

243

TP381.72
H53

高等学校教材

计算机辅助绘图

——AutoCAD R14 基础教程

主编 胡志刚

副主编 都嘉祥 程时甘



A0934259

高等教育出版社

· 北京 ·

(京)112 号

内 容 简 介

由美国 Autodesk 公司开发的计算机辅助设计与绘图软件 AutoCAD,以其功能强大、通用性强、使用方便可靠深受广大用户,特别是工程技术人员的喜爱,并在我国得到广泛的应用。本书主要介绍 AutoCAD R14 的基本概念,二维、三维绘图功能,尺寸、公差标注,数据交换和工程图的综合绘制,还介绍了计算机图形学的发展概况,常用硬件设备的工作原理和使用方法等内容。本书配有一定数量的例题、习题和综合练习题。

本书可作为高等职业技术教育、成人教育的教学用书,也可作为一般高等院校的教材或教学参考用书。本书适于初学者学习 AutoCAD R14,对于已经使用过 AutoCAD 的读者和一般工程技术人员也具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助绘图/胡志刚主编. —北京:高等教育出版社,1999

ISBN 7-04-007444-3

I. 计… II. 胡… III. 自动绘图 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 69038 号

计算机辅助绘图

胡志刚 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 15

字 数 300 000

版 次 1999 年 12 月第 1 版

印 次 1999 年 12 月第 1 次印刷

定 价 12.40 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

计算机辅助设计(Computer Aided Design 简称 CAD)始于 20 世纪 60 年代初,现已广泛地应用于机械、电子、建筑、石油化工、冶金、轻工、航空航天等众多的行业和领域中,产生了巨大的经济和社会效益。计算机辅助绘图是 CAD 基本的和重要的内容,它的应用改变了传统手工绘图效率低、精度差和劳动强度大的状况,并大大缩短了产品设计周期。目前,一些工业发达国家已普遍采用了 CAD 技术和软件进行工程设计与绘图,其中大部分绘图工作已由计算机设计与绘图系统来完成,使企业的劳动生产率和技术进步程度大大提高,CAD 技术的应用已迅速从军工向民用发展,由大型企业向中小型企业发展,由高科技领域向日用品、轻工产品的设计发展,并开始实现无图纸生产。在我国,CAD 技术的应用也已有二十多年的历史。自 1991 年原国家科委主任宋健提出“甩掉图板”以来,在全国各行业开始了一场设计革命。截止 1997 年,全国已有四个行业 23 个省市成为 CAD 应用工程示范行业和地区。据统计,我国工程设计单位 CAD 普及率达到 80%,机械行业骨干企业 CAD 普及率已达到 30%,各种国产的 CAD 软件纷纷被开发出来,并初步形成了与国外软件相抗衡的局面。与此相适应,对 CAD 开发和应用的推广工作也如火如荼地在国内各行业、大专院校和研究单位开展起来。作为为职业技术方面培养高级专业应用人才和师资的高等职业技术师范类院校,在普及 CAD 和计算机绘图技术,为国家培养掌握高技术的专门人才方面担负着重要的责任,本书正是为这一目的,在原国家教委的支持下,在高等职业技术师范院校机制工艺教育专业教材编委会和秘书处的直接领导和组织下编写的。

本书以介绍由美国 Autodesk 公司开发的最新版本的 AutoCAD R14 微机设计与绘图软件为主,以高等职业技术师范院校本科生和成人教育类学校的学生为主要对象而编写的。在内容的安排上本着职业性、技术性和实用性的原则,力求适合于机械工程专业学生的需要,同时对其它非机类专业的学生学习 AutoCAD 也具有重要的参考价值。本书以介绍 AutoCAD R14 的基本绘图功能、基本概念和基本操作方法为主,以能绘制工程图样特别是机械图样所涉及的基本功能为核心,具体介绍了 AutoCAD R14 的用户界面及其使用、软件的安装、绘图及图形编辑、实用命令、绘图辅助工具及显示控制、对象特性及尺寸、公差标准、图案填充、数据交换及三维设计与绘图等功能,还介绍了绘制机械图样的一般方法和步骤,并配有实例加以说明。对于 AutoCAD R14 中的高级功能,根据本专业的实际需要暂不列入本书范围。本书也可作为工程技术人员和对 AutoCAD 有兴趣的读者学习计算机辅助绘图的自学教材或参考用书。

本书由胡志刚(河南职业技术学院)主编,都嘉祥(天津职业技术学院)、程时甘(湖南师范大学技术学院)为副主编,汤百智(河北师范大学职业技术师范学院)、杜家熙(河南职业技术学院)等参加编写,天津职业技术学院张铁城教授主审。胡志刚编写第一、三、十二、十三章、§ 7.2、§ 9.1、§ 11.2、§ 11.3 及附录,都嘉祥编写第二、六、十章,汤百智编写第五章及 § 9.2、§ 9.3、§ 9.4,程时甘编写第四章及 § 7.1,杜家熙编写第八章及 § 11.1,书中插图由胡志刚、汤百智绘制。

本书的编写工作得到了教材编委会秘书处崔正昫、高等教育出版社和有关院校领导的热情支持,得到了许多同事的关心和帮助,在此深表谢意。由于我们水平有限,时间仓促,书中一定存在一些错误和不足之处,恳请广大读者和专家批评指正。

编者

1998 年 12 月

第一章 绪论

§ 1.1 计算机图形学与微机绘图软件

一、计算机图形学的研究内容和发展概况

在当今的社会生产和生活中,图形是我们传递信息、交流思想的重要媒介。长期以来,人们在工程技术领域从事工程设计和制图过程中都是使用传统的手工绘图工具和方法,它在工程设计与绘图及图学教育中曾起到不可替代的作用,徒手绘图是每一个工程技术人员必须掌握的基本技能,但手工绘图精度差、效率低、劳动强度大,在机器制造业中使用这种旧的绘图手段和方法使得产品的设计和生产周期很长。随着计算机技术的发展和它在工程技术领域迅速而广泛的应用,使得人们逐步改变了落后的绘图手段和方法,开创了工程图学的新篇章。计算机图形学正是计算机技术在工程设计与制图的应用中诞生的。

计算机图形学是一门涉及计算机科学、数学和工程图学等学科的边缘学科。它研究数据的计算机生成,处理和显示,多年来许多科学工作者做了大量的研究工作,并取得了很多重要的研究成果。有关计算机图形学的研究内容包括图形输入设备、处理设备和输出设备,图形处理的理论和算法以及图形软件系统的设计。与计算机图形学密切相关的学科还有计算机图像处理、模式识别和计算机辅助几何设计。所谓图像处理是将已有的图像信息输入计算机进行某种方式的处理,然后重新生成另外一种所期望的图像,如气象预报中对云图、海图的处理,资源图的处理以及模糊图像的清晰度恢复等;模式识别是输入图像信息,找出其中所蕴含的形状特征或抽象模型加以分析和识别,如邮政分拣技术中用以识别手写邮政编码的系统;计算机辅助几何设计则是研究形状信息的计算机表示,建立几何模型和提高算法效率,也有些学者认为计算机辅助几何设计是计算机图形学的一个重要的研究内容。计算机图形学、计算机辅助几何设计、图像处理和模式识别随着它们的发展正在相互渗透、相互沟通,它们之间的界限已变得越来越模糊。

计算机图形学是 20 世纪 60 年代初发展起来的。早在 50 年代,由美国麻省理工学院(MIT)林肯实验室负责开发的美国战术防空系统 SAGE(Semi Automatic Ground Environment)首次使用具有指挥和控制功能的阴极射线管显示器,操作者可以用光笔指点屏幕上的某一目标并发出指令,这预示着交互式图形显示技术的发展迈出了第一步。50 年代末期,第一台平板式数控绘图机和第一台滚筒式绘图机先后由美国 GERBER 公司和 CALCOMP 公司研制成功,这使得人们不仅能从屏幕上看到图形,而且还能把图形输出并保存在图纸上。1962 年,麻省理工学院林肯实验室的研究生 Ivan E. Sutherland 的博士论文“Sketchpad:一个人机通讯系统”在美国发表,它全面介绍了人机交互的基本功能和原理,首次使用了 Computer Graphics(计算机图形学)这一术语,从此标志着计算机图形学作为一个新的独立学科的建立。在这之后,美国、西欧等一些西方国家开展了对这一学科大规模的研究工作。

图形显示器的研制对计算机图形学的发展起着十分重要的作用。早期的刷新式随机扫描式显

示器价格昂贵,难以在中、小企业和公司普及,从而影响了交互式图形显示技术的发展。60年代末又发展了存储管式显示器,它的特点是分辨率高,图形稳定,价格不到刷新式随机扫描式显示器的一半,但它也有只能进行简单图形的交互式处理、不能动态地显示图形及有选择地修改等缺点,即便如此,存储管式显示器使交互式图形显示技术得以普及,从而对计算机图形学的发展仍起到了很大的推动作用。到了70年代中、后期,随着大规模集成电路技术的发展,特别是微处理器和廉价的半导体随机存储器(RAM)的出现,加上显示器在研制过程中引入了电视技术,出现了光栅扫描式显示器。光栅扫描式显示器采用了帧缓冲存储器,因而能显示质量更高、更清晰的画面,其技术日渐成熟的同时价格也在不断地降低,成为了到目前为止一直占据统治地位的显示器。

随着计算机图形硬件设备的发展,图形软件及各种图形处理的算法也在不断地发展和完善。早期的计算机图形软件系统依赖其特殊的硬件环境,不同的生产厂家生产的图形设备有各自不同的硬件功能,因此需要提供不同的高级语言专用接口,在其上面开发的图形软件难以移植。从70年代开始,为了使图形软件向着通用化的方向发展,图形软件功能的标准化问题被提了出来,欧美一些国家相继提出了各自的标准。如美国推出了Core Graphics System(核心图形系统);挪威提出了GPGS标准;英国提出了GINO-F标准;联邦德国提出了GKS(Graphical Kernel System)标准。经过一段时间的讨论和比较,1985年采用了联邦德国的GKS标准作为第一个图形系统的国际标准。GKS开始只有二维功能,但它提出了虚拟设备接口、虚拟显示文件及工作站的概念,稍后又增加了三维图形功能。后来,美国提出的带有三维功能的PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)标准也被采纳为国际标准。制订标准的出发点是实现程序的可移植性,它为产生一种通用图形软件打下了良好的基础。

计算机图形学所涉及的算法包括二维、三维图形的几何变换及剪裁,曲线、曲面拟合及三维立体的表示,隐藏线及隐藏面的消除及真实感图形的生成,三维及高维数据场的可视化,三维形体的实时显示和图形的并行处理,虚拟现实环境的生成及控制,矢量字符的生成及字体的点阵显示等。针对每一方面的问题,国内、外技术人员正在研究开发许多不同的算法,一些算法已经成熟并广泛应用于各种软件及计算机图形显示技术中,而另一些算法还不完善,人们正在积极地探索和完善,同时一些新的课题又被提了出来。

二、计算机图形学的应用

随着计算机图形学的发展、微型计算机的日益普及,计算机图形技术的应用更加广泛和深入。从简单的二维图形到高度真实感图形及多维可视化图形,计算机图形学为人们展示了它独特而丰富多彩的画面。目前,计算机图形学的应用主要包括以下几个方面:

1. 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

在机械制造和加工工业、建筑行业及服装设计等领域,计算机图形学已起到了十分重要的作用,如汽车、飞机、船舶的外形设计,工厂和机关单位的整体布局设计,电子线路、印制板电路的设计等。对于像飞机、汽车等复杂曲面的绘制、大规模集成电路的设计和绘制是难以用手工准确绘制出来的,计算机绘图成了不可替代的工具。

2. 地图的绘制

人们利用人工测集的数据,依据建立的数学模型由计算机进行图形处理,可以生成各种平面和立体的测绘图,如行政区划图,交通地图,地形地貌图,地质勘测图,海洋资源图和气象云图等。

3. 统计、管理图的绘制

工商、行政及金融等部门利用计算机图形技术可以绘制一些生产进度图、各种统计和管理方面

的直方图、线条图、圆饼图等图表。

4. 军事演练和作战指挥

现代战争已演变成多兵种及海陆空立体攻守的形式了,指挥员要随时了解瞬息万变的战场态势并下达战斗指令,计算机图形技术可显示敌我双方的兵力调动、整体和局部的实时战场形势的变化情况等,使指挥员能更直观、准确地进行判断。在战术训练中,为部队提供了一种先进的训练手段,如空军飞行员的飞行训练模拟器等。

5. 动画和艺术

在电视动画片、节目片头、电子游戏和广告制作等方面,计算机图形学同样有着十分广泛的应用。电影中的特技镜头也越来越多地使用了计算机图形技术,并达到了以假乱真的地步。一些画家已不满足于使用传统的画笔来作画,开始使用计算机系统创作,并创造了许多高质量的作品和艺术图案。

6. 生物和医学

在生物和医学方面的研究中;人们可以用计算机图形系统绘制分子结构图、结晶解析图和药效分析图等。在医疗诊断上,人们利用摄像设备获取人体器官的图形,利用图像处理和模式识别技术对人体各个部分进行诊断。

7. 计算机辅助教学

计算机图形学在计算机辅助教学系统中的应用使得教学手段大大提高,它所提供的形象、直观和生动的画面不仅使学生加深了对课程的理解,而且能增加学生的学习兴趣,使学生在轻松愉快的环境中增长知识。近年来,利用计算机图形学研制出的各种教学系统和软件非常丰富,这对教学质量的提高起到了很重要的作用。

三、微机 CAD 系统和微机 CAD 软件

一个微机 CAD 系统是由一定数量和规格的微型机和适于微型机硬件系统的 CAD 软件所组成的。主机的选用应适合软件系统的基本要求,其主频和内存越大越好,如在我国广泛使用的 AutoCAD R12 要求内存至少 4MB,386 带协处理器以上的微机,硬盘应有 26MB 以上空间。近年来,微机硬件系统发展很快,软件也相应地升级,目前最新版本的 AutoCAD R14 已是一个基于 Windows 操作系统的 32 位 CAD 软件,主机应配备 Pentium 级芯片,硬盘应有近百 MB 的空间才能正常使用。进入 90 年代,微机硬件的发展很快,CPU 芯片自 90 年代初的 386、486 类型迅速发展 Pentium、Pentium MMX 和 Pentium II ,Pentium III 也已问世,内存已由几 MB 一跃至目前的二三百 MB,硬盘也增至 6.4GB 以上,光驱已成为软件安装的必备元件,硬件的迅速发展和价格的不断下调为微机 CAD 系统的普及创造了良机。

一般来说,目前的微机 CAD 系统是由个人计算机外加支撑软件和必要的图形输入、输出设备构成。在微机 CAD 软件中,既有针对某一专业的 CAD 软件,如机械 CAD、电气 CAD、建筑 CAD、服装 CAD 等,也有通用的 CAD 软件,如 AutoCAD 软件。目前在机械设计与绘图方面,各类适合不同用途的 CAD 软件层出不穷,国外的 AutoCAD、Cadkey、Intergraph、Sigraph 等软件在我国有不同程度的流行和使用;我国开发的具有自主知识产权的微机 CAD 软件发展很快,并初步与国外 CAD 软件分庭抗礼,如由华中理工大学开发的开目 CAD、北京高华计算机有限公司开发的高华 CAD、浙江大天公司开发的 GS-ZDDS、西安正直软件公司开发的正直 CAD、北京华正模具研究所开发的 CAXA 电子图板、华中理工大学图形软件中心的凯图(CADTool)CAD 等。国产 CAD 软件采用国家标准,设计绘图速度快且价格合理,正得到许多行业的接受,华正 CAXA 电子图板以其优越的二

维绘图功能和低廉的价格数次挤入 1998 年连邦 PC 软件(工具类)排名的前列,正直 CAD 等也曾挤入前十名。在 CAD 软件中,基于三维实体造型功能的三维 CAD 软件也开始应用于各行业,如美国 SolidWorks 公司开发的 SolidWorks97、美国 Autodesk 公司推出的 Mechanical Desktop2.0 (MDT)及以色列的 Cimatron elite 等,浙江大天公司也已经开发出三维造型系统 CAD 软件 GS-CAD。在 CAD 软件族中,还有很多基于 CAD 支撑软件平台的二次开发的软件,如利玛 CAD、大恒 CAD、华软 CAD、浪潮 CAD 及德国的 Genius14 等,这些软件增加了图库,绘图效率高,扩展了支撑软件的使用范围。

§ 1.2 计算机辅助设计与绘图软件 AutoCAD

一、AutoCAD 的发展历程

交互式通用计算机辅助设计与绘图软件 AutoCAD 是由美国 Autodesk 公司开发的微机 CAD 软件包,因其主要的功能是二维绘图,故又被称为交互式通用图形软件。

Autodesk 公司于 1982 年推出了 AutoCAD V1.0 版,以后又相继推出了 V2.0、V2.17、V2.18、V2.5、V2.6、R9、R10、R11、R12 等版本,1994 年底推出了 AutoCAD R13 for DOS/Windows 版本,1997 年又推出了最新的 AutoCAD R14 版本,每一次版本的升级都使 AutoCAD 的某些功能得到不同程度的提高。

AutoCAD V2.0 以前的版本是二维图形软件包,具有较强的二维绘图功能,V2.17 版中增加了二维半的拉伸立体图的绘制功能,并能进行消除隐藏线的处理,还增加了少量的 Lisp 变量表达式作为系统内部语言。1987 年推出的 V2.6 版具有了真三维功能,并在我国广泛地使用。自从 AutoCAD R9.0 推出后至 R12 版为止,AutoCAD 的功能得到了很大程度的增强和扩充,例如,增加了用户坐标系(User Coordinate System)、下拉式菜单、图标菜单和对话框等,首次增加了模型空间和图纸空间的概念和用法,二次开发能力也有了极大的提高,在保持原有的 AutoLisp 语言功能的基础上,又提供了一种 C 语言开发环境 ADS(AutoCAD Development System);新推出了 Auto Shade 和 Auto Flix 两个新的软件包,可实现对 AutoCAD 所产生的模型的渲染和动画处理,推出了 AME(Advanced Modeling Extension)高级实体扩展模块,实现实体造型功能。AutoCAD R12 以后的版本取消了主菜单,用户界面得到了很大改善,在不退出 AutoCAD 的情况下实现出图(Plot)和预览功能。AutoCAD R13 推出后,在与其它应用程序的数据交换、文本输入和编辑、绘图和图形编辑、渲染(Rendering)等功能都有了进一步的扩充和增强;以 ACIS 技术为基础的实体造型功能已成为 AutoCAD 的一部分,可实现对实体模型物理和几何特性的准确分析和计算。

二、AutoCAD R14 主要功能介绍

随着计算机硬件的发展和操作系统的不断更新,AutoCAD 的版本也不断升级,已发展成为一个具有理想的二维、三维绘图和建模功能、且有着强有力的二次开发能力的微机设计与绘图软件,是各类专业设计人员开发专业软件的一种理想的工作平台。AutoCAD R14 有以下几种主要功能。

1. 基于 Windows 操作系统的高级用户界面和多种交互功能

AutoCAD R14 具有类似于其它 Windows 应用程序所具有的友好的用户界面和良好的人机交互功能,丰富的菜单命令使用户用鼠标操作即可执行大多数 AutoCAD 的各种命令,新增加的 Toolbars 对话框可快速打开和关闭 AutoCAD 各种工具条,从而适时地从各种工具条上单击图标

按钮来迅速输入 AutoCAD 命令;命令行编辑可使用户在命令行上剪切、粘贴和编辑 AutoCAD 命令;用户也可以采用传统的命令行和屏幕菜单形式实现与 AutoCAD R14 的人机对话操作。

2. 二维绘图功能

AutoCAD R14 提供了丰富的二维绘图、图形编辑功能和与之相关的其它辅助功能,如各种绘图方式的设定、对象特性的建立和编辑、尺寸标注、图案填充和灵活的显示控制功能等。二维绘图是 AutoCAD 最突出和应用最广的一种功能。

3. 三维图形及实体造型

在 AutoCAD R14 中用户可以通过建立用户坐标系来绘制复杂的三维线架图,并可设计和绘制各种复杂的曲面模型;基于 ACIS 技术的 3D 实体造型功能已不再是一个附加的软件(AME),利用这一功能可以很方便地创建长方体、圆锥体、圆柱体、球体、圆环体和楔形体,进而通过布尔运算形成复杂的实体模型,并可准确地分析其几何和物理特性。

4. 数据交换功能

AutoCAD R14 具有非常灵活的数据交换功能,它的块功能和外部引用可以实现多用户在同一图形文件和不同的图形文件之间交换数据,还可以与其它 Windows 应用程序之间以链接和嵌入的方式互相调用,引用不同格式的图形、图像信息,即支持 OLE 功能。

5. 二次开发功能

AutoCAD R14 在保持原有的 AutoLisp 语言和改进的 ADSRX 编程环境的基础上,又增加了基于 ActiveX 的 VBA 编程手段,这使得熟悉 Microsoft Visual Basic 的用户可以利用其对象和方法的理论,即把以前 AutoCAD 中所定义的“实体”作为对象,把这些实体的操作作为方法,编制处理过程或宏命令。AutoCAD R14 还推出较之 ADS 更为便利的 ARX 编程环境,用户对 ARX 进行开发,可设计出更好的产品。

6. 支持图像处理

AutoCAD R14 新增了一批图像处理命令,可将某一格式光栅图像文件的部分或全部,如 TIFF 等 Attach(整合)到 AutoCAD 的 DWG 图形中作为背景,这些光栅图像文件一般是从扫描仪或数码像机中获得的。AutoCAD R14 还增加了诸如 3DS、SAT 等多种输入文件的格式,并可以处理 SHX 字型的 Windows 系统中常用的 True Type 字体。图像处理命令是作为独立的 ARX 存在的,只有在调用时才加载。

7. AutoCAD 中的 Internet 工具

AutoCAD R14 中的 Internet 工具为用户提供了在 Web 页面上发布、共享和管理的手段。它可以把 AutoCAD 图形数据保存为图形网页格式 DWF,用插入 WHIP! 的浏览器显示 Internet 网页上的 DWF 文件,将 Web 地址(URLS)嵌入 AutoCAD 图形中,在 R14 版中还能打开、插入或存储来自 Web 页面上的图形,甚至将 DWF 图像直接从 Web 浏览器中拖放到 AutoCAD 图形中。

此外,AutoCAD R14 还具有一些其它功能,如对曲面模型和实体模型的渲染、系统变量的显示和修改及 AutoCAD Help(帮助)功能等。

本书以介绍 AutoCAD R14 的二维绘图功能为主,包括二维对象的绘制、编辑与查询,一些实用命令,绘图辅助工具和显示控制功能,尺寸标注和图案填充,图层、图块的概念和使用,并介绍一般的三维绘图及建模、三维显示及其它一些 AutoCAD 的基本概念和操作方法。本书面向初学者,AutoCAD R14 中一些较深层次的内容暂不列入本书的范围,读者可参阅 AutoCAD 的其它书籍或资料。

习 题 一

1. 计算机图形学是在哪一年,以谁的一篇论文为标志而成为一门独立学科的?
2. 图形显示器的发展大致经历了几个阶段?对计算机图形学的发展产生了什么影响?
3. 请举几个在现实生活中你接触到的与计算机图形学密切相关的事件。
4. AutoCAD 计算机辅助设计与绘图软件是由哪一家公司于哪一年推出了其第一个版本?最新版本是什么?
5. 请简述 AutoCAD R14 的主要功能。

第二章 计算机辅助绘图系统 配置及输入输出设备

§ 2.1 计算机辅助绘图系统的硬件配置

图 2-1 表示了计算机辅助绘图系统的硬件配置,包括主机、显示器、输入设备(数字化仪或鼠标器)及图形输出设备(打印机或绘图机)。

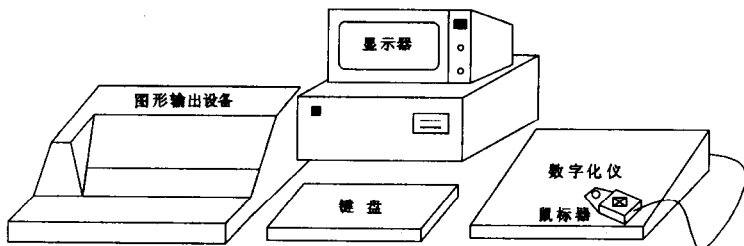


图 2-1 绘图系统硬件配置

一般的计算机辅助绘图系统的硬件配置,应尽可能选用运行速度较高的微型计算机,以满足图形生成、消隐和色调处理等复杂计算。微型计算机的性能主要决定于中央处理器芯片类型及机器主振频率,还受到显示卡、内存、总线及硬盘等配合和谐程度的影响。当前使用最广泛的中央处理器有 Pentium MMX、Pentium Pro、Pentium I、Pentium II 等。图形工作站还要求配备精度较高、尺寸较大的绘图机和彩色显示器。

图形软件的运行需用较大的内存,内存越大越好,除本身文件较多及使用 ADI 外设驱动程序外,还要存储各种图形文件,如果内存不足,有时就把临时文件进行分页处理移至硬盘中,降低了运行速度。另外,还要求计算机至少具有一个软盘驱动器。

有关显示器、数字化仪、打印机及绘图机等外设在下面分别作简要介绍。

外设驱动程序所用的模式也影响硬件配置与外设的使用。保护模式是 80286 以上的处理器的一些高级运行模式的总称,它使处理器可以寻址所有的扩展内存。80386 芯片本身在 32 位模式下运行,通过 DOS EXTENDED 程序可把地址线从 20 位扩展到 32 位寻址,把直接寻址范围扩展到 4GB。实模式是 Intel 系列处理器的常规运行模式,只能对前 1MB 内存寻址,DOS 和 BIOS 是为这种模式编制的。AutoCAD R12 本身能访问 4GB 内存,它所带的全部外设驱动程序均是保护模式的,这些驱动程序的后缀为 .exp,如果使用实模式驱动程序驱动外设,应在安装 AutoCAD 后,另外装入实模式驱动程序。

§ 2.2 显示器

计算机辅助绘图系统应使用图形显示器。图形显示器可以显示线条组成的复杂几何图形,并具有很强的图形处理能力。这种显示器能用不同颜色和不同亮度以各种线型表现图形特征和各部分图形间的关系,也可在屏面任何位置以各种比例、字体和不同旋转角度显示字符,还能显示成上下角标。图形显示器按电子束扫描方式分为光栅扫描式和随机扫描式两种。随机扫描式利用电子束随机移动的轨迹显示图形,能实时进行数字-视频转换,它的缓冲存储器直接接收从主机来的数据,画线质量好,需用的缓冲存储器容量小。光栅扫描器的扫描路径与显示内容无关,扫描时电子束从左到右、自上而下扫过整个屏面,这与家用电视扫描方式类似。使用这种方法的显示器必须将计算机数据先经过数字-视频转换,把图形信息存入缓冲区,显示时用缓冲存储器读出的信号形成视频信号,它的画线质量较差。由于屏面上每个像素信息都存入缓冲区,所以存储缓冲区容量很大,并与显示分辨率和颜色种类有关。随机扫描式显示器适合于显示机械零件图、建筑结构图等线图;光栅扫描式图形显示器灰度层次多,除显示线图外,也可显示连续色调的图像。一般微型计算机系统大都使用光栅扫描式显示器,其主要性能如下:

- 1) 颜色:单色或彩色。绘图一般使用彩色显示器,要求色彩鲜亮和饱满。
- 2) 屏幕尺寸:以屏幕对角线的长度表示,一般计算机使用最多的为 14 英寸的屏幕,有向大屏幕方向发展的趋势。专门用于图形处理,应使用 20 英寸以上的大屏幕显示器。
- 3) 点距:指同一颜色中两个磷化体之间的距离,当前使用的一般为 $0.25 \sim 0.39$,使用最普遍的点距为 0.28 ,它可满足以 1024×768 或更低显示方式运行的软件的需要。
- 4) 扫描方式:分为逐行或隔行扫描两种方式。逐行扫描可得到较好的显示质量。
- 5) 帧频:指文字或图形每秒钟在屏幕上重现的次数。帧频在 30 Hz 以上时才能使操作者无闪烁感。

光栅扫描式图形显示器显示的单位是像素。按照每行和每列显示的像素数和每个像素颜色数的不同确定了不同图形的显示模式。只要显示器性能允许,图形显示模式由显示卡确定,显示卡是计算机和显示器的接口,在计算机与显示器间起到信息转换和发送视频信号的作用。它把要显示的字符和图形以数字的形式存储在显示卡视频存储器中,再转变为视频模拟信号送入相应的显示器显示。显示卡由图形控制器、显示存储器(VRAM)和 CRT 控制器组成。

除彩色图形显示卡(CGA)和增强型图形显示卡外,目前流行的 PC 微机显示卡还有:

1) VGA:是目前微机最流行的显示标准,支持 CGA、EGA 的所有显示方式,自身发展了 VGAHI 显示方式,分辨率 640×450 ;VGAMED 显示方式,分辨率 640×350 ;VGALO 显示方式,分辨率 640×200 ,形成了高、中、低三种显示方式。它们有 16 种颜色可供选择。

2) TVGA:是目前最流行的 PC386 和 486 的微机显示标准。在图形方式下,它可有 640×400 、 640×480 、 800×600 、 1024×768 等分辨率,可选颜色达 256 种。

3) PVGA:是部分高档微机(如 ACR 公司, SUN 公司等生产的 386、486 微机)配有的显示卡。有的公司称之为 SVGA 或 EVGA,它们和 PVGA 在软硬件上是兼容的。PVGA 与 CGA、EGA 和 VGA 的显示模式全部兼容,自己特有的显示模式与 TVGA 类似。

4) XGA:是 IBM 公司新推出的一种增强型图形显示卡。它是 VGA 的换代产品,与 CGA、EGA 和 VGA 显示方式完全兼容,但显示速度比 VGA 快一倍。

随着计算机技术的发展,图形显示标准也在不断发展,分辨率和显示速度不断得到提高。

§ 2.3 打印机

打印机是将计算机处理结果打印在纸张上的输出设备。按字符产生方式可分为固定字模方式和点阵方式两种。固定字模方式是把每个字符做成字模进行打印,不能打印图形;点阵方式是打印若干个点,控制这些点形成要求的形状,印出字符或图形,所以这种打印机也能打印图形,称为打印绘图机。按工作原理可分为击打式和非击打式两类。击打式打印机靠机械击打动作驱动针或字模使色带与打印纸接触,在纸上形成击打印迹。非击打式打印机使用非击打的方法,在纸上按要求印上墨迹。

击打式点阵打印机使用最普遍。它由打印头、横移小车机构、走纸机构及相应的控制机构组成。打印头上装有磁铁驱动的针,针的直径一般为 0.3 mm,针的数量有排成一列的 9 针或排成两列 24 针的两种。打印时,装有打印头的小车从左向右移动,控制线路根据检测器给的信号,判断打印头所处位置和运动方向,控制打印头移到正确位置,再根据要求的点阵,激活选中的打印针,这些被激活的打印针在电磁铁驱动下击打色带,在打印纸上打印出一列点。如果是 24 针的,点阵的一列分两次打印,先打奇数针,再移动两列针的间距值,打偶数针,使二列针重合成点阵的一列。走纸机构由步进电机驱动,打印完一行后,打印机控制器向步进电机传送脉冲,使步进电机转动一步,滚筒向前转动,靠滚轮和压轮间的摩擦力使打印纸向前传送一个行距。色带装在一个色带匣内,穿过打印针和打印纸中间,小车横移时,可带动色带周而复始地循环,使色带受打击位置不断变化。点阵式打印机在打印图形时,要把图形点阵由打印机打印出来,不同于按一个一个字符点阵打印字符的工作方式,这种方式称为图形方式。

非击打式打印机靠激光、喷墨、热敏、静电、热蜡和染料升华等方法印制。其中,喷墨式打印机价格适中,实用性强,可以得到满意的彩色图形,使用广泛。液态喷墨式打印机有两种类型:连续式和间断式。连续式喷墨打印机是对连续喷射的墨水充电,使其带上电荷,再用偏转电极对电荷进行控制,使墨水按要求落到介质表面而成像。间断式喷墨打印机在打印时才喷射墨水,又分为两种方法,一种是利用热量产生一个有喷射力量的气泡喷射墨水,称为热喷墨式;另一种是利用电子驱动装置把墨水从墨室中射出,称为压电式。

激光打印机打印速度快,打印字形清晰美观,是最先进的黑白打印机,用于彩色打印还正在不断完善中。其工作原理是调制激光束照在光鼓上,由传感光鼓吸附墨粉转印到纸上,经高温高压定型使墨粉牢固地粘附在纸上,从而获得高质量的图纸。

热蜡式和染料升华式打印机主要用于制作彩色印刷品,如精美彩色图片及广告等。

打印机主要技术条件为:

1)打印速度:以每秒打印多少汉字或英文字符表示。非击打式打印机常以每分钟打印多少页表示,也有用打印一页所用时间表示的。例如:EPSON MJ-1500K 彩色喷墨打印机每秒可打汉字 266 字,HP DeskJet 400 彩色喷墨打印机速度为 3 页/min。

2)分辨率:以每英寸打印多少点来表示。例如:EPSON MJ-1500K 彩色喷墨打印机的分辨率为 720 dpi。

3)介质幅面:击打式打印机常以宽行或窄行表示,非击打式打印机以使用纸号表示,例如:A2、A3、A4、B4 等。

4)介质类型:说明打印机允许使用的打印介质。一般为普通纸、连续纸、羊皮纸、专用胶片、信纸及明信片等,有些打印机要使用专用纸。

5) 颜色: 单色或彩色。

6) 噪声: 一般在 40~55 dB 之间。

能绘图的打印机分文本方式和图像方式。对图像方式还规定数据格式, 即打印图像时点阵格式。例如, 直行 8、24 或 48 点阵。有时方式不同, 打印方向和分辨率也有区别。

§ 2.4 绘图机

按绘图方式绘图机分为笔式绘图机和无笔式绘图机。笔式绘图机按走纸方式又分为滚筒式绘图机和平台式绘图机。滚筒式绘图机结构简单、价格便宜、体积小、具有中等精度, 能满足一般工程绘图的要求, 在微机绘图系统被广泛应用。滚筒式绘图机的构造见图 2-2。它由滚筒传动部分、绘图笔传动部分组成。滚筒传动部分由送纸电机、滚筒、 x 方向脉冲电机等组成。绘图时由 x 方向脉冲电机驱动滚筒带着图纸转动, 绘图笔由脉冲电机经减速机构带动钢丝绳作 y 方向运动, 这样, 纸和笔就组成了 xy 平面内的合成运动, 完成绘图的功能。滚筒式绘图机的不足之处是走纸可能产生歪斜, 影响绘图质量。

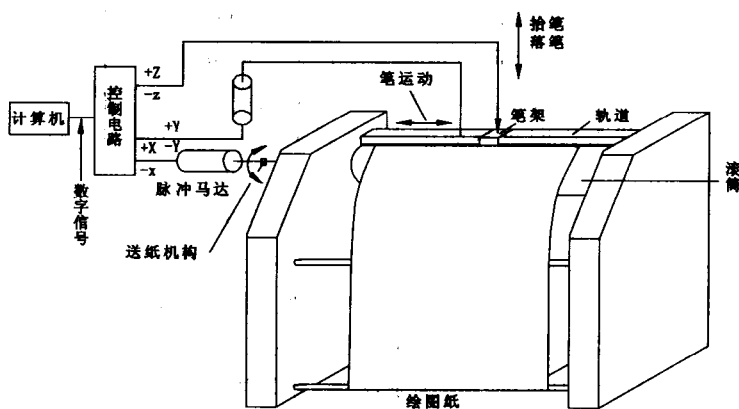


图 2-2 滚筒式绘图机示意图

平台式绘图机的结构见图 2-3, 它由 y 向滑块、 y 向圆轴、绘图台、 x 向圆轴、和 y 向步进电机等组成。 y 向滑块可在 y 向圆轴上滑动, y 向圆轴又可沿 x 向圆轴移动, 使 y 向圆轴上固定的画笔绘制图形。 y 向圆轴上可安装各种形状的笔架, 用于安装不同的画笔, 由软件控制自动取笔、换笔。高档绘图机的 y 向圆轴上还装有摄像机, 对图形跟踪。

笔式绘图机是使用最广泛的绘图机, 它的优点是价格便宜, 线型质量好, 具有合适的彩色范围。但输出慢, 易出现笔堵塞现象, 填色功能较差。

无笔式绘图机包括喷墨、激光、热蜡、静电和热敏等各种类型的绘图机。其中喷墨绘图机是近几年发展起来的新型绘图机, 与笔式绘图机相比, 它绘图速度快、线型多、色彩丰富而且价格适中, 适合绘制大量工程图和大幅面、真实感强的图形, 缺点是线条不够均匀、光滑, 分辨率还不够高。静电绘图机是比较高档的绘图机, 它的特点是输出快、彩色效果佳、绘图精度高, 具有大量数据处理能力, 但价格较高。热敏绘图机的特点是不用笔、墨水和碳粉等绘图消耗材料就可在热敏纸上绘图, 维护方便, 速度特快, 绘制一张 A0 号图纸的时间不超过一分钟, 但还不能画彩色图。热蜡绘图机代表着当今绘图机的最高水平, 可输出 16.7 万种颜色, 操作简单, 耗材成本低, 比喷墨绘图机耗材的成

本还低 2~7 倍。

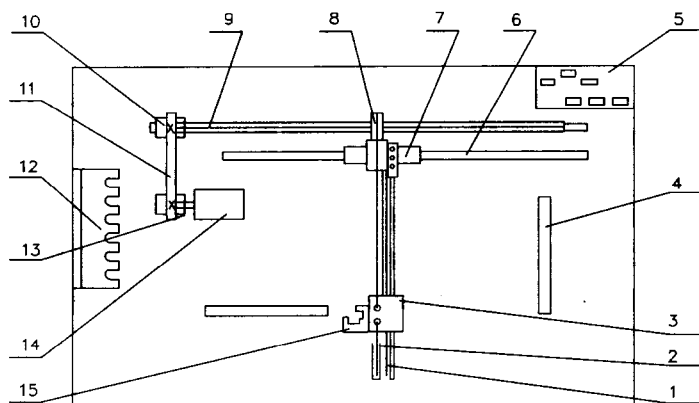


图 2-3 平台式绘图机示意图

1. y 向圆轴;2. y 向滑轮;3. y 向滑块;4. 压纸条;5. 面板开关;6. x 向圆轴;7. x 向滑块;8. y 向链轮;
9. 方轴;10. 大同步带轮;11. 同步带;12. 笔座;13. 小同步带轮;14. y 向步进电机;15. 夹笔机构;16. 绘图台

非击打式打印机与无笔式绘图机的区别越来越小,二者均可处理光栅图像,没有本质区别,只是专用绘图机的幅面一般比打印机大。绘图机的主要技术条件有:

1)分辨率:以每英寸的点数表示。一般情况下,分辨率越高,绘图质量越好,清晰度越高。计算机辅助绘制工程图,选用 600 dpi 单色分辨率就能在普通纸上绘出清晰细小的线条及字符,得到高精度工程图。

2)速度:通常以每秒钟绘图笔所走距离或每分钟绘图页数或一页的绘图时间表示。目前,笔式绘图机的速度可达 100 cm/s 以上,单色喷墨绘图机画 A0 号图纸需用 3~5 分钟。一般无笔式绘图机的绘图速度比笔式绘图机快得多,对无笔式绘图机而言,激光、热敏等绘图机均比喷墨绘图机绘图速度快。但喷墨绘图机设有不同的绘图模式:草图、普通图及高质量图,采用不同的分辨率配合不同的绘图速度,如要求不高的图可采用较低分辨率及较高的速度绘制。

3)精度:分为静态精度、距离精度和重复精度。

- 静态精度:也称绝对精度,指在某一区域作单方向位移时,实际位移距离与脉冲数之差的最大值。

- 距离精度:也称零位精度,指自零位向 x 方向或 y 方向移动绘图台面允许的最大距离,再回到零位(即始点)后,始点与终点的偏移量。

- 重复精度:重复跟踪指定图形时,两个图形的外滑距离。

一般绘图机的绝对精度可达 0.1 mm。

4)方式选择:一般包括绘图方式、打印命令方式和自检方式等。在自检方式下,绘图机自动绘制一张图,表现它本身的各种绘图功能。

5)绘图命令:每种绘图设备均有一些基本绘图命令,以一串特定的字符表示某个基本绘图动作,例如抬落笔、画直线、画圆弧等,在绘图机处于绘图方式时,输入绘图就进行相应的绘图动作。在各种计算机高级算法语言的程序中,只要把相应的绘图命令字符串输给绘图机,就可带动绘图机绘图。在各种绘图软件中,只要对绘图外设正确设置,就能由软件驱动绘图机直接绘图。

绘图机允许的图幅一般较大,大多可绘制 A0、A1 号图纸。其它有关允许的颜色数、绘图介质、

允许噪声及接口等问题不再赘述。

§ 2.5 数字化仪和鼠标器

数字化仪是功能很强的图形输入设备,可利用游标拾取图形坐标和命令,输入主机。常见的数字化仪有机械式、超声波式和全电子式的。下面以全电子式为例,介绍它的简明原理。全电子式数字化仪利用电磁感应原理,台板上在 x 、 y 方向上有许多平行的印刷线(金属栅格),每隔 $200\text{ }\mu\text{m}$ 一条,在游标中装有一个线圈,当线圈中有交流信号时,便会产生相应的电磁场,游标在台板上运动时,台板上的印刷线中就会产生感应电流,控制电路通过多路开关检测出最大信号,就是游标所在的十字叉线中心位置,从而得到该点坐标值。数字化仪类型不断增加,原理各不相同,但都是为了测定数字化仪台板上点的坐标,输入主机。

数字化仪取数方式有以下三种:

- 1)点型:游标上开关每按一次,输出一个所指点的坐标值及特征值。
- 2)流型:以一定速率(例如 1 次/s , 4 次/s , 10 次/s ……)输出游标所指点的坐标及特征值。
- 3)开关流型:游标开关按下时,可以一定速率输出游标所指位置的坐标及特征值。

特征值由游标开关给出,根据该值的不同作不同的处理。数字化仪可作为屏幕取点装置,屏幕上对应数字化仪游标所指点的位置出现十字线光标,它随数字化仪的游标移动而移动。数字化仪上部分区域可指定为屏幕指点区,其它区域可作为菜单命令区。另外,利用游标也可跟踪图纸上已有的图形。游标上其它按钮可按所用绘图软件要求,设置为按钮菜单项。

图形输入板的作用和数字化仪相同,但它比数字化仪的尺寸小、精度低。它们的技术要求见表 2-1。

表 2-1 常见数字化仪的技术条件

型号	有效面积	分辨率	精度
Calcomp 95360	36 in×34 in	400 线/mm	±0.127 mm(标准)
Calcomp 95600	60 in×44 in.	400 线/mm	±0.050 8 mm(选择)
* Calcomp WIE	191 mm×191 mm	1 000 线/in	±0.025 in
* HP SketchPro	278 mm×278 mm	1 219 线/in	±0.25 mm

* 为图形输入板。

鼠标器也是一种屏幕取点装置,它可以使屏幕上的光标跟随鼠标器在台面上的移动而移动,它可以驱动屏幕上光标在屏幕上拾取坐标或选择菜单命令。在软件控制下,鼠标器与屏幕动态菜单配合,使用多窗口技术,可以实现良好的人机对话。

常用鼠标器分为机电式和光电式两种。机电式鼠标器在台面滑动时,使一个浮动的球转动,靠摩擦力传动垂直放置的蜗杆蜗轮副,蜗轮转动改变电位器的电信号大小,这变化的电信号输入主机,经主机处理后移动屏幕上的光标。光电式鼠标器在内部有一个光源,外配一块有明暗相间小方格的薄板,当通电鼠标器在该小方格薄板上移动时,从板上反射回鼠标器的光线也将明暗交替变化,鼠标器内的光电转换器把光信号转变为电讯号送入计算机,经计算机处理使屏幕上光标移动。

鼠标器主要技术要求为跟踪速度和分辨率。例如:TRUE 公司的 TK300 鼠标器跟踪速度为 500 mm/s ,分辨率为 $50\sim 200\text{ dpi}$ 。鼠标器还设有两个或更多的按钮,再有一个设置为 Return 键,其它按钮可按绘图软件确定的按钮菜单设置。

习 题 二

1. 简述计算机辅助绘图系统的硬件配置。
2. 分析光栅扫描式及随机扫描式图形显示器的优缺点;你所使用的图形系统是哪一种类型的图形显示器,它的性能如何?
3. 试述图形显示卡的作用,举例说明显示卡常用的显示模式。
4. 绘图机有哪些类型? 主要技术性能有哪些?
5. 简述数字化仪和鼠标器在计算机辅助绘图中的用途。