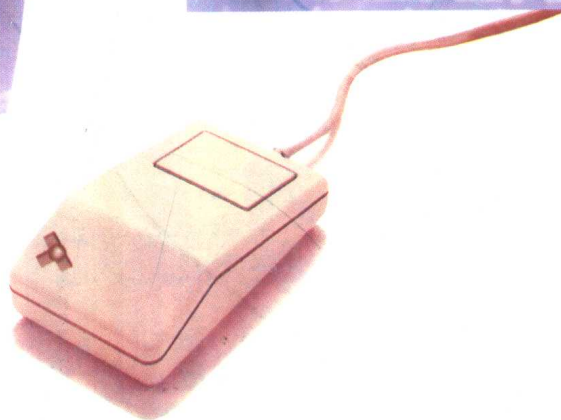


计算机绘图系列教材

C语言计算机绘图教程

陈锦昌 赵明秀 编著



华南理工大学出版社

● 计算机绘图系列教材

C 语言计算机绘图教程

陈锦昌 赵明秀 编著

华南理工大学出版社

• 广州 •

图书在版编目(CIP)数据

C语言计算机绘图教程/陈锦昌,赵明秀编著. —广州:华南理工大学出版社,1998.9

(计算机绘图系列教材)

ISBN 7-5623-1308-3

I. C…

I. ①陈…②赵…

Ⅱ. ①C语言-程序设计-教材②自动绘图-教材

IV. TP319.4

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

责任编辑 潘宜玲

各地新华书店经销

中山市新华印刷厂印装

*

1998年9月第1版 1998年9月第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:22.5 字数:548千

印数:1—5 000册

定价:29.50元

前 言

计算机绘图是计算机技术与传统图形学结合而成的一门学科。今天,随着计算机绘图在现代科学技术各个领域中的广泛应用,计算机绘图已成为计算机应用类课程中一门必不可少的课程。目前,我国大多数高等院校都开设了计算机绘图课程,且大部分专业把这门课程选定为必修课。讲授计算机绘图的教材是随着计算机硬件和计算机语言的发展而发展的。进入90年代以来,C语言已成为人们使用最多的一种程序设计语言,用C语言编写计算机绘图教材成为高校“计算机绘图”课程的迫切需要。我们根据当前应用C语言进行计算机绘图教学的需要,参考画法几何及工程制图课程教学指导委员会对计算机绘图课程的要求,并结合我们多年的教学实践经验,编著了此书。

本书系统地介绍了C语言计算机绘图技术。全书共分八章。第一章介绍了计算机绘图的发展以及常用的图形输入、图形输出设备;第二章介绍了图形系统初始化,Turbo C图形函数,基本图形程序设计,圆弧连接程序设计的内容;第三章介绍了二维、三维图形几何变换及三视图、轴测图、透视图的程序设计方法;第四章介绍了剖面线、隐藏线、剪裁与窗口、填充等的内容;第五章介绍了各种方程表示的曲线、曲面及自由曲线、曲面的程序设计方法;第六章介绍了简易动画、底色覆盖动画等实现动画的方法;第七章介绍了图形常用的几种数据结构;第八章以实例介绍了交互式绘图的原理。书后还附有C语言简介,C语言上机指南以及Turbo C常用图形函数和实用库函数等内容。

本书的最大特点是深入浅出,通俗易懂。各章节均包含大量的实例和应用程序,并配有大量的插图,增强了可读性,适合于自学。每章后给出的习题,供读者用以巩固本章节所学的内容,从而使该书具有较好的实用性。

本书可作为高等工科院校非计算机专业本科生、专科生的教学用书,还可作为从事计算机绘图工作的工程技术人员的参考书。

本书前言、第一章、第二章、第五章、第六章和附录由陈锦昌编写。第三章、第四章、第七章、第八章由赵明秀编写。研究生梁岩、赵东参与了书中部分程序的编制和调试工作,并用计算机绘画了部分插图。本书在编写中得到冀兆卿老师的大力支持,谨在此表示诚挚的谢意。

本书在编写中参考了一些同行的教材和资料,在此向各位文献作者和编著者表示衷心的感谢。

为了便于读者对本书的学习和使用,我们可向读者提供全部程序的软盘。需要者可与华南理工大学制图教研室联系。

限于编者的水平,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

1997年10月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1-1 计算机图形学的发展	1
一、计算机图形学的发展概况	1
二、计算机图形学在工程上的应用	2
三、计算机绘图系统	3
四、学习计算机绘图的意义	3
§ 1-2 常用图形输入设备	4
一、键盘	4
二、鼠标器	4
三、图形输入板	5
四、坐标数字化仪	6
五、光笔	6
六、扫描仪	7
§ 1-3 常用图形输出设备	7
一、显示器	7
二、绘图机	8
三、打印机	9
习题	10
第二章 Turbo C 基本图形程序设计	11
§ 2-1 图形系统初始化	11
一、图形模式	11
二、图形方式初始化	12
三、屏幕管理	13
四、屏幕颜色控制	14
五、图形线型控制	15
§ 2-2 Turbo C 图形函数	17
一、屏幕坐标系	17
二、画点函数	18
三、画直线函数	19
四、画矩形函数	23
五、画多边形函数	24

六、画圆函数	25
七、画圆弧函数	25
八、画椭圆弧函数	26
§ 2-3 基本图形程序设计	27
一、直线类图形	27
二、圆类图形	36
§ 2-4 圆弧连接程序设计	52
一、圆弧连接所应用的数学方法	52
二、圆弧连接两直线	57
三、圆弧连接两圆弧	61
四、圆弧连接已知直线和圆弧	77
习题	84
第三章 图形几何变换	88
§ 3-1 二维图形的几何变换	88
一、点、直线、平面的矩阵表示	88
二、二维图形的几何变换	89
§ 3-2 三维图形的几何变换	106
一、三维图形的矩阵表示	106
二、三维图形的几何变换	106
§ 3-3 多面正投影变换	115
一、正面投影变换	115
二、水平投影和侧面投影变换	119
§ 3-4 轴测投影变换	122
一、正轴测投影变换	122
二、斜轴测投影变换	126
§ 3-5 透视投影变换	129
一、透视投影变换矩阵	129
二、一点透视	130
三、二点透视	133
四、三点透视	136
习题	137
第四章 图形处理技术	139
§ 4-1 窗口与视口	139
一、窗口与剪裁	139
二、视图区	139
三、窗口区与视图区变换	140
四、视口函数、屏幕图形存取函数	142
§ 4-2 剪裁	145
一、圆和椭圆的剪裁	145

二、直线图形的剪裁	150
§ 4-3 填充图形	157
一、填充图形函数	157
二、举例	161
§ 4-4 凸平面立体隐藏线的消除	164
一、外法线法的基本原理和计算判断方法	165
二、消隐的程序设计	167
习题	175
第五章 曲线和曲面的程序设计	178
§ 5-1 曲线程序设计	178
一、显式方程表示的曲线	178
二、参数方程表示的曲线	180
三、极坐标方程表示的曲线	183
四、曲线类图形	184
五、自由曲线	187
§ 5-2 曲面程序设计	193
一、轴线垂直于投影面的正圆柱	193
二、轴线垂直于投影面的正圆锥和正圆台	198
三、圆球	207
四、轴线倾斜于投影面的正圆柱	214
五、圆柱螺旋面	221
六、自由曲面	224
习题	237
第六章 动画技术	238
§ 6-1 简易动画	238
§ 6-2 底色覆盖动画	239
§ 6-3 异或动画	241
§ 6-4 BITBLT 动画	243
§ 6-5 实时动画	244
习题	246
第七章 图形的数据结构	247
§ 7-1 概述	247
§ 7-2 线性表	249
一、线性表	249
二、顺序存储	249
三、线性表的插入和删除	249
§ 7-3 数组	249
一、一维数组	250
二、二维数组	251

三、字符数组	253
§ 7-4 链表	254
一、单链	255
二、循环链表	258
三、双向链表	259
§ 7-5 树	260
一、树的基本概念	260
二、二叉树	260
§ 7-6 常用图形数据结构	262
一、三维形体的表示法	262
二、图形数据结构实例	264
§ 7-7 数据文件	267
一、概述	267
二、文件的打开与关闭	268
三、文件的读写	269
习题	270
第八章 交互式绘图	272
§ 8-1 概述	272
一、概念	272
二、交互式绘图系统的组成	272
§ 8-2 交互式绘图程序结构	273
一、交互式绘图实例	273
二、交互式绘图程序结构和屏幕布局	290
§ 8-3 人机交互技术	292
一、常用输入设备的使用方法	292
二、图形输入技术	305
习题	328
附录一 C 语言简介	329
附录二 C 语言上机指南	330
附录三 Turbo C 常用图形函数	339
附录四 Turbo C 实用库函数	344
参考文献	351

第一章 绪 论

§ 1-1 计算机图形学的发展

一、计算机图形学的发展概况

计算机图形学是伴随着电子计算机及其外围设备的产生和发展而产生、发展起来的,它是近代计算机科学与雷达、电视技术的发展汇合而产生的硕果。

在 50 年代,计算机由电子管、磁芯和各种电子元件构成,其体积庞大,存储量小且计算速度慢,主要应用于科学计算。50 年代初,作为 Whirlwind 计算机的附件,第一台图形显示器在美国麻省理工学院诞生了。这台以阴极射线管(CRT)作为输出设备的显示器只能显示一些简单的图形。约在 1958 年,美国 Gerber 公司发明了第一台用计算机进行控制的平板式绘图机,Calcomp 公司研制成滚筒式绘图机。数控绘图的发明使古老的绘图科学得到了突破性的发展且使用计算机绘图代替人工绘图成为可能。

在 50 年代末到 60 年代中期,用晶体管取代了电子管,产生了第二代计算机,它的体积减小,存储量增大。50 年代末期在美国麻省理工学院开发的 SAGE 空中防御系统中第一次使用了具有指挥和控制功能的 CRT 显示器,操作者使用光笔可在荧屏上标识目标,这就是交互式图形学的萌芽。现代的交互式图形学是在 1962 年由美国麻省理工学院伊凡·萨泽兰(Ivan E. Sutherland)在他的博士论文中奠基的。他在论文中首次使用了“Computer Graphics”这个术语,他证明了交互式计算机图形学是一个可行的、有用的研究领域,并引进和开发了直至今天仍在使用的的一些基本概念和技术。国际标准化组织(ISO)在数据处理词典中对计算机图形学定义为:“计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用显示设备上显示的原理、方法和技术的学科。”

60 年代中期,计算机图形学在自动绘图和其他有特别要求的工作中表现出的巨大潜力越来越明显,开始出现一批研究项目和商业产品,这一时期是计算机图形学被大规模研究、广泛应用、蓬勃发展的时期。计算机图形学除在军事上和工业上的应用外,已进入到教育、科研、艺术等领域。随着计算机图形学的广泛应用,图形系统不断完备,图形设备不断更新、发展。60 年代中期出现的随机扫描显示器,已具有较高的分辨率、对比度和良好的动态性能。为了不使图形闪烁,显示处理器必须以 30Hz 的频率不断执行同一组命令以刷新荧屏上的图形。在当时,这样的显示处理器是相当昂贵的,故影响了交互式图形生成技术的进一步发展。

在 60 年代后期至 70 年代初,第三代计算机研制成功,由于采用了集成电路,故体积更小,计算速度加快,存储量也大为增加。这时期,既不需要缓冲器也不需要刷新处理器的直观

存储管 DIST 问世以后,由于其价格比较低廉,分辨率高,显示大量信息也不闪烁,而且可使一些较简单的图形实现交互处理,使原来对复杂的计算机辅助设计不感兴趣的用户也乐于采用交互图形学技术。从而,使计算机图形学向前迈进了一大步。因为存储管不具有显示动态图形的能力,也不能进行选择性的删除,所以,主要应用于不需对图形进行动态操作的场合,如用于大量而精确的线条图及字符绘制。

70 年代,随着大规模集成电路的产生,计算机也更新换代,第四代计算机更趋小型化和微型化,计算速度及存储量再次增大。同时,随着计算机的价格降低,质量的提高,功能更多,使用更方便,计算机的使用越来越普及。在 70 年代中期,随着廉价的固体电路随机存储器的出现,使其具有较大容量的刷新缓冲存储器,于是使以电视技术为基础的光栅扫描的图形显示器得以发展。在这种显示器中,诸如直线段、字符、图形和背景等图元能以像素形式被存储在刷新缓冲器中。同时,这种显示器的出现使计算机图形生成技术和现有的电视技术相衔接,使得图形更加形象、逼真,因而更易被推广和应用。

硬件技术的发展使显示设备不断改进,因而出现了形式繁多的显示器,它们逐渐被一种普遍使用的字母显示终端所代替,因而这种终端成为人机对话的标准接口。随着硬件技术的发展,将面临的是如何解决使用不同类型的显示系统及应用程序所带来的困难,即程序的可移植性。这就提出了一个软件标准化的问题。70 年代中期,美国计算机协会成立了一个图形标准规划委员会,并开始这一工作,在多年图形软件工作经验的基础上,于 1977 年提出了称为“核心图形系统”(CORE)的规范,提出了图形软件包的标准。在 1979 年这个规范再一次被修改,成为了建立标准的基础。虽然图形程序包标准化的问题仍是一个有争议的问题,但标准化的图形系统为生成一种通用基本软件打下了一个良好的基础。

随着微型计算机的发展与推广,各种图形终端的发展及各种图形软件的不开发,计算机图形学日益成为人们不可缺少的通讯手段,将被更广泛应用,其前景更引人注目。

二、计算机图形学在工程上的应用

计算机图形设备的不断更新,硬件功能的不断增强和图形系统软件功能的不断开发、扩充、完善,使计算机图形学在最近 10 多年内在航空、造船、汽车、机械、电子、建筑、气象、地质以及教育等领域得到广泛的应用。

1. 建筑业

在建筑工业中,经常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;同时,还需给出建筑物设计图、施工图等,其绘图工作量十分繁重。近 10 年来,国内外已研制成不少建筑 CAD 软件包,从建筑物的设计计算到各种图形的绘制均全部由计算机完成,且可在计算机上作动态立体显示,从而提高了设计质量,加快了设计周期。

2. 机械工业

在机械工业中可用计算机绘制产品结构原理图、传动系统图、电气系统图、液压系统图、机械零件图、装配图和轴测图,并可用于机械零件的设计等方面。计算机辅助工艺设计(CAPP)的应用,取代了工艺人员用手工安排零件加工路线、画工序图的低效、重复性的工作,提高了效率和工艺质量。

3. 汽车、飞机与船舶工业

在造船工业中,一艘数万吨级大船的设计,需绘制图纸数万张,若手工绘制,费时费力,

而应用计算机绘图后,使其效率提高了数十倍,加快了设计速度。在汽车、飞机制造业中有的图样十分复杂,如飞机机翼理论外形图、汽车车身型线透视图等,这些图样手工绘制相当困难,且绘图精度难以满足需要。这类图样的绘制,现已逐步由计算机自动绘图所取代。在汽车、飞机和船舶的外形设计中,它既涉及机械、力学等性能要求,又涉及美学要求,应用计算机辅助几何设计,可达到较好的艺术效果。

4. 电子工业

由于大规模集成电路的发展,其集成度越来越高,一块小小的矩形硅片上往往要集成数万个元件。集成电路图运用手工绘制相当困难且难以保证质量,现已全部采用计算机图形系统,它既能进行设计,又保证了质量,且加快了绘图速度。同时,计算机还可绘制逻辑图、电路图、布线图等。

5. 教育部门

计算机辅助教学(CAI)是计算机绘图应用的重要领域。应用CAI可以把教学中难懂的、抽象的内容形象化,大大提高了学生的学习兴趣,提高了教学效率和教学质量。尤其将计算机图形学与多媒体技术结合,使CAI软件具有声、形、图、文的能力,更使学生的学习环境发生了根本的变化。近几年来,CAI领域非常活跃,对教学改革起到了重要的推动作用。

6. 其他

此外,在地质、气象等部门还可以绘制地质断面图、地图、地形图、气象图等;在经济统计部门可以绘制计算图、各种统计图表、表格等;在医学部门可绘制心电图、人体骨骼图、药效分析图等。应用计算机还可进行工艺美术设计,绘制各种图案、花纹,甚至可绘制传统的油画和中国画。

今天,计算机图形学的应用已向计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助教学(CAI)等方向发展。

三、计算机绘图系统

计算机绘图系统包括硬件和软件两部分。硬件包括:主机、输入设备、输出设备等;软件包括:图形系统软件、图形数据库、专用绘图语言、操作系统等。图形系统软件就图形处理而言可以分为基本软件、功能软件、应用软件。其中:

基本软件的功能是驱动绘图机,进行绘图信息加工,建立绘图的各种初始值,包括画点、画线、画圆弧、充填等。

功能软件包括画正多边形、剪裁、消隐等子程序。

应用软件是根据需要而设计的软件,包括绘图、编辑、存储计算等功能。如本书第八章的交互式绘图应用软件。

图 1-1 是常规的计算机绘图系统。

四、学习计算机绘图的意义

图样是工程上人们用于表达和交流技术思想的工具。长期以来,人们一直借助于绘图工具手工绘图。为了改善绘图工作条件,提高绘图效率和图面质量,虽然在改进绘图工具方面做了不少工作,然而都摆脱不了手工作业方式。随着科学技术的发展,人们对绘图精度和速度都提出了更高的要求;同时,在科学技术的各个领域内,图的应用范围越来越广,传统的手

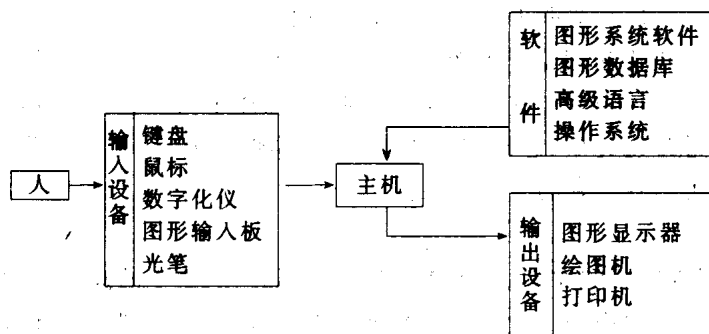


图 1-1

工绘图方式无论是在绘图速度还是在绘图质量方面,都已不能满足现代科学技术日益发展的需要。电子计算机的出现,产生了计算机绘图,计算机绘图由只显示简单的图形到输出复杂的图形,从只进行图形处理到实现图像处理,这无疑是图样绘图上的一场革命。

在现代化生产中,产品要不断更新换代,生产率要提高,成本要降低,这就要求必须缩短设计、绘图和制造的周期。而实现这一目的的有效途径是利用计算机绘图(CG)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助工程(CAE)等,以实现设计、绘图和制造管理的自动化。在全自动化生产中,计算机绘图又是整个计算机辅助工程的核心。由此可见,计算机绘图在工业生产和科学技术中起着重要作用。本书主要介绍在 IBM 微型计算机上应用 Turbo C 语言绘图的基本原理和常用图形编程方法,从而使读者具有设计一般工程图样的绘图软件的能力,为从事计算机图形学的进一步研究提供一个良好的基础,以能适应科学技术迅速发展的需要。

§ 1-2 常用图形输入设备

常用的图形输入设备有键盘、鼠标、图形输入板、坐标数字化仪、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。

一、键盘

键盘是信息输入的外围设备之一。键盘是操作命令、图形程序以及数据信息的输入装置。图 1-2 是 IBM-PC 机的键盘。键盘上有字符键、数字键、命令控制键和各种功能键,功能键可以完成某些特定功能。通过按键操作配合各种事先编排好的程序,可以输入字符、图形数据和图形命令等。

二、鼠标器

鼠标器是一个较小的手动设备(图 1-3)。用户可以通过移动桌面上的鼠标器,使屏幕上的光标向任何所希望的方向作相应的移动。此外,鼠标器通过拾取按钮指示输入或从屏幕菜单上选择菜单项,从而获得信息输入。

鼠标器是一种应用较广的输入设备,分有光电式和机械式两种。光电式鼠标器通常需要一个特殊的垫板,垫板上有栅网状的交替明暗线。鼠标底端的发光二极管直接向垫板发射光



图 1-2

束,反射回来的光由鼠标器底部的检取器感应接收。当鼠标移动时,一旦遇到垫板的暗线,光被吸收,反射的光束被切断。根据光脉冲的次数与遇到的暗线数目相等的原理可测出相对移动的偏移量。机械式鼠标器通过装配在底部的转球运动被转换成数字的信号,来识别移动方向和移动的偏移量。

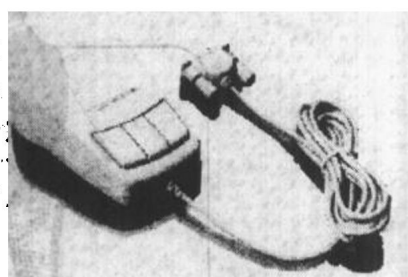


图 1-3

三、图形输入板

图形输入板是一种重要的信息输入设备。它由图形板和游标(电子感应笔)组成(见图 1-4)。图形输入板多数是利用电磁感应原理构成的。它的台板内布有非常密集的电网络,构成感应阵列。这相当将图形输入板划成很多小的方块,每个小方块就是一个像素。在游标中装有一个线圈,当线圈中有交流信号(即按下按钮)时,在小方块的中心产生一个电磁场。游标在台面上移动时,其坐标位置可以检测出来,并将信号送给系统,从而达到输入信息的

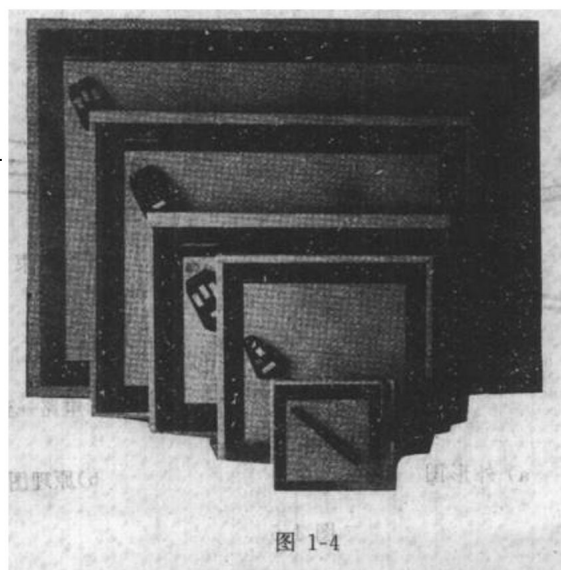


图 1-4

目的。在交互式绘图时,可以运用图形板和游标,在屏幕上进行坐标定位、点屏幕菜单。运用图形板上的菜单,用游标拾取后,执行菜单项所对应的功能。图形输入板还可以进行徒手画图,直接输入图形信息。

四、坐标数字化仪

坐标数字化仪是一种图形数据采集装置。一般地,将用户图形的坐标数据输入到计算机是一件麻烦的工作。特别在图形较复杂的情况下,用人工读入坐标点数据往往容易出错。使用坐标数字化仪可使这项工作大大简化。坐标数字化仪主要是用游标来拾取图形的坐标和命令,将图纸上的点或线变换成数字坐标输入到计算机内。常用的坐标数字化仪有机械式、超声波式和全电子式(图 1-5)等不同类型。

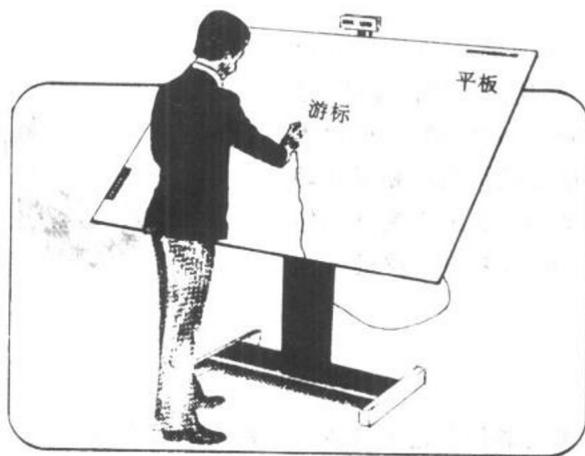


图 1-5

五、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(图 1-6)。其主要功能是拾

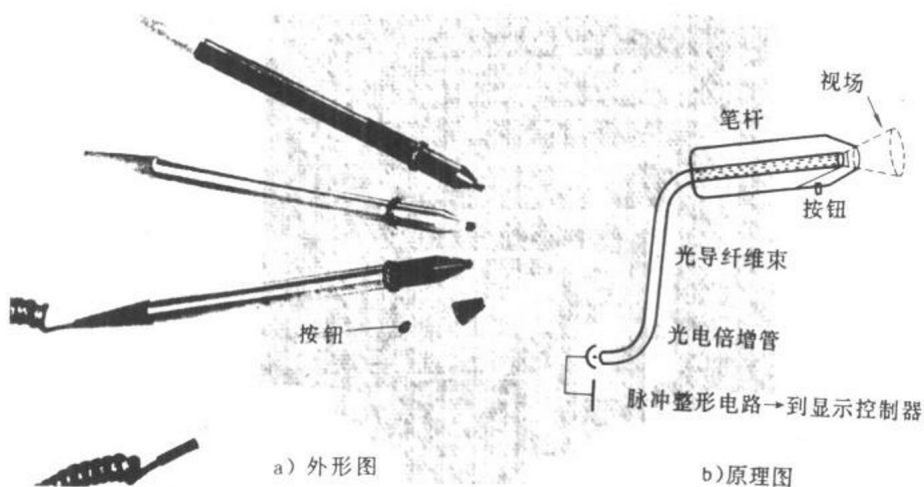


图 1-6

取和跟踪。拾取是在荧屏上有图形时,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荧屏上任意移动,从而在荧屏上直接作图。

六、扫描仪

扫描仪是将图形、图像、文字、数据等通过光电成像系统扫描拷贝到计算机中的输入装置。扫描仪有平板式、滚筒式等。早期的扫描仪只能扫描黑白图像,80年代中期出现了彩色扫描仪。

扫描仪输入到计算机中的图像数据,占用大量内存,故压缩数据是必须要解决的问题。目前能对数据进行压缩的扫描仪,其压缩率可达1:25。

§ 1-3 常用图形输出设备

常用的图形输出设备有显示器、绘图机、打印机等。其主要功能是将计算机生成的图形及有关信息输出来。

一、显示器

显示器是最终产生图形显示效果的部件,是人和计算机实现对话的必不可少的人-机接口。显示器分为单色和彩色两大类。绝大多数计算机图形系统中使用的是彩色显示器。显示器根据显示原理的不同又区分为阴极射线管型(CRT)、液晶型(LCD)、等离子体型(PDP)、场致发光型(ELD)和发光二极管型(LED)等。在计算机图形系统中最常用的是阴极射线管显示器。

彩色阴极射线管CRT显示器是目前常用的显示器。其可分为存储型CRT、随机扫描型CRT和光栅扫描型CRT。

1. 存储型 CRT

存储型 CRT 是比较简单的一种彩色 CRT 显示器,本身具有内在的存储部件。一般是用一个很密集的金属网装在荧光屏内距荧光粉涂层很近的地方。它可以较长时间地存储电子束第一次扫描时留下的电子图像,依靠这电子图像来维持荧光屏显示的画面。

2. 随机扫描型 CRT

随机扫描型 CRT 的结构如图 1-7。在随机扫描型 CRT 中,电子束像一支快速移动的画笔,勾画出要显示的图形。电子束根据需要可在荧光屏面任意方向上连续扫描,没有固定扫描线和规定扫描顺序的限制,故称为随机扫描。

3. 光栅扫描型 CRT

光栅扫描型 CRT 的组成如图 1-8。在光栅扫描型 CRT 中,电子束受偏转部件的控制,依照固定的扫描线和规定的扫描顺序,自上而下、从左到右扫描整个荧光屏。整个荧光屏由

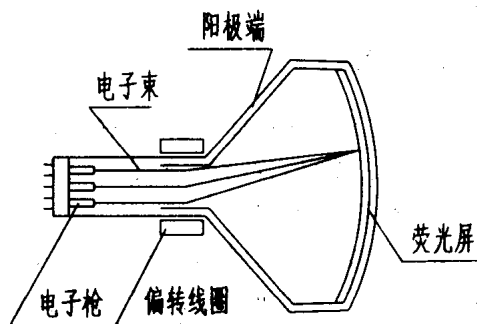


图 1-7

扫描线分为 m 行, 每一行又可分为 n 个小点, 这样荧光屏就被分成 $m \times n$ 个小点, 称之为像素。电子束先从荧光屏左上角开始, 向右扫一条水平线, 然后迅速地回扫到左边偏下一点的位置, 再扫第二条水平线, 如此往复, 即完成了整个荧光屏的扫描。这个扫描过程所产生的图像称为一帧, 然后电子束迅速回扫到左上角, 开始下一帧的扫描。一般每秒钟要完成 50 帧或 60 帧的扫描, 每帧由固定数目的像素组成。帧存储器存放的不是显示指令, 而是对应各个像素亮暗或色彩的信息, 称为位图。

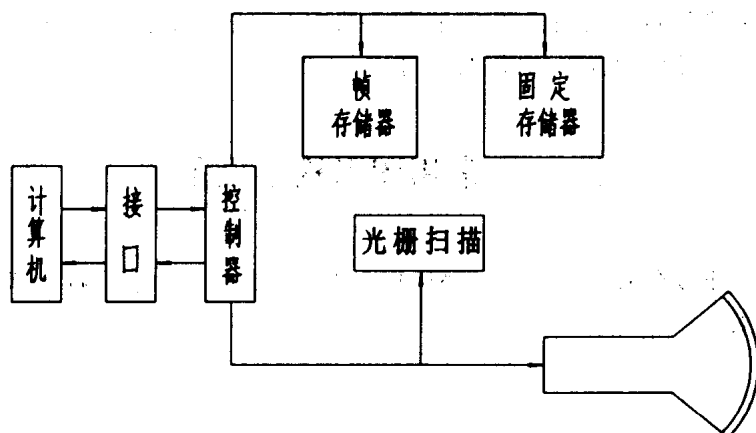


图 1-8

控制器控制整个图形显示的过程。它按顺序扫描帧存储器中的位图, 把位图中的亮度、色彩信息转换为控制电子束的强度, 再由扫描电路控制电子束上下、左右移动而显示图像。光栅扫描器的特点是可显示真实感的图形。因为它有多级灰度, 色彩丰富, 从而可以获得表现具有多级明暗度的自然画面。同时由于这种扫描方式和电视类似, 故光栅扫描又称为电视扫描。

二、绘图机

绘图机是实现将计算机生成的图形输出到图纸(或其他介质)上的主要设备。绘图机主要有笔绘式、喷墨式两类。笔绘式绘图机又可分为滚筒式和平台式两种。

1. 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机传动示意图如图 1-9。其主要特征是用两只步进电机分别带动绘图纸和绘图笔运动。绘图纸卷在滚筒上, 由步进电机带动图纸作正负 X 方向运动。滚筒上方有笔架, 用于存放多支画笔, 由另一步进电机带动画笔作正负 Y 方向运动, 两种运动的结合使画笔在绘图纸上画出各种图形。

滚筒式绘图机结构紧凑, 占地面积少, 价格便宜。但绘图精度比平台式低, 而且所绘的图形卷在滚筒上面, 绘图过程不易看清。

2. 平台式绘图机

平台式绘图机结构示意图如图 1-10。其主要特征是绘图平台为一块固定平板, 规格为 $200\text{mm} \times 300\text{mm}$ 到 $1800\text{mm} \times 5500\text{mm}$ 不等。画笔由 X 、 Y 两个方向的两只步进电机控制作往返运动。两种运动的结合, 在绘图平台上画出各种图形。

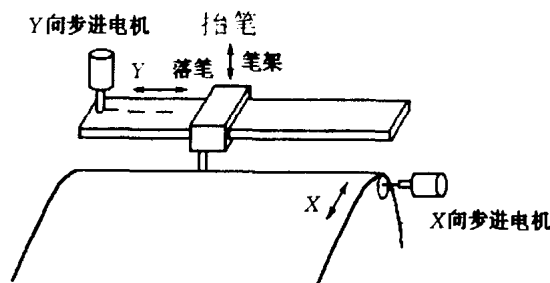


图 1-9

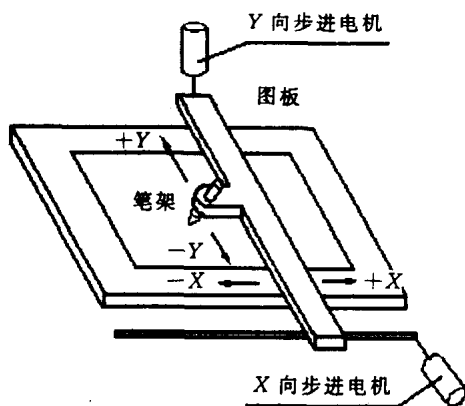


图 1-10

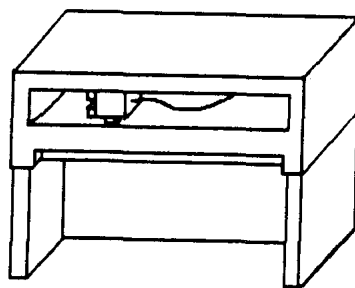


图 1-11

平台式绘图机精度较高,绘图过程中可以监视整张图纸,使用幅面比较灵活。

平台式绘图机根据笔架驱动方式的不同,又分为步进电机型(图 1-10)和平面电机型(图 1-11)。平面电机型绘图机用平面电机驱动,其绘图台有两块平板,电机的定子在上方的平板,下方的平板为绘图台板。在两平板之间装有平面电机的动子部分,在动子上装有笔架。绘图时,在动子与定子之间由高压空气形成空气轴承,使笔架在平板上带动绘图笔自由移动画图。

平面电机型绘图机绘图速度快,精度高;但制造复杂,价格较贵。

3. 喷墨式绘图机

喷墨式绘图机是近年来新发明的图形输出设备。它采用喷墨的方式绘图,其绘图速度比普通笔式绘图机要快得多,绘彩色图效果更好。它不仅可将图绘在普通图纸上,还可以绘在光面或绒面相纸上以及各种胶片上。

三、打印机

打印机作为计算机的另一主要的输出设备,其常用作输出文字、数据、图形和图像。打印机分为击打式和非击打式两大类。

1. 针式点阵打印机

针式点阵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、打印控制线路及接口逻辑线路等组成。