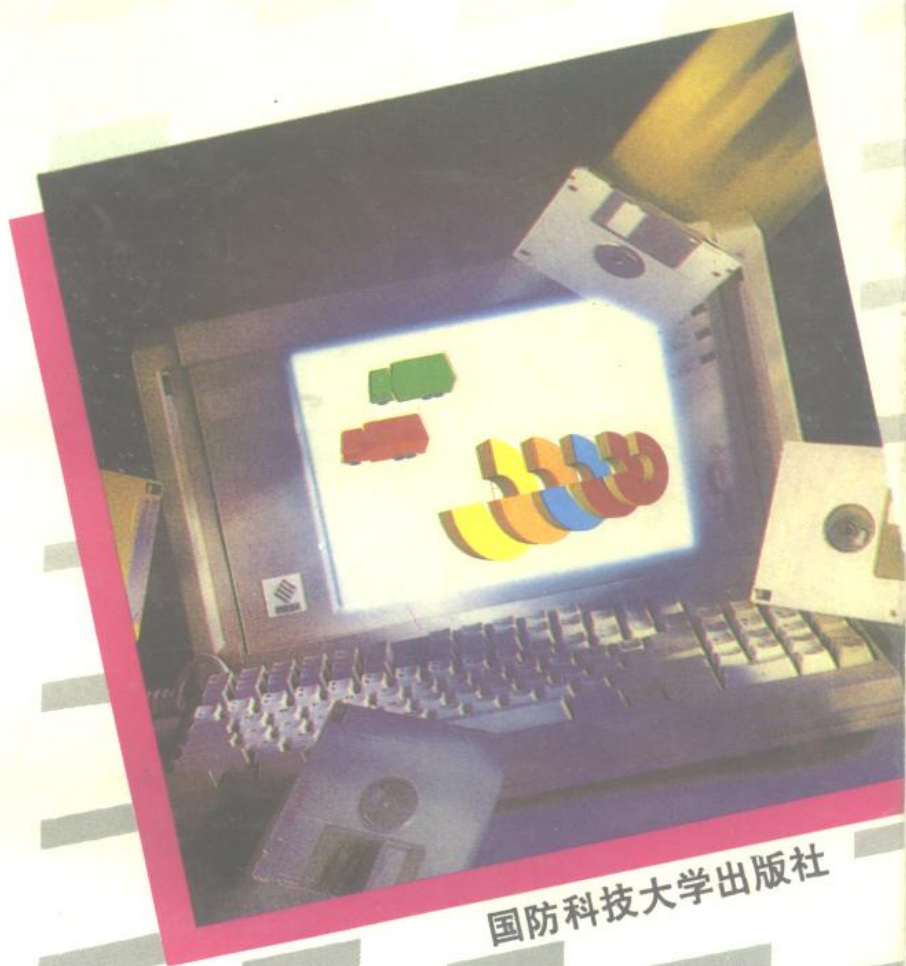


□杨昂岳 主编

# 微机实用绘图 方法与技巧



国防科技大学出版社

TP391.41  
YAY/1

# 微机实用绘图方法与技巧

杨昂岳 主编



国防科技大学出版社

0033216

## 图书在版编目(CIP)数据

／ 微机实用绘图方法与技巧/杨昂岳主编;张志雄 李栋成 李国喜 尚建忠 潘存云  
—1版1次/长沙:国防科技大学出版社,1995.12

ISBN 7-81024-361-6

I 微机实用绘图方法与技巧

I 杨昂岳等

■ ①计算机-图形学②计算机-C语言

N TP391.4

责任编辑:戴东宁

责任校对:邹向曙

封面设计:陆荣斌

JS349/10

国防科技大学出版社出版发行

(电话:(0731)4555681 邮政编码:410073)

新华书店总店科技发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

开本 787×1092 1/16 印张:19.5 插页:1 字数:451千

1995年12月第1版第1次印刷 印数:1~5000

ISBN 7-81024-361-6

TP·70 定价:26.00元

215.800

## 内 容 简 介

本书从实用出发,介绍微机绘图的基本知识和理论、绘图程序编制的基本方法及一些需用的编程技巧。

本书的特点是理论与实用性相结合,在讲述绘图理论和方法时深入浅出,并提供大量实例。本书语言朴实易懂,程序简单明了。书中全部实例都给出C语言源程序,并配有必要的注释,且都在 Turbo C(2.0)环境下调试通过。

本书可作为大专院校“计算机绘图”课教材,也可供工程技术人员、美工人员学习、参考。同时,也可作为学习C语言的参考书。

为便于读者的学习和使用,本书的全部源程序汇集于一张5"软盘上,需要者可与国防科技大学出版社联系邮购。

## 代 序

计算机图形学是近 30 年发展起来的一门新兴学科,它主要研究利用计算机来生成、显示和处理各种图形的理论和技术。计算机图形学的发展得益于计算机科学的发展,同时,计算机图形学的发展也拓宽了计算机的应用领域,促进和带动了一些相关学科的形成和发展。

现在,计算机图形学已相当成熟。国内的研究也有不短的历史,取得了很大的成绩;但与国外的水平相比,总的说来,仍有差距。随着计算机在国内日益普及,如何让更多的人熟悉、掌握和应用计算机图形学的基本知识,设计出友好的人机交互界面,真正实现“所见即所得”(What You See is What You Get),已是一件刻不容缓的工作。由杨昂岳同志主编的这本《微机实用绘图方法与技巧》,是一个有益的尝试。

与其他同类型书籍相比较,本书的特点在于虽然不刻意追求理论的深刻及完整,但在字里行间仍不失有系统而完整的理论作为指导,做到深入浅出。其次,本书以图形的基本绘制方法为主体,注重理论的实践与应用。因而贯穿全书的主旨就是“实用”二字。

在内容方面,本书几乎涵盖了计算机图形学领域中常用的理论和方法。例如,用相当的篇幅介绍了在人机交互界面设计中广泛使用的汉字处理技术、图形化菜单技术、橡皮筋技术及各种图形输入输出设备的使用技术等,内容非常丰富。另外,本书的另一特点是对每种主要的图形处理算法都毫无保留地提供了 C 语言的源程序代码,并作了详细的解释,使读者可不加修改地直接应用于自己的程序中,以实现其特定的目的,极大地方便了读者。

鉴于上述特点,可以相信,本书的出版对计算机图形学在我国的推广和普及必将起到积极的推动作用。

华中理工大学教授      余 俊  
机械学学科博士生导师

1995 年 2 月 5 日于武昌

## 前 言

图画是艺术,也是语言。工程图是工程界表达和交流技术思想的工具。古往今来,无数工程师、艺术家呕心沥血,从事绘图工作,绘制了大量的工程图和艺术作品,推动了人类精神文明和物质文明的发展。但是,手工绘图是一项细致而烦琐的劳动,不仅效率低,难以保证高精度,而且只能绘出静态图,不能表达、模拟所描绘物体的变化过程。随着现代科学技术的发展,图样愈来愈复杂,对绘图的速度、图面质量及精度的要求愈来愈高,手工绘图几乎无法满足。

随着电子计算机的发展,人们又研制出自动绘图仪和图形显示器,把具有处理大量数据及信息能力的计算机与高速度、高精度的绘图仪有效地结合起来,构成全新的计算机绘图系统。目前,作为一门新兴学科,计算机图形学受到人们的普遍关注。计算机绘制的图形逼真、精确,已广泛应用于航天、机械、建筑、气象、化工、地矿及军事指挥等部门,也广泛出现在人们的生活中,如动画广告、卡通片、动态字幕、公文报表、美术国画等。

我们在多年教学、科研实践的基础上,参考了众多国内外文献资料,编写了这本书,希望能为促进计算机绘图技术的普及和进步尽绵薄之力。

本书从实用出发,介绍微机绘图的基本知识和理论、绘图程序编制的基本方法及一些常用的编程技巧。主要内容有:微机绘图的软/硬件基础、常用的绘图高级语言、常用的输入/输出设备的使用方法、通用微机绘图软件 Auto CAD 简介、图形状态下的汉字处理技术、二维平面图形及三维立体图形的生成与处理、微机动画技术,并介绍了若干绘图技巧。

本书的特点是理论性和实用性相结合,在讲述绘图理论和方法时,力求深入浅出,并提供大量实例,将深奥的理论具体化。本书语言力求朴实易懂,程序设计力求简单明了。书中实例全都给出了 C 语言程序,并配有必要的注释。书中全部程序都在 Turbo C(2.0)环境下调试通过。

本书由杨昂岳主编,张志雄编写第一、五章,李栋成编写第二、三章,李国喜编写第四、六章,尚建忠编写第七、八章,潘存云编写第九章。

华中理工大学余俊教授审阅全部书稿,提出了宝贵意见。在本书编写过程中,得到曾砥平等同志的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误、不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 前 言

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 1 微机绘图基础 .....                          | 1   |
| 1.1 引 论 .....                           | 1   |
| 1.1.1 概 述 .....                         | 1   |
| 1.1.2 计算机绘图的发展概况 .....                  | 2   |
| 1.1.3 微机绘图的特点 .....                     | 3   |
| 1.1.4 微机绘图的应用 .....                     | 4   |
| 1.2 常用的图形输入输出设备简介 .....                 | 5   |
| 1.2.1 常用的图形输入设备 .....                   | 5   |
| 1.2.2 常用的图形输出设备 .....                   | 7   |
| 1.3 图形显示设备 .....                        | 10  |
| 1.3.1 随机扫描图形显示器 .....                   | 11  |
| 1.3.2 光栅扫描图形显示器 .....                   | 13  |
| 1.3.3 IBM PC 图形显示器 .....                | 15  |
| 1.4 基本图元的生成 .....                       | 17  |
| 1.4.1 常用的三种坐标系 .....                    | 17  |
| 1.4.2 直线的生成 .....                       | 18  |
| 1.4.3 圆(圆弧)的生成 .....                    | 23  |
| 2 微机绘图的常用高级语言 .....                     | 27  |
| 2.1 Turbo Basic 的绘图语句 .....             | 27  |
| 2.2 Turbo C 与 Turbo Pascal 语言的图形库 ..... | 32  |
| 2.3 实 例 .....                           | 41  |
| 2.3.1 Turbo Basic 程序示例 .....            | 41  |
| 2.3.2 Turbo Pascal 程序示例 .....           | 42  |
| 2.3.3 Turbo C 程序示例 .....                | 43  |
| 3 平面图形的显示与处理 .....                      | 45  |
| 3.1 常用平面图形 .....                        | 45  |
| 3.1.1 简单平面图形 .....                      | 45  |
| 3.1.2 曲线图 .....                         | 45  |
| 3.2 平面图形的处理 .....                       | 72  |
| 3.2.1 齐次坐标 .....                        | 72  |
| 3.2.2 几何变换 .....                        | 74  |
| 3.2.3 裁 剪 .....                         | 87  |
| 3.3 实 例 .....                           | 91  |
| 4 常用输入、输出设备的使用方法 .....                  | 102 |
| 4.1 概 述 .....                           | 102 |
| 4.2 键 盘 .....                           | 102 |
| 4.2.1 键盘工作原理 .....                      | 102 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 4.2.2 | 键盘缓冲区                | 102 |
| 4.2.3 | 读取普通键和特殊键            | 102 |
| 4.2.4 | 计算机绘图中读键示例           | 104 |
| 4.3   | 鼠标器                  | 111 |
| 4.3.1 | 鼠标器及其安装              | 111 |
| 4.3.2 | 基本鼠标器功能              | 111 |
| 4.3.3 | 用基本鼠标功能开发应用模块        | 116 |
| 4.3.4 | 一个交互式的演示程序           | 124 |
| 4.4   | 打印机                  | 130 |
| 4.4.1 | 打印机简介                | 130 |
| 4.4.2 | 屏幕图形与硬拷贝方法           | 130 |
| 4.4.3 | 中西文打印技术              | 130 |
| 4.4.4 | 图像打印程序设计             | 149 |
| 5     | 通用微机绘图软件 Auto CAD 简介 | 161 |
| 5.1   | 概 述                  | 161 |
| 5.1.1 | Auto CAD 的功能         | 161 |
| 5.1.2 | 设备配置                 | 162 |
| 5.1.3 | 启动 Auto CAD          | 162 |
| 5.2   | Auto CAD 的基本命令       | 165 |
| 5.2.1 | 实用命令                 | 165 |
| 5.2.2 | 图形编辑及参数显示命令          | 167 |
| 5.2.3 | 实体绘图命令               | 171 |
| 5.2.4 | 图形编辑                 | 178 |
| 5.3   | 图层、颜色和线型             | 179 |
| 5.3.1 | 基本概念                 | 179 |
| 5.3.2 | 层命令 LAYER            | 179 |
| 5.3.3 | 颜色命令 COLOR           | 181 |
| 5.3.4 | 线型命令 LINETYPE        | 181 |
| 5.4   | 块及属性                 | 182 |
| 5.4.1 | 块                    | 182 |
| 5.4.2 | 属 性                  | 184 |
| 6     | 汉字显示及处理技术            | 191 |
| 6.1   | 汉字的表示、存储方法和汉字库结构     | 191 |
| 6.2   | 计算机汉字信息编码            | 191 |
| 6.2.1 | 汉字的内码和外码             | 191 |
| 6.2.2 | 汉字内码和区位码的转换          | 192 |
| 6.2.3 | 汉字字库的显示输出            | 193 |
| 6.3   | 特殊要求的汉字显示输出          | 194 |
| 6.3.1 | 汉字字符显示方式和图形显示方式      | 194 |
| 6.3.2 | 直接读字库和完全脱离汉字操作系统     | 194 |
| 6.3.3 | 汉字的缩放、倾斜和旋转          | 200 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 6.3.4 | 汉字修饰 .....         | 205 |
| 6.3.5 | 汉字的快速显示方法 .....    | 206 |
| 6.3.6 | 点阵汉字矢量化介绍 .....    | 210 |
| 7     | 三维图形显示与处理 .....    | 211 |
| 7.1   | 三维形体的计算机内表示 .....  | 211 |
| 7.1.1 | 图形的几何信息和拓扑信息 ..... | 211 |
| 7.1.2 | 图形的层次结构 .....      | 212 |
| 7.1.3 | 三维形体的几何表示 .....    | 213 |
| 7.1.4 | CGAS 的图形数据结构 ..... | 214 |
| 7.2   | 实体造型技术简介 .....     | 215 |
| 7.2.1 | 实体造型中常用的表示形式 ..... | 215 |
| 7.2.2 | 实体造型常用方法 .....     | 217 |
| 7.3   | 三维图形的生成 .....      | 218 |
| 7.3.1 | 概 述 .....          | 218 |
| 7.3.2 | 基本体素的生成 .....      | 219 |
| 7.3.3 | Sweep 造型 .....     | 221 |
| 7.4   | 三维图形的处理 .....      | 222 |
| 7.4.1 | 三维图形的几何变换 .....    | 222 |
| 7.4.2 | 三维图形的投影变换 .....    | 229 |
| 7.5   | 三维图形的隐藏线消除 .....   | 237 |
| 7.5.1 | 概 述 .....          | 237 |
| 7.5.2 | 消隐算法的设计思想 .....    | 238 |
| 7.5.3 | 凸多面体的消隐 .....      | 238 |
| 7.5.4 | 凹多面体及多体的消隐 .....   | 240 |
| 7.6   | 实 例 .....          | 242 |
| 8     | 微机动画技术 .....       | 253 |
| 8.1   | 引 言 .....          | 253 |
| 8.2   | 底色覆盖法 .....        | 255 |
| 8.3   | 异或运算法 .....        | 256 |
| 8.4   | 块动画法 .....         | 257 |
| 8.5   | 双缓存器显示法 .....      | 259 |
| 8.6   | 逐帧动画法 .....        | 263 |
| 8.7   | 组合动画法 .....        | 267 |
| 9     | 实用绘图技巧 .....       | 274 |
| 9.1   | 图形菜单设计 .....       | 274 |
| 9.1.1 | 窗 口 .....          | 274 |
| 9.1.2 | 图 标 .....          | 275 |
| 9.1.3 | 弹出式菜单 .....        | 277 |
| 9.1.4 | 菜单拾取与颜色条的移动 .....  | 278 |
| 9.1.5 | 按钮设计 .....         | 278 |
| 9.1.6 | 菜单专用小型汉字库的制作 ..... | 279 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 9.2 屏幕图形处理 .....        | 281 |
| 9.2.1 图形的获取与存储 .....    | 281 |
| 9.2.2 图形的连续移动及其应用 ..... | 282 |
| 9.2.3 图形的旋转 .....       | 284 |
| 9.2.4 生成对称图形 .....      | 284 |
| 9.2.5 屏幕图形的立体化 .....    | 285 |
| 9.2.6 屏幕图形的放大与缩小 .....  | 285 |
| 9.3 橡皮筋技术 .....         | 286 |
| 9.3.1 十字线光标设计 .....     | 286 |
| 9.3.2 直线 .....          | 288 |
| 9.3.3 矩形 .....          | 290 |
| 9.3.4 圆 .....           | 291 |
| 9.3.5 椭圆 .....          | 294 |
| 9.4 交互式文字输入及定位 .....    | 294 |
| 9.4.1 文字字体 .....        | 294 |
| 9.4.2 矢量汉字的编码和调用 .....  | 294 |
| 9.4.3 文字的输入及定位 .....    | 295 |
| 9.5 调色板的设计 .....        | 297 |
| 9.6 工程草图绘制 .....        | 297 |
| 附录1 键码和符号表 .....        |     |
| 附录2 图形字符代码表 .....       |     |
| 参考文献 .....              | 301 |

# 1 微机绘图基础

## 1.1 引 论

### 1.1.1 概 述

计算机绘图是伴随着计算机及其外围设备的发展而产生和发展起来的一门新兴的绘图技术。这门技术将传统的图形语言方法与先进的计算机相结合,给生产、科研、管理、国防等领域提供了高速度、高效率和高精度的图形设计及输出方法。它是继印刷、照相技术后产生图形信息的又一重大革命。

简单地说,计算机绘图学是研究如何利用计算机来处理图形的学科,它涉及到多门学科的知识,例如工程制图学基础、数学基础、程序设计方法学和计算机科学及其它学科的专业知识。这些知识间的相互渗透,形成了计算机绘图的内容和系统。

计算机绘图所研究的内容可概括为六个方面:

- ①硬件的合理配制;
- ②产生图形的原理及各种算法;
- ③图形信息的存贮技术;
- ④图形软件的设计;
- ⑤绘图硬件和软件的接口技术;
- ⑥图形软件的标准化问题。

计算机绘图系统是一系列硬件和软件的集合,是一个以计算机为主体兼有产生图形能力的系统。因此,除了计算机系统配备的一般硬件、软件以外,还必须配备有图形的输出、输入等外部设备。在软件方面要具有实现图形输出的信息加工处理系统,一般包括数据库、绘图语言、图形子程序库等。具体地说,一个计算机绘图系统应该具备下列基本功能:

- ①输入功能 向计算机输入各种命令和图形数据。
- ②计算功能 备有形体设计、分析方法程序库和有关形体描述的图形数据库,应具有坐标的几何变换、曲线曲面的形成及图形间进行交、并、差的运算等功能。
- ③存贮功能 在计算机的内外存贮器中能存放图形数据,尤其是存放图形数据之间的相互关系,可根据需要实现有关信息的检索、图形的修改等处理。
- ④对话功能 通过图形显示器直接进行人机通讯,实现图形生成过程中人的主动干预。
- ⑤输出功能 在显示器上显示图形或在绘图仪上绘出图形。

计算机绘图可分为两大类:

- ①被动式绘图,亦称静态绘图 由人输给计算机全部绘图信息后,计算机控制输出图形,在整个绘图过程中,人们不能再对图形进行干预。因此,用户必须具有一定的编程能

力。被动式绘图的优点是用户可以将有关专业的辅助设计、计算与绘图工作结合在一起进行。

②交互式绘图,亦称动态绘图 用户通过屏幕菜单在图形终端上绘图,并可对图形随时进行修改、删除和编辑,直到对屏幕上的图形满意后,再由绘图仪将图形输出。交互式绘图可省去繁重的编程工作,但首要条件是必须要有一个功能齐全的交互式图形软件包。

### 1.1.2 计算机绘图的发展概况

计算机绘图的研究始于 50 年代。1950 年美国麻省理工学院诞生了第一台图形显示器——旋风 1 号。1958 年美国 GERBER 公司首先把数控机床发展成平板式绘图仪,紧接着美国 CALCOMP 公司又将联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图仪。从此,电子计算机除了能输出数字、文字外,还能直接输出图形。

在整个 50 年代,计算机大多由电子管组成,用机器语言编程,主要应用于科学计算。为这些计算机配套的图形设备仅仅具有一般的输出功能。50 年代末期,美国麻省理工学院的林肯实验室在“旋风”计算机上开发了 SAGE 空中防御系统。该系统初步实现了用光笔和键盘在图形显示器上实现定位、选择、画图等功能。稍后,美国 Ivan. Sutherland 博士发表了题为“Sketchpad: 一个人机通信的图形系统”的博士论文,首先开创了交互式计算机绘图的领域。他在论文中证明了交互式计算机绘图是一个可行的、有用的研究领域,从而确立了计算机绘图作为一个崭新的科学分支的独立地位。

60 年代中期,美国麻省理工学院、通用汽车公司、贝尔电话实验室、洛克希德飞机公司、英国的剑桥大学、日本富士通讯公司开展了计算机绘图的大规模研究,同时,挪威、西德、苏联、法国等国家对计算机绘图也给予了相当的重视。从而使计算机绘图进入了迅速发展并逐步得到应用的新时期。

70 年代,交互式图形系统在许多国家得到了广泛的应用,许多新的更完备的图形设备不断地研制出来。例如,小型机、微电脑逐步取代了大型机,光栅扫描 CRT、行式打印机、绘图仪等输出设备相继投入使用。除了传统的军事上和工业上的应用之外,计算机绘图还深入到教育、科研、艺术和事务管理等领域,通过这些应用又反过来推动了图形设备的进一步发展。

80 年代是计算机绘图的大发展时期。由于大规模集成电路技术的成熟,数据处理和存贮系统功能大大增强。32 位的 CPU、256K~1M 的存贮器芯片以及专用的图形处理芯片都已用于计算机图形系统中,分辨率为  $1400 \times 1200$  或更高的彩色光栅扫描 CRT 普遍应用在显示系统中。输出设备包括彩色激光和彩色静电绘图仪、激光打印机、喷墨打印机等,输入设备包括数字化仪、鼠标器、摸感屏幕(触屏)、扫描仪等都已投入使用。

随着计算机系统、图形输入/输出设备的发展,计算机绘图的软件系统及生成、控制图形的算法也有了很大的发展。近 20 年来,各国相继推出了一些大型的计算机绘图软件系统。目前这些软件系统进一步朝着高级化、通用化、商品化的方向发展。

计算机绘图软件系统的发展可从以下四方面概述:

#### 1) 图形数据结构

数据结构的发展可分为三个阶段:早期(60 年代前),计算机处理数据是自然的,没有

算法,没有结构;中期(60~70年代),数据组织成文件结构,提高了数据处理的速度;近期(70年代以后),数据组织成数据库,能为多用户共享,为数据处理网络化奠定了基础。

#### 2) 绘图程序设计语言

早期的计算机绘图程序语言依赖于所使用的计算机,因此通用性很差。后来开发的绘图程序语言多嵌入高级语言(FORTRAN、PASCAL、C语言等)中,便于使用和推广。

#### 3) 算法

计算机绘图所涉及的算法中,有各种几何变换,二、三维图形的生成及裁剪,曲线、曲面的拟合,几何造型,浓淡、光照处理以及各种几何信息、拓扑信息的运算等内容。多年来,围绕这些算法发表了许多论文和报告,以下是对几个有名的算法研究的简要介绍:

本世纪40年代,E. A. 马克斯韦尔(Maxwell)发明了齐次坐标技术,后被引入计算机绘图,为图形变换奠定了基础。

60年代,T. E. 布莱森汉姆(Bresenham)提出了生成直线的整数算法;S. A. 孔斯(Coons)发表了构造曲面的插值算法。

70年代,生成直线的算法进一步发展,而构造曲面的算法则有著名的贝齐埃(Bezie)插值和B样条插值法。为了增强图形的真实感,删除隐藏线、面的算法也相继发表。

80年代,巴斯基(Barsky)提出了 $\beta$ 样条函数插值法构造曲面;瑞奎克(Requicha)分析总结了立体造型算法;弗利(Foley)和戴姆(Van. Dam)进一步研究删除隐藏线、面的算法;克劳(Crow)对明暗曲面问题进行总结分类,提出了新的算法。

#### 4) 图形标准

进入70年代以后,计算机绘图已广泛应用于科学、工程、控制等领域,人们要求计算机图形软件向通用、高级及与设备无关的方向发展,由此提出了图形软件标准化的问题。

1974年,美国国家标准化协会ANSI举行了ACM SIGGRAPH“与机器无关的图形技术”工作会议,提出了制订有关图形标准的基本规则。

1977年,美国ACM GSPC率先提出了CORE(Core Graphics System)图形系统。1979年,ANSI成立图形专业委员会,着手开发美国图形标准(命名为ANSIX3H3)。同年,德国工业标准DIN提出了GKS(Graphical Kernel System)图形系统。

1985年,GKS成为第一个计算机图形国际标准。

1980年,ANSIX3H3着手开发图形数据交换标准VDM(Virtual Device Metafile)。1984年,ISO更名VDM为CGM(Computer Graphics Metafile),并公布了DP8632。1987年,CGM成为第二个国际图形标准。

1980年,ANSIX3H3提出了图形设备接口标准VDI(Virtual Device Interface)概念。1984年,ISO更名VDI为CGI(Computer Device Interface),随后在1986年公布了CGI DP9636。1985年,ISO又着手开发了三维图形标准,先后开发了GKS-3D,PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)标准。它们都先后成为国际图形标准。

### 1.1.3 微机绘图的特点

80年代以来,微机像潮水一样涌入了计算机市场,以微机为核心的微机绘图系统也随之迅速发展起来。微机绘图着重研究用微机生成和处理图形的原理、方法和技术。在基

础方面它与计算机绘图是相通的,但它实用性强,又具有自己的许多特点:

①微机绘图的硬件技术大多是以光栅扫描彩色图形显示原理为基础,采用大规模集成电路 CRTC 控制芯片和一套逻辑电路。多数可以对硬件进行设置和编程以实现图形显示,并可与各种外部设备连接,且扩充方便、灵活。

②微机的操作系统简单,使用方便,图形语言都嵌入高级语言中,用户掌握起来容易。对于一般水平的用户,只需训练 20~40 小时就可基本掌握运用微机绘图的技术。

③微机应用面广,发展迅速,技术设备更新快,新的软件产品和图形系统层出不穷,能迅速满足各种用户的需要。用户亦可在在此基础上方便地进行二次开发。

④微机绘图尽管在图形处理速度和存储空间方面都有局限性,但目前开发的微机都具有联网功能,利用网络技术实现软、硬件资源共享,可以部分弥补它的不足。

⑤微机图形系统的多数部件都是大规模集成电路芯片,不易发生故障,也不要求过高的运行环境,且价格低廉,因此极受中、小用户的欢迎。

基于上述特点,微机图形系统的生产增长很快,微机图形的理论和技术也正在得到迅速的推广普及。

有关专家认为,鉴于我国的具体情况,应把发展微机绘图放在开发应用计算机绘图的优先地位,主要理由是:

①我国是一个发展中国家,经济基础较薄弱。从目前已有计算机装机情况看,大、中型计算机装机台数极少,并且分布过于集中,而微机使用已相当普遍。估计在今后相当一段时间内,这种情况还会持续下去。

②大的图形系统主要用于计算机集成化生产的企业,我国现阶段具备这种生产条件的企业尚很少。对于大多数用户,微机绘图系统基本可以满足要求。

③微机绘图投资小、见效快,容易掌握,为普及应用提供了良好的物质基础。

微机绘图是一门应用科学。随着微机绘图功能的日益强大,其应用领域必将更加宽广,一定能为提高我国全社会的工作效率和质量起巨大作用。

#### 1.1.4 微机绘图的应用

当前,微机绘图已应用到工业、科技、国防、商业、教育、管理、娱乐以及一般家庭中,广泛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(CAD)

这是一个最广泛、最活跃的应用领域。微机绘图技术已经成功用于机械、建筑、电子、船舶、飞机、汽车等计算机辅助设计中。如在机械工业中,绘制各种展开图、零件工作图和部件(机器)装配图;在电子工业中,有些复杂的大规模或超大规模集成电路板的设计,用人工方法是难以完成的,用微机绘图不仅可在短时间内完成,还可方便地进行校验和检查;在飞机工业中,飞机的外型设计,包括从设计方案选择、外型光顺、曲线曲面拟合到最后形成结构图纸等全过程均可由微机绘图技术完成。AutoCAD 就是一个成功的微机绘图软件,它提供了强大的绘图功能、良好的交互手段和众多的图形元件、符号,使工程设计人员如虎添翼。据行家估计,在 80 年代末,欧美、日本等工业发达国家 60% 以上的工程图样是由计算机完成的。

## 2) 系统模拟与动画

利用微机来产生物体随时间、温度、速度、受力等因素变化的图形已越来越普遍了。利用这种图形可研究许多对象的变化规律。如液体的流动、核反应、化学反应、物体结构在负载下的变形、机器人在作业空间下的运动轨迹、机械加工中刀具和工件的运动等。利用交互式技术可产生高质量的动画片,设计出一些十分复杂的特技镜头。微机生成的动画不仅具有很高的科研和艺术价值,而且具有极好的实用效果。例如,利用动画技术可产生各种训练模拟器(如飞机飞行模拟、汽车驾驶模拟、船舶航行模拟等),为受训者提供逼真的场景画面。

## 3) 过程监控

微机绘图系统的过程监控有别于监视电视。它可以把各类传感器采集到的非图像信号加工处理成图像,这样,人在对整个过程进行控制操作时,非常方便。例如化工厂、发电站、铁路、航空港的控制以及火箭发射运行过程的控制等。

## 4) 科学运算和事务处理

微机绘图技术可以用来生成数学的、物理的以及经济信息的各类二维和三维图形,例如工程进度网络图、各种统计信息的直方图、扇形图等。在化学领域,可产生高分子结构图。

## 5) 办公室自动化

随着信息量的膨胀,办公室工作人员每日要处理的文件、报表、计划成倍地增长。微机绘图系统可以使秘书繁琐的日常工作变得轻松自如,能够对大量杂乱无章的文件数据进行分类、汇总并加工成满足不同要求的、包括图表和文字的报告。例如,华光、北大方正排版系统、先锋系列财会软件等。它们都应用了微机图形技术进行字符数据的多字体显示和打印,进行图形图像数据和文字数据的编辑处理等。

## 6) 测量数据的图形处理

微机绘图被广泛地用来控制地理、地质、航海、气象、人口分布等测绘图形的处理。中央电视台每天的天气预报和海洋气象预报就是典型的应用实例。

## 7) 艺术和商业

把微机绘图技术与人工智能结合起来,可以进行美术图案、绘画、书法等艺术创作,也可以生成各种精美、动人的商业广告,以吸引顾客,推销商品。

## 8) 计算机辅助教学(CAI)

课堂教学需要模型、挂图,而利用微机绘图系统可以产生十分理想的模型与生动活泼的挂图,有如科教电影,而且远比科教电影制作方便、使用灵活。教师可根据实际情况随意选择与变换所需画面,从而大大提高学生的学习兴趣和学习效果。

# 1.2 常用的图形输入输出设备简介

## 1.2.1 常用的图形输入设备

图形输入设备种类很多,这里只介绍几种最常用的图形输入设备的功能及工作原理。

### (1) 键盘(Key-board)

键盘是大家比较熟悉的输入设备。现在的计算机系统几乎无一例外地配有键盘,它与一般的电传打字机、控制台打印机的键盘相似。操作者依据需要按下一个键,就可产生一个电信号,计算机可以通过硬件进行译码,检测到哪一个键被启动了,据此去访问键功能表,调入相应的子程序,从而完成输入图形命令、图形数据和字符等工作。

键盘上的键按其作用可分为以下三类:

①字符键 用以产生字符编码(包括字母、数字及各种符号)。字符编码一般是按ASCII编码进行的。

②功能键 包括光标功能键、编辑功能键和图形功能键三种。功能键被按动时,将产生相应的控制命令。该命令将被传送给计算机以实现程序控制、文本编辑、图形生成及变换等功能。

③操作键 用以对显示器进行人工操作,包括总清显示器、启动和各种中断操作、屏幕硬拷贝操作。

### (2) 鼠标器(Mouse)

鼠标器由一个支承在两个金属轮子上的小塑料盒组成。这两个轮子的轴线互相垂直,如图1-1(a)所示。每个轮子都与一个轴译码器相连接,每当轮子有一个转动增量,轴译码器便传送一个电脉冲。当鼠标器在一个平面上滚动时,它在两个相互垂直方向上的移动便被转换成轮子的转动。通过计算由译码器传送的脉冲数,便可以测量出轮子的转动量。操作者按动按钮,计算机即可读出鼠标器的坐标。

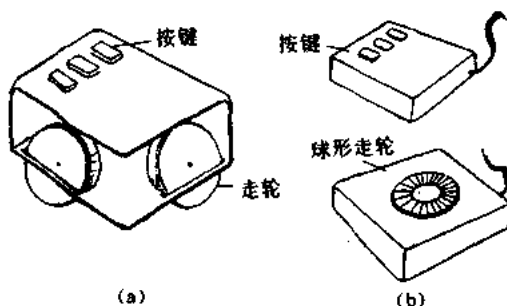


图 1-1 鼠标器示意图

目前很多用于微机绘图系统的鼠标器都采用球形走轮(图1-1(b))。球形走轮的优点在于移动更加灵活,运动方向不受限制。

### (3) 光笔(Light pen)

光笔是微机绘图系统中最早使用的输入设备之一。光笔的大小、形状很像一支钢笔,其结构如图1-2所示。

光笔有指点和跟踪两种功能。所谓指点就是在屏幕上有图形时,选取图形上的某一点为参考点,对图形进行某种处理。所谓跟踪就是用光笔在屏幕上拖动一个光标任意移动,可用于在显示屏上进行徒手作图,也可用于定位。

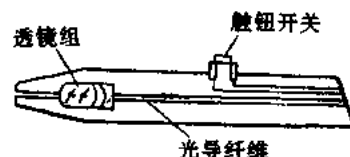


图 1-2 光 笔

使用时将光笔笔头对准显示屏上图形的某一点,同时按下触钮开关。当电子束扫过此点时,光透过小孔,经透镜组、光导纤维、光电转换器、放大器,产生一个电脉冲。这一过程叫做一次击中,相应的电脉冲称为击中信号。击中信号一出现,就暂停显示,在所扫描点上冻结。同时,立即向计算机发出中断请求。中断处理程序把冻结点处的状态数据送入计算机,计算机得知在某

个图形元素上有一次击中,并记录下冻结点的参数,供相应的图形操作使用。上述过程仅在几微秒内完成,中断处理结束后,从断点开始继续执行显示过程。

#### (4) 数字化仪(Digitizer)

数字化仪(如图 1-3 所示是一种数字化仪的外形图)是一种电子的图数转换设备,可以将图纸上的点或图线变换成数字坐标输入到计算机内,是实现计算机图形输入的主要工具。

数字化仪有电磁式、触摸式、声学式、光检测式等多种形式。

最常见的电磁式数字化仪由固定图纸的平板、检测器、电子处理器三部分组成。平板下面是网格阵列。检测器通常做成笔状或游标状。为了操作方便,上面还有 1~12 个功能按钮。

工作时,扫描脉冲依次加在网格阵列  $x$ 、 $y$  方向的各项线上,把游标放在平板上,并使其十字中心对准要输入图形的某点。按下按钮,当扫描脉冲扫过检测线圈下时,检测线圈可感应到扫描脉冲,经过一套电路,便可确定出该点的坐标。连续移动游标,可将游标移动轨迹的一连串坐标都输入到计算机内。与相应的软件配合,常将数字化仪某些区域设置为“菜单”区域。此区域被分为很多小的区域,上面标有各种指令。将游标十字中心对准菜单区域,按下按钮,就可以执行相应的指令,实现对图形的各种处理。

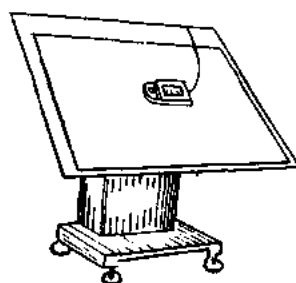


图 1-3 坐标数字化仪

### 1.2.2 常用的图形输出设备

常用的图形输出设备一般可以分为两大类:一类是与图形输入设备相结合,具有交互功能,可以动态编辑图形的显示设备;另一类是在某种介质上输出可以长久保存图形的硬拷贝设备。本节仅介绍后一类设备,图形显示设备将在第 3 节介绍。

#### (1) 绘图仪

绘图仪是一种随机的、快速的绘图设备,它可在纸上随机地、向量式地移动绘图笔,产生输出任意图形。常用的绘图仪有两种类型:一是以美国 Calcomp 公司为代表的滚筒式绘图仪(drum plotter);另一是以美国 Gerber 公司为代表的平板式绘图仪(flattable plotter)。

##### 1) 滚筒式绘图仪

图 1-4(a)为滚筒式绘图仪的示意图。它的特征是绘图纸紧贴滚筒。当步进电机通过传动机构带动滚筒旋转时,滚筒上的图纸随之作  $x$  方向的运动。 $y$  方向的运动是通过笔架的移动完成的。绘图笔依靠这两个方向的运动就可以在图纸上绘制图形。这种绘图仪结构简单,价格便宜,占地面积小,在  $x$  方向可连续绘制几十米长的图形。但绘图精度较低,常用于对绘图精度要求不是太高的场合,如绘制机械图、土木建筑图。

##### 2) 平板式绘图仪

平板式绘图仪如图 1-4(b)所示。它的特征是图纸固定在平板上,笔架固定在  $y$  方向横梁的滑架上,并随滑架沿横梁作  $y$  方向运动;而横梁沿导轨作直线运动,即  $x$  方向的移