

计算机实用教程系列

计算机 图形学教程

郭启全 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



计算机实用教程系列

计算机图形学教程

郭启全 编著



机械工业出版社

本书分上、下两篇。上篇为计算机图形学基础理论与算法,包括 C 语言的图形功能,计算机图形的硬件系统,图形变换的矩阵方法,图形的裁剪与填充,曲线曲面,动画技术,三维形体的消隐,图形软件设计技术。下篇为计算机辅助设计与绘图软件 AutoCAD 2002 的应用基础,包括二维图形的绘制与编辑,图形显示控制与辅助绘图,图层、块和属性,尺寸标注,三维实体造型,图形图像的输入输出,二次开发方法与实例。

本书有以下特点:1. 采用任务驱动方式撰写,从任务出发,通过完成任务,掌握知识和技术,培养读者解决问题的能力。2. 将任务驱动思想贯穿在全书内容中,使阐述内容及读者学习均有很强的目的性。3. 实用性强,书中具有较多的实用程序、应用技巧和实例,每章安排多个上机实验,通过实际操作及时掌握所学内容。

本书适用于从事计算机辅助设计与绘图的工程技术人员和高校师生,可作为高等学校计算机、机械、建筑等专业的“计算机图形学”课程的教材,也可作为普及计算机绘图技术的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学教程 / 郭启全编著. — 北京:机械工业出版社, 2003.4
(计算机实用教程系列)

ISBN 7-111-11963-0

I. 计... II. 郭... III. 计算机图形学—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 024378 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:周 娟

封面设计:饶 薇 责任印制:路 琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 开·16.5 印张·409 千字

0001—4000 册

定价:23.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

计算机图形学是研究用计算机处理图形图像的原理、方法和技术的学科。计算机图形学作为计算机应用的一个分支已经渗入到生产、生活的各个方面。计算机技术的飞速发展与普及应用,对图形的要求越来越高,从而又推动了计算机图形学的发展。计算机图形学在计算机应用领域里有着重要的地位和作用,它是计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)的基础。计算机图形学的发展促进了 CAD 软件的迅速发展,使得工程技术人员从手工设计绘图的繁琐、低效和重复劳动中解脱出来。

20 世纪 90 年代, C 语言成为主要的计算机语言,在这种情况下,基于 C 语言编写的《计算机图形学》教材层出不穷,版本繁多。有基于 Turbo C 的,也有基于 Visual C++。本书作为高等院校本科教材,选择以 Turbo C 为环境,并且将 AutoCAD 2002 的内容引入其中,原因在于:高等院校的计算机语言课程以 Turbo C 为主, Visual C++ 只有少量的院校开设;适当增加一些 AutoCAD 应用与开发内容,可以将计算机图形学的理论与实际应用结合起来,增强该课程的实用性;随着软件技术的发展,计算机辅助设计与绘图软件的二次开发技术越来越重要。

笔者曾编写过《计算机图形学》、《计算机辅助设计与制造》两本教材,这本教材在原有教材的基础上,结合本人 10 余年讲授“计算机图形学”课程的教学经验和用 C 语言开发 CAD 软件的经验编写而成,精选了《计算机图形学》最重要的内容,去除了一些陈旧的内容,力求使本书成为“计算机图形学”课程实用的教材。

本书分上、下两篇。上篇为计算机图形学基础理论与算法,包括计算机图形基础知识,计算机图形学的理论基础,计算机图形学的算法基础,工程上常用的曲线曲面,动画技术和图形软件设计技术。下篇为 AutoCAD 2002 应用基础,包括 AutoCAD 2002 基本操作,图形的有关属性及尺寸标注,三维实体造型与二次开发, AutoCAD 2002 二次开发方法与实例。

本书有以下特点:

(1) 采用任务驱动方式撰写,从任务出发,通过完成任务,掌握知识和技术,培养读者解决问题的能力。

(2) 实用性强,考虑到使用本书的读者大多数是初学者,为使读者对内容有很好的掌握,书中配有大量的程序,这样避免了理论与实践脱节。每章安排多个上机实验,留给读者完成,通过实际操作及时掌握所学内容。

(3) 突出新内容新技术。如在图形软件设计、AutoCAD 二次开发等方面使用了新的方法和技术,以满足于计算机绘图发展的需要。

本书适用于从事计算机辅助设计与绘图的工程技术人员和高校师生,可作为计算机、机械、建筑等专业的“计算机图形学”课程的教材,也可作为普及计算机绘图技术的培训教材。

编著者

目 录

前言

上篇 计算机图形学基础理论与算法

第1章 计算机图形基础知识	1	任务2 二维图形的裁剪	50
1.1 计算机图形学的发展与应用	1	任务3 区域填充	53
任务1 了解计算机图形学的发展 与应用	1	3.2 几何建模	56
任务2 了解计算机绘图系统	2	任务1 了解几何建模的有关术语 和种类	56
1.2 计算机图形的硬件系统	3	任务2 线框建模	58
任务1 配置主机	3	任务3 表面建模	59
任务2 配置输入设备	3	任务4 实体建模	60
任务3 配置输出设备	6	任务5 了解典型的几何造型系统	64
1.3 C语言的图形功能	8	3.3 消隐	65
任务1 了解C语言的图形函数	8	任务1 利用外法线法对凸多面体 消隐	65
任务2 利用C语言图形函数绘图	16	任务2 曲面消隐	68
任务3 上机实验	19	任务3 平面立体的消隐	70
习题	19	任务4 上机实验	71
第2章 计算机图形学的理论基础	20	习题	72
2.1 二维图形的矩阵变换及其程序设计	20	第4章 工程上常用的曲线曲面	73
任务1 对二维图形进行矩阵变换	20	4.1 规则曲线	73
任务2 二维图形变换的程序设计	24	任务1 了解曲线绘制的三种方法	73
任务3 二维图形的内插变换	28	任务2 绘制规则曲线	74
2.2 三维图形的矩阵变换及其程序设计	30	4.2 Bezier曲线和B样条曲线	75
任务1 对三维图形进行矩阵变换	30	任务1 曲线和曲面的参数表示	75
任务2 三维图形变换的程序设计	32	任务2 构造并绘制Bezier曲线	78
2.3 投影变换	38	任务3 构造并绘制B样条曲线	80
任务1 利用矩阵变换生成视图	39	4.3 Bezier曲面和B样条曲面	85
任务2 利用矩阵变换生成轴测图	42	任务1 构造并绘制Bezier曲面	85
任务3 上机实验	45	任务2 构造并绘制B样条曲面	88
习题	46	任务3 上机实验	92
第3章 计算机图形学的算法基础	47	习题	92
3.1 图形的视见变换、裁剪与填充	47	第5章 动画技术和图形软件设计技术	93
任务1 视见变换	47	5.1 动画技术	93

任务 1 利用异或动画实现五星闪烁 和时钟运动	93	任务 2 屏幕菜单的生成与拾取	99
任务 2 利用 BITBLT 动画实现两个 小球左右移动并碰撞	96	任务 3 光标和橡皮筋功能的实现	103
任务 3 页式动画	97	任务 4 创建一个小型交互绘图 软件	105
5.2 绘图软件设计技术	99	任务 5 在软件中使用鼠标	115
任务 1 了解绘图软件设计原则	99	任务 6 上机实验	120
		习题	120

下篇 AutoCAD 2002 应用基础

第 6 章 AutoCAD 2002 基本操作	121	任务 4 利用 UCS 辅助绘图	169
6.1 设置绘图环境及管理图形文件	121	任务 5 上机实验	171
任务 1 调整 AutoCAD 2002 操作 界面	121	习题	173
任务 2 使用“向导”设置绘图环境	122	第 7 章 图形的有关属性及尺寸标注	174
任务 3 管理图形文件	124	7.1 图层、线型、线宽和颜色	174
任务 4 利用 AutoCAD 2002 功能键 简化操作	127	任务 1 创建图层并设置图层的 有关属性	174
6.2 绘制二维图形	128	任务 2 控制图层特性的状态	178
任务 1 绘制直线类对象	128	任务 3 为对象设置线型及调整 线型比例	180
任务 2 绘制圆弧类对象和多边形	135	任务 4 为对象设置线宽和颜色	182
任务 3 绘制样条曲线	140	7.2 块和属性的应用	183
任务 4 注写文本	141	任务 1 将螺栓定义为块	183
任务 5 图案填充	144	任务 2 调用块绘制螺栓连接	185
6.3 编辑二维图形	148	任务 3 利用块的有关特性 绘图	187
任务 1 删除对象及构造选择集	148	任务 4 将表面粗糙度符号定义成 带有属性的块并绘图	189
任务 2 调整对象位置	150	任务 5 引用外部参照	191
任务 3 调整对象的尺寸	152	任务 6 上机实验	192
任务 4 利用一个对象生成多个对象	155	7.3 在图形中标注尺寸	193
任务 5 编辑多段线、多线、样条曲线 和文本	158	任务 1 利用“标注样式管理器” 设置标注样式	193
6.4 图形显示控制与辅助绘图	161	任务 2 标注长度型尺寸	202
任务 1 控制图形显示	161	任务 3 标注角度、直径和半径	204
任务 2 设置捕捉和栅格	163	任务 4 标注形位公差	204
6.5 AutoCAD 设计中心、符号库和 UCS	164	任务 5 为轴承架设置标注形式并 标注尺寸	206
任务 1 利用“AutoCAD 设计中心” 辅助绘图	164	任务 6 上机实验	207
任务 2 利用符号库辅助绘图	165	习题	208
任务 3 利用多图档设计环境 辅助绘图	168		

第 8 章 三维实体造型与二次开发	209	任务 2 布局管理	233
8.1 创建与管理视口	209	任务 3 页面设置与打印输出	235
任务 1 创建平铺视口和浮动视口	209	习题	237
任务 2 管理视口和视图	212	第 9 章 AutoCAD 2002 二次开发方法	
任务 3 设置视图和三维视点	215	与实例	238
8.2 实体造型及其编辑	217	9.1 应用 Visual LISP 和 VBA	
任务 1 利用 UCS 进行三维实体造型	217	开发 AutoCAD 2002	238
任务 2 创建基本实体、拉伸实体和		任务 1 了解 AutoCAD 2002 支持	
旋转实体	221	的二次开发工具	238
任务 3 利用布尔运算进行三维造型	223	任务 2 应用 Visual LISP 开发	
任务 4 编辑三维造型	225	AutoCAD 2002	239
任务 5 上机实验	228	任务 3 应用 VBA 开发 AutoCAD 2002	245
8.3 消隐、渲染及动态显示	228	9.2 参数化绘图	248
任务 1 对模型进行消隐、着色和		任务 1 创建参数化图库	248
渲染	228	任务 2 齿轮参数化设计	255
任务 2 三维模型的动态显示	230	任务 3 上机实验	256
8.4 布局管理与输出图形	231	习题	257
任务 1 利用布局打印二维图形	231	参考文献	258

上篇 计算机图形学基础理论与算法

本篇为计算机图形学的相关理论和技术,包括 C 语言的图形功能,计算机图形的硬件系统,图形变换的矩阵方法,图形的裁剪与填充,曲线曲面,动画技术,三维形体的消隐,图形软件设计技术。

第 1 章 计算机图形基础知识

本章内容主要包括计算机图形学的发展与应用,计算机图形的硬件系统,C 语言的图形功能,以及利用 Turbo C 的图形函数绘图。

1.1 计算机图形学的发展与应用

任务 1 了解计算机图形学的发展与应用

1. 计算机图形学的发展

20 世纪 60 年代初,由于计算机应用于绘图及图形显示,逐渐形成了一门新兴学科和技术——计算机图形学(Computer Graphics,简称 CG)。

1950 年美国麻省理工学院的“旋风”一号计算机在显示器上能画出简单的图形,标志着计算机绘图的开始。1958 年美国研制出滚筒式绘图仪和平台式绘图仪,使计算机绘图有了突破性的进展。

1962 年计算机绘图发展到交互式绘图,这种绘图方式是利用编制的绘图程序,先在屏幕上绘图,出现错误可以及时修改,图形完成后再利用绘图设备输出。

20 世纪 70 年代是计算机绘图重要的发展阶段。在此期间解决了消隐、体素造型、纹理显示等重要算法。20 世纪 80 年代以后,随着计算机软、硬件的迅速发展,真正反映计算机绘图特点的根本问题逐渐得到了解决,主要表现在以下几方面:① 由二维图形到三维图形;② 由静态图形到动画;③ 由线框图到真实感图形;④ 与其他高科技(如多媒体)结合。

随着计算机绘图的发展,用户使用计算机进行绘图,实际上是利用计算机绘图软件,在计算机上设计与绘图,边设计边修改,直到设计出满意的结果,再利用绘图设备输出图形。在众多的计算机绘图软件中,AutoCAD 是最具代表性的一个。

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司从 1982 年 12 月开始推出的计算机辅助设计与绘图软件,从第一版 AutoCAD R1.0 起,经历了近 10 次的升级,现已达到 AutoCAD 2002。AutoCAD 版本的每一次升级,都代表着技术上的重大突破和功能上的加强。

据有关资料统计,到目前为止,Autodesk 公司目前所有软件在全世界的正版用户达 300

万。在软件培训上, Autodesk 在全世界授权了千余家培训中心, 每年培训 100 万 Autodesk 软件产品的学员。Autodesk 极其重视其产品的教育, 每年超过 100 万的学生在全世界的工科院校或专门学校接受 Autodesk 产品的培训。尤其在我国, 绝大多数工科院校都开设了 AutoCAD。世界上有上百种 AutoCAD 和其他 Autodesk 产品的书籍在流行, 有 10 余种关于 AutoCAD 和其他 Autodesk 产品的专业杂志在发行。AutoCAD、3DS MAX 等软件运用的专业术语被公共媒介、杂志、书籍和 AutoCAD 用户所引用。从这个意义上讲, AutoCAD 真正代表了一种新的设计文化。

2. 计算机图形学的应用

传统的制图是利用绘图工具和仪器进行手工绘图, 劳动强度大, 效率低, 同样的图形放在不同的位置也无法进行复制, 图纸不便管理。随着信息时代的来临, 可以使用计算机进行设计绘图。

计算机绘图是研究用计算机设计绘制图形图像的原理、方法和技术的学科。利用计算机绘图可以完全取代手工绘图, 使工程设计人员真正从手工设计绘图的繁琐、低效和重复工作中解脱出来。

AutoCAD 软件是计算机应用中最广泛的设计与绘图软件。它提供了丰富的作图功能, 操作方便, 绘图准确。它具有强大的图形编辑功能, 可对现有的图形进行编辑, 如放缩、移动、复制、镜像、旋转等, 这是手工绘图无法实现的。它可以交互性绘图, 利用人一机对话直观方便地绘出图样。它还有许多辅助绘图功能, 使绘图工作变得简单。AutoCAD 的应用领域非常宽广, 例如:

- 1) 机械设计类 设计机械产品, 开发某些产品的 CAD 软件。
- 2) 土木建筑类 设计房屋, 绘制平面设计图、建筑施工图、室内装潢设计图, 开发建筑方面的 CAD 软件。
- 3) 电子类 设计集成电路、印制电路板等。
- 4) 艺术类 制作动画片、艺术造型等。
- 5) 商业类 服装设计、商标设计、贺卡制作等。
- 6) 其他类 诸如军事、运输、城市规划等有关的设计工作。

任务 2 了解计算机绘图系统

计算机绘图系统(如图 1-1 所示)有硬件和软件两部分。硬件包括主机、输入设备和输出设备。软件包括绘图软件、数据库、应用程序和高级语言。输入设备通常有键盘、鼠标、数字化仪、光笔、扫描仪、触摸屏等; 输出设备通常有显示器、绘图机、打印机等。绘图软件是计算机绘图系统的核心, 应具备以下功能:

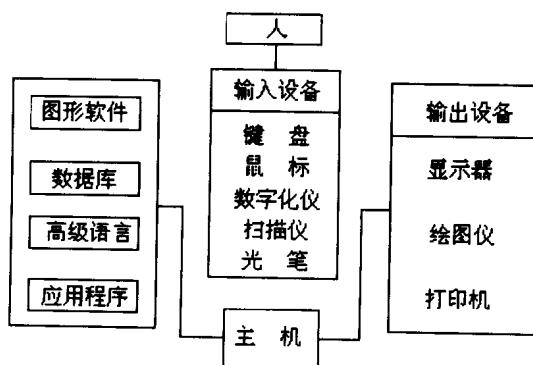


图 1-1 计算机绘图系统

- (1) 绘图功能 绘制多种基本图形。
- (2) 编辑功能 对已绘制的图形进行编辑。

- (3) 计算功能 进行各种几何计算。
- (4) 存储功能 将设计结果以图形文件的形式存储。
- (5) 输出功能 输出计算结果和图形。

用户通过输入设备利用绘图软件在屏幕上交互绘制图形, 并进行编辑, 直到符合设计要求。对设计结果以图形文件的形式进行存储, 利用绘图仪或打印机输出图形。

1.2 计算机图形的硬件系统

任务1 配置主机

(1) 工作站(Workstation)

工作站是新型高性能的计算机系统, 在工程上应用比较广泛。国内外应用较多的工作站型号有美国的 Apollo、SUN、HP、VAX 和 SGI。工作站具有三维图形加速器, 可支持实时动态显示, 分辨率可达 $1280 \times 1024\text{dpi}$ 。

工作站与 PC 可以直接通信或完全兼容。工作站厂商通常只负责生产硬件和系统软件, 应用软件由各家软件公司自己移植。实际上几乎所有的 CAD(Computer Aided Design)软件均有工作站版本。国产工作站以华胜工作站为代表, 它是北京华胜计算机有限公司推出的高性能工作站。

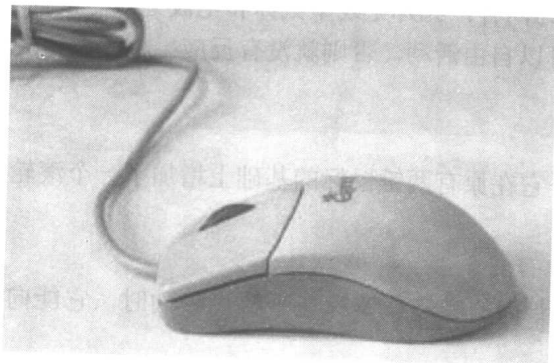
(2) 微机

由于微机(以下简称微机)的迅猛发展, 现在许多工作站上的 CAD 系统均已移植到微机上, 微机系统已成为 CAD 软件的首选硬件。选择 P4 1.5GB 的 CPU 能满足在微机上绘图的需要。

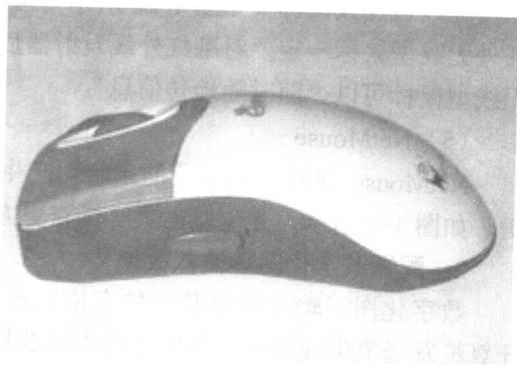
任务2 配置输入设备

1. 配置鼠标

20 世纪 60 年代史坦福研究所研制出世界上第一只鼠标, 它成为继键盘之后又一计算机外部标准输入设备。它定位准确, 操作轻松自如, 是最重要的图形输入设备, 图 1-2 是两种常见鼠标。



a)



b)

图 1-2 鼠标

鼠标按其结构可分为 5 类：机械式、光电式、轨迹球、无线遥控式、NetMouse 等。

(1) 机械式鼠标

机械式鼠标（如图 1-2a 所示）使用率最高，而且价格最便宜，使用环境要求较低，维修方便。将它翻转过来，按塑料盖上所示的箭头方向旋转并取下圆盖，发现其中有一个实心的橡胶球，还有两个互相垂直的呈圆柱状的金属传动轴靠在橡胶球上。在两条传动轴的顶端各有一条边缘有缺口的光栅轮，光栅轮的两侧各有一个发光二级管和光敏三级管，它们共同构成鼠标的光电检测电路。

机械式鼠标靠下部小球滚动来告诉传感器鼠标箭头所应移动的方向和距离。机械式鼠标在使用时，因为小球必须在桌面或鼠标垫上不断滚动，所以用久了里面会积满灰尘，影响传感器的正常工作。缓解这一现象的惟一方法就是定期清洗鼠标内部。当用户觉得鼠标反应慢了或是对方向不敏感了，就应该打开盖子来清理。

(2) 光电式鼠标

光电式鼠标是通过光电原理来检测鼠标运动的，它不包含任何机械运动。光电鼠标外形与机械鼠标类似，但它必须配有专用的感光板。光电鼠标内部有两个能发射和探测光信号的光电探测器，一个用于发出并识别红光，另一个用于发出并识别红外光。感光板上有许多细小的方格，由水平线（红色）和垂直线（灰色）构成，它们分别能反射一种光，吸收另一种光。

当鼠标在感光板上移动到红线上时，红线吸收红外光，反射红光，这样红光探测器就可以产生检测信号。移动到灰线上时情况则相反。交替检测光信号可分别产生相应的脉冲信号序列，传给内部电路处理，由此控制鼠标指针的相对运动。光电式鼠标相对于机械式的优点就是机件构造简单耐用，而且不需要清理内部积聚的灰尘。缺点就是需要专用的鼠标垫（这大大限制了它的可用范围），且价格普遍较贵。

(3) 轨迹球鼠标

轨迹球鼠标原来主要用于笔记本电脑，现在也用在台式机上了。轨迹球鼠标的工作原理和内部结构与机械式鼠标类似，它就像一个倒置的机械式鼠标。其球座固定不动，直接用手拨动轨迹球来向计算机发送指令，控制鼠标的箭头在屏幕上移动。

(4) 无线遥控式鼠标

无线遥控式鼠标（如图 1-2b 所示）可以分为两种：红外无线型鼠标和电波无线型鼠标。红外无线型鼠标一定要对准红外线发射器后才可以自由活动，否则就没有反应；相反，电波无线型鼠标可以“随时随地传信息”。

(5) NetMouse

NetMouse 是随网络时代的来临而产生的。它在原有两键鼠标的基础上增加了一个滚轮键，如图 1-2 所示，使浏览网页等操作更方便。

2. 配置数字化图形输入板

数字化图形输入板也是一种定位设备，当专门的触笔或游标在平板上移动时，它能向计算机发送笔尖或游标十字中心的坐标数据。

数字化图形输入板有机械式、电子式和超声波式等，例如，电子式，在台板的 x 、 y 方向上印有许多平行导线，导线间距为 $200\mu\text{m}$ ，游标中装有一个线圈，按下按钮后，线圈中就有交流信号，在游标的十字中心处产生一个磁场，并在印制线上产生感应电流，通过多路

开关可以检测出最大的信号，这就是十字中心的位置（即坐标）。这种设备使用方便、精度较高，但价格较贵，属于高档配置。

3. 配置光笔

光笔是外形似笔的输入装置，它的前端装有透镜，以收集显示屏上发出的光。光经过光电转换变成电信号，再反馈到图形控制器或计算机。

对于随机扫描显示器，光笔接收到的光一定是在执行某一条显示指令时发出的。假设这条显示指令的缓冲存储器地址为 K，由这个光信号转换后的电信号反馈到图形控制器或主机，主机就知道这个信号是在执行第 K 条显示指令时产生的反馈信号，因而主机就能进行适当的处理。

光栅扫描显示器的情形有所不同。光笔接收到的光是某个像素发出的，也就是说只能指点一个像素，因此，不易确定某一像素属于哪一个图表，对图形实行编辑比较困难。

4. 配置扫描仪

扫描仪作为光学、机械、电子、软件应用等技术紧密结合的高科技产品，是继键盘和鼠标之后的第三代主要计算机输入设备。扫描仪自 20 世纪 80 年代诞生之后，得到了迅猛的发展和广泛的应用，从最直接的图片、照片、胶片到各类图纸图形以及文稿资料都可以用扫描仪输入到计算机中，进而实现对这些图像信息的处理、管理、使用、存储或输出。

扫描仪的扫描过程是通过扫描光源与等待扫描材料之间的相对运动来完成的，按照其相对运动方式的不同，扫描仪可分为平台式扫描仪(Flatbed Scanner)、手持式扫描仪(Hand Held Scanner)和滚筒式扫描仪(Scroll Scanner)三大类。

(1) 手持式扫描仪

手持式扫描仪是 1987 年推出的技术形成的产品，外形很像超市收款员拿在手上使用的条码扫描仪一样。手持式扫描仪光学分辨率常见为 200dpi，有黑白、灰度、彩色多种类型，其中彩色类型一般为 18 位彩色。也有个别高档产品可实现位真彩色，扫描效果较好。

(2) 滚筒式扫描仪

滚筒式扫描仪在扫描过程中保持扫描光源静止不动，通过卷动待扫材料来完成扫描。高速滚筒式扫描仪采用光电倍增管作为光电转换器件，用于专业印刷行业和精密图像处理系统中，具有精度高、速度快、价格昂贵的特点。

(3) 平台式扫描仪

平台式扫描仪又称平板式扫描仪、台式扫描仪，目前在市面上大部分的扫描仪都属于平板式扫描仪，是现在的主流。图 1-3 所示是平台式扫描仪。平板式扫描仪是将等待扫描材料静止放置，通过步进马达控制和扫描光源（灯管）的移动来完成扫描的。扫描幅面通常为 A4 (210mm×297mm)、Legal (8.5in×14in) 或 A3 (297mm×420mm)。扫描仪光学分辨率在 300~8000dpi 之间，色彩位数从 24 位到 48 位。此种扫描仪在字符识别、桌面排版、办公自动化、图形图像处理、工程图纸管理以及多媒体数据库等方面应用广泛。

扫描仪还有大幅面扫描仪、笔式扫描仪、条码扫描仪、底片扫描仪、实物扫描仪（不是有实物扫描能力的平板扫描仪，有点类似于数码相机）和主要用于专业印刷排版领域的滚筒式扫描仪等。

扫描仪扫描图形得到的是光栅图，它必须转化成矢量文件才能在 CAD 系统中重新利用，这种转化称为矢量化。矢量化由矢量化软件完成。清华紫光集团开发的图纸输入及管理系统

即是矢量化软件,该系统主要解决两个问题:一是图纸的管理;二是图纸的修改及重新输出。图纸修改有两个方案:一是矢量化,即将扫描得到的光栅图通过矢量化软件转化为 AutoCAD 接受的矢量文件,调入 AutoCAD 修改编辑;另一个方案是光栅矢量混合编辑,通过光栅矢量混编软件,直接将扫描得到的光栅图调入 AutoCAD 中。

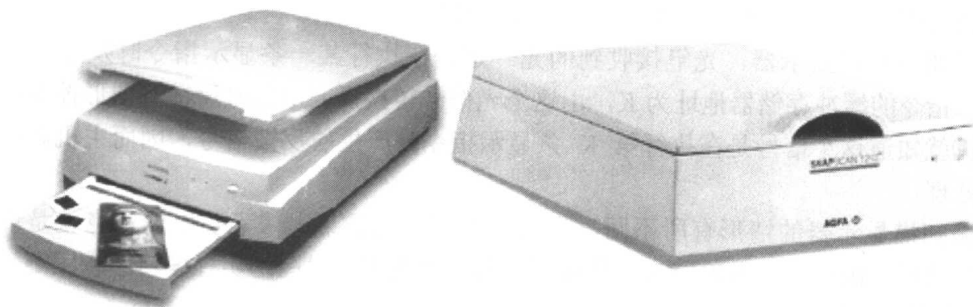


图 1-3 平台式扫描仪

任务 3 配置输出设备

1. 配置绘图仪

绘图仪是把由计算机生成的图形输出到图纸(或其他介质)上的硬拷贝设备,分为笔绘式、喷墨式和光电式三类。笔绘式绘图仪又分为平板式和滚筒式两种。

笔式绘图机是利用笔和纸的相对运动画出图形,它属于向量式绘图。当绘制直线时,笔尖首先定位在线段的起点,落笔后自动以直线方式移到线段的终点,然后抬笔自动移到另一直线的起点,准备绘下一条直线。下面对平板式、滚筒式、喷墨式和光电式绘图仪分别加以介绍。

(1) 平板式绘图仪

平板式绘图仪形如图 1-4a 所示,笔有 X 和 Y 两个运动方向,而带有静电的平整的图纸是静止不动的。

图纸的固定方式有多种,有的是用静电或真空吸附在平台上,也有的是用磁铁原理通过压片将图纸压在台面上。装有笔架的导轨作 X 方向移动,笔架在导轨上作 Y 方向移动。两种运动合成画出各种图形。

平台式绘图机根据笔架驱动方式不同,又分为步进电动机型和平面电动机型。步进电动机型是在 X、Y 方向各有一个步进电动机,分别控制绘图笔在 X 和 Y 方向的运动。平面电动机型则是把电动机的定子展成一个台板,它由四根支柱支起在图纸上方。笔架是平面电动机的“转子”,它悬浮在台板上。绘图时由高压空气通过台板上许多小孔把笔架与台板隔开构成“空气轴承”,笔架可在台板上带动绘图笔自由移动画图。这种绘图机绘图精度高、速度快,但制造复杂、价格昂贵。

平板绘图仪绘图精度较高,但占地面积大,它对图纸没有特殊要求。

(2) 滚筒式绘图仪

滚筒式绘图仪如图 1-4b 所示,这种绘图机的笔和纸都是运动的。绘图纸卷在滚筒上,筒的两边安有链轮,传动机构带动链轮作正向和反向旋转,带动图纸作正负 X 方向运动,滚筒上方有笔架,用于存放多支画笔,笔架由传动机构带动画笔作正负 Y 方向运动,两种

运动的结合使绘图笔画出各种图形。

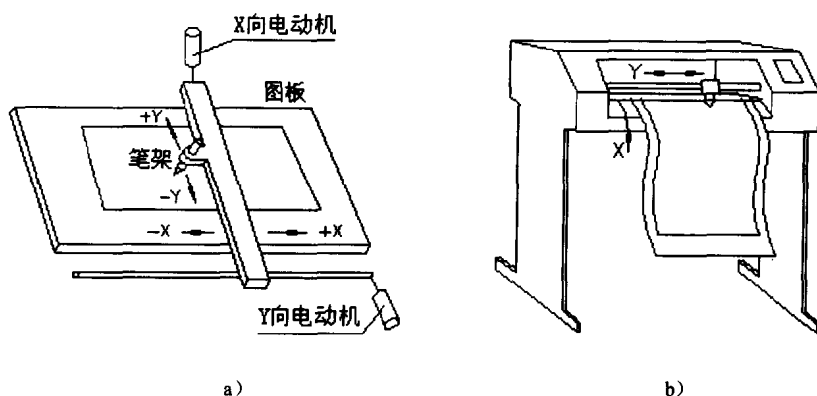


图 1-4 绘图仪

滚筒式绘图机具有结构紧凑, 占地面积小, X 方向不受限制的特点, 但绘图精度比平台式低。由于工程上对图纸大都没有过高的精度要求, 故滚筒式绘图机应用比较广泛。

(3) 喷墨式绘图仪

喷墨式绘图仪是绘图仪的第二代产品。它采用喷墨的方式绘图, 其绘图速度比笔式快得多, 绘彩色图效果更好。它不仅可以绘在普通图纸上, 还可以绘在光面或绒面相纸上及各种胶片上, 具有较好的绘图效果。

(4) 光电式绘图仪

光电式绘图仪是绘图仪的第三代产品, 其代表型号有 Oce 9400。该产品采用光电绘图技术、干式显影和影像自动再生增强等高科技技术, 达到具有很高的绘图质量和绘图速度。

Oce 9400 出图速度快, 可达每分钟 2 张 A0 图。一次装纸可达 50m 长的卷纸, 连续出图 500 张 A1 幅面, 大大降低了换纸频率。最大绘图宽度达 914mm, 并对图纸质量无特殊要求, 但这种绘图仪价格昂贵。

近几年, 绘图机在功能、速度、智能化方面有所发展, 例如使用“模糊逻辑”进行矢量排序, 以提高绘图速度。但在有些特殊要求下, 绘图机绘图质量还不能满足要求, 故其他图形输出设备如激光打印机等也得到广泛应用。

2. 配置打印机

打印机也是主要的输出设备, 它常用来输出文本、数据、图形和图像。

根据打印机制的不同, 打印机有点阵式打印机和激光打印机。点阵式打印机又分为针打点阵打印机、静电点阵打印机、喷墨点阵打印机等。针打是细针与色带作为打印装置, 静电打印是利用静电作用, 喷墨打印是利用喷射墨汁作为打印装置。这里主要介绍喷墨打印机和激光打印机。

(1) 喷墨打印机

喷墨打印机 (如图 1-5a 所示) 打印结构简单, 可动部件少, 工作噪声低, 耗电省, 可靠性高, 重量轻, 印字头几乎无磨损现象, 其价格低、打印质量高, 且能实现廉价真彩色打印。彩色喷墨打印机因其有着良好的打印效果与较低价位的优点, 因而占领了广大中低端市场。此外, 喷墨打印机还具有更为灵活的纸张处理能力。目前市场上比较流行的是 HP、

Cannon、Epson、NEC 等。

(2) 激光打印机

激光打印机(如图 1-5b 所示)是一种低噪声、高品质的打印机。它使用激光束按需要扫描,在感光鼓上成像、显影、转印墨粉到纸张上。激光打印机在页式打印机系列中是最先达到实用要求且在技术上最成熟的机种。由于激光打印机噪声低,打印速度快,分辨率高,因而成为重要的输出设备。随着激光打印机的不断发展,其性能价格比不断提高,市场占有率也稳步上升。目前我国打印机市场上,激光打印机基本为 HP、Canon、Epson 和联想等公司的产品。

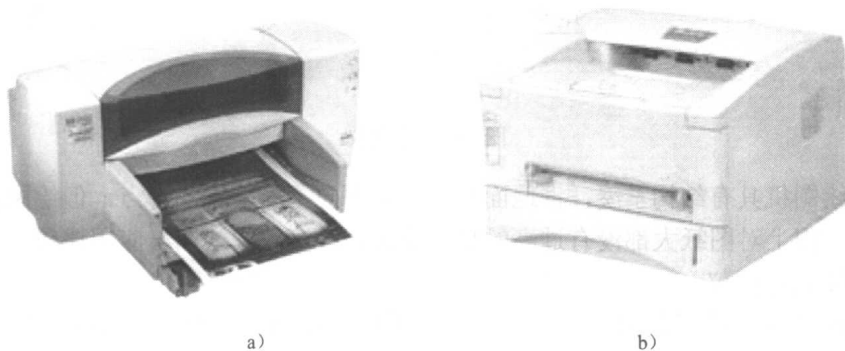


图 1-5 打印机

1.3 C 语言的图形功能

任务 1 了解 C 语言的图形函数

Turbo C 提供了非常丰富的图形函数,所有图形函数的原型在 `graphics.h` 中。在任何使用图形函数的程序中,都要求在其头部包含文件 `graphics.h`,同时将集成开发环境 Options/Linker 中的 `graphics.lib` 选项设置为“on”。

1. 图形模式控制函数

(1) `initgraph()` 函数

[格式] `void initgraph(int *driver, int *mode, char *path);`

[功能] 将图形驱动软件装入内存,使屏显适配器设置为图形模式,即图形系统初始化。

[说明] 用图形函数作图之前,需要先把屏显适配器设置为某一种图形模式。在未设置图形模式之前,系统默认屏幕为文本模式,此时所有图形函数均不能工作。`initgraph()` 函数把由 `driver` 所指向的图形驱动器代码装入内存,图形函数所用的屏显模式由“`mode`”确定,`path` 是图形驱动软件所在的路径名。如果没有指定路径,则在当前目录中查找。

图形驱动软件包含在 `.BGI` 文件中,使用时只需将 `.BGI` 文件放在路径名可以搜索的位置。

`graphics.h` 文件定义了 `driver` 的宏名及等价值。当采用 `DETECT` 时, `initgraph()` 自动检测当前系统屏幕硬件的类型,并且选用最高分辨率的屏显模式。

`mode` 的值采用表 1-1 所示的图形模式值之一。应该注意:当屏幕处于文本状态时,左上角坐标为(1, 1),而在图形状态下,左上角坐标为(0, 0)。

表 1-1 图形模式值

图形驱动器	图形模式	等价值	分辨率 (dpi)
VGA	VGA0	0	640×200
	VGA1	1	640×350
	VGA2	2	640×480

(2) closegraph()函数, restorecrtmode()函数

[格式] void closegraph(void);

void restorecrtmode(void);

[功能] 关闭图形模式。

[说明] 函数 closegraph()用来关闭图形模式, 释放用于保存图形驱动程序和字体所占用的内存。当一个程序需要从图形模式下退出, 而且回到文本模式下继续运行时, 可调用该函数。函数 restorecrtmode()恢复屏显模式为首次调用 initgraph()前的模式。当一个程序运行结束需要退出时, 调用该函数。

(3) setcolor()函数, setbkcolor()函数

[格式] void setcolor(int color);

void setbkcolor(int color);

[功能] 函数 setcolor()设置当前作图颜色; 函数 setbkcolor()设置图形背景颜色。其中 color 为当前图形模式下颜色的规定值, 如表 1-2 所示。

表 1-2 图形模式下颜色的规定值

宏 名	等价值	宏 名	等价值
BLACK (黑)	0	DARKGRAY (深灰)	8
BLUE (蓝)	1	LIGHTBLUE (淡蓝)	9
GREEN (绿)	2	LIGHTGREEN (淡绿)	10
CYAN (青)	3	LIGHTCYAN (淡青)	11
RED (红)	4	LIGHTRED (淡红)	12
MAGENTA (洋红)	5	LIGHTMAGENTA (淡洋红)	13
BROWN (棕)	6	YELLOW (黄)	14
LIGHTGRAY (淡灰)	7	WHITE (白)	15

(4) cleardevice()函数

[格式] void cleardevice(void);

[功能] 清除图形屏幕, 并把当前光标位置移到(0, 0)处。

2. 基本图形函数

(1) putpixel()函数

[格式] void putpixel(int x,int y,int color);

[功能] 在指定位置(x, y)处用指定颜色画一个点。

(2) line()函数, lineto()函数, linerel()函数

[格式] void line(int x1,int y1,int x2,int y2);

void lineto(int x,int y);


```
void linerel(int dx,int dy);
```

[功能] 函数 `line( )` 从点(x1,y1)到(x2,y2)画一条直线, 当前位置不变。函数 `line to( )` 从当前位置到点(x,y)画一条直线, 并把当前位置移到(x,y)。函数 `linerel( )` 用相对坐标(dx,dy)从当前位置画一条直线, 并把当前位置移到(x+dx,y+dy)。

(3) `moveto( )` 函数, `moverel( )` 函数

[格式] `void moveto(int x,int y);`

```
void moverel(int dx,int dy);
```

[功能] 函数 `moveto( )` 把当前位置移到(x,y), 函数 `moverel( )` 把当前位置移到(x+dx,y+dy), 在移动过程中均不画线。

(4) `circle( )` 函数, `arc( )` 函数, `ellipse( )` 函数

[格式] `void circle(int x,int y,int radius);`

```
void arc(int x,int y,int stangle,int endangle,int radius);
```

```
void ellipse(x, y, stangle, endangle, radius, yradius);
```

[功能] 函数 `circle( )` 以(x,y)为圆心, 以 `radius` 为半径用当前颜色画圆。函数 `arc( )` 以(x,y)为圆心, 以 `radius` 为半径, 从 `stangle` 到 `endangle`(用度表示)处画一圆弧。函数 `ellipse( )` 以 (x,y) 为中心, 以 `xradius`、`yradius` 为 x 轴和 y 轴半径, 从角 `stangle` 到 `endangle` 处画一椭圆弧。以上两个函数均以逆时针方向画弧。若角 `stangle` 为 0, `endangle` 为 360 时, 则画一个完整的圆或椭圆。

(5) `rectangle( )` 函数

[格式] `void rectangle(int x1,int y1,int x2,int y2);`

[功能] 用当前颜色, 以(x1,y1)为左上角, (x2,y2)为右下角画一矩形。

(6) `drawpoly( )` 函数

[格式] `void drawpoly(int numpoints, int *polypoints);`

[功能] 画一多边形, 多边形的顶点数等于 `numpoints`, 各顶点坐标由 `polypoints` 给出。

[说明] 当画一个封闭多边形时, `numpoints` 的值取实际多边形的顶点数加 1, 并且数组 `polypoints` 中的第一个点和最后一个点的坐标相同。

程序 P1-1.C, 画一个由数组 `shape` 定义的四边形。

```
#include<graphics.h>
```

```
main()
```

```
{ int shape[10]={50,50,100,150,200,150,350,90,50,50};
```

```
int driver,mode; driver=DETECT;
```

```
initgraph(&driver,&mode,"");
```

```
setbkcolor(CYAN); setcolor(RED); drawpoly(5,shape);
```

```
getch(); restorecrtmode();
```

```
}
```

(7) `getmaxx( )` 函数, `getmaxy( )` 函数

[格式] `int getmaxx(void);`

```
int getmaxy(void);
```

[功能] 返回当前图形模式下的最大横、纵坐标。