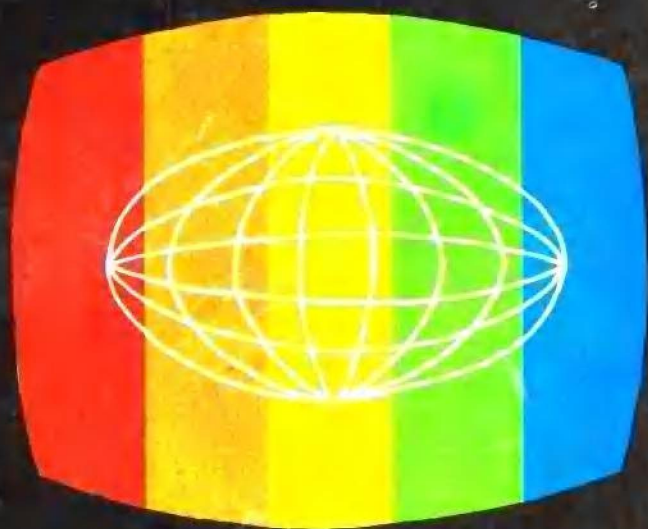




高等学校规划教材
工科电子类

谢培均



JI SUAN JI



JISHUJICHU

计算机绘图技术基础

电子科技大学出版社

计算机绘图技术基础

谢培均

电子科技大学出版社

[川]新登字 016 号

计算机绘图技术基础

谢培均

*

电子科技大学出版社出版

(成都建设北路二段四号)邮编 610054

四川省自然资源研究所印刷

四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.625 字数 424 千字

版次 1994 年 5 月第一版 印次 1996 年 4 月第三次印刷

印数 8001—12000 册

中国标准书号 ISBN 7-81016-761-8/TP·63

定价:18.00 元

内 容 提 要

本书主要介绍计算机绘图技术的基本原理、处理方法和算法程序设计。

内容包括:硬件配置、支撑软件 Turbo pascal 图形接口 Graph 单元的应用,基本图形元素生成算法,窗口与裁剪技术,二维、三维图形几何变换,工程上三面视图、正斜轴测投影和透视线架图的生成,交互技术中徒手画、橡皮筋技术、图段、菜单的生成与处理,自动拟合生成贝齐和 B 样条曲线,绘制各种饼图、直方图和统计曲线图,微型机通用绘图软件包 Auto CAD 的功能与应用。

全书提供大量在 IBM PC 微型机上调试通过的程序及打印的图形,全部程序存储在一张软磁盘上,可供读者使用。书末实习题附有解答。

本书可供高等院校计算机应用专业、软件专业以及工科其它专业作教材;可作为成人高校工科专业及中专计算机应用专业教学参考书;也可供从事计算机图形处理和软件设计的科技人员、工矿企业办公室自动化管理人员参考使用。

JS84/24

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990年,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,做出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

机械电子工业部
电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按机械电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由大专计算机教材编审委员会软件编审组征稿并推荐出版。责任编委为李 浩。

本教材由南京机械专科学校谢培均担任主编,西安电子科技大学姚传治担任主审。

本课程的参考学时数为 70 学时,其主要内容介绍计算机绘图中一些基础技术,较详细阐明开发图形应用程序所需的各种基本处理技术的理论方法和算法设计。书中提供大量 Pascal 语言程序是作者长期教学实践和科研工作中开发的,都已在 IBM PC 微型机上调试通过。书中全部图形实例就是执行这些程序后打印输出的。

全书共分八章,第一章叙述了图形信息的特点,计算机绘图系统的概念,计算机绘图的主要应用领域及其发展简史和趋势;第二章介绍交互式微型计算机绘图系统的输入输出设备;第三章介绍图形基本元素的生成及算法实现;较详细阐明 Turbo Pascal 图形接口 Graph 单元的应用;第四章介绍国际图形标准 GKS 的坐标系统,窗口与视区的变换,直线段和多边形的裁剪及算法程序;第五章介绍二维、三维物体图形的基本几何变换,复合变换,正投影三面视图的变换,正斜轴测投影以及透视投影生成透视线架图;第六章叙述交互技术的各种方式和手段、实现徒手画、橡皮筋技术、产生网格、菜单,生成图段及其存储、变换处理,阐明用户接口设计原则,提供一个下拉弹出式汉字菜单程序实例;第七章介绍工程上曲线拟合的应用:贝齐曲线的生成,B 样条曲线的生成,叙述办公室自动化广泛使用的饼图、直方图和统计曲线图的生成以及立体真实感显示;第八章介绍微型机通用绘图软件包 AutoCAD 的功能及应用、阐明 Auto CAD 与 Pascal 语言接口、DXF 文件的生成以及 Auto CAD 与 Pascal,Dbase 之间的接口,并提供程序及其执行结果的图形实例。

各章后附有大量的习题,其中一部分题为复习巩固理论概念,更多的题是上机作业,少量难度较大的实习题附有程序解答。

本教材是一门实践性强的课程,使用时要安排 10~20 学时上机实习,读者依据习题或实习题参照书中程序,自己动手编程调试,将进一步提高与锻炼编写图形程序的方法与技巧。

本教材编写过程中得到西安电子科技大学徐甲同副教授,上海机械专科学校姜琳琳老师,南京机械专科学校电子系李永庆、李平、张兴令,李逊林等副教授的支持与指导,这里表示诚挚的感谢。由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1993 年 7 月

第一章 绪 论

§ 1-1 计算机绘图技术

计算机图形显示和绘图是利用计算机处理图形信息的一门应用技术学科,它的主要任务是通过描述某一对象的一组抽象数据,或计算机产生的中间结果进行处理之后,变换成能直接观察到的图形,在输出设备上实现图形信息的表达,当使用显示器将对象的视觉表示形式展现在显示屏幕上时,称为计算机图形显示。当使用绘图机将显示图形永久保存硬拷贝在图纸上时,称为计算机绘图。两者在图形的生成、存储、变换处理等方面的原理是相同的,实际上常常把两者结合起来使用,称为计算机绘图技术。

一、图形信息的特点

图形信息是一种重要的信息类型,直接明了,含义丰富,它具有以下特点:

1. 图形信息表达直观,易于理解。

在科学技术高度发达的今天,图形信息显示出任何语言无法比拟的优越性,它能直接反映出客观世界变幻无穷的图像,供全人类所共享,不受语言限制。图形信息中包含大量空间的、各种层次的、变化的结构形状、色彩、纹理以及心理信息等,通过观察,给人以直观的感受,“一目了然”,易于理解。

2. 图形信息表示准确、精练。

图形给人一瞬间把握整体的特点,它比文字要逐字逐句逐段联系起来才能理解,显得更简明精练,“一幅图胜似千言万语”,例如旅游指南中配合说明就不可缺少一幅交通图。

“图”是科学技术领域里一种应用非常广泛的表示形式,人类的生产活动和科学实验中,离不开图像表达,如机械方面的零件图、装配图、建筑中的施工图、以及气象图、统计图、心电图等准确无误地表示各构成部分的几何尺寸和相对位置,而语言文字是难以表达清楚的。

3. 图形信息能“实时”地反应过程的变化规律。

连续变化的图形信息能更“实时”地反映生产和科学实验过程;并从中发现起决定作用的因素和关系。近代物理等学科就是利用这种形象的视觉表示,反映真实模型及抽象概念模型的变化规律。

二、图像处理、模式识别与图形显示的区别

计算机处理图形信息采用不同的方式,使得计算机应用领域发展有三个分支学科,即图像处理、模式识别与图形显示,它们之间既有一定联系,又有不同的研究目标,图 1-1 表示这三者之间的关系。

图像处理:它将客观世界中原来存在的物体映像处理成新的数字化图像。如对照片图像扫描采样,量化,模/数转换后送入计算机,由计算机按应用的需要,对数字图像信息进行加

工:复原(使模糊图像清晰),增强(突出某些特征)和图像赋值(定义图像某部分的尺寸形状和位置)。其中关心的问题是如滤去噪声,压缩图像数据以便于存储传输等不同的处理。需要时可把加工处理后的图像重新输出,这个过程统称为图像处理。如工业中射线探伤、人体的CT扫描、卫星遥感中资源勘测等都是图像处理的应用实例。

模式识别:它研究怎样分析和识别输入的图形和图像,找出其中蕴含的内在联系。图形信息输入计算机后进行特征抽取等处理,然后用统计判定方法,对图形作出识别。最后由计算机按使用要求绘出图形的分类和描述,从图像中提取数据模型。如邮件分检设备,扫描信件上手写的邮政编码,将数码图像复原成数字,是模式识别的应用实例。

图形显示:它的主要任务是先将各种具体实在对象或抽象假想对象进行描述(建立模型),然后对描述对象的数据或过程进行处理,产生能正确反映对象某些性质的图形,它是将数据和几何模型生成图形。这里所说的模型是对图形对象的抽象描述,它能够被计算机理解接受并转换为图像显示,可以通俗地说:模型是图像的说明,图像是模型的可见形象。具体由计算机产生的字符、符号、点、线、弧、圆、曲面、立体等组成的图形模型都是图形对象,它们还具有明暗、色彩等属性,以及静止和活动的不同状况。

图像处理、模式识别和图形显示这三门与图形信息处理有关的学科,都已有了二三十年的历史,但长期以来它们以各自独立的形式发展。到了80年代,由于光栅扫描图形显示器的广泛使用,以及各门学科之间相互渗透与沟通,相互关系越来越密切,但以计算机软硬件系统角度来看,其中图形显示和绘图技术仍起着基础和核心的作用。

三、计算机绘图系统的概念

1. 绘图系统工作方式

计算机绘图系统的工作方式有被动式和交互式两种,被动式主要以绘图机或打印机作为输出设备,通过编制一个绘图程序,让计算机控制绘图机或打印机绘制图形,若要修改图形必须修改程序或数据。这种绘图系统生成图形过程中,无法进行操纵和控制。

交互式则由设计人员(用户)利用键盘、光笔、数字化仪、图形显示器等交互设备的有关功能,控制和操纵模型的建立和图形的生成过程。模型和图形可以边生成边显示边修改,进行人机对话;并提供了与绘图系统形象直观和高效率的交互手段,以菜单形式为用户提供输入、修改、变换等各种图形功能,直到产生符合使用要求的模型和图形为止,最后由绘图机或打印机输出图形。目前,计算机绘图系统工作方式都以交互式绘图为主。

2. 绘图系统组成

计算机绘图系统由硬件和软件两部分组成。计算机绘图系统的基本物理设备统称为硬件,它包括主机、大容量外存储器、图形输出和图形输入设备。其中图形显示器、打印机、绘图

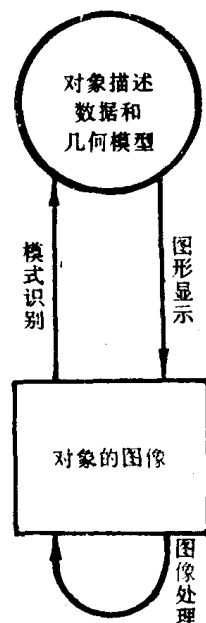


图 1-1 图像处理、模式识别、图形显示之间的关系

图机、键盘、数字化仪、光笔等供系统配置时用户选用。

为了运行、管理和维护计算机而编制的各种程序统称为软件,软件分系统软件、支撑软件和应用软件三类。

系统软件是使用和管理计算机的全部软件。它为所有的计算机用户服务。

应用软件是用户利用计算机,以及它所提供的各种系统软件编制解决用户各种实际问题的程序,称为应用程序,它为部分用户服务。图形应用程序是开发绘图系统的核心部分,它是图形技术在各种应用中的抽象描述。

图形支撑软件由一组公用的图形子程序所组成,它扩展了原有高级语言的图形处理功能。给用户提供描述、控制、分析和计算图形的语句,适用于用户设计有关图形方面的应用程序。

综上所述,计算机绘图系统是为了支持应用程序便于实现图形的输入输出而设计的硬件和软件的组合体,没有绘图系统的支撑,就会使应用程序的编写极为困难,计算机绘图的潜在用途也难于开发。

§ 1-2 计算机绘图的主要应用领域

计算机绘图在工业、商业、科学技术、教育、军事、管理等方面得到广泛应用。下面列举一些有代表性的重要应用领域。

一、计算机辅助设计(CAD)

计算机绘图技术的产生和发展与计算机辅助设计密切相关,可以说计算机辅助设计是最早最重要的一个应用领域,计算机辅助设计已使传统的工程设计发生了巨大变化,特别是人机交互式绘图系统,可以将人的直观感觉和判断能力与绘图系统十分有效地结合起来,再加上使用高效的方法库(包括优化设计等)、数据库技术得以更好地发挥人的才能、智慧和计算机的特长,显著地提高设计质量,减少差错,缩短设计周期,降低成本,从而有效地提高设计工作效率。目前,计算机辅助设计在我国机械(彩图 1-2)、电子(彩图 1-3)、铁道、建筑(彩图 1-4)等各种工程设计领域都有着广泛的应用,并取得明显的经济效益。

二、计算机模拟与仿真

利用计算机模拟某个系统、某种效应和过程。把某个物理现象经数值模拟而数字模型化,再将该模型以图像的形式显示出来。这是进行系统分析和仿真的有效手段。图形显示在计算机模拟中有着重要作用,图 1-5 利用电路模拟程序对反向器电路分析显示输入电路图、输入输出波形、幅频特性等实验过程的形象模拟,除此之外,还有刀具切削轨迹模拟和风洞效应等。

三、计算机绘图

在商业、企事业事务管理中,大量经济、生产管理信息都普遍使用既简便又明确的各种直方图、折线图、扇形图(彩图 1-6)来表达生产进度、产品数量和质量变化趋势,库存量、销售量等,使用户能直观迅速理解各种数字之间复杂的联系及内在的意义,深受欢迎。

在测量数据的图形处理中,利用计算机制图精度高、速度快,用来绘制地形图、矿藏图、海洋图、天气预报图、人口密度分布图等。

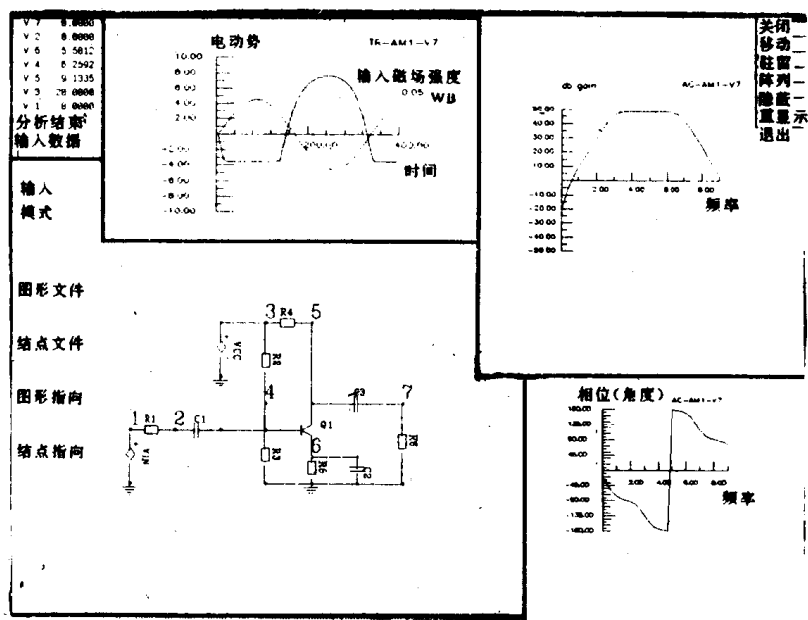


图 1-5 计算机模拟电路图

在工程设计中离不开图纸。“图纸是工程师的语言”。据统计,在机械设计中制图占整个设计工作量 50~70%。因此,计算机绘图代替人工制图已是发展趋势。

四、过程控制

计算机通过把与它通连的实时测试体、传感器等采集到的非图形信号,加工处理成图像,在显示屏幕上显示。图形显示清晰明了,操作人员观察审视在操作过程中的各个环节状态情况,控制对象(如发电厂、化工厂等生产过程)操作既安全又方便,且可提高工作效率。

五、办公室自动化(OA)

随着科学技术迅速发展,办公室繁琐的日常工作中,大量杂乱无章的文件数据分类、汇总、加工成不同要求的文字和图形报告,以及“电子邮件”通讯等,都可以由价廉物美、易于操作,具有高质量的显示设备的微型计算机系统来完成。可以实现编辑和传达文件和自动化,还能以图形方式显示交换文件报表、图形及其它信息。图形显示系统在办公室自动化中,有助于决策信息表达与传输,是一种新的通讯手段,目前,办公室自动化是计算机绘图技术应用中一个重要的领域。

六、计算机辅助教学(CAI)

计算机辅助教学系统利用图形显示设备或电视终端,可以有声有色生动地演示物理、化学、生物、外语等教学内容,让学生(用户)使用人机交互手段,进行学习和研究,绘图或仿真操作,使整个教学过程直观形象,有利于加深理解所学的知识,并可自我考核打分,随着微型计算机在家庭内的普及使用,计算机辅助教学将会迅猛的发展。

近年来随着图形设备价格的下降和图形显示技术的发展,特别是微型计算机图形功能的增强和高性能图形工作站的出现,计算机绘图技术正得到更为广泛的应用,因此它的应用领域远不止上述六个方面,它在动画、游戏、广告、艺术、军事训练、医疗、软件工程等许多方面都有着广泛的应用。

§ 1-3 计算机绘图技术的简史和发展趋势

一、计算机绘图技术的简史

对计算机绘图历史作一简短的回顾,使我们从历史知识中对这项技术的发展和现状有更好的理解。计算机绘图技术的崛起要追溯到 50 年代。50 年代初到 60 年代中,美国麻省理工学院的 S. A. Coons 教授等人在计算机辅助设计和制造方面进行了开拓性研究,第一台应用旋风(Whirlwind)型计算机自动控制的铣床,就是在麻省理工学院的伺服机构实验室研制成功的。在 Coons 教授影响下,Ivan SutherLand 在学院的林肯实验室组装的配有交互式显示器的 TX-2 计算机上进行研究创新,终于在 1963 年研制出一种命名为 Sketchpad 的交互图形系统。这是一种生成、处理和显示二维几何图形的交互式设计工具,该系统可以使用光笔在显示器上进行修改图形的功能;并能对图形进行定位、缩放等变换,可以说他是 CAD 的开拓者。与此同时,参加这工作的 L. Roberts 首先实现了坐标变换等方法,写出了第一个从透视图上消隐线算法。60 年代初,IBM7090 型计算机用绘图仪绘制了航空母舰上飞机降落图,这说明在此期间计算机绘图技术已有较大发展。1964 年美国通用汽车公司研制出汽车车身和外形设计用的计算机辅助系统;该系统的硬件部分是由 IBM 公司合作开发的。这个系统主要产生图形的硬拷贝,而并非是交互式绘图系统。因此,IBM 公司年底推出了自己的设计方案,它经改进成为第一代刷新式随机扫描图形显示器,它使用光笔作为交互输入手段,1966 年 IBM 公司研制出混合集成电路模块的辅助设计系统,并应用于具有代表性的第三代计算机 IBM360 上。1968 年我国研制出第一台数控绘图机(LZ-5 型)。70 年代前期是计算机辅助设计研究者相当活跃的时期,他们进行了大量的理论探讨和设计工作。完成土木工程集成系统(ICES),在 CAD 方法库、有限元理论及隐藏线及隐藏面的消隐算法等方面作出了很多贡献,使得 CAD 技术领域蓬勃发展起来。1973 年 Lockheed 发表了论证计算机绘图在设计过程中现实性和经济性报告。1975 年洛克希德飞机公司的 Chasen 发表了在 CAD 系统中计算机绘图的经济效益的分析论文,在此期间 Eastmen 发表了关于 CAD 中数据库问题的论文,1977 年我国又研制出第一台用小型计算机直接控制的平面电机型绘图机,从此计算机辅助绘图作为 CAD 的一个专门领域开始形成,对推动 CAD 技术的发展起了巨大作用。70 年代是计算机绘图的成熟时期。因此,1973 年在美国召开了计算机图形学首次会议,这种会议每年召开一次,延续至今,它是国际性学术会议,推动着计算机图形学的科学研究和发展,在此期间,图形显示终端和绘图仪自 1963 年开始实用以来得到迅速发展。光栅扫描显示器和刷新随机扫描型显示器都进入商品化阶段,1970 年我国研制成功(75-1 型)黑白光笔图形显示器,1976 年又研制成(75-2 型)彩色光笔图形显示器,到了 80 年代,随着微处理器及其外围芯片的出现和发展,大量微型计算机及其外围设备涌现市场,由于价格低廉,操作方便深受欢迎。1982 年,以 16 位及准 16 位微型计算机的问世,内存不断扩大,外围设备不断完善,绘图功

能不断增强,在二维图形绘制方面微型机系统已能取代小型计算机系统。微型计算机主机和图形显示器融为一体,都用光栅扫描型显示器,它可以生成高质量的透视线架图和逼真的彩色明暗图。近几年来大规模集成电路的发展和专用图形处理芯片的出现,使得光栅扫描型显示器的质量越来越好、价格越来越低,现已成为图形显示器的主要形式。在工程设计中已大量使用 32 位超级微型计算机,如 APOLLO, SUN 等联网的分布式工作站,它的应用也正逐渐取代分时形式的大型主机连接几十个图形终端的结构,80 年代中期我国在 LSI/CAD 系统开发方面捷报频传。1984 年上海交通大学完成国内第一套中、大规模集成电路计算机辅助剖析设计双向系统,继而原北京航空学院、复旦大学、清华大学合作完成了大规模集成电路 CAD 系统,目前我国在飞机、汽车、汽轮机、组合机床、铁路建设、服装设计等方面都开发并使用了计算机辅助设计系统,尤其以微型计算机为基础商品化的图形工作站和 CAD 工作站推向市场后,各行各业利用现有的设备开发了多种多样的 CAD 应用软件,CAD 技术的开发和应用在我国呈现一片繁荣的景象。展望未来,仍需要继续贯彻“引进、消化、开发、创新”,的方针,将引进适合我国的 CAD 技术,在消化和应用上下功夫,努力创新,使之转化为生产力。

二、计算机绘图技术发展趋势

计算机绘图技术的发展已经历 20 多年的历史,随着微电子学、计算几何、软件工程、人工智能和通讯技术等学科的发展,正沿着与它们进一步结合发展新的应用领域。

计算机绘图技术与大型科学计算相结合,建立可视性计算技术(computer visualisation)它将大量的数值结果数据用可视性图形来表示,且能直观反映参数间的关系,比较清楚地揭示研究对象的本质和规律。

计算机绘图技术与人工智能相结合,引入知识工程,建立专家 CAD 系统,由于现代工程设计问题复杂,仅仅依靠传统的设计工具是远远不够的。专家系统把许多事实和有关专业范围内的启发规则(专家经验规则),结合在一起,通过系统不断缩小搜索范围,寻求最佳解决方案。专家系统的发展有助于创造更高级的 CAD 系统。

计算机绘图技术与网络技术相结合,建立分布处理的多级式结构图形工作站网络,工作站之间利用网络相互联系,并和大型计算机图形系统共享资源。

计算机绘图技术与微电子学结合,从超大规模集成电路方面得到发展。超大规模集成电路已用在 CPU、存储器以及超高速数据处理和传输硬设备中。32 位 CPU 已投入使用,64 位的 CPU 正在开发中,发展超大容量存储装置,100M 位的芯片正在研制中,图形显示技术的发展方向:采用高密度大容量存储器,具有多微处理器的显示硬件结构,采用超大规模集成电路构成彩色显示控制器,国外正在新型高分辨率彩色显示管、智能显示终端和分布式并行处理结构等方面投入大量研制工作,采用超大规模集成电路设计的图形显示器,大大减少集成片数量,并且结构上彻底改变,采用平板显示,使得图形显示朝着高性能小型化和低成本方向发展。

计算机绘图与计算机语言处理技术相结合,将研制成语言识别系统和图形系统之间新型人机交互输入设备。激光技术的发展,使激光打印机将成为重要普及使用的图形输出设备。最近几年已开始对激光全息三维造型系统进行研究,它在显示屏幕上生成的三维形体和全息照像一样,从各个不同的角度观察,具有鲜明的立体感。

计算机绘图软件的发展方面,由二维图形软件向三维实体造型方向发展,建立通用高级与设备无关的标准图形软件。国际上从70年代中期就开始图形软件标准化工作,西德的图形核心系统(Graphics Kernel System)简称GKS已被国际标准化组织正式采纳为二维图形的国际标准,GKS的三维图形国际标准,正进行审定,预期在不久将被批准。国际市场上还出现CORE系统,它是美国标准化软件。以上两个标准图形软件和Fortran、Pascal等高级语言都有接口,可以选择一种高级语言来实现标准软件中一系列图形功能的调用过程,目前美国Borland公司推出的Turbo Pascal中Graph单元基本实现GKS的图形国际标准,因此,使用Turbo Pascal作为图形支撑软件,编写图形应用软件进行图形设计工作并不困难。对用户来说更关心的图形应用软件,近年来很多计算机制造厂,计算机软件研究开发公司,为计算机硬件配置相应的应用软件包,使用户与图形系统之间形成良好的接口,它与硬件配置无关,给用户实现应用要求的图形设计十分方便。毫无疑问,这种与自身学科结合的图形应用软件包作为商品而大量出现,不仅将推动计算机绘图技术的发展,而且将取得明显的经济效益和社会效益。

微型计算机的普及加速计算机绘图技术的应用和发展,随着微型计算机存储容量增大,性能提高,价格下降而日益普及使用,作为它的核心绘图系统的需要迅速增长。微型计算机的绘图系统多数硬件是大规模集成电路芯片,不易发生故障,性能可靠,对环境无特殊要求,它与多种外部设备联接维护方便,操作灵活,这些优点促使微型计算机绘图系统的生产增长很快。另外目前开发的微型计算机绘图系统,以16位或32位微处理器为CPU,1M位的半导体存储器,720×350、1024×1024或更高分辨的光栅扫描彩色图形显示器,配置有键盘、数字化仪或鼠标器组成输入设备,图形打印机、绘图机组成输出设备。这些硬设备在操作方便、简单的系统软件支持下,配有基本图形软件包,就可向用户提供相当于小型计算机图形系统的功能,而微型计算机绘图系统的价格仅仅是小型机系统价格的15~20%,如选择ASTP I 386超级微型机系统为例,20MHz, RAM 4M配置1024×768 VGA彩色显示器;TG9018 12"×18"平板绘图机;M1720或CR3240(汉字)打印机、数字化仪加上必需的系统软件和图形软件组成一个完整的微型计算机绘图系统,这样的系统是一般中小型企业负担得起的。这种系统可以进行计算机绘图、辅助设计和辅助管理,它具有联网功能,可以向分布式微型机工作站方向发展。据统计,80年代中期以来,我国微型计算机绘图系统的装机台数急剧增加,近年来,由于计算机知识迅速普及,各行各业的生产、管理、科研等部门都迫切要求计算机辅助工作,对大多数使用图形信息技术的用户来说,微型计算机绘图系统可以基本满足要求,在此基础上可以进行开发工作,价廉物美。这些都说明微型计算机绘图系统迅速推广普及并发展的基础。当然微型计算机绘图系统有不同层次与挡级,用户根据经济条件和工作需要从诸多因素权衡后,可选型配置。

本课程主要介绍当前国内使用比较普及的IBM PC/XT、AT微型计算机绘图系统,它是比较早进入我国市场,并在高等专科学校装备的微型机。IBM/PC微型计算机以16位Intel 8088微处理器为CPU;并有多种类型的扩充插件,可以选用以连接各种外部设备,它是微型计算机图形显示的典型机种,图形显示技术先进,配置有彩色/单色图形显示器及适配器,它提供的DOS等系统软件是用户使用高级语言进行图形程序设计的良好工具。它配有各种图形应用软件,为应用开发创造优越的条件,特别价格便宜(1~2万元),虽然目前IBMPC微型计算机绘图系统,在图形应用方面还限于一些二维应用领域,但据统计与经验测算,实际

图形应用属于二维问题的,大约占 70~80%,因此,IBM PC 作为普及微型计算机绘图系统的应用仍有着美好的前景。

本教材编写中结合 IBM PC 的图形功能及其应用实例,着重阐明微型计算机绘图技术的基础问题,并介绍开发图形应用程序的各种算法程序设计。

第二章 计算机绘图系统的硬件配置

§ 2-1 概 述

计算机绘图系统是由计算机硬件系统和图形软件系统所组成。计算机绘图技术的应用发展,在很大程度上依赖于硬件的发展。随着光栅扫描显示技术的发展,以及输入输出设备的创新,使得计算机绘图在各个应用领域中都迅速地发展起来。

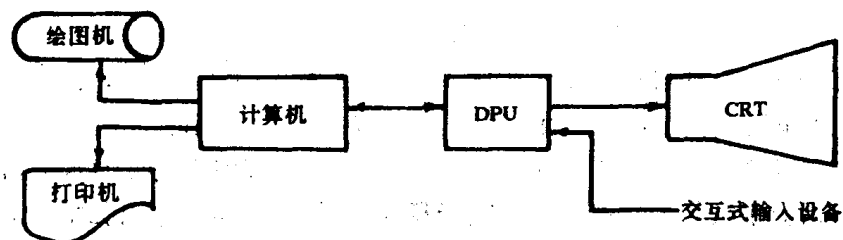


图 2-1 计算机绘图系统硬件组成

一个典型的计算机绘图系统,如图 2-1 所示。它包括五个主要部分:计算机、显示处理器(DPU)、显示器(CRT)、交互式输入设备(如键盘、鼠标器、光笔、图形输入板)和硬拷贝设备(如绘图机、打印机)。

计算机是硬件系统的核心。因此,在硬件配置时,适当选择功能强一些的计算机是合理的。

显示器(CRT)是交互式绘图系统中必不可少的一种输出设备,阴极射线管(Cathode Ray Tube)显示器因其分辨率好,可靠性高,速度快,成本低等优点,多年来始终是图形显示器中最重要的一种设备。它的两种基本类型是刷新式和存储式,刷新式 CRT 为了避免画面闪烁,必须将存储在缓冲区内的数字表示的画面,在每秒钟 30 次到 60 次重复产生,刷新画面。存储式 CRT 把图像作为内部的电荷分布来存储,它不需要数字存储缓冲区,也不需要刷新循环。

显示处理器(Display Process Unit)简称 DPU 是一种专门用途的 CPU。它执行一系列显示命令时,在 CRT 显示器上就产生该命令序列描述的图形。显示命令序列又称为显示文件或显示程序,它由用户调用图形程序产生的。用户输入命令和信息的交互式输入设备连接在 DPU 上。

DPU 通过随机扫描(Random Scan)或光栅扫描(Raster Scan)构成图形画面。在随机扫描(也称矢量式)系统中,画面的各部分可以在显示器上,以任意次序绘制,图 2-2 中的多边形就是通过偏转电子束到起始位置,然后,在各边的端点之间依次使电子束连续偏转而画出来

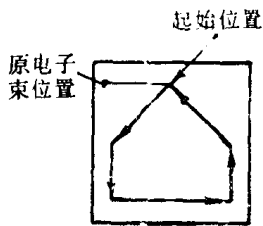


图 2-2
随机扫描



图 2-3 光栅
扫描形式

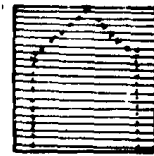


图 2-4 光栅
扫描多边形

的。由于没有固定扫描线和规定的扫描顺序限制,所以称为随机扫描。

在光栅扫描系统中,电子束依照固定的扫描线和规定的扫描顺序,自上到下,从左向右进行扫描。首先从屏幕左上角开始,向右扫一条水平线,电子束到达右端后即关闭;并迅速地回扫到左边前一条扫描线向下走一个单位处,打开电子束,再扫第二条水平线;按此固定的路径及顺序扫下去,直到最后一条水平线,才完成了整个屏幕的扫描,这样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。回扫时电子束不发亮,如图 2-3 中虚线所示。一般每秒要完成 30 帧到 60 帧的扫描。每帧有固定数目的水平扫描线组成。图 2-3 中呈现出由固定数目的行亮线组成的光栅,线中箭头表示电子束扫描方向。当电子束扫描到应显示图形的位置点(称像素)时,采用与背景不同的亮度,这样就衬托出显示的图形,如图 2-4 所示。如果组成光栅的行越多,每行显示的位置点越多,则图形显示质量越高。绘图系统的光栅扫描显示器通常采用 256 到 1024 行扫描线,每行容纳的像素从 300 到 1024 不等,显示器就以此衡量分辨率的高底。高分辨率显示器可达 1024 行,每行 1024 个像素点,甚至高达 2048×2048 。

交互式输入设备按其逻辑功能,通常可以分为以下五类:

(1)定位设备:用来指出画面上某一特定的位置,以便在其上绘图,添加图形、符号或其它操作。这类设备包括鼠标器、图形输入板等。

(2)选择设备:用来指出画面上某一特定成分,如一个点,一条线,一段圆弧或一条命令,以便对图形成分进行变换处理或添加删除等操作。这类设备包括键盘、光笔和图形输入板。

(3)赋值设备:用来向绘图系统输入一个坐标数据或比例系数,旋转角度等,标定被选择的量多少。这类设备可以用键盘或姆指轮实现。

(4)字符设备:用于输入字符串、数字,以便在画面上添加标号或注释。如键盘。

(5)命令设备:用于向绘图系统发出各种操作命令,以实现对图形的各种操作。如键盘及其功能键,鼠标器或图形输入板的按钮等。

不同的物理设备,由于构造上的不同特性,只具备上述某一种或两种功能。在复杂的交互式绘图系统中,往往五种功能都要具备,因此,必须设计软件来模拟实现上述功能,互相补充,提高交互工作效率。

硬拷贝设备是指图形输出设备,它包括绘图机和图形打印机。这两类设备都是以随机扫描或光栅扫描的形式来表现图形的。

在配置了上述图形输入输出设备的交互式绘图系统上,用户能够直接使用图形与计算机对话,以达到特定的目的。由于图形包含的信息比单纯的文字来得多,且人们对图形的接受能力与反应速度大大超过文字。因此,用图形作为人-机对话的手段,提高了信息交换的效率,拓宽了人机通讯的广宽前途。

§ 2-2 图形显示器

图形显示器目前占统治地位的仍是阴极射线管(CRT)显示器,CRT是由装在一个外形圆柱管颈和锥体组成抽掉空气的玻璃壳内,由称为电子枪,偏转系统及荧光屏三部分组成的电真空部件。

一、单色 CRT

它主要由三部分组成,如图 2-5 所示。

1. 电子枪

电子枪是利用热电子发射原理产生电子束的。在电子枪管颈左端装有灯丝,外套圆筒状的阴极,电流通过灯丝使它炽热,即对阴极加热;从而使阴极发射出电子束。通常有一个以上

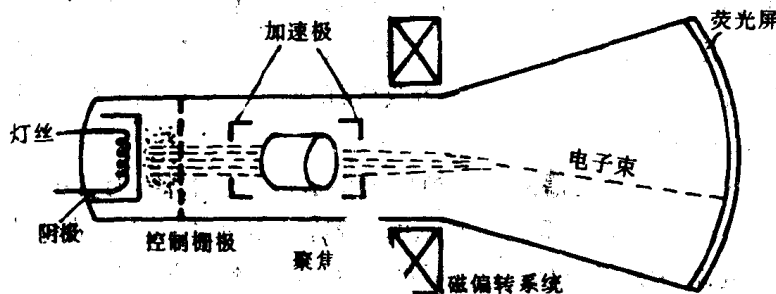


图 2-5 单色 CRT 结构

加速极,当加上正电压,对电子束加速使它具有足够的能量射向荧光屏,产生亮点。靠近阴极有一个控制栅极,它的中间有细小孔,电子束由此通过。当加上负电压后可控制电子束强弱,从而达到控制荧光屏上亮点的明暗程度,甚至使电子束截止。聚焦极的作用是:当加上一定的正电压后,使从阴极发射出的分散在各个方向的电子束集中聚焦变细,使它打击荧光屏时成为一个细小的点(一般亮点直径为 0.2mm 左右)。

2. 偏转系统

为了使亮点能够在 CRT 荧光屏上移动,显示图形,必须使电子束偏转、在光栅扫描系统的荧光屏上,电子束不仅沿水平方向,而且沿垂直方向移动,形成光栅。为实现扫描,必须在电子枪前方安装偏转系统。目前大多数 CRT 显示器均采用磁偏转系统,它利用磁场使电子束产生偏转。电子在磁场中运动时,受到磁场力的作用而改变运动方向。为使电子束作水平偏转需要在 CRT 管颈中产生垂直方向的磁场,使电子束作垂直偏转,则要在 CRT 管颈中产生水平方向的磁场。为此应有两套互相垂直的偏转线圈,即 X 偏转线圈和 Y 偏转线圈。它们共同绕在一个线架上,再套装到 CRT 管颈上。如图 2-5 所示,只要控制两套线圈中电流的大