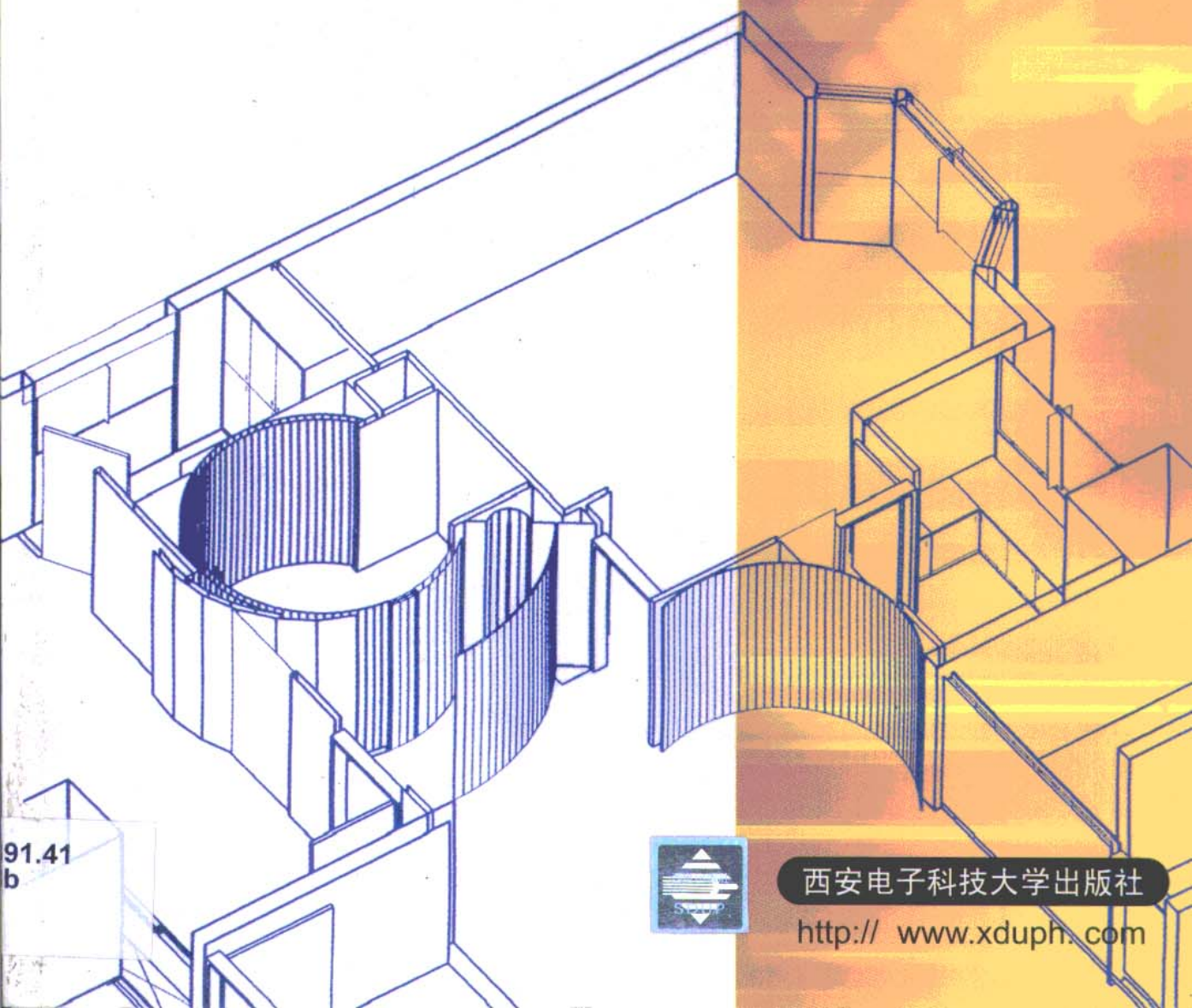


高等学校电子信息类教材

# 计算机 绘图技术

• 胡荫平 主编



91.41  
b



西安电子科技大学出版社

[http:// www.xduph.com](http://www.xduph.com)

TP391.41 372

H536

高等学校电子信息类教材

# 计算机绘图技术

胡荫平 主编

西安电子科技大学出版社

2000

## 内 容 简 介

本书从实用角度出发,简要地介绍了计算机绘图的基本知识、应用 C 语言绘图的基本方法以及计算机图形学的基本原理、基本图形生成,并较详细地讲述了应用 AutoCAD 绘图的基本技术。

本书通俗易懂,注重实际应用,书中内容取材新,覆盖面广,适合作高职、高专院校教材,也可供工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图技术/胡荫平主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2000.6  
ISBN 7-5606-0835-3

I. 计… II. 胡… III. 自动绘图—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 18546 号

责任编辑 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

http: //www. xduph. com E-mail: xdupfxb@pub. xaonline. com

经 销 新华书店

印 刷 渭南市邮电印刷厂

版 次 2000 年 5 月第 1 版 2000 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 11.5

字 数 266 千字

印 数 1~4 000 册

定 价 12.00 元

ISBN 7-5606-0835-3/TP·0433

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

# 前 言

---

随着计算机技术的发展和应用的普及,计算机绘图技术已成为一种实用技术,广泛应用于生产、科研、管理以及广告制作、影视艺术等领域,并交叉渗透到各个应用学科。在工程技术领域,应用计算机绘图来代替传统手工绘图已成为一种必然的趋势。目前,在我国高等学校的工科大部分专业中,都陆续开设了计算机绘图技术课程。为了适应教学中对这门课程教材的迫切需要,我们针对高职、高专的特点和要求,并结合多年的教学实践经验编写了此书。

本书在介绍必要的基础理论的前提下,特别注重技术应用,并具有以下几个特点:

(1) 本书在组织内容结构方面作了精心安排:第1章~第4章简明介绍了计算机绘图的基本知识,用C语言绘图的基本方法,并深入浅出地介绍了计算机图形学的基本原理、典型图形生成、变换算法及编程技术;第5章~第13章以AutoCAD的最基本内容为主线,以图文并茂的方式,通俗地讲述了AutoCAD绘图的实用技术。应用此教材,可使学生既了解计算机绘图的必要基础理论,又能掌握AutoCAD交互式绘图技术。

(2) 本书删繁就简,去粗存精,力求通俗易懂又简明实用,使学生能抓住重点,步步深入,循序渐进地掌握计算机绘图的基本技术。

(3) 本书取材新,各部分均以20世纪90年代末微型机绘图技术的新内容来组织教材,反映了当前计算机绘图技术的发展状况。

(4) 本书突出技术应用,可操作性强,各章除列举了丰富的例题外,还给出了复习与思考题,供学生巩固所学知识。

本书由胡荫平主编,书中第1、2、4、5、6章由佟伟光编写,第3、7、11、12、13章由张凯编写,第8、9、10、14章由毛雅丽编写。本书由西安电子科技大学许社教老师主审,他在百忙之中对本书的编写大纲和书稿作了全面、仔细的审定,提出了宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

本书编写过程中自始至终得到大专计算机教材编委会和西安电子科技大学出版社有关同志的关心和大力支持,谨此一并表示谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中一定存在错误和不妥之处,请读者不吝指正。

编者

1999年10月

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 计算机绘图的基本概念

工程图是工程上人们用于表达和交流技术思想的重要工具。长期以来,人们一直使用图板、丁字尺、三角板、圆规、铅笔等简单工具,用手工来绘制各种工程图,这不仅劳动强度大,效率低,而且精度也不易保证,已很难适应科学和工程技术日益发展的需要。人们很久以来一直在寻求代替手工绘图的方法。在计算机绘图技术迅速发展并实用化应用以后,这种愿望终于变为现实。当前,工程技术人员使用计算机绘图来代替图板、绘图尺已经成为一种潮流,有人甚至形象地称之为“告别图板、图尺工程”。

计算机绘图就是利用计算机的高速运算和数据处理能力,高效地生成、处理并自动输出图形的技术。随着计算机及其外围设备技术的发展和计算机绘图日益广泛的应用而形成一门新的学科——计算机图形学。计算机图形学是将传统的制图学、计算几何学、应用数学同现代的计算机技术相结合,研究应用计算机技术来处理图形的原理、方法和技术的一门学科,是计算机应用领域的一个重要分支。正如制图在工程设计和制造过程中占有重要地位一样,计算机绘图是计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing,简称 CAM)的重要组成部分。在现代化生产中,产品要不断更新换代,为提高生产效率和降低生产成本,必须缩短设计、绘图周期。目前计算机绘图技术已成为许多行业中的一种实用技术,在工业生产和科学技术中起着越来越重要的作用。

利用计算机绘图通常有两种方式:被动式绘图和交互式绘图。所谓被动式绘图,就是根据图形的数学算法编制绘图程序,然后由计算机控制在输出设备上输出图形。被动式绘图方式虽然可以生成并输出复杂的图形,但在绘图过程中,人工无法干预,不能适时修改,若对图形进行修改,则需修改源程序,显然这种绘图方式效率较低。所谓交互式绘图,除向用户提供直观形象的图形界面外,还允许操作者以人一机交互的方式来控制和操纵图形的生成过程,使得图形可以边生成,边修改,直到获得最佳结果为止。这种方式灵活、方便,目前在 CAD/CAM 中得到普遍应用。例如,大型绘图软件包 AutoCAD 就是一个交互式绘图软件,其功能十分丰富,在国内外应用十分广泛。

## 1.2 计算机绘图技术的发展及现状

计算机绘图技术是伴随着计算机及外围设备技术的发展而发展起来的。计算机绘图的

研究开始于 20 世纪 50 年代。50 年代初,美国麻省理工学院研制出了第一台图形显示器,利用这台显示器在计算机控制下第一次显示了一些简单图形。在 50 年代末,美国 Gerber 公司发明了第一台用计算机控制的平板式绘图机, Galcomp 公司研制成功滚筒式绘图机,使得用计算机绘图代替手工绘图成为可能。

60 年代初期,美国麻省理工学院的伊凡·萨瑟兰德(Ivan·Sutherland)博士设计完成的 Sketchpad 系统实现了交互式绘图功能,并由该博士首先提出“计算机图形学”这一术语以及至今在沿用的计算机绘图的基本思想和技术,从而奠定了计算机绘图技术基础。60 年代后期,出现了存储管式显示器。用它不但分辨率高、图形稳定,而且可以对一些图形实现交互处理,为进一步应用交互式绘图技术起到了促进作用。

70 年代中期,出现了基于电视技术的光栅扫描图形显示器,它可以使图形生成技术和现代电视技术相结合,因而更易于推广和应用。1973 年,美国召开首次计算机图形学学术会议,并决定以后每年举行一次,一直延续至今。它有力推动了计算机图形学的研究和发展的。这一时期也出现了许多不同类型的图形输入设备,如鼠标、扫描仪等。

80 年代以后,计算机绘图技术进一步发展,几个大型计算机图形系统相继开发成功。并且,由于工程工作站的出现和微型机性能不断提高,外设不断完善以及图形软件功能的不断增强,微型机图形系统在许多领域取代了中、小型系统,这样,计算机绘图得到了更加广泛的应用。

90 年代,计算机绘图技术向着更高阶段发展,它的许多技术已经成为当今最热门的多媒体技术的重要组成部分。计算机绘图已成为计算机辅助设计的重要手段,应用领域越来越广,在生产部门中计算机绘图所占的比重越来越大。

目前,计算机绘图正向着高精度、高速度、多功能和智能化的方向发展。

我国在 60 年代后期就开始计算机图形设备和计算机图形学应用的研究。经过 30 多年的发展,计算机绘图已在机械、航空、航天、建筑、造船、汽车、电子和影视等部门的工程设计、产品设计和广告、影视制作中得到广泛应用,并取得了明显的经济效益和社会效益。随着计算机绘图技术的发展,计算机绘图必将在国民经济各个领域发挥越来越大的作用。

### 1.3 计算机绘图的应用领域

随着计算机技术的迅速发展和计算机应用的普及,计算机绘图的应用领域日益广泛,作用越来越显著。目前主要的应用领域有以下几方面。

#### 1. 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

这是计算机绘图技术应用最广泛、最活跃的领域。例如:在建筑工业中,建筑物设计图、结构图、施工图以及各种立体透视图的绘制等,均可全部由计算机完成,加快了设计周期,提高了设计质量;在机械工业中,可用计算机绘制各种零件图、装配图和轴测图以及传动系统图、电气系统图、液压系统图等,有效地提高了工作效率和工艺质量;在汽车、飞机与造船工业中,一种新产品设计往往需要数万张图纸,若人工绘制则费时、费力,而应用计算机绘图后,其效率可提高几十倍。在汽车、飞机和船舶的外形设计中,既涉及机械、力学等性能要求,又涉及美学要求;应用计算机交互式图形设备进行设计和绘图,既

可满足机械设计的要求,又可达到较好的艺术效果。在电子工业中,不但应用计算机绘制逻辑图、电路图,还用来绘制布线图。由于大规模集成电路的发展,其集成度越来越高,集成电路图若用手工绘制,相当困难且难以保证质量,因而现已全部采用计算机绘图系统来绘制版图。

应用计算机绘图技术不仅能设计和绘图,而且可以把设计结果直接送到后继工艺,直接进行加工、处理。

## 2. 办公自动化和企业管理

计算机绘图技术在办公室自动化和企业管理中广泛应用,如绘制各种统计数据的直方图、线条图、扇形图等,还可以绘制工作进程图以及大量其它图形。这些图形可以形象地表明数据之间的关系及其趋势,可增强对复杂现象的理解,并有助于迅速作出决策。

## 3. 计算机辅助教学(CAI)

计算机辅助教学系统利用计算机图形生成技术可以使教学内容生动、形象、直观地表现出来,从而提高学生的学习兴趣,加深理解所学的知识,有效提高教学质量。

## 4. 美术设计

应用计算机绘图可以进行工艺美术设计,绘制各种图案、花纹,甚至可以绘制传统的油画和中国画。计算机绘图在广告制作和电影、电视等艺术领域的应用也越来越广泛,成效越来越显著。应用计算机绘图技术进行美术设计不仅可获得极好的观赏效果,而且具有很高的应用效率。

## 5. 过程控制

在生产过程控制中,可以应用图形显示设备,以图形方式显示生产过程的关键部位或运行过程的情况,使生产人员对生产过程实施有效的监控和管理。同样,铁道和交通部门的调度人员,也可以通过屏幕上显示的运行状态图来指挥交通。

计算机绘图技术有着广泛的应用领域,目前它几乎已深入到生产、科研、教学和生活的各个领域,如在轻纺工业,可以利用计算机绘图技术来设计花色图案;在地质、气象部门可以绘制地质断面图、地形图、气象图等;在生物、医学和药学方面可应用计算机生成分子结构图、人体各部位图、药效分析图等,为准确诊断和治疗提供更为形象和直观的手段;在农业方面可利用计算机绘图技术再现作物不同种类和不同生长时期的形态,从而合理地进行种子选育、植物栽培管理等。随着计算机技术的发展和计算机应用的进一步普及,计算机绘图技术也将会得到相应的发展,在经济建设各个领域起着越来越大的作用。

## 复 习 与 思 考 题

1. 什么是计算机绘图?
2. 计算机绘图有哪两种方式?各自的特点是什么?
3. 简述计算机绘图技术的发展概况。
4. 简述计算机绘图技术在哪些领域得到广泛应用。

## 第2章 计算机绘图基础知识

### 2.1 计算机绘图系统的基本功能及组成

#### 2.1.1 计算机绘图系统的基本功能

一个计算机绘图系统至少应具有输入、图形处理、存储、输出、人机交互等五个方面的基本功能。

##### 1. 输入功能

由输入设备将所设计图形形体和绘图过程中所需的图形数据以及必要的图形控制参数和命令输入到计算机绘图系统中。

##### 2. 图形处理功能

系统可对输入的数据进行实时加工处理，其中包括：

(1) 图形生成计算功能。系统能按特定算法实现图形设计过程中所需的各种图形生成计算功能，如直线、曲线、曲面的生成计算。

(2) 几何变换功能。实现图形的平移、缩放、旋转、透视、投影等变换。

(3) 图形的编辑功能。如对图形增删、复制、移动、修改等。

(4) 图形处理功能。如对图形的裁剪、着色、区域填充等。

##### 3. 存储功能

利用存储设备存储各种图形数据，图形之间相互关系数据以及对图形的各种编辑、修改信息，并可实现对有关数据的实时检索。

##### 4. 输出功能

(1) 在图形显示设备上稳定、清晰地显示文字和图形。

(2) 在绘图仪或打印机上实现硬拷贝输出。

##### 5. 人机交互功能

给用户提供各种人机对话接口界面，用户可方便地控制图形的输入/输出，并使用户随时了解系统的工作状态和设定各种参数，方便地进行各类操作控制，同时对操作者的错误给予必要的提示和帮助。

### 2.1.2 计算机绘图系统的组成

计算机绘图系统由硬件和软件两部分组成。硬件包括主机、输入设备和输出设备。常用输入设备通常有键盘、鼠标、数字化仪、扫描仪和光笔等。输出设备通常为图形显示器、绘图仪和打印机。软件一般包括系统软件、图形软件、应用软件等，如图 2-1 所示。

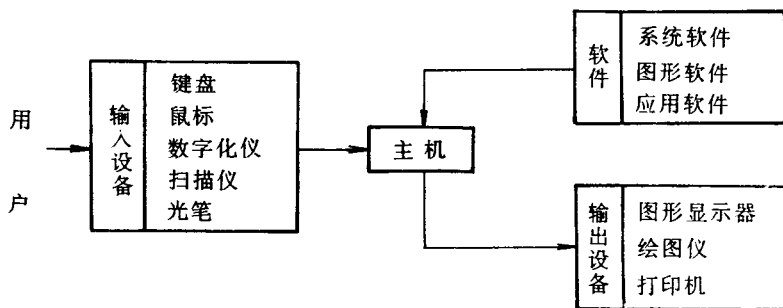


图 2-1 系统组成

硬件设备是计算机绘图系统的基础，高性能的主机系统和先进的图形设备对系统的处理效率和图形质量都会产生重要的影响。

随着超大规模集成电路技术的发展，微型机的运算速度、处理能力、存储容量和显示性能方面都有了很大的发展并迅速更新换代，所以，当前计算机绘图系统的主机系统，除在一些特定部门的应用领域中，采用具有强大处理能力和高精度显示设备的大、中、小型计算机系统外，一般均采用微型机系统。可以说以微型机系统为基础的计算机绘图系统，是目前应用和普及计算机绘图的主流。由于图形系统中图形数据信息量非常大，并且在图形处理中运算量也十分巨大，因此，计算机绘图系统的主机系统在可能的条件下，应选择内存、外存容量尽可能大，中央处理器 CPU 的速度、输入/输出端口速度、系统总线速度尽可能高的系统。这样，就可能保证用户高效、得心应手地完成各种图形绘制工作。

软件部分在计算机绘图系统中起着非常重要的作用。最核心的一层是系统软件，如操作系统、编译系统等。中间一层是图形软件，图形软件的功能应包括绘图、图形编辑、存储、控制输入/输出等。同时，图形软件应具有良好的用户界面。最外层是应用软件，它是针对用户某一特定任务设计的软件包，如机械、土建等专业的工程图应用软件等。

## 2.2 图形输出设备

常用的图形输出设备有图形显示器、绘图仪和打印机等，其主要功能是将计算机生成、处理的图形及有关信息在屏幕上显示出来或在图纸上画出来。

### 2.2.1 图形显示器

图形显示器是计算机绘图系统中必备的输出设备，用于在显示屏上迅速地显示计算机处理的图形及相关信息，并使用户可以方便地对显示内容进行编辑和修改。因此，显示器是人机交互的重要工具。目前，图形显示器主要类型有阴极射线管显示器(CRT)、液晶显

示器(LCD)和等离子体显示器(PDP)。LCD 与 PDP 型显示器体积小、功耗低,主要用于笔记本式微型机上。

阴极射线管显示器(CRT)可分为:存储型 CRT、随机扫描型 CRT 和光栅扫描型 CRT。由于光栅扫描型显示器分辨率好、可靠性高、速度快、价格较低,因此,目前微型机上一般均采用光栅扫描型显示器。

### 1. 光栅扫描型 CRT 的工作原理

光栅扫描型 CRT 主要由电子枪、偏转线圈、荧光粉层和玻璃外壳四大部分组成,如图 2-2 所示。

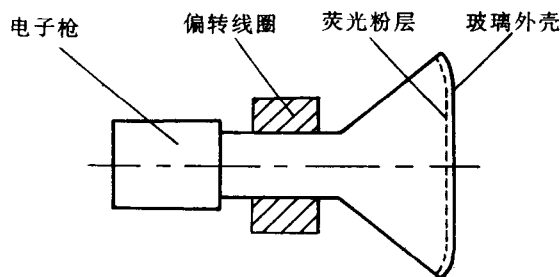


图 2-2 光栅扫描型 CRT 结构

CRT 的工作原理是:在电子枪和荧光粉层之间有一个电势差为 10 000~30 000 V 的直流加速电场,电子枪射出的电子束经过聚焦和加速之后,在偏转线圈产生的磁场作用下,向预定的方向偏转打击在荧光粉层上,其所携带的动能一部分转化成光能释放出来。而电子束在极短的时间内依一定顺序打击荧光粉层上的光点,由于荧光粉层的余辉和人眼的视觉暂留作用,就在屏幕上形成了图形或文字。

在光栅扫描器中,显示屏幕可分为  $m$  行扫描线,每一行又分为  $n$  个小点,这样,整个屏幕被分为  $m \times n$  个小点,这些小点称为像素。

彩色 CRT 在一般情况下其荧光屏上的每个像素都由红、绿、蓝三种颜色的荧光点组成。当要显示某种颜色时,首先需要把表示某种颜色的信号分解为红、绿、蓝三种颜色强度的信号输入电子枪,三支电子枪射出的电子束分别打击在对应的荧光点上,这三点射出的光线叠加以后,在人眼看来就是某种颜色的光。

在计算机系统中,显示器是通过显示卡与主机相连的。显示卡是插在主机扩展槽上的一块电路板,一般包括寄存器组、显示存储器及控制电路三大部分。其中,显示存储器又分为 RAM 和 ROM BIOS 两部分。计算机对显示屏幕所有操作都是通过显示卡的控制来实现的,它与显示器一起构成计算机显示系统,如图 2-3 所示。

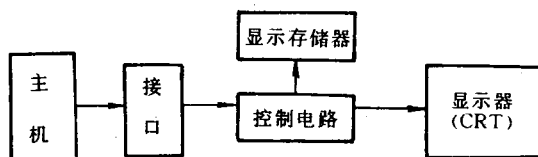


图 2-3 光栅扫描显示系统

下面介绍光栅扫描型显示器与计算机图形密切相关的几个参数。

### 1) 尺寸

显示器的尺寸指的是荧光屏对角线的长度,以英寸为单位。常用的有 14 英寸<sup>①</sup>、15 英寸、17 英寸、20 英寸显示器等。目前 14 英寸显示器基本已不生产,17 英寸显示器已逐渐成为主流产品。对于计算机绘图应用的显示器,17 英寸或更大的显示器是必需的,这样,可以在工作中取得更大的显示面积,也可减轻操作人员的疲劳,有利于提高工作效率。

### 2) 点距

点距是指荧光屏上两个同色荧光点之间的最短距离,这个数值越小,显示图形就越细腻,清晰度越高。目前市场上以点距 0.28 mm 为主,点距 0.26 mm、点距 0.25 mm,甚至点距 0.21 mm 的显示器也已有售。

### 3) 分辨率

分辨率通常以像素数总和来表示。例如把显示器的分辨率设定为  $640 \times 480$ ,其像素数为 307 200(640 为水平像素数,480 为垂直像素数)。分辨率越高,显示的图形越精细。在 Windows 98 下  $800 \times 600$  的桌面显然要比  $640 \times 480$  的桌面看起来更舒服。另外,分辨率越高能显示的内容就越多。对于计算机绘图来说,越高的分辨率,往往意味着更大的工作空间,即相对于较低的分辨率能容纳下更多的显示内容。对于较大幅面的图形,在高分辨率下处理,可能一屏就可放下,不必拖来拖去,反复卷屏。分辨率的高低是由显示器的性能决定的,比如 14 英寸彩显的最佳视觉分辨率为  $640 \times 480$ ,而 15 英寸彩显为  $800 \times 600$ ,17 英寸彩显为  $1024 \times 768$ 。

### 4) 扫描方式

显示器中的电子枪扫描方式可分为隔行和逐行扫描方式。隔行扫描方式是电子束第一次先扫描奇数行,第二次再扫描偶数行,通过二次扫描完成屏幕显示的更新;而逐行扫描是从第一行、第二行依次扫描至最后一行扫描线。采用隔行扫描方式的显示器,屏幕上显示的图形有时闪烁不够稳定,所以用于计算机绘图的显示器一般应选用逐行扫描方式的显示器。

## 2. 显示方式与显示模式

显示器与显示卡一起构成计算机的显示系统。显示器提供了一个可以实现某些显示标准的显示环境,而具体的实现则由显示卡来决定的。因此,一台计算机的显示性能的优劣与显示器有关,但更主要是取决于所选用的显示卡。

就显示原理和功能而言,显示器有两种显示方式:一种是字符方式,另一种是图形方式。字符方式是将所有字符的显示点阵代码都存放在显示卡上的 ROM 字符库中,当要显示某个字符时,计算机就从字符库中读出该字符的点阵代码,然后再送到显示器的屏幕使屏幕显示出该字符。图形方式是把字符也看成图形,用点阵(位图)来表示,直接存放在显示卡的显示存储器中,而显示卡上的 RAM 的二进制数据位,对应着屏幕上相应像素点的亮、暗。在显示彩色图形时,显示卡上 RAM 的数据位还要确定各像素点的亮度等级和颜色。一幅图形的信息是由显示卡上 RAM 中对应的一系列二进制数来表示的。图形显示方式就是根据主机送到显示卡 RAM 显示存储区上的图形信息,来确定显示器屏幕上各像素点的亮度等级和颜色,以实现图形的显示。因此,如果要求显示卡能支持高精度的图形显

---

<sup>①</sup> 1 英寸=0.025 4 m

示,就必须有足够大的显示存储器,以容纳显示屏幕上的所有显示像素点信息。

无论是字符方式还是图形方式都有许多不同的显示模式。所谓显示模式,是指屏幕上显示的字符数目、显示的图形分辨率和色彩数等指标,不同的显示模式指标不同。从技术发展过程来看,显示卡可分为 CGA、EGA、VGA、SVGA 等,它们又各支持数种不同的显示模式。

- CGA: 早期的彩色字符/图形显示卡,支持字符和图形两种显示方式。图形方式下支持三种显示模式,最高屏幕分辨率为  $640 \times 200$ ,色彩数目最多为 4 bit 色 ( $2^4=16$  色)。

- EGA: 这种增强型字符/图形显示卡,能够兼容 CGA 的所有功能。在图形方式下,它的最高屏幕分辨率为  $640 \times 350$ ,色彩数最多为 4 bit 色 ( $2^4=16$  色)。

- VGA: 视频图形阵列标准,能兼容 CGA、EGA 等显示卡的显示方式,这就为软件的兼容提供了方便。它的最高屏幕分辨率为  $640 \times 480$ ,色彩数最多可达 8 bit 色 ( $2^8=256$  色)。

- SVGA: 随着显示技术的发展,又出现了基于标准 VGA 的超级 VGA——Super VGA,它们是对标准 VGA 的扩充。目前,市面上流行的显示卡大都属于 Super VGA 显示卡。它们大部分工作在  $800 \times 600/24$  bit 色 ( $2^{24}=16.7$  M 色)。其最大分辨率一般可达  $1600 \times 1200$ ,最多色彩数可达 32 bit 色。

### 3. AGP 3D 图形加速显示卡

在计算机图形系统中,速度是最重要的因素。国际图形行业有一句经典的口号:“速度就是一切!”。近年来,在计算机图形处理领域,AGP 3D 图形加速卡已成为最热门的产品,受到计算机绘图人员的青睐。

普通 VGA 显示卡对图形的处理工作需要通过 CPU 运算来完成。CPU 运算完成后,将数据通过总线传送到显示卡上的显示存储器中,再完成图形显示。此类显示卡,图形显示慢,CPU 运算负担沉重,显示分辨率及刷新率低。3D 图形加速卡上有专门处理图形的芯片,它具有画线、画圆、填充等绘图功能,该芯片可直接从卡上的显示存储器调用有关图形资料,省略了 CPU 的计算工作,减少了输出的时间,有效地加快了显示速度。因此,此类图形加速卡具有图形显示速度快,CPU 运算负担轻,显示分辨率及刷新率高的特点。另外,有些高级图形加速卡还带有专门的图形协处理器,可使图形工作更具有独立性。

AGP (Accelerated Graphics Port) 加速图形端口是新一代显示卡接口技术,其最主要的结构是在图形加速卡与主机之间建立专用通道,使主存与显示卡的显示存储器之间建立一条新的数据传输通道,图形数据可直接传送到显示卡而不需要经过 PCI 总线。AGP 总线宽度为 32 位,总线频率为 66 MHz,能以 133 MHz 工作。最高传输率可达 533 Mbps,是 PCI 总线的 4 倍。AGP 不只是用于 3D 图形,对 2D 图形也同样有效。目前采用 AGP 3D 图形加速卡已成为计算机绘图系统的最基本配置。

### 4. Windows 98 中对显示模式的设定

应用 AutoCAD 之前,应在 Windows 95 或 Windows 98 中对显示模式进行设定。通常,都将屏幕分辨率调高,因为在 AutoCAD R14 中有一些交互式设定窗口提示面积较大,只有在分辨率较高时才能完全显示出来。另外,调高分辨率之后将使 AutoCAD 的绘图区变得较大,有利于我们绘图。调高屏幕分辨率的步骤如下:

- (1) 双击桌面上的“我的电脑”图标，弹出我的电脑窗口。
- (2) 在我的电脑窗口中双击“控制面板”图标，弹出控制面板窗口。
- (3) 在控制面板窗口中双击“显示”图标，弹出显示器属性对话框。
- (4) 在显示器属性对话框中单击“设置”标签项，显示如图 2-4 所示的画面。

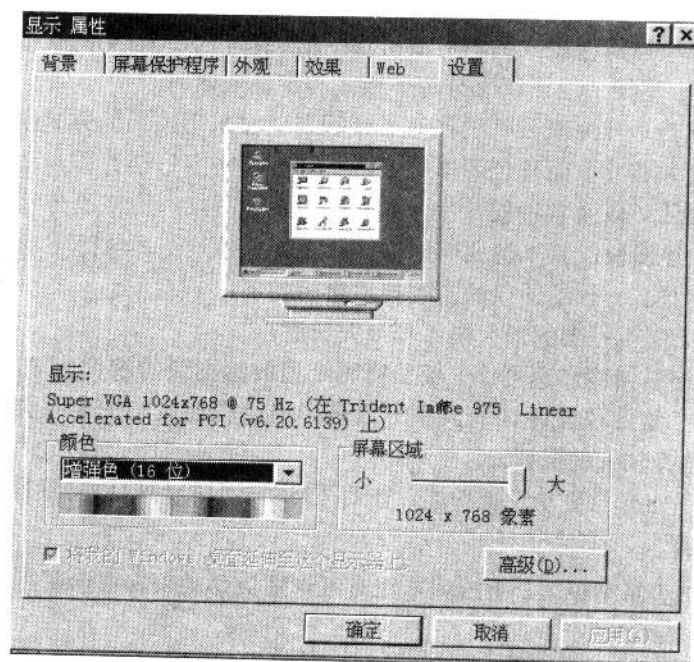


图 2-4 显示器属性对话框

- (5) 在“桌面区域(D)”栏内，向右拖动条杆将分辨率调至“800×600”或“1024×768”像素，并单击“确定”。
- (6) 在图 2-5 所示的画面中单击“确定”，在图 2-6 所示的画面中单击“保留”，则系统就会以新的分辨率显示。

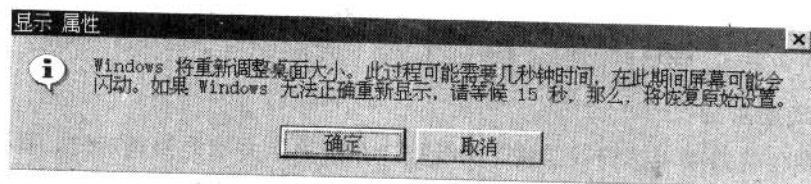


图 2-5

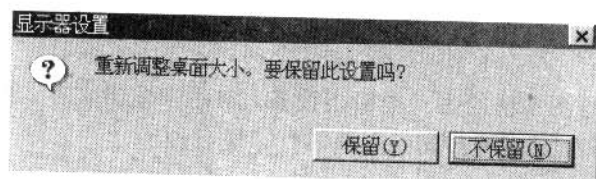


图 2-6

调高屏幕分辨率后, 桌面上的图标和文字都将变得稍小。如果按上述步骤屏幕分辨率无法调高, 原因可能是显示卡无法提供高分辨率显示或者是没有安装正确的显示卡驱动程序。

### 2.2.2 绘图仪

绘图仪是实现将计算机生成的图形输出到图纸(或其它介质)上的重要设备。主要有笔绘式、喷墨式两类。笔绘式绘图仪又分为平板式和滚筒式两种。

喷墨式绘图仪是近年来新发明的图形输出设备, 它采用喷墨的方式绘图, 其绘图的速度比普通笔绘式要快得多, 而且色彩丰富。它不但可以将图形绘在普通图纸上, 还可以绘在光面或绒面相纸上, 以及各种胶片上。目前喷墨式绘图仪的价格已与笔绘式绘图仪相差无几, 因而喷墨式绘图仪以其卓越的性能价格比在计算机绘图领域得到越来越多的应用。

从应用角度考虑, 一台绘图仪的主要技术指标如下:

- 绘图仪能绘制工程图的最大幅面和最大长度。
- 绘图仪的绘制精度和速度。一般工程图纸用的绘图仪的精度为 300~600 dpi(每英寸上打印的点数)。绘图仪缓冲区的大小一般是影响绘图速度的一个重要因素, 在有条件的情况下应尽量选择较大的配置。
- 辅助功能。如有无自动切纸功能, 有无网络功能及打印软件的兼容性等。

#### 1. 笔式绘图仪

笔式绘图仪是矢量型设备, 由绘图笔相对纸作随机移动来完成绘图工作。

##### 1) 平板式绘图仪

这种绘图仪如图 2-7 所示, 图纸被固定在平板上, 静止不动, 而绘图笔在纸上可作 X 和 Y 两个方向运动。台面面板从 200 mm×300 mm 到 1800 mm×5500 mm 不等。装有笔架的横梁作 X 方向移动, 笔架在横梁上作 Y 方向移动, 两种运动配合可画出多种图形。

##### 2) 滚筒式绘图仪

这种绘图仪如图 2-8 所示, 绘图仪的绘图笔和图纸都是运动的。绘图纸被卷在滚筒上, 筒的两边安装有链轮, 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; 导轨上有笔架, 用于放置多支绘图笔, 笔架由传动机构带动绘图笔作正负 Y 方向运动, 两种运动的结合, 使得绘图笔画出各种图形。

#### 2. 喷墨式绘图仪

喷墨绘图仪普遍采用滚筒式结构, 图纸被绕在滚筒上并使之快速旋转, 喷墨装置一般是安装在类似于打印机的机头上。绘图时, 喷墨头在滚筒上缓慢运动, 采用黑、青、品红、黄四种印刷色, 通过软件控制将各种色墨喷到图纸上, 实现图形的输出。

### 2.2.3 打印机

打印机是计算机绘图系统的另一类输出设备, 常用来输出文本、数据和图形。目前常用的打印机有针式打印机、激光打印机和喷墨打印机三种。

#### 1. 针式打印机

针式打印机是击打式打印机。它是由打印头、打印头驱动定位机构、走纸机构、打印

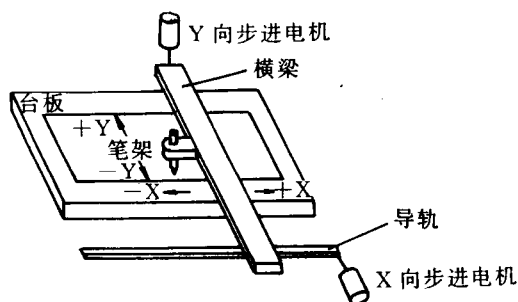


图 2-7 平板式绘图仪

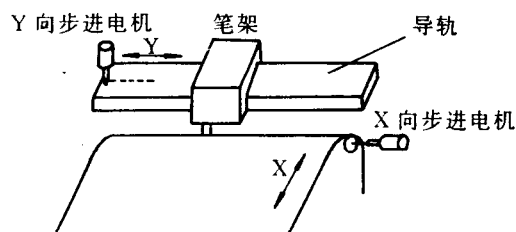


图 2-8 滚筒式绘图仪

控制线路及接口线路等组成。这种打印机头上装有一系列打印针，在打印纸与打印头之间装有色带。打印头作左右移动，而打印纸每当打印头打印一行就以一定的行距向前移动。

针式打印机具有结构简单，易维护，操作方便，纸张适应性好，打印成本低等优点。但作为图形输出设备其输出图形精度低、质量差，主要用于对图形输出质量要求不高的场合。

## 2. 激光打印机

激光打印机是利用电子扫描技术，把数据转换为电信号，再用激光束在硒鼓上扫描，通过控制激光束的开与关来控制鼓面是否吸附碳粉，然后将碳粉转印到纸上。纸上的碳粉经加热熔化形成永久性的图形和文本。

激光打印机由于有效地利用了激光的定向性、单色性和能量密集性，并结合电子扫描技术的高灵敏性和快速存取等特性，其打印的图形质量高、分辨率高、速度快、噪声低。如果缓冲区大，打印时占用主机的时间将相对减少。但激光打印机价格高，打印成本较高。

## 3. 喷墨打印机

喷墨打印机是让墨水通过细墨咀在强电场作用下以高速墨水束喷出在纸上形成图形和文字。从技术上看喷墨打印机可以分为：CANON(佳能)公司专利的气泡式技术，其工作原理是利用加热产生的气泡，使墨水通过喷咀喷到打印纸上；EPSON(爱普生)公司专利的多层压电技术，对喷出的墨水作严密而完整的控制，使墨粒微小而均匀，改善了因墨点不均匀而导致的喷墨打印不清晰的问题；HP(惠普)公司的热感式技术，采用这种技术是将墨盒与打印头设计为一体，受热后将墨水喷出。

喷墨打印机打印图形速度快、质量好、分辨率高、噪音低，缺点是打印图形时，对打印纸要求较高，打印成本较高。

# 2.3 图形输入设备

常用的图形输入设备有键盘、鼠标、数字化仪、光笔、扫描仪等。其主要功能是向计算机输入图形信息和各种控制命令。

## 2.3.1 键盘

键盘是计算机最常用的输入设备之一。以键盘按键数多少可分有 101 键、104 键等几

种, 104 键盘是在 101 键盘上增加了 3 个可直接操作 Windows 95 等菜单的按键。键盘所有按键按其功能可分为三类: 打字键、功能键和控制键。键盘上的所有按键都是结构相同的按键开关。按键开关可分为触点式(机械式)和无触点式(电容式)。机械式键盘击键响声大、手感较差, 容易使手指疲劳, 因此, 逐渐被击键声音小、手感好、寿命长的电容式键盘取代。

目前出现的一些人体工程学键盘, 外形与传统键盘有些不同, 数字小键盘是独立的一部分, 有些将传统键盘上的字母键盘也分成两部分, 有些还带有托盘, 这种键盘使用起来比较舒服。

### 2.3.2 鼠标

鼠标是图形系统中最快捷、方便的输入设备。鼠标按传感方式可分为机械式鼠标和光电式鼠标两种。光电式鼠标需要在一块特殊的鼠标垫板上工作, 光电鼠标在鼠标垫板上移动时, 将光射向这块画有细密均匀网格的反光材料板上, 再反射回来, 因为网格线反光差, 而中间部分反光好, 这样会造成反射光的差异, 进而表示鼠标的运动。光电式鼠标精度高、定位容易、移动速度较快, 适于计算机绘图使用, 但价格贵一些。机械式鼠标通过装配在底部的转球运动被转换成数字信号, 来识别移动方向和移动的偏移量。机械式鼠标虽然定位精度差一些, 但其性能价格比较好, 所以仍然受欢迎。

鼠标以按键数多少可分为两键式和三键式两种, 分别是微软标准和 IBM PC 标准。不过, 现在市面上的鼠标一般都是三键式鼠标, 鼠标上有一个开关, 可以选择微软标准或 IBM PC 标准。

### 2.3.3 数字化仪

数字化仪是一种图形数据采集装置。通常将用户图形的坐标数据输入到计算机是一项麻烦的工作。特别是在图形复杂的情况下, 用人工来读入坐标点数据往往容易出错。使用数字化仪可使这项工作大大简化。数字化仪主要是用游标来拾取图形的坐标和命令, 将图纸上的点或线转换成数字坐标输入到计算机内。常用的数字化仪有机械式、超声波式和全电子式等不同类型。

### 2.3.4 光笔

光笔是一种检测光的装置, 是实现人机对话的一种有效工具。其主要功能是拾取和跟踪。拾取是在屏幕上有图形时, 选取图形上某一图形元素为参考点, 并对图形实施处理的过程。跟踪是用光笔带动光标在屏幕上任意移动, 从而在屏幕上直接作图。

### 2.3.5 扫描仪

扫描仪是将图形、文字等通过光电成像系统扫描拷贝到计算机中的输入装置。扫描仪有手持式、平板式和滚筒式等多种。

目前工程扫描仪在计算机绘图系统中越来越多地被使用。工程图纸经工程扫描仪输入后, 以像素光栅文件存储, 再经光栅矢量化软件进行消蓝、去污矢量化处理后, 调入 CAD 系统进行新的工程设计, 这样可大大缩短设计周期, 有效地利用旧图纸。

## 2.4 C语言图形程序设计基础

通常大多数高级语言都具有基本绘图功能。Turbo C 语言提供了十分丰富的图形语句和图形函数, 并支持多种屏幕图形系统, 因此, 已成为当前计算机绘图的重要开发工具。本节主要介绍 Turbo C 的图形基本功能以及应用 C 语言进行图形程序设计的基础知识和方法。

### 2.4.1 图形系统初始化

#### 1. 图形驱动程序与图形模式

##### 1) 图形驱动程序

图形显示器的种类繁多, 其控制方式也各有差异, 所以要显示图形, 就需先装入相应的图形驱动程序。Turbo C 提供了多种图形驱动程序。表 2-1 给出常用显示卡的驱动程序及其符号名和数值。

表 2-1 常用图形驱动程序

| 符号名 | 数 值 |
|-----|-----|
| CGA | 1   |
| EGA | 3   |
| VGA | 9   |

##### 2) 图形模式

每种图形显示器都有几种不同的图形显示模式。因此, 要显示图形就必须确定所选的显示模式。当进行图形程序设计时, 不但要装入相应的驱动程序, 而且还要决定所选用的显示模式。在 Turbo C 中, 在同一图形驱动程序下, 可能会有几种图形模式供选择。表 2-2 给出常用的图形驱动程序及其支持的图形模式。

表 2-2 常用的图形模式

| 驱动程序 | 图形模式   | 值 | 颜色数  | 分辨率     |
|------|--------|---|------|---------|
| CGA  | CGAC0  | 0 | 4 色  | 320×200 |
|      | CGAC1  | 1 | 4 色  | 320×200 |
|      | CGAC2  | 2 | 4 色  | 320×200 |
|      | CGAC3  | 3 | 4 色  | 320×200 |
|      | CGAH1  | 4 | 2 色  | 640×200 |
| EGA  | EGAL0  | 0 | 16 色 | 640×200 |
|      | EGAH1  | 1 | 16 色 | 640×350 |
| VGA  | VGAL0  | 0 | 16 色 | 640×200 |
|      | VGAMED | 1 | 16 色 | 640×350 |
|      | VGAHI  | 2 | 16 色 | 640×480 |