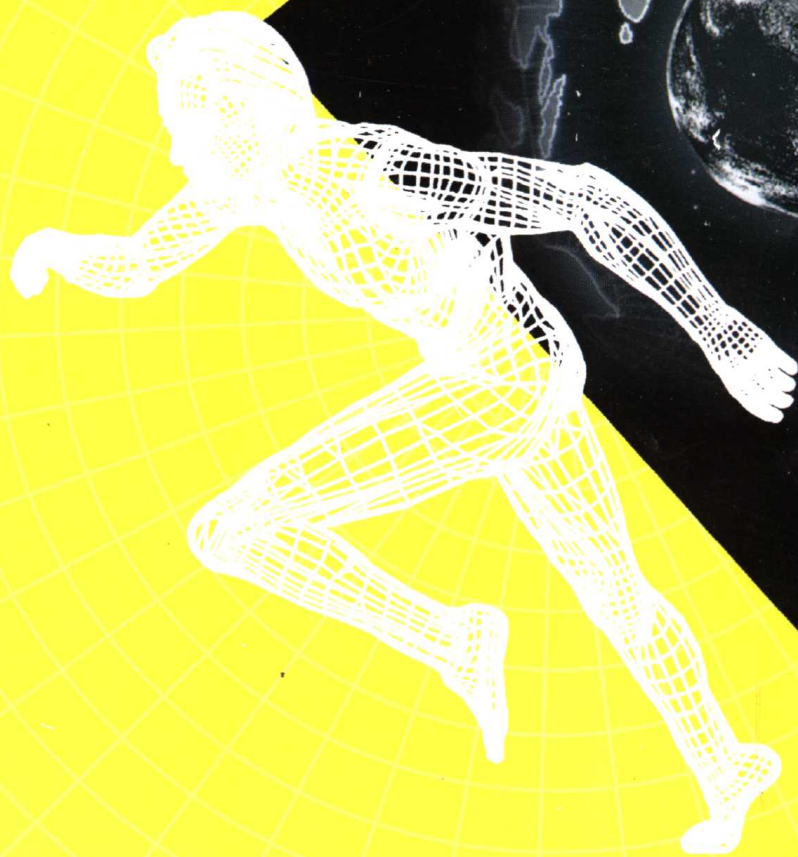




Jisuanji Huitu Shiyong Jiaocheng

计算机绘图实用教程

肖 佳 主编
宋兆全 主审



中南大学出版社

计算机绘图实用教程

肖 佳 主编

宋兆全 主审

中南大学出版社

计算机绘图实用教程

肖 佳 主 编

☐责任编辑 陈雪萍

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 长沙环境保护学校印刷厂

☐开 本 787×1092 1/16 ☐印张 21.5 ☐字数 488 千字

☐版 次 2004 年 3 月第 1 版 ☐2004 年 3 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81061-856-3/TP·030

☐定 价 32.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

随着计算机技术的迅猛发展,作为计算机辅助设计、计算机辅助工程和计算机辅助教学等的重要组成部分的计算机绘图是近年来发展起来的一项新技术。计算机绘图的研究与应用日新月异,不断深入与拓展并已渗透到各行各业,显示出其强大的生命力,具有广阔的应用前景。在一些大中型企业中,计算机绘图已经部分地或全部代替手工绘图。因此,学习计算机绘图基本知识、掌握计算机绘图技术已成为广大技术人员特别是工程技术人员必备的技能。同时,计算机绘图也成为工科院校本、专科学生必不可少的学习内容。为了适应这种需要,我们编写了这本书。本书内容较全面、系统,整个体系由浅入深、浑然一体,具有系统性、通俗性和实用性。为使本书有更好的适应性,便于读者选用,特采用了 BASIC、C 和 AutoLISP 三种语言编程。本书共分两部分。第一部分:计算机绘图基础,主要是培养学生设计绘图程序的能力,掌握图形的数学处理方法,为以后开发绘图软件打下基础。第二部分:微机绘图软件 AutoCAD,把当前最流行的 CAD 软件介绍给大家,使学生能够用 AutoCAD 进行设计和绘制图形,为结合本专业进行 CAD 的二次开发打下基础。在附录 A 中,给出了 AutoCAD 综合练习,便于读者进一步熟练掌握各个命令。

本书由中南大学肖佳担任主编,袁媛任副主编,宋兆全主审。第 1、5、7、17 章及附录由肖佳编写,第 2、4、9、10、18 章及第 15 章第 3 节由袁媛编写,第 8、11、12、14 章由龙丽编写,第 3、13 章由段乐珍编写,第 6 章及第 15 章第 1、2 节由胡文编写,第 16、19 章由刘伟编写,全书由肖佳统稿。本书可用作大专院校本、专科学生计算机绘图课程的教材,以及工程技术人员从事 CAD 工作的参考资料。

书中的不足,敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 1 月

目 录

第一部分 计算机绘图基础

第1章 绪论	(3)
§ 1.1 概述	(3)
§ 1.2 计算机绘图设备	(4)
§ 1.3 计算机绘图软件	(5)
第2章 屏幕绘图	(7)
§ 2.1 概述	(7)
§ 2.2 常用屏幕绘图语句	(8)
§ 2.3 常用图形函数	(12)
§ 2.4 应用举例	(18)
习题	(25)
第3章 数据结构	(27)
§ 3.1 线性列表结构	(27)
§ 3.2 链表结构	(29)
§ 3.3 树形结构	(32)
§ 3.4 排序及查找	(35)
习题	(36)
第4章 几何变换	(37)
§ 4.1 二维基本变换矩阵	(37)
§ 4.2 三维基本变换矩阵	(42)
§ 4.3 变换的积和变换矩阵的级联	(46)
§ 4.4 几何变换应用举例	(47)
习题	(66)
第5章 平面立体图隐藏线的消去	(68)
§ 5.1 基本的求交运算	(69)
§ 5.2 凸多面体的隐藏线处理	(70)
§ 5.3 平面立体隐藏线的处理	(72)
习题	(78)
第6章 图形裁剪	(79)
§ 6.1 线段裁剪	(79)
§ 6.2 多边形裁剪	(82)

习题	(84)
第7章 曲线与曲面	(85)
§ 7.1 曲线	(85)
§ 7.2 曲面	(93)
习题	(98)

第二部分 微机绘图软件 AutoCAD 2002

第8章 AutoCAD 2002 的基本操作	(101)
§ 8.1 系统要求	(101)
§ 8.2 安装及启动	(101)
§ 8.3 AutoCAD 2002 应用程序窗口简介	(102)
§ 8.4 绘图设置	(108)
§ 8.5 点的输入方式	(113)
习题	(114)
第9章 绘图命令	(115)
§ 9.1 绘制点的命令	(115)
§ 9.2 绘制各种线的命令	(117)
§ 9.3 绘制圆、圆弧和椭圆的命令	(126)
§ 9.4 绘制多边形的命令	(130)
§ 9.5 绘制填充区域的命令	(132)
§ 9.6 创建面域命令	(133)
§ 9.7 文本标注命令	(134)
习题	(139)
第10章 编辑命令	(141)
§ 10.1 实体选择	(141)
§ 10.2 基本编辑命令	(144)
§ 10.3 构造编辑命令	(147)
§ 10.4 长度编辑命令	(154)
§ 10.5 特殊实体编辑命令	(160)
§ 10.6 修改实体属性命令	(166)
习题	(168)
第11章 询问和实用命令	(170)
§ 11.1 询问命令	(170)
§ 11.2 实用命令	(174)
第12章 显示控制命令	(176)
§ 12.1 缩放 ZOOM 命令	(176)
§ 12.2 平移 PAN 命令	(180)

§ 12.3 刷新 REGEN 命令	(181)
第 13 章 图层及其属性	(182)
§ 13.1 图层	(182)
§ 13.2 颜色、线型和线宽	(187)
习题	(189)
第 14 章 块及其属性	(190)
§ 14.1 概述	(190)
§ 14.2 定义块和保存块	(191)
§ 14.3 插入块	(193)
§ 14.4 块与图层的关系	(196)
§ 14.5 给块附加属性	(196)
习题	(200)
第 15 章 尺寸标注和剖面线	(201)
§ 15.1 设置尺寸标注样式	(201)
§ 15.2 尺寸标注命令	(210)
§ 15.3 剖面线	(221)
习题	(227)
第 16 章 实体造型	(229)
§ 16.1 概述	(229)
§ 16.2 三维显示的基本功能	(231)
§ 16.3 用户坐标系 UCS	(235)
§ 16.4 曲面造型	(237)
§ 16.5 实体造型	(242)
§ 16.6 实体渲染	(246)
习题	(255)
第 17 章 二次开发的工具—AutoLISP 语言简介	(256)
§ 17.1 概述	(256)
§ 17.2 基本函数	(258)
§ 17.3 屏幕输入输出函数	(262)
§ 17.4 字符串处理函数	(264)
§ 17.5 判断函数	(265)
§ 17.6 自定义函数	(266)
§ 17.7 结构控制函数	(268)
§ 17.8 AutoLISP 的绘图功能	(269)
§ 17.9 AutoLISP 程序的装入和运行	(270)
§ 17.10 编程举例	(271)
习题	(274)
第 18 章 与其他软件的接口技术	(276)

§ 18.1 与 WINDOWS 应用软件接口	(276)
§ 18.2 光栅图像的嵌入	(281)
§ 18.3 与所有应用软件接口	(286)
习题	(290)
第 19 章 绘图示例	(291)
§ 19.1 绘制铁路路徽	(291)
§ 19.2 绘制组合体轴测图	(296)
§ 19.3 绘制组合体三面投影图	(302)
§ 19.4 绘制三维雨亭	(306)
附录 A AutoCAD 综合练习	(313)
附录 B AutoCAD 尺寸变量一览表	(320)
附录 C AutoCAD 常见系统变量一览表	(322)
参考文献	(333)

第一部分

计算机绘图基础

第1章 绪 论

§ 1.1 概述

1.1.1 计算机绘图的发展

“图”是科学技术领域里的一种共同语言，在人类的生产活动及日常生活中，经常要绘制各种图样。由于手工绘图速度慢，劳动强度大，图样精度不易得到保证，无法胜任现代图样的绘制，因而利用计算机的高速运算及数据处理能力，实现图样的快速而准确的绘制，就成为现代科学技术发展的必然趋势，计算机绘图便应运而生。

计算机绘图(Computer Graphics 简称 CG)是计算机辅助设计(Computer Aided Design 简称 CAD)、计算机辅助工程(Computer Aided Engineering 简称 CAE)和计算机辅助教学(Computer Aided Instruction 简称 CAI)等的重要组成部分。计算机绘图是应用计算机及图形输入输出设备，实现图形显示、辅助绘图及设计的一门新兴学科。计算机绘图的基本原理，就是将空间物体的几何特性用一定的数学模型来描述，然后通过计算机绘图系统将其显示在屏幕上或绘制在图纸上。计算机绘图已经进入普及化与实用阶段，并沿着以下几个方向发展：

- (1)由静态绘图向动态绘图方向发展。
- (2)由二维图形软件向三维实体造型软件方向发展。
- (3)向 CAD/CAG/CAM 三者一体化方向发展。
- (4)向分布式高档微机工作站方向发展。

1.1.2 计算机绘图的应用

图形具有直观、形象化和便于技术交流等优点。图的应用是非常广泛的，凡是用到图形、图表的部门都可以使用计算机绘图。因此，计算机绘图的应用几乎遍及工业、农业、国防和科研的各个方面，特别是在航天、航空、造船、机械制造、电子、轻纺、建筑、测绘等部门，成果更加明显，它使得一些过去难以绘制、无法及时绘制或无法精确绘制的图形得到了圆满的解决。

例如，在科学研究中，计算机绘图常用于模拟复杂过程和处理数据，计算机绘图加速了由数字信息转换成二维、三维图形的过程。

计算机绘图还可以描述复杂分子模型和物理过程，利用计算机动画显示，可清楚地演示三维分子结构。

在医学领域中，计算机绘图可用于放大人体器官和细胞组织。

在建筑工程中，往往需要绘制从不同角度观察得到的透视图以用于建筑设计方案的

比较,但绘图工作量十分繁重。近几年来国内外均研制成不少建筑 CAD 软件包,从建筑物设计计算到自动绘制出建筑物设计图、施工图、透视图等全部由计算机完成,并可在计算机上作动态立体显示,图形有直观感,为方案的选择修改提供了方便,从而提高了设计质量且加快了设计周期。

此外,在经济统计部门可以绘制计划图及各种统计图表;还可进行工艺美术设计;在地质、气象等部门还可以绘制地质断面图、地图、气象图等。

由此可见,计算机绘图的应用是非常广泛的。

§ 1.2 计算机绘图设备

计算机绘图系统包括硬件和软件两大部分,硬件一般指计算机及其他必要的外部设备,在系统中,除计算机外,各种图形输入/输出设备是必不可少的。图形输入设备将用户的图形数据、各种指令转换成电信号传送给计算机,而图形输出设备则是将计算机处理好的各种图形信息转换成可见的图形以屏幕显示或打印、绘制等拷贝形式呈现给用户。下面介绍几种常用的输入输出设备。

1.2.1 输入设备

常用的图形输入设备按其逻辑功能可以分为定位(Locator)、笔画(Stroke)、送值(Valuator)、选择(Choice)、拾取(Pick)、字符串(String)等六种,而实际的输入设备常常是几种功能的组合。

1. 键盘(Keyboard)

键盘是操作者向计算机输入指令、字符及数字的工具之一。通常,在一些软件中定义若干功能键,以完成操作中的某一特定功能。

2. 鼠标器(Mouse)

鼠标器是一种屏幕定标设备,它有机械式和光电式两种。机械式鼠标器用其底面附带的小球在桌面上滚动来进行光标跟踪;光电式鼠标器则使用光点在特制的反光板上移动来进行光标跟踪。

鼠标器的按钮一般分为三个,最左边的是 PICK(拾取)按钮,用来在屏幕或数字化仪上拾取指定点的坐标或菜单项,其余按钮功能可由用户定义。

3. 数字化仪

数字化仪是一种电子图数转换设备,数字化仪上都配有数字化按钮,既可以作为屏幕的定标设备(用法与鼠标器相同),也可以作已画好图形的输入设备。它用游标或角笔作定位器,定标器在数字化仪上移动,屏幕上的光标也随之移动。在定标器上有一个“拾取”(Pick)按钮,按下它即指示一个点,或是选择所指定的菜单项。

4. 扫描仪(Scanner)

扫描仪是一种光机电一体化的高科技产品,可以将图形一次输入到计算机里。它一般包括扫描头、主板、机械结构和附件四个部分。扫描仪的重要性能指标有分辨率、扫描速度、色彩位数等。分辨率表示了扫描仪的扫描精度,通常用每英寸上对图像的采样

点数来表示。色彩位数表示了扫描仪对色彩的分辨能力，其色彩位数通常为 18 位、24 位、30 位和 36 位，位数越大，分辨力越强，相应的扫描图象品质也越高。

按扫描仪的使用形式可分为手持式、平板式和大幅面扫描仪，按扫描效果又可分为黑白、灰度和彩色几种形式，其中彩色的效果好但价格较高。

1.2.2 输出设备

1. 图形显示器

图形显示器是用来显示计算机所生成的图形并与其他设备一起构成交互功能图形系统的主要设备。目前常用的有随机扫描式显示器和光栅扫描式显示器。前一种具有高度的动态特性、较高的分辨率、明显的对比度、线条质量好且图形易于修改等特征。后一种是基于电视机的工作原理，不仅可以显示轮廓线、特征线等组成的线图形，而且可以显示被多种灰度和色调所填充的面图形，能输出真实感较强的立体图形。

2. 绘图机(Plotter)

(1) 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机绘图时图纸作纵向运动，绘图笔作横向运动，从而合成图形轨迹。这种绘图仪结构简单紧凑，体积小，价格便宜，但速度、精度不可能太高。

(2) 平台式绘图机

平台式绘图机绘图时，图纸是固定在台面上，绘图笔作横向和纵向运动。由于图纸平铺在绘图平板上，便于观察绘图过程。

(3) 打印机(Printer)

打印机可以用来打印输出文件文本，也可以用来打印输出图形。常见的打印机有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机。从打印输出的颜色上可分为单色、彩色两种。

§ 1.3 计算机绘图软件

有了电子计算机、自动绘图机等基本硬件以后，还只是具备了实现自动绘图的部分必要条件。要高速、灵活、方便地绘出图形，还必须具备完善的绘图软件系统。

绘图软件由基本软件、功能软件和应用软件三级组成。

1.3.1 基本软件

基本软件包括了绘图的基本控制及功能，例如：设定画图的坐标系、图形的比例、线型，选定笔号，画直线，画圆弧，写字符等。这种软件一般是绘图机厂家向用户提供的。

1.3.2 功能软件

功能软件是在基本软件的基础上扩展出来的，用它实现常用的作图功能，例如：画椭圆、画矩形、书写标记符号、标注尺寸等。功能软件可能是由绘图机厂家提供的，也可能是由用户使用基本软件建立的。

基本软件和功能软件之间一般来说并不存在严格的区分界线，可以把它们总的看做是通用性很强的基础性绘图软件。使用绘图机，必须熟练掌握这种软件。

1.3.3 应用软件

应用软件是在上述软件的基础上针对某种专门用途编制的，它是专业性很强的软件，适用面相对较窄，不同的行业通常不能共享。

第2章 屏幕绘图

§ 2.1 概 述

通过程序或交互操作,在显示器屏幕上显示图形称为屏幕绘图,又称为屏幕图形显示。屏幕绘图不仅是最基本的绘图手段,也是一种重要的软输出方式。

计算机显示器是采用光栅扫描原理工作的。显示屏幕上从上至下有若干条水平扫描线,每条扫描线上又有若干个扫描点,这些点是构成图形和字符的基本元素,称为象素。象素不仅有明暗,还具有色彩变化。由于屏幕图形是由象素密集而成的,所以只有显示器能提供较多象素时,才能获得精细描绘的图形。

反映屏幕显示精度的指标称为分辨率。分辨率是指在给定屏幕面积内可以显示和区别得开的点数,即象素的多少。显示器的分辨率与硬件型号和软件环境有关,从硬件上说,常见的显示器及其最大分辨率如下:

CGA 彩色图形显示器: 640×200

EGA 增强型彩色图形显示器: 640×350

VGA 彩色图形显示器: 640×480

显示器有两种工作环境,或叫工作模式,即文本显示模式和图形显示模式。计算机开机后自动进入的是文本显示模式,这种环境下屏幕只能显示字符。整屏可显示字符 25 行,每行 40 或 80 列,输出的字符有黑白显示和彩色显示,同时可闪烁字符。在图形显示模式下则既可显示图形,也可显示字符。按照分辨率的不同,图形显示模式又可分为中分辨率图形模式和高分辨率图形模式。

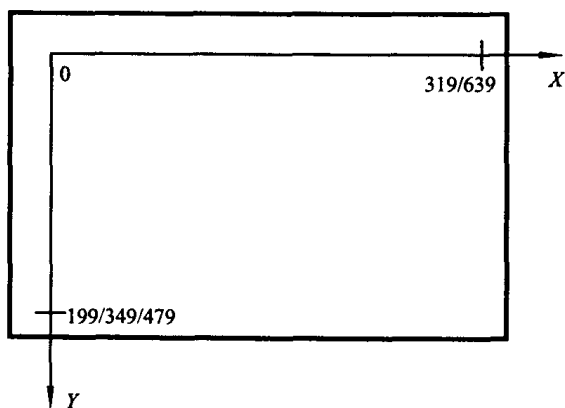


图 2-1 屏幕坐标系

在图形显示模式下,象素是屏幕上可以直接由程序控制其亮度和颜色的最小单位,那么对图形对象的描述及图形的输入输出就必须在一定的坐标系中进行。屏幕坐标系(也称设备坐标系)的坐标原点在屏幕的左上角, X 轴向右为正, Y 轴向下为正,坐标单位为象素;原点坐标为(0, 0),最大坐标刻度视硬件条件及不同的图形模式而定(如图2-1),与用户习惯的笛卡尔坐标系不同。

§ 2.2 常用屏幕绘图语句

简要介绍 BASIC 语言中常用的屏幕控制及绘图语句。

2.2.1 屏幕控制语句

1. 屏幕语句 SCREEN

作用: 设定屏幕工作模式。

格式: SCREEN <模式>

说明: 参数<模式>指定屏幕的显示模式,取值如下:

0——设定屏幕为文本模式;

1——设定屏幕为 CGA 中分辨率图形模式,分辨率为 320×200 , 4 种色彩;

2——设定屏幕为 CGA 高分辨率图形模式,分辨率为 640×200 , 只有黑白两色;

9——设定屏幕为 EGA 增强型高分辨率图形模式,分辨率为 640×350 , 16 种色彩;

12——设定屏幕为 VGA 高分辨率图形模式,分辨率为 640×480 , 16 种色彩。

2. 色彩语句 COLOR

作用: 选择屏幕图形或文本的色彩。

(1) 文本模式

格式: COLOR [<前景色>][, [<背景色>][, <边框色>]]

说明: 方括号表示可缺省的项目。参数<前景色>指定字符的颜色,可选择 16 种颜色,取值 0~31,其中 16~31 为 0~15 相应颜色的闪烁字符;<背景色>指定字符的底色,取值 0~7;<边框色>指定屏幕边框的颜色,取值 0~15, EGA/VGA 不支持该参数。

各种色彩的代码如下:

0 黑色	8 灰色
1 蓝色	9 浅蓝
2 绿色	10 浅绿
3 青色	11 浅青
4 红色	12 浅红
5 绛红	13 浅绛红
6 棕色	14 黄色
7 白色	15 强白

(2) 图形模式

此时 COLOR 语句格式与 SCREEN 中使用的 <模式> 有关:

SCREEN 1 格式: COLOR [<背景色>][, <调色板号>]

说明: 参数 <背景色> 指定屏幕的底色, 取值 0~15; <调色板号> 指定绘制图形的颜色组, 画图时有两组颜色供选用, 这两个颜色组称为调色板, 编号为 0 和 1。每个调色板包含三种颜色, 可选择不同的颜色绘制图形。

调色板的色彩代码如下:

色彩码	0 号调色板	1 号调色板
0	与背景同色	与背景同色
1	绿	青
2	红	绛红
3	黄	白

SCREEN 9 格式: COLOR [<前景色>][, <背景色>]

说明: 参数 <前景色> 指定图形和字符的颜色, 取值 0~15; <背景色> 指定屏幕的底色, 取值 0~63。

SCREEN 12 格式: COLOR [<前景色>]

说明: 参数 <前景色> 指定图形和字符的颜色, 取值 0~15。

3. 窗口语句 WINDOW

作用: 设置窗口, 定义用户图形坐标系。

格式: WINDOW [[SCREEN] (x1, y1)—(x2, y2)]

说明: 将屏幕设定为一个虚构大小的矩形区域, 相当于用户从逻辑上重新定义了一个坐标系。关键字 SCREEN 用以表示这个用户坐标系 Y 轴的取法: 写出 SCREEN 表示 Y 轴方向与屏幕坐标系一致, 即向下为正; 不写出 SCREEN 表示 Y 轴向上为正; 参数 (x1, y1)、(x2, y2) 规定矩形窗口对顶点的坐标, 即屏幕的最小最大逻辑坐标。

例: WINDOW SCREEN (0, 0)—(500, 400) 表示坐标原点仍在屏幕左上角, Y 轴向下为正, 屏幕右下角坐标为 (500, 400)。

4. 视区语句 VIEW

作用: 设置工作窗口, 定义视见区域。

格式: VIEW [[SCREEN] [(x1, y1)—(x2, y2) [, [<背景色>][, [<边框色>]]]]]

说明: 在屏幕上设定为一个矩形区域作为工作窗口, 将窗口内的图形显示出来。关键字 SCREEN 表示以后坐标的参考点: 不写出 SCREEN 表示以后坐标均相对于窗口的左上角; 写出 SCREEN 表示坐标原点仍在屏幕的左上角; 参数 (x1, y1)、(x2, y2) 规定视区窗口对顶点屏幕坐标系的坐标; <背景色> 指定视区的颜色; <边框色> 指定视区边框的颜色。

5. 清屏语句 CLS

作用: 清除屏幕上所有显示。