

中等专业学校教材

AutoCAD

# 基础及应用教程

包头铁路工程学校 郭子荣 主编



中国铁道出版社

中等专业学校教材

# AutoCAD 基础及应用教程

包头铁路工程学校 郭子荣 主编

株洲铁路电机学校 郭仁斌 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

### 内 容 简 介

本教材讲述了计算机通用绘图软件 AutoCAD 的基本功能、特点和使用方法,通过实例介绍了从图形的准备工作开始,利用 AutoCAD 软件进行图形的组织、绘制、编辑、观测,直到图纸图形输出的全过程,介绍了使用 AutoCAD 绘图的一些技巧和方法。书中给出大量的图例,每章后附有思考题与上机练习题,并提供了几个专业的绘图大作业及绘图过程指导。

本教材可用作中专学校、成人教育及培训班的教材,也可作为从事计算机辅助设计的工程技术人员和图形绘制人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

AutoCAD 基础及应用教程/郭子荣主编. —北京:中国铁道出版社, 1998. 8

中等专业学校教材

ISBN 7-113-03043-2

I. A… II. 郭… III. 自动绘图—软件包—专业学校—教材  
IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 17530 号

书 名: AutoCAD 基础及应用教程

著作责任者: 包头铁路工程学校 郭子荣 主编

出版·发行: 中国铁道出版社(100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑: 郭宇

封面设计: 马利

印 刷: 北京市燕山联营印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 308 千

版 本: 1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 1—5500 册

书 号: ISBN7-113-03043-2/TP·315

定 价: 15.40 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

# 前 言

作为计算机应用技术的一门分支学科,计算机辅助设计(CAD)和绘图(CG)技术已被广泛应用到人类生活的各个领域,这主要是由于传统的手工绘图方法已远远不能满足生产和科学技术飞速发展的需要,人们亟待找到一种新的方法或工具,把自己从繁重的手工绘图中解放出来。

随着计算机软、硬件技术的发展而逐步发展起来的计算机辅助设计和绘图技术,不仅可以使人们摆脱许多简单、重复的劳动,同时它的高速运算能力和逼真的模拟效果可以更好地发挥设计人员的创造性思维,绘制出高质量、高精度的设计图纸。

目前计算机辅助设计及绘图软件有多种,AutoCAD 是其中应用最广泛、也是最成熟的一种。AutoCAD 是一种通用的绘图软件,适于各行各业各种图形的绘制,如机械图、建筑图、工程图、布线图、电路图、流程图等等,还可以进行美术、广告及复杂图案等的设计。

在校的中专学生,作为各个行业技术力量的后备军,自然应该掌握计算机绘图这一基本技能。为此,全路中专计算机专业及应用指导委员会组织编写了这本《AutoCAD 基础及应用教程》。

本教材是根据劳动部颁布的《计算机辅助设计技能培训和鉴定标准》和铁道部下发的中等专业学校《计算机辅助设计 CAD》课程教学大纲的要求进行编写的,讲述了 AutoCAD 的基本功能和使用方法,重点介绍了二维图形的绘制方法和技巧。为了方便阅读和使用,书中给出了大量典型的图例,并在第八章通过一个完整的实例介绍了从图形绘制的准备工作开始,进行图形的组织、绘制、编辑、观测,直到图纸输出的全过程。为了加深对所学课程的理解和掌握,每章后面附有思考题与上机练习题,附录还给出了工程、机械等几个专业的计算机辅助设计绘图大作业及绘图过程指导。我们的目的是使学生在学完这门课之后,能独立、熟练地绘制各种复杂的二维工程图,了解三维图形的绘制方法。AutoCAD 还有许多高级绘图方法和技巧,并提供多种二次开发的方法和途径,本教材的另一个目的就是能激发读者的兴趣,为今后更进一步地学习和使用 AutoCAD 打下良好基础。

本教材要求在《计算机操作与应用基础》课程之后讲授,即要求学生已掌握了计算机的基本操作方法。

书中有些内容,如第九、十章,可以根据不同专业的需要选讲。其中基本内容是按 60 学时编写的,建议教师讲授 20~30 学时,其余留给学生上机自学、练习,这是一门实践性很强的课程,应给学生留出充分的上机时间。

本教材由包头铁路工程学校郭子荣主编,株洲铁路电机学校郭仁斌主审,王维瑾、董杰担任副主编。其中第一章由王维瑾编写,第二章由侯小敏编写,第三章由冉崇善编写,第四章由姬立中编写,第五章、第七章和附录的部分内容由董杰编写,第六章由王立峰编写,第八章和附录由郭子荣编写,第九章由黄锋编写,第十章由刘丽梅编写。

感谢中国铁道出版社为本书的尽快出版做了大量的工作,感谢全路中专计算机专业及应用指导委员会给予教材编写组的大力支持。

本教材可作为中专学校、成人教育及培训班的教材,也可作为从事计算机辅助设计的工程技术人员和图形绘制人员的参考书。

由于我们的学识水平有限,书中难免有错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

1998年5月

# 目 录

## 第一章 绪 论

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1.1 计算机绘图概述 .....             | 1  |
| 1.1.1 计算机绘图的概念 .....          | 1  |
| 1.1.2 计算机绘图的主要应用领域 .....      | 1  |
| 1.1.3 计算机绘图系统的组成及主要图形设备 ..... | 2  |
| 1.2 AutoCAD 软件综述 .....        | 4  |
| 1.2.1 AutoCAD 的主要功能 .....     | 4  |
| 1.2.2 AutoCAD R12 的系统要求 ..... | 5  |
| 1.3 AutoCAD 的安装和配置方法 .....    | 6  |
| 1.3.1 AutoCAD 的安装 .....       | 6  |
| 1.3.2 AutoCAD 的系统配置 .....     | 7  |
| 思考题与上机练习题 .....               | 10 |

## 第二章 AutoCAD 入门

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 2.1 AutoCAD 的屏幕 .....             | 11 |
| 2.1.1 AutoCAD 的启动(进入图形编辑状态) ..... | 11 |
| 2.1.2 文字屏幕和图形屏幕 .....             | 11 |
| 2.1.3 图形屏幕的主要组成部分 .....           | 11 |
| 2.2 AutoCAD 基本操作方法 .....          | 12 |
| 2.2.1 屏幕菜单 .....                  | 12 |
| 2.2.2 下拉式菜单 .....                 | 12 |
| 2.2.3 AutoCAD 命令 .....            | 12 |
| 2.2.4 对话框 .....                   | 14 |
| 2.3 坐标系和图形实体 .....                | 15 |
| 2.3.1 坐标系 .....                   | 15 |
| 2.3.2 图形实体 .....                  | 17 |
| 2.4 绘图过程 .....                    | 18 |
| 2.4.1 绘图基本步骤 .....                | 18 |
| 2.4.2 图形文件操作命令 .....              | 19 |
| 2.4.3 实例 .....                    | 21 |
| 思考题与上机练习题 .....                   | 22 |

## 第三章 绘图环境的设定和绘图工具 23

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 3.1 设定绘图单位、图限及比例因子 ..... | 23 |
|--------------------------|----|

|       |               |    |
|-------|---------------|----|
| 3.1.1 | 基本概念          | 23 |
| 3.1.2 | 设定绘图单位命令      | 24 |
| 3.1.3 | 设定绘图界限        | 26 |
| 3.2   | 设定绘图层及实体的属性   | 27 |
| 3.2.1 | 图层的概念及作用      | 27 |
| 3.2.2 | 设置图层命令        | 28 |
| 3.2.3 | 线型设定命令        | 31 |
| 3.2.4 | 颜色设置命令        | 32 |
| 3.3   | 精确作图工具        | 32 |
| 3.3.1 | 网格和捕捉         | 33 |
| 3.3.2 | 目标捕捉方式        | 35 |
| 3.3.3 | 正交捕捉方式        | 37 |
| 3.4   | 图形显示控制命令      | 38 |
| 3.4.1 | 视图缩放命令        | 38 |
| 3.4.2 | 画面移动命令        | 39 |
| 3.4.3 | 视图存储命令        | 40 |
| 3.4.4 | 图形重画和图形重新生成命令 | 40 |
| 3.5   | 系统变量          | 41 |
|       | 思考题与上机练习题     | 42 |

## 第四章 二维绘图命令

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 4.1   | 画点              | 43 |
| 4.1.1 | 画点命令            | 43 |
| 4.1.2 | 设置点的形状和大小       | 43 |
| 4.2   | 画直线段            | 44 |
| 4.3   | 画圆弧             | 45 |
| 4.4   | 画圆              | 48 |
| 4.5   | 画多义线            | 49 |
| 4.6   | 环形、多边形、椭圆及多边形填充 | 52 |
| 4.6.1 | 画圆环             | 52 |
| 4.6.2 | 画多边形            | 53 |
| 4.6.3 | 画椭圆             | 54 |
| 4.6.4 | 填充              | 56 |
| 4.7   | 文本字符            | 57 |
| 4.7.1 | 文本字符输入          | 57 |
| 4.7.2 | 特殊文本字符          | 60 |
| 4.7.3 | 字型定义            | 60 |
| 4.8   | 其他命令            | 62 |
| 4.8.1 | 轨迹线             | 62 |
| 4.8.2 | 画双线             | 63 |

## 第五章 图 形 编 辑

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 5.1 实体选择集的构成.....          | 66 |
| 5.2 实体移动命令和实体复制命令.....     | 68 |
| 5.2.1 实体移动.....            | 68 |
| 5.2.2 实体复制.....            | 68 |
| 5.3 阵列复制.....              | 69 |
| 5.4 实体旋转.....              | 71 |
| 5.5 镜像复制.....              | 71 |
| 5.6 实体删除命令及恢复命令.....       | 72 |
| 5.6.1 实体删除.....            | 72 |
| 5.6.2 恢    复.....          | 72 |
| 5.7 切断实体.....              | 72 |
| 5.8 圆弧连接命令和切角命令.....       | 74 |
| 5.8.1 圆弧连接.....            | 74 |
| 5.8.2 切    角.....          | 74 |
| 5.9 改变实体参数和实体属性命令.....     | 75 |
| 5.9.1 改变实体参数.....          | 75 |
| 5.9.2 改变实体属性.....          | 76 |
| 5.9.3 对话框修改实体命令.....       | 76 |
| 5.10 实体的延伸 .....           | 77 |
| 5.11 裁剪实体 .....            | 77 |
| 5.12 实体的移动和拉伸 .....        | 78 |
| 5.13 平行画线 .....            | 79 |
| 5.14 实体比例缩放 .....          | 79 |
| 5.15 多义线编辑命令和多义线分解命令 ..... | 80 |
| 5.15.1 多义线编辑 .....         | 80 |
| 5.15.2 多义线分解 .....         | 81 |
| 5.16 取    消 .....          | 82 |
| 5.16.1 U 命令 .....          | 82 |
| 5.16.2 UNDO 命令 .....       | 82 |
| 5.17 用夹点编辑图形 .....         | 82 |
| 5.17.1 夹点方式的设置 .....       | 82 |
| 5.17.2 夹点编辑的操作方法 .....     | 83 |
| 思考题与上机练习题 .....            | 85 |

## 第六章 块、外部引用和属性

|                   |    |
|-------------------|----|
| 6.1 块.....        | 88 |
| 6.1.1 块的基本概念..... | 88 |

|            |             |     |
|------------|-------------|-----|
| 6.1.2      | 块的定义        | 88  |
| 6.1.3      | 块的插入        | 89  |
| 6.1.4      | 块的多重插入      | 90  |
| 6.1.5      | 块的实例        | 91  |
| 6.1.6      | 块与图形文件      | 92  |
| 6.1.7      | 嵌套块         | 93  |
| 6.1.8      | 块与图层的关系     | 94  |
| <b>6.2</b> | <b>外部引用</b> | 94  |
| 6.2.1      | 外部引用的概念     | 94  |
| 6.2.2      | 生成和管理外部引用   | 94  |
| <b>6.3</b> | <b>属性</b>   | 96  |
| 6.3.1      | 属性的概念       | 96  |
| 6.3.2      | 属性定义        | 97  |
| 6.3.3      | 属性块的生成与插入   | 97  |
| 6.3.4      | 抽取属性值       | 99  |
| 6.3.5      | 与属性有关的其他命令  | 100 |
|            | 思考题与上机练习题   | 101 |

## 第七章 尺寸标注

|            |                      |     |
|------------|----------------------|-----|
| <b>7.1</b> | <b>尺寸标注概念</b>        | 102 |
| 7.1.1      | 尺寸标注的基本术语和基本概念       | 102 |
| 7.1.2      | 进入尺寸标注模式             | 103 |
| <b>7.2</b> | <b>确定标注比例和标注比例尺寸</b> | 104 |
| 7.2.1      | 确定标注比例               | 104 |
| 7.2.2      | 确定尺寸文本高度             | 104 |
| 7.2.3      | 确定尺寸箭头的大小            | 104 |
| <b>7.3</b> | <b>长度标注</b>          | 105 |
| 7.3.1      | 水平和垂直长度标注            | 105 |
| 7.3.2      | 平行长度标注               | 106 |
| 7.3.3      | 旋转长度标注               | 107 |
| 7.3.4      | 连续长度标注               | 107 |
| 7.3.5      | 基线长度标注               | 107 |
| <b>7.4</b> | <b>标注圆心、半径和直径</b>    | 108 |
| 7.4.1      | 标注圆心                 | 108 |
| 7.4.2      | 标注半径                 | 108 |
| 7.4.3      | 标注直径                 | 109 |
| 7.4.4      | 旁注线标注                | 110 |
| <b>7.5</b> | <b>标注角度及方法</b>       | 110 |
| 7.5.1      | 标注角度                 | 110 |
| 7.5.2      | 标注角度方法               | 111 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>7.6 相关尺寸标注命令和标注实用命令</b> ..... | 111 |
| 7.6.1 相关尺寸标注命令 .....             | 111 |
| 7.6.2 标注实用命令 .....               | 113 |
| <b>7.7 标注变量</b> .....            | 114 |
| 7.7.1 查看标注变量的当前值 .....           | 114 |
| 7.7.2 标注变量说明 .....               | 114 |
| <b>7.8 尺寸标注对话框命令</b> .....       | 118 |
| 7.8.1 尺寸标注方式 .....               | 119 |
| 7.8.2 尺寸标注变量 .....               | 119 |
| 思考题与上机练习题 .....                  | 122 |

## 第八章 常用作图方法及图纸图形的绘制

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>8.1 图形的组织</b> .....     | 123 |
| 8.1.1 设置绘图环境 .....         | 123 |
| 8.1.2 建立图层 .....           | 124 |
| 8.1.3 建立符号库 .....          | 124 |
| <b>8.2 作图过程及作图方法</b> ..... | 125 |
| 8.2.1 画墙轴线 .....           | 125 |
| 8.2.2 画墙线 .....            | 126 |
| 8.2.3 插入门、窗 .....          | 127 |
| 8.2.4 画顶柜 .....            | 131 |
| 8.2.5 将墙体轮廓线改为粗实线 .....    | 132 |
| <b>8.3 阴影线图案填充</b> .....   | 133 |
| 8.3.1 阴影线图案填充的基本概念 .....   | 133 |
| 8.3.2 边界阴影线填充 .....        | 134 |
| 8.3.3 命令行图案填充 .....        | 136 |
| 8.3.4 填充阴影线图案的技巧和说明 .....  | 137 |
| 8.3.5 图案填充举例 .....         | 137 |
| <b>8.4 图形的编辑与完善</b> .....  | 138 |
| <b>8.5 图形信息的获得</b> .....   | 147 |
| 8.5.1 标识点 .....            | 147 |
| 8.5.2 获得距离 .....           | 147 |
| 8.5.3 求面积 .....            | 147 |
| 8.5.4 列表 .....             | 148 |
| 8.5.5 系统状态 .....           | 149 |
| <b>8.6 图纸图形的绘制</b> .....   | 149 |
| 8.6.1 出图 .....             | 149 |
| 8.6.2 实例 .....             | 151 |
| 8.6.3 出图前的图纸编排和完善 .....    | 152 |
| 思考题与上机练习题 .....            | 152 |

## 第九章 三维绘图

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>9.1 拉伸二维实体为三维模型</b> ..... | 153 |
| 9.1.1 实体的高度和厚度 .....         | 153 |
| 9.1.2 改变实体的高度和厚度 .....       | 153 |
| <b>9.2 观察三维视图</b> .....      | 155 |
| 9.2.1 选择视点 .....             | 155 |
| 9.2.2 使用视点球形图标 .....         | 155 |
| 9.2.3 三维模型的显示 .....          | 156 |
| <b>9.3 用户坐标系 UCS</b> .....   | 157 |
| 9.3.1 用户坐标系的概念 .....         | 157 |
| 9.3.2 定义用户坐标系 .....          | 157 |
| 9.3.3 UCS 的保存和恢复 .....       | 158 |
| 9.3.4 控制 UCS 图标 .....        | 159 |
| 9.3.5 设置平面视图 .....           | 159 |
| <b>9.4 建立多个视区</b> .....      | 160 |
| 9.4.1 基本概念 .....             | 160 |
| 9.4.2 在模型空间建立多个视区 .....      | 161 |
| 9.4.3 在图纸空间建立多个视区 .....      | 162 |
| <b>9.5 三维实体和曲面网格</b> .....   | 164 |
| 9.5.1 三维点、线和三维多义线 .....      | 165 |
| 9.5.2 三维面 .....              | 165 |
| 9.5.3 规则曲面网格 .....           | 165 |
| 9.5.4 路径曲面网格 .....           | 166 |
| 9.5.5 旋转曲面网格 .....           | 167 |
| 9.5.6 边界曲面网格 .....           | 168 |
| <b>9.6 动态显示图形和透视图</b> .....  | 168 |
| 思考题与上机练习题 .....              | 170 |

## 第十章 三维实体造型技术

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>10.1 三维实体造型概述</b> .....   | 172 |
| 10.1.1 基本概念 .....            | 172 |
| 10.1.2 AME 使用方法 .....        | 173 |
| <b>10.2 建立实体构件</b> .....     | 173 |
| 10.2.1 基本体素 .....            | 173 |
| 10.2.2 将非实心体的模型转换为三维实体 ..... | 175 |
| 10.2.3 将二维实体转换为三维实体 .....    | 175 |
| <b>10.3 实心体的构造</b> .....     | 176 |
| 10.3.1 实心体的相减(或差) .....      | 176 |
| 10.3.2 实心体的相交(或交) .....      | 176 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 10.3.3 实心体的联合(或并).....           | 177 |
| 10.3.4 实心体的网格显示.....             | 178 |
| <b>10.4 编辑实心体</b> .....          | 178 |
| 10.4.1 修改复合体.....                | 178 |
| 10.4.2 移动和旋转实心体.....             | 178 |
| 10.4.3 磨圆角和切斜角.....              | 179 |
| 10.4.4 复组合实心体的分解.....            | 179 |
| 10.4.5 切割实心体.....                | 180 |
| 10.4.6 根据实心体定义 UCS .....         | 180 |
| <b>10.5 从三维实心体模型得到二维视图</b> ..... | 180 |
| 10.5.1 三视图.....                  | 180 |
| 10.5.2 画剖面图.....                 | 181 |
| <b>10.6 面域造型</b> .....           | 182 |
| 思考题与上机练习题.....                   | 183 |

## 附录 绘图大作业及指导

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>附录 1</b> 工程专业大作业 .....  | 184 |
| <b>附录 2</b> 工民建专业大作业 ..... | 184 |
| <b>附录 3</b> 机械专业大作业 .....  | 187 |
| <b>附录 4</b> 电子专业大作业 .....  | 188 |
| <b>附录 5</b> 给排水专业大作业 ..... | 189 |

# 第一章 绪 论

计算机绘图是计算机科学领域中发展迅速的一门分支学科,已越来越为人们所注目。一方面由于计算机输出的是离散型数据,不直观,有时需要将输出的数据绘制成所需要的曲线和图形;另一方面,在很多领域,手工绘图已越来越不能满足要求,人们一直希望能找到一种方法和工具来代替手工绘图,把人们从繁重的绘图负担中解放出来。

## 1.1 计算机绘图概述

随着计算机及其外围设备、图形软件的发展,图形输出的研究范围也不断深入和拓宽,进而发展成了一门崭新的学科——计算机绘图,计算机绘图是一门以计算机为手段来研究生成和处理图形的学科,它研究的内容包括图形的定义、存储、处理、访问和图形输出的全过程。

### 1.1.1 计算机绘图的概念

国际标准化组织(ISO)在其数据处理词典中对计算机绘图给出如下定义:计算机绘图是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用设备上输出的原理、方法和技术的学科。定义中涉及到计算机图形系统的三个基本部分,即“数据”、“计算机”和“专用图形设备”。这里的数据可以由用户给出的原始输入(如用以描述图形的几何数据、数学方程等)或计算机产生的中间结果,也可以是来自图形工作站操作者的命令。而输出设备则用于将基本对象的视觉表示形式展示在屏幕上或图纸上,将人们不能感觉到其形态的抽象数据按需要输出成能直接观察到的图形,通过计算机来实现信息的图形表达。

### 1.1.2 计算机绘图的主要应用领域

随着计算机绘图技术的发展和生产实际的需要,计算机绘图的应用范围日益广泛,作用愈来愈显著,已渗透到社会生活的各个领域,其主要应用有:

#### 1. 计算机辅助设计与绘图

计算机辅助设计是计算机绘图最广泛的应用领域。人们通过计算机的交互式图形显示来设计机械、电子、建筑工程等系统中的结构和部件,并可进行受力分析、结构计算、材料选择等,直至绘出图纸。计算机绘图中的三维造型技术,是实现先进的计算机辅助设计技术的重要基础。

#### 2. 商业及事务管理中交互式图形显示

计算机绘图常用于绘制数学的、物理的以及表示经济信息的二维和三维的函数图形,如各种直方图、折线图、扇形图以及生产进度图、产品库存和产量变化趋势图等各类图表。所有上述图表都力图用既简洁又明确的方法,表达出数据的变化发展趋势及数字间相互的比值关系,以便观察者能迅速理解各种数字之间复杂的联系及内在的意义。

#### 3. 测量数据的图形处理

使用计算机图形系统可以在纸或胶片上绘出高质量、高精度的地理图形及自然景物的测绘图形,如地形图、矿藏分布及勘探图、气象云图、等高线图以及人口密度分布图等。

#### 4. 仿真与动画

计算机动画包括描述构造物体模型;使动画片上的物体运动,或周期性地改变其形状与位置;模拟电影摄影机的控制和移动;进行逼真图形显示的处理,使之产生真实图象的效果。利用这一技术把科学现象经数值模拟而数学模型化,再将该模型以图形、图象的形式显示出来,例如液体流动、核反应、化学反应等通过图形变换所获得的动态观察,由此产生一个应用计算机图形的新领域即计算机科学与工程动画。利用这一技术生成电影、电视动画片,不仅具有很高的艺术价值,而且具有良好的实用效果。用计算机产生模拟训练环境可以用于对航空、航海驾驶员及宇航员的训练,不但有助于增加现场真实感,还可以节省燃料,保证安全。

#### 5. 过程控制

利用交互式图形生成技术形成的人机交互系统,可实现人与控制或管理对象之间的相互作用。计算机通过与它相连的实时测试部件采集数据,并在显示屏幕上显示出其过程的变化,以便实现最佳控制。

#### 6. 办公自动化

文字处理和办公自动化是计算机绘图应用的另一个重要领域。以微机为基础的工作站具有高质量的显示设备,不但能实现编辑和传送文件的自动化,还能以图形方式显示并交换文件、报表、图例及其它信息。利用电话、电视系统传送的大部分信息都是以图形信息形式出现的。利用与计算机相连的电视作为文字或图形的信息源是一种新的通信手段。

#### 7. 计算机图形学在艺术和广告业中的应用

艺术和广告的共同目的是用优美的图画表达信息以吸引公众的注意力。计算机图形学向艺术工作者提供了完备的手段,使他们可以方便地建立物体的模型,很好地表述光照的效果,并在物体上形成具有一定明暗度的多种色彩,由此产生逼真的图象。如计算机辅助的艺术图案设计、花纹设计、布景设计、汉字书法艺术和国画等。

#### 8. 计算机辅助教学

用电视终端作为计算机的分时终端或用个人计算机的图形显示设备,让学生应用交互绘图或仿真的方法进行学习和研究,可使整个教学过程直观、形象。

### 1.1.3 计算机绘图系统的组成及主要图形设备

#### 1. 计算机绘图系统的组成

图形信息是一种重要的信息类型,和其它类型的信息相比,图形信息特别适合人的视觉观察且容易被理解,连续变化的图形信息更能够实时地反映客观世界的变化。用计算机来完成图形信息的处理,要有一个完整的计算机绘图系统软件实现图形的处理和数据的计算,而做为系统硬件的输入/输出设备可以使信息在数据和图形之间进行转换,从而把处理好的数据以图形的方式展现在我们面前。一个完整的计算机绘图系统应该有以下几个组成部分:

(1)计算机硬件设备。它指的是计算机主机和它的外围设备,如显示器、键盘、激光/喷墨彩色打印机、绘图仪和扫描仪、鼠标等。

(2)系统软件。计算机的操作系统和进行科学计算用的支持软件,例如 Pascal 语言、C 语言、Java 等。系统软件可以对图形信息进行计算处理,还可以编程并嵌入系统,实现图形系统的功能开发。

(3)基本绘图软件。它是计算机系统所具备的绘图基本功能,例如抬笔移动、落笔画线、写字符等一些最基本的绘图子程序。

(4)通用绘图软件。它指的是在基本绘图软件的基础上,为开阔应用而研制的扩展绘图功能,例如画多边形、画圆弧、几何元素求交等等,它们是计算机绘图中常用的一些子程序,统称

为通用绘图软件。

(5)绘图应用软件。对于不同的工程设计领域,针对特定的设计和绘图问题还可以研制各自的专用和应用软件。它的开拓范围是很广阔的,也是各工程专业的科技人员可以精心耕耘和大有可为的一个领域。

以上所述各部分功能之间的关系,如图 1.1 所示。整体计算机绘图系统的硬件配置如图 1.2 所示。

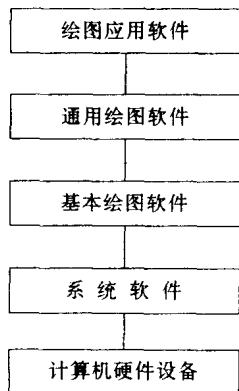


图1.1

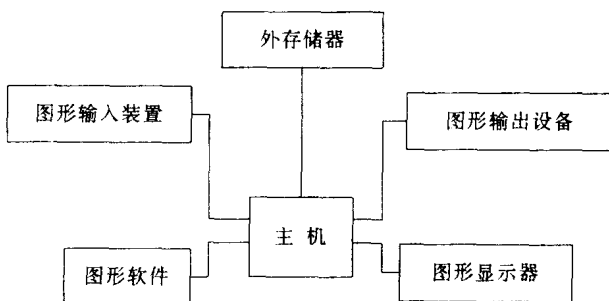


图1.2 交互式图形系统硬件设备

## 2. 计算机绘图系统中的主要输入输出设备

(1)键盘。键盘不仅是字符输入设备,它还是一种简单而又便宜的图形输入设备。通过按动键盘上的一些功能键、编辑键和光标移动键等可产生相应的控制命令,实现图形的定位、编辑、状态变换等操作。

(2)鼠标器。它是微计算机图形系统中最常见而又功能很强的图形输入设备。从外观上看,鼠标器是装有球形走轮和数个按钮的小盒子,操作者可在平面上移动球形走轮,根据走轮在移动过程中的转换角度,可得知鼠标器在 X、Y 轴方向上移动的距离,从而控制光标在屏幕上移动。鼠标器顶部的按钮开关是用于绘图功能控制的。当它们被按下时,则调用相应的服务程序来完成抬笔、画线、擦线等操作。在软件控制下,鼠标器与图形系统的动态菜单及单屏幕多窗口显示技术配合可获得很好的交互性。移动鼠标器便可以驱动光标在屏幕上选择命令、拾取坐标等。

(3)图形打印机。现在用于微型机上的图形打印机多种多样,常用的有针式图形打印机、喷墨打印机和激光打印机。其中针式打印机速度较慢,成本低,效果较好;喷墨打印机噪音小、打印质量高、价格低,但消耗材料价格较高;激光打印机打印精度高,打印分辨率最低为 300 线,有的甚至达到了照相机的水平,打印速度快。

(4)扫描仪。扫描仪是一种光、机、电一体化的图形图象输入设备。它通过光线扫描原稿,再将光信号转换为电信号输入到计算机中。扫描的质量主要取决于扫描仪的分辨率。

(5)绘图仪。绘图仪是计算机图形系统常用的图形输出设备。它可将计算机所产生的图形用绘图笔画在绘图纸上永久保存下来。

绘图仪主要分为滚筒式和平台式两种,如图 1.3 和图 1.4 所示。绘图质量取决于绘图仪的分辨率和绘图精度。

(6)数字化仪(digitizer)。数字化仪是一种图形数据采集装置,它可以将图纸上的点或线转换成数字坐标输入到计算机内。

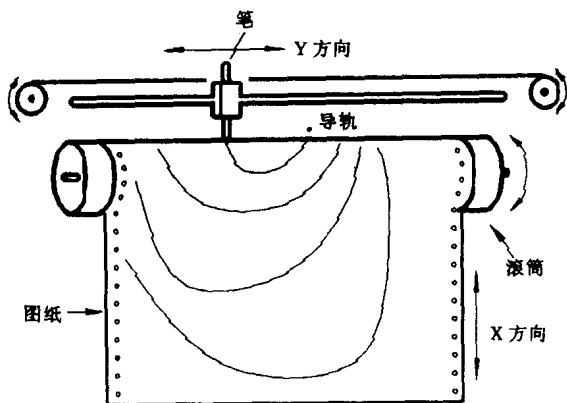


图 1.3 滚筒式绘图仪

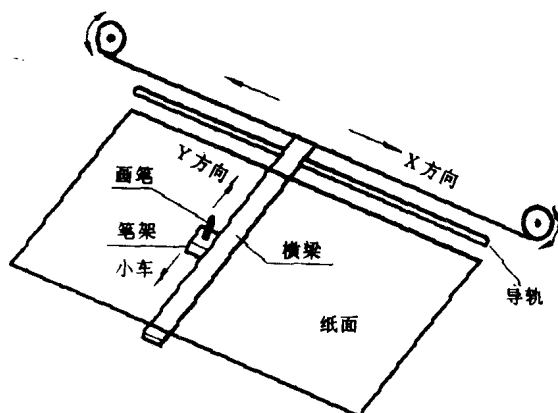


图 1.4 平台式绘图仪

## 1.2 AutoCAD 软件综述

AutoCAD 是目前应用最广泛的交互式通用绘图软件,它是由美国 Autodesk 软件公司研制的,自 1982 年 AutoCAD 1.0 版发行以来,已经过多次版本升级,目前所能见到的最高版本是 14.0。与其它 CAD 软件比较,AutoCAD 具有下列特点:强大的绘图和编辑功能,应用范围广泛,为用户提供多种开发手段,便于与其它系统联接,操作方便。本书将介绍 AutoCAD R12~13 版本的主要功能和使用方法,操作界面以 R12 为准。

### 1.2.1 AutoCAD 的主要功能

AutoCAD 是一套功能强大的通用计算机辅助绘图和设计软件包。它具有七个主要方面的功能,其显著特点是“开放式体系结构”(open architecture),即能够使用第三厂家开发的产品,允许用户开发自己的命令、库函数、系统文件、应用程序等。

#### 1. 采用窗口交互式高级用户界面(AUI)

AutoCAD 是一种交互式绘图软件,除了一般的键盘输入之外,它还提供一种先进的窗口式交互操作环境,称为高级用户界面(Advanced User Interface, AUI)。用户可通过屏幕菜单、下拉式菜单、图标、命令对话框、光标菜单及键盘命令输入等多种手段与 AutoCAD 会话,操作非常简便、直观。而且具有联机求助、命令提示、出错提示等功能。

#### 2. 提供一套内容丰富的开放式交互绘图与设计命令

AutoCAD R12 本身已含有 200 多个共五大类命令,功能强大、齐全,易学易用。

(1)基本命令。它包括二维/三维实体绘制、显示控制、图形编辑与查询、绘图辅助工具、图层操作、块及其属性处理、外部引用、标注尺寸和画阴影线图案、系统服务与实用程序、输入输出设备控制、批处理、绘图输出、幻灯片与胶卷文件生成、使用 Postscript 字体与填充、图象输入输出。这就是 AutoCAD 的基本命令集。

(2)AME 命令。AME 命令即高级造型扩展功能(Advanced Modeling Extension, AME),它采用 CSG(构造式实体几何)表示法,可对基本体素进行并、交、差空间运算。这种实体造型(solid modeling)技术还能分析物体的特性和指定材料性质,可产生带有明暗色彩或质感的三维逼真图象。

(3)应用程序命令。这是 AutoCAD R12 中利用 AutoLISP 和 ADS 应用程序而创建的补充

命令,主要包括有:构造三维线框物体(3D)、生成三维矩形或环形阵列(3DARRAY)、插入来自于 ASCII 文件中的正文(ASCTEXT)、光栅图象文件(GIF、PCX、TIFF)输入、面域造型程序(Region Modeler)、几何计算器(CAL)、三维运动(GEOM3D)、修改正文实体(CHT)、将三维模型投影至平面上(PROJECT)、插入并裁剪外部引用(XREFCLIP)、DXF 文件转换程序(DXFIX)等。

(4)Render 命令。它为着色处理扩展功能,允许用户完全在 AutoCAD R12 内部生成出一种带有明暗色彩的三维物体图象,效果清晰、逼真、准确。

(5)ASE 命令。ASE 数据库操作命令。

此外,AutoCAD 本身的开放性也允许用户定义自己的命令。如编写 AutoLISP 或 ADS 应用程序作为新的命令,将 EXE/COM 可执行程序用作为外部命令,通过 SCR 文件或菜单项定义来建立宏(macro)命令,甚至还可以重新定义 AutoCAD 原有的标准命令。所有的 AutoCAD 命令均以自然英语单词或词组缩写起名,采用对话/交互方式执行,指示信息一目了然,因此很容易学习和使用。

### 3. 内部嵌入程序设计语言 AutoLISP

LISP 是一种表处理(LIST Processing)程序设计语言,属于解释型高级语言,AutoLISP 采用 LISP 的语法、约定、基本函数和数据类型,并扩充了强大的图形处理功能,它能够直接在 AutoCAD 内部运行。AutoLISP 语法简洁、表达能力强、函数种类多、程序控制结构灵活。AutoLISP 程序既可以完成常用的科学计算和数学分析,又能直接调用几乎全部的 AutoCAD 命令。这两者有机结合,使 AutoLISP 成为专业 CAD 开发者强有力的理想工具。

### 4. 基于 C 语言的 AutoCAD 开发系统

AutoCAD R12 提供了用户可以进入其内部的另一种新的编译型程序设计接口——AutoCAD 开发系统(AutoCAD Development System,ADS),使用户可用 C 语言直接开发 AutoCAD 应用软件。

### 5. 提供了与通用数据库管理系统的接口

AutoCAD 结构化查询语言扩展模块(AutoCAD SQL Extension,ASE)允许与 DBASE III/IV PLUS,PARADOX 3.5,INFORMIX4.1 或 ORACLE6.0 通用数据库管理系统进行通信,以存取和操作这些存储在外数据库内的非图形数据。

### 6. 允许用户定制 AutoCAD 系统参数和标准库文件

AutoCAD 提供了各种简易的开发工具,使用户能够访问与改造原有的标准系统参数和文件,进行二次开发或用户定制。如修改系统变量、建立用户自己的菜单、线型、阴影线图案、字体(如汉字)、字形等标准库文件,使 AutoCAD 更能符合用户自己的需要。

### 7. 提供各种用途的接口技术

在许多应用中,需要将 AutoCAD 生成的图形送至其它专用程序中去检查、分析或加工,或者使用 AutoCAD 来观察、修改、更新其它 CAD 程序产生的图形,即需要在两个不同的应用程序或软件之间交换图形信息。为了实现与外部高级语言程序、数据库管理系统和其它 CAD 软件等之间的接口,AutoCAD 提供了 ASCII/二进制图形交换文件(DXF/DXB)、初始图形交换标准文件(IGES)、属性提取文件(TXT)和命令组文件(SCR)、多种常用光栅图象文件(如 TIFF, GIF, PCX, BMP 和 PostScript 文件等)的输入输出,这些格式在桌面排版方面极为流行。

## 1.2.2 AutoCAD R12 的系统要求