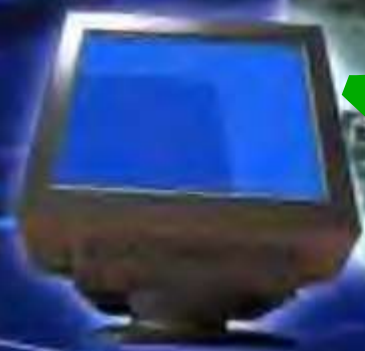


高等学校水利类教材

水利

水电工程CAD技术

陈敏林 余明辉 宋维胜 主编



全国优秀出版社
武汉大学出版社



SHUILI SHUIDIAN GONGCHENG CAD JISHU

责任编辑 瞿扬清
责任校对 刘 欣
版式设计 支 笛
封面设计 涂 驰

ISBN 7-307-04265-7



9 787307 042650 >

定价: 17.00 元

ISBN 7-307-04265-7 / TV · 22

高等学校水利类教材

水利水电工程CAD技术

■ 陈敏林 余明辉 宋维胜 主编

武汉大学出版社

水利科技



图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程 CAD 技术/陈敏林,余明辉,宋维胜主编. —武汉: 武汉大学出版社, 2004. 10

高等学校水利类教材

ISBN 7-307-04265-7

I. 水… I. ①陈… ②余… ③宋… III. ①水利工程—计算机辅助设计 ②水力发电工程—计算机辅助设计 IV. TV222.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061023 号

武汉大学出版社

责任编辑: 瞿扬清

责任校对: 刘欣

版式设计: 支笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.whu.edu.cn)

印刷: 湖北省京山德新印务有限公司

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.125 字数: 256 千字

版次: 2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04265-7/TV·22 定价: 17.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

内 容 提 要

本书为水利水电工程专业“计算机辅助设计基础”课程的教学用书。全书共分 5 章:包括概述, AutoCAD 的基本知识及应用, AutoLISP 语言及程序设计, 辅助软件及语言介绍, 水利水电工程中的计算机绘图技术, 水流流场图绘制程序设计。

本书除作为“水利水电工程”专业的教材使用外, 还可供其他水利类专业师生和工程技术人员阅读参考。

水利部科技

前 言

计算机技术的普及和发展,给工程设计技术带来了一场史无前例的变革。为适应计算机时代的发展,我们通过几年来“计算机辅助设计基础”课程的教学实践,编写了“水利水电工程 CAD 技术”教材,本教材的主要内容:①基于目前流行的图形支撑软件 AutoCAD,结合水利水电工程中建筑物的构造要求,讲授计算机绘图技术的基本知识及应用;②介绍 Excel 等软件应用技术在水工结构分析计算中的应用以及图表制作;③介绍如何运用 Word 与 Excel、AutoCAD 之间的超链接关系编制工程设计报告等;④介绍 AutoCAD 的二次开发技术。

本教材为水利水电工程专业“计算机辅助设计基础”课程的教学用书。还可供其他水利类专业师生和工程技术人员参考。

本教材第一章、第二章由陈敏林编写;第三章由余明辉编写;第四章由陈敏林、余明辉编写;第五章由陈敏林编写;第六章由余明辉编写;湖南省张家界市水利局宋维胜总工参加了部分编写工作。

本教材在编写的过程中,参考了相关专业与教材,韦直林教授在第六章的程序编制中给予了许多帮助和指导,编者在此一并致谢。

由于编者的能力有限,编写过程中难免有谬误和不妥之处,请同行专家不吝赐教,以便引纠正和改进。

编 者
2004 年 7 月

目 录

第一章 概 述	1
第一节 CAD 技术(Computer-aided design)简介	1
第二节 水利水电工程 CAD 现状和发展	4
第二章 AutoCAD 的基本知识及应用	7
第一节 AutoCAD 界面	8
第二节 绘图命令	14
第三节 修改图形	20
第四节 精确绘图	24
第五节 层的创建和使用	27
第六节 文字编辑、标注	33
第七节 尺寸标注	38
第八节 图形显示控制	47
第九节 图案填充	48
第十节 获取图形环境数据	51
第十一节 打印图形	53
第十二节 使用图块和外部引用	55
第十三节 三维绘图	62
第十四节 创建其他格式的文件	73
第三章 AutoLISP 语言及程序设计	75
第一节 基本概念	75
第二节 AutoLISP 基本函数	80
第三节 与 AutoCAD 交互的函数	88
第四节 函数定义	96
第五节 控制结构	99
第四章 辅助软件及语言简介	105
第一节 EXCEL 软件应用简介	105
第二节 CAD 系统的图形交换格式	117
第三节 FORTRAN 语言	123

第五章	水利水电工程中的计算机绘图技术	137
第一节	水利水电工程 CAD 制图规定	137
第二节	水利水电工程中的 CAD 技术应用实例	141
第六章	AutoCAD 二次开发技术及应用	154
第一节	水流流场图程序设计	154
第二节	等值线图程序设计及扩展	158
参考文献		169

水利部科技

第一章 概 述

第一节 CAD 技术(Computer-aided design)简介

计算机辅助设计(简称 CAD 技术)是利用计算机高速而精确的计算能力、大容量存储和数据处理能力,结合设计者的综合分析、逻辑判断、创造性劳动,进行高质量的工程设计的一种专门的技术手段。计算机辅助设计可以加快设计进程,缩短设计周期,提高设计质量。

在工程设计中,达到预期结果的设计方案具有多样性和优劣性。传统的工程设计,一般是人工制定一个初始方案,然后进行结构分析,由结构分析结果改进设计,最后提交设计成果。由于改进设计的工作中的计算、制图及改图的工作量很大,这样许多情况下改进工程设计只能依靠设计者的经验,不免存在着主观性、随意性,加上改进设计的工作量大,方案比较周期长,导致工程设计往往无法达到最优方案。

世界上许多国家将 CAD 技术作为现代化设计的方法和手段,称之为设计技术起飞的“引擎”。由于 CAD 技术仍处于不断发展的过程中,各行各业对它的理解都有片面性,有人认为利用计算机进行科学计算,就是 CAD 技术;或者认为 CAD 技术就是应用计算机绘图。CAD 技术的准确含义应该是利用计算机去完成在设计过程中比较机械、烦琐的工作,如结构受力计算、设计参数优化、文件存储查询、设计图纸输出等,从而辅助一项设计工作的建立、分析、修改或参数优化以及成果输出的全过程。CAD 系统支持设计过程的各个阶段,即设计方案的建立、设计参数的选取和优化以及详图设计等。

根据工作性质来划分,工程设计过程主要包括两个方面的工作:

(1)规范化、标准化的工作,这些工作应依靠计算机辅助完成。

(2)初始设计方案的建立及对设计参数的合理性调整等一些属于人的创造性劳动,应采用人机紧密结合的交互式方式实现。

计算机辅助设计流程如图 1-1 所示。

计算机辅助技术是一种新的现代化设计方法,已带来了一场新的设计技术的变革。

例 1:波音 777 飞机的新设计系统,采用法国达索/IBM 公司的 CATIA 三维设计与仿真系统。

• 设计过程不再是传统的全尺寸实物模型模拟,而是采用计算机三维设计系统进行装配仿真;

• 计算机描述整架飞机的外型及有关零件、检测它们是否有冲突;

• 有效的通讯网络工具,可以进行同期评审,加快了设计流程;

• 缩短了设计周期,为设计成果的改进提供了条件;

• 节约了设计支出成本;

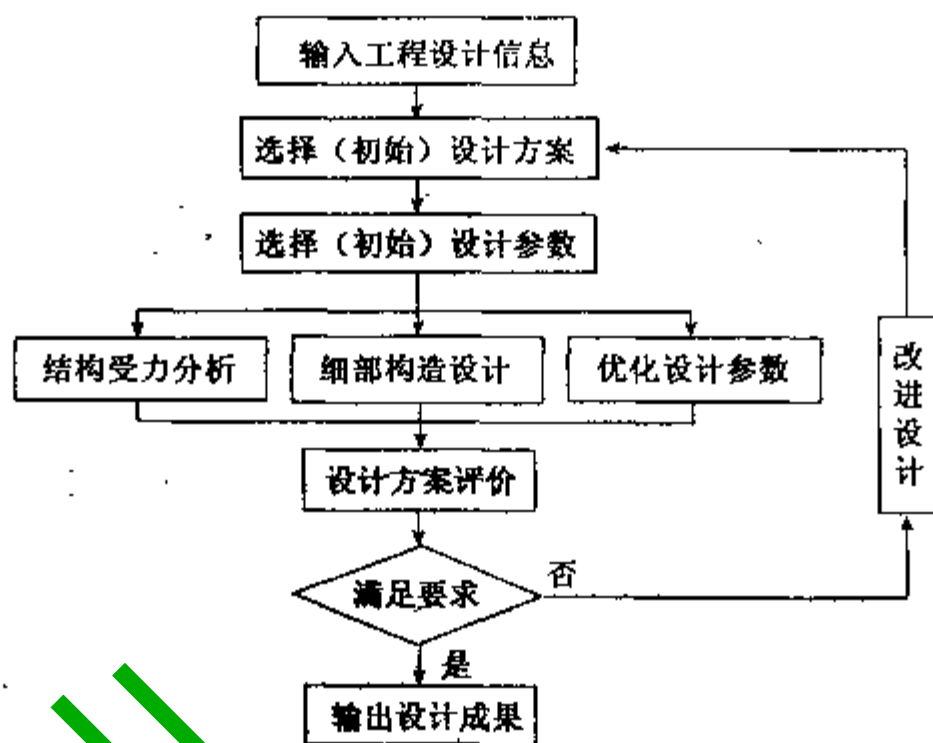


图 1-1 计算机辅助设计流程

该辅助设计系统耗资近亿元,进行了 10 万人时的训练。

例 2:刘易斯的钉鞋采用日本 Mizuno 公司的 CAD 系统。

该系统建立刘易斯的人体数字模型,重现其脚足和肌肉形状及奔跑时对钉鞋产生的压力。设计制作出的钉鞋穿着后感觉像赤足奔跑。在 1991 年东京世界田径锦标赛上,刘易斯用该系统设计的钉鞋取得了百米比赛 9 秒 86 的成绩。

CAD 技术已广泛应用在车辆冲撞模拟分析、动画、广告、服装设计、机械制造等方面。

一、CAD 辅助设计系统

CAD 辅助设计系统的组成如图 1-2 所示。

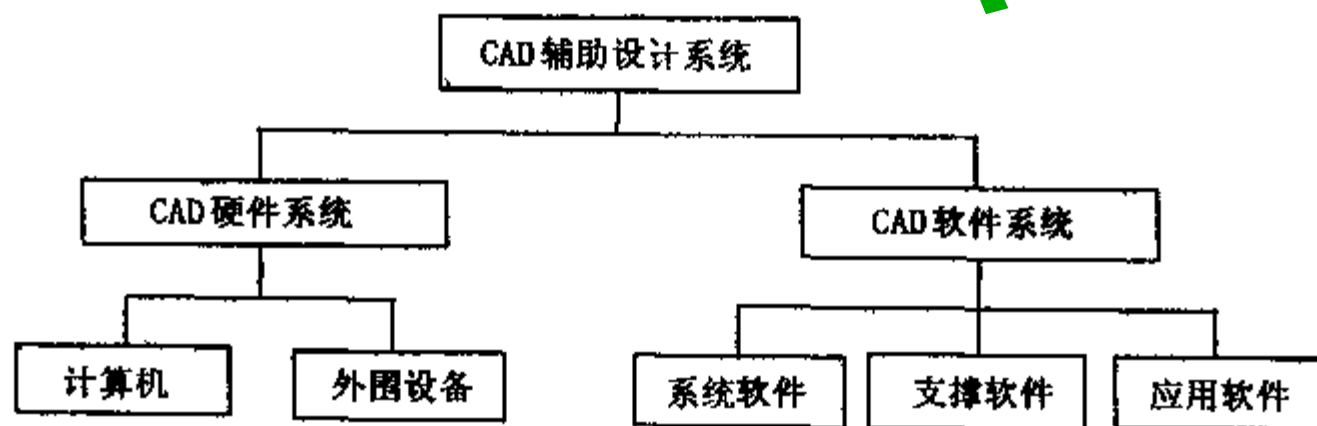


图 1-2 CAD 辅助设计系统

二、CAD 系统的硬件

20 世纪 80 年代,中型机、小型机(VAX)和工作站(SUN、HP、IBM)为支持 CAD 系统的

主要硬件。

20 世纪 90 年代随着个人微机功能的增强和普及,个人微机及联成网络的高档微型机已逐步成为 CAD 硬件的主流。目前个人微机功能的提高主要表现在:

- (1) CPU 的计算速度可望达到 100 万次/秒。
- (2) 内存存储器有 3 种类型即 SDRAM、DDR、RAMBUS,性能逐步递增。
- (3) 显示器功能从原来的 4 色的 CGA,发展到现在的 $1\,024 \times 768$ 的 SVGA 和 $1\,600 \times 1\,200$ 的 XGA,图像越来越精美。

三、CAD 系统的软件

CAD 系统的软件可分为 3 个层次。

1. 系统软件(一级软件)

用于计算机的管理、维护、控制和运行。

(1) 操作系统:如 DOS、UNIX、WINDOWS 等,用于对计算机系统的资源(硬件、软件)进行管理和控制的程序,是用户与计算机的接口。UNIX 是斯坦福大学开发出来的工程工作站的操作系统,曾经风靡一时,由于软、硬件的价格昂贵,操作复杂,系统维护困难,配套的应用软件匮乏等限制了其进一步发展。微软的 WINDOWS 操作系统已成功地占据了 80% 以上的计算机市场,WINDOWS 系列产品具有良好的用户界面,性能稳定,价格低廉,同时丰富的应用软件资源体现着其生气勃勃的生命力,也确立了其操作系统的主流地位。

WINDOWS 操作系统主要由以下 3 个模块组成:

- GDI. EXE,图形设备接口、图形图像输出、调色板管理。
- USER. EXE,窗口、图标、光标管理。
- KERNAL. EXE,内存管理、任务调度。

(2) 语言处理系统:FORTRAN、C++、BASIC 等多种高级语言编程服务程序,常用的数据库,错误诊断检查程序等。

2. 支撑软件(二级软件)

这是 CAD 系统的核心软件 and 开发应用软件的基础。

(1) 几何建模系统:如 SUPER、ANSYS 等商用软件,能应用一定的数据结构模拟、描述工程结构的几何模型,应用这类软件能形成并存储各种所需的计算信息,如三维实体参数,有限元的单元信息、结点信息等。

(2) 图形软件系统:是 CAD 系统重要支撑软件,主要为面向应用的图形程序包,有已经成为国际标准的 GKS、PHIGS 和以各种图形程序包为基础开发的,面向用户交互式图形软件系统,如 AutoCAD、MicroStation。

(3) 计算分析软件系统:CAD 系统应能进行复杂结构的受力分析,包括常规计算、有限单元法计算以及数学规划法的几何模型尺寸优化、设计变量的寻优计算。这是一个不断改进、完善、寻找最优设计方案和最优设计参数的过程。SUPER、ANSYS 等商用软件,除具有几何建模功能,更重要的是它们还是融结构、热、流体、电磁分析等于一体的大型有限元分析系统,可用于机械制造、航天航空、土木工程等方面的科学研究,该产品已为工程界广泛接受,是世界上具有权威性的产品。

(4) 工程数据库及管理软件系统:能对大量设计信息、计算成果进行存储、查找、加工和

处理;还能对设计成果进行评价和分析,如 Visual Foxpro 等。

3. 工程设计应用软件(三级软件)

这是设计者与 CAD 系统的界面,是用户根据本专业工程设计规范和要求,利用系统软件 and 支撑软件开发的专用软件。

四、CAD 图形交换及标准化

每一个 CAD 系统都有自己的数据格式,每一个 CAD 系统都有自己内部的数据模式,一般是不公开的,也各自不同。由于用户有进行图形数据交换的需要,就有了图形数据交换文件的概念出现。图形交换标准为不同图形软件所生成的图形之间的相互转换提供了方便。

IGES 是应用最广泛的国际标准的图形数据交换格式,有专门的文件格式要求。

DXF 是 CAD 系统的图形数据交换格式文件,可以实现不同的 CAD 系统之间的图形格式交换,以及 CAD 系统与高级语言编写的程序的连接。DXF 格式文件是 ASCII 文件,便于阅读和处理,目前已成为世界上不同 CAD 系统之间交换数据的标准。

例如用 AutoCAD 生成的 DWG 文件,为了能在 MicroStation 中调用出来,首先应将 AutoCAD 生成的 DWG 文件转化为 DXF 格式文件,然后在 MicroStation 中将 DXF 格式文件转化为 MicroStation 能处理的 DGN 文件。

第二节 水利水电工程 CAD 现状和发展

一、水利水电工程 CAD 现状

我国水利水电工程 CAD 技术开发与研制工作始于 20 世纪 70 年代中期。进入 80 年代,水利水电系统的各大设计研究院在美国原 Calma 公司的 DTM 软件支撑环境下,分工在 Apollo 工作站上开发了水利水电工程的 CAD 软件,如中南勘测设计研究院开发的拱坝 CAD 系统,华东勘测设计研究院开发的重力坝 CAD 系统。

随着个人微机的迅猛发展,客户/服务器架构的计算环境比小型机、中型机更灵活方便,且个人微机基本上能实现原 Apollo 工作站上开发软件的功能,因此一批微机水工 CAD 软件陆续推出。如天津勘测设计研究院的电站厂房 CAD 系统,中南勘测设计研究院的隧洞 CAD 系统等。

目前水利水电工程 CAD 软件存在的问题主要有输入信息量大、速度慢;人机对话界面复杂,不宜为设计人员掌握;可供选择的建筑物类型较少。

水利水电工程 CAD 技术开发和应用,已使水利水电设计工作发生了根本性变革。目前设计中 80% ~ 90% 的计算量已由计算机完成,设计图纸的绘制已基本告别了图板。

工程制图历来是工程设计中一项耗费大、效率低的工作,实现计算机制图是把设计者从烦琐的重复劳动中解放出来的有效途径。将各种常用的图形输入计算机形成图形零件库,就可由设计者随时调用,并由计算机控制,通过绘图机绘图,从而大大提高工作效率和绘图质量。因此,计算机辅助图形设计是 CAD 技术的一个重要组成部分,目前流行的图形支撑软件有:

(1) AutoDesk 公司推出的 AutoCAD。

(2) Intergraph 公司推出的 MicroStation。

两大软件系统的功能有:图形的生成、显示和输出,图形的变换和裁剪及二次开发技术等。

两大软件系统各具特色, MicroStation 是从小型机工作站移植到微机上的二维、三维交互式图形设计软件包,具有比 AutoCAD 更强大的功能;但由于 AutoCAD 在我国更具有广泛的应用基础,有更多的第三方专业软件和通用软件,所以水利水电部门指定推广使用 AutoCAD,作为工程图形应用软件的主流。

二、水利水电工程 CAD 技术的应用

针对水电工程的建设各设计阶段不同的特点,用于各设计阶段的 CAD 软件侧重点应有不同。

1. 前期勘测规划阶段

CAD 软件主要用于收集工程的地形、地质、气象、水文等资料,输入到系统的数据库中,建立数字化的地形地质模型,提供后续设计所需信息。

2. 可行性研究阶段

CAD 软件主要用于数据库建立和应用。根据国家政策法规、规划要求及其他工程设计资料,进行可行性设计方案分析论证。

3. 初步设计阶段

CAD 软件主要用于几何建模,设计方案的技术经济比较和形成最优设计方案,进行数值分析计算和结构参数优化。

4. 施工图设计阶段

CAD 软件主要用于具体的结构计算分析,施工图绘制,综合协调各专业成果,完成结构分析计算、绘图、材料统计、文件报表、概预算等系列工作。

前期勘测规划、可行性研究阶段属前期设计阶段,需要建立决策分析 CAD 系统。重点为从全局考虑,进行方案比较及择优和工程总体布置,而设计计算、图纸则可粗略。决策分析 CAD 系统的理论基础为线性及非线性规划理论、模糊数学、人工智能方法、专家系统等。

初步设计和施工图设计阶段属后期设计阶段,需建立数值分析计算 CAD 系统。重点为稳定计算、应力计算、配筋计算绘制施工详图、工程量、材料明细表、概预算等。数值分析计算 CAD 系统的理论基础为结构分析计算理论、材料力学、结构力学、水力学、有限单元法、数值分析法及计算机图形学等。

三、CAD 软件的集成化、标准化、智能化

要形成贯穿水利水电工程设计全过程的 CAD 集成系统,我们还需要在以下几方面努力工作:

1. 标准化

开发水工建筑物 CAD 系统除必须满足相应的设计规范外,应加强建立不同 CAD 开发平台上的标准 CAD 图例、符号、标准图库,建立统一的地形、地质 CAD 接口,统一的工程特性数据库,加强各专业、各地域间的合作,减少重复性低水平开发。

2. 人机界面

一个好的 CAD 系统,必须有良好的人机界面,采用国际标准的窗口界面,这是提高水工建筑物 CAD 系统质量的重要任务。良好的人机界面应能增强交互能力,检查输入的合法性,建立标准而直观的水工建筑物图符菜单。

3. 智能化

CAD 系统的智能化和专家系统的建立,将能进行模糊分析判断和提高 CAD 系统决策自动化水平,避免人机对话过多而造成系统运行速度慢和使用不便;并能在设计中进行自动学习,积累、更新设计经验知识。

4. 集成化

一个集成化的 CAD 系统应有决策能力、几何建模、常规分析计算、大型数值分析、生成设计报告及工程图纸等功能。集成化的 CAD 系统各部分应有良好的接口,运行效率高,以便设计人员集中精力分析设计方案的优劣,进行方案比较,形成最优设计方案。

5. 参数化设计

使用参数化建库工具,建立水工建筑物图例库,为工程设计提供参考和依据。

6. 多媒体技术应用

多媒体技术有助于 CAD 系统形成良好的人机界面,直接通过自然语言对话,以驱动系统运行,运用语音提示用户进行设计。

第二章 AutoCAD 的基本知识及应用

1999 年 3 月 Autodesk 公司推出了 AutoCAD 的跨世纪版本——AutoCAD2000, 随后又推出了 AutoCAD 2002 版本。AutoCAD 200X 为用户提供了一个更智能化的二维和三维设计环境及工具, 显著提高了用户的设计效率, 充分发挥用户的创造能力, 辅助用户将构思转化为设计。AutoCAD 200X 新特性主要体现在:

1. 多文档设计环境

AutoCAD 2000 以前的版本都是单文档设计环境, AutoCAD 2000 首先采用多文档设计环境, 用户可以同时打开、编辑和修改多个图形文件, 在不同的图形文件或窗口之间实现图形对象的拖放。

2. 对象特性管理窗口

对象特性管理窗口是一个无模式对话框, 允许用户直接访问对象和图形的特性, 修改和编辑某一对象或某一对象选择集的相应特性。

3. 自动捕捉及自动追踪

提供了更智能化的捕捉和追踪功能。利用自动捕捉及自动追踪功能, 用户不必借助构造线实现设计和编辑, 更关注设计本身而不是软件本身的命令, 极大地提高了绘图的精度和效率。

4. 标注功能增强

提供了新的标注式样管理器, 用于浏览和编辑标注属性。在标注式样管理器中提供了浏览功能, 实现标注式样的所见即所得, 方便用户设置标注式样。

5. 三维功能增强

AutoCAD 2000 三维实体建模以 ACIS4.0 为核心, 三维绘图功能进一步增强, 允许用户借助灵活的体、面、边编辑三维实体, 实现面域的移动、旋转、平移、删除; 引入了三维动态旋转功能, 使三维视图操作和可视化变得十分容易。

6. 方便的注释文本操作

AutoCAD 2000 优化了文字格式和文字式样的控制方式, 增加了多行文字编辑器功能, 使注释文字操作更加便捷。

7. AutoCAD 的设计中心

AutoCAD 的设计中心是一个无模式对话框, 类似 Windows 资源管理器, 可以方便地访问已有的设计成果, 充分利用已有设计资源中设计思想和设计内容。用户可以通过拖放操作, 复制一个设计环境中线型、文字式样、标注式样、外部引用等到另一设计环境, 避免了大量的重复性工作。

8. 强劲的定制和二次开发功能

AutoCAD 200X 继承了 AutoCAD 一贯的开放性和灵活性, 提供了四种开发工具, 即 Vis-

ual lisp、Visual Basic for Applications (VBA)、ActiveX 和 ObjectARX, 允许用户借助 AutoCAD 200X 平台集成和定制不同领域的设计要求, 以适应不同专业用户的特殊需要。

第一节 AutoCAD 界面

AutoCAD 的窗口界面主要有 6 部分:

- (1) 标题条。
- (2) 下拉菜单及上下文菜单。
- (3) 标准工具条及其他工具条。
- (4) 图形窗口。
- (5) 命令及文本窗口。
- (6) 状态条。

图 2-1 为 AutoCAD 界面。

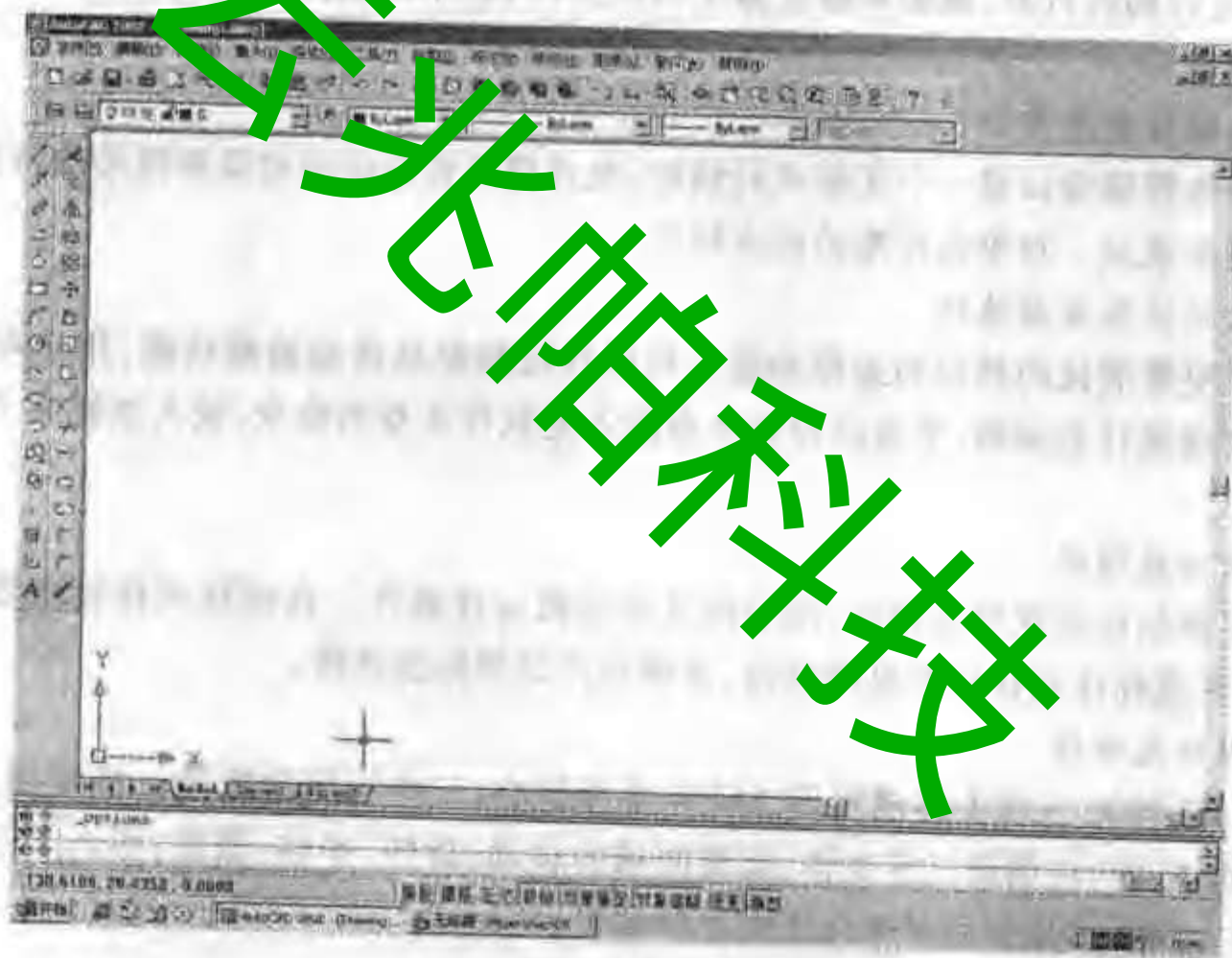


图 2-1 AutoCAD 界面

一、标题条

标题条上显示着当前正在运行的程序名称和当前打开的图形文件名称, 以及当前图形窗口的最大化、最小化状态。

二、下拉菜单及上下文菜单

AutoCAD 的窗口界面上有 10 个下拉菜单, 分别为:

- 文件 (File): 进行文件创建、保存、输出、打印等文件管理工作。

- 编辑(Edit):用于对图形的编辑、修改等操作。
- 视图(View):用于对视图进行观察、缩放、移动、改变视图观察视角及屏幕刷新等操作。
- 插入(Insert):用于引入 AutoCAD 能够接受的文件,包括图块、外部引用、图片文件等。
- 格式(Format):用于 AutoCAD 工作图形的各种宏观设置,定制一些系统变量等。
- 工具(Tool):为 AutoCAD 的用户提供各种辅助工具。
- 绘图(Draw):提供各种对象的绘图工具及命令,如直线、弧、圆等。
- 标注(Dimension):提供各种对象的标注工具及标注格式。
- 修改(Modify):用于对图形的复制、镜像、修剪、延伸等编辑操作。
- 窗口(Windows):提供对打开的文档进行管理的工具,可以通过水平平铺或垂直平铺设置同时打开多个文档。
- 帮助(Help):为用户提供不同途径的帮助和版本信息。

在这 10 个下拉菜单项中,菜单后有… 后缀符号,表示可以弹出对话框;菜单后有▶ 后缀符号,表示有下一级菜单。

将鼠标置于屏幕任意位置,单击右键弹出上下文菜单如图 2-2 所示。

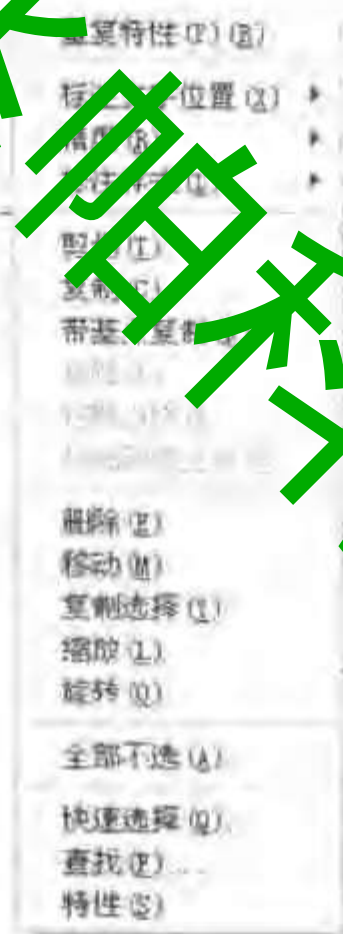


图 2-2 上下文菜单

三、工具条

在 AutoCAD 的窗口界面增加工具条,可以加入一些常用的图形处理命令的快捷按钮。AutoCAD 提供了 24 个工具条,以方便用户访问常用命令,设置常用的模式。在下拉菜单中选择:视图(View)→工具条(Toolbars),弹出工具条(Toolbars)对话框如图 2-3 所示,可以选

择工具条加入到绘图窗口中。

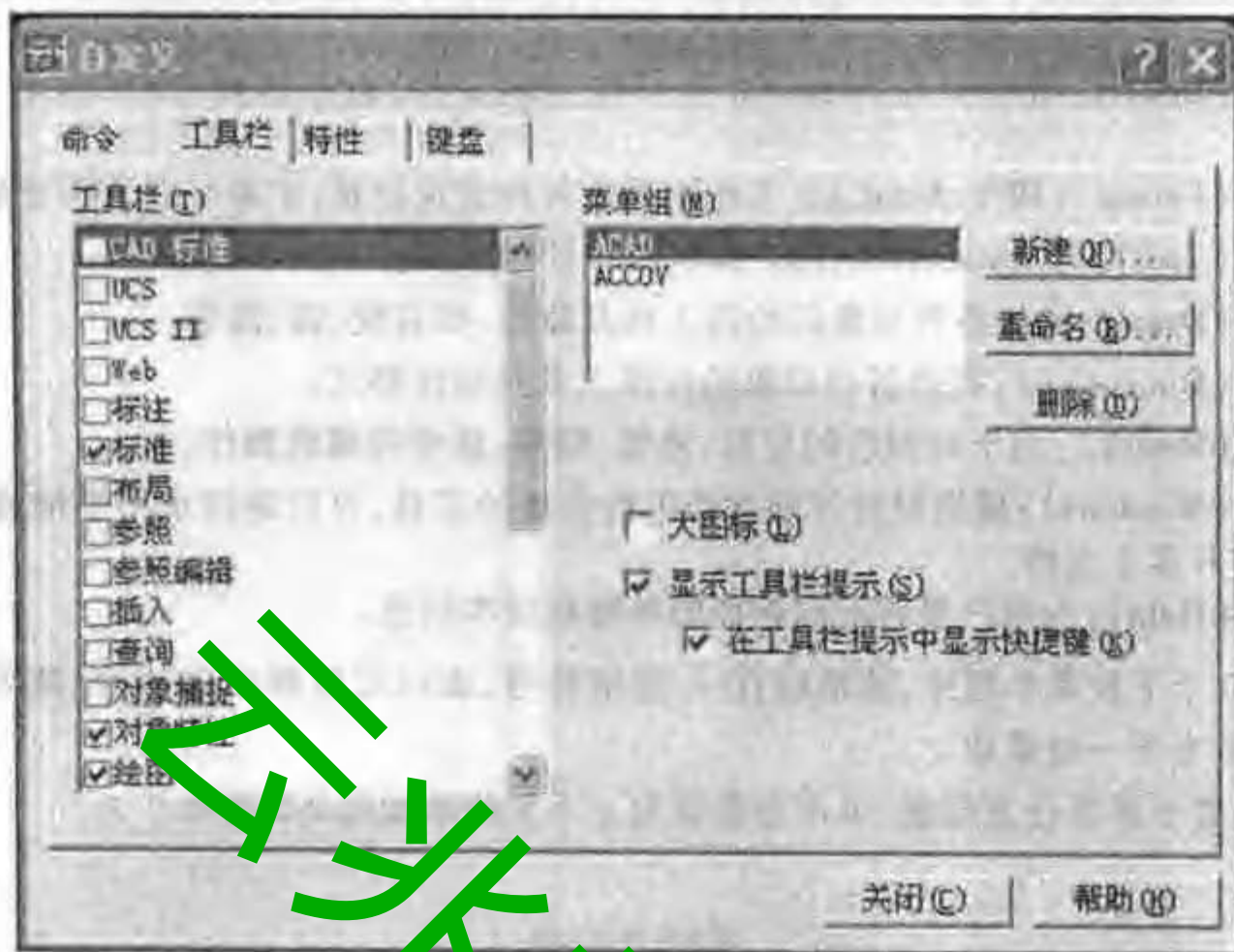


图 2-3 工具条对话框

常用的工具条有：

1. 标准工具条 (Standard)

标准工具条上排列着“新建”、“打开”、“保存”、“撤销”、“实时移动”、“实时缩放”等常用命令的快捷键,为用户的绘图操作提供方便,如图 2-4 所示。



图 2-4 标准工具条

2. 对象特性工具条 (Object Properties)

对象特性工具条显示着当前图层上对象的状态和可见性,如当前图层上对象的颜色、线型和线宽等,如图 2-5 所示。



图 2-5 对象特性工具条

3. 修改工具条 (Modify)

修改工具条为用户提供了复制、镜像、修剪、延伸等编辑操作的快捷键。

4. 绘制工具条 (Draw)

绘制工具条为用户提供绘制直线、圆弧、圆等图形对象的快捷键。

四、图形窗口

图形窗口是用户绘图的区域,为使绘图区域达到最大,可以选择下拉菜单中的工具 (Tool)→选项 (Options),弹出选项 (Options) 对话框如图 2-9 所示。选择“显示”标签,在“窗口元素”中关闭“图形窗口中显示滚动条”,以获得较大的绘图区域。还可在“命令行窗口中显示的行数”中选择和控制合适的文本窗口的命令行数。

五、命令及文本窗口

在下拉菜单中选择:视图 (View)→显示 (Display)→文本窗口 (Text Window),或点击键盘中的 F2,可以使命令及文本窗口扩大化,以查看 AutoCAD 系统命令执行的历史过程。作为相对独立的窗口,文本窗口有自己的滚动条,控制显示按钮等界面元素,也支持单击鼠标右键的快捷菜单操作。

六、状态条

状态条是用于精确绘图的十分有效的工具,主要有栅格捕捉 (SNAP);栅格设置 (GRID);正交模式 (ORTHO);对象捕捉 (OSNAP);极点、极轴跟踪 (POLAR);对象捕捉追踪、极轴追踪 (OTRACK);线宽显示 (LWT)。

七、文件管理

1. 打开现有的一幅图

在下拉菜单中选择:文件 (File)→打开 (Open),或点击标准工具条中的“打开”按钮,弹出“打开文件”对话框,选择需要打开文件的路径和文件名,点击“确定”即可打开图形文件。

当一个图形文件已经打开,用户第二次通过“打开文件”对话框打开该图形文件时,第二次打开的该图形文件只能以只读方式打开,见图 2-6 所示,不能进行修改编辑。

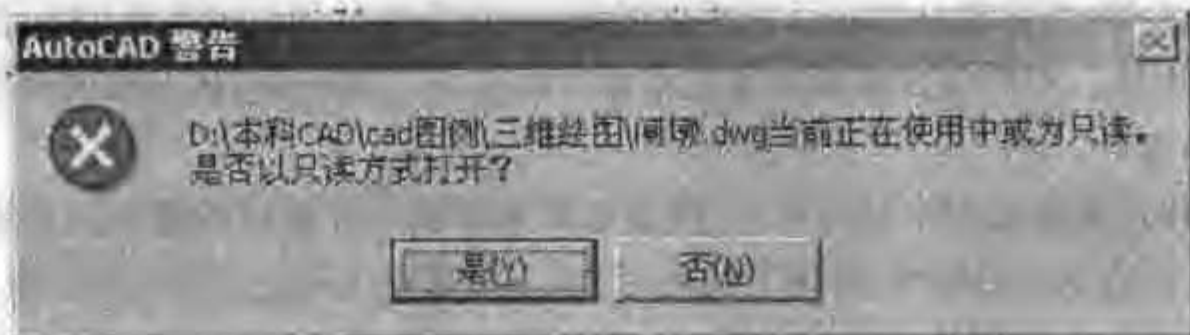


图 2-6 AutoCAD 警告

用户可以设置打开图形文件的默认位置。AutoCAD 将首次执行“打开”命令时的默认文件位置设定为……\Acad2000\。用户一般喜欢将自己的工作文件放置在自己设定的目录中,AutoCAD 提供了设置执行“打开”命令时搜索文件位置的选项。单击下拉菜单中的工具 (Tool)→选项 (Options),或在上下文菜单中选择选项 (Options),弹出选项 (Options) 对话框,

选择对话框中的“文件”(File)标签,双击“日志文件”(Log File Location),下面弹出默认打开文件位置的设定为……\Acad2000\。选择该选项,单击右边的“浏览(Browse)”,弹出“浏览文件夹”对话框,找到用户自己设定的工作文件夹,单击“确定”,下次再进入 AutoCAD,系统搜索文件位置即为设定的文件夹位置。

2. 新建草图

在下拉菜单中选择:文件(File)→新建(New),或单击标准工具条中的“新建”按钮,即可打开新的图形窗口,供用户绘制新的图形。

3. 文件存储

在下拉菜单中选择:文件(File)→保存(Save),弹出文件存储对话框,用户可以选择和确定存储图形文件的路径和文件名。

选择文件(File)→另存(Save as),可以将当前文件存储为另一文件名。注意当磁盘的存储容量已满,再在该磁盘上存储文件时,系统会出现警告如图 2-7 所示。

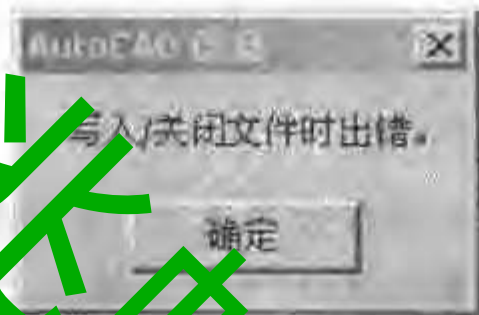


图 2-7 AutoCAD 信息

八、绘图比例

1. 定义绘图区

选择下拉菜单中的格式(Format)→绘图界限(Drawing Limits),在文本窗口出现提示:

指定左下角坐标(Specify lower left corner) [on/off] <0.00,0.00>

指定右下角坐标(Specify upper right corner) <420.00,297.00>

这是 AutoCAD 系统默认状态下的绘图界限,左下角坐标为(0.00,0.00),右上角坐标为(420.00,297.00)。用户可以重新指定左下角坐标或右上角坐标,确定新的绘图界限。

2. 绘图比例

手工绘图时,图面的大小是固定的,绘图时首先按预先计算好的缩放比例将结构模型绘制在图纸上。但在 AutoCAD 的环境下绘图时,电子屏幕是无限的,用户不必缩放图形,可按结构的原形尺寸 1:1 比例建立模型绘图,以便于尺寸的自动标注,绘图过程中通过放大或缩小显示来控制图形在屏幕中的显示效果。

制图比例应采用比例标尺标注。若图幅内的所有图均按同一比例绘制,可在标题栏上方标注比例标尺,若一张图存在两种或两种以上的比例尺,应在图形下方标注比例标尺。

根据《水力发电工程 CAD 制图技术规定》(DL/T5127-2001),比例尺表示方法如图 2-8 所示。

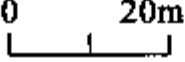
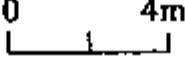
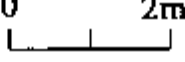
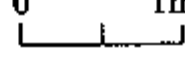
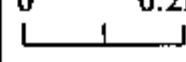
比 例	1:1 000	1:200	1:100	1:50	1:10
用于图形标注	0  20m	0  4m	0  2m	0  1m	0  0.2m

图 2-8 图形比例尺

《水力发电工程 CAD 制图技术规定》(DL/T5127 - 2001)中规定,CAD 图形的尺寸单位应采用国际单位制,一般要求:

- (1)工程规划图、工程布置图的尺寸及建筑物的高程(或标高)以“m”为单位。
- (2)桩号的标注形式为 $\text{km} \pm \text{m}$ 。
- (3)工程设计图中建筑物结构尺寸以“cm”或“mm”为单位,机械结构尺寸以“mm”为单位。

若采用 A3 图纸绘图,绘图界限和绘图比例的确定可参考以下方法:

- (1)绘制工程规划图和工程布置图时,绘图界限定义为左下角坐标:(0.00,0.00),右上角坐标(420.00,297.00),按 1:1 比例绘图,便于系统自动以“m”为单位标注建筑物尺寸。
- (2)绘制工程设计图中建筑物结构图时,绘图界限定义仍为左下角坐标:(0.00,0.00),右上角坐标(420.00,297.00),仍按 1:1 比例绘图,通过修改标注式样,达到以“cm”为单位标注建筑物尺寸的要求。

在手工绘图的过程中并非所有的对象均按设定的比例绘制,如文字、符号、尺寸标注等仍按实际大小绘制。但在 AutoCAD 的环境下绘图时,就要考虑这些对象在绘图时的缩放比例。由于模型是按 1:1 的比例绘出,在打印时需将图样放大或缩小以适应所选定的图纸大小,这样就可能使文字、符号、尺寸标注等对象在图纸上显得太大或太小。

用户事先应根据缩放比例的倒数来计算图形中一些对象的大小。例如实际打印时,要求文字高度为 3.5,打印比例因于是 1:2,则 AutoCAD 的环境中应设定的文字高度为 $3.5 \times 2 = 7$ 。即文字、符号大小的设定公式为:

AutoCAD 应设定的文字高度 = 实际图形要求的高度 $\times$ 打印比例的倒数

3. 设置 AutoCAD 环境

设置 AutoCAD 环境是对 AutoCAD 进行配置,提供信息给系统,以便系统按用户设定的要求进行管理。

在下拉菜单中选择:工具(Tool)→选项(Options),弹出选项(Options)对话框,可以进行绘图环境设置和调整(如图 2-9 所示)。

选项对话框中有 9 个标签:

- (1)文件(File):用于 CAD 系统搜索目录的指定,其中有系统的字体、线型、菜单、打印机、帮助等文件的搜索目录。
- (2)显示(Display):设置显示效果,如背景颜色、光标的形式及大小,设置是否显示屏幕菜单等。
- (3)打开与保存(Open and Save):设置打开与保存文件的选项。
- (4)打印(Plotting):设置默认打印机型号与图形输出的有关选项。

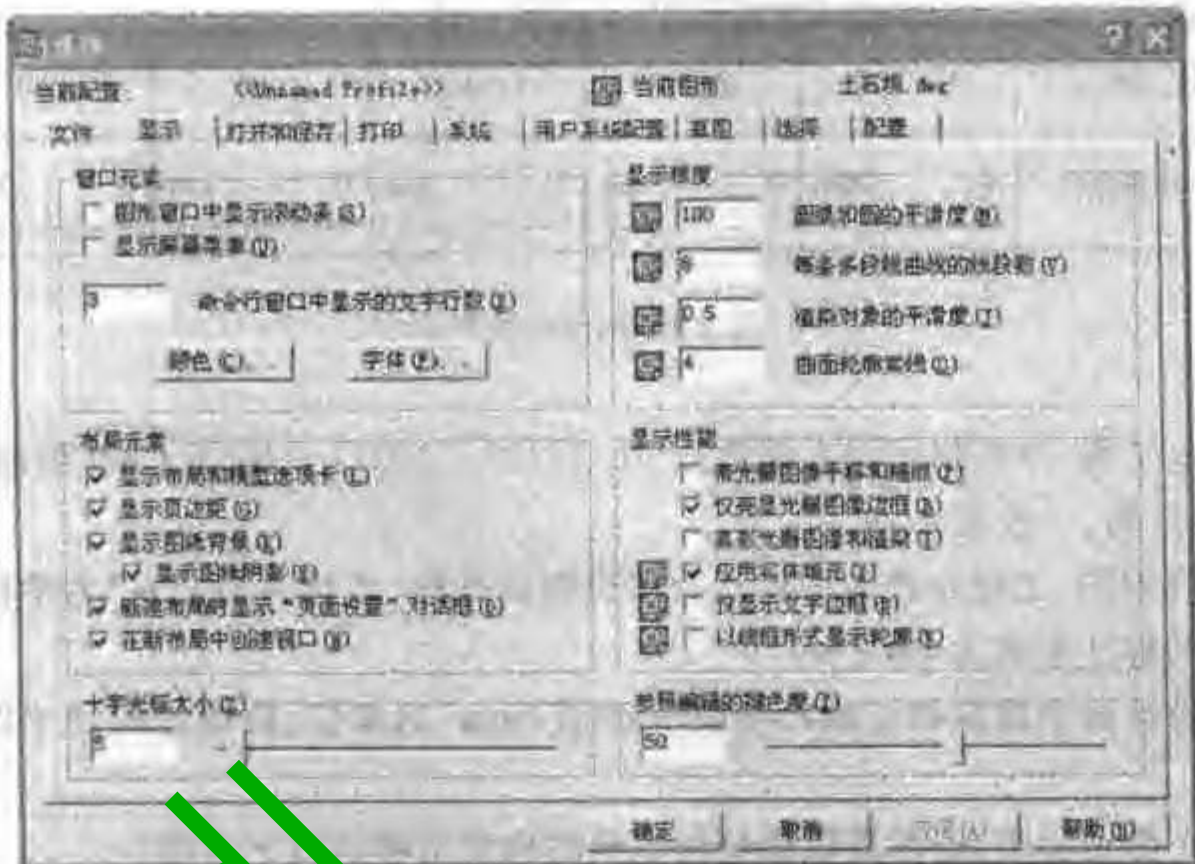


图 2-9 选项对话框

(5) 系统 (System): 对系统的一些变量进行配置。

(6) 用户系统配置 (User Preferences): 进行适于个人偏好的设置, 如线宽、重画等。

(7) 草图 (Drafting): 设置通用的编辑符号, 如对象捕捉的符号等。

(8) 选择 (Selection): 设置对象选择方式, 如拾取框的大小等。

(9) 配置 (Profile): 用户配置参数的管理。

在开启系统后, 没有进行任何环境设置时, 系统在默认状态下运行工作。通过对 AutoCAD 工作环境的设置、调整, 可使 AutoCAD 系统运用更灵活、方便。

练习题

1. 打开和关闭对象特性工具条及标准工具条。
2. 改变绘图区域的背景颜色。
3. 如何根据打印比例设定图形中文字的高度。

第二节 绘图命令

AutoCAD 系统的绘图命令位于下拉菜单的绘图命令中, 其中一部分常用的命令在绘图 (Draw) 工具条上, 如图 2-10 所示。



图 2-10 绘图 (Draw) 工具条

一、点 (Point)

在下拉菜单中选择: 格式 (Format) → 点的式样 (Point Style), 弹出点式样对话框, 可选择点的式样。改变点的式样, 就是改变点在屏幕的显示效果。

选择点的绘制工具可以等分线段。在下拉菜单中选择: 绘图 (Draw) → 点 (Point), 在下一级菜单可以选择等分线段方式:

1. 定数等分

指定间隔放置点。选择“定数等分”命令, 或在文本窗口输入命令: divide, 文本窗口提示如下:

选择要定数等分的对象:

输入线段数目或 [块(B)]:

按文本窗口的提示即可完成定数等分线段的操作。

2. 定长等分

指定长度放置点。选择“定长等分”命令, 或在文本窗口输入命令: measure, 文本窗口提示如下:

选择要定距等分的对象:

指定线段长度或 [块(B)]:

同样按文本窗口的提示即可完成定长等分线段的操作。

点的尺寸大小是可以改变的。默认状态下点的尺寸大小变量 Posize = 0, 即点占绘图区域的 5%。在文本窗口输入命令 Posize, 再输入新值, 可改变点的尺寸大小。也可以在点式样对话框中, 如图 2-11 所示, 直接修改点占绘图区域的百分比。



图 2-11 点式样对话框

二、线 (Line)

AutoCAD 的绘线工具中,有直线、射线等绘制工具。

1. 直线的绘制方式

(1)选择绘图(Draw)工具条中的“直线(Line)”工具,在屏幕上拾取起点、终点即可绘制直线。

(2)直角坐标法:选择绘图(Draw)工具条中的“直线(Line)”工具,在文本窗口提示下输入起点、终点坐标,可绘制位于两点间的直线。

(3)相对极坐标法:选择绘图(Draw)工具条中的“直线(Line)”工具,在文本窗口提示下在屏幕上拾取起点,文本窗口接着提示指定下一点时输入:@30<90,表示下一点相对上一个点的直线距离为30,其直线与X轴之间的夹角为90°。AutoCAD系统中直线的与X轴正向之间夹角的定义如图2-12所示。

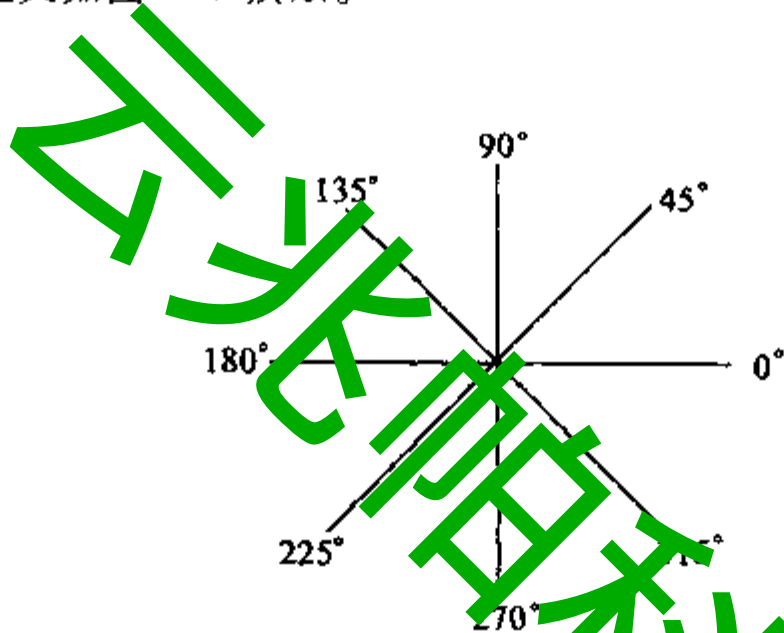


图 2-12 AutoCAD 系统角度的定义

(4)相对直角坐标法:选择绘图(Draw)工具条中的“直线(Line)”工具,在文本窗口提示下在屏幕上拾取起点,文本窗口接着提示指定下一点时输入:@30,90,即绘制出相对于起点在X方向移动30个单位的距离,在Y方向移动90个单位的距离的直线。

2. 射线

单击“射线(Ray)”工具或命令,在屏幕上拾取一点,可画出射线,用作绘图时的辅助线。

3. 用 Xline 命令绘制直线

二维绘图时 Xline 是一个非常有用的命令。使用它可以方便地画出水平、竖直及倾斜直线,通过该命令可进行图形布局或帮助创建倾斜的图元,作为用户绘图的参考线或辅助线。

在文本窗口输入命令 Xline,文本窗口出现以下提示:

指定点或 [水平(H)/垂直(V)/角度(A)/二等分(B)/偏移(O)]:

其中:

选择 H:可以连续绘制无限长的水平线。

选择 V:可以连续绘制无限长的垂直线。

选择 A:在文本窗口提示下,再输入构造线角度,可以连续绘制给定倾角的无限长直线。

4. Trace 命令

用于绘制具有一定宽度,可以实心填充的轨迹线。

三、多义线 (Spline)

多义线即为样条曲线,通过拟合给定的数据点,绘制光滑曲线。

选择绘图 (Draw) 工具条中的“多义线”工具,或在文本窗口输入命令 spline,文本窗口提示如下:

指定第一个点或 [对象(O)] (Specify first point or [Object]):

指定下一点或 [闭合(C)/拟合公差(F)] <起点切向> (Specify next point or [Close/Fit tolerance]):

输入起点切矢 (Specify start tangent):

输入终点切矢 (Specify end tangent):

其中:

选择 C (Close):可以绘制封闭的样条曲线。

选择 F (Fit tolerance):可以控制样条曲线与给定的数据点之间的误差。

输入起点切矢 (Specify start tangent):用于确定起点的切线方向。

输入终点切矢 (Specify end tangent):用于确定终点的切线方向。

多义线用于生成一条二次或三次 B 样条曲线。生成 B 样条曲线至少需要 3 个数据点。如果只有 3 个数据点,系统生成二次曲线;数据点为 3 个以上,则生成三次样条曲线。

四、圆 (Circle)、圆弧 (Arc)、圆环 (Donut)

在下拉菜单中选择:绘图 (Draw) → 圆 (Circle),绘制圆 (Circle) 有 6 种方式:

(1) 圆心、半径方式,这是绘圆的默认方式。

(2) 圆心、直径方式,即首先在文本窗口输入圆心坐标,再输入圆的直径绘圆。

(3) 两点方式,即输入两个点坐标,系统以这两个点间的距离为直径绘圆。

(4) 三点方式,即输入 3 个点坐标,系统绘出通过这 3 个点的圆。

(5) 切点、切点、半径方式,即依次选择两个实体(直线、圆弧或其他圆),并指定半径,系统以指定的半径绘出与两个实体相切的圆。

(6) 切点、切点、切点方式,即依次选择 3 个实体(直线、圆弧或其他圆),系统绘出与 3 个实体相切的圆。

在下拉菜单中选择:绘图 (Draw) → 圆弧 (Arc),绘制圆弧 (Arc) 有 11 种方式:

(1) 三点方式。

(2) 起点、圆心、端点方式。

(3) 起点、圆心、角度方式。

(4) 起点、圆心、长度方式。

(5) 起点、端点、角度方式。

(6) 起点、端点、方向方式。

(7) 起点、端点、半径方式。

(8) 圆心、起点、端点方式。

(9) 圆心、起点、角度方式。

(10) 圆心、起点、长度方式。

(11) 继续方式,即以最后一次所绘直线或圆弧的端点为起点绘制圆弧,并与其相切。

用户需根据已知条件,选择相应的圆或圆弧的绘制工具。

在下拉菜单中选择:绘图(Draw)→圆环(Donut),或在文本窗口输入命令 Donut,文本窗口出现提示如下:

输入圆环内径(Inside diameter < >):

输入圆环外径(Outside diameter < >):

在文本窗口提示下,输入圆环内径及圆环外径,即可完成绘制圆环的操作。

五、矩形(Rectangle)、多边形(Polygon)

选择绘图(Draw)工具条中的“矩形”工具,或在文本窗口输入命令 Rectangle,文本窗口出现提示如下:

指定第一个角点或[倒角(C)/标高(E)/圆角(F)/厚度(T)/宽度(W)]:

若在屏幕上指定了第一个角点,在文本窗口出现下面的提示:

指定另一个角点或[尺寸(D)]:

可以在屏幕上指定另一个角点绘制矩形,或在文本窗口输入:D,文本窗口出现下面的提示:

指定矩形的长度 <0.0000>:

指定矩形的宽度 <0.0000>:

在文本窗口的提示下,输入矩形的长度和矩形的宽度即可绘制出指定长度和宽度的矩形。

选择绘图(Draw)工具条中的“多边形”工具,或在文本窗口输入 Polygon 命令,在文本窗口的提示下,输入多边形的边数,圆心或边长,可完成绘制多边形的操作。

六、多段线(Pline)

选择绘图(Draw)工具条中的“多段线”工具,或在文本窗口输入命令 Pline,文本窗口出现提示:

指定起点(Specify first point):

当前线宽为 0.0000:

指定下一点或[圆弧(A)/闭合(C)/半宽(H)/长度(L)/放弃(U)/宽度(W)]:

其中常用的选项为:

选择 A:系统从直线切换到圆弧。

选择 C:用于绘制封闭多段线。

选择 L:系统切换到直线的绘制,其直线的方向规定是若上一段为直线,则沿原直线方向,若上一段为圆弧,则沿圆弧切线方向。

选择 U:用于撤销上一步的操作。

选择 W:用于改变多段线线宽。

七、多重平行线 (Mline)

选择绘图 (Draw) 工具条中的“多重平行线”工具,或在文本窗口输入命令 Mline,文本窗口出现提示:

当前设置:对正 = 上,比例 = 20.00,样式 = STANDARD

指定起点或 [对正(J)/比例(S)/样式(ST)]:

(1) 选择 J:可以选择光标在多线中的对正类型,对正类型有[上(T)/无(Z)/下(B)],“上”表示光标的位置在多线的上方,“无”表示光标的位置在多线的中间,“下”表示光标的位置在多线的下方。

(2) 选择 S:可以改变多线间的距离,默认状态比例为 20.00,当比例为 0 时,多线变为单线。

多重平行线式样文本存放 Acad200X/Support/Acad.mln 文件中。选择下拉菜单中的格式 (Format)→多线样式 (Mstyle),弹出多线样式对话框如图 2-13 所示,可以对多线样式进行修改,重新定义多重平行线。

单击多线样式对话框中的“元素特性”按钮,弹出元素特性设置对话框,可以重新设置多线中两条线的正负偏置的值、颜色、线型等属性。初始化中两条线的偏置值分别为 0.5 和 -0.5。

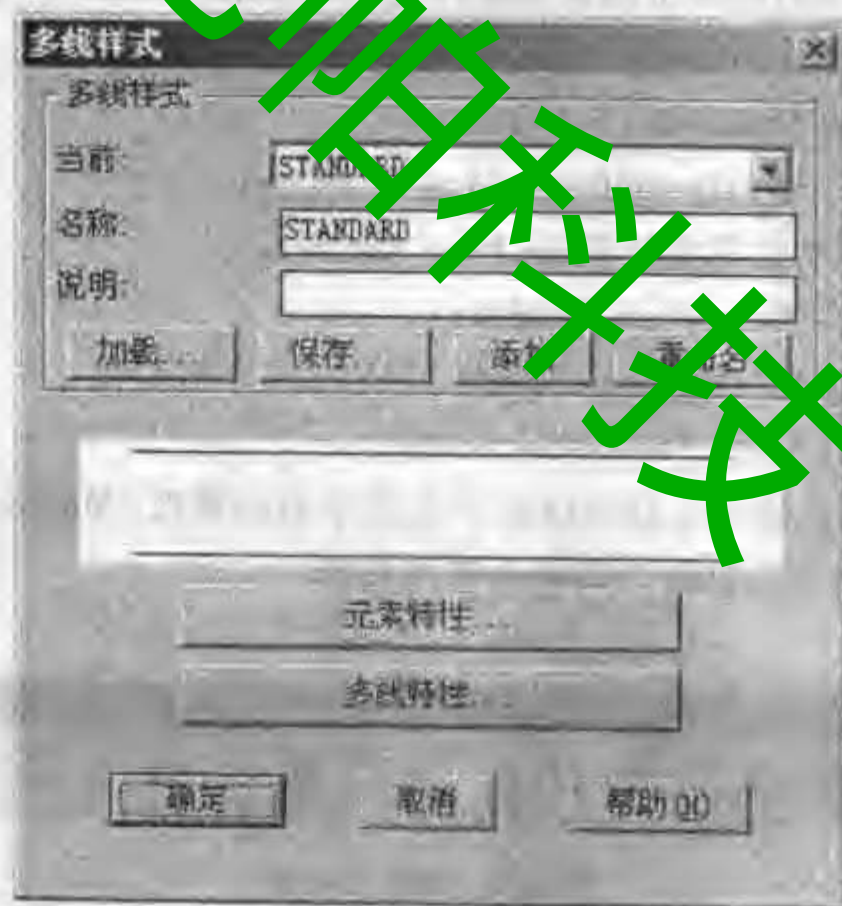


图 2-13 多线样式对话框

单击多线样式对话框中的“多线特性”按钮,弹出多线特性设置对话框,可以进行多线的两端是否封口和其内部是否填充的设置。

设置完毕后返回到多线样式对话框,在预览中显示设置效果。对该设置命名,选择保存,则将新的设置保存到 Acad2000/Support/Acad.mln 文件中。加载新设置的多线线型,新

设置的多线线型即为当前多线线型。

练习题

1. 将一直线等分为七等份。
2. 绘制长度为 150, 倾角为 35° 的直线。
3. 在 (40, 30), (75, 90) 两点间的绘制直线。
4. 重新设置多线的对齐方式及比例。
5. 重新设置多线的正负偏置、线型等属性。
6. 绘制底宽与边墙均为 3 米, 顶拱中心角为 135° 的城门洞形廊道。

第三节 修改图形

进行图形的编辑与修改时,首先要选择需要修改的图形对象。AutoCAD 系统中选择对象的方式有两种:

- 动/名方式选择对象:先选择动作,再选择要操作的对象。
- 名/动方式选择对象:先选择要操作的对象,再选择动作。

设置选择对象方式是选择下拉菜单中的工具 (Tools) → 选项 (Options), 弹出选项 (Options) 对话框, 在 (Selection) 标签下的选择集模式 (Selection Modes) 组合框中, 可以对选择方式进行设置, 其中各选项的含义为:

- (1) 名词/动词选择 (Noun/verb Selection)。
- (2) 多选时加 SHIFT 键 (Use shift to add to selection)。
- (3) 方框选择时, 拖动时需按住鼠标 (Press and drag)。
- (4) 是否允许框选实体 (Implied Windows)。
- (5) 是否进行对象编组 (Object grouping)。
- (6) 是否与剖面线相关联 (Associative hatch)。

AutoCAD 系统的修改编辑工具可以在下拉菜单中的修改 (Modify) 菜单上选择, 常用的工具也可以在图 2-14 所示的修改工具条上直接选择。



图 2-14 修改工具条

1. 删除 (Erase) 对象

输入命令 Erase 或选择修改 (Modify) 工具条中的“删除”工具, 文本窗口提示选择对象, 选择对象后回车确认, 即完成删除操作。快捷方法还可选中对象后, 单击 Delete 键。

2. 移动 (Move) 对象

输入命令 Move 或选择修改 (Modify) 工具条中的“移动”工具, 文本窗口提示选择对象, 选择对象后回车确认, 再在屏幕上指定基点, 拖动鼠标到目标位置, 即可完成移动对象的操作。

3. 旋转(Rotate)对象

输入命令 Rotate 或选择修改(Modify)工具条中的“旋转”工具,文本窗口提示选择对象,选择对象后回车确认,在屏幕上指定基点,在文本窗口中输入旋转角度,回车确认即可完成旋转对象的操作。

4. 缩放(Scale)对象

输入命令 Scale 或选择修改(Modify)工具条中的“缩放”工具,文本窗口提示选择的对象,选择对象后回车确认,在屏幕上指定基点,在文本窗口输入缩放比例,回车确认,即完成图形的缩放操作。“缩放”工具可用于局部放大图的绘制。

5. 复制(Copy)对象

输入命令 Copy 或选择修改(Modify)工具条中的“复制”工具,文本窗口提示选择对象,选择对象后回车确认,再选择单个复制或多个复制(Multiple)方式,在屏幕上指定基点,拖动鼠标到目标位置,即可完成复制对象的操作。

6. 偏移(Offset)对象

输入命令 Offset 或选择修改(Modify)工具条中的“偏移”工具,在文本窗口提示下设定偏移距离,选择对象,回车确认,在指定偏移的方向,拾取一点即可。

7. 镜像(Mirror)对象

输入命令 Mirror 或选择修改(Modify)工具条中的“镜像”工具,文本窗口提示选择对象,选择对象后回车确认,再选择镜像轴线两端点,文本窗口提示:是否删除原始对象(Delete source object[y/n]),选择 y 或 n,回车确认,即完成镜像操作。

8. 实体阵列(Array)

输入命令 Array 或选择修改(Modify)工具条中的“阵列”工具,文本窗口提示选择对象,选择对象后回车确认。文本窗口提示如下:

选择阵列方式(Enter the type of array[R/P]):

(1)选择“矩形(R)”阵列方式,按文本窗口提示进行如下操作:

选择水平行数(Enter number of rows(---)):

选择垂直列数(Enter number of columns(---)):

选择行间距(方向向上)(Enter the distance between rows):

选择列间距(方向向右)(Enter the distance between columns)。

(2)选择“圆形(P)”阵列方式,按文本窗口提示进行如下操作:

指定环形阵列的中心(Specify center point of array):

指定环形阵列的相数(Enter the number of items in the array):

从原始对象起,指定阵列的角度(按顺时针方向)(Specify the angle to fill <360>):

复制时,是否旋转对象(Rotate arrayed objects(y/n)):

按文本窗口提示完成上述两种方式的操作后,最后需回车确认结束命令。

9. 拉长(Lengthen)对象

输入命令 Lengthen 或选择修改(Modify)工具条中的“拉长”工具,文本窗口提示:选择对象或[增量(DE)/百分数(P)/全部(T)/动态(DY)]。用户可选择不同的方式拉长所选择的对象。

10. 打断 (Break) 对象

输入命令 Break 或选择修改 (Modify) 工具条中的“打断”工具,将对象在两点之间打断。

11. 延伸 (Extend) 对象

输入命令 Extend 或选择修改 (Modify) 工具条中的“延伸”工具,先选择需要延伸到的边界对象,回车确认,再选择需要延伸的对象即可完成操作。

12. 修剪 (Trim) 对象

输入命令 Trim 或选择修改 (Modify) 工具条中的“修剪”工具,可以处理多余线头的删除。

先选择修剪边界对象,回车确认,再选择需要修剪的对象即可完成操作。值得注意的是选择需要修剪对象时是有方向性的。

13. 倒角 (Chamfer)

输入命令 Chamfer 或选择修改 (Modify) 工具条中的“倒角”工具,将角点用直线拉平。在文本窗口出现提示如下:

当前倒角距离 1 = 10.0000, 距离 2 = 10.0000

选择第一条直线或多段线 (P)/距离 (D)/角度 (A)/修剪 (T)/方法 (M)]:

用户可以进行“倒角”的有关设置,其中各选项的含义为:

(1) 选择第一条直线 (Specify first line): 选择需要倒角的第一条线,再在文本窗口的提示下,选择需要倒角的第二条线,即可完成倒角任务。

(2) 多段线 (Polyline): 选择 P,如果是采用多段线绘制的矩形,则 4 个角同时被倒角。

(3) 距离 (Distance): 选择 D,可以重新设置倒角在两个方向上的距离。

(4) 修剪 (Trim): 选择 T,用于确定是否对倒角边进行修剪。

(5) 方式 (Method): 让用户选择是以距离 (Distance),还是以角度 (Angle) 确定倒角的尺寸。

14. 倒圆 (Fillet)

输入命令 Fillet 或选择修改 (Modify) 工具条中的“倒圆”工具,将角点用圆弧抹平。在文本窗口出现提示:

当前模式: 模式 = 修剪, 半径 = 10.0000

选择第一个对象或 [多段线 (P)/半径 (R)/修剪 (T)]:

用户可以进行“倒圆”的有关设置,其中各选项的含义为:

(1) 选择第一条直线 (Specify first line): 选择需要倒圆的第一条线,再在文本窗口的提示下,选择需要倒圆的第二条线,即可完成倒圆任务。

(2) 多段线 (Polyline): 选择 P,如果是采用多段线绘制的矩形,则 4 个角都被倒圆。

(3) 半径 (R): 选择 R,可以重新设置倒圆的半径。

(4) 修剪 (Trim): 选择 T,用于确定是否对倒圆边进行修剪。

15. 多重平行线

选择下拉菜单中的修改 (Modify) 菜单→多线 (Mline),弹出多线编辑工具对话框如图 2-15 所示,该对话框包含 12 个图标,每一个图标可以完成一种编辑操作。多线编辑工具有:

(1) 十字闭合、十字打开、十字合并。

(2) T 形闭合、T 形打开、T 形合并。

(3) 角点连接、添加顶点、删除顶点。

(4) 单个剪切、全部剪切、全部闭合。

选择希望修改的图标后,在命令窗口的提示下,可以对所绘制的多线进行修改。

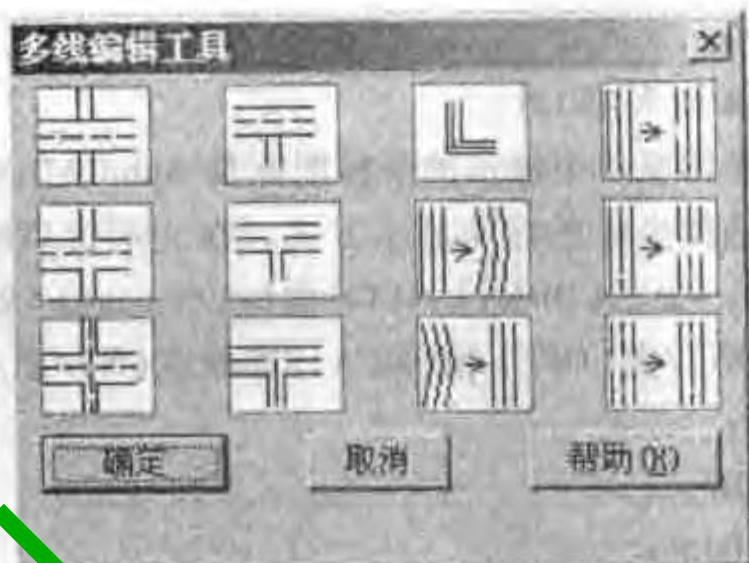


图 2-15 多线编辑工具对话框

练习题

(1) 用阵列方式绘制法轮图如图题-1 所示。



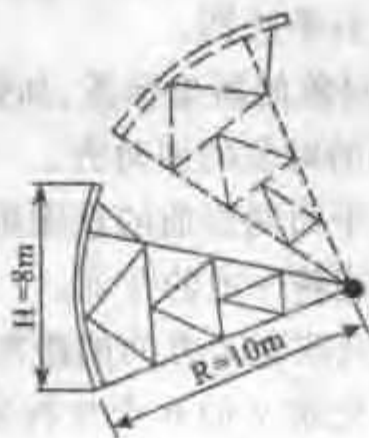
图题-1

(2) 重新设置倒角的距离。

(3) 重新设置倒圆的半径。

(4) 将一直线在两点之间打断。

(5) 绘制孔口高度为 $H=8\text{m}$ 的弧型闸门示意图如图题-5 所示。



图题-5

第四节 精确绘图

一、坐标系

1. 默认坐标系(世界坐标系)WCS

在没有进行设置时,图形窗口中显示的坐标图标是 AutoCAD 系统默认的世界坐标系的图标,AutoCAD 系统可以选择坐标图标的显示方式。在文本窗口输入命令 Ucsicon,或在下拉菜单中选择视图(View)→显示(Dislay)→UCS 图标(Ucsicon),文本窗口出现提示如下:

输入选项 [开(ON)/关(OFF)/全部(A)/非原点(N)/原点(OR)] <开>:

以上各选项的含义为:

开(ON):显示图标(ON)。

关(OFF):关闭图标(OFF)。

全部(A):总在视窗的左下角显示图标(No Origin)。

原点(OR):在原点显示图标。

非原点(N):在原点显示图标,若不能在原点完整显示图标,则显示在视窗的左下角。

2. 用户坐标系 UCS(User Coordinate System)

使用用户坐标系,可以简化定位,提高工作效率。

在文本窗口输入命令 UCS,文本窗口出现提示如下:

[新建(New)/移动(Move)/正交(OrthoGraphic)/上一个(Prev)/恢复(Restore)/保存(Save)/删除(Del)/应用(Apply)/世界(World)] <World> ,

其中各选项的含义为:

(1)新建(New):建立一个新的坐标系。选择了该选项,文本窗口出现以下信息:

指定新坐标原点(Specify origin of new UCS) or [Z轴(Zaxis)/三点(3point)/对象(Object)/面(Face)/视图(View)/X/Y/Z] <0,0,0> ,

以上各选项的含义为:

1)指定新坐标原点(Origin):通过移动当前的 UCS 坐标的原点来定义一个新的 UCS,坐标轴保持不变。用户可以用键盘输入新的坐标原点的坐标值,或用鼠标在屏幕上拾取一点。

2)Z轴(Z Axis):将当前坐标系沿 Z 轴移动一段距离。

3)三点(3 point):指定新的坐标原点,在 X 轴正方向上选一点,位于 XY 平面上 Y 轴正方向上选一点,面 Z 轴上的点则遵从右手法则。

4)对象(Object):定义基于选择对象的新坐标系,如弧、圆、直线等。

5)面(Face):将坐标系同所选择的对象的面对齐。

6)视图(View):新坐标系的 XY 平面同当前的视图垂直。

7)X/Y/Z:将坐标系绕指定的轴旋转一定的角度。

(2)移动(Move):通过移动原点或改变 Z 方向的距离来重新定义坐标系。

(3)正交(OrthoGraphic):使用预先定义的 6 个坐标系视图中的一个,即俯视(Top)、仰视(Bottom)、主视(Front)、后视(Back)、左视(Left)、右视(Right)。

(4)上一个(Prev):恢复前面设置的 UCS。AutoCAD 可以保存图纸空间和模型空间的

最近 10 个坐标系视图。

- (5) 恢复 (Restore): 恢复一个保存过的 UCS 使它成为当前的 UCS。
- (6) 保存 (Save): 保存当前的 UCS, 定义一个标识符。
- (7) 删除 (Del): 删除指定的标识符。
- (8) 应用 (Apply): 将当前的 UCS 设置应用到指定的视窗或者是全部的视窗。
- (9) 世界 (World): 默认选项, 即世界坐标系 WCS。

二、栅格 (Grid)

栅格即为显示一些标定位置的小点, 以便于用户在绘图过程中的定位。

(1) 打开栅格: 用左键单击状态行的栅格 (Grid), 绘图窗口中的绘图界限内会出现标定位置的小点。

(2) 设置栅格: 用右键单击状态行的栅格 (Grid), 弹出草图设置 (Drafting Seleceng) 对话框如图 2-16 所示, 选择栅格设置标签, 可以进行栅格间距的设置。

三、栅格捕捉 (Snap and Grid)

栅格捕捉用于设置光标移动的间距。当栅格捕捉选项开启时, 用户在屏幕上只能捕捉到栅格的交点。

四、正交模式 (OrthoGraphic)

正交模式开启时, 用户只能在屏幕上绘制水平线和垂直线。

五、对象捕捉 (Object Snap) 与对象捕捉追踪 (Object Tracking)

对象捕捉即捕捉对象上的一些关键点, 便于用户在绘图时精确定位。

右键单击状态行的对象捕捉 (Osnap), 弹出草图设置 (Drafting Setting) 对话框如图 2-16

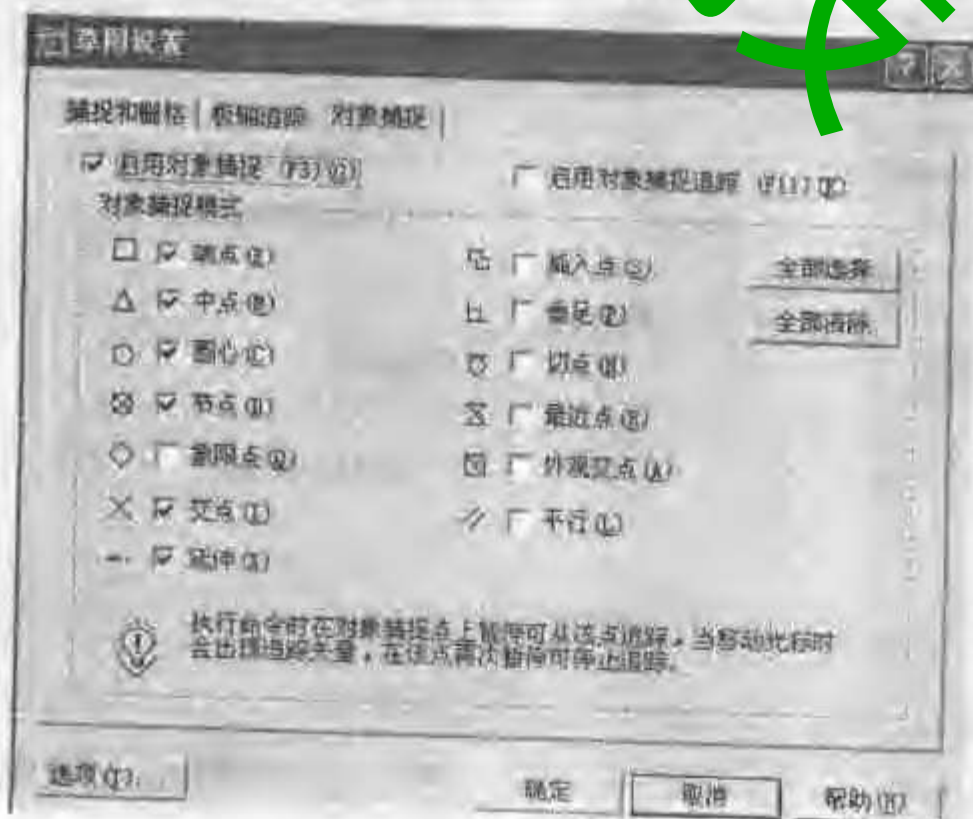


图 2-16 草图设置对话框

所示。其上有捕捉和栅格(Snap and Grid)、对象捕捉(Object Snap)、极轴追踪(Polar Tracking)3个标签。

1. 对象捕捉标签(Object Snap)

AutoCAD 系统设置的捕捉对象上关键点模式有:

- 端点(E) Endpoint。
- 外观点(A) Appearance point。
- 结点(用点命令绘出的点)(D) Node。
- 中点(M) Midpoint。
- 延伸点(圆弧或直线的延长线)(X) Extension。
- 交点(I) Intersection。
- 插入点(文字或块的插入点)(S) Insertion。
- 垂足(P) Perpendicular。
- 平行线(L) Parallel。
- 切点(N) Tangent。
- 最近点(N) Nearest。
- 圆心点(C) Center。
- 象限点(Q) Quadrant。

2. 极轴追踪标签(Polar Tracking)

AutoCAD 系统能根据用户设置的极轴追踪角度,帮助用户定位所绘直线的方向。

用右键单击状态行的对象捕捉追踪(Track),在草图设置(Drafting Setting)对话框中,选择极轴追踪标签(Polar Tracking),如图 2-17 所示。

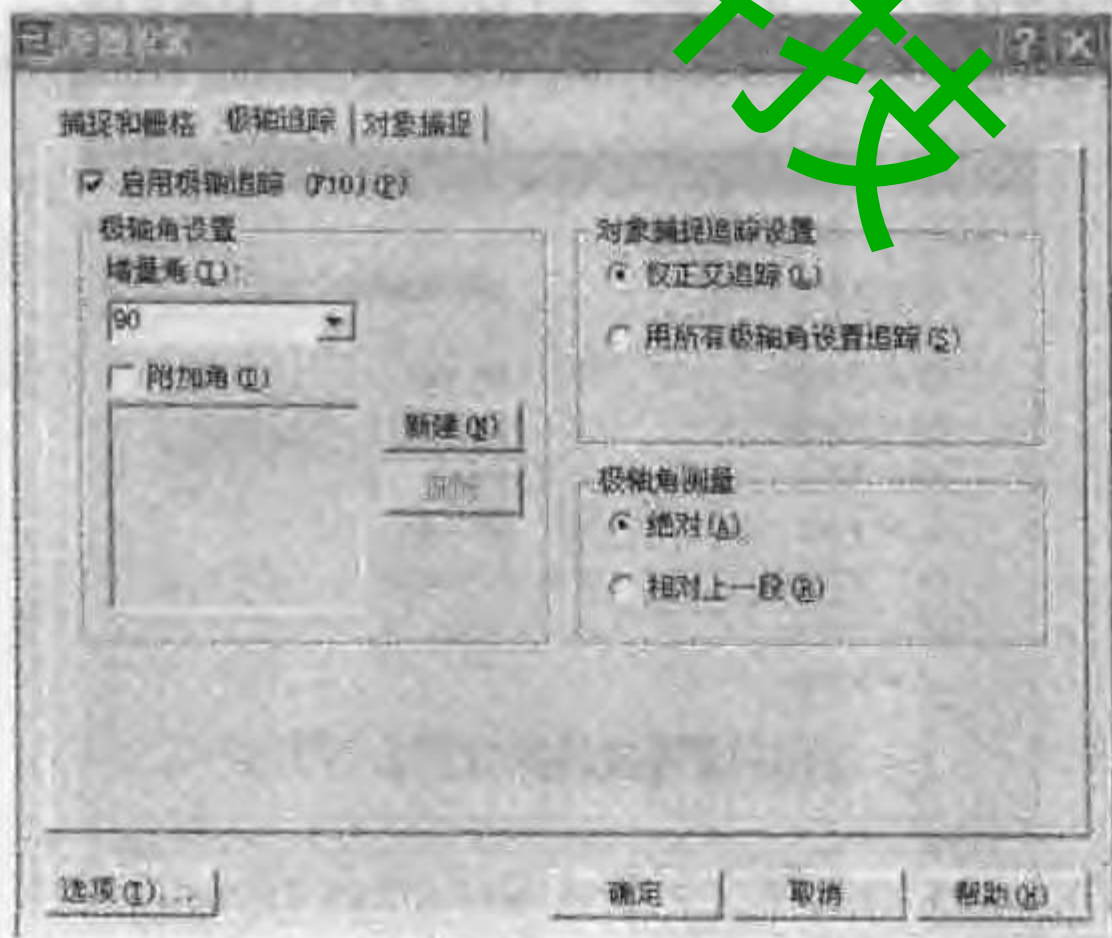


图 2-17 草图设置对话框

在启用极轴追踪(Polar tracking on)后,可以进行极轴角追踪增量角(Increment angle)的设置,还可以进行极轴追踪设置的选择:如仅沿正交极轴追踪(Track orthogonally only)或沿所有极轴追踪(Track using all polar angle setting)。

AutoCAD 系统还能进行自动追踪,即运用一些特征点,定位另一些关键点。运用自动追踪时需将鼠标置于捕捉点后,在此点上保留片刻,即出现通过此点的辅助定位线,以帮助用户定位其他的关键点。

练习题

- 1. 用自动追踪的方法绘制两矩形的形心的连线。
- 2. 每间隔 30°, 绘制一长 10 米的直线。
- 3. 设置用户坐标系。

第五节 层的创建和使用

AutoCAD 中任何图形对象都是绘制在图层上的,图层是组织管理图形的有效工具。图层实质上是透明的电子纸,在绘图过程中可根据需要增加图层或删除图层。有了图层的帮助,同一张平面图可以满足不同专业的需要,满足多工种的要求,有效地利用了资源。同时打印输出的时候可以控制不同图层的线宽。

一、层(Layers)的创建

单击对象特性工具条上的图层设置按钮或在下拉菜单中选择格式(Format)→层(Layers),弹出图层属性管理器(Layer Properties Manager)对话框如图 2-18 所示,可以创建、显示图层的属性,修改图层的状态和特性。

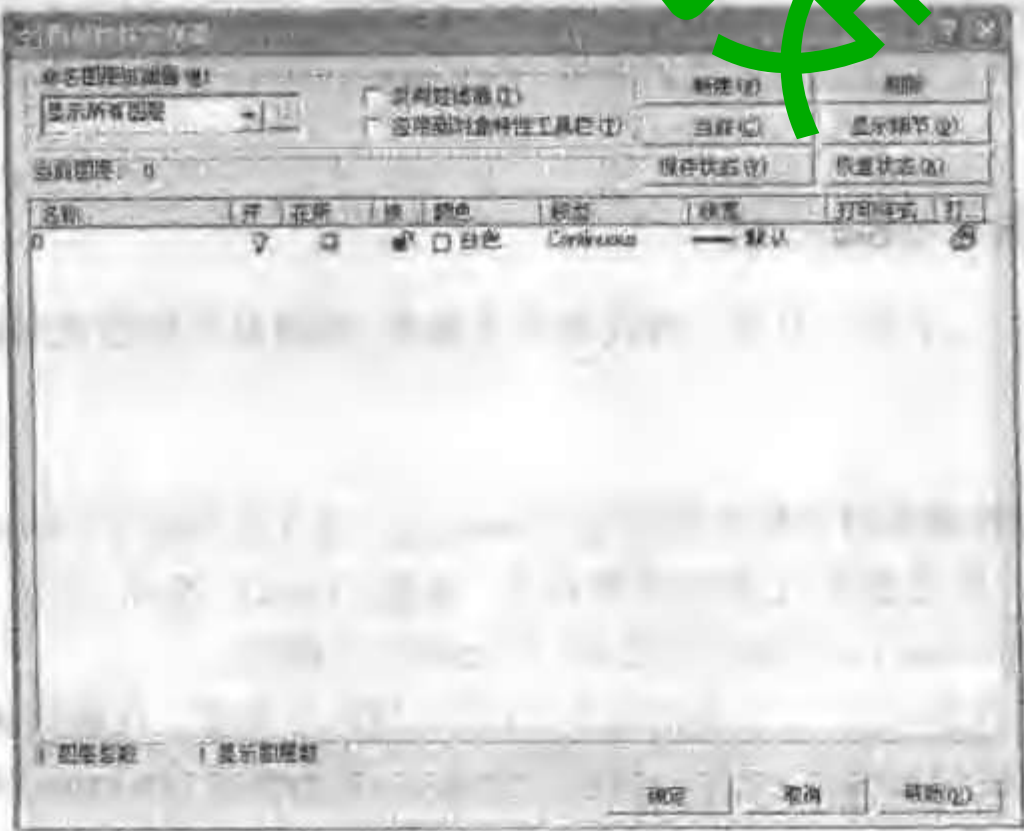


图 2-18 图层属性管理器对话框

图层属性管理器对话框右上角各选择项的意义如下:

- (1) 新建(New):用于创建新层。
- (2) 当前(Current):用于显示和设置当前图层。
- (3) 删除>Delete):用于删除所选定图层。
- (4) 显示细节>Show details):用于显示选定图层的详细资料。

图层属性管理器对话框中,显示着各层的可见性,即层的颜色、线形、线宽、打印等信息。图层的状态反映在以下几个选项中:

(1) 开(On)/关(Off):用于显示或关闭选择的图层。图层被关闭时,不能显示,也不能打印。

(2) 冻结(Freeze)/解冻(Thaw):图层被冻结时,不能显示、不能打印和刷新。一般情况下图层为解冻状态。

(3) 锁定(Lock)/解锁(Unlock):图层被锁定时,对象可见、可选取、可捕捉,但不能编辑和修改。一般情况下图层为解锁状态。

单击图层属性管理器对话框中选定图层的名称,可以修改图层名(Name),图层的命名应该有助于用户区别图层的用途。单击中选定图层的状态和可见性选项时,可分别打开相应的对话框,以对选定图层的状态和可见性进行修改。

二、图层的使用

图层有以下用途:

(1) 对象特性工具条上有图层下拉列表,在图层下拉列表中可以选择一个图层,则该图层就设置为当前图层,此后绘制的图形对象就位于该图层之上。

(2) 需要将对象从一个图层移动到另一个图层时,只需先选择对象,再在图层的下拉列表中,选择所需移动到的图层,即完成该项操作。

(3) 选择某图层上的对象后,该对象所在图层成为当前图层。

每个图层可以分别采用不同的颜色,在绘图过程中,通过分配给不同的图层不同的颜色,用户在打印图纸时容易控制各层的线宽,每个图层还可以分别采用不同的线型和线宽,后面再分别述说。

三、加载线型和修改线型比例

在默认的状态下,各图层只有一种线型即连续线,为满足工程图纸绘制的要求,需要加载各种线型。

1. 加载线型

单击图层属性管理器对话框中的线型(Linetype),打开选择线型(Select Linetype)对话框如图 2-19 所示。单击选择线型对话框中的“加载(Load)”按钮,弹出加载或重载线型(Load or Reload Linetypes)对话框如图 2-20,可加载新的线型。

在对象特性工具条中,也可以进行线型、线宽及颜色的设置。在默认状态下对象特性工具条中反映的当前图层的线型、线宽及颜色等设置,一般为随层(ByLayer)状态,即图形对象的线型、线宽及颜色等始终与所在图层的线型、线宽及颜色等一致。为了避免混乱,一般不提倡改变当前图层层中线型、线宽及颜色的随层(ByLayer)状态。



图 2-19 选择线型对话框

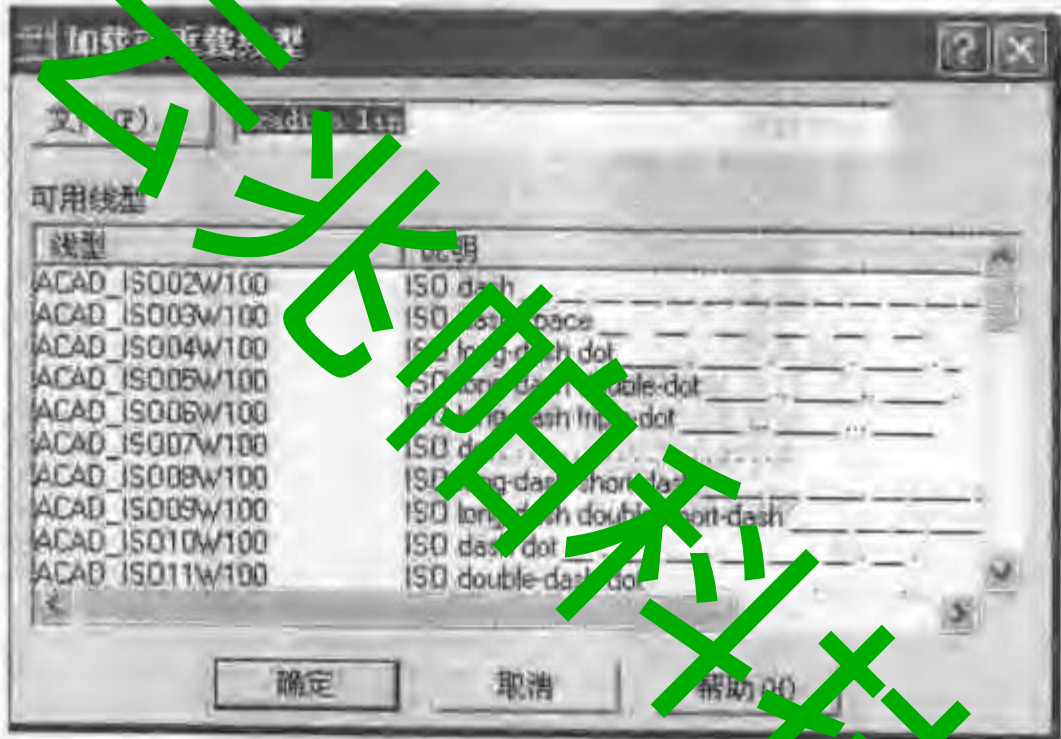


图 2-20 加载或重载线型对话框

2. 修改线型比例

不连续线型,如虚线、点划线在屏幕上的显示常常会出现不尽如人意的情况,这样就需要调整不连续线的线型比例。调整不连续线的线型比例可以采用如下方法:

(1)改变线型比例系数 Ltsscale 的值。线型比例系数 Ltsscale 控制每单位距离线型的重复的次数,主要影响图形中的不连续线。

线型比例系数越大,每单位重复的次数越少,或长划线越长,不连续线显得越稀疏;线型比例系数越小,每单位重复的次数越多,或长划线越短,不连续线显得越密集。

在文本窗口输入 Ltsscale,文本窗口出现提示:

输入新线型比例因子 <1.0000>:

用户只需要输入一个新值,回车确认,即可改变图形中的不连续线的显示效果。改变线型比例系数 Ltsscale,可以改变以后所绘制的所有不连续线对象的显示效果。

(2)通过对象特性(Properties)对话框,改变不连续线的显示效果。先选择需要改变线

型比例的对象,再选择下拉菜单中修改(Modify)→特性(Properties),弹出对象特性(Properties)对话框如图 2-21 所示,可修改线型显示比例。在对象特性对话框中修改线型比例系数,只能修改选择的对象的线型比例。

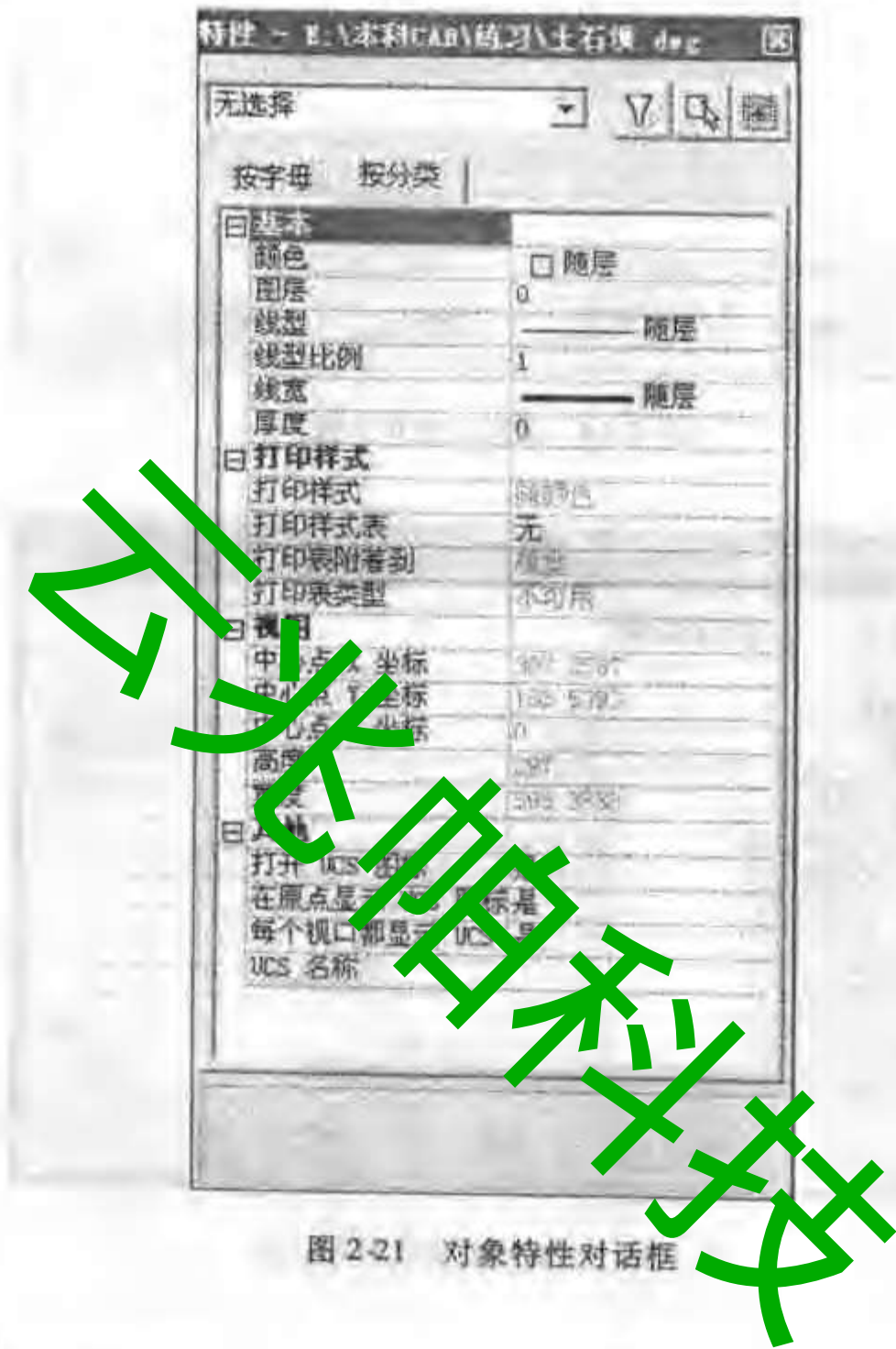


图 2-21 对象特性对话框

3. 定制线型

如果 AutoCAD 系统内部的线型种类不能满足用户的要求,用户很容易定制自己的线型文件。在定制自己的线型文件之前,我们首先需要了解 AutoCAD 系统内部的线型文件的编写格式。

AutoCAD 系统内部的线型文件名为 acad.lin,其路径为 Autocad 200X\support\acad.lin。其中关于中心线(Center)的编写格式如下:

* CENTER, Center

A, 1.25, -.25, .25, -.25

* CENTER2, Center (5x)

A, .75, -.125, .125, -.125

* CENTERX2, Center (2x)

A, 2.5, -.5, .5, -.5

AutoCAD 200X 内部的线型文件是 ASCII 码文件,这些 ASCII 码规定了中心线线型的样式,共有 3 种不同的线型,但都大同小异,只是比例有所变化。仔细观察这些代码,可以发现每种线型的定义由两行代码组成。

第一行“* CENTER,Center”,为定义行,以符号*开头,后面紧接着为线型的名称和线型描述词两项。

第二行称为线型码,以字母 A 开头,后面为数字,彼此用逗号间隔,线型码的含义为:

1) A 为排列码,表示两端对齐方式,保证线的两端均以长划线开始或结束。

2) A 后面依次排列着长线的长度,空白的长度,短线的长度,空白的长度,其中:

① 正数表示线段的长度,如 2.5 表示长度为 2.5 个单位长的线段。当线段长度为小数时,将省略小数点前的 0,如 0.5 则表示为.5。

② 0 表示一个点。

③ 负数表示空白的长度,其绝对值表示空白的长度单位,如 -0.5 表示长度为 0.5 个单位的空白。

由此可见,我们只要修改其线型码就能方便地改变其线型的形式。

(1) 修改 AutoCAD 200X 内部的线型文件

用文本编辑器打开 AutoCAD 200X 内部的线型文件 acad.lin,可以直接对其进行修改。

(2) 自定义线型文件

修改 AutoCAD 200X 内部的线型文件方法虽较简单,但修改线型库后使原线型丢失,可能会影响其他场合的使用,因此我们应采用自定义新的线型的方法。按 AutoCAD 系统线型文件的格式要求,在文本编辑工具(如记事本、写字板等)中编写新的线型文件,然后将其保存为.lin 文件。打开加载线型(load or reload linetypes)对话框,选择“文件”按钮,装入新的线型文件,就可以使用了。也可将新定义的线型文件直接写入 acad.lin 文件中。

符合我国国情的中心线应为长划 18,空 3,点,空 3,……,依次循环。长划与空白之比为 6。写成的线型码文件为:

```
* CENTER,Center
```

```
A,18,-3,0,-3
```

下面给出我国常用的虚线(XU)、双点划线(SDH)的线型文件,可供参考。

```
* XU,xu- - - - -
```

```
A,4,-3
```

```
* SDH,sdh _ _ _ _ . . _ _ _ . . _ _ _ . . _ _ _
```

```
A,18,-3,0,-3,0,-3
```

根据以上原则,用户也能方便地定制其他各种不连续线型文件。

四、设置线宽

单击图层属性管理器对话框中选定层的线宽(Lineweight),弹出线宽(Lineweight)对话框如图 2-22 所示,可以进行相应层线宽的修改。在没有进行设置前,系统均采用默认线宽(Default)。

为显示修改后的线宽,可用右键单击图形窗口下状态行中的线宽(Lwt),打开线宽设置(Select Lineweight)对话框如图 2-23 所示,改变线宽的显示效果。

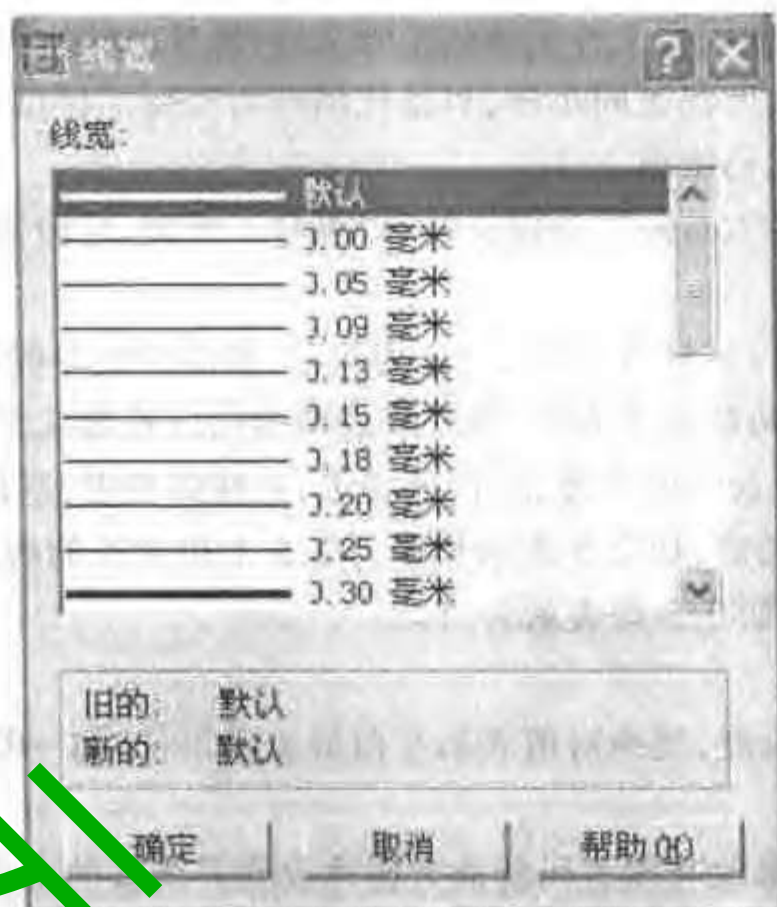


图 2-22 线宽对话框

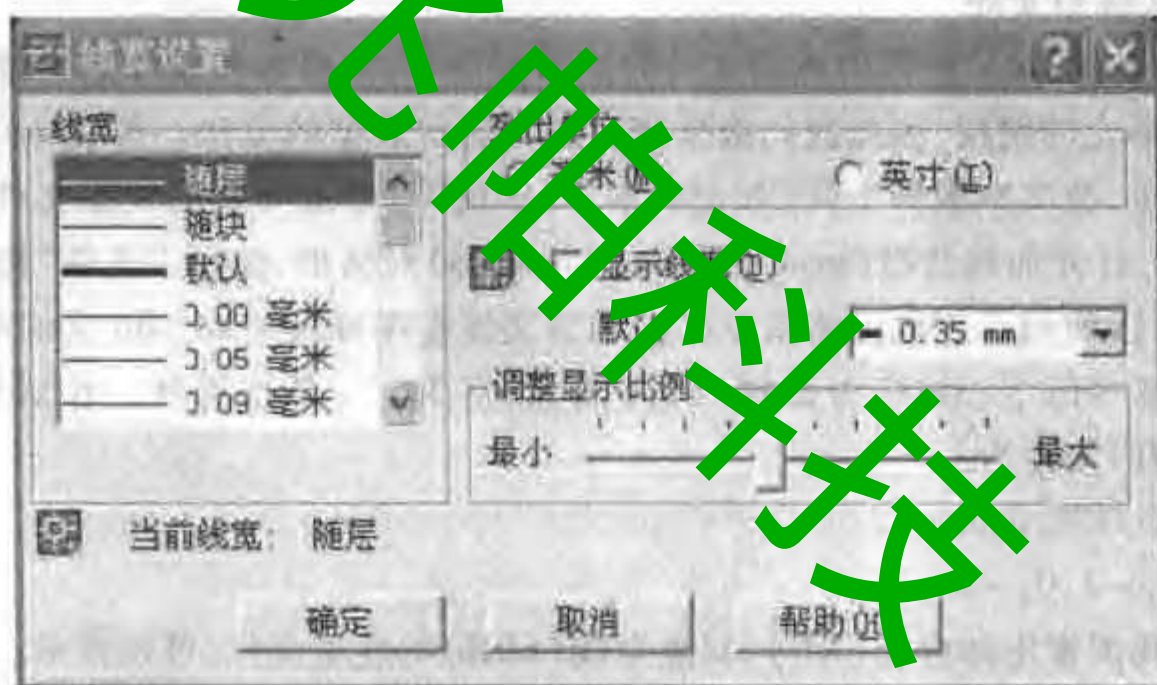


图 2-23 线宽设置对话框

练习题

1. 创建图层,并设置实线、虚线和点划线图层。
2. 采用一种修改线型比例的方法修改线型比例。
3. 采用另一种修改线型比例的方法修改线型比例。
4. 如何修改和显示线宽。
5. 编写一种线型文件,并加载应用。

第六节 文字编辑、标注

设计图纸上不可避免地要加上文字注释等内容,AutoCAD 提供了在 .dwg 文件中加入文本的功能。

一、文本类型创建、设置

在下拉菜单中选择格式(Format)→文字类型(Text Style),弹出文字式样(Text Style)对话框如图 2-24 所示。其中各选项的含义为:

(1)样式名(Style):在没有进行文字类型设置前,样式名下拉列表框中仅有标准(Standard)样式,这是系统默认的文字式样,该样式是不可重命名和删除的。

(2)新建(New):用于创建新文字式样。单击“新建”(New)按钮,打开创建新文本样式对话框,在该对话框中为新文字式样命名后,就可以重新定义新文字式样字体名、字体的高度和宽度及文字的显示效果。完成重新定义工作后,单击“应用”按钮,关闭文字式样对话框,这样新文字式样创建完毕,并确定为当前文字式样。

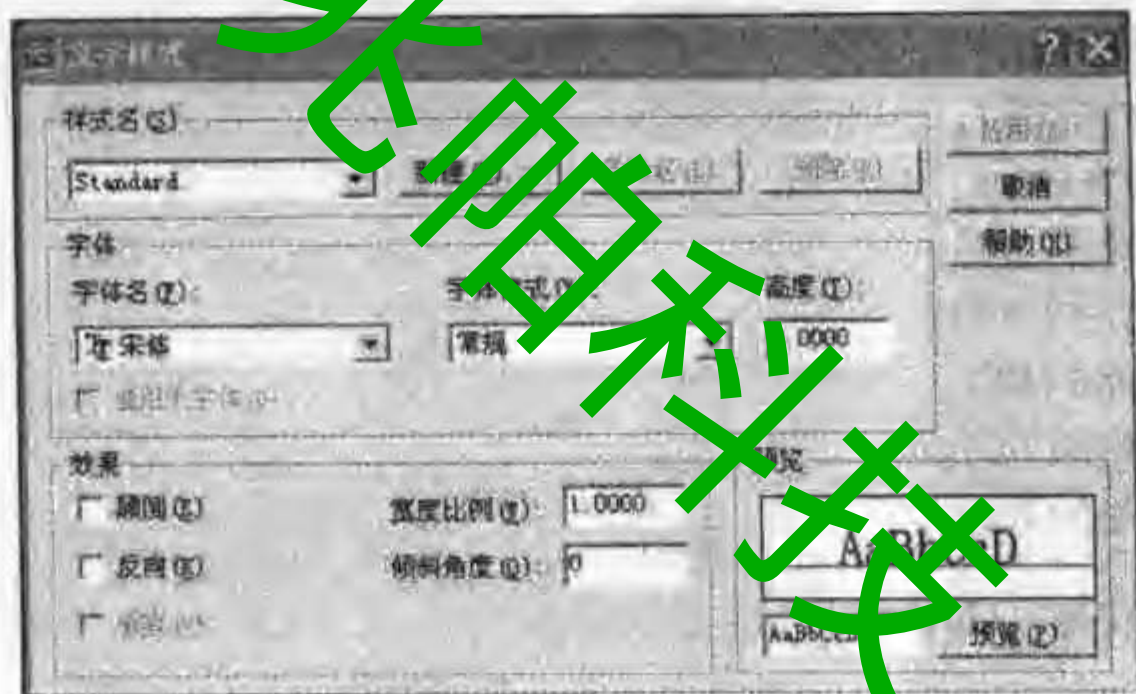


图 2-24 文本类型对话框

(3)文字效果有:

(1)上下颠倒(Upside down)。

(2)左右颠倒(Backwards)。

(3)垂直书写(Vertical)。

(4)压缩比例(Width factor)。

(5)文本的倾斜角度(Oblique Angle)。

文字效果的样式可以在预览区中查看到。

二、单行文字输入(Text 和 Dtext)

在文本窗口输入命令 Text,或在下拉菜单中选择:绘图(Draw)→文字(Text)→单行文

字(Dtext), 文本窗口出现提示如下:

当前文字样式: Standard 当前文字高度: 2.5000

输入文字放置的起点或文字的对齐方式(Specify start point of text or[justify/style]):

在屏幕上指定了输入文字放置的起点后, 文本窗口出现提示如下:

指定高度(Height) <2.5000>:

指定文字的旋转角度(Angle) <0>:

用户可以重新设置文字的高度和放置的角度, 完成上述设置后, 直接在文本窗口输入文字, 回车确认。文本窗口输入文字即显示到屏幕上, 回车退出单行文字命令。

若在文本窗口提示下输入 J, 用户可以选择文字的对齐方式(Justify)。

文本窗口提示的文字对齐方式选项有:

(1) 对齐文字基线的起点和终点(Align)。

(2) 对齐文字基线的起点和终点以及字高(Fit)。

(3) 对齐文字基线的中点(Center)。

(4) 对齐文字中线的中点(Middle)。

(5) 右对齐基线(Right)。

(6) 左上对齐(TL)。

(7) 中上对齐(TC)。

(8) 右上对齐(TR)。

(9) 左中对齐(ML)。

(10) 中中对齐(MC)。

(11) 右中对齐(MR)。

(12) 左下对齐(BL)。

(13) 中下对齐(BC)。

(14) 右下对齐(BR)。

三、多行文字输入(Mtext)

在文本窗口输入命令 Mtext, 或在下拉菜单中选择绘图(Draw)→文字(Text)→多行文字(Multiline Text), 也可选择绘图(Draw)工具条中的多行文字(Multiline Text)按钮, 再在屏幕上, 确定两个角点, 弹出多行文字(Multiline Text)编辑器如图 2-25 所示。多行文字编辑器上有 4 个标签:

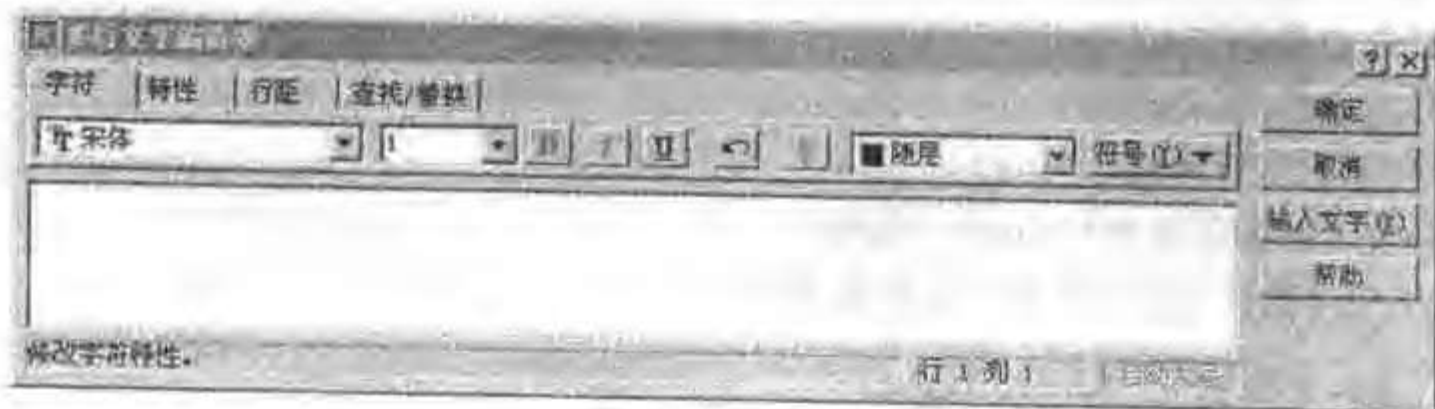


图 2-25 文本编辑框

(1) 文字(Character) 标签

用于设置字体形式、大小及颜色,输入分式格式,插入特殊字符等。

(2) 特性(Properties) 标签

用于设置文字样式,文字对齐方式,折返宽度,文字放置角度等。

(3) 行间距(Line Spacing) 标签

用于设置字符的行间距。

(4) 查找/替代(Find/Replace) 标签

用于在文本框中查找和替换输入的文字。

用户可以在多行文字编辑器中输入文本后,单击“确定(OK)”按钮,输入的文本就显示在屏幕上了。

多行文字文本编辑器右边的“输入文字(Import Text)”按钮,用于从外部文件中引入文本。从外部文件中引入文本的最大容量限制为 16KB。如果在图形文件中需要加上标准文字注释,可以先在 Windows 环境下创建标准文字注释的文本文件(txt 文件或 rtf 文件),每次需要输入这些标准文字注释时,可以通过输入文字(Import Text)按钮输入该文本文件或在 Windows 的资源管理器中向当前图形窗口中拖放该文本文件。

1. 通过“输入文字(Import Text)”按钮输入 Windows 环境下文本文件

(1) 在 Windows 环境下,用文本编辑器创建文本文件保存到指定的文件夹中。

(2) 在 AutoCAD 环境下,选择绘图(Draw)工具条中的多行文字(Multiline Text)按钮,在屏幕上,确定两个角点,弹出多行文字文本编辑器。

(3) 选择输入文字(Import Text)按钮,弹出“打开文件”对话框,在“打开文件”对话框中,选择创建好的文本文件(txt 文件或 rtf 文件),单击“打开”按钮,系统将文本文件中的文字插入图形窗口中,并转化为多行文字对象。

2. 从 Windows 的资源管理器中拖放该文本文件

(1) 在 AutoCAD 图形界面上打开 Windows 的资源管理器,使窗口不要最大化。

(2) 在资源管理器中查找创建好的文本文件所在的目录。

(3) 选择创建好的文本文件图标,并将其拖动到 AutoCAD 图形界面上,系统将文件中的文字插入图形窗口中,并转化为多行文字对象。

四、分式格式和特殊字符的输入

1. 分式格式的输入方法

如果要在图形文件中输入分式格式,可首先在多行文字编辑器中输入如 78/100 的字样,然后用光标拖动方式选择 78/100,这时文字(Character) 标签中的 $\frac{a}{b}$ 按钮就被激活了,再单击 $\frac{a}{b}$ 按钮,文字编辑框中的 78/100 变为 $\frac{78}{100}$,单击“确定(OK)”按钮即可。

2. 特殊字符

特殊字符有如下几种输入方法:

(1) 利用多行文本编辑框上的“字符”(Symbol) 标签,可以用键盘上现有的符号来输入特殊字符,其符号说明如下:

%%O:给文字加上画线。

%%U:给文字加下画线。

%%D:度数。

%%P:正、负号。

%%C:直径符号。

(2)其他字符的输入,可在文本编辑框上选择“字符(Symbol)”下拉表中的“其他(Other)”,弹出字符映射表对话框如图 2-26 所示,点击要插入的字符,单击“选定”和“复制”按钮,退出文本编辑器后,在标准工具条中选择“粘贴”按钮即可。



图 2-26 字符映射表对话框

(3)在多行文本编辑框中,还可以应用 Windows 环境下的输入法输入特殊字符。

3. 数学公式

复杂的数学公式可在 AutoCAD 环境下,采取分步输入方式完成。也可以采用 OLE 链接方式,即在 AutoCAD 环境下粘贴 Word 环境中的数学公式对象,该对象在 AutoCAD 的图形窗口中也可以移动、缩放。

五、文字的修改

对于加入到图形中的文字需要进行修改时,首先选择需要修改的文字,单击鼠标右键,弹出上下文菜单如图 2-27 所示。

选择上下文菜单中的“编辑多行文字(MText Edit)”或“编辑单行文字(Text Edit)”命令,弹出相应的文本编辑器,显示出需要修改的文字,就可以在文本编辑器中对需要修改的文字进行修改。

对采用多行文字编辑器输入文字进行修改时,可以修改其文字的内容、大小、字体的格

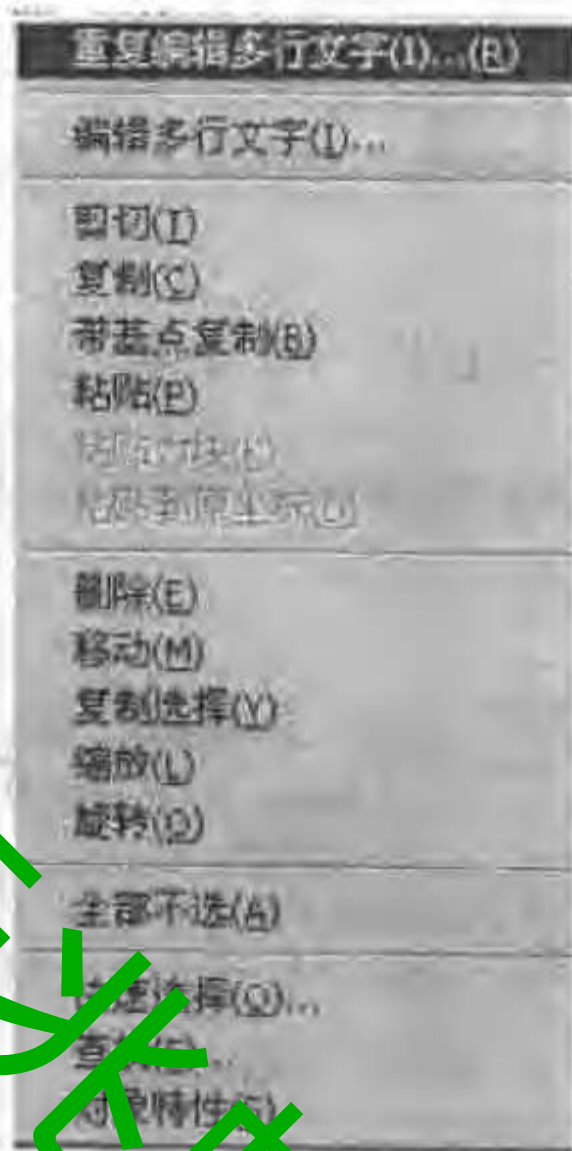


图 2-27 文字修改上下文菜单

式及放置的角度等属性。对采用单行文字编辑器输入的文字进行修改时,只能修改其文字的内容。

对于加入到图形中的文字对象可以进行移动、旋转、复制和镜像等编辑操作。镜像文字时,会遇到这样的问题,即文字被镜像后变成了反向文字。如果用户不想使文字反向,可以修改系统变量 MIRRTEXT 使其为 0,该变量在默认状态下为 1。

如果需要改变图形文件中文字的高度,可以通过修改对象特性(Properties)对话框中文字对象高度选项,对选择的文字对象统一进行修改。还可以采用标准工具条中的格式刷来修改文字的高度。

六、查找与替代

单击标准工具条中“查找与替代”快捷键,弹出“Find and Replace”对话框。在“Find and Replace”对话框中输入需要查找与替代的文字,可以批量完成相同文字的修改。

练习题

1. 用单行文字输入法输入一行倾角为 45° ,字高为 5 的中文文字。
2. 用多行文字输入法输入一行倾角为 90° ,字高为 7 的中文文字。
3. 输入一个“ 30° ”的字符,字高为 5。
4. 用输入文字(ImportText)按钮输入“高程以米计”的标准注释。
5. 从 Windows 的资源管理器向 AutoCAD 图形窗口拖放文本文件。

6. 在 AutoCAD 图形窗口上输入 $y = 3x^2$ 的数学公式。
7. 输入一个“ $\beta = 45^\circ$ ”的字符,字高为 5。
8. 绘制一坐标系,并以 10 为单位标注出坐标轴上的刻度。
9. 绘制一比例尺寸图形。

第七节 尺寸标注

本节介绍标注样式的设置及各种类型的尺寸标注方式。AutoCAD 系统的尺寸标注模式如图 2-28 所示。

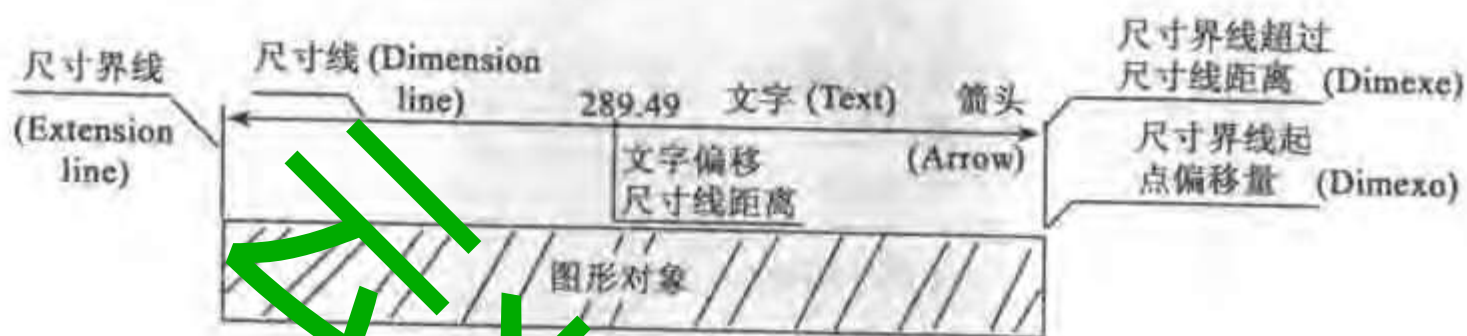


图 2-28 尺寸标注模式

一、尺寸标注样式管理器对话框

选择下拉菜单中的格式 (Format) → 尺寸标注 (Dimension Style), 弹出尺寸标注样式管理器 (Dimension Style Manager) 对话框如图 2-29 所示。



图 2-29 尺寸标注样式管理器对话框

在尺寸标注样式管理器对话框的左边的列表框中,列出的是标注样式(Dimension Style)的名称,AutoCAD 指定 ISO-25 为默认标注式样,中间是尺寸标注样式的预览区(Preview)。

该对话框上还有:

列表(List):下拉框中列出可供选择的所有的样式。

描述(Description):尺寸标注样式的说明。

右边的一排按钮分别是:

(1)置为当前(Set Current):将选中的样式设置为当前尺寸标注的样式。

(2)新建(New):新建标注样式。选择“新建(New)”,出现尺寸标注的样式对话框如图 2-30 所示,输入名称及参考的标注样式,单击“继续(Continue)”按钮,弹出新的尺寸标注样式设置对话框(New Dimension Style),可进行新的标注样式设置。

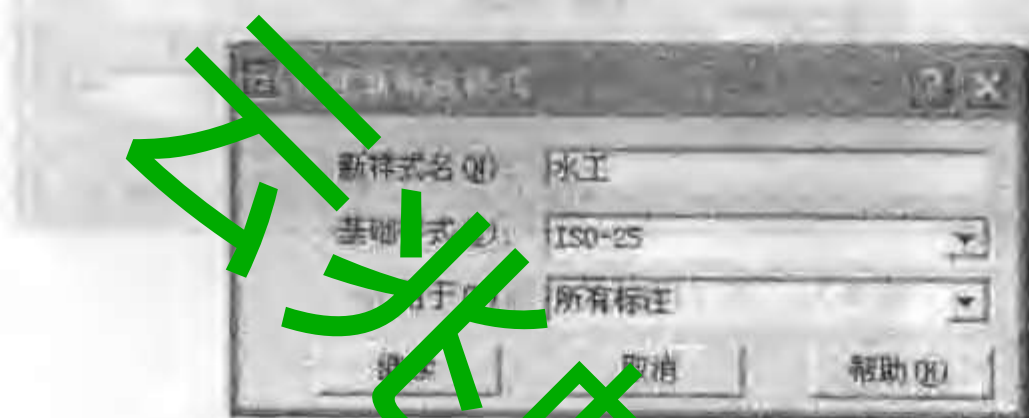


图 2-30 创建新尺寸标注样式对话框

(3)修改(Modify):修改设置尺寸标注的样式。单击“修改(Modify)”,弹出尺寸标注样式修改对话框(Modify Dimension Style)如图 2-31 所示,可进行尺寸标注样式的修改。

(4)替代(Override):弹出“替代当前式样”对话框,此时可以设置标注式样的临时替代值。AutoCAD 将替代值作为一种标注式样显示在左侧“标注式样(Dimension Style)”列表框中,并在右下角的“说明(Description)”栏里加以描述。

(5)比较(Compare):比较两种标注样式的区别或浏览一种标注式样的全部特性。单击该按钮可以弹出“比较式样(Compare Dimension Style)”对话框。

二、尺寸标注样式的修改

在尺寸标注样式管理器对话框中单击“新建(New)”,弹出创建新标注样式对话框如图 2-30 所示。

在“新样式名(New Style Name)”选项中,输入新尺寸标注样式名称,如“水工”,作为新创建的主尺寸标注样式。选择“继续(Continue)”,弹出新建尺寸标注样式对话框。

新建尺寸标注样式对话框(New Dimension Style)和尺寸标注的样式修改对话框(Modify Dimension Style),均有 6 个标签为:直线和箭头(Lines and Arrows)、文字(Text)、调整(Fit)、主尺寸设置(Primary Units)、替代尺寸设置(Alternate Units)、公差尺寸设置(Tolerance)。下面分别介绍其中各个选项的设置或修改要求。

1. 直线和箭头(Lines and Arrows)标签

在直线和箭头(Lines and Arrows)标签中有 4 个组合框。

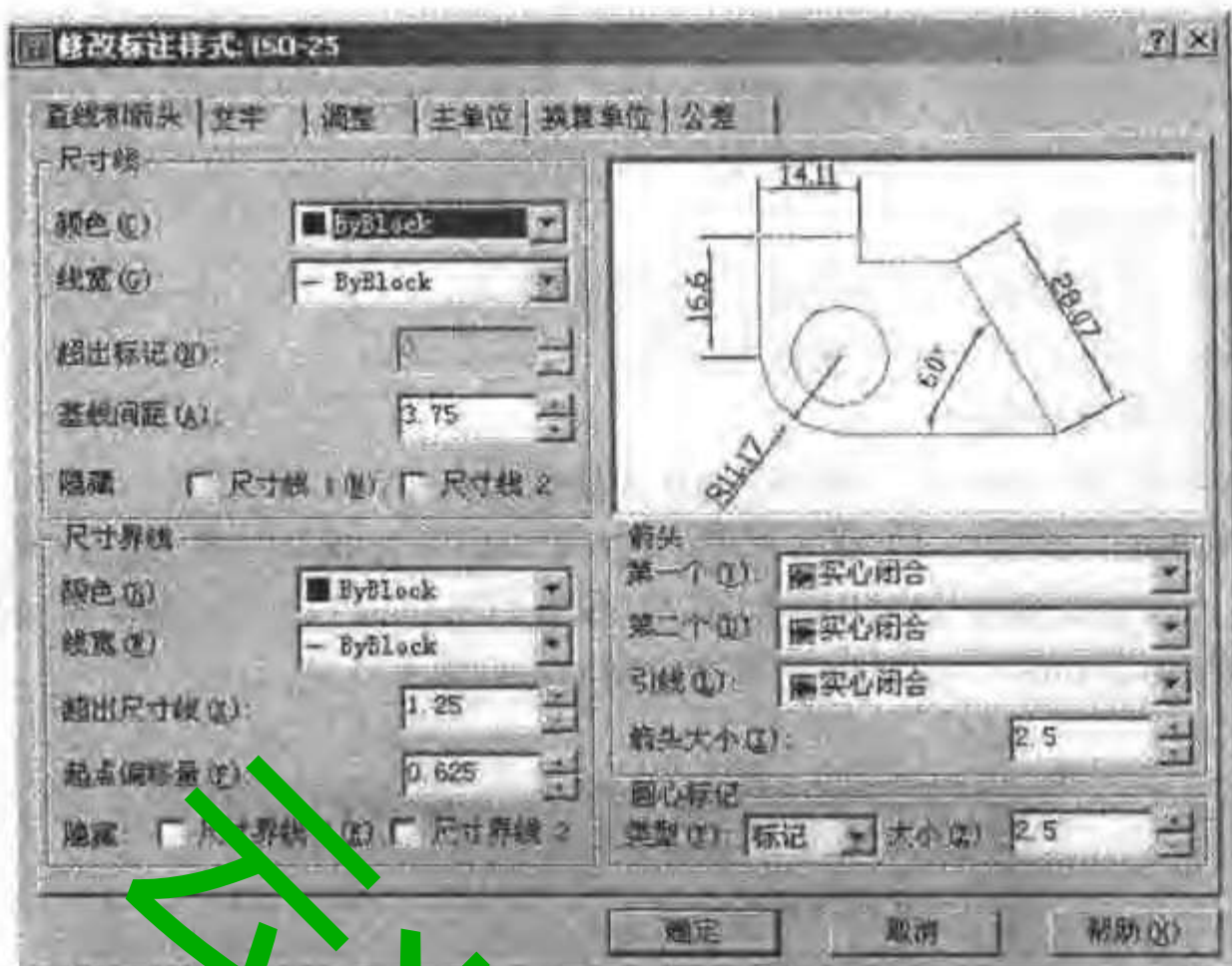


图 2-31 尺寸标注样式修改对话框

(1) 尺寸标注线 (Dimension Lines) 组合框

- 1) 尺寸标注线的颜色和线宽的设置。
- 2) 超出标记 (Extend Beyond Ticks) 的设置。当采用短斜线 (Oblique) 作为尺寸箭头时, 用于设置尺寸线超出尺寸界线的长度。
- 3) 基线 (Baseline Spacing) 设置, 用于设置两条尺寸线间的距离, 也可以通过系统变量 DIMDLI 改变该设置。
- 4) 隐藏, 尺寸线 1 (Dim Line 1) 隐藏的效果如图 2-32 所示。

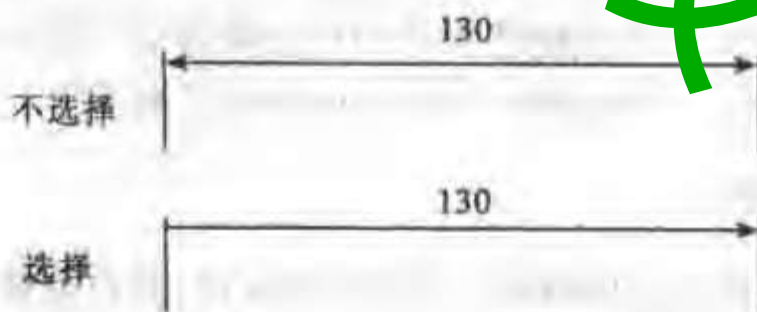


图 2-32 尺寸线 1 隐藏的效果

尺寸线 2 (Dim Line 2) 隐藏的效果同理。

(2) 尺寸界线 (Extension Lines) 组合框

- 1) 尺寸界线的颜色和线宽的设置。
- 2) 超出尺寸线 (Extend Beyond Dim) 设置, 用于设置尺寸界线超出尺寸线的那一部分长度, 也可以通过系统变量 DIMEXE 改变该设置。
- 3) 起点偏移量 (Offset From Origin) 设置, 用于设置尺寸界线的实际起始点与图形对象

起始点之间的距离,也可以通过系统变量 DIMEXO 改变该设置。

4) 隐藏,尺寸界线 1(Ext Line 1)隐藏的效果如图 2-33 所示。

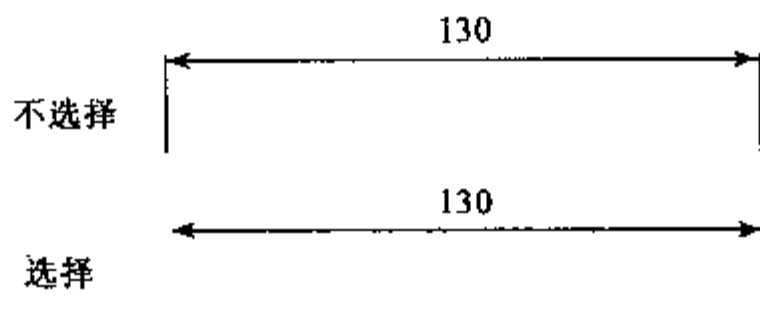


图 2-33 尺寸界线隐藏的效果

尺寸界线 2(Ext Line 2)隐藏的效果同理。

(3) 箭头(Arrowheads)组合框

用于选择标注尺寸线两端的箭头形式,引出线的箭头形式以及箭头的大小。可以通过系统变量 DIMASZ 改变箭头的大小设置。

(4) 圆心标记(Center Marks for Circles)组合框

当将尺寸线放在圆或圆弧的外面时,系统会自动绘制圆心标记。AutoCAD 提供了 3 种圆心标记类型。

2. 文字(Text)标签

(1) 文字外观(Text Appearance)组合框

1) 可以设置标注文字的文字样式,标注文字的颜色及文字的高度。

2) 选择绘制文字边框(Draw Frame Around Text)按钮,将在标注的文字外加上方框,可以用来标注基准尺寸。

(2) 文字放置的方式(Text Placement)组合框

文字放置的方式:

1) 水平放置方式有:

- 置中(Centered): 文字放置在尺寸线中间。
- 上方(Above): 文字放置在尺寸线上方。
- 外部(Exter): 文字放置在尺寸线之外。

2) 垂直放置方式有:

- 置中(Centered): 文字放置在尺寸线中间。
- 第一条尺寸线(At Ext Line 1): 文字放置在尺寸线左端。
- 第二条尺寸线(At Ext Line 2): 文字放置在尺寸线右端。
- 第一条尺寸界线上(Over Ext Line 1): 文字放置在左端尺寸界线上。
- 第二条尺寸界线上(Over Ext Line 2): 文字放置在右端尺寸界线上。

3) 尺寸线偏移(Offset for Dim Line): 设置文字离开尺寸线的距离,可以通过系统变量 DIMGAP 改变该设置。

(3) 文字排列的方式(Text Alignment)组合框

文字排列的方式有:

1) 水平放置文字。

2) 随标注线放置文字。

3) ISO 标准放置文字: 当文字在尺寸界线内时, 文字与尺寸线对齐; 当文字在尺寸界线外时, 文字水平排列。

3. 调整 (Fit) 标签

(1) 调整选项 (Fit Options) 组合框

用于控制文字、箭头、引线和尺寸线的放置, 选择标注时的自适应类型有:

1) 文字和箭头取最佳效果 (Either the Text or Arrows, which First Best)。

2) 箭头 (Arrows), 当尺寸界线之间的距离不够大, 选择该选项则将尺寸箭头放在两尺寸界线之间, 而将尺寸文本放在界线之外。

3) 文字 (Text), 选择该选项则以尺寸文本为主要适应对象。

4) 文字和箭头 (Both Text or Arrows), 该选项同时以尺寸文本和箭头为适应对象。

5) 文本始终放置在尺寸界线之间 (Always Keep Text between Ext Lines), 选择该选项, 文本在任何情况下都放置在尺寸界线之间。

(2) 文字位置 (Text Placement) 组合框

用于设置当标注文本不在默认位置时所放置的位置:

1) 将文字放置尺寸线旁 (Beside the Dimension Line)。

2) 将文字放置上方再加引线 (Over the Dimension Line with a Leader)。

3) 将文字放置上方不加引线 (Over the Dimension Line without a Leader)。

(3) 标注特征比例 (Scale for Dimension Features) 组合框

用于设置全局标注的标注比例或图纸空间比例。

改变全局比例 (Use Overall Scale of) 设置, 将改变包含文字和箭头大小的整个标注式样图块的比例, 这个比例不改变标注测量值。当标注式样图块整体显得比例过大或过小时, 可以直接调整标注特征比例, 省去对各项参数进行逐个调整的繁琐工作。也可以通过系统变量 DIMSCZLE 修改该比例值。

按布局 (图纸空间) 缩放标注 (Scale Dimension to Layout) 将根据当前图纸空间的比例确定比例因子。

(4) 调整 (Fine Tuning) 组合框

用于设置附加的适应类型。

1) 标注是手工放置文字 (Place Text Manually when Dimension) 选项将提示用户手工确定文本的位置。

2) 始终在尺寸界线之间绘制尺寸线 (Always Draw Dim Line between Ext Lines), 将在箭头处于界线之外时之间加上标注线。

4. 主单位 (Primary Units) 标签

(1) 线性标注 (Linear Dimension) 组合框

用于设置线性标注的单位格式及精度, 还可以设置小数点分隔符以及标注文本的前缀和后缀。

1) 单位格式 (Unit Format), AutoCAD 系统的单位格式有科学、十进制、工程、建筑和分数等。

2) 精度(Precision), 用于显示和设置所标注的文字的小数点位数。

3) 分数格式(Fraction Format), 用于在分数单位格式下选择对角、水平等分数的标注形式。

4) 小数点分隔符(Decimal), 用于选择在十进制单位格式下的分隔符。

5) 舍入(Round Off), 用于设置除角度标注之外, 所有标注类型的标注测量值的四舍五入的规则。

(2) 测量单位比例(Measurement Scale)组合框

用于设置尺寸标注时的测量单位比例。即可设置除角度之外, 所有标注类型的线性标注测量值比例因子, 系统按照在此项中输入的数值放大或缩小标注测量值。该比例值也可以由 DIMLFAC 系统变量改变。

在本章第一节中讲到工程设计图中建筑物结构图, 应以“cm”为单位标注建筑物尺寸, 但在实际绘图时仍可以“m”为单位按 1:1 比例绘图, 通过修改测量单位比例因子, 就能达到以“cm”为单位标注建筑物尺寸的目的。

(3) 消零(Zero Suppression)组合框

确定是否将小数点前后的零去掉。

1) 前导(Leading), 即不输出十进制尺寸的前导零, 如 0.900 变为 .900。

2) 后续(Trailing), 即不输出十进制尺寸的后续零, 如 1.500 变为 1.5。

(4) 角度标注(Angular Dimension)组合框

用于设置角度标注的单位和精度。

5. 换算单位(Alternate Units)标签

可以设定公制、英制两种换算单位, 尺寸标注时可以同时标注公制和英制两种尺寸文本。

(1) 显示换算单位(Display Alternate Units)复选框

选择该选项将在尺寸标注时同时标注公制和英制两种尺寸文本。

(2) 换算单位(Alternate Units)组合框

若将英制单位视为替代尺寸, 该组合框可以设置替代尺寸的单位 and 精度, 还可以设置替代尺寸文本位置以及替代尺寸文本的前缀和后缀。

(3) 位置(Placement)组合框

用于选择替代尺寸文本放在尺寸文本之后或者之下。

6. 公差(Tolerance)标签

在公差格式(Tolerance Format)组合框中, 可以设置公差标注的方式和精度, 上偏差和下偏差值, 偏差文字的高度缩放值, 尺寸文本的对齐方式。

创建了新的主尺寸标注样式“水工”后, 还可以建立以“水工”为主尺寸标注样式的子尺寸标注样式, 以满足某些尺寸标注时的特殊要求。如在图 2-29 所示尺寸标注样式管理器对话框中, 在“样式(Style)”选择框中选择“水工”, 在右边的按钮中选择“新建(New)”, 同样出现如图 2-30 所示创建新尺寸标注样式的对话框, 在“用于(Use for)”选项中, 选择“半径(Radius)”等, 选择“继续(Continue)”, 弹出尺寸标注的样式修改对话框, 可以对诸如半径(Radius)的子尺寸标注样式的各项进行设置。

可以创建的子尺寸标注样式有:

- (1) 直线标注 (Line Dimension)。
- (2) 角度标注 (Angular Dimension)。
- (3) 半径标注 (Radius Dimension)。
- (4) 直径标注 (Diameter Dimension)。
- (5) 坐标标注 (Ordinate Dimension)。
- (6) 引线标注 (Leader and Tolerance)。

尺寸标注时,系统优先采用子尺寸标注样式,若某类型标注没有子尺寸标注样式,则采用主尺寸标注样式。

三、尺寸标注

1. 正向线性标注 (Dimlinear)

用于标注对象在当前坐标系下 X 方向和 Y 方向上的尺寸。

在文本窗口输入命令 Dimlinear, 或在下拉菜单中选择: 标注 (Dimension) → 线性标注 (Linear Dimension), 文本窗口出现提示如下:

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点:

指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)/水平(H)/垂直(V)/旋转(R)]:

用户可以根据需要选择上述选项,完成正向线性标注。如在第 3 条提示下直接在需要进行标注的对象附近拾取点,系统按测量的尺寸值完成正向线性标注;如在第 3 条提示下输入 M, 系统弹出多行文本编辑器,可以重新输入线性标注的文字。

2. 斜向(对齐)线性标注 (Dimaligned)

用于对斜线对象标注。

在文本窗口输入命令 Dimaligned, 或在下拉菜单中选择: 标注 (Dimension) → 对齐 (Aligned Dimension), 文本窗口出现提示如下:

指定第一条尺寸界线原点或 <选择对象>:

指定第二条尺寸界线原点:

指定尺寸线位置或[多行文字(M)/文字(T)/角度(A)]:

同正向线性标注一样,用户可以根据需要选择上述选项,完成斜向线性标注。

3. 坐标标注 (Dimordinate)

在下拉菜单中选择: 标注 (Dimension) → 坐标 (Ordinate Dimension), 可以对某坐标点进行当前坐标系下 X 坐标和 Y 坐标标注或作说明。用户在文本窗口提示下可以选择标注的内容和方向。

4. 半径标注 (Dimradius)

在下拉菜单中选择: 标注 (Dimension) → 半径 (Radius Dimension), 直接选择圆或圆弧, 便出现对圆或圆弧进行半径标注的模块, 在圆或圆弧的适当的位置上拾取点, 即可完或操作。

5. 直径标注 (Dimdiameter)

在下拉菜单中选择: 标注 (Dimension) → 直径 (Diameter Dimension), 直接选择圆或圆弧, 便出现对圆或圆弧进行直径标注的模块, 在圆或圆弧的适当的位置上拾取点, 即可完成操作。

6. 角度标注 (Dimangular)

在下拉菜单中选择:标注 (Dimension)→角度 (Angular Dimension),按提示选择对象,可以标注圆、圆弧和两相交线之间的角度。

7. 基线标注 (Dimbaseline)

在下拉菜单中选择:标注 (Dimension)→线性标注 (Linear Dimension),标注出对象的第一段基线尺寸;再在下拉菜单中选择:标注 (Dimension)→基线 (Baseline Dimension),系统以相同的基准向下标注,如图 2-34 所示。

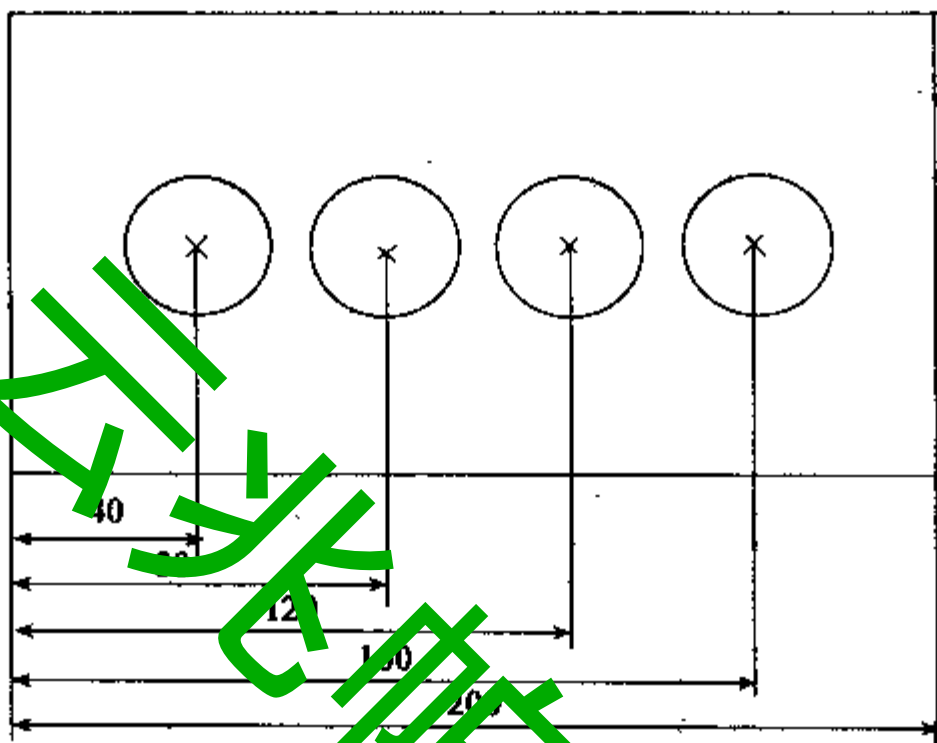


图 2-34 基线标注式样

8. 连续标注 (Dimcontinue)

在下拉菜单中选择:标注 (Dimension)→线性标注 (Linear Dimension),标注出对象的第一段线性尺寸;再在下拉菜单中选择:标注 (Dimension)→连续 (Continue Dimension),系统根据所选择的不同点依次按相应的间隔标注,如图 2-35 所示。

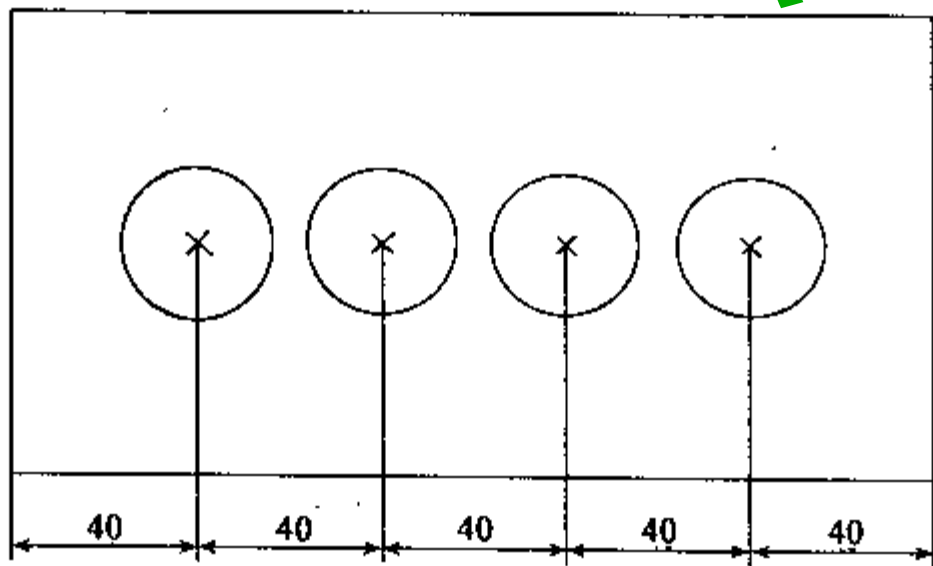


图 2-35 连续标注式样

9. 引线标注 (Qleader)

引线标注用于对小尺寸,如小孔洞的标注。在下拉菜单中选择:标注 (Dimension) → 引线 (Quick Leader), 文本窗口出现提示如下:

指定第一个引线点 (Specify leader start point) 或 [设置 (S)] <设置>:

在文本窗口输入 S, 弹出引线点设置对话框, 可以对引线标注进行设置, 设置对话框中有三个标签页。完成了引线标注的设置后, 便可在文本窗口的提示下, 进行引线标注。

10. 圆心标记 (Dimcenter)

用来标记圆和圆弧, 样式可以重新定义。

四、编辑尺寸标注

当需要对已有的尺寸标注进行编辑修改, 用户可以通过对象特性 (Properties) 对话框来修改已有的尺寸标注。

下拉菜单中选择: 修改 (Modify) → 对象特性 (Properties), 弹出对象特性对话框如图 2-36 所示。



图 2-36 对象特性对话框

根据需要编辑和修改的项目, 在对象特性对话框中选择直线和箭头、文字、调整等选项, 可以重新进行修改。

练习题

1. 在“直线和箭头 (Lines and Arrows)”标签中,修改尺寸界线超出尺寸线的那一部分长度和尺寸界线的超始点偏移量。
2. 修改文字离开尺寸线的距离。
3. 在“水工”的主尺寸标注式样中设置半径标注的子尺寸标注模式。
4. 以米为单位绘图后,以厘米为单位标注尺寸。
5. 绘制一草图,并使用基线标注完成其尺寸标注。
6. 为重力坝坝体下游边坡标注 1:0.7 坡比。
7. 应用坐标标注方式完成下图所示的桩号标注。



第八节 图形显示控制

在应用 AutoCAD 进行绘图时,经常要使用一些图形显示控制命令。

一、刷新与重画

当打开一幅新的图形文件时,AutoCAD 就以 14 位的有效数值的精度来计算当前视图。计算时,AutoCAD 将显示器当成一个 32 000 × 32 000 像素的屏幕区处理,这个 32 000 × 32 000 像素大小的区域成为虚拟屏幕,虚拟屏幕包含最近一次的图形刷新或重新计算过的图形数据库。

1. 重画 (Redraw)

该命令可以清除图形,重画对象,进行显示的更新,但没有重新计算图形数据库的过程。

2. 重生成 (Regen)

该命令既要重画对象,进行显示的更新,还要重新计算刷新图形数据库以修改虚拟屏幕。应用该命令,屏幕得到清理,图形中的圆和圆弧被光滑,净化。

3. 清理屏幕

有时当用鼠标在屏幕上点击后,屏幕上会在相应的位置出现一个十字标记,这些十字标

记在程序中仅仅起到标识的作用,并不是真正的绘图图元。在操作多次以后,屏幕上的十字标记会越来越多,使图面看起来不美观不清晰,有点像徒手绘图时在图面上留下的许多铅笔底稿的痕迹。这时,可以选择下拉菜单中的视图(View)→重画(Redraw)命令,系统会保留屏幕上的绘制的图元对象,清除屏幕上的十字标记。下拉菜单中的视图(View)→重生成(Regen)命令也能执行清理的任务,同时它还要更新图形数据库,因此比重画(Redraw)命令的耗时长。

AutoCAD 系统也提供了取消十字标记的功能,在文本窗口中输入命令 Blipmode,文本窗口出现如下提示:

输入模式 [开(ON)/关(OFF)] <ON>:

这时该命令的默认状态是十字标记选项为打开状态,在其后输入 OFF;并回车确认,十字标记就不会出现了。

二、图形显示控制命令

1. 缩放(Zoom)

缩放是通过将图形视图放大缩小来控制图形的显示。缩放命令是缩放屏幕上图形的视图,并不影响图形的实际大小,该命令可以透明使用,也就是说该命令可以在其他命令执行过程中运行。缩放命令的下一级的主要菜单命令有:

(1)窗口(Windows):用户可以用一个窗口选择图形的某一部分将其放大显示,指定窗口的中心成为新显示屏幕的中心。

(2)全部(All):应用该命令用户可以看到图形界限区域的完整显现。

(3)放大(In):应用该命令用户可以放大图形显示。

(4)缩小(Out):应用该命令用户可以缩小图形显示。

(5)范围(Extents):应用该命令用户可以看到当前图形文件的完整显现,即使有的图形对象不在图形界限区域内,也能在屏幕上显示出来。在三维视图显示中与“全部(All)”的功能相同。

2. 平移(Pan)

平移命令中有实时移动图形命令和定向移动图形命令等选项。

3. 鸟瞰视图(Dsviwer)

鸟瞰视图命令提供用户一个“鸟瞰视图”窗口,帮助用户从整体到局部来观察视图。

第九节 图案填充

一、图案填充

单击“图案填充(Bhatch)”工具,弹出边界图案填充(Boundary Hatch)对话框如图 2-37 所示。单击图案填充对话框中的“图案(Pattern)”按钮,出现可供选择的各类填充图案,选择需要的图案,返回到边界图案填充对话框。单击“拾取点(Pick Points)”按钮,系统随即返回到绘图窗口,在需要填充图案的图形区域内拾取一点,回车确认,系统返回到图案填充对

话框,单击“确定(OK)”,系统自动填充整个图形区域。在图案填充时,需注意如下问题:

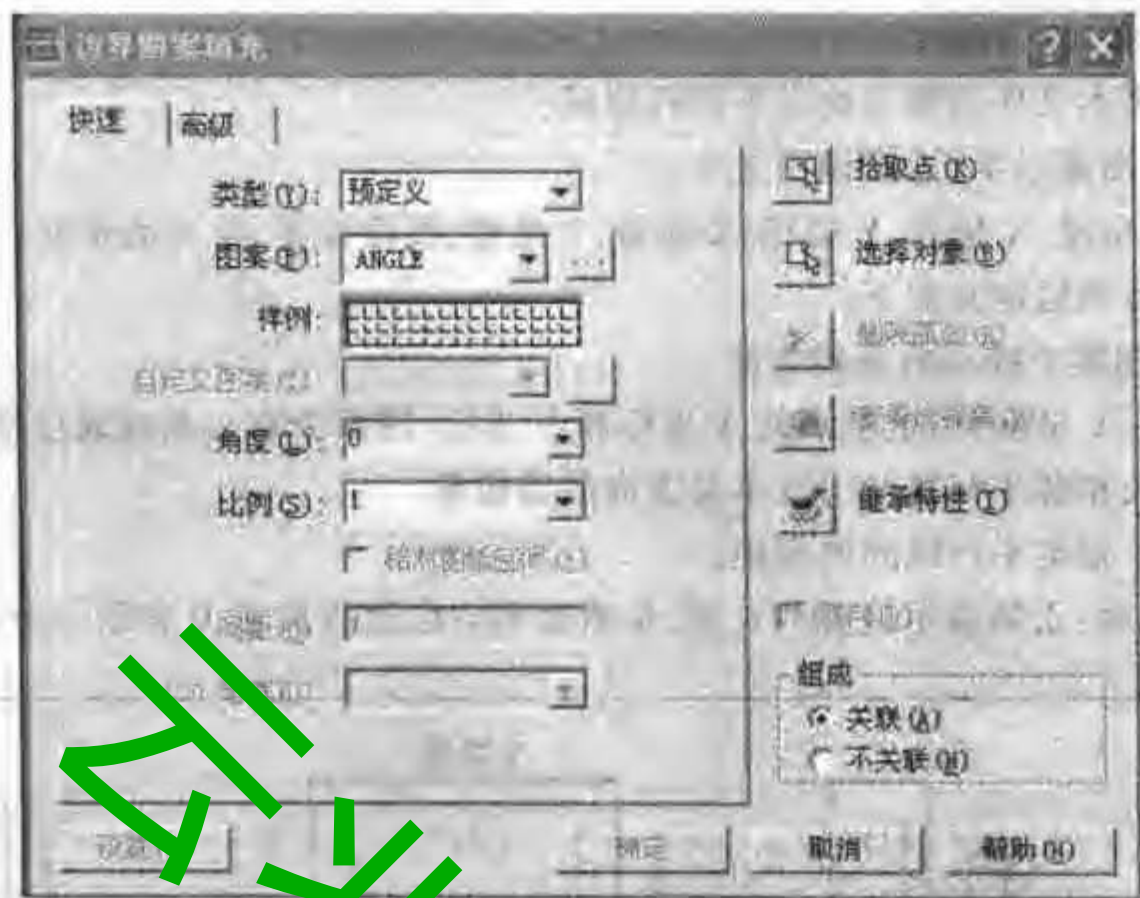


图 2-37 图案填充对话框

(1) 由于需要填充的图形区域的大小不同,会出现填充的图案显得太密集或太稀疏,因此在填充时,需要根据图形区域的大小,适当地调整填充比例(Scale),以适应需要填充的区域尺寸大小。

(2) 用户可以改变填充图案的角度(Angle),在“边界图案填充对话框”中设置的角度,是在原填充线的角度上增加的角度。

(3) 系统只能对封闭的区域进行图案填充,如果需要填充的图形区域没有闭合,系统会出现如图 2-38 所示的警告。



图 2-38 错误边界警告

(4) “ISO 笔宽”选项仅对 ISO 的填充图案和线型有效。

二、定制填充图案

填充的图案实际上是由一组或几组平行线构成的,图案中某一条线段的定义方法与线型定义类似,还要指定线段的倾斜度及线段的间距。AutoCAD 系统的图案文件存放在

Acad.pat 中,用户也可以用文本编辑器编写图案文件,创建自己的.pat 文件,为图案填充式样添加新的图案式样。

1. 填充图案文件的格式

填充图案文本文件的格式由以下两行组成:

第一行: * 图案名字,图案说明文字。

第二行: * 角度,X 坐标,Y 坐标,X 增量,Y 增量,线段长度,空白的长度。

第二行中各项的定义如下:

- (1) 角度:图案中线段的倾斜角度。
- (2) X 坐标、Y 坐标:指定基点的 X 坐标和 Y 坐标,图案中有一条线通过该基点。
- (3) X 增量:相邻平行线间沿线本身方向的错位量。
- (4) Y 增量:指定平行线间的间距。
- (5) 线型说明:正数表示线段的长度,负数表示空白段的长度,0 表示一个点。

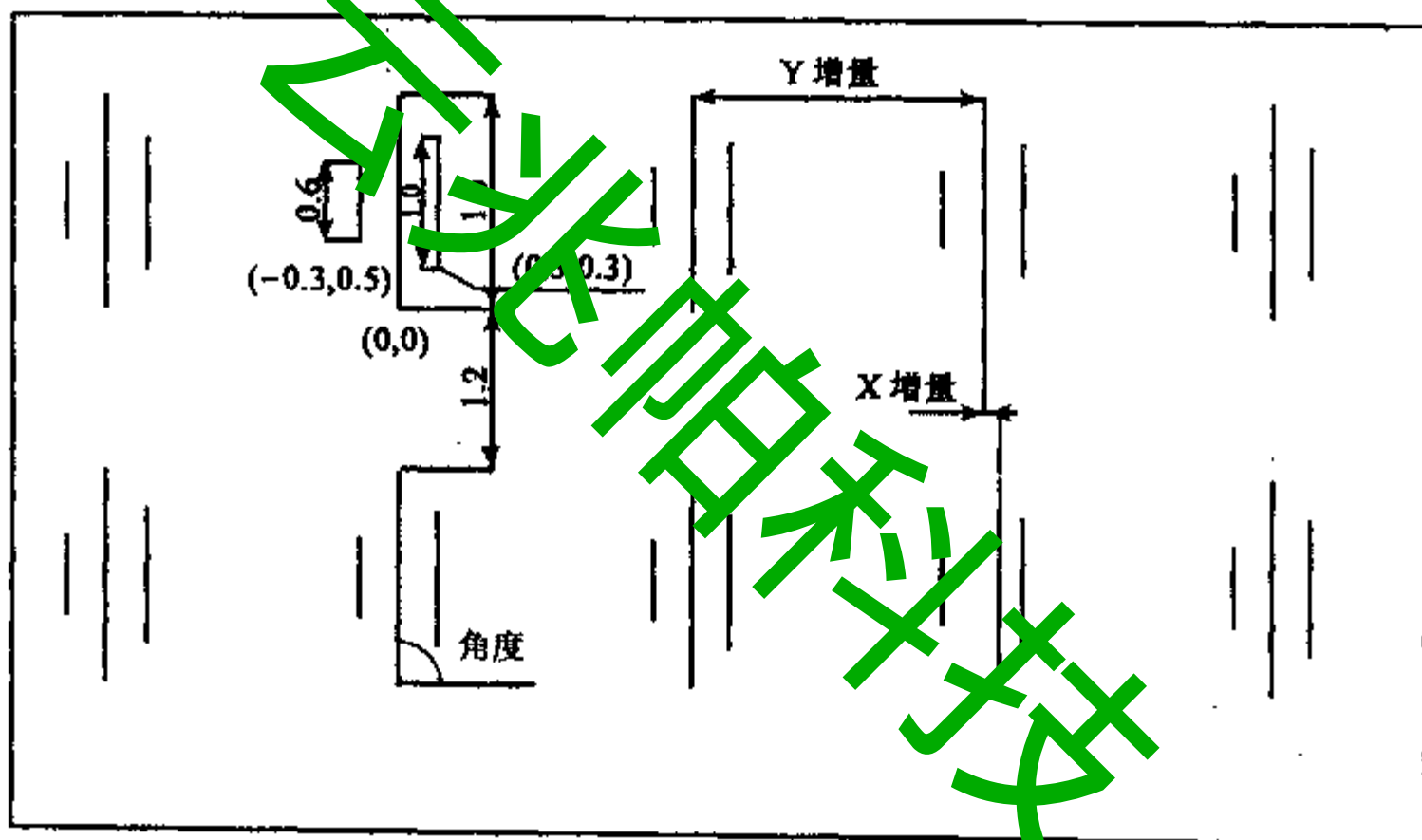


图 2-39 创建图案文件示意图

2. 创建图案文件

下面是显示在图 2-39 中图案的图案文件内容,采用文本格式编写。

* Newpat, New pattern

90, 0, 0, 0, 2.2, 1.6, -1.2

90, -0.3, 0.5, 0, 2.2, 0.6, -2.2

90, 0.3, 0.3, 0, 2.2, 1.0, -1.8

3. 图案文件的存储

(1) 将创建图案文件所在的文件夹添加到 AutoCAD 支持文件搜索的路径中。

选择下拉菜单中的工具(Tool)→选项(Options),在选项(Options)对话框中,选择文件(File)标签中的“支持文件搜索路径(Support File Search Path),单击右边的“添加(Add)”

按钮,在“浏览(Browse)”中选择创建图案文件所在的文件夹,单击确定即把创建的图案文件所在的文件夹添加到 AutoCAD 支持文件搜索的路径中。在需要采用新图案文件填充图形时,系统会自动搜索到该图案文件。

(2) 直接将创建图案文件保存到“AutoCAD200X/support”文件夹中。

4. 利用自定义图案文件填充

选择图案填充工具,打开图案填充对话框,在“类型(Type)”下拉表中选择“自定义(Custom)”,单击“自定义图案(Custom Pattern)”右边的浏览按钮,打开“填充图案控制板(Hatch Pattern Palette)”。选择创建图案文件所在的文件夹,单击“确定(OK)”按钮,返回图案填充对话框,即可采用新的图案文件填充图形。

第十节 获取图形环境数据

数值计算是进行精确绘图的必要条件。在 AutoCAD 系统中,可利用 AutoCAD 图形化操作方法,对图形文件中的点、距离、面积以及角度进行计算和数值查询。

一、ID 命令

ID 命令用于查询所选点的坐标。

输入命令 ID,文本窗口出现提示如下:

指定点(Specify point):

用户即可以在屏幕上选择所要查询的点,系统即在文本窗口显示该点的坐标值。

二、数值计算

在 AutoCAD 的命令窗口,输入命令 CAL,启动 3D 计算器实用程序,可以完成用户输入的计算表达式的计算。

CAL 支持建立在科学/工程计算器之上的大多数标准函数,主要包括:

- Sin(角度):返回角度的正弦值。
- Cos(角度):返回角度的余弦值。
- Tang(角度):返回角度的正切值。
- Asin(实数):返回实数的反正弦值。
- Acos(实数):返回实数的反余弦值。
- Ln(实数):返回实数的自然对数值。
- Log(实数):返回以 10 为底的实数的对数值。
- Exp(实数):返回实数的幂值。
- Exp10(实数):返回实数 10 的幂值。
- Sqr(实数):返回实数的平方值。
- Sqrt(实数):返回实数的平方根值。
- Abs(实数):返回实数的绝对值。
- Round(实数):返回实数的整数值(最近整数)。

- Trunc(实数):返回实数的整数部分。
- R2d(角度):将角度值由弧度转化为度。
- D2r(角度):将角度值由度转化为弧度。
- Pi(角度):常量 π 。

三、查询

在下拉菜单中选择:工具(Tools)→查询(Inquiry),可以进行以下选项的查询。

1. 面积(Area)

在文本窗口的提示下指定任意封闭区域上的点,系统即可计算用户定义的封闭的图形区域的面积大小。图形区域包括圆、多边形,也可以是一组闭合的且端点相连的对象。

2. 周长(Perimeter)

在文本窗口的提示下,可以查询图形边界周边长度。

3. 距离(Distance)

在文本窗口的提示下,可以查询两点间的距离。这两个点可以在屏幕上选择,也可以从键盘上输入。显示的信息包括两点之间的距离,X、Y、Z三个方向的增量,以及在XY平面内的角度。

4. 列表(List)

用于检索 AutoCAD 存储在图形数据库中的对象信息,这些信息包括图元对象的位置坐标、图层、颜色及线型和文字对象的插入点、高度、旋转角等。

5. 质量特性(Massprop)

用于计算二维面域或三维实体的质量特性。若选择的对象为二维面域,则 Massprop 命令执行后,显示其面积、周长、边界框、质心。若选择三维实体如图 2-40 所示,Massprop 命令执行后,显示如下质量特性。

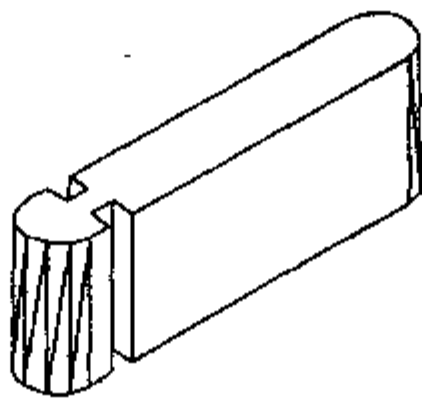


图 2-40 闸墩的三维实体图

- 质量: 300.4116
- 体积: 300.4116
- 边界框:

X: 144.5393 -- 162.5393

Y: 181.0203 -- 184.0203

Z: 0.0000 - - 6.0000

• 质心:

X: 153.7790

Y: 182.5203

Z: 3.0000

• 惯性矩:

X: 10011634.9015

Y: 7115159.2038

Z: 17119584.2259

• 惯性积:

XY: 8431892.1547

YZ: 164493.7124

ZX: 138596.9937

• 旋转半径:

X: 182.5552

Y: 153.8983

Z: 238.7197

• 主力矩与质心的 X—Y—Z 方向:

I: 1114.5936 沿 [1.0000 0.0000 0.0000],

J: 8327.9827 沿 [0.0000 1.0000 0.0000]

K: 7640.1065 沿着 [0.0000 0.0000 1.0000]

这些物理量有助于进行物体的力学分析。

练习题

1. 应用 AutoCAD 系统的计算器求 $3\sin(45)$ 的值。
2. 编制一个由一组平行线构成的填充图案文件。
3. 将上述填充图案文件添加到“AutoCAD200X/support”文件夹中。

第十一节 打印图形

一、添加设置输出设备

在 AutoCAD 环境下,选择下拉菜单中的工具(Tool)→选项(Options),弹出选项(Options)设置对话框。选择“打印(Plotting)”标签,在“用作默认输出设备”的选项中,选择设置与所连接的输出设备型号一致的代号,即完成添加输出设备的操作。

二、打印图形设置

在文本窗口输入命令 Plot,或从下拉菜单中选择:文件(File)→打印(Plot),弹出打印(Plot)对话框如图 2-41 所示。

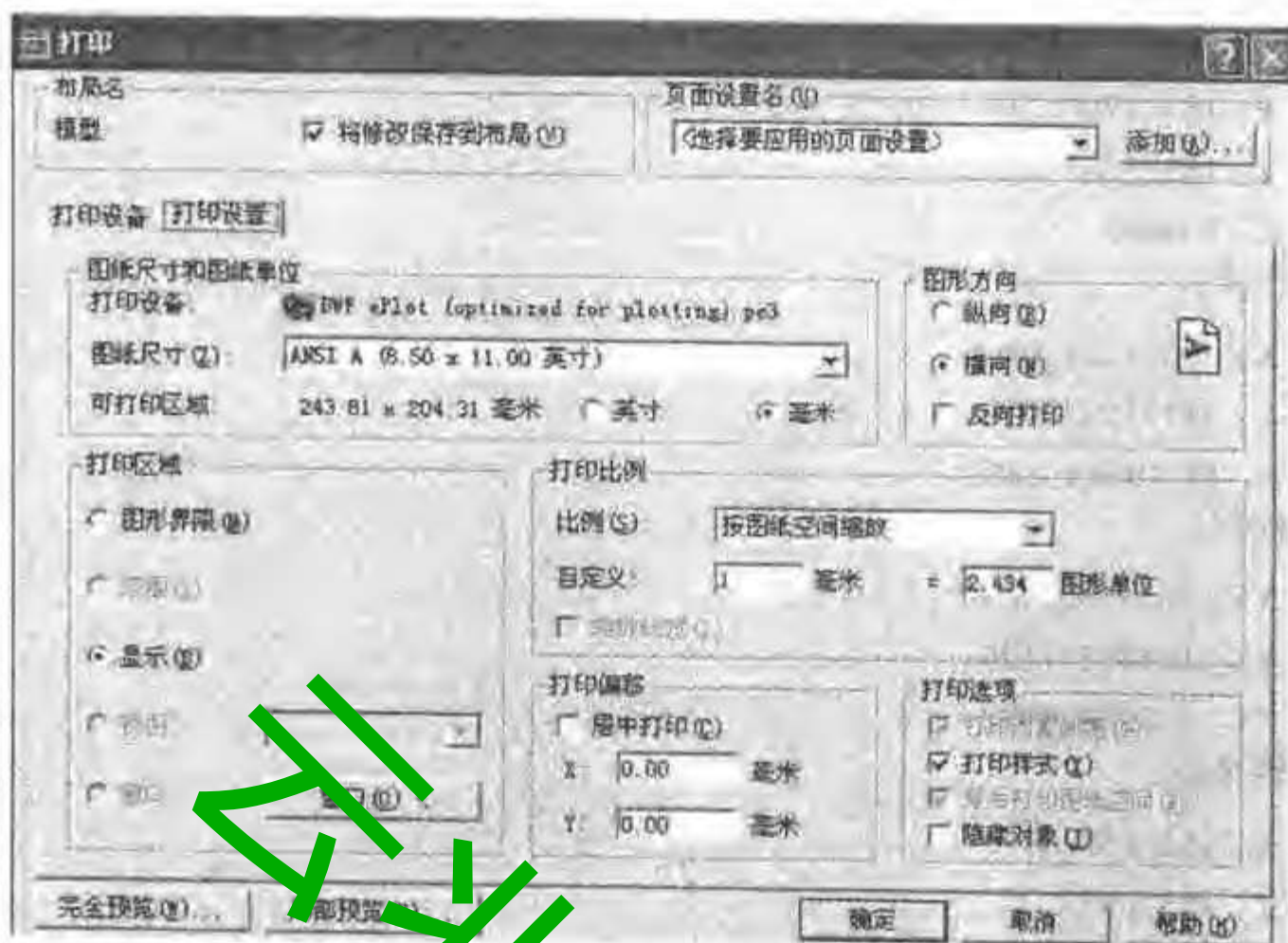


图 4-41 打印设置对话框

1. 打印设备标签

在打印设备标签中需要选择:

(1) 打印机配置

在打印机配置的下拉选择框中选择与打印机匹配的型号。

(2) 选择打印式样表

在打印式样表的下拉选择框中选择了一种打印式样后,右边的编辑按钮则被激活。单击编辑按钮,弹出打印式样编辑器,在这个对话框中用户可以为图形中不同的对象重新设置不同颜色、线型和线宽。但一般情况下可以直接使用默认设置,即不要随意对打印式样进行修改。

2. 打印设置标签

(1) 图纸尺寸和图纸单位组合框

可以设置图纸大小、图纸单位、绘图方向和打印区域、打印比例、打印偏移量等。

(2) 打印区域组合框

打印区域的选择有以下方法:

1) 界限 (Limit): 打印绘图界限定义的区域。

2) 显示 (Show): 打印当前显示的视区。

3) 范围 (Extents): 与下拉菜单中视图 (View) → 缩放 (Zoom) → 范围 (Extents) 选项相同, 打印当前全部图形。

4) 视图 (View): 打印由 View 命令生成的视图。

5) 窗口 (Windows): 打印用户采用窗口选定的图形部分。

(3) 打印比例组合框

用于确定打印比例。打印比例有系统自动按图纸空间缩放的比例,或用户自己指定比例两种方式。

如图 2-42 所示自定义比例选项中,1 和 2.4 表示 2.4 个图形单位长度缩小到 1 个图形单位长度后打印,即打印出来的图形的比例是 1:2.4。



图 2-42 打印比例

(4) 图形方向组合框

用于确定图纸打印的方向,图纸打印的方向有纵向和横向两种方式。

(5) 打印偏移组合框

用于指定打印偏移量,一般选择其中的选项。

(6) 打印预览

开始打印之前,可以先预览一下图形。有部分预览和完全预览两种方式。选择部分预览时,图纸尺寸用红色矩形表示,绘图区域用蓝色矩形表示。在部分预览的帮助下,可以准确看出图形是否能与图纸匹配。在完全预览情况下,可以实时缩放。单击鼠标右键,选择退出预览,在打印对话框中,单击“确定(OK)”即可进行打印。

第十二节 使用图块和外部引用

图块是 AutoCAD 中的一种特殊实体,它是一组图形对象的集合体,可以将该集合体作为一个完整的对象来看待,对该对象可进行复制、移动等操作。可以将标准件做成图块,在今后的绘图工作中可重复使用,以节省绘图时间。

更为高级的做法是制作属性块,用户可以对属性块进行填写文字工作。

外部应用就是将一个图形文件与当前图形文件联系起来。当一个图形文件使用了外部引用,每当引用的外部文件发生改变,该图形文件也会随之改变。外部引用常用于绘制装配图。

一、定义图块

在文本窗口输入命令 Block, 或在下拉菜单中选择: 绘图 (Draw) → 块 (Block) → 创建 (Make), 弹出图块定义 (Block Definition) 对话框如图 2-43 所示。

图块定义对话框中的选项有:

- (1) 名称 (Name): 确定所定义的图块的名字。
- (2) 拾取点 (Pick Point): 拾取点按钮, 用于确定图块上的插入基点。确定图块上的插入

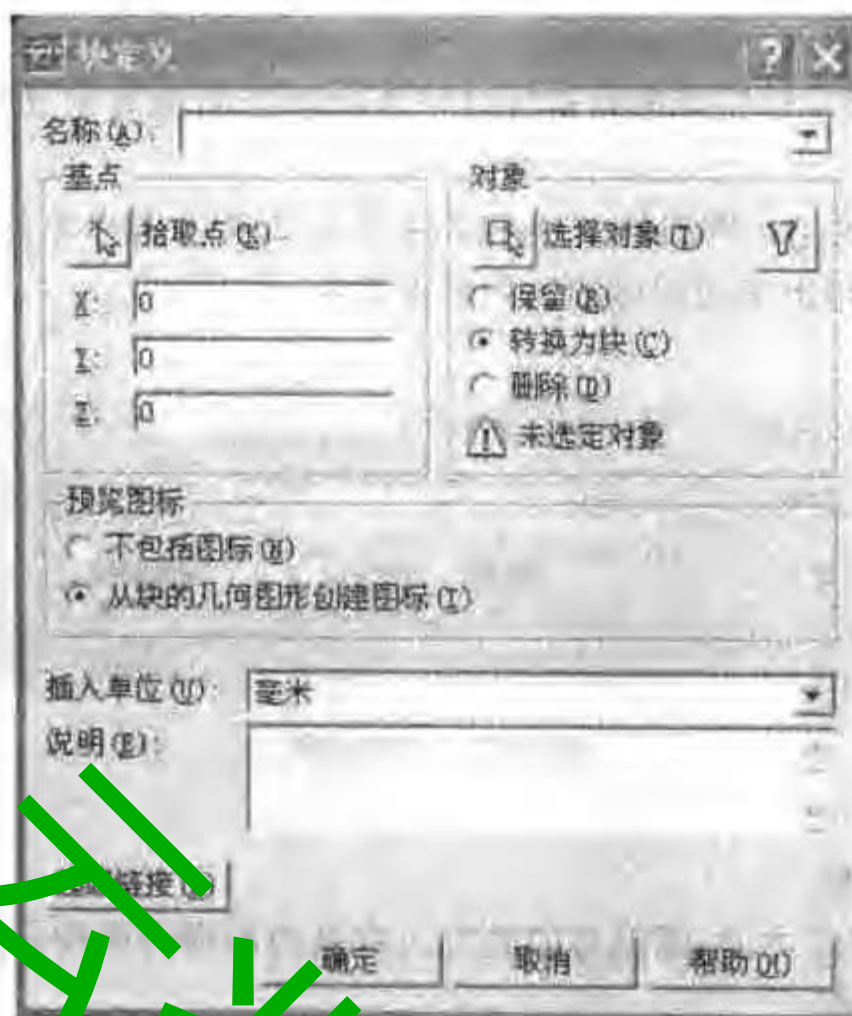


图 2-43 图块定义对话框

基点可以直接输入坐标值,也可以直接在图块上选择。

(3)对象(Object):用于选择要制作图块的图形对象。

(4)保留(Retain):选择该选项则将所选的图形对象制作成图块后,原图形对象仍保留在原图形文件中。

(5)转换为块(Convert to Block):选择该选项则将所选的图形对象制作成图块后,原图形对象也转变为图块。

(6)删除(Delete):用于确定在制作图块之后,是否将原图形对象在图形文件中删除。

(7)创建图块的图标(Review Icon):用于确定是否创建图块的图标。

(8)插入单位(Insert):用于确定图块的单位。

(9)说明(Description):用于输入对该图块作的文字说明

图块的制作,就是首先在绘图区域内,绘制需要制作成图块的图形对象。在文本窗口输入命令 Block,或在下拉菜单中选择:绘图(Draw)→块(Block)→创建(Make),弹出图块定义(Block Definition)对话框。在对话框中确定所需定义图块的名字、单位等,单击“拾取点(Pick Point)”按钮,切换到绘图区界面,在定义的图块上选择图块的插入基点,再切换到图块定义对话框中,单击“确定(OK)”按钮,即可完成的图块定义。

二、把图块保存为文件

在 AutoCAD 中,可以用 Wblock 命令,将当前图形文件的块,以独立图形文件(即 Dwg 格式)的形式保存到磁盘上。

在文本窗口输入命令 Wblock,弹出写图块(Write block)对话框如图 2-44 所示,其中的各组合框的含义如下:

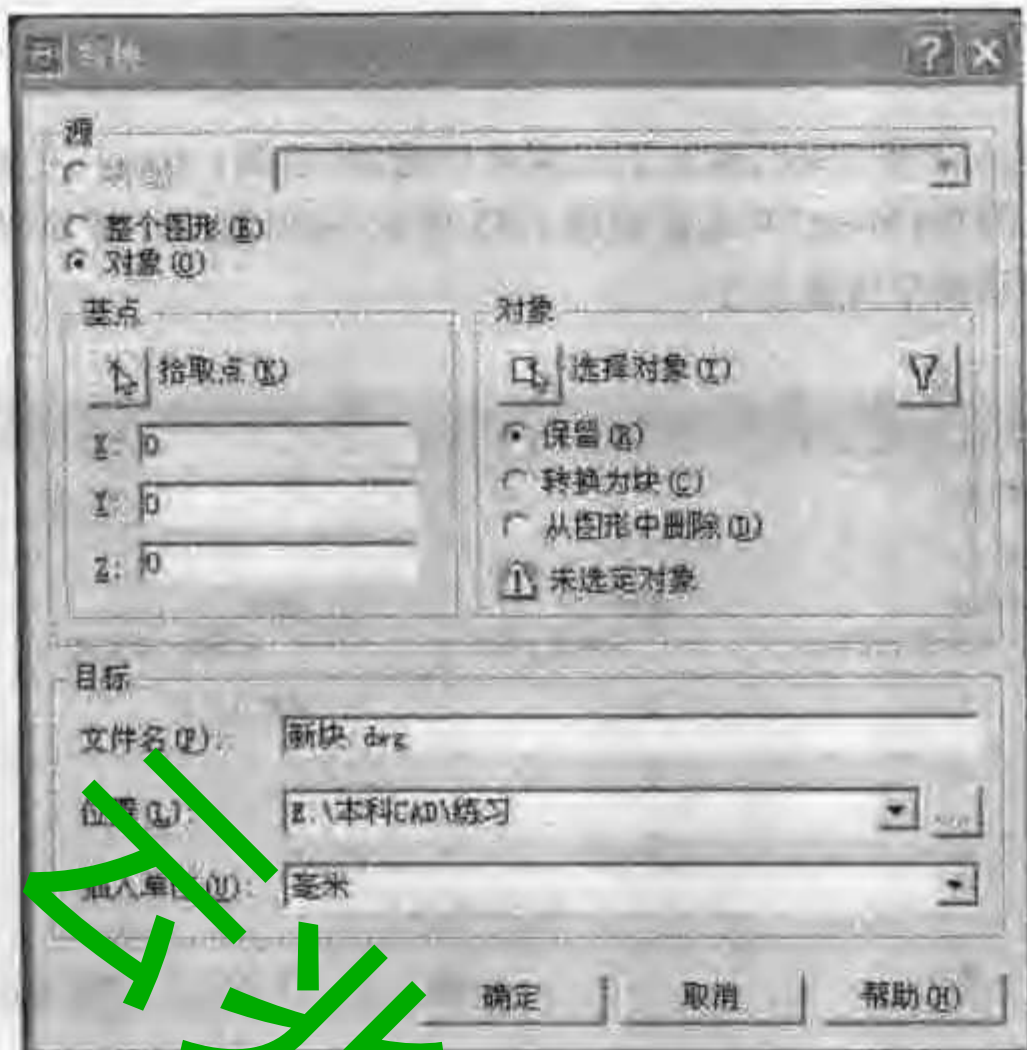


图 2-4 写块 (Wblock) 对话框

1. 源 (Source)

在该组合框中可以选择制作图块的资源，其中有两个选项：

(1) 整个图形 (Entire Drawing)

将图形界限定义的整个图形区域制作成图块。以整个图形文件制作图块方法为：对图块命名，设置图块存储路径，单击“确定 (OK)”按钮，这样整个当前的图形文件都被制作为图块。

(2) 对象 (Object)

仅将所绘制的图形对象制作成图块。以图形对象制作图块方法为：选择图形对象，选择插入点，对图块命名，设置图块存储路径，单击“确定 (OK)”按钮，这样所选择的图形对象被制作为图块。

2. 拾取点 (Base Point)

该组合框用于选择图块上的插入点。插入点的选择应考虑在图块插入时，能有助于图块方便、快捷地引用到需要插入图块的文件中。

3. 对象 (Object)

在该组合框中各选项的含义与图块定义 (Block Definition) 对话框上相应选项的含义相同。

4. 目标 (Destination)

该组合框用于确定图块的文件名、设置图块路径以及单位。

三、插入图块

在文本窗口输入命令 Insert, 或在下拉菜单中选择: 绘图 (Draw) → 插入 (Insert) → 块 (Block), 弹出插入图块 (Insert) 对话框如图 2-45 所示, 可以将制作好的图块插入到当前图形中。插入图块对话框中各选项为:

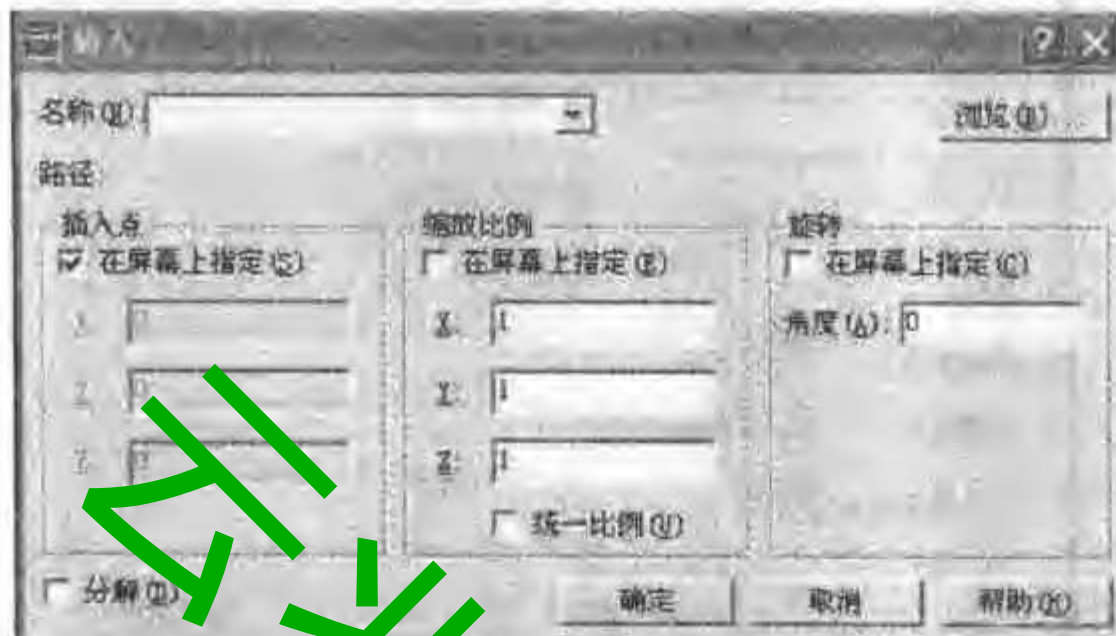


图 2-45 插入图块 (Insert) 对话框

- (1) 名称 (Name): 用于指定插入图块的文件名。
- (2) 浏览 (Browse): 单击“浏览”按钮, 可以通过图块文件的存储路径, 找到图块的文件名。
- (3) 插入点 (Insert Point): 图块在当前图形文件上的插入点可以直接在屏幕上选择, 也可以在该对话框中输入插入点的坐标。
- (4) 缩放比例 (Scale): 用于确定图块插入时的缩放比例, 可在文本窗口中指定或在该对话框中输入缩放比例因子。
- (5) 旋转 (Rotation): 用于确定图块放置的旋转角。
- (6) 分解 (Explode): 用于确定是否将图块分解开。

四、几点说明

- (1) 用创建图块命令 Block 制作的图块, 只能在当前图形文件中引用。用写图块命令 Wblock 制作的图块, 能在所有的图形文件中引用。
- (2) 采用 Wblock 命令, 是将当前图形文件制作的图块, 以独立图形文件 (即 *.Dwg) 的形式保存到磁盘中, 因此要使制作的图块能够公共使用, 就必须将该图块保存为文件。
- (3) 写图块命令 Wblock 是将该图块保存为 Dwg 文件, 反之, 任何 Dwg 图形文件都可以作为块插入到其他图形文件中。但制作成图块的 Dwg 图形文件, 带有插入点的属性, 为图块的插入提供了方便快捷方式。

五、图块的编辑

做好的图块, 其中的对象和插入基点都是可以再编辑的。重新选择对象, 重新确定图块

的插入基点,则完成图块的重新定义。

六、属性块的制作

AutoCAD 允许用户为图块附加一些文字信息,我们称之为属性。属性图块适用于那些图形结构相同,但其中填写的文字内容不同的图形。

1. 定义属性文字

在下拉菜单中选择:绘图(Draw)→块(Block)→定义属性(Define Attributes),弹出属性定义(Attribute Definition)对话框如图 2-46 所示。

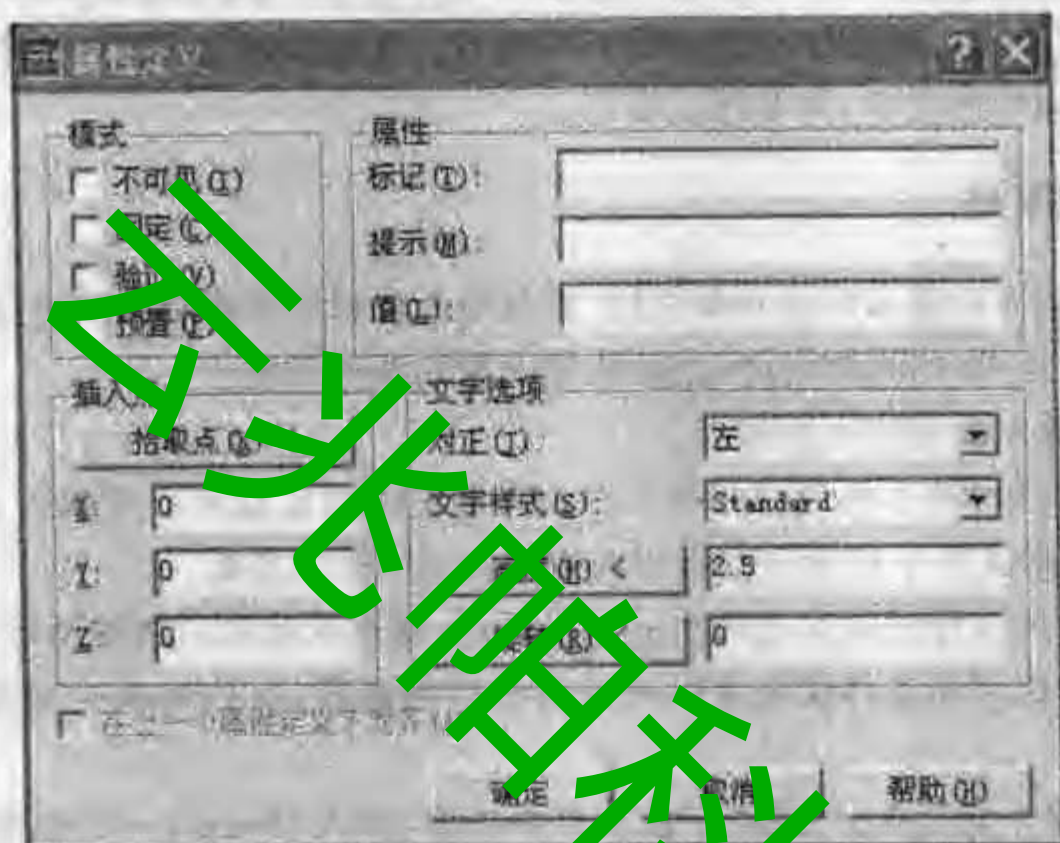


图 2-46 属性定义对话框

在制作属性图块之前,首先对准备制作成图块的图形做好属性文字。在属性定义对话框中有:

(1) 模式 (Mode) 组合框

- 1) 不可见性 (Invisible): 用于确定表示属性的值是否在图形中显示出来。用户选择了该选项,表示属性的值才能在图形中显示出来。
- 2) 固定 (Constant): 表示该属性是一个常量。
- 3) 验证 (Verify): 要求用户对属性进行确认。
- 4) 预置 (Preset): 为属性指定一个初始缺省值。

(2) 属性 (Attribute) 组合框

- 1) 标记 (Tag): 用于指定属性的名称。
 - 2) 提示 (Prompt): 用于确定当带属性的图块插入到当前图形窗口后,是否在文本窗口出现属性输入提示符号。
 - 3) 值 (Value): 确定属性的默认值。
- #### (3) 插入点 (Insert Point)

用于在图块上选择属性文字的插入点。

(4) 文字选项(Text Options)

用于确定属性文字的对齐方式、文字样式、高度和旋转角度。

2. 制作带属性的图块

首先绘制图块的图形文件,再通过属性定义对话框定义图块的属性文字,然后将准备制作图块的图形对象和文字属性一起定义为图块即可。

3. 插入带属性的图块

输入命令插入(Insert),或在下拉菜单中选择:绘图(Draw)→插入(Insert)→块(Block),弹出插入图块(Insert)对话框。通过插入图块对话框,将制作好带属性的图块插入到当前图形中,文本窗口随即出现需要输入的属性文字的提示符号,在文本窗口的提示下,输入预先定义了属性的文字,回车确认即可。

七、插入外部引用

在图形文件中可以插入许多外部引用,而且每个外部引用都可以有自己的插入点、缩放比例和旋转角度,还可以控制外部引用的依赖图层和线型属性。

外部引用与插入图块的区别如下:

(1)图块永久性地插入到当前图形文件。外部引用的信息并不直接加入到当前图形文件中,仅在当前图形文件中记录外部引用的引用关系和引用路径。

(2)外部引用的文件的每次改动后的结果,能及时反映到被引用的图形文件中。

(3)由于外部引用的文件仅记录引用关系和引用路径,有效地减少当前图形文件的容量。

在文本窗口输入命令 Xref,或在下拉菜单中选择:插入(Insert)→外部参照管理器(Xref Manager),弹出外部参照管理器(Xref Manager)对话框,如图 2-47 所示。外部参照管理器用来管理当前文件中每个外部引用的状态和外部引用之间的链接。其中的选项有:

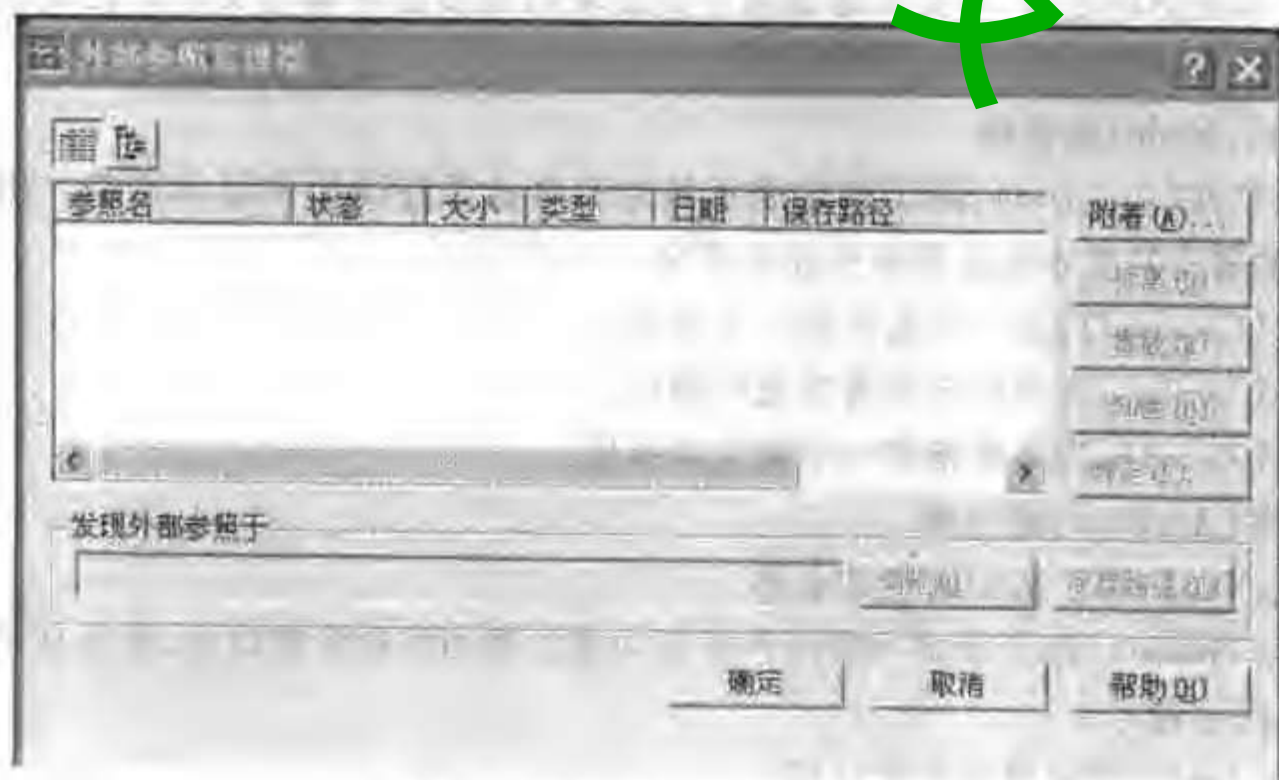


图 2-47 外部参照管理器对话框

- (1) 附着 (Attach): 用于选择要插入的外部引用。
 - (2) 拆离 (Detach): 该选项将选中的外部引用与当前图形文件的联系断开。
 - (3) 重载 (Reload): 该选项刷新选中的外部引用与当前图形文件的关系。
 - (4) 卸载 (Unload): 该选项将外部引用从当前图形文件中删除。
 - (5) 绑定 (Bind): 用于选择外部引用与当前图形文件的绑定方式, 有绑定和插入两种方式。选择绑定方式, 系统将外部引用的某些信息如线型、层、标注式样等绑定到当前图形中。选择插入方式, 外部引用就同图块一样永久性地插入到当前图形文件中了。
 - (6) 浏览 (Browse): 用于重新选择外部引用的文件。
 - (7) 保存路径 (Save Path): 将外部引用文件路径保存起来。
- 在管理器的左上角有两个按钮, 分别以列表方式和树形方式显示外部引用。以树形方式显示的外部引用不会显示该外部引用的状态。
- 单击“附着 (Attach)”按钮, 弹出选择参照文件对话框如图 2-48 所示。



图 2-48 选择参照文件对话框

用户根据需要的引用文件的路径, 选择引用文件, 选择“打开 (Open)”按钮, 弹出插入外部参照对话框, 其上各选项的含义基本与图块插入对话框相同。

八、从资源管理器中载入图形

基于 Microsoft 最底层技术的 AutoCAD 系统, 支持从 Windows 的资源管理器拖动图形文件插入到当前图形文件中。

在 AutoCAD 图形界面上, 打开 Windows 的资源管理器, 选择需要载入的文件图标, 用鼠标拖动其图标进入 AutoCAD 的绘图区域, 系统即刻启动插入图形的操作步骤, 根据文本窗口的提示即可完成插入操作。

练习题

1. 绘制一图形,将该图形制作成图块并保存为文件。
2. 将题 1 中制作好的图块放大 4 倍插入到当前图形窗口中。
3. 制作一带属性的图块。
4. 绘制底宽与边墙为 2.5m,顶拱中心角为 140° 的城门洞形廊道,尺寸标注后,再将该图形放大 2 倍。
5. 从 Windows 的资源管理器中,拖动图形文档插入当前图形窗口中。
6. 在当前图形中插入外部引用。
7. 对题 6 中插入的外部引用进行卸载和重载。

第十三节 三维绘图

一、三维空间及用户坐标

AutoCAD 系统是一个三维绘图软件,前面各章中的各种二维绘图,在系统数据库中都是以三维数据保存的。世界坐标系是 AutoCAD 系统为确定各种三维实体或图形的坐标而建立的一个空间直角坐标系如图 2-49 所示。

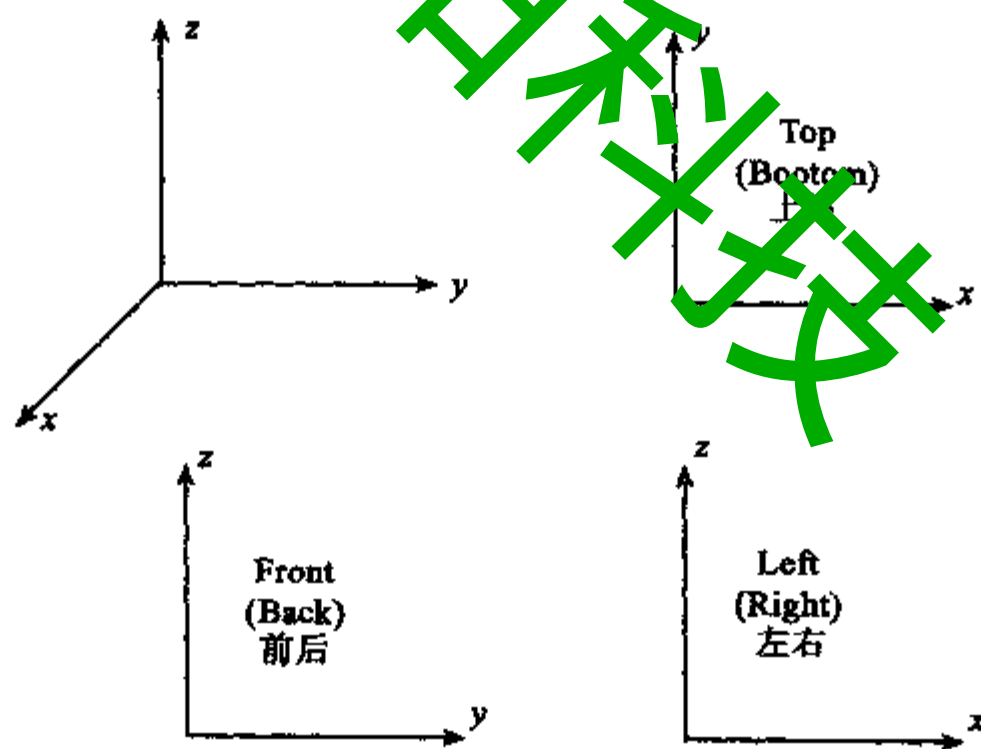


图 2-49 三维空间及坐标系统

- (1) 世界坐标系的 XOY 坐标平面平行于绘图屏幕。
- (2) AutoCAD 系统的坐标系统遵循右手螺旋法则,当右手的四指从 X 轴正向抓向 Y 轴正向时,大拇指伸出的方向即为 Z 轴的正向如图 2-50 所示。
- (3) AutoCAD 系统将世界坐标系的原点设在屏幕的左下角。

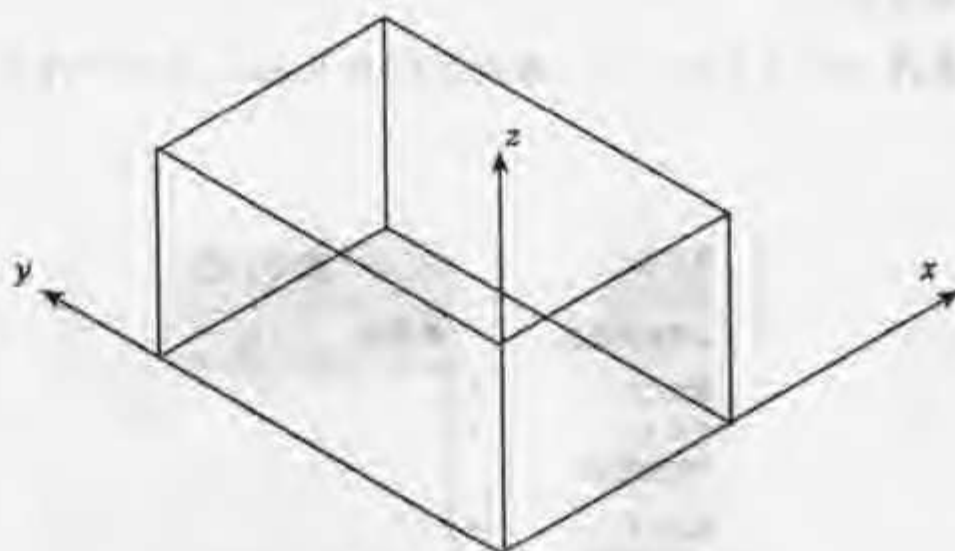


图 2-50 右手螺旋法则

二、三维图形观察

1. 多视口观察

在下拉菜单中选择视图(View)→视点(View Point),可以对三维图形进行1~4视图的(多视口)观察。

2. 三维图形观察视点预置

在下拉菜单中选择:视图(View)→三维视图(3D View)→三维视点预置(3D View Point Preset),弹出三维视点预置(3D View Point Preset)对话框如图2-51所示。

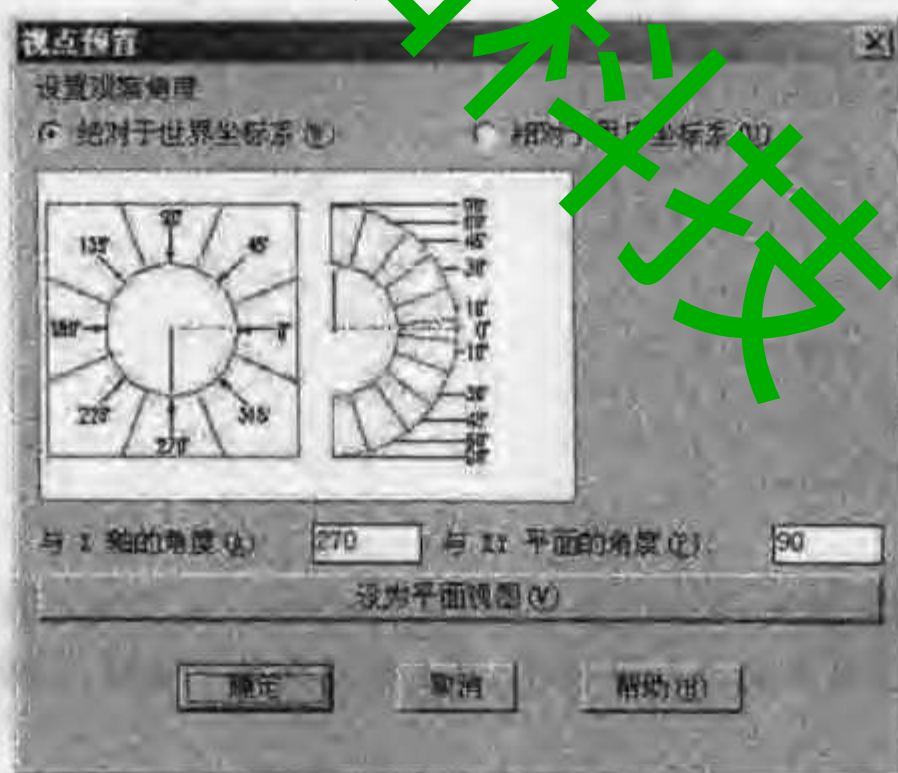


图 2-51 视点预置对话框

其中:

与 X 轴的角度:用于确定视线与 X 轴的角度,即视线在 XY 平面上投影线与 X 轴之间的夹角。

视线与 XY 平面的夹角:用于确定视线与 XY 平面的夹角。

3. 三维图形的标准视图

在下拉菜单中选择:视图(View)→三维视图(3D View),可以产生三维视图的标准视图如图 2-52 所示。



图 2-52 三维视图的标准视图菜单

其中有:

- (1) 俯视图 (Top)、仰视图 (Bottom)。
- (2) 左视图 (Left)、右视图 (Right)。
- (3) 主视图 (Front)、后视图 (Back)。
- (4) 西南视图 (SW Isometric)。
- (5) 东南视图 (SE Isometric)。
- (6) 东北视图 (NE Isometric)。
- (7) 西北视图 (NW Isometric)。

4. 三维动态观察

在下拉菜单中选择:视图(View)→工具条 (Toolbars),在弹出工具条 (Toolbars) 对话框中打开三维动态观察工具条如图 2-53 所示,其上有三维动态观察、三维连续观察、三维旋转观察等快捷工具。



图 2-53 三维动态观察工具条

(1) 三维动态观察

选择三维动态观察工具,图形窗口上显示出三维动态观察器;三维动态观察器有一个三维动态圆形轨道,轨道的四个象限处有一个小圆如图 2-54 所示,轨道的中心为目标点,用户可旋转、移动三维图形。

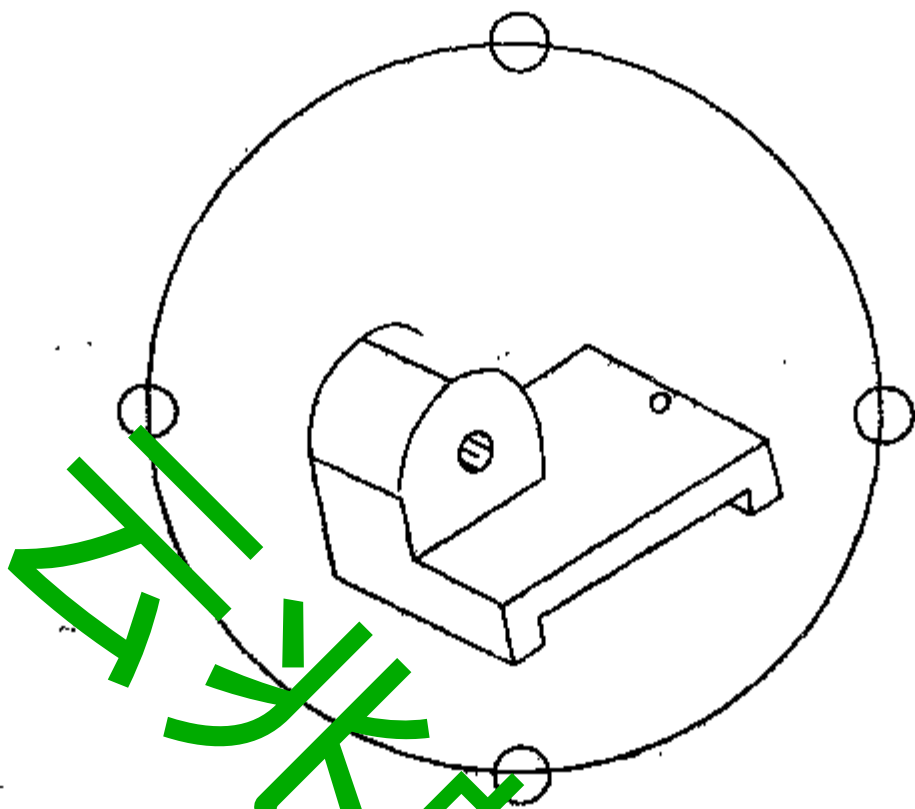


图 2-54 三维动态观察器

(2) 三维连续观察

选择三维连续观察工具,AutoCAD 系统可以根据用户指定的方向,连续自动地旋转、移动三维图形以便用户进行观测。

三、三维图形的处理

1. 消隐 (Hide)

在观察三维图形时,AutoCAD 系统通常以线框方式显示构成三维实体图形的所有线条,用户常常不能正确理解所生成的三维模型。进行消隐操作,可以隐藏屏幕上存在的而实际应被三维实体表面挡住的线条,使图形看起来更符合现实中的视觉感受。用重生成 (Regen) 命令可以使图形恢复原样。消隐操作只对具有表面的对象有效。

2. 渲染 (Render)

渲染是通过恰当设置的灯光类型、位置和表面润饰等方法,使三维实体非常接近现实世界中的实体。由于渲染涉及到许多光学知识,其处理的算法相当复杂,所以我们主要是掌握渲染的用法。

四、三维模型

AutoCAD 系统的三维模型有:

- (1) 线框模型:由点、线组成。
- (2) 表面模型:由平面、曲面组成。

(3) 实体模型:由方体、圆球、圆锥等基本模型组合而成。

只有表面模型和实体模型可进行消隐和渲染。

1. 表面模型的建造

(1) 将二维图形转化为三维模型

1) 打开二维图形的对象特性窗口改变对象厚度;或输入命令 Elev, 文本窗口提示:指定新的当前标高 <0.0000> (Specify new default elevation), 用户可以直接在文本窗口输入新的标高值, 回车确认即可。

2) 将二维图形的观察视角转化, 可以观察到由二维图形转化为三维表面模型。

3) 还可以启用三维动态观察器进行观察。

(2) 创建三维曲面对象

在下拉菜单中选择: 绘制 (Draw) → 曲面 (Surface) → 三维面 (3D Surface), 弹出三维对象对话框如图 2-55 所示。

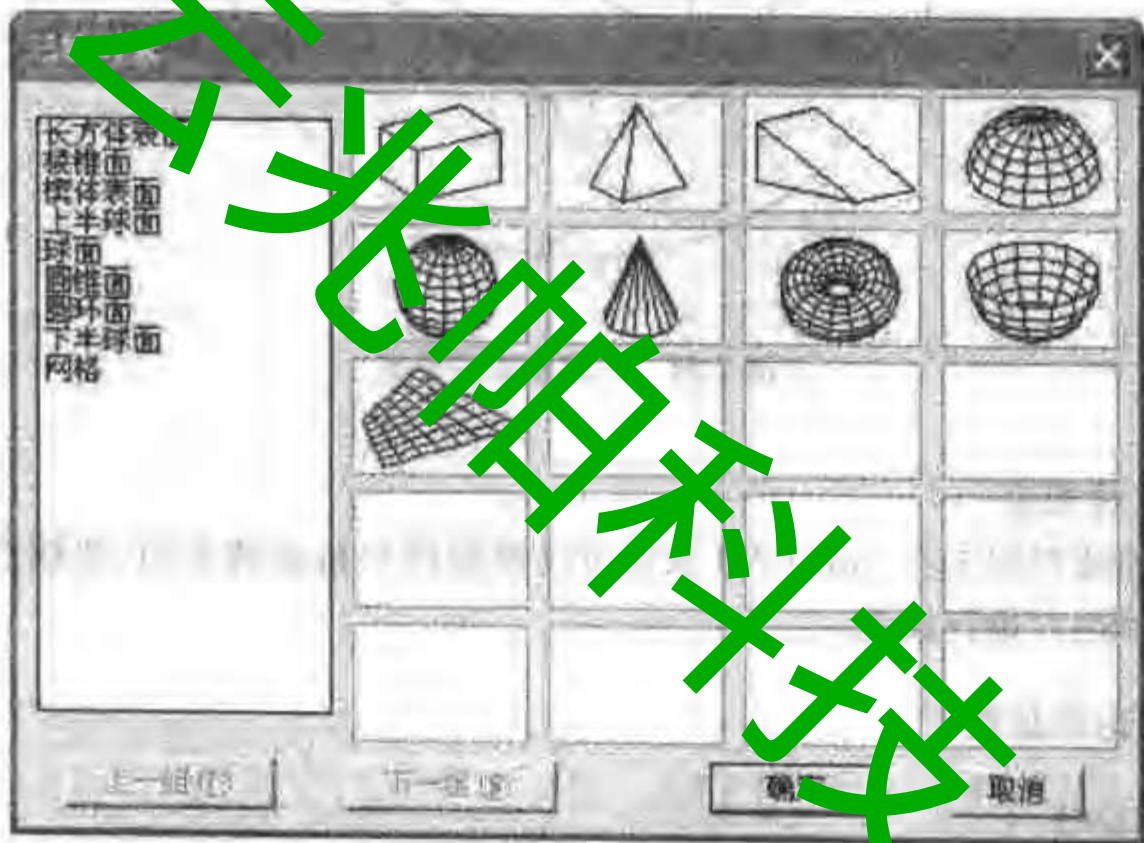


图 2-55 三维对象对话框

1) 绘制方体表面

在文本窗口输入命令: ai_box, 或选择三维对象对话框中的“方体 (Box)”绘制工具, 文本窗口出现提示如下:

指定角点给长方体表面:

指定长度给长方体表面:

指定长方体表面的宽度:

指定高度给长方体表面:

指定长方体表面绕 Z 轴旋转的角度或 [参照 (R)]:

在文本窗口提示下依次输入相应数据, 即可完成方体表面的绘制。

2) 绘制棱锥面

在文本窗口输入命令 `ai_pyramid`, 或选择三维对象对话框中的“棱锥面 (Pyramid)”绘制工具, 文本窗口出现提示如下:

指定棱锥面底面的第一角点:

指定棱锥面底面的第二角点:

指定棱锥面底面的第三角点:

指定棱锥面底面的第四角点或 [四面体(T)]:

指定棱锥面的顶点或 [棱(R)/顶面(T)]:

在文本窗口提示下依次输入相应数值, 即可完成棱锥面的绘制。

3) 绘制圆锥面

在文本窗口输入命令: `ai_cone`, 或选择三维对象对话框中的“圆锥面 (Cone)”绘制工具, 文本窗口出现提示如下:

指定圆锥面底面的中心点:

指定圆锥面底面的半径或 [直径(D)]:

指定圆锥面顶面的半径或 [直径(D)] <0>:

指定圆锥面的高度:

输入圆锥面曲面的线段数目 <16>:

对于指定圆锥面顶面的半径或 [直径(D)] 的选项, 若输入为 0, 则绘制出圆锥面, 若输入不为 0 的数值, 则绘制出圆台面。

4) 创建三维曲面网格

在文本窗口输入命令 `ai_mesh`, 或选择“网格 (Mesh)”绘制工具, 文本窗口出现提示如下:

指定网格的第一角点:

指定网格的第二角点:

指定网格的第三角点:

指定网格的第四角点:

输入 M 方向上的网格数量:

输入 N 方向上的网格数量:

文本窗口提示输入的 4 个角点, 即为网格的边界上的 4 个角点。采用“网格”绘制工具, 用户只能控制边界上的 4 个角点坐标, 不能控制由 4 个角点构成的区域内点的坐标。

若采用命令 `3D Mesh`, 文本窗口出现提示如下:

输入 M 方向上的网格数量(2~256)列:

输入 N 方向上的网格数量(2~256)行:

指定顶点的位置坐标(顶点的列号, 顶点的行号):

`3D Mesh` 命令要求输入由 M 行 N 列构成的各顶点(交点)的 X、Y 坐标, 可以真正建立三维不规则曲面网格, 形成反映山脉的三维地形模型。M 和 N 方向上的网格数量最大为 256。

例: 在文本窗口输入命令 `3D Mesh`, 按照文本窗口的提示输入:

输入 M 方向上的网格数量: 4

输入 N 方向上的网格数量: 3

指定顶点的坐标(0,0):10,1,3
 指定顶点的坐标(0,1):10,5,5
 指定顶点的坐标(0,2):10,10,3
 指定顶点的坐标(1,0):15,1,0
 指定顶点的坐标(1,1):15,5,0
 指定顶点的坐标(1,2):15,10,0
 指定顶点的坐标(2,0):20,1,0
 指定顶点的坐标(2,1):20,5,7
 指定顶点的坐标(2,2):20,10,0
 指定顶点的坐标(3,0):25,1,0
 指定顶点的坐标(3,1):25,5,0
 指定顶点的坐标(3,2):25,10,0

在上述 12 个点的坐标输入完毕后,AutoCAD 系统绘制出来的三维网格图如图 2-56 所示。

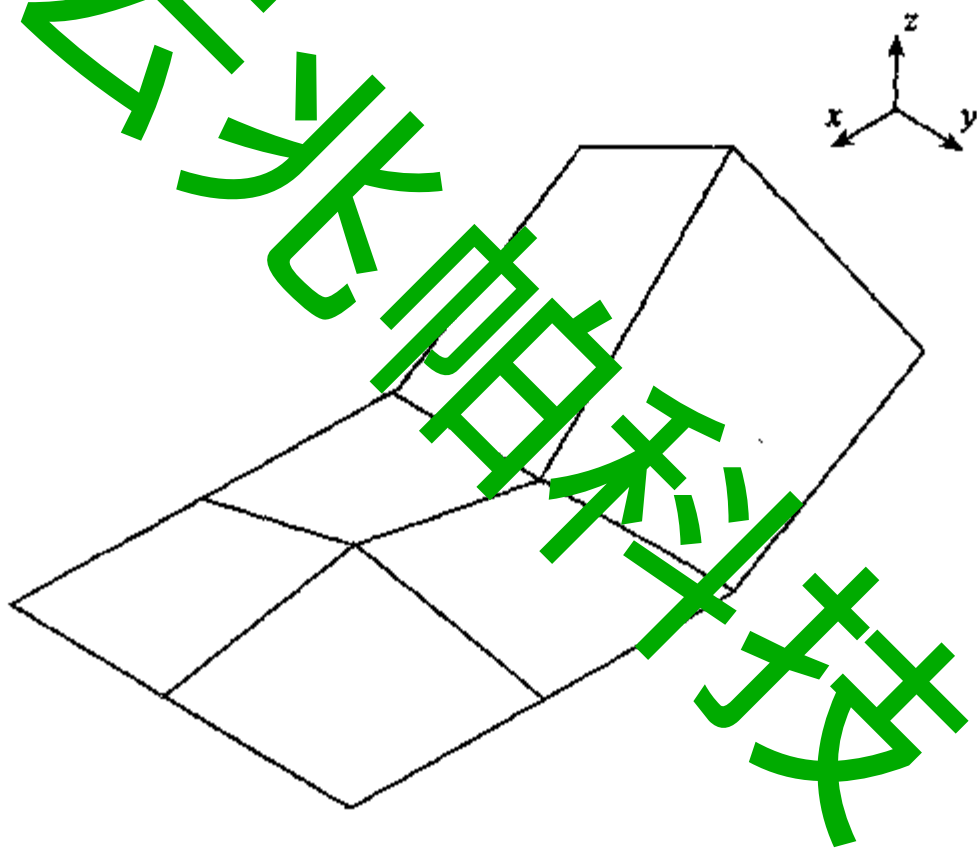


图 2-56 三维网格图

(3) 用 Revsurf 生成旋转表面

在下拉菜单中选择:绘制(Draw)→曲面(Surface)→旋转表面(Revolved Surface),或在文本窗口输入命令 revsurf,文本窗口出现提示如下:

当前线框密度: SURFTAB1 = 6 SURFTAB2 = 6

选择要旋转的对象(Select object to revolve):

选择定义旋转轴的对象(Select object that defines the axis of revolution):

指定起点角度(Specify start angle) <0>:

指定包含角(Specify included angle) (+ = 逆时针, - = 顺时针) <360>:

按照文本窗口提示输入自己设定的参数,即可完成三维旋转表面的绘制。

2. 创建三维实体模型

在下拉菜单中选择:视图(View)→工具条(Toolbars),弹出工具条(Toolbars)对话框,在工具条对话框中打开实体(Solids)工具条,如图 2-57 所示,实体工具条有拉伸和绘制基本三维实体及剖切三维实体等工具。



图 2-57 实体(Solids)工具条

图 2-57 从左到右各图标的功能如下:

- (1) 方体(Box):创建三维长方体。
 - (2) 球体(Sphere):创建三维球体。
 - (3) 圆柱体(Cylinder):创建三维圆柱体。
 - (4) 圆锥体(Cone):创建三维圆锥体。
 - (5) 楔体(Wedge):创建斜面沿 X 轴方向倾斜三维楔体。
 - (6) 圆环(Torus):创建三维圆环实体。
 - (7) 拉伸(Extrude):拉伸二维对象创建三维实体。
 - (8) 旋转(Revolve):以指定轴为中心旋转二维对象创建三维实体。
 - (9) 剖切(Slice):用平面剖切三维实体。
 - (10) 切割(Section):用平面或实体的截面创建面域。
 - (11) 并集(Union):用两个或两个以上的实体的公共部分创建复合实体。
 - (12) 视图(Setup Drawing):在创建的视图中生成视图。
 - (13) 设置视窗(Setup View):设置视窗。
 - (14) 轮廓图(Setup Profile):创建三维实体的轮廓图像。
- (1) 将二维图形转化为三维实体模型

1) 实体拉伸(Extrude)

首先绘制平面矩形,在文本窗口输入命令 extrude,或选择实体工具条上的“拉伸”工具,文本窗口出现提示如下:

当前线框密度: ISOLINES = 4

选择对象(Select object):

指定拉伸高度或 [路径(P)] (Specify height of extrusion or [path]):

指定拉伸的倾斜角度 (Specify angle of taper for extrusion) <0>:

按照文本窗口提示输入自己设定的参数,即将二维图形拉伸为三维实体模型。

2) 实体旋转(Revolve)

绘制需要旋转的平面图形,在文本窗口输入命令 revolve,或选择实体工具条上的“旋转”工具,文本窗口出现提示如下:

当前线框密度: ISOLINES = 4

选择对象(Select object):

指定旋转轴的起点或定义轴依照 [对象(O)/X 轴(X)/Y 轴(Y)] (Specify start point for axis of revolution or define axis by [object/X/Y]):

指定旋转角度 (Specify angle of revolution) $<360>$;

按照文本窗口提示输入自己设定的参数,即将二维图形通过旋转转化为三维实体模型。

(2) 生成基本三维实体模型

选择实体 (Solids) 工具条上的方体 (Box)、圆球 (Sphere)、圆锥 (Cone) 等基本三维模型绘制工具,或在下拉菜单中选择:绘制 (Draw)→实体 (Solids)→选择所需绘制的方体、圆球、圆锥等三维模型绘制工具,按照文本窗口提示输入自己设定的参数,即可完成基本三维实体模型的绘制。

例:在文本窗口输入命令 box,或选择“方体 (Box)”绘制工具,文本窗口出现提示如下:

指定长方体的角点或 [中心点 (CE)] $<0,0,0>$;

指定角点或 [立方体 (C)/长度 (L)]:

指定高度:

按照文本窗口提示输入自己设定的参数,即可完成方体的绘制。

(3) 创建复合三维实体模型 (布尔运算)

应用“实体 (Solids)”绘制工具,只能建立基本的三维实体模型,再应用实体的并集、交集及差集方式 (布尔运算),就可以创建复合实体。

1) 并集 (Union)

可以合并两个或两个以上的实体,构成一个复合实体。在下拉菜单中选择:修改 (Modify)→实体编辑 (Solids Editing)→并集 (Union),在文本窗口提示下,选择需要合并的实体,回车确认,即完成两个或两个以上的实体的合并。

2) 交集 (Intersect)

用两个实体的公共部分创建复合实体,删除非重合部分。在下拉菜单中选择:修改 (Modify)→实体编辑 (Solids Editing)→交集 (Intersect),在文本窗口提示下,选择需要创建交集的实体,回车确认,即形成用两个或两个以上的实体的公共部分创建的复合实体。

3) 差集 (subtract)

删除两个实体的公共部分。在下拉菜单中选择:修改 (Modify)→实体编辑 (Solids Editing)→交集 (Intersect),在文本窗口提示下,先选择被减的图形对象,再选择需要减去的图形对象,回车确认,即构成新的复合实体。

(4) 修改剖切三维实体模型

1) 为三维实体倒角:在文本窗口输入命令 chamfer,或选择修改工具栏“倒角”工具,可以将三维实体角点用平面拉平。

2) 切割三维实体:在文本窗口输入命令 section,或选择实体工具条上的“切割 (Section)”工具,在文本窗口提示下,选择对象,指定需要截取的截面上不在一条直线上的三个点,回车确认。完成后可选择已经截取的截面,将截面移出实体之外。

3) 剖切三维实体:在文本窗口输入命令 slice,或选择实体工具条上的“剖切 (Slice)”工具,在文本窗口提示下,选择对象,指定需要剖切的截面上不在一条直线上的三个点,选择要保留的一边,回车确认即可。

例 1:绘制三维轴承图形 (见图 2-58)

操作步骤如下:

(1) 绘制轴承基座。选择俯视 (Top) 视点方向,选择方体工具,在屏幕上确定一个角点

坐标,再依次输入长(X)200,宽(Y)150,高(Z)20。

(2)绘制基座柱脚。选择方体工具,在屏幕上以轴承基座左下角点为方体柱脚的角点,再依次输入长(X)20,宽(Y)150,高(Z)-20,绘制出一个柱脚,选择“复制”工具,将绘制出柱脚复制到基座的另一端。

(3)选择“并集”工具,将基座和两个柱脚合并为一个整体。

(4)在基座上打孔。作辅助线,确定右基座上圆孔的圆心点,绘制半径(R)5,高(Z)-40的圆孔,选择“差集”工具,将其合并为一个整体。

(5)绘制基座上部结构中的立方体。以基座左边后端的角点为上部方体的角点坐标,依次输入长(X)100,宽(Y)-75,高(Z)40,选择“并集”工具,将其合并为一个整体。

(6)绘制基座上部结构中半圆体。选择主视(Front)视点方向,以上部立方体前端中点为圆心,绘制圆柱体,半径(R)25,高(Z)-75,选择“并集”工具,将其合并为一个整体。

(7)绘制基座上部结构的圆孔。作辅助线,定位圆孔中点。绘制圆柱体,半径(R)25,高(Z)-75,选择“差集”工具,将其合并为一个整体。

例2:非溢流重力坝的剖面如图2-59所示,绘制轴线长100m的非溢流重力坝的三维图形,并进行主要尺寸的标注如图2-60所示。

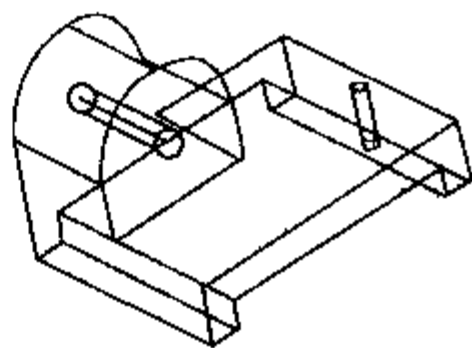


图 2-58 三维轴承图形

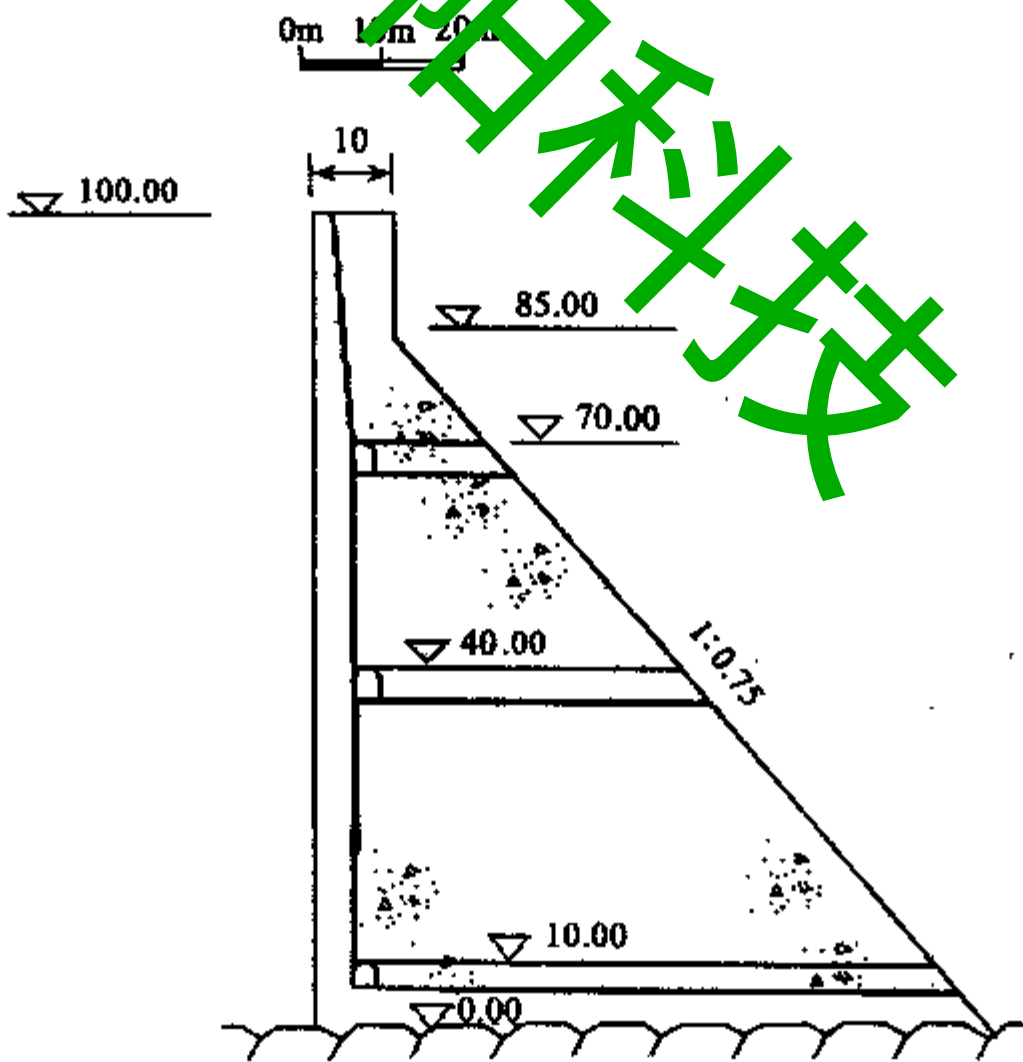


图 2-59 非溢流重力坝的剖面图

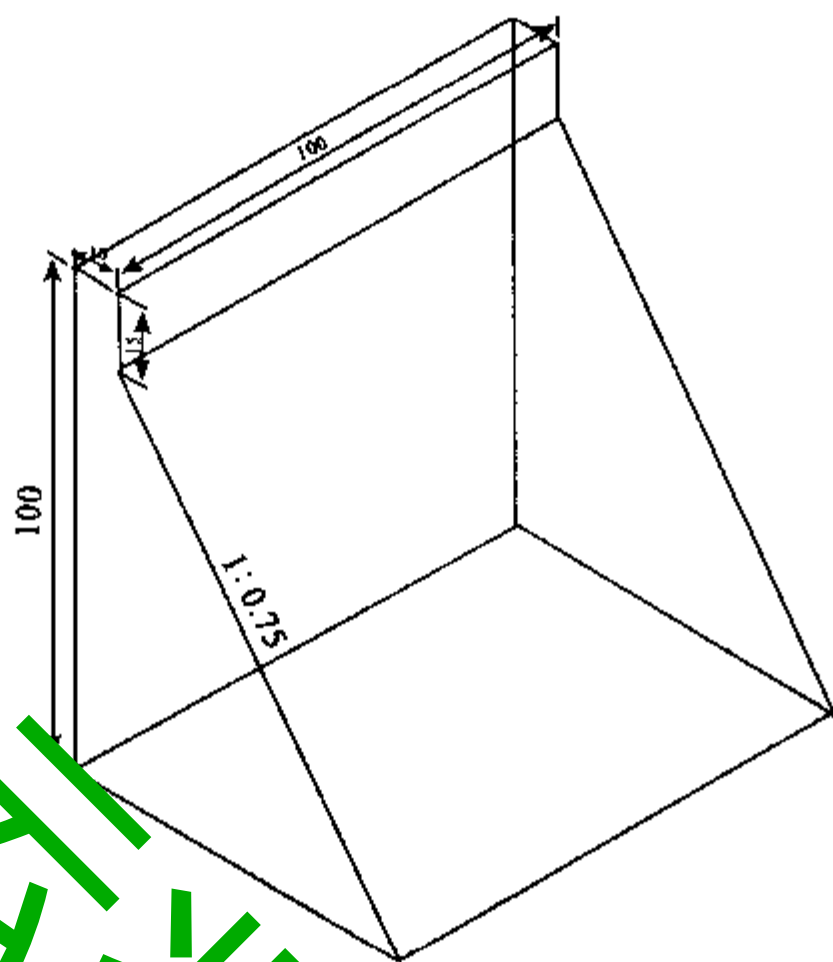


图 2-40 非溢流重力坝的三维模型

从非溢流重力坝的剖面分析可知,非溢流重力坝的三维图形实际是由一个立方体和一个楔体组成,其尺寸分别为:

立方体长(L)100m;宽(B)10m;高(H)100m。

楔体长(L)100m;宽(B)63.75m;高(H)85m。

绘制非溢流重力坝三维图形的实际操作中关键性要点为

- (1)首先在俯视坐标系下绘制立方体;再将坐标系绕 Z 轴旋转 -90° 后,绘制楔体。
- (2)尺寸标注只能在 XOY 平面上实现。

练习题

1. 创建两个基本三维实体,并合并成一个实体。
2. 创建两个基本三维实体,从中减去一个实体。
3. 在三维矩形体的主视(Front)面上打一圆孔。
4. 在三维实体上做一截面并移出实体之外。
5. 切割三维实体。
6. 用多视口观察三维实体。
7. 用动态的方法观察三维实体。

第十四节 创建其他格式的文件

一、创建 Wmf 格式的文件

1. 创建 Wmf 格式的文件

在 AutoCAD 环境下打开图形文件,在下拉菜单中选择:文件(File)→输出(Export),弹出数据文件输出(Export Data)对话框。在对话框中给出输出文件名,在保存类型中选择 Wmf 格式,返回到图形界面上选择输出对象,回车确认,形成 Windows 环境下图元格式,即 Wmf 格式文件(Windows Metafile Format)。Wmf 格式文件可以作为图片插入到 Word 文档中,在 Microsoft Word 环境中,从下拉菜单中选择:插入(Insert)→图片(Image)→来自文件(From File),弹出插入图片对话框,根据 Wmf 格式文件保存的路径,选择制作好的图元文件插入到 Word 文档中。

2. 创建三维模型时 Wmf 格式的文件(图片文件)

打开三维图形文件,选择三维视点,在下拉菜单中选择:文件(File)→输出(Export),弹出数据文件输出(Export Data)对话框,在对话框中输入文件名,在保存类型中选择 Wmf 格式,在图形界面上选择输出对象,即形成二维 Wmf 格式文件图片。

二、创建 Bmp 格式的文件及 Jpg 格式的文件

Jpg 格式文件的图片的存储容量,比 Bmp 格式文件的图片的存储容量小得多,但在 AutoCAD 环境下不能将图形文件直接转换为 Jpg 格式文件的图片,必须通过以下步骤的转换。

(1) 打开图形文件,在下拉菜单中选择:文件(File)→输出(Export),弹出数据文件输出(Export Data)对话框,在对话框中输入文件名,在保存类型中选择 Bmp 格式,返回到图形界面上选择输出对象,回车确认,即形成 Windows 环境下的位图格式,即 Bmp 格式文件。

(2) 在 Windows 环境下的画图界面上,打开 Bmp 格式文件的图片,在保存类型中选择 Jpg 格式,即可将 Bmp 格式文件的图片转化为 Jpg 格式。

三、在 AutoCAD 界面上插入 Jpg 格式文件的图片

在水利水电工程设计过程中,有时需要将地形图等图形资料扫描,使之转化为 AutoCAD 的 Dwg 格式文件,以便重新编辑。AutoCAD 系统提供了在 AutoCAD 界面上插入 Jpg 格式文件的图片的功能。

在下拉菜单中选择插入(Insert)→图像管理器(Image Manager),弹出图像管理器(Image Manager)对话框如图 2-61 所示。

单击“附着(Attach)”,选择所需插入的图片,弹出选择图像文件对话框如图 2-62 所示,在“浏览(Browse)”中选择需要插入的图片文件,即可完成图片插入。插入的图片一般位于 0 号图层,需新建图层,然后以插入的图片为底图,在新建图层上描绘该图片,重新形成该图片的 Dwg 格式文件。

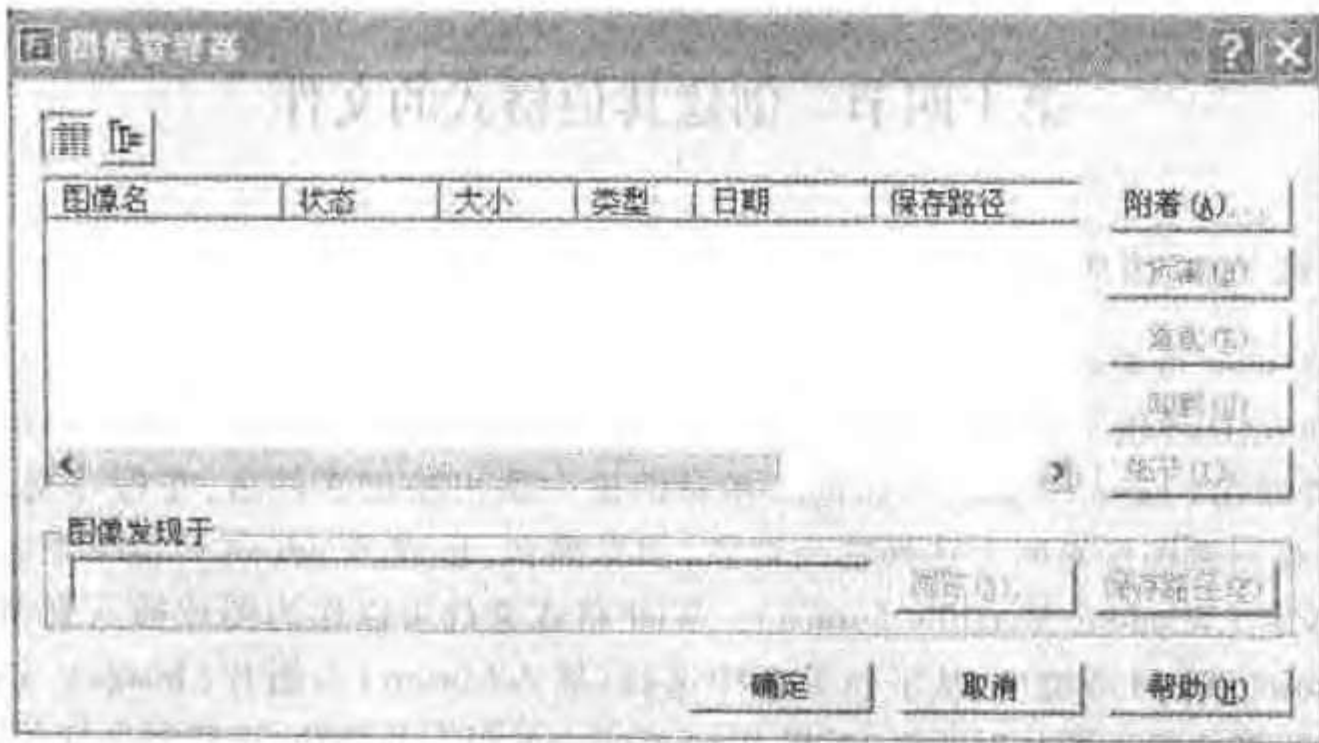


图 2-61 图像管理器对话框

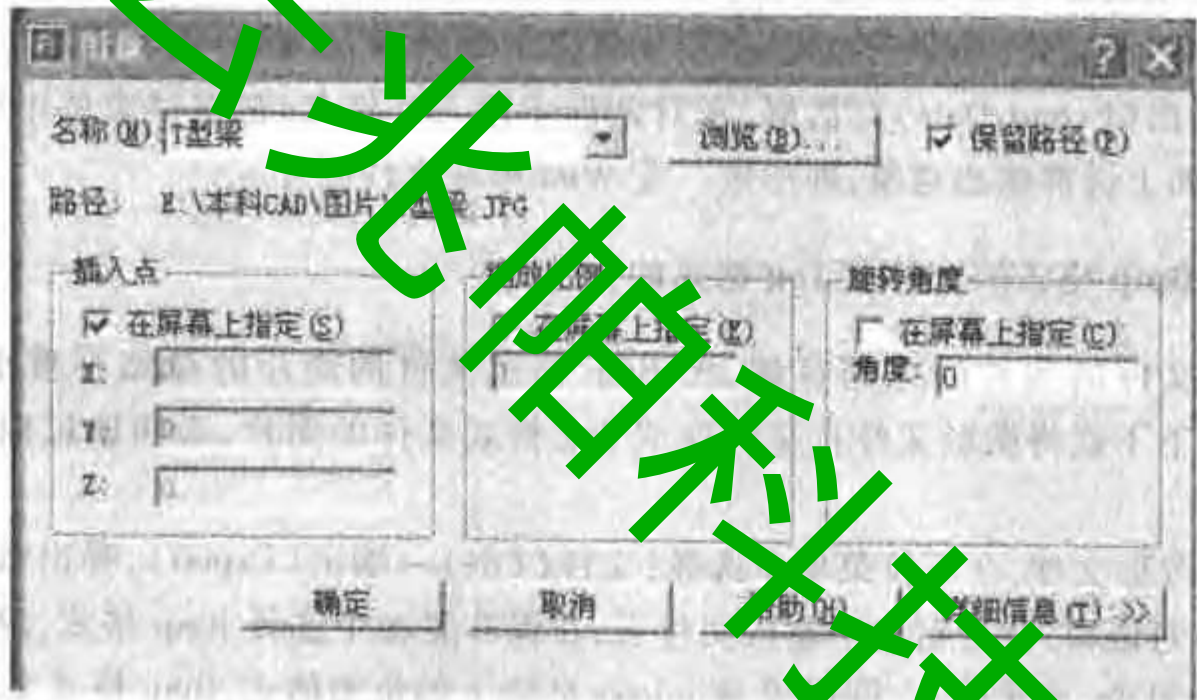


图 2-62 图像插入对话框

练习题

- 1. 创建 Windows 下的 Wmf 格式的文件。
- 2. 创建 Jpg 格式文件的图片。
- 3. 在 AutoCAD 界面上插入 Jpg 格式文件的图片。
- 4. 将 Jpg 格式文件的图片,转化为 Dwg 格式文件。

第三章 AutoLISP 语言及程序设计

第一节 基本概念

一、AutoLISP 是开发 AutoCAD 的工具

1. 语言开发环境

一个 CAD 系统所支持的各种程序设计语言统称为语言开发环境。语言开发环境是 CAD 系统开放式结构的重要组成部分,它可以将高级语言的运算、判断和字符处理功能和 CAD 系统的图形功能有机地结合起来,从而为 CAD 系统的二次开发提供非常强大的工具。

AutoCAD 从 R2.18 版本开始首次将 LISP 语言引入其中,形成一种嵌于 AutoCAD 内部的 AutoLISP 语言,在 AutoCAD 以后的所有版本(包括 R14、AutoCAD 2000 等)均保留了这种语言形式。在此之后 AutoCAD 在其 R12 版本中又推出了开发系统 ADS(AutoCAD Development System),这种系统用 C 语言编程,用它开发的程序具有运行速度快、保密效果好、对硬件处理能力等优点。但在 AutoCAD R14 中,尽管 ADS 仍被支持,却不再受重用。取而代之的是 Object ARX 编程环境,它允许用 Microsoft Visual C++ 语言在 AutoCAD 开发完成应用程序。除此之外,AutoCAD R14 还提供了 Visual Basic Active Automation 工具,从而使 AutoCAD 系统具备了非常丰富的功能和十分强大的语言开发环境。

一般来讲,利用语言开发环境可以完成以下一些功能:

- (1) 扩充 AutoCAD 命令,即由用户定义新的 AutoCAD 命令。
- (2) 实现自动化和参数化绘图。即一些常见的较复杂的图形可通过一个应用程序自动完成,或在程序执行过程中输入必要的参数。
- (3) 查询和修改 AutoCAD 系统变量和用户自定义变量。
- (4) 读写外部文件,实现与其他高级语言的数据共享与交换。
- (5) 改变 AutoCAD 原有命令的含义。
- (6) 查询 AutoCAD 的实体、图形屏幕和设备。
- (7) 进行各种算术运算、逻辑运算和字符串处理。

2. AutoLISP 的特点

LISP 语言是一种表处理程序设计语言(List Processing Programming Language),主要用于人工智能领域,是一种功能十分强大的语言。AutoLISP 是通用 LISP 语言的一个子集,其语法规则和基本函数与通用 LISP 十分相近,但它增加了许多特殊的内部函数。

AutoLISP 具有以下一些特点:

- (1) 它是一种嵌入语言,只能在 AutoCAD 环境中运行。

- (2)可直接调用绝大部分 AutoCAD 命令。
- (3)增加了用于图形处理的函数。
- (4)采用模块化的设计方法,易于阅读、调试和维护。
- (5)程序全部以表的形式来描述各种数据及其处理过程。
- (6)每段程序都定义了一个函数,函数是组织和运行程序的基本方法。
- (7)是一种解释性语言。

二、如何设计 AutoLISP 程序

学会了 AutoLISP 的语法规则,就很容易用字处理器设计并修改 LISP 程序。但是,一个有用的 AutoLISP 程序事先必须全面考虑。为了节省时间和防止出错,编写 AutoLISP 程序的第一步是在纸上用自然语言准确描述这个 LISP 程序的功能,这步工作是相当重要的。它能帮助你组织自己的思路,以后可以用作参考,以便在编写程序细节时不偏离你的意图。

在使用 LISP 程序开发代码时,应该尽可能的从键盘上将这个过程操作一遍。用户可以在 AutoCAD 命令提示下键入绝大多数 AutoLISP 命令,这个先期测试过程能帮助用户在开发过程中及早地发现问题,节约大量的调试时间。记下你所进行的每一步和它完成的情况,记下基于哪些数据,调用哪些计算,记下将要画的图形或希望 LISP 完成的功能有关的一切事情。在绘图过程中,要记录和保存你使用 LISP 的记录。例如,记下什么地方使数学计算变慢,在绘图中多次发现的任何类型的对象,这个绘图过程能否自动进行或半自动进行等。这些记录将成为设计你的 LISP 程序的基础,它们会告诉你如何从 AutoLISP 中受益。

即使你的程序看起来能正常工作了,在以后的若干天内,也还要细心地做好记录,如记下其他人操作这个程序时的意见,记下问题是在什么时候、什么环境下发生的,你怎样改正了它们。在 AutoCAD 和字处理器之间来回切换时,不要仅仅凭记忆去修改它们。你的记录会给你提供方便。当获得较多的经验后,你的 LISP 程序中的错误就会减少。

三、语法规则

1. 函数

AutoLISP 中的基本数据结构叫做函数,一个函数能对数据进行一系列的处理并返回其结果。例如,你想要知道 185 除以 2.0 的商是多少。如果你正在 AutoCAD 中的话,就可以使用 AutoLISP 函数,在命令提示后键入以下内容:

```
command: (/ 185 2.0)
```

按回车键之后,AutoCAD 立即得出答案 92.500。

使用 AutoCAD 进行计算时,需要调用 AutoCAD 中的 AutoLISP 命令解释器,并给它提供一个函数,然后它就进行求值。当 AutoLISP 解释器计算完这个函数,就返回一个结果。

AutoCAD 组织 AutoLISP 函数,依据以下规则:

(1) AutoLISP 函数必须放在括号内,所有括号必须匹配,或者说是平衡。也就是说,必须用一对括号将每一个单独函数括起来。

(2)函数从左往右读入。

(3)括号中的第一个原子叫做函数操作符,它是一个命令,告诉 AutoLISP 解释器做什么。如在上面例子中,这个命令将执行一个除法,其函数操作符号是正斜杠符号 (/)。

(4) 函数操作符后面必须跟上函数自变量, 函数自变量是一些单独的信息, AutoLISP 在完成这个函数功能时需要用到它们。在这个例子中, AutoLISP 解释器执行一除法需要两个数原子, 因此正斜杠后面跟着这两个自变量。

(5) 函数操作符和它的自变量之间至少用一个空格符隔开, 这样 AutoLISP 解释器才知道什么时候开始, 什么时候结束。

(6) 两个函数之间和内部并不需要多余的空格和回车, 因为它们会被 AutoLISP 解释器忽略, 这意味着在 ASCII 文件中一个函数可以占据多行。

(7) 函数使用标准的 ASCII 符, 大小写不限。在键入 AutoLISP 程序时, 可以任意使用大写或小写字母, 或者将大小写字母混在一起。

(8) AutoLISP 程序中可以使用注释。注释以一个分号开始, 并在一行末尾结束。

(9) AutoLISP 程序一般是以扩展名为“LSP”的 ASCII 码文本文件的形式存储。

2. 内存变量

计算机组织、存储和调用信息的基本方式是内存变量。所有的程序设计语言都依靠对内存变量的操作。AutoLISP 的内存变量使用方法如下:

(1) AutoLISP 的内存变量放在计算机的随机存储器中。

(2) 当创建一个内存变量时, 必须给一个变量名。

(3) 当内存变量被创建并命名后, 它可以接受一个值, 即与它的名字相关的一条特定信息。当内存变量有一个值时, 就是说这个变量被约束到那个值。

(4) 当一个内存变量被约束到一个值后, 函数可以通过这个内存变量名来使用这个值。在计算函数时, 一旦碰到内存变量名, AutoLISP 就用这个值去替换变量名。

内存变量使得用一套命令可以使用许多不同的数据, 如果没有内存变量, 每次数据改变, LISP 程序都要被重新编辑。AutoLISP 使用一个特殊函数 SETQ, 来创建内存变量并把它们约束到一个值。这个函数至少需要两个自变量, 第一个自变量称为内存变量, 第二个是内存变量将被约束的值。现在看一个例子。

```
(setq x 2)
```

意思是“建立一个内存变量, 始它一个名字 x, 它的值是一个整数 2”。

当 AutoCAD 计算了这个函数, 那么下面这个函数就是有效的。

```
(* 2.36 x)
```

在这个函数中, AutoLISP 用 2 去替换 x。用 2.36 乘以 2, 返回结果 4.72。

如果你愿意, 可以用 SETQ 函数为 x 指定一个新值。

```
(setq x 3)
```

内存变量 x 已经创建了。使用这个相同的名字和一个新值, 重新调用这个函数并不会用同样的名字创建另一个内存变量, 仅仅把 x 约束到一个新值 3。

在上面的函数中, AutoLISP 用 3 代替 x, 返回值 7.08。

一个 SETQ 函数可用于给一组内存变量赋值。下面的函数把内存变量 a、b 和 c 分别约束到 1、2 和 3:

```
(setq a 1 b 2 c 3)
```

当采用这种方式时, setq 的自变量总是成对出现: 第一个是变量名, 紧跟着一个值, 接着是另一个变量名, 另一个值等。

在 AutoCAD 命令提示中键入一个感叹号(!)后面跟上内存变量名,就可以看到此内存变量的值。例如,如果为内存变量 x 指定了一个值,在 AutoCAD 命令行中键入以下内容。

! x

AutoCAD 会返回内存变量 x 的当前值。

内存变量名中不能包括空格、圆点、引号和括号。它们以字符(不是数字)开始,后面可跟任意多的字符,仅受可用内存的限制。如果在计算机内存中保存的变量名字很短,LISP 程序处理起来会快得多。因此 6 个字符以下比较合适。

一般说来,内存变量是所约束值的描述。例如,如果要在内存变量中存储角度值,那么使用的名字可以是 ang (再如 $x-ang$, $y-ang$, $ang-1$ 或 $ang-2$)。与此类似,用于存储坐标值的内存变量可用的名字是 pt (例如, $x-pt$, $y-pt$, $pt-1$ 或 $pt-2$)。

内存变量的值如果保持不变就称之为常量。AutoLISP 仅用一个预定义的常量 π 。 π 的值通常近似取 3.1415926。把这个值定义为一个常数的优点在于 π 比 3.1415926 更易于键入。而且,因为常量 π 的精确结果是一个无限循环小数,使用常量 π 比用一个小数的近似值更为精确。

3. 嵌套

一个函数的返回值可以被用作其他函数的自变量,这就叫嵌套。下面是一个有效的 AutoLISP 函数。

(+ 1 1)

我们已经知道“+”是加法函数操作符,自变量是 1 和 1,这个函数将返回 2。

现在研究下面的嵌套函数。

(* 2.36 (+ 1 1))

注意加法函数是如何被嵌套到一个乘法函数中去的。这些结合在一起的函数返回一个值 4.72。把 1 和 1 加起来的函数叫做二级嵌套函数,因为它仅嵌套在另外的一个函数中。注意,括号是如何配对的,乘法函数的括号是怎样把整个加法函数也括在里而的。

你可以在函数中嵌套多级函数,AutoLISP 命令解释器可以跟踪嵌套函数的深度多达一百级。AutoLISP 命令解释器先从嵌套最深的函数开始进行计算。下面的例子中,加法函数嵌套的深度是三级。

(- (* 2.36 (+ 1 1)) 2)

在三级计算之后这个函数返回值是 2.72。首先,整数 1 加 1 返回整数 2,接着 2 乘以 2.36,返回结果 4.72,最后,在 4.72 中减去 2,返回最后结果 2.72。

每个函数的两边都有匹配的一对括号,安排这些括号需要细心和经验,因为在嵌套较深的程序中,它会变得非常复杂。

四、基本的 AutoLISP 数据类型

1. 整型和实型

AutoLISP 识别两种数字类型:整型和实型。整型数不含小数点,它可以被迅速处理,但是被限制在一定范围内,整数的有效范围取决于你所使用的系统。在 16 位系统中,整数是从 -32 768 到 +32 768 之间的所有数字;在 32 位系统中,整数范围从 -2 147 438 648 到 +2 147 438 648。尽管 AutoCAD 可以处理 32 位,但是 AutoLISP 仅传给 AutoCAD 16 位整

数,因此如果你将整数值从 AutoLISP 传到 AutoCAD 中要先保证这些值是在 -32 768 到 +32 768 之间。

使用整数作为自变量的计算结果依然是一个整数,例如:

```
(/ 35 2)
```

这个函数返回值是 17 而不是 17.5,这是因 35 和 2 都是用整数来表示的,结果只能是一个整数。

实数比较复杂,而且它们处理得比较慢,下例是同样的函数但它们使用的是两个实数而不是整数。

```
(/ 35.0 2.0)
```

这个函数的返回值 17.5 在数学意义上是正确的,它是一个实数。

实数很容易辨认,因为它通常包含一个小数点,而整数没有。如果一个实数的值小于 1,它的小数部分就一定是跟在一个 0 后面。例如,0.5 是一个有效的实数,而 .5 不是。还可以在这个函数中同时使用一个实数和一个整数。

```
(/ 35.0 2)
```

这个函数的返回值仍是 17.5,当实数和整数同时用在一个函数中时,其结果通常是一个实数。

2. 表

在 AutoLISP 中,表是放在一对括号中的任一组信息的原子,这些原子间由至少一个空格将它们相互隔开。一个表中的原子可以是数字、字符、函数、操作符、自变量,还可以是别的表。返过它们的内容及它们出现处的上下文,来确定它们的含义。这样,一个函数就是包括了一个函数操作符及其自变量的一个表。表的长度就是表中包括的原子个数。例如:

```
(1.25 2.75)
```

3. 字符串

字符串由一个或多个字符(字母、数字和标点符)组成,对它不必进行数学处理。一个字符串通常放在一对引号里而。例如,下而的 AutoLISP 的 SETQ 函数。

```
(setq x "This is a string")
```

这个函数有一个字符串变量 "This is a string",并把它储存在内存变量 x 中。

在一对引号之间,至多可以放入 132 个字符,如果需要的话,也可以将较多的字符串组合在一起来得到任意长度的字符串,AutoLISP 按需要为它们分配内存。长的字符串会使处理过程减慢,因为它们占据了许多计算机内存,不然这些内存可以被其他程序使用。用户应该使字符串尽可能短。

五、在 AutoCAD 环境中管理 AutoLISP 程序

AutoLISP 程序被存放在磁盘的不同文件中,这样,在 AutoCAD 使用它们之前,要对这些程序进行管理,在执行它们前,先要将其装入内存。为了使用它们,还必须为它们分配足够的内存。

当一个 AutoLISP 被装入到内存中后,就可以在 AutoCAD 环境中执行它们。装入 AutoLISP 程序,应使用 AutoLISP 的 Load 函数,例如:

```
(load "filename")
```

这个函数让 AutoCAD 在缺省子目录下寻找文件 filename.lsp。并将 AutoLISP 中的全部内容装入到内存中,对其中的表达式求值。如果在用户指定的目录中装入一个 LISP 程序,就须使用文件的完整路径名。例如,如果文件 filename.lsp 是在别的子目录 \ACAD\LISP 中,用如下表达式装入:

```
(Load "C:/acad/lisp/filename")
```

注意: LISP 文件的完整路径名是用一个正斜杠(/)来分开。

第二节 AutoLISP 基本函数

AutoLISP 的函数分为系统内部函数和用户定义的外部函数。AutoLISP 提供了大量的系统内部函数和符号。如果在 AutoCAD 的命令提示行上键入 ! atomlist, 如:

```
command: ! atomlist
```

就可以调出系统的符号名表。该表中包含有 AutoLISP 全部系统内部函数和符号。学习 AutoLISP 语言的一个基本方法就是学习它的系统内部函数和符号的用法以及相应的编程技巧。要想掌握 AutoLISP 语言一定要注重实践和应用。原则上应将 AutoLISP 的基本函数一个一个地在计算机上试一试,熟悉它们的用法,然后再写一些短小的程序。

下面我们就开始介绍 AutoLISP 系统的内部函数和符号的用法及功能。

一、赋值与求值函数

1. 赋值函数

(1) set 函数

格式: (set(符号)(表达式))

它将(符号)的值(这里(符号)是一个引起来的符号名)置为(表达式),这个函数返回新的值,即(表达式)的计算结果。例如:

```
(set 'a 5.0)          返回 5.0
(set (quote b) 123)   返回 123
(set 's "it")         返回 "it"
```

下将讲述的 SETQ 函数,和 SET 差不多,但是 SETQ 不一定需要用 QUOTE 把(符号)括起来。

(2) setq 函数

格式: (setq(符号)(表达式))

这个函数将(符号)的值置为(表达式)。这是 AutoLISP 中的基本赋值函数。例如:

```
(setq a 5.0)          返回 5.0
```

它将符号 a 置为 5.0 每当用到 a 时,它的值都为实型数 5.0。另一些例子如下:

```
(setq b 123)          返回 123
(setq s "it")          返回 "it"
(setq x (a b))         返回 (a b)
(setq x 1 y 5.0 a "you") 返回 "you"
```

2. 禁止求值函数(QUOTE)

格式:(quote(表达式))

它返回没有计算的(表达式)。此函数还可以简写为:'(表达式),例如:

(quote a)	返回 a
(quote cat)	返回 cat
(quote (a b))	返回(a b)
'(a b)	返回(a b)

3. FUNCTION 函数

格式:(function(表达式))

FUNCTION 函数的作用与 QUOTE 函数的作用基本相同。它返回没有计算的(表达式),例如:

(function(+ 2 5 6))	返回(+ 2 5 6)
----------------------	--------------

所以,一般情况下,FUNCTION 函数与 QUOTE 函数可以互换使用。但(表达式)为函数名时,FUNCTION 函数就把该函数中的局部变量约束在当前的环境中。例如:

(car (function(5 6 7)))	返回 1
(apply (function +)(5 5))	返回 12

4. 再求值函数(EVAL)

格式:(eval (表达式))

它返回(表达式)的计算结果,其中(表达式)是 LISP 表达式。例如,对于以下赋值:

```
(setq a 123)
(setq b 'a)
```

则有:

(eval 4.0)	返回 4.0
(eval (abs -10))	返回 10
(eval a)	返回 123
(eval b)	返回 123

二、数值函数

1. 算术运算函数

(1) 求和

格式:(+(数)(数)……)

这个函数返回所有(数)的总和。其中的(数)可以是整型的,也可以是实型的。如果所有的(数)都是整型的数,其结果也是整型数;如果其中有一个是实型的,那么其他整型数将被转换为实型数,结果将是实型数。例如:

(+ 1 2)	返回 3
(+ 1 2 3 4 5)	返回 15
(+ 1 2 3 4.0)	返回 10.000000

(2) 求差

格式:(-(数)(数)……)

这个函数把第 1 个(数)减去第 2 个(数),返回它们的差。如果给定了多个(数),那么将第 1 个(数)减去后面所有数之和,并返回最后结果。如果只给了一个(数),即返回零减这个(数)的结果。此函数中的(数)可以是实型或整型,按标准规则进行类型转换。例如:

(- 50 40)	返回 10
(- 50 40 2.0)	返回 8.0
(- 50 40 2.5)	返回 7.5
(- 8)	返回 -8

(3)求积

格式:(*(数)(数)……)

这个函数返回所有(数)的乘积,其中的(数)可以是实型或整型,按标准规则进行类型转换。例如:

(* 2 3)	返回 6
(* 2 3 4.0)	返回 24.0
(* 3 4.5)	返回 13.5

(4)求商

格式:(/(数)(数)……)

这个函数将第 1 个(数)除以第 2 个(数),返回其商。如果给出的(数)多于两个,把第 1 个(数)除以其他所有(数)的乘积,并返回最后的商。此函数中的(数)可以是实型,类型的转换按标准规则进行。例如:

(/ 100 2)	返回 50
(/ 100 20 2.0)	返回 2.5
(/ 100 20 2)	返回 2
(/ 135 360)	返回 0
(/ 135 360.0)	返回 0.375

(5)1+ 函数

格式:(1+(数))

这个函数返回(数)加 1 的结果。(数)可以是实型数或整型数。例如:

(1+ 5)	返回 6
(1+ -17.5)	返回 -16.5

(6)1- 函数

格式:(1-(数))

这个函数返回(数)减 1 的结果。其中的(数)可以是实型数或整型数。例如:

(1- 5)	返回 4
(1- -17.5)	返回 -18.5

(7)abs 函数

格式:(abs(数))

这个函数返回(数)的绝对值。其中的(数)可以是实型数或整型数。例如:

(abs 100)	返回 100
-----------	--------

(abs -100)	返回 100
(abs -99.25)	返回 99.25

(8) exp 函数

格式:(exp(数))

这个函数返回 e 的(数)次方(自然对数)。它返回的结果是实型数。例如:

(exp 1.0)	返回 2.718282
(exp 2.2)	返回 9.025013
(exp -0.4)	返回 0.670320

(9) expt 函数

格式:(expt 底数)(幂)

这个函数返回(底数)的(幂)次方。如果两个变元都是整数,其结果也是整数;否则,结果为实数。例如:

(expt 2 4)	返回 16
(expt 3.0 3.0)	返回 9.0

(10) log 函数

格式:(log(数))

这个函数返回(数)的自然对数,其结果为实型数,例如:

(log 4.5)	返回 1.504077
(log 1.22)	返回 0.198850

(11) sqrt 函数

格式:(sqrt(数))

这个函数返回(数)的实平方根。例如:

(sqrt 4)	返回 2.0
(sqrt 2.0)	返回 1.414214

(12) rem 函数

格式:(rem(数1)(数2))

这个函数将(数1)除以(数2),返回其余数。rem 可以用于实型数和整型数,按标准规则进行类型转换。例如:

(rem 42 12)	返回 6
(rem 12.0 16)	返回 12
(rem 60 3)	返回 0

(13) min 函数

格式:(min(number)(number).....)

这个函数返回其中的最小的值。

(14) max 函数

格式:(max(number)(number).....)

这个函数返回其中的最大的值。

2. 三角函数

(1) sin 函数

格式: (sin(角度))

这个函数返回(角度)的正弦值,其中(角度)以弧度表示。例如:

(sin 1.0)	返回	0.841471
(sin 0.0)	返回	0.0

(2) cos 函数

格式: (cos(角度))

这个函数返回(角度)的余弦值,这里的(角度)以弧度表示。例如:

(cos 0.0)	返回	1.0
(cos pi)	返回	-1.0

(3) atan 函数

格式: (atan(数1)(数2))

如果没有提供(数2), ATAN 将返回(数1)的反正切值(单位弧度)。(数1)可以为负值,返回的角度范围为 $-\pi$ 到 $+\pi$ 。例如:

(atan 0.5)	返回	0.463647
(atan -1.0)	返回	-0.785398

如果(数1)和(数2)都提供了,即返回(数1)/(数2)的反正切值。其单位为弧度。如果(数2)为零,即返回的角度值为 1.570796 弧度(90°),例如:

(atan 2.0 3.0)	返回	0.588002
(atan 2.0 -3.0)	返回	-2.55359
(atan 1.0 0.0)	返回	1.570796

3. 数的类型转换函数

(1) float 函数

格式: (float(数))

这个函数返回(数)转换为实型数的结果,(数)可以是整型也可以是实型。例如:

(float 3)	返回	3.000000
(float 3.7)	返回	3.7

(2) fix 函数

格式: (fix(数))

这个函数返回(数)转换为整型数的结果。(数)可以是整型也可以是实型。如果是实型数,它就将小数部分丢弃,截尾至最靠近的整型数。例如:

(fix 3)	返回	3
(fix 3.7)	返回	3

4. 应用举例

AutoLISP 提供了一些基本的系统内部运算函数供编程应用。但工程计算中还需要更多的运算函数,这就需要用户自己开发。上述这些基本系统内部函数,为我们进行二次开发提供了条件。下面通过对系统内部的基本函数综合应用,来了解 AutoLISP 简单的函数开发。

例如在数学上,一个方程式 $x^2 + x + 1$ 可写为函数形式:

$$f(x) = x^2 + x + 1$$

$f(x)$ 为一个函数, x 为变量。当给变量 x 一个值,如 5,即可求出该函数的值。

AutoLISP 的自定义函数的定义也与此类似。AutoLISP 提供一个系统内部函数 `defun`, 供用户定义函数用, 下面对其用法举一例说明之。

```
(defun fx(x)
  (+ (expt x 2) x 1)
)
```

上面的程序即是 $f(x) = x^2 + x + 1$ 的用户自定义函数。`fx` 为函数名, `x` 为形参, 相当于自变量。`(+ (expt x 2) x 1)` 为函数定义的内容, 调用该定义函数:

```
(fx 5)          返回值 31
```

调用函数中的函数名(`fx`)与自定义函数名(`fx`)同名。

例二定义一个求直角三角形斜边长的函数。

```
(defun kypot(a b)
  (sqrt (+ (expt a 2) (expt b 2))))
)
```

三、表处理函数

1. 表的概念

(1) 表的定义

所谓表是指放在一对圆括号中的元素的有序集合。表中的元素可以是任何类型的常数、变量或表达式, 也可以是表, 其嵌套深度没有明确限制。在 AutoLISP 程序中, 除常数、变量和其他符号名外, 其余的形式都是用表来实现的。小至一个简单的四则运算, 大至一个复杂的用户函数(程序), 都具有表的结构形式, 这也就是 LISP 语言又称为表处理语言的主要原因。

表又是实现数组结构的主要工具。在一些高级语言中, 数组是同种类型数据的有序集合, 而在 AutoLISP 语言中, 不同类型的数据可以同处一个表中。

表中的元素之间一般用一个或多个空格进行分隔, 尽管字符串常数的定界符双撇号和圆括号也可分隔两个相邻的表元素, 为了便于阅读, 建议也用空格分隔。

表中的元素个数没有限制。可以有任意多个元素, 也可以没有元素。没有元素的表称为空表。

下面列出的表都是合法的。

```
( )
(13.5)
(3 1.53 1E-3 "STRING" (1.1 2.2 3.3))
('A ((0 0)(1 1)(3 3)))
(+ A B C D)
(DEFUN FACTORIAL(N))
(Setup T (* N (FACTORIAL (1 - N))))
```

(2) 表中元素的序号

表是元素的有序集合, 为便于对表中元素进行存取, 每个元素都有一个序号。表中元素是按其在表中的自然位置从零开始编号的。第一个元素的序号为 0, 第二个元素的序号为

1, 第 i 个元素的序号为 $i-1$ 。表元素的序号, 类似于高级语言中数组的下标。

(3) 表的长度

表的长度是指表中元素的个数。如果一个表元素是一个内嵌的表, 也只算该表的一个元素。空表的长度为 0。需要特别提醒的是, 如果一个表有 n 个元素, 其长度为 n , 而其最后一个元素的序号为 $n-1$ 。

(4) 表赋值

当将一个表常数赋给一个变量名, 或作为其他函数的变元时, 在其左括号前必须冠以单撇号或把表放在 QUOTE 函数中。例如:

```
(Setq L1 '(1.1 2.2) L2 '())
```

2. 表处理函数

(1) 提取表中部分内容函数

1) car 函数

格式: (car(表))

这个函数返回(表)的第一个元素, 如果(表)是空的, 它返回 nil。例如:

```
(car '(a b c))      返回 a
(car '((a b) c))    返回 (a b)
(car '())           返回 nil
```

2) cdr 函数

格式: (cdr(表))

这个函数返回除(表)中第一个元素以外的所有元素的表。如果(表)是空的, 则返回 nil。例如:

```
(cdr '(a b c))      返回 (b c)
(cdr '((a b) c))    返回 (c)
(cdr '())           返回 nil
```

3) nth 函数

格式: (nth(n)(表))

这个函数返回(表)中的第 n 个元素, 其中(n)是返回的元素序号(零表示第一个元素)。如果(n)大于(表)的最高元素序号, 则返回 nil。例如:

```
(nth 3 '(a b c d))   返回 d
(nth 0 '(a b c d e)) 返回 a
(nth 5 '(a b c d e)) 返回 nil
```

4) last 函数

格式: (last(表))

这个函数返回(表)中的最后一个元素。

```
(last '(a b c d e))  返回 e
(last '(1 5 7 10 6)) 返回 6
```

(2) 表的构造与修改函数

1) cons 函数

格式: (cons(新的第一个元素)(表))

这是一个基本的表构造函数。cons 函数是 AutoLISP 的主要构表器 (List constructor), 它将一个元素 (新的第一个元素), 加入 (表) 的开头, 返回加入之后的表。例如:

```
(cons 'a '(c d))      返回(a c d)
(cons '(a) '(bed))    返回((a) bed)
```

注意, 第一个元素可以是原子也可以是表。

又如: (cons e l)

它把 e 的值送入表 l 中, 作为新表的第一个元素。e 为任意常数、变量或表达式。l 可以有两种情况: l 可以为表常数, 表变量或其值为表的任何表达式; l 也可以为非表的常数、变量或表达式, 用来构造点对。何谓点对, 点对是一个具有特殊形式的两元素表, 它不是用空格来分隔两个元素, 而是用 “.” 作为分隔符的。同时, 如果小数直接以小数点打头, 而不写前导零, 则会引起计算机的误解而报告出错。

2) list 函数

格式: (list (表达式) ...)

这个函数将任意数目的表达式串连在一起, 返回由它们组成的表。例如:

```
(list 'a 'b 'c)      返回(a b c)
(list 'a '(b c) 'd)  返回(a (b c) d)
(list 3.9 6.7)       返回(3.9 6.7)
```

在 AutoLISP 中, 这个函数经常用于定义一个点变量 (两个实型数的表)。

3) append 函数

格式: (append (表达式) ...)

这个函数将所有的表 (或表达式) 放置在一起, 作为一个表。例如:

```
(append '(a b) '(c d))      返回(a b c d)
(append '((a)(b)) '((c)(d))) 返回((a)(b)(c)(d))
```

append 需要的变元必须是表。

另外, 读者要注意 append 和 list 的区别, 例如:

```
(append '(1 2) '(3 4) '(5 6)) 的值为 (1 2 3 4 5 6)
(list '(1 2) '(3 4) '(5 6))   的值为 ((1 2) (3 4) (5 6))
```

四、字符串处理函数

1. 字符串

取子串的函数或字符串截取函数 (substr)

格式: (substr (字符串) (起点) [(长度)])

这个函数返回 (字符串) 的一个子串, 这个子串从 (字符串) 的 (起点) 字符位置开始, 连续 (长度) 个字符。如果没有指定 (长度), 子串就连续到 (字符串) 的结束。(起点) 和 (长度) 必须是正整数。(字符串) 的第一个字符为第一号。例如:

```
(substr "abcde" 3)      返回 "cde"
(substr "abcde" 2 1)    返回 "b"
(substr "abcde" 3 2)    返回 "cd"
```

2. 数、串互换函数

(1) 整型数转换为字符串函数

格式: (itoa (整型数))

这个函数返回整型数转换为字符串的结果。例如:

(itoa 33)	返回 "33"
(itoa -17)	返回 "-17"

(2) 字符串转换为整型数函数

格式: (stoi (字符串))

这个函数将字符串转换为整型数,并返回此值。例如:

(stoi "97")	返回 97
(stoi "3")	返回 3
(stoi "3.9")	返回 3

(3) 字符串转换为实型数函数

格式: (atof (字符串))

这个函数返回字符串所转换的实型。例如:

(atof "97.1")	返回 97.1
(atof "3")	返回 3.0

(4) 实型数转换为字符串函数

格式: (rtos (数)(方式)(精度))

这个函数返回一个字符串,这是一个根据(方式)和(精度)设置返回来的代表(数)(实型数)的字符串。(方式)和(精度)都是整型数。

方式	格式
1	科学方法
2	十进位
3	工程
4	固定

例如:

(rtos 17.5 1 2)	返回 "1.75E + 01"
(rtos 17.5 1 3)	返回 "1.750E + 01"
(rtos 17.5 2 2)	返回 "7.50"

思考题

1. 已知长方体的长、宽和高,求长方体的体积。
2. 从表(ONE TWO THREE ATOM)中提出 ATOM。

第三节 与 AutoCAD 交互的函数

AutoLISP 语言是一种集设计和绘图为一体的人工智能绘图语言,用 AutoLISP 开发 AutoCAD 的主要目的就是开发其绘图功能和图形交互编辑功能。虽然 AutoLISP 本身并没有

绘图函数,但是它提供了和 AutoCAD 相互通信的简单而透明的接口,使得用 AutoLISP 编写的程序中几乎可以调用全部的 AutoCAD 命令以完成所要求的绘图任务。本章将介绍 AutoLISP 系统提供的与 AutoCAD 接口函数 COMMAND 的功能、用法及其编程技巧。

一、COMMAND 函数

1. 调用格式(command(变元).....)

这个函数在 AutoLISP 内部执行 AutoCAD 命令,它总是返回 nil。其中的变元代表 AutoCAD 命令和它们的子命令,对每一个变元都作处理,然后作为相应提示符的响应送给 AutoCAD。命令名称和选择项作为字符串传送,点作为两个实型数的表传送,只有当 AutoCAD 发出“command:”提示时,命令名称才被 AutoCAD 识别,例如:

```
(setq pt1 '(1.45 3.23))  
(setq pt2 (getpoint "Enter a point:"))  
(command "line" pt1 pt2)  
(command "
```

假设 AutoCAD 的“command:”提示已出现,则以上的表达式将为点“pt1”赋值,提示用户输入点“pt2”,执行 AutoCAD 的 LINE 命令,用两点作为此命令的输入。COMMAND 的变元可以是字符串、实型数、整型数或点,这要看 AutoCAD 命令执行时需要什么。一个空字符串("")等效于在键盘上打一个空格。调用 COMMAND 而不加任何变元等效于在键盘上敲 CTRL + C,它将取消大多数 AutoCAD 命令。

2. 输入暂停

在 AutoCAD 9.0 以上版本中增加了一个暂停符号 PAUSE。该符号若出现在 COMMAND 函数调用的参数表中,将引起正在执行的 AutoCAD 命令暂停,以等待用户直接输入或拖曳输入,例如:

```
(command "circle" "5,5" pause "line" "5,5" "7,5")
```

该式执行 AutoCAD 的 CIRCLE(画圆)命令,设置圆心(5,5),然后暂停下来让用户在屏幕上拖曳圆的半径。当用户拾取所要的点(输入所需的半径)后,在屏幕上便画一个圆。接着 AutoCAD 继续执行 LINE 命令,从(5,5)到(7,5)点画一条直线。

3. 应用 COMMAND 函数的注意事项

(1)任何一个 AutoLISP 程序文件都是由一系列 AutoLISP 表达式(包括 COMMAND 函数调用)组成。如果这些表达式是在 DEFUN 外,那么在装入该文件时它们将被求值(因为对 DEFUN 调用求值只是产生一个函数定义,函数体内的诸表达式只有在函数调用时才被求值)。所以,可以把那些在文件装入时就要被自动执行的函数调用(包括 COMMAND 函数调用)包括在该文件中。但是,“acad.lsp”文件是在 AutoCAD 的图形编辑程序完成初始化之前装入内存并执行的,因此,不能在这个文件中的用 DEFUN 定义的函数外面调用 COMMAND 函数,否则,其中调用的 AutoCAD 命令将不会被执行。只有在进入了 AutoCAD 图形编辑状态(屏幕上出现了“command:”提示)后,COMMAND 函数调用中的命令名称才能被 AutoCAD 所识别并执行。

(2)COMMAND 函数调用中的参数的类型、个数与顺序应与 AutoCAD 命令严格对应。为防止出错,建议在编写 AutoLISP 程序代码之前,先在 AutoCAD 的命令提示状态下敲入命

令,确定其输入及其选择项,然后再进行编程。

4. COMMAND 函数调用常用 AutoCAD 命令格式

常用 AutoCAD 的基本命令格式如表 3-1 所示。

表 3-1

基本绘图命令

命 令 名	调用格式举例
TEXT	(command "text" "m" ^[1] pl ^[2] 5 ^[3] 0 ^[4] "CAD" ^[5]) 1. 置中心对齐 2. 中心点 3. 字高 4. 转角 5. 文字 (command "text" pl 3.5 0 "5 - - - 10") ;左对齐方式
STYLE	(command "style" "standard" ^[1] "txt" ^[2] 0 ^[3] 0.9 ^[4] 0 ^[5] "n" ^[6] "n" ^[7] "n" ^[8]) 1. 字体名 2. 字型文件名 3. 字高 4. 字宽 5. 倾角 6. 不反向书写 7. 字体不向下 8. 不垂直写(设置英文字体) (command "style" "hz" ^[1] "hztxt" ^[2] 0 ^[3] 0.7 ^[4] 0 ^[5] "n" ^[6] "n" ^[7] "n" ^[8]) 1. 汉字字体名 2. 汉字字型文件名,其余同上
LIMITS	(command "limits" (0 0) ^[1] (297 210) ^[2] "zoom" ^[3] "a" ^[4]) 1. 左下角点 2. 右上角点 3. 4. 全屏显示
LAYER	(command "layer" "m" ^[1] "l1" ^[2] "c" ^[3] 1 ^[4] 1 ^[5] "n" ^[6]) 1. 设置新当前层 2. 层名 3. 设置颜色 4. 颜色号 5. 该色赋给的层名 6. 结束命令 (command "layer" "n" ^[1] "l1,2" ^[2] "c" ^[3] 1 ^[4] 1 ^[5] "l" ^[6] "center" ^[7] 1 ^[8] "n" ^[9]) 1. 设新层 2. 新层名 3. 设置颜色 4. 颜色号 5. 该色赋给的层名 6. 设置线型 7. 线型名 8. 该线型赋给层名 9. 结束命令 (command "layer" "s" ^[1] 1 ^[2] "n" ^[3]) 1. 选择当前层 2. 当前层名 3. 结束命令
COLOR	(command "color" 1) ;设置新实体颜色
LINETYPE	(command "linetype" "s" "hidden") ;设置新实体线型
LTSCALE	(command "ltscale" 15) ;设置线型比例
ZOOM	(command "zoom" "w" pw1 pw2) ;放大窗口内物体 (command "zoom" "p") ;恢复上一视图区
LINE	(command "line" p1 p2 " ") ;绘直线 (command "line" p1 p2 p3 p1 " ") ;封闭图形 (command "line" p1 p2 p3 "c") ;封闭图形

续表

命令名	调用格式举例
CIRCLE	<pre>(command "circle" p0 r) ; 圆心, 半径画圆</pre> <pre>(command "circle" "3p" p1 p2 p3) ; 三点画圆</pre> <pre>(command "circle" "2p" p1 p2) ; 两点画圆</pre> <pre>(command "circle" "ttr" p1 p2 r) ; 半径, 双切定圆</pre>
ARC	<pre>(command "arc" p1 p2 p3) ; 三点画弧</pre> <pre>(command "arc" p1 "c" p0 p2) ; 起点, 中心点, 终点</pre> <pre>(command "arc" p1 "c" p0 "a" 45) ; 起点, 中心点, 包含角</pre> <pre>(command "arc" p1 "c" p2 "r" 10) ; 起点, 终点, 半径</pre> <pre>(command "arc" p1 "c" p2 "r" -90) ; 起点, 终点, 包含角</pre>
PLINE	<pre>(command "pline" p1^[1] "w"^[2] 0.4^[3] " " ^[4] p2^[5] p3^[6] " " ^[7])</pre> 1. 起点 2. 置线宽 3. 起始线宽 4. 终止线宽 (= 起始线宽) 5. 第二点 6. 第三点 7. 结束命令 <pre>(command "pline" p1 p2 "a" "an" 90 "c" p0 "l" p3 " ")</pre> 1. 起点 2. 转为画弧方式 3. 设置弧心 4. 弧心点 5. 设置弧包含角 6. 包含角度 7. 封闭并结束命令
POLYGON	<pre>(command "polygon" 6 p1 "c" 14)</pre> <pre>(command "polygon" 5 p0 "i" 10)</pre> 1. 边数 2. 置边长 3. 边第一端点 4. 边第二端点
ELLIPSE	<pre>(command "ellipse" p1 p2 p3) ; 轴线(p1, p2 确定), 偏心距(指定点)作椭圆</pre> <pre>(command "ellipse" p1 p2 "r") ; 轴线, 偏心距(半径)作椭圆</pre>
TRACE	<pre>(command "trace" 0.4^[1] p1^[2] p2^[3] p3^[4] " " ^[5])</pre> 1. 线宽 2. 3. 4. 线上点 5. 结束命令
SOLID	<pre>(command "solid" p1 p2 p3 p4 " ") ; 填充四边形</pre>
DOUGHUNT	<pre>(command "doughunt" r1^[1] r2^[2] p0^[3] " " ^[4])</pre> 1. 内径 2. 外径 3. 中心点 4. 结束命令
HATCH	<pre>(command "hatch" "u"^[1] 45^[2] 3^[3] "n"^[4] "w"^[5] pw1^[6] pw2^[7] " " ^[8])</pre> 1. 自定义型 2. 剖面线与水平线夹角 3. 线间距 4. 不画双剖线 5. 置窗口选目标 6. 第一角点 7. 第二角点 8. 结束命令
SCALE	<pre>(command "scale" "w"^[1] pw1^[2] pw2^[3] " " ^[4] p1^[5] 4^[6])</pre> 1. 2. 3. 4. 同上 5. 缩放基点 6. 缩放倍数
INSERT	<pre>(command "insert" "c:\an"^[1] p0^[2] " " ^[3] " " ^[4] " " ^[5])</pre> 1. 块名 2. 插入基点 3. 4. X 与 Y 方向比例(取默认值) 5. 转角
MININSERT	<pre>(command "mininsert" "a:\lz"^[1] p0^[2] 1^[3] 1^[4] 0^[5] 2^[6] 3^[7] 10^[8] 15^[9])</pre> 1, 2, 3, 4, 5. 同上 6. 行数 7. 列数 8. 行间距 9. 列间距

续表

命 令 名	调用格式举例
CHANGE	(command "change" pp ^[1] " " ^[2] "p" ^[3] "c" ^[4] l ^[5] k ^[6] "hidden" ^[7] " " ^[8]) 1. pp 点所在目标 2. 选目标结束 3. 修改特性 4. 改颜色 5. 新颜色号 6. 改线型 7. 新线型名 8. 结束命令
BREAK	(command "break" p1 ^[1] p2 ^[2]) 1. 目标点也为第一截断点 2. 第二截断点 (command "break" p ^[1] "f" ^[2] p1 ^[3] p2 ^[4]) 1. 目标点 2. 重新置第一点 3. 截断第一点 4. 截断第二点
TRIM	(command "trim" p1 ^[1] " " ^[2] p4 ^[3] " " ^[4]) 1. 剪断边界上点 2. 结束选边界 3. 被剪裁目标上点 4. 结束命令
EXPLODE	(command "explode" pp) ;打碎块,分解复合线或尺寸(pp 为目标)
EXTEND	(command "extend" p ^[1] " " ^[2] p1 ^[3] p2 ^[4] " " ^[5]) 1. 延伸边界上点 2. 结束选边界 3. 被延伸目标上点 5. 结束命令
FILLET	(command "fillet" r ^[1] 2.5 ^[2] "fillet" p1 ^[3] p2 ^[4]) 1. 设置倒圆半径 2. 倒圆半径 3. 某条线上一点 4. 另条线上一点 (command "fillet" "r" 2.5 "fillet" "p" ^[5] p3 ^[6]) 5. 选择复合线 6. 复合线上点
CHAMFER	(command "chamfer" "d" ^[1] 2 ^[2] 3 ^[3] "chamfer" p1 ^[4] p2 ^[5] "chamfer" "p" ^[6] p3 ^[7]) 1. 设置倒角距离 2、3. 倒角距离 4. 某条线上一点 5. 另条线上一点 6. 选择复合线 7. 复合线上点
OFFSET	(command "offset" 20 ^[1] p1 ^[2] p2 ^[3] " " ^[4]) 1. 偏移距离 2. 偏移目标上一点 3. 偏移方向 4. 结束命令

二、几何计算函数

1、求相对角度函数

格式:(angle (pt1) (pt2))

这个函数返回点(pt1)和(pt2)所连直线与 X 坐标轴(当前 UCS)之间所夹的角度(以弧度为单位),其中每个点是由两个实数组成的表。例如:

(angle '(5.0 1.33) '(2.4 1.33)) 返回 3.14593

2. 求两点间距离函数

格式:(distance (点 1) (点 2))

这个函数算出(点 1)和(点 2)之间的距离,其中点是两个实型数的表。例如:

(distance '(1.0 2.5) '(7.7 2.5)) 返回 6.7

3. 求极坐标点函数

格式: (polar (点) (角) (距离))

这个函数返回一个点, 这个点是离(点)的距离为(距离), 角度为(角)的一个点。点是两个实型数的表, (角)以弧度表示。例如:

```
(polar '(1.0 1.0) 0.785398 1.414214) 返回(2.0 2.0)
```

4. 求两线交点函数

格式: (inters (pt1) (pt2) (pt3) (pt4))

该函数检查两条直线是否相交, 如果相交, 则返回交点坐标; 如果不相交, 则返回 nil。其中 (pt1) 和 (pt2) 是第一条线段的两个端点, (pt3) 和 (pt4) 是第二条线段的两个端点。所有点均以当前 UCS 坐标系统表示。

三、交互输入函数

主要介绍 GET 族交互输入函数。每个接收用户输入的 GET 族函数都使计算机暂停下来让用户输入一个指定类型的数据, 并返回这个输入值。

1. 整数输入函数

格式: (getint [(提示)])

这个函数返回整型数, (提示)是一个任选的字符串, 作为提示符显示。例如:

```
(setq num (getint))
```

```
(setq num (getint "Enter a number:"))
```

2. 实数输入函数

格式: (getreal [(提示)])

这个函数返回实型数。例如:

```
(setq val (getreal))
```

```
(setq val (getreal "scale factor:"))
```

3. 角度输入函数

格式: (getangle [(点)] [(提示)])

(点)是一个任选的端点。用户可以用 AutoCAD 的当前单位格式键入一个数, 以指定一个相对角度。注意, 虽然当前的角度单位格式可能是度、弧度, 但是这个函数总是返回角的弧度值。

用户还可以在图形屏幕上指定两个点, 向 AutoLISP“显示”这个角度。GETANGLE 的任选的(点)变元若指定了, 它就被用作这两点的第一点, 用户只要指定另一点就能“显示”这个角度。下面是一些 GETANGLE 调用的例子:

```
(setq ang (getangle))
```

```
(setq ang (getangle '(1.0 3.5)))
```

```
(setq ang (getangle "which way?"))
```

```
(setq ang (getangle '(1.2 3.5) "which way?"))
```

4. 距离输入函数

格式: (getdist [(点)] [(提示)])

这个函数让用户输入一个距离值。(点)是任选的基点。用户可以用 AutoCAD 当前的

距离单位格式键入一个数,来指定距离值。注意,虽然距离单位格式可能是英尺和英寸(建筑上用),但是这个函数返回的距离值总是实型数。

还可以在图形屏幕上指定两个位置,向 AutoLISP “显示”距离值。AutoCAD 在第一点和当前光标位置之间画一条橡皮线,以辅助用户观察这个距离。GETDIST 的任选的(点)变元若被指定了,它就被用作两点中的第一点,使得用户只要指定另外一点就能向 AutoLISP “显示”距离。下面是 GETDIST 用法的一些例子:

```
(setq dist(getdist))
(setq dist(getdist '(1.0 3.5)))
(setq dist(getdist "How far"))
(setq dist(getdist '(1.0 3.5)) "How far?")
```

5. 点输入函数

格式:(getpoint [(点)] [(提示)])

(点)是任选的二维或三维的基点,以辅助用户观察待输入点的位置。函数返回一个 UCS 坐标系统的点,它是两个实型数的表。例如:

```
(setq pt (getpoint))
(setq pt (getpoint "Where?"))
(setq pt (getpoint '(2.0 3.0) "Where?"))
```

6. 字符串输入函数

格式:(getstring [(cr)] [(提示)])

GETSRING 让用户输入一字符串,并返回那个字符串。如果提供了(cr),并且不为 nil,那么输入的字符串中就可以含有空格(即必须用回车键来终止)。否则,输入就可以用空格或 RETURN 来终止。(提示)是一个任选的字符串,它作为提示符显示。例如:

```
(setq s(getstring))
(setq s(getstring "What's your first name?"))
```

注意:输入最大字符串长度为 132 个字符;直接按(ENTER)或空格键,则返回一个空字符串。

四、文件输入函数

下面两个函数既可以用屏幕输入,也可以用文件输入。

1. (read-char) 函数

格式:(read-char [(文件描述符)])

这个函数从键盘输入缓冲区中,并从由(文件描述符)表示的打开的文件中读入一个字符。它返回一个整型数,这个数是读入字符的 ASCII 码。

如果没有指定(文件描述符),并且在键盘输入缓冲区中没有字符,那么 read-char 等待用户键入一些东西(最后敲回车键)。例如,假设键盘的输入缓冲区是空的,(read-char)将等待输入。如果用户键入“ABC”并敲了回车键,那么 read-char 将返回 65(即为字母“A”的 ASCII 码)。对 read-char 的以后三次调用将分别返回 66、67 和 10(即为换行符)。如果再一次调用 read-char,它又将等待输入。

2. (read-line) 函数

格式: (read-line [(文件描述符)])

这个函数从键盘或从由(文件描述符)表示的打开的文件中读入一个字符串。如果遇到了文件结束符, read-line 将返回 nil; 否则它返回所读的字符串。例如, 假设 f 是有效的打开文件指针, 那么 (read-line f) 将返回从这个文件读来的下一个输入行, 若到达了文件的结束则返回 nil。

五、屏幕和文件输出函数

下面 5 个函数即可以用在屏幕输出, 也可以用文件输出。

1. (prinl) 函数

格式: (prinl [(表达式) (文件描述符)])

这个函数在屏幕上打印(表达式), 并返回(表达式)。(表达式)可以是任何表达式, 它不必一定为一字符串。如果指定了(文件描述符), 并且是一个为写面打开的文件描述符, 那么(表达式)按照它在屏幕上显示的格式写入那个文件。只有所指定(表达式)被打印, 其中并不包括换行符和空格。例如, 对于下列赋值:

```
(setq a 123)
```

```
(setq b '(a))
```

则有:

(prinl 'a)	打印 a	返回 a
(prinl a)	打印 123	返回 123
(prinl b)	打印 (a)	返回 (a)
(prinl "Hello")	打印 "Hello"	返回 "Hello"

以上每个例子都是在屏幕上打印, 因为没有指定(文件描述符)。假设 f 是一个为写面打开的文件的有效文件描述符, 则:

```
(prinl "Hello" f)
```

将把 "Hello" 写到指定的文件中, 并返回 "Hello"。

2. (princ) 函数

格式: (princ (表达式) [(文件描述符)])

这个函数和 prinl 基本相同, 它和 prinl 的区别是它打印出(表达式)中的控制字符而不加扩展的意思。一般来说, prinl 打印的表达式的方法和 LOAD 相兼容, 而 princ 打印的表达式可以由像 READ - LINE 这样的函数读出。

3. (print) 函数

格式: (print (表达式) [(文件描述符)])

这个函数除了在(表达式)之前打印换行符和在(表达式)之后打印空格外, 其他和 prinl 相同。

4. (write-char) 函数

格式: (write-char (数) [(文件描述符)])

这个函数将一个字符写到屏幕上或写到由(文件描述符)表示的打开的文件中。其中(数)是要写字符的 ASCII 码, 也是函数返回的数值。例如:

(write-char 67) 返回 67

它将字母 C 写到屏幕上。假定 f 是一个打开的文件的描述符:

(write-char 67 f) 返回 67

它将字母 C 写到那个文件中。

5. (write-line) 函数

格式: (write-line (字符串) [(文件描述符)])

这个函数将(字符串)写到屏幕上或写到由(文件描述符)表示的打开文件中。它返回用正常方式引起来的(字符串),但写到文件中时则省略引号。例如,假设 f 是一个有效的打开文件的描述符,则有:

(write-line "test" f) 返回 "test"

它将 "test" 写入指定的文件中。

第四节 函数定义

AutoLISP 的基本数据结构就是函数。除了系统的内部函数以外,用户可以定义自己的函数,即自定义函数。在 AutoCAD 中,用户自己定义函数是十分简单的,调用自定义函数如同调用系统的内部函数一样方便。

一、定义有名函数(DEFUN)

AutoLISP 提供的特殊函数 DEFUN 是用来定义有名函数的。

1. 函数的定义(defun)

格式: (defun (符号)(变元表)(表达式)...)

DEFUN 以(符号)作为名称定义一个函数。在函数名称之后是一个变元列表(也可为空),表中可以任选地跟一个斜杠号(/)和一个或多个函数的局部变量名称。在变元表和局部变量的后面是一个或多个表达式,它们在函数执行时进行计算。DEFUN 函数本身返回所定义的函数名称。例如,定义函数 ADD10:

```
(defun add10(x)
  (+ 10 x)
)
```

返回 ADD10

ADD10 是函数名称, x 是自变量。

我们将函数 ADD10 改写成一个有全局变量的例子:

```
(defun addxy(x y)
  (setq z (+ x y))
)
```

在这里 x、y 为局部变量(自变量), z 就是全局变量(因变量)。

应用 DEFUN 定义函数时要注意:

(1) 如果有几个名称相同的函数,则当它们调入内存时,起作用的是最后一个函数。因此,不能使用 AutoCAD 的系统变量和符号定义自定义函数。

(2) 函数体内的局部变量如果没赋值,则自动取得 nil。

(3) 函数名的后面一定要有一个表(也可以是空表)。

2. 函数的调用

当函数被调用时,将计算它的变元,变元由变元变量约束。局部变量可以用于函数的内部,这并不改变它们在外部的束缚值。函数将返回最后一个表达式的计算结果,所有前面的表达式只有辅助效果。例如:

调用函数 ADD10:

```
(add 10 5)      返回 15
(setq x -7.4)
(add 10 x)      返回 2.60
```

还可以利用函数的返回值,给一个变量赋值。例如:

```
(setq x (add 10 5)) 返回 15
```

此时检查 x 的约束值

```
Command: ! x      返回 15
```

调用函数 ADDXY:

```
(addxy 5 10)      返回 15
```

此时检查 x 和 z 的约束值

```
Command: ! x      返回 nil
```

```
Command: ! z      返回 15
```

二、增加和修改 AutoCAD 命令

用 DEFUN 定义函数可以为 AutoCAD 增加新的命令,这些命令是用定义函数完成的,若要能象 AutoCAD 命令一样使用,这些函数必须遵循下列规则:

(1) 函数名称的形式必须为“C:XXX”。“C:”部分必须总是出现在名称中;“XXX”部分可以是选择的命令名称,只要它不和 AutoCAD 的内部命令或外部命令的名称重复就可以。

(2) 函数的定义必须带空变元表。

例如:下面定义了一个函数,用直线画一个正方块。

```
(defun C:PSQUARE( )
  (setq pt1 (getpoint "Lower Left Corner:"))
  (setq len (getdist pt1 "Length of one side:"))
  (setq pt2 (polar pt1 0.0 len)
        pt3 (polar pt2 (/ pi 2.0) len)
        pt4 (polar pt3 pi len)
  )
  (command "pline" pt1 pt2 pt3 pt4 "c")
)
```

以这种方法定义的函数可以简单地输入函数名称的“XXX”部分就能调用,这时必须出现 AutoCAD 的“command”提示符。如果“XXX”不是一个已知的 AutoCAD 命令,AutoCAD 就试图调用 AutoLISP 函数,并且不带任何参数。对于例子 C:PSQUARE 函数,调用将是如下形式:

Command: PSQUARE

Lower left corner:(输入一点)

Length of one side:(输入一条边的长度)

这个函数调用 AutoCAD 的 PLINE 命令,根据提示的输入值,画出所要的方块。用这种方法为 AutoCAD 增加命令是 AutoLISP 的一个强大的特性,一旦新的命令定义了,它可以使用 AutoLISP 提供的所有功能。实际应用新命令时,不需要用户用括号将命令名称括起来。对于用户来说,这个由 AutoLISP 完成的命令和其他 AutoCAD 命令没有什么两样。

三、函数库和自动装入

函数定义后可以存储在文件中,再用 AutoLISP 的 LOAD 函数装入。如果文件 ACAD.LSP 存在,AutoLISP 将在每次进入 AutoCAD 图形编辑时自动地将此文件装入。利用这个特性,将常用函数的定义都放置在这个文件中建立一个有用的函数库,每次开始编辑图形时它们将自动装入,保证每次使用时它们总存在。

例如:编程序画圆和圆的直径。

```
(defun c:cdl()
  (command "circle" "150,150" 50)
  (command "line" "100,150" "200,150")
  (command ""))
)
```

思考题:编程计算圆的面积与周长,要求返回一个包含此二值的表。

四、数据文件函数

通过文件函数可以将内存向外存扩充和数据永久保存。在 AutoLISP 语言中,程序和数据具有相同的结构,也就是说,程序可以像数据一样读写,数据可以像程序一样运行。从这个意义上讲,数据文件和程序文件是没有严格区别的。

AutoLISP 提供了一些用于文件输入和输出的函数,它们可以通过 AutoLISP 程序建立数据文件。

1. 数据文件的打开与关闭

(1) 打开文件的函数

格式:(open(文件名)(状态))

这个函数打开文件,以便 AutoLISP 的 I/O 函数的存取。它返回文件描述符,这个描述符由其他的 I/O 函数所使用,因此,它必须要用 SETQ 函数赋给一个变量。例如:

```
(setq f (open "file.txt" "r"))
```

(文件名)是一个字符串,它指定了要打开的文件名称和扩展名。(状态)为读/写标志,它必须是一个小写的字母:"r"(代表读)、“w”(代表写)、“a”(代表追加)。

如果(文件名)不存在,且(状态)为“w”,那么就产生和打开一个新文件。如果(文件名)不存在并且(状态)是“r”,那么 OPEN 返回 nil。如果状态为“a”,(文件名)不存在,则创立一个新文件,若(文件名)存在,则打开该文件,将用户写的新数据加到现存数据尾部。例如,假设下列例子中取名的文件不存在,则有:

(setq f (open "new. tst" "w")) 返回 文件描述符

(setq f (open "nosuch. fil" "r")) 返回 nil

(文件名)可以包括驱动器和目录名前缀。通道号用反斜杠号(\)。例如:

(setq f (open "b:\ymh\new. tst" "w"))

(2) 关闭文件的函数

格式:(close(文件描述符))

这个函数关闭指定文件,返回 nil。其中(文件描述符)是由 OPEN 函数调用过程而得来的。在 CLOSE 函数执行之后,此文件描述符就不再有效。例如,假设 x 是一个有效的打开的文件描述符,(close x)将关闭与 x 相关联的文件,返回 nil。

2. 数据文件的输入与输出

(1) 输入函数

1)(read-char[(文件描述符)])

2)(read-line[(文件描述符)])

(2) 装入函数

格式:(load(文件名))

这个函数装入一个 AutoLISP 表达式文件,并计算这些表达式。(文件名)可以包括驱动器名和目录名。如果这个操作成功,LOAD 将返回文件中定义的最后那个函数的名称。如果操作失败,LOAD 将文件名称作为字符串返回。

例如,假设文件 A:\FRED\TEST1. LSP 中含有函数 MY—FUNC 的 DEFUN 定义,而文件 TEST2. LSP 中不存在,那么:

(load "a:\fred\test1") 返回 MY—FUNC

(load "test2") 返回 "test2"

注意,LOAD 函数不能递归调用。也就是说,被 LOAD 装入的文件不能够再用 LOAD 去装入另外的文件。

(3) 输出函数

1)(prinl [(表达式)(文件描述符)])

2)(princ(表达式)[(文件描述符)])

3)(print(表达式)[(文件描述符)])

4)(write-char(数)[(文件描述符)])

5)(write-line(字符串)[(文件描述符)])

第五节 控制结构

程序设计经常需要根据一定的条件来决定事件执行的先后次序,有时一个事件或一个表达式又要执行多次。这些功能是由控制流程的 LISP 函数来实现的。通过这些控制流程,就可以有条件地实现分支及循环控制。

下面将介绍各种控制条件函数及两种控制结构:循环和迭代。

一、谓词函数

谓词函数是用于测试其参数是否具有某种性质或关系的函数,其值为 T(真)或 nil(假),谓词也称为逻辑(布尔)函数。谓词是构成判断语句的基本函数。

1. 比较谓词函数

(1) (= (数)(数)……)

“等于”关系函数。如果所有指定的(数)在数值上是相等的则返回 T,否则返回空(nil)。这个函数对于字符串也是有效的。例如:

(= 4 4.0)	返回 T
(= 20 388)	返回 nil
(= 2.4 2.4 2.4)	返回 T
(= 499 499 500)	返回 nil
(= "me" "me")	返回 T
(= "me" "you")	返回 nil

(2) (< (数)(数)……)

“小于”关系函数。如果第 1 个(数)小于第 2 个则返回 T,否则返回 nil。如果所给的(数)多于两个,那么当每个(数)都小于其右边的(数)时则返回 T。例如:

(< 10 20)	返回 T
(< 4 4)	返回 nil
(< 2 3 88)	返回 T
(< 2 3 4 4)	返回 nil

(3) (<= (数)(数)……)

“小于或等于”关系函数。如果第 1 个(数)小于或等于第 2 个时返回 T,否则返回 nil。如果所给的(数)多于两个,则当每 1 个(数)都小于或等于其右边的(数)时则返回 T。例如:

(<= 10 20)	返回 T
(<= 4 4)	返回 T
(<= 357 33.2)	返回 nil

(4) (> (数)(数)……)

“大于”关系函数。如果第 1 个(数)大于第 2 个,则返回 T,否则返回 nil。若给定的(数)多于两个,当每个(数)都大于其右边的(数)时则返回 T。例如:

(> 120 17)	返回 T
(> 57 57)	返回 nil
(> 3.5 1792)	返回 nil
(> 77 4 2)	返回 T
(> 77 4 4)	返回 nil

(5) (>= (数)(数)……)

“大于或等于”关系函数。如果第 1 个(数)大于或等于第 2 个则返回 T,否则返回 nil。如果所给的(数)多于两个,当每 1 个(数)都大于或等于右边的(数)时则返回 T。例如:

```
( > = 120 17)      返回 T
( > = 57 57)       返回 T
( > = 3.5 1792)    返回 nil
(6)( / = (数)(数).....)
```

这是一个“不等于”关系函数。如果其中的第 1 个(数)不等于第 2 个(数)则返回 T 否则返回 nil。例如:

```
( / = 120 17)      返回 T
( / = 57 57)       返回 nil
( / = 3.5 3.5)     返回 nil
```

2. 等值谓词函数

(1)(eq(表达式 1)(表达式 2))

这个函数确定(表达式 1)和(表达式 2)是否完全一样,也就是说,它们是否受同样的目标约束(例如,用 SETQ)。如果两个表达式完全一样,EQ 返回 T,否则返回 nil。它的典型应用是检测两个表是否相同。例如,对于下列的赋值:

```
(setq f1 '(a b c))
(setq f2 '(a b c))
(setq f3 f2)
```

则有:

```
(eq f1 f3)      返回 nil (f1 和 f3 不是同一个表)
(eq f2 f3)      返回 T   (f3 和 f2 完全相同)
```

(2)(equal(表达式 1)(表达式 2))

这个函数确定(表达式 1)和(表达式 2)是否相等,也就是说,它们的计算结果是否相同。例如,对于下列的赋值:

```
(setq f1 '(a b c))
(setq f2 '(a b c))
(setq f3 f2)
```

则有:

```
(equal f1 f3)   返回 T (f1 和 f3 的计算值相等)
(equal f3 f2)   返回 T (f3 和 f2 是完全相同的表)
```

注意,两个表对 EQUAL 成立时,对 EQ 不一定成立;而两个原子对 EQUAL 成立时,对 EQ 总是成立。另外,两个表或原子对 EQ 成立时,对 EQUAL 总是成立。

3. 逻辑谓词函数

(1)(and(表达式).....)

函数返回所列出的表达式的逻辑“与”(AND)。如果其中任何一个表达式的结果等于 nil,它都将返回 nil,否则返回 T。例如,对于下面给定的赋值:

```
(setq a 103)
(setq b nil)
(setq c "string")
```

那么:

(and 1.4 a c) 返回 T

(and 1.4 a b c) 返回 nil

(2)(or (表达式)……)

这个函数返回所列出的表达式的逻辑或(OR)。如果所有的表达式的计算值都为 nil, 则 OR 返回 nil, 否则返回 T。例如:

(or nil 'a' ()) 返回 T

(or nil '()) 返回 nil

(3)(not(表达式))

如果(表达式)的计算值为 nil 时, 此函数返回 T, 否则返回 nil。例如, 对于下列赋值:

(setq a 123)

(setq b "string")

(setq c nil)

则有:

(not a) 返回 nil

(not b) 返回 nil

(not c) 返回 T

(not '()) 返回 T

二、条件分支函数

AutoLISP 中提供两个条件函数: COND 和 IF。它们用于控制程序的流向, 实现分支结构。

1. 基本条件分支函数

格式: (cond((测试1)(结果1))……)

这个函数接受任意数的表作为变元。它计算每一个表的第 1 项也即(测试)表达式, 直到返回值不为 nil 为止。然后计算测试成功的那个表中(结果)表达式, 并返回该值。如果表中只有一个表达式(即没有(结果)表达), 则返回(测试)表达式的值。

COND 是 AutoLISP 中最基本的条件函数。

2. 条件函数

格式: (if(测试表达式)(表达式1)[(表达式2)])

这个函数根据条件计算表达式。如果(测试表达式)不为 nil, 那么就计算(表达式1), 否则计算(表达式2)。(表达式2)是可选项。IF 返回所计算的表达式的值; 如果(表达式2)没有指定, 并且(测试式)为 nil, 那么 IF 返回 nil。例如:

(if(= 1 3) "YES!!" "no") 返回 "no"

(if(= 2 (+ 1 1)) "YES!!") 返回 "YES!!"

(if(= 2 (+ 3 4)) "YES!!") 返回 nil

三、循环函数

AutoLISP 中提供 WHILE 或 REPEAT 函数构成循环控制。

1. WHILE 函数

格式: (while(测试式)(表达式))

这个函数先计算(测试式), 如果不为 nil, 则计算其他的(表达式), 然后再重新计算(测试式)。这样一直循环到(测试式)为 nil。然后 WHILE 返回最后的(表达式)的计算结果。例如, 对于:

```
(setq a 1)
```

则有:

```
(while( < = a 10)
  (some-func a)
  (setq a (1 + a))
)
```

它在 A 从 1 变到 10 的过程中, 调用用户函数 SOME-FUNC 10 次。然后它将返回最后计算的表达式的值 11。

2. REPEAT 函数

格式: (repeat(数)(表达式))

在这个函数中, (数)表示任意一个正整数。这个函数将每个(表达式)计算(数)次, 返回最后的计算结果。例如, 对于下列的赋值:

```
(setq a 100)
```

```
(setq b 100)
```

则有:

```
(repeat 4
  (setq a (+ a 10))
  (setq b (+ b 10))
) 返回 140
```

四、调用函数的函数

格式: (apply(函数)(表))

执行由(函数)给定的函数, (表)指定了函数的变元。例如:

```
(apply '+' (1 2 3)) 返回 6
```

APPLY 即可用于内部函数(子程序)。也可用于用户自定义的函数(DEFUN 定义的函数)

五、算例

画出三角函数 $y = \sin(x)$ (x 在 $(0, 360)$ 区间)的一条曲线段, 并在特征点标注, 如图 3-1 所示。

思路: 将 x 分成 100 份, 即 $i = (1 \sim 100)$, 画 100 条线段, 即从点 $(i-1, \sin(i-1))$ 至点 $(i, \sin(i))$, 100 条线段首尾相连, 即可。

程序中使用了条件分支函数和比较谓词函数。

```
(DEFUN C:CH2()
```

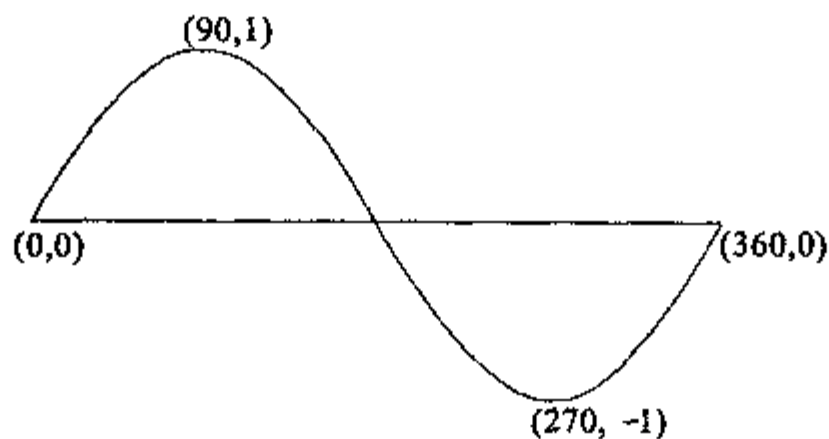


图 3-1 正弦曲线示意图

```

(setq i 1)
(while (<= i 100)
  (setq x1 (- i 1))
  (setq x1 (* 2 x1))
  (setq x1 (+ 20 x1))
  (setq x2 (2 x1))
  (setq x2 (+ 20 x2))
  (setq y1 (- 1 1))
  (setq y1 (* pi 0.02 y1))
  (setq y1 (sin y1))
  (setq y1 (* y1 50))
  (setq y1 (+ y1 100))
  (setq y2 (* pi 0.02 i))
  (setq y2 (sin y2))
  (setq y2 (* y2 50))
  (setq y2 (+ y2 100))
  (command "line" (list x1 y1) (list x2 y2))
  (command "")
  (setq i (+ 1 i))
)

(command "line" "20,100" "220,100" "")
(command "text" (list 15 90) 8.0 0 "(0,0)" "")
(command "text" (list 220 90) 8.0 0 "(360,0)" "")
(command "text" (list 65 152) 8.0 0 "(90,1)" "")
(command "text" (list 165 40) 8.0 0 "(270,-1)" "")
)

```

练习题

1. 编程在屏幕上写出 1~10 的平方表。
2. 编程在屏幕上写出一排从小到大排列的数字。

第四章 辅助软件及语言简介

第一节 EXCEL 软件应用简介

一、表格制作

应用 Excel 能较快、较好地完成设计工作中的表格制作。

通过计算程序得到的数据成果,一般为纯文本格式文件。常常需要将其中的有关数据制成表格,以简单明了地反映计算的结果。

下面一组数据是通过有限元程序对水布垭导流隧洞进口段进行应力应变分析计算得到的数据结果。

1	165.200	45.000	207.800	-0.015	0.091	0.612
2	163.800	45.000	207.800	-0.016	-0.111	0.596
3	166.900	45.000	212.600	-0.005	-0.008	0.638
.....						

上述数据结果在没有文字说明时,用户很难理解其中各个数据的含义,因此有必要根据计算程序的输出格式,对这些数据结果加以文字说明,即按一定格式制成表格,如表 4-1 所示,然后插入到设计或专题报告文档中。

表 4-1

1*隧洞洞脸处位移增量(洞脸开挖)

部位		坐标(m)			位移(mm)		
		X	Y	Z(实际高程)	X向	Y向	Z向
1* 隧洞 洞脸 处 位 移	1* 隧洞 明 渠 边 坡						

注整体坐标系为:垂直隧洞轴线方向为 X 轴,指向从山体指向岸边;沿隧洞轴线方向为 Y 轴,指向从进口指向隧洞洞室;Z 轴垂直向上。

Excel 可以读入文本数据,其步骤如下:

(1) 打开 Excel,选择下拉菜单中的数据→获取外部数据→导入文本文件,弹出的打开文件对话框,在打开文件对话框中选择计算出来的数据文件,出现文本导入向导对话框,如图 4-1 所示。

(2) 选择分隔符号,分隔符号一般采用空格形式,单击“下一步”按钮。

(3) 列数据格式采用常规,单击“完成”按钮,完成数据的读入。

(4) 在读入数据形成的 Excel 电子表格文件中,选择有关数据复制粘贴到 Word 文档中制作好的表格中,即完成该数据结果的表格(如表 4-1 所示)制作。

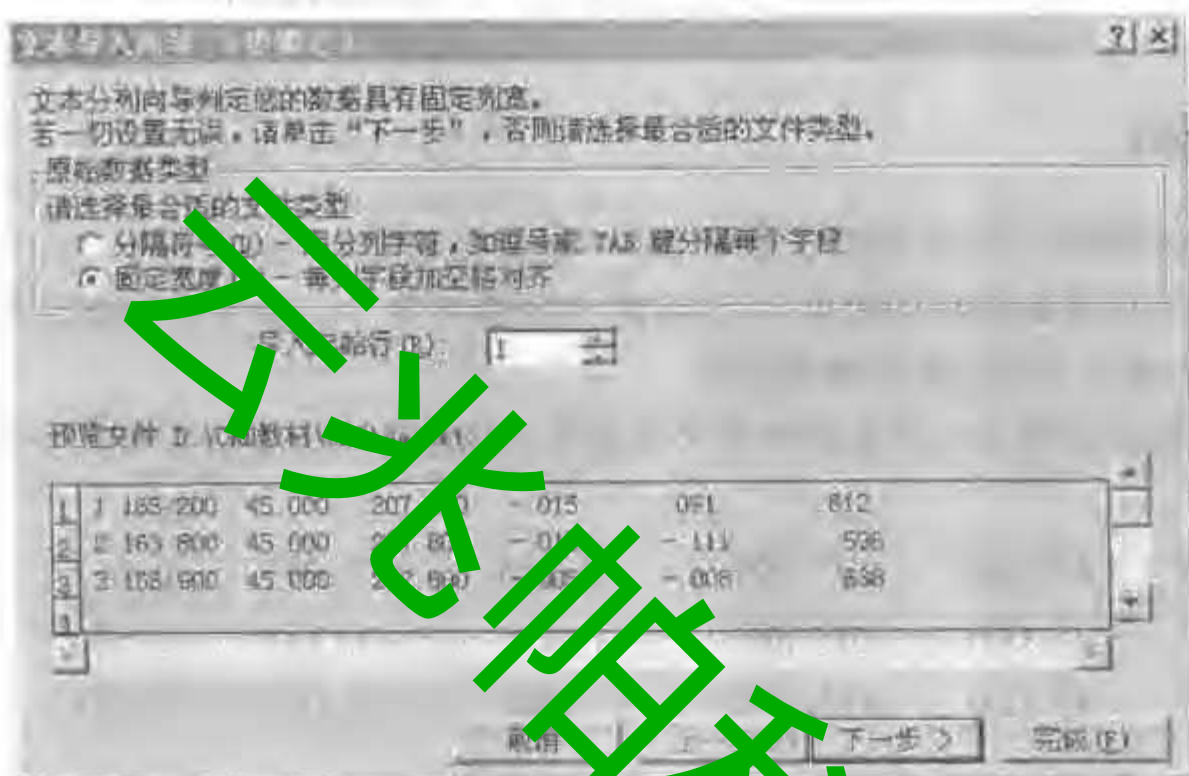


图 4-1 文本导入向导对话框

二、数据编辑

1. 改变数据格式

在数据清单上,单击右键,弹出上下文菜单,选择设置单元格格式,弹出单元格格式对话框,如图 4-2 所示。

在单元格格式对话框有数字、对齐、字体、边框、图案、保护等标签。

(1) 数字标签:用于改变数字的表现形式,有常规、数值、百分比式样、科学记数等选项。

1) 常规,即数字的一般表现形式。

2) 数值,用于选择数据保留小数点的位数。

3) 货币式样,选择不同的货币式样,则在数据前面插入相应的货币符号,并保留两位小数。

4) 百分比式样,选择百分比式样,系统将选择区域的数字乘以 100,并在该数字后加百分符号。

5) 科学记数,科学记数的形式为 $-1.44E-01$ 或 $6.82E-01$ 等。

(2) 字体标签:用于改变数字的字体形式。

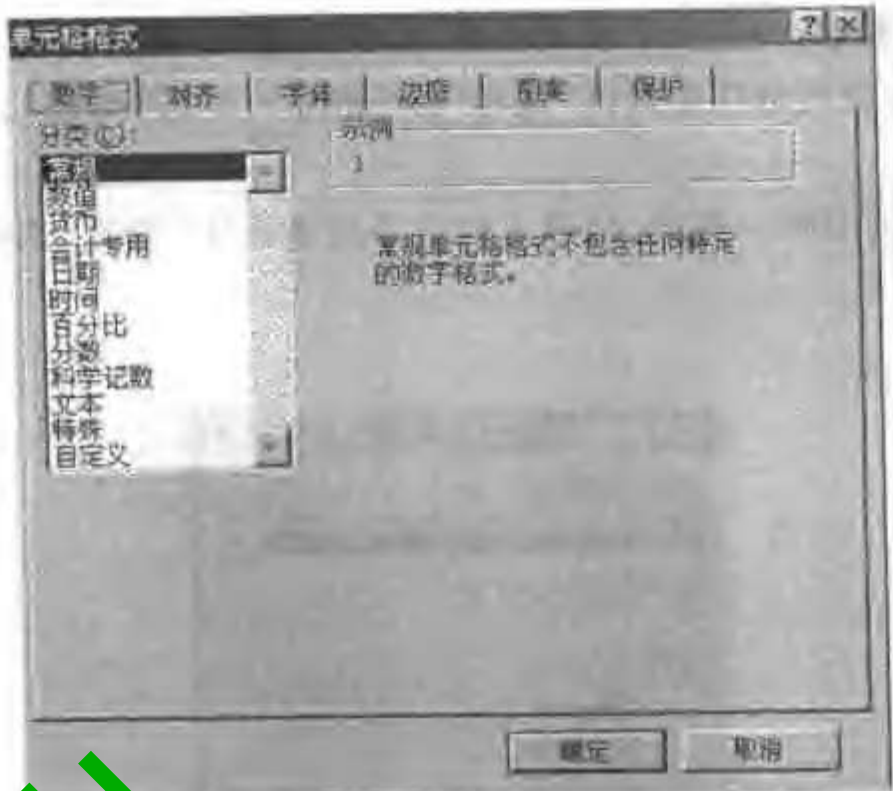


图 4-2 单元格格式对话框

- (3) 边框标签:用于给数据加上内外边框。
- (4) 图案标签:用于给数据加上填充颜色。
- (5) 保护标签:用于数据锁定或进行不能随意改变数据的设定。

2. 调整列宽和行高

由于数据的大小不同,所需要的列宽和行高也会不同,因此常常需要调整表格的列宽和行高,使用鼠标能很快地调整列宽和行高。将鼠标指针移至需调整的行的最左端或列的顶部,当鼠标指针变为一个水平双向箭头时,按住鼠标左键上下或左右拖动,即可以随意调整列宽和行高。

3. 数据排序

Excel 可以进行简单排序和自定义排序。

(1) 简单排序

选择下拉菜单中的数据→排序,出现排序对话框,如图 4-3 所示。



图 4-3 排序对话框

根据数据排序的要求,分别在主要关键字、次要关键字、第三关键字的选择框中选择关键字的顶端字母,在右边的选项中选择“递增”或“递减”,单击“确定”,即完成数据的排序。

(2) 自定义排序

选择下拉菜单中的数据→排序,在弹出的排序对话框中,选择“选项”按钮,出现排序选项对话框,如图 4-4 所示。

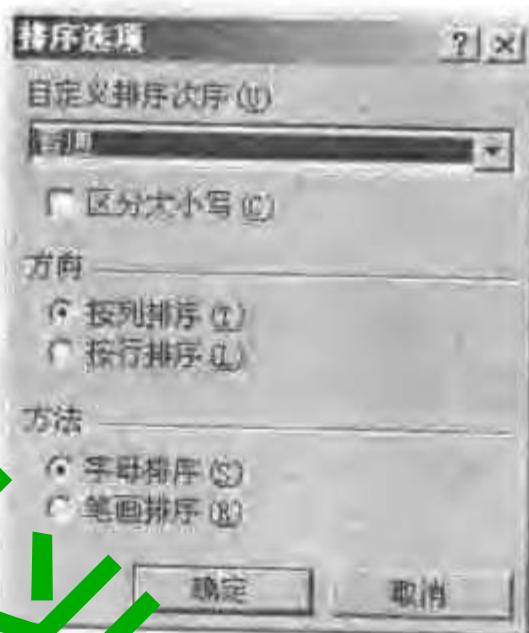


图 4-4 排序选项对话框

在排序选项对话框中可以根据自己的需要选择排序选项,以使数据按自己的要求排列。

4. 数据筛选

数据筛选,就是在众多的数据中挑选出满足条件的数据。

(1) 自动筛选

在数据清单中任选择一个单元格,选择下拉菜单中的数据→筛选→自动筛选,在该单元行中出现筛选箭头,单击需要进行数据筛选的单元格的筛选箭头,在下拉列表中选择满足条件的数据。数据清单中显示满足条件的数据,而将其他数据隐藏起来,如图 4-5 所示。

B	C	D	E	F	G	H
▼	165.▼	▼	207.▼	-0.0▼	0.0▼	0.6▼
2	163.8	45	207.8	-0.016	-0.111	0.596
3	166.9	45	212.8	-0.005	-0.008	0.638

图 4-5 自动筛选

(2) 解除自动筛选

再一次选择下拉菜单中的数据→筛选→自动筛选命令,即可解除自动筛选。

(3) 高级筛选

希望在数据清单中得到某一范围的数据,可以采用高级筛选的方法。

1) 输入筛选的条件。例如某一计算结果数据为计算点上的各向位移,需要在 Z(位移)列中筛选出(≥ 0.3)和(≤ 0.4)的位移值及相应的点的坐标。首先在数据文件以下的任意行或列中输入筛选条件,如在 B34(B 列 34 行),C34(C 列 34 行)中输入 $Z \geq 0.3, Z \leq$

0.4, B34 和 C34 区域称为条件区域,如图 4-6 所示。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		序号	X坐标	Y坐标	Z坐标	x(位移)	y(位移)	z(位移)
2		1	124.1	0	214.8	-0.153	-0.182	0.325
3		2	128.9	20	215.1	0.073	-0.315	0.346
4		3	125.8	1	215.8	-0.139	-0.256	0.338
7		6	128.3	20	219.1	0.036	-0.335	0.305
8		7	129	3	217.8	-0.056	-0.459	0.3
11		10	126.1	3	218.4	-0.115	-0.387	0.327
14		13	128.4	5	218.7	-0.12	-0.437	0.367
16		15	125.9	4	220	-0.153	-0.415	0.31
22		21	126.7	0	224.1	-0.413	-0.498	0.304
23		22	129.6	20	224.5	-0.072	-0.376	0.361
29		28	129.9	20	227.2	-0.175	-0.388	0.302
32								
33								
34		Z>=0.3	Z<=0.4					

图 4-6 条件区域示意图

2) 选择下拉菜单中的“数据”→“筛选”→“高级筛选”,弹出高级筛选对话框,如图 4-7 所示。

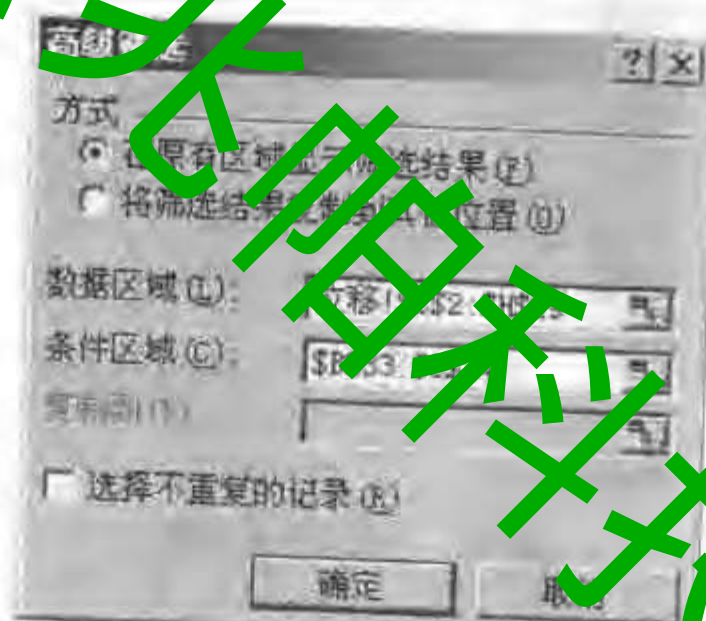


图 4-7 高级筛选对话框

在数据区域中输入 C2: H29,在条件区域中输入 B34: C34,单击“确定”,即完成高级筛选,得到指定范围内的数据清单。

三、运用 Excel 进行计算

1. 简单求和

选择需要求和的单元格,单击工具栏中的“ Σ ”即可。

2. 函数指南的使用

单击工具栏中的“fx”按钮,或选择插入菜单中“函数”,弹出粘贴函数对话框,选择需要的计算函数,系统自动将该函数粘贴到所选的单元格中。

例如,在 A 列中输入计算参数,在 B 列中粘贴需要的计算函数式,在弹出的对话框中输入 A1, B1 中的数即为以 A1 为计算参数的函数值。选择 B1 单元格→复制→从该单元格的

下一列开始向下粘贴→回车,在 B 列中即显示以 A 列为计算参数的函数值。

常用的数学与三角函数公式如下。

- ABS(变量): 求绝对值;
- CON(变量) SIN(变量): 求变量的三角函数值;
- SQRT(变量): 求变量的开方。

3. 自定义计算公式

在单元格中输入自定义计算公式,并指定计算变量,系统会自动按自定义公式对该变量进行计算。其步骤如下:

1) 选择单元格,输入包含变量的计算公式,回车确认。

例如选择单元格输入“= B1 + C1”,即将 B1 单元格的数据与 C1 单元格的数据相加的结果放置于所选择单元格中。

例如选择单元格输入“= B1 * 3”,即将 B1 单元格的数据乘以 3 的结果放置于所选择单元格中,如图 4-8 所示。

	A	B	C
1	1	1	=B1*3
2		2	
3		3	
4		6	
5		7	
6		10	
7		11	
8		15	
9		14	
10		22	
11		28	

图 4-8 自定义计算公式

2) 选择输入了计算公式的单元格,选择复制工具,再从该单元格所在的列的下一行开始向下选择,直到需要进行计算的行为止,再选择粘贴工具,回车确认。即得到该单元格所在的列在选择的行中,按照输入的计算公式计算出数据结果,如图 4-9 所示。

	A	B	C
1	1	1	3
2		2	
3		3	
4		6	
5		7	
6		10	
7		13	
8		15	
9		21	
10		22	
11		28	

	A	B	C
1	1	1	3
2		2	6
3		3	9
4		6	18
5		7	21
6		10	30
7		13	39
8		15	45
9		21	63
10		22	66
11		28	84

图 4-9 自定义计算公式操作过程

四、运用 Excel 绘制系列比较图表

在对工程设计和科学研究结果进行分析时,图表是一种最直观、简捷的表达方式;同时在工程设计和科学研究时,常常还需要对某些物理力学参数,或结构物中某些设计参数尺寸进行敏感性对比分析,图表也是最能直观明了地反映敏感性对比分析成果的方式之一。Excel 软件为我们建立系列比较图表提供了实用、便捷的工具。下面通过一个实例介绍系列比较图表的创建。

某土石坝为降低下游渗流逸出处的渗透坡降,采用在坝体下游面设置透水铺盖的防渗措施,为分析设置铺盖前后的效果和不同铺盖厚度对减少下游渗流逸出处渗透坡降的作用,分别对现状(设置透水铺盖前)、设置 0.5m 厚铺盖及 1m 厚铺盖 3 种情况进行了渗流计算,其坝体下游渗流逸出处渗透坡降的计算结果如图 4-10 所示,其中 A、C、E 列为坝体下游面距上游坝脚的距离,B、D、F 列为相应点渗透坡降计算结果。根据这 3 组数据系列,我们就可以运用 Excel 软件,绘制出系列对比图表。

	A	B	C	D	E	F
1	现状		0.5米厚盖重		1米厚盖重	
2	111.46	0.165	111.46	0.081	111.46	0.072
3	116.46	0.157	116.46	0.185	116.46	0.162
4	121.65	0.147	121.65	0.37	121.65	0.38
5	131.65	0.233	131.65	0.239	131.65	0.217
6	141.65	0.276	141.65	0.25	141.65	0.217
7	151.65	0.272	151.65	0.242	151.65	0.212
8	161.65	0.269	161.65	0.24	161.65	0.21
9	171.65	0.266	171.65	0.235	171.65	0.208
10	191.65	0.262	191.65	0.234	191.65	0.205
11	221.65	0.26	221.65	0.232	221.65	0.204

图 4-10 某坝体下游渗流逸出处渗透坡降计算结果

首先选择下拉菜单中的插入→图表,如图 4-11 所示,弹出图表向导对话框,选择图表类型中散点图 and 子图表类型,如图 4-12 所示,单击“完成”按钮,弹出如图 4-13 所示的数据源对话框。



图 4-11 下拉菜单



图 4-12 图表向导对话框

在图 4-13 所示的源数据对话框中选择“系列”标签,进入“系列”选项设置对话框,如图 4-14 所示,在“系列”组合框中单击“添加”按钮,用户可以对新添加的一个系列数据进行设置:

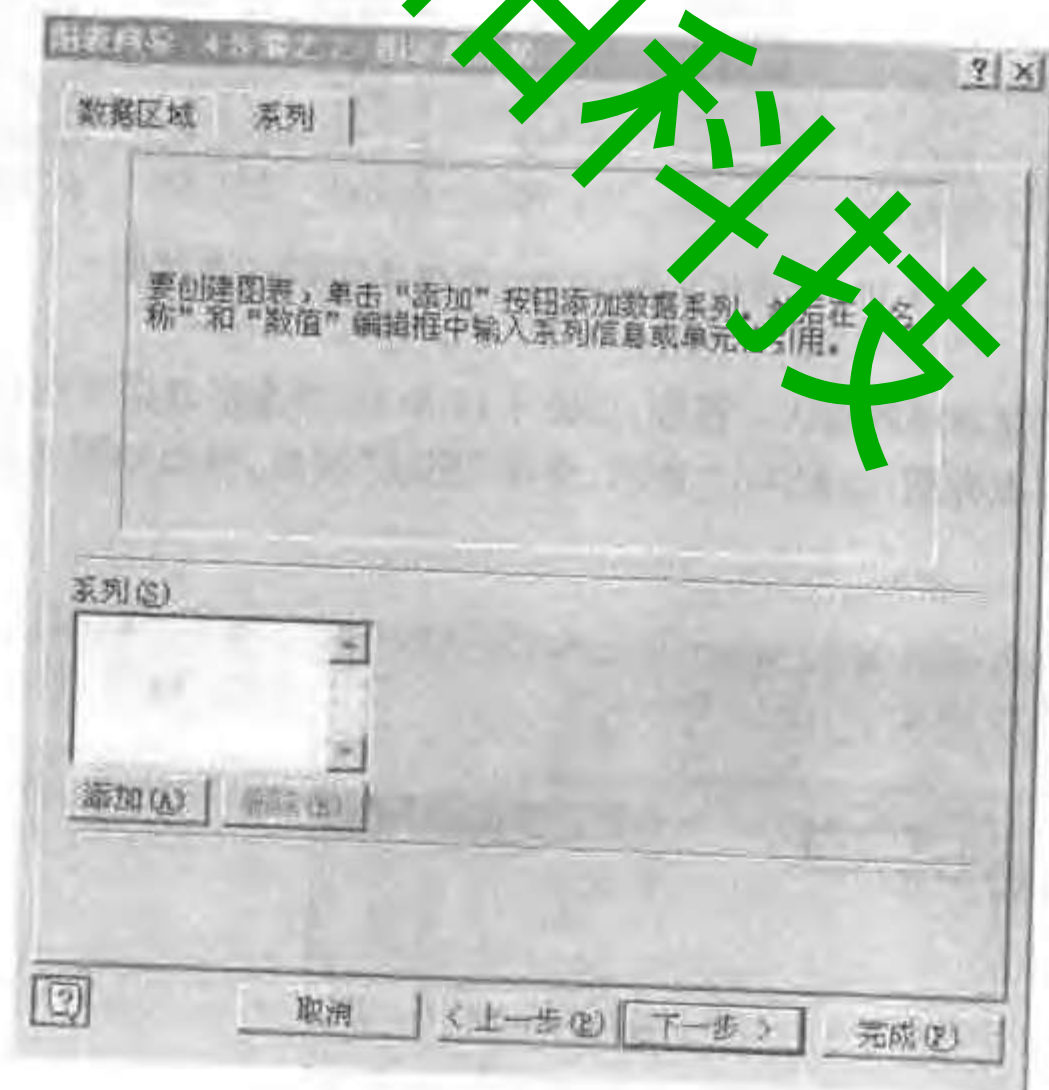


图 4-13 数据源对话框

(1) 对新定义的系列进行命名,可在名称选项中,输入该“系列”的名称,如图 4-14 中将新定义的系列命名为“现状”;

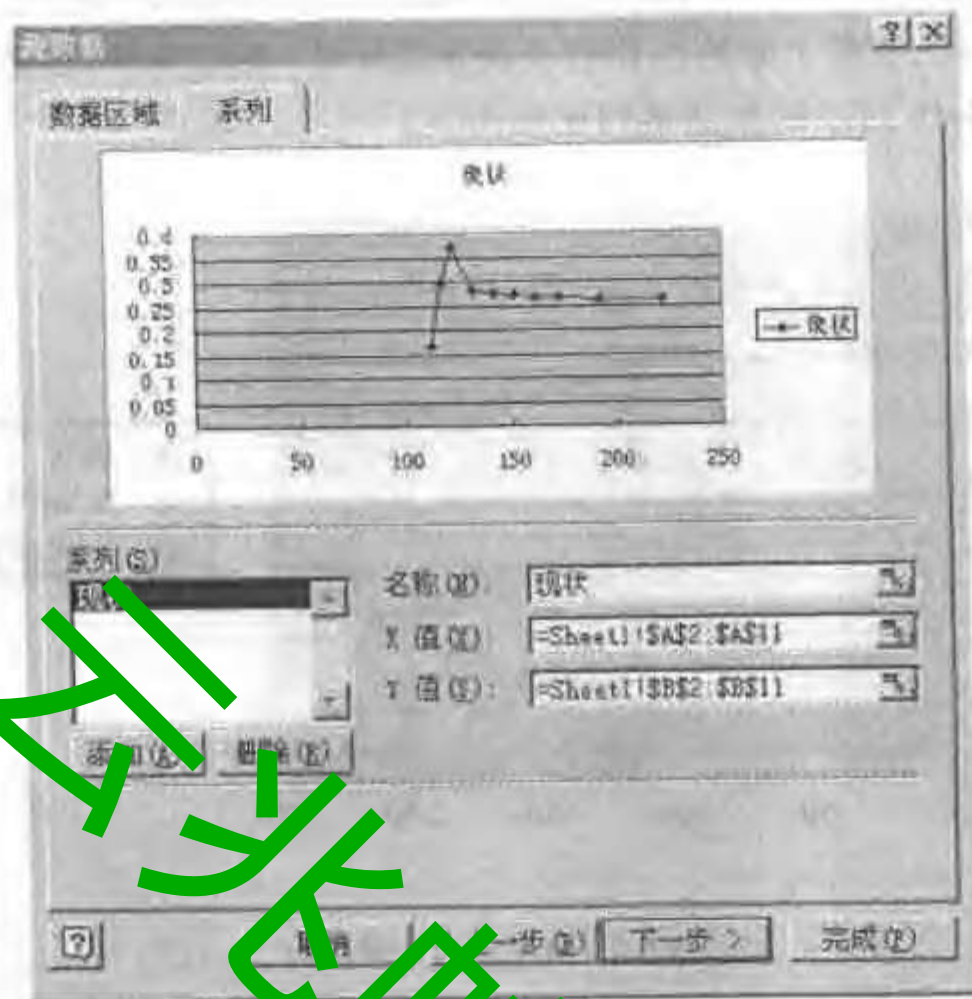


图 4-14 数据源对话框(1)



图 4-15 数据源对话框(2)

(2) 在 X 值(X)及 Y 值(Y)选项中,确定 X、Y 值数据源在数据清单中的位置。数据源在表格中的位置可以直接输入其范围,或者单击右边  按钮,再在图 4-10 所示的数据系列中进行框选。完成了一个系列的数据源图形制作后,在图 4-14 所示的数据源对话框中,可以继续添加“系列”,重复上面的操作直至所有“系列”添加完毕,如图 4-15 所示,最后单击“完成”,出现图 4-16 所示的数据系列比较图表。

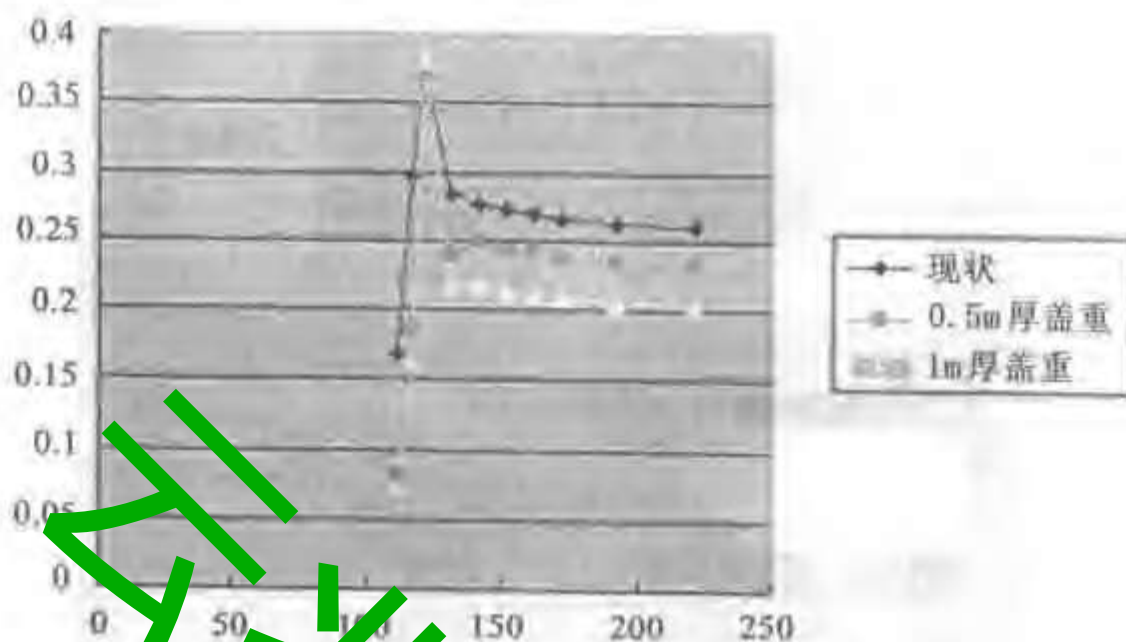


图 4-16 数据系列比较图表

完成数据系列比较图表的绘制后,还可以对系列图表中的绘图区格式、坐标轴格式、字体等进行重新设置,以进一步完善图表的表现形式。

(1) 设置绘图区格式

在绘图区上单击鼠标右键,出现上下文菜单,选择“绘图区格式”,弹出绘图区格式对话框,如图 4-17 所示,可以改变图表边框的有无及边框的样式、颜色、粗细等。

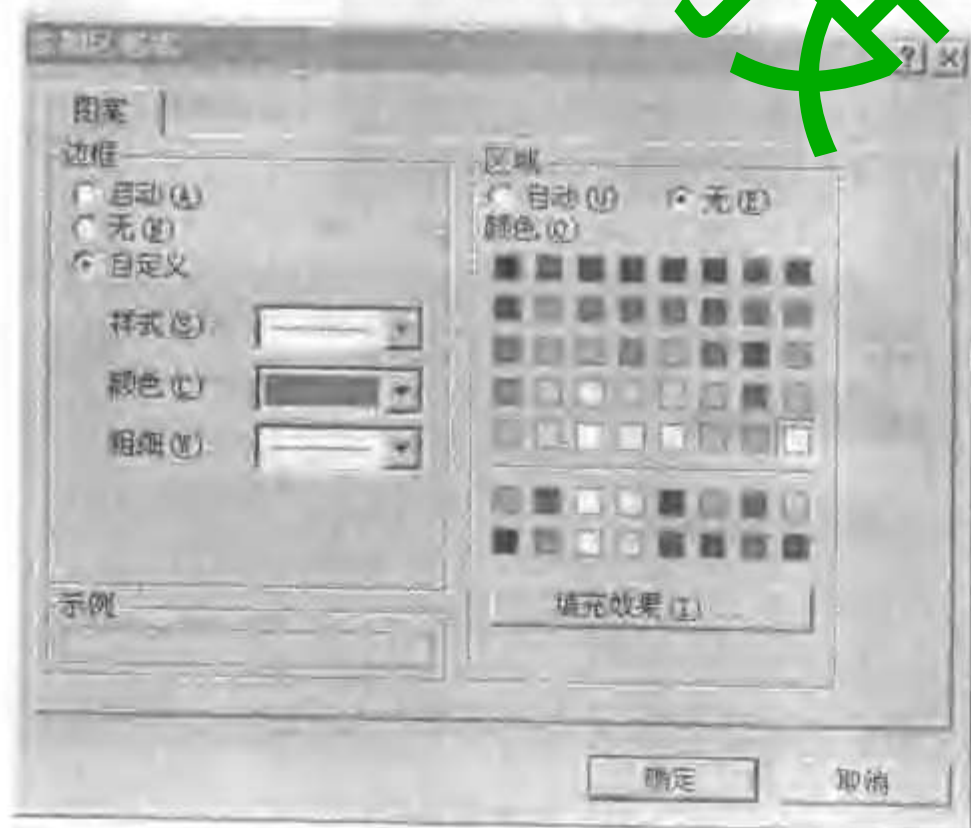


图 4-17 绘图区格式对话框

(2) 设置图表格式

在上下文菜单中选择数据“图表选项”，弹出图表选项对话框，如图 4-18 所示，其中有坐标轴标题、坐标轴、网格线、图例及数据标志 5 个标签，可以分别对这 5 个标签的各项进行重新设置，如确定坐标轴标题，X、Y 轴标题及是否显示网格线等。

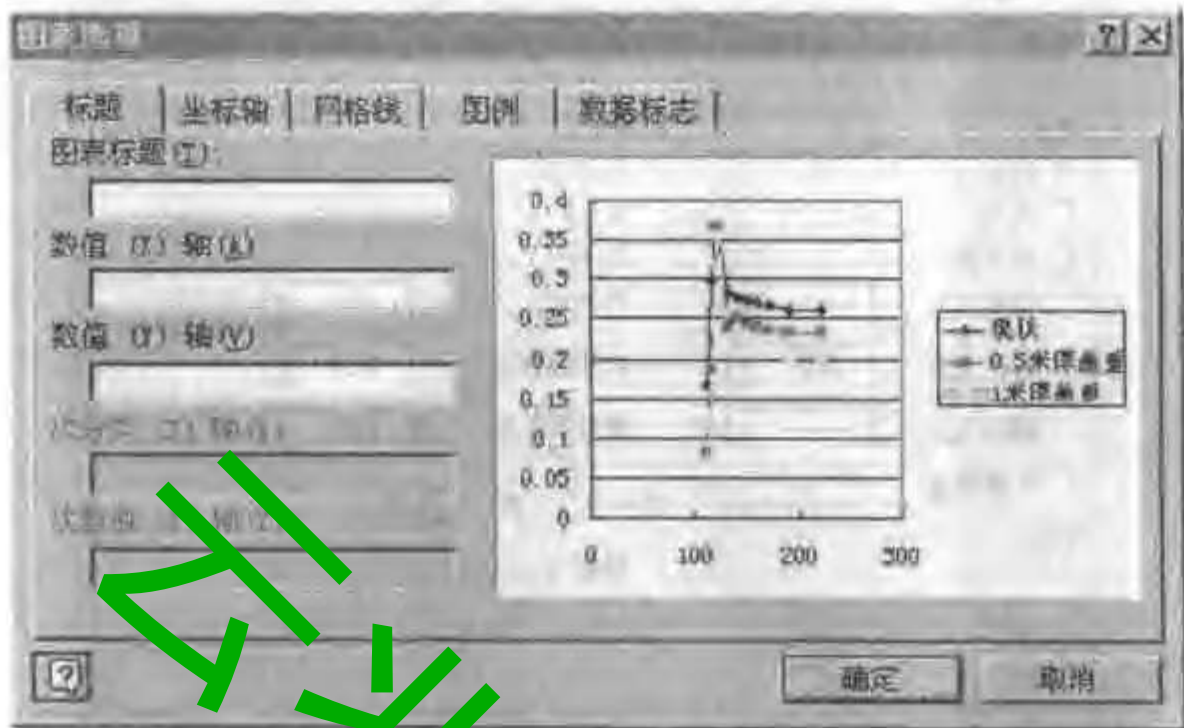


图 4-18 图表选项对话框

(3) 设置坐标轴格式

将鼠标对准坐标轴上的数据，双击鼠标左键，或右键弹出上下文菜单，选择“坐标轴格式”，弹出坐标轴格式对话框，如图 4-19 所示，可以重新定义坐标轴的样式、刻度线标志及位置等。

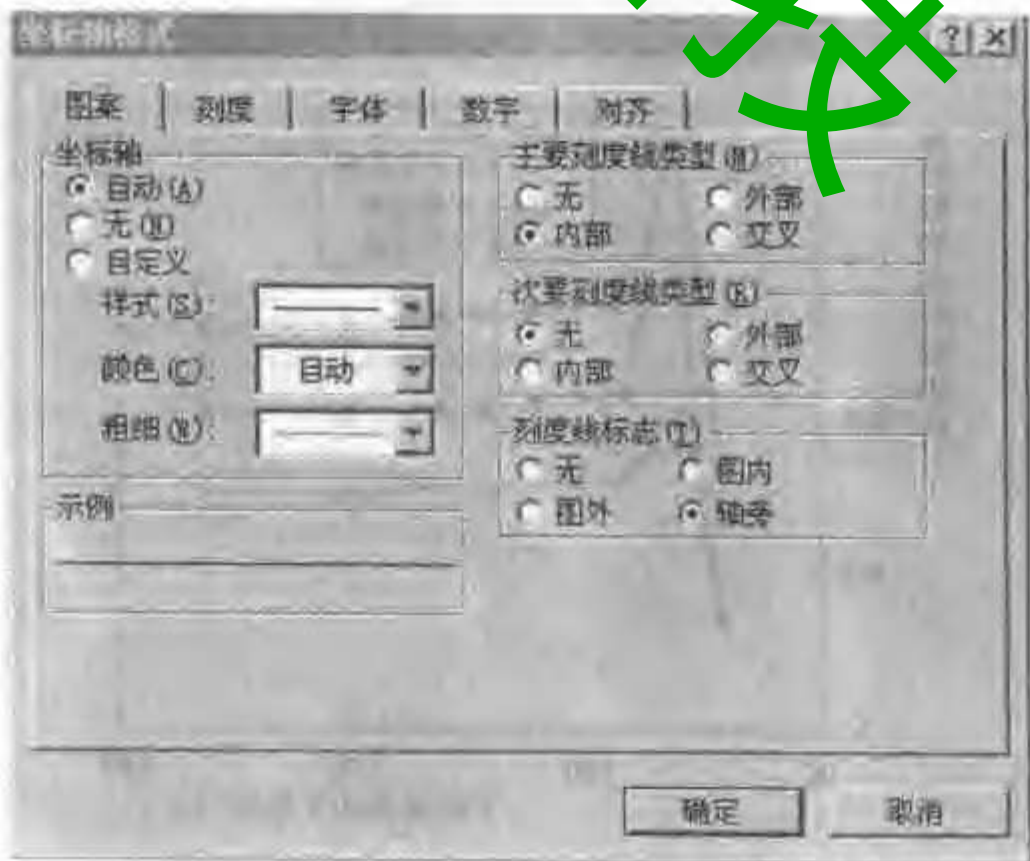


图 4-19 坐标轴格式对话框

(4) 设置数据系列格式

将鼠标对准图表中数据系列,右键弹出上下文菜单,选择“数据系列格式”,弹出数据系列格式对话框,如图 4-20 所示,可以对图案、坐标轴等标签进行设置。

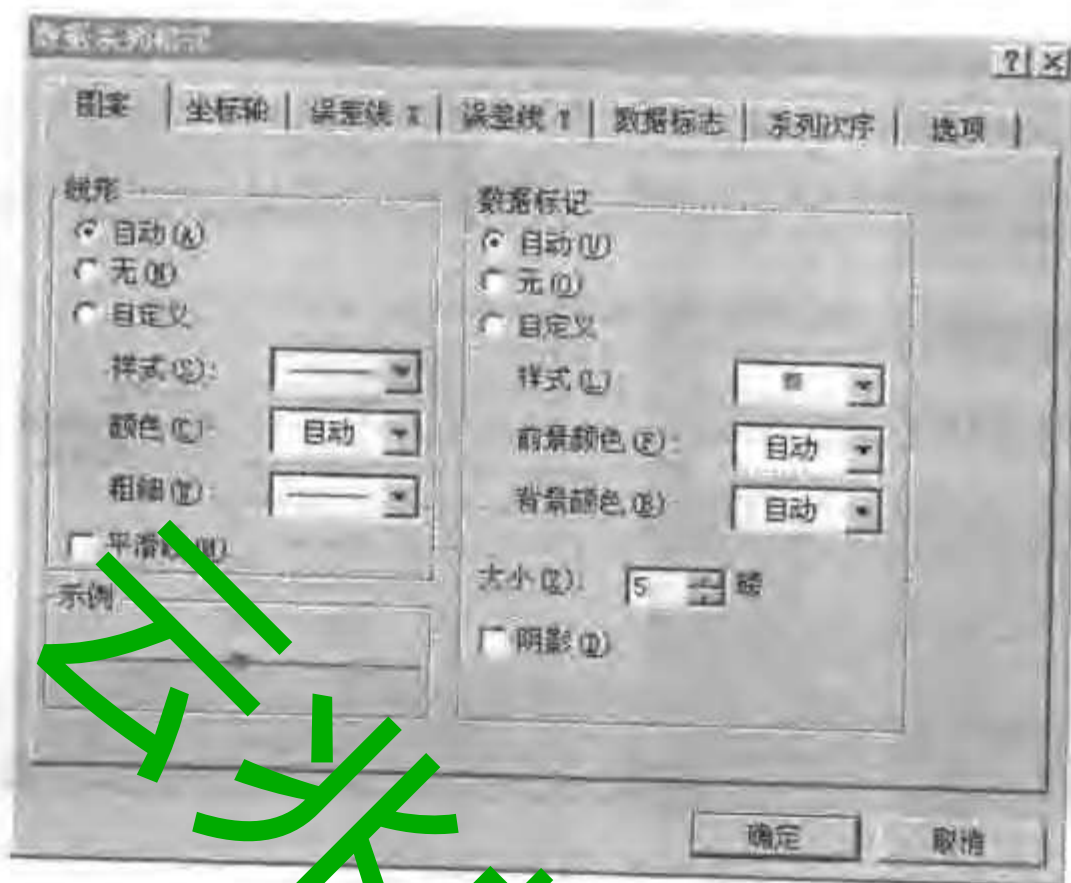


图 4-20 数据系列格式对话框

(5) 设置字体格式

用鼠标左键可双击图表中需要修改的文字,在弹出的对话框中可以修改文字内容、字体及字体大小等。

最后还可根据需要对图形大小进行调整。图 4-21 为最终的数据系列比较结果图。

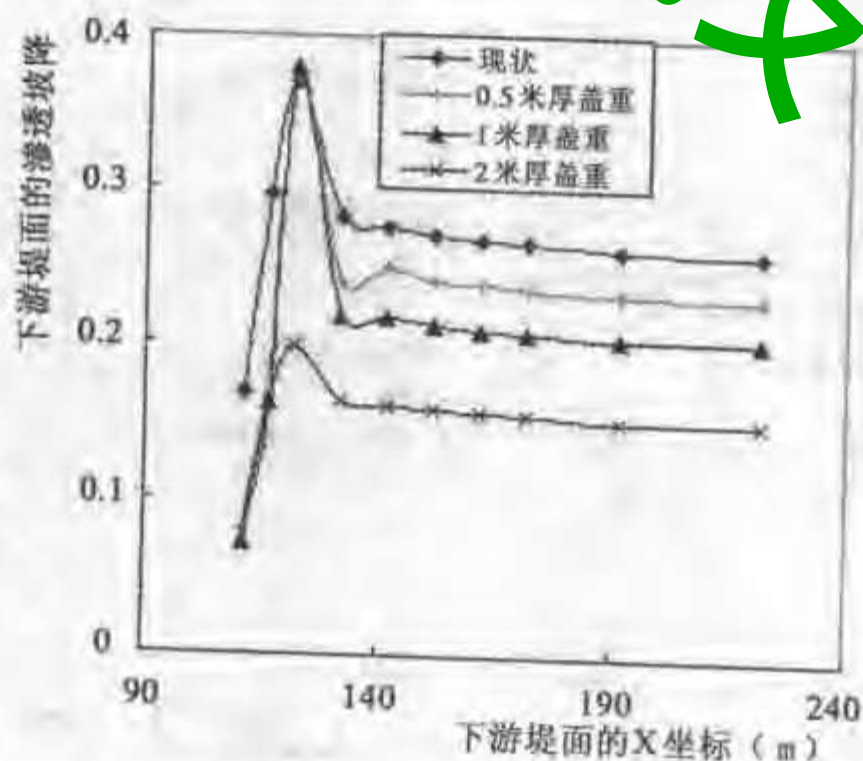


图 4-21 数据系列比较结果图

练习题

1. 自定义计算公式使之在 A 列中添加自然序号。
2. 绘制一数据系列图表。
3. 对数据系列进行排序。
4. 读入一文本数据文件,并将其制作成 Word 文档中的表格。

第二节 CAD 系统的图形交换格式

AutoCAD 具有强大的图形绘制与编辑功能,并且具有开放的工作平台。AutoCAD 的图形文件一般以 DWG 格式存储,DWG 格式文件是以压缩的二进制格式保存图形数据,一般只限在 AutoCAD 绘图环境中使用。随着科学技术的发展,人们在工作中越来越依赖于计算机及相应的软件支持,但任何一种软件都不能解决用户的全部问题,解决一个实际工程问题,往往需要综合多种软件的优势。AutoCAD 软件系统虽具有强大的图形绘制与编辑功能,但要完成建筑物从设计到图形输出的全过程,会显得力不从心。利用计算机进行设计计算与图形输出的一体化工作,还有许多工作要做。DXF 格式的文件能解决 AutoCAD 与其他软件之间的进行图形数据交换的问题。

一、DXF 格式文件的作用

DXF 格式的文件为 CAD 系统的图形数据交换文件,能实现不同的 CAD 系统之间的连接和高级编程语言编写程序与 CAD 系统的连接,如图 4-22 所示。

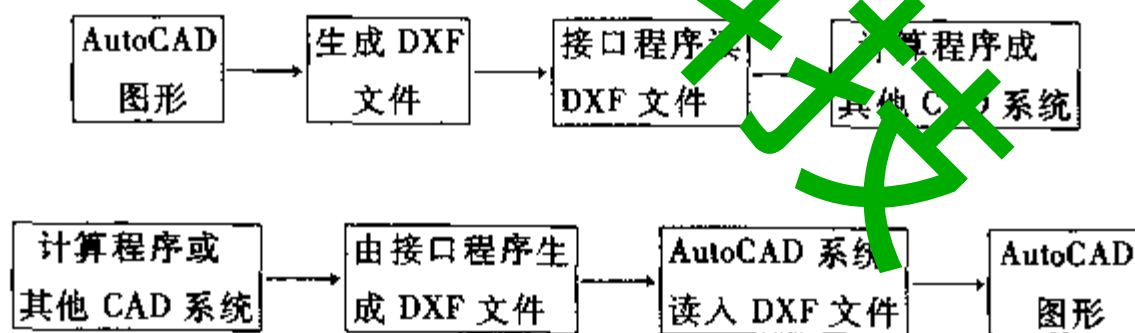


图 4-22 DXF 图形数据交换格式示意图

二、DXF 格式的文件的总体结构

一个完整的 DXF 文件是由 4 个段(Section)和一个文件结尾组成。其顺序如下:

- (1) 标题(Header)段,描述系统的工作环境。
- (2) 表(Tables)段,描述图形文件的线型、层、字体、视图方向等。
- (3) 块(Blocks)段,描述块名及所在图层,构成一个 DXF 文件的核心。
- (4) 元素(Entities)段,构成一个 DXF 文件的核心。
- (5) 文件(Eof)结尾,标志着一个 DXF 文件的结束。

1. 组代码和组值

DXF 格式文件由若干个组构成。每组有两行,第一行为组代码,第二行为组值,组代码相当于数据类型代码,每个组代码的含义是由 CAD 系统约定好的。组值相当于数据组代码的值,组代码和组值合起来表示一个数据的含义和它的值。例如,有一组的第一行是 8,表示这个组表达的是图层名;第二行是 A,这个图层名是 A。组代码是一个非负的、不超过三位数的整数。组代码的含义分别为:

0:标识一个说明的开始。例如,一个段、一个块、一个图层、一个元素的开始。

1:字符型数据的值。例如,TEXT 的字符串、文件名等。

2:一个类型的名字。例如,段、块、线型、视图的名字。

3~5:字符型数据的值。例如,文件名、线型说明部分等。

6:线型名。

7:字样名。

8:图层名。

9:标题变量名

10~18:X 坐标值

20~28:Y 坐标值。

30~37:Z 坐标值。

38:基面(elevation)

39:厚度(thickness)

40~48:高度、宽度、半径、距离、比例因子等

49:重复的值。

50~58:角度值。

62:颜色号。

70:标题变量的状态,表的数量和标记等。

2. 标题(Header)段

标题(Header)段的作用是记录 AutoCAD 系统的所有标题变量的当前值或当前状态。例如,AutoCAD 的版本号、插入基点、绘图界限的左下角、右上角、当前图层名、当前线型、当前颜色等。

例如:

0	组代码:标识一个说明的开始。
SECTION	组值:一段的开始。
2	组代码:一个类型的名字。如:段、表、块、线型等名字。
HEADER	组值:类型为标题(HEADER)段。
9	组代码:标题的变量名(固定)。
\$ ACADVER	组值:AutoCAD VERSION 版本号。
1	组代码:字符型数据的值。
AC1003	组值:描述了标题变量 \$ ACADVER 的值是 AC1003。
9	组代码:标题的变量名。
\$ LTSCALE	组值:线型比例变量。

40	组代码:40~48 为高度、宽度、半径、距离、比例因子等。
1.0	组值:线型比例因子。
9	组代码:标题的变量名。
\$ LIMMIN	组值:图形边界左下角的当前值。
10	组代码:10~18 为 X 坐标值。
0.0	组值:当前左下角的 X 坐标值为:0.0。
1.0	组代码:20~28 为 Y 坐标值。
20	组值:当前左下角的 Y 坐标值为:0.0。
9	组代码:标题的变量名。
\$ LIMMAX	组值:图形边界右上角的当前值。
10	组代码:10~18 为 X 坐标值。
12.0	组值:当前右上角的 X 坐标值为:12.0。
20	组代码:20~28 为 Y 坐标值。
9.0	组值:当前右上角的 Y 坐标值为:0.0。
0	组代码:标题的变量名。
ENDSEC	组值:表示标题段结束。

3. 表 (Tables) 段

表的总体结构包含了 4 个表,每个表又包含可变数目的表项。表在文件中出现的顺序依次为:

- 1) 线型 (LTYPE) 表
- 2) 图层 (LAYER) 表
- 3) 字样 (STYLE) 表
- 4) 视图 (VIEW) 表

例如:

0	组代码:标识一个说明的开始。
SECTION	组值:一个段的开始。
2	组代码:一个类型的名字。
TABLES	组值:线型表头。
0	组代码:标识线型 (LTYPE) 表的开始。
LTYPE	组值:线型。
70	组代码:表的数量和标识。
4	组值:线型表的表项数量为 4,即本次绘图用到 4 种线型。

(1) 以下分别为 4 种线型的描述:

0	组代码:标识一个说明的开始。
LTYPE	组值:一个线型的描述的开始。
2	组代码:一个类型的名字。
DASHED	组值:虚线。
70	组代码:表的数量和标识。
0	组值:为 0。

72	组代码:文本或线型的对齐方式。
65	组值:两端对齐方式。
73	组代码:统计数量。
2	组值:一个周期两段短划线。
40	组代码:比例因子等。
0.75	组值:一个周期的总长度为0.75。
49	组代码:重复的值。
0.5	组值:第一条短划线的长度是落笔0.5。
49	组代码:重复的值。
-0.25	组值:第二条短划线的长度是抬笔0.25。
...	(以下为线型描述,略。)
0	组代码:标识一个说明的开始。
ENDTAB	组值:线型表的结束。
0	组代码:标识一个说明的开始。
TABLES	组值:图层表头。
2	组代码:一个类型的名字。
LAYER	组值:标识图层(LAYER)表的开始。
70	组代码:表的数量和标记。
8	组值:图层表的表项数量为8,即本次绘图用到4个图层。
(2)以下分别为4个图层的描述:	
...	(以下为图层描述,略。)
0	组代码:标识一个说明的开始。
ENDTAB	组值:图层表的结束。
0	组代码:标识一个说明的开始。
TABLES	组值:字样表头。
2	组代码:一个类型的名字。
STYLE	组值:标识字样(STYLE)表的开始。
70	组代码:表的数量和标记。
1	组值:字样表的表项数量为1,即本次绘图用到1种字样。
(3)以下为1种字样的描述:	
...	(以下为字样描述,略。)
0	
ENDTAB	
0	
TABLES	
2	组代码:一个类型的名字。
VIEW	组值:标识视图(VIEW)表的开始。
70	组代码:表的数量和标记。
4	组值:视图表的表项数量为4,即本次绘图用到4种视图。

(4) 以下为 4 种的视图的描述:

... (以下为视图描述,略。)

0
ENDTAB

0
ENDTAB

4. 元素 (Entities) 段

元素 (Entities) 段记录了每个几何元素的名称、所在图层、线型名、颜色号、基面高度、厚度以及有关的几何数据。

元素 (Entities) 段的格式:

0	组代码: 标识一个说明的开始。
SECTION	组值: 一个段的开始。
2	组代码: 一个类型的名字。
Entities	组值: 元素的开始。
0	组代码: 标识一个说明的开始。
XXXXX	组值: 元素名, 如 LINE、CIRCLE 等。
8	组代码: 图层名。
XX	组值: 图层编号。
6	组代码: 线型名。
XXX	组值: 线型编号。
62	组代码: 颜色号。
XXX	组值: 颜色编号。
38	组代码: 基面高度。
XXX	组值: 为 0 时, 无此组。
...	
0	组代码: 标识一个结束段说明开始。
ENDSEC	组值: 元素段结束。

各种元素的格式如下:

(1) 点 (POINT)

0	组代码: 标识一个说明的开始。
POINT .	组值: 点的开始。
8	组代码: 图层。
AB	组值: 图层为 AB。
10	组代码: X 坐标。
6.0	组值: X 坐标为 6.0。
20	组代码: Y 坐标。
4.0	组值: Y 坐标为 4.0。

(2) 直线 (LINE)

0	组代码: 标识一个说明的开始。
---	-----------------

LINE	组值:直线的开始。
8	组代码:图层。
AI	组值:图层为 AI。
10	组代码:第一个点的 X 坐标。
1.5	组值: X 坐标为 1.5。
20	组代码:第一个点的 Y 坐标。
2.5	组值: Y 坐标为 2.5。
11	组代码:第二个点的 X 坐标。
5.0	组值: X 坐标为 5.0。
21	组代码:第二个点的 Y 坐标。
2.5	组值: Y 坐标为 2.5。

(3) 圆 (CIRCLE)

0	组代码:标识一个说明的开始。
CIRCLE	组值:圆的开始。
8	组代码:图层。
AI	组值:图层为 AI。
10	组代码:圆心点的 X 坐标。
2.5	组值: X 坐标为 2.5。
20	组代码:圆心点的 Y 坐标。
5.0	组值: Y 坐标为 5.0。
40	组代码:半径。
2.0	组值:半径为 2.0。

(4) 圆弧 (ARC)

0	组代码:标识一个说明的开始。
ARC	组值:圆弧的开始。
8	组代码:图层。
AA	组值:图层为 AA。
10	组代码:圆心点的 X 坐标。
8.0	组值: X 坐标为 8.0。
20	组代码:圆心点的 Y 坐标。
7.0	组值: Y 坐标为 7.0。
40	组代码:半径。
3.0	组值:半径为 3.0。
50	组代码:圆弧的起始角。
30.0	组值:圆弧的起始角为 30°。
51	组代码:圆弧的终止角。
75.0	组值:圆弧的终止角为 75°。

练习题

1. 编制直线的 DXF 文件,该直线经过(10,20)、(150,230)两点。

第三节 FORTRAN 语言

一、Fortran PowerStation 应用项目的开发

Microsoft Fortran PowerStation 是美国微软(Microsoft)公司开发的一种基于 Fortran 语言和 Windows 图形用户界面的可视化软件开发工具。本文以 Microsoft Fortran PowerStation V4.0 为例,简要介绍系统应用项目的开发及应用等内容。

项目的建立是使用 Fortran PowerStation 的基础,其步骤如下:

- (1) 进入微软开发工作室的主视窗

如图 4-23 所示,首先进入 Microsoft Fortran PowerStation V4.0 的微软开发工作室的主视窗。

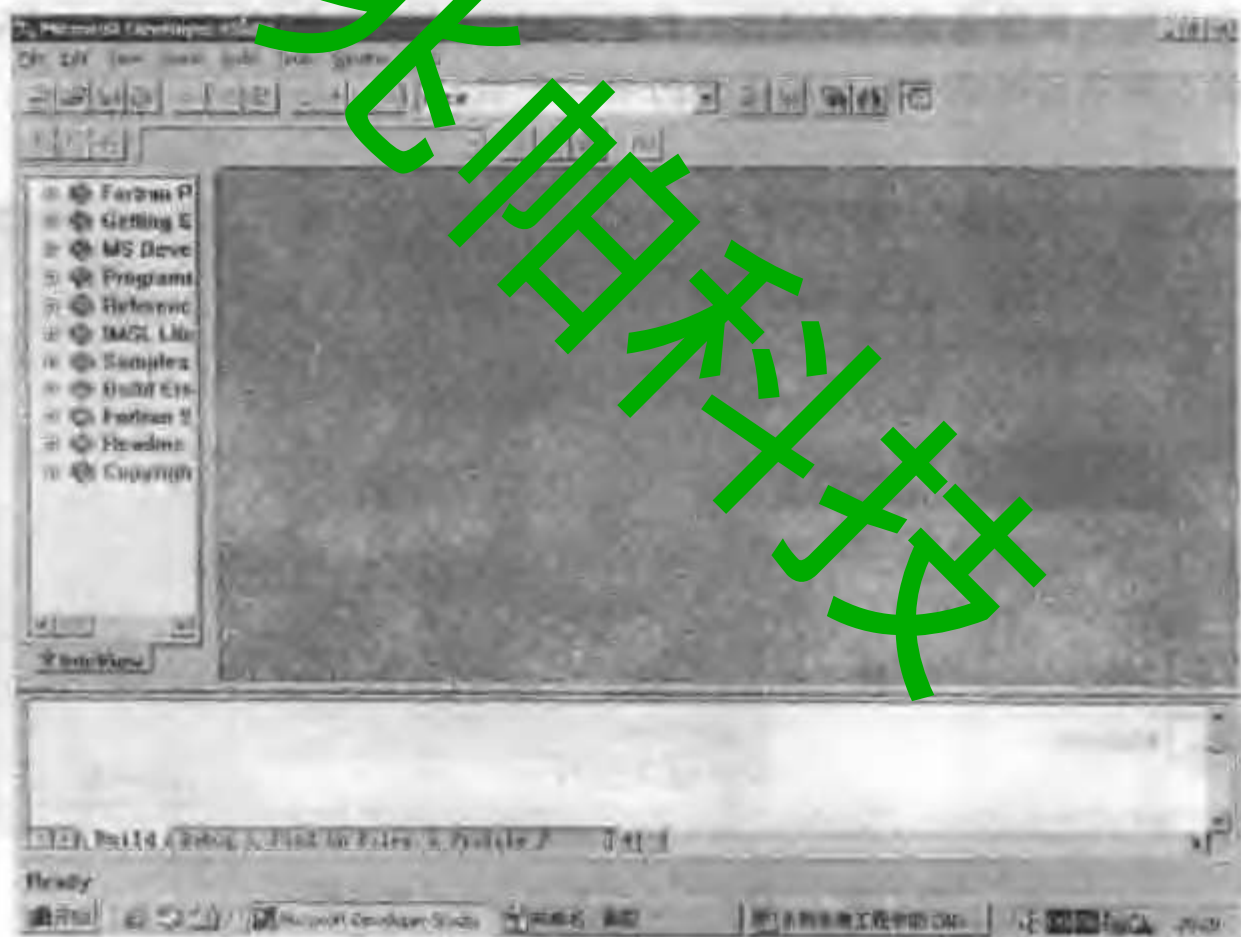


图 4-23 微软开发工作室的主视窗

- (2) 显示新建(New)命令对话框

在主菜单上点击“文件(File)”,然后选择“新建(New)”选取项,就会出现如图 4-24 所示的新建(New)命令对话框。

在新建(New)命令对话框中,“Text File”表示支持“文本文件”,“Project Workspace”表示支持“项目的工作空间”,等等。在使用 Microsoft Fortran PowerStation 的初始是为项目建立一个工作空间,故选择“Project Workspace”选项。



图 4-24 新建 (New) 命令对话框

(3) 显示 New Project Workspace 对话框

选择“Project Workspace”选项后,在对话框的右边选择“OK”按钮,则会出现图 4-25 所示的 New Project Workspace 对话框。其中,“Console Application(控制应用台)”,是一不支持 Windows 应用程序及图形窗口的项目。在没有图形显示要求时,建议最好选用“Console Application”选项。“QuickWin Application(QuickWin 应用)”则是可以在一个或多个 Windows 窗口中进行图形输出和屏幕操作的项目。我们可以根据需要在“New Project Workspace”对话框所列出的 6 种项目类型中选择所需要的项目类型。

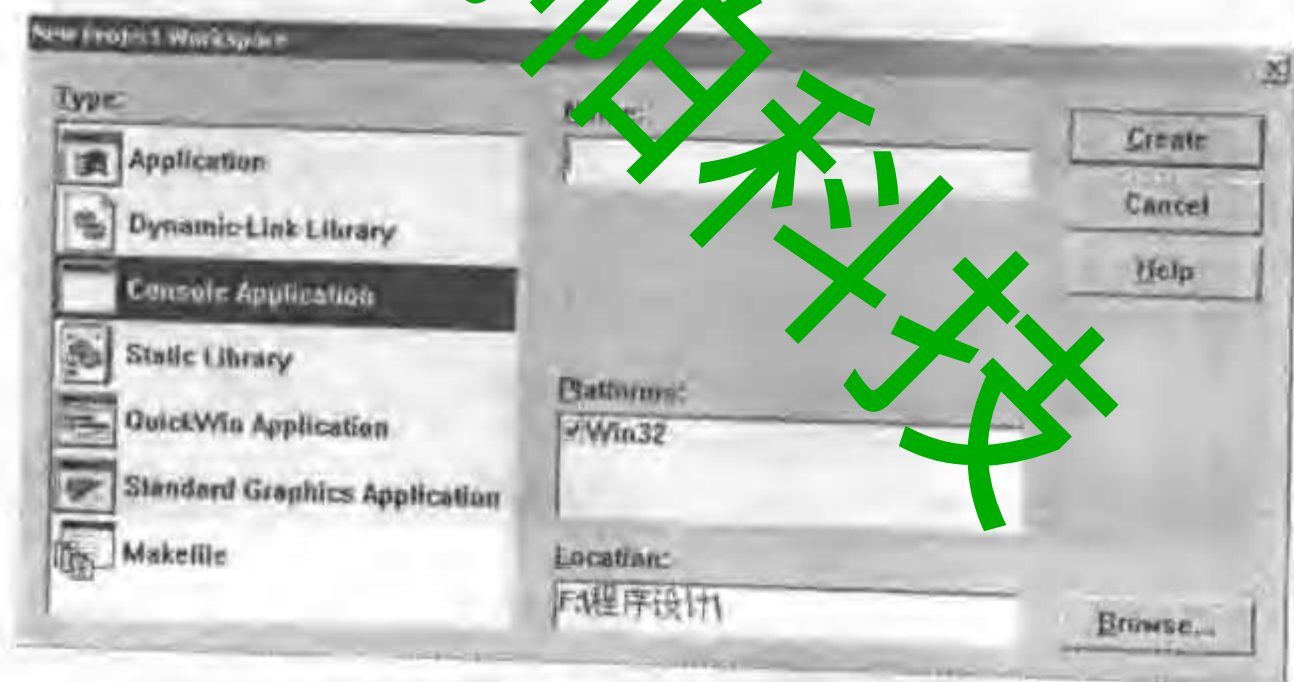


图 4-25 “New Project Workspace”对话框

以上建立了 Fortran PowerStation 项目空间,在项目中加入文件后,选择主菜单中的“Build”进行编译、连接和运行。

二、Fortran90 及其特点

Fortran 语言是世界上广泛流行的、最适用于数值计算的一种计算机语言,也是世界上最早出现的高级程序设计语言。Fortran 为 Formula Translation 的缩写,是公式翻译的意思。

Fortran 语言的第一个版本是在 1954 年问世,1956 年正式投入使用。在 1958 年推出了 Fortran II,随后,在 1962 年又提出了 Fortran IV,国际标准化组织 (International Standards

Organization)于1978年公布了Fortran77。由于具有较强的数值计算功能,Fortran77已被广泛应用于科研、工程、企事业管理等需要用数学公式表达和数值计算的应用领域。

从20世纪80年代起,国际上有关组织和研究机构又开始新的Fortran版本的研究工作,经过近10年的努力,美国国家标准化协会在1991年5月公布了它的新标准的Fortran,1992年,国际标准化组织(ISO)发布了它的国际标准,即最新版本的Fortran 90。

Fortran 90兼容了Fortran 77的所有特性,同时对Fortran 77也作了较大的扩充和完善,主要表现在以下几个方面:

- (1)增强了数值计算的能力。
- (2)引入了数组运算。
- (3)内部数据的描述详细。
- (4)引入了指针。
- (5)允许用户自定义数据类型。
- (6)引入了数据模块,定义了一些能被引用的过程。
- (7)具有语言扩展功能。

下面将具体介绍Fortran 90的新增加的功能及特性。

1. 新增的字符集

Fortran 90所能使用的字符集比Fortran 77中的字符集增加了很多:在Fortran 77字符集的基础上又增加了_(下画线)、!(感叹号)、“”(双引号)、%(百分号)、&(英语中的和号)、;(分号)、>(大于号)、<(小于号)、? (问号)等9个字符。

2. 数据及数组新增的特性

(1)数据类型

Fortran 90既有系统内部定义的数据类型,又允许用户根据自己的需要定义数据类型。前者称为内在类型,后者称为导出类型或派生类型。

1) 内在类型(Intrinsic Data Type)

所谓的内在类型就是系统内部和运算一起定义的类型,它是可以随时访问的。在Fortran 90标准中,有5个内在数据类型,它们又可分为两类。一类是数值型的,它包括整型(INTEGER)、实型(REAL)和复型(COMPLEX);另一类为非数值型的,它包括字符型(CHARACTER)和逻辑型(LOGICAL)。

与每一个数据类型相联系的是变量的种类(KIND)类型参数,它定义了数据存储时的有效节数,即对于整型数,它定义了十进制指数范围;对于实型和复型,它定义了十进制精度和指数范围;对于字符型和逻辑型绘出了表示方法。例如,整数可以有两个种类类型:短型和长型。此外,还有长度类型参数(LEN),它规定了字符类型的字符长度。

2) 导出类型(Derived Data Types)

除内部数据类型外,用户还可以自己定义一些派生出的数据类型,它们有自己的一套值和算符,导出类型是和结构联系在一起的,即导出类型必须是一种结构。反之,程序中的结构也只能是属于某一导出类型的数据。导出类型的类型说明关键字为TYPE。

(2)常量和变量

在Fortran 90中将常量分为两种:一种是字面常量,另一种是有名常量,它们分别对应于Fortran 77中的常量和常数符号名。每个常量的类型都需要进行说明,而每个说明由指定

Fortran 内部类型的关键词组成,后跟两个冒号(::),而类型之间要用逗号分开。例如:

```
REAL,PARAMETER::PI=3.1415926
```

```
REAL,PARAMETER::C=3.0E6
```

```
REAL,PARAMETER::Rd=287.0
```

说明 PI、C、Rd 是有名实型常量或参数,这样在后面的程序中 PI、C、Rd 将不能被改变,否则会产生错误信息。

一般来说,当一个变量的属性被说明了或使用了初值表达式,这时要使用双冒号(::);否则,双冒号就可用可不用。如果参数的特性被指定了,那么初值表达式就一定要给出来。

如果有名常量是字符型的,它的长度可以用星号来说明,而实际长度在编译时由实际字符串来决定,例如:

```
CHARACTER(Len=*),PARAMETER::ms='He is a teacher'
```

Fortran 90 中规定了变量的名字可以使用 1~31 字母、数字和字符表示,并且必须以字母开始。可以使用的字符有 26 个字母(A~Z),10 个数字(0~9)和下画线(_).

除了在字符串中,Fortran 90 对字母的大小写是不加区分的。如 NAME 和 name 被认为是同一个变量。在 Fortran 90 中没有保留词,任一个符合上述规定的词都可以用作变量名,用做变量名的字符串中不能有空格。

(3) 数组的新特性

Fortran 90 中的变量也包含两种:一种是标量变量,另一种是数组变量。在 Fortran 90 中对数组的概念作了很大的扩充,并引入了一些新的定义。

1) 完整数组和数组片段

所谓完整数组就是数组中的所有元素的有序集合。完整的数组应该是一个有名数组;数组元素可以是有名常量,也可以是有名变量。完整数组元素都具有相同的类型和相同种类的类型参数。

所谓数组片段,它是数组中一些确定的元素的集合,即是数组元素的一个子集,而且它自身又是一个数组。这个子集合是由每个片段下标说明的单个下标或下标的序列所得到所有可能的下标表来确定的。例如, X(2:6,7:14)、A(i,2:)等都是数组片段。

2) 数组的组长、秩、大小和形状

在 Fortran 90 中允许数组最多可以有 7 维,而数组的秩就是数组的维数。每一维中元素的个数称维长。数组中元素的总个数称为数组的大小,它等于各个维长的乘积。在 Fortran 90 中还允许数组的大小为零。数组的形状就是指它的维数和每一维的维长。有名数组的形状必须在程序中可执行语句之前的说明语句中加以说明;面一经说明,它的秩就确定了。维长一般也是确定的,除非在虚拟变元数组、自动数组、指针数组和可分配数组的执行过程中维长才是可变的。

(4) 关键词

在 Fortran 90 中将关键词分为语句关键词和变元关键词两种。所谓语句关键词,就是用于语句语法部分的一些词,如 READ, WRITE, OPEN, CLOSE, KIND, IF, END 等。但 Fortran 90 中没有保留的关键词,即这些语句关键词仍然可以作为名字来使用。变元关键词即哑元名。在 Fortran 90 中,对所有内在过程规定了变元关键词,对外部过程的变元关键词在过程接口块中作了规定。

(5) 引用

在程序被执行期间,当程序中的某处需要使用数据对象或数据子对象时,该数据对象名或数据子对象指定符在语句中的相应处出现,这称为数据对象引用。

在程序被执行期间,在程序的某语句处出现某个过程的过程名引用参数,这称为过程引用。

在 USE 语句中出现模块名这就是模块引用。

3. 程序格式

编写一个程序,既要有很好的可读性,又要利于对程序的维护、更新。因此,在编写程序时要注意以下几个方面:

(1) 开始处要对程序的作用作个简短说明。

(2) 程序中用到的所有变量最好在前面作出说明,或者用空格、空行分开,或者以字母顺序排列。

(3) 在适当处用空格或空行将程序分开,以使程序更加清楚;当然,也可以根据自己的习惯将程序写清楚。

一个 Fortran 程序可以由若干个程序单元块构成,一个程序单元可以是主程序也可以是子程序。一个源程序,其主程序只有一个,而子程序却可以有很多个。

在 Fortran 90 中,源程序的形式有两种,即自由格式源程序和固定格式源程序。

(1) 自由格式源程序

在 Fortran 90 中,取消了程序必须写在 7~72 列的限制。在自由格式源程序中,源程序可以从第 1 列写到第 132 列。而且 Fortran 90 中设有标号区、续行区和正文区等限制,字符和语句在一行中写不完,可以在任意一列中断,并在此后写一个续行符 &,然后在下行的任意一列继续书写。

在以前的 Fortran 版本中,一行最多只能写一个语句,而在 Fortran 90 中,在不妨碍程序可读性时,可以在一行中写多个语句,每个语句和语句之间用“;”分开,但最后一个语句不允许有标点符号。例如以下的语句:

`A = 5.5; B = 6.2; C = 12`

是合法的。

一个语句最长不能超过 2640 个字符。

在以前的 Fortran 版本中,注释行的第一列要用 C 或 * 表示是注释行,但在 Fortran 90 中注释行则较灵活,它用“!”作为注释的开始符,“!”可以写在一行中的任一行,“!”后直到本行结束都作为注释行,因此它可以写在一行语句的右侧以表示对该行的注释。

(2) 固定格式源程序形式

在固定格式源程序形式中,注释行、继续行和语句的标号等都与 Fortran 77 中的规定基本相同。在 Fortran 90 出现以前, Fortran 语句都是用固定格式源程序编写的,它曾经是惟一可以接受的标准。每个程序单元只能用一种格式,不能将它们混在一起。

4. 程序结构

(1) 程序单元

程序单元是 Fortran 程序的基本成分,一个程序单元可以是主程序、外部子程序,也可以是模块。其中,模块包含可被其他程序访问的各种程序实体。

(2) 程序结构

不管是主程序还是子程序单元,它们的基本形式都是类似的。虽然它们的程序开始不尽相同,如主程序可以用 PROGRAM 后接程序名开头,而子程序则要以 SUBROUTINE 加上程序名开始,但都必须以 END 结束。例如,简单的程序结构如下(方括号内为任选项):

```
[ PROGRAM 程序名 ]
[ 说明语句 ]
[ 可执行语句 ]
END[ PROGRAM[ 程序名 ] ]
```

由此可见,只有 END 是必不可少的。注意,如果开始处有程序名,那么关键词 PROGRAM 就必不可少。

在说明语句部分,只能写说明语句。说明语句的一般形式为:

类型关键词::变量名列表

每一个变量名之间用逗号分开,类型关键词对变量的类型进行说明,内容包括数据类型、种类类型、数组说明、字符长度说明等。例如:

```
REAL(KIND=3), DIMENSION(2:30):: A, B, C
```

说明 A, B, C 都是种类类型为 3 的实型数组。

```
INTEGER(1), PARAMETER: A1 = 6, A2 = 87
```

说明 A1, A2 是种类类型为 1 的参数。

```
COMPLEX(KIND=2), INTENT(IN):: D
```

说明变量 D 是种类类型为 2 的复型单元,它可以把主程序内 D 的值传递到子程序里。INTENT 称为意图属性,它只用于子程序中,说明子程序中哑元的使用意图;当用 IN 时,表示把主程序中调用参数的值传递给子程序;当用 OUT 时,表示把子程序的计算结果值返回给主程序;当用 INOUT 时,表示把主程序中的调用参数值传递给子程序,子程序再将计算结果返回到主程序。

5. 模块

我们知道一个复杂的问题可以分成多个子程序,每个子程序执行一个特定的任务。这些子程序可以被不同的主程序或子程序调用,Fortran 90 允许把这些子程序作为一个函数或子程序而存在。子程序可以是内部的也可以是外部的。我们可以将一些有用的处理特定问题的子程序收集成库,这些库统称为模块。主程序、外部子程序和模块都可作为程序单元。

模块(MODULE)是 Fortran 90 中新增的一种程序单元。增加它的主要目的是在过程之间提供一种方便有效的共享常量、变量、类型定义以及过程的途径。

在 Fortran 90 以前,我们就已经知道如何编写和使用内部函数、函数子程序和子例行子程序。现在我们来讨论一下模块。模块程序单元有它独特的形式,即单元内没有可执行语句,只有说明语句或内部过程,它不能被执行,只能被 USE 语句引用。模块主要在两个方面不同于子程序:即模块可以包含多个子程序(称为模块子程序);模块可以包含一些说明语句,它们对使用该模块的所有程序单元都是可访问的。在编译中,模块也是单独编译的。

(1) 模块的定义

模块程序单元的一般形式为:

```
MODULE 模块名
```

[类型说明部分]

[CONTAINS]

[内部辅程序 1]

.....

[内部辅程序 n]

END [MODULE [模块名]]

其中,“MODULE 模块名”称为模块语句,模块名是任取的。从 CONTAINS 语句开始,由若干个内部辅程序组成。这些内部辅程序在形式上与外部辅程序中的内部辅程序部分相同,它称为模块辅程序部分,是任选项。

模块中可以只包含数据的说明,以供其他程序单元共享。例如:

```
MODULE DATA_MODULE
    REAL, DIMENSION(8,19):: A
    INTEGER, DIMENSION(30):: C
    REAL :: P = 20.8
    CHARACTER(LEN = 20):: LONG
END DATA_MODULE
```

在该模块中,说明 A 是一个实型的二维数组;C 是一维的整型数组;P 是值为 20.8 的实型常数;LONG 是长度为 20 的字符型常量。当外部过程引用了该模块,则相当于将这些说明移到该外部过程的说明语句部分,其值也传递给外部过程。

在编写模块时应注意以下 3 个限制:

- 1) 如果模块的结束语句中包含模块名,那么它必须和模块语句中指明的模块名相同。
- 2) 模块名不能与可执行程序内的任何程序单元名、外部过程名或公用块名相同,也不得与模块内的任何局部名相同。
- 3) 在模块的说明语句中不能包括语句函数语句、ENTRY 语句或 FORMAT 语句,但它们仍可出现在模块所包含的一个模块内部辅程序的说明部分中。

模块是其包含的任一内部模块过程的“宿主”,所以模块中说明的实体可被其内部模块过程通过宿主结合来访问。

(2) 模块的引用(USE 语句)

USE 语句提供了在作用域单元内访问模块内的有名数据对象、导出类型、接口、过程、类属标识符和名组表的一种手段。

USE 语句的一般形式:

USE 模块名 1[, 模块名 2, ..., 模块名 n]

或

USE 模块名[, 更名表]

或

USE 模块名, ONLY: [only 表]

在 USE 语句中,使用更名表是为了防止在不同的模块中具有相同的子程序名,即相同的访问实体名出现在 USE 语句中。其中,更名表的形式为:

局部名 $\Rightarrow$ 使用名, 局部名 $\Rightarrow$ 使用名,

这里局部名是新名,使用名是原名。

only 表的形式为:

访问实体 1[,访问实体 2,...,访问实体 m]

USE 语句在没有 ONLY 选择项时,将提供对其指明的模块中的全部公共实体的访问权;在有 ONLY 选择项时,将仅提供对其指明的模块中的公共实体进行访问。

在一个作用域中可以出现多个对于给定模块的 USE 语句。如果其中之一没有 ONLY 选择,则该模块中的全部公共实体都是可访问的。而且出现在多个 USE 语句中的更名表和 only 表可以被接在一起作为一个整体来使用。

如上所述,对任一调用模块的程序单元中,在缺省的情况下,模块的所有实体都是可访问的,即具有 PUBLIC 属性。然而,当在声明中规定其具有 PRIVATE 属性时,访问就被限制了。

6. 控制结构

在 Fortran 90 中,控制语句主要有语句标号、GO TO 语句、计算 GO TO 语句、赋值 GO TO 语句、算术 IF 语句、CONTINUE 语句、STOP 语句和 PAUSE 语句等。这些内容与 Fortran 77 中的有关内容是一致的,且其中的有关 GO TO 的一些语句属于过时的或即将淘汰的内容,故在此不再介绍,这里主要介绍控制结构。在 Fortran 90 中,控制结构主要有 3 种,分别是 IF 结构、CASE 结构和 DO 结构。每一个控制结构控制执行的语句集合称为控制块,在 Fortran 77 中已经提出了块的概念,而在 Fortran 90 中则更强调块的构造,进而把块看做是一个单元。每一个构造块只有一个入口和一个出口,入口与上一构造块的出口衔接,出口与下一构造块的入口衔接,使整个程序形成链状结构。这种结构对于程序的调试很有好处,因为程序一旦出错,其错误被限制在构造块中,不会像早期的程序用 GO TO 语句那样将错误交叉蔓延,不利于程序的修改和维护。这种结构允许控制量从控制块中跳出去,但不允许从控制块外跳入控制块内。

(1) IF 结构

在 Fortran 77 中,IF 结构已经广泛使用。这里简要地说明 IF 结构,它是实现选择的主要方法之一。

1) IF 结构的一般形式

IF 结构的一般形式是:

```
IF(逻辑表达式 1) THEN
  语句块 1
[ELSEIF(逻辑表达式 2) THEN
  语句块 2
ELSEIF(逻辑表达式 3) THEN
  语句块 3
...]
ELSE
  语句块 E
END IF
```

如果逻辑表达式 1 语句为真,那么就执行语句块 1,然后跳到 ENDIF;如果逻辑表达式 1

语句为假,那么就跳过语句块 1 判断逻辑表达式 2,如果为真,就执行语句块 2,然后跳到 ENDIF;……,如果每个逻辑表达式都不满足,那么就执行语句块 E。应注意,条件的排列只能有一个为真。[]里的语句是任选语句,可以省略。

为了阅读的方便,可以任意地为 IF 结构取个名字。下面以判断学生考试成绩的级别为例说明 IF 结构的使用。

```
[GRADE:] IF( Mark > = 85) THEN
    PRINT * , 'A'
ELSE IF( Mark > = 75) THEN
    PRINT * , 'B'
ELSE IF( Mark > = 60) THEN
    PRINT * , 'C'
ELSE [GRADE]
    PRINT * , 'D'
ENDIF [GRADE]
```

如果 IF 或 ENDIF 块被命名,那么相应的 ELSE 或 ELSE IF 块要给以同样的名字,这个名字应该是有效的并且是惟一的。

注意在第一行的 THEN 之后是空的,什么也不要写。

2) IF 的嵌套

当 IF 结构被嵌套时,ENDIF 的位置是很重要的,因为这决定了 ELSE IF 属于哪个 IF。如果那个 IF 还没有关闭,那么 ELSE IF 或 ELSE 就属于离它最近打开的那个 IF。为了说明这一点,考虑一个一般的一元二次方程($ax^2 + bx + c = 0$)的求解问题($a \neq 0$)。

```
DELT = B * B - 4 * A * C
OUTER: IF( A / = 0) THEN
    INNER: IF( DELT < = 0) THEN
        PRINT * , 'complex roots'
    ELSE INNER
        X1 = ( - B + SQRT( DELT )) / ( 2 * A )
        X2 = ( - B - SQRT( DELT )) / ( 2 * A )
    END IF INNER
END IF OUTER
```

(2) DO 循环和 IF

一个 DO 循环可以包含一个或多个 IF 结构,反过来也一样。基本规律是:如果一个结构在另一个结构的内部开始,它一定也在这个结构的内部结束。下面给出几个简单的例子,说明 DO 循环和 IF 之间的位置关系。

例如:

```
DO I = 1, 20
    IF( I > 10) THEN
        A = A + 1
    ELSE
```

```

A = A + 2 * I
END IF
END DO

```

又如:

```

IF (J > 10) THEN
DO I = 10, J
.....
END DO
ELSE
DO I = J, 10
.....
END DO
END IF

```

(3) IF 语句

IF 语句只控制一个语句,因此 IF 语句的一般形式为:

IF(逻辑表达式)可执行语句块

注意,在逻辑表达式后直接跟可执行语句,而不需要 THEN。例如:

IF(A/=0) B=1/A

(4) DO 结构

在程序设计中,常会遇到一段程序需要重复执行多次的情况,这就是循环结构。DO 结构是循环结构中的一种。

DO 结构的一般形式为:

```

[结构名:]DO [循环控制]
语句块
END DO[结构名]

```

这里的循环控制的一般形式为:

variable = expr1, expr2[, expr3]

variable(变量)是整型的标量变量,称为 DO 变量。expr1、expr2、expr3 是任意的有效数值型标量表达式,一般是整型的。而结构名是 DO 结构的名称,它是任选项;expr3 也是任选项,当它缺省时,其值为 1;表达式 expr1、expr2、expr3 称为 DO 参数。对于 variable 和 expr1、expr2、expr3 不是整型时,在 Fortran 90 中也可以使用,但推荐使用整型值。

DO 语句表示 DO 循环的开始,它是 DO 结构的入口;END DO[结构名]表示 DO 结构的结束,它是 DO 结构的出口。

在做循环之前,先根据 expr1 的表达式给 DO 变量赋初值然后再决定是否做循环。而每一次循环,都要将 expr3 的值加到 DO 变量中去,然后再决定是否继续循环。当完成 DO 循环之后,DO 变量的值等于最后一次执行循环时所得值再加上 expr3 所得的值,但它已不再有意义了。

一个 DO 结构循环的次数由下面的公式给出:

$\text{MAX}((\text{expr2} - \text{expr1} + \text{expr3})/\text{expr3}, 0)$

这个公式被称为 DO 循环的迭代次数或行程次数。例如,在下面的程序段中循环次数为 5。

```
DO I = 2, 15, 3
WRITE( *, * ) I
END DO
```

输出结果为 2, 5, 8, 11, 14。

如果 expr1 大于 expr2, 那么 expr3 必须为负值循环才能被执行。例如:

```
DO I = 12, 3, -2
WRITE( *, * ) I
END DO
```

输出结果为 12, 10, 8, 6, 4。

应注意这样的一种可能, 就是 DO 块根本没被执行, 这称为零行程循环, 这时在上面的公式中 MAX 的值将会是零。例如:

```
DO I = 7, 3
WRITE( *, * ) I
END DO
```

没有输出结果, 因为上面的循环根本就没有被执行。

(5) 非确定性循环和条件出口

在以上的例子中都是确定性的循环, 所谓确定性的循环是指在执行循环之前就可以确定循环次数的循环。但在下面的例子中, 在执行之前没办法来确定循环次数, 因此有必要给出与上面不同的 DO 循环结构。首先, 我们看一看下面的例子。

例如: 根据泰勒展开公式 e 的如下表达式

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots$$

计算 e 的值, 直到满足要求的精度 (10^{-4}) 为止。

显然在计算之前, 我们不知道要计算到第几项才能满足要求的精度, 故程序写为:

```
PROGRAMM MAIN
  ES = 0.0001           ! 要求的精度
  E0 = 1.
  TERM = 1./1.
  N = 2                 ! 开始即取前两项
  E = E0 + TERM
  PRINT * 'N = ', N, 'E = ', E
  IF (ABS(E - E0) <= ES) EXIT
  E0 = E
  TERM = TERM/N
  N = N + 1
END DO
END
```

执行此程序输出的结果为 $N = 9$, $E = 2.718\ 279$ 。如果要求的精度为 10^{-5} , 那么得 $N = 10$, $E = 2.718\ 282$ 。可见, 在执行前是无法确定循环次数的。

这种结构的一般形式为:

```
DO
  IF(逻辑表达式)EXIT
  语句块
END DO
或者写为:
DO
  语句块
  IF(逻辑表达式)EXIT
END DO
```

这两种情况都可以进行命名, 即写为有名的 DO 结构。EXIT 语句提供了从无限循环中离开的一种方法。事实上, 它可以放在循环中的任何地方, 然而最好别把它放在顶部, 也别把它放在结尾, 以避免读者在循环中找其他出口条件。在 Fortran 90 中, 把 EXIT 放在结尾似乎更加自然, 但有一种情况必须把 EXIT 放在循环的顶部, 这就是在逻辑上可能发生 0 次循环时。

(6) DO WHILE 结构

DO 结构可以用 DO WHILE 语句开头, 其一般形式为:

```
DO WHILE(逻辑表达式)
  语句块
END DO
```

当逻辑表达式为真时, 执行其后的语句块; 否则终止循环。它在逻辑上等价于下面的 DO 结构。

```
DO
  IF(.NOT. 逻辑表达式)EXIT
  语句块
END DO
```

DO WHILE 是一个使人非常感兴趣的结构, 因为它将循环条件很清楚地放在循环的顶部, 看起来很直观、清晰。

例如: 读入一个资料文件, 统计资料中大于等于 0 的资料个数; 当读入一负值时, 跳过该值; 当读入的资料发生错误或资料结束时, 则停止。

```
N = 0
READ(2, '(f8.2)', IOSTAT = IOS) X
DO WHILE(IOS == 0)
  IF(X >= 0) THEN
    N = N + 1
  END IF
  READ(2, '(f8.2)', IOSTAT = IOS) X
```

```

END DO
PRINT * 'N = ',N
END

```

(7) CYCLE 语句

循环控制语句 CYCLE 只用于重复 DO 结构中,即一个 CYCLE 语句属于特定的 DO 结构。如果 CYCLE 语句引用 DO 结构名,那么它就属于该 DO 结构;否则它属于所出现的最内层的 DO 结构。

CYCLE 语句的一般形式为:

```
CYCLE [DO 结构名]
```

当执行 CYCLE 语句时,其功能是在循环中它下面的 DO 块不再被执行,而是控制又回到该 DO 结构的语句块的开始位置。

例如:使用 CYCLE 和 EXIT 语句重写上例。

```

N = 0
DO
  READ(2, '(f8.2)', IOSTAT = IOS) X
  IF(IOS /= 0) EXIT
  IF(X < 0) CYCLE
  N = N + 1
END DO
PRINT * 'N = ',N
END

```

三、文件输入、输出及在 AutoCAD 绘图中的应用

Fortran 语言中,文件输入、输出的格式一般为:

文件输入:

```
open(3, file = 'data. dat', status = 'old', form = 'unformatted')
```

文件输出:

```
open(2, file = 'm. scr', status = 'new', form = 'formatted')
```

括号中的第一项为通道号;第二项为文件名,其扩展名可以按需要给定,若扩展名为 scr,则为 AutoCAD 脚本文件,可以在 Auto CAD 主菜单的“tool”选项下,运行“run script”即生成图形文件;第三项为文件的状态,“old”表示文件已经存在,“new”表示为新文件,“unknown”表示文件状态未知;第四项表明文件有无格式。

练习题

1. 根据泰勒展开公式 e 的如下表达式

$$e = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{1}{2!} + \frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \dots$$

计算 e 的值,直到满足要求的精度 10^{-4} 为止。

2. 读入一个资料文件,统计资料中大于等于 0 的资料个数;当读入一负值时,跳过该

值;若读入的资料发生错误或资料结束,则停止。

3. 利用 CASE 结构将学生的考试成绩分级,并统计每一级别的人数。85 分以上(包括 85)为 A,75 ~ 84 为 B,60 ~ 74 为 C,小于 60 分为 D。

4. 编程序将学生的考试成绩分级,要求:

- a) 数据模块(字符串变量、实型变量、整型变量)
- b) 文件输入、输出
- c) DO 结构控制

水利部科技

第五章 水利水电工程中的计算机绘图技术

第一节 水利水电工程 CAD 制图规定

一、图幅与图框

《水力发电工程 CAD 制图技术规定》(DL/T5127-2001)中规定的图幅及幅面代号如表 5-1 所示,图幅与图框如图 5-1 所示,设计通用标题栏如图 5-2 所示。

表 5-1 图幅及幅面代号 单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B * L	841 * 1189	594 * 841	420 * 594	297 * 420	210 * 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

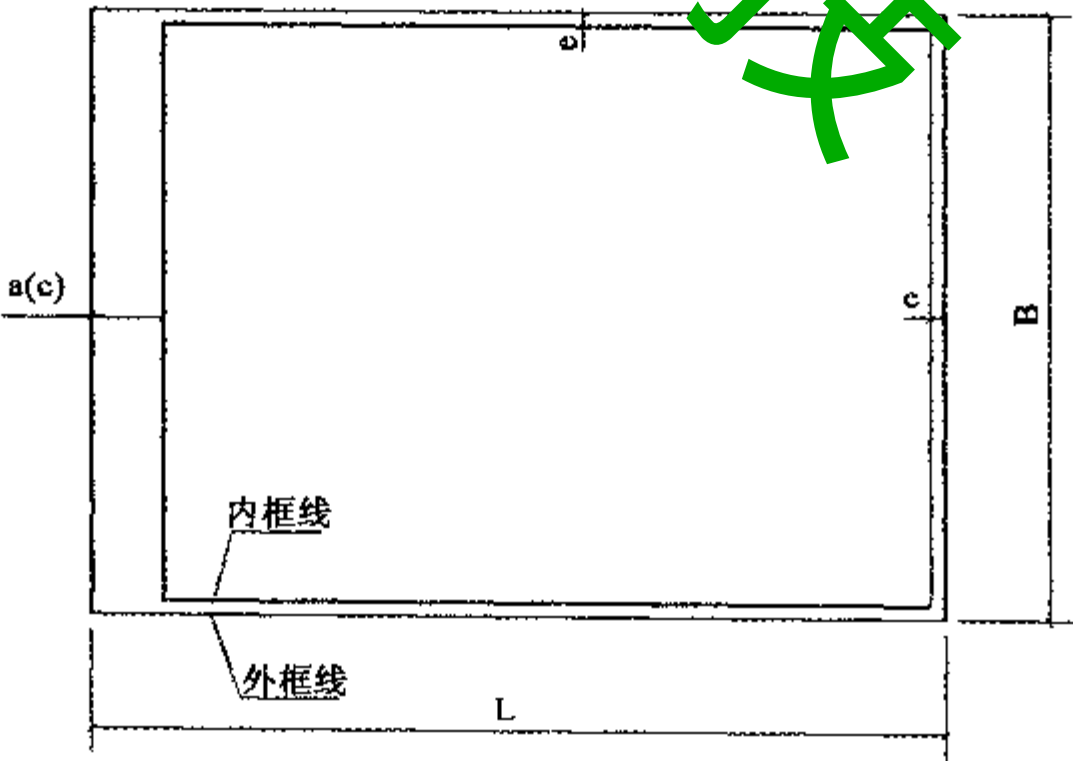


图 5-1 图幅与图框

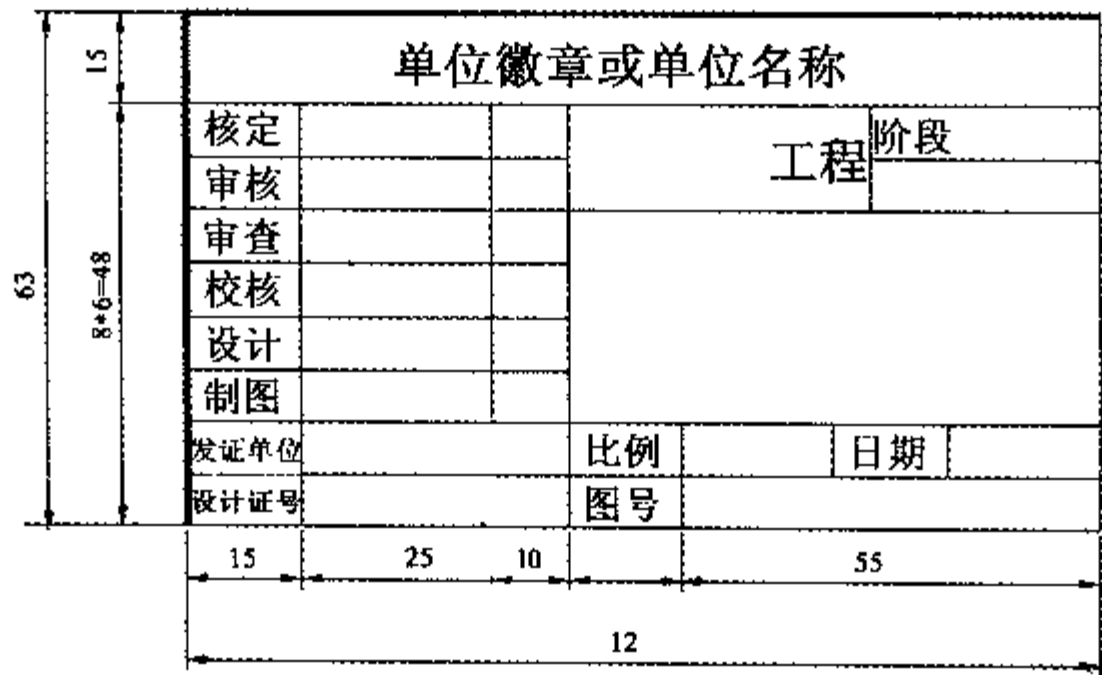


图 5-2 设计通用标题栏(单位:mm)

二、图线

根据不同的用途,图线的宽度宜从下列线宽中选择:
0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1.0mm。

在绘制工程设计图时,应根据不同的结构含义,采用不同的线型、线宽及颜色,如表 5-2 所示。

表 5-2

图 线

线型 编号	图线名称	线宽(mm)	颜色	一般用途
1	实线 1	1.0	蓝	(1)外轮廓线及建筑物轮廓线;(2)钢筋;(3)小型断层线;(4)结构分缝线;(5)材料断层线;(6)标题字符;(7)母线。
2	实线 2	0.7	红	
3	实线 3	0.5	黄	
4	实线 4	0.35	绿	(1)剖面线;(2)重合剖面轮廓线;(3)粗地形线;(4)风化界线;(5)示坡线。
5	实线 5	0.25	白	(6)钢筋图结构轮廓线;(7)表格中的分格线;(8)曲面上的素线;(9)边界线;(10)引出线。
6	虚线 1	0.18	青	(11)细地形线;(12)尺寸线、尺寸界线;(13)设备和元件的可见轮廓线。
7	虚线 2	0.7	红	(1)单线管路图和三线管路图不可见管线;(2)推测地层界线;(3)不可见轮廓线;(4)不可见结构分界线;(5)原轮廓线;(6)设备和元件的不可见轮廓线。
8	虚线 3	0.5	黄	
9	虚线 4	0.35	绿	
10	虚线 5	0.25	白	
11	点划线	0.25	白	(1)中心线;(2)轴线;(3)对称线。
12	点线	0.18	青	
13	双点划线	0.25	白	(1)原轮廓线;(2)假想投影轮廓线;(3)两剖面对接线。
14	点线	0.5	黄	(1)牵引线;(2)岩性分界线。

三、文本

水电工程的 CAD 制图所使用的字体,应符合 GB/T14691 中的有关规定。汉字的文字高度不应小于 3.5mm;数字及字母的高度不应小于 2.5mm。常用的文本尺寸高度宜在下列尺寸中选择:

2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。

最小字符高度见表 5-3。

表 5-3 最小字符高度 单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	5	5	3.5	3.5	3.5
数字及字母	3.5	3.5	2.5	2.5	2.5

四、符号及图例

1. 符号

在工程设计中常用的图形符号有:指北针、河流水流方向、标高等。图 5-3 为水电工程制图中常用的符号的画法及要求。

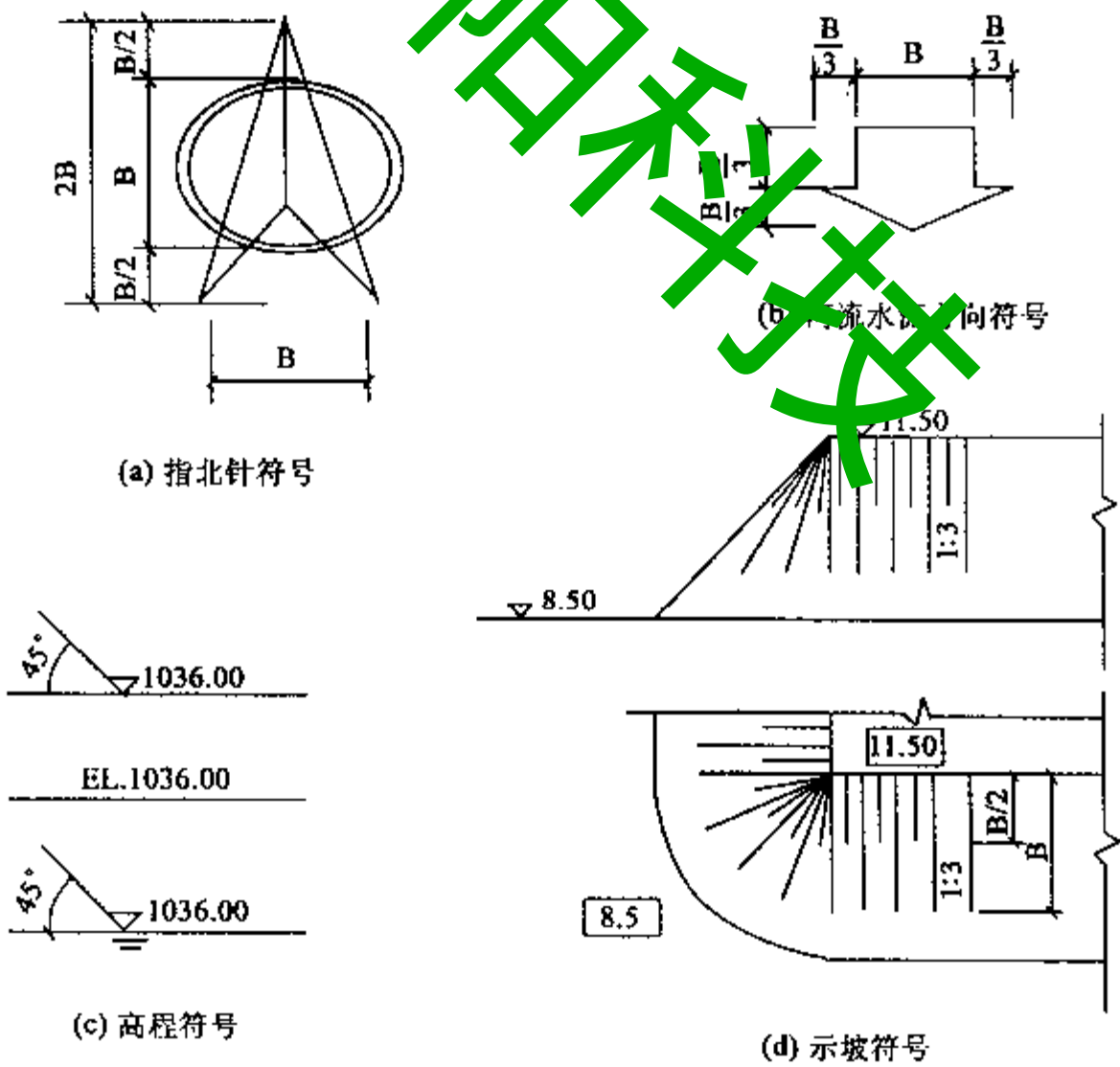


图 5-3 几种符号的画法

2. 图样画法与标注

(1) 蜗形曲线画法与标注

图 5-4 为蜗形曲线画法与标注。

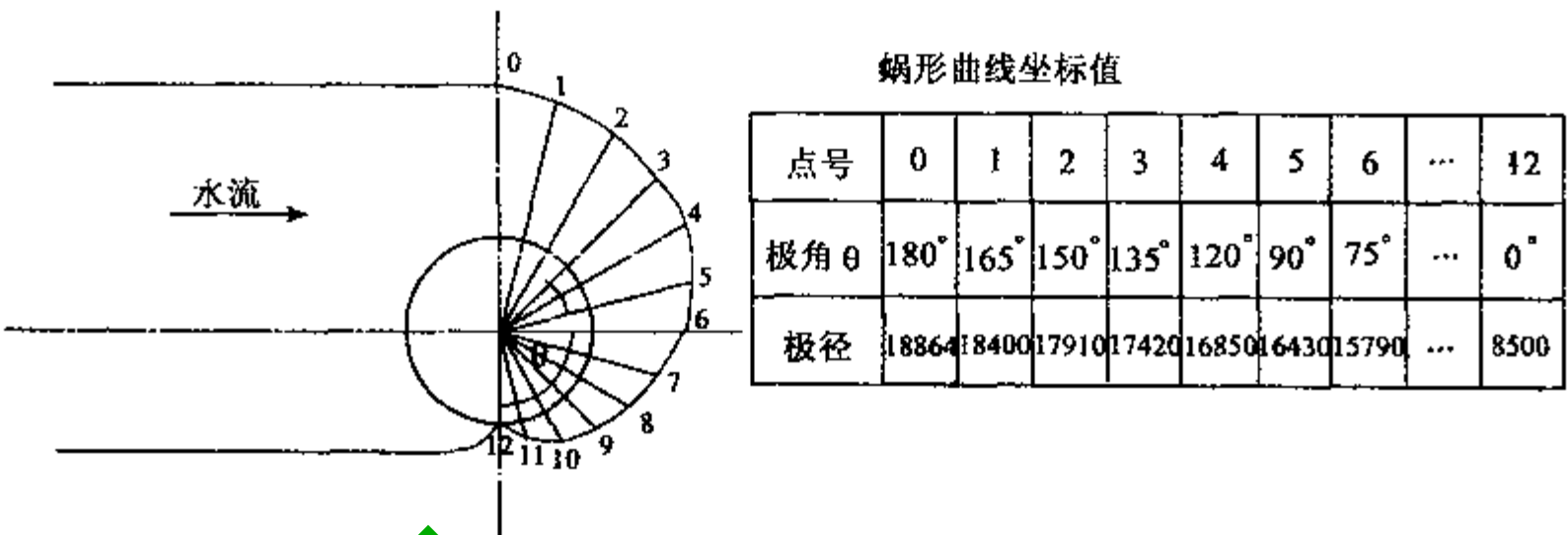


图 5-4 蜗形曲线画法与标注

(2) 多层结构图形标注

图 5-5 为多层结构图形标注。

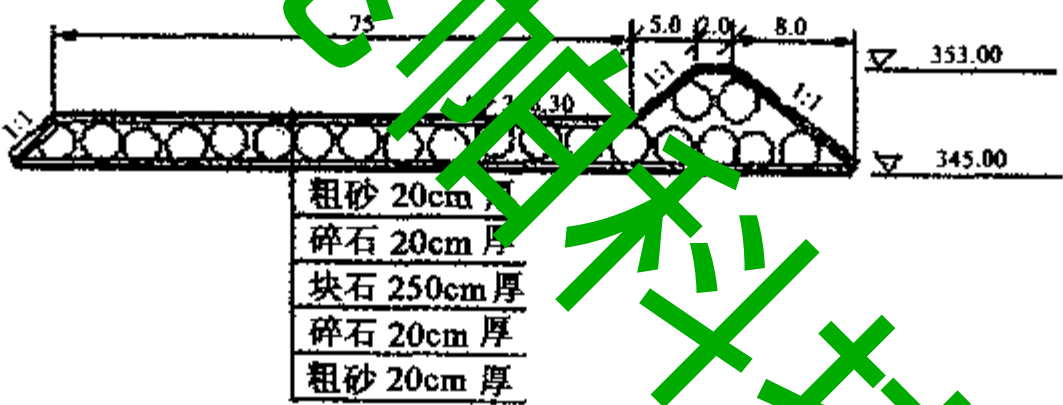


图 5-5 多层结构图形标注(单位: cm)

(3) 详图位置标注

图 5-6 为详图位置的标注。

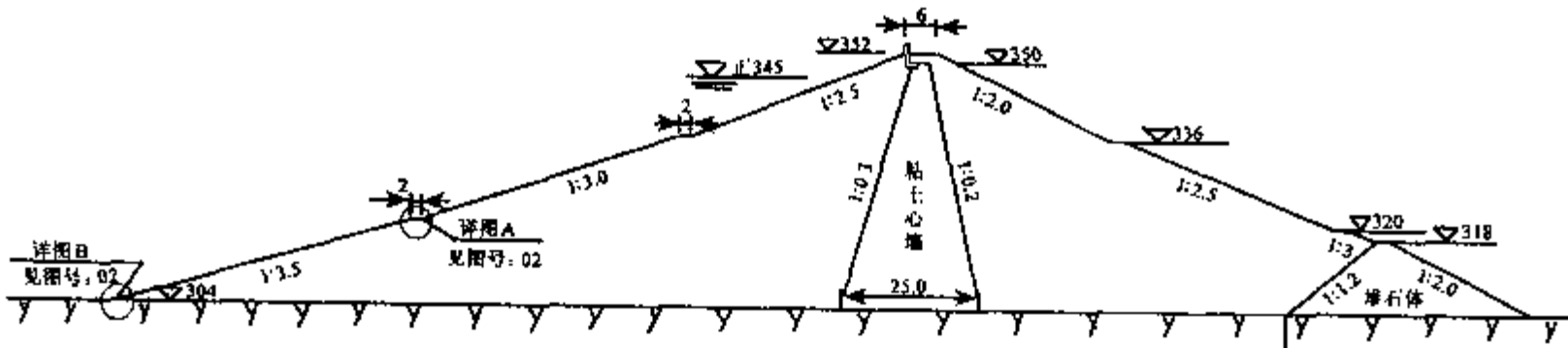


图 5-6 详图位置标注

(4) 相同构造标注

在同一图样中,具有多个相同的构造时,可只对其中一个进行典型标注,并在其标注下面或右侧注明(Typ.)字样。图 5-7 为相同构造的标注。

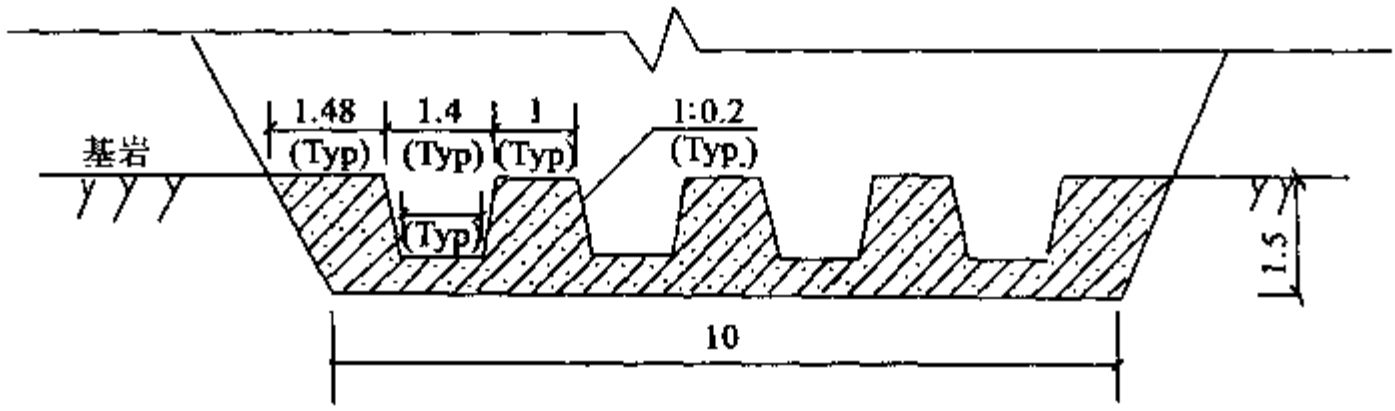


图 5-7 相同构造标注

第二节 水利水电工程中的 CAD 技术应用实例

一、运用 Excel 和 AutoCAD 进行土石坝的稳定计算

某土石坝断面如图 5-8 所示,可以运用 Excel 和 AutoCAD 进行土石坝的边坡稳定计算。

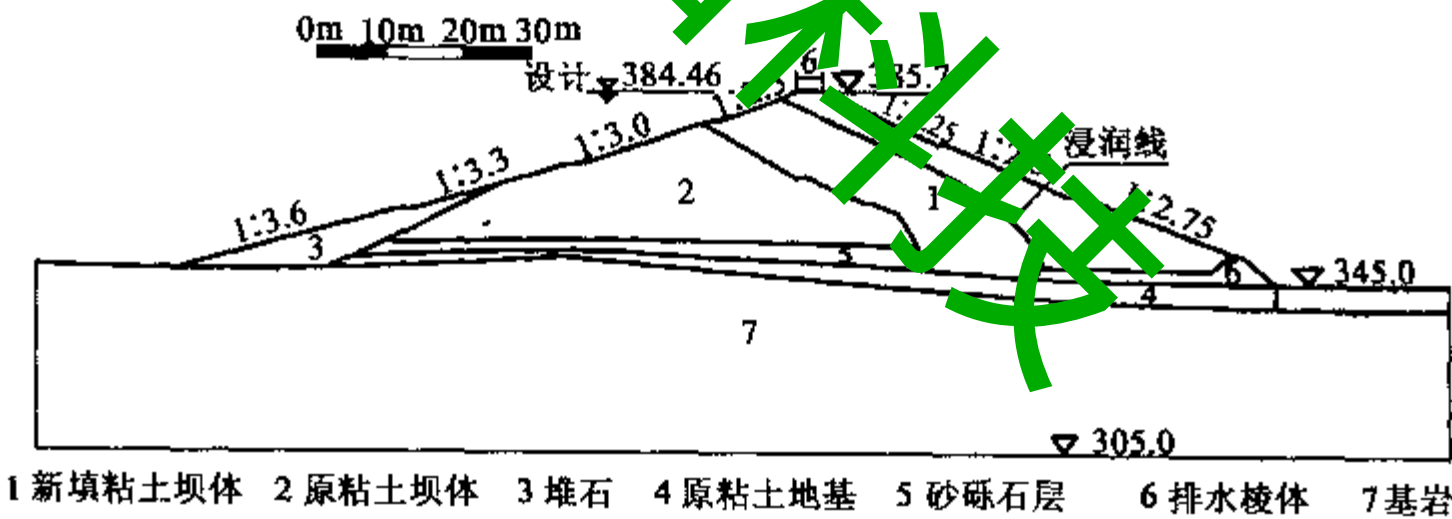


图 5-8 某土石坝断面

1. 计算基本资料

- (1) 坝体与地基土体的抗剪断强度指标: $\varphi = 20^\circ, c = 10\text{kN/m}^2$ 。
- (2) 坝体与地基土体的天然容重 $\gamma_{\text{湿}} = 18\text{kN/m}^3$;浮容重 $\gamma_{\text{浮}} = 12\text{kN/m}^3$ 。
- (3) 排水棱体的天然容重 $\gamma_{\text{湿}} = 21\text{kN/m}^3, \varphi = 30^\circ, c = 0$ 。
- (4) 上游设计水位 384.46m,下游无水。

应用圆弧滑裂面法对土石坝的下游边坡进行稳定计算。

2. 稳定计算步骤

- (1) 在 AutoCAD 环境中准确绘制土石坝剖面图,计算确定坝体的浸润线位置。

(2) 在坝体下游坝坡上找出最危险圆弧的圆心点位置。当边坡坡比 $m = 2.5$ 时, 取 $R_{\text{下限}} = 1.7H, R_{\text{上限}} = 3.0H, H$ 为坝高, $R_1 = \frac{R_{\text{上限}} + R_{\text{下限}}}{2}, R_2 = \frac{OC}{2}, C$ 为下游坝坡的中点, 画出最危险圆弧的圆心点所在多边形 oedba, 如图 5-9 所示。

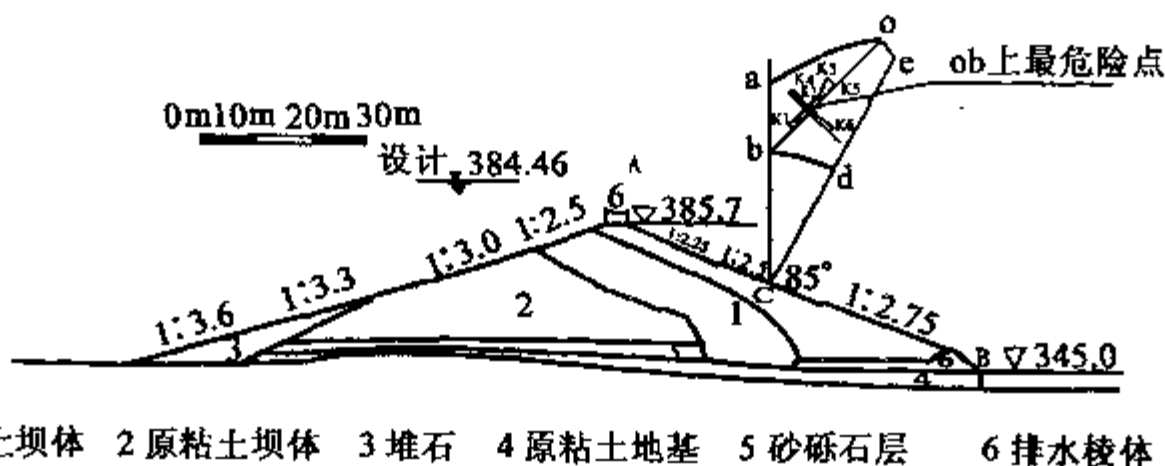


图 5-9 最危险滑动面中心计算简图

(3) 下游坝坡的稳定安全系数

作用在下游坝坡滑裂面上土体的荷载主要有自重和渗透动水压力。计入渗透动水压力对坝坡稳定影响的简化方法是对浸润线之下、下游水位之上坝体土体, 在计算其自重产生的抗滑力矩时采用浮容重(以 W_1 计), 计算滑动力矩时采用饱和容重(以 W_2 计)。

1) 最危险圆弧的圆心点应在多边形 oedba 中, 可在 ob 连线上假定圆心和半径, 画出假定的圆弧滑裂面。

2) 划分土条, 对土条进行编号。

圆心以下的为 0 号土条, 向上游依次为 1, 2, 3, ...; 向下游依次为 -1, -2, -3, ...。为简化计算, 土条宽度取 $b = 0.1R$ 。各土条底面中点和圆心的连线与通过圆心的铅直线之间夹角为 α_i , 如图 5-10 所示, 则:

$$\sin \alpha_i = ib/R = i * 0.1R/R = 0.1i$$

$$\cos \alpha_i = \sqrt{1 - (0.1i)^2}$$

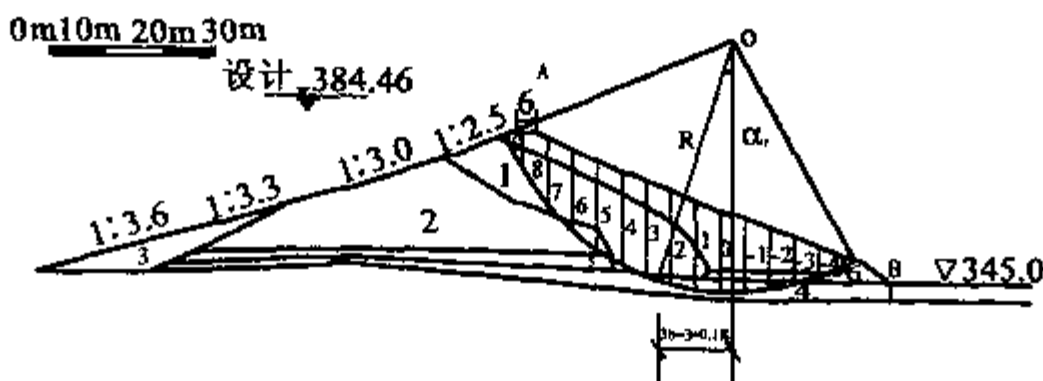


图 5-10 瑞典圆弧法计算简图

3) 在 AutoCAD 环境中, 量出图 5-10 中各土条中心线上的各段高度。

h_1 : 浸润线之上, 土条在坝体部位的高度, 该高度上土体的容重取 $\gamma_1 = 18\text{kN/m}^3$ 。

h_2 :浸润线之下,土条在坝体部位的高度,该高度上土体的容重在计算抗滑力矩时取浮容重 $\gamma_2 = 12\text{kN/m}^3$;在计算滑动力矩时取饱和容重 $\gamma_3 = (12 + 10)\text{kN/m}^3 = 22\text{kN/m}^3$ 。

h_3 :土条上排水棱体高度,该高度上土体的容重取 $\gamma_4 = 21\text{kN/m}^3$ 。

h_4 :土条上地基土体高度,该高度上土体的容重在计算抗滑力矩时取浮容重 $\gamma_5 = 12\text{kN/m}^3$;在计算滑动力矩时用饱和容重 $\gamma_6 = (12 + 10)\text{kN/m}^3 = 22\text{kN/m}^3$ 。

将所量取的各土条中心线高度,分类粘贴复制到 Excel 环境下的表格中(表 5-4)。

4)作用在 i 土条的合力。

$$W_{i1} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_4 h_3 + \gamma_5 h_4 \text{ (计算抗滑力矩时采用)}$$

$$W_{i2} = \gamma_1 h_1 + \gamma_3 h_2 + \gamma_4 h_3 + \gamma_6 h_4 \text{ (计算滑动力矩时采用)}$$

5)根据计算基本资料和各土条的计算高度,在 Excel 环境下列出相应的计算表格,如表 5-4 所示。

表 5-4 土石坝边坡抗滑安全系数计算表

土条编号	h_1	h_2	h_3	h_4	$\gamma_1 h_1$	$\gamma_2 h_2$	$\gamma_3 h_2$	$\gamma_4 h_3$	$\gamma_5 h_4$
9	2.07	1.86			37.26	22.32	40.92		
8	5.65	10.1			101.7	120.72	221.32		
7	6	14.8			108	177.72	325.82		
6	5.9	17.8			106.2	213.72	391.82		
5	5.56	19.7			100.08	236.16	432.96		
4	6.52	20.1			117.36	240.84	441.54		
3	7.89	18.5			142.02	222.24	407.44		
2	10.42	12.7		2.29	157.56	159.4	279.4		27.48
1	17.25	1.14	2.35	2.9	310.5	13.6	25.08	49.35	34.8
0	16		2.5	3.26	288			52.5	39.12
-1	13.64		2.5	2.9	245.52			52.5	34.8
-2	11.07		2.5	1.83	199.26			52.5	21.96
-3	8.51		2.5		153.18			52.5	
-4	5.8				104.4				
$\gamma_6 h_4$	W_1	W_2	$\sin\alpha_i$	$\cos\alpha_i$	$W_1 \cos\alpha_i$	$W_2 \sin\alpha_i$	l_i	c	$l_i * c$
	59.58	78.18	0.9	0.43589	25.97032	70.362	10.63	10	106.3
	222.42	323.02	0.8	0.6	133.452	258.416	11.84	10	118.4
	285.72	433.82	0.7	0.714143	204.0449	303.674	9.91	10	99.1
	319.92	498.02	0.6	0.8	255.936	298.812	8.84	10	88.4
	336.24	533.04	0.5	0.866025	291.1924	266.52	8.15	10	81.5
	358.2	558.9	0.4	0.916515	328.2957	223.56	7.65	10	76.5
	364.26	549.46	0.3	0.953939	347.4819	164.838	7.4	10	74
50.38	367.44	517.34	0.2	0.979796	360.0162	103.468	7.2	10	72
63.8	408.33	448.73	0.1	0.994987	406.2832	44.873	7.1	10	71

续表

土条编号	h_1	h_2	h_3	h_4	$\gamma_1 h_1$	$\gamma_2 h_2$	$\gamma_3 h_3$	$\gamma_4 h_4$	$\gamma_5 h_5$
71.72	379.62	412.22	0.0	1.0	379.62	0.0	7.1	10	71
63.8	332.82	361.82	-0.1	0.994987	331.1517	-36.182	7.1	10	71
40.26	273.72	292.02	-0.2	0.979796	268.1897	-58.404	7.2	10	72
	205.68	205.68	-0.3	0.953939	196.2062	-61.704	7.4		0
	104.4	104.4	-0.4	0.916515	95.68418	-41.76	7.5	10	75
Σ					3623.524	1536.473			1076.2

“-3”号土条的底面仅有部分穿过排水棱体,排水棱体的内摩擦角 $\varphi = 30^\circ$, 偏安全考虑取“-3”号土条的底面的 $\varphi = 20^\circ$, 则抗滑安全系数为:

$$K = \frac{\sum W_{it} \cos \alpha_i \tan \phi_i + \sum l_i c}{\sum W_{it} \sin \alpha_i} = \frac{3623.524 * \tan 20^\circ + 1076.2}{1536.473} = 1.55$$

二、闸室底板下的渗透压力计算的直线比例法

运用 AutoCAD 可以进行闸室底板下的渗透压力的计算。

闸基下的渗透压力的计算直线比例法, 认为闸基下渗透流沿地下轮廓线长度上各点的渗透坡降相同, 即各点的渗透水头的损失是均匀的, 各点的渗透水头可按上式计算:

其中:

h_i : 计算点的渗透水头。

x : 计算点距地下轮廓线下游端的距离。

L : 地下轮廓线的长度。

H : 上下游水位差。

由此可以求解闸室底板下实际作用的渗透水压力分布图。

(1) 在 AutoCAD 环境下绘制闸室纵断面图, 将闸基地下轮廓线上的角点标注出来, 图 5-11(a) 中地下轮廓线上的角点为: 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13。

(2) 将闸基下地下轮廓线展开成一条直线(图 5-11(c))。改变点的式样, 选择点的绘制命令, 在地下轮廓线展开直线上标注出闸基下各角点位置。

(3) 按直线比例法, 绘制闸基地上轮廓线上渗透压力分布图, 并用线段表示作用于闸基下角点的渗透水头大小。

(4) 绘制闸室底板的水平投影长度, 在图 5-11(c) 中选择垂直作用于闸室底板下各角点的渗透水头的线段, 复制后标注到闸室底板的水平投影长度的相应位置上, 用直线相连, 即为闸基下的渗透压力分布图(图 5-11(b))。

(5) 求出闸室底板下的渗透水头分布图的面积, 乘以水的容重, 即为垂直作用于闸室底板下的渗透压力的值。

如图 5-11 所示。

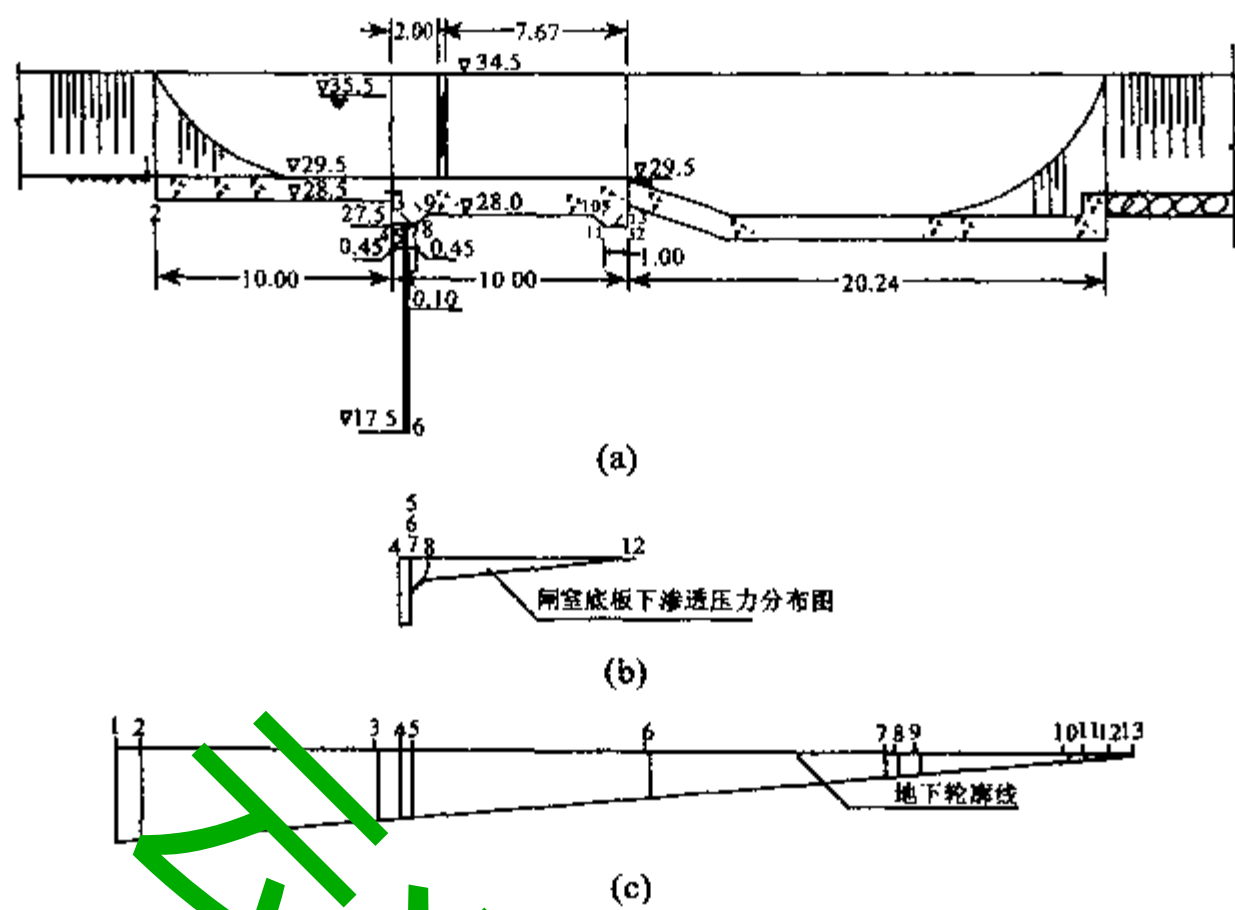


图 5-11 直线比例法计算简图
(a) 闸室纵断面图 (b) 闸室底板下渗透压力分布图 (c) 地下轮廓线展开图

三、绘制溢流重力坝剖面图

某溢流坝剖面基本资料如表 5-5 及表 5-6 所示。

表 5-5 堰顶 WES 曲线					
坐标	1	2	3	4	5
X	0.0	4.0	8.0	12.0	16.67
Y	0.0	0.92	3.31	7.0	12.88

表 5-6 溢流坝剖面设计参数					
序号	剖面特性	特征值	序号	特征水位	特征值
1	椭圆长轴	4.0m	1	正常蓄水位	94.0m
2	椭圆短轴	3.0m	2	设计洪水位	97.00m
3	下游坡比	1:0.7	3	相应下游水位	15.50m
4	堰顶高程	88.00m	4	校核洪水位	102.50m
5	建基面高程	0.00m	5	相应下游水位	17.00m
6	坝顶高程	106.00m			
7	反弧半径	20.0m			
8	挑角 θ	25°			

1. 绘制堰顶 WES 曲线

(1) 建立用户坐标, 坐标原点为堰顶 WES 曲线的起点。

(2) 将 WES 曲线的坐标值按如下格式写入 Excel 的电子表格中, 如图 5-12 所示, 在 C1 单元格中输入式“=A1&”, “&B1”, 选择 C1 单元格进行复制, 再选择 C2 ~ C5 单元格进行贴粘, 即完成 WES 曲线绘制格式的准备工作。

	C1		=	=A1&”, “&B1
	A	B		C
1	0	0	0, 0	
2	4	-0.92	4, -0.92	
3	8	-3.31	8, -3.31	
4	12	-12	12, -12	
5	16.67	-12.88	16.67, -12.88	

图 5-13 Excel 中 WES 曲线的格式

选择 C1 ~ C5 单元格后进行复制。

(3) 在 AutoCAD 环境下选择“样条曲线 (Spline)”工具, 文本窗口出现提示后将 Excel 中 C1 ~ C5 单元格的坐标值粘贴到文本窗口, 文本窗口出现如下命令执行过程:

指定第一个点或 [对象(O)]: 0, 0

指定下一点: 4, -0.92

指定下一点或 [闭合(C)/拟合公差(F)] <起点切向>: 8, -3.31

指定下一点或 [闭合(C)/拟合公差(F)] <起点切向>: 12, -12

指定下一点或 [闭合(C)/拟合公差(F)] <起点切向>: 16.67, -12.88

粘贴完毕后, 回车确认即可完成堰顶 WES 曲线的绘制。

2. 下游 1:0.7 的直线段、反弧段的绘制可参见图 5-13。

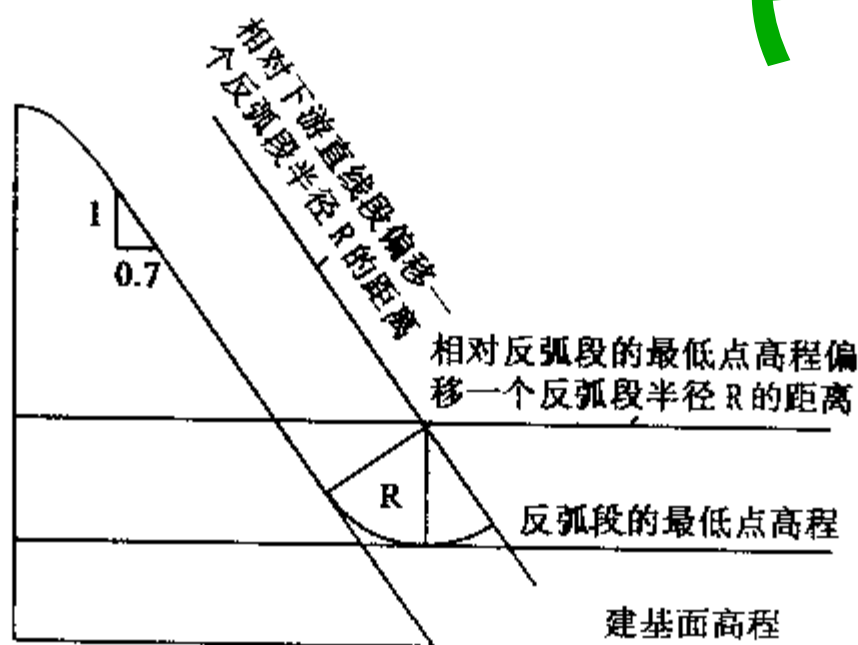


图 5-13 下游直线段和反弧段绘制示意图

3. 溢流坝剖面上游面的绘制应考虑与非溢流坝剖面的配合,如图 5-14 所示。

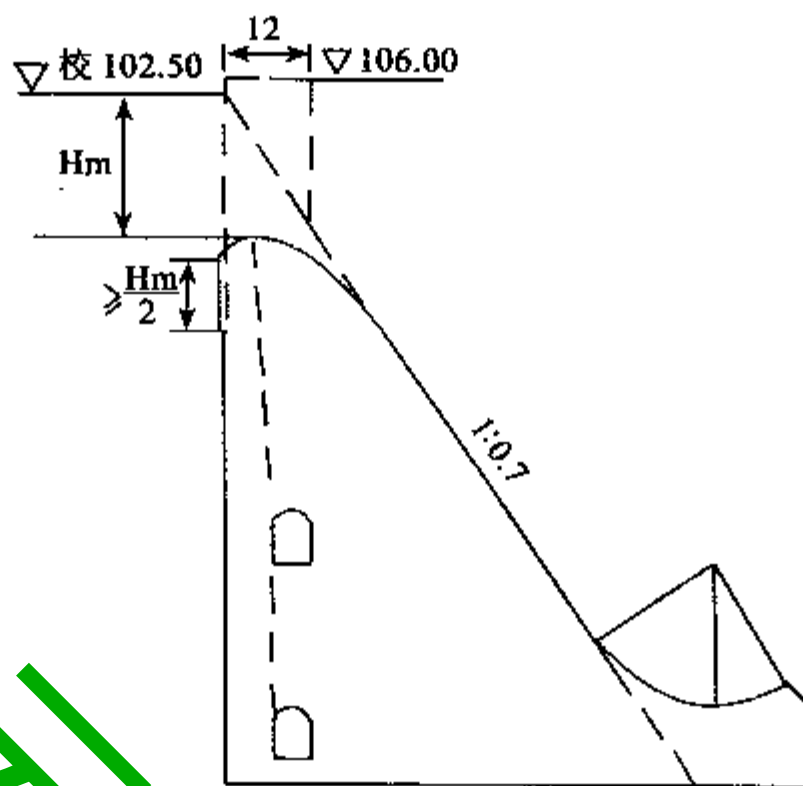


图 5-14 溢流坝剖面与非溢流坝剖面的配合

4. 溢流坝顶上的构造要求

(1) 工作闸门一般布置在坝顶稍向下游的部位;检修闸门与工作闸门之间的距离一般为 2m 左右,以便于检修。

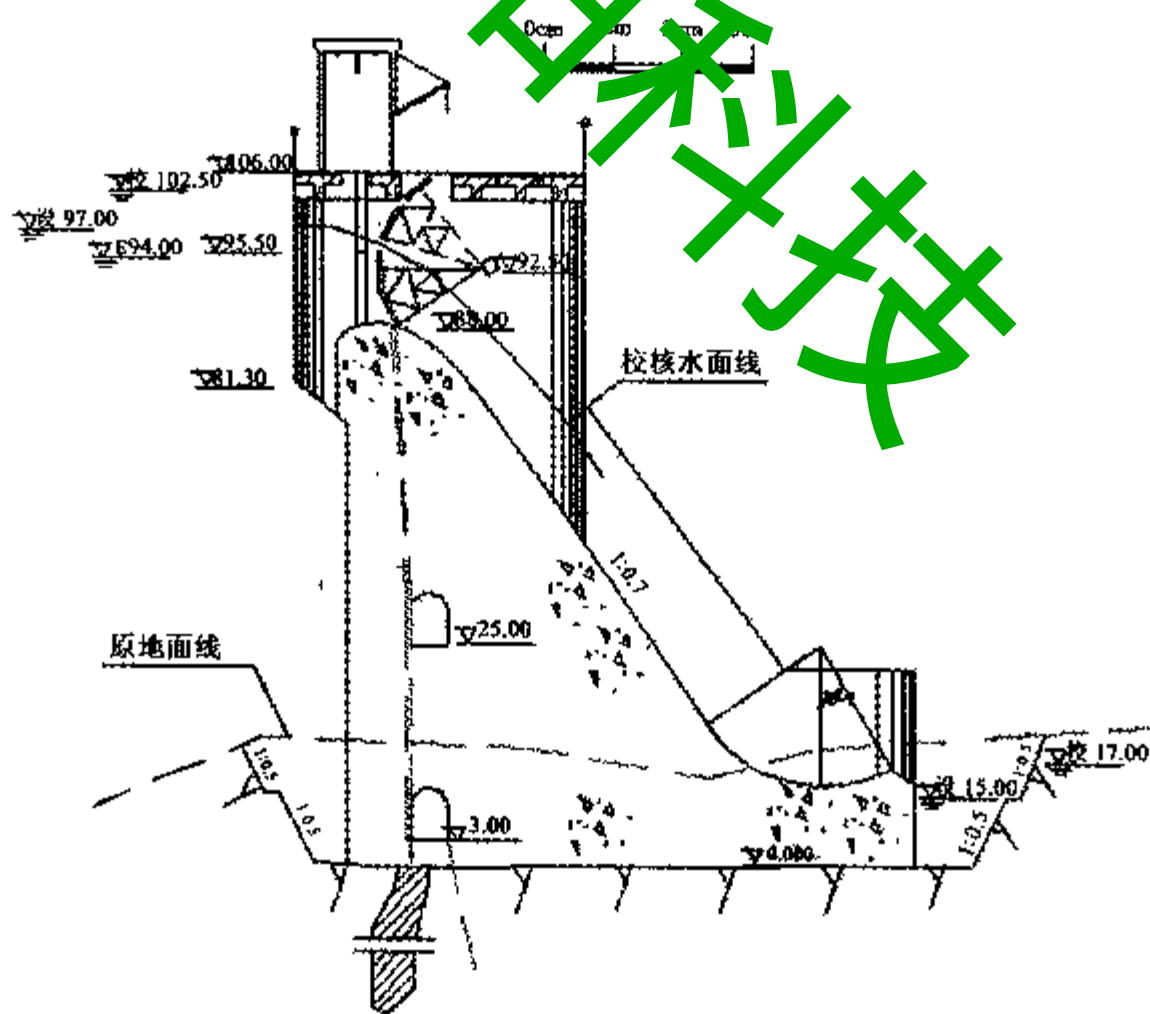


图 5-15 溢流坝剖面

(2) 工作闸门顶部高程为正常水位加上超高(1.0~1.5m);工作闸门的支铰及开启后的底缘高程应高于校核水位泄水时的水面线。

(3) 闸墩的长度应满足溢流坝顶上的构造布置要求,在满足交通桥、工作桥及启闭设备的布置要求情况下,尽可能使结构布置紧凑。

(4) 门式启闭机的高度应为检修闸门的高度加上超高(1.0~1.5m),以便检修闸门能脱槽使用和检修。

如图 5-15 所示。

四、拱坝的平面布置

某拱坝的坝址地形图及河谷断面如图 5-16 所示,坝址为 V 形河谷,河床段建基面高程为 95.0m,初步确定坝顶高程为 235.0m。

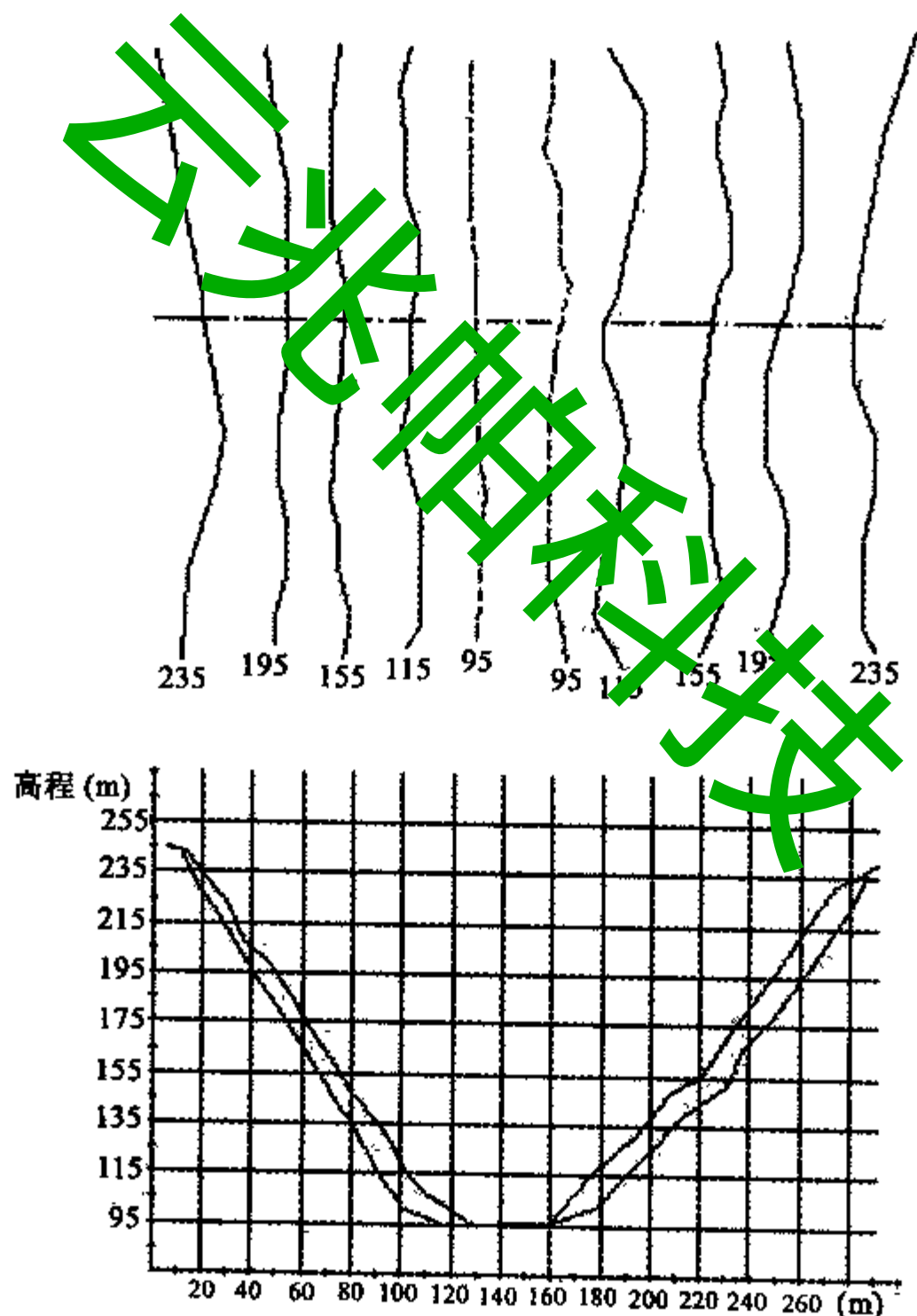


图 5-16 坝址地形及河谷断面图(单位:m)

(1) 确定拱冠梁剖面。

(2) 按 5 层水平拱圈进行拱坝的平面布置。

(3) 绘出基岩开挖线。

拱坝平面布置的任务是首先拟定拱冠梁剖面尺寸,通过平面布置,确定各高程拱圈的半径 R 、半中心角 ϕ_A 和厚度 T 。

具体步骤:

(1) 在坝址地形图上,确定基岩的可利用等高线及河谷对称中心线。

(2) 拟定拱冠梁剖面,可以采用单曲率拱冠梁剖面型式,对拱冠梁剖面进行分层,确定各层拱圈的高程及厚度,如图 5-17 所示。

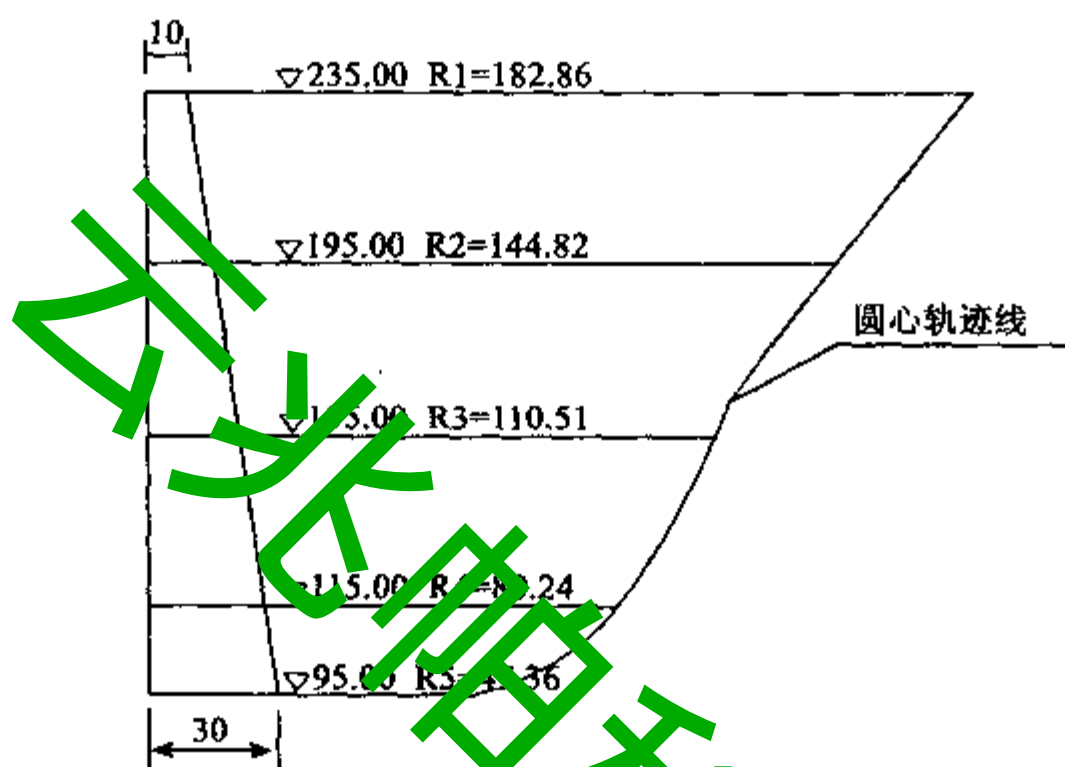


图 5-17 拱冠梁剖面(单位:m)

(3) 布置顶层拱圈。

首先选择半中心角 ϕ_A ,量出顶拱内弧弦长 L ;求出顶拱内弧半径。

$$R_{\text{内}} = \frac{L}{2\sin\phi_A}$$

$$R_{\text{外}} = R_{\text{内}} + T_c$$

根据初步拟定的顶层拱圈弦长与左右岸相应等高线的交点,选择起点、终点、半径的“圆弧工具”,画内弧,检查圆心是否在河谷对称中心线上,若圆心不在河谷对称中心线上,显然顶层拱圈不能完全以河谷对称中心线左右对称;则在该圆心附近的河谷对称中心线上,分别确定左右拱圈的圆心位置,绘制顶层拱圈,采用起点、圆心、角度的“圆弧工具”,尽可能使左右拱圈的圆心位置的间距、半径的差别较小。画出顶层拱圈后,要求拱轴线与基岩等高线的交角 $\alpha \geq 30^\circ$ 。

(4) 布置其他各层拱圈。

布置其他各层拱圈时,首先假定圆心位置,由各层拱圈的厚度,画出拱圈,量出相应半径和半中心角,检查拱轴线与基岩等高线的交角 α ,要求 $\alpha \geq 30^\circ$ 。

1) 可先布置底层拱圈。假定底层拱圈圆心位置,由拱冠梁底宽定位拱冠处拱圈内弧在

河谷对称中心线上的点,应用“画圆”工具,绘制底层拱圈,与相应高程等高线相交。

2) 测量半中心角 ϕ_A , 若左右拱圈的半中心角 ϕ_A 差别较大, 则调整左右拱圈的圆心位置, 使左右拱圈的半中心角 ϕ_A 差别尽可能地小。

3) 检查拱轴线与基岩等高线的交角 α 是否满足要求。

4) 布置其他各层拱圈。

5) 将各层拱圈的内弧端点及外弧端点按次序连接起来, 即为坝基面。

(5) 坝面检查

1) 绘制出拱冠梁处的圆心轨迹线, 其圆心轨迹线应平顺、光滑, 见图 5-17。



图 5-18 坝面倒悬度计算示意图

2) 检查坝面倒悬度。由于采用单曲率拱冠梁剖面, 在拱坝的左右两端容易产生向上游的倒悬, 应在拱坝两端截取剖面检查坝面倒悬度, 坝面倒悬度应满足 $\frac{\Delta a}{\Delta h} < 0.3$, 如图 5-18。

(6) 绘制开挖线

在布置完毕的拱坝平面图的左右两侧, 分别选择 3~4 个剖面, 绘制出其横剖面图, 并按 1: 0.5~0.7 的坡比, 10m 高度设置一级马道确定横剖面图上开挖线, 由横剖面图上开挖线, 就可以确定拱坝平面布置图上的基岩开挖线位置。

(7) 拱坝平面布置图的标注

在下拉菜单中选择: 格式 (Format) → 标注式样 (Dimension Style), 弹出尺寸标注样式设置对话框。单击修改 (Modify), 弹出修改设置尺寸标注的样式对话框。

1) 在 Lines and Arrows 标签中的尺寸标注线 (Dimension Lines) 组合框中, 选择打开:

Dim Line 1

Dim Line 2

2) 在尺寸界线 (Extension Lines) 组合框中选择:

Ext Line 1

Ext Line 2

3) 在主单位(PrimaryUnits)标签的线型标注(LinearDimension)组合框中,选择前缀(Prefix)选项,输入“R”。

设置好字体的大小即可开始标注,如图 5-19 所示。

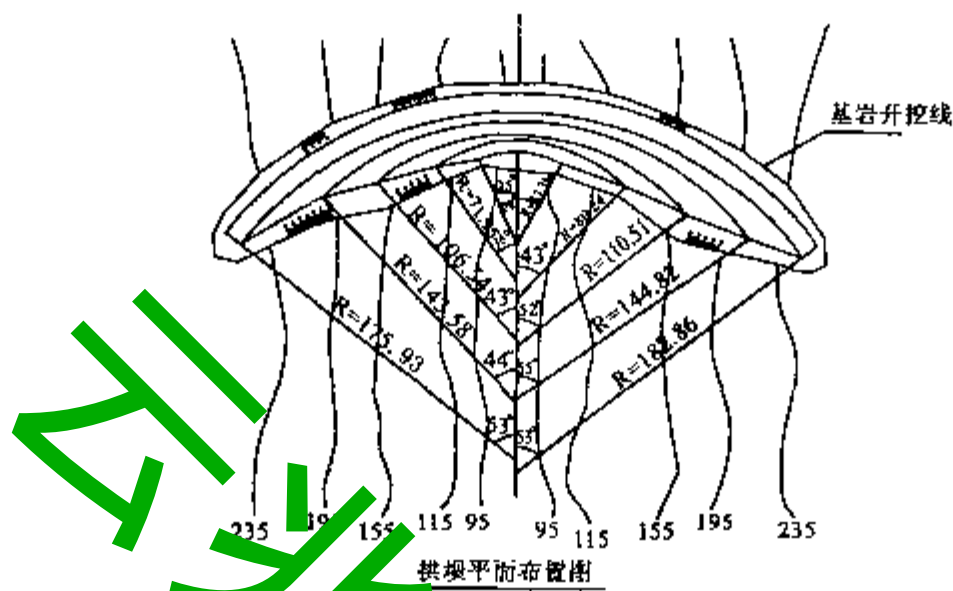


图 5-20 拱坝平面布置图

(8) 最后进行拱坝的应力稳定计算,根据计算结果调整优化拱圈的圆心位置、半径 R 及半中心角 ϕ_A 。

五、渐变段的绘制

水闸、渡槽等水工建筑物与河道或渠道连接时,为了平顺的引导水流,需要采用渐变段连接,其中扭曲面翼墙是渐变段常采用的一种形式。下面简单介绍由 U 形渡槽渐变到梯形渠道断面的扭曲面翼墙的绘制。

1. 扭曲面渐变段的纵剖面图和平面图

扭曲面渐变段的纵剖面图和平面图的绘制,其关键一是要判断渐变前后两断面的哪部分应该相对应;二是准确绘制表示扭曲面形式的素线。对于 U 形渡槽到梯形渠道断面的扭曲面渐变段,应该是 U 形渡槽的一半与梯形渠道断面的斜坡面对应,两者上素线的数量应相等。如图 5-20 所示 U 形渡槽的一半与梯形渠道断面的斜坡面素线的数量均为 5 条。采用点定数等分命令,将 U 形渡槽的一半与梯形渠道断面的斜坡面等分为 6 等分,并将等分点连接起来即可。参见图 5-21、图 5-22、图 5-23。

2. 扭曲面渐变段的横剖面图

U 形渡槽与梯形渠道断面均为对称断面。这样扭曲面渐变段的横剖面图可以采用以对称中心线为中心轴,一半绘制从上游向下游方向的横剖面视图,另一半绘制从下游向上游方向的横剖面视图,如图 5-24 所示。

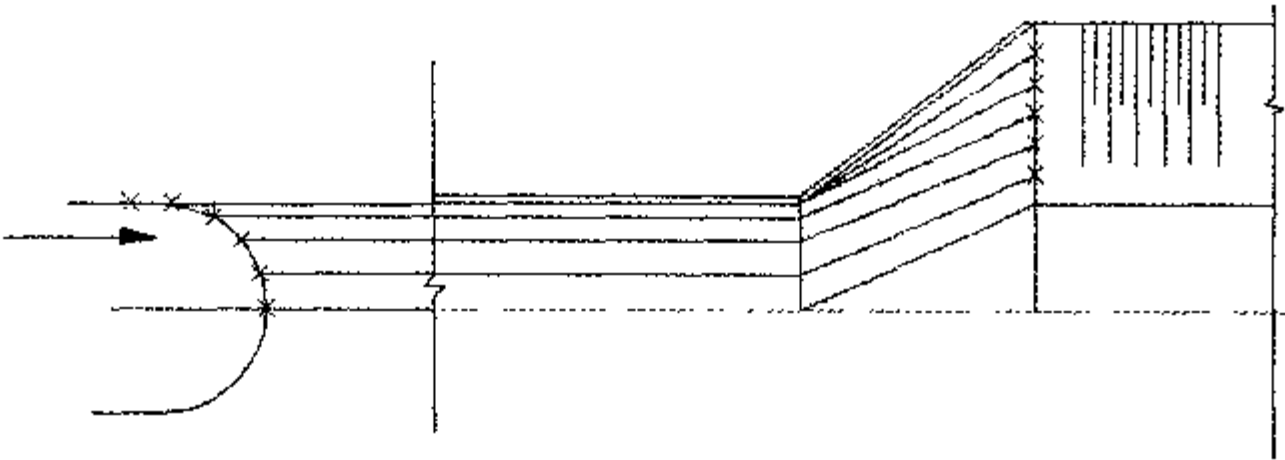


图 5-20 扭曲面渐变段绘制示意图

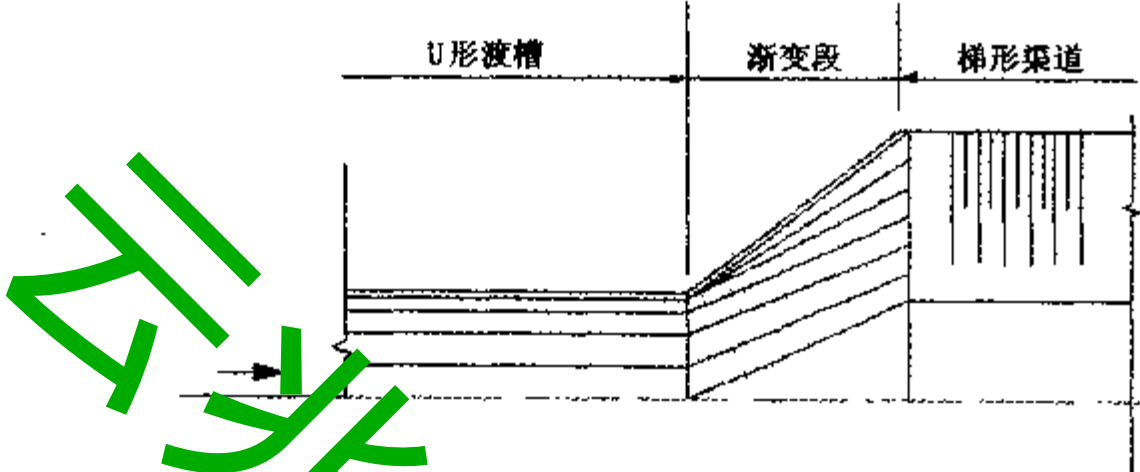


图 5-21 扭曲面渐变段平面图

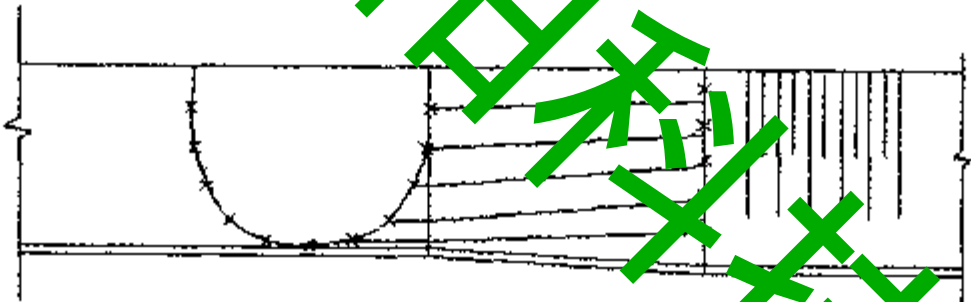


图 5-22 扭曲面渐变段绘制示意图

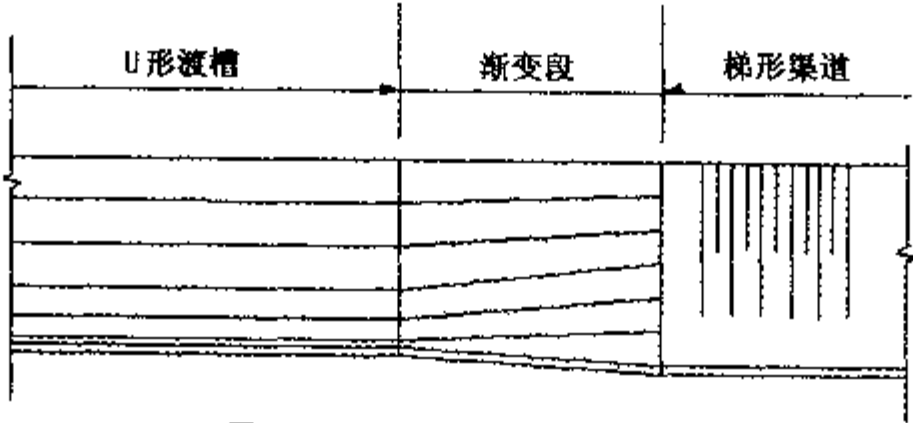


图 5-23 扭曲面渐变段纵断面图

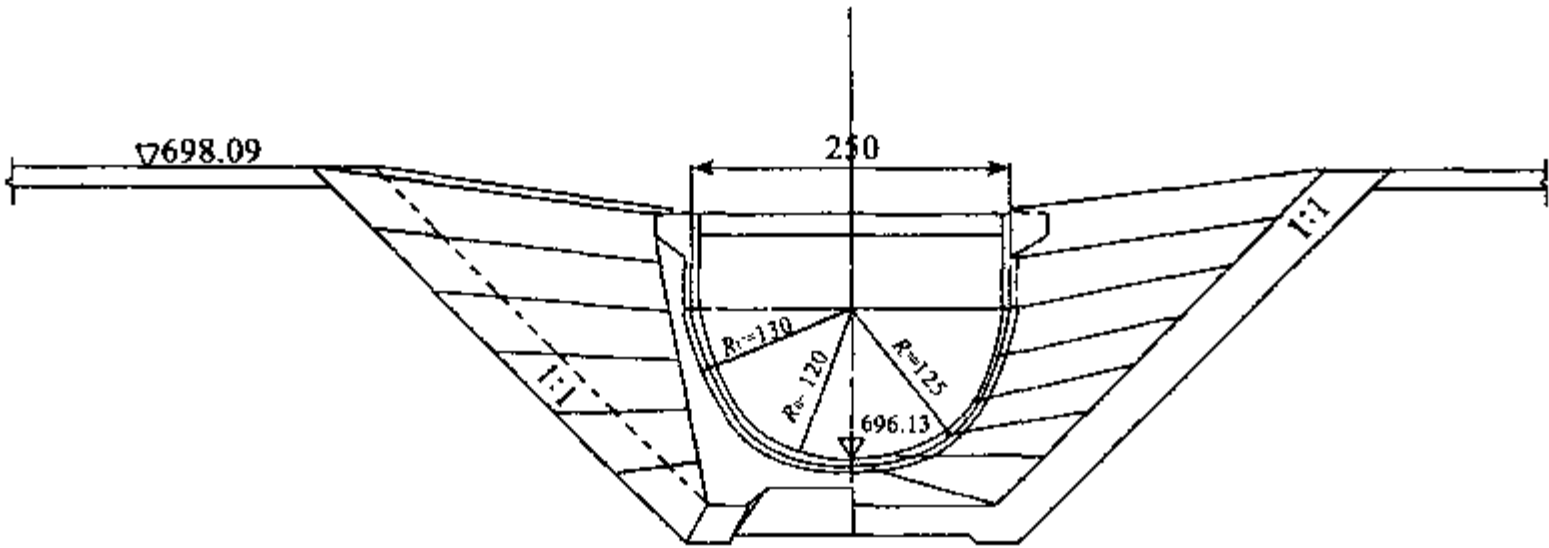


图 5-24 扭曲面渐变段的横剖面图(单位:cm)

立光科技

第六章 AutoCAD 二次开发技术及应用

第一节 水流流场图程序设计

数值化的水流流速常常缺乏直观性,人们更希望看到显而易见的水流运动状态图形,即水流流场图。随着计算机性能的提高和计算机绘图技术的发展,上述问题已变得轻而易举,即应用计算机绘图技术,就能很容易地将数值化成果转化为直观明了的静态或动态图形。本文只介绍静态的水流流场的绘制方法,若有需要,读者可以将其扩展为动态显示情况。

如果将水流流动区域网格化(节点化),流速则是描述某一节点水流运动快慢和运动方向的一个矢量,流场则是流动区域中各个节点流速矢量的集合。我们可以考虑用矢量的常用表示方法,即箭头来表示某一节点的流速,箭头长短表示流速的大小,箭头指向表示流速方向。流动区域中所有节点的流速矢量有序地排列起来则构成了流场图。

下面将介绍运用 AutoLISP 语言编程绘制流场图的主要步骤及方法。

一、定义有名函数

将流场绘制程序定义成有名函数,例如

```
(defun c:hh()  
.....  
)
```

二、数据的输入和识别

水利水电工程中经常会遇到以下格式的数据记录水流流场的分布,例如:

x 坐标	y 坐标	x 方向流速	y 方向流速
4800.0	240.0	- .1004	- .1002
4800.0	280.0	.0003	- .1006
4800.0	320.0	.0034	.1020

读入时,将上述数据作为字符串,将不受数据格式的限制,方便各种文件格式的数据输入。那么,数据文件的输入和识别程序为:

```
(setq fnl (getstring "\nfile name:"))
```

其中, getstring 让用户输入一字符串,并返回那个字符串。"\nfile name:"是一个任选的字符串,它作为提示符显示。用户可以在 AutoCAD 界面上,在提示符后直接输入数据文件名称,并注明文件路径。

```
(setq f (open fnl "r"))
```

```
(setq x (read -line f))
```

这里, read -line 表示从键盘或从由 f 表示的打开的文件中读入一个字符串。例如, 假设 f 是有效的打开文件指针, 那么:

```
(read -line f)
```

即将返回从 f 读来的下一个输入行, 若到达了文件的结束则返回 nil。

```
(setq dl1 (atof x))
```

```
(setq dl2 (atof (substr x 9)))
```

```
(setq dl3 (atof (substr x 17)))
```

```
(setq dl4 (atof (substr x 26)))
```

以上 4 句表示以字符串的形式输入数据, 并使用取子串的函数 SUBSTR 识别每一行中的 4 个数据。

加上循环控制, 那么读入包含 m 个节点的 x 坐标、y 坐标、x 方向流速、y 方向流速数据的程序为:

```
(setq fnl (getstring "\nfile name:"))
```

```
(setq f (open fnl "r")) ;打开文件 f。
```

```
(setq n 1
```

```
dl - xy nil ;将表节点 x 坐标、y 坐标的表置 0。
```

```
dl - uv nil ;将表节点 x 方向流速、y 方向流速的表置 0。
```

```
dl - side nil ;将表节点边界点 x 坐标、y 坐标的表置 0。
```

```
)
```

```
(setq x (read -line f))
```

```
(repeat m - 1
```

```
(setq dl1 (atof x))
```

```
(setq dl2 (atof (substr x 9)))
```

```
(setq dl3 (atof (substr x 17)))
```

```
(setq dl4 (atof (substr x 26)))
```

```
(setq dl - xy (cons (list (* dl1 3.8) (* dl2 3.8)) dl - xy))
```

```
(setq dl - uv (cons (list (* dl3 nuv) (* dl4 nuv)) dl - uv))
```

```
(setq x (read -line f))
```

```
(setq n (1 + n))
```

```
)
```

```
(setq dl - xy (reverse dl - xy))
```

```
dl - uv (reverse dl - uv)
```

```
) ;将表按顺序排列。
```

```
(close f) ;关闭文件 f。
```

三、单个流速矢量的绘制

设计思路: 单个的流速矢量可以分解成如图 6-1 所示的图形。在上一节获得了节点

point 坐标 (dl1, dl2), 该节点处流速为 (dl3, dl4), 如图 6-1 所示, 表示点 point 处流速矢量的箭头将由三条线段 p1p2、p2p3、p2p4 组成。其中, 线段 p2p3、p2p4 的长度以保持箭头的整体美观为设计原则, 例子中取为线段 p1p2 长度的 1/3, 线段 p2p3、p2p4 与线段 p1p2 的夹角也以保持箭头的整体美观为设计原则, 例子中各取为 15° 。

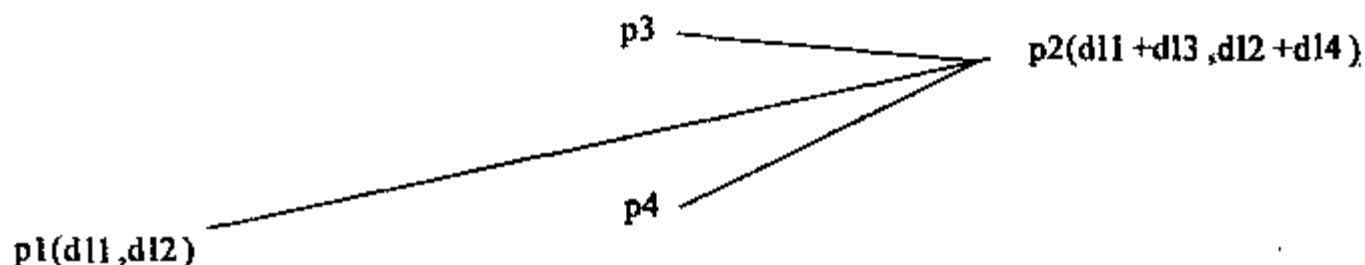


图 6-1 单个的流速矢量绘制方法

这样, 单个的流速矢量的绘制程序可以写成:

```
(setq pt1 (list dl1 dl2))
      pt2 (list (+ dl1 dl3) (+ dl2 dl4))
)
(setq len (distance pt1 pt2))
(if (> len 0.01) (comment "筛选并去掉流速小于某一很小值的点, 保持图形的干
                    净整洁。")
)
(command "line" pt1 pt2 "")
)
(setq s (angle pt1 pt2))
(setq pt3 (polar pt2 (+ s (* pi 0.913)) (/ len 3)))
(if (> len 0.01)
    (command "line" pt2 pt3 "")
)
(setq pt4 (polar pt2 (+ s (* pi 1.08)) (/ len 3)))
(if (> len 0.01)
    (command "line" pt2 pt4 "")
)
(command "")
```

四、流速场的绘制

读入数据文件后, 自动计数, 表示流动区域中有节点个数 n 个, 则应用 AutoLISP 中提供的 WHILE、REPEAT 函数构成循环控制, 将 n 个流速矢量按顺序排列在河道俯视平面上, 成为流速场或流场。值得注意的是, 表的第一个元素的排序为 0。这样, n 个节点的流速场绘制程序如下:

```
(setq i 0)
(while (<= i (- n 2)))
```

```

    (setq p -xy (nth i dl -xy))
    (setq u -xy (nth i dl -uv))
    dl1 (car p -xy)
    dl2 (cadr p -xy)
    dl3 (car u -xy)
    dl4 (cadr u -xy)
  )
  (setq pt1 (list dl1 dl2)
    pt2 (list (+ dl1 dl3) (+ dl2 dl4)))
  )
  (setq len (distance pt1 pt2))
  (if (> len 0.01)
    (command "line" pt1 pt2 "")
  )
  (setq s (angle pt1 pt2))
  (setq pt3 (polar pt2 (+ s (* pi 0.918)) (/ len 3)))
  (if (> len 0.01)
    (command "line" pt2 pt3 "")
  )
  (setq pt4 (polar pt2 (+ s (* pi 0.08)) (/ len 3)))
  (if (> len 0.01)
    (command "line" pt2 pt4 "")
  )
  (command "")
  (setq i (1 + i))
  )

```

五、河岸边界

绘制边界的作用是界定流动区域,使流场图趋于完整。管理边界点位置(坐标)的数据往往在另一个数据文件内,这样,在程序中可以再打开另一数据文件,按上述介绍的方法读入并识别边界点的坐标后,按顺序用‘pline’命令将边界点连线。某条河岸边界的绘制程序举例如下:

```

  (setq fn2 (getstring "\n2file name:"))
  (setq fl (open fn2 "r"))
  (repeat 472 ;本例中,边界点点数为 472
    (setq x (read-line fl))
    (setq dl5 (read x))
    (setq dl6 (read (substr x 13)))
    (setq dl-side (cons (list (* dl5 3.8) (* dl6 3.8)) dl-side))
  )

```

```

)
(setq dl-side (reverse dl-side))
)
(close fl)
(setq i 0)
(command "pline")
(while (<= i 199) ;第一条边界共有 200 点连成样条曲线
  (setq p-xy (nth i dl-side))
  (command p-xy)
  (setq i (1+ i))
)
(command "")

```

六、其他

以上介绍了流场的主体部分的绘制,图形要让读者能看懂,还需要加上流速的比例尺以及该流场水文条件(如上游来流量、下游水位)说明等。另外,读者可以按自己的需要将需要区分的地方设计成不同的“层”,不同的“颜色”,“线型”等。

第二节 等值线图程序设计及扩展

所谓等值线,是对于二元函数 $Z = F(x, y)$ 若给定函数值 $Z = C$, C 为某范围内的常数值,则其二元函数的图像是一条平面曲线,该平面曲线上所有点的 Z 坐标具有相同的 C 值。改变 C 值可得到一系列等值线,将这些等值线沿 Z 方向正投影到 xoy 投影面上,就得到一幅等值线图。 Z 值的物理意义表示地表形态、温度、应力、海洋、大气压力等,所对应的等值线图则为等高线图、等温线图、等应力线图、等深线图、等压线图等。

在水利水电工程中,常常需要绘制高程相等的点的连线,即等高线,或水深相等的点的连线,即等深线。

一、基本的等值线的绘制

最基本的等值线的绘制是指,已知等值线经过的点的坐标,将其绘成样条曲线。

例如:下列数据文件 `dgx.dat` 中,第一行数据表示等高线的条数,第二行至第八行表示第一条等高线经过的点数、高程数值和第一条等高线所经过的各点的坐标,依次类推,用 AutoLISP 编程序绘制各等高线。

```

4
5
0
80.0      89.0
-98.0     106.0
-107.0    -59.0

```

```

116.0      -96.0
138.0      -17.0
5
10
71.8       80.0
-88.5      95.6
-96.4      -53.6
104.7      -86.5
124.5      -15.7
5
20
59.9       66.8
-73.7      79.7
-80.3      44.6
87.3       -71.1
103.7      -13.1
5
30
47.9       53.4
-59.0      63.7
-64.2      -35.7
69.8       -57.7
83.0       -10.5

```

相应的绘图程序 dgx. lsp 为:

```

(defun C:DGX( )
  (setq fn (getstring "\nFile name:"))
  (setq f (open fn "r"))
  (setq x (read-line f))
  (setq crvnum (read x))
  (setq i 0)
  (while (< i crvnum)
    (setq dl-side nil)
    (setq x (read-line f))
    (setq pntnum (read x))
    (setq x (read-line f))
    (setq z (read x))
    (rtos z 2 0) ;将实数 z 转换成字符串。
    (repeat 5
      (setq x (read-line f))

```

```

      (setq dl5 (read x))
      (setq dl6 (read (substr x 8)))
      (setq dl-side (cons (list dl5 dl6) dl-side))
    )
    (setq j 0)
    (command "spline")
    (while (<= j 4)
      (setq p-xy (nth j dl-side))
      (command p-xy)
      (setq j (1+ j))
    )
    (command "c" "") ; 闭合等高线
    (command "")
    (command "t" p-xy 5.0 0 z "") ! 标注高程值。
    (setq i (1+ i))
  )
  (close f)
)

```

在 AutoCAD 界面的主菜单中,选项“Tool”中的“Load Application”,装入绘图程序 dgx.lsp,在 AutoCAD 界面的下方出现“COMMAND”命令,键入命令“dgx”后,在提示符下输入数据文件名“dgx.dat”,绘出等高线如图 6-2 所示。

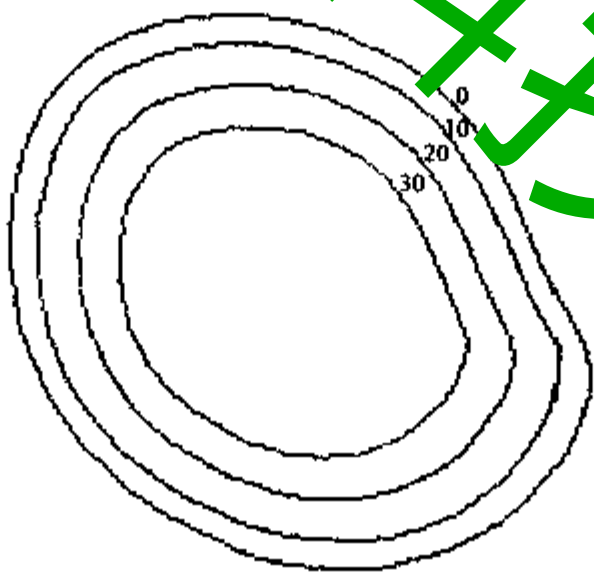


图 6-2 等高线示意图

二、简单的等值点的寻找及等值线绘制

上面介绍了已知等高线经过的点的位置,将其连成样条曲线的方法。在实际工程中,往往只提供离散的点的函数值(如高程),需要寻找每一条等值线所经过的点。那么,如何来寻找等值线所经过的点将是问题的难点。与 Fortran 语言结合,利用 Fortran 语言强大的数

据处理功能,弥补 AutoLISP 数据处理功能的不足,将有效地解决这一问题。AutoCAD 与 FORTRAN 语言结合绘图是指,用 FORTRAN 语言编写程序,在大量的离散的节点的函数值的基础上,寻找等值线所经过的点,将这些点记录在一个扩展名为 SCR 的脚本文件中,然后再在 AutoCAD 环境下读取脚本文件命令组文件绘图。

下面,我们将由易到难,由简单到复杂,逐步介绍等值线上的等值点的寻找方法。

等值线具有两条最基本的性质:一是任意两条等值线不会相交;二是等值线是闭合的,但在一定图纸区域,有可能不闭合。等值线实际上是一条把较高函数值的区域从较低函数值中分离出来的线。因此,如果沿等值线朝某一方向前进,比如,高值区在右低值区在左,则只要不改变方向直到重新回到起点,也不会在左侧发现高值区。当然,等值线可以在边界上停止。这就好像是边界切割了等值线。

假定将计算区域中的离散的节点有序地连接成相互不重合的三角形单元,三角形单元如图 6-3 所示。在每一个三角形单元中,若等值线经过某一条边(如 L3)进入该三角形单元,它必将经过另外两条边中的一条且只有惟一一条边(如 L2),从该三角形单元中穿出。因此,查找等值线的过程又可转化为某一三角形单元上等值线通过情况的重复(循环)实现。而对某一单元而言,等值线是否通过,共有两种情况:一种是不通过,此时无须计算等值点,则其查值时会自动跳过此单元;第二种是通过,这就要找到和这条进口边的交点的坐标,由于等值线的封闭性,它一定会从这个单元的另两条边中的一条出去,否则等值线就会出现终点,不是封闭的。据此,又要找到出口边交点的坐标,该出口边又可视为另一个三角形单元的进口边,依次类推,按顺序依次把这些等值点标号并连接起来,便是一条等值线了。若要找一些等值线,只要重复其过程(循环)即可。

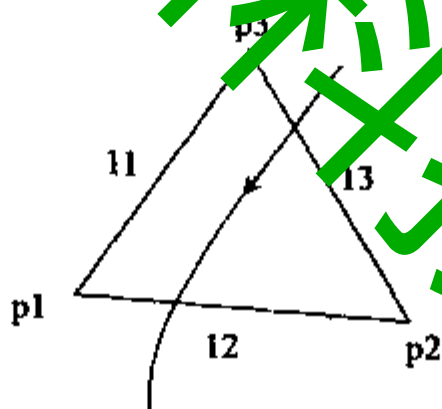


图 6-3 等值线经过的三角形单元

以 9 个节点的区域为例,介绍等值线的寻找过程及原理。如图 6-4 所示,若将区域中的 9 个节点按顺序连接成 8 个相互独立的三角形单元,包含 16 条边。除边界外,每条边分别隶属于两个相邻的三角形单元。值得注意的是,每一单元上边的编号必须统一按逆时针方向或顺时针方向。假定中心节点上高程为 10,边界点上高程为 8,寻找高程为 9 的等高线。

在上述网格节点中寻找等值线的程序 dgx2.f 90 如下:

```
! 定义数据模块
module common_module
integer, parameter :: mp = 100, me = 100
real, dimension (mp) :: x, y, z, xx, yy
```

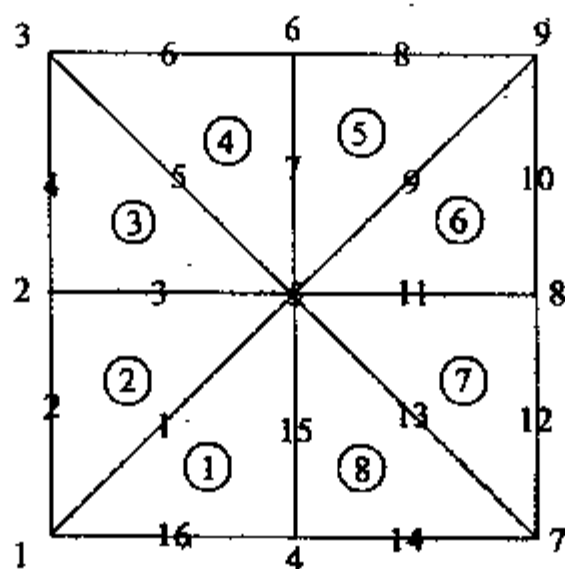


图 6-4 结点、边、单元编号示意图

```
integer, dimension(np) :: infm, infme
```

```
integer, dimension(me,3) :: e, l
```

```
integer :: np, me
```

```
end module common_module
```

```
program dgx2
```

```
use common_module ! 引用数据模块
```

```
implicit none
```

```
open(1, file = 'dx. dat', status = 'old')
```

```
open(2, file = 'eside. dat', status = 'old')
```

```
open(4, file = 'spoint. dat', status = 'old')
```

```
open(11, file = 'z01 - 1. scr', status = 'unknown')
```

```
call wclp3
```

```
close(1)
```

```
close(2)
```

```
close(4)
```

```
close(11)
```

```
stop
```

```
end
```

```
subroutine wclp3
```

```
use common_module ! 引用数据模块
```

```
implicit none
```

```
integer :: i, j, npro
```

```
real :: a
```

```
a = 9
```

```
do i = 1, 9
```

```

    read(1,*)x(i),y(i),z(i)  ! 读入每个节点的坐标及高程数据。
  enddo
! 编号部分
  do i=1,8
    read(2,*)(e(i,j),j=1,3)  ! 按逆时针方向依次输入各单元上边的编号。
    infme(i)=0                ! 等值线通过这个单元就记为1,否则记为0。
! 在程序的开始,通过标记 infme 一律置为0。
  enddo
  do i=1,16
    read(4,*)(l(i,j),j=1,2)  ! 输入每条边上点的编号。
    infm(i)=0                 ! 等值点通过这条边就记为1,否则记为0
! 在程序的开始,通过标记 infm 一律置为0。
  enddo
  nnpro=0                     ! 记下找到过的点数
  do i=1,8
    do j=1,3
      n1=l(e(i,j),1)          ! 线段的端点
      n2=l(e(i,j),2)
      if((z(n1)-a)*(z(n2)-a)<0)then ! 判断等高线是否经过该边。
! 寻点过程:先找出这条等值线的首点,然后在此基础上继续找。
        infm(e(i,j))=1
        infme(i)=1
        ni=i
        nj=j
        nnpro=nnpro+1
        xx(nnpro)=(x(n2)-x(n1))*(a-z(n1))/(z(n2)-z(n1))+x(n1)
        yy(nnpro)=(y(n2)-y(n1))*(a-z(n1))/(z(n2)-z(n1))+y(n1)
        goto 20
      endif
    enddo
  enddo
  20 continue
! 找到了等高线的第一个点,更改所找到的点所在的单元和边的标记符。
  do i=1,8
    if(infme(i)==1) cycle
    do j=1,3
      if(e(i,j)==e(ni,nj)) goto 10
    enddo
  10 continue

```


三、三角形网格法寻找等值线

通过上述分析示例,我们可以将 AutoCAD 与 FORTRAN 语言结合起来绘制等高线图,也就是说,用 FORTRAN 语言编写一个生成脚本文件(SCR)的、与 AutoCAD 接口的子程序,然后再在 AutoCAD 环境下读取脚本文件命令组文件绘图。这种方式绘图编程容易,方法熟练、有效、简洁,特别适用于将科学计算、数据查询和绘图相结合的情况。

首先,我们要知道等值线有两条最基本的性质:一是任意两条等值线不会相交;二是等值线是闭合的,但在一定图纸区域,有可能不闭合。当然,等值线可以在边界上停止。这就好象是边界切割了等值线。这就把等值线分为开、闭两种情况:开曲线是起点在边界上终点也在边界上,但不重合;闭曲线起点和终点是重合的。

相对于四边形或其他多边形单元而言,三角形单元具有等值线穿过的边的选择惟一性等优点。因此,重点讲述三角形网格点法寻找等值线点的原理。

一般而言,生成 SCR 文件的 FORTRAN 程序可以按结构分为三个层次。第一个层次为处理数据部分,其主要目的是分析并处理读入的数据。读入的数据是处理过的三角形网格数据,其中最重要的工作就是对数据单元编号,以便使各网格上的单元、边、点都是惟一对应而且是具体的。第二层是要把组成某条等值线的点找出来,一般情况下在网格中各函数值很难恰好等于要求的已知值,这就需要插值(线性插值),同时把一条等值线上等值的点有序地编号,最后生成到 SCR 文件的命令组中去。第三层是调用部分,即在 AutoCAD 下加载应用程序执行脚本文件完成绘图过程。

如果所需绘制的区域非三角形网格划分,如为矩形网格,如本节的第二部分内容所介绍的那样,则需将每个小矩形按对角线划分成两个三角形。其中任意一个三角形的三个顶点与三个对边建立了三角形的内部关系,每个边或在矩形区域边缘上,或是相邻三角形的边。这样,通过三角形的边组成了矩形区域内规则三角形网格的三角形关系网。并将三角形单元、边、顶点进行编号。编号原则可参照本节的第二部分内容。

下一步是根据三角形的编号,可以得出此三角形的三个信息量即三角形的三个顶点和三个对边的相邻的三角形编号。另外增加一个信息量赋初值为 0,在程序中用来判断此三角形是否被搜索过(搜索过后赋值为 1,下次检索到此三角形时跳过)。存放三角形信息量的次序为:1、2、3 号位放三个顶点的编号,4、5、6 号位分别放前面 1、2、3 号位顶点对边的相邻三角形编号,7 号位为访问信息位置并赋初值为零。为了程序优化,将顶点对应边在区域内的顶点和对应三角形编号信息放到 1、4 号位。三角形三个顶点的编号次序为 1、2、3,并约定点 1、2 组成 3 号边,点 1、3 组成 2 号边,点 2、3 组成 1 号边。

第三步为保存三角形网的信息。将一条边在区域边缘上的三角形,称为边三角形,其他的称为内部三角形。为了优化程序,节省时间,先搜索边三角形,分析出经过边三角形的所有非闭合等值线和闭合等值线,再搜索内部三角形,分析出剩下的闭合等值线。为此,可将边三角形的编号放在前面,内部三角形的编号放在后面。依照上述步骤可形成三角形网的所有信息:将所有三角形的信息按三角形编号从小到大的顺序依次生成,再将三角形的编号按照边三角形在前、内部三角形在后的次序排列,最后保存在文件中,形成三角形网文件保存。

通过上述工作,我们形成了三角网。三角网分析等值线的基本原理是:等值点既是当前

三角形的出口点又是下个三角形的入口点,且等值线只能经过一个单元的两条边(这两条边为有效边),否则等值线就会出现终点,不是封闭的,当前三角形出口点所在边的对应顶点包含有入口三角形的三角形编号信息,由三角形关系网数据进行等值点的内插和跟踪。假设 X 、 Y 和 H 代表三角形顶点的坐标值与顶点场值, Z 为当前所绘等值线的值。对于任意两个相邻的顶点 1 和顶点 2,仅当 $(H_1 - Z) \times (H_2 - Z) < 0$ 时,等值线穿过顶点 1 和顶点 2。

显而易见,穿过顶点 1 和顶点 2 所连成边的等值线上点的坐标值为

$$X_0 = X_1 + (X_2 - X_1) \times (Z - H_1) / (H_2 - H_1)$$

$$Y_0 = Y_1 + (Y_2 - Y_1) \times (Z - H_1) / (H_2 - H_1)$$

如图 6-5 所示,运用以上公式可以算出等值线从 i 号三角形 C 、 A 两点连线中的 O 点穿过,下一点穿过 B 、 C 两点的连线中的 P 点,为了保证等值线不经过三角形的顶点,插值时将顶点处的值根据实际操作加一小量(如 0.000001)。 B 、 C 两点对应 i 号三角形的 A 点,可以取出 A 点对应边相邻的三角形编号 j 。 i 号三角形的 B 、 C 两点的编号可以得到,进入 j 号三角形后,与 j 号三角形的三个顶点编号比较,下一个等值点穿过 BD 或 CD ,经插值分析,等值线从 C 、 D 两点连线中的 Q 点穿过,依此类推。

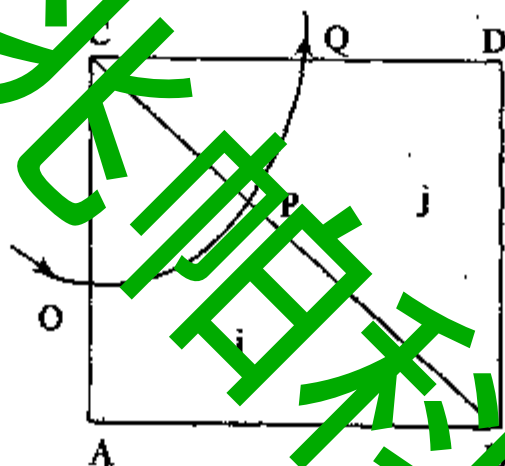


图 6-5 三角形顶点与插值点示意图

最后是等值线绘制。按照所找点的顺序依次把这些有序点按各自不同的方式连接起来,便是一条等值线了。连线的处理方法有两种:第一种是直接线段连接而不作光滑处理,即 Pline 多义线命令;第二种是用 B 样条曲线 (Spline) 连接,绘出的线是经过光滑处理的。一般后者效果更好一些。

具体过程如下:

- 1) 建立三角形网及其三角形网信息。
- 2) 搜索三角形网链表中第一个等值点,并加入到等值线链表,同时作标记。
- 3) 找与第一个等值点所在边对应顶点所对应的相邻三角形,判断等值点通过该三角形的其余的某一边,找到该边上的等值点,向前加入等值线链表,同时也作标记。
- 4) 重复上一步骤,直至具有等值点的边上不再有相邻三角形,或所有三角形节点都被搜索过并打上标记,最后的这个等值点为等值线的起始点。
- 5) 判断第一个等值点所在边是否有相邻三角形未被搜索到,如果没有,则该点作为此条等值线的终节点;如果有则从该等值点出发,按 3)、4) 步追寻等值点,都是在上一节点向后加入一相邻新节点,最后一个等值点作为新等值线的终止点。

6)重复2)~6)步,遍及三角形网格中的每一个节点。

最后就是按照找点的顺序依次把这些有序点按各自不同的方式连接起来,便是一条等值线了。

四、等值线效果填充

为了使得复杂的等值线图更直观、形象化,可以将两层等高线之间填充以相同的颜色,层与层之间又可以用不同的颜色区分开。例如在某河道的地形图中,若把地势低水深的地方颜色设置深一些,地势高水浅的地方颜色设置浅一些,或者,若印刷条件允许的话,可以将各层设置不同的颜色。再如,绘制河床垂直剖面的床沙粒径分布图时,填充不同的图案以区分各层床沙或原始河床粒径的粗细。

如图 6-6 所示,在 AutoCAD 界面中,选择“Draw”菜单中的“Hatch”项,点击“Boundary”,确定填充边界,点击“Pattern Type”,选择填充图案的形式。在“Pattern Properties”(定义图案特性)项,可以通过更改“Scale”和“Angle”项的值达到更改填充物大小和角度的目的。其中最关键的是确定填充边界,它要求被填充体是封闭的,否则它无法实施“Hatch”命令,而等值线在一定区域可能有不封闭的现象,这就需要读者视具体情况加一些辅助线,使其变为封闭区域。

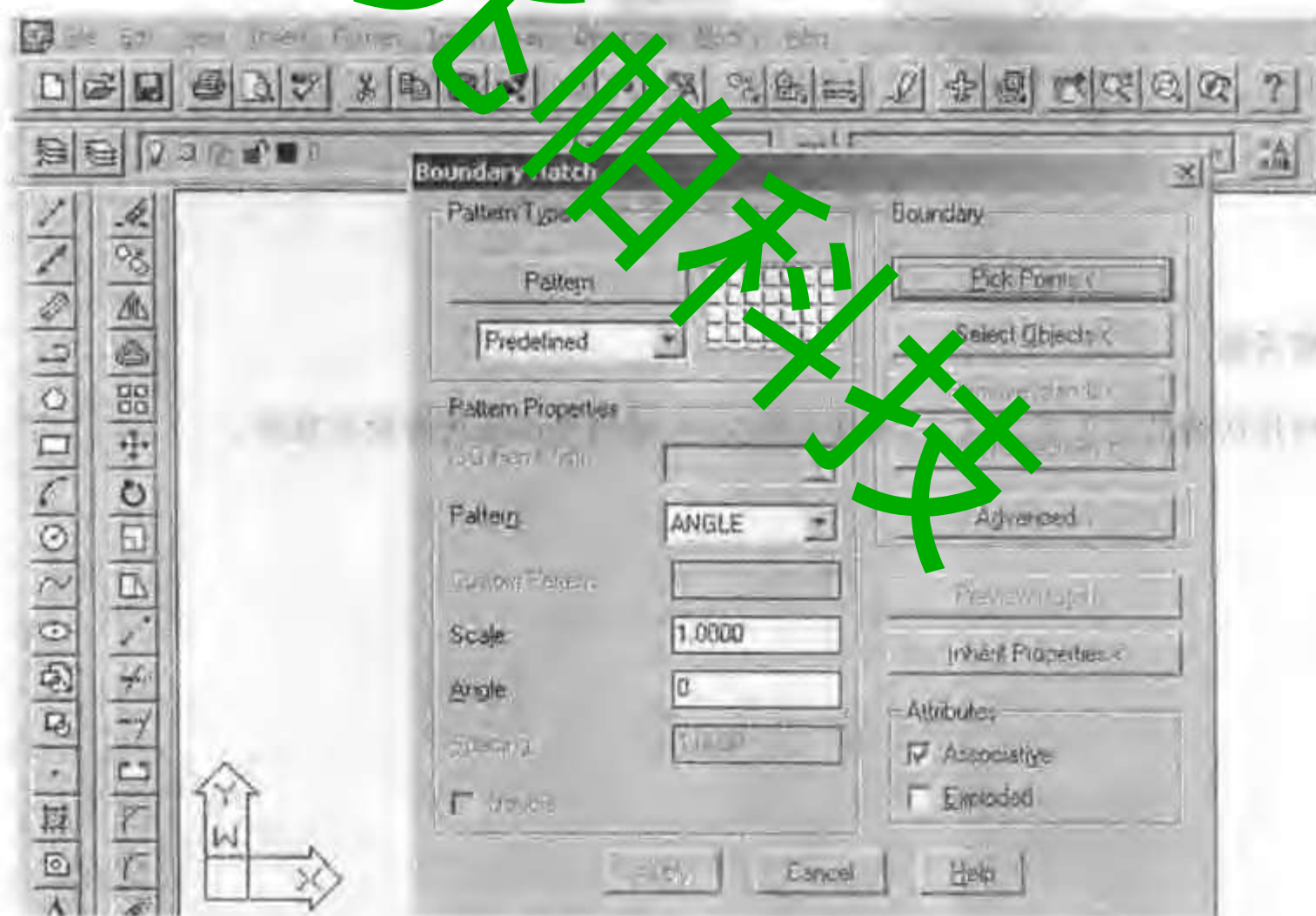
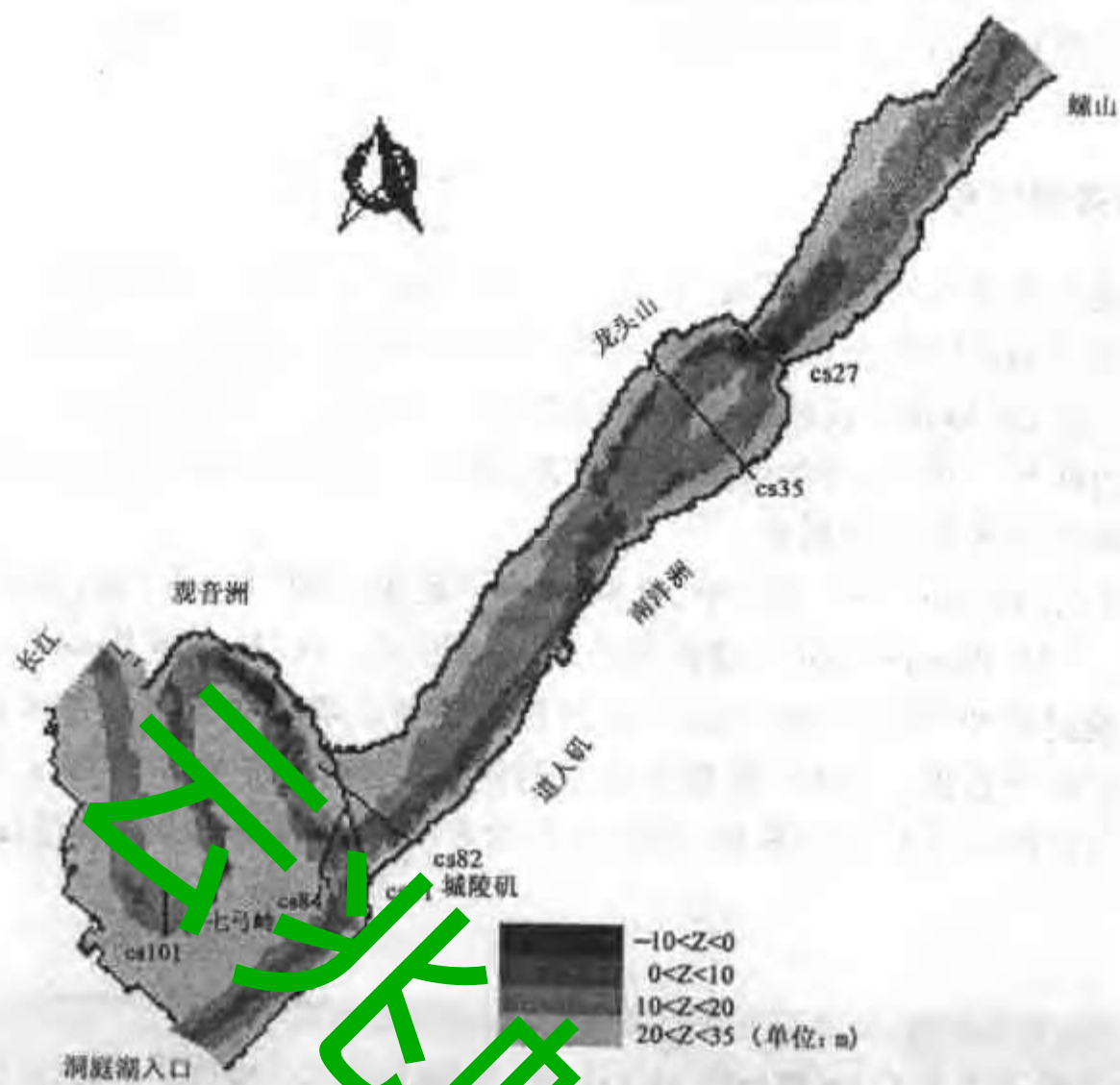


图 6-6 填充命令选择

图 6-7 为某一河段河床地形填充示意图。



参 考 文 献

- 1 陈胜宏等. 水工建筑物. 北京:中国水利水电出版社,2004
- 2 王宏硕等. 水工建筑物. 北京:水力电力出版社,1990
- 3 汪树玉、刘国华等. 计算机辅助设计. 北京:中国水利水电出版社,1998
- 4 范玉青等. CAD 软件设计. 北京:北京航空航天大学出版社,1996
- 5 林广编著. 中文版 AutoCAD2000 快速入门. 北京:人民邮电出版社,1999
- 6 齐舒创作室编著. 中文版 AutoCAD2000 教程. 北京:中国水利水电出版社,2000
- 7 王保平等编著. AutoCAD 的定制与开发. 北京:人民邮电出版社,1998
- 8 孔宪庶、刘仁杰等编著. 计算机绘图. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1996
- 9 杜平安、陈红梅编著. AutoCAD R14 计算机辅助设计教程. 成都:电子科技大学出版社,1999
- 10 赵翔龙编著. Fortran 90 学习教程. 北京:北京大学出版社,2000

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 高等学校水利类教材 水利水电工程C A D 技术

作者 =

页数 = 1 6 9

S S 号 = 0

出版日期 =

水利部科技