



附赠光盘

普通高等教育规划教材

计算机辅助设计绘图

JISUANJI FUZHU SHEJI HUITU

张顺心 主 编
曹东兴 张建军 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TP391.72

242

普通高等教育规划教材

计算机辅助设计绘图

主 编	张顺心	
副主编	曹东兴	张建军
参 编	张满囤	张瑞红
主 审	焦法成	张振歧



机械工业出版社

本书是为高等学校工科各专业的本、专科学生学习计算机绘图课程而编写的,也可供工程技术人员、教师及研究生参考。

本书以介绍绘图软件为主,同时兼顾计算机绘图的理论知识,做到理论与实践紧密结合。在绘图软件部分,详细地介绍了 AutoCAD2000 的二维绘图和三维绘图功能,并配以大量的操作实例,力求使读者在较短的时间内掌握该软件的主要功能。本书同时也对国产开目 CAD 绘图软件进行了介绍。

本书的主要内容包括:概论,计算机绘图的理论基础,AutoCAD2000 绘图软件的基本知识,基本绘图,图层、图块及其属性,尺寸标注,零件图和装配图的绘制,三维绘图,三维实体造型,开目 CAD 绘图软件及附录等。

随书配有武汉开目信息技术有限公司的开目 CAD 绘图软件学习光盘一张。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机辅助设计绘图/张顺心主编. —北京:机械工业出版社, 2002

普通高等教育规划教材

ISBN 7-111-11106-0

I. 计… II. 张… III. 计算机图形学—高等学校—教材 IV. TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 082636 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:郑丹 高文龙 版式设计:张世琴 责任校对:申春香

封面设计:陈沛 责任印制:路琳

北京蓝海印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/16·13.25 印张·323 千字

0 001—7 000 册

定价:24.00 元 (含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

前 言

计算机辅助设计绘图是计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助制造 (CAM) 的重要组成部分。由于它具有高速度、高效率、高精度等优点, 近年来在我国得以迅速推广、发展及应用。在工矿企业已逐步取代传统的手工绘图, 成为工程图样绘制的主要手段。为适应技术进步, 满足高等学校教学和工程技术人员学习的需要, 河北工业大学工程图学教研室组织编写了本书。

本书以介绍绘图软件为主, 同时兼顾计算机绘图的理论知识, 做到理论与实践紧密结合。在绘图软件部分, 详细地介绍了 AutoCAD2000 的二维绘图和三维绘图功能, 并配以大量的操作实例, 力求使读者在较短的时间内掌握该软件的主要功能。同时, 本书也对用户较多的国产绘图软件——开目 CAD 进行了介绍。本书的主要特点为:

(1) 理论联系实际 本书以遵循高等教育的基本规律为指导思想, 树立以能力培养为主的观念, 以理论够用为度, 强化实际操作, 做到理论联系实际。

(2) 强化三维绘图 随着现代制造技术的发展, 三维图形在制造业中应用得越来越多, 为此, 本书较详细地介绍了 AutoCAD2000 的三维绘图、实体造型功能, 并配有操作实例, 为 CAD/CAM 课程的学习及今后的工作打下坚实的计算机图形基础。

(3) 实用性强, 便于自学 本书的立足点是使读者能够尽快使用商品化绘图软件进行工程图样的绘制, 为此, 本书在介绍基本命令的同时, 还详细地介绍了工程图样的绘图过程。主要章节后均配有习题, 便于读者上机实践。

本书由张顺心任主编, 曹东兴、张建军任副主编。其中, 第一章、第五章、第十章由张顺心编写, 第二章、第三章由曹东兴编写, 第四章由张瑞红编写, 第六章、第七章由张满囤编写, 第八章、第九章由张建军编写。

全书由天津大学焦法成教授、河北工业大学张振歧教授主审, 提出了诸多宝贵意见, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 书中难免存在一些缺点和错误, 敬请读者批评指正。

编 者
2002 年 8 月

目 录

前 言	
第一章 概 论	1
第一节 计算机绘图发展概况及应用	1
第二节 计算机绘图系统	4
第三节 常见绘图软件简介	6
习题	8
第二章 计算机绘图的理论基础	9
第一节 屏幕绘图	9
第二节 图形的矩阵变换	13
第三节 图形的程序设计	19
第四节 图形的窗口与裁剪	24
第五节 立体的几何造型	26
习题	29
第三章 AutoCAD2000 绘图软件的基本知识	30
第一节 AutoCAD2000 绘图软件的特点	30
第二节 AutoCAD2000 的工作界面及绘图基础	31
第三节 绘图环境设置	38
习题	45
第四章 基本绘图	46
第一节 绘图命令	46
第二节 图形编辑和显示命令	56
第三节 文本标注	66
第四节 图案填充	69
第五节 绘图举例	71
习题	75
第五章 图层、图块及其属性	76
第一节 图层	76
第二节 图块	79
第三节 属性	83
习题	85
第六章 尺寸标注	87
第一节 概述	87
第二节 AutoCAD 尺寸标注命令	88
第三节 利用对话框设计尺寸标注样式	94
第四节 编辑、修改尺寸标注	102
第五节 标注尺寸公差和形位公差	103
习题	104
第七章 零件图和装配图的绘制	106
第一节 绘图环境的建立	106
第二节 零件图的绘制	109
第三节 装配图的绘制	115
习题	117
第八章 三维绘图	118
第一节 三维绘图的预备知识与绘图基础	118
第二节 三维对象 (3D Object) 的建立	123
第三节 三维网格曲面 (3D Mesh) 的创建	125
第四节 基本形体表面的构造	128
第五节 三维空间的编辑	132
习题	135
第九章 三维实体造型	136
第一节 基本实体的生成	136
第二节 由二维对象生成三维实体	140
第三节 三维实体的布尔操作	142
第四节 三维实体的编辑	145
第五节 阴影与渲染	150
第六节 三维造型实例	152
习题	156
第十章 开目 CAD 绘图软件	157
第一节 开目 CAD 系统的基本知识	157
第二节 基本绘图操作	163
第三节 尺寸标注	168
第四节 高级操作	173
第五节 与装配图有关的标注	178
第六节 图库操作	181
第七节 图形输出	184
习题	188
附录	190
附录 A AutoCAD2000 绘图软件命令集	190
附录 B 开目 CAD 绘图软件功能键汇总	201
参考文献	205

第一章 概 论

第一节 计算机绘图发展概况及应用

一、计算机绘图的由来

工程图样是表达和交流设计思想的重要技术文件之一。传统的手工绘图效率低、劳动强度大,而且绘图精度不易保证。随着科学技术的发展,产品的竞争日益激烈,要求在尽可能短的时间内完成新产品的设计。为大幅度缩短设计周期和提高设计质量,工程界一直在探索新的绘图方法。计算机是一种能自动、高速进行大量数据处理和运算的电子设备,可实现数字和图形之间的转换,为自动绘图提供了理论基础。

计算机绘图(Computer Drawing)是伴随计算机科学的迅速发展而形成的一门交叉学科,它在图学、应用数学和计算机科学有机结合的基础上,应用计算机及其图形输入、输出设备,实现图形的设计、显示和输出,是计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)的重要组成部分。它主要研究二维和三维图形的定义、存储、处理、访问并提供图形输出的全过程。

二、国内外计算机绘图发展概况

1958年,美国格伯(Gerber)科学仪器公司根据数控机床的工作原理,生产了世界上第一台平台式自动绘图机。与此同时,美国加利福尼亚州计算机制造公司(Calcomp公司)根据打印机的工作原理研制了世界上第一台滚筒式绘图机。1963年,麻省理工学院林肯实验室的E. Ivan Sutherland发表了一篇题为《Sketchpad: 一个人—机通信的图形系统》的博士论文,他在论文中首次使用了“Computer Graphics”这个术语,证明了交互式计算机图形学是一个可行的、有用的研究领域,从而确立了计算机图形学作为一个崭新的科学分支的独立地位。到20世纪60年代中期,各发达国家大专院校和科研机构均开展了大规模的研究,从而使计算机绘图进入了蓬勃发展、并逐步得到广泛应用的时期。20世纪70年代以后,随着计算机系统、图形输入输出设备的迅速发展和更新,计算机系统软件和图形软件功能的不断完善,交互式的计算机绘图不仅在军事、科研、工业上得到应用,而且还在教育、商业、艺术、管理等许多领域得到了广泛的应用。

我国从1967年就开始了计算机绘图设备的研究,并先后在上海和呼和浩特市成功研制了LZ-5型和MSB-1型平台式小型绘图机,1976年在上海试制成功了具有20世纪70年代初期国际水平的HTJ-1855型大型数控绘图机。目前,随着科学技术的迅速发展,国内对绘图系统的需求日益增加。在引进国外绘图设备的同时,国内已有多家工厂生产多种规格和型号的绘图设备。这些设备不但有滚筒式和平板式绘图机,而且还有平面电动机驱动的绘图机和彩色喷墨绘图机。输出的图形不仅具有不同的阴影区和明暗面,并且具有立体感及三维彩色图像的特殊功效,可适用于地理、地貌描述,地质岩层剖面、遥感、遥测、气象、医学等复杂曲面的图像处理。

在绘图软件系统方面,我国也取得了可喜的成果。自20世纪80年代以来,国家设立了

许多 CAD 重点攻关项目,通过引进、消化、提高、转化,先后有多家公司推出了具有我国独立版权的商品化计算机绘图软件和 CAD 软件。这些软件符合我国工程技术人员的绘图习惯,操作方法简单易学,且具有完备的、全面开放的、符合我国标准的工程图形数据库、常见结构及标准件图库,全面开放的参数化的子图库、系列件图库。其操作的简易化、功能的智能化,大大缩短了绘图时间,已逐步被广大企业所接受。

三、计算机绘图的应用

近 20 年来,计算机硬件及绘图设备的不断增强及绘图系统软件的不断完善,使得计算机绘图已渗透到许多行业,并得到广泛的应用。目前,主要的应用领域有:

1. 计算机辅助设计及制造 (CAD/CAM)

这是计算机绘图应用最为广泛、最为活跃的一个领域。据统计,在所有的 CAD 系统中,计算机辅助绘图的工作量占 53%,辅助设计占 30%,辅助分析占 7%,辅助制造占 10%。由此可见,计算机绘图是 CAD/CAM 领域中极为重要的组成部分。计算机绘图被广泛应用于航空、造船、电子、机械、土木建筑等工程设计领域。计算机绘图可产生部件结构的精确图样,也可对所设计的系统和部件的图形实现人一机交互设计和布局。计算机绘图的结果数据可直接输出零部件明细表、材料单以及数控加工的数据信息。

2. 模拟及动画仿真

利用计算机模拟物体随时间变化的图形的应用越来越广泛。利用这一技术可研究许多对象的数学模型,如水流、核反应、化学反应、物体结构在负载下的变形、物体运动的仿真等。计算机产生的动画片,不仅具有很高的艺术价值,而且具有极高的实用效果。如利用动画技术产生的飞行模拟、汽车碰撞、地震破坏等,不仅可以提供逼真的场景画面和可靠的数据,还可以为这些试验提供真正安全、迅速和廉价的试验条件及比较、存储资料的手段。

3. 科学、技术及事务管理

计算机绘图可以用来绘制数学、物理或经济信息的各类二、三维图表,如统计用的直方图、扇形图等,用简明形象化的方式提供数据的变化规律。

4. 地质、地震、测量、海洋及气象工程等

计算机绘图被广泛应用于绘制地理、地质以及其他自然现象的高精度勘探、测量图形,例如地理图、地形图、矿藏分布图、海洋地理图、气象图等。

5. 过程控制

利用计算机显示的图像和数据实现与其控制或管理对象间的相互作用。如对石油化工、金属冶炼和电力网的设备运行过程进行监视和控制,机场的飞行控制人员和铁路的调度人员可以通过计算机产生的运行状态图来有效、迅速、准确地调度、调整空中交通和铁路运输。

6. 艺术、服装和商业

利用计算机产生或绘制艺术品,如各种美丽、悦目的图案、花纹,甚至传统的油画和中国画等。在印染纺织行业用于花色设计、配料、排料、裁剪及服装绘制等。当然,计算机绘图也被用于进行各种商业广告和图案设计等。

7. 计算机辅助教学 (CAI)

在教学中,利用计算机的图形显示可以产生直观、生动的图像,使教学和解题过程形象化,极大地提高学生的学习兴趣和教学效果。

计算机绘图还有许多其他的应用领域。如在医学方面,与超声波和 X 光技术结合,用

来绘制人体内脏横切面图,为准确诊断和治疗提供更为形象和直观的手段。在农业、体育、办公自动化等诸方面,凡是用到图形绘制和显示的地方,都会涉及到计算机绘图。计算机绘图给传统的设计制图带来了重大变革,其经济技术效益十分显著,有着广泛的应用前景。

四、计算机绘图的发展趋势

当前,计算机绘图已在许多领域广泛应用,标准化、集成化、智能化、网络化是计算机绘图技术的主要发展趋势。

1. 标准化

随着计算机及其图形输入、显示技术和绘图设备性能的不断提高,图形处理应用范围不断拓展,计算机绘图已渗透到科研、生产、教学和社会的各个方面。为了缩短图形软件研制周期,降低研制成本,便于使用并能在不同的系统间的相互移植,开展计算机图形学标准化方面的研究,制定图形处理的标准是本学科发展的一个方向。目前,已推出了许多标准和规范,如 GKS (Graphics Kernel System, 计算机图形核心系统) 用于建立应用程序和图形输入输出设备的功能接口; IGES (Initial Graphics Exchange Specification, 基本图形转换规范) 用于 CAD 系统之间交换数据; PDES (Product Data Exchange Specification, 产品数据交换规范) 是美国制定的产品数据交换标准; STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data, 产品模型数据交换标准) 是产品模型数据交换技术的国际标准,以实现在产品生命周期内对产品数据进行完整一致的描述与数据交换。

2. 集成化

集成化是向企业提供一体化的解决方案。通过集成能最大限度地实现企业信息共享,建立新的企业运行方式,提高生产效率。集成系统由原来的单一功能变成组合功能,将包含计算机绘图的 CAD、CAPP (计算机辅助工艺规程)、CAM (计算机辅助制造) 组合在一起,形成 CAD/CAPP/CAM 系统。在这样的系统中,设计师可以利用计算机进行运动分析、动力分析、应力分析,确定零部件的合理结构形状,使设计的数据可用来控制数控机床的加工制造。设计与制造更高层次的集成是计算机集成制造系统 (Computer Integrated Manufacturing System, CIMS),通过计算机优化和控制产品的规划、设计、制造、检验、包装、运输、销售等各个环节,以期实现产品生产的高度自动化。此外,将符合国际标准或很成熟的软件和算法用集成电路来实现,可使处理速度大幅度提高。目前,许多算法特别是图形显示算法都已进行了固化。

3. 智能化

人工智能领域的研究成果,已广泛地应用到计算机绘图技术中。商品化绘图软件已具有自动导航、自动对齐和捕捉、自动标注、尺寸驱动和几何驱动等智能化功能,并正逐步完善和提高。在 CAD 系统方面,传统的系统虽然在产品设计、分析、计算和绘图等方面发挥了重要作用,但并不适应产品设计的整个周期,特别是在产品的概念设计阶段,由于从抽象到具体实现极为困难,需要根据专家丰富的经验与知识作出合理的判断与决策。由于智能 CAD 系统具有模仿人的处理过程和技巧,所以在处理概念设计、自适应设计系统等方面具有突出的优点,因此,已有不少学者和公司进行这方面的研究和开发工作。

4. 网络化

计算机技术和通信技术的相互渗透、密切结合,产生了计算机网络,可以通过通信线路将各自独立的、分布于各处的计算机相互连接起来。这些计算机彼此可以通信,从而能有效

地共享资源并协同工作。网络技术的发展,大大地增强了 CAD 系统的能力。

第二节 计算机绘图系统

一、计算机绘图系统的构成

计算机绘图系统是一个以计算机为主,并配有相应的外围设备和图形软件,不但具有数值处理能力,同时还具有图形输入、生成和输出等能力的一个完整的系统。具有人机对话功能的绘图系统称为交互式计算机绘图系统。

计算机系统一般由硬件系统和软件系统构成,一套完整的计算机绘图系统同样是由硬件系统和软件系统构成。计算机绘图系统的硬件系统除必备的计算机外,还应包括图形输入和图形输出等外围设备,如图形显示器、绘图仪等。计算机绘图系统的软件系统通常分为图形系统、数据库或文件管理系统、应用程序。图形系统应能提供对图形的数据描述,即定义物体的几何坐标数据、物体的属性(如线型、颜色等)及物体各部分连接关系的坐标数据,同时应提供与外围设备相关的驱动程序及开发应用程序的支持程序(又称接口程序)。数据库或文件管理系统则可以永久保留被显示的图形信息及与图形生成和应用相关的支持数据。应用程序主要是为处理用户的特定问题而设计的,具有一定的专用性。它可以从图形系统中取出数据存入数据库或文件中;也可以从数据库或文件中提取信息加以处理,或直接送入图形系统中;同时还可向图形系统传送图形处理命令,说明物体的几何特征,并能调用一系列绘图子程序生成图形,显示在图形显示器上。图 1-1 说明了计算机绘图系统的基本组成及各部分之间的相互关系。

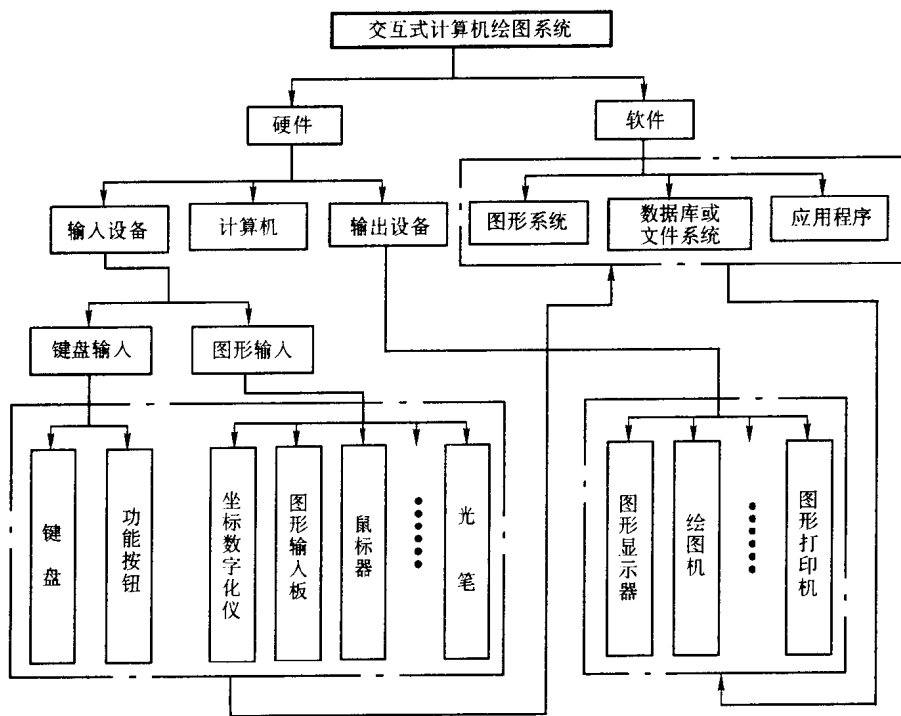


图 1-1 交互式计算机绘图系统的基本组成

计算机绘图系统应具有计算、存储、对话、输入及输出等功能。

1. 计算功能

应包括形体设计、分析的方法程序库及有关描述形体的图形数据库。在图形数据库中应有坐标的几何变换、曲线和曲面的形成、图形的交点和连接点计算以及检验等功能。

2. 存储功能

能在存储器中存放图形数据,尤其是要存放图形数据之间的相互关系,可根据设计人员的要求实现有关信息的实时拾取,图形的变更、增加、删除等处理。

3. 对话功能

通过图形显示器直接进行人一机通信。设计人员通过显示屏观察设计的结果和图形,通过键盘或鼠标等对不满意部分发出修改指令。

4. 输入功能

把设计过程中图形的形状、尺寸、必要的参数和命令等输入计算机。

5. 输出功能

把计算机的工作结果或回答的信号以一定的形式表现出来。

这五种功能是计算机绘图系统所具备的最基本功能,至于每一系统具有哪些能力,则因系统不同而不同。

二、常见的图形输入输出设备

图形输入输出设备是实现人与计算机之间交换图形信息的设备。图形输入设备将用户的图形数据、绘图系统的指令等以计算机能识别的形式送入计算机,常见的图形输入设备有键盘、鼠标器、光笔、坐标数字化仪及图形输入板等。图形输出设备将计算机处理好的结果数据转换成可见的图形呈现在用户面前,常见的图形输出设备有图形显示器、打印机及绘图机等。下面将常见的绘图机加以简单介绍。

1. 滚筒式绘图机

滚筒式绘图机由两台步进电动机分别驱动绘图纸和绘图笔运动。绘图纸紧紧缠绕在由电动机直接驱动的滚筒上,随滚筒一起转动。笔架由另一台电动机驱动,沿滚筒轴向移动。两者构成 X、Y 方向的运动,从而画出图形。这种绘图机结构简单,价格便宜,易于操作,但精度低、速度不能太高,且要求使用标准的图纸。其结构示意图如图 1-2 所示。

2. 平台式绘图机

平台式绘图机的特点是将绘图纸平铺在台面上,笔架可在 X、Y 两个方向运动。笔架上可装多支不同颜色的绘图笔,笔的起落、更换由专门的电路控制。绘图纸以真空吸附或静电吸附的方式固定在平台上,笔架有步进电动机、伺服电动机、直线电动机或平面电动机驱动等多种方式。常见的平台式绘图机有两种,一种是平面电动机驱动的绘图机,另一种是步进电动机驱动、机械传动的绘图机,分别如图 1-3 和图 1-4 所示。这类绘图机绘图速度快、精度高、绘图的幅面大,并配有多支绘图笔,绘图时可观察全图;但相对占地面积大,价格偏贵。

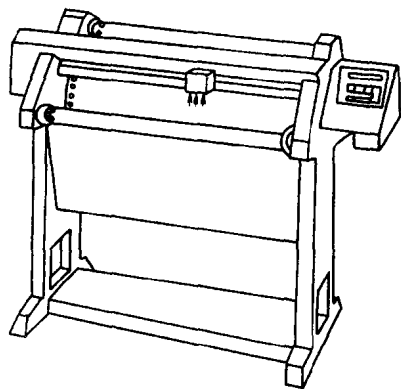


图 1-2 滚筒式绘图机结构示意图

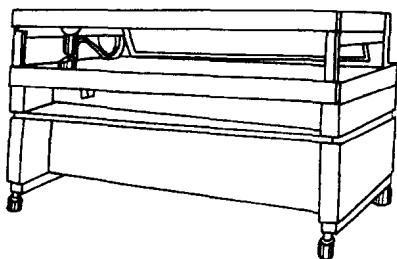


图 1-3 平面电动机式绘图机

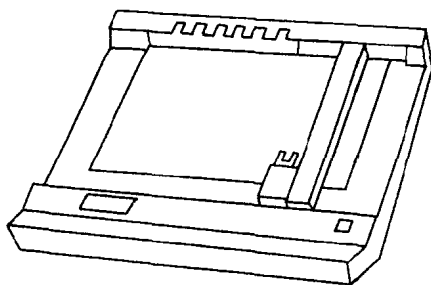


图 1-4 机械传动式绘图机

3. 喷墨绘图机

喷墨绘图机的喷墨装置多数情况是安装在类似打印机的机头上，纸则绕在滚筒上并随之旋转。喷墨头采用电场偏转、磁场偏转或机械偏转等方式控制墨水的喷射方向，用控制电荷或电场等方式控制墨水的多少。这类绘图机有彩色和黑白两种，是目前使用最多的一种绘图机。某些喷墨绘图机可以接受视频及数字信号，因此可用于光栅显示屏幕的硬拷贝，此时图像的分辨率受视频输入分辨率的限制。旋转式喷墨绘图机的结构示意图如图 1-5 所示。

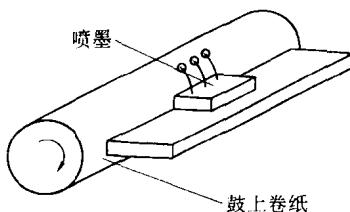


图 1-5 旋转式喷墨绘图机的结构示意图

第三节 常见绘图软件简介

计算机绘图不仅需要功能强、操作简单、质量可靠的硬件设备，还需要通用性强、使用方便、易扩展的绘图软件。没有性能优良的软件支持，硬件的作用就得不到充分发挥。为此，大力研制和开发绘图软件是促进计算机绘图技术发展的重要环节。

一幅完整的工程图样应包括图形、尺寸、技术要求及明细表等内容。计算机绘制机械图样时可直接用绘图机的基本命令或利用计算机的屏幕控制和图形显示语句编程绘图，但程序冗长，易出错，使用不便。

绘图软件通常泛指绘图子程序系统。根据其功能的不同分为基本子程序、功能子程序和应用子程序三部分。基本子程序是与绘图机硬件有关的一些子程序；功能子程序是在基本子程序的基础上设计的一些具有特定功能的子程序；应用子程序是根据专业特点，用户自行设计的一些专业性很强的子程序。

绘图软件应具有以下特点：

- 1) 功能齐全，通用性好，应包括图样的全部内容。
- 2) 程序简便，工作稳定，速度快，占内存少，可读性强。
- 3) 数据输入简单，使用方便，软件易于扩充和移植。

近年来，市场上已有多种自动绘图软件，常见的有以下几种：

1. AutoCAD 和 MDT (Mechanical Desktop) 软件

AutoCAD 系统是美国 Autodesk 公司为微机开发的一个交互式绘图软件,是世界上应用最为广泛的 CAD 软件。它不但具有强大的二维绘图功能,而且具有三维绘图造型功能。MDT 则是 Autodesk 公司在机械行业推出的基于参数化特征实体造型和曲面造型的微机 CAD/CAM 软件。

2. Pro/Engineer 软件

Pro/Engineer 软件是美国 PTC (Parametric Technology Corporation) 公司的产品。它以先进的参数化设计和基于特征设计的实体造型而著称。它的整个系统建立在统一的数据库上,具备完整而统一的模型,能将整个设计及生产过程集成在一起。目前,Pro/Engineer 软件是三维机械设计领域里最富有魅力的系统之一。

3. I-DEAS 软件

I-DEAS 软件是美国 SDRC (Structural Dynamics Research Corporation) 公司的产品。该公司 1993 年开始推出的新一代机械设计自动化软件 I-DEAS Master Series,以其高度一体化、功能强大、易学易用等特点而著称。I-DEAS Master Series 5 采用 VGX (变量几何技术) 技术,极大地改进了交互操作的直观性和可靠性。另外,该版本还增强了复杂零件设计、高级曲面造型以及有限元建模和耐用性分析等模块的功能,数控加工功能也非常强大。在我国,I-DEAS 软件的使用相当广泛,是三维实体机械设计自动化应用的主导软件。

4. Unigraphics (UG) 和 Solid Edge 软件

UG 起源于美国麦道 (MD) 公司的产品,该公司 1991 年 11 月并入美国通用汽车公司 EDS 分部。它用于航空航天器、汽车、通用机械以及模具等的设计、分析及制造工程。该软件可在 HP、Sun、SGI 等工作站上运行,在全世界拥有相当多的用户。UG 采用给予特征的实体造型,具有尺寸驱动编辑功能和统一的数据库,实现了 CAD、CAE、CAM 之间无数据交换的自由切换,具有很强的数控加工能力。

Solid Edge 软件也是 EDS 公司的产品,但它是基于微机 Windows 的,操作非常方便。

5. Solid Works 软件

Solid Works 软件是基于 Windows 的 CAD/CAM/CAE/PDM 集成系统,由美国 Solid Works 公司研制开发。该软件采用自上向下的设计方法,可动态模拟装配过程。它采用基于特征的实体建模,具有很强的参数化设计和可修改性,最先利用特征树来管理实体的几何特征。

6. 开目 CAD 软件

开目 CAD 软件是由武汉开目信息技术有限责任公司开发的具有独立版权的国产化二维绘图软件。该软件遵循画法几何原理,具有多视图间的动态导航和对齐功能,可利用投影关系方便地绘制多个视图,模仿手工绘图的方法。适时的操作提示功能,使操作更简单,掌握更快捷、方便。该软件具有强大的尺寸标注、分析和驱动功能,其数据结构的组织形式有利于加工制造信息的提取及与 CAPP/CAM/MIS 系统的集成。

7. CAXA 电子图板

CAXA 电子图板是北京北海海尔软件有限公司研制的具有独立版权的国产化绘图软件,是一个高效、方便、智能的通用设计绘图软件。它可以帮助设计人员进行零件图、装配图、工艺图表、平面包装等设计,可实现绘图、编辑、导航、智能捕捉、尺寸标注及参数化绘图等功能,操作简单,价位低。

此外,常见的国产二维绘图软件还有华中科技大学的 CADtool、大连理工大学的捷惠

CAD、上海交通大学的 BYLcad 等。

习 题

- 1-1 什么是计算机绘图？什么是计算机辅助设计？二者的关系是什么？
- 1-2 计算机绘图的发展趋势是什么？
- 1-3 针对一实际的计算机绘图系统，试说明它的硬件和软件构成及作用。

第二章 计算机绘图的理论基础

第一节 屏幕绘图

图形显示器与主机的连接是通过显示卡实现的。若希望进行彩色图形显示,则必须通过彩色图形显示卡,彩色图形显示卡的设置可使计算机实现对屏幕图形的操作。图形显示卡是一块配置一定数量电器元件的印制电路板,它插入计算机系统板上的一个扩展槽中。

在开发图形应用软件时,用户应较好地利用机器硬件提供的各种图形显示功能。系统软件通过各种不同的形式向用户提供了一系列用于图形显示的例行程序。这种提供给用户直接使用的具有最基本图形显示功能的例行程序称为图形显示原语。图形显示原语是用户应用程序和图形显示硬件的接口。

计算机具有较强的屏幕显示功能,其配备的操作系统可方便地进行 C 语言程序的编辑、编译、连接及运行等操作,且又有着丰富的图形功能,这样在计算机的显示屏幕上能绘制出各种平面图形和立体图形。

计算机系统中 C 语言图形功能包括画点、直线、圆或圆弧、椭圆或椭圆弧等绘图函数,建立用户坐标系,对图形区域进行放大、缩小、剪切、移动,设置多个视见区,对图形区域进行着色、填充以及进行动画设计等。

一、显示模式和屏幕控制函数

像元作为图形显示的基本单元,是由程序直接控制的显示屏幕上的一个发像点。这个发像点的亮度或色彩可由 C 语言中函数进行控制,是构成图像的最小单元。一幅图形就是由成千上万个像元组成的。

(一) 屏幕显示模式

在 C 语言支持下,彩色显示器具有下列两种不同显示模式:

1. 文本显示模式

通过 C 函数可以实现文本显示,如输入/输出函数、字符函数、字符串函数等,能显示共 254 个 ASCII 字符及符号,并有每行 80 个字符。

2. 图形显示模式

微机有多种图形显示模式,而且不同显示模式决定了显示的分辨率、颜色数、调色板的设置方式等。Turbo C 所支持的图形显示模式如表 2-1 所示。

表 2-1 图形显示模式

图形卡	图形模式 (graphics - modes)	模式值	分辨率	颜色数
CGA	CGAC0, CGAC1, CGAC2, CGAC3	0, 1, 2, 3	320 × 200	4
	CGAHI	4	640 × 200	2
MCGA	MCGA0, MCGA1, MCGA2, MCGA3	0, 1, 2, 3	320 × 200	4
	MCGAMED	4	640 × 200	2

(续)

图形卡	图形模式 (graphics - modes)	模式值	分辨率	颜色数
EGA	MCGAAHI	5	640 × 480	2
	EGAL0	0	640 × 200	16
	EGAHI	1	640 × 350	16
EGA64	EGA64L0	0	640 × 200	16
	EGA64HI	1	640 × 350	4
EGAMONO	EGAMONOH1	3	640 × 350	2
HERCMONO	HERCMONOH1	0	720 × 348	2
ATT400	ATT400C0, ATT400C1, ATT400C2, ATT400C3	0, 1, 2, 3	320 × 200	4
	ATT400MED	4	640 × 200	2
	ATT400HI	5	640 × 400	2
VGA	VGAL0	0	640 × 200	16
	VGAMED	1	640 × 350	16
	VGAHI	2	640 × 480	16

在图形显示模式下, 屏幕被划分为许多个“点”, 例如分辨率为 320×200 的屏幕被划分为 320×200 个点, 每一个点称为一个“像素”, 每一个像素可以表示为一种颜色, 一个屏幕上不同像素可以表示出不同的颜色, 因此可以表示出彩色画面。利用函数可以使像素得到一个颜色值。例如 CGA (彩色图形卡) 允许显示 16 种颜色, 但并不是在同一屏幕上同时可以显示这 16 种颜色, 它同时只能表示 4 种颜色。CGA 提供 4 种图形模式 (即 CGAC0、CGAC1、CGAC2、CGAC3), 在每一种模式下可以使用 4 种颜色。也就是说, 如果指定选用 CGAC0 模式, 只能使用其 4 种颜色, 而改用 CGAC1, 则可显示另外 4 种颜色, 因此有可能在显示器上表现出来的共有 16 种颜色。每一种模式称为一个“调色板”, 提供不同的颜色。CGA 的“调色板”, 提供的颜色如表 2-2 所示。

表 2-2 CGA “调色板”

调 色 板	颜 色 值			
	0	1	2	3
0	背景色	淡绿	淡红	黄
1	背景色	淡青	粉红	白
2	背景色	绿	红	黄
3	背景色	青	品红	淡灰

如果选用 CGAC0, 就是选用了 0 号调色板; 选用 CGAC1, 就是选用了 1 号调色板。如果选用 CGAC0 而指定颜色值为 3, 则该像素显示为黄色。

EGA 卡允许同时显示 16 种颜色, 也就是在一个“调色板”中有 16 种可选择的颜色。

(二) 屏幕控制函数

为满足屏幕显示特点, Turbo C 提供了以下几种工作模式及屏幕控制函数。

1. cleardevice 函数

功能 擦除整个图形屏幕。

函数类型和参数类型 void far cleardevice (void);

返回值 无

2. closegraph 函数

功能 释放由图形系统分配的所有存储器，恢复屏幕到初始化图形状态之前的模式。

函数类型和参数类型 void far closegraph (void);

返回值 无

3. detectgraph 函数

功能 检查系统的图形适配器和为适配器提供最高分辨率的模式。如果没有检查到图形硬件，则将 * graphdrive 参数置成 -2。其中 graph - driver 是一个整型数，说明所使用图形的驱动器，用户可用 graphics - drivers 枚举类型中的常量对它赋值。这些常量在 GRAPHICS.H 中，如表 2-3 所示。

表 2-3 GRAPHICS.H

graphics - driver	数 值	graphics - driver	数 值
DETECT	0	RESERVED	6
CGA	1	HERCMONO	7
MCGA	2	ATT400	8
EGA	3	VGA	9
EGA64	4	PC3270	10
EGAMONO	5		

函数类型和参数类型 void far detectgraph (graph - driver, graphmode);

int far * graphdriver;

int far * graphmode;

返回值 无

表 2-1、2-2 及 2-3 分别给出了图形驱动器、图形模式、分辨率、调色板及其颜色。

4. setbkcolor 函数

功能 将背景置成由参数 color 说明的颜色。有关 color 的说明见表 2-4。

表 2-4 有关 color 的说明

数 值	名 称	数 值	名 称
0	BLACK	8	DARKGRAY
1	BLUE	9	LIGHTBLUE
2	GREEN	10	LIGHTGREEN
3	CYAN	11	LIGHTCYAN
4	RED	12	LIGHTRED
5	MAGENTA	13	LIGHTMAGENTA
6	BROWN	14	YELLOW
7	LIGHTGRAY	15	WHITE

表 2-4 中的符号名称定义在 GRAPHICS.H 文件中。

函数类型和参数类型 void far setbkcolor (color);

int color;

返回值 无

5. setcolor 函数

功能 将当前绘图颜色设置为 color，参数 color 是当前调色板的有效颜色之一。绘图颜色是指画线及其他图形时，图素所置的值。

函数类型和参数类型 `void far setcolor (color);`

`int color;`

返回值 无

6. initgraph 函数

功能 初始化图形系统，通过磁盘装入一个图形驱动程序，并将系统设置为图形模式。

* `graphdriver` 是一个整数，它指定所要用的图形驱动程序。* `graphmode` 是一个整数，说明初始图形模式，即调色板号，见上述 `detectgraph` 函数。

函数类型和参数类型 `void far initgraph (graphdriver, graphmode);`

`int far * graphdriver;`

`int far * graphmode;`

返回值 无

二、绘图函数

利用绘图函数可在屏幕上画点、直线、圆、圆弧、椭圆或椭圆弧等各种图形。

1. putpixel (画点) 函数

功能 按指定的颜色在屏幕上画点。

类型 `void far putpixel (x, y, pixelcolor);`

`int x, y, pixelcolor;`

用 `pixelcolor` 定义的颜色在 (x, y) 处画一个点。

2. line (画线) 函数

功能 在屏幕上用当前绘图颜色、类型和宽度画线。

类型 `void far line (x0, y0, x1, y1);`

`int x0, y0, x1, y1;`

用当前绘图颜色从起始点 (x_0, y_0) 到终点 (x_1, y_1) 画一直线。

3. circle (画圆) 函数

功能 在屏幕上用当前绘图颜色画圆。

类型 `void far circle (x, y, radius);`

`int x, y, radius`

用当前绘图颜色绘制以 (x, y) 为圆心，以 `radius` 为半径的圆。

4. arc (画弧) 函数

功能 在屏幕上以当前绘图颜色画弧。

类型 `void far arc (x, y, stangle, endangle, radius);`

`int x, y;`

`int stangle, endangle;`

`int radius;`

用当前的绘图颜色以 (x, y) 为圆心、`radius` 为半径，从起始角 `stangle` 到终止角 `endangle` 逆时针画圆弧，角度单位是度。若 `stangle = 0`，且 `endangle = 360`，则 `arc` 可画一完整的圆。

三、举例

用 C 语言绘制图 2-1 所示的人头图形，其程序如下：