

计算机绘图基础及应用

FUNDAMENTAL & APPLICATION OF
COMPUTER GRAPHICS

卢振荣 张建民 张颖江 主编



西安交通大学出版社

计算机绘图基础及应用

卢振荣 张建民 张颖江 主编

87
38

社

计算机绘图基础及应用

主编 卢振荣 张建民 张颖江
左宗义 张守清 王彤英
张天兵 贾培荣 刘燕铤

西安交通大学出版社

内 容 提 要

本书是《计算机绘图初步》一书的续篇。它以流畅的文笔、由浅入深地向读者介绍了各个层次绘图软件的研究方法,目的是适应不同工作侧重点和不同起点的各专业技术工作者的需要。主要内容包括:底层绘图软件设计、应用绘图软件设计、苹果绘图软件设计和图形处理发展趋向等,供读者有选择地参阅。此外,还为用户在 IBM PC 和长城 0520 系列机上开发绘图功能准备了 3 个盘片的基本图形库:(1) FGLIB (FORTRAN 图形库);(2) CGLIB (C 语言图形库);(3) 实用交互式图形窗口管理系统 PCAD。这些图形软件可使读者在学会使用以后,能深入到计算机绘图及辅助设计领域中作进一步的探索研究并迅速取得成效。由于本书的基本内容 and 应用示例切合教学需要,因此亦可作为各类院校新增设的《计算机绘图》选修课的教材和科技人员学习 CAD 新技术的参考书。

(陕)新登字.007 号

计算机绘图基础及应用

主编 卢振荣 张建民 张颖江
左宗义 张守清 王彤英
张天兵 贾培荣 刘燕铨
责任编辑 王新安

西安交通大学出版社出版

邮政编码 710049

西安交通大学出版社电脑排版

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 22.125 字数: 526 千字

1991 年 11 月第 1 版 1991 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1 — 10050

5-0/TP·37 定价: 5.75 元

前 言

自《计算机绘图初步》(简称《初步》)一书出版以后,收到了各地读者的大量来信,很多读者对《初步》一书采用简明扼要的编写结构和通俗易懂的阐述方式来介绍计算机绘图(Computer Graphics, CG)这一新学科,给予了充分的肯定和热诚的鼓励,并希望我们结合这几年在 IBM PC、长城 0520、286、386 系列机上所进行的教学和科研工作,再写一本较高层次的教学参考书,较为详细地阐述计算机绘图的基本原理和应用,使读者在入门以后能深入到这一领域中去作进一步的探索和研究。这是促使我们着手撰写《初步》的续篇——《计算机绘图基础及应用》的缘由。

计算机绘图和辅助设计作为一门新兴的交叉学科,在未来的 10 年中,其发展趋势将是继续向上的。国内很多企事业单位都想开展 CAD (Computer Aided Design) 应用,但是要应用这一新技术,除了购买计算机之外,还必须配备各种绘图软件才能进一步研究和扩展面向实际问题的应用软件。目前在国内流行的 PC/XT 和 0520 系列机型上所使用的绘图软件仍有不少是从国外引进的。在 CAD 应用方面,国外软件产品的价格是相当昂贵的,比较成熟的应用软件售价有时甚至高于硬件的价格,我国必须从实际情况出发来确定对策。八五期间对于 CAD 技术的需求,已发展到“大力开发软件、积极拓宽应用”的阶段。因此,研究各种基础绘图软件和通用绘图软件并使之国产化,已日益受到一些企业领导的关注和重视。国内不少设计院的 CAD 软件开发,取得了很好的成效,有的软件成果已受到国外软件行业的注视,也就是说国内各专业软件设计师的研究成果,已逐步能进入世界软件市场。如果充分发挥我国专业科技人员的智力优势,开拓 CAD 应用研究,争取我国的软件能尽快跻身于科技发达的强国之林,是完全可能的。

我们经过几年的教学和科研实践,深切感到基础绘图软件的重要性。若忽视研究和发 展国产的绘图软件,就将会在计算机应用上囿于对外来软件的依附局面。因此,要开展计算机绘图和 CAD 应用,必须重视基础软件的研究。目前不少单位已拥有相当好的硬件设备,但软件技术储备不足(特别是基础绘图软件);或者由于缺乏专门的绘图软件人才而在相当艰难地探索前进,因此亟须补上“技术储备和人才储备”这一课。在注重培养能熟练应用和开发引进设备的各种专业人才的同时,还应重视研制适合我国广大用户使用的 基础绘图软件。本书的第一篇就是为此目的而编写的。

有了基础绘图软件,就可各个专业领域发展 CAD 应用。应用软件是提高计 算机效率和扩大计算机功能所必需的,它在高技术发展中的地位和作用越来越重要。 软件的研究有其广泛性和深入性,除了三维造型外,二维绘图软件的研究在节省 绘图方面仍然具有广阔的天地,计算机绘图的普及应用对于国内大、中、小各类 企业都是很迫切需要的。本书的第二篇将由浅入深地引导读者进入 CG、CAD 的 研究,是在普及性示例的基础上,使读者掌握应用软件设计的方法和思路,在 具体的专业领域中去发挥自己的特长,设计开发出各种实用和高质量的 CAD 图 形处理技术的进展,很大程度上莫基于先 进和新颖的算法。世界各 国专家们正在不断更新和推出各种图形数据结构和 模型,生 产 一 人 工 智 能 的 书 本 的 第 三 篇 将 适 度 地 跨 上 几 级 台 阶, 简 要 介 绍

图形处理技术的进展,很大程度上莫基于先 进和新颖的算法。世界各 国专家们正在不断更新和推出各种图形数据结构和 模型,生 产 一 人 工 智 能 的 书 本 的 第 三 篇 将 适 度 地 跨 上 几 级 台 阶, 简 要 介 绍

在设备更新的同时,发挥已有设备的利用率是一个不可忽略的话题。亦即在开发 Apollo、PC 及 0520 系列机绘图研究的同时,仍然不应忽视大量的苹果机用户,因此对苹果机绘图的探讨在目前仍具有一定的实际意义。本书的第四篇苹果机绘图对于拥有 APPLE-II 机型的读者,将具有实际参考价值,应用这篇所介绍的内容,读者就可以在 APPLE-II 机子上搞一些简易的 CG、CAD 应用。

为了适应各种专业读者的需要,本书从上述四个方面和不同的起点来介绍各个层次绘图软件的研究,供读者按需要选择参阅,以便能简捷地进入 CAD 应用而迅速取得成效。在软件研究中常常会有这样的情况,即软件设计师完成的第一批程序包中的某些部分和设计技巧,往往可以借鉴到下一个软件设计任务中;或者已经完成的部分软件模块有助于触发构思,而扩展成一个新的软件设计,就象连锁反应那样,不断取得新的进展。本书各章阐述的内容和所附的源程序,是几年来我们在 CG 教学和科研工作的结晶与经验的汇集,因此本书亦可作为计算机绘图新开课程的教材,提高工科学生的 CG、CAD 设计能力。本书的撰写得到了西安交通大学教务处、西安交通大学研究生院、教委外国教材引进办公室西安交大外国图书中心的大力支持,谨此表示感谢。本书主编卢振荣、张建民、张颖江,参加编写的还有左宗义、张守清、王彤瑛、张天兵、贾培荣、刘燕镇等。在成书过程中,蔡如芬、路向明也作出了不少贡献。计算机绘图学科还在向纵深发展,希望广大读者将使用本书后的意见和信息反馈给我们,以便总结提高,改进工作。

编者 1989 年 10 月

绪 论

一、计算机图形学的发展和当前的任务

计算机图形学是工程图学与计算机科学相互结合的产物。从 1950 年第一台图形显示器在美国麻省理工学院诞生以来, 计算机图形学作为一门新兴学科, 其发展速度达到了令人惊异的程度。时至今日, 计算机图形学已经深入到了现实世界的每个角落, 成为新技术革命的一块基石, 成为人们认识世界和推动科技进步的一个有力工具。

计算机图形学之所以能在短短的几十年内得到迅速的发展和广泛的应用, 在很大程度上取决于现代计算机科学和电子技术突飞猛进的发展, 尤其是电子计算机功能的不断增强、完善, 以及计算机图形设备的不断发展与更新。目前, 常用的图形输入设备包括键盘、鼠标器、光笔、数字化仪、拇指轮和操纵杆等。常用的图形输出设备有图形显示器、点阵打印机和各种类型的绘图仪等。

绘图软件的不断完善、扩充, 也为计算机图形学的广泛应用奠定了基础。就这一点而言, 图形软件研制人员主要在三个方面进行了大量的实践与开发。一是利用现有的、有图形处理能力的高级语言编写绘图软件, 供使用者按某种规则调用; 二是将某种高级语言的功能加以扩充, 使之具有一定的图形处理能力; 三是为某一类型的设备配置专用的图形生成语言。此外, 开发与设备无关的绘图软件、研制图形处理机以及制订绘图软件功能标准化等课题则是更高的趋向。

在我国, 对计算机图形学及图形设备的研究始于 60 年代中期。但直到最近几年, 在这方面的研究才有了一定的发展。除了陆续研制出一批绘图设备外, 还分析并二次开发了一些国际上较流行的基本绘图软件、通用绘图软件以及绘图应用软件包。但就总体水平而论, 对计算机图形学的研究和应用尚处于起步阶段, 特别是在许多领域中的应用还处于空白状态。因此, 开发适合我国国情的绘图软件, 研制有自己特色、自成体系的图形处理设备乃是这一学科的当务之急。

近年来, 随着国际交往的日益增多, 科学技术交流也日趋频繁, 我国陆续从国外引进了一些图形处理设备和绘图软件。以引进的绘图软件为例, 通过调查分析, 我们深感有如下几个问题颇值磋商:

(1) 单靠从国外引进绘图软件是否已能满足国内市场的需要? 这些绘图软件是否适合我国国情?

(2) 引进的绘图软件的可移植性究竟有多大? 能否在国内不同的领域内发挥最大的效益?

(3) 所引进绘图软件的价格是否能为国内大多数用户所接受?

(4) 在国内广为流行和拥有较多用户的计算机上, 特别是在国产系列机上, 开发自己的绘图软件的重要性和迫切性。

就这些问题, 我们的体会是: 单靠从国外购买绘图软件并不能满足国内市场, 而且并不适合我国计算机应用领域的具体情况。事实也正是如此, 引进的绘

DJS 33/02

一部分并没有得到充分的利用，即便是比较流行的绘图软件，也因种种原因（如硬件设备缺乏等），致使许多功能不能得到充分的发挥。此外，国外的绘图软件价格都比较昂贵，国内一般用户除特别需要外，均不愿支付这笔费用，从而影响了计算机图形学的发展，影响了应用水平的快速提高。

计算机图形学的发展离不开计算机及其外围绘图设备和绘图软件的扩展、更新。目前，计算机（特别是微型计算机）和计算机绘图设备的国产化已取得了可喜的成果，例如与 IBM PC 系列机兼容的长城 0520 系列机在国内已经十分普及，国产绘图仪与打印设备也颇具竞争实力。但与之相配套的绘图软件和 CAD 开发工具则寥寥无几，这方面是开展 CAD 应用的薄弱环节，应该给予足够的重视。因此除了有步骤、有目的地引进、消化和二次开发国际上先进的绘图软件及 CAD 成果之外，我们有必要积极研制国产的图形软件和 CAD 开发工具，并予以普及推广，使我国在计算机图形学这一领域能尽快地赶上或超过世界先进水平，并参与国际软件市场的竞争。这是撰写本书的目的，书中将阐述各个层次软件的设计方法，供读者研究参考。

从战略上来看，计算机图形学的软件研究队伍，应该由两方面的科技人员组成：其一是计算机专业工作者；其二是各工程设计专业工作者（或统称为“广大的非计算机专业科技工作者”）。前者适合于研究开发计算机绘图及 CAD 系统软件，而后者则是在这个基础上进行各种应用软件开发的主力。这两者是相辅相成的，要在 CAD 应用方面取得大的成效，这两方面的专业人员是缺一不可的。而从战术上来看，后者若能增补一些计算机学科的知识，必能起到技术学科间交叉渗透之利，它将提高工程专业人员的软件设计能力和提高 CAD 应用软件产品的质量。

二、怎样了解计算机绘图系统

为了使广大的“非计算机专业用户”对于计算机绘图系统的基本组成（图 0-1）和内部工作情况有一个概括的了解，这里不采用常规的叙述方法，而是让读者经历一次饶有兴趣的、到计算机内部世界去的旅游，综观全局地了解所使用的微机绘图系统各组成部分间的相互关系和信息来往，即一般 CAD 系统的基本结构和设计 CAD 系统必备的基础知识。这些结构与知识对于普通的计算机用户来说，在进行各种数据信息的传送和较高层次的应用软件设计时，非常有益。而在一般的计算机丛书中却未能面向这部分非计算机专业读者，作出精炼易读的阐述。对于阅读过《计算机绘图初步》而想进一步深入到 CG、CAD 领域中去的科技工作者，这些知识将是一个不容回避的起点，因此安排在绪论中予以介绍。

有了计算机，要学会使用它，就得阅读大量的说明书和使用手册或者参加培训班。不论是哪种方式，对于“非计算机专业”的科技工作者在开始时就会遇到障碍，因为翻阅说明书和培训听课，都会碰到太多的专门名词，例如 RAM、ROM、内存、外设、操作系统、输入/输出、系统总线、外存、硬盘、软盘、磁带等等。这些专门名词在习惯上又不经常用到，却在用户手册中不断地出现。再则，计算机是由众多分工不同的集成块和线路组成的电子设备，究竟它的各个组成部分是如何协调地工作的？如果你想实地观察一下，打开计算机外壳也难以看清楚。

用下面这张简图（图 0-2）来介绍，现代微机系统的各组成部分的相互关系，短小明白，因为计算机内部的工作情况是看不见摸不着的。能否采用一个通俗比

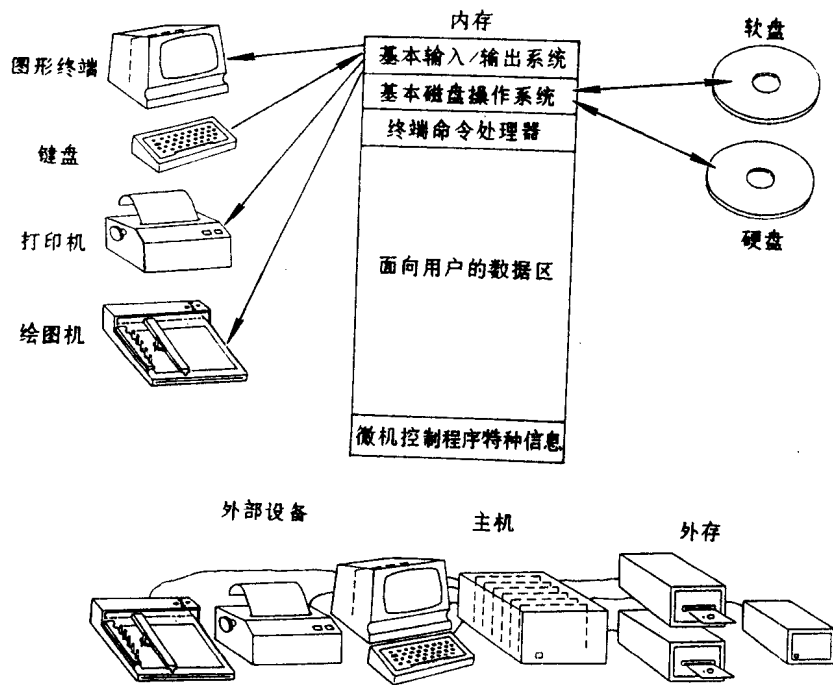


图 0-1 微机绘图系统的基本组成

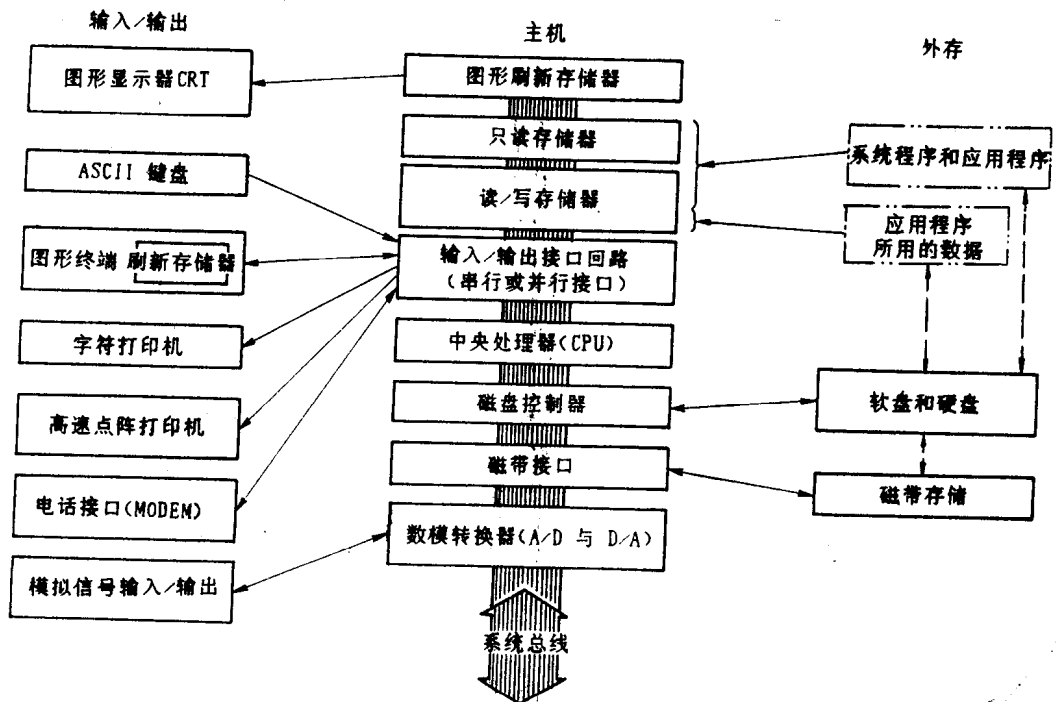


图 0-2 现代微机系统各组成部分图解

喻和模拟想象两者结合的方法先来介绍一下呢?例如,要追溯地球的历史,先让读者去游览人工模拟的狄斯尼乐园,到几万年以前的恐龙时代去经历一番,把这一抽象问题形象化地演示出来,使人们尤如身临其境一般,然后再作系统地阐述,常常会收到良好的效果。下面就引导读者到想象中的计算机内部世界去漫游一番。

三、漫游计算机内部世界

非计算机专业的科技工作者要概括地了解计算机各组成部分的名称、含义和功用,以及它们在内部是如何相互联系和协同工作的,不妨先伴随作者去游历“模拟”的计算机世界。计算机内部的工作过程是对各种信息和数据进行大量的处理和操作。看来需要开设一家“太空企业公司”来承担这项国际性的繁琐复杂的工作,该公司的总目标是为世界各国的客户提供科学计算、技术设计、商业服务、旅游、进出口运输业务等服务项目。这样一家太空企业公司当然得拥有一幢摩天大楼和众多的服务设施,当你接通计算机的电源,插入磁盘后,这家公司就开业了。也就是说这幢高层大厦内的工作人员都进入岗位上班工作了,如图 0-3 所示。同行专家们把这幢大楼称作内存 RAM(Random Access Memory),或称为随机存取存储器。它真正的作用是为进行大量随机应变的进出口贸易提供交易的场所。这幢大厦的楼层高度可以有 48 层到 640 层,随着电子技术行业的发展,这种高楼的层次

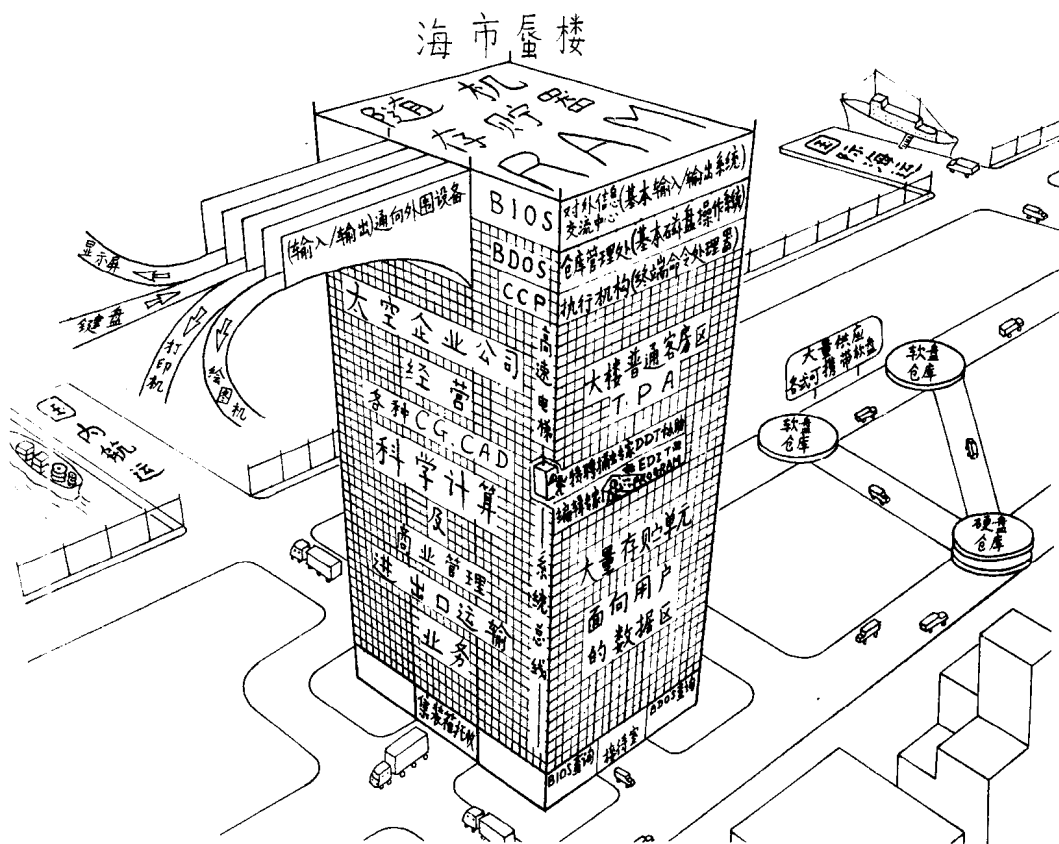


图 0-3 计算机内部工作情况模拟

还在不断加高，它是以 $2^n + 2^m$ 为基数来增加的（由此也可看出二进制对计算机的重要性），例如 48K，64K，256K，…，640K 等。1K = 1 024 字节，因此 48K = $48 \times 1\,024 = 49\,152$ 字节的内存单元（房间），640K = 655 360 字节的内存。由于大楼拥有如此多的层次，因此它的房间编号（或者称为内存地址）就要采用五位数以上或者更大的号码来标明，例如对于 48K 的微机它底层的最小房号是 00 000，而顶层最大的房号是 49 151。

当然，任何公司开业以后都希望生意兴隆，能够经常顾客盈门，租出整幢大楼从底层到顶层的所有房间。为了提高管理效率，大楼的服务办公用房当然是必需的，因此，公司的工作人员只占用了底下的半层和顶上的八层房间，中间的几十层到几百层则布置成“大楼普通安居室”TPA 是汉语拼音(Talou Putong Anjieshe)的简称，提供给旅客居住。为了招徕国际旅客，登载英文广告，则可称为 Terrific Palatial Accomodations，意思是“豪华的宫廷式客房”。事实上，这些房间的用户是经常在流动的，若用专业术语来讲，确切的名称是 Transient Program Area，也就是“面向用户的程序数据区”，今天存放这个程序，明天可能存放别的程序。通俗的讲法是“Here today, gone tomorrow”意思是“今天的住户，明天可能就走了”。

大楼主要的服务人员在顶上的八层，见图 0-3 中所示顶层的 BIOS 服务、BDOS 服务和 CCP 服务等等。租用了 TPA 中任何楼层房间的顾客，就可以享用大楼管理处给他提供的服务设施。这些服务部门的总称是太空企业公司的控制生产经理部，为方便国际旅客而在标牌上写着“Control Production Management”，而用计算机术语来说 CPM 指的是 Control Program for Micro-computers 即顶上八层中存放的是微机控制程序。有的微机用的是 Disk Operating System（即磁盘操作系统）简称 DOS 系统。

大楼的最高层是对外信息交换中心 BIOS（真实名称是 Basic Input Output System 即基本输入输出系统），它的主要职责是与外界频繁地通讯，这个服务部的工作非常出色，其职能相当于一家高级邮局、一所电话交换中心和一家海运托收局的工作，兼管旅客的信箱文件来往，电话传呼和大楼与仓库之间的汽车运输业务，甚至国内和国际间的航运业务，见图 0-3 所示的顶层和底层运输线路。在顶层可与外围设备的服务点经常联络，那里有着各种式样的传输信息的设备，例如显示屏(CRT)、键盘(Keyboard)、打印机(Printer)、绘图机(Plotter)。在底层则进行繁忙的汽车运输，往返于硬盘仓库和软盘仓库之间。

大楼中能如此高效率地开展业务工作，当然具备良好的高速电梯(Speedy Bus)，其专门术语称作系统总线(System Bus)，把所有楼层的服务工作都高效率地连接起来。因此，大楼服务总部放在顶上几层，仍然工作得很好。而这样的布局就可以使大楼中间的 TPA 客房利用率更高。此外，如果顾客还要租用街对面的新楼房，只要通知服务部的工作人员采用孙悟空的分身法，迁移到新楼的顶层即可开展业务。

太空企业公司在国内外还拥有很多仓库，这些仓库的外形是圆柱形的，所以大家通常称之为磁盘库房，由专门的国内外集装箱运输部(Boxed Delivery Out of State, 简称 BDOS)经管，这个部就位于顶层 BIOS 的下面，其真实名称是 Basic Disk Operating System，即基本磁盘操作系统。这个服务部是必需的，因为有些酷爱旅游为顾客，暂离地，他们的行李文件物品，就可采用集装箱的方式存放到适当的磁盘仓库中去，所有文件可供顾客随到随取，这样可以提高客房的租用率。BDOS 服务部负责管

库，并且帮助用户查询集装箱存放的位置，它存取的工作效率极高，如图 0-3 中所示，在磁盘仓库之间还可以进行文件的传输。

在 BDOS 的下面是太空企业公司的执行机构，通俗地称之为当前控制处(Current Control Place, 简称 CCP)，其专业名称是 Console Command Processor 即主控制台命令处理器。大楼的用户可以在这儿提交服务需求，还可以监督 CCP 进行复核、翻译和快速地分发出去执行。这个机构中的服务员经常做的工作是咨询，实际上也只有 6~7 种服务项目，例如用户可以召唤“查询”服务员，他们的名字是 Directory，只要简单地招呼 DIR，它马上就给用户当前整个大厦内服务项目的清单；用户亦可以召唤“存贮”服务员，他们的名字是 SAVE，请它将当前的用户文件，以集装箱方式运送到指定的国内外盘形仓库中去；或者为了行李物品的保险和不致拿错，还可以召唤“用户标签”服务员，他们的名字是 User，专管在行李文件箱上标贴顾客的名字；根据工作需要，还可以召唤“标签换名”服务员，它的名字是 Rename，只要简单地招呼 REN，就可将行李文件上的标签改换成用户指定的新标签名；此外，当行李文件取走以后，你可以召唤“擦清”服务员，它的名字叫 Erase，只要简单地招呼 ERA，就可以将行李文件从大楼的客房中或相应的仓库清单中删除了；还可以召唤“打印”服务员，它的名字是 TYPE，指定将现有某个库存文件的内容打印出详细的清单来。在 CCP 中的工作人员都有优质的服务态度，不但他们本人毫无怨言地提供服务，而且还学会了从 BDOS 的一系列服务部门中去调用其他服务员来为您服务。这称为“BDOS 功能调用”。太空企业公司的服务员都受过良好的训练，热诚为顾客服务，它们很清楚地知道整个大厦每个楼层中的布置，各个部门位于何方，入口通道在哪里，怎样能最快地到达这个部门去进行有效的工作等等。此外，还有其他一些服务员为用户提供各种服务，这些服务员的名字是 LST(Listing 的简称)专管列出清单的工作；RDR(Reader 的简称)专管读入文件的工作；PUN(Punch 的简称)专管打印的工作；CON(Console 的简称)专管海运托收服务，它能在一张海运图表上寻找航运公司，例如在这张表上介绍说，除非有特别的指令，所有的 CON 货运文件均经 CRT(Cheapest Rail Transport)最便宜的铁路运送出去，CRT 的专门名称是阴极射线管(Cathode Ray Tube)。

大厦服务部除了出租 TPA 的客房(单元)之外，还可以为用户提供特种服务项目。例如图 0-3 所示的某位用户租用了 TPA 中的某层客房进行编辑程序工作(EDit Program)，但灯光下进行编辑工作，很多叫做 Bug 的昆虫前来打扰，使编辑工作难于顺利进行。这些昆虫往往会在程序里留下一些令人难以捕捉的踪迹，单凭“编辑专家 ED”的肉眼要在程序的字里行间捕捉到这些“踪迹”是相当困难的。于是，编辑专家可以通知大楼服务处，要求提供特种服务，请它立即派遣活动能力很强的“定向跟踪侦探”(Detective of Direction Trace)DDT 从原来的存贮区乘高速电梯下来，暂时住在“编辑专家 ED”的房间里，配合他一起捕捉昆虫，直到把程序中的昆虫(Bug)捉完后，就可以请 DDT 专家乘电梯回原地待命。DDT 也是一种强力灭虫剂，但计算机术语是 Dynamic Debugging Tool 意思是动态排错工具。大楼服务部掌管着许多这类具有特殊使命的应用程序，这些专门的应用程序称为 Utility 程序，DDT 就是其中之一。这些工具程序不存放在 TPA 中，有一部分存放在顶层服务部中，另一些则存放在外部存贮器中，当需要的时候，大楼服务处就“它们到 TPA 中来工作，工作做完后，就请它们回到原来的存贮区去。这样来来去去往返，目的是提高 TPA 的住房出租率，使面向用户的数据区 TPA 保持高利用

率。甚至有些计算机为了节省内存，还把这些工具程序存放在磁盘仓库中，而让 CCP 的总办事员根据用户的需要，经常不断地从磁盘上将工具程序调到内存 RAM 中，使用完毕后又从 RAM 中将它们送回到外存磁盘上去。而外存磁盘是大量供应的，这种圆盘形仓库很便宜，可以根据需要添置，而且便于出差时携带。

现在有了这个概念，太空企业公司的大楼就是指计算机的内存，它的楼层高度就是内存的大小，即使内存很大，例如 512K 或者 1 兆内存，但它的容量也总是有限的，因为在有限的 RAM 空间内放不下太多的文件和程序，就需要外存磁盘仓库协助，这样存贮文件的容量就大大增加了。当然，随之而来的工作是根据需要频繁往返的搬移文件，用一个通俗的比喻，借用舞台演出的前台和后台的关系来说明内存和外存的概念。计算机内存中的文件相当于舞台上正在上演的精彩节目，节目演完，就应将这套文件道具搬到后台去存放，把舞台空出来，为下一个精彩节目的演出作准备，如图 0-4 所示。这样经常搬移文件，就需要两张分布图，一张是内存分布图(Memory Map 或称 RAM Map)，另一张是磁盘分布图(Disk Map)。RAM Map 显示了当前所有在舞台上的文件，当然包括舞台工作人员在内，太空企业公司的服务人员可以兼做舞台工作；而 Disk Map 则显示了后台或库房中储藏的文件，以备将来演出需要时调到舞台上应用。

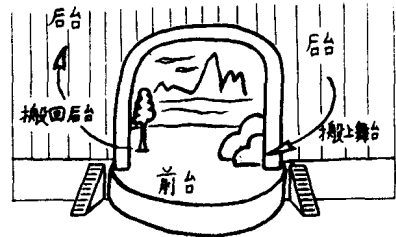


图 0-4 内存和外存，前台和后台

考虑到大楼中的旅客能方便地召唤到服务人员，就需要使用一种简便的召唤方法，提供旅客查找时使用。一般的计算机把所有的服务项目放在几张系统盘上，用户打开机器，将需要的盘片插入驱动器，例如将 DOS 系统盘插入，则盘上的服务人员就可以听从使唤了。因此，机器开动后，在内存大厦的下面的三层留作接待室，该室中存放了查找 BIOS 服务部位位于何处的信息；第四层内保留了输入/输出的航运信息；第五到第七层则存有查找 BDOS 服务部位位于哪一楼层的信息等等。

当你完成了 CAD 科学计算工作，关掉计算机后，太空企业公司大楼的工作人员就下班了。通常把这幢大楼称为计算机的 RAM，它并非是太虚幻境或空中楼阁，而是确实存在于计算机中的一个实体，当用户再次打开计算机后，它又招之即来，竭诚为您服务。

上面我们对 CAD 绘图系统的内部工作情况作了一番模拟性质的导游，读者可以看到，计算机内部世界的服务员不是凡人，而是人类创造的微电子技术，因此，它的服务工作是十分出色的，可谓是“任劳任怨，一丝不苟”，只要你对它们的来龙去脉掌握得体，就可以得心应手地指挥它们去完成繁琐复杂的工作。

目 录

绪 论

第一篇 基础软件篇

第一章 底层绘图软件设计所需的汇编语言基础	1
§ 1-1 汇编语言简介	2
§ 1-2 INTEL 8086 / 8088 指令系统	3
§ 1-3 汇编语言程序的上机步骤及动态调试	11
第二章 IBM PC 系列机图形显示原理及其应用	16
§ 2-1 IBM PC 系列机图形显示原理	16
§ 2-2 驱动显示器绘图的方法	18
第三章 基本绘图软件设计	25
§ 3-1 基本绘图功能程序设计	25
§ 3-2 辅助绘图功能程序设计	32
第四章 为高级语言开发绘图能力的构思与设计	54
§ 4-1 构思与设计	54
§ 4-2 为 FORTRAN 语言配备绘图功能	56
§ 4-3 为高级语言开发绘图功能补充介绍	59
第五章 通用绘图系统 FGLIB 的设计与实现	62
§ 5-1 FGLIB 概述	63
§ 5-2 FGLIB 的设计与实现	64
§ 5-3 部分图库命令简介	71
第六章 计算机与绘图仪接口程序设计	74
§ 6-1 绘图仪与计算机的硬件连接与软件接口	74
§ 6-2 绘图仪软件接口程序设计	81
§ 6-3 高级语言与绘图仪之间的通讯	89

第二篇 应用软件篇

第七章 FORTRAN 绘图系统 FGLIB	94
§ 7-1 FGLIB 绘图命令一览表	94
§ 7-2 FGLIB 应用示例	96
第八章 C 语言绘图系统 CGLIB	117
§ 8-1 CGLIB 的设计与实现	1
§ 8-2 CGLIB 绘图命令一览表	
§ 8-3 CGLIB 应用示例	
第九章 动态显示技术	
§ 9-1 动画技术的实现方法	
§ 9-2 用画一擦一画方法模拟质点的运动	
§ 9-3 双页图象法的设计	
§ 9-4 存图和释放技术	

§ 9-5 动画技巧及其实现	137
第十章 试验数据的图形处理软件	143
§ 10-1 坐标轴线或网格子程序	143
§ 10-2 数据读入子程序	146
§ 10-3 直方图、折线图和 B 曲线子程序	147
§ 10-4 三次参数样条拟合子程序	155
§ 10-5 主程序的构思设计	161
第十一章 梁的受力、计算及显示软件	167
§ 11-1 梁承受简单载荷作用	167
§ 11-2 梁承受复合载荷作用	180
第十二章 平面机构的动态显示及其运动轨迹的研究	186
§ 12-1 机构中常用的子图形	186
§ 12-2 曲柄滑块机构主程序设计	190
§ 12-3 曲柄摇块机构	193
§ 12-4 平面铰接四杆机构	197
§ 12-5 平面六杆机构	200
第十三章 房屋建筑图的绘制	208
§ 13-1 房屋建筑图子程序库的建立	208
§ 13-2 绘制建筑施工图	210
第十四章 交互式图形窗口管理系统 WINDLIB	212

第三篇 图形处理篇

第十五章 二维图形处理	235
§ 15-1 基本概念	235
§ 15-2 二维几何变换及窗视变换	241
第十六章 三维图形处理	251
§ 16-1 三维图形基本概念	251
§ 16-2 三维物体表示方法	255
§ 16-3 三维几何变换	263
第十七章 隐藏线、隐藏面消除	273
第十八章 真实图象的生成	293

第四篇 苹果机绘图篇

九章 苹果机绘图软件设计基础	299
§ 9-1 苹果机内存分配及一些特殊用途地址简介	299
苹果机绘图程序示例	308
绘图及应用软件设计	320
绘图设计技巧	320
及编辑方法	333

第一篇 基础软件篇

基础绘图软件，指的是 CAD 系统的基本绘图功能。购买了计算机硬件设备后，要开展 CG 和 CAD 应用，必须配备有基础绘图软件才行。它应包括：设置绘图工作环境（如打开绘图库）、设置屏幕工作模式、设置背景色、移动光标、画点、画线、写字符串等等；绘制常用子图形，如正多边形、矩形、圆弧、画坐标轴、画折线等等；以及连接绘图机的软件接口程序等。设计基础绘图软件，要用到汇编语言和图形显示原理，这两部分内容将在本篇的第一和第二章中介绍；有了这些基础后，如果要了解基本绘图库的设计方法，可以参阅第三章；若再进一步要为高级语言开发绘图功能，则可以阅读第四章；第五章中阐述了为 IBM PC 及其兼容机的 FORTRAN 高级语言增加的图形库 FGLIB 的设计思路和示例；对于要了解计算机与绘图仪接口程序设计的读者则可以参看第六章。

第一章 底层绘图软件设计所需的 汇编语言基础

利用汇编语言编写程序可以充分发挥计算机硬件系统的功能，所以汇编语言是设计绘图软件或绘图系统的重要工具之一。底层绘图软件设计要用到一些汇编语言基础，本章的内容只是一个扼要的介绍。非计算机专业的科技工作者要在汇编语言的运用方面成为一名专家，确实是相当费时间的，对目前没有时间学习汇编语言的读者来说，粗略地阅读一下本章的内容是必要的。它将使您对汇编语言的一些名词术语有所熟悉(图 1-1)，这些名词术语在处理与之有关的基本绘图程序设计时，常常会用到。进一步说，如果再深入一些研究，您也能用汇编语言来做重要的软件设计，这就增强了编程的扎实基础，而会给您的工作带来方便。

本章将介绍有关汇编语言的基础知识，并着重介绍 INTEL 8086 / 8088 指令系统。此外，还将阐述汇编语言程序的上机步骤，其中特别强调“动态调试”技术及调试工具的优越性。建议读者通过对本章的学习和实践，举一反三，以提高软件的编写质量和编程水平。

汇编语言 (Assembly Language) 简介

格式	标号	助记忆符	目的操作数	源操作数	注 释
例	next	MOV	AL	, mem	; 传送操作

此句的含义是，将内存单元 (mem) 中的内容 MOVE (移到) 累加器 AL 中。更确切地讲，这里的 MOVE 可以说成是 COPY，因为内存单元 (mem) 中的内容并没有改变，而只是将它复制到了 AL 中。

```

例: nnnn  XCHG  BX , CX           ; 交换操作
      "     PUSH  AX             ; 堆栈操作
      :     :
      :     :
      "     ADD   mem/reg , mem/reg ; 加法操作
      "     LOOP  lable          ; 循环操作
  
```

图 1-1 汇编语言的格式

§ 1-1 汇编语言简介

汇编语言是一种由机器语言发展而来的、且与计算机本身密切相关的程序设计语言。它包括三种类型的语句，即：指令语句、伪指令语句和宏指令语句。其中，指令语句是由助记忆符来描述的，它经过汇编程序翻译后，成为机器指令，能够驱动计算机运行。每一条指令语句在汇编时产生一个目标代码，对应着机器的一种操作。伪指令则没有目标代码与之对应，它仅在汇编过程中向汇编程序作指示，为汇编程序提供服务，伪指令不被翻译成机器指令。宏指令语句是对指令语句和伪指令语句的扩展。实际上，它代表一段由程序设计者自己定义并使用的程序。例如，在汇编语言源程序中，为了不重复书写某一程序段，可用一条宏指令语句来代替这段代码（当然，程序设计者在宏调用之前，必须已对这段代码做了宏定义）。从这一点上来看，宏指令语句类似于子程序调用，但它与子程序调用又有所不同，其主要区别在于：在汇编时，汇编程序把宏指令语句所代表的那段代码直接插入到调用它的地方，有多少次这类调用，在目标程序里就有多少个相同的代码段。因此，使用宏指令语句只能使源程序在书写上简单、明了，并不能节省目标程序所占用的内存空间，而子程序在目标代码程序里只有一段，供主程序调用。由此可见，子程序占用的内存单元少，但由于主程序每次调用它时，都要做一些额外的工作，如保护主程序的现场

等, 因此, 在速度上子程序便不及宏调用快。

汇编语言与计算机本身的结构和特性密切相关, 在用某种汇编语言进行汇编语言程序设计之前, 必须对有关的计算机的结构、特性做必要的了解。建议读者在阅读本书之前, 先对计算机的一般原理进行探究。

一、汇编语言的基本成分

汇编语言是利用指令的助记忆符、符号地址、标号等来书写源程序的。像高级语言(如 FORTRAN、PASCAL、PROLOG)一样, 它也有着自己的语言成分。尽管汇编语言种类繁多, 其最基本组成部分的原理是一致的。这些基本成分包括字符集、名称、运算符、常数和表达式等。

最基本的字符集一般包括: 字母 A~Z, 数字 0~9, 以及 +、-、*、/、=、\$、"、,、,、;、'、:、(、) 、□ 等符号。

名称 —— 表示常数、字符串常数或表达式的标识符。

运算符 —— 包括算术运算符 +、-、*、/、逻辑运算符“与”、“或”、“非”和“异或”。

常数 —— 可以是二进制数、八进制数、十进制数和十六进制数。

表达式 —— 由运算符、常数、操作数、操作符按某种规则有机组合而成。

二、汇编指令的格式及寻址方式

指令语句的一般格式为

标号: 助记忆符 操作数 1 操作数 2; 注释

其中, 在一条指令语句中“标号:”是根据需要可有可无的, 注释部分亦是如此。值得注意的是: 不同的汇编语言对“操作数 1”和“操作数 2”的定义可能有所不同。有的语言将“操作数 1”定义为“源操作数”, 有的将其定义为“目的操作数”。例如, Z80 汇编语言和 INTEL8086 汇编语言在运算时都是将“操作数 1”作为“目的操作数”, 而 MC68000 汇编语言则将“操作数 2”定义为“目的操作数”。

汇编指令的寻址方式一般有如下几种基本形式:

- (1) 立即寻址
- (2) 直接寻址
- (3) 寄存器寻址
- (4) 间接寻址
- (5) 变址寻址
- (6) 相对寻址
- (7) 自增寻址
- (8) 自减寻址

还有一些寻址方式, 如 INTEL 8086 中的段内寻址方式、段间寻址方式, Z80 中的位寻址、零页寻址等都是与机器有关的、语言自身所特有的寻址方式, 这里不再一一介绍。

§ 1-2 INTEL 8086 / 8088 指令系统

目前, 在 IBM PC 系列机上使用的 INTEL 8086 / 8088 汇编语言, 在 APPLE 机上使