数；

m——滴水元件流态指数。

用 9.2.3 测得的所有平均流量 $\bar{q}$ 和入口压力 p 值按公式（3）计算流态指数 m；

$$m = \frac{\sum(\lg p_i)(\lg \bar{q}_i) - \frac{1}{n}(\sum \lg p_i)(\sum \lg \bar{q}_i)}{\sum(\lg p_i)^2 - \frac{1}{n}(\sum \lg p_i)^2} \tag{3}$$

式中：i— 1，2，3，…，n；

n——9.2.3 中使用的压力值的个数；

$\bar{q}$——平均流量，L/h；

p——入口压力，kPa。

滴水元件的流态指数 m 值应不大于 0.2。

标准图书科技

10 制造厂应提供的资料

制造厂应随滴灌管和接头向用户提供包括下列内容的产品资料：

a）滴灌管和接头的类目号；

b）连接滴灌管和供水网络或装置用的接头类型；

c）滴灌管正常使用的说明，并应注明日期；

d）根据需要，标出“A类均匀度”或“B类均匀度”的字样和表1中的相应数据；

e）适于不同使用条件下的接头详况（包括标注在接头上的数码代号）；

f）滴灌管和接头的安装说明；

g）单位滴灌管的额定流量；

h）滴灌管的内径；

i）滴灌管的壁厚；

j）滴灌管的工作压力范围；

k）滴灌管的分类；

l）滴灌管的工作特性（见9.2）；

m）滴灌管的使用限制（化肥、农药等）；

n）调节范围（如果有）；

o）过滤要求；

p）滴灌管中滴水元件间距；

q）推荐的滴灌管卷最小半径；

r）保养和贮存要求；

s）额定试验压力；

t）滴水元件流道的最小尺寸。

石头伯科技

表1 均匀度值（按9.1）

类别	参数	
	$\bar{q}$ 相对于 q_n 的最大偏差（%）	变异系数 C_v 的最大值（%）
A	±5	±5
B	±10	±10

中华人民共和国行业标准

微灌用筛网过滤器

Screen filters for micro-irrigation

SL/T68- 94

1 主题内容与适用范围

本标准规定了微灌用筛网过滤器的产品分类、技术要求、测试方法及检验规则。

本标准适用于微灌系统中金属壳体或使用水温不超过35℃的塑料壳体筛网过滤器（以下简称过滤器）。

本标准不适用于具有自动冲洗功能的过滤器。

2 引用标准

GB5330 工业用金属丝编织方孔筛网

3 术语

3.1 筛网过滤器 依靠筛网过滤对灌溉水进行物理净化的装置。

3.2 壳体 过滤器承压外壳。

3.3 壳盖 过滤器承压外壳的盖。

3.4 过滤元件 过滤器中拦截水中固体物的组件。

3.5 内密封件 过滤元件与其他构件之间的止水件。

3.6 外密封件 壳体与壳盖之间的止水件。

3.7 安装尺寸 在水平和铅垂面上，过滤器进出口中心线及端面之间的距离。

3.8 最大工作压力 过滤器设计允许工作的最大水压值。

3.9 最大工作流量 过滤器设计允许工作的最大流量。

3.10 压降 过滤器进出口之间的压力水头降低值。

3.11 清洁压降 清洁水（已为另一过滤器净化）流经滤网清洁（没有污物）的过滤器的压降。

3.12 最大清洁压降 通过最大工作流量时的清洁压降。

3.13 允许最大压降 滤网已有污物部分堵塞，但过滤器尚能工作的最大压降值，届时必须清洗滤网。

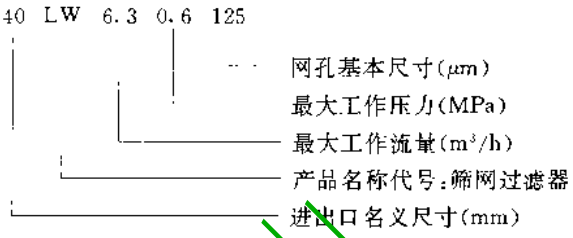
水总帕科技

4 产品分类

4.1 过滤器最大工作压力分为0.25、0.4、0.6、1.0MPa四级。

4.2 过滤器最大工作流量分为0.6、1.0、2.5、6.3、16、25、40m^3/h七级。

4.3 过滤器产品代号由进出口名义尺寸、产品名称代号、最大工作流量、最大工作压力及滤网网孔基本尺寸的组合来表示，示例如右。



5 技术要求

5.1 过滤器外观质量应符合下列要求：

a. 内外壁平整，无裂纹、明显的凹陷、沟纹等；

b. 滤网平整、清洁，无损伤，连接可靠；

c. 金属壳体过滤器的焊缝和热影响区表面无裂纹、气孔、弧坑和肉眼可见的夹渣等缺陷，防锈防腐层应完整、无损伤，边缘与母材结合紧密、牢固；

d. 塑料壳体过滤器表面色泽均匀，浇口及溢边修除平整。

5.2 过滤器安装尺寸公差应符合表1的规定。

5.3 过滤器的物理力学性能应符合表2的规定。

表1 (mm)

基本尺寸	公差
≤400	±2
>400	±3

表2

序号	试验项目	指标
1	静水耐压	无泄漏、部件无损伤和永久性变形
2	过滤元件负荷	无损伤和永久性变形
3	内密封	出水口无泄漏
4	过流能力	压降不大于出厂资料的110%

5.4 过滤器与水接触处的材质应能抗御水和肥、药液的腐蚀。

5.5 用金属丝网作滤网时，应采用工业用金属丝编织方孔筛网中的Ⅰ级精度平纹不锈钢网；用其他网材时，精度等级不得降低。

5.6 过滤器的金属承压壳体组件，应通过1.6倍最大工作压力的耐压检验后，方可进入下一工序。

工发信科技

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 试验用水应为经另一过滤器净化的水，且该过滤器网孔基本尺寸应比待测过滤器至少小一级（R_{10}系列）。

6.1.2 塑料壳体过滤器的静水耐压试验水温应为 23±2℃，其余均为 15～30℃。

6.1.3 加压设备应能保证连续稳定地提供压力水源，压力波动应不超过 5%。

6.1.4 水压和流量量测仪表的精度应不低于 2%。

6.1.5 测压孔位置距上游干扰源不得小于 10 倍管内径，距下游干扰源不得小于 5 倍管内径。

6.2 外观质量检查

应用肉眼观察，内壁可用光源照看。

6.3 安装尺寸测量

应用精度为 1mm 的钢尺测量安装尺寸。

6.4 静水耐压试验

6.4.1 试验设备应为试压泵和标准压力表。

6.4.2 试验应按下列步骤进行：

a. 按工作状态安装过滤器并组装成试验装置如图 1 所示，进口测压孔处装压力表。

b. 关闭出口阀和排污阀，向过滤器充水并排净体内空气。

c. 加压至 0.75 倍最大工作压力，开启、关闭排污阀 100 次。每次开启排污阀前，都应使进口压力达到 0.75 倍最大工作压力。

d. 金属壳体过滤器，升压至 1.6 倍最大工作压力；塑料壳体过滤器，逐渐（不短于 30s）升压至 4 倍最大工作压力。保压 1min。若外密封圈有隆起或偏移，则保压 15min，检查并记录泄漏情况。

e. 停止供压，从排污阀排水。打开壳盖，检查并记录各部件是否有永久性变形、裂纹和损伤。

6.5 过滤元件负荷试验

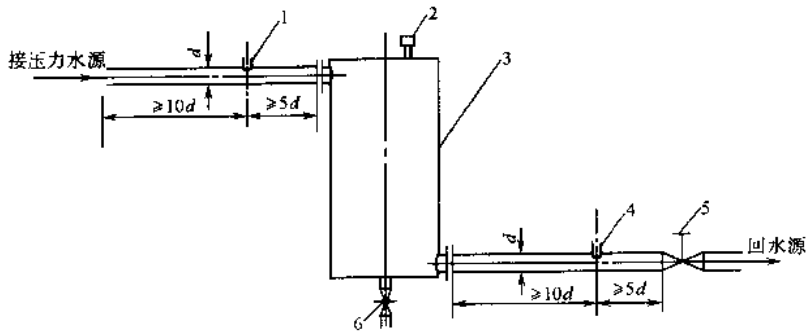


图 1 试验装置图

1 进口测压孔；2—排气装置；3—过滤器；4—出口测压孔；5 出口阀门；6 排污阀

6.5.1 试验设备应为额定流量不小于4倍过滤器最大工作流量的水泵、压差计或两块标准压力表。

6.5.2 试验应按下列步骤进行：

a. 按工作状态安装过滤器并组装成如图1所示的试验装置，从进、出口测压孔引管接压差计或各装1块压力表，排污阀关闭。

b. 开泵加压，调节出口阀门开度使压降不大于允许最大压降，排净体内空气。

c. 增大出口阀门开度，使压降升至3倍允许最大压降，保压5min。

d. 停泵卸压排水，取出并检查过滤元件，记录是否有撕裂、损伤和永久性变形。

6.6 内密封试验

6.6.1 试验设备同6.4.1条。

6.6.2 试验应按下列步骤进行：

a. 用一个与过滤元件结构、尺寸均相同，但不透水的元件替代过滤元件，组装成如图1所示的试验装置，进口测压孔处装压力表，排污阀关闭，出口阀全开。

b. 向过滤器充水并排净体内空气，加压至最大工作压力，保压15min，检查并记录有无泄漏。

c. 对于内密封采用水压压紧方式的过滤器，还应进行低压内密封试验，即在充水排气后，使进口压力为10kPa，稳压15min，检查并记录有无泄漏。

6.7 过流能力试验

6.7.1 试验设备应为额定流量不小于1.2倍过滤器最大工作流量的水泵，压差计或两块标准压力表，电磁流量计或涡轮流量计。

6.7.2 试验应按下列步骤进行：

a. 按工作状态安装过滤器并组装成图1所示的试验装置，从测压孔引管接压差计或各装1块压力表，在图1所示装置进口上游设置水泵和测流仪表，排污阀、出口阀均关闭。

b. 向过滤器充水并排净体内空气。

c. 开泵，调节出口阀门开度，在0.2～1.2倍最大工作流量范围内，至少分为10个流量档，每调整一档流量，都应待仪表示数稳定后，同时测记压差（或进、出口压力）和流量值。

d. 按步骤c重复一次试验。

6.7.3 采用压差计时，压差即为压降；当采用压力表测压时，压降应由式（1）计算

$$\Delta H = H_1 - H_2 + \Delta Z \tag{1}$$

式中：ΔH——以水柱高表示的过滤器清洁压降，m；

H_1——进口压力表读数换算的压力水头，m；

H_2——出口压力表读数换算的压力水头，m；

ΔZ——进、出口压力表表盘中心的高程差，以进口压力表高为正，m。

6.7.4 对全部数据进行回归分析，得出式（2）中之k、m值，置信度不得低于95%。

$$\Delta H = kQ^m \tag{2}$$

式中：Q——流量，m^3/h；

k、m——参数。

水总值科技

6.7.5 按式（2）绘出清洁压降 ΔH（纵坐标）与流量 Q（横坐标）的关系曲线。将试验曲线与厂家提供的标准曲线作比较，按式（3）求出试验曲线比标准曲线压降偏大的最大百分比。

$$\alpha = \left| \frac{\Delta H}{\Delta H'} - 1 \right| \times 100\% \tag{3}$$

式中：α——压降偏大百分比；

$\Delta H'$——同一流量下标准曲线的压降值，m。

7 检验规则

7.1 结构、材质、工艺相同的同一型号规格的过滤器100台作为一批，3个月产量不足100台时，以3个月产量作为一批。

7.2 每批抽样数为3台，试验项目及台数见表3。

表3

试验项目	试验台数（台）	
	型式检验	出厂检验
外观及安装尺寸	3	3
静水耐压	2	2
过滤元件负荷	2	
内密封	2	2
过流能力	1	

7.3 按本标准第5.1～5.3条逐项检验，若有任一台任一项不符合本标准要求，则该台为不合格；需从该批另取2倍试样对该项进行复验，复验结果仍不合格，则该批为不合格。

7.4 出现下列情况之一时，应进行型式检验：

a. 试验定型鉴定；

b. 结构、材质、工艺有改变，可能影响产品性能；

c. 距上次型式检验时间已达1年；

d. 停产1年恢复生产；

e. 国家质量监督机构提出要求。

7.5 买方可在到货日起3个月内进行验收抽测，同批、同规格抽1台，按本标准第5.1～5.3条进行检验，有任一项不符合要求时，该台为不合格，并另取一台对该项进行复验，若仍不合格，则该批为不合格。

7.6 供需双方对产品质量发生异议时，仲裁单位由双方商定，仲裁试验抽样数为：购货量大于等于10台时，抽2台；购货量小于10台时，抽1台。按第7.3条进行检验。

8 标志、包装、储运

8.1 标志

万水电力科技

8.1.1 过滤器应有下列明显、永久性标志：

a. 厂名或商标；

b. 产品名称型号（可用代号）；

c. 水流方向；

d. 生产年、月（或编号）。

8.1.2 过滤元件应有下列耐久性标志：

a. 滤网网孔基本尺寸和网丝直径（或代号）；

b. 最大工作流量。

8.2 包装

8.2.1 包装应能抵御运输过程中可能遇到的不利条件。金属壳体过滤器可用木笼（箱）、塑料壳体过滤器可用纸箱单台或多台包装；易碰部位宜用草绳缠绕。

8.2.2 包装内应有产品合格证、产品说明书和装箱清单。

8.2.3 除用户声明外，产品应有下列附件：

a. 与同级塑料管连接的接头；

b. 与附设仪表的连接件。

8.2.4 产品说明书内容应包括：

a. 厂名、商标、厂址；

b. 产品名称、型号、规格；

c. 流量与清洁压降关系曲线，曲线上标明最大工作流量；

d. 允许最大压降；

e. 最大工作压力；

f. 滤网网孔基本尺寸；

g. 示意图、外形尺寸和安装尺寸；

h. 安装、运行、拆卸及保养说明；

i. 过滤器重量。

8.3 储运

8.3.1 产品应在通风、干燥的库房内存放，塑料壳体过滤器应距热源 1m 以上。

8.3.2 装卸运输中应避免碰撞和抛摔。

附加说明：

本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由山西省水利科学研究所、水利部水利水电科学研究院、武汉水利电力大学共同起草。

本标准主要起草人：张国祥、王钢生、董文楚。

江水恒科技

中华人民共和国国家标准

农业灌溉设备　电动或电控灌溉机械的电气设备和布线

Agricultural irrigation—Wiring and equipment for electrically driven or controlled irrigation machines

GB/T18025—2000

前　言

本标准等效采用国际标准 ISO12374：1995《农业灌溉设备　电动或电控灌溉机械的电气设备和布线》。

本标准与 ISO12374：1995 主要技术内容存在以下差异：

1. 引用的 ISO 和 IEC 标准转化为引用我国相应国家标准；

2. 安全标志的尺寸、字体和颜色完全执行 GB10396，没有采用 ISO12374 的规定。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：许安祥、张咸胜。

农业信息科技

ISO 前 言

ISO（国际标准化组织）是各国家标准团体（ISO 成员团体）在世界范围的联合组织。国际标准的制定工作通常是由 ISO 的技术委员会进行的。每个成员团体对某个已建立的技术委员会的项目感兴趣都有参加该委员会的权力。是 ISO 联络成员的国际组织、政府和非政府机构，同样可以参与工作。ISO 和国际电工委员会（IEC）在所有电工标准化领域密切合作。

由技术委员会通过的国际标准草案分发给其成员团体进行投票。作为国际标准发布要求至少 75%的成员团体投赞成票。

国际标准 ISO12374 是由技术委员会 ISO/TC23 农林拖拉机和机械的分委员会 SC18 排灌设备和系统负责制定的。

农业帕科技

1 范围

本标准给出了电动或电控农业灌溉机械用电气设备的详细资料，包括从电源接点到灌溉机械的所有必需电气设备、仪器、元件和布线装置。

本标准适用于工作电压为300～600V的电气设备。

本标准的目的是在合理的条件范围内提高产品和器材操作及使用的人身安全性。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T3956—1997 电缆的导体（idtIEC228：1978）

GB4208—1993 外壳防护等级（IP代码）（eqv IEC529：1989）

GB6995.2—1986 电线电缆识别标志 第二部分：标准颜色（neq IEC304：1982）

GB10396—1999 农林拖拉机和机械、草坪和园艺动力机械 安全标志和危险图形总则

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 载流量 ampacity

导线允许传输的电流容量，由导线的直径和导线上的绝缘材料确定。

注1：导线可以传输比允许载流量更大的电流，但是传输电流大于允许载流量时，可能导致绝缘或设备过热和损坏。

3.2 辅助线 auxiliary conductor

给与灌溉机械运动无关的装置传输电流的导线。

3.3 辅助板 auxiliary panel

装有如电动机控制器、继电器、开关和变压器等灌溉机械辅助控制装置的箱盒，箱盒内不包括给整个机器提供电力的主控制器和其他主控制装置。

注2：接线盒不是辅助板。

3.4 固接 bonded connection

保证需通电金属零件之间必要导电性所要求的可靠连接。

3.5 集电环 collector ring

把电能从一固定导体输送到某一旋转导体的滑动环总成。

3.6 控制线 control conductor

给控制灌溉机械运动必需的装置传输电流的导线。

3.7 装置板前安装 front-mounted device

无需移动安装板及其他装置或后箱盒盖，就能接近隐藏的固定件而将可更换装置从箱

体的前面单独更换的安装方式。

3.8 装置板前布线 front-wired device

无需移动可更换装置、安装板或后箱盒盖，就能接近电气连接件而在箱盒前给可更换装置单独布线的布线方式。

3.9 接地 grounded

与大地或起大地作用的某一导体相连。

3.10 接地引入线 grounded conductor

回路中用于接地的导线。

3.11 接地导线 grounding conductor

用来把机器上不通电的金属零件与接地引入线和/或接地电极线相连的导线。

3.12 （灌溉）机械 （irrigation）machine

主要用于农业输水和配水的电动或电控（非手提式）机器。

3.13 机器隔离开关 machine isolator

在电源与机器连接点处的隔离装置。

3.14 主控制板 main control panel

装有主控制器和其他灌溉机械起动和停止所必需控制装置的箱盒。

3.15 金属与金属连接 metal-to-metal connection

金属零件与机器通过螺栓和螺钉连接的方式，为使连接处有充分的接触面，应清除螺栓或螺钉头部承接表面的涂料和污垢。

3.16 防水填料 nonwicking filler

能阻止电缆内水分由一处向另一处移动的高阻性电缆内填充材料。

3.17 动力线 power conductor

在机器隔离开关和电动机之间传输电流以提供电力的导线。

3.18 导线管 raceway

专用于夹持导线、电缆或导电条的封闭通道。

3.19 使用方便性 readily accessible

维护、维修或检查时能够迅速打开。

注3：物件可以用插销或机械联锁装置或类似装置卡住。箱盒盖用两个或多个螺钉连接，则认为使用不方便。

3.20 耐候性 weatherproof

具有暴露在自然环境中不妨碍正常运行的结构形式或保护措施。

4 一般要求

4.1 隔离开关

在电源与灌溉机械的连接点处应安装一种能够将机器锁定在“断开”位置，并对机器起过流保护作用的装置。

4.2 箱盒

4.2.1 所有箱盒均应具有GB4208规定的IP33级防护等级。

农业出版社

4.2.2 箱盒的入孔、出孔和穿孔应减少在连接点集水和集污垢的可能性，以保证4.2.1中规定的防护等级。

4.2.3 箱盒的尺寸应不小于内装设备的最大尺寸加要求的电气间隙，电气间隙的大小应符合GB4208的规定。

4.2.4 加衬垫处，衬垫应与其中一个配合件牢靠接触。

4.2.5 箱盒的安装应使其在使用中产生机械损坏的可能性最小。

4.3 联锁

任一装置的正常功能失效可能引起人身危险或性能损坏的地方应设置联锁保护装置。在不产生危险的情况下，且可能时这些联锁装置应能中断所有运行。

4.4 自动或遥控起动

4.4.1 自动起动装置仅在电源切断或流体压力恢复之后，需要的单相或三相电压恢复时才能接通重新起动。

自动起动不是指某一装置或回路具有能使灌溉机械在某一或若干预定点能逆向行进的功能。

4.4.2 在具有自动起动或遥控起动装置的机器上，应贴安全标志，指明该机器能自动起动。

4.4.2.1 该安全标志应贴在机器隔离开关上。如果机器隔离开关没有装在主控制板上或主控制板附近，也可把安全标志贴在主控制板上。

4.4.2.2 安全标志的文字和尺寸应符合11的规定。

4.5 识别标志

箱盒内的所有导线均应符合9.6的规定，具有清晰的识别标志或色码。

4.6 变压器型式

变压器应为隔离型，并具有与变压器及其所用导线或控制装置相适应的过流保护装置。

4.7 导线定额

接线板的尺寸应根据其端接或连接的导线数量和规格确定，并与所连接或端接导线传输的电压和电流容量相适应。

4.8 控制装置定额

控制装置，如继电器、限位开关和类似装置应满足使用要求，并能承受施加于或通过该装置的电压和电流。

4.9 板上安装方式

板上安装的装置应采用便于维修的板前安装和板前布线。

4.10 额定电流

4.10.1 除中心支轴式机器外的所有机器

如果一台机器有多个电动机，且各个电动机都由微型开关或类似装置控制，当机器作非圆周运行并以固有的断续方式工作时，其持续电流值和峰值电流应按下述方法确定。

4.10.1.1 等效持续电流值应为最大电动机满负荷电流值的125%再加上一个数值，该数值等于其余所有电动机满负荷电流值的总和乘以能使其余所有电动机持续运行的最大有荷因数百分比。

4.10.1.2 峰值电流应为两个最大电动机的制动电流之和加上回路中所有其他电动机满负

标准图书

荷电流之和。

4.10.2 中心支轴式机器

如果一台机器有多个电动机，且各个电动机都由微型开关或类似装置控制，当机器作圆周运行和以固有的断续方式工作时，其持续电流值和峰值电流应按下述方法确定。

4.10.2.1 等效持续电流值应为最大电动机满负荷电流值的125%加上其余所有电动机满负荷电流值的总和的60%。

4.10.2.2 峰值电流应为最大电动机的制动电流的2倍加上其余所有电动机满负荷电流总和的80%。

5 接地

5.1 灌溉机械应具有专用接地导线。

5.1.1 主控制板箱和每个辅助板箱内的接地导线应与机器固接。

5.1.2 接地导线应具有与动力线、控制线或辅助线同样的护皮、套管或导线管。

5.1.3 接地导线可按5.6.2.1的规定裸露或绝缘。

5.1.4 任何金属电缆的金属护皮或金属导线管均不能用作主接地导线。

5.2 与接地导线固接的零件和机器不通电零件之间的金属与金属连接，可看作是适当的接地通路。

5.3 所使用的金属电缆护皮或金属导线管应接地。

5.4 在意外情况下可能带电的外部金属零件应接地。

5.5 电动机底座应与接地导线固接。

5.6 开关、电磁线圈和接线盒等装置的金属底座应与接地导线或机器的不通电金属零件固接。

5.7 接地导线的载流量应不小于与其相关的动力线的载流量。

当因使用插入式继电器、控制器或类似装置使导线规格减少时，接地导线规格也可以减少为与引自插入装置的动力线、控制线或辅助线的规格相同。

5.8 对有固定部件的机器，应装有使机器接地导线与接地电极导线连接的装置。正常安装的接地电极导线应使机器接地导线与接地电极间构成一完整回路。

5.8.1 在主控板上应贴一醒目、耐久的标志，以指示需要正确接地。

5.8.2 机器安装和使用说明书中应包括介绍接地电极连接或安装的内容。

5.9 应提供所有接地导线通用的连接装置。

6 主控制板

6.1 箱盒

主板的箱盒应符合4.2的规定。

6.2 隔离开关

6.2.1 如果机器隔离开关不在主控制板上或不靠近主控制板，应在主控制板上或其旁边安装一个能够将机器锁定在“断开”位置的隔离开关。

6.2.2 如果主控制板远离机器，应在机器上安装一个能使机器锁定于“断开”位置的隔离

万水电科技

开关，以能够切断所有 30V 及以上的回路。

6.2.3 如果主控制板上装有隔离开关，其应与箱盒的开启联锁。

如果箱盒关闭后，联锁装置可自动恢复作用，则可以安装专业人员接近箱盒时，不切断电源的装置。

6.2.4 如果隔离开关紧靠主控制板且部件中通电的零件不易接触，则不要求装箱盒开启联锁装置。但建议安装联锁装置。

6.2.5 如果箱盒内设备的电源不止一个，对于电压等于或小于 30V 和电容量小于 100V·A的辅助电源，不需要装隔离开关。

6.3 门

箱盒开启的活门应具有机械限位机构，以防止拉坏装在门里或门上的导线和端子。

在活门里或活门上的元件连接导线或端子应加以固定，以使所有的导线都在固定装置上折弯，而不在导线的端子上折弯。

6.4 限制情况

主控制板箱盒不能用作导线管。

6.5 锁紧连接

6.5.1 插头和插座应是标准锁定型，以防止意外脱开，并且应根据它们使用的电压、电流和环境条件正确设计。

6.5.2 如果一台机器上装有两个或两个以上插头插座组合时，除非两个插座的作用、额定电压和电流相同，并且互换不影响机器的运行或安全，否则它们应不可互换。插头插座组合的接线，应使插头与插座脱开时，没有带电的端子暴露。

6.6 操作者控制装置

6.6.1 所有操作者控制装置，例如选择开关、起动和停止控制器等的功能应清晰地标出。

6.6.2 所有安装在外面的按钮、选择开关和指示灯应为耐候型，并按 4.2.2 的规定安装。

6.6.3 “停止”按钮应是红色。红色不能用于不具有停止功能的按钮。

6.6.4 所有的控制装置都应能防止机器在正常维修或正常移机情况下出现意外操作的可能性。

6.7 过载保护装置

机器应设置过载保护装置，其规格应符合所保护装置的要求。

主（总）过载保护装置的熔丝（单片或双片）规格应适当，与要求的电极夹或熔丝架相符。

6.8 间断运行要求

如果机器以固有的断续方式运行，在主控制板上，用于手动或自动起动和停止整台机器的控制器的切断容量应不小于按 4.10.1.2 或 4.10.2.2 确定的峰值电流，其额定持续电流值不小于按 4.10.1.1 或 4.10.2.1 确定的值。

6.9 布线图

主控制板内侧应贴有用适当元件符号表示的机器基本布线图。

6.10 标牌

主控制板上应有标牌，标明制造厂名称、电源的额定电压、相数和频率，推荐的主动

力线路过载保护装置的额定电流。

7 辅助板

7.1 辅助板箱盒应符合 4.2 的规定。

7.2 如果箱盒内含有需要保养或维修的继电器、控制器、开关或其他类似装置，并且箱盒与机器隔离开关的距离大于 9m，则应安装隔离开关（一个或多个）。

7.3 箱盒盖应牢固固定以防止在机器正常运行中或因机器正常运行而意外开启或脱落。

7.4 每个辅助板上均应贴有安全标志，以指明可能存在的危险电压。安全标志的文字和尺寸应符合 11 的规定。

尽管 7.2 已规定辅助板上安装电源隔离开关，但仍要贴安全标志，以劝阻无意地开启辅助板及指明打开辅助板维修时可能出现的危险。

8 电动机和电动机控制器

8.1 电动机

8.1.1 电动机应在结构上采取保护措施，以使其暴露在运行环境中时能正常运行。

除电动机标牌中标注的内容外，建议电动机制造厂标明该电动机专供灌溉机械使用。

8.1.2 电动机应耐腐蚀。

8.1.3 如果配备接线盒，则接线盒内腔的有效体积最小应为 200cm^3，开口尺寸最小 50mm。

接线盒应配备一个容易接近的内框架式接地端子。

8.2 电动机控制器

8.2.1 识别标志

控制器上应标出制造厂名称或商标、额定电压、额定功率和其他需要指明其所适用电动机的数据。

8.2.2 电动机运行过载保护装置

8.2.2.1 各电动机、电动机控制器和电动机输入电线应配备运行过载保护装置，以防止因电动机超负荷或起动故障出现过热。

8.2.2.2 为实现最大限度的保护，电动机运行过载保护装置的规格应小于各种可能的最大允许限度。

8.2.2.3 电动机运行过载保护装置的最少数量和位置应符合表 1 规定。

表 1 电动机运行过载保护装置

电动机类型	供电系统	过流元件（如脱扣线圈、继电器等）的最少数量和位置
单相交流或直流	双线，单相交流或直流，一根接地线	1 个，装在非接地导线上
	三线，单相交流或直流，中线接地	1 个，装在两根非接地导线之一上
三 相 交 流	任意三相	3 个，每相上一个

万水节水科技

8.2.2.4 安装在电动机内，控制电动机温度或同时控制电动机温度和电流的敏感热控装置或系统，可以用于代替安装在外部的过载元件。热控装置或系统应能保护电动机，防止发生事故及在转子卡住的情况下再次起动。

8.2.2.5 如果再起动会损坏机器或引起不安全运行，则过载保护装置的自动复位不应引起电动机再起动。

9 导线

9.1 一般要求

9.1.1 所有的导线均应置于箱盒、导线管内或为带有包皮的电缆。绝缘电缆见 GB/T3956。

9.1.2 距地面 2.6m 以内的导线应置于刚性金属导线管、防液柔性金属导线管、金属护皮电缆套管或其他适当装置内加以保护，以防止机械损伤。

9.1.3 可利用机器的结构为导线提供机械保护。

注 4：9.1.2 和 9.1.3 的目的是使机器在正常使用条件下，防止家畜和意外事故对导线造成机械损伤。

9.2 规格

9.2.1 动力线的规格应根据按 4.10.1.1 或 4.10.2.1 计算出的平均持续电流值和最高设定值来确定。在允许电压降为 10%的情况下，最高设定电压等于电动机的设计电压加 5%。除考虑电压降外，动力线的载流量应不小于计算的负荷量。

9.2.2 控制线和辅助线的规格应具有足够的电流容量，以传输所控制装置需要的总电流，并不小于表 2 的规定。GB/T3956 规定了所需电缆导体的技术规范。

表 2 单根铜导线载流量（控制和辅助线路用）

公称截面面积 (mm^2)	20℃下单位长度的最大电阻 (Ω/km)	载流量		推荐的最少股数
		电缆或导流管	控制箱盒	
		A	A	
0.2	109	2	2	7
0.3	54	3	3	7
0.5	36	5	5	7
0.75	24.5	7	7	7
1	18.1	10	10	7
1.5	12.1	15	20	7
2.5	7.41	20	25	7
4	4.61	30	40	7
6	3.08	40	55	7

注：截面面积小于 0.75mm^2 的导线用于工作电流等于或小于 1mA 的固态控制装置。截面面积小于 0.75mm^2 的导线不能用于非固态控制装置所在的回路。

9.2.3 电动机的供电导线载流量应不小于电动机满负荷电流的 125%。

9.3 多股绞合线

9.3.1 在机器正常运行情况下，用于连接或互连位置移动的控制装置的导线，应是多股绞

合线。

9.3.2 所有动力线、控制线和辅助线均应是表 2 所示最少股数的多股绞合软铜线。

9.3.3 如果使用单股导线，则不能采用折弯式联接器。

9.4 绝缘

9.4.1 导线的绝缘应耐火、耐潮湿、耐磨蚀，并且适于在－10～60℃的温度下工作。

导线绝缘的额定工况应为温度不低于 70℃的潮湿工况。

9.4.2 在交流电压为 300～600V 回路中的箱盒内连接或互连元件所用导线的额定电压应不小于 600V。

9.4.3 除接地导线可以裸露外，箱盒内的所有导线均应绝缘。

9.4.4 当电缆、导线管或软管中导线传输的电压不同时，电缆、导线管或软管中的导线绝缘耐压能力应等于或大于传输的最高电压。

但是，只要控制线或辅助线是在有外保护层的内芯电缆内，且外保护层的额定电压等于或大于电缆、导线管或软管中的动力线的最高电压；只要保护层内的导线绝缘电压等于或大于内多芯电缆使用的最高电压，则控制线和辅助线的绝缘耐压能力可以低一些。

9.5 护套

固定在金属构架上和在喷洒系统内使用的电缆护套不需要耐火，但是应耐日光、耐潮湿和耐腐蚀。护套还应具有一定机械保护作用和柔性，且适于在－10～60℃的温度范围内使用。护套应使用防水填料，护套构件中应有适当的接线装置，使其在田间使用标准电工工具连接后，有足够的机械强度和耐候性。

9.6 识别标志

9.6.1 一般要求

箱盒内的所有导线均应在其终端用某种方法加以区别，且整个机器中的标记方法应一致。

具有相同识别标志的所有未接地导线应与同一线路相连接。

9.6.2 识别标志色码

9.6.2.1 接地导线应是裸露的，或为绿色/黄色组合线。在长度 15mm 的一段导线上。绿色或黄色之一的覆盖面应不小于导线表面的 30%，不大于 70%，另一种颜色应按 GB6695.2 的规定覆盖余留表面。

9.6.2.2 接地引入线应为白色或天然灰色。在同样的电缆、导线管或绝缘软管内的不同系统的接地引入线、辅助接地引入线可用带有非绿色色条的白色标志。

9.6.2.3 当动力线使用色码时，未接地导线应为黑色、红色和蓝色。

9.6.2.4 不同电压系统中的所有导线的颜色应不同。

10 集电环

10.1 箱盒

10.1.1 集电环用箱盒应符合 4.2 的规定。

10.1.2 集电环用箱盒不要求有联锁装置。

10.2 载流量

农水机科技

10.2.1 传输动力电流的滑动环应具有不低于按 4.10 确定的额定持续电流值。

10.2.2 其余控制和辅助用滑动环的额定持续电流值应不小于所用最大装置满负荷电流的125%加所有其他所用装置的满载电流之和。

10.2.3 机器接地用滑动环的载流量应与总成中载流量最大的滑动环的载流量相同。

10.2.4 当滑动环或滑动环触头的载流量不同时，应用耐久标志指明每个环或触头的载流量。

11 安全标志

11.1 自动起动安全标志

4.4.2 中规定的自动起动安全标志如图 1 所示。

11.2 辅助板上的安全标志

11.2.1 7.4 规定的辅助板上的安全标志如图 2 所示。

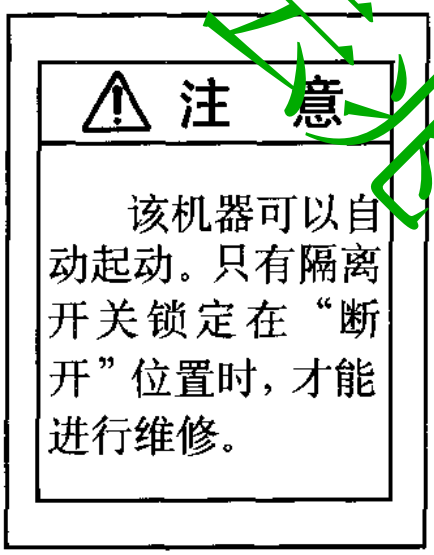


图 1

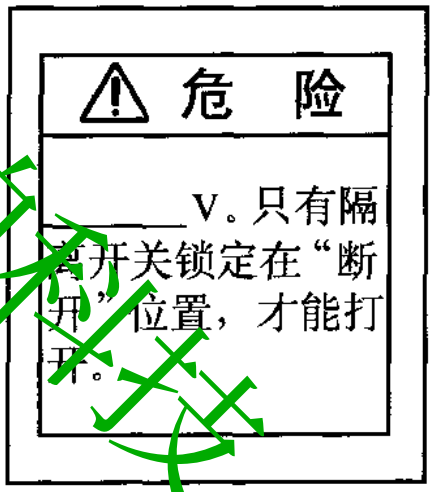


图 2

行业标准

11.2.2 在“____V”上用黑粗体数字填上机器的设计电压值，该电压值应等于 6.10 中标牌上的规定值。

11.3 安全标志的尺寸、文字和颜色

安全标志的尺寸、文字和颜色应符合 GB10396 的规定。

11.4 其他安全标志

根据需要使用的其他安全标志及其尺寸、文字和颜色等应符合 GB10396 的规定。

中华人民共和国机械行业标准

电动大型喷灌机　技术条件

JB/T6280.1—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了用于喷灌麦类、豆类、高粱、玉米、牧草、瓜果、蔬菜和甘蔗等农牧作物的电动大型喷灌机的型式、型号、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于电动中心支轴式喷灌机（电动圆形喷灌机，以下简称圆形灌机）和电动平移式喷灌机（以下简称平移灌机）。其他大型喷灌机可参照使用。

2　引用标准

GB6956	喷灌机械名词术语
GB5084	农田灌溉水质标准
GB5670.1	旋转式喷头　型式与基本参数
GB2979	农业轮胎系列
GB700	碳素结构钢
GB9439	灰铸铁件
GB5676	一般工程用铸造碳钢
GB1173	铸造铝合金技术条件
HG4-·329	密封橡胶制品（环状）
GB1176	铸造铜合金技术条件
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB1348	球墨铸铁件
GB5761	悬浮法聚氯乙烯树脂
HG2—775	聚氯乙烯树脂
GB5896	喷灌用金属薄壁管
GB3091	低压流体输送用镀锌焊接钢管
NJ/Z3	农机具　涂漆
ZB K22 007	Y系列（IP44）三相异步电动机　技术条件

万水帕科技

GB6988.4 电气制图 电路图
GB1804 公差与配合 未注公差尺寸的极限偏差
JB/T6280.2 电动大型喷灌机 试验方法
GB2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB/T13306 标牌
JB2759 机电产品包装 通用技术条件

3 术语

本标准的一般术语按GB6956的规定。

3.1 同步保护

防止因同步运行微动开关等控制元件和驱动系统失灵，导致相邻塔架车之间的不同步，安全微动开关切断电路，使灌机自动停机的保护。

3.2 导向保护

限制平移灌机导向传感器的触杆对导向钢索的偏移量超过安全值时的自动停机保护。

3.3 灌水过量保护

防止因行走轮打滑而发生灌水过量时的自动停机保护。

3.4 安全定点自动停机保护

灌机运行到扇形喷洒终点或地头时能自动停机。

3.5 柴油机组自动熄火保护

因水泵故障导致水压、流量下降，柴油机水温过高或机油压力过低，柴油机组能自动熄火停机。

3.6 单侧电动平移式喷灌机

驱动台车在一侧的电动平移式喷灌机。

3.7 双侧电动平移式喷灌机

驱动台车在中央的电动平移式喷灌机。

3.8 整机长度

中心支轴至输水管路末端喷枪的距离为支轴灌机整机长度；输水管路上两个最外端喷枪距离或主驱动台至输水管路末端喷枪间的距离为平移灌机整机长度。

4 型式与基本参数

4.1 型式

本标准规定的电动大型喷灌机按工作方式分为：

a. 电动圆形灌机；

b. 电动平移灌机。

4.2 型号

4.2.1 型号表示方法

电动大型喷灌机的型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字表示：

万水电科技

D □ P-□ □

- 平移式灌机特征符号(单侧平移灌机用 D 表示；双侧平移灌机用 S 表示，可省略不注)
- 整机长度，m
- 喷灌机型式：圆形用 Y 表示，平移式用 P 表示
- 电动

4.2.2 标记示例

整机长 415m 的电动圆形灌机可表示为：

DYP-415

整机长 415m 单侧电动平移灌机可表示为：

DPP-415D

4.3 基本参数

电动大型喷灌机的基本参数应符合下表的规定。

电动大型喷灌机基本参数表

项　目	型　式	
	电动圆形喷灌机 DYP 系列	电动平移式喷灌机 DPP 系列
整机长度(m)	199～415	200～500
跨　距(m)	30，40，50	30，40，50
输水管规格(mm)	114×3，159×3，168×3	114×3，159×3，168×3
喷水量(m^3/h)	80～210	80～350
末端压力(MPa)	0.1～0.45	0.1～0.4
电机减速器功率(kW)	0.75，1.1，1.5	0.75，1.1，1.5
塔架车行走速度(r/min)	0.45～0.75	0.45～0.75
末端悬臂(m)	5，10，15	5，10，15

5　技术要求

5.1 基本要求

5.1.1 大型喷灌机应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

5.1.2 所用材料必须符合有关标准规定，进厂时应附有化学成分和力学性能报告。

5.1.3 代用材料不得低于原设计材料要求的力学性能。

5.1.4 柴油机、发电机、直角传动齿轮箱、水泵、轮胎、喷头、电缆、电气元件和标准件等外购配套件均应符合有关标准的规定，并附有制造厂的检验合格证，进厂后再经检验部门验收方可装机。

5.2 整机使用性能要求

5.2.1 使用条件

a. 一般情况下，使用能通过200目滤网的常温清水（井水或地表水），水质应符合GB5084的要求。

b. 在风速小于1.5m/s条件下，可以喷洒化肥、农药，但需配专用装置，不能污染水源，用后要冲洗输水管路。

c. 环境温度为4～45℃。

d. 风速在5.4m/s（相当于3级风）以下。

5.2.2 水力性能要求

5.2.2.1 喷头应合理配置，其喷洒均匀度系数在平均风速小于1.5m/s条件下，应不低于80%。

5.2.2.2 喷灌水深应能在5～60mm范围内调节。

5.2.2.3 雨滴应适应要求，直径1～3mm。

5.2.2.4 喷灌强度应适应土壤质地要求。

5.2.3 同步性能要求

5.2.3.1 中心支座或驱动台车与之联接的塔架车主输水管路允许垂直上下摆动。

5.2.3.2 塔架车之间采用的联结方式应保证塔架车主输水管路上下左右摆动。

5.2.3.3 塔架车运行同步控制角应小于1°，安全控制角应不大于1.5°。

5.2.3.4 同一塔架车上的前后两个行走轮边行走时应在同一轮辙上。

5.2.3.5 平移灌机导向系统的触杆对导向钢索的偏移量不大于250mm。

5.2.4 通过性能要求

5.2.4.1 对于不同土壤和新翻耕地通过性能良好。

5.2.4.2 在喷洒作业条件下，圆形灌机30m、40m跨允许通过的地势坡度不低于20%，50m跨允许通过的地势坡度不低于8%，平移灌机允许通过的地势坡度不低于5%。

5.2.4.3 能正向、反向运行，能定点停机。

5.2.4.4 转移地块时需用拖移装置，拖移速度不超过2～3km/h。

5.2.5 安全保护性能要求

5.2.5.1 电动大型喷灌机必须具有同步保护、导向保护、灌水过量保护、安全定点自动停机保护、柴油机自动熄火保护和装有安全运行灯、避雷装置、故障显示装置等。

5.2.5.2 整机应在醒目处设有预防事故标牌和安全警戒符号。厂家提供的使用说明书中对预防事故内容应有明确规定。

5.2.6 电动大型喷灌机所有热浸镀锌结构件应保证10年不锈蚀。

5.2.7 电动大型喷灌机首次故障前平均工作时间应不低于2100h。

5.3 主要零部件的使用要求

5.3.1 电动中心支轴式喷灌机的中心支座与地基应牢固联接，并便于接通水源和电源。

5.3.2 平移灌机的驱动台车应设有动力装置、供水装置和主控制系统，要求结构紧凑、减震性能好。

5.3.3 塔架车的高度应满足整机地隙的要求，其底梁传动机构配置合理，车轮有工作位置

和拖移位置。

5.3.4 拱形桁架跨距为30、40、50m，拱形均匀。能承受9～12级大风和运行中的动载荷，桁架拉筋的实际安全系数应不低于许用安全系数1.7。

5.3.5 橡胶柔性接头要求拆装方便，耐水压不低于末端压力的1.5倍，并具有抗老化、抗疲劳性能，寿命不低于3年。

5.3.6 当灌机作业时，桁架泄水阀能密封止水，停止作业时能自动泄水。末端悬臂泄水阀应启闭方便。

5.3.7 喷头型式与参数，应在保证喷洒均匀的条件下根据土壤质地、作物种类、风力大小等因素来选择。可以参考GB5670.1。

5.3.8 敷设在桁架上的控制电缆应防止机械磨损。电缆套管应耐日光、耐潮湿、耐腐蚀并具有柔性和机械磨损保护作用。

5.3.9 低压橡胶充气轮胎的规格，应依据塔架车带水重量、土壤质地和作物种类的不同，按GB2979的规定选择。

5.3.10 电机减速器的使用要求

5.3.10.1 电机减速器的电机输出功率为0.75、1.1、1.5kW，一般应采用蜗杆传动形式的减速器，其传动效率应不低于40%。

5.3.10.2 适宜频繁起动，起动扭矩为额定扭矩的1.5～2.2倍，最大扭矩为额定扭矩的2.2倍。

5.3.10.3 减速器润滑油为不低于18号馏份型双曲线齿轮油。

5.3.10.4 输出轴应转动灵活，润滑油不外漏，水不渗入，密封可靠。

5.3.10.5 电机应配有过载运行保护装置和过热保护装置。

5.3.10.6 按使用说明书进行正常维修保养，寿命应不低于4年。

5.3.11 车轮减速器的使用要求

5.3.11.1 车轮减速器采用蜗杆传动形式，传动效率应不低于35%，并具有橡胶隔膜膨胀室。

5.3.11.2 输入轴应传动灵活，水不渗入，油不外漏，密封可靠。

5.3.11.3 能承受最大扭矩2500N·m。

5.3.11.4 使用不低于18号馏份型双曲线齿轮油。

5.3.11.5 按使用说明书要求进行维修保养，寿命应不低于5年。

5.3.12 电控制系统使用要求

5.3.12.1 应安全、灵敏、可靠，能满足整机的同步性能要求和安全保护性能要求。详见本标准第5.2.3条和5.2.5条中的有关规定。主要电气元件寿命应不低于2年。

5.3.12.2 输入电压应不低于400V，首末端电压降应不大于输入电压的6.4%。

5.3.12.3 灌机避雷接地线电阻应不大于4Ω。

5.3.12.4 动力线和控制线对地绝缘电阻不应小于2MΩ。

5.3.12.5 集电环的弹簧压紧电刷的压力应不低于0.02MPa，电刷与滑环接触面积应不少于80%。

5.4 主要零件材料

灌溉排水技术

5.4.1 钢管、型钢、圆钢等材料应符合 GB700 的规定。

5.4.2 铸铁件应符合 GB9439 的规定。

5.4.3 铸钢件应符合 GB5676 的规定。

5.4.4 铸铝件应符合 GB1173 的规定。

5.4.5 橡胶密封件的胶料应符合 HG4—329 中Ⅱ—2 类有关规定。

5.4.6 电机减速器蜗轮推荐采用 ZQSn10-1 锡青铜制造，其材质应符合 GB1176 的规定。蜗杆推荐采用 45 钢制造，其材质应符合 GB699 的规定。

5.4.7 车轮减速器蜗轮推荐采用 HT300 灰铸铁制造，其材质应符合 GB9439 的规定。蜗杆推荐采用 QT60-2 球墨铸铁制造，其材质应符合 GB1348 的规定。

5.4.8 塔架盒罩、传动轴套应采用具有良好韧性等机械性能的聚氯乙烯（PVC）制造，并加入防紫外线、防腐蚀添加剂。应参考 GB5761 和 HG2—775 的配方。

5.5 主要零部件的制造与工艺

5.5.1 主要零部件加工精度应符合经规定程序批准的图样和技术文件的要求。

5.5.2 铸件表面应光滑，不允许有裂纹、砂眼、气孔、缩松等影响使用性能及外观的缺陷。

5.5.3 焊接件的焊缝应平整，不允许有脱焊、裂纹、烧穿、焊瘤、夹渣和气孔等缺陷。焊缝机械强度不得低于焊接件的 80%。

5.5.4 热浸镀锌的结构件镀锌厚度为 0.08～0.12mm（每平方米镀锌层重量为 567～851g），镀锌要求可参照 GB5896 和 GB3091 中的有关规定执行。

5.5.5 表面涂防护漆的零部件应按 NJ/Z3 的规定执行。其中车轮减速器涂黑色，电机减速器涂朱红色或黑色、海蓝色。

5.5.6 电机减速器中的电机部分的制造应符合 ZBK22007 的规定。

5.5.7 电控制图应符合 GB6988.4 的规定。

5.6 未注公差尺寸

5.6.1 未注公差尺寸的加工件，应按不低于 GB1804 中 IT14 级的公差等级制造。

5.6.2 未注公差尺寸的冲压件，应按不低于 GB1804 中 IT14 级的公差等级制造。

5.6.3 未注公差尺寸的橡胶密封件，应按不低于 HG4-329 中的规定制造。

5.6.4 基本尺寸大于 2500mm 的未注公差尺寸的零件，均按 GB1804 中 IT12 级公差等级制造。

5.7 整机总装要求

5.7.1 做好水井、给水栓、渠道、电源、基座和必要工具的安装前准备。

5.7.2 按使用说明书规定的程序在田间进行安装。各部位螺栓要拧紧，不得松动。注油处按规定注入润滑油或防水甘油后不得外漏和水渗入。

5.7.3 每台灌机上的喷头必须根据厂家提供的喷头配置表进行对号安装。

5.7.4 每个塔架车上的一对轮胎应按相反花纹方向进行安装。

5.7.5 悬臂（10、15m）末端应高出主输水管桁架水平主中心线 300～500mm。

5.7.6 桁架拉筋应安装牢固，挠度应符合设计要求，无水和有水时最大挠度差在 100～160mm 范围内变化。

5.7.7 根据使用说明书对各机械部分、控制部分进行调试，使整机处于本标准第 5.2 条规

农业机械标准

定的使用状态。

5.7.8 灌机喷灌作业时，输水管路不能漏水。

6 试验方法与检测规则

6.1 本标准规定的各项技术性能指标的试验测试方法应按 JB/T6280.2 的规定执行。

6.2 检验规则

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 灌机产品必须进行性能指标、制造质量、装配质量的试验检验方可出厂。

6.2.1.2 试验检验分为出厂检验和型式检验。

6.2.2 出厂检验

6.2.2.1 检验项目

a. 外观：整洁、匀称，外表面不允许有明显变形和划伤。

b. 配套件：均应符合本标准中第 5.1.4 条的规定。

c. 车轮减速器：出厂前每台必须进行 1250N·m 负荷下的正反转试验 1h，蜗杆轴应转动灵活，没有异常声音，不漏油。然后放出润滑油，清洗干净，并进行防锈处理。

d. 电机减速器：装配后必须进行空载试验，正反转各 1h，应无异常声音，不漏油。然后放出润滑油，清洗干净，并进行防锈处理。

e. 集电环装配后，应做绝缘强度试验，滑环之间与地能承受 50Hz、1800V 的电压 1min，应无击穿或闪络现象，集电环加载电流 15A 时转动集电环，用电流表检测时，表针应无明显的摆动，电刷无卡槽现象。

f. 铸件、焊接件和热浸镀锌结构件出厂前应按本标准第 5.5 条和第 5.6 条中的有关规定执行。

6.2.2.2 抽样与判定规则应符合 GB2828 的规定。

6.2.3 型式试验

6.2.3.1 检验条件

a. 新设计或新改进的产品试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

d. 停产两年及以上的产品恢复生产时；

e. 国家质量检验机构提出进行型式检验要求时。

6.2.3.2 检验项目

对本标准规定的技术要求全部进行检验或根据用户要求进行部分抽检。

6.2.3.3 抽样和判定规则应符合 GB2828 的规定。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 灌机标牌应装在灌机首部位置。标牌尺寸应符合 GB/T13306 的规定。

7.1.2 灌机标牌内容：

农业知识科技

a. 产品型号、名称、注册商标；

b. 出厂编号、日期；

c. 制造厂名称；

d. 主要参数：整机长度（m）、流量（m^3/h）、末端压力（MPa）。

出口产品标牌内容应用英文表示，并附有“中华人民共和国制造”的英文字样。

7.2 包装

7.2.1 灌机零部件包装应按 JB2759 的规定执行。

7.2.2 电机减速器、车轮减速器和传动件、喷头、主控箱、塔架盒、标准件及不超过 1～2.5m 长的其他零部件应按类装箱。

7.2.3 柴油机或发电机组、水泵等应装木箱。

7.2.4 输水管焊合、拉筋、塔架车底梁等长结构件应按类捆扎包装。并保证运输、装卸过程中不被损坏。

7.2.5 包装外表应有耐久的明显标志，内容包括：

a. 收货单位名称、地址；

b. 制造厂名称；

c. 产品名称、数量、重量及外形尺寸；

d. 安全标记。

7.2.6 灌机出厂的随带文件应包括：

a. 灌机质量合格证书；

b. 灌机安装使用说明书和喷头装配表；

c. 包装清单。

7.3 运输和贮存

7.3.1 输水管焊合等部件在长期贮存时应避免腐蚀性介质接触，并对带有螺纹和与轴承配合的加工面进行防腐保护。

7.3.2 电控部分的零部件在运输和贮存过程中应避免碰撞，要防湿、防潮，贮存在干燥库房内。

附加说明：

本标准由中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院排灌机械研究所负责起草。

本标准主要起草人：金宏智、范顺川。

万水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

电动大型喷灌机　试验方法

JB/T6280.2—92

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… 91
2　引用标准 …… 91
3　名词术语 …… 91
4　试验条件及准备 …… 91
5　性能试验 …… 91
6　生产试验 …… 98
7　试验报告 …… 100
附录 A　主要试验仪器、仪表和用具（参考件） …… 115

工业和信息化部科技司

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用于喷灌麦类、豆类、高粱、玉米、牧草、瓜果、蔬菜和甘蔗等农牧作物的电动大型喷灌机的性能试验和生产试验。

本标准适用于电动中心支轴式喷灌机（电动圆形喷灌机，以下简称圆形灌机）和电动平移式喷灌机（以下简称平移灌机），其他大型喷灌机可参照使用。

2 引用标准

GB1032	三相异步电机 试验方法
GB5667	农业机械生产试验方法
GB5670.3	旋转式喷头 试验方法
GB5895	喷灌用金属薄壁管及管件 试验方法
JB/T6280.1	电动大型喷灌机 技术条件

3 名词术语

本标准中的名词术语参照 JB/T6280.1 及 GB5667 的有关规定。

4 试验条件及准备

4.1 试验样机应具有一定的代表性，且必须具有质量检查合格证和使用说明书。在整个试验期间，除按使用说明书中的规定进行常规保养调整外，不允许做其他调整、更换和修理。

4.2 试验仪器、仪表及用具见附录 A（参考件），使用前应由法定计量单位校验合格。

4.3 试验地点的水源水量应满足灌机额定工况下的喷灌流量要求，水质应符合JB/T6280.1 中第 5.2.1 条的有关规定。

4.4 试验田地块大小应满足灌机性能试验的要求。坡度应符合灌机爬坡能力的要求。有关试验田特征按表 1 项目记录。

4.5 气象条件应符合 JB/T6280.1 中第 5.2.1 条的有关规定。

5 性能试验

5.1 目的

通过全面的性能试验，考核灌机样机是否达到设计指标。

5.2 技术参数测定

试验前应对试验样机作全面检查调整，使之具备良好的技术状态。按表 2 所列项目对主要技术参数进行测定，结果记入表 2。

5.3 水力性能测定

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 水力性能试验应在灌机额定工况下进行。灌机的入机流量、入机压力和末端压力偏差均应控制在±5%范围内。

5.3.1.2 试验过程中平均风速应不超过 1.5m/s，最大风速应不超过 3.0m/s，风向变化不大于 20°，气温应在 4～30℃范围内，或者限制在供需双方协商确定的范围内。

5.3.1.3 用于收集喷头喷洒雨量的雨量筒应符合 GB5670.3 中第 6.2.1 条的规定。

5.3.1.4 试验中的有关试验条件按表 3 所列项目进行测定，结果记入表 7。

5.3.2 喷洒均匀度测试

5.3.2.1 雨量筒应在与灌机运行轨迹垂直方向上，直线布置两排或多排，同排雨量筒间距应相等。当喷头间距不大于 5m 时，雨量筒间距应不大于 3m；喷头间距大于 5m 时，雨量筒间距应不大于 5m。对于喷头等距布置的灌机，雨量筒间距应与喷头间距非互为整倍数(雨量筒平面布置见图 1、图 2)。每排雨量筒布置数量应不少于 80 个，雨量筒可以避开轮辙放置。雨量筒的布置应记入表 4。

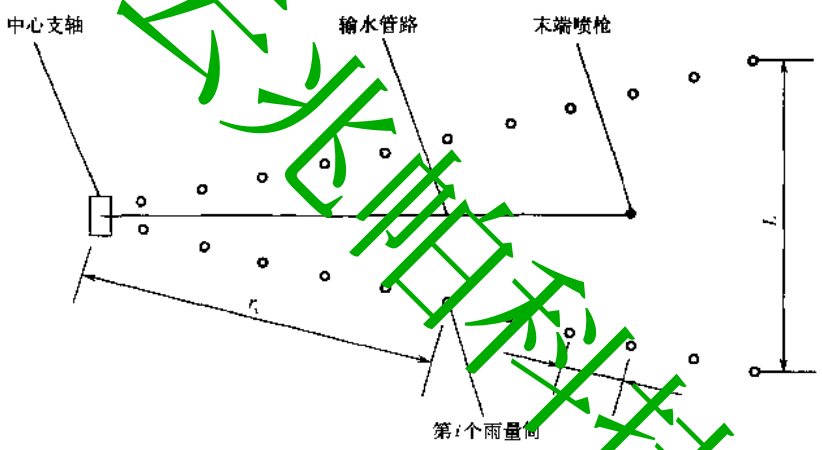


图 1 测试圆形灌机喷洒均匀度雨量筒布置示意图

○—雨量筒放置位置；l—同排雨量筒间距，m；L—相邻雨量筒排最外端雨量筒距离，$L\leqslant 50$m；r_i—第i个雨量筒至中心支轴距离，m

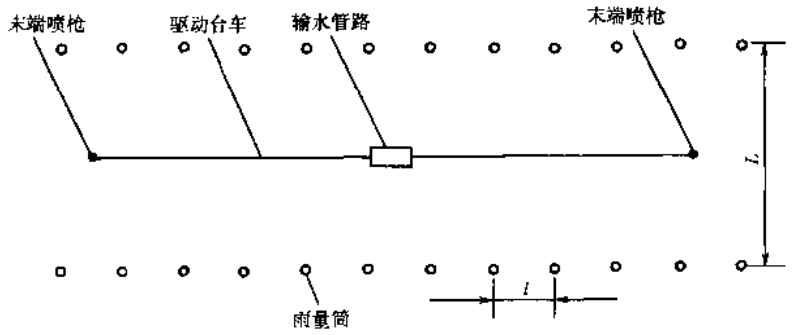


图 2 测试平移灌机喷洒均匀度雨量筒布置示意图

○—雨量筒放置位置；l—同排雨量筒间距，m；L—相邻雨量筒排间距，$L\leqslant 50$m

五洲恒科技

5.3.2.2 雨量筒的安放，应使其接受雨滴时不被作物茎、叶等妨碍。雨量筒口沿应保持水平，至少低于灌机喷头喷嘴高度 1m。

5.3.2.3 风向、风速仪的测试位置应距试验场地边缘不大于 200m、高度不低于 2m。该位置应能表征试验场地风的状况。

5.3.2.4 风速和相对雨量筒排方向的风向，在试验过程中，应每隔不到 15min 测量一次，记入表 3。由此统计风速平均值、最大值及风向变化范围，并记入表 7。

5.3.2.5 如果试验田地面不是水平的，则应沿每排雨量筒绘制出地面高度轮廓图。

5.3.2.6 调节百分率计时器控制灌机连续或间歇运行，其中间歇运行应使平均喷洒水深不小于 15mm。

5.3.2.7 当灌机通过雨量筒排时，其中某一雨量筒受水完全结束后，应尽快测量该雨量筒内的受水量，换算为喷灌水深，记入表 4。同时，对某一雨量筒排每隔一个雨量筒测量其受水时间，记入表 4。

5.3.2.8 数据分析时，由于雨量筒泄漏、倾斜或其他异常原因所导致的异常数据，可以剔除。被剔除的异常数据应不超过总测量数据的 3%，否则应重新试验。所有异常数据的数量及其导致原因应记入表 4。

5.3.2.9 灌机长度以外或灌机末端喷枪射程的 75%以外的雨量筒数据，可以在数据分析时剔除。喷枪射程按 GB5670.3 中第 4.2 条和第 7.1.3 条的规定。

5.3.2.10 支轴灌机

a. 雨量筒应从中心支轴处沿径向往外延伸布置，相邻两个雨量筒排最外端的雨量筒之间距离应不大于 50m（见图 1）。

b. 如果供需双方协商同意，数据分析时，在靠近中心支轴灌机 10%总长度的雨量筒，可以被剔除。

c. 喷洒均匀度系数用赫尔曼-海恩（Heer mann-Hein）均匀度系数表示，按式（1）计算：

$$C_{uH}=100\times\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{n}|h_i-\bar{h}|r_i}{\sum_{i=1}^{n}h_i r_i}\right) \tag{1}$$

式中：C_{uH}——赫尔曼-海恩均匀度系数，%；

n——数据分析被采用的雨量筒数量；

i——数据分析被采用的雨量筒的序数，距中心支轴最近的被采用的雨量筒，$i=1$；距中心支轴最远的被采用的雨量筒，$i=n$；

h_i——第 i 个雨量筒的喷灌水深，mm；

r_i——第 i 个雨量筒至中心支轴距离，m；

$\bar{h}$——雨量筒平均喷灌水深，$\bar{h}=\sum_{i=1}^{n}h_i r_i/\sum_{i=1}^{n}r_i$，mm。

5.3.2.11 平移灌机

a. 雨量筒沿与灌机输水管路平行的直线布置。每排雨量筒布置应超过灌机的有效长度。雨量筒排距应不大于 50m。灌机供水渠、主驱动台车等运行路面不能种植作物的地域，不放置雨量筒（见图 2）。

b. 喷洒均匀度系数用克里斯琴森(J. E. Christiansen)均匀度系数表示，按式(2)计算：

$$C_{uC}=100\times\left[1-\frac{\sum_{i=1}^{n}|h_i-\bar{h}|}{\sum_{i=1}^{n}h_i}\right] \tag{2}$$

式中：C_{uC}——克里斯琴森均匀度系数，%；

n——数据分析被采用的雨量筒数量；

h_i——第 i 个雨量筒的喷灌水深，mm；

$\bar{h}$——雨量筒平均喷灌水深，$\bar{h}=\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i}{n}$，mm。

5.3.2.12 喷洒均匀度系数

a. 根据式(1)或式(2)及表4某排雨量筒被采用的数据，分别计算各雨量筒排的均匀度系数。

b. 根据式(1)或式(2)及表4所有各排雨量筒被采用的数据，计算综合喷洒均匀度系数。该系数为灌机喷洒均匀度系数。

c. 所有计算结果记入表7。

5.3.2.13 喷灌水深分布图

根据表4数据，绘制每排雨量筒对应于至灌机入水口处距离的喷灌水深分布图。

5.3.3 喷灌强度

5.3.3.1 根据表4的有关数据，计算出相应的各雨量筒处的点喷灌强度。按式(3)计算，计算结果均记入表4。

$$\rho_i=\frac{h_i}{t_i} \tag{3}$$

式中：ρ_i——第 i 个雨量筒的点喷灌强度，mm/h；

h_i——第 i 个雨量筒的喷洒水深，mm；

t_i——第 i 个雨量筒的受水时间，h。

5.3.3.2 数据分析时，采用本标准第5.3.2.7条中被测受水时间的雨量筒的数据，第5.3.2条中已被剔除的雨量筒数据不采用。

5.3.3.3 圆形灌机

a. 根据表4的有关数据，建立喷灌强度 ρ 与至中心支轴距离 r 的线性回归方程。

b. 线性回归方程：

$$\rho=a-br \tag{4}$$

式中：ρ——喷灌强度，mm/h；

a——回归截距，$a=\frac{Sr\rho}{Srr}=\frac{\sum_{i=1}^{m}(r_i-\bar{r})(\rho_i-\bar{\rho})}{\sum_{i=1}^{m}(r_i-r)^2}$；

ρ_i——第 i 个雨量筒的点喷灌强度，mm/h；

$\bar{\rho}$——平均喷灌强度，$\bar{\rho}=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\rho_i$，mm/h；

r_i——第 i 个雨量筒至中心支轴的距离，m；

五洲恒科技

$\bar{r}$——雨量筒至中心支轴的平均距离，$\bar{r}=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}r_i$，m；

m——数据分析被采用的雨量筒的数量；

i——数据分析被采用的某雨量筒的序数，距中心支轴最近的被采用的雨量筒，$i=1$；距中心支轴最远的被采用的雨量筒，$i=m$；

b——回归系数，$b=\rho-a\bar{r}$；

r——点喷灌强度对应中心支轴的平均距离，m。

解出线性回归方程式，记入表7。

c. 根据回归方程计算灌机长度上最大喷灌强度，按式（5）计算：

$$\rho_{max}=a+bL \tag{5}$$

式中：ρ_{max}——灌机最大喷灌强度，mm/h；

L——整机长度，m。

d. 最大喷灌强度ρ_{max}值为支轴灌机喷灌强度参数，记入表7。

5.3.3.4 平移灌机

a. 根据表4的有关数据计算平均喷灌强度，按式（6）计算：

$$\bar{\rho}=\frac{\sum_{i=1}^{m}\rho_i}{m} \tag{6}$$

式中：$\bar{\rho}$——平均喷灌强度，mm/h；

m——数据分析被采用的雨量筒数量；

i——数据分析被采用的雨量筒序数，若灌机某端最外侧被采用的雨量筒，$i=1$；则另一端最外侧被采用的雨量筒，$i=m$；

ρ_i——第i个雨量筒的点喷灌强度，mm/h。

b. 平均喷灌强度$\bar{\rho}$为平移灌机喷灌强度参数，记入表7。

5.3.3.5 喷灌强度分布图

根据第5.3.3.3条或第5.3.3.4条及表4有关数据，绘制对应于至灌机入水口处距离的喷灌强度分布图。

5.3.4 雨滴直径

a. 采用滤纸法测定灌机雨滴直径。使用专用色粉滤纸，其表面涂有由曙光红和滑石粉按1∶10比例混合而成的色粉。滤纸应质地均匀一致。圆形滤纸直径应不小于150mm。

b. 在灌机的每跨处取样测定雨滴直径一次。取样时，将色粉滤纸平放在一个带有抽拉盖板的盒内，该盒应足够大以不使滤纸折皱，盒深10～20mm。在至某喷头距离约为该喷头射程三分之二范围处，迅速抽开盖板，有雨滴落入后，尽快关闭盖板。然后测量雨滴落在滤纸上干后的印痕直径。只将最大和最小印痕直径记入表5。

c. 每次滤纸取样的落雨滴应不少于5个，否则应在灌机同一部位重新取样。

d. 雨滴直径按式（7）计算：

$$d=aD^b \tag{7}$$

式中：d——雨滴直径，mm；

D——色粉滤纸雨滴印痕直径，mm；

a——计算系数，该系数根据色粉滤纸专门测定；

b——计算指数，该指数根据色粉滤纸专门测定。

农业机械科技

计算出每次取样的最大和最小雨滴直径，并记入表 5。

e. 由表 5 查出最大和最小雨滴直径，作为灌机的最大、最小雨滴，并记入表 7。

5.3.5 灌机喷幅

a. 圆形灌机有效半径为整机长度与末端喷枪射程的 75%之和。将测定的支轴灌机有效半径结果记入表 7。

b. 平移灌机有效长度为整机长度与末端喷枪射程的 75% 之和。将测定的平移灌机有效长度结果记入表 7。

5.3.6 一次喷灌水深

a. 利用第 5.3.2 条布置的某一雨量筒排，按照第 5.3.2.7 条规定测量每个雨量筒受水量，并换算为喷灌水深。

b. 将灌机百分率计时器调至百分率 100%运行，通过雨量筒排，测定各雨量筒喷灌水深，记入表 6。

c. 将灌机百分率计时器调至百分率最小值运行，通过雨量筒排，测定各雨量筒喷灌水深，记入表 6，并注明百分率值。

d. 按照第 5.3.2 条规定的灌机喷灌水深计算公式和数据分析方法，利用表 6 中被采用的数据，分别计算灌机最小平均喷灌水深和最大平均喷灌水深，计算结果记入表 7。

5.4 同步性能试验

5.4.1 同步控制角

a. 测量每个中间跨塔架车上塔架控制盒同步控制机构的同步控制角。

b. 当相邻两跨桁架在同一条直线上时，其中外侧塔架车运行至内侧塔架车起动运行瞬间止，此时相邻桁架之间的相对位移角度为同步控制角。测量其外侧塔架车相对内侧塔架车所运行的弧长，并记入表 8。

c. 同步控制角按式（8）计算：

$$\alpha = \frac{180l}{\pi R} \tag{8}$$

式中：α——同步控制角，(°)；

l——外侧塔架车相对内侧塔架车运行的弧长，m；

R——外侧桁架长度，m。

d. 测量计算结果记入表 8。

5.4.2 抽检安全控制角。随机选择两个中间跨塔架车塔架控制盒，分别进行测试。人为造成其塔架同步机构失灵，即外侧塔架车运行超过同步控制角时并不停止，继续运行到某一角度时，同步安全保护开关切断电路，灌机停止运行和喷水。测量停机时两相邻桁架之间的相对位移角度。测量计算方法按第 5.4.1 条的有关规定，测量计算结果记入表 8。

5.4.3 测量灌机末端塔架车和正中间塔架车运行轨迹的轮辙宽度。该轮辙应是灌机正方向和反方向行走各不少于 2 次轧成。测量结果记入表 8，并记录塔架车位置。

5.5 通过性能试验

5.5.1 通过性能试验应在百分率计时器百分率值最小的喷水作业工况下进行。

5.5.2 灌机田间运行时，观察各塔架车行走过程中有否有打滑或误车情况，观察电机的温

农水前沿科技

升状况及电机减速器、车轮减速器有无噪音、震动等异常现象，并记入表 9。

5.5.3 爬坡能力试验

5.5.3.1 选择灌机中间某一塔架车，进行爬坡能力测试。

5.5.3.2 沿着选定测试塔架车车轮运行轨迹，人工修筑坡路或利用符合要求的田间自然坡地。上爬坡路和下行坡路长度均应不少于塔架车轮轮距的两倍，坡度符合灌机最大爬坡能力的要求，坡路宽度不小于轮胎宽度的两倍。修筑坡路路基应坚实，足以承受塔架车车轮行走滚压，坡路面土壤质地、坚实度、持水量应接近田间土壤状况。

5.5.3.3 观察塔架车能否顺利爬过坡路，爬坡过程中，观察电动机的温升状况，以及电机减速器、车轮减速器有无噪音、震动等异常现象，并作记录。

5.5.4 按照表 9 所列项目将测定结果记入表 9。

5.6 安全保护性能试验

抽检灌机各种安全保护系统。使灌机处于被保护工况状态或人为制造故障使灌机不能正常工作时，观察灌机安全保护系统能否发挥保护作用。按表 10 所列项目进行测试，测定结果及抽检塔架位置记入表 10。

5.7 主要部件机械性能测定

5.7.1 桁架拉筋强度测定

5.7.1.1 随机抽查一中间跨桁架，利用拉压传感器进行桁架拉筋拉力测试。

a. 如果桁架各拉筋的材料及截面尺寸均相等，则只测试桁架一根端拉筋所承受的拉力。

b. 如果桁架各拉筋的材料及截面尺寸不同，则应分别测试桁架端拉筋和其他各种不同材料或截面尺寸的靠近桁架端侧的拉筋所承受的拉力。

5.7.1.2 拉筋拉力测试应分别在灌机无水和喷灌作业两种情况下进行。

5.7.1.3 按表 10 所列项目进行测定，测定计算结果记入表 10。

5.7.2 电机减速器输出扭矩、系统效率和减速器传动效率测定

5.7.2.1 参照有关标准规定的测试方法进行测试。

5.7.2.2 按表 12 所列项目进行测定，测定计算结果记入表 12。

5.7.3 车轮减速器输出扭矩与传动效率测定

5.7.3.1 参照有关标准规定的测试方法进行测试。

5.7.3.2 按表 13 所列项目进行测定，测定计算结果记入表 13。

5.8 热浸镀锌层试验

热浸镀锌钢件的镀锌层试验按 GB5895 中第 2.13 条规定进行。

5.9 集电环绝缘强度试验

将集电环滑环之间与地接 50Hz、1800V 的电压，经 1min 耐压试验，观察有无击穿或闪络现象。

5.10 拖移试验

5.10.1 将灌机调整为拖移状态，接好所有拖移钢丝绳。

5.10.2 用 55kW 履带式拖拉机沿平整道路拖移，起步应缓慢，直线匀速行驶，拖移速度应为 2～3km/h。

5.10.3 拖移距离为 500m，观察是否顺利。

农业标准

6 生产试验

6.1 目的

样机在实际生产条件下考核产品的可靠性、经济性、性能稳定性、地区适应性、调整保养方便性、主要零部件和易损件的耐用性以及安全性。

6.2 试验条件与要求

应符合 JB/T6280.1 中的第 5.2.1 条和第 5.2.4.2 条的有关规定。

6.3 生产试验的时间分类参照 GB5667 中第 2.3 条的规定。

6.4 生产试验时间

生产试验班次时间不得少于 500h。

6.5 试验项目及方法

6.5.1 生产考核

6.5.1.1 在生产试验全过程中应如实做好试验记录。测定每班次喷灌作业量、单位能源消耗量和各类时间消耗，填写生产日记。时间精确到“min”，记入表 14。然后整理汇总，计算作业小时生产率和班次小时生产率，结果记入表 15。

6.5.1.2 观察样机在试验田中的运行和对作物进行喷灌作业的适应性。

6.5.1.3 观察、抽测或复测样机的主要性能（喷洒均匀性、同步性能），在试验中期、后期各不少于一次。

6.5.1.4 详细记录样机零、部件变形损坏情况及原因，必要时予以拍照或绘图说明。统计计算其纯工作时间。按照表 16 所列项目做记录。

6.5.1.5 观察或测定样机各部分的调整、保养和拆装是否方便。

6.5.1.6 观察或测定样机的操作方便性和安全性。

6.5.2 生产查定

生产考核过程中应对样机进行不少于连续 3 个班次的查定，每个班次作业时间应不少于 6h，时间精确到“s”。每个班次各类时间消耗、喷灌作业量和主能源消耗量准确记入表 17。

6.6 技术经济指标计算

计算有关各项技术经济指标，结果记入表 18。

6.6.1 生产率

6.6.1.1 纯工作小时生产率按式（9）计算：

$$E_c = \frac{\sum Q_{cb} h_{cb}}{\sum T_c} \tag{9}$$

式中：E_c——纯工作小时生产率，ha·mm/h；

Q_{cb}——生产查定的班次作业面积，ha；

h_{cb}——生产查定的班次平均喷灌水深，mm；

T_c——生产查定的班次工作时间，h。

6.6.1.2 作业小时生产率按式（10）计算：

$$E_z = \frac{\sum Q_b h_b}{\sum T_z} \tag{10}$$

仅供试读

式中：E_z——作业小时生产率，ha·mm/h；

Q_b——生产考核期间的班次作业面积，ha；

h_b——生产考核期间的班次平均喷灌水深，mm；

T_z——生产考核期间的班次工作时间，h。

6.6.1.3 班次小时生产率按式（11）计算：

$$E_b = \frac{\sum Q_b h_b}{\sum T_b} \tag{11}$$

式中：E_b——班次小时生产率，ha·mm/h；

T_b——生产考核期间的班次时间，h。

6.6.2 单位能源消耗量按式（12）计算：

$$G_n = \frac{\sum G_{nz}}{\sum Q_{cb} h_{cb}} \tag{12}$$

式中：G_n——单位作业量的能源消耗量，kW·h/（ha·mm）或kg/（ha·mm）；

G_{nz}——生产考核期间的班次主能源（电或燃油）消耗量，kW·h或kg。

6.6.3 使用可靠性按式（13）计算：

$$K = \frac{\sum T_z}{\sum T_g + \sum T_z} \times 100 \tag{13}$$

式中：K——使用可靠性，%；

T_g——灌机在生产考核期间每班次的故障排除时间，h。

6.6.4 调整保养方便性按式（14）计算：

$$K_{tb} = \frac{\sum T_z}{\sum T_{tb} + \sum T_z} \times 100 \tag{14}$$

式中：K_{tb}——生产考核期间的调整保养方便性，%；

T_{tb}——生产考核期间灌机每次的调整保养时间，h。

6.7 首次故障前平均工作时间考核

6.7.1 在生产使用过程中，详细记录样机出现故障的原因及对生产影响的情况。统计每台样机出现首次故障前的累计工作时间，结果记入表19。

6.7.2 首次故障前平均工作时间采用定时截尾进行统计计算，按式（15）、式（16）计算：

a. 点估计：

$$MTTFF = \frac{\sum t_s + \sum t_o}{r_s} \tag{15}$$

b. 单边置信区间下限：

$$(MTTFF)_L = \frac{2(\sum t_s + \sum t_o)}{X^2(\alpha, 2r_s + 2)} \tag{16}$$

式中：$MTTFF$——首次故障前平均工作时间（点估计），h；

$(MTTFF)_L$——首次故障前平均工作时间（单边置信区间下限），h；

r_s——试验期间出现首次故障（除轻微故障外）的样机总数（当$r_s=0$时，取$r_s=1$）；

$\sum t_s$——被试验（或被调查）的样机中，出现首次故障（除轻微故障外）的样

机首次故障前工作时间之和，h；

$\sum t_0$ 被试验（或被调查）的样机中，未出现故障的样机工作时间之和，h；

$X^2(\alpha,2r_s+2)$——置信水平为 α，自由度为 $2r_s+2$ 的 X^2 分位数。

7 试验报告

7.1 在试验过程中应及时整理有关数据和资料。试验结束后，应核实观察、测定、计算和分析的结果，整理汇总，编写性能试验和生产试验报告。

7.2 试验报告内容

a. 试验概述：写明试验的目的和要求，样机名称、型号和台数，研制单位和样机提供单位，参加试验的单位，试验的时间和地点及完成工作量等情况。

b. 样机简介：介绍样机的结构、主要特点和主要工作原理。

c. 试验条件及分析：简述测定的试验条件，分析其是否具有代表性以及对试验的影响；写明采用的测试仪器和设备。

d. 试验结果和分析：概述试验中测得的数据和观察到的现象，按第 2.1 条和第 3.1 条对灌机样机进行全面的评价。

e. 结论：根据试验目的和对试验结果的分析做出明确的结论。

f. 附件：有关测试数据表、图和照片等。

表 1 试验田特征记录表

灌机名称、型号： 试验地点：

样机制造厂名： 试验日期：

项目		测定结果
试验田地形状		
试验田地尺寸（m×m）		
面积（ha）		
坡度（%）		
土壤质地		
田间持水量（%）		
作物情况		
水源	型式	
	动水位（m）	
	水量（m^3/h）	

测定人： 记录人：

仅供阅读科技

表 2 技术参数测定记录表

灌机名称、型号： 样机制造厂名：

试验地点： 试验日期：

序号	项目		单位	测定结果	备注
1	整机外型尺寸 长×宽×高	工作状态	m		
		拖移状态			
2	单跨重量	无水	kg		
		有水			
3	整机重量	无水	kg		
		有水			
4	配套柴油机型号、功率		kW		
5	配套发电机型号、功率		kW		
6	直角传动齿轮箱	名称、型号			
		额定驱动功率	kW		
		传动比			
7	水泵	名称、型号			
		流量	m^3/h		
		扬程	m		
		功率	kW		
8	管道增压泵	名称、型号			
		流量	m^3/h		
		扬程	m		
		功率	kW		
9	圆形灌机中心支座或平移灌机驱动台车结构型式				
10	塔架	数量（跨数）	个		
		有无拖移机构			
11	驱动部分	电动机型号			
		电动机功率	kW		
12	行走部分	轮胎 型号			
		轮胎 直径	m		
		轮胎 宽度	cm		
		一级（电机）减速器传动比			
		二级（车轮）减速器传动比			

石家庄科技

续表 2

序号	项目		单位	测定结果	备注
13	桁架	型式			
		长度（跨距）	m		
14	桁架输水管	外径	mm		
		壁厚	mm		
		节长	m		
15	输水管间连接形式	供水竖管与桁架输水管之间			
		各桁架输水管之间			
16	末端悬臂输水管	外径	mm		
		壁厚	mm		
		长度	m		
17	喷洒装置	型号、规格			
		工作压力	MPa		
		流量	m³/h		
		射程	m		
		数量	个		
		距地面高度	m		
18	地隙（桁架最低点距地面高度）		m		
19	塔架车行走速度		r/min		
20	百分率计时器调节范围		%		
21	圆形灌机运行一圈或平移灌机运行 1000m 所用最短时间		h		
22	圆形灌机有效半径或平移灌机有效长度		m		
23	灌机有效喷灌面积		ha		
24	圆形灌机地角不可喷灌面积占喷灌面积的百分率		%		
25	车轮轧地面积占喷灌面积百分率		%		
26	操作人员数		名		
27	其他				

测定人： 记录人：

灌溉排水科技

表 3 风速、风向测量记录表

灌机名称、型号： 试验地点：

样机制造厂名： 试验日期：

风速风向仪测试位置：

风速风向仪距地面高度： m

序号	时间	风速 (m/s)	风向	
			相对罗盘方位	相对雨量筒排角度 (°)
风速平均值与风向变化范围				

测定人： 记录人：

云水帕科技

表 4 灌机喷灌水深测定记录表

灌机名称、型号：　　试验地点：

样机制造厂名：　　试验日期：

喷头距地面高度　　m　　百分率计时器：　　%

雨量筒口沿面积：　　mm^2　　雨量筒高度：　　mm

雨量筒口沿距地面高度：　　m

雨量筒序号	至灌机入水口距离 (m)	雨量筒受水量 (mL)	喷灌水深 (mm)	受水时间 (min)	点喷灌强度 (mm/h)	备　注

云水帕科技

测定人：　　记录人：

表 5 雨滴直径测定记录表

灌机名称、型号： 试验地点：

样机制造厂名： 试验日期：

跨序号	采样雨滴数量	雨滴印痕直径（mm）		雨滴直径（mm）	
		最大	最小	最大	最小
整机雨滴					

测定人： 记录人：

云水帕科技

表 6 一次喷灌水深测定记录表

灌机名称、型号：　　试验地点：

样机制造厂名：　　试验日期：

雨量筒口沿面积：　　mm^2　　雨量筒高度：　　mm

雨量筒序号	至灌机首端距离（m）	最小喷灌水深（mm）（百分率 100%）		最大喷灌水深（mm）（最小百分率 %）	
		雨量筒受水量（mL）	雨量筒水深（mm）	雨量筒受水量（mL）	雨量筒水深（mm）
平 均 值					

测定人：　　记录人：

云水帕科技

表 7 水力性能试验结果汇总表

灌机名称、型号： 试验地点：

样机制造厂名： 试验日期：

雨量筒入口截面积： mm^2 雨量筒高度： mm

百分率计时器： %

序号	项目			单位	测定结果	备注
1	试验条件	风速	平均值	m/s		
			最大值			
2		风向（相对于雨量筒排）		(°)		
3		气温		℃		
4		相对湿度		%		
5		水温		℃		
6	入机流量			m^3/h		
7	入机压力			MPa		
8	末端压力			MPa		
9	喷洒均匀度系数		第一排雨量筒	%		
			第二排雨量筒			
			综合			
10	喷洒强度	圆形灌机	线性回归方程	mm/h		
			最大值 ρ_{max}			
		平移灌机	平均值 $\bar{\rho}$			
11	雨滴直径		最大	mm		
			最小			
12	圆形灌机有效半径或平移灌机有效长度			m		
13	一次喷灌水深		最小	mm		百分率 100%
			最大			最小百分率 %

测定人： 记录人：

五洲佰科技

表 8 同步性能测定记录表

灌机名称、型号：　　试验地点：

样机制造厂名：　　试验日期：

塔架车序号	外侧塔架车运行弧长 (m)	外侧桁架长度 (m)	同步控制角 (°)	安全控制角 (°)	轮辙宽度 (mm)

测定人：　　记录人：

云水帕科技

表 9 通过性能测定记录表

灌机名称、型号： 试验地点：

样机制造厂名： 试验日期：

序 号	项 目		测定结果		备 注
1	土壤质地				
2	耕地状况				
3	最小百分率（%）				
4	最大灌溉水深（mm）				
5	土坡长度（m）				
6	坡 度（%）				
7	坡路路面状况				
8	塔架车轮距（m）				
9	爬坡塔架车跨序				
	塔架车至灌机入水口距离（m）				
10	田间运行时各塔架行走情况				
11	爬坡情况				
12	驱动电机温升情况（℃）		田间运行	爬 坡	
13	电机减速器运转情况	噪 音			
		震 动			
14	车轮减速器运转情况	噪 音			
		震 动			

测定人： 记录人：

石头电脑科技

表 10 安全保护性能测试记录表

灌机名称、型号：　　试验地点：

样机制造厂名：　　试验日期：

项　目	跨 序 号	测 试 结 果	备　注
同步保护			
平移灌机导向保护			
灌水过量保护			
安全定点停机保护			
柴油机自动熄火保护			

测定人：　　记录人：

表 11 桁架拉筋强度测定记录表

灌机名称、型号：　　样机制造厂名：

桁架名称、型号：　　桁架制造厂名：

试验地点：　　试验日期：

序号	项　目			单位	测 定 结 果		备注
1	桁架所在跨序号						
2	桁　架	长　度		m			
		最大挠度	输水管	m			
			拉　筋	m			
3	拉　筋	部　位			端　部	中　间	
		长　度		m			
		截面直径		mm			
		截面面积 A		mm^2			
		材　料					
		屈服点 σ_s		N/mm^2			
4	拉筋拉力 P	无　水		N			
		喷水作业					
5	拉筋拉应力 $\sigma=P/A$（喷水作业）			N/mm^2			
6	实际安全系数 $S=\sigma/\sigma_s$						

测定人：　　记录人：

五洲龙图科技

表 12 电机减速器输出扭矩、系统效率和减速器传动效率测定记录表

灌机名称、型号： 灌机制造厂名： 百分率计时器：

电机减速器名称、型号： 电机减速器制造厂名：

塔架车爬坡坡度： % 试验地点： 试验日期：

序号	项目		单位	测定结果	备注
1	电机减速器所在跨序号				
2	电机	型号			
		额定功率	kW		
		频率	Hz		
		额定电压	V		
		额定电流	A		
		转速	r/min		
		温升	℃		
3	减速器	额定驱动动力	kW		
		传动比			
4	实测电机输入功率	电流 I	A		
		电压 U	V		
		输入功率 $N_r=\sqrt{3}UI\cos\varphi$	W		
5	减速器输出扭矩	M'_c	N·m		
		M''_c	N·m		
6	减速器输出转速 n		r/min		
7	减速器输出功率 $N_c=60(M'_c+M''_c)n$		W		
8	电机减速器系统效率 $\eta=(N_c/N_r)\times100$		%		
9	电机效率 η_d		%		
10	减速器传动效率 $\eta_j=\eta/\eta_d$		%		

测定人： 记录人：

红光电气科技

表 13　车轮减速器输出扭矩和传动效率测定记录表

灌机名称、型号：　　灌机制造厂名：

车轮减速器名称、型号：　　车轮减速器制造厂名：

塔架车爬坡坡度：　　%　　百分率计时器：　　%

试验地点：　　试验日期：

序号	项目			单位	测定结果	备注
1	车轮减速器所在跨序号					
2	车轮减速器主要技术数据		额定驱动动力	kW		
			传动比			
		蜗杆	头数 Z_1			
			端面模数 m_s			
			齿形角 α	(°)		
			特性系数 q			
			变位系数 x			
		蜗轮	头数 Z_2			
			端面模数 m_s			
			齿形角 α	(°)		
			特性系数 q			
			变位系数 x			
3	蜗杆输入扭矩 M_r			N·m		
4	蜗轮输出扭矩 M_c			N·m		
5	车轮减速器传动效率 $\eta=(M_c/M_r)\,i\times100$			%		

测定人：　　记录人：

表 14　生产试验记录表

灌机名称、型号：　　样机制造厂名：

水源情况：　　植被情况：

土壤质地：　　喷灌面积：

百分率计时器：　　%　　喷灌水深：　　mm

试验地点：　　试验日期：

开始时间：　　结束日期：

项目	时间（h、min、s）		备注
	起始、停止	小计	
作业时间 纯工作时间			
故障时间			
样机调整、保养时间			
组织不善造成停机时间			
配套动力故障造成停机时间			
自然条件造成停机时间			
其他原因造成停机时间			

记录人：　　整理人：

注：生产考核和生产查定均用此表，考核时间精确到“min”，查定时间精确到“s”。

万水电科技

表 15 每班生产试验记录汇总表

灌机名称、型号：　　样机制造厂名：

土壤质地：　　植被情况：

百分率计时器：　　%　　试验日期：

试验地点：

项目		单位	本班	累计	故障情况及原因分析
喷灌作业面积		ha			
平均喷灌水深		mm			
主能源消耗量	电	kW·h			
	燃料油	kg			
时间消耗	作业时间	h、min			
	班次时间				
	调整时间				
	灌机故障时间				
	配套动力故障时间				
生产率	作业小时生产率	m³·mm/h			
	班次小时生产率				

当班机手：　　记录人：

表 16 灌机主要零、部件变形和损坏情况统计表

灌机名称、型号：　　样机制造厂名：

试验地点：

序号	出现故障的零部件名称、型号	日期	作业时间(h)	变形或损坏情况	原因分析	处理情况	排除故障时间(h)	备注

记录人：

注：按变形、损坏的先后次序记录。

行业标准

表 17 生产查定结果汇总表

灌机名称、型号： 样机制造厂名：

土壤质地： 植被情况： 百分率计时器： %

试验地点： 试验日期：

项目				单位	班次 1	班次 2	班次 3	班次 4	平均
总延续时间	班次时间	作业时间	纯工作时间	h、min、s					
		非工作时间	调整保养时间						
			灌机故障时间						
	非班次时间	组织不善停机时间							
		配套动力调整保养和故障时间							
		自然条件造成停机时间							
		其他原因造成停机时间							
喷灌作业面积				h					
平均喷灌水深				mm					
主能源消耗量		燃油料		kg					
		电		kW·h					
作业小时生产率				ha·mm/h					
单位能源消耗量		电		kW·h/（ha·mm）					
		燃油料		kg/（ha·mm）					

查定人： 记录人：

表 18 生产试验技术经济指标计算汇总表

灌机名称、型号： 汇总日期：

项目			单位	备注
生产率	纯工作小时生产率		ha·mm/h	
	作业小时生产率			
	班次小时生产率			
单位能源消耗量		电	kW·h/（ha·mm）	
		燃料油	kg/（ha·mm）	
使用可靠性			%	
调整方便性			%	

整理人：

农业值科技

表 19 灌机首次故障前平均工作时间考核记录表

灌机名称、型号： 样机制造厂名：

样机出厂日期： 试验地点：

项 目	考 核 结 果
开始使用日期	
首次故障发生日期	
出现首次故障的部位及损坏情况	
出现首次故障时样机的作业情况	
发生首次故障原因	
故障处理情况	
排除故障时间（h）	
故障停机对生产的影响情况	
到首次故障前样机累积工作时间（h）	
备 注	

当班机手： 记录人：

附 录 A
主要试验仪器、仪表和用具
（参考件）

A1 主要试验仪器、仪表和用具

a. 温度计 1 个；

b. 压力计 2 台，精度应不低于 0.4 级；

c. 流量计 1 个，测量精度不低于±0.5%；

d. 风向风速仪 1 台，风速仪指示精度 0.1m/s；

e. 100m 皮尺 1 个，最小刻度为 1cm；5m 钢卷尺 1 个，最小刻度为 1mm；

f. 雨量筒，数量根据水力性能测定需要确定，应不少于 160 个，符合 GB5670.3 中第 6.2.1 条的规定；

g. 秒表 5 块，指示精度±0.1s；

h. 标定过的计量容器不少于 5 个，读数精度应不低于雨量筒平均受雨量的±3%；

i. 色粉滤纸，专门用于雨滴直径测定；

j. 三相瓦特表，精度不低于 0.5 级；

k. 低功率因数瓦特表，精度不低于 0.5 级；

l. 多用钳形电表，精度不低于 0.5%；

m. 万用表；

n. TDJY—25/0.7 型移圈调压器 1 台，额定容量 25kVA，输入电压 220V；

o. MY440 型遥测车，系统精度不低于±5%；

p. TM50 型扭矩传感器（0～3000N·m）；

工发伯科技

q. BDR 型拉压传感器（0.5～10t）；
r. 转速传感器；
s. DPM210A、DPM311 型应变放大器，应变范围 0～10000；
t. PCM 型遥测仪；
u. 遥测发射接收机；
v. SR—50 型磁带记录仪；
w. 计算机处理系统；
x. 通讯及监视系统。

附加说明：

本标准由机械电子工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。
本标准由中国农业机械化科学研究院排灌机械研究所负责起草。
本标准主要起草人：金宏智、范顺川。

农业帕科技

中华人民共和国机械行业标准

轻小型管道输水灌溉机组　型式与基本参数

JB/T6662.1—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型管道输水灌溉机组的型式、型号和基本参数。

本标准适用于配套功率为2.2～11.03kW的手抬式、手推车式和拖拉机拖动式轻小型管道输水灌溉机组（以下简称管灌机）。

2　引用标准

JB/T6662.2 轻小型管道输水灌溉机组　技术条件

3　型式

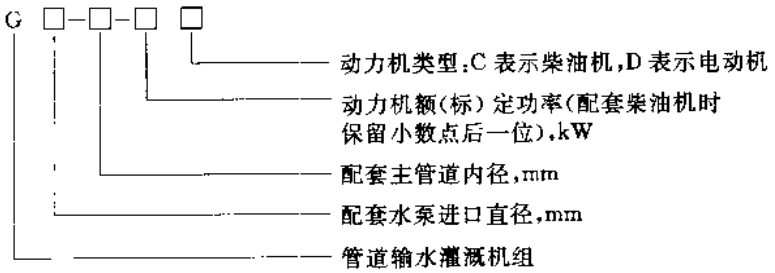
3.1　按所配套动力机类型分为以柴油机为动力的管灌机和以电动机为动力的管灌机。

3.2　按管灌机的移动方式分为手抬式、手推车式和拖拉机拖动式管灌机。

4　型号

4.1　型号表示方法

管灌机的型号用大写拉丁字母和阿拉伯数字等表示，组成及意义如下：



4.2　标记示例

配套水泵进口直径为100mm，配套主管道内径为125mm，配套动力机额定功率为7.5kW电动机的管道输水灌溉机组，其标记为：

G100 -125—7.5D

节水信息科技

5 基本参数

5.1 在符合 JB/T6662.2 规定的工作条件下，管灌机的基本参数应符合表 1 的规定。

5.2 管灌机的配套水泵和动力机的基本参数应符合 JB/T6662.2 的规定。

表 1

机组型号	配套动力机		配套水泵				配套管道	
	额（标）定功率 (kW)	额（标）定转速 (r/min)	进口直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	主管×支管道内径 (mm)	总长度 (m)
G65—65—2.2C	2.21	2600	65	18	25	2600	65	100～250
G65—65—2.9C	2.94	3000	65	19	31.5	3000	65	100～250
G65 65 ··2.2D	2.2	2840	65	17	25	2840	65	100～250
G65—65—3D	3	2880	65	20	30	2880	65	100～250
G80—80—2.9C	2.94	2600	80	31.5	21.2	2600	80	100～300
G80—80—4D	4	2890	80	35	26.5	2890	80	100～300
G80—80—3D	3	2880	80	30	22.4	2880	80	100～300
G80—80—3.7C	3.68	3000	80	33.5	25	3000	80	100～300
G80—100—5.5D	5.5	2900	80	50	25	2900	100×80	100～300
G80—100—3.7C	3.68	2600	80	42.5	19	2600	100×80	100～300
G80—100—4D	4	2890	80	42.5	21.2	2890	100×80	100～300
G80- 100· ·4.4C	4.41	3000	80	45	23.6	3000	100×80	100～300
G100—125—7.5D	7.5	2900	100	75	25	2900	125×80	100～300
G100- 125 5.9C	5.88	2400 2600	100	67	30	2630	125×80	100～300
G100—125—5.2C	5.15	2400	100	65	21	2520	125×80	100～300
G100—125—5.5D	5.5	2900	100	63	21.2	2900	125×80	100～300
G125 125 11D	11	2930	125	106	25	2930	125×80	100～250
G125—125—11C	11.03	2200	125	106	25	2930	125×80	100～250
G125—125—8.8C	8.82	2000	125	100	21.2	2730	125×80	100～250
G125—125—7.5D	7.5	2900	125	95	19	2900	125×80	100～250

农业机械化科技

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：兰才有、张咸胜。

中华人民共和国机械行业标准

轻小型管道输水灌溉机组　技术条件

JB/T6662.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型管道输水灌溉机组的技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装等。

本标准适用于配套功率为2.2～11.0kW的手抬式、手推车式和拖拉机拖动式轻小型管道输水灌溉机组（以下简称管灌机）。

2　引用标准

GB755	旋转电机　基本技术要求
GB1032	三相异步电动机　试验方法
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB4772.1～3	电机尺寸及公差
GB5084	农田灌溉水质标准
GB7377	力车轮胎系列
GB9476	涂塑软管
GB/T13006	离心泵、混流泵和轴流泵　汽蚀余量
GB/T13007	离心泵　效率
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装　通用技术条件
ZB B91 023.2	轻小型喷灌机　试验方法
ZB J90 001	通用柴油机台架　性能试验方法
ZB J91 001	通用柴油机　技术条件
ZB K22 007	Y系列（IP44）三相异步电动机　技术条件
JB/T6667.1	轻小型管道输水灌溉机组　型式与基本参数

3　技术要求

3.1　一般要求

农业部科技

3.1.1 管灌机应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 管灌机的型式与基本参数应符合 JB/T6662.1 的规定。

3.1.3 管灌机应能输送常温清水或水质符合 GB5084 规定的污水。

3.1.4 管灌机应有良好的田间移动性，手抬式管灌机的重量应不大于 80kg（不包括配套管道及管件的重量）；手推车式管灌机车轮轮胎应符合 GB7377 的规定，其新轮胎外直径应不小于 500mm，断面宽度应不小于 37mm。

3.1.5 拖拉机拖动式管灌机，应采取可靠措施将配套水泵固定在机架上。

3.2 配套要求

3.2.1 以柴油机为动力的管灌机，柴油机的技术要求应符合 ZBJ91001 的规定。

3.2.2 以电动机为动力的管灌机，电动机的性能指标、技术要求等应符合 ZB K22 007 和 GB4772.1～4772.3 的规定。

3.2.3 配套的水泵应优先选用符合附录 A（补充件）规定性能参数的水泵，允许选用其他型式的水泵作为管灌机的配套水泵，但应满足 3.6.2 条和 3.6.3 条的规定。水泵的制造技术要求应符合有关标准的规定。

3.2.4 配套管道应选用符合 GB9476 规定的涂塑软管，其额定工作压力应等于或稍高于配套水泵的额定工作压力。

允许选用其他型式的管道配套，但其性能应符合相应标准的规定。

配套管道的长度由供需双方协商确定。

3.2.5 配套管件应装拆方便，并有足够的强度。

3.2.6 管灌机配套动力机的功率备用系数为 1.1～1.3。

3.3 燃油消耗率

以柴油机为动力的管灌机（不包括管路系统），在额定工况下运行的燃油消耗率应不大于表 1 规定值的 107%。

3.4 管灌机效率

以电动机为动力的管灌机（不包括管路系统），在额定工况下运行时，其效率应不低于机组效率❶ 与净降值之差的 0.955 倍，净降值为：

a. 配套功率小于或等于 3kW 时，净降值为 0.04；

b. 配套功率大于 3kW 时，净降值为 0.05。

3.5 安全性

3.5.1 管灌机既要保证自身运行安全可靠，又要保证人身安全。

3.5.2 管灌机的外露转动部件应加防护装置。

3.5.3 以电动机为动力的管灌机，其电动机绕组的绝缘电阻（绕组对机壳以及绕组各相之间的冷态、热态绝缘电组）应符合 GB755 的规定。

3.5.4 以电动机为动力的管灌机，应配有电动机过热或过电流保护装置。

3.5.5 管灌机配套水泵以额定转速运行，在 1.2 倍额定流量时的轴功率应不超过配套动力机的额（标）定功率。

❶ 机组效率为电动机效率保证值与水泵规定性能点效率的乘积。

农水信息科技

3.6 配套水泵和柴油机性能

3.6.1 优先选用的配套水泵的型式与基本参数应符合附录 A（补充件）的规定。

3.6.2 配套其他型式的水泵时，应符合下列规定：

a. 流量相对于附录 A（补充件）中相同进口直径、相同配套功率泵流量的偏差为±10%；

b. 扬程相对于附录 A（补充件）中相同进口直径、相同配套功率泵扬程的偏差为±10%；

c. 效率应符合 GB/T13007 的规定；

d. 临界汽蚀余量应符合 GB/T13006 的规定；

e. 配套动力机的功率备用系数应符合 3.2.6 条的规定。

表 1 标定功率为 12h 功率的柴油机油耗考核指标

机 型	标定功率 (kW)	标定转速 (r/min)	燃烧室型式	标定工况燃油消耗率 g/(kW·h)	
				不带风扇	带风扇
165F	2.21	2600	涡流室	—	289.7
165F	2.43	2600	涡流室		289.7
170F	2.94	2600	涡流室		289.7
170F	2.94	3000	涡流室		289.7
170F	3.68	3000	涡流室		293.8
170F	3.68	2600	预燃室	—	287.0
R175F	4.04	2600	预燃室	—	287.0
R175F	4.41	3000	预燃室		289.7
180	5.15	2400	涡流室	2[illegible]8	288.3
185，185F	5.88	2400/2600	预燃室	—	284.2
S195，X195	8.82	2000	涡流室	258.	265.2
1100	11.03	2200	涡流室	257.0	—
1100	11.03	2200	直喷室	246.2	—

3.6.3 当测得水泵的规定性能点的效率高于规定值，而流量、扬程未满足 GB3216 的要求时，允许将扬程的规定值按式（1）进行修正，并以修正后的扬程值为扬程规定值重新判别。

$$H'_{sp} = H_{sp} \times \eta'_{sp}/\eta_{sp} \quad (1)$$

式中：H'_{sp}——修正后的扬程规定值，m；

H_{sp}——扬程规定值，m；

η'_{sp}——效率实测值，%；

η_{sp}——效率规定值，%。

3.6.4 管灌机配套柴油机应根据附录 A（补充件）规定的配套水泵，优先选用表 1 规定的

机型，允许选用相同功率不同转速的其他机型，但其技术要求应符合本标准的有关规定。

3.7 管路系统密封性

管灌机的管路系统应具有良好的密封性，各连接处应无明显泄漏现象。

3.8 装配与外观要求

3.8.1 所有零部件必须经检验合格，外协件、外购件和标准件应附有质量合格证。

3.8.2 装配好的整机，旋转部位应转动平稳灵活，不得有碰擦、卡滞现象。各紧固件不得有松动。

3.8.3 管灌机外表面涂、镀或化学热处理防护层应良好。涂层不得有露底、堆积、夹杂质、流坠和失光等现象；镀层不应有漏镀、起泡、剥落、锈蚀等现象；化学热处理防护层不得有锈蚀现象。

3.9 可靠性

3.9.1 管灌机在额定工况下运行，平均首次故障前工作时间应不小于 300h。

3.9.2 进行可靠性试验时，除按制造厂规定的要求进行维护保养，并按规定时间更换易损件外，不允许更换其他零部件。

4 试验方法

4.1 水泵的流量、扬程、效率和汽蚀余量等按 GB3216 的规定进行试验。

4.2 电动机的性能按 GB1032 的规定进行试验。

4.3 涂塑软管性能按 GB9476 的规定进行试验，其他型式管道按相应标准的规定进行试验。

4.4 管灌机在额定工况下运行，检查管路系统各连接部位的密封性，时间应不少于 5min。

4.5 柴油机性能按 ZBJ90001 的规定进行试验。

4.6 管灌机燃油消耗率、管灌机效率按 ZBB91023.1 的规定进行试验。

4.7 可靠性试验按有关可靠性试验评定方法标准的规定进行。

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的管灌机应经检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a. 检查管灌机的外露转动部件是否有防护装置；

b. 测定电动机绕组的绝缘电阻；

c. 检查以电动机为动力的管灌机是否有过热或过电流保护装置；

d. 测定燃油消耗率；

注：可只测燃油耗量，但应保证燃油消耗率不超过规定值。

e. 测定管灌机效率；

注：可只测输入电功率，但应保证管灌机效率不低于规定值。

f. 配套水泵性能试验；

万水航天科技

g. 管路系统密封性检查；

h. 装配与外观检查；

i. 田间移动性。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。可采用正常检查一次抽样方案，检查批为产品月（或日）产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅰ，合格质量水平（AQL）为 4.0；也可由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 批量生产的产品，周期性检验时（每年至少进行一次）；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目应包括本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。推荐采用正常检查一次抽样方案，检查批应满足样本大小至少为 2 台，检查水平为特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

每台管灌机应在明显部位设置标牌，其尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定，标牌内容应包括：

a. 制造厂名称或商标；

b. 产品名称和型号；

c. 主要技术参数：额定流量（m^3/h）、额定扬程（m）、额（标）定功率（kW）、净重（kg）；

d. 出厂日期和出厂编号。

6.1.2 旋转方向

应在明显位置用红色箭头标出配套水泵的旋转方向。

6.2 包装和运输

6.2.1 管灌机的包装应按 GB/T13384 的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。

6.2.2 包装箱内应有下列随机附件、文件，文件应封存在防水的袋内：

a. 随机所供给的备、附件及专用拆装工具；

b. 产品合格证书和产品使用说明书；

c. 装箱单；

d. 其他与使用有关的技术资料。

6.2.3 包装箱外表的标志应清晰完整，标志一般应包括下列内容：

农业柏科技

a. 收货单位和地址；
b. 制造厂名称或商标；
c. 产品名称和型号；
d. 包装箱外形尺寸（长×宽×高），mm；
e. 毛重，kg；
f. 运输标志；
g. 发货日期。

6.2.4 应采取措施保证管灌机在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏。

6.3 贮存

管灌机在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏。

附 录 A
管灌机配套轻便离心泵 型式与基本参数
（补充件）

石光信科技

A1 总则

本附录规定了管灌机配套用轻便离心泵（以下简称泵）的型式、型号和基本参数等。

A2 型式

A2.1 泵的结构型式为单级单吸悬架式。

A2.2 泵的配套动力为柴油机或电动机。

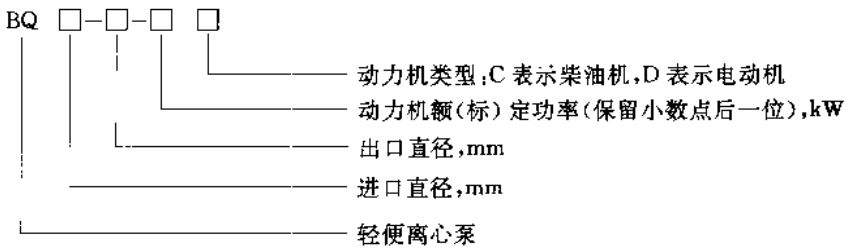
A2.3 泵的动力传动方式分为直联传动和皮带传动。

A2.4 泵叶轮旋转方向：配套动力为柴油机，采用直联传动的泵，从进水口方向看为逆时针方向；采用皮带传动的泵，从进水口方向看为顺时针方向。

A3 型号

A3.1 型号表示方法

泵的型号用大写拉丁字母和阿拉伯数字等表示，组成及意义如下：



A3.2 标记示例

进口直径为 80mm，出口直径为 65mm，配套动力机为标定功率 3.68kW 柴油机的轻便离心泵，其标记为：

BQ80—65· 3.7C

A4 基本参数

A4.1 在符合本标准规定的工作条件下，泵的基本参数应符合表 A1 的规定。

A4.2 泵基本参数的偏差应符合 GB3216 中的 C 级规定。

表 A1

型号	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套功率 P_e (kW)	临界汽蚀余量 $(NPSH)_c$ (m)	叶轮直径 (mm)
BQ65—50—2.2C	18	25	2600	64	2.21	2.0	154
BQ65—50—2.9C	19	31.5	3000	64	2.94	2.0	149
BQ65—50—2.2D	17	25	2840	64	2.2	2.0	143
BQ65—50—3D	20	30	2880	65	3	2.0	154
BQ80—65—2.9C	31.5	21.2	2600	72	2.94	2.0	148
BQ80—65—4D	35	23.5	2890	73	4	2.0	148
BQ80—65—3D	30	22.4	2880	72	3	2.0	138
BQ80—65—3.7C	33.5	25	3000	73	3.68	2.0	140
BQ80—80—5.5D	50	25	2900	76	5.5	2.4	152
BQ80—80—3.7C	42.5	19	2600	76	3.68	2.4	149
BQ80—80—4D	42.5	21.2	2890	76	4	2.4	142
BQ80—80—4.4C	45	23.6	3000	76	4.41	2.4	142
BQ100—80—7.5D	75	25	2900	78	7.5	3.0	152
BQ100—80—5.9C	67	20	2630	77	5.88	3.0	152
BQ100—80—5.2C	65	19	2520	77	5.5	3.0	152
BQ100—80—5.5D	63	21.2	2900	76	5.5	3.0	140
BQ125—100—11D	106	25	2930	78.5	11	4.0	152
BQ125—100—11C	106	25	2930	78.5	11.03	4.0	152
BQ125—100—8.8C	100	21.2	2730	78	8.82	4.0	152
BQ125—100—7.5D	95	19	2900	78	7.5	4.0	135

农业机械化

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：兰才有、张威胜。

中华人民共和国机械行业标准

轻小型柴油机—泵直联机组　型式与基本参数

JB/T6665.1—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型柴油机—泵直联机组的型式、型号和基本参数。

本标准适用于流量为 8～170m^3/h、扬程为 7～60m、配套功率为 2.21～11.03kW 的轻小型柴油机—泵直联机组（以下简称机组）。

2　引用标准

GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
JB/T6663.1	轻小型单级离心泵　型式与基本参数
JB/T6664.1	自吸泵　型式与基本参数
JB/T6665.2	轻小型柴油机—泵直联机组　技术条件

3　型式

机组主要由柴油机和泵组成，按配套泵的类型可分为自吸式机组和非自吸式机组；按机组移动方式分为手抬式机组和手推车式机组。

3.1　非自吸式机组配套泵的结构型式和基本参数应符合 JB/T6663.1 的规定。

3.2　自吸式机组配套泵的结构型式和基本参数应符合 JB/T6664.1 的规定。

3.3　泵与柴油机安装在同一机架上，动力传动方式为直联传动或同轴。

3.4　泵轴旋转方向，从泵进口看为逆时针方向。

4　型号

4.1　型号表示方法

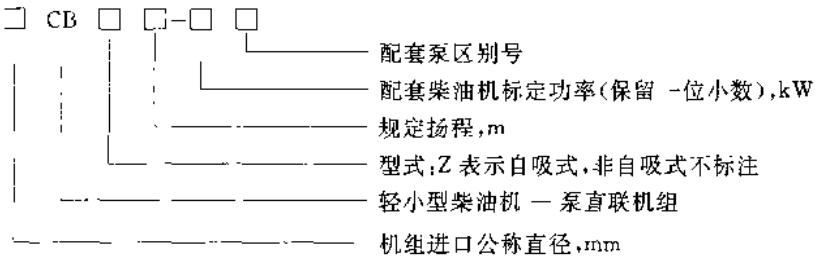
机组的型号用大写拉丁字母和阿拉伯数字等表示，组成及意义如下：

4.2　标记示例

进口公称直径为 65mm、规定扬程为 38m、配套柴油机标定功率为 4.41kW 的非自吸式轻小型柴油机－泵直联机组，其标记为：65CB38—4.4。

进口公称直径为 50mm、规定扬程为 35m、配套柴油机标定功率为 3.68kW 的自吸式轻

万方自科技



小型柴油机-泵直联机组，其标记为：50CBZ35 3.7。

5 基本参数

5.1 非自吸式机组的基本参数应符合表1的规定。

表1

序号	机组型号	配套泵型号	进/出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	燃油消耗率 (g/kW·h)
1	50CB36-2.4	IQ50—180C2.4	50/32	10	36	2600	2.43	2.3	652
2	50CB40-2.9	IQ50-180C2.9			40		2.94		633
3	50CB50-3.7A	IQ50-180C3.7			50	3000	3.68		655
4	50CB36-2.9A	IQ50-220C2.9			36	2600	2.94		853
5	50CB50-3.7B	IQ50-220C3.7			50		3.68		808
6	50CB30-2.4A	IQ50-160C2.4		12	30		2.43		548
7	50CB36—2.9B	IQ50—160D2.9			36		2.94		
8	50CB36—3.7A	IQ50—160B3.7		15		3000	3.68		566
9	50CB32-2.2	IQ50—200C2.2		10	32	2400	2.21		620
10	50CB36-2.9C	IQ50-200C2.9		12	36	2600	2.94		608
11	50CB45-3.7	IQ50—200C3.7			45		3.68		602
12	50CB50-5.2	IQ50—250C5.2			50	2200	5.15		735 (710)
13	50CB60-5.9	IQ50-250C5.9			60		5.88		760 (742)
14	50CB20—2.4	IQ50-140C2.4		20	20	2600	2.43		503
15	50CB25-2.9	IQ50-140C2.9			25		2.94	2.5	495
16	50CB30-3.7	IQ50—140C3.7			30	3000	3.68		511
17	50CB30—2.4B	IQ50—185C2.4		12.5		2600	2.43	2.3	539
18	50CB32—2.9	IQ50-185C2.9		15	32		2.94		544
19	50CB36—3.7B	IQ50-185C3.7			36		3.68		543
20	50CB36-3.3	IQ50—225C3.3		12.5		2500	3.31		608
21	50CB36-3.7C	IQ50—225C3.7		15		2600	3.68		614
22	50CB45—4.4	IQ50—225C4.4			45		4.41		608 (594)

江水泵科技

续表 1

序号	机组型号	配套泵型号	进/出口公称直径(mm)	流量(m^3/h)	扬程(m)	转速(r/min)	标定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	燃油消耗率(g/kW·h)
23	65CB18—2.4A	IQ65—125C2.4	65/50	25	18	2600	2.43	2.3	445
24	65CB24—2.9	IQ65—125C2.9			24		2.94		443
25	65CB30—3.7A	IQ65—125C3.7			30	3000	3.68		460
26	65CB24—2.4	IQ65—160C2.4		20	24	2600	2.43		456
27	65CB28—2.9	IQ65—160C2.9			28		2.94		450
28	65CB30—3.7B	IQ65—160C3.7		25	30	3000	3.68		467
29	65CB30—3.7C	IQ65—200C3.7	65/40	20		2600			499
30	65CB38—4.4	IQ65—200C4.4			38		4.41		483(472)
31	65CB40—5.2	IQ65—250C5.2			40	2200	5.15		623(602)
32	65CB45—5.9	IQ65—250C5.9			45		5.88		596(582)
33	65CB50—6.6	IQ65—250C6.6			50		6.62		565
34	65CB15—2.4	IQ65—110C2.4	65/65		15	2600	2.43		419
35	65CB18—2.9	IQ65—110C2.9			18		2.94	2.5	435
36	65CB20—3.7A	IQ65—110C3.7			20	3000	3.68	3.0	
37	65CB18—2.4B	IQ65—140C2.4	60/50	25	18		2.43	2.3	439
38	65CB20—2.9	IQ65—140C2.9		30		2600	2.94		437
39	65CB20—3.7B	IQ65—140C3.7		35			3.68		429
40	65CB25—4.4	IQ65—140C4.4			25	3000	4.41	2.5	437
41	65CB25—3.3	IQ65—180C3.3		25		2500	3.3	2.3	459
42	65CB30—3.7D	IQ65—180C3.7			30	2600	3.68		456
43	65CB30—4.4	IQ65—180C4.4		30			4.41		450(439)
44	80CB40—6.6	IQ80—250C6.6	80/50		40	2200	6.62		480
45	80CB50—8.8	IQ80—250C8.8			50	2000	8.82		473(461)
46	80CB55—11.0	IQ80—250C11.0		35	55	2200	11.0		(456)
47	80CB12.5—2.4	IQ80—100C2.4	80/80	45	12.5	2600	2.43	2.8	407
48	80CB12.5—2.9	IQ80—100C2.9		50			2.94		408
49	80CB15—3.7	IQ80—100C3.7		55	15		3.68	3.0	
50	80CB12—2.2	IQ80—125C2.2	80/65	40	12	2400	2.21	2.5	403
51	80CB15—2.9	IQ80—125C2.9		45	15	2600	2.94		407
52	80CB18—3.7	IQ80—125C3.7		45	18	2600	3.68	2.5	399

灌溉排水技术

续表 1

序号	机组型号	配套泵型号	进/出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	燃油消耗率 (g/kW·h)
53	80CB20—4.4A	IQ80—125C4.4	80/65	50	20	3000	4.41	3.0	407
54	80CB18—3.3	IQ80—160C3.3		40	18	2500	3.31	2.5	431
55	80CB20—3.7	IQ80—160C3.7			20	2600	3.68		415
56	80CB20—4.4B	IQ80—160C4.4		45			4.41		415 (405)
57	80CB25—5.2	IQ80—160C5.2			25	2200	5.15	2.3	421 (407)
58	80CB30—5.9A	IQ80—160C5.9			30		5.88		411 (401)
59	80CB30—5.2	IQ80—200C5.2		35			5.15		429 (415)
60	80CB30—5.9B	IQ80—200C5.9	80/65	40			5.88		424 (414)
61	80CB35—6.6	IQ80—200C6.6			35		6.62		406
62	80CB40—8.8	IQ80—200C8.8		45	40	2000	8.82		406 (396)
63	100CB10—2.4	IQ100—90C2.4	100/100	60	12	2200	2.43	3.5	410
64	100CB10—2.9	IQ100—90C2.9		70			2.94		407
65	100CB12—3.7	IQ100—90C3.7					3.68		408
66	100CB12—2.9	IQ100—110C2.9	100/80	55			2.[illegible]	2.5	412
67	100CB15—3.7	IQ100—110C3.7		60	15		3.68		406
68	100CB15—4.4	IQ100—110C4.4		70			4.41		403 (393)
69	100CB20—5.2	IQ100—140C5.2		60	20		5.15		410 (396)
70	100CB20—5.9	IQ100—140C5.9		70			5.88		395 (386)
71	100CB25—8.1	IQ100—140C8.1			25		8.09		362
72	100CB30—8.8	IQ100—250C8.8	100/65	60	30	2000	8.82		395 (385)
73	100CB35—11.0	IQ100—250C11.0		65	35	2200	11.0		(381)
74	100CB7—2.2	IQ100—100C2.2	100/100	70	7	2400	2.21	3.2	408

江水泵科技

续表 1

序号	机组型号	配套泵型号	进/出口公称直径(mm)	流量(m^3/h)	扬程(m)	转速(r/min)	标定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	燃油消耗率(g/kW·h)
75	100CB8 2.9	IQ100—100C2.9	100/100	80	8	2600	2.94	3.5	403
76	100CB10 3.7A	IQ100—100C3.7		90	10		3.68		398
77	100CB10--4.4	IQ100—100C4.4		100			4.41	4.0	394 (385)
78	100CB10—3.3	IQ100--125C3.3	100/80	70		2500	3.31	2.5	390
79	100CB10--3.7B	IQ100—125C3.7		80		2600	3.68	2.8	394
80	100CB12.5-4.4	IQ100—125C4.4			12.5		4.41	3.0	389 (380)
81	100CB16 5.9	IQ100—160C5.9			16	2200	5.88	2.5	386 (377)
82	100CB20--6.6	IQ100 160C6.6			20		6.62		369
83	100CB25—8.8	IQ100—160C8.8			25	2000	8.82		370 (360)
84	100CB25--11.0	IQ100—160C11.0		100			11.0	2.8	(352)
85	150CB12 5.2	IQ150—140C5.2	150/125				5.15	3.0	386 (373)
86	150CB12—5.9	IQ150 140C5.9		110	12	2200	5.88		377 (367)
87	150CB15-6.6	IQ150—140C6.6			15		6.62		360
88	150CB18—8.8	IQ150—140C8.8		115	18	2000	8.82		368 (359)
89	150CB8—5.2	IQ150 180C5.2	150/150	140	8	2200	5.15	2.8	382 (370)
90	150CB10—5.9	IQ150—180C5.9			10		5.88		380 (371)
91	150CB12—6.6	IQ150—160C6.6	150/100	130	12		6.62		369
92	150CB15 8.8	IQ150- 160C8.8		140	15	2000	8.82	3.0	364 (355)
93	150CB18—11.0	IQ150—160C11.0		150	18	2200	11.0		(351)
94	150CB10—6.6	IQ150—125C6.6	150/125	160	10		6.62	4.0	360
95	150CB12—8.8	IQ150—125C8.8			12	2000	8.82		365 (356)
96	150CB15 11.0	IQ150 125C11.0		170	15	2200	11.0	4.2	(352)

注：括号内数值为配套不带风扇柴油机机组的燃油消耗率值。

行水电科技

5.2 自吸式机组的基本参数应符合表2的规定。

表2

序号	机组型号	配套泵型号	进口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	规定自吸高度 (m)	转速 (r/min)	标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	燃油消耗率 (g/kW·h)
1	50CBZ30—2.2	50ZB30—2.2C	50	10	30	5.0	2400	2.21	3.0	660
2	50CBZ25—2.4	50ZB25—2.4C		15	25		2600	2.43	2.8	554
3	50CBZ35—2.9	50ZB35—2.9C			35			2.94	3.0	539
4	50CBZ15—4.4	50ZB15—4.4C			45			4.41	2.8	596 (582)
5	50CBZ10—4.1	50ZB10—4.1C		18	40				3.1	585 (571)
6	50CBZ20—2.2	50ZB20—2.2C		15	20	4.5	2400	2.21	3.0	492
7	50CBZ25—2.9	50ZB25—2.9C			25		2600	2.94		517
8	50CBZ35—3.7	50ZB35—3.7C		20	35		3000	3.68	3.5	552
9	50CBZ45—5.5	50ZB45—5.5C			45	5.0	2400	5.51	3.0	577 (557)
10	65CBZ50—5.9	65ZB50—5.9C	65		50			5.88	3.1	605 (584)
11	65CBZ25—3.7	65ZB25—3.7C		25	25		3000	3.68	3.3	487
12	65CBZ30—4.4	65ZB30—4.4C			30		2400	4.41	3.2	503 (492)
13	65CBZ15—2.2	65ZB15—2.2C		30	15	4.0	2400	2.21	3.3	486
14	65CBZ20—2.9	65ZB20—2.9C			20	4.5	2600	2.94		467
15	65CBZ25—4.4	65ZB25—4.4C			25	5.0		4.41		468 (457)
16	80CBZ10—2.2	80ZB10—2.2C	80	40	10	3.0	2400	2.21	3.4	439
17	80CBZ15—2.9	80ZB15—2.9C			15	4.0	2600	2.94	3.5	443
18	80CBZ12—2.9	80ZB12—2.9C		50	12	3.5			3.7	437
19	80CBZ15—3.7	80ZB15—3.7C			15	4.0		3.68	3.6	433
20	80CBZ20—4.4	80ZB20—4.4C			20	4.5		4.41		441 (430)
21	100CBZ12.5—4.4	100ZB12.5—4.4C	100	80	12.5	3.5			4.5	435 (424)

注：括号内数值为配套不带风扇柴油机机组的燃油消耗率值。

石化标准

5.3 机组配套泵基本参数的偏差按GB3216中C级的规定，但自吸式机组的规定临界汽蚀余量不得有下偏差。

5.4 机组单位输出功率下的燃油消耗率不得大于表1和表2的规定。

5.5 对流量、扬程或转速与表1、表2的规定不符的机组，应符合下列规定：

a. 配套泵的规定基本参数应符合JB/T6663.1或JB/T6664.1的规定。

b. 配套柴油机功率备用系数为1.1～1.4。

c. 机组的燃油消耗率不得大于公式（1）的计算值：

$$G = \frac{k \cdot G_c}{\eta} \tag{1}$$

式中：G——机组燃油消耗率，g/（kW·h）；

G_c——配套柴油机标定工况下的燃油消耗率，g/（kW·h）；

η——配套泵规定效率，%；

k—— 系数（按表3选取）。

表3

配套柴油机功率备用系数	≥1.10～1.18	>1.18～1.25	>1.25～1.33	>1.33～1.40
k	1.09	1.08	1.07	1.06

d. 其他技术要求应符合JB/T6665.2的规定。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由浙江省机电设计研究院、江苏工学院排灌机械研究所负责起草。

本标准主要起草人：张明光、王洋、丛培善。

万水应用科技

中华人民共和国机械行业标准

轻小型柴油机—泵直联机组　技术条件

JB/T6665.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型柴油机—泵直联机组的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于流量为8～170m³/h、扬程为7～60m、配套功率为2.21～11.03kW的轻小型柴油机—泵直联机组（以下简称机组）。

2　引用标准

GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB5084	农田灌溉水质标准
GB7377	力车轮胎系列
GB/T13306	标牌
JB/T6663.2	轻小型单级离心泵　技术条件
JB/T6664.2	自吸泵　技术条件
JB/T6664.3	自吸泵自吸性能　试验方法
JB/T6665.1	轻小型柴油机—泵直联机组　型式与基本参数
ZB J91 001	通用柴油机　技术条件

3　技术要求

3.1　基本要求

3.1.1　机组应符合本标准的要求，并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2　在输送温度不超过40℃的清水或GB5084规定的水的使用条件下，机组应能正常工作。

3.1.3　机组配套柴油机的功率备用系数为1.1～1.4。

3.1.4　机组应有良好的田间移动性，手抬式机组的总重量应不大于100kg；手推车式机组车轮轮胎应符合GB7377的规定，其新轮胎外直径应不小于500mm，断面宽度应不小

万方数据科技

于 37mm。

3.1.5 机组的机架应有足够的强度。

3.2 性能要求

机组的性能参数应符合 JB/T6665.1 的规定。

3.3 燃油消耗率

机组在额定工况下运行的燃油消耗率应不大于 JB/T6665.1 的规定值。

3.4 配套要求

3.4.1 配套水泵

a. 配套的自吸泵应符合 JB/T6664.2 的规定；

b. 配套的轻小型单级离心泵应符合 JB/T6663.2 的规定。

3.4.2 配套柴油机应符合 ZBJ91001 的规定。

3.5 联接要求

3.5.1 机组的联轴器应根据实际使用选配，并应有足够的强度和刚性。

3.5.2 紧固件应连接可靠，不得有缺少和松动现象。

3.6 装配质量

3.6.1 所有零部件必须经检验合格后（外协件、外购件、配套件及标准件应有质量合格证）方可进行装配。

3.6.2 装配后的机组旋转部位应转动灵活，无阻卡等现象。

3.7 外观质量

机组的外表面应无污损和锈蚀等现象，配套水泵和柴油机应符合相应标准的规定。

3.8 安全性

机组的外露转动部件应有可靠的防护装置。

3.9 可靠性

3.9.1 故障

按其原因和影响机组正常工作的程度分为四类：

a. 致命故障：危及并造成人身伤亡或机组报废的故障；

b. 严重故障：主要零部件严重损坏，不能用更换易损件和附带工具在短时间内排除的故障；

c. 一般故障：产品功能下降，可用更换易损件和附带工具在较短时间内排除的故障；

d. 轻微故障：不影响产品功能和使用要求，且无需拆机而轻易排除的故障。

3.9.2 平均首次故障前工作时间

机组在额定工况下运行，平均首次故障前工作时间（*MTTFF*）应不小于 300h。

4 试验方法

4.1 一般要求

4.1.1 试验用的各类设备、仪器仪表的精度应能满足测量精度要求。

4.1.2 试验用的检测设备、仪器仪表应有有效的检定合格证。

4.1.3 试验介质、环境、温度等应符合有关标准规定。

万方值科技

4.1.4 试验过程中，必须保证每个数据准确可靠，若发现数据异常，必须及时分析原因并加以处理。

4.2 性能试验

机组的性能试验按GB3216的规定进行。

4.3 可靠性试验

4.3.1 机组应在额定工况下运行，考核其可靠性。

4.3.2 试验时，应记录运行时间内零部件的更换和修复次数及相应的实际工作时间（轻微故障不计）。

4.3.3 试验中每隔12h记录一次流量、压力、转速、润滑油温度、介质温度和密封处的泄漏等情况。

4.3.4 平均首次故障前工作时间按（1）式计算：

$$MTTFF = \frac{\sum t_s + \sum t_0}{r_s} \tag{1}$$

式中：r_s——试验期间，发生首次故障的受试机组台数；

$\sum t_s$——各受试机组首次发生故障的工作时间之和，h；

$\sum t_0$——未发生故障的各受试机组的工作时间之和，h；

注：①当试验采用定时截止法时，试验（截止）时间按第3.9.2条。此时，若出现$r_s=0$的情形，则以$r_s=1$进行计算。

②当试验采用定数截止法时，试验应进行至$r_s \geqslant \frac{n}{3}$为止，$n$为受试机组总台数。

$MTTFF$——平均首次故障前工作时间，h。

4.4 燃油消耗率测量

4.4.1 机组在额定工况下运行，测取柴油机的燃油消耗量，测量次数不少于两次，取首次出现差值不大于2%的两个连续点数值计算其算术平均值。

4.4.2 燃油消耗量用重量法测量，用手动仪表测量时，每次测量时间不少于60s；用自动仪表测量时，每次测量时间不少于30s。

4.4.3 燃油消耗率按（2）式计算：

$$g = \frac{G}{P_u} \tag{2}$$

式中：P_u——机组额定工况下的输出功率，kW；

g——机组燃油消耗率，g/(kW·h)；

G——机组额定工况下的燃油消耗量，g/h。

4.5 自吸性能试验（仅用于自吸式机组）

自吸性能试验按JB/T6664.3的规定进行。

5 检验规则

5.1 基本要求

5.1.1 每台产品均应经检验部门检验合格后，并附有产品合格证及附件方可出厂。

5.1.2 检验分为出厂检验和型式检验。

江汽集团科技

5.2 出厂检验

5.2.1 检验项目：

a. 外观质量检验；

b. 装配质量检查；

c. 安全性检查；

d. 田间移动性检查：手抬式检查机组总重量；手推车式检查车轮轮胎主要尺寸；

e. 规定性能的测定；

f. 燃油消耗率的测定；

g. 联接质量的检查。

5.2.2 抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定，可采用检查水平为一般检查水平Ⅰ，合格质量水平（AQL）为 4.0，检查批为产品月（或日）产量或一次订货批量，正常检查一次抽样方案；也可以由供货方与订货方协商确定。

5.3 型式检验

5.3.1 型式检验的项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.3.2 凡遇下列情况之一者，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品的转厂生产的试制及定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 成批生产时，为了解产品质量稳定性，周期性进行检验时；

d. 产品长期停产后恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

5.3.3 型式检验的抽样和判断处置规则应符合 GB2828 的规定，采用正常检查一次抽样方案，特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5，样本大小至少为 2 台。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

6.1.1.1 标牌应符合 GB/T13306 中的有关规定，并固定在适当部位。

6.1.1.2 标牌应标明的内容如下：

a. 产品名称、型号；

b. 规定流量，m^3/h；

c. 规定扬程，m；

d. 标定功率，kW；

e. 转速，r/min；

f. 制造厂名称；

g. 出厂编号及日期；

h. 产品重量，kg；

i. 外形尺寸，mm。

农业标准科技

6.1.2 机组应有明显的转向标志。

6.1.3 包装标志

6.1.3.1 包装标志应整齐、清晰，内容如下：

a. 发货站及制造厂名称；

b. 收货站及收货单位名称；

c. 产品名称、型号及数量；

d. 外形尺寸，mm；

e. 毛重，kg；

f. 必要的储运指示标志。

6.2 包装和运输

6.2.1 机组的包装由供需双方协商确定，但应能保证在正常运输条件下不致因包装不善而损坏。

6.2.2 包装应有防水措施，包装前产品外露的机加工表面应涂防锈脂。

6.2.3 包装时应附有下列随机文件和附件：

a. 装箱单；

b. 产品合格证；

c. 产品使用说明书；

d. 必要的随机附件。

6.3 贮存

6.3.1 检验合格的机组应放于干燥通风良好的成品库中，对临时露天存放的应采取防雨、防潮等措施。

6.3.2 凡存放 12 个月以上者，必须检查，重新包装。

7 保证事项

用户按产品使用说明书要求使用时，自制造厂交货日期起 6 个月内确因产品制造不良而引起损坏或不正常工作时，制造厂应免费为用户修理或更换零部件（易损件除外），如双方对产品质量发生争议时，应提交有关质量监督部门进行仲裁。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、浙江机电设计研究院负责起草。

本标准主要起草人：王洋、张明光、林暾、许友谊。

万水电科技

中华人民共和国机械行业标准

轻小型单级离心泵　型式与基本参数

JB/T6663.1—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型单级离心泵的型式、型号和基本参数等。

本标准适用于流量为 8～400m³/h，扬程为 6～90m，工作压力为 0.6～1.6 MPa 的轻小型单级离心泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB3216　离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法

GB4216　灰铸铁管法兰尺寸

GB/T13006　离心泵、混流泵和轴流泵　汽蚀余量

JB/T6663.2　轻小型单级离心泵 技术条件

3　型式

3.1　泵的结构型式为轴向吸入、单级、卧式，出水口垂直向上，并通过轴心线，泵脚与泵体铸成一体，轴承体不带中间支架。

3.2　泵进、出口法兰连接尺寸应符合 GB4216 的规定，对用 4 只连接螺栓的法兰可采用方形。对进口公称直径小于等于 80mm 的泵，进口可采用螺纹连接，出口可采用 4 螺纹孔方法兰连接。

3.3　泵与柴油机或电动机的动力传动方式分为直联传动（含同轴）和皮带传动。

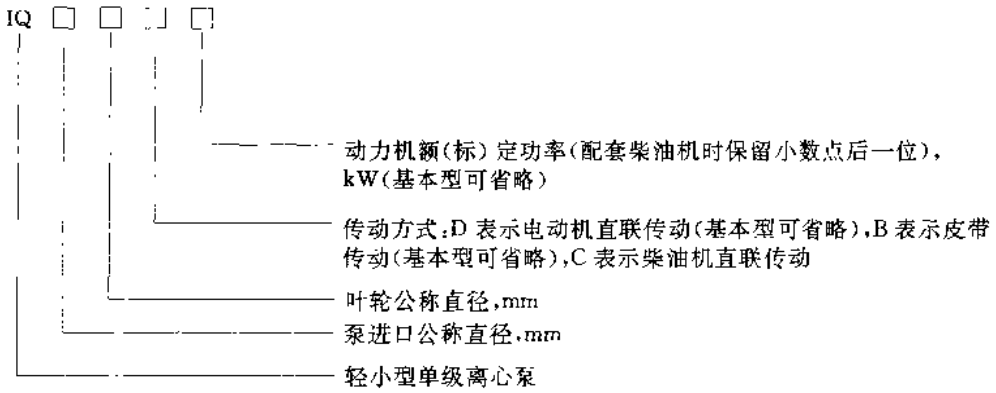
3.4　泵轴旋转方向：传动方式为直联传动的泵，从泵进口看逆时针方向；传动方式为皮带传动的泵，从泵进口看为顺时针方向。

4　型号

4.1　型号表示方法

泵的型号用大写拉丁字母和阿拉伯数字等表示，组成及意义如下：

万水信科技



4.2 标记示例

进口公称直径为65mm，叶轮公称直径为160mm，配用电动机，传动方式为直联传动的基本型轻小型单级离心泵，其标记为：IQ65—160。

进口公称直径为80mm，叶轮公称直径为125mm，配用柴油机，传动方式为直联传动的基本型轻小型单级离心泵，其标记为：IQ80—125C。

进口公称直径为50mm，叶轮公称直径为250mm，配用标定功率为5.88kW的柴油机，传动方式为直联传动的轻小型单级离心泵，其标记为：IQ50—250C5.9。

进口公称直径为65mm，叶轮公称直径为180mm，配用标定功率为4.41kW的柴油机，传动方式为皮带传动的轻小型单级离心泵，其标记为：IQ65—180B4.4。

5 基本参数

5.1 皮带传动和电动机直联传动基本型泵的基本参数应符合表1的规定，系列型谱图见图1。通过叶轮外径或转速的改变形成的变型泵的基本参数应符合附录A（补充件）的规定。

5.2 柴油机直联传动基本型泵的基本参数应符合表2的规定，系列型谱图见图2。通过叶轮外径或转速改变形成的变型泵的基本参数应符合附录B（补充件）的规定。

5.3 泵基本参数的偏差应符合GB3216中C级的规定。

5.4 除本标准规定外的其他单级离心泵，应符合下列规定：

a. 泵规定效率应不低于附录C（补充件）图C1的曲线A（或表C1的A栏）和图C2的曲线（或表C2）的规定，通过叶轮外径或转速改变形成的变型泵的效率应符合附录C（补充件）图C1的曲线B（或表C1的B栏）和图C2（或表C2）的规定；

b. 泵规定临界汽蚀余量应不大于GB/T13006的规定；

c. 泵配套动力机的功率备用系数为1.1～1.4；

d. 其他技术要求应符合JB/T6663.2的规定。

表 1

序号	型号	进口公称直径 (mm)	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	轴功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮公称直径 (mm)
1	IQ50—100	50	40	12.5	12.5	2900	65	0.7	2.3	100
2	IQ50—125		32		20		61	1.1		125
3	IQ50—160				32		57	1.9		160
4	IQ50—200				50		52	3.3		200
5	IQ50—250				80		44	6.2		250
6	IQ65—80	65	65	25	8		73	0.7	2.5	80
7	IQ65—100				12.5		72	1.2	2.3	100
8	IQ65—125		50		20		71	1.9		125
9	IQ65—160				32		69	3.2		160
10	IQ65—200		40		50		63	5.4		200
11	IQ65—250				80		53	10.3		250
12	IQ65—90		65	35	10		74	1.3	2.5	90
13	IQ65—110				16			2.1		110
14	IQ65—140		50		25		72	3.3	2.3	140
15	IQ65—180				40		70	5.5		180
16	IQ80—80	80	80	50	8		75	1.5	3.2	80
17	IQ80—100				12.5		77	2.2	3.0	100
18	IQ80—125		65		20		78	3.5		125
19	IQ80—160				32		76	5.7	2.5	160
20	IQ80—200		50		50		73	9.3		200
21	IQ80—250				80		64	17.0		250
22	IQ100—90	100	100	70	10		77	2.5	4.0	90
23	IQ100—110		80		16		78	3.9	3.0	110
24	IQ100—140				25		79	6.0		140
25	IQ100—100	100	100	100	12.5			4.3	4.5	100
26	IQ100—125		80		20		81	6.7	4.3	125
27	IQ100—160				32		80	10.9	3.5	160
28	IQ100—200		65		50		78	17.5	3.6	200

行业信息技术

续表 1

序号	型　号	进口公称直径 (mm)	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转　速 (r/min)	效率 (%)	轴功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮公称直径 (mm)
29	IQ150—180	150	150	140	10	1450	81	4.7	2.3	180
30	IQ150—110		125		16	2900	80	7.6	4.5	110
31	IQ150—140				25		81	11.8		140
32	IQ150—185		150	200	8	1450	82	5.3	3.5	185
33	IQ150 · 200				12.5		83	8.2	3.0	200
34	IQ150－125		125		20	2900	80	13.6	4.8	125
35	IQ150—250					1450	81	13.5	3.0	250
36	IQ150—160		100		32	2900		21.5	4.5	160
37	IQ150—315		125			1450	80	21.8	2.5	315
38	IQ125- 200	125	100		50	2900	81	33.6	4.5	200
39	IQ200—200	200	200	400	12.5	1450	84	16.2		
40	IQ200—250		150		20			25.9	4.0	250
41	IQ200—315				32		83	42.0	3.8	315

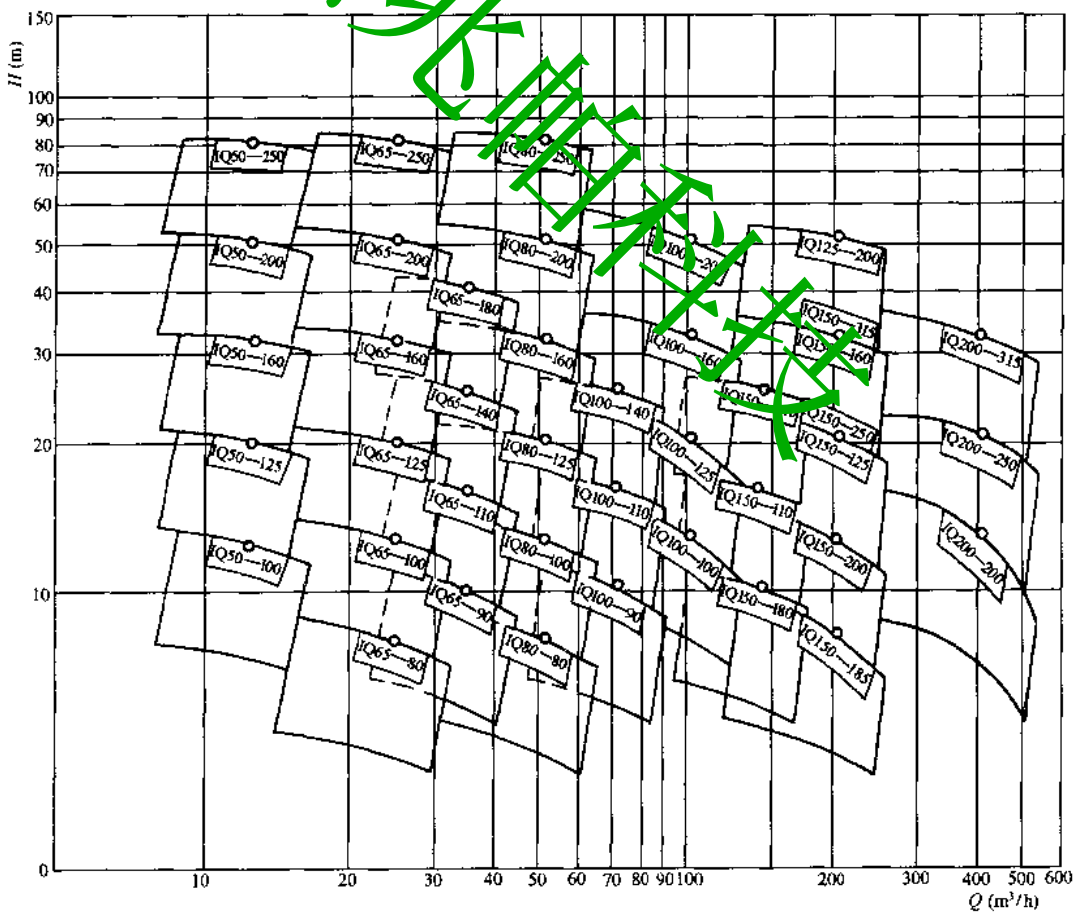


图 1　皮带传动和电动机直联传动基本型泵系列型谱图

表 2

序号	型号	进口公称直径 (mm)	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	轴功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮公称直径 (mm)
1	IQ50—180C	50	32	8	32	2600	49	1.42	2.3	180
2	IQ50—220C				50		38	2.94		220
3	IQ50—160C			12	25		57	1.43		160
4	IQ50—200C				40		52	2.51		200
5	IQ50—250C				50	2200	42	3.89		250
6	IQ50—140C			15	20	2600	62	1.32		140
7	IQ50—185C				32		57	2.29		185
8	IQ50—225C				50		52	3.93		225
9	IQ65—125C	65	50	30	15		71	1.15		125
10	IQ65—160C				25		69	1.97		160
11	IQ65—200C		40		40		63	3.46		200
12	IQ65—250C				50	2200	51	5.34		250
13	IQ65—110C		65				74	1.38	2.5	110
14	IQ65—140C		50		20	2600	71	2.30	2.3	140
15	IQ65—180C				32		70	3.73		180
16	IQ80—250C	80			50	2200	61	6.70		250
17	IQ80—100C		80	45	10	2600	77	1.59	2.8	100
18	IQ80—125C		65		15			2.39	2.5	125
19	IQ80—160C				25	2200		1.14	2.3	160
20	IQ80—200C		50		40	2000	71	3.90		200
21	IQ100—90C	100	100	70	10	2600	77	2.48	3.5	90
22	IQ100—110C		80		15			3.71	2.5	110
23	IQ100—140C				25	2200	78	6.11		140
24	IQ100—250C		65		32		74	8.36		250
25	IQ100—100C		100	90	10	2600	78	3.14	3.5	100
26	IQ100—125C		80		15	2200	79	4.65		125
27	IQ100—160C				25			7.76	2.8	160
28	IQ150—140C	150	125	110	15		80	5.62	3.0	140
29	IQ150—180C		150	140	10			4.77	2.8	180
30	IQ150—160C		100		15	2000		7.15	3.0	160
31	IQ150—125C		125	170		2200		8.90	4.2	125

行水机械技术

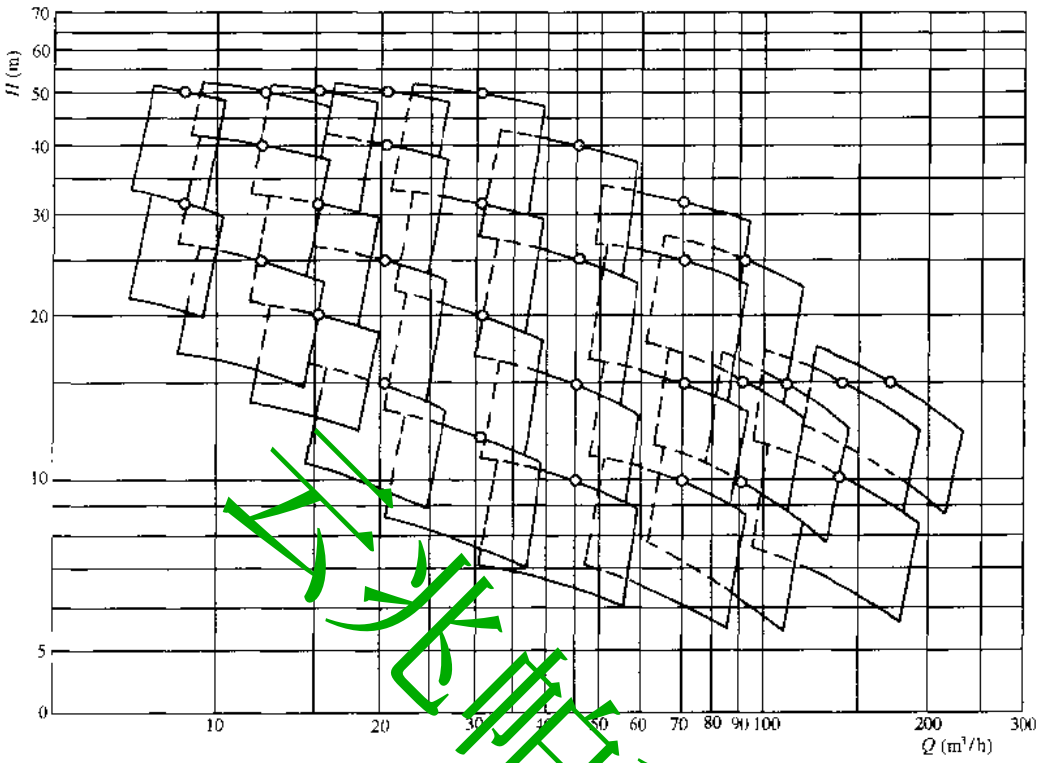


图 2 柴油机直联传动基本型泵系列型谱图

立式泵科技

附 录 A
皮带传动和电动机直联传动变型泵基本参数
（补充件）

表 A1

序号	型 号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	叶轮直径 (mm)
1	IQ50—100D0.75	40	10	14	2900	65	0.75	2.3	100
	IQ50 -100D1.1		12.5	15		64	1.1		115
2	IQ50 125D1.1	32				59			120
	IQ50- 125D1.5			20		60	1.5		126
3	IQ50- 160D1.5		10	24		55			140
	IQ50—160D2.2		12.5	28		56	2.2		150
	IQ50 -160D3			36			3		165
	IQ50- 160B2.2		12	30	2800		2.21		157

续表 A1

序号	型号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	叶轮直径 (mm)
4	IQ50—200D3	32	10	40	2900	50	3	2.3	170
	IQ50—200D4		12.5	50		52	4		192
	IQ50—200D5.5			58		50	5.5		205
	IQ50—200B2.2		10	32	2300		2.21		192
	IQ50—200B2.9		12	36	2550	51	2.94		
	IQ50—200B3.7			45	2750		3.68		
5	IQ50—250D7.5		10	85	2900	43	7.5		235
	IQ50—250D11		15	90		42	11		250
	IQ50—250B5.2		12	50	2200		5.15		242
	IQ50—250B5.9			60	2550	43	5.88		
	IQ50—250B6.6			70	2700	44	6.62		
	IQ50—250B8.8		12.5	85	2900		8.82		
6	IQ65—80D0.75	65	20	7		72	0.75	2.5	85
	IQ65—80D1.1		25	9			1.1		98
7	IQ65—100D1.1		20	10		69		2.3	90
	IQ65—100D1.5		25	12.5		72	1.5		106
8	IQ65—125D1.5	50	20	15	2900	68	1.5	2.3	115
	IQ65—125D2.2		25	18		69	2.2		125
	IQ65—125D3			24			3		140
	IQ65—125B2.2			18	2800		2.21		133
9	IQ65—160D3		20	28	2900	68	3		142
	IQ65—160D4		25	32		69	4		158
	IQ65—160D5.5			40		67	5.5		170
	IQ65—160B2.2		20	20	2350	68	2.21		158
	IQ65—160B2.9			28	2600	69	2.94		
	IQ65—160B3.7		25	30	2750		3.68		
	IQ65—160B4.4			32	2900		4.41		
10	IQ65—200D5.5	40		38		61	5.5		175
	IQ65—200D7.5		50			63	7.5		194
	IQ65—200D7.5A		30					2.8	200
	IQ65—200B4.4		20	40	2500	62	4.41	2.3	194
	IQ65—200B5.2		45		2650	63	5.15		
	IQ65—200B5.9		25		2700		5.88		
	IQ65—200B6.6			50	2900		6.62		
11	IQ65—250D11			60		51	11		220
	IQ65—250D15			85		52	15		250
	IQ65—250B6.6		20	50	2350	50	6.62		246
	IQ65—250B8.8			60	2450	51	8.82		
	IQ65—250B11.0		25	65	2650	52	11.03		
	IQ65—250B14.7			85	2900	53	14.71		
12	IQ65—90D1.1	65	30	7		72	1.1	2.5	85
	IQ65—90D1.5		35	9		73	1.5		95
	IQ65—90D2.2			12			2.2		105

仅供试读

续表 A1

序号	型　　号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余　量(m)	叶轮直径 (mm)
13	IQ65—110D2.2	65	35	12	2900	72	2.2	2.2	115
	IQ65—110D3			18		73	3		130
	IQ65—110B2.2		30	15	2750	74	2.21		124
14	IQ65—140D3			20	2900	70	3		130
	IQ65—140D4		35	25		72	4		148
	IQ65—140B2.9		30	20	2550	71	2.94		
	IQ65—140B3.7				2750	72	3.68		
	IQ65—140B4.4		35	25	2900		4.41	2.3	
15	IQ65—180D5.5	50		30		68	5.5		160
	IQ65—180D7.5			40		70	7.5		176
	IQ65—180B4.4		30	30	2500	68	4.41		
	IQ65—180B5.2			35	2650	70	5.15		
	IQ65—180B5.9		35		2700		5.88		
	IQ65—180B6.6			40	2900		6.62		
16	IQ80—80D1.1	80	40	6		72	1.1	3.0	85
	IQ80—80D2.2		50	10		74	2.2	3.2	105
17	IQ80—100D2.2		45			76		3.0	
	IQ80—100D3		50	12.5		77	3		110
	IQ80—100D4			18		75	4		125
	IQ80—100B2.2		45	10	2650	77	2.21	2.8	110
	IQ80—100B2.9		50	12.5	2900		2.94	3.0	
18	IQ80—125D3	65	40	15		76	3		120
	IQ80—125D4		45	20		77	4		130
	IQ80—125D5.5		50	24			5.5		140
	IQ80—125B2.9		45	15	2500	76	2.94	2.5	134
	IQ80—125B3.7			18	2700	78	3.68		
	IQ80—125B4.4		50	20	2900		4.41	3.0	

江淮机械

续表 A1

序号	型号	出口公称直径(mm)	流量(m^3/h)	扬程(m)	转速(r/min)	效率(%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	叶轮直径(mm)
	IQ80—160D5.5		45	25	2900	74	5.5	2.8	150
	IQ80 160D7.5		50	32		76	7.5		
19	IQ80—160B5.2	65	45	25	2550	75	5.15		168
	IQ80—160B5.9			30	2650	76	5.88	2.5	
	IQ80- 160B6.6		50	32			6.62		
	IQ80—200D7.5		40	35	2900	70	7.5		162
	IQ80—200D11		50	45		72	11		190
20	IQ80 -200B6.6		40	35	2450	71	6.62	2.3	
	IQ80—200B8.8		45	40	2600	73	8.82		195
	IQ80—200B11.0		50	45	2800		11.03	2.5	
	IQ80—250D15	50	45	60	2900	62	15		210
	IQ80—250D18.5			70		63	18.5		230
	IQ80—250D22		50	80		64	22		
21	IQ80 -250B11.0		35	55	2300	62	11.03	2.3	
	IQ80—250B14.7		45	60	2550	63	14.71		245
	IQ80 250B17.7			70	2700	64	17.65	2.5	
	IQ80 250B22.1		50	80	2900		22.06		
22	IQ100—90D2.2	100	60	8		75	2.2	3.5	100
	IQ100—90D3		70	10		77	3	4.0	114
	IQ100— 110D4		60	15			4	3.0	115
	IQ100—110D5.5		70	18			5.5		130
23	IQ100- 110B2.9	80	55	12	2400	76	2.94	2.5	
	IQ100—110B3.7		60	15	2600	78	3.68		127
	IQ100—110B4.4		70	16	2750		4.41	3.0	
	IQ100- 110B5.2				2900		5.15		

工业信息技术

续表 A1

序号	型号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	叶轮直径 (mm)
24	IQ100—140D5.5	80	60	20	2900	77	5.5	3.0	132
	IQ100—140D7.5		70	25		79	7.5		155
	IQ100—140D7.5A		80		1450	76		2.3	247
	IQ100—140B5.2		60	20	2300	77	5.15	2.5	156
	IQ100—140B5.9		70		2650	79	5.88		
	IQ100—140B8.1			25	2900		8.09	3.0	
25	IQ100—100D3	100	80	8	2900	76	3	4.2	108
	IQ100—100D4		90	10		77	4	4.5	120
	IQ100—100D5.5		100	12.5		79	5.5		132
	IQ100—100B2.9		80	8	2350	77	2.94	3.5	
	IQ100—100B3.7		90	10	2650	78	3.68		
	IQ100—100B4.4		100		2700		4.41	4.2	
	IQ100—100B5.2			12.5	2900		5.15	4.5	
26	IQ100—125D5.5	80	80	15	2900	78	5.5	4.0	120
	IQ100—125D7.5		100	18		80	7.5	4.3	135
	IQ100—125B5.2		80	15	2400	79	5.15	3.0	140
	IQ100—125B5.9		90		2550	81	5.88	3.5	
	IQ100—125B6.6		95	18	2750		6.62	4.0	
	IQ100—125B8.8		100	20	2900		8.82	4.3	
27	IQ100—160D7.5	80	80	20	2900	77	7.5	3.5	140
	IQ100—160D11		90	28		78	11		160
	IQ100—160D15		100	32		80	15		174
	IQ100—160B6.6		80	20	2300	78	6.62	2.5	
	IQ100—160B8.8			25	2500	79	8.82		
	IQ100—160B11.0		100		2650	80	11.03	3.2	
	IQ100—160B14.7			32	2900		14.71	3.5	

江水泵科技

续表 A1

序号	型　号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余　量(m)	叶轮直径 (mm)
28	IQ100—200D15	65	80	40	2900	76	15	3.0	190
	IQ100—200D18.5		90	45		77	18.5	3.2	200
	IQ100—200D22		100	50		78	22	3.6	213
	IQ100—200B14.7		90	35	2500	77	14.71	3.2	
	IQ100—200B17.7		95	40	2650	78	17.65	3.5	
	IQ100—200B22.1		100	50	2900		22.06	3.6	
29	IQ150—180D4	150	120	7	1450	79	4	2.3	170
	IQ150—180D5.5		140	9		80	5.5		192
	IQ150—180B5.9			11		81	5.88		198
	IQ150　180B8.1		150	12	1600		8.09	2.5	
	IQ150—180B8.8		165		1650		8.82	2.8	
	IQ150—180B11.0		170	15	1700	80	11.03	3.0	
30	IQ150—110D5.5	125	120	10	2900	78	5.5	4.2	115
	IQ150—110D7.5		130	12		79	7.5	4.5	130
	IQ150—110D11		140	18		80	11	4.8	140
	IQ150—110B5.9		115	12	2450	78	5.88	4.2	
	IQ150—110B6.6		130		2650	79	6.62	4.5	
	IQ150—110B8.8		135	15	2800	80	8.82		
31	IQ150—140D11		120	20	2900	79	11	4.2	140
	IQ150—140D15		140	25		81	15	4.8	156
	IQ150—140B8.8		115	18	2400	80	8.82	4.2	
	IQ150—140B11.0		125	20	2600	81	11.03	4.5	
	IQ150—140B14.7		140	25	2900		14.71	4.8	
32	IQ150—185D5.5	150	180	7	1450	82	5.5	3.5	180
	IQ150—185D7.5		200	9			7.5		200
	IQ150—185B6.6			8			6.62		194.4
	IQ150—185B8.8		215	10	1600		8.82	4.0	
	IQ150—185B11.0		230	12	1700	81	11.03	4.2	

仅供试读

续表 A1

序号	型　　号	出口公称直径(mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机额(标)定功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	叶轮直径 (mm)
33	IQ150　200D7.5	150	180	10	1450	81	7.5	3.0	198
	IQ150—200D11		200	12.5		83	11		219
	IQ150—200B11.0						11.03		
	IQ150—200B14.7		220	15	1600	82	14.71	3.5	
	IQ150—200B17.7		235	18	1750	81	17.65	4.0	
	IQ150 -200B22.1		250	20	1850		22.06	4.2	
34	IQ150—125D11	125	160	15	2900	78	11	4.5	135
	IQ150—125D15		180	18		79	15		142
	IQ150—125D18.5		200	20		80	18.5		156
	IQ150—125B11.0		170	15	2500	79	11.03	4.2	
	IQ150—125B14.7		190	18	2750	80	14.71	4.5	
	IQ150—125B17.7		200	20	2900		17.65		
35	IQ150—250D11		160	15	1450	78	11	2.5	220
	IQ150-- 250D15		180	18		79	15	3.0	248
	IQ150 --250D18.5		200	20		81	18.5		265
	IQ150—250B17.7						17.65		
	IQ150—250B22.1		210	25	1600		22.06	3.2	
36	IQ150—160D18.5	100	170	24	2900	79	18.5	4.2	152
	IQ150—160D22		180	28		80	22		160
	IQ150—160D30		200	32		81	30	4.5	175
	IQ150—160B14.7		170	20	2350	80	14.71	4.0	
	IQ150—160B17.7			25	2500		17.65	4.2	
	IQ150—160B22.1		190		2650	81	22.06	4.5	
37	IQ150—315D18.5	125	170	24	1450	77	18.5	2.5	280
	IQ150—315D22		180	28		78	22		300
	IQ150—315D30		200	32		80	30		325
	IQ150—315B22.1		190	25	1350		22.06		
38	IQ125—200D22	100	150	32	2900	78	22	4.2	170
	IQ125—200D30		170	40		79	30		190
	IQ125—200D37		200	45		80	37	4.5	205
	IQ125- 200B17.7		150	25	2100	79	17.65	3.8	212
	IQ125—200B22.1		160	30	2300		22.06	4.0	
39	IQ200—200D15	200	350	10	1450	81	15	4.5	220
	IQ200—200D18.5		380	12		82	18.5		240
	IQ200 -200D22		400	14		83	22		255
	IQ200—200B22.1			12.5		84	22.06		218
40	IQ200--250D22	150	350	15		82	22	4.0	240
	IQ200—250D30		400	20		84	30		275
41	IQ200—315D37		350	25		81	37	3.8	305
	IQ200—315D45		400	28		82	45		325

立式泵样本

附 录 B

柴油机直联传动的变型泵基本参数

（补充件）

表 B1

序号	型 号	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮直径 (mm)
1	IQ50—180C2.4	32	10	36	2600	48	2.43	2.3	180
	IQ50—180C2.9			40		49	2.94		200
	IQ50—180C3.7			50	3000	48	3.68		185
2	IQ50- 220C2.9		8	36	2600	36	2.94		190
	IQ50—220C3.7			5		38	3.68		219
3	IQ50—160C2.4		12	3		56	2.43		165
	IQ50—160C2.9			3			2.94		182
	IQ50—160C3.7		15	3	3000	55	3.68		170
4	IQ50—200C2.2		10	32	2900	50	2.21		85
	IQ50—200C2.9		12	36	2600		2.94		
	IQ50 -200C3.7			45			3.68		200
5	IQ50 250C5.2			50	2200	42	5.15		242
	IQ50—250C5.9			60		4	5.88		270
6	IQ50—140C2.4		20	20	2600	61	2.4		150
	IQ50—140C2.9			25		62	2.9	2.5	165
	IQ50—140C3.7			30	3000	61	3.68		155
7	IQ50--185C2.4		12.5	32	2600	57	2.43	2.3	170
	IQ50- 185C2.9		15				2.94		178
	IQ50—185C3.7			36		56	3.68		185
8	IQ50—225C3.3		12.5		2500	50	3.31		
	IQ50 225C3.7		15		2600		3.68		
	IQ50- 225C4.4			45		51	4.41		200
9	IQ65—125C2.4	50	25	18		69	2.43		150
	IQ65 125C2.9			24		70	2.94		164
	IQ65—125C3.7			30	3000	69	3.68		155

红水电科技

续表 B1

序号	型号	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮直径 (mm)
10	IQ65—160C2.4	50	20	24	2600	68	2.43	2.3	150
	IQ65—160C2.9			28		69	2.94		158
	IQ65—160C3.7		25	30	3000	68	3.68		152
11	IQ65—200C3.7	40			2600	61			172
	IQ65—200C4.4			38		63	4.41		185
12	IQ65—250C5.2		20	40	2200	50	5.15		230
	IQ65—250C5.9			45		51	5.88		238
	IQ65—250C6.6			50			6.62		255
13	IQ65—110C2.4	65	35	15	2600	74	2.43		130
	IQ65—110C2.9			18		72	2.94	2.5	140
	IQ65—110C3.7		40	20	3000	73	3.68	3.0	130
14	IQ65—140C2.4	50	25	15	2600	70	2.43	2.3	135
	IQ65—140C2.9		30	20			2.94		148
	IQ65—140C3.7		35			71	3.68		158
	IQ65—140C4.4			25	3000		4.41	2.5	142
15	IQ65—180C3.3		25		2500	67	3.31	2.3	150
	IQ65—180C3.7			30	2600	68	3.68		165
	IQ65—180C4.4		30			69	4.41		170
16	IQ80—250C6.6			40	2200	60	6.62		215
	IQ80—250C8.8			50	2000	61	8.82		255
	IQ80—250C11.0		35	55	2200		11.03		250
17	IQ80—100C2.4	80	45	12.5	2600	77	2.43	2.8	115
	IQ80—100C2.9		50			76	2.94		120
	IQ80—100C3.7		55	15			3.68	3.0	135
18	IQ80—125C2.2	65	40	12	2400	77	2.21	2.5	128
	IQ80—125C2.9		45	15	2600		2.94		134
	IQ80—125C3.7			18			3.68		140
	IQ80—125C4.4		50	20	3000		4.41	3.0	128

江水泵技术

续表 B1

序号	型号	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮直径 (mm)
19	IQ80--160C3.3	65	40	18	2500	72	3.31	2.5	152
	IQ80—160C3.7			20	2600	74	3.68		150
	IQ80--160C4.4		45				4.41		158
	IQ80—160C5.2			25	2200		5.15	2.3	195
	IQ80—160C5.9			30			5.88		205
20	IQ80--200C5.2	50	35			72	5.15		195
	IQ80--200C5.9		40			71	5.88		205
	IQ80—200C6.6			35			6.62		210
	IQ80—200C8.8		45	40	2000		8.82		255
21	IQ100—90C2.4	100	60	10		77	2.43	3.5	120
	IQ100—90C2.9		70				2.94		125
	IQ100—90C3.7			12	2600	76	3.68		135
22	IQ100--110C2.9	80	55				2.94	2.5	118
	IQ100—110C3.7		60	15		77	3.68		130
	IQ100—110C4.4		70				4.41		135
23	IQ100—140C5.2		60	20	2200	76	5.15		170
	IQ100—140C5.9		70			77	5.88		180
	IQ100—140C8.1			25		78	8.09		195
24	IQ100—250C8.8	65	60	30	2000	73	8.82		220
	IQ100—250C11.0		65	35	2200		11.03		215
25	IQ100--100C2.2	100	70	7	2400	76	2.21	3.2	115
	IQ100—100C2.9		80	8	2600	77	2.94	3.5	120
	IQ100—100C3.7		90	10		78	3.68		132
	IQ100—100C4.4		100				4.41	4.0	140
26	IQ100—125C3.3	80	70		2500		3.31	2.5	115
	IQ100--125C3.7		80		2600		3.68	2.8	
	IQ100—125C4.4			12.5		79	4.41	3.0	125

文档仅供参考

续表 B1

序号	型　号	出口公称直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套动力机标定功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	叶轮直径 (mm)
27	IQ100—160C5.9	80	80	16	2200	78	5.88	2.5	165
	IQ100—160C6.6			20			6.62		180
	IQ100—160C8.8			25	2000		8.82		205
	IQ100—160C11.0		100		2200	79	11.03	2.8	
28	IQ150—140C5.2	125		12		80	5.15	3.0	145
	IQ150—140C5.9		110				5.88		155
	IQ150—140C6.6			15			6.62		160
	IQ150—140C8.8		115	18	2000	79	8.82		190
29	IQ150—180C5.2	150	140	8	2200	80	5.15	2.8	145
	IQ150—180C5.9			10			5.88		155
30	IQ150—160C6.6	100	130	12		78	6.62		145
	IQ150—160C8.8		140	15	2000	80	8.82	3.0	170
	IQ150—160C11.0		150	18	2200		11.03		175
31	IQ150—125C6.6	125	160	10			6.62	4.0	160
	IQ150—125C8.8			12	2000	79	8.82		180
	IQ150—125C11.0		170	15	2200		11.03	4.2	175

仅供试读

附　录　C
轻小型单级离心泵　效率
（补充件）

C1　n_s=120～210 的泵规定效率应符合图 C1 或表 C1 的规定。

C2　n_s=20～120、210～300 的泵规定效率应符合图 C1 或表 C1 的规定，并按图 C2 或表 C2 的规定进行修正。

表 C1　n_s=120～210 的泵规定效率

$Q(m^3/h)$		8	12.5	25	35	50	70	100
η (%)	A	62.6	66.0	71.0	73.2	75.3	77.1	78.8
	B	59.4	62.6	67.4	69.4	71.4	73.0	74.5
$Q(m^3/h)$		150	200	250	300	350	400	—
η (%)	A	80.3	81.0	81.8	82.2	82.7	83.0	—
	B	75.8	76.5	77.3	77.6	77.8	78.0	—

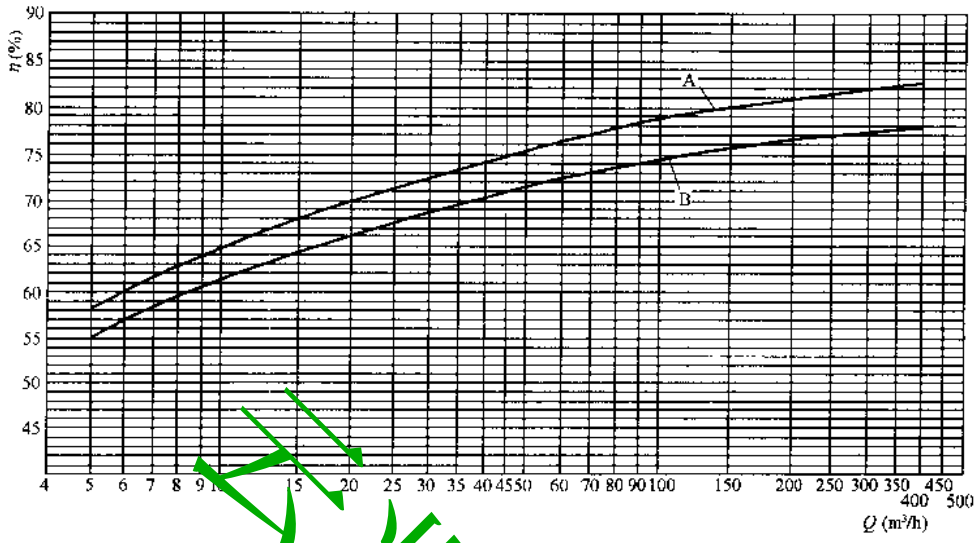


图 C1 n_s=120～210 的泵规定效率

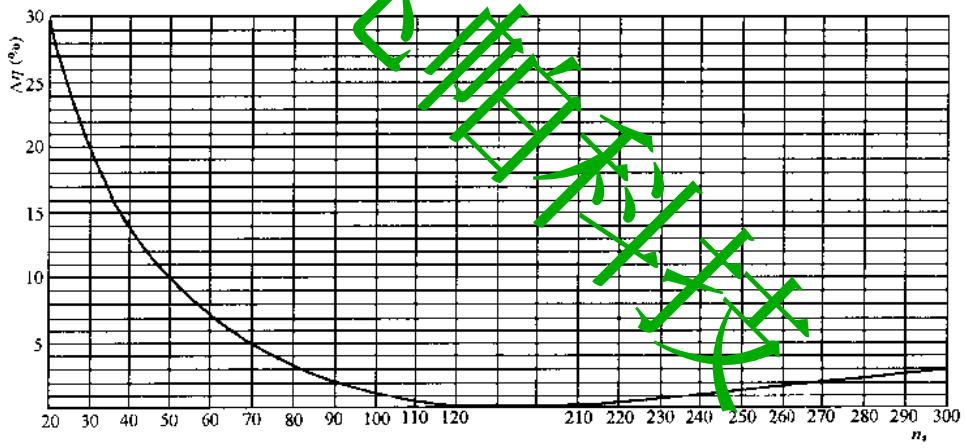


图 C2 n_s=20～120、210～300 的泵规定效率修正值

表 C2 n_s=20～120、210～300 的泵规定效率修正值

n_s	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Δη(%)	29.8	20.0	14.3	10.0	7.2	5.0	3.2	2.0	1.0	0.6	0.0
n_s	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	
Δη(%)	0.0	0.3	0.65	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	3.0	

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由浙江省机电设计研究院负责起草。

本标准主要起草人：张明光、徐静芳、丛培善、杨建华、李志鹏。

中华人民共和国机械行业标准

轻小型单级离心泵　技术条件

JB/T6663.2　93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了轻小型单级离心泵的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装等。

本标准适用于流量为8～400m³/h、扬程为6～90m，工作压力为0.6～1.6MPa的轻小型单级离心泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB276	滚动轴承　深沟球轴承　外形尺寸
GB307.3	滚动轴承　一般技术要求
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB977	灰铸铁　机械性能试验方法
GB1031	表面粗糙度　参数及其数值
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
GB1801	公差与配合　尺寸至500mm　孔、轴公差带与配合
GB1804	公差与配合　未注公差尺寸的极限偏差
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB4216	灰铸铁管法兰尺寸
GB5084	农田灌溉水质标准
GB5661	轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB9239	刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装　通用技术条件

万水值科技

JB/T4297 泵产品 涂漆技术条件

JB/T6663.1 轻小型单级离心泵 型式与基本参数

3 技术要求

3.1 一般要求

3.1.1 泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 泵的工作压力，当规定扬程小于等于50m时不得大于0.6MPa；当规定扬程大于50m时不得大于1.6MPa。

3.1.3 泵适用于输送常温清水或水质符合GB5084规定的水，被输送液体的温度低于40℃。

3.1.4 制造厂应给出每台泵的性能曲线（扬程、效率、轴功率、汽蚀余量对流量的关系曲线），泵的使用范围推荐为$0.7\sim1.2Q_{sp}$（Q_{sp}为规定点的流量）。

3.1.5 泵配套动力机的功率备用系数为1.1～1.4。

3.2 工作性能

3.2.1 泵规定性能点的基本参数应符合JB/T6663.1的规定。

3.2.2 泵基本参数的偏差应符合GB3216中C级的规定。

3.2.3 当测得的水泵规定性能点的效率高于规定值，而流量、扬程未满足GB3216的要求时，允许将扬程的规定值按式(1)进行修正，并以修正后的扬程值为扬程规定值重新判别。

$$H'_{sp}=H_{sp}\times\eta'_{sp}/\eta_{sp} \tag{1}$$

式中：H'_{sp}——修正后的扬程规定值，m；

H_{sp} 扬程规定值，m；

η'_{sp}——效率实测值，%；

η_{sp}——效率规定值，%。

3.3 结构

3.3.1 泵的结构型式应符合JB/T 6663.1的规定。

3.3.2 泵的进、出口法兰公称压力：当泵规定扬程小于等于50m时为0.6MPa；当泵规定扬程大于50m时为1.6MPa。法兰的联接尺寸应符合GB4216的规定。

3.3.3 泵体上应设置引水孔、泄水孔和排气孔，泄水孔和排气孔的位置应有利于排尽泵内积水和空气，引水孔可作排气孔用。

3.3.4 叶轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的圆周方向和轴向的移动。

3.3.5 泵轴两端的中心孔应保留，泵轴上的螺纹旋向，当泵轴按规定方向旋转时应使螺母拧紧。

3.3.6 泵轴上应装有挡水圈。

3.4 密封

3.4.1 泵的叶轮进口采用圆柱面径向密封，配合精度等级为H9/c9。

3.4.2 对有平衡孔的叶轮应设置后密封环。

农业知识科技

3.4.3 轴封可采用机械密封、骨架橡胶油封或软填料密封，轴封的空腔尺寸应符合GB5661的规定。

3.4.4 采用软填料密封或骨架橡胶油封时，轴上应有护轴套，轴套表面不得有擦痕、锈斑等缺陷。

3.5 轴承与润滑

3.5.1 泵采用符合GB276规定的深沟球轴承，轴承制造质量应符合GB307.3的规定。

3.5.2 轴承的使用温度不得超过环境温度40℃，最高工作温度不得超过75℃。

3.5.3 轴承采用油脂润滑，油脂应定期更换。

3.6 联轴器或皮带轮

3.6.1 泵可通过弹性联轴器由原动机直接驱动，这时泵和原动机应有共同底座，并应设置联轴器扩罩。

联轴器的两个半体应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动。联轴器的安装精度应符合有关标准的规定。

3.6.2 泵也可通过皮带轮由原动机驱动，皮带轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动，并应设防护装置。皮带轮外径应满足泵规定转速的要求。

3.7 材料与外购件

3.7.1 泵所用材料必须有厂方合格证或质量保证书方可使用。

3.7.2 泵叶轮、泵体、密封环、后盖、轴衬件和轴套等应采用性能不低于GB9439中规定的HT 200的材料制造。

3.7.3 泵轴应采用性能不低于GB699中规定的45号的材料制造，并应进行调质处理。

3.7.4 泵配套管道及附件的连接尺寸应与泵进、出口的尺寸相匹配。

3.7.5 外购件必须具有合格证或有效的质量保证证明文件。

3.8 铸件质量和尺寸偏差

3.8.1 铸件的技术要求应符合GB9439的规定。

3.8.2 叶轮、泵体流道的铸造尺寸公差应符合图1、图2和表1的规定。

3.8.3 流道铸造尺寸的基本偏差可根据需要决定，其公差大小不得超过表1规定。

例如：$b_2=25$，$25_0^{+1.5}$，$25_{-1.5}^{0}$或25 ± 0.75均可。

3.8.4 叶轮进口宽a须在前后盖板上分别测定，当泵体喉部断面不呈圆形时须根据最大和最小尺寸分别测定。

3.9 公差与配合、表面粗糙度

3.9.1 与轴承配合的轴颈的配合精度为GB1801中规定的6级，表面粗糙度为GB1031中规定的1.6μm。

与轴配合的叶轮、皮带轮、联轴器内孔和轴承体内孔、与叶轮配合的轴颈的配合精度为GB1801中规定的7级，表面粗糙度为GB1031中规定的3.2μm。

3.9.2 各主要结合面如止口、轴套、密封环内、外圆表面等的配合精度，孔为8级、外圆表面为7级，表面粗糙度为6.3μm。

技术规范

3.9.3 未注公差的机械加工尺寸的极限偏差应符合 GB1804 的规定，一般孔为 H14、轴为 h14、长度为 Js14。

3.10 表面形状与位置公差

叶轮、泵体、密封环、后盖、轴、轴承体和轴套等主要零件配合表面的形状与位置公差为 GB1184 中规定的 8 级。

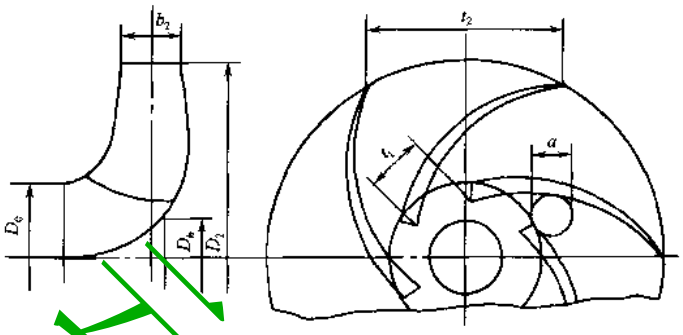


图 1

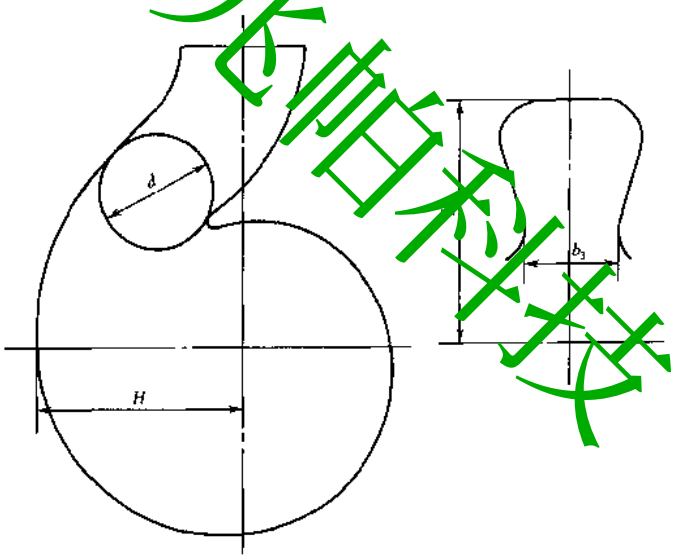


图 2

表 1 (mm)

零件名称	项目	公称尺寸	允许公差
叶 轮	进口直径 D_0、D_h	≤50	2.5
		>50～80	3.0
		>80～120	3.5
		>120～180	4.0
		>180～250	4.6
		>250～315	5.2

工业信息科技

续表 1

零件名称	项目	公称尺寸	允许公差
叶　轮	进口宽 a 出口宽 b_2	≤6	0.75
		>6～18	1.2
		>18～30	1.5
		>30～50	2.0
		>50～80	2.5
	进、出口节距 t_1、t_2	≤30	2.5
		>30～80	3.0
		>80～120	3.5
		>120～250	4.2
		>250～315	5.2
泵　体	断面高 H	≤80	2.5
		>80～120	3.2
		>120～180	3.8
		>180～250	4.2
		>250～320	5.0
	断面宽 b_3 喉宽 d	≤18	1.8
		>18～50	2.5
		>50～120	3.2
		>120～200	4.2

3.11　静平衡

3.11.1　叶轮、联轴器和皮带轮等转动件均应进行静平衡，平衡品质等级应不低于图 3 中 G6.3 级的规定。平衡件最大外径上的平衡重量不得超过式（2）的计算值：

$$\Delta W = \frac{2e \cdot W}{D} \qquad (2)$$

式中：e——许用偏心距（根据转速从图 3 中求得），μm；

ΔW——最大外径处平衡重量，g；

W——平衡件重量，kg；

D——平衡件最大外径，mm。

3.11.2　可按图样规定切去多余金属求得平衡。对叶轮其盖板被切去的厚度不得超过原来厚度的三分之一。

3.11.3　当由式（1）求得的平衡件最大外径处的平衡重量小于 3g 时，按 3g 计。

3.12　水（气）压试验

泵体、后盖等承受水压的零部件均应进行水（气）压试验。在规定试验条件下的试验过程中不得有渗漏现象。

3.13　振动与噪声

3.13.1　泵在规定工作范围内工作时的噪声应符合 GB10890 中 C 级的规定。

五洲恒科技

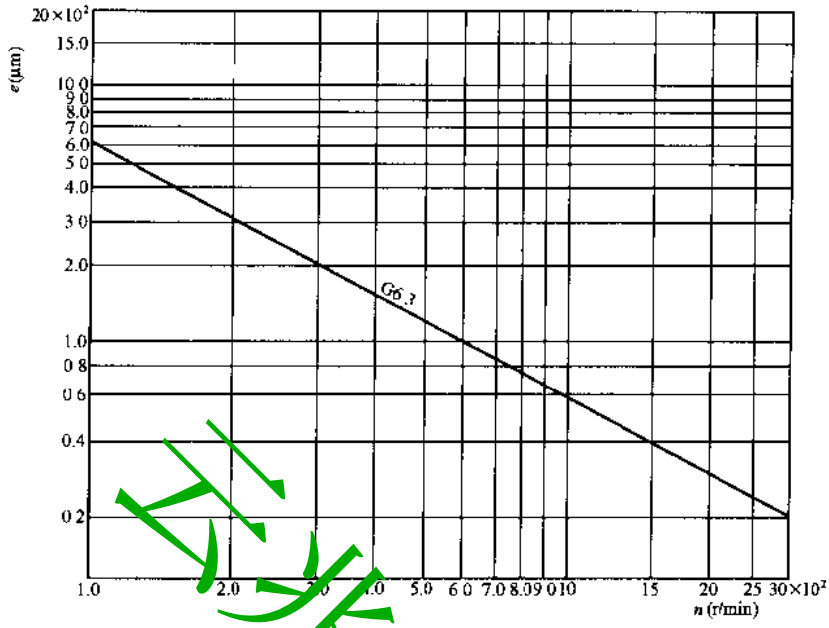


图 3

3.13.2 泵在规定工作范围内工作时的振动烈度应符合 GB10889 中 C 级的规定。

3.13.3 在满足 3.11.1～3.11.3 规定的条件下，可不进行振动与噪声的测定。

3.14 装配与表面处理

3.14.1 泵所有零件必须经检验合格后方可进行装配。

3.14.2 装配前必须清除叶轮、泵体流道内和轴承体内的铁屑、积砂、疙瘩。与水接触的非加工表面应涂防锈底漆，与水接触的加工表面应涂防锈油脂，轴承体内非加工表面应涂耐油漆。

3.14.3 装配好的转子部件的径向圆跳动不得超过表 2 的规定。

3.14.4 装配好的泵在未装填料时，用手转动转子应平稳灵活、无卡滞、碰擦现象。

3.14.5 清除泵外表面铁锈和油污，非加工表面应涂底漆与面漆应符合 JB/T4297 的规定；外露加工表面应涂防锈油脂。

3.14.6 经防锈处理和表面涂漆后，泵进、出口应加封。

3.14.7 泵试验合格后，应除净泵内积水，并应作防锈处理。

表 2 (mm)

公称直径	径向圆跳动	
	叶轮进口密封外圆面	轴套外圆面
≤50	0.08	0.04
>50～120	0.10	0.06
>120～260	0.12	0.07
>260～500	0.15	0.08

节水灌溉科技

3.15 可靠性

3.15.1 泵在规定工作范围内运行时，平均首次故障前工作时间应不小于 1500h。

3.15.2 进行可靠性试验时，除按制造厂规定要求进行维护保养，并按规定时间更换易损件外，不允许更换其他零部件。

4 试验方法

4.1 材料的化学成分分析和力学性能试验按 GB977、GB9439 和 GB699 等有关标准的规定进行。

4.2 泵的流量、扬程、效率和汽蚀余量等性能的测定按 GB3216 的规定进行。

4.4 泵的噪声的测定按 GB10890 的规定进行。

4.5 泵的振动烈度的测定按 GB10889 的规定进行。

4.6 水（气）压试验：给承受水压的零部件施加其工作压力 1.5 倍的试验压力，压力持续时间不少于 5min，观察在试验过程中有无渗漏现象。

4.7 静平衡试验按 GB9239 的规定进行。

4.8 可靠性试验按有关可靠性试验评定方法标准的规定进行

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的泵应经出厂检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a. 检查外观与涂漆质量；

b. 检查装配质量；

c. 静平衡试验；

d. 水（气）压试验；

e. 检查是否有防护装置（配套动力机出厂时）；

f. 测定泵规定性能点的流量、扬程、轴功率和效率；

g. 运转试验：泵在规定转速及工作范围工况点持续运转至少 30min，检查运转是否平稳、运转过程中有无异常振动和噪声及检查轴承温升和轴封泄漏等情况。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。可采用正常检查一次抽样方案，检查批为产品月（或）日产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅰ，合格质量水平（AQL）为 4.0；也可由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 批量生产的产品，周期性的检验时（每年至少进行一次）；

万水帕科技

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合GB2828的规定，推荐采用正常检查一次抽样方案，检查批应满足样本大小至少为2台，检查水平为特殊检查水平S—1，合格质量水平（AQL）为6.5。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

每台泵应在明显的部位牢固地设置产品标牌，其尺寸和技术要求应符合GB/T13306的规定，标牌内容应包括：

a. 制造厂名称和商标；

b. 泵的名称和型号；

c. 泵规定的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、配套动力机额（标）定功率（kW）、泵重量（kg）；

d. 出厂日期和出厂编号。

6.1.2 旋转方向

应在明显的位置用红色箭头标出泵轴的旋转方向。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应按GB/T13384的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。

6.2.2 每台泵出厂时应有下列随机附件和文件，文件应封存在防水的袋内：

a. 产品合格证和产品使用说明书；

b. 装箱单；

c. 其他与使用有关的技术资料。

6.2.3 应采取措施保证泵的轴承和机械密封等零部件在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏。

6.3 贮存

泵在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为12个月，到期应进行检查或更换。

7 成套范围和保证事项

7.1 成套范围

用户可以根据需要订购下列产品成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中说明：

a. 装配完整的泵；

b. 配套动力机；

c. 附件：手动泵、进、出口接头、底阀、联轴器、机架、防护装置（罩）等；

行业标准

d. 地脚螺栓；

e. 必需的易损件（机械密封、骨架橡胶油封、轴套等）；

f. 装拆专用工具。

7.2 保证事项

在用户遵守泵的运输、保管、安装和使用说明书规定的条件下，从制造厂发货日期起，在18个月内，累计运转不超过12个月，如产品确因制造不良发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户更换或修理，但易损件损坏时不在此限。如双方对产品质量发生争议时，应提交有关质量监督部门仲裁。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由浙江省机电设计研究院负责、中国农业机械化科学研究院参加起草。

本标准主要起草人：张明光、韩文俊、杨建华、鲁立群。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

微型离心泵　基本参数

JB8788—84

本标准适用于输送腐蚀性或非腐蚀性的清洁液体的单级离心泵。输送介质中含有的颗粒最大允许质量浓度为0.2%，最大允许颗粒尺寸为0.2mm。

微型离心泵是指以清水（重度$\gamma=1000kgf/m^3$）计算的匹配电动机功率小于或等于1100W的离心泵。

1　尺寸标记

泵的尺寸标记由三部分数字组成，依次分别代表泵的吸入口直径、排出口直径和叶轮名义直径。

尺寸标记示例：

吸入口直径32mm，排出口直径32mm，叶轮名义直径85mm的微型离心泵尺寸标记为：32－32—85。

2　基本参数

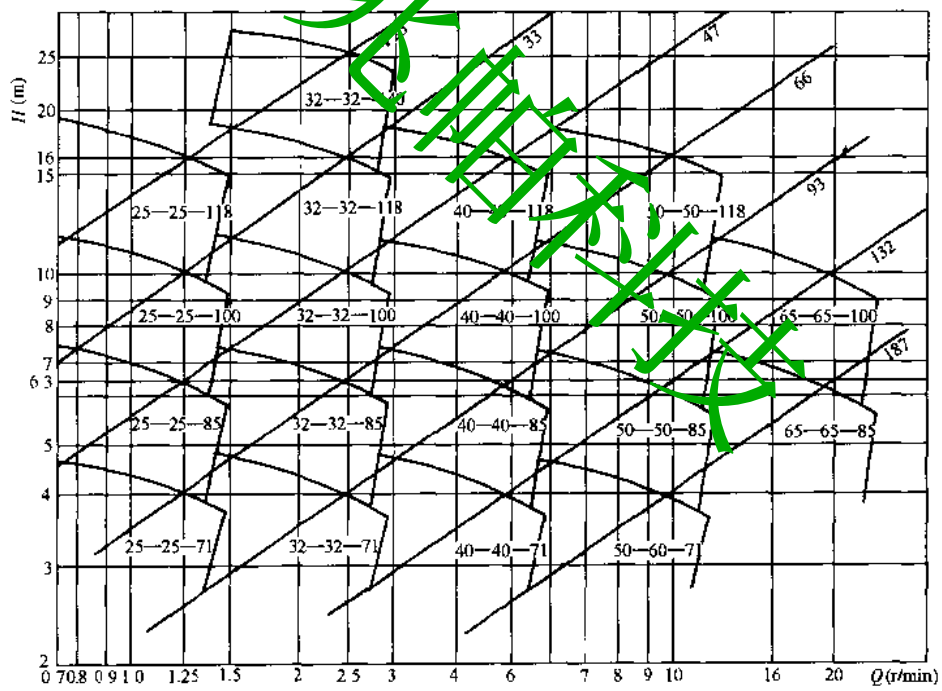
泵的基本参数（按设计点）应符合下表的规定。性能范围如下图所示。

尺寸标记			转速 n (r/min)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)
吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	叶轮名义直径 (mm)			
25	25	71	2800	1.25	4.0
		85			6.3
		100			10.0
		118			16.0
32	32	71		2.5	4.0
		85			6.3
		100			10.0
		118			16.0
		140			25.0

万水泵阀科技

续表

尺寸标记			转速	流量	扬程
吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	叶轮名义直径 (mm)	n (r/min)	Q (m^3/h)	H (m)
40	40	71	2800	5.0	4.0
		85			6.3
		100			10.0
		118			16.0
50	50	71		10.0	4.0
		85			6.3
		100			10.0
		118			16.0
65		85		20.0	6.3
		100			10.0



微型离心泵性能范围(n=2800r/min)

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由合肥通用机械研究所起草。

本标准主要起草人：夏式倩、高主慧。

中华人民共和国机械行业标准

微型离心泵　技术条件

JB/T5415　91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了微型离心泵的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和储存。

本标准适用于轴向吸入、卧式与电动机共轴的微型离心泵（以下简称“泵”）。泵的最高工作压力为0.6MPa，最高工作温度为80℃，输送介质为无腐蚀的洁净液体。

2　引用标准

GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵　混流泵　轴流泵和旋涡泵试验方法
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
ZBJ71 008	微型离心泵　外形和安装尺寸
JB3788	微型离心泵　基本参数
JB4376	水泵用小功率异步电机　技术条件
JB8	产品标牌
JB2759	机电产品包装　通用技术条件

3　技术要求

3.1　一般要求

泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件（或协议）制造。

3.2　性能

3.2.1　泵的基本参数应符合JB3788的规定。

3.2.2　泵的规定点效率应符合下列要求：

a. 当比转速 n_s=120～210时，规定点效率应不低于表1的规定值。

b. 当 n_s<120时，用表2规定值 $\Delta\eta$ 对表1修正，即规定点效率 $\eta' \geqslant \eta - \Delta\eta$。

万方数据科技

表 1

Q (m^3/h)	1.25	2.5	5	10	20
η (%)	42	52	60	64	66

表 2

n_s	23	33	47	66	93
$\Delta\eta$ (%)	23	17	11	6	2

3.2.3 临界汽蚀余量

泵的临界汽蚀余量应不大于表 3 的规定。

表 3

Q (m^3/h)	1.2	2.5	5	10	20
$(NPSH)_r$ (m)	2.0		2.5		3.0

3.2.4 平衡

叶轮应作静平衡。叶轮最大外圆处的不平衡重量应不大于 2g。

3.2.5 振动

泵机组的振动烈度应不超过 GB10889 的 C 级规定值。

3.2.6 噪声

泵机组的噪声级应不超过 GB10890 的 C 级规定值。

3.2.7 泵制造厂应确定产品的工作范围，并绘出性能曲线（扬程、效率、轴功率和汽蚀余量等与流量的关系曲线）。

3.2.8 配带电动机的额定功率应考虑泵工作范围到 1.5 倍设计流量，电动机容量按图 1 选取。

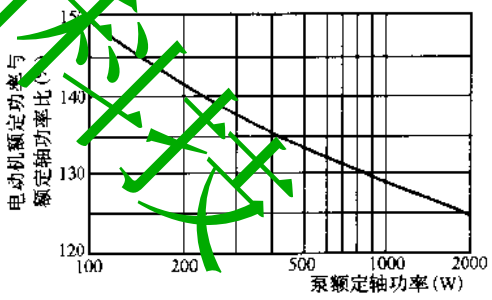


图 1

3.3 泵的结构设计

3.3.1 泵的外形尺寸应符合 ZBJ71008 的规定。

3.3.2 泵体上应设置放液孔、灌液孔。其螺纹均采用非螺纹密封的管螺纹。

3.3.3 泵的轴封优先采用机械密封。采用机械密封时，轴上不设轴套，其空腔尺寸应符合图 2 和表 4 的规定。采用骨架油封或填料时，对应轴段应设置轴套，其空腔尺寸应符合图 3 和表 4 的规定。

3.3.4 轴上应设挡液圈，以防泄露液体进入电动机。

3.3.5 泵配加长轴电动机，轴伸等尺寸应符合图 4 和表 5 的规定。

行业标准

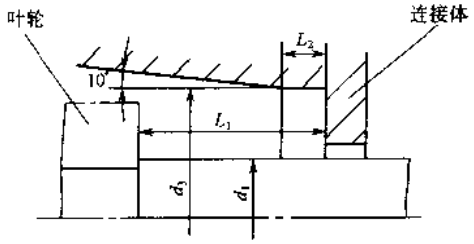


图 2

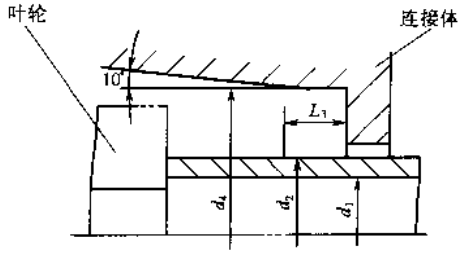


图 3

表 4

d_1	d_2	d_3	d_4	L_1	L_2	L_3
14	20	$25^{+0.033}_{0}$	$35^{+0.30}_{+0.15}$	25±0.30	5	10
18	25	$34^{+0.039}_{0}$	$40^{+0.30}_{+0.15}$			

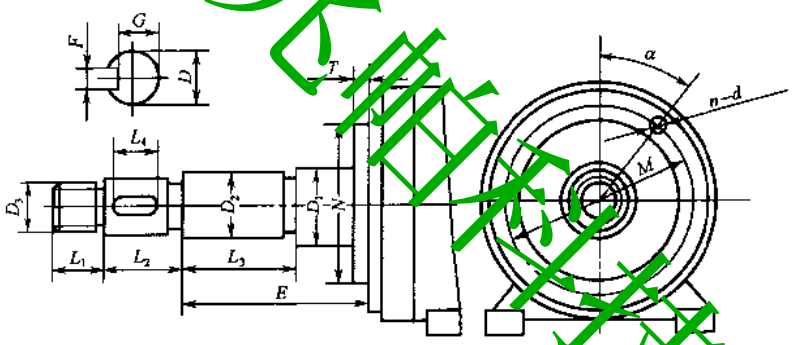


图 4

表 5 (mm)

机座号	尺寸(配合)															
	D h6	D_1 d9	D_2 h7	D_3	E	F H9	G	L_1	L_2	L_3 h12	L_4 h14	M	N h6	T	n—d	α
71	11	15	14	M8	41.5	4	8.5	8	18	30	14	95	76	4	3—M6	60°
80	14	20	18		47	5	11					106	90		3—M8	
90S		25		M10	50			10	20	32		115	95	3	4—M8	45°
90L																

3.3.6 泵配电动机应符合 JB4376 要求。

3.3.7 叶轮为离心式，叶片进口边应修圆。

3.3.8 密封环应可靠地固定在泵体上。密封环与叶轮的运转直径间隙应不小于 0.25mm。未设密封环时，此间隙即为该处泵体与叶轮的运转间隙。

3.3.9 转子轴向力较大时，可设置后密封环和平衡孔。

3.3.10 轴旋转时，轴上螺纹旋向应使螺母处于拧紧状态。

3.4 泵的材料

泵主要零件材料按表 6 规定。

表 6

零件名称	材料牌号	标准代号
泵体、叶轮、联结体	HT150	GB9439
轴　套	HT200	
密封环	HT250	
轴、键	35	GB699

3.5 泵的制造

3.5.1 泵的过流部位铸造尺寸偏差应符合图 5、图 6 和表 7 的规定。

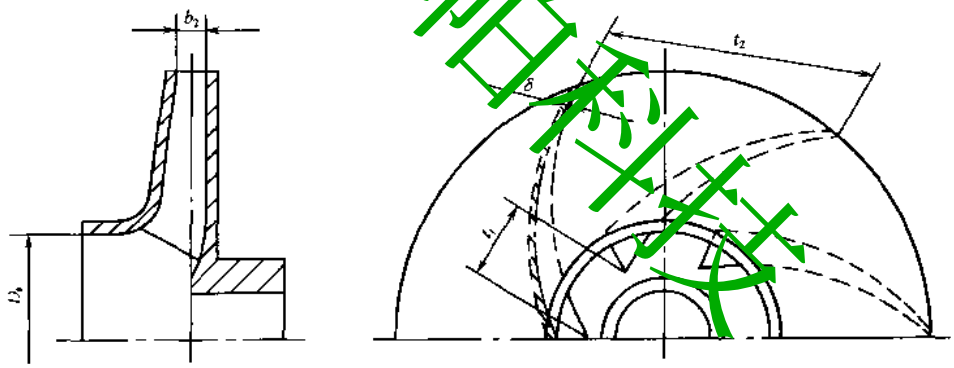


图 5

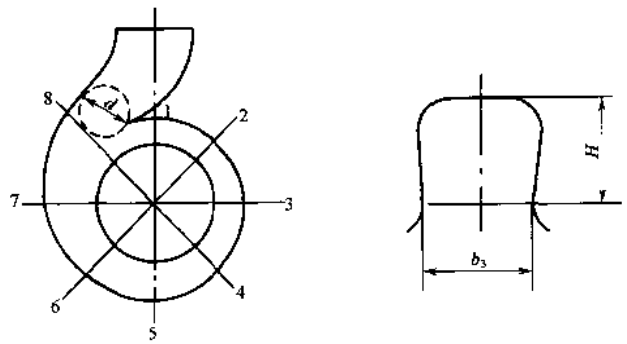


图 6

工发信息科技

表 7 (mm)

零件名称	项　目	基本尺寸	极限偏差
叶　轮	出口宽度 b_2	<3.5	+0.4 −0.2
		3.5～10	+0.6 −0.2
		>10	+0.8 −0.2
	进口直径 D_s	全部	+2.0 −1.0
	叶片厚度 δ		±0.5
	叶片节距 t_1、t_2		±3.5%
泵　体	蜗室宽度 b	<20	+2.0 0
		≥20	+2.5 0
	喉部面积当量直径 d	<40	+2.0 0
		≥40	+2.5 0
	蜗室截面高度 H （检查 2、4、6、8 截面）	<20	+2.0 0
		≥20	+2.5 0

五洲伯科技

3.5.2　铸铁件上的浇口、冒口、多肉、结疤、毛边、粘沙等都应除掉，表面应平滑光洁。

3.5.3　铸铁件应无影响加工和使用的缺陷和裂纹。

3.5.4　承压零件应进行常温清水的水压试验。试验水压为 2 倍的工作压力（至少应不少于 0.2MPa，最大应不超过 0.9MPa）。保压时间 5min，承压零件应无泄漏和冒汗。

3.6　泵的装配

3.6.1　泵装配前，所有零件应清理干净，非加工面应涂防锈漆。

3.6.2　叶轮装配后，检查密封环处的径向跳动应不大于 0.08mm。

3.6.3　按转子向叶轮吸入方向窜动到位后的尺寸，调装机械密封。

3.6.4　泵装配后，转动转子应灵活。

4　试验方法

4.1　材料试验

材料试验应符合 GB699、GB9439 的规定。

4.2 水压试验

承压零件的水压试验方法按 3.5.4 条规定。

4.3 运转试验

运转试验即观察启动、运转应平稳，在关死扬程下，观察轴封泄漏应正常。

4.4 低压启动试验

在超过额定流量 120%的工况点，作 75%额定电压的启动试验，三次间歇启动应正常。

4.5 出厂试验

出厂试验方法按 GB3216 的 C 级规定。

4.6 性能试验

泵性能试验方法按 GB3216 的 C 级规定。

4.7 振动测量

泵振动测量方法按 GB10889 的规定。

4.8 噪声测量

泵噪声测量方法按 GB10896 的规定。

5 检验规则

泵的检验分为型式试验和出厂检验。

5.1 型式试验

5.1.1 下列情况之一时应做型式试验：

a. 新产品或老产品转厂的试制鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响泵的性能；

c. 批量生产的泵，做周期性检验；

d. 产品长期停产后恢复生产；

e. 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异。

5.1.2 型式试验项目按表 9 规定。

表 9

试验项目	检验类别	
	型式试验	出厂检验
材料试验	✓	✓
水压试验	✓	✓
运转试验	✓	✓
低压启动试验	✓	×
出厂试验	×	✓
性能试验	✓	×
振动试验	○	×
噪声试验	○	×

注：✓表示必须做；○表示必要时做；×表示不做。

江水泵科技

5.1.3 型式试验台数应不少于2台。

5.2 出厂检验

5.2.1 批量生产的泵应作出厂检验。

5.2.2 出厂检验的项目按表9规定。

5.2.3 出厂检验台数和抽样规则按GB2828规定。抽样方法可采用一次或二次抽样，采用检查水平Ⅰ、合格质量水平AQL为4。

5.3 最终检查

每台泵应经制造厂有关质量检查部门按照泵供货、成套附件、装箱资料等进行检查。检查合格后，发给产品合格证方可出厂。

6 产品成套附件和使用保证

6.1 根据用户需要，可提供底阀、管接头等成套附件。

6.2 在用户遵守泵的运输、保管、安装及使用规则等条件下，从制造厂发货之日起18个月内，连续运转不超过12个月，若产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理或更换零件。易损件的正常磨损不在其内。

7 标志、包装和储存

7.1 标志

7.1.1 铭牌

泵铭牌材料应耐腐蚀，尺寸应符合JB8的规定，钉在泵的明显位置。铭牌内容应注明：

a. 泵的型号及名称；

b. 技术参数（流量、扬程、转速、效率、汽蚀余量及泵重等）；

c. 出厂编号和出厂日期；

d. 制造厂名称。

7.1.2 旋转方向

泵的旋转方向从入口方向看为逆时针，在明显位置用经久的箭头表示。

7.2 包装

泵的包装应符合JB2759的有关规定。并采取措施避免在运输过程中由于振动、碰撞引起产品损坏。

7.3 装箱资料

泵出厂时均应附有下列文件，并以防水袋封存。

a. 产品合格证；

b. 装箱单；

c. 产品说明书、总图及安装尺寸。

7.4 储存

泵在存放中应防止锈蚀和损坏。泵若采取油封，超过12个月应更换该油封。

万方数据科技

附加说明：

本标准由机械电子工业部沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由机械电子工业部合肥通用机械研究所起草。

本标准主要起草人：孔凡瑜。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

微型离心泵　外形和安装尺寸

Micro-centrifugal pump Overall and installation dimensions

JB/T5415.2 -1999（代替 ZB J71 008- 88）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了微型离心泵的外形和安装尺寸。

本标准适用于最高工作压力为 0.6MPa、最高工作温度为 80℃的轴向吸入卧式直联微型离心泵。

2　引用标准

GB1415　米制锥螺纹

GB2555　一般用途管法兰　连接尺寸

JB3788　微型离心泵　基本参数

3　尺寸

3.1　微型离心泵的性能参数应符合 JB3788 的规定。

3.2　微型离心泵的外形和安装尺寸应符合图 1、图 2 和表 1 的规定，其极限偏差应符合表 2 的规定。

3.3　微型离心泵的旋转方向从驱动端看为顺时针。

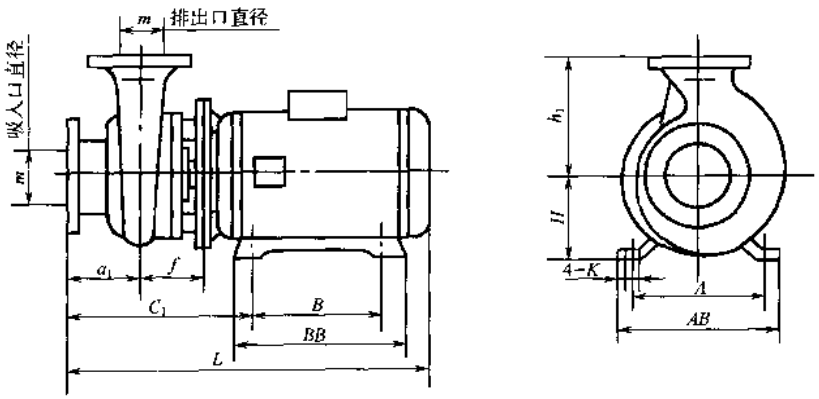


图 1

万兆伯科技

表 1

(mm)

尺寸标记			外形和安装尺寸																
吸入口直径	排出口直径	叶轮名义直径	a	a_1	f	h	h_1	m	A	AB	B	BB	C	C_1	H①	K	L	L_1
25	25	71	56	60	60	85	100	ZM33	112	145	90	120	161	165	71	ϕ7	341	345
		85																
		100				100	118											
		118			65				125	160	100	130	171	175	80	ϕ10	376	380
32	32	71			60	85	100	ZM42	112	145	90	120	161	165	71	ϕ7	341	345
		85																
		100				100	118											
		118			65	120	140		125	160	100	130	171	175	80	ϕ10	376	380
		140	63	71	71				140	180	125	155	190	198	90②		419	427
40	40	71	56	60	60	85	100	ZM48	112	145	90	120	161	165	71	ϕ7	341	345
		85				100	118											
		100	63	71	65	120	140		125	160	100	130	178	186	80	ϕ10	383	391
		118			71				140	180	125	155	190	198	90②		419	427
50	50	71	56	60	60	100	180	ZM60	112	145	90	120	171	165	71	ϕ7	341	345
		85	63	71	65				125	160	100	130	178	186	80	ϕ10	383	391
		100	71	80	71	120	140		140	180			198	207	90		402	411
		118									125	155			90②		427	436
65	65	85						ZM76			100	130			90		402	411
		100									125	155			90②		427	436

① H 值即为电动机机座号。

② 为长铁芯。

全球电机在线

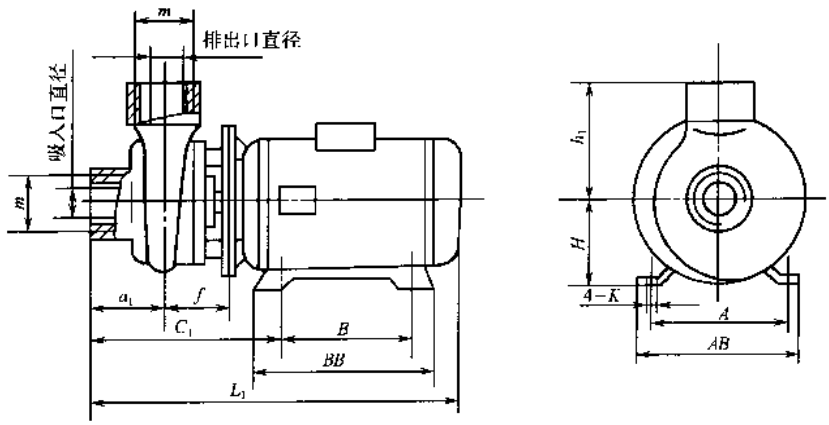


图 2

表 2 (mm)

a		f		h		A		B		C		H	
基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
56		60		85		112	±0.35	90	±0.35	116		71	
										164	±1.10		
										173			
63	±0.37	63	±0.60	100	±0.435	125		100		180		80	0
							±0.70		±0.70		±1.25		−0.50
71		67		120		140		125		190		90	
		71								198			

3.4 除特殊需要外，微型离心泵不应另设底座。

3.5 微型离心泵的吸入、排出口为法兰连接型式，符合 GB2535 的规定，如图 1 所示。也可以是内螺纹联接型式，符合 GB1415 的规定，如图 2 所示。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由合肥通用机械研究所起草。

中华人民共和国机械行业标准

自吸离心泵　型式与基本参数

JB/T7256－94

1　主题内容与适用范围

本标准规定了自吸离心泵（以下简称泵）型式与基本参数。

本标准适用于输送清水、液态食品、汽油、煤油、柴油和有腐蚀性液体等的泵。

被输送液体的最高温度为80℃。

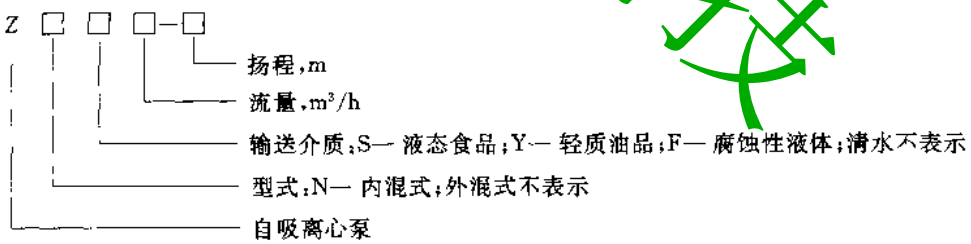
规定工作压力：$H \leqslant 50$m 时为0.6MPa；$H > 50$ m 时为1MPa。

2　型式

为卧式，单级单吸悬臂式。

3　型号

型号表示方法：



标记示例：

流量12.5m³/h、扬程32m的外混式自吸离心清水泵可表示为：

Z12.5－32

流量50 m³/h、扬程40m、输送轻质油品的内混式自吸离心泵可表示为：

ZNY50－40

4　基本参数

4.1　泵规定点的性能参数应符合表1的规定，表中数值为常温清水时的性能参数。泵的性能工作范围见图1。

环能油科技

表 1

型　号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $NPSHR$ (m)	自吸时间 t (s)
Z1.6-10	25	15	1.6	10		34		
Z1.6 12.5				12.5		31		
Z2.2--10	32	20	2.2	10		38		
Z2.2—12.5				12.5		35		
Z2.2—16				16		32		
Z3.2—10			3.2	10		42		
Z3.2—12.5				12.5		39		
Z3.2—16				16		36		
Z3.2 -20				20		33		
Z4.5—10	40	25	4.5	10		49	2.5	100
Z4.5—12.5				12.5		47		
Z4.5—16				16		44		
Z4.5 20				20		41		
Z4.5-- 25				25		38		
Z6.3 10			6.3	10		54		
Z6.3—12.5				12.5		52		
Z6.3 —16				16	1900	50		
Z6.3—20				20		47		
Z6.3—25				25		44		
Z6.3—32				32		41		
Z9--10	50	32	9	10		59	2.8	120
Z9--12.5				12.5		57.5		
Z9--16				16		55		
Z9--20				20		53		100
Z9—25				25		50		
Z9—32				32		47		
Z12.5--10			12.5	10		62		120
Z12.5—12.5				12.5		61		
Z12.5—16				16		59		
Z12.5--20				20		57		
Z12.5—25				25		54		100
Z12.5—32				32		52		
Z12.5—40				40		49		

万水节水科技

续表 1

型　号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $NPSHR$ (m)	自吸时间 t (s)
Z18—10	65	50	18	10	2900	66	3.2	150
Z18—12.5				12.5		65		
Z18—16				16		64		
Z18—20				20		62		
Z18—25				25		60		120
Z18—32				32		58		
Z18—40		40		40		55		
Z18—50				50		52		
Z25—10		50	25	10		67		150
Z25—12.5				12.5		67		
Z25—16				16		66		
Z25—20				20		65		
Z25—25				25		64		120
Z25—32				32		61		
Z25—40		40		40		59		
Z25—50				50		56		
Z25—63				63		53		
Z36—12.5	80	65	36	12.5		69.5	3.5	180
Z36—16				16		69.5		
Z36—20				20		68.5		
Z36—25				25		67.5		150
Z36—32				32		66		
Z36—40		50		40		63.5		
Z36—50				50		61		120
Z36—63				63		58.5		
Z50—12.5		65	50	12.5		71	3.8	180
Z50—16				16		71		
Z50—20				20		71		
Z50—25				25		70		150
Z50—32				32		69		
Z50—40		50		40		67		
Z50—50				50		65		120
Z50—63				63		63		

安水机电科技

续表 1

型　号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $NPSHR$ (m)	自吸时间 t (s)
Z50—80	80	50	50	80		60	3.8	120
Z71—16				16		72.5		180
Z71 20		80		20		72.5		
Z71—25				25		72.5		150
Z71—32				32		71.5	4.5	
Z71—40			71	40		70.5		
Z71—50		65		50		69		120
Z71—63				63		66.5		
Z71—80	100			80		64		
Z100 20				20		74		180
Z100 25		80		25		74		150
Z100—32				32		74		
Z100—40			100	40	2900	73	5.5	
Z100 50		65		50		72		120
Z100—63				63		70		
Z100—80				80		68		
Z140—32		80		32		74		180
Z140—40				40		74		
Z140 50			140	50		73	6.2	
Z140—63	125			63		72		150
Z140—80		100		80		70.5		
Z200—50				50		76		180
Z200—63			200	63		75	7	150
Z200—80				80		74		
Z140—32				32		70.5		260
Z140—40				40		68.5		
Z140—50			140	50		65.5	3.2	
Z140—63	150			63	1450	62		200
Z140—80		125		80		59		
Z200—50				50		70		260
Z200—63			200	63		67	3.5	200
Z200—80				80		64		

注：配单相电动机时，转速为 2820r/min。

红光机电科技

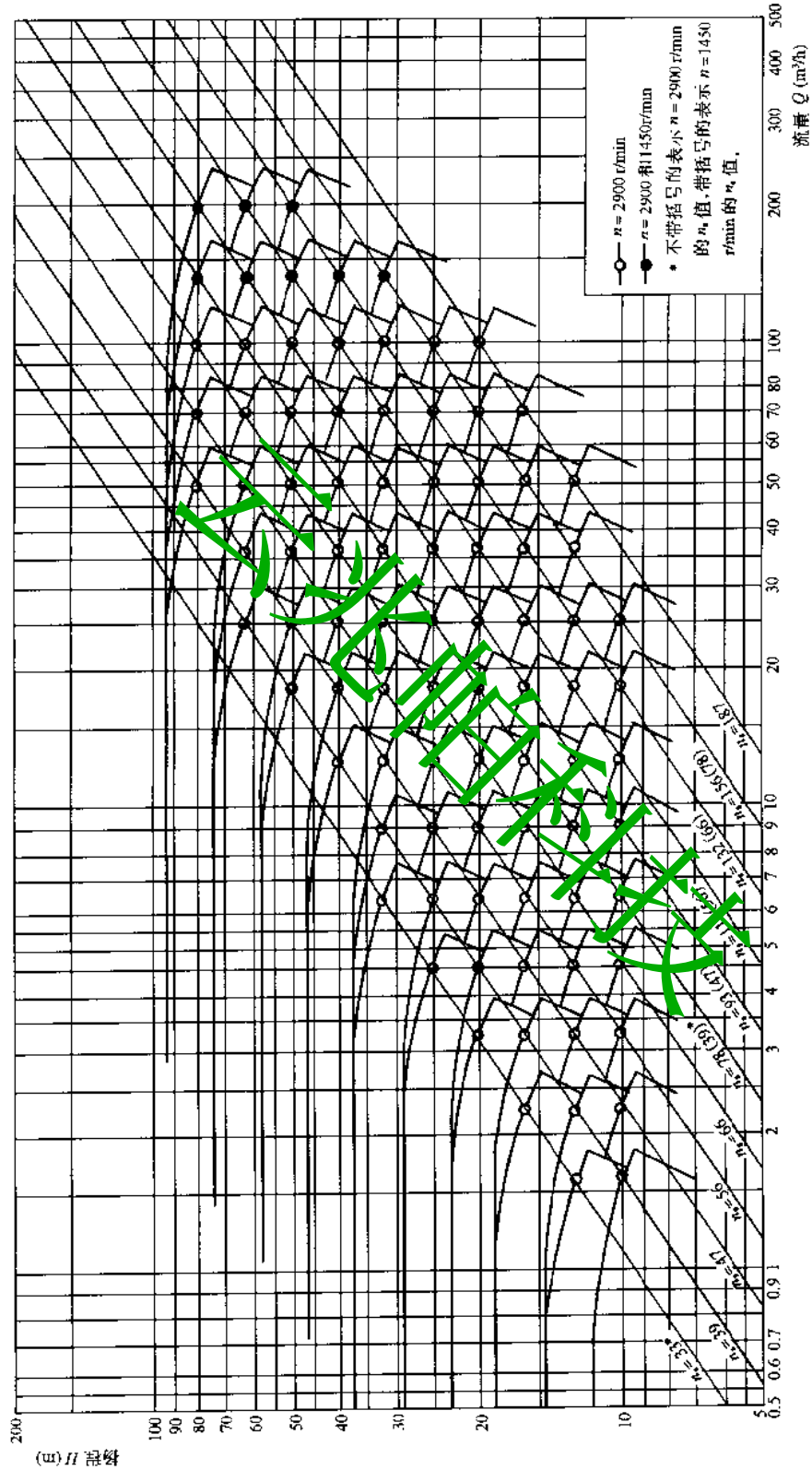


图 1 自吸离心泵性能范围

安全标准技术

4.2 采用不锈钢材料时泵的效率按表1中数值降低3个百分点。

4.3 自吸时间 t 应符合下列规定的条件：

a. 自吸高度应符合表2的规定；

表2

流量 Q (m^3/h)	≤100	>100～140	>140～200	
转速 n (r/min)	2900			1450
自吸高度 h (m)	5	4	3	5

b. 泵的吸入管路内径应与吸入口直径相同；

c. 吸入管路水平段的长度不大于0.5m；

d. 吸入管路有效长度应大于规定自吸高度，但不应超过0.5m。

5 旋转方向

从驱动端看，规定泵为顺时针方向旋转，需要时也可做成逆时针方向旋转。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：周绍珩。

万水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

自吸泵　型式与基本参数

JB/T6664.1—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了自吸泵的术语、型式、型号和基本参数等。

本标准适用于流量为2～200m³/h、扬程为8～100m，配套功率为0.25kW及以上的自吸泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB6956	喷灌机械　名词术语
JB/T6664.2	自吸泵　技术条件

3　术语

自吸泵的一般术语应符合GB6956的规定。

3.1　自吸高度

从静止液面到泵入口中心线的几何高度，单位为m。

3.2　规定自吸高度

在规定试验条件下，泵在规定工况点运行时不产生汽蚀现象，确保实现的自吸高度，单位为m。

3.3　自吸时间

在规定试验条件下，泵从起动开始连续运转到泵出口开始连续输出液体所需要的时间，单位为s。

3.4　规定自吸时间

规定自吸高度下测得的自吸时间，单位为s。

4　型式

4.1　按泵配套动力机类型分为：

a. 电动机配套自吸泵；

b. 柴油机配套自吸泵。

4.2 按泵实现自吸功能的结构分为：

a. 内混式；

b. 外混式；

c. 水环轮式；

d. 其他型式。

4.3 传动与转向

4.3.1 传动方式分为：

a. 直联传动（包括同轴）；

b. 皮带传动。

4.3.2 旋转方向

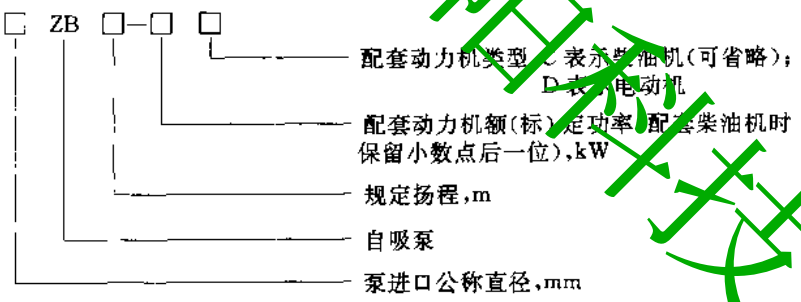
直联传动的自吸泵从叶轮进口方向看叶轮为逆时针方向旋转；

皮带传动的自吸泵从叶轮进口方向看叶轮为顺时针方向旋转。

5 型号

5.1 型号表示方法

泵的型号由大写拉丁字母和阿拉伯数字等组成，其意义如下：



5.2 标记示例

泵进口公称直径为50mm、规定扬程为25m、配套动力机为标定功率2.94kW柴油机的自吸泵，其标记为：

50ZB25—2.9C

6 基本参数

6.1 在JB/T6664.2规定的条件下，输送常温清水时泵规定基本参数：柴油机配套自吸泵应符合表1的规定；电动机配套的自吸泵应符合表2的规定。

6.2 当泵的流量、扬程或转速等基本参数不符合表1、表2的规定时，其他参数应符合下列规定。

6.2.1 泵规定效率应不低于根据图1（或表3）、图2（或表4）得出的计算值。

6.2.2 泵规定临界汽蚀余量值应不大于与表1、表2中扬程和比转数相同（或相近）的泵

万水节水科技

的规定值。

表 1

序号	型号	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	规定自吸高度 (m)	规定自吸时间 (s)	比转数
1	50ZB30—2.2C	10	30	2400	47	2.21	3.0			36
2	50ZB25—2.4C	15	25	2600	56	2.43	2.8	5.0	100	54
3	50ZB35—2.9C		35		58	2.94	3.0			52
4	50ZB45—4.4C		45		52	4.41	2.8			35
5	50ZB40—4.1C	18	40		53		3.1			42
6	50ZB20—2.2C	20	20	2400	63	2.21	3.0	4.5	120	69
7	50ZB25—2.9C		25	2600	60	2.94				63
8	50ZB35—3.7C		35	3000	58	3.68	3.5			57
9	50ZB45—5.5C		45	2400	53	5.51	3.0	5.0	160	38
10	65ZB50—5.9C		50		51	5.88	3.1			35
11	65ZB25—3.7C	25	25	3000	64	3.68	3.3			81
12	65ZB30—4.4C		30	2900	61	4.41	3.2		140	61
13	65ZB15—2.2C		15	2400	65	2.21		4.0	180	78
14	65ZB20—2.9C	30	20	2600	67	2.94	3.3	4.5		92
15	65ZB25—4.4C		25		65	4.41		5.0	160	77
16	65ZB35—5.9C		35	2900	66	5.88	3.5		140	67
17	65ZB55—8.8C	30	55	2900	61	8.82	3.5	5.0	120	47
18	65ZB60—11C		60		59	11.0	3.6			44
19	80ZB10—2.2C	40	10	2400	67	2.21	3.1	3.0	180	164
20	80ZB15—2.9C		15	2600	70	2.94		4.0		131
21	80ZB30—5.9C		30		67	5.88	3.5		160	87
22	80ZB40—8.8C		40	2900	66	8.82		5.0	140	70
23	80ZB50—11C		50		63	11.0	3.6			59
24	80ZB12—2.9C	50	12	2600	71	2.94	3.7	3.5	200	173
25	80ZB15—3.7C		15			3.68	3.6	4.0	180	146
26	80ZB20—4.4C		20			4.41		4.5		118
27	80ZB25—5.9C		25			5.88	3.8			111
28	80ZB35—8.8C		35		69	8.82	3.7	5.0	160	87
29	80ZB40—11C		40		68	11.0	3.6			78
30	90ZB20—5.9C	60	20	2900	72	5.88	4.2	4.0	180	145
31	90ZB30—8.8C		30			8.82	4.0			107
32	90ZB35—11C		35		70	11.0	3.9	5.0	170	94
33	100ZB30—11C	70	30		72		4.2		180	115
34	100ZB12.5—4.4C		12.5	2600		4.41	4.5	3.5		212
35	100ZB15—5.9C	80	15		73	5.88	5.0	4.0	200	207
36	100ZB25—8.8C		25			8.82	4.5	4.5		141
37	125ZB12.5—5.5C	90	12.5	2900	71	5.51	5.4	3.5	210	254
38	125ZB25—11C		25		74	11.0	4.5	4.5	200	149
39	125ZB20—8.8C	100	20			8.82	4.8	4.0	220	181
40	125ZB15—8.8C	120	15		73		6.0	3.0	230	253
41	150ZB15—11C	140			72	11.0	6.3		240	273

6.2.3 泵配套动力机的功率备用系数应在1.1～1.4之间，电动机取上限值。

6.2.4 泵规定自吸高度应不小于与表1、表2中规定的扬程和流量相同（或相近）的泵的

下表

表2

序号	型号	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套功率(kW)	临界汽蚀余量 (m)	规定自吸高度 (m)	规定自吸时间 (s)	比转数
1	25ZB15—0.37D	2	15		26	0.37	2.8	3.5		32
2	25ZB10—0.25D	3	10		41	0.25	2.5	3.0		53
3	32ZB18—0.55D		18		33	0.55		4.0		34
4	32ZB12.5—0.37D	3.5	12.5		41	0.37	2.8	3.5	100	48
5	32ZB20—0.75D		20	2820	35	0.75		4.0		34
6	40ZB10—0.37D		10		53	0.37		3.0		75
7	40ZB12.5—0.55D	6	12.5		50	0.55	3.0	3.5		63
8	40ZB22—1.1D		22		44	1.1	2.8	4.5		41
9	50ZB15—1.1D		15		60	1.1		4.0		80
10	50ZB20—1.5D	12.5	20			1.5	3.0	4.5	110	66
11	50ZB35—3D		35	2900	5	3		5.0	100	43
12	50ZB55—5.5D		55		45	5.5				31
13	65ZB8—1.1D		8	2820	67			3.5		186
14	65ZB18—2.2D		18		66	2.2	3.3	4.0	150	101
15	65ZB25—3D	25	25		64	3			140	79
16	65ZB50—7.5D		50		57	7.5				47
17	65ZB80—15D		80		51	15			120	33
18	65ZB100—18.5D		100		48	18.5		5.0		28
19	65ZB35—5.5D	30	35		64	5.5	3.5		140	67
20	65ZB60—11D		60	2900	57	11			120	44
21	65ZB18—3D		18		69	3		4.0	180	119
22	65ZB40—7.5D	35	40		64	7.5			140	66
23	65ZB55—11D		55		60	11		5.0	130	52
24	80ZB12.5—2.2D		12.5		70	2.2	3.6	3.5	180	188
25	80ZB25—5.5D	40	25		69	5.5	3.5		160	100
26	80ZB50—11D		50		63	11	3.6	5.0	140	59

行业标准技术

续表 2

序号	型号	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套功率(kW)	临界汽蚀余量(m)	规定自吸高度(m)	规定自吸时间(s)	比转数
27	80ZB100—22D	40	100	2900	55	22	3.6	5.0	180	36
28	80ZB30—7.5D	15	30		69	7.5	3.8		160	92
29	80ZB8 2D		8		68	2.2	4.3			265
30	80ZB12.5 3D		12.5		71	3	4.0	3.5	190	186
31	80ZB32—7.5D		32		69	7.5	3.6	5.0	170	93
32	80ZB40 11D	50	40		68	11			160	78
33	80ZB55 15D		55		65	15			150	62
34	80ZB65—18.5D		65		63	18.5	3.4		140	54
35	80ZB80—22D		80		61	22	3.5			47
36	80ZB20 5.5D	55	20		72	5.5	4.0	4.5	180	138
37	90ZB35—11D	60	35		70	11	3.9		170	94
38	90ZB25—7.5D	65	25		72	7.5	4.1	5.0	180	127
39	90ZB65—22D		65			22	3.8		160	62
40	100ZB15 5.5D	70	15		72	5.5	4.6	4.0	190	194
41	100ZB30 11D		30			11	4.2		180	115
42	100ZB40 15D		40		71	15	4.1			93
43	100ZB25—7.5D	75	25		73	7.5	4.4	5.0		137
44	125ZB65 30D	95	65		70	30	4.7			76
45	125ZB95 45D		95		66	45	4.4		170	57
46	125ZB12.5—5.5D	100	12.5		71	5.5	4.8	3.5	220	265
47	125ZB25—11D		25		74	11	5.2	4.5	210	158
48	125ZB32 15D		32			15	5.1	5.0		133
49	125ZB50—22D		50		72	22	5.7		190	93
50	125ZB15—7.5D	110	15		73	7.5	6.0	3.0	230	243
51	150ZB15—11D	140			72	11	6.3		240	273
52	150ZB25—15D		25		75	15	5.7	4.0		186
53	150ZB10 7.5D	150	10	1450		7.5	3.6	3.0		192
54	200ZB20—18.5D	200	20	2900	74	18.5	6.5		250	263

立水临东科技

规定值；规定自吸时间不大于与表 1、表 2 中规定的扬程和流量相同（或相近）的泵的规定值。

6.2.5 泵的其他技术要求应符合 JB/T6664.2 的规定。

6.3 泵基本参数的偏差应符合 GB3216 中 C 级的规定，但临界汽蚀余量不得有下偏差。

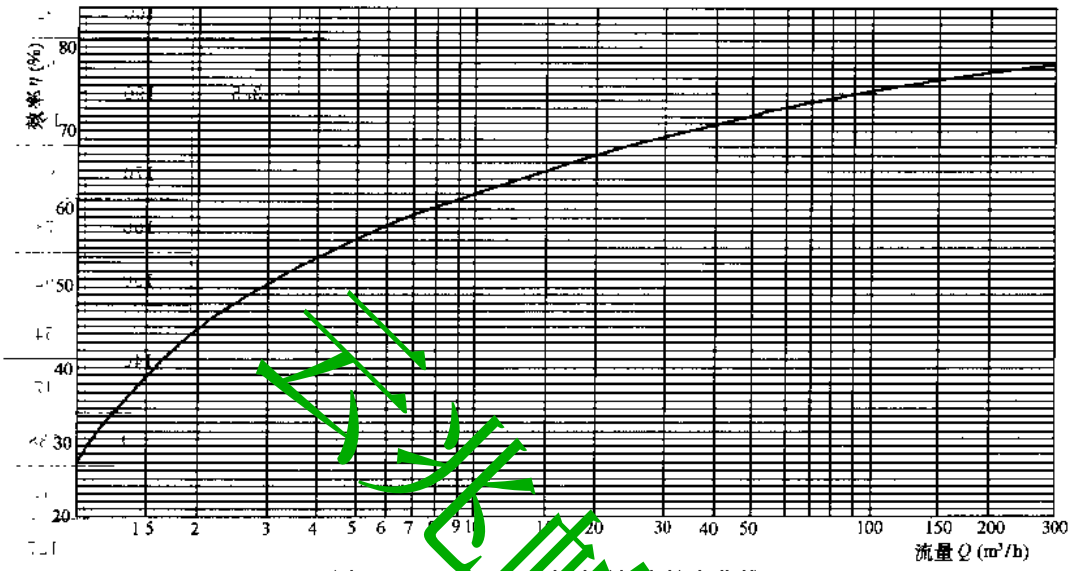


图 1 n_s=130～160 自吸泵规定效率曲线

表 3 n_s=130～160 自吸泵规定效率值

Q (m³/h)	1.5	2	3	6	10	12	15	18	20
η (%)	38.0	43.0	49.0	56.5	61.0	62.0	64.0	65.5	66.0
Q (m³/h)	22	25	30	35	40	45	50	60	70
η (%)	66.5	67.0	68.5	69.0	69.7	70.0	71.0	72.0	72.5
Q (m³/h)	80	90	100	110	120	140	160	200	300
η (%)	73.0	73.5	74.0	74.5	75.0	75.5	75.7	76.5	77.5

表 4 n=30～130、n=160～280 自吸泵规定效率修正值

n_s	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
$\Delta\eta$ (%)	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.2	11.5	10.5	10.0	9.5
n_s	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72
$\Delta\eta$ (%)	9.0	8.5	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.7	5.2	4.9	4.5
n_s	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94
$\Delta\eta$ (%)	4.1	3.7	3.5	3.2	3.0	2.7	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7
n_s	96	98	100	105	110	120	130	160	170	180	190
$\Delta\eta$ (%)	1.5	1.3	1.1	0.8	0.5	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5
n_s	200	210	220	230	240	250	260	270	280	—	—
$\Delta\eta$ (%)	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0		

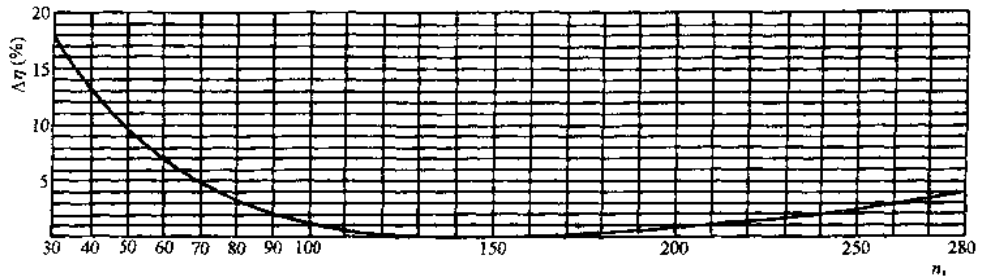


图 2 $n=30\sim130$、$n=160\sim280$ 自吸泵规定效率修正曲线

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、中国农业机械化科学研究院负责、湖南省农业机械研究所参加起草。

本标准主要起草人：王文林、韩文俊、李志鹏、边秋力。

泛华伯科技

中华人民共和国机械行业标准

自吸泵　技术条件

JB/T6664.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了自吸泵的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装等。

本标准适用于流量为2～200m^3/h，扬程为8～100m，配套功率为0.25kW及以上的自吸泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB977	灰铸铁　机械性能试验方法
GB1031	表面粗糙度　参数及其数值
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
GB1801	公差与配合　尺寸至500mm　孔、轴公差带与配合
GB1804	公差与配合　未注公差尺寸的极限偏差
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB5084	农田灌溉水质标准
GB5661	轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB6414	铸件尺寸公差
GB9239	刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装　通用技术条件
JB/T4297	泵产品　涂漆技术条件
JB/T6664.1	自吸泵　型式与基本参数
JB/T6664.3	自吸泵自吸性能　试验方法

云水自动科技

3 技术要求

3.1 一般要求

3.1.1 泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 泵的最高工作压力不得大于 1.5MPa。

3.1.3 泵适用于输送常温清水或水质符合 GB5084 规定的水，被输送液体的温度低于 40℃。

3.1.4 制造厂应给出每台泵的性能曲线（扬程、效率、轴功率、汽蚀余量对流量的关系曲线）、规定自吸高度、规定自吸时间。泵的使用范围推荐为 $0.7Q_{sp}$～$1.2Q_{sp}$（Q_{sp}为规定点的流量）。

3.1.5 配套动力机的功率备用系数为 1.1～1.4。

3.2 工作性能

3.2.1 泵规定性能点的流量、扬程、效率、规定自吸高度、规定自吸时间和临界汽蚀余量应符合 JB/T6664.1 的规定。

3.2.2 泵规定性能的偏差应符合 GB3216 中 C 级的规定，但临界汽蚀余量不得有下偏差。

3.2.3 当测得水泵的规定性能点的效率高于规定值，而流量、扬程未满足 GB3216 的要求时，允许将扬程的规定值按式（1）进行修正，并以修正后的扬程值为规定扬程值重新判别。

$$H'_{sp}=H_{sp}\times\eta'_{sp}/\eta_{sp} \quad (1)$$

式中 H'_{sp}——修正后的扬程规定值，m；

H_{sp}——扬程规定值，m；

η'_{sp}——效率实测值，%；

η_{sp}——效率规定值，%。

3.3 结构

3.3.1 泵的结构型式应符合 JB/T6664.1 的规定。

3.3.2 泵的进、出口法兰公称压力：当泵工作压力小于等于 0.4MPa 时为 0.6MPa；当泵工作压力大于 0.4MPa 时为 1.6MPa。法兰连接尺寸应符合有关标准的规定。

3.3.3 泵应设泄水孔。

3.3.4 泵轴两端的中心孔应保留，泵轴上的螺纹旋向应保证泵轴按规定方向旋转时使螺母拧紧。

3.3.5 泵轴上应装有挡水圈。

3.4 密封形式

3.4.1 泵的叶轮进口采用圆柱面径向密封，配合精度等级为 H9/c9。

3.4.2 轴封可采用机械密封、骨架橡胶油封或软填料密封，轴封的空腔尺寸应符合 GB5661 的规定。

3.4.3 采用软填料密封或骨架橡胶油封时，轴上应有护轴套，轴套表面不得有擦痕、锈斑等缺陷。

3.5 轴承与润滑

3.5.1 泵采用深沟球轴承。

万方数据知识服务平台

3.5.2 轴承的使用温度不得超过环境温度 40℃，最高工作温度不得超过 75℃。

3.5.3 轴承采用油脂润滑。

3.6 联轴器或皮带轮

3.6.1 泵可通过弹性联轴器由原动机直接驱动，这时泵和原动机应有共同底座，并应设置联轴器护罩。

联轴器的两个半体应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动。联轴器的安装精度应符合有关标准的规定。

3.6.2 泵也可通过皮带轮由原动机驱动，皮带轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动，并应设防护装置。

3.7 材料与外购件

3.7.1 泵用所有材料必须有厂方合格证或质量保证书方可使用。

3.7.2 泵叶轮、泵体、密封环、泵盖、轴承体和轴套等应采用性能不低于 GB9439 中规定的 HT200 的材料制造。

3.7.3 泵轴应采用性能不低于 GB699 中规定的 45 钢的材料制造，并应进行调质处理。

3.7.4 泵配套管道及附件的连接尺寸应与泵进、出口的尺寸相匹配，管路的直径应能保证泵在规定流量点工作时，管路内流速为经济流速。

3.7.5 外购件必须具有合格证或有效的质量保证证明文件。

3.8 铸件质量和尺寸偏差

3.8.1 铸件的技术要求应符合 GB9439 的规定。

3.8.2 铸件的铸造尺寸偏差应符合 GB6414 的规定。

3.9 公差与配合、表面粗糙度

3.9.1 与轴承配合的轴颈的配合精度为 GB1801 中规定的 6 级，表面粗糙度为 GB1031 中规定的 1.6μm。

与轴配合的叶轮、皮带轮、联轴器内孔和轴承体内孔、与叶轮配合的轴颈的配合精度为 GB1801 中规定的 7 级，表面粗糙度为 GB1031 中规定的 3.2μm。

3.9.2 各主要结合面如止口、轴套、密封环内、外圆表面、轴肩等的配合，孔为 8 级、外圆表面为 7 级，表面粗糙度为 GB1031 中规定的 6.3μm。

3.9.3 未注公差的机械加工尺寸的极限偏差应符合 GB1804 的规定，一般孔为 H14、轴为 h14、长度为 Js14。

3.10 表面形状与位置公差

泵叶轮、泵体、密封环、泵盖、轴、轴承体和轴套等主要零件配合表面的形状与位置公差为 GB1184 中规定的 8 级。

3.11 静平衡

3.11.1 中轮、联轴器和皮带轮等转动件均应进行静平衡。平衡品质等级应不低于附录 A（补充件）中 G6.3 级的规定。平衡件的许用不平衡量不得大于式（2）的计算值：

$$U_{per} = e_{per} \cdot W \tag{2}$$

式中：U_{per} 许用不平衡量，g·mm；

W——平衡件重量，kg；

万方数据 万方数据科技

e_{per}——许用不平衡度，g·mm/kg。

3.11.2 可按图样规定切去多余金属求得平衡。对叶轮其盖板被切去的厚度不得超过原厚度的三分之一。

3.11.3 当由式（3）计算平衡件最大外径处的平衡重量小于 3g 时，按 3g 计。

$$\Delta W = \frac{U_{per}}{D} \tag{3}$$

式中：U_{per}——许用不平衡量，g·mm；

ΔW——最大外径处平衡重量，g；

D——平衡件最大外径，mm。

3.12 水（气）压试验

泵体等承受水压的零部件均应进行水（气）压试验。在规定试验条件下的试验过程中不应有渗漏现象。

3.13 振动与噪声

3.13.1 泵在规定工作范围内工作时的噪声应符合 GB10890 中 C 级的规定。

3.13.2 泵在规定工作范围内工作时的振动烈度应符合 GB10889 中 C 级的规定。

3.13.3 在满足 3.11.1～3.11.3 规定的条件下，可不进行振动与噪声的测定。

3.14 装配与涂漆

3.14.1 泵所有零件必须经检验合格后方可进行装配。

3.14.2 装配前必须清除叶轮、泵体流道内和轴承体内的铁屑、积砂、疙瘩。与水接触的非加工表面应涂防锈底漆，与水接触的加工表面应涂防锈油脂，轴承体内非加工表面应涂耐油磁漆。

表 1 （mm）

公称直径	径向圆跳动	
	叶轮进口密封外圆面	轴套外圆面
≤50	0.05	0.04
>50～120	0.07	0.06
>120～260	0.08	0.07
>260～500	0.09	0.08

3.14.3 装配好的转子部件的径向圆跳动不得超过表 1 的规定。

3.14.4 装配好的泵在未装填料时，用手转动转子应平稳灵活、无卡滞、碰擦等现象。

3.14.5 清除泵外表面铁锈和油污，涂上底漆与面漆，如用户要求还应打腻子，涂漆应符合 JB/T4279 的规定。外露加工表面应涂防锈油脂。

3.14.6 经防锈处理和表面涂漆后，泵进、出口应加封。

3.14.7 泵试验合格后，应除净泵内积水，并重新进行防锈处理。

3.15 可靠性

3.15.1 泵在规定工作范围内运行时，平均首次故障前工作时间应不小于 1500h。

3.15.2 进行可靠性试验时，除按制造厂规定的要求进行维护保养，并按规定时间更换易损件外，不允许更换其他零部件。

4 试验方法

4.1 材料的化学成份分析和力学性能试验按 GB977、GB9439 和 GB699 等有关标准的规定进行。

非供应标准文件

4.2 泵的流量、扬程、效率和汽蚀余量等性能的测定按 GB3216 的规定进行。

4.3 泵自吸性能的测定按 JB/T6664.3 的规定进行。

4.4 泵的噪声的测定按 GB10890 的规定进行。

4.5 泵的振动的测定按 GB10889 的规定进行。

4.6 水（气）压试验：给承受水压的零部件施加其工作压力 1.5 倍的试验压力，压力持续时间不得少于 5min，观察试验过程中有无渗漏现象。

4.7 静平衡试验按 GB9239 的规定进行。

4.8 可靠性试验按有关可靠性试验评定方法标准的规定进行。

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的泵应经出厂检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a. 检验外观与涂漆质量；

b. 检查装配质量；

c. 静平衡试验；

d. 水（气）压试验；

e. 检查是否有防护装置（配套动力机出厂时）；

f. 测定泵规定性能点的流量、扬程、轴功率和效率；

g. 测定规定自吸高度和规定自吸时间；

h. 运转试验：泵在规定转速及工作范围工况点持续运转至少 30min，检查运转是否平稳、运转过程中有无异常振动和噪声及检查轴承温升和轴封泄漏量等情况。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB2818 的规定。可采用正常检查一次抽样方案，检查批为产品月（或日）产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅰ，合格质量水平（AQL）为 4.0；也可由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 批量生产的产品，周期性的检验时（每年至少进行一次）；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合 GB2818 的规定。推荐采用正常检查一次抽样方案，检查批应满足样本大小至少为 2 台，检查水平为特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5。

云水信息科技

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

应在泵明显的部位牢固地设置产品标牌，标牌的尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定，其内容应包括：

a. 制造厂名称和商标；

b. 泵的名称和型号；

c. 泵规定的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、配套动力机额（标）定功率（kW）、临界汽蚀余量（m）、规定自吸高度（m）、规定自吸时间（s）和泵重量（kg）；

d. 出厂日期和出厂编号。

6.1.2 旋转方向

应在明显的位置用红色箭头标出泵的旋转方向。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应按 GB/T13384 的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。

6.2.2 包装箱内应有下列随机附件、文件，文件应封存在防水的袋内：

a. 随机所供给的备附件及专用拆装工具；

b. 产品合格证和产品使用说明书；

c. 装箱单；

d. 其他与使用有关技术资料。

6.2.3 包装箱外表的标志应清晰完整，标志一般应包括下列内容：

a. 收货单位和地址；

b. 制造厂名称和商标；

c. 产品名称和型号；

d. 包装箱外形尺寸（长×宽×高），mm；

e. 毛重，kg；

f. 运输标志；

g. 发货日期。

6.2.4 应采取措施保证泵在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏。

6.3 贮存

泵在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏。

7 成套范围和保证事项

7.1 成套范围

用户可以根据需要订购下列产品成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中说明：

a. 装配完整的泵；

b. 配套动力机；

c. 附件：进、出口接头、联轴器、机架、防护装置（罩）等；

万维值得科技

d. 地脚螺栓；

e. 必需的易损件（机械密封、骨架橡胶油封、轴套等）；

f. 装拆专用工具。

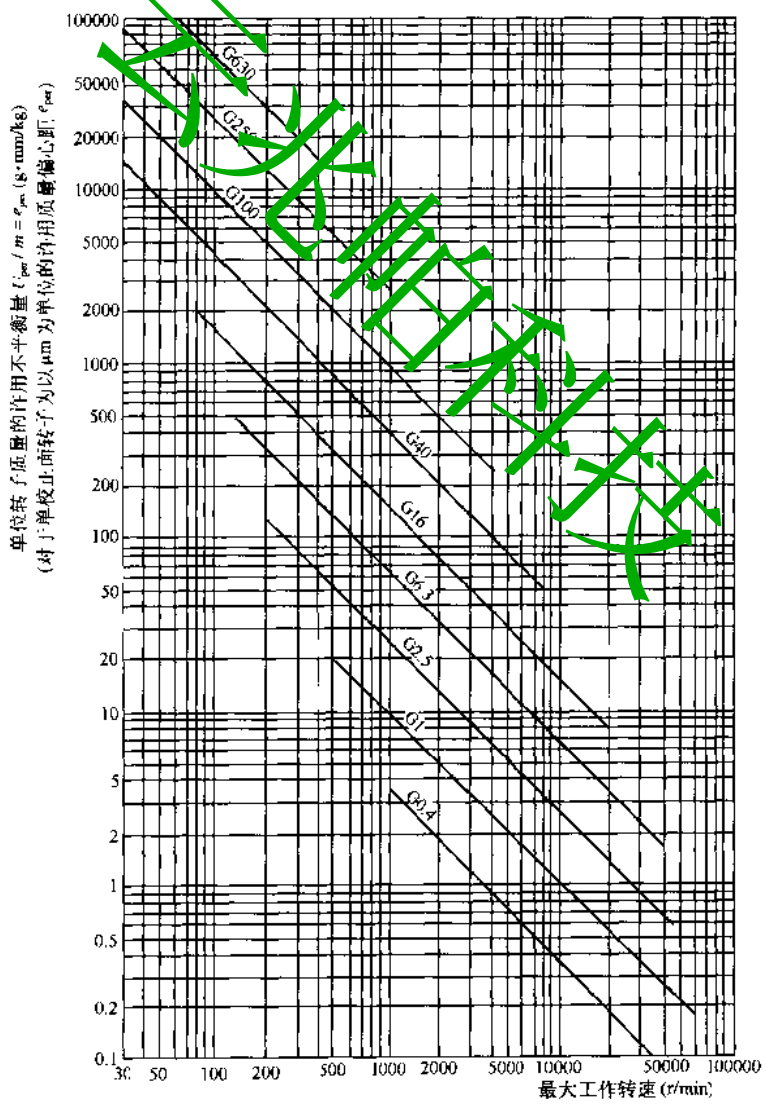
7.2 保证事项

在用户遵守泵的运输、保管、安装和使用说明书规定的条件下，从制造厂发货日期起，在18个月内，累计运转不超过12个月，如产品确因制造不良发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户更换或修理，但易损件损坏时，不在此限。如双方对产品质量发生争议时，应提交有关质量监督部门仲裁。

附 录 A

对应各平衡品质等级的最大许用不平衡度

（补充件）



附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院和江苏工学院排灌机械研究所负责、湖南省农业机械化研究所参加起草。

本标准主要起草人：杨建华、韩文俊、王文彬、李志鹏。

云水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

自吸泵自吸性能　试验方法

JB/T6664.3 -93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了自吸泵自吸性能试验仪器仪表、装置、条件、程序、试验结果的计算分析和试验报告等。

本标准适用于自吸泵。

2　试验仪器仪表

2.1　试验用仪器仪表均应有有效的检定证书或报告。

2.2　试验用仪器仪表的精度要求如下：

a. 转速表的精度应能保证其测量系统误差为±1.0%；

b. 秒表的精度应能保证其测量范围偏差为±1.0%；

c. 皮尺和标尺的精度应能保证其测量范围偏差为±1.0%。

3　试验装置和试验条件

3.1　泵进口应装有与进口直径相同的吸水管，进口水平管段的长度不得大于0.5m，进水管下端应有滤网但无底阀。

吸水管有效长度应大于规定自吸高度，但超过部分不大于0.5m。

3.2　泵出口应装有同泵实际工作时相同的出水管。

3.3　试验动力为电动机或柴油机，采用直接驱动或间接驱动。

3.4　试验过程中进水管路应密封。

3.5　试验液体为低于40℃的清水，环境温度为20±15℃，相对湿度应不大于80%，大气压力不低于0.0966MPa。

3.6　试验应在规定转速下进行(转速波动率为±2%)，水泵起动10s后必须达到规定转速。若不能在规定转速下进行，实测转速与规定转速的偏差为±3%。

3.7　应在规定试验条件下采用直接法试验，不允许采用等效排气法或转速换算法。

3.8　在泵自吸过程中，试验用水池的水源液面高度应保持不变。

3.9　试验前应使进水管路处于环境压力下。

江水泵科技

3.10 若试验过程中采用透明旁通监测管时，其内径不得大于10mm，并与垂直安装的标尺平行安装。

4 试验程序

4.1 规定自吸高度自吸时间的测定。

4.1.1 按试验要求安装被试水泵，并调整使其处于正常工作状态，记录其基本技术参数入表1。

表1 基本技术参数表

试验单位： 样机编号：

试验日期： 试验地点：

名称及型号				出厂日期	
制造厂名称				出厂编号	
流量（m^3/h）		扬　程（m）		转　速（r/min）	
轴功率（kW）		规定效率（%）		规定自吸高度（m）	
重量（kg）		出转速		临界汽蚀余量（m）	
规定自吸高度自吸时间（s）				配套动力机类型	

记录人：

4.1.2 起动前向被试水泵内注入足够的水，起动水泵，并记录起动开始连续运转时的时间入表2。

表2 规定自吸高度自吸时间测定记录表

名称及型号： 制造单位：

样机编号： 试验日期： 试验地点： 试验单位：

液体温度： 环境温度： 相对湿度： 大气压力：

项　目	试验次序和测定值			
	第一次	第二次	第三次	
起动连续运转开始时间（s）				
开始连续出水时间（s）				
规定自吸高度自吸时间（s）				

测定人： 记录人：

4.1.3 测量被试水泵的转速，记录水泵出口开始连续出水的时间。

4.1.4 被试水泵连续出水后停机。

4.1.5 停机1～2min并确信被试水泵满足3.9条后，起动被试水泵，重复4.1.2～4.1.4条的步骤二次，试验数据记入表2。

4.2 自吸性能曲线的测定

分别将被试水泵安装在水面到最大自吸高度间至少6个不同的自吸高度上，重复4.1条规定的试验，试验数据记入表2。

行业标准

4.3 全部试验结束后应排净泵内积水，并进行防锈处理。

5 试验结果的计算与分析

5.1 规定自吸高度自吸时间

按式（1）计算规定自吸高度自吸时间：

$$t_s = \frac{\sum_{i=1}^{3}(T_{i2} - T_{i1})}{3} \tag{1}$$

式中：T_{i1}——第 i 次试验被试水泵起动开始连续运转时间，s；

T_{i2}——第 i 次试验被试水泵开始连续出水时间，s；

t_s——规定自吸高度自吸时间，s。

表 3 自吸性能曲线测定记录表

名称及型号： 制造单位：

样机编号： 试验日期： 试验地点： 试验单位：

液体温度： 环境温度： 相对湿度： 大气压力：

项目			起动连续运转开始时间（s）	开始连续出水时间（s）	自吸时间（s）	自吸性能曲线
自吸高度		1				
		2				
		3				
		1				
		2				
		3				
		1				
		2				
		3				
		1				
		2				
		3				
		1				
		2				
		3				
		1				
		2				
		3				

测定人： 记录人：

工业和科技

5.2 自吸性能曲线

参照式（1）分别计算不同自吸高度下的自吸时间，以自吸时间为横坐标、自吸高度为

纵坐标绘制被试水泵的自吸性能曲线。

6 试验报告

试验结束后应将泵自吸性能试验结果整理汇总，提出试验报告（当与泵的其他性能试验同期进行时可合编试验报告），其应主要包括以下内容：

a. 试验概述：样机名称、型号、台数、制造厂及出厂日期等；

b. 试验目的、要求，试验时间、地点、参加试验单位和人员等；

c. 样机主要技术性能参数；

d. 试验条件；

e. 试验记录、计算结果和分析；

f. 改进意见和建议；

g. 结论；

h. 附件。

附加说明：

本标准由机械电子工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由江苏工学院排灌机械研究所、湖南省农业机械研究所负责、中国农业机械化科学研究院参加起草。

本标准主要起草人：王文彬、张咸胜、李志鹏、龚传炳。

万方数据科技

中华人民共和国机械行业标准

长轴离心深井泵　型式与基本参数

JB/T3564　92（代替 JB3564—84）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了长轴离心深井泵（以下简称“泵”）的型式、基本参数和尺寸。

本标准适用于从水井中提水的泵。泵的井下部分最大外径尺寸不大于 700mm，最大下井深度不大于 200m。

2　引用标准

JB/T443　长轴离心深井泵　技术条件

JB/T3565　长轴离心深井泵　效率

3　型式与基本参数

3.1　结构型式

泵为立式、多级（含单级）离心泵；

a. 按叶轮结构分为闭式和半开式；

b. 按壳体结构分为导流壳式和导叶式；

c. 按传动方式分为立式电动机直接传动和卧式电动机或内燃机通过带轮或齿轮箱传动。

3.2　基本参数

3.2.1　基本参数和主要尺寸应符合表的规定。

表中的流量、单级扬程为泵工作部件的数值，它不包括扬水管内的损失。

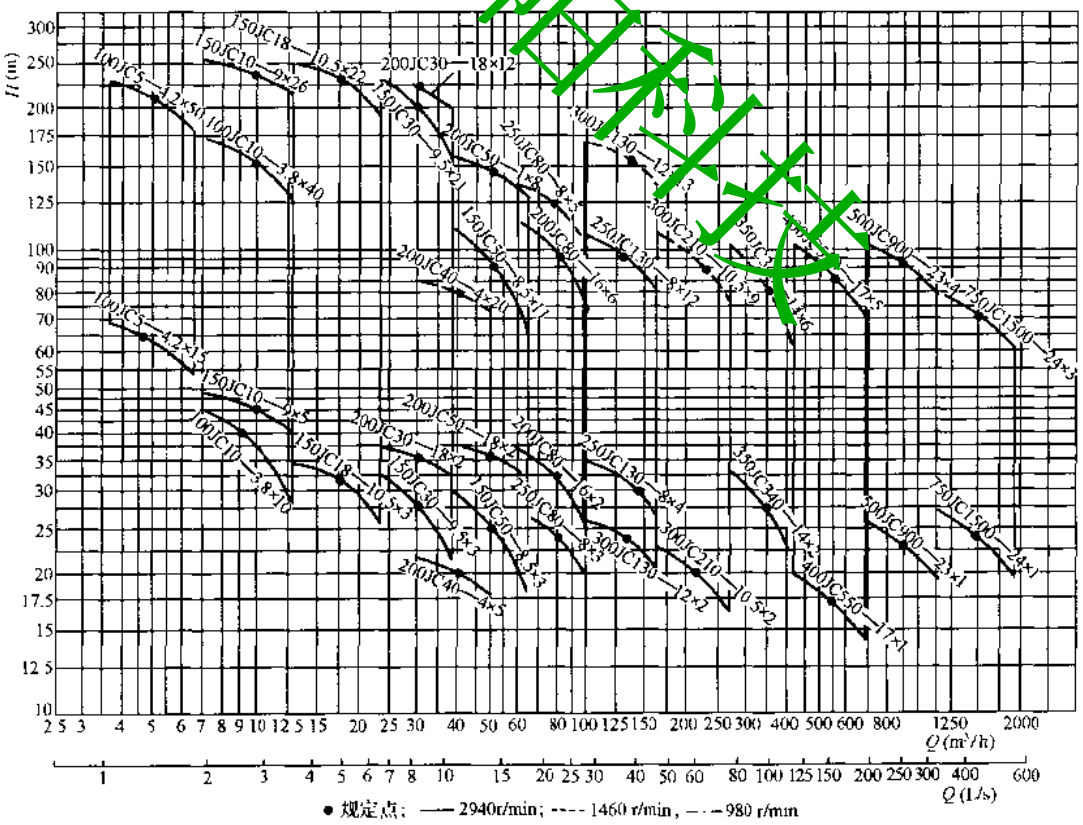
型　号	流　量 Q		单级扬程 H_i (m)	级数 i	转　速 n (r/min)	井下部分最大外径 (mm)	扬水管外　径 (mm)	比转速 n_s
	(m^3/h)	(L/s)						
100JC5—4.2	5	1.39	4.2	15～50	2940	92	76	136
100JC10—3.8	10	2.78	3.8	10～40				207
150JC10—9			9.0	5～26		142	89	110
150JC18-10.5	18	5.00	10.5	3～22				130

污水泊科技

续表

型　号	流　量 Q		单级扬程 H_i (m)	级数 i	转　速 n (r/min)	井下部分最大外径 (mm)	扬水管外　径 (mm)	比转速 n_s
	(m^3/h)	(L/s)						
150JC30　9.5	30	8.33	9.5	3～21	2940	142	144	180
150JC50　8.5	50	13.88	8.5	3～11				254
200JC30—18	30	8.33	18.0	2～12		182		110
200JC50—18	50	13.88		2～8			127	145
200JC80—16	80	22.22	16.0	2～6			159	200
200JC40　4	40	11.11	4.0	5～20	1460		111	
250JC80—8	80	22.22	8.0	3～15		232	159	167
250JC130　8	130	36.11		4～12			194	212
300JC130　12	130	36.11	12.0	2～13		285	194	157
300JC210　10.5	210	58.33	10.5	2～9			219	220
300JC340—14	340	94.44	14.0	2～6	1460	335	245 273	226
400JC550—17	550	152.77	17.0	2～5		382	273	250
500JC900—23	900	250.00	23.0	1～4		460	377	253
750JC1500　24	1500	416.66	24.0	1～3	980	700	478	213

注：泵的扬程为单级扬程 H_i 乘以级数 i。

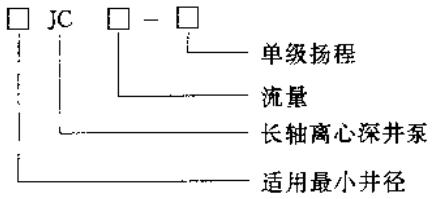


3.2.2 泵的效率应符合 JB/T3565 的规定。

3.2.3 基本参数的检验和偏差应符合 JB/T443 的规定。

3.3 型号表示方法

泵的型号由四部分组成，它们分别代表适用的最小井径尺寸、型式特征、流量和单级扬程。



示例：

适用最小井径为 200mm、流量为 80m³/h、单级扬程为 16mm 的长轴离心深井泵：

200JC80--16。

4 旋转方向

从驱动端看，泵为逆时针方向旋转。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：侯耀。

万北帕科技

中华人民共和国机械行业标准

长轴离心深井泵　技术条件

JB/T443—92（代替 JB443--85）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了长轴离心深井泵（以下简称“泵”）的技术要求、试验方法和验收规则等。

本标准适用于从水井中提水的泵。

2　引用标准

GB197	普通螺纹　公差与配合
GB527	硫化橡胶物理试验方法的一般要求
GB528	硫化橡胶拉伸性能的测定
GB531	橡胶邵尔 A 型硬度试验方法
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB700	碳素结构钢
GB905	冷拉圆钢尺寸、外形、重量及允许偏差
GB985	气焊、手工电弧焊及气体保护焊　焊缝坡口的基本型式与尺寸
GB1176	铸造铜合金　技术条件
GB1220	不锈钢棒
GB1348	球墨铸铁件
GB1689	硫化橡胶耐磨性能的测定
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3077	合金结构钢　技术条件
GB3078	优质结构钢冷拉钢材技术条件
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB3512	橡胶热空气老化试验方法
GB4216.3	6bar 灰铸铁管法兰尺寸
GB4216.4	10bar 灰铸铁管法兰尺寸
GB4216.5	16bar 灰铸铁管法兰尺寸
GB6060.1	表面粗糙度比较样块—铸造表面

江水泵科技

GB7021 离心泵名词术语
GB9439 灰铸铁件
GB9440 可锻铸铁件
GB10889 泵的振动测量与评价方法
GB10890 泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306 标牌
GB/T13384 机电产品包装通用技术条件
JB/T3564 长轴离心深井泵 型式与基本参数
JB/T3565 长轴离心深井泵 效率
JB/T4297 泵产品涂装技术条件

3 术语

本标准常用的术语按GB7021的规定，专用术语按本标准的规定。

3.1 长轴离心深井泵

由单个或多个离心式叶轮和导流壳（或导叶）、扬水管、泵座等部件组成的立式泵。泵座和原动机位于井口上部。原动机的动力通过与扬水管同心的传动轴传递给叶轮轴。

泵各零、部件和各部分定义如下：

a. 工作部件

由叶轮、导流壳（或导叶）及叶轮轴等零件组成的部件。它安装在扬水管的下部，是水泵作功的部分。

b. 进水部件

由进水滤网、吸入管及底阀组成的部件。安装在工作部件的下端。

c. 扬水管部分

由多根扬水管、传动轴、轴承体等零部件组成的部分。它安装在泵座与工作部件之间，起悬吊工作部件的作用，同时又是工作部件抽送的水被引向地面的通道。

d. 井上部分

由泵座、传动装置、原动机等部件组成的部分。它安装在井口的上部。

e. 原动机

驱动泵作功的动力机械，有深井泵专用立式空心轴电动机、普通卧式或立式电动机、内燃机等。

f. 传动装置

装原动机的动力传递给传动轴的中间装置。有带轮传动装置、齿轮箱传动装置、配普通立式电动机所需的推力装置等。

g. 传动装置轴

垂直穿过泵座部件和传动装置中心的轴，它上端设有调整叶轮轴向间隙的调整螺母。

h. 传动轴

安装在扬水管的内部，将原动机的动力传递给叶轮的轴。

i. 叶轮轴

万水电科技

工作部件中固定叶轮的轴。

3.2 基面

泵座与基础接触的平面。

3.3 泵的安装深度

从基面到进水部件下端的距离。是泵在井下部分的总长度。

3.4 静水位

泵在工作之前，自基面到井中自由水面的距离。

3.5 动水位

泵正常工作时，自基面到井中水面的距离。

3.6 水位降

静水位与动水位之差。

3.7 允许工作范围

允许泵正常运行的流量范围。通常是泵性能曲线上给定的大流量点至小流量点的范围，此范围由制造厂确定。

3.8 轴向水推力

泵在启动或正常工作时，叶轮前后产生压力差和动反力。这些力的合力叫轴向水推力。这个力一般指向叶轮吸入口，但也有时相反。

3.9 管路损失

水在管路中流动时所产生的水力损失，以 ΔH 表示，单位为 m。扬水管的管路损失可参考附录 A（补充件）确定。

3.10 传动轴功率损失

为克服传动轴在轴承和水中的摩擦而损失的功率，在正常情况下可参考附录 B（补充件）确定。

3.11 工作压力

泵正常工作时，零（部）件所承受的水压力。

4 技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

如用户对产品有不同于本标准的要求时，按订货单和数据单［见附录 D（参考件）］的规定。

4.1 使用条件

泵抽送的水质应符合下列要求：

a. 温度不超过 40℃；

b. 固体物含量（按质量计）不大于 0.01%；

c. 酸碱度 pH 值 6.5～8.5；

d. 硫化氢含量不大于 1.5mg/L；

e. 不含有任何油类。

4.2 性能

标准图书馆

4.2.1 泵的性能参数和尺寸应符合 JB/T3564 的规定。

4.2.2 泵的效率应不低于 JB/T3565 的规定。

4.2.3 制造厂应确定泵的允许工作范围，给出扬程、效率、轴功率与流量的关系曲线。

4.2.4 制造厂应给出泵的配带功率，功率裕度则根据原动机的种类、传动装置的结构、泵安装深度、介质密度、环境条件等综合考虑。配带功率与泵在允许工作范围内最大轴功率之比应不小于 1.15 倍。

4.2.5 泵的振动应符合 GB10889 的规定。

4.2.6 泵的噪声应符合 GB10890 的规定。

4.3 结构设计

4.3.1 吸入管和滤水网

吸入管的管径应与扬水管相同，滤水网进水净面积至少应等于吸入管断面面积的 3 倍，其最大孔径不大于叶轮或导流壳最小过流通道尺寸的 75%。

4.3.2 工作部件

4.3.2.1 叶轮用 1∶20 的锥套或用平键加挡套（或卡环）紧固在叶轮轴上。

4.3.2.2 与半开式叶轮相配的导流壳斜面的斜度必须和叶轮的斜度一致，其接触面积应不小于配合面积的 50%。

4.3.2.3 封闭式叶轮的口环与导流壳相配合处应设置可更换的密封环。对于适用最小井径为 250 mm 以上的泵，在导流壳装密封环的下侧应设置筋板以保护止口不被冲刷。

4.3.2.4 叶轮与密封环相配合处，其直径方向的间隙应符合表 1 的规定。

表 1 (mm)

密封环的内径	≤75	>75～140	>140～200	>200～260	>260～340	>340
间　隙	0.25	0.30	0.35	0.4	0.45	0.5

4.3.2.5 导流壳之间应以止口定心并用螺柱或螺纹连接。用螺柱连接时，结合面上应加密封垫。

4.3.2.6 上、下导流壳和轴承体中的轴承，其有效长度应不小于轴径的 1.5 倍。

4.3.3 扬水管

4.3.3.1 扬水管可用螺纹连接或法兰连接。螺纹连接的扬水管在螺纹的根部不允许有退刀槽，法兰连接的扬水管其端部密封面的宽度不小于 3mm。

4.3.3.2 单根扬水管的长度应不大于 3m，每根管应能互换。

4.3.4 传动轴

4.3.4.1 传动轴的直径应根据配带功率的大小和所承受的轴向力按第三强度理论计算，最大应力不应超过钢材屈服点（σ_s）的 30%，或抗拉强度（σ_b）的 18%，传动轴的直径应符合表 2 的规定。

表 2 (mm)

传动轴直径	20	24	28	32	36	42	45	50	60	70	80

4.3.4.2 每种型号的泵，可根据泵级数的多少采用2种或2种以上直径的传动轴。

4.3.4.3 传动轴与橡胶轴承相配合处应采取镀硬铬或镶套，以提高配合表面的抗磨能力。

4.3.4.4 传动轴两端螺纹应为左旋细牙螺纹。两端面的中心部分应低于接触面，低下部分的面积不大于端面总面积的40%。

4.3.5 泵座部件

4.3.5.1 泵座出口法兰尺寸应符合GB4216.3～4216.5的规定。

4.3.5.2 泵座部件中应设置填料函或填料箱体及填料护套、灌水管和供传动装置用的冷却水水管接头的螺孔。

4.3.6 传动装置

当泵配专用立式空心轴电动机直接驱动时，不需另加传动装置。

4.3.6.1 各种传动装置都应设置承受泵轴向力的滚动轴承或滑动轴承。

轴向力包括：全部转动部分的最大重量和泵在允许最高扬程运行时的水推力。

4.3.6.2 传动装置应有可靠地防止反转的机构和防止灰尘、雨水进入轴承室内的措施。

4.3.6.3 带轮传动装置可采用平带或三角带传动，其最大传递功率：

泵转速为2940r/min时，不大于18.5kW；

泵转速为1460r/min时，不大于55kW。

4.3.6.4 齿轮箱传动装置采用一对正交圆锥齿轮传动，通过万向联轴节与卧式原动机相连。

4.3.6.5 传动装置轴（包括配用专用立式空心轴电动机的电机传动轴）与泵座部件填料函相配合处应镀硬铬或镶套，以提高配合表面的耐磨能力。

4.3.6.6 传动装置应有充分的润滑和冷却。当采用稀油润滑时，工作时的油温应不高于75℃。

4.4 材料

4.4.1 主要零件选用的材料应不低于表3的规定。

表3

零件名称	材料牌号	标准代号
叶轮	ZQSn6—6—3 HT200	GB1176 GB9439
导流壳、泵座	HT200	GB9439
轴承体	ZQSn6—6—3 HT200	GB1176 GB9439
叶轮轴	2Cr13 35	GB1220 GB699
传动轴 传动装置轴	35 40Cr	GB699 GB3077

农业机械科技

续表 3

零件名称	材料牌号	标准代号
扬水管	A3 20	GB700 GB699
联管器 （泵座）进口法兰	QT450—10 KT35—10 A3	GB1348 GB9440 GB700
联轴器、调整螺母	35	GB699
锥　套	35 3Cr13	GB699 GB1220
密封环	HT200	GB9439
传动齿轮	40Cr 20CrMnTi	GB3077

4.4.2 用于抽送生活用水的泵，与水接触零件的材料应对水质无污染。

4.4.3 采用橡胶作轴承时，橡胶的物理性能应符合表 4 的规定。

表 4

要求项目	性能指标	检验标准
抗拉强度	≥12MP	GB527 GB528
伸长率	≥400%	
永久变形	≤40%	
邵尔 A 型硬度	65～75	GB531
在磨损试验机上试验时磨损	≤0.2cm³/1.61km	GB1689
温度为 70℃时，在 72h 内老化系数	≥0.8	GB3512

4.5 制造

4.5.1 叶轮轴、传动轴、传动装置轴用冷拉圆钢制造时，机械性能应符合 GB905 的规定，尺寸精度一般采用 GB3078 中的 10 级。

4.5.2 叶轮轴、传动轴、传动装置轴以两端外圆为基准，其径向圆跳动应符合表 5 的规定，并允许在装配前重新校直。

表 5　(mm)

轴的名称 / 轴的直径	叶轮轴	传动轴	传动装置轴
≤30	0.20	0.40	0.20
>30～42			0.15
>42		0.30	0.12

江苏省科技

4.5.3 叶轮用锥套固定时，锥孔和锥套开口之前的有效接触面积不小于配合面积的60%。

4.5.4 橡胶轴承配合表面应光滑，不允许有飞边和麻点。

对于无金属外壳的橡胶轴承，其外径应比与之相配合孔的基本尺寸大0.40～0.90 mm。装配后的橡胶轴承内径应比与之相配合的轴的实际尺寸大0.10～0.40 mm。

4.5.5 扬水管两端在加工时应保证同心和平行。

4.5.6 用螺纹连接的零件，其螺纹的公差与配合应符合GB197的规定。

4.5.7 零件镀铬应符合下列要求：

a. 铬层厚度为0.08～0.12 mm，硬度≥50 HRC；

b. 全部铬层除边缘外皆为均匀光泽，无明显颗粒。不允许有条状、重叠、裂纹、起泡、脱皮和成片状的针眼等缺陷。

4.5.8 碳钢和低合金钢零件的焊接型式及尺寸应符合GB985的规定。焊条应依据被焊零件的强度或化学成分来选择，焊缝不应有未焊透、气孔、裂缝、烧穿、夹渣和造成降低连接强度或密封性能的缺陷。

4.5.9 承受水压的零件应进行水压试验（无缝钢管除外），试验压力为工作压力的1.5倍，在保压时间内不允许有渗漏。

4.5.10 铸件的质量应符合下列要求：

a. 铸件应清理，去除氧化皮及粘砂；

b. 铸铁件表面粗糙度应符合表6的规定，评定方法按GB6060.1规定的标准样块作比较；

表6

部位及尺寸范围（mm）	叶轮（导叶）内表面			壳体类过流部位		影响外观的非过流部位
	外径尺寸			内腔最大直径		
	≤400	>400～1000	>1000	≤350	>350～600	
粗糙度参数 R_a（μm）	12.5	25	50	25	50	50

c. 叶轮、导流壳的过流部位见图1～图3，其尺寸偏差按表7和表8的规定；

d. 在静密封、定心、定位和配合的加工表面，及不影响外观并且能满足使用要求的其

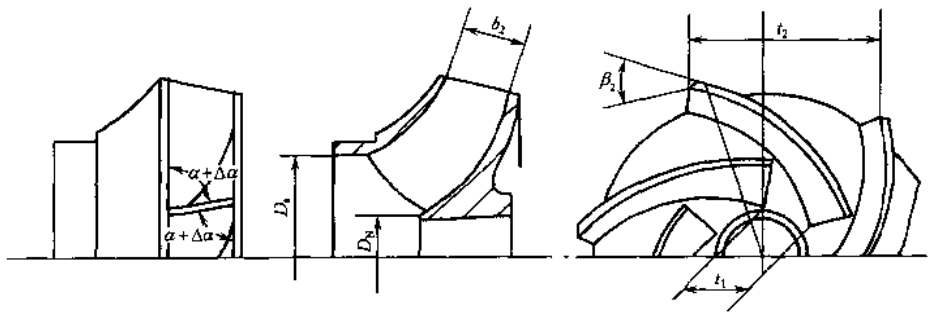


图1

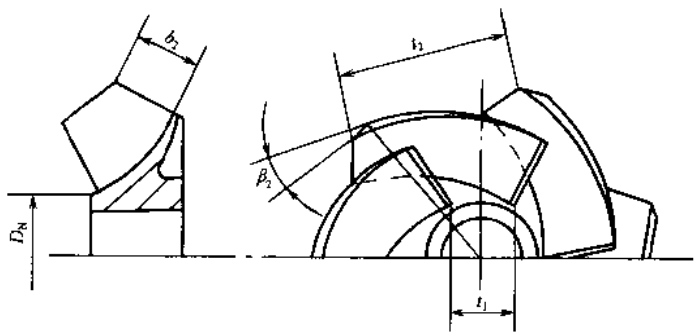


图 2

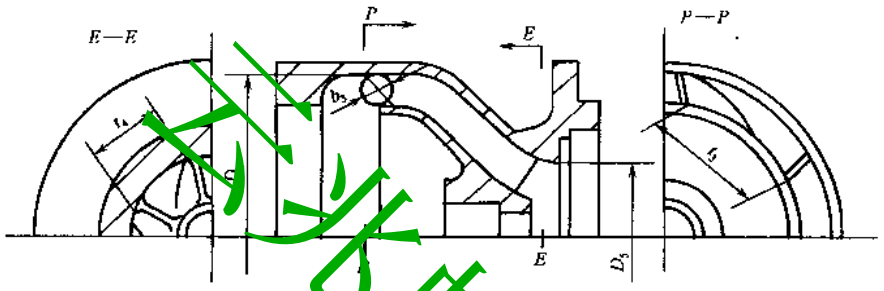


图 3

余加工面、非加工面，铸造缺陷应不超过表 9 的规定；

e. 对超出表 9 规定的铸造缺陷，在不影响铸铁件的加工性及使用性能的前提下，允许焊补；

f. 铸铁件一般应进行时效处理。

表 7 (mm)

代号 \ 尺寸范围	≤25	>25～30	>30～50	>50～80	>80～120	>120～180	>180
	极限偏差						
b_2	+0.7 −0.2	+1.0 −0.2	+1.5 −0.2	+3.0% −0.5%			
b_3	+1.0 0		+1.2 0	+2.5% 0			
t_1、t_2、t_3、t_4	±2.0%						
D_3	+1.0 −0.5			+2.0 −1.0			+4.0 −1.0
D_N	±2.0			±3.0			±4.0
D_4	—		±0.5	+1.5 −0.7	+1.5% −0.5%		+1.0% −0.5%
D_5	—	±1.5		±2.0%			

灌溉节水科技

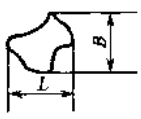
表 8

代　号	尺寸范围（mm）	极限偏差
叶轮出口角 β_2（°）	全　部	±15%
$\Delta\alpha$（°）	$b_2 \leqslant 18$	±5°
	$b_2 > 18 \sim 50$	±4°
	$b_2 > 50$	±3°

表 9

缺陷所在面		缺陷尺寸	缺陷深度	同一平面上的铸造缺陷数					缺陷间距
				≤φ100	>φ100～φ200	>φ200～φ500	>φ500～φ1000	>φ1000	
加工表面	静密封面	最大不超过5mm，并且不超过所在面最小尺寸的1/5	最深不超过5mm，并且不超过壁厚的1/5	1	≤2	≤3	≤4	≤5	a. 缺陷的边缘距离所在面的边缘不得小于缺陷尺寸的2倍； b. 缺陷的边缘至边缘距离不小于缺陷尺寸的2倍
	定心、定位、配合的加工面	最大不超过5mm，并且不超过所在面最小尺寸的1/4							
	传递力矩的零件（在不影响外观的情况下）和受冲刷的部位	最大不超过2mm							
	不影响使用强度和外观的其余加工面	最大不超过6mm，并且不超过所在面最小尺寸的1/5							
非加工表面	承受液体压力的面及液体过流面	最大不超过8mm，并且不超过所在面最小尺寸的1/10							
	不影响使用强度和外观的其余非加工表面	最大不超过10mm，并且不超过所在面最小尺寸的1/5							

注：缺陷尺寸 $D=\sqrt{LB}$，如下图。



五洲帕科技

4.5.11 叶轮及带轮应作静平衡试验。静平衡精度应符合附录C（补充件）中的G6.3级。

当计算出允许不平衡质量小于1.0g时，均按1.0g计。

在叶轮盖板上光滑切除不平衡质量，切除厚度不超过壁厚的1/3。

4.5.12 用普通钢材或铸铁制作的零件，其配合表面应涂刷防锈油脂。非配合面应涂漆，涂漆应符合JB4297的规定。

4.5.13 用普通钢材制作的螺栓、螺柱、螺母等紧固件应镀锌防锈。

4.5.14 泵在性能试验之后，应除尽内部积水并作防锈处理。

4.5.15 泵的装配应符合下列要求：

a. 零件须经检验合格并有合格印记，方可装配；

b. 所有紧固件必须拧紧，并有防松措施；螺栓或螺柱高出螺母的部分为1～3螺距；

c. 工作部件装配完成后，水平放置时检查转动部分，转动应均匀，无卡滞现象；转动部分轴向窜动量应符合设计要求；

d. 传动装置装配完成之后，检查转动部分转动应均匀，无卡滞现象。

5 试验方法

5.1 材料的化学分析方法、机械性能试验方法应符合表3和表4中材料标准的有关规定。

5.2 承压零（部）件的水压试验用常温清水进行，保压时间为5min。

5.3 泵的性能试验方法应符合GB3216的规定，一般按C级精度，性能试验时，通常不装扬水管和传动轴。

采用半开式叶轮的泵在试验时，轴向间隙应能保证连续作完性能试验（包括关死点），一般不小于0.2mm。

5.4 泵的振动测量方法应符合GB10889的规定。

5.5 泵的噪声测量方法应符合GB10890的规定。

6 检验规则

泵的检验分为型式检验和出厂检验。

6.1 型式检验项目包括运转试验、性能试验、振动和噪声测量等。有下列情况之一时应作型式检验：

a. 新产品试制或定型产品转厂生产的首批样机时；

b. 批量生产的产品定期检查时；

c. 定型产品的结构、材料、工艺等方面改变，影响到产品的性能时；

d. 产品长期停产后，再次恢复生产时；

e. 出厂检验不合格时。

型式检验每次不少于2台。

为考核泵的结构需要按使用条件作现场运转试验时，运转时间不少于2500h，除易损件的正常磨损外，其他零部件不应有损坏或变形。

6.2 出厂检验项目是对泵工作范围内，包括规定流量点、小流量点、大流量点等3个以上

万水电科技

的点进行试验，检查其流量、扬程和效率。

出厂检验实行抽样检查时，应符合 GB2828 的规定。

6.3 最终检查

制造厂质量检验部门应按产品装箱单或订货单的内容检查泵的成套范围应正确和完整，装箱资料应齐全，经检查合格发给产品合格证后方可包装出厂。

7 保证期

用户在遵守本标准的规定并按产品说明书的要求进行安装使用时，若使用不超过 12 个月，自制造厂发货之日起 18 个月内，产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理或更换（不包括易损件）。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 在泵座上牢固的钉上产品的铭牌和转向牌，产品铭牌的尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定，铭牌上应标明下列内容：

a. 制造厂名称；

b. 泵的名称、型号及规格；

c. 主要技术参数；

流量，m^3/h；

扬程，m；

效率，%；

转速，r/min；

配带功率，kW；

泵总重，kg；

d. 出厂编号及出厂日期。

8.1.2 随机配带的所有零（部）件、备件、工具及附件都应在适当位置上按出厂编号打号，或挂上附有制造厂名称、产品型号、零（部）件名称的标签。

8.1.3 整套机组分开包装时，应在每个包装箱上标志出所属泵的出厂编号。

8.2 包装

产品的包装应符合 GB/T13384 的规定，保证被包装的零部件和文件在运输和保管的过程中不致遗失和损坏。

传动轴和扬水管的螺纹部分在包装前涂防锈油脂，并用保护套或其他措施防止碰伤螺纹。

8.3 运输

产品在运输中不得碰撞和倒置。

8.4 贮存

产品在存放过程中应能防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为 12 个月，过期应重新油封。

石龙电气科技

电动机不允许露天存放。

9 成套范围

9.1 产品的成套包括：

a. 按总装图所规定的全部零、部件（配带扬水管的总长度应不少于泵扬程的70%）、原动机及传动装置；

b. 装拆泵所必须的专用工具；

c. 必须的备件和附件。

9.2 文件部分包括：

a. 总装图和重要部件图及易损零件图；对安装基础有特殊要求时，应提供安装图；

b. 产品说明书；

c. 性能曲线及数据表；

d. 装箱单；

e. 产品合格证。

正在制定

附 录 A

长度为100m扬水管的水力损失（ΔH）

（补充件）

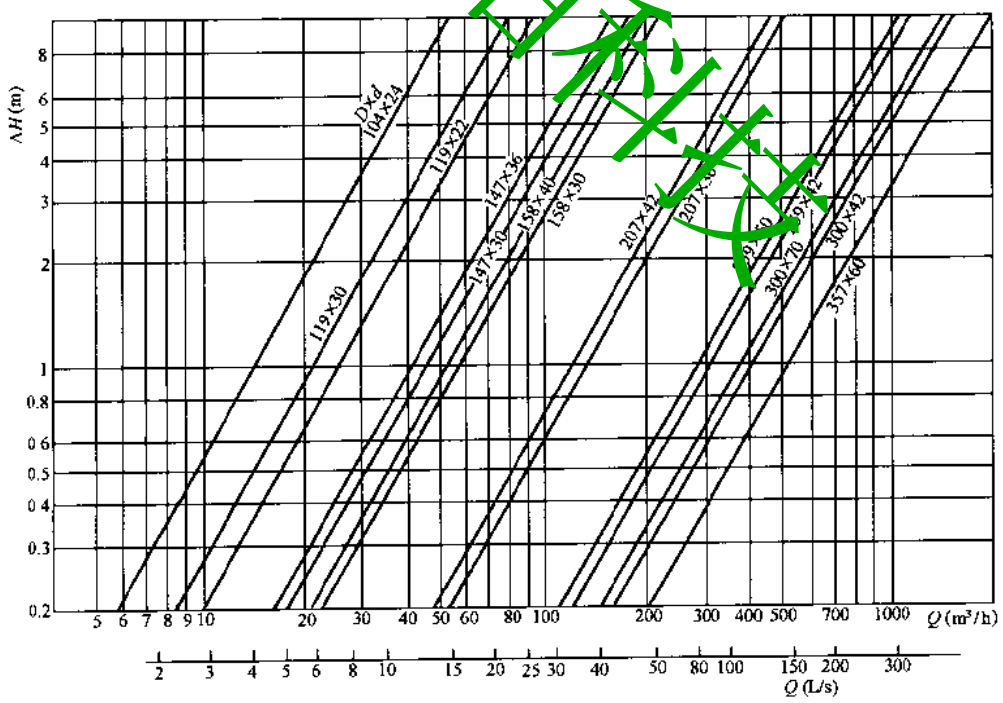


图 A1

D—扬水管内径；*d*—传动轴外径

附 录 B
长度为 100m 的传动轴在轴承和水中的摩擦功率损失（ΔP）
（补充件）

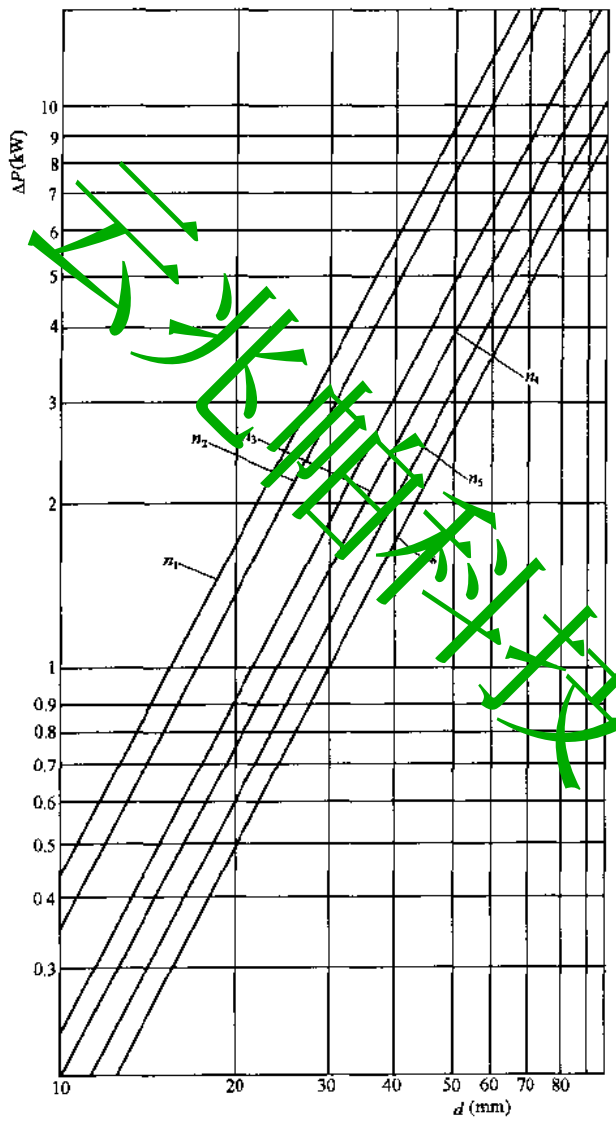


图 B1

d—传动轴外径；n_1=3600r/min；n_2=3000r/min；

n_3=1800r/min；n_4=1500r/min；n_5=1200r/min；

n_6=1000r/min

附 录 C
允许偏心距
（补充件）

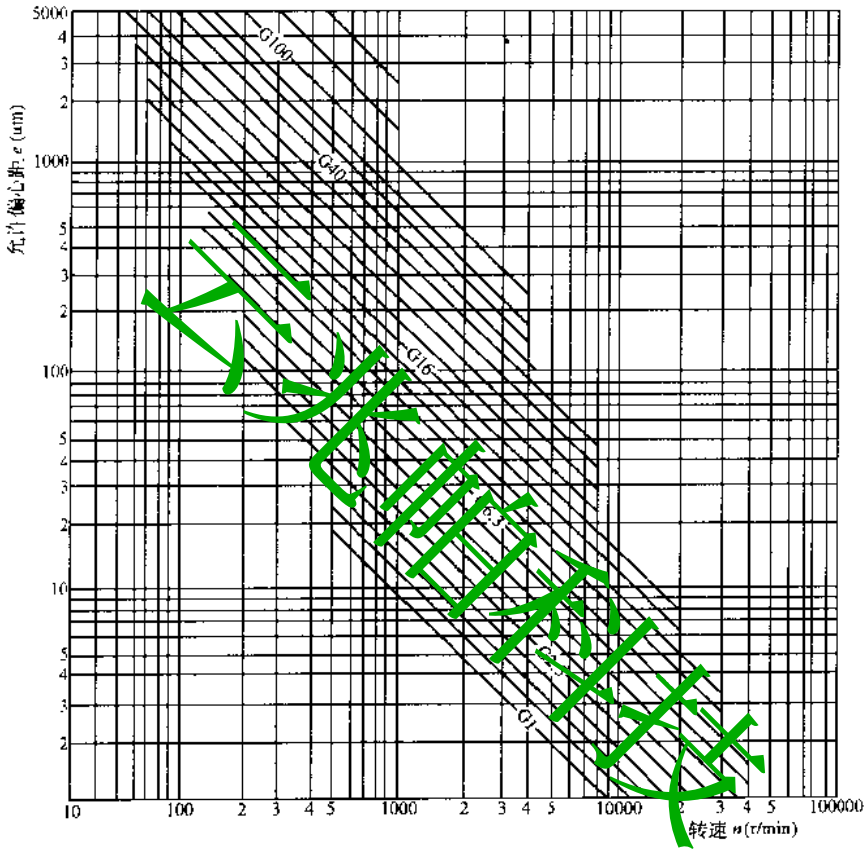


图 C1

附 录 D
深井泵数据单
（参考件）

1. 需方单位_____
2. 通讯地址_____
3. 结算账号_____
4. 安装地点_____
5. 泵的用途_____

工 作 条 件

6. 泵安装地点的海拔高度_____m
7. 水井最佳涌水量_____m^3/h
8. 设计要求的流量_____m^3/h
9. 水井的静水位_____m
10. 在设计要求流量时，水井的动水位_____m
11. 泵座出口处最低表压力_____MPa
12. 泵预计安装深度_____m
13. 在预计安装深度内，水井的最小内径_____mm
14. 允许泵井下部分最大外径尺寸_____mm
15. 水井成井的总深度_____m
16. 水源类型：细沙层；中沙层；卵石层；裂隙水；江、河水；
其他_____

使 用 条 件

17. 水温（最高值）_____℃
18. 水中固体物质的含量（质量百分比）_____%
19. 粒度（最大和最小值）_____mm
20. 硫化氢气体含量_____mg/L
21. 是否有油类_____
22. 井筒正直情况_____
23. 其他_____

注：将直径等于泵最大的外径，长度为6m的圆柱体用扬水管下放到泵预计安装深度而不受阻，则认为井是直的。

对水泵成套性的要求

24. 拟订水泵型号_____规格_____数量_____台
25. 原动机
专用立式空心轴电动机 型号_____功率_____kW
普通立式电动机 型号_____功率_____kW
柴油机 型号_____功率_____马力
其他动力机械 型号_____功率_____kW（马力）
26. 传动装置型式 齿轮箱传动；平带传动；三角带传动
27. 扬水管连接型式 法兰连接；螺纹连接
28. 配带扬水管的数量_____根
29. 是否需要吸入管
30. 是否需要排出接管

江水阳科技

31. 是否需要闸阀　逆止阀；底阀；压力表

32. 是否需要预润滑水箱＿＿＿＿＿＿＿＿水箱容量＿＿＿＿＿＿＿＿(m^3)

33. 是否需要装拆工具

管用卡箍＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

冲　　筒＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

曲柄扳手＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

定位胎(定位螺母)＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

34. 对泵零件材料是否有特殊要求＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

35. 其他要求＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：侯耀。

农业帕科技

中华人民共和国机械行业标准

长轴离心深井泵　效率

JB/T3565—92（代替 JB3565—84）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了长轴离心深井泵（以下简称“泵”）工作部分的效率指标。

本标准适用于流量 Q=[illegible]～1500m³/h，比转速 n_s=110～300（或型式数 K=0.569～1.55）的泵。

2　效率

2.1　泵工作部分的效率是指泵工作部分输出与输入功率之比(不包括传动轴和扬水管的损失)。是以常温（0～40℃）清水为介质的数值。

2.2　泵的最高（或规定点）效率应不低于图 1 的曲线 A 或下表中 A 栏的规定。

2.3　在允许的泵工作范围内，其他各点的效率不低于图 1 的曲线 B 或下表中 B 栏的规定。

2.4　对于比转速 n_s 的值大于 210～300 范围内的泵效率应按图 2 的曲线进行修正。

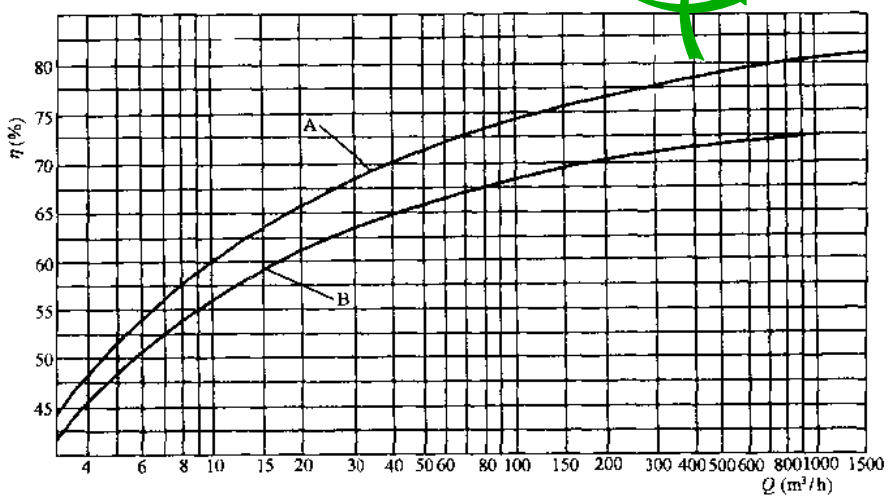


图 1　n_s=110～210 的泵效率

流量 Q (m^3/h)		5	10	18	30	50	80	130	160	210	340	550	900	1000	1500
效率 η (%)	A	51.5	60.0	65.0	68.0	71.5	73.5	75.0	75.5	76.5	78.0	79.0	80.0	80.5	81.0
	B	48.5	56.0	60.5	63.5	66.0	67.5	68.8	69.3	70.2	71.5	72.0	72.3	72.5	72.7

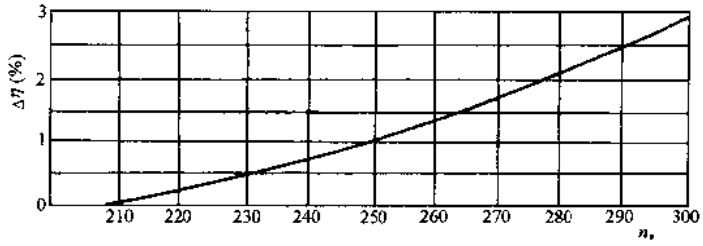


图 2 n_s>210～300 的泵效率修正值

3 应用方法

示例 1：某一长轴离心泵最高效率点（或规定点）的流量 Q=50m^3/h，比转速 n_s=250，求其效率值 η_1。

从表中 A 栏或图 1 中 A 曲线查得 Q=50m^3/h 的效率 η=71.5%，从图 2 中查得 n_s=250 的效率修正值 $\Delta\eta$=1%。

于是：$\eta_1=\eta-\Delta\eta$=71.5%−1%=70.5%。

示例 2：某一长轴离心深井泵最高效率点（或规定点）的流量同示例 1，求其泵工作范围内 Q=30m^3/h，n_s=230 的效率值 η_2。

从表中 B 栏或图 1 中 B 曲线查得 Q=30m^3/h 的效率 η=63.5%，从图 2 中查得 n_s=230 的效率修正值 $\Delta\eta$=0.5%。

于是：$\eta_2=\eta-\Delta\eta$=63.5%−0.5%=63%。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：张丽馥。

万水信息科技

中华人民共和国国家标准

井用潜水泵　型式和基本参数

Submersible pumps for deep well-Types and basic parameters

GB/T2816—91（代替 GB 2816—81）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了井用潜水泵的型式、基本参数和连接尺寸等。

本标准适用于与电动机连成一体潜入水中工作的流量为 2～500 m^3/h，扬程为 14～336 m 的井用潜水泵（以下简称潜水泵）。

2　引用标准

GB/T2817　井用潜水泵技术条件

3　型式、型号、基本参数和连接尺寸

3.1　型式

3.1.1　潜水泵为立式，具有导流壳或导叶，离心或混流叶轮型式。

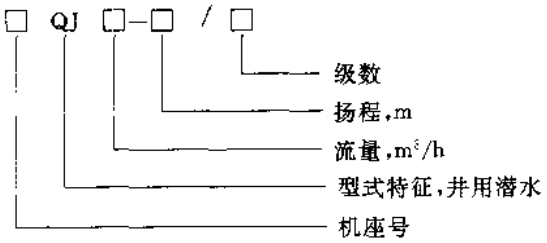
3.1.2　潜水泵与潜水电动机为直接连接或同轴。

3.1.3　从驱动端看泵轴一般为顺时针方向旋转。

3.2　型号

3.2.1　型号表示方法

由汉语拼音大写字母和阿拉伯数字表示。



3.2.2　标记示例

机座号 200，流量 $80m^3/h$，扬程 55m，5 级的潜水泵；其标记为：

200QJ80--55/5

石化帕科技

3.3 基本参数

3.3.1 在GB/T2817规定的工作条件下，潜水泵的基本参数应符合表1和图1的规定。基本参数的偏差应符合GB/T2817的规定。

3.3.2 潜水泵轴向力值应符合GB/T2817的规定。

3.4 连接尺寸

潜水泵与潜水电动机连接尺寸及配合公差应符合图2和表2的规定。

表1

型号	流量Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
100QJ2—40/8	2	0.56	5.00	2850	44	0.55	96
100QJ2—50/10						0.75	
100QJ2—70/14						1.1	
100QJ2—75/15						1.1	
100QJ2—80/16						1.1	
100QJ2—100/20						1.5	
100QJ2—110/22						1.5	
100QJ2—140/28						1.5	
100QJ2—150/30						2.2	
100QJ2—160/32						2.2	
100QJ2—190/38						2.2	
100QJ2—200/40						3	
100QJ3.2—27/6	3.2	0.89	4.50	2850	48	0.55	96
100QJ3.2—36/8						0.75	
100QJ3.2—54/12						1.1	
100QJ3.2—68/15						1.5	
100QJ3.2—72/16						1.5	
100QJ3.2—99/22						2.2	
100QJ3.2—108/24						2.2	
100QJ3.2—135/30						3	
100QJ3.2—144/32						3	
100QJ5—16/4	5	1.39	4.00	2850	51	0.55	96
100QJ5—24/6						0.75	

江水恒科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
100QJ5—32/8	5	1.39	4.00	2850	51	1.1	96
100QJ5—36/9						1.1	
100QJ5—48/12						1.5	
100QJ5—64/16						2.2	
100QJ5—72/18						2.2	
100QJ5—88/22						3	
100QJ5—96/24						3	
100QJ8—14/4	8	2.22	3.50	2850	53	0.75	96
100QJ8—21/6						1.1	
100QJ8—28/8						1.5	
100QJ8—32/9						1.5	
100QJ8—42/12						2.2	
100QJ8—45/13						2.2	
100QJ8—56/16						3	
100QJ8—63/18						3	
150QJ5—100/14	5	1.39	7.14	2850	60	3	143
150QJ5—150/21						4	
150QJ5—200/28						5.5	
150QJ5—250/35						7.5	
150QJ5—300/42						9.2	
150QJ10—50/7	10	2.78	7.14	2850	64	3	143
150QJ10—100/14						5.5	
150QJ10—150/21						7.5	
150QJ10—200/28						11	
150QJ10—250/35						13	
150QJ10—300/42						15	
150QJ20—26/4	20	5.56	6.50	2850	65	3	143
150QJ20—33/5						3	
150QJ20—39/6						4	
150QJ20—52/8						5.5	
150QJ20—72/11						7.5	
150QJ20—78/12						7.5	

石光油科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
150QJ20—85/13	20	5.56	6.50	2850	65	9.2	143
150QJ20—98/15						9.2	
150QJ20—104/16	20	5.56	6.50	2850	65	11	143
150QJ20—111/17						11	
150QJ20—137/21						15	
150QJ20—143/22						15	
150QJ20—156/24						15	
150QJ20—176/27						18.5	
150QJ20—182/28						18.5	
150QJ32—18/3	32	8.89	6.00	2850	66	3	143
150QJ32—24/4						4	
150QJ32—30/5						5.5	
150QJ32—36/6						5.5	
150QJ32—42/7						7.5	
150QJ32—54/9						9.2	
150QJ32—66/11						11	
150QJ32—72/12						13	
150QJ32—84/14						13	
150QJ32—90/15						15	
150QJ32—96/16						15	
150QJ32—108/18						18.5	
175QJ20—26/2	20	5.56	13.00	2850	66	3	168
175QJ20—39/3						4	
175QJ20—52/4						5.5	
175QJ20—78/6						7.5	
175QJ20—91/7						9.2	
175QJ20—104/8						11	
175QJ20—130/10						13	
175QJ20—156/12						15	
175QJ20—182/14						18.5	
175QJ20—208/16						22	
175QJ20—247/19						25	

万水帕科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_i	转速 n	效率 η	配套电动机功率 N	电泵井下最大径向尺寸 D_{max}
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(kW)	(mm)
1	2	3	4	5	6	7	8
175QJ25 -26/2	25	6.94	13.00	2850	67	3	168
175QJ25—39/3						5.5	
175QJ25 65/5	25	6.94	13.00	2850	67	7.5	168
175QJ25—78/6						9.2	
175QJ25—91/7						11	
175QJ25 104/8						13	
175QJ25- 130/10						15	
175QJ25- 156/12						18.5	
175QJ25—182/14						22	
175QJ25—208/16						25	
175QJ32—24/2	32	8.89	12.00	2850	68	4	168
175QJ32—36/3						5.5	
175QJ32- 48/4						7.5	
175QJ32- 60/5						9.2	
175QJ32—72/6						11	
175QJ32—84/7						13	
175QJ32—96/8						15	
175QJ32 —120/10						18.5	
175QJ32- 144/12						22	
175QJ32· 168/14						25	
175QJ40—24/2	40	11.11	12.00	2850	70	5.5	168
175QJ40—36/3						7.5	
175QJ40 -48/4						9.2	
175QJ40 ··60/5						11	
175QJ40—72/6						13	
175QJ40—84/7						15	
175QJ40—96/8						18.5	
175QJ40 -120/10						22	
175QJ40- 132/11						25	
175QJ50 ·24/2	50	13.89	12.00	2850	72	5.5	168
175QJ50 -36/3						9.2	
175QJ50—48/4						11	

石光油科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_t (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
175QJ50—60/5	50	13.89	12.00	2850	72	13	168
175QJ50—84/7						18.5	
175QJ50—96/8						22	
175QJ50—108/9						25	
200QJ20—40/3	20	5.56	12.30	2850	67	4	184
200QJ20—54/4						5.5	
200QJ20—81/6						7.5	
200QJ20—93/7						9.2	
200QJ20—108/8						11	
200QJ20—121/9						13	
200QJ20—148/11						15	
200QJ20—175/13						18.5	
200QJ20—202/15						22	
200QJ20—243/18						25	
200QJ20—270/20						30	
200QJ25—28/2	25	6.94	14.00	2850	69	4	184
200QJ25—42/3						5.5	
200QJ25—56/4						7.5	
200QJ25—70/5						9.2	
200QJ25—98/7						11	
200QJ25—112/8						13	
200QJ25—126/9						15	
200QJ25—154/11						18.5	
200QJ25—182/13						22	
200QJ25—210/15						25	
200QJ25—252/18						30	
200QJ25—308/22						37	
200QJ32—26/2	32	8.89	13.00	2850	70	4	184
200QJ32—39/3						5.5	
200QJ32—52/4						7.5	
200QJ32—78/6						11	
200QJ32—91/7						13	

万光伯科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
200QJ32—104/8	32	8.89	13.00	2850	70	15	184
200QJ32—130/10						18.5	
200QJ32—143/11						22	
200QJ32—169/13						25	
200QJ32　195/15						30	
200QJ32—247/19						37	
200QJ40—26/2	40	11.11	13.00	2850	72	5.5	184
200QJ40—39/3						7.5	
200QJ40—52/4						9.2	
200QJ40—65/5						11	
200QJ40—78/6						15	
200QJ40—104/8						18.5	
200QJ40—117/9						22	
200QJ40—143/11						25	
200QJ40—169/13						30	
200QJ40—208/15						37	
200QJ50—26/2	50	13.69	13.00	2850	74	5.5	184
200QJ50—39/3						9.2	
200QJ50—52/4						11	
200QJ50 -65/5						15	
200QJ50—78/6						18.5	
200QJ50—91/7						22	
200QJ50—104/8						25	
200QJ50—130/10						30	
200QJ50 -156/12						37	
200QJ63 -24/2	63	17.50	12.00	2850	74	7.5	184
200QJ63- 36/3						11	
200QJ63—60/5						18.5	
200QJ63—72/6						22	
200QJ63 -84/7						25	
200QJ63 - 96/8						30	
200QJ63 -120/10						37	

石光油科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_i (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
200QJ63—144/12	63	17.50	12.00	2850	74	45	184
200QJ80—22/2	80	22.22	11.00	2850	75	7.5	184
200QJ80—33/3						11	
200QJ80— 44/4						15	
200QJ80—55/5						18.5	
200QJ80—66/6						22	
200QJ80— 88/8						30	
200QJ80—99/9						37	
200QJ80—121/11						45	
250QJ40—22/1	40	11.11	22.00	2875	72	4	233
250QJ40—44/2						7.5	
250QJ40—66/3						13	
250QJ40—88/4						15	
250QJ40—110/5						18.5	
250QJ40—132/6						25	
250QJ40—154/7						30	
250QJ40—198/9						37	
250QJ40—242/11						45	
250QJ40　286/13						5	
250QJ40　330/15						63	
250QJ50—20/1	50	13.89	20.00	2875	73	5.5	233
250QJ50— 40/2						9.2	
250QJ50—60/3						13	
250QJ50—80/4						18.5	
250QJ50—100/5						22	
250QJ50—120/6						25	
250QJ50—140/7						30	
250QJ50—160/8						37	
250QJ50—200/10						45	
250QJ50　240/12						55	
250QJ50　280/14						63	
250QJ50—320/16						75	

五洲龙伯科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
250QJ63　20/1	63	17.50	20.00	2875	74	5.5	233
250QJ63　40/2						11	
250QJ63　60/3						18.5	
250QJ63　80/4						22	
250QJ63　100/5						30	
250QJ63　120/6						37	
250QJ63　160/8						45	
250QJ63—200/10						55	
250QJ63—220/11						63	
250QJ63— 260/13						75	
250QJ63　300/15						90	
250QJ80—20/1	80	22.22	20.00	2875	75	7.5	233
250QJ80—40/2						15	
250QJ80—60/3						22	
250QJ80—80/4						30	
250QJ80-- 100/5						37	
250QJ80 —120/6						45	
250QJ80　160/8						55	
250QJ80- 180/9						63	
250QJ80—200/10						75	
250QJ80—240/12						90	
250QJ100—18/1	100	27.78	18.00	2875	75	7.5	233
250QJ100—36/2						15	
250QJ100—54/3						25	
250QJ100　72/4						30	
250QJ100--108/6						45	
250QJ100—126/7						55	
250QJ100—144/8						63	
250QJ100—162/9						75	
250QJ100　198/11						90	

石光油科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
250QJ100--216/12	100	27.78	180	2875	75	100	233
250QJ125 -16/1	125	34.72	16.00	2875	76	9.2	233
250QJ125--32/2						18.5	
250QJ125-- 48/3						25	
250QJ125—64/4						37	
250QJ125--80/5						45	
250QJ125- 96/6						55	
250QJ125—112/7						63	
250QJ125 -128/8						75	
250QJ125—160/10						90	
250QJ125--176/11						100	
250QJ125—192/12						110	
250QJ140—15/1	140	38.89	15.00	2875	76	9.2	233
250QJ140 -30/2						18.5	
250QJ140 -45/3						30	
250QJ140—60/4						37	
250QJ140—75/5						45	
250QJ140—90/6						55	
250QJ140—105/7						63	
250QJ140—120/8						75	
250QJ140—150/10						90	
250QJ140--165/11						100	
250QJ140- 180/12						110	
300QJ125--22/1	125	34.72	22.00	2900	75	13	281
300QJ125—44/2						25	
300QJ125—66/3						37	
300QJ125--88/4						45	
300QJ125—110/5						63	

万水电科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
300QJ125--132/6	125	34.72	22.00	2900	75	75	281
300QJ125—154/7						90	
300QJ125—176/8						100	
300QJ125—198/9						110	
300QJ125—220/10						125	
300QJ125—242/11						140	
300QJ140—21/1	140	38.89	21.00	2900	75	13	281
300QJ140—42/2						25	
300QJ140—63/3						37	
300QJ140—84/4						55	
300QJ140—105/5						63	
300QJ140—126/6						75	
300QJ140—147/7						90	
300QJ140 --168/8						100	
300QJ140—189/9						110	
300QJ140—210/10						125	
300QJ140—231/11						140	
300QJ140—252/12						160	
300QJ140—294/14						185	
300QJ140—336/16						220	
300QJ200—20/1	200	55.56	20.00	2900	76	18.5	281
300QJ200— 40/2						37	
300QJ200—60/3						55	
300QJ200—80/4						75	
300QJ200· 100/5						90	
300QJ200—120/6						100	
300QJ200--140/7						125	

石光伯科技

续表 1

型　号	流量 Q		单级扬程 H_1 (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	配套电动机功率 N (kW)	电泵井下最大径向尺寸 D_{max} (mm)
	(m^3/h)	(L/s)					
1	2	3	4	5	6	7	8
300QJ200—160/8	200	55.56	20.00	2900	76	140	281
300QJ200—180/9						160	
300QJ200—200/10						185	
300QJ200—240/12						220	
350QJ200—36/3	200	55.56	12.00	1450	75	30	330
350QJ200—48/4						45	
350QJ200—60/5						55	
350QJ200—72/6						63	
350QJ200—84/7						75	
350QJ200—96/8						90	
350QJ200—120/10						110	
350QJ200—144/12						125	
350QJ200—168/14						140	
350QJ200—192/16						160	
350QJ320　22/2	320	88.89	11.00	1450	76	30	330
350QJ320—33/3						45	
350QJ320—44/4						63	
350QJ320—55/5						75	
350QJ320—66/6						90	
350QJ320—77/7						110	
350QJ320—88/8						125	
350QJ320—99/9						140	
350QJ320—110/10						160	
400QJ500—15/1	500	138.89	15.00	1450	77	30	377
400QJ500—30/2						63	
400QJ500—45/3						90	
400QJ500—60/4						125	
400QJ500—75/5						160	

艾龙伯科技

表 2 (mm)

座号	电泵井下部分径向最大尺寸	凸缘配合部位尺寸						轴、联轴器配合部位尺寸						电缆槽尺寸	
		D_1	D_2	D_3	h_1	h_2	n~d_1	d_0	d_2	L_1	L_2	b_0	h_0	b	h
100	96	90	78	60g6	4.5		4~9	16H7	M8	20	30	5	$17.7^{+0.1}_{0}$	14	8
								(14H7)					$(15.7^{+0.1}_{0})$		
150	143	135	110	90g6			4~12	18H7	M10	20	35	6	$20.2^{+0.1}_{0}$	22	10
								(25H7)		25	45	8	$27.4^{+0.2}_{0}$		
175	168	160	130	95g6			4~14.5	25H7	M10	25	45	8	$27.4^{+0.2}_{0}$	32	13
								28H7		30	55		$30.4^{+0.2}_{0}$		
200	184	180	150	95g6			4~14.5	25H7	M10	25	45	8	$27.4^{+0.2}_{0}$	32	13
								28H7		30	55		$30.4^{+0.2}_{0}$		
250	233	210	165	110g6	6	0±0.5	4~18.5	28H7	M10	30	55	8	$30.4^{+0.2}_{0}$	44	19
								38H7	M12	35	70	10	$40.4^{+0.2}_{0}$		
300	281	265	215	130g6			4~24	38H7	M12	35	70		$40.4^{+0.2}_{0}$	50	22
								50H7	M16	40	85	14	$52.9^{+0.2}_{0}$		
350	330	310	250	190g6			4~24	50H7	M16	40	85	14	$52.9^{+0.2}_{0}$	50	22
								60H7	M18	50	100	18	$63.4^{+0.2}_{0}$		
400	377	360	310	190g6			8~24	60H7	M18	50	100	18	$63.4^{+0.2}_{0}$	60	25
								70H7	M24	60		20	$73.9^{+0.2}_{0}$		

注：1. 未注公差的尺寸，轴按 h 14、孔按 H 14、长度按 Js 14 级制造。

2. 联轴器定位销孔不应承受轴向力。

3. 电缆槽可按需要采用一个。如有需要两个，其位置一般按图 2 所示，亦可协商确定。

标准图书

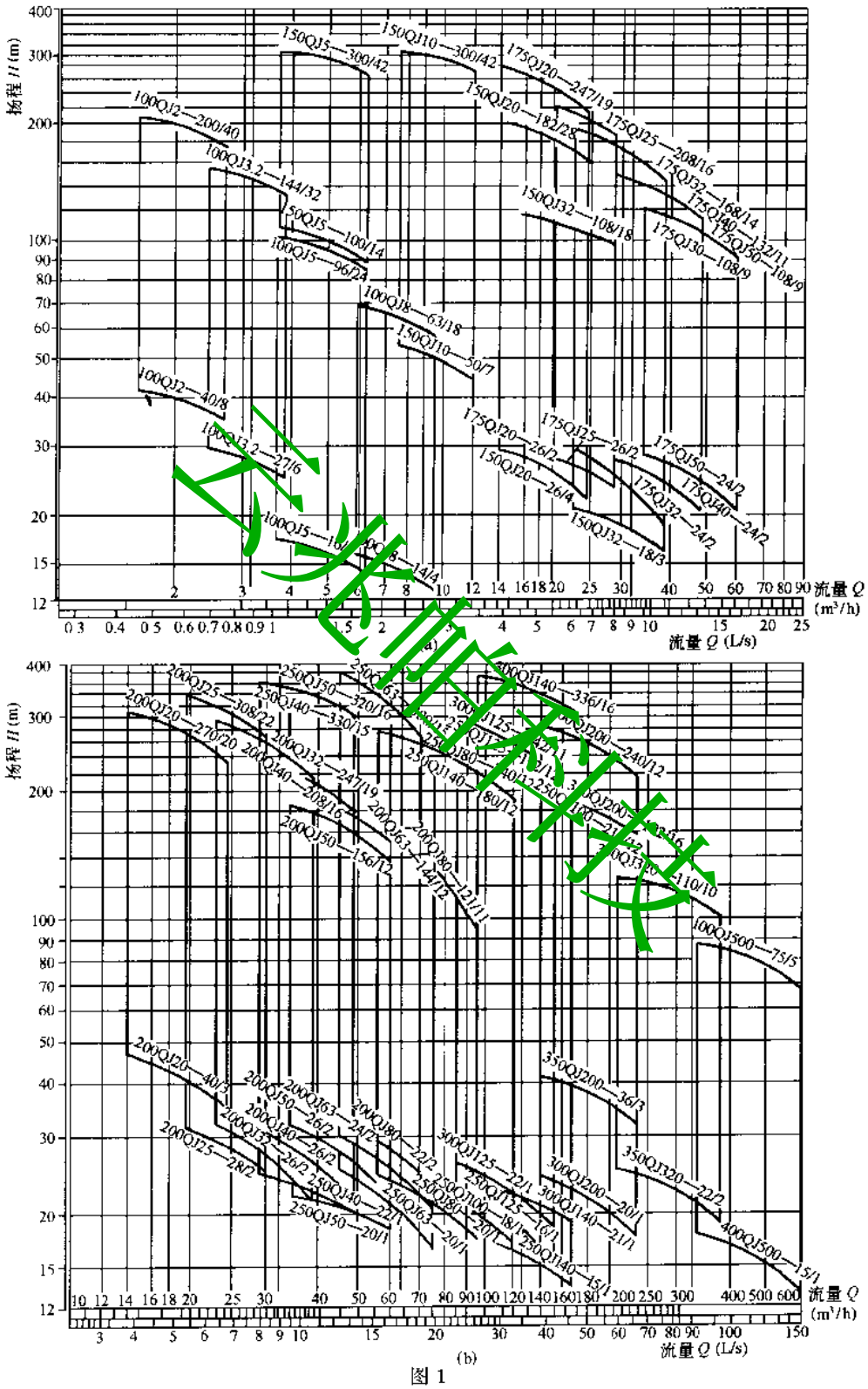


图 1

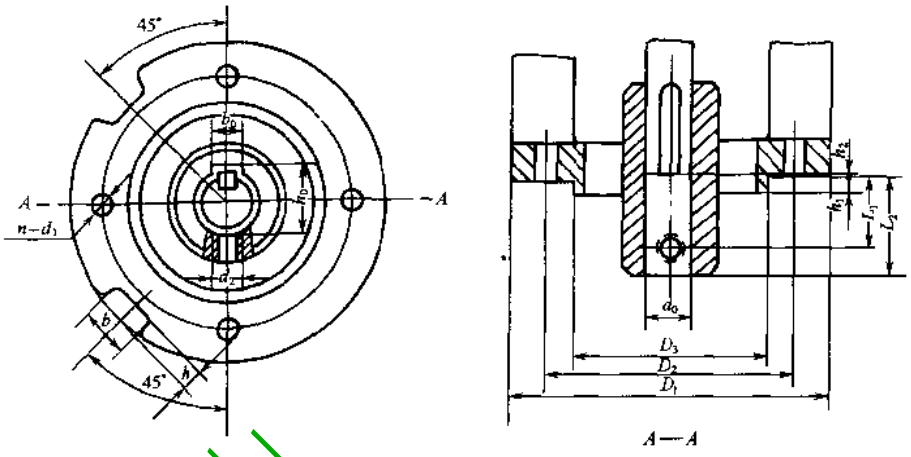


图 2

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院负责起草，上海电器科学研究所、沈阳水泵研究所参加。

本标准主要起草人：郑小英、袁秀文、岳文法。

本标准 1981 年首次发布。

江苏仙石科技

中华人民共和国国家标准

井用潜水泵　技术条件

Specification for submersible pumps for deep well

GB/T2817－91（代替 GB2817—81）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了井用潜水泵（以下简称“泵”）的技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于从水井中提取常温清水的泵。

2　引用标准

GB527	硫化橡胶物理试验的一般要求
GB528	硫化橡胶拉伸性能的测定
GB531	橡胶邵尔 A 型硬度试验方法
GB699	优质碳素结构钢钢号和一般技术条件
GB700	普通碳素结构钢技术条件
GB985	气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸
GB1095	平键、键和键槽的剖面尺寸
GB1096	普通平键　型式尺寸
GB1176	铸造铜合金技术条件
GB1220	不锈钢棒
GB1348	球墨铸铁件
GB1689	硫化橡胶耐磨性能的测定（用阿克隆磨耗机）
GB2816	井用潜水泵型式和基本参数
GB2818	YQS 系列井用潜水三相异步电动机技术条件
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB3512	橡胶热空气老化试验方法
GB4216.3	6 巴灰铸铁管法兰尺寸
GB4216.4	10 巴灰铸铁管法兰尺寸
GB4216.5	16 巴灰铸铁管法兰尺寸
GB6060.1	表面粗糙度比较样块　铸造表面

江水电科技

GB7021 离心泵名词术语
GB9439 灰铸铁件
GB/T12785 潜水电泵试验方法
JB8 产品标牌
JB2759 机电产品包装 通用技术条件
JB4297 泵产品 涂漆技术条件

3 术语

本标准常用的术语符合 GB7021 的规定，专用术语定义如下：

3.1 泵安装基准面

是泵座与基础接触的平面。当泵座的底板与弯头分开制造时，即是弯头与底板接触的平面。

3.2 泵的安装深度

从泵安装基准面到井用潜水三相异步电动机（以下简称“电动机”）下端的距离。

3.3 静水位

在泵起动之前，自泵安装基准面到水井中自由水面的距离

3.4 动水位

泵正常工作时，自泵安装基准面到水井中水面的距离。

3.5 水位降

静水位与动水位之差。

3.6 轴向水推力

泵在起动或正常工作时，叶轮前、后盖板产生的压力差。这个力的合力一般由后盖板指向叶轮吸入口方向，但有时也相反。

3.7 泵工作部件

是由叶轮、导流壳（导叶）等零件组成的部件。

3.8 泵装置

如图1所示，泵装置由泵工作部件、电动机、扬水管、防水电缆、泵座、控制柜及其相关的附件等部分组成。

泵装置配带的附件包括：电缆卡子、电缆防护罩、电缆接头材料、闸阀、空气阀、地脚螺栓以及扬水管结合面上的密封垫等。

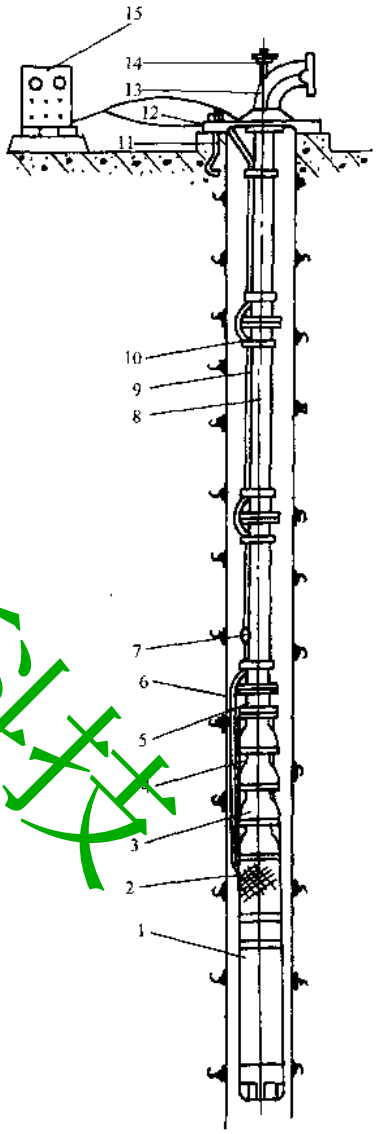


图1 泵装置

1—电动机；2—滤水网（泵进水口）；3—泵工作部件；4—电缆防护罩；5—短扬水管；6—电动机引出电缆；7—电缆接头；8—扬水管；9—防水电缆；10—电缆卡子；11—地脚螺栓；12—泵座（底板或夹板）；13—弯头；14—空气阀；15—控制柜

石水伯科技

4 技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

如果用户对产品有不同于本标准的要求时，按订货单和数据单附录B(参考件)的规定。

4.1 使用条件

泵抽送的水质应符合下述要求：

a. 温度不高于20℃；

b. 固体物含量（按质量计）不大于0.01%；

c. 酸碱度pH值6.5～8.5；

d. 硫化氢的含量不大于1.5 mg/L；

e. 氯离子的含量不大于400 mg/L。

4.2 基本参数的偏差

4.2.1 泵流量、扬程、效率的允差应符合GB3216的C级规定。

4.2.2 当泵效率高于规定值而流量、扬程的允差超过GB3216规定时，允许扬程的规定值按下式修正，并以修正后的扬程值作为规定扬程再计算允差。

$$H' = H_{sp} \times \eta' / \eta_{sp}$$

式中：H'——修正后的扬程值，m；

H_{sp}——扬程的规定值，m；

η'——实测的水泵效率，%；

η_{sp}——水泵效率的规定值，%。

4.3 轴向力

在泵允许使用的性能范围内，向下的轴向力（包括轴向水推力和转子自重）应小于表1的规定。起动时产生的短时向上的轴向力应小于表1中规定值的40%。超出表1中规定时，应与电动机制造厂协商。

表1

电动机机座号	100	150	175	200	250	300	350	400
允许轴向力（kN）	1.35	5.40	7.20	9.00	13.50	19.80		

4.4 泵工作部件

4.4.1 泵工作部件与电动机的连接尺寸及偏差应符合GB2816的规定。

4.4.2 泵工作部件的最大外径尺寸应符合GB2816中规定的电泵井下部分最大径向尺寸。

4.4.3 叶轮用平键传递扭矩，轴套定位；亦可用锥套固定并传递扭矩。

用平键传递扭矩时，平键和键槽的型式及尺寸应符合GB1095和GB1096的规定。

叶轮用锥套固定时，其锥度为1∶30。锥孔和锥套开口前的有效接触面积应不小于配合面积的60%。

4.4.4 叶轮应作静平衡试验，静平衡精度采用附录A（补充件）中的G6.3级。

若计算出的允许不平衡质量小于1g时，按1g计。

汉风伯利科技

在叶轮盖板上光滑去除不平衡质量，去除厚度不应超过盖板壁厚的1/3。

4.4.5 采用封闭式叶轮时，导流壳与叶轮的口环相配合处应设置可更换的密封环。密封环用过盈配合或螺钉可靠地固定在壳体上。

密封环与叶轮的口环相配合处直径方向的间隙应符合表2的规定。

表2 (mm)

密封环内径	≤75	>75～110	>110～160	>160～200	>200～250	>250
间　隙	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50

4.4.6 各导流壳（包括进水段和阀体）之间用止口定位，各结合面处应有密封措施。

4.4.7 设置在进水段周围的滤水网，其孔的最大尺寸不应超过水泵流道最小尺寸的70%。孔的总有效面积一般应不小于叶轮进口有效面积的5倍。

4.4.8 泵轴的直径应根据其最大配带功率和在最高扬程下所承受的轴向力按第三强度理论计算，其最大合应力不应超过钢材屈服点（σ_s）的30%，或抗拉强度（σ_b）的18%。泵轴直径选用14、18、25、28、32、38、42、50、60、70 mm。

注：此处所指的泵轴直径为装配叶轮位置的轴径。

4.4.9 泵轴与电动机轴分开制造时，在两轴之间通常用套筒式联轴器相连接。联轴器除能传递扭矩外，还应能传递泵轴向上或向下的力。

4.4.10 泵工作部件上端一般应装逆止阀，但对于扬程较低的泵，当泵在停机时，扬水管中倒流的水不足以使泵工作部件造成损坏，可不装逆止阀。

4.5 扬水管

4.5.1 法兰连接的扬水管应保证电缆通过法兰处的投影尺寸不大于泵工作部件或电动机的最大外径尺寸。

4.5.2 扬水管的连接应保证正直、可靠，防止松脱。

4.5.3 在规定流量点，扬水管内的水流速度一般为1.5～3.0m/s。

4.5.4 单根扬水管的长度一般不大于3 m。

4.6 泵座部件

4.6.1 泵座应能承受全部井下部分（包括扬水管内的水柱）的质量。

4.6.2 泵座出口法兰尺寸应符合GB4216.3～4216.5的规定。通常出口法兰的公称直径与扬水管的内径尺寸一致。

4.6.3 泵座与井口基础相接触的底板与弯头可以整体铸造，亦可分开制作。在底板上除有地脚螺钉孔外还应设有电缆引出孔和水位测量孔，在弯头上一般设有安装空气阀和压力表的螺孔。

4.7 电动机

与泵配套的电动机应符合GB2818的规定。配用电动机的额定功率应不小于泵在允许使用范围内的最大轴功率的1.05倍。

4.8 防水电缆

4.8.1 在水温为25℃、电流为额定值时，电缆的电压降应不大于额定电压的5%。

4.8.2 电缆对水的绝缘电阻应不低于100 MΩ。

标准图书

4.9 控制柜

一般应具有起动、停机、水位控制、缺相、欠压及过载保护的功能。

4.10 材料

4.10.1 主要零、部件选用的材料应不低于表 3 的规定。

4.10.2 若采用新材料时，应经过现场运转试验证明各种性能不低于表 3 的材料。

4.10.3 用于抽送生活用水的泵，与水接触的材料应对水质无污染。

4.10.4 用橡胶作轴承时，橡胶的性能应符合表 4 的规定。

表 3

零件名称	材料牌号	标准代号
叶轮、导叶、密封环	锡青铜 ZQSn6—6—3 灰铸铁 HT200	GB1176 GB9439
导流壳、逆止阀体	灰铸铁 HT200	GB9439
进水段、泵座	灰铸铁 HT200 球墨铸铁 QT450—10	GB9439 GB1348
泵轴	2Cr13 35	GB1220 GB699
锥套、轴套	3Cr13	GB1220
平键	45	GB699
扬水管	A3（钢管）	GB700
导轴承	铅青铜 ZQPb30—25 橡胶	GB1176 按 4.10.4 条

表 4

检验项目	性能指标	检验标准
抗拉强度	≥12MPa	GB527 GB528
伸长率	≥100%	
永久变形	≤40%	
邵尔 A 型硬度	65～75	GB531
在磨损试验机上试验时，磨损	≤0.2 cm^3/1.61km	GB1689
温度为 70℃时，在 72h 内老化系数	≥0.8	GB3512

4.11 水压试验

对导流壳、阀体、泵座（弯头）、有焊缝的扬水管等承受水压的零件应作水压试验。试验压力为工作压力的 1.5 倍，保压 5 min，不允许渗漏。

4.12 镀铬

凡与轴承相配合的转动零件应镀铬，镀铬应符合下列要求：

a. 镀铬层厚度为 0.08～0.12 mm，硬度大于 HRC50；

b. 全部铬层除边缘外应均匀光泽，无明显颗粒，不允许有条状、重叠、裂纹、起泡、脱

皮或成片的针眼等缺陷。

4.13 焊接

4.13.1 碳钢和低合金钢零件的焊接型式及尺寸应符合 GB985 的规定。

4.13.2 焊条应依据被焊零件的强度或化学成分来选择。

4.13.3 焊缝不应有未焊透、气孔、裂缝、烧穿、夹渣和造成降低强度或密封性能的缺陷。

4.14 铸铁件

4.14.1 铸铁件应清理，去除浇口、冒口、多肉、粘砂、氧化皮和铸造瘤，达到表面光洁。

4.14.2 铸铁件表面粗糙度应符合表 5 的规定。评定方法按 GB6060.1 规定的标准样块作比较。

表 5

部位及尺寸范围 (mm)	叶轮（导翼）内表面			壳体类过流部位		影响外观的非过流部位
	外径尺寸			内腔最大直径		
	≤400	>400～1000	>1000	≤350	>350～600	
粗糙度等级 R_a (μm)	12.5	25	50	25	50	50

4.14.3 叶轮、导流壳（导叶）的过流部位见图 2～图 4，其尺寸偏差按表 6 和表 7 的规定。

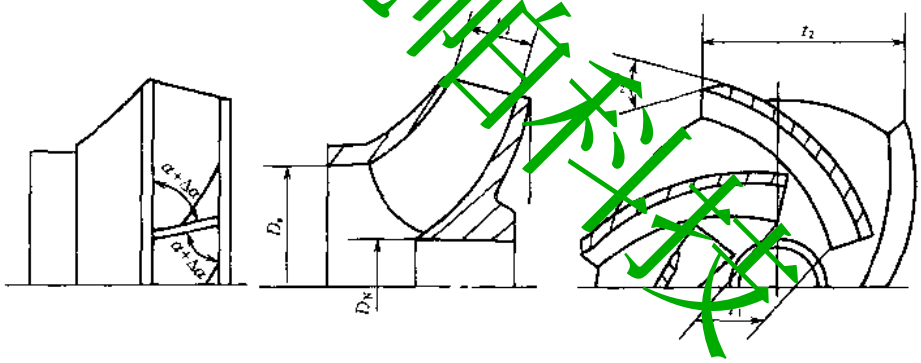


图 2

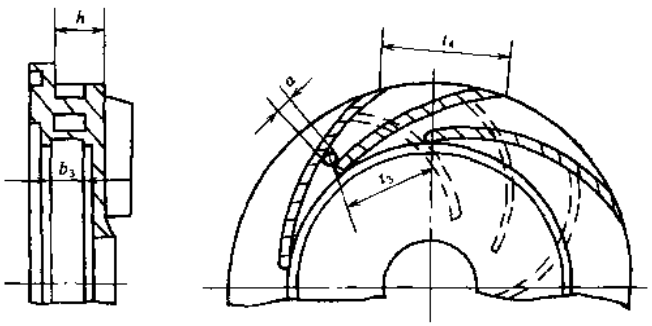


图 3

仅供试读

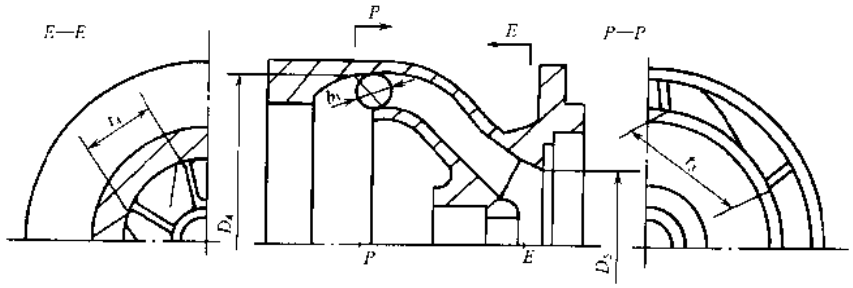


图 4

表 6　　(mm)

尺寸范围 / 代号	≤25	>25～30	>30～50	>50～80	>80～120	>120～180	>180
	极限偏差						
b_2	+0.7 -0.2	+1.0 -0.2	+1.5 -0.2	+3.0 -0.5%			
b_3	+1.0 0		-0.2	+2.5% 0			
t_1、t_2 t_3、t_4	±2.0%						
D_2			+1.0 -0.5		+2.0 -1.0		+4.0 -1.0
D_3			±2.0		±3.0		±4.0
D_4	—		±0.5		+1.5 -0.7	+1.5 -0.5%	+1.0 -0.5%
D_5	—	±1.5			±2.0%		
a	+0.7 0	+1.0 0	+1.5 0	+2.5% 0	—		
h	+1.0 0	+1.5 0	+2.0 0	+2.5% 0			

表 7

代　　号	尺寸范围（mm）	偏　差　值
叶轮出口角 β_2	全　　部	±10%
$\Delta\alpha$	b_2≤18	±5°
	b_2>18～50	±1°
	b_2>50	±3°

4.14.4 在静密封、定心、定位和配合的加工表面及不影响外观，并且能满足使用要求的其余加工面、非加工面的铸造缺陷不应超过表 8 的规定。

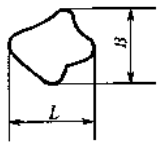
4.14.5 对超出表 8 规定的铸造缺陷，在不影响铸铁件的加工性及使用性能的前提下，允许焊补。

4.14.6 铸铁件一般应进行时效处理。

表 8

缺陷所在面		缺陷尺寸	缺陷深度	同一平面上允许存在的铸造缺陷数					缺陷间距
				≤φ100	>φ100～φ200	>φ200～φ500	>φ500～φ1000	>φ1000	
加工表面	静密封面	最大不超过 5 mm，并且不超过所在面最小尺寸的 1/5	最深不超过 5 mm，并且不超过壁厚的 1/5	1	≤2	≤3	≤4	≤5	a. 缺陷的边缘距离所在面的边缘不得小于缺陷尺寸的 2 倍； b. 缺陷的边缘至另一缺陷边缘距离不小于缺陷尺寸的 2 倍
	定心、定位、配合的加工面	最大不超过 5 mm，并且不超过所在面最小尺寸的 1/4							
	传递力矩的零件(在不影响外观的情况下)和受冲刷的部位	最大不超过 2 mm							
	不影响使用强度和外观的其余加工面	最大不超过 6 mm，并且不超过所在面最小尺寸的 1/5							
非加工表面	承受液体压力的面及液体过流面	最大不超过 8 mm，并且不超过所在面最小尺寸的 1/10							
	不影响使用强度和外观的其余非加工表面	最大不超过 10 mm，并且不超过所在面最小尺寸的 1/5							

注：缺陷尺寸的计算方法 $D=\sqrt{LB}$，如下图。



4.15 防锈

4.15.1 用普通钢材或铸铁制作的零件，其配合表面应涂刷防锈油脂，非配合表面涂漆，涂漆要求应符合 JB4297 的规定。

4.15.2 用普通钢材制作的进水滤网，电缆防护罩以及连接用的螺钉、螺母等零件应镀锌

防锈。

4.15.3 泵工作部件在完成性能试验之后，应除净内部积水并作防锈处理。

4.16 泵工作部件的装配

4.16.1 各零件应经检验合格并有合格印记方可装配。

4.16.2 泵工作部件在装配完成之后，水平放置时检查转动部分，转动应均匀，无卡滞现象。

4.16.3 转动部分的轴向总窜动量应大于 4 mm。

4.16.4 所有螺柱、螺母均应拧紧，并有防松措施。螺柱伸出螺母的部分为 1～3 个螺距。

4.17 可靠性

在本标准规定的使用条件下，泵的平均无故障工作时间不少于 2500 h。

5 试验方法与检验规则

5.1 试验方法

泵的性能试验方法和试验结果的分析及计算应符合 GB/T12785 的规定。

泵试验时允许用专供试验用的电动机进行，但电动机的额定功率不应大于泵所需轴功率的 2 倍。

5.2 检验规则

产品检验分为型式检验和出厂检验两种。

5.2.1 型式检验项目包括运转试验、性能试验等。

有下列情况之一时应作型式检验：

a. 新产品试制或定型产品转厂生产时；

b. 批量生产的产品定期抽查（定期抽查每年至少进行一次）；

c. 因定型产品在结构、材料、工艺等方面改变影响到产品的性能时；

d. 产品长期停产后，再次恢复生产时；

e. 出厂检验不合格时。

型式检验每次不应少于 2 台。

5.2.2 出厂检验是依据性能表给定的标准性能点（一般为 3 点）检查泵工作部件的流量、扬程和效率。

出厂检验实行抽样检查时按 GB2828 规定。

5.3 现场运转试验

为考核泵的结构需要按使用条件作现场运转试验时，运行时间不少于 2500h。除易损零件正常磨损外，其他零部件不应有损坏或变形。

5.4 轴向水推力的测试

5.4.1 轴向水推力的测试通常在试制的样机中进行。对同一型号、同一水力模型的潜水泵允许只对某一规格进行测试，然后将测试结果推算到其他规格中。

当改变叶轮的水力设计或叶轮的口环处密封间隙时，应重新进行轴向水推力的测试。

5.4.2 轴向水推力的测试方法按 GB/T12785 的规定。

5.5 出厂前的检验

万水帖科技

泵应由制造厂质量检验部门按本标准及订货合同（或产品装箱单）检查产品的正确性和完整性，检验合格后发给产品合格证书，然后方可包装出厂。

6 成套范围与保证期

6.1 成套范围

6.1.1 泵装置的成套包括：

a. 总装配图所规定的全部零、部件（包括：电动机、泵工作部件、扬水管、泵座或出水弯头、紧固件、防水电缆及控制柜等）。

配带扬水管的总长度除合同特殊规定外应不少于泵额定扬程的75%，防水电缆的总长度不少于扬水管总长度的1.08倍。

b. 必要的附件（包括：电缆卡子、电缆防护罩、电缆接头、闸阀、空气阀、地脚螺栓以及扬水管结合面上的密封垫等）。

c. 必要的装拆工具。

d. 必需的备件（包括：叶轮、密封环、轴承、轴套等）。

成套项目和数量可按订货要求增减。

6.1.2 图样资料包括：

a. 总装配图及易损零件图；

b. 产品说明书；

c. 性能曲线和性能表；

d. 装箱单；

e. 产品合格证。

6.2 保证期

用户在遵守本标准的规定并按产品说明书的要求进行安装使用时，若使用不超过12个月，自制造厂发货之日起不超过2年内，产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂负责免费为用户修理或更换（不包括易损件）。

7 标志、包装和贮存

7.1 标志

7.1.1 在泵座（或出水弯头）上牢固地钉上产品铭牌。铭牌的尺寸和技术要求应符合JB8的规定，铭牌上应标明下列内容：

a. 制造厂名称；

b. 泵的名称、型号及规格；

c. 主要技术参数：流量 m^3/h、扬程 m、效率 %、转速 r/min、配带功率 kW、泵总重 kg；

d. 出厂编号及出厂日期。

7.1.2 在泵工作部件上设置转向标志。

7.1.3 随机配带的零（部）件、备件、工具及附件应挂上附有制造厂名称、产品型号、零（部）件图号、名称的标签。

江水泊科技

7.1.4 整套泵装置分开包装时，应在每个包装箱上标志出所属泵的出厂编号。

7.2 包装

产品的包装应符合 JB2759 的规定，保证一年内被包装的产品和文件在运输和保管的过程中不致遗失或损坏。

7.3 贮存

机组及备、附件在保管过程中应防止锈蚀和损坏。泵的油封有效期为 12 个月，过期应重新油封。

电动机、防水电缆和控制柜不允许露天存放。

附 录 A
允 许 偏 心 距
（补充件）

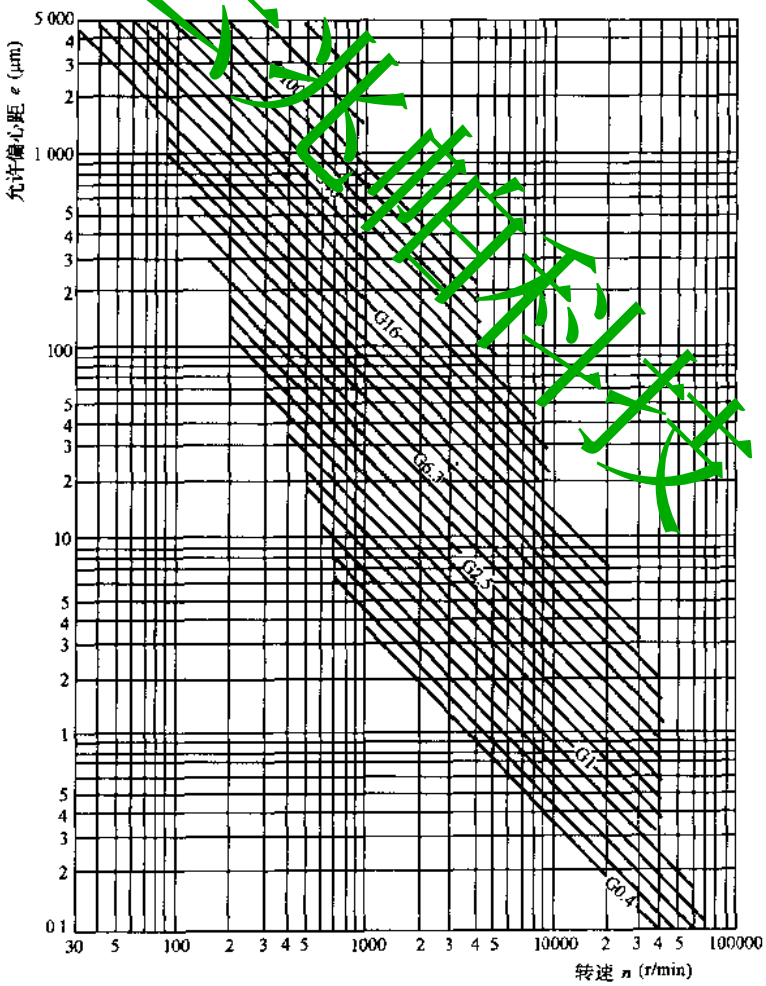


图 A1

附 录 B
井用潜水泵数据单
（参考件）

1. 需方单位_____
2. 通讯地址_____
3. 银行账号_____
4. 安装地点_____
5. 潜水泵用途_____

工 作 条 件

6. 潜水泵安装地点的海拔高度_____ m
7. 水井最佳涌水量_____ m^3/h
8. 设计要求的流量_____ m^3/h
9. 水井的静水位_____ m
10. 在设计要求流量时，水井的动水位_____ m
11. 泵座出口处最低表压力_____ MPa
12. 潜水泵预计安装深度_____ m
13. 在潜水泵预计安装深度内，水井的最小内径_____ mm
14. 允许潜水泵井下部分最大外径尺寸_____ mm
15. 水井成井的总深度_____ m
16. 水源类型：细砂层；中砂层；卵石层；裂隙水；江、河水；其他_____

使 用 条 件

17. 水温（最高值）_____ ℃
18. 水中固体物质的含量（质量百分比）_____ %
19. 粒度（最大和最小值）_____ mm
20. 酸碱度 pH 值_____
21. 硫化氢气体含量_____ mg/L
22. 是否有油类_____
23. 井筒正直情况_____
24. 其他_____

注：将直径等于泵最大的外径、长度为 6m 的圆柱体用扬水管下放到泵预计的安装深度而不受阻，则认为井是直的。

对潜水泵成套性的要求

25. 拟订潜水泵型号_____；规格_____；数量_____台
26. 电动机型号_____；功率_____ kW
27. 配带扬水管的总长度（或根数）_____ m(根)
28. 所需附件的名称及数量_____

_____

五洲伟业科技

29. 所需备件名称及数量_____

_____

_____

30. 对潜水泵或潜水泵装置特殊要求的说明_____

_____

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草，中国农业机械化科学研究院、上海电器科学研究所参加起草。

云水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

喷灌用金属薄壁管及管件

JB/T7870—1997

（代替 JB/T7869.1～7869.2　95　JB/T7870 -95）

工业信息科技

前　言

本标准是对 JB/T7869.2—95（原 GB5895—86）《喷灌用金属薄壁管及管件　试验方法》、JB/T7870—95（原 GB5896—86）《喷灌用金属薄壁管》和 JB/T7869.1—95（原 GB5897 -86）《喷灌用金属薄壁管管件技术条件》的修订，并将三个标准并为一个标准编写。修订时保留了 JB/T7869.1～7869.2—95 和 JB/T7870—95 中仍然适用的内容，同时根据我国金属薄壁管及管件的实际生产、使用情况和发展趋势，主要作了如下修改：

——调整了耐水压性能的要求和相应的试验方法；

——增加了沿程水头损失计算方法；

——修改了检验规则；

——删去了 JB/T7869.2—95 中的附录 C《试验报告单及表格》；

——删去了标准中应由制造厂规定的技术要求内容；

——按 GB/T1.1 -1993 的规定，调整了标准的编写格式和表达方式。

本标准从生效之日起，同时代替 JB/T7869.1～7869.2—95 和 JB/T7870—95。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：江苏理工大学排灌机械研究所。

本标准主要起草人：刘玉林、林暾。

1 范围

本标准规定了喷灌用金属薄壁管及管件的品种、规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志和包装等。

本标准适用于喷灌用镀锌薄壁钢管、薄壁铝（铝合金）管及其配套的各种管件。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB228—87 金属拉伸试验方法
GB242—82 金属管扩口试验方法
GB246-82 金属管压扁试验方法
GB700—88 碳素结构钢
GB708—88 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形及允许偏差
GB1173-86 铸造铝合金 技术条件
GB2102-88 钢管验收、包装、标志和质量证明书
GB2828-87 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3091—82 低压流体输送用镀锌焊接钢管
GB3190-82 铝及铝合金加工产品的化学成分
GB5213—85 深冲压冷轧薄钢板和钢带
GB6893-86 工业用铝及铝合金拉（轧）制管
JB/T5673—91 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件
HG4-329—66 密封橡胶制品（环状）

万水信息科技

3 品种、规格

3.1 金属薄壁管分为：

镀锌薄壁钢管，公称压力为1000kPa。

薄壁铝（铝合金）管，公称压力为800kPa。

3.2 金属薄壁管的规格尺寸及允许偏差应符合表1的规定。

3.3 管件的规格均以所配套的金属薄壁管公称外径表示；变径管以变径管大端所配套的金属薄壁管公称外径表示。管件规格应符合表2的规定。

4 技术要求

4.1 一般要求

管及管件应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

表 1 金属薄壁管规格尺寸及允许偏差 (mm)

外径 D 及允许偏差	公称尺寸	32	40	50	60	65	70	75	80	90	100	105	110	120	130	150	160
	镀锌薄壁钢管	$\pm 1\%D$															
	薄壁铝(铝合金)管	—	−0.35			−0.45				−0.6					−0.8		
壁厚 S 及允许偏差	镀锌薄壁钢管	0.65 0.8					0.8	0.8 1.0		1.0			1.0 1.2	1.2	1.2 1.5	1.5	
		$+12\%S$ $-15\%S$															
	薄壁铝(铝合金)管	—	1.0			1.5				2.0			2.5		3.0		
		—	± 0.12			± 0.18				± 0.22			± 0.25		± 0.30		
定尺长度 L 及允许偏差		6000;5000															
		+15															
圆度		$\pm 0.5\%D$															
直线度	定尺	18															
	非定尺	$0.3\%L$															

表 2 管件规格 (mm)

快速接头	弯管	三通	四通	变径管	堵头	支架
—	32	32	—	—	—	—
—	40	40	—	—	—	—
50	50	50	50	50	50	50
60	60	60	60	60	60	60
65	65	65	65	65	65	65
70	70	70	70	70	70	70
75	75	75	75	75	75	75
80	80	80	80	80	80	80
90	90	90	90	90	90	90
100	100	100	100	100	100	100
105	105	105	105	105	105	105
110	110	110	110	110	110	110
120	120	120	120	120	120	120
—	130	130	130	130	—	—
—	150	150	150	150	—	—
—	160	160	160	160	—	—

标准图书馆

4.2 镀锌薄壁钢管

4.2.1 镀锌薄壁钢管的管坯用易焊接的钢材制成，钢号和制造方法由制造厂选择。

4.2.2 管内、外表面应有完整的镀锌层，不允许存在漏镀、气泡、局部粗糙和锌瘤。

4.2.3 管两端截面应与管轴线垂直，倾斜度不大于2°；切口内外毛刺不得高于0.5mm。

4.2.4 热浸镀锌钢管内、外镀锌层平均重量500g/m²（镀层厚度相当于0.069mm），允许偏差为−50g/m²；电镀锌钢管内、外镀锌层厚度不小于0.03mm。

4.2.5 镀锌薄壁钢管的镀锌层进行硫酸铜浸渍试验时，试样重复浸渍5次，镀锌钢管表面不得有红色铜的沉积。

4.2.6 镀锌薄壁钢管的镀锌层结合力应符合附录A（标准的附录）的规定。

4.2.7 镀锌薄壁钢管镀锌层含锌量不低于98.5%。

4.2.8 电镀锌薄壁钢管应进行钝化处理。热浸镀锌薄壁钢管经供需双方协议可进行钝化处理。

4.3 薄壁铝（铝合金）管

4.3.1 薄壁铝（铝合金）管的牌号和供应状态应符合GB6893的规定。

4.3.2 薄壁铝（铝合金）管的化学成分应符合GB3190的规定。

4.3.3 薄壁铝（铝合金）管的机械性能应符合GB6893的规定。

4.3.4 薄壁铝（铝合金）管的内、外表面质量和内部组织应符合GB6893的规定。

4.3.5 薄壁铝（铝合金）管的两端截面应与管轴线垂直，倾斜度不大于2°，切口内、外毛刺不高于0.5mm。

4.4 金属薄壁管性能

4.4.1 金属薄壁管进行试验压力为1.6倍公称压力的耐水压试验时，不得出现渗漏。

4.4.2 金属薄壁管的抗拉性能应符合GB228的规定。

4.4.3 金属薄壁管应按GB242的规定进行扩口试验。试验后试样扩口处应无裂缝、裂口、焊缝开裂等现象。

4.4.4 金属薄壁管应按GB246的规定进行压扁试验。试验后试样弯曲变形处应无裂缝、裂口、焊缝开裂等现象。

4.4.5 金属薄壁管与管件组合应进行运行试验，运行时间不得少于50h。

4.5 管件

4.5.1 所用材料必须附有化学成分和机械性能证明书。

4.5.2 冲压件材料应采用材质不低于GB5213规定的08A1制成的、表面质量Ⅱ组、拉延级别F的冷轧薄钢板或B3冷轧薄钢板制造。厚度偏差应符合GB708的B级规定。

4.5.3 铸铝件的化学成分和机械性能应符合GB1173的规定。

4.5.4 焊接件材料应符合GB700的有关规定。也可采用易焊接的其他软钢制造。

4.5.5 橡胶密封件的胶料应符合HG4—329中Ⅰ 2类的有关规定。

4.5.6 管件的内壁及连接处应光滑平顺，弯曲处不应有明显的凹凸和压扁等缺陷。

4.5.7 铸件内、外表面应光滑，不允许有裂纹、砂眼、气孔、缩松等影响使用性能及外观质量的缺陷。

4.5.8 焊接件的焊缝应平整，不允许有脱焊、漏焊、裂纹、烧穿、焊瘤、夹渣和气孔等缺陷。

4.5.9 需要镀锌的焊接件，应先焊接后镀锌。

4.5.10 镀锌件的镀锌层应符合4.2的有关规定。

节水灌溉科技

4.5.11 冲压件的表面应光滑、不得有皱纹、斑痕、裂纹和分层等缺陷；边缘不得有飞边、毛刺。

4.5.12 胶粘件的胶粘应符合有关胶粘工艺要求和操作程序。胶粘部位的强度应满足设计要求。

4.5.13 连接螺纹的牙形必须完整无损，不得有变形、缺牙等缺陷。

4.5.14 涂漆应符合 JB/T5673 中耐水涂层的有关规定。

4.5.15 对于易锈蚀的加工表面，必须采取防锈措施，但不得污染水质。

4.5.16 橡胶密封表面及外观质量应符合 HG4-329 中的有关规定。

4.6 管件性能

4.6.1 承受水压的管件，进行试验压力为 1.6 倍公称压力的耐水压试验时，管件各部位不应产生塑性变形，焊接、胶粘处不允许出现渗漏。

4.6.2 管件密封部位，进行试验压力为公称压力的密封性能试验时，不应出现渗漏。

4.6.3 快速接头应进行偏转角试验，将快速接头偏转成设计角度，在公称压力下，保压 5 min，不应出现渗漏。

4.6.4 对有自泄要求的管件，应进行自泄性能试验。自泄性能应达到设计与使用要求。

4.6.5 用于吸水管路的管件，应做真空度试验。试验水温为 0～40℃，将管段偏转成设计角度，在 70kPa 情况下持续 5 min 不应吸入空气。

4.6.6 胶粘件的胶粘部位应做耐拔拉力性能试验，其试验拔拉力按式（1）计算：

$$G = 1.5[\sigma]\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \qquad (1)$$

式中：G —试验拔拉力，N；

$[\sigma]$ —管的许用应力，N/mm^2；

D—管的公称外径，mm；

d—管的内径，mm。

在该拔拉力下，持续 5 min，试样不允许产生塑性变形。经过拔拉后，须再进行耐水压试验，胶粘处不应有渗漏。

4.6.7 在工作流量范围内，管件所产生的压力损失，不应影响系统的正常工作。

5 试验方法

5.1 一般要求

5.1.1 试验设备、仪器和仪表

5.1.1.1 压力计精度不得低于 0.4 级。

5.1.1.2 流量仪表的允许系统误差不得大于±1.5%。

5.1.1.3 其他试验设备、仪器、仪表的精度等级应满足测试结果的精度要求。

5.1.1.4 试验设备、仪器、仪表应定期进行检查、标定。

5.1.2 水力性能试验

5.1.2.1 应采用可调节压力、流量的供水设备。

5.1.2.2 测压孔宜设置在离水流干扰源至少 20 倍管径的地方，测压孔与管内壁成直角，孔

的周围要平整，边缘不得有毛刺。

5.1.2.3 压力计应安置在同一高程上，测压系统应设有排气装置。

5.1.2.4 试验前测量管道实际内径、长度等，检查供水系统、管道系统各连接部位及测量系统是否有漏气、漏水现象。

5.1.2.5 试验应用常温清水，在环境温度 0～40℃范围内进行。

5.1.2.6 试验时应排除系统内空气，测压管内不允许有气泡存在，升压应缓慢，流量、压力应同时读出或记录。

5.2 性能试验

5.2.1 耐水压试验

5.2.1.1 耐水压试验包括管子耐水压试验及管件耐水压试验。

5.2.1.2 试验压力为公称压力的 1.6 倍。达到试验压力后，保压 2 min，观察有无渗漏和变形。

5.2.2 密封试验

在公称压力下管子与管件配套进行，保压 5 min，观察连接处有无渗漏。

5.2.3 自泄试验

被试接头与管子须配套进行，并应水平放置，达到公称压力后缓慢减压，直至接头处泄出水流，然后在此点压力附近均匀先选取 2～3 个压力值进行试验，测定自泄压力，同时测定自泄时间和接头的自泄量，取平均值。

5.2.4 偏转角试验

将两根相连接的管道偏转成所规定的角度，达到工作压力后，保压 5 min，观察连接处有无渗漏。

5.2.5 沿程水头损失试验

5.2.5.1 试验管道总长度应为 100 m±10 m，

5.2.5.2 试验管道应直线并水平放置。如非水平放置，应计入高程变化对管道测压的影响。

5.2.5.3 试验流量应在与试验管道经济流速相应的流量范围内均匀选取 10 种流量，顺次测试。

5.2.5.4 测试管道首末两端的压力，进行计算，并换算成百米管道沿程水头损失 ΔH_{100}。

5.2.5.5 沿程水头损失按式（2）计算：

$$h_f = f\frac{LQ^m}{d^b} \tag{2}$$

式中：h_f——沿程水头损失，m；

f——摩阻系数；

L——管长，m；

Q——流量，m^3/h；

d——管内径，mm；

m——流量指数；

b——管径指数。

同时给出显著性检验结果。

万水中科技

5.2.6 多口系数试验

5.2.6.1 按 5.2.5 的规定测量并计算百米管道沿程水头损失 ΔH_{100}。

5.2.6.2 在同一流量下，按 5.2.5 测量并计算多口出流时的百米管道沿程水头损失 $\Delta H_{100多口}$。测量时孔口距离应相等。

5.2.6.3 多口系数按式（3）计算：

$$F = \frac{\Delta H_{100多口}}{\Delta H_{100}} \tag{3}$$

式中：F——多口系数。

5.2.7 局部水头损失试验

按附录 B（标准的附录）的规定进行。

5.2.8 拉力试验

按 GB228 的规定进行。

5.2.9 压扁试验

按 GB246 的规定进行。

5.2.10 扩口试验

按 GB242 的规定进行。

5.2.11 镀锌层试验

5.2.11.1 镀层重量或厚度测定（任选一项）：镀层重量按 GB3091 中规定的氯化锑法测定；镀层厚度用磁性测厚仪直接测定。

5.2.11.2 均匀性试验：按 GB3091 中规定的硫酸铜浸渍法测定。

5.2.11.3 结合力试验：按附录 A 的规定，任选一种试验方法。

5.3 运行试验

5.3.1 运行试验主要考核金属薄壁管及管件的可靠性和适应性。试验应在田间进行。

5.3.2 运行试验时间不得少于 500 h。

5.3.3 试验应在工作压力范围内进行。

5.3.4 试验前后应对管子及管件的主要尺寸进行测量，并作好记录。

5.3.5 试验过程中，如遇主要零部件损坏，应换件重做试验，对损坏零部件要进行分析，查明原因，作好记录。

5.3.6 试验期间应有人值班，并按使用说明书规定进行保养，做好测试写实工作。

5.4 试验报告

试验报告应至少包括下列内容：

a）试验目的；

b）试验地点及概况；

c）被试管及管件的技术特性；

d）试验装置系统图；

e）试验仪器设备规格及精度；

f）试验数据；

g）试验结果分析；

节水灌溉科技

h）试验结论；

i）试验人员及试验时间。

6 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

6.1 出厂检验

6.1.1 金属薄壁管及管件均应由制造厂质量检验部门按本标准进行检查，合格后发给质量合格证方可出厂。

6.1.2 检验项目

6.1.2.1 金属薄壁管

a）尺寸（定尺长度、壁厚、外径）及偏差；

b）圆度；

c）直线度；

d）内、外表面质量；

e）端面质量；

f）镀锌层质量（或厚度）；

g）镀锌层均匀性；

h）镀锌层结合力；

i）耐水压试验；

j）抗拉力试验；

k）扩口试验；

l）压扁试验。

6.1.2.2 管件

a）连接部位质量；

b）铸件、焊接件、冲压件、橡胶密封件等的内、外表面质量；

c）镀锌层质量（或厚度）；

d）镀锌层均匀性；

e）镀锌层结合力；

f）涂漆质量；

g）耐水压试验；

h）密封性能；

i）偏转角试验；

j）自泄性能；

k）真空度试验；

l）耐拔拉试验。

6.1.3 按GB2828的规定，从交验批中随机抽样。推荐采用正常检查一次抽样方案，检查水平为一般检查水平Ⅱ，合格质量水平（AQL）为4.0。也可由供需双方协商确定抽样检查方案。

云水帕科技

6.2 型式检验

6.2.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

a）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b）正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c）产品长期停产后，恢复生产时；

d）批量生产的产品，为了了解产品质量稳定性，周期性检验时；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f）国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

6.2.2 检验项目应包括本标准中规定的全部技术要求项目。

6.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。推荐采用正常检查一次抽样方案，检查批应满足样本大小至少 2 个，检查水平为特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 金属薄壁管

7.1.1 镀锌薄壁钢管的标志、包装应符合 GB2102 的规定，薄壁铝（铝合金）管的标志、包装参照执行 GB2102 的规定。

7.1.2 镀锌薄壁钢管和薄壁铝（铝合金）管在运输、贮存过程中，应避免与腐蚀性介质接触，并避免机械损伤。

7.2 管件

7.2.1 每件管件产品应有清晰、耐久的标志，应包括下列内容：

a）制造厂名称或注册商标；

b）产品名称、型号、规格；

c）出厂编号和日期。

7.2.2 出厂产品应在适合运输装卸及保证产品无损的条件下，选择适宜的包装，并应符合运输部门的有关规定。

7.2.3 包装的外表应有明显的标志，内容包括：

a）收货单位、地址；

b）制造厂名称；

c）产品名称、规格、型号、数量；

d）毛重、外形尺寸（长×宽×高）。

7.2.4 产品出厂时应附带下列文件：

a）产品质量检验合格证；

b）产品使用说明书；

c）包装清单。

7.2.5 管件在运输和贮存过程中，应避免与腐蚀性介质接触，并避免机械损伤。

7.2.6 管件长期贮存时，应整齐地摆放在通风、干燥的库房中。

7.2.7 橡胶密封件存放时，应涂滑石粉，放在架上，不得靠近发热体，避免阳光直射。

无锡市科技

附 录 A
（标准的附录）
镀锌层结合力试验

A1 弯曲试验

切取试样展平，夹在台钳中反复弯曲，直至基体断裂，观察镀层有无起皮脱落。

A2 锉刀试验

用粗锉刀锉试样边缘，锉刀与试样表面成45°，由基体方向向镀层方向锉，观察镀层有无剥离、脱落。

A3 锤击试验

用250 g扁角圆形钳工锤敲击，观察镀层有无脱落、裂纹。

A4 划痕试验

在试样上用锐刀纵横交错划痕，直划到基体金属，划痕的数量与划痕之间距离不限，观察划痕交错处镀层有无剥离、脱落。

A5 加热试验

将镀件加热到180～200℃，保温0.5～1 h后，在空气中冷却，观察镀层有无突起、脱落。

附 录 B
（标准的附录）
金属薄壁管及管件局部损失（压力降）试验

本附录适用于金属薄壁管及管件局部损失（压力降）试验。

B1 试验方法

B1.1 测定长度不小于内径（d_i）的15倍、且不短于1 m的连接管子局部损失（压力降）（Δh_1）。管内水流流速为2 m/s，环境温度0～40℃。

B1.2 将连接管子截成两段，使其中一段长度不小于5 d_i；另一段的长度不小于10 d_i。

B1.3 用被试管件将两段管子连接，使较短的一段管子在进水侧。

B1.4 在与B1.1相同条件下，测量连接管子及被试管件局部损失（压力降）（Δh_2）。

B1.5 被试管件局部损失（压力降）按式（B1）计算：

$$\Delta h = \Delta h_2 - \Delta h_1 \tag{B1}$$

式中：Δh——被试管件局部损失（压力降）；

Δh_1— 连接管子局部损失（压力降）；

天水信科科技

Δh_2 —— 连接管子及被试管件局部损失（压力降）。

B2 试验装置

试验装置系统如图 B1 所示。

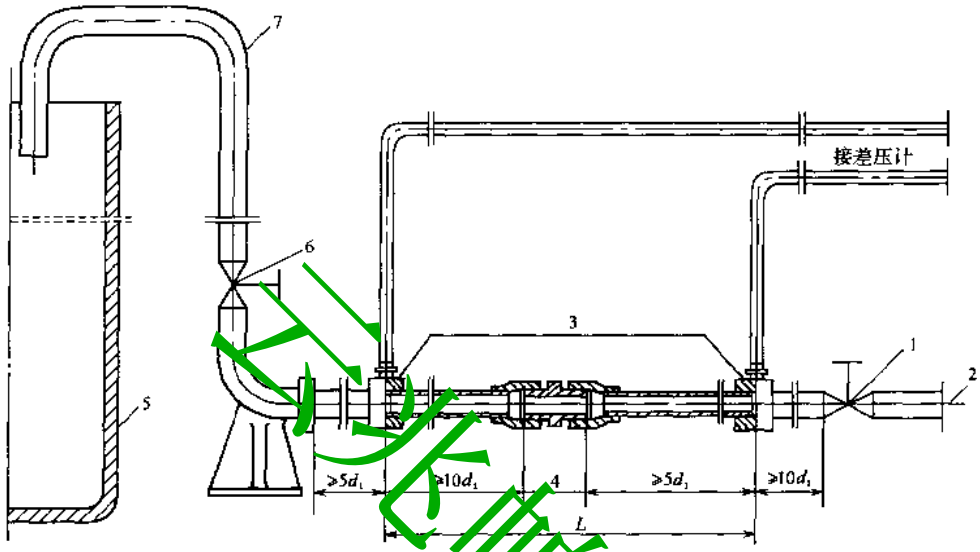


图 B1 试验装置系统

1—断流阀；2—供水管；3—分压器；4—被试管件；
5—计量槽；6—控制阀；7—排水管

工业仪表科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管基本参数及技术条件——硬聚氯乙烯管

Technical parameters and requirements of plastic pipe for sprinkler irrigation—hard polyvinyl chloride pipe

SL/T96.1 1994

1 范围

本标准规定了以聚氯乙烯树脂为主要原料，经挤出成型，主要用于地埋输送灌溉用水的硬聚氯乙烯管的基本参数、技术条件和检验规则。

2 引用标准

下列标准所包括的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB4217—84 热塑性塑料管材的公称外径和公称压力

GB10002.1—88 给水用硬聚氯乙烯管材

GB13020—91 硬聚氯乙烯（PVC—U）管材 外径和壁厚极限偏差

3 产品分类

3.1 压力等级

硬聚氯乙烯管公称压力等级分为：0.25、0.4、0.63、1.0、1.25 MPa。

3.2 规格

硬聚氯乙烯管规格用 de（公称外径，mm）×e（公称壁厚，mm）/p（公称压力，MPa）表示（见图 1）。

如外径 110 mm，壁厚 3.4 mm 的管，公称压力为 0.63 MPa，其规格表示为 110×3.4/0.63。

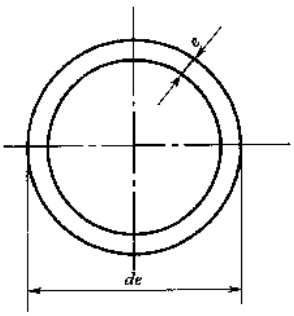


图 1

de—管材外径；*e*—管材壁厚

3.3 公称外径、壁厚及其允许偏差

公称外径、壁厚及其允许偏差，应符合表 1 的规定。

4 技术要求

4.1 颜色

一般为灰色，也可根据供需双方协商确定。

水利电科技

表 1 硬聚氯乙烯管材公称直径、壁厚及公差 (mm)

公称外径	压力等级 (MPa)				
	0.25	0.40	0.63	1.00	1.25
20			$0.7^{+0.3}_{0}$	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.2^{+0.4}_{0}$
25		$0.5^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.2^{+0.4}_{0}$	$1.5^{+0.4}_{0}$
32		$0.7^{+0.3}_{0}$	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.6^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$
40	$0.5^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.3^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$
50	$0.7^{+0.3}_{0}$	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.6^{+0.4}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$	$3.0^{+0.5}_{0}$
63	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.3^{+0.4}_{0}$	$2.0^{+0.4}_{0}$	$3.0^{+0.5}_{0}$	$3.8^{+0.6}_{0}$
75	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.5^{+0.4}_{0}$	$2.3^{+0.5}_{0}$	$3.6^{+0.6}_{0}$	$4.5^{+0.7}_{0}$
90	$1.2^{+0.4}_{0}$	$1.8^{+0.4}_{0}$	$2.8^{+0.5}_{0}$	$4.3^{+0.7}_{0}$	$5.4^{+0.8}_{0}$
110	$1.4^{+0.4}_{0}$	$2.2^{+0.5}_{0}$	$3.1^{+0.6}_{0}$	$5.3^{+0.8}_{0}$	$6.6^{+0.9}_{0}$
125	$1.6^{+0.4}_{0}$	$2.5^{+0.5}_{0}$	$3.9^{+0.6}_{0}$	$6.0^{+0.8}_{0}$	$7.4^{+1.0}_{0}$
140	$1.8^{+0.4}_{0}$	$2.8^{+0.5}_{0}$	$4.3^{+0.7}_{0}$	$6.7^{+0.9}_{0}$	$8.3^{+1.1}_{0}$
160	$2.0^{+0.4}_{0}$	$3.2^{+0.6}_{0}$	$4.9^{+0.7}_{0}$	$7.7^{+1.0}_{0}$	$9.5^{+1.2}_{0}$
180	$2.3^{+0.5}_{0}$	$3.6^{+0.6}_{0}$	$5.5^{+0.8}_{0}$	$8.6^{+1.1}_{0}$	
200	$2.5^{+0.5}_{0}$	$3.9^{+0.6}_{0}$	$6.2^{+0.9}_{0}$	$9.6^{+1.2}_{0}$	
225	$2.8^{+0.5}_{0}$	$4.4^{+0.7}_{0}$	$6.9^{+0.9}_{0}$		
250	$3.1^{+0.6}_{0}$	$4.9^{+0.7}_{0}$	$7.7^{+1.0}_{0}$		
280	$3.5^{+0.6}_{0}$	$5.5^{+0.8}_{0}$	$8.6^{+1.1}_{0}$		
315	$3.9^{+0.6}_{0}$	$6.2^{+0.9}_{0}$	$9.7^{+1.2}_{0}$		

注：壁厚是以 20℃时，环向（诱导）应力为 10.0 MPa 确定的。

江苏恒科技术

4.2 长度

长度定尺为 4、5、6 m，也可由供需双方协商确定。长度允许偏差+20～−10 mm。

4.3 外观

管的内外壁应光滑、清洁，没有划伤和其他缺陷、裂口及明显的凹陷、颜色不均、分解变色线等。管端应切割平整，并与管的轴线垂直。

4.4 壁厚偏差

管的同一截面的壁厚偏差不得超过 14%。

4.5 弯曲度

管的弯曲度应符合表 2 的规定。

表 2 管的弯曲度要求

管材外径 (mm)	≤32	40～200	≥225
弯曲度 (%)	不规定	≤1.0	≤0.5

注：弯曲度指同方向弯曲，不允许呈 S 形弯曲。

4.6 物理力学性能指标

管的物理力学性能指标，应符合表3的规定。

表3 物理力学性能指标

指标名称	指标	备注
密度	1400～1600 kg/m³	
维卡软化点	≥79℃	
液压试验	(20±2)℃在允许应力42 MPa下保持1 h，不破裂，不渗漏	
尺寸变化率： 沿长度方向 沿圆周方向	 4.0% 2.5%	
扁平	压至外径1/2，无裂缝、破裂现象	此项只检验外径小于或等于200 mm的管
落锤冲击试验	*A*：0℃10次冲击无破裂 *B*：0℃冲击*TIR*<5%，20℃冲击*TIR*<10%	

注：出厂检验可用*A*法或*B*法；型式检验用*B*法。*TIR*为实际冲击率。

5 试验方法

本标准4.6中各项性能指标的试验方法按GB10002.1—88执行。

6 检验规则

按GB10002.1—88执行。

万方数据科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管基本参数及技术条件——低密度聚乙烯管

Technical parameters and requirements of plastic pipe for sprinkler irrigation—low density polyethylene pipe

SL/T96.2　1994

灌水自动科技

1　范围

本标准规定了以低密度聚乙烯树脂为主要原料，经挤出成型，主要用于输送灌溉用水的低密度聚乙烯管的基本参数、技术条件和检验规则。

2　引用标准

下列标准所包括的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB4217—84　热塑性塑料管材的公称外径和公称压力

SG80—75　聚乙烯管材

GB6674—86　喷灌用低密度聚乙烯管材

GB13018—91　聚乙烯（PE）管材　外径和壁厚极限偏差

3　产品分类

3.1　压力等级

低密度聚乙烯管公称压力等级分为：0.25、0.4 MPa。

3.2　规格

低密度聚乙烯管规格用 *de*（公称外径，mm）×*e*（公称壁厚，mm）/*p*（公称压力，MPa）表示（见图1）。

如外径 50 mm，壁厚 3.7 mm 的管，公称压力为 0.4 MPa，其规格表示为 50×3.7/0.4。

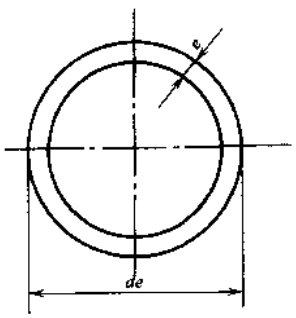


图1

de—管材外径；*e*—管材壁厚

3.3　公称外径、壁厚及其允许偏差

公称外径、壁厚及其允许偏差，应符合表1的规定。

4　技术要求

4.1　颜色

一般为本色或黑色，也可根据供需双方协商确定。

表 1 低密度聚乙烯管材公称直径、壁厚及公差 (mm)

公称外径	压力等级（MPa）		公称外径	压力等级（MPa）	
	0.25	0.40		0.25	0.40
$5^{-0.3}_{0}$		$0.5^{+0.3}_{0}$	$32^{+0.3}_{0}$	$1.6^{-0.4}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$
$8^{+0.3}_{0}$		$0.6^{+0.3}_{0}$	$40^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$	$3.0^{-0.5}_{0}$
$10^{-0.3}_{0}$	$0.5^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$50^{+0.5}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$	$3.7^{+0.6}_{0}$
$12^{-0.3}_{0}$	$0.6^{+0.3}_{0}$	$0.9^{+0.3}_{0}$	$63^{+0.6}_{0}$	$3.0^{+0.5}_{0}$	$4.7^{-0.7}_{0}$
$16^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.2^{+0.3}_{0}$	$75^{-0.7}_{0}$	$3.6^{+0.6}_{0}$	$5.5^{+0.8}_{0}$
$20^{-0.3}_{0}$	$1.0^{-0.3}_{0}$	$1.5^{+0.4}_{0}$	$90^{+0.9}_{0}$	$4.3^{+0.7}_{0}$	$6.6^{+0.9}_{0}$
$25^{-0.3}_{0}$	$1.2^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$			

注：壁厚是以 20℃时，环向（诱导）应力为 2.5 MPa 时确定的。

4.2 长度

低密度聚乙烯管一般为盘卷，每卷重量为 30～50 kg，每卷允许断头数不超过 1 个。

4.3 外观

管的内外壁应光滑、清洁，没有划伤和其他缺陷、裂口及明显的凹陷、颜色不均、分解变色线等。管端应切割平整，并与管的轴线垂直。

4.4 壁厚偏差

管的同一截面的壁厚偏差不得超过 14%。

4.5 物理力学性能指标

管的物理力学性能指标，应符合表 2 的规定。

表 2 物理力学性能指标

性能	指标
(1) 拉伸强度	8 MPa
(2) 断裂伸长率	≥200%
(3) 液压试验	(20±2)℃，3 倍公称压力，保持 5 min，无破裂、渗漏现象

5 试验方法

本标准 4.5 中各项性能指标的试验方法按 GB6674—86 执行。

6 检验规则

按 GB6674—86 执行。

万方数据科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管基本参数及技术条件
——聚丙烯管

Technical parameters and requirements of plastic pipe for sprinkler irrigation—polypropylene pipe

SL/T96.3--1994

1 范围

本标准规定了以聚丙烯树脂为主要原料，经挤出成型，主要用于地埋输送灌溉用水的聚丙烯管的基本参数、技术条件和检验规则。

2 引用标准

下列标准所包括的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB4217－84　热塑性塑料管材的公称外径和公称压力

SG246—81　聚丙烯管材

GB13019—91　聚丙烯（PP）管材　外径和壁厚极限偏差

3 产品分类

3.1 压力等级

聚丙烯管公称压力等级分为：0.25、0.4、0.63、1.0 MPa。

3.2 规格

聚丙烯管规格用 *de*（公称外径，mm）×*e*（公称壁厚，mm）/*p*（公称压力，MPa）表示（见图 1）。

如外径 110 mm，壁厚 4.2 mm 的管，公称压力为 0.4 MPa，其规格表示为 110×4.2/0.4。

3.3 公称外径、壁厚及其允许偏差

公称外径、壁厚及其允许偏差，应符合表 1 的规定。

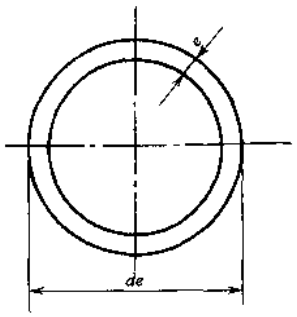


图 1

de—管材外径；*e*—管材壁厚

4 技术要求

4.1 颜色

一般为本色或黑色。也可根据供需双方协商确定。

万水信息科技

表 1 聚丙烯管材公称直径、壁厚及公差 (mm)

公称外径	压力等级 (MPa)			
	0.25	0.40	0.63	1.00
$20^{+0.3}_{0}$	$0.5^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.2^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$
$25^{+0.3}_{0}$	$0.7^{+0.3}_{0}$	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.5^{+0.4}_{0}$	$2.3^{+0.5}_{0}$
$32^{+0.3}_{0}$	$0.8^{+0.3}_{0}$	$1.3^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$	$2.9^{+0.5}_{0}$
$40^{+0.3}_{0}$	$1.0^{+0.3}_{0}$	$1.6^{+0.4}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$	$3.7^{+0.6}_{0}$
$50^{+0.3}_{0}$	$1.3^{+0.4}_{0}$	$2.0^{+0.4}_{0}$	$3.0^{+0.5}_{0}$	$4.6^{+0.7}_{0}$
$63^{+0.3}_{0}$	$1.6^{+0.4}_{0}$	$2.4^{+0.5}_{0}$	$3.8^{+0.6}_{0}$	$5.8^{+0.8}_{0}$
$75^{+0.4}_{0}$	$1.9^{+0.4}_{0}$	$2.9^{+0.5}_{0}$	$4.5^{+0.7}_{0}$	$6.8^{+0.9}_{0}$
$90^{+0.3}_{0}$	$2.3^{+0.5}_{0}$	$3.5^{+0.6}_{0}$	$5.4^{+0.8}_{0}$	$8.2^{+1.1}_{0}$
$110^{+0.4}_{0}$	$2.7^{+0.5}_{0}$	$4.2^{+0.7}_{0}$	$6.6^{+0.9}_{0}$	
$125^{+0.4}_{0}$	$3.1^{+0.6}_{0}$	$4.8^{+0.7}_{0}$	$7.4^{+1.0}_{0}$	
$140^{+0.5}_{0}$	$3.5^{+0.6}_{0}$	$5.4^{+0.8}_{0}$	$8.3^{+1.1}_{0}$	
$160^{+0.5}_{0}$	$4.0^{+0.6}_{0}$	$6.2^{+0.9}_{0}$	$9.5^{+1.2}_{0}$	
$180^{+0.6}_{0}$	$4.4^{+0.7}_{0}$	$6.9^{+1.0}_{0}$		
$200^{+0.6}_{0}$	$4.9^{+0.7}_{0}$	$7.7^{+1.0}_{0}$		
$225^{+0.7}_{0}$	$5.5^{+0.8}_{0}$	$8.6^{+1.1}_{0}$		
$250^{+0.8}_{0}$	$6.2^{+0.9}_{0}$	$9.6^{+1.2}_{0}$		
$280^{+0.9}_{0}$	$6.9^{+0.9}_{0}$			
$315^{+1.0}_{0}$	$7.7^{+1.0}_{0}$			

注：壁厚是以 20℃时，环向（诱导）应力为 5.5 MPa 确定的。

行业信息科技

4.2 长度

长度定尺为 4、5、6 m。也可由供需双方协商确定。长度允许偏差+20 mm～−10 mm。

4.3 外观

管的内外壁应光滑、清洁，没有划伤和其它缺陷、裂口及明显的凹陷、颜色不均、分解变色线等。管端应切割平整，并与管的轴线垂直。

4.4 壁厚偏差

管的同一截面的壁厚偏差不得超过 14%。

4.5 弯曲度

管的弯曲度应符合表 2 的规定。

4.6 物理力学性能指标

管的物理力学性能指标，应符合表 3 的规定。

表 2 管的弯曲度要求

管材外径（mm）	≤110	>110
弯曲度（%）	≤2.0	≤1.0

注：弯曲度指同方向弯曲，不允许呈 S 形弯曲。

表 3 物理力学性能指标

性能	指标
轴向变化率	2.0%
扁平试验	三段试样全部通过为合格
液压试验	(20±2)℃瞬时爆破环向应力大于 22 MPa

5 试验方法

本标准 4.6 中各项性能指标的试验方法按 SG246 -81 执行。

6 检验规则

按 SG246—81 执行。

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由中国灌排技术开发公司负责起草。

本标准主要起草人：宋广程、邵惠。

石化帕科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管基本参数及技术条件

SL/T96 -1994

编 制 说 明

1 制定本标准的目的和原则

随着现代灌溉技术的发展，特别是低压管道输水灌溉、喷灌和微灌的大面积发展，塑料管道具有结构轻便，安装、运输方便，管道寿命长，价格低的特点，因而塑料管道在灌溉工程中大量采用。塑料管道质量的好坏，直接影响着灌溉工程的运行安全和寿命。但到目前为止还没有统一的标准，为正确引导产品的发展，保证和促进产品质量的提高，为生产、使用、检测和科研单位提供管理、考核和评定产品质量的依据，特制定本标准。

本标准制定的原则是：

a）以我国现有技术水平、近期努力以及现有行部标准为基础，参照国外相关标准；

b）技术内容遵循技术先进、经济合理、安全可靠的原则；

c）与相关的国家标准和行业标准协调一致；

d）标准编写格式和内容要求，根据产品特点，执行GB/T1.1—1993与GB1.3—87的规定。

2 标准主要内容确定依据的说明

2.1 适用范围

热塑性塑料包括的面很广，但一般用于灌溉的有四大类，即聚氯乙烯（PVC）、低密度聚乙烯（也称高压聚乙烯）和聚丙烯。本标准是根据灌溉的具体条件对上述三种管材分别进行了规定。

2.2 基本参数

2.2.1 公称压力

管材的通用公称压力，按国家标准GB4217—84《热塑性塑料管材的公称外径和公称压力（公制系数）》分为0.25、0.4、0.63、1.0、1.25 MPa，考虑到灌溉用途和材料性质，不同管材的公称压力不同：

a）聚氯乙烯：0.25、0.4、0.63、1.0、1.25 MPa；

b）低密度聚乙烯：0.25、0.4 MPa；

c）聚丙烯：0.25、0.4、0.63、1.0 MPa。

万水信息科技

2.2.2 许用应力

在应用塑料时，首先关心的是寿命而又无事故。因此在设计前，须对塑料管的使用寿命和长期使用强度进行测试。测试的方法是按规定的管子标准，将试件置于恒定的高温高压环境中，迫使一些样品破裂。然后，根据破裂的次数和破裂前经历的时间长短，用统计方法来预测管材的使用寿命和长期使用强度。将这些数据以特定形式标绘成应力—寿命曲线图，这种曲线表明管材的预期寿命与在给定工作压力和温度下的内应力之间的相互关系。

应力--寿命曲线上的“静压设计应力”是由静压产生的管壁环向最高拉伸应力的估计数。这种应力可以持续为管壁所承受而管材不致发生破裂，用长期使用强度除以安全系数2.0即可计算出这一应力值。这个安全系数是工业上公认的，目的是为了确保管道运行的可靠性和维护公共安全，并且能延长管道的使用寿命。

美国某公司曾对高分子高密度聚乙烯塑料管进行测试，证实下列设计参数可以在设计时采用。

长期使用静压力	1.1 MPa
温度为23℃	时间为10^5 h
安全系数	2.0
静压设计应力	5.5 MPa

对于高密度聚乙烯（HDPE）管道，上述设计应力系统的预期寿命可达50年。采用设计应力过高，就会降低安全系数，并缩短系统的使用寿命。表1所列为美国、联邦德国和英国对塑料管许用应力的规定。

表1 塑料管的许用应力 （MPa）

塑料管名称	美　国	德　国	英　国
聚氯乙烯	PVC Ⅰ 6.9		10.4 ϕ<178
未增塑	PVC Ⅱ 6.9	10	12.3 ϕ>178
耐冲击	PVC Ⅲ 3.5		7.6
聚乙烯			
低密度	2.8	2.5（软）	2.9（低密度）
中密度	3.5	5（硬）	4.9（高密度）
高密度	4.3		
高分子高密度	5.5		
聚丙烯	2.5～6.9	5	5.4

由于许用应力的测试与规定，是一个非常复杂的过程，到目前为止，国内还没有具体规定。只有聚丙烯管材，轻工部SG246—81《聚丙烯管材》中规定为5.5 MPa，因此本标准根据轻工部标准反推算，以及参照国外标准中规定值。本标准选用：20℃，20年使用寿命，许用应力为：

聚氯乙烯：$[\sigma]$ =10 MPa

低密度聚乙烯：$[\sigma]$ =2.5 MPa

聚丙烯：$[\sigma]$ =5.5 MPa

2.2.3 公称直径及公差

2.2.3.1 管材的公称直径按国家标准GB4217—84《热塑性塑料管材的公称外径和公称压力（公制系列）》执行。

2.2.3.2 平均外径：管材外周长的测量值与3.142的商数，不足0.1 mm者，增至0.1 mm。

2.2.3.3 公差：平均外径与GB4217—84所规定的公称外径之间的容许偏差应为正值。

根据 ISO3606—1976《硬聚氯乙烯（PVC）管材——外径及壁厚公差》

ISO3607—1977《聚乙烯（PE）管材——外径及壁厚公差》

ISO3609—1977《聚丙烯（PP）管材——外径及壁厚公差》

规定的外径公差：以下两值取其大者

聚氯乙烯：a：0.3 mm

b：0.003公称外径不足0.1 mm者，增至0.1 mm；

低密度聚乙烯：a：0.3 mm

b：0.009公称外径不足0.1 mm者，增至0.1 mm；

聚丙烯：a：0.3 mm

b：0.009公称外径不足0.1 mm者，增至0.1 mm；

2.2.4 公称壁厚及公差

2.2.4.1 根据GB4217—84《热塑性塑料管材的公称外径和公称压力（公制系列）》中管材管壁许用应力与管中流体压力的常用关系式：

$$[\sigma]=\frac{P(D-\delta)}{2\delta}$$

$$\delta=\frac{D}{2([\sigma]/P)+1}$$

式中：$[\sigma]$——许用应力，MPa；

P——流体压力，MPa；

D——管材外径，mm；

δ——管材壁厚，mm。

考虑到加工和与相关的标准统一，便于加工来确定管材壁厚。

2.2.4.2 公差：管材的公称壁厚（e）与任何点的壁厚（e_i）的容许偏差（$e-e_i$）应为正值，以$+y$表示，其中y：

根据 ISO3606—1976《硬聚氯乙烯（PVC）管材——外径及壁厚公差》

ISO3607—1977《聚乙烯（PE）管材——外径及壁厚公差》

ISO3609—1977《聚丙烯（PP）管材——外径及壁厚公差》

规定的壁厚公差：

硬聚氯乙烯：$y=0.1e+0.2$ mm，不足0.1 mm者增至0.1 mm；

低密度聚乙烯：公称外径小于400 mm者

$y=0.1e+0.2$ mm，不足0.1 mm者增至0.1 mm；

公称外径大于或等于400 mm，但小于630 mm者

$y=0.15e+0.2$ mm，不足0.1 mm者增至0.1 mm；

行业信息科技

聚丙烯：公称外径小于 400 mm 者

$y=0.1e+0.2$ mm，不足 0.1 mm 者增至 0.1 mm；

公称外径大于或等于 400 mm、但小于 1200 mm 者

$y=0.15e+0.2$ mm，不足 0.1 mm 者增至 0.1 mm。

3 标准的技术经济水平

本标准从灌溉工程实际出发，参阅国际有关标准对现有的轻工部标准进行了扩展，使系列更为完整，便于生产和使用。具有国内先进水平，并与发达国家 20 世纪 80 年代的相近产品持平或略优。

4 本标准性质的建议

本标准属一般产品标准，规定的是产品的基本技术要求，随着技术水平和生产条件的完善和用户的需要，对产品的技术要求会更高、更完善。为了不妨碍技术的进步，建议该标准为推荐行业标准。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管件基本参数及技术条件

Technical parameters and requirements of plastic pipe fittings for sprinkler irrigation

SL/T97- 1994

云水节水科技

目　　次

1　范围 …… 275
2　引用标准 …… 275
3　定义、符号 …… 275
4　基本参数 …… 276
5　技术要求 …… 279
编制说明 …… 282

1 范围

本标准适用于以塑料树脂为原料，经注射成型的喷灌用承插式阴接头塑料管件、弹性密封件密封的承插式阴接头塑料管件和组合式塑料管件。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB5836—86	建筑排水用硬聚氯乙烯管材和管件
GB4220—84	化工用硬聚氯乙烯管件
ISO264—1976	压力管平式阴接头硬聚氯乙烯管件 安装长度 —公制系列
ISO727—1975	压力管用平阴接头硬聚氯乙烯管件—阴接头尺寸—公制系列
ISO2048—1973	弹性密封圈连接的硬聚氯乙烯压力管材用双阴接头管件—最小承插深度
ISO/TC 138N652	压力管用弹性密封圈连接的硬聚氯乙烯管件—安装长度尺寸—公制系列
ISO3458—1976	聚乙烯管材与管件间的组装接头—内压密封试验
ISO3501—1976	聚乙烯管材与管件间的组装接头—耐拔拉力试验
ISO3503—1976	聚乙烯管材与管件间的组装接头—弯曲时内压下的密封性试验

3 定义、符号

3.1 定义

本标准采用下列定义。

3.1.1 安装长度

以管件连接管系统时，所连接管端部之间的尺寸或端部与中心线之间的尺寸称为安装长度。这些尺寸标作：

“管端至管端”：当管件的孔成单一方向时，如直接头等。

“管端至中心线”：当管件的孔不成单一方向时，如弯头、三通等。

3.1.2 组合式管件

由若干件组成，以弹性密封件密封，带锁紧装置的机械式连接管件称为组合式管件。

3.1.3 公称直径

本标准中的塑料管件，公称直径指管件的内径。

对应于本标准的塑料管，公称直径指管的外径。

3.2 符号

D、D_1 管的公称外径。

万水信息科技

Z、Z_1　管件的安装长度。

Z_{min}、Z_{1min}　管件的最小安装长度。

d、d_1　管件阴接头的公称内径。

M　弹性密封件密封的管件阴接头的最小承口深度。

L　承插式阴接头管件的阴接头最小承口深度。

S　组合式管件的最小承口深度。

4　基本参数

4.1　承插式阴接头管件

4.1.1　承插式阴接头管件的最小安装长度

阴接头承插塑料管件的最小安装长度见表1。

表1　承插式阴接头的最小承口深度　　(mm)

公称直径	管件的最小安装长度			
	90°弯头	90°三通		同径直接头
	Z_{min}	Z_{min}	Z_{1min}	Z_{min}
25	$13.5^{+1.2}_{-1}$	$27^{+2.4}_{-2}$	$13.5^{+1.2}_{-1}$	$3^{+1.2}_{-1}$
32	$17^{+1.6}_{-1}$	$34^{+3.2}_{-2}$	$17^{+1.6}_{-1}$	$3^{+1.6}_{-1}$
40	21^{+2}_{-1}	42^{+4}_{-2}	21^{+2}_{-2}	3^{+2}_{-1}
50	$26^{+2.5}_{-1}$	52^{+5}_{-2}	$26^{+2.5}_{-1}$	3^{+2}_{-1}
63	$32.5^{+3.2}_{-1}$	$65^{+6.4}_{-2}$	$32.5^{+3.2}_{-1}$	3^{+2}_{-1}
75	38.5^{+4}_{-1}	77^{+8}_{-2}	38.5^{+4}_{-1}	4^{+2}_{-1}
90	46^{+5}_{-1}	$92^{+8.5}_{-2}$	46^{+5}_{-1}	5^{+2}_{-1}
110	56^{+6}_{-1}	112^{+9}_{-2}	56^{+6}_{-1}	6^{+3}_{-1}
125	63.5^{+6}_{-1}	127^{+10}_{-2}	63.5^{+6}_{-1}	6^{+3}_{-1}
140	71^{+7}_{-1}	142^{+11}_{-2}	71^{+7}_{-1}	8^{+3}_{-1}
160	81^{+8}_{-1}	162^{+12}_{-2}	81^{+8}_{-1}	8^{+4}_{-1}
200	101^{+9}_{-1}	202^{+13}_{-2}	101^{+9}_{-1}	8^{+5}_{-1}

4.1.2　承插式阴接头管件的阴接头尺寸

4.1.2.1　阴接头的最小承口深度

阴接头的最小承口深度（图1）以下式计算：

$$L=0.5\,d+6\ \text{mm}$$

4.1.2.2　阴接头的内径公差

阴接头的内径应符合表2规定。

4.1.2.3 阴接头内径的不圆度公差

阴接头的最大不圆度公差（最大直径－最小直径）：

（1）等于 0.007 d；

（2）如 0.007 d<0.2 mm，则等于 0.2 mm。

表 2 阴接头的内径公差 (mm)

公称直径	阴接头内径公差	
	过盈配合	间隙配合
25	0 −0.15	
32 40 50	0 −0.2	+0.3 +0.1
63 75	0 −0.25	
90	0 −0.3	
110 125		+0.4 +0.1
140 160 200	0 −0.4	+0.5 +0.2

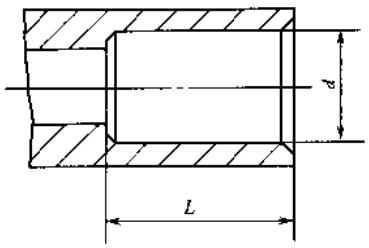


图 1 阴接头最小承口深度示意图

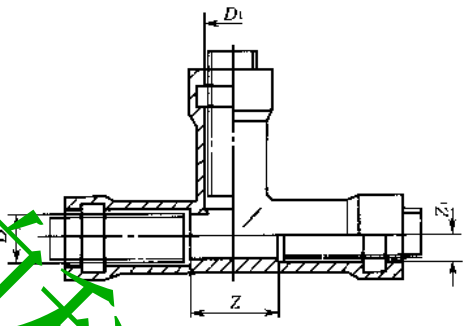


图 2 三通最小安装长度示意图

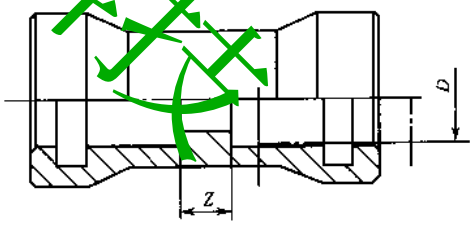


图 3 直接头最小安装长度示意图

4.2 弹性密封件密封的承插式阴接头管件

4.2.1 弹性密封件密封的承插式阴接头管件的最小安装长度

4.2.1.1 三通

三通的最小安装长度（图 2）见表 3。

（1）$Z_{min}=D_1$；

（2）$Z_{1min}=0.5\ D$。

4.2.1.2 直接头

直接头的最小安装长度（图 3）见表 4。

4.2.2 弹性密封件密封的承插式阴接头管件的最小承口深度

最小承口深度（图 4）由下式计算：

$$M = 30 + 0.15\ D\text{mm}$$

也可按表 5 选用。

4.3 组合式管件

4.3.1 组合式管件的最小安装长度

4.3.1.1 组合式直接头的最小安装长度

行业标准

表 3 弹性密封件密封的承插式阴接头三通的最小安装长度 (mm)

公称直径	Z_{min}	Z_{1min}	公称直径	Z_{min}	Z_{1min}	公称直径	Z_{min}	Z_{1min}
63×63×63	63	32	125×75×125	75	63	160×125×160	125	80
75×75×75	75	38	125×110×125	110	63	160×140×160	140	80
75×63×75	63	38	125×125×125	125	63	160×160×160	160	80
90×63×90	63	45	140×63×140	63	70	200×90×200	90	100
90×75×90	75	45	140×75×140	75	70	200×110×200	110	100
90×90×90	90	45	140×90×140	90	70	200×125×200	125	100
110×63×110	63	55	110×110×140	110	70	200×140×200	140	100
110×75×110	75	55	140×125×140	125	70	200×160×200	160	100
110×90×110	90	55	140×140×140	140	70	200×200×200	200	100
110×110×110	110	55	160×90×160	90	80			
125×63×125	63	63	160×110×160	110	80			

表 4 直接头的最小安装长度 (mm)

公称直径	Z_{min}	公称直径	Z_{min}	公称直径	Z_{min}
63×63	2	110×110	5	160×110	7
75×63	3	125×90	7	160×125	7
75×75	3	125×110	5	160×140	7
90×63	4	125×125	4	160×160	5
90×75	4	140×90	7	200×140	10
90×90	3	140×110	7	200×160	10
110×75	5	140×125	7	200×200	6
110×90	5	140×140	5		

表 5 弹性密封件密封的承插式阴接头的最小承口深度 (mm)

公称直径	M_{min}	公称直径	M_{min}
63	40	125	49
75	42	140	51
90	44	160	54
110	47	200	60

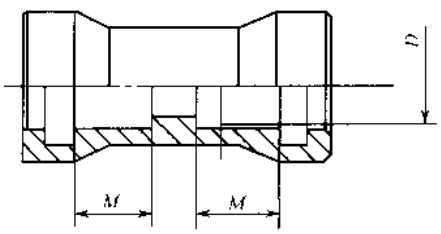


图 4 阴接头最小承口深度示意图

万方数据科技

组合式直接头的最小安装长度（图 5）见表 6。

表 6 组合式直接头的最小安装长度 （mm）

公称直径	Z_{min}	公称直径	Z_{min}
20×20	2	40×40	3
25×25	2	50×50	4
32×32	3	63×63	4

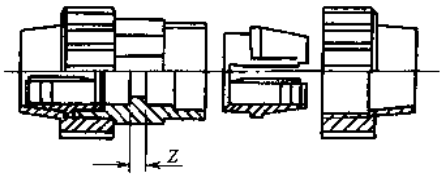


图 5 直接头最小安装长度示意图

4.3.1.2 组合式三通的最小安装长度

组合式三通的最小安装长度（图 6）见表 7。

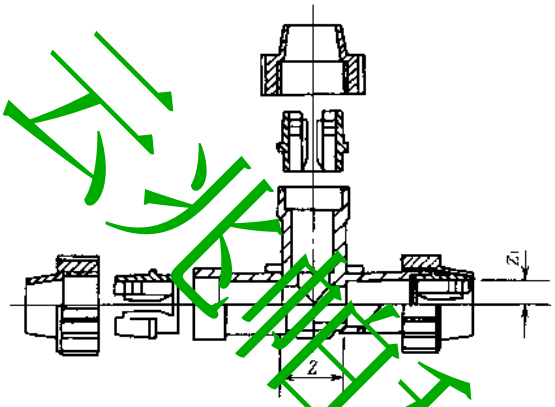


图 6 三通最小安装长度示意图

表 7 组合式三通的最小安装长度 （mm）

公称直径	Z_{min}	Z_{1min}	公称直径	Z_{min}	Z_{1min}
20×20×20	20	10	40×40×40	40	20
25×25×25	25	12.5	50×50×50	50	25
32×32×32	32	16	63×63×63	63	31.5

4.3.2 组合式管件的最小承口深度

组合式管件的最小承口深度 S（图 7）见表 8。

5 技术要求

5.1 管件的外观要求

管件应完整无缺损，浇口和溢边应修除平整，内外表面平滑，色泽均匀，无气泡、脱皮、明显纹痕以及分解变色等缺陷。

5.2 管件的强度要求

表 8 组合式管件的最小承口深度 (mm)

公称直径	S_{max}	公称直径	S_{min}
20	10	40	20
25	12	50	23
32	16	63	27

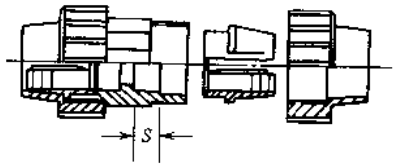


图 7 组合式接头最小承口深度示意图

管件的强度应不小于所连接管道的强度。

5.3 管件的物理、力学性能指标

塑料管件的物理、力学性能指标应符合表 9 的规定：

表 9 管件的物理、力学性能指标

试验项目	指标	试验方法	备注
维卡软化温度(℃)	70	按 GB4220—84 的维卡软化温度试验方法进行	用于检测聚氯乙烯管件和 ABS 管件
扁平试验	在规定压力下，无破裂	按 GB5836—88 的扁平试验方法进行	
坠落试验	无破裂	按 GB5836—86 的坠落试验方法进行	
内液压试验	在规定压力下，无破裂，无渗漏	按 GB4220—84 的内液压试验方法进行	
烘箱试验	无起泡，无拼缝线开裂现象，注射点范围内表面损伤深度不大于该点壁厚的 50%，允许试样有部分起皮、变形或拼缝线明显等现象	按 GB4220—84 的烘箱试验方法进行	用于检测聚氯乙烯管件
内液压密封试验	在规定压力下，无渗漏	按 ISO3458—1976的内液压密封试验方法进行	
耐拔拉力试验	不松脱	按 ISO3501—1976的耐拔拉力试验方法进行	
管材和管件组合，弯曲时内压密封试验	无渗漏	按 ISO3503－1976的管材和管件组合弯曲时内压密封试验方法进行	用于检测弹性密封件密封的管件和组合式管件

万水电科文

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由中国灌排技术开发公司负责起草。

本标准主要起草人：邵思、宋广程、邹云。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

喷灌用塑料管件基本参数及技术条件

SL/T97—1994

编 制 说 明

1 制定本标准的目的和原则

喷灌是一种节水、节能的灌溉方式，在中国已广泛推广，并具有广阔的发展前途。塑料管道是喷灌系统的重要组成部分，作为输配水管道在系统中被广泛使用。塑料管件则是连接管道的一种主要管件类型。塑料管件的技术要求较高，其质量直接影响喷灌工程安全有效的运行。为了正确引导喷灌的发展，保证和促进工程质量的提高；为生产、使用、检测和科研等单位提供管理、考核和评定喷灌用塑料管件质量的依据，特制定本标准。

该标准制定的原则是：

a）以我国现有技术水平和近期努力的可能性为基础，并参考国际和发达国家有关标准和相近产品指标，使标准既有先进性，又符合国情。

b）技术要求是针对塑料管件结构、制造和使用的特点，并遵循技术先进、经济合理、安全可靠的原则而制定的。

c）与相关的国际标准和国家标准协调一致。

d）标准编写格式和内容要求，根据产品特点执行 GB/T1.1—1993 与 GB1.3—87 的规定。

2 标准主要内容确定依据的说明

2.1 适用范围

根据国内外喷灌采用输水管道的情况，喷灌（包括微喷灌）常用的塑料管道的直径范围一般在 20～200 mm 之间，因此以塑料树脂为原材料制造的塑料管件一般适用于连接直径为 20～200 mm 的塑料管道。

2.2 分类与规格

本标准按连接方式对塑料管件进行分类，共划分为三种型式：承插式阴接头管件、弹性密封件密封的承插式阴接头管件和组合式管件。

根据国内外塑料管件的生产和应用情况，弹性密封件密封的承插式阴接头管件适合于连接较大直径的管道（直径一般在 63～200 mm 之间）；组合式管件一般适用于连接较小口径的柔性、半柔性管材（管径一般在 20～63 mm 之间）；承插式阴接头管件即适合连接大口

水标标准科技

径管道，也同样适于连接小口径管道。因此本标准仅对上述范围的各种管件做了规定。

目前国际和国内有关塑料管材的标准大多规定以塑料管材的外径为公称直径，管材的加工也大多以外径为控制管径。为了与大多数管材标准相符合，本标准只规定密封管材外壁的管件。

2.3 技术参数

本标准只对影响管件的连接效果的主要控制尺寸：安装长度和承口深度的最小值做了规定，而未对管件的各项尺寸做明确规定，这样有利于管件的制造加工，同时能够保证管件的连接质量。

标准的最小安装长度和最小承口深度是根据国内外生产的管件情况和参照有关国际标准规定的。承插式阴接头管件阴接头的最小承口深度是根据国际标准 ISO727—1975 规定的，最小安装长度是根据国际标准 ISO264—1976 规定的，阴接头内径公差和不圆度公差是根据国际标准 ISO727—1975 规定的；弹性密封件密封的承插式阴接头管件的最小承插深度是根据国际标准 ISO2048—1975 规定的，最小安装长度是依据 ISO/TC138N65 规定的，组合式管件的最小安装长度和最小承口深度是依据国内外同类产品的生产情况规定的。

2.4 技术要求

本标准中管件的物理、力学性能指标是参照国家标准和国际标准做出的，各项检验项目的检验方法可参照国家标准或国际标准执行。不同类型的管件以及不同材质的管件所需要进行的检验项目不同。

3 验证结果及技术水平

喷灌用塑料管件已初步形成系列，本标准规定的产品技术指标来源于相关产品标准和我国现有的生产技术水平，以及目前我国使用塑料管件进行灌溉的实践经验。

本标准从喷灌工程的实际出发，参照有关国际标准及目前的管件生产情况，对原有建筑及化工管件标准进行了扩展和改进，使系列更完整，更便于生产和应用，具有国内先进水平。

4 本标准性质的建议

本标准属水利工程一般产品标准，规定的是产品的基本参数和基本技术要求，随着技术水平的提高和生产条件的完善，对产品的技术要求会更高、更完善。为了不妨碍技术的进步，建议该标准为推荐性行业标准。

水利标准技术文件

中华人民共和国国家标准

喷灌用低密度聚乙烯管材

Low density polyethylene (LDPE) pipes for sprinkler irrigation

GB6674—86

1 适用范围

喷灌用低密度聚乙烯管材(以下简称管材)系将低密度聚乙烯树脂加入(或不加入)碳黑,经挤出成型而得的圆截面塑料管材。主要用于喷灌、排灌及其他水利、水电等。

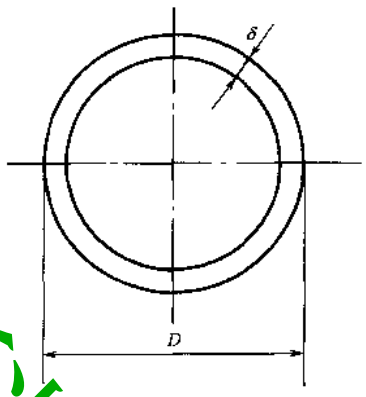


图 1

2 分类与规格

2.1 管材按工作压力等级分为 0.4、0.6MPa。

2.2 管材规格用 D(外径)×δ(壁厚)表示,见图 1。

3 技术要求

3.1 管材规格及尺寸公差应符合表 1 的规定。

表 1 (mm)

外径	外径公差	压力等级			
		0.4		0.6	
		壁厚	壁厚公差	壁厚	壁厚公差
20	+0.3	2.0	+0.4	2.0	+0.4
25	+0.3	2.0	+0.4	2.3	+0.5
32	+0.3	2.0	+0.4	2.9	+0.5
40	+0.4	2.4	+0.5	3.7	+0.6
50	+0.5	3.0	+0.5	4.6	+0.7
63	+0.6	3.8	+0.6	5.8	+0.8
75	+0.7	4.5	+0.7	6.9	+0.9
90	+0.9	5.3	+0.8	8.2	+1.1
110	+1.0	6.5	+0.9	10.0	+1.2
125	+1.2	7.4	+1.0	11.4	+1.4
140	+1.3	8.3	+1.1	12.8	+1.5
160	+1.5	9.5	+1.2	14.6	+1.7
180	+1.7	10.6	+1.3	16.4	+1.9
200	+1.8	11.8	+1.4	18.2	+2.1

标准图科技

3.2 颜色：一般为黑色。地埋管路允许为本色。

3.3 长度：管材长度每根不小于 5m。

3.4 外观：管材内外壁应光滑、平整。不允许有气泡、裂口、分解变色线及显著的沟纹、凹陷、杂质等。

3.5 管材的两端必须锯平。

3.6 管材的性能指标应符合表 2 的规定。

表 2

指 标 名 称	指 标
拉伸强度（MPa）	≥9.6
断裂伸长率（%）	≥200
20℃水压试验（瞬时爆破压力）	≥3 倍工作压力

注：使用单位与生产厂协商，可以生产其他规格、颜色、长度的管材。

4 检验方法

4.1 管材尺寸的测量

4.1.1 长度：可用精度为 0.5cm 的尺子测量。

4.1.2 外径：用精度为 1mm 的卷尺测量，管材外周长测量值与 3.142 的商数，不足 0.1mm 者，增至 0.1mm。

4.1.3 壁厚：用精度为 0.05mm 的游标卡尺或其他量具测量。任一点上壁厚测量值，不足 0.05mm 者，增至 0.05mm。

4.2 外观检查

用肉眼直接观察，管材内壁可用光源照看。

4.3 拉伸强度和断裂伸长率的测定

4.3.1 试样形状和尺寸应符合 GB1040—79《塑料拉伸试验方法》中规定的 I 型试样，厚度为管材原壁厚。

4.3.2 试验速度应符合 GB1040—79 中规定的 B 速（50±5mm/min）。

4.3.3 试样预处理应符合 GB2918—82《塑料试样状态调节和试验的标准环境》第 4 章的规定。

4.3.4 试验和计算应按 GB1040—79 的规定进行。

4.4 水压试验

4.4.1 试样

从三根管材上各取一段，每段长度为外径的 5 倍，但最短为 250mm，最长为 1000mm。

4.4.2 试验设备

4.4.2.1 压力机为普通水压机或水泵，电动、手动均可。泵源必须有足够的流量，能保证连续稳定地向试样提供压力，试样端压力波动应小于 5%。

4.4.2.2 压力测量采用 0.35（或 0.4）级标准压力表。

4.4.2.3 试样密封方式见图 2。

江北恒科技

4.4.3 试验步骤

4.4.3.1 在20±2℃进行试验：将试样按4.4.2.3规定安装密封，充满水并排除空气，在试验温度下最少放置1h，然后用相同温度的水对试样加压，压力应保持稳定上升直至试样破坏，并读取最大压力值（屈服点）。要求从试样内压力开始上升至试样破坏的时间不得大于1min；试样爆破点应在距试样两头50mm的中间有效段内，否则无效，需另行取样补测。

4.4.3.2 在不能保证20±2℃的情况下进行试验：需首先按4.1.2、4.1.3测量试样的外径和最小壁厚，再将试样安装密封，其他要求同4.4.3.1。读取的最大压力值按下式换算成20℃的爆破压力值。

$$P = P_t - \frac{2\delta}{D-\delta} \times 0.18(20-t)$$

式中：P——试样在20℃的爆破压力值，MPa；

P_t——试样在t℃的实测爆破压力值，MPa；

D——试样外径，mm；

δ——试样最小壁厚，mm；

t——试验温度（5～35），℃；

0.18——温度修正系数，MPa/℃。

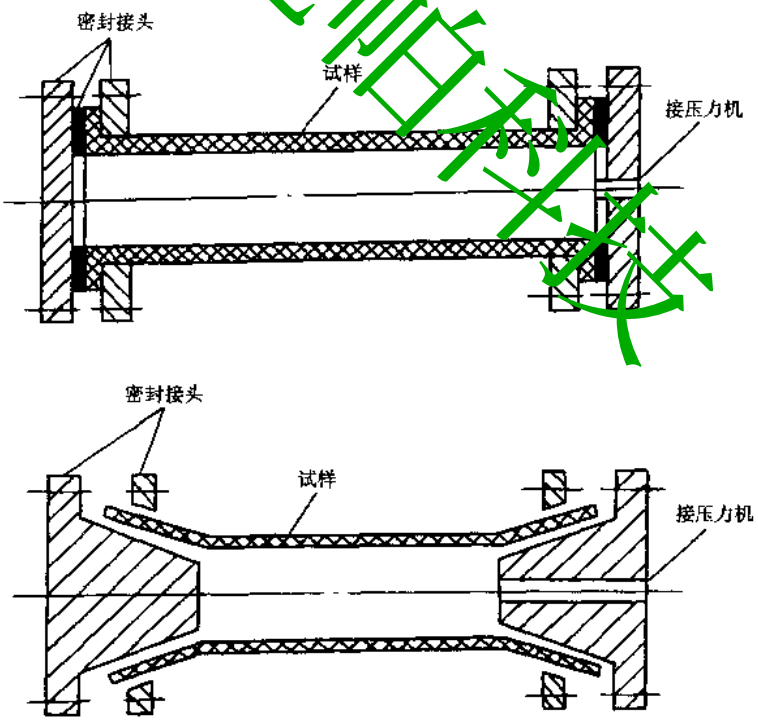


图2

注：图示两种密封接头均适用，亦可采用其他形式的密封接头，但不应使试样在轴向受到压缩力。

5 检验规则

5.1 用同一批原料、同一型号树脂、同一配方、同一工艺条件生产的同一规格、同一颜色的管材作为一批，每批数量不得超过3t，如果生产数量较少，生产期10天尚不足3t，则应按10天生产期的产量作为一批。

5.2 按本标准3.6表2中所列指标进行逐批检验时，从该批产品中任取三根试样逐项进行检验。如果有任何一项不符合本标准要求时，则需从该批中另取双倍试样，对该项进行复验，复验结果如仍不合格，则该批为不合格。

5.3 管材按本标准3.1、3.3、3.5逐根检查，凡不符合本标准要求即作为不合格。

5.4 使用者可以在到货之日起3个月内进行抽测，办法是在购买的同一批、同一规格、同一颜色的管材中，任意抽取一根管材，连续切取三个试样，按4.4进行水压试验，测试结果瞬时爆破压力值达不到3.6要求时，应另取双倍试样进行复测，复测结果按5.2处理。

5.5 供需双方对产品质量发生异议需要仲裁时，仲裁单位由双方商定。仲裁试验时，应会同有关单位，重新取双倍试样，对各项指标进行检验，其中拉伸强度、断裂伸长率和20℃水压试验（瞬时爆破压力）三项主要指标中任一项指标不合格，即判为全批不合格。

6 包装、标志和贮运

6.1 管材可按规格捆扎。每捆长度应一致，每捆重量不应超过50kg。

6.2 管材出厂时，每捆应有检查合格标志，内容包括：

a. 生产厂名称；

b. 产品名称、类型、规格、颜色；

c. 生产日期、批号；

d. 产品数量；

e. 检验员代号。

6.3 管材应平放于温度不超过40℃的库房或简易棚内，不应露天存放，距离热源应不小于1m。

6.4 管材在运输时不应受到剧烈撞击、抛摔、锐物划伤和日晒。

附 录 A
对制管用原材料的要求
（补充件）

A.1 低密度聚乙烯树脂

制管用低密度聚乙烯树脂的技术指标应符合下表要求。

指 标 名 称	测 试 方 法	指 标
熔融指数（g/10min）	HG2—1171—77	≤2.0
拉伸强度（MPa）	GB1040—79	≥15
断裂伸长率（%）	GB1040—79	≥500

云水恒科技

A.2 碳黑

加入低密度聚乙烯树脂里的碳黑，规定采用槽法碳黑，加入量不得少于0.2%，以2%为宜。槽法碳黑的技术指标必须符合GB3778—83《橡胶用碳黑技术条件（第一部分）》的规定。

A.3 再加工料

再加工料系指在本身制管时产生的同一牌号、同一批号的清洁回头料。本标准规定再加工料的加入量不得超过新料的10%，加入再加工料后生产的管子必须达到本标准规定的技术要求。

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利电力部和轻工业部提出，由轻工业部塑料加工应用科学研究所归口。

本标准由四川省水利电力研究所负责起草。

本标准主要起草人：刘志蓉、陈进豪、阳建平。

万方电子科技

中华人民共和国国家标准

给水用高密度聚乙烯（HDPE）管材

High density polyethylene pipes for water supply

GB/T13663 -92

技术咨询科技

1 主题内容与适用范围

本标准规定了以高密度聚乙烯树脂为主要原料，经挤出成型的给水用高密度聚乙烯管材（以下简称管材）的尺寸规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、储存。

本标准适用于建筑物内外（架空或埋地）给水用管材。本标准不适用于输送温度超过45℃水的管材。

2 引用标准

GB2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境

GB5009.60 聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯成型品卫生标准的分析方法

GB6111 长期恒定内压下热塑性塑料管材耐破坏时间的测定方法

GB6671.2 聚乙烯管材纵向尺寸收缩率的测定

GB8804.2 热塑性塑料管材拉伸性能试验方法 聚乙烯管材

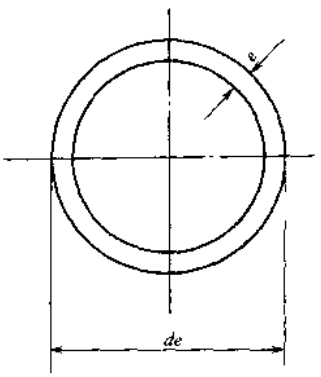
GB8805 硬质塑料管材弯曲度测量方法

GB8806 塑料管材尺寸测量方法

GB9687 食品包装用聚乙烯成型品卫生标准

3 管材规格

管材规格用 *de*（公称外径）×*e*（公称壁厚）表示（见下图），管材的公称外径、公称壁厚、公称压力见表1。



4 技术要求

4.1 颜色一般为黑色或本色，也可根据供需双方协商决定。

表 1 (mm)

公称外径	用管件连接管的平均外径极限偏差	热承插连接管的平均外径极限偏差	压力等级							
			公称压力 0.25MPa		公称压力 0.4MPa		公称压力 0.6MPa		公称压力 1.0MPa	
			公称壁厚	极限偏差	公称壁厚	极限偏差	公称壁厚	极限偏差	公称壁厚	极限偏差
16	+0.3 0	±0.2							2.0	+0.4 0
20	+0.3 0	±0.3							2.0	+0.4 0
25	+0.3 0	±0.3					2.0	+0.4 0	2.3	+0.5 0
32	+0.3 0	±0.3					2.0	+0.4 0	2.9	+0.5 0
40	+0.4 0	±0.4			2.0	+0.4 0	2.4	+0.5 0	3.7	+0.6 0
50	+0.5 0	±0.4			2.0	+0.4 0	3.0	+0.5 0	4.6	+0.7 0
63	+0.6 0	±0.5	2.0	+0.4	2.4	+0.5 0	3.8	+0.5 0	5.8	+0.8 0
75	+0.7 0	±0.5	2.0	+0.4	2.9	+0.6 0	4.5	+0.6 0	6.8	+0.9 0
90	+0.9 0	±0.7	2.2	+0.5 0	3.5	+0.6 0	5.4	+0.7 0	8.2	+1.1 0
110	+1.0 0	±0.8	2.7	+0.5 0	4.2	+0.7 0	6.6	+0.8 0	10.0	+1.2 0
125	+1.2 0	±1.0	3.1	+0.5 0	4.8	+0.7 0	7.4	+0.9 0	11.4	+1.3 0
140	+1.3 0	±1.0	3.5	+0.6 0	5.4	+0.8 0	8.3	+1.0 0	12.7	+1.5 0
160	+1.5 0	±1.2	4.0	+0.6 0	6.2	+0.9 0	9.5	+1.1 0	14.6	+1.7 0
180	+1.7 0		4.4	+0.7 0	6.9	+0.9 0	10.7	+1.2 0	16.4	+1.9 0
200	+1.8 0		4.9	+0.7 0	7.7	+1.0 0	11.9	+1.3 0	18.2	+2.1 0
225	+2.1 0		5.5	+0.8 0	8.6	+1.1 0	13.4	+1.4 0	20.5	+2.3 0
250	+2.3 0		6.2	+0.9 0	9.6	+1.2 0	14.8	+1.6 0	22.7	+2.4 0
315	+0.29 0		7.7	+1.0 0	12.1	+1.5 0	18.7	+1.7 0	28.6	+3.1 0

注：1. 壁厚是以 20℃时环向（诱导）应力 5MPa 确定的。

2. 公称压力是管材在 20℃下输送水的工作压力。若水温不同时，应按表 2 系统校正工作压力。

行业标准技术

表 2

温　度　t (℃)	$0<t\leqslant20$	$20<t\leqslant25$	$25<t\leqslant30$	$30<t\leqslant35$	$35<t\leqslant40$	$40<t\leqslant45$
与工作压力相对应的系数	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5

4.2 外观

管材内外壁应光滑平整，不允许有气泡、裂口、分解变色线及影响使用的划伤。

管材的两端应切割平整，并与轴线垂直。

4.3 管材规格尺寸

4.3.1 管材的平均外径极限偏差及壁厚极限偏差应符合表 1 的规定。

4.3.2 管材同一截面的壁厚极限偏差不得超过 14%。

4.3.3 在常温下，管材长度最小为 4m，极限偏差的下偏差为 0，上偏差为长度的 2%。

4.4 管材的弯曲度应符合表 3 的规定。

表 3

管材外径 de (mm)	≤32	40～200	≥225
弯 曲 度 (%)	不规定	≤1.0	≤0.5

注：1. 弯曲度指同方向弯曲，不允许呈 S 形弯曲。

2. 盘卷管由供需双方商定，盘卷的最小直径应为 18 de。

4.5 管材的物理性机械能应符合表 4 的规定。

4.6 饮水用管材卫生性能应符合 GB9687 规定。

表 4

项　目		指　标	试验方法
拉伸屈服应力		≥20MPa	见 5.5
纵向尺寸收缩率		≤3%	见 5.6
液压试验	温度：20℃ 时间：1h 环向应力：11.8MPa	不破裂 不渗漏	见 5.7
液压试验	温度：80℃ 时间：170h (60h) 环向应力：3.9MPa (4.9MPa)	不破裂 不渗漏	见 5.7

注：（ ）为可替换试验。

江苏恒科科技

5 试验方法

5.1 试样状态调节和试验的标准环境

按 GB2918 规定进行，温度为 23±2℃，状态调节时间不少于 24h，并在此条件下进行试验。

5.2 外观检查

用肉眼直接观察，可用光源在逆光下观察。

5.3 尺寸测量

5.3.1 长度

用精度为 10mm 的量具测量。

5.3.2 外径

按 GB8806 规定测量。

5.3.3 壁厚

按 GB8806 规定测量。

5.3.4 同一截面壁厚偏差按下式计算：

$$e' = \frac{e_1 - e_2}{e_1} \times 100$$

式中：e_1——管材同一截面的最大壁厚，mm；

e_2——管材同一截面的最小壁厚，mm。

5.4 弯曲度

按 GB8805 进行。

5.5 拉伸屈服应力

按 GB8804.2 规定测定。

5.6 纵向尺寸收缩率

按 GB6671.2 规定测定。

5.7 液压试验

5.7.1 液压试验方法按 GB6111 规定。

5.7.2 液压试验的温度、环向应力及试验时间按表 4 规定。

5.8 卫生性能的测定按 GB5009.60 规定进行。

6 检验规则

6.1 产品需经生产厂质量检验部门检验合格并附有合格证方可出厂。

6.2 组批

同一原料，配方和工艺情况下生产的同一规格管材为一批，每批数量不超过 10t，如生产数量少，生产期 6d 不足 10t，则以 6d 产量为一批。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验项目为 4.1～4.5 及 4.6 中的拉伸屈服应力和纵向尺寸收缩率。

6.3.2 4.1～4.5 条按 GB2828 进行，采用正常抽样方案，取一般检验水平Ⅰ，合格质量水

万水帕科技

平 6.5，见表 5。

表 5

批量范围 N	样本大小 n	合格判定数 A_c	不合格判定数 R_e
≤150	8	1	2
151～280	13	2	3
281～500	20	3	4
501～1200	32	5	6
1201～3200	50	7	8
3201～10000	80	10	11

6.3.3 在计数抽样合格的样品中，随机抽取足够的样品，进行 4.6 条中的拉伸屈服应力和纵向尺寸收缩率的测定。

6.4 型式检验

6.4.1 型式检验项目为全部技术要求项目。

6.4.2 4.1～4.5 条按 6.3.2 规定抽样检验。在检验合格的样品中随机抽取足够的样品进行其余各项性能的检验。

6.4.3 在下列情况之一时应进行型式检验：

a. 在正常生产时，每年不少于一次；

b. 如原料、工艺有较大变动可能影响产品性能时；

c. 停产三个月以上恢复生产时；

d. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

e. 国家质量监督机构提出进行型式检验时。

6.5 判定

4.1～4.5 条中任一条不符合表 5 规定时，则判该为不合格。物理机械性能中有一项达不到指标时，则可随机抽取双倍样品进行该项的复验。如仍不合格，则判该批为不合格批。

6.6 用户有权按本标准对产品进行抽检，对抽检不合格的批有权拒收。

7 标志、包装、运输、储存

7.1 标志

产品出厂时应在产品上有明显标志，标明生产厂名称（商标）、产品名称（饮水用管名称后应加“Y”字，如果是承插用管，“Y”字后面加“承插”二字）、规格尺寸（标明外径及公称压力），在产品包装上标明批号、数量、生产日期和检验员代号，并附有质量检验部门的产品质量合格证。

7.2 包装

管材应捆扎（用草绳或其他材料捆扎），也可根据用户要求协商确定。

7.3 运输

管材运输时不得受剧烈捶击和锐物划伤，不得抛摔和避免曝晒。

工发伯科技

7.4 储存

管材存放环境温度不得超过 40℃，不准露天曝晒。存放场地应平整，堆放应整齐，堆放高度不得超过 1.5m，距热源不少于 1m。存放期自生产之日起，不得超过一年。

附加说明：

本标准由中华人民共和国轻工业部提出。

本标准由轻工业部塑料加工应用科学研究所归口。

本标准由大连第三塑料厂负责起草，大连塑料研究所参加起草。

本标准主要起草人：蒋秀兰、王成、林有芳、薛一心、于慧。

云水帕科技

中华人民共和国国家标准

低压输水灌溉用薄壁硬聚氯乙烯（PVC—U）管材

Thin wall unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes for low-pressure conveyance in irrigation

GB/T13664—92

1 主题内容与适用范围

本标准规定了以聚氯乙烯树脂为主要原料，经挤出成型的低压输水灌溉用硬聚氯乙烯管材（以下简称管材）的产品分类、技术要求、试验方法及检验规则、标志、包装、运输、储存。

本标准适用于公称压力0.32MPa以下的低压输水灌溉用管材。

2 引用标准

GB1033	塑料密度和相对密度试验方法
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB2918	塑料试样状态调节和试验的标准环境
GB6111	长期恒定内压下热塑性塑料管材耐破坏时间的测定方法
GB6112	热塑性塑料管材和管件耐冲击性能的试验方法（落锤法）
GB6671.1	硬聚氯乙烯（PVC）管材纵向回缩率的测定
GB8804.1	热塑性塑料管材拉伸性能试验方法　聚氯乙烯管材
GB8805	硬质塑料管材弯曲度测量方法
GB8806	塑料管材尺寸测量方法
GB9674	塑料管材耐外负荷试验方法

3 产品分类

3.1 管材规格用 de（公称外径）×e（公称壁厚）表示。管材的公称外径、公称壁厚、公称压力见表1。

3.2 管材长度 L 为4m、5m、6m。也可由供需双方协商确定。长度极限偏差为 $L_0^{0.03}$。

4 技术要求

4.1 颜色一般为灰色，也可由供需双方协商确定。

4.2 外观

表 1 (mm)

公称外径	平均外径极限偏差	壁厚					
		公称压力 0.20MPa		公称压力 0.25MPa		公称压力 0.32MPa	
		公称壁厚	极限偏差	公称壁厚	极限偏差	公称壁厚	极限偏差
75	+0.3 0	—	—	—	—	1.5	+0.4 0
90	+0.3 0	—	—	—	—	1.8	+0.4 0
110	+0.4 0	—	—	1.8	+0.4 0	2.2	+0.4 0
125	+0.4 0	—	—	2.0	+0.4 0	2.5	+0.4 0
140	+0.5 0	—	—	2.2	+0.4 0	2.8	+0.5 0
160	+0.5 0	2.0	+0.4 0	2.5	+0.4 0	3.2	+0.5 0
180	+0.6 0	2.2	+0.5 0	2.8	+0.5 0	3.6	+0.5 0
200	+0.6 0	2.5	+0.5 0	3.2	+0.6 0	3.9	+0.6 0

注：1. 壁厚是以 20℃时环向（诱导）应力 7.73MPa 确定的。

2. 公称压力是管材在 20℃下输送水的工作压力。

管材内外壁应光滑平整，不允许有气泡、裂口、分解变色线及明显的波纹杂质颜色不匀等。管材的两端应与轴线垂直切平。

4.3 管材的平均外径极限偏差及壁厚极限偏差应符合表 1 的规定。

管材同一截面的壁厚极限偏差不得超过 14%。

4.4 管材同方向弯曲度应不大于 2.0%，不允许呈 S 形弯曲。

4.5 管材的物理机械性能应符合表 2 的规定。

表 2

项目	指标	试验方法
密度（kg/m³）	1400～1600	见 5.5
纵向回缩率（%）	≤5	见 5.6
拉伸屈服应力（MPa）	≥40	见 5.7
液压试验 （20℃，4 倍工作压力，1h）	不破裂 不渗漏	见 5.8
落锤冲击（0℃）	不破裂	见 5.9
刚度（MPa） （5%变形时）	≥0.4	见 5.10
扁平试验 （压至 50%）	不破裂	见 5.11

万方数据科技

5 试验方法

5.1 状态调节和试验的标准环境

按 GB2918 规定进行，温度为 23±2℃，状态调节时间不少于 24h，并在此条件下进行试验。

5.2 外观检查

用肉眼直接观察，也可用光源照看。

5.3 尺寸的测量

5.3.1 长度

用精度为 10mm 的量具测量。

5.3.2 外径

按 GB8806 的规定测量。

5.3.3 壁厚

按 GB8806 的规定测量。

5.3.4 同一截面壁厚偏差 e'（mm）按下式计算：

$$e' = \frac{e_1 - e_2}{e_1} \times 100$$

式中：e_1 ——管材同一截面的最大壁厚，mm；

e_2——管材同一截面的最小壁厚，mm。

5.4 弯曲度

按 GB8805 的规定测定。

5.5 密度

按 GB1033 中的 4.1A 法 ——浸渍法测定。

5.6 纵向回缩率

按 GB6671.2 规定测定。

5.7 拉伸屈服应力

按 GB8804.1 的规定测定。

5.8 液压试验

按 GB6111 的规定执行。试验温度为 20℃，试验压力为 4 倍公称压力，保压时间 1 h。

5.9 落锤冲击试验

5.9.1 试验前将试样在 0±1℃的条件下予以处理至少 0.5 h。

5.9.2 试验方法按 GB6112 中通过法执行。使用落锤 A（半径为 10 mm）。

5.9.3 落锤重量 1kg，冲击高度 1m。

5.10 刚度试验

按 GB9647 规定，测定 5%变形时的刚度。

5.11 扁平试验

按 GB9647 规定，将试样压至原内径的 50%，观察试样有无破裂发生。

三友伯科技

6 检验规则

6.1 产品需经生产厂质量检验部门检验合格并附有合格证，方可出厂。

6.2 组批

同一原料，配方和工艺情况下生产的同一规格管材为一批，每批数量不超过 30t，如生产数量少，生产期 6d 尚不足 30t，则以 6d 产量为一批。

6.3 出厂检验

6.3.1 出厂检验项目为 4.1～4.4 及 4.5 条中的液压试验和刚度、扁平试验。

6.3.2 4.1～4.4 条检验按 GB2828 采用一次正常抽样方案，取一般检查水平Ⅰ，合格质量水平 6.5，见表 3。样本单位为根。

表 3

批量范围 N	样本大小 n	合格判定数 A_c	不合格判定数 R_e
≤150	8	1	2
151～280	13	2	3
281～500	20	3	4
501～1200	32	5	6
1201～3200	50	7	8
3201～10000	80	10	11

6.3.3 在计数抽样合格的产品中，随机抽取足够的样品，进行 4.5 条中的液压试验和刚度、扁平试验。

6.4 型式检验

型式检验项目为全部技术要求项目。

按本标准技术要求，并按 6.3.2 条规定对 4.1～4.4 条进行检验，在检验合格的样品中随机抽取足够的样品，进行 4.5 条中的各项检验，一般情况下每一年至少一次，若有以下列情况之一，应进行型式检验。

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

e. 国家质量监督机构提出进行型式检验时。

6.5 判定规则

项目 4.1～4.4 条按表 3 进行判定。物理机械性能中有一项达不到规定指标时，可随机抽取双倍样品进行该项的复验。如仍不合格，则判该批为不合格。

6.6 用户有权按本标准对产品进行抽检，对抽检不合格的批有权拒收。

万水帕科技

7 标志、包装、运输、储存

7.1 标志

产品上应有明显标志：产品名称、产品规格（外径及公称压力）、生产厂名（商标）、生产日期。

7.2 包装

按用户要求进行。

7.3 运输

产品在装卸运输时，不得受剧烈撞击，抛摔和重压。

7.4 储存

管材存放场地应平整，堆放应整齐，堆放高度不得超过 1.5m，距热源不少于 1m。不准露天曝晒。储存期自生产之日起，一般不超过两年。

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部、轻工业部提出。

本标准由轻工业部塑料加工应用科学研究所归口。

本标准由水利水电科学研究院水利所、天津市水利科学研究所负责起草，沈阳久利塑料管材有限公司、沧州第三塑料厂参加起草。

本标准主要起草人：余玲、朱利贞。

万方柏科技

中华人民共和国水利水电行业标准

喷灌用自应力钢丝网水泥管

SL11—90

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… 301
2　引用标准 …… 301
3　分类与规格 …… 301
4　技术要求 …… 304
5　检验方法 …… 305
6　验收规则 …… 306
7　标志 …… 306
8　保管、出厂和运输 …… 306
9　其他 …… 307
附录 A　橡胶圈质量要求（补充件） …… 307

水电电科技

1 主题内容与适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了喷灌用自应力钢丝网水泥管（以下简称“网管”）的分类、技术要求、检验方法、验收规则、标志，以及保管、出厂、运输的要求。

1.2 适用范围

1.2.1 本标准适用于以自应力水泥的膨胀力张拉钢丝网和钢筋而建立预应力的，公称内径100～800mm，工作压力0.4～1.4MPa，采用承插式连接并用圆形截面橡胶圈密封的网管。

1.2.2 本产品用于输送不含严重腐蚀性物质的常温水。适用于喷灌以及城乡给、排水、小水电等工程。

1.2.3 网管承、插口连接时允许的转角：内径100～350mm的管子为2°；内径400～800mm的管子为1.5°。承、插口连接的轴向误差为±5mm。

2 引用标准

GB4084—83	承插式自应力钢筋混凝土输水管
浙B/JC50—87	承插式自应力钢丝网水泥输水管
ZBQ43001	预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈

3 分类与规格

3.1 网管按成型工艺分为整体模成型管和两半模成型管两类，分别称Ⅰ型管和Ⅱ型管；二者承、插口尺寸不同，不可互换。网管外形及各部尺寸分别见图1、图2、表1和图3、图4、

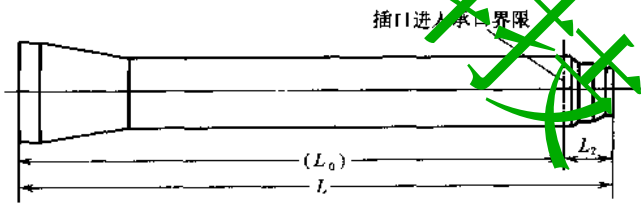


图1 Ⅰ型管外形图

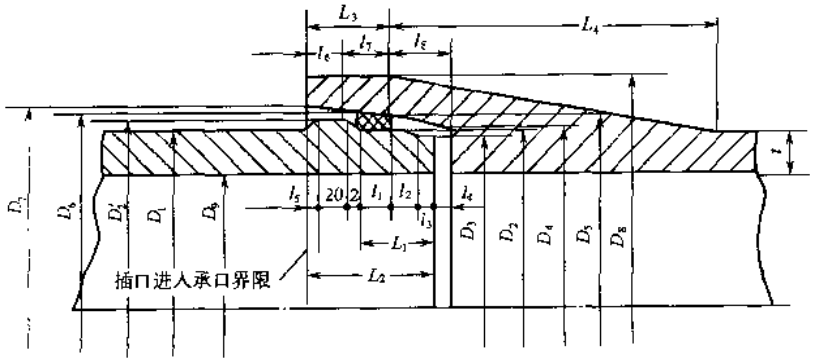


图2 Ⅰ型管承口、插口图

表 2。

表 1　整体模成型管（Ⅰ型管）尺寸表　　(mm)

公称内径	D_g	100	150	200	250	300	350	400	500	600	800
外　径	D_1	154	204	260	310	370	430	480	590	700	920
壁　厚	t	27	27	30	30	35	40	40	45	50	60
净保护层厚	c	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
有效长度	(L_0)	3000	3000	3000	3000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000
实际长度	L	3080	3080	3080	3080	(3088) 4088	(3088) 4088	(3107) 4107	(3107) 4107	(3117) 4117	(3135) 4135
插口尺寸	D_2	142	192	248	298	356	416	463	573	682	901
	D_3	138	188	244	294	350	410	457	567	674	893
	l_1	20	20	20	20	25	25	35	35	40	50
	l_2	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
	l_3	15	15	15	15	18	18	20	20	20	25
	l_4	10	15	15	15	17	17	20	20	25	30
	l_5	28	28	28	28	28	28	35	35	35	38
	L_1	50	50	50	50	58	58	70	70	80	95
	L_2	80	80	80	80	88	88	107	107	117	135
承口尺寸	D_4	140	190	244	294	354	414	460	570	680	902
	D_5	157	207	263	313	374	434	485	595	706	927
	D_6	159	209	265	315	376	436	487	597	708	929
	D_7	167	217	273	323	384	444	497	609	721	945
	D_8	231	281	351	401	473	543	596	716	848	1091
	l_6	20	20	20	20	20	20	27	27	27	35
	l_7	30	30	30	30	35	35	45	45	50	60
	l_8	40	45	45	45	50	50	55	55	65	70
	L_3	50	50	50	50	55	55	72	72	77	95
	L_4	218	218	258	258	292	320	329	357	420	485
参考重量（kg/根）		95	132	190	232	(341) 430	(455) 573	(517) 650	(720) 905	(955) 1200	(1527) 1916

灌溉排水技术

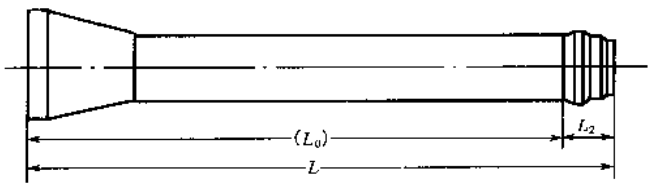


图 3　Ⅱ型管外形图

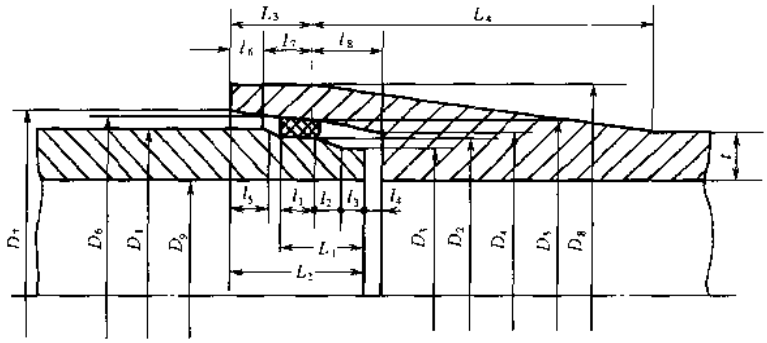


图 4　Ⅱ型管承口、插口图

表 2　两半模成型管（Ⅱ型管）尺寸表　（mm）

公称内径	D_g	100	150	200	250	300	350	400	500	600	800
外　径	D_1	1[illegible]	200	260	310	370	430	480	590	700	920
壁　厚	t	25	25	3[illegible]	30	35	40	40	45	50	60
净保护层厚	c	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
有效长度	(L_0)	3000	3000	[illegible]000	3000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000	(3000) 4000
实际长度	L	3080	3080	3080	308[illegible]	(3088) 4088	(3088) 4088	(3107) 4107	(3107) 4107	(3117) 4117	(3135) 4135
插口尺寸	D_2'	164	214	274	324	386	447	503	613	723	945
	D_2	152	202	262	312	372	432	486	596	706	926
	D_3	146	196	256	306	366	426	480	590	698	918
	l_1	20	20	20	20	25	25	35	35	40	50
	l_2	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20
	l_3	15	15	15	15	18	18	20	20	20	25
	l_4	10	15	15	15	17	17	20	20	25	30
	l_5	8	8	8	8	8	8	15	15	15	20
	L_1	50	50	50	50	58	58	70	70	80	95
	L_2	80	80	80	80	88	88	107	107	117	129
承口尺寸	D_4	148	198	256	308	368	428	482	592	704	924
	D_5	167	217	277	327	390	450	507	617	730	952
	D_6	169	219	279	329	392	452	509	619	732	954
	D_7	176	226	286	336	401	461	520	630	743	962
	D_8	240	290	365	424	490	555	617	740	870	1114
	l_6	20	20	20	20	20	20	27	27	27	34
	l_7	30	30	30	30	35	35	45	45	50	55
	l_8	40	45	45	45	50	50	55	55	65	70
	L_3	50	50	50	50	55	55	72	72	77	89
	L_4	210	210	245	308	324	338	370	405	458	523
参考重量（kg/根）		90	115	180	225	(330) 419	(438) 556	(501) 634	(722) 907	(977) 1222	(1641) 2030

3.2 网管按工作压力分为 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2MPa 和 1.4MPa 六个等级。压力等级代号及指标见表 4。

3.3 网管按公称内径分为 100、150、200、250、300、350、400、500、600mm 和 800mm 十种。

3.4 当公称内径小于 300mm 时，网管的有效长度为 3m；当公称内径大于等于 300mm 时，网管的有效长度有 3m 与 4m 两种。

3.5 网管以 3.1～3.4 的全部分类特征表示其规格，顺序为：汉语拼音字头（W）、成型工艺、公称内径、有效长度、工作压力。

规格表示法示例：

a. W（Ⅰ）800×3—10

表示整体模成型，公称内径 800mm，有效长度 3m，工作压力 1.0MPa 的网管；

b. W（Ⅱ）500×4—8

表示两半模成型，公称内径 500mm，有效长度 4m，工作压力 0.8MPa 的网管。

4 技术要求

4.1 原材料质量要求

4.1.1 自应力水泥应符合 JC218—79《硅酸盐自应力水泥（制管用）》、JC214—78《铝酸盐自应力水泥》及 ZBQ11006—87《自应力硫铝酸盐水泥》标准的规定。普通硅酸盐水泥应符合 GB175—85《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》的规定。

4.1.2 冷拔低碳钢筋的标准抗拉强度应不低于 600MPa，其性能应符合 GBJ204—83《钢筋混凝土工程施工及验收规范》的规定。钢丝网用直径 3～5mm 的冷拔低碳钢丝编织，网孔尺寸应符合设计要求，钢丝抗拉强度不低于 550MPa。

4.1.3 砂子含泥量不得大于 1%，其余要求应符合 JGJ52—79《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》的规定。

4.1.4 混凝土的拌和用水和添加剂，不得降低产品质量和污染所输送的水体。

4.2 外观质量和管体尺寸的允许偏差

4.2.1 内、外壁应平整，承插口密封面必须平整光滑，无凹槽、凸块，Ⅱ型管的插口不得有飞边和错位。

4.2.2 端面应垂直于管轴线，其倾斜度：当公称内径小于 300mm 时，不得超过 2mm；当公称内径大于等于 300mm 时，不得超过 4mm。

4.2.3 管体主要尺寸偏差不得超过表 3 中任何一项规定。

4.2.4 有下列情况的网管允许整修，但整修后的尺寸偏差不得超过表 3 的规定。

4.2.4.1 内壁出现起皮、鼓泡，其不平整度不超过 2mm，累计面积不超过内表面面积的 5%。

4.2.4.2 承、插口密封面出现凹槽，其深度不超过 2mm，环向长度不超过 50mm，宽度不超过 10mm；Ⅱ型管在插口合缝处的凹槽，其深度与宽度均不超过 3mm，错位不超过 1mm。

4.2.4.3 承、插口密封面出现露砂。

4.2.4.4 外壁出现粘皮、麻面、蜡坑，其深度不超过 2mm，累计面积不超过外表面积的 5%。

万方数据

表 3 管体主要尺寸允许偏差 (mm)

公称内径	偏差部位					
D_g	D_0	t	C	D_1、D_2	D_2	D_5
100～350	±3.0	+4.0 −2.0	+3.0 −1.0	±1.0	+1.0 −0.5	±1.0
400～600	±4.0	+4.0 −2.0	+3.0 −1.0	±1.0	+1.0 −0.5	±1.0
800	±6.0	+6.0 −3.0	+3.0 −1.0	±2.0	+2.0 −1.0	±2.0
公称内径	偏差部位					
D_g	l_1	L_2	D_4	D_5、D_6	D_7	l_6、l_7
100～350	+2.0 −1.0	±3.0	±1.0	±1.0	±2.0	±1.0
400～600	+2.0 −1.0	±3.0	±1.0	+2.0 −1.0	±2.0	±1.0
800	±2.0	±3.0	+2.0 −1.0	+2.0 −1.0	±3.0	±2.0

注：D_1 指 I 型管。

4.2.4.5 管端有损伤，但未伤及承、插口密封面。

4.3 水压检验要求

4.3.1 压力等级代号及指标如表 4。

4.3.2 网管水压检验时，在表 4 规定的出厂检验压力下应不开裂、不漏水、不渗水，承、插口接合处不滴水。

表 4 压力等级代号及指标

压力等级代号	工作压力 (MPa)	出厂检验压力 (MPa)	压力等级代号	工作压力 (MPa)	出厂检验压力 (MPa)
4	0.4	0.8	10	1.0	1.7
6	0.6	1.0	12	1.2	2.0
8	0.8	1.2	14	1.4	2.2

4.3.3 凡经水压检验开裂渗水的网管，允许回水养护，待裂缝闭、愈合后，应降低一个压力等级重新进行水压检验。

4.3.4 网管在出厂检验压力下，当表面砂眼漏水不超过三点，合缝处漏水不超过两处，且每处长度不超过 200mm 者允许修补。修补后应回水养护，并重新进行水压检验。

4.4 橡胶圈的质量要求见附录 A。

5 检验方法

5.1 外观和尺寸检验

外观用肉眼检查，尺寸用精度为 0.2mm 的量具检查。

万水电力科技

5.2 水压检验

5.2.1 使用的压力表精度不得低于1.5级。

5.2.2 检验应在环境温度为5～40℃的范围内进行。

5.2.3 经过养护后的网管，待其外表面干后，应及时进行水压检验。若网管在大气中存放失水后才进行水压检验时，则应先行回水养护五天以上。

5.2.4 检验时先充水并排净管内空气，然后徐徐升压到检验压力值，恒压10min，检查裂缝，渗漏和承、插口滴水情况。

6 验收规则

6.1 膨胀未稳定的网管不得验收。

6.2 对网管逐根进行外观、尺寸和水压检验，凡符合4.2和4.3规定者为合格品。

6.3 合格品中达到下列全部要求者为一级品。

6.3.1 外观符合4.2.1和4.2.2的要求而无须整修者。

6.3.2 网管通过第一次水压检验即符合4.3.2的要求而无须修补者。

7 标志

每根网管外表面应注明制造厂名称、网管规格、制造日期（年、月、日）、产品等级（写“合格品”或“一级品”）及“严禁碰撞”字样。

标志式样：

制造厂名 规格 （严禁碰撞）
制造日期、产品等级

8 保管、出厂和运输

8.1 网管应按规格及生产顺序分别堆放。堆放场地应平整。各层之间用支垫隔开，上下支垫应在同一铅垂线上。网管悬臂长度不得超过管长的20%，堆放层数不宜超过表5规定。

表5 堆放层数

公称内径（mm）	100～150	200～250	300～400	500～600	800
层数	8	6	5	3	2

8.2 网管出厂时应提交出厂证明，其内容包括：

a. 制造厂名称；

b. 规格全称；

c. 产品等级及数量；

d. 外观尺寸检验结果；

e. 水压检验结果与检验日期；

f. 产品标准代号；

g. 制造厂质量检验部门签章。

万水中科技

8.3 网管装卸搬运时，必须采用两点起吊，轻吊轻放，严禁抛掷和碰撞。

8.4 运输时，插口部位应妥善包扎，管身要固定牢靠，防止滚动、碰撞。

9 其他

若规格尺寸、技术要求和验收规则超出本标准时，由供、需双方协商确定。

附 录 A
橡胶圈质量要求
（补充件）

A.1 橡胶圈胶料性能见 ZBQ43001—87《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈》。

A.2 橡胶圈试验方法见 ZBQ43001 -87《预应力与自应力钢筋混凝土管用橡胶密封圈试验方法》。

A.3 橡胶圈的尺寸与允许偏差如表 A1。

表 A1 （mm）

网管公称内径	橡胶圈			
	截面直径		内径	
	额定	允许偏差	额定	允许偏差
100	14	+0.3 -0.1	132	+1.5 -1.0
150	14	+0.3 -0.1	172	+1.5 -1.0
200	14	+0.3 -0.1	222	+2.0 -1.0
250	14	+0.3 -0.1	272	+2.0 -1.0
300	17	+0.4 -0.1	320	+2.0 -1.0
350	17	+0.4 -0.1	372	+3.0 -1.0
400	17	+0.4 -0.1	418	+3.0 -1.0
500	20	+0.5 -0.1	513	+3.0 -1.0
600	22	+0.5 -0.1	614	+3.0 -2.0
800	24	+0.5 -0.2	792	+4.0 -2.0

云龙软件科技

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由浙江省水利厅机电排灌总站、山西省水利科学研究所负责起草。

本标准主要起草人：褚加福、陈树棠、田承宽、李仰斌、曹正礼、史群。

云水帕科技

中华人民共和国水利水电行业标准

喷灌用自应力水泥管铸铁管件

SL12—90

目　　次

1　主题内容及适用范围 …… 310
2　术语、符号、代号 …… 310
3　管件规格 …… 310
4　技术要求 …… 312
5　试验方法 …… 313
6　检验规则 …… 313
7　标志、质量证明书、运输和贮存 …… 313
附录 A　喷灌用自应力水泥管铸铁管件图样及尺寸表 …… 314

三水电科技

1 主题内容及适用范围

1.1 主题内容

本标准规定了与喷灌用自应力水泥管（系指自应力钢筋混凝土管和钢丝网水泥管）相配套的承插连接、法兰连接和螺纹连接的灰口铸铁管件的规格、技术要求、试验方法、检验规则、标志、质量证明书、运输和贮存。

1.2 适用范围

本标准适用于公称直径为100～300mm自应力钢筋混凝土管和钢丝网水泥管的管件。公称直径大于300mm的管件亦可参照使用。

2 术语、符号、代号

2.1 术语

本标准中的管件系指管道系统中的连接件，包括短管、三通、四通、渐缩管、弯管和堵头。

2.2 简化名称和图形标示

承 ——表示管件承口，图形标示：)—；

插—— 表示管件插口，图形标示：—；

盘 ——表示管件法兰盘，图形标示：|—；

螺纹—— 表示管件接口为螺纹连接，图形标示：╪—。

各种管件的名称和图形标示见表1。

2.3 规格代号

管件的规格代号用公称直径表示。如对于短管、三通、四通、弯管和堵头，D_g100表示公称直径为100mm的该种管件；对于异径三通、异径四通、渐缩管等，D_g150×100表示公称直径由150mm转变为100mm。

3 管件规格

3.1 形状和尺寸

3.1.1 管件的名称、图形标示和规格代号应符合表1的规定。

3.1.2 管件的形状和尺寸应符合附件的规定。

3.1.3 本标准中未列入的其他类型、规格和尺寸的管件，可由供需双方协商生产，但其连接尺寸、结构强度都必须与本标准一致。

3.2 尺寸偏差

3.2.1 插口工作面和承口工作面应光滑完整，尺寸偏差应符合表2的规定。

3.2.2 壁厚的允许偏差

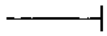
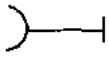
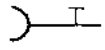
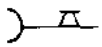
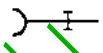
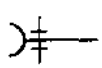
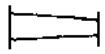
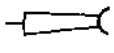
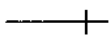
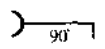
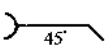
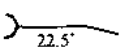
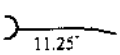
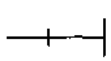
管件壁厚负偏差为：1.5+0.05mm倍管件壁厚；

承口壁厚负偏差为：1.5+0.05mm倍承口壁厚。

3.2.3 管盘加工及钻孔允许偏差

万水节水科技

表 1

序号	名 称	图形标示	管 件 规 格
1	插盘短管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
2	承盘短管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
3	承插单盘三通		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
4	承插单盘异径三通		D_g150×100、D_g200×100、D_g200×150、D_g250×150、D_g250×200、D_g300×200、D_g300×250
5	承插双盘四通		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
6	承插双盘异径四通		D_g100×80、D_g150×80、D_g150×100、D_g200×100、D_g200×150、D_g250×150、D_g250×200、D_g300×200、D_g300×250
7	承插螺纹三通		D_g100×50、D_g100×80、D_g150×50、D_g150×80
8	承插螺纹四通		D_g100×50、D_g100×80、D_g150×50、D_g150×80
9	双盘渐缩管		D_g100×80、D_g150×80、D_g150×100、D_g200×100、D_g200×150、D_g250×150、D_g250×200、D_g300×200、D_g300×250
10	插盘渐缩管		D_g100×80、D_g150×80、D_g150×100、D_g200×100、D_g200×150、D_g250×150、D_g250×200、D_g300×200、D_g300×250
11	插承渐缩管		D_g150×100、D_g200×100、D_g200×150、D_g250×150、D_g250×200、D_g300×200、D_g300×250
12	插口螺纹管		D_g100×50、D_g100×30
13	90° 承插弯管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
14	45° 承插弯管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
15	22.5° 承插弯管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
16	11.25° 承插弯管		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300
17	螺纹盘管		D_g80
18	堵头		D_g100、D_g150、D_g200、D_g250、D_g300

仅供试读文件

表 2 (mm)

公称直径 D_g	承口工作面内径	插口工作面外径
100～300	±1.0	+1.0 −0.5

3.2.3.1 法兰盘上的各螺孔中心线与管件中心线不同心度允许偏差为±1mm，螺孔中心圆直径偏差为±1mm。

3.2.3.2 相邻螺孔中心之间的距离偏差为±0.3mm，任何几个孔之间的孔弦总误差为±1mm。

3.2.3.3 管盘螺孔应以管盘断面垂直（或水平）中心线两边均分定位，定位角偏差为±1°。

3.2.3.4 管盘加工后的厚度负偏差为 2mm。

3.2.3.5 管盘突出部分直径偏差为±2%。

3.3 端面

法兰盘端面与管件中心线不垂直度应不大于 1°。

3.4 管件螺纹加工允许偏差

3.4.1 管件螺纹距端面处，前三扣不得断缺，其余部分允许有断缺，断缺总长度不得超过螺纹周长的 5%，但相邻两扣同一部位不得同时断缺。牙型顶部允许有倒钝现象，其牙高的减低量不得超过工作高度的 15%。

3.4.2 管螺纹中心线与管中心线不垂直度应小于 1°，管径错位及不圆度为±1mm。

3.4.3 管件螺纹端面必须倒角，倒角后端面不应有锐角出现。

3.4.4 管件螺纹端面的壁厚负偏差为 1mm。

3.5 重量及其允许偏差

3.5.1 管件按理论重量交货，计算重量时，铸铁比重采用 7.2。

3.5.2 每个管件的重量偏差为±8%，弯管、多支管件的重量偏差为±12%。

4 技术要求

4.1 化学成分

铸铁管件的磷含量应不大于 0.4%，硫含量应不大于 0.12%。

4.2 力学性能

4.2.1 管件的抗拉强度应不小于 150MPa。

4.2.2 管件的表面硬度应不大于 HB230，中心部分硬度应不大于 HB215。

4.3 水压检验

管件的水压检验压力应为 2.5MPa。

4.4 组织

管件组织应致密，易于切削、钻孔。

4.5 表面质量

管件的内外表面必须光洁，不应有裂缝、蜂窝、气孔、缩松等缺陷，特别是管件承口、插口工作面应光滑完整。受铸造工艺的限制和影响，但又不影响使用的铸造缺陷允许存在。

局部缺陷可予修补，修补后应重新按本标准进行水压检验。

万方数据科技

4.6 涂覆

4.6.1 管件外表面应涂沥青质或其他防腐材料。若要求内表面也涂涂料时，由供需双方协商。

4.6.2 涂涂料前，管件应清砂干净，清除飞边毛刺。

4.6.3 涂料涂好后，管件外表面应光洁，不得有漏涂现象。

5 试验方法

5.1 管件尺寸检验应用卡尺或样板及精度为 0.2mm 的量具进行测量。

5.2 管件表面质量和涂覆质量用肉眼进行检查。

5.3 化学分析应按 GB223（1～7）—81、GB223（8～24）—82《钢铁及合金化学分析方法》及 YB35（1～6） 78《钢铁化学分析方法》的规定执行。

5.4 拉力试验应按 GB228 —76《金属拉力试验法》的规定执行。

5.5 硬度试验应按 GB231—63《金属布氏硬度试验法》的规定执行。

5.6 水压检验必须在涂涂料前进行，当达到检验压力时，恒压应不少于 30s，并用 0.75kg 重的钢锤轻击管件，应无渗漏现象。

6 检验规则

6.1 管件的检查和验收应由供方技术质量监督部门进行。

6.2 管件应按批进行检查和验收。每批应由同一炉铁水、同一造型工艺生产的管件组成。

6.3 取样数量

6.3.1 管件的尺寸应逐个进行测量。

6.3.2 管件的表面质量和涂覆质量应逐个进行检查。

6.3.3 每炉取两个试样进行化学分析，当炉料改变时必须进行化学分析。

6.3.4 拉力试验每班取两个试样，试验结果代表当班所产生的全部管件。

6.3.5 硬度试验每班取两个试样，试验结果代表当班所产生的全部管件。

6.3.6 管件应逐个进行水压检验。

6.3.7 管件重量进行抽查。

6.4 复验与判定规则

当化学成分，拉力试验和硬度试验中任一项试验结果不合格时，应从该批管件中另取双倍数量的试样进行不合格项的复验。复验结果合格，该批管件即可判为合格。若复验结果仍不合格，则该批管件应予判废。

7 标志、质量证明书、运输和贮存

7.1 管件在明显处铸出厂名或商标及管件规格。

7.2 每批管件出厂时应附质量证明书，内容包括：

a. 铸造厂名称；

b. 产品名称及规格；

c. 试水压力；

万水帖科技

d. 本标准编号；

e. 本标准要求的各项检验结果。

7.3 铸铁管件在搬运和存放过程中，不得碰伤、损坏。

附 录 A
喷灌用自应力水泥管铸铁管件图样及尺寸表
（补充件）

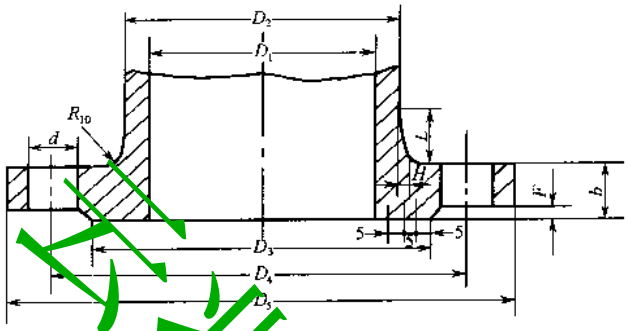


图 A1 异型管件法兰盘

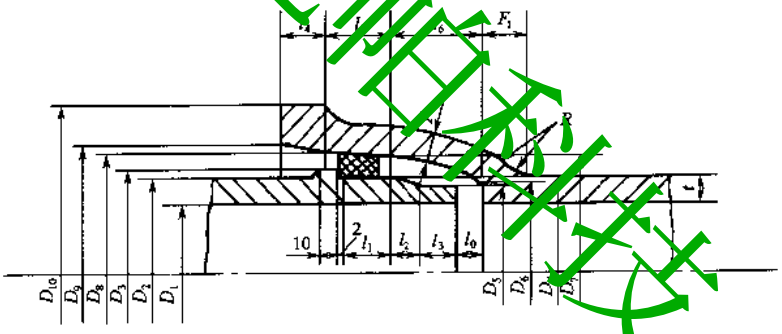


图 A2 承插口接头

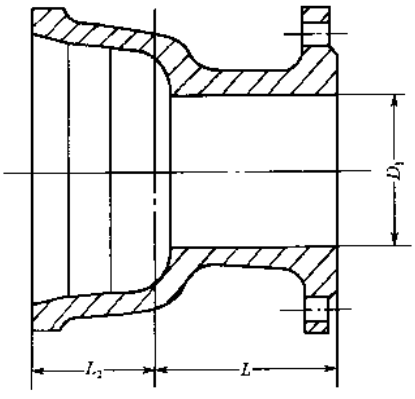


图 A3 承盘管

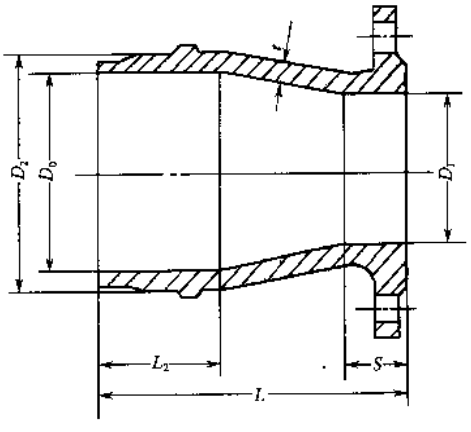


图 A4 插盘管

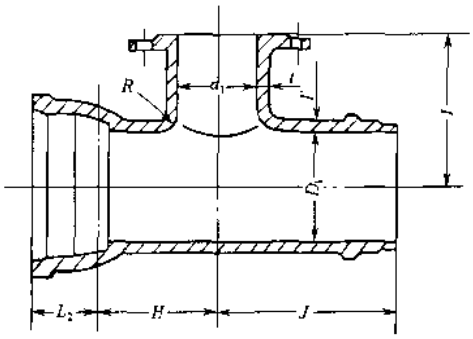


图 A5 承插单盘三通

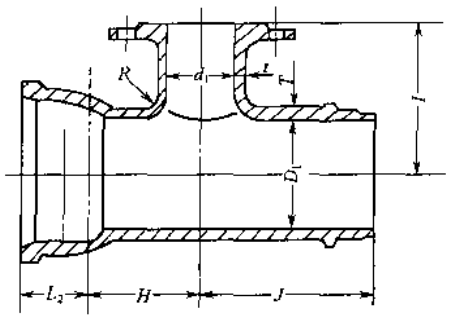


图 A6 承插单盘异径三通

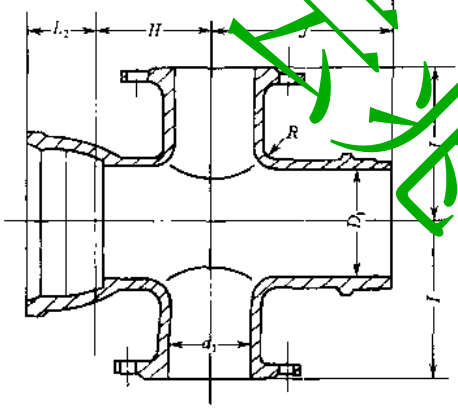


图 A7 承插双盘四通

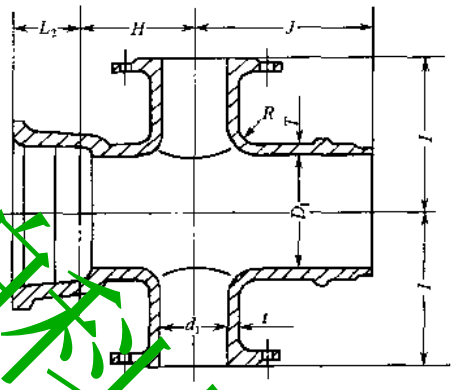


图 A8 承插双盘异径四通

三水佑泰科技

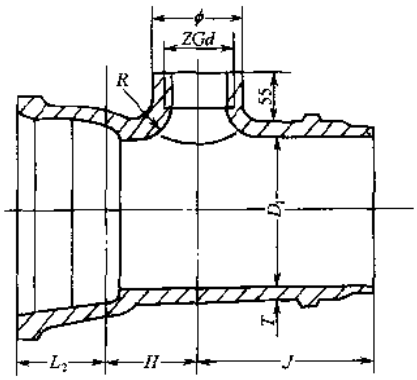


图 A9 承插螺纹三通

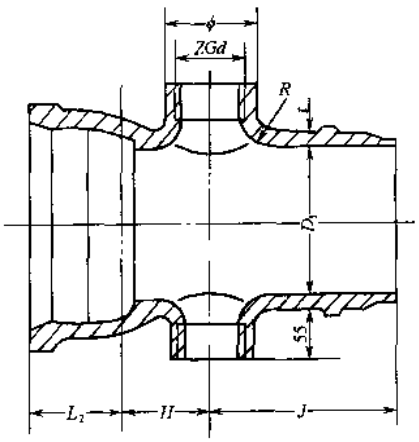


图 A10 承插螺纹四通

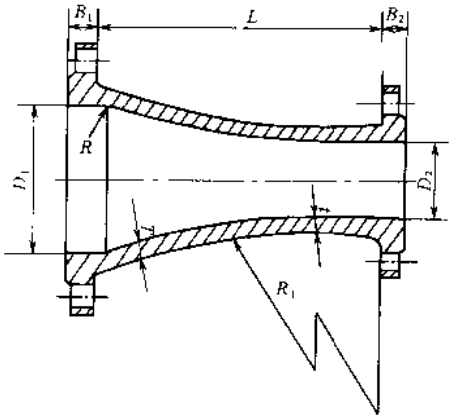


图 A11 双盘渐缩管

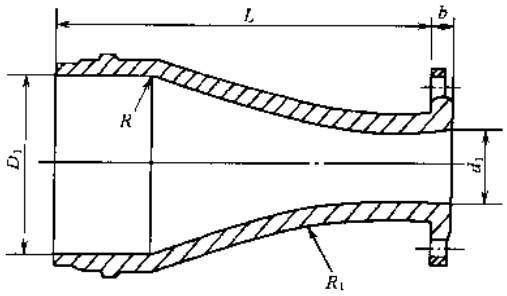


图 A12 插盘渐缩管

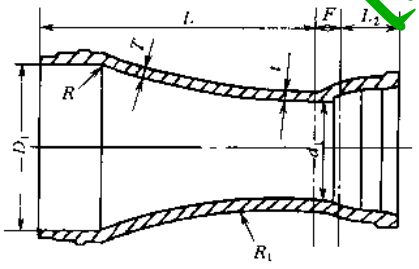


图 A13 插承渐缩管

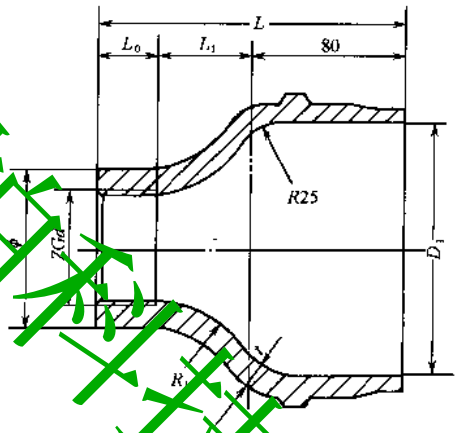


图 A14 插口螺纹管

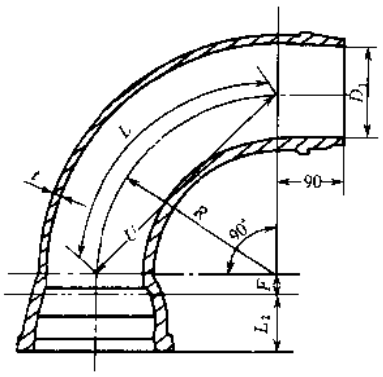


图 A15 90°承插弯管

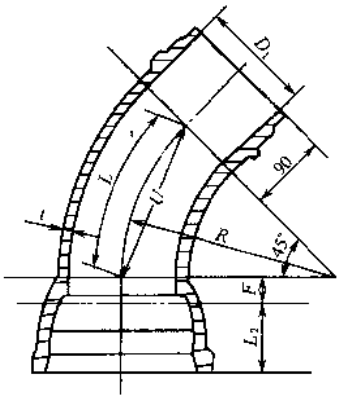


图 A16 45°承插弯管

石水临字[ ]号

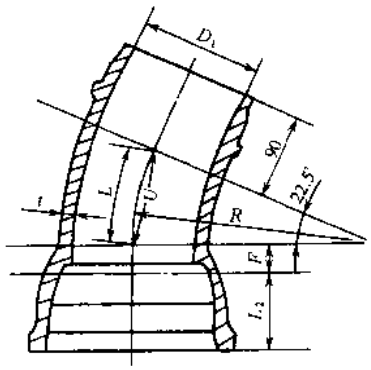


图 A17 22.5°承插弯管

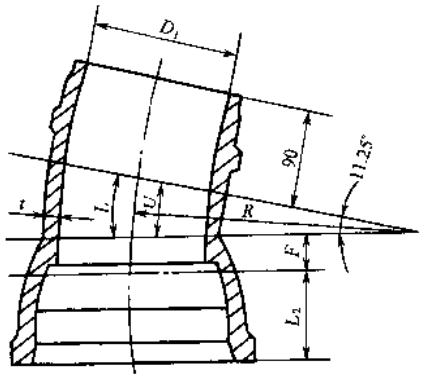
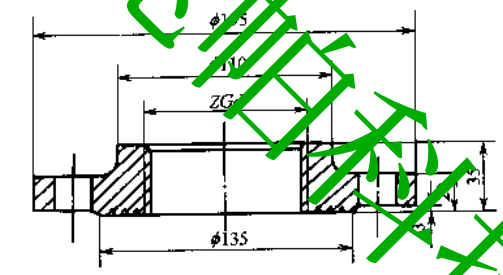


图 A18 11.25°承插弯管

石光能软科技



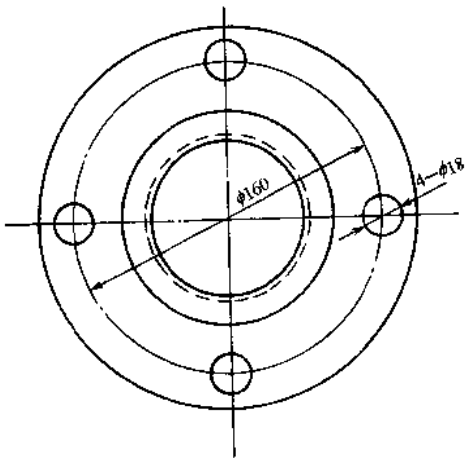


图 A19 3in 螺纹盘

表 A1 异型管件法兰盘尺寸表 (mm)

公称直径	管子		法兰						螺栓		其他尺寸	
	内径	外径	外径	螺栓孔中心圆直径	连接凸出部分直径	凸出部分高度	厚度	螺栓孔直径	数量	螺纹		
D_g	D_1	D_2	D_5	D_4	D_3	F	b	d			L	H
80	80	102	200	160	135	4.0	23.0	18	8	M 16	25	4
100	100	122	220	180	158	4.5	23.5	18	8	M 16	25	4
150	150	174	285	240	212	4.5	24.5	22	8	M 20	25	4
200	200	225	340	295	268	4.5	25.5	22	8	M 20	25	4
250	250	278	395	350	320	4.5	26.5	22	12	M 20	25	4
300	300	330	445	400	370	4.5	27.5	22	12	M 20	30	5

表 A2.1 Ⅰ类管（离模涂敷工艺）承插口接头尺寸表 (mm)

公称直径	内径	外径	接头尺寸							
			承口							
D_g	D_1	D_2	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	l_4	l_5	l_6
100	120	142	140	157	159	167	204	20	30	40
150	168	192	190	207	209	217	254	20	30	45
200	222	248	244	263	265	273	314	20	30	45
250	270	298	294	313	315	323	362	20	30	45
300	326	356	351	374	376	384	425	20	35	52

公称直径	接头尺寸				其他尺寸						
	插口										
D_g	D_3	D_4	D_5	l_1	l_2	l_3	l_n	F_1	R	T	t
100	154	142	138	20	15	15	10	19.5	12	12	11
150	204	192	188	20	15	15	15	23.1	13	13	12
200	260	248	244	20	15	15	15	23.0	14	14	13
250	310	298	294	20	15	15	15	26.5	15	15	14
300	370	356	350	25	15	18	17	28.3	16	16	15

行业标准

表 A2.2 Ⅱ类管（二半模工艺）承插口接头尺寸表 (mm)

公称直径	内径	外径	接头尺寸							
			承口							
D_g	D_1	D_2	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	l_4	l_5	l_6
100	130	152	148	167	169	176	213	20	30	40
150	178	202	198	217	219	225	265	20	30	45
200	236	262	258	277	279	286	327	20	30	45
250	284	312	308	327	329	336	379	20	30	45
300	342	372	368	390	392	401	444	20	35	52

公称直径	接头尺寸				其他尺寸						
	插口										
D_g	D_3	D_4	D_5	l_1	l_2	l_3	l_0	F_1	R	T	t
100	164	152	146	20	15	15	10	19.5	12	12	11
150	214	202	196	20	15	15	15	23.1	13	13	12
200	274	262	256	20	15	15	15	23.0	14	14	13
250	324	312	306	20	15	15	15	26.5	15	15	14
300	386	372	366	25	15	18	17	28.3	16	16	15

表 A2.3 自应力钢筋混凝土管承插口接头尺寸表 (mm)

公称直径	内径	外径	接头尺寸							
			承口							
D_g	D_1	D_2	D_6	D_7	D_8	D_9	D_{10}	l_4	l_5	l_6
100	130	152	148	168	169	176	195	20	30	40
150	178	200	198	218	219	226	247	20	30	45
200	236	262	258	278	279	286	307	20	30	45
250	294	322	318	338	339	346	389	20	30	45
300	352	382	378	401	402	411	454	20	35	50

公称直径	接头尺寸				其他尺寸						
	插口										
D_g	D_3	D_4	D_5	l_1	l_2	l_3	l_0	F_1	R	T	t
100	164	152	146	20	15	15	10	19.5	12	13	11
150	214	202	196	20	15	15	15	23.0	13	14	12
200	274	262	256	20	15	15	15	23.0	14	14	13
250	334	322	316	20	15	15	15	26.5	15	15	14
300	397	382	376	25	15	18	17	28.0	16	16	15

标准规范文件

表 A3.1 Ⅰ类管承盘管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚		内径	外径	管长		重量
D_g	T	t	D_1	D_2	L	L_2	(kg)
100	12	11	100	122	130	80	15.5
150	13	12	150	174	150	80	23.5
200	14	13	200	226	150	80	32.5
250	15	14	250	278	150	80	40.3
300	16	15	300	330	150	88	53.2

表 A3.2 Ⅱ类管承盘管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚		内径	外径	管长		重量
D_g	T	t	D_1	D_2	L	L_2	(kg)
100	12	11	100	122	130	80	16.3
150	13	12	150	174	149	80	24.7
200	14	13	200	226	150	80	33.5
250	15	14	250	278	149	80	12.3
300	16	15	300	330	149	88	55.9

表 A3.3 自应力钢筋混凝土管承盘短管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚	内径	外径	管长	重量
D_g	T	D_1	D_2	L	(kg)
100	11	100	122	130	16
150	12	150	174	130	22
200	13	200	226	130	30
250	14	250	278	140	39
300	15	300	330	140	52

注：承口及法兰盘各部尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A4.1 Ⅰ类管插盘管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚	内径	外径	长度尺寸			重量
D_g	T	D_1	D_2	L	L_2	S	(kg)
100	11	120	142	200	80	47	13.0
150	12	168	192	200	80	49	19.2
200	13	222	248	200	80	49	24.5
250	14	270	298	200	80	51	30.8
300	15	326	356	200	88	58	38.4

行业标准

表 A4.2 Ⅱ类管插盘管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚	内径	外径	长度尺寸			重量
D_g	T	D_1	D_2	L	L_2	S	(kg)
100	11	130	152	200	80	47	13.7
150	12	178	202	200	80	49	20.2
200	13	236	262	200	80	49	25.7
250	14	284	312	200	80	51	32.4
300	15	342	372	200	88	58	40.3

表 A4.3 自应力钢筋混凝土管插盘短管尺寸表 (mm)

公称直径	壁厚	内径	外径	长度	重量
D_g	T	D_1	D_2	L	(kg)
100	11	130	152	200	13.7
150	12	178	202	200	20.2
200	13	236	262	200	25.7
250	14	294	322	200	33.0
300	15	342	382	250	41.3

表 A5.1 Ⅰ类管承插单盘三通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	I	H	J	L_2	(kg)
100	120	100	11	11	25	173	140	220	80	29.7
150	168	150	12	12	25	210	180	260	80	47.0
200	222	200	13	13	30	238	210	290	80	71.1
250	270	250	14	14	30	265	240	320	80	92.9
300	326	300	15	15	35	306	262	350	88	127.0

表 A5.2 Ⅱ类管承插单盘三通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	I	H	J	L_2	(kg)
100	130	100	11	11	25	178	140	220	80	31.2
150	178	150	12	12	25	215	180	260	80	49.4
200	236	200	13	13	30	245	210	290	80	79.7
250	284	250	14	14	30	272	240	320	80	97.5
300	342	300	15	15	35	314	262	350	88	133.4

行业标准

表 A5.3 自应力钢筋混凝土管承插单盘三通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		外径		壁厚		管长			重量
D_g	D_1	d_1	D_2	d_2	T	t	L	H	J	(kg)
100	130	100	152	122	11	11	170	140	220	31
150	176	150	200	174	12	12	200	175	260	50
200	236	200	262	226	13	13	230	195	280	75
250	294	250	322	278	14	14	260	225	320	100
300	350	300	380	330	15	15	295	245	350	130

注：承、插口及法兰盘各部尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A6.1 Ⅰ类管承插单盘异径三通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1		T	t	R	I	H	J	L_2	(kg)
100×80	120	80	11	11	25	171	130	210	80	27.3
150×80	168	80	12	11	25	196	140	220	80	34.3
150×100	168	100	12	11	25	198	150	230	80	37.2
200×100	222	100	13	11	25	230	150	230	80	52.5
200×150	222	150	13	12	25	238	180	260	80	60.3
250×150	270	150	14	12	30	263	180	260	80	69.3
250×200	270	200	14	13	30	263	210	290	80	79.0
300×200	326	200	15	13	30	292	212	300	88	97.8
300×250	326	250	15	14	35	294	232	320	88	110.0

表 A6.2 Ⅱ类管承插单盘异径三通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	I	H	J	L_2	(kg)
100×80	130	80	11	11	25	176	130	210	80	28.7
150×80	178	80	12	11	25	201	140	220	80	36.0
150×100	178	100	12	11	25	203	150	230	80	39.1
200×100	236	100	13	11	25	237	150	230	80	55.1
200×150	236	150	13	12	25	245	180	260	80	63.3
250×150	284	150	14	12	30	270	180	290	80	72.8
250×200	284	200	14	13	30	270	210	290	80	83.0
300×200	342	200	15	13	30	300	212	300	88	97.8
300×250	342	250	15	14	35	302	232	320	88	115.5

万水版权科技

表 A6.3 自应力钢筋混凝土管承插单盘异径三通尺寸表 (mm)

公称直径		内径		外径		壁厚		管长			重量 (kg)
D_g	d_g	D_1	d_1	D_2	d_2	T	t	l	H	J	
100	80	130	80	152	102	11	11	176	130	210	29
150	80	176	80	200	102	12	11	200	140	220	36
	100		100		122		11	200	175	260	45
200	100	236	100	262	122	13	11	230	195	280	60
	150		150		174		12	230	195	280	70
250	150	294	150	322	174	14	12	260	195	280	75
	200		200		226		13	260	225	310	90
300	200	350	200	320	226	15	13	295	225	320	100
	250		250		278		14	295	245	350	120

注：承、插口及法兰盘各部尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A7.1 Ⅰ类管承插双盘四通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量 (kg)
D_g	D_1	d_1	T	t	R	l	H	J	L_2	
100	120	100	11	11	25	[illegible]	140	220	80	38.2
150	168	150	12	12	25	210	180	260	80	59.7
200	222	200	13	13	30	238	[illegible]	[illegible]	80	88.0
250	270	250	14	14	30	265	240	[illegible]	80	116.0
300	326	300	15	15	35	306	262	350	88	158.0

表 A7.2 Ⅱ类管承插双盘四通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量 (kg)
D_g	D_1	d_1	T	t	R	l	H	J	L_2	
100	130	100	11	11	25	178	140	220	80	40.1
150	178	150	12	12	25	215	180	260	80	62.7
200	236	200	13	13	30	245	210	290	80	92.4
250	284	250	14	14	30	272	240	320	80	121.8
300	342	300	15	15	35	314	262	350	88	170.6

表 A7.3 自应力钢筋混凝土管承插双盘四通管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		外径		管长			重量
D_g	D_1	d_1	T	t	D_2	d_2	l	H	J	(kg)
100	130	100	11	11	152	122	170	140	220	40
150	176	150	12	12	200	174	200	175	260	61
200	236	200	13	13	262	226	230	195	280	90
250	294	250	14	14	322	278	260	225	320	118
300	350	300	15	15	380	330	295	245	350	165

注：承、插口及法兰盘尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A8.1 Ⅰ类管承插双盘异径四通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	l	H	J	L_2	(kg)
100×80	120	80	11	11	25	171	130	210	80	33.5
150×80	158	80	12	11	25	196	140	220	80	41.2
150×100	158	100	12	11	25	198	150	230	80	46.0
200×100	222	100	13	11	25	230	150	230	80	58.7
200×150	222	150	13	12	25	238	180	260	80	74.8
250×150	270	150	14	12	30	263	180	260	80	82.5
250×200	270	200	14	13	30	263	210	290	80	97.8
300×200	326	200	15	13	30	292	212	300	88	117.0
300×250	326	250	15	14	35	294	232	320	88	135.0

表 A8.2 Ⅱ类管承插双盘异径四通 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径	管长				重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	l	H	J	L_2	(kg)
100×80	130	80	11	11	25	176	130	210	80	35.2
150×80	178	80	12	11	25	201	140	220	80	43.3
150×100	178	100	12	11	25	203	150	230	80	48.3
200×100	236	100	13	11	25	237	150	230	80	61.6
200×150	236	150	13	12	25	245	180	260	80	78.5
250×150	284	150	14	12	30	270	180	260	80	86.6
250×200	284	200	14	13	30	270	210	290	80	102.7
300×200	342	200	15	13	30	300	212	300	88	122.9
300×250	342	250	15	14	35	302	232	320	88	141.8

万水电子科技

表 A8.3 自应力钢筋混凝土管承插双盘异径四通尺寸表 (mm)

公称直径		壁厚		外径		内径		管长			重量 (kg)
D_g	d_g	T	t	D_2	d_2	D_1	d_1	I	H	J	
100	80	11	11	152	102	130	80	176	130	210	35
150	80	12	11	200	102	176	80	200	140	220	43
	100		11		122		100	200	175	260	48
200	100	13	11	262	122	236	100	230	195	280	65
	150		12		174		150	230	195	280	80
250	150	14	12	322	174	294	150	260	195	280	88
	200		13		226		200	260	225	310	110
300	200	15	13	380	226	350	200	295	225	320	127
	250		14		278		250	295	245	350	147

注：承、插口及法兰盘各部尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A9.1 Ⅰ类管承插螺纹三通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		支管外径	壁厚	半径	管长			重量 (kg)
D_g	D_1	ZGd^* (in)	ϕ	T	R	H	J	L_2	
100×50	120	2	80	11	25	80	160	80	17.4
100×80	120	3	110	11	25	95	175	80	18.4
150×50	168	2	80	12	25	80	160	80	22.7
150×80	168	3	110	12	25	95	175	80	23.7

* ZGd 为英制内径，1in=25.40mm，以下同。

表 A9.2 Ⅱ类管承插螺纹三通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		支管外径	壁厚	半径	管长			重量 (kg)
D_g	D_1	ZGd (in)	ϕ	T	R	H	J	L_2	
100×50	130	2	80	11	25	80	160	80	18.3
100×80	130	3	110	11	25	95	175	80	19.3
150×50	178	2	80	12	25	80	160	80	23.8
150×80	178	3	110	12	25	95	175	80	24.9

表 A9.3 自应力钢筋混凝土管承插螺纹三通尺寸表 (mm)

公称直径		壁厚		外径		内径		管长			重量 (kg)
D_g	ZGd (in)	T	t	D_2	d_2	D_1	d_1	l	H	J	
100	1	11	11	152	47	130	25	120	60	150	18
	2		11		72		50	130	70	150	19
	3		11		102		80	130	95	175	20
150	1	12	11	200	47	176	25	155	80	160	24
	2		11		72		50	155	80	160	25
	3		11		102		80	155	95	175	27

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A10.1 Ⅰ类管承插螺纹四通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		支管外径	壁厚	半径	管长			重量 (kg)
D_g	D_1	ZGd (in)	ϕ	T	R	H	J	L_2	
100×50	120	2	80	11	25	80	160	80	18.4
100×80	120	3	110	11	25	95	175	80	20.4
150×50	168	2	80	12	25	80	160	80	23.7
150×80	168	3	110	12	25	95	175	80	25.4

表 A10.2 Ⅱ类管承插螺纹四通尺寸表 (mm)

公称直径	内径		支管外径	壁厚	半径	管长			重量 (kg)
D_g	D_1	ZGd (in)	ϕ	T	R	H	J	L_2	
100×50	130	2	80	11	25	80	160	80	19.30
100×80	130	3	110	11	25	95	175	80	21.42
150×50	178	2	80	12	25	80	160	80	24.90
150×80	178	3	110	12	25	95	175	80	26.70

表 A10.3 自应力钢筋混凝土管承插螺纹四通尺寸表 (mm)

公称直径		内径		外径		壁厚		管长			重量 (kg)
D_g	ZGd (in)	D_1	d_1	D_2	d_2	T	t	l	H	J	
100	2	130	50	152	72	11	11	131	80	160	20
	3		80		102		11	131	95	175	22
150	2	176	50	200	72	12	11	155	80	160	25
	3		80		102		11	155	95	175	27

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A11 双盘渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径		长度	法兰厚度		重量
D_g	D_1	D_2	T	t	R	R_1	L	B_1	B_2	(kg)
100×80	100	80	11	11	20	1130.0	150	23.5	23.0	14.4
150×80	150	80	12	11	40	1303.0	300	24.5	23.0	25.5
150×100	150	100	12	11	20	462.5	150	24.5	23.5	21.0
200×100	200	100	13	11	40	925.0	300	25.5	23.5	32.4
200×150	200	150	13	12	20	462.5	150	25.5	24.5	29.6
250×150	250	150	14	12	40	925.0	300	26.5	24.5	46.2
250×200	250	200	14	13	20	462.5	150	26.5	25.5	39.6
300×200	300	200	15	13	40	925.0	300	27.5	25.5	58.9
300×250	300	250	15	14	20	462.5	150	27.5	25.5	51.2

表 A12.1 Ⅰ类管插盘渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径		长度		孔数	重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	R_1	L	b	n	(kg)
100×80	120	80	11	11	20	462.5	240	23.0	8	14.0
150×80	168	80	12	11	40	1118.0	390	23.0	8	23.2
150×100	168	100	12	11	20	378.4	240	23.5	8	18.3
200×100	222	100	13	11	40	745.8	390	23.5	8	32.3
200×150	222	150	13	12	20	315.0	240	24.5	8	27.9
250×150	270	150	14	12	40	845.7	390	24.5	8	42.9
250×200	270	200	14	13	20	390.0	240	25.5	8	35.2
300×200	326	200	15	13	40	804.9	390	25.5	8	55.5
300×250	326	250	15	14	20	357.4	240	26.5	12	43.3

表 A12.2 Ⅱ类管插盘渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径		长度		孔数	重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	R_1	L	b	n	(kg)
100×80	130	80	11	11	20	462.5	240	23.0	8	14.7
150×80	178	80	12	11	40	1118.0	390	23.0	8	24.4
150×100	178	100	12	11	20	378.4	240	23.5	8	19.2
200×100	236	100	13	11	40	745.8	390	23.5	8	33.9
200×150	236	150	13	12	20	315.0	240	24.5	8	29.3
250×150	284	150	14	12	40	845.7	390	24.5	8	45.0
250×200	284	200	14	13	20	390.0	240	25.5	8	36.7
300×200	342	200	15	13	40	804.9	390	25.5	8	58.3
300×250	342	250	15	14	20	357.4	240	26.5	12	45.5

水利电力出版社

表 A12.3 自应力钢筋混凝土管插盘渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径		内径		壁厚		半径		长度		孔数	重量
D_g	d_g	D_1	d_1	T	t	R_1	R	L	b	n	(kg)
100	80	130	80	11	11	462	20	240	23.0	8	15
150	80	176	80	12	11	1118	40	390	23.0	8	25
150	100	176	100	12	11	378	20	240	23.5	8	20
200	100	236	100	13	11	746	40	390	23.5	8	34
200	150	236	150	13	12	315	20	240	24.5	8	30
250	150	294	150	14	12	845	40	390	24.5	8	45
250	200	294	200	14	13	390	20	240	25.5	8	37
300	200	350	200	15	13	805	40	390	25.5	8	59
300	250	350	250	15	14	357	20	240	26.5	12	46

注：插口及法兰盘各部尺寸见图 A1、表 A1 和图 A2、表 A2.3。

表 A13.1 Ⅰ类承插渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径		长度			重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	R_1	L_2	F	L	(kg)
150×100	168	120	12	11	20	378.4	80	29.5	240	20.5
200×100	222	120	13	11	40	745.8	80	29.5	390	34.9
200×150	222	168	13	12	20	315.0	80	38.1	240	28.5
250×150	270	168	14	12	40	845.7	80	38.1	390	44.6
250×200	270	222	14	13	20	390.0	80	38.0	240	38.3
300×200	326	222	15	13	40	804.9	80	38.0	390	60.4
300×250	326	270	15	14	20	357.4	80	41.5	240	47.8

表 A13.2 Ⅱ类承插渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径	内径		壁厚		半径		长度			重量
D_g	D_1	d_1	T	t	R	R_1	L_2	F	L	(kg)
150×100	178	130	12	11	20	378.4	80	29.5	240	21.5
200×100	236	130	13	11	40	745.8	80	29.5	390	36.6
200×150	236	178	13	12	20	315.0	80	38.1	240	29.9
250×150	284	178	14	12	40	845.7	80	38.1	390	46.8
250×200	284	236	14	13	20	390.0	80	38.0	240	40.2
300×200	342	236	15	13	40	804.9	80	38.0	390	63.4
300×250	342	284	15	14	20	357.4	80	41.5	240	50.2

表 A13.3 自应力钢筋混凝土管承插渐缩管尺寸表 (mm)

公称直径		壁厚		内径		半径		管长		重量
D_g	d_g	T	t	D_1	d_1	R	R_1	L	F	(kg)
150	100	12	11	176	128	20	463	230	30	22
200	100	13	11	236	128	40	391	280	30	37
	150		12		176	20	390	230	30	30
250	150	14	12	294	176	40	780	380	30	47
	200		13		236	20	390	230	30	41
300	200	15	13	350	236	40	780	380	30	64
	250		14		294	20	390	268	30	51

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A14.1 Ⅰ类管插口螺纹管尺寸表 (mm)

公称直径	直径			壁厚	半径	管件长度			重量
D_g^*	D_1	ϕ	ZGd (in)	T	R_1	L_0	L_1	L	(kg)
100×2 (in)	120	80	2	11	51.25	30	50	160	10.5
100×3 (in)	120	110	3	11	53.00	35	45	160	11.5

* 该公称直径 100×2 (in) 表示公称直径由 100mm 转变为 2in，以下同。

表 A14.2 Ⅱ类管插口螺纹管尺寸表 (mm)

公称直径	直径			壁厚	半径	管件长度			重量
D_g	D_1	ϕ	ZGd (in)	T	R_1	L_0	L_1	L	(kg)
100×2 (in)	130	80	2	11	51.25	30	50	160	11
100×3 (in)	130	110	3	11	53.00	35	45	160	12

表 A14.3 自应力钢筋混凝土管插口螺纹管尺寸 (mm)

公称直径	直径			壁厚	半径	管件长度			重量
D_g	D_1	ϕ	ZGd (in)	T	R_1	L_0	L_1	L	(kg)
100×2 (in)	130	80	2	11	51	30	50	160	11
100×3 (in)	130	110	3	11	53	35	45	160	12

注：插口尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A15.1 Ⅰ类管 90°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	120	11	250	392.7	353.5	80	29.5	27.8
150	168	12	300	477.2	424.2	80	38.1	40.8
200	222	13	400	628.3	565.6	80	38.0	74.0
250	270	14	400	628.3	565.6	80	41.5	86.8
300	326	15	550	863.9	777.8	88	45.3	140.7

表 A15.2 Ⅱ类管 90°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	392.7	353.5	80	29.5	29.2
150	178	12	300	477.2	424.2	80	38.1	42.8
200	236	13	400	628.3	565.6	80	38.0	77.7
250	284	14	400	628.3	565.6	80	41.5	91.1
300	342	15	550	863.9	777.8	88	45.3	147.7

行业标准

表 A15.3 自应力钢筋混凝土管 90°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	292	353.5	90	30	31
150	176	12	300	477	424.0	95	30	44
200	236	13	400	628	565.6	95	30	79
250	294	14	400	628	565.6	95	30	93
300	350	15	550	864	778.0	105	30	152

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A16.1 Ⅰ类管 45°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	120	11	250	196.35	191.31	80	29.5	19.6
150	168	12	300	235.62	229.61	80	38.1	28.4
200	222	13	400	314.16	306.15	80	38.0	48.4
250	270	14	400	314.16	306.15	80	41.5	57.5
300	326	15	550	431.97	425.95	88	45.3	88.7

表 A16.2 Ⅱ类管 45°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	196.35	191.31	80	29.5	20.6
150	178	12	300	235.62	229.61	80	38.1	29.8
200	236	13	400	314.16	306.15	80	38.0	50.8
250	284	14	400	314.16	306.15	80	41.5	60.5
300	342	15	550	431.97	425.95	88	45.3	93.1

表 A16.3 自应力钢筋混凝土管 45°承插弯管尺寸 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	196.0	191	90	30	22
150	176	12	300	235.6	230	95	30	32
200	236	13	400	314.0	306	95	30	54
250	294	14	400	314.0	306	95	30	63
300	350	15	550	432.0	426	105	30	98

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A17.1 Ⅰ类管 22.5°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	120	11	250	98.17	97.55	80	29.5	15.5
150	168	12	300	117.81	117.05	80	38.1	22.2
200	222	13	400	157.08	156.07	80	38.0	35.6
250	270	14	400	157.08	156.07	80	41.5	42.8
300	326	15	550	215.98	214.60	88	45.3	62.7

表 A17.2 Ⅱ类管 22.5°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	98.17	97.55	80	29.5	16.3
150	178	12	300	117.81	117.05	80	38.1	23.3
200	236	13	400	157.08	156.07	80	38.0	37.4
250	284	14	400	157.08	156.07	80	41.5	44.9
300	342	15	550	215.98	214.60	88	45.3	65.8

表 A17.3 自应力钢筋混凝土管 22.5°承插弯管尺寸 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	98	97.5	95	30	17
150	176	12	300	118	117.0	95	30	26
200	236	13	400	157	156.0	95	30	39
250	294	14	400	157	156.0	95	30	48
300	350	15	550	216	214.0	105	30	70

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

表 A18.1 Ⅰ类管 11.25°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	120	11	250	49.09	49.01	80	29.5	13.0
150	168	12	300	58.90	58.81	80	38.1	19.1
200	222	13	400	78.54	78.41	80	38.0	29.2
250	270	14	400	78.54	78.41	80	41.5	35.4
300	326	15	550	107.99	107.82	88	45.3	49.7

表 A18.2 Ⅱ类管 11.25°承插弯管尺寸表 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	49.09	49.01	80	29.5	13.7
150	178	12	300	58.90	58.81	80	38.1	20.1
200	236	13	400	78.54	78.41	80	38.0	30.7
250	281	14	400	78.54	78.41	80	41.5	37.2
300	342	15	550	107.99	107.82	88	45.3	52.2

表 A18.3 自应力钢筋混凝土管 11.25°承插弯管尺寸 (mm)

公称直径	内径	壁厚	各部尺寸					重量
D_g	D_1	T	R	L	U	L_2	F	(kg)
100	130	11	250	49	49	90	30	14
150	176	12	300	59	59	95	30	22
200	236	13	400	79	78	95	30	33
250	294	14	400	79	78	95	30	40
300	350	15	550	108	108	105	30	60

注：承、插口各部尺寸见图 A2、表 A2.3。

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由山西省水利科学研究所、浙江省水利厅机电排灌总站负责起草。

本标准主要起草人：李仰斌、曹正礼、史群、褚加福、陈树荣、田承宽。

万水信息科技

中华人民共和国行业标准

灌溉用低压输水混凝土管技术条件

Technical requirements of plain concrete pipe for low pressure water conveyance in irrigation system

SL/T98—1994

行业标准

目　　次

1　范围 …… 334
2　引用标准 …… 334
3　分类与规格 …… 334
4　技术要求 …… 337
5　抽样检验 …… 338
6　试验方法 …… 339
7　标志、贮存、运输 …… 339
8　其他 …… 340
编制说明 …… 341

1 范围

本标准规定了灌溉用低压输水混凝土管（以下简称“混凝土管”）的分类、技术要求、抽样检验、试验方法以及标志、贮存、运输的要求。

本标准适用于以普通水泥、砂子、碎（砾）石等为原材料，不配钢筋，内径100～600 mm，工作压力为0.05～0.20 MPa，采用平口式、子母口式或承插式连接，并用砂浆或其他材料粘结密封的混凝土管。

本标准规定的混凝土管主要用于输送符合GB5084-85中规定的常温水。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。在标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨、使用下列标准最新版本的可能性。

GB5084-85 农田灌溉水质标准

GB175—85 硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥

GB1344—85 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥中矿渣硅酸盐水泥

JGJ52-79 普通混凝土用砂质量标准及检验方法

JGJ53—79 普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法

3 分类与规格

3.1 分类

3.1.1 混凝土管按接口型式分为平口型、子母口型和承插型混凝土管三类，分别称Ⅰ型、Ⅱ型和Ⅲ型混凝土管。其外形和尺寸见图1～图5及表1。

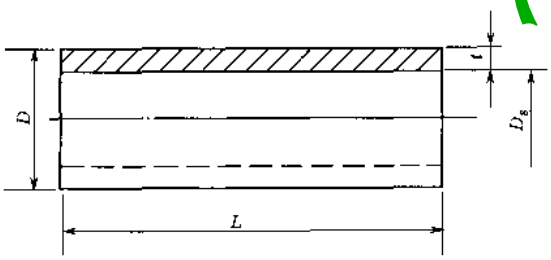


图1 Ⅰ型混凝土管外形图

3.1.2 混凝土管按工作压力分为0.05、0.10、0.15、0.20 MPa四个等级。压力等级代号及对应于每一种压力等级的最大管径，见表2。

3.1.3 混凝土管按内径分为100、150、200、250、300、350、400、500、600 mm九种。

3.2 规格

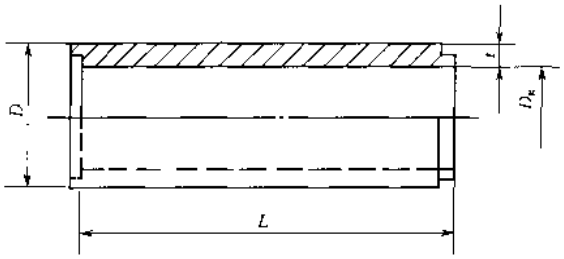


图 2 Ⅱ型混凝土管外形图

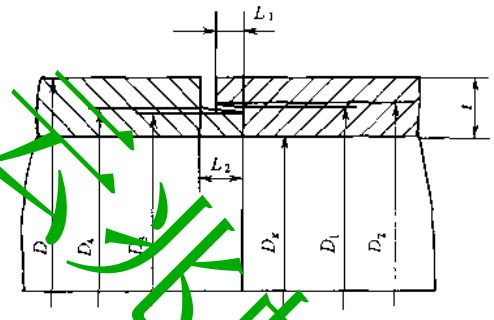


图 3 Ⅱ型混凝土管连接尺寸图

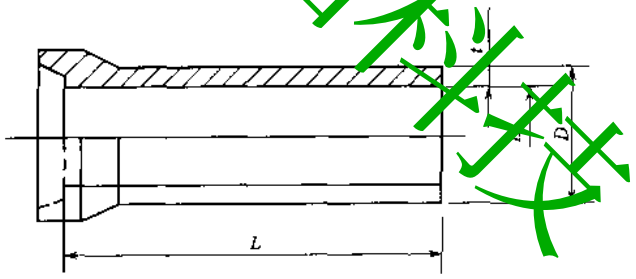


图 4 Ⅲ型混凝土管外形图

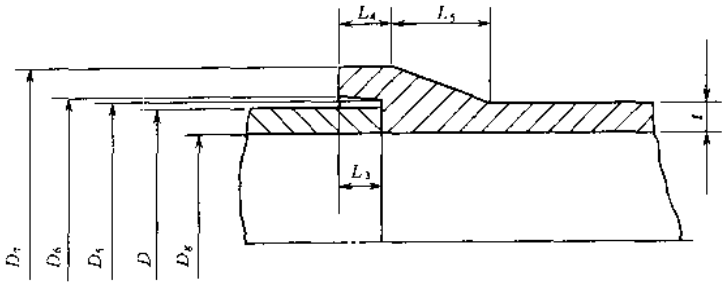


图 5 Ⅲ型混凝土管连接尺寸图

长沙市科技

表 1 混凝土管尺寸及参考重量表

内径 D_g (mm)			100	150	200	250	300	350	400	500	600
外径 D (mm)			150	200	260	310	370	430	480	590	700
壁厚 t (mm)			25	25	30	30	35	40	40	45	50
Ⅰ型 (mm)	母口	D_1	—	—	—	—	—	385	435	540	645
		D_2	—	—	—	—	—	388	438	544	649
		L_1	—	—	—	—	—	10	10	15	15
	子口	D_3	—	—	—	—	—	381	431	536	640
		D_4	—	—	—	—	—	383	433	539	643
		L_2	—	—	—	—	—	18	18	24	24
Ⅱ型 (mm)	承口	D_5	152	202	263	313	374	434	484	594	705
		D_6	168	218	279	329	392	452	504	616	729
		D_7	215	265	335	385	455	525	575	695	815
		L_3	50	50	50	50	60	60	70	80	90
		L_4	60	60	65	65	75	75	85	100	120
		L_5	65	65	75	75	85	95	95	105	115
有效长度 L (mm)			1000 1500	1000 1500	1000 1500	1000 1500	1000 1500	1000 1500	1000	1000 ·	1000
参考重量 (kg/根)	Ⅰ型		26 39	36 55	56 86	69 105	98 147	130 195	147 —	204 —	271 —
	Ⅱ型		— —	— —	— —	— —	— —	130 195	147 —	204 —	271 —
	Ⅲ型		28 41	39 58	62 91	76 111	106 155	142 207	161 —	227 —	303 —

表 2 混凝土管压力等级代号及主要参数

压力等级代号	0.5	1.0	1.5	2.0
工作压力 (MPa)	0.05	0.10	0.15	0.20
检验压力 (MPa)	0.1	0.2	0.3	0.4
对应最大管径 (mm)	600	600	600	350

混凝土管以本标准 3.1 中的全部分类特征表示其规格，表示形式如下：

SG (□) □□□ × □.□ — □.□

- □.□ — 压力等级代号
- □.□ — 有效长度(m)
- □□□ — 内径(mm)
- (□) — 接口型式
- SG — “水管”汉语拼音字头

灌溉排水技术

规格表示法示例：

SG（Ⅱ）600×1.0—0.5

表示接口型式为承插型，内径 600 mm，有效长度 1.0 m，工作压力 0.05 MPa 的混凝土管。

4 技术要求

4.1 原材料质量

4.1.1 制管水泥，其标号不低于"425，应符合 GB175—85 或符合 GB1344—85 的规定。

4.1.2 砂子含泥量不大于 1%，其余要求应符合 JGJ52- 79 的规定。

4.1.3 碎石或砾石应符合 JGJ53- 79 的规定，其中最大粒径不应大于管壁厚度的 1/4。

4.1.4 使用的拌和用水和添加剂，不得降低其产品质量和污染所输送的水体。

4.2 外观质量

4.2.1 管体内、外壁及接口工作面应平整光洁，不允许有环向、纵向裂纹。

4.2.2 有下列情况的混凝土管允许整修。

4.2.2.1 内表面出现起皮、鼓泡，其不平整度不超过 2 mm，累计面积不超过内表面面积的 5%。

4.2.2.2 外表面出现粘皮、麻面、蜡皮，其凹坑深度不超过 2 mm，累计面积不超过外表面面积的 5%。

4.2.2.3 接口工作面出现凹槽，其深度不超过 2 mm，累计面积不超过接口工作面面积的 3%。

4.2.2.4 管端有损伤，但未伤及接口工作面。

4.3 尺寸公差

4.3.1 混凝土管长度的正偏差为不大于有效长度的 2%，负偏差为不大于有效长度的 1%。管体其他主要尺寸偏差不得超过表 3 中的规定。

表 3 混凝土管主要尺寸允许偏差 (mm)

内径	偏差部位									
D_g	D_g	t	D_1、D_2	L_1	D_3、D_4	L_2	D_5、D_6	D_7	L_3	L_4、L_5
100～350	±3.0	+3.0 −1.0	+1.0 −0.5	+2.0 −1.0	+0.5 −1.0	±1.0	+2.0 0	±3.0	+3.0 −1.0	±3.0
400～600	±4.0	+4.0 −2.0	+2.0 −0.5	+3.0 −1.0	+0.5 −2.0	±2.0	+3.0 0	±4.0	+4.0 −2.0	±4.0

4.3.2 端面应垂直于管轴线，其垂直度：当内径小于 300 mm 时，不得超过 2 mm；当内径大于或等于 300 mm 时，不得超过 4 mm。

4.3.3 混凝土管端面内径的椭圆度不得大于表 4 的规定。

万水信息科技

表 4 混凝土管椭圆度的允许值 (mm)

内 径	100	150	200	250	300	350	400	500	600
允许值	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0

4.3.4 允许弯曲度：有效长度为 1 m 者不大于 2 mm；有效长度 1.5 m 者不大于 3 mm。

4.3.5 混凝土管连接时的允许偏角：内径 100～300 mm 的管子为 2°；内径 350～600 mm 的管子为 1.5°。

4.4 检验压力

4.4.1 静水压力检验指标见表 2。

4.4.2 混凝土管在表 2 规定的检验压力下，不应有开裂漏水现象。

4.4.3 混凝土管在检验压力下，表面出现潮片，每片面积不超过 30 cm^2，每平方米不超过 5 处时，仍可作为合格品。

4.4.4 混凝土管在检验压力下，当表面砂眼漏水不超过 3 处时，允许修补。修补养护后应重新进行水压检验。

5 抽样检验

5.1 检验时间

混凝土管应在 28 天龄期以后分批检验。

5.2 检验批量

由同质材料、同一工艺制成的同一型号的混凝土管，检验批量数为 100 根，余数不足 100 根时也可当作一批。

5.3 检验项目及抽检数量

5.3.1 每批混凝土管主要尺寸，按表 5 所列检验项目及抽检数量进行检验。

5.3.2 逐根检验外观质量和水压性能。

5.3.3 外观检验时，凡属 4.2.2 情况的混凝土管经修补后，应再次进行外观质量检验。

5.3.4 水压检验时，凡属 4.4.4 情况的混凝土管经修补养护后，应进行复检；仍不合格者，则应降低压力等级，再按相应压力等级进行检验。

表 5 混凝土管主要尺寸的检验项目及抽检数量

检验项目		抽检数量（%）
内 径 D_g		10
有效长度 L		10
壁 厚 t		15
子母口	工作面直径 D_1、D_2、D_3、D_4	15
	工作面长度 L_1、L_2	10
承插口	工作面直径 D_5、D_6	15
	承口外径 D_7	15
	承口长度 L_3、L_4、L_5	10

5.4 合格品

凡符合本标准规定的外观质量、尺寸公差和检验压力者为合格品。

5.5 合格率

使用单位有权按照本标准对交付使用的混凝土管进行检验，其合格率应

云水恒科技

大于 97%。

6 试验方法

6.1 外观检验

外观质量检验，用目测方法检验混凝土管内、外表面是否有裂纹、空鼓、脱皮等现象；用精确度为 0.5 mm 的量具测量混凝土管内、外表面的有关缺陷大小。

6.2 尺寸检验

6.2.1 混凝土管长度用精确度为 1.0 mm 的卷尺测量。混凝土管壁厚用精确度为 0.1 mm 的游标卡尺测量，在混凝土管两端垂直对称位置各测 4 处，各测量结果的算术平均值作为管壁厚度。此管壁厚度与各测量值之差记为壁厚偏差。

6.2.2 混凝土管的内、外径分别用精确度为 0.5 mm 的卡尺，在混凝土管两端垂直对称位置各测两处，测量结果的算术平均值分别作为混凝土管的内、外径尺寸。其算术平均值与内、外径的测量值之差分别记为内、外径的椭圆度。用同样方法测量子母口、承插口工作面的直径和长度。

6.2.3 混凝土管的垂直度用精确度为 0.5 mm 的特制量具（靠尺）和钢板尺，在混凝土管两端端面垂直对称位置各测两处，测量结果的最大值作为管端面与轴心线的垂直度。

6.2.4 混凝土管的弯曲度用长度不小于混凝土管长度的金属或木制直尺靠在混凝土管外表面，用精确度为 0.5 mm 的钢板尺测量，混凝土管外表面与直尺之间的最大间隙作为混凝土管的弯曲度。

6.3 水压检验

6.3.1 使用的压力表精度不得低于 1.0 级。

表 6 水压检验稳压时间

壁厚 (mm)	$\leqslant 25$	$25 < t \leqslant 30$	$30 < t \leqslant 40$	$40 < t \leqslant 50$
稳压时间 (min)	7	8	9	10

6.3.2 进行水压检验时，将混凝土管安装在水压试验机上，充水使空气排净，然后以每分钟 0.1～0.15 MPa 的速度均匀升压至表 2 所规定的检验压力指标，稳压时间见表 6，检查混凝土管表面冒汗、漏水情况。

7 标志、贮存、运输

7.1 标志

每根混凝土管承口外表面应注明制造厂名称、规格、制造日期（年、月、日）、产品等级（写“合格品”或“次品”）及“严禁碰撞”等字样。

标志式样：

$$\text{制造厂名}\ \frac{\text{规格}}{\text{制造日期、产品等级}}\ \text{（严禁碰撞）}$$

7.2 贮存

7.2.1 混凝土管应按规格及生产顺序分别堆放。堆放场地应坚实平整。

7.2.2 混凝土管堆放层数不宜超过表 7 规定。

水规院科技

7.2.3 底层混凝土管下面应放两根平行垫木，并防止底层混凝土管滚动。堆放Ⅱ型混凝土管时，每层承口端与相邻层承口端应颠倒错开堆放。

7.2.4 在干燥气候条件下，宜洒水使混凝土管保持湿润。

表7 堆放层数

内径（mm）	100～150	200～250	300～400	500～600
堆放层数（层）	8	6	5	3

7.3 运输

7.3.1 装卸、搬运时，必须轻装轻放，严禁抛掷和碰撞。

7.3.2 运管车辆的底板应备有鞍形垫木，防止混凝土管滚动。

7.4 出厂证明书

混凝土管出厂时应提交出厂证明，其内容包括：

a）制造厂名称；

b）证明书编号；

c）产品名称、规格及生产日期；

d）外观尺寸检验结果；

e）水压检验结果及检验日期；

f）产品标准编号；

g）产品等级及数量；

h）制造厂质量检验部门的质量合格签章。

8 其他

若规格尺寸、技术要求和抽样检验超出本标准时，由供、需双方协商确定。

附加说明：

本标准由中华人民共和国水利部提出。

本标准由水利部标准化委员会归口。

本标准由中国灌排技术开发公司负责起草。

本标准主要起草人：许建中、邹云。

云水节科技

中华人民共和国行业标准

灌溉用低压输水混凝土管技术条件

SL/T98—1994

编 制 说 明

1 制定本标准的目的和原则

利用混凝土管进行低压输水灌溉，在我国是一种新兴的节水、节能灌溉输水方式，具有广阔的发展前途。混凝土管是低压输水灌溉系统的重要组成部分，它直接影响工程质量和造价。为了正确引导低压输水灌溉的发展，保证和促进工程质量的提高，为生产、使用、检测和科研等单位提供管理、考核和评定灌溉用低压输水混凝土管质量的依据，特制定本标准。

该标准制定的原则是：

a）以我国现有技术水平和近期努力的可能性为基础，并参考有关国际标准和相近产品指标，使标准既有先进性，又符合国情。

b）技术内容针对灌溉用低压输水混凝土管的特点，并遵循技术先进、经济合理、安全可靠的原则。

c）与相关的国家标准和行业标准协调一致。

d）标准编写格式和内容要求，根据产品特点执行 GB/T1.1—1993 与 GB1.3—87 的规定。

2 标准主要内容确定依据的说明

2.1 适用范围

根据低压输水灌溉的使用情况，混凝土管的直径一般在 100～600mm 范围内；使用的压力也较低，一般不超过 0.20MPa，故本标准规定灌溉用低压输水混凝土管的直径为 100～600mm，工作压力为 0.05～0.20MPa。

2.2 分类与规格

本标准规定灌溉用低压输水混凝土管的分类是依据其接口型式、工作压力和内径来划分的。

在低压输水灌溉系统中，混凝土管的接口型式常用的只有三种，即平口型、子母口型和承插型。当内径小于 350mm 时，子母口型混凝土管的生产、运输、施工都很困难，一般不使用，故本标准中没有对内径小于 350mm 的子母口型混凝土管作规定。

水规院科技

工作压力可分为0.05、0.10、0.15、0.20MPa四个等级。当内径大于350mm时，工作压力等级最大为0.15MPa，若工作压力等级再升高时，混凝土管的抗拉强度要求很高。考虑到本标准规定的混凝土管是不配钢筋的，所以当工作压力等级为0.2MPa时，没有对内径大于350mm的混凝土管作规定。

参照其他混凝土管标准，一般都用混凝土管内径作为公称直径，本标准为了与其他标准相符，仍以内径作为公称直径。

规格的规定是在灌溉用低压输水混凝土管的分类划分的基础上，由灌溉用低压输水混凝土管的主要参数等组成，符合GB1.3的有关规定，简便清晰，能给制造、贸易、使用等部门的管理工作提供方便。

混凝土管的壁厚主要是根据其工作压力作用下的抗拉强度和外力作用下的抗折强度而确定的，而原材料的配比不同或加工工艺不同时，混凝土管的抗拉强度和抗折强度也不同，所以本标准中没有规定原材料的配比和加工工艺，而是参照SL11—90及其他标准，按最大抗拉强度为2.0MPa，对混凝土管的壁厚进行了规定，由生产厂家去改变原材料的配比和选用不同的加工工艺，来达到标准中所规定的不同的工作压力等级。

由于本标准中规定的混凝土管是不配钢筋的，考虑到抗折强度和使用时的方便性，同时根据实践使用情况，本标准只规定了有效长度为1m和1.5m的混凝土管，并且当内径大于350mm时，没有对1.5m的混凝土管作规定。

2.3 技术要求

2.3.1 使用条件

灌溉用低压输水混凝土管能输送GB5084—85《农田灌溉水质标准》中规定的常温水；管径小于或等于350mm时，其工作压力等级最高为0.2MPa，管径大于350mm时，其工作压力等级最高为0.15MPa。

2.3.2 原材料质量要求

对原材料质量的要求主要参照GB5696—85及其它有关标准中的规定：制管水泥标号不低于"425，应符合GB175 85或GB1344—85规定；砂子含泥量不宜大于1%，其余要求应符合JGJ52—79规定；碎石或砾石，应符合JGJ53 79规定。

2.3.3 外观质量要求

a）为了达到设计要求的通水能力和节约电力，要求管子内表面应尽量光洁平整，以减小管道的沿程阻力损失。本标准考虑到我国生产厂家的现有技术水平和近期努力的可能性，规定管子内表面粗糙系数的可操作性差，故本标准没有规定管子的内表面粗糙系数。

b）混凝土管主要是用来输送有一定压力的液体的，因此在制造、安装以及正常使用过程中不允许出现裂纹。

c）灌溉用低压输水混凝土管常见的缺陷有：蜂窝麻面、缺角掉边、粘皮和蜡坑等。形成上述缺陷的原因也是多种多样的，有设备方面的，有原材料方面的，也有些缺陷是由于未能严格遵守操作规程而造成的。对于已经形成缺陷的少数管子应采取有效的方法加以修补，以利再用。本标准参照SL11—90中的规定，对允许整修的混凝土管进行了规定。

2.3.4 尺寸公差要求

a）本标准规定的混凝土管主要用于低压输水灌溉系统，管子长度公差对生产、使用影

农业知识科技

响不大，所以要求不严格，其正偏差为不大于标准长度的2%，负偏差为不大于标准长度的1%。其余尺寸公差则参照SL11－90中的规定。

b）考虑到管道接头的密封性能，混凝土管端面应垂直于管轴线，其垂直度：当内径小于300mm时，不得超过2mm，当内径大于或等于300mm时，不得超过4mm。

c）为提高产品的通用化程度、密封性能和安装的方便性，对管口内径的椭圆程度和管子的允许弯曲度提出了要求。

2.3.5 检验压力要求

混凝土管的抗渗压力和内水爆破压力是检验管道质量的重要指标，原材料配比不同，其抗渗压力和内水爆破压力也不一样，对于灌溉用低压输水混凝土管，根据厂家生产经验，并参照有关标准，一般以工作压力的2倍作为检验压力。在检验压力作用下，可由下式验算混凝土管的抗拉强度：

$$\sigma = \frac{p(D_g + t)}{2t}$$

式中：σ——抗拉强度，MPa；

p——检验压力，MPa；

D_g——混凝土管内径，mm；

t——混凝土管壁厚，mm。

输水管道在正常使用中，混凝土管长期处于水中浸泡，一些未完全水化的水泥颗粒不断水化，堵塞微孔，抗渗性还会不断提高，因此在短期检验压力试验时，出现的不超过规定范围的潮片和湿斑是允许的。但在检验压力下，出现砂眼漏水或发生开裂漏水是不允许的，必须加以处理。因为这不仅将输送的水流失掉了，而且还有可能对混凝土产生浸析性淡水腐蚀，导致水泥石结构的破坏，降低混凝土的强度。

3 验证结果及技术水平

灌溉用低压输水混凝土管是成熟的现有产品，本标准规定的产品技术指标来源于相关产品标准和我国现有的生产技术水平，以及目前我国使用混凝土管进行低压输水灌溉的实践资料。

本标准从混凝土管的角度出发，综合规定了灌溉用低压输水混凝土管的技术经济性能指标，内容全面、系统，具有国内先进水平。

4 本标准性质的建议

本标准属水利工程一般产品标准，规定的是产品的基本参数和基本技术要求，随着技术水平的提高和生产条件的完善，对产品的技术要求会更高、更完善，为了不妨碍技术的进步，建议该标准为推荐性水利行业标准。

水利标准技术

中华人民共和国行业标准

混凝土与钢筋混凝土井管标准

Standard for concrete and reinforced concrete well pipes

SL/T154—95

中华人民共和国水利部

关于发布《混凝土与钢筋混凝土井管标准》SL/T154—95的通知

水科技［1995］184号

根据水利水电技术标准制（修）订计划的要求，由水利部农村水利司主编的《混凝土与钢筋混凝土井管标准》SL/T154—95经审查批准为推荐性行业标准，其名称与编号为：《混凝土与钢筋混凝土井管标准》SL/T154—95，自1995年9月1日起实施。

该《标准》由水利部农村水利司负责解释，在实施中如有问题，请函告水利部农村水利司。

该《标准》由中国水利水电出版社出版发行。

1995年6月1日

工农业标准

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… 346
2　引用标准 …… 346
3　产品分类 …… 346
4　技术要求 …… 350
5　检验方法 …… 354
6　检验规则 …… 356
7　标志、包装、运输、贮存 …… 357
附加说明 …… 358
编制说明 …… 359

万水帕科技

1 主题内容与适用范围

本标准规定了混凝土与钢筋混凝土井管的产品分类，技术要求，试验方法，检验规则和标志、堆放、运输。

本标准适用于挤压、震动、离心及悬辊成型的混凝土与钢筋混凝土井管。

本标准适用于农（牧）业、工业及生活供水井使用的井管管材。

2 引用标准

GB175 《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》
GB1344 《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》
GB1499 《钢筋混凝土用钢筋》
JGJ52 《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》
JGJ53 《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》
JGJ18 《钢筋焊》
JGJ63 《混凝土拌合用水标准》
GBJ107 《混凝土强度检验评定标准》
SD188 《农用机井技术规范》
GB700 《普通碳素结构钢技术条件》
GBJ10 《钢筋混凝土结构设计规范》

3 产品分类

3.1 品种及类型

3.1.1 混凝土与钢筋混凝土井管品种分为井壁管和滤水管。

3.1.2 混凝土与钢筋混凝土井管类型，分为无砂混凝土井管、混凝土井管、钢筋混凝土井管见表 3.1.2。

表 3.1.2 井管分类表

品种	滤水管 (L)			
类别	设计成井深度 (m)	下管方法	井管接口形式	代号
无砂混凝土井管 (W)	50	托盘法	平接口	W—1
	100	托盘法	平接口	W—2
混凝土井管 (H)	100	托盘法	平接口	H
钢筋混凝土井管 (G)	150	托盘法	平接口	GT—1
		悬吊法	对焊接口	GD—1
	200	托盘法	平接口	GT—2
		悬吊法	对焊接口	GD—2

万方数据科技

续表 3.1.2

品　种	井　壁　管　(J)			
类　别	设计成井深度（m）	下管方法	井管接口形式	代　号
无砂混凝土井管（W）	同滤水管质量规格的混凝土井管			H—1 H—2
混凝土井管（H）	100	托盘法	平接口	H
钢筋混凝土井管（G）	150	托盘法	平接口	GT—1
		悬吊法	对焊接口	GD—1
	200	托盘法	平接口	GT—2
		悬吊法	对焊接口	GD—2

注：使用钢箍对焊接管，并安装浮板的GD型井管，依据井管抗拉抗压强度进行施工设计计算后，适宜成井深度为200～400 m。

3.2 规格尺寸

3.2.1 无砂混凝土井管规格尺寸见图3.2.1和表3.2.1。



图 3.2.1 无砂混凝土井管结构图

表 3.2.1 无砂混凝土井管规格尺寸表 (mm)

内直径 d	壁厚 δ	管长 L	实长长度 L_2	孔隙率 (%)
200	40	1000	100	≥15
250	45	1000	100	≥15
300	50	1000	100	≥15
350	50	900	100	≥15
400	50	800	100	≥15
450	50	700	100	≥15
500	50	700	100	≥15
550	60	600	100	≥15
600	60	600	100	≥15

注：与无砂混凝土井管配套使用的混凝土井壁管规格尺寸同本表规格。

3.2.2　混凝土井管结构及规格尺寸见图 3.2.2-1、图 3.2.2-2 和表 3.2.2。

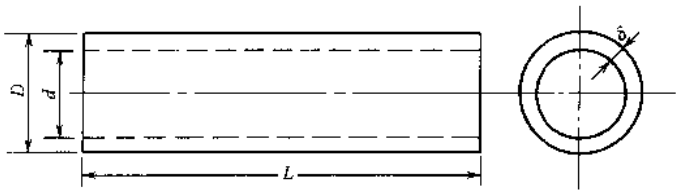


图 3.2.2-1　混凝土井壁管结构图

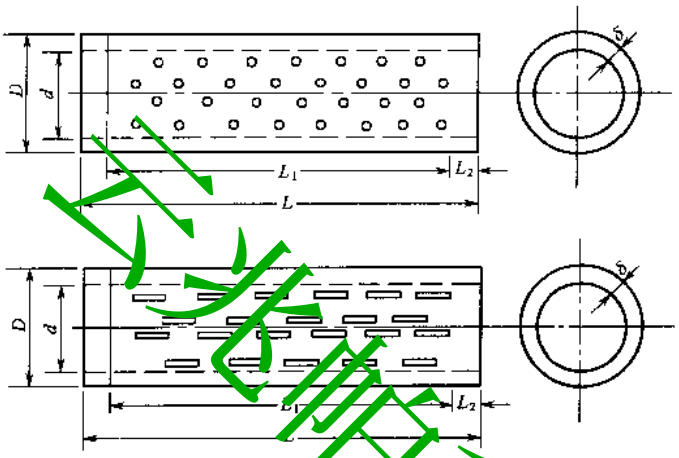


图 3.2.2-2　混凝土滤水管结构图

江苏省农科院

表 3.2.2　混凝土井管规格尺寸表　　(mm)

内直径 d	壁厚 δ	管长 L	实头长度 L_2	开孔率 (%)
250	30	1000	150	≥12
300	35	1000	150	≥12
350	40	1000	150	≥12
400	40	1000	150	≥12
450	40	1000	150	≥12

3.2.3　钢筋混凝土井管结构及规格尺寸见表 3.2.3、图 3.2.3-1～图 3.2.3-4。

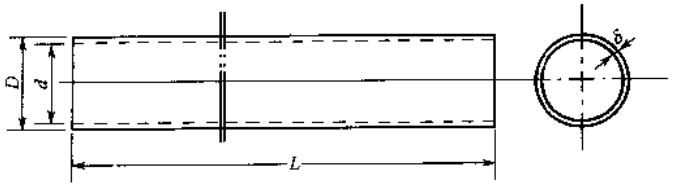


图 3.2.3-1　托盘法下管的井壁管结构图

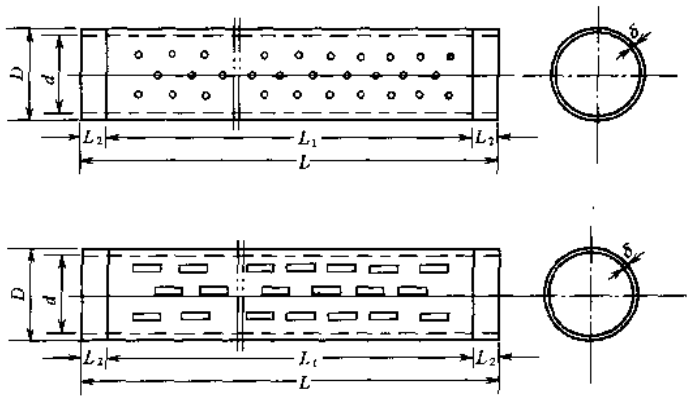


图 3.2.3-2 托盘法下管的滤水管结构图

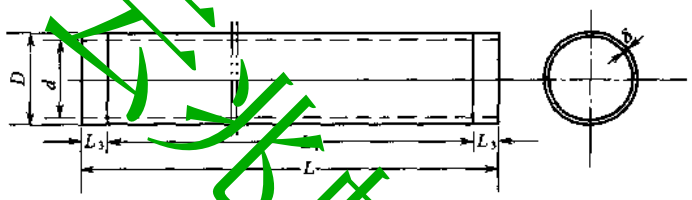


图 3.2.3-3 悬吊法下管的井壁管结构图

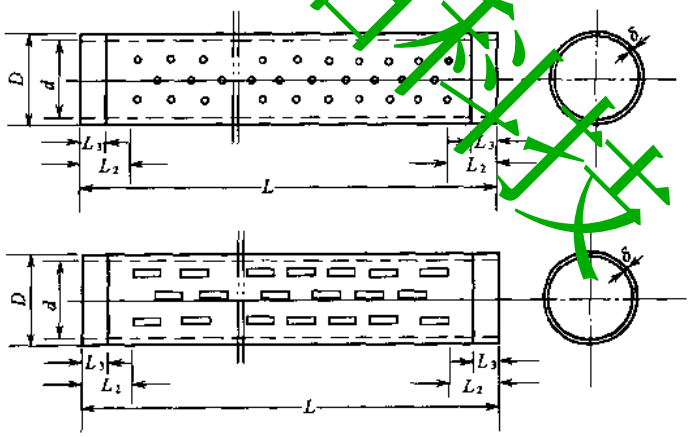


图 3.2.3-4 悬吊法下管的滤水管结构图

行业信息技术

3.3 产品标记

产品按类型、内直径、设计深度、标准编号进行标记。

设计深度 50 m，内直径为 500 mm 的无砂混凝土井管标记为：W—1ϕ500SLxx。

设计深度为 100 m，内直径 400 mm 的混凝土井管标记为：Hϕ400SLxx。

设计深度为 150 m，内直径为 300 mm 托盘法下管的钢筋混凝土井管标记为：GT—1ϕ300SLxx。

表 3.2.3 钢筋混凝土井管规格尺寸表 (mm)

类 型	内直径 d	壁 厚 δ	外直径 D	管 长 L	实头长度 L_2	开孔率 (%)
托盘法下管的井管 (GT)	200 (190)	30	260 (250)	2000～4000	200	≥15
	250 (240)	30	310 (300)	2000～4000	200	≥15
	300 (286)	32	364 (350)	2000～4000	200	≥15
	350 (330)	35	420 (400)	2000～4000	200	≥15
悬吊法下管的井管 (GD)	200 (190)	30	260 (250)	3000～4000	300	≥15
	250 (240)	30	310 (300)	3000～4000	300	≥15
	300 (286)	32	364 (350)	3000～4000	300	≥15
	350 (330)	35	420 (400)	3000～4000	300	≥15

注：括号内的规格为整体脱模生产工艺生产的井管。GD 型井管接口钢箍 L_3 宽 60 mm，厚 6 mm，加浮板下管的井管接口钢箍 L_3 宽 60 mm，厚 8 mm。

设计深度为 200 m，内直径为 250 mm 悬吊法下管的钢筋混凝土井管标记：GD—2ϕ250SLxx。

4 技术要求

4.1 原材料

4.1.1 水泥采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥。无砂混凝土井管、混凝土井管和钢筋混凝土井管配制时，水泥标号均不得低于 425 号，其性能应符合 GB175、GB1344 的规定。

4.1.2 无砂混凝土井管采用骨料应符合 SD188 规定。粉细砂含水层用管，骨料粒径为 3～8 mm；中砂含水层用管，骨料粒径为 5～10 mm；粗砂含水层用管，骨料粒径为 8～12 mm。颗粒级配要良好，含泥量按重量计不大于 3%。

4.1.3 混凝土井管所采用的碎石、中细砂应符合 JGJ52、JGJ53 的规定。石子粒径要均匀，针状片状颗粒含量不大于 15%，软弱颗粒含量不大于 10%，含泥量按重量计不大于 3%；中细砂级配良好，含泥量按重量计不大于 5%。钢筋混凝土井管所采用的碎石，最大粒径不大

于管壁厚度的1/3，同时不大于钢筋最小间距的3/4，含泥量按重量计不大于1%，中粗砂含泥量，按重量计不大于3%。

4.1.4 钢筋混凝土井管的钢筋采用Ⅰ级热轧钢筋或冷拉Ⅰ级钢筋和冷拔低碳钢丝，其性能应符合GB1499、GB700的规定；钢箍用Ⅰ级热轧钢板。

4.1.5 混凝土拌和用水和掺用的外加剂，应符合JGJ63和有关标准规定。

4.2 混凝土强度

4.2.1 无砂混凝土井管的无砂混凝土强度等级为：W—1型管为C7.5，W—2型管为C10。

4.2.2 混凝土井管的混凝土强度等级为C15。

4.2.3 钢筋混凝土井管的混凝土强度等级为：GT—1型管为C20，GT—2型管为C25，GD型为C30。蒸养脱模强度不低于强度等级的50%。

4.3 井管结构

4.3.1 无砂混凝土井管W—1型，混凝土配合比：水灰比0.29～0.32，灰骨比1∶5～1∶6（重量比）；W—2型井管混凝土配合比：水灰比0.28～0.30，灰骨比不小于1∶4.5～1∶5（重量比）。

4.3.2 混凝土井管长为1500～2000 mm时，应设置非受力构造钢筋，纵向筋数不应少于6根，环向筋间距不大于500 mm，滤水管开孔尺寸，按井管材料强度与构造要求设计。

4.3.3 钢筋混凝土井管结构。

4.3.3.1 钢筋混凝土滤水管，其开孔直径或开口按井管材料强度设计，应均布、等径，达到开孔率的规定。孔径较大时，应设置顺水槽或预制起垫筋作用的纵向条带，槽深不应超过5 mm。

4.3.3.2 钢筋混凝土井管其钢筋内外混凝土保护层不小于5 mm，主筋应按承受拉力均匀配筋，其直径不小于6 mm，环向筋按井管侧向压力和运输、吊装最大拉应力配筋，配筋计算应符合GBJ10的规定。

4.3.3.3 钢筋混凝土井管的钢筋骨架：两端钢箍与纵向均布主筋焊接成型，内衬圈筋间距不大于500 mm，环向筋间距不大于200 mm，两端应加密2～3圈，焊接钢筋骨架，应符合JGJ18的规定。

4.4 外观质量

4.4.1 无砂混凝土井管，外型圆直，薄厚均匀，表面无残缺，滤水部分孔隙均匀，井不宜产生水泥浆糊孔现象。

4.4.2 混凝土与钢筋混凝土井管外型圆直，管体不得有蜂窝、麻面、空鼓或露筋，管内壁不得有浮浆，不允许有裂纹和明显弯曲或残缺。

4.4.3 各类井管管口端面应平齐，应垂直于井管中轴线，倾斜度不得超过管外径的1.5%，管身弯曲度不超过管长的0.3%，滤水孔眼应光洁。

4.4.4 混凝土与钢筋混凝土井管，有下列情况之一者，允许修补。

4.4.4.1 井管表面蜂窝、麻面面积不超过井管表面积的5%，深度不超过5 mm。

4.4.4.2 合缝处漏浆深度不超过管壁厚度的1/10，宽度不超过5 mm，累计长度不超过管长度的1/5。

4.4.4.3 钢箍与管身混凝土连接处漏浆深度和宽度不超过3 mm，长度不超过井管周长的

行业标准水利

1/4。

4.4.4.4 滤水孔孔眼部分不通，单孔损伤面积不大于 20 mm^2。

4.5 尺寸偏差

4.5.1 无砂混凝土井管尺寸允许偏差见表 4.5.1。

表 4.5.1 无砂混凝土井管尺寸允许偏差表 (mm)

井管规格	内直径 d	壁厚 δ	管长 L (mm/节)	实头长度 L_2
200	±6	±4	$\pm^{0}_{14}$	±20
250	±7	±4	$\pm^{0}_{14}$	±20
300	±7	±4	$\pm^{0}_{14}$	±20
350	±7	±5	$\pm^{0}_{12}$	±20
400	±8	±5	$\pm^{0}_{12}$	±20
450	±8	±5	$\pm^{0}_{12}$	±20
500	±8	±5	$\pm^{0}_{12}$	±20
550	±9	±6	$\pm^{0}_{10}$	±20
600	±9	±6	$\pm^{0}_{10}$	±20

4.5.2 混凝土井管尺寸允许偏差见表 4.5.2。

表 4.5.2 混凝土井管尺寸允许偏差表 (mm)

井管规格	内直径 d	壁厚 δ	管长 L (mm/节)	实头长度 L_2
250	±5	±3	±10	±10
300	±5	±3	±10	±10
350	±5	±3	±10	±10
400	±6	±4	±10	±10
450	±6	±4	±10	±10

4.5.3 钢筋混凝土井管尺寸允许偏差见表 4.5.3。

表 4.5.3 钢筋混凝土井管尺寸允许偏差表 (mm)

内直径 d	壁厚 δ	管长 L (mm/节)	钢箍宽度 b	实头长度 L_2
±5	±2	±3	±2	±10

万水制图科技

4.6 物理性能

4.6.1 混凝土立方试块强度。

配制井管混凝土立方试块强度要求见表 4.6.1，强度检验及评定方法应符合 GBJ107 的规定。

表 4.6.1 混凝土强度标准值 (N/mm²)

井管类型	无砂混凝土		混凝土	钢筋混凝土		
	W 1	W—2	H	GT—1	GT—2	GD
强度等级	C7.5	C10	C15	C20	C25	C30
轴向抗压	5	6.7	10	13.5	17	20
抗拉	0.75	0.9	1.2	1.5	1.75	2

4.6.2 抗压力。

4.6.2.1 无砂混凝土井管轴向抗压荷载试验值应符合表 4.6.2.1 的规定。

表 4.6.2.1 无砂混凝土井管标准抗压荷载值 (mm)

内直径	壁厚	管长	破坏荷载(kN)	
			W—1	W—2
200	40	1000	150	200
250	45	1000	200	273
300	50	1000	270	368
350	50	900	310	421
400	50	800	350	474
450	50	700	390	526
500	50	700	430	579
550	60	600	570	770
600	60	600	620	833

4.6.2.2 混凝土井管轴向抗压荷载试验值应符合表 4.6.2.2 的规定。

表 4.6.2.2 混凝土井管标准抗压荷载值 (mm)

内直径	壁厚	管长	破坏荷载(kN)
250	30	1000	273
300	35	1000	368
350	40	1000	421
400	40	1000	474
450	40	1000	526

4.6.2.3 钢筋混凝土井管轴向抗压荷载试验值应符合表 4.6.2.3 的规定。

4.6.3 抗拉力。

三水恒科科技

钢筋混凝土井管轴向抗拉试验值应符合表 4.6.3 的规定。

表 4.6.2.3 钢筋混凝土井管（托盘法下管）标准抗压荷载值 （mm）

内直径	壁厚	管长	破坏荷载(kN)	
			GT—1	GT 2
200 (190)	30	3000～4000	250	300
250 (240)	30	3000～4000	300	380
300 (286)	32	3000～4000	380	480
350 (330)	35	3000～4000	480	600

注：括号内为整体脱模生产井管规格尺寸。

表 4.6.3 钢筋混凝土井管（悬吊法下管）标准拉力荷载值 （mm）

内直径	壁厚	管长	GD 1 (kN)		GD—2 (kN)	
			井壁管	滤水管	井壁管	滤水管
200 (190)	30	3000～4000	7[illegible]	65	95	81
250 (240)	30	3000～4000	85	[illegible]5	115	98
300 (286)	32	3000～4000	110	[illegible]	145	124
350 (330)	35	3000～4000	135	120	180	153

注：试验井管裂缝宽度≤0.15 mm 时的拉力为标准拉力荷载值。括号内为整体脱模生产的井管规格尺寸。

4.6.4 孔隙率。

无砂混凝土井管滤水部分孔隙率，以孔隙体积占滤水部分井管总体积的百分数来表示，最小孔隙率不得低于 15%。

4.6.5 渗透系数。

无砂混凝土井管管壁渗透进水能力，以渗透系数表示，最小渗透系数不得低于 400 m/d。

5 检验方法

5.1 外观尺寸和外观质量检查

5.1.1 井管平整、光洁、残缺用目测检验。空鼓、暗伤用小锤轻敲听音检查。

5.1.2 用精度 1 mm 钢尺测量蜂窝、麻面、粘皮等缺陷面积。用精度 0.5 mm 的深度卡尺测量其深度。

红水河科技

5.1.3 井管直径、壁厚、管长、实头长度用精度 0.5 mm 的钢尺或 0.1 mm 精度的游标卡尺测量。外直径在井管端面垂直对称位置测量至少两个尺寸，取正或负偏差最大值。内直径用长度不小于 300 mm，外径符合井管内径允许偏差的金属圆筒检查。

5.1.4 弯曲度检查。用长度大于管长的尼龙线，紧靠井管两边端口拉紧，用精度 0.5 mm 的钢直尺或塞尺，测量尼龙线与管外壁的间距，测两个点，取其最大值。

5.1.5 井管端面倾斜度检查。用直角尺测量，每根井管端口测量两处，取其最大值。所用直角尺靠管壁一边，长度不得小于 500 mm。

5.1.6 用精度 0.1 mm 的游标卡尺，测量滤水孔，计算开孔率。

5.1.7 裂缝宽度用 20 倍刻度放大镜检验。

5.2 无砂混凝土及混凝土立方试块强度试验

28d 龄期强度、脱模强度和出厂强度，用以产品同配合比同养护条件的震动试块检验。

5.3 井管轴向抗压试验

5.3.1 压力试验设备。

试验机由立柱、压梁、底盘、基座构成，并附有加压设备及安全隔离栅。试验机架必须保证足够强度和刚度，承压的管口要平齐，可加硬度大于邵式硬度 45°～60°的硬木或胶圈，厚度 20～30 mm，宽度与管厚相同。

5.3.2 以整管立放于受压区中心，连续均匀加压，加荷速度不得大于 50 kN/min，试验直至破坏为止，记录轴向压力值，按表 4.6.2.1～表 4.6.2.3 的标准荷载值评定是否合格。

5.4 井管轴向抗拉试验

5.4.1 拉力试验设备。

悬吊法钢筋混凝土井管拉力试验设备，由支撑架、承拉绳，或钢柱、承压板以及拉伸液压机组成。测试井管立式或平卧式受拉参数。

5.4.2 按表 4.6.3 钢筋混凝土标准抗拉荷载的 20%分级加荷，每级次静停 3 min 观察井管变化，记录裂纹情况。若达到标准抗拉荷载未出现裂缝，以后加荷按标准抗拉荷载的 10%分级增加，每级次静停 3 min，记录初裂抗拉力，裂缝宽度、条数、长度。当裂缝宽最大值为 0.15 mm 时，所加荷载为井管抗拉力。

5.5 孔隙率试验

5.5.1 无砂混凝土井管孔隙率试验，在水池或大型容器中进行，以排出同体积的水，计算孔隙体积。

5.5.2 孔隙率计算公式

$$V_W = \frac{V}{V_{Dd}} = \left(\frac{V_{Dd} - V_p}{V_{Dd}}\right) \times 100\% \qquad (5.5.2)$$

式中：V_W ——孔隙率，%；

V_{Dd}——井管滤水部分体积，cm^3；

V_p ——井管滤水部分排除水的体积，cm^3；

V ——井管孔隙体积，cm^3。

5.6 渗透试验

5.6.1 试验设备。

水利电科院

无砂混凝土井管渗透试验设备，由渗流箱（设有进水口、出水口、溢流口）、进水管路与出水管路、量水设备组成。

5.6.2 试验时将井管置于渗流箱中心，井管下端与箱底密封。开启进水管路向箱内送水，使井管外壁水保持在滤水部分顶端位置（实头部分下端与滤水部分接触处）。水通过滤水管壁进入管内，并从底部出水口排出，当井管内壁水位保持稳定 10 min 后，测出水口流出的水量（试验井管稳定出水量）。用式（5.6.3）计算渗透系数。

5.6.3 渗透试验计算公式：

$$K = 86.4 \frac{Q}{\pi \cdot D_{cp} \cdot h} \tag{5.6.3}$$

式中：K——渗透系数，m/d；

Q——试验时稳定出水量，L/s；

D_{cp}——无砂混凝土井管平均直径，m；

h——试验时井管内稳定水位，m。

6 检验规则

6.1 检验项目

产品检验项目分为出厂检验与型式检验两类。

6.1.1 出厂检验。

包括外观质量、尺寸偏差、无砂混凝土及混凝土试块强度、无砂混凝土井管的孔隙率。

6.1.2 型式检验。

包括外观质量、尺寸偏差、无砂混凝土及混凝土试块强度、无砂混凝土井管的孔隙率、渗透系数、轴向抗压试验；混凝土井管及托盘法下管的钢筋混凝土井管的轴向抗压试验；悬吊法下管的钢筋混凝土井管的抗拉试验。

6.2 出厂检验

6.2.1 批量。

出厂产品以同一品种、同一类型、同一规格、同一工艺生产的井管 100 根为一批量。不足 100 根时，也可作为一批。

6.2.2 抽样。

每批产品采用随机抽样方法抽取。

6.2.2.1 每批井管抽样 10 根作目测检验，检验项目为井管外观圆直、平整、光洁、残缺及碾压伤处，并轻敲听音检验空鼓、暗伤、裂纹。

6.2.2.2 按抽样根数逐根检验外观质量及井管尺寸，检验项目及抽样数量见表 6.2.2.2。

6.2.2.3 当混凝土配合和所用原材料变更时或连续生产一周，应作三组与产品同养护条件的试块进行强度试验，一组作脱模强度试验，一组作 28d 强度试验，一组作出厂强度试验。

6.3 型式检验

6.3.1 在下列情况之一时，进行型式检验：

（1）新产品或老产品转产生产定型鉴定。

（2）生产中结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时。

石龙市科技

表 6.2.2.2 井管外观质量检验项目及抽样数表

钢筋混凝土井管	混凝土井管	无砂混凝土井管	抽样根数
壁厚	壁厚	壁厚	10
内直径	内直径	内直径	10
管长	管长	管长	10
端面倾斜度	端面倾斜度	端面倾斜度	10
弯曲度	弯曲度		10
保护层厚度			5
滤水管开孔率	滤水管开孔率	滤水部分孔隙率	5

(3) 正常生产时，周期检验，无砂混凝土与混凝土井管产品总数达到3000根，钢筋混凝土井管产品达到5000根时，或连续生产半年时。

(4) 产品长期停产，恢复生产时。

(5) 出厂检验与上一次型式检验有较大差异时。

(6) 国家或行业质量监督机构提出型式检验要求时。

6.3.2 型式检验项目包括：出厂检验全项（见表6.2.2.2及6.2.2.3无砂混凝土及混凝土试块试验）、井管物理性能试验各项。

6.3.3 井管物理性能试验，在出厂检验项目合格产品中分类按品种各取三根管作试验。无砂混凝土井管先作渗透系数试验，后作轴向抗压试验；混凝土井管及托盘法下管的钢筋混凝土井管作轴向抗压试验；悬吊法下管的钢筋混凝土井管作轴向抗拉试验。

6.4 复检

6.4.1 井管外观质量有残缺，在允许范围内经修复后，进行外观质量复检。

6.4.2 轴向抗压试验、轴向抗拉试验及渗透系数试验如有一根不合格，允许再抽样三根进行复检，其中仍有一根不合格，则该批井管判为不合格产品。

6.4.3 无砂混凝土及混凝土周期检验强度不合格，应调整配合比，按生产班次作试块强度检验，连续三次不合格者应停止生产。

6.5 判定规则

6.5.1 合格。

凡检验物理性能与表6.2.2.2项目全部合格者，为合格品。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志与出厂证明书

7.1.1 标志。

标志在井管一端，包括生产厂名或商标、品种类型、规格尺寸、制造日期检验结果。表示方法如下：

生产厂名、产品类型、内直径、制造日期。

平遥 W—1ϕ300，1994.4.5。

水牛牌（冀邯）GD—1ϕ350，1993.10.7。

7.1.2 出厂证明书，其内容包括：

水利电力出版社

(1) 证明书编号。

(2) 产品标准编号、生产规格。

(3) 外观质量及尺寸检验结果。

(4) 产品物理性能检验结果。

(5) 井管类型适宜成井深度及施工方法。

(6) 生产厂质检盖章。

(7) 制造厂联系人、联系地址、邮码、电话、账号。

7.2 包装

根据用户要求为防止碰撞损坏井管，在井管两端头可用草绳或软织物包扎。

7.3 运输

产品在装卸、起吊、运输过程中应轻起轻放，严禁碰撞和抛掷。

7.4 贮存

产品按品种、类型、规格及生产时间顺序分批分质量进行堆放，堆放场地应平整，有承载车装的能力。堆放层数一般不应超过表 7.4 的规定。

表 7.4 产品运输贮存堆放层数

井管内直径 (mm)	钢筋混凝土井管		混凝土井管	
	贮存	运输	贮存	运输
250	7			—
300	6		6	4
350	6	3	5	3
400	5	3	5	3
450	—		4	2

注：无砂混凝土井管立式堆放 1～2 层。

附加说明：

主 编 单 位：水利部农村水利司

参 加 单 位：河北省水利厅
山东省水利厅
河南省水利厅
山西省水利厅
陕西省水利厅
辽宁省水利厅

主要起草人：陈梅芬、滕明柱、徐维贤、孙福文、张树天、王润庆、朴钟德、陈志军、李鹏云。

农业标准科技

中华人民共和国行业标准

混凝土与钢筋混凝土井管标准

SL/T154 95

编 制 说 明

1 任务来源

混凝土与钢筋混凝土井管行业标准是水利部1992年农水机字第47号《关于制定统一井管标准的通知》下达的项目，起止年限为1992年7月～1995年。

该项目由水利部农村水利司负责组织，由河北省水利厅、山东省水利厅、河南省水利厅、山西省水利厅、陕西省水利厅、辽宁省水利厅组成编制小组，共同完成标准的起草编制任务。

2 编制目的

我国北方地区凿井灌溉农田有着悠久的历史，据统计，1993年北方地区配套机井已发展到298万眼，地下水年开采量达640亿m^3，其中农业灌溉用水量约占70%，工业、生活用水量约占30%。

现有机井中90%以上使用混凝土类井管，由于这类井管具有制作工艺简单，材料来源广泛，产品价格低廉，施工方便，供水水质稳定，使用寿命较长，适合各类含水层取水等优点，颇受广大群众欢迎，是具有中国特色的机井管材。

混凝土类井管包括：无砂混凝土井管、混凝土井管、钢筋混凝土井管，其研制推广已有二三十年的历史。20世纪50年代后期首先引进试制推广无砂混凝土井管，随着机井事业的发展，60年代初期研制推广混凝土井管，70年代又研制成功了钢筋混凝土井管。多年来，各省、市、自治区水利部门和科研单位做了大量的调研、试制、设计、建厂生产及推广应用工作，在生产实践中，部分省、市、自治区制定了地方或企业井管标准。但这些具有地方特点的标准有一定的局限性，不能适应新形势下机井建设的要求。同时，成井工艺不断革新，对井管要求愈来愈高。为了保证井管制造质量，提高成井率，制定适合全国水利行业的井管标准，促进机井事业的发展，势在必行。

3 编制过程

1992年8月任务下达后，各省、市、自治区水利厅确定了参编人选，分头开展工作。1993年11月10～13日在北京召开了标准统稿会，讨论了《混凝土与钢筋混凝土井管标准》的

标准出台过程

主要内容，拟定了标准参数调研提纲。会后，编写人员深入各有关省分不同类型的制管厂进行调查，并提出调研报告。在此基础上形成了《混凝土与钢筋混凝土井管标准（讨论稿）》。1994年8月30日～9月5日，在山东省蓬莱市召开编制小组会，对此稿进行充分讨论，认真修改，提交了《混凝土与钢筋混凝土井管标准（征求意见稿）》。为了更广泛地征求意见，由水利部农村水利司发至北方17省、市、自治区水利厅及新疆建设兵团，吸收各方面的意见，再予以修改、送审。

4 标准主要内容说明

4.1 适用范围

无砂混凝土井管是滤水管的一种，在北方地区推广初期，称为砾石水泥滤水管，适用于粗、中、细砂含水层成井。后来大量使用过程中，不少地方由于规格砾石来源紧缺，改用碎石作骨料与水泥胶结而成，因为透水部分由骨料多种孔隙组成，所以也称为多孔混凝土井管。为了区别圆孔、条孔（呈多孔状）的混凝土井管，目前称为无砂混凝土井管，为振动法工艺生产。

混凝土井管抗压强度较高，多为离心法生产，滤水孔呈圆形或条形，开孔率≥12%，适宜于100m以内深度成井。

钢筋混凝土井管是深井使用管材，按一般成井施工情况，不加其他辅助设备，最大下管深度为200m。但在生产实践中使用钢箍对焊接口悬吊法下管成井时，大都使用浮板装置，使井管受拉力减轻，这样设计深度为150m和200m的钢筋混凝土钢箍焊接口的井管，适宜成井深度可达200～400m。

钢筋混凝土井管的成型工艺以离心法为主，少量为悬辊法生产。离心法又分为双开模离心蒸养法与喷蜡离心体成型法。双开模离心法是两半模制作，该工艺发展较早，但管壁欠光滑，管模长期生产启用，磨损较为严重，合缝处易于漏浆。单模喷蜡离心成型法，可消除以上弊病，有利于生产机械化，但外直径尺寸不易控制，操作技术要求较高。悬辊法是干硬性混凝土拌和物经过辊压、离心、振动复合作用而成，混凝土强度高，生产场地干净，但管厚偏大，目前仅有少数厂家生产。以上工艺方法都成熟，已成功地用于排水管及其他水泥制品的生产，所以在井管生产中均可采用。

4.2 产品分类

井管按原材料、产品质量标准与成井深度，可分为：无砂混凝土、混凝土及钢筋混凝土井管系列产品。

品种按用途分为井壁管和滤水管。按钢筋混凝土井管接口形式不同、成井深度不同，分为托盘法下管的钢筋混凝土井管与悬吊法下管的钢筋混凝土井管。

无砂混凝土井管设计成井深度为50m和100m，以W—1和W—2型表示。混凝土井管设计成井深度为100m，以拼音字母H表示。钢筋混凝土井管设计成井深度为150m、200m，托盘法下管的井管分别以GT—1和GT—2型表示，悬吊法下管的井管分别以GD—1和GD—2型表示。成井深度超过本标准的井管未作规定。

4.3 规格尺寸

根据各省、市、自治区目前井管生产实际情况，调查归纳优化，并参照其他行业混凝

土管标准，一般都采用混凝土管内径作为规格尺寸，本标准为了与行业标准相符，以内直径为井管规格标准。但钢筋混凝土井管如采用整体脱模先进生产工艺时，井管受到无缝钢管外模尺寸的限制，因此同时列出相应的规格尺寸，以求一致。

4.4 原材料

无砂混凝土井管由水泥、碎石（砾石）组成，水泥的标号、碎石的直径大小及其组成的质量标准是控制井管孔隙率、透水性及强度的关键。不同含水层使用井管的碎石（砾石）是不同的，本标准按 SD188 规范执行。

混凝土与钢筋混凝土井管所用的原材料，依据 JGJ52、JGJ53 标准，低于 30MPa 强度时，水泥用 425 号，高于 30MPa 强度时，水泥使用 425 号以上的水泥。碎石、砂子均按有关标准执行。

钢筋混凝土所用钢筋，一般为热轧圆盘钢并符合 GB700 的规定。但多数厂家使用构造筋为冷拔钢筋，钢筋强度增加，若焊后遇热，强度要降低 15%左右，各厂设计配筋采用的抗拉强度应通过试验确定。

环向筋使用是冷拔丝，其直径与主筋直径相差不宜太大，否则在滚焊成型过程中不易焊牢；主筋直径不低于 6mm，以免在钢筋骨架焊接过程中产生严重熔蚀现象。

4.5 混凝土强度要求

井管混凝土强度（包含无砂混凝土）是井管质量的关键。为了适应不同成井深度井管强度的需要，本标准规定了各类型井管的混凝土强度等级。混凝土强度的设计计算和施工参照 GBJ10 标准规范规定。

4.6 滤水结构

无砂混凝土井管的孔隙率，混凝土及钢筋混凝土井管滤水管的开孔率，均按 SD188 规范所规定的数值 12%～15%。根据各省、市、自治区生产使用的实际情况，本标准规定混凝土滤水管开孔率≥12%，钢筋混凝土滤水管开孔率≥15%。滤水孔眼尺寸规格，由于试验资料较少，生产工艺不成熟，故本标准仅对开孔率作了规定，进行宏观控制。至于孔眼尺寸大小，各生产厂根据试验确定。

4.7 外观质量

对影响井管施工及使用性能的外观质量作了详细规定，无砂混凝土井管外观质量尤为重要，外观不合格严重影响强度。因此不合格产品即为废品，不能修补。混凝土及钢筋混凝土井管外观项目，只要不影响到强度和耐久性可以修补，本标准参照混凝土类的排水管标准中表面蜂窝、麻面、粘皮的面积比例与合缝处漏浆规定，增加“滤水孔眼少量残缺，而开孔率又合标准的井管”。井管的弯曲度按 SD188 规范规定。

4.8 尺寸偏差

井管规格尺寸为内直径、壁厚、管长及实头部分（滤水管），各类井管的开孔率等项目是规定的下限值，只能大于或等于，因此未再给以偏差规定。无砂混凝土井管的管长，因振动成型脱模养护，强度甚低，又是立式放置，在规定允许偏差时只有负值，不可能有正偏差。

井管直径、壁厚、长度允许公差参照排水管标准 GB11836，无砂混凝土井管的公差按 GB11836 一等品允许公差确定，混凝土与钢筋混凝土井管公差，按 GB11836 优等品，井参

照 SD188 钢筋混凝土井管允许公差确定。

4.9 物理性能

井管的物理性能主要包括井管强度与透水性能。井管强度首先由试块强度控制，使其达到设计强度，因此本标准规定用立方试块强度，用以控制产品强度等级。

无砂混凝土井管是滤水管，因而透水性相当重要，从强度和透水效果考虑，规定了孔隙率和渗透系数的指标。20 世纪 70 年代各生产单位制定的检测项目中，就开始对孔隙率和渗透系数进行简易测试，孔隙率指标和渗透系数值是根据多年实践中得出的，详见 SD188 规范条文说明。本标准均采用现场实用简易试验方法，测出的数值较可靠。

井管的整体轴向抗压试验，是考虑到井管使用的实际情况，合乎施工现状，全面评价井管产品强度的关键指标。破坏荷载是按强度等级相同时的标准强度值计算出来的。按井管井孔中的自重压力，乘上混凝土抗压基本安全系数 2.65 和下管时的动力系数 1.5 校核，以满足或达到标准抗压荷载的极限。抗拉力是依据下管时井管全部自重拉力值，乘 1.4 的抗拉安全系数为抗拉裂缝规定允许值时的标准荷载。目前经各厂家生产验证试验，产品均可满足规定要求。

钢筋混凝土井管用托盘法下管的井管，按抗压试验标准破坏轴向荷载作为强度指标，用悬吊法下管的井管作抗拉试验。由于每根钢筋混凝土井管比较长，作轴向抗拉荷载试验更接近于生产实际。

5 检验方法

5.1 立方试块强度检验

无砂混凝土井管、混凝土与钢筋混凝土井管的混凝土立方试块检验，应在标准压力试验机上进行，所测强度是配制强度，应按 GBJ107 混凝土强度评定标准来检验设计强度等级。

5.2 轴向抗压及抗拉试验

由于井管长度较长，一般使用的材料试验机行程均不能满足要求。因此，本标准只规定试验设备的主要部件和常用试验方法。仪器设备由各生产厂自备，测量用的仪表要依标准检验合格。试验步骤依据水泥制品行业标准常用的规定执行。

5.3 孔隙率及渗透试验

无砂混凝土井管的孔隙率及渗透性能试验选择简单可靠的测试方法。渗透性能的测试方法很多，原来各厂最简单的测试方法是将井管封底后放入水池中，读满管水量时的时间是多少秒钟，一般 300～500mm 的井管大致为 3～5s，即满足渗透系数大于 400m/d，但此种方法人为操作因素影响很大，测出的结果误差较大，建议各厂自做渗流箱，以三角堰箱测定流量，计算时采用式（5.6.3）。如果有条件的厂家可以在渗流箱内设置测压管在外部读数，其计算方法可参照裘布依潜水完整井计算渗透系数 K 的公式进行。

$$K = 0.733Q\frac{\lg r_2 - \lg r_1}{(2H - S_1 - S_2)(S_1 - S_2)}$$

式中：r_1，r_2 ——离井管中心的两个观测孔距离；

S_1，S_2——离井管中心径向距为 r_1、r_2 两个观测孔的测压管水位降深；

农业知识技术

H 试验时供水水位高度。

6 检验规则

根据不同检验目的，产品检验分为出厂检验和型式检验，依据GB1.3规定分类检测。出厂检验的目的在于控制生产过程中的井管质量，型式检验目的在于全面鉴定井管质量水平。出厂检验以外观质量为主，强度以立方试块试验值来控制，未对产品作破坏性荷载试验，无砂混凝土井管有透水性要求，因此以孔隙率试验值来大致进行控制。而全面评价井管质量水平则应作型式检验，型式检验包括全部检验项目。为了减少人力物力消耗，型式检验的强度项目、渗透系数等均由外观质量合格品中抽样，无砂混凝土井管的样品，抽样后先作外观检查，然后作孔隙率试验，做完后在同一根样品上作轴向抗压试验，混凝土与钢筋混凝土井管抽样后检验外观质量，在合格品中抽取样品作抗压或抗拉荷载试验。

本标准增列了混凝土与钢筋混凝土井管修复的规定，这是因生产中偶然出现的缺陷或运输引起的损伤，只要强度满足要求，在规定范围内，经过整修，且符合本标准要求，应予检验验收。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

微灌用聚乙烯（PE）管件局部水头损失系数试验方法

Test method of coefficient of local water head loss of polyethylene (PE) fittings for micro-irrigation

SL/T69—94

本标准参照采用国际标准ISO4059《聚乙烯（PE）管件—机械式连接系统中的压力降—试验方法和要求》。

1 主要内容和适用范围

本标准规定了聚乙烯管件局部水头损失的试验方法。

本标准适用于微灌用聚乙烯管件局部水头损失系数的测定。

2 引用标准

GB5895 喷灌用金属薄壁管及管件试验方法

SL/T70 微灌用聚乙烯（PE）管道沿程水头损失试验方法

3 试验原理

同时测量流经管件的流量和进、出口的压力差以获得局部水头损失系数。

4 试验仪器

测量流量和压力（或压差）的仪表的容许系统误差不得超过2.5%。

5 试样

5.1 相同规格的管件三件和与其配用的管道。

5.2 试样连接方式与其实际运行时的连接方式相同。

5.3 与试样上、下游连接的管道必须经过沿程水头损失试验。

6 试验

6.1 试验条件

同《微灌用聚乙烯（PE）管道沿程水头损失试验方法》SL/T70 6.1条。

6.2 试验装置

试验装置如图1所示。

行业标准科技

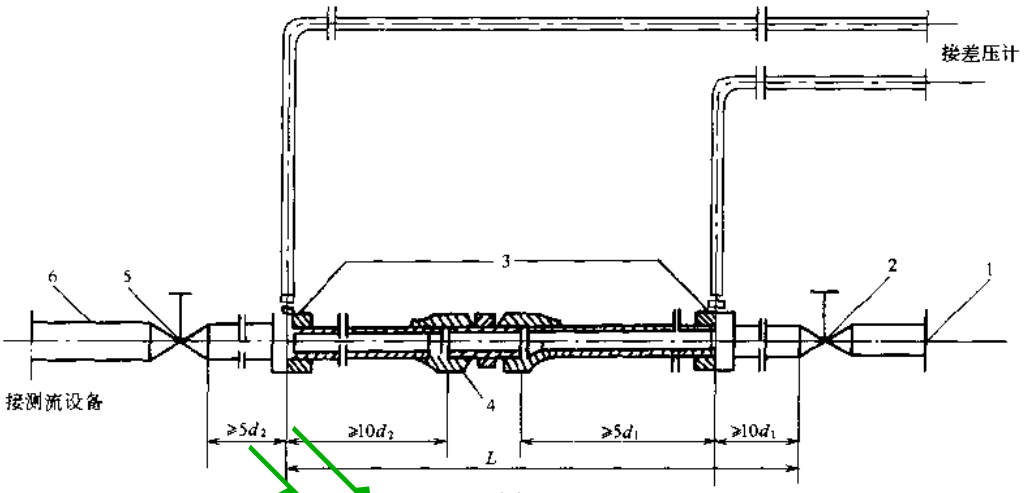


图 1 试验装置系统图

1—供水管；2—断流阀；3—分压器；4—受试管件；5—调压阀；6—排水管

6.3 试验内容

试验内容如表 1 所示。

表 1

管件名称	过流方式	管件名称	过流方式
同径接头及弯头			
异径接头		三通	
旁通			

6.4 试验步骤

6.4.1 将试样按试验装置图（图 1）连接。

6.4.2 调节控制阀，使水流稳定连续流出，流速约达 2m/s，测出此时流量及上、下游压力差。

6.4.3 改变阀门开度，待水流稳定测出此时流量及上、下游压力差。

6.4.4 重复 6.4.2 和 6.4.3 试验，相应两次读数不超过 5%为有效，取其平均值。

万水电科技

7 试验结果

7.1 试样局部水头损失系数按式（1）计算

$$\zeta_i = \frac{\Delta H - S_{01}L_1Q_1^{m1} - S_{02}L_2Q_2^{m2}}{8Q^2} \cdot \pi^2 g D^4 \tag{1}$$

式中：ζ_i——第 i 个试样的局部水头损失系数；

ΔH——上、下游压力差；

L——连接管长度，m；

Q——体积流量，m^3/s；

m——流量指数；

S_0——沿程水头损失系数；

D——管道内径，m；

1，2——下标，1 表示上游，2 表示下游。

7.2 局部水头损失系数

取三个试样局部水头损失系数的平均值作为局部水头损失系数，按式（2）计算

$$\zeta = \frac{\sum_1^3 \zeta_i}{3} \tag{2}$$

7.3 局部水头损失按式（3）计算

$$h_j = \zeta \frac{v^2}{2g} \tag{3}$$

8 试验报告

试验报告内容如下：

a. 试验方法标准号、管件名称、规格、生产厂家、出厂日期、实测内径、试验水温；

b. 测流和测压仪表的名称、型号、精度和量程；

c. 局部水头损失系数；

d. 结论。

附加说明：

本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：徐茂云、苏敏珍。

云水恒科技

中华人民共和国行业标准

微灌用聚乙烯（PE）管道沿程水头损失试验方法

Test method of water head loss of polyethylene (PE) pipe line for micro-irrigation

SL/T70－94

本标准参照采用国际标准化组织（ISO）下列标准：
ISO8316 《封闭管道中液体流量测量—— 体积法》；
ISO4185 《封闭管道中液体流量测量 —重量法》；
ISO5168 《流量测量 —— 流量测量精度的评定》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了聚乙烯管道沿程水头损失测试方法。
本标准适用于微灌用聚乙烯（PE）管道沿程水头损失的测定。
本标准不适用于薄膜管。

2 引用标准

GB5895 喷灌用金属薄壁管及管件试验方法。

3 试验原理

同时测量流经管道的流量和与其相对应的上、下游压差，推求计算管道沿程水头损失公式中的参数。

4 试验仪器

测量流量和压力（或压差）的仪表容许系统误差不得超过2.5%。

5 试样

5.1 试样一件，长度为50±5m。
5.2 试样中不允许有接头。

6 试验

6.1 试验条件
6.1.1 试验用液体为常温清水。

万水电科技

6.1.2 所有测量均应在运行稳定的情况下进行。

6.2 试验装置

试验装置如图1所示。

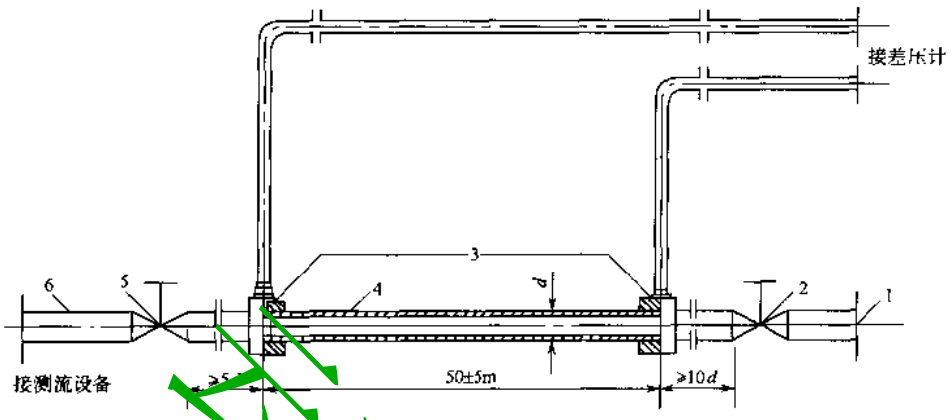


图1 试验装置系统图

1—供水管；2—断流阀；3—差压管；4—受试管材；5—调压阀；6—排水管

6.3 试验步骤

6.3.1 将试样两端分别与供水管和排水管连接并水平顺直放置。若非水平放置，则应计入上、下游高程变化对管道测压的影响。

6.3.2 在整个测试范围内均匀地布设10个流量点，使最大流量与最小流量的比值不小于2。

6.3.3 从最小流量至最大流量依次进行试验。当仪表示数稳定后，同时测量与其对应的压差值。

6.3.4 间隔至少1 h，重复上述试验，两次测量结果之差不大于5%。

7 试验结果

7.1 数据处理

对试验数据，进行回归分析，求出下式中的参数 S_0、m

$$h_f = S_0 L Q^m$$

式中：h_f——沿程水头损失，m；

S_0——每米管道的沿程水头损失系数；

L——管长，m；

Q——体积流量，L/s；

m——流量指数。

7.2 误差分析

测量结果的总误差不得超过下表之规定。

7.3 流量与沿程水头损失关系曲线图

农业电科技

最大总误差限

项目	容许范围	项目	容许范围
流量压差	3.5%	沿程损失 h_f	4.5%

以流量为横坐标、沿程水头损失为纵坐标绘制流量与沿程水头损失关系曲线图（见图 2）。

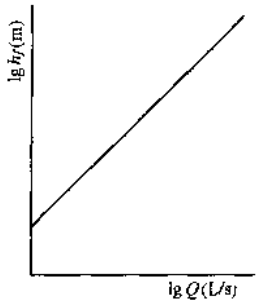


图 2 $\lg h_f \sim \lg Q$ 关系曲线图

8 试验报告

试验报告应包括下列内容：

a. 试验方法标准号、管道规格、材质、长度、生产厂家、实测内径、试验水温；

b. 测流和测压仪表的名称、型号、精度和量程；

c. 沿程水头损失表达式和曲线图；

d. 误差分析结果；

e. 结论。

附加说明：

本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：徐茂云、苏敏珍。

云水帕科技

中华人民共和国行业标准

微灌用聚乙烯（PE）管材与管件连接的内压密封性试验方法

Test method of leakproofness under internal pressure of joints between polyethylene (PE) fittings and pipes for micro-irrigation

SL/T71 -94

本标准参照采用国际标准化组织（ISO）下列标准：

ISO3458 《聚乙烯（PE）压力管材和管件间的组装接头—内压密封试验》；

ISO1167 《输送流体用塑压管—耐内压的测定》。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了聚乙烯（PE）管材与管件接头内压密封性的测试方法。

本标准适用于微灌用聚乙烯（PE）管材与管件接头内压密封性的测定。

2 试验原理

对试样施以静液压，以检验管材与管件连接部位的密封性。

3 试验设备

3.1 合适的压力源。

3.2 压力计，精度不低于1%。

4 试样

4.1 取同一规格的管件3件及与其配套的管材，每段管材长度不小于300mm。

4.2 试样按产品使用说明书要求的方式连接。

5 试验

5.1 试验条件

试验水温为23±2℃。

5.2 试验装置

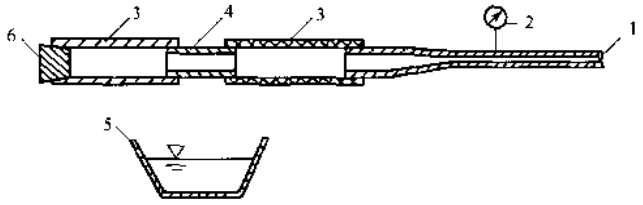
试验装置如下图所示。

5.3 试验步骤

5.3.1 将管件和管材连接成试样。

5.3.2 将试样一端与压力源连接，给试样充水并排尽其中空气，再将其余端点密封，静置

行业标准科技



试验装置图

1—接压力源；2—压力计；3—连接管材；4—管件；5—容器；6—堵头

1h。

5.3.3 确保试样表面完全干燥。在 30s 内以均匀的速度施压达到试验压力，试验压力为管材允许工作压力的 3 倍，并将此压力保持 1h，整个试验过程中试验压力的波动不得超过 2%。

5.3.4 试验中，随时检查并记录试样有无漏泄迹象。

5.3.5 各试样必须逐一进行试验。

5.3.6 若三件试样中有一件出现漏泄或脱离等现象，则应另取两组（6 件）试样，重新试验，若该两组试样中仍有一件有漏泄或脱离现象，则认为该产品不合格。但如果组成试件的部件破裂，则仅需另取一组试样重新试验。

6 试验报告

试验报告内容如下：

a. 试验方法标准号、管件规格、生产厂家、实测管件外形尺寸、实测管道内径、试验水温；

b. 测量仪表的精度及量程；

c. 试验结果及其评定。

附加说明：

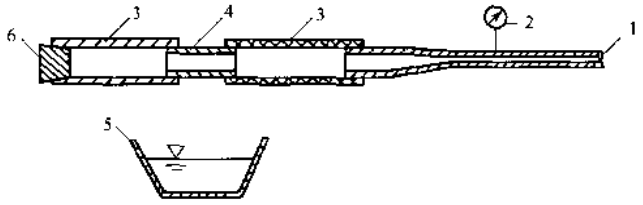
本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：苏敏珍、徐茂云。

水总标科技



试验装置图

1—接压力源；2—压力计；3—连接管材；4—管件；5—容器；6—堵头

1h。

5.3.3 确保试样表面完全干燥。在 30s 内以均匀的速度施压达到试验压力，试验压力为管材允许工作压力的 3 倍，并将此压力保持 1h，整个试验过程中试验压力的波动不得超过 2%。

5.3.4 试验中，随时检查并记录试样有无漏泄迹象。

5.3.5 各试样必须逐一进行试验。

5.3.6 若三件试样中有一件出现漏泄或脱离等现象，则应另取两组（6 件）试样，重新试验，若该两组试样中仍有一件有漏泄或脱离现象，则认为该产品不合格。但如果组成试件的部件破裂，则仅需另取一组试样重新试验。

6 试验报告

试验报告内容如下：

a. 试验方法标准号、管件规格、生产厂家、实测管件外形尺寸、实测管道内径、试验水温；

b. 测量仪表的精度及量程；

c. 试验结果及其评定。

附加说明：

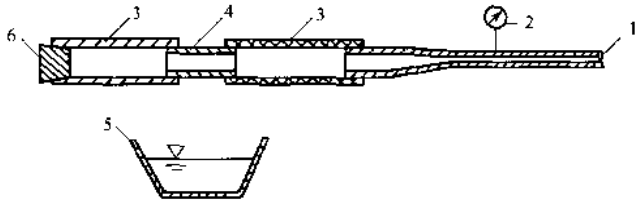
本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：苏敏珍、徐茂云。

水总标科技



试验装置图

1—接压力源；2—压力计；3—连接管材；4—管件；5—容器；6—堵头

1h。

5.3.3 确保试样表面完全干燥。在 30s 内以均匀的速度施压达到试验压力，试验压力为管材允许工作压力的 3 倍，并将此压力保持 1h，整个试验过程中试验压力的波动不得超过 2%。

5.3.4 试验中，随时检查并记录试样有无漏泄迹象。

5.3.5 各试样必须逐一进行试验。

5.3.6 若三件试样中有一件出现漏泄或脱离等现象，则应另取两组（6 件）试样，重新试验，若该两组试样中仍有一件有漏泄或脱离现象，则认为该产品不合格。但如果组成试件的部件破裂，则仅需另取一组试样重新试验。

6 试验报告

试验报告内容如下：

a. 试验方法标准号、管件规格、生产厂家、实测管件外形尺寸、实测管道内径、试验水温；

b. 测量仪表的精度及量程；

c. 试验结果及其评定。

附加说明：

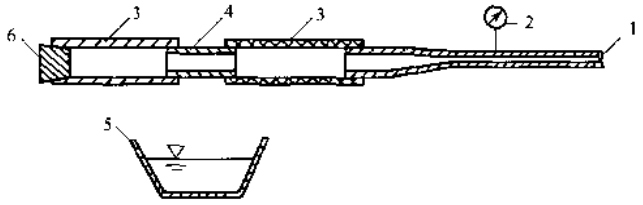
本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：苏敏珍、徐茂云。

水总标科技



试验装置图

1—接压力源；2—压力计；3—连接管材；4—管件；5—容器；6—堵头

1h。

5.3.3 确保试样表面完全干燥。在 30s 内以均匀的速度施压达到试验压力，试验压力为管材允许工作压力的 3 倍，并将此压力保持 1h，整个试验过程中试验压力的波动不得超过 2%。

5.3.4 试验中，随时检查并记录试样有无漏泄迹象。

5.3.5 各试样必须逐一进行试验。

5.3.6 若三件试样中有一件出现漏泄或脱离等现象，则应另取两组（6 件）试样，重新试验，若该两组试样中仍有一件有漏泄或脱离现象，则认为该产品不合格。但如果组成试件的部件破裂，则仅需另取一组试样重新试验。

6 试验报告

试验报告内容如下：

a. 试验方法标准号、管件规格、生产厂家、实测管件外形尺寸、实测管道内径、试验水温；

b. 测量仪表的精度及量程；

c. 试验结果及其评定。

附加说明：

本标准由水利部科技教育司提出。

本标准由水利部科技教育司归口。

本标准由水利水电科学研究院负责起草。

本标准主要起草人：苏敏珍、徐茂云。

水总标科技

水利技术标准汇编

一、综合卷（上、下册）	定价：315.00元
二、水文卷	
综合技术　水文情报预报	定价：68.00元
水文测验（上、下册）	定价：206.00元
水文仪器设备	定价：78.00元
三、水资源水环境卷	
综合技术	定价：66.00元
分析方法	定价：189.00元
四、水利水电卷	
综合技术	定价：85.00元
规划	定价：92.00元
勘测综合技术	定价：98.00元
勘测勘察方法	定价：90.00元
勘测试验方法	定价：148.00元
综合设计（上、下册）	定价：223.00元
普通建筑物设计	定价：179.00元
管理设计　机电设计	定价：118.00元
水电站设计　施工设计	定价：75.00元
施工（上、中、下册）	定价：492.00元
质量	定价：127.00元
管理	定价：130.00元
材料　试验	定价：125.00元
仪器	定价：75.00元
设备	定价：102.00元
金属结构　机械	定价：122.00元
五、防洪抗旱卷	定价：105.00元
六、供水节水卷	定价：143.00元
七、灌溉排水卷	
综合技术	定价：145.00元
节水灌溉	定价：60.00元
节水设备与材料	定价：65.00元
农用泵	定价：115.00元
八、水土保持卷	定价：86.00元
九、农村水电与电气化卷	
规划设计	定价：105.00元
施工	定价：135.00元
设备及运行管理	定价：108.00元
十、综合利用卷	定价：35.00元

万水帕科技

最新出版规程及配套出版物

《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2001)	定价：18.00元
《核子水分—密度仪现场测试规程》(SL275—2001)	定价：13.00元
《水库大坝通用法规标准选编》	定价：75.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)	定价：78.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)袖珍本	定价：28.00元
《工程建设标准强制性条文》(水利工程部分)宣贯辅导教材	定价：58.00元
《水利水电工程地质观测规程》(SL245—1999)	定价：8.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)	定价：10.00元
《泵站技术管理规程》(SL255—2000)条文说明	定价：4.00元
《泵站技术改造规程》(SL254—2000)	定价：5.00元
《水库大坝安全评价导则》(SL258—2000)	定价：12.00元
《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL73.6—2001)	定价：22.00元
《中国水闸名称代码》(SL262—2000)	定价：20.00元
《中国蓄滞洪区名称代码》(SL263—2000)	定价：8.00元
《中国水库名称代码》(SL259—2000)	定价：22.00元
《水利基本建设项目竣工财务决算编制规程》(SL19—2001)	定价：10.00元
《雨水集蓄利用工程技术规范》(SL267—2001)	定价：12.00元
《水道观测规范》(SL257—2000)	定价：24.00元
《水闸设计规范》(SL265—2001)	定价：40.00元
《水利水电工程岩石试验规程》(SL264—2001)	定价：35.00元
《水电站厂房设计规范》(SL266—2001)	定价：24.00元
《水利技术标准体系表》	定价：15.00元
《小型水力发电站自动化设计规定》(SL229—2000)	定价：6.50元
《多泥沙河流水环境样品采集及预处理技术规程》(SL270—2001)	定价：6.00元
《水利水电工程沉沙池设计规范》(SL269—2001)	定价：15.00元
《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》(SL268—2001)	定价：6.50元
《水质 总汞的测定 硼氢化钾还原冷原子吸收分光光度法》(SL/T271—2001)	定价：4.00元
《水质 总硒的测定 铁(Ⅱ)——邻菲啰啉间接分光光度法》(SL/T272—2001)	定价：4.00元
《水利工程建设项目招标投标管理规定》	定价：8.00元
《水中有机物分析方法 痕量硝基苯类化合物的测定 树脂吸附/气相色谱法》(SL/T273.1—2001)	定价：5.00元

中国水利水电出版社水利水电技术标准咨询服务中心

电话：(010) 63202266-2205，2215　68345101

68314993　68317892　68317893

传真：(010) 68317893

万水帕科技

在以下书店和发行机构可以直接购买到我社出版的技术标准单行本和汇编本：

单位或部门	传真或直拨电话	邮编	地址
中国水利水电出版社发行部	010-88388902	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
水雅书屋	010-63202643	100053	北京市白广路水利部大楼一层大厅内
科水书店	010-63202266-2116	100044	北京市西城区三里河路 6 号(三里沟)
杭州发行站	0571-86518823,86520359	310016	浙江省杭州市清泰门外杭海路 58 号
浙江电力科技图书公司	0571-85162552	310002	浙江省杭州市河坊街旧仁和署 22 号
杭州市西湖科技图书有限公司	0571-88854265	310012	杭州市文二路 212 号(高新大厦 14 楼)
武汉发行站	027-87821547,87811172-3267	430071	湖北省武汉市武昌民主路 668 号
宜昌水利水电科技书店	0717-6238263	443000	湖北省宜昌市云集路 39 号
成都发行站	028-4431450	610061	四川省成都市东风路 17 号
西安发行站	029-7888703	710054	陕西省西安市文艺北路 101 号
郑州发行站	0371-5727655 3597	450045	河南省郑州市郑花路 20 号
河南中源电力书店	0371-7906306	450052	河南省郑州市嵩山南路 85 号
沈阳发行站	024-86647319	110006	辽宁省沈阳市皇姑区长江街 134 号
江苏苏源图书有限公司	025-3706768	210013	江苏省南京市鼓楼区北京西路 74 号
徐州电力试验中心电力书店	0516-3851[illegible]	221009	江苏省徐州市解放路 215 号
兰州电力书店	0931-2348[illegible]8	730050	甘肃省兰州市七里河西津东路 708 号
广州发行站	020-85123417	510[illegible]	广东省广州市梅花路 73 号
南宁电力书店	0771-5692292	530023	广西南宁市民主路 6 号
贵州水利交通书店	0851-5508439	550001	贵州省贵阳市南明区文雅巷 97 号
电力工业部电化教育中心贵州发行站	0851-5792946	550002	贵州省贵阳市大慈桥桃源路 67 号
山东省水利建设经济定额站	0531-6950924	250013	山东省济南市历下区历山路 121 号
山东中实信息咨询公司(电力书店)	0531-6160686	250002	山东省济南市经一路 5 号
泰山电力科技书店	0538-6623345	271000	山东省泰安市三半河路 21 号
新疆水利厅水雅分部	0991-5816236	830000	乌鲁木齐市黑龙江路 19 号
哈尔滨市电力科技书店	0451 5307400	150030	哈尔滨市香坊区建九街 61-1
黑龙江省兴水贸易有限公司	0451-2623644	150001	哈尔滨市南岗区文中街 4 号
昆明电力书店	0871-3178501	650011	昆明市拓东路 65 号
云南水利水电科技书店	0871-5390038	650031	昆明市西昌路 389 号桂华园 3-2-201 号
湖南省电力勘测设计院电力书店	0731-5556923	410007	长沙市劳动西路 84 号
山西智雅电力文化发展有限公司	0351-2022021	030001	太原市府东街 160 号
内蒙古水利勘测设计院工程建设标准书店	0471-6285763	010020	呼和浩特市内蒙古邮电学校南巷

标准信息技术

有关事项敬请咨询：中国水利水电出版社发行部 (010)88388902

水利水电技术标准咨询服务中心 (010)68314993

水利部国际合作与科技司　编

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

农用泵

万水帕科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云光电科技

书号：155084·88
定价：115.00 元

水利技术标准汇编

灌溉排水卷

农用泵

主　编　马广志
副主编　吴以松（常务）
　　许建中　王晓玲

云北帕科技

中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

云水save科技

水利技术标准汇编
灌溉排水卷·农用泵
*
中国水利水电出版社出版、发行
（北京市三里河路6号　100044）
北京市地矿印刷厂印刷
*
787×1092毫米　16开本　43.25印张　1020千字
2002年3月第一版　2002年3月北京第一次印刷
印数 0001—3100册
*
书号 155084·88
定价 115.00元

凡购买本规程，如有缺页、倒页、脱页的，
本社水利水电技术标准咨询服务中心负责调换
版权所有·侵权必究

《水利技术标准汇编》编委会

主　任： 索丽生

副主任： 高安泽　何文垣　董哲仁　陈厚群

委　员： 矫　勇　高而坤　吴季松　张红兵　周　英　俞衍升
焦居仁　冯广志　李代鑫　赵春明　郑　贤　刘雅鸣
程回洲　唐传利　张国良　宁　远　刘松深　汤鑫华
曹征齐　刘建明　陈明忠　许新宜　李赞堂　王　勇
庞进武　赫崇成

万水帕科技

《水利技术标准汇编》分卷名称及分卷主编

一、综合卷	主编：陈明忠
二、水文卷	主编：刘雅鸣
三、水资源水环境卷	主编：吴季松　刘雅鸣
四、水利水电卷	主编：俞衍升　郑　贤　张国良
五、防洪抗旱卷	主编：赵春明
六、供水节水卷	主编：吴季松　冯广志
七、灌溉排水卷	主编：冯广志
八、水土保持卷	主编：焦居仁
九、小水电及农村电气化卷	主编：程回洲
十、综合利用卷	主编：张红兵

《水利技术标准汇编》编辑工作组

主　　编：董哲仁

执行主编：陈明忠　李赞堂　刘咏峰　黄会明　董在志

工作人员：（按姓氏笔画为序）

王　艺　王晓玲　宁堆虎　刘经和　刘鹏鸿
匡少涛　孙长福　朱晓原　许荷香　何定恩
吴　剑　李文明　李怡庭　杨诗鸿　陆建华
陆桂林　孟繁培　郭孟卓　曹　阳　黄会明
程光明　董在志　董俊生　鲁兆荣　窦以松
熊　平

总 编 辑：王国仪　穆励生

中心主任：黄会明

责任编辑：许荷香　陆桂林　曹　阳　黄会明

封面设计：王　艺

版式设计：孟繁培

责任印制：孙长福

万水信息科技

序

新中国成立后，特别是改革开放20多年来，水利标准化工作得到了长足的发展。已编制发布的现行有效的水利技术标准已达392项，其中国家标准51项，行业标准341项，另外尚有120项技术标准在编。各地和有关企业结合实际需要，还编制了相关的地方和企业水利技术标准，这些标准基本上覆盖了水利建设和发展的主要技术领域，初步满足了当前水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理对水利技术标准的需要。《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）的发布实施，对进一步强化政府职能，确保水利建设工程的质量和安全，促进建设工程技术进步，提高建设工程经济效益和社会效益具有重要意义，也为水利工程建设领域，迎接加入世贸组织的机遇和挑战提供了技术支撑。2001年5月，水利部正式批准发布了《水利技术标准体系表》。该体系表作为水利技术标准制修订的中长期规划，为未来一定时期内水利技术标准的制修订工作提供了依据。该体系表的全面实施，将进一步提高水利技术标准在大江大河大湖治理、节约用水和提高用水效率、水环境保护、跨流域和跨地区调水、水土保持生态系统建设、西部地区和城市水利建设、水利信息化等方面的覆盖率，为新时期水利工作提供强有力的技术保障。

当前，水利工作进入了新的时期，党中央国务院高度重视水利工作，十五届五中全会把水资源作为重要的战略资源，强调要以水资源可持续利用支持经济社会的可特续发展，加大了

水利电力出版社

对水利建设的投资力度，水利建设的任务十分繁重。加入世贸组织后，我国的水利建设事业也将按照国际准则，全面走上国际舞台。为确保我国水利建设事业的持续健康发展，顺应社会主义市场经济的要求，进一步与国际接轨，水利标准化工作作为一项不可替代的基础性技术工作，将发挥至关重要的作用。

部国科司组织力量，在广泛征求专家和用户意见的基础上，以现行有效的水利技术标准为主体，同时收录部分与水利行业密切相关的其他行业技术标准，进行整理，汇编出版《水利技术标准汇编》，既可方便水利行业职工使用，促进水利技术标准的贯彻实施，又为全面研究、改进水利标准化工作和提高水利标准化水平创造条件，因而是一项十分有意义的工作。全国水利战线的广大领导干部和技术人员，要切实提高标准化意识，严格按照标准组织设计、施工和管理，严把质量关，同时要与违反技术标准的行为作斗争，特别要加大对违反强制性标准行为的处罚力度，为保质保量地完成新时期的治水任务，造福人类而努力奋斗。

万水帮科技

二〇〇一年十二月二十五日

前　言

水利标准化工作作为强化政府宏观调控的基础和手段，是水利行业的主要技术保证。多年来，在有关单位和部门的支持和帮助下，水利标准化工作得到了很大的发展。

在新的世纪，党中央、国务院把水资源同粮食、油气资源一起列为国家的重要战略资源，将水资源问题摆在突出位置，提出了新时期的治水方针与目标，我国水利标准化工作和水利事业一样，正面临着难得的发展机遇和更大的挑战。为了贯彻执行党中央、国务院的治水方针，以水资源的可持续利用支撑国民经济和社会的可持续发展，实现水利现代化，我们对水利技术标准和与水利行业密切相关的技术标准进行了汇编，出版《水利技术标准汇编》（下称《汇编》），以满足广大水利技术人员的实际工作需要。

本《汇编》收录了《水利技术标准体系表》所列标准以及直接为水利建设服务的主要相关技术标准。本《汇编》只收录现行有效的技术标准，不收录标准报批稿或送审稿。所录标准的发布日期截止为2001年12月31日。以后，将每年出版年度汇编本作为本《汇编》的补充。本《汇编》采用《水利技术标准体系表》的三维结构框架，按专业门类维度，划分为三卷。其中由于“水资源”门类中标准数量较少，将它与“水环境”合并。对其他重要相关标准的题录，列入本《汇编》的附录。

由于本《汇编》所录技术标准跨越的年度长，涉及的门类多，而各时期和各门类标准的编写格式大多不统一，因此《汇编》中基本保持标准文本的原貌；此外，部分标准中的计量单位个别不符合法定计量单位，请使用时注意。

由于汇编工作量很大，我们工作中难免有考虑不到的地方，请大家提出批评指正！

编　者

2002年1月

水利标准技术

目 次

序 索丽生

前言 编者

大、中型立式轴流泵 型式与基本参数 JB/T6883—93 …… 1

中小型轴流泵 型式与基本参数 GB9481—88 …… 4

混流泵、轴流泵 技术条件 GB/T13008—91 …… 9

大、中型立式混流泵 型式与基本参数 JB/T6433—92 …… 22

导叶式混流泵 型式与基本参数 JB/T6666.1—93 …… 26

导叶式混流泵 技术条件 JB/T6666.2—93 …… 31

蜗壳式混流泵 型式与基本参数 JB/T6667.1—93 …… 41

蜗壳式混流泵 技术条件 JB/T6667.2—93 …… 45

水泵模型验收试验规程 SL140—97 …… 54

水泵模型浑水验收试验规程 SL141—97 …… 83

水泵流量的测定方法 GB/T3214—91 …… 104

泵的振动测量与评价方法 JB/T8097—1999 …… 128

泵的噪声测量与评价方法 JB/T8098—1999 …… 140

离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵 试验方法 GB3216—89 …… 170

离心泵、混流泵和轴流泵 汽蚀余量 GB/T13006—91 …… 213

离心泵 名词术语 GB7021—86 …… 224

离心泵 技术条件(Ⅰ类) GB/T16907—1997 …… 255

离心泵 技术条件(Ⅱ类) GB/T5656—94 …… 328

离心泵 技术条件(Ⅲ类) GB/T5657—1995 …… 367

离心泵 效率 GB/T13007—91 …… 387

大型立式单级单吸离心泵 技术条件 JB/T5294—91 …… 394

单级双吸清水离心泵 型式与基本参数 JB/T1050—93 …… 401

多级清水离心泵 型式与基本参数 JB/T1051—93 …… 408

立式多级筒形离心泵 型式与基本参数 JB/T2727—93 …… 419

管道式离心泵 型式与基本参数 JB/T6878.1—93 …… 426

管道式离心泵 技术条件 JB/T6878.2—93 …… 429

小型多级离心泵 型式与基本参数 JB/T6435.1—92 …… 434

小型多级离心泵 技术条件 JB/T6435.2—92 …… 438

离心式潜污泵 JB/T8857—2000 …… 443

离心式污水泵 型式与基本参数 JB/T6534—92 …… 459

水泵技术

目次

离心式污水泵　技术条件　JB/T6535—92……464
离心式渣浆泵　JB/T8096—1998……474
水轮泵　名词术语及定义　GB6490.1—86……490
水轮泵　试验方法　GB6490.2—86……513
水轮泵　型式与基本参数　GB6490.3—86……532
水轮泵　技术条件　JB/T9780—1999……543
旋涡泵　JB/T7743—95……556
单螺杆泵　JB/T8644—1997……570
螺杆泵　试验方法　JB/T8091—1998……580
手动泵　型式与基本参数　JB/T7876.1—1999……591
手动泵　技术条件　JB/T7876.2—1999……598
手动泵　试验方法　JB/T7876.3—1999……604
水环真空泵和水环压缩机　JB/T7255—94……617
风力机　术语　JB/T6878—95……630
风力机械　产品型号编制规则　JB/T7879—1999……637
低速风力机　系列　JB/T9740.1—1999……640
低速风力机　型式与基本参数　JB/T9740.2—1999……645
低速风力机　技术条件　JB/T9740.3—1999……647
低速风力机　安装规范　JB/T9740.4—1999……652
提水和发电用小型风力机　试验方法　JB/T10137—1999……656
风力提水用拉杆泵　技术条件　JB/T6941—93……675

水泵技术

中华人民共和国机械行业标准

大、中型立式轴流泵　型式与基本参数

JB/T6883—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了大、中型立式轴流泵（以下简称泵）的型式与基本参数。

本标准适用于输送清水或物理性质类似于清水的其他液体或海水及含有少量固体颗粒液体的泵。

2　引用标准

GB/T13008　混流泵、轴流泵技术条件

3　型式与基本参数

3.1　型式

3.1.1　泵结构为立式，叶片调节型式为半调节或全调节。

3.1.2　泵进水口一般为喇叭形进水，当排出口公称直径大于2000mm时可设计成肘形吸入弯管或其他型式的进水口。

3.1.3　泵排出口一般为60°出水弯管。

3.1.4　泵进水口应淹没于最低进水水位以下一定深度，具体淹没深度由制造厂给定。

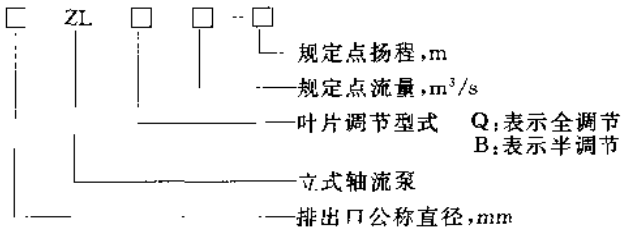
3.2　基本参数

3.2.1　泵的基本参数应符合表1的规定，表1中基本参数为常温清水时规定点的值。

3.2.2　泵的工作范围见图1。规定点流量范围为1.33～14.5m^3/s，扬程范围为3～13.7m。

3.2.3　表中所列基本性能参数的检验按GB/T13008的规定。

3.3　型号的表示方法



云水泊科技


H(m)
Q(m³/s)
Q(m³/h)
700ZL1.3—7.3
700ZL1.6—8.1
700ZL1.6—6.3
700ZL1.8—5.5
700ZL1.8—4.1
900ZL2.5—8.3
900ZL2—5.4
900ZL2.3—5
900ZL2.4—4.1
900ZL2.8
1000ZL3.2—12
1200ZL3.8—6.7
1200ZL3.5—5.4
1200ZL4—4.2
1250ZL5.3—13.7
1400ZL4.5—9.5
1400ZL4.9—6.7
1400ZL6.5—3.7
1600ZL7—8
1600ZL8.7—6
1600ZL9—5
1600ZL9.7—3.6
1600ZL10.5—8.5
2000ZL13.4
2000ZL14.5—5

图1

示例：

排出口公称直径为900mm，流量为2.4m³/s，扬程为4m的半调节立式轴流泵：900ZLB2.4—4。

表1

型号	流量Q		扬程H	转速n	效率η	比转数n_s
	(m^3/h)	(m^3/s)	(m)	(r/min)	(%)	
700ZL1.6—8.1	5580	1.55	8.1	730	83	700
700ZL1.3 7.2	4795	1.33	7.23		82.5	
700ZL1.6—6.5	5724	1.59	6.5			850
700ZL1.6—5.5	5850	1.63	5.5		83.5	1000
700ZL1.8—4.1	6635	1.84	4.05		82.5	1250
900ZL2.4 7.3	8496	2.36	7.31	585	85	700
900ZL2.8—6.7	10080	2.8	6.7	480	83.6	
900ZL2— 5.4	7200	2	5.4		83.2	
900ZL2.3 5	8352	2.32	5			850
900ZL2.4—4	8656	2.41	4		84	1000
900ZL2.7—3	9756	2.71	3		83	1250
1000ZL3.2—12	13820	3.8	12	585	85	500
1200ZL4.5—9.5	16200	4.5	9.5	480	84	700
1200ZL3.8—6.7	13680	3.8	6.65		83.7	850
1200ZL3.9—5.5	14040	3.9	5.5		84.6	1000
1200ZL3.5—5.4	12600	3.5	5	365	84	
1200ZL4.4—4.2	15883	4.41	4.15	480	83.8	1250
1250ZL5.3—13.7	19080	5.3	13.7		85.8	500
1400ZL6.7—8.5	24280	6.73	8.5		84.5	700
1400ZL4.9—6.7	17687	4.91	6.68		84.2	
1400ZL5.6—6	20304	5.64	6	365	84.5	850
1400ZL5.8—5	20880	5.8	5		85	1000
1400ZL6.5—3.7	23551	6.54	3.74		84	1250
1600ZL10.5—8.5	37810	10.5	8.5	300	85	700
1600ZL7—8	25200	7	8	250	86.1	500
1600ZL8.7—6	31320	8.71	6		84.8	700
1600ZL9—5	32220	8.95	5	300	85.6	1000
1600ZL9.7—3.6	35053	9.74	3.6	290	84.5	1250
2000ZL13.4 -8	48359	13.4	7.98	250	85.2	700
2000ZL14.5—5	52200	14.5	5.03		85	1000

4 旋转方向

泵的旋转方向从驱动端俯视，泵为顺时针方向旋转。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由上海水泵厂负责起草。

本标准主要起草人：唐力行。

标准图书馆

中华人民共和国国家标准

中小型轴流泵　型式与基本参数

Axial-flow pump of medium-small size- -Types and basic parameters

GB9481　88

1　主题内容与适用范围

本标准规定了中小型轴流泵的型式、基本参数和型号的表示方法。

本标准适用于输送清水或物理及化学性质类似于水的其他液体且直径不大于1000mm、流量为24～3740L/s、扬程为1.02～13.8m的轴流泵（以下简称泵）。被输送液体的温度不高于50℃。

2　引用标准

GB3214　水泵流量的测定方法

GB3216　离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

3　型式

3.1　泵的结构型式可为立式、卧式，也可为斜式。

3.2　叶片安装方式可为固定、半调节或全调节。

3.3　叶轮的旋转方向，从进水口方向看为逆时针。

4　基本参数

4.1　基本参数应符合表和图的规定。

4.2　泵试验的最高效率点与设计点的偏差应符合GB3216C级。

4.3　带有90°出水弯管的泵的效率允许比表中的规定值低2%。

5　型号表示方法

5.1　型号中的大写汉语拼音字母表示泵的名称、型式及特征：

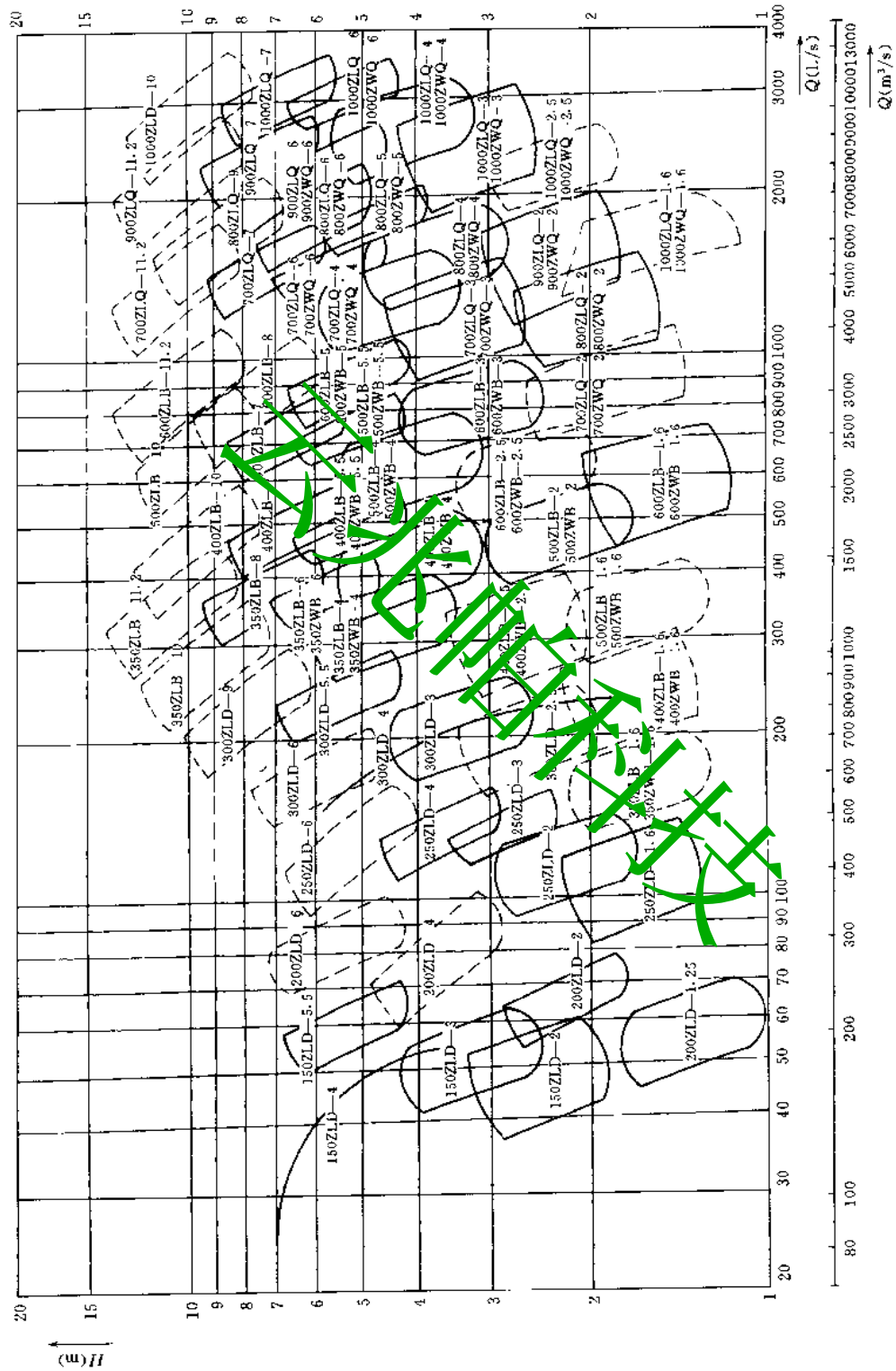
a. “Z”表示轴流泵；

b. “L”表示立式；

c. “W”表示卧式；

d. “X”表示斜式；

五洲泵科技



中小型轴流泵水力模型图

注：虚线所示部分日前尚无水力模型。

e. "D"表示固定叶片；

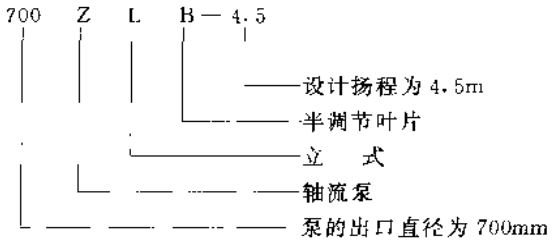
f. "B"表示半调节叶片；

g. "Q"表示全调节叶片。

5.2 汉语拼音字母前的数字表示泵的出口直径，单位为mm。

5.3 汉语拼音字母后的数字表示泵的设计扬程，单位为m。

5.4 型号示例：



中小型轴流泵基本参数表

泵号	扬程(m)	流量(m^3/h)	流量(L/s)	转速(r/min)	轴功率(kW)	效率(%)	临界汽蚀余量(m)	名义比较数	名义叶轮直径(mm)
150ZLD-5.5	5.5	209	58	2880	4.1	75.9	6.1	700	130
150ZLD-4	4.5	182	51	2880	2.9	76.9	5.6	850	130
150ZLD—3	3.12	187	52	2880	2.1	77.2	5.8	1000	130
150ZLD-2	2.35	180	50	2880	1.5	75.9	5.5	1250	130
200ZLD—6	6	288	80	2920	5.9	79.2	7.7	800	170
200ZLD-4	4	270	75	1420	3.9	74.5	2.8	500	170
200ZLD-2	2.27	230	64	1420	1.9	75.5	2.6	700	170
200ZLD—1.25	1.29	212	59	1420	1.0	6.7	2.4	1000	170
250ZLD—6	5.67	439	122	1440	8.8	76.1	4.0	500	215
250ZLD—4	3.73	475	132	1440	6.2	77.2	4.2	700	215
250ZLD-3	3.01	472	131	1440	4.9	78.5	4.2	850	215
250ZLD-2	2.15	434	121	1440	3.5	79.1	4.0	1000	215
250ZLD—1.6	1.59	405	113	1440	2.3	76.7	3.8	1250	215
300ZLD—9	8.53	791	220	1460	23.4	78.7	6.0	500	260
300ZLD—6	6	612	170	1460	12.6	79.3	5.1	600	260
300ZLD-5.5	5.6	850	236	1460	16.2	79.8	6.3	700	260
300ZLD-4	4.35	729	202	1460	10.7	80.3	5.7	800	260
300ZLD-3	3.21	779	216	1460	8.4	80.8	6.0	1000	260
300ZLD—2.5	2.5	720	200	1460	6.2	79.4	5.7	1200	260
350ZLD-11.2	11.51	1223	340	1470	48.0	80.0	8.1	500	300
350ZLB-10	10	972	270	1470	33.2	79.8	7.0	500	300
350ZLB-8	7.56	1314	365	1470	33.4	81.0	8.5	700	300
350ZLB-6 350ZWB—6	6.11	1310	364	1470	26.7	81.6	8.5	850	300
350ZLB—4 350ZWB—4	4.33	1206	335	1470	17.3	82.1	8.0	1000	300

灌溉排水技术

续表

型　　号	扬程 (m)	流量		转速 (r/min)	轴功率 (kW)	效率 (%)	临界汽蚀余量 (m)	名义比较数	名义叶轮直径 (mm)
		(m^3/h)	(L/s)						
350ZLB—1.6 350ZWB—1.6	1.6	612	170	960	3.3	80.2	2.9	1000	300
400ZLB—10	10.44	1585	440	1200	55.9	80.6	7.4	500	350
400ZLB—7	6.86	1702	473	1200	38.8	81.6	7.7	700	350
400ZLB· 5.5 400ZWB · 5.5	5.54	1696	471	1200	31.2	82.1	7.7	850	350
400ZLB · 4 400ZWB—4	3.92	1561	434	1200	20.1	82.6	7.3	1000	350
400ZLB—2.5 400ZWB—2.5	2.5	1080	300	1200	9.2	80.3	5.7	1250	350
400ZLB 1.6 400ZWB—1.6	1.6	900	250	960	4.9	80.4	3.8	1250	350
500ZLB—10	10.51	2400	667	980	84.2	81.6	7.4	500	430
500ZLB—7	6.91	2577	716	980	58.4	82.5	7.8	700	430
500ZLB—5.5 500ZWB—5.5	5.57	2570	714	980	47.0	83.0	7.8	850	430
500ZLB—4 500ZWB—4	3.95	2365	657	730	30.6	83.4	7.3	1000	430
500ZLB—2 500ZWB 2	2.19	1760	489	730	12.7	82.4	4.1	1000	430
500ZLB—1.6 500ZWB—1.6	1.6	1260	350	730	6.7	81.7	3.3	1100	430
600ZLB—11.2	11.2	3060	850	980	111.1	82.5	8.7	500	510
600ZLB—8	8.2	2984	829	730	81.4	81.9	5.8	500	510
600ZLB—5 600ZWB—5	5.39	3204	890	730	56.7	83.6	6.1	700	510
600ZLB—3 600ZWB—3	3.08	2938	816	730	29.3	83.7	5.7	1000	510
600ZLB—2.5 600ZWB—2.5	2.5	2268	630	730	18.6	83.2	4.8	1100	510
600ZLB—1.6 600ZWB—1.6	1.45	2178	505	580	10.6	81.1	3.51	1250	510
700ZLQ—11.2	11.36	4857	1349	730	180.1	83.4	8.0	500	600
700ZLQ—7	7.46	5220	1450	730	126.2	84.2	8.4	700	600
700ZLQ—6 700ZWQ—6	6.02	5202	1445	730	100.9	84.5	8.4	850	600
700ZLQ—4 700ZWQ—4	4.27	4784	1329	730	65.5	84.9	7.9	1000	600
700ZLQ—3 700ZWQ—3	3.18	4464	1240	730	46.5	83.2	7.6	1250	600
700ZLQ—2 700ZWQ—2	2	3060	850	730	20.4	81.9	5.9	1500	600
800ZLQ—9	9.48	5868	1630	580	181.4	83.5	6.7	500	690
800ZLQ—6 800ZWQ—6	6.23	6300	1750	580	126.8	84.3	7.0	700	690

标准图书馆

续表

型号	扬程 (m)	流量 (m³/h)	流量 (L/s)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	效率 (%)	临界汽蚀余量 (m)	名义比转数	名义叶轮直径 (mm)
800ZLQ—5 800ZWQ—5	5.03	6286	1746	580	101.7	84.7	7.0	850	690
800ZLQ—4 800ZWQ—4	3.56	5782	1606	580	65.9	85.1	6.6	1000	690
800ZLQ—2 800ZWQ—2	1.9	4558	1266	490	28.4	82.9	4.5	1250	690
900ZLQ—11.2	11.2	7538	2094	580	273.4	84.1	7.9	500	750
900ZLQ—7	7.36	8100	2250	580	191.0	84.9	8.3	700	750
900ZLQ—6 900ZWQ—6	5.94	8073	2243	580	153.1	85.3	8.3	850	750
900ZLQ—2 900ZWQ—2	2.11	5673	1576	490	39.1	83.4	5.3	1250	750
1000ZLQ—10	10.1	9937	2760	490	343.8	84.6	7.6	500	870
1000ZLQ—7	6.9	10317	2866	490	228.1	85.3	8.0	700	870
1000ZLQ—6 1000ZWQ—6	5.7	10643	2957	490	192.6	85.8	7.9	850	870
1000ZLQ—4 1000ZWQ—4	4.04	9791	2720	490	125.1	86.1	7.5	1000	870
1000ZLQ—3 1000ZWQ—3	3.01	9130	2536	490	88.0	84.6	7.2	1250	870
1000ZLQ—2.5 1000ZWQ—2.5	2.5	7920	2200	490	68.4	84.3	6.5	1300	870
1000ZLQ—1.6 1000ZWQ—1.6	1.6	6120	1700	490	32.2	82.7	5.5	1600	870

注：1. 表中所列数值为设计点的数值。

2. 出口直径为 250、300mm 和 700～1000mm 的轴流泵，叶片也可做成半调节，表中未列出。

3. 如果设计流量时的泵出口流速不超过 4m/s，允许叶轮直径加大，但泵的性能仍应符合表中基本参数的要求。

4. 表中所列基本参数也适用于斜式轴流泵。

6 在保证本标准规定的流量和扬程数值的条件下，允许制造用于输送温度较高、腐蚀性较强以及机械杂质含量较多的水或液体的泵，并按用户与制造厂达成的协议要求制造。

7 立式轴流泵进口一般带有进口喇叭管。

8 泵出口应考虑装扩散管，以提高泵装置效率。

9 制造厂应根据泵的汽蚀性能要求向用户提供进水池最低水位与叶轮中心的距离尺寸，保证在各工况下泵运行都不发生汽蚀。

附加说明：

本标准由中国农业机械化科学研究院归口并负责起草。

本标准主要起草人：韩文俊、边秋力。

中华人民共和国国家标准

混流泵、轴流泵　技术条件

Technical specifications for mixed and axial flow pumps

GB/T13008—91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了混流泵、轴流泵（以下简称泵）的技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于输送清水或物理化学性质类似于清水的泵，输送液体温度不高于50℃。

2　引用标准

GB527　硫化橡胶物理试验的一般要求

GB528　硫化橡胶拉伸性能的测定

GB531　橡胶邵尔A型硬度试验方法

GB699　优质碳素结构钢技术条件

GB977　灰铸铁件机械性能试验方法

GB1033　塑料密度和相对密度试验方法

GB1040　塑料拉伸试验方法

GB1174　铸造轴承合金

GB1184　形状和位置公差　未注公差的规定

GB1220　不锈钢棒

GB1689　硫化橡胶耐磨性能的测定（用阿克隆磨耗机）

GB2828　逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB3216　离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

GB3512　橡胶热空气老化试验方法

GB5676　一般工程用铸造碳钢

GB7021　离心泵名词术语

GB9112　钢制管法兰类型

GB9439　灰铸铁件

GB10889　泵的振动测量与评价方法

GB10890　泵的噪声测量与评价方法

JB8　产品标牌

万水帕科技

JB2759 机电产品包装 通用技术条件
JB4297 泵产品 涂漆技术条件

3 术语

3.1 混流泵
叶轮中的液体沿着与主轴同心的锥面内排出的泵。

3.2 轴流泵
叶轮中的液体沿着与主轴同心的圆筒内排出的泵。

3.3 半调节
将叶片取下重新安装成需要的安装角度，达到改变工况目的的调节方法。

3.4 全调节
泵在运转中或停止运转后，通过液压或机械机构调整叶片的安装角度，达到改变工况目的的调节方法。

3.5 其他术语按 GB7021 的规定。

4 技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

如用户对产品有不同于本标准的要求时，按订货单和数据单［附录 B（参考件）］的规定执行。

4.1 性能

4.1.1 泵的性能参数应符合相应标准或订货单的规定，性能偏差按 GB3216C 级的规定。

4.1.2 制造厂应确定泵的允许工作范围，并绘出性能曲线（扬程、效率、轴功率、汽蚀余量与流量的关系曲线）。

对可调式叶轮的泵应给出叶片各安装角度的性能曲线（扬程、效率、轴功率与流量的关系曲线）。

对立式泵应给出泵叶轮中心线的最低淹没深度和提供进水流道的尺寸。

4.1.3 泵在允许工作范围内运转时，其振动烈度应符合 GB10889 的规定，当泵的转速小于 600r/min 时，按 600r/min 考核。

4.1.4 泵在允许工作范围内运转时，其噪声应符合 GB10890 的规定。

4.2 结构设计

4.2.1 原动机
原动机的功率通常应按图 1 选取。

4.2.2 临界转速
卧式泵的第一临界转速至少应高出最大允许连续运行转速 10%；立式泵的第一临界转速应满足式（1）的规定：

$$n \leqslant \frac{n_{c1}}{1.4} \tag{1}$$

式中：n——泵的最大允许连续转速，r/min；

农水机械技术

n_{c1}——第一临界转速，r/min。

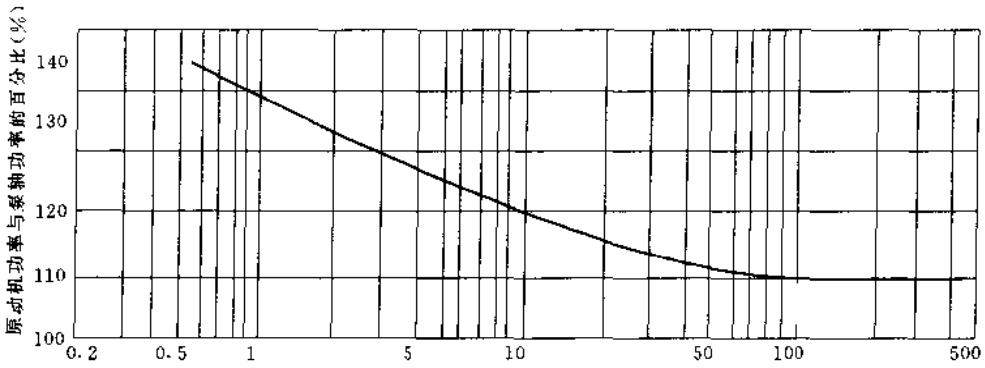


图 1

4.2.3 平衡

泵的旋转零、部件应作平衡，精度应不低于附录 A（补充件）中 G6.3 级。

可调式叶轮的平衡应按 4.4.1.5 条的规定。

4.2.4 承受压力的零件

4.2.4.1 受内压的壳体，包括轴封体和填料压盖等应能承受规定的工作压力和环境温度下的水压试验压力。

承受压力的零件应按工作压力 1.5 倍作水压试验，但最低压力应不低于 0.1MPa，在试压过程中应无渗漏。

4.2.4.2 泵的连接法兰应符合 GB9112 的规定。

4.2.5 叶轮

4.2.5.1 叶轮采用闭式、半开式或开式，其叶片可以设计成固定式、半调节或全调节式。

4.2.5.2 叶轮应可靠地固定在轴上，防止产生轴向和周向移动。

4.2.5.3 全调节叶轮内腔应作 0.36MPa 的油压试验，保压时间内不得有渗漏。

4.2.6 进水流道

立式泵的进水流道为泵整体设计的一部分，应合理确定进水流道的尺寸，并根据双方协议进行必要的试验。

4.2.7 间隙

4.2.7.1 密封环应可靠地固定在泵体或叶轮上，密封环间直径方向间隙应按表 1 的规定。

表 1 (mm)

密封环直径	≤75	>75～110	>110～140	>140～180
间隙	0.25	0.30	0.35	0.40
密封环直径	>180～220	>220～280	>280～340	>340～400
间隙	0.45	0.50	0.55	0.60

4.2.7.2 开式叶轮外圆与壳体的间隙应均匀，直径方向的最大间隙应符合下列规定：

江苏南科技

a. 叶轮直径小于 1000mm 时，为叶轮直径的 1.5/1000；

b. 叶轮直径大于 1000～2000mm 时，为 2mm；

c. 叶轮直径大于 2000mm 时，为叶轮直径的 1/1000。

半径方向上的最小间隙为直径方向最大间隙的 40%。

4.2.8 轴和轴套

4.2.8.1 轴应有足够的刚性，在计算确定轴的挠度时，不应考虑软填料的支承作用。

4.2.8.2 轴上的螺纹旋向在轴旋转时，应使螺母处于拧紧状态。轴应保留中心孔。

4.2.8.3 轴套应耐磨，轴套应可靠地固定在轴上，并应防止轴和轴套之间液体的渗漏。

对立式泵与导轴承配合处的轴颈应采用喷镀不锈钢、镶不锈钢套或镀铬。

4.2.8.4 装软填料的轴套端部应伸到填料压盖之外。

4.2.9 轴承

4.2.9.1 泵传动机构的轴通常采用油润滑的滚动轴承或锡基合金的滑动轴承。

4.2.9.2 滚动轴承的温度应不高出环境温度的 35℃，最高为 75℃。

4.2.9.3 立式泵的导轴承通常采用橡胶或增强树脂塑料水润滑滑动轴承。

常温下橡胶轴承直径间隙按式（2）计算：

$$\delta = 2 + \frac{2d}{1000} \tag{2}$$

式中：δ —— 轴承直径间隙，mm；

d —— 与轴承配合处的直径，mm。

4.2.9.4 橡胶轴承的物理性能应按表 2 的规定。

4.2.9.5 增强树脂塑料轴承的物理性能应按表 3 的规定。

表 2

要求项目	性能指标	检验标准
抗张强度	≥11.77MPa	GB527 GB528
伸长率	≥400%	
永久变形	≤40%	
邵尔 A 硬度	65～75	GB531
磨损	在磨耗试验机上试验时，<700cm³/kW·h	GB1689
老化	温度为 70℃时，在 72h 内，老化系数>0.8	GB3512
比压	橡胶轴承的比压≤0.5MPa	--

表 3

项目	增强树脂塑料		检验标准
比重	2.10±0.5		--
拉伸强度(MPa)	≥10.0	≥12.0	GB1033
断裂伸长率(%)	≥100	≥150	GB1040
邵尔硬度	≥70		--
磨痕宽度(mm)	≤6		

4.2.9.6 轴承体与外部相通的缝隙应能防止污物浸入和润滑油漏失。轴承体上部应设置放气塞，下部应设置放泄管堵。

4.2.10 轴封

4.2.10.1 泵的轴封一般采用软填料密封。

4.2.10.2 轴承体应设置能向导轴承内注入润滑水的孔。

4.2.10.3 在采用填料时，填料函外应有足够的空间，以便更换填料。

农业标准科技

4.2.11 联轴器

4.2.11.1 联轴器通常采用弹性联轴器，对由原动机承受推力的立式泵则采用刚性联轴器。

4.2.11.2 联轴器应能传递原动机的最大扭矩，其许用的转速应与原动机的转速相适应。

4.2.12 底座

4.2.12.1 底座应能承受由管路传来的力和力矩，且不致使泵和原动机的两半联轴器同轴度超过规定值。底座上应有足够数量的、直径不小于100mm的灌浆孔。

4.2.12.2 底座应延伸至泵和原动机的脚下。如原动机不由泵制造厂安装，底座应经机械加工，但不钻出装原动机用的孔。

4.2.12.3 泵的底座通常采用铸铁件，立式泵底座也可采用焊接钢结构或混凝土等，需灌浆的金属制的底座，在安装现场应除去防锈油漆。

4.3 主要零件材料

4.3.1 泵主要零件材料应按表4的规定。

4.3.2 泵用材料应有合格证或工厂检验数据，证明符合有关标准的规定。如用户要求，可提供材料的化学成分、力学性能和无损探伤试验报告。

表4

零件名称	材料牌号	标准代号
叶片	HT200	GB9439
	ZG230--450、ZG270—500	GB5676
导叶	HT200	GB9439
叶轮座		
叶轮外壳	ZG230—450、ZG270—500	GB5676
滑动轴承（轴瓦/轴承体）	ZChSnSb11--6/ZG230--450	GB1174/GB5676
	ZChSnSb11--6/HT200	GB1174/GB9439
	橡胶/HT200	GB9439
	塑料/HT200	
泵轴	35	GB699
传动轴	45	
轴套	1Cr18Ni9	GB1220
	HT200	GB9439
叶轮	HT200	GB9439
泵体		
泵盖		
轴承体		
密封环		

4.4 制造

4.4.1 铸件

4.4.1.1 铸件不应有影响力学性能的铸造缺陷。

4.4.1.2 铸件表面可用喷砂、喷丸或其他方法清理干净，分型面的飞边或浇、冒口的残余均应切除，使铸件表面齐平。

4.4.1.3 当铸造缺陷允许用焊接或其他工艺方法进行修补时，应符合有关标准的规定。禁止用塞堵、锤击、涂漆或浸渍等办法来修补承压铸件的渗漏处和缺陷。

4.4.1.4 铸件过流部位的尺寸偏差应符合下列规定：

a. 混流泵开式叶片表面应修整光洁，需用组合样板检查其工作面几何形状及尺寸时，检查部位见图2，其允许偏差应按表5的规定。

b. 轴流泵叶片表面应修整光洁，需用组合样板检查其工作面几何形状及尺寸时，检查部位见图3，其允许偏差应按表5的规定。

c. 导叶的尺寸检查部位见图4，其允许偏差应按表5的规定。

d. 混流泵叶轮尺寸检查部位见图5，其允许偏差应按表6的规定。

e. 壳体尺寸检查部位见图6，其允许偏差应按表6的规定。

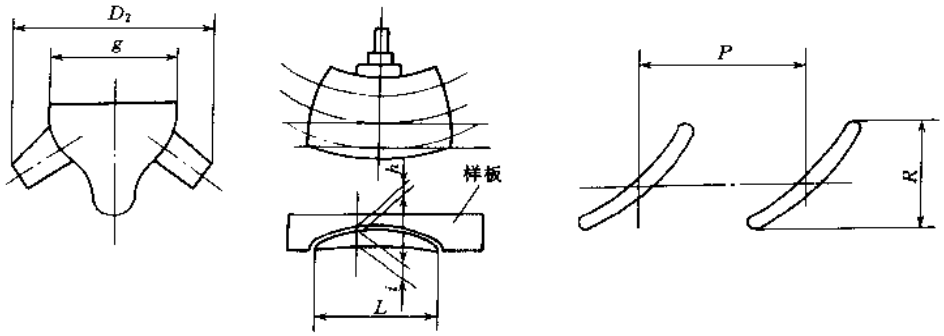


图 2

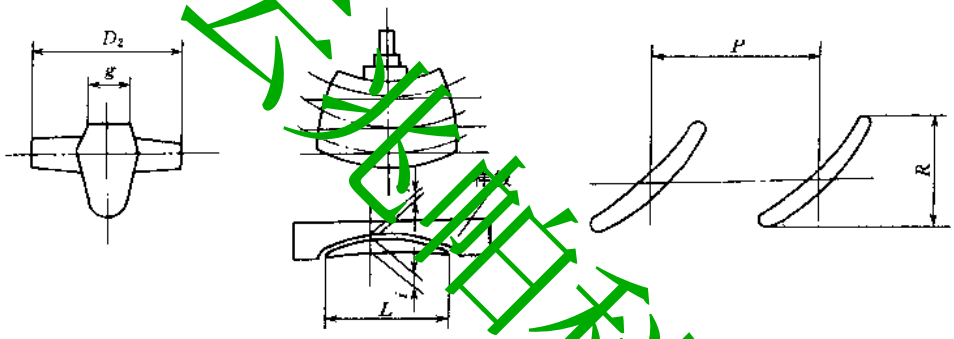


图 3

表 5 (mm)

零件名称	项　目	尺寸允许偏差，±%		备　注
		模型泵	实泵	
叶片	叶片节距 P	2	2	与名义尺寸之比
	安装高度 R		1	
	厚度 i	5	8	与各断面最大名义厚度之比
	外径 D_2	0.1	0.1	与名义外径尺寸之比
	断面形状 h		0.2	与名义尺寸之比
	弦长 L	1	1	
导叶	入口 h_1		2	
	入口 h_2			
	导叶入口节距 P'	2	3	
	导叶入口开度 n	5		

工发自动科技

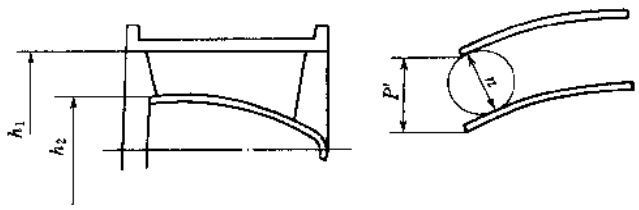


图 4

表 6 (mm)

零件名称	项目		尺寸允许偏差，±%		备注
			模型泵	实泵	
叶轮	外径	D_1	0.5		
		D_2			
	叶轮入口直径 g		0.2		与名义尺寸之比
	叶片入口边直径	h_1		—	
		h			
	出口宽度 b			2	与任意断面名义宽度之比
	叶片节距 P		2	3	与名义尺寸之比
	入口开度 n		3	—	
	出口开度 m				
	出口圆周方向的厚度 c				
壳体	吸入口内径 a		3	2	与名义尺寸之比
	排出口内径 a_1				
	排出口法兰至中心的距离 a_2				
	排出口中心至中心的距离 a_3				
	蜗室断面尺寸 a_4			—	

江水泵科技

4.4.1.5 叶片分组

可调式叶轮每组叶片各叶片之间重量差：叶轮直径小于 1000mm 时，为单叶片名义重量的 2%；叶轮直径大于或等于 1000mm 时，为单叶片名义重量的 4%。

单叶片重量允许偏差为叶片名义重量的 6%。

4.4.2 机械加工

4.4.2.1 叶轮座各叶片间安装孔的节距偏差：叶轮直径小于或等于 2000mm 时，偏差为名义节距的±0.3%；叶轮直径大于 2000mm 时，其偏差减半。

4.4.2.2 叶片安装孔的轴线在同一面上的偏差：叶轮直径小于或等于 2000mm 时，偏差为叶轮名义半径的±0.1%；叶轮直径大于 2000mm 时，其偏差减半。

4.4.2.3 叶片的零度线和叶轮座上的角度线应有明显的标记。

4.4.2.4 叶片装于叶轮座上时，安装角度偏差应为±15′，并检查叶轮外圆的圆跳动，其精度按 GB1184 的 9 级规定。

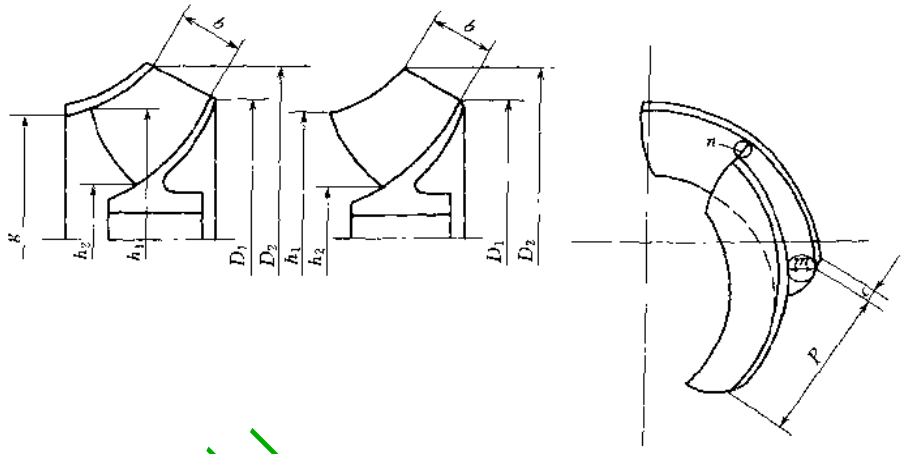


图 5

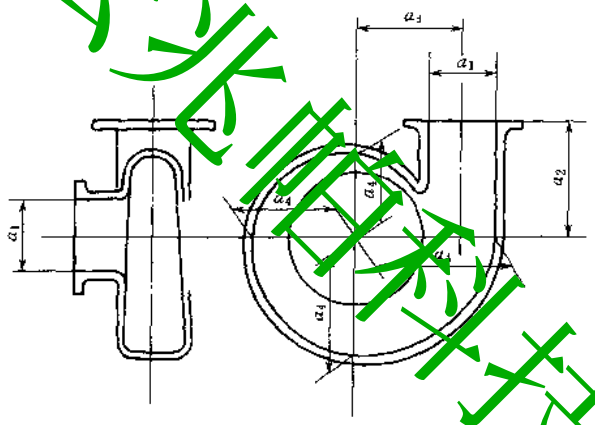


图 6

江苏省农科技

4.4.3 装配

4.4.3.1 泵的零件应在检查合格和清洗干净后，方可装配。

4.4.3.2 卧式混流泵转子部件应检查圆跳动，其公差按表 7 的规定。

表 7 (mm)

部位 \ 基本尺寸	≤50	>50～120	>120～260	>260～500	>500～800
叶轮与密封环配合处	0.05	0.07	0.08	0.09	0.13
轴套外圆	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11

4.4.3.3 零、部件的配合部位应能保证互换，泵的安装尺寸应与图样一致。

4.4.3.4 排出口直径小于 500mm 的泵，应整台出厂。凡因受起重、运输等条件不能整台出厂时，应在厂内预装。预装后各相关零、部件应作出标记。

4.4.3.5 泵装配完后，转动转子应灵活。

4.4.4 防锈和涂漆

4.4.4.1 泵在装配前和装配过程中应作如下防锈处理：

a. 流道和铸件的非加工表面去除铁锈和油污后涂防锈漆；

b. 加工的过水面涂以防锈油脂；

c. 轴承体储油室内表面应清理干净后涂耐油磁漆；

d. 轴、联轴器、轴套等外露加工表面应涂油脂或其他涂料进行防锈。

4.4.4.2 涂漆表面处理与涂漆技术要求按 JB4297 的规定。

4.4.4.3 泵经性能试验合格后，应除净泵内积水，并重新作防锈处理。

5 试验方法

5.1 材料的化学成分分析方法和力学性能试验方法按 4.3.1 条表 4 有关标准的规定。

5.2 承受压力的零件按 4.2.4.1 条的规定作水压试验，试验介质为常温清水，保压时间不少于 5min。

5.3 可调式叶轮内腔按 4.2.5.3 条的规定，用油作试验，保压时间不少于 5min。

5.4 泵的性能试验方法按 GB3216 的规定。

5.5 泵的噪声测量方法按 GB10890 的规定。

5.6 泵的振动测量方法按 GB10889 的规定。但在测量泵转速小于 600r/min 的振动时，所选用的测量仪器（包括传感器）频率响应范围的下限应不大于 2Hz。

6 检验规则

泵的检验分为型式检验和出厂检验。

6.1 型式检验

6.1.1 下列情况之一需进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大的改变，可能影响产品性能时；

c. 批量生产的产品，周期性的检验时；

d. 产品长期停产后，恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

6.1.2 检验项目应按 GB3216 的规定，同时应做振动和噪声的检验。

6.1.3 检验台数通常不少于 2 台。

6.2 出厂检验

6.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

6.2.2 检验项目应按 GB3216 的规定。

6.2.3 检验台数和检验规则应按 GB2828 的规定，抽样方法可采用一次或二次抽样，采用检查水平Ⅱ，合格质量水平 AQL 为 4。

制造厂由于设备条件限制不能进行型式和出厂检验时，可采用模型或现场试验。若采用模型检验时，模型泵的叶轮直径不小于 300mm。

万方数据科技

进水流道尺寸的试验可根据双方协议进行。

7 保证期

在用户选用产品恰当和遵守保管及使用规则的条件下，从制造厂发货之日起 18 个月内，连续运转不超过 12 个月，产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理、更换零件或产品（但不包括易损件）。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 铭牌

每台泵应在明显的位置上牢固地钉上产品铭牌，铭牌尺寸和技术要求按 JB8 的规定。铭牌应耐环境腐蚀，保证在使用期内字迹清晰。铭牌内容应包括：

a. 制造厂名称；

b. 泵的名称和型号；

c. 泵的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、配用功率（kW）、必需汽蚀余量或最低淹没深度（m）、泵的重量（kg）；

d. 泵的出厂编号和出厂日期。

8.1.2 泵的旋转方向应在明显位置用红色箭头表示。

8.2 包装和运输

8.2.1 泵的包装按 JB2759 的规定。

8.2.2 应采取措施以防在运输过程中由于振动和碰撞造成的轴承的损坏。

8.2.3 每台泵出厂时应随带下列文件，并封存在防水的袋内：

a. 产品合格证；

b. 装箱单；

c. 产品说明书。

8.3 贮存

泵在存放中应能防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为 12 个月，到期应进行检查、重新油封。

9 成套范围

用户可根据需要订购下列成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中写明：

a. 泵；

b. 电动机；

c. 传动装置；

d. 联轴器及防护罩；

e. 出水拍门；

f. 底座和地脚螺栓；

g. 易损件和专用工具。

万水电科技

附 录 A
允 许 偏 心 距
（补充件）

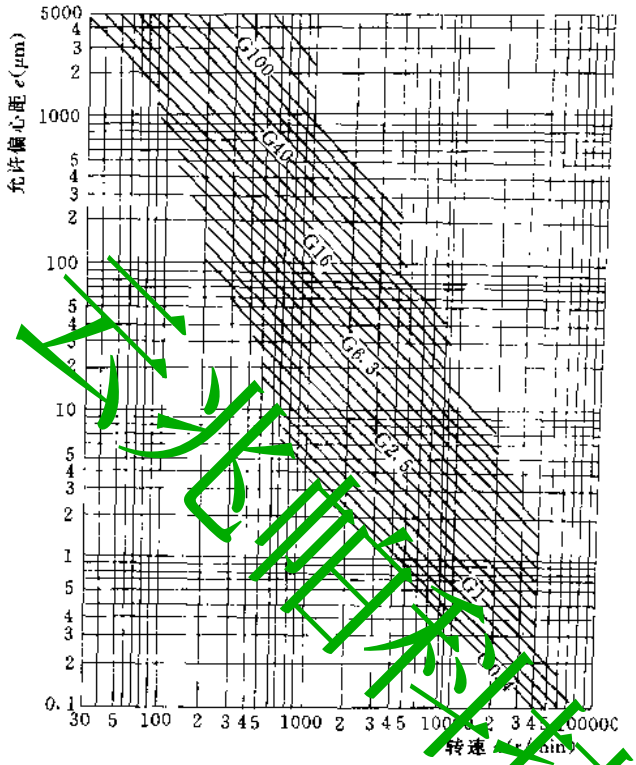


图 A1 允许偏心距

附 录 B
轴流泵、混流泵数据单
（参考件）

1		★ 装置：				★ 泵的用途：		
2		泵制造厂：				★ 技术条件：		
		需要台数	泵的型式和尺寸		泵制造厂出厂编号	原动机		机座号
			卧式	斜式 立式		种类	规格	
3	运转	★				★		
4	备用	★				★		
5		用户： 询价单号： 日期：				供货单位： 建议书号：		
6		定货单号： 日期：				合同号： 日期：		
7	★	现场条件：						

续表

工作条件													
8	★	介质			流量	额定值	m^3/s		汽蚀性能	淹没深度	m		
9	★	工作温度	C	★		叶片角度				最低水位	m		
10	★	工作温度时密度	kg/dm^3		扬程	额定值	m		泵额定转速		r/min		
11	★	介质含沙量	%	★		需要值	m		泵轴功率	额定值	kW		
12										正常值	kW		
13									最大值轴功率	额定叶轮直径时	kW		
14													
15									最大值轴功率	最大叶轮直径时	kW		
16						额定扬程/曲线上最大值	m						
17									原动机额定功率		kW		
结构特点													
18		泵承受额定压力	MPa	★		安装高度 L	mm	★	径向轴承	型式尺寸			
19	★	叶片 轴流式		★		进水流道型式		★	推力轴承				
20	★	叶片 混流式		★		出水法兰口径	mm	★	润滑方法/润滑工具				
21	★	叶片 调节方式						★	调节机构				
22	★	从联轴器端看的旋转方向 泵	顺时针/逆时针										
23		从联轴器端看的旋转方向 原动机	顺时针/逆时针										
24	★	试验压力	MPa										
辅助设备													
25	★	联轴器 制造厂		★		检查	要/否	★	原动机	供应单位			
26		联轴器 型式尺寸				拍门	要/否	★		合装单位			
27		联轴器 联轴器种类	弹性/刚性/膜片					★		底座			
28		联轴器 供应单位						★		地脚螺栓			
29								★		辅助管路供应单位			
材料													
30		叶片		★	叶片表面加工精度				联轴器	弹性联轴器			
31		导叶体			A	B	C			刚性联轴器			
32		动叶外圈								膜片联轴器			
33		泵轴											
34		传动轴											
试验													
35		试验	水静压		水力性能		汽蚀性能	检查		最终检查			
36		★ 目睹	要/否		要/否		要/否						
37		★ 标准											
电动机													
38		制造厂			相数：			电动机	立式/空心/实心				
39		型式			周波：	s^{-1}							
40		功率	kW		电压：	V							
41		转速	r/min		满载电流：	A							
汽轮机													
42		制造厂			功率：	kW		转速：	r/mn				
43		型式			蒸汽消耗量	t/h							

注：有符号★的栏由用户在询价时填写。

行业标准

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由上海水泵厂负责起草。

本标准起草人：陈玉华。

本标准自实施之日起，原专业标准 ZBJ71009—88《轴流式清水泵　技术条件》作废。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

大、中型立式混流泵　型式与基本参数

JB/T6433—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了大、中型立式混流泵（以下简称“泵”）的型式与基本参数。

本标准适用于输送清水或物理性质类似于水的其他液体的泵，被输送液体的温度不高于50℃。

2　引用标准

GB/T13008　混流泵、轴流泵　技术条件

3　型式与基本参数

3.1　型式

3.1.1　按检拆型式分为：

a. 可抽出式；

b. 不可抽出式。

3.1.2　按压水室型式分为：

a. 导叶式；

b. 涡壳式。

3.1.3　按叶片调节型式分为：

a. 固定式；

b. 半调节式；

c. 全调节式。

3.1.4　进水流道型式

泵进口采用喇叭形进水流道，当排出口公称直径大于1200mm时，可采用肘形进水流道。

3.1.5　最低进水水位

泵进水口应淹没于最低进水水位以下一定深度。具体淹没深度由制造厂给定。

3.2　基本参数

3.2.1　泵的基本参数应符合表的规定，表中基本参数为常温清水时规定点的值。

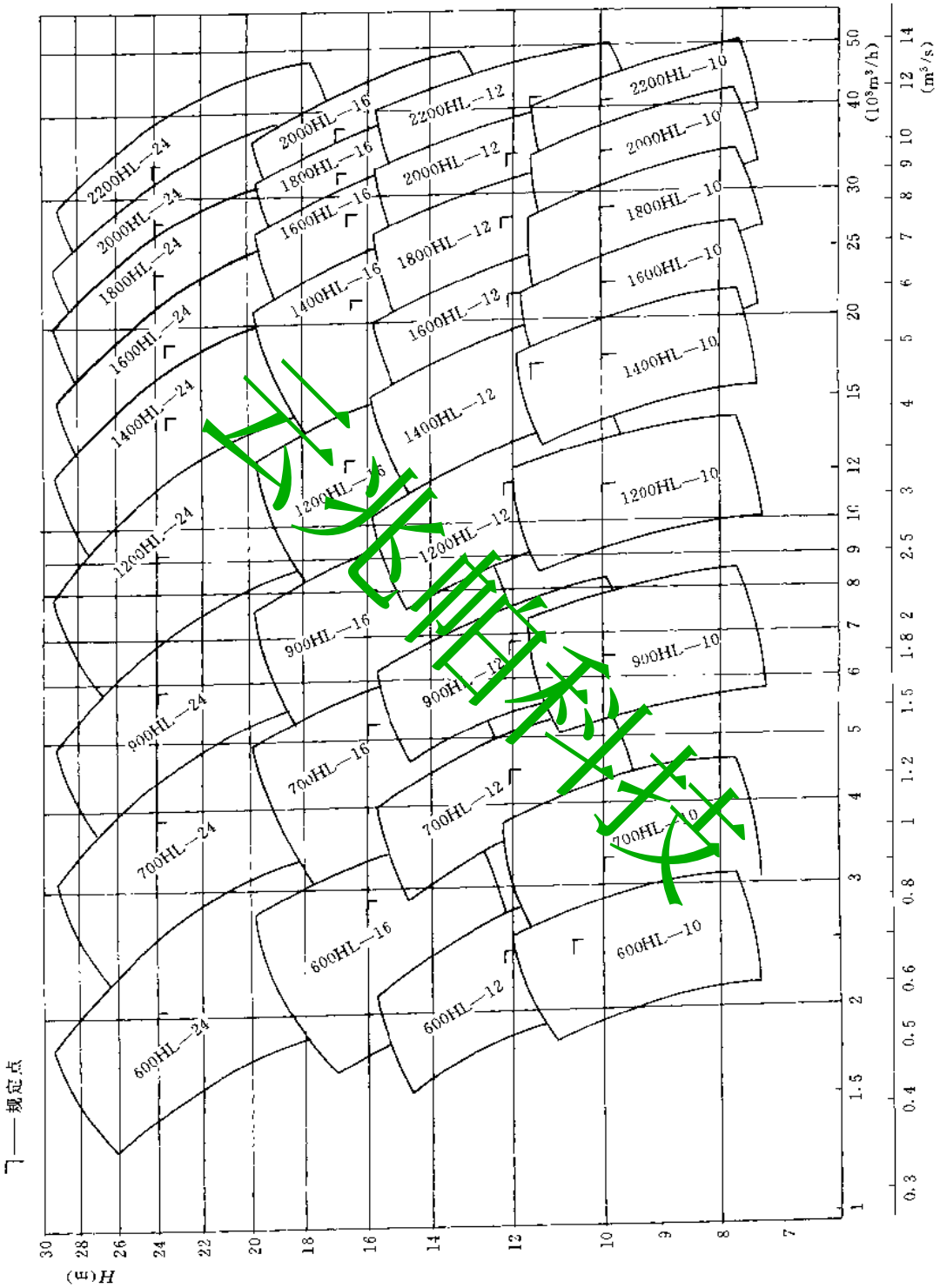
万水帕科技

3.2.2 泵的工作范围见图，规定点流量范围为 0.57～11.38m³/s，扬程范围为 10～24m。

3.2.3 表中所列基本参数的检验与偏差按 GB/T13008 的规定。

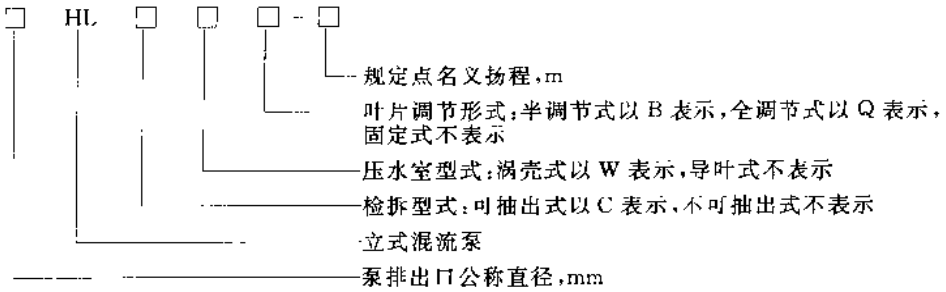
型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η
	(m^3/h)	(m^3/s)	(m)	(r/min)	(%)
600HL—10	2520	0.7	10.5	980	83.6
600HL—12	2459	0.683	12		
600HL—16	2908	0.807	16		84.3
600HL—24	2052	0.57	24		
700HL—10	3240	0.9	10	730	
700HL—12	4426	1.229	12		
700HL—16	5206	1.446	16		85.0
700HL—24	3744	1.04	24		85.2
900HL—10	6495	1.804	10	590	84.9
900HL—12	6768	1.88	12		85.0
900HL—16	8090	2.225	16		85.6
900HL—24	5688	1.58	24		85.8
1200HL—10	11790	3.275	10	485	85.6
1200HL—12	11326	3.146	12		
1200HL—16	12492	3.47	16.5		86.2
1200HL—24	9072	2.52	24		86.7
1400HL—10	17460	4.85	10	365	86.1
1400HL—12	17280	4.8	11.5		86.2
1400HL—16	21348	5.93	16.5		87.8
1400HL—24	14328	3.98	23.5		87.0
1600HL—10	21960	6.1	10	322	86.4
1600HL—12	21060	5.85	12		
1600HL—16	27828	7.73	16.5		87.1
1600HL—24	18396	5.11	23.5		87.3
1800HL—10	28440	7.9	10	300	86.6
1800HL—12	28051	7.792	12.2		
1800HL—16	32400	9	16.8		87.2
1800HL—24	22968	6.38	24		87.5
2000HL—10	34344	9.54	10	273	86.6
2000HL—12	34080	9.467	12		86.9
2000HL—16	34790	10.872	16.8		87.3
2000HL—24	26640	7.4	24		87.7
2200HL—10	40968	11.38	10	250	87.0
2200HL—12	40392	11.22	11.5		
2200HL—24	33048	9.18	24		87.9

江苏恒科技术


2200HL—24
2000HL—24
1800HL—24
1600HL—24
1400HL—24
1200HL—24
900HL—24
700HL—24
600HL—24
2200HL—16
2000HL—16
1800HL—16
1600HL—16
1400HL—16
1200HL—16
900HL—16
700HL—16
600HL—16
2200HL—12
2000HL—12
1800HL—12
1600HL—12
1400HL—12
1200HL—12
900HL—12
700HL—12
600HL—12
2200HL—10
2000HL—10
1800HL—10
1600HL—10
1400HL—10
1200HL—10
900HL—10
700HL—10
600HL—10
H(m)
Q(10³m³/h)
Q(m³/s)
┐——规定点

技术性文件

3.3 型号表示方法



型号示例：

排出口公称直径为 1800mm，不可抽出式、涡壳式、全调节式，规定点扬程为 16.8m 的立式混流泵：1800HLWQ—16。

4 旋转方向

泵的旋转方向，从驱动端俯视，泵为顺时针方向旋转。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由上海水泵厂负责起草。

本标准主要起草人：唐力行、顾雅萍。

五洲恒科技

中华人民共和国机械行业标准

导叶式混流泵　型式与基本参数

JB/T6666.1－93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了导叶式混流泵的型式、型号和基本参数等。

本标准适用于流量为45～12000m³/h，扬程为3～24m，输送温度不高于50℃的清水或水质符合GB5084规定的水的导叶式混流泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB5084	农田灌溉水质标准
GB/T13006	离心泵、混流泵和轴流泵　汽蚀余量
JB/T6666.2	导叶式混流泵　技术条件

3　型式

3.1　泵按叶片调节型式分为：

a. 叶片固定式；

b. 叶片半调节式；

c. 叶片全调节式。

出口直径小于300mm的泵一般为叶片固定式，出口直径大于等于300mm的泵可做成叶片半调节式或叶片全调节式（机械调节式或液压调节式）。

3.2　泵分为立、卧两种结构型式。

3.3　泵的旋转方向从驱动端看，泵轴为顺时针方向旋转。

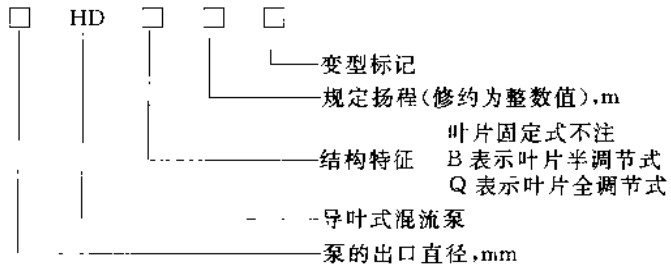
3.4　进水流道：泵出口直径小于等于900mm时，泵进口一般采用喇叭形或锥形进水管；泵出口直径大于900mm时可采用肘形进水流道。

4　型号

4.1　型号表示方法

泵的型号由大写拉丁字母和阿拉伯数字等组成，其意义如下：

万水电科技



4.2 标记示例

出口直径为 350mm，规定扬程为 18m，叶片半调节式的导叶式混流泵，其标记为：

350HDB—18

5 基本参数

5.1 在常温清水的试验条件下，泵规定性能点的基本参数应符合表 1 的规定（对出口直径小于 150mm 的泵，当泵体潜入水中工作时，可不考核其临界汽蚀余量）。

5.2 泵基本参数的偏差应符合 GB3216 中 C 级的规定。

5.3 泵应在图 1 推荐的流量、扬程范围内工作

5.4 对于其他与本标准规定不符的泵，应符合下列规定：

a. 泵规定效率应不低于表 1 中相同出口直径、相近比转数的泵的规定效率值；

b. 泵规定临界汽蚀余量应不大于 GB [illegible] 的规定值。

c. 配套动力机的功率备用系数一般为 1.1～1.3；

d. 其他技术要求应符合 JB/T6666.2 的规定。

非定制科技

表 1

序号	型号	流量 (m^3/h)	流量 (L/s)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	名义比转数
1	80HD—3A	45	12.5	3.0	1450	70.0	0.75	2.0	250
2	80HD—3			3.2	2900	71.0	1.1	2.6	500
3	80HD—5			5.1		72.0			350
4	80HD—7			7.0			1.5		250
5	100HD—3	90	25	3.2	1450	74.0		2.0	350
6	100HD—5			5.0	2900	73.0	2.2	4.0	500
7	100HD—7			7.0		74.0	3		350
8	100HD—11			10.5			4		250
9	125HD—4	100	28	3.6	1450	77.5	1.5	2.0	350
10	150HD—3	180	50	3.2			3	2.7	500
11	150HD—5			5.1		79.0	4		350
12	150HD—7			6.8			5.5		250
13	150HD—9			9.0			7.5		
14	200HD—5	360	100	5.0		78.0		4.1	500
15	200HD—8			8.0		80.5	11		350
16	200HD—10			10.0			15		250
17	200HD—13			12.5			18.5		

续表 1

序号	型号	流量		扬程	转速	效率	配套功率	临界汽蚀余量	名义比转数
		(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(kW)	(m)	
18	250HD -7	648	180	7.4	1450	80.5	18.5	6.1	500
19	250HD 12			11.9		81.0	30		350
20	250HD—16			16.0			45		250
21	250HD—19			19.0			55		
22	300HD—9	900	250	8.5			30	7.7	500
23	300HD—13			12.5		82.0	45		350
24	300HD—19			18.5			75		250
25	300HD -24			23.5			90		
26	250HD—9	1260	350	9.0			45	9.2	600
27	350HD—12			11.5			55		500
28	350HD -19			18.5		83.5	90		350
29	350HD 24			24.0		83.0	110		250
30	400HD -8	1650	460	8.0	980	82.0	55	6.9	500
31	400HD—12			12.0		83.0	75		350
32	400HD 17			17.0			110		250
33	400HD—23			23.0			160		
34	500HD- 9	2520	700	8.5			90	9.0	600
35	500HD -12			11.5			110		500
36	500HD -17			17.2		84.0	160		350
37	500HD—23			23.2			220		250
38	600HD—9	3400	944	9.0	730	83.0	132	7.6	500
39	600HD—13			12.5		84.0	160		350
40	600HD -16			16.0			220		
41	600HD—24			23.5			315		250
42	700HD—9	4860	1350	9.0		83.5	185	9.0	600
43	700HD- 12			11.5		84.0	250		500
44	700HD—16			16.0		84.5	315		350
45	700HD 24			24.0			450		250
46	800HD—9	6660	1850	9.0	590	84.0	250	8.8	600
47	800HD—12			11.5			355		500
48	800HD -16			16.0		84.5	400		350
49	800HD -24			24.0			630		250
50	900HD—9	7970	2214	9.0	590	84.5	280	9.5	600
51	900HD 12			12.0		85.0	400		500
52	900HD- 16			16.0		85.5	500		350
53	900HD—24			24.0			710		250
54	1200HD—10	12000	3333	9.5	490		450	9.8	600
55	1200HD—12			12.0			560		500
56	1200HD 17			16.5		86.5	800		350
57	1200HD—24			24.0			1120		250

注：表 1 中所列的泵型为叶片固定式结构，其配套功率为推荐值，当采用叶片半调节式或叶片全调节式结构时，可在满足配套合理性要求的条件下选用其他配套功率值。

行业标准

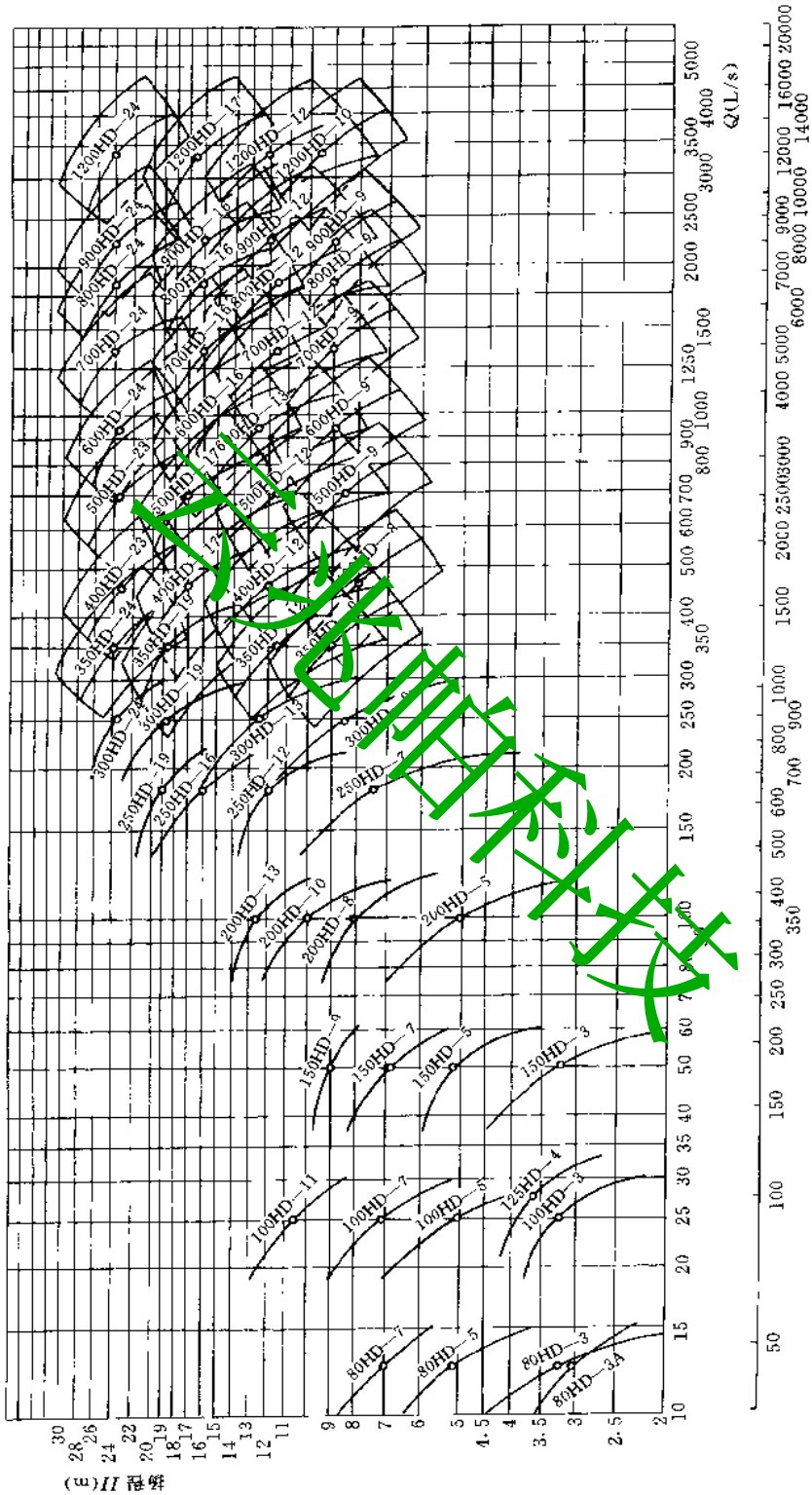


图 1 导叶式混流泵系列型谱图

水泵技术

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院、湖北省机电研究院负责起草。

本标准主要起草人：李云虎　金基英。

自本标准实施之日起，NJ314-84《导叶式混流泵　型式与基本参数》作废。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

导叶式混流泵　技术条件

JB/T6666.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了导叶式混流泵的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装等。

本标准适用于流量为45～12000m³/h，扬程为3～24m，输送温度不高于50℃的清水或水质符合GB5084规定的水的导叶式混流泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB307.3	滚动轴承　一般技术要求
GB527	硫化橡胶物理试验的一般要求
GB528	硫化橡胶拉伸性能的测定
GB531	橡胶邵尔A型硬度　试验方法
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB977	灰铸铁　机械性能试验方法
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
GB1348	球墨铸铁件
GB1689	硫化橡胶耐磨性能的测定（用阿克隆磨耗机）
GB1804	公差与配合　未注公差尺寸的极限偏差
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB3512	橡胶热空气老化　试验方法
GB4216	灰铸铁管法兰尺寸
GB5084	农田灌溉水质标准
GB5676	一般工程用铸造碳素钢
GB9239	刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法

万农电科技

GB/T13306 标牌
GB/T13384 机电产品包装 通用技术条件
JB/T4297 泵产品涂漆 技术条件
JB/T6666.1 导叶式混流泵 型式与基本参数

3 技术要求

3.1 一般要求

3.1.1 泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 泵最高工作压力不得大于泵进、出口法兰的公称压力。

3.1.3 制造厂应给出每台泵的性能曲线（扬程、效率、轴功率、汽蚀余量对流量的关系曲线），对可调式叶轮应给出叶片各安装角度的性能曲线。泵的使用范围推荐为 $0.75Q_p$～$1.2Q_p$（Q_p为规定点的流量）。

3.1.4 泵配套动力机的功率备用系数一般为 1.1～1.3。

3.1.5 对立式泵应给出泵叶片出口边上沿的最小淹没深度，对出口直径 900mm 以上的泵应提供进水流道的尺寸。

3.1.6 卧式泵的第一临界转速至少应高出最大允许连续运转转速 10%。

对出口直径大于 350mm 的立式泵的第一临界转速应满足公式（1）的规定。

$$n \leqslant \frac{n_{c1}}{1.1} \tag{1}$$

式中：n——泵的最大允许连续转速，r/min；

n_{c1}——泵的第一临界转速，r/min。

3.2 性能

3.2.1 泵规定性能点的基本参数应符合 JB/T6666.1 的规定。

3.2.2 泵基本参数的偏差应符合 GB3216 中 C 级的规定。

3.3 结构

3.3.1 泵的结构型式应符合 JB/T6666.1 的规定。

3.3.2 泵的进、出口的连接法兰应符合 GB4216 的规定。

3.3.3 叶轮采用闭式、半开式或开式，其叶片可设计成固定式、半调节式或全调节式。

对于半调节式或全调节式叶片的叶轮座各叶片间安装孔节距偏差不得超过节距基本尺寸的±0.1%。

叶片的零度线在叶轮座上的安装角度偏差不得超过±15′，叶片外圆对转子轴线径向跳动公差的精度应符合 GB1184 规定的 9 级。

对于半开式或开式叶轮，叶片外圆与叶轮外壳的间隙应均匀，直径方向的实际间隙应根据表 1 选取；对于闭式叶轮，密封环直径方向的间隙应根据表 2 选取。

3.3.4 泵叶轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的圆周方向和轴向的移动。

3.3.5 泵轴两端的中心孔应保留，泵轴上的螺纹旋向，当泵轴按规定方向旋转时应使螺母拧紧。

3.3.6 轴套与导轴承配合处一般采用镀铬，其镀层厚度为 0.05～0.12mm 或采用不锈钢材料的轴套。

仅供试读

表 1 (mm)

叶轮直径	叶片外圆与叶轮外壳直径方向间隙
≥80～220	0.4～0.8
>220～380	0.6～1.0
>380～550	0.8～1.2
>550～880	1.0～1.5
>880～1320	1.2～1.8

表 2 (mm)

叶轮直径	密封环直径方向间隙
≥70～180	0.3～0.4
>180～315	0.4～0.5
>315～450	0.5～0.6
>450～720	0.6～0.8
>720～1080	0.8～1.0

3.4 轴封

3.4.1 泵的轴封一般采用软填料密封，其填料函外应有便于更换填料的足够空间。

3.4.2 采用软填料密封时，轴上应有护轴套，轴套表面不得有擦痕、锈斑等缺陷。

3.5 轴承与润滑

3.5.1 泵传动机构的轴承应采用符合 GB307.3 规定的滚动轴承。

3.5.2 轴承的使用温度不得超过环境温度 40℃，最高工作温度不得超过 75℃。

3.5.3 轴承采用油脂润滑，油脂应定期更换。

3.5.4 泵导轴承一般应采用橡胶轴承，其物理性能应不低于表 3 的规定。

表 3 (mm)

项 目	性能指标	检验标准
拉伸强度	≥11.77MPa	GB527 GB528
扯断伸长率	≥100%	
扯断永久变形	≤40%	
邵尔 A 硬度	65～75	GB531
磨耗量	在磨耗试验机上试验时≤0.2cm³/1.61km	GB1689
老 化	温度为 70℃，在 72h 内，老化系数≥0.8	GB3512
比 压	橡胶轴承的比压≤0.5MPa	—

3.5.5 橡胶轴承直径间隙在常温下按公式（2）计算：

$$S=0.2+\frac{2d}{1000} \qquad (2)$$

式中：S——轴承直径间隙，mm；

d——与导轴承配合处轴或轴套的直径，mm。

3.5.6 泵导轴承也可采用金属或塑料等材料的轴承，其技术要求应符合有关标准规定。

3.5.7 泵的轴承体上应设置向导轴承内注入润滑剂的孔。

3.6 联轴器

3.6.1 泵通常采用弹性联轴器，对由原动机承受推力的立式泵采用刚性联轴器。

3.6.2 联轴器应设防护罩。

3.6.3 联轴器应能传递原动机的最大扭矩，其许用转速应与原动机的转速相匹配，安装精度应符合有关标准的规定。

3.7 材料与外购件

3.7.1 泵所用材料必须有厂方合格证或质量保证书方可使用。

3.7.2 泵叶轮、导叶、叶片、叶轮外壳、叶轮座等应采用性能不低于表4中规定的材料制造。

3.7.3 泵轴应采用性能不低于GB699中规定的45钢的材料制造，并应进行调质处理。对轴径小于30mm，轴长大于2m的长轴允许采用性能不低于GB699规定的35冷拉圆钢制造。

表4

零件名称	材料		标准代号
叶片	叶轮直径≤900mm	HT200	GB9439
	叶轮直径≥900mm	QT42—10	GB1348
		ZG230-450、ZG270—500	GB5676
叶轮、导叶、叶轮外壳	HT200		GB9439
叶轮座	HT200		GB9439
	ZG230-450、ZG270-500		GB5676

3.7.4 外购件必须具有合格证或有效的质量保证证明文件。

3.8 铸件质量和尺寸偏差

3.8.1 铸件的技术要求应符合GB9439、GB1348和GB5676的规定。

3.8.2 铸造尺寸公差应符合图1和表5的规定。

3.8.3 叶轮和导叶的流道应修整光洁，应检查其几何形状及尺寸，检查部位见图1，其允许偏差应符合表5的规定。

表5

零件名称	项目	泵出口直径（mm）		
		≥80～350	>350～700	>700～1200
		尺寸允许偏差（%）		
固定式半开或闭式叶轮	外径 D_1、D_2	+0.6 -0.5	+0.5 -0.4	+0.4 -0.3
	进口直径 D_0	+0.25 -0.20	+0.20 -0.15	+0.15 -0.10
	出口宽度 B	+2.5 -2.0	+2.0 -1.5	+1.5 -1.0
	叶片厚度 S	+5.0 -3.5	+4.0 -3.0	+3.0 -2.5
	叶片进、出口节距 T	-3 -3		
半调节式或全调节式叶轮	叶片节距 P	+2 -2		
	安装高度 H	+1.5 -1.0	+1.2 -0.9	+1.0 -0.8
	厚度 i	+4.0 -6.0	+3.5 -5.0	+3.0 -4.0
	外径 D_2	+0.15 -0.10	+0.10 -0.08	+0.07 -0.06
	弦长 L	+1.2 -1.0	+1.0 -0.8	+0.8 -0.6
导叶	入口 h_1、h_2	+2.5 -2.5	+2.0 -2.0	+1.5 -1.5
	导叶入口节距 P_1	+3.5 -3.5	+3.0 -3.0	+2.5 -2.5
	导叶入口开度 h	+5.5 -5.5	+5.0 -5.0	+4.5 -4.5

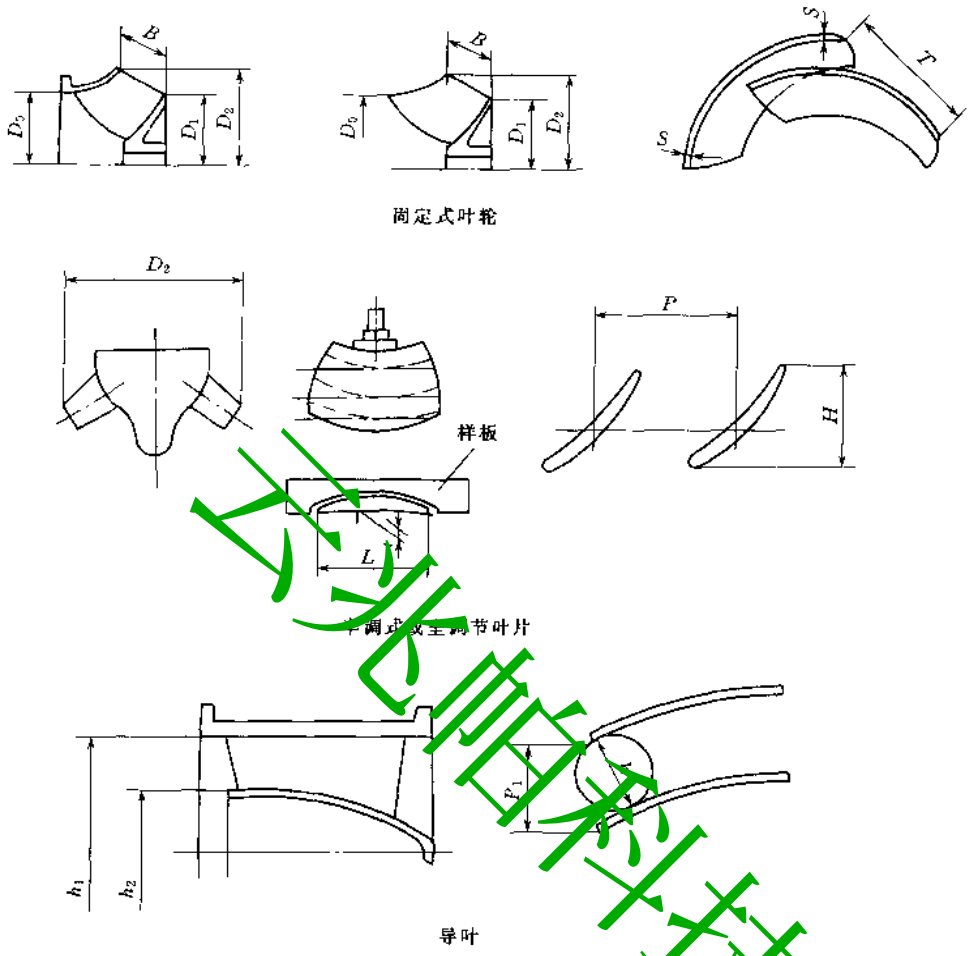


图 1

3.8.4 对半调节式和全调节式叶轮，泵每组叶片中各叶片间的重量差为单叶片名义重量的2%；单叶片重量允许偏差为名义重量的6%。

3.8.5 铸造表面应经喷砂、喷丸或其它方法清理干净。

3.9 公差与配合、表面粗糙度

3.9.1 泵主要部位的公差与配合精度、表面粗糙度参数 Ra 值应不低于表6的规定。

3.9.2 未注公差的机械加工尺寸的极限偏差应符合GB1804的规定，一般孔为H14、轴为h14、长度为Js14。

表6

配合部位	公差配合	表面粗糙度（μm）
叶轮与轴 轴套与轴	$\frac{H7}{h6}$	$\frac{3.2}{1.6}$
喇叭管与转轮室 转轮室与导叶体 导叶体与弯管	$\frac{H8}{f7}$、$\frac{H8}{g7}$、$\frac{H8}{f8}$	$\frac{6.3}{6.3}$
联轴器与轴	$\frac{H8}{h7}$	$\frac{3.2}{3.2}$

3.10 表面形状与位置公差

叶轮、喇叭管、转轮室、导叶体、弯管、轴、轴套、联轴器、轴

工业仪表科技

承座等主要零部件配合表面的表面形状与位置公差应不低于GB1184中规定的8级。

3.11 静平衡

3.11.1 叶轮、联轴器等转动件均应进行静平衡。平衡品质等级应不低于图2中G6.3级的规定。

平衡件最大外径上的平衡重量不得超过式（3）的计算值：

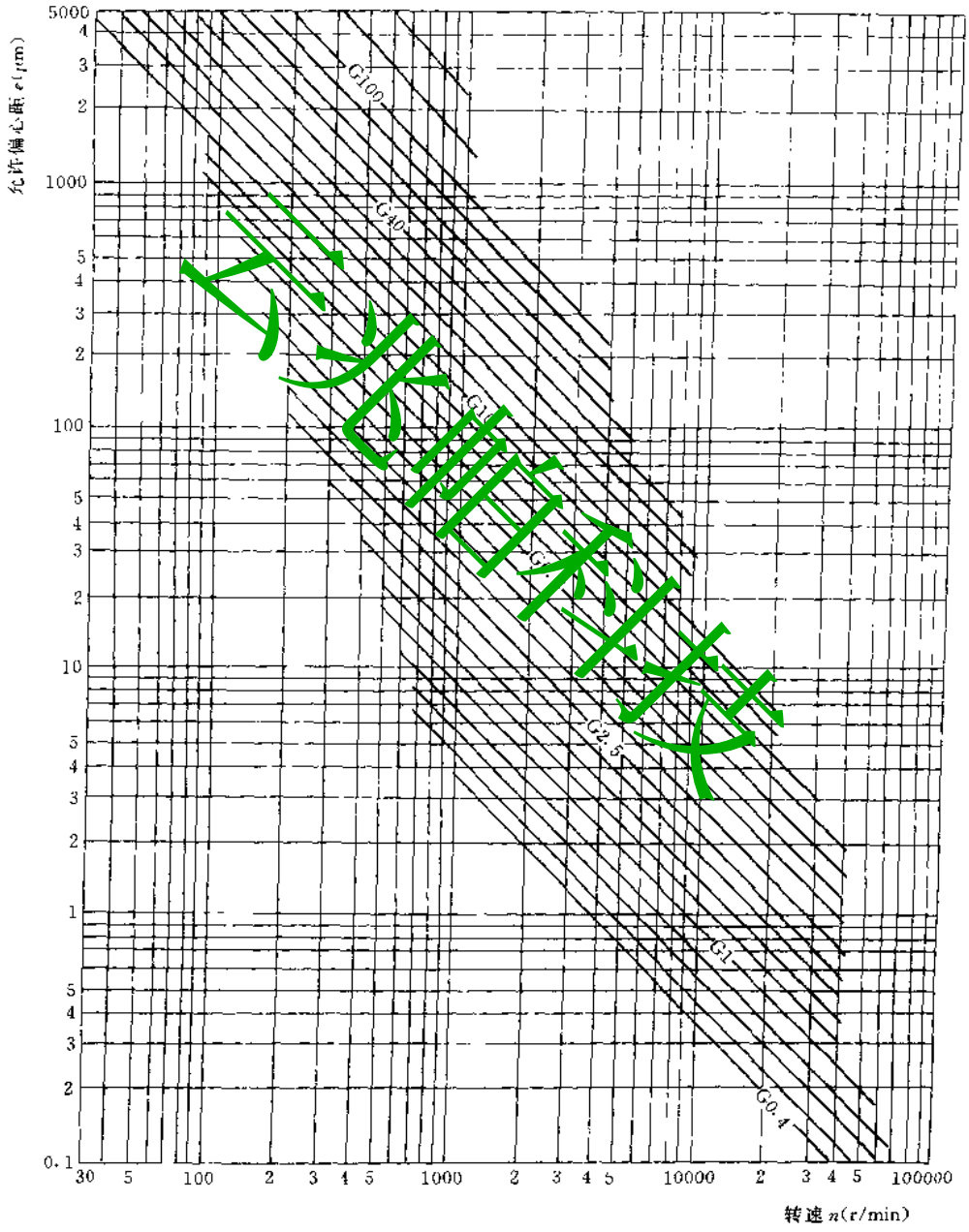


图2

工业软件资料

$$\Delta W=\frac{2e\cdot W}{D} \tag{3}$$

式中：e——允许偏心距，μm；

ΔW—— 最大外径处平衡重量，g；

W—— 平衡件重量，kg；

D —— 平衡件最大外径，mm。

3.11.2 可按图样规定切去多余金属求得平衡。对叶轮其盖板上被切去的厚度不得超过原来厚度的三分之一。

3.11.3 当由式（3）求得的平衡件最大外径处的平衡重量小于3g时，按3g计。

3.12 水压试验

泵体、泵盖等承受水压的零部件均应进行水压试验。在规定试验条件下的试验过程中不得有渗漏现象。

3.13 振动与噪声

3.13.1 泵在规定工作范围内工作时的噪声应符合GB10890中C级的规定。

3.13.2 泵在规定工作范围内工作时的振动烈度应符合GB10889中C级的规定。

3.13.3 在满足3.11.1～3.11.3规定的条件下，可不进行振动与噪声的测定。

3.14 装配

3.14.1 泵所有零件必须经检验合格后方可进行装配。

3.14.2 装配前必须清除叶轮、导叶体流道内、轴承体和弯管内的铁屑、积砂、疙瘩等。

3.14.3 出口直径大于500mm的泵不能整台出厂时，应在厂内预装各相关零、部件并作标记。

3.14.4 装配好的转子部件的径向圆跳动值不得超过表7的规定。

表7 （mm）

公称直径	径向圆跳动	
	叶片外圆面 叶轮进口密封外圆面	轴套外圆面
≤70	0.05	0.04
>70～200	0.07	0.06
>200～350	0.09	0.08
>350～500	0.11	0.09
>500～800	0.13	0.11
>800～1320	0.15	0.13

3.14.5 装配好的泵在填料未压紧时，用手转动转子应平稳灵活、无卡滞、碰擦现象。

3.15 涂漆和防锈

3.15.1 清除泵所有表面的铁锈和油污等，泵内表面与水接触的非加工表面应涂防锈底漆，与水接触的加工表面应涂防锈油脂；泵外表面的非加工表面应涂上底漆与面漆，涂漆应符合JB/T4297的规定，外露加工表面应涂硬化防锈油脂。

3.15.2 经防锈处理和表面涂漆后，泵进、出口一般应加封。

3.15.3 泵试验合格后，应除净泵内积水，并作防锈处理。

3.16 可靠性

3.16.1 泵在规定工作范围内运行时，平均首次故障前工作时间应不小于1500h。

3.16.2 进行可靠性试验时，除按制造厂规定要求进行维护保养，并按规定时间更换易损件外，不允许更换其他零部件。

万水泵科技

4 试验方法

4.1 材料的化学成分分析和力学性能试验按 GB977、GB9439、GB699、GB1348 和 GB5676 等有关标准的规定进行。

4.2 泵的流量、扬程、效率和汽蚀余量等性能的测定按 GB3216 的规定进行。

4.3 泵的噪声的测定按 GB10890 的规定进行。

4.4 泵的振动烈度的测定按 GB10889 的规定进行。

4.5 水压试验：给承受水压的零部件施加其工作压力 1.5 倍的试验压力，但最低压力不得低于 0.2MPa，压力持续时间不得少于 5min，观察试验过程中有无渗漏现象。

4.6 静平衡试验按 GB9239 的规定进行。

4.7 可靠性试验按有关可靠性试验评定方法标准的规定进行。

4.8 对于出口直径大于 500mm 的泵，制造厂不能进行出厂性能试验时，可采用模型试验或现场试验，试验方法由供需双方商定。若采用模型试验，模型泵的叶轮直径应不小于 300。

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的泵应经出厂检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a. 检查外观与涂漆质量；

b. 检查装配质量；

c. 静平衡试验；

d. 水压试验；

e. 检查是否有防护罩（配套动力机出厂时）；

f. 测定泵规定性能点的流量、扬程、轴功率和效率；

g. 运转试验：泵在规定转速及工作范围工况点运转，运转持续时间按 GB3216 的规定，检查运转是否平稳，运转过程中有无异常振动和噪声，并检查轴承温升及轴封泄漏等情况。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。可采用正常检查一次抽样方案、检查批为产品月（或日）产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅰ，合格质量水平（AQL）为 4.0；也可以由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 批量生产的产品，周期性的检验时（每年至少进行一次）；

云水信科技

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合GB2828的规定。推荐采用正常检查一次抽样方案、检查批应满足样本大小至少为2台，检查水平为特殊检查水平S-1，合格质量水平（AQL）为6.5。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

每台泵应在明显的部位设置标牌，标牌的尺寸和技术要求应符合GB/T13306的规定。其内容应包括：

a. 制造厂名称和商标；

b. 泵的名称和型号；

c. 泵规定的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、配套动力机额定功率（kW）、临界汽蚀余量（m），泵重量（kg）；

d. 出厂日期和出厂编号。

6.1.2 旋转方向

应在明显的位置用红色箭头标出泵轴的旋转方向。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应按GB/T13384的规定，特殊包装由供需双方协商确定。

6.2.2 每台泵出厂时应有下列随机附件和文件，文件应封存在防水的袋内：

a. 产品合格证和产品使用说明书；

b. 装箱单；

c. 其它与使用有关的技术资料。

6.2.3 应采取措施保证泵在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏及文件和附件遗失。

6.3 贮存

泵在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为12个月，到期应进行检查或更换。

7 成套范围和保证事项

7.1 成套范围

用户可以根据需要订购下列产品成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中说明：

a. 装配完整的泵或经预装后的全部零部件；

b. 配套电动机；

c. 传动装置；

江苏电科技

d. 附件：出水拍门、联轴器、防护罩等；

e. 底座和地脚螺栓；

f. 必需的易损件（油浸石棉盘根、轴套、导轴承等）；

g. 装拆专用工具。

7.2 保证事项

在用户遵守泵的运输、保管、安装和使用说明书规定的条件下，从制造厂发货日期起，在18个月内，累计运转不超过12个月，如产品确因制造不良发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户更换或修理，但易损件损坏时不在此限。如双方对产品质量发生争议时，应提交有关质量监督部门仲裁。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院、湖北省机电研究院负责起草。

本标准主要起草人：李云虎、金基英。

农业帕科技

中华人民共和国机械行业标准

蜗壳式混流泵　型式与基本参数

JB/T6667.1—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了蜗壳式混流泵的型式、型号和基本参数等。

本标准适用于流量为90～3654m^3/h，扬程为3～12.5m，输送温度不高于50℃的清水或水质符合GB5084规定的水的蜗壳式混流泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB5084	农田灌溉水质标准
JB/T6667.2	涡壳式混流泵　技术条件

3　型式

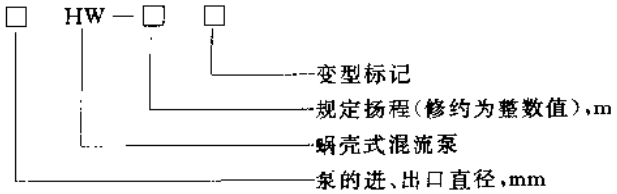
3.1　泵的结构型式为单级、轴向吸入、卧式，泵脚与泵体铸成一体，泵体进、出口直径相同。直径小于等于300mm的泵垂直向上出水，直径大于300mm的泵水平出水。

3.2　从泵进口方向看，叶轮一般为逆时针旋转。

4　型号

4.1　型号表示方法

泵的型号由大写拉丁字母和阿拉伯数字等组成，其意义如下：



4.2　标记示例

进、出口直径为300mm，规定扬程为12.5m的蜗壳式混流泵，其标记为：

300HW －12

万水电科技

表 1

序号	型号	流量 (m^3/h)	流量 (L/s)	扬程 (m)	转速 (r/min)	效率 (%)	配套功率 (kW)	临界汽蚀余量 (m)	名义比转数
1	100HW—5	90	25	5.2	2900	78.0	2.2	4.2	500
2	100HW-8			8.0		81.0	3	4.0	350
3	100HW-12	100	28	12.5			5.5		250
4	150HW—3	160	44	3.0	1450	79.0	2.2	3.2	500
5	150HW—5	180	50	5.0		82.0	4	3.0	350
6	150HW—8			8.0			5.5		250
7	150HW—12	200	56	12.5	2900		11	6.0	350
8	200HW—3	360	100	3.5	970	80.5	5.5	3.2	500
9	200HW—5			5.0	1450		7.5	4.2	
10	200HW—8			8.0		83.5	11	4.0	350
11	200HW—12			12.5			18.5		250
12	250HW—3	540	150	3.2	730	81.0	7.5	3.5	500
13	250HW—5			5.0	970	84.0	11		350
14	250HW—5A				1180	81.0		4.2	500
15	250HW—8			8.0	970	84.0	18.5	3.2	250
16	250HW—8A				1180			4.0	350
17	250HW-12	600	167	12.5	970		30	3.5	250
18	250HW—12A				1180	84.0		4.0	
19	300HW-5	792	220	5.0	970	82.0	18.5		500
20	300HW-7	780	217	7.0			22		350
21	300HW—8	792	220	7.8	970	85.5	30	4.0	350
22	300HW-12			12.5			37		250
23	350HW—8	1000	278	8.0		85.5	30	5.0	350
24	400HW—5	1440	400	5.0	730	83.0	45	4.0	500
25	400HW—8			8.0		86.0			350
26	400HW-12			12.5			70		250
27	500HW—6	1980	550	6.2	580	87.0	45	5.0	350
28	500HW—7	2340	650	7.0	730	84.0	60	5.5	500
29	500HW-11			11.0		87.0	95		350
30	600HW—7	3168	880	7.0	580	84.5	80		500
31	600HW-11			11.0		87.5	130		350
32	700HW—7	3654	1015	7.0		85.0	95		500
33	700HW—12			12.0		88.0	155		350

仅供试读

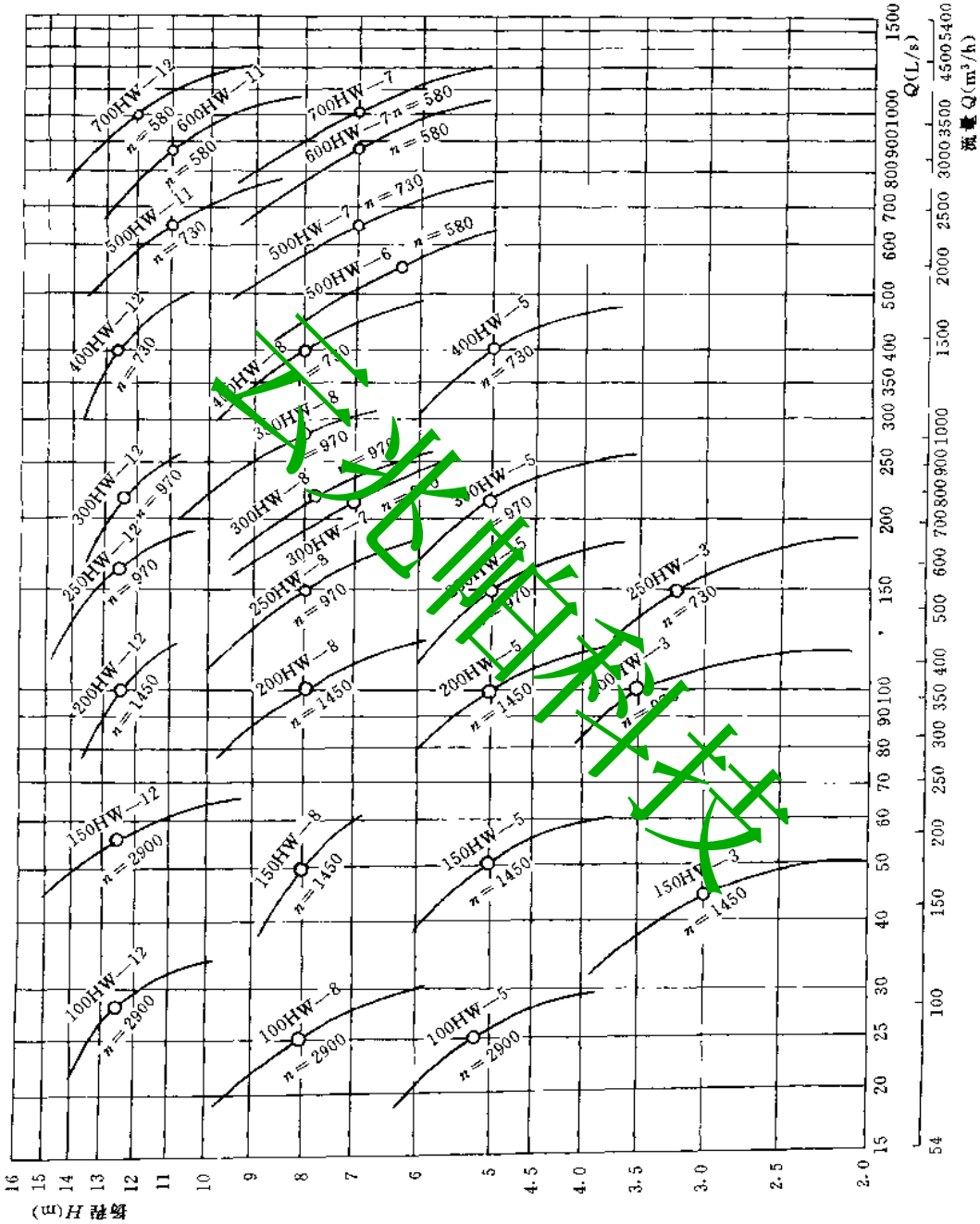


图 1 蜗壳式混流泵基本型系列型谱图

复制禁止

5 基本参数

5.1 在常温清水的试验条件下，泵规定性能点的基本参数应符合表1的规定。

5.2 泵基本参数的偏差应符合GB3216中C级的规定。

5.3 泵应在图1推荐的流量、扬程范围内工作。

5.4 对于其他与本标准规定不符的泵，应符合下列规定：

a. 泵规定效率应不低于表1中相同进、出口直径、相近比转数的泵的规定效率值；

b. 泵规定临界汽蚀余量应不大于表1中相同进、出口直径、相近比转数的泵的规定临界汽蚀余量值；

c. 配套动力机的功率备用系数一般为1.1～1.3；

d. 其他技术要求应符合JB/T6667.2的规定。

5.5 在符合本标准规定的条件下，泵可以通过转速的调整满足使用要求，推荐调速范围为其规定转速的±20%。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院负责、浙江省机电设计研究院参加起草。

本标准主要起草人：许光远　陈存东　李云虎。

本标准自实施之日起，NJ315—84《轴流式混流泵　型式与基本参数》作废。

工农电科技

中华人民共和国机械行业标准

蜗壳式混流泵　技术条件

JB/T6667.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了蜗壳式混流泵的技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装等。

本标准适用于流量为 9～3654m³/h，扬程为 3～12.5m，输送温度不高于 50℃的清水或水质符合 GB5084 规定的水的蜗壳式混流泵（以下简称泵）。

2　引用标准

GB276	滚动轴承　深沟球轴承　外形尺寸
GB307.3	滚动轴承　一般技术要求
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB977	灰铸铁　机械性能试验方法
GB1031	表面粗糙度　参数及其数值
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
GB1801	公差与配合　尺寸至 500mm　孔、轴公差与配合
GB1804	公差与配合　未注公差尺寸的极限偏差
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法
GB4216	灰铸铁管法兰尺寸
GB5084	农田灌溉水质标准
GB5661	轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB9239	刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装　通用技术条件
JB/T4297	泵产品涂漆　技术条件

万方数据科技

JB/T6667.1 蜗壳式混流泵 型式与基本参数

3 技术要求

3.1 一般要求

3.1.1 泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 泵最高工作压力不得大于泵进、出口法兰的公称压力。

3.1.3 制造厂应给出每台泵的性能曲线（扬程、效率、轴功率、汽蚀余量对流量的关系曲线）。泵的使用范围推荐为 $0.75Q_{sp}$～$1.2Q_{sp}$（Q_{sp}为规定点的流量）。

3.1.4 泵配套动力机的功率备用系数一般为 1.1～1.3。

3.2 性能

3.2.1 泵规定性能点的基本参数应符合 JB/T6667.1 的规定。

3.2.2 泵基本参数的偏差应符合 GB3216 中 C 级的规定。

3.3 结构

3.3.1 泵的结构型式应符合 JB/T6667.1 的规定。

3.3.2 泵的进、出口的法兰连接尺寸应符合 GB4216 的规定。

3.3.3 泵体一般应制成“前开门”或“后开门”的形式。

3.3.4 泵体上应设置引水孔、泄水孔和排气孔。

3.3.5 叶轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的圆周方向和轴向的移动。

3.3.6 泵盖和轴承体上应设置起盖螺孔。

3.3.7 泵轴两端的中心孔应保留，泵轴上的螺纹旋向，当泵轴按规定方向旋转时应使螺母拧紧。

3.3.8 泵轴上应装有挡水圈。

3.4 密封

3.4.1 进口密封

泵的叶轮进口一般采用端面密封，也可采用圆柱面密封。端面密封间隙应符合表 1 的规定，圆柱面密封间隙应符合表 2 的规定。

表 1 (mm)

进口直径	端面密封间隙
≥80～180	0.10～0.40
>180～315	0.20～0.50
>315～500	0.20～0.60
>500～750	0.20～0.70

表 2 (mm)

密封面公称直径	圆柱面密封间隙
≥80～180	0.40
>180～315	0.50
>315～500	0.65
>500～750	0.80

3.4.2 轴封

3.4.2.1 轴封可采用软填料密封、骨架橡胶油封或单端面机械密封，轴封的空腔尺寸应符合 GB5661 的规定。

3.4.2.2 采用软填料密封或骨架橡胶油封时，轴上应有护轴套，轴套表面不得有擦痕、锈斑等缺陷。

3.5 轴承与润滑

3.5.1 泵采用符合 GB276 规定的深沟球轴承，轴承制造质量应符合 GB307.3 的规定。

3.5.2 轴承的使用温度不得超过环境温度 40℃，最高工作温度不得超过 75℃。

3.5.3 轴承采用油脂润滑或润滑油润滑。润滑脂润滑时应设置油杯或油塞，润滑油润滑时应设置油面指示器或油标，并应在轴承体的下部位置设置排油油塞。

3.5.4 润滑油或润滑脂应定期更换。

3.6 联轴器和皮带轮

3.6.1 泵可通过弹性联轴器由原动机直接驱动，并应设置联轴器防护装置。联轴器的安装精度应符合有关标准的规定。

联轴器的两个半体应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动。

3.6.2 泵也可通过皮带轮由原动机驱动，皮带轮应可靠地固定在轴上，不得产生相对于轴的轴向和圆周方向的移动，并应设防护装置。皮带轮外径应满足泵规定转速的要求。

3.7 材料与外购件

3.7.1 泵所用材料和外购件必须有合格证或有效的质量保证书方可使用。

3.7.2 叶轮、泵体、密封环、泵盖、轴承体和轴套应采用性能不低于 GB9439 中规定的 HT200 的材料制造。

3.7.3 泵轴应采用性能不低于 GB699 中规定的 45 钢的材料制造；并应进行调质处理。

3.8 铸件质量和尺寸偏差

3.8.1 铸件的技术要求应符合 GB9439 的规定。

3.8.2 叶轮、泵体流道的铸造尺寸公差应符合图 1 和表 3 的规定。

表 3 (mm)

零件名称	项目	公称尺寸	允许公差
叶轮	外径 D_1、D_2	≤120	+2.0 −1.0
		>120～280	+2.5 −1.5
		>280～450	+3.5 −2.0
		>450～1000	+5.0 −3.0
	进口直径 D_0	≤80	+0.25 −0.15
		>80～200	+0.4 −0.2
		>200～400	+0.5 −0.3
		>400～800	+0.7 −0.4
	出口宽度 B	>15～30	+1.5 −0.5
		>30～50	+2.0 −0.5
		>30～120	+2.5 −1.0
		>120～280	+3.0 −1.5

机械电子技术

续表 3

零件名称	项　目	公称尺寸	允许公差
叶轮	叶片进、出口厚度 S	≤6	+0.5 −1.0
		>6～10	+0.5 −1.5
		>10～18	+0.5 −2.0
	叶片进、出口节距 T	≤80	3.0
		>80～220	4.5
		>220～450	7.0
		>450～800	10.0
泵　体	进、出口直径 D	>80～200	+4.0 −2.0
		>200～400	+5.0 −3.0
		>400～700	+6.0 −5.0
	出口法兰中心距 H_1	≤120	±2.5
		>120～250	±3.5
		>250～450	±4.0
		>450～1000	±5.5
	分型面上断面中心距 H_3	≤80	+2.5 −1.5
		>80～280	+4.5 −2.5
		>280～450	+5.5 −3.5
		>450～720	+7.0 −5.0

注：厚度 S 即叶片真实厚度或法向厚度。

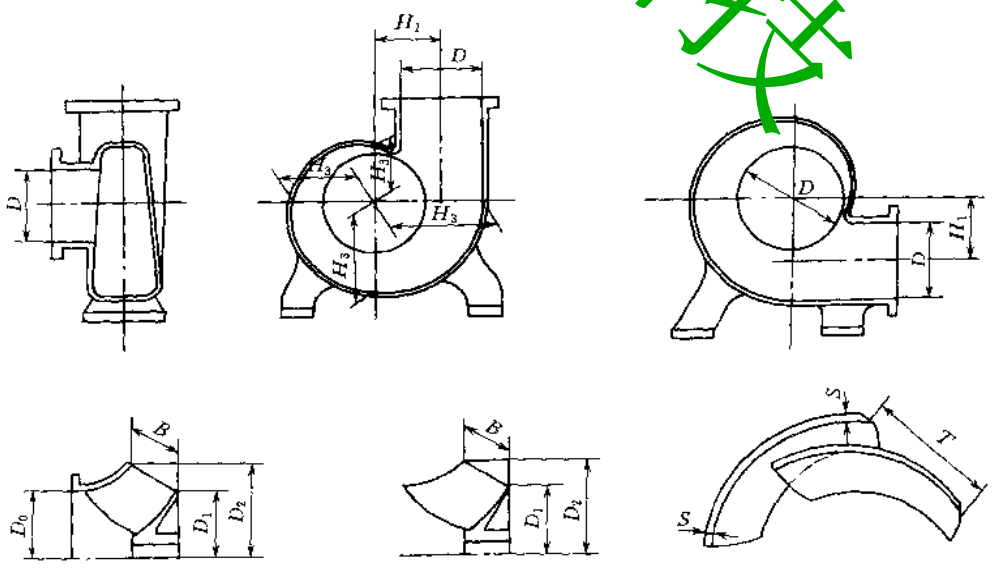


图 1

石光电科技

3.9 公差与配合、表面粗糙度

3.9.1 与轴承配合的轴颈的配合精度为 GB1801 中规定的 6 级；表面粗糙度为 GB1031 中规定的 1.6μm。

与轴配合的叶轮、皮带轮、联轴器内孔和轴承体内孔、与叶轮配合的轴颈的配合精度为 GB1801 中规定的 7 级，表面粗糙度为 GB1031 中规定的 3.2μm。

3.9.2 各主要结合面如止口、轴套、密封环内、外圆表面等的配合精度，孔为 8 级、外圆表面为 7 级，表面粗糙度为 6.3μm。

3.9.3 未注公差的机械加工尺寸的极限偏差应符合 GB1804 的规定，一般孔为 H14、轴为 h14、长度为 Js14。

3.10 表面形状与位置公差

叶轮、泵体、密封环、泵盖、轴、轴承体和轴套等主要零件配合表面的径向或端面圆跳动的公差值为 GB1184 中规定的 8 级。轴键槽的两侧面对轴线的对称度为 8 级，叶轮、联轴器和皮带轮的键槽两侧面对轴线的对称度为 9 级。

3.11 静平衡

3.11.1 叶轮、联轴器和皮带轮等转动件均应进行静平衡。平衡品质等级应不低于图 2 中 G6.3 级的规定。平衡件最大外径上的平衡重量不得超过式（1）的计算值：

$$\Delta W=\frac{2e\cdot W}{D} \qquad (1)$$

式中：e ——允许偏心距，μm；

ΔW——最大外径处平衡重量，g；

W——平衡件重量，kg；

D——平衡件最大外径，mm。

3.11.2 可按图样规定切去多余金属求得平衡。对叶轮其盖板被切去的厚度不得超过原来厚度的三分之一。

3.11.3 当由式（1）求得的平衡件最大外径处的平衡重量小于 3g 时，按 3g 计。

3.12 水压试验

泵体、泵盖等承受水压的零部件均应进行水压试验。在规定试验条件下的试验过程中不得有渗漏现象。

3.13 振动与噪声

3.13.1 泵在规定工作范围内工作时的噪声应符合 GB10890 中 C 级的规定。

3.13.2 泵在规定工作范围内工作时的振动烈度应符合 GB10889 中 C 级的规定。

3.13.3 在满足 3.11.1～3.11.3 规定的条件下，可不进行振动与噪声的测定。

3.14 装配与表面处理

3.14.1 泵所有零件必须经检验合格后方可进行装配。

3.14.2 装配前必须清除叶轮、泵体流道内和轴承体内的铁屑、积砂、疙瘩。与水接触的非加工表面应涂防锈底漆，与水接触的加工表面应涂防锈油脂，轴承体内非加工表面应涂耐油漆。

3.14.3 装配好的转子部件的端面（或径向）圆跳动不得超过表 4 的规定。

仅供试阅

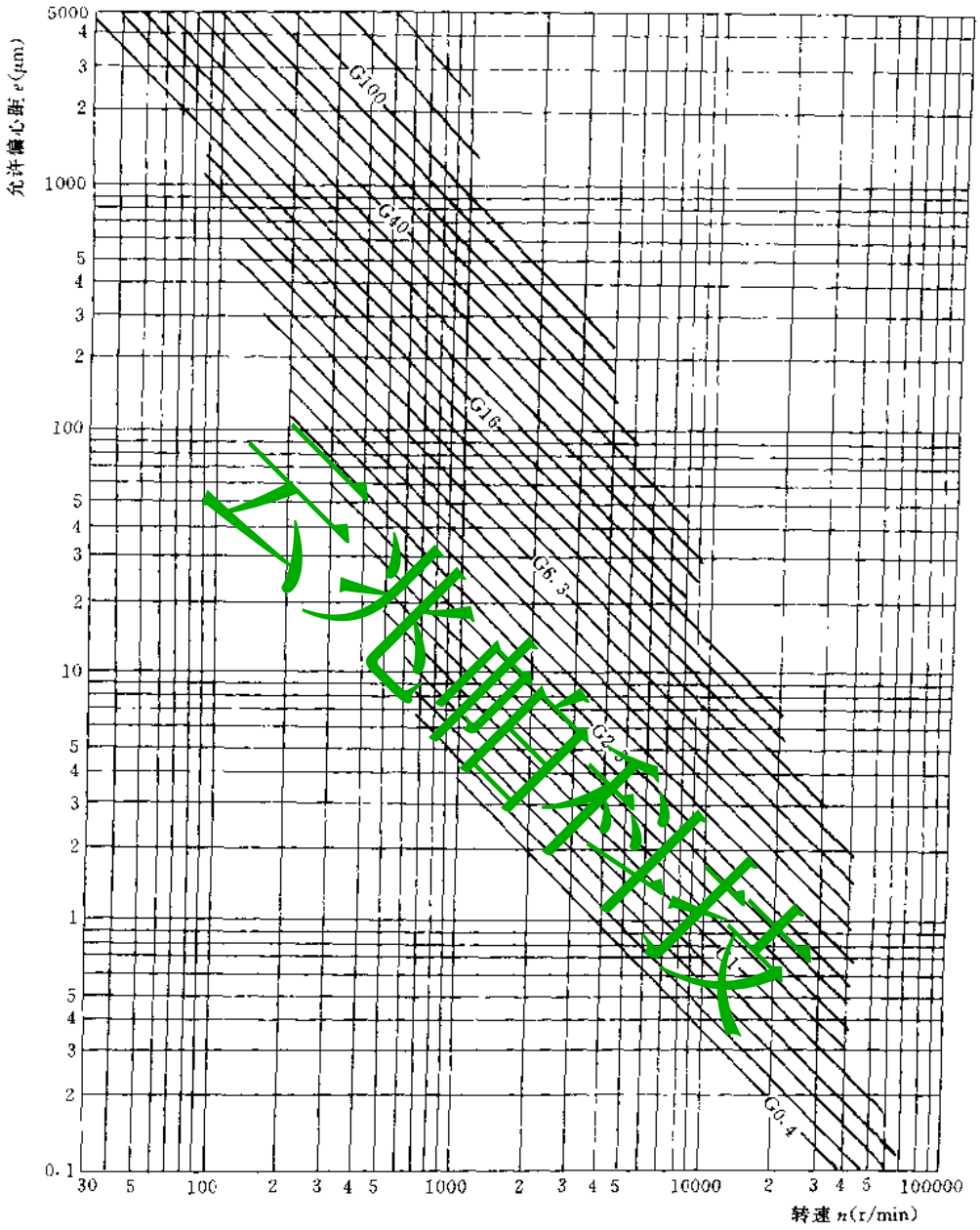


图 2

3.14.4 装配好的泵在未装填料时，用手转动转子应平稳灵活、无卡滞、碰撞现象。

3.14.5 清除泵外表面铁锈和油污，非加工表面应涂上底漆与面漆，涂漆应符合 JB/T4297 的规定；外露加工表面应涂防锈油脂。

3.14.6 经防锈处理和表面涂漆后，泵进、出口应加封。

3.14.7 泵试验合格后，应除净泵内积水，并应作防锈处理。

3.15 可靠性

3.15.1 泵在规定工作范围内运行时，平均首次故障前工作时间应不小于1500h。

3.15.2 进行可靠性试验时，除按制造厂规定要求进行维护保养，并按规定时间更换易损件外，不允许更换其他零部件。

表4 (mm)

公称直径	圆跳动
	叶轮进口密封端面（或径向密封外圆面）
≤50	0.08
>50～120	0.10
>120～260	0.12
>260～500	0.15
>500～800	0.20

4 试验方法

4.1 材料的化学成分分析和力学性能试验按GB977、GB9439和GB699等有关标准的规定进行。

4.2 泵的流量、扬程、效率和汽蚀余量等性能的测定按GB3216的规定进行。

4.3 泵的噪声的测定按GB10890的规定进行。

4.4 泵的振动烈度的测定按GB10889的规定进行。

4.5 水压试验：给承受水压的零部件施加其工作压力1.5倍的试验压力，但最低压力不得低于0.2MPa，压力持续时间不得少于5min，观察试验过程中有无渗漏现象。

4.6 静平衡试验按GB9239的规定进行。

4.7 可靠性试验按有关可靠性试验评定方法标准的规定进行。

4.8 对于出口直径大于500mm的泵，制造厂不能进行出厂性能试验时，可采用模型试验或现场试验，试验方法由供需双方商定。若采用模型试验，模型泵的叶轮直径应不小于300mm。

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的泵应经出厂检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a. 检查外观和涂漆质量；

b. 检查装配质量；

c. 静平衡试验；

d. 水压试验；

e. 测定泵规定性能点的流量、扬程、轴功率和效率；

f. 运转试验：泵在规定转速及工作范围工况点运转，运转持续时间按GB3216的规定，检查运转是否平稳，运转过程中有无异常振动和噪声，并检查轴承温升及轴封泄漏等情况。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合GB2828的规定。可采用正常检查一次抽样、检查批为产品月产量（或日）产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅱ，合格质量水平（AQL）为4.0；也可由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

标准图科技

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后，恢复生产时；

d. 批量生产的产品，周期性的检验时（每年至少进行一次）；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f. 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合 GB2828 的规定。推荐采用正常检查一次抽样方案、检查批应满足样本大小至少为 2 台，检查水平为特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

每台泵应在明显的部位设置标牌，标牌的尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定，其内容应包括：

a. 制造厂名称和商标；

b. 泵的名称和型号；

c. 泵规定的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、配套动力机额（标）定功率（kW）、临界汽蚀余量（m）、泵重量（kg）；

d. 出厂日期和出厂编号。

6.1.2 旋转方向

应在明显的位置用红色箭头标出泵轴的旋转方向。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应按 GB/T13384 的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。

6.2.2 每台泵出厂时应有下列随机附件和文件，文件应封存在防水的袋内：

a. 产品合格证和安装产品使用说明书；

b. 装箱单；

c. 其它与使用有关的技术资料。

6.2.3 应采取措施保证泵的轴承和机械密封等零部件在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏。

6.3 贮存

泵在存放中应采取措施防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为 12 个月，到期应进行检查或更换。

7 成套范围和保证事项

7.1 成套范围

用户可以根据需要订购下列产品成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中说明：

石头印科技

a. 装配完整的泵；

b. 配套动力机；

c. 附件：进、出口弯头、底阀、联轴器或皮带轮、防护装置（罩）等；

d. 地脚螺栓；

e. 必需的易损件（机械密封、骨架橡胶油封、轴套等）；

f. 装拆专用工具。

7.2 保证事项

在用户遵守泵的运输、保管、安装和使用说明书规定的条件下，从制造厂发货日期起，在18个月内，累计运转不超过12个月，如产品确因制造不良发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为用户更换或修理，但易损件损坏时不在此限。如双方对产品质量发生争议时，应提交有关质量监督部门仲裁。

附加说明：

本标准由机械工业部中国农业机械化科学研究院提出并归口。

本标准由中国农业机械化科学研究院、浙江省机电设计研究院负责起草。

本标准主要起草人：张明光、[illegible]光远。

本标准自实施之日起，NJ316—84《蜗壳式混流泵　技术条件》作废。

万方数据科技

中华人民共和国行业标准

水泵模型验收试验规程

Code for model pump acceptance tests

SL140－97

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水泵模型验收试验规程》SL140—97的通知

水科技［1997］194号

根据水利部1994年水利水电技术标准制定、修订计划，由部科学技术司主持，以中国农业机械化科学研究院为主编单位制定的《水泵模型验收试验规程》，经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号为：《水泵模型验收试验规程》SL140—97。

本标准自1997年6月1日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如发现问题请函告水利部科学技术司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

1997年5月16日

行业标准科技

目　　次

1　总则 …… 56
2　术语的定义、符号及计量单位 …… 56
3　试验台 …… 58
4　模型泵 …… 59
5　测量方法 …… 63
6　试验方法 …… 65
7　组织实施 …… 67
8　原型泵性能换算 …… 68
附录 A　试验误差分析与估算 …… 69
附录 B　试验结果与主要保证值比较 …… 70
附录 C　水的物理性质与重力加速度 …… 72
附录 D　摩擦损失 …… 73
附加说明 …… 75
条文说明 …… 76

水总值科技

1 总则

1.1 制定的目的

本规程规定了模型泵段（泵装置）的验收试验方法，以验证原型泵的性能，并作为水泵模型验收试验的准则。

1.2 适用范围

本规程适用于离心泵、混流泵（斜流泵）和轴流泵段（泵装置）模型的水力性能验收试验，不涉及泵的结构、强度、材料及其他方面的问题。

1.3 引用标准

下列标准包含的条文，通过在本规程中引用而构成为本规程的条文。在本规程出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本规程的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB3216—89	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB1032—85	三相异步电动机试验方法
JB/T5413—91	混流泵、轴流泵叶式叶片验收技术条件
ISO/DIS5198	离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规程
IEC193	水轮机模型验收试验国际规程
IEC497（1976）	蓄能泵模型验收试验国际规程
IEC995（1991）	用考虑比尺效应的水力机械模型验收试验确定原型性能
ISO1438	使用薄壁堰和文德里槽测量明渠中的液体流量
ISO2186	封闭管路中的液体流量测量
ISO4185	封闭管路的液体流量测量--称重法
ISO5167	在圆截面满管流的管路中加入孔板、喷嘴、文德里管测量液体流量
JISB8327	模型泵的性能试验方法
B.S.599	泵试验方法

1.4 试验内容

1.4.1 模型泵段（泵装置）性能试验。

1.4.2 模型泵段（泵装置）汽蚀试验。

1.4.3 模型泵段（泵装置）飞逸特性试验。

1.4.4 用户提出的其他试验项目（如力特性、进口淹没深度特性和水压脉动特性试验等）。

在进行上述模型验收试验时，应使用同一模型泵段（泵装置）。

2 术语的定义、符号及计量单位

本规程采用我国统一实行的法定计量单位，本规程中使用的术语的定义、符号及计量单位见表 2-1，作下标用的字母和数字见表 2-2。

表 2-1 术语的定义、符号及计量单位

序号	术语	定义	符号	单位
1	模型泵段	不包括任何连接管(流)道的泵本体		
2	模型泵装置	模型泵段和与其相连接的部分或全部进、出水管(流)道的总成		
3	模型泵	模型泵段和模型泵装置的通称		
4	性能试验	确定泵扬程、轴功率、效率与流量之间关系的试验		
5	汽蚀试验	确定泵临界汽蚀余量与流量之间关系的试验		
6	飞逸转速	在规定的扬程下，电动机脱开产生水轮机工况时的转速	n_R	r/min
7	密度	泵所输送清水的单位体积质量(见附录C)	ρ	kg/m³
8	运动粘度	动力粘度被密度除的商(见附录C) $\nu = \mu/\rho$	μ	m²/s
9	重力加速度	试验地点的重力加速度(见附录C)	g	m/s²
10	泵体积流量	单位时间从泵出口排出的液体体积	Q	m³/s
11	大流量点	泵工作范围内大于规定流量的边界点	Q_{max}	m³/s
12	小流量点	泵工作范围内小于规定流量的边界点	Q_{min}	m³/s
13	零流量	泵出口阀门完全关闭时的流量	Q	m³/s
14	平均流速	体积流量被管道横截面积除的商 $V = Q/A$	V	m/s
15	位置水头	所研究的水平面与基准面的垂直高差，高于基准面时，Z 为正值，反之为负	Z	m
16	压力水头	泵输送液体温度下，以水柱高度表示的系统中任意点的相对大气压力的有效压力	h_p	m
17	速度水头	单位重量运动液体的动能 $h_v = V^2/2g$	h_v	m
18	总水头	某给定截面处液体的位置水头、压力水头和速度水头之和 $H_t = Z + h_p + h_v$	H_t	m
19	泵扬程	泵出口总水头 H_{t2} 与进口总水头 H_{t1} 的代数差 $H = H_{t2} - H_{t1}$	H	m
20	泵轴功率	泵轴所接受的功率	P	kW
21	泵输出功率	泵传递给液体的有效功率 $P_h = \rho QgH \times 10^{-3}$	P_h	kW
22	机械功率损失	消耗于轴承与轴封的机械功率	P_m	kW
23	原动机输入功率	泵的原动机所接受的功率	P_{gr}	kW
24	转速	泵轴每分钟的转数	n	r/min
25	泵效率	泵输出功率与轴功率之比 $\eta = P_h/P$	η	
26	机组效率	泵输出功率与原动机输入功率之比 $\eta_{gr} = P_h/P_{gr}$	η_{gr}	
27	计算水力效率	泵输出功率与轴功率减去机械功率损失之比 $\eta_h = P_h/(P - P_m)$	η_h	
28	加权平均效率	由规定的泵扬程或流量范围内的 η_1、η_2、η_3…及其商定的加权因子 w_1、w_2、w_3…按下式计算的平均效率 $\eta_w = (w_1\eta_1 + w_2\eta_2 + w_3\eta_3 + \cdots)/(w_1 + w_2 + w_3 + \cdots)$	η_w	
29	进口总水头损失	测量截面处液体的总水头与泵进口截面处液体的总水头之差	H_{j1}	m
30	出口总水头损失	泵出口截面处液体的总水头与测量截面处液体的总水头之差	H_{j2}	m
31	大气压力水头	泵输送液体温度下，以水柱高度表示的大气压力 $h_b = P_b/\rho g$	h_b	m

行业标准科技

续表 2-1

序号	术语	定义	符号	单位
32	汽化压力水头	泵输送液体温度下，以水柱高表示的汽化压力	h_{va}	m
33	汽蚀余量	泵进口处单位重量水所具有的超过汽化压力的富裕能量 $NPSH = H_{s1} + h_b - h_{va}$	NPSH	m
34	临界汽蚀余量	通过汽蚀试验测得的NPSH临界值，该临界值是在给定流量下，在第一级内引起第一级扬程或效率下降至其规定值的NPSH值	$[NPSH]_c$	Pa
35	型式数	由下式定义的无因次量 $K = \frac{2\pi n(Q')^{1/2}}{60(gH')^{3/4}}$ 式中：Q' —— 进入每一吸入口的泵流量； H' —— 泵的单级扬程	K	

表 2-2 作下标用的字母和数字

下标	意义	下标	意义
0	零流量	Hg	水银的
1	进口	j	损失
2	出口	V	速度的
a	(1)一般；可使用的、有效的；(2)与 P 有关时，接受的	va	汽化的
b	大气压的	sp	规定的
c	临界	t	总的
h	水力的	u	圆周速度
H	扬程的	P	(1)原型；(2)功率的
m	机械的	M	模型
p	压力的	ref	基准的
gr	机组的(总的)	opt	最优的

3 试验台

3.0.1 试验台必须经过同行专家鉴定，并具有为社会提供公证数据的资质。

3.0.2 试验用水必须是清洁透明、不含有固体杂质的0～35℃的常温清水。

3.0.3 在进行模型验收试验时，模型效率的综合极限允许相对误差（95%的置信概率）为±1.3%，允许重复性误差为±0.7%，各单项参数的测量误差见第5章。

3.0.4 测量用传感器和仪表（含与之配套的电源、放大器、显示及数据采集装置）均需符合第5章之规定，且必须经过现场标定或检定机构的检定，并在有效期之内。

3.0.5 模型泵的进、出口应满足下述条件。

3.0.5.1 测量截面的液流应具有如下特性：

(1) 轴对称的速度分布；

(2) 等静压分布；

(3) 无装置引起的旋涡。

3.0.5.2 在进行泵段试验时，出口直管长度应不小于4倍泵出口管段的管径；进口侧直管段长度按下式确定：

$$L \geqslant (1.5K + 5.5)D \quad (K < 1\text{时}, L \geqslant 7D) \tag{3.0.5}$$

式中：L——进口直管段长度；

D——泵进口管段的管径。

注：如果进口条件不满足，可以用下列一个或几个方法补救：增加扰动源后面直管的长度；装一个整

流栅（详见 ISO 5198）；改变扰动源的状态，或者排除它。

3.0.5.3 泵装置试验时，模型泵的进、出水流道应直接与试验台的进、出水侧容器相连。

3.0.6 进行汽蚀试验时，试验台必须确保由于模型泵汽蚀时产生的气泡和析出的气体不至于影响试验装置的稳定性和测量仪表的正常工作。

3.0.7 各被测量量和试验台的最大相对误差应符合表 3.0.7 的规定。

3.0.8 试验台应具有良好的稳定性，每一测量量的最大值与最小值之差与最大值的百分比应不大于表 3.0.8 的规定。

表 3.0.7 最大相对误差

测量量	允许范围（%）
流 量	±0.8
扬 程	±0.6
转 速	±0.2
转矩、轴功率	±0.8
效 率	±1.3

表 3.0.8 每一测量量的最大值与最小值之差与最大值的百分比（95%的置信概率）

重复读数组数	流量、扬程、转矩、功率、效率（%）	转速（%）
3	0.25	0.20
5	0.50	0.25
7	0.70	0.30
9	0.90	0.35

3.0.9 试验台的精度以验收试验时的误差分析结果为准，试验误差分析与估算参阅附录 A。

4 模型泵

4.0.1 模型泵的范围：一般将泵的进口与出口之间的部分作为模型泵段的范围[图 4.0.1(a)、(b)]，将泵进水管(流)道进口与泵出水管(流)道出口之间的部分作为模型泵装置的范围[图 4.0.1(c)、(d)]。对于大型泵，也可由甲乙双方事先商定明确模型泵段或模型泵装置的界线范围。

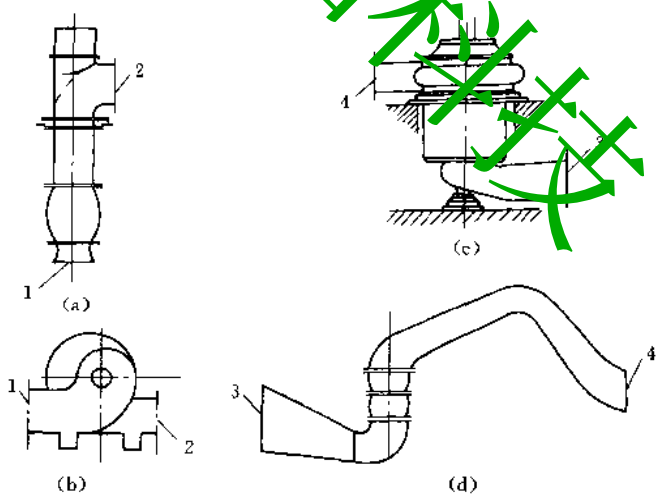


图 4.0.1 模型泵的范围

(a)、(b) 模型泵段；(c)、(d) 模型泵装置

1—泵进口；2—泵出口；3—泵进水流道进口；4—泵出水流道出口

4.0.2 模型泵装置的安装形式应与原型泵的布置形式相同。

4.0.3 模型泵的试验扬程与尺寸：一般情况下，模型泵试验扬程宜与原型泵的扬程相等。模型泵叶轮直径、试验扬程和雷诺数的最小值应满足表 4.0.3 之规定。

行业标准

表 4.0.3 模型泵叶轮直径、试验扬程和雷诺数的最小值

泵的型式	轴流泵	混流泵(斜流泵)	离心泵
模型泵最小雷诺数 Re_{min}	3×10^6	4×10^6	5×10^6
模型泵叶轮最小名义直径 D_{min}(m)(图 4.0.3)	0.30	0.25	0.20
模型泵每级最小规定扬程 H_{ypmin}(m)	2.0	5.0	20.0

注：1. $Re_{min}=D_{min}\sqrt{2gH_{yp}}/\nu$。

2. 表中各项最小值是彼此独立的，必须全部予以满足

4.0.4 几何相似：

4.0.4.1 相似范围：模型泵装置与原型泵装置的所有过流部件(包括进、出水流道，但门槽和拦污栅除外)应几何相似；转动部分与固定部分之间的间隙及轴封等可不几何相似；轴封的漏损应小到可以忽略不计。

4.0.4.2 模型泵尺寸允差：模型泵的主要尺寸如图 4.0.4-1、图 4.0.4-2 和图 4.0.4-3 所示，其允许偏差应符合表 4.0.4-1 的规定。

4.0.4.3 模型泵过流部件表面粗糙度应符合表 4.0.4-2 的要求。

4.0.5 模型泵各过流部件的连接处须保持表面内壁光滑过渡。

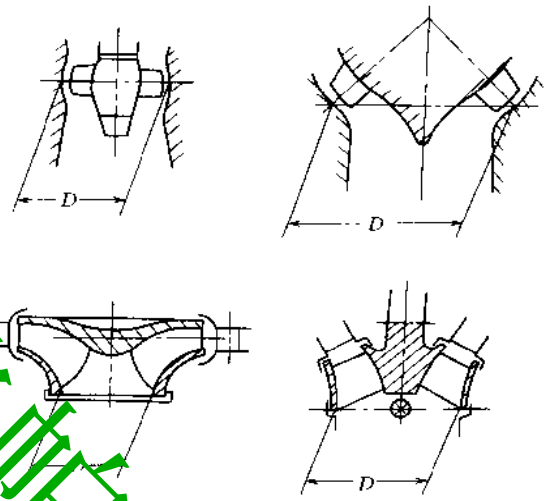


图 4.0.3 模型泵叶轮名义直径 D

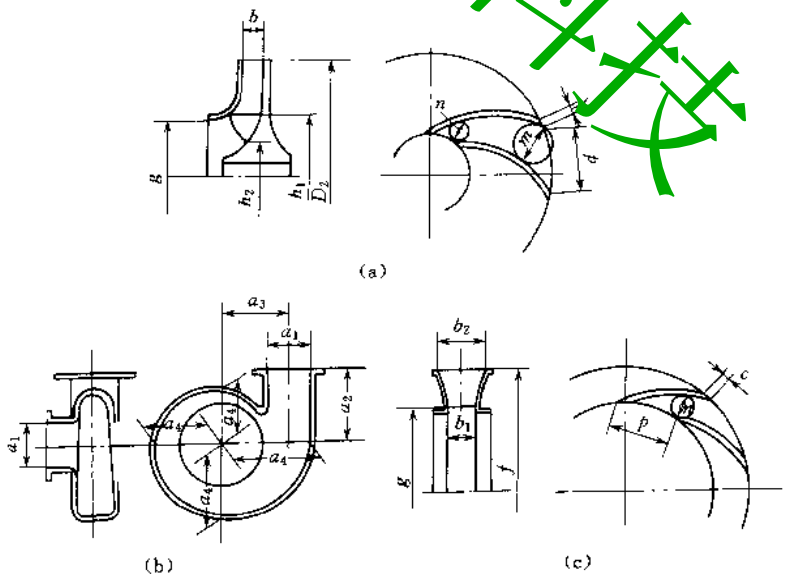
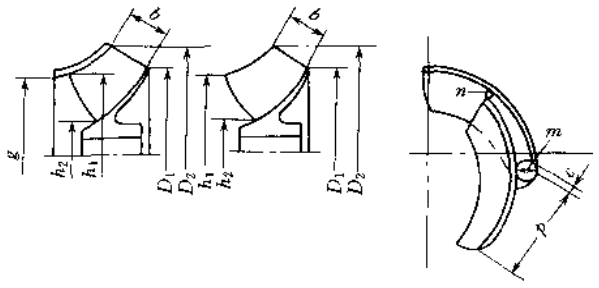


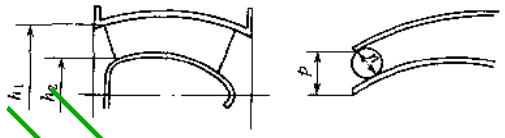
图 4.0.4-1 离心泵尺寸示意图

(a) 叶轮；(b) 泵体；(c) 导叶

江苏恒科科技



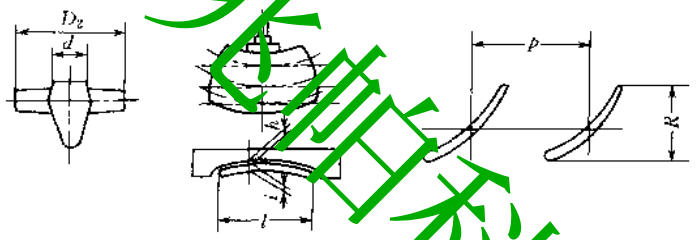
(a)



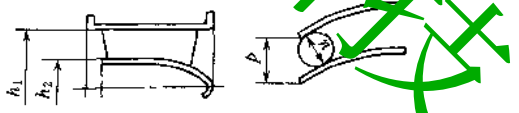
(b)

图 4.0.4-2 混流泵尺寸示意图

(a) 叶轮；(b) 导叶



(a)



(b)

图 4.0.4-3 轴流泵尺寸示意图

(a) 叶轮；(b) 导叶

表 4.0.4-1 模型泵尺寸允差

项目			尺寸允差（%）	备注
离心泵	叶轮	外径 D_2	±0.1	
		进口直径 g	±0.2	
		叶片进口直径 h_1、h_2	±1	
		叶片出口宽度 b	±1	
		叶片出口间距 p	±2	
		叶片进口内切圆直径 n	±5	
		叶片出口内切圆直径 m	±5	
		叶片出口圆周方向的厚度 e	±3	

工发检测科技

续表 4.0.4-1

项目			尺寸允差（%）	备注
离心泵	泵体	进、出口内径 a_1	±3	
		出口法兰面至中心距离 a_2	±3	
		出口中心线到轴线距离 a_3	±3	
		蜗壳内径 a_4	±3	
	导叶	出口直径 f	±0.2	
		进口直径 g	±0.2	
		叶片进口间距 p	±2	
		叶片宽度 b_1、b_2	±2	
		叶片进口内切圆直径 n	±5	
		叶片出口圆周方向的厚度 c	±3	
混流泵	叶轮	外径 D_1、D_2	±0.1	
		进口直径 g	±0.2	
		叶片进口直径 h_1、h_2	±1	
		叶片出口宽度 b	±1	任意一个轴面上
		叶片出口间距 p	±2	
		叶片进口内切圆直径 n	±5	
		叶片出口内切圆直径 m	±5	
		叶片出口圆周方向的厚度 c	±3	
	导叶	叶片进口直径 h_1、h_2	±1	
		叶片进口间距 p	±2	叶片外圆
		叶片进口内切圆直径 n	±5	
轴流泵	叶轮	外径 D_2	±0.1	
		出口轮毂直径 d	±0.2	
		叶片断面形状 k	±0.1	与叶轮公称外径 D_2 的比值
		叶片厚度 i	±5	与各断面最大值的比值
		叶片弦长 L	±1	
		叶片间距 p	±2	叶片外圆
		安装高度 R	±2	
	导叶	叶片进口直径 h_1、h_2	±1	
		叶片进口间距 p	±2	叶片外圆
		叶片进口内切圆直径 n	±5	

注：1. 除表 4.0.4-1 外，需要测量叶轮与泵体之间的间隙，其允差为±20%～±30%。

2. 测量轴流泵叶片的断面形状时，对于每个叶片至少要测量三个断面的厚度，在各断面至少检查五点，此五点应按叶片木模图给定的尺寸进行测量，并均匀分布，其中包括最大厚度点。

4.0.6 叶片转角：叶片可转动的模型泵，在改变叶片安放角时，必须保持叶片轴线位置不变，并不得另行调整叶片与叶轮室、轮毂体的间隙，单个叶片转角的允许偏差为±0.25°。

表 4.0.4-2 模型泵过流部件表面最大允许粗糙度 （μm）

部件	最大允许粗糙度
叶片、活动导叶	6.3
其他	25

4.0.7 流态观察窗：可在模型泵的局部用透明的非金属材料制作水流流态观察窗，该观察窗必须保证足够的刚度且内壁光滑。

4.0.8 记录：对模型泵过流部件的几何形状及尺寸检查后，应做详细记录。

三水恒泵科技

5 测量方法

5.1 流量测量

5.1.1 流量测量方法：流量测量方法的选择取决于被测流量的大小、要求的精度、现场条件、试验类型及所需费用等因素，可以分为：原级法和次级法。表 5.1.1 列出了各种流量测量方法，试验时可根据具体情况选用。

表 5.1.1 流量测量方法

测量方法	测量装置	遵循标准	测量误差（%）（95%的置信概率）
原级法	称重法、容器法	ISO4185、IEC 193	±(0.1～0.3)
次级法（用原级法进行标定）	孔板、喷嘴、文德里	ISO5167、ISO2186	±(0.3～1.0)
	涡轮流量计	ISO5198	±(0.3～0.5)
	电磁流量计	ISO5198	±(0.2～0.5)
	薄壁堰	ISO1438	±(0.5～1.5)

5.1.2 流量测量的系统误差：流量测量时所使用的仪器、仪表必须经过法定检定机构检定或原位标定，并在有效期内。流量测量的允许系统误差为±0.6%。

5.2 扬程测量

5.2.1 基准面：通过由叶轮叶片进口边的外端所描绘的圆的中心的水平面，如图 5.2.1 所示。对于多级泵以第一级叶轮为准；对于立式双吸泵以上部叶片为准；对于可调叶片的混流泵和轴流泵，以叶片轴线与叶轮室内表面的交点所描绘的圆的中心所处的水平面为准。

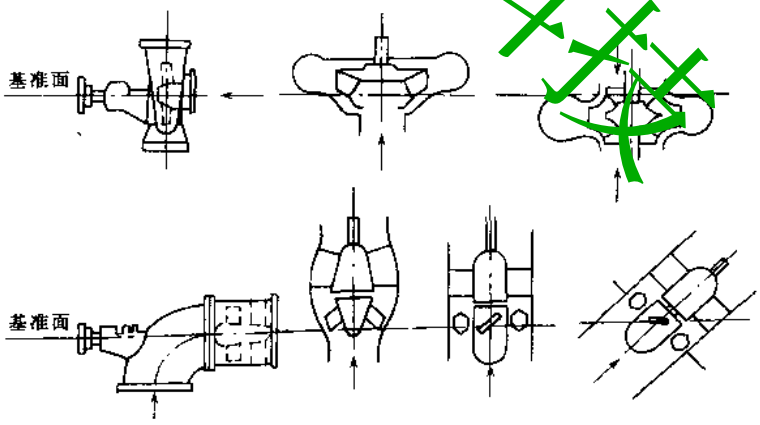


图 5.2.1 基准面

5.2.2 测量截面：测量截面应垂直于流动的平均方向，该测量截面面积必需容易测得。对于泵段试验可选在距进、出口法兰 2 倍管径处；对于泵装置试验应选在与进、出口连接的容器上。

5.2.3 测压孔：

5.2.3.1　数量与位置：在每个测量截面上应至少设置4个静压测孔。对于圆形管，测压孔应设置在两个互相垂直的直径上，如图5.2.3-1所示；对于矩形管，应设置在各边壁的中点位置上。如果测压孔位于测量截面的顶部或底部，应采取措施避免气泡和污物的干扰。

5.2.3.2　形状与尺寸：测压孔应与管壁垂直，圆孔应无毛刺，如图5.2.3-2所示。

5.2.3.3　连接管与阻尼装置：测压孔与测压仪表之间的连接，可采用塑料透明管，管内不得存气或泄漏，具体结构见ISO 2186。可设置阻尼装置减少水压波动，阻尼必须是对称的，不得夹紧挠性连接管或装入任何不对称的节流装置。

5.2.3.4　压力测量的检查：在常规情况下，某个测量截面上的任一个测压孔测得的压力值与该截面上所有测压孔测得的压力平均值之差，既不应超过泵扬程的0.5%，也不应超过截面上速度水头的一半；当汽蚀试验时，该差值不应超过汽蚀余量的1%或速度水头的一半。

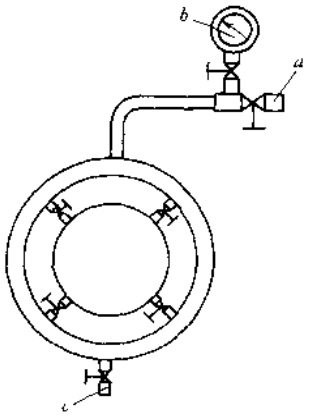


图5.2.3-1　测压孔经环形总管与压力计相连

a—排气；b—压力计；c—排水

5.2.4　进口和出口水力损失的计算：当测量截面和泵进、出口法兰之间的水力损失 $(H_{f1}+H_{f2})\leqslant 0.0015H$ 时，可忽略不计；反之应修正，具体修正方法参阅附录D。

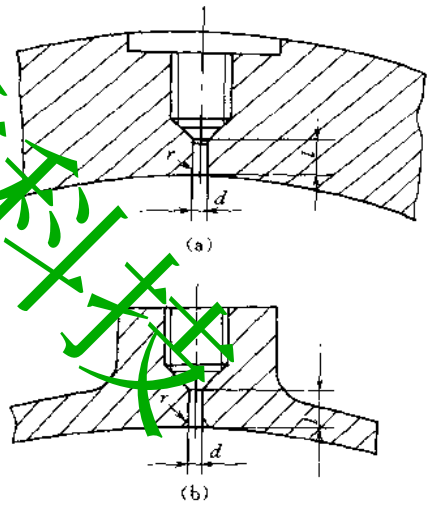


图5.2.3-2　金属壁上测压孔的示例

(a) 厚壁管；(b) 薄壁管

$d=3\sim6$ mm；$l\geqslant2.5d$；$r\leqslant d/4$

5.2.5　测量仪器：

5.2.5.1　液柱压力计应符合下列要求：

(1) 液柱计玻璃管内径应在12 mm以上（水银压力计的液柱管内径应在8 mm以上）且粗细一样；

(2) 使用U形液柱计时，必须同时读出高低两液柱数值；

(3) 使用液柱计时必须考虑所用工作液体的密度，并正确地换算成压力，表5.2.5为水银的密度值（中间值由近似公式计算：$\rho_{Hg}=13595-2.46\theta$）；

(4) 使用单管液柱计必须考虑到贮液槽液面变化，并进行修正；

(5) 液柱计的刻度必须经过标定。

表5.2.5　不同温度下水银的密度值

温度 θ（℃）	0	5	10	20	30	40
密度 ρ_{Hg}（kg/m³）	13595	13583	13570	13546	13521	13497

5.2.5.2　活塞压力计：当被测压力超过液柱计的量程以及对应的旋转部件的重量时才能使用活塞压力计。使用时活塞的旋转速度不得低于30 r/min，活塞的自由下落速度必须在3

农水电科技

mm/min 以下。

5.2.5.3 其他类型的压力计：压力传感器、压差传感器如其精度、重复性均达到试验要求也可采用。

5.2.6 扬程测量的系统误差：扬程测量时所使用的仪器、仪表必须经过法定检定机构检定或原位标定，并在有效期内。扬程测量的允许系统误差为±0.4%。

5.3 轴功率测量

5.3.1 轴功率的测量方法：可分为直接法和间接法，推荐采用直接法测量。当驱动电动机与泵不可分开时，经双方协商亦可采用间接法测量。

5.3.1.1 间接法：从测出驱动电动机的输入功率中减去各种电气的和机械的损耗而得到电动机的输出功率即为泵的轴功率。具体测量方法应按 GB1032 规定进行。

5.3.1.2 直接法：采用转速仪、测功机或转矩转速仪测量泵轴的转速与转距。

5.3.2 直接法测量：

5.3.2.1 采用测功机时，应采用受外界温度影响较小的金属材料制造测功臂，臂长允许测量误差为±0.05%，转矩测量系统的允许误差为±0.2%，同时应在负荷增、减的两个方向上用标准砝码进行检查。

5.3.2.2 采用转矩转速仪时，其量程应不超过模型泵规定点转矩的 1.5 倍，仪器在使用过程中应保证只受扭矩，而不受其他外力作用。

5.3.2.3 轴功率值可按公式（5.3.2）计算：

$$P = \frac{2\pi nM}{60} \times \frac{1}{1000} \tag{5.3.2}$$

式中：P——轴功率，kW；

M——转矩，N·m；

n——转速，r/min。

5.3.3 转矩测量的系统误差：转矩测量时所使用的仪器、仪表必须经过法定检定机构检定或原位标定，并在有效期内。转矩测量的允许系统误差为±0.6%。

5.4 转速测量

5.4.1 转速测量仪器：可用电磁感应或光电脉冲发生器以及其他转速仪。

5.4.2 转速测量的系统误差：在试验过程中转速应保持稳定，其允许系统误差为±0.1%。

5.5 其他参数测量

5.5.1 大气压力测量：可采用定槽式大气压力计或其他数字式大气压力计测量大气压力，允许误差为±0.3%。

5.5.2 水温测量：

5.5.2.1 水温测量应在进水管路离泵不超过 25 倍进水管径处测量。测温传感器的有效部分插入泵进水管中的深度，应不小于进水管径的 1/8。

5.5.2.2 水温允许测量误差为±0.5℃。

6 试验方法

6.1 性能试验

水利电力出版社

6.1.1 在性能试验之前，模型泵应在额定工况点运转 30 min 以上，排除系统中的游离气体、气泡和存气，其间应检查泵的轴承、密封、噪声和振动情况。

6.1.2 性能试验应在无汽蚀条件下进行。但在验证效率及功率保证值时，应在与原型泵安装高程相对应的汽蚀条件下进行，除非合同另有规定。

6.1.3 试验测量点应合理分布在整个性能曲线上，对于离心泵试验从零流量开始，取 13 个以上的不同流量点（含零流量点），至少要试到大流量点流量的 115%；对于混流泵（斜流泵）和轴流泵从阀门全开状态开始，取 15 个以上的不同流量点，至少要试到小流量点流量的 85%；对于轴流泵还应做出 $H-Q$ 曲线上的马鞍形区，并测定零流量工况时的扬程和功率（允许降转速进行该项试验）。

6.1.4 两个工况点之间应有足够的稳定时间，待稳定后应同时测取流量、扬程、转速和轴功率一组数据。

6.1.5 计算水力效率应按下式计算：

$$\eta_{h,M}=\frac{P_h}{P-P_m}=\frac{30\rho QgH}{\pi n(M-M')}\times 100\% \tag{6.1.5}$$

式中：$\eta_{h,M}$——模型泵计算水力效率，%；

M——模型泵（装置）输入转矩，N·m；

M'——模型泵（装置）机械损失转矩，N·m。

6.1.6 对在试验过程中不能同步测出水泵机械损失转矩 M' 的试验装置，要求 M' 测量值在试验过程中有较好的稳定性，此时才允许将试验前测得的 M' 值代入公式中，试验后应复测 M' 值。水泵机械损失转矩 M' 值的测量必须在无叶轮的条件下进行。

6.2 汽蚀试验

6.2.1 汽蚀试验应在闭式试验回路中进行，并采用改变系统压力的方法，使泵内发生汽蚀。

6.2.2 在完成模型泵性能试验后，即进行汽蚀试验。在模型泵的工作范围内，至少应对包括小流量点、规定流量点及大流量点在内的 3 个以上不同流量点进行汽蚀试验，试验过程中对每个流量点应保持流量等于常数，并逐渐降低试验系统的 NPSH 值，不同的 NPSH 值应不少于 15 个，在试验曲线即将出现断裂的区域应有较密集的试验点。

6.2.3 临界汽蚀点的确定：流量保持常数，逐渐降低泵进口压力，改变 NPSH 值至效率下降 1%或扬程下降 $(2+K/2)\times H\%$，二者取大值作为临界汽蚀余量 [NPSH]$_c$。

6.2.4 扬程和效率的下降值以汽蚀试验的起始点为基准，该点必须与性能试验时的测试数据相吻合。

6.2.5 汽蚀试验时对每个工况点必须同时测取流量、扬程、转速、轴功率、进口压力和水温值，并绘制 Q—NPSH、H—NPSH、N—NPSH、η—NPSH 曲线。

6.2.6 在进行汽蚀试验的过程中，建议用闪频仪观察汽蚀的发生与发展过程，记录气泡覆盖面积、位置及汽泡特征等，并进行摄影。

6.2.7 用本方法确定的汽蚀余量的最大误差限为测得的汽蚀余量的±3%或者是 0.15 m（二者取大值）。

6.2.8 NPSH 值可按下式计算：

$$\mathrm{NPSH}=H_0+h_b-h_w \tag{6.2.8}$$

灌溉排水技术

6.3 飞逸特性试验

6.3.1 飞逸特性试验应测定模型泵作水轮机工况反转且输出力矩为零时的转速。

6.3.2 飞逸转速可用单位飞逸转速表示，按下式计算：

$$n'_{1.R} = \frac{n_R D}{\sqrt{H}} \tag{6.3.2}$$

式中：$n_{1.R}$——单位飞逸转速，r/min；

D——叶轮名义直径，m；

H——上下游总水头差，m；

n_R——H 值下测得的飞逸转速，r/min。

6.3.3 当叶片为可调时应测量每个叶片安放角的飞逸转速。

6.3.4 原型泵的实际飞逸转速由下式确定：

$$n_{R.P} = n'_{1.R} \frac{\sqrt{H_P}}{D_P} \tag{6.3.4}$$

式中：$n_{R.P}$——原型泵的实际飞逸转速，r/min；

H_P——原型泵规定点的扬程，m；

D_P——原型泵的叶轮名义直径，m。

6.3.5 验证原型泵飞逸转速特性时，应在与原型泵安装高程相对应的汽蚀条件下进行。

6.4 其他试验

根据委托方的要求及工程需要，尚可对模型泵进行其他方面的试验，如力特性、进口淹没深度特性和水压脉动特性等一些特殊要求的试验，其试验要求、方法由双方商定。

7 组织实施

7.0.1 试验地点：模型验收试验可以在制造厂或制造厂与用户商定的另一个地方进行。

7.0.2 试验组织：模型验收试验前应由用户、制造厂和承担模型验收试验的单位三方，根据合同要求就试验大纲、进度、分工等事项进行充分协商，并做出决定。

7.0.3 验收试验大纲：验收试验大纲应包括以下主要内容：

(1) 模型验收试验台的具体要求；

(2) 模型验收试验的项目；

(3) 模型验收试验参数的测量方法、精度等级及仪器、仪表的标定；

(4) 各项验收试验工况点的选取；

(5) 要求完成的验收成果，包括各种特性曲线、数据、图表和过流部件的几何尺寸；

(6) 明确关于流量、扬程、轴功率及效率的协议允差。

7.0.4 验收试验报告：验收试验报告一般应包括以下主要内容：

(1) 试验的日期、人员、制造厂名、泵型号、环境条件及计算结果；

(2) 验收试验的项目、原始记录、计算公式及计算结果；

(3) 关于试验方法及所使用测量仪表、设备标定证书的复印件；

(4) 本次试验的误差分析；

(5) 试验结果与保证值比较（参阅附录 B）；

水利电力出版社

（6）双方负责人签字。

8 原型泵性能换算

原型泵性能的换算应按合同中规定的公式进行，如合同中未规定换算公式及办法，可用公式（8.0.1-1）～式（8.0.1-4）和式（8.0.2-1）～式（8.0.2-4）进行换算。

8.0.1 计算水力效率的换算公式如下：

$$\eta_{h,P}=\eta_{h,M}+\Delta\eta_h \tag{8.0.1-1}$$

$$\Delta\eta_h=\delta_{ref}\left[\left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,M}}\right)^{0.16}-\left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,P}}\right)^{0.16}\right] \tag{8.0.1-2}$$

$$\delta_{ref}=\frac{1-\eta_{h,opt,M}}{\left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,opt,M}}\right)^{0.16}+\frac{1-V_{ref}}{V_{ref}}} \tag{8.0.1-3}$$

$$Re_u=\frac{Du}{\nu} \tag{8.0.1-4}$$

式中：$\eta_{h,P}$——原型水泵计算水力效率，%；

$\eta_{h,M}$——模型水泵计算水力效率，%；

$Re_{u,ref}=7\times10^6$；

$Re_{u,M}$——每一试验点的模型雷诺数；

$Re_{u,P}$——相似工况点的原型雷诺数；

δ_{ref}——对应于 $Re_{u,ref}$ 的相对可换算损失；

$\eta_{h,opt,M}$——模型水泵最优水力效率，%；

$Re_{u,opt,M}$——模型最优效率 $\eta_{h,opt,M}$ 点处的雷诺数；

V_{ref}——对应于 $Re_{u,ref}$ 的损失分布系数，对水泵 $V_{ref}=0.6$；

D——叶轮名义直径，m；

u——叶轮名义直径 D 处的圆周速度，m/s。

注：

①对每一叶轮转角，δ_{ref} 为常数。

②如果模型试验是在保证效率范围内等转速下进行的，而且水温也是常数，则可认为 $Re_{u,M}$ 为常数。

③可根据原型泵参数，将 $Re_{u,P}$ 取为常数。

④当 $Re_{u,M}$ 和 $Re_{u,P}$ 为常数时，对每一叶片转角，$\Delta\eta_h$ 为常数。

⑤具体计算可按 IEC 995（1991）中 6.3 执行。

8.0.2 流量、扬程、轴功率和汽蚀余量的换算公式如下：

$$Q_P=Q_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^3 \tag{8.0.2-1}$$

$$H_P=H_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^2\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^2 \tag{8.0.2-2}$$

$$P_P=P_M\frac{\rho_P}{\rho_M}\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^3\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^5\frac{\eta_{h,M}}{\eta_{h,P}} \tag{8.0.2-3}$$

$$[\mathrm{NPSH}]_P=[\mathrm{NPSH}]_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^2\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^2 \tag{8.0.2-4}$$

水泵世界科技

注：

①上述各公式假设 g_P g_M。

②不考虑原、模型之间的流量、扬程曲线的位移现象。

③公式（8.0.2-3）中的 P_P 值仅考虑计算水力效率增量的影响，未包括原型泵的机械功率损失；在确定原型泵的配套功率时，不考虑计算水力效率增量的影响为宜。

附 录 A
试验误差分析与估算

A1 试验误差的划分与估算

试验误差按其性质可以划分为系统误差和随机误差。

A1.1 系统误差：系统误差是服从某一确定规律而不具有抵偿性的误差。它反映试验的正确程度，并不受测量次数的影响，即在同一条件下多次测量同一量，其系统误差都不能减少或消除。系统误差主要取决于测量仪表误差，用 E_S 表示。

对于间接测量值的系统误差应根据传递定律按公式（A1）计算：

$$E_{y,S}=\pm\sqrt{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 E_{x_i,S}^2} \tag{A1}$$

式中：$E_{y,S}$ y 的系统误差；

y —试验中某被测量的表达式，$y=f(x_1, x_2\cdots x_n)$。

模型效率的系统误差为导出量，可用"方和根"法合成，按公式（A2）计算：

$$E_{\eta,S}=\pm\sqrt{E_{Q,S}^2+E_{H,S}^2+E_{n,S}^2+E_{M,S}^2} \tag{A2}$$

式中：$E_{\eta,S}$——模型试验中效率的系统误差，%；

$E_{Q,S}$——流量测量系统误差，%；

$E_{H,S}$ —扬程测量系统误差，%；

$E_{n,S}$ —转速测量系统误差，%；

$E_{M,S}$——转矩测量系统误差，%。

A1.2 随机误差：随机误差是服从统计规律并且具有抵偿性的误差。通常用概率统计法处理。实际测量时，误差呈 t 分布，其标准偏差按公式（A3）计算：

$$S_x=\sqrt{\frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2\right]} \tag{A3}$$

式中：S_x——标准偏差；

x_i— 各次测量值；

$\bar{x}$——测量值的算术平均值；

n —测量次数，一般小于 10。

随机误差采用相对误差 E_R 表示，该值与置信概率和 S_x 有关，按公式（A4）计算：

$$E_R=\pm\frac{t_{n-1}S_n}{\bar{x}}\times 100\% \tag{A4}$$

式中：E_R——相对误差，%；

t_{n-1}——置信系数，建议采用95%的置信概率，由表A1中查出。

表A1 t分布的置信系数t_{n-1}（95%的置信概率）

$n-1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_{n-1}	12.71	4.30	3.18	2.78	2.57	2.45	2.37	2.31	2.26	2.23

若某测量值是用它的n次测量值的算术平均值表示，则极限相对误差按公式（A5）计算：

$$E_R = \pm \frac{t_{n-1} S_x}{\bar{x} \sqrt{n}} \times 100\% \tag{A5}$$

式中：n——测量次数。

随机误差的合成也采用“方和根”的方法，按公式（A6）计算：

$$E_{\eta,R} = \pm \sqrt{E_{Q,R}^2 + E_{H,R}^2 + E_{M,R}^2 + E_{n,R}^2} \tag{A6}$$

式中：$E_{\eta,R}$——模型试验中效率的随机误差，%；

$E_{Q,R}$——流量测量随机误差，%；

$E_{H,R}$——扬程测量随机误差，%；

$E_{n,R}$——转速测量随机误差，%；

$E_{M,R}$——转矩测量随机误差，%。

具备自动数据采集处理系统的试验台，可按公式（A3）、（A4）、（A5）直接测量并算出$E_{\eta,R}$。

A2 试验总误差的合成

试验总误差按公式（A7）计算：

$$E_\eta = \pm \sqrt{E_{\eta,S}^2 + E_{\eta,R}^2} \tag{A7}$$

式中：E_η——模型试验中效率的总误差，%。

附 录 B
试验结果与主要保证值比较

B1 概述

B1.1 保证值：水泵合同一般包括下述一项或几项保证值：

（1）规定流量下泵的扬程或规定扬程下泵的流量；

（2）规定流量和扬程下泵的效率或轴功率；

（3）规定流量和扬程下泵的NPSH值；

（4）规定运行范围内的泵加权平均效率；

（5）泵的最大轴功率；

（6）泵的最高飞逸转速；

东方电科技

（7）泵零流量下的扬程和轴功率。

B1.2　比较条件：只适用于在满足本规程要求的试验装置上按本规程规定的试验方法试验的泵。

B2　试验结果与主要保证值比较

B2.1　误差带的绘制：根据表 3.0.7 或双方合同商定的不确定度 E_Q、E_H、E_η，按公式（B1）、式（B2）、式（B3）计算各量在各点的允差 δ，将 δ 作为各点的长短半轴画出 H—Q 曲线和 η—Q 曲线的椭圆包络线，如图 B1 和图 B2 所示，试验结果就是以这两条包络线为界限的测量带，所有在带内的点均为有效。

$$\delta_Q = \pm E_Q Q \tag{B1}$$

$$\delta_H = \pm E_H H \tag{B2}$$

$$\delta_\eta = \pm E_\eta \eta \tag{B3}$$

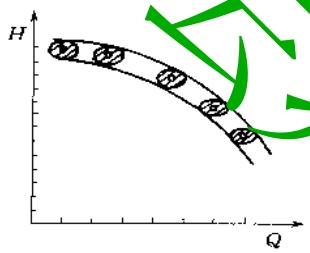


图 B1　H—Q 曲线的椭圆包络线

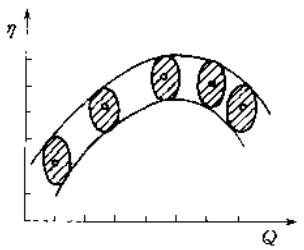


图 B2　η　Q 曲线的椭圆包络线

B2.2　保证工况点的比较：

B2.2.1　流量、扬程的比较：如图 B3 所示，在 H—Q 曲线上按 B2.1 定义的测量范围与矩形 $ABCD$ 相交或相切，则工况点 Q_{sp}、H_{sp}的特性曲线就满足要求。所有同时落入测量范围和矩形 $ABCD$ 的点属于图 B3 中的 DEF 区域，在该区域中的所有的点同样有效并均符合特性的要求。

B2.2.2　效率的比较：在 B2.2.1 中定义的 DEF 区域确定了流量的范围，在 η　Q 曲线上，在相对应的这个流量范围内确定了一区域 $GHIJ$，该区域中的所有点是同样有效的，如图 B4 所示，如果 $GHIJ$ 区域与矩形 $A'B'C'D'$ 相交、相切或 $GHIJ$ 较 $A'B'C'D'$ 为高，则效率特性曲线满足要求。

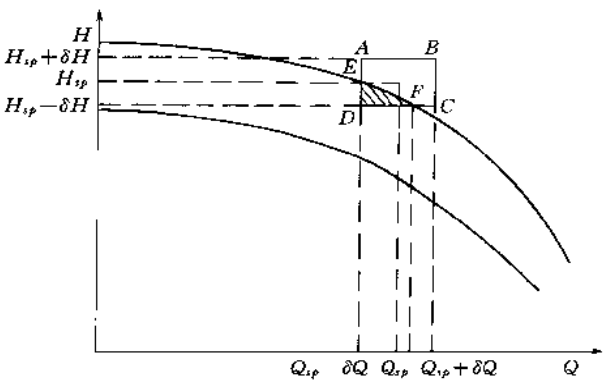


图 B3　试验结果与保证工况点的比较

B2.3　泵加权平均效率的比较：根据合同规定的工况点、加权因子和试验曲线按表 2-1 泵加权平均效率的定义计算出 η_W，如果该值大于或等于保证值

泛水帕科技

与效率允差之差，则泵加权平均效率满足要求。

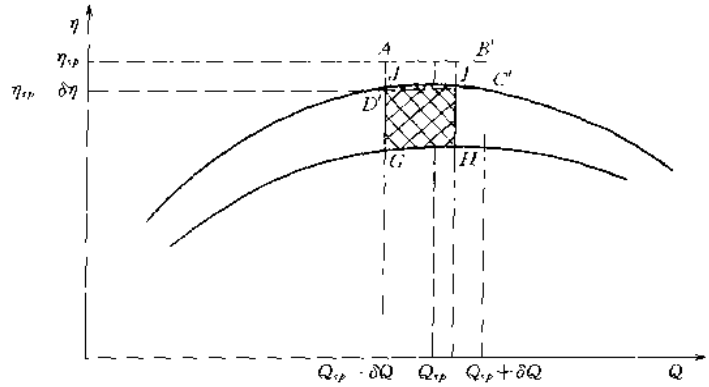


图 B4 试验结果与效率值的比较

附 录 C
水的物理性质与重力加速度

表 C1 不同温度下水的汽化压力值

温度 θ (℃)	汽化压力 h_{va} (Pa)	温度 θ (℃)	汽化压力 h_{va} (Pa)	温度 θ (℃)	汽化压力 h_{va} (Pa)
0	610.95	12	1402.35	24	2990.05
1	657.05	13	1497.48	25	3175.39
2	705.10	14	1598.48	26	3370.55
3	757.07	15	1705.[illegible]	27	3576.49
4	812.97	16	1819.[illegible]	28	3792.23
5	871.81	17	1938.77	29	4020.73
6	934.57	18	2065.28	30	4260.01
7	1001.26	19	2199.63	31	4512.01
8	1071.87	20	2340.85	32	4776.82
9	1147.38	21	2490.89	33	5055.33
10	1227.79	22	2647.80	34	5348.55
11	1312.13	23	2814.51	35	5655.50

注：h_{va}可用近似公式计算：$h_{va}=10^{(\quad)\ 2358\ |\ 0.03129\quad 0.\ 0\times10^{-5}\theta^2)}$。

表 C2 不同温度下清水密度值

温度 θ (℃)	密度 ρ (kg/m³)	温度 θ (℃)	密度 ρ (kg/m³)	温度 θ (℃)	密度 ρ (kg/m³)
0	999.80	12	999.28	24	997.32
1	999.88	13	999.34	25	997.10
2	999.92	14	999.20	26	996.84
3	999.96	15	999.00	27	996.56
4	1000.00	16	998.88	28	996.30
5	999.98	17	998.72	29	996.00
6	999.94	18	998.54	30	995.70
7	999.90	19	998.36	31	995.36
8	999.84	20	998.20	32	995.00
9	999.78	21	997.96	33	994.64
10	999.70	22	997.74	34	994.26
11	999.60	23	997.54	35	993.90

表 C3 不同温度下水的运动粘度值（$p_s=10^5$Pa）

水温（℃）	运动粘度 ν（$10^{-6}m^2/s$）	水温（℃）	运动粘度 ν（$10^{-6}m^2/s$）
0	1.791	20	1.004
5	1.520	25	0.892
10	1.308	30	0.800
15	1.140	35	0.723

表 C4 不同纬度及海拔高度的重力加速度 g （m/s^2）

纬度 ϕ（°）	平均海平面以上的高度 Z（m）				
	0	1000	2000	3000	4000
0	9.780	9.777	9.774	9.771	9.768
10	9.782	9.779	9.776	9.773	9.770
20	9.786	9.783	9.780	9.777	9.774
30	9.793	9.790	9.787	9.784	9.781
40	9.802	9.799	9.795	9.792	9.789
50	9.811	9.808	9.804	9.801	9.798
60	9.819	9.816	9.813	9.810	9.807
70	9.826	9.823	9.820	9.817	9.814

注：g 可利用下面的公式计算：$g=9.7803\times(1+0.0053\sin^2\phi)-3\times10^{-6}Z$；
g 的国际标准值为9.806 m/s^2。

附 录 D
摩 擦 损 失

计算摩阻所造成的水头损失的公式十分繁杂，但很多情况下计算的结果都不需要修正，可以利用图 D1 来预先检查这样的修正是否必要，该图适用于定常圆截面输送冷水的钢质

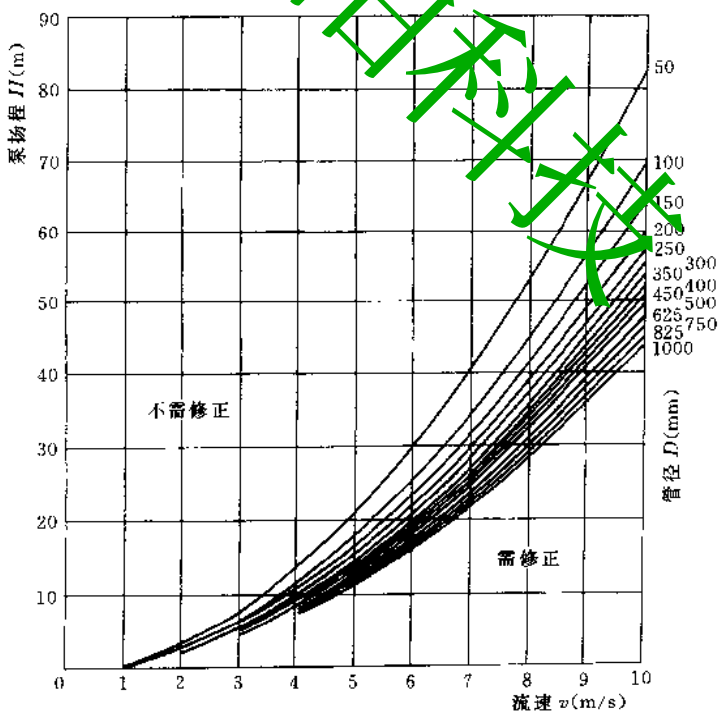
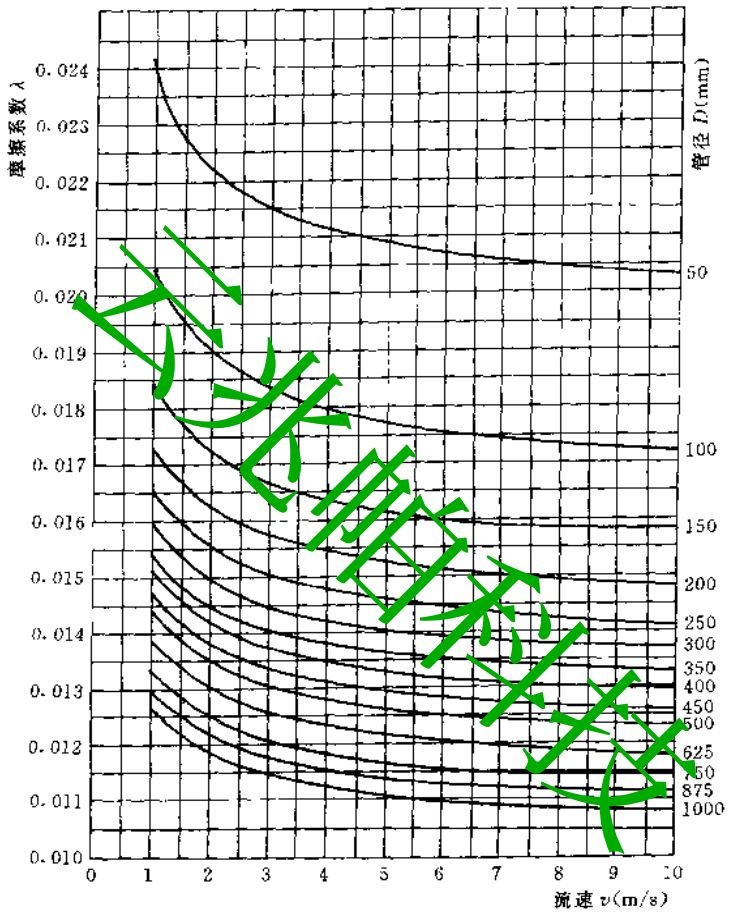


图 D1 需要进行损失修正的流速界限指示图

石家庄铁道学院

直管，并且假定入口管路和出口管路的管径相同，测量点分别位于入口法兰和出口法兰2倍管径远的上游和下游。

如果管径不相同，应取较小的管径作检查，检查时如果图上指出“不需修正”即可不再进行计算。如果指出“需修正”，即可用图D2求得摩擦系数λ值，不过此图仅适用于输送冷水的钢管。



技术资料

图D2 摩擦系数图

（表面粗糙度数 $k=5.186\times10^{-5}$m，运动粘度 $\nu=1.022\times10^{-6}$m²/s）

当管子是其他材料的或输送的液体不是冷水时，可以用图D3所示的莫迪（Moody）曲线确定摩擦系数λ值，或者用公式（D1）计算：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}}=-2\lg\left[\frac{2.5l}{Re\sqrt{\lambda}}+\frac{k}{3.7D}\right] \qquad (D1)$$

式中：k——管路粗糙度，mm，由表D1查出；

D——管径，mm。

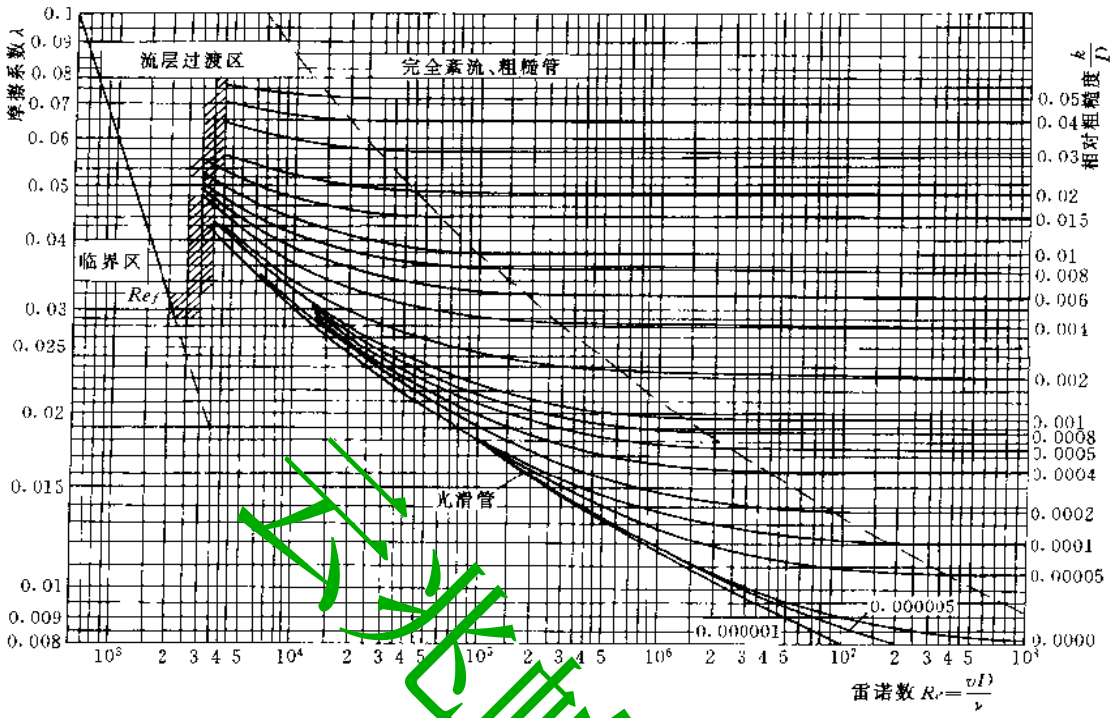


图 D3 求摩擦系数λ值的莫迪（Moody）图

表 D1 管的粗糙度

商品管（新的）材料	表面绝对粗糙度 k（mm）	商品管（新的）材料	表面绝对粗糙度 k（mm）
玻璃	光滑	镀锌铁	0.15
铜或铅	光滑	铸铁	0.25
钢	0.05	混凝土	0.3～3.0
涂沥青铸铁	0.12	铆接钢	1.0～10.0

附加说明：

主编单位：中国农业机械化科学研究院

参编单位：中国水利水电科学研究院

主要起草人：段桂芳 莫为泽 聂锦凰

正龙恒科技

中华人民共和国行业标准

水泵模型验收试验规程

SL140—97

条 文 说 明

目 次

1 总则 …… 77
2 术语的定义、符号及计量单位 …… 77
3 试验台 …… 78
4 模型泵 …… 78
5 测量方法 …… 79
6 试验方法 …… 79
7 组织实施 …… 80
8 原型泵性能换算 …… 80
附录 A 试验误差分析与估算 …… 81

三水帕科技

1 总则

1.1 制定的目的

由于泵的大型化，使在工厂进行原型泵的试验十分困难，有时甚至是不可能的，因此，国内外广泛采用以模型试验的结果代替原型泵的验收，这就是所谓的模型验收试验。但至今国内还没有一个验收试验的规程，模型泵的尺寸、制造精度、测量方法及换算成原型泵性能的公式等都不统一，每次试验前双方都要进行协商，对于试验结果也难以进行比较。为了改变这种情况，水利部组织编写了本验收规程。

1.2 适用范围

本节明确提出泵段和泵装置的概念，因而也就引出泵段试验与泵装置试验的概念。因为对于大型泵站而言，其进、出水流道形式的选择与设计是十分重要的，已成为泵的重要的不可分割的组成部分，用户关心的不仅是泵段的性能而且还有装置的性能，因此有必要对装置试验加以统一规定。

1.3 引用标准

当前无论是ISO还是其他国家标准中还没有与《水泵模型验收试验规程》完全一致的标准。在编写中重点参考了ISO/DIS9198（A级）《离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规程》，因为这个标准中明确提出也适合模型试验，同时这个标准和目前我国使用的国家标准GB3216—89是配套的［GB3216—89是等效采用ISO3555（B级）和ISO2548（C级）］，在我国推行起来有一定基础。在编写中还参考了IEC193（1976）《蓄能泵模型验收试验国际规程》，因为本规程的对象是泵，与蓄能泵相比无论在功率、运转时间及结构上均有较大差异，故只作为一般参考。在确定原、模型泵水力效率换算公式时主要参考了IEC995（1991）《用考虑比尺效应的水力机械模型验收试验确定原型性能》。

1.4 试验内容

由于泵的使用条件不同，可能对模型试验提出更多或一些特殊的试验内容，在本规程中只写入了性能、汽蚀、飞逸特性三项基本的，也是最重要的三项，这三项统统都有写入合同中的保证值，其他项目按1.4.4条执行。

2 术语的定义、符号及计量单位

本章中所列术语都是在本规程中出现的，其定义参考了有关标准，其中单位为国际单位制（SI），只有功率（以kW代替W）、转速（以min代替s）和温度（C）未采用SI导出单位。

计算水力效率（表2-1中序号27）：在GB7021“离心泵名词术语”中对水力效率的定义为“泵的扬程与理论扬程之比”。因很难计算和测量出泵内水力损失，无法计算出泵的理论扬程与水力效率。在IEC995（1991）中对水力效率的定义为“水能与叶轮机械能之比”，即：$\eta_h=\rho QgH/(P-P_m)$。式中P_m为机械功率损失，可以测量，但不模拟也不能换算。考虑到IEC995（1991）的定义的科学性与可操作性，本规程对水力效率的定义为“泵输出功

率与轴功率减去机械功率损失之比"。此时的水力损失包括了圆盘摩擦损失、容积损失、摩擦阻力损失和旋涡损失等项损失。为了与 GB7021 的术语有所区别，本规程将按 IEC995（1991）定义的水力效率称为计算水力效率。

加权平均效率（表 2-1 中序号 28）：仅用个别工况点的效率来衡量泵性能的优劣往往是片面的、对用户以后的使用甚至是十分不利的。因此，提出了加权平均效率的概念，由用户依据泵的实际运行情况确定验收工况点及加权因子，以便全面衡量泵的效率指标。

3 试验台

本章中对承担水泵模型验收试验的试验台提出了九项要求，其中最主要的是试验台的测试误差及稳定性，在这一点上，参考 ISO 标准和国外标准并结合我国的实际情况，将效率试验的极限相对误差定为±1.3%，重复性误差为±0.7%，这是可以实现的，同时也高于国际标准，具有一定的先进性，现将有关标准的测试误差列入下表：

测试误差比较表 （%）

测量项目	符号	JIS B 8327	ISO/DIS 5198	DIN 1944	B.S.599（A 级）
扬　程	f_H	±1.0	±1.0	±1.0	
流　量	f_Q	±1.5	±1.5	±1.5	±0.5
轴功率	f_P	±1.0	±1.0	±1.0	
转　速	f_n	±0.2	±0.2	±0.1	
效　率	f_η	±2.0	±2.2	±2.0	±0.8

4 模型泵

4.0.3 模型泵的试验扬程与尺寸：相似理论是模型试验的理论基础，其中包括模型泵与原型泵的几何相似，这一问题将在 4.0.4 条中谈及；另一个就是流动相似，两个液流达到完全相似是难以做到的，在模型试验中粘性力相似是主要的，即应 $Re_M=Re_P$，但这一点也很难做到，故提高雷诺数值进入阻力平方区，使阻力系数与雷诺数无关，表 4.0.3 对雷诺数的最小值作了规定，其中 Re_{min}都是按 IEC 497 而定的。模型直径应尽量做得大些，以减小尺寸效应。目前国内轴流泵及混流泵的模型一般都做成 0.30 m，与蓄能泵的标准相同，故定为表 4.0.3 的数值。

模型泵的试验扬程宜与原型泵的扬程一致，即 $D_M n_M=D_P n_P$，这一条件对于低扬程的轴流泵尚可，但对于离心泵就难以实现。因为转速提高后，轴功率增加很多，日本的模型泵试验方法中规定：模型泵的扬程相对于原型泵的扬程之比，能量试验时 50%以上，汽蚀试验时 80%以上，即是可行的。在表 4.0.3 中如果 Re_{min}和 D_{min}满足要求，H_{min}对于轴流泵规定点的扬程将是 5m，混流泵为 13m，离心泵为 32m（取水温为 20℃，此时的 $\nu=1.004\times10^{-6}$），这个值对于轴流泵和混流泵来说一般能大于实物泵扬程的 50%，而对离心泵则不尽然。

4.0.4 几何相似：

4.0.4.1 相似范围：按泵装置的概念应包括门槽，拦污栅，进、出水流道和泵在内的所有过流部件，但因在模型泵装置上模拟门槽和拦污栅有困难，因此本规程在要求所有过流部

万水电科技

件几何相似中不包括门槽和拦污栅。

4.0.4.2 模型泵和原型泵尺寸允差：主要参考 JISB8327 和 JB/T5413—91，并考虑到 IEC497（1976）的一些规定。

4.0.4.3 模型泵过流部件表面粗糙度：理论上要求模型泵叶轮和导叶等过流部件的表面相对粗糙度应与原型泵的相对粗糙度相同，但不可能实现，故只在表 4.0.4-2 中给出模型泵主要过流部件的表面粗糙度，原型泵表面粗糙度应符合 JB/T5413— 91 要求。

5 测量方法

5.1 流量测量

流量的测量方法很多，各自都有标准可循。如果全部写入，内容太多；若摘录又说不清楚，故本规程采用列表的形式将每种方法遵循标准的代号和测量误差范围列出，供使用者参考。实际上原级法在试验中用的极少，大都是用于流量计的原位校正，在试验中应用较多的还是次级法。

5.2 扬程测量

扬程测量的环节比较多，如基准面的规定，测量截面的选取，测压孔、测量仪表选用等，这部分没有新的内容与规定，主要目的是为了统一，其中 5.2.1 条的基准面是按 GB 3216 -89 的定义规定的。

5.3 轴功率测量

本节谈到的直接测量法中测功机和转速转速仪都是要同时测量泵的转矩和转速，其中测功机一般为非标产品，它是由一个电动机改制而成的，外壳可以自由转动，其测量精度主要取决于力臂测量误差，支承轴承摩擦力的大小，电线的阻力及砝码或其他力传感器的精度等，故测功机在使用前都需要经过标定或检查，以确定其测量误差。转矩转速仪国内外均有定型产品，测量误差在±0.2%～±0.5%之间，能满足模型试验要求，是目前水泵行业中普遍采用的方法，使用比较方便，其主要问题是对安装精度要求较高。

6 试验方法

6.1.2 模型泵的性能试验理应在同原型泵相似的汽蚀余量下进行，但在实际试验过程中都是在无汽蚀条件下进行性能试验，然后通过全面的汽蚀试验来确定汽蚀参数对性能的影响。

6.1.5 关于模型水泵效率的计算公式中机械功率损失问题，在过去的模型试验中，计算效率时，有的减去机械功率损失，有的不减去机械功率损失，很不统一，结果计算出的效率值差异较大，相互之间也无从比较。考虑到机械损失并不模拟，也不能换算，过去虽然提出许多由模型泵换算到原型泵效率的计算公式，几乎都是用水力效率为基础的换算公式，故为统一起见，本规程在计算模型泵效率时都减去机械功率损失。

6.1.6 在模型试验中摩擦力矩 M' 的数值随其工况变化而异，因为每个工况点的轴向力与径向力不同，因而摩擦力不同。在测量 M' 时，因无叶轮故轴向力很小，摩擦力也很小，测量出的空载损失也是偏小的。

6.2 汽蚀试验

本规程汽蚀试验的目的在于求取模型泵临界汽蚀余量 [NPSH]$_c$ 值，然后根据公式

(8.0.2-4) 换算得到原型泵的 $[NPSH]_P$，以确定原型泵的安装高程。而 IEC 497 (1976) 中汽蚀试验的目的是为了验证性能保证值，即在给定的汽蚀系数 σ 下进行试验，看其效率、飞逸转速和流量等值是否满足保证值的要求。

6.2.1 汽蚀试验装置中用以改变汽蚀余量的方法很多，如改变泵进口阻力，改变泵进口液位高度等，但本规程规定应采用闭式回路中改变进口压力的方法，这种方法方便、快速，易于实现，且具有进口流动条件好、水流平稳的特点，是汽蚀试验中广泛采用的方法之一。

6.3 飞逸特性试验

6.3.1 所谓模型泵作水轮机工况反转且输出力矩为零是指：模型泵在规定扬程（水头）作用下作水轮机工况运行，此时转向与原水泵运行方向相反；测功电机以此转向和转速作发电机方式运行，令其输出力矩等于模型泵的机械损失力矩。若不能直接作零力矩试验，则必须在各种力矩下作充分的试验，才允许用外推法将转速推算到零力矩。

6.3.5 一般情况下飞逸转速是在无汽蚀条件下测得的。而对验收试验，考虑到原型泵安装高程可能会对飞逸工况的转速和流态产生影响，故提出该项要求。

7 组织实施

本章主要规定了在模型试验组织实施过程中的一些具体问题，如试验地点、试验组织、试验大纲、试验报告等问题，大部分是非技术性的问题，供合同双方执行时参考。

8 原型泵性能换算

8.0.1 计算水力效率的换算：性能换算中主要是效率换算。几十年来，由水泵模型的效率换算到原型泵的效率，一直采用美国工程师莫迪（Moody）公式：

$$(1-\eta_P)=(1-\eta_M)\sqrt[5]{\frac{D_M}{D_P}}$$

公式中使用五次方根的比值是根据当时制造水平和模型试验水平的统计数据归纳分析而得来的，直径比值的幂值并无理论依据（也曾提出过用四次方根或六次方根的计算方法）。

今天的制造技术和试验水平都比四五十年前大大提高，用统计数据归纳的幂值已经改变：一种改进方法是保留原有公式简单的形式，而对直径比值建议不同机型使用不同的幂值。另一种改进方法是对水力损失的两种不同类型——摩擦损失和旋涡损失做不同处理。莫迪（Moody）公式使用模型和原型直径部分是反映表面粗糙度的不同，所以主要是修正摩擦损失的不模拟，但是在叶片式水力机械中，和粗糙度基本无关的旋涡损失也占很大比重，可以认为模型和原型的旋涡损失比重是相同的。为此，瑞士阿柯瑞（Ackeret）提出了对轴流式水轮机的效率换算公式为：

$$1-\eta_P=(1-\eta_M)\left[0.5+0.5\sqrt[5]{\frac{Re_M}{Re_P}}\right]$$

此式假定了模型的水力损失中一半为旋涡损失，不做修正，而另一半为摩擦损失，用雷诺数的五次方根来换算，使用雷诺数来代替直径比值体现了对水头效应的考虑。后来英国的胡顿（Hutton）建议对轴流式水轮机两类损失的分配由各 0.5 改为旋涡损失 0.3 和摩

擦损失 0.7。

经过很多研究者的不断改进，70 年代广泛应用下面的换算公式，适用于混流式和轴流式两种型式的水轮机：

$$1-\eta_P=(1-\eta_M)\left[(1-\varepsilon)+\varepsilon\sqrt[5]{\frac{D_M}{D_P}}\sqrt[10]{\frac{H_M}{H_P}}\right]$$

系数 ε 代替全部水力损失中摩擦损失所占的比重，对于混流式和轴流式水轮机以及同一机型在不同工况下，ε 值都是变动的。所以，近年来许多研究者用理论分析或统计方法都在探讨 ε 值的大小和分布方式。

日本的井田富夫对水力机械，包括水泵、水轮机和水泵水轮机的水力损失进行了系统研究，提出对常规水泵的 ε 值为 0.6～0.75。

日本标准 JISB8327 中建议用下式进行换算：

$$1-\eta_P=(1-\eta_M)\left[(1-V)+1.07V\left\{\frac{D_P}{D_M}\right\}^{0.18}\right]$$

其中

$$V=V_{opt}/\{6.25[(Q_M/Q_{M,opt})^{-1}-0.84]^2+0.84\}$$

$$V_{opt}=1.4N_s^{-0.1}-0.07$$

式中：$Q_{M,opt}$——模型效率最高时的流量；

N_s——日本用比转速，$N_s=\dfrac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$（$Q$：$m^3/min$）；

n_s——中国用比转速，$n_s=\dfrac{3.65n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$（$Q$：$m^3/s$），$N_s=2.12\,n_s$。

上式与胡顿公式具有相同意义，前项是旋涡损失，后项是摩擦损失的换算。

ISO3555、B.S.599、DIN1944 及 GB3216—82 等标准都没有给出模型性能换算公式。

IEC995（1991）是 IEC 基于现有研究成果最新公布的关于模型到原型进行效率比尺放大的标准，目前已在国际模型验收试验中得到应用。

应指出的是以上种种效率换算公式都是近似的。所以在性能换算时，应按合同中规定的公式进行，如合同中未规定时，按本规程采用 IEC995(1991)的公式进行换算。

8.0.2 流量、扬程、轴功率和汽蚀余量的换算：本规程给出的扬程和轴功率的换算公式已有足够精确度，故未考虑重力加速度换算的影响。

目前对于水力效率增量是如何影响原型泵的性能，尚不太明确。日本 JISB8327 规定流量和扬程换算考虑效率增量的影响，而轴功率换算不考虑效率增量的影响；IEC995（1991）规定流量和扬程换算不考虑效率增量的影响，而轴功率换算考虑效率增量的影响。本规程采用 IEC995（1991）的公式进行换算。

附 录 A
试验误差分析与估算

A1 试验误差的划分与估算

试验误差按有关资料中介绍应分为三类即系统误差、随机误差和粗差，在本附录中考

虑到粗差是在测试过程中由于试验人员读数错误、仪表故障、计算错误等原因而造成。这类误差常常很大，容易辨别，可以立即采取措施剔除，所以没有提到。

A1.1 系统误差：模型泵验收试验中，系统误差主要是指测量仪表或传感器的精度而言，为了把系统误差控制在一定范围内，本规程对各个基本量测量的最大允许系统误差限作了规定（见第5章）。

扬程属于间接测量值，在考虑扬程的系统误差时应是位置水头、速度水头及压力水头三项按（A1）式导出，但考虑到位置高度及速度头的误差较小，可忽略不计。

A1.2 随机误差：随机误差一般是对模型泵的规定点而言，即将泵调到规定点，在试验系统稳定后，连续对流量、扬程、转矩、转速重复采样，一般取 $n=9$ 次即可，然后，按下列步骤计算。

（1）确定读数的平均值：

$$\overline{X}=\frac{O_1+O_2+\cdots+O_n}{n}$$

式中：$\overline{X}$——读数的平均值；

O_1，O_2，…，O_n——每次采样值；

n——采样次数。

（2）按公式（A3）计算标准偏差 S_x。

（3）由表A1查出 t_{n-1} 值。

（4）按公式（A4）或（A5）计算出 E_x。

上述是求随机误差的方法与步骤，如果试验台是稳定的，随机误差在误差计算中所占比例是较小的，在水利部门的标准中都将随机误差的指标控制在总误差的1/2以内，故在本规程中也这样规定。

天水电科技

中华人民共和国行业标准

水泵模型浑水验收试验规程

Code for model pump acceptance tests with sediment water

SL141—97

中华人民共和国水利部

关于批准发布《水泵模型浑水验收试验规程》和《水轮机模型浑水验收试验规程》行业标准的通知

水科技〔1997〕105号

根据部1994年水利水电技术标准制定、修订计划，由部科学技术司主持，以中国水利水电科学研究院为主编单位制定的《水泵模型浑水验收试验规程》、《水轮机模型浑水验收试验规程》经审查批准为水利行业标准，并予以发布。标准的名称和编号分别为：《水泵模型浑水验收试验规程》SL141—97；《水轮机模型浑水验收试验规程》SL142—97。

以上标准自1997年6月1日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验，如发现问题请函告部科学技术司，并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

1997年5月16日

行业信息科技

目　　次

1　总则…… 85
2　术语的定义、符号及计量单位…… 85
3　模型验收试验台…… 89
4　模型泵…… 90
5　模型验收试验各种参数测量及误差…… 91
6　模型验收试验…… 94
7　保证值的验证…… 96
8　模型验收试验的组织等事项…… 98
附加说明 …… 98
条文说明 …… 99

万水电脑科技

1 总则

1.1 制订的目的

本规程规定了用模型泵验证原型泵浑水性能的模型浑水试验方法，作为水泵模型浑水验收试验的准则。

1.2 适用范围

1.2.1 本规程适用于轴流式、混流（斜流）式和离心式（含多级）水泵的试验室模型浑水验收试验。

1.2.2 本规程仅限于验证水泵标书合同中所规定的水泵浑水性能的各项指标，不涉及水泵的结构、强度、材料及其他方面的问题。

1.2.3 本规程只适用于含沙量不超过 50 kg/m³ 的悬移质浑水验收试验。

1.3 引用标准

下列标准包含的条文，通过在本规程中引用而构成为本规程的条文。在本规程出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本规程的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB3216—89 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

IEC497(1976) 蓄能泵模型验收试验国际规程

IEC995(1991) 用考虑比尺效应的水力机械模型验收试验确定原型性能

1.4 试验内容

1.4.1 水泵浑水验收试验主要包括以下项目：

性能试验；

——汽蚀试验；

——飞逸特性试验；

——过流部件磨损特性试验；

——水压脉动特性试验。

1.4.2 委托方提出的其他需要浑水验收试验的项目（如力特性），由双方协商确定。

2 术语的定义、符号及计量单位

本规程采用我国实行的法定计量单位。本规程使用的术语的定义、符号及计量单位见表 2。

表 2 术语的定义、符号及计量单位

序号	术 语	定 义	符号	计量单位
1	模型泵	模型泵段和模型泵装置的通称		
2	清 水	能够清晰目测叶轮进口处汽蚀空泡的水		
3	浑 水	含悬移质泥沙、不能清晰目测叶轮进口处汽蚀空泡的水		
4	泥沙含量（含沙量）	单位体积浑水中的泥沙质量	S	kg/m^3

水利电科技

续表 2

序号	术 语	定 义	符号	计量单位
5	泵流量	通过泵出口断面的流量	Q	m^3/s
6	泵进口流量	在泵的进口断面上测定的流量	Q_1	m^3/s
7	泵保证流量	在规定的扬程和额定转速下，泵必须达到的流量	Q_r	m^3/s
8	泵最小流量	在规定的运行范围及额定转速下，泵的最小流量	Q_{min}	m^3/s
9	泵最大流量	在规定的运行范围及额定转速下，泵的最大流量	Q_{max}	m^3/s
10	进口平均流速	泵进口流量被泵进口面积除的商 $V_1=Q_1/A_1$	V_1	m/s
11	出口平均流速	泵流量被泵出口面积除的商 $V_2=Q/A_2$	V_2	m/s
12	表计压力	系统中任意点大于或小于大气压力的表计读数	p_g	Pa
13	泵进口压力	泵进口测点的表计压力与表计高程的校正值之和	p_1	Pa
14	泵出口压力	泵出口测点的表计压力与表计高程的校正值之和	p_2	Pa
15	清水的密度	单位体积清水的质量	ρ	kg/m^3
16	浑水的密度	单位体积浑水的质量	ρ_s	kg/m^3
17	清水的重度	单位体积清水在空气中的重力 $\gamma=\rho g$	γ	N/m^3
18	浑水的重度	单位体积浑水在空气中的重力 $\gamma_s=\rho_s g$	γ_s	N/m^3
19	水柱高度	用于表示压强的清水水柱高度	h	m
20	水 头	以水柱高度表示的单位重量液体的能量		m
21	表计压力水头	以水柱高度表示的表计压力与表计高程之和 $h_p=a'+p_g/\gamma$ 当某点的表计压力为负值时，其绝对值为该点的真空值	h_p	m
22	速度水头	平均流速的平方除以 2 倍重力加速度，再按该点的浑水重度折算的水柱高度 $h_v=(\gamma_s/\gamma)(V^2/2g)$	h_v	m
23	位置水头	相对于基准面（见图 2-1）的测点高程 Z，按该点的浑水重度折算的水柱高度 $Z'=(\gamma_s/\gamma)Z$	Z'	m
24	总水头	某给定过水断面的压力水头、速度水头和位置水头的总和 $H_t=h_p+h_v+Z'$	H_t	m
25	泵扬程	泵的进、出口总水头之差（见图 2-2～图 2-4） $H=H_{t2}-H_{t1}$	H	m
26	泵额定扬程	额定转速和泵保证流量下的泵扬程	H_r	m
27	水头损失	沿流道任意两过水断面之间总水头的损失	H_j	m
28	表计高程	测量表计在测点以上的高程 a 按该点浑水重度折算的水柱高度 $a'=(\gamma_s/\gamma)a$	a'	m
29	吸入高度	第一级叶轮的基准面至泵吸入侧自由水面的高程 h_s 按该点的浑水重度折算的水柱高度（见图 2-1） $h_s'=(\gamma_s/\gamma)h_s$	h_s'	m

农业出版社

续表 2

序号	术 语	定 义	符号	计量单位
30	汽蚀余量	泵进口总水头加上大气压头再减去汽化压头 $NPSH=H_t+h_b-h_{va}=h_b-h_{va}-h_s'-H_{js}-h_{vt}$ 式中 H_{js} 为吸入侧自由水面至泵进口之间的水头损失；h_{vt} 为以水柱高度表示的吸入侧自由水面真空度	NPSH	m
31	泵输出功率	泵传给液体的有效功率 $P_h=\rho gQH\times10^{-3}$	P_h	kW
32	泵输入功率	泵轴所接受的功率	P	kW
33	机械功率损失	消耗在轴承和轴封上的机械功率	P_m	kW
34	叶轮输入功率	泵主轴传给叶轮的功率 $P'=P-P_m$	P'	kW
35	泵计算水力效率	泵输出功率与叶轮输入功率之比 $\eta_h=P_h/P'$	η_h	
36	泵额定转速	泵在保证流量和额定扬程下运行时，所规定的运行转速	n_r	r/min
37	最大飞逸转速	在规定的扬程下，电动机脱开时所产生的水轮机方向旋转的最大转速	n_{run}	r/min
38	汽蚀系数	汽蚀余量与泵（或叶轮）的扬程 H_F 之比 $\sigma=(h_b-h_{va}-h_s'-H_{js}-h_{vt})/H_F$ $=NPSH/H_F$	σ	
39	泵站汽蚀系数	在泵站运行条件下的汽蚀系数	σ_s	
40	型式数	$K=2\pi n\sqrt{Q'}/[(gH')^{3/4}]$ 式中 Q' 为进入每一吸入口的流量；H' 为泵的单级扬程	K	
41	粒径级配	以小于某一粒径的泥沙重量的百分数为纵坐标，泥沙粒径为横坐标的累计粒径级配曲线给出的粒径组成		
42	中值粒径	在粒径级配曲线上对应于50%含量的颗粒粒径	d_{50}	mm
43	泥沙矿物组成	泥沙中不同矿物成分的含量情况		

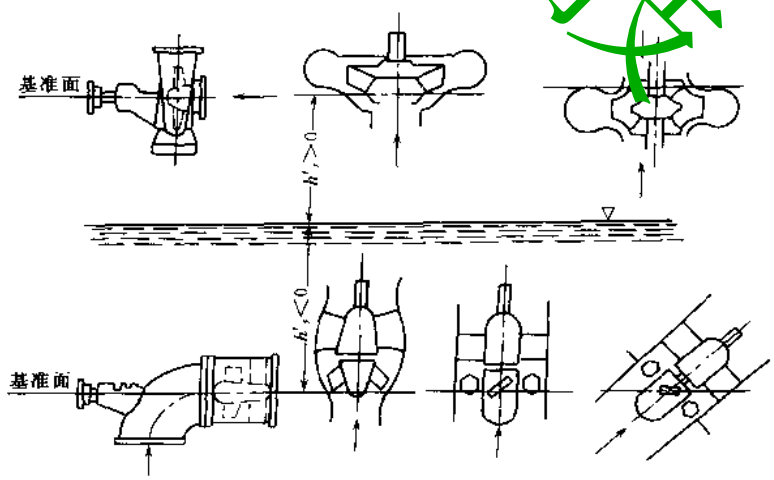


图 2-1 基准面及几何吸入高度 h_s' 的确定

$h_s'>0$ 代表正几何吸入高度 $h_s'=(\gamma_s/\gamma)h_s$

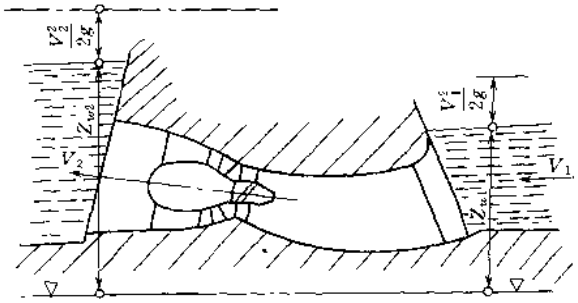


图 2-2 灯泡式轴流泵总水头的确定

$$H=\left[(Z_{w2}-Z_{w1})+\frac{(V_2^2-V_1^2)}{2g}\right]\frac{\gamma_s}{\gamma}$$

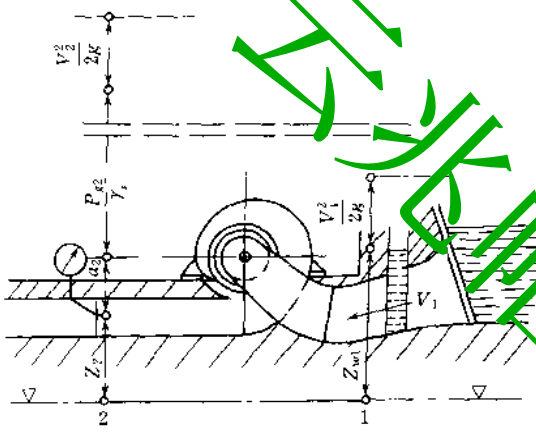


图 2-3 卧式离心泵总水头的确定

$$H=\left[(Z_2-a_2-Z_{w1})+\frac{(V_2^2-V_1^2)}{2g}\right]\frac{\gamma_s}{\gamma}-\frac{P_{g2}}{\gamma}$$

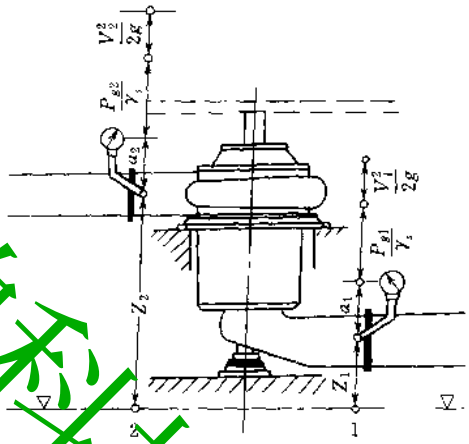
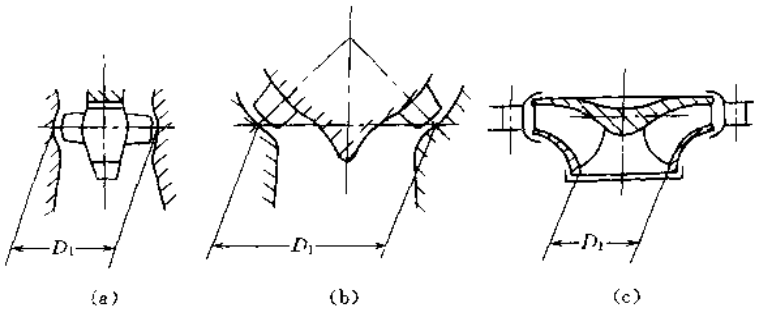


图 2-4 立式离心泵总水头的确定

$$H=\left[(Z_2+a_2)-(Z_1+a_1)+\frac{(V_2^2-V_1^2)}{2g}\right]\times\frac{\gamma_s}{\gamma}+\frac{P_{g2}-P_{g1}}{\gamma}$$



(a) (b) (c)

图 2-5 模型泵叶轮名义直径

(a) 轴流式；(b) 斜流式；(c) 离心式

江水泊科技

3 模型验收试验台

3.0.1 水泵模型浑水验收试验应在闭式试验台上进行。

3.0.2 闭式试验台的高、低压水箱的形状设计应避免泥沙淤积，否则，应设置浑水搅拌装置。

3.0.3 闭式试验台的泥沙加入装置宜设在低压水箱的顶部。泥沙的加入应在试验系统处于正常运行的条件下进行。加沙装置应能控制加沙速度，加沙完毕后应能良好密封。

3.0.4 试验台连接管路直径应符合泥沙起动流速的要求。

3.0.5 试验系统应在其最底部设置快速排空阀。

3.0.6 对模型验收试验台的要求及选择应由委托方在合同中提出，试验台应能满足验收试验项目、试验参数测量精度及运行稳定的要求。

3.0.7 清、浑水性能、汽蚀和其他特性的验收试验应在同一试验台进行。特殊情况经双方协商同意也可用同一装置分别在不同的试验台进行。

3.0.8 在一定范围内，模型泵的试验扬程与原型泵的扬程可以不同。在模型试验中应使试验在尽可能高的雷诺数（Re）下进行。

表 3.0.8 中列出了模型泵扬程、雷诺数和叶轮直径最低允许值。如果扬程太低，当试验要求包括合同所规定的整个汽蚀范围时，很低的进口压力（即高真空），会引起气体分离。

表 3.0.8 模型泵扬程、雷诺数及叶轮直径最低允许值

泵的类型	轴流式	斜流式	离心式
模型最小雷诺数 Re_{min}	3×10^5	4×10^6	5×10^6
模型泵叶轮最小名义直径 $D_{1,min}$（m）（见图 2-5）	0.30	0.25	0.20
模型泵每级最小额定扬程 $H_{r,min}$（m）	2.0	5.0	20.0

注：当 D_1 和 H_r 两者之一选取表中最小值时，另一个的取值不应小于相应 Re_{min} 按下式反算的数值，$Re=D_1\times\sqrt{2gH_r}/\nu$。

3.0.9 模型泵的效率应在同原型泵相似的汽蚀条件下进行测定。如果模型泵效率是在无汽蚀条件下测定的，事后应通过全面的汽蚀试验来确定汽蚀参数对性能的影响。在汽蚀试验中，汽蚀余量 NPSH 应调整到合同所规定的条件。

3.0.10 同一测点多次测量时，模型泵的扬程、转速、流量和输入功率的变化范围应分别在平均扬程的±1.0%、平均转速的±0.2%、平均流量的±0.5%和平均输入功率的±1.25%之内。

3.0.11 应在模型泵进、出口侧设置测压断面。每个测压断面至少应设置 4 个静压孔。对于圆形管道，静压孔应设在相互垂直的直径上，各静压孔应用均压环管或具有相同水流阻力的管路与压力表连接。如果测压断面设置在水平管路上，静压孔不应位于断面的最高或最低点，以避免气体聚集（最高点）和泥沙淤塞（最低点）。如果测压断面设置在垂直管路上，则在均压环管上应设置 4 个以上排沙排气阀。每个静压孔单独测得的压力与其算术平均值的允许偏差为泵扬程的±0.5%，否则测量无效。

泵进口测压断面上游应设置整流栅。整流栅的出口与泵进口测压断面间应具有长度为

仅供试读

4倍以上直径的直管段。整流栅形式及尺寸应符合GB3216—89《离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法》中图2-5的规定。泵进口测压断面下游应具有长度为2倍直径的直管段。泵出口测压断面的上下游应各具有长度为2倍直径的直管段。

3.0.12 模型泵进口处水面应高出泵进口断面最高点4倍管径以上，出口处水面应高出出口断面最高点2倍管径以上。

3.0.13 模型泵的进口水流应无旋，流速应均匀分布。

3.0.14 模型泵的出口测量断面应模拟订货时所规定的运行条件。

3.0.15 模型泵和测流装置之间不得漏水，也不得另有进水。

3.0.16 试验用泥沙宜选用原型过机泥沙，也可以经双方商定采用其他与原型过机泥沙级配及密度等相近的代用沙。

3.0.17 试验用水不应含有对模型材料有害的化学成分。试验之前应尽可能地把游离气体和气泡排除干净，并测量水温。在每个测程中，含气量的变化应尽可能地小。在每个测程中，水温不得超过35℃。

3.0.18 性能试验过程中，加入新沙后，应使系统在模型泵最优工况附近运行10min以上方可进行正式试验。

3.0.19 汽蚀试验过程中产生气泡和析出气体时，应保证扬程、流量测量仪表的正常工作不受影响。全封闭试验系统在每次更换或补充新水后，应在真空度7～8m下运行1h以上，方可进行正式试验。在每次加入或更换新泥沙时，应在同样真空度下再运行20min以上方可进行正式试验。

3.0.20 汽蚀试验过程中最大真空度一般不超过8m。

3.0.21 用于模型验收的试验台，必须经过省、部级或其鉴定，并持有计量行政主管部门的鉴定合格证明。试验台的精度，清水模型效率的允许总误差为±1.3%，允许重复误差为±0.65%；浑水模型效率的允许总误差为±1.5%，允许重复误差为±0.75%。凡清水效率总误差或浑水效率总误差超过允许总误差范围的试验台，不能作为验收试验之用。

3.0.22 试验台的实际精度，依模型验收时的校验结果为准。

4 模型泵

4.0.1 模型泵，包括自吸水室至压水室的全部过流部件，应由委托方提供或认可。

4.0.2 模型泵的过流部件（如压水室、叶轮、吸水室以及导叶等），均应严格按设计图纸制造。过流部件的制造用材应考虑过流表面在浑水试验期间的抗磨要求。

4.0.3 除非另有规定，无论是单级或双级泵、单吸或双吸泵，模型泵的进、出口基准断面之间的所有过流部件都必须和原型泵几何相似。对于多级泵（三级和三级以上），其模型泵一般至少是二级的。模型试验宜在同原型一样的立轴或卧轴型式下进行。止漏环间隙以及轴封可不要求几何相似。

4.0.4 原型泵及模型泵的叶轮和过流部件表面应尽可能做得光滑。模型泵过流部件表面粗糙度要求见表4.0.4。

4.0.5 模型泵和原型泵几何相似的检查按IEC497(1976)《蓄能泵模型验收试验国际规程》中15.3的规定进行。

4.0.6 模型泵和原型泵之间几何相似的允许偏差应符合 IEC497(1976)《蓄能泵模型验收试验国际规程》中 15.4 的规定。

4.0.7 模型泵部件局部可用透明的非金属材料制作，但必须保证部件表面的粗糙度及加工精度，并有足够的刚度。

表 4.0.4 模型泵过流部件表面最大允许粗糙度

部　件	最大允许粗糙度 R_a (μm)
导叶、叶轮	6.3
其　他	25

4.0.8 模型泵轴封应适合在浑水条件下运行，浑水试验期间摩擦力应稳定，密封处应无浑水外漏。

4.0.9 清水试验前，必须按设计图纸检查模型泵过流部件的几何形状及尺寸，并记录在案，作为检查与原型泵几何相似的依据。

4.0.10 浑水试验完成后，应校核泵清水性能。如因过流表面磨损引起的效率误差仍在 3.0.21 所规定的范围内，则认为浑水试验结果有效。

5 模型验收试验各种参数测量及误差

5.1 流量测量方法及误差

5.1.1 流量测量可采用原级法（包括称重法、容积法）或次级法（电磁流量计）。采用容积法测量时，测量前后应清理泥沙。

5.1.2 采用称重法或容积法测量时，向称重容器内或容积池内充水的时间不得少于 50s。分流装置的切换和充水计时应准确。

表 5.1.4 流量测量的允许误差

测量方法	清　水	浑　水
称　重　法	±0.2%	±0.4%
容　积　法	±0.2%	±0.4%
电磁流量计法	±0.5%	±0.7%

5.1.3 采用电磁流量计测量时，流量计应经原级法用清水进行标定。有条件时还应进行浑水标定。应检查给试验水中带来铁磁物质的可能性并加以避免。

5.1.4 流量测量的允许误差应符合表 5.1.4 的规定。

5.2 扬程测量方法及误差

5.2.1 扬程测量可用压力传感器、差压传感器及其他高精度的压力计。

5.2.2 扬程测量系统的允许误差，清水时为±0.35%，浑水时为±0.40%。

5.3 功率测量方法及误差

模型泵的输出功率一般通过测功装置测量泵轴的转速和传递的力矩来确定，测功装置（测功电机、扭矩仪等）应有良好的稳定性和较高的灵敏度。

5.3.1 测功臂应采用受外界温度影响较小的金属材料制作。臂长测量的允许误差为±0.02%。如受外界温度影响臂的长度变化较大时，应按材料的膨胀或收缩系数进行修正。

5.3.2 测量力矩的平衡力，应采用国家级标准砝码或经过标定的电气负荷传感器。平衡力测量系统允许误差，清水时为±0.5%，浑水时为±0.7%。

5.4 转速测量方法及误差

转速测量可采用下列方法：

——电脉冲发生器，电子脉冲计数器和时标；

——无转差连接机构的机械计数器和自动停表或计时器；

水利电科技

——与驱动电机刚性连接的电频率表；

——由模型泵驱动的稳态永磁直流电机和高等级电压表构成的高精度转速表。

这些仪表在试验之前必须经过仔细校验，其转速测量系统的允许误差为±0.15%。

5.5 含沙量测量

5.5.1 含沙量测点应设在泵压水室出口以后的直管段上，测点与泵之间不得有水流进入或流出，管道直径应保持基本一致。

5.5.2 测量方法可以采用取样过滤称重法或其他方法。采用取样过滤称重法时，取样点应在管中心。采用其他次级方法时，应使用取样过滤称重法进行校核，测量允许误差为±10%。

5.5.3 试验规定含沙量与实测含沙量的允许偏差为±10%。

5.5.4 每次浑水试验前后应在泵最大流量、保证流量和最小流量3个工况下各测量两次含沙量，前次测量的平均值与后一次测量的平均值的允许偏差为±5%，取两者之平均值作为实测含沙量。

5.6 其他测量参数及误差

5.6.1 几何吸入高度测量：测量允许误差为±0.2%。

5.6.2 大气压测量：测量允许误差为±0.2%。

5.6.3 真空度测量：测量允许误差为±0.2%。

5.6.4 水温测量：测量允许误差为±0.5℃。

5.7 模型泵效率

应根据所测量的各项参数（如扬程、流量、力矩及转速等）按下式确定：

$$\eta_M = \frac{P_u}{P} = \frac{\gamma QH}{M\omega} \tag{5.7}$$

式中：M——泵轴传递的力矩，N·m；

ω——泵轴旋转角速度，rad/s；

H——泵扬程，m；

Q——泵流量，m^3/s；

γ——清水的重度，N/m^3。

5.8 试验参数测量的总误差

总误差应包括系统误差和随机误差两部分。系统误差取决于测量方法及测量仪表的校验结果；随机误差则按通常的统计学原理确定。应有足够多的观测次数，随机误差应减小到可能的最小值。

模型效率的系统误差 $E_{\eta,s}$ 以下式计算：

$$E_{\eta,s} = \pm\sqrt{E_Q^2 + E_H^2 + E_n^2 + E_M^2} \tag{5.8.1}$$

式中：E_Q——流量测量系统误差，$E_Q=\Delta Q/Q$；

E_H——扬程测量系统误差，$E_H=\Delta H/H$；

E_n——转速测量系统误差，$E_n=\Delta n/n$；

E_M——力矩测量系统误差，$E_M=\Delta M/M$。

模型泵效率的允许随机误差 $E_{\eta,R}$ 清水时为±0.65%以内，浑水时为±0.75%。

天华仪科技

模型泵效率的允许总误差（相对不确定度）以系统误差和随机误差的方和根求出

$$E_\eta = \pm \sqrt{E_{\eta,s}^2 + E_{\eta,R}^2} \qquad (5.8\text{-}2)$$

5.9 汽蚀系数

汽蚀系数 σ 按表 2 所列公式计算。

5.10 仪表校验

在验收试验前后对主要测量仪表均应进行校验。其中，扬程、功率及转速等测量仪表在每次试验前后均应进行校验。在验收试验过程中，如果委托方对测量精度提出质疑时，试验方应对测量仪表重新进行检查和校验。

不同温度下的水银密度、水的汽化压力、清水的密度、水的运动粘滞系数以及不同纬度与海拔高度的重力加速度值，见表 5.10-1～表 5.10-5。不同温度下浑水汽化压力与运动粘滞系数值暂取清水数值。

表 5.10-1 不同温度下的水银密度值

温度（℃）	0	5	10	15	20
密度（kg/m³）	13595	13583	13571	13559	13546
温度（℃）	25	30	35	40	45
密度（kg/m³）	13534	13522	13509	13497	13485

表 5.10-2 不同温度下水的汽化压力值

温度（℃）	汽化压力（m）	温度（℃）	汽化压力（m）	温度（℃）	汽化压力（m）
0	0.0623	12	0.1430	24	0.3049
1	0.0670	13	0.1527	25	0.3238
2	0.0719	14	0.1631	26	0.3437
3	0.0772	15	0.1739	27	0.3647
4	0.0829	16	0.1855	28	0.3867
5	0.0889	17	0.1977	29	0.4100
6	0.0953	18	0.2106	30	0.4344
7	0.1021	19	0.2243	31	0.4601
8	0.1093	20	0.2387	32	0.4871
9	0.1170	21	0.2540	33	0.5155
10	0.1252	22	0.2700	34	0.5454
11	0.1338	23	0.2870	35	0.5767

表 5.10-3 不同温度下清水的密度值

温度（℃）	密度（kg/m³）	温度（℃）	密度（kg/m³）	温度（℃）	密度（kg/m³）
0	999.80	6	999.94	12	999.48
1	999.88	7	999.90	13	999.34
2	999.92	8	999.84	14	999.20
3	999.96	9	999.78	15	999.00
4	1000.00	10	999.70	16	998.88
5	999.98	11	999.60	17	998.72

万水电科技

续表 5.10-3

温度 (℃)	密度 (kg/m³)	温度 (℃)	密度 (kg/m³)	温度 (℃)	密度 (kg/m³)
18	998.54	24	997.32	30	995.70
19	998.36	25	997.10	31	995.36
20	998.20	26	996.84	32	995.00
21	997.95	27	996.56	33	994.64
22	997.74	28	996.30	34	994.26
23	997.54	29	996.00	35	993.90

表 5.10-4 不同温度下水的运动粘滞系数值

水温 (℃)	运动粘滞系数 (10^{-6} m²/s)	水温 (℃)	运动粘滞系数 (10^{-6} m²/s)	水温 (℃)	运动粘滞系数 (10^{-6} m²/s)
0	1.787	15	1.137	30	0.798
5	1.514	20	1.002	35	0.654
10	1.304	25	0.891		

表 5.10-5 不同纬度及海拔高度下的重力加速度值 (m/s²)

纬度 (°)	平均海平面以上的高度 (m)				
	0	1000	2000	3000	4000
0	9.780	9.777	9.774	9.771	9.768
10	9.782	9.779	9.776	9.773	9.770
20	9.786	9.783	9.780	9.777	9.774
30	9.793	9.790	9.787	9.784	9.781
40	9.802	9.799	9.795	9.792	9.789
50	9.811	9.808	9.804	9.801	9.798
60	9.819	9.816	9.813	9.810	9.807
70	9.826	9.823	9.820	9.817	9.814

农业标准科技

6 模型验收试验

6.1 性能试验

试验规定含沙量与组次、试验范围以及布点情况由双方协商确定。

6.2 汽蚀试验

6.2.1 除采用能量法（即外特性法）确定清水和浑水的临界汽蚀系数 σ_c 外，应同时通过闪频仪等观察清水初生汽蚀系数、泵站汽蚀系数和临界汽蚀系数时叶片上汽泡发生的部位及发展过程，描绘汽泡覆盖面积、长度及气穴特征，并进行摄影。初生汽蚀系数 σ_i 根据汽泡发生情况可由双方协商确定。浑水用声学法检测初生汽蚀。声学法应在清水条件下用闪频仪观测结果进行校核。

6.2.2 临界汽蚀系数 σ_c 可采用以下三种方法确定，并宜取其最大值。

—— 与无汽蚀工况效率相比，效率降低 1%时的汽蚀系数 [见图 6.2.2 (a)]；

—— 无汽蚀工况的效率线与效率急剧下跌线交点处的汽蚀系数，该下跌线系由至少3个测点连成的直线［见图6.2.2（b）］；

—— 与无汽蚀工况的扬程相比，扬程下降（2＋K/2）%时的汽蚀系数［见图6.2.2（c）］。

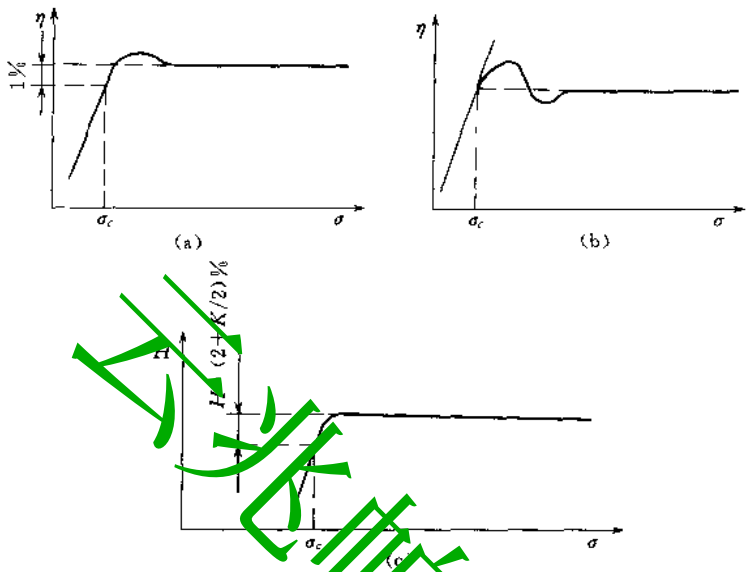


图 6.2.2 确定 σ_c 的几种常见方法

6.3 飞逸特性试验

验证飞逸转速特性，宜在泵站汽蚀条件下使用清水进行，并应在轴功率为零的条件下测定。是否在浑水条件下进行该项试验可由合同（协议）双方协商确定。

6.4 水压脉动试验

验证清、浑水水压脉动特性应以叶轮出口商定部位的水压脉动为主。也可以根据合同验证其他部位的水压脉动。试验结果可按混频给出，也可按分频给出，但在合同中应明确规定。

6.5 零流量特性试验

应对清水和规定泥沙含量下泵产生零流量时的扬程与输入功率进行验证。

6.6 力特性试验

主要验证轴向水推力。可在清水条件下、也可在双方约定的泥沙含量下进行该项试验。

6.7 磨损特性试验

6.7.1 过流部件的磨损部位及相对磨损强度试验一般采用易损涂层法进行。若直接对模型泵流道表面进行磨损试验，该试验应在另备部件（包括叶轮、导叶、口环等）上进行，备件流道尺寸、水力性能及汽蚀特性应与进行验收试验时一致。

6.7.2 若采用易损涂层法进行磨损特性试验时，涂层宜分层涂覆，各层宜以不同颜色相区别。涂层表面应光滑，厚度应均匀，总厚度不宜超过0.5mm。涂层的物理、化学性质应稳定，并有良好的耐水性，试验结束后应易于清除。涂层的抗磨能力应满足6.7.3的要求。

万水帕科技

6.7.3 磨损试验时间应不少于30min。如果磨损试验时间超过3h，则每3h应更换一次试验用泥沙。更换后试验泥沙含量应符合5.5.3的要求。

6.7.4 应至少选取一个工况点进行磨损特性的重复性试验，两者相应部位磨损强度的允许偏差为±25%。

6.7.5 磨损试验结束后，应按不同部位的磨损面积和深度分析各部位的相对磨损强度，并据此为原型泵的抗磨防护或模型泵的抗磨改进提供依据。在委托方提供了两个以上的不同叶轮或模型泵用于抗磨性能的对比筛选时，应在相同含沙量下分别对每个叶轮或模型泵进行磨损特性对比试验，试验后应根据各自的试验条件分析相对抗磨能力，并推荐抗磨性能方面的优选叶轮或模型泵。

6.8 其他

本规程中未说明项目的试验办法、精度要求，可由合同（协议）双方协商确定。

7 保证值的验证

7.1 概述

验收试验前委托方应提供验证需要的各种资料以及所有可能影响泵水力性能的水工布置形式及尺寸。与泵联接的流道情况应有书面协议，并应规定进、出口测量断面。

7.2 主要保证

由水泵模型试验来验证原型的保证值时可采用下列方式：

各保证值以不作比尺效应修正的模型试验结果为依据；

- 各保证值以经比尺效应修正后的模型试验结果为依据。

7.2.1 流量

如果合同没有明确规定，在泵的额定转速 n_r 和额定扬程 H_r 及相应的含沙量 S 下，当泵的流量不小于0.985倍和不大于1.015倍的保证流量 Q_r 时，则泵的流量保证得到满足。

7.2.2 效率

应明确效率保证值是在无汽蚀条件下还是在泵站汽蚀条件下的数值（应与原型泵安装高程或泵站汽蚀系数 σ_s 相对应）。

当测得的各个效率不小于保证值时，有关各效率的保证得到满足。作出效率保证的方式可按IEC497(1976)《蓄能泵模型验收试验国际规程》中11.2.2与11.2.3执行。

7.2.3 汽蚀

根据合同中规定和委托方要求的工况点，验证泵站汽蚀系数，临界汽蚀系数及初生汽蚀系数，给出相应清水状态下的汽蚀照片，或用简图描述其部位及形态。

7.3 其他保证

这些保证以按比尺效应修正或不修正的模型试验结果为依据。

7.3.1 泵最大输入功率

验证泵最大输入功率的保证值。

7.3.2 零流量时的扬程和输入功率

当导叶或叶片角度给定时，验证泵起动过程中各个规定转速下零流量时的泵扬程与输入功率的保证值。

江苏省标准

7.3.3 飞逸转速

飞逸转速的保证应符合 IEC497 (1976)《蓄能泵模型验收试验国际规程》中 12.3 规定。

7.4 原型泵性能换算

7.4.1 效率换算

将模型泵效率换算为原型泵效率时，应按合同中规定的换算公式进行。如合同中未规定换算公式及办法，可用下列公式进行换算：

$$\eta_{h,P} = \eta_{h,M} + \Delta\eta_h \tag{7.4.1-1}$$

$$\Delta\eta_h = \delta_{ref}\left[\left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,M}}\right)^{0.16} - \left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,P}}\right)^{0.16}\right] \tag{7.4.1-2}$$

$$\delta_{ref} = \frac{1-\eta_{h,opt,M}}{\left(\frac{Re_{u,ref}}{Re_{u,opt,M}}\right)^{0.16} + \frac{1-V_{ref}}{V_{ref}}} \tag{7.4.1-3}$$

$$Re_u = \frac{DU}{\nu} \tag{7.4.1-4}$$

上四式中：$Re_{u,ref}=7\times10^7$；

$\eta_{h,P}$——原型泵计算水力效率，%；

$\eta_{h,M}$——模型泵计算水力效率，%；

$Re_{u,M}$——每一试验点的模型雷诺数；

$Re_{u,P}$——相似工况点的原型雷诺数；

$\eta_{h,opt,M}$——每一试验含沙量下模型泵最优计算水力效率，%；

$Re_{u,opt,M}$——每一试验含沙量下模型最优效率$\eta_{h,opt,M}$点处的雷诺数；

V_{ref}——对应于$Re_{u,ref}$的损失分布系数。$V_{ref}=0.6$；

D——叶轮名义直径（见图 2-5），m；

U——叶轮名义直径 D 处的圆周速度，m/s；

ν——运动粘滞系数，m^2/s。

对于不同的试验含沙量，应分别以各自的$\eta_{h,opt,M}$及$Re_{h,opt,M}$进行模型泵到原型泵的效率换算。

7.4.2 其他参数换算

$$Q_P = Q_M\frac{n_P}{n_M}\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^3 \tag{7.4.2-1}$$

$$H_P = H_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^2\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^2 \tag{7.4.2-2}$$

$$P_P = P_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^3\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^5\frac{\eta_{h,M}}{\eta_{h,P}} \tag{7.4.2-3}$$

$$\mathrm{NPSH}_P = \mathrm{NPSH}_M\left(\frac{n_P}{n_M}\right)^2\left(\frac{D_P}{D_M}\right)^2 \tag{7.4.2-4}$$

上四式中：M——模型；

P——原型。

水规所科技

8 模型验收试验的组织等事项

8.0.1 模型验收试验时应按合同规定，由委托方组成验收小组进行验收。承担模型验收试验的一方负责试验事宜。

8.0.2 验收试验大纲应由承担模型验收试验单位根据合同制定，并提交委托方审定。试验工作日程由双方协商确定。

8.0.3 验收试验大纲应包括以下主要内容：

——模型验收试验台的具体要求；

——模型验收试验项目；

——模型泵的检查及测量仪器的校验；

——各项验收试验规定泥沙含量、组次及工况点的选定；

——要求完成的验收成果，包括各种特性曲线、数据、图表和过流部件的几何形状及尺寸。

8.0.4 验收试验报告应包括以下主要内容：

——有关模型验收试验的各项记录、文件及资料；

——参加验收试验人员名单；

——验收试验项目；

——模型验收试验台及模型泵机型的说明；

——进行验收试验的过程及测量仪器校验方法的介绍；

——至少有一个测程从原始数据至最终结果的详细计算例子；

——测量仪表的校验，验收试验各种参数测量误差的分析；

——模型泵流道几何尺寸测量结果；

——各种试验曲线及图表；

——试验结果与保证值的比较及技术结论；

——双方负责人签字。

附加说明：

主 编 单 位：中国水利水电科学研究院

参 编 单 位：水利部天津勘测设计研究院

中国农业机械化研究院

主要起草人：陆 力 周先进 李铁友 闵京声 段桂芳

万水电科技

中华人民共和国行业标准

水泵模型浑水验收试验规程

SL141－97

条　文　说　明

目　　次

编制说明 …… 100
1　总则 …… 100
2　术语的定义、符号及计量单位 …… 100
3　模型验收试验台 …… 101
4　模型泵 …… 101
5　模型验收试验各种参数测量及误差 …… 102
6　模型验收试验 …… 102
7　保证值的验证 …… 102

万水电科技

编 制 说 明

任务概述 随着我国工农业生产的发展，含沙河流上兴建的大型泵站越来越多，还有一些蓄能泵也需在含沙水流中运行。由于这些机组的容量及尺寸越来越大，而且需要了解含沙水流情况下的各项性能的保证情况，水泵行业习惯的水泵水力性能原型验收试验因受具体条件限制越来越难以进行，用于清水的蓄能泵模型验收试验规程在这种情况下也不适用。目前我国已建成一批测试精度较高的水泵模型浑水试验台，完成过国内一些在多泥沙河流上运行的水泵的性能测试任务。但是，国内外均无关于水泵模型浑水试验的标准。为此，1994 年水利部科技司提出了《水泵模型浑水验收试验规程》的编制项目并下达任务。该规程由中国水利水电科学研究院、水利部天津勘测设计研究院及中国农业机械化研究院负责起草。

编制经过 受水利部科技司委托，中国水利水电科学研究院作为主要起草单位于 1994 年 6 月完成了《水泵模型浑水验收试验规程》的初稿，并在部科技司标准处召开的标准编制计划会议上征求意见。之后又在有关起草单位内进一步征求意见，对初稿进行了重新整理和编排，于 1995 年 7 月完成了征求意见稿，并向 25 个单位寄发了 38 份征求意见，共收到返回意见 16 份（见意见汇总表）。根据返回的意见，对征求意见稿进行了修改，于 1996 年 3 月完成了送审稿。1996 年 7 月 17 日至 19 日在北京召开了《水泵模型浑水验收试验规程》行业标准审查会，根据专家评审意见对送审稿进一步进行了修改，于 1996 年 9 月完成了报批稿。

1 总则

1.2.3 目前水泵模型浑水试验台一般采用电磁流量计测量流量。根据以往经验，当含沙量超过 50kg/m³ 时，将对流量测量产生明显影响，因此本规程规定了试验含沙量的上限为 50kg/m³。

本规程只适用于悬移质浑水验收试验，意味着将根据所试模型泵流量的大小改变试验台管路直径，以保证泥沙充分悬浮。

1.3 引用标准

目前国内外尚无关于水泵模型浑水试验的标准供参考。在编制本规程时，主要根据国内浑水模型试验积累的经验，并参考了 IEC497(1976)《蓄能泵模型验收试验国际规程》、GB3216—89《离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法》和 IEC995(1991)《用考虑比尺效应的水力机械模型验收试验确定原型性能》等标准。在技术要求及试验台测试精度方面主要参考了 IEC497(1976)。另外，也参考了 GB3216－89 的部分内容。

1.4.1 本规程中只写入了性能、汽蚀、飞逸特性、磨损特性及水压脉动特性等 5 项最基本的浑水试验内容。其中汽蚀试验项目应包含汽蚀初生检测，有条件的应进行浑水情况下的汽蚀初生检测。磨损特性试验目前用易损涂层法进行，用于磨损部位及磨损强度的相对比较。

2 术语的定义、符号及计量单位

浑水试验系统一旦加入泥沙，很难完全冲洗干净。因此，有必要给出在浑水试验台上

版权所有 不得翻印

试验时清水的定义。本规程在给出这一定义时主要考虑了：①能够目测汽蚀初生；②在这种状态下长时间运行不会对过流表面产生明显磨损。

重度不是我国统一实行的法定计量单位，但考虑到其在水力机械行业沿用已久，故本规程将其作为导出单位使用。

有关的浑水水柱及压强均换算成清水水柱。

水头均折算成清水水柱进行计算，因此泵扬程与图 2-2～图 2-4 中的几何扬程（浑水水柱）不相等，故未在图中标出 H，H 按图 2-2～图 2-4 中所给公式计算。

3 模型验收试验台

3.0.3 对于闭式试验台，为使泥沙能顺利加入并在加入后能尽快获得充分搅拌，应将泥沙加入装置设在低压水箱顶部，泥沙的加入应在试验系统处于正常运行的条件下进行。

3.0.5 浑水试验完成后，为防止泥沙在试验管路系统中沉积，必须使系统中的浑水在模型泵停止运转后快速排空，为此，应在试验系统的最底部设置快速排空阀。

3.0.7 即使是高精度试验台，不同的台之间也存在着测试差异。为能较准确地了解水流挟沙对机组各项性能指标的影响，本规程规定清、浑水验收试验一般在同一试验台上进行。

3.0.11 在水流紊动的情况下，测压环管内的水体存在随机性瞬态流动。当挟沙水进入测压环管后，由于水流速度降低，泥沙将沉淀，为防止测压环管堵塞，需对测压环管进行监测，并在环管上相应设置排沙阀。

3.0.16 目前还难于做到旋转机械内部三相流动的准确模拟，按近似相似推导出的泥沙模拟条件也难于满足。但是，国内多年试验结果表明，模型选用原型过机泥沙，其磨损部位及形态与原型情况是相近的，故暂时规定模型试验选用原型过机泥沙，以后随着科学技术的发展逐步进行修订。

3.0.19 由于泥沙颗粒表面微裂缝中可能存留有未溶解气体，故要求在新沙加入后，系统应在 7～8m 真空度下再运行一段时间，但考虑到时间过长会导致模型机组过流表面磨损，故将这一时间规定为 20min 以上。

3.0.21 试验台的测试误差及稳定性是其最为重要的技术指标。参照 IEC497(1976)并结合我国的实际情况，将水泵模型验收试验的允许总误差定为±1.3%（清水）和±1.5%（浑水）。

4 模型泵

4.0.2 我国河流的悬移质泥沙中硬质颗粒所占比重较大，如黄河沙中石英及长石含量约占 90%。为保证在浑水验收试验前后，试验结果能较好地重复，要求过流表面的材料应具有一定的抗磨能力，以保证浑水试验后，因过流表面磨损引起的效率误差仍在 3.0.21 所规定的范围内。

4.0.8 常规的水泵轴封方法有盘根法和机械密封法，这两种方法在浑水条件下易造成密封材料磨损和浑水外漏，从而导致浑水试验期间摩擦力不稳定，故不宜采用。

4.0.10 浑水试验过程中，模型泵过流表面会不同程度地产生泥沙磨损，为检验模型泵浑水验收试验前后因过流表面磨损而引起的性能变化仍在 3.0.21 所规定的范围内，应在整

个浑水验收试验完成后再校核泵清水性能。如果校核结果表明，模型泵性能变化已超出3.0.21所规定的范围，则浑水试验结果无效。

5 模型验收试验各种参数测量及误差

5.1.3 水流挟沙后将对电磁流量计性能产生一定影响，尤其是泥沙中含有铁磁物质时影响很大。由于河流中泥沙来源复杂，同一河流在不同季节其泥沙来源也不尽相同。因此，有条件时应进行流量计浑水标定。

5.5.1 为保证含沙水取样时，在取样断面泥沙能充分悬浮，取样点处必须有一定的水压和流速，故此，取样孔以设在水泵出口测压直管段上为宜。

5.5.2 由于水平管断面上泥沙含量分布不均匀，下边含沙量大，上边含沙量小，而管中心处的含沙量接近于管断面上含沙量平均值，故取样点应设在管中心。

5.5.4 工况点不同时，试验管路上的水流流速也会不同，这必然影响试验系统内泥沙的沉降及管路内泥沙浓度的分布，因此，每次浑水试验前后应在泵最大流量、保证流量及最小流量3个工况点各测量两次含沙量。

5.10 水流含沙后动力粘滞系数可按下式计算：$\mu_s=\mu(1-S_v/S_{vm})^{-2}$。式中，$S_{vm}$为极限含沙量（以体积百分比计），对黄河沙，$S_{vm}=0.59$；$S_v$为体积含沙量；$\mu$为清水的动力粘滞系数。在本规程适用的最大含沙量50 kg/m³条件下，浑水动力粘滞系数与清水的相比，相差不超过7%，故本规程暂规定浑水动力粘滞系数取清水值。

6 模型验收试验

6.2.1 在浑水情况下汽蚀空泡无法目测，需用间接法检测汽蚀初生。在间接法中，声学法从使用的方便性、准确性来看，都优于电学法及放射性同位素法，且广泛应用于水力机械及船舶螺旋桨的汽蚀研究中，故本规程推荐声学法。

6.7.2 作磨损特性试验时，因涂层厚度及其表面粗糙度对水泵内部流态及性能有一定影响，故提出对涂层厚度及表面粗糙度要求。

6.7.3 因试验通常为循环系统，长时间试验过程中泥沙颗粒的形状和尺寸因撞击作用会有所改变，为保证试验泥沙的形状特性和尺寸在试验过程中不致发生大的变化，对磨损特性试验特规定每3h更换一次泥沙。

7 保证值的验证

7.1 对于在含沙水流中工作的水泵来说，易产生汽蚀和磨损，故此，合同中应对汽蚀破坏量及磨损量作出附加保证，但限于目前的模型试验技术水平，还难以根据模型泵的汽蚀及磨损量换算至原型泵，而只能就原型泵的汽蚀及磨损部位以及各部位的汽蚀及磨损相对强度作出预测。为此，本规程对汽蚀及磨损量的附加保证暂未列出模型泵验收试验的验证方法。

7.4.1～7.4.2 如何将浑水条件下水力机械的各项性能换算至原型，目前尚无可依据的方法，故此，本规程暂规定按清水的计算公式进行换算。此外，由于试验含沙量改变时，水泵最高效率值会发生变化，因此，对不同的含沙量，应分别计算效率增量$\Delta\eta$，由此换算出

农业标准技术

相同含沙量下的原型各点效率值。

在原型泵效率换算时，本规程采用IEC995(1991)中推荐的效率换算公式。此外，当原型泵和模型泵工作介质温度相差较大时，还应考虑水体密度对原型泵功率换算的影响，换算公式如下：

$$P'_P = P'_M(\rho_P/\rho_M)(n_P/n_M)^4(D_P/D_M)^5(\eta_{n,M}/\eta_{n,P})$$

云水帕科技

中华人民共和国国家标准

水泵流量的测定方法

Methods for measurement of capacity of pump

GB/T3214－91（代替 GB3214－82）

江水泵业科技

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… 105
2　引用标准 …… 105
3　量的名称、符号、定义及单位 …… 105
4　标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴 …… 106
5　水堰 …… 112
6　容器 …… 120
7　涡轮流量计 …… 121
8　其他流量仪表 …… 122
附录 A　涡轮流量传感器的安装（补充件） …… 122
附录 B　设计水堰的参考尺寸（参考件） …… 124
附录 C　流量测量不确定度的估算实例（参考件） …… 125

1 主题内容与适用范围

本标准规定了水泵流量测量方法。

本标准适用于离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵等水泵流量的测定。其他泵也可参照使用。

2 引用标准

GB2624 流量测量 节流装置 第一部分：节流件为角接取压、法兰取压的标准孔板和角接取压的标准喷嘴

GB3216 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

JJG198 涡轮流量变送器检定规程

3 量的名称、符号、定义及单位

本标准采用的量的名称、符号、定义及单位见表1～表3。

表1 量的名称、符号及单位

量的符号	量的名称	单位	
		名称	符号
d	节流件的开孔直径	米	m
D	管道内径	米	m
l	长度	米	m
B	堰槽宽度	米	m
b	堰口宽度	米	m
E	堰口高度	米	m
h	堰水头	米	m
y	两个管段之间错位	米	m
l	两个管段错位位置与取压孔或环室的距离	米	m
m	质量	千克	kg
V	液体的体积（容积）	立方米	m^3
t	时间	秒	s
v	平均速度	米每秒	m/s
g	自由落体加速度	米每二次方秒	m/s^2
φ	角度	度	(°)
k	管道内壁的绝对平均粗糙度	米	m
δ	不确定度	视量值而定	
s	标准偏差	视量值而定	

东方仿真科技

表 2 量的名称、符号、定义及单位

量的符号	量的名称	定义（或公式）	单位	
			名称	符号
q	质量流量	单位时间内通过液体的质量	千克每秒	kg/s
Q	体积流量	单位时间内通过液体的体积	立方米每秒	m^3/s
ρ	流体密度	单位体积的质量	千克每立方米	kg/m^3
Δp	差压	两个压力值的差值	帕斯卡	Pa
α	流量系数	$\alpha=\dfrac{Q}{\frac{\pi}{4}d^2\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}}$ 或 $\alpha=\dfrac{q}{\frac{\pi}{4}d^2\sqrt{2\Delta p\cdot\rho}}$		
A_d	节流件开孔面积	$A_d=\dfrac{\pi}{4}d^2$	平方米	m^2
β	工作状态下节流件的直径比	$\beta=\dfrac{d}{D}$		
μ	（动力）粘度	由下式定义：$\tau=\mu\dfrac{u_0}{h}$ u_0——平板在其自身的平面内相对于某一固定平壁运动时的速度 h——平板至固定平壁的距离。但此距离应足够小，使平板与固定平壁间的流体流动是层流 τ——平板运动过程中作用在平板单位面积上的流体摩擦力	帕斯卡秒	Pa·s
ν	运动粘度	$\nu=\dfrac{\mu}{\rho}$	二次方米每秒	m^2/s
Re	雷诺数	$Re=\dfrac{v\cdot D}{\nu}$		

表 3 符号与右下角码意义

符号	意义
0	原始数值或零点数值
1	节流件上游侧
2	节流件下游侧
e	有效的

4 标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴

4.1 标准孔板、标准喷嘴

使用孔板和喷嘴测定流量时，应采用符合 GB2624 规定的标准孔板和标准喷嘴。

工业化电子书

4.1.1 测量管的内表面应清洁，没有坑凹和沉积物，至少在节流件上游 $10D$ 和下游 $4D$ 的长度范围内不能结垢。

4.1.2 测量流体温度超出常温范围时，测量管段和法兰至少应在所要求的整个直管段上保温。

4.1.3 从节流件算起 $2D$ 以外，节流件与第一个上游阻力件或扰流件之间的管道可以由一个管段也可以由几个管段组成。

只要任何两个管段之间的错位 y 不超过 $0.3\%D$，流量系数就没有附加的不确定度。

如果任何两个管段之间的错位 y 超过 $0.3\%D$，但满足（1）式或（2）式关系则对流量系数的不确定度应算术相加±0.2%的附加不确定度；若错位大于（1）式或（2）式给出的极限值，即为安装不符合本标准的要求。

$$\frac{Y}{D} \leqslant 0.002\,\frac{\frac{j}{D}+0.4}{0.1+2.3\beta^4} \tag{1}$$

$$\frac{Y}{D} \leqslant 0.05 \tag{2}$$

下游直管段的管径至少在沿节流件上游端面 $2D$ 的长度上，与上游直管段的平均直径的差应在±3%之内。

4.1.4 管道应设置排气孔，但在进行流量测量的过程中，不应有流体流经这些排气孔。排气孔不得设置在节流件附近，如果不得不设置在节流件附近时，则这些排气孔的直径应小于 $0.08D$，而且它们的位置距节流件同一侧的取压孔的直线距离应大于 $0.5D$。

4.1.5 节流件和取压环室的安装位置应满足下列要求：

a. 节流件应与管道中心线垂直，其偏差应在±1°范围内；

b. 节流件应与管道同心。如果采用取压环，则应与取压环同心。开孔的中心线与上游和下游的管中心线之间的距离 e_X 应满足（3）式关系：

$$e_X \leqslant \frac{0.0005D}{0.1+2.3\beta^4} \tag{3}$$

若 e_X 为（4）式关系时，则应对流量系数 α 的不确定度算术相加±0.3%的附加不确定度，若 e_X 为（5）式关系时，即为超出本标准；

$$\frac{0.0005D}{0.1+2.3\beta^4} < e_X \leqslant \frac{0.005D}{0.1+2.3\beta^4} \tag{4}$$

$$e_X > \frac{0.005D}{0.1+2.3\beta^4} \tag{5}$$

c. 当采用取压环时，应使取压环不突入管内。

4.1.6 夹紧方法和垫圈应满足下列要求：

a. 节流件安装在适当的位置后，应保持不动。当节流件固定在法兰之间时，应能自由热膨胀以避免皱曲和变形；

b. 使用垫圈时，垫圈应没有任何一点突入管内。当使用角接取压时，也不得挡住取压孔或取压槽。垫圈应尽可能薄，在任何情况下不得大于 $0.03D$；

c. 如在节流件和取压环之间使用垫圈时，垫圈不得突入环室内。

4.1.7 标准孔板流量系数的不确定度：假定 β、D、Re 和 k/D 为已知而且没有误差，则 α 值的相对不确定度见表 4。

表 4 （%）

	角接取压	法兰取压
$\beta \leqslant 0.6$	0.6	
$0.6<\beta<0.8$	β	-
$0.6<\beta \leqslant 0.75$	-	β

标准喷嘴流量系数的不确定度：假定 β、D、Re 和 k/D 为已知而且没有误差，则 α 值的相对不确定度：

当 $\beta \leqslant 0.6$ 时，为 0.8%；

当 $\beta > 0.6$ 时，为 $(2\beta - 0.4)\%$。

4.1.8 管道条件和安装要求均应符合 GB2624 第 4 章的规定。

流量的调节，建议用设置在节流件下游侧的阀门来进行。当需要用节流件上游侧阀门来调节流量时，可采用整流器。

4.1.8.1 整流器安装在节流件与上游侧调节阀门之间的直管段上。阀门与整流器进口之间的直管段长度至少应等于 $20D$，整流器出口和节流件之间的长度至少应等于 $22D$。而且只有当整流器的阻流小管周围有最小的间隙，使之没有能妨碍正确作用的旁通流时，整流器才是充分有效的。使用符合上述安装条件的整流器，不必加任何附加的不确定度。

4.1.8.2 整流器的标准形式分 A、B、C 三种，如图 1 所示。这类整流器都会造成压力损失，对 A 型整流器近似为 5 $(\frac{1}{2}\rho v^2)$；B 型近似为 15 $(\frac{1}{2}\rho v^2)$；C 型近似为 5 $(\frac{1}{2}\rho v^2)$。

A 型，Zanker 式整流器。是由有规定尺寸圆孔的穿孔薄板及其后面由很多平板交叉形成的槽道（每一个孔有一个槽）所组成。图 1 中给出了主要尺寸，各种板应具有适当的强度，但不应有不必要的厚度。

B 型，Sprenkle 式整流器。是由三块穿孔金属板串装而成，相邻的两板之间的间距为一倍管径。最好在孔的上游面有倒角，而且每块板上开孔的总面积应该大于管横截面积的 40%。板的厚度与孔径的比至少是 1.0，孔的直径应小于管径的 1/20。三块板应当用棒或螺栓连在一起，棒或螺栓应环绕管的内圆周分布，而且尽可能像孔直径那样小，并具有所需的强度。

C 型，管束式整流器。是由很多固定在一起并且刚性地固定在管内的平行的管子所组成。重要的是要保证各个管子彼此平行，因而也与管轴平行。如这一要求不能满足，则整流器本身可能会对流动引起干扰。至少要有 19 根管子，其长度应大于或等于 $20d$，管子应连接在一起，并且使管束和管道相切。

4.1.9 流量测量的不确定度的估算方法按本标准 4.3 条的规定进行。

4.2 标准文丘里喷嘴

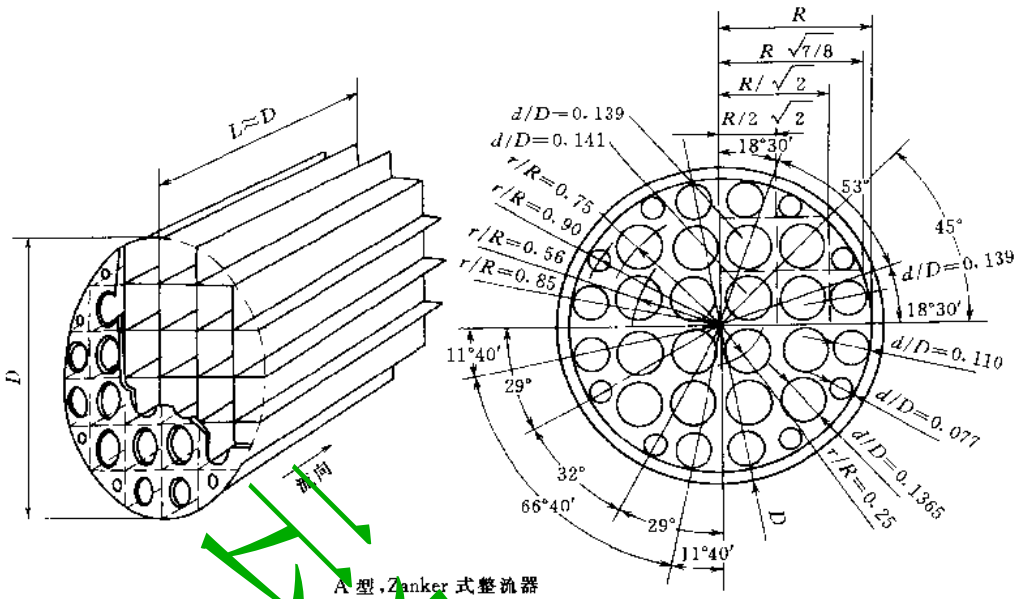
标准文丘里喷嘴包括由两个圆弧曲面构成的入口喷嘴部分、圆筒形喉部及锥形扩散管三部分组成，如图 2 所示。

用于不同管径的标准文丘里喷嘴，其结构形式是几何相似的。

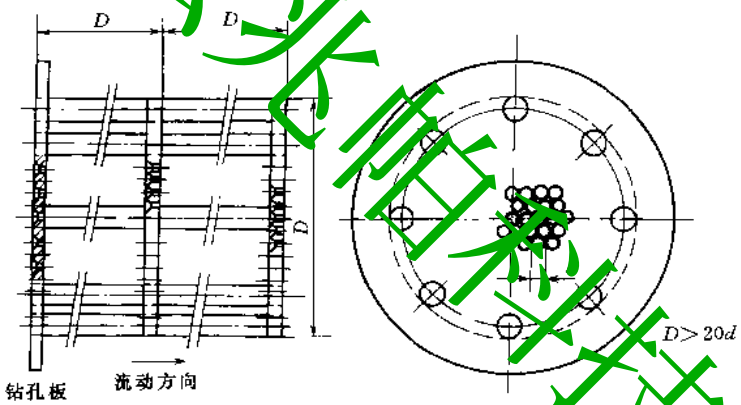
4.2.1 标准文丘里喷嘴的入口喷嘴部分的尺寸和技术要求应符合 GB2624 标准中 3.3.2 条有关规定。

4.2.2 取压钻孔中心至锥形扩散管始端的圆筒形部分 e' 的长度为 $0.40 \sim 0.45d$，这部分圆筒形和入口喷嘴的圆筒形喉部合起来决定了直径为 d 的圆筒形喉部的总长。这部分内表面

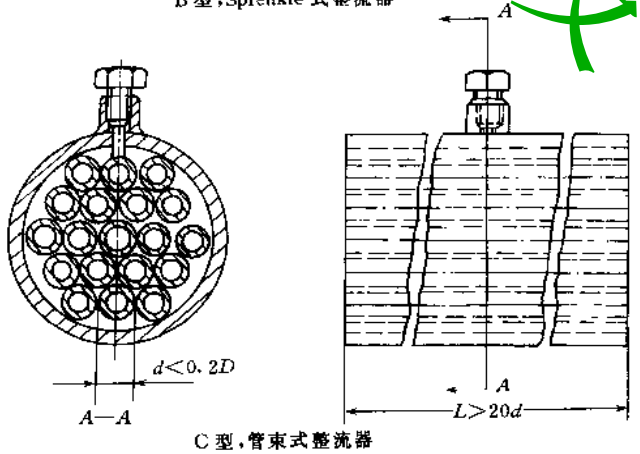
农业机械学报



A型，Zanker式整流器



B型，Sprenkle式整流器



C型，管束式整流器

图1 整流器

注：为减少压力损失，孔的入口可做成45°的斜面。

石水值科技

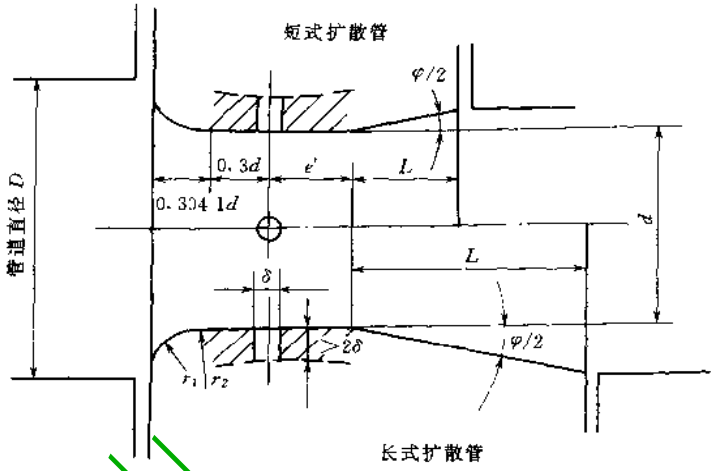


图 2 带短式或长式扩散管的标准文丘里喷嘴

加工要求应符合 GB2624 标准中 3.3.2 条的规定。

4.2.3 锥形扩散管直接与圆筒形喉部连接，无需圆弧过渡，其扩散角 φ 最大可至 30°。扩散管的长度实际上对流量系数没有影响，然而与扩散角联系在一起对剩余压力损失有影响。

4.2.4 取压方式仅采用角接取压法，其取压装置的结构形式和技术要求按 GB2624 标准中 2.4 条的规定。

4.2.5 当管径 D 为 0.065～0.500m、直径比 β 为 0.32～0.77 及雷诺数 Re 为 1.5×10^5～2×10^6 时，在光滑管道中的标准文丘里喷嘴的光管流量系数 α 列于表 5，表中列出 β^4 的数值与流量系数 α 的关系。

表 5 流 量 系 数 α 值

β^4	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12
α	0.9893	0.9933	0.9972	1.0010	1.0047	1.0084	1.0122	1.0159	[illegible]	1.0235	1.0274	1.0314
β^4	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24
α	1.0354	1.0395	1.0437	1.0479	1.0523	1.0567	1.0612	1.0659	1.0706	1.0754	1.0804	1.0854
β^4	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36
α	1.0906	1.0959	1.1013	1.1068	1.1124	1.1182	1.1241	1.1301	1.1363	1.1425	1.1409	1.1554

4.2.6 在流通部分的外表面上应刻有表示标准文丘里喷嘴安装方向的符号（＋、－）、制造编号、安装方向、管道内径 D 的设计尺寸值和圆筒形喉部直径 d 的实际尺寸值。

4.2.7 管道条件和安装要求应符合本标准 4.1.8 条的规定。

4.2.8 检验方法按 GB2624 标准第 5 章的规定进行。

4.2.9 标准文丘里喷嘴流量系数的不确定度，当适用范围在 4.2.5 条的限值内时，假定 β 为已知而且没有误差，则流量系数 α 值的相对不确定度由式（6）计算：

$$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm(1.2+1.5\beta^4)\% \qquad (6)$$

技术科技

4.3 流量测量的不确定度的估算

4.3.1 不确定度的定义

用标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴测量流量时的不确定度是估计实测值的95%落在真值的这一数值范围之内，即置信概率为95%。

流量测量的不确定度可用绝对项或相对项表示：

a. 对体积流量

流量$=Q\pm\delta_Q$或流量$=Q(1\pm e)$；

b. 对质量流量

流量$=q\pm\delta_q$或流量$=q(1\pm e)$。

式中不确定度δ_Q、δ_q应与Q、q的量纲相同，当$e=\frac{\delta_Q}{Q}$或$e=\frac{\delta_q}{q}$时，则e为无量纲。

这样定义的流量不确定度等于统计学术语的标准偏差的两倍。标准偏差是由计算流量时所用的有关各量的不确定度合成得到的（假定这些不确定度是比较小的，许多彼此无关的量）。虽然对于一个单独的测量装置和一次测量所用的系数而言，这些不确定度中的某几个实际上可能是系统误差的结果（其中只有它们的最大绝对值的估计值是已知的），但是，如果把它们看作是符合拉普拉斯-高斯正态分布的偶然误差，也允许把它们合成。

4.3.2 不确定度的实用计算法

流量的不确定度的实际计算公式如下：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_\alpha}{\alpha}\right)^2+4\left(\frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\delta_D}{D}\right)^2+4\left(1+\frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\delta_d}{d}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\delta_{\Delta p}}{\Delta p}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\delta_{\rho 1}}{\rho_1}\right)^2\right]^{1/2} \tag{7}$$

式中：$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}$——流量系数的不确定度，在本标准中4.1.7条和4.2.9条给出；

$\frac{\delta_D}{D}$——管道内径的不确定度，由GB2624标准中4.3.2.1条所给的规定得出的最大值；

$\frac{\delta_d}{d}$——节流件开孔直径不确定度，由GB2624标准中3.3.2.4条和3.3.2.5条所给的规定得出的最大值；

$\frac{\delta_{\Delta p}}{\Delta p}$——差压的不确定度，根据测量方法而定；

$\frac{\delta_{\rho 1}}{\rho_1}$——密度的不确定度，根据测量方法而定。

4.4 差压的测定

标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴的差压Δp，可用差压计来测量。Δp的测量不确定度$\left(\frac{\delta_{\Delta p}}{\Delta p}\right)$根据采用的差压计来确定，若采用液柱差压计应做到：

a. 液柱差压计的玻璃管内径为6～12mm；

b. 压力导管内和液柱差压计内的空气必须完全排出；

c. 压力导管一般可用内径6～12mm的连接管，连接管可根据不同系统压力选用不锈钢管、紫铜管、胶管、透明塑料管等；

万方数据科技

d. 液柱差压计的差压 Δp 测量的不确定度应在±1.0%以内。

4.5 标准孔板、标准喷嘴、标准文丘里喷嘴的标定

凡符合GB2624和本标准规定制造的标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴，应定期进行尺寸检查或在具有高一级不确定度装置上进行标定（一般规定为一年）。

5 水堰

5.1 水堰的结构

水堰由堰板和堰槽构成。

5.1.1 堰板的结构如图3和图4所示（图4为装配式结构）。

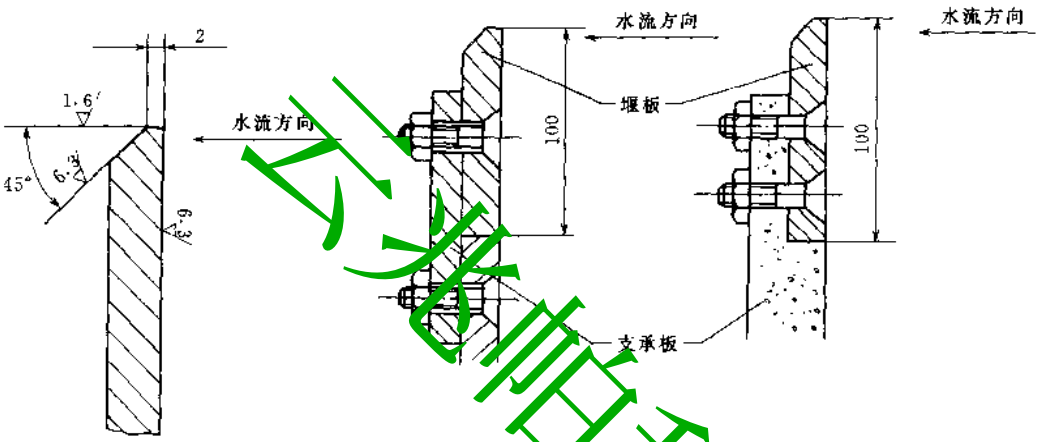


图3 堰板截面图　　图4 装配式堰板截面图

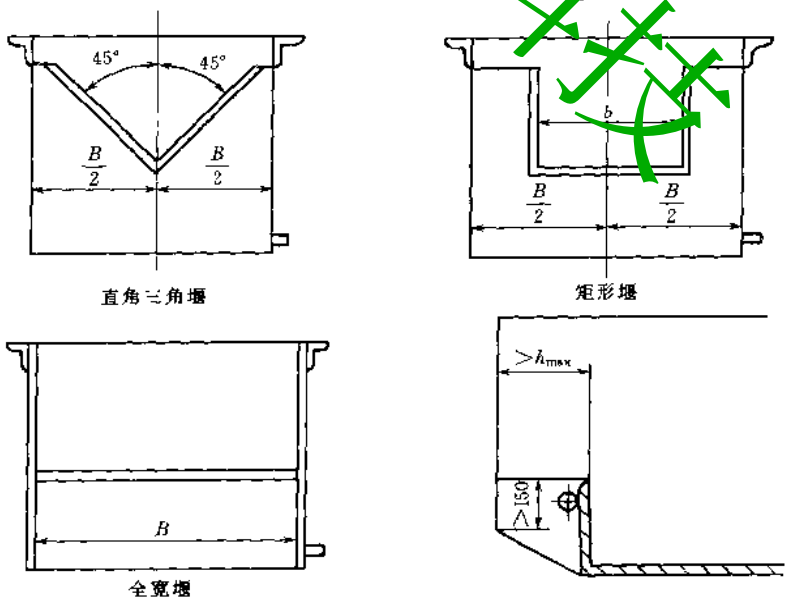


图5 水堰的堰口

工业和科技

5.1.1.1 堰口与内侧面成直角，唇厚为 2mm。向外侧倒 45°倾斜面，毛刺应清除干净。

5.1.1.2 堰口棱缘要修整成锐棱，不得呈圆形。堰板内侧面要平滑，特别是从上端至 100mm 的区域。

5.1.1.3 堰板应采用不锈和耐腐蚀的材料。

5.1.1.4 堰板安装时必须铅直。堰口应位于堰槽宽度的中央，与堰槽两侧壁成直角。

5.1.1.5 各种水堰的堰口如图 5 所示。直角三角堰的直角等分线应当铅直，直角允差为 ±5′。全宽堰和矩形堰的堰口下缘应保证水平，堰口的直角允差为 ±5′，堰口宽度允差为 $\pm 0.001b$。

5.1.2 堰槽由导入部分、整流装置部分及整流部分构成。

5.1.2.1 堰槽（包括支承板）要坚固不易变形，可用钢板或者混凝土制成。

5.1.2.2 在堰槽上游应设置整流装置（4～5 道整流栅板），以减少水面的波动，推荐的栅孔尺寸如图 6 所示。整流部分的宽度等于导入部分的宽度。

5.1.2.3 堰槽的底面和两侧面应平坦，侧面和底面应垂直。

5.1.2.4 全宽堰槽的两侧面应向外延长，如图 5 所示。延长壁应和两侧面一样平坦，与堰口边缘垂直，直角允差 ±5′。延长壁上应设置通气孔，通气孔应靠近堰口并在水头的下面，以保证测量时水头内侧空气畅通，通气孔的面积：

$$A \geqslant \frac{Bh_{max}}{140} \tag{8}$$

式中：h_{max} ——最大堰水头，即水流的最高水面至堰口底点（直角三角堰）或堰口下边缘（矩形堰、全宽堰）的垂直距离，m。

5.1.2.5 导入部分的容量应尽可能大些，这部分的宽度和深度不应小于整流装置下游的宽度和深度，导水管应埋没在水中。

5.1.2.6 堰槽的长度如图 7 所示，尺寸列于表 6。

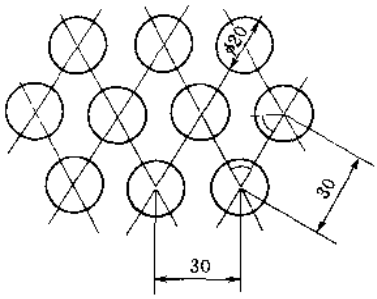


图 6 栅孔尺寸

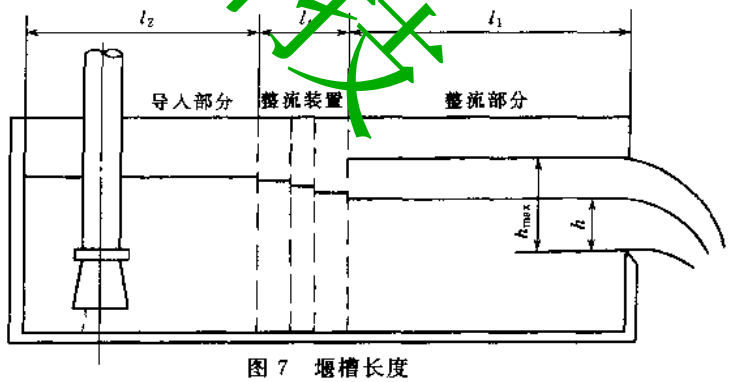


图 7 堰槽长度

表 6 堰 槽 长 度 尺 寸 (m)

类 别	l_1	l_r	l_2
直角三角堰	$>20h_{max}$	约 $2h_{max}$	$>(B+h_{max})$
矩形堰	$>10b$		$>(B+2h_{max})$
全宽堰	$>10B$		$>(B+3h_{max})$

水利科技

5.2 堰的水头测定装置

5.2.1 水头的测定装置如图 8 所示，在堰槽侧壁上设有小孔与另一小水桶相通，在桶内测量水位。桶和堰的连接管长应适当，以保证测量方便准确，管径 10～30mm。

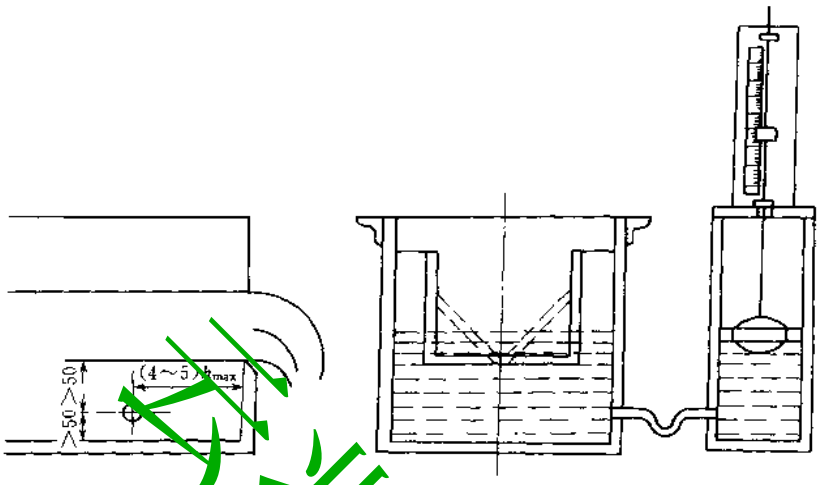


图 8 测定装置

5.2.2 小孔的位置距堰口 (4～5)h_{max}，距堰口的下边缘及堰槽底面的尺寸不得小于 50mm。

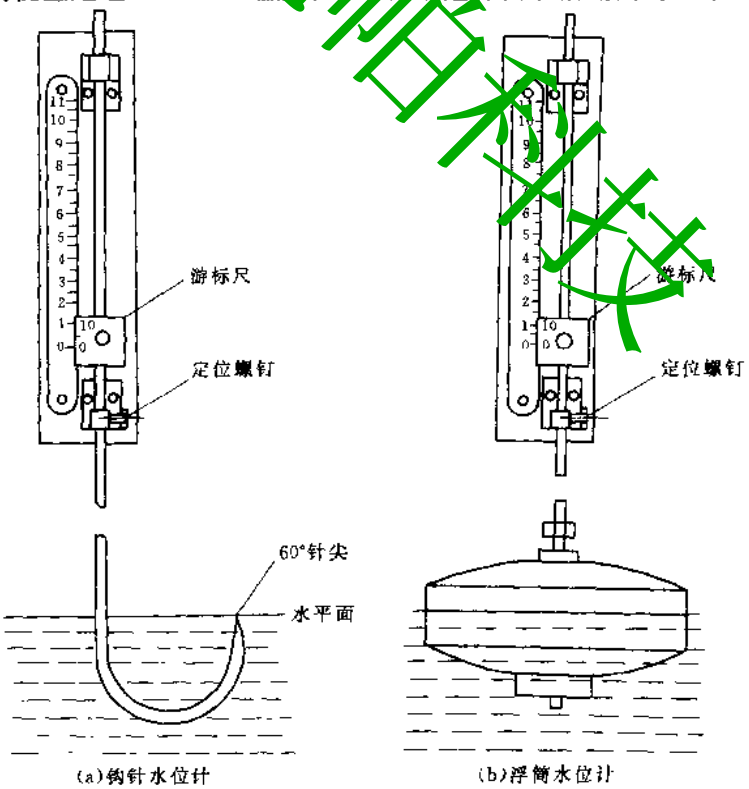


图 9 水位计

农业机械

小孔不应有毛刺，小孔的轴心线应和堰槽壁垂直。

5.3 堰的水头测定方法

5.3.1 应当在越过堰口流下来的水流与堰板不附着的情况下进行测量。

5.3.2 水堰的堰口至堰口外水池水面的高度不得少于 100mm。

5.3.3 可以采用钩针水位计或浮筒水位计（如图 9 所示）来测量水位，但水位不稳定时不能使用钩针水位计。使用钩针水位计时，应将针先沉入水内再提上对准水平面，以消除表面张力的影响。除上述水位计外，也可采用水位测量精度不低于这两种水位计的其他水位计。

5.3.4 水头测量的水位计零点的确定，其误差应在 0.2mm 以内。

5.3.4.1 矩形堰、全宽堰的确定方法（如图 10 所示）：

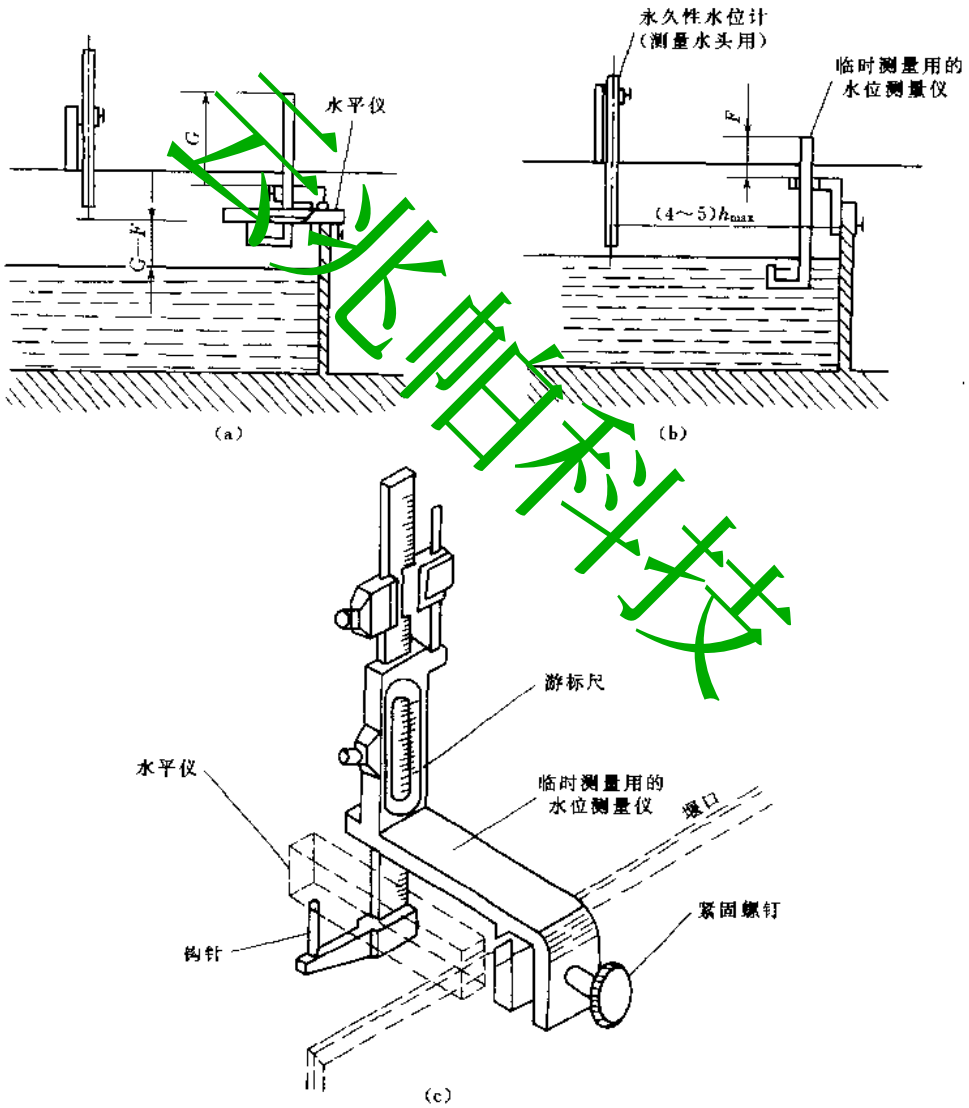


图 10 测量水头的水位计的零点确定示意图

五洲恒科技

a. 先将临时测量用的特制的带钩针的水位测量仪卡固在堰口上，并用水平仪找平，读出图中“G”数值；

b. 将水放入堰槽中，并使水面低于堰口；

c. 再将特制的带钩针的水位测量仪的钩针下降并浸入水中，然后将钩针慢慢提起使针尖和水面一平，如图 10（b）所示，并读出图中“F”数值，读数 G、F 数值之差（“$G-F$”）即是堰口至堰槽中水面之间的距离；

d. 将预先安装在至堰口（4～5）h_{max}的测量截面处或小水桶内的永久性的测量水头的水位计的钩针下降，使针尖和水面一平，并读出刻度数值。该读数值减去“$G-F$”数值，得到的数值即是测量水头的永久性水位计的零点数值。

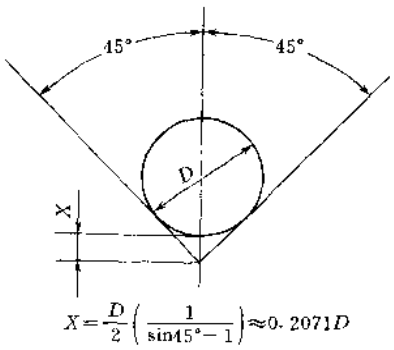


图 11

K_h——补偿粘度和表面张力影响的修正值，对直角三角堰 $K_h=0.00085$m。

5.3.4.2 直角三角堰的确定方法：

a. 在堰口上放置和堰槽底轴平行的特制的直径 D 的圆棒，如图 11 所示，并用水平仪找平；

b. 将临时测量用的特制的带钩针的水位测量仪放置在圆棒上面，钩针针尖和圆棒轴线切面的底线相接触，然后按照矩形堰、全宽堰测量方法中的 b、c、d 进行。把永久性的水位计的读数值减去“$G-F$”的数值，再减去 0.2071D 值，得到的数值即是永久性水位计的零点值。

5.4 水堰测量流量的计算公式

5.4.1 直角三角堰如图 12 所示。

流量的计算公式为：

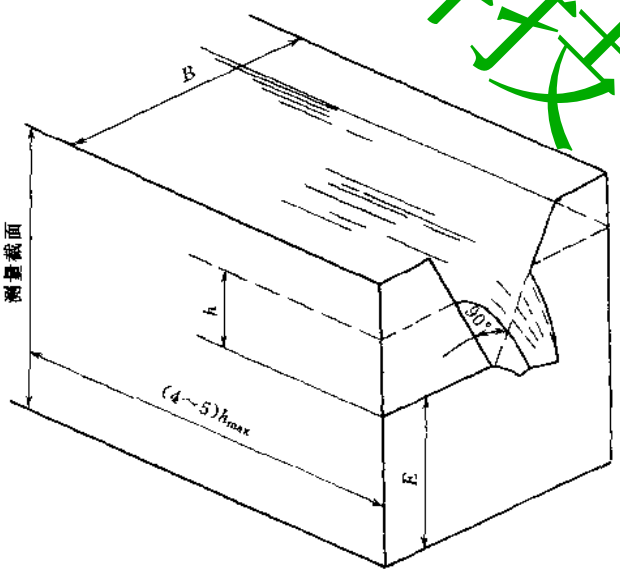


图 12 直角三角堰

东方泊科技

$$Q = \alpha \times \frac{8}{15}\sqrt{2g}h_e^{5/2} \tag{9}$$

式中：α——流量系数，可查表7，其不确定度$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm 1.0\%$；

h_e——有效堰水头，m。

表7 流量系数 α

h/E \ E/B	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.1	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
0.2	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578
0.3	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.579	0.579	0.580	0.582
0.4	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.580	0.582	0.584	0.586	0.590
0.5	0.578	0.578	0.578	0.579	0.579	0.584	0.587	0.592	0.600	0.606
0.6	0.578	0.578	0.579	0.581	0.584	0.589	0.595	0.605		
0.7	0.577	0.578	0.580	0.584	0.589	0.596	0.607			
0.8	0.577	0.578	0.582	0.588	0.595	0.605				
0.9	0.576	0.579	0.584	0.593	0.602					
1.0	0.576	0.580	0.588	0.598	0.610					
1.1	0.576	0.581	0.590	0.604						
1.2	0.576	0.583	0.594	0.611						
1.3	0.576	0.585	0.597							
1.4	0.576	0.587	0.601							
1.5	0.577	0.589	0.604							
1.6	0.577	0.592	0.609							
1.7	0.578	0.595								
1.8	0.578	0.598								
1.9	0.579									
2.0	0.580									

注：1. 可用内插法计算表中的中间数值。

2. E 为堰口高度，即堰口底点至堰槽底面的高度，m。

标准图书馆

$$h_e = h + K_h \tag{10}$$

式中：h——测量堰水头，m；

适用范围：

a. $h/E \leqslant 0.4$；

b. $h/B \leqslant 0.2$；

c. $h=0.05\sim 0.38$m；

d. $E \geqslant 0.45$m；

e. $B \geqslant 1.0$m。

5.4.2 矩形堰和全宽堰（$b/B=1$）如图13所示。

流量的计算公式为：

$$Q = \alpha \times \frac{2}{3} \times \sqrt{2g} \cdot b_e \cdot h_e^{3/2} \tag{11}$$

式中：α——流量系数，用下列公式计算：

$b/B=1$（全宽堰），$\alpha=0.602+0.075h/E$；

$b/B=0.9$（矩形堰），$\alpha=0.598+0.064h/E$；

$b/B=0.8$（矩形堰），$\alpha=0.596+0.045h/E$；

$b/B=0.7$（矩形堰），$\alpha=0.594+0.030h/E$；

$b/B=0.6$（矩形堰），$\alpha=0.593+0.018h/E$；

$b/B=0.5$（矩形堰），$\alpha=0.592+0.010h/E$；

$b/B=0.4$（矩形堰），$\alpha=0.591+0.003h/E$；

$b/B=0.2$（矩形堰），$\alpha=0.589-0.018h/E$。

α 的不确定度 $\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm 1.5\%$；

h_e——有效堰水头，m；

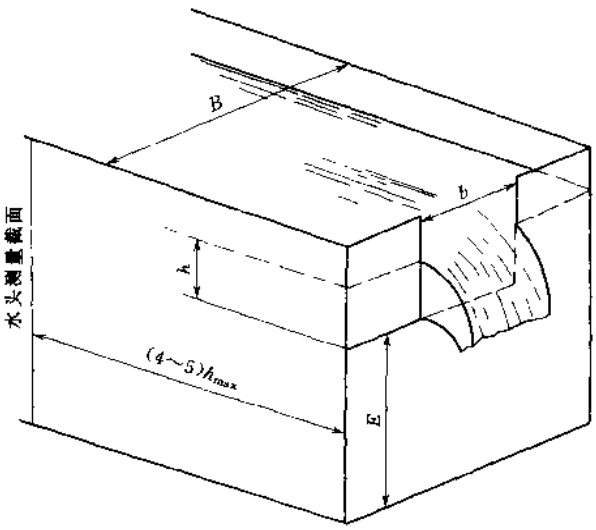


图 13 矩形堰、全宽堰（$b/B=1$）

$$h_e = h + K_h \tag{12}$$

式中：h——测量堰水头，m；

K_h——补偿粘度和表面张力的影响的修正值，对矩形堰、全宽堰 $K_h=0.001$m；

b_e——堰口有效宽度，m；

$$b_e = b + K_b \tag{13}$$

式中：b——测量堰口宽度，m；

K_b——补偿粘度和表面张力的影响的修正值，从表 8 中查得。

表 8 堰口宽度修正值 (mm)

bB	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
K_b	2.4		2.5	2.7	3.2	3.6	4.1	4.2	3.2	−0.9

注：用内插法计算表中的中间数值。

适用范围：

a. $h/E \leqslant 2.5$；

b. $h \geqslant 0.03$m；

c. $b \geqslant 0.15$m（矩形堰）；

d. $E \geqslant 0.10$m；

石水测科技

e. $\frac{B-b}{2}\geqslant 0.10\text{m}$（矩形堰）。

5.5 水堰流量测量不确定度的估算

5.5.1 直角三角堰：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_a}{a}\right)^2+\left(\frac{\delta_{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}}{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}\right)^2+2.5^2\left(\frac{\delta_{h_e}}{h}\right)^2\right]^{1/2} \tag{14}$$

式中：δ_a——流量系数的不确定度，$\frac{\delta_a}{a}=\pm 1.0\%$；

$\delta_{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}$——堰口开口角引起的不确定度。

$$\frac{\delta_{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}}{\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}}=\pm 100\left[\left(\frac{\delta_{h_t}}{h_t}\right)^2+\left(\frac{\delta_{b_t}}{b_t}\right)^2\right]^{1/2}\% \tag{15}$$

式中：h_t——三角堰底点到上口的高度；

b_t——三角堰上口的宽度；

δ_{h_t}——三角堰底点至上口的高度测量不确定度；

δ_{b_t}——三角堰上口宽度测量的不确定度；

δ_{h_e}——堰水头测量的不确定度。

$$\delta_{h_e}=\pm\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{K_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{1/2} \tag{16}$$

$$\frac{\delta_{h_e}}{h}=\pm\frac{100\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{K_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{1/2}}{h}\% \tag{17}$$

式中：δ_h——堰水头实测不确定度；

δ_{h_0}——零点实测不确定度；

δ_{K_h}——补偿粘度和表面张力影响的水头测量修正值的不确定度；

$s_{\bar{h}}$——堰水头 n 次测量的标准偏差。

一般情况下，直角三角堰的流量测量不确定度$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm$（1～2）%左右。

5.5.2 矩形堰、全宽堰：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_a}{a}\right)^2+\left(\frac{\delta_b}{b}\right)^2+1.5^2\left(\frac{\delta_{h_e}}{h}\right)^2\right]^{1/2} \tag{18}$$

式中：δ_a——流量系数的不确定度，$\frac{\delta_a}{a}=1.5\%$；

δ_{b_e}——堰口宽度测量不确定度。

$$\delta_{b_e}=\pm\left[\delta_b^2+\delta_{K_b}^2\right]^{1/2} \tag{19}$$

$$\frac{\delta_{b_e}}{b}=\pm\frac{100\left[\delta_b^2+\delta_{K_b}^2\right]^{1/2}}{b}\% \tag{20}$$

式中：δ_b——堰口宽度实测不确定度；

δ_{K_b}——补偿粘度和表面张力影响的堰口宽度测量修正值的不确定度；

标准图书馆

δ_{h_r}——堰水头测量的不确定度。

$$\delta_{h_r}=\pm\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{K_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{1/2} \tag{21}$$

$$\frac{\delta_{h_r}}{h}=\pm\frac{100\left[\delta_h^2+\delta_{h_0}^2+\delta_{K_h}^2+(2s_{\bar{h}})^2\right]^{1/2}}{h}\% \tag{22}$$

一般情况下，矩形堰和全宽堰流量测量不确定度$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm$（1～4）%左右。

6 容器

用容器可以测定一段时间内的平均流量。方法是：在一定时间内，由一个容器（量筒）收集排出液体，然后用称重法或容积法计量液体容量被时间除。

6.1 仪器及装置

6.1.1 称重法：用容器、秤（或天平）、切换器、计时器等测量。容器应有足够大的容积，测定时液体不应溢出容器外面。秤的最大容量不得超过被测液体质量的5倍，秤的测量不确定度应在±0.03%之内。

6.1.2 容积法：用量筒、切换器、计时器等测量。量筒应有足够大容积，在测定时液体不应溢出量筒外面。确定量筒高度时，应使量筒内有500mm以上的水位，横截面应上下一致，充满液体以后，不应发生变形。量筒的测量不确定度应在±0.3%之内。

如果使注入液体交替进入和排出量筒，量筒应能接通和脱开，借此来控制注入液体；如果量筒是连接在管道中间的，则借关闭和打开量筒的出口来控制流出液体。

6.2 测定方法

6.2.1 向容器（或量筒）内注入液体的动作和注完液体的动作应尽量快，两次切换时间之差不得超过0.02s。

6.2.2 向容器（或量筒）内注入液体的时间应在30s以上，计时可采用时间计量仪器（如秒表、数字频率计等）。5～10次测量的标准偏差$s_{\bar{t}}=0.35\%$。

6.2.3 测定时应记下液体的温度。

6.2.4 注入容器（或量筒）的液体含有气泡时，待消失后再进行测定。测定气泡不易消失的液体最好用称重法。

6.3 流量的计算公式

6.3.1 用称重法测定时：

$$Q=\frac{m}{\rho t} \tag{23}$$

式中：m——在t秒内注入容器内的液体质量，kg；

t——注入液体所需的时间，s。

6.3.2 用容积法测定时：

$$Q=\frac{V}{t} \tag{24}$$

式中：V——在t秒内注入量筒内的液体的体积，m^3。

6.4 流量测量的不确定度的估算

农业机械科技

6.4.1 称重法

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_m}{m}\right)^2+\left(\frac{\delta_\rho}{\rho}\right)^2+\left(\frac{\delta_t}{t}\right)^2\right]^{1/2} \tag{25}$$

式中：δ_m 质量测量的不确定度；

δ_ρ——密度测量的不确定度；

δ_t 时间测量的不确定度；

$$\delta_t=\pm\left[\delta_{t_c}^2+\delta_{t_p}^2+(2s_t)^2\right]^{1/2} \tag{26}$$

$$\frac{\delta_t}{t}=\pm\frac{100\left[\delta_{t_c}^2+\delta_{t_p}^2+(2s_t)^2\right]^{1/2}}{t}\% \tag{27}$$

式中：δ_{t_c} 切换时间的不确定度；

δ_{t_p}——计时器的不确定度；

s_t 计时的 n 次测量的标准偏差。

6.4.2 容积法

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_V}{V}\right)^2+\left(\frac{\delta_t}{t}\right)^2\right]^{1/2} \tag{28}$$

式中：δ_V——容积测量的不确定度。

7 涡轮流量计

涡轮流量计由涡轮流量传感器（以下简称传感器）与前置放大器显示仪表组成，用来测量液体在一定时间内的平均流量。

7.1 管道的安装

管道的安装见附录 A（补充件）。

7.2 显示仪表的连接

7.2.1 传感器按附录 A 的要求安装在被测介质的流通管道上。根据具体使用要求所选用的显示仪表可装在传感器附近，亦可装在仪表控制室内。

7.2.2 传感器与显示仪表之间的连接传输电缆应采用屏蔽线，并有外包覆塑料或耐油橡胶绝缘层。

7.2.3 传输电缆的屏蔽要仅在一点接地，推荐在显示仪表端屏蔽接地。

7.2.4 传输电缆线要尽可能采用一条完整（连续）的屏蔽电缆线。

7.2.5 尽可能将传输线装在金属导管内，但同一导管内不得有大功率传输的电缆（如：一根传输电缆输送的最大功率大于传感器信号电缆输送的最小功率的 10 倍时，不能安装在同一管内）。

7.2.6 外界磁场的变化会在传感器的检测器里感应出干扰信号，为避免干扰信号的产生可采用下列措施：

a. 使检出装置的轴线与外界磁场的磁通方向相垂直；

b. 用高导磁材料对传感器外界磁源进行屏蔽，使外界的干扰减少到最小。

7.3 测量流量的计算公式

石化仪自科技

$$Q = \frac{f}{\zeta_0} \tag{29}$$

式中：Q — 体积流量，L/s；

ζ_0 — 平均仪表常数，次/L；

f — 显示仪表的显示频率，次/s。

7.4 流量不确定度的计算

$$\delta_Q = \pm (\delta_K^2 + \delta_0^2)^{1/2} \tag{30}$$

式中：δ_K — 涡轮流量计的不确定度；

δ_0 — 标定装置的不确定度。

7.5 涡轮流量计的标定

涡轮流量计的标定应按 JJG198 的规定。

8 其他流量仪表

凡符合 GB3216 标准中对流量不确定度要求的其他类型的流量仪表都可使用，但需定期标定（一般一年标定一次），例如电磁流量计、超声波流量计等。

附 录 A

涡轮流量传感器的安装

（补充件）

A1 现场条件

传感器安装的位置尽量避开温度高、机械振动大、磁场干扰强、腐蚀性能强的环境，选择易于维修的位置安装。

A2 管道的安装

A2.1 传感器应水平安装。

A2.2 传感器壳体上的流向标志方向与流体流动方向相一致。

A2.3 传感器的上游侧一般不少于 $20D$ 长度的直管段或按公式（A1）计算，下游侧应有不小于 $5D$ 长度的直管段。

$$L = 0.35 \frac{K_s}{\lambda} D \tag{A1}$$

式中：L — 直管段长度，mm；

D — 传感器的内径，mm；

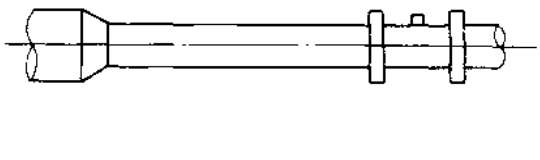
K_s — 旋涡速度比，由传感器上游侧管路情况决定，见图 A1；

λ — 管道内摩擦系数，处于紊乱状态 $\lambda=0.0175$。

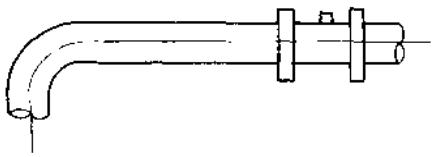
A2.4 传感器上下游直管段的内径与传感器的内径相差应在传感器内径的±3%之内或不得超过 5mm（两者取小者）。在传感器上游 $10D$ 长度内、下游 $2D$ 长度内管道内壁应清洁、无明显凹痕、积垢和起皮现象。

A2.5 传感器的上游应装有能除去流体中各种杂质的过滤器，过滤网的目数为

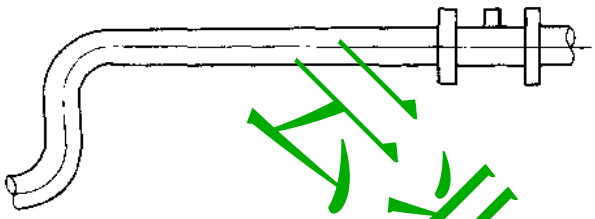
万维值科技



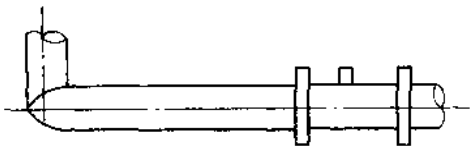
(a)传感器前有同心渐缩管
$K_t=0.75$



(b)传感器前有一个直角弯头
$K_t=1.0$



(c)传感器前在同一平面内有两个直角弯头
$K_t=1.25$



(d)传感器前在不同平面内有直角弯头
$K_t=1.0$



(e)传感器前有阀门
全开 $K_t=1$；半开 $K_t=2.5$

图 A1

20～60 目。

A2.6 传感器的各类附件安装时，其中心线都应对准管道中心线，连接处的密封垫不得突入流体内。

A2.7 用传感器测量流量的整个管路的安排应能防止气体进入传感器，如在传感器上游直管段前安装消气器。

A2.8 测量易气化流体时，在传感器的下游应有必要的背压以防止出现两相状态。背压最小值推荐为最大流量时传感器压力损失的 2 倍，并加上最高工作温度下饱和蒸汽压力的 1.25 倍。

A2.9 传感器应采取不致引起过分变形和振动的方式安装，以尽量减少管道的膨胀和压缩对传感器的影响。

A2.10 在新的管道上安装传感器时，为避免管路中的杂质进入传感器，应对管道进行清洗，而后再安装传感器。

A2.11 需要测量流体的温度时，应在传感器下游 $5D$ 的长度外测量。

工光仪科技

附 录 B
设计水堰的参考尺寸
（参考件）

B1 设计水堰的参考尺寸见图 B1 和表 B1

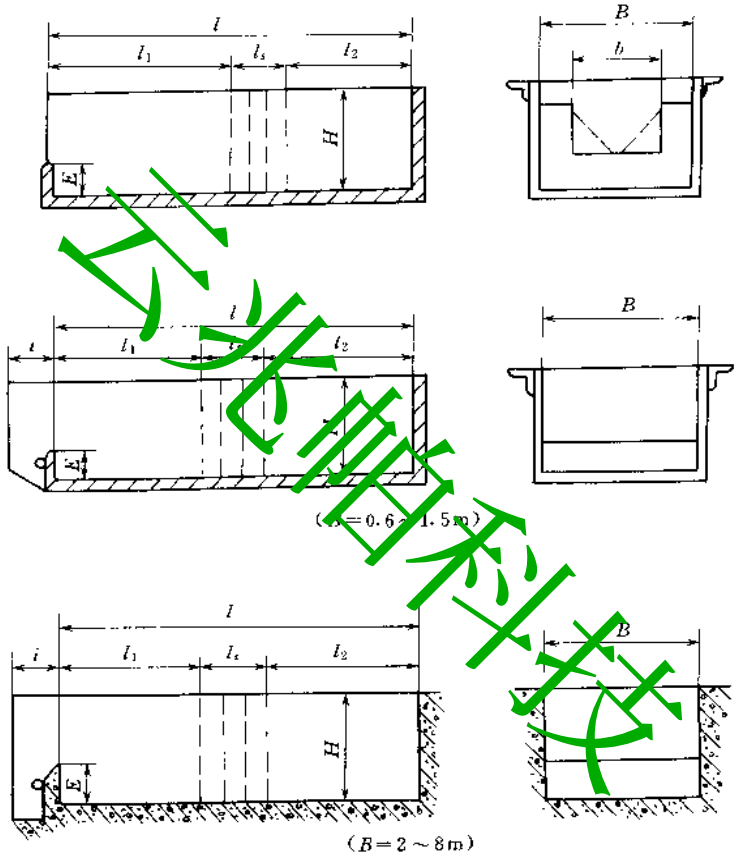


图 B1 水堰的主要尺寸

表 B1 设计水堰的参考尺寸 （m）

堰的形式	$B\times b$	h_{max}	l_1	l_s	l_2	i	l	E	H
直角三角堰	1.00	0.36	≥7.20	0.72	≥1.38	—	≥5.96	0.45	1.02
矩形堰	0.9×0.36	0.27	≥3.60	0.54	≥1.44	—	≥5.58	0.20	0.60
	1.2×0.48	0.312	≥4.80	0.63	≥1.83	—	≥7.29	0.25	0.75

工光电科技

续表 B1

堰的形式	$B\times b$	h_{max}	l_1	l_s	l_2	i	l	E	H
全宽堰	0.6	0.15	≥6.00	0.30	≥1.05	0.15	≥7.35	0.30	0.60
	0.9	0.225	≥9.00	0.45	≥1.60	0.23	≥11.05		0.75
	1.2	0.30	≥12.00	0.60	≥2.10	0.30	≥14.70		0.90
	1.5	0.375	≥15.00	0.75	≥2.65	0.38	≥18.40	0.40	1.05
	2.0	0.50	≥20.00	1.00	≥3.50	0.50	≥24.50	0.50	1.50
	3.0	0.75	≥30.00	1.50	≥5.25	0.75	≥36.75	0.75	2.00
	5.0	0.80	≥50.00	1.60	≥7.40	0.80	≥59.00	1.00	2.50
	8.0		≥80.00		≥10.40		≥92.00	1.50	3.00

附 录 C
流量测量不确定度的估算实例
（参考件）

C1 标准孔板、标准喷嘴和标准文丘里喷嘴

例：用于水泵试验的标准喷嘴的体积流量的不确定度估算

计算公式：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_\alpha}{\alpha}\right)^2+4\left(\frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\delta_D}{D}\right)^2+4\left(1-\frac{\beta^4}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\delta_d}{d}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\delta_{\rho_1}}{\rho_1}\right)^2+\frac{1}{4}\left(\frac{\delta_{\Delta p}}{\Delta p}\right)^2\right]^{1/2}$$

已知：$\beta=0.6$，$Re=1\times10^5$

查得：$\alpha=1.0290$

按标准规定：$\frac{\delta_D}{D}=\pm0.3\%$，$\frac{\delta_d}{d}=\pm0.05\%$，$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm0.8\%$

若用液柱差压计测量压差：则$\frac{\delta_{\Delta p}}{\Delta p}=\pm1.0\%$

假定密度测量的不确定$\frac{\delta_{\rho_1}}{\rho_1}=\pm0.5\%$

则 $$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[0.8^2+4\times\left(\frac{0.6^4}{1.029}\right)^2\cdot(0.3)^2+4\times\left(1+\frac{0.6^4}{1.029}\right)^2\cdot(0.05)^2+\frac{1}{4}\times0.5^2+\frac{1}{4}\cdot1^2\right]^{1/2}\%=\pm\left[0.64+0.0057+0.0127+0.0625+0.25\right]^{1/2}\%$$

$$=0.99\%$$

C2 水堰

例 1：用直角三角堰测量流量的不确定度的估算

计算公式：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_\alpha}{\alpha}\right)^2+\left(\frac{\delta_{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}}{\mathrm{tg}\frac{\varphi}{2}}\right)^2+2.5^2\times\left(\frac{\delta_{h_c}}{h}\right)^2\right]^{1/2}$$

标准图书科技

若已知：

$E=0.30\text{m}$，$h=0.121\text{m}$，

$\delta_h=\pm0.10\text{mm}$，$\delta_{h_0}=\pm0.10\text{mm}$，

$b_t=0.44\text{m}$，$\delta_{bt}=\pm0.50\text{mm}$，

$h_t=0.22\text{m}$，$\delta_{ht}=\pm1.0\text{mm}$，

$\delta_{K_h}=\pm0.30\text{mm}$，$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm1.0\%$，

水头 15 次测量时标准偏差 $s_{\bar{h}}=0.03\text{mm}$，

则 $\frac{\delta_{tg\frac{\varphi}{2}}}{tg\frac{\varphi}{2}}=\pm100\left[\left(\frac{1.0}{220}\right)^2+\left(\frac{0.5}{440}\right)^2\right]^{1/2}\%=\pm0.47\%$

$$\frac{\delta_{h_r}}{h}=\pm\frac{100\ [0.10^2+0.10^2+0.30^2+\ (2\times0.03)^2]^{1/2}}{121}\%$$

$$=\pm0.28\%$$

故 $\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\ [1.0^2+0.4^2+6.25\times0.28^2]^{1/2}\%=\pm1.31\%$

例 2：用矩形堰或全宽堰测量流量的不确定度的估算

计算公式：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_\alpha}{\alpha}\right)^2+\left(\frac{\delta_b}{b}\right)^2+1.5^2\left(\frac{\delta_{h_r}}{h}\right)^2\right]^{1/2}$$

若已知：

$b=0.30\text{mm}$，$E=0.20\text{m}$

$h=0.08\text{m}$，$\delta_{K_h}=\pm0.30\text{mm}$

$\delta_{K_b}=\pm0.30\text{mm}$，$\delta_h=\pm0.20\text{mm}$

$\delta_{h_0}=\pm0.30\text{mm}$，$\delta_b=\pm0.50\text{mm}$

水头 10 次测量时标准偏差 $s_{\bar{h}}=0.05\text{mm}$，$\frac{\delta_\alpha}{\alpha}=\pm1.5\%$

则 $\frac{\delta_{b_r}}{b}=\pm\frac{100\ (0.50^2+0.30^2)^{1/2}}{300}\%=\pm0.19\%$

$$\frac{\delta_{h_r}}{h}=\pm\frac{100\ [0.20^2+0.30^2+0.30^2+\ (2\times0.05)^2]^{1/2}}{80}\%=\pm0.6\%$$

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\ (1.50^2+0.19^2+2.25\times0.6^2)^{1/2}\%=\pm1.76\%$$

C3 容器

例：以容积法测量流量的不确定度的估算

计算公式：

$$\frac{\delta_Q}{Q}=\pm\left[\left(\frac{\delta_V}{V}\right)^2+\left(\frac{\delta_t}{t}\right)^2\right]^{1/2}$$

若已知：

万水值科技

$$\frac{\delta_V}{V}=\pm 0.3\%,\delta_{t_c}=\pm 0.5s,\delta_{t_p}=\pm 0.1s$$

五次测量的时间分别为 X_i：75.2、75、74.8、74.7、75.3s

$$\overline{X_i}=\left[\sum_{i=1}^{n}X_i\right]/n=\frac{75.2+75+74.8+74.7+75.3}{5}=75$$

标准偏差 $s_i=\left[\frac{\sum_{i=1}^{n}(\overline{X_i}-X_i)^2}{n-1}\right]^{1/2}=\left(\frac{0.2^2+0.2^2+0.3^2+0.3^2}{4}\right)^{1/2}=0.26$

$$\frac{\delta_t}{t}=\pm\frac{100\left[0.5^2+0.1^2+(2\times 0.26)^2\right]^{1/2}}{75}\%=\pm 0.97\%$$

故 $\frac{\delta_Q}{Q}=(0.3^2+0.97^2)^{1/2}\%=1.02\%$

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：张淑芹。

万水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

泵的振动测量与评价方法

Methods of measuring and evaluating vibration of pumps

JB/T8097—1999（代替 JB/T8097—95）

工业标准科技

前　言

本标准是对 JB/T8097—95《泵的振动测量与评价方法》的修订。

本标准的测量方法其主要技术内容与国际标准 ISO10816—1：1995《机械振动——在非旋转部件上测量和评价机器振动》等效。本标准的评价方法保留 JB/T8097—95 的内容。

对于含有挠性转子的一些泵在非旋转部件上测量是不完全合适的，须由 ISO7919—1《非往复式机器的机械振动——旋转轴的测量与评价准则　第一部分　总则》给出轴振动总则来补充。

本标准自实施之日起代替 JB/T8097—95。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：沈阳水泵研究所。

本标准主要起草人：王世民、宫传家。

本标准于 1989 年以 GB10889—89 首次发布，于 1996 年 4 月调整为 JB/T8097—95。

1 范围

本标准规定了在泵的非旋转部件表面进行振动测量与评价方法。

本标准适用于除潜液泵、往复泵以外的各种型式泵和泵用调速液力偶合器，转速一般为 600～12000r/min；小于 600r/min 可参照使用。

2 测量

2.1 测量参数

2.1.1 频率范围

振动测量应是宽带，以便充分覆盖泵的频谱，其范围通常为 10～1000Hz。

2.1.2 振动值

用满足第 3 章要求的仪器所做测量结果叫作指定测量位置和方向上的振动值。当评价泵的宽带振动时，根据经验通常考虑振动速度的均方根值，因为该值与振动能量有关。

2.1.3 振动烈度

通常在两个或三个测量方向及各个测量位置上进行测量以得到一组不同的振动值，在规定的泵支承和运行条件下所测得的最大宽带值定义为振动烈度。

2.1.4 测量量

为达到本标准的目的，可使用以下的量：

a）振动位移，μm；

b）振动速度，mm/s；

c）振动加速度，m/s^2。

一般来说，振动的宽带加速度、速度和位移之间，峰值（p）、峰-峰值（p-p），均方根值和平均值之间没有简单的关系式，附录 A（提示的附录）简要论述了理由，当振动谐波分量已知时，附录 A 规定了以上量的确切关系式。

2.2 泵的安装与固定

2.2.1 现场调试

当验收测试在现场进行时，支承结构应该是提供给泵的支承结构。在这种情况下进行测试，重要的是确保所有泵的相关部件和结构安装好。

应该注意，同一类型的泵，在不同基础或基础底层上进行振动比较，只有当这些基础具有相似动态特性时，才是有效的。

2.2.2 试验台测试

对于多种泵，因为经济上或其它原因，验收测试在试验台上进行。试验台会具有与现场测试不同的支承结构特性。这种支承结构会明显影响所测的振动，应做各种努力以保证整个试验装置的固有频率不同于泵的旋转频率或不发生任何显著的谐振。

试验装置通常满足这些要求，如在机座或在靠近轴承支承或定子座的基架上，在水平方向和垂直方向测量振动值，则不应超过在该轴承上相同方向测得振动值的 50%。另外，试

江苏恒阳科技

验装置不应引起任何主要共振频率的实质变化。

如果在验收测试中存在有显著的支承共振并且不能被消除，那么振动验收测试就必须在现场完全安装的机器上进行。

2.3 泵的运行工况

在测量离心泵、混流泵、轴流泵等叶片泵的振动时，应在规定转速（允许偏差±5%）以及允许用到的小流量、规定流量、大流量三个工况点进行测量，不能在气蚀状态下进行测量。对于降低转速试验的振动测量，不能作为评价的依据。

对于齿轮泵、滑片泵、螺杆泵等容积泵（往复泵除外）应在规定转速（允许偏差±5%）、规定工作压力的条件下进行测量。

对液力偶合器应分别在负载、空载以及在调速范围内均匀取 10 个转速点进行测量，这 10 个点通常是最大转速的 100%，90%，…，10%（由于空载调速范围限制，能够测到的转速点允许不足 10 个。在负载试验时，对应最高转速时应达到额定负载）。

2.4 测点与测量方向

每台泵至少存在一处或几处关键部位，为了解泵的振动，我们把这些部位选为测点，这些测点应选在振动能量向弹性基础或系统其它部件进行传递的地方，泵通常选在轴承座、底座和出口法兰处。把轴承座处和靠近轴承处的测点称为主要测点；把底座和出口法兰处的测点称为辅助测点。

立式泵主要测点（标号是“1”）的具体位置应通过试测确定，即在测点的水平圆周上试测，将测得的振动值最大处定点测点（图 6 除外）。

每个测点都要在三个互相垂直的方向（水平、垂直、轴向）进行振动测量。

典型泵测点位置的选择如图 1～图 10 所示，对未涉及到的类型可参照这 10 个图例确定其测点位置。

图 1 为单级或两级悬臂泵，主要测点选在悬架（或支架）轴承座部位，标号是“1，2”。辅助测点是标号“3”的泵脚处（对没有泵脚的选在底座处）。

图 2 为双吸离心泵（包括各种单级、两级两端支承式离心泵），主要测点选在两端轴承座处，标号是“1，2”。辅助测点在靠近联轴器侧面的底座处，标号是“3”。

图 3 为多级离心泵（包括双壳体多级泵），两个主要测点在两端轴承座上，标号是“1，2”，辅助测点在靠近进出口法兰及泵脚上，标号是“3”。没有泵脚的泵，辅助测点在底座上。

图 4 为齿轮泵、滑片泵、卧式螺杆泵，主要测点标号是“1，2”，辅助测点标号是“3”。

图 5 是液力偶合器，主要测点选在输入和输出轴承座上，标号“1，2”，辅助测点选在底座处，标号是“3”。

图 6 是立式离心泵，分为以下三种：

－－立式多级泵，主要测点选在泵与支架联接处，标号是“1”，辅助测点在出口法兰处和地脚处，标号是“2，3”；

－— 立式船用离心泵，主要测点选在泵与支架联接处，标号是“1”，辅助测点在出口法兰处和支承地脚处，标号是“2，3”；

——立式离心吊泵、主要测点标号是“1”，辅助测点标号是“2，3”。

图 7 为立式混流泵，立式轴流泵，分为以下三种：

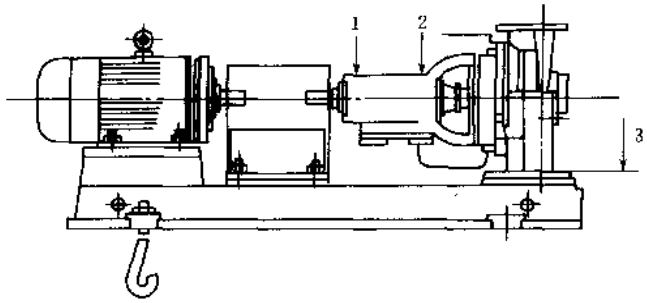


图 1

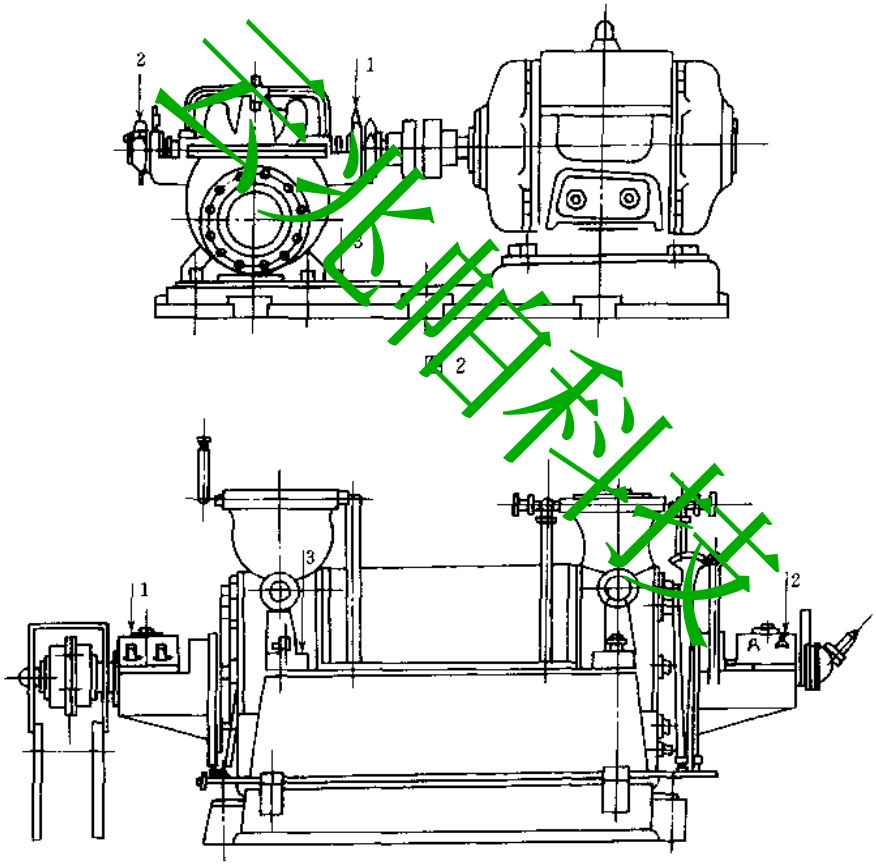


图 3

—— 单层基础，主要测点选在泵座与电动机联接处，标号是“1”，辅助测点标号是“2，3”；

—— 双层基础，主要测点选在泵座最高处，标号是“1”，辅助测点标号是“2，3”；

—— 泵座与电动机间有联接支架，主要测点选在支架与泵座联接处，标号是“1”，辅

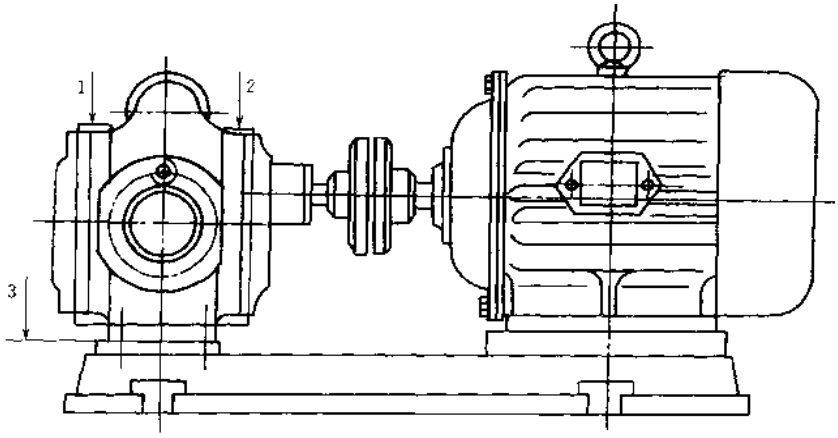


图 4

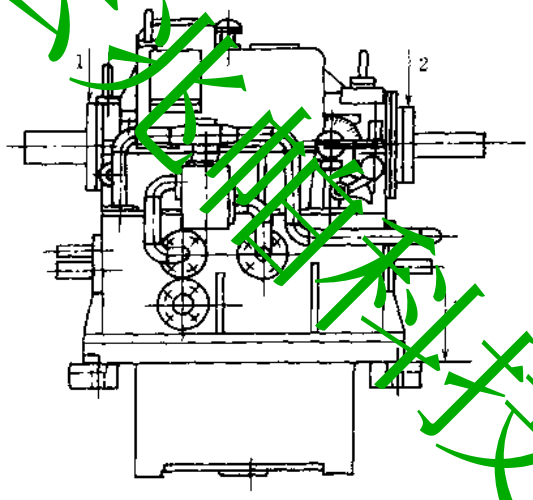


图 5

助测点标号是“2，3”。

图 8 为立式双吸泵，主要测点选在两端轴承座处，标号是“1，2”，辅助测点标号是“3”。

图 9 为长轴深井泵（包括桶袋式冷凝泵），主要测点在泵座上，标号是“1”，辅助测点在出口法兰及泵座地脚处，标号是“2，3”。

图 10 为立式螺杆泵，主要测点标号是“1”，辅助测点标号是“2，3”。

2.5 环境振动评价

如果所测振动超过推荐的限值，那么可能就有必要停机进行环境振动测量以保证其对所观察的振动不构成明显影响，当环境振动值大于推荐限值的 1/3 时，应采取措施减少环境振动值。

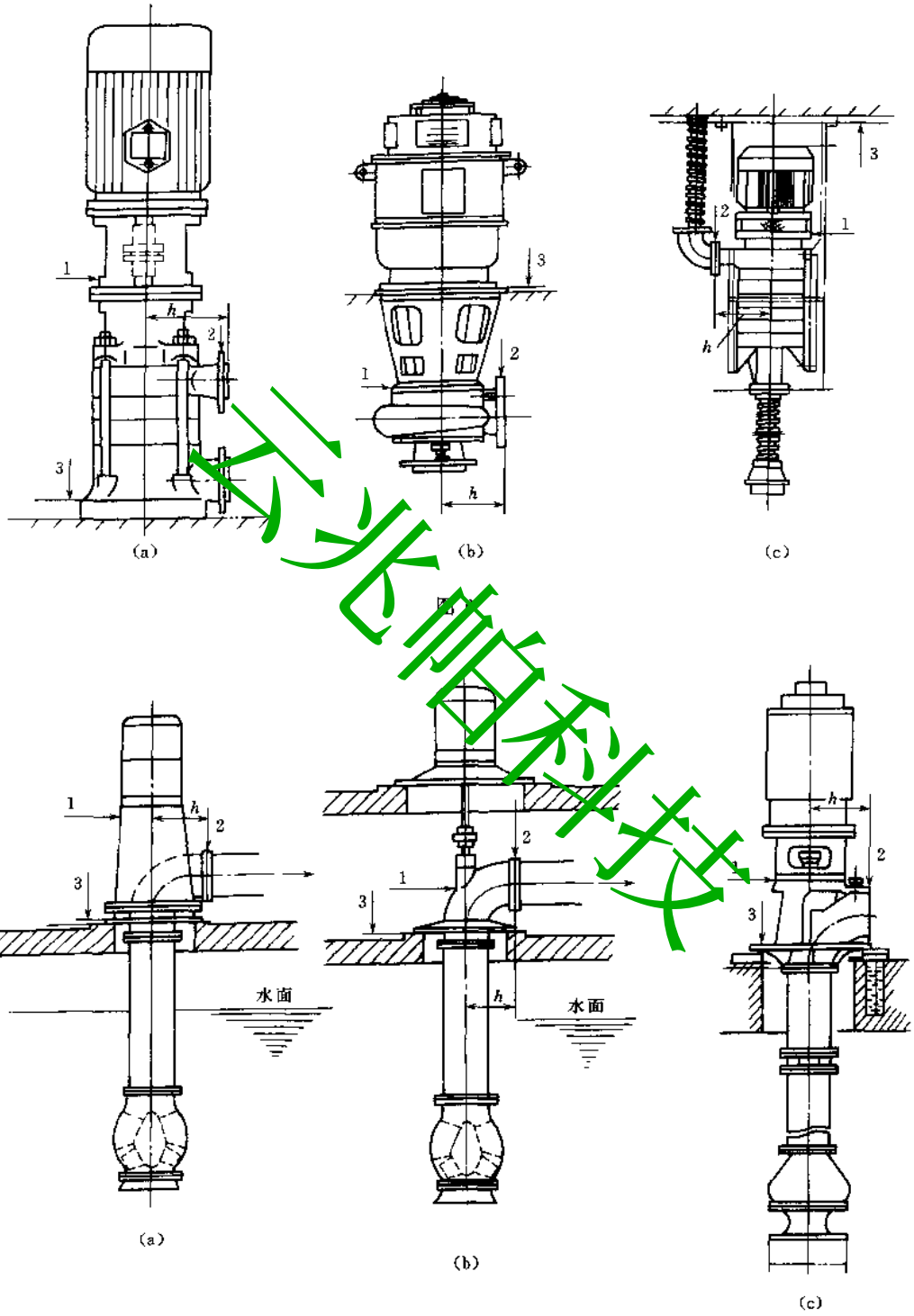


图 7

石化油科技

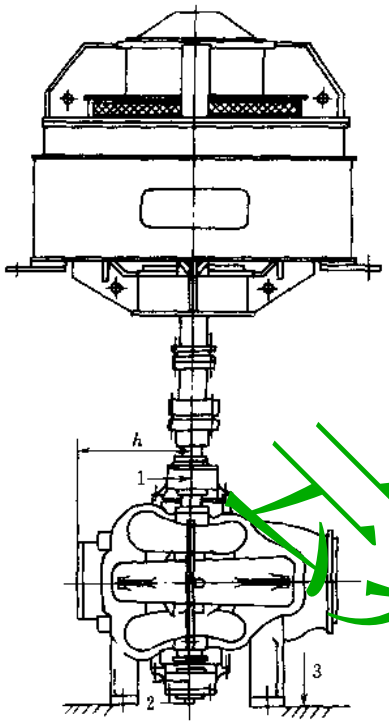
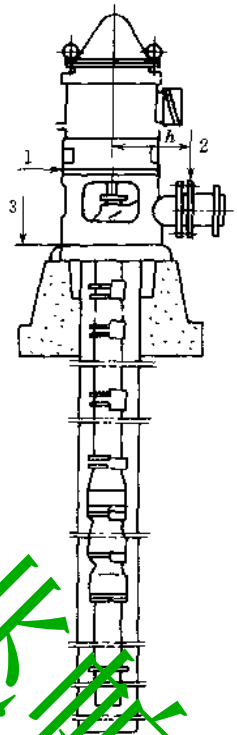


图 8



图

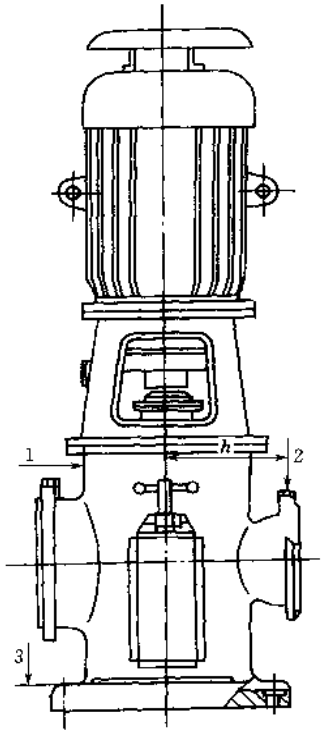


图 10

三水帕科技

3 测量仪器

测量仪器应该具有测量振动宽频带有效值的能力，其通频响应范围至少为 10～1000 Hz，根据振动准则可以要求进行位移或速度或者这二者结合在一起测量，但对于转速接近或低于 600r/min 的泵，其通频响应范围下限应达到 2Hz。

注：如果测量仪器也用于诊断目的，频率上限有必要超过1000Hz。

应当保证测量系统不受环境因素的影响。如：

——温度变化；

——磁场；

——声场；

——电源波动；

——传感器方位；

——传感器电缆长度。

应特别保证振动传感器正确地被固定，而这种固定不会降低测量精度。

4 泵的振动评价

4.1 评价振动烈度的尺度

在 10～1000Hz 的频段内速度均方根值相同的振动被认为具有相同的振动烈度。表 1 中相邻两档之比为 1∶1.6，即相差 4dB，4dB 之差代表大多数泵振动响应的振动速度有意义的变化。

用泵的振动烈度查表 1 振动烈度级范围（10～1000Hz），确定泵的烈度级。

表 1

烈 度 级	振动烈度的范围 (mm/s)	烈 度 级	振动烈度的范围 (mm/s)
0.11	>0.07～0.11	2.80	>1.80～2.80
0.18	>0.11～0.18	4.50	>2.80～4.50
0.28	>0.18～0.28	7.10	>4.50～7.10
0.45	>0.28～0.45	11.20	>7.10～11.20
0.71	>0.45～0.71	18.00	>11.20～18.00
1.12	>0.71～1.12	28.00	>18.00～28.00
1.80	>1.12～1.80	45.00	>28.00～45.00

4.2 泵的分类

为了评价泵的振动级别，按泵的中心高和转速把泵分为四类，见表 2。

表 2

类 别	中心高 (mm)		
	≤225	>225～550	>550
	转速 (r/min)		
第 一 类	≤1800	≤1000	--
第 二 类	>1800～4500	>1000～1800	>600～1500
第 三 类	>4500～12000	>1800～4500	>1500～3600
第 四 类	—	>4500～12000	>3600～12000

卧式泵的中心高规定为由泵的轴线到泵的底座上平面间的距离 h（mm）。

立式泵本来没有中心高，为了评价它的振动级别，取一个相当尺寸当作立式泵的中心高，即把立式泵的出口法兰密封面到泵轴线间的投影距离［如图 6～图 10 所示 h（mm）］，规定为它的相当中心高。

4.3 评价泵的振动级别

泵的振动级别分为A、B、C、D四级，D级为不合格。

泵的振动评价方法是首先按泵的中心高和转速查表2确定泵的类别，再根据泵的振动烈度级查表3可以得到评价泵的振动级别。

杂质泵的振动评价方法，如按表2在第一类的泵，用表3中的第二类评价它的振动级别，依此类推。

表3

振动烈度范围		判定泵的振动级别			
振动烈度级	振动烈度分级界线（mm/s）	第一类	第二类	第三类	第四类
0.28	0.28	A	A	A	A
0.45	0.45				
0.71	0.71				
1.12	1.12	B	B	B	B
1.80	1.80				
2.80	2.80	C	C	C	C
4.50	4.50				
7.10	7.10				
11.20	11.20				
18.00	18.00				
28.00	28.00				
45.00					

江苏恒科科技

5 记录内容与格式

5.1 记录内容

a）泵的型号、性能参数、制造厂、出厂编号；

b）测量场所、泵的安装与固定条件；

c）使用仪器名称、型号、规格、标定单位、标定日期；

d）测点位置示意图，或标明按JB/T8097—1999中的图×布置的测点；

e）不同测点、不同测量方向上的振动速度的均方根值；

f）按JB/T8097—1999第×类评价为A（或B、C、D）级振动。

5.2 泵的振动测试报告的格式

泵的振动测试报告

产品型号_____ 制造厂_____ 出厂编号_____

测量场所_____ 测量者_____ 测量日期_____

泵的振动测量记录

测点编号 / 测量方向 / 工况	1			2			3		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
(m^3/h)	振动速度均方根值 $v_{r.m.s}$ (mm/s)								
大流量									
规定流量									
小流量									
附加说明									

评价泵的振动级别

转速 (r/min)	中心高 (mm)	分类	振动烈度级	评价振动级别

测量中使用的仪器

序号	仪器名称	型号	检定单位	检定日期

测点位置示意图

东发泵阀科技

附 录 A
（提示的附录）
振动波形关系

A1 多年来已认识到使用均方根速度测量以表征各种类型机器的宽范围的振动响应特性是很成功的，并且仍然这样使用着。对于单一交变波形，它们由离散的幅值和相位的谐振分量组成，并且不包含显著的随机振动或冲击分量，通过傅里叶分析，严格使用确定的数学关系式，能够说明各种基本的量（如位移、速度、加速度、峰值、均方根值、平均值等等）。这些已在别处导出，本附录不包括该方面的内容。以下概括了几个有用的关系式。

由所测的作为时间函数的振动速度记录，速度均方根值可由式（A1）计算：

$$\nu_{r.m.s} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T \nu^2(t)\mathrm{d}t} \tag{A1}$$

式中：$\nu(t)$ —— 与时间有关的振动速度；

$\nu_{r.m.s.}$ ——相应的速度均方根值；

T ——采样时间，它比组成 $\nu(t)$ 的任何主频率分量的周期长。

对于不同频率（$f_1, f_2, \cdots, f_n$）的加速度、速度和/或位移的值（分别为 $j=1, 2, \cdots, n$），可由记录谱分析确定。

如果振动的峰-峰位移值 S_1，S_2，…，S_n（μm）、速度均方根值 ν_1，ν_2，…，ν_n（mm/s）、加速度均方根值（m/s²）、频率 f_1，f_2，…，f_n（Hz）已知，则表征运动的有关速度均方根值由式（A2）给出：

$$\begin{aligned}\nu_{r.m.s} &= \pi \times 10^{-3}\sqrt{\frac{1}{2}[(S_1 f_1)^2 + (S_2 f_2)^2 + \cdots + (S_n f_n)^2]} \\ &= \sqrt{\nu_1^2 + \nu_2^2 + \cdots + \nu_n^2} \\ &= \frac{10^3}{2\pi}\sqrt{\left(\frac{a_1}{f_1}\right)^2 + \left(\frac{a_2}{f_2}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{a_n}{f_n}\right)^2}\end{aligned} \tag{A2}$$

注：按照 ISO2041，频率 f 也可称作周期频率 f。

如果振动仅由两个显著的频率分量组成，即 ν_{min} 和 ν_{max}，那么拍频的均方根值 $\nu_{r.m.s.}$ 可近似由式（A3）计算：

$$\nu_{r.m.s.} = \sqrt{\frac{1}{2}(\nu_{max}^2 + \nu_{min}^2)} \tag{A3}$$

仅对单一频率谐振分量进行振动加速度、速度或位移值的变换，使用如图 A1 就能完成。如果已知单一频率分量的振动速度，那么峰-峰位移可由式（A4）计算：

$$S_i = \frac{450\nu_i}{f_i} \tag{A4}$$

式中：S_i ——峰-峰位移值，μm；

ν_i ——振动速度均方根，mm/s。有频率 f_i 的成分，频率单位：Hz。

非凡值得买

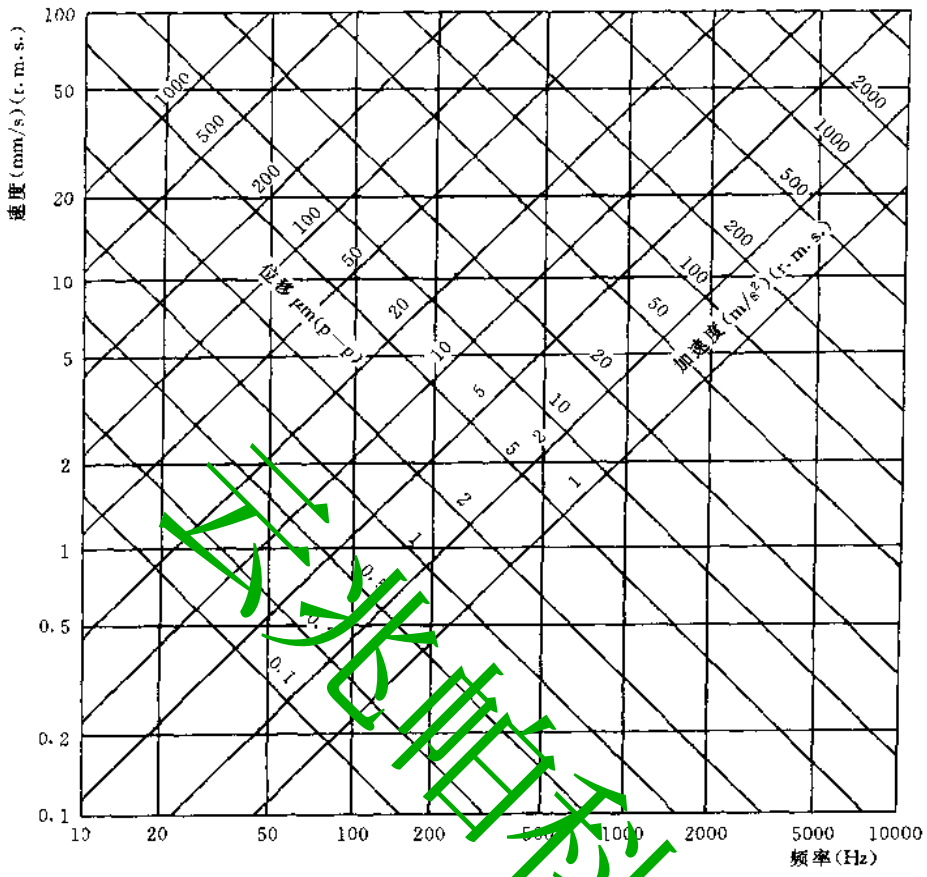


图 A1 对于单一频率谐波分量加速度、速度和位移之间的关系

江苏恒科技术

中华人民共和国机械行业标准

泵的噪声测量与评价方法

Methods of measuring and evaluating noise of pumps

JB/T8098—1999（代替 JB/T8098—95）

江水泵阀科技

目　　次

前言 …… 141
引言 …… 142
1　范围 …… 144
2　引用标准 …… 145
3　定义 …… 146
4　声学环境 …… 147
5　测量仪器 …… 147
6　泵的安装和工作条件 …… 147
7　声压级的测量 …… 148
8　A 计权表面声压级和 A 计权声功率级的计算 …… 151
9　泵的声压级测定方法 …… 152
10　泵的噪声级别评价方法 …… 156
11　测量记录和格式 …… 159
附录 A（标准的附录）　声学环境鉴定方法 …… 160
附录 B（标准的附录）　半球测量表面上的传声器阵列 …… 163
附录 C（标准的附录）　平行六面体测量表面上的传声器阵列 …… 165
附录 D（提示的附录）　脉冲噪声检测指南 …… 168

前　言

本标准是对 JB/T8098　95《泵的噪声测量与评价方法》的修订。本标准与 JB/T8098—95 相比，主要技术内容改变如下：

1. 增加了部分新内容，其中“声压级测量”对测量表面的选择、基本传声器和附加传声器的位置、环境条件的影响、测量方法都做了详细的规定。

2. A 计权表面声压级和 A 计权表面声功率级的计算准确度提高，测量环境由只允许存在一个反向面变为声源紧靠两个反射面测量，并对每种情况给出了相应的测点布置原则和示意图。

3. 增加了四个附录内容。

本标准自实施之日起代替 JB/T8098—95。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 都是标准的附录。

本标准的附录 D 是提示的附录。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：沈阳水泵研究所。

本标准主要起草人：王世民、宫传家。

仅供试阅科技

引　言

本标准是根据 GB/T3768—1996 制定的测定泵噪声声功率级的简易法。国家标准除简易法外，还有工程法和精密法。该系列标准规定了测定泵或其组合体声功率级的不同方法。选用这些标准时，应根据噪声测量目的和测量条件，按 GB/T14367 给出的一般导则作出最佳选择。上述标准中对泵的安装和工作条件仅仅给出了一般原则，具体到某一类型的泵，其安装和工作条件的技术要求则需要参照相应的噪声测试规范。

本标准规定了一种在包络声源的测量表面上测量声压级以计算声功率级的方法。包络表面法对三种准确度均适用（见表 0.1），本标准准确度等级为 3 级。

使用本标准时要求满足表 0.1 所列的一些鉴定标准，如果相应的标准不能满足，可以试用 ISO3747 或 ISO9614 的方法。

具体到某一种泵设备，其噪声测试规范应以噪声源声功率级测定系列标准为依据，不能有相互矛盾之处。

在安放声源的典型泵之间测量时，需要对背景噪声或不需要的声反射进行修正。

本标准规定的方法允许直接从测得的 A 计权声压级确定 A 计权声功率级。

本标准以测得的声压级计算声功率级基于这样一个前提：即声源的声功率输出与时间和空间平均的均方声压成正比。

表 0.1　在反射面上使用包络表面法测定噪声源声功率级所给出不同准确度等级的国家标准一览表

参　量	GB/T6882 精密法 1　级	GB/T3767 工程法 2　级	GB/T3768 简易法 3　级
测试环境	半消声室	室外或室内	室外或室内
测试环境合适性评判标准[1]	$K_2 \leqslant 0.5$dB	$K_2 \leqslant 2$dB	$K_2 \leqslant 7$dB
声源体积	最好小于测试房间体积的 0.5%	无限制 仅由有效测试环境限定	无限制 仅由有效测试环境限定
噪声特征	各类噪声（宽带、窄带、离散频率、稳态、非稳态、脉冲）		
对背景噪声的限定[1]	$\Delta L \geqslant 10$dB （如可能，$\geqslant 15$dB） $K_1 \leqslant 0.4$dB	$\Delta L \geqslant 6$dB （如可能，$\geqslant 15$dB） $K_1 \leqslant 1.3$dB	$\Delta L \geqslant 3$dB $K_1 \leqslant 3$dB
测点数目	$\geqslant 10$	$\geqslant 9$[2]	$\geqslant 1$[2]
仪器： —声级计至少满足 —积分声级计至少满足 —带通滤波器至少满足	a）GB/T3785 规定的 1 型 b）IEC804 规定的 1 型 c）有关标准的规定	a）GB/T3785 规定的 1 型 b）IEC804 规定的 1 型 c）有关标准的规定	a）GB/T3785 规定的 2 型 b）IEC804 规定的 2 型

续表 0.1

参　量	GB/T6882 精密法 1　级	GB/T3767 工程法 2　级	GB/T3768 简易法 3　级
L_{WA}测定方法的准确度用再现性的标准偏差表示	$\sigma_R \leqslant 1dB$	$\sigma_R \leqslant 1.5dB$	$K_2 < 5dB$ 时， $\sigma_R \leqslant 3dB$ $5dB \leqslant K_2 \leqslant 7dB$ 时， $\sigma_R \leqslant 4dB$ 离散纯音占主要成分时， σ_R 增大 1dB

1）　测定声功率谱时，K_1 和 K_2 在测试的频率范围内每个频带上均应满足；测定 A 计权声功率级时，K_{1A} 和 K_{2A} 也使用上述值。

2）　在给定条件下，允许减少测点数目。

云光伯科技

1 范围

1.1 总则

本标准规定了在包络泵的测量表面上测量声压级以计算噪声源声功率级的方法和评价方法。同时，给出了测试环境、测量仪器的要求以及表面声压级及声功率级的计算方法。

本标准适用于除潜液泵、往复泵以外的各种型式泵和泵用调速液力偶合器。

噪声测试规范中应对被测声源的安装、负载、工作条件、测量表面和传声器阵列的选择给出详细的说明。

注 1：对于特定类型的泵，其噪声测试规范应给出所选择的特殊测量表面的详细资料，因为使用不同形状的测量表面会得出声源声功率级的不同评价。

1.2 噪声的类型和噪声源

本标准规定的方法适用于测量各种类型的噪声。

注 2：噪声分类（稳态、非稳态、准稳态、脉冲等）应符合 GB/T14259 有关规定。

本标准适用于各种泵的类型和尺寸的声源。

1.3 测试环境

本标准适用于满足要求具有一个或多个反射面的室内或室外测试环境。

1.4 测量不确定度

对于辐射稳态窄带噪声的声源，按本标准测定所得的结果，除个别情况外，其 A 计权声功率级的再现性标准偏差等于或小于 3dB（K_{2A}<5dB）或 4dB（5dB≤K_{2A}≤7dB）。对于辐射离散纯音的声源，再现性标准偏差一般增大 1dB（见表 1）。

按本标准测定的噪声源声功率的单个值与其真值之间很可能存在一个位于不确定范围内的差值，声功率级测定的不确定度来源于测量用实验室的环境条件和实验技术的综合影响。

如果一个特定的噪声源在不同测试场所均按本标准测定其声功率级，测量结果将表现出离散性。测量结果标准偏差的计算见 GB/T14573.4。除个别情况外，上述标准偏差不超过表 1 的值。表 1 给出的再现性标准偏差 σ_R 考虑了测量过程中不确定度的累积效应，但不包括工作条件（转速、电源、电压）或安装条件变化所引起的声功率输出的变化。

测量不确定度不仅与再现性标准偏差有关，而且与所要求的置信度有关。例如正态分布的声功率级，置信度为 90％时，声源声功率级的真值位于测量值的 $\pm 1.645\sigma_R$ 范围内。置信度为 95％时，真值位于测量值的 $\pm 1.960\sigma_R$ 范围内。详见 GB/T14573 系列。

1.5 噪声的影响

应用本标准能较标准地了解泵或机组的噪声水平。在需要测定泵声源的声功率级时应考虑原动机（电动机、内燃机等）噪声的影响，必要时应对原动机采取隔声（如隔声罩）等降低影响的措施。

表 1 A 计权声功率级再现性标准偏差的最高值

适 用	再现性标准偏差的最高值 σ_R (dB)
在测试的频率范围内噪声谱相对“平”的声源	3
离散纯音占主要成分的声源	4

注：

1. 如果 $K_{2A}\geq 5$dB，σ_R 有可能比表中的值大 1dB。
2. 特定类型噪声源的噪声测试规范中可能给出较低的再现性标准偏差。
3. 表中所列的标准偏差是本标准所限定的测量条件和方法的综合效应，而不包括声源本身的影响，它们由以下几方面引起：测量场所之间的变化，包括室外环境和气候条件；室内测试房间几何形状，测试房间边界的吸收、反射面的声学特性；背景噪声；仪器的校准形式；以及试验技术的变化，其中包括测量表面的形状和尺寸，测点数目和传声器定位、声源位置、积分时间、环境修正的测定（如果有）。标准偏差还受到近场测量带来的误差影响，该误差与声源的特性有关，在测量距离较小和频率较低时（250Hz 以下），误差一般要增大。
4. 如果一个给定声源在几个测试场所使用相似的仪器设备测量，则测得的声功率级结果的一致性可能要比表中标准偏差所体现的一致性好。
5. 对于有相似尺寸、相似的声功率谱和相似工作条件的特定类型的声源，其再现性标准偏差可能小于表中的值，在参照本标准制定噪声测试规范时，如果通过适当的实验室验证证明可行的话，在噪声测试规范中可以标出比表中的值更小的标准偏差。
6. 表中的再现性标准偏差包括相同条件下同一噪声重复测量的不确定度（重复性的标准偏差）。该不确定度一般比交换实验室引起的不确定度小得多，对于特殊声源，如果保持稳定的工作条件和安装条件有困难，则重复性的标准偏差可能不比表中给出的值小，这种情况下难以得到可复现的声功率级，应当记录下来并在测试报告中加以说明。
7. 本标准的方法和表中给出的标准偏差适用于单台机器的测量。而成批相同类型的机器，其声功率级的特征表示涉及到规定置信区间的随机抽样技术，其结果以统计上限表示。在应用这些技术时，总不确定度必须已知或已估计，包括 GB/T14573.2 定义的产品标准偏差，它是成批机器中单台机器之间声功率输出的偏差。机器批次特征的统计学方法见 GB/T14573.4。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB3102.7—1993 声学的量和单位

GB/T3767—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方近似自由场的工程法

GB/T3768—1996 声学 声压法测定噪声源声功率级 反射面上方采用包络测量表面的简易法

GB/T3785—1983 声级计的电、声性能及测试方法

GB/T3947—1996 声学名词术语

GB/T4129—1995 声学 噪声源声功率级的测定 标准声源的性能要求和校准

GB/T6882—1986 声学 噪声源声功率级的测定 消声室和半消声室精密法

GB/T14259—1993 声学 关于空气噪声的测量及其对人影响的评价的校准的指南

GB/T14573.1—1993 声学 确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法 第一部分：概述和定义

GB/T14573.2 1993 声学 确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法

万方数据科技

	第二部分：单台机器标牌值的确定和检验方法
GB/T14573.4—1993	声学　确定和检验机器设备规定的噪声辐射值的统计学方法 第四部分：成批机器标牌值的确定和检验方法
GB/T16538—1996	声学　声压法噪声源声功率级的测定　使用标准声源的简易法
IEC804—1985	积分平均声级计

3　定义

本标准采用下列定义。其他声学术语、量和单位按照 GB/T3947 和 GB3102.7 的规定。

3.1　时间平均声压级 $L_{Peq,T}$　time-averaged sound pressure level $L_{Peq,T}$

一个连续稳态声的声压级，在测量时间间隔 T 内，它与随时间变化的被测声有相同的均方声压，也称等效连续声压级。

时间平均声压级 $L_{Peq,T}$ 按式（1）计算：

$$L_{Peq,T}(\mathrm{dB}) = 10\lg\left[\frac{1}{T}\int_0^T 10^{0.1L_P(t)}\mathrm{d}t\right] = 10\lg\left[\frac{1}{T}\int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2}\mathrm{d}t\right] \quad (1)$$

注 3：时间平均声压级一般为计权，用 $L_{Aeq,T}$ 表示。

3.2　单次事件声压级 $L_{P,1s}$　single-event sound pressure level $L_{P,1s}$

规定时间间隔 T（或规定的测量时间 T）上单次事件的时间积分声压级，T_0 标准化到 1s。

单次事件声压级 $L_{P,1s}$ 按式（2）计算：

$$L_{P,1s}(\mathrm{dB}) = 10\lg\left[\frac{1}{T_0}\int_0^T \frac{P^2(t)}{P_0^2}\mathrm{d}t\right] = L_{Peq,T} + 10\lg\left[\frac{T}{T_0}\right] \quad (2)$$

3.3　表面声压级 L_P　surface sound pressure level L_P

测量表面所有传声器位置上时间平均声压级的能量平均加上背景噪声修正 K_1 和环境修正 K_2，dB。

3.4　测量表面　measurement surface

包络声源，面积为 S，测点位于其上的一个假想的几何表面。测量表面终止于一个或多个反射面上。

3.5　测试的频率范围　frequency range of interest

一般说来，测试的频率范围包括中心频率 125～8000Hz 的倍频程带。

3.6　基准体　reference box

恰好包络声源且终止于一个或多个反射面上的最小矩形平行六面体假想表面。

3.7　特性声源尺寸 d_0　characteristle source dimension d_0

由基准体和其在邻接反射面内的虚像所形成的箱体对角线长度的一半。

3.8　测量距离 d　measurement distance d

基准体与箱形测量表面之间的垂直距离。

3.9　测量半径 r　measurement radius r

万水资料科技

半球测量表面的半径。

3.10 背景噪声 background noise

来自被测声源程序以外所有的其他声源的噪声。

注 4：背景噪声包括空气声、结构传导的振动、仪器的电噪声等。

3.11 背景噪声修正 K_1 background noise correction K_1

由背景噪声对表面声压级的影响而引入一个修正项，dB。K_1 与频率有关，在 A 计权情况下用 K_{1A} 表示。

3.12 环境修正 K_2 environmental correction K_2

由声反射或声吸收对表面声压级的影响而引入一个修正项，dB。K_2 与频率有关，在 A 计权情况下用 K_{2A} 表示。

3.13 脉冲噪声指数（脉冲性） impulsive noise index (impulsiveness)

用以对声源辐射的噪声进行“脉冲”定性的一个量，dB。

4 声学环境

4.1 总则

适用于本标准的测试环境包括满足 4.2 要求的房间或室外平坦空地，背景噪声应满足 4.3 的要求。

4.2 测试环境合适性评判标准

附录 A（标准的附录）给出了环境修正 K_{2A} 的测定方法。

本标准要求环境修正 K_{2A} 小于或等于 7dB。

注 5：如果环境修正 K_{2A} 大于 7dB，建议使用 GB/T 16538 或其他有关方法。

4.3 背景噪声标准

在传声器位置上平均后的背景噪声 A 计权声压级应当至少比被测声压级低 3dB。

5 测量仪器

5.1 总则

包括传声器和电缆在内的仪器系统，应当满足 GB/T3785—1983 中 2 型的规定，当使用积分声级计时，应当满足 IEC804—1985 中 2 型的规定，所用滤波器应满足有关国家标准和行业标准的要求。

5.2 校准

每次测量前后，应当用准确度优于±0.3dB 的声校准器在测试的频率范围内的一个或多个频率点上对整个测量系统进行校准。声校准器和测量系统应当每年经计量检定合格。

5.3 传声器风罩

在室外测量时，建议使用风罩以保证仪器的测量准确度不受风的影响。

6 泵的安装和工作条件

6.1 安装

在安装泵和试验设备时应注意以下几点：

五洲电科技

a）在试验室测量时，出口节流阀应装在离泵较远处；

b）吸入和排出管路噪声过大时，应采取降低噪声影响的措施；

c）应尽量减少来自其他试验设备的噪声影响。

6.2 工作条件

在测量离心泵、混流泵、轴流泵等叶片泵的噪声时，应在规定转速（允许偏差±5%）、规定流量下进行。在测量齿轮泵、滑片泵、螺杆泵等容积泵（往复泵除外）噪声时，应在规定转速（允许偏差±5%）、规定工作压力下进行。

7 声压级的测量

7.1 测量表面的选择

为了便于在测量表面上定位传声器位置，应设定一个基准体。设定基准体时，从声源凸出但不辐射重要声能量的单元可不予考虑。不同类型的设备，其凸出单元在具体的噪声测试规范中应当加以注明。

被测声源的位置、测量表面和传声器位置由坐标系统设定。坐标系统的 X 轴和 Y 轴位于地面上，并与基准体的长和宽平行。特定声源尺寸 d_0 如图 1 所示。

测量表面可使用下面两种形状：

a）半径为 r 的半球形或局部半球形表面；

b）各边与基准体对应平行的矩形平行六面体形表面。

位于声学条件不利的房间或空间中的声源（例如有许多反射体、背景噪声高），可以选择较小的测量距离。一般指定选择平行六面体测量表面。经常在声学条件满足的室外大空间安装或测试声源，一般选择较大的测量距离。优先选择半球形测量表面。指向性测量要求用半球或局部半球形的测量表面。

一系列类似声源的测量（例如同型号的机器或同类机器），要求使用相同形状的测量表面。

注 6：详细资料参阅被研究声源的专用噪声测试规范。基准体的构成、测量表面的形状、尺寸以及测量距离 d 或半球半径 r 在测试报告中描述。

7.2 半球测量表面

半球中心位于基准体及其在邻接反射面内的虚像所构成的箱体的中心（图 1 中的原点 Q），半球测量表面的半径 r 应大于或等于到特性声源尺寸 d_0 的两倍且不小于 1m。

半球半径应采用下列数值之一（m）：1，2，4。当半径太大时，附录 A 的环境条件难以满足，这些半径不宜采用。

7.2.1 半球测量表面的面积和基本传声器位置

只有一个反射面时，传声器位置所在的假想半球表面面积 $S=2\pi r^2$，被测声源位于一面墙前时，$S=\pi r^2$；如果位于一个墙角上，$S=0.5\pi r^2$。半球表面上的传声器位置如附录 B（标准的附录）中图 B1 和图 B2 所示。图 B1 给出了 4 个基本传声器位置，它们在半径为 r 的半球表面上以相等的面积连结。

如果声源安置靠近一个以上的反射面，应参考附录 B 中的图 B3，设定适当的测量表面和传声器位置。

7.2.2 半球测量表面上附加传声器位置

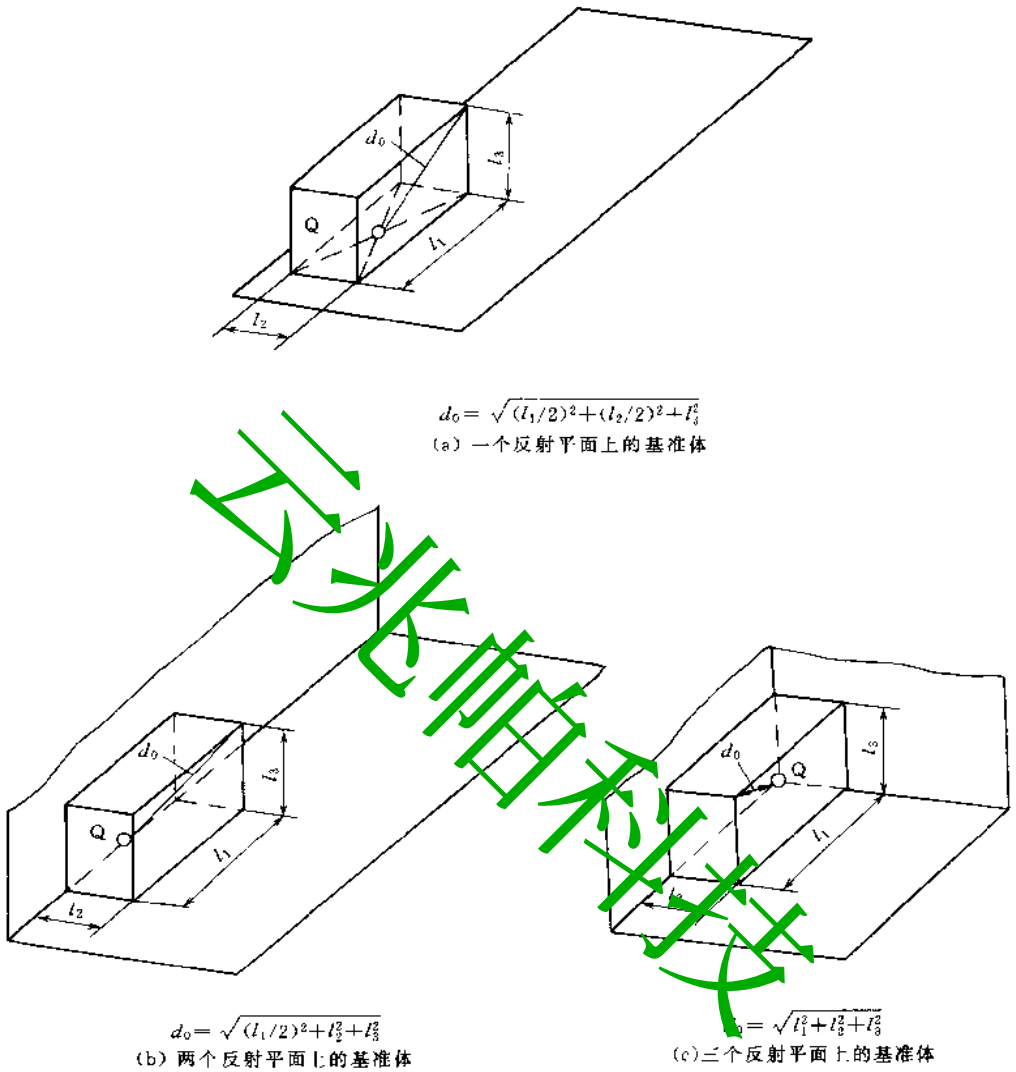


图 1 基准体和特性声源尺寸 d_0 与坐标系统原点 Q 关系示例

在下列情况下，要求在测量表面上附加传声器位置：

a）基本传声器位置上测得的声压级值的范围（即最高和最低声压级之间的差，dB）超过基本测点数目的 2 倍；

b）声源辐射噪声具有很强的指向性；

c）一个大声源，其噪声仅仅通过声源的一个很小的局部向外辐射，例如周围封闭的机器的一个开口。

对于半球表面传声器阵列，附加的 4 个测点通过将图 B1 的原阵列绕 Z 轴旋转 180°而确定（见表 B1 和图 B2）。注意新阵列 Z 轴上的顶点与原阵列的顶点重合，这样传声器位置

总数从4个增至7个。

对于条件b）或c），在测量表面上高噪声辐射区域中使用附加传声器位置（见7.4.1）。

7.3 平行六面体测量表面

测量距离d优先选择1m，至少0.15m。

d应选用下列数值之一（m）：0.15，0.25，0.5，1，2，4，8，大声源的测量距离应大于1m。在选择d时，首先应当满足附录A中给出的环境要求。

7.3.1 平行六面体测量表面的面积和传声器位置

传声器位置所在的测量表面，是一个面积为S、包络声源、各边平行于基准体的边、与基准体的距离为d（测量距离）的一个假想表面。平行六面体测量表面上的传声器位置如附录C（标准的附录）中图C1～图C8所示。根据图C1～图C6，测量表面的面积S由式(3)给出：

$$S = 4(ab + ac + bc) \tag{3}$$

$$a = 0.5l_1 + d$$

$$b = 0.5l_2 + d$$

$$c = l_3 + d$$

式中：l_1、l_2、l_3——分别是基准体的长、宽、高。

如果声源安置靠近一个以上的反射表面，应参考附录C中图C7和图C8设定一个恰当的测量表面。这种情况下测量表面面积S的计算在各自的图中给出。传声器位置按图C1～图C6布置。

7.3.2 在平行六面体测量表面上附加传声器位置

在下列情况下需要在平行六面体测量表面上附加传声器位置：

a）基本传声器位置上测得的声压级数值的范围（最高和最低声压级的dB差）超过测点数目的2倍；

b）声源辐射噪声带有很强的指向性；

c）一个大声源，其噪声仅仅通过声源的一个很小的局部向外辐射，例如周围封闭的泵的一个开口。

对于a），增加测点数目的方法如附录C中图C1所示，通过增加等尺寸的矩形单元面积的数目来实现。

对于b）或c），在测量表面上高噪声辐射区域中使用附加传声器位置（见7.4.1）。

7.4 选择传声器位置的附加方法

7.4.1 在测量表面上附加传声器位置

按7.2.2或7.3.2，如果需要附加传声器位置，必须对测量表面上限定部分的声压级加以详细调查。调查的目的在于测定测试的频率范围内的最高、最低声压级。附加传声器位置在测量表面上不以等面积连结，这时应当使用GB/T6882（非等面积）计算程序确定L_w。

7.4.2 减少传声器位置

对于特殊种类的泵，如经调查表明传声器位置数减少后测得的表面声压级与按7.2和7.3全部传声器位置测得的结果相差不超过±1dB，则传声器位置数可以减少。辐射图呈对称性的声源即是一例。

注7：为了安全起见，声源顶部的测点可以省略。并在相应的噪声测试规范中注明。

江苏省标准

7.5 测量

7.5.1 环境条件

环境条件对测量传声器有影响时（例如强电、磁场、风、被测设备空气放电的冲击、高温或低温），应适当选择或定位传声器加以避免。测量仪器使用说明书中注明的不利环境条件亦应注意。

7.5.2 测量仪器

除第5章给出的规定外，还应满足以下要求：

a）传声器取向应与其校准时的声波入射角相同。

b）时间平均声压级应使用满足要求的积分声级计测量。用时间特性s测得的声压级起伏小于±1dB时，允许使用满足要求的声级计。后一种情况用测量期间最大、最小声压级的平均值代表时间平均声压级。

7.5.3 测量方法

在声源工作的典型周期上观察A计权声压级，并读取每个传声器位置上的A计权声压级。

测定以下量：

a）被测声源工作期间的A计权声压级 L'_{pA}；

b）背景噪声的A计权声压级 L''_{pA}。

除在专用噪声测试规范中说明，否则观察周期应至少为30s。

对独立单次声事件，测定单次事件声压级 L_{pAs}。

对随时间变化的噪声，观察周期应仔细规定。这一点常常与测量目的有关。对那些噪声级随工作方式改变而变化的机器，应对每一种工作方式选择恰当的测量周期，并在测试报告中注明。

8 A计权表面声压级和A计权声功率级的计算

8.1 测量表面平均A计权声压级的计算

测量表面平均A计权声压级和测量表面平均背景噪声A计权声压级用式（4）和式（5）计算：

$$\bar{L}'_{pA}(\mathrm{dB}) = 10\lg\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}10^{0.1L'_{pAi}}\right] \tag{4}$$

$$\bar{L}''_{pA}(\mathrm{dB}) = 10\lg\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}10^{0.1L''_{pAi}}\right] \tag{5}$$

式中：$\bar{L}'_{pA}$——被测声源工作期间的测量表面平均A计权声压级，dB；

$\bar{L}''_{pA}$——测量表面平均背景噪声A计权声压级，dB；

L'_{pAi}——在第i个传声器位置上测得的A计权声压级，dB；

L''_{pAi}——在第i个传声器位置上测得的背景噪声A计权声压级，dB；

N——传声器位置数目。

注8：式（4）和式（5）的平均方法基于测量表面上传声器位置均匀分布这一前提。

8.1.1 背景噪声修正

修正值K_{1A}用式（6）计算：

$$K_{1A}(\mathrm{dB}) = -10\lg(1-10^{-0.1\Delta L_A}) \tag{6}$$

式中：$\Delta L_A = L'_{PA} - \bar{L}''_{PA}$。

若 $\Delta L_A > 10\mathrm{dB}$，不需修正；若 $\Delta L_A \geqslant 3\mathrm{dB}$，按本标准所做的测量有效（见表 0.1）。

当 ΔL_A 在 3dB 与 10dB 之间，应根据式（6）加以修正。如果 $\Delta L_A < 3\mathrm{dB}$，测量结果的准确度就要降低。测量所能加的最大修正值是 3dB。但这样的测量结果也可以报告。它可作为确定被测声源上限声功率级的参考。报告时，应当在报告的正文和结果的图表中详细说明背景噪声没有满足本标准的要求。

8.1.2 测试环境修正

环境修正 K_{2A} 按附录 A 给出的方法之一测定。当 $K_{2A} \leqslant 7\mathrm{dB}$ 时，则按本标准所做的测量有效（见表 0.1）。

8.1.3 A 计权表面声压级的计算

表面声压级 $\bar{L}_{PA}$ 按式（7）计算：

$$\bar{L}_{PA} = L'_{PA} - K_{1A} - K_{2A} \tag{7}$$

8.2 声功率级的计算

声功率级 L_{WA} 按式（8）计算：

$$L_{WA}(\mathrm{dB}) = \bar{L}_{PA} + 10\lg\left[\frac{S}{S_0}\right] \tag{8}$$

式中：$\bar{L}_{PA}$——A 计权表面声压级；

S——测量表面的面积，m^2；

S_0——$1\mathrm{m}^2$。

8.3 任选量的测定

下面的任选量噪声源的专用噪声测试规范可能会需要：

a）按附录 D（提示的附录）的方法测定脉冲噪声的资料，和/或通过听觉确定离散纯音的存在；

b）测量表面上单个传声器位置或测量表面上平均的声压谱；

c）指定传声器位置上 A 计权声压级随时间的变化，测量表面上传声器位置间 A 计权声压级之间的差值；

d）测量表面上各个传声器位置不同时间计权和/或不同频率计权的声压级。

9 泵的声压级测定方法

9.1 A 计权声压级的测量方法

9.1.1 测点位置

具有代表性的泵、原动机（电动机）的测点选择如图 2～图 8 所示，其它泵和泵用调速偶合器的测点可参照此图例确定。

测点离泵体表面水平距离为 1m。

测点高规定如下：

泵的轴线距离声反射面（地面）的高度为泵的中心高。当泵的中心高小于或等于 1m 时，测点高规定 1m。当泵的中心高大于 1m 时，测点高与中心高相同。参考图 2～图 8。

工业标准科技

9.1.2 A 声压级的测定值与平均声压值 L_{PA} 的计算

按泵的种类参考图 2～图 8，规定泵和原动机（电动机）的测点，在规定测点上测量声源的 A 声级读数值 L_{PA_i}，对照各测点的背景噪声按式（6）进行修正后，得各测点的 A 声级的测定值 $L_{PA_i}-K_{1_i}$；用本标准式（4）分别对泵周围的测点（$P-1$～$P-5$）、原动机周围的测点（$M-1$～$M-3$）进行平均计算。

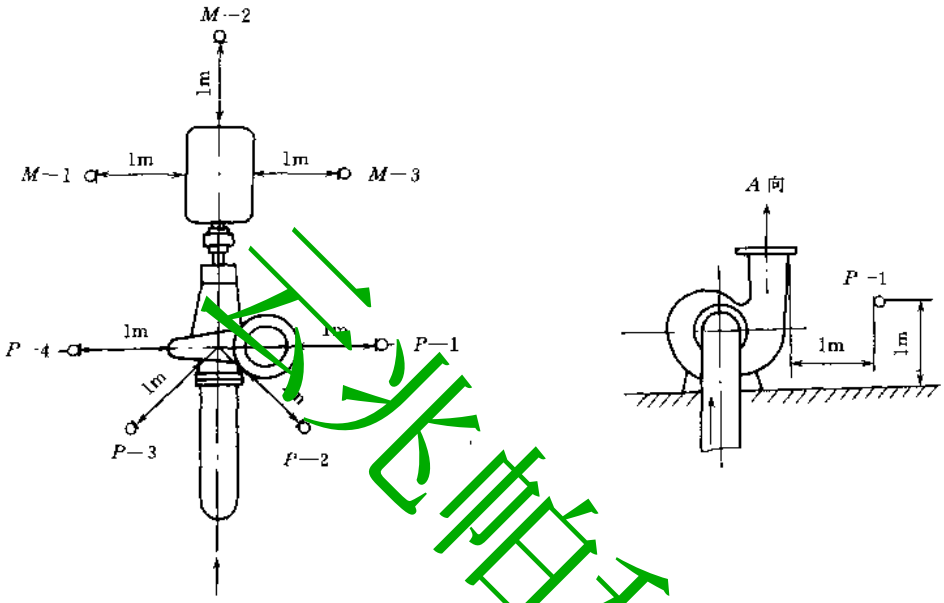


图 2 单机离心泵

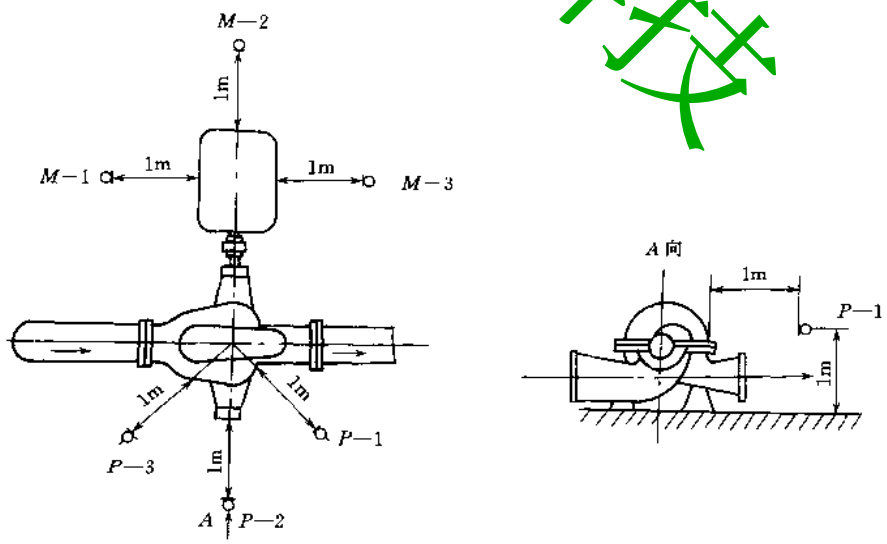


图 3 双吸离心泵

石化帕科技

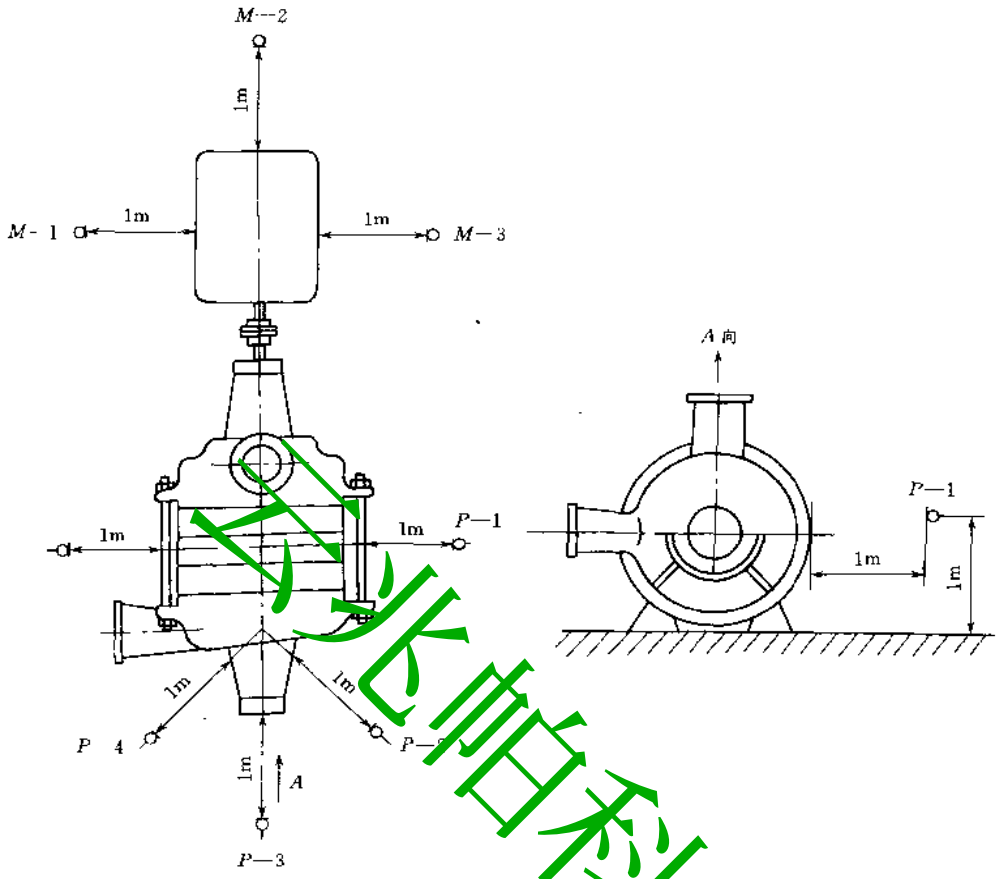


图 4 多机离心泵

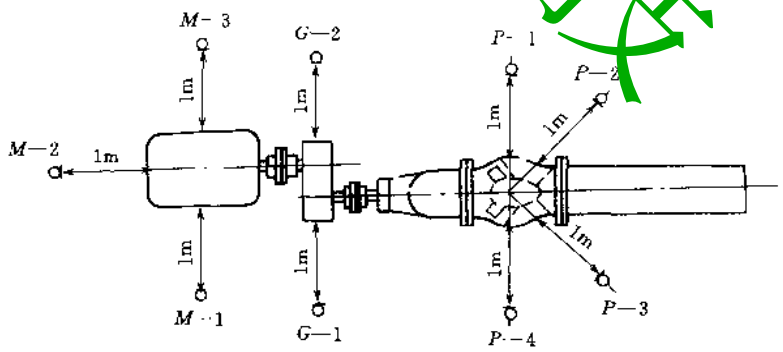


图 5 轴流泵与混流泵

注：测点的高度参考图 2 中的 A 视图。

在评价泵的噪声时用泵周围测点的平均值，在考核机组噪声时用包括所有测点的总平均值，都用 L_{PA}表示。

江苏凯科科技

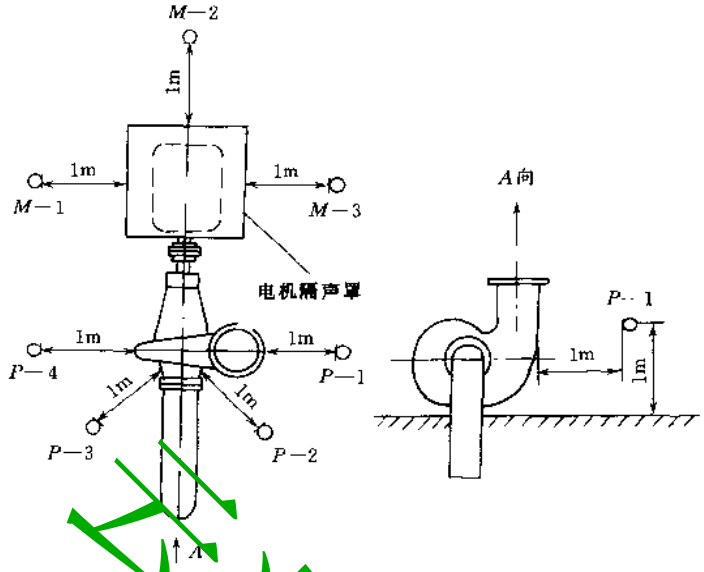
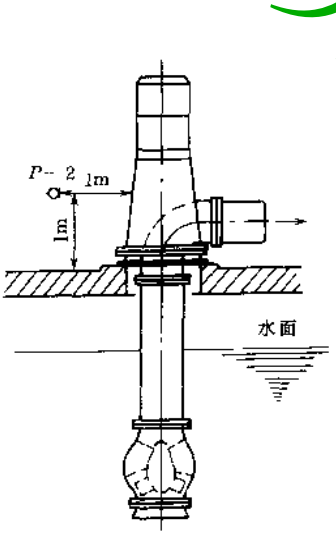
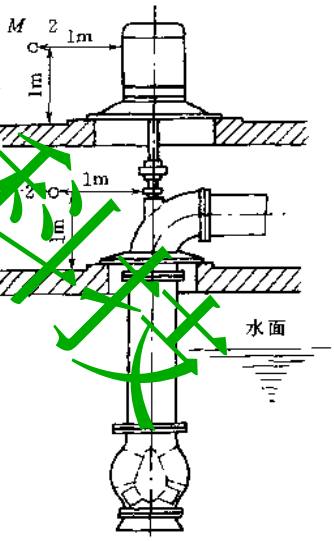


图 6 单级离心泵（电动机加隔离罩）





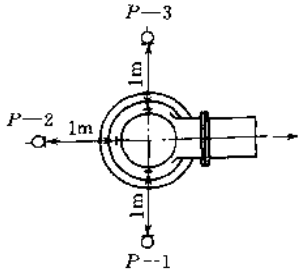


图 7 立式轴流泵（单座式）

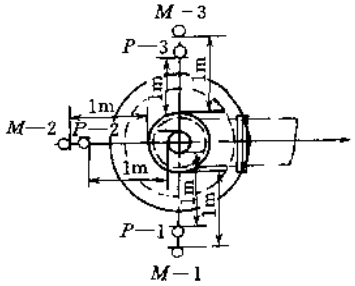


图 8 立式轴流泵（双座式）

江水泵科技

10 泵的噪声级别评价方法

在测量泵的声功率级时，用评价表面上的声压级来评价泵的噪声级别；在测量泵的A声级时，不重新规定评价表面，用本标准4.2.2规定的平均声压级L_{PA}评价泵的噪声级别（这里的L_{PA}与泵的声功率级测定方法中测量表面的平均声压级L_{PA}有区别）。

10.1 评价表面

用泵的声功率级评价泵的噪声级别时，规定一个半径为R的半球面为评价表面。R用式（9）确定：

$$R=\sqrt{(1/4)l_1l_2+\sqrt{l_1l_2}+h^2+1} \tag{9}$$

式中：l_1、l_2 ——基准体的长和宽，m；

h——与泵的中心高有关，m。对卧式泵中心高是泵的轴线到声反射面（地面）间的距离；对立式泵中心高为$l_3/2$。当中心高小于或等于1m时，h取1m；当中心高大于1m时，h取中心高。

10.2 计算评价表面上的声压级

设泵的声功率级为L_{WA}，按半自由场条件下的点声源，用式（10）计算半径为R的评价表面上的声压级：

$$L_{PA}=L_{WA}-20\lg(R/R_0)-8.0 \tag{10}$$

式中：L_{PA} ——半径为R的评价表面上的声压级，dB；

L_{WA} ——泵声源的声功率级，dB；

R ——规定的评价表面的半径，用式（9）计算，m；

R_0——基准半径，1m。

10.3 划分泵的噪声级别的限值

用三个限值L_A、L_B、L_C把泵的噪声划分为A、B、C、D四个级别，D级为不合格。

用式（11）、式（12）、式（13）确定泵的噪声限值：

$$L_A=30+9.7\lg(P_un) \tag{11}$$

$$L_B=36+9.7\lg(P_un) \tag{12}$$

$$L_C=42+9.7\lg(P_un) \tag{13}$$

式中：L_A、L_B、L_C ——划分泵的噪声级别的限值，dB；

P_u——泵的输出功率，kW；

n ——泵的规定转速，r/min。

用式（11）～式（13）绘制的泵的噪声评价线图见图9。

当满足：

L_{PA}或$\overline{L}_{PA}\leqslant L_A$的泵噪声评价为A级；

$L_A<L_{PA}$或$\overline{L}_{PA}\leqslant L_B$的泵噪声评价为B级；

$L_B<L_{PA}$或$\overline{L}_{PA}\leqslant L_C$的泵噪声评价为C级；

L_{PA}或$\overline{L}_{PA}>L_C$的泵噪声评价为D级。

对$P_un\leqslant 27101.3$的泵例外，因为它们的$L_C\leqslant 85$dB，可不去区别其噪声的A、B级别，所以对这些泵，当满足：

农业知识产权

L_{PA}或 $\bar{L}_{PA}$≤85dB 的泵评为合格；

L_{PA}或 $\bar{L}_{PA}$>85dB 的泵评为不合格。

对 $P_n n$≤27101.3 的泵噪声限值 L_A、L_B、L_C 在图 9 中用虚线绘出，这些限值仅在如下情况中使用：

a）能够精确测定泵声源的噪声级（声功率级或声压级），并且需要评价泵声源的噪声水平时；

b）评价低噪声泵（例如特殊设计的）的噪声水平时；

c）对泵采取低噪声措施后，评价它的噪声水平时；

d）有关协议或合同有规定时。

10.4 泵的噪声评价方法举例

例：D450—60×10 多级泵的规定参数，流量 Q=450m³/h，扬程 H=600m，转速 n=1480r/min。基准尺寸 l_1=0.65m，l_2=0.8m，l_3=0.85m，并测得 A 声级为 $\bar{L}_{PA}$=94.6dB，A 声功率级为 L_{WA}=105dB。

计算输出功率：

$$P_u = \frac{\rho g Q H}{1000} = \frac{1000 \times 9.8 \times 450 \times 600}{1000 \times 3600} = 735.3(\text{kW})$$

用计算法确定 L_A、L_B、L_C 三个限值。

把输出功率 P_u（735.3）、转速 n（1480）代入式（11）、式（12）、式（13）中：

$$L_A = 30 + 9.7\lg(735.3 \times 1480) = 88.6(\text{dB})$$

$$L_B = 36 + 9.7\lg(735.3 \times 1480) = 94.6(\text{dB})$$

$$L_A = 42 + 9.7\lg(735.3 \times 1480) = 100.6(\text{dB})$$

用查线图法确定 L_A、L_B、L_C 三个限值。

图 9 为泵的噪声评价线图，用它可以确定泵的噪声限值。图中横坐标为泵的输出功率 P_u（kW）；纵坐标为泵的转速 n（r/min）；每条斜线代表具有相同噪声限值的不同泵。图的上下各有一条噪声限值标尺，标尺刻度标出 L_A、L_B、L_C 的值。

用查线图法确定 L_A、L_B、L_C 三个限值，以 450D—60×10 为例，步骤如下：

以输出功率 P_u=735.3（kW）为横坐标，转速 n=1480r/min 为纵坐标，确定一点 M，过 M 点作斜线的平行线，该平行线的端点在标尺上的刻度为 L_A、L_B、L_C 三个限值：

$$L_A$=88.6（dB）；$L_B$=94.6（dB）；$L_C$=100.6（dB）

用声功率级评价泵的噪声的级别。

计算评价表面的半径 R：

$$R = \sqrt{(1/4) \times 0.65 \times 0.80 + \sqrt{0.65 \times 0.80} + 0.85^2} + 1$$

$$= 1.6(\text{m})$$

计算评价表面上的声压级 L_{PA}：

$$L_{PA} = L_{WA} - 20\lg(1.6/1) - 8$$

$$= 105 - 4.10 - 8$$

$$= 92.9(\text{dB})$$

由 L_{PA}(92.9dB)大于 L_A(88.6dB)且小于 L_B(94.6dB)，所以该泵的噪声评价为 B 级。

用声压级评价泵的噪声级别：

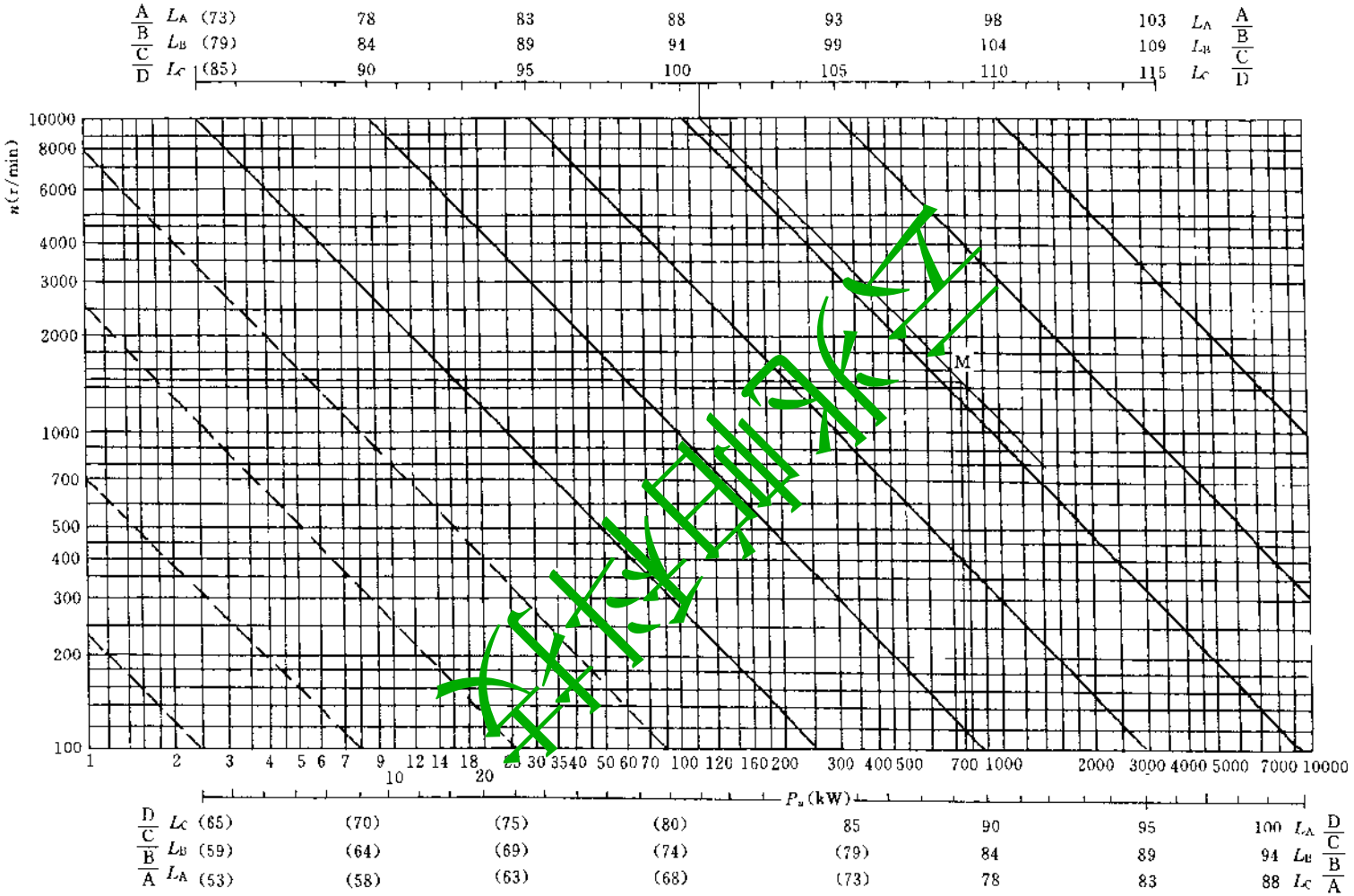


图 9 泵的噪声评价线图

注：括号内的刻度在本标准 8.3 的 a)、b)、c)、d)四种情况时使用。

由 L_{PA}(94.6dB)等于 L_B(94.6dB)且小于 L_C(100.6dB),所以该泵的噪声评价为B级。

注9:用声压级评价泵的噪声在B级下限(94.6dB)上,而用声功率级评价泵的噪声级在B级里面,看出用声功率级才能正确反映泵的噪声水平。

11 测量记录和格式

11.1 记录内容

在测试报告中应包括测量面、测点位置示意图、各测点的背景噪声值、噪声读数值、测定值及平均声压级,并填入相应的记录单中。有条件时,还应把声级记录仪(电平记录仪或X—Y记录仪)绘出的频谱图贴在记录单后面的空白处。

11.2 测试报告格式

测试报告格式如下所示。

泵的噪声测试报告(声功率级)

产品型号		制造厂		出厂编号		出厂日期	
用户名称		测量场所		测量者		测量日期	
流量	m^3/h	扬程	m	转速	r/min	效率	%
输出功率	kW	配带功率	kW	介质		温度	C

A声功率级测量记录单

	泵的噪声			标准声源	
测点标号	背景噪声	读数值	测定值	读数值	测定值
1					
2					
3					
4					
5					
⋮					
16					
17					
18					
19					
平均声压级	dB(A)				
A声功率级					
评价表面声压级				评价	级
附加说明					

仪器名称	型号	检定单位	检定日期	备注

标准图科技

泵的噪声测试报告（声压级）

产品型号		制造厂		出厂编号		出厂日期	
用户名称		测量场所		测量者		测量日期	
流量	m^3/h	扬程	m	转速	r/min	效率	%
输出功率	kW	配带功率	kW	介质		温度	℃

A声级测量记录单

泵的周围				原动机周围			
测点标号	背景噪声	读数值	测定值	测点标号	背景噪声	读数值	测定值
P—1				M—1			
P—2				M—2			
P—3				M—3			
P—4				G—1			
P—5				G—2			
A平均声级							
评价噪声级别							
附加说明							

江水泥科技

附 录 A
（标准的附录）
声学环境鉴定方法

A1 总则

如果能满足本附录规定的要求，则室外或普通房间可作为合适的测试环境。除反射面外，其他反射体应尽量远离被测机器。测试场所应能提供这样一个测量表面，它位于：

a）几乎不受附近物体和房间边界（墙、地板、天花板等）反射干扰的声场内；

b）被测声源的近场之外。

如果到被测声源的测量距离等于或大于0.15m，就简易法而言则认为测量表面位于近场区域之外。

对室外测量，应满足第A2章规定的条件。对室内测量，要按第A3章规定的两种鉴定方法之一判定，否则测量不符合本标准的要求。

注10：也可用GB/T3767中两种环境鉴定方法替代本附录的鉴定方法。

A2 环境条件

A2.1 反射平面的类型

室外测量允许使用的反射面包括坚实的土地面、混凝土或沥青地面；室内测量反射面通常是地板。必须保证反射而不会由于振动而有明显的声辐射。

A2.1.1 形状和尺寸

反射面应大于测量表面在其上的投影。

A2.1.2 吸声系数

反射平面的吸声系数在所测试的频率范围内应小于0.1。室外测量，混凝土、沥青或砂石地面可满足要求。吸声系数较高的反射面，如草地或雪地，则测量距离不应大于1m。室内测量允许使用木地板或砖地板。

A2.2 反射体

凡不属于被测声源的反射体，均应在测量表面之外。

A2.3 室外测量注意事项

测量期间应避免不利的气象条件的影响。例如：温度梯度、风速梯度、降雨和高湿。任何时候，都应当遵守仪器使用说明书中给出的注意事项。

A3 测试场所的鉴定方法

A3.1 使用标准声源的测试方法

环境修正K_{2A}可根据标准声源测得的声功率级得到（见GB/T4129），该标准声源需预先在一个反射面上方的自由场中校准。K_{2A}由式（A1）给出：

$$K_{2A} = L'_{WAr} - L_{WAr} \quad (A1)$$

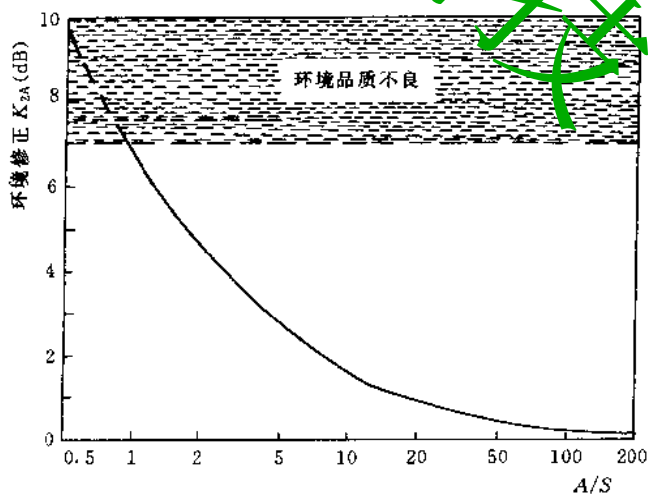
式中：L'_{WAr}——令$K_{2A}=0$，按第7章和第8章测定的标准声源未经环境修正的A计权声功率级，dB；

L_{WAr}——标准声源校准的A计权声功率级，dB。

注11：有关标准声源在测试环境中定位的原则，参看GB/T3767。

A3.2 其他方法

本标准式（7）的环境修正K_{2A}，来自于房间边界（墙、地板、天花板）或被测声源附近反射物声反射的影响。其大小主要由测量表面面积S和测试房间吸声面积A之比决定，与声源在测试房间内所处的位置没有重要关系。



图A1 环境修正K_{2A}

在本标准中，环境修正值K_{2A}由式（A2）给出：

$$K_{2A}(\mathrm{dB}) = 10\lg[1 + 4(S/A)] \tag{A2}$$

式中：A ——1kHz 频率上房间的等效吸声面积，m^2；

S —— 测量表面面积，m^2。

环境修正作为 A/S 的函数如图 A1 所示。

A3.2.1 和 A3.2.2 给出了两种确定测试房间吸声量的方法。

A3.2.1 近似法

房间表面的平均吸声系数按表 A1 估算。A 的值（m^2）由式（A3）给出：

$$A = \alpha S_v \tag{A3}$$

式中：α——表 A1 给出的 A 计权平均吸声系数；

S_v——测试房间边界总面积（墙、天花板、地板），m^2。

表 A1 平均吸声系数 α 的近似值

平均吸声系数	房 间 特 征
0.05	房间几乎全空，墙壁平滑、坚硬，材料为混凝土、砖、灰泥面或磁砖贴面
0.1	房间部分空，墙壁平滑
0.15	带家具的房间；矩形机器间；矩形工业厂房
0.2	带家具的不规则形状的房间；不规则形状的机器间或工业厂房
0.25	带装饰性家具的房间，天花板或墙面装有少量吸声材料的机器间或工业厂房（例如局部吸声的天花板）
0.35	房间的天花板和墙壁均装有吸声材料
0.5	房间的天花板和墙壁装有大量的吸声材料

A3.2.2 混响法

本方法需要测量房间的混响时间以确定吸声量。混响时间测量使用宽带噪声或接收系统中带有 A 计权的脉冲声作为激励信号。A 的值（m^2）由式（A4）给出：

$$A = 0.16(V/T) \tag{A4}$$

式中：V——测试房间的体积，m^3；

T——测试房间的混响时间，s。

注 12：对于直接从 A 计权测量值确定 K_{2A}，建议使用中心频率为 1kHz 的频带混响时间。

A3.3 测试房间的鉴定要求

测试室中测量表面满足本标准要求时，吸声面积 A 与测量表面面积之比应大于或等于 1，即：

$$A/S \geqslant 1 \tag{A5}$$

A/S 越大越好。

如果上述要求不能满足，应重新选择测量表面。新的测量表面的总面积较小但仍应位于近场以外（见 A1）。也可以利用在测试室内增加吸声材料达到增加 A/S 值的目的，而后重新测定 A/S。

如果测量表面位于被测声源近场以外的要求不能得到满足，那么这种环境不能用于本标准的测量。

室外测试场所的环境修正 K_{2A}一般很小。

注 13：某些情况下环境修正 K_{2A} 可能是负值，这时可假定 $K_{2A}=0$。

附 录 B
（标准的附录）
半球测量表面上的传声器阵列

B1 基本传声器位置和附加传声器位置

在图 B1 和图 B2 中 4，5，6，10 为四个基本传声器位置，它们在测量表面上以等面积连接。图 B2 中的 14，15，16，20 为四个附加传声器位置，两种传声器位置的坐标列于表 B1。

注 14：传声器位置编号与 GB/T3767 相同。

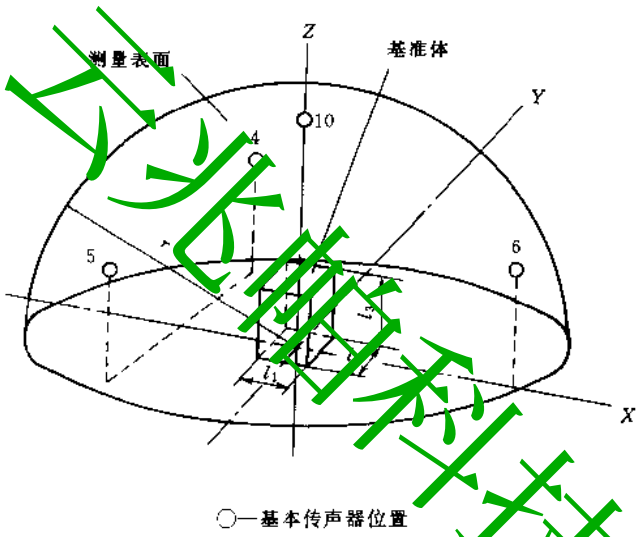


图 B1 半球表面上的传声器阵列——基本传声器位置

表 B1 基本传声器位置（4，5，6，10）和附加传声器位置（14，15，16，20）的坐标

传声器位置	X/r	Y/r	Z/r
4	−0.45	0.77	0.45
5	−0.45	−0.77	0.45
6	0.89	0	0.45
10	0	0	1.0
14	0.45	−0.77	0.45
15	0.45	0.77	0.45
16	−0.89	0	0.45
20	0	0	1.0

注：顶点位置 10 和 20 重合，顶点允许略去。但应在相应的噪声测试规范中加以说明。

江苏省科技

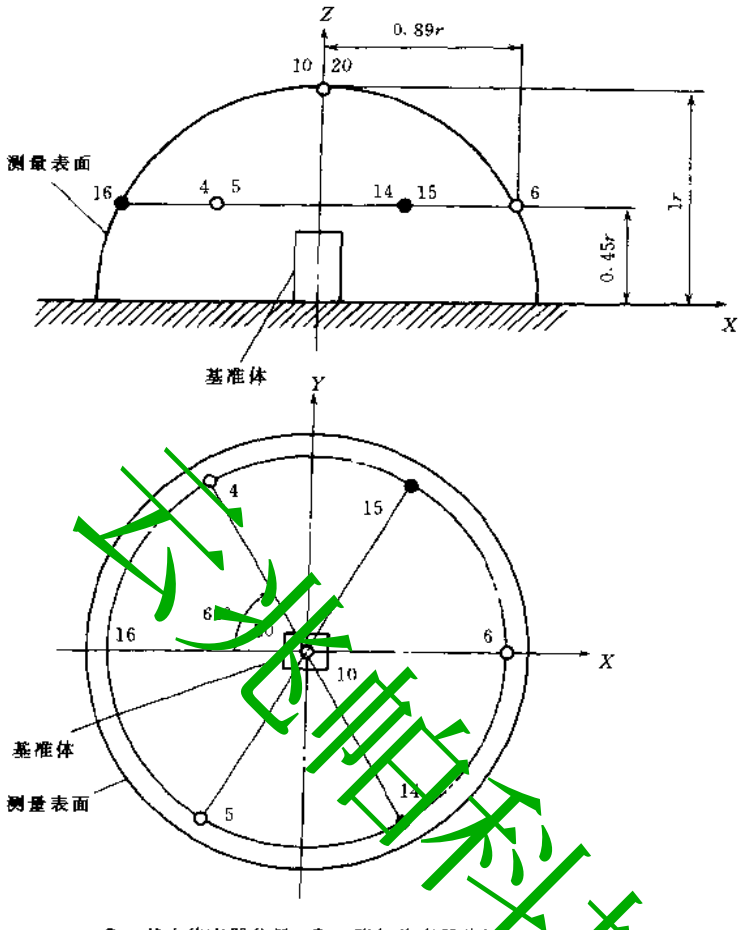


图 B2 半球表面上的传声器阵列

注：4，5，6，10 为基本传声器位置；14，15，16，20 为附加传声器位置。

B2 辐射离散纯音声源的传声器位置

如果声源辐射离散纯音，在几个传声器位置位于反射面上方同一高度时，可能会产生很强的干涉效应。建议使用表 B2 给出的传声器阵列坐标。

表 B2 辐射离散纯音声源的传声器位置坐标

传声器位置	X/r	Y/r	Z/r
4	0.16	0.90	0.41
5	−0.83	0.32	0.45
6	−0.83	−0.40	0.39
10	0.10	−0.10	0.99

B3 紧靠两个反射面的声源的传声器位置

紧靠两个反射面放置的声源，应参考图 B3 设定适当的测量表面和传声器位置。

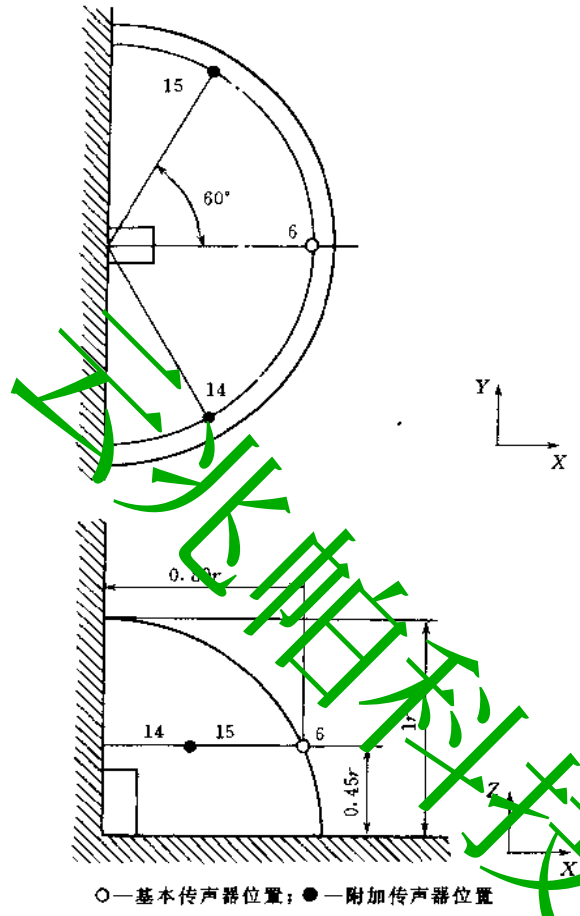


图 B3 基准体紧靠两个反射面的局部球形测量表面与传声器位置平面图

附 录 C
（标准的附录）
平行六面体测量表面上的传声器阵列

C1 声源位于一个反射面上时传声器位置

将测量表面的每一个面细分为尽可能小的等尺寸矩形单元面积，单元面积的最大边长为 $3d$（见图 C1）。传声器位置位于每个单元面积的中心。图 C2～图 C6 中的传声器位置用这种方法得到。

注 15：顶部的位置可用测量表面角上的位置代替，也可省略，这时应在相应的噪声测试规范中加以说明。

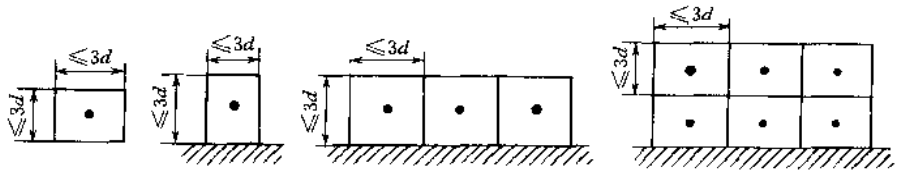
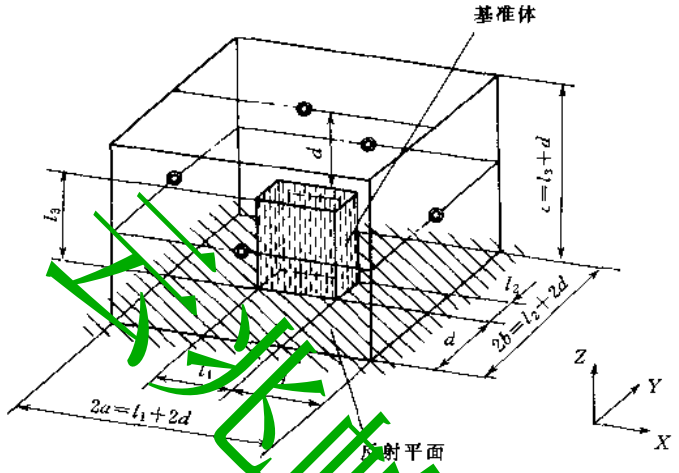
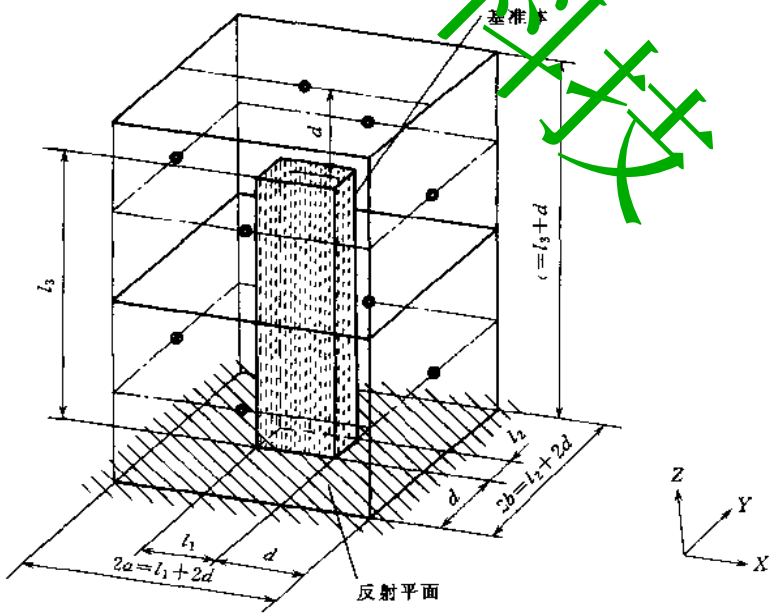


图 C1 测量表面的边长超过 3d 时，规定的传声器位置定位方法



($l_1 \leqslant d$，$l_2 \leqslant d$，$l_3 < 2d$，d 为测量距离，一般为 1m)

图 C2 小型机器测量表面和传声器位置示例



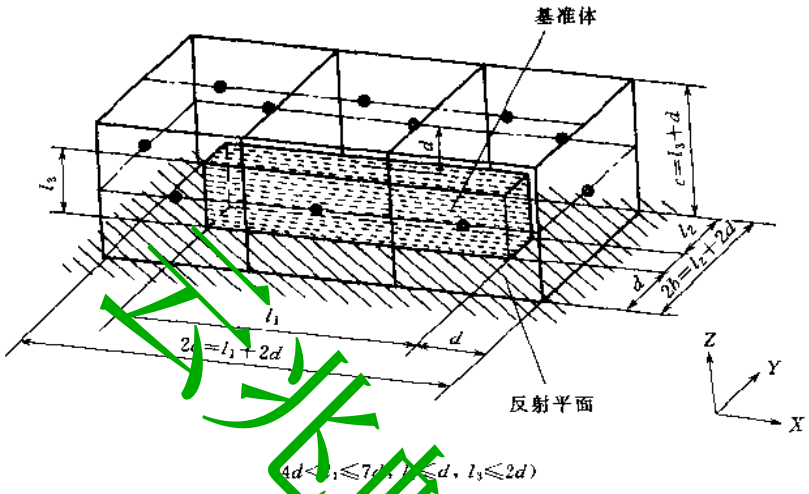
($l_1 \leqslant d$，$l_2 \leqslant d$，$2d < l_3 \leqslant 5d$)

图 C3 小底座高机器测量表面和传声器位置示例

江苏凤凰科技

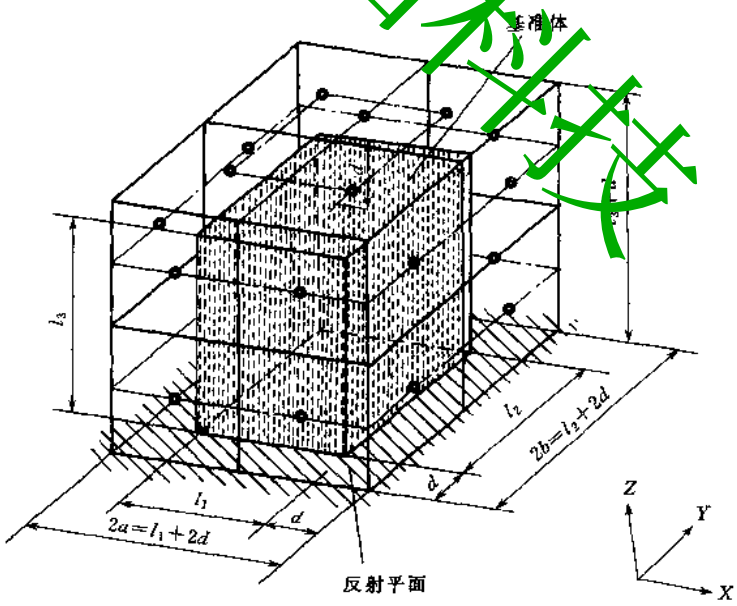
C2 声源紧靠两个或三个反射面时传声器位置

声源紧靠一个以上的反射面时，应参考图 C7 和图 C8 设定适当的测量表面，传声器位置应如图 C2～图 C6 所示。



$(4d<l_1\leqslant 7d,\ l_2\leqslant d,\ l_3\leqslant 2d)$

图 C4 长型机器测量表面和传声器位置示例



$(d<l_1\leqslant 4d,\ d<l_2\leqslant 4d,\ 2d<l_3\leqslant 5d)$

图 C5 中型机器测量表面和传声器位置（路径）示例

江水检测科技

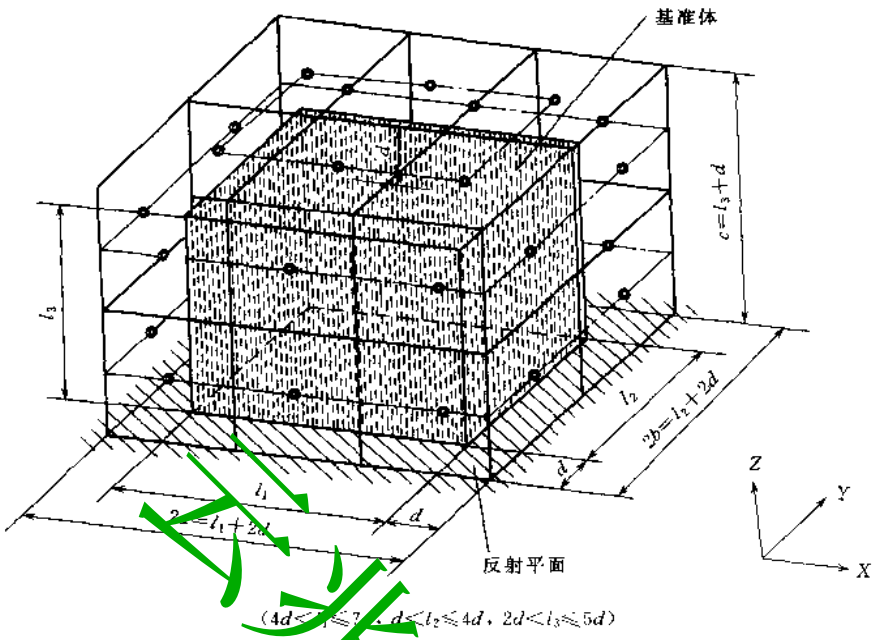


图 C6 大型机器测量表面和传声器位置（路径）示例

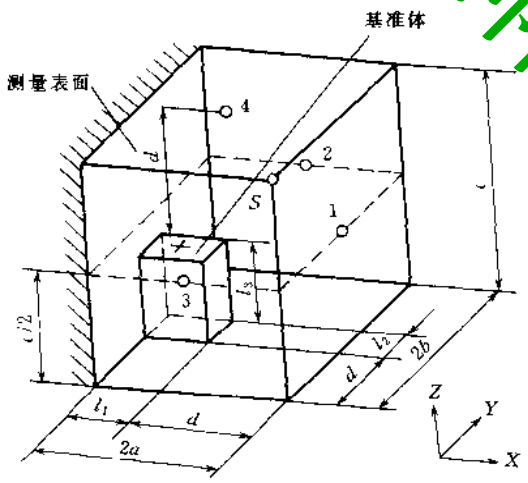


图 C7 地立设备靠一面墙放置，有四个传声器位置的平行六面体测量表面

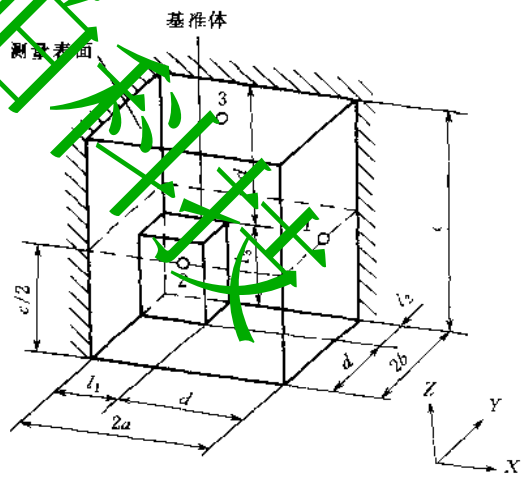


图 C8 地立设备靠两面墙放置，有三个传声器位置的平行六面体测量表面

附 录 D
（提示的附录）
脉冲噪声检测指南

D1 在某些情况下，将脉冲时间计权特性“I”测定的时间平均 A 计权声压级 L_{AIeq} 与同一工

作周期上相应的L_{Aeq}加以比较，可有助于判断被测噪声中是否包含显著的脉冲成分。这种比较一般在一个或多个传声器位置上进行。每个位置至少观察5个工作周期。其差值（$L_{AIeq}-L_{Aeq}$）称为脉冲噪声指数（脉冲性）。

注16：如果脉冲噪声指数的平均值等于或大于3dB，则可以认为此噪声为脉冲噪声。

对于独立单次事件或事件之间间隔1s以上的连续事件序列，可以用L_{PAI}和L_{PAS}两者最大值之差表述。其差（$L_{PAImax}-L_{PASmax}$）为单次事件脉冲噪声指数。连续单次事件的L_{PAI}和L_{PAS}分别为各个事件L_{PAI}最大值的算术平均和所有事件上L_{PAS}的平均最大值。

云光帕科技

中华人民共和国国家标准

离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法

Test methods for centrifugal, mixed flow axial and regenerative pumps

GB3216－89（代替 GB3216－82）

目　　次

1　主题内容和适用范围 …… 171
2　引用标准 …… 171
3　符号 …… 171
4　术语 …… 174
5　试验的实施 …… 178
6　流量、扬程、转速和轴功率测量方法 …… 185
7　汽蚀试验方法 …… 194
8　试验结果按规定转速的换算 …… 198
9　性能曲线图的绘制 …… 198
10　试验的分析 …… 199
附录 A　水的物理性质（补充件） …… 201
附录 B　摩擦损失（补充件） …… 202
附录 C　泵引起的预旋的影响（补充件） …… 204
附录 D　误差的分析和计算方法（补充件） …… 205

三水恒泰科技

本标准等效采用了国际标准 ISO2548—1973（E）《离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规范——C 级》和 ISO3555—1977（E）《离心泵、混流泵和轴流泵验收试验规范——B 级》。

1 主题内容和适用范围

本标准规定了离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵的流量、扬程、轴功率、转速、汽蚀余量的测试方法及测试数据的处理和误差分析。

本标准适用于以常温清水或性质与常温清水类似的其它液体为试验介质的泵的试验，包括不带任何管路附件的泵和带有管路附件的泵的组合体。

本标准按测量精度分为 B 级和 C 级。

2 引用标准

GB3214 水泵流量的测定方法

GB1032 三相异步电机试验方法

GB10890 泵的噪声测量与评价方法

GB10889 泵的振动测量与评价方法

3 符号

3.1 本标准使用符号

表 1 符 号

符号	量的名称	单位		量纲
		符号	中文符号	
m	质 量	kg	千克（公斤）	M
l	长 度	m	米	L
t	时 间	s	秒	T
		(min, h)	(分，小时)	
θ	温 度	C	度	Θ
A	面 积	m^2	$米^2$	L^2
V	体 积	m^3	$米^3$	L^3
ω	角速度	rad/s	弧度/秒	T^{-1}
v	速 度	m/s	米/秒	LT^{-1}
g	自由落体加速度	m/s^2	米/$秒^2$	LT^{-2}
n	转 速	r/min	转/分	T^{-1}
ρ	密 度	kg/m^3	千克/$米^3$	ML^{-3}
p_e	表压力	Pa	帕	$ML^{-1}T^{-2}$
μ	（动力）粘度	Pa·s	帕·秒	$ML^{-1}T^{-1}$

泵能帕科技

续表 1

符　号	量的名称	单　位		量　纲
		符　号	中文符号	
ν	运动粘度	m^2/s	米^2/秒	L^2T^{-1}
P	功　率	kW	千　瓦	ML^2T^{-3}
Re	雷诺数	—	—	—
D	直　径	m	米	L
q	质量流量	kg/s	千克/秒	MT^{-1}
Q	体积流量	m^3/s	米^3/秒	L^3T^{-1}
		(m^3/h, L/s)	(米^3/小时，升/秒)	
Z	至基准面的距离	m	米	L
H	扬　程	m	米	L
H_1	入口总水头	m	米	L
H_2	出口总水头	m	米	L
Y	比　能	J/kg	焦/千克	L^2T^{-2}
H_{j1}	入口水头损失	m	米	L
H_{j2}	出口水头损失	m	米	L
NPSH	汽蚀余量	m	米	L
p_h	大气压力（绝对）	Pa	帕	$ML^{-1}T^{-2}$
p_v	汽化压力（绝对）	Pa	帕	$ML^{-1}T^{-2}$
P_z	泵轴功率	kW	千瓦	ML^2T^{-3}
P_u	泵输出功率	kW	千瓦	ML^2T^{-3}
P_{ge}	原动机输入功率	kW	千瓦	ML^2T^{-3}
η	泵效率	—		
K	型式数		—	—
λ	摩阻系数		—	—
M	转　矩	N·m	牛·米	ML^2T^{-2}
W	重　力	N	牛	MLT^{-2}

注：带括号的单位不供定义式和计算式使用。

3.2 基本字母和下标（按字母顺序排列）

表 2 作符号用的字母

符　号	量的名称	单　位	
		符号	中文符号
A	面　积	m^2	米^2
D	直　径	m	米
g	自由落体加速度	m/s^2	米/秒^2

行业标准科技

续表 2

符 号	量的名称	单 位	
		符号	中文符号
H	扬 程	m	米
H_1	液体水头损失	m	米
K	型 式 数		
k	绝对粗糙度	m	米
L	长 度	m	米
m	质 量	kg	千克
n	转 速	r/min	转/分
NPSH	汽蚀余量	m	米
p	压 力	Pa	帕
P	功 率	kW	千瓦
q	质量流量	kg/s	千克/秒
Q	体积流量	m^3/s	$米^3$/秒
		(m^3/h, L/s)	($米^3$/小时，升/秒)
Re	雷诺数		—
t	时 间	s	秒
		(min，h)	(分，小时)
v	速 度	m/s	米/秒
V	体积（容积）	m^3	$米^3$
X	容 差	—	—
Y	比 能	J/kg	焦/千克
Z	至基准面的距离	m	米
h	水银压力计读数	m	米
η	效 率	—	
θ	温 度	C	度
λ	摩阻系数	—	—
μ	（动力）粘度	Pa·s	帕·秒
ν	运动粘度	m^2/s	$米^2$/秒
ρ	密 度	kg/m^3	千克/$米^3$
ω	角 速 度	rad/s	弧度/秒

注：带括号的单位不供定义式和计算式使用。

工业标准

表 3 作下标用的字母和数字

下 标	意 义
0	规定转速下的值
1	入 口
2	出 口
a	1）一般：可使用的，有效的；2）与 P 有关时，接受的
b	大气压的
c	临 界
e	有效的，有用的
gr	机组的（总的）
Hg	水银的
j	损 失
m	平 均
sp	规定的
u	有用的
v	汽化的

五洲伯科技

4 术语

4.1 一般术语

4.1.1 自由落体加速度 g

对 C 级试验 $g=9.81\text{m/s}^2$；对 B 级试验应采用当地的 g 值。不过多数情况下，取 $g=9.81\text{m/s}^2$ 不致有显著的误差。g 的当地值可按下式计算：

$$g = 9.80617 \times (1 - 2.64 \times 10^{-3}\cos^2 2\varphi + 7 \times 10^{-6}\cos^2 2\varphi) - 3.086 \times 10^{-6}Z \quad (1)$$

式中：φ ——当地的纬度；

Z ——当地的海拔高度。

4.1.2 转速 n

转数被时间除的商。

4.1.3 密度 ρ

单位体积的质量。

4.1.4 压力 P

力被面积除的商。除非另有说明，所有压力均指表压力，即相对于大气压力测量的压力。

4.1.5 （动力）粘度 μ

由下式定义：

$$\tau = \mu \frac{u_0}{h} \quad (2)$$

式中：u_0— 平板在其自身的平面内作平行于某一固定平壁运动时的速度；

h —— 平板至固定平壁的距离。但此距离应足够小，使平板与固定平壁间的流体流动是层流；

τ ——平板运动过程中作用在平板单位面积上的流体摩擦力。

4.1.6 运动粘度 ν

（动力）粘度被密度除的商。

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \tag{3}$$

4.1.7 功率 P

某一时间间隔内所传递的能量被间隔时间除的商。

4.1.8 雷诺数 Re

由下式定义：

$$Re = \frac{vD}{\nu} \tag{4}$$

4.2 本标准专用术语

4.2.1 体积流量 Q

单位时间内从泵出口排出并进入管路的液体体积。

4.2.2 质量流量 q

其值为：

$$q = Q\rho \tag{5}$$

4.2.3 流速 v

平均流速等于体积流量被管路横截面积除的商

$$v = \frac{Q}{A} \tag{6}$$

4.2.4 水头

单位重量液体的能量。

4.2.5 基准面

通过由叶轮叶片进口边的外端所描绘的圆的中心的水平面（图 1）。

对于多级泵以第一级叶轮为基准。

对于立式双吸泵以上部叶片为基准。

4.2.6 Z

表示所研究的水平面与基准面之间的垂直高差。如果所指的水平面在基准面之上，Z 为正值；反之 Z 为负值。

4.2.7 表压力 p_e

相对于大气压力的有效压力。对应此压力的压力水头为：

$$\frac{p_e}{\rho g} \tag{7}$$

如果该压力高于大气压力，其值为正；低于大气压力，其值为负。

4.2.8 速度水头

江北仪自科技

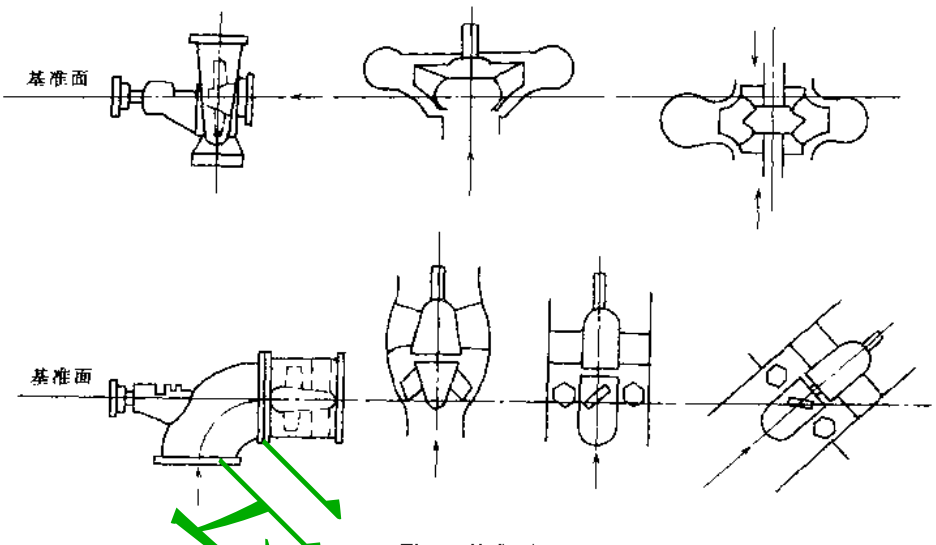


图1 基准面

单位重量运动液体的动能，用下式表示：

$$\frac{v^2}{2g} \tag{8}$$

式中：v—— 所研究的截面上的液体平均流速。

4.2.9 总水头

在任何截面处液体的总水头为：

$$Z+\frac{p}{\rho g}+\frac{v^2}{2g} \tag{9}$$

这是相对大气压力的表达式。绝对总水头为：

$$Z-\frac{p}{\rho g}+\frac{p_b}{\rho g}+\frac{v^2}{2g} \tag{10}$$

4.2.10 入口总水头 H_1

泵入口截面处液体的总水头为：

$$H_1=Z_1+\frac{p_1}{\rho_1 g}+\frac{v_1^2}{2g} \tag{11}$$

4.2.11 出口总水头 H_2

泵出口截面处液体的总水头为：

$$H_2=Z_2+\frac{p_2}{\rho_2 g}+\frac{v_2^2}{2g} \tag{12}$$

4.2.12 泵扬程 H

其值等于泵的出口总水头与入口总水头的代数差。

$$H=H_2-H_1 \tag{13}$$

如果泵输送液体的密度改变不大，则：

$$H=\frac{p_2-p_1}{\rho g}+(Z_2-Z_1)+\frac{v_2^2-v_1^2}{2g} \tag{14}$$

正水恒科技

如果泵输送液体的密度改变显著，则 ρ 应以平均值代替：

$$\rho_m = \frac{\rho_1 + \rho_2}{2} \tag{15}$$

4.2.13 比能 Y

每单位质量液体的能量，由下式确定：

$$Y = gH \tag{16}$$

4.2.14 入口总水头损失 H_{j1}

测量点处液体的总水头与泵入口截面处液体的总水头之差。

4.2.15 出口总水头损失 H_{j2}

泵出口截面处液体的总水头与测量点处的总水头之差。

4.2.16 汽蚀余量 NPSH

入口总水头加上相应于大气压力的水头，减去相应于汽化压力的水头。

$$\text{NPSH} = H_i + \frac{p_b}{\rho g} - \frac{p_v}{\rho g} \tag{17}$$

因此，同入口总水头一样，NPSH 也与基准面有关。

4.2.17 必需汽蚀余量 $(\text{NPSH})_r$

在规定的转速和流量下必需的 NPSH 值，它由设计制造时给出。

4.2.18 有效汽蚀余量 $(\text{NPSH})_a$

在同一流量下有效的 NPSH 值，它由泵的安装条件确定。

4.2.19 临界汽蚀余量 $(\text{NPSH})_c$

通过汽蚀试验测得的 NPSH 临界值。该临界值是在给定的流量下，在第一级内引起第一级扬程或效率下降 $(2+\frac{K}{2})\%$ 时的 NPSH 值；或者在给定的扬程下，在第一级内引起流量或效率下降 $(2+\frac{K}{2})\%$ 时的 NPSH 值。

4.2.20 泵输出功率 P_u

泵传递给液体的功率。

$$P_u = \rho Q g H \cdot 10^{-3} \tag{18}$$

4.2.21 泵轴功率 P_s

泵轴所接受的功率。

4.2.22 原动机输入功率 P_{gr}

泵的原动机所接受的功率。

4.2.23 泵效率 η

$$\eta = \frac{P_u}{P_s} \tag{19}$$

4.2.24 机组效率 η_{gr}

$$\eta_{gr} = \frac{P_u}{P_{gr}} \tag{20}$$

4.2.25 型式数 K

五洲检测科技

型式数是一个无因次量，由下式定义：

$$K=\frac{2\pi\eta(Q')^{1/2}}{60(gH')^{3/4}} \tag{21}$$

式中：Q' ——每一吸入口的体积流量；

H' ——泵的单级扬程。

注：型式数按规定点计算。

4.2.26 规定点

是指对于指定的泵，在设计制造时所给定的转速、流量、扬程、轴功率、汽蚀余量以及效率的值所对应的工况点。

4.2.27 泵工作范围

是指大于和小于规定流量（或扬程）值之间的一定区域。

4.2.28 大流量点

是指泵工作范围内大于规定流量的边界点。

4.2.29 小流量点

是指泵工作范围内小于规定流量的边界点。

5 试验的实施

5.1 型式检验和出厂检验

型式检验的内容包括：运转试验、性能试验、汽蚀试验以及必要时进行的噪声和振动试验。

出厂检验是对泵工作范围内，包括小流量点、规定流量点、大流量点等三个以上流量点进行试验，检查其扬程和轴功率。在每个流量点下均应测定流量、扬程、轴功率和转速。在开始试验前，应进行试运转试验，试验方法见本标准5.5条。

5.2 试验的组织

精确的测量不仅取决于所使用的测量设备和仪表质量，而且也取决于测试人员的工作素质和技术水平。试验负责人应由在测试技术方面有丰富经验的技术人员担任，一般试验人员应由具备一定的试验专业知识并能够对泵试验进行熟练操作的人员担任。

5.3 试验用的液体

若无特殊规定，试验用常温清水进行。当要求根据常温清水性能预计输送其他液体性能时，其方法应另行规定。

本标准所谓“常温清水”的特性应符合表4的规定。

表4 常温清水的特性

特性	单位	最大
温度	℃	40
运动粘度	m^2/s	1.75×10^{-6}
（质量）密度	kg/m^3	1050
不溶解于水的固体含量	kg/m^3	2.5
溶解于水的固体含量	kg/m^3	50

水中溶解气体和游离气体的总含量（容积）：

对于开式回路，不应大于吸水池中温度和压力条件下的气体饱和容积。

对于闭式回路，不应大于吸水罐中温度和压力条件下的气体饱和容积。

万水电子书

5.4 试验设备

所有测试设备均应附有证明其精度符合本标准 5.7 条要求的报告。精度证明可以通过校准或与其他标准作比较获得。

5.5 试验记录和试验报告

5.5.1 试验记录

试验记录数据要真实、准确。记录单应由试验人员签字。

试验数据的处理和特性曲线的绘制应在试验装置和仪表拆除之前完成，以便对有怀疑的测量结果进行复试。

5.5.2 试验报告

试验报告应由试验负责人审查签字，其内容如下：

a. 试验的地点和时间；

b. 制造厂名称、泵名称、型号、产品编号；

c. 试验性质；

d. 规定的泵性能参数；

e. 泵驱动机资料；

f. 试验设备和测试仪表的名称、型号、规格及精度；

g. 试验测试数据；

h. 测试数据的计算和分析；

i. 试验特性曲线；

j. 结论。

试验结果与规定值相比较，确定产品性能是否满足由试验性质所要求的规定指标。

5.6 试验装置

5.6.1 标准试验装置

必须采取一切有效措施来保证通过测量截面的液流具有如下特性：

a. 轴对称的速度分布；

b. 等静压分布；

c. 无装置引起的旋涡。

对于 C 级试验，以上条件是参考条件。

为了保证这些条件，下面对标准试验装置推荐了一些方法。

对于型式数小于或等于 1.5 的泵可以在标准试验条件下进行试验。

对于型式数大于 1.5 的泵，这样的试验结果将只适合于规定的条件，而且这种试验的目的在于提供一种保证，即如果安装合适，泵将达到规定的性能。

对于标准试验回路，如图 2～图 4 所示，从具有自由液面的水池中引水或是在闭式回路中所设置的具有静止液面的大容器中引水，入口等径直管段长度应是：

a. 若入口节流阀一直保持全开状态，入口等径直管段长度应不少于 $7D$；

b. 若入口节流阀处于任意开度状态，入口等径直管段长度应不少于 $12D$。

如果在闭式回路上，在紧接泵的上游处没有静面的大容器，则必须设法保证进入泵的液流无装置引起的旋涡，且具有法向对称的速度分布。

石化泵科技

采取下列措施可以避免出现大的旋涡：

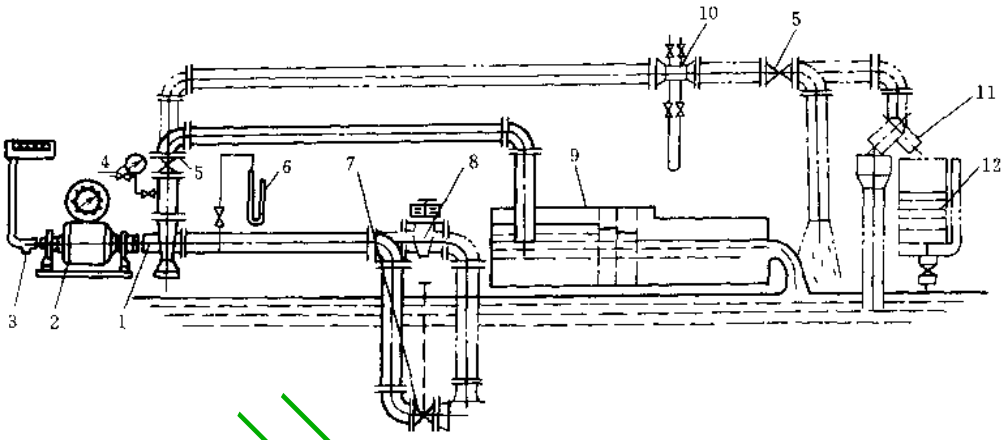


图 2 卧式泵开式池试验装置示意图

1—试验泵；2—测功计；3—测速仪；4—压力表；5—流量调节阀；6—真空计；7—入口节流阀；8—水封节流阀；9—水堰；10—流量计；11—换向器；12—量桶

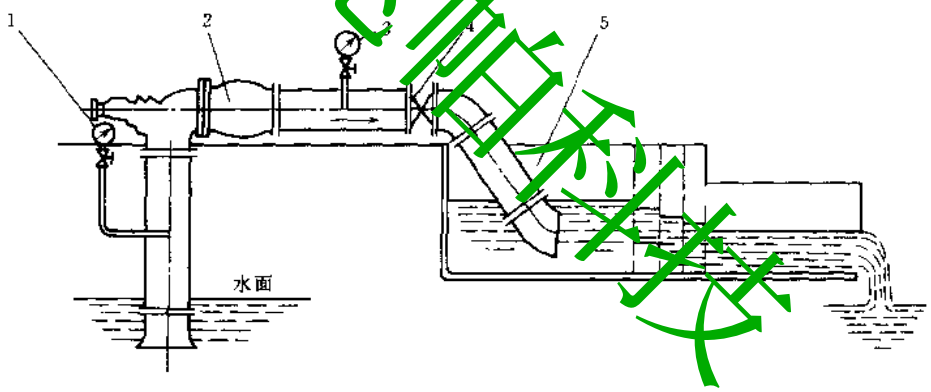


图 3 卧式泵开式池试验装置示意图

1—真空表；2—试验泵；3—压力表；4—流量调节阀；5—水堰

a、精心设计测量截面上游的试验回路；

b. 审慎使用整流栅；

c. 恰当布置取压孔，使它对测量的影响减至最小。

标准试验装置泵出口等径直管段长度应不小于 $4D$。

5.6.2 模拟试验装置

如果泵在模拟现场条件下进行试验，则不宜在紧接泵的前面设置整流栅。重要的是模拟回路的液流特性应是可控制的；液流应当尽可能没有装置引起的大的旋涡，并且有对称速度分布。必要时应当用精皮托管排（梳状管）测定进入模拟回路的液流速度分布，以证实液流特性符合要求。如若不然，可以设置象图 5 的整流栅一类的适当装置来获得要求的

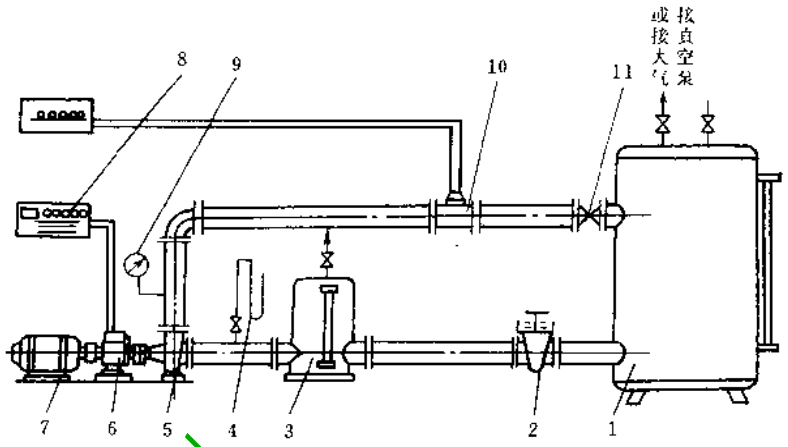


图 4 卧式泵闭式回路试验装置示意图

1—汽蚀罐；2—水封式闸阀；3—稳定器；4—真空计；5—试验泵；6—扭矩传感器；7—电动机；8—扭矩转速测量仪；9—压力表；10—流量计；11 流量调节阀

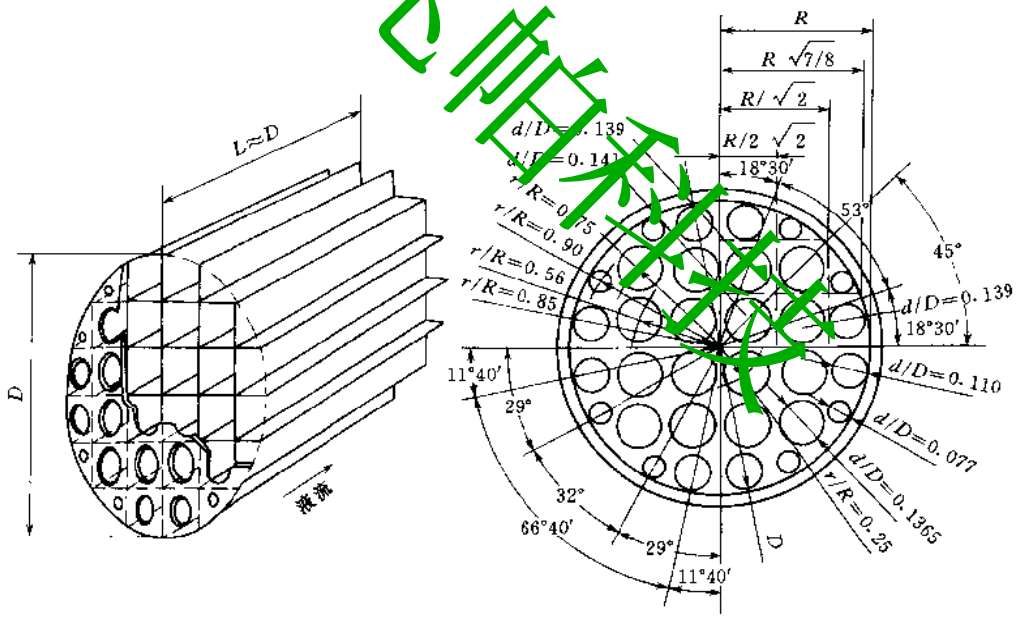


图 5 整流栅

液流特性；但是务必注意保证试验条件不受大的不能恢复的压力损失的影响。

5.6.3 同配件一起试验的泵

如果有要求，可将泵同以下配件在一起进行试验：

a. 在现场实际最终安装的有关配件；

b. 或与 a 完全一样的复制件；

c. 或为试验目的引人并作为泵本身组成部分的配件。

整个机组的人口侧和出口侧与试验管的连接应按本标准 5.6.1 条的图 2～图 4 方式进行。

此外，测量应按本标准 6.2.1.4 条进行。

5.6.4 淹没条件下的泵装置

对于泵或泵与配件的组合体，当不能做到如本标准 5.6.1 条所述的标准管连接时（由于不能接近或淹没之故），其测量应按本标准 6.2.1.5 条进行。

5.6.5 深井泵

通常，深井泵不可能将其全部扬水管都装上进行试验。对于未装的这部分扬水管的水头损失及传动轴系所消耗的功率均不能测得。而且泵的任一止推轴承在试验时所承受的负载也总比在最终实际安装条件下工作的负载为轻，所以不能测定出最终的功率。

5.6.6 自吸泵

原则上自吸泵的自吸特性应在规定的吸入静水头下并装上与最终实际安装时一样的吸人管路来进行试验。

如果不能按照上述所提出的方式进行试验，则应按另行规定的技术条件试验。

5.7 试验条件

5.7.1 试验的进行

试验的持续时间应足够，以获得一致的结果，这将关系到试验精度。

对于取多次读数以降低误差的场合（见本标准 5.7.2 条）应在不等的时间间隔下取读数。

所有的测量均应在运转稳定的情况下进行。

5.7.2 运转稳定性

5.7.2.1 对本标准而言，下列定义适用：

波动——在一次读数的时间内，读数相对平均值的短周期变动。

变化——同一量相邻两次读数间的数值改变。

5.7.2.2 允许读数波动及稳定装置的应用

在由泵的运转或结构而导致读数大幅度波动的场合下，可以用一种能提供至少是在全波动周期内读数总和平均值的仪器来进行测量。这种仪器的校准应遵守专门条款的规定。

在需要把波动幅度（测定量的平均值）减小到表 5 的规定范围以内时，可以在测量仪表及其连接管中装设有限的稳定装置（阻尼器）。

当稳定装置可能对读数精度产生明显影响时，应采用对称的线性稳定装置（例如毛

表 5 最大允许波动幅度

测定量	最大允许波动幅度（%）	
	B 级	C 级
流量 扬程 转矩 功率	±3	±6
转速	±1	±2

注：1. 当使用差压计测量流量时观测液柱差的最大允许波动幅度：

B 级：可定为±6%；

C 级：可定为±12%。

2. 对入口总水头和出口总水头的测量来说，最大允许波动幅度应根据泵的扬程分别计算。

万水信科技

细管）重做试验。

5.7.3 成组观测读数

5.7.3.1 在稳定和调整好的试验条件下，对规定的试验条件只记录各个测定量的一组读数。

这一组读数只有当观测者确信波动已稳定在表5和表6规定的范围以内时方可进行记录。

表6 同一量多次重复测量的变化范围（基于95%的置信限）

重复读数组数	每一量重复读数的最大值与最小值间的最大允差（%）			
	流量 扬程 转矩 功率		转速	
	B级	C级	B级	C级
3	0.8	1.8	0.25	1.0
5	1.5	3.5	0.5	2.0
7	2.2	4.5	0.7	2.7
9	2.8	5.8	0.9	3.3

注：最大值与最小值之间的百分数差等于：

$$\frac{\text{最大值}-\text{最小值}}{\text{最大值}}\times 100\%$$

5.7.3.2 当试验条件不稳定引起对精度产生怀疑时，应按下述方法处理之。

试验点的读数应重复多次，除转速和温度允许调节外，节流阀水位、轴封部分、平衡水等应完全保持不变。同一量的各次重复读数间的差异是衡量试验条件不稳定的一种尺度。这种不稳定性，除了安装因素的影响外，试验中的泵至少也对它产生一部分影响。

对于每个试验点，最低限度应取三组读数，并且应记录每一个独立读数的值，以及由每组读数得出的效率值。每一量的最大值与最小值之间的百分数差应不大于表6的规定。应该注意，如果重复读数次数增至最多9组时，允许允差已较宽。

这些允差用来保证由于离散所致的误差与由表7所限定的系统误差合在一起后的总测量误差将不大于表8的规定值。

取每一量的各次读数的算术平均值作为该量的试验实际值。

如果不能达到表6的规定，则应找出原因，调整试验条件，并重取一组新的读数，亦即原先一组读数应全部作废。但是不应该以读数超出范围为理由，而拒绝读数或从这成组观测值中选择读数。

要是读数变化过大，不是由于操作方法或仪表误差等所致，因而无法加以消除时，误差限可以用统计分析法计算之。

5.7.4 试验时的转速

试验转速 n 与规定转速 n_{sp} 间的差异可用如下百分数表示：

$$\frac{n-n_{sp}}{n_{sp}}\times 100\% \qquad (22)$$

其差应在下列范围内：

a. 对流量和扬程：转速相差为规定值的+20%～-30%。

b. 对泵的效率：转速相差为规定值的±20%。

对电动机—泵整体机组，试验转速和规定转速下的电动机效率改变应另行规定。

c. 对汽蚀试验：假定试验时泵的流量在最高效率点流量的（0.5～1.20）范围内，转速相差为±20%。

注：对于符合本标准7.1.1条要求的试验，上述的转速变化总是可以行得通的；对于符合本标准7.1.2条要求的试验，对型式数小于或等于2的泵，这样变化也是可行的；而对于型式数大于2的泵，则应得到有关各方的同意。

5.7.5 扬程的调节

采用同时节流吸入管路和排出管路或节流两者之一的办法以及连同采用其它方法可以得到所需的试验条件。不过，在吸入管路上节流时，对可能发生汽蚀或使水中溶解空气析出这一点必须给予应有的注意，它可能会影响泵的运转（见本标准7.2条）或流量的测量（对节流式流量计），或者同时影响两者。

5.8 测量精度

本试验中规定的测量误差范围是指测得的数据以及由这些数据算出的量的误差范围，它表示测得性能与实际性能之间的最大可能差异。详细的误差分析和计算方法见附录D（补充件）。

本标准规定了测定流量、入口总水头、出口总水头、泵扬程、转速和泵轴功率的标准测量方法及使用的仪表。

凡是经过校准或通过与有关的国家标准相比较，证明其测量误差不超过表7规定范围的任何测试设备或方法均可使用。

表7 测量仪表的允许系统误差

测定量	允许范围（%）	
	B级	C级
流量	±1.5	±2.5
泵扬程 泵轴功率	±1.0	
原动机输入功率 （对机组效率试验）		±2
转速	±0.2	±1.0

表8 最大总误差限

测定量	允许范围（%）	
	B级	C级
流量	±2.0	±3.5
泵扬程 泵轴功率 原动机输入功率 （对机组效率试验）	±1.5	
转速	±0.4	±1.8
泵效率	±2.8	±5.0
机组效率	±2.5	±4.5

如果符合表7所规定的仪表系统误差并遵循本标准的试验方法，则可认为总的误差限将不会超过表8的规定。

5.9 运转试验

泵应在规定转速及工作范围内工况点进行运转试验，必要时可商定在最终安装现场进行。

运转试验持续时间不得少于表9的规定。

运转试验时应检查泵的轴承和填料的温升，填料函的泄漏及密封、噪声、振动情况。关于泵的密封环、平衡盘、轴承等处磨损情况可在试验完后进行检查。

万水信息科技

5.10 性能试验

5.10.1 一般规定

性能试验是为了确定泵的扬程、轴功率、效率与流量之间的关系。试验应从功率最小的工况开始顺次进行。

离心泵的试验最好是从零流量开始。至少要试到大流量点流量的115%。

表9 运转试验持续时间

规定工况下泵的轴功率（kW）	运转试验时间（min）
≤50	30
50～100	60
100～400	90
>400	120

混流泵、轴流泵和旋涡泵的试验从阀门全开状态开始。至少要试到小流量点流量的85%。

试验应有足够的持续时间，以获得一致的结果和达到预期的试验精度。每测一个流量点应有一定的时间间隔，并应同时测量流量、扬程、转速和轴功率。

5.10.2 试验测量点

测量点应均匀地分布在整个性能曲线上。

离心泵和旋涡泵应取12个以上不同流量点。

混流泵和轴流泵应取15个以上不同流量点。

5.11 汽蚀试验

汽蚀试验是为了确定泵的临界汽蚀余量与流量之间的关系，或者是验证泵的临界汽蚀余量小于或等于规定的必需汽蚀余量值。

决不应当用汽蚀试验来验证泵在其使用期限内不会发生汽蚀损坏。

6 流量、扬程、转速和轴功率测量方法

6.1 流量的测量

流量测定应按GB3214进行。

6.2 扬程的测量

6.2.1 泵扬程

6.2.1.1 泵的扬程按本标准4.2.12条所下的定义进行计算。

但在有些情况下，泵的扬程可以用一个差压计来直接进行测量。

如认为更合适，泵的扬程可以用泵输送液体的比能增量来表达（$Y=gH$ 见本标准4.2.13条）。

比能的增量可由上述的泵扬程公式两边乘以 g 得出。

6.2.1.2 入口和出口摩阻损失

泵的扬程是指泵的出口法兰处与入口法兰处的总水头差，而测压点通常离这些法兰还有一段距离。因此，在测得的泵扬程中需将测压点至泵法兰之间由于摩阻所造成的水头损失（H_{f1}和H_{f2}）加上。

但是，只有当（$H_{f1}+H_{f2}$）$\geqslant 0.002H$（对B级），或（$H_{f1}+H_{f2}$）$\geqslant 0.005H$（对C级）时才需进行这种修正。

如果测压点与法兰之间的管路是等径圆截面无阻碍直管路，则摩阻损失由下式求得：

江苏恒科科技

$$H_1 = \lambda \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \tag{23}$$

λ 值由下式求得：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left[\frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3.7D}\right] \tag{24}$$

其中 $$Re = \frac{vD}{\nu}$$（纯数值）

$$\frac{k}{D} = \frac{\text{管路粗糙度}}{\text{管路直径}}$$（纯数值）

附录B（补充件）给出了指导性图表，它可以用来核对是否需要作这种修正和计算修正值（如需修正的话）。

如果管路不是定常圆截面无阻碍直管路，则应另行规定所用的修正方法。

6.2.1.3 合乎本标准5.6.1条的试验装置。如采用弹簧压力计测量出口和入口压力，当入口压力大于大气压力时，如图6（a）所示，扬程的计算方法如下：

$$H_1 = \frac{p_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \tag{25}$$

$$H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{26}$$

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + (Z_2 - Z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \tag{27}$$

当入口压力小于大气压力，入口测压连接管内充满空气时，如图6（b）所示，扬程的计算方法如下：

$$H_1 = \frac{p_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \tag{28}$$

$$H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{29}$$

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \tag{30}$$

注：在此条件下 p_1 为负值，因此实际运算时，实测的 p_1，p_2 读数（绝对值）应相加，如果 p_1 的读数单位是水银柱高，应按水银压力计计算。

如采用水银压力计测量泵出口压力和入口压力，当入口压力大于大气压力时，如图7（a）所示，扬程的计算方法如下：

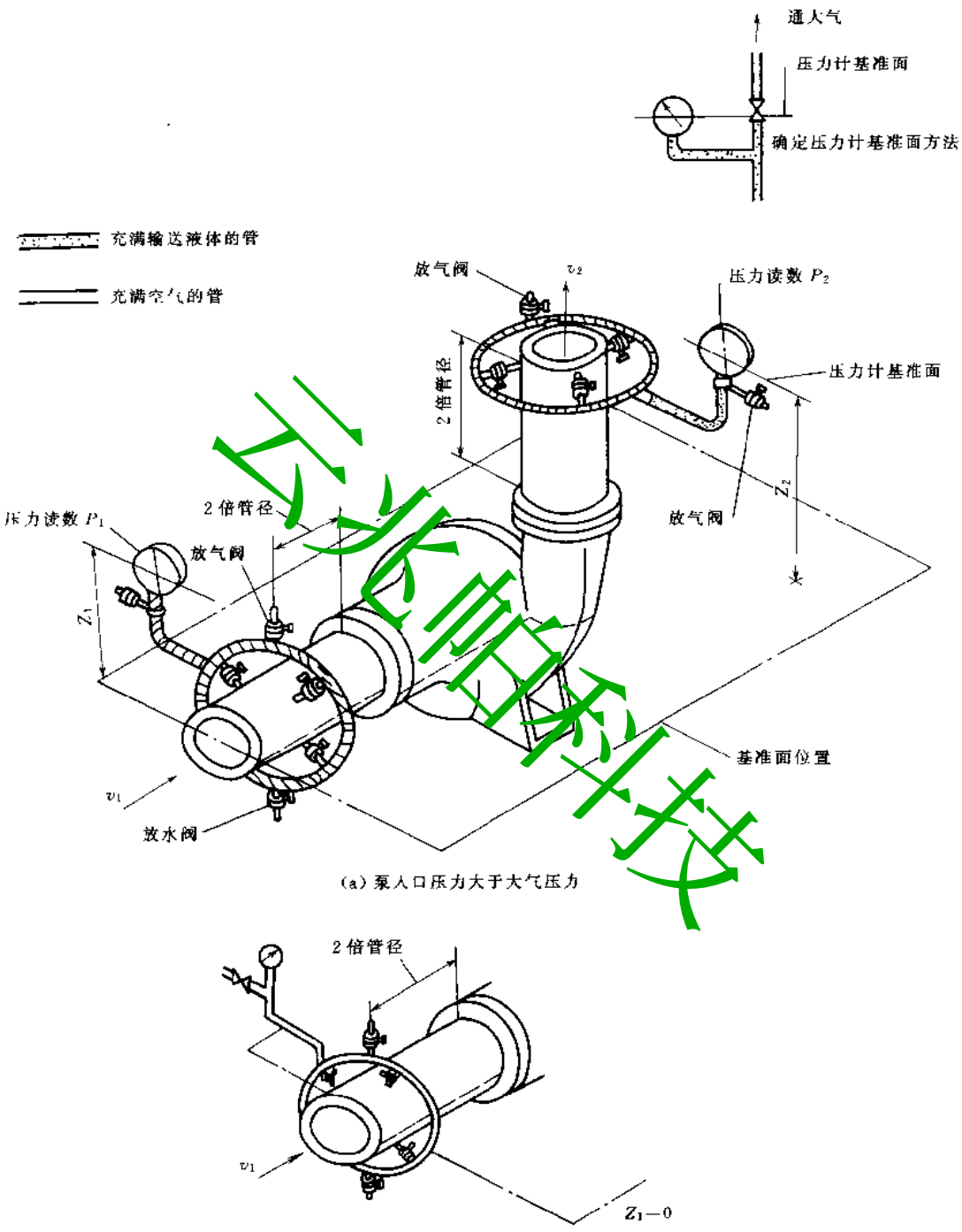
$$H_1 = \frac{\rho_{Hg}}{\rho} h_1 + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \tag{31}$$

$$H_2 = \frac{\rho_{Hg}}{\rho} h_2 + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{32}$$

$$H = \frac{\rho_{Hg}}{\rho}(h_2 - h_1) + (Z_2 - Z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \tag{33}$$

当入口压力小于大气压力，入口测压连接管内充满空气，如图7（b）所示，扬程的计算方法如下：

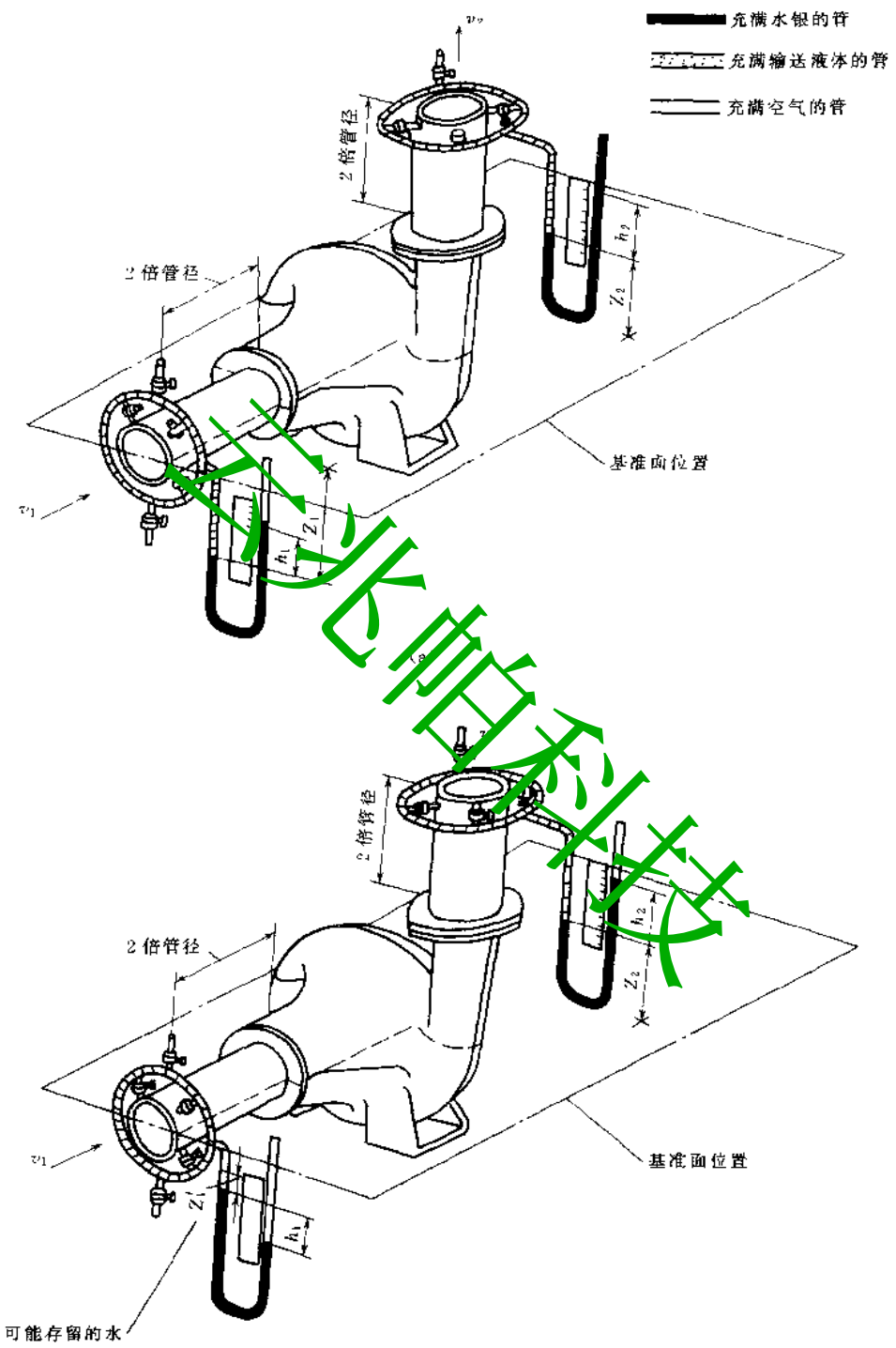
立标值科技



(a) 泵入口压力大于大气压力

(b)泵入口压力小于大气压力

图 6 用弹簧压力计测量泵的扬程



江水泵科技

(b)

图 7 用液柱压力计测量泵的扬程

$$H_1 = \frac{\rho_{Hg}}{\rho} h_1 + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \tag{34}$$

$$H_2 = \frac{\rho_{Hg}}{\rho} h_2 + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{35}$$

$$H = \frac{\rho_{Hg}}{\rho}(h_2 - h_1) + (Z_2 - Z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \tag{36}$$

注：h_1 在此情况下，水银柱读数为负值，所以实际计算时，实测的 h_2 和 h_1 的读数（绝对值）应相加。

对于低扬程泵，使用一个双管水银压力计测量泵出口和入口压力差，如图 8 所示，扬程的计算方法如下：

$$H = \frac{\rho_{Hg} - \rho}{\rho} h + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \tag{37}$$

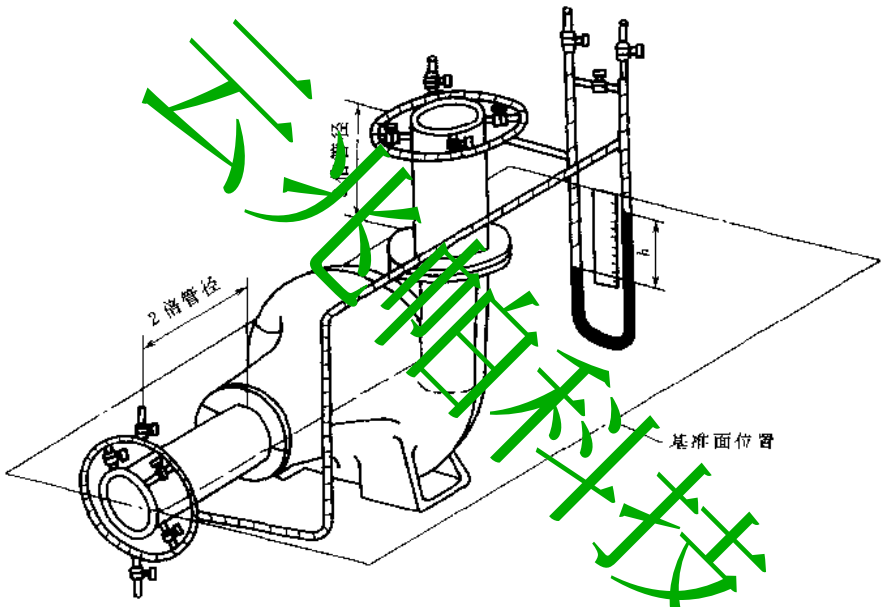


图 8 用一个差压计直接测量泵的扬程

6.2.1.4 当泵与构成现场装置或试验装置一部分的配件合在一起进行试验时，本标准 6.2.1.3 条中的规定是指配件的入口和出口法兰而不是泵的入口和出口。

这种测量方法就使入口侧和出口侧配件所引起的全部水头损失都归在泵上。

试验时泵应装上与现场最终安装相一致的管路设备。在这种情况下，测量入口压力的截面与入口法兰之间以及测量出口压力的截面与出口法兰之间的管路摩阻损失应按本标准 6.2.1.2 条所述的方法进行计算，并将其值加到位置水头、压力水头和速度水头三项增量的总和之中。

6.2.1.5 如果在小流量工况泵入口处产生了预旋，则泵入口总水头的测量将会产生误差，其误差的检测和修正见附录 C（补充件）。

6.2.1.6 如果泵的入口侧或出口侧不能接近或者两侧都不能接近，则泵的扬程测量应按下

述方法进行。在某些情况下，如本标准 6.2.1.2 和 6.2.1.4 条中提到摩阻损失应予计及。

6.2.1.7 像图 9（a）这类装置的扬程计算应是：

$$H_1 = Z_1 \tag{38}$$

$$H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{39}$$

$$H = \frac{p_2}{\rho g} + Z_{1,2} + \frac{v_2^2}{2g} \tag{40}$$

如果泵从有压力的静止液面水池中吸水，并向有压力的静止液面水池排出如图 9(b)所示，泵的扬程计算方法如下：

$$H_1 = \frac{p_1}{\rho g} + Z_1 \tag{41}$$

$$H_2 = \frac{p_2}{\rho g} + Z_2 \tag{42}$$

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + Z_{1,2} \tag{43}$$

显然这样的计算就使入口侧和出口侧的配件引起的全部损失都归在泵上。

在这种情况下，摩阻损失可按本标准 6.2.1.2 条所给出的方法和附录 B(补充件)来确定。

入口摩阻损失主要由入口滤网、底阀以及吸入管中的流动阻力引起。

出口摩阻损失由扬水管和出水弯头中的流动阻力引起。

通常深井泵不装全部扬水管进行试验，在此情况下，制造厂应估算与泵扬程有关的扬水管摩阻损失，并给予说明。

假如需要通过现场试验来核实所标明的数据，则应另行规定。

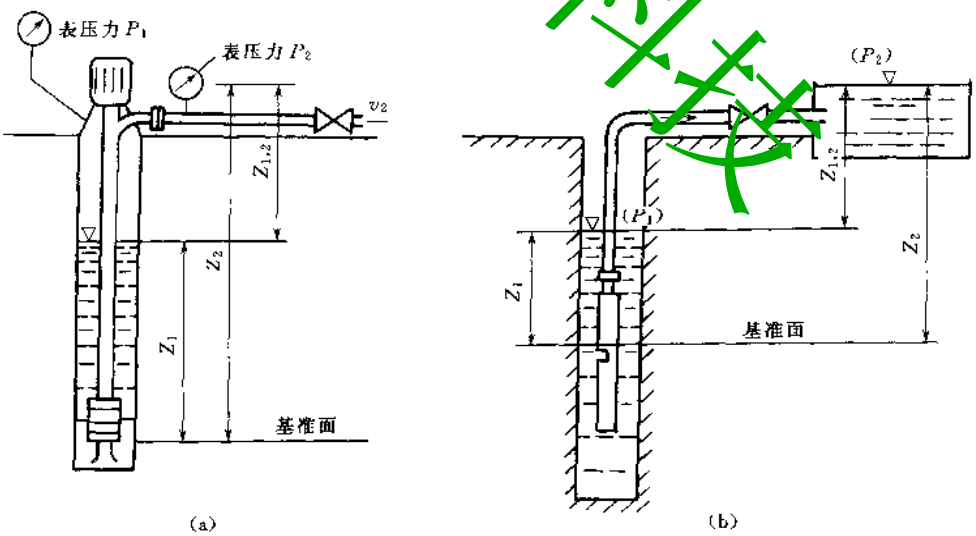


图 9 各种沉没式泵的扬程 H 的测量

6.2.2 取压孔

6.2.2.1 对于 B 级，分别在入口和出口管路上沿圆周方向对称地各开设 4 个取静压孔；取

压孔的位置应在离泵的入口法兰 2 倍入口管径远的上游处和离泵出口法兰 2 倍出口管径远的下游处。

各取压孔应通过截止阀或旋塞与一环形汇集管连通，环形汇集管的横截面积应不小于全部取压孔横截面积的总和。这样，需要时就可以测量任一取压孔的压力。观测前，应在正常的泵试验条件下逐一分别打开各取压孔，测量各取压孔压力。如果其一读数与 4 个测量值的算术平均值之差超过总水头的 0.5%或者超过测量截面处速度水头一倍时，则应在试验开始前查明读数弥散的原因，并对测量条件进行调整。

注：当同样的取压孔用来测量 NPSH 值时，此偏差不应超过 1%NPSH 值或动水头值的一倍。

入口总水头应根据环形汇集管测得的压力水头、测量点的位置水头和速度水头（假定入口管中的流速是均匀的进行计算）来确定。

出口总水头应根据环形汇集管测得压力水头、测量点的位置水头和速度水头（假定出口管中的流速是均匀的进行计算）来确定。

出口处能量测量的可能误差是由旋涡和局部速度分布不同引起的。

6.2.2.2 对于 C 级，入口取压孔一般设在与泵入口同心同直径的管路上。正常情况下是设在泵入口法兰上游 2 倍入口管径处。不应在下列部位设置取压孔：

a. 扩散管内和扩散管下游 $4D$ 以内的直管部分。

b. 弯曲面内，无论弯头本身或弯头下游 $4D$ 以内的直管部分。但是在此区间，可以垂直于弯曲平面设置取压孔；

c. 截面急剧缩小部分下游 $4D$ 以内或者其他形式的截面积突变部分下游 $4D$ 以内的直管部分。

处理非标准条件下的读数结果时应考虑：

a. 入口水头本身值的重要性如何，如对汽蚀的试验；

b. 入口速度水头与泵扬程的比例。

如果此比值很小（0.5%以下）或入口水头值不重要，可以把泵入口法兰取压孔的读数代到入口总水头公式（11）中计算。

出口取压孔通常设置在泵出口法兰下游 2 倍出口管径处。对于型式数小于或等于 0.5 的泵，如果出口取压孔是在垂直于蜗壳平面或泵壳形成的弯管平面的位置上，那么该孔亦可直接设置在泵的出口法兰上。

对于型式数超过 0.5 的泵，直平行管必须与泵排出管同心、同直径。在管壁上开取压孔时应位于与蜗壳平面或泵壳形成的弯管平面相垂直，并通过管轴心线的平面内。

6.2.2.3 取压孔应按图 10 所示的要求制造。孔中心线应垂直于管的内壁面，边缘不得有毛刺，周围光滑齐平。取压孔的直径应为 2～6mm 或等于取压孔管径的 1/10，取两者中的小者，孔深应不小于 2.5 倍孔径。

取压孔与测压仪表之间的连接管的内径至少应等于取压孔的直径。连接系统要严密不漏。

测压仪表之前应加装三通旋塞阀或者加设有限的阻尼器。这样，当测压仪表的读数剧烈波动时，可进行必要的调整，或者排除连接管中的空气。

6.2.3 测压仪表

6.2.3.1 液柱压力计

仅供信息科技

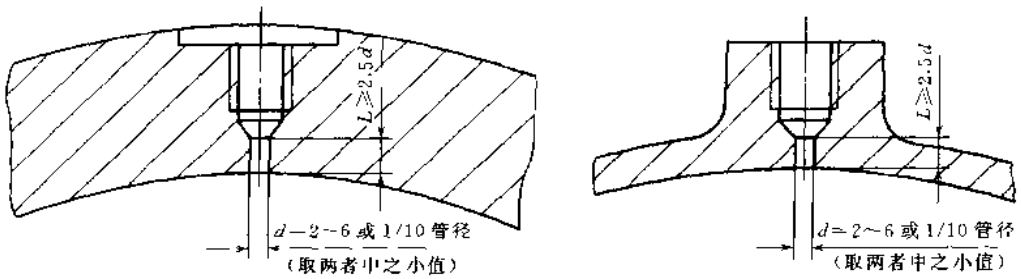


图 10 取压孔要求

液柱压力计不需要校准。

液柱压力计应避免在液柱差压小于 50mm 的区间内使用。

液柱压力计引压管径对于水银至少应为 6mm。对于水及其他液体至少应为 10mm。液柱压力计内的液体必须清洁，以避免由于表面张力的改变而引起误差。

单管或双管水银压力计开端使用测量真空时，应避免连接管内和压力计内充水。

6.2.3.2 弹簧压力计

弹簧压力计的精度应不低于 0.4 级。

按泵的规定点工况选用弹簧压力计，指针的示值应在压力计量程的 1/3 以上。

弹簧压力计的读数应当读到测定扬程的 1/100。

当测量压力大于大气压力时，应排尽仪表与取压孔之间连接管内的空气并充满水之后再读仪表的示值。

当测量压力小于大气压力时，弹簧真空压力计的连接管内允许充气，但应注意连接管内不得存水。

6.2.3.3 重力压力计

采用重力压力计或活塞压力计（无论是单式还是差动式）来测量超过液柱压力计测量范围的压力是切实可行的。

单式压力计的有效直径 d_e 可以取活塞直径 d_p（直接测得的）和液缸直径 d_c 的算术平均值。如果试验前满足下列条件：

$$\frac{d_c - d_p}{d_c + d_p} \leqslant 0.1\%$$

则可以用有效直径 d_e 来计算压力而不需要再作校准。

由于活塞至少以 30r/min 的速度作旋转运动，活塞与液缸之间的摩擦力可看作零。

最好是通过与一液柱压力计相比较以确定在尽可能宽的压力范围内的有效活塞直径，来校准重力压力计。

类似的原则也适用于差动式重力压力计。用重力压力计串联液柱压力计或采用有液柱压力计的特殊重力压力计来测量变化的压力亦是有益之策。

6.2.3.4 其他型式压力计

如符合本标准 5.8 条表 7 所规定的精度等级，并具备液柱压力计、弹簧压力计或重力

压力计功能的其它型式压力计亦可使用。

6.3 转速的测量

转速测量可用直接显示的数字仪表测出测量时间内的转数。

对于交流电动机驱动的泵，可由平均频率观测值和转差率确定。当采用闪光测频法和感应线圈法测定转数和转差率时，可按 GB1032 中 9.2.2 及 9.2.3 条进行。

6.4 轴功率的测量和效率的计算

泵的轴功率应通过测定转速和扭转力矩得出，或由测量与泵直接连接的已知效率的电动机的输入功率来确定。

6.4.1 扭转力矩的测量

测量扭转力矩可采用天平式测功计和扭转式测功计。测量扭转力矩时应同时测定转速。

按泵的规定点轴功率选用天平式测功计和扭矩传感器，其值应在测功计或扭矩传感器额定值的 1/3 以上。

6.4.1.1 天平式测功计的重心应位于旋转轴轴心线上。

天平式测功计的不灵敏度可用加最小负荷 Δ 来确定。天平式测功计与泵脱离并且电枢旋转时加负荷 Δ 使天平的秤盘平衡位置发生移动时的力矩即是不灵敏度。

当天平力臂长等于 0.974m 时，其不灵敏度不得超过表 10 的规定。当力臂大于或小于 0.974m 时，负荷 Δ 数值可以成比例地减小或增加。

表 10 不同转速下天平测功计允许不灵敏度极限 (N·m)

极限值 / 转速(r/min) / 功率(kW)	500	750	1000	1500	3000
7				0.0716	0.0363
10	-	—	0.1509	0.1051	0.0525
20		0.4060	0.3104	0.2101	0.1051
50	1.6238	1.1271	1.7642	0.5253	0.2579
100	3.1041	2.1014	1.6238	1.1271	0.5253
200	7.4028	4.2984	3.1044	2.1014	1.1271
300	9.5520	7.4028	4.7760	3.1044	1.6238

6.4.1.2 采用天平式测功计测量扭转力矩时，应该用精度等级不低于 0.1%的杠杆式天平或带式天平测定作用于臂上的力。

臂长和杠杆长应按误差不超过 0.1%计算确定之。

6.4.1.3 扭转式测功计应在扭转轴不承受弯矩的情况下测定扭转力矩。为此，扭转轴与泵和电动机的连接应保证同心。

6.4.1.4 用扭转力矩法计算轴功率

$$P_a = \frac{\pi}{3} M n 10^{-4} \tag{44}$$

当用天平式测功计时

$$M = W \cdot l \tag{45}$$

式中：l——天平力臂长，m。

6.4.2 电功率的测量

当通过测量与泵直接联接的电动机输入电功率来确定泵的轴功率时，使用的电动机应当是以足够的精度确定其效率的。

交流异步电动机的效率应按 GB1032 标准规定的方法进行确定。

6.4.2.1 电动机输入功率的测量按 GB1032 标准规定进行，试验应保证使用仪表系统误差满足表 7 的规定。

仪表的量程选择应使测量值尽可能在仪表额定值的 20%～95%范围内。

6.4.2.2 已知电动机效率 η_{mot} 的泵轴功率为：

$$P_a = P_{gr} \times \eta_{mot} \tag{46}$$

6.4.3 效率的计算

6.4.3.1 泵的效率

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\% \tag{47}$$

$$P_u = \rho Q H g 10^{-3} \tag{48}$$

6.4.3.2 机组效率

$$\eta_a = \frac{P_u}{P_{gr}} \times 100\% \tag{49}$$

6.4.3.3 不能完整测得的效率

例如深井泵通常不装全部扬水管进行试验，在这种情况下，泵的止推轴承、传动轴系及轴承所消耗的功率不能全部测得，制造厂应估算并说明与功率和效率有关的止推轴承、传动轴系及轴承的损失。

对于潜水泵机组的功率测量，应在电缆的引入端进行。所给出的功率和效率应是扣除了电缆和起动器损失的机组本身的功率和效率。

6.5 噪声和振动的测量

泵的噪声和振动测量应分别按 GB10890、GB10889 进行。

7 汽蚀试验方法

汽蚀试验用常温清水进行。以水为介质的汽蚀试验，不能用来精确预测泵在输送非常温清水的其它介质时的汽蚀特性。

7.1 试验类型

汽蚀试验有如下两种不同类型：

一种是仅作校核试验以证明泵在规定的性能和 NPSH 下运转时能可靠地避免汽蚀，这种试验如本标准 7.1.1 条所述。

另一种是通过减小 NPSH 直至可以测出汽蚀对泵性能的影响。这种试验可以较圆满地测得泵的汽蚀性能，如本标准 7.1.2 条所述。

7.1.1 在规定的流量和 NPSH 下的试验

五洲电机科技

这种试验仅证明泵在规定的性能和 NPSH 下运转时能可靠地避免汽蚀。

如果对于同一流量点，在较低 NPSH 下的一次试验得出与规定 NPSH 下试验相同的扬程，则可以认为泵满足不发生汽蚀的要求。

7.1.2 确定临界汽蚀余量的试验

通常保持流量等于常数，逐渐降低泵入口压力。改变 NPSH 值至首级叶轮扬程降低量达 $(2+\frac{K}{2})H\%$。此时的 NPSH 即为临界汽蚀余量 $(NPSH)_c$。这种试验可以确定在各种偏离规定的 NPSH 值的情况下泵的特性。

7.2 改变 NPSH 的方法

可以采用下述方法改变 NPSH：

a. 采用在吸入管路中增加阻力的方法进行。例如，在吸入管路上装设节流阀进行调节（参考图 11）；

对于节流阀引起的汽蚀，有时可以用串联安装两个或多个节流阀来加以避免；或者让液体通过节流阀后，直接进入一封闭容器或大口径管中来加以消除。容器和管安装在节流阀与泵的入口之间。此时需要设导流片以及用来抽走容器中空气的装置，特别是在低汽蚀余量时。

当节流阀处于半开且与泵入口法兰相距小于 12 倍入口管径时，必须确保入口的取压孔所在管路是充满液体的。

b. 改变自由液面高度。泵从液位可以调节的水池中，必须横截面无节流的吸入管抽吸液体（参考图 12）；

c. 设置闭式回路系统。在保证泵扬程或流量不变的条件下，可以改变系统中压力，或通过调节液温改变汽化压力，使泵内发生汽蚀（参考图 13）。

出口和入口调节阀中的汽蚀，可能使这种试验较为困难而需要采用特殊的阀。

为了保持需要的温度，须有对回路中的液体进行冷却或加温的装置，而且还须有一个气体分离罐。分离罐要有足够的尺寸，并且要设计得能防止气体被裹挟到泵的吸入液流中去。

如果泵实际用于输送除气水，那么也必须用除气水作汽蚀试验。

如果 $\frac{Q}{A}>0.25\text{m/s}$，则罐内需要设置稳流栅。

此处 A 是罐的横截面积。

注：盘管冷却可以用从自由液面上方注入冷水并放出热水的方法代替之。

7.3 泵的临界汽蚀余量 $(NPSH)_c$ 的测定

试验时可以采用本标准 7.2.1～7.2.3 条所述的任何一种方法改变 NPSH，并可选用表 11 中任何一种改变参数的方法，本标准推荐采用在试验过程中改变两个调节参数使流量保持恒定的方法。

在泵的工作范围内，应包括小流量点、规定流量点和大流量点 3 个以上不同流量点进行汽蚀试验。对于采用使流量保持恒定的试验方法时，对每一个流量点应逐渐降低 NPSH，不同的 NPSH 值不宜少于 15 个，并在试验曲线即将出现断裂的区域应有较密集的试验点。

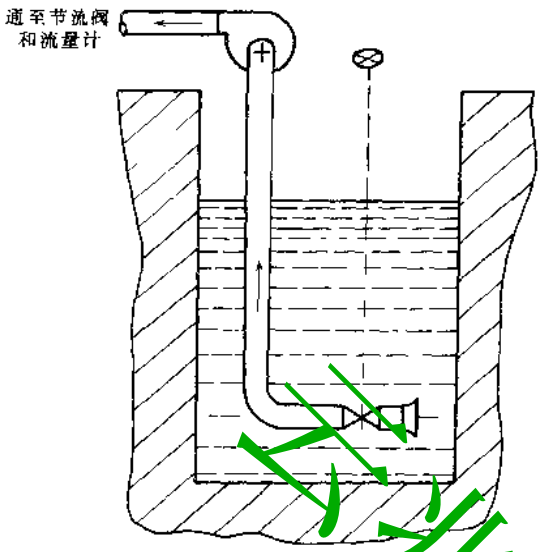


图 11 汽蚀试验——利用入口节流阀改变 NPSH

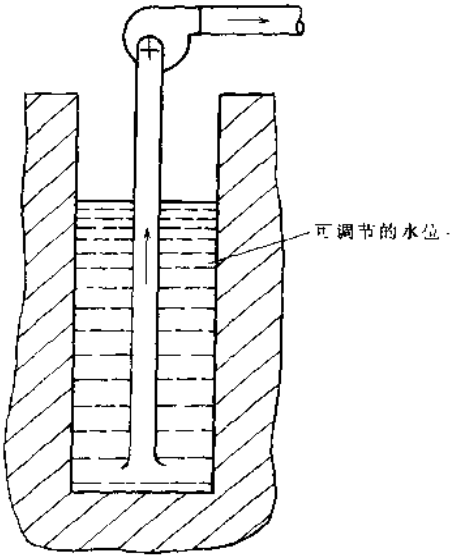


图 12 汽蚀试验——利用调节入口液位方法改变 NPSH

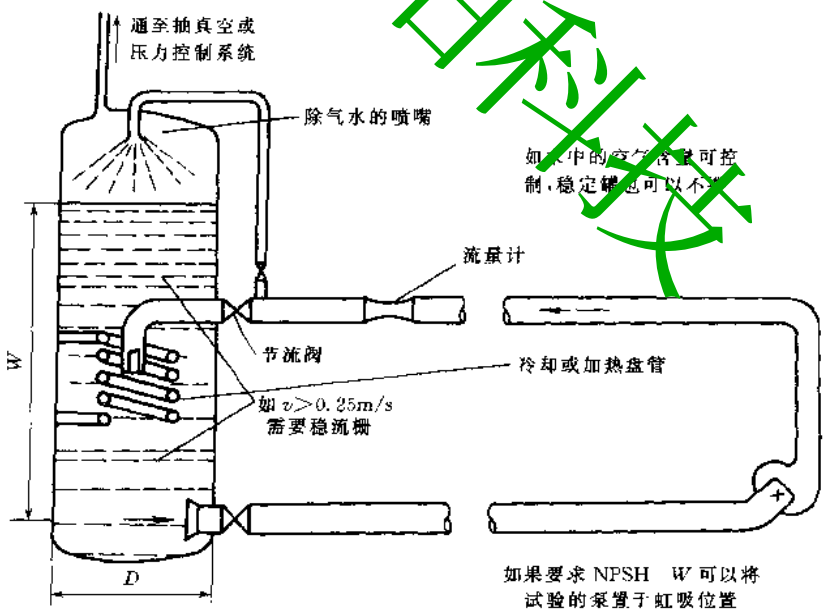


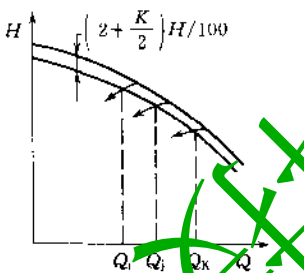
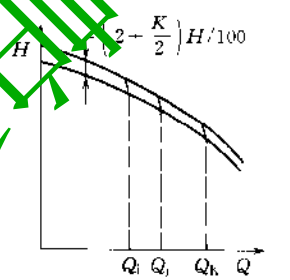
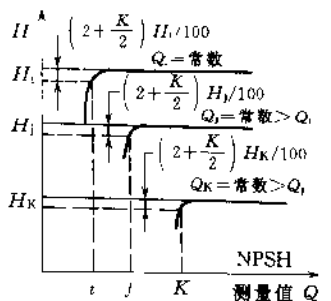
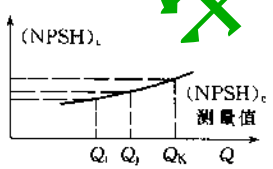
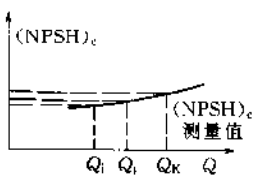
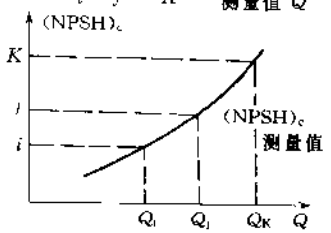
图 13 汽蚀试验——利用闭式回路改变 NPSH

7.4 测定 NPSH 的误差限

对 B 级试验定为实测 NPSH 的 3%或 0.15m，取两者中的大者。

万水帕科技

表 11　按 $\Delta H/H=\left(2+\frac{K}{2}\right)\%$ 测定 $(NPSH)_c$ 的方法

装置形式	开式池	开式池	闭式回路	闭式罐或闭式回路	开式池	开式池	闭式回路	开式池	闭式回路
独立改变的	入口节流阀	水位	吸水面压力	温度（汽化压力）	出口节流阀	入口节流阀	罐中压力	水位	温度（汽化压力）
保持不变的	出口节流阀	入口和出口节流阀	入口和出口节流阀		入口节流阀	流量	流量	流量	流量
随调节面改变的	扬程 流量 NPSH 水位	扬程 流量 NPSH	扬程 流量 NPSH 在汽蚀发生后		扬程 流量 NPSH 水位	出口节流阀（为保持流量不变） 扬程 NPSH	扬程 NPSH 出口节流阀（当扬程开始下降时，为保持流量不变）	NPSH 扬程 出口节流阀	NPSH 扬程出口节流阀（当扬程开始下降时，为保持流量不变）
扬程-流量和扬程—NPSH曲线					
$(NPSH)_r$-流量曲线							

全性国家标准

对C级试验定为实测NPSH的5.3%或0.2m，取两者中的大者。

当用高温液体或接近临界点的液体做试验时，要特别注意测量误差限。

7.5 汽蚀试验时泵的扬程、流量、转速、轴功率（必要时）和汽化压力的测量

本标准第6章中有关流量、扬程、转速和轴功率测量的各项要求，亦可用于汽蚀试验。如果测试条件不稳定，而需要重复读数时，允许将NPSH的变化量放宽到最大为表6所规定的扬程变化量的1.5倍或0.15m，取两者中大者。

要注意保证：

a. 流量测量时，汽蚀不致影响流量计的精度；

b. 在泵吸入管中的测温传感器不会影响入口压力的测量；

c. 连接处和填料函处不漏气和吸入管路内没有窝存空气的可能性；

d. 应当按照本标准7.4条的规定，以足够的精度测定进入泵的试验液体的汽化压力。如果汽化压力是根据测得的进入泵的液体温度按标准资料查得的，则应说明温度测量的精度，以便核对是否满足本标准5.4条的规定。

e. 水的温度测量应在吸入管路离泵不超过25倍管径处测量。测温传感器的有效部分插入泵吸入管中的深度应不小于吸入管径的1/8。

8 试验结果按规定转速的换算

在与规定转速不符的转速下得到的所有数据均应换算为以规定转速为基准的数据。

如果试验转速与规定转速相差在本标准5.7.4条所述的允许变化范围内，则关于流量Q、扬程H、轴功率P_a、汽蚀余量NPSH和效率η的测量数据可按下式进行换算：

$$Q_0 = Q\left(\frac{n_{sp}}{n}\right) \tag{50}$$

$$H_0 = H\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^2 \tag{51}$$

$$P_{a0} = P_a\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^3 \tag{52}$$

$$(\mathrm{NPSH})_{c0} = (\mathrm{NPSH})_c\left(\frac{n_{sp}}{n}\right)^2 \tag{53}$$

$$\eta_0 = \eta \tag{54}$$

如果试验转速与规定转速相差超过本标准5.7.4条所述的允许变化范围，则有必要另外规定将试验结果换算为以规定转速为基准的数据的计算公式。

9 性能曲线图的绘制

9.1 性能曲线图

9.1.1 泵的性能曲线图应采用图14的形式。横坐标轴上表示流量Q，纵坐标上分别表示扬程H，轴功率P_a和效率η。

9.1.2 根据测定与计算得出数据绘制曲线，曲线应该圆滑。

9.1.3 绘制在如图14形式上的性能曲线应当是规定转速下的性能曲线。

9.2 NPSH曲线图

农业电气科技

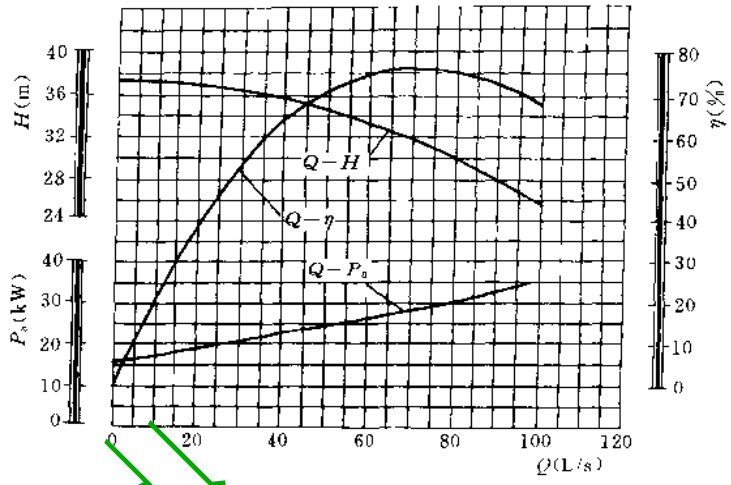


图 14 泵性能曲线图

9.2.1 NPSH 曲线图应按试验时所用的改变参数的方法分别按表 11 所示的二种形式绘制。

9.2.2 取 H—NPSH 曲线上当扬程下降值达到 $\left(2+\frac{K}{2}\right)H/100$ 的 NPSH 值作为泵的临界汽蚀余量 $(NPSH)_c$ 值。

10 试验的分析

10.1 流量、扬程允差

泵的流量允差为 $\pm X_Q$，扬程允差为 $\pm X_H$。

允差 X_Q 和 X_H 适用于规定性能点 Q_{sp}、H_{sp}。这些允差包括流量 Q 和扬程 H 的最大允许总误差限（见表 8）和制造允差。

对于 B 级 $X_Q=0.04$，$X_H=0.02$

对于 C 级 $X_Q=0.07$，$X_H=0.04$

如果规定点与试验曲线的垂直距离为 $\pm\Delta H$，水平距离为 $\pm\Delta Q$（见图 15），则应算出下列的值：

$$\left(\frac{H_{sp}X_H}{\Delta H}\right)^2+\left(\frac{Q_{sp}X_Q}{\Delta Q}\right)^2 \tag{55}$$

如果此值大于或等于 1，即可认为满足了规定性能，如果总和小于 1，即表明没有满足规定性能。

若流量扬程测试值高出规定值并超过允许值时，可在一定范围内通过减小叶轮直径重试的方法使之达到规定的性能要求。

注：此值表示试验曲线上至少有一个点是落在以规定性能点为中心，以误差限 $Q_{sp}X_Q$ 和 $H_{sp}X_H$ 为两半轴的椭圆内。但是，它不可以用来作这样的核对，即对于规定扬程 H_{sp} 应该得到一定的流量 Q；或是对于规定的流量 Q_{sp}，应该得到一定的扬程 H。实际上应该注意，检查上面的关系式并不一定意味着下面这种关系成立：

工发伯科技

对于规定流量 Q_{sp}，扬程 H 应为：$H_{sp}-H_{sp}X_H \leqslant H \leqslant H_{sp}+H_{sp}X_H$

对于规定扬程 H_{sp}，流量 Q 应为：$Q_{sp}-Q_{sp}X_Q \leqslant Q \leqslant Q_{sp}+Q_{sp}X_Q$

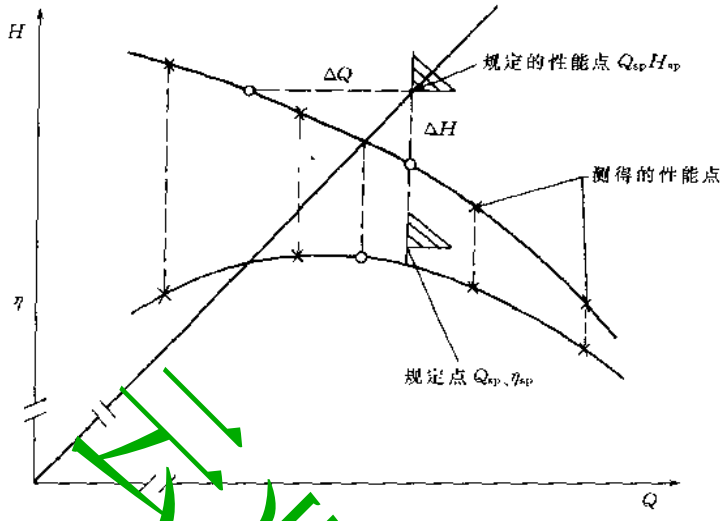


图 15 检查规定点用的 QH 曲线

10.2 效率

规定效率应按照由通过规定性能点 Q_{sp}、H_{sp} 和 QH 坐标轴原点的直线与 QH 曲线的交点所确定的性能点来进行检查。这一点的效率应根据对应的横坐标在 Q_η 曲线上读出。

对于 B 级试验：交点的效率至少应是规定值的 0.972，对机组效率，此值为 0.975。

对于 C 级试验：交点的效率至少应是规定值的 0.950，对机组效率，此值为 0.955。当试验转速超出本标准 5.7.4 条规定范围降至 50%时，效率应与换算后的规定值（见本标准第 8 章）相比较。

效率值的差异仅是由于测量误差所致。

10.3 批量生产的定型产品的性能允差

对批量生产的定型产品，其试验性能曲线与标准性能曲线相比较，除规定点的性能允差和效率允差须符合本标准 10.1 和 10.2 条要求外，工作范围内其余点的性能允差对 C 级试验须在下列范围内：

扬　程	±0.06
流　量	±0.08
轴功率	0.08

泵工作范围内其余点的性能分析按式（55）计算后判定，判定方法，同本标准 10.1 条。

10.4 汽蚀余量

临界汽蚀余量（NPSH）$_c$ 应小于或等于规定的必需汽蚀余量（NPSH）$_r$。

江苏省标准

附 录 A
水的物理性质
（补充件）

温度 (℃)	汽化压力 (Pa)	密 度 (kg·m³)	温度 (℃)	汽化压力 (Pa)	密 度 (kg·m³)
0	610.86	999.80	26	3361.74	996.84
1	655.97	999.88	27	3562.68	996.56
2	705.00	999.92	28	3775.18	996.30
3	756.98	999.96	29	4003.90	996.00
4	811.99	1000.00	30	4242.28	995.70
5	[illegible]	999.98	31	4496.37	995.36
6	953.60	[illegible]	32	4763. 1	995.00
7	959.30	[illegible]	33	5029.86	994.64
8	1069.91	[illegible]	34	5322.98	994.26
9	1145.42	[illegible]	35	5630.02	993.90
10	1228.78	999.70	36	5950.71	993.54
11	1313.12	999.60	37	6284.13	993.20
12	1403.34	999.48	38	6631.19	992.80
13	1498.37	999.34	39	[illegible]004.93	992.44
14	1599.47	999.20	40	[illegible]	992.20
15	1706.37	999.00	41	[illegible]	991.70
16	1820.12	998.88	42	[illegible]205.26	991.32
17	1934.76	998.72	43	8645.59	990.94
18	2068.23	998.54	44	9112.39	990.54
19	2201.60	998.36	45	9592.82	990.20
20	2334.88	998.20	46	10099.80	989.74
21	2481.98	997.96	47	10129.30	989.34
22	2641.93	997.74	48	11167.90	988.97
23	2815.50	997.54	49	11741.60	988.52
24	2988.00	997.32	50	12341.73	988.10
25	3175.41	997.10			

艾米迪科技

附 录 B
摩 擦 损 失
（补充件）

B1 本标准 6.2.1.2 条中所给出的计算摩阻所造成的水头损失的公式包含一个冗长的计算式，但很多情况下计算的结果都不需要修正。

可以利用图 B1 来预先检查这样的计算是否必要。该图适用于定常圆截面输送冷水的钢质直管，并且假定入口管路和出口管路的管径相同，测量点分别位于离入口法兰和出口法兰两倍管径远的上游和下游处。

如果管径不相同，应取较小的管径作检查。检查时如果图上指出“不需修正”，即可不再进行计算。如果指出“需修正”，则可用图 B2 求得 λ 值，不过此图仅适用于输送冷水的钢管。

当管子是其它材料的或输送的液体不是冷水时，可以用图 B3 所示的莫迪（Moody）曲线确定 λ 值；或者当用本标准 6.2.1.2 条中给出的公式计算 λ 值时，管路粗糙度 k 的值可以从表 B1 中查出。

农业版权

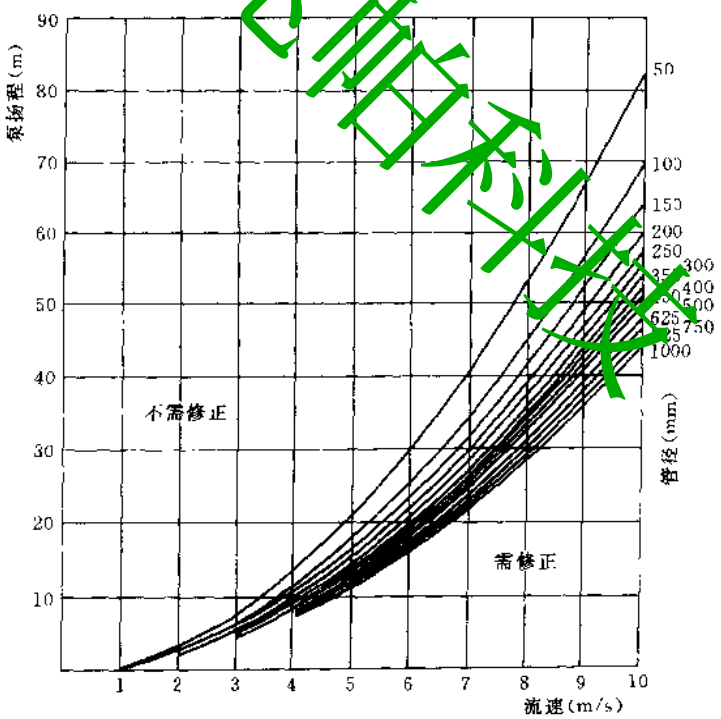


图 B1 需要进行损失修正的流速界限指示图

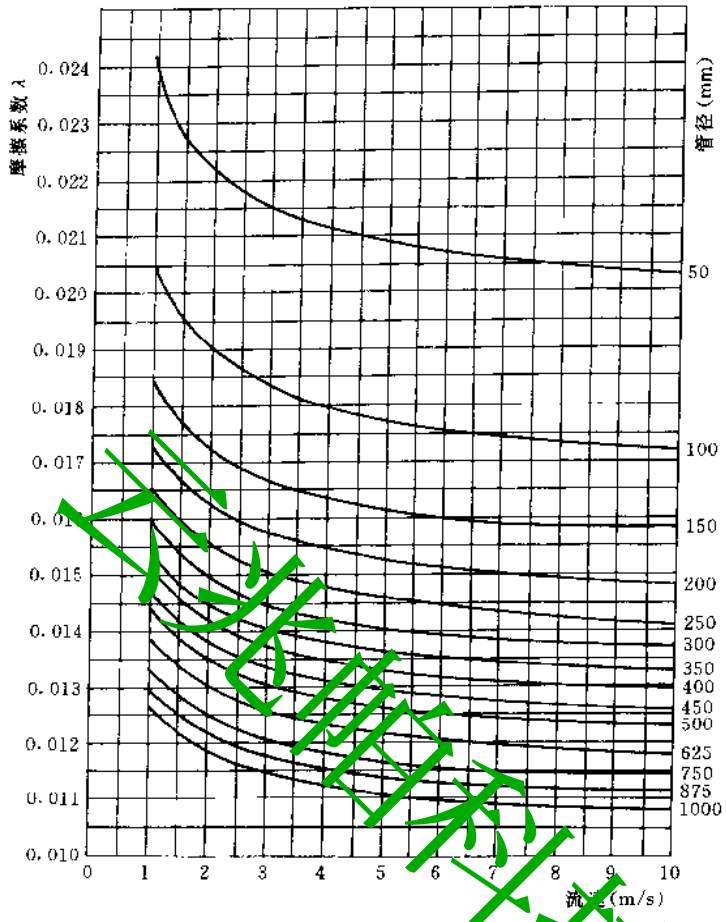


图 B2 摩擦系数图

表面粗糙度 $k=5.186\times10^{-5}$m

运动粘度 $\nu=1.022\times10^{-6}$m²/s

表 B1 管的绝对粗糙度 k

商品管（新的）材料	表面绝对粗糙度 k (mm)
玻璃，拉制黄铜	光 滑
钢或铝	光 滑
钢	0.05
涂沥青铸铁	0.12
镀 锌 铁	0.15
铸 铁	0.25
混 凝 土	0.3～3.0
铆 接 钢	1.0～10.0

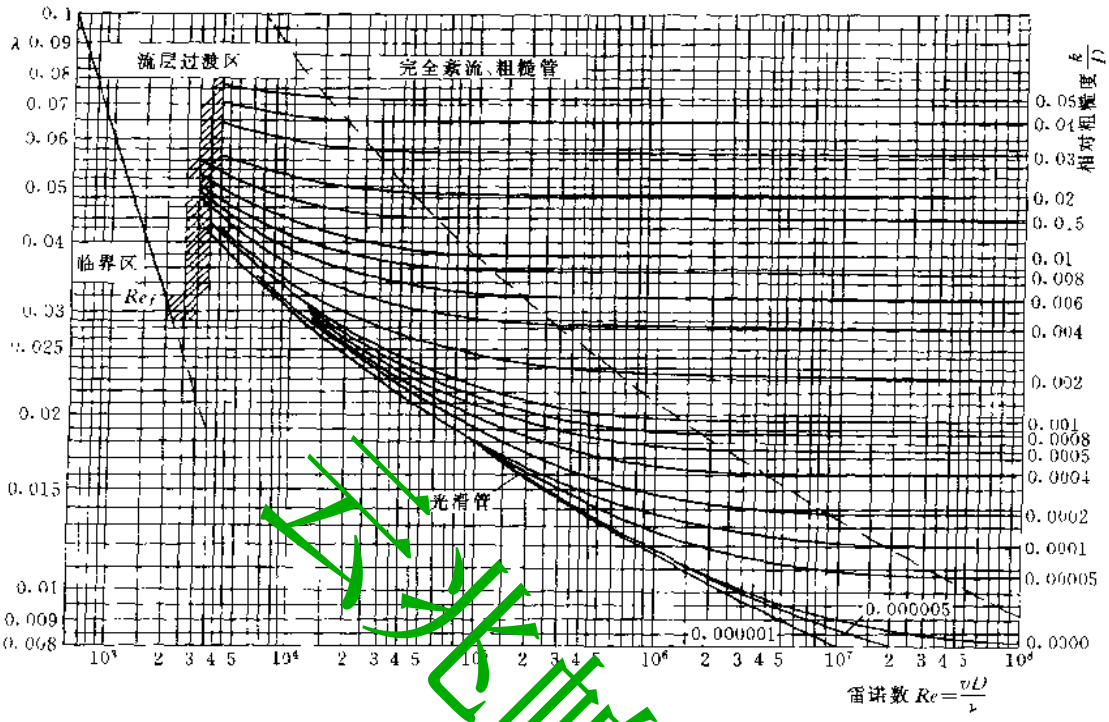


图 B3 求摩擦系数 λ 值的莫迪（Moody）图

附 录 C
泵引起的预旋的影响
（补充件）

C1 在小流量工况下，有可能发生预旋，如图 C1 所示。由于预旋的影响，泵的入口水头的测量将会产生误差。这些误差可以用下述方法检测和修正。

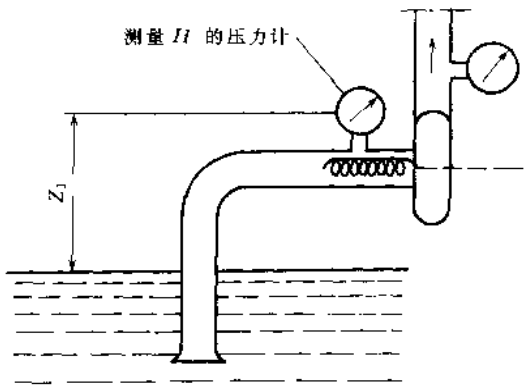


图 C1 有预旋的装置示例

江苏恒科技

在规定的入口测量截面和较远的上游并确知没有引起的预旋的另一位置（例如泵的吸水池）之间测量出水头差，其值应按流量的二次方规律变化，因此入口总水头 H，也应按这一规律变化。相对此规律的任何偏差即表示泵引起的预旋影响的大小。必须用此值来修正入口水头的测量值（图 C2 的虚线部分）。

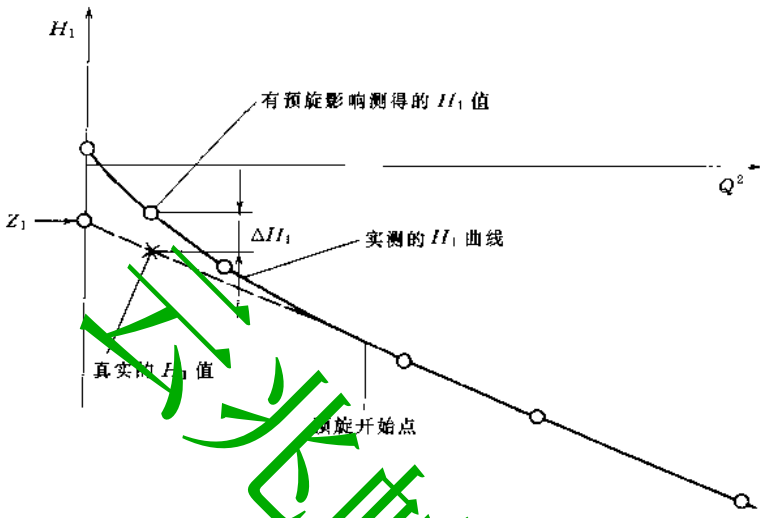


图 C2 实测入口水头的修正

附 录 D
误差的分析和计算方法
（补充件）

D1 总则

任何一个测量（例如泵的效率）的不确定度（或误差限），只有通过对所使用的试验装置和设备的一切误差源和影响因素以及所测量的现象的波动和变化进行专门检查才能完全获知。因此，对每一测量都进行这样详细的研究通常是行不通的，而依靠有效的依据并进行分析来估计测量的可靠性则大体上是准确的。最终需要得出的结论是测量所给出的值与试验时的真值两者之差不大可能大于一个固定的值，亦即估计出误差绝对值的上界值（即不确定度），或者说估计出一个总误差限。

系统误差和随机误差（或系统不确定度和随机不确定度）均必须加以考虑，同时还应记住，像在泵试验中所遇到的那些不稳定现象的观测结果未必会准确地复现。因此在试验进行之前不能随意预计误差限。

然而，在采用标准装置和校准过的仪表进行泵试验的情况下却可以作出满意的估算。这种估算的基础是预先分析在装置上用类似泵进行的几次试验以确定出可用于各种测量的误差限等级，这样的分析应当遵照本标准附录 D（补充件）D2～D5 章所规定的方法和步骤进

石水检测科技

行。在此之后，只要做到总精度是大致每隔一年彻底地检查过的而且测量值的变化不超过本标准5.7.3.2条表6规定的对应于要求测量等级的最大变化容差，就没有必要对所进行的每一试验进行全面分析。因此只要本标准的使用者已确定了他特定试验装置的精度，也就毋需根据本标准5.8条表8的最大总误差限来进行估算。

D2 误差分析

本标准主要涉及在“正常试验状态”下对基本量：扬程、流量、转矩和转速（或轴功率）的测量。

“正常试验状态”指的是在一个试验过程中这些量明显地保持恒定直至为了减小不确定度而有意地改变回路阻力或转速。为了获得泵的特性曲线，根据由若干不同试验条件得到的结果作出扬程、轴功率和效率同流量的关系曲线。对每一试验条件，误差限会有变化。而需要取重复读数的仅是计算误差限被认为是重要的那些点或者当一个读数看来似乎与别的条件下取得的读数的趋向不同时。

以上是正常的泵试验方法。本标准附录D（补充件）D4章即是论述这类情况下的每一试验条件的结果不确定度区间的计算方法。

D3 随机误差和系统误差

在实际相同的条件下多次测量同一量时，误差的绝对值和符号的变化时大时小，时正时负，没有确定的规律也不可能预定，但具有抵偿性的误差称随机误差。在同一条件下多次测量同一量时，误差的绝对值和符号保持恒定或在条件改变时按某一确定规律变化的误差称系统误差。

通过多次重复测量并利用概率统计方法处理数据可以减小随机误差。但对系统误差则不起作用，它只有在采用更高精度标准的设备或将同一设备通过校准提高其精度标准时才能减小。不管怎样，系统误差不影响重复观测值的离散程度。

D3.1 随机误差

如果同一量重复观测值围绕一个平均值的弥散是以真正随机方式出现，那么就会有足够多的值按照误差正态分布（或称高斯分布）规律集聚。其他分布规律也有可能，但如没有证据表明是其分布，则将假定随机变量是必然的正态分布。

如果研究同一量几次重复观测的一批读数，其误差呈正态分布，则数值$O_1, O_2, O_3 \cdots\cdots O_n$算术平均值为：

$$M = \frac{O_1 + O_2 + O_3 \cdots O_n}{n} \tag{D1}$$

这些观测值的标准偏差为：

$$S_n = \left\{ \frac{(O_1 - M)^2 + (O_2 - M)^2 + \cdots (O_n - M)^2}{n} \right\}^{1/2} \tag{D2}$$

当n增加时M值向仪表基本精密度范围内的读数平均真值趋近。如果n足够大，并且变量是正态分布，则可以发现95%的读数将围绕平均值集聚在一定的区间内，该区间的大小与式（D2）所给定的标准偏差S_n有关。因此可以认为这些观测值中任一单个观测

值落在这些区间内的可能性是95%。这些区间叫95%置信概率的误差限或不确定度。显然99%读数将落在更宽的区间内。该区间也可类似地用S_n表达。不过，对实际的泵试验，由于可靠性足够，普遍采用95%置信概率的误差限，本标准亦是自始至终采用这样的误差限。

通常同一量的少量连续测量值的算术平均值与平均真值的差要比大量连续测量值的算术平均值与平均真值的差大得多。系于n次读数平均值95%置信概率的误差限为：

$$\text{平均真值} \pm \frac{XS_n}{\sqrt{n}} \tag{D3}$$

其中X是n的函数，给出在表D1中。

注：对99%和99.5%置信概率的误差限$n=\infty$时X分别为2.5和3.4。

因此，确定由于试验结果围绕平均值的弥散所致的95%置信概率的不确定度的步骤如下：

a. 利用式（D1）确定读数平均值M；

b. 由a得到的M值计算标准偏差S_n；

c. 将S_n乘以适当的$\frac{X}{\sqrt{n}}$值。

如此得到的结果将表明在相同条件下得到的100个平均值中有95个可以被期望落在仪表指示平均真值$\pm\frac{XS_n}{\sqrt{n}}$的区间内。本标准5.7.3.2条的表6即是根据所有测得的和导出的量的最大随机误差限（如表D2所给出的值）而定的。

表D1

n	3	5	7	9	30	∞
X	4.3	2.8	2.5	2.3	2	1.96

表D2

	B级	C级
流量、扬程、转矩、轴功率	±1.1	±2.3
转速	±0.35	±1.3

D3.2 系统误差

系统误差主要是由于仪表固有的和结构上的局限性以及仪表校准的局限性和测量方法的不完善产生的。它表现为仪表读数的平均指示值与被测之量的绝对平均真值之间的差异。为了把系统误差控制在适合于各测量等级的一定范围内，本标准对仪表的精度、校准和安装规定了许多条件。各个基本量测量的最大允许系统误差限规定在本标准5.8条表7中。

诸如泵的轴功率、效率等均是导出量。前者由转矩和转速的独立测量值计算得出，后者则由所有被测之量计算之。导出量的系统误差限可以由它们的各个分被测之量的系统误差计算求得（如本标准附录D（补充件）D3.3条所述）。

D3.3 误差的总合

导出量的系统误差限可以通过它的各个线性分量的系统误差按平方规律传播进行总合来计算，例如：

$$\text{泵效率的百分系统误差限} = \pm\left\{\left[\begin{matrix}\text{转矩}\\ \text{百分系统}\\ \text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{流量}\\ \text{百分系统}\\ \text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{转速}\\ \text{百分系统}\\ \text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{扬程}\\ \text{百分系统}\\ \text{误差限}\end{matrix}\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}} \tag{D4}$$

江苏省标准

一般说，导出量（例如效率）的随机误差限须采用另外方法计算。即首先对每一组读数计算出效率或任何其他导出量的值，然后按标准 D3.1 条对单项分量所述的完全相同方法计算出效率重复值的标准偏差进而估算其随机误差限，然后就可以用平方规律传播方法将随机误差限与系统误差限相总合，例如：

$$\text{效率的百分总误差限} = \pm\left\{\left[\begin{matrix}\text{效率}\\\text{百分随机}\\\text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{流量}\\\text{百分系统}\\\text{误差限}\end{matrix}\right]^2\cdots\left[\begin{matrix}\text{转矩}\\\text{百分系统}\\\text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{扬程}\\\text{百分系统}\\\text{误差限}\end{matrix}\right]^2+\left[\begin{matrix}\text{转速}\\\text{百分系统}\\\text{误差限}\end{matrix}\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}} \quad \text{(D5)}$$

D4 正常试验状态下的误差分析

正常试验状态下重复测量的试验方法在本标准 5.7.3.2 条中作了规定。如果一批读数中的任何两个读数之间的最大百分差大于本标准 5.7.3.2 条对 9 次连续读数所规定的值，则应把试验当作试验条件是不正常的而且超出了本标准的范围来处理。但是如果本标准 5.7.3.2 条中的条件得到满足，则误差限将小于规定的最大允许误差限。如果系统误差和随机误差按照本标准附录 D（补充件）D3 章计算的并且如规定的那样进行总合得出基本量和导出量的总误差限，则将得到较窄的误差限。计算的例子可参见本标准附录 D（补充件）D6 章（例 2）。

如果一个量取 n 次读数并且得到最大值与最小值之间的百分差为 $2d$，则它的标准偏差不可能小于：

$$S_{n(min)} = d\sqrt{\frac{n-1}{n+1}} \quad \text{(D6)}$$

并且不可能大于：

$$S_{n(max)} = d\sqrt{\frac{n+1}{n}} \text{（对奇数读数）} \quad \text{(D7)}$$

因此，只要进行充分分析，就会发现标准偏差落在由式（D6）和式（D7）所给定的两个极值之间。本标准 5.7.3.2 条表 6 给出的最大百分允差即是基于式（D7）确定的。因此可以预期得到较按最坏可能分布计算出来的误差限为小的误差限。可是通过全分析得到的误差限减小值对次数少的读数并不大，因此只是在特殊情况下进行复杂的特别分析才是值得的。

D5 误差限的估算

试验所使用的设备和仪表的系统误差将由设备和仪表的校准结果确定。随机误差限可由本标准附录 D（补充件）D3 章所给出的最大误差限估算或者如本标准附录 D（补充件）D1 章所述由与所采用的特定试验装置有关的误差限来估算。估算误差限的例子参见本标准附录 D（补充件）D6 章。

D6 计算例子

表 D3 给出的数据即是例 1～4 的基本计算数据。

万水仪科技

表 D3 典型的泵试验读数

观测序号	转速 (r/min)	流量 (L/s)	扬程 (m)	轴功率 (kW)	效率 (%)
1	1447.5	79.88	18.70	17.64	83.00
2	1447.1	79.20	18.81	17.59	83.05
3	1447.2	79.40	18.90	17.72	83.02
4	1447.4	79.48	18.75	17.60	83.01
5	1447.2	79.74	18.56	17.50	82.90
6	1447.3	79.98	18.46	17.46	82.88
7	1447.1	79.59	18.71	17.60	82.97
8	1447.4	79.68	18.68	17.57	83.04
9	1447.3	79.54	18.76	17.67	82.79

例 1 在可控条件下进行的泵试验结果的分析以保证符合本标准 5.7.3.2 条表 6 的要求。

假定上述结果是在本标准 5.7.3.2 条对重复观测组数所规定的条件下获得的，所有仪表全部满足 B 级要求。首先取最少的 3 组读数（序号 1～3）计算各个量的最大和最小读数的最大百分差：

转速 略去（小于 0.25%）

流量 $\frac{79.88-79.20}{79.88}=0.85\%$

扬程 $\frac{18.90-18.70}{18.90}=1.06\%$

轴功率 $\frac{17.72-17.59}{17.72}=0.73\%$

比较表 6 可知转速和轴功率满足 B 级要求，流量和扬程未满足 B 级但满足 C 级要求。由于所有被测之量均须全部满足 B 级要求，故至少还需取两组观测值，如果不出现更大的离散，则将满足 B 级 5 次读数的最大百分允差（1.6%）于是取表 D3 中前 5 组观测值，其最大差为：

转速 略去

流量 $\frac{79.88-79.20}{79.88}=0.85\%$

扬程 $\frac{18.90-18.56}{18.90}=1.79\%$

轴功率 $\frac{17.72-17.50}{17.72}=1.24\%$

现在只有扬程仍超出 B 级变化范围，这是由于第 5 组的读数出现小值。再取两组读数，并对 1～7 组的观测值作计算：

转速 略去

流量 $\frac{79.98-79.20}{79.98}=0.98\%$

扬程 $\frac{18.90-18.46}{18.90}=2.33\%$

轴功率 $\frac{17.72-17.46}{17.72}=1.47\%$

因为扬程还在7次读数的B级变化范围(2.2%)以外，故再取两组观测值，对1～9组读数进行计算：

转速 略去

流量 $\frac{79.98-79.20}{79.98}=0.98\%$

扬程 $\frac{18.90-18.46}{18.90}=2.33\%$

轴功率 $\frac{17.72-17.46}{17.72}=1.47\%$

此结果与前7组的计算相同，这是由于第8和第9组观测值都未超出前面7组观测值的离散范围，现在，B级9次读数的最大百分允差2.8%已经得到满足。

随后就计算各个被测之量的平均值：

转速：$\frac{1}{9}\times$ (1447.5+1447.1+1447.2+1447.4+1447.2+1447.3+1447.1+1447.4+1447.3) =1447.3

流量：$\frac{1}{9}\times$ (79.88+79.20+79.40+79.48+79.74+79.98+79.59+79.68+79.54) =79.61

扬程：$\frac{1}{9}\times$ (18.70+18.81+18.90+18.76+18.56+18.46+18.71+18.68+18.76) =18.70

轴功率：$\frac{1}{9}\times$(17.64+17.59+17.72+17.60+17.50+17.46+17.60+17.57+17.67) =17.59

效率：$\frac{1}{9}\times$(83.00+83.05+83.02+83.01+82.90+82.88+82.97+83.04+82.79) =82.96

例2 对上述结果详细分析，以计算较窄误差限。

对例1可以作更详细的分析。现以扬程读数为例，对前3次读数取平均值：

$$M=\frac{1}{3}(18.70+18.81+18.90)=18.80$$

以百分数表示此3个读数为：

$$O_1=99.47$$
$$O_2=100.05$$
$$O_3=100.53$$
$$M=100$$

由此得：

$$S_n=\left\{\frac{(100-99.47)^2+(100-100.05)^2+(100-100.53)^2}{3-1}\right\}^{\frac{1}{2}}$$
$$=\left\{\frac{0.53^2+0.05^2+0.53^2}{2}\right\}^{\frac{1}{2}}=0.531\%$$

因此系于3次读数平均值的95%置信概率的误差限为：

五洲伯科技

$$\frac{XS_n}{\sqrt{n}} = \frac{4.3 \times 0.531}{\sqrt{3}} = 1.32\%(X\text{ 值由表 D1 查得})$$

可以对 5、7、9 次读数进行类似计算，最后的值为 $M=18.70$，$S_n=0.697\%$。于是

$$95\%\text{ 置信概率误差限} = \pm \frac{XS_n}{\sqrt{n}} = \frac{2.3 \times 0.697}{\sqrt{9}} = \pm 0.53\%$$

显然，此值在要求的±1.10%（B 级）范围内（参见表 D2）

例 3　测量设备系统误差的计算。

举在现场对照容积箱校准孔板的例子。

在由例 1 所给出的平均流量 79.61L/s 下水银柱差压为 651.26mm。校准过程中发现当流量大于 48.50L/s 时流量计系数实际是常数，在此范围内得到 7 个系数值：

$k=3.1225$，3.1255，3.1270，3.1300，3.1195，3.1345，3.1180。

其中 $k\sqrt{h}$ 为流量，L/s，h 为测得的差压，以 mmHg 表示。平均 k 值为 3.1255，则各个 k 测量值以相对平均值的百分数表示为：99.90，100，100.05，100.04，99.81，100.29，99.76。

$$S_n = \left\{\frac{(100-99.90)^2 + (100-100)^2 + (100-100.05)^2 + (100-100.14)^2}{7-1}\right.$$
$$\left. + \frac{(100-99.81)^2 + (100-100.29)^2 + (100-99.76)^2}{7-1}\right\}^{\frac{1}{2}} = 0.19\%$$

系于 7 次平均值的 95%置信概率的误差限为：

$$\pm \frac{XS_n}{\sqrt{n}} = \pm \frac{2.7 \times 0.19}{\sqrt{7}} = \pm 0.18\%$$

用来作对照校准流量计的容积箱本身应是已经校准过的，在对可能造成误差源的所有诸因素，如计时精度、泄漏和蒸发损失、温度影响等一一加以考虑并按平方规律传播进行总合后，如结果为±0.12%即是 95%置信概率的用容积箱测量流量的误差限，则上述 k 值的相应误差限为：

$$(0.18^2 + 0.12^2)^{\frac{1}{2}} = \pm 0.22\%$$

在以后使用此流量计时，该误差限即作为系统误差传递。因此，如果表 D3 列出的流量是用此流量计测得的话，就可以计算出系于 9 次读数平均值的 95%置信概率的总误差限，如列 4。

例 4　系统误差和随机误差的总合

流量的 9 次读数平均值为 79.61，取此值为 100，则其他读数为：100.34，99.48，99.74，99.84，100.16，100.46，99.97，100.09，99.91。

其标准偏差为：

$$S_n = \left\{\frac{(0.34)^2 + (0.52)^2 + (0.26)^2 + (0.16)^2 + (0.16)^2 + (0.46)^2 + (0.03)^2}{9-1}\right.$$
$$\left. + \frac{(0.09)^2 + (0.09)^2}{9-1}\right\}^{\frac{1}{2}} = \left\{\frac{0.7335}{8}\right\}^{\frac{1}{2}} = 0.303\%$$

系于流量平均值的 95%置信概率的随机误差限：

石油仪器科技

$$\sigma_R = \frac{XS_n}{\sqrt{n}} = \frac{2.3 \times 0.303}{\sqrt{9}} = \pm 0.23\%$$

根据例3，系统误差估算为$\sigma_s \pm 0.22\%$，则95%置信概率的总误差限为：

$$\sigma_0 = \sqrt{(\sigma_s)^2 + (\sigma_R)^2} = \sqrt{0.22^2 + 0.23^2} = \pm 0.32\%$$

显然，该总误差限在本标准5.8条表8所规定的流量测量最大总误差限（±2.0%）范围内。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：陶耀星。

云水泊科技

中华人民共和国国家标准

离心泵、混流泵和轴流泵　汽蚀余量

NPSH for centrifugal, mixed flow and axial pumps

GB/T13006　91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了离心泵、混流泵和轴流泵的临界汽蚀余量指标。

本标准适用于各种输送单相液体的离心泵、混流泵和轴流泵，应用范围：

一般离心泵　比转速 n_s=50～500（或型式数 K=0.26～1.55），单级扬程 H=6～180m；

冷凝泵　单吸流量 Q=20～1800m³/h（或双吸流量 Q=40～3600m³/h），转速 n=500～3500r/min；

混流泵和轴流泵　比转速 n_s=250～1400（或型式数 K=1.29～7.25），扬程 H=1.2～30m。

2　引用标准

GB7021　离心泵名词术语

3　术语

本标准所使用的术语按GB7021的规定。由于习惯上常用允许吸上真空度和灌注头，故将它们与临界汽蚀余量的关系说明如下：

a. 允许吸上真空度是将试验得出的临界吸上真空度换算到大气压为0.101325MPa和水温为20℃的标准状况下，减去0.3m的安全裕量后的数值。

临界汽蚀余量与允许吸上真空度之间的关系按下式计算：

$$(NPSH)_c=\frac{(P_b-P_v)\times 10^6}{\rho g}+\frac{V_1^2}{2g}-H_{sc}$$

$$=\frac{(P_b-P_v)\times 10^6}{\rho g}+\frac{V_1^2}{2g}-(H_{ss}+0.3)$$

式中：$(NPSH)_c$——临界汽蚀余量，m；

P_b——大气压力（绝对），MPa；

P_v——汽化压力（绝对），MPa；

ρ——被输送液体的密度，kg/m³；

g——自由落体加速度，m/s²（取9.81）；

V_1——进口断面处平均速度，m/s；

H_s——临界吸上真空度，m；

H_{sa}——允许吸上真空度，m。

b. 灌注头（或称倒灌高度）是用来表示一台泵的安装位置低于自由空气表面的液位关系的一个用语，不能与汽蚀余量混淆。

4 临界汽蚀余量 $(NPSH)_c$

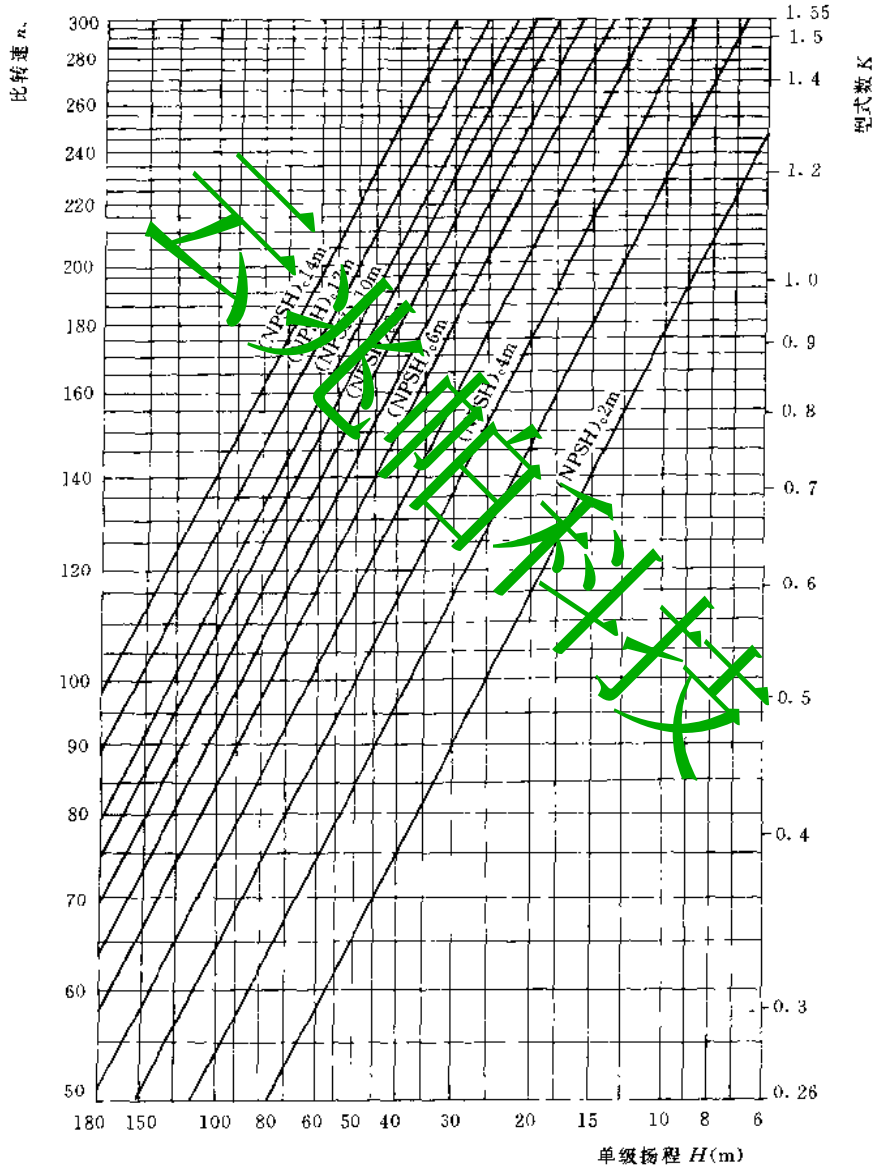
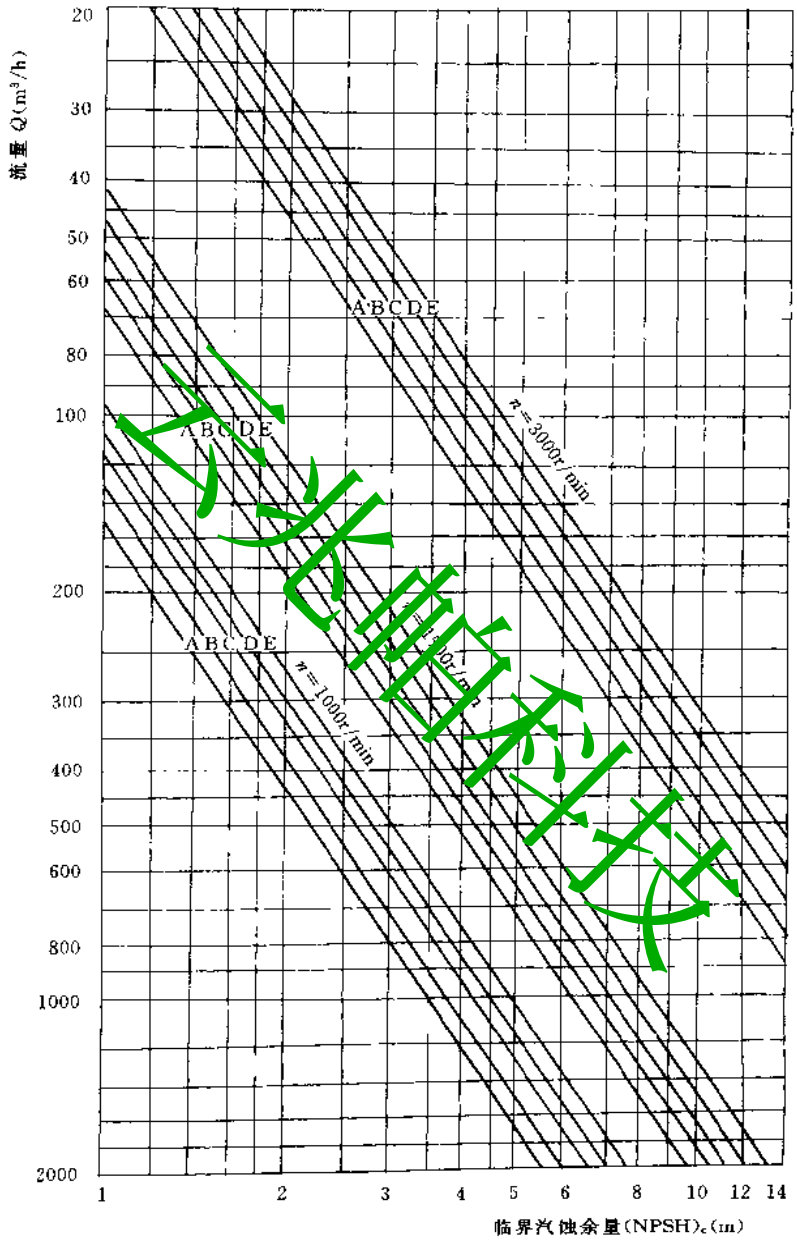


图 1 单吸悬臂泵的汽蚀余量



万水电子技术

图 2 单吸悬臂泵的汽蚀余量

A—n_s=60 (K=0.31)；B—n_s=90 (K=0.47)；C n_s=130 (K=0.67)；

D—n_s=190 (K=0.98)；E—n_s=280 (K=1.45)

本标准规定的 $(NPSH)_c$ 是以常温清水试验为基准的规定点的数值。

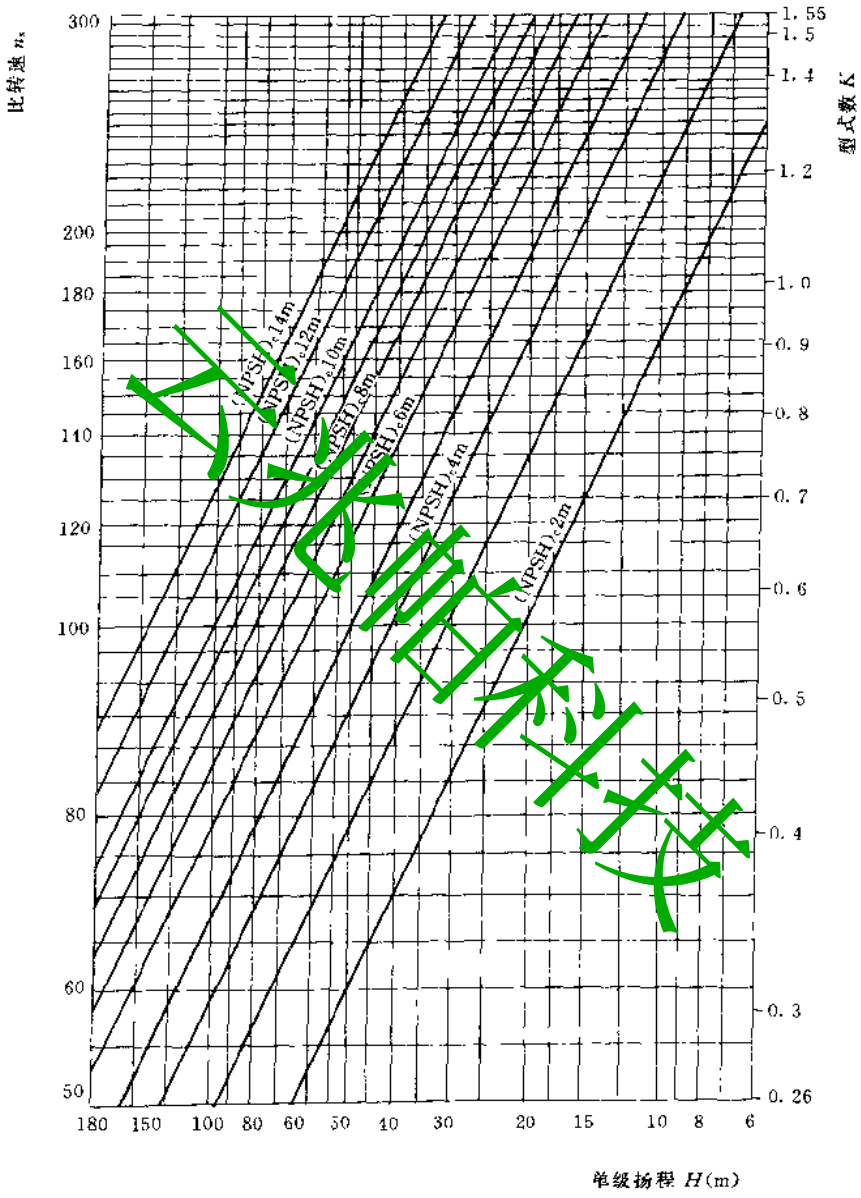
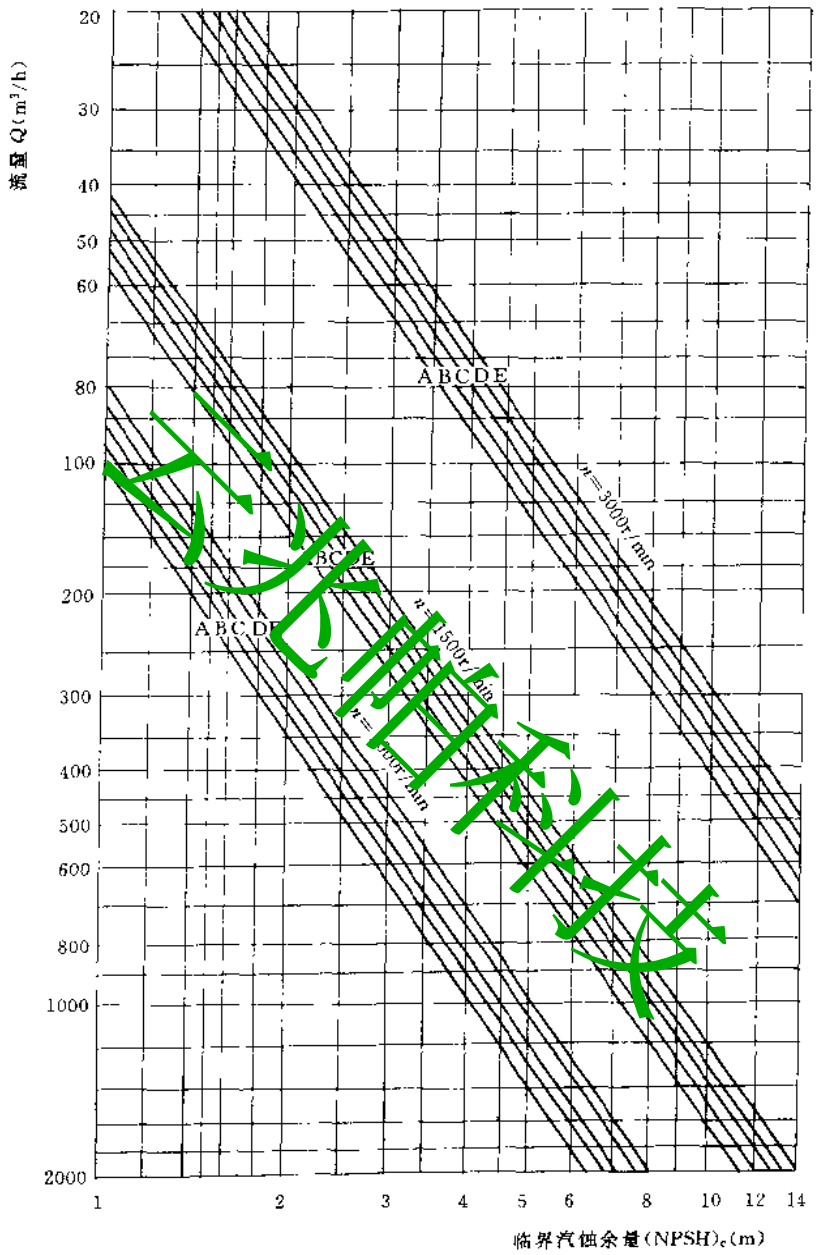


图 3 单吸泵（轴通过叶轮吸入口）的汽蚀余量

4.1 $(NPSH)_r$ 值应根据泵的结构按下列规定确定：

a. 单吸悬臂泵的 $(NPSH)_r$ 值见图 1 或图 2；



不发布技术文件

图 4 单吸泵（轴通过叶轮吸入口）的汽蚀余量

A—n_s=60（K=0.31）；B—n_s=90（K=0.47）；C n_s=130（K=0.67）；

D— n_s=190（K=0.98）；E—n_s=280（K=1.45）

b. 轴通过叶轮吸入口的单吸泵的（NPSH）$_c$ 值见图 3 或图 4；

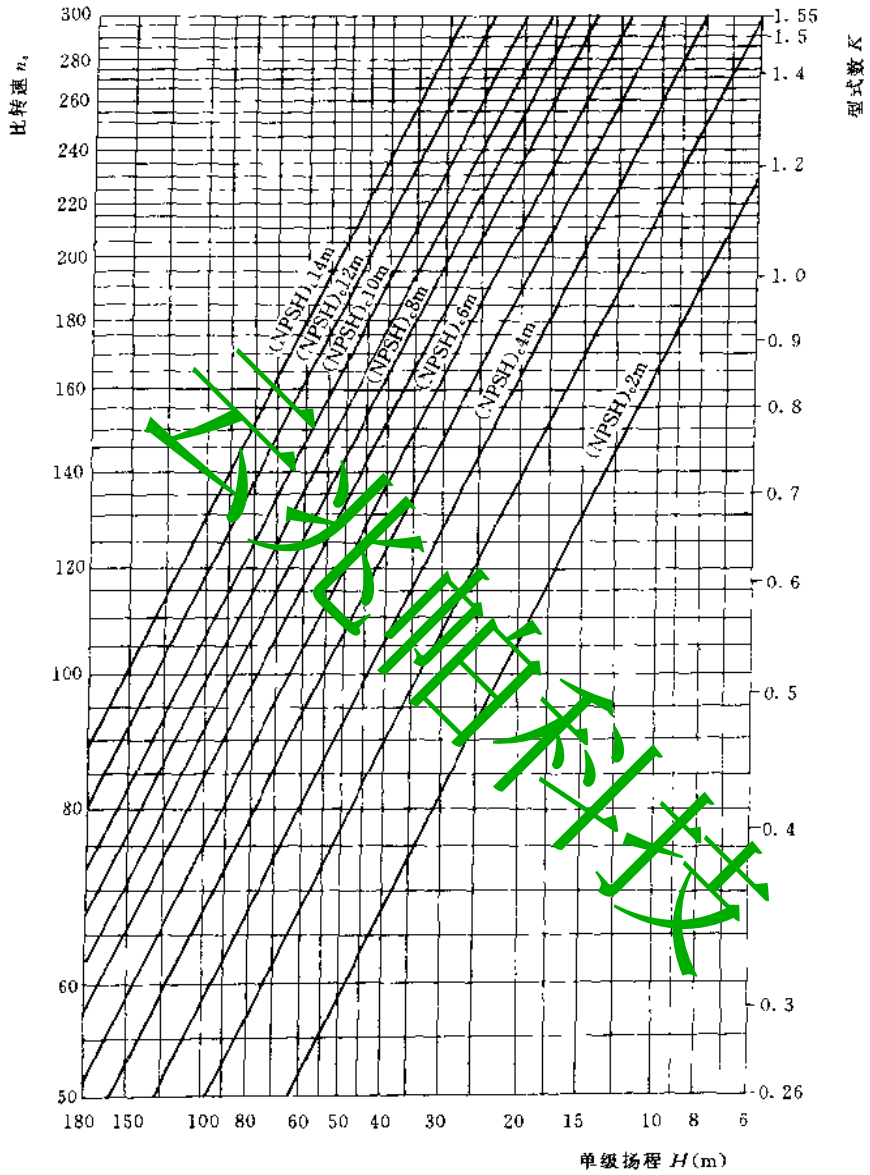


图 5 双吸泵的汽蚀余量

c. 双吸泵的 $(NPSH)_c$ 值见图 5 或图 6；

d. 三级以下轴通过叶轮吸入口的冷凝泵的 $(NPSH)_c$ 值见图 7。对于单吸悬臂叶轮使用图 7 时，当流量小于或等于 $90m^3/h$ 时，应将流量除以 1.2；当流量大于 $90m^3/h$ 时，应将流量除以 1.15；

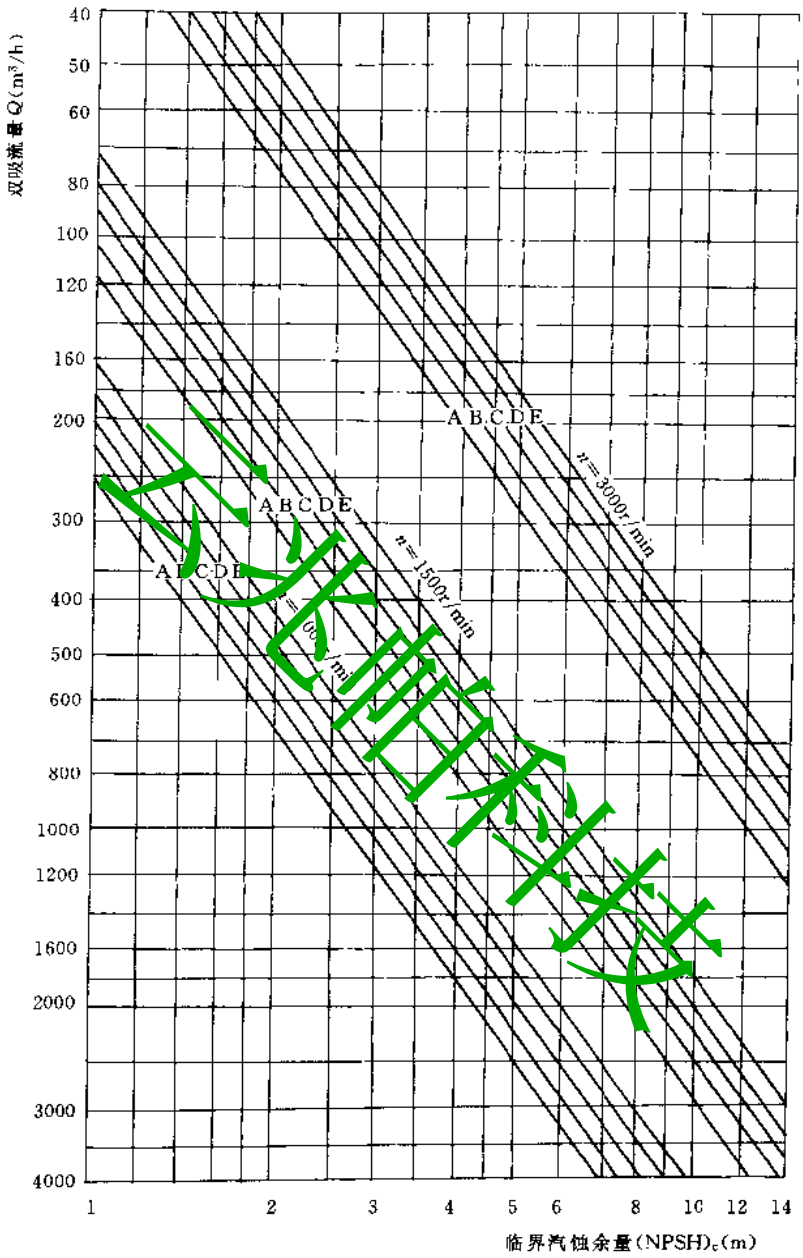


图 6 双吸泵的汽蚀余量

A—$n_s=60$ ($K=0.31$)；B—$n_s=90$ ($K=0.47$)；

C—$n_s=130$ ($K=0.67$)；D—$n_s=190$ ($K=0.98$)；E—$n_s=280$ ($K=1.45$)

e. 单吸混流泵和轴流泵的 $(NPSH)_c$ 值见图 8 或图 9。

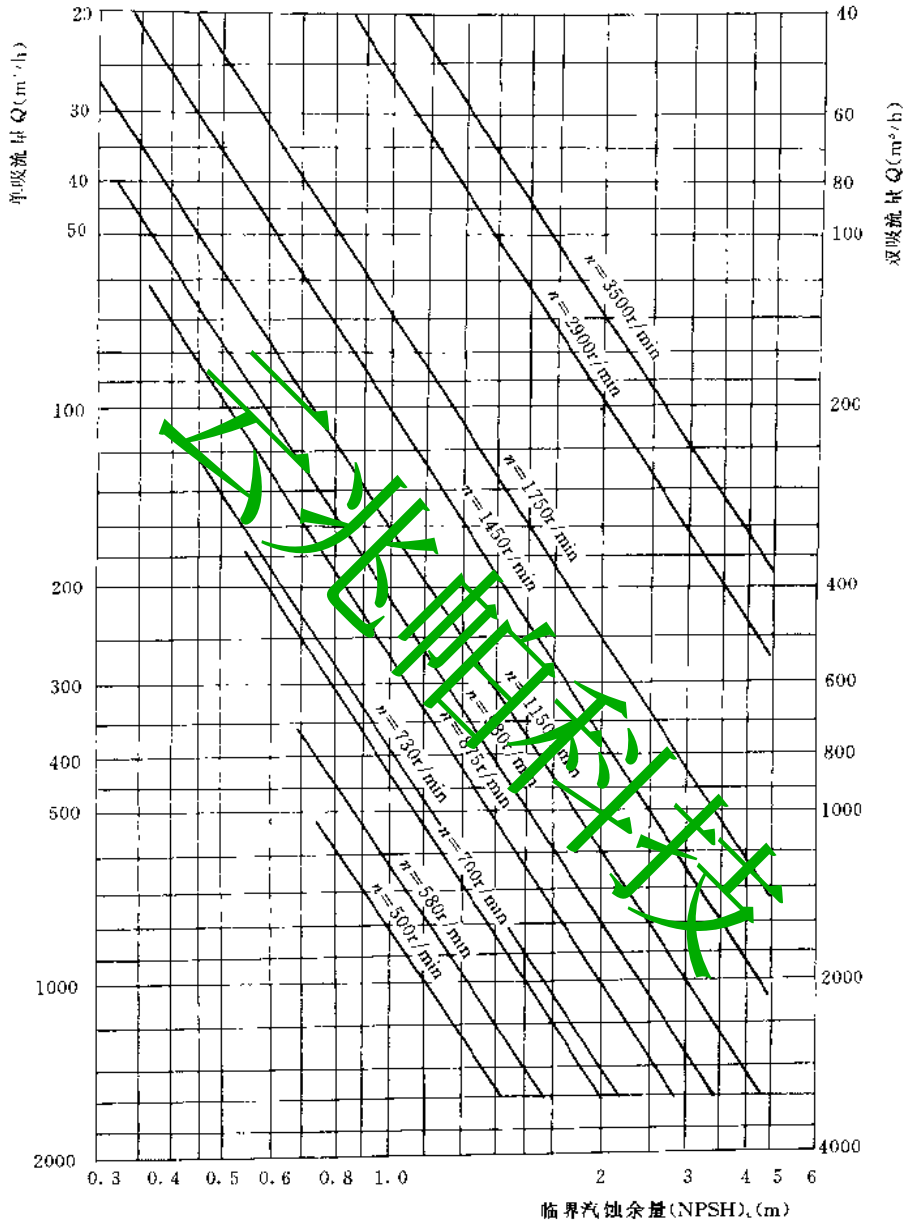


图 7 冷凝泵（轴通过叶轮吸入口）的汽蚀余量

4.2 当按图 1、图 3、图 5 和图 8 查得（NPSH）$_c$ 值小于 2m 时，其（NPSH）$_c$ 值应不大于 2m。

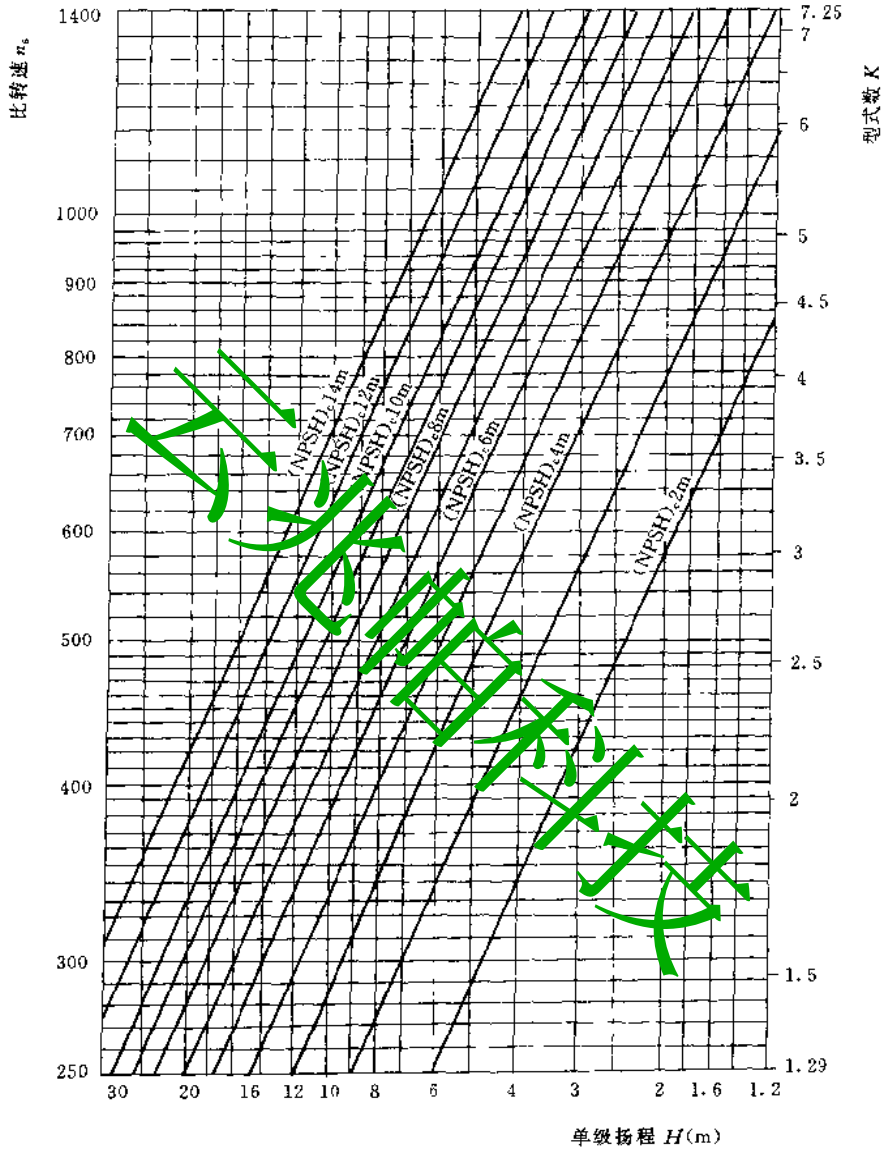


图 8 单吸混流泵和轴流泵的汽蚀余量

4.3 当按图 1、图 3 和图 5 查 $n_s<50$（或 $K<0.26$）的 $(NPSH)_c$ 值时，其 $(NPSH)_c$ 值应不大于 $n_s=50$（或 $K=0.26$）的值。

4.4 查得的 $(NPSH)_c$ 值应精确到小数点后第一位。

4.5 确定的 $(NPSH)_c$ 值应小于或等于规定的必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$。

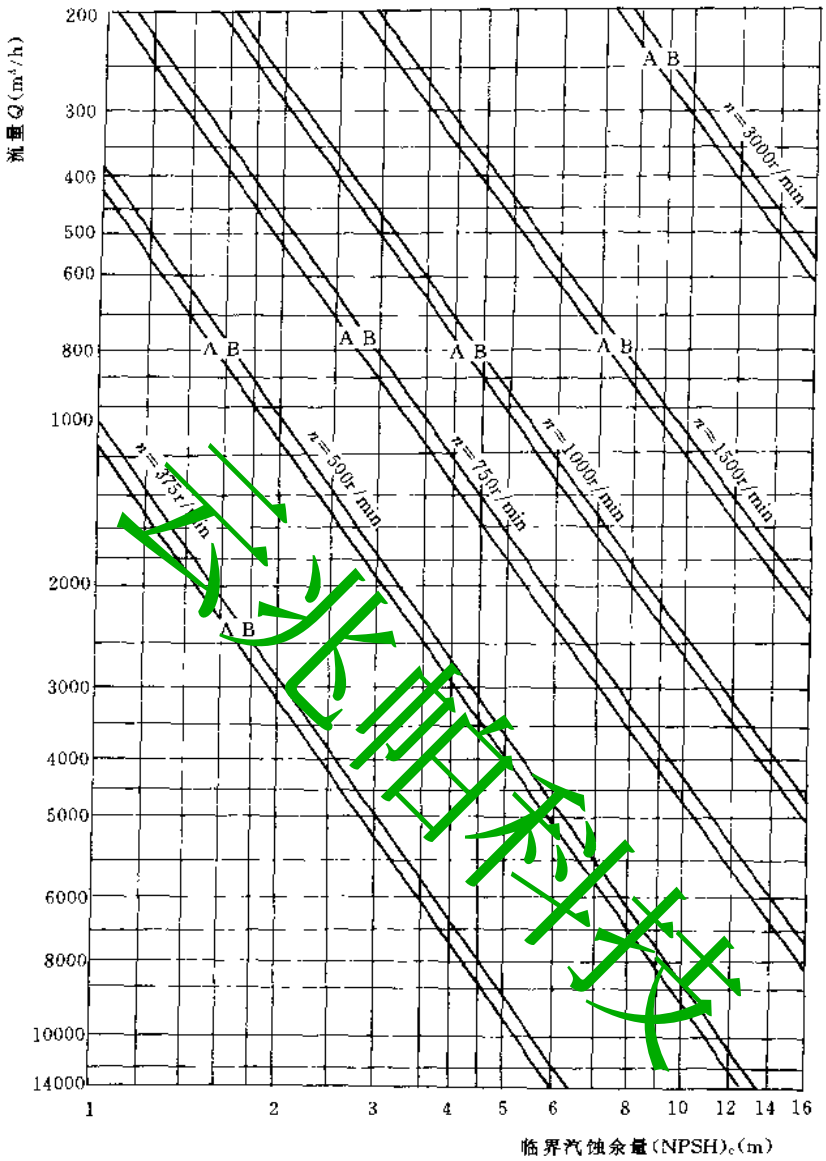


图 9 单吸混流泵和轴流泵的汽蚀余量

A—n_s=300 (K=1.55)；B—n_s=1000 (K=5.17)

5 应用方法

5.1 图 1、图 3、图 5 和图 8 是根据已知的扬程和比转速（或型式数），作出扬程的垂直线与比转速（或型式数）的水平线的交点，该点落在 $(NPSH)_c$ 的斜线上或两斜线之间。泵的 $(NPSH)_c$ 应不大于此值。

5.2 图 2、图 4、图 6 和图 9 是根据已知的流量、转速和比转速（或型式数），作出流量的

水平线与转速、比转速（或型式数）的斜线的交点，再由该点向下作垂直线交于（NPSH)。的坐标线上。泵的（NPSH)。应不大于此值。

5.3 图7是根据已知的流量和转速，作出流量的水平线与转速的斜线的交点，再由该点向下作垂直线交于（NPSH)。的坐标线上。泵的（NPSH)。应不大于此值。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准起草人：乔钝。

本标准自实施之日起，原机械工业部部标准JB3562—84《离心泵、混流泵和轴流泵汽蚀余量》作废。

本标准等效采用1975年美国水力学会HI《离心泵、回转泵、往复泵》标准中关于离心泵、混流泵和轴流泵的汽蚀余量指标部分。

万水帕科技

中华人民共和国国家标准

离心泵　名词术语

Glossary of terms for centrifugal pump

GB7021-86

本标准规定了离心泵常用的名词术语和有关的水力术语。

1　分类

1.1　（回转）动力式泵　rotodynamic pump

依靠叶轮旋转，将能量传给液体的机械称为回转动力式泵，简称动力式泵。如离心泵、混流泵和轴流泵等。

1.1.1　离心泵　centrifugal pump

叶轮排出的液流基本上在与泵轴垂直的面内流动的动力式泵。

1.1.2　旋涡泵　regenerative pump（vortex pump）

叶轮为外缘部分带有许多小叶片的整体轮盘，液体在叶片和泵体流道中反复作旋涡运动（见图1、图2）。

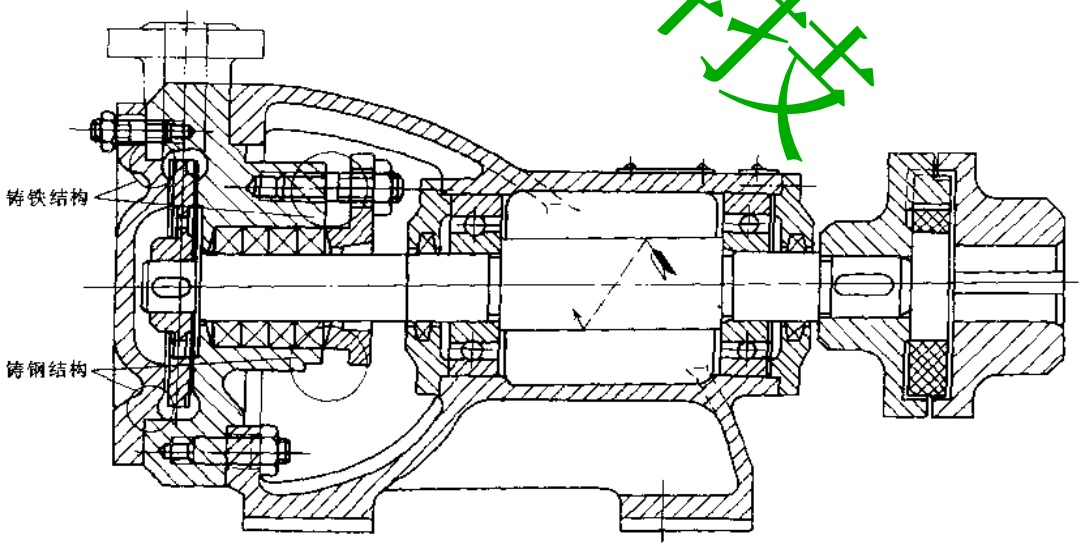


图1　一般单级旋涡泵

仅供试读科技

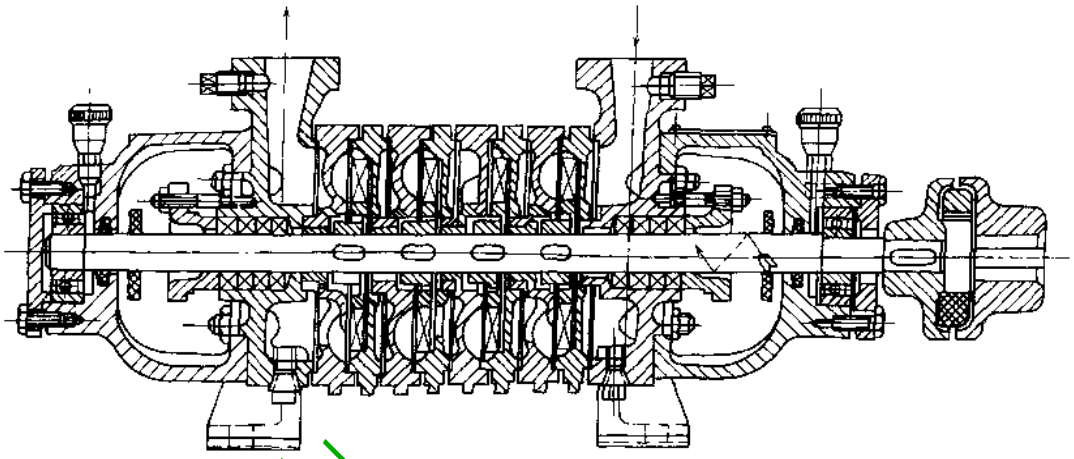


图 2 多级自吸旋涡泵

1.1.3 蜗壳泵 volute pump

叶轮排出的液体直接进入蜗状壳体的泵（见图 3、图 4、图 5）。

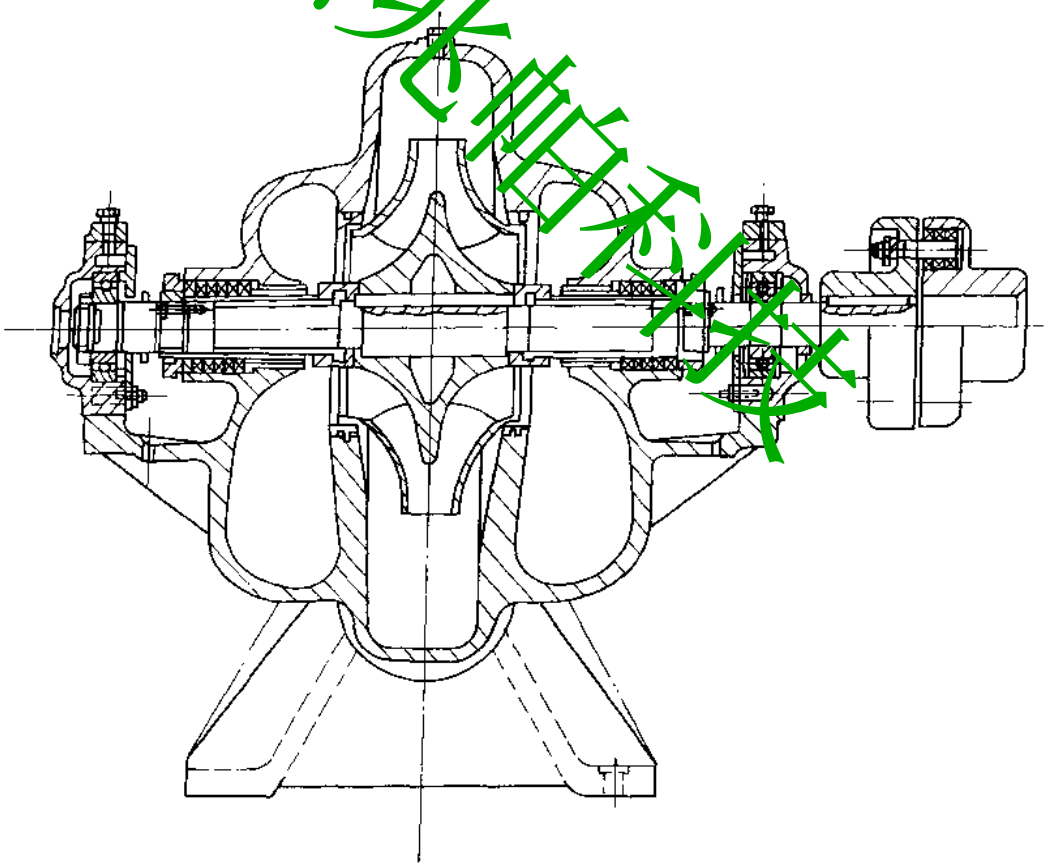


图 3 卧式单级双吸泵（水平中开式）

工业电气科技

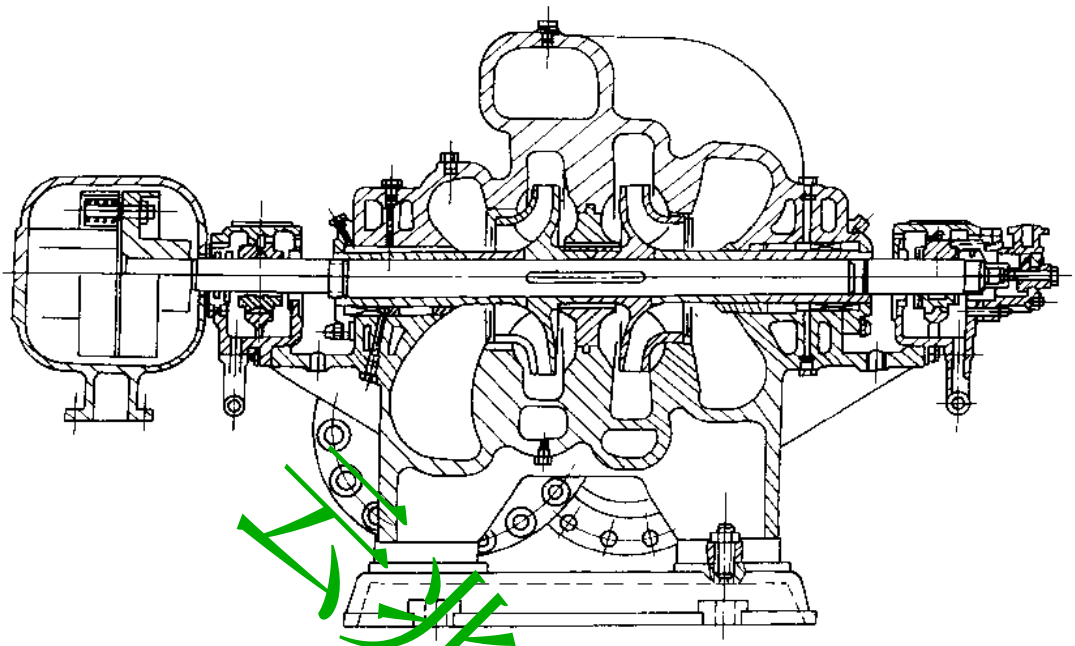


图4 蜗壳式多级泵

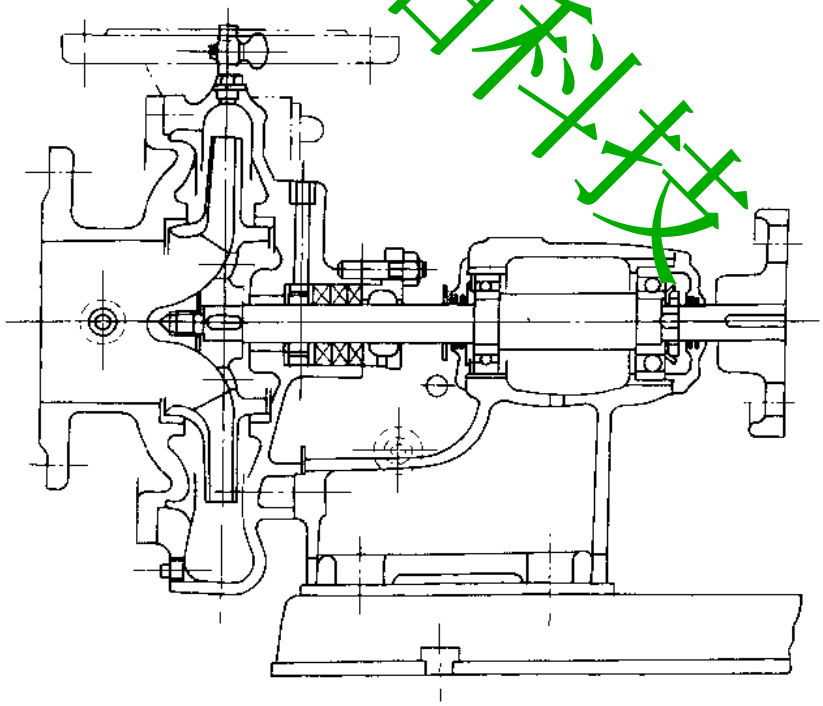


图5 卧式轴向吸入离心泵（蜗壳泵）

万水帕科技

1.1.4 导叶泵 diffuser pump

叶轮排出的液体直接进入导叶形扩散器的泵（即使扩散器外侧有蜗形体的也称为导叶泵）（见图 6）。

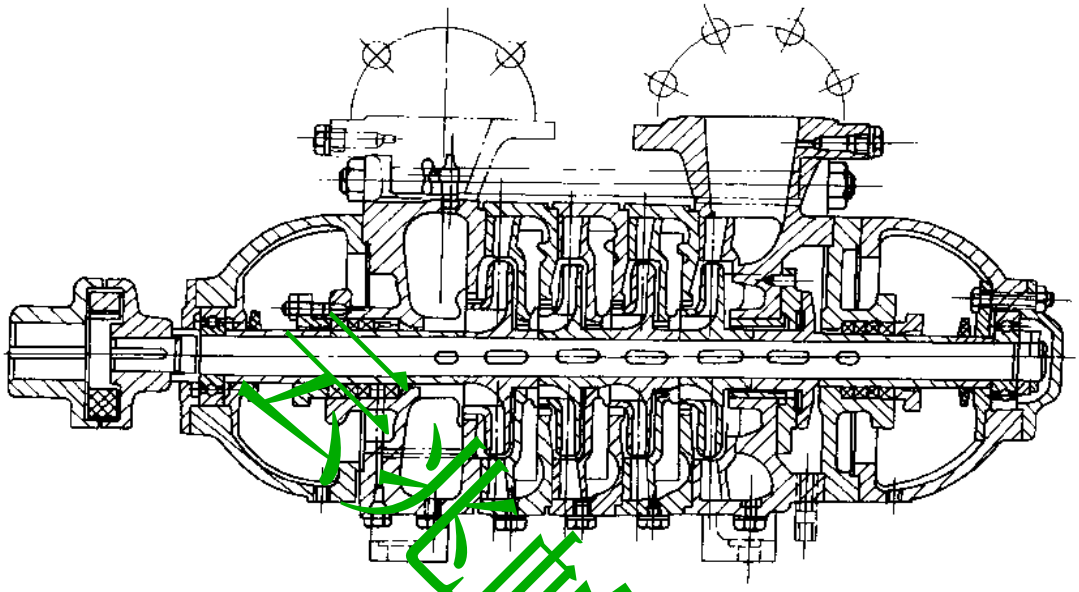


图 6 卧式节段多级离心泵

1.2 按泵轴方向分为：

1.2.1 卧式 horizontal

泵轴为水平方向的结构。

1.2.2 立式 vertical

泵轴为铅直方向的结构。

1.2.3 斜式 inclined

泵轴与水平面具有倾斜角度的结构。

1.3 按壳体剖分型式分为：

1.3.1 径向剖分式 radially split type

以垂直于泵轴的平面剖分壳体的结构（见图 1、图 2、图 6）。

1.3.1.1 节段式 sectional type

径向剖分式的一种，其中每一级都具有剖分面（见图 2、图 6）。

1.3.1.2 侧盖式 side cover type

径向剖分式的一种，壳体一侧或两侧具有泵盖（见图 5）。

1.3.2 轴向剖分式 axially split type

通过泵轴线的平面剖分壳体的结构。如果该平面为水平面，则称水平中开泵（见图 3、图 4）。

1.4 按级数分为：

江苏恒科科技

1.4.1 单级 single—stage

进入泵的液体仅一次通过叶轮的结构（见图3、图5、图15、图16）

1.4.2 多级 multi—stage

进入泵的液体多次串联地通过叶轮的结构。按通过次数称为两级、三级……等（见图2、图4、图6、图7、图8、图9）。

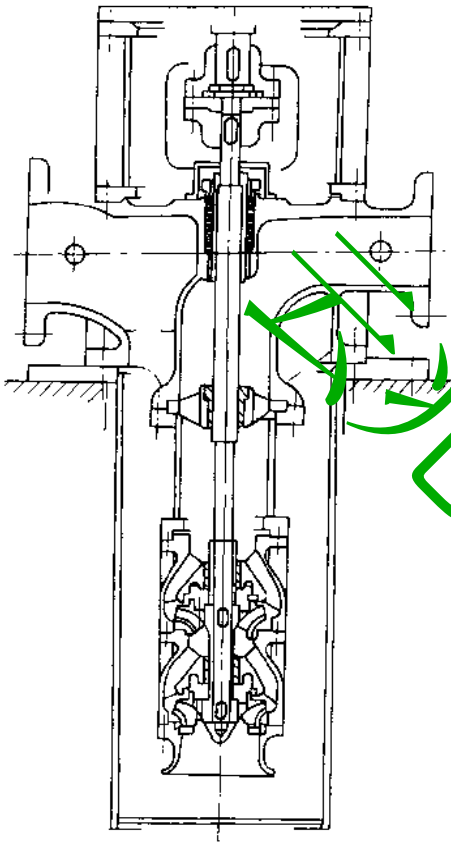


图7 地坑筒式泵

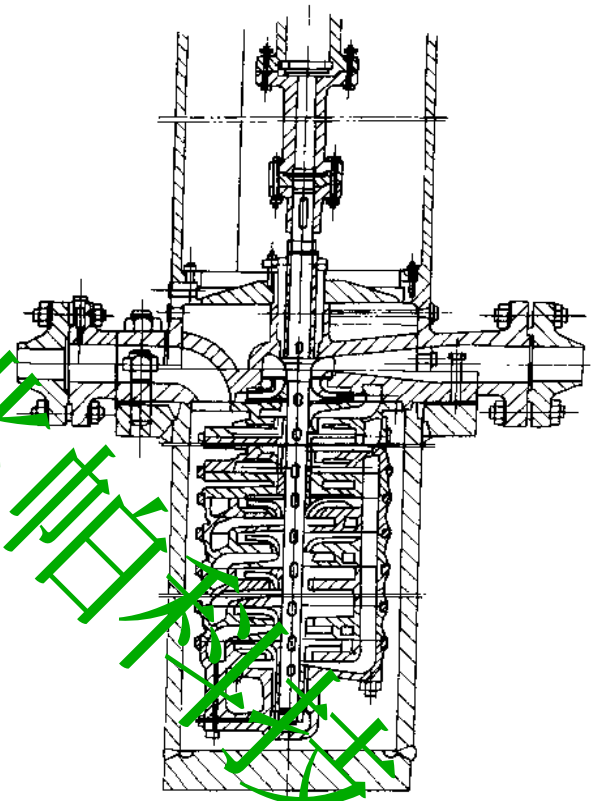


图8 立式筒式泵

农业机械学报

1.5 按吸入形式分为：

1.5.1 单吸 single—suction

叶轮仅一侧有吸入口的结构（见图5、图6、图7、图8、图15、图16）。

1.5.2 双吸 double—suction

叶轮两侧都有吸入口或装入两个单吸叶轮（背靠背）的结构（见图3）。对于多级泵，只要第一级叶轮双吸就是双吸结构。

1.6 按支承形式分为：

1.6.1 中心支承式 centerline support type

泵体的支承平面设置在包含（或近于）泵轴线的水平面内的结构（见图13）。

1.6.2 管道式 inline type

可以直接安装在管路上的结构（见图 15）。

1.6.3 共座式 common baseplate type

立式泵一种。传动部分直接安装在泵上面（见图 10）。

1.6.4 分座式 separate baseplate type

立式泵一种。泵与传动部分分别安装在上、下两个不同的基础上（见图 11）。

1.6.5 可移式 portable type

不安装在固定的基础上，可移动使用的泵与原动机机组。

1.7 按驱动方式分为：

1.7.1 直接连接式 direct coupled type

原动机与泵通过联轴器连接的方式。

1.7.2 齿轮传动式 gear driven type

原动机与泵通过齿轮装置传动的方式。

1.7.3 液力偶合器传动式 hydraulic coupling driven type

原动机与泵通过液力偶合器装置传动的方式。

1.7.4 皮带传动式 belt driven type

原动机与泵通过皮带轮装置传动的方式。

1.7.5 共轴式 close coupled type

原动机与泵共轴（共用一轴）的方式。

1.8 按特殊结构分为：

1.8.1 液下式 wet pit type

立式泵的一种。泵本体被吊装在液面下面的结构（见图 12）。

1.8.2 筒式 barrel type

内壳外侧设置能承受吐出压的圆筒状外壳，主要用于多级高压泵（见图 8）。

1.8.3 双壁壳式 armoured type

为方便检修和更换易磨损、腐蚀的壳体，而把壳体壁设计成两层的。一般外层要有较好的强度，内层具有耐磨耐蚀性。

1.8.4 地坑筒式 pit barrel type

立式泵的一种。为了增加有效汽蚀余量而利用地坑作为泵体一部分。一般用于凝结水泵（见图 7）。

1.8.5 抽出式 pull—out type

大型立式泵的一种，为检拆方便，外壳（管）安装后不需再动即可取出叶轮、导叶等进行检修。

1.8.6 自吸式 self priming type

泵本身能自动抽去吸入管路中空气，并使之充满液体，因而起动前不需人工灌水。

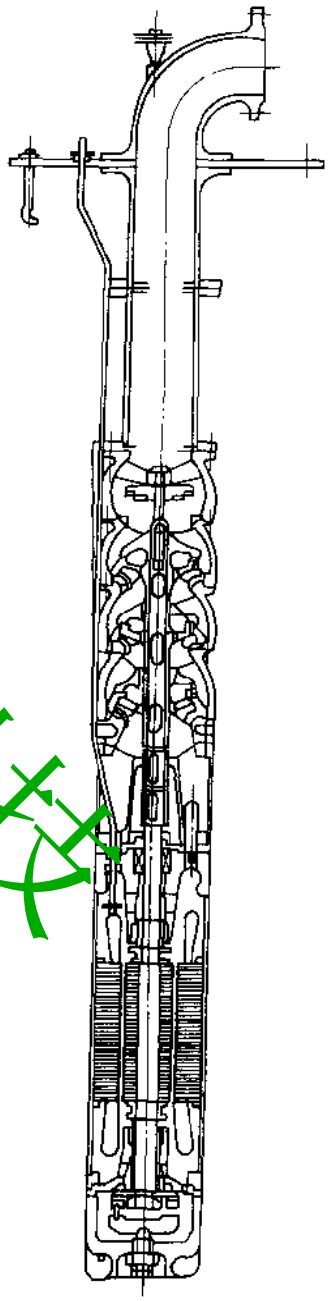


图 9 潜水电泵

石化泵科技

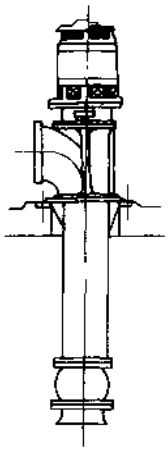


图 10 共座式

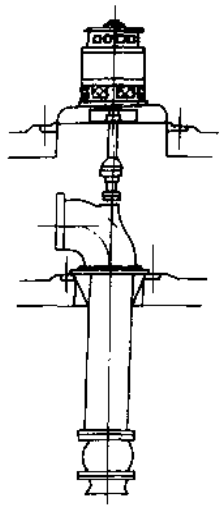


图 11 分座式

1.8.7 潜液电泵 submersible motor pump

整个泵包括电机潜入液体中工作，电机内部有充水、充油和充气等型式（见图 9）。

1.8.8 屏蔽电泵 canned motor pump

由定子内侧具有屏蔽套的电机驱动的泵。屏蔽套内侧和泵内是连通的，没有轴封部分，因此不产生泄漏。转子外侧同样有屏蔽套起隔离作用（见图 16）。

1.9 按轴向力平衡方式分为：

1.9.1 平衡鼓式 balancing piston type

用平衡鼓平衡轴向力的方式。

1.9.2 平衡盘式 balancing disc type

用平衡盘平衡轴向力的方式。

1.9.3 自身平衡式 self－balancing type

利用叶轮本身或对称布置平衡轴向力的方式。

1.9.4 平衡孔式 balancing hole type

利用叶轮开设平衡孔平衡轴向力的方式。

1.10 按用途不同主要分为：

1.10.1 锅炉给水泵 boiler feed pump

往锅炉送水的泵。

1.10.2 凝结水泵 condensate pump

抽送凝水器中凝结水的泵。由于凝水器中高度真空而要求泵应有较高汽蚀性能。

1.10.3 循环水泵 circulating water pump

在封闭系统中迫使水循环流动的泵，一般为低扬程大流量的泵。

1.10.4 水力采煤泵 monitor pump

水力采煤水枪用的高压泵。

1.10.5 矿山排水泵 pit drainage pump

行业标准科技

自矿坑内向外排水的泵。

1.10.6 煤水泵 coal pump

煤矿中输送煤水混合物的泵。

1.10.7 除鳞泵 descaling pump

钢厂轧钢过程中用于除氧化皮的高压泵。

1.10.8 压舱泵 ballast pump

根据船上货物多少，把海水放进或排出船内水槽，使船保持一定吃水深度的泵。

1.10.9 倾斜平衡泵 heeling pump

为保持船体平衡，使船上左、右水槽里的水来回移动的泵。

1.10.10 杂质泵 liquid—solids handling pump

输送带有固体颗粒的浆料泵的总称。

1.10.11 砂泵 sand pump

输送含有砂子的液体的水泵。

1.10.12 渣浆泵 slurry pump

输送渣浆的泵。

1.10.13 泥浆泵 sludge pump

输送泥浆的泵。

1.10.14 污水泵 sewage pump

输送污水的泵。

1.10.15 消防泵 fire water pump

救火用的泵，一般是可移动式。

1.10.16 流程泵 process pump

石油化工装置中输送原料、半成品及产品的泵的总称。

1.10.17 纸浆泵 pulp pump

造纸工业输送纸浆的泵。

1.10.18 液化石油气泵 L.P.G (liquefied petroleum gas) pump

输送液化石油气的泵。

1.10.19 增压泵 booster pump

安装在送液管路上，用来增加液体压力的泵。

1.10.20 耐腐蚀泵 anti—corrosve pump

用来输送酸、碱和盐类等含有腐蚀性液体的泵。

2 性能、设计

2.1 工况点 operating point

性能曲线上表示泵实际运行状况的点，是扬程曲线和阻力曲线的交点。

2.2 规定点 specified point

性能曲线上由规定流量和规定扬程所确定的点。

2.3 最高效率点 maximum efficiency point

石化泵科技

泵性能曲线上效率最高的点。

2.4 扬程 pump head

泵产生的总水头。其值等于泵出口总水头和入口总水头的代数差。符号：H，单位：m。

2.5 关死扬程 Shut off head

泵流量为零时的扬程。符号：H_{s0}，单位：m。

2.6 规定扬程 specified pump head

对应于合同单上规定流量的扬程。符号：H_{sp}，单位：m。

2.7 静扬程（总静压头） total static head

泵装置上吐出液面和吸入液面之间总水头之差。等于几何高度加上吐出液面和吸入液面之间的压力水头之差。符号：H_s，单位：m。

2.8 理论扬程 theoretical pump head

叶轮给予单位重量液体的能量，通常指未考虑泵内损失时的理论值。符号：H_t，单位：m。

2.9 出口总水头（排出扬程） total discharge head

换算到基准面上的泵出口截面总水头。符号：H_2，单位：m。

2.10 入口总水头（吸入扬程） total suction head

换算到基准面上的泵入口截面总水头。符号：H_1，单位：m。

2.11 排出压力 discharge pressure

泵出口截面的静压。符号：P_d，单位：MPa（kgf/cm²）。

2.12 吸入压力 suction pressure

泵入口截面的静压。符号：P_s，单位：MPa（kgf/cm²）。

2.13 排出压头 discharge head

换算到泵基准面上的排出口压力水头。单位：m。

2.14 吸入压头 suction head

换算到泵基准面上的吸入口压力水头。单位：m。

2.15 几何高度 geometric height

吸入液面和吐出液面之间的高度差。单位：m。

2.16 泵基准面 reference plane

计算排出、吸入水头时确定位置水头基准的水平面。是通过叶轮叶片进口边的外端所描绘的圆的中心的水平面。对于多级泵以第一级叶轮为基准；对于立式双吸泵以上部叶片为基准（见图17）。

2.17 汽蚀余量 net positive suction（NPSH）

泵入口总水头加上相应于大气压力的水头减去相应于汽化压力的水头。用下式表示：

$$(\mathrm{NPSH}) = H_1 + \frac{P_b}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma}$$

式中：NPSH——汽蚀余量，m；

H_1——泵入口总水头，m；

P_b 大气压力，kgf/m²；

P_v——汽化压力，kgf/m²；

γ ——重度，kgf/m³。

2.18 有效汽蚀余量 available (NPSH)

由泵安装条件所确定的汽蚀余量。符号：$(NPSH)_a$，单位：m。

2.19 必需汽蚀余量 required (NPSH)

对于给定的泵，在给定转速和流量下必须具有的汽蚀余量。通常由泵制造厂规定。符号：$(NPSH)_r$，单位：m。

2.20 临界汽蚀余量 critical (NPSH)

在给定的流量下，在第一级内引起第一级扬程或效率下降$(2+\frac{K}{2})$%时的(NPSH)值；或者在给定的扬程下，在第一级内引起流量或效率下降$(2+\frac{K}{2})$%时的(NPSH)值。符号：$(NPSH)_c$，单位：m。

2.21 临界吸上真空高度（最大吸上真空度） critical suction vacuum

泵入口液体压力小于大气压力的极限值。符号：H_{sc}，单位：m。

2.22 允许吸上真空高度 allowable suction vacuum

对于不同类型的泵和不同的使用条件，考虑一定安全裕量的吸上真空高度。符号：H_{sa}，单位：m。

2.23 比转速（比速） specific speed

判别动力式泵水力特征的相似准数。用下式定义：

$$n_s = \frac{3.65nQ^{\frac{1}{2}}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

式中：n_s——比转速；

n——泵转速，r/min；

Q——流量（双吸泵取$\frac{1}{2}$流量），m³/s；

H——扬程（多级泵取单级扬程），m。

比转速一般按最高效率点计算。对于相似泵，不管尺寸大小、转速高低，比转速均是一定的，因此它也是泵分类的一种准则。

2.24 汽蚀比转速 suction specific speed

类似比转速n_s，系指最高效率工况下，汽蚀性能的判别数。用下式定义：

$$c = \frac{5.62nQ^{\frac{1}{2}}}{(NPSH)^{\frac{3}{4}}}$$

式中：c——汽蚀比转速；

n——泵转速，r/min；

Q——流量（双吸泵取$\frac{1}{2}$流量），m³/s；

---

* 见2.25型式数。

江苏信科科技

$(NPSH)_r$——必需汽蚀余量，m。

2.25 型式数 type number

由下式定义：

$$k = \frac{2\pi n Q^{\frac{1}{2}}}{60(gH)^{\frac{3}{4}}}$$

式中：k ——型式数；

n——泵转速，r/min；

Q——流量（双吸泵取$\frac{1}{2}$流量），m^3/s；

g——重力加速度，m/s^2；

H——扬程（多级泵取单级扬程），m。

型式数实质上是比转速 n_s 的无因次表达式。

2.26 泵流量（流量） pump capacity

单位时间内，从泵出口排出并进入管路的液体体积。符号：Q、单位：m^3/h，m^3/s，L/s。

2.27 规定流量 specified capacity

合同单上所规定的泵流量。符号：Q_{sp}，单位：m^3/h，m^3/s，L/s。

2.28 泵转速（转速） revolution speed

泵轴旋转的速度，即单位时间内泵轴的旋转数。符号：n，单位：r/min，s^{-1}。

2.29 泵输出功率（有效功率） pump effective power

泵传递给输出液体的功率，用下式表示：

$$P_u = \frac{QH\gamma}{102}$$

式中：P_u——输出功率，kW；

Q——流量，m^3/s；

H——扬程，m；

γ——重度，kgf/m^3。

2.30 泵轴功率（输入功率） pump shaft power

泵轴所接受的功率。符号：P_a，单位：kW。

2.31 原动机输入功率 driver input power

泵的原动机所接受的功率。符号：P_{gr}，单位：kW。

2.32 泵效率 pump efficiency

泵输出功率与轴功率之比。用下式表示：

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} \times 100\%$$

2.33 机械损失 mechanical loss

轴承、轴封等机械摩擦阻力及叶轮盖板外侧与液体摩擦阻力所消耗的功率。符号：P_m，单位：kW。

环保商科技

2.34 机械效率 mechanical efficiency

泵轴功率和机械损失之差与轴功率之比。用下式表示：

$$\eta_m = \frac{P_a - P_m}{P_a} \times 100\%$$

2.35 容积效率 volumetric efficiency

泵的流量与通过叶轮的流量之比。符号：η_v。

2.36 水力效率 hydraulic efficiency

泵的扬程与理论扬程之比。以百分数表示。符号：η_h。

2.37 机组效率 overall efficiency

泵的输出功率与原动机输入功率之比。用下式表示：

$$\eta_{gr} = \frac{P_u}{P_{gr}} \times 100\%$$

2.38 泵最高效率 maximum efficiency

泵的效率曲线最高点的值。对于可调叶片则是效率曲线簇中最高点的值。符号：η_{opt}。

2.39 保证效率 guaranteed efficiency

制造单位保证能达到的泵效率。符号：η_G。

2.40 性能 performance

泵在一定转速下，扬程、轴功率、效率等与流量之间的关系。

2.41 特性 characteristics

由泵种类和形状所决定的，与泵大小无关，表示泵性能上的特点、特征等。

2.42 性能曲线 performance curve

用图表示泵性能的曲线。此图称为性能曲线图。

2.43 特性曲线 characteristic curve

用图表示泵特性的曲线。此图称为特性曲线图。也有用无因次数表示的。

2.44 容差 tolerance

泵性能的保证值与试验结果之差的允许范围。

2.45 全特性 complete characteristics

包括泵正转、反转、正流、倒流全部特性。一般泵特性是正转正流，反转倒流为水轮机工况，正转倒流称为制动工况，反转正流称为反转泵工况。

2.46 飞逸速度 runaway speed

切断原动机出力后，泵反转倒流情况下的最大转速。符号：n，单位：r/min。

2.47 扬程曲线 head curve

性能曲线中表示流量与扬程的关系曲线。

2.48 效率曲线 efficiency curve

性能曲线中表示流量与效率的关系曲线。

2.49 轴功率曲线 shaft power curve

性能曲线中表示流量与轴功率的关系曲线。

2.50 必需汽蚀余量曲线 required (NPSH) curve

万水信息科技

性能曲线中表示流量和必需汽蚀余量的关系曲线。

2.51 等效率曲线 iso－efficiency curve

改变泵的转速、叶轮外径或叶片安放角所得到的数条扬程曲线上连接效率相同的点的曲线。

2.52 阻力曲线 system head curve

静扬程加上管路损失与流量的关系曲线。

2.53 泵工作范围 operating range

由制造厂所规定的泵允许使用的流量区间。

2.54 大流量点 large－capacity point

是指泵工作范围内的流量上限值。

2.55 小流量点 lower capacity point

是指泵工作范围内的流量下限值。

2.56 绝对速度 absolute velocity

相对于静止坐标系的液流速度。符号：c，单位：m/s。

2.57 相对速度 relative velocity

相对于旋转叶轮的液流速度。符号：ω，单位：m/s。

2.58 圆周速度 peripheral velocity

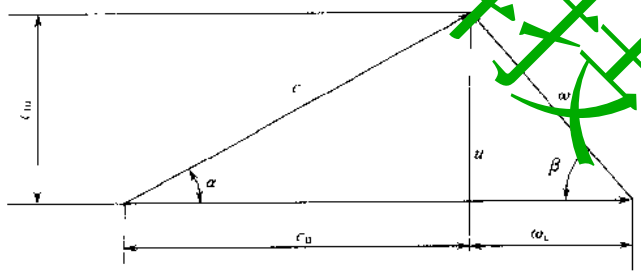
旋转叶轮圆周方向的速度。符号：u，单位：m/s。

2.59 轴面速度 meridian velocity

液流子午面（含有轴心线的截面）上的速度。符号：c_m、ω_m，单位：m/s。

2.60 速度三角形 velocity triangle

由绝对速度、相对速度及圆周速度三个向量组成的三角形。



α ——绝对速度方向和圆周方向之间的夹角；

β——相对速度方向和圆周方向之间的夹角。

2.61 流量系数 capacity coefficient

泵特性中表示流量的无因次数。用下式表示：

$$\phi = \frac{c_{m2}}{u_2}$$

式中：ϕ——流量系数；

c_{m2}——液体受叶片排挤后的出口轴面速度，m/s；

农业机械科技

u_2 —叶轮出口平均直径处的圆周速度，m/s。

2.62 扬程系数 head coefficient

泵特性中表示扬程的无因次数。用下式表示：

$$\psi = \frac{c_{u2}}{u_2} \text{ 或 } = H/\left(\frac{u_2^2}{2g}\right)$$

式中：ψ ——扬程系数；

c_{u2}——液体受叶片排挤后的出口圆周速度，m/s；

u_2—— 叶轮出口平均直径处的圆周速度，m/s；

H —扬程，m；

g —重力加速度，m/s^2。

2.63 圆周速度系数 speed constant

叶轮出口圆周速度和扬程之间的比例常数。用下式表示：

$$k_u = u_2/\sqrt{2gH}$$

式中：k_u— 圆周速度系数；

u_2——叶轮出口平均直径处的圆周速度，m/s；

H—— 扬程，m；

g——重力加速度，m/s^2。

2.64 轴功率系数 shaft power coefficient

泵特性中，表示轴功率的无因次数。用下式表示：

$$\nu = P_a/\left(\frac{\gamma}{2g}A_2u_2^3\right)$$

式中：ν ——轴功率系数；

P_a— 轴功率，kW；

γ——重度，kgf/m^3；

g——重力加速度，m/s^2；

A_2——叶轮出口面积，m^2；

u_2——叶轮出口平均直径处的圆周速度，m/s。

2.65 托马汽蚀系数 Thomas cavitation constant

必需汽蚀余量或有效汽蚀余量与扬程的比值。符号：σ。

2.66 轴向力 axial thrust

泵内液体作用在转子上（或泵轴上）轴向的力。符号：F_a，单位：kgf、N。

2.67 径向力 radial thrust

由于泵运转工况不同，涡壳内压力分布不均匀，因而产生了作用在泵轴上的径向力。符号：F_r，单位：kgf、N。

3 运转、试验

3.1 自动操作 automatic operation

石化机科技

不用人力，而是由电气或机械的动作控制和运行设备。

3.2 手动操作 manual operation

由人力直接或间接地操作设备运转。

3.3 自动运转 automatic operative method

按自动操作的运转方式。

3.4 手动运转 manual operative method

靠一次手动操作，使包括泵在内的数台设备组成的机组按顺序完成自动操作。如：起动、停止或改变运转状态。

3.5 单独运转 individual operaton

包括泵在内的数台设备分别独立地按手动操作的运转。

3.6 机旁操作 field operation

在机械设备旁边控制设备的手动操作。

3.7 远距离操作 remote operation

距设备一定距离的地方进行的手动操作。大多数场合操作者是看不见运转的设备，根据信号进行操作。

3.8 自动控制 automatic control

由控制装置自动地使运转的有关参数（流量、压力、水位和轴功率等）保持一定的值。

3.9 并联运转 parallel operation

两台以上的泵向同一管路输液的运转。

3.10 串联运转 series opoeration

两台以上的泵接力式地安装在同一管路的输液运转。

3.11 关死运转 shut off operation

关闭泵出口闸阀使流量为零的运转。

3.12 灌水 priming

启动前向泵内和吸入管内注水。

3.13 水封 water sealing

在轴封部注水，以防止大气进入泵内。

3.14 暖泵 warming－up

对于高温用泵，启动前对泵和管路的预热。

3.15 型式试验 type test

包括运转试验、性能试验、汽蚀试验以及必要时进行的噪声和振动试验。

3.16 出厂试验 shop test

泵出厂前检查泵工作范围内的扬程、流量和轴功率的试验。

3.17 运转试验 running test

检查泵轴承温升、泄漏、振动和噪声等运转状态的试验。

3.18 性能试验 performance test

确定泵扬程、流量、转速、轴功率及效率相互关系的试验。

3.19 水压试验 hydrostatic test

农业电气科技

对承压零部件施加水压到规定压力，确认有无渗漏的试验。

3.20 模型试验 model test

以相似模型推算实物泵性能的试验。

3.21 汽蚀试验 cavitation test

汽蚀试验是为了确定泵的临界汽蚀余量与流量之间的关系或验证泵的临界汽蚀余量是否小于或等于规定的必需汽蚀余量。

3.22 水击试验 water hammer test

确定包括泵在内的管路系统的水击作用和系统装置性能的试验。

3.23 表压 gauge pressure

压力计指示的压力。符号：P_e，单位：kgf/cm^2、MPa。

4 零件、部位

4.1 壳体部分

4.1.1 壳体（泵体） casing

形成包容和运输液体的外壳总称。

4.1.2 蜗形体 volute casing

叶轮外圆侧直接形成的具有蜗形的壳体（见图14）。

4.1.3 双蜗形体 double volute casing

叶轮外圆侧形成两个对称于轴心的蜗形体或者在单一蜗形体中设置隔板而形成双蜗壳体。

4.1.4 导流壳体 diffuser casing

叶轮外圆侧具有导叶的壳体。

4.1.5 吐出壳（吐出段） discharge casing

径向剖分式的泵中具有吐出口或者通往吐出口的壳体。如此壳体由多种零件组成时，则指它们的总称。

4.1.6 吸入壳（吸入段） suction casing

径向剖分式的泵中具有吸入口的或者通往吸入口的壳体。如此壳体由多种零件组成时，则指它们的总称。

4.1.7 中壳（中段） stage casing

径向剖分式的泵中吸入壳和吐出壳之间的壳体。

4.1.8 吐出弯管 discharge elbow

具有吐出口的立式泵的弯管部分。

4.1.9 扬水管 lifting pipe

立式泵中从下部扬水部分开始到吐出口输导液体的垂直管。也有时和悬吊管通用合一。

4.1.10 悬吊管 column pipe

立式泵中悬吊下部扬水部分（工作部分）的管子（在兼作扬水管时称为扬水管）。

4.1.11 吸入弯管 suction elbow

带有弯管的吸入壳。

4.1.12 吸入喇叭管 suction bell

江淮信科技

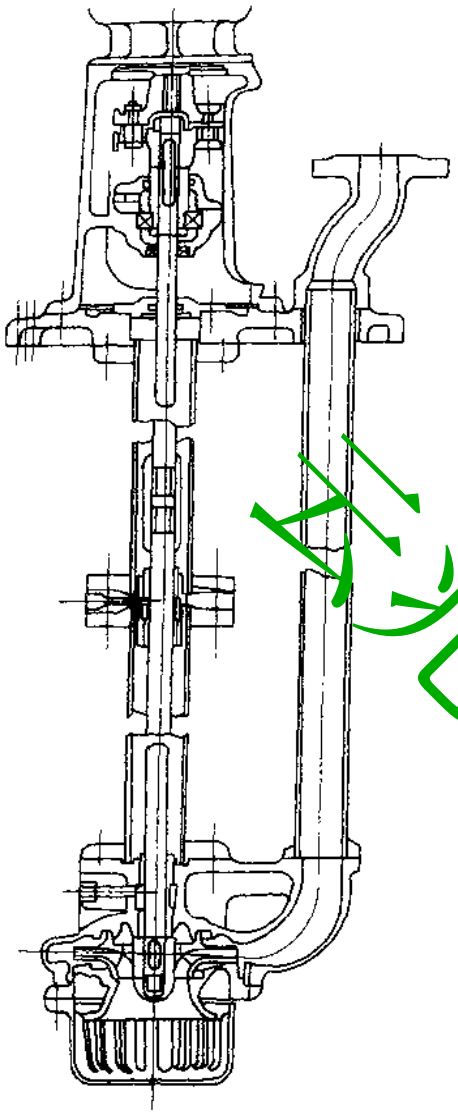


图 12 立式单吸蜗壳泵
(液下式)

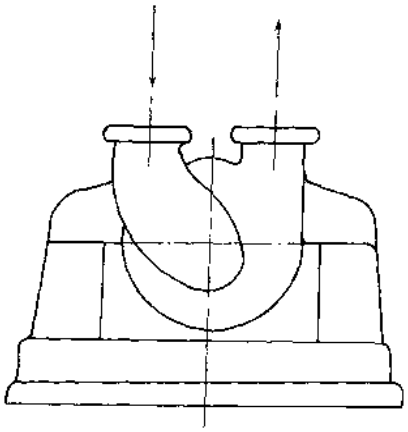


图 13 中心支承式

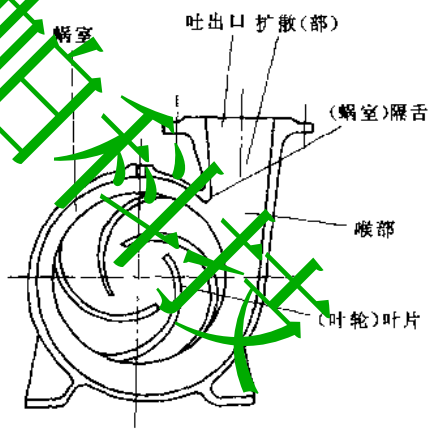


图 14 蜗形体

具有喇叭口的吸入壳或吸入盖。

4.1.13 内壳 inner casing

筒式、地坑筒式及双壳泵中内层壳的总称。

4.1.14 外壳 outer casing

筒式、地坑筒式及双壳泵中外层壳的总称。

4.2 盖部分

4.2.1 泵盖 casing cover

安兆帕科技

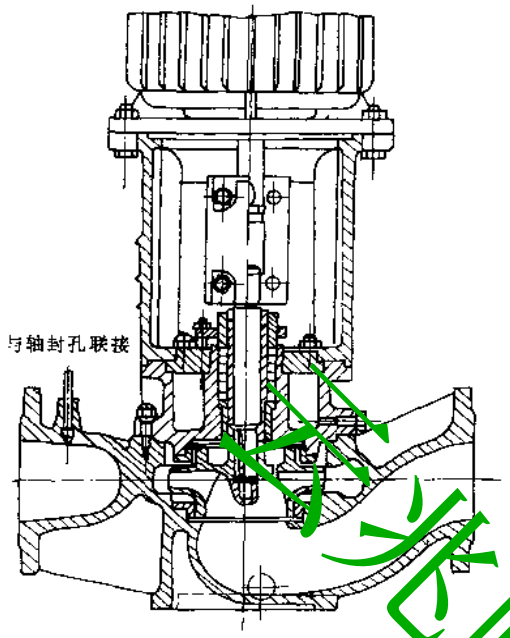


图 15 管道泵

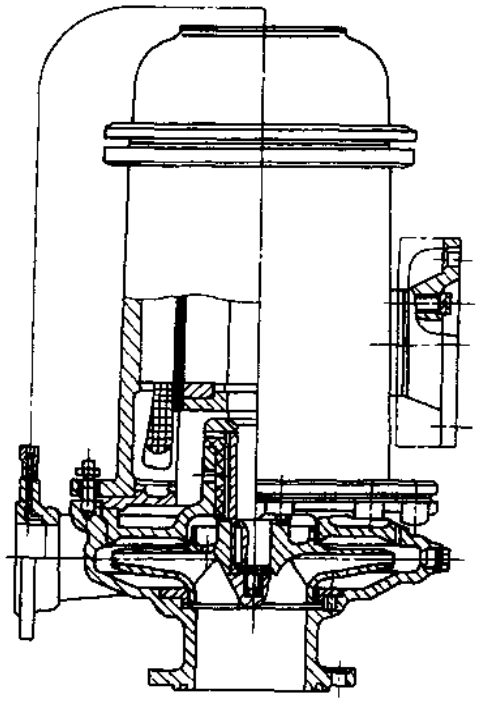


图 16 屏蔽电泵

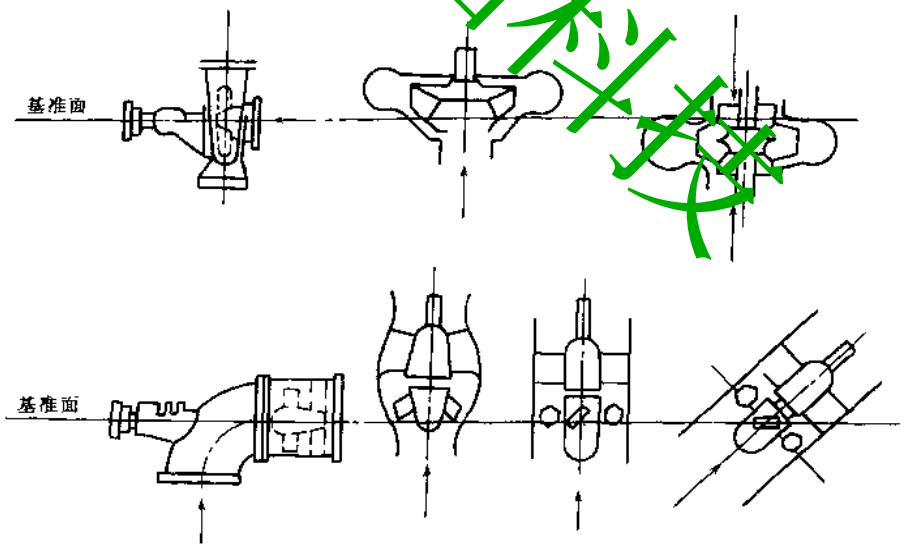


图 17 泵基准面

安装在泵体上并形成壳体一部分的盖。

4.2.2 吸入盖 suction cover

具有吸入口或通往吸入口的壳盖。

4.2.3 平衡室盖 cover of balancing chamber

安装在平衡室（平衡轴向力装置）上的盖。

4.2.4 水套盖 jacket cover

冷却室或保温室上安装的盖。

4.2.5 机械密封盖 mechanical seal cover

支承机械密封固定环的盖。

4.2.6 填料压盖 gland cover

轴封部外侧压紧填料防止水外泄的盖。

4.3 叶轮部分

4.3.1 叶轮 impeller

把能量传给液体的具有叶片的旋转体。

4.3.2 闭式叶轮 closed impeller

离心泵或混流泵中具有前、后盖板的叶轮。

4.3.3 开式叶轮 open impeller

离心泵或混流泵中，前、后盖板不全的叶轮。其中只有后盖板的叶轮称半开式叶轮；前、后盖板都没有的或只有很短的后盖板的称为全开式叶轮。

4.3.4 不堵式叶轮 non—clogging impeller

用于输送含有固体物、纤维状物等具有流道形状不易堵塞的叶轮。

4.3.5 叶轮密封环（口环） impeller ring

叶轮上对应于泵体密封环部位的密封环。

4.3.6 叶轮螺母 impeller cap

装于轴头，用以固定叶轮的异形螺母。

4.3.7 叶轮轮毂 impeller hub

叶轮固定在泵轴上的部分。

4.3.8 诱导轮 inducer

为了提高泵的吸入性能，在叶轮前面同轴安装的轴流式叶轮。

4.4 泵轴部分

4.4.1 泵轴 pump shaft

支承并将动力传给叶轮的轴。

4.4.2 上轴 upper shaft

立式泵中最上部的轴。

4.4.3 下轴 lower shaft

立式泵中最下部的轴。

4.4.4 中间轴 intermediate shaft

立式泵中位于上、下轴之间的轴。

4.4.5 中间联轴器 intermediate shaft coupling

泵体内联接两个轴的联轴器总称。有套筒式、螺纹式、法兰式等。

农发电科技

4.4.6 轴套 shaft sleeve

装在轴上的圆筒形零件。

4.4.7 填料轴套 packing sleeve

装在轴上填料部位的轴套。

4.4.8 水轴承套 bearing sleeve

对应于水轴承部位的轴套。

4.4.9 挡套 interstage sleeve

多级泵中各叶轮之间的轴套。

4.4.10 轴套螺母 sleeve nut

轴上固定轴套的螺母。

4.4.11 减压套 pressure reducing sleeve

为降低轴封部的压力所使用的轴套。

4.4.12 平衡套 balancing sleeve

在液体平衡轴向力部件中对应于平衡衬套处安装的轴套。

4.4.13 平衡盘 balancing disc

在液体平衡轴向力部件中装在转子上对应于平衡板处具有光滑端面的圆盘零件

4.4.14 平衡鼓 balancing piston

在液体平衡轴向力部件中装在转子上对应于平衡衬套处的筒状零件。

4.4.15 调整环 adjust ring

用于调整轴上零件相互轴向位置的套环。

4.4.16 对开挡环 split ring

轴上用来固定叶轮等所用的对开挡环。

4.4.17 挡液圈 deflector

为防止介质沿轴向流出或异物进入轴承内部而装在轴上的挡圈。

4.4.18 挡砂圈 deflector

防止水中砂、土及异物进入轴承而装在轴上的挡圈。

4.5 轴封部分

4.5.1 填料 gland packing

放入填料函中的密封物。

4.5.2 机械密封 mechanical seal

由垂直于主轴的两个平面间的接触压力达到回转密封作用的一种装置。

4.5.3 浮动环密封 floating ring seal

轴封部把既不固定在轴上也不固定在壳体上的套环与固定在壳体上的套环相互交错并形成极狭小的通路来限制泄漏达到密封的一种装置。

4.6 壳体上的零件

4.6.1 导叶 guide vanes

使液体按规定方向流动和使它的部分速度能量转换成压力能量的具有叶片的零件。

4.6.2 隔板 interstage diaphragm

环水帕科技

装在多级泵的壳体上用来分开压力不同的两空腔部分所用的间隔板。

4.6.3 壳衬 casing liner side plate

泵体中对应于开式叶轮叶片或背导叶的部位设置的内衬。

4.6.4 壳体密封环 casing ring

壳体内对应于叶轮密封环部位装入的衬环。

4.6.5 填料函 stuffing box

装填料或机械密封构成轴衬的部位或部件。

4.6.6 填料环 seal cage

填料函中以封液、减压、润滑、冷却为目的放入的各种环的总称。

4.6.7 水封环 water seal cage

主要起水封作用的填料环。

4.6.8 节流套 throat bushing

装入填料函喉部中的衬套。

4.6.9 中间衬套 interstage bushing

对应于挡套或叶轮轮毂外圆表面装在泵体上的衬套。

4.6.10 减压衬套 pressure reducing bushing

装在泵体上与平衡套外圆相对应的衬套。

4.6.11 平衡衬套 balancing bushing

装在泵体上与平衡套外圆相对应的衬套。

4.6.12 平衡板 balancing seat

与平衡盘的光滑端面相对应装在泵体上的圆板。

4.6.13 平衡环 balancing ring

与平衡鼓光滑外圆相对应装在泵体上的衬环。

4.6.14 水封管 sealing pipe

注入水封液体用的管子。

4.6.15 平衡管 balancing pipe

主要是为了平衡轴向力，降低平衡室内压力，将平衡室和低压部分连接起来所用的管子。

4.6.16 穿杠 tie bolt

节段式多级泵中把吸入段、中段、吐出段缔结在一起用的双头螺柱。

4.6.17 水轴承 submerged bearing

直接受输送介质包围的轴承。靠介质润滑。

4.6.18 水轴承体 bearing spider

立式泵中支承水轴承的零件。

4.6.19 轴承体 bearing support

支承轴承的零件。

4.6.20 托架（悬架） frame

支承泵体和轴承体的零件（为有所区别有时称为泵体托架或轴承支架）。

4.7 部位

农业出版社

4.7.1 蜗室 volute

叶轮外圆与旋涡状泵壳体间的空间（见图 14）。

4.7.2 隔舌 cut—water

蜗形体中蜗室起点与扩散部起点所形成的部位（见图 14）。

4.7.3 喉部 throat

隔舌处的吐出断面，即蜗形体中锥管状吐出部分的入口（见图 14）。

4.7.4 吸入口 suction opening

泵吸入液体的入口。

4.7.5 吐出口 discharge opening

泵排出液体的出口。

4.7.6 导叶片 guide vane

使液体按规定方向流动设置的叶片或作为扩散器设置的叶片。

4.7.7 前盖板 front shroud

形成叶轮流道吸入侧方的盖板。

4.7.8 后盖板 back shroud

形成叶轮流道的后侧壁与轮毂连在一起的盖板。

4.7.9 叶片 impeller vane

叶轮内均匀分布的数枚板片状物，主要作用是传递能量。

4.7.10 背叶片 pump—out vane

后盖板外侧所设置的辅助叶片。

4.7.11 平衡孔 balancing hole

叶轮后盖板上为平衡轴向力开设的孔。

4.8 其它部分

4.8.1 底座 base

支承和固定设备的台座总称。

4.8.2 共同底座 common base

两个以上设备安装在一起的底座。

4.8.3 单独底座 single base

单个设备安装的底座。

4.8.4 连接轴 connecting shaft

泵与驱动部分分开的场合，用于连接它们的轴。

4.8.5 联轴器 coupling

连接泵轴和驱动轴的连接件总称。

4.8.6 联轴器罩 coupling guard

联轴器周围设置的安全罩。

5 水力

5.1 粘性系数（粘度） viscosity

东北阀科技

流体层间相互滑动的剪应力与剪切速度变化率的比例常数称为粘性系数，又称粘度。用下式表示：

$$\mu = \frac{\tau}{\frac{du}{dy}}$$

式中：μ——粘度，kgf·s/m²、Pa·s；

τ——剪应力，kgf/m²、N/m²；

$\frac{du}{dy}$——剪切速度变化率，1/s。

5.2 运动粘度 kinematic viscosity

用下式表示的液体所固有的物理量。

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

式中：ν——运动粘度，m²/s；

μ——粘度，kgf·s/m²；

ρ——密度，kgf·s²/m⁴。

5.3 压力 pressure

流体中某一点单位面积上所受的垂直作用力。符号：P，单位：kgf/cm²、MPa。

5.4 静压 static pressure

一般与液流平行的面上作用的液体压力，有时简称为压力。符号：P，单位：kgf/cm²、MPa。

5.5 动压 dynamic pressure

表示液体的动能的压力。用下式表示：

$$q = \frac{\gamma v^2}{2g} \times 10^4$$

式中：q——动压，kgf/cm²；

γ——重度，kgf/m³；

v——流速，m/s；

g——重力加速度，m/s²。

5.6 总压 total pressure

流体具有的静压和动压之和。符号：P_t，单位：kgf/cm²、MPa。

5.7 水头 head

单位重量的流体具有的能量。以液柱高度表示的值。单位：m。

5.8 压力水头 pressure head

液体的静压以液柱高度表示的值。单位：m。

5.9 位置水头 potential head

液体具有的位置能量以水头表示的值。单位：m。

5.10 速度水头 velocity head

江水阳科技

液体具有的动能以水头表示的值。单位：m。

5.11 总水头 total head

液体具有的压力水头、位置水头和速度水头之和。单位：m。

5.12 损失水头 loss head

液体由于摩擦、涡流等失去的能量以水头表示的值。单位：m。

5.13 冲角（攻角） attack angle

液体流入翼形的速度方向和翼弦形成的角。单位：度、rad。

5.14 失速 stall

冲角过大时，液流在翼面或叶片表面上产生显著分离的现象。

5.15 汽蚀 cavitation

流动着的流体由于局部压力的降低产生汽泡的现象。泵发生汽蚀，在汽蚀部位会引起机件的侵蚀，进一步发展则将造成扬程下降，产生振动噪声等。

5.16 喘振 surging

管路系统（包括泵）由于小流量，液流在泵内脱液而形成的自振。表现为压力、流量周期性变化，泵与管路产生激烈振动及低沉噪声。

5.17 水锤（水击） water hammer

管路系统由于流量急剧变化而引起的较大的压力变动。

5.18 脱流 separation

接近物体表面的液流不是沿着物体表面流动而产生逆流或死区的现象。

英 文 索 引

absolute velocity	(2.5.6)
adjust ring	(4.4.15)
allowable suction vacuum	(2.22)
anti—corrosive pump	(1.10.18)
armoured type	(1.8.3)
attack angle	(5.13)
automatic control	(3.8)
automatic operative method	(3.3)
automatic operation	(3.1)
available (NPSH)	(2.18)
axial thrust	(2.66)
axially split type	(1.3.2)
balancing bushing	(4.6.11)
balancing disc	(4.4.13)
balancing disc type	(1.9.2)
balancing pipe	(4.6.15)
balancing piston	(4.4.16)

标准信息科技

balancing piston type (1.9.1)
balancing hole (4.7.11)
balancing hole type (1.9.4)
balancing ring (4.6.13)
balancing seat (4.6.12)
balancing sleeve (4.4.12)
ballast pump (1.10.8)
back shroud (4.7.8)
barrel type (1.8.2)
base (4.8.1)
bearing spider (4.6.18)
bearing support (4.6.19)
bearing sleeve (4.4.8)
belt driven type (1.7.4)
booster pump (1.10.17)
boiler feed pump (1.10)
casing (4.1.1)
casing cover (4.2.1)
casing liner side plate (4.6.3)
casing ring (4.6.4)
canned motor pump (1.8.8)
capacity coefficient (2.61)
cavitation (5.15)
cavitation test (3.21)
centerline support type (1.6.1)
centrifugal pump (1.1.1)
characteristies (2.41)
characteristic curve (2.43)
circulating water pump (1.10.3)
close coupled type (1.7.5)
closed impeller (4.3.2)
coal pump (1.10.6)
condensate pump (1.10.2)
connecting shaft (4.8.4)
column pipe (4.1.10)
common base (4.8.2)
common baseplate type (1.6.3)
complete characteristics (2.45)

云水恒科技

coupling (4.8.5)
coupling guard (4.8.6)
cover of balancing chamber (4.2.3)
critical (NPSH) (2.20)
critical suction vacuum (2.21)
cut—water (4.7.2)
deflector (4.4.17)
deflector (4.4.18)
descaling pump (1.10.7)
diffuser casing (4.1.4)
discharge casing (4.1.5)
discharge elbow (4.1.8)
discharge head (2.13)
discharge opening (4.7.5)
discharge pressure (2.11)
diffuser pump (1.1.4)
direct coupled type (1.7.1)
driver input power (2.31)
double volute casing (4.1.3)
double—suction (1.5.2)
dynamic pressure (5.5)
efficiency curve (2.48)
field operation (3.6)
fire water pump (1.10.13)
floating ring seal (4.5.3)
frame (4.6.20)
front shroud (4.7.7)
gauge pressure (3.23)
gear driven type (1.7.2)
geometric height (2.15)
gland cover (4.2.6)
gland packing (4.5.1)
guaranteed efficiency (2.39)
guide vane (4.7.6)
guide vanes (4.6.1)
head (5.7)
head coefficient (2.62)
head curve (2.47)

云水泵科技

heeling pump	(1.10.9)
horizontal	(1.2.1)
hydraulic coupling driven typt	(1.7.3)
hydraulic efficiency	(2.36)
hydrostatic test	(3.19)
impeller	(4.3.1)
impeller cap	(4.3.6)
impeller hub	(4.3.7)
impeller ring	(4.3.5)
impeller vane	(4.7.9)
inclined	(1.2.3)
individual operaton	(3.5)
inducer	(4.3.8)
inline type	(1.6.2)
inner casing	(4.1.13)
intermediate shaft	(4.4.4)
intermediate shaft coupling	(4.4.5)
interstage bushing	(4.6.9)
interstage diaphragm	(4.6.2)
interstage sleeve	(4.4.9)
iso—efficiency curve	(2.51)
jacket cover	(4.2.4)
kinematic viscosity	(5.2)
large—capacity point	(2.54)
liquid—solids handling pump	(1.10.10)
lifting pipe	(4.1.9)
L.P.G (Liquefied Petroleum Gas) pump	(1.10.16)
loss head	(5.12)
lower—capacity point	(2.55)
lower shaft	(4.4.3)
manual operation	(3.2)
manual operativn method	(3.4)
maximum efficiency	(2.38)
maximum efficiency point	(2.3)
mechanical efficiency	(2.34)
mechanical loss	(2.33)
mechanical seal	(4.5.2)
mechanical seal cover	(4.2.5)

云水帕科技

meridian velocity (2.59)
model test (3.20)
monitor pump (1.10.4)
multi—stage (1.4.2)
net positive suction (NPSH) (2.17)
non—clogging impeller (4.3.4)
operating point (2.1)
operating range (2.53)
open impeller (4.3.3)
outer casing (4.1.14)
overall efficiency (2.37)
packing sleeve (4.4.7)
parallel operation (3.9)
peripheral velocity (2.58)
performance (2.40)
performance curve (2.42)
performance test (3.18)
pit barrel type (1.8.4)
pit drainage pump (1.10.5)
pressure reducing bushing (4.6.10)
pressure reducing sleeve (4.4.11)
pressure head (5.8)
pressure (5.3)
priming (3.12)
process pump (1.10.14)
portable type (1.6.5)
potential head (5.9)
pump capacity (2.26)
pump effective power (2.29)
pump efficiency (2.32)
pump head (2.4)
pump—out vane (4.7.10)
pump shaft (4.4.1)
pump shaft power (2.30)
pull—out type (1.8.5)
pulp pump (1.10.15)
radially split type (1.3.1)
radial thrust (2.67)

云水泵科技

regenerative pump (vorter pump) (1.1.2)
relative velocity (2.57)
reference plane (2.16)
required (NPSH) (2.19)
required (NPSH) curve (2.50)
remote operation (3.7)
revolution speed (2.28)
rotodynamic pump (1.1)
runaway speed (2.46)
running test (3.17)
sand pump (1.10.11)
seal eage (4.6.6)
sealing pipe (4.6.14)
sectional type (1.3.1.1)
self--balancing type (1.9.3)
self priming type (1.8.6)
separate baseplate type (1.6.4)
separation (5.18)
seriesopoeration (3.10)
sewage pump (1.10.14)
side cover type (1.3.1.2)
single base (4.8.3)
single—stage (1.4.1)
single—suction (1.5.1)
sleeve nut (4.4.10)
sludge pump (1.10.13)
slurry pump (1.10.12)
shaft power coefficient (2.64)
shaft power curve (2.49)
shaft sleeve (4.4.6)
shop test (3.16)
shut off operation (3.11)
specific speed (2.23)
speed constant (2.63)
specified capacity (2.27)
specified point (2.2)
specified pump head (2.6)
split ring (4.4.16)

云水泊科技

stage casing	(4.1.7)
stall	(5.14)
static pressure	(5.4)
shut off head	(2.5)
submerged bearing	(4.6.17)
submergible motor pump	(1.8.7)
suction bell	(4.1.12)
suction casing	(4.1.6)
suction cover	(4.2.2)
suction elbow	(4.1.11)
suction head	(2.14)
suction opening	(4.7.4)
suction pressure	(2.12)
suction specific speed	(2.24)
surging	(5.16)
stuffing box	(4.6.5)
system head curve	(2.52)
tie bolt	(4.6.16)
theoretical pump head	(2.8)
thomas cavitation constant	(2.65)
throat	(4.7.3)
throat bushing	(4.6.8)
tolerance	(2.44)
total discharge head	(2.9)
total head	(5.11)
total pressure	(5.6)
total static head	(2.7)
total suction head	(2.10)
type test	(3.15)
type number	(2.25)
upper shaft	(4.4.2)
vertical	(1.2.2)
velocity head	(5.10)
velocity triangle	(2.60)
viscosity	(5.1)
volute	(4.7.1)
volute casing	(4.1.2)
volute pump	(1.1.3)

云水泵科技

volumetric efficiency (2.35)
warm—up (3.14)
water hammer (5.17)
water hammer test (3.22)
water seal cage (4.6.7)
water sealing (3.13)
wet pit type (1.8.1)

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：曹显忠。

万水帕科技

中华人民共和国国家标准

离心泵　技术条件（Ⅰ类）

Technical specifications for centrifugal pumps—Class Ⅰ

GB/T16907—1997

目　　次

前言 …… 256
ISO 前言 …… 257
引言 …… 258
1　范围 …… 259
2　引用标准 …… 259
3　定义 …… 260
4　设计 …… 263
5　材料 …… 284
6　工厂检查和试验 …… 286
7　发货准备 …… 289
8　责任 …… 290
附录 A（标准的附录）　离心泵-　-数据表 …… 290
附录 B（标准的附录）　泵短管上的外力和外力矩 …… 296
附录 C（标准的附录）　询问单、建议书、购货订单 …… 304
附录 D（标准的附录）　根据购货订单的文件提供 …… 305
附录 E（提示的附录）　峰值位移 …… 305
附录 F（提示的附录）　密封装置示例 …… 306
附录 G（提示的附录）　密封管路系统配置 …… 308
附录 H（提示的附录）　流体管接头标识代码 …… 321
附录 J（提示的附录）　离心泵零件的材料和材料规范 …… 322
附录 K（提示的附录）　核对单 …… 324
附录 L（提示的附录）　参考文献 …… 326

万水帕科技

前　言

本标准是等效采用国际标准ISO9905：1994《离心泵技术条件— —Ⅰ类》。在此之前，我国已经等效采用了两个离心泵技术条件的国际标准，即GB/T5656— 1994（eqv ISO5199：1986）和GB/T5657 —1995（eqv ISO9908：1993）。至此，有关离心泵技术条件的三个国际标准已被全部等效采用。

本标准的附录A、附录B、附录C和附录D都是标准的附录；

本标准的附录E、附录F、附录G、附录H、附录J、附录K和附录L都是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国泵标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：沈阳水泵研究所。

本标准主要承办人：胡振昌。

农业帕科技

ISO 前言

ISO（国际标准化组织）是各国家标准团体（ISO 成员团体）的世界性联盟。通常，国际标准的制定工作通过 ISO 技术委员会进行。对业已建立技术委员会的某一题目感兴趣的每一成员团体均有权参加该委员会。与 ISO 存在联系的政府间和非政府间的国际组织也参与其中工作。在电工技术标准化的所有各个方面 ISO 与国际电工委员会（IEC）进行着紧密的合作。

为技术委员会接受的国际标准草案被分发给各成员团体进行投票。一项国际标准的发布至少需要有参加投票的成员团体的 75% 赞成票。

ISO9905 国际标准由 ISO/TC115 泵技术委员会，SC1 泵的尺寸和技术条件分技术委员会制定。

附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 都是本国际标准的整体组成部分。附录 E、附录 F、附录 G、附录 H、附录 J、附录 K 和附录 L 都是供参考的。

万方电子科技

引　言

本标准是关于离心泵技术条件的第三个标准❶。这一组标准共有三类技术条件，分别称为Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类。Ⅰ类（本标准）包含要求最严格，Ⅲ类（GB/T5657）要求最低。Ⅱ类离心泵要求见GB/T5656。

应当根据预定的应用泵的技术要求来选择使用的技术条件类别。买方和制造厂/供方须在选择类别上取得一致意见。

此外，选择时还要考虑应用领域的安全要求。

可是要统一某一应用领域的离心泵技术要求类别也是不可能的，因为每一应用领域均有各种不同的要求。例如对一个炼油厂、化工厂或电厂，根据不同的应用泵要求有可能使用所有类别（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）泵。因此，或许会出现这样的情形，在一个工厂里，按Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类制造的泵可能会相互一起工作在近旁。

那些涉及特殊应用或工业要求的内容由另外单独标准加以规定。

对某一应用而言，需要哪一类泵，可以根据下列准则进行选择：

——可靠性；

——工作条件；

——周围环境条件；

——当地环境条件。

整个本标准，其中以黑体字印刷的条文表示它可能需要由买方做出决定或需要由买方和制造厂/供方共同商定。

农泵信息科技

采用说明：

❶ 这是按我国的标准发布先后次序，按国际标准起草先后应是第二个。

1 范围

1.1 本标准规定了各种工业用离心泵的Ⅰ类（最严格）要求。它由包含一般要求的基本正文组成。技术要求只适用于泵机组。

本标准不包括蓄能泵的要求，它需要有单独的标准加以规定。

1.2 本标准包括与这些泵（含底座、联轴器和辅助管路）的安装、维护和安全有关的设计特性。

1.3 如已要求应用本标准规范，

a）同时又要求一种特定的设计特性时，可以提供符合本标准意图的替代设计，只要对这种替代加以详细描述；

b）可以提供不是完全执行本标准要求的泵供考虑，只要对所有不符合之点都作了说明。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB3098.6—86	紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉、螺柱和螺母（eqv ISO3506：1979）
GB3216—89	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法（eqv ISO2548：1973 ISO3555：1977）
GB3767—83	噪声源声功率级的测定 工程法及准工程法（eqv ISO3744：1981）
GB4216—84	灰铸铁管法兰
GB/T4662—93	滚动轴承 额定静负荷（eqv ISO76：1987）
GB5661—85	轴向吸入离心泵 机械密封和软填料用的空腔尺寸(idt ISO3069:1974)
GB5662—85	轴向吸入离心泵（16bar）标记、性能和尺寸（idt ISO2858：1975）
GB6062—85	轮廓法触针式表面粗糙度测量仪 轮廓记录仪及中线制轮廓计（eqv ISO3274：1975）
GB6075—85	制订机器振动标准的基础（eqv ISO2372：1974）
GB/T6391—1995	滚动轴承 额定动载荷和额定寿命（idt ISO281：1990）
GB7306—87	用螺纹密封的管螺纹（eqv ISO7-1：1982）
GB7307—87	非螺纹密封的管螺纹（eqv ISO228-1：1982）
GB9239—88	刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定（eqv ISO1940-1：1986）
GB9439—88	灰铸铁件（eqv ISO185：1988）
GB10889—89	泵的振动测量与评价方法（eqv ISO1940-1：1986）
GB10890—89	泵的噪声测量与评价方法（eqv ISO3746：1979）
GB11227—89	用户和制造厂对弹性联轴器技术性能项目要求(eqv ISO4863:1984)

工发信科技

GB11352—89 一般工程用铸造碳钢件（neq ISO3755：1976）
GB12380—90 凸面整体球墨铸铁管法兰（neq ISO7005-2：1988）❶
GB12381—90 凸面带颈螺纹球墨铸铁管法兰（neq ISO7005-2：1988）
GB12382—90 管端翻边带颈松套球墨铸铁管法兰（neq ISO7005-2：1988）
GB12383—90 凸面球墨铸铁管法兰盖（neq ISO7005-2：1988）
JB/T79—94 整体铸钢管法兰
JB/T82—94 对焊钢制管法兰

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 正常条件 normal conditions

预计的通常工作条件。

3.2 额定条件 rated conditions

规定的保证点工作条件，包括流量、扬程、功率、效率、汽蚀余量、吸入压力、温度、密度、粘度和转速。

3.3 工作条件 operating conditions

由给定的用途和泵输液体决定的所有各个工作参数（如温度、压力）。

这些参数将影响泵的结构型式和结构材料。

3.4 容许工作范围 allowable operating range

制造厂/供方确定的在规定工作条件下使用供应叶轮时泵的流量范围。它受到汽蚀、发热、振动、噪声、轴的弯曲和其他类似条件的限制，这个范围的上限和下限分别用最大和最小连续流量表示。

3.5 泵壳最大容许作用压力 maximum allowable casing working pressure

适合于泵壳的、规定工作温度下的最高出口压力。

3.6 基本设计压力 basic design pressure

由承压零件使用的材料在20℃时的许用应力导出的压力。

3.7 最大出口作用压力 maximum outlet working pressure

最大入口压力加上额定条件下使用供应叶轮时的最大差压的和。

3.8 额定出口压力 rated outlet pressure

额定流量、额定转速、额定入口压力和密度下保证点的泵出口压力。

3.9 最大入口压力 maximum inlet pressure

泵在工作时所受到的最大入口压力。

3.10 额定入口压力 rated inlet pressure

采用说明：

❶ ISO9905：1994第2章引用标准尚有以下几个标准因我国尚未采用，本标准未将它们列入引用标准，而是放在参考文献（见附录L）中。它们是ISO427：1983，ISO544：1989，ISO7005-1：1992，ISO7005-2：1988，ISO7005-3：1988。另外，ISO3755：1991我国也尚未采用，GB11352—89系非等效采用ISO3755：1976。

农业知识科技

作为保证点工作条件的入口压力。

3.11 最高容许温度 maximum allowable temperature

在规定的工作压力下输送规定的工作流体时适合于设备（或术语所指的任何零件）的最高容许持续温度。

3.12 额定输入功率（轴功率） rated power inpat

额定条件下泵需要的功率。

3.13 最大动密封压力 maximum dynamic sealing pressure

在任一规定运行状况下以及在启动和停机过程中轴封处预计的最高压力。

注1：确定此压力时应考虑最大入口压力、循环或注入（冲洗）液体的压力以及内部间隙改变产生的影响

3.14 最小容许流量 minimum permitted flow

a）对稳定流动：是指泵可以工作而不会发生超过本标准强制性规定限度的噪声和振动时的最小流量。

b）对热流体流动：是指泵可以工作并保持泵输液体温度仍低于可用汽蚀余量与必需汽蚀余量相等时的温度的最小流量。

3.15 腐蚀留量 corrosion allowance

被泵输液体浸湿的零件其壁厚超过理论壁厚的量。理论壁厚是指为经受住4.4.2.2和4.4.2.4给出的极限压力所需要的壁厚。

3.16 最高容许连续转速 maximum allowable continuous speed

一种最高转速，制造厂容许泵在该转速下连续工作。

3.17 额定转速 rated speed

满足额定条件所需要的泵的单位时间转数。

注2：感应电动机运转时，其转速是加于其上的负载的函数。

3.18 自停转速 trip speed

促使独立的超速紧急机构动作而关闭原动机时的转速。

3.19 第一临界转速 first critical speed

旋转零部件的最低横向自然振动频率与旋转频率相一致的转速。

3.20 设计径向负荷 design radial load

在设计液体密度（通常1 000kg/m³）条件下泵使用最大叶轮（直径和宽度）在最高转速性能曲线的制造厂规定范围内工作时所受到的最大水力径向力。

3.21 最大径向负荷 maximum radial load

在最大液体密度条件下泵使用最大叶轮（直径和宽度）在最高转速性能曲线的任一点工作时所受到的最大水力径向力。

3.22 轴的径向跳动 shaft runout

用手转动由轴承支承的处于水平位置的轴时由测量轴相对轴承箱位置的器具所指示的总径向偏移量。

3.23 端面跳动 face runout

用手转动由轴承支承的处于水平位置的轴时由附着在轴上并随轴一起旋转的器具在填料函的外径向端面上指示的总轴向偏移量。

技术面科技

径向端面是指决定密封部件对中性的平面。

3.24 轴的挠度 shaft deflection

轴因响应作用在叶轮上的水力径向力而偏离其几何中心的位移。

注3：轴的挠度不包括由于轴在轴承间隙范围内的倾斜而引起的轴位移和由于叶轮不平衡或轴的径向跳动而引起的轴弯曲。

3.25 循环（冲洗） circulation（flush）

泵输液体经外部管路或内部通道从高压区至密封腔的回流。回流液体用来带走密封处产生的热量或使密封腔保持正压，或者经过处理以改善密封工作环境。

注4：在有些情况下，从密封腔至低压区（例如入口）的循环或许是理想的方式。

3.26 注入（冲洗） injection（flush）

从外部液源引来合适的（清洁的、相容的等）液体注入密封腔中然后进入泵输液体中。

3.27 急冷—熄灭（阻封） quenching

在主轴封的大气侧连续地或间断地引入合适的（清洁的、相容的等）流体用以排除空气或湿气，清除沉积物（包括冰）或阻止其生成，润滑辅助密封，熄灭火花，稀释、加热或冷却泄漏液。

3.28 阻隔液体（缓冲液体） barrier liquid（buffer）

在两个密封（机械密封和/或软填料）之间介入一种合适的（清洁的、相容的等）液体。

注5：阻隔液体的压力取决于密封配置情况。阻隔液体可以用来阻止空气进入泵里。通常，阻隔液体较泵输液体易于密封，并且/或者一旦发生泄漏，产生的危害性也较小。

3.29 节流衬套（安全衬套） throttle bush（safety bush）

设在机械密封外端的围绕轴（或轴套）间隙很小的限流衬套，旨在降低密封失效时的泄漏。

3.30 喉部衬套 throat bush

设在密封（或填料）和叶轮之间的围绕轴（或轴套）间隙很小的限流衬套。

3.31 压力壳 pressure casing

机组的所有静止承压零件的总称，包括所有的短管和其他连接件。

3.32 双层壳体 double casing

一种结构型式，在这种结构中压力壳与装在它里面的泵水力元件是相互分开的两个不同的壳。

3.33 筒形壳体 barrel casing

一种特指的双层壳体泵。

3.34 立式屏蔽泵 vertical canned pump

插入在一个外壳（密封壳或沉箱）中的立式泵，从环形空间中吸入液体。

3.35 立式屏蔽电机-泵 vertical canned motor pump

一种无轴封泵机组，在这种机组中，采用屏蔽套将电动机定子与转子隔离，实现定子密封，转子在循环的泵输液体或其他液体中旋转。

3.36 水功率回收涡轮 hydraulic power recovery turbine

以反向液流驱动，在联轴器端输出机械能的泵。能量的获得来自流体压力降低所释放的能量的回收（以及有时来自流体蒸发气体或蒸汽所释放的附加能量）。

农业标准文本

注 6：对水功率回收涡轮短管，本标准提到的所有吸入口和排出口分别适用于它的出口和入口。

3.37 径向剖分 radial split

指泵壳接合面横截于泵轴中心线。

3.38 轴向剖分 axial split

指泵壳接合面平行于泵轴中心线。

3.39 汽蚀余量（NPSH） net positive suction head（NPSH）

相对 NPSH 基准面而言的入口绝对总水头超出汽化压力水头的量。

注 7：NPSH 与基准面有关而入口总水头与参考面有关。NPSH 基准面是通过由叶轮叶片进口边最外点所描绘的圆中心的水平面。对立轴或斜轴双吸泵，该基准面是通过较高中心的水平面。制造厂/供方应根据泵上准确的参考点标示此平面的位置。

3.40 可用汽蚀余量（NPSHA） net positive suction head available（NPSHA）

对于规定的液体、温度和流量，由安装条件确定的 NPSH。

NPSHA 也称泵装置汽蚀余量，即适合泵装置使用的汽蚀余量❶。

3.41 必需汽蚀余量（NPSHR） net positive suction head required（NPSHR）

在规定流量和转速下达到规定性能泵的最小 NPSH（此时发生可见汽蚀，汽蚀噪声增大，出现扬程或效率下降，扬程或效率下降至某一给定的量等）。

3.42 吸入比转速 suction specific speed

表示转速、流量和 NPSHR 三者关系的系数，按最佳效率点确定。

3.43 流体动力轴承 hydrodynamic bearing

一种轴承，其表面相对另一表面而调位使相对运动形成的一个油楔来支承负荷避免金属对金属的接触。

3.44 流体动力径向轴承 hydrodynamic radial bearing

具有轴套—轴颈型或倾斜式轴瓦结构的轴承。

3.45 流体动力止推轴承 hydrodynamic thrust bearing

具有多片轴瓦或倾斜式轴瓦结构的轴承。

3.46 设计值 design values

设计泵时为了确定性能、容许最小壁厚以及泵的各种零件的机械特性所使用的值。

注 8：在买方规范书中无论如何均应避免使用设计这个词（诸如设计压力、设计功率、设计温度或设计转速）。该术语应当只供设备设计者和制造厂/供方使用。

3.47 联轴器使用系数 coupling service factor

系数 K，用该系数乘以驱动机的标称转矩 T_N 得到额定转矩 $T_K=KT_N$。它适当考虑了来自泵和/或其驱动机的周期性转矩波动，从而保证联轴器有满意的寿命。

4 设计

4.1 总则

采用说明：

❶ “NPSHA 也称……”这句话为 ISO9905 所没有，是为了便于理解而增加。

标准图书科技

每当多个文件中含有相抵触的技术要求时，应按下列次序决定它们的适用性：

a）购货订单（或询问单，如没有发出订单）〔见附录C（标准的附录）和附录D（标准的附录）〕；

b）数据表〔见附录A（标准的附录）〕；

c）本标准；

d）订单（或询问单，如没有发出订单）中提到的其他标准。

任何国家的和地方的规范、条例、法令、规则的可适用性应由买方和制造厂/供方共同商定。

4.1.1 特性曲线

4.1.1.1 供应叶轮的特性曲线应有表示扬程、效率、NPSHR和轴功率对流量的关系曲线，并要标出泵的容许工作范围。对单级泵，应绘出最大叶轮直径和最小叶轮直径的扬程-流量曲线（根据计算或试验）；对多级泵，如有要求，也应绘出这样的曲线。

4.1.1.2 对于大多数应用场合，泵最好具有稳定的扬程-流量曲线，即曲线呈连续上升趋势直至阀关死点，而当买方有并联运行规定时，则必需稳定曲线。如果应用合适并且未有曲线形状偏差，也可以提供不稳定或陡降扬程-流量曲线（例如旋桨式泵曲线）泵。当使用条件使技术上不可能获得稳定曲线时，必须采用可保证要求流量的其他方法。如有并联运行的规定，额定流量点的扬程应有足够的上升斜率以避免流量失稳。

4.1.1.3 供应叶轮的最佳效率点最好应落在额定点和正常点之间（见3.1）。

4.1.1.4 如果泵的设计只准配一种恒速驱动机，泵应有可能通过换装一个或一组新的直径大些叶轮使额定条件下的扬程大约增加5%。

4.1.1.5 输送粘性较水大的牛顿液体的泵，其性能应按买方和制造厂/供方商定的性能换算系数加以修正。对非牛顿液体，须作专门考虑。

4.1.2 汽蚀余量（NPSH）

除非另有商定，NPSHR应按GB3216以冷水为基准确定。

应当提供水的NPSHR与流量关系曲线。

NPSHA必须有比NPSHR大10%的裕量，但无论如何不得小于0.5m。供性能曲线用的NPSH是对应泵的第一级扬程下降3%时的NPSH即NPSH3。

如果泵制造厂/供方认为由于结构材料和泵输液体的原因需要更大的NPSH，则应在建议书中说明此点并提供合适的曲线。

制造厂/供方应在数据表中规定泵在额定转速和额定流量下输送水时的必需汽蚀余量（NPSHR）。

不应对烃类液体进行NPSH值的修正或降低该值。

关于NPSH试验，见6.3.5。

4.1.3 泵的设计

4.1.3.1 泵机组可以设计成单级或多级。额定入口表压为正值或者差压超过0.35MPa时，泵的设计应设法使轴封处的压力降至最小，除非轴向推力平衡要求另有规定。在单级悬臂泵设计中，可以采用在叶轮背面设置密封环或副叶片方法。对多级泵，可以或是背靠背布置叶轮结合使用小间隙节流衬套或是叶轮顺列同时使用平衡鼓或平衡盘来减少轴向压力。

经买方和制造厂/供方双方协议也可使用其他方法。

4.1.3.2 对大功率泵（级扬程超过200m和级功率大于225kW）需作特殊考虑以保证涡壳（包括双涡壳泵体）隔舌或导叶叶片与叶轮外周之间的径向距离确定得合适，可以避免过分的振动和噪声（叶片扫过频率和流量减少时的低频率）。

4.1.3.3 采用螺纹联轴节连接传动轴的立式泵，由于反转或许会使联轴节螺纹松脱而遭损坏，应装设防止反转的棘轮或采取其他获得认可的有效措施。

4.1.3.4 所有设备均应设计得可以快速经济地进行维修。如壳体结构件和轴承箱这些主要零部件，设计上应考虑（设肩形突起或定位销）保证重新装配时它们能精确对中心。

4.1.3.5 买方和制造厂/供方应共同努力控制所有各种供应设备的噪声级。除非另有规定，制造厂/供方供应的设备应符合当地法规的要求，并且不超过买方规定的最大容许噪声级。

注9：虽然驱动机不在本标准的适用范围内，但它对噪声级的影响仍应予以考虑。

4.1.4 室外安装

买方应规定是室内安装（受热的或不受热的）还是室外安装（有无遮蔽）以及设备工作所在地的环境条件（包括最高和最低温度、异常湿度、空气腐蚀性或尘粒问题）。机组及其附属设备均应适合在这些规定的条件下工作。作为买方的指导，制造厂/供方应在建议书中列举任何要求买方提供的特别防护措施。

4.2 驱动机

4.2.1 总则

4.2.1.1 确定额定驱动性能的要求

确定额定驱动性能时应考虑下列因素：

a）泵的应用和工作方式。例如对并联工作的泵，应当结合系统特性曲线来考虑只有一台泵工作时它的可能性能范围；

b）泵特性曲线上工作点的位置；

c）轴封摩擦损失；

d）机械密封的循环液体流量（特别是对小流量泵）；

e）泵输送介质的性质（粘度、固体物含量、密度）；

f）传动装置的功率损失和滑差；

g）泵现场的大气条件。

任何本标准适用范围内的泵用驱动机的额定输出功率与泵的轴功率之比至少应等于图1所给的百分比，但不得小于1kW。如果这会使驱动机功率裕度显得不必要地大，则应提出另外的配用建议交买方核准。

4.2.1.2 轴向推力负荷

如果止推轴承不是泵的组成部分，并且也无买方认可的其他规定，立式泵（包括立式管道泵）的电动机、汽轮机或齿轮传动装置应设计成可以承受泵在启动、停机或任一流量点工作时可能产生的最大轴向推力。最大轴向推力负荷应在二倍原始内部间隙条件下确定。如果驱动机不是由制造厂/供方供应，他应将这些要求通知买方。

4.2.2 汽轮机驱动泵

4.2.2.1 蒸汽轮机

仅供伯科技

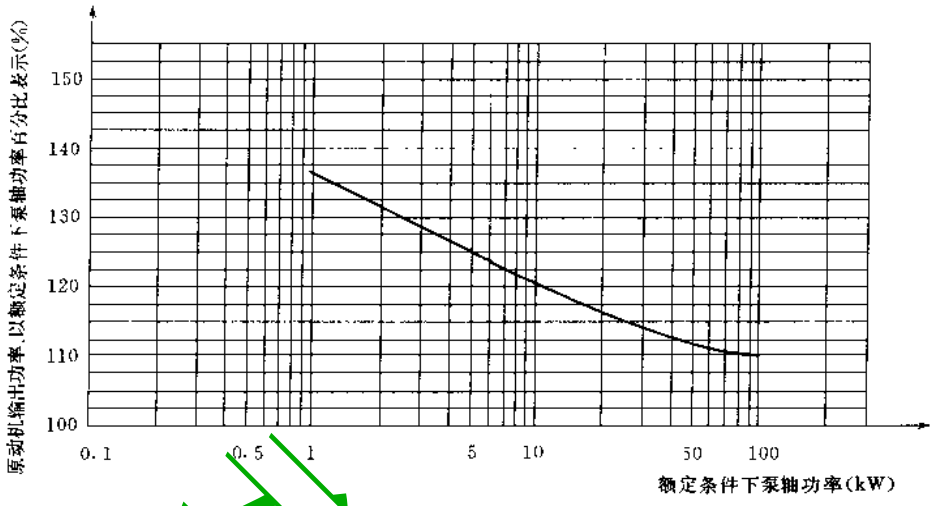


图1 以额定泵轴功率（1kW～100kW）百分比表示的驱动机输出功率

选择的蒸汽轮机应是能够传输给泵需要的轴功率：基于保证的泵效率的额定条件下需要的轴功率或者泵整个工作范围内需要的最大轴功率。蒸汽轮机的额定功率应根据规定的最小进汽条件和最大排汽条件得出。

4.2.2.2 汽轮机驱动泵的转速

汽轮机驱动泵应设计成可以在105%额定转速下连续运行，并且在紧急情况下还可以在高达110%额定转速下（此时汽轮机超速自停机构开始动作）作短暂运行。

对蒸汽轮机和往复式发动机，自停转速至少应是110%最高容许连续转速；对燃气轮机，自停转速至少应是105%最高容许连续转速。

4.3 临界转速，平衡和振动

4.3.1 临界转速

4.3.1.1 临界转速对应于转子—轴承支承系统的共振频率。临界转速的基本识别由系统的自然频率和强迫振动现象的频率构成。如果一个周期性强迫振动现象的任一谐波分量的频率等于或接近于任一转子振动模的频率，就可能存在共振条件。倘若共振存在于某一限定转速下，此转速即叫临界转速。本技术条件涉及的是实际临界转速而不是各种计算值，不仅对横向振动，而且对扭转振动均是如此。

4.3.1.2 强迫振动现象频率或激发频率可以小于、等于或大于转子的同步频率。这样的强迫振动频率可能包含（但不限于这些）下列现象：

a）转子系统内的不平衡；

b）油膜效应；

c）内摩擦频率；

d）叶轮叶片、导叶片、排出短管或导叶扩散器通过频率；

e）齿轮啮合和边带频率；

f）联轴器不对中频率；

行业标准科技

g）活动转子系统组件频率；

h）滞后现象和摩擦涡流频率；

i）边界层（旋涡流出）；

j）声学或空气动力学效应；

k）启动条件，例如，转速阻滞（在惯性阻抗下）或对扭转共振有影响的扭转变形；

l）内燃机场合下，气缸数、气缸排之间角度以及是双冲程还是四冲程。

4.3.1.3 实际临界转速不得侵入规定的转速范围。

第一临界转速（弯曲情况下）最好应比最高工作转速至少高出20%以上，除非是不可能设计成刚性轴泵，并且还要取得买方的同意。

对立轴泵，这一点也适用，特别是在输送液体中含有相当大比例固体颗粒的情况下。

如不可能设计成刚性轴泵并且又取得买方的同意，则：

——第一临界转速 N_{c1} 应不超过 0.37（=1/2.7）倍最低工作转速 N_{min}。

——第二临界转速应不小于1.2倍最高连续转速 N_{max}。

此两条件可用如图2所示的例图说明。

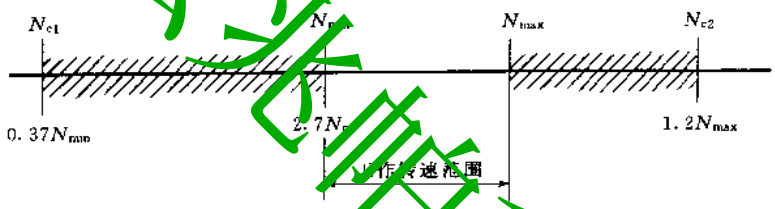


图2 临界转速条件（见4.3.1.3）

4.3.1.4 对所有各种横向振动模式（包括刚性的和弯曲的），临界转速避免侵入的间隔裕度至少应是：

a）刚性转子系统，高出最高连续转速20%，或

b）柔性轴转子系统，比任何工作转速低15%，同时高出最高连续转速20%。

对整机扭转振动模式，应至少比任何工作转速低10%，或至少高出自停转速10%。

规定的间隔裕度用来防止临界响应包络与工作转速范围发生重叠。

4.3.1.5 旋转设备在其低速运行、启动、停机过程中不应由于通过临界转速而引起损坏。

4.3.1.6 在规定的工作转速范围内或规定的间隔裕度内，驱动机和被驱动设备的支承座和轴承箱不得发生共振。

4.3.1.7 如买方有规定，临界转速应用试验台数据加以证实。或者，如临界转速高于试验转速，它们应是：

a）计算的衰减值，或者

b）由外加的转子激振所确定的值。

4.3.1.8 如买方有规定，下面a）项和b）项详列的计算应由制造厂/供方提供。如果是买方提供驱动设备，则买方应负责提供这些计算数据：

a）横向临界转速分析以确定驱动机的临界转速与泵的临界转速是相容的，并且两者组

合也是适合于规定的工作转速范围；

b）泵—驱动机系统扭转振动分析和同步电动机—被驱动系统的瞬态扭转振动分析。制造厂/供方应对系统的性能满意性负责。

在内燃机驱动情况下，应由内燃机制造厂/供方负责进行上述分析。

4.3.2 平衡和振动

4.3.2.1 总则

4.3.2.1.1 所有的主要旋转构件均应作平衡。如买方有规定，组装好的转子亦应作平衡。

4.3.2.1.2 如买方有规定，制造厂/供方应证实泵可以在标出的最小连续稳定流量下工作而不会发生超过 4.3.2.2 所给出的振动极限的振动。

4.3.2.1.3 泵应在其整个转速范围内平稳地运行直至达到额定转速，对汽轮机驱动机组，还包括至超速极限。

4.3.2.1.4 泵（及其驱动机）安装后的平稳运行应由制造厂/供方与买方共同负责。安装在永久性基础上的泵应如安装在制造厂/供方的试验台上一样运行良好。

4.3.2.2 卧式泵

在制造厂/供方的试验装置上测得的未过滤振动值不得超过表 1 所给的振动烈度极限。这些数值是在泵无汽蚀运行状态下对额定转速（±5%）和额定流量（±5%）单个工作点在轴承箱处沿径向测得的。通常按 GB9239—88 的 G6.3 级作平衡即能达到表列值的要求（进一步情况见 ISO5343 和 ISO8821）。

采用特殊叶轮，例如单流道叶轮的泵，其振动值可能会超过表 1 给出的极限，这种情况下泵制造厂/供方应在他的供货中指明这点。

表 1 多叶片叶轮卧式泵的振动烈度极限（根据 GB10889）

转速 n (r·min)	轴中心高为 h_1 时最大均方根振动速度值（mm/s）	
	$h_1 \leqslant 225$mm	$h_1 > 225$mm
$n \leqslant 1800$	2.8	4.5
$1800 < n \leqslant 4500$	4.5	7.1

注：对卧式脚座安装泵，h_1 是与泵脚相接触的底座表面和泵轴中心线间的距离。

4.3.2.3 立式泵

4.3.2.3.1 对刚性联轴器连接的立式泵，应在驱动机座的上法兰处取振动读数，而对弹性联轴器连接的立式泵应在靠近泵上轴承处进行测量。

4.3.2.3.2 工厂试验时在额定转速（±5%）和额定流量（±5%）点无汽蚀运行状态下滚动轴承泵和轴套轴承泵的振动速度极限均不得超过 7.1mm/s。

4.4 承压零件（同见 5.1）

4.4.1 压力—温度额定值

制造厂/供方必须明确地规定在最恶劣的工作条件下泵的最大容许作用压力。任何情况下泵（泵体和泵盖，包括轴封箱和填料压盖/端盖在内）的最大容许作用压力不得超过泵法兰的最大容许作用压力。

4.4.2 泵壳

4.4.2.1 如果规定工作条件中有下列条件之一时即需要采用径向剖分壳体泵：

a）泵输温度 200℃或更高（如有可能发生温度急增，应考虑将温度限制降低一些）；

b）泵输有毒液体或规定泵输温度下密度小于 0.7kg/dm³ 的易燃液体；

c）额定排出表压力超过 7MPa，泵输易燃液体。

注 10：经买方专门同意，可以提供轴向剖分壳体泵用于上述规定条件（建议买方在同意轴向剖分壳体泵用于这些条件之前应先考虑设计详细情况和以前的制造厂/供方在这方面的使用经验。此外最大水压试验压力、水平接合面密封技术、泵的场所以及现场维护人员的技术水平也是决定时应考虑的因素）。

4.4.2.2 压力壳的厚度应适合最大出口作用压力加上考虑泵输温度下扬程和转速增加的压力修正量，同时还应适合室温下的水压试验压力。

壳体的最大容许作用压力应等于或大于最大出口压力。

双壳体泵、卧式多级泵（3 级或 3 级以上）以及轴向剖分壳体泵通常只承受入口压力的那些部分可不必按排出压力来设计（买方应考虑在这样装置的吸入侧安装减压阀）。买方应规定立式屏蔽泵入口密封壳是否要适合于最大排出压力（当二台或二台以上泵连接在一个共同排出系统时，这样做是可取的）。设计中使用的、任何给定材料的应力值不得超过规定材料标准中所给出的值。承压零件的计算方法和选择的材料的安全系数应符合国家有关法规或条例。

承压零件应有 3mm 的腐蚀留量，除非可以接受比这更小的留量（例如对钛材料）。

4.4.2.3 最大排出压力应适用于压力壳定义（见 3.31）中提到所有零件，但双壳体泵、卧式多级泵（3 级或 3 级以上）和轴向剖分壳体泵除外。

4.4.2.4 双壳体泵的内层壳应设计成能经受住最大内部差压或 0.35MPa，以大者为准。

4.4.2.5 如果存在因温度差或任何其他原因引起泵和驱动机不对中的危险，应采取措施使危险减至最小，例如沿中心线支承、带冷却的支座和进行预对中等。

4.4.3 材料

承压零件使用的材料应根据泵输液体、泵的结构和泵的应用而定（见第 5 章）。

4.4.4 机械特性

4.4.4.1 拆卸

除立式传动轴泵和分段式多级泵外，其他的泵均应设计成无需扰动入口和出口法兰连接即可移出叶轮、轴、轴封和轴承部件。对轴向剖分泵，它的吊耳或环首螺钉只供起吊上半泵壳之用，起吊装配好的泵的方法应由制造厂/供方另行规定。

4.4.4.2 起顶螺钉和壳体对中定位销

为便于拆卸和再装配，泵应设置起顶螺钉和壳体对中定位销。如使用起顶螺钉来分开两个接触面，接触面之一应是可接纳螺钉的（平底锪孔或凹入的），以避免因划伤而引起接合面泄漏或配合不良。

4.4.4.3 夹套

加热或冷却泵壳或轴封箱或两者用的夹套是可选择的设计。在温度 170℃，工作压力至少为 0.6MPa 场合下应设计夹套。

夹套冷却系统应设计得能确保泵输液体不会泄漏至冷却水中。冷却水通道不得通向泵壳的密封接合面处。

4.4.4.4 泵壳垫片

泵壳垫片的设计应适合于使用条件和室温下的水压试验条件。

石油科技

对径向剖分壳体，体—盖垫片在大气侧应有侧向限制以防止垫片突然冒出。

径向剖分各段壳体（包括机械密封端盖垫片）应采用有受侧向限制的可调整压缩垫片的金属对金属配合。

4.4.4.5 外部螺栓连接

4.4.4.5.1 连接包括轴封箱在内的压力壳各个部分的螺栓或螺柱的直径至少应为 12mm（米制系列）。

如果由于空间限制需要使用直径小于 12mm 的螺栓或螺柱，买方和制造厂/供方应取得一致意见。如果是这样，制造厂/供方应规定螺栓连接扭矩。

4.4.4.5.2 选用的连接螺栓（性能等级按附录 L 的有关资料）应适合最大容许作用压力和温度及通常的拧紧方法。如果在某些部位必须使用一种特殊等级的紧固件，其他连接部位用的可互换紧固件也应是同样特殊等级的。

4.4.4.5.3 压力零件中的螺孔应尽量少设。泵壳压力区内的钻孔和螺孔的底部以下和周围应有足够的金属厚度，除了腐蚀留量，还要考虑防止泄漏。

4.4.4.5.4 为便于拆卸，立式泵内部连接螺栓应采用足以耐泵输流体腐蚀的材料。

4.4.4.5.5 用螺柱连接的接头应装有扩入的螺柱。不通的螺柱孔的钻孔深度只要达到可以容纳推荐的等于 1.5 倍螺柱主径的旋入深度即可。

4.4.4.5.6 螺柱较有头螺钉优先选用。

4.4.4.5.7 在螺栓连接位置上应留出一定的间距以便可以使用套筒扳手。制造厂/供方应供应必需的专用工具和安装用具。

4.5 短管（管嘴）和其他接头

4.5.1 总则

对本标准而言，术语短管（branch）和管嘴（nozzle）同义。

本条是有关连接在泵上的所有各种流体管接头的规定，不论它们是工作用的还是维护保养用的。

4.5.2 放气、放液和压力表的接头

4.5.2.1 所有泵均应设置放孔接头，除非泵通过短管布置做成自动放气的。

4.5.2.2 最好不要在泵的吸入或排出通道上或其他高流速区域内攻螺孔，除非它们对泵的工作必不可少。如果需要有放液、放气或压力表的接头，应由买方在询问单和订单中对它们作出规定。

4.5.3 封堵件

封堵件（螺塞、盲法兰等）的材料应适合泵输液体。为了能耐腐蚀和使螺纹卡住的危险减至最小还应注意材料组合的相宜性。

所有承受泵输液体压力作用的孔口包括所有轴封的孔口均应装上足以承受住压力的可以拆下的封堵件。

4.5.4 辅助管路接头

4.5.4.1 所有辅助管路接头均应有能满足预定功能要求的材料、大小和厚度（同见 4.14）。

4.5.4.2 管接头的直径（外径）对排出口径为 50mm 和 50mm 以下的泵至少应为 15mm，对排出口径为 80mm 和 80mm 以上的泵至少应为 20mm。只有密封冲洗管路和填料环的管

万水帕科技

接头例外，可以是15mm（外直径）与泵的大小无关。如果由于空间限制必须使用更小管接头，应采取一切措施保证它们使用可靠和防止损坏。

4.5.5 管接头标识

所有管接头均应按照它们的作用和功能在安装图上作出标识。如有可能建议也将这种标识应用于泵上，特别是对机械密封和对轴承润滑和冷却系统的管接头〔见附录H（提示的附录）〕。

4.6 作用在短管（入口和出口）上的外力和外力矩

对用弹性联轴器连接的泵应采用附录B（标准的附录）给出的方法，除非买方和制造厂/供方一致同意使用另外方法。

买方应计算管路系统作用在泵上的力和力矩。

制造厂/供方应核实这些负荷是否可以为考虑中的泵所接受。如果此负荷高于附录B中给出的值，则买方和制造厂/供方应商定解决问题的办法。

4.7 入口和出口法兰及其端面加工

4.7.1 除了下面a）项至c）项中规定的情况外，法兰应符合GB4216，GB12380，GB12381，GB12382，GB12383和JB/T79，JB/T82❶。

a）铸铁法兰应是平面法兰；

b）非铸铁材料泵壳的平面法兰只有具有全凸面法兰厚度的才可采用；

c）容许采用比规定标准要求厚的或小径更大的法兰，但表面加工和钻孔须按标准规定。

4.7.2 应保证螺栓头和/或螺母在铸造法兰背面有良好的安装，必要时应对背面进行加工。

螺栓孔应跨法兰中心线布置。

4.8 叶轮

4.8.1 叶轮设计

4.8.1.1 根据应用需要可以选择闭式、半开式或开式叶轮设计。

4.8.1.2 除其上的密封环外，叶轮应是整体式的（例如铸造的或焊接的叶轮）。

特殊情况下，例如对出口宽度很小的或采用特殊材料的叶轮，容许用其他方法制造，但是需要取得买方的同意。

4.8.1.3 叶轮轮毂最好应是实心的。

4.8.1.4 如果泵轴是受泵输流体浸湿的，致使如果流体变成被封闭在一个狭小的空间内会发生危险或可能使产品变污染时，则叶轮的设计及固定方法应是叶轮装配到轴上后，任何封闭空间均可以经横截面积不小于10mm^{2}的通道自由放出液体。

4.8.2 叶轮的固定

4.8.2.1 叶轮应加以固定防止它在按规定方向旋转时沿圆周方向和轴向活动。用销固紧叶轮不可取。

4.8.2.2 悬臂叶轮应使用不会露出轴上螺纹的有头螺钉或有帽螺母固定在轴上。不论哪一种固定装置，其螺纹旋向均应是在正常旋转下藉液体阻力使它们拧紧在叶轮上，并且还需

采用说明：

❶ ISO9905中为法兰应符合ISO7005。

版权所有 翻印必究

要有可靠的机械锁紧方法（例如加桩的耐腐蚀止动螺钉或舌形垫圈）。有头螺钉应有圆角和直径渐缩的螺钉体以减少应力集中。

4.8.3 轴向调整

如果需要在现场调整叶轮轴向间隙，应设外部调整装置。如系通过转子的轴向移动实现调整，必须注意对机械密封造成可能是危险的影响（见 4.11.6）。

4.9 密封环

4.9.1 如果适合，应装设密封环。装上的密封环应是可更换的并且要牢固地锁紧，防止转动。

4.9.2 可硬化材料的两个配合耐磨表面的布氏硬度值至少应相差 50，除非静止的和旋转的这两个耐磨表面的布氏硬度值都是至少 400，或者使用规定的材料不可能获得这样的硬度差。

4.9.3 可更换的密封环应采用压配合加锁定销或螺钉（轴向或径向）或采用法兰和螺钉方法固定就位。其他方法包括三点或三点以上定位焊接需经买方核准。

4.10 运转间隙

4.10.1 确定密封环之间以及其他运动零件之间的运转间隙时应考虑泵输温度、吸入条件、输送流体的特性，材料的膨胀和咬合特性及水力效率。

间隙应足够大，以保证工作可靠性和在正常工作条件下不发生卡住。

4.10.2 对铸铁、青铜、11%～13%淬硬铬钢及类似具有低咬合倾向的材料应使用表 2 给出的最小间隙值。对 150mm 以上的直径，最小直径间隙应为 0.43mm＋0.025mm，其中 0.025mm 是直径每增加 25mm 或其分数时间隙的增量。对咬合倾向较大的材料和/或工作温度高于 260℃时，上述直径间隙应再加 0.13mm。

如使用铸铁和/或青铜这类材料，输送例如温度在 50℃以下的水这样洁净冷流体时，制造厂/供方可以采用较表 2 值小的间隙。

表 2 最小运转间隙 (mm)

间隙处旋转部分直径	最小直径间隙	间隙处旋转部分直径	最小直径间隙
50	0.25	90～99.99	0.40
50～64.99	0.28	100～114.99	0.40
65～79.99	0.30	115～124.99	0.40
80～89.99	0.35	125～149.99	0.43

4.10.3 多级泵上级间衬套的间隙可以照制造厂/供方的标准取，只要在建议书中规定了这些间隙值。

4.10.4 对立式泵，如果使用的是咬合倾向小的材料，4.10.2 规定的运转间隙不适用于固定轴承或级间衬套。建议书中应规定使用的间隙值。

4.11 轴和轴套

4.11.1 总则

4.11.1.1 轴应有足够的尺寸和刚性，以便：

a）传递原动机额定功率；

b）保证填料或密封有满意的性能；

c）使磨损和卡住的危险减低至最小；

d）适当考虑启动方法和有关的惯性负荷；

e）适当考虑径向力（静的和动的）。

4.11.1.2 只要有可能，立式泵的泵轴应是整轴，除非买方另有核准（由于轴的全长或运输限制）。

4.11.2 表面粗糙度

填料函、机械密封和润滑剂密封（如设有）处轴和轴套的表面粗糙度 R_a 不得大于 0.8μm，除非密封另有要求。粗糙度的测量应按 GB6062 执行（并见 4.11.7.1）。

4.11.3 轴的挠度

为使填料或密封有满意的性能，避免轴损坏和防止内部磨损或卡住，单级和两级卧式泵及立式管道泵轴的最大总挠度应限制在 50μm 以下并且小于密封环和所有衬套的最小直径间隙的一半。该总挠度是指在对应最大叶轮直径、规定转速和流体的整条扬程-流量曲线范围内最恶劣动力条件下在填料函端面处（或内装式密封泵的机械密封端面处）的计算轴挠度。对管道泵，计算中应包括整个轴系（包括联轴器和电机）的刚度。

可以通过对轴的直径、轴的跨距或悬臂大小以及泵壳设计（包括双涡壳或导叶）综合考虑获得需要的轴刚度。确定轴的挠度时不应考虑普通填料的支承作用。

4.11.4 直径

轴端尺寸应按照 GB1569、GB1570。如果可行，轴端键的尺寸应按照 GB1095 和 GB1096❶。

4.11.5 轴的径向跳动

4.11.5.1 轴应全部长度都进行机械加工和适当的精加工。

4.11.5.2 轴和轴套（如果装有）的制造和装配应保证通过填料函外端面的径向平面处的径向跳动（见 3.23）在公称直径小于 50mm 时不大于 40μm；公称直径 50～100mm 时不大于 80μm；公称直径大于 100mm 时不大于 100μm。

4.11.6 轴向位移

轴承容许的转子轴向位移应不会对机械密封性能造成有害的影响。

4.11.7 轴套

4.11.7.1 如设有轴套，应将其锁紧或压紧在轴上。轴套应用耐磨损的必要时还应耐腐蚀和冲刷的材料制造。轴套的外表面应适合实际应用（并见 4.11.2）。

4.11.7.2 对需要让垫片通过螺纹的轴，螺纹应至少比垫片内直径小 1.5mm，并且直径过渡处应有 15°～20°的倒角，使垫片免遭损坏。

4.11.7.3 对管道泵和小型卧式泵，只要建议书中作了规定并且轴是用具有与轴套同等耐磨损和耐腐蚀性材料制造、经过同等的精加工，则经买方核准，可以省去这些泵上的轴套。

如不提供轴套，轴或短轴应留有中心孔以便可以重新整修表面。

4.11.7.4 对安装填料的泵，轴套部件（如果装有）的末端应延伸至填料压盖外端面以外。对安装机械密封的泵，轴套应延伸至密封端盖以外。对还使用辅助密封或节流衬套的泵，轴套应延伸至密封端盖以外。这样，经轴和轴套间的泄漏就不会与经填料函填料或机械密封

采用说明：

❶ ISO9905 中对应标准为 ISO/R775 和 ISO/R773（见附录 L）。

文化信息科技

端面的泄漏相混。

4.11.7.5 对卧式泵，应在所有级间位上设置可拆下的泵壳衬套和级间轴套或相当物。

4.11.7.6 对立式泵，应在所有级间和固定轴承位上设置可更换的衬套。不过，输送液体的性质（例如不洁或非润滑性）对它会有影响，需要使用合适的轴套。

4.12 轴承、轴承箱和润滑

4.12.1 轴承和轴承箱

4.12.1.1 除非买方另有规定，径向轴承应是可买到的标准型轴承（球、滚柱、套筒或转动支承块）。止推轴承根据需要应是滚动轴承或流体动力轴承。

4.12.1.2 滚动轴承应按 GB4662 和 GB6391 进行选择和计算额定值。在泵的额定条件下连续工作时轴承最低基本额定寿命 L10 应是 3 年（25000h），而在最大轴向和径向负荷及额定转速下，容许工作范围内连续工作时寿命应不低于 16000h。

4.12.1.3 应按照轴承制造厂/供方的使用说明书所述将滚动轴承夹持在轴上并装入到轴承箱中，直接与轴承相接触的轴承固定环不得被用来传递由轴传到止推轴承内表面的轴向推力。最好使用锁紧螺母和防松垫圈。

4.12.1.4 下列情况下应要求用流体动力径向和/或止推力轴承：

a）*DN* 系数等于或大于 300000［*DN* 系数是轴承尺寸（孔径，mm）与额定转速（r/min）的乘积］。

b）泵的额定轴功率（以 kW 计）和额定转速（以 r/min 计）的乘积等于或大于 2×10^6。

c）标准滚动轴承满足不了 4.12.1.2 给出的基本额定寿命 L10。

4.12.1.5 如泵的设计许可并为工作条件证明是合适时，流体动力径向轴承应做成剖分结构使易于装配，并应是精密镗孔套筒式或油垫式的衬套可更换的巴氏合金衬层、衬瓦或衬垫。轴承应装设防转销并在轴向方向有可靠的固定。轴承的设计还应能消除流体动力不稳定性和提供充分的减振作用，使泵在规定的工作转速下带负荷或不带负荷运行时，包括在任一临界频率下运行时它的振动能限制在规定最大振幅以内（见 4.3.2.2 和 4.3.2.3）。衬层、衬垫或衬瓦应衬在轴向剖分的箱体内并应可以更换。在更换这些零件时应是无需移去轴向剖分泵的上半泵壳或径向剖分泵的泵头。同时轴承的设计还应是无需取下联轴器体即可更换轴承衬层、衬垫或衬瓦。

4.12.1.6 止推轴承应按照在所有规定条件下，包括诸如在最大内部差压这样条件下连续工作的要求确定其尺寸。所有负荷均应按设计内部间隙条件进行计算。作为一个指导准则，流体动力止推轴承应按不大于轴承制造厂/供方的额定值 50%并满足泵的设计和应用需要进行选择。

除了转子和任何内部齿轮在最极端容许条件下应计算的反作用推力外，通过弹性联轴器传递的轴向力也应视为任何止推轴承负荷的组成部分。

如果泵的正常转向反了，止推轴承必须保持满负荷容量。此外还应考虑驱动机类型、联轴器以及可能的不对中性。

4.12.1.7 流体动力止推轴承应设计成在两个方向上有同等的止推能力并布置成两侧各有连续压力油润滑。如买方有规定，止推环应是可更换的并应可靠地锁紧在轴上，防止微振磨损。如系供应整体止推环，则它们应有最小是 3mm 的附加留量供一旦止推环损坏时整修

之用。止推环的两个端面的表面粗糙度 R_a 应不超过 0.4μm，并且任一端面的轴向全跳动均不得超过 13μm。

4.12.1.8 非压力给油的油润滑轴承的轴承箱应设置注油孔和放油孔，油孔应攻出外径至少为 15mm 的螺纹和塞上螺塞。轴承箱还应装备与透明容器（不会发生因阳光或受热引起油变混或变质情况）连在一起的恒位可视给油杯。油杯应安装在轴承箱的一个合适位置上并应可靠地固紧在工作位置上。如有规定，油杯的选择应满足买方要求。应当准确地定出适宜油位的永久性指示线并用永久性的金属箍、刻在铸件上的标记或用其他耐久方法清楚地标出在轴承箱的外壁上，同时应说明该油位是静态下的还是动态下的。

4.12.1.9 采用压力油润滑的流体动力轴承的轴承箱设计应使扰起泡沫的程度降至最低。放油系统应适合使油和泡沫位保持在低于轴端密封的水平上。在规定的最不利工作条件下和油入口温度为 40℃时，经过轴承和轴承箱后的油的温升不得超过 30℃，如油入口温度高于 50℃，在轴承设计油流量和容许温升方面须作特殊考虑。止推轴承的油出口应与甩油环成切向位置；或者如未使用甩油环，与止推轴承套筒成切向位置。

4.12.1.10 为防止油损失或受污染，不应使用垫片或螺纹接合来隔离润滑油与冷却液或加热液。

4.12.1.11 轴承箱上的所有孔口，特别是轴承箱和轴之间的密封应设计成能防止污物侵入和正常工作条件下润滑剂的漏失。

4.12.1.12 在危险区域，任何用于密封轴承箱的装置均应设计得不会成为起火的火源。

4.12.1.13 油环润滑轴承的轴承箱应有可以在泵运行时目视检查油环情况的装置。

4.12.1.14 如买方有规定，当环境温度或工作温度决定了需要有油加热器时，制造厂/供方应予供应。

4.12.1.15 轴承箱配置最好应是无需扰动泵的驱动装置或安装座，即可更换轴承。

4.12.1.16 应提供充分的冷却，包括考虑有结垢存在的影响，使油温在环境温度 40℃和规定工作条件的基准下保持在 70℃以下（在油被排放至压力油润滑系统情况下）或 80℃以下（在油环或溅油润滑系统情况下）。如采用冷却盘管冷却，盘管（包括配件）应用非铁材料制作并且没有任何内部压力接头或连接配件。盘管壁厚最小应为 1mm，管子外径最小应为 12mm。

4.12.2 立式传动轴泵的导轴套和轴承

4.12.2.1 除了悬臂式泵，轴的各个导轴套之间的最大间距应按图 3 确定。如果导轴套是用输送产品本身润滑，它们必须有与规定产品和温度相宜的耐腐蚀和耐磨蚀性能。

4.12.2.2 与驱动机合在一起的止推轴承在 4.2.1.2 中已作了规定。对于与立式传动轴泵合在一起的止推轴承，须应用 4.12.1 各段有关止推轴承和轴承箱的规定。

4.12.3 润滑

4.12.3.1 除非另有规定，轴承和轴承箱应采用烃类油或滑脂润滑方式。

4.12.3.2 如买方有规定，或制造厂/供方建议并经买方核准应供应压力油润滑系统或油雾润滑系统。应通过内部系统布置保证油润滑是在恒定油位条件下进行。

4.12.3.2.1 如果需要应用外部压力油润滑系统，则系统最低限度应由以下几部分组成：配有吸入滤网和/或过滤器的油泵，给油和回油系统，油冷却器（需要时），油箱，全流量过滤器和泵机组开动前的润滑设备以及所有必需的控制装置和仪表，包括低油压告警和停机

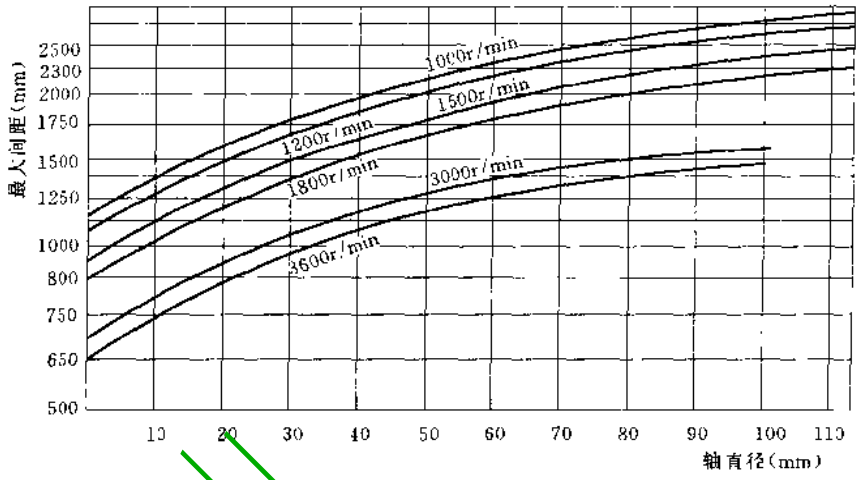


图 3 立式传动轴泵导轴套之间的最大间距

装置［见附录 G（提示的附录）G6］

4.12.3.2.2 如买方有规定，应提供在油箱外面加热的可移式蒸汽加热器或浸没式恒温可控电热器用于在寒冷气候条件下在启动之前对油箱内装载的油进行加热。加热设备的容量应足够大，以便在 4h 内将油箱中的油从规定的现场最低环境温度加热至制造厂/供方所要求的启动温度，然后开动润滑油系统。

4.12.3.2.3 供应的油箱应具备下述 a）项至 f）项规定的特性：

a）能达到最少为 3min 的润滑油保持时间以避免补充油，并能在系统排油时为系统回油留出足够的容积裕量；

b）有除气和将外来杂质向油泵入口的漂浮减少至最低限度的装置；

c）充油接头、油位指示器和呼吸阀适合于户外使用；

d）有坡度的箱底及全排空用放油管接头；

e）大小可行的清洁孔；

f）除非另有规定，油箱内部按制造厂/供方标准工艺方法作了除锈、防锈处理和涂上永久性表面涂层。

4.12.3.2.4 抛油环或油环应有部分浸没，油面应高过抛油环下缘或高过油环孔下缘。抛油环应有安装毂以保持同心并应可靠地固定在轴上。

4.12.3.2.5 制造厂/供方应在使用说明书中规定要求的润滑油量及油的规格，规定时要考虑环境和使用条件。

4.12.3.2.6 润滑油管路系统的要求参见 4.14.3。

4.12.3.3 如果使用可重新加滑脂的轴承应有泄放滑脂的装置。

4.13 轴封

4.13.1 总则

当泵轴必须加以密封时泵的设计应容许使用如附录 F（提示的附录）所示的下列一种或多种密封选择：

水利标准技术

——软填料（P）；

单端面机械密封（S）；

——多端面机械密封（D）。

如有必要替换使用这种或另一种密封选择，应由买方作出规定。使用其他方式密封装置（例如迷宫密封，流体动力密封，磁性联轴器）应由各方共同商定。急冷一熄灭装置（Q）在某些情况下会是必需的，也示于附录F中。应当设置限制、收集和放泄从密封区域泄漏的全部液体的装置特别是在机械密封控制住了泄漏的情况下。

下列信息应在数据表中给出（见附录A）：

——轴封装置（按附录F规定）；

——对机械密封：

型式：平衡型（B）；

不平衡型（U）；

波纹管型（Z）；

尺寸：轴或轴套公称直径，mm，以通过静环的轴径为基准（见GB5661）；

对填料函密封：

尺寸：按GB5661规定的密封腔直径。

4.13.2 密封选择的工作准则

选择机械密封和软填料的主要工作准则是：

泵输液体的化学和物理性质及种类；

——预计的最小和最大密封压力；

——密封处液体温度；

特殊工作条件（包括启动、停机、温度急增和机械冲击等）；

——轴直径和转速。

对机械密封还有一个补充准则：

——泵的旋转方向。

4.13.3 机械密封

4.13.3.1 型式和装置

机械密封应是平衡型的。不平衡型密封只有在买方有规定时或经买方核准后才予以供应。

本标准不涉及机械密封元件的设计，但是这些元件应适于经受数据表（见附录A）中规定的工作条件。

机械密封的设计应考虑在泵正常工作过程中轴的轴向调整和轴的位移。

各方应商定机械密封装置型式（例如单端面或多端面机械密封）（见附录F）。

如果泵输送温度接近沸点的液体，机械密封室中的压力应足够高于入口压力，或者紧靠密封附近的温度应显著低于汽化温度，以防止密封面处液体发生汽化。

如果使用背对背配置的多端面机械密封，各个密封之间的阻隔液体必须与流程液体相容并且它的压力要高于密封压力。

如果安装背对背配置的多端面机械密封，叶轮一侧的静环应固定使它不会由于阻隔液体的压力降而发生活动。

江水泵科技

对在温度低于0℃下工作的泵可以设置急冷 熄灭装置防止结冰。

4.13.3.2 冷却或加热要求

如果工作需要，泵密封室上应设置夹套。买方、泵制造厂/供方和密封制造厂/供方应共同商定装有机械密封泵的冷却（或加热）要求。作为指导准则，通常在以下a）项至e）项所规定的条件和使用场合下需要用夹套：

a）流体温度高于150℃，除非使用波纹管型机械密封，可以不用夹套；

b）流体温度高于315℃；

c）一端闭塞的密封装置；

d）低燃点流体；

e）高熔点流体（加热夹套）。

4.13.3.3 材料

应选择合适的密封元件材料，使其能经受住腐蚀、冲刷、温度、热应力和机械应力等。对机械密封，受泵输液体浸湿的金属零件材料在机械性能和耐腐蚀性方面至少应具有与泵壳材料（见第5章）同样品质。

表J2［附录J（提示的附录）］中的机械密封元件材料代码可用于数据表（附录A）中的材料标识。

4.13.3.4 结构特性

4.13.3.4.1 应设法使密封端盖与密封室孔保持同心。采用内直径或外直径定位配合是达到此要求的一种可以接受的方法。

4.13.3.4.2 密封端盖应有足够的刚性避免发生变形。密封箱体和端盖，包括紧固螺栓（见4.4.4.5）应按照工作温度下的容许工作压力和必需的垫片固定负荷进行设计。

4.13.3.4.3 密封箱体与静密封环（座环和/或弹顶环）或与密封端盖之间的垫片应是外部有侧向限制的或有与此等效的设计以防止垫片突然冒出。

4.13.3.4.4 所有静止密封元件，包括密封端盖，均应防止转动和与轴或轴套发生意外接触。假如某一静止密封元件（座环和/或弹顶环）要接触轴或轴套，则与密封相接触的表面应足够硬和耐腐蚀。同时还应有导入端及除去锐缘，以免装配时损坏密封。

4.13.3.4.5 密封室和密封端盖的机械加工公差必须保证机械密封静密封环（座环和/或弹顶环）处的端面跳动不大于密封制造厂/供方给出的最大容许值。

4.13.3.4.6 如果端盖中设有节流衬套使密封完全失效时的泄漏减至最小或控制液体的进入量，节流衬套与轴之间的直径间隙，以mm计，应实际可行地小但决不可大于

$$\text{轴直径}/150 + 0.65$$

4.13.3.4.7 如买方有规定或制造厂/供方建议，应设置喉部衬套。喉部衬套用来增加密封箱压力、隔离流体或降低流入或流出密封室的流量。

4.13.3.4.8 如果必须避免向外泄漏，则加设一个辅助密封（例如多重密封）是必需的（见附录F）。

4.13.3.4.9 如果可行，密封室应设计成可防止蒸汽被截聚（见4.5.2.1）。如做不到这点，密封室应是可由操作者放气的。使用手册中应给出放气的方法。

4.13.3.4.10 液体进入密封室以及必要时从密封室出来的通道应尽可能地靠近密封面，最

农业机械技术

好是设在旋转环（弹顶环和/或座环）一侧。

4.13.3.4.11 除非另有商定，可以将接头孔都钻出和攻出螺纹，即使有的情况下并不需要接出接头（见4.5.2和4.5.4）。

4.13.3.5 装配和试验

关于供发货的装配见7.1。

机械密封不得承受超过密封压力极限的水压试验压力。在进行所有各种运转试验或性能试验（见6.3.3.4和6.3.4.4）时可以使用机械密封。对需要在现场进行最终调整的泵，制造厂/供方应附上一个警告有这种要求的金属标签。

4.13.4 填料函

4.13.4.1 总则

4.13.4.1.1 如果功能需要或买方有要求，软填料函中应设置填料环，用来直接向填料引入冷却流体。装填料环处应设有入口和出口接头。

4.13.4.1.2 应有足够的空间使无需移去或拆下除压盖部件和防护装置外的任何其他零件即可换装填料。即使在填料的压紧丧失的情况下，压盖部件也应可靠地保持不动。

4.13.4.1.3 如采用剖分填料压盖，两半压盖应用螺栓连接成一体。使用环首螺栓作为压盖紧固件不可取，最好是采用以螺纹旋入泵壳中的螺柱。

4.13.4.1.4 对立式泵，应设置放泄孔，防止液体积聚在驱动机的支承部件中。

4.13.4.1.5 对温度在90℃以上的使用场合，或输送泵输温度下绝对汽化压力大于0.1MPa的液体，填料压盖应是水闷熄剖分型。对高温使用场合，可以用蒸汽代替水。当冷却水管路是由制造厂/供方提供时，通至急冷—熄灭压盖的软管或挠性导管的内直径最小应为6mm。

4.13.4.1.6 当规定有下列工作条件中的任一个条件时，填料密封泵的填料函应设置冷却夹套：

a）流体温度高于150℃；或

b）泵输温度下绝对汽化压力大于0.7MPa。

4.14 管路和附件

4.14.1 总则

如买方有规定，制造厂/供方应供应包括诸如仪表和阀全部附件在内的冷却水、润滑油和辅助产品管路系统。对卧式泵这些管路系统应完全装配好并安装到泵上，如果可行，对立式泵也应这样做。

4.14.1.1 管路系统设计

管路系统的设计应提供如下面a）项至d）项中规定的条件：

a）可以在维修时移去管路，除非规定的是焊接管路；

b）有适当的支承，可防止在泵运行时和采用一般习惯作法进行维修时因振动而损坏管路；

c）有适当的柔性和可正常接近以进行操作、维护和彻底清洁；

d）整套系统布置整齐有序，与泵机组的外形相称并且不妨碍接近孔口。

4.14.1.2 管路报价单

标准图书馆

制造厂/供方应在他的报价单中包括以下几种管路：除了按照附录G述及的特定管路布置方案和数据表中指明的项目所需要的所有集成管路外，还有他认为是泵的成功运行所必需的所有集成管路。

4.14.1.3 结构特性

4.14.1.3.1 管螺纹应按GB7306和GB7307执行。法兰应按GB4216❶执行。经买方专门核准，容许采用活动法兰。

4.14.1.3.2 4.4.1.5的螺栓连接要求适用于辅助管路。

4.14.1.3.3 输送不可燃或无毒流体，包括润滑油的管路接头和连接件可以是按制造厂/供方的标准或如买方在数据表中规定的标准。

4.14.2 冷却水管路

4.14.2.1 冷却水管路的管子公称通径最小应是G1/2。如果空间不容许，可以使用公称通径G1/4管子。

4.14.2.2 冷却水管路的材料应在数据表中作出规定。如果未作规定，应供应配带G1/2黄铜管路附件的退火软紫铜管。如买方同意，可以用CrNi或CrNiMo类不锈钢管代替。如买方同意，也可以用配带*PN*20镀锌可锻铸铁螺纹连接管附件的镀锌管代替。

4.14.2.3 如买方有规定，应对每条出水管线供应可视流量指示仪表(开式或闭式，根据规定)。

4.14.2.4 应在所有各个低位点设置放水孔以便可以将管路和夹套完全放空。管路应设计成能避免在冷却夹套形成气囊。

4.14.3 润滑油管路

4.14.3.1 润滑油管路的管子公称通径最小应是G1/2，如果空间不容许，可以使用公称通径G1/4管子。

4.14.3.2 回油管线的尺寸应根据通过回油不超过半满管而定并应布置得能保证良好排放(判明起泡条件的可能性)。水平布置的管线应以每米20mm的连续坡度通向油箱。

4.14.3.3 应对每条回油管线供应可视流量指示仪表。

4.14.3.4 所有润滑油管路均应用适合管路材料的方法彻底清洗后再装配到泵上。如管路是单独发运，开口端应塞上塞子。不得使用镀锌管作润滑油管。

4.14.4 其他辅助管路

4.14.4.1 其他辅助管路包括放气管和放水管、平衡管线和流程流体管线。软填料密封和机械密封用的辅助管路见4.14.5。

4.14.4.2 辅助流程管路的管子公称通径最小应是G1/2。如果空间不容许，可以使用公称通径G1/4管子。

4.14.4.3 承受流程流体作用的辅助管路管件应有至少等于泵壳最大排出压力和温度的压力—温度额定值。

4.14.4.4 如泵壳材料是合金，所有承受流程流体作用的管件的材料在耐腐蚀和耐冲刷性能方面应至少等于或优于泵壳材料。

采用说明：

❶ ISO9905中尚有ISO7005-3法兰标准，我国尚未采用。

农业标准技术

4.14.4.5 如装有节流孔板，其开口直径应不小于3mm。使用可调孔板时应保证有最小连续流量。

4.14.4.6 如装有加热和冷却管路，换热器的各个器件应适合于它们各自所接触的泵输液体和/或冷却液并应按各自的循环流量确定尺寸。

4.14.4.7 除非规定装阀，泵壳的放气和放液螺纹连接接头要用实心螺塞塞住。铸铁泵壳应配用碳钢螺塞。

4.14.5 填料函和机械密封的辅助管路

4.14.5.1 泵应设计成可以接受轴封为适合规定条件所可能需要的各类辅助管路。

4.14.5.2 下列使用场合可能需要辅助管路：

— a）类

这类使用涉及的液体是流程液体或可以进入流程的液体：

1）循环— 如不是经由内部通道循环；

2）冷却（冲洗）；

3）阻隔（缓冲）；

4）增压密封。

b）类

这类使用涉及的液体不进入流程：

1）加热；

2）冷却；

3）急冷- 熄灭。

每种情况下供外部使用的管路接头的供应范围和位置须由买方和制造厂/供方共同商定。

辅助管路应按附录G或商定的另一选择进行布置。

4.14.5.3 机械密封和填料函的a）类管路应使用适合于流程液体的材料。管路附件可以是制造厂/供方的标准件。

4.14.5.4 辅助管路应具有下列结构特性。

a）使用流程流体（见4.14.4.3和4.14.5.2）的辅助管路的温度和压力额定值不得小于泵壳的温度和压力额定值（见6.3）。管路材料应耐输送液体和环境条件引起的腐蚀。

b）应在所有各个低位点设置放液孔和泄漏液放出孔，以便可以将管路完全放空。管路应设计成能避免气囊形成。

c）供蒸汽的管路应是“顶入，底出”。其他供液管路一般应是“底入或侧入，顶出”。

d）如装有节流孔板，其开口直径应不小于3mm。

e）使用可调孔板时，应保证有最小连续流量。

4.15 标志

4.15.1 旋转方向

旋转方向应用一个设在显著位置上的结构耐久的箭头指示。

4.15.2 铭牌

铭牌应用适合当地环境条件的耐腐蚀的材料制造并应牢固地附着在泵上。

铭牌上的信息最低限度应包括制造厂/供方名字（商标）和地址，泵的识别号（例如编

石化泵科技

号或出厂编号）型号和尺寸。

其余空处可用来给出其他附加信息：流量、泵扬程、泵转速、叶轮直径（最大的和装入的）、泵的容许工作压力和额定温度。

泵的编号，除了在铭牌上出现外，还应将它清楚地打印在泵壳上（例如泵出口法兰外直径处）。

4.16 联轴器

4.16.1 总则

4.16.1.1 泵通常用弹性联轴器与驱动装置相连接。如果合适，也可使用其他型式联轴器，如刚性、半弹性联轴器或万向轴。应当根据应用条件（驱动装置类型、水力冲击可能性、转速变化、水力轴向推力变化等）选择联轴器，使其能传递预定驱动机的最大转矩和轴向力并有按 GB11227 确定的适当安全系数。联轴器的速度限制应与预定的泵驱动机的所有可能转速相一致。

4.16.1.2 泵应装设加长联轴器使无需移动驱动机即可拆下泵转子或更换包括轴套在内的密封组装件。联轴器的加长段长度视拆下泵所需要的两轴端之间的距离而定。如有可能，轴端间距应按 GB5662 规定。

4.16.1.3 对使用弹性元件的联轴器，它的设计应是即使弹性元件损坏，联轴器的加长段和/或弹性元件也不致逃逸。如果联轴器体在轴上的轴向位移会使加长段或元件有逃逸可能，则应绝对防止这样的移动。

4.16.1.4 如果驱动机没有任何止推轴承，对于卧式泵，就需要使用端部有限浮动联轴器（见表 3）。

表 3 联轴器最大端部浮动 (mm)

驱动机转子最小端部浮动	联轴器最大端部浮动
6	2
12	5

4.16.1.5 两半联轴器应加以有效的紧固，防止发生相对轴的沿圆周方向和轴向的运动。

4.16.1.6 如买方有规定或制造厂/供方建议，联轴器应按 GB9239 做动平衡。平衡等级应由买方和制造厂/供方共同商定。

4.16.1.7 如果联轴器的各个组成部分是一起做平衡的，应当用永久性的醒目标记指示正确的装配位置。

4.16.1.8 工作容许的径向、轴向和角位移不得超过联轴器制造厂/供方给出的极限。联轴器须加以选择以便考虑到诸如温度、扭矩变化、启动次数、管路负荷等这些工作条件以及泵和底座或驱动机支座的刚性。

4.16.1.9 对弹性元件联轴器须应用一个至少是 1.5 的联轴器使用系数 K（同见 3.47）。

4.16.1.10 联轴器应有适合的防护罩。防护罩的设计应符合国家安全规程的有关规定。

4.16.1.11 如果泵是不带驱动机交货，泵制造厂/供方和买方应对下列各项达成一致意见。

a）驱动系统：型式、功率、尺寸、质量、安装方法；

b）联轴器：型式、制造厂/供方、尺寸、加工要求（孔和键槽）、防护罩；

c）转速范围和输入功率。

4.16.2 立式传动轴泵的联轴器

如果无整体止推轴承的立式传动轴泵使用实心轴驱动机，联轴器应是全钢和刚性可调

技术资料

型。在采用螺纹联轴节连接传动轴的情况下，要用适当方法锁紧联轴节。

4.17 底座

4.17.1 总则

在现场安装的底座以及泵的支座应设计成能够承受住 4.6 给出的泵短管上的外力而不会发生超过联轴器制造厂/供方规定的轴不对中性，并能将其他机械力（例如不均匀热膨胀和管路水力推力）引起的不对中性减至最小。底座可以用各种材料制造。

4.17.2 卧式泵的底座

4.17.2.1 如有必要，底座上应有汇集和排放泄漏液的构造。当规定采用四周带泄液边缘的底座时，应在泵附近的降起唇缘上攻出泄液孔接头（螺纹直径最小 25mm），并应设置得能使液体有效泄尽。底座槽面或底座的上表面应以每米 8.5mm（最小）的坡度向泄液一端倾斜。

4.17.2.2 除非另有商定，底座应伸出在泵和驱动机的下面。

4.17.2.3 所有供固定泵和电动机使用的安装垫应完全加工平直和两面平行以利设备安放。与垫对应的表面经机械加工后应在同一平面内，偏差在每 1m 垫间距 0.22mm 以内。

底座上的所有驱动机组垫均应进行机械加工以便可以在驱动机组下面装入楔形填隙片（最小厚度 1.5mm）。如系泵制造厂供方提供驱动机，应包括一套不锈钢楔形填隙片束（最小厚度 3mm）。如果不是泵制造厂供方安装驱动机，仍须将驱动机的垫加工好，但不钻出孔，也不提供楔形填隙片束。所有填隙片均应又开压紧螺栓装入。

4.17.2.4 泵和驱动机支座下面的焊接底座的底面应焊上若干横梁补强，横梁形状应做成使梁能牢靠地卡住在灰浆之中以防止底座向上串动。

4.17.2.5 如有可能，单级悬臂、IEC 机座电动机驱动的泵最好应有标准化尺寸。对轴向吸入单级脚座安装泵，底座尺寸最好应按 GB5660。底座可以按灌浆设计也可以按不灌浆设计。

4.17.2.6 如底座需灌浆，在底座的每个灌浆分隔区内应至少设置一个有效面积不小于 0.01m² 的灌浆孔，并且分隔区各向尺寸均应不小于 80mm。这些灌浆孔应设在可使灰浆灌满底座下面的整个空腔面又不会形成气囊的位置上。每一分隔间还应设置放气孔。对中间凹下灰浆槽底座，灌浆孔口应在靠近槽的高位处。如果可行，孔口应是便于进行灌浆，即使是在安装了泵和电动机的情况下。在接液盘区域内的灌浆孔四周应有隆起的唇缘。此外，如灌浆孔是在液体可能撞击的区域内，还应加上金属灌浆孔盖。

4.17.2.7 不灌浆底座应有足够的刚性经受住 4.6 所述的负荷。这些负荷是指独立式安装或不灌浆用地脚螺栓紧固在基础上安装的泵其短管上容许作用的负荷。

4.17.2.8 如买方或制造厂/供方有规定，输送热流体的沿中心线支承泵的支座应设计成带补充冷却的以保持对中心。

4.17.2.9 对功率在 150kW 以上的驱动机组，每个驱动单元都应设置对中用定位螺钉以便于进行纵向和横向调整。安装这些定位螺钉的紧固凸耳应附在底座上，使它们不会妨碍驱动单元的安装或拆卸。

4.17.2.10 如买方有规定，应在底座的外周围隔一定间距安设垂直调平螺钉使底座达到稳定。这些螺钉应设置很多，使足以支撑底座、泵和驱动机的重量而不会产生过度变形；并且在任何情况下，设置的螺钉数均不得少于 6 个。

4.17.2.11 应尽量降低底座以上的泵轴中心线高度。

4.17.2.12 如买方有规定，在驱动装置（驱动机和齿轮传动装置）每一端的中心线正下方应有最小是 50mm 的垂直净空，供插入液压千斤顶用。

4.17.2.13 如买方在数据表上指明要涂环氧树脂薄胶泥，制造厂/供方应对安装板的所有涂胶表面先进行预涂处理：用催化环氧树脂底料涂在除去油污的清洁金属面上。

4.17.2.14 工作温度比环境温度高出 170℃的所有双支承泵和多级泵，均应设计成沿中心线安装的结构，并应在泵脚和泵座架之间设置横向和纵向导槽，使在温度瞬变时能保持精确的水平对中。

4.17.3 立式泵的底座

4.17.3.1 双壳体立式泵应采用钢质安装座板直接连接在密封外壳或筒体上。基础螺栓不应被用来紧固承压的法兰接头。最好是（但不是必须这样）采用单独的基础安装法兰。

4.17.3.2 单壳体立式泵应有制造厂的标准安装布置。

4.17.3.3 如买方有规定，每一驱动装置单元（驱动机和齿轮传动装置）最低限度应设置 4 个对中定位螺钉以便进行水平位置调整。

4.18 专用工具

任何由泵制造厂/供方专门设计的并且只供装配和拆卸泵用的工具必须由泵制造厂/供方供应。

5 材料

5.1 材料的选择

5.1.1 材料通常规定在数据表中。如果材料是由买方选择的，但泵制造厂/供方认为别的材料更为合适，则应由制造厂/供方根据数据表上所规定的工作条件将这些材料作为替代材料提出。

买方和制造厂/供方应商定用于危险性液体的材料。输送可燃性液体泵的承压零件不应使用无塑性材料。

对高温或低温应用场合（亦即高于 175℃或低于 -10℃），泵制造厂/供方还应适当考虑泵的机械设计。有关密封用材料见 4.13.3.3。

5.1.2 建议书中应对材料标出适用的材料标准代号（有关 ISO 材料标准，见附录 J 表 J1）。如无这样的标准代号可用，应将制造厂/供方的材料规范列在建议书中，并给出材料的物理性能、化学成分和试验要求。

5.1.3 制造厂/供方应规定为保证材料满足使用要求所必需的选定试验和检验项目。建议书中应列出这样的试验和检验项目。买方也应考虑规定附加的试验和检验项目，特别是对关键的使用场合。

5.1.4 泵的材料应按下列 a）项到 c）项加以分类。

a）双壳体泵的外层压力壳零件材料应是碳钢或合金钢；

b）输送可燃或有毒液体泵的压力壳零件材料应为碳钢或合金钢；

c）其他使用场合可用铸铁或其他材料结构。

5.1.5 如奥氏体不锈钢制成的零件要进行焊接组合、表面硬化、堆焊或焊补和承受原动流体或流程流体的作用或处于会引起晶间腐蚀的环境条件下时，应采用低碳或稳定化的奥氏

万方数据

体不锈钢品种。

5.1.6 材料、铸件检验标准以及每一种焊接质量应符合有关的国家标准❶。

5.1.7 如买方有规定，制造厂/供方应提供由供应材料的熔料（热态）取得的压力壳零件的化学和机械性能数据。

5.1.8 买方应详细说明原动和流程流体中以及环境中存在腐蚀剂的情况，包括含有可以引起应力腐蚀裂纹的成分。

5.1.9 没有标出材料标号的次要零件（螺母、弹簧、密封垫片、垫圈、键等）应具有与同样环境条件下已有规定的零件相当的耐腐蚀性。填料或机械密封区里的轴和轴套间的垫片或密封材料应由制造厂/供方进行检验证明满足使用条件。

5.1.10 如果使用由 18-8 不锈钢或具有类似咬合倾向的材料制成的配对零件（例如螺柱和螺母），应先用一种适宜的防卡塞润滑剂将它们润滑后再进行装配。

5.1.11 暴露在湿 H_2S 气体（包括微量的）中使用的结构件如压力壳、驱动轴、平衡活塞、叶轮和连接螺栓应采用屈服强度超过 620N/mm² 或洛氏硬度超过 C22 的材料。对焊接组合件如有必要应进行消除内应力处理使焊缝和热灼伤区均能满足屈服强度和硬度要求。买方应有责任详细说明介质中存在这类腐蚀剂的情况。

5.2 铸件

5.2.1 制造厂/供方应在数据表中规定铸件的材料牌号。

5.2.2 铸件应是优质的，无缩孔、砂眼、裂缝、铁豁、气孔及类似有害缺陷。铸件表面应经喷砂、喷丸、酸洗或任何其他标准方法进行清洁处理。所有的铸模分箱飞边、浇冒口残留均应切除、锉平或磨平。

5.2.3 铸件中的铸造撑子应尽量少用。撑子应清洁无锈蚀（容许电镀），其成分应与铸件相容。

5.2.4 铁类和有色金属类压力壳铸件不得使用锤击、塞堵、熔融或浸注方法进行修补。如果材料规范准许对铸件进行焊补，则应按照该规范的规定进行补焊。除非另有规定，应当按照检查铸件所使用的相同质量标准检查焊补件的质量。

5.3 焊接

5.3.1 压力壳上的管路接头应按以下 a）项至 c）项的规定进行安装：

a）吸入和排出短管应采用全焊透焊缝焊接上。不容许进行不同金属的焊装。买方应规定是否需要对短管焊缝进行磁粉探伤或着色渗透检查。

b）焊接在合金钢壳体上的辅助管路应采用具有与壳体相同标称性能的材料或低碳奥氏体不锈钢。经买方核准也可以采用与壳体材料和预定使用要求相容的其他材料。所有焊接件均应按照有关材料标准进行热处理。如果做不到这点，则应按照有关材料规范在焊接时采取相宜的预防措施。焊接在壳体上的辅助管路末端应是法兰的，除非买方规定要在现场对它进行焊接。

c）如买方有规定，在焊接之前，应将拟用的接头设计提交买方核准。图纸上应表示出

采用说明：

❶ ISO9905 为符合有关的 ISO/国家标准。

石油标准

焊缝设计、尺寸、材料以及焊前和焊后热处理要求。

5.3.2 所有管路和压力壳零件的焊接均应由考核合格的操作人员按合格的工艺程序来完成。焊接资格要求应由各方商定。有关补焊的规定见5.2.4。

5.4 材料检验

5.4.1 如有必要或如买方有规定，应按照商定的国家标准❶进行各项材料试验（焊缝或材料的X射线照相、超声波、磁粉探伤或着色渗透检查）。

5.4.2 如买方有规定，所有热处理和X射线照相（全部做出识别标记的）无论是在正常制造过程中所作的还是作为修补程序一部分而作的，其记录均应保存5年以备买方审核。

5.4.3 如需要用5.4.1所规定的方法进行检验，买方和制造厂/供方应商定缺陷的可接受程度。如果缺陷超过商定的限度，应按补焊之前通过附加检验所确定的将缺陷降低以符合商定的质量标准。

5.5 低温使用

对工作温度在-30℃以下的应用或如买方规定了需在低环境温度下使用，各种钢在最低规定温度下的冲击强度应足以适合有关的最小韧性标准要求，对有关标准未涉及的材料和厚度，买方应在数据表上规定要求。

6 工厂检查和试验

6.1 总则

6.1.1 买方可以要求进行下述任一项或全部项目的检查和试验并且如有这样的要求，应将检查和试验项目规定在数据表中（见附录A）。此即意味买方和制造厂/供方需要协议。这样一些检查和试验可以是见证的或书面证实的。见证检查和试验的读数记录表应由检查人员和制造厂/供方代表签字。检查证明书应由制造厂/供方的代表发给。

6.1.2 如规定要进行检查，应准许买方的检查人员进入制造厂/供方的工厂并给予必要的方便和资料使其能圆满地完成检查。

制造厂/供方应保存一份完整而详细的所有各种最终试验的清单并应备齐必需份数的复制件，清单中应包括被确认是正确无误的试验曲线和数据。制造厂/供方应在买方检查之前完成所有各项运转试验和机械检查。

6.1.3 对工厂试验的验收并不意味可以解除在保证泵在规定工作条件下的性能方面对制造厂/供方的要求。而检查本身也不会减轻制造厂/供方所负有的任何责任。

6.2 检查

6.2.1 为尽量减轻买方的检查工作，可规定制造厂/供方有责任向检查人员提供所有规定的材料合格证以及证实技术条件的要求和合同得到满足的工厂试验数据。

6.2.2 如买方规定了要进行工厂检查，除非另有商定，所有的承压零件表面均应待检查完成后再进行涂漆。

6.2.3 如买方规定了要进行工厂检查，可以要求举行买方和制造厂/供方会议以协调制造

采用说明：

❶ ISO9905中为“……商定的ISO/国家标准……”。

见证点和检查人员的来访。

6.2.4 可以要求进行下列几种检查：

——装配前零部件检查；

——试验运转后内部检查；

——安装尺寸；

——辅助管路和其他附件；

——铭牌信息核实（见 4.15.2）。

6.3 试验

6.3.1 总则

6.3.1.1 买方应规定他要求参与试验的程度：

a）“见证试验”即是须在生产计划表中排定一个见证点，并在有买方参加的情况下进行试验。通常这意味需要作双重试验。

b）“观察试验”即是需要向买方预先通知试验时间安排的一种试验。然而试验是按计划排定的时间进行的，而且如果买方未如期到场，制造厂/供方可以继续进行下步作业。因为只安排一次试验，买方应预计会在工厂停留比见证试验长的时间。

6.3.1.2 通常立式泵应以完整的组装件进行试验。对只装上叶轮和导流壳的泵进行的试验不能予以验收。如果由于泵的长度缘故实现不了整个组装件试验，泵制造厂/供方应随建议书提交变通试验方法。

6.3.1.3 买方应规定是否需要对泵进行以下 a）项到 f）项规定的任一项试验。

a）如 6.3.3 所述的水压试验；

b）如 6.3.4 所述的性能试验；

c）如 6.3.5 所述的 NPSH 试验；

d）如 6.2 所述的工厂检查；

e）如不必满足 6.3.4.7 的要求，在运转试验后拆开、检查和重装配输液端；

f）这里未列举或未规定的其他试验以及在询问单和订单中加以完整叙述的其他类型检查。

此外，买方还应规定这些试验是见证试验还是观察试验。

6.3.2 材料试验

如买方要求，可以得到下列几种检验证明书。

a）化学成分：根据制造厂/供方的标准技术规范或每次熔料的取样化验；

b）机械性能：根据制造厂/供方的标准技术规范或每次熔料和每次热处理的取样试验；

c）如适用，晶间腐蚀的敏感性；

d）无损检验，例如渗漏、超声波、着色渗透、磁粉探伤、X 射线照相、光谱检验。

6.3.3 水压试验

6.3.3.1 每一压力壳（如 3.31 所定义的）均应按照以下 a）项直至 c）项规定的标准以环境温度下（对碳钢最低为 15℃）的清水进行水压试验。

a）径向和轴向剖分壳体（所有材料）应以至少是最大容许作用压力 1.5 倍的压力进行试验；

b）双壳体泵、卧式多级泵以及经买方核准的其他特殊设计的泵可以以适当的吸入压力分段进行试验；

c）辅助设备，包括受到泵输流体作用的管路应以至少是最大容许作用压力1.5倍的压力进行试验。

即使经受试验的零件是在对应材料强度较室温下的该材料强度低的温度下工作的，水压试验的压力仍应是室温下的最大容许壳体压力的1.5倍，除非是在高温下进行水压试验。数据表应列出实际水压试验的压力。

6.3.3.2 轴承、填料函、支座、油冷却器等的冷却通道和夹套应以它们最大容许作用压力1.5倍但最小为0.3MPa的试验压力进行试验。

6.3.3.3 试验应持续一段足够长的时间以便可以全面地检查受压状态下的零件。如果在最少为30min的时间内没有观察到壳体或壳体连接处有任何渗出或泄漏即可认为水压试验结果满意。对大而重的壳体可以要求更长些试验时间，应由制造厂/供方和买方共同商定。容许存在经过内部隔板（它是试验分段的壳体及开动试压泵以保持压力所需要的）的泄漏。

6.3.3.4 如果规定了要对装配好的整台泵进行任何水压试验，应避免如填料密封、机械密封等这类辅助附配件发生过度应变。

6.3.4 性能试验

6.3.4.1 除非另有规定，制造厂/供方应在工厂里对泵进行足够长时间的试验运转，以得出包括扬程、流量和功率在内的至少有5个性能点的完整试验数据。这5个数据点须经买方和制造厂/供方商议确定，但通常是取零流量、最小连续稳定流量、介于最小流量和额定流量之间的流量、额定流量和110%额定流量这5点。

6.3.4.2 买方和制造厂/供方应商定非清洁冷水试验流体和特殊工作条件（例如高入口压力）下的性能换算方法。

6.3.4.3 如果存在任何严重超载可能性，则不可以使用买方的驱动机进行泵的工厂试验。

6.3.4.4 如泵的密封及密封元件与水相容，泵应装上全部密封进行试验。使用双重密封或串联密封的石油用泵，应在它的两个密封之间供入清洁的烃油密封流体或清水。

6.3.4.5 工厂试验时泵的运转应无任何轴承过度发热或显示不良运转状态的其他迹象，例如汽蚀引起的噪声。

6.3.4.6 如果工厂试验后需要拆开泵只是为了车削叶轮以符合扬程容差，则对型式数$k \leqslant 1.5$（型式数k的定义见GB3216）泵不需重新试验，除非扬程降低值超过8%。工厂试验时的叶轮直径连同最终叶轮直径应一起记录在经确认的工厂试验性能曲线图上，该曲线图上画有试验的工作特性曲线和车小叶轮直径后计算的特性曲线。

6.3.4.7 如果是因为要作某些其他修正，例如改善效率、NPSH或机械运转状况而必须将泵拆开，则最初的试验结果即不能适用而应在完成这些修正之后再进行最终工厂试验。

6.3.4.8 水力性能试验应按照GB3216进行。

6.3.4.9 如果购货订单上有规定，在进行性能试验时还应附加检查振动（见4.3.2）、轴承温度和密封泄漏的情况。

6.3.4.10 如果要求作噪声试验，应按照GB3767和GB10890或根据买方和制造厂/供方间的协议执行。

农业标准

6.3.5 NPSH 试验

6.3.5.1 一般应取下述 4 个流量点的 NPSHR 数据：最小连续稳定流量、介于最小流量和额定流量之间的流量、额定流量和 110%额定流量。

6.3.5.2 最好是用闭式回路试验 NPSH，如双方同意也可以用吸入阀节流或改变入口井液位的方法。

6.3.5.3 NPSH 试验应按 GB3216 进行。

6.4 最终检查

必须进行一次最终检查，按照购货订单查对供货范围是否正确齐全，包括查对零部件标识、涂漆和防锈处理以及文件交付情况。

7 发货准备

7.1 总则

7.1.1 在完成设备的全部试验和检查并通过买方验收之后即可准备发运。

7.1.2 3 级或 3 级以上的多级泵在工厂运转试验之后应拆开进行检查，所有内部零件如果不是由耐腐蚀材料制成的应涂上合适的防锈剂再进行装配，单级和两级泵在工厂运转试验之后不必再拆开，只要所有内部零件都是涂上合适的防锈剂的并将泵（包括填料函）完全放空和干燥即行。所有的泵均应是完全装配好的进行发运，除了尺寸和外形不适于这样做。在这样的情况下，制造厂/供方必须提供足够的装配用资料。

7.1.3 设备应根据规定的运输方式作好相应的准备。发运准备工作应使设备能适合从装运之日起为期 6 个月的室外贮存要求，即在此期限内，设备除了检查轴承和密封外不需再作任何拆卸即可投入使用。如果买方打算贮存更长些时间，一定要同制造厂/供方商量有关应遵循的推荐保管方法。

7.2 轴封

如果没有另外的商定，则：

a）软填料应单独装运，供在现场安装。这种情况下，“填料函未装填料”的警告标签应牢固地附着在泵上。

b）机械密封和密封端盖应安装在泵里发运，并且应是清洁、有润滑的（如有必要）和作好首次使用准备的。

7.3 运输和贮存的准备

7.3.1 装运之前应将所有用不耐环境腐蚀的材料制成的内部零件中的积液放空并用去水防锈剂进行防锈处理。

7.3.2 所有受大气腐蚀的外露表面，除了机械加工表面以外，均应涂上一层制造厂/供方的标准油漆或按照规定加面层。对立式泵的看不见的表面，不论是否沉没在液下，其保护方法须由制造厂/供方和买方共同商定。

7.3.3 所有外露的机械加工表面均应涂以合适的防锈涂料。

7.3.4 轴承和轴承箱应使用与润滑剂相容的防锈油加以保护。“启动之前须向油润滑轴承箱内注油至合适的油位”的警告标签应牢固地附着在泵上。

7.3.5 有关防锈剂及其去除方法的说明应牢固地附着在泵上。

7.3.6 为使设备在到达工作现场后至启动前这段期间内保持贮存准备措施的完好，制造厂/供方应向买方提供必要的说明。

7.4 运输过程中旋转件的固定

为避免轴承在运输过程中因振动而遭损坏，应根据运输的方式和距离以及转子的质量和轴承设计按不同要求对旋转零部件进行固定。在这样情况下，应牢固地附上警告标签。

7.5 孔口

所有通向压力室的孔口均应装上耐风雨侵蚀的封堵件，封者件应坚实，足以经受住意外损坏（并见4.5.3）。夹套封堵件不能起承压作用。

7.6 管路和管路附件

必须采取各种防护措施保证小管路及管路附件不会在运输和贮存过程中遭受损坏。

7.7 标识

泵和所有随泵供应的散装零部件均应标上规定的识别号，标识应清晰易辨认和耐久。

7.8 安装说明书

应封装一份制造厂/供方的标准安装说明书复制件随泵发运。

8 责任

8.1 设备零部件的制造厂/供方对设计、制造质量和提供无缺陷的材料负责。

8.2 设备制造厂/供方对设备在数据表中所规定的所有各种工作条件下具有满意性能负责。

8.3 买方对正确规定数据表中的工作条件负责。

8.4 买方对设备的贮存、安装、运行和维护负责。

附 录 A
（标准的附录）
离心泵 数据表

如有要求或需要使用数据表，下述离心泵数据表适用于：

—买方询问、订货和合同处理；和

—制造厂/供方投标和制造。

设备的各个组成部分的技术规范应依照本标准。

为使书写或打字有较大的空间，数据表可以扩大和分成两页，但在所有情况下行号必须与标准数据表一致。

填写数据表说明：

——需要的信息须在适合的栏内用十字叉（×）指示；

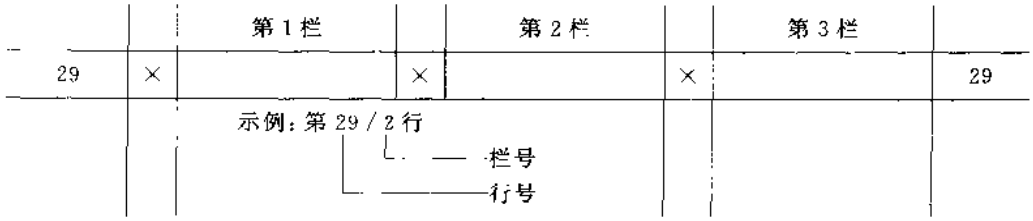
——标有★记号的行应由买方询问时填写；

—空栏可用来指示需要的信息，也可用于标修改记号指示已插入信息或信息已被修改之处；

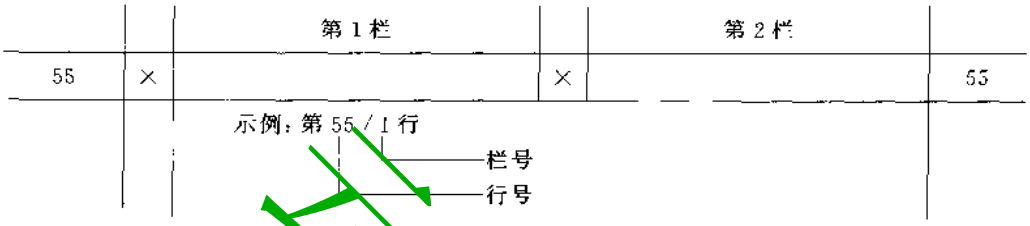
—为便于传递指定的行和栏位中的信息，可利用下列表解：

万水帮科技

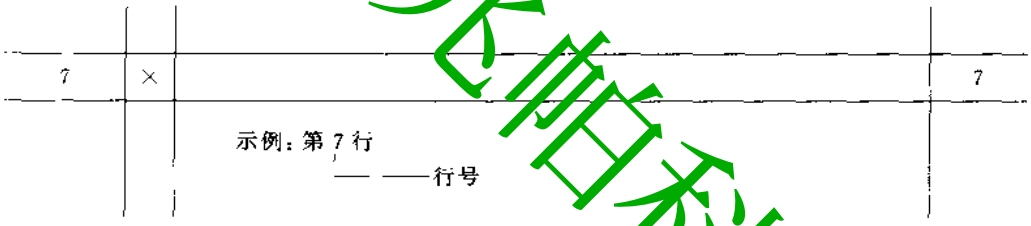
三栏行



二栏行



一栏行



下面对那些被认为不是普遍能理解的专用术语给出较为详细的解释，见表 A1。

表 A1

行	术　语	解　释
1/1	使用泵工厂	工厂类型、地点、运行、建筑物或其他方面特征
2/1		
1/2	使用	工作任务，例如：锅炉给水泵、废水泵、消防水泵、循环泵、回流泵等
2/2	技术条件类别	例如 GB/T××××
3/2	驱动机	如果不是直接驱动，须以“附注”给出有关信息
4/2		
5/1	买方（客户）	公司名
6/1		
5/2	制造厂/供方	公司名
6/2		
7	现场条件	例如室外或室内安装，其他环境条件
8/1	液体	流体的一种相当准确的称法。如流体为混合物，应以附注给出成分分析
8/3	额定/正常流量下可用 NPSH	规定可用 NPSH 时，可能需要考虑非正常工作条件

工业泵科技

续表 A1

行	术　语	解　释
9/1	固体物含量	应以“附注”给出流体中固体物成分、颗粒大小、数量（以液体质量百分数表示）、形状（球形、立方体形、椭圆体形）、固体物密度（kg/dm³）及其他独特性质（如成团趋向）
10/1	腐蚀剂	液体的腐蚀成分
12/2	入口表压，最大	工作时入口的最大压力，由于液位、系统压力等改变引起的
13/3	额定叶轮直径下最大泵轴功率	额定叶轮直径、规定的密度、粘度和转速下最大泵轴功率
14/3	最大叶轮直径下最大泵轴功率	最大叶轮直径、规定的密度、粘度和转速下最大泵轴功率
15/3	驱动机额定功率	确定此值时需考虑： a）泵的功能和工作方式 b）性能曲线上工作点位置 c）轴封处摩擦损失 d）机械密封循环流量 e）介质性质（固体物含量、密度、粘度）
16/1	危险性	例如：可燃性、毒性、臭味、腐蚀性、放射性
16/2	额定扬程曲线最大值	安装叶轮直径下最高扬程
20/2	减少轴向推力方法	例如：轴向止推轴承、平衡盘/平衡鼓、平衡孔、对置叶轮
21/2	径向轴承类型、规格	包括内部间隙
22/2	止推轴承类型、规格	应包括内部间隙
23/2	润滑	润滑剂种类，例如油、压力油、滑脂等
	润滑剂供给	例如：油泵、滑脂泵、油位调节器、滑脂杯、带观察孔量油杆等
24/1	叶轮型式	叶轮型式，例如闭式、开式、单流道式等
24/2	轴封装置	使用附录F的合适标识
26/2	轴封	对机械密封：
	型式，尺寸	——型式：平衡型（H）；不平衡型（U）；波纹管型（Z） ——尺寸：以穿过静环的轴直径为基准的轴或轴套公称直径，以mm计（见GB/T822） 对填料函： ——尺寸：按GB5661的密封腔直径
26/3	设计压力	是指辅助管路系统（管路、冷却器等）的设计压力
27/3	试验压力	是指辅助管路系统（管路、冷却器等）的试验压力
33/1	泵壳支承	例如：沿轴中心线支承、底脚支承、轴承托架支承
34/1	泵壳剖分	相对轴而言的轴向、径向剖分
35/3至36/3	驱动机	如信息多，可用单独数据表给出或在标“附注”的空白处给出
44/2至49/2	机械密封元件	使用附录J的机械密封元件材料代码
46/2至47/2	机械密封	例如：O形圈
50至52	试验	准备进行各种试验的公司或委托机构，例如制造厂/供方；按照什么标准（51）以及委托见证试验机构名称（52）

行业标准

表 A2

离心泵数据表

1	★ 使用泵厂				★ 使用					1
2					★ 技术条件类别					2
		需要数量	泵型号规格		制造厂家编号	驱动机			项目号	
			卧式[1]	立式[1]		类别	型号规格			
3	工作	★				★			★	3
4	备用	★				★			★	4
5	客户		询问单号	日期		供方		建议书编号	日期	5
6			订单号	日期				合同号	日期	6
7	现场条件	★								7

工作条件

8	★	液体		★	流量	额定	m^3/h	★	额定/正常流量时 NPSH	可用	/ m	8
9	★	固体物含量	以质量计 %	★		正常/最大	/ m^3/h			必需	/ m	9
10	★	腐蚀剂		★		最小必需/连续	/ m^3/h		泵额定转速		r/min	10
11	★	磨蚀剂		★	入口表压	额定	MPa		泵轴功率	额定叶轮直径下	kW	11
12	★	工作温度(O.T)	C	★		最高	MPa			最大叶轮直径下	kW	12
13	★	工作温度下的密度	kg/dm^3	★	出口表压	额定	MPa		最大泵轴功率		kW	13
14	★	工作温度下的运动粘度		★		最高	MPa				kW	14
15	★	工作温度下的汽化压力(绝压)	MPa	★	差压,额定		MPa		驱动机额定输出功率		kW	15
16	★	危险性			额定扬程曲线 最大/正常		m	★	自吸		是,否	16

结构特性

17	★	基本设计压力		MPa	总间隙	密封环/耐磨板	mm		冷却(C),串联(S) 加热(H),并联(P)	C	H	S	P	17
18		额定压力	泵	MPa 在 C		轴瓦	mm							18
19			辅助管件	MPa 在 C		平衡鼓	mm		泵体					19

标准出版公司

续表 A2

离心泵数据表																					
结构特性																					
20		试验压力				MPa		减少推力方法				轴承									20
21		级数						径向轴承	型号规格			油冷却器									21
22		叶轮	额定直径/安装直径		/	mm		推力轴承				密封室									22
23			最大直径/最小直径		/	mm		润滑/供油方式		/		密封循环冷却器									23
24			形式					轴封	装置型式			密封座									24
25		面对泵从动端的转向		泵*	顺时针/逆时针				制造厂家			支座									25
26				驱动机**	顺时针/逆时针				型号规格		★	设计压力	MPa								26
27		入口法兰	尺寸	位置					极限压力		MPa	试验压力	MPa								27
28	★		压力等级和法兰表面加工						静压力		MPa	外部供给	作用 流体	L/h	C	入口/出口 MPa					28
29		出口法兰							动压力		MPa										29
30			尺寸	位置					温度		C										30
31		放气孔，加工出螺纹						密封管路系统	配置												31
32		放液孔，加工出螺纹							供货者				冷却								32
33		泵体支承					★	含驱动机的总重量(大约)			kg		加热								33
34		泵体剖分			径向/轴向			叶轮式/导叶式		单流/双流/多流	★		电气 V	相		Hz					34
附件																					
35		联轴器	制造厂家				★	联轴器防护罩供货者			★	驱动机	供货者								35
36			型号/规格					底座	供	泵/驱动装置/驱动机	★		安装者								36
37			加长段长度			mm			类型	独立式/灌浆/不灌浆	★	辅助管路供货者									37
38			供货者				★		供货者		★	地脚螺栓供货者									38

仅供出版社

续表 A2

离心泵数据表

材　　料

39		泵体			轴套			填料函	填料压盖		39
40		外部联接螺栓			喉部衬套				填料		40
41		泵体垫		机械密封	密封端盖				填料环		41
42		叶轮			节流衬套				联轴器体/加长段		42
43		密封环 叶轮				泵侧 大气侧		联轴器	弹性元件		43
44		密封环 泵体			旋转环				防护罩		44
45		耐磨板/衬层			静环			底座			45
46		轴			辅助密封 旋转环			油漆			46
47		壳体衬里			辅助密封 静环						47
48		轴承箱连接体			弹簧						48
49		轴承箱			其他金属零件						49

试　　验

50	★	试　验	材　料	水　压	水力性能	NPSH		检　查	最终检查	50
51	★	引用标准								51
52		执行见证试验单位								52

文　件　提　供

53		性能曲线号 建议书		图纸	安装尺寸		53
54		性能曲线号 试验			管路系统	密封	54
55		使用说明书				辅助系统	55
56		备件明细表号			装　配	泵	56
57						轴封	57

附注：1)如不适用，划掉。　　★标有此符号的行由买方询问时填写。　　× 从驱动机看泵。

2)除汽化压力、差压外，其余所有压力均系表压。　　×× 从泵看驱动机。

第　　张　　共　　张　　审阅日期　　图号

全书电子版

附 录 B
（标准的附录）
泵短管上的外力和外力矩

B1 总则

由管路负荷引起的作用在泵法兰上的力和力矩可以导致泵和驱动机轴的不对中、泵壳的变形和过应力或泵和底座之间的紧固螺栓过应力。

本附录意在给制造厂/供方、安装承包者和泵的用户一种简单的方法用来校核由泵的管路传递给泵的负荷仍是在容许的极限范围内。这是通过比较来进行的，即：

——管路设计者计算的负荷（力和力矩），与

——如本附录对各个泵族给出的法兰上的最大容许值（是法兰尺寸和安装条件的函数）相比较。

注 11：此方法是在欧洲泵制造商委员会内进行的并得到管路专家支持的研究和试验结果的一部分，ISO 正在制定关于这一题目的更为详细的国际标准❶。

B2 泵族的确定

根据泵的构造型式和最常用的工作条件已确定了一定数量的泵族。

各个泵族的特性示于表 B1（卧式泵）和表 B2（立式泵）中。

如果某些泵不具有表中提到的特性，制造厂/供方将能够把它们看作是类似于他选择的某一泵族，否则买方和制造厂/供方须对每一特殊情况签订专门协议。

B3 容许力和力矩值

B3.1 每一泵族的最大容许力和力矩值是由基本值乘以被认为是最适合于该泵族的适当系数而确定的。

B3.2 表 B3 给出的基本值适用于每一种泵法兰，使用时应考虑随所研究的法兰而变的三条轴线的标识。

B3.3 在最不利的构造型式情况下每一泵族的轴端位移量最大为 0.15mm。

B3.4 表 B3 所述及的基本值用于各有关泵族时应乘以表 B4 或表 B5 给出的相应系数。

B3.5 表 B3、表 B4 和表 B5 所列的值适用于表 B1 和表 B2 规定的材料❷。对其他材料，这些数值须加以修正，即按材料在适宜温度下的弹性模量比成比例地变化（见 B4.3）。

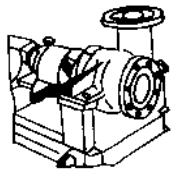
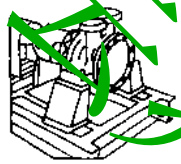
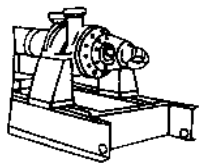
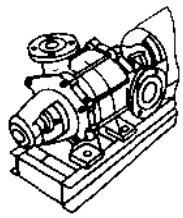
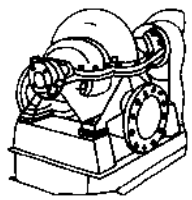
B3.6 表中示值可以以各个方向上同时或分别为正值或负值应用于每个法兰（吸入和排出法兰）。

采用说明：

❶ ISO9905 为“将制定关于这一题目的更为详细的技术报告”。

❷ ISO9905 中无“……表 B4，……和表 B2”字样，系原文遗漏。

表 B1 卧式泵族特性

泵族编号和泵级数	简图	泵使用技术限制			材料
		容许最高压力 (MPa)	容许最高温度 (℃)	法兰公称通径 DN_{max}	
1 1级和2级		55	430	350	铸钢
2 1级和2级		55	430	350	铸钢
3 1级和2级		55	430	400	铸钢
4A 多级		25	110	150	铸铁
4B 多级		40	175	150	铸钢
5A 1级和2级		20	110	600	铸铁
5B 1级和2级		120	175	450	铸钢

石化油科技

续表 B1

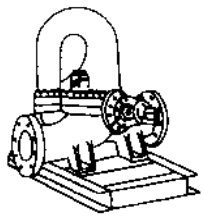
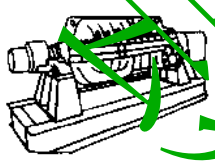
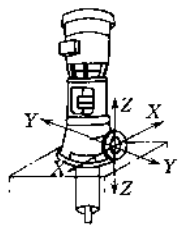
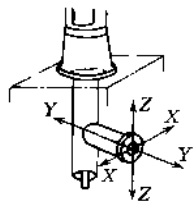
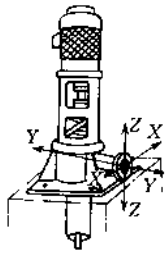
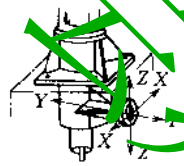
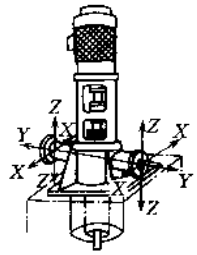
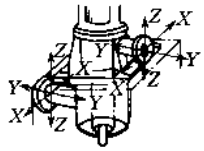
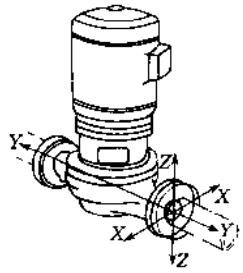
泵族编号和泵级数	简图	泵使用技术限制			材料
		容许最高压力 (MPa)	容许最高温度 (℃)	法兰公称通径 DN_{max}	
6 2级		120	175	450	铸钢
7A 3级至5级 7B 6级至10级 7C 11级至15级		150	175	350	铸钢

表 B2 立式泵族特性

泵族编号	简图		泵使用技术限制			材料
			容许最高压力 (MPa)	容许最高温度或最低温度 (℃)	法兰公称通径 DN	
10A[1),2)]		吸入口沉没在液下	20	60	50～600	铸铁
10B[1),2)]						铸钢
11A[1)]			20	60	50～600	铸铁
11B[1)]						铸钢

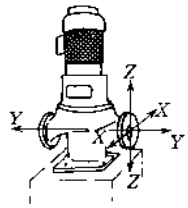
行业值科技

续表 B2

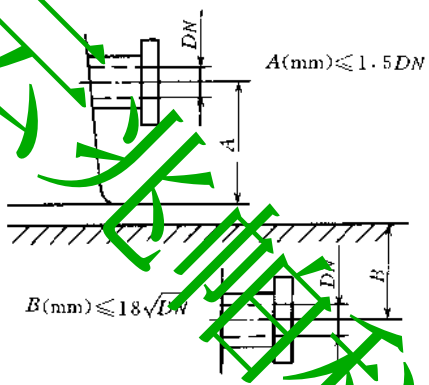
泵族编号	简 图		泵使用技术限制			材 料
			容许最高压力 (MPa)	容许最高温度或最低温度 (℃)	法兰公称通径 *DN*	
12A[1]		吸入口沉没在液下	30	0～110	40～350	铸铁
12B[1]			55	−45～250		铸钢
13A[1]			30	0～110	40～350	铸铁
13B[1]			55	−45～250		铸钢
14A[1]			30	0～110	40～350	铸铁
14B[1]			55	−45～250		铸钢
15A[1]			30	0～110	40～350	铸铁
15B[1]			55	−45～250		铸钢
16A			30	110	40～150	铸铁
16B				250	40～200	铸钢

正水泊科技

续表 B2

泵族编号	简 图	泵使用技术限制			材 料
		容许最高压力 (MPa)	容许最高温度或最低温度 (℃)	法兰公称通径 DN	
17A		30	110	40～150	铸铁
17B			250	40～200	铸钢

1) 表 B3 和表 B5 中 10～15 各泵族的容许力和力矩值仅适用于这样的场合，即受负荷作用的法兰的中心线与安装平面或固定平面之间的距离是在下面所述的范围内：



2) 对 10A 和 10B 族，给出的力和力矩值是基于假定排出弯管与驱动机底架（它本身又是整个泵机组的支承座）成一体的结构。如此配件是分开结构（分为两部分或更多部分）时，表 B5 中所列的值须除以 2。

注：对于容许负荷，焊接钢结构件可视同于铸钢件，只要它们具有相同壁厚、刚性结构。

表 B3 卧式泵和立式泵的力和力矩基本值

Z 轴 X Y	公称通径[1] DN	力 (daN)				力矩 (daN·m)			
		F_Y	F_Z	F_X	ΣF	M_Y	M_Z	M_X	ΣM
	40	100	125	110	195	90	105	130	190
	50	135	165	150	260	100	115	140	205
	80	205	250	225	395	115	130	160	235
	100	270	335	300	525	125	145	175	260
卧式泵	150	405	500	450	785	175	205	250	365
	200	540	670	600	1045	230	265	325	480
	250	675	835	745	1305	315	365	445	655
	300	805	1000	895	1565	430	495	605	890
顶短管	350	940	1165	1045	1825	530	635	775	1140
	400	1075	1330	1195	2085	690	795	970	1430
Z-轴	450	1210	1495	1345	2345	850	980	1195	1760
	500	1345	1660	1495	2605	1025	1180	1445	2130
	550	1480	1825	1645	2865	1220	1405	1710	2530
	600	1615	1990	1795	3125	1440	1660	2020	2990

续表 B3

Z 轴 / X / Y	公称通径[1] DN	力 (daN)				力矩 (daN·m)			
		F_Y	F_Z	F_X	ΣF	M_Y	M_Z	M_X	ΣM
	40	125	100	110	195	90	105	130	190
卧式泵	50	165	135	150	260	100	115	140	205
	80	250	205	225	395	115	130	160	235
侧短管	100	335	270	300	525	125	145	175	260
	150	500	405	450	785	175	205	250	365
Y 轴	200	670	540	600	1045	230	265	325	480
	250	835	675	745	1305	315	365	445	655
	300	1000	805	895	1565	430	495	605	890
立式泵	350	1165	940	1045	1825	550	635	775	1140
与轴成 90°的侧短管	400	1330	1075	1195	2085	690	795	970	1430
	450	1495	1210	1345	2345	850	980	1195	1760
	500	1660	1345	1495	2605	1025	1180	1445	2130
	550	1825	1480	1645	2865	1220	1405	1710	2530
Y-轴	600	1990	1615	1795	3125	1440	1660	2020	2990
	40	115	100	125	195	90	105	130	190
	50	155	135	165	260	100	115	140	205
	80	225	205	250	395	115	130	160	235
	100	300	270	335	525	125	145	175	260
卧式泵	150	450	405	500	785	175	205	250	365
	200	600	540	670	1045	230	265	325	480
	250	745	675	835	1305	315	365	445	655
轴向短管	300	895	805	1000	1565	430	495	605	890
	350	1045	940	1165	1825	550	635	775	1140
X 轴	400	1195	1075	1330	2085	690	795	970	1430
	450	1345	1210	1495	2345	850	980	1195	1760
	500	1495	1345	1660	2605	1025	1180	1445	2130
	550	1645	1480	1825	2865	1220	1405	1710	2530
	600	1795	1615	1990	3125	1440	1660	2020	2990

1) 对公称通径 DN 大于 600 的法兰，其力和力矩值须由买方和制造厂/供方协议确定。

表 B4 确定卧式泵力和力矩实际值使用的系数

泵族编号	系数	
	力	力矩
1	0.85	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×1
2	0.85	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×1
3	1	1
4A	0.30	ΣM (−500N·m) ×0.35
4B	0.72	ΣM (−500N·m) ×0.84
5A	0.40	0.30
5B	1	1

续表 B4

泵族编号	系数	
	力	力矩
6	1	1
7A	1	1
7B	1	0.75
7C	1	0.30

表 B5 确定立式泵力和力矩实际值使用的系数

泵族编号	系数	
	力	力矩
10A[1)]	0.3	0.3
10B[1)]	0.6	0.6
11A	0.1	0.1
11B	0.2	0.2
12A	0.375	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.5
12B	0.75	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×1
13A	0.262	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.35
13B	0.525	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.7
14A	0.375	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.5
14B	0.75	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×1
15A	0.262	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.35
15B	0.525	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.7
16A	0.5	0.5
16B	1	1
17A	0.375	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×0.5
17B	0.75	M_Y, M_Z, M_X (−500N·m) ×1

1) 表中系数是按最高工作压力 2MPa 给出的，对比这低得多的压力（因而可以采用薄钢板焊接结构），系数须与压力成比例降低，直至最低 0.2。这是指极高比转速泵（例如轴流泵）的情况。

仅供临标评审

B4 附加可能因素

B4.1 总则

基本值是针对标准座架泵和正常使用条件给出的。但如果管路设计原理需要，也有可能为用户提供一个基本值增量以简化管路系统的设计和施工。

B4.1.1 卧式泵

对卧式泵有两类可能因素需要加以考虑。

a) 补强底座，这是制造厂/供方的责任；

b）安装调整，这是用户的责任：

——停用的泵作了或未作重新对中；

——预加负荷。

B4.1.2 立式泵

立式泵中只有 12B，14B，15B，16B 和 17B 这几个泵族的泵可以利用这些附加可能因素。但下列可能因素不能利用：

—— 停用的泵作了或未作重新对中；

—— 补强或灌浆底座。

因此适用的附加可能因素为下列几种：

—— 管路预加负荷；

—— 使用加权公式或补偿公式；

—— 上述两种可能因素联合使用。

如果需要利用这些附加可能因素，买方和制造厂/供方应预先达成协议。

B4.2 加权公式或补偿公式

如果作用在法兰上的各个负荷不是全都达到最大容许值，则这些负荷之一可以超过正常限值，只要下列补充条件得到满足：

—— 力或力矩的任一分量须限制在 1.4 倍最大容许值以下；

—— 作用在每一法兰上的实际力和力矩由下式加以控制：

$$\left(\frac{\sum|F|_{计算}}{\sum|F|_{最大容许}}\right)^2+\left(\frac{\sum|M|_{计算}}{\sum|M|_{最大容许}}\right)^2\leqslant 2$$

式中总负荷 $\sum|F|$ 和 $\sum|M|$ 是泵的每个法兰（入口和出口）上负荷值的算术和（入口法兰＋出口法兰），不考虑它们的代数符号，对计算值和最大容许值均如此。

B4.3 材料和温度的影响

在没有任何相反说明的情况下，所有的力和力矩值均是针对如表 B1 和表 B2 所示的泵族基本材料以及最高温度为 100 C 给出的。

如温度高于此值以及使用其他材料，这些值应根据它们的弹性模量比作如下修正：

$$\frac{E_{t,m}}{E_{20,b}}$$

式中：$E_{20,b}$—— 基本材料在 20 C 温度下的弹性模量；

$E_{t,m}$—— 选用材料在泵输温度下的弹性模量。

B5 制造厂/供方和买方的责任

制造厂/供方应向买方指明所建议的设备属于哪一泵族。

双方应商定所要使用的底座类型（标准的、补强的、混凝土灌注在基础上的）。

买方（或安装承包方、工程咨询方等）应计算在所有各种条件下（热态、冷态、停用状态、压力下）在视为被紧固的泵法兰位上施加于泵的负荷。

买方应查明这些负荷值不超过与选择的泵相适合的表中给出的限值。如超过限值，则必须或是修改管路使负荷降低，或是选择能经受住更大负荷的另一种泵型。

机械标准

B6 若干实际考虑问题

B6.1 泵不是管路系统中一个静止组成部分而是一种精密机械，它的内部有以最小间隙高速旋转的运动部件以及如机械密封这种高精度密封元件。因此，只要可能，使负荷保持在本附录认可的最大限值以内是十分重要的。

B6.2 本附录是由制造厂/供方和用户为了他们的共同最佳利益基于协商一致联合制定的，因此有必要指出下列建议：

a）必须精心地进行泵-驱动机联轴器的最初对中（千分表指示的不同轴度在5/100~7/100范围内），并应按泵或联轴器制造厂的使用说明书指示定期进行检查。

b）使用有两个活节连接点加长段的加长联轴器始终是更为可取，特别是对大的泵机组和/或系统涉及温度超过250℃的流体时。

c）管路接头在最初安装时必须严格按照现行安装规程和遵照泵制造厂/供方或管路系统设计方提供的说明书指示来进行。建议每当有可能部分或整个拆卸泵机组时即进行一次检查。

d）根据涉及的泵的型式以及使用时的温度，在某些情况下，联轴器的最初对中必须在比环境温度高的温度下进行。

如果采取这种解决方法，制造厂/供方和用户就必须十分严格地规定装配条件和联轴器对中性。

B6.3 立式泵，除了整体的“管道”型外，其特点是有长的或相当长的传动轴，在由每隔一定间距设置的多个套筒轴承支承下旋转，轴承常常采用泵输液体润滑。因此整个旋转组装件的运转平稳性将取决于良好的对中性。这只有当施加于泵法兰上的外部负荷不会引起超过制造厂/供方容许的变形时才有可能得到保证。

这就是为什么在考虑了立式泵设计的固有特性和它们对不对中的敏感性之后本标准将立式泵法兰上的力和力矩值限制在小于卧式泵容许值的水平上的原因。

此外，对于立式泵，目视估定联轴器部位的变形也不像卧式泵那么容易，因为立式泵的电机及其机座常常是紧靠泵的上部相连接。事实上这样的变形只有相对空间某一固定点才能加以证实。由于难以进行核查，因此用户最好是严格遵照制造厂/供方提出的建议执行。

法兰上的负荷过大除了影响泵的良好工作和/或可靠性外，通常还引起

——振动幅度大于正常水平；

——难以用手盘动停着的泵（工作温度下）的转子，而根据转子的质量本是可以用手盘动的。

附 录 C
（标准的附录）
询问单、建议书、购货订单

C1 询问单

询问单应包括填完标★技术信息的数据表。

行业标准

C2 建议书

建议书应包括下列技术信息：

填完标“×”信息的数据表；

初步设计外形图；

——典型装配图；

——特性曲线。

C3 购货订单

购货订单应包括下列技术信息：

——填完的数据表；

——必需的文件。

附 录 D
（标准的附录）
根据购货订单的文件提供

D1 应在商定的时间按商定的份数向买方提供下列经审查合格的文件复制件

任何特殊形式或类型文件的提供应是协议的内容。

D2 通常提供的文件应包括

数据表；

——标有尺寸的外形图；

——使用说明书，包括有关安装、试运转（为首次启动准备）、运行、停机、维护（检查、保养和维修）方面的说明，包括附有零件明细表、运转间隙等的装配图，以及必要时还有针对特定工作条件的专门说明；

性能曲线；

——备件明细表。

D3 提供的文件须清楚地标出以下识别号

——项目号；

——购货订单号；

——制造厂/供方订货号。

附 录 E
（提示的附录）
峰 值 位 移

图 E1 所示为振幅、频率和振动速度之间的关系。

万方数据科技

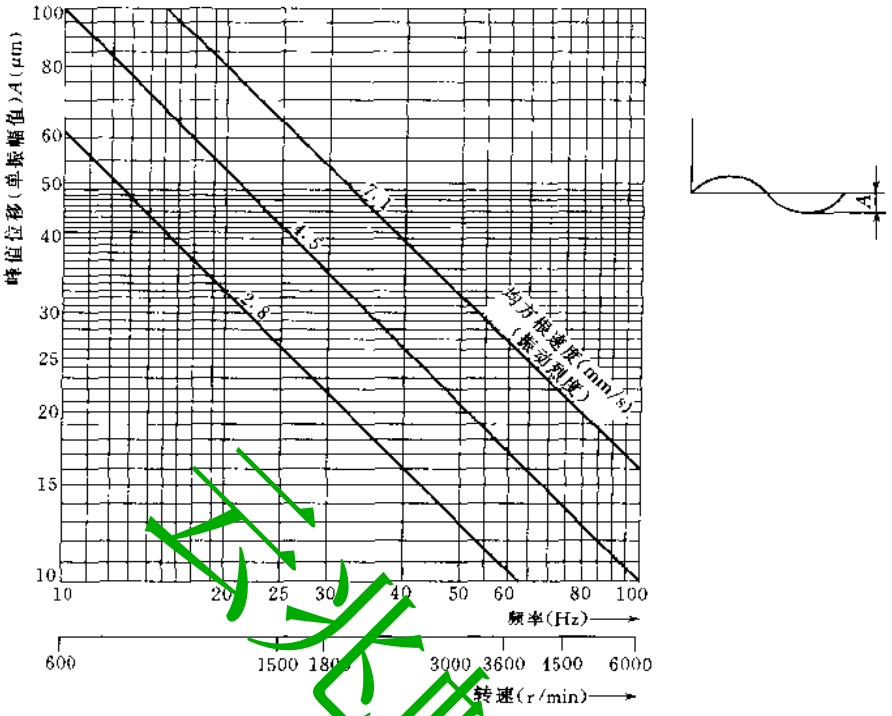


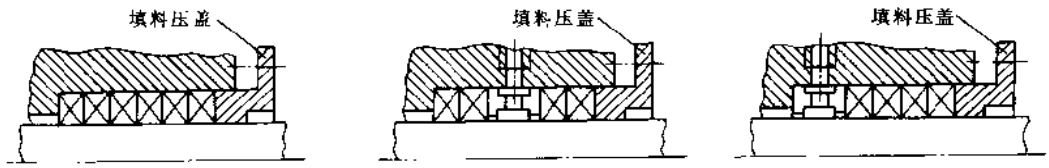
图 E1 不同均方根速度下单振幅值 A 与转速的函数关系
(均方根 rms 的定义见 GB6075)

注：此图是指导性的，它表示在任一不连续频率下（而振动烈度的测量则覆盖一个频带）振幅与转速的关系。

附 录 F
(提示的附录)
密 封 装 置 示 例

下列图中所示是各种密封装置的原理而非它们的结构详图。

F1 软填料[1] (P)



P1 软填料

P2 有填料环（用于密封、阻隔、冷却液体的注入或循环等）的软填料

P3 有填料环的软填料（通常还带有喉部衬套用于冷却液体以及清除沉积物的液体的注入和循环等）

图 F1

1) 图的左侧表示泵侧，右侧表示大气侧。

标准图科技

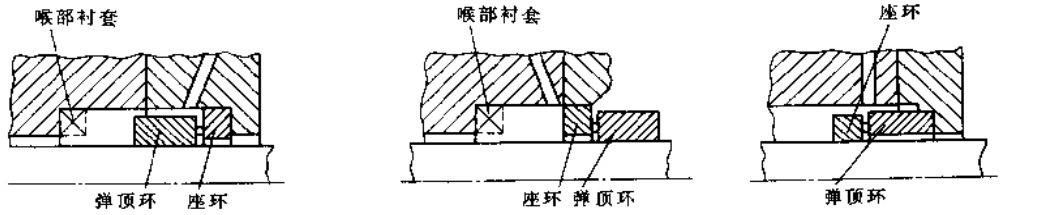
F2 单端面机械密封[1)]（S）

这些密封可以是：

a）一般为不平衡型（U）（如图所示）或平衡型（B）或波纹管型（Z）；

b）密封端面有液体注入或循环，或无液体；

c）有喉部衬套或没有。

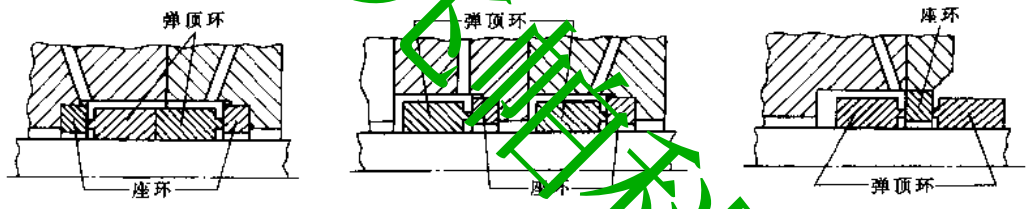


S1 内装式　　S2 外装式　　S3 旋转座环（配合环）内装式

图 F2

F3 多端面机械密封[1)]（D）

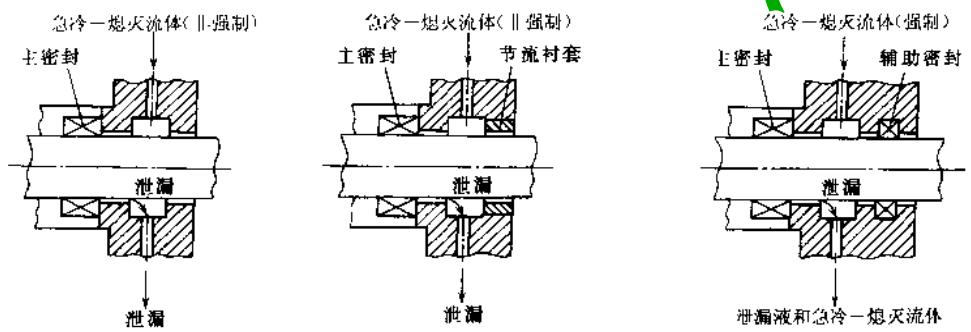
这些密封可以是其中任一个或两个都是不平衡型（如图中所示）或平衡型的。



D1 背对背配置　　D2 串联配置　　D3 面对面配置［对一个旋转座环（配合环）也可采用同样配置］

图 F3

F4 软填料、单端面和多端面机械密封的急冷—熄灭装置（Q）



Q1 主密封不带节流衬套或辅助密封　　Q2 主密封带节流衬套　　Q3 主密封带辅助密封或填料

图 F4

1） 图的左侧表示泵侧，右侧表示大气侧。

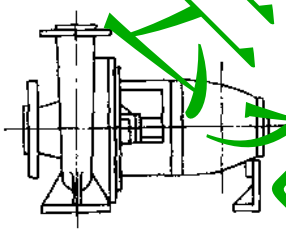
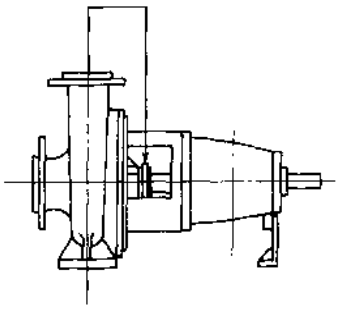
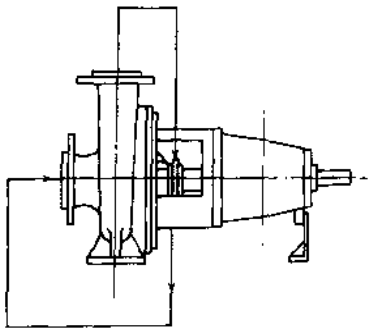
江苏信科科技

附 录 G
（提示的附录）
密封管路系统配置

下列各图中所示是管路系统配置原理图而非它们的结构详图。

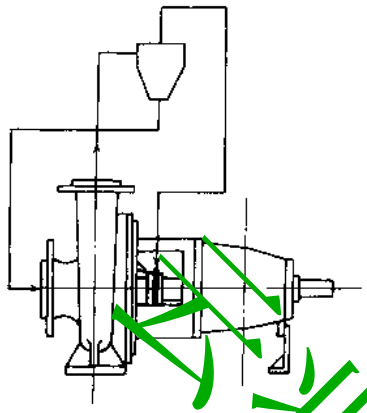
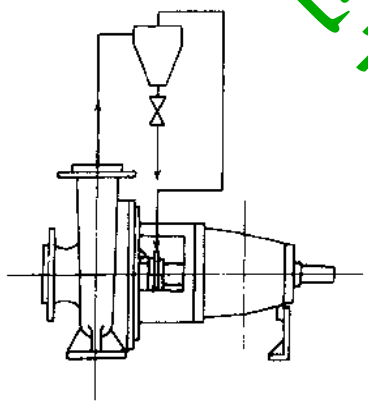
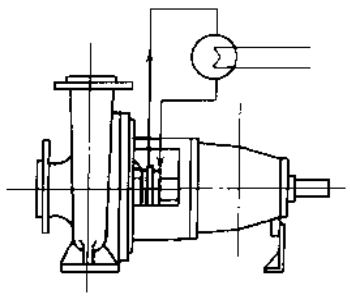
G1 基本管路系统配置形式及适用的密封型式

表 G1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	多端面机械密封 D	急冷-熄灭装置 Q
00		无管路系统，无循环	√	×		
01		无管路系统，内部循环	√	×		
02		循环流体从泵出口至密封腔（内部返回）	√	√		
03		循环流体从泵出口至密封腔再返回泵入口	×	×		

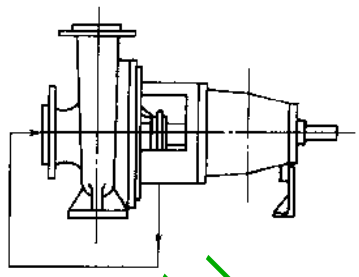
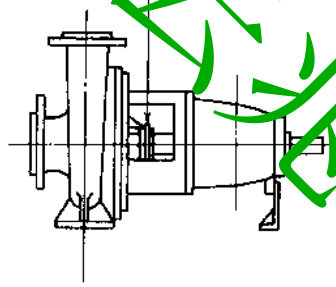
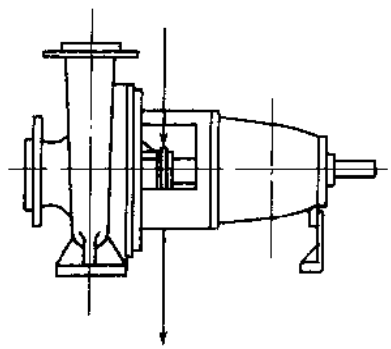
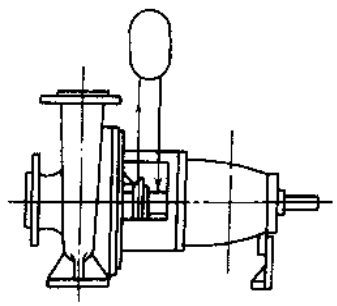
三农苗科技

续表 G1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	多端面机械密封 D	急冷—熄灭装置 Q
04		循环流体经旋液分离器分离(由内部返回)，污液管路通至泵入口	×	×		
05		循环流体经旋液分离器分离，污液管路通至下水道	×	×		
06		循环流体藉泵吸装置由密封腔经换热器再返回至密封腔		×		

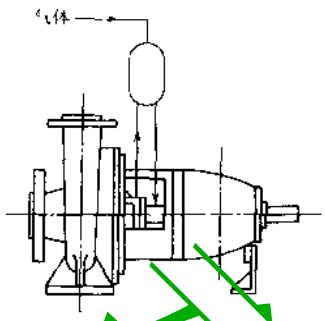
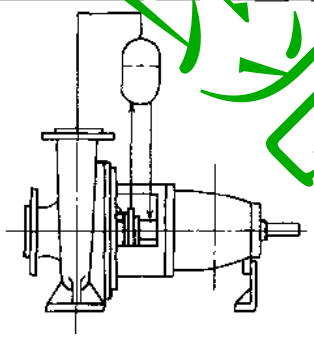
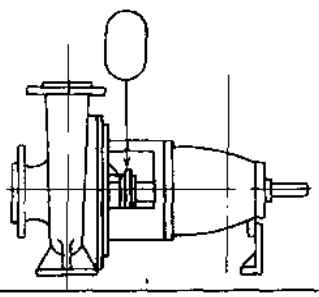
东光化工科技

续表 G1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	多端面机械密封 D	急冷—熄灭装置 Q
07		内部循环流体通至密封处后返回至泵入口	×	×		
08		从外部流体源来的流体 a）通至密封腔并流入泵内 b）通至急冷—熄灭装置	×	×	×	×
09		外部流体（如注入流体阻隔液体）通至密封腔或急冷—熄灭装置，流出至外部系统	×	×	×	×
10		由高位贮罐供给阻隔流体或急冷—熄灭流体藉热虹吸管或泵吸装置实现循环			×	×

行业标准科技

续表 G1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	多端面机械密封 D	急冷—熄灭装置 Q
11		由压力罐供给阻隔流体或急冷-熄灭流体蒸热虹吸管或泵吸装置实现循环			×	×
12		由压力罐供给阻隔液体蒸热虹吸管或泵吸装置实现循环；压力罐的增压是利用泵排出液体通过增压装置（例如带隔膜罐）实现			×	
13		由高位贮罐供给阻隔流体或急冷-熄灭流体	×			×

工水佰科技

G2 密封管路系统配置的标识

密封管路配置的标识由两部分组成，即表示密封装置型式的一个大写字母（P，S，D，Q）和一个数字（1，2，3，见附录 F）以及表示基本管路配置的标识代码（01，02，03，等，见 G1）（它不代表密封腔的位置），中间用句号连接。

如管路系统连接有附件，用它们的数字代码（见 G3）表示。代码排列顺序与附件在系统中沿液流方向配置的顺序相一致。

当液流的起点和终点均在密封腔时（闭循环）的按同样顺序查点代码。

对始于密封腔之前又续于密封腔之后的管路系统配置，密封腔在其中的位置用一破折号代表。

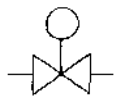
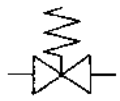
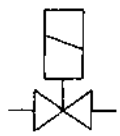
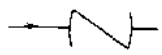
允许将不同的管路配置与不同的密封装置相结合。此时管路配置的标识顺序应与密封装置的标识顺序一致，从泵侧开始（见标识示例 5 和示例 8）。

当某一种附件是泵或另一种附件的一个组成部分或装在它们的内部时，其代码应用括号括起。

G3 关于密封管路附件的说明

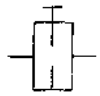
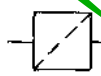
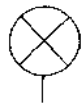
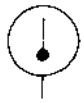
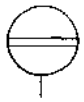
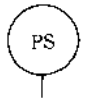
注 12：ISO/TC10 技术制图技术委员会和 ISO/TC145 图形符号技术委员会对附件符号标准已在考虑之中，有关的参考标准列在“附注”栏中。

表 G2

标识代码	符号	名称	附注
10		阀	
11		截止阀	ISO3511-1：1977，cf，3.4
12		控制压力或流量的手动调节阀	
13		自动调节阀	ISO3511-1：1977，cf. 3.4 and3.5.1
14		压力自动调节阀	
15		电磁阀	ISO3511-1：1977，cf. 3.4 ISO3511-2：1984，cf. 6.4.4
16		止回阀	
17		安全阀	

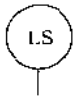
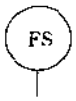
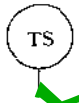
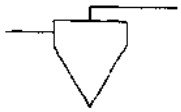
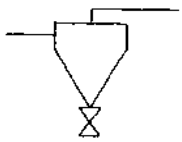
石头电脑科技

续表 G2

标识代码	符　号	名　称	附　注
20		孔板	
21		不可调节孔板	
22		控制流量和压力的可调节孔板	
30		精粗过滤器	
31		粗过滤器	
32		过滤器	ISO3511-3：1984，cf. 3.5.1.4
40		指示仪表	
41		压力计	
42		温度计	ISO1219-1：1991，cf. 10.1.2
43		流量计	ISO3511-1：1977，cf. 6.1.1
44		液位计	ISO3511-1：1977，cf. 6.1.5
50		开关	
51		压力开关	

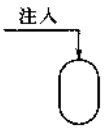
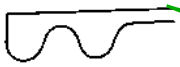
五洲恒科技

续表 G2

标识代码	符　号	名　称	附　注
52		液位开关	
53		流量开关	
54		温度开关	
60		器件	
61		旋液分离器	
62		污液管线装有手动调节阀的旋液分离器	
63		换热器	ISO1000：1989，011]
64		贮液罐	ISO3511-3：1984，cf.3.5.1.6
65		带隔膜贮液罐	
66		带增压器贮液罐	

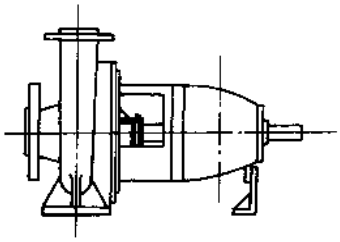
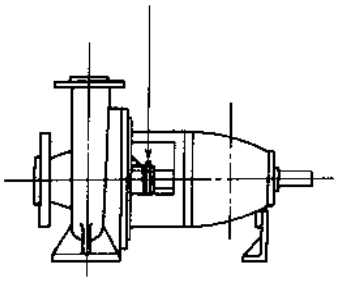
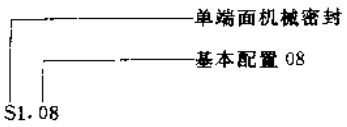
江苏恒阳科技

续表 G2

标识代码	符　号	名　称	附　注
67		带液体注入补给装置的贮液罐	
68		循环泵	ISO7000：1989，0134
69		电动机	
70		冷却盘管	
71		槽式电热器	

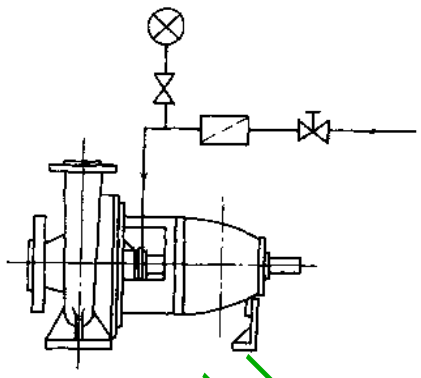
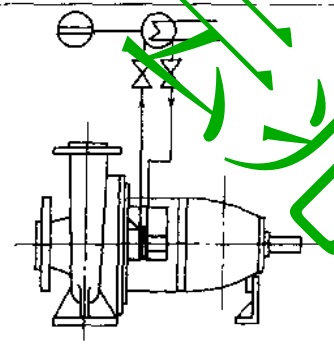
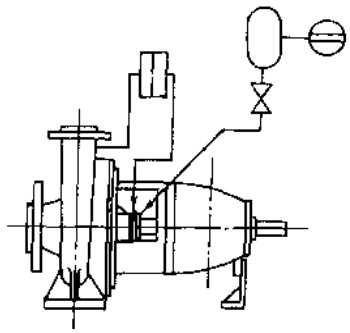
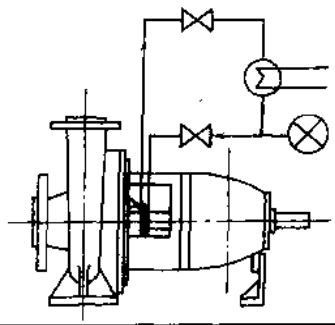
G4　标识示例

表 G3

序号	示　图	标　识　　说　明
1		
2		

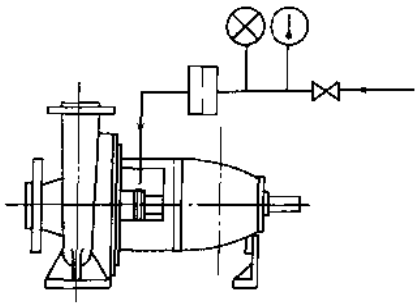
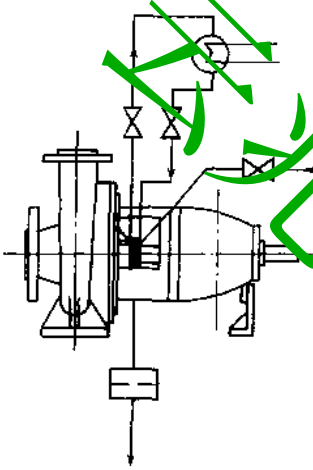
石光伯科技

续表 G3

序号	示　图	标　识	说　明
3		S1.08-12.32.11.41	单端面机械密封 基本配置 08 手动调节阀 过滤器 截止阀 压力计
4		D1 0-11.64 53.44)11	双端面机械密封 基本配置 10 隔离阀(自由选用) 贮液罐 换热器(内装) 液位计(内装) 截止阀(自由选用)
5		S1.02-21Q3.13-64(44)11	单端面机械密封 基本配置 02 孔板 急冷—熄灭装置 基本配置 13 贮液罐 液位计(内装) 截止阀
6		S1.06-11.63.41.11	单端面机械密封 基本配置 06 截止阀(自由选用) 换热器 压力计 截止阀(自由选用)

石化机械科技

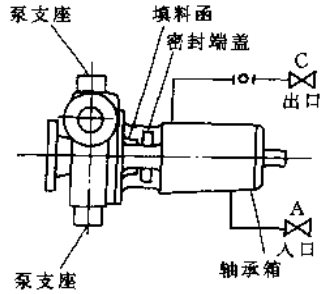
续表 G3

序号	示　图	标　识	说　明
7		单端面机械密封 基本配置 08 截止阀 温度计 压力计 孔板 S1.08-11.42.41.21	
8		单端面机械密封 基本配置 06 截止阀(自由选用) 冷却器 截止阀 急冷—熄灭装置 基本配置 09 截止阀(自由选用) 孔板 S1.06-11.63.12.23.09-11.21	

安装帕科技

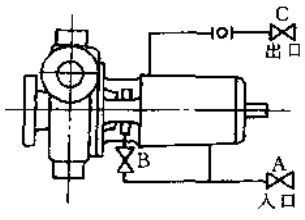
G5　冷却水管路系统配置

G5.1　悬臂叶轮泵的冷却水管路系统配置



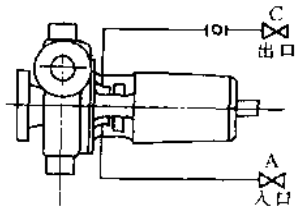
方案 A
冷却水管路通向轴承箱

图 G1



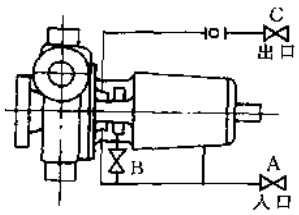
方案 B
冷却水管路通向轴承箱，同时并联通至密封端盖

图 G2



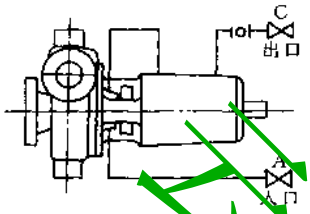
方案 C
冷却水管路通向填料函夹套

图 G3



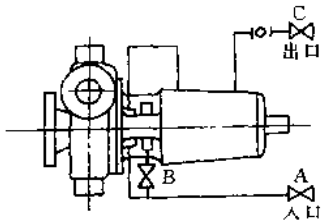
方案 D
冷却水管路通向填料函夹套，同时并联通至密封端盖

图 G4



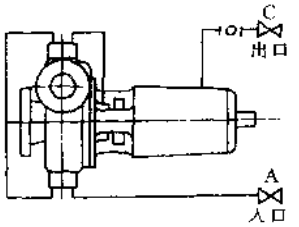
方案 E
冷却水管路串联通向填料函夹套和轴承箱

图 G5



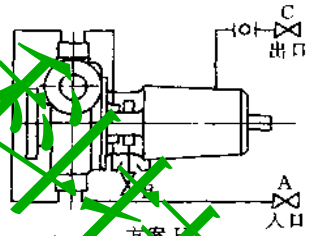
方案 F
冷却水管路串联通向填料函夹套和轴承箱，同时并联通至密封端盖

图 G6



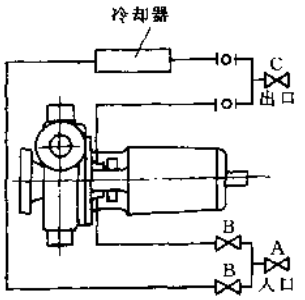
方案 G
冷却水管路串联通向泵支座、填料函夹套和轴承箱

图 G7



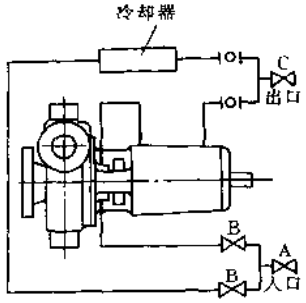
方案 H
冷却水管路串联通向泵支座、填料函夹套和轴承箱，同时并联通至密封端盖

图 G8



方案 J
冷却水管路通向填料函夹套，同时并联通至冷却器

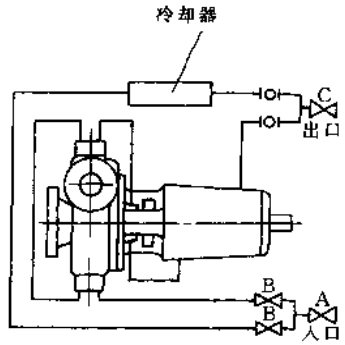
图 G9



方案 K
冷却水管路串联通向填料函夹套和轴承箱，同时并联通至冷却器

图 G10

石水帕科技

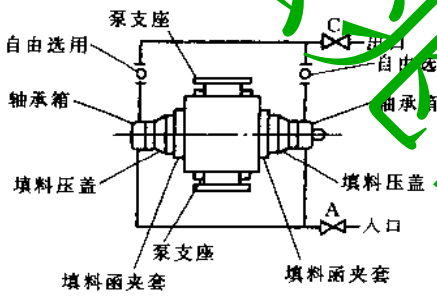


图例
阀
可视流量计(如有规定)
阀 A：入口截止阀
阀 B：分管流量调节阀
阀 C：出口截止阀(自由选用)

方案 L
冷却水管路串联通向泵支座、填料函夹套和轴承悬架，同时并联通至冷却器

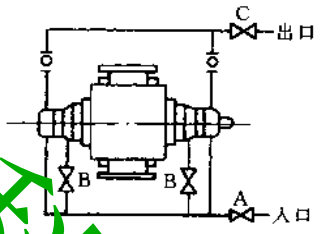
图 G11

G5.2 双支承泵的冷却水管路系统配置



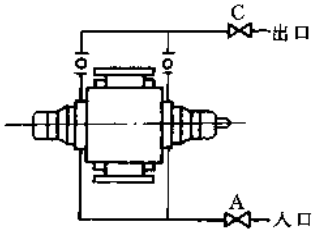
方案 A
冷却水管路通向轴承箱

图 G12



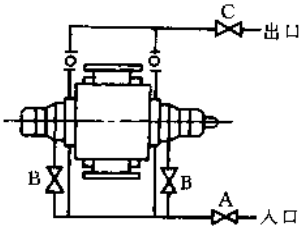
方案 B
冷却水管路通向轴承箱，同时并联通至密封端盖

图 G13



方案 C
冷却水管路通向填料函夹套

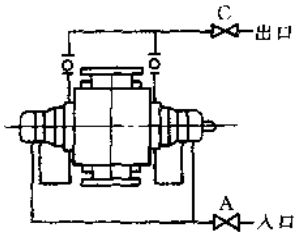
图 G14



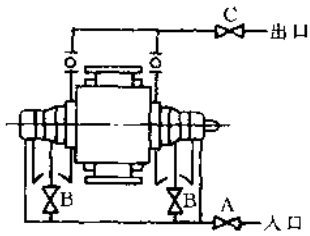
方案 D
冷却水管路通向填料函夹套，同时并联通至密封端盖

图 G15

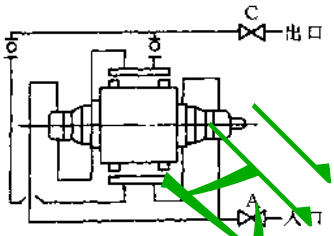
石化标准科技



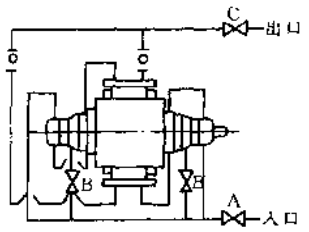
方案 E
冷却水管路串联通向轴承箱和填料函夹套
图 G16



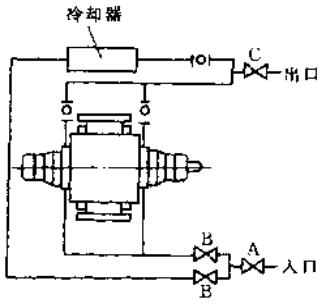
方案 F
冷却水管路串联通向轴承箱和填料函夹套，同时并联通至密封端盖
图 G17



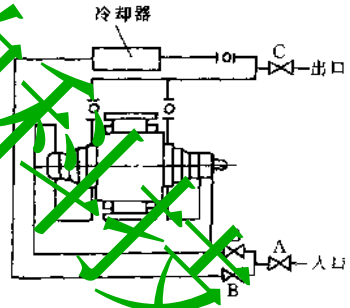
方案 G
冷却水管路串联通向轴承箱、填料函夹套和泵支座
图 G18



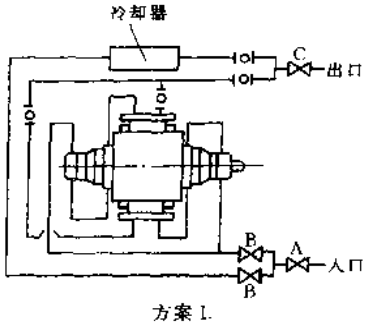
方案 H
冷却水管路串联通向轴承箱、填料函夹套和泵支座，同时并联通至密封端盖
图 G19



方案 J
冷却水管路通向填料函夹套，同时并联通至冷却器
图 G20



方案 K
冷却水管路串联通向轴承箱和填料函夹套，同时并联通至冷却器
图 G21



方案 L
冷却水管路串联通向轴承箱、填料函夹套和泵支座，同时并联通至冷却器
图 G22

石化泵行天下

G6 典型压力油润滑系统

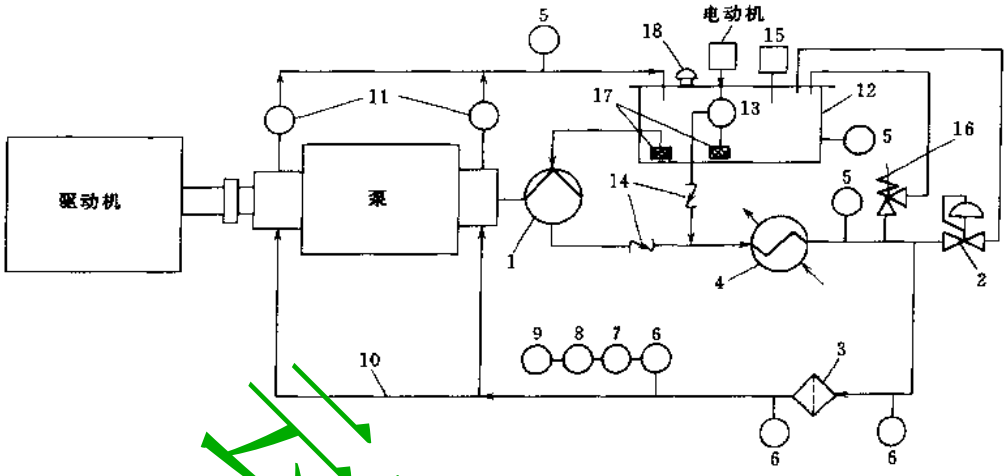


图 G23

1—轴端带动主油泵；2—压力调节阀；3—精流过滤器；4—油冷却器；5—温度计；6—压力计；
7—低压报警和停机开关；8—主泵启动开关；9—辅助泵压力开关；10—管路（供油和回油）；
11—可视流量计；12—油箱；13—辅助油泵；14—止回阀；15—油位计；
16—安全阀；17—吸入过滤器；18—加油器/呼吸阀

注 13：本图是典型的系统示意图，既不构成任何具体的设计，也未包括全部结构零件（如放气阀和放空阀）

附 录 H
（提示的附录）
流体管接头标识代码

下列符号可以用于对泵文件（例如图纸、说明书和类似的小册子）中或泵本身及其附件上的各种流体、管接头的标识。

表 H1 测量装置管接头标识

代 码	种 类
F	流量
P	压力
T	温度
L	液位
V	振动
M	测量

表 H2 辅助装置管接头标识

代 码	种 类	代 码	种 类
F	流体	G	润滑
L	泄漏	E	平衡
B	阻隔（缓冲）	I	入口
I	注入	O	出口
C	循环	F	充注
Q	急冷--熄灭	D	放液
K	冷却	V	放气
H	加热		

标识代码由表 H1 和表 H2 中给出的两个字母并排联合组成(例如 II=注入流体入口)。如在一个文件中出现具有相同符号的几个管接头时，则需在符号后添加一个数字加以区别(例如：PM1=压力测量 1，PM2=压力测量 2)。

附 录 J
(提示的附录)
离心泵零件的材料和材料规范

表 J1 和表 J2 分别给出了离心泵零件的材料和材料规范及机械密封元件材料代码。除非买方有规定，表面硬化材料(钨铬钴合金、铬化硼系化合物、碳化钨等)应由制造厂/供方选用。

表 J1 离心泵零件材料规范

材 料	承压零件	锻 件	棒 材	螺栓和螺柱
铸 铁	ISO185	--	-	—
碳 钢	ISO[illegible]55	ISO683-1	ISO683-1	-
铬钼钢	—	—	—	—
5%铬钢	ISO683-13	ISO683-13	1)	1)
12%铬钢	ISO683-13：1986 钢种 4	ISO683-13：1986 钢种 4	1)	1)
18-8 不锈钢	1)	ISO683-13：1986 钢种 11	1)	ISO3506：1979，A2
18-10-2.5 不锈钢	1)	ISO683-13：1986 钢种 20	1)	ISO3506：1979，A4
青 铜	—	—	ISO427	ISO544

注：表中 1)相应的国际标准目前尚未发布。

买方也可根据国家标准规定材料。

表 J2 机械密封元件材料代码

弹顶环端面和座环端面的配合面材料	辅助密封材料[1)]	其他元件材料[2)](例如弹簧或波纹管，但密封端盖或轴套不在内)
烧结石墨 A=石墨，金属浸渍	弹性体 P=丁腈橡胶	

续表 J2

弹顶环端面和座环端面的配合面材料	辅助密封材料[1]	其他元件材料[2]（例如弹簧或波纹管，但密封端盖或轴套不在内）
B＝石墨，树脂浸渍	N＝氯丁橡胶	
C＝其他石墨	B＝丁基橡胶	
	E＝乙丙橡胶（E/P 橡胶）	
金属	S-硅橡胶	
D＝碳钢	V＝氟橡胶	D＝碳钢
E＝铬钢	K－高氟弹性体	E＝铬钢
F＝铬镍钢	X＝其他弹性体	F＝铬镍钢
G＝铬镍钼钢		G＝铬镍钼钢
K＝硬涂层金属	**非弹性体**	
M＝镍基合金	T＝聚四氟乙烯（PTFE）	M＝镍基合金
N＝青铜	M＝聚四氟乙烯/氟化乙丙烯包覆（PTFE/FEP 包覆）	N＝青铜
P＝铸铁		
R＝合金铸铁	A＝压制浸渍石棉	T＝其他金属
S＝铬铸钢	G＝石墨薄片	
T＝其他金属	Y＝其他非弹性体	
碳化物	**特殊情况**	
U ＝碳化钨	U－异类辅助密封材料	
U_1 ＝碳化钨与钴粘结剂		
U_2 ＝碳化钨与镍粘结剂		
U_3 ＝碳化钨与镍铬铝粘结剂		
Q ＝碳化硅		
Q_1 ＝无游离硅的碳化硅		

石化机械

续表 J2

弹顶环端面和座环端面的配合面材料	辅助密封材料[1]	其他元件材料[2]（例如弹簧或波纹管，但密封端盖或轴套不在内）
Q_2=有游离硅的碳化硅		
Q_3=有游离硅的碳化硅石墨复合物		
Q_4=渗硅碳		
J =其他碳化物		
金属氧化物		
V=氧化铝		
W=氧化铬		
X=其他金属氧化物		
合成材料		
Y =增强聚四氟乙烯		
Y_1=玻璃纤维增强聚四氟乙烯		
Y_2=石墨增强聚四氟乙烯		
Z =其他合成材料		

1）辅助密封是指密封轴对轴套的旋转元件或密封壳体对端盖的静止圈，它们也可以是波纹管。

2）详细情况可向机械密封制造厂/供方了解。

云光泊科技

附 录 K
（提示的附录）
核 对 单

下列核对单以条号指明在这些条文中含有可能需要由买方决定或需要由买方和制造厂/供方共同商定的内容。

4 设计

4.1 总则

4.1.1.5 牛顿液体

4.1.2 NPSHR 基准

4.1.3.1 使轴封压力降低至最小的方法

4.3.1.7
4.3.1.8 } 临界转速

4.3.2.1.1 装配好的转子

4.3.2.1.2 最小连续稳定流量

4.4.2.2 立式屏蔽泵的吸入壳

4.4.4.5.1 外部螺栓连接

4.5.2.2 放液、放气和压力表管接头

4.6 法兰上的外力和外力矩

4.8.1.2 叶轮制造

4.11.7.3 轴套

4.12.1.1 径向轴承

4.12.1.8 轴承油杯

4.12.1.14 轴承油加热器

4.12.3.2 润滑系统

4.12.3.2.2 油箱：油加热系统

4.13.1 轴封

4.13.3.1 机械密封装置

4.13.3.2 冷却或加热要求

4.13.3.4.7 喉部衬套

4.14.1.3.1 活动法兰

4.14.2.2 冷却水管材料

4.14.2.3 可视流量指示仪表

4.14.5.2 外部使用辅助管路：供货范围和管接头

4.16.1.6 联轴器：平衡等级

4.16.1.11 联轴器：如泵不带驱动机发运需要信息

4.17.2.2 底座延伸

4.17.2.8 沿中心线支承泵的支座

4.17.2.10 底座调平螺钉

4.17.2.12 底座与驱动装置之间的纵向净空

4.17.2.13 环氧树脂薄胶：底座预涂层

4.17.3.3 立式泵的对中定位螺钉

5 材料

5.1.1 危险液体使用材料

5.1.3 附加材料试验和检查

5.1.7 压力壳零件的化学和机械性能

5.1.11 湿 H_2S 气体用材料

5.3.1 短管焊缝检查

云水帕科技

5.4.1 材料的X射线照相、超声波、磁粉或着色渗透检查

5.4.2 材料检验记录

5.4.3 缺陷的可接受性

5.5 低温使用

6 工厂检查和试验（全部）

7 发货准备

7.3.2 贮存

附录

B2 泵族的确定

表B3 超过*DN*600的法兰

B4.1 附加可能因素

B5 底座类型

D1 文件：复制件份数和特殊类型或特殊形式文件

附 录 L
（提示的附录）
参 考 文 献

(1) ISO683-1：1987 可热处理钢、合金钢和高速切削钢——第1部分：各种黑色制品形式的直接硬化锻制非合金和低合金钢

(2) ISO683-13：1986 可热处理钢、合金钢和高速切削钢——第13部分：锻制不锈钢

(3) ISO/R773：1969 矩形和正方形平键及其相应键槽（尺寸毫米）

(4) ISO/R775：1969 圆柱形和1/10圆锥形轴端

GB1570—90 圆锥形轴伸（eqv ISO/R775：1969）

GB1569—90 圆柱形轴伸（neq ISO/R775：1969）

(5) ISO1219-1：1991 流体动力系统和元件——图形符号和回路图——第1部分：图形符号

(6) ISO3511.1：1977 过程测量控制功能元件和仪表——符号表示法——第1部分：基本要求

(7) ISO3511.2：1984 过程测量控制功能元件和仪表——符号表示法——第2部分：基本要求的扩充部分

(8) ISO3511.3：1984 过程测量控制功能元件和仪表——符号表示法——第3部分：仪表接线图的详细符号

(9) GB5660 轴向吸入离心泵 底座尺寸和安装尺寸

(10) GB/T5656—94 离心泵技术条件（Ⅱ类）

(11) ISO5343：1983 挠性转子平衡的评定准则

(12) ISO7000：1989 设备使用的图形符号——索引和对照表

(13) ISO8821：1989 机械振动——平衡——轴和配合键 习惯规定

(14) GB/T5657-1995 离心泵技术条件（Ⅲ类）

(15) ISO427：1983 可锻铜-锡合金——锻造制品的化学成分和形状
(16) ISO544：1989 手工焊的填充料——尺寸要求
(17) ISO7005-1：1992 金属法兰- 第1部分：钢法兰
(18) ISO7005-2：1988 金属法兰 —第2部分：铸铁法兰
(19) ISO7005-3：1988 金属法兰——第3部分：铜合金和铜复合材料法兰
(20) ISO3755：1991 —般工程用碳素铸钢

云光伯科技

采用说明：

ISO9905 没有参考文献 (15)、(16)、(17)、(18)、(19)、(20)，这些标准在引用标准一章中。

中华人民共和国国家标准

离心泵　技术条件（Ⅱ类）

Technical specifications for centrifugal pumps —Class Ⅱ

GB/T5656—94（代替GB5656-85）

目　次

1　主题内容与适用范围 …… 329
2　引用标准 …… 329
3　定义 …… 330
4　设计 …… 332
5　材料 …… 341
6　工厂检查和试验 …… 342
7　发运准备 …… 343
附录A　离心泵　数据表（参考件） …… 343
附录B　峰值位移（参考件） …… 349
附录C　作用在法兰上的外力和外力矩（参考件） …… 349
附录D　典型密封配置（参考件） …… 353
附录E　密封管路系统配置（参考件） …… 355
附录F　询问单、投标书、购货订单（参考件） …… 364
附录G　订货之后的文件提供（参考件） …… 365
附录H　核对用清单（参考件） …… 365

工业标准科技

本标准等效采用国际标准 ISO5199—1986《离心泵技术条件　　Ⅱ类》。

离心泵技术条件标准共有三个，按类别分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类。Ⅰ类要求最严，Ⅲ类要求最松。

凡是可能需要由买方决定或需要由买方和制造厂家共同商定的内容，其有关正文用黑体字印刷并列出在附录 H 中。

1　主题内容与适用范围

本标准规定了离心泵的设计制造、工厂检查和试验以及发运方面的Ⅱ类要求。并包含了与这些泵（含底座、联轴器和辅助管路，不包括驱动机）的安装、维护和安全有关的设计特性。

本标准适用于化学和石油化学工业上使用的后开门结构的离心泵（典型的如符合 GB5662 所规定的泵）。

本标准或标准的部分条款也适用于非后开门结构泵的设计。

在已经要求应用本标准的情况下：

a. 又需要一种特殊的设计特性时，可以提出符合本标准意图的另外一些供选择的设计，只要对它们作了详细的说明；

b. 可以提出并不完全符合本标准要求的泵供考虑，只要对所有不符合之点均予以说明。

当多个文件之间含有相抵触的技术要求时，应按以下顺序决定各文件的适用性：

a. 购货订单或询问单（如无订单）[见附录 F（参考件）和附录 G（参考件）]；

b. 数据表 [见附录 A（参考件）]；

c. 本标准；

d. 订单或询问单中提到的其他标准。

2　引用标准

GB3216　离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

GB3767　噪声源声功率级的测定　工程法及准工程法

GB3768　噪声源声功率级的测定　简易法

GB4216　灰铸铁管法兰　尺寸

GB4662　滚动轴承额定静负荷

GB5660　轴向吸入离心泵　底座尺寸和安装尺寸

GB5661　轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸

GB5662　轴向吸入离心泵（1.6MPa）标记、性能和尺寸

GB6062　轮廓法触针式表面粗糙度测量仪、轮廓记录仪及中线制轮廓仪

GB6075　制订机器振动标准的基础

GB6391　滚动轴承　额定动负荷和额定寿命的计算方法

GB9112　钢制管法兰类型

GB9239　刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定

GB10889　泵的振动测量与评价方法

标准图科技

GB10890 泵的噪声测量与评价方法

3 定义

对本标准中必须加以解释的术语定义。

3.1 工作条件

由给定的用途和泵输液体所决定的各种参数（例如工作温度、工作压力）。这些参数会影响结构型式和结构材料。

3.2 容许工作范围

以所供的叶轮在规定的工作条件下泵的流量范围。该范围受制于汽蚀、发热、振动、噪声、轴挠度以及其他类似判断标准。工作范围应由制造厂家确定。

3.3 额定条件

决定（保证）工况点的条件（驱动机除外）。这个工况点是为满足所有的规定工作条件并考虑留有某一必要的裕量所需要的。

3.4 驱动机额定输出功率

现场工作条件下容许的驱动机最大输出功率。

3.5 基本设计压力

这是由承压零件所用材料在20℃时的许用应力导出的压力。

3.6 额定压力

对某一给定应用场合，在最恶劣工作条件下的极限压力。

3.7 额定入口压力

与额定流量下的额定扬程（换算成压力）一起得出额定出口压力的入口压力。

3.8 额定出口压力

额定流量、额定扬程（换算成压力）和额定入口压力下的泵出口压力。

3.9 压力-温度特性

以曲线形式（见图1）给出的压力与温度的关系。

3.10 腐蚀留量

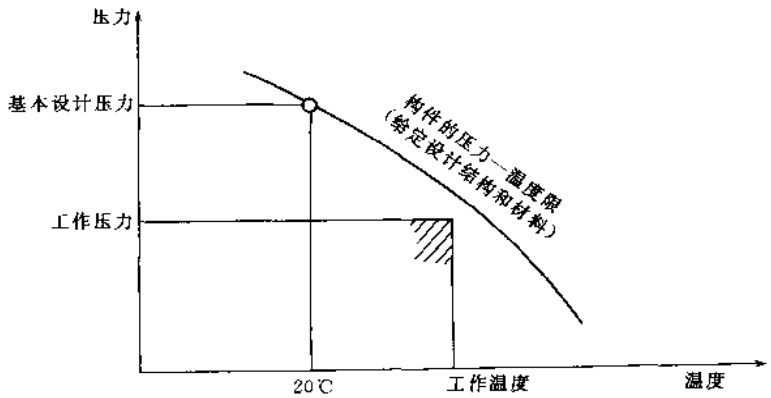


图1 压力-温度特性

农水机械科技

受泵输液体浸蚀的零件其壁厚超出理论壁厚的部分。理论壁厚是为经受住 4.4.1 中给出的极限压力所需要的壁厚。

3.11 最高许可连续转速

制造厂家准许泵连续运转的最高转速。

3.12 自停转速

汽轮机紧急停机机构动作时的转速。

3.13 第一临界转速

机器的旋转部分的第一（最低）横向自然振动频率与旋转频率相一致时的机器转速。

3.14 设计负荷

在液体密度为 1000kg/m³ 的条件下最大叶轮（直径和宽度）在其最高转速的（性能）曲线上制造厂家规定的范围内工作时，作用在叶轮上的最大水力径向力。

3.15 最大负荷

在液体密度为 1000kg/m³ 的条件下最大叶轮（直径和宽度）在其最高转速的（性能）曲线上的任一点工作时，作用在叶轮上的最大水力径向力。

3.16 轴的径向跳动

在轴处于水平位置情况下用手转动支承在轴承中的轴时，由测量轴相对轴承箱位置的器具所指示的总径向偏移量。

3.17 端面跳动

当用手转动处于水平位置的支承于轴承中的轴时，由附于轴上并随其一起旋转的器具所指示的在填料函外径向端面处的总轴向偏移量。径向端面是决定密封部件对中性的平面。

3.18 轴挠度

如本标准中所使用的这一术语描述轴响应作用在叶轮上的水力径向力而偏离其几何中心的位移。它不包括由于轴在轴承间隙范围内的倾斜所引起的轴位移，也不包括由于叶轮不平衡或轴的径向跳动所引起的轴弯曲。

3.19 循环（冲洗）

可以经外部管路或内部通道实现泵输液体从高压区回流至密封腔。回流的液体用于带走密封处产生的热量或使密封腔内保持正压，或者经处理以改善密封工作环境。在某些情况下，从密封腔至低压区（例如入口）的循环方式或许是最理想的。

3.20 注入（冲洗）

从一个外部液源引入合适的（清洁的、相容的等）液体至密封腔，然后进入泵输液体中。其作用与前述循环液流相同，但也用于为密封提供好的工作环境。

3.21 遏止

在主轴封处的大气一侧连续地或间断地引入一种合适的（清洁的、相容的等）流体。用于排除空气或潮气，防止或清除沉积物（包括结冰），润滑辅助密封，熄灭火花、稀释、加热或冷却泄漏物。

3.22 阻隔液体

在两个密封（机械密封和/或软填料）之间引入一种合适的（清洁的、相容的等）液体。

技术资料

阻隔液体的压力取决于密封装置。阻隔液体可以用来阻止空气进入泵内。通常阻隔液体较泵输液体易于密封，而且/或者一旦泄漏时产生的危害较小。

4 设计

4.1 总则

4.1.1 特性曲线

特性曲线应标出泵的容许工作范围。泵最好具有稳定状特性曲线。在泵的性能型谱图上还应以流量的函数形式绘出泵的最大和最小叶轮直径的特性曲线。

4.1.2 汽蚀余量（NPSH）

除非另有商定，否则必需汽蚀余量（NPSH）$_r$应如GB3216规定的以冷水作为基准。

（NPSH）$_r$曲线应作为流量的函数针对水给出。如果泵制造厂家认为，由于结构材料和泵输液体缘故需要更大的NPSH，则应在投标书上说明此点并提供适用的曲线。

可用汽蚀余量（NPSH）$_a$应比（NPSH）$_r$至少大一个0.5m的余度。不考虑对烃类液体的修正系数。

关于汽蚀余量试验，参见6.3.2.1。

4.1.3 户外安装

泵应适合于正常环境条件下的户外安装。如果要求泵必须适合于当地的异常环境条件，如高温或低温、腐蚀性环境、沙暴等，则买方应指明这种要求。

4.2 原动机

确定驱动机的额定性能时必须考虑以下几点：

a. 泵的用途和工作方式。例如就并联运行而言，必须注意仅一台泵运行时在考虑系统特性曲线情况下它的可能性能范围；

b. 泵特性曲线上工作点的位置；

c. 轴封摩擦损失；

d. 机械密封的循环液流量（尤其是对小流量泵）；

e. 泵输液体的性质（粘性、固体物含量、密度）；

f. 传动装置的功率损失和滑差损失；

g. 泵现场的大气条件。

适合作为本标准所包括的任何泵的驱动机的原动机，其额定输出功率与泵额定轴功率之比至少应等于图2所给出的百分率，额定输出功率值绝不可小于1kW。

如果看起来这样会使驱动机无必要地过大，则应将另一选用建议提交买方认可。

4.3 临界转速，平衡和振动

4.3.1 临界转速

运行条件下，连接上商定的驱动机时，转子的实际第一横向临界转速至少应高出包括汽机驱动泵的自停转速在内的最高许可连续转速的10%。

4.3.2 平衡和振动

泵的旋转零部件应做平衡。在制造厂家的试验设备上测量时其振动值不得超过表1所规定的振动烈度极限。这些数值是在无汽蚀运行状态下对额定转速（±5%）和额定流量

江苏恒科科技

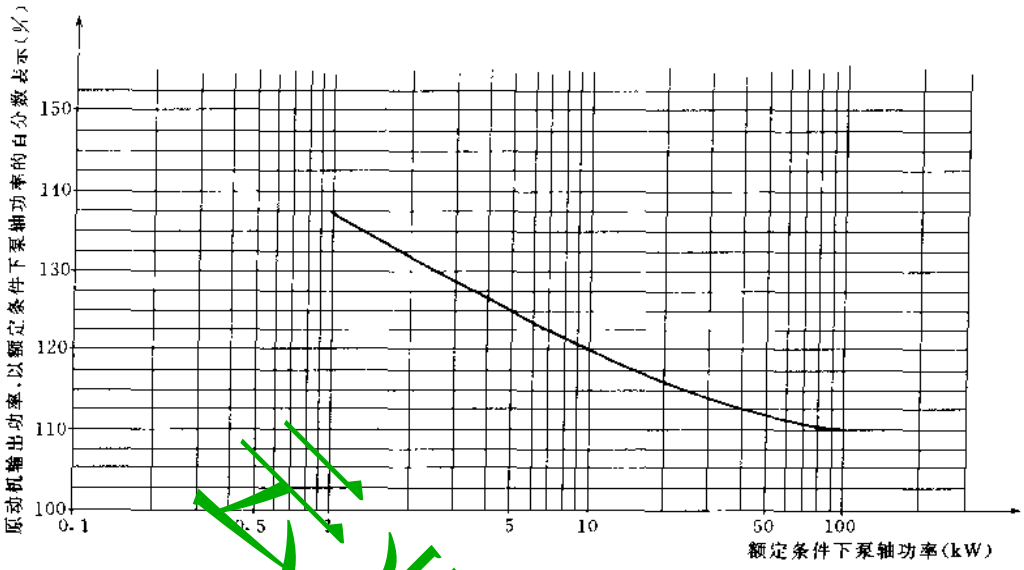


图 2 以额定条件下泵轴功率的百分数表示的原动机输出功率

（±5%）单个工况点在轴承箱上沿径向测得值。

作为参考，如按 GB9239 的 G6.3 级做平衡，通常即能达到这要求。

表 1 多叶片叶轮卧式离心泵的振动烈度极限[1]

转 速 n (r/min)	轴中心线高 h_1 时最大均方根振动速度值 (mm/s)	
	$h_1 \leqslant 225$mm	$h_1 > 225$mm
$n \leqslant 1800$	2.8	4.5
$1800 < n \leqslant 4500$	4.5	7.1

1) 此表根据 GB10889。

对特殊叶轮泵，例如单流道叶轮泵，可能会超过表 1 所规定的极限值。此时泵制造厂家应在它的供货中说明此点。

振幅与振动频率的关系见附录 B（参考件）。

4.4 承压零件

4.4.1 压力-温度特性

制造厂家应清楚地规定泵在最恶劣工作条件下的极限压力（额定压力）。在任何情况下泵（泵体和泵盖，包括轴封箱和填料压盖/密封端盖）的额定压力均不得超过泵法兰的公称压力。

如泵是由铸铁、球墨铸铁、碳钢或不锈钢制成时，它的 20℃时的基本设计压力至少应为表压 1.6MPa 级。

对于其拉伸强度要求不容许按 1.6MPa 级的材料，应根据材料的应力-温度特性修正它的压力-温度特性，制造厂家应清楚地说明此点。

4.4.2 壁厚

包括轴封箱和填料压盖或密封端盖在内的泵体应有适当的壁厚使之在工作温度和额定压力的条件下能承受住压力和限制变形。

泵体还应适合于环境温度下的水压试验的压力。

除非另有商定，否则承压零件应有 3mm 的腐蚀留量。

4.4.3 材料

用于承压零件的材料应视泵输液体和泵的用途而定（见第 5 章）。

4.4.4 机械特性

4.4.4.1 拆卸

泵最好是设计成后开门结构形式，使之不用扰动入口和出口法兰接管就可以移出叶轮、轴、轴封和轴承部件。应当采取措施使各组成部分易于分离，例如设置起顶螺钉。

4.4.4.2 起顶螺钉

当提供起顶螺钉作为分离接触面的工具时，如结合可能会使接合面泄漏或配合不良时，配合面应加工出平底锪孔以容纳起顶螺钉。如有可能应避免使用空心头螺钉。

4.4.4.3 水、汽套

加热或冷却泵体或填料函（或二者）用的水、汽套是可自由选择设计的。水套应适合温度 170℃、工作压力至少 0.6MPa 的条件下冷却需用。

4.4.4.4 泵体垫片

泵体垫片的设计应能适合额定工作条件以及环境温度下的水压试验条件使用。体-盖垫片在大气一侧应是受限制的，以防垫片突然吹出。

4.4.4.5 蒸汽的排出

输送压力接近其汽化压力的液体或含有气体的液体的泵，应设计得能将蒸汽完全地排放出去。

4.4.4.6 外部螺栓联接

联接包括轴封箱在内的压力体、盖各零件的螺栓或螺柱，其直径至少应是 12mm。

注：如果由于空间限制不可能采用 12mm 的螺栓或螺柱，也可以使用直径较小的。

选用的螺栓联接（性能等级）应适合于额定泵压力和常规的拧紧方法。如果在某一部位上必须使用一个特殊质量的紧固件，则其余联接部位用的可互换的紧固件也应是同等质量的。如有可能应避免使用空心头螺钉。

4.4.4.7 高温泵体支承

对高温，例如高于 175℃应用场合，必须对泵体沿中心线支承给予应有的考虑。

4.5 短管（管口）和其他各种管连接件

注：对本标准而言，短管和管口是同义的。

4.5.1 范围

这一部分是有关同泵连接的各种流体管连接件的规定，不论它们是供运行使用还是供维护使用。

4.5.2 入口和出口短管

入口和出口短管应是有法兰的并按相同压力设计，除非泵制造厂家说明不是如此并强

万方数据科技

调降压的必要性。

4.5.3 放气、压力表和放液接头

在泵体和密封室的各个区域均应设置放气装置，除非泵通过短管的配置做成自放气的。

在入口和出口短管处应有可能连接压力表。接头是不钻孔的。如果这些接头需要钻出孔，则应在询问单和/或订单上加以说明。

在泵的最低位置或几个低位处均应设置放液接头。如果这些接头需要钻孔和装上螺塞或其他封堵物，则应在询问单和/或订单上加以说明。

4.5.4 封堵件

封堵件（螺塞、盲法兰等）的材料应适合于泵输液体并且应当注意材料组合对耐腐蚀是否相宜和使螺纹被擦伤和卡住的危险性减至最小。

所有与有压泵输液体相接触的孔口，包括轴封处的孔都应装上足以承受压力的可以拆下的封堵件。

4.5.5 辅助管路连接件

所有辅助管路连接件都应有能满足预定功能要求的材料、尺寸和厚度（同见4.13.5）。

管件内径应始终是至少8mm，壁厚至少1mm。最好是更大些直径和壁厚的管件。辅助管路应装有活动的接头以便于拆卸。连接件的种类须经协议确定。

4.5.6 连接件的标识

所有连接件都应按照它们的功能和作用在安装图上加以标识。并建议也将这种标识应用到泵上。

4.6 作用在法兰（入口和出口）上的外力和外力矩

如果买方和制造厂家之间没有商定另外的方法，则对铸钢泵应使用附录C（参考件）所给出的方法。

买方应计算出管路系统作用在泵上的力和力矩。制造厂家应核实这些负荷是可以为所研究的泵接受的。如果负荷高于许可值，买方和制造厂家应商定问题的解决办法。

4.7 短管法兰

法兰的外轮廓部分尺寸应是使有可能按GB4216和GB9112配法兰。如果泵制造厂家的标准型式要求法兰的厚度和直径比规定等级的来得大，那么也可以供给较重的法兰，但法兰的表面加工和钻孔仍须按照规定执行。要保证铸铁法兰背面的螺栓头和/或螺母安装良好。螺栓孔应跨中心线配置。

4.8 叶轮

4.8.1 叶轮设计

根据用途叶轮可以有闭式、半开式、开式结构选择。

铸造或焊接叶轮应是单体结构，但密封环除外。

特殊情况下，亦即叶轮出口宽度很窄或叶轮材料特殊时允许采用其他方法制造叶轮，不过这需要取得买方的同意。

4.8.2 叶轮的固定

叶轮应有可靠的固定，防止在按规定方向旋转时发生圆周方向和轴向移动。

标准图书馆

4.8.3 轴向调整

如果需要在现场调整轴向间隙，则应有外部调整装置。如系通过转子的轴向位移实现调整，必须注意它对机械密封的可能是危险的影响。

4.9 密封环或作用相当的构件

如果适宜，就应装设密封环，装上的密封环应是可更换的并被牢固地锁定不会转动。

4.10 运转间隙

制定静止部分和运动部分之间的运转间隙时，应考虑工作条件以及这些零件所用材料的性能（如硬度和抗擦伤性）。间隙的大小应是能够防止相互接触。选择材料组合要使磨损和卡住的危险减至最小。

4.11 轴和轴套

4.11.1 总则

轴应具有足够的尺寸和刚性以便：

a. 传递原动机额定功率；

b. 使填料或密封的工作状况不良程度降至最低；

c. 使卡住的危险和磨损降至最小；

d. 能对静、动径向负荷，临界转速（见4.3.1）和起动方法以及有关的惯性负荷给予应有的考虑。

4.11.2 表面粗糙度

除非对密封另有要求，否则填料函、机械密封和油封处的轴和轴套表面的粗糙度应不大于0.8μm。表面粗糙度的测量应按照GB6062进行。

4.11.3 轴的挠度

计算得出的在通过填料函外端面的径向平面处由泵工作时产生的径向负荷引起的轴的挠度，应符合机械密封正常工作的要求。对GB5662的泵，如样机试验所证实的那样，该值应不超过50μm。下列条件中a总是适用的；另外的条件b和/或条件c可能需要有协议才可应用：

a. 在泵的容许工作范围内；

b. 在设计负荷下；

c. 在最大负荷下。

确定轴的挠度时，不应考虑填料的支承作用。

4.11.4 直径

如可行的话，与轴封接触的这部分轴或轴套的直径应符合GB5661的规定。

4.11.5 轴的径向跳动

轴和轴套（如装有的话）的制造和装配，须保证在通过填料函外端面的径向平面处的径向跳动（见3.16）：对公称外直径小于50mm的不大于50μm；对公称外直径为50～100mm的不大于80μm；对公称外直径大于100mm的不大于100μm。

4.11.6 轴向位移

轴承容许的转子轴向位移不得对机械密封的性能产生有害的影响。

4.11.7 轴套的固定和密封

如装有轴套，应可靠地加以固定，防止沿圆周方向和轴向移动。轴套应紧靠叶轮轮毂，保持密封使轴不受浸湿。

4.11.8 轴套（如装有的话）的配置

在装填料的泵上，轴套部件（如装有的话）的端部应伸至填料压盖外端面以外。在装机械密封的泵上，轴套应伸至密封端盖以外。在使用辅助密封或节流衬套的泵上，轴套应伸至密封端盖以外。这样轴与轴套间的泄漏就不会同经过填料函填料或机械密封端面的泄漏相混淆。

对某些机械密封配置（例如外装机械密封，双机械密封）情况可能会有所不同。

4.11.9 推力轴承的固定

与轴承直接接触的固定环不得被用来传递由轴传至推力轴承内圈的推力。最好是采用锁紧螺母和止动垫圈。

4.12 轴承

4.12.1 总则

通常使用标准设计的滚动轴承。但其他类型轴承也可以使用。

4.12.2 滚动轴承的寿命

应当按照 GB4662 和 GB6391 选择和计算滚动轴承。当泵是在容许工作范围内工作时，轴承的基本额定寿命（B10）至少应为17500h。

制造厂家应规定最大负荷下的入口压力的极限值（泵扬程的函数）以达到至少为17500h 的计算轴承寿命。

4.12.3 轴承温度

为使轴承温度保持在轴承制造厂家所给出的极限范围内，制造厂家应规定是否需要冷却或加热措施。

4.12.4 润滑

使用说明书中应介绍有关需要使用的润滑剂种类和使用次数。

4.12.5 轴承箱设计

为防止损失和污染，不得使用设垫片或带螺纹的接合面来隔离润滑剂与冷却或加热流体。

轴承箱的各个孔口均应设计得可以防止污物侵入和在正常工作条件下润滑剂的漏失。

在危险地带，任何用来密封轴承箱的装置均不得设计成为起火的发源点。

在使用稀油润滑的情况下应设置带螺塞的放油孔。如果轴承箱也兼作润滑油室，则应使用油位计或油面恒定油杯。建议的油位或油面恒定油标定位线的标记应是明显易辨认和永久性的，并应指明油位是静态还是动态。

如采用可重新加滑脂的轴承，应有滑脂溢出装置。

4.13 轴封

4.13.1 总则

泵的设计应是可以使用如附录 D（参考件）所示的下列各种轴封选择：

- 软填料（P）；
- 单端面机械密封（S）；
- 双端面机械密封（D）。

标准图书馆

附录 D 中还示有遏止装置（Q），在某些场合下，它或许是必需的。

密封腔的尺寸应符合 GB5661 的规定，除非是工作条件另有要求。

应当有可以容纳、收集和排放从密封区里漏出的全部液体的装置。

4.13.2 填料函

结构设计应考虑能安装填料环。如需要有出口接管，买方或制造厂家应作出规定。要留出足够的空间，使不必移动或拆下除填料压盖部件或防护装置以外的任何零件即可更换填料。即使填料失去可压缩性，也要绝对保持压盖部件不动。

4.13.3 机械密封

4.13.3.1 选择密封的工作条件判据

用以选择机械密封的一些基本工作条件判据是：

——泵输液体的种类以及化学和物理性质；

——预期的最高和最低密封压力；

——密封处液体的温度和汽化压力；

——特殊工作条件（包括起动、停机、热和机械冲击等）；

——泵的转速和转向。

4.13.3.2 型式和配置

本标准不涉及机械密封的零件设计，但是这些零件必须适合于经受住数据表中（见附录 A）所规定的工作条件。

数据表（见附录 A）中应规定配置方式（例如单端面、双端面、平衡型或不平衡型机械密封，见附录 D）。

如果泵输送温度接近其沸点的液体，机械密封室内的压力必须足够高于泵入口压力，或者紧靠密封面的区域的温度要足够低于汽化温度以防止密封面处液体发生汽化。

如果采用背靠背的密封配置，则密封中间的阻隔液体应是与流程液体相容的，其压力要高于密封压力。

如果安装了背靠背机械密封，则靠叶轮一侧的静环应可靠地加以固定使它不会由于阻隔液体的压降而活动。

对于在低于 0℃的温度下工作的泵可以设置遏止装置防止结冰。

4.13.3.3 材料

应选择合适的机械密封元件材料，能经受住腐蚀、磨损冲刷、温度、热应力和机械应力等。对机械密封而言，被泵输液体浸湿的金属零件，在机械性能和耐腐蚀性方面应具有至少与泵体（见第 5 章）同等的材料质量。

4.13.3.4 结构特性

应当设法保证密封端盖相对密封室孔的对中性。依靠内径或外径的定位配合是达到此要求的可取方法。

密封端盖应有足够的刚性以避免发生变形。密封室和密封端盖，包括紧固螺栓（见 4.4.4.6）应根据工作温度下的许用工作压力和必需的垫片安装负荷来进行设计。

密封箱与静密封环或密封端盖间的垫片外围应加以限制或应有相当的设计措施防止垫片突然冒出。

农业版权

包括密封端盖在内的所有静密封元件应能防止与轴或轴套意外接触和防止旋转。如果有某一静密封元件是接触轴或轴套的，则与密封相接触的表面应有足够的硬度和耐腐蚀。轴或轴套应设导入始端并去掉锐缘以免装配时损坏密封。

密封室和密封端盖的机械加工公差应使机械密封静密封处的端面跳动不大于密封制造厂家所规定的最大容许值。

如果密封端盖中设置了节流衬套以便最大限度地降低密封完全失效时的泄漏量，则衬套与轴之间的以毫米计的直径间隙应尽可能地小，但绝不可以大于：轴直径/100+0.2。

如果一定要避免泄漏，那就需要增设一道辅助密封（例如双重密封）（见附录 D）。

只要可行，密封室应设计成能防止空气被截留，如果不可能做到这点，密封室就应是可以由操作人员手动放气的并在使用说明书中介绍它的操作方法。

液体进入密封室，以及必要时从密封室流出的位置应尽可能地靠近密封面。

如果没有另外的商定，密封室的孔可能是钻好并攻出螺纹的，即使是在并不需要接头的情况下（见 4.5.3 和 4.5.5）。

4.13.3.5 装配和试验

供发运的装配见 7.1。

机械密封的水压试验压力不得超过极限密封压力。

如果密封面不适合以水作介质工作（开始工作条件），则应在订货之前将此情况通知买方。

4.13.4 填料函和机械密封的辅助管路系统

4.13.4.1 泵应设计成能接受诸如轴封为满足规定条件所可能需要的那类辅助管路。

4.13.4.2 下列场合可能需要辅助管路系统：

a. 这一类管路涉及到流程液体或可以进入流程的液体：

——循环，如果不是经由内部通道的话；

——注入（冲洗）；

——阻隔；

密封。

b. 这一类管路所供的液、汽不进入流程：

——加热；

——冷却；

——遏止。

4.13.5 辅助管路的机械设计

辅助管路应按照附录 E（参考件）或经商定的另一种方案进行配置。

在所有的情况下买方和制造厂家均应就外部供液汽的服务性管路连接件的细节和供货范围达成一致意见。

如有规定，管路系统，包括所有附件，应由泵制造厂家供给，并且可能的话应将它们完全装好在泵上。

管路系统应设计和配置得可以拆下进行清洗和维修，并应有足够好的支承防止在正常运行和维修活动过程中因振动而致损坏。

输送流程液体（见 4.13.4.2a）的辅助管路的温度和压力等级不得低于泵体（见 6.3）的

江苏神科技

温度和压力等级。管路材料应耐输送液体（见 4.5.5）和环境条件引起的腐蚀。

供液供汽的服务性管路（见 4.13.4.2b）应根据相应的供液供汽设计的压力和温度等级（见 4.4.4.3）来设计。

在各个低位点应设置放液孔和泄漏液出口，以便将液体完全排尽。管路应设计得能避免气囊形成。

供蒸汽服务性管路应是“顶入底出”，其他服务性管路一般应是“底入或侧入，顶出”。

如装设节流孔板，其直径最好应不小于 3mm。

当采用可调节孔板时，最小连续流量应予保证。

4.14 铭牌

铭牌应由适合于环境条件的耐腐蚀材料制成并应牢固地固定在泵上。

铭牌上必需的信息至少应包括名称（或商标）、制造厂家或供货厂家地址、泵的识别号（例如编号或产品编号）、型号和尺寸。其余空间可用来给出有关流量、泵扬程、泵转速、叶轮直径（最大的和实际安装的）、泵的额定压力和温度等附加信息。

4.15 转向

旋转方向应当用结构牢固的突起设置的箭头指示。

4.16 联轴器

泵一般应通过弹性联轴器同驱动机相连接。联轴器的大小应能满足传递预定的驱动机的最大扭矩要求。联轴器的极限转速要与预定的泵驱动机的所有可能工作转速相一致。

应当提供加长联轴器以便可以不移动驱动机而拆下泵的转子。联轴器的加长段长度取决于为拆下泵所需的两轴端之间的距离。如有可能，轴端间距应按照国家标准（如 GB5662）规定。

如果驱动机没有推力轴承，则可能需要应用有限端部浮动联轴器。

两半联轴器应有效地加以紧固，防止沿圆周方向和轴向相对于轴运动。两轴端可以有带螺纹的中心孔使联轴器能装配得正确。

如果联轴器的组成零件是一起作平衡的，其正确的装配位置应当用永久的明显可见的标记表示之。

容许的运转的径向、轴向和角位移偏差应不超过联轴器制造厂家规定的极限值。选择联轴器时应考虑诸如温度、扭矩变化、起动次数、管路负荷等各种工作条件以及泵和底座的刚性。

应当装备按国家安全规则设计的适用的联轴器防护置。

如果泵是不带驱动机系统交付的，则泵制造厂家和买方应就以下几部分的选择达成共同协议：

a. 驱动机系统：型式、功率、尺寸、重量、安装方法；

b. 联轴器：型式、制造厂家、尺寸、加工情况、轴孔和键槽、联轴器防护置；

c. 转速范围和泵轴功率。

4.17 底座

底座尺寸最好是与 GB5660（泵和电动机共同底座）规定的一致。

如果合乎 GB5662 的泵使用不同于 GB5660 规定的底座，应先取得协议方可。

底座的设计应能经受得住 4.6 中给出的作用在泵短管上的外力而不致产生超过附录 C

所给定的轴位移偏差。

底座的材料（例如铸铁、组合结构钢、混凝土）及安装方法（需要灌浆或不需要）应由买方和制造厂家共同商定。

底座可能需要灌浆，也可能不需要灌浆。

4.17.1 不灌浆底座

不灌浆底座应有足够的刚性承受住 4.6 中所述的独立式安装或用螺栓安装在不灌浆基础上的泵的负荷。

4.17.2 灌浆底座

需要灌浆的底座的设计应能保证有良好的灌浆（例如应防止空气被截留）。

如果必须有灌浆孔，其直径应不小于 100mm 或与此相当的面积。位于放液区域内的灌浆孔应有隆起的边缘。

4.17.3 底座设计

如有必要，底座上应设汇集和排放漏出液体的装置。排放区域应以至少 1∶100 的斜度朝排出口方向倾斜。

排放液体的管接头应有直径至少为 25mm 的螺纹并安装在底座的泵一端。

4.17.4 泵和驱动机在底座上的合装

4.17.4.1 应保证可对驱动机作垂直方向的调整以补偿泵、驱动机和底座三者公差。这种调整应使用总厚度至少为 5mm 的垫片或楔形垫来实现。

4.17.4.2 如系买方供给驱动机或联轴器，买方应向泵制造厂家提供经证实的有关这几部分的安装尺寸。

如果驱动机不是由泵制造厂家来安装，而且垫片和楔形垫的总需求又超过 25mm 时，泵制造厂家应提供和附上用于调整轴中心线高度的可拆垫片。如无另外商定，驱动机的固定孔应是不钻出的。

5 材料

5.1 材料的选择

通常材料列在数据表中。如果材料是由买方选定的但泵制造厂家认为另外的材料更为合适，则应由制造厂家根据数据表上规定的工作条件把这些材料作为替代材料提出。

用于危险性液体的材料应由买方和制造厂家共同商定。无塑性材料不应当用于输送易燃液体泵的承压零件上。

泵制造厂家应对高温或低温应用场合下（亦即 175℃以上或－10℃以下）泵的机械设计给予应有的考虑。关于密封材料见 4.13.3.3。

5.2 材料成分和质量

材料的化学成分、机械性能、热处理和焊接方法应符合有关材料标准。

如要求对上述的性能进行试验和证实，则买方和供方应对试验和证实的方法达成一致意见（见第 6 章）。

5.3 修补

采用焊接或其他方法修补，应按类别联系有关的材料标准。禁止用塞堵、锤击、涂漆

石家庄科技

或浸渍来修补压力铸件中的裂缝和缺陷。

6 工厂检查和试验

6.1 总则

买方可以请求进行下列试验项目中的任一项或全部，如果有此请求，则应在数据表（见附录 A）中规定这些试验项目。提供这些试验可能得另外支付费用。这样的试验可以是目睹证实或证书证实。目睹证实试验的试验读数单须经检查人员和制造厂家的代表签字。证书应由制造厂家的质量控制部门发出。承压零件在完成试验和检查之前，除了涂防腐蚀底漆以外，不得涂上其他漆。

如已规定要进行检查，则应准许买方的检查人员在双方商定的时间进入制造厂家的车间并应给予适当的方便和资料以便能满意地进行检查。

6.2 材料试验

如果在购货询问单和订单上有要求，当可获得如下的试验证书：

6.2.1 化学成分（根据制造厂家的标准规范，或则以每批熔料的试样为准）

6.2.2 机械性能（根据制造厂家的标准规范，或则以每批熔料和热处理的试样为准）

6.2.3 对晶间腐蚀的敏感性（如可适用的话）

6.2.4 无损试验（泄漏、超声波、染色渗透、磁粉、X 射线照相、光谱鉴别等）

6.3 泵的试验和检查

6.3.1 水压试验

6.3.1.1 对承压零件（泵体、泵盖和密封盖，包括它们的紧固零件在内）应进行试验压力为基本设计压力 1.5 倍的水压试验。试验应使用冷清水进行（试验碳钢材料时最低温度为 15℃），保持压力的时间至少应为 10 分钟，无可见的泄漏。

6.3.1.2 a 类辅助管路（见 4.13.4.2）的试验压力至少应为额定压力的 1.5 倍。

在对整台装配好的泵进行任何水压试验时必须注意不使诸如填料、机械密封（见 4.13.3.5）那样的辅助配件产生应变。

6.3.1.3 对水、汽套和相应于 b 类（见 4.13.4.2）的辅助管路应进行试验压力为其额定压力 1.5 倍的水压试验。

6.3.2 性能试验

6.3.2.1 对于非冷清水试验液体以及对不同运行条件下（例如高入口压力）的性能试验，其换算方法应由买方和制造厂家共同商定。

6.3.2.2 水力性能试验应按照 GB3216 进行。

6.3.2.3 NPSH 试验应按照 GB3216 进行（见 4.1.2）。

6.3.2.4 性能试验时可能还得附加检查下列情况：

振动（见 4.3）；

——轴承温度；

——密封处泄漏。

6.3.2.5 如需要作噪声试验，则应按照 GB3767 和 GB3768 或 GB10890 或买方和卖方间的协议进行由泵辐射的空中噪声测定试验。

万水电子技术

6.3.3 检查

下列检查可能会是必需的：

a. 装配前零部件的检验；

b. 经试验运转后泵体和密封环的内部检验；

c. 安装尺寸；

d. 辅助管路和其他附件；

e. 铭牌信息（见4.14）。

6.3.4 最终检查

最终检查是根据购货订单证实所供给的设备是否完整正确，包括对零部件标识、涂漆和防腐以及文件资料的检查。

7 发运准备

7.1 轴封

如果没有另外的商定，则：

a. 软填料应单独发货，至现场安装；

b. 机械密封应装到泵上。

在a情况下，“填料函未装填料”的警告标签须牢固地附于泵上。

7.2 运输和贮存的防护处理

应当在发货之前将所有用不耐环境腐蚀破坏的材料制成的内部零件中的积水放尽并用去水防锈剂进行处理。外部零件也应加以防护。

轴承和轴承箱应当用与润滑剂相容的防锈油加以保护。“起动前轴承箱中必须充油至适当油位”的警告标签须牢固地附于泵上。

有关防锈剂以及它们的去除方法的介绍应牢固地附于泵上。

7.3 运输中旋转零部件的固定

为了避免运输过程中由于振动而损坏轴承，旋转零部件应根据运输的方式和距离、转子的质量和轴承类型按不同要求加以固定。在这种情况下警告标签须牢固地附上。

7.4 孔口

所有通向压力室的孔口都应装上坚实得足以经受住意外损坏（见4.5.4）和耐风雨侵蚀的封堵物。水、汽套的封堵物不能起保持压力的作用。

7.5 管路和附件

每台机组都应有相应的准备，固定好小的管路和附件，防止在运输和贮存期间发生损坏。

7.6 标识

泵以及所有随其散装供应的零部件均必须清楚地和永久性地标以规定的识别号。

附 录 A
离心泵 数据表
（参考件）

每当请求或需要提供数据表时，下面的离心泵数据表可供：

工业标准科技

——买方询问、订货和合同处理；以及

供货方投标和制造之用。

表中各数据元的规定系根据本标准。

为使书写和打字有较多的空间，可以将数据表扩展和分为两页，但无论怎样，行号必须符合标准数据表。

数据表填写说明：

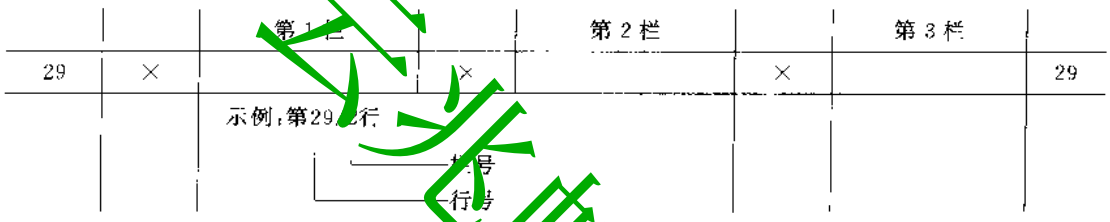
——需要的信息应在适合的栏内用十字叉（×）标明；

——标有记号★的行应由买方询问时填写；

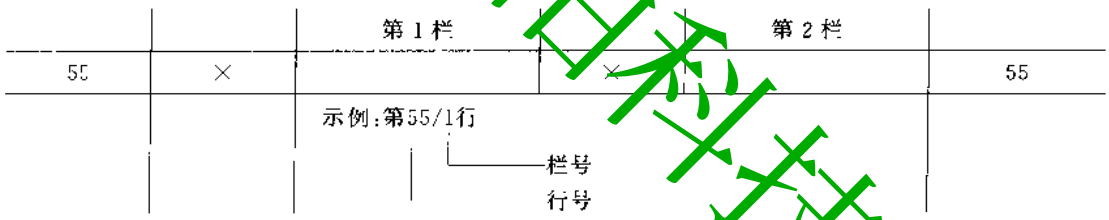
空白栏可用来简述需求的信息，也可用于填写修改标记表示此处已插入了信息或已对信息作了修改；

为便于传递指定行内和栏位的信息，请利用下列表解：

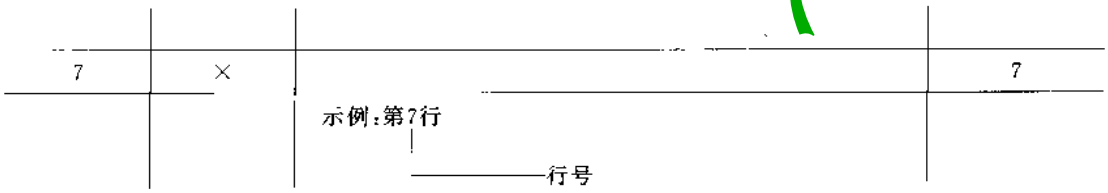
三栏行



二栏行



一栏行



云龙伯科技

下面对那些被认为不是被普遍理解的个别术语给予较为详细的说明。

行	术　语	说　明
1·1 2·1	装置	装置类型，安装、运行、建造或其他方面特点
1·2	使用	工作任务，例如：锅炉给水泵、废水泵、消防水泵、循环泵、回流泵等
2·2	技术条件类别	例如GB/T××××　×××
3·2	驱动机	如果不是直接驱动，须用“附注”给出有关信息

续表

行	术　语	说　明
5.1 6.1	客户	公司名称
5.2 6.2	供货厂家	公司名称
7	现场条件	例如户外、室内安装，其他环境条件
8.1	液体	流体的一种相当准确的名称。如果流体是混合物，应用“附注”给出成分分析
8.3	额定/正常流量下的可用 NPSH	确定可用 NPSH 时，可能需要考虑异常的工作条件
9.1	固体物含量	流体中固体物成分连同其颗粒大小、颗粒数量（以液体质量的百分数表示）、颗粒形状（球形、立方形、椭圆体形）和固体物密度（kg/dm^3）以及其他特殊性质（例如成团趋向），一起用“附注”加以说明
10.1	腐蚀剂	液体的腐蚀性物质成分
12.2	最高入口表压	工作时的最高入口压力，例如由于液位改变、系统压力改变等所致
13.3	额定叶轮直径时的最大泵轴功率	额定叶轮直径、规定的密度、粘度和转速时的泵的最大功率需求
14.3	最大叶轮直径时的最大泵轴功率	最大叶轮直径、规定的密度、粘度和转速时的泵的最大功率需求
15.3	额定驱动机输出功率	确定此值时要考虑： a. 泵的功能和工作方式； b. 性能曲线图上工作点的位置； c. 轴封处的损失； d. 机械密封冲洗液体流量； e. 介质性质（固体物、密度、粘度）
16.1	危险性	例如易燃性、有毒、有气味、腐蚀性、放射性
16.2	额定扬程曲线最大值	安装的叶轮直径下最高扬程
20.2	减少轴向推力方法	例如轴向推力轴承、平衡盘、平衡鼓、平衡孔、对置叶轮
21.2	径向轴承类型、规格	包括内部间隙大小
22.2	推力轴承类型、规格	包括内部间隙大小
23.2	润滑	润滑剂种类，例如油、压力油、润滑脂等
	润滑剂供给	例如油泵、润滑脂泵、油位调节器、润滑脂杯、带观察孔的量油杆等
24.1	叶轮形式	叶轮形式，例如闭式、开式、单流道式
24.2～ 26.2	轴封	使用合乎标准的分类表示法
26.3	设计压力	指的是辅助管路系统（管路、冷却器等）
27.3	试验压力	指的是辅助管路系统（管路、冷却器等）
33.1	泵体支承	例如轴中心线支承、底脚支承、轴承托架支承
34.1	泵体部分	相对轴而言，有径向、轴向
35.3～ 36.3	驱动机	为提供更多信息，可采用单独的数据表，或利用“附注”的空间
46.2～ 47.2	机械密封，辅助密封	例如 O 形圈
50～52	试验	要进行不同试验的公司或专家，例如客户和按什么标准（51）以及目睹证实试验的专家名字
53.2	图纸、安装尺寸	应包括标重

非供销售

离心泵数据表

1	装置				★ 使用				1
2					★ 技术条件类别				2
		需要数量	泵型号规格 卧式[1]	立式[1]	制造厂家编号	驱动机 类别	型号规格	项目号	
3	工作	★				★		★	3
4	备用	★				★		★	4
5	客户		询问单号	日期		供方	投标号	日期	5
6			订单号	日期			合同号	日期	6
7	现场条件 ★								7

工作条件

8	★	液体		★	流量	额定	m³/h	★	额定/正常流量时 NPSH	可用	/ m	8
9	★	固体物含量	以质量计 %	★		正常/最大	/ m³/h			必需	/ m	9
10	★	腐蚀剂		★		最小必需/许可	/ m³/h		泵额定转速		r/min	10
11	★	磨蚀剂		★	入口表压	额定	MPa		泵轴功率	额定	kW	11
12	★	工作温度(O.T)	C	★		最高	MPa			正常	kW	12
13	★	工作温度时密度	kg/dm³	★	出口表压	额定	MPa		最大泵轴功率		kW	13
14	★	工作温度时运动粘度		★		最高	MPa				kW	14
15	★	工作温度时汽化压力(绝压)	MPa	★	差压,额定		MPa		驱动机额定输出功率		kW	15
16	★	危险性			额定扬程曲线 最大/正常		m	★	自吸		是,否	16

结构特性

17	★	基本设计压力	MPa		总间隙	密封环/耐磨板	mm		冷却(C),串联(S) 加热(H),并联(P)	C	H	S	P	17
18		额定压力	MPa 在 C			轴瓦	mm							18
19			MPa 在 C			平衡鼓	mm		泵体					19

仅供试用水印

续表

离心泵数据表

结构特性

20		试验压力		MPa		减少推力方法				轴承							20
21		级数				径向轴承		型号规格		油冷却器							21
22		叶轮	额定直径/安装直径	/ mm		推力轴承				密封室							22
23			最大直径/最小直径	/ mm		润滑/供油方式		/		密封循环冷却器							23
24			形式							密封座							24
25		面对泵从动端的转向	泵*	顺时针/逆时针						支座							25
26			驱动机**	顺时针/逆时针					★	设计压力	MPa						26
27		入口法兰	尺寸	位置		轴封	配置方式			试验压力	MPa						27
28	★		压力等级和法兰表面加工				制造厂家			外部供给	作用	流体	L/h	℃	入口/出口 MPa		28
29	★	出口法兰					型号规格										29
30			尺寸	位置			极限压力	MPa									30
31		放气孔，加工出螺纹					密封管路系统	配置									31
32		放液孔，加工出螺纹						供货者			冷却						32
33		泵体支承			★	含驱动机的总重量（大约）		kg			加热						33
34		泵体剖分		径向/轴向		涡壳式/导叶式		单流/双流/多流	★		电气	V	相		Hz		34

附件

35		联轴器	制造厂家		★	联轴器防护罩供货者			★	驱动机	供货者						35
36			型号/规格			底座	供	泵/驱动装置/驱动机	★		安装者						36
37			加长段长度	mm			类型	独立式/灌浆/不灌浆	★	辅助管路供货者							37
38			供货者		★		供货者		★	地脚螺栓供货者							38

全书完

续表

离心泵数据表

材料													
39		泵体			轴套				填料函	填料压盖			39
40		外部联接螺栓			喉部衬套					填料			40
41		泵体垫			机械密封	密封端盖				填料环			41
42		叶轮				节流衬套				联轴器体加长段			42
43		密封环	叶轮				泵侧	大气侧	联轴器	弹性元件			43
44			泵体			动环				防护罩			44
45		耐磨板/衬层				静环				底座			45
46		轴				辅助密封	动环			油漆			46
47		壳体衬里					静环						47
48		轴承箱连接体				弹簧							48
49		轴承箱				其他金属零件							49
试验													
50	★	试验	材料	水压	水力性能		NPSH			检查	最终检查		50
51	★	引用标准											51
52		目睹证实者											52
文件提供													
53		性能曲线号	投标					图纸	外形尺寸				53
54			试验						管路系统	密封			54
55		说明书								辅助系统			55
56		备件明细表号							装配	泵			56
57										轴封			57

附注：1)如不适用，划掉。　　★标有此符号的行由买方询问时填写。　　x 从驱动机看泵

2)除汽化压力、差压外，其余所有压力均系表压。　　x x 从泵看驱动机

第　张　共　张　　审阅日期　　图号

农业出版水工

附 录 B
峰 值 位 移
（参考件）

图 B1 所示为振幅与振动频率的关系曲线。



图 B1 不同的均方根速度值时单振幅值 A 与转速的函数关系
（均方根 r. m. s 的定义见 GB6075）

附 录 C
作用在法兰上的外力和外力矩
（参考件）

由管路负荷所致的作用在泵法兰上的力和力矩可能会引起泵和驱动机轴的不对中，泵体的变形和过应力或泵与底座之间的紧固螺栓的过应力。

可以按如下所述校核由买方计算的管路作用力和力矩以确定是否可以被接受。

不论力和力矩是如何作用和分布在泵法兰上的，其容许值须满足下面公式：

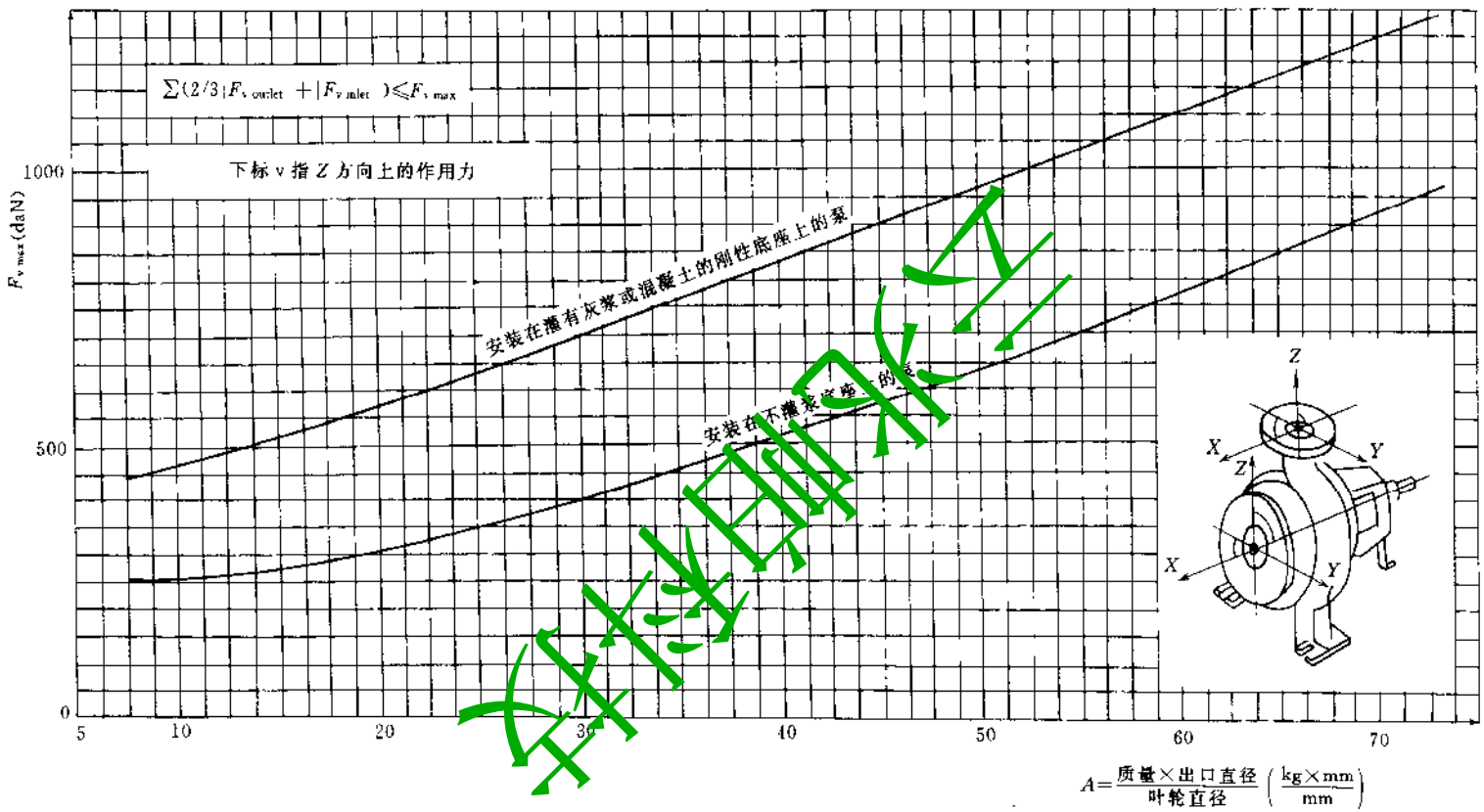


图 C1　曲线 1　垂直方向作用力(铸钢泵)

注：质量仅指泵本身质量，不包括联轴器。

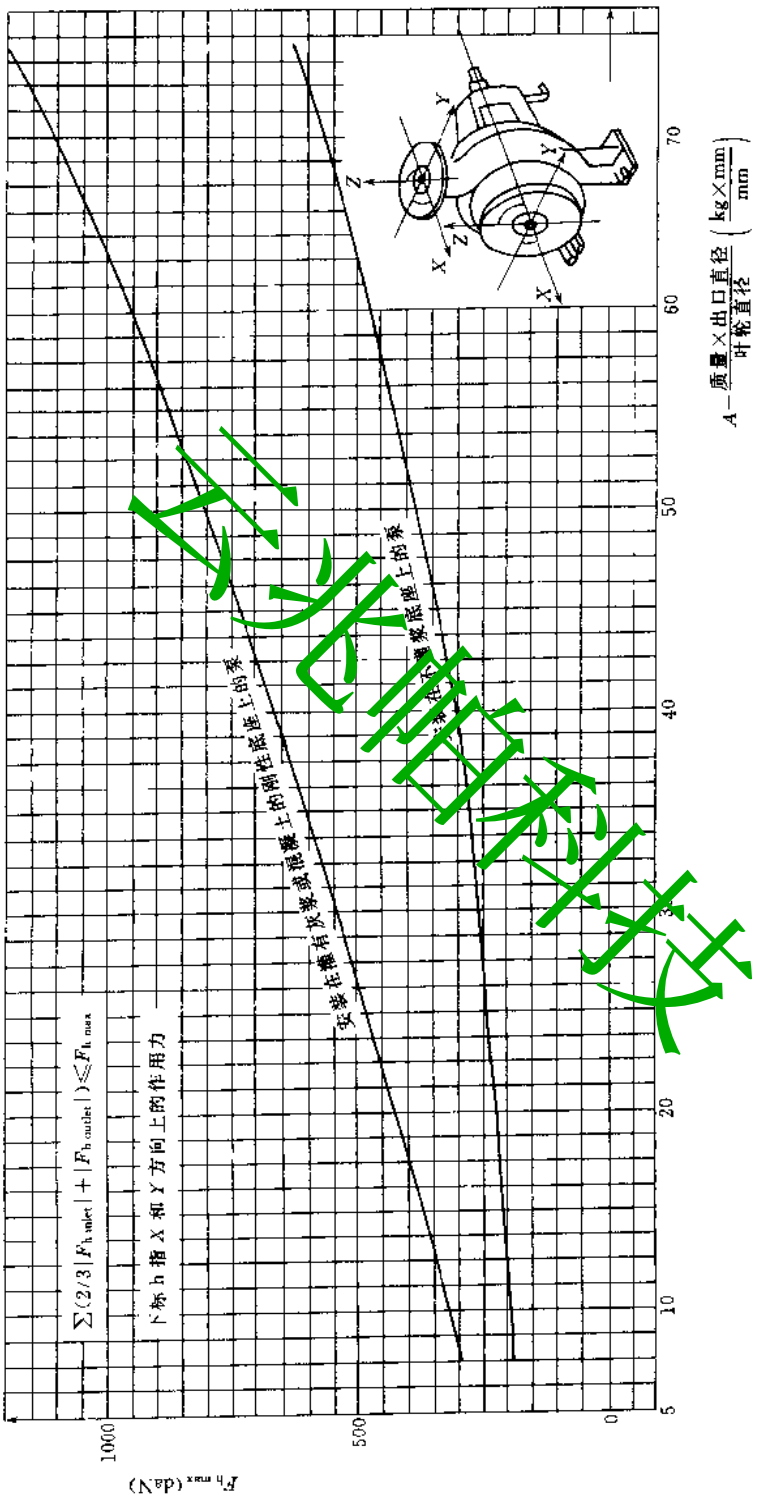


图 C2 曲线Ⅰ—水平方向作用力（铸钢泵）

注：质量仅指泵本身的质量，不包括联轴器。

下载在线文本

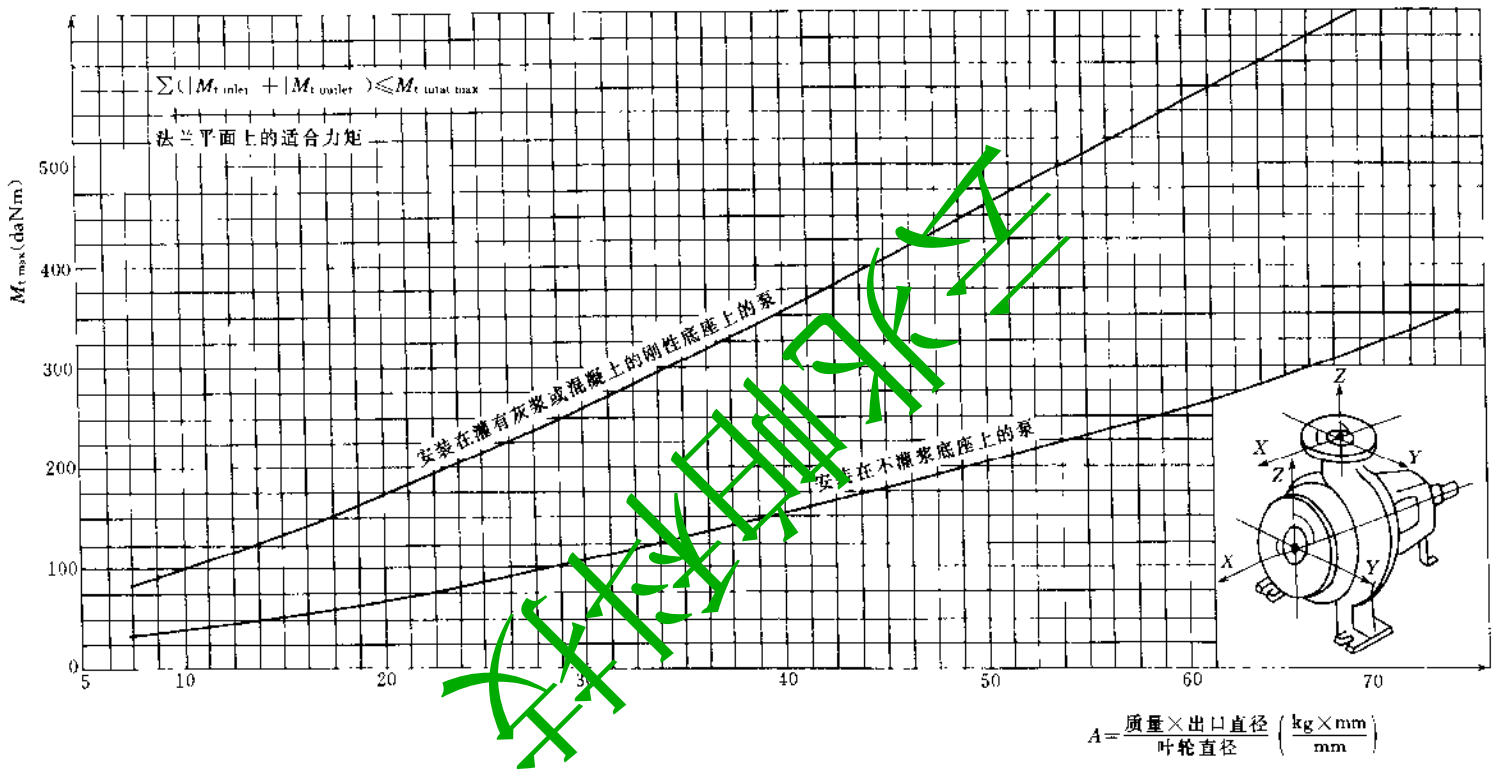


图 C3　曲线Ⅲ—总力矩（铸钢泵）

注：质量仅指泵本身质量，不包括联轴器。

$$\left(\frac{\sum|F_v|}{|F_{v\,max}|}\right)^2+\left(\frac{\sum|F_h|}{|F_{h\,max}|}\right)^2+\left(\frac{\sum|M_t|}{|M_{t\,max}|}\right)^2\leqslant 1 \qquad (C1)$$

式中：$\sum F_v$，$\sum F_h$，$\sum M_t$ —— 作用在泵法兰上的有效的力和力矩的简单总和，这些总和既不考虑力和力矩的方向或指向，也不考虑它们在各个法兰上的分布情况；

$F_{v\,max}$，$F_{h\,max}$，$M_{t\,max}$ —— 由曲线Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ所给出的值，适用于在环境温度下工作的铸钢泵。对于其机械性能低于铸钢的材料，使用上可能需要加以更多的限制。

此外还要根据所用材料的机械性能注意紧固螺栓的选择和泵体的许用应力。

在管路未连接到泵上和泵体不加压的情况下，将负荷作用在泵的法兰上，则验收的标准是轴端位移，应符合下列值：

轴端直径 24mm 的泵，0.15mm；

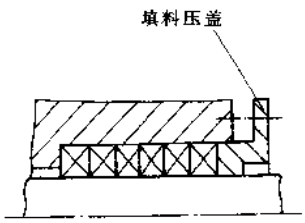
——轴端直径 32mm 的泵，0.20mm；

——轴端直径 42mm 的泵，0.25mm。

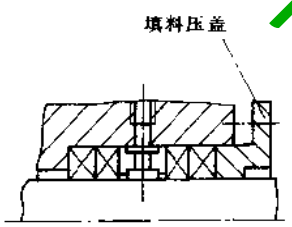
从而即得如图 C1 至图 C3 所示的曲线。

附 录 D
典型密封配置
（参考件）

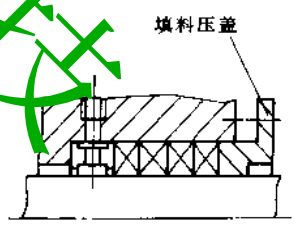
D1 软填料[1]（P）



P1 软填料



P2 有填料环（用于密封、阻隔、冷却等液体的注入或循环）的软填料



P3 有填料环（通常与喉部衬套一起用于冷却液体的注入和循环以及清除沉积物）的软填料

注：1）图的左侧表示泵侧。

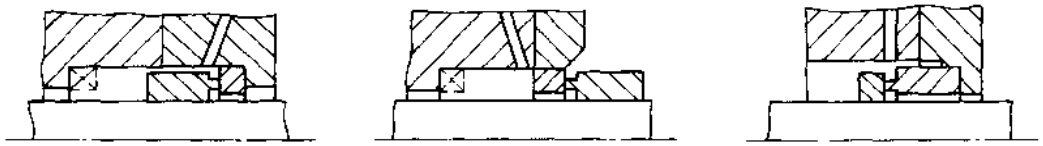
D2 单端面机械密封[1]（S）

这些密封可以是：

a. 不平衡型（如图示）或平衡型（通常）；

b. 密封面处有液体注入或循环，或没有；

c. 有喉部衬套，或没有。

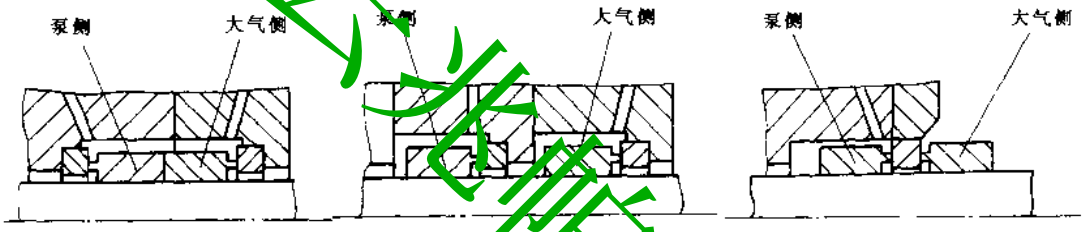


S1 内装式　　S2 外装式　　S3 旋转密封环（配合环）内装式

注：1）图的左侧表示泵侧。

D3 双端面机械密封[1]（D）

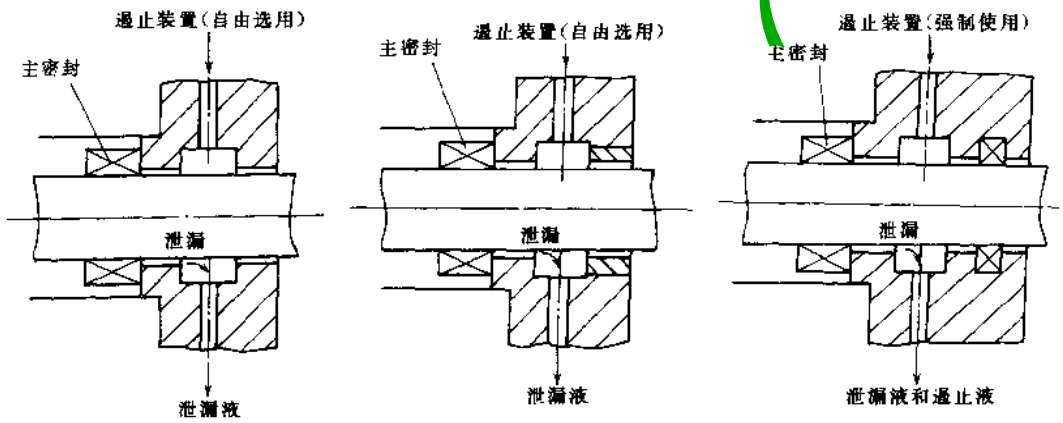
密封之一或两个密封可以是不平衡型（如图示）或平衡型。



D1 背靠背配置　　D2 串联配置　　D3 面对面配置［对旋转密封环（配合环）也可同样配置］

注：1）图的左侧表示泵侧。

D4 软填料、单端面和双端面机械密封的遏止装置（Q）



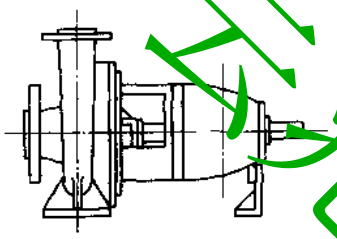
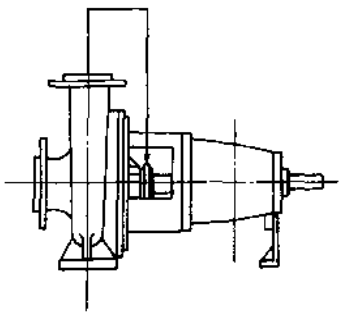
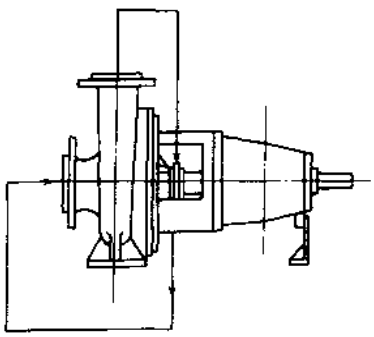
Q1 无节流衬套或辅助密封的主密封　　Q2 有节流衬套的主密封　　Q3 有辅助密封或填料的主密封

石光伯科技

附 录 E
密封管路系统配置
（参考件）

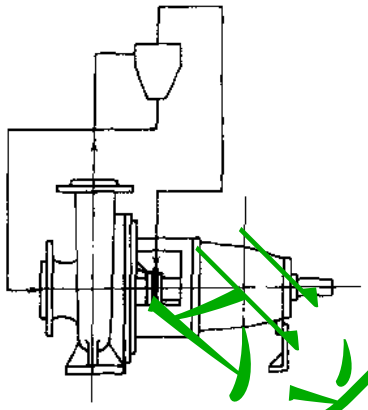
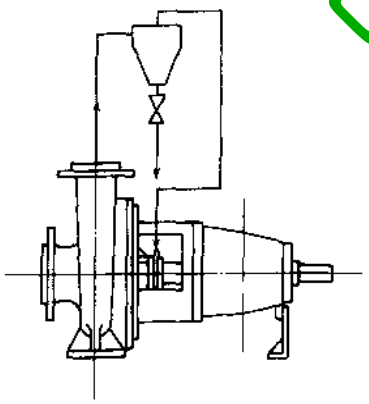
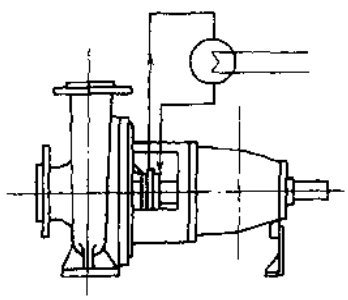
E1 按基本管路分类的密封型式

表 E1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	双端面机械密封 D	遏止装置 Q
00		无管路系统，无循环	×	×		
01		没有管路系统，内部循环	×	×		
02		循环流体从泵出口至密封腔（经内部返回）	×	×		
03		循环流体从泵出口至密封腔再返回泵入口	×	×		

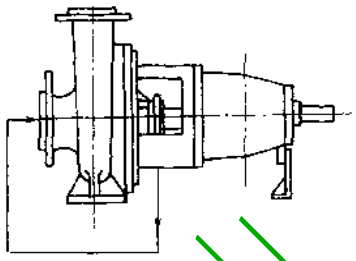
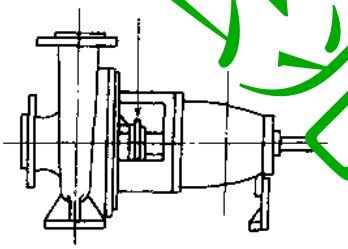
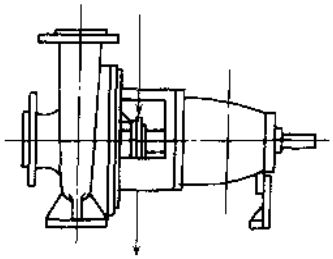
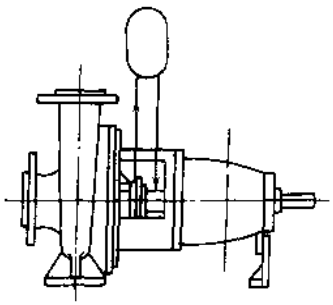
三水帕科技

续表 E1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	双端面机械密封 D	通止装置 Q
04		循环流体经旋风分离器分离（由内部返回）；污液管路通至泵入口	×	×		
05		循环流体经旋风分离器分离；污液管通至下水道	×	×		
06		循环流体储泵吸装置从密封腔经换热器再返回密封腔		×		

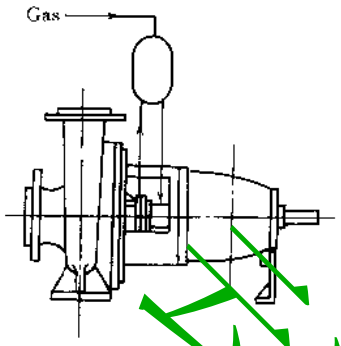
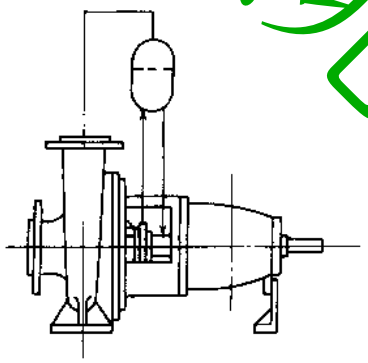
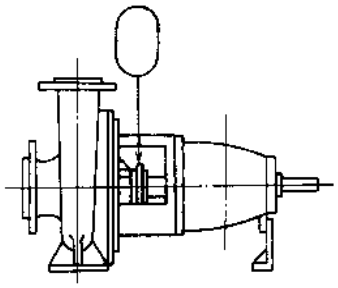
安兆伯科技

续表 E1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	双端面机械密封 D	遏止装置 Q
07		内部循环流体通至密封处然后返回泵入口	×	×		
08		从外部引来的流体 a. 至密封腔同时流入泵内； b. 至遏止装置	×	×	×	×
09		外部流体（如注入流体、阻隔流体）至密封腔或遏止装置处，出口通向外部系统		×	×	×
10		由高位贮液罐供给阻隔流体或遏止流体，依靠热虹吸管或泵吸装置实现循环			×	×

江水阻科技

续表 E1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	软填料 P	单端面机械密封 S	双端面机械密封 D	遏止装置 Q
11		由增压罐供给阻隔流体或遏止流体，依靠热虹吸管或泵吸装置实现循环			√	√
12		由增压罐供给阻隔液体，依靠热虹吸管或泵吸装置实现循环；增压罐由泵排出液体经增压器（例如带隔膜的）实现增压			×	
13		由高位贮液罐供给阻隔流体或遏止流体	×		×	

江水值科技

E2 密封管路系统配置标识

标识由代表密封配置的一个大写字母（P、S、D、Q）和一个数字（1、2、3，见附录D）以及代表基本管路系统配置的代码（01、02、03等，见E1）（它并不代表密封腔的位

置）组成，中间用句号连接。

如还连接有附件，则以它们的代码数字（见 E3）表示之。代码在标识中的排列顺序与附件在系统中沿液流方向的配置顺序相一致。

如液流的起始和终止均是在密封腔处（闭循环），代码仍按同样顺序排列。

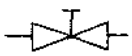
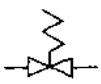
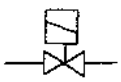
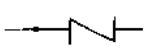
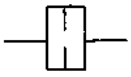
对起始于密封腔之前只继续于密封腔之后的管路配置，密封腔在其中的位置用一破折号表示。

不同的管路配置与不同的密封配置的组合是可能的。在这种情况下，管路系统配置的标识顺序与密封配置的标识顺序一致，从泵侧开始（见标识示例 5 和 8）。

当某一附件组成件是泵或别的附件组成件的一部分或是在它们的内部时，它的代码要用括号括起来。

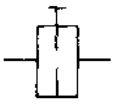
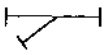
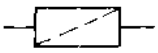
E3 密封管路系统附件说明

表 E2

标识代码	符　号	名　称	附　注
10		阀	
11		截止阀	
12		调节压力和流量的手动调节阀	
13		自动调节阀	
14		自动压力调节阀	
15		电磁阀	
16		止回阀	
17		安全阀	
20		孔板	
21		非调节孔板	

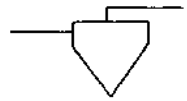
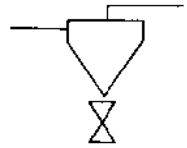
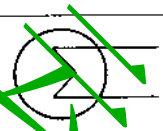
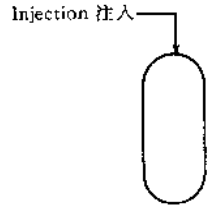
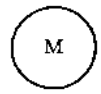
五洲船科技

续表 E2

标识代码	符　号	名　称	附　注
22		调节流量和压力的可调节孔板	
30		过滤器和粗过滤器	
31		粗过滤器	
32		过滤器	
40		指示仪表	
41	PI	压力计	
42	TI	温度计	
43	FI	流量计	
44	LI	液位计	
50		开关	
51	PS	压力开关	
52	LS	液位开关	
53	FS	流量开关	
54	TS	温度开关	

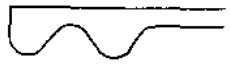
石头电脑科技

续表 E2

标识代码	符　　号	名　　称	附　注
60		器件	
61		旋风分离器	
62		污液管装手动调节阀的旋风分离器	
63		换热器	
64		贮液罐	
65		带隔膜贮液罐	
66		带增压器贮液罐	
67		带补给装置注入液体的贮液罐	
68		循环泵	
69		电动机	

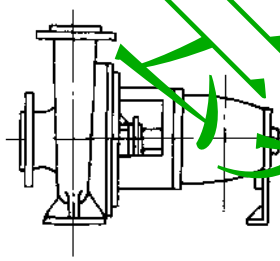
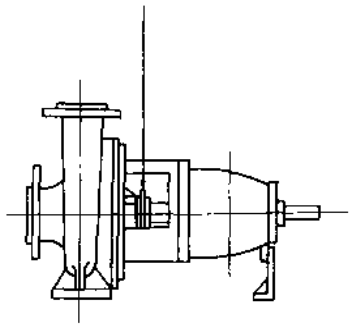
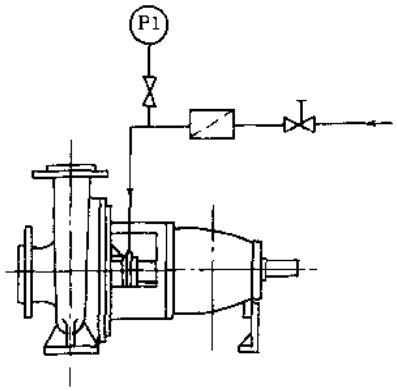
安水检测科技

续表 E2

标识代码	符　　号	名　　称	附　注
70		冷却盘管	
71		槽式电热器	

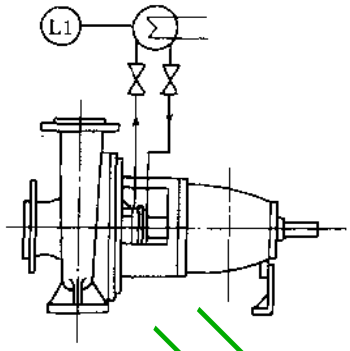
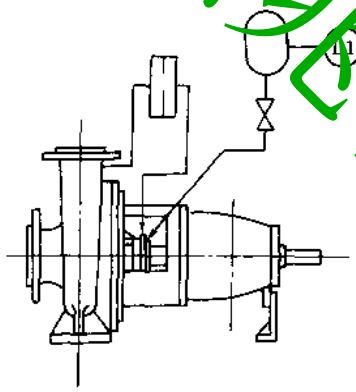
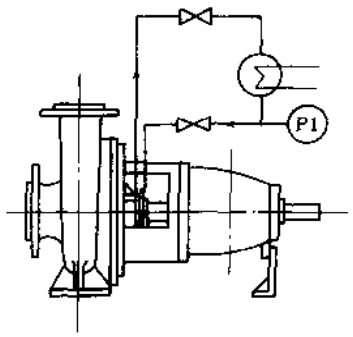
E4　标识示例

表 E3

序号	示　　图	标　识　及　说　明
1		—软填料 —基本配置 01 P1.01
2		—单端面机械密封 —基本配置 08 S1.08
3		—单端面机械密封 —基本配置 08 —手动调节阀 —过滤器 —截止阀 —压力计 S1.08-12.32.11.41

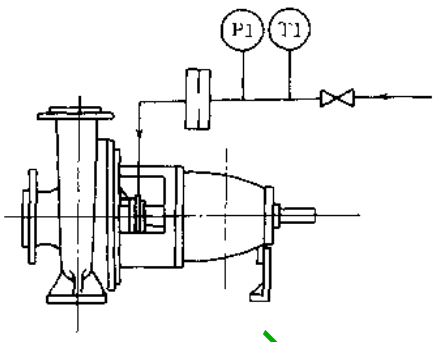
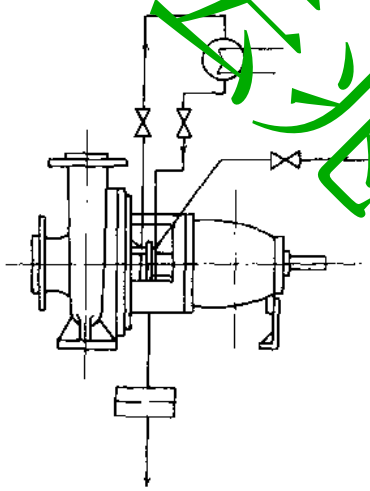
三水帕科技

续表 E3

序号	示　　图	标　识　及　说　明
4		双端面机械密封 基本配置 10 隔离阀(自由选用) 贮液罐 换热器(内装) 液位计(内装) 截止阀(自由选用) D1.10　11.64(63.44)11
5		单端面机械密封 基本配置 02 孔板 遏止装置 基本配置 13 贮液罐 液位计(内装) 截止阀 S1.02-　21Q3.13—64(44)11
6		单端面机械密封 基本配置 06 截止阀(自由选用) 换热器 压力计 截止阀(自由选用) S1.06　11.63.41.11

工业自动化

续表 E3

序号	示　图	标 识 及 说 明
7		单端面机械密封 基本配置 08 截止阀 温度计 压力计 孔板 S1.08—11.42.41.21
8		单端面机械密封 基本配置 06 截止阀(自由选用) 冷却器 截止阀 逆止装置 基本配置 09 截止阀(自由选用) 孔板 S1.06—11.63.11[illegible]3.09—11.[illegible]21

工水电科技

附　录　F
询问单、投标书、购货订单
（参考件）

F1　询问单

询问单应包括数据表中标有★符号的技术信息。

F2　投标书

投标书应包括如下技术信息：

——填好标有“×”符号的技术信息的数据表；
——安装草图；
——典型的装配图；
——特性曲线。

F3 购货订单

购货订单应包括如下技术信息：
——填好的数据表；
——必需的文件。

附 录 G
订货之后的文件提供
（参考件）

G1 应当在商定的时间内按商定的份数向买方提供下列合格文件的复制本

任何要求提供特殊种类或形式的文件，均需通过协议规定。

G2 通常提供的文件有

——数据表；
——安装图；
——说明书，应包括有关安装、试运转（首次起动准备）运行、停机、维护（检查、保养、大修）方面的资料，附有零件明细表和运转间隙的装配图。如有必要，还应包括专门针对特殊工作条件而作的说明；
——性能曲线；
——备件明细表。

G3 提供的文件须清楚地用下列号码加以识别

——项目号；
——购买订单号；
——供货者订单号（协作件订单号）。

附 录 H
核 对 用 清 单
（参考件）

下列清单用段落号列出其中可能需要由买方作决定或需要由买方和制造厂家共同商定的事项。

设 计

4.1.2 (NPSH)，基准

标准图书馆

4.4.2 腐蚀留量
4.5.5 辅助管路连接件种类
4.6 作用在法兰上的外力和外力矩
4.8.1 叶轮的制作
4.11.3 轴挠度计算的条件
4.11.8 某些机械密封轴套的配置
4.12.1 其他类型轴承
4.13.2 填料环出口接管
4.13.3.2 机械密封配置
4.13.3.4 阻止泄漏的辅助密封
机械密封供液供汽服务性管路的钻孔
4.13.5 外部供液供汽服务性辅助管路；供货范围和管路连接件细节
4.14 铭牌的添加信息
4.16 有限轴端浮动联轴器
泵不带驱动机发货时所需要的信息
4.17 底座的选择 - 底座的灌浆
4.17.3 底座上集积和排放泄漏出来的液体的装置
4.17.4.2 驱动机的固定孔
材 料
5.1 危险液体用材料
5.2 材料成分、质量试验和合格证书
工厂检查和试验
6.1 请求试验
6.3.2.1 非冷清水试验液体和不同工作条件时的换算方法
6.3.2.5 噪声试验
附 录
G1 文件：文件的复制本份数以及特殊种类或形式文件的提供

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。
本标准由沈阳水泵研究所归口。
本标准由沈阳水泵研究所负责起草。
本标准主要起草人：胡懋昌、韩忠宝。
本标准于 1985 年首次发布。

万北佰科技

中华人民共和国国家标准

离心泵　技术条件（Ⅲ类）

Technical specifications for centrifugal pumps　Class Ⅲ

GB/T5657　1995

（代替 GB5657—85　GB5658—85　GB5659－85）

目　　次

1　主题内容与适用范围 …… 368
2　引用标准 …… 368
3　定义 …… 369
4　设计 …… 371
5　材料 …… 375
6　工厂检查和试验 …… 375
7　发运准备 …… 375
附录 A　离心泵数据表（参考件） …… 376
附录 B　询问单、投标书、购货订单（参考件） …… 382
附录 C　文件（参考件） …… 382
附录 D　密封配置示例（参考件） …… 382
附录 E　管路系统配置（参考件） …… 384
附录 F　核对清单（参考件） …… 386

三水恒泰科技

本标准等效采用国际标准 ISO9908—1993《离心泵技术条件－Ⅲ类》。

离心泵技术条件标准共有三个，按类别分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ类。Ⅰ类要求最严，Ⅲ类要求最松。

凡是可能需要由买方决定或需要由买方和制造厂共同商定的内容，其有关正文用粗体字印刷并列出在附录 F（参考件）中。

1 主题内容与适用范围

1.1 本标准规定了离心泵的设计制造、工厂检查和试验以及发运方面的Ⅲ类要求。并包含了与泵（包括底座、联轴器和辅助管路，如果驱动机不是与泵构成一个整体，此驱动机除外）的安装、维护和安全有关的设计特性。

1.2 本标准适用于一般应用的具有任何驱动和安装形式的单级、多级、卧式或立式结构（联轴器联接或共轴式）离心泵。

1.3 在已经要求应用本标准的情况下：

a. 又需要一个特殊的设计特性时，可以提出符合本标准意图的另外一些供选择的设计，只要对它们作了详细的说明；

b. 可以提出不是完全符合本标准要求的泵供考虑，只要对所有不同点均予以说明。

1.4 每当多个文件之间含有相抵触的技术要求时，应按以下顺序决定各文件的适用性：

a. 购货定单或询问单（如未发出订单）[见附录 B（参考件）]；

b. 数据表 [见附录 A（参考件）]；

c. 本标准；

d. 订货单或询问单中提到的其他标准。

2 引用标准

GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB1216	灰铸铁管法兰尺寸
GB/T4662	滚动轴承 额定静负荷
GB5661	轴向吸入离心泵 机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB6075	制订机器振动标准的基础
GB6391	滚动轴承 额定动负荷和额定寿命的计算方法
GB6556	机械密封的型式、主要尺寸、材料和识别标志
GB6558	挠性转子平衡的评定准则
GB9113	钢制管法兰
GB9239	刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法

水利电科技

3 定义

本标准中需要加以解释的术语定义如下：

3.1 工作条件

由给定的用途和泵输液体所决定的各种参数（例如工作温度，工作压力）。这些参数将影响结构型式和结构材料。

3.2 容许工作范围

配以所供叶轮的泵在规定工作条件下许用的流量范围。该范围受到汽蚀、发热、振动、噪声、轴挠度以及其他的类似条件所限制，它须由制造厂确定。工作范围的上限和下限用最大和最小连续流量表示。

3.3 额定条件

保证工况点的各个条件（驱动机条件除外）。该工况点必须满足所有规定的工作条件并考虑留有必要的余量。

3.4 驱动机额定输出功率

现场工作条件下驱动机最大容许输出功率。

3.5 基本设计压力

由承压零件所用材料在20℃时的许用应力导出的压力。

3.6 额定压力

对某一给定应用场合，在最恶劣工作条件下的极限压力。

3.7 额定入口压力

作为保证点工作条件的入口压力。

3.8 额定出口压力

在额定流量、额定转速、额定入口压力和密度条件下保证达的泵出口压力。

3.9 压力-温度额定值

以曲线形式给出的压力和温度之间的关系（见图1）。

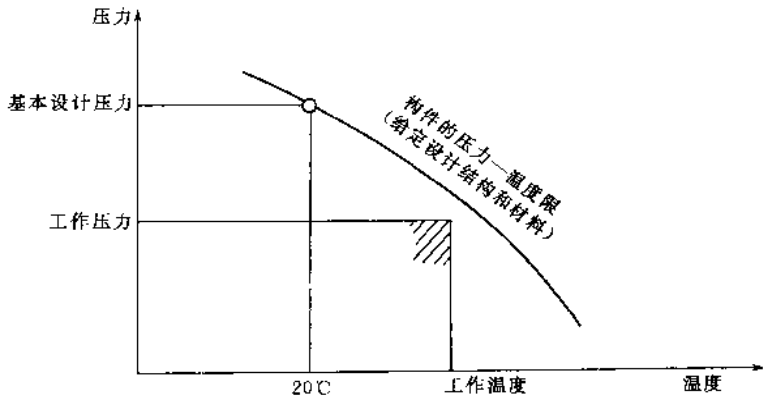


图1 压力—温度额定值

石家庄科技

3.10 容许最高连续转速

制造厂准许连续运转的最高转速。

3.11 自停转速

独立的超速紧急装置动作使原动机关闭时的转速。

注：对于汽轮机和往复式发动机，该转速至少应是最高连续转速的110%。对于燃气轮机，该转数至少应是最高连续转速的105%。

3.12 第一临界转速

旋转部件的最低横向自然振动频率与旋转频率相一致时的转速。

3.13 设计径向负荷

在设计液体密度（通常为1000kg/m³）条件下，最大叶轮（直径和宽度）在它的最高转速性能曲线上制造厂规定的范围内工作时所受到的最大水力径向力。

3.14 最大径向负荷

在最大液体密度条件下，最大叶轮（直径和宽度）在它的最高转速性能曲线上任一点工作时所受到的最大水力径向力。

3.15 轴的径向跳动

在轴处于水平位置的情况下，用手转动支承在轴承中的轴时，由测量轴相对轴承箱位置的器具所指示的径向总偏移量。

3.16 端面跳动

当用手转动支撑在轴承中、处于水平位置的轴时，由附于轴上并随其转动的器具在填料函外径向平面处指示的轴向总偏差。该径向平面是决定密封部件对中的平面。

3.17 轴挠度

轴受到作用在叶轮上的水力径向力而偏离其几何中心的位移。它不包括由于轴在轴承间隙范围内的倾斜而引起的轴位移。也不包括由于叶轮不平衡或轴的径向跳动而引起的轴弯曲。

3.18 循环（冲洗）

泵输液体从高压区到密封腔的回流可以是外部管路或内部通道的形式。该回流用来带走在密封处产生的热量或保持密封腔的正压，或经处理以改善密封的工作环境。在某些情况下，最好的方法可能是从密封腔到低压区（例如入口）的循环方式。

3.19 注入（冲洗）

从一外部液源引入合适的（清洁的、相容的等）液体至密封腔，然后进入泵输液体。

3.20 遏止

在主轴封的大气一侧连续地或间断地引入一种合适的（清洁的、相容的等）流体，用于排除空气或潮气，防止或清除沉积物（包括冰），润滑辅助密封，熄灭火花，稀释、加热或冷却泄漏液体。

3.21 阻隔液体（隔离液）

在两个密封（机械密封和/或软填料）之间引入的一种合适的（清洁的、相容的等）液体。阻隔液体的压力取决于密封的配置。阻隔液体可用于防止空气进入泵里。通常阻隔液体比泵输液体易于密封并且/或泄漏时产生的危害性较小。

农业标准

4 设计

4.1 总则

4.1.1 特性曲线

特性曲线应表示出泵的容许工作范围。

4.1.2 汽蚀余量（NPSH）

$(NPSH)_r$ 应按 GB3216 规定的冷水（常温清水）为基准来确定。$(NPSH)_a$ 必须比 $(NPSH)_r$ 大一个余量，该余量至少为 0.5m。

4.1.3 安装

泵最好能适合于正常环境条件下的室外安装。如果泵仅适合于室内安装，则在制造厂的文件中应清楚地讲明这一情况。

买方应规定室外安装时的环境条件。

4.2 原动机

对于确定的工作条件：

适合作为联轴器连接泵的驱动机的原动机，其额定输出功率与泵的额定轴功率（在 1～100kW 范围内）之比至少应等于图 2 所给出的百分数。对于该范围以外的泵轴功率，其百分数应由制造厂和买方协商确定。如果原动机的额定输出功率已满足安装的给定直径叶轮在任何工作条件下的功率需求，则不需要再附额外的余量。

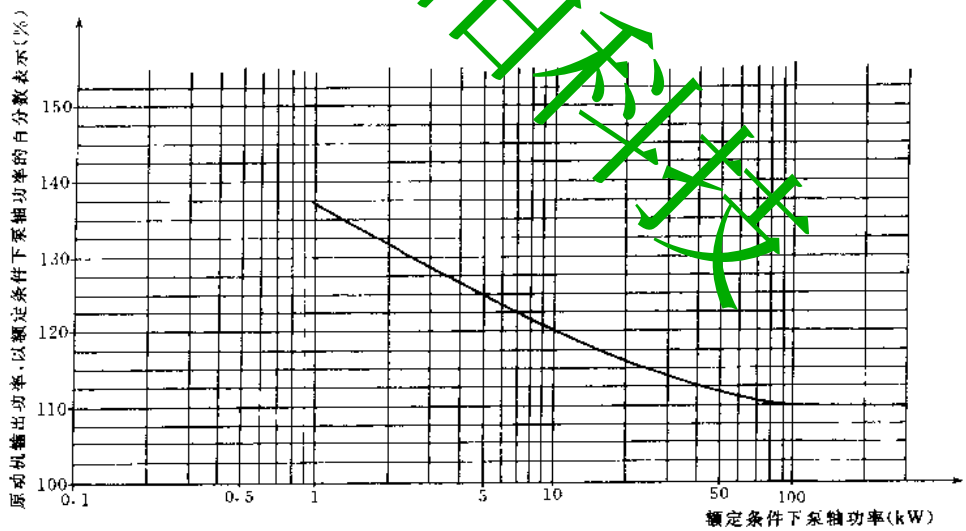


图 2 以额定条件下的泵轴功率的百分数表示的原动机输出功率

对于不确定的工作条件：

作为共轴式泵的驱动机的原动机，其额定输出功率必须满足安装的给定直径叶轮在任何工作条件下的功率需求。这些情况下不再需要额外余量。

4.3 临界转速、平衡和振动

标准出台

4.3.1 临界转速

在工作条件下，当连接到商定的驱动机上时转子的实际第一横向临界转速至少应超出包括汽轮机驱动泵的自停转速在内的最高许可连续转速的10%。对于立式泵，容许是挠性轴。

4.3.2 平衡和振动

4.3.2.1 卧式泵

在制造厂试验设备上测量时，未过滤的振动值应不超过表1给出的振动烈度极限。这些数值是泵无汽蚀运行时在额定转速（±5%）和额定流量（±5%）工况点于轴承箱处沿径向测得的。

作为参考，如按GB9239的G6.3级做平衡，通常即能达到表1要求。

对于特殊叶轮的泵，如单流道叶轮泵，其振动值可能超出表1中给出的限值。此时制造厂在供货中应对此予以说明。

表1 多叶片叶轮卧式泵的振动烈度极限[1)] (mm/s)

	轴中心高为h_1（mm）最大均方根振动速度值（对于底脚安装的卧式泵，h_1是泵轴中心线到与泵底脚接触的底座平面的距离）	
转速n（r/min）	$h_1\leqslant225$	$h_1>225$
$n\leqslant1800$	2.8	4.5
$1800<n\leqslant4500$	4.5	7.1

1) 此表根据GB6075规定。

4.3.2.2 立式泵

a. 对于配带刚性联轴器的立式泵，振动读数应在驱动机座的顶端法兰处测取。对于配带挠性联轴器的立式泵，振动读数应在泵的上端轴承处测取。

b. 工厂试验时，在额定转速（±5%）和额定流量（±5%）且无汽蚀运行状态下，滚动轴承和滑动轴承泵的振动极限（均方根速度值）均不得超过7.1mm/s。

挠性转子的平衡可参考GB6558。

4.4 承压件

4.4.1 压力-温度额定值

制造厂应明确规定泵在最恶劣工作条件下的极限压力（最大容许工作压力）。泵的额定压力（泵体和泵盖，包括轴封箱和填料压盖/密封端盖）不得超过泵法兰的公称压力。

在泵由铸铁、球墨铸铁、碳钢或不锈钢制造时，在20℃时的基本设计压力应至少是0.6MPa的表压。

对于抗拉强度要求不允许达到额定值0.6MPa的材料，制造厂应根据材料的应力-温度额定值调整其压力-温度额定值并且予以明确说明。

如果制造厂在铭牌和数据表中作了明确的规定，则低扬程的泵可以有较低的压力-温度额定值。

4.4.2 壁厚

包括轴封箱、填料压盖和密封端盖在内的压力壳体，须有适当的厚度使之能在工作温度下经受住最大容许工作压力并限制变形。

泵体还应适合于环境温度下的水压试验压力（见第6章）。

4.4.3 材料

用于承压件的材料应根据泵输液体和泵的用途确定（见第5章）。

4.4.4 机械特性

4.4.4.1 拆卸

泵应设计成不需移动吸入和排出连接管即可执行为更换备件所必需的拆卸操作。如果结构不是如此，即拆卸会带来某种移动，则应予以说明。

4.4.4.2 泵体垫

泵体垫的设计应适合于额定工作条件和环境温度下的水压试验条件。

4.4.4.3 外部螺栓连接

连接承压件的螺栓或螺柱的选择应适合于最大容许工作压力和正常的拧紧方法。

4.5 短管（管口）和其他连接件

注：对本标准而言，短管和管口是同义的。

4.5.1 型式和尺寸

在制造厂的文件中应对各种流体连接件的型式和尺寸予以说明。

4.5.2 封堵件

放气孔、测压孔和排液孔应安装足以承受最大容许工作压力且可以拆卸的封堵件。封堵件的材料应适合于泵输液体。

4.6 短管（进口和出口）上的外力和外力矩

根据要求，制造厂应提供作用在短管上容许的外力和外力矩的详细数据。

4.7 短管（管口）法兰

如果采用圆形法兰，则法兰的外轮廓尺寸应符合GB4216或GB9113标准的法兰。如果制造厂的标准形式需要法兰厚度和直径比规定等级的相应尺寸大，则要由制造厂请求，也可以提供较重的法兰，但是应按上述标准规定加工平面和法孔。

螺栓孔应跨中心线布置。

4.8 叶轮

4.8.1 叶轮设计

根据用途可以选择闭式、半开式或开式的叶轮设计。

4.8.2 叶轮的固定

叶轮应加以固定以防止它按指定方向旋转时沿周向和轴向移动。对共轴式泵还须注意叶轮无论按哪种方向旋转均须有可靠的固定。

4.9 运行间隙

确定静止件和旋转件之间的运行间隙时，应考虑工作条件和这些零件所用材料的性能（如硬度和抗擦伤性）。间隙的大小应能防止在工作条件下相互接触。选择的材料组合要使磨损和卡住的危险减至最小。

4.10 轴和轴套

4.10.1 总则

轴应有足够的尺寸和刚性以便：

a. 传递原动机额定功率；

b. 使填料和密封工作状况不良程度降至最低；

c. 使磨损和卡住的危险减至最小；

d. 对启动方法和有关的惯性负荷给予应有的考虑。

4.10.2 表面粗糙度

填料函密封区域的表面粗糙度应适合使机构密封和填料密封均能满意的工作的要求。

4.10.3 轴的挠度

计算得出的由泵运转时产生的径向负荷引起的在通过填料函外端的径向平面处轴的挠度，如样机试验所证实的在容许的工作范围内不应超过 50μm。

4.10.4 直径

如有可能，密封区域那部分轴或轴套的直径应按照 GB5661 的规定。

4.10.5 轴的径向跳动

轴和轴套（如安装）的制造和装配应保证在通过填料函外端面径向平面处的径向跳动值（见 3.15）：公称外径小于 50mm，不大于 50μm；公称外径 50～100mm，不大于 80μm；公称外径大于 100mm，不大于 100μm。

4.10.6 轴向位移

轴承容许的转子轴向位移不得对机械密封的性能产生有害的影响。

4.11 轴承

4.11.1 总则

通常使用标准类型的滚动轴承。

4.11.2 滚动轴承寿命

应按 GB4662 和 GB6391 的要求计算和选择滚动轴承；在容许工作范围内运转时的“基本额定寿命（L10）”至少应是 10000h。

4.11.3 润滑

使用说明书中应包含关于所用润滑剂的种类、剂量和使用次数的内容说明。

4.11.4 轴承箱的设计

轴承箱应设计成在正常工作条件下能防止杂质的侵入和润滑剂的流失。

4.12 轴封

4.12.1 总则

泵的设计应允许或是使用机械密封或是使用软填料（无填料函泵例外）。

除非工作条件另有要求，否则密封腔尺寸应符合 GB5661 的规定。

4.12.2 填料函

应提供足够的空间使之无需移动或拆卸除填料压盖部件和防护装置外的任何零件即可更换填料（包括压紧填料）。

填料压盖应能经受住压紧填料所必需的力。

4.12.3 机械密封

机械密封应适合于经受住给定的工作条件。

应选择合适的密封元件材料使之能经受住腐蚀、磨损、温度和机械应力等。

机械密封的水压试验压力不得超过极限密封压力。

万水帕科技

4.13 铭牌

铭牌应牢固地固定在泵上。

铭牌上必需的信息至少应有制造厂的名称（或商标）和地址，泵的识别号（如顺序号或产品编号），型号和尺寸。其余空间可提供有关流量、扬程和转速等附加信息。

4.14 旋转方向

旋转方向须用结构牢固突起设置的箭头指示。对可移式共轴式泵，启动反作用的方向可以表示为双向交替的。

4.15 联轴器

如果驱动机不是和泵构成一个整体，那么通常应用挠性联轴器将泵连接到驱动机上。

两半联轴器应有效地固定以防止相对于轴的周向和轴向移动。

如果将联轴器各个零件组装在一起作平衡，那么须用永久性的显著标记表示其正确的装配位置。

应提供合适、固定的联轴器防护罩。防护罩应按国家安全规则设计。

4.16 卧式泵的底座

4.16.1 总则

供不灌浆安装用的底座须有足够的刚性以满足独立式安装或用螺栓连接安装在不灌浆基础上的要求。

要求灌浆的底座应设计成保证能够良好的灌浆（如应防止空气被截留）。

4.16.2 泵和驱动机在底座上的装配

应使用垫片或楔形垫，对驱动机作垂直方向的调整来补偿泵、驱动机和底座三者的公差。

如果是买方提供驱动机或联轴器，那么买方应向泵制造厂提供经过检定的这些设备的安装尺寸。

如果驱动机不是由泵制造厂安装，而且又无另外规定，则应不钻出驱动机的安装孔。

5 材料

除非买方另有规定，否则应由制造厂根据预定的泵输液体和预定的应用选择材料。

6 工厂检查和试验

泵的承压件应做水压试验，试验压力至少是基本设计压力的1.3倍。

泵通常只作由制造厂可以决定的某些其他的内部工厂试验。

如果要求作目睹或非目睹试验，则应在询问单或订单中予以说明。

如果需要作水力性能试验，应按照GB3216标准C级以冷清水进行。对于非冷清水的其他液体和一些特殊工作条件，泵的水力性能应由制造厂计算并说明换算方法。

如果需要作噪声试验，按GB10890或买方和制造厂之间的协议进行由泵辐射的空中噪声测定试验。

7 发运准备

7.1 总则

标准图书馆

所有内部零件在发运前应排尽液体。如轴承为油润滑，应将轴承箱内液体排尽并固定上“需要充油”的警告标签。

7.2 运输过程中转子部件的固定

为了避免运输过程中由于振动而损坏轴承，应根据运输的距离和方式、转子质量和轴承类型按要求固定转子部件。此时，应牢固地附上警告标签。

7.3 孔口

与压力室相通的所有孔口均须装上封堵件以利运输，封堵件要耐风雨侵蚀并要坚固足以经受住意外的损坏。

7.4 标识

泵和随泵供应的所有散装零件必须以规定的识别号进行标记，标识须清晰、耐久。

7.5 文件

如果没有另外规定，应按附录C（参考件）随泵供给规定份数的文件复制本。

附 录 A
离心泵数据表
（参考件）

A1 如果需要或请求提供数据表，则下面的离心泵数据表可用于：

——买方询问、订货和合同处理；和

——制造厂投标和制造。

A2 各组成件的要求系按照本标准。

A3 为提供较大的位置以便书写或打印，数据表可以增大和分成两页，但是无论怎样，行号应符合标准数据表。

A4 数据表填写说明

——在合适的栏内用符号“×”表示需要的信息；

——标有“★”的行须由买方询问时填写；

——空栏可用于简述需要的信息，也可用于填写表示此处信息已作插入修改的标记；

——为便于传递指定行和栏位中的信息，可使用下列表解：

三栏行

	第1栏		第2栏		第3栏	
29	×		×		×	29

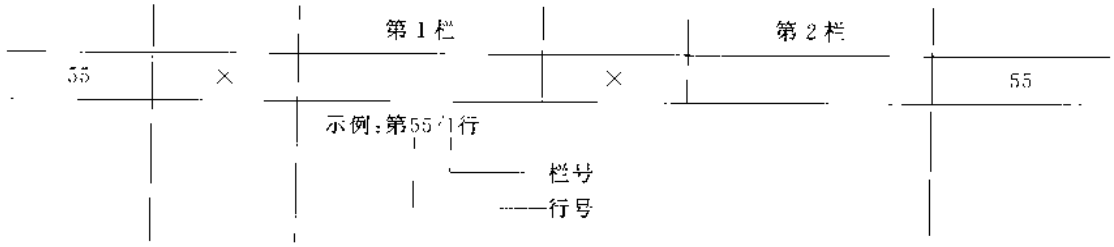
示例：第29/2行

——栏号

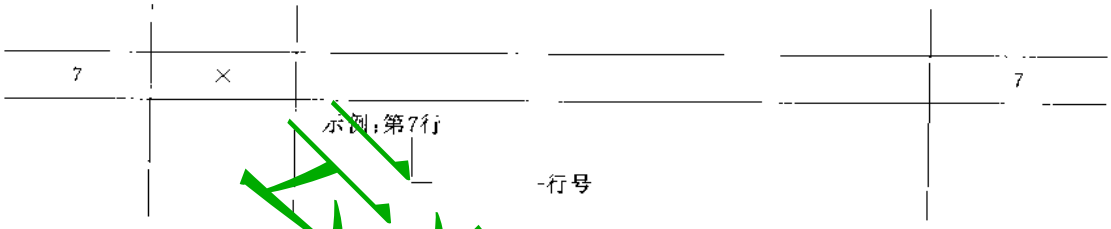
——行号

石家庄科技

二栏行



一栏行



A5 表 A1 对数据表中不是普遍能理解的各个术语给予较为详细的解释。

表 A1

行	术　语	解　释
1/1 2/2	装置	装置种类、安装、运行、建造或其他特点
1/2	使用	工作任务，例如：锅炉给水泵、冷水泵、消防水泵、循环泵、回流泵等
2/2	技术条件类别	例如：GB/T××××
3/2 4/2	驱动机	如果不是直接驱动，须用“附注”给出有关信息
5/1 6/1	客户	公司名称
5/2 6/2	供方	公司名称
7	现场条件	例如室外、室内安装，其他环境条件
8/1	液体	流体的一种相当准确的名称。当流体是混合物时，须在“附注”中给出成分分析
8/3	在额定正常流量的可用汽蚀余量(NPSH)	当规定可用汽蚀余量时，可能有必要考虑异常工作条件
9/1	固体物含量	流体中的固体物成分和颗粒尺寸、质量百分比、颗粒特征（球形的、正方的、长方的）和固体物密度[kg/m³]及其他性质（如成团趋向）]须用“附注”给出
10/1	腐蚀剂	液体的腐蚀性物质成分
12/2	入口表压最大值	工作期间入口的最大压力，例如由于液位和系统压力的改变等引起的

标准信息科技

续表 A1

行	术　　语	解　　释
13.3	额定叶轮直径时最大泵轴功率	在额定叶轮直径和规定密度、粘度及转速时泵的最大功率需求
14.3	最大叶轮直径时泵的最大轴功率	在最大叶轮直径和规定密度、粘度及转速时泵的最大功率需求
15.3	额定驱动机输出功率	确定功率须考虑下述因素： a. 功能和运行方式； b. 性能曲线上工作点的位置； c. 轴封的摩擦损失； d. 机械密封的循环液体流量； e. 介质特点（固体颗粒、密度、粘度）
16.1	危险性	例如：易燃、有毒、有味、腐蚀和放射性
16.2	额定扬程曲线最大值	安装的叶轮直径下的最高扬程
20.2	减少轴向力方式	例如：轴向推力轴承、平衡盘或平衡鼓、平衡孔、对置叶轮
21.2	径向轴承类型、规格	须包括内部间隙
22.2	止推轴承类型、规格	须包括内部间隙
23.2	润滑	润滑剂种类，例如：油、压力油、润滑脂等
	润滑剂的供给	例如：油泵、润滑脂泵、油位控制器、润滑脂杯、带观察孔的测油杆等
24.1	叶轮形式	叶轮的形式，例如闭式、开式、单流道式等
24.2	轴封配置	用附录 D 所示的适当的符号表示
26.2	轴封型式、尺寸	机械密封： — 型式：平衡型（B） 不平衡型（U） 波纹管型（Z） — —尺寸：轴或轴套的公称直径（mm）以通过静止环的轴径为基准（例如 GB5661） 填料密封： — —尺寸：轴封腔直径按照 GB5661
26.3	设计压力	指辅助管路系统（管路、冷却器等）
27.3	试验压力	指辅助管路系统（管路、冷却器等）
33.1	泵体支承	例如：中心支承、底脚支承、轴承座支承
34.1	壳体剖分	相对于轴有径向、轴向剖分
35.3～36.3	驱动机	信息较多时，可用单独的数据表或“附注”中的空间
44.2～49.2	机械密封元件	如果需要，可使用 GB6556 第 5 章规定的机械密封元件的材料代码
46.2 47.2	机械密封，辅助密封	例如：O 型密封圈
50～52	试验	准备进行各项不同试验的公司或委托机构，例如制造厂和执行何种试验标准（51）以及委托目睹试验的机构名称（52）

标准图书

表 A2

离心泵数据表

1	★ 装置				★ 使用					1
2					★ 技术条件类别					2
		需要数量	泵型号规格		制造厂商编号	驱动机		项目号		
			卧式[1]	立式[1]		类别	型号规格			
3	工作	★				★		★		3
4	备用	★				★		★		4
5	客户		询问单号	日期	供方		投标号	日期		5
6			订单号	日期			合同号	日期		6
7	现场条件	★								7

工作条件

8	★ 液体		★	流量	额定	m³/h	★	额定/正常流量时 NPSH	可用	/ m	8
9	★ 固体物含量	以质量计，%	★		正常/最大	/ m³/h			必需	/ m	9
10	★ 腐蚀剂		★		最小连续/许可	/ m³/h		泵额定转速		r/min	10
11	★ 磨蚀剂		★	入口表压	额定	MPa		泵轴功率	额定	kW	11
12	★ 工作温度	℃	★		最高	MPa			正常	kW	12
13	★ 工作温度下密度	kg/dm³	★		额定	MPa		最大泵轴功率		kW	13
14	★ 工作温度下运动粘度	mm²/s	★		最高	MPa				kW	14
15	★ 工作温度下汽化压力（绝压）	MPa	★	差压，额定		MPa		驱动机额定输出功率		kW	15
16	★ 危险性			额定扬程曲线 最大/正常		m	★	自吸		是，否	16

结构特性

17	★ 基本设计压力		MPa		总间隙	密封环/耐磨板	mm		冷却（C），串联（S） 加热（H），并联（P）	C	H	S	P	17
18	最大容许工作	泵	MPa 在 ℃			轴瓦	mm							18
19		辅助件	MPa 在 ℃			平衡鼓	mm		泵体					19

全文电脑版

续表 A2


离心泵数据表
结构特性
20 试验压力 MPa
21 级数
22 叶轮 额定直径/安装直径 / mm
23 叶轮 最大直径/最小直径 / mm
24 叶轮 形式
25 面对泵从动端的转向 泵* 顺时针/逆时针
26 面对泵从动端的转向 驱动机** 顺时针/逆时针
27 ★ 入口法兰 尺寸 位置
28 ★ 入口法兰 压力等级和法兰表面加工
29 ★ 出口法兰 压力等级和法兰表面加工
30 出口法兰 尺寸 位置
31 放气孔，加工出螺纹
32 放液孔，加工出螺纹
33 泵体支承
34 泵体剖分 径向/轴向
减少推力方法
径向轴承 型号规格
推力轴承 型号规格
润滑/供油方式
配置方式
制造厂商
型号、规格
轴封 极限压力 MPa
轴封 静压力 MPa
轴封 动压力 MPa
轴封 温度 ℃
密封管路系统 设置供货者
含驱动机的总重量（大约） kg
蜗壳式/导叶式 单流/双流/多流
轴承
油冷却器
密封室
密封循环冷却器
密封座
支座
★ 设计压力 MPa
试验压力
外部供给 作用 流体 L/h (入口/出口 MPa
外部供给 冷却
外部供给 加热
外部供给 电气 V 相 Hz
20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34
附件
35 联轴器 制造厂家
36 联轴器 型号/规格
37 联轴器 加长段长度 mm
38 联轴器 供货者
★ 联轴器防护罩供货者
底座 供 泵/驱动装置/驱动机
底座 类型 独立式/灌浆/不灌浆
底座 供货者
★ 驱动机 供货者
驱动机 安装者
★ 辅助管路供货者
★ 地脚螺栓供货者
35 36 37 38

续表 A2

离心泵数据表

材　　料

39		泵体		轴套		填料函	填料压盖	39
10		外部联接螺栓		喉部衬圈			填料	40
41		泵体垫		机械密封	密封端盖		填料环	41
42		叶轮			节流衬套		联轴器体/加长段	42
43		密封环 叶轮			泵侧　大气侧	联轴器	弹性元件	13
44		密封环 泵体			弹顶环		防护罩	44
45		耐磨板/衬层			座环	底座		15
46		轴			辅助密封 旋转	油漆		16
47		壳体衬里			静止			47
48		轴承箱连接体			弹簧			48
49		轴承箱			其他金属零件			49

试　　验

30	★	试　验	材　料	水　压	水力性能	NPSH	检　查	最终检查	50
31	★	引用标准							51
52		目睹证实者							52

文　件　提　供

53	性能曲线号	投标		图纸	外形尺寸图		53
54		试验			管路系统	密封	54
55	说明书					辅助系统	55
56	备件明细表号				装　配	泵	56
57						轴封	57

附注：1)如不适用，划掉。　　★标有此符号的行由买方询问时填写。　　* 从驱动机看泵

2)除汽化压力、差压外，其余所有压力均系表压。　　** 从泵看驱动机

第　　张　　共　　张　　审阅日期　　图号

全文电子版

附 录 B
询问单、投标书、购货订单
（参考件）

B1 询问单

询问单应包括选择泵所需的全部信息。

B2 投标书

投标书应包括下列技术信息：

- 有安装情况的外形草图；
- 典型的装配图或部件图；
- 特性曲线（如有规定）。

B3 购货订单

购货订单应包括如工作条件、结构特点、材料、辅助件和所需文件等技术信息。

附 录 C
文 件
（参考件）

C1 如果没有另外规定，应随泵提供商定份数的下列文件复制本

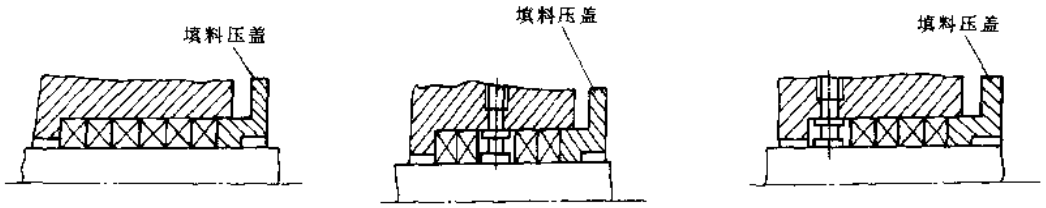
——有安装情况的外形图；

——说明书，其内容包括有关安装、试运行、运行、停机、维护方面的资料、装配图或部件图，加上列有材料和标准零件代号的备件明细表；

——性能曲线（如有要求）。

附 录 D
密 封 配 置 示 例
（参考件）

D1 软填料（P）



P1 软填料

P2 有填料环(用于注入或循环密封液、阻隔液、冷却液等)的软填料

P3 有填料环（通常与喉部衬圈一起用于注入和循环冷却液并清除沉积物）的软填料

图 D1

农业标准科技

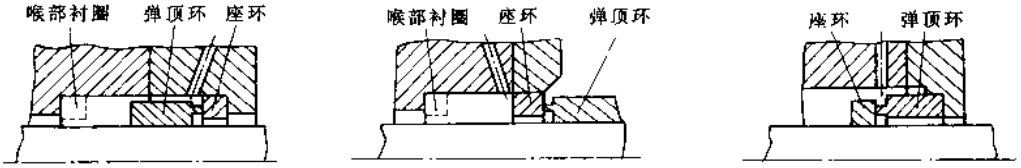
D2 单机械密封（S）

这些密封可以是：

a. 通常为不平衡型（U）（如图示）或平衡型（B）或波纹管型（Z）；

b. 密封面处有循环液或注入液，或没有；

c. 有喉部衬圈或没有。

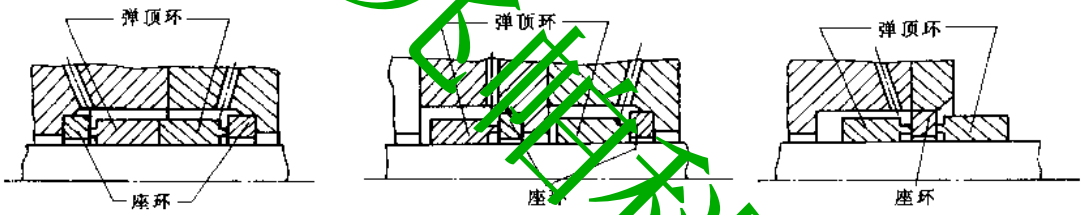


S1 内装式　　S2 外装式　　S3 旋转密封环（配合环）内装式

图 D2

D3 多机械密封（D）

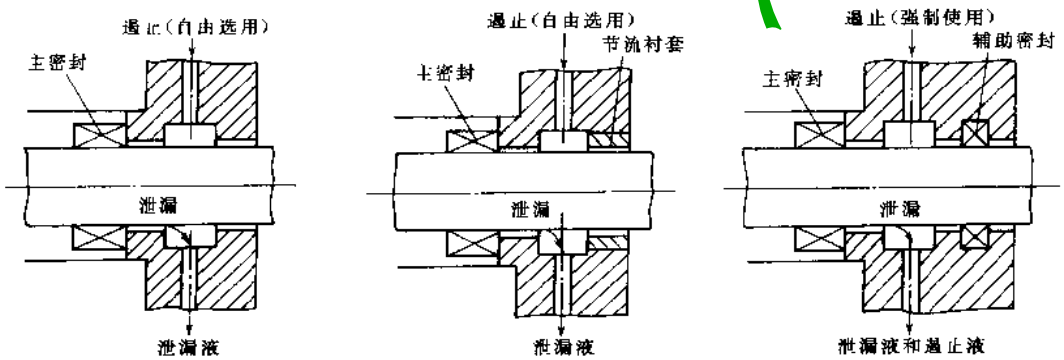
这些密封可以是其中任一个或两个都是不平衡型（如图 D3 所示）或平衡型。



D1 背靠背配置　　D2 串联配置　　D3 面对面配置［有旋转密封环（配合环）也可同样配置］

图 D3

D4 软填料或单、多机械密封用的遏止装置（Q）



Q1 无节流衬套或辅助密封的主密封　　Q2 有节流衬套的主密封　　Q3 有辅助密封或填料的主密封

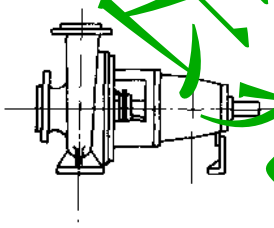
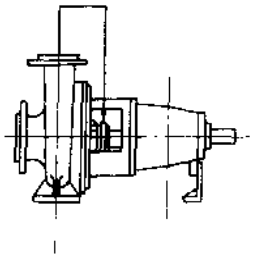
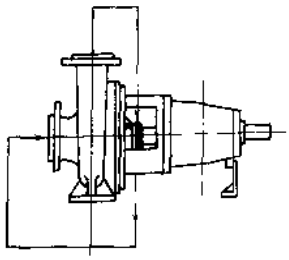
图 D4

注：图 D1～图 D4 图的左侧表示泵侧，右侧表示大气侧。

附 录 E
管 路 系 统 配 置
（参考件）

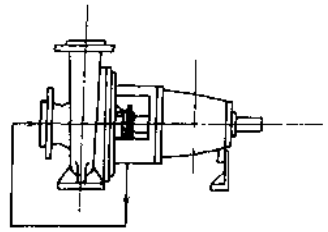
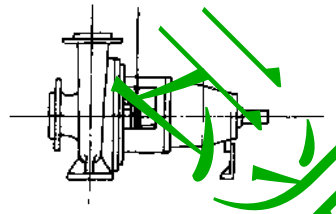
E1 按基本管路系统分类的密封型式（见表 E1）

表 E1

基本配置			适用于			
标识代码	示图	说明	P 软填料	S 单机械密封	D 多机械密封	Q 遏止装置
00		无管路系统、无循环	×	×		
01		无管路系统、内部循环	×	×		
02		循环流体从泵出口至密封腔（经内部返回）	×	×		
03		循环流体从泵出口至密封腔再返回泵入口	×	×		

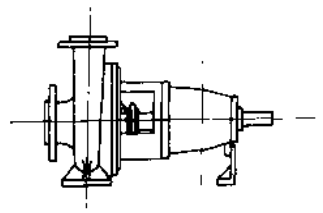
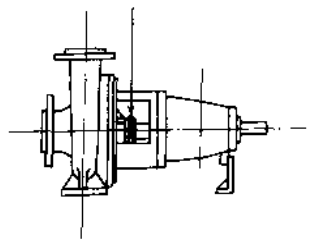
江水泊科技

续表 E1

基本配置			适用于			
07		内部循环流体通至密封处然后返回泵入口	×	×		
08		从外部引来的流体 a. 至密封腔同时流入泵内 b. 至遏止装置	×	×	×	×

E2 标识示例（见表 E2）

表 E2

序号	示图	标识	说明
1		P1.01	软填料 基本配置 01
2		S1.08	单机械密封 基本配置 08

石化泊科技

附 录 F
核 对 清 单
（参考件）

F1 以下清单以条号表示该内容可能需由买方决定或者需要由买方和制造厂共同商定：

4.2 原动机

4.7 短管（管口）法兰

5 材料

6 工厂检查和试验

需经请求的检查和试验

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：韩忠宝。

万方数据科技

中华人民共和国国家标准

离心泵　效率

Efficiencies for centrifugal pumps

GB/T13007—91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了单级离心水泵、多级离心水泵、离心油泵和离心耐磨蚀泵的效率。

本标准适用于：

a. 单级离心水泵　流量 $Q \geqslant 5m^3/h$，

比转速 $n_s = 20 \sim 300$（或型式数 $K = 0.103 \sim 1.55$）；

b. 多级离心水泵　流量 $Q = 5 \sim 3000m^3/h$，

比转速 $n_s = 20 \sim 300$（或型式数 $K = 0.103 \sim 1.55$）；

c. 离心油泵和离心耐腐蚀泵　流量 $Q = 5 \sim 3000m^3/h$，

比转速 $n_s = 20 \sim 300$（或型式数 $K = 0.103 \sim 1.55$）。

2　效率

2.1　本标准规定的效率值是以常温（0～40℃）清水为介质的数值。

2.2　最高（或规定点）效率应按下列规定：

a. 单级单吸和单级双吸离心水泵流量为 5～10000m^3/h 时，不低于图 1 的曲线 A 或表 1 的 A 栏的规定，流量大于 10000m^3/h 时，不低于 90%；

b. 多级离心水泵不低于图 2 的曲线 A 或表 2 的 A 栏的规定；

c. 离心油泵和离心耐腐蚀泵不低于图 3 的曲线 A 或表 3 的 A 栏的规定。

2.3　在允许的泵工作范围内最高效率点（或规定点）以外其他各点的效率应按下列规定：

a. 单级单吸和单级双吸离心水泵流量为 5～10000m^3/h 时，不低于图 1 的曲线 B 或表 1 的 B 栏的规定，流量大于 10000m^3/h 时，不低于 80%；

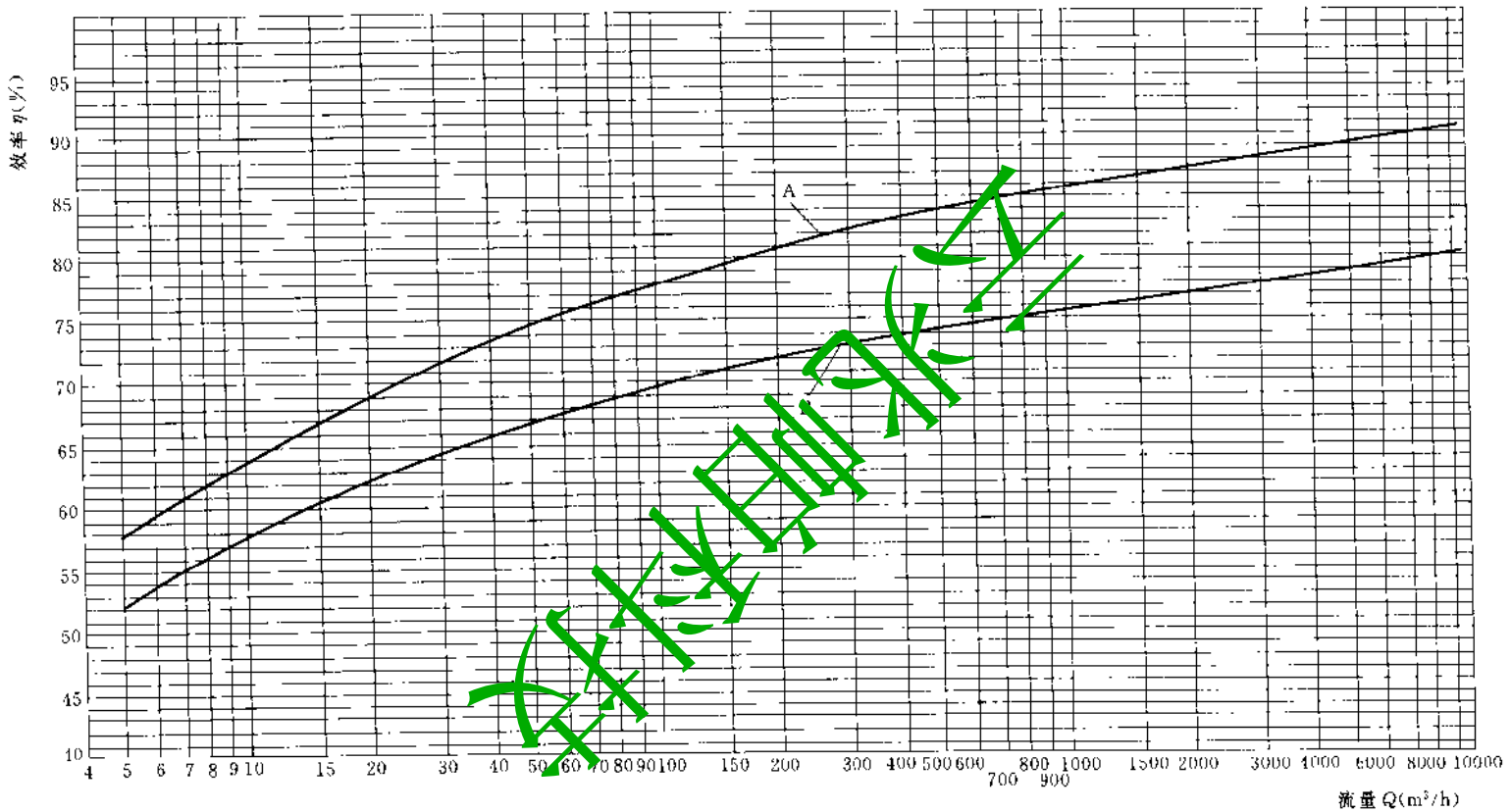
b. 多级离心水泵不低于图 2 的曲线 B 或表 2 的 B 栏的规定；

c. 离心油泵和离心耐腐蚀泵不低于图 3 的曲线 B 或表 3 的 B 栏的规定。

2.4　比转速不在 120～210（或型式数不在 0.621～1.086）范围内的效率值应按下列规定：

a. 比转速在 20～120（或型式数 0.103～0.621）范围内的效率值应按图 4 的曲线或表 4 的规定进行修正；

江水泵科技



农业出版社

图 1　n_s 120~210 单级离心水泵效率

注：对于单级双吸离心水泵，图中流量是指全流量值。

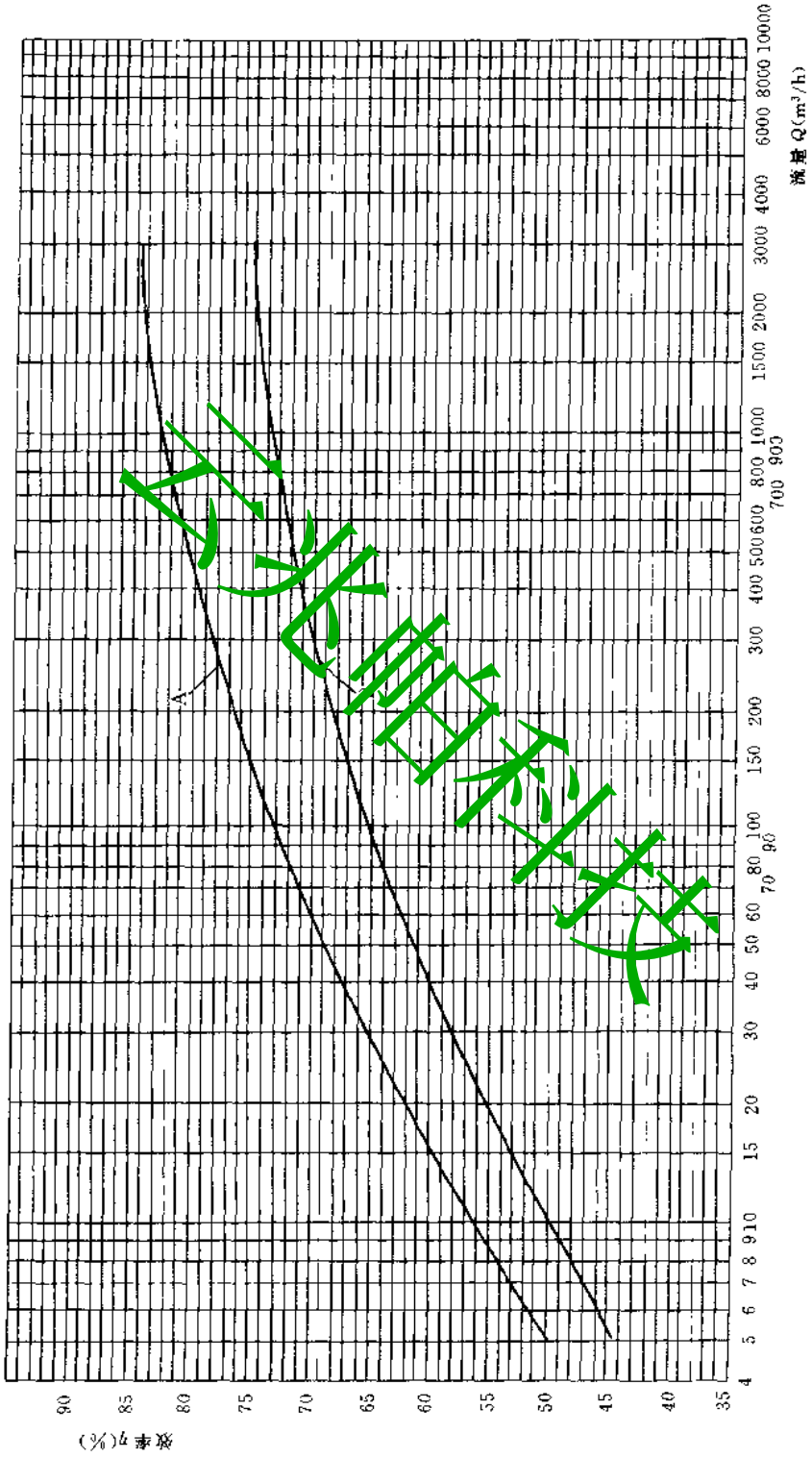


图 2 n_s=120～210 多级离心水泵效率

东方泵业技术

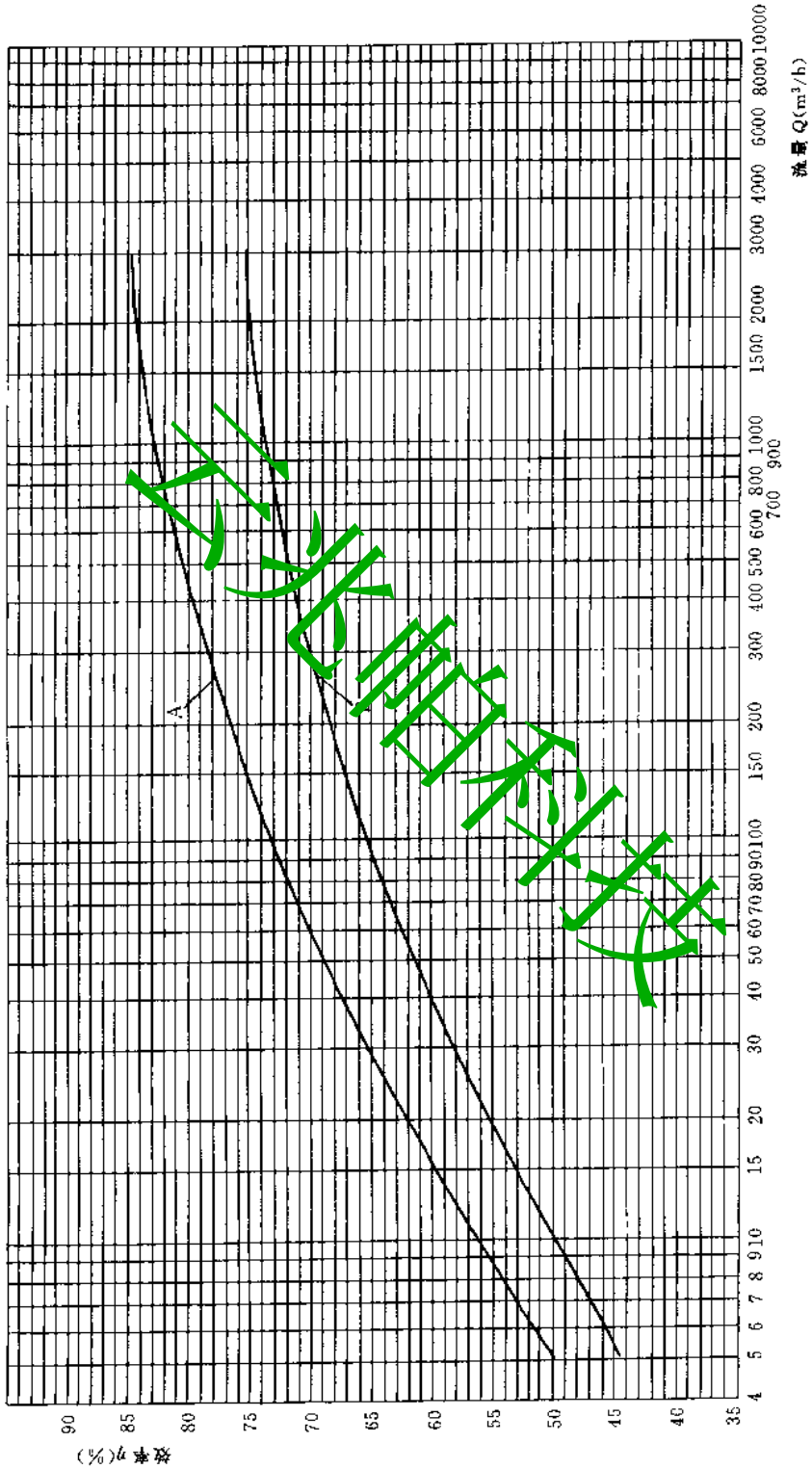


图 3 n_s=120~210 离心油泵和离心耐腐蚀泵效率

农业技术

b. 比转速在 210～300（或型式数 1.086～1.55）范围内的效率值应按图 5 的曲线或表 5 的规定进行修正。

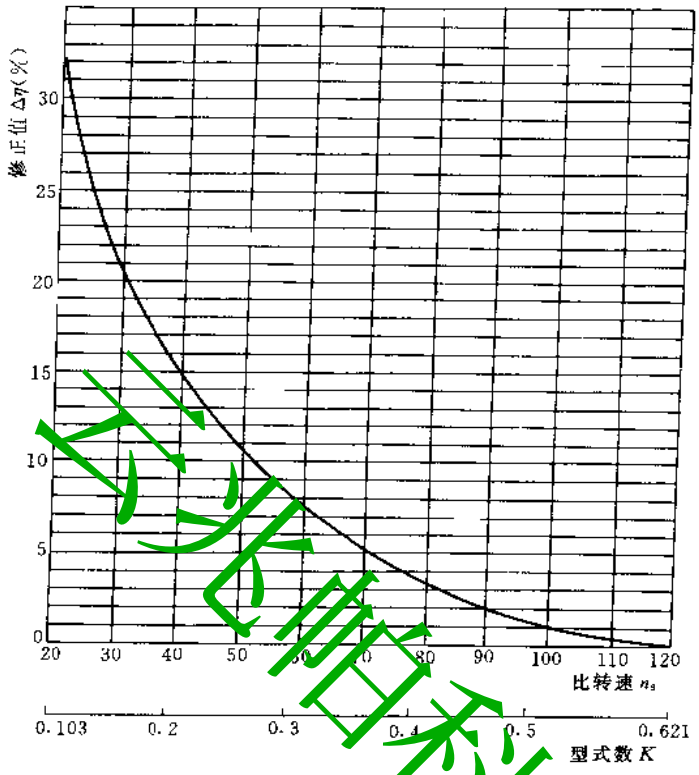


图 4 n_s=20～120 离心泵效率修正值

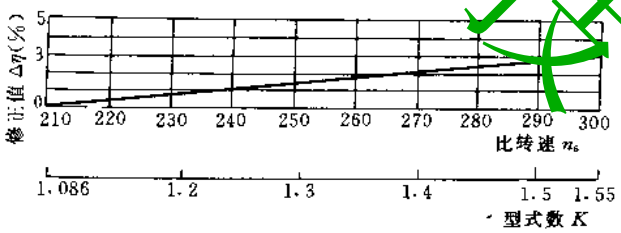


图 5 n_s=210～300 离心泵效率修正值

3 应用方法

示例 1：某一单级单吸离心水泵最高效率点（或规定点）的流量 $Q=120m^3/h$，$n_s=90$，求其效率值 η_1。

从图 1 中的曲线 A 或表 1 的 A 栏中查得 $Q=120m^3/h$ 的 $\eta=78.8\%$，从图 4 中的曲线或表 4 中查得 $n_s=90$ 的 $\Delta\eta=2.0\%$。

于是：$\eta_1=\eta-\Delta\eta=78.8\%-2.0\%=76.8\%$。

示例 2：某一单级单吸离心水泵最高效率点（或规定点）的流量同示例 1。求其工作范围内 $Q = 70m^3/h$，$n_s = 70$ 时的效率值 η_2。

从图 1 中的曲线 B 或表 1 的 B 栏中查得 $Q = 70m^3/h$ 的 $\eta = 68.5\%$，从图 4 中的曲线或表 4 中查得 $n_s = 70$ 的 $\Delta\eta = 5.0\%$。

于是：$\eta_2 = \eta - \Delta\eta = 68.5\% - 5.0\% = 63.5\%$。

表 1 单级离心水泵效率

Q (m^3/h)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80
η (%)	A	58.0	64.0	67.2	69.4	70.9	72.0	73.8	74.9	75.8	76.5	77.0
	B	52.5	58.0	60.8	62.5	63.8	61.8	66.0	67.0	67.8	68.5	69.0
Q (m^3/h)		90	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900
η (%)	A	77.6	78.0	79.8	80.8	82.0	83.0	83.7	84.2	84.7	85.0	85.3
	B	69.5	69.9	71.2	72.0	73.0	73.7	74.2	74.5	74.9	75.1	75.3
Q (m^3/h)		1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
η (%)	A	85.7	86.6	87.2	88.0	88.5	89.0	89.2	89.5	89.7	89.9	90
	B	75.7	76.6	77.2	78.0	78.5	78.9	79.2	79.4	79.6	79.8	80

注：1. 表中的效率值是 $n_s = 120 \sim 210$ 时的数值。

2. 表中单级双吸离心水泵的流量是指全流量值。

表 2 多级离心水泵效率

Q (m^3/h)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
η (%)	A	55.1	59.4	61.8	63.5	64.8	65.9	67.5	68.9	69.9	70.9	71.5	72.3	72.9
	B	49.4	53.1	55.3	56.8	58.0	58.9	60.5	61.8	62.6	63.5	64.1	64.9	65.3
Q (m^3/h)		150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000
η (%)	A	75.5	76.9	79.2	80.6	81.5	82.2	82.8	83.1	83.5	83.9	84.8	85.1	85.5
	B	67.5	69.0	70.9	72.0	72.9	73.3	73.9	74.2	74.5	74.8	75.4	75.8	76

注：表中的效率值是 $n_s = 120 \sim 210$ 时的数值。

表 3 离心油泵和离心耐腐蚀泵效率

Q (m^3/h)		5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
η (%)	A	50.6	56.1	59.5	61.9	63.8	65.0	67.1	68.8	70.0	71.0	71.8	72.5	73.0
	B	44.5	50.1	53.1	55.1	56.8	58.0	59.9	61.2	62.5	63.3	64.2	64.9	65.3
Q (m^3/h)		150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500	2000	3000
η (%)	A	73.0	76.4	78.2	79.4	80.2	80.9	81.4	81.9	82.2	82.5	83.6	84.2	85.0
	B	67.2	68.4	70.0	71.0	71.8	72.2	72.6	72.9	73.1	73.3	74.1	74.8	75.5

注：表中的效率值是 $n_s = 120 \sim 210$ 时的数值。

农业出版社

表 4 n_s=20～120 效率修正值

n_s	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$\Delta\eta$ (%)	32	26.5	20.6	17.3	14.7	12.5	10.5	9.0	7.5	6.0
n_s	70	75	80	85	90	95	100	110	120	
$\Delta\eta$ (%)	5.0	4.0	3.2	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0	

表 5 n_s=210～300 效率修正值

n_s	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
$\Delta\eta$ (%)	0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.7	1.9	2.2	2.7	3.0

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：韩忠宝。

本标准自实施之日起，原机械工业部部标准 JB3559—84《单级离心水泵 效率》、JB3560 84《多级离心水泵 效率》和 JB3561 84《离心油泵和离心耐腐蚀泵 效率》作废。

万方数据科技

中华人民共和国机械行业标准

大型立式单级单吸离心泵　技术条件

JB/T5294 -91

1　主题内容与适用范围

本标准规定了大型立式单级单吸离心泵（以下简称“泵”）的技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于输送清水或物理、化学性质类似于水的其他液体的泵。被输送液体的温度为 0～55 C。

2　引用标准

GB699	优质碳素结构钢钢号和一般技术条件
GB2100	不锈耐酸钢铸件技术条件
GB5676	一般工程用铸造碳钢
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB4216	灰铸铁管法兰及垫片
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评定方法
GB10890	泵的噪声测量与评定方法
JB1581	汽轮机、汽轮发电机转子和主轴超声波探伤方法
GB2759	机电产品包装通用技术条件
JB4297	泵产品涂漆技术条件

3　技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

若用户对产品有不同于本标准的要求时，可按订货单和数据单［见附录 A（参考件）］的规定。

3.1　性能

3.1.1　泵的性能参数应符合相应标准或订货单的规定。

3.1.2　制造厂应确定产品及其变型产品的允许工作范围，并绘出性能曲线（扬程、轴功率、

五洲泵科技

汽蚀余量与流量的关系曲线）。

3.1.3 泵在允许工作范围内，其轴承体处的振动烈度应不大于 7.1mm/s。

3.1.4 泵在允许工作范围内，其噪声值应符合 GB10890 的规定。

3.2 结构设计

3.2.1 原动机

原动机的额定输出功率应不小于泵轴功率的 1.1 倍。

3.2.2 临界转速

泵的临界转速应符合下式规定：

$$n = \frac{n_c}{1.4}$$

式中：n——泵的转速，r/min；

n_c——泵的临界转速，r/min。

3.2.3 静平衡

叶轮应进行静平衡试验，其精度应不低于附录 B（补充件）中 G6.3 级。

3.2.4 承受压力的零件

3.2.4.1 承受内压的壳体，设计时应作强度计算和设置加强筋以保证足够的刚性，使之能承受工作温度下的工作压力和防止变形，并能承受环境温度下的试验压力。

水压试验压力为工作压力的 1.5 倍，保压时间内不得有渗漏。

3.2.4.2 泵的吸入口和排出口法兰应符合 GB4216 的规定，其公称压力应能满足承压零件所受的工作压力。

3.2.5 叶轮

3.2.5.1 叶轮应设置平衡孔或平衡筋以平衡轴向力。

3.2.5.2 叶轮应可靠地固定在轴上，防止运转时产生周向或轴向的移动。

3.2.6 轴和轴套

3.2.6.1 轴应进行强度计算，保证有足够的强度和刚度。

3.2.6.2 泵在允许工作范围内运转时，由于径向载荷引起填料函外端面的径向平面内轴的挠度应不超过 50μm，在计算轴的挠度时，不应考虑软填料的支承作用。

3.2.6.3 轴套应耐磨、并可靠地固定在轴上。

3.2.6.4 轴应采用锻制。轴套采用碳钢制造时，表面应镀铬。

3.2.7 密封环

密封环应可靠地固定在壳体上，密封环与叶轮之间的直径间隙为 1.0～1.5mm。

3.2.8 轴封

3.2.8.1 填料函外应留有足够的空间，以便更换填料。

3.2.8.2 泵采用软填料密封时，轴封腔内应设置填料环，以便向填料函内注入冷却水，填料的根数应不少于 4 圈。

3.2.9 轴承

3.2.9.1 泵采用滚动轴承。轴承设计应能承受转子重量，剩余轴向力可由泵的轴承或原动机轴承来承受。轴承采用润滑脂润滑。

3.2.9.2 轴承体应设置冷却室。轴承储油室与冷却室应分开，不应有连通和渗漏。轴承体

江苏凯士技术

上所有与外部相通的孔或缝隙均应能防止灰尘进入。

3.2.9.3 轴承温升不得超过环境温度 40℃，最高温度不得超过 80℃。

3.3 主要零件材料

泵主要零件的材料选择应不低于表 1 的规定。

表 1

零件名称	材料牌号	标准代号
泵体	HT250	GB9439
泵盖		
密封环		
叶轮	ZG310-570、ZG1Cr13	GB5676、GB2100
轴套	ZG310-570	GB5676
轴	45	GB699

3.4 制造

3.4.1 铸件

3.4.1.1 泵的铸件不得有影响机械性能的铸造缺陷，承压件的缺陷禁止用堵塞、锤击或浸渍的办法进行修补。铸造缺陷的焊补应严格按有关焊补规范进行。

3.4.1.2 铸件表面可用喷砂、喷丸或其他方法清理干净，所有分型面的飞边或浇冒口的残余均应切除，使铸件表面齐平。

3.4.1.3 铸件过流部位的尺寸偏差应符合表 2 的规定。

表 2

过流部位（mm）		尺寸偏差（%）（相对名义尺寸）
叶轮	出口宽度	+3 −0.5
	叶片入口、出口节距	±2
	叶片厚度	+1.15
	出口安放角（°）	±10
	叶顶部截面	+2.5 0
蜗形体	断面高度	+3 0
	基圆处蜗舌宽度	+3 0

3.4.1.4 铸件过流部位的表面粗糙度 R_a 应符合下列规定：

a. 铸钢件不大于 150μm；

b. 铸铁件不大于 100μm。

3.4.2 锻件

主轴应进行超声波探伤检验。

3.4.3 装配

3.4.3.1 泵的所有零件应经检验合格和清洗干净后方可装配。

3.4.3.2 装配时应检查转子部件的径向跳动，叶轮密封环处径向跳动应不大于 0.35mm，轴和轴套在通过填料函外端面的径向平面内的径向跳动应不超过 0.15mm。

3.4.3.3 装配后未装填料时转子转动应灵活、均匀、无摩擦等现象。

3.4.4 防锈和涂漆

3.4.4.1 泵的涂漆应符合 JB4297 的规定。

3.4.4.2 泵装配时下列部位应进行防锈处理：

a. 泵内部的零件加工表面（规定涂漆部位除外）应涂防锈油或防锈油脂；

b. 泵外露的零件加工表面应涂硬化油脂。

3.4.4.3 泵经性能试验合格后，应除净泵内积水、并重新作防锈处理。

4 试验方法

4.1 材料试验

材料的化学成分分析方法和机械性能试验方法应符合 3.3 条有关标准的规定。

灌溉排水技术

超声波探伤检验方法按 JB1581 的规定。

4.2 水压试验

承受内压壳体按 3.2.4.1 条的规定做水压试验，试验介质为常温清水，保压时间不少于 10min。

4.3 性能试验

泵的性能试验方法应符合 GB3216 的规定。

4.4 振动测量

泵的振动测量方法应符合 GB10889 的规定。但在测量 600r/min 以下转速的泵振动时，所选用的测量仪器（包括传感器在内），频率响应范围的下限应不大于 2Hz。

4.5 噪声测量

泵的噪声测量方法应符合 GB10890 的规定。

5 检验规则

泵的检验分为型式检验和出厂检验。

5.1 型式检验

5.1.1 属下列情况之一进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺的重大变更，可能影响产品性能时；

c. 产品长期停产后恢复生产时；

d. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

5.1.2 试验项目应按 GB3216 的规定（包括振动、噪声和轴承温度）。

5.2 出厂检验

5.2.1 批量产品做出厂检验。

5.2.2 试验项目应按 GB3216 的规定。

型式检验和出厂检验（包括试验项目和检验台数）按订货要求进行。

5.3 最终检验

每台泵由技术检查部门核实产品成套供货范围，应与订货单的规定一致（包括标志、涂漆、包装、装箱资料等）。泵在发给产品合格证后方可出厂。

6 保证期

在用户选用产品恰当和遵守保管及使用规则的条件下，从制造厂发货之日起 18 个月内，连续运转不超过 12 个月，产品因制造质量不良而发生损坏和不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理、更换产品或零件（不包括易损件）。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 泵铭牌应牢固地钉在明显的位置上，铭牌内容应包括：

a. 制造厂名称；

江水阀门科技

b. 泵的名称及型号；

c. 泵的主要参数：流量（m^3/s）、扬程（m）、转速（r/min）、轴功率（kW）、必需汽蚀余量（m）、泵重量（kg）；

d. 泵的出厂编号和出厂日期。

7.1.2 泵的旋转方向标志应在泵体的明显位置上铸出（或钉上转向牌），箭头为红色。

7.2 包装

7.2.1 产品包装应符合 JB2759 的规定。

7.2.2 产品在分箱包装时应予编号，防止错发或遗漏。

7.2.3 泵的易损件、备件和附属装置应经防锈处理后加以包装并固定在箱内。

7.2.4 泵产品出厂时应随机附带下列技术文件，并封存在能防水、防潮的袋内：

a. 产品合格证明书；

b. 产品使用说明书（包括易损件图、性能曲线图、外形安装尺寸图等）；

c. 装箱单（包括备件、附件、专用工具的清单等）。

7.3 运输

7.3.1 应防止泵在运输过程中遭受损伤或遗失附件和文件等情况。

7.3.2 运输中应按规定的位置起吊和按规定方向放置。

7.4 贮存

7.4.1 泵（包括附件、附属装置和配带原动机等）在存放中应防止曝晒、锈蚀和损坏。

7.4.2 泵的油封有效期为 12 个月，逾期应重新油封。

8 成套范围

制造厂应根据用户的需要提供下列成套范围的全部或一部分：

a. 泵；

b. 立式电动机（或其他原动机）；

c. 传动装置；

d. 易损件和附件；

e. 装拆泵所需要的专用工具。

附 录 A
数 据 单
（参考件）

A1 数据单的用途

a. 供用户询价、订货和订合同；

b. 供制造厂作产品报价和制造。

A2 数据单中需要的内容用符号“√”在该栏内标注。

A3 有“★”的栏由用户在询价时填写。

A4 空白栏填写补充内容或修改内容。

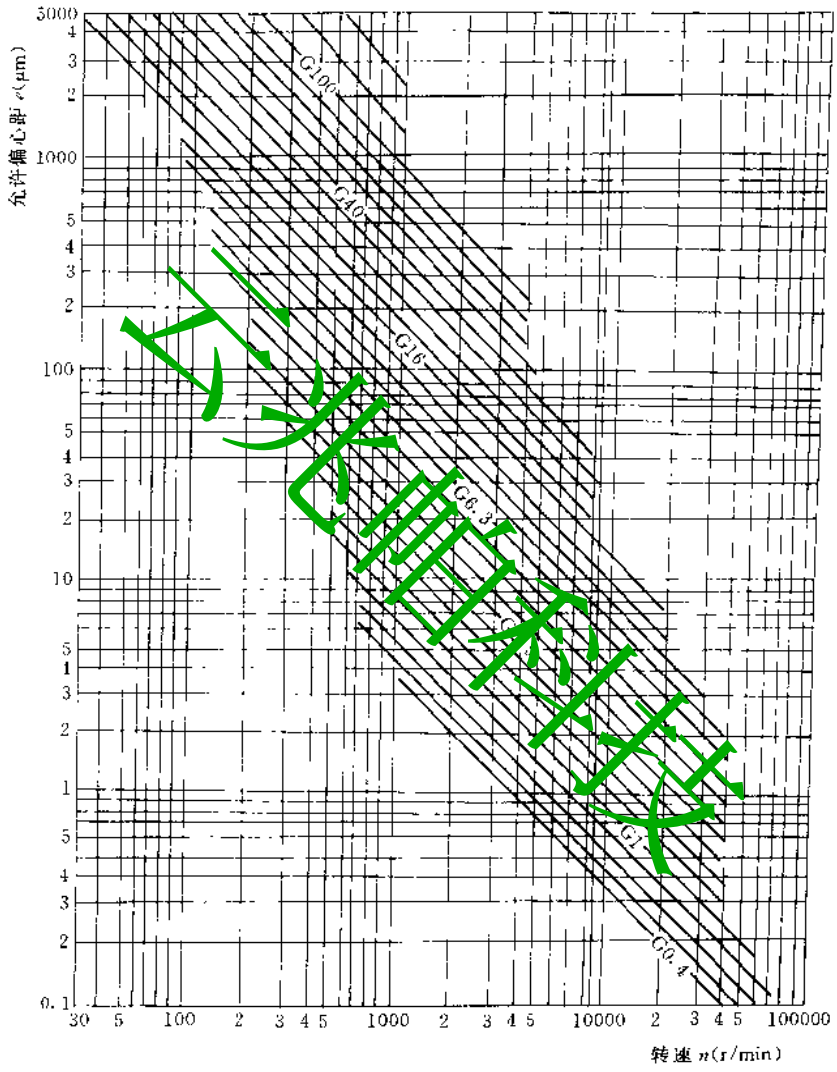
万方数据科技

表 A1 大型立式单级单吸离心泵数据单

1	★	装置：			★	泵的用途	
2		泵制造厂：			★	技术条件	
3		需要台数	泵型号	出厂编号	原动机		项目号
4	运转	★			种类	规格	
5	备用	★			★		
6		用户：	询价单号：	日期：	供货单位：	建议书号：	日期：
7			订货单号：	日期：	合同号：		日期：
	现场条件						
8	★	海拔高度：		m	★	安装场地（室内或室外）：	
9	★	室外环境温度：		℃	★	泵机组安装形式（共座式或分座式）：	
10	★	室内环境温度：		℃			
11	★	室外相对湿度：	%至	%			
12	★	室内相对湿度：	%至	%			
13	★	允许最大噪声：		dB (A)			
	工作条件						
14	★	介质性能	工作温度	℃	液体种类	额定流量下的汽蚀余量 NPSH	有效值 m
15			工作温度时密度：	kg/m³			必需值 m
16	★	流量 额定值		m³/s	泵额定转速 n		r/min
17	★	流量 正常值		m³	泵轴功率		kW
18	★	流量 最小需要值		m³/s	原动机配带功率		kW
19	★	进口表压 额定值		MPa	泵效率	小流量时	%
20	★	进口表压 最大值		MPa		额定流量时	%
21	★	出口表压 额定值		MPa		最大流量时	%
22	★	出口表压 最大值		MPa			
23	额定压力差			MPa			
	结构特点						
24	叶轮型式				装轴承情况		
25	叶轮直径			mm	1	一个双列向心球面滚子轴承，一个单列向心球轴承，一个单向推力球轴承	
26	从驱动端看的旋转方向	泵	顺时针/逆时针				
27		原动机	顺时针/逆时针		2	两个单列向心球轴承	
28					3	一个双列向心球面滚子轴承，一个单列向心球轴承	
	主要零件材料						
29	叶轮		泵		轴套		
30	密封环		泵体		泵盖		
31							
32	附件、备件、工具						
33							
	试验						
34	试验	水静压	流量	扬程	效率	汽蚀余量	最终检查
35	标准						
36	实测						
37	文件						
38	产品合格证	产品使用说明书	性能曲线图	易损件图			
39							

万水标准

附 录 B
允 许 偏 心 距
（补充件）



行业标准发布

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由长沙水泵厂负责起草。

本标准主要起草人：余欣、胡美方。

中华人民共和国机械行业标准

单级双吸清水离心泵　型式与基本参数

JB/T1050—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了单级双吸清水离心泵（以下简称泵）的型式与基本参数。

本标准适用于输送清水或物理及化学性质类似于水的其他液体的泵，被输送液体的温度不高于 80℃。

2　引用标准

GB5658　单级双吸离心水泵技术条件

GB/T13006　离心泵、混流泵和轴流泵汽蚀余量

GB/T13007　离心泵效率

3　型式与基本参数

3.1　结构型式

泵为单级双吸卧式。壳体为水平中开式。

3.2　基本参数

3.2.1　泵的基本参数应符合表 1 的规定，泵在降低转速工况下的参数见表 2，表中所列数值为规定点性能。泵的性能工作范围见图 1 和图 2。

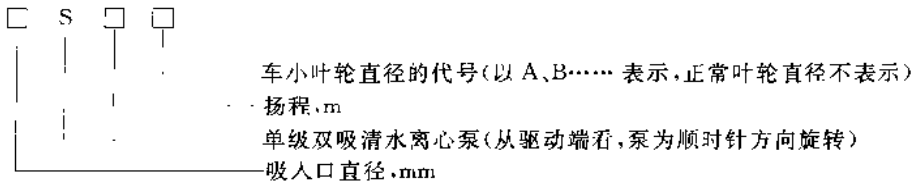
3.2.2　泵的效率应符合 GB/T13007 的规定。

3.2.3　泵的汽蚀余量应符合 GB/T13006 的规定。

3.2.4　泵的性能检验和偏差应按 GB5658 的规定。

3.3　型号表示方法

3.3.1　S 型泵



万水电科技

示例：吸入口直径 300mm、扬程 32m、正常叶轮直径的单级双吸清水离心泵的型号为 300S32。

3.3.2 Sh 型泵

□ Sh □ □

- □：吸入口直径，mm
- Sh：单级双吸清水离心泵（从驱动端看，泵为逆时针方向旋转）
- 第一个□：扬程，m
- 第二个□：车小叶轮直径的代号（以 A、B…… 表示，正常叶轮直径不表示）

示例：吸入口直径 250mm、扬程 54m、叶轮直径经第一次车小的单级双吸清水离心泵的型号为 250Sh54A。

表 1

泵型号	流量 Q (m³/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
150S50 150Sh50	160	44.5	50	2950	85	0.440
150S78 150Sh78			78		61	0.316
200S42 200Sh42	280	78	42		129	0.668
200S63 200Sh63			63		95	0.492
200S95 200Sh95			95		70	0.362
250S14 250Sh14	485	134.5	14		90	0.983
250S24 250Sh24			24		127	0.657
250S39 250Sh39			39		88	0.455
250S65 250Sh65			65		60	0.311
300S12 300Sh12	790	219	12	1450	272	1.408
300S19 300Sh19			19		192	0.994
300S32 300Sh32			32		130	0.673
300S58 300Sh58			58		84	0.435
300S90 300Sh90			90		60	0.311
350S16 350Sh16	1260	351	16		278	1.439
350S26 350Sh26			26		192	0.994
350S44 350Sh44			44		130	0.673

江水泵科技

续表 1

泵型号	流量 Q		扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
	(m^3/h)	(L/s)				
350S75 350Sh75	1260	351	75	1450	87	0.450
350S125 350Sh125			125		59	0.305
500S13 500Sh13	2020	561	13	970	274	1.418
500S22 500Sh22			22		184	0.952
500S35 500Sh35			35		130	0.673
500S59 500Sh59			59		88	0.455
500S98 500Sh98			98		60	0.311
600S22 600Sh22	3170	880	22		230	1.190
600S32 600Sh32			32		175	0.906
600S47 600Sh47			47		130	0.673
600S75 600Sh75			75		92	0.476
600S100			100		75	0.388
800S22	5500	1525	22	730	228	1.180
800S32 800Sh32			32		175	0.906
800S47			47		129	0.668
800S76			76		90	0.466
1000S22	8250	2290	22	585	224	1.159
1000S31			31		175	0.906
1000S46			46		130	0.673
1200S24 1200Sh24	12500	3472	23.5	485	220	1.139
1200S35			35		160	0.828
1400S15	18000	5000	14.8	360	276	1.429
1400S22			22		204	1.056
1400S30			30	485	220	1.139

江水泵科技

表 2

泵型号	流量 Q (m^3/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
350S26 350Sh26	845	234.5	11.5	970	—	—
350S44 350Sh44			19.5		—	—
350S75 350Sh75			33.5		—	—
350S125 350Sh125			56		—	—
500S22 500Sh22	1520	422	12.5	730	—	—
500S35 500Sh35			19.5		—	—
500S59 500Sh59			33.5		—	—
500S98 500Sh98			55.5		—	—
600S22 600Sh22	2390	665	12.5	730	—	—
600S32 600Sh32			19		—	—
600S47 600Sh47			26.5		—	—
600S75 600Sh75			42.5		—	—
600S100			56.5		—	—
800S22	4400	1220	14	585	—	—
800S32 800Sh32			20.5		—	—
800S47			30		—	—
800S76			49		—	—
1000S22	6850	1900	15	485	—	—
1000S31			21		—	—
1000S46			31.5		—	—
1200S24 1200Sh24	9260	2570	13	360	—	—
1200S35			19		—	—
1400S30	13330	3710	16.5			

立水信息科技

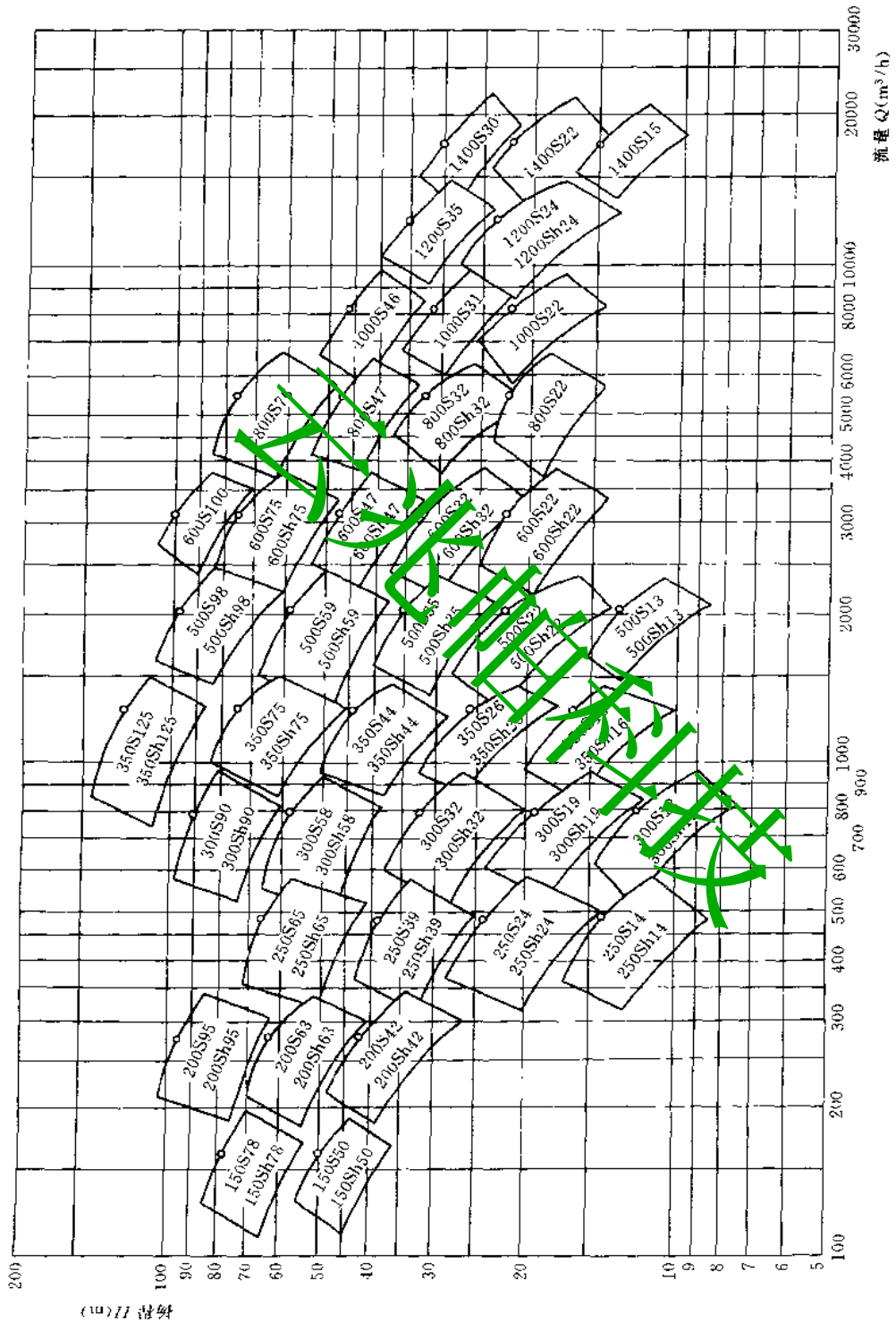

流量 Q(m³/h)
扬程 H(m)
1400S30
1400S22
1400S15
1200S35
1200S24
1200Sh24
1000S46
1000S31
1000S22
800S57
800S47
800S32
800Sh32
800S22
600S100
600S75
600Sh75
600S47
600Sh47
600S32
600Sh32
600S22
600Sh22
500S98
500Sh98
500S59
500Sh59
500S35
500Sh35
500S22
500Sh22
500S13
500Sh13
350S125
350Sh125
350S75
350Sh75
350S44
350Sh44
350S26
350Sh26
350S16
350Sh16
300S90
300Sh90
300S58
300Sh58
300S32
300Sh32
300S19
300Sh19
250S65
250Sh65
250S39
250Sh39
250S24
250Sh24
250S14
250Sh14
200S95
200Sh95
200S63
200Sh63
200S42
200Sh42
150S78
150Sh78
150S50
150Sh50

图 1

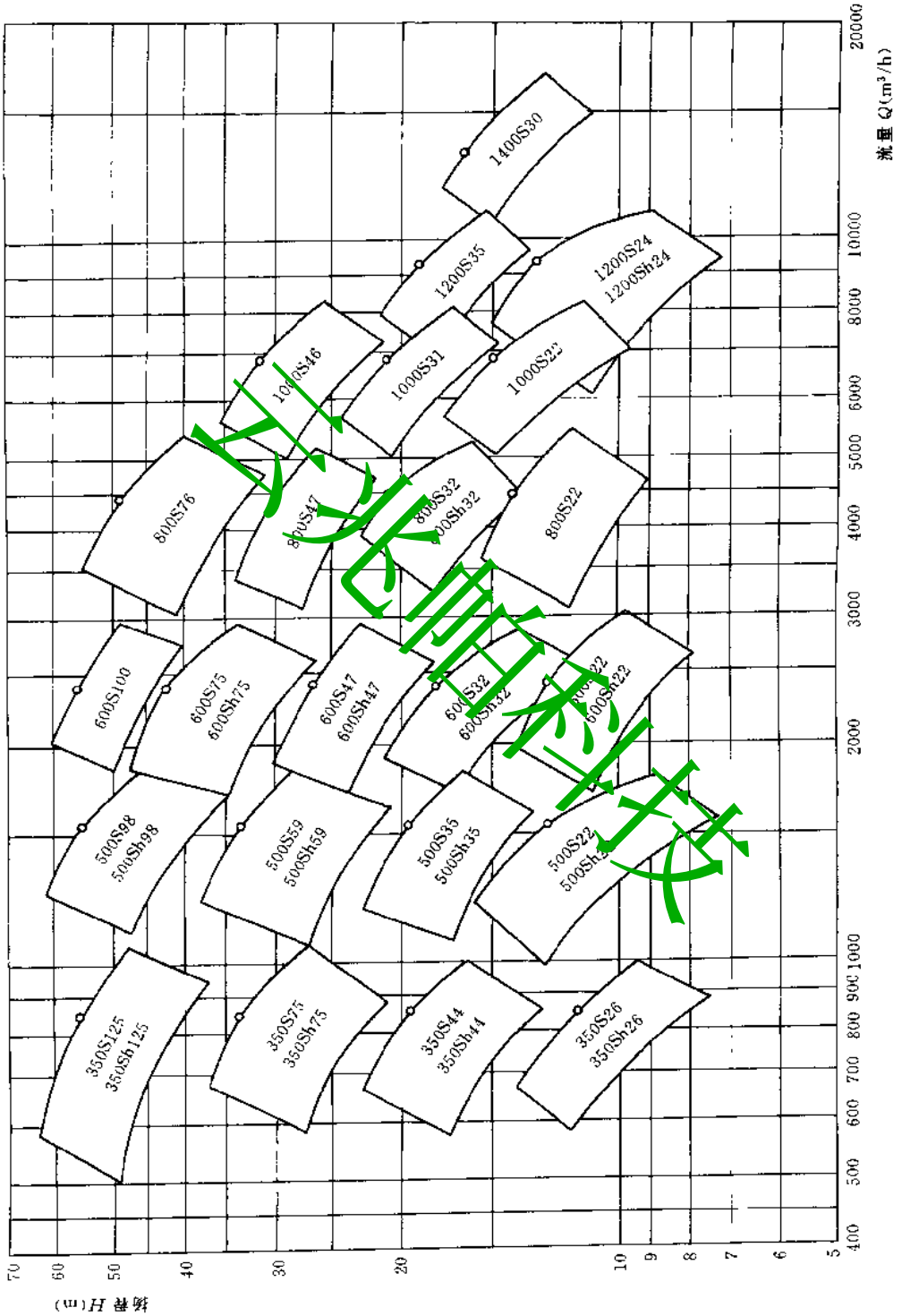

流量 Q(m³/h)
扬程 H(m)
1400S30
1200S35
1200S24
1200Sh24
1000S46
1000S31
1000S22
800S76
800S47
800S32
800Sh32
800S22
600S100
600S75
600Sh75
600S47
600Sh47
600S32
600Sh32
500S98
500Sh98
500S59
500Sh59
500S35
500Sh35
500S22
350S125
350Sh125
350S75
350Sh75
350S44
350Sh44
350S26
350Sh26

图 2

农业电子书

附加说明：

本标准由机械工业部提出。

本标准由沈阳水泵研究所归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：韩忠宝、张丽复。

本标准自实施之日起，原JB1050—84《一般单级双吸离心水泵型式与基本参数》作废。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

多级清水离心泵　型式与基本参数

JB/T1051—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了多级清水离心泵（以下简称泵）的型式与基本参数。

本标准适用于输送清水或物理及化学性质类似于水的其他液体的泵。被输送液体的温度一般不高于80℃，输送锅炉给水的温度不高于110℃。

2　引用标准

GB5659　多级离心水泵技术条件

GB/T13006　离心泵、混流泵和轴流泵汽蚀余量

GB/T13007　离心泵效率

3　型式与基本参数

3.1　结构型式

泵为多级卧式。叶轮为单吸（或首级叶轮为双吸），壳体为分段式。

3.2　基本参数

3.2.1　泵的基本参数应符合表的规定，表中所列数值为规定点性能。泵的性能工作范围见图。

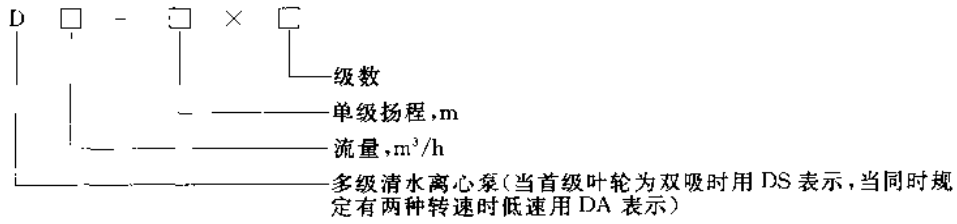
3.2.2　泵的效率应符合GB/T13007的规定。

3.2.3　泵的汽蚀余量应符合GB/T13006的规定。

3.2.4　泵的性能检验和偏差应按GB5659的规定。

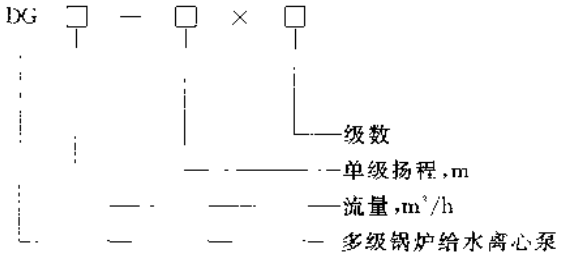
3.3　型号表示方法

3.3.1　D型泵



示例：流量 46m³/h、单级扬程 30m、级数为 10 级的多级清水离心泵的型号为 D46—30×10。

3.3.2 DG 型泵



示例：流量 46m³/h、单级扬程 50m、级数为 12 级的多级锅炉给水离心泵的型号为 DG46—50×12。

4 旋转方向

从驱动端看，泵为顺时针方向旋转。

表

泵型号	流量 Q (m³/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
D6-25×2 DG6-25×2	6.3	1.75	50	2950	40	0.207
D6-25×3 DG6—25×3			75			
D6—25×4 DG6-25×4			100			
D6-25×5 DG6—25×5			125			
D6-25×6 DG6 25×6			150			
D6-25×7 DG6—25×7			175			
D6—25×8 DG6—25×8			200			
D6—25×9 DG6—25×9			225			
D6—25×10 DG6-25×10			250			
D6 25×11 DG6-25×11			275			
D6—25×12 DG6—25×12			300			

江水恒科技

续表

泵型号	流量 Q		扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
	(m^3/h)	(L/s)				
D10 40×2 DG10-40×2	10	2.78	80	2950	35	0.181
D10 -40×3 DG10- 40×3			120			
D10 40×4 DG10- 40×4			160			
D10—40×5 DG10—40×5			200			
D10—40×6 DG10- 40×6			240			
D10—40×7 DG10—40×7			280			
D10—40×8 DG10 -40×8			320			
D10 40×9 DG10 -40×9			360			
D10—40×10 DG10—40×10			400			
D12—25×2 DG12 -25×2	12.5	3.47	50		57	0.295
D12—25×3 DG12—25×3			75			
D12—25×4 DG12- 25×4			100			
D12—25×5 DG12- 25×5			125			
D12—25×6 DG12—25×6			150			
D12—25×7 DG12—25×7			175			
D12 -25×8 DG12- 25×8			200			
D12- 25×9 DG12—25×9			225			

艺光信科技

续表

泵型号	流量 Q (m³/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
D12—25×10 DG12—25×10	12.5	3.5	250	2950	57	0.295
D12—25×11 DG12—25×11			275			
D12—25×12 DG12—25×12			300			
D12—50×4 DG12—50×4			200		34	0.176
D12—50×5 DG12—50×5			250			
D12—50×6 DG12 -50×6			300			
D12—50×7 DG12—50×7			350			
D12 -50×8 DG12- 50×8			400			
D12—50×9 DG12 -50×9			450			
D12—50×10 DG12 -50×10			500			
D12 50×11 DG12—50×11			550			
D12—50×12 DG12—50×12			600			
D18—8×2 DA18—8×2	18	5	16	2950 (D型) 1450 (DA型)	160	0.828
D18 -8×3 DA18—8×3			24			
D18 -8×4 DA18- -8×4			32		79	0.409
D18—8×5 DA18—8×5			40			
D18—8×6 DA18- 8×6			48			

江水泵业科技

续表

泵型号	流量 Q (m³/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
D18—8×7 DA18—8×7	18	5	56	2950 (D型) 1450 (DA型)	160 79	0.828 0.409
D18—8×8 DA18—8×8			64			
DJ8—8×9 DA18—8×9			72			
D25—30×4 DG25—30×4	25	6.95	120	2950	70	0.362
D25—30×5 DG25—30×5			150			
D25—30×6 DG25—30×6			180			
D25—30×7 DG25—30×7			210			
D25—30×8 DG25—30×8			240			
D25—30×9 DG25—30×9			270			
D25—30×10 DG25—30×10			300			
D25—50×4 DG25—50×4			200		48	0.248
D25—50×5 DG25—50×5			250			
D25—50×6 DG25—50×6			300			
D25—50×7 DG25—50×7			350			
D25—50×8 DG25—50×8			400			
D25—50×9 DG25—50×9			450			
D25—50×10 DG25—50×10			500			

江苏恒科科技

续表

泵型号	流量 Q		扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
	(m^3/h)	(L/s)				
D25—50×11 DG25 50×11	25	6.95	550	2950	48	0.248
D25—50×12 DG25- 50×12			600			
D33 12×2 DA33—12×2	33	9.25	24	2950 (D型) 1450 (DA型)	160 79	0.828 0.409
D33—12×3 DA33—12×3			36			
D33—12×4 DA33 12×4			48			
D33 -12×5 DA33—12×5			60			
D33 -12×6 DA33- 12×6			72			
D33 -12×7 DA33—12×7			84			
D33 12×8 DA33 -12×8			96			
D33—12×9 DA33—12×9			108			
D46—30×4 DG46—30×4	46	12.8	120	2950	95	0.492
D46—30×5 DG46—30×5			150			
D46—30×6 DG46—30×6			180			
D46 30×7 DG46- 30×7			210			
D46- 30×8 DG46—30×8			240			
D46- 30×9 DG46—30×9			270			
D46—30×10 DG46—30×10			300			

石水临科技

续表

泵型号	流量 Q (m³/h)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
D46 50×4 DG46—50×4	46	12.8	200	2950	65	0.336
D46—50×5 DG46—50×5			250			
D46—50×6 DG46—50×6			300			
D46—50×7 DG46—50×7			350			
D46—50×8 DG46 50×8			400			
D46—50×9 DG46—50×9			450			
D46—50×10 DG46—50×10			500			
D46 50×11 DG46—50×11			[illegible]			
D46 50×12 DG46—50×12			600			
D54 16×2 DA54—16×2	54	15	[illegible]	2950 (D型) 1450 (DA型)	165 81	0.854 0.419
D54—16×3 DA54—16×3			48			
D54—16×4 DA54—16×4			64			
D54—16×5 DA54 16×5			80			
D54—16×6 DA54—16×6			96			
D54—16×7 DA54 16×7			112			
D54—16×8 DA54—16×8			128			
D54 16×9 DA54—16×9			144			
D85—45×2	85	23.6	90	2950	95	0.492
D85 45×3			135			
D85—45×4			180			
D85—45×5			225			

[illegible]农业[illegible]科技

续表

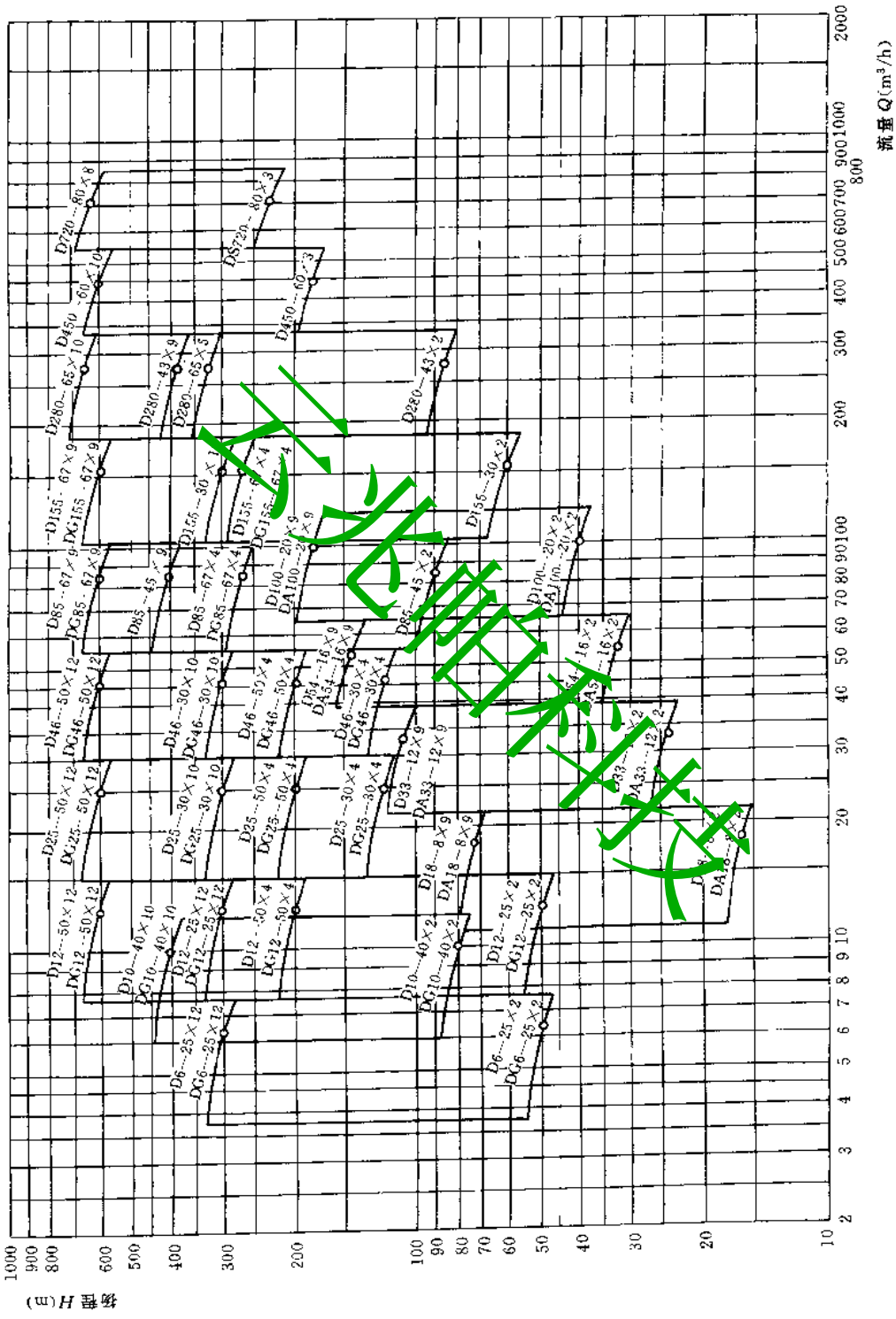
泵型号	流量 Q		扬程 H (m)	转速 n (r/min)	比转数 n_s	型式数 K
	(m^3/h)	(L/s)				
D85 45×6	85	23.6	270	2950	95	0.492
D85- 45×7			315			
D85—45×8			360			
D85—45×9			405			
D85—67×4 DG85—67×4			268		70	0.362
D85—67×5 DG85—67×5			335			
D85—67×6 DG85—67×6			402			
D85—67×7 DG85—67×7			469			
D85 67×8 DG85—67×8			536			
D85—67×9 DG85—67×9			603			
D100—20×2 DA100—20×2	100	27.8	40	2950 (D型) 1450 (DA型)	190 93	0.983 0.481
D100· 20×3 DA100—20×3			60			
D100—20×4 DA100—20×4			80			
D100—20×5 DA100—20×5			100			
D100—20×6 DA100—20×6			120			
D100—20×7 DA100--20×7			140			
D100—20×8 DA100--20×8			160			
D100—20×9 DA100—20×9			180			
D155—30×2	155	43	60	1480	87	0.45
D155—30×3			90			
D155—30×4			120			
D155—30×5			150			
D155—30×6			180			
D155—30×7			210			
D155—30×8			240			
D155—30×9			270			
D155—30×10			300			

工水通科技

续表

泵型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	比转数 n_s	型式数 K
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)		
D155-67×4 DG155 67×4	155	43	268	2950	95	0.492
D155-67×5 DG155-67×5			335			
D155-67×6 DG155-67×6			402			
D155-67×7 DG155 67×7			469			
D155-67×8 DG155-67×8			536			
D155-67×9 DG155-67×9			603			
D280-43×2	280	78	86	1480	90	0.466
D280-43×3			129			
D280-43×4			172			
D280-43×5			215			
D280-43×6			258			
D280-43×7			301			
D280-43×8			344			
D280-43×9			387			
D280-65×5			325		65	0.336
D280-65×6			390			
D280-65×7			455			
D280-65×8			520			
D280-65×9			585			
D280-65×10			650			
D450-60×3	450	125	180	1480	89	0.460
D450-60×4			240			
D450-60×5			300			
D450-60×6			360			
D450-60×7			420			
D450-60×8			480			
D450-60×9			540			
D450-60×10			600			
DS720-80×3	720	200	230		70（双吸） 90（单吸）	0.362 0.466
DS720-80×4			310			
DS720-80×5			390			
DS720-80×6			470			
DS720-80×7			550			
DS720-80×8			630			

农水信科技


扬程 H(m)
流量 Q(m³/h)
D720—80×8
D450—60×10
D280—65×10
D155—67×9
D85—67×9
D46—50×12
D25—50×12
D12—50×12
D10—40×10
D6—25×12
D280—43×9
D280—65×5
D450—60×3
D720—80×3
D280—43×2
D155—30×2
D100—20×2
D85—45×2
D54—16×2
D46—30×4
D33—12×9
D25—30×4
D18—8×9
D12—25×2
D10—40×2
D6—25×2
DG155—67×4
DG85—67×4
DG46—50×4
DG25—50×4
DG12—50×4
DG10—40×2
DG6—25×2
DA100—20×2
DA54—16×2
DA33—12×2
DA18—8×9

仅供试读

附加说明：

本标准由机械工业部提出。
本标准由沈阳水泵研究所归口。
本标准由沈阳水泵研究所负责起草。
本标准主要起草人：韩忠宝、徐砚。
本标准自实施之日起，原 JB1051—84《一般多级离心水泵型式与基本参数》作废。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

立式多级筒形离心泵　型式与基本参数

JB/T2727—93（代替 JB2727—82）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了立式多级筒形离心泵的型式与基本参数。

本标准适用于输送液态烃、冷凝水和具有饱和状态液体的立式多级筒形离心泵（以下简称泵）。被输送液体的温度范围为-105～+150℃。

2　引用标准

GB3215　炼厂、化工及石油化工流程用离心泵通用技术条件

3　型式

3.1　本标准规定的泵结构型式为立式、多级、单吸、筒形双壳体。

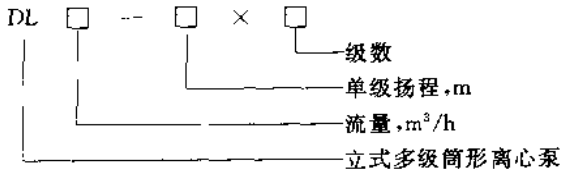
3.2　泵吸入和排出口的中心连线在同一水平线上，且与立轴正交。

3.3　驱动机由泵支承。

3.4　首级叶轮设计在最下面。

4　型号

4.1　表示方法



4.2　示例

流量为 $25m^3/h$，单级扬程为 20m，级数为 10 级的立式筒形离心泵：

DL25—20×10。

5　基本参数

5.1　泵的基本参数应符合表 1 的规定，泵的性能范围见图 1。

万方数据科技

5.2 表1中所规定的参数是常温清水时规定点的性能。

5.3 表中首级叶轮的（NPSH），是指首级叶轮必需的汽蚀余量。由于首级叶轮在泵的最下端，作为泵的必需汽蚀余量可以达到比表中更小值来满足装置要求。其值可按下式计算：

$$(NPSH)_r\text{泵}\ (m) = (NPSH)_r\text{首级叶轮} - h\ (m)$$

式中：h 为泵吸入口中心到首级叶轮入口的距离，随级数不同和加长段长度而改变。

5.4 基本参数的检验应符合GB3215的规定。

表1

泵型号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转数 n (r/min)	效率 η (%)	首级叶轮的汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	比转数 n_s
DL1.5—15×1				15				
DL1.5—15×2				30		21		
DL1.5—15×3				45				
DL1.5—15×4				60				
DL1.5—15×5				75				
DL1.5—15×6				90				
DL1.5—15×7				105				
DL1.5—15×8				120				
DL1.5—15×9				135				
DL1.5—15×10				150				
DL1.5—15×11				165				
DL1.5—15×12				180				
DL1.5—15×13	32	25	1.6	195			1.5	29.8
DL1.5—15×14				210				
DL1.5—15×15				225		22		
DL1.5—15×16				240				
DL1.5—15×17				255				
DL1.5—15×18				270				
DL1.5—15×19				285				
DL1.5—15×20				300				
DL1.5—15×21				315				
DL1.5—15×22				330	2950			
DL1.5—15×23				345				
DL1.5—15×24				360				
DL1.5—15×25				375				
DL3—15×1				15				
DL3—15×2				30		27		
DL3—15×3				45				
DL3—15×4				60				
DL3—15×5				75				
DL3—15×6				90				
DL3—15×7				105				
DL3—15×8				120				
DL3—15×9	40	32	3.2	135			1.8	42
DL3—15×10				150				
DL3—15×11				165		28		
DL3—15×12				180				
DL3—15×13				195				
DL3—15×14				210				
DL3—15×15				225				
DL3—15×16				240				
DL3—15×17				255				

江水泵科技

续表 1

泵型号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转数 n (r/min)	效率 η (%)	首级叶轮的汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	比转数 n_s
DL3—15×18				270				
DL3—15×19				285				
DL3—15×20				300				
DL3—15×21	40	32	3.2	315		28	1.8	42
DL3—15×22				330				
DL3—15×23				345				
DL3—15×24				360				
DL3—15×25				375				
DL6—15×1				15				
DL6—15×2				30		44		
DL6—15×3				45				
DL6—15×4				60				
DL6—15×5				75				
DL6—15×6				90				
DL6—15×7				105				
DL6—15×8				120				
DL6—15×9				135				
DL6—15×10				150				
DL6—15×11				165				
DL6—15×12				180				
DL6—15×13	40	32	6.3	195	2950	46	2.0	53
DL6—15×14				210				
DL6—15×15				225				
DL6—15×16				240				
DL6—15×17				255				
DL6—15×18				270				
DL6—15×19				285				
DL6—15×20				300				
DL6—15×21				315				
DL6—15×22				330				
DL6—15×23				345				
DL6—15×24				360				
DL6—15×25				375				
DL12—15×1				15				
DL12—15×2				30		54		
DL12—15×3				45				
DL12—15×4				60				
DL12—15×5	50	40	12.5	75			2.3	82
DL12—15×6				90				
DL12—15×7				105		56		
DL12—15×8				120				
DL12—15×9				135				

江水泵科技

续表 1

泵型号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转数 n (r/min)	效率 η (%)	首级叶轮的汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	比转数 n_s
DL12—15×10				150				
DL12—15×11				165				
DL12—15×12				180				
DL12—15×13				195				
DL12—15×14				210				
DL12—15×15				225				
DL12—15×16				240				
DL12—15×17	50	40	12.5	255		56	2.3	82
DL12—15×18				270				
DL12—15×19				285				
DL12—15×20				300				
DL12—15×21				315				
DL12—15×22				330				
DL12—15×23				345				
DL12—15×24				360				
DL12—15×25				375				
DL25—20×1				20				
DL25—20×2				40		58		
DL25—20×3				60				
DL25—20×4				80				
DL25—20×5				100				
DL25—20×6				120				
DL25—20×7				140				
DL25—20×8				160				
DL25—20×9				180				
DL25—20×10	80	50	25	200			2.5	95
DL25—20×11				220				
DL25—20×12				240		60		
DL25—20×13				260				
DL25—20×14				280				
DL25—20×15				300				
DL25—20×16				320				
DL25—20×17				340				
DL25—20×18				360				
DL25—20×19				380				
DL25—20×20				400				
DL46—20×1				20				
DL46—20×2				40		64		
DL46—20×3	100	65	46	60			2.8	128
DL46—20×4				80				
DL46—20×5				100		66		
DL46—20×6				120				

江水恒科技

续表 1

泵型号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m³/h)	扬程 H (m)	转数 n (r/min)	效率 η (%)	首级叶轮的汽蚀余量 (NPSH)r (m)	比转数 ns
DL46—20×7	100	65	46	140	2950	66	2.8	128
DL46—20×8				160				
DL46—20×9				180				
DL46—20×10				200				
DL46—20×11				220				
DL46—20×12				240				
DL46—20×13				260				
DL46—20×14				280				
DL46—20×15				300				
DL46—20×16				320				
DL46—20×17				340				
DL46—20×18				360				
DL46—20×19				380				
DL46—20×20				400				
DL85—30×1	150	100	85	30	2950	68	3.2	130
DL85—30×2				60				
DL85—30×3				90				
DL85—30×4				120				
DL85—30×5				150				
DL85—30×6				180				
DL85—30×7				210				
DL85—30×8				240				
DL85—30×9				270				
DL85—30×10				300				
DL85—30×11				330				
DL85—30×12				360				
DL85—30×13				390				
DL155—40×1	200	150	155	40	2950	70	3.8	140
DL155—40×2				80				
DL155—40×3				120				
DL155—40×4				160				
DL155—40×5				200				
DL155—40×6				240				
DL155—40×7				280				
DL155—40×8				320				
DL155—40×9				360				
DL155—40×10				400				
DL280—20×1	250	150	280	20	1480	73	4.0	156
DL280—20×2				40				
DL280—20×3				60				
DL280—20×4				80				

江水泵科技

续表 1

泵型号	吸入口直径 (mm)	排出口直径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转数 n (r/min)	效率 η (%)	首级叶轮的汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	比转数 n_s
DL280-20×5				100				
DL280—20×6				120				
DL280—20×7				140				
DL280-20×8				160				
DL280-20×9				180				
DL280-20×10	250	150	280	200	1480	75	4.0	156
DL280—20×11				220				
DL280-20×12				240				
DL280-20×13				260				
DL280-20×14				280				
DL280-20×15				300				

农水电技术

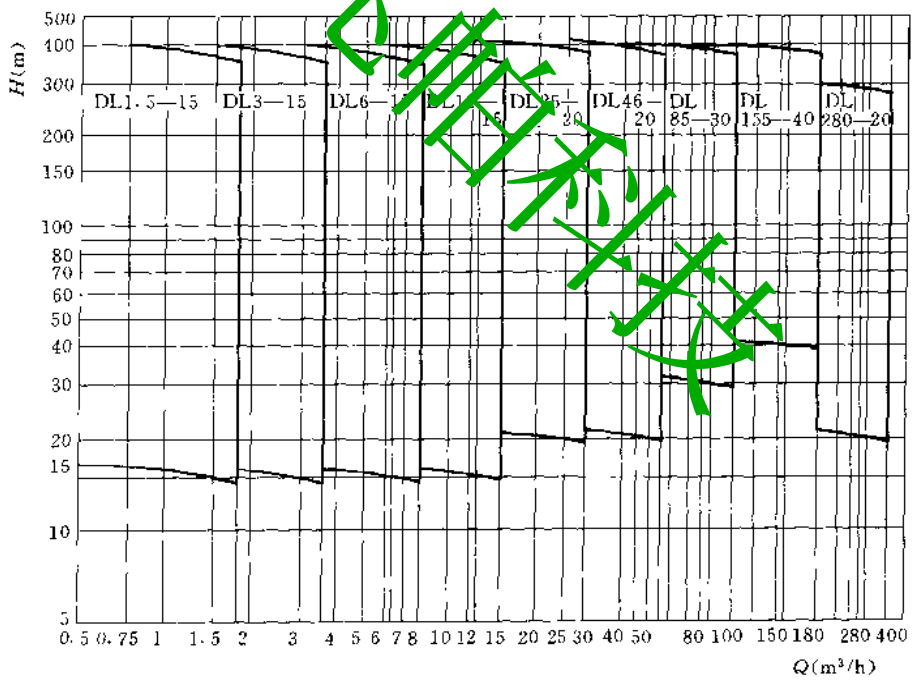


图 1

6 旋转方向

从驱动端看，泵为逆时针方向旋转。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由大连耐酸泵厂负责起草。

本标准主要起草人：魏民、毕远峰、金南哲、刘守田、高淑琴。

本标准于1982年首次发布。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

管道式离心泵　型式与基本参数

JB/T6878.1－93

万水泵阀科技

1　主题内容与适用范围

本标准规定了管道式离心泵的型式与基本参数。

本标准适用于输送温度0～100℃的清水或弱腐蚀性液体的管道式离心泵（以下简称泵）。最高工作压力不大于1.0MPa，吸入压力不大于0.2MPa。

2　型式

2.1　泵的型式为立式。

2.2　泵的吸入、排出口直径相同，其中心线在同一水平线上，且与立轴正交。

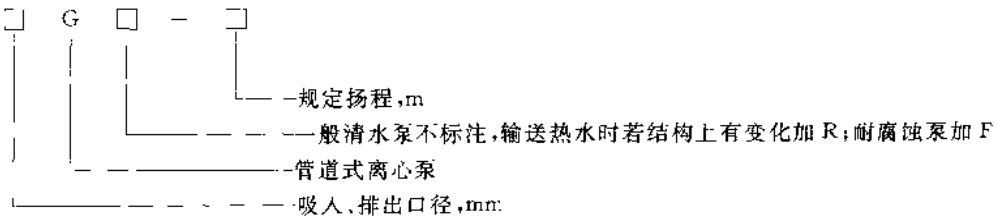
2.3　泵与电动机同轴或用加长轴、联轴器与电动机联接。

2.4　从电动机端看，叶轮顺时针方向旋转。

3　型号

3.1　型号的表示方法

泵型号用汉语拼音字母和阿拉伯数字表示。



3.2　型号示例

泵吸入、排出口直径为40mm，规定扬程为32m的管道式离心泵：40G—32。

4　基本参数

4.1　泵的基本参数应符合下表的规定。耐腐蚀泵的效率比表中相应规定值下降2个百分点。

4.2　下表中规定的参数是以常温清水为准。

管道式离心泵性能参数表

型　号	进出口直径 (mm)	流　量 (m^3/h)	扬　程 (m)	转　速 (r/min)	泵效率 (%)	配套功率 (kW)	汽蚀余量 (m)
10G—8	10	0.2	8		16	0.04	
10G—12.5			12.5		12	0.09	
15G—8	15	0.4	8		23	0.06	
15G—12.5			12.5		18	0.12	
20G—8	20	0.8	8		31	0.09	
20G—12.5			12.5		25	0.18	
20G—20			20		20	0.37	
25G—8	25	1.6	8		39	0.18	2.0
25G—12.5			12.5		33	0.25	
25G—20			20		27	0.55	
25G—32			32		22	1.1	
32G—8	32	3.2	8		46	0.25	
32G—12.5			12.5		41	0.37	
32G—20			20		35	0.75	
32G—32			32		29	1.5	
32G—50			50		24	3.0	
40G—8	40	6.3	8		56	0.37	2.3
40G—12.5			12.5		52	0.55	
40G—20			20		46	0.75	
40G—32			32		39	2.2	
40G—50			50		30	4.0	
40G—80			80		21	7.5	
50G—8	50	12.5	8		64	0.75	2.5
50G—12.5			12.5		62	1.1	
50G—20			20		58	1.5	
50G—32			32		52	3.0	
50G—50			50		45	5.5	
50G—80			80		36	11	
65G—8	65	25	8		69	1.1	3.0
65G—12.5			12.5		69	1.5	
65G—20			20		67	3.0	
65G—32			32		63	5.5	
65G—50			50		57	7.5	
65G—80			80		50	15	

仅供试用不得销售

续表

型号	进出口直径 (mm)	流量 (m^3/h)	扬程 (m)	转速 (r/min)	泵效率 (%)	配套功率 (kW)	汽蚀余量 (m)
80G—12.5	80	50	12.5	2900	73	3.0	3.5
80G 20			20		73	5.5	
80G 32			32		71	7.5	
80G—50			50		57	15	
80G—80			80		61	22	
100G 20	100	100	20		76	11	4.5
100G—32			32		76	15	
100G 50			50		74	22	
100G—80			80		70	37	
150G—12.5	150	200	12.5	1450	79	11	
150G—20			20		79	18.5	
150G 32			32		77	30	
150G—50			50		73	45	

注：配单相电机时，转速为 2800r/min。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由江苏工学院流体机械研究所负责起草。

本标准主要起草人：谢达荣、王洋、沙毅。

万水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

管道式离心泵　技术条件

JB/T6878.2—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了管道式离心泵的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存的要求。

本标准适用于输送温度0～100℃的清水或弱腐蚀性液体的管道式离心泵(以下简称泵)。

2　引用标准

GB191	包装储运图示标志
GB/T1415	米制锥螺纹
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表(适用于连续批的检查)
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋流泵试验方法
GB4216.4	10巴灰铸铁管法兰尺寸
GB6556	机械密封的型式、主要尺寸、材料和识别标志
GB7306	用螺纹密封的管螺纹
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
JB4127	机械密封　技术条件
JB/T4297	泵产品涂漆技术条件
JB/T6880.1	泵用灰铸铁件
JB/T6880.2	泵用铸钢件
JB/T6878.1	管道式离心泵　型式与基本参数
ZBK22007	Y系列(IP44)三相异步电动机技术条件

3　技术要求

3.1　一般要求

泵应符合本标准的要求，并按照经规定程序批准的图样及技术文件制造。

万光泵阀科技

3.2 性能

3.2.1 泵的性能参数应符合 JB/T6878.1 的规定。

3.2.2 配套用电动机应符合 ZBK22007 的规定，对分马力和特殊电动机应符合相应标准的规定。

3.3 运行

3.3.1 在额定工况下运行时，泵不得出现零、部件损坏等异常现象。

3.3.2 在额定工况下运行时，泵的振动应符合 GB10889 的规定。

3.3.3 在额定工况下运行时，泵的噪声应符合 GB10890 的规定。

3.4 设计

3.4.1 泵的进、出口采用法兰连接时应符合 GB4216.4 的规定，其压力等级按 PN10 确定。采用螺纹连接时应符合 GB/T1415 或 GB7306 的规定。

3.4.2 承受压力的零部件应进行水压试验。试验压力为规定工作压力的 1.5 倍，保压 5min 不得有渗漏等缺陷。

3.4.3 泵与电动机同轴或采用加长轴、联轴器联接。轴应有足够的强度和刚性，以保证泵工作可靠。

3.4.4 泵的叶轮应作静平衡试验，允许不平衡力矩按下式计算：

$$M = eCg$$

式中：M——允许不平衡力矩，N·m；

e——允许的偏心距（当同步转速为 3000r/min 时，$e = 2 \times 10^{-6}$m；同步转速为 1500r/min 时，$e = 4 \times 10^{-6}$m）；

G——单个叶轮的质量，kg；

g——重力加速度 9.81m/s²。

当计算得出的叶轮最大直径处允许不平衡质量小于 3g 时，在测得的振动值符合 3.3.2 条规定的前提下，允许按 3g 计。

3.4.5 密封环与叶轮间的运转间隙按表 1 选取。

表 1 (mm)

密封环直径	≤75	>75～110	>112～140	>140～180	>180～220	>220～280
直径间隙	0.25	0.3	0.35	0.40	0.45	0.5

3.4.6 机械密封应符合 GB6556 和 JB4127 的规定。若采用其他密封型式，应能满足使用要求，并符合相应标准的规定。

3.5 材料

3.5.1 泵主要零部件的材料应符合表 2 的规定，耐腐泵材质根据介质不同由供需双方协商确定。

表 2

零件名称	泵体	泵盖	叶轮	泵轴
材料牌号	HT200			45

万方数据科技

3.5.2 泵的铸件质量应符合 JB/T6880.1 和 JB/T6880.2 的规定。

3.5.3 轴表面不允许有裂纹、压伤及其他缺陷。

3.6 装配与外观质量

3.6.1 零部件经检验合格后方可进行装配。

3.6.2 紧固件应连接可靠，不得有缺少和松动现象。

3.6.3 装配后的泵应转动灵活，无卡阻等现象。

3.6.4 泵的涂漆应符合 JB/T4297 的规定。

3.7 安全

3.7.1 机组应有电动机的接地措施。

3.7.2 泵和电动机之间应有可靠的防水措施，以防止水进入电动机。

4 试验方法

4.1 泵的性能试验按 GB3216 的 C 级规定进行。

4.2 泵的振动测量按 GB10889 的规定进行。

4.3 泵的噪声测量按 GB7890 的规定进行。

5 检验规则

泵的检验分为出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 检验项目除按 GB3216 的规定外，还应检验下列项目：

a. 外观检验；

b. 装配质量检查；

c. 检查安全措施。

5.1.2 成批生产的泵应按 GB2828 的规定检验，抽样方法与判定规则由供需双方协商确定。

5.2 型式检验

5.2.1 检验项目除按 GB3216 的规定外，还应检验下列项目：

a. 外观检验；

b. 装配质量检查；

c. 叶轮静平衡试验；

d. 水压试验；

e. 检查安全措施。

5.2.2 凡遇下列情况之一者，应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制及定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 成批生产时，为了解产品质量稳定性，进行周期性检验；

d. 产品长期停产后恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

万水帕科技

5.2.3 型式检验的台数不少于2台。

5.3 每台产品均应经检验部门检验合格后，并附有产品合格证方可出厂。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 产品标牌

6.1.1.1 标牌应符合GB/T13306中的有关规定，并固定在适当部位。

6.1.1.2 标牌应标明的内容如下：

a. 产品名称、型号；

b. 规定流量（m^3/h）；

c. 规定扬程（m）；

d. 配套电机功率（kW）；

e. 转速（r/min）；

f. 汽蚀余量（m）；

g. 制造厂名；

h. 出厂编号及日期；

i. 机组重量（kg）；

j. 外形尺寸（mm）。

6.1.2 泵（机组）应有明显的转向标志。

6.1.3 包装标志

包装箱外形的文字和标志应整齐、清晰，内容如下：

a. 发货站及制造厂名称；

b. 收货站及收货单位名称；

c. 产品名称及型号；

d. 外形尺寸，mm；

e. 毛重，kg；

f. 在包装箱的适当部位应标有必要的文字和图示，其应符合GB191的规定。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应保证在正常运输条件下不致因包装不善而损坏。

6.2.2 包装内应有防水措施，包装前产品外露的机加工表面应涂防锈脂。

6.2.3 包装内应附有下列随机文件和附件：

a. 装箱单；

b. 产品合格证；

c. 使用说明书；

d. 必要的随机附件。

6.3 贮存

6.3.1 检验合格的泵应放于干燥通风良好的仓库中。

6.3.2 凡存放12个月以上者，必须检查，重新包装。

云水临科技

7 保证事项

用户在遵守本标准和接产品使用说明书规定使用时，自制造厂交货日期起12个月内确因产品的质量而引起损坏或不能正常工作时，制造厂应负责修理或更换零件（易损件除外）。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由江苏工学院流体机械研究所负责起草。

本标准主要起草人：谢达荣、王洋、沙毅。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

小型多级离心泵　型式与基本参数

JB/T6435.1—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了小型多级离心泵（以下简称泵）的型式与基本参数。

本标准适用于输送介质为清水或20℃以下热水或轻度腐蚀性液体，最大吸入压力不大于0.3MPa的泵。

2　引用标准

GB3216　离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵　试验方法

3　型式与基本参数

3.1　结构与型式

3.1.1　泵分为3种结构型式：

a. 多级卧式泵；

b. 多级立式泵；

c. 多级管道泵。

3.1.2　根据输送介质对材质的要求，泵又分为普通型和全不锈钢型。

3.2　基本参数

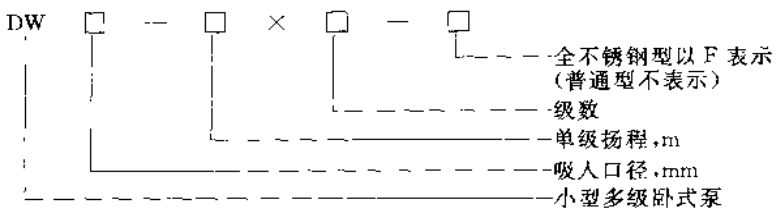
3.2.1　泵的基本参数应符合表的规定，表中基本参数为常温清水时规定点的值。

3.2.2　泵的工作范围见图。泵规定点的性能范围：流量1.6～25m^3/h，扬程16～150m。

3.2.3　泵的性能偏差，应符合GB3216C级规定。

3.3　型号表示方法

3.3.1　卧式泵

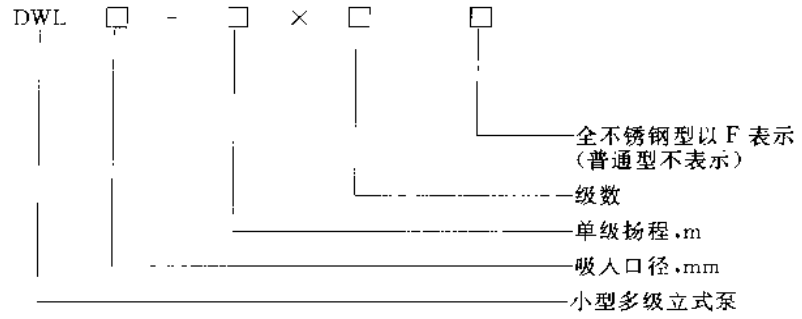


万水值科技

示例：吸入口径 40mm，扬程 16m，全不锈钢小型多级卧式泵；

DW40—8×2—F

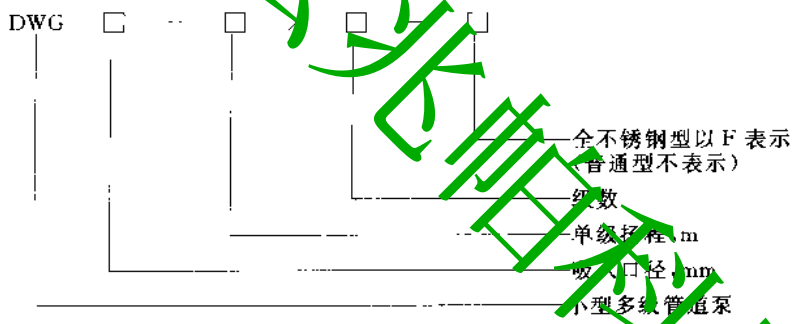
3.3.2 立式泵



示例：吸入口径 40mm，扬程 16m，全不锈钢小型多级立式泵；

DWL40 8×2

3.3.3 管道泵



示例：吸入口径 40mm，扬程 16m，全不锈钢小型多级管道泵；

DWG40—8×2 F

4 泵的转向

从驱动端看，泵为顺时针旋转。

泵 性 能 参 数 表

标 记	进出口径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	轴功率 P_a (kW)	比转数 n_s
25—8×2	25	1.6	16	2900	38	2.0	0.18	47
25—8×3			24				0.27	
25—8×4			32				0.37	
25—8×5			40				0.46	
25—8×6			48				0.55	
25—8×7			56				0.64	
25—8×8			64				0.73	
25—8×9			72				0.83	

续表

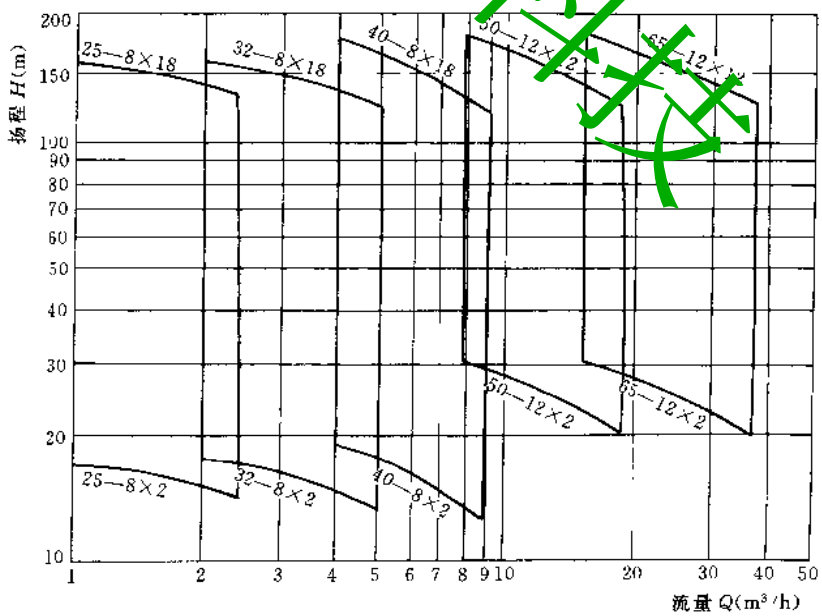
标记	进出口径 (mm)	流量 Q (m³/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	轴功率 P_a (kW)	比转数 n_s
25—8×10	25	1.6	80	2900	38	2.0	0.92	47
25—8×11			88				1.01	
25—8×12			96				1.10	
25—8×13			104				1.19	
25—8×14			112				1.28	
25—8×15			120				1.38	
25—8×16			128				1.47	
25—8×17			136				1.56	
25—8×18			144				1.65	
32—8×2	32	3.2	16	2900	48	2.0	0.29	66
32—8×3			24				0.44	
32—8×4			32				0.58	
32—8×5			40				0.73	
32—8×6			48				0.87	
32—8×7			56				1.02	
32—8×8			64				1.16	
32—8×9			72				1.31	
32—8×10			80				1.45	
32—8×11			88				1.60	
32—8×12			96				1.74	
32—8×13			104				1.89	
32—8×14			112				2.03	
32—8×15			120				2.18	
32—8×16			128				2.32	
32—8×17			136				2.47	
32—8×18			144				2.61	
40—8×2	40	6.3	16	2900	55	2.0	0.50	93
40—8×3			24				0.75	
40—8×4			32				1.00	
40—8×5			40				1.25	
40—8×6			48				1.50	
40—8×7			56				1.75	
40—8×8			64				2.00	
40—8×9			72				2.25	
40—8×10			80				2.50	
40—8×11			88				2.75	
40—8×12			96				3.00	
40—8×13			104				3.25	
40—8×14			112				3.50	
40—8×15			120				3.75	
40—8×16			128				4.00	
40—8×17			136				4.25	
40—8×18			144				4.50	

正农值科技

续表

标记	进出口径 (mm)	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	轴功率 P_a (kW)	比转数 n_s
50 12×2	50	12.5	25	2900	60	2.5	1.42	93
50—12×3			37.5				2.13	
50—12×4			50				2.84	
50 12×5			62.5				3.55	
50 12×6			75				4.26	
50—12×7			87.5				4.96	
50 12×8			100				5.67	
50—12×9			112.5				6.38	
50 12×10			125				7.09	
50—12×11			137.5				7.80	
50 12×12			150				8.51	
65—12×2	65	25	25	2900	65	2.5	2.62	133
65—12×3			37.5				3.93	
65—12×4			50				5.24	
65—12×5			62.5				6.55	
65—12×6			75				7.86	
65—12×7			87.5				9.16	
65—12×8			100				10.47	
65—12×9			112.5				11.78	
65—12×10			125				13.09	
65—12×11			137.5				14.40	
65 12×12			150				15.71	

工作临时文件



泵工作范围图

中华人民共和国机械行业标准

小型多级离心泵　技术条件

JB/T6435.2—92

1　主题内容与适用范围

本标准规定了小型多级离心泵（以下简称泵）的技术要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮运。

本标准适用于输送介质为清水或120℃以下热水或轻度腐蚀性液体，最大吸入压力不超过0.3MPa的泵。

2　引用标准

GB699	优质碳结构钢技术条件
GB1220	不锈钢棒
GB2100	不锈耐酸钢铸件技术条件
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB3280	不锈钢冷轧钢板
GB5659	多级离心泵技术条件
GB9112	钢制管法兰　类型
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装通用技术条件
JB/T4297	泵产品涂装技术条件
JB/T6435.1	小型多级离心泵　型式与基本参数

3　技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

如用户对产品有不同于本标准要求时，可按技术协议或订货单的规定。

万水帕科技

3.1 产品性能

3.1.1 泵的性能参数应符合 JB/T6435.1 或合同的规定。泵的性能偏差应符合 GB3216C 级的规定。

3.1.2 泵制造厂应确定产品的允许工作范围，并绘制出性能曲线（扬程、效率、轴功率，必需汽蚀余量与流量关系曲线）。

3.1.3 泵在允许工作范围内运转时，测量振动烈度，其极限值应符合 GB10889 的规定。

3.1.4 泵在允许工作范围内运转时，测量噪声，其极限值应符合 GB10890 的规定。

3.2 结构设计

3.2.1 原动机

原动机功率至少要等于泵规定点轴功率的 1.2～1.4 倍，小于 4kW 的取大值，4kW 以上取小值。

3.2.2 临界转速

泵的工作转速，在刚性轴条件下，必须小于第一临界转速，应取 $n<0.8n_{C1}$；在挠性轴的条件下，必须大于第一临界转速而小于第二临界转速，应取 $1.4n_{C1}<n<0.7n_{C2}$

3.2.3 平衡

泵的旋转零、部件应作平衡试验，精度应不低于 GB5659 附录中 G6.3 级。

3.2.4 轴向力

泵不设置平衡盘，轴向力由立式电动机或专用轴承体承受，配套电动机或轴承体应能承受泵的轴向载荷。

3.2.5 承受压力的零件

3.2.5.1 承受压力的进水段、出水段、导叶壳体和机械密封腔，应有足够的强度，能承受在运行温度下规定的工作压力和环境温度下的水压试验压力。

承受压力零件的水压试验应按工作压力的 1.5 倍，不得有渗漏现象。

3.2.5.2 泵的进口和出口法兰的公称压力应能满足工作压力和水压试验压力的要求。法兰连接尺寸应符合 GB9112 的规定。泵进口和出口公称直径等于或小于 50mm 时，也可采用管螺纹连接。

3.2.6 叶轮

3.2.6.1 叶轮应设计成封闭式。

3.2.6.2 叶轮应可靠地固定在轴上，防止沿周向和轴向移动。

3.2.7 密封环

密封环应可靠地固定在反导叶隔板上，密封环与叶轮口环间的直径间隙，应不大于 0.35mm。

3.2.8 轴和轴套

3.2.8.1 轴应有足够的强度和刚性。轴上的螺纹旋向，在泵正常运转时，应使螺母处于拧紧状态。泵轴加工应保留中心孔。

3.2.8.2 轴承应耐磨，并可靠地固定在轴上。

3.2.9 机械密封

机械密封应能满足泵的规定工作条件。机械密封的材料，应能经受住腐蚀、磨损、温

万水标准技术

度以及热冲击和机械冲击等。

3.2.10 联轴器

联轴器一般采用刚性联轴器，并带有轴向固定装置。联轴器除应能传递配套动力的最大力矩外，还应承受泵的轴向载荷。

联轴器外应加护罩，使联轴器所有旋转零件，都处于护罩之内。

3.3 主要零件材料

3.3.1 泵主要零件材料应不低于下表的规定。

零件名称	材料牌号		标准代号
叶轮、导叶	HT200	1Cr18Ni9Ti	GB9439/GB3280
进、出水段 导叶壳体 底座、连接座		ZG1Cr18Ni9Ti	GB9439/GB2100
轴	45	1Cr17Ni2	GB699/GB1220
拉杆、联轴器	45		GB699
外圆筒	1Cr18Ni9Ti		GB3280

3.3.2 泵材料必须有合格证书或工厂检验数据，证明符合有关标准规定。

3.4 制造

3.4.1 铸件

泵铸件不允许有缩松、砂眼、夹砂，流道应光滑，不允许有疙瘩等缺陷。

3.4.2 焊接

泵的进水段和出水段，当采用焊接组合件时，焊接应符合有关焊接标准规定。

泵的叶轮、导叶采用钢板冲压焊接组合件时，焊接应牢靠，不允许有虚焊点和过热、过烧痕迹，叶片与盖板之间，不允许有大于0.1mm的间隙。

3.4.3 装配

3.4.3.1 泵的零件必须经过检查合格和清洗干净方可装配。

3.4.3.2 泵配合的零、部件应能互换。

3.4.3.3 泵装配完后，转动转子应灵活。

3.4.4 防锈和涂漆

3.4.4.1 泵的进水段和出水段采用钢管焊接组合件、底座和连接座为铸铁件时，应进行表面防腐处理。

3.4.4.2 联轴器、护罩和拉杆外表面涂漆应符合JB/T4297的规定。

4 试验方法

4.1 材料的化学成分分析方法和力学性能试验方法，按3.3.1条中相关标准的规定。

4.2 承受压力的零件按3.2.5.1条的规定作水压试验，试验介质为常温清水，保压时间不少于10min。

4.3 泵的性能试验方法按GB3216的规定。汽蚀余量由2级泵试验确定。

行业标准

4.4 泵的振动测量方法按 GB10889 的规定。

4.5 泵的噪声测量方法按 GB10890 的规定。

5 检验规则

5.1 型式检验

5.1.1 下列情况之一时做型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 批量生产的产品，周期性的检验时；

d. 产品长期停产后，恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

5.1.2 检验项目应按 GB3216 的规定，同时应做振动和噪声的检验。

5.1.3 检验台数不少于 2 台。

5.2 出厂检验

5.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

5.2.2 检验项目按 GB3216 的规定。

5.2.3 检验台数和检验规则按 GB2828 的规定。采用一次抽样或二次抽样。检查水平Ⅱ，合格质量水平 AQL 为 4。

5.3 最终检查

每台泵必须由制造厂质量检查部门按订货单进行最终检查，检查供货成套范围是否正确和完整，装箱文件是否齐全，在发给产品质量合格证后方可出厂。

6 保证期

在用户选用产品恰当和遵守保管及使用规则的条件下，从制造厂发货日起，18 个月内，连续运转不超过 12 个月，产品因制造质量不良而发生损坏和不能正常工作时，制造厂应免费为用户修理、更换零件或产品，但易损零件的正常磨损不在此限。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

泵的铭牌应耐腐蚀，字迹清晰，并牢固地固定在泵上，铭牌内容应包括：

a. 制造厂名称；

b. 泵的型号和名称；

c. 泵的主要参数：流量（m^3/h），扬程（m），转速（r/min），配用功率（kW），必需汽蚀余量（m），泵重量（kg）；

d. 泵的制造编号和制造日期。

铭牌尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定。

泵的旋转方向应在明显位置用箭头表示。

7.2 包装和运输

工业标准科技

7.2.1 产品的包装应按 GB/T13384 的规定。

7.2.2 应采取措施避免在运输过程中由于振动和碰撞引起泵的损坏。

7.2.3 泵的进出口应封堵，防止杂物掉入。

7.2.4 每台泵出厂时应附带下列文件：

a. 产品合格证；

b. 产品装箱清单；

c. 使用说明书。

7.3 贮存

泵在存放中应防止锈蚀和损坏，泵的油封有效期为 12 个月，到期应进行检查，重新油封。

8 成套范围

制造厂应根据用户需要，提供下列成套范围的全部或一部分，并在订货单中注明：

a. 泵；

b. 电动机；

c. 底座和地脚螺栓；

d. 易损件和专用工具；

e. 联轴器和护罩。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由浙江省机电设计研究院负责起草。

本标准主要起草人：陈存东。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

离　心　式　潜　污　泵

Centrifugal submersible sewage pumps

JB/T8857—2000（代替 JB/T8857　1999　JB5803　91）

污水泵标准

前　言

本标准是对 JB/T8857　1999（ZBJ71 017　89）《离心式污水潜水电泵　型式与基本参数》、JB5803　91《污水污物潜水电泵　技术条件》进行的修订。

本标准与 JB/T8857　1999、JB5803　91 相比，主要技术差异如下：

——对产品的基本参数进行了较大调整，加大了性能范围和电动机的额定功率范围以适应市场需求，允许根据标准规定发展符合实际使用要求的产品，对产品的型号表示方法做了改变；

——拓宽了产品的应用领域，取消了泵输送液体 pH 值的限制和潜入液下深度的限制；

对产品的技术条件做了适当调整，增加了结构设计等方面的内容，取消了有关单相电动机的技术要求，去掉了一些没有必要或无法考核的技术要求（如电动机的振动、噪声、最小转矩等方面的规定）；

离心式潜污泵是泵与电动机共轴组成的整体，因此本标准中规定了机组效率的考核（代替原标准中泵效率的考核）和电动机输入功率的测量（代替原标准中轴功率的测量）；

——本标准将泵效率的规定列入附录 A（标准的附录），并采用了新的泵效率曲线；将泵的基本参数和性能范围列为附录 C（提示的附录）；增加了离心式潜污泵数据单［附录 B（标准的附录）］。

本标准自实施之日起代替 JB/T8857—1999、JB5803　91。

本标准的附录 A、附录 B 都是标准的附录。

本标准的附录 C 是提示的附录。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：沈阳水泵研究所、石家庄杂质泵研究所、江苏亚太泵业集团公司、南京蓝深制泵集团股份有限公司、大连耐酸泵厂。

本标准主要起草人：韦国群、常庆昌、周庆明、石先平、张孝风。

目　　次

前言
1　范围 …… 445
2　引用标准 …… 445
3　型式与基本参数 …… 445
4　技术要求 …… 446
5　试验方法 …… 451
6　检验规则 …… 452
7　保证期 …… 453
8　标志、包装、运输及贮存 …… 453
9　成套范围 …… 454
附录A（标准的附录）离心式潜污泵的泵效率和机组效率 …… 454
附录B（标准的附录）离心式潜污泵数据单 …… 455
附录C（提示的附录）离心式潜污泵基本参数 …… 457

农业出版社

1 范围

本标准规定了离心式潜污泵（以下简称泵）的型式与基本参数、技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于输送液体中含有非磨蚀性固体颗粒、纤维、污杂物（如城市生活污水、化学工业废水等）的泵。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB191 -1990	包装储运图示标志
GB/T755 -1987	旋转电机 基本技术要求
GB/T985—1988	气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB/T986 1988	埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB1971 1980	电机线端标志与旋转方向
GB/T3216— 1989	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB/T4942.1—1985	电机外壳防护等级
GB/T9239 -1988	刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定
GB/T12785- 1991	潜水电泵 试验方法
GB/T13306--1991	标牌
GB/T13384 -1992	机电产品包装 通用技术条件
JB/T4297—1992	泵产品涂漆 技术条件
JB/T6879 1993	离心泵铸件过流部位尺寸公差
JB/T6880.1—1993	泵用灰铸铁件
JB/T6880.2- -1993	泵用铸钢件
JB/T8687— 1998	泵类产品抽样检查

3 型式与基本参数

3.1 型式

3.1.1 泵为单级、单吸，立式，可长期潜入液下工作。泵与电动机共轴，电动机为三相异步电动机。

3.1.2 按泵所输送的液体的排出方式，分为三种基本型式：

a）外装式：液体直接从泵体外接排出管排出，如图 1；

b）内装式：液体由机组外壳和电动机外壳之间的环形流道排出，如图 2；

c）半内装式：液体由与电动机外壳连接的管道中排出，如图 3。

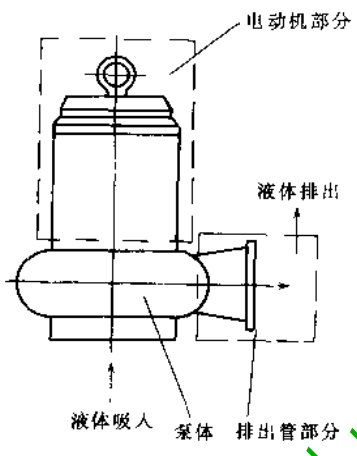


图 1 外装式

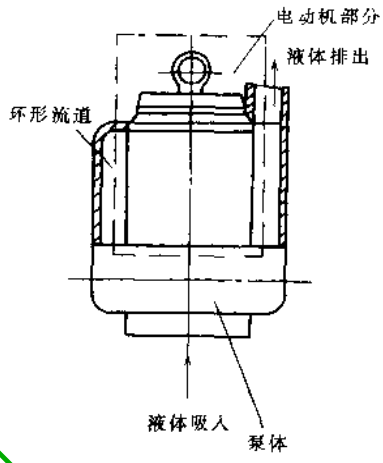


图 2 内装式

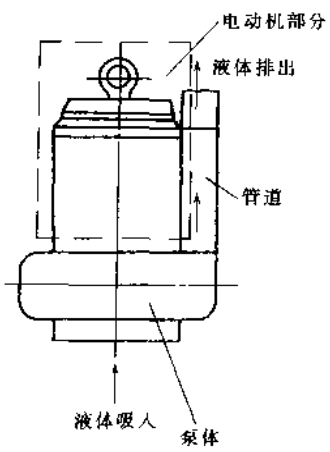
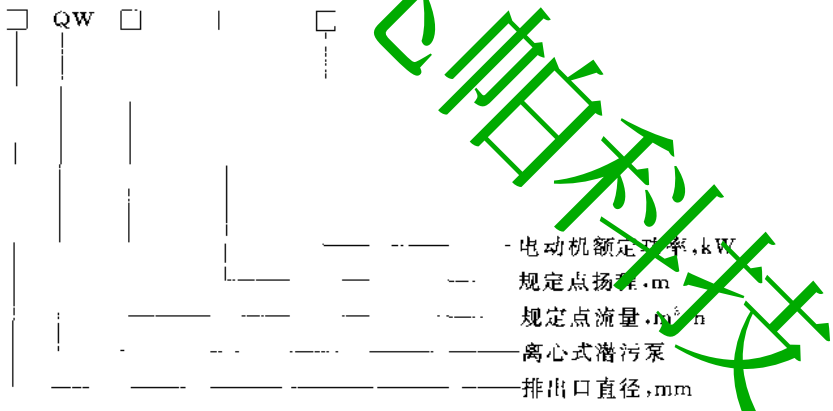


图 3 半内装式

注：图 1、图 2、图 3 均为示意图，仅表示泵所输送的液体的排出方式。

3.2 型号表示方法



示例：

排出口直径为 200mm，规定点流量为 400m³/h，规定点扬程为 20m，电动机额定功率为 45kW 的离心式潜污泵，表示为：

200QW400－20—45

3.3 旋转方向

从泵的电动机端看，叶轮顺时针方向旋转。

3.4 基本参数

基本参数推荐按附录 C（提示的附录）。若用户对泵的基本参数有不同于附录 C 的要求时，按订货单或数据单［附录 B（标准的附录）］的规定执行。

4 技术要求

4.1 泵的使用环境条件

江苏帕科科技

泵在下列使用环境条件下应能正常运行：

a）海拔一般不超过 1000m；

b）所输送的介质温度一般不超过 40℃；

c）介质中固体颗粒含量体积比不超过 4%；

d）介质中固体颗粒最大粒径符合产品使用说明书的规定，但不大于排出口直径的 50%。

若用户对泵的使用环境条件有不同于以上要求时，按订货单的规定执行。

4.2 泵性能

4.2.1 泵性能参数应符合 3.4 的规定。在常温清水中，泵的流量为规定值时，机组效率应符合附录 C 的规定。

4.2.2 流量、扬程、机组效率的允差应符合 GB/T3216—1989 中 C 级的规定。

4.2.3 制造厂应确定泵的容许工作范围，并绘制出扬程、机组效率、电动机输入功率与流量的关系曲线。

4.3 电动机

4.3.1 电动机外壳防护等级应符合 GB/T4942.1—1985 中 IPX8 的规定。

4.3.2 电动机的定额是以连续工作制（S$_1$）为基准的连续定额。

4.3.3 泵在正常工作条件下运行时，在 0.7～1.2 倍规定流量范围内，电动机输入功率应不超过其输入功率限值；当用常温清水进行试验时，电动机输入功率应不超过其输入功率限值。

当电动机额定功率小于或等于 45kW 时，其输入功率限值按式（1）计算：

$$P_{gr,max} = P/[\eta_{mot} - 0.15(1 - \eta_{mot})/(2\sqrt{2})] \quad (1)$$

当电动机额定功率大于 45kW 时，其输入功率限值按式（2）计算：

$$P_{gr,max} = P/[\eta_{mot} - 0.10(1 - \eta_{mot})/(2\sqrt{2})] \quad (2)$$

式中：$P_{gr,max}$——电动机的输入功率限值，kW；

P——电动机的额定功率，kW；

η_{mot}——在功率、电压、频率为额定值时，电动机效率的保证值，%。

4.3.4 泵在运行期间，电源电压和频率与额定值的偏差及其对电动机性能和温升限值的影响应符合 GB/T755—1987 的规定。

4.3.5 电动机的电气性能

4.3.5.1 在功率、电压、频率为额定值时，效率和功率因数的保证值应不低于表 1 的规定。

4.3.5.2 在额定电压下，电动机堵转转矩对额定转矩之比的保证值：当额定功率小于或等于 200kW 时应不低于 1.0；当额定功率大于 200kW 时应不低于 0.7。

4.3.5.3 在额定电压下，电动机最大转矩对额定转矩之比的保证值应不低于 1.5。

4.3.5.4 在额定电压下，电动机堵转电流对额定电流之比的保证值：当额定功率小于或等于 200kW 时应不大于 7.0；当额定功率大于 200kW 时应不大于 6.5。额定电流用额定功率、额定电压及效率和功率因数的保证值求得。

4.3.5.5 电动机电气性能保证值的容差应符合表 2 的规定。

技术资料

表 1 电动机效率和功率因数的保证值

功率 (kW)	同步转速 (r/min) 3000	1500	1000	750	600	3000	1500	1000	750	600
	效率 η_{mot} (%)					功率因数 cosφ				
1.1	71.0	71.0	70.5	—		0.85	0.77	0.71	—	
1.5	74.0	74.0	73.5			0.84	0.78			
2.2	76.0	77.0	75.5	75.0		0.85	0.81	0.73	0.69	
3	78.5	79.0	78.0	77.0		0.86	0.80		0.70	
4	79.5	81.0	79.0	78.0	—		0.81	0.76	0.71	
5.5	81.5	82.0	81.0	80.5			0.83		0.72	
7.5	82.5	83.5	82.5	82.0		0.87	0.84	0.77	0.73	
11	83.0	84.0	84.0	83.5			0.83		0.75	
15	84.0	85.0	85.5	84.5			0.84	0.79	0.74	
18.5	85.5	86.0	86.5	85.5			0.85			
22	86.5	87.0	86.5	85.5	85.0			0.81	0.76	0.71
30	87.0	87.5	87.7	86.0	85.5		0.86	0.82	0.78	0.72
37	87.5	87.5	88.3	86.5	85.5				0.79	0.73
45	88.0	88.0	88.5	87.0	86.0			0.83		
55	88.0	88.5	88.5	87.0	87.0		0.87		0.80	0.74
75	89.0	89.0	89.1	87.5	87.0		0.88		0.81	
90	89.5	90.0	89.7	89.0	88.5			0.86		0.75
110	89.5	90.5	90.5	89.5	89.0				0.82	
132	90.0	91.0	90.8	89.5	89.5					0.76
160	90.5	91.0	91.1	90.0	89.7			0.88		
185	90.5	91.0	91.1	90.0	89.7		0.89		0.83	
200	90.5	91.3	91.1	90.5	90.0					0.77
220		91.3	91.3	91.0	90.0				0.78	
250		92.0	91.5	91.4	90.0		0.85	0.82	0.79	
280		92.3	92.5	92.2	91.5					0.78
315		92.6	92.7	92.4	91.6			0.83	0.80	0.79
355		92.8	92.9	92.5	91.8		0.86			
400		93.0	93.0	92.7	92.3					
450		93.2	93.3	92.8	92.4			0.84	0.81	0.80
500		93.3	93.5	93.2	92.6		0.87	0.85		

注：表中在计算电动机效率时，电动机损耗中包括 5m 引出电缆的铜耗，不包括机械密封损耗；杂散损耗按输入功率的 0.5%计。

水安信科技

表 2 电动机电气性能保证值的容差

项 目	电气性能名称		容 差
1	效 率 η_{mo}	额定功率在 45kW 及以下	$-0.15(1-\eta_{mot})$
		额定功率在 45kW 以上	$-0.10(1-\eta_{mot})$
2	功率因数 $\cos\varphi$		$-(1-\cos\varphi)/6$，最少为 -0.02
3	堵转转矩		保证值的−15%
4	最大转矩		保证值的−10%
5	堵转电流		保证值的−20%

4.3.6 泵在规定的使用环境条件下，在功率、电压及频率为额定值时，电动机定子绕组的温升限值（电阻法）应符合表 3 的规定。

表 3 电动机定子绕组的温升限值 (K)

绝缘等级	E	B	F	H
温升限值	75	80	100	120

如试验地点的海拔或输送介质的温度与 1.1a）、1.1b）的规定不同时，温升限值应按 GB/T755—1987 的规定修正。

4.3.7 电动机定子绕组对机壳的冷态绝缘电阻应不低于 50MΩ，热态（在接近工作温度时）或温升试验后绝缘电阻应不低于式（3）求得的数值：

$$R = U/(1000 + 0.01P) \quad (3)$$

式中：R —— 电动机定子绕组对机壳的热态绝缘电阻，MΩ；

U ——电动机的额定电压，V；

P ——电动机的额定功率，kW。

但电动机的热态绝缘电阻不得低于 1MΩ。

4.3.8 当三相电源平衡时，电动机的三相空载电流中任何一相与三相平均值的偏差应不大于三相平均值的 10%。

4.3.9 电动机定子绕组应能承受 2 倍额定电压加 1000V 的耐压试验。

4.3.10 电动机应有可靠的过热（或过电流）保护装置。根据订货单的规定，电动机可设有渗漏保护、湿度保护、轴承温升保护等装置。

4.3.11 电动机内应有可靠的接地装置。引出电缆的接地线上应有明显的接地标志，电动机线端标志与旋转方向应符合 GB1971—1980 的规定，并应保证标志在泵的使用期内不易磨灭。

4.3.12 电动机的引出电缆应能保证使用要求，并符合有关电缆标准的规定。

4.3.13 泵在出厂检验时，电动机的空载电流与空载损耗应控制在一定数值范围内，该数值范围应能保证电动机的电气性能符合 4.3.5 的规定。

4.4 结构设计

江苏神泵科技

4.4.1 电动机冷却

4.4.1.1 电动机的冷却介质可以是泵所输送的液体或其他冷却介质。

4.4.1.2 如冷却介质是泵所输送的液体并需外接管路时，管路系统（包括所有附件）应由泵制造厂家供给，并应将它们完全装好在泵上。管路系统应设计和配置得可以拆下清洗和维修。管路材料应耐输送液体和环境条件引起的腐蚀。

4.4.2 电动机密封

4.4.2.1 泵腔与电动机内腔间的密封

泵腔与电动机内腔之间应设置可靠的密封装置，以防止泵所输送的液体进入电动机内腔。

如密封装置需加入润滑液（或阻隔液）时，产品使用说明书中应注明润滑液（或阻隔液）的种类和数量，以及润滑液（或阻隔液）的更换周期。

4.4.2.2 各配合面应有可靠的密封，以防止电动机内腔进入外界杂质和介质。

4.4.2.3 泵组装后，电动机侧的密封装置和电动机内腔应能承受试验压力为1.5倍泵可潜入深度下液体压力，但不低于0.2MPa的气压试验，在保压时间内，不得有泄漏或其他异常现象。

4.4.2.4 泵组装后，泵侧的密封装置应能承受试验压力为1.5倍泵容许工作压力，但不低于0.2MPa的气压试验，在保压时间内，不得有泄露或其他异常现象。

4.4.3 临界转速

在运行条件下，泵整体转子的实际第一横向临界转速至少应高出电动机额定转速的10%。

4.4.4 平衡

4.4.4.1 叶轮应做静平衡试验，静平衡允许的不平衡力矩按式（4）计算：

$$M = eG \tag{4}$$

式中：M —允许的不平衡力矩，N·m；

e— 允许偏心矩，按GB/T9239—1988中G6.3级查取，m；

G —叶轮的重量，N。

当计算的叶轮允许不平衡力矩小于$0.03RN \cdot m$时，则按$0.03RN \cdot m$。其中R为叶轮去重部位的半径（m）。

4.4.4.2 下列情况的叶轮应做动平衡：

a）非轴对称叶轮；

b）泵转速大于1800r/min且流量大于55m³/h、叶轮直径大于150mm的叶轮。

在叶轮两端，动平衡允许的不平衡力矩按式（5）计算：

$$M = 0.5eG \tag{5}$$

式中符号的意义与4.4.4.1相同。

当计算的动平衡力矩小于$0.015RN \cdot m$时，则按$0.015RN \cdot m$。其中R为叶轮去重部位的半径（m）。

农业知识科技

4.4.4.3 电动机转子应做动平衡，并应符合 GB/T9239- -1988 中 G6.3 级的规定。

4.4.5 承压零件

泵中承受工作压力的零、部件应能承受试验压力为 1.5 倍泵容许工作压力，但不低于 0.2MPa 的水压试验，在保压时间内，不得有渗漏或其他异常现象。

4.4.6 叶轮

4.4.6.1 叶轮采用闭式、半开式或开式结构，根据用途可设计成单流道或多流道形式。

4.4.6.2 当泵所输送的介质符合 4.1c)、4.1d) 的规定时，叶轮的结构应保证固体颗粒不会发生堵塞。

4.4.6.3 叶轮应可靠地固定在轴上，防止旋转时发生圆周方向或轴向移动。

4.4.7 密封环

如装有密封环，密封环装配后应被牢固地锁定而不会发生转动，装上的密封环应是可更换的。

4.4.8 轴和轴套

4.4.8.1 轴应有足够的强度和刚度。轴上的螺纹旋向在轴按规定的方向旋转时，应使螺母处于拧紧状态。

4.4.8.2 如装有轴套，轴套应可靠地固定在轴上，并能防止轴和轴套间液体的泄漏。

4.4.9 起吊

泵及其较重的零、部件应设置起吊装置。

4.5 材料

4.5.1 泵主要零、部件的材料应与所输送的介质相适应，材料的化学成分、力学性能应符合有关的材料标准。

4.5.2 铸件

铸件应符合 JB/T6880.1—1993 和 JB/T6880.2- 1993 的规定，过流部位的尺寸偏差应符合 JB/T6879 1993 的规定。

4.5.3 焊接件

碳钢和低合金钢零、部件焊缝坡口的形式与尺寸应符合 GB/T985—1988 和 GB/T986 -1988 的规定、焊缝不应有未焊透、气孔、裂缝、烧穿和夹渣等降低使用性能的缺陷。

4.6 装配

4.6.1 所有零、部件均应检验合格方可进行装配。

4.6.2 泵装配完成后，转动转子应平稳、匀调，无卡阻、停滞现象。

4.7 防锈和涂漆

4.7.1 对零件易于咬合的配合部位应涂以二硫化钼润滑剂。

4.7.2 对装配后的外露加工表面应涂以防锈油。

4.7.3 泵的涂漆应符合 JB/T4297- 1992 的规定。

4.7.4 试验完成后，应除净泵内积水，重新做防锈处理。

5 试验方法

5.1 材料的化学成分分析方法和力学性能试验方法应符合有关材料标准的规定。

万水帕科技

5.2 水压试验采用常温清水，保压时间不少于5min。

5.3 气压试验采用干燥空气或氮气，保压时间不少于5min。

5.4 允许通过最大固体颗粒粒径的测定试验用以下两种方法之一：

a）检查泵过流零、部件过流截面的最小尺寸，应大于其规定可以通过的最大固体颗粒粒径，采用整机拆检；

b）泵在一定容积的常温清水中运行，加入相应颗粒直径的模拟球进行试验。

5.5 泵的型式检验和出厂检验方法除应符合5.3和5.4的规定外，6.1.2中其他试验项目应符合GB/T3216—1989和GB/T12785—1991的规定。试验时电缆的长度为5m。

6 检验规则

泵应做型式检验或出厂检验。

6.1 型式检验

6.1.1 有下列情况之一者做型式检验：

a）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b）正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c）批量生产的产品周期性检验，每年一次；

d）产品长期停产再次恢复生产时；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

6.1.2 检验的项目包括：

a）装配质量；

b）电动机内腔和电动机侧的密封装置、泵侧的密封装置的气压试验；

c）允许通过最大固体颗粒粒径的测定试验；

d）绝缘电阻的测定（包括定子绕组对机壳的冷态绝缘电阻和热态绝缘电阻的测定）；

注：出厂检验时只测试冷态绝缘电阻。

e）电动机绕组冷态直流电阻的测定；

f）电动机的空载试验（包括空载电流、空载损耗和空载特性曲线的测定）；

注：出厂检验时只测试空载电流、空载损耗。

g）电动机的温升试验；

h）必要时电动机的负载试验（包括电动机工作特性曲线的测定）；

i）泵的性能试验（包括规定流量时扬程和机组效率的测定，0.7～1.2倍规定流量范围内电动机输入功率的测定，流量-扬程、流量-机组效率、流量-电动机输入功率曲线的测定）；

注：出厂检验时只测试测定流量时扬程和机组效率、0.7～1.2倍规定流量范围内电动机输入功率。

j）电动机的堵转试验（包括堵转电流、堵转损耗和堵转特性曲线的测定）；

k）电动机最大转矩的测定；

l）电动机的耐压试验（包括绕组对机壳之间的耐电压试验和匝间绝缘耐冲击电压试验）。

6.1.3 检验的台数不少于2台。

水泵制造技术

6.2 出厂检验

6.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

6.2.2 出厂检验时每台泵均应做型式检验的 b)、d)、e)、f)、l) 项；a)、i) 项抽检，检验台数和检验规则应符合 JB/T8687—1998 的规定，抽样方案可采用一次抽样或二次抽样，一般检查水平 Ⅱ，合格质量水平 AQL 为 4.0。

6.3 最终检验

制造厂质量检验部门应按订货单和装箱单的规定检查供货范围内的完整性和正确性，包括对产品涂漆、外观质量和包装等的检验。合格后发给产品合格证，然后包装出厂。

7 保证期

在用户遵守本标准的规定，并按照产品使用说明书的要求进行安装和使用时，自安装使用之日起 12 个月内（或自发货之日起 18 个月内），因泵制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应负责免费为用户修理或更换零件（不包括易损件）或整个泵。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

8.1.1 在泵的明显部位牢固地钉上泵标牌，标牌的尺寸和技术要求应符合 GB/T13306—1991 的规定，标牌材料和标牌的打印方法应保证其字迹在整个泵的使用期内不易磨灭或锈蚀。标牌上应注明下列内容：

a) 制造厂名称；

b) 产品的名称和型号；

c) 电动机的主要技术参数：额定功率（kW）、额定频率（Hz）、额定电压（V）、额定电流（A）、额定转速（r/min）、相数、绝缘等级（或温升限值）；

d) 泵的主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）；

e) 产品质量（kg）；

f) 产品出厂编号及出厂日期。

8.1.2 应在泵的明显部位用铸出的箭头或转向牌标明旋转方向，箭头应采用红色。

8.2 包装

包装应符合 GB/T13384—1992 和 GB191—1990 的规定。

每台泵出厂时应带下列文件，并封在防水的袋内：

a) 装配图；

b) 安装图；

c) 产品使用说明书；

d) 装箱单；

e) 产品合格证。

8.3 运输

运输时应保证设备和零、部件及文件不得损坏或遗失。

8.4 贮存

石家庄科技

泵及其附件在贮存期间内，应能防止锈蚀或损坏。油封的有效期为 12 个月。

9 成套范围

用户可以根据需要，订购下列成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中标明：

a）泵；

b）控制柜；

c）端子箱；

d）附件（导轨、支架、吊链、吐出弯管、管路部件等）；

e）备件；

f）专用工具。

附 录 A
（标准的附录）
离心式潜污泵的泵效率和机组效率

A1 离心式潜污泵的泵效率

在常温清水中，泵的流量为规定值时，泵效率应不低于图 A1 中曲线的数值。其中曲线 A 为闭式叶轮，曲线 B 为半开式或开式叶轮，曲线 C 为单流道叶轮。当泵的比转数 $n_s<100$ 或 $n_s>210$ 时，泵效率按图 A2 修正。

泵带辅助机构（如泵进口切刀、搅拌轮）时，泵效率比图 A1 中曲线的数值（或修正后的数值）最多允许低 4%。

A2 离心式潜污泵的机组效率

在常温清水中，泵的流量为规定值时，机组效率应不低于按式（A1）求得的数值：

$$\eta_{gr}=\eta(\eta_{mot}-2\%) \tag{A1}$$

式中：η_{gr}——机组效率，%；

η——泵效率，按 A1 确定，%；

η_{mot}——电动机效率，按表 1 查取，%。

A3 示例

规定点流量 $Q=400m^3/h$、扬程 $H=50m$、转速 $n=1450r/min$ 的闭式叶轮离心式潜污泵，按图 A1 中曲线 A 查得的数值为 66.5%；泵的比转数 n_s 为 93，小于 100，按图 A2 查得的数值为 1%。

$$66.5\%-1\%=65.5\%$$

则该泵的泵效率 η 应不低于 65.5%。

电动机的额定功率为 110kW，按表 1 查得电动机效率 $\eta_{mot}=90.5\%$，根据式（A1）：

$$\eta_{gr}=65.5\%(90.5\%-2\%)=58.9\%$$

则该泵的机组效率应不低于 58.9%。

江水恒科技

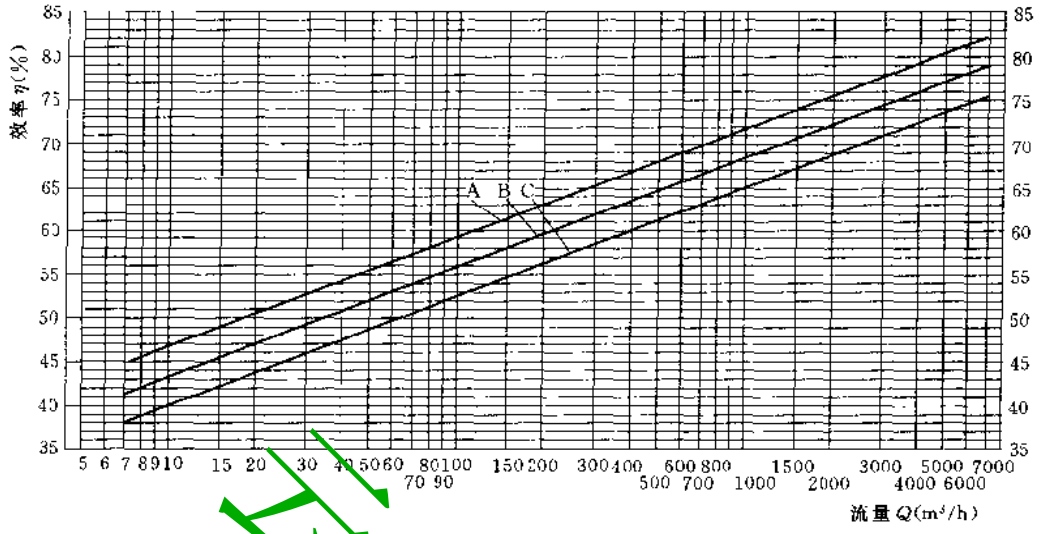


图 A1 离心式潜污泵的泵效率

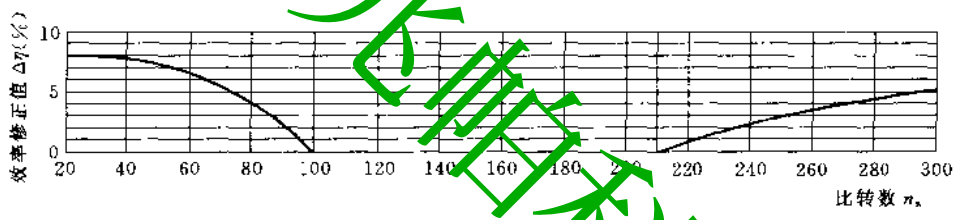


图 A2 离心式潜污泵的泵效率修正值

工业值科技

附 录 B
（标准的附录）
离心式潜污泵数据单

B1 离心式潜污泵数据单的用途：

a）供用户询价、定货或订合同；

b）供制造厂作产品报价和组织生产。

B2 离心式潜污泵数据单的格式内容见表 B1。

B3 有★标记的项由用户填写。

表 B1 离心式潜污泵数据单

1	★	泵的用途：			
2		泵制造厂：			
离心式潜污泵					
3			泵型号规格	需要台数	制造厂编号
4	★	工　作			
5	★	备　用			

续表 B1

离心式潜污泵													
6	★	用户名称		询问单号：	日期：	供货单位		投标书号：	日期：				
7	★			定货单号：	日期：			合同书号：	日期：				
工作条件													
8	★	介质类型		★	流量	规定值	m^3/h	★	扬程	规定值	m		
9	★	所含固体物种类		★		最大值	m^3/h	★		最大值	m		
10	★	固体物最大团块直径	mm	★		最小值	m^3/h	★		最小值	m		
11	★	固体物最大纤维长度	mm		电动机	额定功率	kW		额定电流		A		
12	★	固体物含量（体积比）	%			额定转速	r/min		相数				
13	★	介质密度				额定电压	V		绝缘等级				
14	★	介质 pH 值				额定频率	Hz		接法				
15	★	介质温度		★	泵安装型式								
结构特性													
16		泵的基本型式	外装式/内装式/半内装式		叶轮	型式			密封装置	机械密封			
17		泵允许潜入液下深度	m			额定直径	mm						
18		泵容许工作压力	kPa			装配直径	mm						
19		泵允许通过固体物最大粒径	mm										
20		电动机是否需外加冷却介质	是/否										
附件、备件和专用工具													
21	名称	型号	数量	名称		数量	名称		数量				
22	渗漏保护		★	备件	叶轮	★	专用工具		★				
23	湿度保护		★		密封环	★			★				
24	轴承温升保护		★			★			★				
25			★			★			★				
26	控制柜	制造厂		端子箱	制造厂			制造厂					
27		型号			型号			型号					
28	★	需要数量		★	需要数量		★	需要数量					
29													
30		制造厂			制造厂			制造厂					
31		型号			型号			型号					
32	★	需要数量		★	需要数量		★	需要数量					
33													
文件、资料													
35	泵装配图			产品使用说明书			装箱单						
35	泵外形安装尺寸图			泵生能曲线			产品合格证						
检验													
36		项目	水压试验				型式检验	出厂检验	最终检验				
37	★	目视											
38	★	标准											

江苏电力技术

B4 结构特性及附件、备件和专用工具的名称和型号由制造厂填写。

B5 空白栏根据需要填写补充内容和修改内容。

B6 数据单左端的数为序号，是为了方便使用或在通讯中指明数据单中的某项。

B7 数据单的填写方式有以下三种：

a) 直接填写具体内容；

b) 选择，把需要的留下，把不需要的划去；

c) 补充填写或修改填写。

附 录 C
（提示的附录）
离心式潜污泵基本参数

C1 表 C1 中的数值为泵输送常温清水时规定点的性能参数。

C2 表 C1 中效率是闭式叶轮且不带辅助机构时的机组效率。当泵采用其他式叶轮或带辅助机构时，机组效率应符合附录 A（标准的附录）的规定。

C3 图 C1 中的曲线为泵的工作范围。

表 C1 离心式潜污泵基本参数

序号	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	电动机额定功率 (kW)	机组效率 η_{ec} (%)
1	25	8	2900	1.1	36
2	25	12.5	2900	2.2	39
3	25	20	2900	4	40
4	50	8	1450	3	43
5	50	12.5	1450	4	44
6	50	20	2900	7.5	45
7	50	32	2900	11	45
8	100	12.5	1450	7.5	48
9	100	20	1450	15	49
10	100	32	1450	22	46
11	100	50	2900	30	51
12	200	12.5	1450	15	53
13	200	20	1450	22	54
14	200	32	1450	37	54
15	200	50	1450	55	51
16	400	12.5	960	30	57
17	400	20	1450	45	58
18	400	32	1450	75	59

水泵仪表科技

续表 C1

序号	流量 Q (m^3/h)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	电动机额定功率 (kW)	机组效率 η_{gr} (%)
19	400	50	1450	110	59
20	800	12.5	960	55	59
21	800	20	960	75	62
22	800	32	1450	110	62
23	800	50	1450	185	62
24	1600	12.5	725	90	62
25	1600	20	960	160	63
26	1600	32	960	220	66
27	1600	50	1450	355	67
28	3200	20	725	280	68
29	3200	32	960	450	69
30	5800	20	580	500	69

万水电气科技

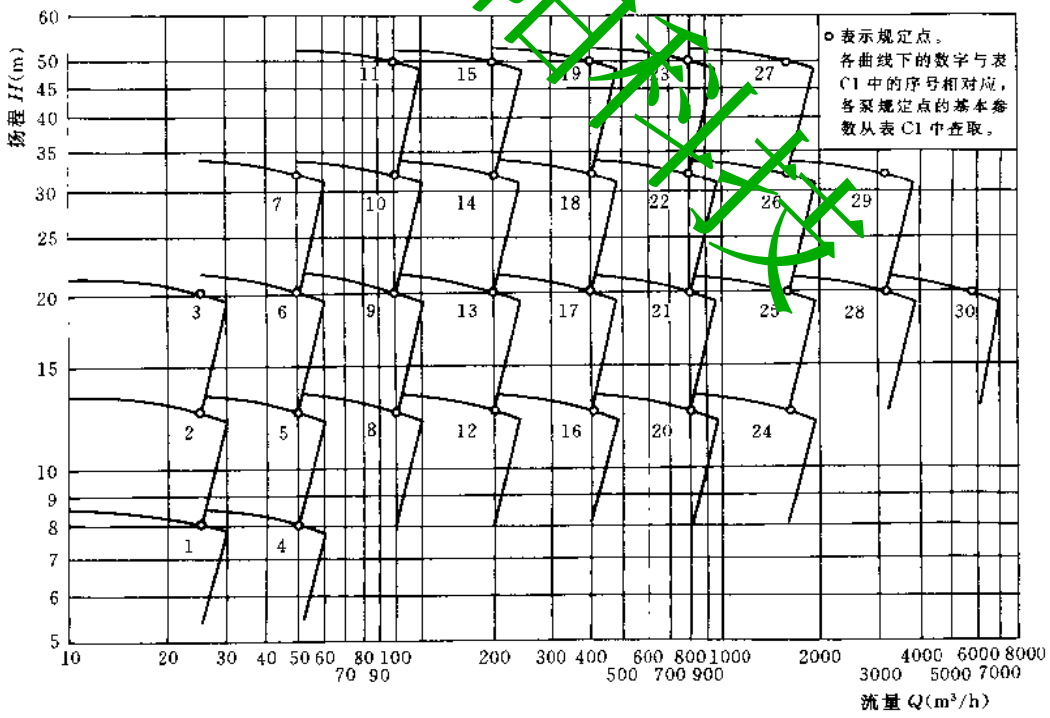


图 C1 离心式潜污泵的工作范围

中华人民共和国机械行业标准

离心式污水泵　型式与基本参数

JB/T6534—92（代替 JB2975—81）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了离心式污水泵（以下简称“泵”）的型式与基本参数。

本标准适用于输送污水、粪便或含有纤维、纸屑、果品、鱼类等固体悬浮物液体的泵。

2　引用标准

GB7021　离心泵名词术语

JB/T6535　离心式污水泵　技术条件

3　术语

3.1　本标准常用名词术语按 GB7021 的规定。

3.2　本标准专用术语按 JB/T6535 的规定。

4　型式和基本参数

4.1　结构型式

泵分为单级、卧式或立式两种型式。排出口直径小于或等于 250mm 的泵为单吸、轴向吸入；排出口直径大于 250mm 的泵一般应为双吸。

4.1.1　卧式泵应采用垂直向上排出，或按 45°、90°改变排出方向。

4.1.2　排出口直径小于或等于 150mm 的卧式泵，应具有普通型和耐腐蚀型两种。

4.2　基本参数

4.2.1　泵的基本参数按表的规定。

表中数值为常温清水时规定点的性能值。

表中的效率值为普通闭式叶轮的效率。当叶轮为开式时，其效率百分数可按表中规定值降低 5；当叶轮为单流道时，其效率百分数可按表中规定值降低 10。

4.2.2　泵的工作范围见图。

叶轮允许参照图中范围进行切割。

污水泵科技

表

泵型号	流量 Q (m³·h)	流量 Q (L·s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	必需汽蚀余量 (NPSH)r (m)	过流断面最小尺寸 h (mm)	泵排出口直径/泵吸入口直径 (mm)
25 WG 25 WGF 25 WGL	7	1.94	30.0	2860	37	4.0	20	25/32
50 WG 50 WGF 50 WGL	27	7.50	45.0	2940	45	5.3	40	50/65
50 WD 50 WDF 50 WDL	27	7.50	18.0	1470	45	4.0	40	50/65
80 WG 80 WGF 80 WGL	85	23.60	44.0	2940	63	5.5	50	80/100
80 WD 80 WDF 80 WDL			18.0	1470	64	4.0		
100 WG 100 WGF 100 WGL	170	47.22	28.0		66		70	100/150
100 WD 100 WDF 100 WDL	140	38.89	14.5	970		2.5		
150 WG 150 WGF 150 WGL	340	94.44	27.0	1470	68	6.0	90	150/200
150 WD 150 WDF 150 WDL	300	83.33	14.0	970		4.4	95	
200 WG 200 WGL	560	155.60	22.0		71	5.6	120	200/250
200 WD 200 WDL	480	138.89	13.0			4.5		
250 WG 250 WGL	1000	277.80	22.0	730	74	6.0	140	250/300
250 WD 250 WDL	950	250.00	13.0		73		100	
350 WG 350 WGL	1650	458.33	27.0	970	76	6.5	125	350/400
350 WD 350 WDL	1450	405.00	15.0		75	6.2		

江水泵科技

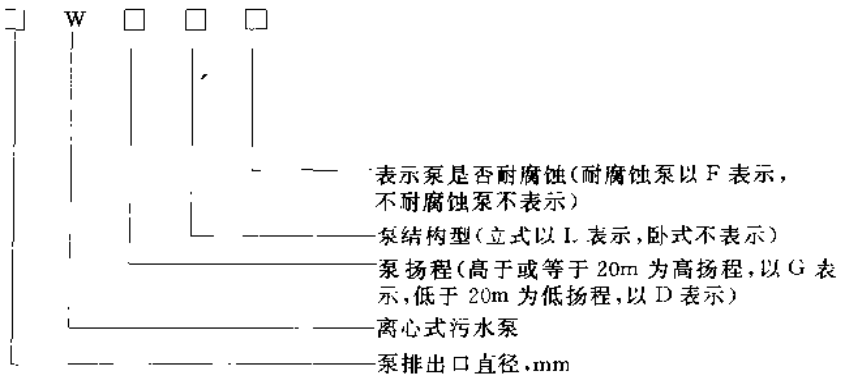
续表

泵型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	过流断面最小尺寸 h	泵排出口直径/泵吸入口直径
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	(mm)	(mm)
300 WG 300 WGL	2700	750.00	20.0	590	77	6.0		500/600
300 WD 300 WDL			12.0					
600 WG 600 WGL	4500	1250.00	22.0	730	78	7.9	120	600/800
600 WD 600 WDL	3900	1083.00	15.5	590		7.2		
800 WD 800 WDL	7200	2000.00	17.0		79			800/900
1000 WD 1000 WDL	10800	3000.00	15.5	490	80	9.0		1000/1200
1200 WG 1200 WGL	16500	4583.33	22.0	375			130	1200/1400

污水泵站科技

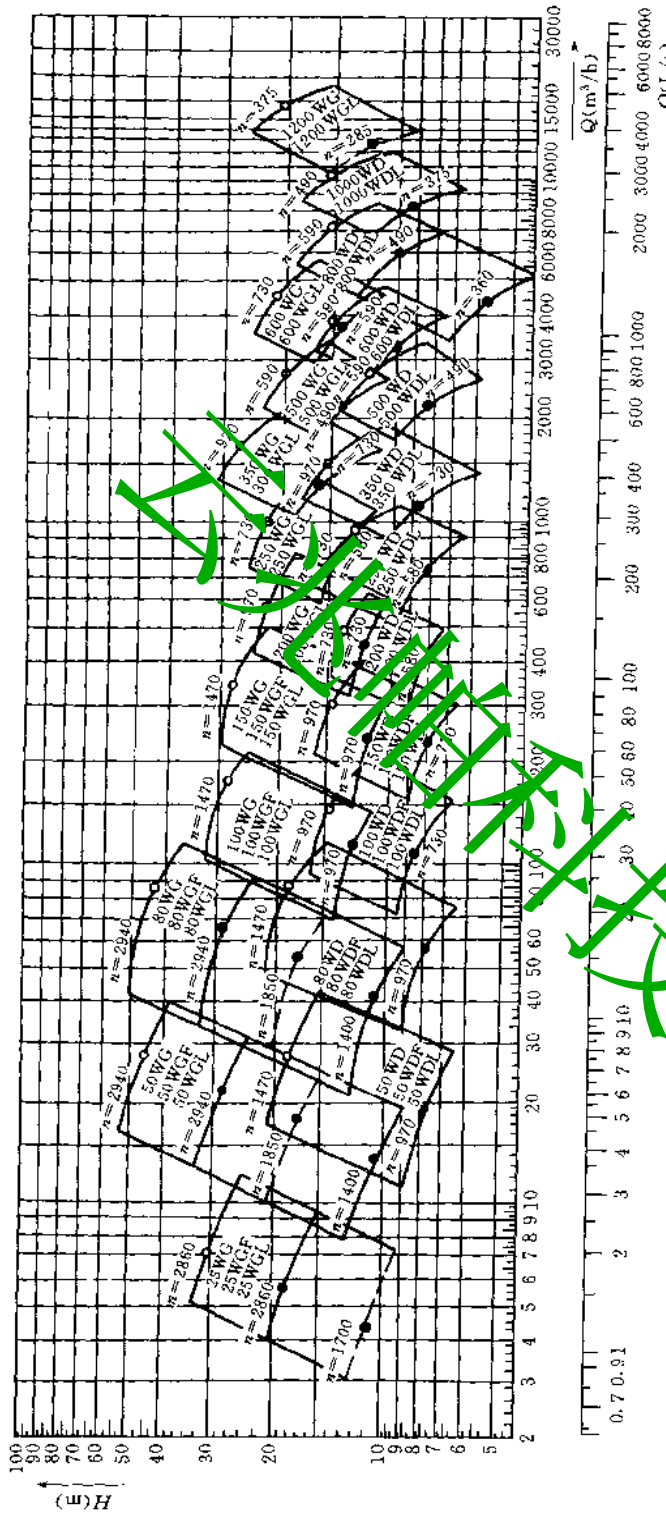
4.2.3 泵的性能检验和偏差应符合 JB/T6535 的规定。

4.3 型号表示方法



示例 1：泵排出口直径为 100mm、扬程为 28m 的立式离心式污水泵：100 WGL

示例 2：泵排出口直径为 100mm、扬程为 14m 的耐腐蚀型卧式离心式污水泵：100 WDF



○规定点改变转速或减小叶轮直径后的性能点；

——直接传动性能；----间接传动性能

注：图中各品种规格的每一流量所对应的扬程为推荐值。其精确值应根据优良水力模型的实际性能试验鉴定结果（规定点除外）。

5 旋转方向

从驱动端看，泵旋转方向应为顺时针。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由石家庄杂质泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：张亚西。

云水泊科技

中华人民共和国机械行业标准

离心式污水泵　技术条件

JB/T6535—92（代替 JB2975--81）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了离心式污水泵（以下简称“泵”）的技术要求、试验方法、检验规则等。

本标准适用于输送污水、粪便或含有纤维、纸屑、果品、鱼类等固体悬浮物液体的泵。泵所输送的液体应符合下列要求：

a. 温度不超过 80℃；

b. 所含固体悬浮物的最大团块直径不超过泵过流断面最小尺寸的 90%；

c. 密度一般不超过 1050kg/m³。

2　引用标准

GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB700	碳素结构钢
GB1176	铸造铜合金　技术条件
GB1220	不锈钢棒
GB1348	球墨铸铁件
GB1569	圆柱形轴伸
GB2100	不锈耐酸钢铸件技术条件
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB3077	合金结构钢　技术条件
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB7021	离心泵名词术语
GB9112	钢制管法兰　类型
GB9439	灰铸铁件
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装通用技术条件

江水泊科技

JB/T4297 泵产品涂装技术条件
JB/T6534 离心式污水泵 型式与基本参数

3 术语

3.1 本标准常用名词术语符合 GB7021 的规定。

3.2 本标准专用术语定义

3.2.1 易损件

由于介质的磨蚀、腐蚀而易于失效的零件，如叶轮、轴套、密封环等。

3.2.2 过流断面最小尺寸

过流零部件所构成的流道中，影响固体悬浮物通过的断面最小尺寸。

3.2.3 护板

承受液体压力和磨蚀、腐蚀的圆板状内壳零件。

3.2.4 第一临界转速

旋转零、部件的第一横向自振频率与旋转频率相一致时的泵转速。

4 技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

若用户对产品有不同于本标准的要求时，按订货单和附录 B（参考件）数据单的规定。

4.1 性能

4.1.1 泵的性能参数应符合 JB/T6534 和其他相应标准或订货单的规定。

4.1.2 泵制造厂应确定泵的允许工件范围，并绘制出性能曲线（扬程、轴功率、效率、必需汽蚀余量与流量的关系曲线）。

4.1.3 泵的振动烈度应符合 GB10889 中 C 级的规定。对于采用直流道叶轮的泵，其振动烈度应降低一个组别。

当泵的转速小于 600r/min 时，按 600r/min 考核。

4.1.4 泵的噪声应符合 GB10890 中 C 级的规定。

4.2 结构设计

4.2.1 原动机

应根据泵运行工况的最大轴功率选取原动机，当功率大于或等于 100kW 时，原动机功率至少应为最大轴功率的 1.1 倍；当功率小于 100kW 时，原动机功率至少应为最大轴功率的 1.2 倍。

4.2.2 临界转速

泵实际第一临界转速至少应高出泵使用范围内最大允许连续运行转速 10%。

4.2.3 平衡

叶轮应作平衡。其平衡精度应不低于附录 A（补充件）中的 G16 级。

4.2.4 壳体

4.2.4.1 壳体可设计成径向剖分或水平中开两种型式。壳体应能承受泵允许工作范围内的最大工作压力和水压试验压力，并能限制变形。

万水标准科技

4.2.4.2 水压试验压力应为泵最大工作压力的1.5倍，在保压时间内不得有渗漏。

4.2.4.3 吸入口、排出口法兰应能承受允许的最大工作压力。法兰尺寸应符合GB9112的规定，否则应配置短管。

4.2.5 叶轮

4.2.5.1 叶轮应设计成闭式、开式或螺旋式等型式。

4.2.5.2 叶轮应可靠地固定在轴上，防止旋转时产生周向或轴向移动。

4.2.5.3 当需调整叶轮轴向间隙时，应设置外部调整机构。

4.2.6 轴和轴套

4.2.6.1 轴应有足够的强度和刚度。

4.2.6.2 轴上的螺纹旋向，在轴旋转时应使其连接件处于拧紧状态。

4.2.6.3 轴伸尺寸应符合GB1569的规定。

4.2.6.4 轴应保留两端中心孔。

4.2.6.5 轴和轴封件之间可设置轴套，轴套应耐磨。

4.2.6.6 轴套应可靠地固定在轴上，并应防止轴和轴套间液体的泄漏。

4.2.6.7 采用填料密封和机械密封的泵，轴套应延伸至压盖端面之外。

4.2.7 轴承

一般应选用滚动轴承，并采用稀油或脂润滑。其工作温度不应超过75℃。

4.2.8 轴承体

4.2.8.1 轴承体上与外界相通的缝隙应能防止污物侵入和正常工作条件下润滑油（脂）的漏失。

4.2.8.2 轴承采用稀油润滑时，轴承体应开设放油孔和设置油位器。

4.2.9 密封间隙

泵体或护板与叶轮之间的密封间隙，应符合下列规定：

a. 当采用径向密封型式时，其直径方向的间隙值应符合表1的规定。

表1 （mm）

直径基本尺寸	≤90	>90～120	>120～180	>180～250	>250～500	>500
间　隙	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20

b. 当采用轴向密封型式时，其间隙值应为0.25～0.5mm。

4.2.10 轴封

轴封可采用填料密封或机械密封。轴封体应设置加注轴封水的孔。

4.2.11 手孔

排出口直径大于150mm的泵，应在适当的位置设置清除堵塞物的手孔。

4.2.12 底座

排出口直径小于或等于200mm的泵，与电动机应配置共同底座；排出口直径大于200mm的泵，一般配置单独底座。

底座应能承受由管路传来的力和力矩，且不致使泵和原动机的联轴器同轴度超过规定值。底座上应设置足够数量的、直径不小于100mm或面积相当的灌浆孔。

农业标准科技

4.2.13 传动装置

泵的传动应采用弹性联轴器或槽轮等，并应配置防护罩。联轴器或槽轮应能传递原动机的最大扭矩。

4.2.14 起吊

对于整台泵或较重的零、部件，应设置起吊装置。

4.3 主要零件材料

4.3.1 泵主要零件所选用的材料性能应不低于表2的规定。

4.3.2 当选用非金属材料时，所选用的材料应符合有关标准的规定。

表2

零件名称	材料名称或牌号	材料标准
泵体、泵盖、护板、短管或弯管	HT200、QT400—15 不锈耐酸钢	GB9439、GB1348 GB2100
密封环、轴套	HT200 不锈耐酸钢	GB9439、GB1220 GB2100
叶轮	HT200、青钢 不锈耐酸钢	GB9439、GB1176 GB2100
轴承体、托架体	HT200、QT400—15	GB9439、GB1348
轴	45、40Cr 不锈耐酸钢	GB699、GB3077 GB1220

4.4 制造

4.4.1 铸件

4.4.1.1 铸件应进行清理，去掉浇、冒口和粘砂等，流道表面应平整光洁。

4.4.1.2 铸件不允许有降低其强度的疏松、气孔等缺陷。

4.4.1.3 在不影响使用性能的条件下，铸件允许焊补。

4.4.1.4 铸件主要过流部位的尺寸偏差按表3～表5中A级的规定。当有更高要求时，采用表中B级精度。

表3 (mm)

叶轮出口宽度		≤25	>25～30	>30～50	>50
尺寸偏差	A级	+0.7 −0.2	+1.0 −0.2	+1.5 −0.2	+3% −0.5%
	B级	+0.7 0	+1.0 0	+1.5 0	+3% 0

表4

叶片间距 (mm)		全部尺寸
尺寸偏差 (%)	A级	±2
	B级	±1.5

标准图书馆

表 5 (mm)

泵体内腔宽度	≤15	>15～30	>30～60	>60～100	>100～140	>140
尺寸偏差	+1.5 0	+2.0 0	+2.5 0	+3.0 0	+4.0 0	+3% 0

4.4.1.5 铸件表面粗糙度应不低于表 6 的规定。

表 6

部位及尺寸范围 (mm)		叶轮过流部位 外径			壳体过流部位 吸入口直径		影响外观的非过流部位
		≤400	>400～1000	>1000	≤350	>350～600	
粗糙度参数 R_a (μm)	铸铁件	12.5	25	50	25	50	50
	铸钢件	25	50	100	50	100	100

4.4.2 装配

4.4.2.1 所有零、部件均应检验合格方可进行装配。

4.4.2.2 装配好的转子部件的圆跳动应符合下列规定：

a. 与轴封件配合的轴颈或轴套外圆表面的圆跳动应不大于表 7 的规定；

表 7 (mm)

轴颈或轴套基本尺寸	≤50	>50～120	>120～260	>260～500
圆 跳 动	0.09	0.12	0.14	0.16

b. 叶轮密封环处外圆表面的圆跳动应不大于表 8 的规定。

表 8 (mm)

叶轮密封环基本尺寸	≤90	>90～120	>120～260	>260～500	>500
圆 跳 动	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25

4.4.2.3 泵装配完成后，转动转子应匀调。装有填料的泵应在填料压紧前检查。

4.4.2.4 经防锈处理和涂漆后，泵吸入口、排出口应用盖板盖牢。

4.4.3 防锈和涂漆

4.4.3.1 对零件材料易于咬合的配合部位应涂以二硫化钼润滑剂。

4.4.3.2 对装配后外露的加工表面应涂以防锈油（油封）。

4.4.3.3 泵的涂漆应符合 JB/T4297 的规定。

4.4.3.4 试验完成后，应除净泵内积水，重新作防锈处理。

4.5 使用

4.5.1 当叶轮与轴采用螺纹连接时，任何情况下电动机不得驱动泵轴反向旋转。

4.5.2 应按泵所允许通过的固体悬浮物尺寸，在泵的吸入口前设置格栅或滤网。

标准图书

4.5.3 泵在运转中应加注轴封水，制造厂应明确规定其水压值。

5 试验方法

5.1 材料的化学成分分析方法、力学性能试验方法应符合第4.3条中有关材料标准的规定。

5.2 水压试验的介质采用常温清水，保压时间不少于10min。

5.3 泵的性能试验方法应符合GB3216的规定。

5.4 泵的振动测量方法应符合GB10889的规定。但在测量泵转速小于600r/min的振动时，所选用测量仪器（包括传感器）频率响应范围的下限应不大于2Hz。

5.5 泵的噪声测量方法应符合GB10890的规定。

6 检验规则

泵的检验分为型式检验和出厂检验。

6.1 型式检验

6.1.1 符合下列情况之一时应作型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产试制定型鉴定时；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时；

c. 正式生产的产品周期性检验时；

d. 产品长期停产再次恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

6.1.2 试验项目应按GB3216的规定。

6.1.3 检验台数不少于2台。

6.2 出厂检验

6.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

6.2.2 试验项目应按GB3216的规定。

6.2.3 检验台数和检验规则应按GB2828的规定。抽样方案可采用一次或二次抽样，采用检查水平Ⅰ，合格质量水平AQL为4。

6.3 最终检验

制造厂质量检验部门应按订货单和装箱单检查供货范围的正确性、完整性，包括产品涂漆、包装的质量及技术文件的完整性。

7 保证期

在用户遵守本标准规定并按产品说明书进行安装使用时，从发货之日起，泵在18个月内（油封期不超过12个月），因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作，制造厂应负责免费为用户更换零件或修理（不包括易损件）。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 应在泵适当的明显部位钉上铭牌。铭牌的型式、尺寸和技术要求应符合GB/T13306

江苏恒科科技

的规定。铭牌应标明以下内容：

a. 制造厂名称。

b. 泵名称和型号。

c. 泵的参数：

流量（$m^3 \cdot h$）；

扬程（m）；

转速（r/min）；

效率（%）；

必需汽蚀余量（m）；

泵质量（kg）。

d. 泵出厂编号和出厂日期。

8.2 应在明显部位用铸出的箭头或转向牌标明泵旋转方向。箭头应采用红色。

8.3 包装应符合 GB/T13384 的规定。

每台泵出厂时应带下列文件，并封在防水的袋内：

a. 总装配图、安装图；

b. 产品说明书；

c. 装箱单；

d. 产品合格证。

8.4 运输和贮存应能防止泵的损坏、锈蚀和零件、文件散失等。油封有效期为 12 个月，过期应重新油封。

9 成套范围

用户可以根据需要，订购下列成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中标明。

a. 泵；

b. 电动机；

c. 传动装置（传动件和防护罩）；

d. 底座及地脚紧固件；

e. 必备的专用工具；

f. 易损备件。

附 录 A
允 许 偏 心 距
（补充件）

A1 按第 4.2.3 条规定的平衡精度和下列规定，由图 A1 确定许用偏心距 e：

a. 排出口直径大于 250mm 的泵，转速按 1500r/min；

b. 排出口直径小于或等于 250mm 的泵，转速按 1000r/min。

A2 最终确定的叶轮允许不平衡质量不足 10g 按 10g 计。

万水值科技

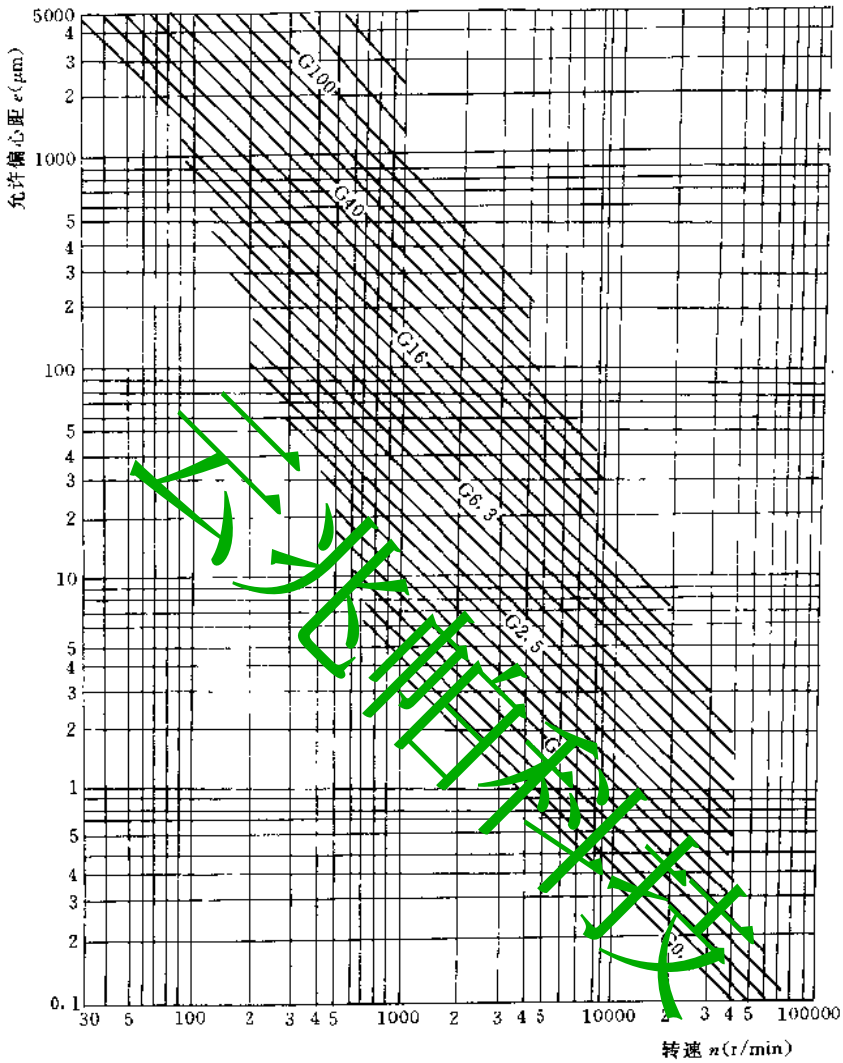


图 A1

附 录 B
数 据 单
（补充件）

B1 数据单的用途

B1.1 供用户询价、定货或订合同。

B1.2 供制造厂作产品报价和组织生产。

B2 数据单填写

B2.1 有★标记的项由用户填写；

B2.2 空白栏根据需要填写补充内容和修改内容；

B2.3 其余由制造厂填写。

B3 数据单填写方式

B3.1 直接填写具体内容。

B3.2 选择。把需要的留下，不需要的划去。

B3.3 补充填写或修改填写。

数据单的格式内容见离心式污水泵数据单（见表B1）。

表B1 离心式污水泵数据单

1	★	泵的用途：											
2		泵制造厂											
3		离心式污水泵											
4			型　号		型　式		需要台数		制造厂编号		出厂日期		
5	★	运　转			卧式/立式								
6	★	备　用			卧式/立式								
7	★	用户通讯地址		询问单号：		日期：		供货单位		建议书号：		日期：	
8				定货单号：		日期：				合同书号：		日期：	
9													
10		工作条件											
11	★	介质类型		★	流量	规定值	m^3/h	★	扬程	规定值	m		
12	★	固体种类		★		最大值	m^3/h	★		最大值	m		
13	★	介质密度		★		最小值	m^3/h	★		最小值	m		
14	★	酸碱度		★	有效汽蚀余量		规定流量/最大流量			/ m			
15	★	温度		★	必需汽蚀余量					/ m			
16	★	最大团块直径			泵转速	r/min		轴功率	kW	效率	%		
17	★	最大纤维长度		★	吸入状态			最大轴功率	kW	效率	%		
18	★	介质含油	是/否		吸上/倒灌			电动机额定功率	kW	效率	%		
19		泵允许的最大工作压力		MPa	水压检验压力			MPa					
20		结构特点											
21		叶　轮	闭式/开式/半开式/单叶片型式/										
22		轴封型式	填料密封/机械密封/			传动方式	联轴器/三角带和槽轮/						
23		吸入口法兰	公称压力	MPa		排出口法兰	公称压力	MPa					
24			公称直径	mm			公称直径	mm					

行业标准

续表 B1

25		轴承	型号和数量								
26			润滑方式	油/脂							
27		底座	单独底座/共同底座								
28											
29	材料										
30		泵体		护板		轴封体					
31		泵盖		叶轮		叶轮密封环					
32		轴承箱		轴		轴套					
33											
34	附件、备件和专用工具										
35		名称	数量	名称	数量	名称	数量	名称	数量		
36		附件	★	备件	★			专用工具	★		
37			★		★				★		
38			★		★				★		
39			★		★				★		
40		图样资料	★	装配图	要/否	★	安装使用说明书	要/否	★	装箱单	要/否
41			★	外形安装尺寸图	要/否	★	泵性能曲线	要/否	★	合格证	要/否
42											
43	检验										
44		项目	水静压	水力性能				型式检验	出厂检验	最终检验	
45	★	目测									
46	★	标准									
47	★	目测者									

标准图书馆

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由石家庄杂质泵研究所负责起草。

本标准主要起草人：张亚西。

中华人民共和国机械行业标准

离 心 式 渣 浆 泵

Centrifugal slurry pumps

JB/T8096—1998（代替 JB/T8096.1－95 JB/T5295－91）

石家庄石科技

前 言

本标准是对 JB/T8096.1—95《离心式渣浆泵 型式与基本参数》、JB/T5295—91《离心式渣浆泵技术条件》进行的修订。

本标准与 JB/T8096.1—95、JB/T5295—91 相比在主要技术内容上增加了 ZGB 高扬程系列，加大了流量范围。

本标准从生效之日起，同时代替 JB/T8096.1—95、JB/T5295—91。

本标准的附录 A 为标准的附录。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：石家庄杂质泵研究所。

本标准主要起草人：朱广奇、刘书菊、韦国群。

1 范围

本标准规定了离心式渣浆泵（以下简称泵）的型式与基本参数、技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于输送液体中含有悬浮固体颗粒（如矿石、灰渣、煤泥、泥砂和砂砾等）的泵。被输送的固液混合物的温度一般不超过 80℃（橡胶内衬的双壳泵不超过 60℃）。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB699—88 优质碳素结构钢技术条件
GB985—88 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB986—88 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
BG/T1220—92 不锈钢棒
GB1348—88 球墨铸铁件
GB/T1569—90 圆柱形轴伸
GB2100 -80 不锈耐酸钢铸件 技术条件
GB2555- 81 一般用途管法兰连接尺寸
GB2828--87 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB2829 -87 周期检查计数抽样程序及抽样表（适用于生产过程稳定性的检查）
GB3077—88 合金结构钢 技术条件
GB3216- 89 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB7021—86 离心泵 名词术语
GB8263 -87 抗磨白口铸铁 技术条件
GB9112--88 钢制管法兰 类型
GB9439 -88 灰铸铁件
GB/T11352—89 一般工程用铸造碳钢件
GB/T13306—91 标牌
GB/T13384—92 机电产品包装通用技术条件
JB/T4297—92 泵产品涂漆技术条件
JB/T8097—95 泵的振动测量与评价方法
JB/T8098—95 泵的噪声测量与评价方法

3 术语

本标准的术语除符合 GB7021 的规定外，采用下列定义。

北京信科技

3.1 高扬程泵

规定点扬程高于 50m 的泵。

3.2 低扬程泵

规定点扬程低于或等于 50m 的泵。

3.3 过流断面最小尺寸

叶轮、壳体等过流部件的流道截面的最小尺寸。

3.4 易损过流零部件

由于渣浆的磨蚀而易于失效的零部件，如叶轮、双壳泵的护套和护板、单壳泵的泵体和泵盖。

3.5 衬胶件金属骨架

置于橡胶内起支承固定橡胶作用的金属构件。

3.6 第一临界转速

泵的旋转部分的第一(最低)横向自然振动频率与旋转频率相一致时的泵转速。

4 型式与基本参数

4.1 型式

4.1.1 泵为单级、单吸、轴向吸入，按泵壳结构和泵轴方向分为以下三种结构：

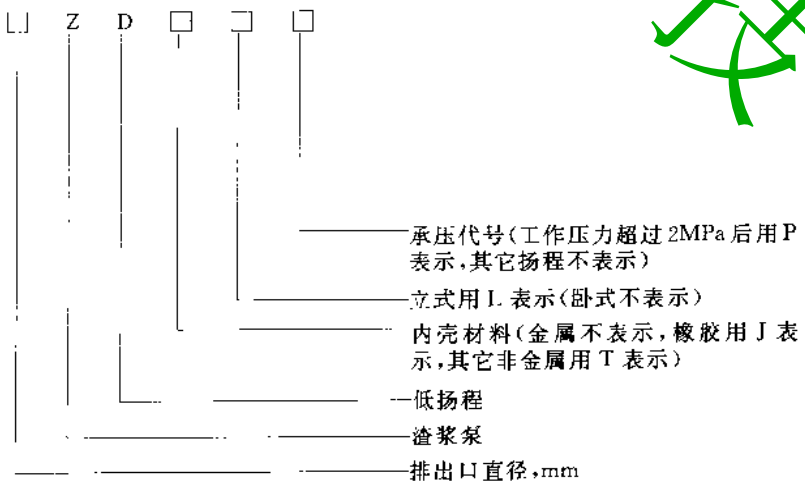
a) 卧式具有内壳和外壳的双壳泵——适用于各种排出口直径的泵，其内壳材料分为金属、橡胶和其它非金属材料三类，不同材料的内壳在相同的外壳内应能互换；

b) 立式或卧式单壳泵——适用于排出口直径小于或等于 200mm 的低扬程泵。

卧式泵排出口方向一般采用垂直向上，也可以按 45°或 90°间隔改变出口方向。

4.2 型号表示方法

4.2.1 ZD 系列渣浆泵

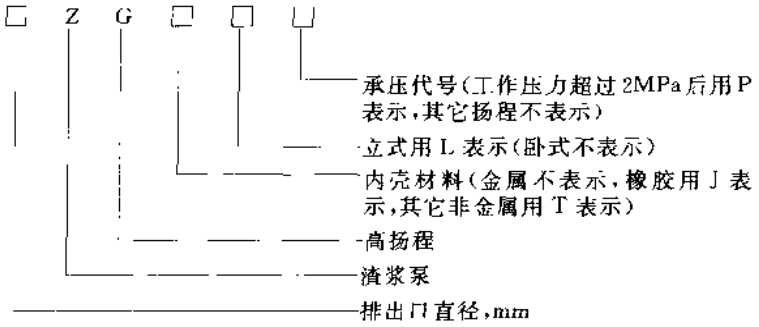


示例：

排出口直径为 80mm、低扬程、立式泵，表示为：80ZDL

4.2.2 ZG 系列渣浆泵

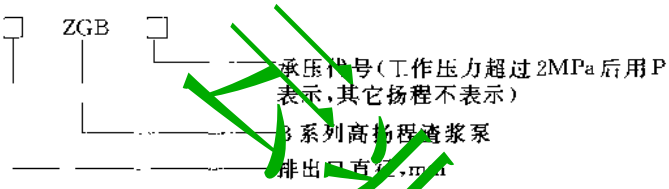
石水防科技



示例：

排出口直径为40mm、高扬程、卧式的金属内壳泵，表示为：40ZG

4.2.3 ZGB系列渣浆泵



示例：

排出口直径为200mm，扬程为90m，工作压力2.7MPa的ZGB系列高扬程渣浆泵，表示为：200ZGBP

4.3 泵轴转向规定

从泵的驱动端看为顺时针方向。

4.4 基本参数

4.4.1 泵的基本参数应按下列规定：

a）ZD、ZG系列渣浆泵基本参数应按表1的规定。

b）ZGB系列渣浆泵基本参数应按表2的规定。

表1 ZD、ZG系列渣浆泵基本参数

型号	流量 Q		扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$ (m)	过流断面最小尺寸 (mm)	排出口直径/吸入口直径 (mm/mm)
	(m^3/h)	(L/s)						
25ZD	13	3.6	15	1450	33	4	15	25/50
40ZD	30	8.3	29	1450	40	5	18	40/65
40ZG	36	10	59		38			
50ZD	45	12.5	21	1450	45		20	50/80
50ZG	54	15	60	1450	40			
80ZD	80	22.2	21	1450	52		32	80/125
80ZG	95	26.4	60	1450	46			
100ZD	170	47.2	36		60		45	100/150
100ZG	200	55.6	59		58	5.5		
150ZD	298	82.8	25.4	980	65		60	150/200
150ZG	370	102.8	63		63			

立洋信科技

续表 1

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 (NPSH)r	过流断面最小尺寸	排出口直径/吸入口直径
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	(mm)	(mm/mm)
200ZD	415	115.3	36	740	67	6	75	200/250
200ZG	650	180.6	61	980	65			
250ZD	1080	300	37	600	74		90	250/300
250ZG	1430	397.2	85	740	72	8		
300ZG	2520	700	54.4	600	75	10	105	300/350
350ZG	3528	980	54	550	78		122	350/400
400ZG	4200	1166.7	60	500			135	400/450
450ZG	4800	1333.3	55				150	450/500

表 2 ZGB 系列渣浆泵基本参数

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 (NPSH)r	过流断面最小尺寸	排出口直径/吸入口直径
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	(mm)	(mm/mm)
65ZGB	95	26.4	60	1450	53	4.5	25	65/80
80ZGB	170	47.2	90		53		30	80/125
100ZGB	350	97.2	90		70	5.0	40	100/150
150ZGB	600	166.7	90	980	70	5.5	60	150/200
200ZGB	900	250	94		77	5.0	70	200/250
250ZGB	1200	333.3	90		77	5.5	80	250/300
300ZGB	1600	444.4	90		80	6.0	90	300/350

表 1、表 2 中的基本参数为泵输送常温清水时规定点的性能参数。

4.4.2 对于采用副叶轮密封型式的泵，其效率最多允许低 5%。

4.4.3 图 1～图 3 中的曲线为渣浆泵的工作范围。

5 技术要求

泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

若用户对产品有不同于本标准的要求时，按订货单和数据单［附录 A（标准的附录）］的规定。

5.1 性能

5.1.1 泵的性能参数应符合 4.4 的规定或订货单和数据单的规定。

5.1.2 制造厂应确定泵的允许工作范围，并绘出性能曲线（扬程、轴功率、效率、必需汽蚀余量与流量的关系曲线）。

5.1.3 泵的振动烈度应符合 JB/T8097 中 C 级的规定。

当泵转速小于 600r/min 时，按 600r/min 考核。

五洲值得买

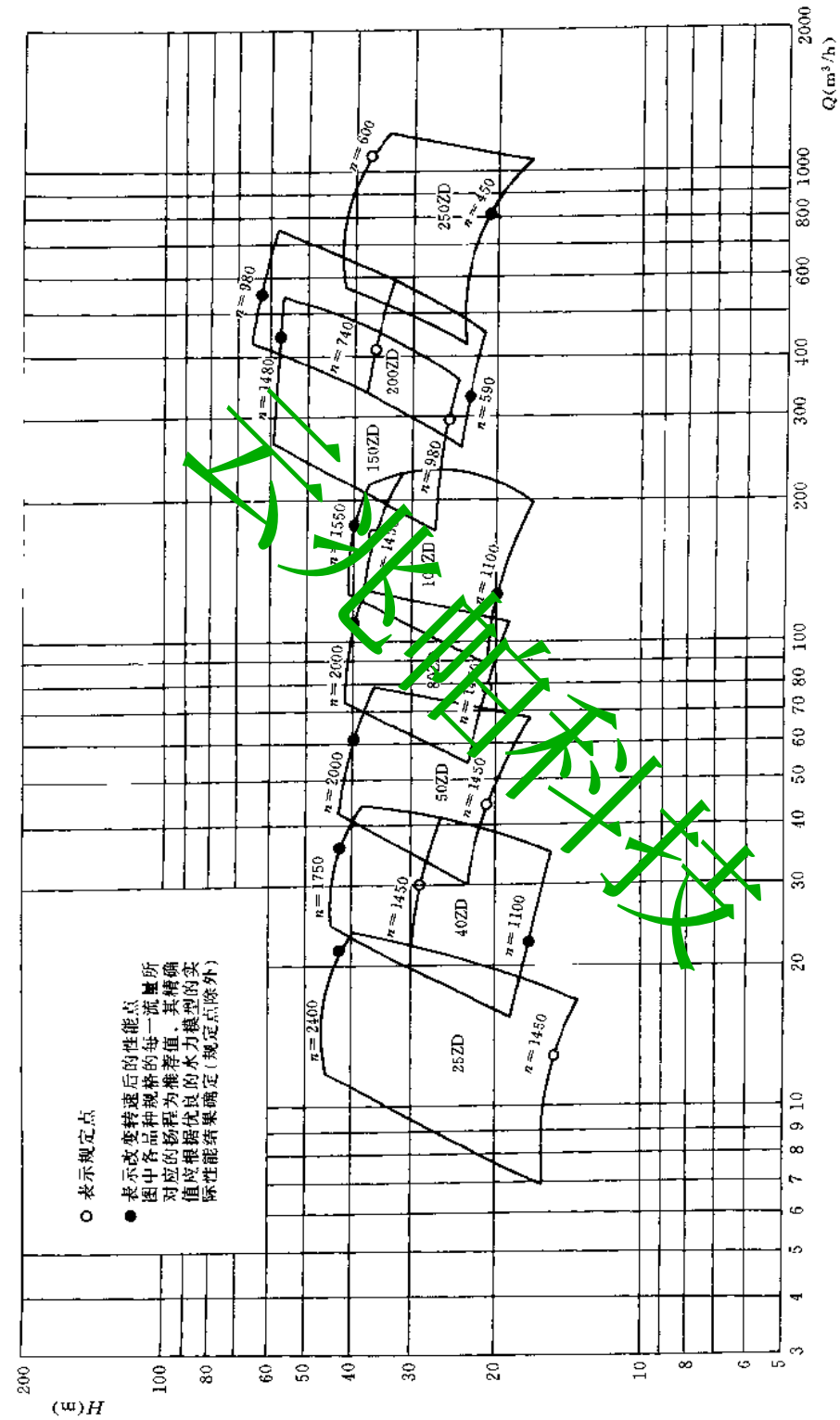


图 1 ZD 系列渣浆泵工作范围

标准资料

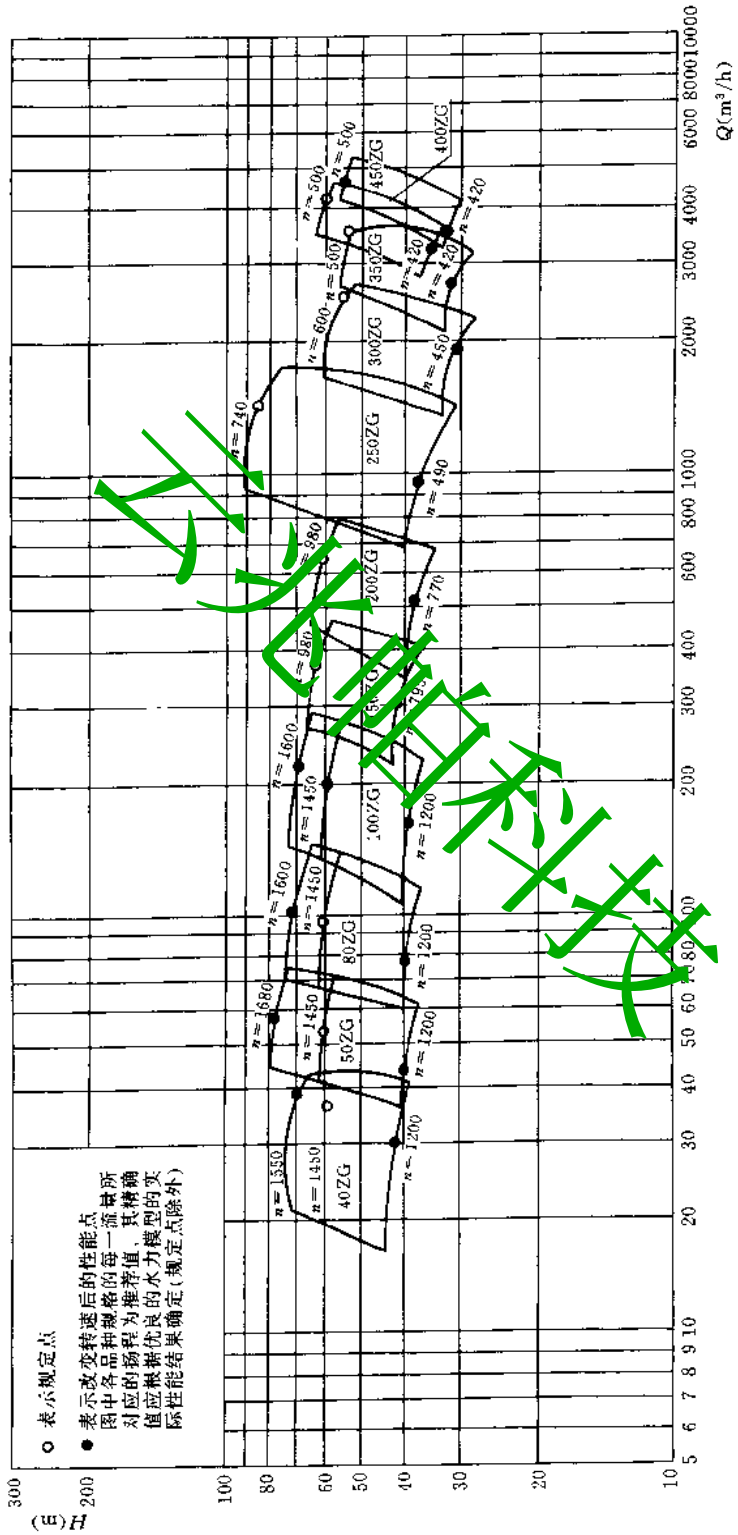


图 2 ZG 系列渣浆泵工作范围

水资源科技

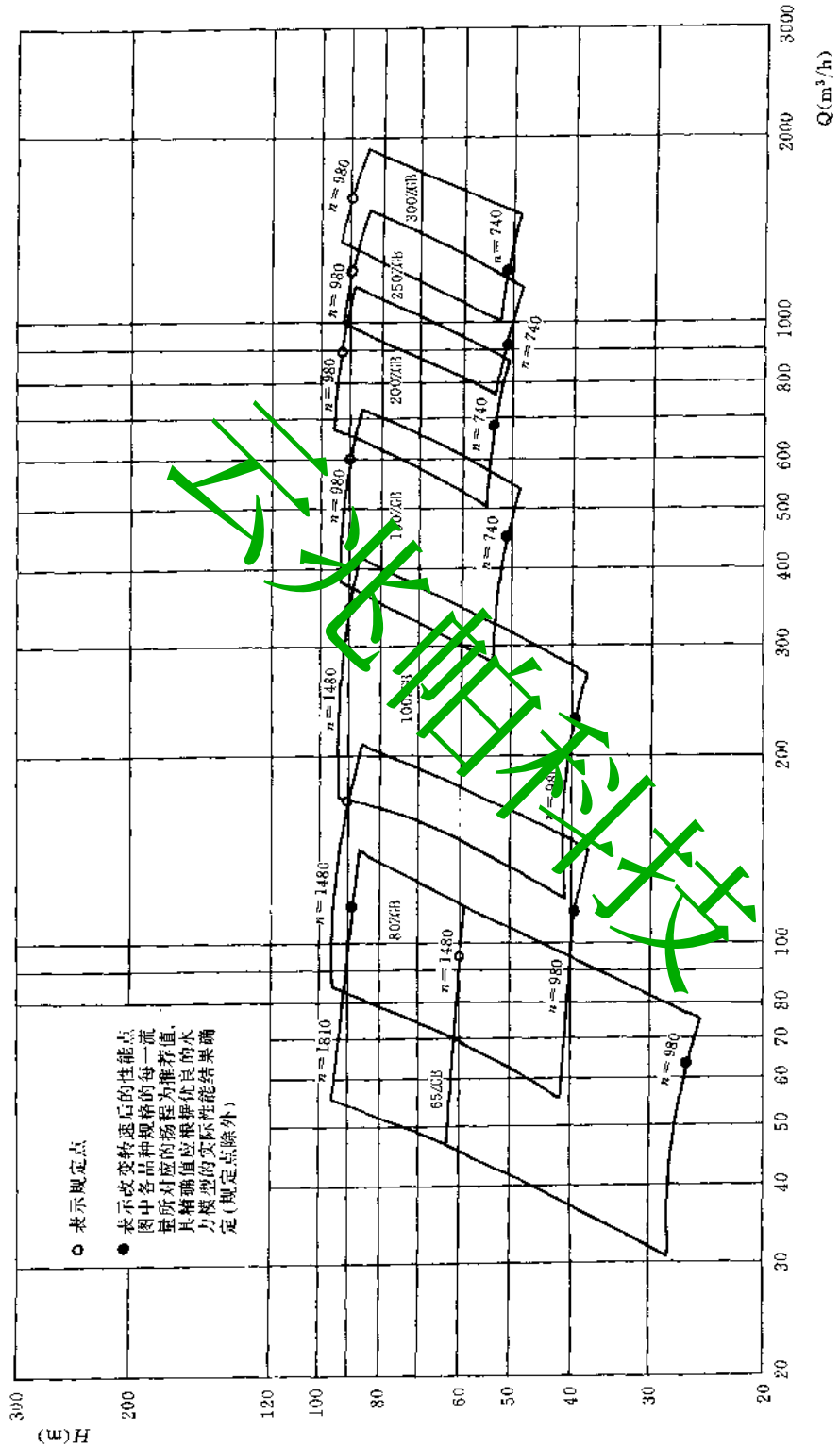


图 3 ZGB 系列渣浆泵工作范围

江苏恒科技

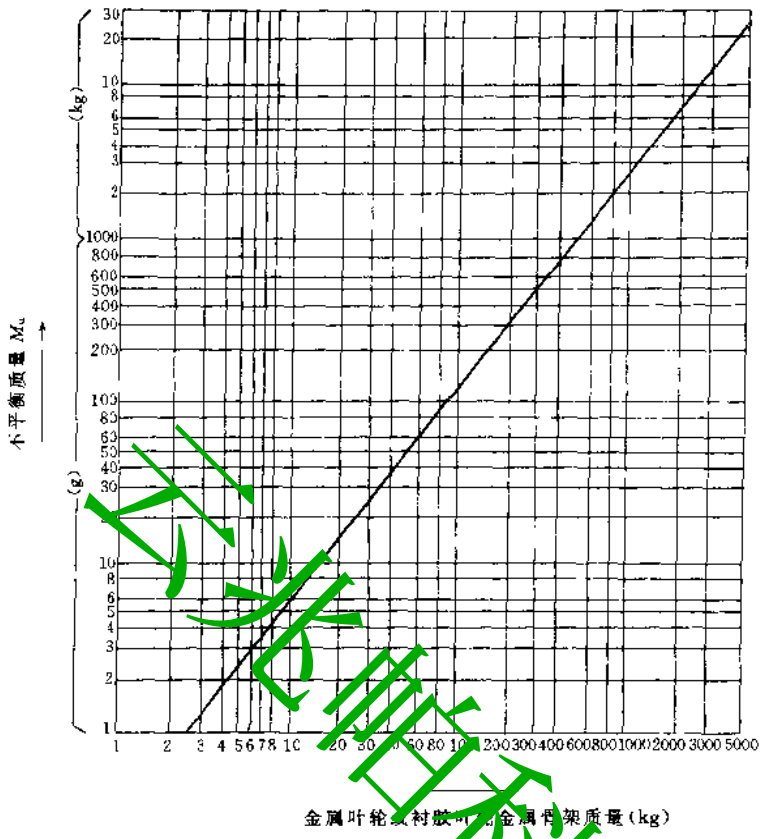


图 4 金属叶轮或衬胶叶轮金属骨架质量与不平衡质量关系曲线

5.1.4 泵的噪声级应符合 JB/T8098 中 C 级的规定。

5.2 结构设计

5.2.1 原动机

电动机应根据泵运行工况的最大轴功率选择，当功率不超过 100kW 时，电动机功率应不小于 1.2 倍的最大轴功率；当功率超过 100kW 时，电动机功率应不小于 1.1 倍的最大轴功率。

5.2.2 临界转速

泵实际第一临界转速至少应高出泵使用范围内的最大允许运行转速的 10%。

5.2.3 平衡

金属叶轮或衬胶叶轮的金属骨架应做静平衡，其允许不平衡质量应符合下列规定：

a) 叶轮最大圆周速度不大于 30m/s 时，不平衡质量应按图 4 中的直线确定；

b) 叶轮最大圆周速度大于 30m/s、小于 40m/s 时，不平衡质量应为查得值 M_u 的 56%；

c) 叶轮最大圆周速度大于或等于 40m/s、小于 50m/s 时，不平衡质量应为查得值 M_u 的 36%。

5.2.4 壳体

5.2.4.1 壳体可采用单层或双层结构，一般为径向剖分结构型式。壳体应能承受泵允许工作范围内的最大工作压力或水压试验压力，并能限制变形。

5.2.4.2 水压试验压力应为泵最大工作压力的1.5倍（对双壳泵最小不得低于1.25倍），在保压时间内不得有渗漏。

5.2.4.3 吸入口、排出口法兰应能承受泵允许的最大工作压力。法兰尺寸应符合GB2555和GB9112的规定，否则应配置短管。

5.2.5 叶轮

5.2.5.1 叶轮采用闭式、半开式或全开式结构。

5.2.5.2 叶轮应可靠地固定在轴上，防止旋转时产生周向或轴向移动。

5.2.5.3 当需调整叶轮轴向间隙时，应设置外部调整机构。

5.2.5.4 衬胶叶轮最大扬程应不超过63m。最大许用线速度应不超过30m/s。

5.2.6 轴和轴套

5.2.6.1 泵轴应有足够的强度和刚度，轴上各部位的直径应根据最大轴功率及最高扬程按第三强度理论进行强度校核，其最大合应力应不超过所用材料屈服强度极限σ_s的30%，或抗拉强度极限σ_b的18%。

5.2.6.2 轴上的螺纹旋向，在轴旋转时应使其联接件处于旋紧状态。

5.2.6.3 轴伸尺寸应符合GB/T1569的规定。

5.2.6.4 轴应保留两端中心孔。

5.2.6.5 轴与填料之间应设置轴套，轴套外圆表面的硬度应不低于50HRC。

5.2.6.6 轴套应可靠地固定在轴上，并能防止轴和轴套间液体的泄漏。

5.2.6.7 采用填料密封的泵，轴套应延伸至压盖端面之外。

5.2.7 轴承

一般应选用滚动轴承，并采用稀油或脂润滑，其工作温度应不超过75℃。

5.2.8 轴承体

5.2.8.1 轴承体上与外界相通的缝隙应能防止污物侵入和正常工作条件下润滑油（脂）的漏失。

5.2.8.2 轴承采用稀油润滑时，轴承体应开设放油孔和设置油位指示器。

5.2.9 轴封

可选用填料密封、副叶轮加填料密封和机械密封。

5.2.10 托架和支架

托架和支架应有足够的强度和刚度，托架的安装底面应为平面。

5.2.11 底座和电动机滑轨

当泵与电动机采用联轴器或带传动时，双排出口直径小于或等于150mm的泵，应配置与电动机合装的共同底座；对排出口直径大于150mm的泵，一般配置可调节泵与电动机之间距离的电动机滑轨。

底座和电动机滑轨应有足够的强度。

底座应能承受管路传来的力和力矩，且不使泵原动机的联轴器同轴度超过规定值。底

石油机械技术

座上应设置足够数量的直径不小于 100mm 或面积相当的灌浆孔。

5.2.12 传动装置

5.2.12.1 泵的传动装置可选用弹性联轴器、传动带或液力偶合器等。联轴器、V 带与带轮应有安全防护罩。

5.2.12.2 传动装置应能传递电动机的最大扭矩。

5.2.13 起吊

泵及其较重的零部件应设置起吊装置。

5.3 主要零件材料

5.3.1 泵主要零部件的材料性能推荐不低于表 3 的规定。

表 3 泵的主要零部件材料

零部件名称	材料名称或牌号	标准代号
轴承体	HT200	GB9439-88
托架	QT450—10、QT500—7	GB1348—88
双壳泵的泵体、泵盖	ZG230—450、ZG270—500	GB/T11352—89
叶轮 护套、护板 单壳泵的泵体、泵盖	抗磨白口铸铁	GB8263—87
副叶轮、减压盖	HT200	GB9439—88
	QT450—10、QT500—7	GB1348—88
	不锈耐酸钢	GB2100—80
	抗磨白口铸铁	GB8263—87
轴	45	GB699—88
	40Cr	GB3077-88
轴套	45（表面镀铬）	GB699-88
	3Cr13	GB/T1220—92

5.3.2 经供需双方同意，过流零部件等也可选用非金属材料，并应符合其材料标准的规定。

5.4 制造

5.4.1 铸件

5.4.1.1 铸件应去除浇冒口、毛刺、氧化皮、粘砂和铸造瘤等。不应有降低强度的气孔、疏松、裂纹等缺陷。

5.4.1.2 在不影响使用的条件下，铸件允许焊补。

5.4.2 焊接

碳钢和低合金钢零部件焊缝坡口的型式与尺寸应符合 GB985 和 GB986 的规定，焊缝不应有未焊透、气孔、裂缝、烧穿和夹渣等降低使用性能的缺陷。

5.4.3 装配

5.4.3.1 所有零部件均应经检验合格方可进行装配。

5.4.3.2 装配好的转子部件、轴套外圆表面的圆跳动应不大于表 4 的规定。

表 4 轴套外圆直径与圆跳动的对应关系

轴套外圆直径 (mm)	≤50	>50～120	>120～250	>250～500
圆跳动 (mm)	0.09	0.12	0.14	0.16

5.4.3.3 泵装配完成后，转动转子应匀调，无紧涩现象。装有填料的泵，应在填料未压紧前检查。

5.4.3.4 经防锈处理和涂漆后，泵吸入口、排出口应用盖板盖牢。

5.4.4 防锈和涂漆

5.4.4.1 对零件材料易于咬合的配合部位应涂以二硫化钼润滑剂。

5.4.4.2 对装配后的外露加工表面应涂以防锈油。

5.4.4.3 泵的涂漆应符合 JB/T4297 的规定。

5.4.4.4 试验完成后，应除净泵内积水，重新作防锈处理。

5.5 使用

5.5.1 对于橡胶内壳的双壳泵，渣浆中固体颗粒的最大尺寸应不超过 3mm，并无尖锐棱角；对于单壳泵、金属内壳的双壳泵，渣浆中固体颗粒的最大尺寸应不超过泵过流断面最小尺寸的 80%。

5.5.2 当叶轮与轴采用螺纹连接时，任何情况下电动机不应驱动泵轴反向旋转。

5.5.3 泵允许串联使用，其总压力不应超过泵的最大允许工作压力。

5.5.4 填料密封水压力应高出泵排出口压力 75kPa。

6 试验方法

6.1 材料的化学成分分析方法、力学性能试验方法应符合表 3 和 5.3.2 规定的有关标准的要求。

6.2 水压试验采用常温清水，保压时间不少于 10min。

6.3 泵的性能试验方法应符合 GB3216 的规定。

6.4 泵的振动测量方法应符合 JB/T8097 的规定。但在测量泵转速小于 600r/min 的振动时，所选用的仪器（包括传感器）频率响应范围的下限应不大于 2Hz。

6.5 泵的噪声测量方法应符合 JB/T8098 的规定。

7 检验规则

泵应做型式检验或出厂检验。

7.1 型式检验

7.1.1 有下列情况之一者做型式检验：

a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c) 批量生产的产品周期性检验时；

d) 产品长期停产再次恢复生产时；

e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

江苏恒科技

7.1.2 试验的项目应符合 GB3216 的规定。

7.1.3 检验的台数不应少于两台。

7.2 出厂检验

7.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

7.2.2 试验的项目应符合 GB3216 的规定。

7.2.3 检验台数和检验规则一般应符合 GB2828 的规定。抽样方案可采用一次抽样或二次抽样，一般检查水平Ⅱ，合格质量水平 AQL 为 4.0。对于生产过程稳定的周期性产品，检验台数和检验规则也可采用 GB2829 的规定。抽样方案可采用一次抽样或二次抽样，采用判别水平Ⅱ，不合格质量水平 RQL 为 20。

7.3 最终检验

制造厂质量检验部门应按订货单和装箱单的规定检查产品供货范围内的完整性和正确性，包括对产品涂漆、外观质量和包装等的检验。合格后发给产品合格证，然后包装出厂。

8 保证期

在用户遵守本标准的规定，并按照产品说明书的要求进行安装和使用时，从发货之日起，橡胶内壳的双壳泵在 12 个月内，其它泵在 18 个月内，因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应负责免费为用户更换零件或修理（不包括易损件）。

9 标志、包装、运输及贮存

9.1 标志

9.1.1 在泵的明显部位牢固地钉上泵标牌。标牌的尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定。

标牌上应注明下列内容：

a）制造厂名称；

b）产品名称和型号；

c）产品主要参数：流量（m^3/h）、扬程（m）、转速（r/min）、轴功率（kW）、效率（%）、必需汽蚀余量（m）、泵质量（kg）；

d）产品出厂编号及出厂日期。

9.1.2 应在泵的明显部位用铸出的箭头或转向牌标明泵轴转向，箭头应采用红色。

9.1.3 泵体、泵盖采用非灰铸铁材料时，应在其外露表面易见处铸出相应的材料牌号或代号。

9.2 包装

包装应符合 GB/T13384 的规定。

每台泵出厂时应带下列文件，并封在防水的袋内：

a）装配图；

b）安装图；

c）产品说明书；

d）装箱单；

万方数据科技

e）产品合格证。

9.3 运输

运输时应保证设备和零部件及文件不得损坏或遗失。

9.4 贮存

泵及其机组、附件在贮存期间内，应能防止锈蚀和损坏。油封的有效期为12个月，过期应予更换。

10 成套范围

用户可以根据需要，订购下列成套供应范围的全部或一部分，并在订货单中标明：

a）泵；

b）电动机；

c）传动装置及防护罩；

d）附件（底座、电动机滑轨、排出口和吸入口连接管、地脚紧固件等）；

e）备件；

f）专用工具。

石化科技

附 录 A
（标准的附录）
离心式渣浆泵数据单

A1 离心式渣浆泵数据单的用途：

a）供用户询价、定货或订合同；

b）供制造厂作产品报价和组织生产。

A2 离心式渣浆泵数据单的格式内容见表A1。

表A1 离心式渣浆泵数据单

1	★	泵的用途										
2		泵制造厂										
3		离心式渣浆泵										
4			泵名称		型式		型号		需要台数		制造厂编号	
5	★	运转										
6	★	备用										
7	★	用户名称		询问代号：	日期：	供货单位			建议书号	日期：		
8	★			定货单号：	日期：				合同书号	日期：		
9		工作条件										
10	★	固体类型		★	流量	规定值	m^3/h	★	扬程	规定值	m	
11	★	固体体积含量	%	★		最大值	m^3/h	★		最大值	m	
12	★	固体密度		★		最小值	m^3/h	★		最小值	m	
13	★	液体密度		★	正常流量时的汽蚀余量/			有效值		/	m	
14	★	中径粒径d50值			最大流量时的汽蚀余量			必需值		/	m	

续表 A1

15	★	最大粒径			泵转速	r/min	★	串联		是/否		
16	★	液体酸碱度			泵轴功率	kW	★			级数		
17	★	流体含油	是/否		泵轴最大功率	kW	★	流体入泵状态		吸上/倒灌		
18					电动机额定功率	kW						
19		结构特点										
20		泵允许的最大工作压力	MPa		水压检验压力	MPa		轴封型式		填料密封		
21		泵额定工作压力	MPa		叶轮	型式				副叶轮和填料密封		
22		叶轮轴向调整量	mm			额定直径	mm			机械密封		
23		泵的基本型式	卧式/立式			装配直径	mm					
24		轴承	型号：	数量：		传动方式	V带和带轮			泵与电动机的相互位置		
25			型号：	数量：			联轴器					
26			型号：	数量：			液力偶合器					
27			润滑方式	油/脂								
28		吸入口法兰	孔径/联接直径	mm		吐出口法兰	孔径/联接直径		mm			
29			联接孔数				联接孔数					
30			公称压力	MPa			公称压力		MPa			
31		附件、备件和专用工具										
32		名称	型号		数量	专用工具	名称	数量	备件名称	型号		数量
33		V型		★				★	叶轮		★	
34		泵槽轮		★				★	护套		★	
35		电动机槽轮		★				★	前护板		★	
36		泵联轴器		★				★	后护板		★	
37		电动机联轴器		★				★			★	
38		电动机	制造厂			额定转速	r/min		运行电流			
39			型号			额定功率			相数			
40	★		需要台数			额定电压			周波			
41						额定电流						
42		液力偶合器	制造厂			转速范围	r/min					
43			型号			功率范围	kW					
44	★		需要台数									
45		图样资料	泵装配图			安装使用说明书			装箱单			
			泵外形安装尺寸图			泵性能曲线			合格证			
46		检验										
47		项目	水静压	水力性能	汽蚀余量			型式检验	出厂检验	最终检验		
48	★	目睹										
49	★	标准										

灌溉排水技术

A3 有★标记的项由用户填写。

A4 结构特点及附件、备件、专用工具的名称和型号由制造厂填写。

A5 空白栏根据需要填写补充内容和修改内容。

A6 数据单左端的数为序号，是为了方便使用或在通讯中指明数据单中的某项。

A7 数据单填写方式有以下三种：

a) 直接填写具体内容；

b) 选择，把需要的留下，不需要的划去；

c) 补充填写或修改填写。

A8 数据单部分项目说明：

泵的用途，可填写黑色金属尾矿输送、磁铁粉重介选煤、电厂除灰等。

固体类型，可填写流体中固体颗粒的名称。如灰渣、煤炭、泥土、砂和黑色金属尾矿石等。

吸入口法兰和排出口法兰，孔径是指法兰的内径；连接直径是指连接孔的圆心形成的圆的直径。

云光伯科技

中华人民共和国国家标准

水轮泵　名词术语及定义

Terms and definitions of water turbine pumps

GB6490.1　86

本标准包括水轮泵设计、生产、试验和使用中常用的名词术语及定义。

万方数据科技

1　一般名词

1.1　水轮泵

water-turbine pump

由水轮机和水泵按一定方式组成的提水机器。

1.2　立轴、卧轴、斜轴

vertical shaft，horizontal shaft，inclined shaft

指水轮泵主轴的布置方位。

1.3　增速装置

speeder

增加转速的装置。

1.3.1　齿轮增速器

speed-increasing gear（gear speeder，gearing-up）

通过齿轮传动来增加转速的机构。

1.3.2　皮带增速装置

belt speed-increasing device（belt speeder）

通过皮带传动来增加转速的机构。

1.3.3　增速比

speed up ratio

水泵的转速 n_p 与水轮机的转速 n_t 之比值。以 i_n 表示。

$$i_n = \frac{n_p}{n_t} \tag{1}$$

1.4　手动调速器

hand governor（manual governor）

由人工操作来改变导叶开度或转轮叶片角度的机构。

1.5　阀

valve

控制管道中水流的装置。

1.5.1 蝴蝶阀

but terfly valve

活门呈凸透镜形，以垂直于水流方向的中心轴为转轴转动活门来控制水流的进水阀。

1.5.2 平板闸阀

plate valve

活门呈平板形，通过活门的升降来控制水流的阀。

1.5.3 逆止阀

non-return valve (check valve)

防止水倒流的单向阀。

1.6 伸缩节

expansion joint

装于压力管道上的补偿节，用以补偿管道的变形和便于阀的装拆。

2 水轮泵型式

2.1 同轴水轮泵

coaxial water-turbine pump

转轮和叶轮同装在一根主轴上（包括转轴和泵轴之间仅设联轴器）的水轮泵。

2.1.1 单级同轴水轮泵

single-stage coaxial water-turbine pump

只有一个叶轮的同轴水轮泵。

2.1.2 多级同轴水轮泵

multi-stage coaxial water-turbine pump

有两个或两个以上叶轮的同轴水轮泵。

2.2 非同轴水轮泵

non-coaxial water-turbine pump

转轮轴（转轴）与泵轴之间设有增速装置的水轮泵。

2.3 轴流式水轮泵

axial flow water-turbine pump

转轮为轴流式的水轮泵。

2.3.1 低水头轴流式水轮泵

low-head axial flow water-turbine pump

适用水头为1～6m的轴流式水轮泵。

2.3.2 中水头轴流式水轮泵

mid-head axial flow water-turbine pump

适用水头为5～14m的轴流式水轮泵。

2.3.3 高水头轴流式水轮泵

万水信科技

high-head axial flow water-turbine pump

适用水头为 10～20m 的轴流式水轮泵。

2.4 混流式水轮泵

mixed flow water-turbine pump

转轮为混流式的水轮泵。

2.4.1 低水头混流式水轮泵

low-head mixed flow water-turbine pump

适用水头为 10～20m 的混流式水轮泵。

2.4.2 中水头混流式水轮泵

mid-head mixed flow water-turbine pump

适用水头为 15～25m 的混流式水轮泵。

2.4.3 高水头混流式水轮泵

high-head mixed flow water-turbine pump

适用水头为 20～35m 的混流式水轮泵。

2.5 动力输出式水轮泵

pto type water-turbine pump

既可用于提水又可为其他设备提供动力的水轮泵。

3 结构和零部件

3.1 静止部分

stationary part

水轮泵运转时不随主轴（或转轴、泵轴）转动的零（部）件。

3.1.1 导水机构

water distributor

引导和控制进入转轮的水流的机构。

3.1.2 导水座

water guide stand

将水流引向转轮的零件，由顶环、固定导叶、底环（或转轮室）构成。

3.1.3 固定导叶

stationary guide vane

引导水流以固定方向进入转轮（或活动导叶）的翼状部分。

3.1.4 活动导叶

movable guide vane

用以调节水轮机流量的可动翼状零件。

3.1.5 导水盖

water guide cover

与导水座一起形成流道的轴对称零件，使水流从径向转为轴向。

3.1.6 泵体（泵壳）

农水宝科技

pump body (pump housing)

汇集从叶轮流出的水流，并将其旋转动能和一部分速度能转换为压力能，然后将水流送往出水管道或下一级叶轮进口的零件。

3.1.7 泵盖

pump cover

与泵体相连的零件，使水流均匀地进入叶轮。

3.1.8 滤网

strainer

位于泵进水口前面的网状零件，用以防止过大的杂物进入叶轮流道。

3.1.9 导叶体

diffuser

节段式多级泵上的一种压水室，由正导叶、环形空间或过渡流道和反导叶构成。

3.1.10 正导叶

guide vane

汇集从叶轮流出的水流，并将其旋转动能和一部分速度能转换为压力能的翼状部分。

3.1.11 反导叶

return guide vane

引导水流以一定的速度和一定的方向进入下一级叶轮的翼状部分。

3.1.12 吸出管（尾水管）

draft tube

为利用转轮出口至下游水位之间的势能，并回收转轮出口水流的部分速度能，使水流排至下游的泄水部件。

3.1.12.1 直锥形吸出管（直锥形尾水管）

conical draft tube

呈圆锥形的吸出管。

3.1.12.2 弯肘形吸出管（弯肘形尾水管）

elbow draft tube

呈弯肘形的吸出管。

3.1.12.3 舌形吸出管

tongue draft tube

从圆截面逐渐变为非圆形截面的扩散形吸出管。

3.1.13 引水室

flume

向导水座或导水机构供水的通流部分。

3.1.13.1 明槽引水室

open flume

水流具有自由表面的引水室。

3.1.13.2 蜗壳

石水能科技

spiral case

水流无自由表面、且呈蜗状的引水室。

3.1.13.3 管式引水室

tube type flume (tubular flume)

水流无自由表面、且呈回转体状的引水室。

3.2 转动部分

rotational part (rotation part)

水轮泵运转时随主轴（或转轴、泵轴）转动的零（部）件。

3.2.1 转轮

runner

将水能转换为机械能的零（部）件。

3.2.2 转轮叶片

runner blades

转轮上呈曲面形状的部分，用以直接转换能量。

3.2.3 上冠

runner crown

混流式转轮的一部分，它既与转轮叶片固接又与主轴相连。

3.2.4 下环

runner band

连接混流式转轮叶片的圆环。

3.2.5 转轮密封

runner seals

设于上冠与顶盖之间和下环与底环之间，用以减少高压区与低压区之间泄漏的狭窄间隙密封装置。

3.2.6 止漏环

leakproof ring

构成转轮密封的环状部分或零件。

3.2.7 转轮体

runner hub

轴流式转轮的中心回转体，既用于固接转轮叶片又与主轴连接。

3.2.8 泄水锥

runner cone

为转轮上冠或转轮体的延长部分，使水流平顺地离开转轮。

3.2.9 主轴

pilot shaft (spindle) 连接转轮和叶轮用以传递功率的轴。

3.2.10 转轴（转轮轴）

runner shaft

连接转轮用以传递功率的轴。

万水帕科技

3.2.11 泵轴

pump shaft

连接叶轮用以传递功率的轴。

3.2.12 轴套

sleeve，spindle sleeve

套在轴上并随轴转动的管状零件，用以防止轴的磨损。

3.2.13 叶轮

impeller

将旋转机械能转换为水的能量的零（部）件。

3.2.14 叶轮叶片

impeller blades

叶轮上呈曲面形状的部分，用以直接转换能量。

3.2.15 叶轮轮毂

impeller hub

叶轮的中心回转体部分，使叶轮能安装在主轴（或泵轴）上，传递功率。

3.2.16 叶轮前盖板

front shroud of impeller

与离心式、混流式叶轮叶片前端相连接的轴对称圆环。

3.2.17 叶轮后盖板

back shroud of impeller

与离心式、混流式叶轮叶片后端相连接的轴对称圆环。

3.2.18 平衡孔（减压孔、均压孔）

balancing orifice

叶轮后盖板或转轮上冠上的通孔，用以平衡运行中作用在叶轮或转轮上的部分轴向力。

3.2.19 背叶片（副叶片）

back blades

位于叶轮后盖板外侧上的径向叶片，用以平衡运行中作用在叶轮上的部分轴向力。

3.2.20 叶轮密封

impeller seals

设于前盖板与泵盖（或泵体）之间和后盖板与泵体之间，用以减少高压区与低压区之间泄漏的狭窄间隙密封装置。

3.2.21 叶轮密封环

impeller wear ring

为了避免叶轮密封处的叶轮部位的磨损而装设的承磨环。

3.2.22 泵壳（或泵盖）密封环

casing wear ring

为避免叶轮密封处的泵盖或泵体部位的磨损而装设的承磨环。

3.3 导轴承

五洲伟业科技

guide bearing

支承主轴（或转轴　泵轴）并承受径向力的轴承。

3.4 推力轴承

thrust bearing

承受作用在转动部件上的轴向力的轴承。

3.5 叶轮螺母

impeller nut

将叶轮紧固在主轴（或泵轴）上的螺母。

4 特性用语

4.1 流量

flow-rate

单位时间内通过指定断面的水的体积，其单位为 m^3/s。

4.1.1 过流量

inflow rate of water turbine

单位时间内通过引水室经吸出管排入下游的水的体积，以 Q 表示。

4.1.2 设计过流量

rated inflow-rate of water turbine

在设计水头与选定的导叶开度和叶片转角下的过流量，以 Q_r 表示。

4.1.3 规定过流量

specified inflow-rate of water turbine

在规定水头与一定的导叶开度和叶片转角下的过流量，以 Q_s 表示。

4.1.4 出水流量

discharge of water-turbine pump

单位时间内水轮泵送往出水管道的水的体积，以 q 表示。

4.1.5 设计出水流量

rated discharge

在设计水头和设计总扬程下的出水流量，以 q_r 表示。

4.1.6 规定出水流量

specified discharge

在规定水头和规定总扬程下的出水流量，以 q_s 表示。

4.1.7 净需水流量

net inflow-rate required for water-turbine pump

过流量与出水流量之和，以 Q_n 表示。

$$Q_n = Q + q \tag{2}$$

4.1.8 毛需水流量

gross inflow-rate required for water-turbine pump

包括水工建筑物漏水损失在内的需水流量，以 Q_g 表示。

江苏省标准科技

$$Q_g = (1 + K)Q_n \tag{3}$$

式中：K—— 损失系数。

4.1.9 流量比

flow-rate ratic

水轮泵的出水流量与过流量之比值，以 i_q 表示。

$$i_q = \frac{q}{Q} \tag{4}$$

4.2 平均流速

mean velocity

流量除以它所通过的过水断面面积以 V 表示，其单位为 m/s。

4.3 转速

rotational speed

水轮泵转动部分每分钟旋转的转数，以 n 表示，其单位为 r/min。

4.3.1 水轮机转速

rotational speed of water turbine

水轮泵中转轴的转速，以 n_t 表示。

4.3.2 水泵转速

rotational speed of water pump

水轮泵中泵轴的转速，以 n_p 表示。

4.4 压力

pressure

单位面积上所受的力，以 p 表示。

4.4.1 环境压力

ambient pressure

所处地点的大气压力，以 p_b 表示。

4.4.2 表计压力

guage pressure

系统中任意一点压力表所指示的读数，以 p_g 表示。

4.4.3 绝对压力

absolute pressure

表计压力与环境压力的代数和，以 p_a 表示。

4.4.4 汽化压力

vapour pressure

某一温度下水汽化的绝对压力，以 p_v 表示。

4.5 水头

head

单位重量的水所具有的能量，其单位为 m。

4.5.1 势头

石化油科技

potential head

平均海平面或其他基准面至测点的高程，以 Z 表示，其单位为 m。

4.5.2 速度水头

velocity head

相当于平均速度的平方除以两倍重力加速度的水头，以 H_v 表示。

4.5.3 压力水头

pressure head

相当于系统中任何点压力的水柱高，以 H_p 表示。

4.5.4 总水头

total head

指定断面上水流所具有的势头、速度水头和压力水头之和，以 H_t 表示。

4.5.5 净水头（工作水头）

net head

水轮泵的水轮机部分规定的进、出口断面的总水头差，以 H 表示。

4.5.6 毛水头

gross head

水不流动时，水轮泵站上游与下游的水位差，以 H_g 表示。

4.5.7 设计水头

rated head

水轮泵净水头的规定值，以 H_r 表示。

4.5.8 最大水头

maximum head

在规定运行条件下净水头的最大值，以 H_{max} 表示。

4.5.9 最小水头

minimum head

在规定运行条件下净水头的最小值，以 H_{min} 表示。

4.5.10 加权平均水头

weighted average head

加权平均水头 H_w 由下式定义：

$$H_w = \frac{W_1H_1 + W_2H_2 + W_3H_3 + \cdots}{W_1 + W_2 + W_3 + \cdots} \tag{5}$$

式中：H_1、H_2、H_3、…——规定范围内的运行水头；

W_1、W_2、W_3、…——相应的加权因子。

4.5.11 算术平均水头

arithmetical average head

规定范围内水轮泵运行水头的算术平均值（即加权因子都等于 1 时的加权平均水头），以 H_a 表示。

4.5.12 静水头

石渠仓科技

static head

水轮泵装置上、下游水位的高程差，以 H_{st} 表示。

4.5.13 水头损失

loss of head

在任意两个过水断面之间的总水头损失，以 H_1 表示。

4.6 扬程（总扬程、全扬程）

lift (total lift)

单位重量的水从泵进口到泵出口所获得的能量，即泵出口与进口的总水头的代数差，以 h 表示，其单位为 m。

4.6.1 设计扬程

rated lift

在设计水头和设计出水量下的总扬程，以 h_r 表示。

4.6.2 静扬程（几何扬程）

static lift

水轮泵提水的几何高度，以 h_g 表示。

4.6.3 零出水流量扬程

zero discharge lift

出水流量为零时的扬程，以 h_0 表示。

4.6.4 扬程损失

loss of lift

在任意两个过水断面之间的扬程损失，以 H_1 表示。

4.7 水头比

head ratio

水轮泵的扬程与净水头的比值，以 i_h 表示。

$$i_h = \frac{h}{H} \tag{6}$$

4.7.1 设计水头比

rated head ratio

设计扬程与设计水头之比值，以 i_{hr} 表示。

4.7.2 几何水头比

geometric head ratio

静扬程与静水头之比值，以 ih_g 表示。

4.8 功率

power

单位时间内所作的功，以 P 表示，其单位为 kW。

4.8.1 输入功率

input power

通过水轮泵的水轮机进口处的水流所具有的水力功率，以 P_d 表示。

江水泊科技

$$P_d = \frac{\gamma QH}{102} \tag{7}$$

4.8.2 设计输入功率

rated input power

在设计水头和设计扬程（或设计出水流量）下的输入功率，以 P_{er} 表示。

4.8.3 零出水流量功率

zero discharge power

出水流量为零时的输入功率，以 P_{do} 表示。

4.8.4 输出功率

output power

水轮泵所输出的水力功率，以 P_o 表示。

$$P_o = \frac{\gamma qh}{102} \tag{8}$$

4.8.5 水轮机轴功率

shaft power of water turbine

转轮轴上的输出功率，以 P_t 表示。

4.8.6 泵轴功率

shaft power of pump

泵轴的输入功率，以 P_p 表示。

4.9 效率

efficiency

水轮泵的输出功率与输入功率之比，以 η 表示。

$$\eta(\%)\frac{qh}{QH} \times 100 \tag{9}$$

4.9.1 水轮机效率

efficiency of water turbine

水轮机轴功率与输入功率之比，以 η_t 表示。

$$\eta_t(\%) = \frac{P_t}{P_d} \times 100 \tag{10}$$

4.9.2 水泵效率

efficiency of pump

输出功率与泵轴功率之比，以 η_p 表示。

$$\eta_p(\%) = \frac{P_o}{P_p} \times 100 \tag{11}$$

4.9.3 增速装置效率

efficiency of speeder

泵轴功率与水轮机轴功率之比，以 η_s 表示。

$$\eta_s(\%) = \frac{P_p}{P_t} \times 100 \tag{12}$$

万水帕科技

4.10 汽蚀现象

cavitation phenomenons

汽蚀现象是指由于局部压力降低形成汽泡，而后汽泡又破灭以及同时发生的有关现象。

4.11 汽蚀破坏

cavitation erosion

由于汽蚀造成的过流表面的材料破坏。

4.12 静吸出水头（吸出高度）

static suction head

转轮叶片低压面（背面）的压力达到最低值的点相对于下游自由水面的高度，以 H_s 表示，其单位为 m。

4.13 吸出水头损失

loss of suction head

转轮出口至下游自由水面之间的水头损失。以 H_{slt} 表示。其单位为米。

4.14 净吸出水头

net positive suction head

转轮叶片最低压力点的绝对压力水头与汽化压力水头之差，以 $(NPSH)_t$ 表示，其单位为 m。

$$(NPSH)_t = \frac{(P_b - P_v)}{\rho_w g} - H_s - H_{slt} \tag{13}$$

式中：P_b——环境压力；

P_v——汽化压力；

ρ_w——水的密度；

g——自由落体加速度；

H_s——静吸出水头；

H_{slt}——吸出水头损失。

4.15 汽蚀系数

cavitation factor

水轮泵的净吸出水头除以净水头，以 σ 表示。

4.16 水泵的汽蚀余量

net positive suction head of pump

汽蚀余量 $(NPSH)_p$ 按下式计算：

$$(NPSH)_p = H_{tpl} + \frac{P_b}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} \tag{14}$$

式中：H_{tpl}——泵进口总水头，大于大气压力头为正值，小于大气压力头为负值；

P_b——试验状况下的大气压力；

P_v——试验温度下水的汽化压力。

4.16.1 泵必需的汽蚀余量

net positive suction head required for pump

给定的泵在给定转速和给定流量下必需的汽蚀余量。其值由泵制造厂根据汽蚀试验确

石化院科技

定，以 $(NPSH)_{pr}$表示，其单位为 m。

4.16.2 泵的使用汽蚀余量

net positive suction head available for pump

给定的泵在给定转速和给定流量下可供使用的汽蚀余量。其值由泵的装置确定，以 $(NPSH)_{pa}$表示，其单位为 m。

4.17 水推力

hydraulic thrust

由于水力作用而产生的推力，以 T_h 表示，其单位为 N（kgf）。

4.18 轴向推力

axial thrust

立式机组指轴向水推力和转动部件重量之和，卧式机组指轴向水推力，以 T 表示，其单位为 N（kgf）。

4.19 单位水推力

unit hydraulic thrust

相当于转轮直径为 1m，水头为 1m 时，作用于几何相似水轮机的导叶或叶片的水推力，以 T_{h1}'表示，其单位为 N/m^3（kgf/m^3）。

$$T_{h1}' = \frac{T_h}{D_1^2 H} \tag{15}$$

式中：T_h——水推力；

D_1——转轮直径；

H——水轮机的净水头。

4.20 单位水力矩

unit hydraulic torque

相当于转轮直径为 1m、水头为 1m 时，作用于几何相似水轮机的导叶或叶片上的水力矩。以 M_{h1}'表示。其单位为 $N \cdot m/m^3$（$kgf \cdot m/m^3$）。

$$M_{h1}' = \frac{M_h}{D_1^3 H} \tag{16}$$

式中：M_h——水力矩；

D_1——转轮直径；

H——水轮机的净水头。

4.21 单位转速

unit rotational speed

相当于几何相似的水轮机在转轮直径为 1m，水头为 1m 时的转速，以 n_1'表示，其单位为 r/min。

4.22 单位流量

unit flow-rate

相当于几何相似的水轮机在转轮直径为 1m，水头为 1m 时的流量，以 Q_1'表示，其单位为 m^3/s。

万水信息科技

4.23 单位功率

unit power

相当于几何相似的水轮机在转轮直径为1m，水头为1m时的功率，以P_1'表示，其单位为kW。

4.24 水轮机比转数

specific speed of water turbine

水轮机的比转数按下式计算：

$$n_{st} = \frac{1 \cdot 17 n_t \sqrt{P_t}}{H^{5/4}} \tag{17}$$

式中：n_{st}——水轮机比转数；

n_t——水轮机转速；

P_t——水轮机轴功率；

H——水轮机的净水头。

4.25 水泵比转数

specific speed of pump

水泵的比转数按下式计算：

$$n_{sp} = \frac{3.65 n_p \sqrt{q}}{h^{3/4}} \tag{18}$$

式中：n_{sp}——水泵的比转数；

n_p——泵的转速；

q——单吸泵的流量（双吸泵以$q/2$代入）；

h——单级泵的扬程（多级泵以h/i代入，i代表级数）。

5 通流部分

5.1 转轮直径

runner diameter

对于混流式转轮，指叶片进水边与下环相交处的直径；对于轴流式转轮，指与叶片轴线相交的转轮室内径。以D_1表示（见图1）。其单位为cm。

5.2 转轮叶片进水边

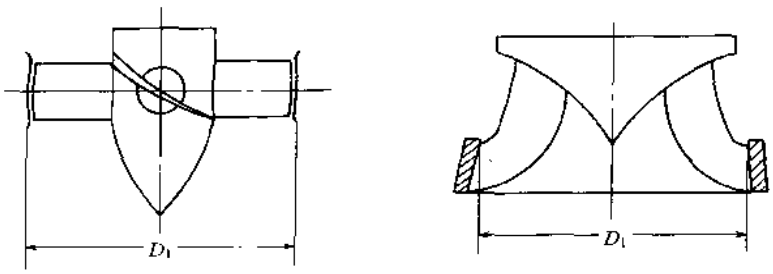


图1

三水恒泰科技

inlet edge of runner blade

转轮叶片的进水侧边缘。

5.3 转轮叶片出水边

outlet edge of runner blade

转轮叶片出水侧边缘。

5.4 转轮叶片正面

pressure side of runner blade

转轮叶片高压侧表面。

5.5 转轮叶片背面

suction side of runner blade

转轮叶片低压侧表面。

5.6 转轮叶片开口

runner blade opening

转轮叶片出口边正面至相邻叶片背面的最短距离。

5.7 叶片转角

blade rotational angle

转轮叶片绕其轴线转动的角度，以φ表示，从某一规定的安放角算起，向流量增大的方向转动角度为正值，反之为负值。

5.8 叶片倾角

blade tilt

轴流式转轮叶片周边两点之间的轴向距离除以该两点间的弦长定义为叶片倾角的正弦（见图2）。

$$\text{叶片倾角的正弦} = \frac{A}{\text{弦长 } BC} \tag{19}$$

5.9 叶片安放角

blade mounting angle

轴流式转轮叶片周边两点之间的轴向距离除以该两点间的弧长定义为叶片安放角的正弦（见图2）。

$$\text{叶片安放角的正弦} = \frac{A}{\text{弧长 } BC} \tag{20}$$

5.10 蜗壳包角

nose angle

蜗壳的蜗线部分所对应的中心角，以φ^0表示，其单位为（°）。

5.11 导叶高度

guide vane height

在导叶轴线方向的流道的高度，以b_0表示，其单位为mm。

5.12 导叶开度（导叶开口）

guide vane opening

自一个导叶的出口边至相邻导叶表面的最短距离，以 a_0 表示，其单位为 mm。

5.13 导叶径向开度

radial opening of guide vane

导叶处于径向位置时的开度。以 a_{or} 表示，其单位为 mm。

5.14 导叶相对开度

relative opening of guide vane

导叶在任意位置时的开度与径向开度的比。

5.15 弯肘形吸出管长度

length of elbow draft tube

转轴中心线与吸出管出口断面间的距离，以 L 表示，其单位为 m。

5.16 弯肘形吸出管高度

depth of elbow draft tube

沿转轴轴线方向，吸出管进口断面至吸出管底面之间的距离，以 d_c 表示，其单位为 m。

5.17 叶轮叶片进口边

inlet edge of impeller blade

叶轮叶片的进水侧边缘。

5.18 叶轮叶片出口边

outlet edge of impeller blade

叶轮叶片的出口边缘。

5.19 叶轮叶片正面

pressure side of impeller blade

叶轮叶片高压侧表面。

5.20 叶轮叶片背面

suction side of impeller blade

叶轮叶片低压侧表面。

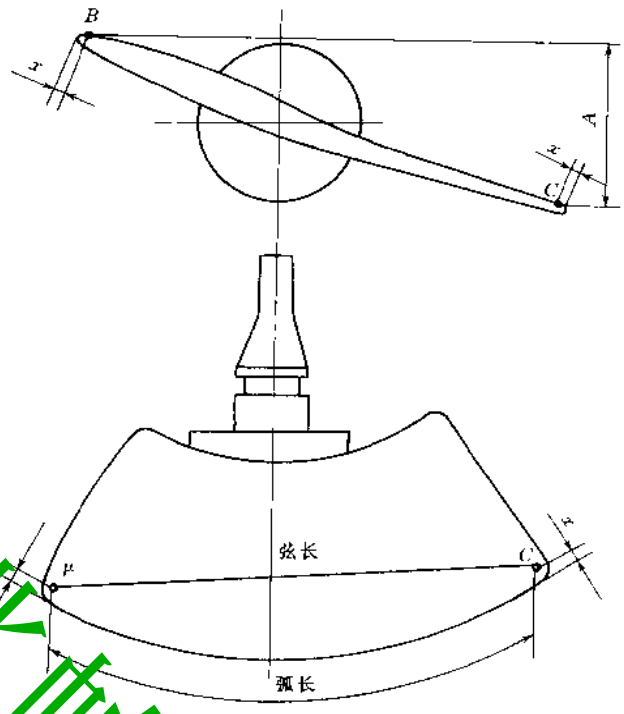


图 2

注：图中尺寸 x 为转轮直径 D_1 的 0.5%。

6 试验用语

6.1 水轮泵进口测量断面

inlet measuring section of water-turbine pump

对于明槽式水轮泵站，为水轮泵进口拦污栅后的商定断面（见图 3）；对于具有封闭管道的水轮泵站，为进水阀下游靠近水轮机蜗壳处的商定断面（见图 4）。

江水泊科技

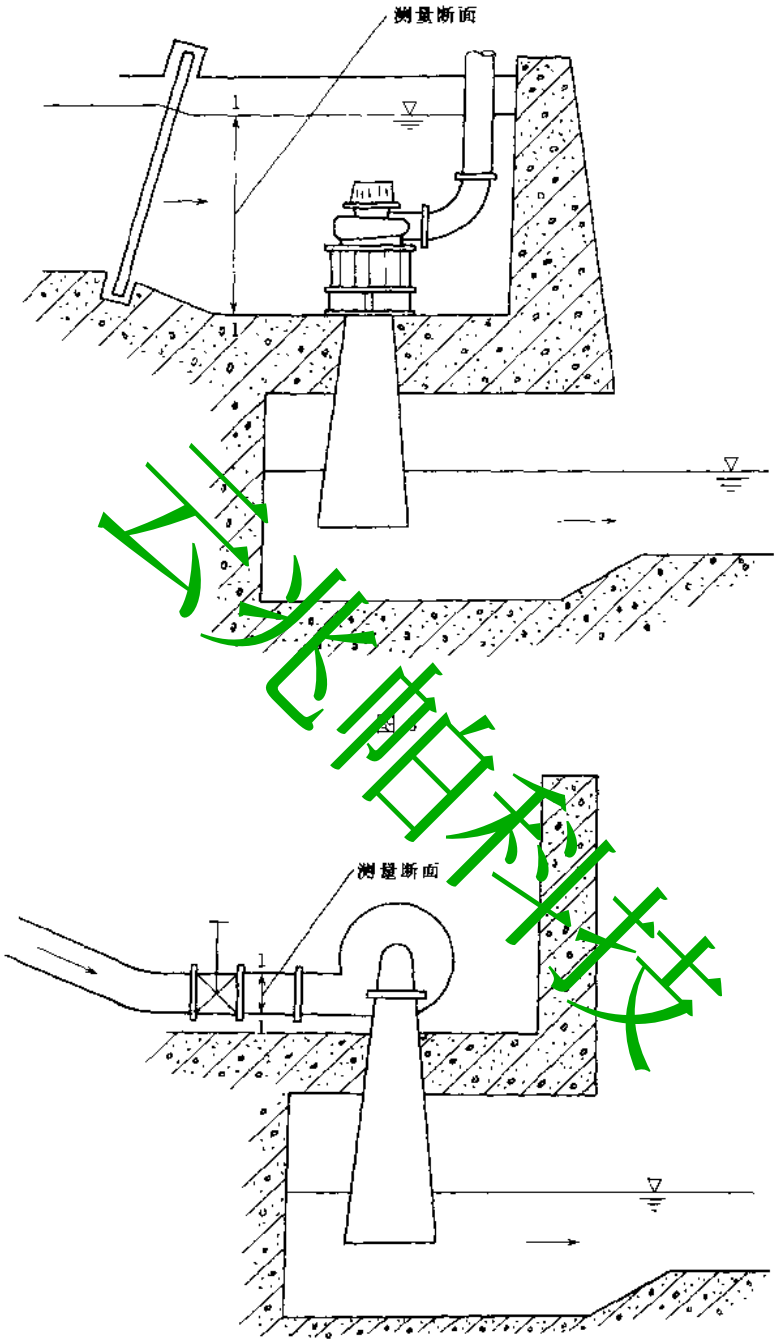


图 4

6.2 水轮泵吸出管出口测量断面

outlet measuring section of draft tube of water-turbine pump

吸出管出口后的商定断面（见图 5）。

立光泊科技

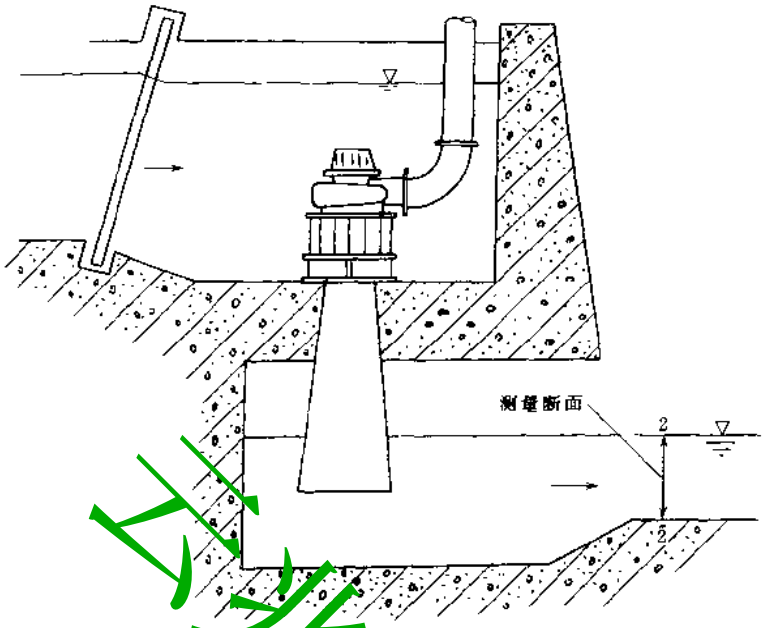


图 5

6.3 水轮泵的泵进口测量断面

pump inlet measuring section of water-turbine pump

位于泵进口法兰前，距离为二倍管径的断面。

6.4 水轮泵的泵出口测量断面

pump outlet measuring section of water-turbine pump

位于泵出口法兰后，距离为二倍管径的断面。

6.5 真机

prototype

装在现场的水轮泵或其中的水轮机、水泵。

6.6 模型

model

与真机的通流部分几何相似的水轮泵或其中的水轮机、水泵，用以推断真机的性能。

6.7 模型试验

model test

为推断真机的性能而采用模型所进行的试验。

6.8 耐压试验（水压试验）

pressure test

为确定受水压或油压的承压件能否承受规定压力而进行的试验。

6.9 运转试验

operating test

立水佰科技

在规定转速下作一定时间的运行，以检查机组各部分是否正常的试验。

6.10 能量试验

performance test

用以确定水头为某一定值时扬程、效率及过流量分别与出水流量的关系的试验。

6.11 可靠性试验

reliability test

在规定水头下作规定时间的运行试验，以检查机组的可靠性和预测其耐久性。

6.12 现场试验

field test

在水轮泵站对所装机组进行能量等各项试验。

6.13 验收试验

acceptance test

为验证保证事项而进行的试验。

6.14 水轮机综合特性曲线

comprehensive characteristic curves of water turbine

在以单位流量和单位转速为坐标的系统内，给出几何相似水轮机的效率、开度、汽蚀系数等的等值曲线。

6.15 泵特性曲线

performance curves of pump

在规定转速下，扬程、效率、功率及汽蚀量与流量的关系曲线。

6.16 水轮泵特性曲线

performance curves of water-turbine pump

水轮泵的水头为某一定值时，扬程（或水头比）、效率及过流量分别与出水流量（或流量比）的关系曲线。

7 安装和运行

7.1 安装高程

location elevation

水轮泵的指定基准面相对于海平面的高程，以▽表示，其单位为 m。

7.2 水轮泵淹没深度

submerse depth of water-turbine pump

水轮泵（包括水轮机和水泵）进水口的最高点低于自由水面的深度，以 d_{φ} 表示，其单位为 m。

7.3 吸出管淹没深度

submerse depth of draft tube

吸出管出口截面最高点低于尾水位的深度，以 d_{st} 表示，其单位为 m。

7.4 运行工况

operating conditions

江苏省标准科技

由水头、过流量、扬程和出水流量所决定的工作点。

7.5 最优工况

optimum operating condition

效率最高的运行工况。

7.6 相似工况

similar operating condition

几何相似的水轮泵，在运动相似和动力相似的条件下运行的工况。

7.7 串联运行

series operation

型号相同（或性能相近）的两台或两台以上的水轮泵一起运行时，将第一台泵的出水口与第二台泵的进水口相连，然后同样依次连接，这样的运行方式称为串联运行。

7.8 并联运行

parallel operation

由两台或两台以上型号相同（或性能相近）的水轮泵向同一总出水管供水的运行方式称为并联运行。

万水商科技

附 录 A
本标准使用的符号
（参考件）

条文编号	符号	名称
1.3.3	i_n	增速比
1.3.3 4.3.2	n_p	水泵转速
1.3.3 4.3.1	n_t	水轮机转速
4.1.1	Q	过流量
4.1.2	Q_s	设计过流量
4.1.3	Q_q	规定过流量
4.1.4	q	出水流量
4.1.5	q_c	设计出水流量
4.1.6	q_q	规定出水流量
4.1.7	Q_n	净需水流量
4.1.8	Q_g	毛需水流量
4.1.9	i_q	流量比
4.2	V	平均流速
4.3	n	转速
4.4	p	压力
4.4.1	p_b	环境压力
4.4.2	p_g	表计压力
4.4.3	p_a	绝对压力
4.4.4	p_v	汽化压力
4.5.1	Z	势头（测点至基准面的距离）
4.5.2	H_v	速度水头

续表

条文编号	符号	名称
4.5.3	H_p	压力水头
4.5.4	H_t	总水头
4.5.5	H	净水头（工作水头）
4.5.6	H_g	毛水头
4.5.7	H_r	设计水头
4.5.8	H_{max}	最大水头
4.5.9	H_{min}	最小水头
4.5.10	H_w	加权平均水头
4.5.11	H_a	算术平均水头
4.5.12	H_{st}	静水头
4.5.13	H_f	水头损失
4.6	h	扬程
4.6.1	h_r	设计扬程
4.6.2	h_s	静扬程
4.6.3	h_0	零出水流量扬程
4.6.4	h_f	扬程损失
4.7	i_h	水头比
4.7.1	i_{hr}	设计水头比
4.7.2	i_{hg}	几何水头比
4.8	P	功率
4.8.1	P_d	输入功率
4.8.1	γ	水的重度
4.8.2	P_{dr}	设计输入功率
4.8.3	P_{do}	零出水流量功率
4.8.4	P_o	输出功率
4.8.5	P_t	水轮机轴功率
4.8.6	P_p	泵轴功率
4.9	η	效率
4.9.1	η_t	水轮机效率
4.9.2	η_p	水泵效率
4.9.3	η_s	增速装置效率
4.12	H_s	静吸出水头
4.13	H_{sf}	吸出水头损失
4.14	$(NPSH)_r$	净吸出水头
4.14	ρ_w	水的密度

行业标准

续表

条文编号	符号	名称
4.14	g	自由落体加速度
4.15	σ	汽蚀系数
4.16	$(NPSH)_1$	水泵的汽蚀余量
4.16	H_{up1}	泵进口总水头
4.16.1	$(NPSH)_{pr}$	泵必需的汽蚀余量
4.16.2	$(NPSH)_{pa}$	泵的使用汽蚀余量
4.17	T_h	水推力
4.18	T	轴向推力
4.19	T_{h1}'	单位水推力
4.19 5.1	D_1	转轮直径
4.20	M_{h1}'	单位水力矩
4.20	M_h	水力矩
4.21	n_1'	单位转速
4.22	Q_1'	单位流量
4.23	P_1'	单位功率
4.24	n_s	水轮机比转数
4.25	n_s	水泵比转数
4.25	i	多级泵级数
5.7	φ	叶片转角
5.10	φ^0	蜗壳包角
5.11	b_0	导叶高度
5.12	a_0	导叶开度
5.13	a_{0r}	导叶径向开度
5.15	L	弯肘形吸出管长度
5.16	d_e	弯肘形吸出管高度
7.1	∇	安装高程
7.2	d_{tp}	水轮机淹没深度
7.3	d_{dt}	吸出管淹没深度

东北电科技

附 录 B
水轮泵标准使用的角标
（参考件）

角标	意义	角标	意义
1	进口、水轮机、单位量为1的	r	设计的、必需的、径向的
2	出口、水泵	0	零的、输出的、开口的
p	泵的、压力的	l	损失的
t	水轮机的、总的	d	输入的
n	转速的、净的	h	水头的、水力的

续表

角标	意　义	角标	意　义
q	流量的	s	增速装置的、吸的、比、规定的
b	环境的	w	水的、加权平均
g	表计的、几何的	dt	吸出管的
a	绝对的、使用的、算术的	max	最大的
v	汽化的、速度的	min	最小的
e	弯的	′	单位量

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由华中工学院、福建省水轮泵研究所等单位负责起草。

本标准主要起草人：刘甲凡、翁爱和。

农业帕科技

中华人民共和国国家标准

水轮泵　试验方法

Testing methods of water-turbine pump

GB6490.2—86

1　目的和适用范围

1.1　本标准适用于水轮泵运转试验、性能试验和可靠性试验。

1.2　本标准只适用于作为抽水工具使用的水轮泵。作为动力输出型式的水轮泵由用户和制造厂按订货协议书规定必要的测试和性能考核项目。

1.3　本标准规定符合本标准要求精度的试验和测量方法以确定水轮泵的性能；目的是提供足够准确的真机和模型水轮泵的水力试验结果。

1.4　在满足水轮泵通流部件技术条件和本标准要求的条件下，转轮直径大于 40cm 的水轮泵，经用户与制造厂双方协商，可用模型试验代替真机试验以确定真机的性能。

2　名词术语和符号

2.1　有关名词术语

本标准有关名词术语的解释按 GB6490.1－86《水轮泵名词术语及定义》。

2.2　使用符号

2.2.1　本标准使用的符号见附录 A（参考件）。

2.2.2　本标准使用的下角标见附录 B（参考件）。

3　试验内容和规定

3.1　试验内容

a. 运转试验；

b. 性能试验；

c. 可靠性试验；

d. 噪声、振动试验。

当需要进行噪声、振动试验时，试验方法参照 GB3216－82《离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法》的附录 E 执行。

3.2　试验规定

3.2.1　转轮直径小于或等于 40cm 的水轮泵应在试验台进行性能试验；转轮直径大于

40cm 者，可在现场进行性能试验。

3.2.2 在条件受限制的情况下，转轮直径大于 40cm 的机组，允许采用以下办法进行真机的性能试验。

3.2.2.1 在保证模型与真机的相似条件下，允许用模型机组在试验台进行性能试验。

3.2.2.2 允许采用模型机组在试验台进行性能试验，而用真机在现场测试水头、扬程、出水流量和转速等参数进行验证。

3.2.3 新产品必须进行性能试验和可靠性试验。

4 一般要求

4.1 试验液体

试验液体应是清洁透明不含固体杂质和腐蚀性物质的水。游离的气体或气泡须尽可能排除。每次试验运行过程中，水温的变化应尽可能小。最高水温不超过 35℃。

4.2 模型尺寸及试验水头

4.2.1 水轮泵模型尺寸和雷诺数的最小值应符合表 1 的规定。

表 1 模型尺寸、雷诺数及试验工作水头

型式	水轮泵		水泵	
	轴流式	混流式	混流式	离心式
Re_{min}	2×10^6	2.5×10^6	4×10^6	5×10^6
雷诺数计算公式	$Re=D_1\frac{\sqrt{2gH}}{\nu}$		$Re=D_2\frac{\sqrt{2gi_hH}}{\nu}$	
D_{1min}（D_{2min}）（m）	≥0.2			
H_{min}（m）	2	3	3	

注：水的运动粘度 ν 见附录 C（参考件）。

4.2.2 试验工作水头

4.2.2.1 试验台试验工作水头见表 1。

4.2.2.2 运转试验应采用与性能试验相同的工作水头值。

4.2.2.3 现场试验的工作水头应不低于 50%最高设计水头。

4.2.2.4 可靠性试验的工作水头应不低于 80%最高设计水头。

4.3 取压孔

4.3.1 取压孔应垂直于被测管件的内壁面，边缘不得有毛刺。取压孔周围半径 100mm 范围内管壁表面要光滑。

4.3.2 取压孔的直径应为 2～6mm，孔深应不小于 2.5 倍孔径，如图 1 所示。

4.4 自由水位

4.4.1 确定自由水位时，对测量断面的选择必须考虑：

a. 水流应当稳定，无局部扰动；

b. 确定平均流速的横断面必须精确地求定，并便于测量。

4.4.2 用浮子测量自由水位时，浮子直径要大于150mm，静水井直径要大于200mm，当人为使浮子偏离后，浮子应能自动回到原来读数位置，允许偏差在1mm以内。静水井连通管截面积应不小于静水井截面积的5%。

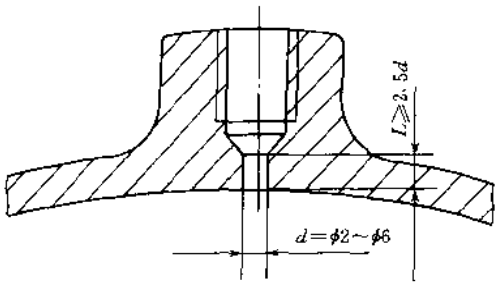


图1

4.5 压力计

4.5.1 液柱压力计应避免在液柱压差小于50mm的区间内使用，管径应均匀一致。采用水银压力计时，管径至少为8mm；采用水柱压力计时，管径至少为12mm，液柱压力计内液体必须清洁。

4.5.2 当选用弹簧压力计时，指针的示值应在压力计的1/3~2/3量程范围。

4.5.3 当采用单管压力计时必须考虑贮液罐液面变化的修正，贮液罐内径应为玻璃管内径的10倍以上。当采用U型水银差压计或倒装式U型差压计时，高低两液柱应同时读数。计算时应考虑温度对水银重度的影响，见表2。

表2 水银重度随温度的变化

温度 θ (℃)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
重度 γ_{Hg} (N/m³)	13596	13583	13571	13559	13546	13534	13522	13509	13497	13485

4.5.4 水的重度 γ 变化和自由落体加速度 g 的变化见附录D（参考件）。

4.6 取压孔的设置

对圆形或矩形断面安置取压孔时，应在该断面四周对称布置四个取压孔，各孔之间通过截止旋塞阀与一环形汇集管连通（见图2）。环形汇集管的横截面积应不小于取压孔全部横截面积的总和。每次测读前都须先测定任一取压孔的压力，如果该读数与四个测量值的算术平均值之差超过该测量截面的单位重量液体总能量的0.5%或者超过测量截面处速度水头一倍时，则应查明读数离散的原因并对测量条件进行调查。

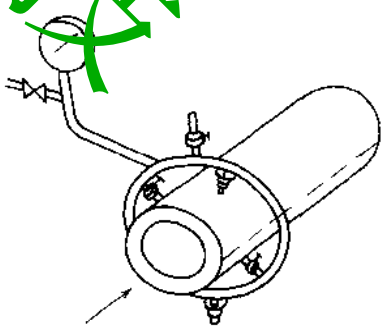


图2

4.7 测压装置

4.7.1 当测量压力大于大气压时，应排尽仪表与取压孔之间连接管内的空气，并充满水后再读仪表示值。为此压力计应设三通旋塞阀，使空气能充分排除。当测量压力小于大气压时，弹簧真空压力计的连接管内允许充气，但应注意连接管内不得存水。

4.7.2 压力测量孔连接管道及阀门不得漏水漏气。

仅供中科技

4.8 测试仪表

所有测试仪表应在其安装使用说明书中规定的条件下使用，并应按其规定定期进行校正、检查，以保证仪表精度要求。

5 试验台

5.1 流态

5.1.1 试验台必须保证供给水轮泵以稳定的工作水头和均匀的水流，进水处的水流应是无旋的。采用下列措施可以避免出现大的旋涡：

a. 精心设计测量截面上游的试验回路；

b. 审慎使用整流栅；

c. 恰当配置取压孔，使其对测量的影响减至最小。

5.1.2 从吸出管排出的水流必须畅通，不得人为地加以干扰和限制。

5.2 每个测程中试验工作水头波动值

开度不变时，每个试验工况试验工作水头的最大波动值不得超过规定试验工作水头的±1%。

5.3 进、出口淹没深度

5.3.1 进水处的淹没深度，水轮机应不少于$1.0D_1$，水泵应不少于$1.0D_2$。

5.3.2 吸出管出水处的淹没深度应不少于$1.0D_3$。

5.4 测定装置

5.4.1 水轮泵机组和流量测定装置之间不得漏水或进水。

5.4.2 各参数的测定装置以及联接这些装置的管路上，应尽量不设置节流元件。在波动过大必须接入一定节流元件的情况下，应保证该元件正反两方面的节流效果相同。

6 试验

6.1 运转试验

6.1.1 每台提交试验的水轮泵，都应进行运转试验。

6.1.2 水轮泵应在4.2.2规定的工作水头值的范围及设计水头比工况下进行运转试验。

6.1.3 运转试验持续时间不得少于2h。

6.1.4 检查水轮泵的轴承和填料的温度，填料函的泄漏和密封情况。

6.1.5 对于特殊型式的水轮泵的运转试验可按本标准1.2之规定进行。

6.2 性能试验

6.2.1 性能试验是为了在4.2.2规定的工作水头下确定水轮泵的扬程、过流量、效率、转速与出水流量以及相互之间的关系。

6.2.2 机组经过运转试验后，方可进行性能试验（包括模型试验、真机的现场试验和验证试验）。

6.2.3 试验应从水轮泵输出功率最小的工况开始顺次进行。

离心式叶轮的水轮泵试验应从出口阀门全关状态开始。

混流式、轴流式叶轮的水轮泵试验从出口阀门全开状态开始。

农业标准科技

6.2.4 试验测量点（包括设计点）应取不少于10个不同出水流量点，且应合理分布在整个特性曲线上。

6.2.5 每个试验测量点应有足够的稳定时间，只有当观测者确信波动已稳定在表3规定的范围内时方可进行记录。

进行测量时，每一个试验点应同时测量工作水头、扬程、过流量、出水流量、转速等值。

最大允许波动幅度以测量值的平均值的百分数表示。

注：在进行一次观测期间围绕平均值发生的短期振荡称为“波动”。

表3 最大容许波动幅度 （%）

测定量	最大容许波动幅度	测定量	最大容许波动幅度
过流量	±3	扬程	±3
出水流量	±3	转速	±1
工作水头	±1		

6.2.6 在调整好和稳定的试验条件下，对规定的试验至少应重复一次。在试验装置和仪表拆除前，对数值偏离较大或有怀疑的测点，要立即进行复试。每一量重复读数的变化范围，不应超过表4的规定。

6.2.7 当试验条件不稳定引起怀疑时，应按下述方法处理之：规定点的读数应重复多次，最低限度应取三组读数，并且应记录每一个独立读数的值，以及由每组读数得出的效率值。每一量的最大值与最小值之间的百分数应不大于表4的规定。表4的容差用来保证由分散所致的误差，与由表5中各单项参数用各自仪表测量的系统误差之总合，将不大于表6的规定值。取每一量的各项读数的算术平均值作为该量的试验实际值。

6.2.8 当多次重复测量的变化范围不能达到表4的规定值时，应找出其原因，改进试验条件，并重取一组完整的读数，亦即原先一组读数应全部作废。

表4 同一量多次重复测量的变化范围

重复读数组数	每一量重复读数的最大值与最小值间的最大容差（%）		
	过流量、出水流量、扬程	工作水头	转速
3	0.8	0.25	0.25
5	1.6	0.5	0.5
7	2.2	0.7	0.7
9	2.8	0.9	0.9

注：同一量两次读数间的数值改变称为“变化”。

6.2.9 采用流速仪测量过流量时，在每一过流量测定所需时间内，相应的工作水头、出水流量、扬程等数值测定应不少于三组读数，取各次读数的算术平均值作为该过流量对应的试验实际值。

6.3 可靠性试验

6.3.1 可靠性试验的工作水头按4.2.2.4规定执行。

6.3.2 试验应在设计水头比工况下进行。

6.3.3 可靠性试验时间按 NJ152—85 的 3.4 规定执行。

6.3.4 试验期间应定期检查和记录机组运行情况。

7 测量仪器、方式和参数计算

7.1 工作水头

7.1.1 水轮泵的工作水头为水轮机部分规定的进、出口断面的总水头差值（见图 3）。

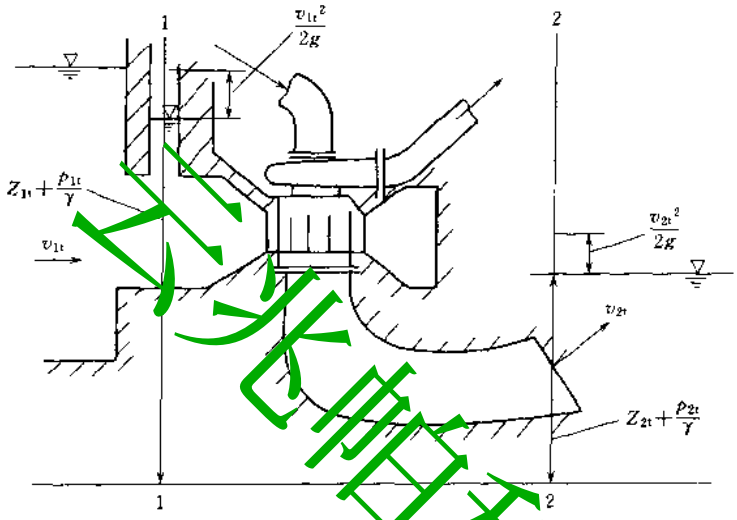


图 3

$$H=\left(Z_{1t}+\frac{p_{1t}}{\gamma}+\frac{v_{1t}^2}{2g}\right)-\left(Z_{2t}+\frac{p_{2t}}{\gamma}+\frac{v_{2t}^2}{2g}\right) \tag{1}$$

$$\left\{H=\left(Z_{1t}+\frac{p_{1t}}{\rho g}+\frac{v_{1t}^2}{2g}\right)-\left(Z_{2t}+\frac{p_{2t}}{\rho g}+\frac{v}{2g}\right)\right\}$$

7.1.2 速度水头 $v_{1t}^2/2g$、$v_{2t}^2/2g$ 中的速度分别用水轮机规定的进口和出口断面的平均流速求得。

7.1.3 工作水头测定位置

7.1.3.1 压力引水式机组在引水室进口附近直管段的管壁和吸出管出口处下游水箱箱壁。

7.1.3.2 明槽进水式机组在明槽引水室和吸出管出口处明槽位置。

7.1.4 测量仪器

a. 测针及钩针；

b. 浮子；

c. 玻璃管水位计；

d. 液柱压力计；

e. 仪表系统误差不超过±0.5%的其他仪器；

万水电科技

f. 现场试验时可用水准仪标定过的水位标尺测定。

7.2 出水流量及过流量

7.2.1 出水流量是指单位时间内，水轮泵送往出水管道的水的体积，以 q 表示。

7.2.2 过流量是指单位时间内通过引水室经吸出管排入下游的水的体积，以 Q 表示。

7.2.3 仪器、使用方法及计算均按 GB3214-82《水泵流量的测定方法》之规定进行。或采用系统误差不大于±1.5%的其他仪器测量，并按该仪器规定的计算方法进行计算。

7.2.4 现场试验采用流速仪时，按附录 E（补充件）规定执行。

7.3 扬程

7.3.1 扬程是指单位重量的水从泵进口到泵出口所获得的能量，以 h 表示。

7.3.2 测量仪器

a. 弹簧压力计（精度不低于 0.4 级）；

b. 液柱压力计；

c. 系统误差不大于±1%的其他仪器。

7.3.3 计算公式

$$h = \frac{p_{2p} - p_{1p}}{\gamma} + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \tag{2}$$

$$\left\{ h = \frac{p_{2p} - p_{1p}}{\rho g} + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \right\}$$

7.3.3.1 当泵出口压力大于大气压力，入口压力小于大气压力，分别采用弹簧压力计和弹簧真空计测量时（见图 4），扬程计算如下：

$$h_{1p} = -\frac{p_{1p}}{\gamma} + Z_{1p} + \frac{v_{1p}^2}{2g} \tag{3}$$

$$h_{2p} = \frac{p_{2p}}{\gamma} + Z_{2p} + \frac{v_{2p}^2}{2g} \tag{4}$$

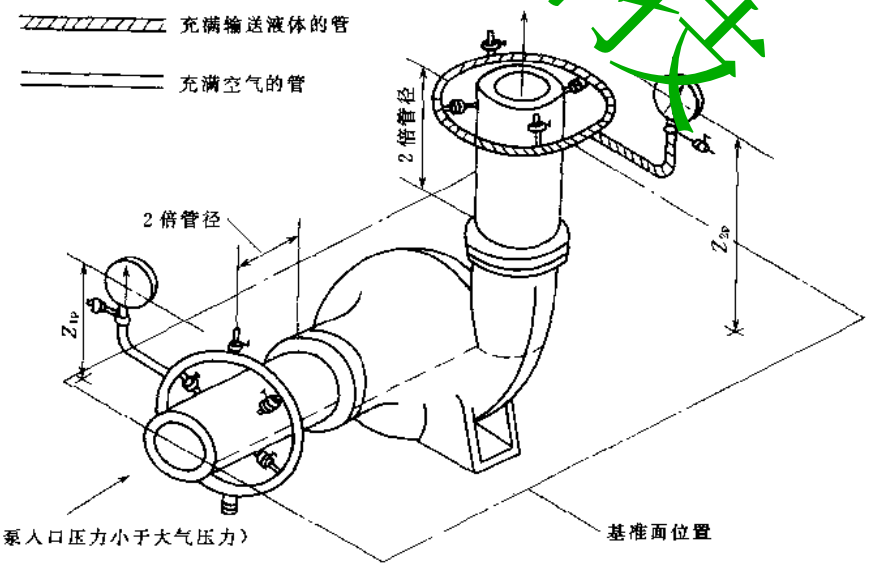


图 4

石水检测科技

$$h = \frac{p_{2p} + p_{1p}}{\gamma} + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \tag{5}$$

$$\left\{ h = \frac{p_{2p} + p_{1p}}{\rho g} + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \right\}$$

7.3.3.2 当泵出口压力和入口压力均大于大气压力，采用水银压力计测量时（见图 5）扬程计算如下：

$$h_{1p} = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}\Delta h_1 + Z_{1p} + \frac{v_{1p}^2}{2g} \tag{6}$$

$$h_{2p} = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}\Delta h_2 + Z_{2p} + \frac{v_{2p}^2}{2g} \tag{7}$$

$$h = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}(\Delta h_2 - \Delta h_1) + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \tag{8}$$

$$\left\{ h = \frac{\rho_{Hg}}{\rho}(\Delta h_2 - \Delta h_1) + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \right\}$$

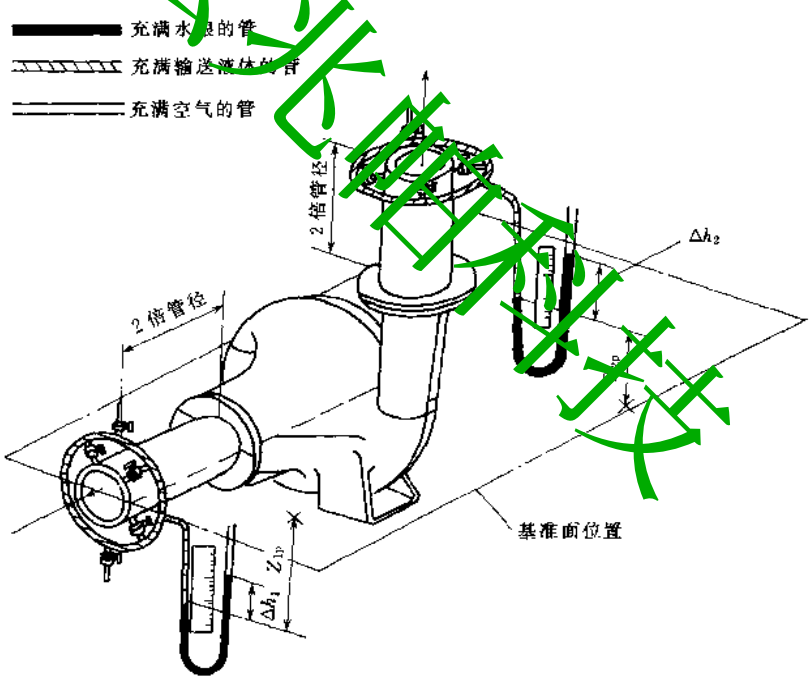


图 5

7.3.3.3 当泵出口压力大于大气压力、入口压力小于大气压力，用水银压力计测量时（见图 6）扬程计算如下：

$$h_{1p} = -\frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}\Delta h + Z_{1p} + \frac{v_{1p}^2}{2g} \tag{9}$$

$$h_{2p} = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}\Delta h_2 + Z_{2p} + \frac{v_{2p}^2}{2g} \tag{10}$$

$$h = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma}(\Delta h_2 + \Delta h_1) + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \tag{11}$$

$$\left\{ h = \frac{\rho_{Hg}}{\rho}(\Delta h_2 + \Delta h_1) + (Z_{2p} - Z_{1p}) + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \right\}$$

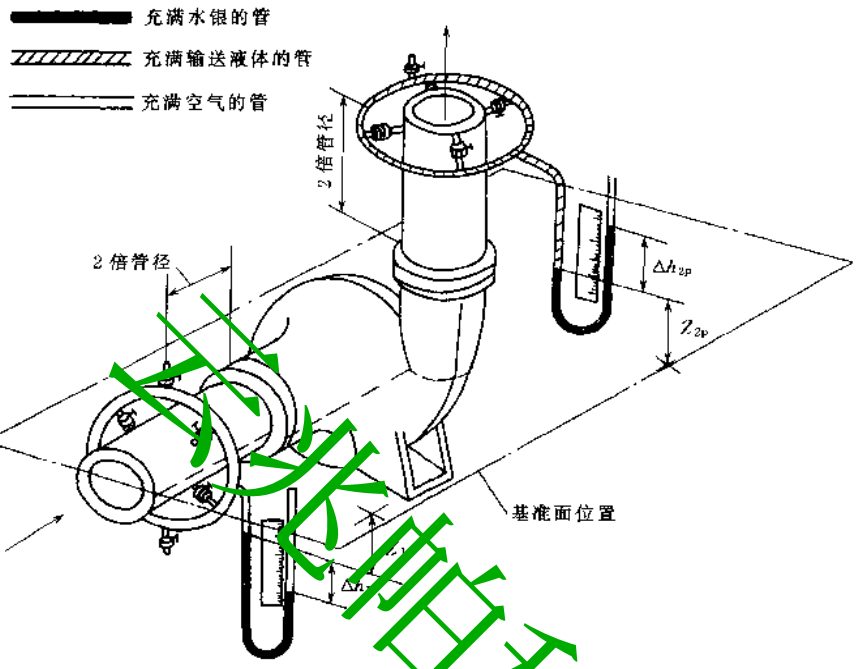


图 6

7.3.3.4 对于低扬程水轮泵，使用一个双管水银压力计测量出口和入口压力差值时（见图7）扬程计算如下：

$$h = \frac{\gamma_{Hg} - \gamma}{\gamma}\Delta h + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \tag{12}$$

$$\left\{ h = \frac{\rho_{Hg} - \rho}{\rho}\Delta h + \frac{v_{2p}^2 - v_{1p}^2}{2g} \right\}$$

7.3.3.5 明槽进水水轮泵（见图8）扬程计算如下：

$$h = \frac{p_{2p}}{\gamma} + Z + \frac{v_{2p}^2}{2g} \tag{13}$$

（若压力表中心在上游水面以下则 Z 为负值）

$$\left\{ h = \frac{p_{2p}}{\rho g} + Z + \frac{v_{2p}^2}{2g} \right\}$$

7.3.4 取压孔位置应分别在距离水泵入口和出口法兰2倍管径处。入口取压孔（非明槽进水装置）不应开在以下部位：

a. 扩散管内或扩散管下游 $4D$ 以内的直管部分；

b. 弯曲面内，弯头本身或弯头下游 $4D$ 以内的直管部分；

北京中科科技

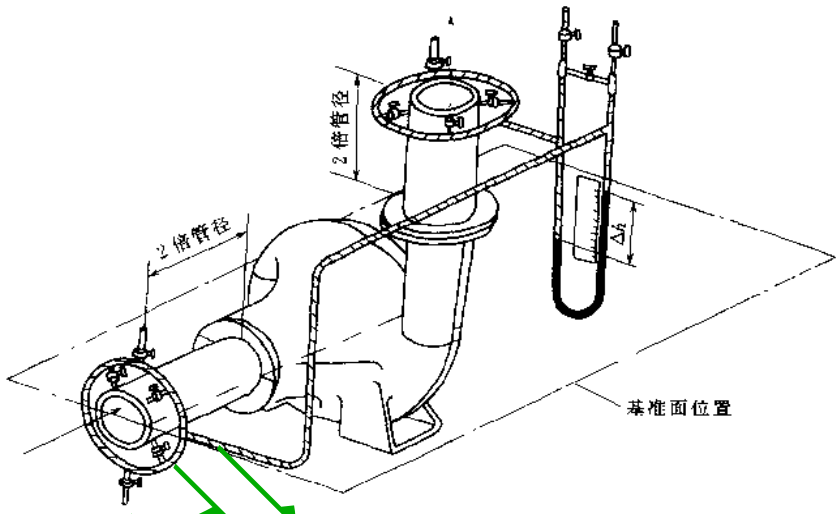


图 7

c. 截面急剧缩小部分或下游 $4D$ 以内的直管部分；

d. 由于泵的规定范围是指从泵的入口法兰至出口法兰之间部分，取压孔与泵入口、出口法兰有一定的距离时，由于摩擦阻造成的扬程损失应加在扬程中，但只有当

$$(h_{l1}+h_{l2})\geq 0.002h$$

时方需修正。

式中：h_{l1} — 取压孔至入口法兰间管路损失，m；

h_{l2} — 取压孔至出口法兰间管路损失，m；

h — 泵扬程，m。

如果取压孔与泵法兰之间的管路是定常圆截面无阻碍直管路时，则摩擦损失由下式求得：

$$h_l=\lambda\frac{L}{D}\cdot\frac{v^2}{2g} \qquad (14)$$

式中：λ — 摩擦阻力系数，由附录 F（参考件）查取。

7.4 效率

效率 η 是指水轮泵的输出功率与输入功率之比的百分数，按下式计算：

$$\eta(\%)=\left(\frac{qh}{QH}\right)\times 100 \qquad (15)$$

7.5 转速

7.5.1 转速是水轮泵转动部分每分钟旋转次数。

7.5.2 测量转速可以采用手持转速表，闪频测速仪，晶体管数字测速仪或测量系统误差不超过±0.35%的其他仪器。

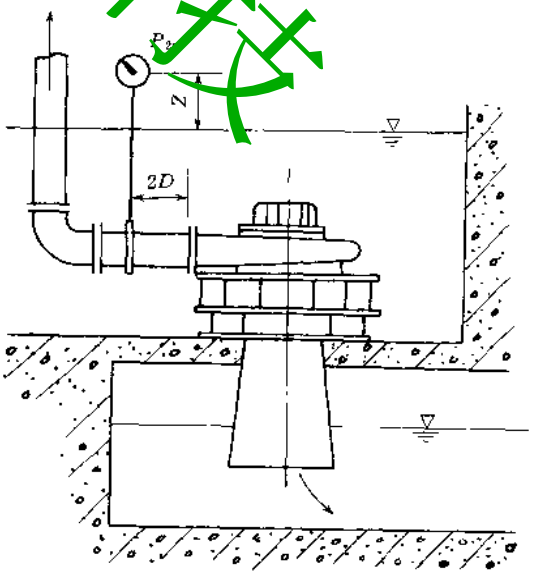


图 8

江苏通科技

8 绘制特性曲线图

8.1 计算公式

将不同的工作水头试验结果换算成 1m 水头的特性时应按下式进行计算：

$$\left.\begin{aligned} q_1 &= q/\sqrt{H} \\ Q_1 &= Q/\sqrt{H} \\ h_1 &= h/H \end{aligned}\right\} \tag{16}$$

8.2 曲线图

在 1m 水头时，水轮泵的工作特性曲线图应当采用图 9 的形式，横坐标轴表示出水流量 q_1，纵坐标轴分别表示扬程 h_1、过流量 Q_1 和效率 η。

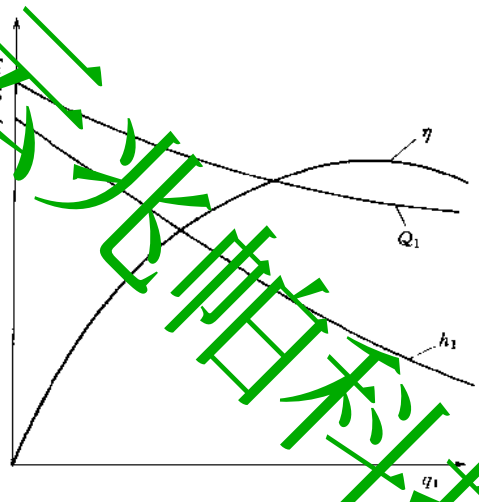


图 9 1m 水头时水轮泵特性曲线

三兆伯科技

9 测量误差

9.1 单项测量误差计算

测量仪表的容许系统误差，见表 5。

表 5 测量仪表的容许系统误差 (%)

测定量	容许范围	测定量	容许范围	测定量	容许范围
过流量	±1.5	工作水头	±0.5	转 速	±0.35
出水流量	±1.5	扬 程	±1.0		

9.2 最大总误差限

如果符合表 5 的各单项测量的系统误差，并遵循本标准的试验方法，则可认为总的误差限将不会超过表 6 的规定。效率误差的计算方法按 GB3216 附录 D。

表 6 最大总误差限 (%)

测定量	容许误差限	测定量	容许误差限	测定量	容许误差限
过流量	±2.0	出水流量	±2.0	转速	±0.5
扬程	±1.5	工作水头	±0.7	机组效率	±3.0

10 试验结果文件

10.1 新产品

a. 试验前关于水轮泵制造和装配情况的检查资料；

b. 运转试验后，关于水轮泵运行情况检查结果；

c. 试验用液体的资料；

d. 试验装置系统图；

e. 性能试验记录、计算结果，工作特性曲线图；

f. 可靠性试验报告；

g. 试验用的仪表校正记录；

h. 试验结论。

10.2 定型产品

a. 性能试验记录、计算结果、工作特性曲线图；

b. 试验结论。

10.3 其他要求

试验报告还应记载：试验目的、试验日期、试验台，并由试验负责人和参加人员签字。

附 录 A
本标准使用的符号
（参考件）

符号	名称	国际单位制		工程单位制	
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号
m	质量	千克（公斤）	kg		—
t	时间	秒	s	秒	s
ϑ	温度	摄氏度	C	摄氏度	C
D	直径	米	m	米	m
D_1	转轮直径	米	m	米	m
D_2	叶轮直径	米	m	米	m
D_s	吸出管进口直径	米	m	米	m
V	体积	米^3	m^3	米^3	m^3
v	流速	米/秒	m/s	米/秒	m/s

三水电科技

续表

符号	名称	国际单位制		工程单位制	
		单位名称	单位符号	单位名称	单位符号
g	自由落体加速度	米/秒^2	m/s^2	米/秒^2	m/s^2
n	转速	转/秒；转/分	s^{-1}，r/min	转/分	r/min
ρ	密度	千克/米^3	kg/m^3	—	—
r	重度	牛顿/米^3	N/m^3	公斤力/米^3	kgf/m^3
r_{Hg}	水银重度	牛顿/米^3	N/m^3	公斤力/米^3	kgf/m^3
ν	运动粘度	米^2/秒	m^2/s	米^2/秒	m^2/s
Re	雷诺数		—		—
p	压力	帕（巴）	Pa（bar）	公斤力/厘米^2	kgf/cm^2
H	工作水头	米	m	米	m
Z	测点至基准面的距离	米	m	米	m
h	扬程	米	m	米	m
h_{l1}	取压孔至入口法兰间管路损失	米	m	米	m
h_{l2}	出口法兰至取压孔间管路损失	米	m	米	m
Q	过流量	米^3/秒	m^3/s	米^3/秒	m^3/s
q	出水流量	米^3/秒	m^3/s	米^3/秒	m^3/s
η	效率	—	—		—
λ	摩擦阻力系数	—	—		—
P	功率	千瓦	kW	千瓦	kW
i_h	水头比		—	—	—
Q_1	1米水头下的过流量	米^3/秒	m^3/s	米^3/秒	m^3/s
q_1	1米水头下的出水流量	米^3/秒	m^3/s	米^3/秒	m^3/s
h_1	1米水头下的扬程	米	m	米	m

行业标准科技

附 录 B
作下角标用的数字和字母
（参考件）

下角标	意 义	下角标	意 义
1	进口；水轮机	g	表计的
2	出口；水泵	l	损失的
a	绝对的	p	压力的；泵的
b	环境的	r	设计的
d	输入的	t	总的；水轮机的
h	水头的	v	速度的

附 录 C
水的运动粘度随温度的变化关系
（参考件）

水温（℃）	运动粘度 ν（m^2/s）	水温（℃）	运动粘度 ν（m^2/s）	水温（℃）	运动粘度 ν（m^2/s）
0	1.787×10^{-6}	15	1.137×10^{-6}	30	0.798×10^{-6}
5	1.514×10^{-6}	20	1.002×10^{-6}	35	0.726×10^{-6}
10	1.304×10^{-6}	25	0.891×10^{-6}	40	0.654×10^{-6}

附 录 D
水的重度γ和自由落体加速度 g 的变化
（参考件）

表 D1 水的重度γ随纬度、温度、海拔高度的变化

纬度（°）	水温（℃）					
	0	4	10	20	30	40
海平面						
0	996	995	996	994	992	988
10	996	996	996	995	992	988
20	997	997	996	995	992	989
30	997	997	997	996	993	990
40	998	998	998	997	994	990
接近 45	999	999	998	997	994	991
50	999	999	999	998	995	991
60	1000	1000	1000	998	996	992
70	1001	1001	1001	999	996	993
海拔 1000m						
0	996	996	996	994	992	988
10	996	996	996	994	992	988
20	996	997	996	995	992	989
30	997	997	997	995	993	989
40	998	998	998	996	994	990
接近 45	998	999	998	997	994	991
50	999	999	999	997	995	991
60	1000	1000	1000	998	996	992
70	1000	1000	1000	999	996	993
海拔 2000m						
0	996	996	995	994	991	988
10	996	996	996	994	992	988
20	996	996	996	995	992	989

万水电子科技

续表 D1

纬度 (°)	水温 (C)					
	0	4	10	20	30	40
海拔 2000m						
30	997	997	997	995	993	989
40	998	998	998	996	994	990
接近 45	998	998	998	996	994	991
50	999	999	999	997	994	991
60	1000	1000	1000	998	995	992
70	1000	1000	1000	999	996	993
海拔 4000m						
0	995	995	995	993	991	988
10	995	995	995	994	991	988
20	996	996	996	994	992	988
30	996	997	996	995	992	989
40	997	997	997	996	993	989
接近 45	998	998	998	996	994	990
50	998	998	998	997	994	990
60	999	999	999	997	995	991
70	1000	1000	1000	998	995	992

表 D2 自由落体加速度 g 随纬度及海拔高度的变化

纬度 (°)	平均海拔高度 (m)				
	0	1000	2000	3000	4000
0	9.780	9.777	9.774	9.771	9.768
10	9.782	9.779	9.776	9.773	9.770
20	9.786	9.783	9.780	9.777	9.774
30	9.793	9.790	9.787	9.784	9.781
40	9.802	9.799	9.795	9.792	9.789
50	9.811	9.808	9.804	9.801	9.798
60	9.819	9.816	9.813	9.810	9.807
70	9.826	9.823	9.820	9.817	9.814

仅供试读

附 录 E
流 速 仪 法
（补充件）

流速仪法是应用一系列单个的流速仪，适当地布置在密闭的管道或明渠内，来测定流速。流速仪的数目与装置的位置应达到下列要求：即有足够数量的单个测点记录，使能精确地算出在记录时间内试验断面的平均流速。

E.1 适应断面

a. 明渠；

b. 封闭管道。

E.2 注意事项

E.2.1 流速仪应在试验过程中保持稳定流动后才能测定流速。如在测定过程中，负荷或流量发生变动，试验必须重作。

负荷流量转速等单项变动容许范围：

a. 负荷变动不超过平均负荷的±1.5%；

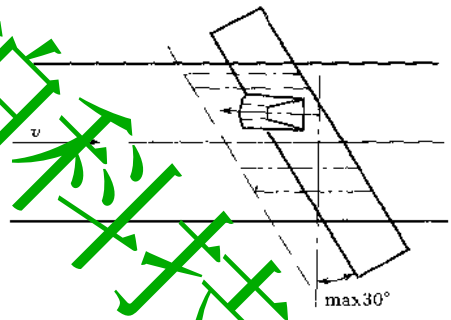
b. 水头变化不超过平均水头的±1%；

c. 转速变化不超过平均转速的±0.5%。

E.2.2 流速仪安装

流速仪的位置必须准确，其轴线必须与渠道轴线或管道轴线平行，并牢固地安装在架上，以免发生偏斜，减少振动。

E.2.3 当局部条件不允许时，流速仪可按右图倾斜布置，但流速的轴线仍应与管道轴线平行，倾斜布置只能在测量断面的上下游都有足够的长度和相等的断面的管段使用，以保证试验段保持相同的速度分布，倾斜角不得超过30°。



E.2.4 斜流的影响

水流与流速仪轴线的最大偏角，不超过10°（一般类型流速仪，对于10°偏流按余弦定律关系测出的读数精确度为1%或小于1%）。

E.2.5 流速分布：

保证速度均匀分布。在正式试验之前必须检验测量断面的速度分布。如果发现速度分布很不规则，则应装设适当的导水墙、水下稳流装置、稳流栅或稳流阀等加以改善，直至获得所需要的流态。在任何测量断面上发生逆流或反向流，则应停止试验。

E.2.6 每个流速仪都有其经过率定的计算流速公式，操作方法规定的测速范围等，必须严格遵守。

E.3 流速仪数目及位置

E.3.1 矩形断面或梯形断面渠道，在给定的断面上测量数目，见E.7测速点方法。

E.3.2 圆形断面的封闭管道

压力钢管或封闭管道的内径至少1.2m才能用流速仪测量。如果流速仪数目很多，需要用固定的支架测量则管道最小直径不应小于1.4m。

不管采用何种形式的支架，任一断面的测点，应不少于13个，而且必须有一个流速仪装在管道的中心。

水利电科技

测量断面的上游至少应有20倍管径的直管道，断面的下游离最近的变管至少应有5倍管径长度。如不合乎这个规定，只有事先对该测量断面的流速分布作过检查，才能允许。在管道中通常是沿着两个互相垂直的直径上进行测量。

管道的平均流速规定为六次测定直径的算术平均值。如果在每个直径上所计算的流速，与平均流速相差不超过±2%，则采用两个相互垂直直径所测得的流速。

E.4 测量点的分布

E.4.1 在速度变化较大的区域，如靠近渠道的边墙、底面和水面附近，测量点彼此要布置得密些。

E.4.2 最靠近渠道边墙或底面的流速仪轴线的最小距离应保持在下列范围以内：

最小＝0.75×流速仪叶轮直径

最大＝0.2m

E.4.3 最上面的流速仪，应尽可能接近水面，但必须整个埋入水下，并保持一定深度，使水面的波动不影响流速仪的测定。

E.4.4 在试验中应经常校核水位，测量时水深的变化不应超过平均深度的±1%。

E.5 时间和流速仪转速的测定

E.5.1 时间测定的精度为0.05%，如果同时使用几个流速仪，可用精密的电钟或计时器记录下读数。

无论采用哪种方法，流速仪转速测定误差应在±0.1%以内。

E.5.2 测量时间，每个位置的流速仪至少测2min。

如果水流有周期性脉动，则测流时间应延长至两个脉动周期。

E.6 明渠使用流速仪应遵守下列各点

E.6.1 矩形和梯形测量断面的最小尺寸如下：

渠道最小宽度 B＝0.8m 或 8×流速仪叶轮直径；

水的最小深度 T＝0.8m 或 8×流速仪叶轮直径。

E.6.2 渠道的边墙在进入试验断面以前，至少有2m长度成直线而且平行，底部应尽量成水平，渠道上下游部分不应有容易引起紊流的阻挡。

E.6.3 试验断面应与水流方向垂直，而流速仪轴线应与水流平行，如果条件不许可布置，则流速仪可倾斜布置（见E.2.3）。

E.6.4 如果用稳流装置，例如挡板等来改善流动条件，则它们的位置应距离测量断面的上游至少3m。

E.7 测速点方法

E.7.1 测流断面的测线数目

水面宽1.5～5m	测线可设3～5条
水面宽5～15m	测线可设5～9条

江水衡科技

E.7.2 测线平均流速测定数目及位置见表E。

表E

水深或有效水深（m）		垂线上测点数目及位置
悬杆悬吊	悬索悬吊	
>1.0	>3.0	五点（水面、0.2、0.6、0.8水深，渠底）
0.6～1.0	2.0～3.0	三点（0.2、0.6、0.8水深）或二点（0.2、0.8水深）
0.4～0.6	1.5～2.0	二点（0.2、0.8水深）
0.2～0.4	0.8～1.5	一点（0.6水深）
0.16～0.20	0.6～0.8	一点（0.5水深）

E.7.3 测线上平均流速的计算

一点法：v_m=实测流速

二点法：$v_m=\frac{1}{2}(v_{0.2}+v_{0.8})$

三点法：$v_m=\frac{1}{3}(v_{0.2}+v_{0.6}+v_{0.8})$

五点法：$v_m=\frac{1}{10}(v_{0.0}+3v_{0.2}+3v_{0.6}+2v_{0.8}+v_{1.0})$

式中：v_m——测线上平均流速，m/s；

$v_{0.2}$、$v_{0.6}$、$v_{0.8}$——0.2水深或有效水深处的测点流速，m/s。余类推。

E.8 流量之计算

流速与断面积相乘即为流量。

流速在全断面内分布不均，需将全断面按测线分成几个部分，求出每个部分的平均流速与面积，相乘而得部分流量，部分流量之和即为全断面的总流量。

E.8.1 计算部分平均流速

$$v_2=\frac{1}{2}(v_{m1}+v_{m2})$$

$$v_3=\frac{1}{2}(v_{m2}+v_{m3})$$

……

渠边至第一条测线间部分，其平均流速等于自岸边起第一条测线平均流速的2/3，即

$$v_1=\frac{2}{3}v_{m1}$$

E.8.2 计算部分面积

相邻测线之间面积为部分面积（f），部分面积由相邻两测线深的平均值与其间水平距离相乘而得，即

$$f_1=\frac{1}{2}(H_0+H_1)b_1$$

$$f_2=\frac{1}{2}(H_1+H_2)b_2$$

……

E.8.3 计算流量

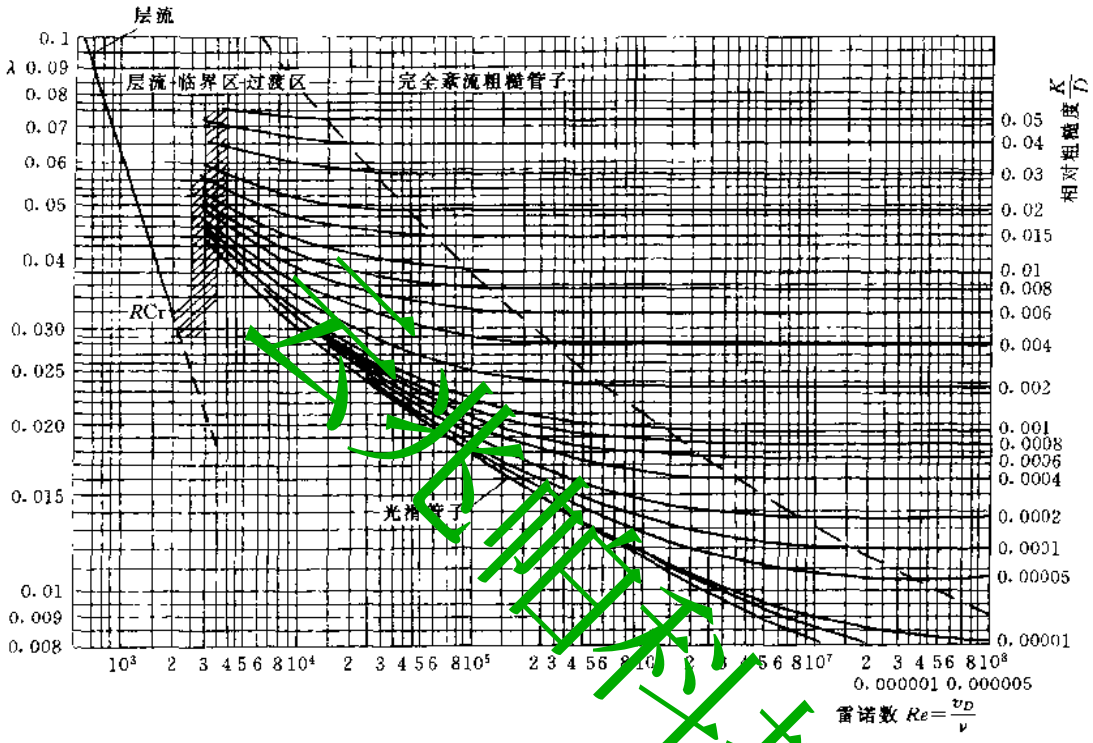
$$Q=v_1f_1+v_2f_2+\cdots\cdots$$

立标检测技术

附 录 F

摩擦系数 λ 值——莫迪（Moody）图及管的绝对粗糙度 K

（参考件）



摩擦系数 λ 值——莫迪（Moody）图

管的绝对粗糙度 K

商品管（新的）材料	表面绝对粗糙度 K（mm）	商品管（新的）材料	表面绝对粗糙度 K（mm）
玻璃，拉制黄铜，铜或铅	光滑	铸铁	0.25
钢，熟铁	0.05	混凝土	0.3～3.0
涂沥青铸铁	0.12	铆接钢	1.0～10.0
镀锌铁	0.15		

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由湖南省农业机械研究所、甘肃工业大学等单位负责起草。

本标准主要起草人：余奠欧、陈秉二、杨贵珍。

自本标准实施之日起，原 NJ153—77《水轮泵试验方法》作废。

中华人民共和国国家标准

水轮泵　型式与基本参数

Types and basic parameters of water-turbine pump

GB6490.3 -86

本标准适用于常温清水的水轮泵。

1　性能范围

水头：1～35m

过流量：0.0318～13.4m^3/s

扬程：2.5～300m

出水流量：3.7～4030L/s

水头比：1～40

2　型式

2.1　按水轮机和水泵主轴联接方式分：

2.1.1　同轴型

a. 单级同轴型；

b. 多级同轴型。

2.1.2　非同轴型

2.2　按转轮的类型及其相应适用水头范围分：

2.2.1　轴流型

a. 低水头轴流型，适用水头 1～6m；

b. 中水头轴流型，适用水头 5～14m；

c. 高水头轴流型，适用水头 10～20m。

2.2.2　混流型

a. 低水头混流型，适用水头 10～20m；

b. 中水头混流型，适用水头 15～25m；

c. 高水头混流型，适用水头 20～35m。

2.3　按使用要求分：

2.3.1　提水型

2.3.2　动力输出型

石化油科技

3 基本参数

3.1 水轮泵的性能参数应符合表1至表6的规定。

3.2 表中所列的各项参数值为设计点性能。

3.3 表中所列性能参数值的偏差应符合下列规定：

3.3.1 在规定出水流量下，扬程下差不超过5%；

3.3.2 设计点的效率应不低于规定值的95.5%。

4 型号说明

4.1 水轮泵型号与其基本特征相对应，由两部分代号组成，两部分之间用横短线“-”（横短线相当半个汉字宽长度）分开。

4.1.1 型号的第一部分，由水轮泵的适用水头范围、转轮型式及转轮名义直径组成。

4.1.1.1 适用水头分低、中、高三个范围，分别用汉语拼音大写字母D、Z、G表示。

4.1.1.2 转轮型式：混流型转轮用汉语拼音大写字母H表示；轴流型转轮不加字母符号。

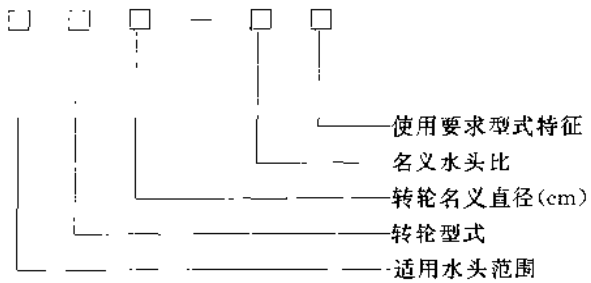
4.1.1.3 转轮名义直径D_1（cm），用阿拉伯数字表示。对于混流型水轮泵是指转轮叶片进水边的最大直径；对于轴流型水轮泵是指与转轮叶片转动轴心线相交处的转轮室内径。

4.1.2 型号的第二部分，由水轮泵名义水头比及使用要求型式特征号组成。

4.1.2.1 名义水头比是指设计工况点对扬程与水头的比值按GB1.1—81《标准化工作导则 编写标准的一般规定》修约圆整成规定的水头比参数系列，用阿拉伯数字表示。

4.1.2.2 使用要求型式特征：动力输出型用汉语拼音大写字母S表示；提水型不加字母符号。

4.2 水轮泵型号各部分排列顺序规定如下：



4.3 型号示例

a. D40—6型表示用于低水头轴流型，转轮名义直径40cm，名义水头比为6，提水型水轮泵；

b. D60—6S型表示用于低水头轴流型，转轮名义直径60cm，名义水头比为6，动力输出型水轮泵；

c. Z120—40型表示用于中水头轴流型，转轮名义直径120cm，名义水头比为40，提水型水轮泵；

d. G30-10型表示用于高水头轴流型，转轮名义直径30cm，名义水头比为10，提水型水轮泵；

水轮泵科技

e.GH84—6 型表示用于高水头混流型，转轮名义直径 84cm，名义水头比为 6，提水型水轮泵。

5 系列划分

按适用水头范围和转轮型式可以分成 D、Z、G、DH、ZH 和 GH 六个系列，见表 1 至表 6。

表 1 D 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 $\dot{H}$	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_t (kW)	水轮机转速 n_t (r/min)
D20-2.5	20	2.5	1～6	0.0856～0.2100	2.5～15	21.7～53.3	63.5	0.668～9.810	950～2330
D20—4		4			4～24	13.4～32.8	62.5		
D20—6		6			6～36	8.7～21.3	61.0		
D20—10		10			10～60	5.0～12.3	58.5		
D30—2.5	30	2.5	1～6	0.193～0.472	2.5～15	52.8～129.0	68.5	1.54～22.7	633～1550
D30—4		4			4～24	32.5～79.6	67.5		
D30—6		6			6～36	21.2～51.9	66.0		
D30—10		10			10～60	12.2～30.0	63.5		
D40-2.5	40	2.5	1～6	0.342～0.839	2.5～15	98.6～237.0	70.5	2.79～41.0	475～1160
D40—4		4			4～24	59.5～143.0	69.5		
D40-6		6			6～36	38.8～95.1	68.0		
D40—10		10			10～60	22.4～54.9	65.5		
D40-16		16			16～96	13.5～33.0	63.0		
D40-20*		20			20～120	10.8～26.4	62.0		
D60—2.5	60	2.5	1～6	0.770～1.890	2.5～15	223～547	72.5	6.40～94.10	317～776
D60—4		4			4～24	138～337	71.5		
D60—6		6			6～36	90～220	70.0		
D60—10		10			10～60	52～127	67.5		
D60—16		16			16～96	31.3～76.7	65.0		
D60—20*		20			20～120	24.7～60.4	64.0		
D60—25		25			25～150	19.7～48.3	64.0		
D80—2.5	80	2.5	2～6	1.94～3.35	5～15	569～986	73.5	32.5～169.0	336～582
D80-4		4			8～24	351～608	72.5		
D80—6		6			12～36	229～397	71.0		
D80—8*		8			16～48	169～294	70.0		
D80—10		10			20～60	133～230	68.5		
D80-16		16			32～96	79.3～137.0	65.5		
D80—20*		20			40～120	62.9～109.0	65.0		
D80—25		25			50～150	50.4～87.2	65.0		

续表 1

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 n_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
D100—2.5	100	2.5	2～6	3.03～5.24	5～15	896～1550	74.0	51.1～266.0	269～465
D100—4		1			8～24	552～957	73.0		
D100-6		6			12～36	361～625	71.5		
D100-8*		8			16～48	267～462	70.5		
D100—10		10			20～60	209～362	69.0		
D100-16		16			32～96	125～216	66.0		
D100-25		25			50～150	79.3～137.0	65.5		
D100-40		40			80～240	49.6～85.8	65.5		
D120-2.5	120	2.5	2～6	4.30～7.[illegible]	5～15	1300～2250	74.5	73.9～384.0	224～388
D120—4		4			8～24	800～1390	73.5		
D120—6		6			12～36	523～906	72.0		
D120—8*		8			16～48	387～670	71.0		
D120-10		10			20～60	303～525	69.5		
D120-16		16			32～96	181～314	66.5		
D120—25		25			50～150	115～199	66.0		
D120-40		40			80～240	71.9～125.0	66.0		
D160-2.5	160	2.5	2～6	7.75～13.40	5～15	2330～4030	75.0	132～686**	168～291
D160—4		4			8～24	1390～2400	74.0		
D160—6		6			12～36	936～1620	72.5		
D160-10		10			20～60	542～939	70.5		
D160-16		16			32～96	325～562	67.0		
D160—25		25			50～150	206～357	66.5		
D160—40		40			80～240	129～223	66.5		

* 不作推荐发展品种。

** 参考值。

表 2 Z 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D (cm)	名义水头比 n_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
Z10—1.6	10	1.6	5～14	0.0318～0.0531	8～22.4	9.8～16.4	49.5	1.10～3.16	3760～6290
Z10—2.5		2.5			12.5～35	6.2～10.3	48.5		
Z10—4		4			20～56	3.7～6.2	47.0		
Z20-1.6	20	1.6	5～14	0.127～0.213	8～22.4	49.6～83.0	62.5	4.84～22.70	1880～3140
Z20-2.5		2.5			12.5～35	31.2～52.3	61.5		
Z20—4		4			20～56	19.1～31.9	60.0		
Z20—6		6			30～84	12.4～20.7	58.5		

续表 2

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 i_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
Z30—1.6	30	1.6	5～14	0.286～0.478	8～22.4	121～202	67.5	11.3～52.7	1250～2100
Z30—2.5		2.5			12.5～35	76～127	66.5		
Z30—4		4			20～56	46.4～77.7	65.0		
Z30—6		6			30～84	30.2～50.6	63.5		
Z30—10		10			50～140	17.7～29.6	62.0		
Z40—1.6	40	1.6	5～14	0.508～0.850	8～22.4	219～367	69.0	20.5～95.9	939～1570
Z40—2.5		2.5			12.5～35	138～231	68.0		
Z40—4		4			20～56	84.5～141.0	66.5		
Z40—6		6			30～84	55.0～92.1	65.0		
Z40—10		10			50～140	32.3～54.0	63.5		
Z40—16		16			80～224	19.7～32.9	62.0		
Z60—1.6	60	1.6	5～14	1.14～1.91	8～22.4	504～843	70.5	47.2～221.0	626～1050
Z60—2.5		2.5			12.5～35	318～532	69.5		
Z60—4		4			20～56	194～325	68.0		
Z60—6		6			30～84	127～212	66.5		
Z60—10		10			50～140	74.3～124.3	65.0		
Z60—16		16			80～224	45.4～75.9	63.5		
Z60—25		25			125～350*	29.0～48.6	63.5		
Z80—1.6	80	1.6	5～14	2.03～3.40	8～22.4	908～1520	71.5	84.7～397.0	470～786
Z80—2.5		2.5			12.5～35	570～959	70.5		
Z80—4		4			20～56	348～587	69.0		
Z80—6		6			30～84	229～385	67.5		
Z80—10		10			50～140	134～224	65.0		
Z80—16		16			80～224	81.3～136.4	64.0		
Z80—25		25			125～350*	52.0～87.1	64.0		
Z100—1.6	100	1.6	5～14	3.18～5.31	8～22.4	1440～2410	72.5	133～625*	376～629
Z100—2.5		2.5			12.5～35	908～1520	71.5		
Z100—4		4			20～56	556～930	70.0		
Z100—6		6			30～84	363～607	68.5		
Z100—10		10			50～140	213～356	67.0		
Z100—16		16			80～224	129～216	65.0		
Z100—25		25			125～350*	82.6～138.0	65.0		
Z100—40		40			200～560*	51.6～86.3	65.0		
Z120—1.6	120	1.6	5～14	4.57～7.65	8～22.4	2090～3490	73.0	193～903*	313～524
Z120—2.5		2.5			12.5～35	1320～2200	72.0		
Z120—4		4			20～56	806～1350	70.5		
Z120—6		6			30～84	526～880	69.0		
Z120—10		10			50～140	309～516	67.5		
Z120—16		16			80～224	187～313	65.5		
Z120—25		25			125～350*	120～200	65.5		
Z120—40		40			200～560*	74.9～125.0	65.5		

* 参考值。

农业机械

表 3 G 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 $\bar{H}$	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_t (kW)	水轮机转速 n_t (r/min)
G10—1.6	10	1.6	10～20	0.0367～0.0519	16～32	11.0～15.6	48.0	2.46～6.96	4270～6040
G10—2.5		2.5			25～50	6.9～9.8	47.0		
G10—4		4			40～80	4.1～5.8	44.5		
G20 1.6	20	1.6	10～20	0.147～0.208	16～32	55.9～79.1	61.0	10.9～30.8	2140～3020
G20 2.5		2.5			25～50	35.2～49.8	60.0		
G20 4		4			40～80	21.1～29.8	57.5		
G20 6		6			60～120	13.6～19.2	55.5		
G30—1.6	30	1.6	10～20	0.330～0.467	16～32	136～193	66.0	25.5～72.2	1420～2010
G30 2.5		2.5			25～50	85.8～121.0	65.0		
G30—4		4			40～80	51.6～73.0	62.5		
G30—6		6			60～120	33.3～47.1	60.5		
G30—10		10			100～200	19.5～27.5	59.0		
G40—1.6	40	1.6	10～20	0.587～0.830	16～32	249～353	68.0	46.4～131.0	1070～1510
G40 2.5		2.5			25～50	157～222	67.0		
G40 4		4			40～80	94.8～134.0	64.5		
G40—6		6			60～120	61.1～86.5	62.5		
G40—10		10			100～200	35.8～50.6	61.0		
G40 16		16			160～320*	22.4～31.6	61.0		
G60 1.6	60	1.6	10～20	1.32～1.87	16～32	578～817	71.0	107～302	712～1010
G60—2.5		2.5			25～50	364～515	69.0		
G60—4		4			40～80	225～318	66.5		
G60—6		6			60～120	142～201	64.5		
G60—10		10			100～200	83.2～118.0	63.0		
G60—16		16			160～320*	52.0～73.5	63.0		
G80- 1.6	80	1.6	10～20	2.35～3.32	16～32	1040～1470	71.0	193～545*	534～755
G80—2.5		2.5			25～50	657～930	70.0		
G80—4		4			40～80	396～560	67.5		
G80 6		6			60～120	256～362	65.5		
G80—10		10			100～200	149～211	63.5		
G80—16		16			160～320*	93.2～132.0	63.5		
G80—25		25			250～500*	59.6～84.3	63.5		

* 参考值。

标准规格书

表 4 DH 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 h_b	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_t (kW)	水轮机转速 n_t (r/min)
DH10—1.6	10	1.6	10～20	0.0474～0.0671	16～32	13.9～19.7	47.0	3.23～9.13	3000～4250
DH10 2.5		2.5			25～50	8.7～12.3	46.0		
DH10 4		4			40～80	5.2～7.4	44.0		
DH20—1.6	20	1.6	10～20	0.190～0.268	16～32	71.2～101.0	60.0	14.1～39.9	1500～2120
DH20 2.5		2.5			25～50	41.8～63.3	59.0		
DH20 4		4			40～80	27.0～38.2	57.0		
DH20—6		6			60～120	17.6～24.8	55.5		
DH25—1.6	25	1.6	10～20	0.297～0.419	16～32	117～165	63.0	22.6～64.0	1200～1700
DH25—2.5		2.5			25～50	73.5～104.0	62.0		
DH25—4		4			40～80	44.5～62.9	60.0		
DH25 6		6			60～120	28.9～40.9	58.5		
DH35—1.6	35	1.6	10～20	0.581～0.821	16～32	240～339	66.0	45.5～129.0	858～1210
DH35—2.5		2.5			25～50	151～214	65.0		
DH35 4		4			40～80	91.5～129.4	63.0		
DH35 6		6			60～120	59.6～84.2	61.5		
DH35—10		10			100～200	34.8～49.3	60.0		
DH42 1.6	42	1.6	10～20	0.837～1.180	16～32	356～503	68.0	66.2～187.0	715～1020
DH42—2.5		2.5			25～50	224～317	67.0		
DH42—4		4			40～80	136～192	65.0		
DH42 6		6			60～120	88.6～125.0	63.5		
DH42—10		10			100～200	51.9～73.4	62.0		
DH42 16		16			160～320	31.6～44.7	61.5		
DH50 1.6	50	1.6	10～20	1.19～1.68	16～32	511～723	69.0	94.9～268.0	601～850
DH50—2.5		2.5			25～50	323～456	68.0		
DH50—4		4			40～80	196～277	66.0		
DH50—6		6			60～120	127～180	64.5		
DH50 10		10			100～200	74.7～106.0	63.0		
DH50—16		16			160～320	45.6～64.5	61.5		
DH60 1.6	60	1.6	10～20	1.71～2.42	16～32	747～1057	70.0	138～390	501～708
DH60 2.5		2.5			25～50	471～667	69.0		
DH60 4		4			40～80	286～405	67.0		
DH60 6		6			60～120	186～264	65.5		
DH60 10		10			100～200	109～155	64.0		
DH60—16		16			160～320	66.7～94.3	62.5		

万水电科技

续表 4

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 i_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_t (kW)	水轮机转速 n_t (r/min)
DH71—1.6	71	1.6	10～20	2.39～3.38	16～32	1054～1490	70.5	194～550*	423～598
DH71 2.5		2.5			25～50	665～940	69.5		
DH71 4		4			40～80	404～571	67.5		
DH71 6		6			60～120	263～372	66.0		
DH71 10		10			100～200	154～218	64.5		
DH71 16		16			160～320*	94.2～133.0	63.0		
DH71—25		25			250～500*	60.3～85.2	63.0		
DH84 1.6	84	1.6	10～20	3.35～4.73	16～32	1485～2100	71.0	274～774*	358～506
DH84 2.5		2.5			25～50	937～1325	70.0		
DH84 4		4			40～80	569～805	68.0		
DH84—6		6			60～120	371～525	66.5		
DH84 10		10			100～200	218～308	65.0		
DH84—16		16			160～320*	133～188	63.5		
DH84 25		25			250～500*	85.0～120.0	63.5		

* 参考值。

表 5 ZH 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 i_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P (kW)	水轮机转速 n_t (r/min)
ZH10—1.0	10	1.0	15～25	0.0527～0.0680	15～25	25.3～32.6	48.0	5.41～11.60	3100～4000
ZH10 1.6		1.6			24～40	15.3～19.8	46.5		
ZH10 2.5		2.5			37.5～62.5	9.5～12.2	45.0		
ZH20 1.0	20	1.0	15～25	0.211～0.272	15～25	129～166	61.0	23.7～51.1	1350～2000
ZH20—1.6		1.6			24～40	78.4～101.0	59.5		
ZH20 2.5		2.5			37.5～62.5	48.9～63.1	58.0		
ZH20—4		4			60～100	29.8～38.4	56.5		
ZH25 1.0	25	1.0	15～25	0.329～0.425	15～25	211～272	64.0	38.0～81.8	1240～1600
ZH25 1.6		1.6			24～40	129～166	62.5		
ZH25—2.5		2.5			37.5～62.5	80.3～104.0	61.0		
ZH25 4		4			60～100	49.0～63.2	59.5		

标准图书馆

续表 5

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 i_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
ZH35—1.0	35	1.0	15～25	0.645～0.833	15～25	432～558	67.0	76.8～165.0	885～1143
ZH35—1.6		1.6			24～40	264～341	65.5		
ZH35—2.5		2.5			37.5～62.5	165～213	64.0		
ZH35—4		4			60～100	101～130	62.5		
ZH35—6		6			90～150	55.6～84.7	61.0		
ZH42—1.0	42	1.0	15～25	0.929～1.200	15～25	611～828	69.0	112～241	738～952
ZH42—1.6		1.6			24～40	392～506	67.5		
ZH42—2.5		2.5			37.5～62.5	245～317	66.0		
ZH42—4		4			60～100	150～193	64.5		
ZH42—6		6			90～150	97.6～126.0	63.0		
ZH42—10		10			150～250	57.1～73.8	61.5		
ZH50—1.0	50	1.0	15～25	1.32～1.70	15～25	922～1190	70.0	161～346	620～800
ZH50—1.6		1.6			24～40	564～728	68.5		
ZH50—2.5		2.5			37.5～62.5	353～456	67.0		
ZH50—4		4			60～100	216～278	65.5		
ZH50—6		6			90～150	140～181	64.0		
ZH50—10		10			150～250	82.3～106.0	62.5		
ZH60—1.0	60	1.0	15～25	1.90～2.45	15～25	1346～1740	71.0	234～503*	516～667
ZH60—1.6		1.6			24～40	824～1063	69.5		
ZH60—2.5		2.5			37.5～62.5	516～666	68.0		
ZH60—4		4			60～100	315～407	66.5		
ZH60—6		6			90～150	205～265	65.0		
ZH60—10		10			150～250	120～155	63.5		
ZH71—1.0	71	1.0	15～25	2.66～3.43	15～25	1898～2451	71.5	329～709*	436～563
ZH71—1.6		1.6			24～40	1162～1500	70.0		
ZH71—2.5		2.5			37.5～62.5	728～939	68.5		
ZH71—4		4			60～100	448～574	67.0		
ZH71—6		6			90～150	290～374	65.5		
ZH71—10		10			150～250	170～219	64.0		
ZH71—16		16			240～400*	106～137	64.0		
ZH84—1.0	84	1.0	15～25	3.72～4.80	15～25	2676～3455	72.0	464～998*	369～476
ZH84—1.6		1.6			24～40	1638～2111	70.5		
ZH84—2.5		2.5			37.5～62.5	1026～1324	69.0		
ZH84—4		4			60～100	627～810	67.5		
ZH84—6		6			90～150	409～528	66.0		
ZH84—10		10			150～250	240～309	64.5		
ZH84—16		16			240～400*	150～193	64.5		

* 参考值。

行业标准样文

表 6 GH 系列水轮泵性能参数表

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 i_h	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
GH10—1.0	10	1.0	20～35	0.0510～0.0674	20～35	24.2～32.0	47.5	7.03～16.30	3270～4320
GH10—1.6		1.6			32～56	14.7～19.4	46.0		
GH10—2.5		2.5			50～87.5	9.1～12.0	44.5		
GH20—1.0	20	1.0	20～35	0.204～0.270	20～35	123～163	60.5	30.8～71.2	1630～2160
GH20—1.6		1.6			32～56	75.2～99.5	59.0		
GH20—2.5		2.5			50～87.5	46.9～62.0	57.5		
GH20—4		4			80～140	28.6～37.8	56.0		
GH25—1.0	25	1.0	20～35	0.319～0.423	20～35	202～268	63.5	49.6～115.0	1310～1730
GH25—1.6		1.6			32～56	123～163	62.0		
GH25—2.5		2.5			50～87.5	77.1～102.0	60.5		
GH25—4		4			80～140	47.0～62.2	59.0		
GH35—1.0	35	1.0	20～35	0.625～0.826	20～35	415～549	66.5	99.1～229.0	933～1230
GH35—1.6		1.6			32～56	254～336	65.0		
GH35—2.5		2.5			50～87.5	159～210	63.5		
GH35—4		4			80～140	96.8～128.0	62.0		
GH35—6		6			120～210	60.0～83.3	60.5		
GH42—1.0	12	1.0	20～35	0.899～1.190	20～35	616～815	68.5	144～334	777～1030
GH42—1.6		1.6			32～56	377～498	67.0		
GH42—2.5		2.5			50～87.5	236～312	65.5		
GH42—4		4			80～140	144～190	64.0		
GH42—6		6			120～210	93.7～124.0	62.5		
GH42—10		10			200～350*	54.9～72.6	60		
GH50—1.0	50	1.0	20～35	1.28～1.69	20～35	886～1170	69.5	207～478	653～864
GH50—1.6		1.6			32～56	542～717	68.0		
GH50—2.5		2.5			50～87.5	339～448	66.5		
GH50—4		4			80～140	207～274	65.0		
GH50—6		6			120～210	135～178	63.5		
GH50—10		10			200～350*	79.0～105.0	62.0		
GH60—1.0	60	1.0	20～35	1.84～2.43	20～35	1290～1710	70.5	300～695*	544～720
GH60—1.6		1.6			32～56	792～1050	69.0		
GH60—2.5		2.5			50～87.5	496～656	67.5		
GH60—4		4			80～140	303～401	66.0		
GH60—6		6			120～210	197～261	64.5		
GH60—10		10			200～350*	116～153	63.0		

行业标准

续表 6

水轮泵型号	性能参数								
	转轮名义直径 D_1 (cm)	名义水头比 h_n	适用水头 H (m)	过流量 Q (m^3/s)	扬程 h (m)	出水流量 q (L/s)	效率 η (%)	水轮机功率 P_1 (kW)	水轮机转速 n_1 (r/min)
GH71—1.0	7	1.0	20～35	2.57～3.40	20～35	1820～2410	71.0	424～981*	460～608
GH71 1.6		1.6			32～56	1120～1480	69.5		
GH71 2.5		2.5			50～87.5	699～925	68.0		
GH71—4		4			80～140	427～565	66.5		
GH71 6		6			120～210	278～368	65.0		
GH71 10		10			200～350*	163～216	63.5		
GH84 1.0	84	1.0	20～35	3.60～4.76	20～35	2570～3400	71.5	596*～1381*	389～514
GH84 1.6		1.6			32～56	1570～2080	70.0		
GH84—2.5		2.5			50～87.5	986～1300	68.5		
GH84—4		4			80～140	603～797	67.0		
GH84—6		6			120～210	393～520	65.5		
GH84 10		10			200～350*	230～303	64.0		

* 参考值。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出，由中国农业机械化科学研究院归口。

本标准由福建省水轮泵研究所、四川省机械研究院等单位负责起草。

本标准主要起草人：陈家瑞、刘向东。

三水化简在线

中华人民共和国机械行业标准

水轮泵　技术条件

Technical specifications for water-turbine pump

JB/T9780－1999（代替 NJ152—85）

行业标准

前　言

本标准是对 NJ152－85《水轮泵　技术条件》的修订。本标准与 NJ152—85 相比，主要技术内容改变如下：

1. 取消了有关振动和噪声的规定，因为水轮泵工作时整机淹没在水中，淹没深度随水头的不同而不同，要在水中测量振动和噪声是十分困难的、且无必要。

2. 原标准中规定当转轮、叶轮等旋转零件转速大于 1800r/min 时，要进行动平衡试验。原标准实施 10 多年来，水轮泵转速从来没有达到过这么高，因此，规定动平衡试验实际上没有意义，本标准去掉了原标准中动平衡的要求。

3. 删掉了原标准中材料、公差要求、螺纹公差的内容。

1. 水轮泵是由水轮机和水泵组合而成的。水轮泵的标准与水轮机、水泵的标准密切相关。近几年来，水轮机和水泵的标准都相继进行了修订。因此，根据 GB/T15468—1995《水轮机基本技术条件》、GB/T10969—1996《水轮机通流部件技术条件》和 GB/T5657—1995《离心泵技术条件（Ⅲ）》，本标准提高了部分通流部件的技术指标，提高了水轮泵产品的技术保证期。

本标准自实施之日起代替 NJ152—85。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：福建省水轮泵研究所、广州市第一水泵厂。

本标准主要起草人：马象金、梁健维、赵百军。

1 范围

本标准规定了水轮泵产品的技术要求、试验方法、检验规则及标志、使用说明书、包装、运输等。

本标准适用于符合 GB/T6490.3 的水轮泵。其他型式的水轮泵可参照执行。

本标准对动力输出型水轮泵未尽之规定，可参照执行 GB/T15468。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB191—1990 包装储运图示标志

GB/T2828—1987 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB/T6388—1986 运输包装收发货标志

GB/T6490.2—1986 水轮泵试验方法

GB/T6490.3 1986 水轮泵型式与基本参数

GB/T9239—1988 刚性转子平衡品质 许用不平衡的确定

GB9969.1—1998 工业产品使用说明书 总则

GB/T13306—1991 标牌

GB/T13384 1992 机电产品包装 通用技术条件

GB/T15468 1995 水轮机基本技术条件

GB/T15613—1995 水轮机模型验收试验规程

JB/T5673 1991 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件

3 技术要求

水轮泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

3.1 性能

3.1.1 水轮泵性能参数应符合 GB/T6490.3 的规定。

3.1.2 制造厂应确定水轮泵的允许工作范围，提供水头、过流量、扬程、出水流量、功率、转速、效率等参数值。

3.1.3 制造厂应给出：

——水轮泵允许吸出高度；

水轮泵淹没深度和吸出管淹没深度；

——明槽引水室布置图。

3.2 通流部件

水轮泵通流部件应符合附录 A（标准的附录）的规定。

3.3 平衡

转轮、叶轮等旋转零件应进行平衡试验。许用不平衡度应符合GB/T9239—1988中G6.3级的规定。允许不平衡力矩不得大于式（1）的计算值：

$$M \leqslant eG \times 10^{-6} \quad (1)$$

式中：e—— 许用不平衡度，μm；

G—— 平衡体重量，N；

M—— 允许不平衡力矩，N·m。

当计算的允许不平衡力矩小于$0.03R$（N·m）时，则按$0.03R$（N·m）计，R为平衡体去重部位的半径，m。

3.4 承压件

蜗壳、顶盖、泵体、泵盖等承受水压零部件均应按规定进行水压试验。在试验过程中应无渗漏等异常现象。

3.5 可靠性

在规定的使用条件下，水轮泵产品的平均无故障工作时间应不少于2500h，整机使用寿命不小于7年。

3.6 轴和轴套

3.6.1 轴应有足够的强度和刚度，以保证水轮泵工作可靠。

3.6.2 轴上的螺纹旋向，在轴旋转时应使螺母处于拧紧状态。轴应保留中心孔。

3.6.3 轴与水润滑导轴承配合部位应镀硬铬，镀层厚度为0.08～0.12mm。

3.6.4 轴套应采用耐磨、耐腐蚀、耐冲刷的材料制造，装配时轴套应可靠地固定在轴上。

3.7 轴承

3.7.1 水轮泵轴承通常采用滚动轴承和橡胶导轴承。

3.7.2 滚动轴承体上所有与外部相通的孔，应能防止水和泥沙进入，以及润滑剂外泄。

3.7.3 滚动轴承体的最高温度应不超过70℃。

3.7.4 橡胶导轴承的物理性能应附合国家有关轴承橡胶标准的规定。

3.8 间隙

旋转零件与静止零件之间的密封间隙应符合附录A中A5.1.5和A5.2.3的规定。附录A未作规定部位，应考虑工作条件、零件的材质，其间隙大小应能防止零件的接触、咬住和磨损。

3.9 旋转方向

从水轮泵转轮进水端看，转轮旋转方向为顺时针方向。

3.10 导水机构

导水机构全关后，其间隙漏水量不得使机组转动。

3.11 装配

3.11.1 水轮泵的零件应在检查合格和清洗干净后，方可装配。

3.11.2 水轮泵装配完后，用手动盘车应匀调，无擦碰现象。

3.11.3 零部件的配合部位应能保证互换，水轮泵的安装尺寸应和图样一致。

3.12 防锈和涂漆

标准图书馆

3.12.1 水轮泵在装配前和装配过程中作如下防锈和涂漆处理：

流道和铸件的非加工表面去除铁锈和油污后涂防锈漆；

——轴承体储油室内表面应清理干净、涂耐油磁漆；

——内部加工表面涂防锈油脂，非配合表面涂防锈漆；

——外露加工表面涂硬化防锈油；

——外部不加工表面清除铁锈和油污后涂底漆和面漆；

——经防锈处理和表面涂装后，泵的进水口和出水口应封住。

3.12.2 涂漆应符合 JB/T5673 的规定。

3.13 监测仪表

根据实际需要装设下列仪表：

——水泵出水管压力表；

——金属蜗壳压力表、

中高水头吸出管压力表；

——温度计。

4 试验方法

4.1 水轮泵的性能试验按 GB/T6490.1 的规定进行。

4.2 承压零部件的水压试验按设计压力的 1.5 倍进行。试验液体为常温清水，保压时间不少于 5min。

4.3 水轮泵的平衡试验按 GB/T9239 的规定进行。

4.4 水轮泵的可靠性试验按 GB/T6490.2—1986 中 6.3 的规定进行。

5 检验规则

5.1 过程检验

水轮泵主要零、部件在制造过程中的检验和试验项目：

——各主要零、部件的几何尺寸、型线、加工精度、表面粗糙度及互换性的检查、试验；

——转轮、叶轮、带轮等的平衡试验；

——承压零部件的耐压试验；

——按照附录 A（标准的附录）对全部通流部件进行验收。

5.2 运转检验

水轮泵在规定水头及允许的工作范围内进行运转检验。对于小型水轮泵，运转检验的时间不得少于 2h；对于大中型水轮泵，运转检验的时间不得少于 72h。机组运行正常，方能进行性能试验或投入使用。

5.3 型式检验

5.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b）正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

云水循环科技

c）产品长期停产后，恢复生产时；

d）批量生产的产品，为了了解产品质量稳定性，周期性检验时；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f）国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.3.2 检验项目应包括本标准规定的全部技术要求项目。

5.3.3 检验台数，一般不少于2台。

5.4 出厂检验

5.4.1 批量生产的水轮泵应经检验合格，并有产品合格证书方能出厂。

5.4.2 检验项目应按GB/T6490.2的规定。

5.4.3 检验台数和检验规则应按GB/T2828的规定。抽样方案可采用一次抽样，采用检查水平S－1合格质量水平AQL为6.5。

制造厂由于设备条件的限制不能进行型式或出厂检验时，可采用模型或现场试验。

6 标志、使用说明书

6.1 标志

6.1.1 水轮泵的标牌应耐腐蚀，保证在使用期内字迹清楚，并牢固地固定在水轮泵明显的位置上。标牌尺寸和技术要求应符合GB/T13306的规定。标牌内容至少包括：

——制造厂名称或商标；

——产品名称及型号；

——主要技术规范：过流量（m^3/s），水头（m），功率（kW），转速（r/min），扬程（m），出水流量（m^3/h），重量（kg）；

——出厂编号和出厂日期；

——产品的标准编号。

6.1.2 应在明显位置用永久性箭头标明水轮泵的旋转方向。

6.2 水轮泵产品的使用说明书应符合GB9969.1的规定。

7 包装、运输和贮存

7.1 产品的包装、运输和贮存应符合GB/T13384、GB191和GB/T6388的规定。

7.2 每台水轮泵出厂时，应带下列装箱资料，并将其封装在防水、防潮的文件袋内：

——产品合格证明书；

——产品装箱单；

——安装使用说明书；

——总图、安装尺寸及主要易损件图。

7.3 应采取措施避免在运输过程中由于振动和碰撞等引起产品损坏。

7.4 水轮泵在存放中应防止锈蚀和损坏，橡胶制品应防止阳光照射，避免油类等对橡胶的污损。

8 成套供应范围

水轮泵主辅机的成套包括：

江淮泵科技

——水轮泵（非同轴水轮泵包括水轮机、水泵、增速装置）；
——调速器；
——装拆工具；
——易损件、备件。

9 技术保证

制造厂应对下列各项作出保证，在用户遵守贮运、安装和使用规则的条件下，产品的保证期为自水轮泵投入运行之日起两年，或从最后一批货物交货之日起三年内，在此期间因制造质量而损坏或不能正常运行，制造厂应无偿为用户修理、更换或按合同规定承担经济责任。

附 录 A
（标准的附录）
水轮泵通流部件技术条件

A1 范围

水轮泵通流部件由水轮机通流部件和水泵通流部件组成。本附录仅从水轮泵模型与原型几何相似的要求规定通流部件对水轮泵水力性能有影响的控制尺寸的精度和通流表面的质量。

本附录所规定的条款均为对成品的质量要求，水轮泵各通流部件毛坯制造和机械加工的图样以及文件所规定的控制尺寸精度和通流表面质量，必须保证各部件最终达到或优于本附录的要求。

A2 定义

A2.1 公称型线

按模型图样尺寸比例放大的型线。

A2.2 型线偏差

原型表面型线与公称型线的偏差。

A2.3 波浪度

表面型线与易弯曲挠性尺顺该型线围成的光滑曲线之间的偏差。波浪度用表面型线与光滑曲线间的最大间隙 X 和间距 U 之比 X/U 表示。最大间隙 X 应在间距 U 中段 1/3 范围内（U 不小于 50mm）、见图 A1。

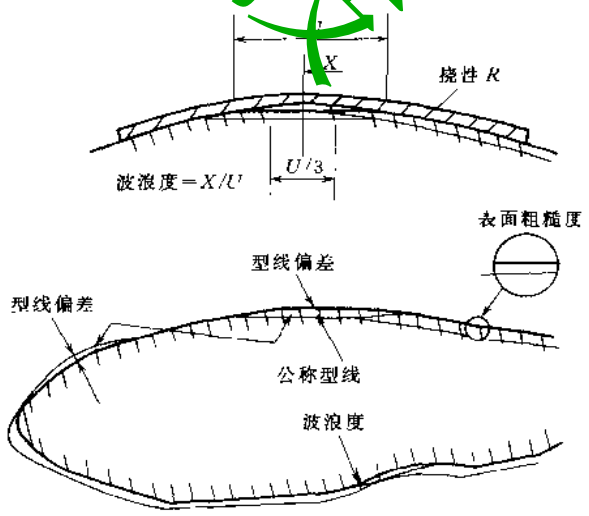


图 A1 型线偏差和波浪度定义

A3 通流部件的组成

从水轮机引水室进口到泄水部件

出口，从水泵进口到水泵出口，凡有水流通过的部件均属通流部件。

A3.1 对混流式水轮机包括蜗壳、座环、导叶、顶盖、底环、转轮、止漏环、泄水锥和吸出水管。

A3.2 对轴流式水轮机包括蜗壳、座环、导叶、顶盖、底环、内顶盖、转轮体、转轮叶片、转轮室、泄水锥和吸出水管。

A3.3 对水泵包括蜗壳、叶轮、导叶、前后盖板和泵体。

A4 相似关系

A4.1 原型和模型几何相似

所有通流部件的通流表面，在A5中给出的允许偏差范围内原型应与模型几何相似。

原型采用与模型不同异型部件，应由供需双方协商，进行技术论证或单项试验，对模型效率予以修正。

A4.2 尺寸偏差系统

所有的偏差指原型测量尺寸与其公称尺寸之间的偏差，按模型图样尺寸比例放大的尺寸称为原型公称尺寸。模型尺寸偏差应符合GB/T15613的要求。

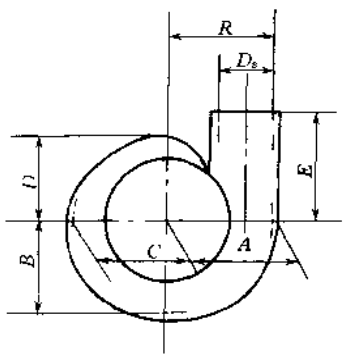
通流部件的通流表面控制尺寸，除符合本标准规定的允许偏差外，还应满足结构配合公差。

A5 水轮泵原型和模型几何相似技术要求

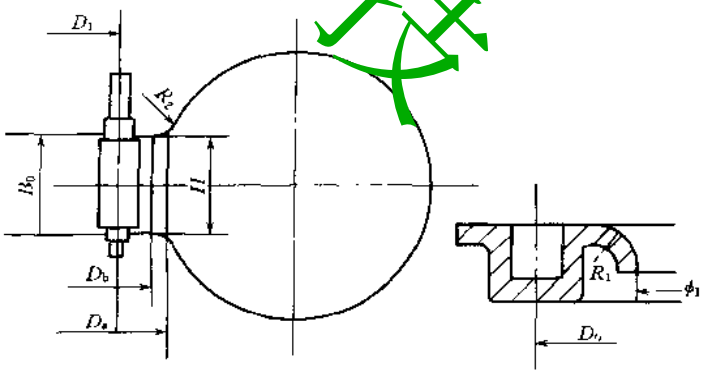
A5.1 水轮机

A5.1.1 蜗壳

蜗壳尺寸的允许偏差为±1.5%❶，其中金属蜗壳进口内径 D_s 和中心距 R 的允许偏差为±1%❶（图A2）



图A2 蜗壳主要尺寸



图A3 导水机构主要尺寸

A5.1.2 座环

❶ 本处偏差是满足水力相似的允许偏差，其中原型测量尺寸与供需双方认定的图样尺寸的偏差不得大于机械制造允许偏差。

固定导叶数目和型线原则上应与模型相同，如结构需要可作改变，但应执行 A4.1 中关于异型部件的规定；D_c、D_b 和 R_2 的允许偏差为±2%❶；高度 H 与 A5.1.3 中导水机构高度相协调（图 A3）。

A5.1.3 导水机构导叶数目和导叶分布圆直径相对值（D_0/D_1）原则上应与模型相同，如结构需要可作改变，但应执行 A4.1 的规定。

导水机构高度 B_0 的允许偏差为±0.3%❶；导叶分布圆直径 D_0 的允许偏差为±2%（图 A3）；导叶最大开口的单个值相对平均值的允许偏差为±2%，原型的测量值与公称值的偏差不允许出现负差。

底环 R_1 的允许偏差为±2%❶，ϕ_1 的允许偏差为 0～+0.1%D_1（D_1 为转轮公称直径，以下同）（图 A3）。

A5.1.4 导叶型线

导叶型线用样板检查，样板型线每边比公称型线大 2%d_s（图 A4 中 d_s 为导叶轴颈处内切圆直径，以下同），导叶型线和样板间的间隙为 0～0.04d_s；导叶出水边缘厚度 T 的允许偏差为±20%T，在靠出水边长 d_s 段内与导叶型线光滑相接；导叶瓣体表面局部存在的表面波浪度，对低水头应小于 3/100，高、中水头应小于 2/100。

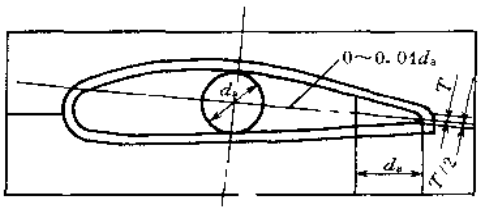


图 A4 导叶瓣体检查

A5.1.5 密封间隙

混流式转轮止漏环间隙，轴流式叶片与转轮室及转轮体之间的单边间隙为相应直径的 0.05%～0.1%（混流式不大于 0.07%，轴流式不大于 0.1%）；导叶上下端面总间隙应小于导叶高度的 0.1%（小型水轮机可取 0.2%；当总间隙小于 0.2mm 时，取 0.2mm），导叶端面间隙单个值对平均值的允许偏差不大于±50%，原型间隙应不小于或等于按模型间隙比例放大的值。

A5.1.6 混流式转轮

A5.1.6.1 原型和模型的叶片数相等。

A5.1.6.2 主要尺寸如图 A5 所示，其允许偏差列于表 A1。

A5.1.6.3 叶片进口型线，对低比速水轮机每叶片至少检查 2 个断面，对高比速水轮机每叶片至少检查 3 个断面，样板从叶片顶端沿叶片正背面延伸 0.1D_2 长（图 A6、图 A7），型线的允许偏差为±0.1%D_2（采用组合样板检查叶片正背面型线时，型线的允许偏差为±0.15%D_2）。

A5.1.6.4 叶片头部形状在 A5.1.6.3 中相同断面上用样板检查，样板长度不小于 0.03D_2，头部型线的允许偏差为±0.05%D_2（图 A6、图 A7）。

A5.1.6.5 叶片进口角的允许偏差为：

——单个值±3°；

——平均值±1.5°。

---

❶ 本处偏差是满足水力相似的允许偏差，其中原型测量尺寸与供需双方认定的图样尺寸的偏差不得大于机械制造允许偏差。

农业标准

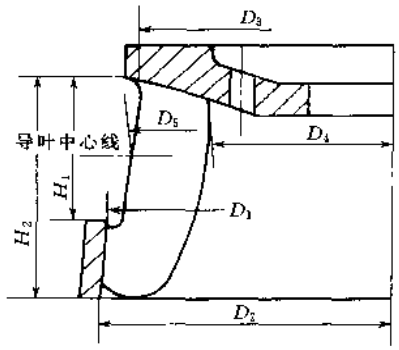


图 A5 混流式转轮主要尺寸

表 A1 混流式转轮主要尺寸的允许偏差

尺寸部位	允许偏差	
	单个值	平均值
D_1、D_2、D_5	$\pm 0.3\%D_2$	$\pm 0.2\%D_2$
D_3、D_4	$\pm 0.35\%D_2$	$\pm 0.25\%D_2$
H_1、H_2	$\pm 0.25\%D_2$	

叶片进口角在 A5.1.6.3 中相同的断面上用样板检查，检查样板从叶片顶端沿叶片正背面延伸 $0.05D_2$ 长，对样板时要使叶片和样板间的间隙均匀（图 A6、图 A7）。

A5.1.6.6 叶片出口型线每叶片应至少检查 3 个断面，正面出口型线应从叶片尾端沿叶片伸进 $0.1D_2$ 长，背面出口型线应从叶片尾端沿叶片伸进 $0.15D_2$ 长，出口型线的允许偏差为 $\pm 0.1\%D_2$（图 A6、图 A7），当采用组合样板检查时，同 A5.1.6.3 的规定。

注：如叶片进、出口型线样板的总长度大于叶片断面长度，按样板总长度不小于叶片断面长度的 2/3 的原则选取。

A5.1.6.7 对于 D_1 大于 2000mm 的转轮叶片需在与 A5.1.6.6 中相同断面用样板检查叶片出口尾部形状。样板正面长不小于 $0.02D_2$，背面长不小于 $0.04D_2$（图 A7）。型线允许的偏差为 $\pm 0.05\%D_2$。叶片出水边缘厚度 δ 的允许偏差为 $+0.5\text{mm}\sim -20\%\delta$。

A5.1.6.8 叶片出口角在 A5.1.6.6 中相同的断面上用样板检查，样板应从叶片尾端沿叶片正背面伸进 $0.05D_2$ 长，对样板时要使叶片和样板间的间隙均匀（图 A6、图 A7），叶片出口角的允许偏差为：

——单个值 $\pm 2°$；

——平均值 $\pm 1°$。

A5.1.6.9 相邻叶片出水边开度 a_0，对高比速水轮机每叶片最少测量 5 点，低比速水轮机最少测量 3 点（图 A7）。

单个开度的允许偏差为 $-3\%a_0\sim +5\%a_0$，每圈截面的平均开度的允许偏差为 $-1\%a_0\sim +3\%a_0$。

A5.1.6.10 进口节距 P（图 A7）应至少检查 2 个断面，节距的允许偏差为 $\pm 0.4\%D_1$。

A5.1.6.11 叶片正背面以及上冠和下环的过流表面局部存在的波浪度应低于 2/100，叶片背面易遭空蚀部位的波浪度应低于 1/100。不

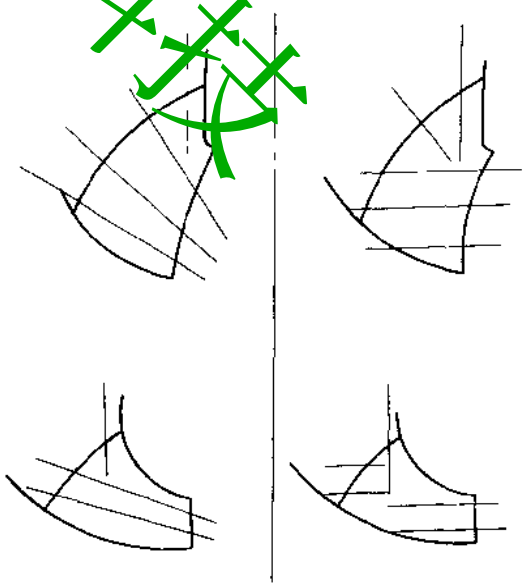


图 A6 叶片进出口型线检查部位

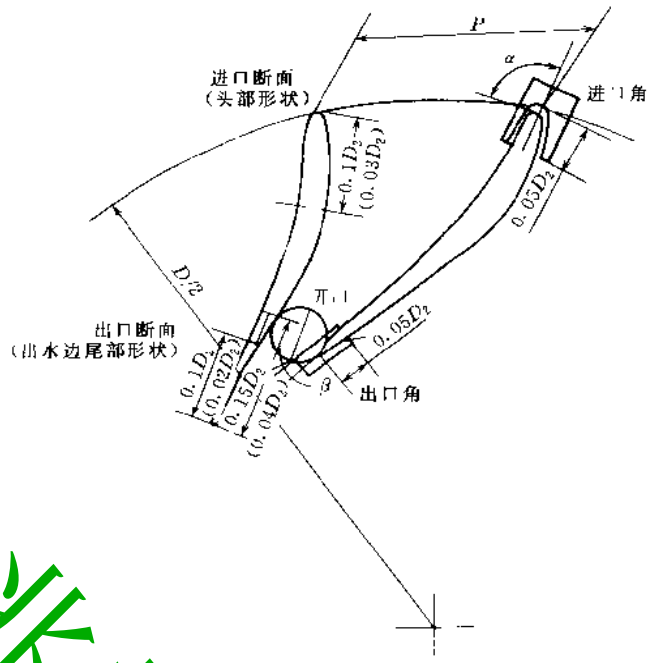
水轮机设计技术

允许将连续的多个波浪形表面当作一个波浪度检查，检查波浪度使用的挠性尺原则上为1m长，对小型水轮机亦不短于翼型弦长的1/2。挠性尺应部分重叠已检查过的区域，重叠长度不小于挠性尺长度的10%。

A5.1.7 轴流式转轮

A5.1.7.1 原型和模型的叶片数相等。

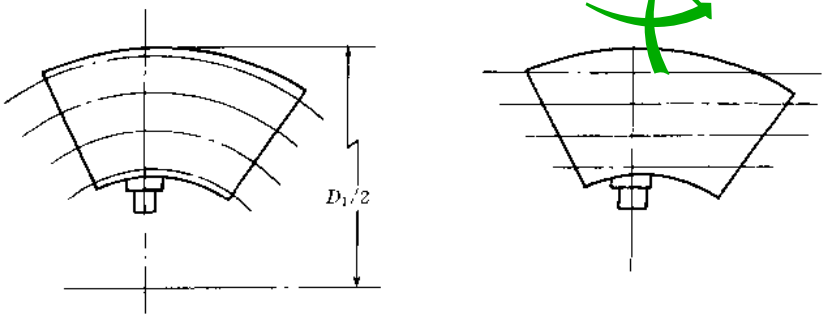
A5.1.7.2 叶片正背面型线应至少检查4个径向等距断面(图A8)，型线的允许偏差为±0.15%D_1。叶片型线可采用组合样板或经供需双方商定的具有同等精度的其他方法检查。当采用组合样板检查，放置组合样板时叶片轴线的允许调整量为±0.2%D_1，角度调整量不超过±0.25°，但不允许径向调整，要一次调好测准（图A9）。



图A7 混流式转轮叶片检查部位

A5.1.7.3 叶片头部形状用样板检查4个断面，样板长度不小于$0.03D_1$，允许偏差为±0.5%D_1（小型水轮机可取±0.1%D_1）。

A5.1.7.4 叶片出水边缘厚度δ允许偏差为+0.5mm～−2.5%δ。用样板检查2个断面的出水边尾部形状，样板正面长不小于$0.02D_1$，背面长不小于$0.04D_1$，型线的允许偏差为±0.05%D_1（小型水轮机可取±0.1%D_1）。



图A8 轴流式叶片型线检查部位

A5.1.7.5 叶片外缘厚度检查点不少于8点，在A5.1.7.3和A5.1.7.4中样板长度之外进水边侧和出水边侧各检查4点厚度，靠法兰最大厚度处检查1点，厚度T的允许偏差为−1%T～−8%T。

注：如按5.1.7.2检查了叶片背面型线，可不作此项检查。

行业面标准

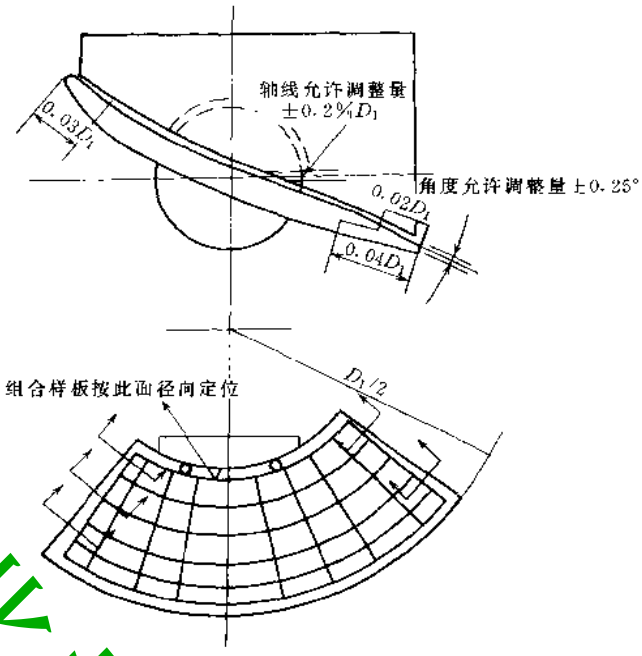
A5.1.7.6 叶片正背面的波浪度应低于2/100，背面易遭空蚀部位波浪度应低于1/100。检查方法与A5.1.6.11相同。

A5.1.7.7 叶片装配到转轮体上，各叶片外缘型线的倾角，最高和最低之差应不大于0.25°，定桨式叶片外缘安放角的允许偏差为0～+0.5°。

A5.1.8 转轮室直径和转轮室喉部直径的允许偏差为±0.1%D（对小型水轮机可为±0.2%D_1）。

A5.1.9 内顶盖、转轮体和吸出水管进口的过流表面尺寸的允许偏差为±1%❶，泄水锥及尾水管其他过流表面尺寸的允许偏差为±2%❶。

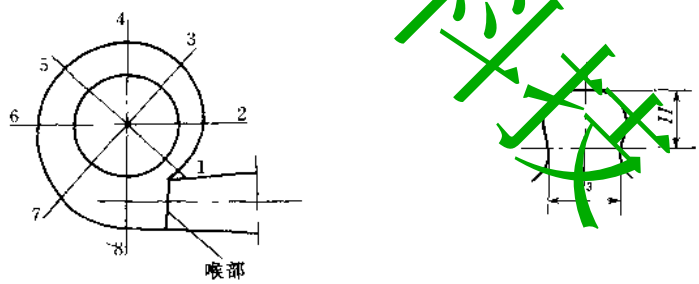
A5.1.10 部件之间相接不得有明显错口，未作波浪度要求的部件，过流表面也应平滑，不得有凹坑凸台。



图A9 轴流式水轮机叶片型线检查

A5.2 水泵

A5.2.1 离心泵泵体水力控制尺寸如图A10所示，其允许偏差列于表A2。



图A10 泵体水力控制尺寸

表A2 泵体流道2、4、6、8断面和喉部尺寸允许偏差 (mm)

公称尺寸b_3、l_1及喉部	≤18	>18～50	>50～120	>120～260	>260～500	>500～800
允许偏差	+2.0 −0.5	+2.5 −0.5	+3.0 −0.5	+4.0 −1.0	+5.0 −1.0	+8.0 −2.0

❶ 同5.1.1注。

水轮机科技

A5.2.2 离心泵叶轮出口宽度、叶片进出口节距水力控制尺寸如图 A11 所示，其允许偏差列于表 A3、表 A4。

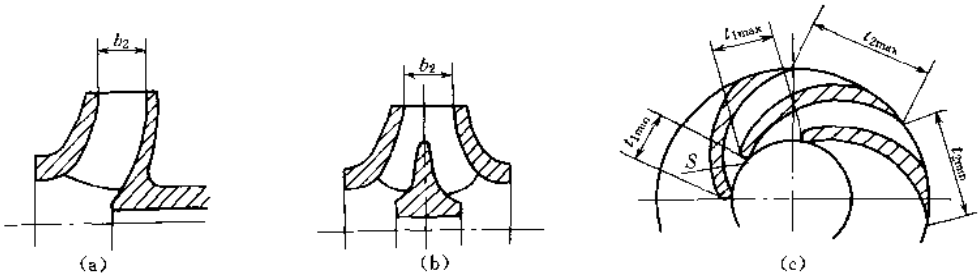


图 A11 叶轮出口宽度，叶片进、出口节距和叶片厚度水力控制尺寸

表 A3 叶轮出口宽度允许偏差［见图 A11（a）、（b）］ (mm)

公称尺寸 b_2	≤8	>8～15	>15～30	>30～50	>50～120	>120～260	>260～500
单吸叶轮 允许偏差	+0.7 −0.5	+1.0 −0.5	+1.5 −0.5	+2.0 0.5	+2.5 −1.0	+3.0 −1.0	+4.0 2.0
双吸叶轮 允许偏差	—	—	+2.0 −1.5	+2.5 −1.5	+3.0 −1.0	+3.5 −1.5	+4.0 −2.0

表 A4 叶轮进、出口各间距偏差［见图 A11（c）］ (mm)

叶轮进、出口直径	≤120	>120～260	>260～500	>500
叶片间距偏差	3	4	6	6

A5.2.3 叶轮与密封环的运转间隙列于表 A5。

表 A5 叶轮与密封环允许运转间隙 (mm)

密封环直径 名义直径间隙	≤75 0.25	>75～110 0.30	>110～140 0.35	>140～180 0.40	>180～220 0.45	>220～280 0.50
密封环直径 名义直径间隙	>280～340 0.55	>340～400 0.60	>400～460 0.65	>460～520 0.70	>520～580 0.75	>580～640 0.80
密封环直径 名义直径间隙	>640～780 0.90	>780～900 1.00	>900～1000 1.10	>1000～1200 1.30	>1200～1400 1.50	—

A6 通流部件表面粗糙度

为使原型和模型过流表面水力粗糙度相似，原型过流表面粗糙度按表 A6 规定。对于多泥沙河流等特殊要求，经供需双方协商可以特别规定表面粗糙度。

表 A6 通流部件表面粗糙度 (μm)

类 型	部件名称	表面粗糙度 R_a	
		高、中水头	低水头
反击式水轮机	顶盖和底环抗磨板	1.6～6.3	3.2～6.3
	混流式转轮	1.6～6.3	3.2～6.3
	轴流式转轮叶片	3.2～6.3	6.3
	转轮室、转轮体	6.3	6.3
	活动导叶	3.2～6.3	6.3～12.5
	座环	6.3～12.5	12.5～25
	吸出水管锥管、泄水锥、焊接蜗壳	12.5	25
泵	泵体	25	25
	叶轮	6.3	6.3

云水帕科技

中华人民共和国机械行业标准

旋　涡　泵

JB/T7743－95（代替 ZBJ71016　89　ZBJ71007－88）

1　主题内容与适用范围

本标准规定了旋涡泵的型式、基本参数、技术要求、试验方法和检验规则等。

本标准适用于输送不含有固体颗粒、粘度不大于 37.4mm²/s 的液体的旋涡泵。

被输送液体的温度：单级、两级旋涡泵和多级自吸旋涡泵为－20～80℃，离心旋涡泵最高为 105℃。

2　引用标准

GB276	滚动轴承　深沟球轴承　外形尺寸
GB699	优质碳素结构钢　技术条件
GB1095	平键　键和键槽的剖面尺寸
GB1096	普通平键　型式尺寸
GB/T1176	铸造铜合金技术条件
GB1220	不锈钢棒
GB1569	圆柱形轴伸
GB2100	不锈耐酸钢铸件技术条件
GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB/T3214	水泵流量的测定方法
GB3216	离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法
GB4216	灰铸铁管法兰
GB4662	滚动轴承额定静负荷
GB5661	轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB6391	滚动轴承　额定动负荷和额定寿命的计算方法
GB9113	钢制管法兰
GB9239	刚性转子平衡品质　许用不平衡的确定
GB9437	耐热铸铁件
GB9439	灰铸铁件

东风帕科技

GB10889 泵的振动测量与评价方法
GB10890 泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306 标牌
GB/T13384 机电产品包装通用技术条件
JB/T4297 泵产品涂漆技术条件
JB/T6880.1 泵用灰铸铁件
JB/T6880.2 泵用铸钢件
HG2—869 聚酰胺 1010 树脂

3 型式

泵为卧式，共分下列四种型式：

a. 单级旋涡泵：单级悬臂式；
b. 两级旋涡泵：两级两端支承式；
c. 多级自吸旋涡泵：多级两端支承式；
d. 离心旋涡泵：两级悬臂式。

4 型号

4.1 单级旋涡泵型号表示方法

□ W — □
- □：吸入口直径，mm
- W：单级旋涡泵
- —：扬程，m

示例：

吸入口直径 20mm，扬程 65m 的单级旋涡泵：20W—65。

4.2 两级旋涡泵型号表示方法

□ WL — □
- □：吸入口直径，mm
- WL：两级旋涡泵
- —：总扬程，m

示例：

吸入口直径 25mm，总扬程 140m 的两级旋涡泵：25WL—140。

4.3 多级自吸旋涡泵型号表示方法

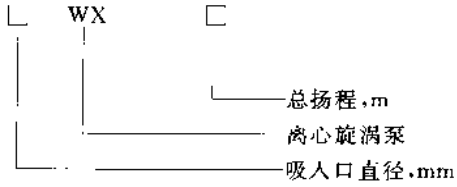
□ WZ — □ × □
- □：吸入口直径，mm
- WZ：多级自吸旋涡泵
- —：单级扬程，m
- ×：级数

示例：

吸入口直径 32mm，单级扬程 18m，级数 4 级的多级自吸旋涡泵：32WZ—18×4。

汉水泵阀科技

4.4 离心旋涡泵型号表示方法



示例：

吸入口直径 65mm，总扬程 130m 的离心旋涡泵：65WX—130。

5 基本参数

5.1 泵规定点的性能参数应符合下列规定：

a. W 型泵应符合表 1 的规定；

b. WL 型泵应符合表 2 的规定；

c. WZ 型泵应符合表 3 的规定；

d. WX 型泵应符合表 4 的规定。

表 1～表 4 中所列数值为常温清水时的性能参数。

农业机械

表 1

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	比转数 n_s
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	
15W—50	0.36	0.10	50	2900	10	2.8	6
15W—15			15		17	2.3	10
20W—65	0.72	0.20	65		15	3.8	7
20W—20			20		[illegible]	3.3	16
25W—70	1.44	0.40	70		[illegible]	4.3	9
25W—25			25		26	3.8	19
32W—120	2.88	0.80	120		27	5.3	8
32W—75			75		30	4.8	12
32W—30			30		32	3.8	23
40W—150	5.40	1.50	150			6.8	10
40W—90			90		33	6.3	14
40W—40			40		34	4.8	26
50W—45	9.00	2.50	45		36	5.8	31
65W—50	14.40	4.00	50		39	6.3	36

表 2

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	比转数 n_s
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	
20WL—130	0.72	0.20	130	2900	15	3.8	7
25WL—140	1.44	0.40	140		22	4.3	9
32WL—150	2.88	0.80	150		30	4.8	12
40WL—180	5.40	1.50	180		33	6.3	14

表 3

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	比转数 n_s
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	
20WZ—14×1	1.44	0.40	14	1450	23	2.3	15
20WZ—14×2			28				
20WZ—14×3			42				
20WZ—14×4			56				
20WZ—14×5			70				
20WZ—14×6			84				
20WZ—14×7			98				
20WZ—14×8			112				
25WZ—16×1	2.88	0.80	16		28	3.0	19
25WZ—16×2			32				
25WZ—16×3			48				
25WZ—16×4			64				
25WZ—16×5			80				
25WZ—16×6			96				
25WZ—16×7			112				
25WZ—16×8			128				
32WZ—18×1	5.40	1.50	18		32	3.4	24
32WZ—18×2			36				
32WZ—18×3			54				
32WZ—18×4			72				
32WZ—18×5			90				
32WZ—18×6			108				
32WZ—18×7			126				
32WZ—18×8			144				

东北电科技

续表 3

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 (NPSH)r	比转数 n_s
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	
40WZ—28×1	9.00	2.50	28	1450	33	4.0	22
40WZ 28×2			56				
40WZ—28×3			84				
40WZ 28×4			112				
40WZ 28×5			140				
40WZ—28×6			168				
40WZ—28×7			196				
40WZ—28×8			224				
50WZ 32×1	14.40	4.00	32		35	4.5	25
50WZ 32×2			64				
50WZ -32×3			96				
50WZ 32×4			128				
50WZ 32×5			160				
50WZ 32×6			192				
65WZ 36×1	21.6	6.00	36		37	5.4	28
65WZ—36×2			72				
65WZ 36×3			108				
65WZ -36×4			144				
65WZ -36×5			180				
65WZ—36×6			216				

表 4

型号	流量 Q		扬程 H	转速 n	效率 η	必需汽蚀余量 (NPSH)r	比转数 n_s
	(m^3/h)	(L/s)	(m)	(r/min)	(%)	(m)	
65WX—130	9.00	2.50	130	2900	34	2.8	15
65WX—140	14.40	4.00	140		38		19
65WX—150	21.60	6.00	150		41	2.9	23

5.2 泵的性能工作范围参见图 1 和图 2。

五洲农业科技

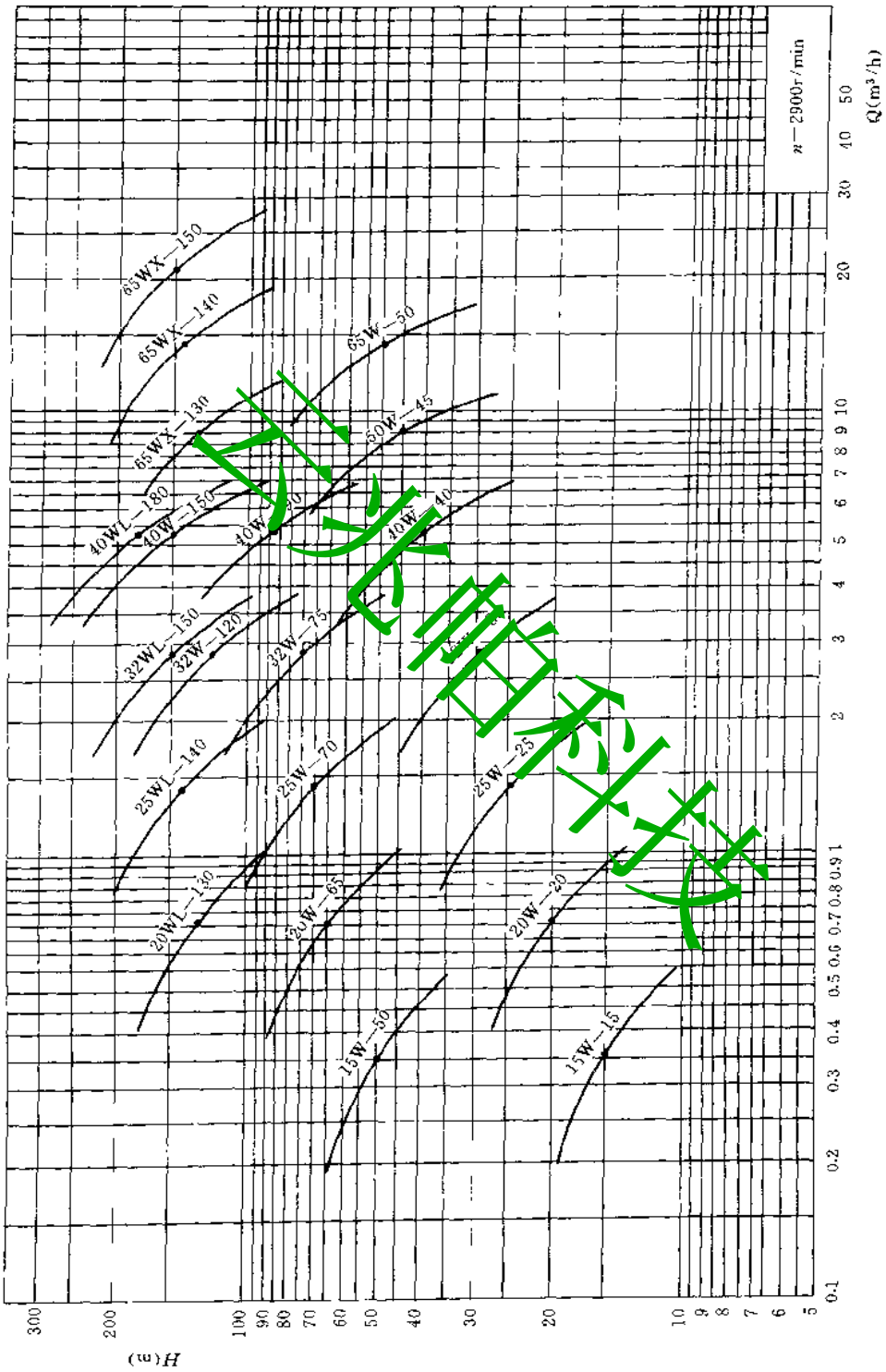

n—2900r/min
Q(m³/h)
H(m)
65WX—150
65WX—140
65WX—130
65W—50
50W—45
40WL—180
40W—150
40W—90
40W—40
32WL—150
32W—120
32W—75
25WL—140
25W—70
25W—25
20WL—130
20W—65
20W—20
15W—50
15W—15

图 1

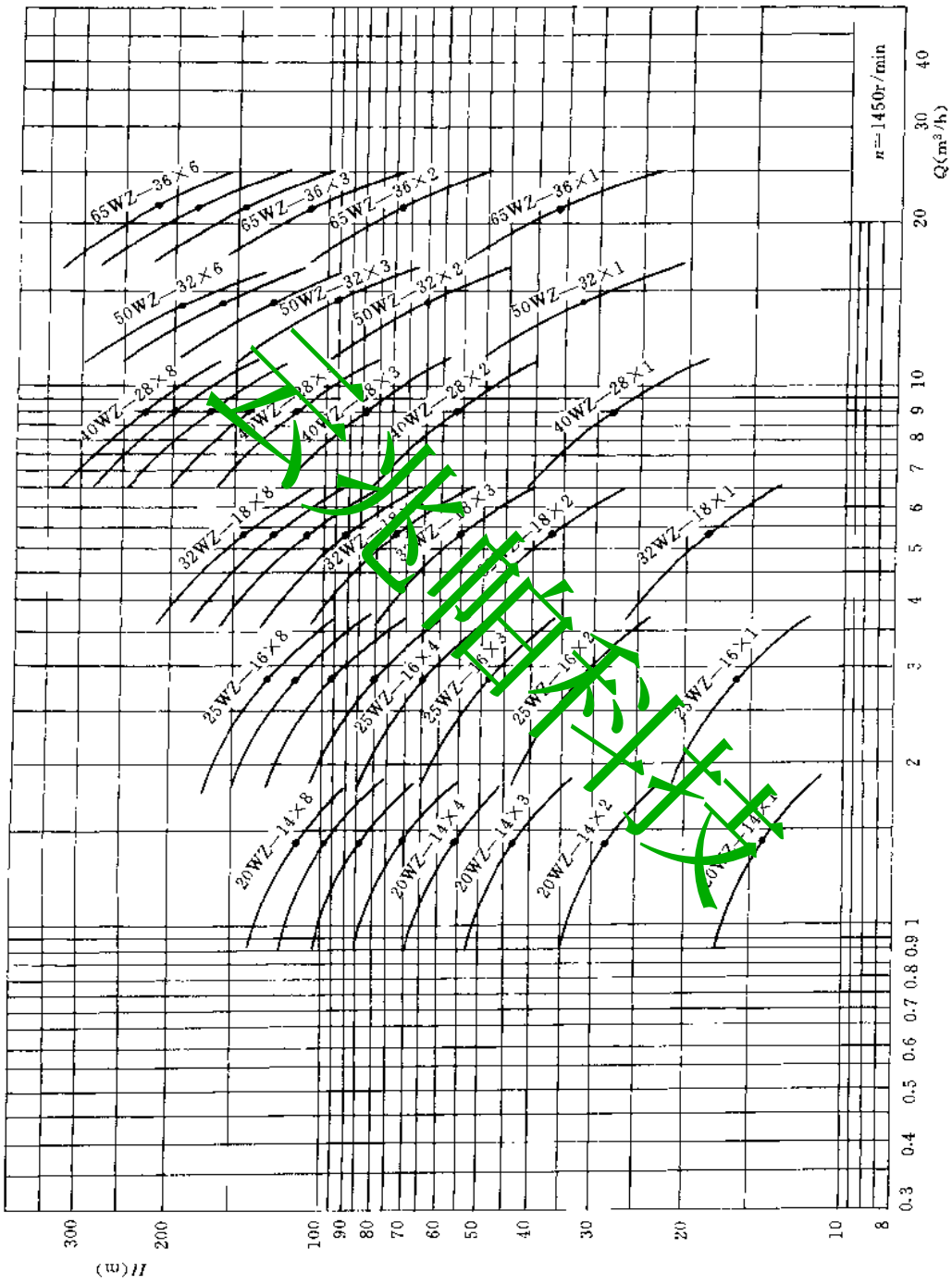

n=1450r/min
Q(m³/h)
H(m)
65WZ—36×6
65WZ—36×3
65WZ—36×2
65WZ—36×1
50WZ—32×6
50WZ—32×3
50WZ—32×2
50WZ—32×1
40WZ—28×8
40WZ—28×3
40WZ—28×2
40WZ—28×1
32WZ—18×8
32WZ—18×3
32WZ—18×2
32WZ—18×1
25WZ—16×8
25WZ—16×4
25WZ—16×3
25WZ—16×2
25WZ—16×1
20WZ—14×8
20WZ—14×4
20WZ—14×3
20WZ—14×2
20WZ—14×1

图 2

6 旋转方向

从驱动端看，规定泵为顺时针方向旋转。

7 技术要求

7.1 泵性能曲线

泵制造厂应提供泵的性能曲线。泵的性能应符合表1、表2、表3和表4的规定。性能曲线应表示出泵的容许工作范围。

$(NPSH)_r$应按GB3216规定的常温清水为基准确定。$(NPSH)_r$必须比$(NPSH)_r$大一个裕量，该裕量至少为0.5m。

7.2 安装

泵最好能适合于正常环境条件下的室外安装。如果泵仅适合于室内安装，则在制造厂的文件中应有明确的规定。如果要求泵必须适合于当地的异常环境条件，如高温或低温、腐蚀性环境、沙暴等，则用户应提出这种要求。

7.3 电动机

电动机的额定功率应按图3选取。如果电动机的额定输出功率已满足泵在任何工作条件下I的功率需要，则不需要再留额外的裕量。

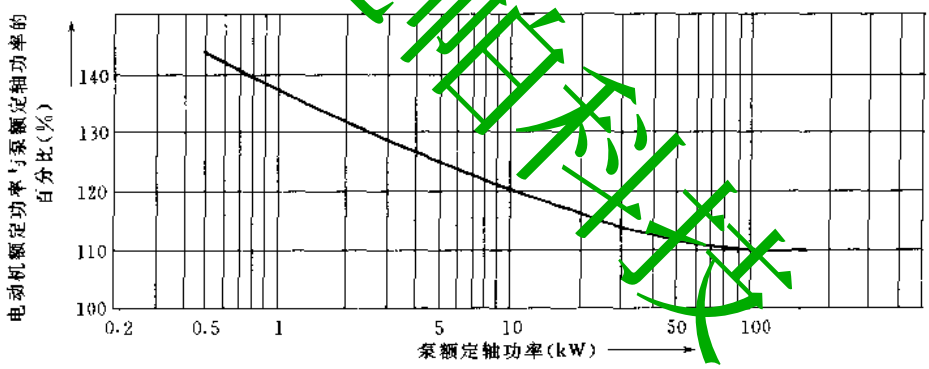


图3

7.4 临界转速

在工作条件下转子的实际第一横向临界转速，至少应超出最高许可连续转速的10%，对于多级自吸旋涡泵容许是挠性轴。

7.5 平衡

泵的旋转零部件应做平衡，并应符合GB9239中G6.3级的规定。

7.6 振动

泵在工作范围内无汽蚀条件下运行时，在额定转速（±5%）和额定流量（±5%）的工况点，由轴承体上测得的振动烈度应不超过GB10889中C级的规定值。

7.7 噪声

泵的噪声级应不超过GB10890中C级的规定值。

7.8 承压件

7.8.1 压力特性

制造厂应规定泵在最恶劣工作条件下的极限压力，即额定压力。承压壳体的额定压力不得超过泵法兰的公称压力。

7.8.2 壁厚

泵体、泵盖、轴封体、轴封端盖等承压零件应具有适当的壁厚，使其能在工作温度和额定压力的条件下承受住压力并限制变形。

接触腐蚀性液体的承压壳体应留有 3mm 的腐蚀余量。

7.9 机械特性

7.9.1 拆卸

泵各组成部分应当采取措施使其易于分离，例如设置起顶螺钉。

7.9.2 泵体垫

泵体垫的设计应适合于额定工作条件和环境温度下的水压试验条件。

7.9.3 外部螺栓连接

连接承压件的螺栓或螺柱的选择，应适合于承受额定压力和正常的拧紧方法。

7.10 泵进口和出口法兰

7.10.1 法兰进口和出口直径应取标准值。

7.10.2 法兰上的外力和外力矩，在用户要求时制造厂应提供详细的数据。

7.10.3 进口和出口法兰按相同公称压力设计，并应符合 GB4216 或 GB9113 的规定。必要时可根据结构和压力进行设计。

7.11 孔口和封堵件

在壳体最低位置应设置放液孔，必要时可设置放气孔和灌液孔。孔口接头应安装能承受额定工作压力并可以拆卸的封堵件。封堵件的材料应适合于泵输液体。

7.12 辅助管路连接件

辅助管路连接件应有能满足预定功能要求的材料、尺寸和厚度，并应装有活动的接头使其便于安装和拆卸。

7.13 叶轮

7.13.1 叶轮设计

根据用途旋涡轮可选择闭式或开式结构，离心轮为闭式结构。

7.13.2 叶轮的固定

旋涡轮在轴上应能轴向自由移动，但要防止沿圆周方向移动。离心轮应牢靠地固定在轴上，防止按指定方向旋转时沿圆周方向和轴向移动。

7.14 运行间隙

7.14.1 总则

确定静止件和旋转件之间的运行间隙时，应考虑工作条件和这些零件的材料性能（如硬度和抗擦伤性）。间隙的大小应能防止在工作条件下相互接触。选择的材料组合要使磨损和卡住的危险减至最小。

7.14.2 密封环

万水电子科技

密封环与离心轮的直径总间隙按表 5 选取。密封环应牢靠地固定在泵体上。

7.14.3 旋涡轮

旋涡轮端面与泵体、盖间轴向总间隙应符合表 6 的规定。

表 5 (mm)

材料	灰铸铁	铝铸铁	奥氏体钢
间隙	0.3		0.45

表 6 (mm)

叶轮直径	≤120	>120
轴向间隙	0.1～0.3	0.15～0.35

7.15 轴

7.15.1 总则

轴应有足够的强度和刚度，以保证泵可靠地工作：

a. 传递电动机额定功率；

b. 对填料和密封性能的不良影响减至最小；

c. 使磨损和卡住的危险减至最小。

轴的必需刚度可由轴径、轴跨度或悬臂长度及泵体安装方式（中段错开布置以平衡径向力）的组合来达到。

7.15.2 表面粗糙度

轴封区域的轴的表面粗糙度，应保证达到使机械密封或填料密封均能满意地工作的要求。

7.15.3 轴的挠度

在计算轴的变形时，不应考虑填料的支承作用。泵运行期间，由于径向载荷引起轴封外端外圆处轴的挠度不应超过 50μm。

7.15.4 轴径

轴伸轴颈应符合 GB1569 的规定。如有可能，轴封区轴颈应符合 GB5661 的规定。

7.15.5 轴向位移

轴承容许的转子轴向位移应对机械密封的性能不会造成有害的影响。

7.16 轴承

7.16.1 总则

轴承应符合 GB276 的规定。

7.16.2 滚动轴承寿命

应按 GB4662 和 GB6391 的要求计算和选择滚动轴承，在容许工作范围内运转时的“基本额定寿命 L_h”至少应是 10000h。

7.16.3 润滑

轴承润滑可选择钠基润滑脂。

7.16.4 轴承温度

轴承温度不得超过环境温度 40℃，轴承的最高温度不得超过 80℃。

7.16.5 轴承体

轴承体的设计应保证在正常工作条件下能防止杂质的侵入和润滑剂的流失。

7.17 轴封

7.17.1 总则

万水泵阀科技

泵的轴封设计可采用软填料或机械密封。

除工作条件另有要求外，密封腔尺寸应符合 GB5661 的规定。

7.17.2 填料函

7.17.2.1 填料圈数应不少于 4 圈以保证有效密封。

7.17.2.2 应提供足够的空间，以便无需移动或拆卸除填料压盖部件和防护装置外的任何零件即可更换或压紧填料。

7.17.2.3 填料压盖应能承受压紧填料所必需的力。

7.17.3 机械密封

7.17.3.1 选择密封的依据

a. 泵输送液体的种类以及化学和物理性质；

b. 最高和最低的密封压力；

c. 密封处液体的温度和汽化压力；

d. 泵的转速和转向。

7.17.3.2 型式和配置

根据工作条件可选择单端面、双端面、不平衡型或平衡型机械密封。

如果泵输送温度接近其沸点的液体，机械密封室中的压力必须足够高于泵入口压力，或密封面区域的温度要足够低于汽化温度，以防止液体在密封端面上汽化。

对于在低于 0℃温度下工作的泵，可以设置保温装置防止结冰。

7.17.3.3 材料

机械密封的材料应能经受住腐蚀、磨损、热应力和机械应力等。

7.17.3.4 结构

机械密封端盖与密封室孔必须对中。密封端盖应有足够的刚性，以避免变形。

密封体、密封端盖和螺栓应能承受工作温度下的压力及必需的垫片安装载荷。

液体进入和流出密封室的位置应尽可能靠近密封面。

所有静止零件在运转时应防止与轴的偶然接触。

7.18 联轴器

7.18.1 型式

采用弹性联轴器，其选用原则应能传递配带电动机的最大转矩，且许用转速应与配带电动机的转速相适应。

7.18.2 安装

泵与电动机合装时，容许的径向、轴向和角位移偏差应不超过制造厂的规定值。

7.19 键

键的尺寸及公差应符合 GB1096 的规定。

键槽的尺寸及位置公差应符合 GB1095 中的一般键联接，但旋涡轮应采用较松键联接以便于在轴上自由移动。

7.20 底座

底座应有足够的刚度，以保证两半联轴器的同轴度不超过规定值。

底座可采用铸铁件或型钢焊接结构。

江苏标准科技

底座可设计要求灌浆的和不灌浆的结构。

应提供垫片，用以保证电动机垂直方向的调整来补偿泵、电动机和底座之间的公差。

7.21 铸件

泵的铸件质量及其缺陷的补焊应符合 JB/T6880.1 或 JB/T6880.2 的规定。

7.22 装配基本要求

7.22.1 泵的零、部件经检查合格后才能进行装配。

7.22.2 泵在装配前应作如下防锈处理：

铸铁件的流道及轴承室不加工表面清理干净后应按 JB/T4297 的规定涂漆。

泵轴、旋涡轮、离心轮、联轴器等加工表面应用油脂等作防锈处理。

表 7 (mm)

密封环直径	>50～120
叶轮密封环外圆圆跳动	0.07

7.22.3 装配好的转子部件离心轮密封环外圆的圆跳动应不超过表 7 的规定。

7.22.4 装配好的泵旋涡轮在轴上应能自由轴向移动。其端面轴向总间隙应符合表 6 的规定，容许用纸垫调整间隙。

7.23 材料

7.23.1 泵主要零件的材料应根据使用条件和泵输液体特性选择，一般按表 8 的规定。若用户有特殊要求，则按技术协议执行。

表 8

零件名称		材料		
泵体、泵盖、吸入段、叶出段、中段、隔板		HT200	RQTAI4Si4	ZG0Cr18Ni12Mo2Ti ZG1Cr18Ni9
叶轮	旋涡轮	45 ZCuAl10Fe3	3Cr13 RQTAI4Si4 ZG1Cr18Ni9	0Cr18Ni12Mo2Ti 1Cr18Ni9
	离心轮	HT200		ZG0Cr18Ni12Mo2Ti ZG1Cr18Ni9
轴		45	3Cr13	0Cr18Ni12Mo2Ti 1Cr18Ni9
密封环		HT200	RQTAI4Si4	0Cr18Ni12Mo2Ti 1Cr18Ni9
衬套		ZCuAl10Fe3 聚酰胺 1010		

7.23.2 材料的化学成分、力学性能等应符合下列标准以及其他有关标准的规定：

a. HT200 应符合 GB9439 的规定；

b. ZG1Cr13、ZG1Cr18Ni9、ZG0Cr18Ni12Mo2Ti 等应符合 GB2100 的规定；

c. 45 钢应符合 GB699 的规定；

d. 3Cr13、1Cr18Ni9、0Cr18Ni12Mo2Ti 等应符合 GB1220 的规定；

e. ZCuAl10Fe3 应符合 GB/T1176 的规定；

f. RQTAI4Si4 应符合 GB9437 的规定；

g. 聚酰胺 1010 应符合 HG2—869 的规定。

8 试验方法

8.1 材料的化学成分分析方法和力学性能试验方法按 7.23.2 条中所列有关标准的规定。

机械电子科技

8.2 承压零件的水压试验应按设计压力的2倍进行，试验液体为常温清水，保压时间不少于5min，并不得有泄漏冒汗现象。

8.3 泵的性能试验方法和性能偏差测试精度按GB/T3214和GB3216中C级的规定。

8.4 自吸泵的自吸时间应不超过45s，并按下列规定做试验：

a. 吸入管路长度为8m；

b. 管径与泵吸入口直径相同；

c. 自吸高度9—NPSHR，m。

8.5 泵的振动测量方法按GB10889的规定。

8.6 泵的噪声测量方法按GB10890的规定。

8.7 试验后泵的涂封

8.7.1 泵性能试验合格后应除尽泵内积水，并作如下防锈和涂装处理：

a. 内部加工表面涂以防锈油脂；

b. 外露加工表面涂硬化防锈油；

c. 外部不加工表面按JB/T4297作涂装处理。

8.7.2 经防锈涂装处理后，泵的进出口应封堵。

9 检验规则

9.1 型式检验

9.1.1 下列情况之一时做型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 批量生产的产品，周期性的检验时；

d. 产品长期停产后恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

9.1.2 检验项目按GB3216的规定。

9.1.3 检验台数不少于2台。

9.2 出厂检验

9.2.1 批量生产的产品应做出厂检验。

9.2.2 检验项目按GB3216的规定。

9.2.3 检验台数和检验规则按GB2828的规定，抽样方法可采用一次或二次抽样，采用检查水平Ⅱ，合格质量水平AQL为4。

9.3 最终检查

每台泵须由制造厂质量检查部门按产品供货成套范围检查是否正确和完整，装箱资料是否齐全，并在发给产品质量合格证后才能出厂。

10 标志、包装、运输及贮存

10.1 标志

10.1.1 泵标牌应符合GB/T13306的规定。其材质应耐腐蚀以保证在使用期内字迹清晰，

农业电子科技

标牌应牢靠地固定在泵体上，其内容应包括：

a. 制造厂名称；

b. 泵的型号和名称；

c. 泵的技术规范：流量（m^3/h）；扬程（m）；转速（r/min）；配带功率（kW）；效率（%）；$(NPSH)_r$；（m）；质量（kg）；

d. 泵的出厂编号和出厂日期。

10.1.2 泵的转向牌应牢靠地固定在泵上明显的位置。

10.2 包装和运输

10.2.1 产品的包装应符合 GB/T13384 的规定。

10.2.2 泵所有的孔口均应封堵，防止杂物掉入。

10.2.3 应采取措施，避免在运输过程中由于振动和碰撞引起产品损坏。

10.2.4 每台泵出厂时均应带下列装箱资料，并将其装在能防水、防潮的文件袋内：

a. 产品合格证明书；

b. 产品装箱单（内容包括：泵、电动机、备件、附件等）；

c. 安装使用说明书（内容包括：结构概述、性能参数、性能曲线、安装使用说明、故障分析维修等）；

d. 总图、安装尺寸及主要易损件图等。

10.3 贮存

泵的油封有效期为 12 个月。应按期检查，并重新油封。

11 成套范围

制造厂应根据用户需要，一般提供下列成套范围的全部或一部分，并在订货单中注明：

a. 泵；

b. 电动机；

c. 底座和地脚螺栓；

d. 易损件；

e. 联轴器和护罩。

12 保证期

在用户选用产品恰当并遵守保管及使用规则的条件下，从制造厂发货日起 18 个月或运转不超过 12 个月，产品因制造质量不良而发生损坏并不能正常工作时，制造厂应负责免费为用户修理、更换产品或零件，但易损零件的正常磨损不在此限。

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准起草人：周绍珩。

江苏恒科技

中华人民共和国机械行业标准

单　螺　杆　泵

JB/T8644—1997

江北油科技

前　言

本标准是对GB10884《单螺杆泵型式与基本参数》和GB10885《单螺杆泵技术条件》的修订。

本标准修改和补充如下：

a）参数表中流量与压力关系变化；

b）轴功率和效率关系；

c）单螺杆泵偏心转子引起的振动因素等。

本标准的附录A是提示的附录。

本标准从生效之日起，同时代替GB10884—89和GB10885—89。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：沈阳水泵研究所、浙江省机电研究设计院、杭州水泵总厂、天津工业泵总厂、台州新界泵业公司、台州佳迪螺杆泵业公司、江苏理工大学排灌机械研究所。

本标准主要起草人：孙友发、曹国纬、李再澄、赵恒枫、洪振声、乐邦耀、李龙。

1 范围

本标准规定了单螺杆泵的型式与基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于输送清洁的或含有固体颗粒及纤维的水状、糊状直至高粘稠腐蚀性和非腐蚀性介质的单螺杆泵（以下简称泵）。

泵的最高工作压力为 3.6MPa，最大流量为 265.2m³/h。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB570—55	船用铸铁法兰
GB571- 65	船用铸钢法兰
GB4216—84	灰铸铁管法兰尺寸
GB9113.3～9113.5 -88	凸面整体钢制管法兰
GB/T13306—91	标牌
GB/T13384—92	机电产品包装通用技术条件
JB/T4297- 92	泵产品涂漆技术条件
JB/T6880.1 93	泵用灰铸铁件
JB/T6880.2 93	泵用铸钢件
JB/T8091—95	螺杆泵试验方法
JB/T8097- 95	泵的振动测量与评价方法
JB/T8098 -95	泵的噪声测量与评价方法

3 型式与基本参数

3.1 型式

泵可以制成卧式或立式两种型式。

3.2 型号

3.2.1 表示方法

型号中大写汉语拼音字母分别表示单螺杆泵、用途、输送介质、型式，数字表示泵的转子—螺杆（以下均称转子）名义直径、定子螺孔导程个数。

3.2.2 标记示例

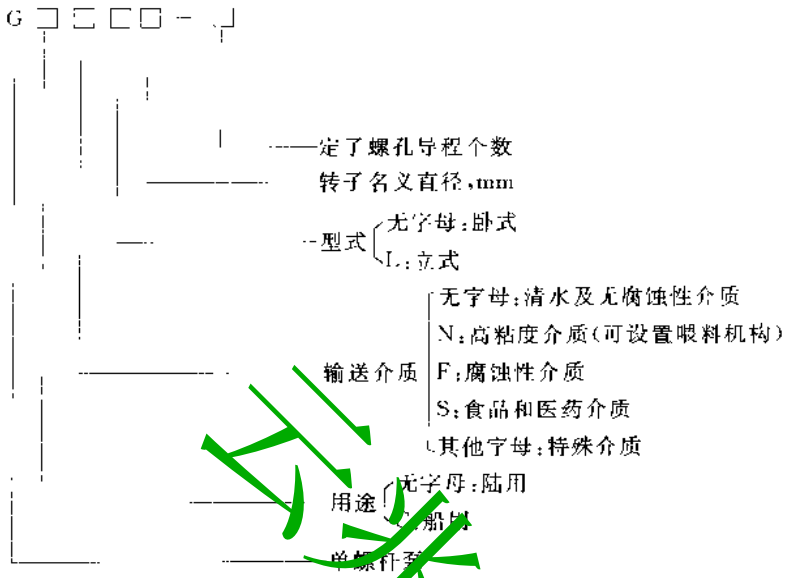
— 转子名义直径 ϕ15mm、定子螺孔一个导程、卧式、输送食品和医药介质的单螺杆泵：GS15 -1；

——转子名义直径 ϕ35mm、定子螺孔一个导程、卧式、船用单螺杆泵：GC35 -1；

石油机械科技

转子名义直径 ϕ50mm、定子螺孔两个导程、卧式、输送腐蚀性介质的单螺杆泵：

GF50 2、



3.3 基本参数

3.3.1 泵的基本参数应符合表1的规定。

3.3.2 泵的型谱见图1。

3.3.3 泵的基本参数为输送常温清水时规定点的性能。

表1 单螺杆泵的基本参数

泵基本规格	每100转理论流量 q	流量 Q		压力 p	允许最高转速 n	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	轴功率 P	效率 η	转子、定子尺寸			吸入法兰通径 D_s	排出法兰通径 D_t
									转子直径 D	转子偏心距 e	定子螺孔导程 T		
	(L)	(m³/h)	(L/s)	(MPa)	(r/min)	(m)	(kW)	(%)	(mm)				
15—1	1.63	2.4	0.67	0.6	3000	4	0.82	49	17	3	80	32	25
15—2				1.2			1.6	50					
15—3				1.8			2.4						
15—4				2.1			3.26	49					
15—5				3.0			4.08						
15—6				3.6			5	48					
20—1	3.11	3.7	1.03	0.6	2400		1.18	52	21	3.7	100	40	32
20—2				1.2			2.33	53					
20—3				1.8			3.49						
20—4				2.1			4.74	52					
20—5				3.0			5.93						
20—6				3.6			7.25	51					

行业内标准

续表 1

泵基本规格	每100转理论流量 q	流量 Q		压力 p	允许最高转速 n	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	轴功率 P	效率 η	转子、定子尺寸			吸入法兰通径 D_s	排出法兰通径 D_p
									转子直径 D	转子偏心距 e	定子螺孔导程 T		
	(L)	(m^3/h)	(L/s)	(MPa)	(r/min)	(m)	(kW)	(%)	(mm)				
25—1	6.26	6.3	1.75	0.6	2000		1.94	54	26	4.7	128	50	40
25—2				1.2			3.82	55					
25—3				1.8			5.73						
25—4				2.4			7.78	54					
25—5				3.0			9.72						
25—6				3.6			11.88	53					
35—1	13.06	9.8	2.72	0.6	1500	4	2.82	58	34	6	160	65	50
35—2				1.2			5.54	59					
35—3				1.8			8.3						
35—4				2.4			11.26	58					
35—5				3.0			14.08						
35—6				3.6			17.19	57					
40—1	25.2	16	4.44	0.6	1250		4.3	64	42	7.5	200	80	65
40—2				1.2			8.2						
40—3				1.8			12.3						
40—4				2.4			16.66	63					
40—5				3.0			20.83						
40—6				3.6			25.93	63					
50—1	30.1	25.5	7.08	0.6	1000	4.5	6.44	66	52	9.4	256	100	80
50—2				1.2			12.5	68					
50—3				1.8			18.74						
50—4				2.4			25.37	67					
50—5				3.0			31.71						
50—6				3.6			38.63	66					
70—1	104.45	42.4	11.78	0.6	800	5	10.39	68	68	12	320	125	100
70—2				1.2			20.18	70					
70—3				1.8			30.72	69					
70—4				2.4			41.56	68					
85—1	201.6	64.5	17.92	0.6	630		15.35	70	84	15	400	150	150
85—2				1.2			29.86	72					
85—3				1.8			45.41	71					
85—4				2.4			61.41	70					

石化标准

续表 1

泵基本规格	每100转理论流量 q	流量 Q		压力 p	允许最高转速 n	必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	轴功率 P	效率 η	转子、定子尺寸			吸入法兰通径 D_s	排出法兰通径 D_p
									转子直径 D	转子偏心距 e	定子螺孔导程 T		
	(L)	(m^3/h)	(L/s)	(MPa)	(r/min)	(m)	(kW)	(%)	(mm)				
105—1	400.13	103.1	28.04	0.6	500	5	24.54	70	104	18.8	512	200	200
105—2				1.2			47.71	72					
105 3				1.8			72.59	71					
105 4				2.4			98.16	70					
135 1	835.58	172.8	48.00	0.6	400		41.13	70	136	24	640	200	200
135—2				1.2			79.78	72					
135—3				1.8			121.66	71					
135 4				2.4			164.53	70					
170—1	1612.8	265.2	73.67	0.6	320		63.13	70	168	30	800	250	250
170—2				1.2			122.74	72					

3.3.4 泵的型谱为输送常温清水时的工作范围。

3.3.5 当泵输送高粘度和磨耗性大的介质（包括颗粒或纤维）时，必须降低泵的转速，转速选用范围按泵所输送介质的轴向速度。见附录 A（提示的附录）。

3.4 旋转方向

从驱动端看，泵为逆时针方向旋转。

4 技术要求

4.1 泵应符合本标准的要求，并按经规定程序批准的产品图样及技术文件制造。

4.2 泵的基本参数应符合表 1 的规定。

4.3 泵在下列输送介质条件下应能连续正常运行：

a）温度小于或等于 80℃，特种定子可达－20～150℃（由供需双方另订协议）；

b）介质中固体物最大含量按体积计不超过 40%（如为粉状微料可达 70%），最大粒径不超过转子的偏心距，最大纤维长度不超过 0.4 倍转子螺距。

4.4 泵在下述船用条件下应能可靠地工作：

a）周期性横摇 22.5°；

b）纵摇 7.5°；

c）持续横倾 15°；

d）持续纵倾 5°。

4.5 泵的振动值由下列条件确定：

a）根据泵转子偏心距 e 值大小，将泵分成四类：

1）第一类，$e \leqslant 5.5$mm 的 1～3 级泵；

2）第二类，5.5mm$< e \leqslant$10mm 的 1～3 级泵和 $e \leqslant 5.5$mm 的 4～6 级泵；

万水出科技

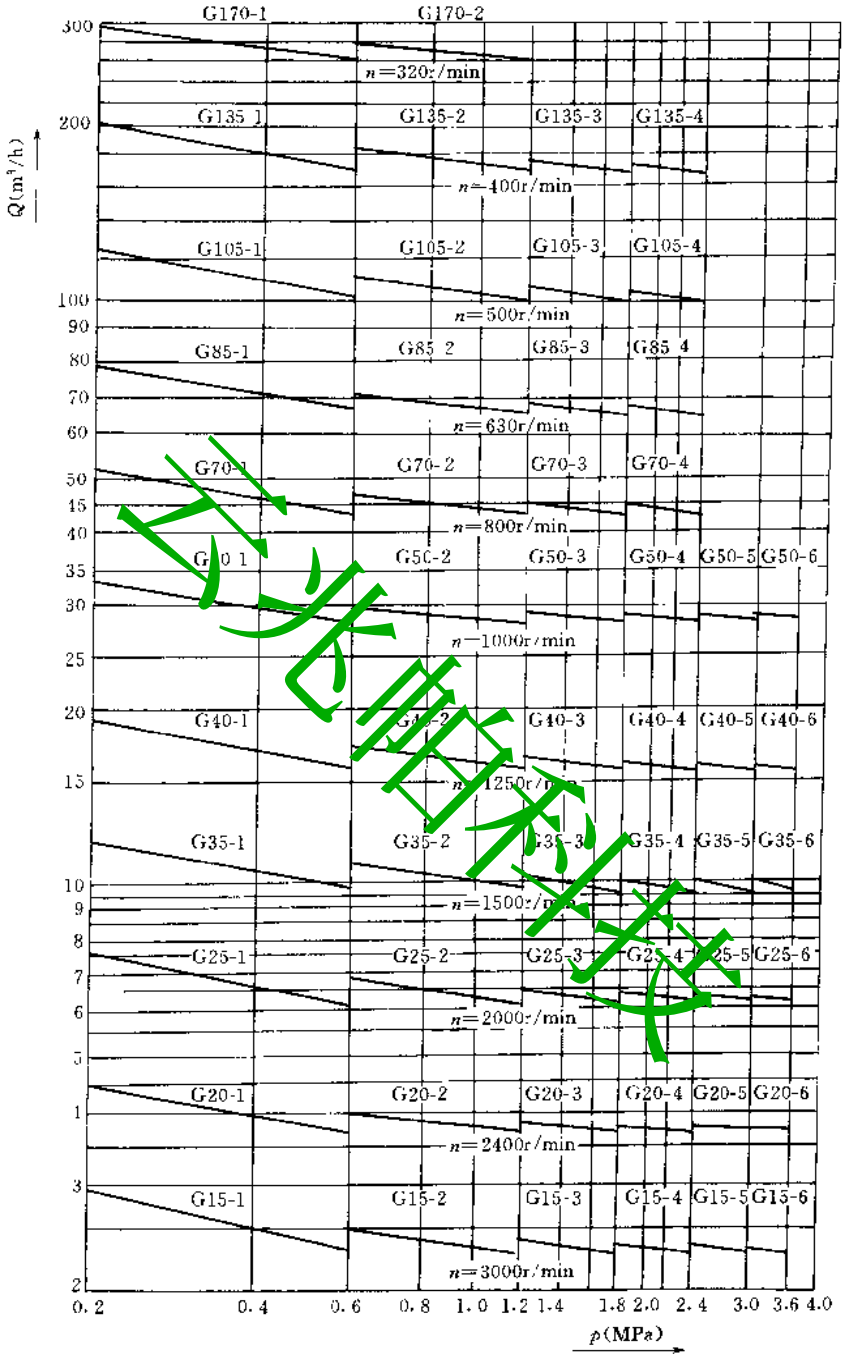


图 1 单螺杆泵型谱

3）第三类，10mm<e≤15mm 的 1～3 级泵和 5.5mm<e≤10mm 的 4～6 级泵；

4）第四类，e>15mm 的各级泵和 10mm<e≤15mm 的 4 级泵；

b）泵的振动级别分为 A、B、C、D 四级，D 级为不合格；

c）泵的振动级别评价方法按 JB/T8097 表 3 的规定。

4.6 泵的噪声值应不超过 80dB（A）。机组的噪声值应不超过原动机或传动装置的噪声值（取大者）加 3 dB（A）。

4.7 泵的主要零、部件的材料应根据所输送介质的化学、物理性能和泵的压力不同，按下列规定选择：

a）过流零、部件（吸入室、排出室、密封箱等）可分别选用铸铁、铸钢和不锈钢等材料；

b）轴选用 45 优质碳素钢、40Cr 合金结构钢或不锈耐酸钢等材料；

c）转子、定子的材料按表 2 选用。对经过试验验证确实不影响使用性能的材料也可使用。

材料均须有检验合格证。

4.8 泵的铸铁、铸钢件应分别符合 JB/T6880.1、JB/T6880.2 的规定。

4.9 泵的吸入和排出口法兰连接尺寸应符合 GB4216 和 GB9113.3～9113.5 的规定。船用泵法兰连接尺寸应符合 GB570 和 GB571 的规定。

4.10 承受液体压力的零、部件，应按 1.5 倍工作压力进行水压试验。压力持续时间不少于 10min。在试压过程中，不得有渗漏、冒汗等现象。

4.11 泵的所有零件必须经检验合格后，方能进行装配。

4.12 泵在装配前，零件与被输送介质接触的非加工表面应涂以防锈漆（不锈钢除外）。

4.13 轴承盒和万向联轴器密封套内应填充 2/3 空腔的润滑脂。

4.14 轴承的温升不超过环境温度 35℃，其极限温度不应超过 80℃。

4.15 泵轴封采用机械密封或填料密封，具体由供需双方商定。两种密封装置应能互换。轴封处应设有泄漏回收装置。

4.16 泵经试验后，应除尽泵内积液，重新作防锈处理。外表面应仔细清除铁锈和油渍，涂底漆与面漆。涂漆要求按 JB/T4297 规定，外露加工面应涂以防锈涂料。

4.17 经防锈处理和表面涂漆后，泵的吸入口、排出口应用盖板盖牢。

试读结束，需要全本PDF请访问

表 2

输送介质或工作条件	定子材料	转子材料	备　注
清水、污水、泥浆、有机涂料、水泥浆、酒精等	天然橡胶（NR）	40Cr 45 钢镀铬 38CrMoAl 氮化 1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni12Mo12Ti	不耐油
水稀的介质、废水、氨水、液体肥料、有限的有机酸等	丁苯橡胶（SBR）		
矿物油脂及烃类、弱酸和碱等	丁腈橡胶（NBR）		
高耐磨、高强度和耐油、耐苯等	聚氨脂橡胶（UR）		不抗水
医药、食品、化妆品等	丁腈橡胶（NBR）		不含对人体有毒的配合剂

续表 2

输送介质或工作条件	定子材料	转子材料	备注
酸、碱及蒸汽等	乙丙橡胶（EPM）	40 Cr 45 钢镀铬 38CrMoAl 氮化 1Cr18Ni9Ti 1Cr18Ni12Mo12Ti	不耐油
烃、苯、烷溶剂等	氟橡胶（FPM）		
酸、碱、油、化纤浆液等	氯磺化聚乙烯橡胶（CSM）		

4.18 整台泵或较重的零、部件，应考虑装配、安装和检修时起吊的方便、可靠。

4.19 泵成套供货范围包括：

a）泵；

b）原动机；

c）传动装置；

d）机座；

e）联轴器；

f）地脚螺栓；

g）易损备品、备件根据订货协议供应。

泵成套供货范围项目增减，供需双方可自行协议。

4.20 在用户遵守泵的运输、贮存、安装和使用规则的条件下，从制造厂发货之日起 12 个月内（船用泵为从交船日起 12 个月内，但不得超过发货之日起 18 个月），其中使用期不超过 6 个月，泵因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应负责为用户更换或修理零件（不包括易损零、部件的正常损坏）。

4.21 泵在规定工况下，输送常温清水或类似清水液体时，定子寿命不低于 2000h；以空载工况的容积效率下降到 90%为定子终止寿命。

新泵出厂的空载容积效率不得低于 95%。

4.22 泵的型式试验要求

泵在规定工况下做 200h 可靠性运转试验后（试验介质为常温清水或类似清水液体），其空载工况容积效率降低值不应超过 2%。

泵的空载工况系指入口压力为±0.03MPa，出口压力不大于 0.05MPa 的工作范围之内的工作参数点。

5 试验方法

5.1 泵的性能试验方法按 JB/T8091 的规定。

泵流量、功率允差除按 JB/T8091 表 3、表 4 规定外，其效率应符合本标准表 1 的规定，其允差下限为规定值的 95%。

5.2 泵的振动测量方法按 JB/T8097 的规定。

5.3 泵的噪声测量方法按 JB/T8098 的规定。

6 检验规则

6.1 每台泵须经制造厂质量检验部门检验合格，并附有产品合格证方可出厂。

6.2 泵在出厂前必须进行检验，新产品应做不少于两台型式试验，型式试验以外其余部分均应进行出厂试验。批量生产的泵，应按表3规定的数量进行出厂试验。试验发现不合格品时，则按问题性质决定加倍抽检或逐台进行试验。

表3 （台）

泵制造批量	出厂检验数量	泵制造批量	出厂检验数量	泵制造批量	出厂检验数量
≤8	3	16~25	8	51~59	20
9~15	5	26~50	13		

7 标志、包装、运输与贮存

7.1 每台泵应在明显位置钉上产品标牌，标牌尺寸和技术要求应符合GB/T13306的规定。

标牌上应标明：

a）制造厂名称；

b）泵的名称及型号；

c）规定工况点或按合同规定工况点的性能参数：

流量，m^3/h (L/s)；

排出压力，MPa；

转速，r/min；

必需汽蚀余量，m；

功率，kW；

d）质量，kg；

e）出厂编号及日期。

7.2 每台泵应有明显的转向标志和绝对禁止干运转的标志。

7.3 泵的包装应能保证其不致在正常运输条件下使泵及零件发生锈蚀、损坏或遗失附件、备件及文件等情况，包装技术要求应符合GB/T13384的规定。

7.4 包装箱外壁的文字和标志应清楚、整齐。内容如下：

a）发货站及制造厂名称；

b）收货站及收货单位名称；

c）泵型号、出厂编号；

d）泵组净重及连同包装毛重；

e）包装箱尺寸；

f）在包装箱适当部位应标有重心、防潮、防晒、防冻、小心轻放等必要的文字和图形。

7.5 每台泵出厂时，应将产品合格证、装箱清单、安装使用说明书等技术文件装入不透水的文件袋内。

五洲泵阀科技

附 录 A
（提示的附录）
泵输送不同介质时的转速范围

A1 当泵输送高粘度和磨耗性大的介质（包括颗粒或纤维）时，必须降低泵的转速。按泵所输送介质的轴向速度可选用范围见图 A1。

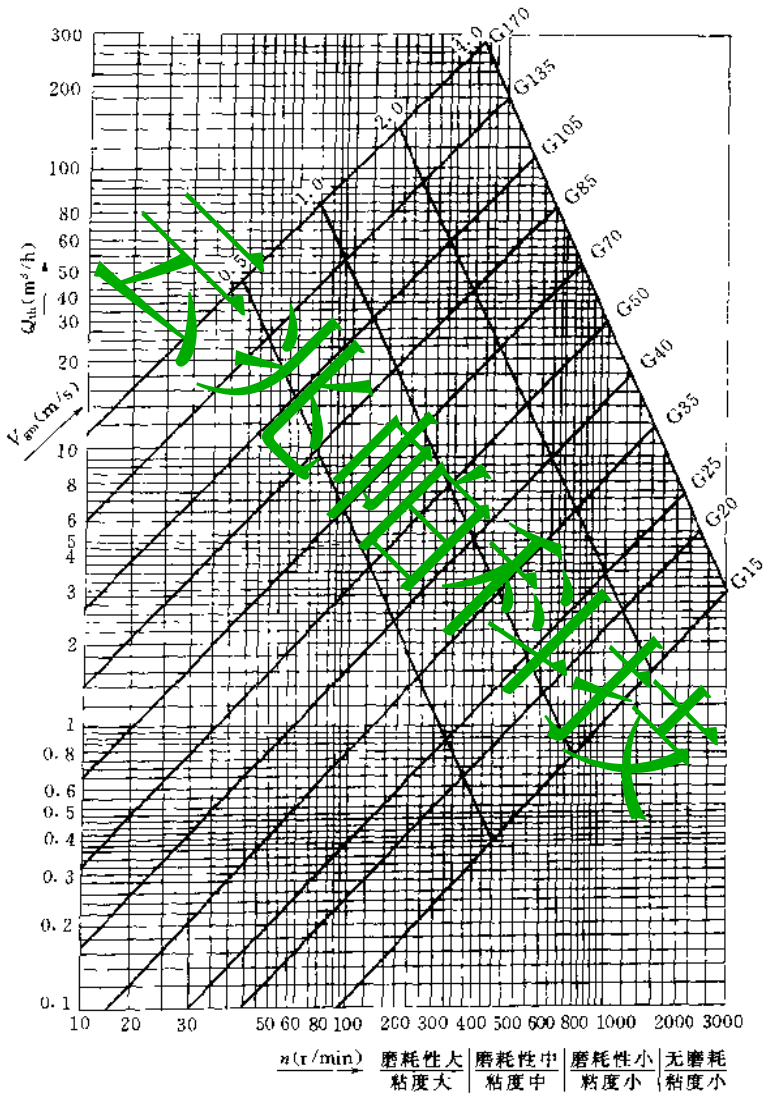


图 A1 泵输送不同介质时的转速范围

中华人民共和国机械行业标准

螺杆泵　试验方法

Testing methods for screw pumps

JB/T8091—1998（代替 JB/T8091—95）

工业泊科技

前　言

本标准是对 JB/T8091—95《螺杆泵试验方法》的修订。

本标准对下列内容均作了相应的修改和补充：

——试验项目；

——安全阀全回流压力的规定；

——汽蚀试验的规定；

——试验条件的有关条款；

——性能参数的计算与换算有关内容；

附录 A 性能试验记录单。

本标准从生效之日起，同时代替 JB/T8091—95。

本标准的附录 A、附录 B 都是提示的附录。

本标准由全国泵标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：天津市工业泵总厂。

本标准主要起草人：王金来、赵魁乐。

1 范围

本标准规定了螺杆泵的试验测试方法。

本标准适用于单螺杆泵、双螺杆泵、三螺杆泵和五螺杆泵等（以下简称泵）在制造厂中的产品试验。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB265—88 石油产品运动粘度测定法和动力粘度计算法

GB1032-- 85 三相异步电动机试验方法

GB1311—89 直流电机试验方法

GB/T3214- 91 水泵流量的测定方法

GB3216-- 89 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

JB/T8097—95 泵的振动测量与评价方法

JB/T8098- 95 泵的噪声测量与评价方法

3 符号、名称和单位

本标准采用的符号、名称和单位见表 1。

表 1

序号	符号	名称	单位
1	p	出口规定压力	MPa
	p_t	全压力	
	p_k	安全阀全回流压力	
	p_d	出口压力	
	p_s	进口压力	
	G_d	出口压力表示值	
	G_s	进口压力表示值	
2	ν	规定粘度	mm^2/s
	ν	实测粘度	
3	NPSH	汽蚀余量	m
	$(NPSH)_r$	必需汽蚀余量	
4	Q	规定体积流量	m^3/h
	Q_0	零压点实测体积流量	
	Q_{0n}	零压点规定转速下的体积流量	
	Q_i	压力点实测体积流量	
	Q_{in}	压力点规定转速下的体积流量	

万方数据科技

续表 1

序号	符号	名称	单位
5	ΔQ	流量偏差	%
6	V_0	零压点计量容积	m^3
	V_1	压力点计量容积	
7	P	规定轴功率	kW
	P_0	零压点实测轴功率	
	P_{0n}	零压点规定转速下轴功率	
	P_1	压力点实测轴功率	
	P_{1n}	压力点规定转速下轴功率	
	P_u	泵输出功率	
	P_{gr}	试验电动机输入功率	
8	ΔP	轴功率偏差	%
9	η	泵效率	%
	η_v	容积效率	
10	W	作用于大叶力臂上的重力	N
11	T	转矩	N·m
12	n	规定转速	r/min
	n_0	零压点实测转速	
	n_1	压力点实测转速	
13	t_0	零压点流量计量时间	s
	t_1	压力点流量计量时间	
14	ρ	试验介质密度（试验温度）	kg/m³
15	g	重力加速度（取 9.81）	m/s²

4 试验类型和试验项目

4.1 批量生产的泵或泵机组应做出厂试验，出厂试验项目按表 2。

表 2

试验项目	试验类型		
	出厂试验	型式试验	特殊试验
运转试验	△	△	—
性能试验Ⅰ组	△	—	—
性能试验Ⅱ组	—	△	—
安全阀试验	△	△	—
汽蚀试验		△	
振动试验	—	△	—
噪声试验	—	△	—
其它试验	—		△

注：△—应进行的试验项目。

4.2 首制泵的鉴定及批量生产泵的抽查、认可应做型式试验。型式试验项目按表 2。

4.3 特殊试验是为满足特殊要求进行的试验，试验项目按技术协议或试验大纲的规定进行。

5 试验内容

5.1 运转试验

运转试验是对泵和泵机组装配质量的检验。

5.1.1 泵启动前，向泵内注入试验介质，并把试验系统进、出口压力调节阀门全部打开，安全阀调到关闭状态。

5.1.2 泵在规定转速下逐次升压到规定压力进行运转试验。规定压力点运行时间不少于30min。

5.1.3 检查泵运行中是否有不正常的声响及异常的振动现象，各结合面是否有外泄漏。

5.1.4 测量泵轴承部位和轴封处的温升、泄漏量。

5.2 性能试验

性能试验是为了测试泵的压力、流量、轴功率，并确定泵的压力-流量、压力-轴功率、压力-效率等性能曲线。

5.2.1 性能试验应在运转试验合格后进行。

5.2.2 性能试验按试验类型的不同分为两组：

性能试验Ⅰ组仅在零压力点和规定压力点上测量泵的流量和轴功率。

性能试验Ⅱ组应在零压力点和规定压力范围内测量泵的流量和轴功率。

5.2.3 性能试验应从出口压力调节阀全敞开的零压力点开始进行。对性能试验Ⅱ组，测量点应均匀地分布在规定压力范围内，一般不少于六个不同压力点（其中包括零压力点）。

5.2.4 性能试验的持续时间应足够，以获得一致的结果和达到预期的试验精度。每测一个压力点应在同一时刻计量压力、流量、转速、轴功率、介质温度等，各计量值均记录三次，计算时取其算术平均值。

5.2.5 在规定压力下的流量和轴功率性能允差按表3和表4的规定分为Ⅰ级和Ⅱ级。根据试验的要求Ⅱ级精度可满足任何类型试验。仅仅在要求精度更高或电动机输出功率大于100kW时，选Ⅰ级精度。

表3

规定流量范围 (m^3/h)	流量允差 (%)	
	Ⅰ级	Ⅱ级
≤0.1	±10	+20 −10
>0.1～10	±5	±10
>10	±5	+10 −5

表4

规定轴功率范围 (kW)	轴功率允差 (%)	
	Ⅰ级	Ⅱ级
≤5	+25	+25
>5～10	+15	+20
>10～50	+10	+15
>50	+5	+10

5.2.6 在满足5.2.5的条件下，还应考核泵的效率指标，其下降值不得超过规定值的5%。

5.3 安全阀试验

5.3.1 安全阀试验应在规定工况下逐渐关闭出口压力调节阀，测试安全阀全回流压力。

5.3.2 安全阀全回流压力的调整按表5的规定，当出口压力回复到规定压力时，流量不应小于规定流量。

表5

出口规定压力 p	安全阀全回流压力 p_k
≤0.5	$p+0.25$
>0.5～1.6	$1.5p$
>1.6～6.0	$1.3p$
>6.0～10	$1.2p$
>10	$1.15p$

5.4 汽蚀试验

汽蚀试验应在性能试验合格后进行。汽蚀试验的结果，仅为输送试验介质时的结果，不能据此来精确预测泵在输送其它介质时的汽蚀特性。

5.4.1 必需汽蚀余量(NPSH)$_r$系指在规定的工况下，为保证泵不发生汽蚀而由设计时规定的NPSH值。

5.4.2 汽蚀试验仅在规定性能的一个规定压力点上进行。试验时，使NPSH由最大值开始，逐渐降低到(NPSH)$_r$值，在保持泵的全压力等于规定压力的同时，若流量不低于性能试验时的2%，则可以认为泵满足不发生汽蚀的要求。

5.5 振动试验

泵的振动试验按JB/T8097规定的方法进行。

5.6 噪声试验

泵的噪声试验按JB/T8098规定的方法进行。

5.7 其它试验

泵的其它试验按技术协议或试验大纲的规定进行。

6 试验条件

6.1 试验介质

6.1.1 试验介质，若无特殊要求一般应采用石油馏分油（以下简称油介质），单螺杆泵采用常温清洁淡水（以下简称水介质）。

6.1.2 水介质的特性应符合GB3216—89中5.3的规定，其物理性能应符合GB3216—89中附录A的规定。

6.1.3 对油介质，规定下列粘度值为试验介质粘度值：3，20，40，75，150，380，760mm^2/s。

6.1.4 当试验介质粘度与规定粘度不同或因试验中液温的改变使试验介质粘度发生变化时，应按9.1.2和9.3.3将实测粘度下的试验数据换算为规定粘度下的性能参数。

6.2 试验转速

6.2.1 试验转速应采用规定转速，亦可在规定转速的±5%范围内的实测转速下进行试验。

6.2.2 当实测转速与规定转速不同时，应按9.1.2和9.3.3的规定，将实测转速下的试验数据换算为规定转速下的性能参数。

6.3 试验装置

6.3.1 试验装置需采取有效措施来保证通过测量截面的液流具有如下特性：

a）轴对称的速度分布；

b）等静压分布；

万水制图科技

c) 无出装置引起的旋涡。

6.3.2 保证上述条件的基本措施，是在被试泵的进、出口回路上应用平直管段和具有静液面的大储油罐。

对被试泵进、出口平直管段的要求，以泵进、出口直径 D 计算，进口平直管长不小于 $12D$，出口平直管长不小于 $4D$。

6.4 试验系统

6.4.1 水介质的试验系统及装置均按 GB3216—89 中 5.6 的规定。

6.4.2 油介质的试验系统如图 1，其中图 1（a）用于定量容器，图 1（b）用于流量计。

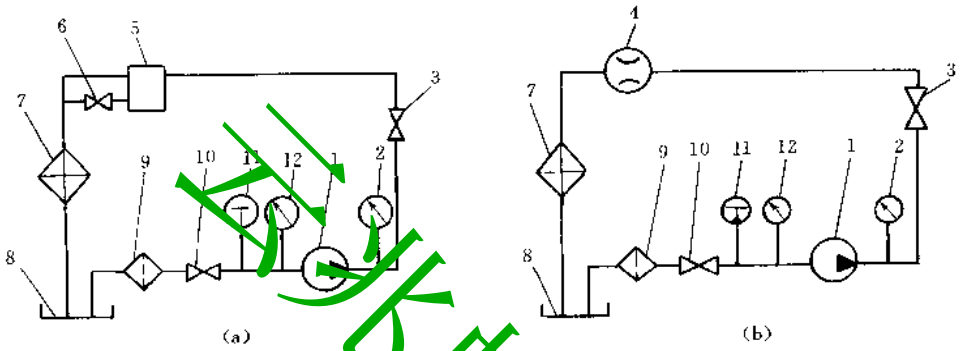


图 1

1—被试泵；2 出口压力计；3—出口压力调节阀；4—流量计；5 定量容器；6—阀门；7—油温调节器；8—油箱；9—滤器；10—进口压力调节阀；11 温度计；12—真空计

7 测试

7.1 测试精度

性能试验中各参数测试的精度分为 B 级和 C 级，各级对计量仪器、仪表的容许系统误差范围，是指测得的数据以及由这些数据算出的量的误差范围，它表示测得性能与实际性能之间的最大可能差异。

凡是经过校准或通过与有关的国家标准相比较，证明其测量误差不超过表 6 规定范围的任何测试设备或方法均可使用。

表 6

测 定 量	计量仪表的容许系统误差范围（%）	
	B 级	C 级
压 力	±1.0	±2.5
流 量	±1.5	±2.5
轴功率	±1.0	±2.5
原动机输入功率（对机组效率试验）	±1.0	±2.0
转 速	±0.2	±1.0

测试精度等级的确定按 GB3216—89 附录 D 的规定。

7.2 最大总误差限

如果符合表 6 所规定的仪表系统误差并遵循本标准的试验方法，则可认为总的误差限将不会超过表 7 的规定。

表 7

测定量	最大总误差限允许范围（%）	
	B 级	C 级
压力	±1.5	±3.5
流量	±2.0	±3.5
轴功率	±1.5	±3.5
原动机输入功率（对机组效率试验）	±1.5	±3.5
转速	±0.4	±1.8
泵效率	±2.8	±5.0
机组效率	±2.5	±4.5

7.3 运转稳定性

所有参数的测量均应在运转稳定的情况下进行。

运转稳定性可由测定量读数的最大容许波动幅度百分数和测定量成组观测读数时同一量最大值间的最大容差来考核，其考核指标按 GB3216—89 中 5.7.2 和 5.7.3 的规定。

8 测试方法

8.1 流量测定

泵流量的测定及流量测量不确定度的估算均按 GB/T3214 的规定。

8.2 压力测定

泵的压力系指换算到泵基准面上的进、出口压力。

卧式泵的基准面是包括主杆中心线在内的水平面。

立式泵的基准面是包括吸入口中心线在内的水平面。

8.2.1 压力表

泵的压力和真空度的计量，一般采用弹簧压力表和真空压力表，压力表必须垂直安装，测压仪表的选用和精度要求均按 GB3216—89 中 6.3.2 的规定。

8.2.2 取压孔

泵进、出口取压孔的位置以进、出口管径尺寸 D 计算，应位于距进、出口法兰 $2D$ 的平直管段上。B 级试验台应为开设四个静取压孔的环形取压。

取压孔直径应为 2～6mm，长度不小于 2 倍取压孔直径，取压孔内壁边缘应清除毛刺。

8.3 转速的测量

泵转速的测量按 GB3216－89 中 6.3 的规定。

8.4 轴功率测试

8.4.1 轴功率测试按 GB3216—89 中 6.4.1 和 6.4.2 的规定。

8.4.2 当通过测量与泵直接联接的电动机的输入功率来确定泵的轴功率时，使用的电动机的效率应按 GB1032 和 GB1311 规定的方法进行确定。

8.5 温度的测量

8.5.1 试验介质的温度、泵零部件的温度及环境温度的测量，均应选用精度为±1℃的温度测量仪器，若选用温度计时，刻度不大于 1℃。

8.5.2 环境温度应在离开泵 1～2m，且无辐射和偶然流动的冷热风处测量。

8.5.3 试验介质的温度应在进口平直管段不小于 $4D$ 的管路内测量，温度计应与管路内流体成 45°逆流内装，且温度计的感温部分应全部置于介质中。

8.6 粘度的测试

8.6.1 运动粘度的测定按 GB265 的规定进行。

8.6.2 试验介质的粘度应定期进行测定，并绘制粘温特性曲线。

9 性能参数的计算与换算

9.1 流量的计算与换算

9.1.1 零压点规定转速流量

试验时，当进、出口压力调节阀全敞开，进、出口压力表示值近似为零的规定转速下的流量，定义为零压点规定转速流量。

若进、出口压力调节阀全敞开而出现进口压力示值为－0.05～0.03MPa 或出口压力示值不大于 0.05MPa 时，均视为进、出口压力示值为零。

零压点规定转速流量按式（1）计算：

$$Q_{0n}=Q_0\frac{n}{n_0} \tag{1}$$

$$Q_0=3600\frac{V_0}{t_0} \tag{2}$$

9.1.2 当试验转速、粘度与规定转速、粘度不同时，流量按式（3）、式（4）换算：

a）对水介质

$$Q_{in}=Q_i\frac{n}{n_i} \tag{3}$$

b）对油介质

$$Q_{in}=\left[Q_j-(Q_0-Q_i)\left(\frac{\nu_i}{\nu}\right)^K\right]\frac{n}{n_i} \tag{4}$$

$$Q_j=3600\frac{V_i}{t_i} \tag{5}$$

式中：K—— 换算系数，当 $\nu_i\leqslant\nu$ 时，$K=0.5$；当 $\nu_i>\nu$ 时，$K=0.25$。

9.2 压力的计算与换算

9.2.1 出口压力

$$p_d=G_d+\rho gZ_d\times10^{-6} \tag{6}$$

江苏恒科科技

式中：Z_d——出口压力表中心至基准面的垂直距离，当采用压力传感器时，Z_d 为测压点至泵基准面的垂直距离，当压力表中心或传感器测压点低于泵基准面时，Z_d 为负值。

9.2.2 进口压力

$$p_s = G_s + \rho g Z_s \times 10^{-6} \tag{7}$$

式中：G_s——若由倒灌或增压装置形成高于大气压力时应为正值；若由抽吸或倒灌但通过进口压力调节阀形成真空时应为负值。

Z_s——进口真空表中心至基准面的垂直距离，当采用压力传感器时，Z_s 为测压点至泵基准面的垂直距离，当真空表中心或传感器测压点低于泵基准面时，Z_s 为负值。

9.2.3 全压力

$$p_t = p_d - p_s = (G_d - G_s) + \rho g (Z_d - Z_s) \times 10^{-6} \tag{8}$$

若 $\rho g (Z_d - Z_s) \times 10^{-6} \leqslant \frac{p}{100}$，$\rho g (Z_d - Z_s) \times 10^{-6}$ 可忽略不计，这时

$$p_t = G_d - G_s \tag{9}$$

9.3 轴功率的计算与换算

9.3.1 实测轴功率的计算如表 8。

表 8

测功方法	轴功率计算公式	
天平式测功机（当力臂长为 0.974m 时）	$P_1 = \frac{W_m}{9806}$	(10)
扭转式测功机	$P = \frac{T_m}{9550}$	(11)
试验电动机电功率计（当已知电动机效率时）	$P = P_{e\eta_m}$	(12)

9.3.2 零压点规定转速下轴功率按式（13）计算：

$$P_{0n} = P_0 \frac{n}{n_0} \tag{13}$$

9.3.3 当试验转速、粘度与规定转速、粘度不同时，轴功率按式（14）、式（15）换算：

a）对水介质

$$P_{1n} = P_1 \frac{n}{n_1} \tag{14}$$

b）对油介质

$$P_{1n} = \left[(P_1 - P_{01}) + P_0 \left(\frac{\nu}{\nu_1} \right)^{0.3} \right] \frac{n}{n_1} \tag{15}$$

9.3.4 泵输出功率按式（16）计算：

$$P_u = \frac{1}{3.6} p_t Q_m \tag{16}$$

9.4 效率的计算

9.4.1 容积效率按式（17）计算：

立光电科技

$$\eta_V = \frac{Q_{in}}{Q_{on}} \times 100\% \tag{17}$$

9.4.2 泵效率按式（18）计算：

$$\eta = \frac{P_u}{P_{in}} \times 100\% \tag{18}$$

9.5 流量、轴功率偏差的计算：

9.5.1 流量偏差按式（19）计算：

$$\Delta Q = \left| 1 - \frac{Q_{in}}{Q} \right| \times 100\% \tag{19}$$

9.5.2 轴功率偏差按式（20）计算：

$$\Delta P = \left| \frac{P_{in}}{P} - 1 \right| \times 100\% \tag{20}$$

10 试验报告

试验后应提出试验记录单和性能曲线。试验记录单采用附录 A（提示的附录）的形式；性能曲线采用附录 B（提示的附录）的形式。

标准图书馆

附 录 A
（提示的附录）
螺杆泵性能试验记录单

泵型号：			泵编号：			试验电动机编号：			
流量计：			压力表：			测试精度：B；C			
转速表：			功率：			性能容差：Ⅰ；Ⅱ			
规定参数值	流量：	m^3/h	转速：	r/min		电动机功率	kW		
	出口压力：	MPa	轴功率：	kW		泵效率：	%		
	进口压力：	MPa	粘度：	mm^2/s		安全阀全回流压力：	MPa		
试验转速下的数值：									
测试点序号									
实测转速 n_s			r/min						
粘度 ν_s	实测油温		C						
	查粘温曲线值		mm^2/s						
出口压力表示值 G_d			MPa						
进口压力表示值 G_s			MPa						
实测流量 Q_s	测试值		m^3/h						
	计算值		m^3/h						
实测轴功率 P_s	测试值		kW						
	计算值		kW						

续表

转换到规定压力、转速、粘度下的计算值：							
流量 Q_n	m^3/h						
轴功率 P_n	kW						
容积效率 η_V	%						
泵效率 η	%						
必需汽蚀余量 $(NPSH)_r$	m						
安全阀全回流压力 p_k	MPa						
责任者	试验者	试验负责人		检验员		检验单位	
签字/日期							

附 录 B
（提示的附录）
螺杆泵性能曲线

产品型号_____ 泵编号_____

转 速_____ 粘度范围_____

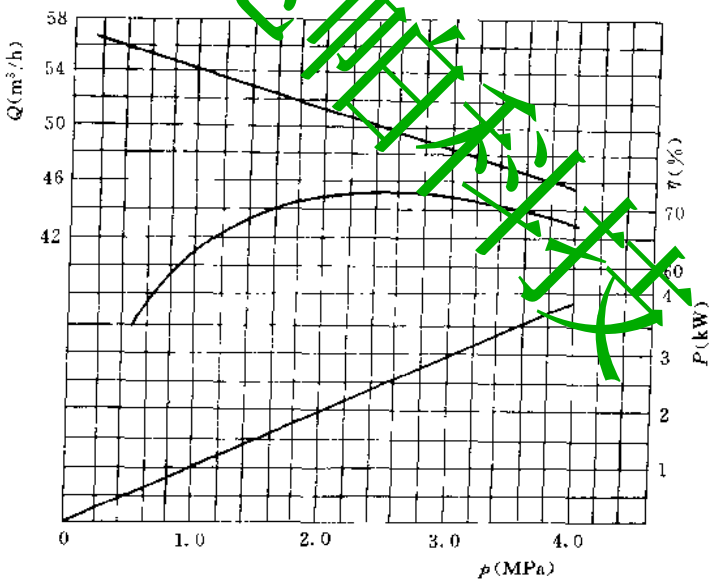


图 B1

中华人民共和国机械行业标准

手动泵　型式与基本参数

Types and basic parameters for hand pump

JB/T7876.1－1999（代替 JB/T7876.1—95）

农业知识科技

前　言

本标准是对 JB/T7876.1—95《手动泵　型式与基本参数》的修订。修订时，除对原标准作了编辑性修改外，主要技术内容没有改变。

本标准自实施之日起代替 JB/T7876.1—95。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：吴桐林。

1 范围

本标准规定了手动泵的定义、型式、型号和基本参数等。

本标准适用于抽送常温清水，以人力为动力驱动的活塞泵、隔膜泵及螺杆泵（统称手动泵，以下简称泵）。其它型式的人力泵也可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

JB/T7876.2—1999 手动泵 技术条件

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 活塞泵

依靠活塞往复运动而抽送液体的泵。

3.2 隔膜泵

依靠隔膜往复运动而抽送液体的泵。

3.3 螺杆泵

依靠螺杆转子在螺旋定子中旋转而抽送液体的泵。

3.4 单作用泵

在一次往复运动中只有一次吸入过程和一次排出过程的泵。

3.5 双作用泵

在一次往复运动中有两次吸入过程和两次排出过程的泵。

3.6 浅井泵

工作部件（活塞或隔膜）在地面以上，依靠吸程工作的泵。

3.7 深井泵

工作部件（活塞或螺杆）一般在动水位以下，依靠扬程工作的泵。

3.8 活塞（隔膜或螺杆）直径

活塞（隔膜或螺杆）运动时接触液体部分的最大直径。

3.9 排量

活塞（隔膜）往复运动一次或螺杆旋转一周时排出的液体体积（或质量）。

3.10 往复次数（或转数）

活塞（隔膜）每分钟往复运动的次数或螺杆每分钟的转数。

3.11 适宜吸程

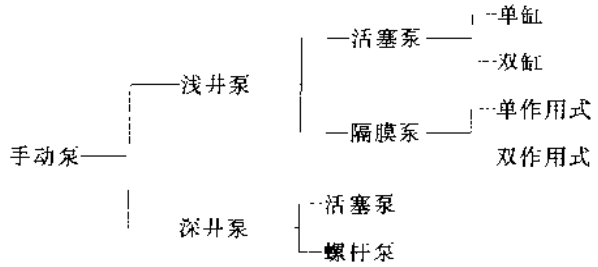
保证泵正常工作的实际安装高度。

云水帕科技

4 型式、型号

4.1 型式

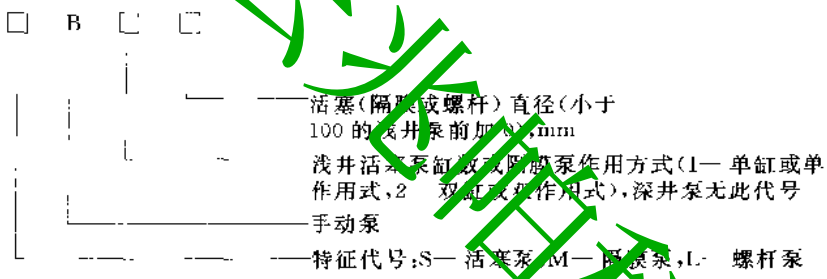
手动泵按其工作原理和结构可划分为如下型式：



4.2 型号

4.2.1 型号表示方法

手动泵的型号由四部分组成，其意义如下：



4.2.2 标记示例

活塞直径为 80mm 的单缸浅井活塞泵，其标记为：SB1080

活塞直径为 80mm 的深井活塞泵，其标记为：SB80

隔膜直径为 250mm 的单作用式隔膜泵，其标记为：MB1250

5 基本参数

表 1 浅井活塞泵基本参数

型 号	活塞直径 d (mm)	活塞行程 S (mm)	理论排量 q_1 (L)	理论流量 Q_1 (m^3/h)	往复次数 n (min^{-1})	适宜吸程 H_s (m)	总扬程 H (m)	容积效率 η_V (%)	总效率 η (%)
SB1060	60	120	0.34	0.82	40	7	20	70	62
SB1080	80		0.60	1.44		7	15		
SB1100	100		0.94	2.26		7	—		
SB1120	120		1.36	2.86	35	7			
SB1150	150		2.12	3.82	30	5	—		
SB2100	100		1.88	3.95	35	7	—	65	58
SB2120	120		2.72	4.90	30	6	—		
SB2150	150		4.24	6.36	25	5			

江淮标准

在JB/T7876.2规定的工作条件下，手动活塞泵、隔膜泵和螺杆泵的基本参数应分别符合表1、表2和表3的规定。泵流量、效率的下偏差不得大于规定值的2%，适宜吸程（或总扬程）的偏差不得大于规定值的±2%。

表2 隔膜泵基本参数

型号	隔膜直径 d (mm)	隔膜行程 S (mm)	理论排量 q_1 (L)	理论流量 Q_1 (m^3/h)	往复次数 n (min^{-1})	适宜吸程 H_s (m)	总扬程 H (m)	容积效率 η_V (%)	总效率 η (%)
MB1150	150	60	0.8	1.44	30	7	15	72	62
MB1200	200		1.2	2.16		7	10		
MB1250	250		2.0	3.60		6			
MB1300	300		3.0	5.40		4			
MB1350	350		5.0	9.00		2.5	—		
MB2150	150		1.6	2.88		7	—	65	58
MB2200	200		2.4	4.32		6	—		
MB2250	250		4.0	7.2		4	—		
MB2300	300		6.0	10.80		2			

表3 深井活塞泵和螺杆泵基本参数

型号	活塞或螺杆直径 d (mm)	活塞行程 S (mm)	理论排量 q_1 (L)	理论流量 Q_1 (m^3/h)	往复次数或转速 n (min^{-1} 或 r/min)	总扬程 H (m)	容积效率 η_V (%)	总效率 η (%)
SB60	60	120	0.34	0.71	35	40	82	76
SB80	80	120	0.60	1.44	40	20	82	76
LB25	25	—	0.056	0.67	200	15	68	35
LB30	30	—	0.067	0.80	200	15	68	35

6 尺寸

6.1 活塞泵和隔膜泵的有关尺寸应符合表4和图1、图2和图3的规定。

表4 (mm)

泵型	进水或排水管直径 d_1	手柄位移 b	手柄最低点离地高度 c	手柄长度 L	井下部分最大外径 D_1
活塞泵	32～40	600～700	600	600～700	105
隔膜泵	50～80	600～700	500	1200～1400	—

注：井下部分最大外径仅指深井活塞泵。

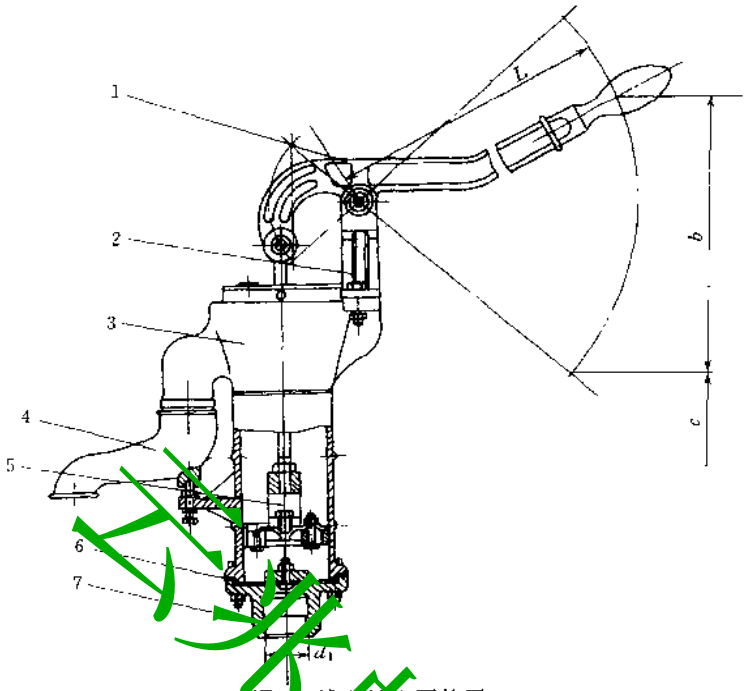


图 1 浅井活塞泵简图

1—手柄；2—支架；3—泵体；4—出水接头；5—活塞；6—进水阀门；7—进水接头

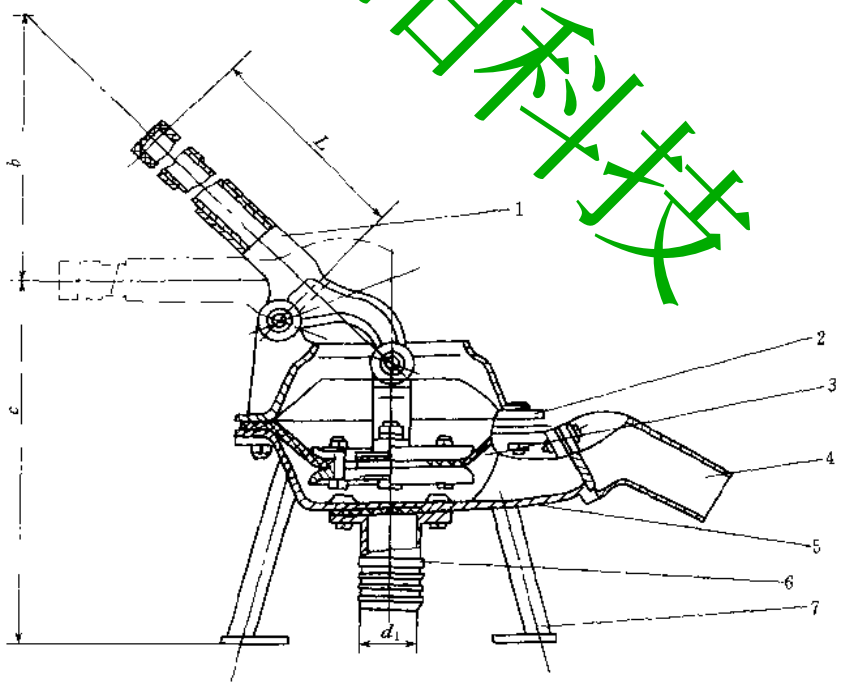


图 2 隔膜泵简图

1—手柄；2—泵盖；3—隔膜；4—出水接头；5—泵体；6—进水接头；7—泵架

江苏恒科科技

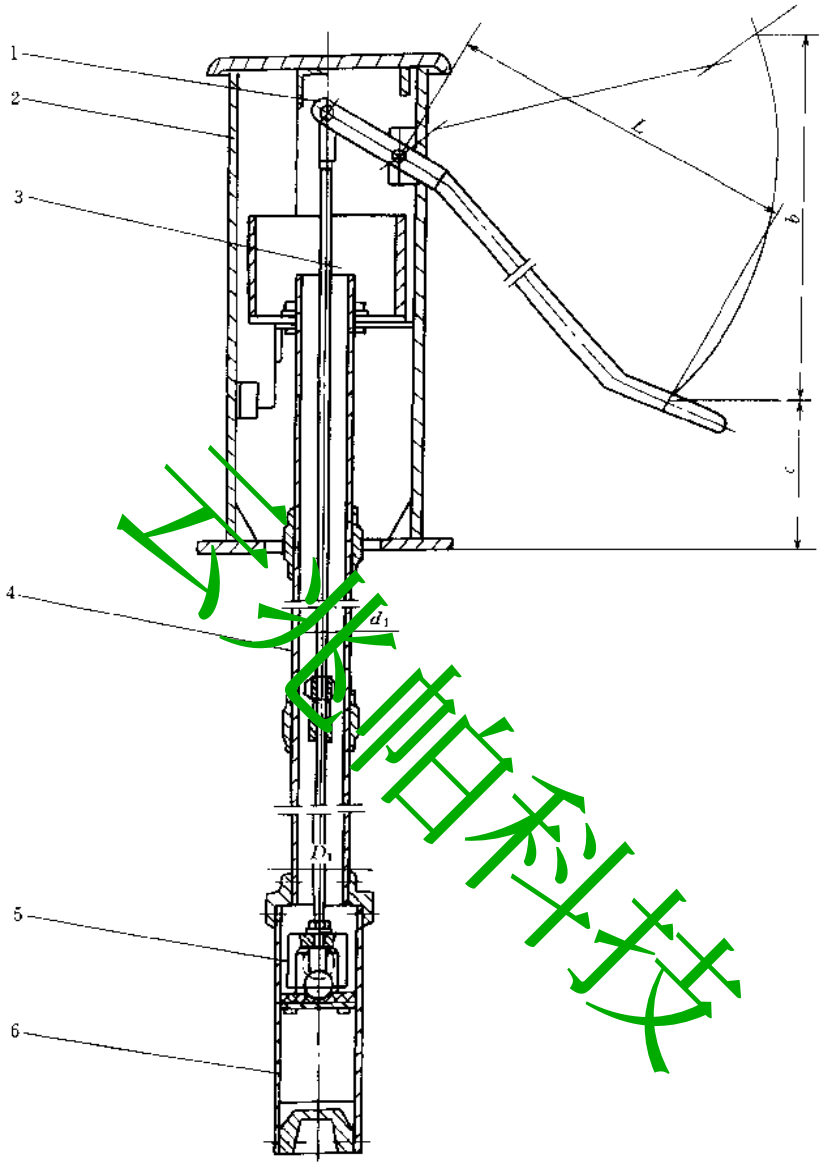


图 3 深井活塞泵简图

1-- 手柄；2—泵头；3—拉杆；4—排水管；5 活塞；6—泵缸

6.2 螺杆泵的有关尺寸应符合表 5 和图 4 的规定。

表 5 (mm)

泵型	排水管直径 d_1	手柄半径 R	手柄最低点离地高度 c	手柄手握直径 d_2	井下部分最大外径 D_1
螺杆泵	50	250	650	30	72

农业知识科技

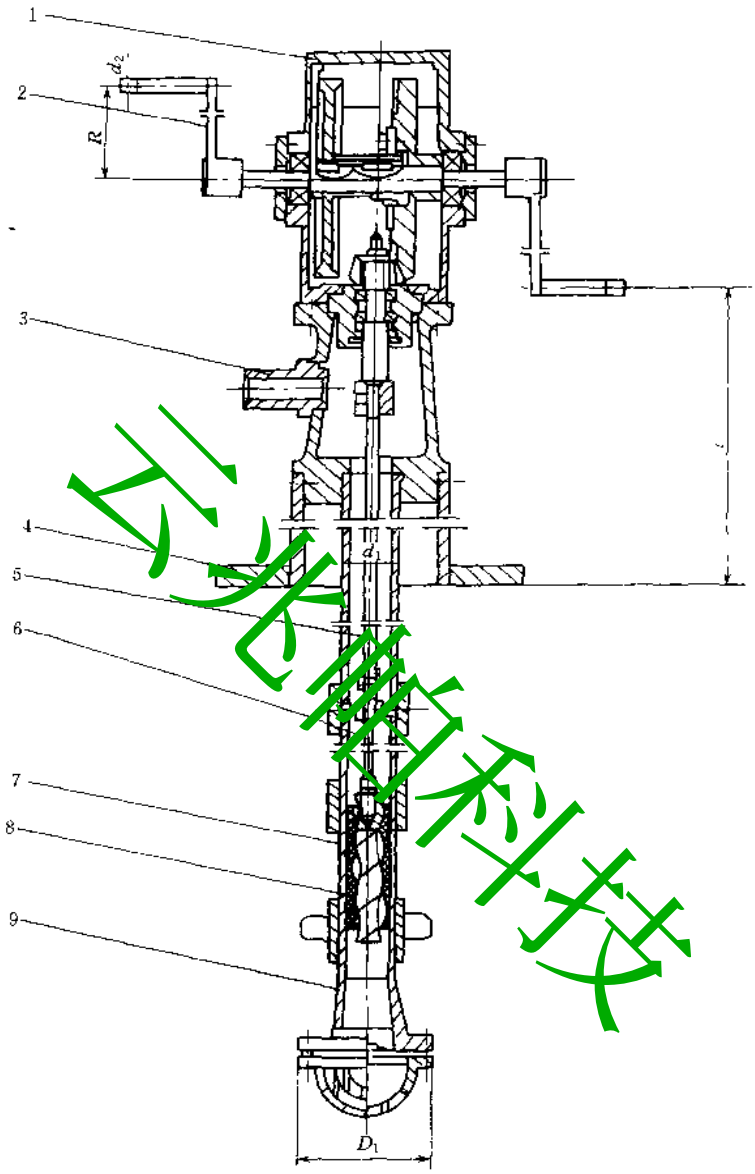


图 4 螺杆泵简图

1—齿轮箱；2—手柄；3—山水接头；4—泵座；5—传动轴；6—挠性轴；7—定子；8—转子；9—底阀组装

江苏省科技

中华人民共和国机械行业标准

手动泵　技术条件

Technical requirements for hand pump

JB/T7876.2—1999（代替 JB/T7876.2—95）

农业电子科技

前　言

本标准是对 JB/T7876.2—95《手动泵　技术条件》的修订。修订时对原标准作了编辑性修改，主要技术内容没有改变。

本标准自实施之日起代替 JB/T7876.2—95。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：吴桐林。

1 范围

本标准规定了手动泵的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于抽送常温清水，以人力为动力驱动的活塞泵、隔膜泵及螺杆泵（统称手动泵，以下简称泵）。其它型式的人力泵也可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T699—1999 优质碳素结构钢
GB/T700—1988 碳素结构钢
GB/T985—1988 气焊、手工电弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB/T986—1988 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸
GB/T1184—1996 形状和位置公差 未注公差值
GB/T1220—1984 不锈钢棒
GB/T1804—1992 一般公差 线性尺寸的未注公差
GB/T2828—1987 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB/T6414—1986 铸件尺寸公差
GB/T9439—1988 灰铸铁件
GB/T13306—1991 标牌
GB/T13384—1992 机电产品包装 通用技术条件
JB/T7876.1—1999 手动泵 型式与基本参数
JB/T7876.3—1999 手动泵 试验方法

3 技术要求

3.1 泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

3.2 泵的型式、型号和基本参数应符合 JB/T7876.1 的规定。

3.3 泵的工作条件应符合下列规定：

a）水温不高于 40℃；

b）水中含砂量（质量比）活塞泵不超过 0.1%，螺杆泵不超过 0.01%。

c）水的酸碱度即 pH 值为 6.5～8.5；

d）水中不含油类；

e）浅井泵可以把吸水管直接插入地下；深井泵应装在有井壁管的正直的井中。

3.4 用于饮用水的泵，其与饮用水接触部位的材质和涂层必须是无毒的。

3.5 泵缸部件的主要零件的材料应符合表 1 的规定。在保证设计和使用要求的情况下也可

标准图科技

以选用其他代用材料。

表 1 泵缸部件的主要零件材料

泵 型	零件名称	材 料	材料适用标准
活塞泵	泵缸	HT150	GB/T9439
	活塞	HT150	GB/T9439
	密封圈	橡胶	—
	板阀密封	橡胶	
	阀球	9Cr18	GB//T1220
隔膜泵	泵缸	HT150	GB/T9439
	隔膜	夹布橡胶	
	板阀密封	橡胶	—
螺杆泵	定子	橡胶	-
	转子	40Cr 或 45 钢镀硬铬	GB/T699
	板阀密封	橡胶	—
	阀球	9Cr18	GB/T1220

3.6 泵传动部件的主要零件的材料应符合表 2 的规定。在保证设计和使用要求的情况下，也可以选用其他代用材料。

表 2 泵传动部件的主要零件材料

泵 型	零件名称	材 料	材料适用标准
活塞泵	拉杆	Q235	GB/T700
	销轴	15 钢	GB/T699
	销轴衬套	锡青铜或粉末冶金	—
隔膜泵	销轴	45 钢	GB/T699
	销轴衬套	锡青铜或粉末冶金	—
螺杆泵	传动轴	45 钢	GB/T699
	联轴器	45 钢	GB/T699
	大齿轮	HT200	GB/T9439
	小齿轮	45 钢	GB/T699

3.7 泵用材料的技术条件应符合有关标准的规定。

3.8 铸铁件技术要求和尺寸公差应符合 GB/T9439 和 GB/T6414 的规定。

3.9 焊接接头基本型式、尺寸应符合 GB/T985 和 GB/T986 的规定。焊缝不应有裂纹、夹渣、气孔、咬边、运行中焊缝不应引起过热和其它影响零件质量的缺陷。

3.10 泵主要零件表面粗糙度应符合表 3 规定。

行业标准

表 3 泵主要零件表面粗糙度

零件名称	部位名称	轮廓算术平均偏差 R_a (μm)
活塞泵泵缸	内表面	3.2
活塞	外圆表面、两端面	6.3
板阀、阀座销	密封表面	6.3
轴、销轴衬套	磨擦表面	3.2
拉杆与传动轴	磨擦外表面	6.3
转子	磨擦外表面	3.2
进、出水接头	密封表面	6.3

3.11 隔膜表面应光滑平整，不应有划伤、刻伤及影响质量的其他缺陷。

3.12 板阀密封表面不应有锈蚀、刀痕、锐边和裂纹等缺陷。

3.13 转子表面全部镀铬层除边缘外，均应光泽、均匀，无明显颗粒，不允许有枝状结晶、裂纹、起泡、脱皮和针孔等缺陷。

3.14 未注公差尺寸按 GB/T1804—1992 中 m 级公差等级确定。

3.15 未注形位公差按 GB/T1184—1996 中 K 级公差等级确定。

3.16 泵外观：铸件不得有毛刺；油漆涂层不许有皱纹、脱皮、淤集等缺陷。

3.17 泵应进行泄漏试验，浅井泵在常压下进行；深井泵在 1.5 倍额定工作压力下进行。在保持压力的 10min 内，泄漏量应不大于 1.0mL。

3.18 浅井泵应确保停机 24h 后，在不加引水的情况下启动并能正常工作。

3.19 可靠性：泵的平均首次故障前工作时间，活塞泵和螺杆泵不少于 1500h，隔膜泵不少于 1000h，试验过程中不得更换任何零件。

3.20 泵的成套供应范围：

a) 泵及规定的各种配套件；

b) 安装维修所必须的专用工具；

c) 泵易损件，见表 4；

d) 泵的出厂装箱文件。

表 4 泵易损件

泵型	零件名称
活塞泵	球阀
	板阀
	密封圈
	销轴
	销轴衬套
隔膜泵	隔膜
	板阀
	销轴
	销轴衬套
螺杆泵	板阀

4 试验方法

试验方法按 JB/T7876.3 及有关标准的规定进行。

5 检验规则

检验分出厂检验和型式检验。

5.1 出厂检验

5.1.1 批量生产的泵应经出厂检验合格，并附有产品合格证书和使用说明书方可出厂。

5.1.2 检验项目：

a）泵外观；

b）泄漏试验；

c）隔膜泵隔膜、活塞泵板阀、螺杆泵转子质量；

d）泵规定性能点的流量、总扬程或适宜吸程、总效率、容积效率；

e）成套完整性。

5.1.3 抽样检查和判断处置规则应符合 GB/T2828 的规定。可采用正常检查一次抽样方案，检查批为产品月（或）日产量或一次定货批量（台），检查水平为一般检查水平Ⅱ，合格质量水平（AQL）为 4.0；也可由供需双方协商确定。

5.1.4 试验后泵应进行清洗和防锈处理。

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

a）新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；

b）正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c）产品长期停产后，恢复生产时；

d）批量生产的产品，周期性的检验时（每年至少进行一次）；

e）出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

f）国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

5.2.2 检验项目为本标准中规定的全部技术要求项目。

5.2.3 型式检验的抽样检查和判断处置规则应符合 GB/T2828 的规定，推荐采用正常检查一次抽样方案，检查批应满足样本大小至少为 台，检查水平为特殊检查水平 S—1，合格质量水平（AQL）为 6.5。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 标牌

每台泵应在明显的部位牢固地设置产品标牌，其尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定，标牌内容应包括：

a）制造厂名称和商标；

b）产品名称和型号；

c）规定的主要参数：吸程或扬程（m）；流量（m^3/h）、往复次数（min^{-1}）[或旋转转数（r/min）]、进水口直径（mm）；

d）出厂日期和出厂编号；

e）执行的产品标准编号。

6.2 包装和运输

6.2.1 泵的包装应按 GB/T13384 的规定，特殊包装可由供需双方协商确定。

6.2.2 每台泵出厂时应有下列随机附件和文件，文件应封存在防水的袋内：

a）产品合格证；

b）安装使用说明书（包括安装布置图）；

万方数据科技

c）随机附件、工具及清单。

6.2.3 包装箱外表面的标志应清晰完整，标志一般应包括下列内容：

a）收货单位和地址；

b）制造厂名称或商标；

c）产品名称和型号；

d）包装箱外形尺寸（长×宽×高），mm；

e）毛重，kg；

f）运输标志；

g）发货日期。

6.2.4 应采取措施保证泵在运输、装卸过程中不致由于振动和碰撞等造成损坏。

6.3 贮存

制造厂应采取措施保证用户在正常贮存情况下6个月内不锈蚀和损坏。

石化帕科技

中华人民共和国机械行业标准

手动泵　试验方法

Test methods for hand pump

JB/T7876.3—1999（代替 JB/T7876.3—95）

农业机械科技

前　言

本标准是对 JB/T7876.3—95《手动泵　试验方法》的修订。修订时对原标准作了编辑性修改，主要技术内容没有改变。

本标准自实施之日起代替 JB/T7876.3—95。

本标准由全国农业机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国农业机械化科学研究院。

本标准主要起草人：吴桐林。

1 范围

本标准规定了手动泵的性能试验、泄漏试验和可靠性试验的条件、装置、精度和方法及参数测量、计算方法、试验报告格式等。

本标准适用于抽送常温清水，以人力为动力驱动的活塞泵、隔膜泵及螺杆泵（统称手动泵，以下简称泵）。其它型式的人力泵也可参照执行。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T3216—198[illegible] 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵 试验方法

JB/T7876.1—1999 手动泵 型式与基本参数

JB/T7876.2—1999 手动泵 技术条件

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 基准面

a）活塞泵：指通过活塞工作行程中间位置的水平面（图1、图2）或通过活塞中心线的水平面（图3）；

b）隔膜泵：指通过隔膜工作行程中间位置的水平面（图4）或通过隔膜中心线的水平面（图5）；

c）螺杆泵：指通过螺杆长度中间位置的水平面（图6）。

3.2 行程

活塞（或隔膜）从上工作平面运动至下工作平面之间的距离。

3.3 手柄位移

手柄握手处从上工作点运动至下工作点之间的行程长度。

3.4 操作力

操作者施于手柄握手处的力。

3.5 示功图

表示操作力随手柄位移而变化的图形（图7、图8、图9），它反映了作用于活塞（或隔膜、螺杆）上的力与活塞（或隔膜、螺杆）位移的关系。

3.6 泄漏

泵底阀渗漏水的现象。

3.7 无压型浅井泵

指仅把井水提到地面上的浅井泵。

江水泵科技

3.8 有压型浅井泵

指把井水提到地面上之后还可以把水压往高处的浅井泵。

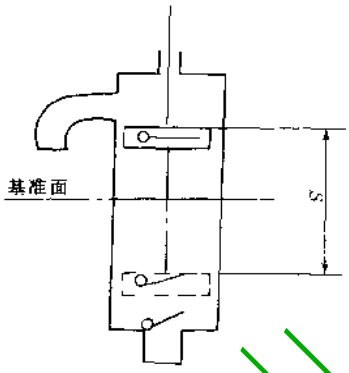


图 1 单作用活塞泵

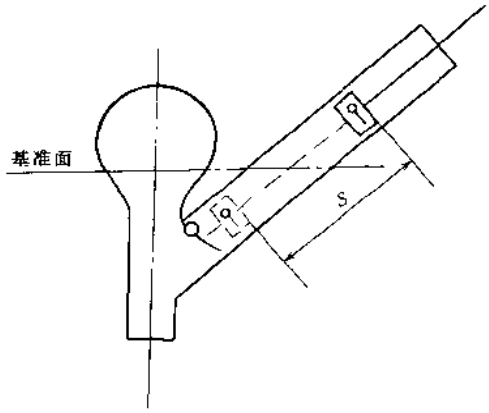


图 2 单作用活塞泵

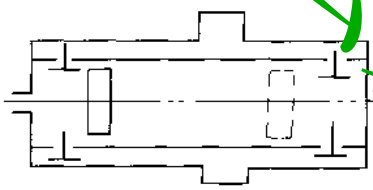


图 3 双作用活塞泵

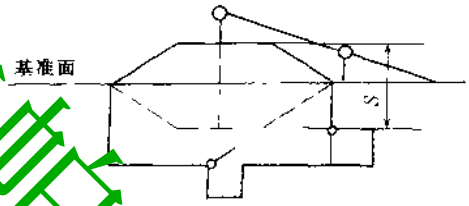


图 4 单作用隔膜泵

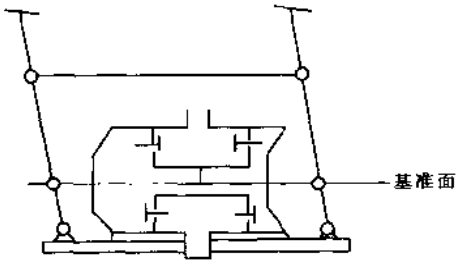


图 5 单作用双隔膜泵

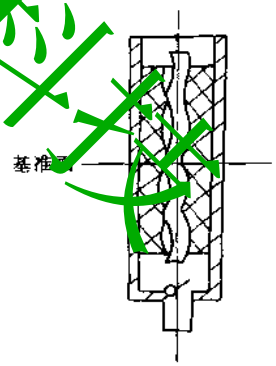


图 6 单螺杆泵

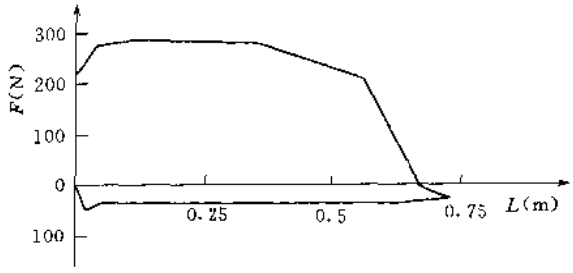


图 7 活塞泵示功图

云水帕科技

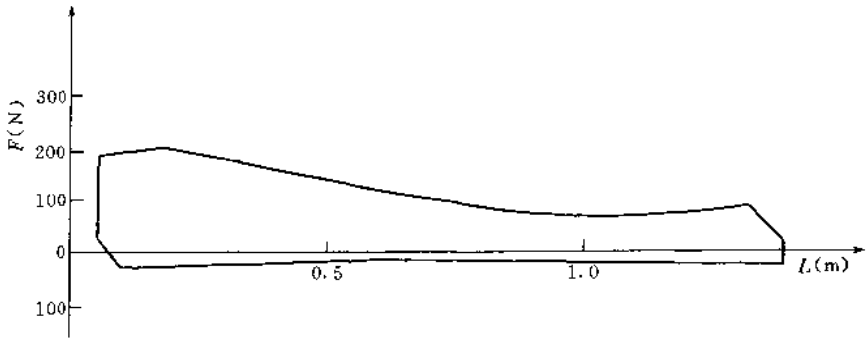


图 8 隔膜泵示功图

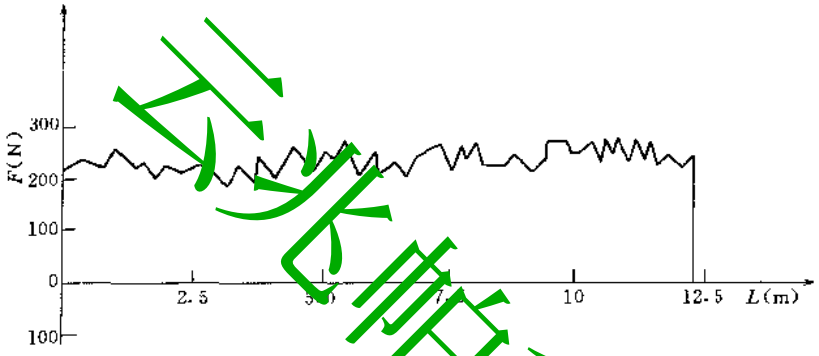


图 9 深井螺杆泵示功图

江苏恒科科技

4 符号

本标准所使用符号列于表 1。

表 1 符 号 表

符 号	量 名 称	单 位	说 明
C	泵缸或隔膜数	—	
D_l	螺杆直径	m	
D_m	隔膜直径	m	
D_s	活塞直径	m	
d_m	隔膜受力板直径	m	
d_s	活塞拉杆直径	m	
e	螺杆偏心距	m	
F	平均操作力	N	
F_i	操作力瞬时值	N	
g	重力加速度	m/s²	

续表 1

符 号	量 名 称	单 位	说 明
H	扬程	m	
H_P	排出扬程	m	
H_S	适宜吸程	m	
i	力的取样数	—	
K	螺杆传动比	—	
L	手柄总位移	m	X_n 次手柄位移之和
m_l	液体质量	kg	
n	手柄往复次数	次/min	
	手柄转数	r/min	
n_0	手柄规定往复次数	次/min	
	手柄规定转数	r/min	
n_l	螺杆转数	r/min	
P_e	操作功率	W	
p_e	表头压力	Pa	
P_0	规定操作功率	W	
P_u	输出功率	W	
Q	体积流量	m^3/h	
Q_0	规定流量	m^3/h	规定转速下的流量值
q_l	理论排量	m^3	
q_s	实测排量	m^3	
q_m	质量流量	t/h	
q_x	底阀泄漏率	mL/min	
R_h	施力半径	m	手柄支点到握手处中心距离
S	行程	m	
t	测量时间	s	
t_l	螺杆螺距	m	
t_x	泄漏测量时间	min	
V_l	液体体积	m^3	
V_x	泄漏量	mL	

农业标准科技

续表 1

符 号	量 名 称	单 位	说 明
W_i	操作功	J	
W_r	规定操作功	J	
W_o	输出功	J	
X_n	往复次数之和	—	t 秒内手柄往复次数之和和螺杆转数之和
Z	测压仪表位置高度	m	有压型浅井泵：指仪表中心到基准面的垂直距离；深井泵：指仪表中心到吸入水面的垂直距离
θ	手柄运动夹角	(°)	
ρ	液体密度	kg/m^3	
η	效率	%	
η_V	容积效率	%	

5 试验条件

5.1 试验液体为常温清水，其特性参照 GB/T3216 规定。

5.2 进行试验的泵，其技术状态应良好，泵的安装高度必须符合泵的设计安装高度。

5.3 进行性能试验时，泵应由专人操作。操作者的身高约 1.70m，体重约 65kg；进行泵的可靠性试验时可用电动机驱动。

5.4 操作者在操作泵时，必须速度均匀，用力平稳，握手柄位置不得移动。

5.5 对试验使用的仪器、仪表应按有关规定校验合格。

5.6 试验管路应安装牢固，各连接处不应有泄漏。

5.7 在正式试验前应进行泵的试运转。检查泵的装配质量，排除试验管路中的空气，检查仪器设备是否良好，使试验系统处于正常工作状态。

6 试验装置

6.1 试验装置必须保证在做泵试验时有稳定的水位。

6.2 有压型浅井泵进行试验时，试验装置如图 10 所示。

6.3 无压型浅井泵和深井泵进行试验时，将被试泵安装在图 10 所示的试验装置中，全开连接管中的闸阀 5，并关闭压力表 6 的开关，将被试泵的出水口与连接管 3 相接。

7 测量精度

7.1 进行测量的仪表允许系统误差应符合表 2 规定。

7.2 对于测定量的规定点，最低限度应取三组读数，并记录每一个独立读数的值以及由每组读数得出的效率值，每一量的最大值与最小值之间的百分数误差应符合表 3 规定。

7.3 试验如果符合表 2 所规定的仪表允许系统误差，并遵循本标准的试验方法，则可认为最大总误差限符合表 4 规定。

江水泵业科技

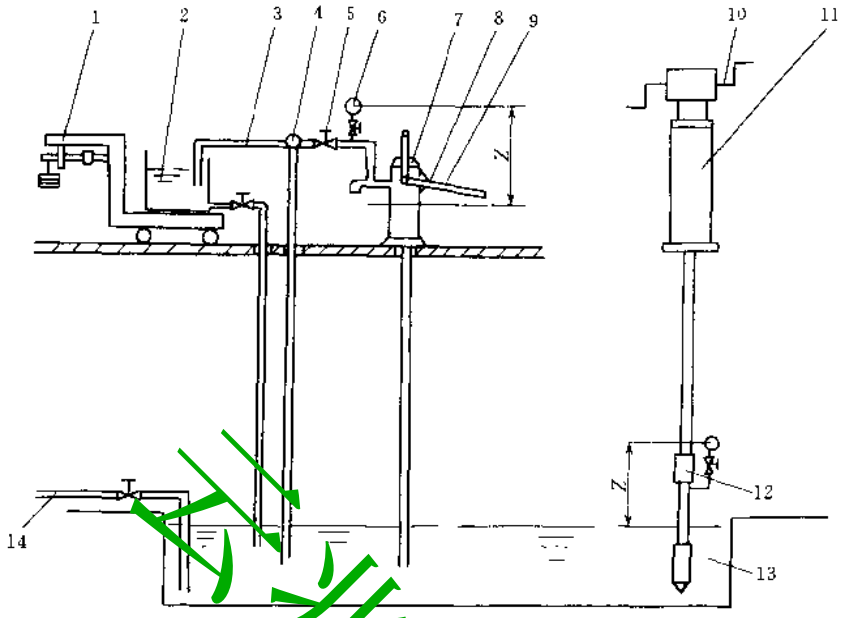


图 10 试验装置示意图

1—磅称；2—容器；3—连接管；4—切换装置；5—闸阀；6—压力表；7—被试浅井泵；
8 角位移传感器；9 力传感器；10—扭矩传感器；11—被试深井泵；
12—扬程模拟阀；13—水池；14—给排水管路

表 2 测量仪表允许系统误差 (%)

测 定 量	误差范围	测 定 量	误差范围
流 量	±1.0	往复次数（或转速）	±5
扬 程	±1.0	行 程	±2.0
操作功（或功率）	±2.5		

表 3 同一量重复测量的变化范围 (%)

重复读数组数	每一量重复读数的最大值与最小值间的偏差	
	流量、扬程、操作功、操作功率	往复次数（或转数）
3	±1.8	±6
5	±3.5	±8
7	±4.5	±10
9	±5.8	±12

注：最大值与最小值间的偏差为：$\frac{\text{最大值}-\text{最小值}}{\text{最大值}}\times 100\%$

表 4 最 大 总 误 差 (%)

测 定 量	误差范围	测 定 量	误差范围
流量	±2.0	往复次数（或转速）	±7
扬程	±2.0	效率	±5.0
操作功（或功率）	±3.5		

8 试验方法

8.1 性能试验

8.1.1 性能试验应按 JB/T7876.1 1999 中表 1、表 2 和表 3 所规定的参数，测量泵的往复次数（或转速）、扬程、流量、操作力及手柄位移，并计算泵的效率，也可绘制出泵的示功图。

8.1.2 有压型浅井泵和深井泵排出扬程的测量，按规定排出扬程值的 50%、75%、100%、125%分别进行测量，并同时测量泵的往复次数（或转数）、流量、操作力及手柄位移。

8.1.3 应在泵充满水并开始泄漏时测量泵的流量。

8.1.4 测量流量时应不少于 10 个往复次数（或转数）。

8.1.5 试验时手柄应在规定工作行程下运动。

8.1.6 手柄往复次数（或转数）由节拍器或其他信号设备控制。

8.1.7 测量计时、手柄计数及流量切换应同步进行。

8.1.8 力的测量一般使用力传感器，从力传感器输出的信号经二次仪表进行数据处理，测得作用于手柄上的力。

8.1.9 位移的测量可用角位移传感器或位移传感器。从传感器输出的信号经二次仪表进行数据处理、测得手柄的位移。

8.1.10 测量前，应在试验装置上对力传感器和位移传感器进行标定。

8.1.11 性能试验结果记入表 5。

表 5 性能试验数据汇总表

型号： 编号： 试验日期： 记录： 水温：

试验序号	往复次数 (min^{-1})	适宜吸程 (m)	行程 (mm)	扬程 (m)	流量 (m^3/h)	操作功或操作功率 (J) 或 (W)	容积效率 (%)	实际排量 (m^3)	理论排量 (m^3)	泵效率 (%)

8.2 泄漏试验

泄漏试验主要是测量泵底阀的泄漏量，浅井泵的泄漏试验在常压下进行；深井泵的泄漏试验在 1.5 倍额定工作压力下进行。

8.2.1 进行浅井泵泄漏试验时，向泵缸内注满水，待稳定后，将量杯移入底阀下，收集泄漏出的水，10min 后，移开量杯，将测量结果记入表 6。

表 6 泄漏试验数据汇总表

型号： 编号： 试验日期： 记录：

试验序号	测量时间（min）	泄漏量（mL）	泄漏率（mL/min）

8.2.2 进行深井泵泄漏试验时，拆去活塞或螺杆，向泵缸内注满水，然后封闭泵缸，向泵缸内加压，并按 8.2.1 进行测量。

8.2.3 底阀的泄漏率按式（1）计算：

$$q_x = \frac{V_x}{t_x} \tag{1}$$

8.3 可靠性试验

可靠性试验主要是考核泵的使用可靠性、性能稳定性及主要零部件的耐磨性。

8.3.1 泵的可靠性试验时间不少于 JB/T7876.2 中规定的指标值。

8.3.2 进行泵的可靠性试验时，其额定工况点应符合 JB/T7876.1—1999 中表 1、表 2 和表 3 的规定。

8.3.3 试验时间达到规定后，应复测泵的流量、扬程，并计算泵的容积效率。

8.3.4 试验期间，如果发现泵的流量降低到原指标（性能试验结果）的 70%以下时，允许按随机技术文件的规定进行调整，然后继续进行试验，但是应将调整情况记入试验报告。

8.3.5 整个试验期间各测试结果应分别汇总处理，并记入表 7、表 8。

表 7 可靠性试验数据汇总表

型号： 编号： 试验开始日期： 试验结束日期：

总试验时间（h）	平均首次故障前工作时间（h）	往复次数（min^{-1}）	适宜吸程（m）	行程（mm）	扬程（m）	试验前流量（m^3/h）	试验后流量（m^3/h）	容积效率（%）	备注

表 8 可靠性试验零件损坏情况表

型号： 编号： 记录：

日期	零件名称	部位	工作时间（h）	损坏原因	备注

8.3.6 在可靠性试验前和可靠性试验结束后，应对泵的主要零件及易损件的重要尺寸进行测量。试验前与试验结束后测量的部位应一致，并将测量结果记入表9。

表9 主要零件可靠性试验前后测量数据表

型号： 编号： 记录：

图样代号	零件名称	测量部位	试验前尺寸（mm）	试验后尺寸（mm）	磨损量（mm）	备 注

9 参数测量及计算

9.1 扬程

9.1.1 泵吸程测量方法为直接测量水面至基准面之间的垂直距离。

9.1.2 排出扬程的测量可采用下列方法：

a）直接测量基准面至出水口中心的垂直距离；

b）用弹簧压力计或其他压力计测量压力；

c）用压力传感器测量压力。

9.1.3 试验管路中测压孔的位置、要求按GB/T3216的规定进行配置。

9.1.4 泵的排出扬程按式（2）计算：

$$H_P = Z + \frac{p_c}{\rho g} \tag{2}$$

9.1.5 泵的扬程按式（3）计算：

$$H = H_S + H_P \tag{3}$$

9.2 往复次数

泵手柄的往复次数或转数按式（4）计算：

$$n = \frac{X_n}{t} \times 60 \tag{4}$$

螺杆泵的螺杆转速按式（5）计算：

$$n_1 = Kn \tag{5}$$

9.3 流量

9.3.1 质量法

9.3.1.1 测量装置应满足下列要求：

a）容器要有足够的容积，使液体在测量过程中不致溢出；

b）容器不得泄漏，也不能从外部渗水进入容器内；

c）容器应尽可能采用轻型结构，并且秤的荷重是均匀的。

9.3.1.2 泵的质量流量按式（6）计算：

$$q_m = \frac{m_t}{t} \times 3.6 \tag{6}$$

9.3.2 容积法

江苏恒科科技

9.3.2.1 测量装置应满足下列要求：

a）标准量桶应有足够的容积，使液体在测量过程中不致溢出。标准量桶不得泄漏，也不能从外部渗水进入标准量桶内；

b）标准量桶充满液体时不得有变形现象，并且水平截面积应一致；

c）注水前与注水后，标准量桶内液面高度差应不小于200mm；

d）标准量桶的水位刻度应使用按计量法检查合格的磅秤进行校正，水位刻度应能读至所测液体体积的1/100。

9.3.2.2 泵的体积流量按式（7）计算：

$$Q = \frac{V_t}{t} \times 3600 \tag{7}$$

9.3.2.3 泵的体积流量和质量流量的换算按式（8）计算：

$$Q = \frac{q_m}{\rho} \tag{8}$$

9.4 操作力

平均操作力按式（9）计算：

$$F = \frac{|F_1| + |F_2| + |F_3| + \cdots + |F_i|}{i} \tag{9}$$

9.5 当试验的往复次数（或转数）与规定往复次数（或转数）不同时，流量、操作功和操作功率按式（10）～式（12）进行换算：

$$Q_0 = Q\frac{n_0}{n} \tag{10}$$

$$W_0 = W_c\frac{n_0}{n} \tag{11}$$

$$P_0 = P_c\frac{n_0}{n} \tag{12}$$

9.6 手柄总位移

手柄总位移按式（13）计算：

$$L = \frac{\pi\theta R_F X_n}{90} \tag{13}$$

9.7 操作功、操作功率

操作功即泵的输入功，活塞泵、隔膜泵的操作功按式（14）计算：

$$W_c = FL \tag{14}$$

操作功率即泵的输入功率，活塞泵、隔膜泵的操作功率按式（15）计算：

$$P_c = \frac{FL}{t} \tag{15}$$

螺杆泵的手柄单边操作时，操作功按式（16）计算：

$$W_c = 2\pi R_F F X_n \tag{16}$$

螺杆泵的手柄单边操作时，操作功率按式（17）计算：

$$P_c = \frac{\pi R_F F n}{30} \tag{17}$$

标准图科技

9.8 输出功、输出功率

泵的输出功按式（18）计算：

$$W_u = m_t g H \tag{18}$$

泵的输出功率按式（19）计算：

$$P_u = \frac{\rho Q g H}{3600} = \frac{q_m g H}{3.6} \tag{19}$$

9.9 泵效率

泵效率按式（20）或式（21）计算：

$$\eta = \frac{W_u}{W_c} \times 100\% \tag{20}$$

$$\eta = \frac{P_u}{P_c} \times 100\% \tag{21}$$

9.10 理论排量

单作用活塞泵理论排量按式（22）计算：

$$q_t = \frac{\pi C S D_z^2}{4} \tag{22}$$

双作用单缸活塞泵理论排量按式（23）计算：

$$q_t = \frac{\pi S}{4}(2D_z^2 - d_g^2) \tag{23}$$

单作用隔膜泵理论排量按式（24）计算：

$$q_t = \frac{\pi C S}{12}(D_z^2 + D_m d_m - d_m^2) \tag{24}$$

单螺杆泵理论排量按式（25）计算：

$$q_t = 8eD_1 t_1 \tag{25}$$

9.11 实测排量

实测排量按式（26）计算：

$$q_c = \frac{V_t}{X_n} \tag{26}$$

9.12 容积效率

泵的容积效率按式（27）计算：

$$\eta_V = \frac{q_c}{q_t} \times 100\% \tag{27}$$

10 试验报告

试验结束后，应对试验结果进行仔细检查，整理成试验报告。试验报告应由试验负责人签名。试验报告内容包括：

a）报告封面（见图11）；

b）报告扉页（见图12）；

c）试验记录及结果。

江苏仁科科技

泵型号及名称：

泵制造厂：

试验报告名称：

试验单位 （盖章）

报告日期 年 月 日

图 11 试验报告封面式样

泵外形照片

本报告按照 JB/T7876.3- 1999《手动泵 试验方法》规定进行试验后编写

送试单位：

试验单位：

试验负责人：

图 12 试验报告扉页格式

立光伯科技

中华人民共和国机械行业标准

水环真空泵和水环压缩机

JB/T7255 -94

1 主题内容与适用范围

本标准规定了水环真空泵和水环压缩机（不加区分时统称水环泵）的型式与基本参数，技术要求，试验方法，检验规则，产品成套和使用保证，标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于抽吸或输送温度在-10～40℃、工作水温为0～35℃、不含固体颗粒、无腐蚀性气体的水环泵。

对于抽吸或压送腐蚀性气体和以其他非水液体作为工作液环的水环泵，可参考使用。

2 引用标准

GB2828	逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）
GB4216	灰铸铁管法兰尺寸
GB4662	滚动轴承　额定静负荷
GB4879	防锈包装
GB5661	轴向吸入离心泵　机械密封和软填料用的空腔尺寸
GB6391	滚动轴承　额定动负荷和额定寿命的计算方法
GB9239	刚性转子平衡品质许用不平衡的确定
GB10889	泵的振动测量与评价方法
GB10890	泵的噪声测量与评价方法
GB/T13306	标牌
GB/T13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T13929	水环真空泵和水环压缩机　试验方法
JB4127	机械密封　技术条件
JB/T4297	泵产品涂装技术条件
JB/T6880.1	泵用灰铸铁件
JB/T6880.2	泵用铸钢件

万水值科技

3 术语

3.1 气量

水环真空泵的气量是指入口在给定真空度下，出口为大气压1013.25hPa时，单位时间内通过泵入口的吸入状态下的气体容积，m^3/min。

水环压缩机的气量是指出口在额定排出压力下，入口为大气压1013.25hPa时，单位时间内通过压缩机入口的气体容积，m^3/min。

3.2 最大气量

水环真空泵（或水环压缩机）的最大气量是指气量曲线上的气量最大值，m^3/min。

3.3 真空度（或称作压力）

水环真空泵的真空度是指入口处在真空状态下气体的稀薄程度，以绝对压力表示，hPa。

3.4 极限真空度（或称作极限压力）

水环真空泵的极限真空度是指入口处吸入气量为零时的真空度，hPa。

3.5 排出压力

水环压缩机的排出压力是指出口处的绝对压力相对于大气压力的差值，MPa。

3.6 工作压力范围

水环压缩机的工作压力范围是指允许使用的排出压力范围。

4 型式与基本参数

4.1 型式

水环真空泵和水环压缩机分为下列型式：

a. 单级水环真空泵（包括水环压缩机）；

b. 两级水环真空泵。

以上型式均可制成单作用轴向吸排气或径向吸排气以及双作用轴向吸排气或径向吸排气。

水环真空泵也可制成与大气喷射器组合使用的结构型式。

4.2 型号

4.2.1 水环真空泵的表示方法

□ SK □ · □ P □

- □：大气喷射器的级数，以1表示一级，以2表示两级
- P：配带大气喷射器
- □：最大气量，m^3/min
- □：最大气量相同，只是极限真空度不同的泵；A代表较高，B代表较低
- SK：水环真空泵（包括可作为压缩机使用的真空泵）
- □：水环真空泵级数，单级不表示，以2表示两级

标记示例：

最大气量为$6m^3/min$的单级水环真空泵（包括也可作为压缩使用的水环真空泵）：

SK—6

石家庄泊科技

最大气量为 30m³/min，当两个泵最大气量相同，只是极限真空度不相同时，极限真空度高的单级水环真空泵：

SKA 30

最大气量为 6m³/min 的两级水环真空泵：

2SK—6

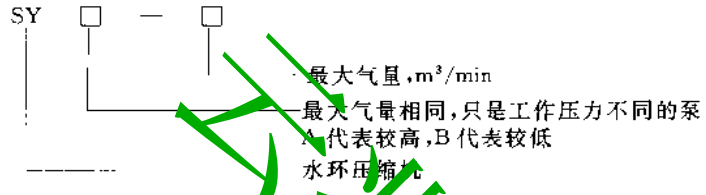
最大气量为 6m³/min，配带一级大气喷射器的单级水环真空泵：

SK－6P1

最大气量为 6m³/min，配带一级大气喷射器的两级水环真空泵：

2SK 6P1

4.2.2 水环压缩机的表示方法



工业和信息化部

表 单级水环真空泵

型号	最大气量 (m³/min)	极限真空度 (hPa)	带一级大气喷射器时极限真空度 (hPa)	带两级大气喷射器时极限真空度 (hPa)	作压缩机用时工作压力范围 (MPa)	转速[1] (r/min)	吸入和排出口径[2] (mm)
SK—0.4	0.4	190	—	—	—	1450	25
SK 0.8	0.8						40
SK 1.5	1.5	150					50
SK 3	3	80	30	5	0～0.1		
SK -6	6						80
SK—12	12					970	100
SKA -20	20						150
SKB—20	20	150	40	8		730	
SKA—30	30	80	30	5			200
SKB—30	30	150	40	8		585	
SK—42	42					490	
SK—60	60					420	250
SK—85	85				—	365	300
SK—120	120					300	
SK—180	180					250	400
SK—250	250					200	500

1) 转速为推荐转速，下同。

2) 口径为推荐口径，下同。

标记示例：

最大气量为 42m³/min 的水环压缩机：

SY—42

最大气量为 30m³/min，当两个压缩机的最大气量相同，只是工作压力不同时，较高压力的水环压缩机：

SYA—30

4.3 基本参数

4.3.1 水环真空泵和水环压缩机的基本参数应分别符合表 1、表 2、表 3 的规定。

表 2 两级水环真空泵

型号	最大气量 (m³/min)	极限真空度 (hPa)	带一级大气喷射器时极限真空度 (hPa)	转速[1] (r/min)	吸入和排出口径[2] (mm)
2SK 0.8	0.8	50	15	1450	40
2SK—1.5	1.5				50
2SK 3	3	40			
2SK—6	6				80
2SK—12	12	35		970	100
2SK—20	20				150
2SK—30	30			730	200

表 3 单级水环压缩机

型号	最大气量 (m³/min)	工作压力 0.15MPa 时的气量 (m³/min)	工作压力范围 (MPa)	工作压力 0.25MPa 时的气量 (m³/min)	工作压力范围 (MPa)	转速[1] (r/min)	吸入和排出口径[2] (mm)
SYA—6	6	—		4	0.2～0.3	1450	80
SYB 6		5	0.1～0.2	—			
SYA—12	12	—		9.5	0.2～0.3		100
SYB 12		10	0.1～0.2	—			
SYA 20	20	—		16	0.2～0.3	970	150
SYB—20		17	0.1～0.2	—			
SYA—30	30	—	—	24	0.2～0.3		200
SYB—30		26	0.1～0.2	—		730	
SY 42	42	37					
SY—60	60	54				590	250
SY—85	85	76				490	300
SY—120	120	108				420	

4.3.2 水环真空泵和水环压缩机应在下列条件下使用：

a. 泵的工作介质为空气，泵的工作液环为水；

b. 大气压力 1013.25hPa；

c. 吸入气体的温度 20℃，相对湿度 70%；

d. 工作水温度 15℃；

e. 规定转速，r/min。

4.3.3 表 1、表 2、表 3 中性能的容差按 GB/T13929 的规定。

5 技术要求

5.1 性能

制造厂应根据本标准 4.3.2 条的规定给出完整特性曲线，单级水环真空泵应包括 400hPa 真空度下的气量，两级水环真空泵应包括 80hPa 真空度下的气量（以上气量点通常作为型式检验和出厂试验的测点）。

5.2 安装

如果要求泵在室外安装时，买方应与卖方共同商定室外安装的环境条件。

5.3 原动机

泵所配带的原动机功率，一般应按不低于泵规定使用范围内最大轴功率的 1.1 倍选配。当确定该泵轴功率在任何情况下都不会超过原动机功率时，可不留或少留额外裕量。

5.4 临界转速

在工作条件下，转子的实际第一横向临界转速至少应超出运行转速的 10%。

5.5 平衡和振动

5.5.1 平衡

叶轮应进行静平衡或动平衡试验。静平衡和动平衡精度应不低于 GB9239 中规定的 G6.3 级。

5.5.2 振动

水环泵的振动烈度应不超过 GB10889 中 C 级的规定值。

当泵的中心高大于 550mm，转速低于或等于 600r/min 时，可按≥600～1500r/min 类别评价振动级别。

5.6 噪声

水环泵的噪声级应不超过 GB10890 中 C 级加 6dB（A）的规定值。

5.7 承压件

5.7.1 压力

水环真空泵进出口法兰公称压力的选取，应不低于 GB4216 中规定的 0.25MPa。

制造厂应明确规定水环压缩机的极限压力（最大容许工作压力），该压力应不超过法兰的公称压力。

5.7.2 壁厚

承受流体压力的零件应具有足够的厚度，使之能够在工作温度下承受最大容许工作压力，并能经受住水压试验时在环境温度下的试验压力。

5.8 泵进口和出口处的外力和外力矩

如果买方有要求，制造厂应提供容许作用在泵进口和出口管路联接处上的外力和外力矩的详细数据。

环水恒科技

5.9 泵的进口和出口法兰

泵的进口和出口法兰尺寸，灰铸铁法兰尺寸应符合 GB4216 的规定。

泵法兰上的螺孔应跨中心线布置。

5.10 侧盖（或吸排气板）和分配器

吸排气口的位置、形状和尺寸应正确，不应出现过大的偏差。

5.11 叶轮

叶轮应可靠的固定在轴上，以防止轴向和周向移动（不包括自由调间隙在轴上滑动的叶轮结构）。

5.12 运行间隙

确定静止件和旋转件之间的运行间隙时，应考虑工作条件和这些零件所用材料的性能（如硬度和抗擦伤性）。间隙的大小应能防止在工作条件下相互接触。选择的材料组合要使磨损和卡住的危险减至最小。

水环泵的运行间隙，当采用灰铸铁材料时，可按表 4 和表 5 来选取。

表 4 轴向吸排气的叶轮与侧盖（或吸排气板）之间的配合间隙 （mm）

叶轮外径	一侧的最小间隙	两侧总间隙控制范围
≤80	≥0.10	0.25～0.30
>180～500	≥0.15	0.30～0.40
>500～1000	≥0.20	0.40～0.55

表 5 径向吸排气的叶轮与分配器的配合间隙

与分配器配合的叶轮孔		分配器配合直径公差带	最小总间隙（mm）	总间隙变化范围（mm）
基本尺寸（mm）	公差带			
>80～120	H8	h7	0.25	0.25～0.339
>120～180				0.25～0.353
>180～250				0.25～0.368
>250～315			0.30	0.30～0.433
>315～400				0.30～0.446
>400～500				0.30～0.460
>500～630			0.40	0.40～0.580
>630～800				0.40～0.605

5.13 轴和轴套

泵轴应具有足够的轴径尺寸，以满足强度和刚度要求。

轴和轴套与密封相关的部位，直径应按 GB5661 的规定。

轴和轴套与密封相关的部位，如果安装机械密封应符合 5.16.3 的规定。

5.14 轴套在轴上的装配

不允许有气体从轴套和轴之间进入泵内。

5.15 轴承

5.15.1 总则

通常使用标准类型的滚动轴承。

5.15.2 滚动轴承寿命

应按 GB4662 和 GB6391 的要求计算和选择滚动轴承；在容许工作范围内动运转时的“基本额定寿命（L10）”至少应是 10000h。

5.15.3 轴承的使用温度

轴承的工作温度应不高出环境温度 35℃，并且轴承的最高温度应不高于 75℃。

5.15.4 润滑

使用说明书中应有关于所用润滑剂的种类、剂量和使用频率的内容。

5.15.5 轴承箱的设计

轴承箱在正常工作条件下，能防止杂质的侵入和润滑剂的流失。

5.16 轴封

5.16.1 总则

泵的轴封允许使用软填料或机械密封。

除非工作条件另有要求，否则密封腔尺寸应符合 GB5661 的规定。

5.16.2 填料函

填料函应提供足够的空间位置，以便更换填料。

填料压盖应能承受压紧填料所必需的力。

5.16.3 机械密封

机械密封应能够承受给定的工作条件。

选取的密封元件材料应能满足腐蚀、磨损、温度和机械应力等工作条件的要求。

机械密封的水压试验压力不应超过极限密封压力。

有关机械密封的安装要求应符合 JB4127 中第 5 章规定。

5.17 联轴器

泵和原动机的连接应采用挠性联轴器，联轴器应有效地固定以防止轴向和周向的移动。

如果将联轴器各个零件组装在一起作平衡，那么应用永久性的显著标记表示其正确的装配位置。

应提供有效的防护罩，防护罩的设计应符合国家有关安全的规定。

5.18 底座

5.18.1 总则

不灌浆的底座应具有足够的刚性，以满足直接安装在基础上的要求。

需要灌浆的底座应设计得能够保证正确地灌浆（如防止空气聚集等）。

5.18.2 泵和原动机在底座上的装配

泵和原动机在底座上的装配，可用垫片来调整垂直方向原动机和泵轴心线之间的差值，以满足两轴心线相一致的要求。

如果原动机不是由制造厂安装，而且又无另外规定时，则底座上应不钻出原动机的安装孔。

5.19 材料

材料的选择除买方对材料另有要求外，通常应由供方根据泵的工作介质和预定的用途

非标准设计

进行确定。

5.20 铸件质量

a. 泵用灰铸铁件，铸件质量应符合 JB/T6880.1 的规定；

b. 泵用铸钢件，铸件质量应符合 JB/T6880.2 的规定。

6 试验方法

6.1 材料的化学分析和力学性能试验

材料的化学分析和力学性能试验方法应符合有关标准的规定。

6.2 水压试验

6.2.1 承受流体压力的壳体应进行水压试验。真空泵试验压力为 0.3MPa。压缩机试验压力应不低于工作压力的 2 倍，但最低试验压力应不低于 0.3MPa。

6.2.2 水压试验以环境温度下的清水进行试验。试验压力的持续时间应不少于 5min，并且不得有渗水或漏水等现象。

6.3 性能试验

水环泵的性能试验方法应按 GB/T13929 的规定。

6.4 振动测量

水环泵的振动测量方法应按 GB10889 的规定。

6.5 噪声测量

水环泵的噪声测量方法应按 GB10890 的规定。

7 检验规则

水环泵的检验分为型式检验和出厂检验。

7.1 型式检验

7.1.1 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c. 批量生产的周期性检验；

d. 产品长期停产后，恢复生产时；

e. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.1.2 型式检验的项目和测点数目按 GB/T13929 中第 3.8 条规定，性能容差应符合 GB/T13929 中第 8.1 条规定。

7.1.3 检验台数应不少于 2 台。

7.2 出厂检验

7.2.1 批量生产的产品应作出厂检验。

7.2.2 出厂检验的项目和测点数目按 GB/T13929 中第 3.8 条规定，性能容差应符合 GB/T13929 中第 8.1 条规定。

7.2.3 检验台数和抽样规则按 GB2828 的规定，抽样方法可采用一次或二次抽样，采用检查水平Ⅱ，合格质量水平 AQL 为 4。

云水信科技

8 产品成套和使用保证

8.1 产品成套

用户可根据需要订购下列成套范围的全部或一部分，并应在订货单中写明。供货范围包括：

a. 水环真空泵（或水环压缩机）；

b. 底座；

c. 原动机及传动部分（如电动机、减速器等）；

d. 气水分离器；

e. 配真空泵的喷射器；

f. 拆卸和装配的专用工具；

g. 规定供应的备件和其他附件。

8.2 在买方遵守泵的运输、贮存、安装及使用规则的条件下，从制造厂发货之日起 18 个月内、使用期不超过 12 个月，若产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应免费为买方修理或更换零件或产品（但不包括易损件的正常磨损）。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 每台泵应在明显的位置钉上产品标牌，标牌尺寸和技术要求应符合 GB/T13306 的规定。标牌应采用耐环境腐蚀的材料制做。标牌应包括下列内容：

a. 制造厂名称和商标；

b. 泵的型号及名称；

c. 泵的主要参数：

最大气量	m^3/min
极限真空度（对真空泵）	hPa
工作压力范围（对压缩机）	MPa
转速	r/min
配用功率	kW
泵质量	kg

d. 泵的出厂编号和制造日期。

9.1.2 泵的旋转方向应在适当的明显位置用红色箭头表示（铸出或另制标牌钉上）。

9.2 包装、运输

9.2.1 包装前应做的准备工作：

a. 泵内部如果有积水应清除；

b. 如果买方未提出特别要求，泵的涂装应按 JB/T4297 的规定；

c. 泵的防锈处理应符合 GB4879 的有关规定，如果买方未提出要求，防锈有效期限应符合 D 级要求；

d. 轴承如果是干油润滑应填充适量的润滑脂；

江水恒科技

e. 泵的吸入口和排出口以及泵上通向外部的各管口应进行封堵，封堵件要耐风雨侵蚀并能经受意外的损坏；

f. 每台泵出厂时随带的技术文件，如：产品合格证、装箱单、使用说明书等，应封存在防水的袋内。

9.2.2 包装

泵的包装应符合 GB/T13384 的规定。

泵及备件、附件在包装时，应进行可靠的固定，以防止相互碰撞。

9.2.3 运输

运输过程中，应有防止振动或碰撞造成产品和包装箱损坏的保护措施。

9.3 贮存

泵在存放中应能防止锈蚀和损坏。泵应按防锈期限按时进行检查，重新作防锈处理。

附 录 A
数 据 表
（参考件）

A1 如果需要提供数据表，水环真空泵和水环压缩机数据可适用于：

a. 买方询问、订货和合同处理；

b. 供方投标和制造。

A2 数据表可以增大或分成几页，但行号应符合本标准数据表。数据表填写说明如下：

a. 在适当的栏内用符号“×”表示需要的信息；

b. 标有“★”的行须由买方询问时填写；

c. 空栏可用于表示需要的信息，也可用于表示信息补充或修改的符号；

d. 为便于传递指定行和栏位中的信息，可使用下列表解：

三栏行

		第 1 栏		第 2 栏		第 3 栏	
26	×		×		×		26

示例：第 26 / 2 行

栏号

行号

二栏行

		第 1 栏		第 2 栏	
51	×		×		51

示例：第 51 / 1 行

栏号

行号

江苏南科技

一栏行

7	×	7	7

示例： 第7行

行号

表 A1

水环真空泵和水环压缩机

数 据 表

1	★装置				★使用					1
2					★技术条件					2
		需要数量	泵型号，规格	制造厂和编号	原动机 类别	原动机 型号，规格	项目号			
3	工作	★			★		★			3
4	备用	★			★		★			4
5	客户		询问单号	日期	供方	投标号	日期			5
6			订单号	日期		合同号	日期			6
7	现场条件★									7

工 作 条 件

8	★	气体			气量	真空度(绝压)hPa	m^3/min	泵转速	r/min	8
9	★	气体温度	C			最大	m^3/min	轴功率	kW	9
10	★	气体密度	kg/m^3	★	极限真空度(绝压)		hPa	最大轴功率	kW	10
11	★	气体相对湿度	%	★	最大排出压力		MPa	原动机额定输出功率	kW	11
12	★	工作液								12
13	★	工作液温度	C							13
14	★	工作液密度	kg/dm^3							14
15	★	工作液汽化压力(绝压)	MPa							15
16	★	危险性								16

结 构 特 性

17		极限真空度(绝压)	hPa	总间隙	叶轮与侧盖(或吸排气板)		冷却(C)，串联(S)，并联(P)	C	S	P	17
18		最大容许工作压力	MPa		叶轮与分配器						18

标准图书

续表 A1

水环真空泵和水环压缩机
数 据 表

结 构 特 性

19		试验压力		MPa	径向轴承	型号规格							19
20		级数	泵级数		推力轴承	型号规格							20
21			喷射器级数		润滑				密封室				21
22		面对泵从动端的转向	泵*	顺时针/逆时针	配置方式				密封循环冷却器				22
23			原动机	顺时针/逆时针	制造厂商				密封座				23
24	★	入口法兰	尺寸	位置	型式尺寸			★	设计压力 MPa				24
25			压力等级和密		轴	极限压力	MPa		试验压力 MPa				25
26	★	出口法兰	兰表面加工			静压力	MPa	外部供给	作用流体	L/h	C	入口 出口	26
27			尺寸	位置	封	动压力	MPa					MPa	27
28		泵体支承				温度	C						28
29					密封液	配置							29
30					冷却系统	供货者			冷却				30
31					★ 含原动机包质量(大约)		kg		电气 V	相	Hz		31

附 件

32	联轴器	制造厂商	★	联轴器防护罩供货者		★	原动机	供货者		32
33		型号/规格	底座	供	泵/驱动装置/原动机	★		安装者		33
34		加长段长度 mm		类型	独立式/灌浆/不灌浆	★	辅助管路供货者			34
35		供货者	★	供货者		★	地脚螺栓供货者			35

材 料

36	泵体	轴套			填料函	填料压盖			36
37	外部联接螺栓	喉部衬圈				填料			37
38	气体分配器	机械密封	密封端盖			填料环			38
39	吸排气板		节流衬套		联轴器	联轴器体/加长段			39
40	叶轮		弹顶环			弹性元件			40
41	轴		座环			防护罩			41
42	轴承箱		辅助密封	旋转		底座			42
43				静止		油漆			43
44			弹簧						44
45			其他金属零件						45

行业标准

续表 A1

水环真空泵和水环压缩机
数 据 表

试 验

46	★	试 验	材 料	水 压	性 能	检 查	最终检查	46
47	★	引用标准						47
48	★	目睹证实者						48

文 件 提 供

49		性能曲线号	投标		图样	外形尺寸图样		49
50			试验			管路系统	密封	50
51		说明书					辅助系统	51
52		备件明细表号				装 配	泵	52
53							轴封	53

附注：1）如不适用，划掉；★—标有此符号的行由买方询问时填写。 * 从原动机看泵
2）除汽化压力、真空度外，其余压力均为表压。 * * 从泵看原动机

第 张共 张 审阅日期 图号

江苏恒科科技

附加说明：

本标准由沈阳水泵研究所提出并归口。

本标准由沈阳水泵研究所负责起草。

本标准起草人：张文达。

中华人民共和国机械行业标准

风力机　术语

Terminology of wind energy conversion system

JB/T7878—95

本标准规定了叶轮式风力机理论和工程中常用的基本术语。

1 风能　wind energy

空气流动产生的动能。

2 空气的标准状态　standard atmospheric state

空气的标准状态是指空气压力为101.325kPa、温度为15℃（或绝对温度288.15K）、空气密度1.225kg/m³时的空气状态。

3 风切变　wind shear

在垂直于风向的平面内的风速随高度的变化。

4 风切变影响　influence by the wind shear

风切变对风力机的影响。

5 阵风　gust

风速在相当短的时间内相对于规定时段的平均值的正负偏差。

6 阵风影响　gust influence

阵风对风力机空气动力特性产生的影响。

7 风速频率　frequency of wind speed

一年时间的间距内，相同风速小时数的总和对总间距总时数的百分比。

8 韦伯风速分布　weibull wind—speed distribution

在给出的风速频率里韦伯公式对风速进行的数学描述。

9 瑞利风速分布　rayleigh wind—speed distribution

在给出的风速频率里用瑞利公式对风速进行的数学描述。

10 风力机　wind energy conversion system（WECS）

将风能转化为其它有用能的机械。

10.1 高速风力机　high speed WECS

额定叶尖速度比大于或等于3的风力机。

10.2 低速风力机　low speed WECS

额定叶尖速度比小于3的风力机。

江苏恒科科技

10.3 水平轴风力机 horizontal—axis—rotor WECS
风轮轴线的安装位置与水平面夹角不大于15°的风力机。

10.4 垂直轴风力机 vertical—axis—rotor WECS
风轮轴线的安装位置与水平面垂直的风力机。

10.5 斜轴风力机 inclined—axis—rotor WECS
风轮轴线的安装位置与水平面夹角在15°～90°之间（不包括90°）的风力机。

10.6 上风式风力机 up—wind type of WECS
使风先通过风轮再通过塔架的风力机。

10.7 下风式风力机 down—wind type of WECS
使风先通过塔架再通过风轮的风力机。

11 风力发电机组 wind—generator set
利用风能发电的装置。

12 风力提水机组 wind—water—lifting set
利用风能进行提水作业的装置。

13 风力机高 maximum height of WECS
在工作状态时风力机的最高点到支撑地平面的距离。

14 常速试验 constant speed test
风力机在风洞中或风力机相对于静止空气作相对运动进行的试验。

15 外场试验 field test
风力机在自然环境条件下所进行的试验。

16 起动风速 start—up wind speed
风力机风轮由静止开始转动并能连续运转的最小风速。

17 切入风速 cut—in wind speed
风力机对额定负载开始有功率输出时的最小风速。

18 切出风速 cut—out wind speed
由于调节器的作用使风力机对额定负载停止功率输出时的风速。

19 工作风速范围 range of effective wind speed
风力机对额定负载有功率输出的风速范围。

20 额定风速 rated wind speed
由设计和制造部门给出的，使机组达到规定输出功率的最低风速。

21 停车风速 shut down wind speed
控制系统使风力机风轮停止转动的最小风速。

22 安全风速 suvrvival wind speed
风力机在人工或自动保护时不致破坏的最大允许风速。

23 额定功率 rated power out—put
空气在标准状态下，对应于机组额定风速时的输出功率值。

24 最大功率 maximum power out—put
风力机在工作风速范围内能输出的最大功率值。

万方数据科技

25 叶尖速度比（高速性系数） tip—speed ratio

叶尖速度与风速的比值。

26 额定叶尖速度比（标准高速性系数） rated tip—speed ratio

风能利用系数最大时的叶尖速度比。

27 升力系数 lift coefficient

用下式表示的无因次数值：

$$C_y = \frac{Y}{S\frac{\rho V^2}{2}}$$

式中：C_y 升力系数；

Y——升力，N；

S——迎风面积，m^2；

ρ——空气密度，kg/m^3；

V 风速，m/s。

28 阻力系数 drag coefficient

用下式表示的无因次数值：

$$C_x = \frac{X}{S\frac{\rho V^2}{2}}$$

式中：C_x——阻力系数；

X 阻力，N；

S——迎风面积，m^2；

ρ 空气密度，kg/m^3；

V——风速，m/s。

29 升阻比 ratio of lift coefficient to drag coefficient

升力系数与阻力系数的比值。

30 正压力系数 thrust coefficient

用公式表示的无因次数值：

$$B = \frac{2P}{\pi R^2 \rho V^2}$$

式中：B——正压力系数；

P 正压力，N；

R——风轮半径，m；

ρ 空气密度，kg/m^3；

V 风速，m/s。

31 风能利用系数 rotor power coefficient

风轮所接受的风的动能与通过风轮扫掠面积的全部风的动能的比值，用 C_P 表示。

32 力矩系数 torque coefficient

风轮的输出力矩与风能对风轮产生的力矩的比值。

万水信息科技

32.1 额定力矩系数 rated torque coefficient
在额定叶尖速度比时风轮的力矩系数。

32.2 起动力矩系数 starting torque coefficient
叶尖速度比为0时风轮的力矩系数。

32.3 最大力矩系数 maximum torque coefficient
风轮力矩系数的最大值。

33 过载度 ratio of over load
最大力矩系数与额定力矩系数的比值。

34 风轮空气动力特性 aerodynamic characteristics of rotor
表示风轮力矩系数、风能利用系数和叶尖速度比之间关系的属性。

35 风力机输出特性 out－put characteristic of WECS
表示风力机在整个工作风速范围内输出功率的属性。

36 调节特性 regulating characteristics
表示风力机转速或功率随风速变化的属性。

37 调向灵敏性 sensitivity of following wind
表示随风向的变化风轮迎风是否灵敏的属性。

38 调向稳定性 stability of following wind
在工作风速范围内反映风力机风轮迎风全过程是否稳定的属性。

39 平均噪声 average noise level
在工作风速范围内测得的风力机噪声的平均值。

40 机组效率 efficiency of WECS
风力机输出功率与单位时间内通过风轮扫掠面积的风能的比值。

41 使用寿命 service life
风力机在安全风速以下正常工作的使用年限。

42 年能量输出 annual energy out－put
风力机一年（8760h）能量输出的总和，单位kW·h。

43 度电成本 cost per kilowatt hour of the electricity generated by WECS
风力发电机组生产实际中平均输出一度电（kW·h）的实际成本。

44 立方米水成本 cost per cubic－meter water discharged by WECS
风力提水机组生产实际中平均输出一立方米水的实际成本。

45 风轮 wind rotor
由叶片等部件组成的接受风能转化为机械能的转动件。

46 风轮直径 rotor diameter
叶尖旋转圆的直径，用D表示。

47 风轮扫掠面积 rotor swept area
风轮旋转时叶片的问转面积。

48 风轮仰角 tilt angle of rotor shaft
水平轴和斜轴风力机风轮轴线与水平面的夹角。

风雷电科技

49 风轮偏角 yawing angle of rotor shaft
风轮轴线与气流方向的夹角在水平面的投影。

50 风轮额定转速 rated turning speed of rotor
输出额定功率时风轮的转速。

51 风轮最高转速 maximum turming speed of rotor
风力机处于正常状态下（负载或空载）风轮允许的最大转速值。

52 风轮尾流 rotor wake
在风轮后面经过扰动的气流。

53 尾流损失 wake losses
在风轮后面由风轮尾流产生的能量损失。

54 风轮实度 rotor solidity
风轮叶片投影面积的总和与风轮扫掠面积的比值。

55 实度损失 soidity loss
由于未完全利用整个风轮扫掠面积而产生的能量损失。

56 叶片数 number of blades
一个风轮所具有叶片的数目。

57 叶片 blade
具有空气动力形状、接受风能使风轮绕其轴转动的主要构件。

57.1 等截面叶片 constant chord blade
在工作长度上沿展向截面等同的叶片。

57.2 变截面叶片 variable chord blade
在工作长度沿展向截面不同的叶片。

58 叶片投影面积 projected area of blade
叶片在风轮扫掠面上的投影面积。

59 叶片长度 length of blade
叶片在展向上沿压力中心连线测得的最大长度。

60 叶柄 root of blade
风轮中连接叶片和轮毂的构件。

61 叶尖 tip of blade
水平轴和斜轴风力机的叶片距离风轮回转轴线的最远点。

62 叶尖速度 tip speed
叶尖的线速度。

63 翼型 airfoil
叶片展向长度趋于无穷小时叫翼型。

63.1 前缘 leading edge
翼型在旋转方向上的最前端。

63.2 后缘 tailing edge
翼型在旋转方向上的最后端。

农业知识科技

63.3 几何弦长 geometric chord of airfoil
前缘到后缘的距离。

63.4 平均几何弦长 mean geometric chord of airfoil
叶片投影面积与叶片长度的比值。

63.5 气动弦线 aerodynamic chord of airfoil
通过后缘使翼型升力为零的直线。

63.6 厚度 thickness of airfoil
几何弦上各点垂直于几何弦的直线被翼型周线所截取的长度。

63.7 相对厚度 relative thickness of airfoil
厚度的最大值与几何弦长的比值。

63.8 厚度函数 thickness function of airfoil
厚度的一半沿几何弦的分布。

63.9 中弧线 mean line
厚度中点的连线。

63.10 弯度 degree of curvature
中弧线到几何弦的距离。

63.11 弯度函数 curvature function of airfoil
弯度沿几何弦的分布。

64 翼型族 the family of airfoil
由无穷多个翼型圆滑过渡组成的翼型系列。

65 叶片根梢比 ratio of tip—section chord to root—section chord
叶片根部与尖部的几何弦长的比值。

66 叶片展弦比 aspect ratio
叶片长度与叶片平均几何弦长的比值。

67 叶片安装角 setting angle of blade
叶片的翼型几何弦与叶片旋转平面所夹的角度。

68 叶片扭角 twist of blade
叶片尖部几何弦与根部几何弦夹角的绝对值。

69 叶片几何攻角 angle of attack of blade
翼型上合成气流方向与翼型几何弦的夹角。

70 叶尖损失 tip losses
由于气流绕过叶片尖部形成的涡流所产生的能量损失。

71 叶片损失 blade losses
由于叶片表面与气流发生摩擦产生的能量损失。

72 颤振 flutter
风力机风轮叶片在气流中出现自激振动的不稳定性。

73 迎风机构 orientation mechanism
使风轮保持最佳迎风位置的装置。

工业标准科技

74 尾舵 tail vane
在风轮后面使风轮迎风的装置。

75 尾轮 tail wheel
尾舵上的多叶片风轮。

76 侧翼 side vane
在风轮侧面利用风压使风轮偏离风向的机构。

77 调速机构 regulating mechanism
能调节或限制风轮旋转速度的机构。

78 风轮偏侧式调速机构 regulating mechanism of turning wind rotor out of the wind sideward
使风轮轴线偏离气流方向的调速机构。

79 变浆距调节机构 regulating mechanism by adjusting the pitch of blade
使风轮叶片安装角随风速而变化，并能调节风轮旋转速度或功率输出的机构。

80 制动机构 braking mechanism
使风力机风轮停止工作的机构。

81 整流罩 nose cone
装在风轮前面呈流线形状的罩子。

82 塔架 tower
支撑风力机回转部分及以上部件的支撑物。

82.1 独立式塔架 free stand tower
没有拉索的塔架。

82.2 拉索式塔架 guyed tower
有拉索的塔架。

83 塔影响效应 influence by the tower shadow
塔架造成的气流涡区对风力机产生的影响。

84 顺桨 feathering
风轮叶片的几何攻角趋近零升力的状态。

85 阻尼板 spoiling flap
随风速的变化用来阻止风轮转数增加的构件。

附加说明：

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。
本标准由呼和浩特畜牧机械研究所负责起草。
本标准主要起草人：熊志民。

农业知识科技

中华人民共和国机械行业标准

风力机械　产品型号编制规则

The rule for naming the product of wind energy conversion system

JB/T7879—1999（代替 JB/T7879－95）

三水恒科技

前　言

本标准是对 JB/T7879－95《风力机械产品　型号编制规则》的修订。修订时仅对原标准作了编辑性修改，主要技术内容没有变化。

本标准自实施之日起代替 JB/T7879－95。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：宋经选。

本标准于 1988 年 2 月以 GB8975－88 首次发布，1996 年 3 月标准编号调整为 JB/T7879－95。

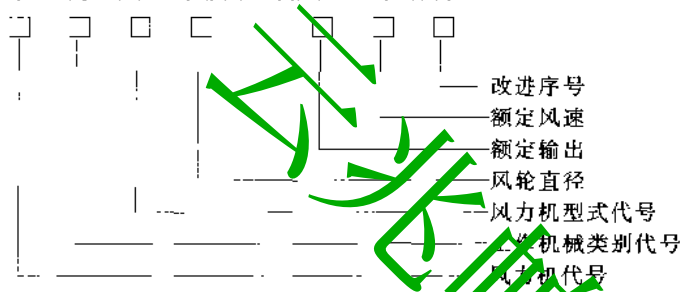
1 范围

本标准规定了由风力机械（以下简称风力机）和与之配套的工作机械组成的风力机组产品的型号编制规则。

2 风力机产品型号

2.1 风力机产品型号表示风力机产品的型式、规格。以大写汉语拼音字母和阿拉伯数字表示风力机产品类别和主要特征。

2.2 风力机产品型号由风力机代号、工作机械类别代号、风力机型式代号、主要参数和改进序号组成。其型号按下列框图顺序编制。



2.2.1 风力机代号

用“风”字的汉语拼音（FENG）的第一个字母“F”表示。

2.2.2 工作机械类别代号

用工作机械名称中关键字的汉语拼音的第一个字母表示。如发电机用“电”字的拼音（DIAN）的字母“D”表示；提水机用“水”字的拼音（SHUI）的字母“S”表示；制热机用“热”字的拼音（RE）的字母“R”表示；养殖机用“养”字的拼音（YANG）的字母“Y”表示等。

2.2.3 风力机型式代号

用风力机型式名称中关键字的汉语拼音的第一个字母表示。如垂直轴风力机用“垂”字的拼音（CHUI）的字母“C”表示；斜轴式风力机用“斜”字的拼音（XIE）的字母“X”表示；水平轴风力机的型式代号省略。

2.2.4 风轮直径

用阿拉伯数字表示，该数字是以 m 为计量单位的风轮直径数值。小数点后最多允许出现一位数字。

2.2.5 额定输出

用阿拉伯数字表示。风力发电机组：以 kW 为计量单位的额定输出功率的数值表示；风力提水机组：用 $a\times b$ 型式表示，其中 a 是以 m^3/h 为计量单位的额定出水量的数值，b 是以 m 为计量单位的额定提水扬程的数值；其它类别工作机械的输出，以其额定输出特性的主要参数表示。小数点后最多允许出现两位数。

2.2.6 额定风速

用阿拉伯数字表示，以 m/s 为计量单位，小数点后最多允许出现一位数字。

2.2.7 改进序号

用汉语拼音字母表示，改进产品的型号应在原型号的主参数后加注改进序号 A、B……。

2.2.8 风力机产品型号编制示例

a)风轮直径 7m，额定输出功率 4kW，额定风速 8m/s 的水平轴风力发电机组型号如下：

FD7－4/8

b）风轮直径 4m，额定出水量 1.1m^3/h，额定提水扬程 40m，额定风速 8m/s 的水平轴风力提水机组型号如下：

FS—1.1×40/8

c)风轮直径 6m，额定输出功率 3kW，额定风速 8m/s 的垂直轴风力发电机组型号如下：

FDC6—3/8

d）a）例机组改进一次型号如下：

FD7 4/8A

云光伯科技

中华人民共和国机械行业标准

低速风力机　系列

Series for low speed wind energy conversion system

JB/T9740.1—1999（代替 NJ350　85）

行业信息科技

前　言

本标准是对 NJ350　85《低速风力机　系列》的修订。修改的主要内容：

——范围中“标准高速性 Z_n”修改为“叶尖速度比”；

——“额定设计风速 8m/s”修改为“设计风速 6～9m/s”；

——“限速方式：风轮偏离风向”修改为“风力机应有可靠的限速装置”；

——增加了“与风力机配套的其他机具，参照相应标准”。

本标准自实施之日起代替 NJ350　85。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B、附录 C 都是提示的附录。

本标准是 JB/T9740《低速风力机》系列标准的一部分。该系列标准包括以下四个部分：

JB/T9740.1　1999　低速风力机　系列

JB/T9740.2　1999　低速风力机　型式与基本参数

JB/T9740.3—1999　低速风力机　技术条件

JB/T9740.4　1999　低速风力机　安装规范

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：白志乐。

本标准于 1985 年 3 月 5 日首次发布。

1 范围

本标准适用于叶尖速度比小于2的多叶式水平轴风力机。这种风力机主要用来带动部分提水机具，也可作为其他机具的动力。

2 风轮直径系列

2.0，2.5，3.2，4.0，5.0，6.0，8.0，10.0m。

3 额定设计风速

6～9m/s。

4 限速装置

风力机应有可靠的限速装置。

5 塔架高度最低限值计算

塔架高度的最低限度值按式（1）计算：

$$H = h + c + D/2 \quad (1)$$

式中：H —塔架高度，m；

h —接近风力机障碍物的高度，m；

c——障碍物到风轮最低点距离，m；

D——风轮直径，m。

推荐的塔架高度系列（从地面算起）：6，7，9，10，12，15，18，21m。

6 活塞泵泵缸直径

与低速风力机配套用的活塞泵泵缸直径系列见附录A（标准的附录）。

7 活塞泵活塞行程

与低速风力机配套用的活塞泵活塞行程系列见附录B（提示的附录）。

8 低速风力机-活塞泵机组配套性能

低速风力机-活塞泵机组配套性能见附录C（提示的附录）。

9 配套性

与风力机配套的其他机具，参照相应标准。

云水能科技

附 录 A
（标准的附录）
活塞泵泵缸直径系列

与低速风力机配套用的活塞泵泵缸直径系列：

45，50，55，60，70，80，90，100，110，120，160，200，250，320，400，500mm。

附 录 B
（提示的附录）
活塞泵活塞行程系列

B1 与低速风力机配套用的活塞泵活塞行程系列

(75)，100，120，140，160，180，210，240，270mm。

B2 低速风力机-活塞泵机组配套关系见表 B1

表 B1

型式			风轮直径(m)							
			2.0	2.5	3.2	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
机头直接带动拉杆使水泵活塞做往复运动	活塞行程(mm)	(75)	—	—	—	—	—	—	—	—
		100	▲	▲	□	□	—	—	—	—
		120	▲	▲	□	□	—	—	—	—
		140	—	▲	▲	□	—	—	—	—
		160	—	—	▲	▲	□	—	◌	—
		180	—	—	—	▲	▲	□	—	—
		210	—	—	—	—	—	▲	—	—
		240	—	—	—	—	—	—	▲	—
		270	—	—	—	—	—	—	—	▲☆
垂直轴传动下变速箱			—	—	▲	▲	▲	▲	▲	▲☆

注：1. ▲——表示发展的品种；

◌——表示已完成设计的品种；

□——表示已完成设计并投产的品种；

☆——表示特殊订货供应的品种。

2. 括号内尺寸尽可能不用。

附 录 C
（提示的附录）
低速风力机-活塞泵机组配套性能表

C1 低速风力机—活塞泵机组配套性能见表 C1。

表 C1

活塞泵泵缸直径(mm)	风力机											
	风轮直径 2.0m				风轮直径 2.5m				风轮直径 3.2m			
	活塞行程 100mm		活塞行程 120mm		活塞行程 120mm		活塞行程 140mm		活塞行程 140mm		活塞行程 160mm	
	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)
45	23	4.0	19	4.8	35	4.0	30	4.8	59	4.0	49	4.6
50	18	4.9	16	5.9	28	5.2	24	6.2	48	5.0	40	5.6
55	15	6.0	13	7.3	23	6.1	20	7.4	40	6.0	33	6.6
60	13	7.1	11	8.5	19	7.6	17	8.5	33	7.0	27	7.9
70	9	9.7	8	11.6	14	10.1	12	11.7	24	9.6	20	11.0
80	7	12.7	6	15.2	11	13.3	9	15.3	19	12.6	16	14.6
90	6	16.0	5	19.4	9	16.8	7	19.4	15	15.9	12	18.3
100	5	19.7	4	23.7	7	20.6	6	23.7	12	19.6	10	22.6
110	4	23.8	3	28.9	6	24.9	5	28.7	10	23.7	8	26.7
120	—	—	—	—	5	29.5	4	34.3	8	28.2	7	32.5
160	—	—	—	—	3	52.5	2	60.0	5	49.8	4	57.7
200	—		—		—	—			3	78.1	2	91.2
250	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—
320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—

农业机械水力

续表 C1

活塞泵泵缸直径(mm)	风力机											
	风轮直径 4.0m				风轮直径5.0 m		风轮直径6.0 m		风轮直径8.0m		风轮直径10.0m	
	活塞行程 160mm		活塞行程 180mm		活塞行程 180mm		活塞行程 210mm		活塞行程 240mm		活塞行程 270mm	
	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)	扬程 (m)	流量 (m^3/d)
15	74	4.7	69	5.3	84	6.7	123	[illegible]	—		—	—
50	60	5.8	56	6.5	68	8.5	[illegible]	8.2		—	—	—
55	50	7.0	46	7.9	54	10.2	[illegible]	[illegible]	172	8.5		
60	42	8.3	39	9.4	47	12.0	69	12.0	144	10.2	253	8.9
70	31	11.3	29	12.8	35	[illegible]	51	16.4	106	14.2	186	11.8
80	23	14.8	22	16.8	27	[illegible]	39	21.3	81	18.4	142	16.0
90	19	20.4	17	21.3	21	27.1	31	26.9	64	23.4	112	20.2
100	15	23.1	14	26.2	[illegible]	[illegible]	25	33.2	52	29.4	100	24.2
110	12	30.0	12	31.7	14	40.9	21	40.3	43	34.1	75	31.1
120	10	33.2	10	[illegible]	12	48.5	17	46.9	36	42.4	63	35.2
160	6	59.2	5	[illegible]	7	86.0	10	81.5	20	73.7	36	63.6
200	4	92.4	4	[illegible]	4	135.3	6	130.6	13	116.0	23	100.7
250	-	-	—	—	—	-	4	207.5	8	181.1	15	152.9
320	—			-	—	—	—		5	294.7	9	256.4
400	—	—	—	—	—	—	—	-	3	461.7	6	399.1
500	-	—	—	—	-			—		—	4	625.1

注：表中流量（24h 流量）为机组在年均风速 4m/s 地区使用时参考值。

农技用水公

中华人民共和国机械行业标准

低速风力机　型式与基本参数

Types and basic parametars for low speed wind emergy conversion system

JB/T9740.2—1999（代替 ZB B92009.1—88）

行业标准

前　言

本标准是对 ZB B92009.1　88《低速风力机　型式与基本参数》的修订。改动的主要内容：

——第 1 章中“叶尖速度比小于 3”改为“叶尖速度比小于 2”；

—— 5.1 中“功率不大于 5kW”改为“扫掠面积小于 40m²”；

—— 5.4 中取消表格，改为“开始工作风速≤4m/s”；

——取消 5.2a）第一系列中 8.0，10.0；5.2b）第二系列中 9.0；以及 5.5。

本标准是 JB/T9740《低速风力机》系列标准的一部分。该系列标准包括以下四个部分：

JB/T9740.1—1999　低速风力机　系列

JB/T9740.2—1999　低速风力机　型式与基本参数

JB/T9740.3—1999　低速风力机　技术条件

JB/T9740.4—1999　低速风力机　安装规范

本标准自实施之日起代替 ZB B92009.1　88。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：魏建明、白志乐。

本标准于 1988 年 3 月 10 日首次发布。

1 范围

本标准规定了低速风力机的型式与基本参数。

本标准适用于叶尖速度比小于 2 的水平轴风力机。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T8116—1987 小型风力发电机组 型式与基本参数

JB/T7879 1999 风力机械 产品型号编制规则

3 型式

按风力机组用途——配套机具，主要分为三种型式：

a) 低速风力发电机组；

b) 低速风力提水机组；

c) 通用型低速风力机组（用于磨米、碾米、发电并同时提水作业等场合）。

4 型号表示方法

型号表示方法应符合 JB/T7879。

5 基本参数

5.1 低速风力发电机组的基本参数应符合 GB/T8116，但风轮扫掠面积应小于 40m^2。

5.2 低速风力机提水机组风轮直径系列

a) 第一系列 2.0，2.5，3.2，4.0，5.0，6.0m；

b) 第二系列 5.5，7.0m。

5.3 额定风速

6，7，8m/s。

5.4 开始工作风速

≤4m/s。

万水电科技

中华人民共和国机械行业标准

低速风力机　技术条件

Technical specifications for low speed wind energy conversion system

JB/T9740.3—1999（代替 NJ423—86）

无水印科技

前　言

本标准是对 NJ423—86《低速风力机　技术条件》的修订。修改的主要内容：

——引用标准 JB2759-80 和 NJ/Z3-83 已作废，分别以 GB/T13384-1992 和 JB/T5673-1991 代替；

——取消原标准中 1.1.4，1.1.6，1.1.10，1.1.11，1.3.1.4，1.3.1.5 和 1.4 的内容；

——3.1.9 的内容改为“风力机抗大风最大风速 v_{max}=40m/s”；

——3.2.1 的内容改为“风力机开始工作风速 v_S≤4m/s”；

——3.2.4 的内容改为“风力机调向应稳定可靠，调向后不振荡”；

——增加了试验方法；

——重新编写了检验规则的内容。

本标准是 JB/T9740《低速风力机》系列标准的一部分。该系列标准包括以下四个部分：

JB/T9740.1-1999　低速风力机　系列

JB/T9740.2-1999　低速风力机　型式与基本参数

JB/T9740.3—1999　低速风力机　技术条件

JB/T9740.4　1999　低速风力机　安装规范

本标准自实施之日起代替 NJ423—86。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：内蒙古商都县牧业机械厂、呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：张宏芳、白志乐。

本标准于 1986 年 7 月 30 日首次发布。

1 范围

本标准规定了低速风力机的技术要求，试验方法，检验规则以及标志、包装、运输的要求。

本标准适用于叶尖速度比小于2的水平轴低速风力机。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T985—1988 气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本型式与尺寸

GB/T1184—1996 形状和位置公差 未注公差值

GB/T1800.3—1998 极限与配合 基础 第3部分：标准公差和基本偏差数值表

GB/T2828—1987 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB/T13384—1992 机电产品包装 通用技术条件

JB/T5673—1991 农林拖拉机及机具涂漆 通用技术条件

JB/T9740.1—1999 低速风力机 系列

JB/T10137—1999 提水和发电用小型风力机 试验方法

3 技术要求

3.1 一般技术要求

3.1.1 风力机应符合本标准要求，并按经规定程序批准的图样及技术文件制造。

3.1.2 风力机应能在环境温度为－40℃～＋40℃的条件下正常工作。

3.1.3 风力机必须设有自动限速装置和人工停车装置。

3.1.4 风力机机头不得漏油。

3.1.5 外露件及外露表面，要根据使用要求采取防锈、防腐等措施（如镀锌、发蓝、喷漆等）。

3.1.6 零部件涂漆应符合JB/T5673—1991表1中规定的TQ-2-2-D。

3.1.7 焊接件应符合GB/T985规定。

3.1.8 在正常工作条件下使用，风力机的第一次无故障作业时间应不低于1000h。

3.1.9 风力机的抗大风最大风速 $v_{max}=40m/s$。

3.2 主要性能技术要求

3.2.1 风力机开始工作风速 $v_s \leqslant 4m/s$。

3.2.2 风力机的工作风速范围

下限值：不大于4m/s；

上限值：不小于18m/s。

北京仿真科技

3.2.3 最大风能利用系数

3.2.3.1 弓形叶片的最大风能利用系数应不低于0.3。

3.2.3.2 平板叶片的最大风能利用系数应不低于0.25。

3.2.4 风力机的调向应稳定、可靠，调向后不振荡。

3.3 主要零部件技术要求

3.3.1 风轮

3.3.1.1 风轮直径应符合JB/T9740.1的规定。

3.3.1.2 风轮直径公差应符合GB/T1800.3规定的IT16。

直径大于3150mm时，按式（1）进行计算：

$$I = 0.004D + 2.1 \quad (1)$$

式中：I —— 公差单位：μm；

D —— 风轮直径，mm。

3.3.1.3 风轮叶尖轴向跳动公差：$\leqslant 0.01D$；风轮叶尖径向跳动公差：$\leqslant 0.005D$。

3.3.1.4 风轮应进行静平衡，静平衡精度应达到G630。

3.3.1.5 叶片安装角度误差±30′。

3.3.2 回转体

3.3.2.1 回转体转动应可靠，不得有卡滞现象。

3.3.2.2 回转体两端孔同轴度应符合GB/T1184规定的8级。

3.3.3 塔架

塔架高度应符合JB/T9740.1。

3.4 总装技术要求

3.4.1 所有零部件必须经厂内检验部门检查合格方可进行安装，外协件要持有合格证，并经抽检后方可使用。

3.4.2 风力机在工作风速范围内，不得有影响整机安全运转的振动、异常响声等不正常现象。

3.4.3 所有连接件及紧固件必须联接牢固可靠，并均进行防锈处理。

4 试验方法

试验方法按JB/T10137规定。

5 检验规则

5.1 缺陷定义

凡被检项目不符合技术要求规定质量指标的，均称为缺陷。

5.2 缺陷分类

根据对产品的影响程度，分为重缺陷和轻缺陷两类。重缺陷分A、B两组。缺陷分类见表1。

5.3 本标准采用GB/T2828一次正常检查抽样方案，并规定用一般检查水平Ⅰ。见表2。

5.4 检查批 $N=2\sim8$ 台。

万水咖科技

表 1 缺 陷 分 类

类	组	项	缺陷名称	备注
重缺陷	A	1	风能利用系数	
		2	人工停车装置	
		3	第一次无故障作业时间	
	B	1	开始工作风速	
		2	风轮直径精度	
		3	风轮轴向跳动	
		4	风轮径向跳动	
		5	风轮静平衡	
		6	叶片安装角误差	
轻缺陷		1	漏油	
		2	工作风速上限	
		3	工作温度范围	
		4	调向稳定性	
		5	涂漆	
		6	风套	
		7	标志	
		8	包装	

表 2 抽样判定方案 ($N=2\sim8$)

缺陷分类		重缺陷		轻缺陷
抽样方案	组别	A	B	
	项目数	3	6	8
	检查水平	Ⅱ		
	样本大小字码	A		
	样本数 n	2		
	AQL	6.5	40	
	Ac, Re	0, 1	2, 3	

正式版本科技

5.5 判定规则

当被检查各类组中的缺陷数小于或等于合格判定数 Ac 时，整批产品判为合格；当被检查类组中任意一组或多组中缺陷数等于或大于 Re 时，产品最终判为不合格。

6 标志、包装、运输

6.1 每台风机应有标志，标志应包括下列内容：

a) 制造厂名称；

b) 产品名称和型号；

c) 产品主要技术规格；

d) 产品出厂编号；

e) 产品出厂日期。

6.2 风力机应有商标。

6.3 风力机包装应符合 GB/T13384。

6.4 风力机出厂运输应符合交通部门有关规定，并保证在正常运输中不损坏零部件。

6.5 随同产品的备件及工具应齐全。

6.6 随同产品的技术文件应包括：

a) 装箱清单；

b) 检验合格证；

c) 安全使用说明书。

云北帕科技

中华人民共和国机械行业标准

低速风力机　安装规范

Installation guide for low speed wind energy conversion system

JB/T9740.4　1999（代替 ZB F11 001—89）

三水恒科技

前　言

本标准是对 ZB F11001--89《低速风力机　安装规范》的修订。修订时仅对原标准作了编辑性修改，主要技术内容没有变化。

本标准是 JB/T9740《低速风力机》系列标准的一部分。该系列标准包括以下四个部分：

JB/T9740.1 -1999　低速风力机　系列

JB/T9740.2--1999　低速风力机　型式与基本参数

JB/T9740.3--1999　低速风力机　技术条件

JB/T9740.4- 1999　低速风力机　安装规范

本标准自实施之日起代替 ZB F11 001—89。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：沈景辉。

本标准于 1989 年 2 月 17 日首次发布。

1 范围

本标准规定了水平轴低速风力机（以下简称风力机）安装前的技术准备、塔架基础的浇制、养护的基本要求和安装中的方法与安全规则。

本标准适用于风力机的安装施工及安装后验收。

2 总则

2.1 待装的风力机必须具有出厂合格证书。

2.2 施工人员必须按本规范或其他相当的技术文件的规定施工，并应遵守有关的安全技术、劳动保护等规定。

2.3 根据机型的特点，组成适宜的安装组，并指定现场指挥。

3 技术准备

3.1 安装前应仔细阅读使用说明书，了解和熟悉被安装机具的结构特点，掌握风力机的安装步骤和方法。

3.2 根据产品装箱单认真清点和检查风力机各部件、零件是否完好齐全。发现缺件应配齐，有损坏应修复或更换。

3.3 按使用说明书的要求备齐基础用料、安装工具、起吊设备。

3.4 安装组必须依据具体施工条件，制定必要的施工方案、操作规程和安全措施。

4 基础坑

4.1 在确定的安装风力机点选择合适的位置打入木桩，并确定基础的水平基准。

4.2 按使用说明书的要求挖好基础坑。

4.3 塔架基础坑超深或土质松软时应用混凝土浇制、找平。

5 现场浇制基础

5.1 浇制混凝土的模板内表面应平整，接缝应严密，并保证基础的设计尺寸和浇制质量。不用模板进行混凝土浇制时，必须有防止泥土等杂物混入混凝土中的措施。

5.2 浇制基础中的地脚螺栓及预埋件安装前应除去浮锈，并在螺纹部分涂裹黄油。安装应牢固、准确。

5.3 插入式基础塔腿应连同塔架最下段构件组装，临时固定、找正，然后进行浇制。浇制中应随时检查校正其位置。

5.4 使用的水泥标号不得低于使用说明书的规定，配合比按使用说明书的要求。

5.5 准备的水泥标号若低于使用说明书的规定，应根据现场实际施工条件试验确定，并留有15%～25%的强度储备。

5.6 不得使用过期失效的水泥。

万水信息科技

6 基础养护

6.1 基础浇制 12h 后开始淋水养护（炎热和干燥有风天气为 3h）。养护时应在基础表面加覆盖物，淋水次数以能保持基础表面湿润为度。

6.2 用普通硅酸盐水泥和矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土基础，其淋水养护期不得少于 5 昼夜。在特别炎热、干燥的地区应加长淋水养护期。

7 组装塔架

7.1 依照使用说明书提供的塔架安装方法和注意事项组装塔架。

7.2 塔架组装有困难时，应查明原因并排除。

7.3 少量联结孔错位需扩孔时，扩孔增加的直径应不超过 3mm。超过 3mm 时应堵焊后重新加工孔。严禁用气割的方法扩孔。

7.4 塔架组装后，要紧固全部联结螺栓。紧固螺栓时应分组进行，使螺栓受力基本一致。

7.5 塔架组立后，利用仪器检查塔架是否垂直，其整体倾斜度不得超过 0.3%。

8 吊装设备方法及注意事项

8.1 吊装方法及选择

8.1.1 吊车法：有条件时可用吊车吊装（略）。

8.1.2 单柱桅杆纤绳简易吊装法：

8.1.2.1 单柱桅杆纤绳吊装法工具包括单柱桅杆（杉杆）、纤绳（绷绳）组、动滑轮、定滑轮、人工绞磨、钢丝绳等。

8.1.2.2 单柱桅杆必须具有足够的强度和刚度。

8.1.2.3 单柱桅杆总高度参考图 1，并按式（1）计算：

$$H = h_1 + h_2 + (2 \sim 2.5) \qquad (1)$$

式中：H——单柱桅杆总高度，m；

h_1——塔架的塔帽上平面至地面高度，m；

h_2——吊起重物的总长度，m。

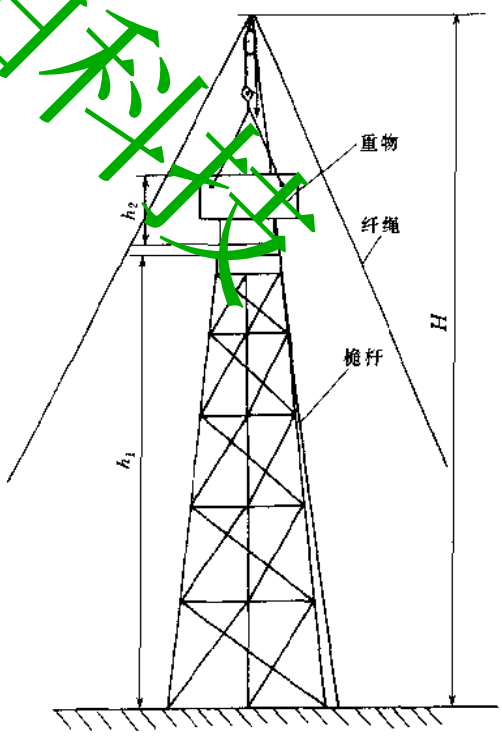


图 1

8.1.2.4 绷紧桅杆的纤绳组不得少于 4 组。

8.1.2.5 采用的动滑轮或定滑轮，名义起吊能力不得小于待吊零部件的最大质量。

8.1.2.6 绞磨的承载能力要根据被吊物或拉起单柱桅杆的负荷选择，绞磨的固定要牢固。

8.2 吊装注意事项

8.2.1 依照使用说明书提供的吊装方法吊装

农水帕科技

机头、尾舵及风轮等。

8.2.2 起吊质量大或尺寸过长的部件时必须试吊，检查挂结点是否牢靠、正确，应稳起稳落。

8.2.3 体积大或长的部件在起吊前必须拴好辅助拉绳。

9 安全规则

9.1 安装应选择无雨、无雾和微风或无风天气进行。

9.2 安装风轮时如天气有变化要立即停止安装。

9.3 患有精神病、癫痫病、高血压、心脏病及酒后人员，不允许从事风力机的安装工作。

9.4 工作人员必须衣着灵便，扎上裤脚和袖口，佩带安全带和安全帽。

9.5 安装工具、构件、零件及安装用物品的传送，应用工具袋盛装或用绳索绑牢吊送，不许抛掷。

9.6 吊装设备的吊钩及绳索绑结点，每天开始工作前必须检查。

9.7 高空吊装时，起吊物件下面禁止站人。

9.8 凡进入现场的人员均应戴安全帽。

9.9 现场辅助人员要精神集中，听从指挥、传呼，密切注视高空作业人员的工作情况，禁止现场闲谈戏耍。

10 安装后的试运转和检查

10.1 试运转前对风力机整体的联结和紧固部位再做一次检查，确信无误方可开机试运转。

10.2 选择非大风天气，按使用说明书的规定步骤起动风力机。

10.3 检查风力机各运动件是否灵活，有无异常响声。

10.4 检查风力机及匹配机械是否正常运转。

10.5 检查人工停车装置是否可靠。

11 组装后应提交的资料

11.1 基础坑的地质资料及竣工图。

11.2 更换构件记录。

11.3 安装技术记录。

11.4 试运转及调整记录。

11.5 隐蔽的地下管路、线路分布图。

风光储科技

中华人民共和国机械行业标准

提水和发电用小型风力机　试验方法

Testing methods for small wind energy conversion system

JB/T10137—1999

目　　次

前言

1　范围 …… 658

2　试验前的准备 …… 658

3　性能试验 …… 658

4　生产试验 …… 665

5　试验报告 …… 667

附录 A（标准的附录）试验用主要仪器设备 …… 672

附录 B（提示的附录）用脉冲法摄取风轮空气动力特性的几点说明 …… 672

附录 C（提示的附录）调向特性测试中的几点说明 …… 674

云水电科技

前　言

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 和附录 C 都是提示的附录。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：呼和浩特畜牧机械研究所。

本标准主要起草人：彭永载。

本标准于 1999 年 8 月首次发布。

云水帕科技

1 范围

本标准规定了小型风力机的性能试验方法和生产试验方法。

本标准适用于水平轴式小功率风力提水机组和风力发电--充电机组的现场性能试验和生产试验。

2 试验前的准备

2.1 机具准备

试验样机应具有质量检查合格证、使用说明书及必须的技术文件。试验前应对样机主要易损件进行测定，将结果填入表 3；试验样机的使用、调整和保养应按使用说明书的规定进行。

2.2 仪器准备

2.2.1 试验前必须对测试仪器、仪表及工具［见附录 A（标准的附录）］进行检定和校正。

2.2.2 选择的仪器应使所测值在仪器测量范围的 20%～95%之内。

2.3 风速风向仪的架设

在风力机的两侧与最多风向相垂直的方位上，对称地架设两个风速风向仪，其高度与风轮中心距地面高度等同；而且每一风速风向仪其架设处距风力机塔架中心的距离应是风轮直径的 3～5 倍。计算测试值时，取两者的算术平均值。

3 性能试验

3.1 风轮空气动力特性测定

测定应在风向不变，风速稳定且小于 5m/s 的情况下进行，将测定结果填入表 1。

3.1.1 测定原理

因为在风轮空气动力特性曲线 $\overline{M}=f(Z)$ 和 $\xi=f(Z)$ 中：

$$Z=\frac{\omega R}{v} \tag{1}$$

$$\overline{M}=\frac{2M}{\pi R^3\rho v^2} \tag{2}$$

$$\xi=\overline{M}Z \tag{3}$$

$$M=J\varepsilon=J\frac{\mathrm{d}\omega}{\mathrm{d}t};\omega=\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t} \tag{4}$$

式中：ω——风轮的角速度，rad/s；

R——风轮半径，m；

v——风速，m/s；

Z——高速性系数；

ρ——空气密度，kg/m^3；

M——风轮力矩，N·m；

$\overline{M}$——风轮相对力矩；

ξ ——风能利用系数；

J ——风轮转动惯量，kg·m²；

θ——风轮转角，rad；

t——时间，s；

ε——风轮角加速度，rad/s²。

故只要在风轮空载的情况下，同步测取风轮从静止一直到同步转速时转角 θ、风速 v 对时间 t 的函数，在测得风轮的转动惯量 J 后，Z、$\overline{M}$、ξ 即可对应求得，从而可以绘制出 $\overline{M}=f(Z)$ 和 $\xi=f(Z)$ 曲线（见图 5）。

3.1.2 测定方法

3.1.2.1 低速风轮转动惯量的测定

a）M_0 的测定

让风轮对风，在风轮不带负荷的情况下，用拉力计测取启动力 F，同时测取与之对应时刻的风速 v，然后量取 F 作用线与风轮回转中心的垂直距离 L，则启动力矩 M_0 为：

$$M_0 = FL \quad \text{N·m} \tag{5}$$

M_0 亦可采用制动风轮轴，用电测法测取。试验时，亦要求风轮对风，并同步测取风速。

相对启动力矩为：

$$\overline{M}_0 = \frac{2M_0}{\pi R^3 \rho v^2} \tag{6}$$

b）启动力矩还标法求 J

在测得风轮起动角加速度 ε_0 和相对启动力矩 $\overline{M}_0$ 后，可求得风轮的转动惯量 J：

$$J = \frac{\overline{M}_0 \pi R^3 \rho v^2}{2\varepsilon_0} \tag{7}$$

3.1.2.2 高速风轮转动惯量的测定

让风轮空载，在任一桨叶上离风轮中心距离为 l 的地方挂上质量为 P、半径为 r（m）的圆柱体重块（见图 1），使风轮的静平衡破坏，然后拉开 α 角（小于或等于 5°），让其摆动，测出摆动周期，则风轮的转动惯量为：

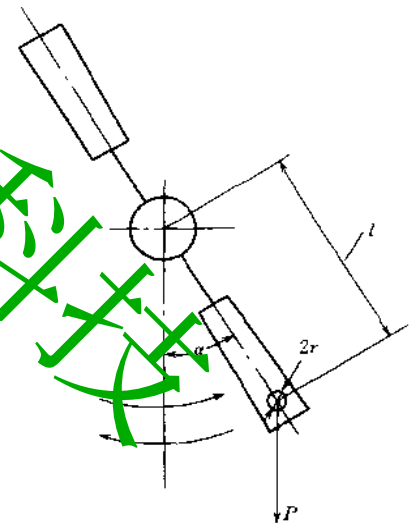


图 1 摆动法测转动惯量示意图

$$J = J_{系} - J_{重} = \frac{T^2 Pl}{4\pi^2} - \left(\frac{1}{2} - \frac{P}{g}r^2 + \frac{P}{g}l^2\right) \tag{8}$$

式中：P ——附加重块的质量，kg；

l——重块距风轮中心的距离，m；

g——重力加速度，m/s²；

T——风轮与重块整个系统的摆动周期，s。测定时可测出 t 秒内的摆动次数 K，则有：

艾尔帕科技

$$T = \frac{t}{K}$$

$J_{系}$ ——风轮和附加重块整个系统的转动惯量，kg·m²；

$J_{重}$ ——附加重块 P 的转动惯量［应不大于（8%～10%）J］，kg·m²。

3.1.2.3 风轮空气动力特性测定

a）测试原理框图如图 2 所示。

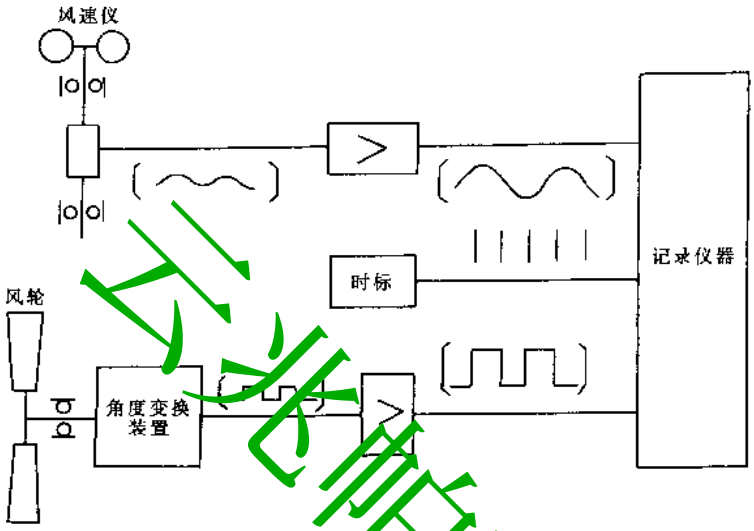


图 2 脉冲法测试原理框图

b）记录讯号的一般形式如图 3 所示。

c）根据图 3，绘制出图 4 中的 v—t 曲线、θ—t 曲线。由 θ—t 曲线，经一次微分和二次

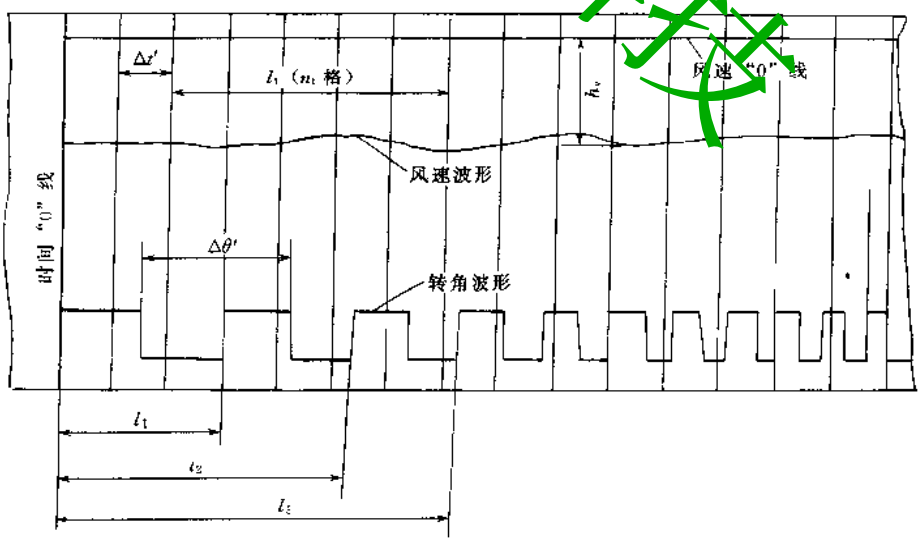


图 3 脉冲法测定记录带示意图

江苏油田科技

微分后，可得 $\omega-t$ 曲线，$\varepsilon-t$ 曲线。

图 3 所示记录带可采用下列方法进行整理：

设时间比例尺为 K_t，则

$$K_t=\frac{n_t\Delta t}{l_t}\quad(\mathrm{s/mm})$$

式中：n_t— 时标线格数；

Δt— 时间坐标上每格代表的时间，s；

l_t— —n_t 格时标线的距离，mm。

设风速比例尺为 K_v，它代表坐标上每 1mm 高度相当之风速值，可由风速仪的风速标定曲线得到。只要量得风速记录曲线高度 h_v（mm），则风速 $v=K_vh_v$（m/s）。

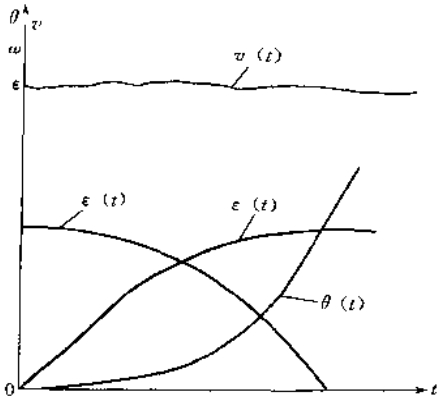


图 4 $v-t$，$\theta-t$，$\omega-t$，$\varepsilon-t$ 曲线图

设角度变换装置测速盘为 n 等分［见附录 B（提示的附录）图 B2］，则每一等分之转角 $\Delta\theta=\frac{2\pi}{n}$（rad）。

取转角波形从“0”线开始一凸一凹为一个单位，从开始一直到转角波形间隔不变为止，量得从这些单位点到时间“0”线的距离 l_1，l_2，l_3，…，则：

$$\theta_1=\Delta\theta;\theta_2=2\Delta\theta;\theta_3=3\Delta\theta\cdots$$

$$t_1=K_tl_1;t_2=K_tl_2;t_3=K_tl_3\cdots$$

从而可得 $\theta=f(t)$ 曲线，有了 $\theta=f(t)$，根据 $\omega=\frac{\Delta\theta}{\Delta t}$，由作图法可得 $\omega=f(t)$，同理由 $\omega=f(t)$，作图可得 $\varepsilon=f(t)$。

有条件时，该曲线亦可由电子计算机进行处理。

3.2 启动风速 v_0 的测定

试验时，需在风轮对风、机组处于正常工作位置，且风速比较稳定，其变化幅度不大于 0.5m/s 时，测取机组由静止状态开始转动大于一圈时的最小风速，这个风速定名为启动风速 v_0。重复试验次数不得少于 6 次，取其算术平均值，将测试结果填入表 5。

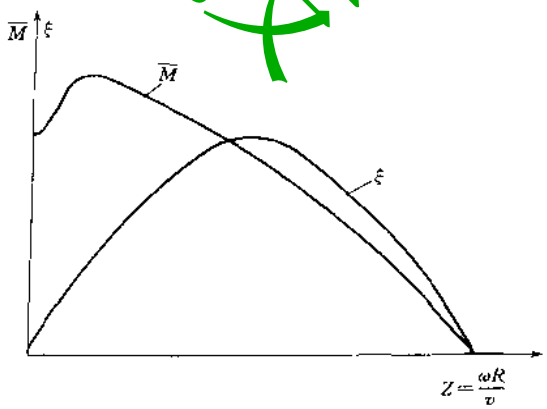


图 5 风轮空气动力特性示意图

3.3 调向特性测定

图 6 为测定装置简图。

风速仪的安装位置同 2.3。在风速大于 8m/s 和风向不变的情况下，人为地让调速机构不起作用，认定这时风力机的指向和风向仪的指向一致。

3.3.1 调向灵敏度

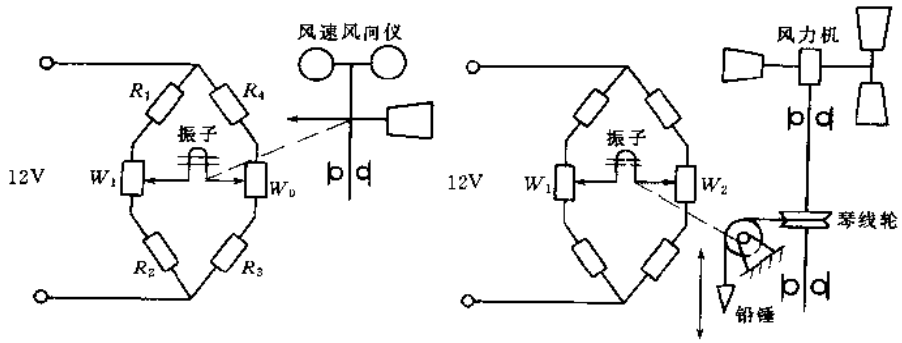


图 6 调向特性测定装置简图

测试在机组处于正常工作位置且静止的情况下进行。根据所测曲线，找出当风向与风轮轴偏转角度为 10°时风力机开始调向时的风速v_t❶。计算其调向灵敏度 K_0：

$$K_0 = \frac{v_0}{v_t} \tag{9}$$

式中：v_0——启动风速，m/s。

3.3.2 调向稳定性

试验时机组处于正常工作状态。依据测试结果，绘制出风力机调向时的过渡过程曲线❷（见图 7），据此判定其调向的稳定程度。

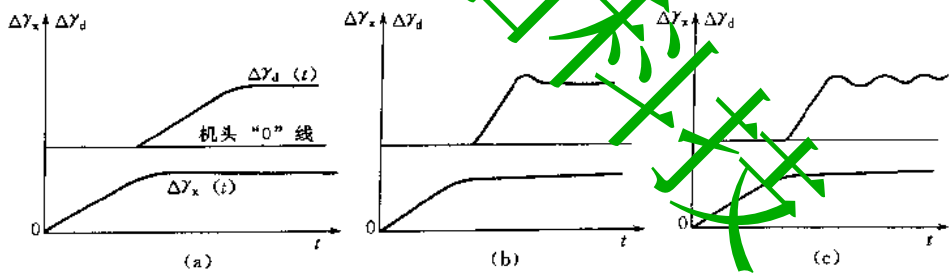


图 7 调向过渡过程曲线图

$\Delta\gamma_x$—风向仪的角度变化（rad）；$\Delta\gamma_d$—风力机回转体的角度变化（rad）

图中，(a) 和 (b) 属于稳定的调向过程，而 (c) 属于不稳定的调向过程。

3.4 输出特性的测定

测试需在机组开始工作至自动关车的整个风速范围内进行。限于测试地点风力资源条

---

❶ 当风轮轴线与尾翼之间存在安装角 γ_0 时，其角度定为 $10°\pm\gamma_0$。

❷ a. 稳定迎风——当风向改变时，风轮轴与风向一致后即稳定不动。

b. 超调迎风——当风向改变时，风轮轴与风向一致后，风轮轴还继续往风向改变时方向偏转，然后返回，与风向一致后，才稳定不动。

c. 振荡迎风——当风向改变时，风轮轴来回摆动。

万水电科技

件，测试时的最高风速可以小于机组关车时的风速，但不得低于机组设计风速的1.4倍。

在整个测试范围内，其测点次数不得少于30次。将测试结果填入表6、表7中。限于仪器条件不能测取瞬时风速时，允许用平均值风速计测得的结果代替式（10）、式（12）的计算值。

3.4.1 风力发电机组

每一测试点平均值的测定时距为0.5min，机组按正常工作时接线，同步测取其瞬时风速、充电电流和电压，然后进行计算：

$$v_{平均}=\sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{n}v_i^3}{n}} \tag{10}$$

$$N=UI \tag{11}$$

式中：$v_{平均}$——时距0.5min内风速立方后的平均值，m/s；

v_i——瞬时风速，m/s；

U——时距0.5min内的平均电压，V；

I——时距0.5min内的平均电流，A；

N——输出功率，W；

n——测点次数，次。

根据测试结果，作出其输出特性$N=f(v_{平均})$曲线。

3.4.2 风力提水机组

对于拉杆泵，以冲程次数为准，每一测试点的冲程数不得少于30次，同步记录瞬时风速v_i、平均流量和扬程，然后进行计算：

$$v_{平均}=\sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{n}v_i^3}{n}} \tag{12}$$

$$P_{水}=Qhr \tag{13}$$

式中：Q——规定测试冲程次数内的平均流量，m^3/s；

h——相应的平均扬程，m；

r——水的密度，N/m^3；

$P_{水}$——功率，W。

其他泵，可以时距0.5min为基准进行测试。流量Q的测取，对于拉杆泵采用称重法，其他泵用称重法及流量计法均可。

根据测试结果，作出输出特性$P_{水}=f(v_{平均})$曲线。

3.5 转速特性

3.5.1 转速特性的测定

转速特性可与输出特性同时测得。风轮转速测定可采用光电式、磁电式等传感器，对于风力发电机组亦可测取其频率进行折算。

根据测试结果，绘制平均转速$n_{平均}$和$v_{平均}$的函数图形$n_{平均}=f(v_{平均})$。

3.5.2 转速的不均衡度

风水帕科技

根据测得的 $n_{平均}=f(v_{平均})$ 曲线，计算其转速的不均衡度：

$$\delta=\frac{n_2-n_1}{v_2-v_1}\times 100\% \tag{14}$$

式中：n_2 ——风速等于 1.4 倍开始调速风速值时，风轮转速特性上测点的平均值转速，min^{-1}；

n_1——当风速为开始调速风速值时，风轮转速特性上测点的平均值转速，min^{-1}；

v_1——开始调速时的风速，m/s；

v_2——1.4 倍开始调速时的风速，m/s。

3.6 风轮负载特性的测定

由一可变转速的原动机代替风轮去拖动风力机风轮的负载，让负载转速从零变到 1.2 倍机组额定输出时的转速，同步测取负载输入端的转速、平均力矩 M_C（或功率 N_C），将测试结果填入表 8，根据测试结果绘制出扭矩 M_C 和功率 N_C 与转速的函数图形。

试验时如负载为发电机组，发电机组的接线需与正常工作时保持一致，其负载端电压恒定在 7 的整数倍且与设计值相符的等级上；如负载为提水机组，其扬程应与设计值相符。

3.7 机组特性

机组特性指风轮的机械特性与其负载的匹配特性。风轮机械特性是对应于转速的功率的变化，可以根据所测得的风轮空气动力特性，按表 2 计算结果作出风轮机械特性。同一图上绘制出风轮的负载特性。其一般形式如图 8 所示。

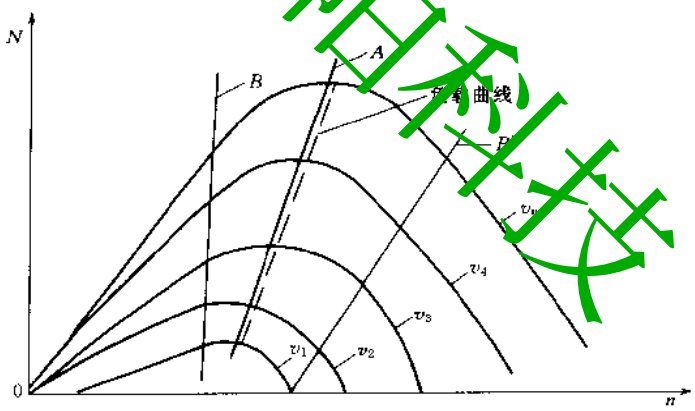


图 8 风力机组负载曲线图

曲线顶上各点为风轮在一定风速时所产生的最大功率值。把机械特性曲线的各顶点相连，得到曲线 A，此曲线表示风力机组的最佳工作状态。因此，应使负载曲线（图中虚线）与曲线 A 相重合。

曲线 B 和 B' 为不利的匹配状态。B 工作在非稳定区，B' 使风力机组输出功率减少。

3.8 其他

发电机、调节器和提水机具的特性按相应的标准规定进行试验。

3.9 修正

3.9.1 风轮输出功率的修正

在测取风轮空气动力特性、输出特性时，需进行海拔高度、空气温度的校正（校正到温度为20℃、压力为101325×10⁻⁵bar）。设试验时温度为t℃，压力为Bbar，则有：

$$N_t = K_t N_0 \tag{15}$$

$$K_t = \frac{293B}{(273+t) \times 101325 \times 10^{-5}} \tag{16}$$

式中：N_t—— 为t℃和Bbar时的功率，W；

N_0—— 为20℃和101325×10⁻⁵bar时的功率，W；

K_t —修正系数。

4 生产试验

4.1 试验目的：考核风力机组在生产条件下的经济性、可靠性、适应性和耐久性等项技术经济指标。

4.2 试验样机不得少于两台，并应分点进行试验，试验点的选择应具有代表性。

4.3 样机考核的纯工作时间不得少于2000h，如试验期间发生重大事故（主要工作部件损坏），需重新进行试验。考核的最大风速不得低于试验点当年的最大风速。将测试结果填入表9。

4.4 试验之后，应测量主要易损件的磨损量或变形量。试验中，零部件损坏时，需记录和测定损坏原因及部位，并记录该零部件累计工作时间。将结果记入表3、表4。

4.5 测定技术经济指标

4.5.1 使用可靠性系数

$$K = \frac{T_{纯}}{T_{纯} + T_{故}} \times 100\% \tag{17}$$

式中：K——使用可靠性系数；

$T_{纯}$——累计纯工作时间，h；

$T_{故}$—— 累计故障时间，h。

4.5.2 年生产量

4.5.2.1 平均风速的测定

采用自记风速风向仪，24h自动记录，取正点前10min平均数为小时平均值，24次的算术平均值即为日平均风速。

如受条件的限制，可采用定时日测4次，取目测2min平均值作小时平均值，计算出日测4次的日平均风速，再折算至日测24次值：

$$Y = 0.08 + 0.92X \tag{18}$$

式中：Y——日测24次平均风速，m/s；

X —日测4次平均风速，m/s。

观测期间的日平均风速为：

$$v_{\theta cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_{\theta,i}}{n} \tag{19}$$

万方数据科技

式中：v_{0p}——观测期间的日平均风速，m/s；

v_{0i}——每一天的平均风速，m/s；

n——观测天数。

4.5.2.2 年发电量

利用直流电度表自动记录发电量，亦允许用记录耗电量的方法来计算发电量。试验时，系统接线需与实际工作时保持一致，且电瓶过充时应及时放电，以确保全部风能得到利用。

年发电量计算为：

$$W_{年} = \frac{\sum W_0}{T_0} \times 8760 \tag{20}$$

式中：$W_{年}$——年发电量，kW·h；

$\sum W_0$——测试期间的总充电量（或总耗电量），kW·h；

T_0——测试期间的总延续时间，h。

4.5.2.3 年提水量

利用水表自动记录提水量，对于拉杆泵，需在水表前加一缓冲池。试验时，提水高度必须与设计值基本一致。

年提水量计算为：

$$Q_{年} = \frac{\sum Q_0}{T_0} \times 8760 \tag{21}$$

式中：$Q_{年}$——年提水量，m^3；

$\sum Q_0$——试验期间总提水量，m^3；

T_0——测试期间总延续时间，h。

如果条件不具备，允许用记录总耗水量进行折算。

4.5.3 单位能量的成本

a）风力机组购置费（按10年折旧）：K_1；

b）机组运输及安装费（按10年均分）：K_2；

c）其他设备费用（按实际使用年限折旧）：K_3；

d）工资：K_4；

e）福利基金：$0.1K_4$；

f）机组修理费：K_5；

g）管理费：K_6；

h）润滑油等材料费：K_7；

i）全年总消耗费用：$\sum K = K_1 + K_2 + K_3 + 1.1K_4 + K_5 + K_6 + K_7$；

j）能量成本：

$$C = \frac{\sum K}{W_{年}} \tag{22}$$

式中：$W_{年}$——对于发电机组为年发电量，kW·h；对于提水机组为年提水量，m^3；

C——能量成本，元/（kW·h）或元/m^3。

五洲伟业科技

5 试验报告

5.1 在系统的试验测定后，应将所取得的资料进行整理分析，编写出试验报告。

5.2 试验报告内容

a）试验目的、地点及概况；

b）样机简介（用途、主要结构及技术特征）；

c）性能试验结果；

d）生产试验结果；

e）使用单位意见及群众评定；

f）存在问题及改进意见；

g）结论。

表 1 风轮空气动力特性计算用表

t (s)	θ (rad)	ω (rad/s)	(rad/s)	$v_{平均}$ v_1 (m/s)	v_2 (m/s)	$v_{平均}$ (m/s)	J (kg·m²)	M (N·m)	$\overline{M}=\frac{2M}{\pi R^5\rho v^2_{平均}}$	$Z=\frac{\omega R}{v_{平均}}$	$\xi=\overline{M}Z$
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

表 2 风轮机械特性计算用表

	Z	ξ	$\overline{M}$	$n=\frac{30vZ}{\pi R}$	$M=\frac{\pi}{2}\overline{M}v^2R^3\rho$	$N=Mn$
v_1	0					
	1					
	2					

标准图书馆

续表 2

	Z	ξ	$\overline{M}$	$n=\frac{30vZ}{\pi R}$	$M=\frac{\pi}{2}\overline{M}v^2R^3\rho$	$N=Mn$
v_2	0					
	1					
	2					
v_3	0					
	1					
	2					
⋮	0					
	1					
	2					
⋮	0					
	1					
	2					
v_n	0					
	1					
	2					

江苏省科技

表 3 主要零部件磨损情况记录表

机具名称型号：　　试验前测定日期：

试验样机编号：　　试验后测定日期：

制造单位：　　试验地点：

序号	图号	零件名称	设计要求	测定部位（可用图表示）	试验前测定尺寸（mm）	试验后测定尺寸（mm）	磨损量（mm）	累计工作时间（h）	备注

续表 3

序　号	图　号	零件名称	设计要求	测定部位（可用图表示）	试验前测定尺寸（mm）	试验后测定尺寸（mm）	磨损量（mm）	累计工作时　间（h）	备　注

测定：　　记录：

表 4　零部件损坏变形情况记录表

机具名称型号：　　测定时间：

试验样机编号：

制造单位：　　测定地点：

序　　号	零部件名称	损坏变形情况	损坏变形原因	累计工作时间（h）	备　　注

记录：

表 5　启动风速记录用表

年　月　日

测　定　次　数	启　动　风　速　（m/s）
1	
2	
3	
4	
5	
平　均	

测试＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　地点＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

记录＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　温度＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

五米信科技

表 6 风力发电机组输出特性和转速特性记录用表

温度： 海拔高度：

序号	风速			电流			平均电压	平均功率	平均转速	备注
	记录曲线高度（mm）		$v_{平均}$	记录曲线高度（mm）		平均电流				
	瞬时值	$h_{平均}=\sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i^3}{n}}$	(m/s)	瞬时值	平均值	(A)	(V)	(W)	(min^{-1})	
1										1. 风速标定曲线中每 1mm 代表风速为（ ）m/s； 2. 电流标定曲线中每 1mm 代表电流为（ ）A
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

测试： 记录： 地点： 日期：

表 7 风力提水机组输出特性和转速特性记录用表

温度： 海拔高度：

序号	风速			流量			扬程平均	功率	转速	备注
	记录曲线高度（mm）		$v_{平均}$	容积	时间	Q				
	瞬时值	$h_{平均}=\sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^{n}h_i^3}{n}}$	(m/s)	(m^3)	(s)	(m^3/s)	(m)	(W)	(min^{-1})	
1										风速标定曲线中每 1mm 代表风速为（ ）m/s
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

测定： 记录： 地点： 日期：

灌溉排水科技

表 8 风轮负载特性记录用表

序 号	平均转速 (min^{-1})	平均扭矩 (N·m)	平均功率 (W)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

测定： 记录： 日期：

表 9 生产考定用表

机具名称： 型号

日 期	风 速 (m/s)		纯工作时间 (h)		故障停车时间 (h)	保养时间 (h)	其 他
	小时平均风速	日平均风速	起止时间	总计			

试验地点： 记录：

正式版本

附 录 A
（标准的附录）
试验用主要仪器设备

A1 试验用主要仪器设备见表 A1。

表 A1 试验用仪器设备

序 号	名 称	型号规格	数 量	备 注
1	电传风速风向仪		2	用手持风速仪进行校正
2	电子风速仪		2	用手持风速仪进行校正
3	光电传感器		1	
4	数字脉冲转速表		1	
5	光线示波器		1	
5	笔录仪		1	
7	数显仪	SZ—4	1	
8	集流环		1	
9	应变仪		1	
10	拉压传感器		1	
11	气压计		1	
12	温度计	0～100℃	1	±0.5℃
13	电压表		1	0.5级
14	电流表		1	0.5级
15	台秤		1	0.01kg
16	分流器		1	
17	直流电度表		1	
18	水表		1	
19	秒表		2	
20	万用表		1	

万水电科技

附 录 B
（提示的附录）
用脉冲法摄取风轮空气动力特性的几点说明

B1 试验装置可按图 B1 接线。

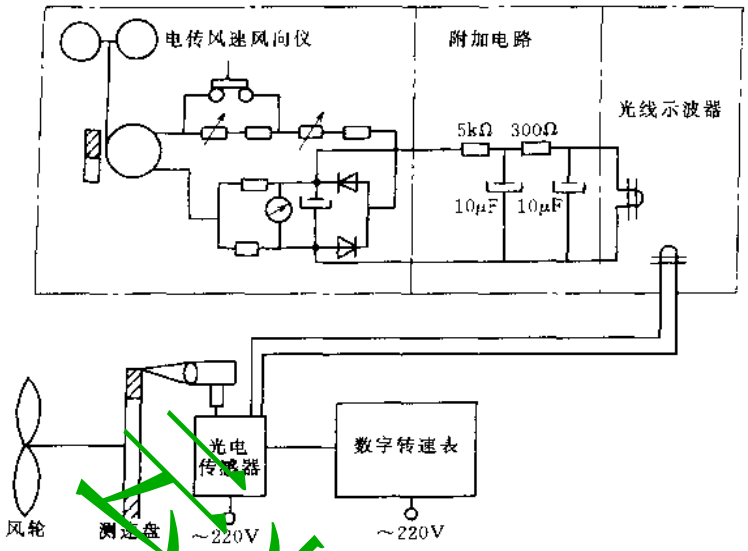


图 B1 脉冲法测空气动力特性装置示意图

B2 电传风速仪的改装：可按图 B1 加一附加电路直接接至光线示波器振子。为了提高其灵敏度，亦可经过一高阻输入低阻输出的直流放大器接至振子。

B3 测速盘：为了不致因测试而影响风轮的性能，可用薄铁皮或三合板等按图 B2 的形状制作，将其固定在风轮上，让其中心与风轮中心重合，面向传感器一面贴上同样形状的白纸，在白纸上画出黑白相间且等距离的 n 个等分，每个等分的距离应大于 2.5mm，且 $\frac{D_2-D_1}{2}$ 应不小于 15mm。

B4 光线示波器的时标需用标准讯号发生器进行校准。

B5 光电传感器接线：因其系电压输出，末级电路如图 B3 所示。

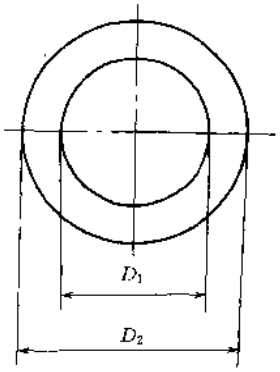
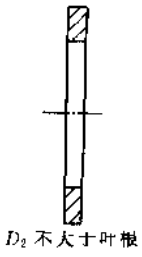


图 B2 测速盘形状图



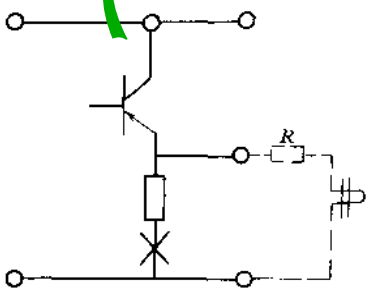


图 B3 光电传感器末级电路示意图

为了接振子，一个办法是在电路打叉处断开，引出两根线接振子；另一个办法是在图中虚线处接电阻 R 后，再接振子，R 可取 5.1kΩ 左右。

B6 操作细节：风轮处于起点位置时，光点应对准黑白交界处的白线或黑线。

B7 数字转速表系作为监视用，测试中将其放至测频档。测试过程中，其频率是慢慢增加的，当有3次的读数连续不变时，即可停止测量。

附 录 C
（提示的附录）
调向特性测试中的几点说明

C1 元件参数

图6中的元件参数可按下列选用：

R_1、R_2、R_3、R_4—— 470Ω，1W 炭膜电阻；

调零电位器 W_1 ——100Ω，3W 电位器；

风轮转角电位器 W_2 ——100Ω，3W10 圈，多圈电位器；

风向仪转角电位器 W_3 ——由电传风速风向仪的风向传感器改接而成；

供桥电压——12V，直流；

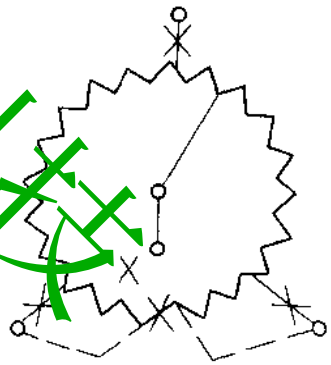
振子型号——FC Ⅱ—4[illegible]型，内阻 $R_i \approx 60\Omega$。

C2 风向传感器的改装

原接线如图C1所示，改接时需在打叉处断开，并按虚线重新接线。

C3 调整

测试时需在风力机回转体和风向仪的风向标均整正并大致处于同一方向时，调整电桥的零点（这时应使 W_1 滑动触头大致在中间位置）。



图C1 风向传感器接线图

C4 标定

对风向仪，可在分度头上对可动部分预先划上两条垂线，在固定部分作一记号，标定时，将风向仪的可动部分左右旋转90°，同时在光线示波器记录纸上记录其高度，即可得出光点高度每1mm代表多少度；对于风力机，可将琴线轮先在分度头上划两条垂直线，在风力机塔架上固定一铅丝，让其指着某一垂线，然后让风轮回转体左右各转90°，录上光点的高度，同样可得光点高度每mm代表多少度。

C5 测试

a）将风力机的调向装置和回转体固定在一起，在风速足够大的情况下，当风向不变时，录取一段曲线，认定这时的风力机的对向和风向仪的指向一致；

b）保持上述测试状态不变，进行灵敏度和稳定性测试；

c）稳定性测试后，需选取开始平行并保持稳定以后的点进行整理。

互联网科技

中华人民共和国机械行业标准

风力提水用拉杆泵　技术条件

JB/T6941—93

1　主题内容与适用范围

本标准规定了风力提水用活塞式拉杆泵的分类、技术要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于与风力机配套使用的各种活塞式拉杆泵（以下简称拉杆泵）。

2　引用标准

GB197	普通螺纹　公差与配合（直径1～355mm）
GB1184	形状和位置公差　未注公差的规定
GB1220	不锈钢棒
GB1529	拉制黄铜管
GB3092	低压流体输送用焊接钢管
GB7784	机动往复泵试验方法
JB/T5673	农林拖拉机及机具　涂漆通用技术条件
QB194	植鞣黄牛轮带革

3　产品分类

3.1　型式

按产品结构特点分为以下两种型式：

a. 单作用式拉杆泵；

b. 双作用式拉杆泵。

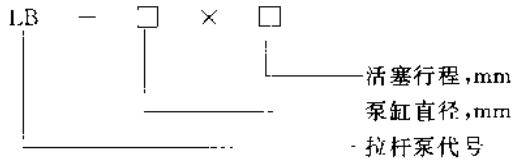
3.2　基本参数

3.2.1　拉杆泵泵缸直径系列：45，50，55，60，70，80，90，100，110，120，160，200，250，320，400，500mm。

3.2.2　拉杆泵活塞行程系列：100，120，140，160，180，210，240，270mm。

3.3　产品型号

3.3.1　产品型号表示方法



3.3.2 型号示例

泵缸直径 50mm，活塞行程 100mm 的拉杆泵，型号为：

LB—50×100

4 技术要求

4.1 一般技术要求

4.1.1 拉杆泵应符合本标准的规定，并按经规定程序批准的图样和技术文件制造。

4.1.2 拉杆泵在下列条件下应能连续可靠地工作。

a. 环境温度为—40～+40℃；

b. 水应是常温清水。

4.2 主要技术性能指标

拉杆泵与风力机在正常的匹配条件下，在额定风速时，其主要技术性能指标应符合表 1 的规定。

表 1 主要技术性能指标

序号	项目	性能指标
1	容积效率	≥0.90
2	泵的效率	不低于设计值的 0.98
3	流量	不低于设计值的 0.95
4	扬程	不低于设计值
5	首次故障前平均工作时间	≥1000h

4.3 主要零部件技术要求

4.3.1 拉杆

4.3.1.1 所用材料的机械性能应符合 GB3092 中规定的不带螺纹普通钢管的机械性能。

4.3.1.2 拉杆焊合件，两端的螺纹应在焊接后加工，其轴线同轴度的公差等级应符合 GB1184 中规定的 12 级。外螺纹公差带为 GB197 中规定的 6g，内螺纹公差带为 GB197 中的 6H。

4.3.2 泵缸

4.3.2.1 所用材料的机械性能应符合 GB1529 中规定的拉制 H62 Y2 的机械性能。

4.3.2.2 泵缸内表面上活塞工作段，其轴线直线度公差等级应符合 GB1184 中规定的 9 级，表面粗糙度参数 R_a 值为 0.8μm。

4.3.3 活塞总成

4.3.3.1 阀和活塞杆应采用机械性能符合 GB1220 中规定的 2Cr13 钢制造。

4.3.3.2 阀与阀座工作面必须配对研磨，接触表面粗糙度参数 R_a 值为 0.4μm。

4.3.4 皮碗

4.3.4.1 皮碗应采用 QB194 规定的第 7 类革制造。

4.3.4.2 皮碗的质量应符合 QB194 中规定的物理性能和化学性能指标。

4.3.4.3 皮碗使用寿命应不低于 500h。

4.4 总装技术要求

4.4.1 所有零部件必须经检验合格，外购件、协作件必须有合格证，并经抽验合格后方可进行装配。

4.4.2 对泵管和管接头应进行水压试验，在 1.5 倍的设计压力下，保压 3min，密封表面不得有渗漏现象。

4.4.3 对阀与阀座应进行密封性检查，在无外界附加力作用下，注水保持 3min，不得有渗漏现象。

4.4.4 在现场安装时，皮碗必须在清水中浸泡 24h 后，方可进行装配。

4.5 涂漆

所有泵管、管接头、拉杆表面应涂防锈漆，并应符合 JB/T5673 的规定。

5 试验方法

5.1 按照 GB7784 的规定对拉杆泵的容积效率、泵的效率进行试验，并用容积法测量流量。

5.2 拉杆泵的扬程按现场实际工作状况进行测量，测量自活塞行程中点的水平面至出水口的垂直距离。

5.3 记录拉杆泵自安装运行开始至首次出现故障时的累计工作时间。

6 检验规则

6.1 出厂检验

6.1.1 每台拉杆泵均应经制造厂质量检验部门检验合格后方可出厂，并附有合格证。

6.1.2 出厂检验的项目应包括本标准第 4.4.1、4.4.3 条和 4.5 条的内容。

6.1.3 出厂检验中的每项都应合格，如有不合格项允许修复，仍不合格，则不许出厂。

6.2 型式检验

6.2.1 有下列情况之一时，一般应进行型式检验：

a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；

b. 正常生产时，每三年至少进行一次型式检验；

c. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

d. 产品停产三年后，恢复生产时；

e. 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.2.2 型式检验的项目应包括本标准第 4.2～4.5 条的内容。

6.2.3 抽样与组批

万方数据知识服务

当产品批量 $N=9\sim15$ 时，采用正常检查一次抽样方案，其不合格分类、抽样方案及判定规则见表 2。当用户有特殊要求时，抽样方案及判定规则由供需双方商定。

表 2 不合格分类及抽样判定表（$N=9\sim15$）

不合格分类		A	B	C
不合格项目		①泵的效率 ②流量 ③扬程	①容积效率 ②首次故障前平均工作时间 ③泵缸内表面粗糙度 ④泵管和管接头的渗漏 ⑤阀与阀座密封性	①泵缸内表面直线度公差 ②拉杆焊合后，轴线同轴度公差 ③拉杆焊合后，内外螺纹公差 ④皮碗使用寿命 ⑤阀与阀座工作面的平面度公差 ⑥阀与阀座接触表面粗糙度 ⑦皮碗浸泡时间 ⑧装配后拉杆的上下运动 ⑨涂漆质量
抽样方案	项目数	3	5	9
	检查水平	S-2	S-2	S-2
	样本字码	A	A	A
	样本大小	2	2	2
判定规则	AQL	6.5	25	65
	Ac *Re*	0 1	1 2	3 4

6.2.4 判定规则

6.2.4.1 当被检类的不合格项目数小于或等于合格判定数 *Ac* 时，该类被判为合格。

6.2.4.2 当被检类的不合格项目数大于或等于不合格判定数 *Re* 时，该类被判为不合格。

6.2.4.3 当被检的产品在 A、B、C 三类都被判为合格时，则整批产品判为合格，否则判为不合格。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 应在产品最上部的泵管或管接头上固定标牌，标牌应包括以下内容：

a. 产品名称；

b. 制造厂名称；

c. 产品型号或标记；

d. 出厂编号或出厂日期。

7.2 包装

7.2.1 泵管、拉杆可采用散件成捆包装。每捆包扎不少于二处，重量不超过 50kg。在螺纹处应包扎，防止螺纹碰伤。

7.2.2 其他零部件，应采用箱装。泵缸、阀、阀座、活塞等，装配后用不透水的纸或塑料包好，牢固地固定在包装箱内。

7.2.3 随机的技术文件应包括：

a. 装箱单；

b. 产品说明书；

农业标准技术

c. 产品合格证。

7.3 在运输或搬运过程中不得碰伤产品。

7.4 产品应贮存在防止雨雪的库房或遮篷内，对一些配合的表面应涂防锈油，并保证在一年内不生锈。

8 质量保证期

在用户遵守产品的安装和使用规定条件下，产品自发货之日起一年内，确因制造质量不良而不能正常工作时，制造厂应无偿为用户修理或更换。

附加说明：

本标准由机械工业部呼和浩特畜牧机械研究所提出并归口。

本标准由呼和浩特畜牧机械研究所负责起草。

本标准主要起草人：王[illegible]臣。

云光伯科技

水利技术标准汇编

一、综合卷

二、水文卷

综合技术　水文情报预报

水文测验

水文仪器设备

三、水资源水环境卷

四、水利水电卷

五、防洪抗旱卷　　定价：105.00 元

六、供水节水卷

七、灌溉排水卷

综合技术　　定价：145.00 元

节水灌溉　　定价：60.00 元

节水设备与材料　　定价：65.00 元

农用泵　　定价：15.00 元

八、水土保持卷

九、小水电及农村电气化卷

十、综合利用卷　　定价：35.00 元

农业帕科技

最新出版规程及配套出版物

《水利技术标准汇编　灌溉排水卷·综合技术》	定价：145.00 元
《水利技术标准汇编　灌溉排水卷·节水灌溉》	定价：60.00 元
《水利技术标准汇编　灌溉排水卷·节水设备与材料》	定价：65.00 元
《水库大坝通用法规标准选编》	定价：75.00 元
《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）	定价：78.00 元
《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）袖珍本	定价：28.00 元
《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）宣贯辅导教材	定价：58.00 元
《水利水电工程地质观测规程》（SL245—1999）	定价：8.00 元
《泵站技术管理规程》（SL255—2000）	定价：10.00 元
《泵站技术管理规程》（SL255—2000）条文说明	定价：4.00 元
《泵站技术改造规程》（SL254—2000）	定价：5.00 元
《水库大坝安全评价导则》（SL258—2000）	定价：12.00 元
《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL73.6—2001）	定价：22.00 元
《中国水闸名称代码》（SL262—2000）	定价：20.00 元
《中国蓄滞洪区名称代码》（SL263—2000）	定价：8.00 元
《中国水库名称代码》（SL259—2000）	定价：22.00 元
《水利基本建设项目竣工财务决算编制规程》（SL19—2001）	定价：10.00 元
《雨水集蓄利用工程技术规范》（SL267—2001）	定价：12.00 元
《水道观测规范》（SL257—2000）	定价：24.00 元
《水闸设计规范》（SL265—2001）	定价：40.00 元
《水利水电工程岩石试验规程》（SL264—2001）	定价：35.00 元
《水电站厂房设计规范》（SL266—2001）	定价：24.00 元
《水利技术标准体系表》	定价：15.00 元
《小型水力发电站自动化设计规定》（SL229—2000）	定价：6.50 元
《多泥沙河流水环境样品采集及预处理技术规程》（SL270—2001）	定价：6.00 元
《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL269—2001）	定价：15.00 元
《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》（SL268—2001）	定价：6.50 元
《水质　总汞的测定　硼氢化钾还原冷原子吸收分光光度法》（SL/T271—2001）	定价：4.00 元
《水质　总硒的测定　铁（Ⅰ）——邻菲啰啉间接分光光度法》（SL/T272—2001）	定价：4.00 元
《水利工程建设项目招标投标管理规定》	定价：8.00 元
《水中有机物分析方法　痕量硝基苯类化合物的测定　树脂吸附/气相色谱法》（SL/T273.1—2001）	定价：5.00 元
《碾压式土石坝设计规范》（SL274—2001）	定价：18.00 元
《核子水分—密度仪现场测试规程》（SL275—2001）	定价：13.00 元

水利水电科技

中国水利水电出版社水利水电技术标准咨询服务中心
电话：（010）63202266-2205，2215　68345101
68314993　68317892　68317893
传真：（010）68317893

在以下书店和发行机构可以直接购买到我社出版的技术标准单行本和汇编本：

单位或部门	传真或直拨电话	邮编	地址
中国水利水电出版社发行部	010-88388902	100044	北京市西城区三里河路 6 号(二里沟)
水雅书屋	010-63202643	100053	北京市白广路水利部大楼一层大厅内
科水书店	010-63202266-2116	100044	北京市西城区三里河路 6 号(二里沟)
杭州发行站	0571-86518823,86520359	310016	浙江省杭州市清泰门外杭海路 58 号
浙江电力科技图书公司	0571-85162552	310002	浙江省杭州市河坊街旧仁和署 22 号
杭州市西湖科技图书有限公司	0571-88854265	310012	杭州市文二路 212 号(高新大厦 14 楼)
武汉发行站	027-87821547,87811172-3267	430071	湖北省武汉市武昌民主路 668 号
宜昌水利水电科技书店	0717-6238263	443000	湖北省宜昌市云集路 39 号
成都发行站	028-4431450	610061	四川省成都市东风路 17 号
西安发行站	029-7888703	710054	陕西省西安市文艺北路 101 号
郑州发行站	0371-5727655-3597	450045	河南省郑州市郑花路 20 号
河南中源电力书店	0371-7906306	450052	河南省郑州市嵩山南路 85 号
沈阳发行站	024-88847319	110006	辽宁省沈阳市皇姑区长江街 134 号
江苏苏源图书有限公司	025-3706768	210013	江苏省南京市鼓楼区北京西路 74 号
徐州电力试验中心电力书店	0516-385[illegible]	221009	江苏省徐州市解放路 215 号
兰州电力书店	0931-2[illegible]	730050	甘肃省兰州市七里河西津东路 708 号
广州发行站	020-8517[illegible]417	510600	广东省广州市梅花路 73 号
南宁电力书店	0771-569229[illegible]	530013	广西南宁市民主路 6 号
贵州水利交通书店	0851-5508439	550003	贵州省贵阳市南明区文雅巷 97 号
电力工业部电化教育中心贵州发行站	0851-5792946	550002	贵阳市太慈桥桃源路 67 号
山东省水利建设经济定额站	0531-6950924	250013	山东省济南市历下区历山路 121 号
山东中实信息咨询公司(电力书店)	0531-6160686	250002	山东省济南市经一路 5 号
泰山电力科技书店	0538-6623345	271000	山东省泰安市三半河路 21 号
新疆水利厅水雅分部	0991-5816236	830000	乌鲁木齐市黑龙江路 19 号
哈尔滨市电力科技书店	0451-5307400	150030	哈尔滨市香坊区建九街 61-1
黑龙江省兴水贸易有限公司	0451-2623644	150001	哈尔滨市南岗区文中街 4 号
昆明电力书店	0871-3178551	650011	昆明市拓东路 65 号
云南水利水电科技书店	0871-5390038	650031	昆明市西昌路 389 号桂华园 3-2-201 号
湖南省电力勘测设计院电力书店	0731-5556923	410007	长沙市劳动西路 84 号
山西智雅电力文化发展有限公司	0351-2022021	030001	太原市府东街 160 号
内蒙古水利勘测设计院工程建设标准书店	0471-6285753	010020	呼和浩特市内蒙古邮电学校南巷

有关事项敬请咨询：中国水利水电出版社发行部 (010)88388902

水利水电技术标准咨询服务中心 (010)68314993

水利水电技术