

工科大学学生 CAD 技术基础丛书

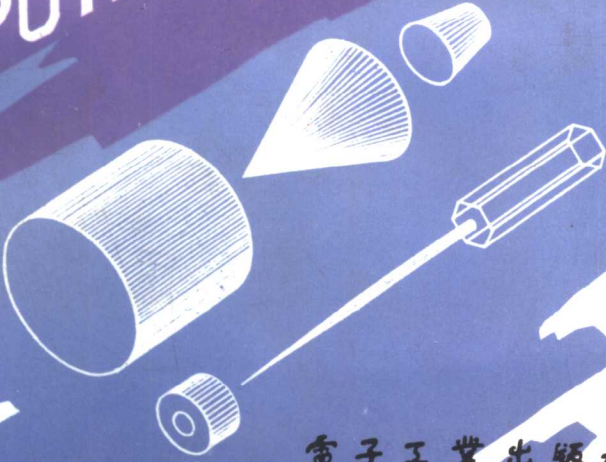
计算机绘图基础

(含三维图形系统)

卢振荣 肖忠晖 张 谦
甄爱武 蔡如芬 陈晓荣



FUNDAMENTAL
COMPUTER GRAPHICS



电子工业出版社

工科大学生 CAD 技术基础丛书

计算机绘图基础

(含三维图形系统)

西安交通大学 CAD 中心

卢振荣 肖忠晖 张 谦

甄爱武 蔡如芬 陈晓荣

电子工业出版社

(京)新登字 055 号

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图基础/卢振荣等编著. -北京:电子工业出版社,
1994.8

(工科大学生 CAD 技术基础丛书)

ISBN 7-5053-2373-3

I. 计…

I. 计…

III. 计算机专业-计算机图形学

IV. ①TH126 ②TP391.4

电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 (100036)

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

北京市顺义县天竺颖华印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 9.5 字数: 231 千字

1994 年 8 月第一版 1994 年 8 月北京第一次印刷

印数: 10100 册

定价: 38.00 元 (含 3.5 英寸盘 1 张)

前 言

现代科学技术的发展,要求多门学科的结合。在 70 年代产生了一门新兴的交叉学科“计算机图学”(Computer Graphics 简称 CG),这给“工程图学”(Engineering Graphics 简称 EG)这一经典学科带来了勃勃生机。世界各国的图学界同行抓住了这个机遇,在计算机图学这一新领域中耕耘驰骋,将 EG 的教学和科研与 CG 结合起来,创造了不少业绩,也取得了实际应用的效益。这次 EG 与 CG 的结合比 50 年代初 EG 向画法几何(Descriptive Geometry)学科深化发展所取得的影响更为深远,而且这一结合的效果还在不断向纵深发展。由于计算机硬件的降价,使一般的企业单位都有能力配备计算机绘图系统,CG 的应用将使工厂企业的工程师和设计师从繁重的设计绘图工作中解放出来。有远见的企业领导已清楚的意识到这点,这一高科技需求,将促使 CG 和 CAD 技术的基础教育在下一个 10 年中有更大的发展。

自 70 年代,计算机绘图技术在美国的一些公司首先进入实际应用后,世界各国对这一新兴学科的研究和发展日趋重视。工厂企业中应用 CG、CAD、CAM 新技术将提高生产率。CG 和 CAD 能缩短产品设计和工程设计时间,并能增进产品质量和可靠性。它导致了这一计算机应用新领域的迅速扩展。在国外,大到航天技术,小到电子游戏机都用到了计算机绘图技术。在上一个 10 年中,笔者曾两次访问美国,感到她在 CG 和 CAD 应用方面有一整套强大的教育和培训系统为之服务,这是使美国计算机应用这一机制迅速运转的重要原因之一。这一趋势迫使大学生不仅必须面向科技进

步的挑战,并且还须对当前高技术环境发展对人才的需求作好准备。因此,计算机绘图作为 CAD、CAM 和 CAE 的基础,在国外的大学里已普遍开设。这些课程有两个层次:

①让学生使用现成的图形软件完成规定的图形作业;

②让学生学会用高级语言编程调用图形库函数来进行图形软件的设计。

由于学生有了这一基础训练,再加上计算机设备的普及,国外大学中几乎每门课程都涉及 CG 和 CAD 应用,传统的工程制图课也不例外。这些措施使学生在大学学习期间,上机实践具有很好的连续性,亦使他们毕业后的计算机应用能力和软件设计能力很快就能适应社会求职的需要。

国家科委和国家教委等八个部委共同研究制订的《大力协同开展我国 CAD 应用工程》的规划报告中,要求国民经济主要部门的科研设计单位普及计算机绘图及 CAD 技术,加速摆脱手工计算、手工绘图,提高设计工作效率和质量,实现科研设计现代化。我国不少单位已引进了相当数量的 CAD 系统投入应用,但引进设备的利用率主要受制约于两个因素:

①国外软件的高昂价格;

②国内 CAD 人才的短缺。

随着改革开放的深入,我国工厂企业的计算机应用还将日益普及,各类用人单位对工科大学生的知识面和 CG、CAD 新技术应用能力的需求,都会迅速反映到我国大学的工程教育结构中来。从发展趋势看,CG、CAD 的基础训练在工程教学结构中的比重还会增加。八个部委的规划报告中还提到:在“八五”末期,要求全国主要工科院校学生基本普及 CAD 技术基础教育,为科研设计现代化输送优秀人才;对在职人员要加强 CAD 技术的培训和继续教育,还将建立起面向全国和各地地区的在职人员培训网,为大中型企

业、科研单位培训 CAD 技术的开发应用人员,以奠定我国 CAD 应用发展的基础。

因此,教育界的同行都清楚地意识到今天在校学习的学生,明天将走向社会,面向新技术应用的需求和挑战。

计算机绘图是适应现代化建设的新技术,对工科大学生今后在工作中掌握 CAD 技术有决定性的影响,也是工程制图学科发展最活跃的方面。最近新修订的工程制图课程教学基本要求中,增加了 10 学时(对于电类和非机类专业)和 20 学时(对于机动类和土建类专业)的计算机绘图基本的内容,从明年开始各类院校将创造条件贯彻这一教学基础要求。

这本《计算机绘图基础》(含三维图形系统)就是为工科大学生普及 CAD 技术基础教学而编写的。

本书的使用,可根据学时的不同,分两步进行:

一、运行专用软件绘图

要贯彻 10 学时的计算机绘图,则可使用本书的第十四章 DRAW3D 绘图系统来完成规定的图形作业。

在国外,大学里使用的图形软件是 CADKEY, MNDRAW 等,让学生自行设计绘制三维立体的线框图。

本书提供的 DRAW3D 系统是我国自行研制的国产自主知识产权软件,在功能方面已超过了上述国外大学里使用的软件。除了可绘制线框图外,还可以绘制三维立体的消隐图和色彩丰富的三维浓淡图;还能对立体进行即时修改;学生可自行设计各种三维立体,按一定的规则输入它的角点坐标,就能在屏幕上生成立体的真实图象、进行旋转和修改设计。这一图形系统还可用于工厂企业中产品设计师预显示新产品外观效果图之用。

二、高级语言编程绘图

要贯彻 20 学时的计算机绘图,则可使用本书的第一篇,应用 Turbo C 语言图形库函数的调用,学习图形程序设计的基本方法。编制二维图形软件,可参阅第三章~第八章;编制三维图形软件及曲线拟合的基础知识可参阅第九章~第十三章。

我们计算机绘图学科研究组是从 1983 年开始进行 CG 新学科的教学和科研的,十年来研制的图形软件和编写出版的教材曾获得过国家、省、校级的多项奖励。这本《计算机绘图基础》以及所含的三维图形系统是我们的最新成果,目标是想使我国工科大学生的计算机绘图教学向国外大学的同类课程靠拢并与之接轨。希望读者和用户能将使用后的信息反馈给我们,以改进我们的工作。

编 者

1993 年 12 月

目 录

第一章 DOS 操作系统及上机要领	(1)
§ 1.1 启动 DOS	(2)
§ 1.2 微机键盘的使用	(2)
§ 1.3 DOS 的基本概念	(7)
§ 1.4 常用 DOS 命令简介	(11)
 第二章 Turbo C 语言概要	(15)
§ 2.1 C 语言与 Turbo C	(15)
§ 2.2 Turbo C 2.0 的安装	(17)
§ 2.3 C 语言程序设计	(19)
§ 2.4 Turbo C 的编译与运行	(54)
 第三章 Turbo C 图形库的调用及图形程序设计示例	(56)
§ 3.1 关于图形显示器	(56)
§ 3.2 图形系统的设置	(59)
§ 3.3 绘图环境及基本图形的绘制	(64)
§ 3.4 区域填充控制	(73)
§ 3.5 屏幕处理和窗口操作	(77)
§ 3.6 包壳技术——用户自定义函数	(80)
 第四章 简单工程图样的绘制	(82)
§ 4.1 国家标准图幅 A0~A5 程序设计	(82)
§ 4.2 阶梯轴的绘制	(87)

§ 4.3	水平与垂直尺寸标注	(90)
§ 4.4	表面粗糙度的标注	(96)
§ 4.5	汉字文本输出方法简介	(101)
第五章	图形数据结构和数学模型的建立	(106)
§ 5.1	数据结构	(106)
§ 5.2	数学模型	(109)
§ 5.3	工程上常用函数曲线的绘制	(111)
第六章	交互式图形菜单设计	(121)
§ 6.1	概述	(121)
§ 6.2	交互命令的用户接口模型	(123)
§ 6.3	菜单的构造及界面布置	(124)
§ 6.4	窗口设计及屏幕光标定位	(131)
§ 6.5	图形菜单	(138)
§ 6.6	主控菜单函数的编制	(141)
第七章	统计图表的绘制	(152)
§ 7.1	直方图子程序的设计	(152)
§ 7.2	折线子程序设计	(154)
§ 7.3	B-样条曲线子程序的设计	(156)
第八章	二维图形变换	(162)
§ 8.1	图形变换的数学基础	(162)
§ 8.2	二维图形变换的数学公式及几何意义	(165)
§ 8.3	齐次坐标表示的变换矩阵	(171)
§ 8.4	窗口到视区的变换及坐标空间的规范化	(174)

§ 8.5	二维平面图形变换处理程序	(177)
第九章	三维立体的图形信息及三维变换	(190)
§ 9.1	三维立体的图形信息	(191)
§ 9.2	空间物体描述的合法性检验	(196)
§ 9.3	三维图形变换	(198)
§ 9.4	三维图形几何变换的程序设计	(207)
第十章	三维显示	(213)
§ 10.1	投影变换的分类	(213)
§ 10.2	三视图	(215)
§ 10.3	轴测图	(217)
§ 10.4	透视图	(223)
第十一章	圆柱、圆锥的绘制	(228)
§ 11.1	任意转角的椭圆子程序设计	(228)
§ 11.2	正等测圆柱的绘制	(231)
§ 11.3	正等测圆锥的绘制	(236)
第十二章	Bezier 曲线的绘制	(241)
§ 12.1	Bezier 曲线的一般形式及性质	(241)
§ 12.2	二次、三次 Bezier 曲线拟合程序设计	(245)
§ 12.3	Bezier 曲线的拼接	(249)
第十三章	动画技术初步	(253)
§ 13.1	动画技术的实现方案	(253)
§ 13.2	画——擦——画方法	(256)

§ 13.3 动画相关技术浅谈.....	(260)
§ 13.4 动画实例:平面机构的动态显示	(262)
第十四章 DRAW3D 三维图形系统用户使用说明	(278)
§ 14.1 系统简介.....	(278)
§ 14.2 系统基本配置.....	(280)
§ 14.3 DRAW3D 的安装	(280)
§ 14.4 DRAW3D 操作说明	(281)
附录 各章编程作业.....	(289)

第一章 DOS 操作系统及上机要领

本章将简要介绍微机操作系统 (Operating System) 的基本概念和常用命令的使用方法。如果您是一个熟练的微机用户,可直接阅读下一章节的内容。

微型计算机系统(或称个人机、PC 机系统)由两部分构成:

★ 硬件部分。

★ 软件部分。

硬件部分包括主机(CPU、RAM、ROM 等)、键盘、显示器、外部存储器(软盘和硬盘),以及打印机、绘图仪等。一般地,我们称主机箱上部的软盘驱动器为 A 驱,下面的称为 B 驱,而硬盘则称为 C 盘、D 盘等。

软件部分则由操作系统软件和应用软件两大类组成。

一套微机系统,只有硬件部分是无法工作的,它必须在某一操作系统的管理之下,才能与用户打交道。操作系统(Operating System)是联结计算机硬件设备与应用软件资源的系统软件包,它负责管理各类硬、软件资源,为用户提供一个操作平台和接口,负责解释、处理和执行命令与程序,以及实现系统功能调用等等。

用户使用的开发工具、文本编辑器、语言编译器,以及用户编写的应用程序则统称为应用软件。它们必须在操作系统的支撑下工作。

§ 1.1 启动 DOS

目前,我国的大部分微机用户使用的操作系统是 DOS(Disk Operating System),即磁盘操作系统。

DOS 自 1981 年 1.00 版发行以来,经过美国 Microsoft 公司与 IBM 公司的不断扩充和完善,相继又发布了 3.30 版, 4.00 版,以及 5.00 版,目前已升到了 6.00 版。本书以常用的 DOS3.30 版为例向读者介绍 DOS 的使用方法及命令。

微机加电启动后,内部自举程序自动把硬盘(或系统软盘)上的 DOS 系统安装到内存中。之后,整个系统便由 DOS 管理了。这时,屏幕上出现 DOS 的版权信息以及系统提示符 C>或 A>。系统提示符提示用户,DOS 已经准备好接收用户命令了,并且告诉用户当前工作的磁盘。此后,用户就可以从键盘输入命令进行工作了。

§ 1.2 微机键盘的使用

键盘是微机系统中标准的输入设备。常用的微机键盘有基本键盘(83 键)和扩展键盘(101 键、102 键)两种,后者是前者的扩充,前者是后者的一个子集。常用的扩展键盘其键位排列如图 1.1 所示,共分为四个键区。

其中键区 1 的各键是按照国际标准排列的。

★ 左、右手在键盘上的定位:在 F 及 J 键的表面有两个小凸台,用左、右食指指尖接触时,能感觉到;左手食指的定位是 F 键,右手食指的定位键是 J 键,见图 1.2。

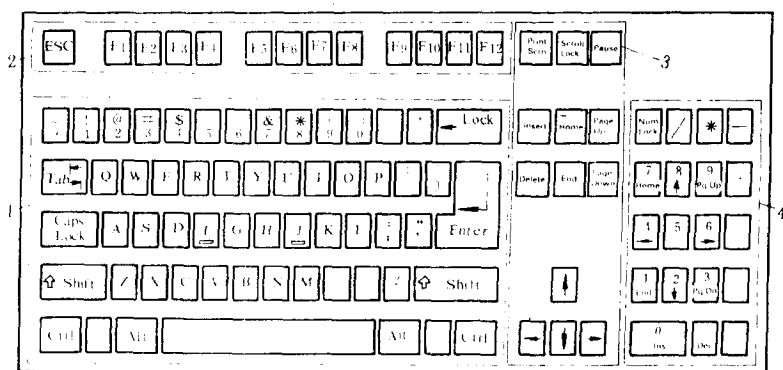


图 1.1 101 键盘布局

- ★ 键区 1 : 主键盘区或称打字键盘区
- ★ 键区 3 : 光标控制键盘区
- ★ 键区 2 : 功能键盘区
- ★ 键区 4 : 小键盘区

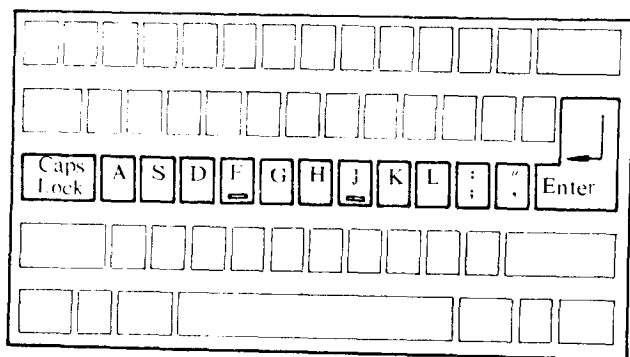


图 1.2 F 键及 J 键是左、右手食指的定位键

- ★ 左手拇指: 空格键
- ★ 左手食指控制的键: R、F、V、T、G、B、4、5 键, 其中键 F 为左手定位基准键位, 见图 1.3。

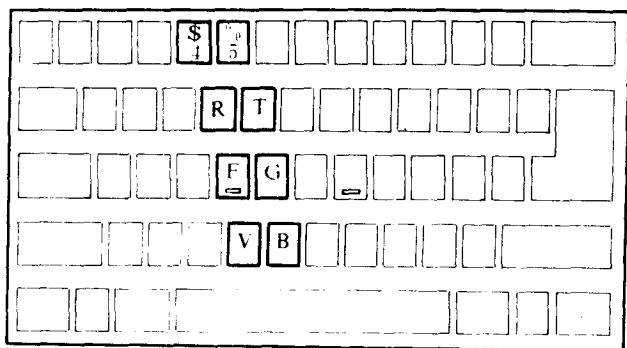


图 1.3 左手食指控制的键

- ★ 右手拇指:空格键
- ★ 右手食指控制的键:N、H、Y、M、J、U、6、7 键, 其中键J为右手定位基准键位, 见图 1.4。

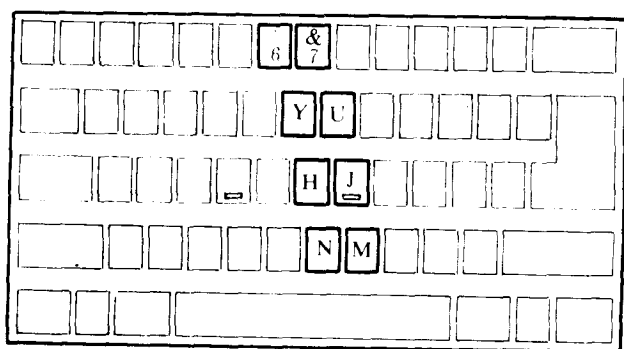


图 1.4 右手食指控制的键

- ★ 左手中指控制的键:C、D、E、3, 见图 1.5。
- ★ 右手中指控制的键:.,K、I、8, 见图 1.5。

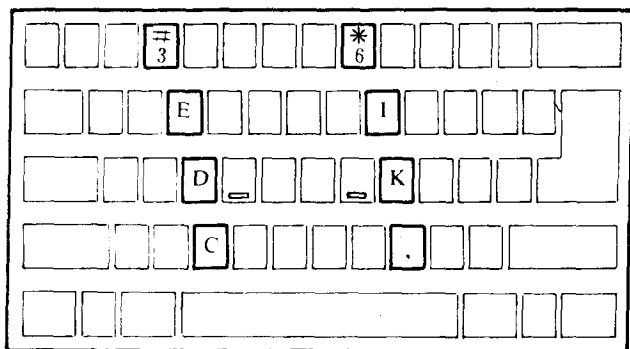


图 1.5 左手中指和右手中指控制的键

★ 左手无名指控制的键: X、S、W、2, 见图 1.6。

★ 右手无名指控制的键: .、L、O、9, 见图 1.6。

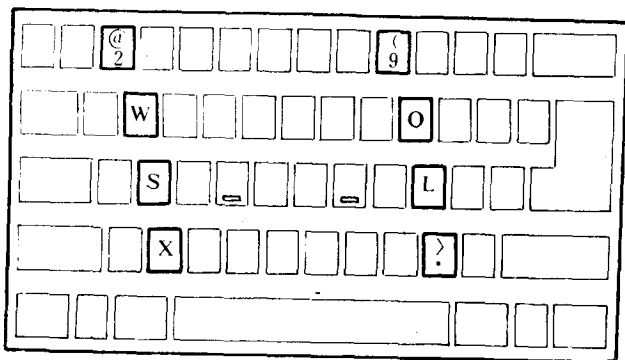


图 1.6 左手无名指和右手无名指控制的键

★ 左手小指控制的键: Z、A、Q、1 以及 Shift、Caps lock、Tab 等键, 见图 1.7。

★ 右手小指控制的键: /、;、P、O 以及 Shift、'、[、-、... 等键, 见图 1.7。

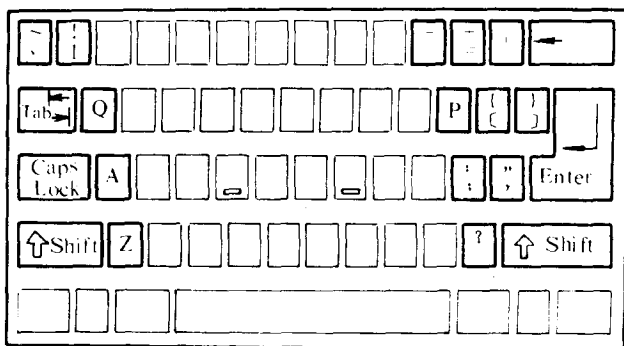


图 1.7 左手小指和右手小指控制的键

在做打字练习时,应当注意以下几点:

- 1) 十个手指明确分工,各司其职,姆指只击空格键。
- 2) 击键后及时回到基准键位(见图 1.7),击键节奏均匀。
- 3) 各手指以运动为主,手腕移动为辅,做到准确、快捷。
- 4) 手指敲击键盘,而不是按键盘,手指瞬间发力,落键反弹。

养成采用标准指法使用键盘的良好习惯,不仅可以大大提高程序和数据的录入速度和正确性,还可以最大限度地降低手指的疲劳。如果熟练到“盲打”的境界,则可以在录入的过程中不看键盘,全神注意屏幕的显示,从而降低用眼的疲劳。

用键盘输入 DOS 命令时,常常用到以下一些特殊键:

- ★ Enter 回车键。有些键盘上标记为<CR>、Return 或 ↵。在 DOS 下,输入的一个命令行结束后,按下此键,DOS 便开始执行该命令。在文本编辑时,按下此键,则开始一个新行。
- ★ Backspace 回格键。有些键盘上标记为 ←。控制光标回退一个字符。
- ★ Ctrl 和 Alt 控制功能键前缀。用于输入一些控制键,即按