

高等学校机械工程类规划教材
中南地区大学出版社优秀教材

M E C H A N I C A L E N G I N E E R I N G

计算机 绘图基础

第二版

黄星梅 尚建忠 ◎ 主编

湖南大学出版社

高等学校机械工程类规划教材

中南地区大学出版社优秀教材

计算机绘图基础

(第二版)

主 编 黄星梅 尚建忠
副主编 林益平 汤小红 申爱玲
主 审 焦永和

湖南大学出版社

内 容 简 介

本书详细介绍了计算机绘图系统、计算机图形处理的基本理论、微机绘图软件 AutoCAD 和三维 CAD 系统 Solid Edge 的使用及操作方法。章末附有上机练习题。

本书可作为高等院校计算机绘图、计算机辅助设计课程的教材或参考书,也可作为机械类和近机类各专业画法几何及机械制图课程、工程制图基础课程的辅助教材,同时也可作为采用 AutoCAD 和 Solid Edge 进行辅助设计的广大技术人员的自学指导书和培训班配套教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图基础(第二版)/黄星梅,尚建忠主编.

—长沙:湖南大学出版社,2005.7(2011.7再版)

(高等学校机械工程类规划教材)

ISBN 978-7-81053-992-0

I. 计... II. ①黄... ②尚... III. 自动绘图—高等学校—教材

IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080505 号

计算机绘图基础(第二版)

Jisuanji Huitu Jichu(Di' re Ban)

主 编:黄星梅 尚建忠

责任编辑:卢 宇

责任校对:张建平

出版发行:湖南大学出版社

社 址:湖南·长沙·岳麓山

邮 编:410082

电 话:0731-88822559(发行部),88821315(编辑室),88821006(出版部)

传 真:0731-88649312(发行部),88822264(总编室)

电子邮箱:pressluy@hnu.cn

网 址:<http://www.hnupress.com>

印 装:衡阳顺地印务有限公司

开本:787×1092 16开

印张:10

字数:231千

版次:2011年7月第2版

印次:2011年7月第1次印刷

书号:ISBN 978-7-81053-992-0/TP·48

定价:18.00元

版权所有,盗版必究

湖南大学版图书凡有印装差错,请与发行部联系

高等学校机械工程类规划教材

丛书编委会

主任委员 钟志华

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王艾伦 刘子建 苏旭平 张桂香 陈 循

编委会成员 (以姓氏笔画排列)

王艾伦 刘子建 汤楚宙 苏旭平 李自光

李孟仁 张春良 张桂香 陈 循 李新华

钟志华 唐川林 郭迎福 曾立平 蒋寿生

参 编 院 校

湖南大学

中南大学

国防科学技术大学

湘潭大学

长沙理工大学

中南林业科技大学

湖南农业大学

湖南科技大学

湖南工业大学

南华大学

湖南工学院

邵阳学院

序

从现在到 2020 年,是我国全面建设小康社会,实现国民经济增长模式根本转变,走新型工业化道路的关键时期。在这个重要的历史时期,机械工程高等教育承担着培养适应和推进新型工业化发展的现代高级人才的历史重任。准确地把握未来教育、科学和技术发展的机遇与挑战,客观地认识我们的教育、科学和技术发展的基础,是指导高等机械工程教育改革与发展的基本出发点。我国目前正处于实现工业化的过程中,要坚持对外开放,我国必须融入世界经济全球化的过程,必须积极承接世界制造业的转移。为了使我国制造业从中、低端产品加工转为世界工业产业中心之一,我们要努力加强研发力量,提高集成能力和创新能力。机械工程的集成与创新的载体是人才。抓住 21 世纪头 20 年的时机,我们以工程带动科技进步,培养从设计、制造工艺到操作、管理的各类各级人才,必将为全面建设小康社会,实现工业化,推动制造业再上台阶发挥更为直接的作用。

目前,我国高等工程教育在适应社会发展需要方面还存在较大差距。问题之一是课程体系 and 教学方法没有根本性的转变。从 1990 年以来,高等院校开展了大规模的教学内容和课程体系改革,取得了明显成效,推出了一批优秀教材和精品课程。但是,传统的课程体系、教学计划、培养模式并没有普遍深刻的变化,不同科类的知识依然相互分离,综合性的课程还不多见,理论与工程实践脱节的局面并未得到根本改善。随着工业化进程和机械工程科技的发展,教学内容不断增加,教学要求不断提高,我们还是习惯于增加课程、增加学时,而忽视了课程的整合、融合、拓宽、更新和更加注重应用,在教学方法上依然以讲授为主,学生自主学习、自我体验、自由创造的环境还不具备。现代机械工程要求的多学科综合和实践性、适应性的特征在高级工程人才培养的过程中体现得还远远不够。

现代机械工程已是多学科的综合体,今天机械工程科学家、工程师等技术专家的基本作用正是集成与创新,其任务是构建和实现机械系统。我们必须依据所在的高校和专业的固有特点和特殊性质,按照教育目标定位,按照现代机械工程的特点和机械工程技术专家的基本作用来推进机械工程高等教育的内容和课程体系的改革,推进机械工程类教材建设。湖南大学出版社正是为适应机械工程类教学改革的要求,精心组织出版了“机械工程类规划教材”。这套教材已规划了 20 余本,将于近年内陆续推出。规划教材涵盖了机械工程类的主要专业基础课程和部分专业选修课程,其中一些教材此前已经过多次使用,受到教师和学生的好评。这套教材由湖南省机械工程学会、湖南大学等 10 余所高校数十位长期在教学与教研教改第一线工作的教师共同努力编写而成。基于各高校教学改革和教材建设的经验,我们相信这套教材的出版和使用,能够加强各兄弟院校的交流与合作,在教材建设和机械工程高等教育的改革发展方面相互借鉴,相互促进,为我国机械工程技术人才培养起到积极的作用。

教材建设要出精品,而精品绝不是一蹴而就的。机械工程科学与技术的发展正突飞猛进,机械技术与计算机技术、信息技术、控制技术、环保技术相结合,使得机械工程的内涵越来越丰富,发展的空间越来越广阔。虽然,这套教材突出了 21 世纪机械工程教育的综合

性、适应性等特点，在整合、拓宽、更新和注重工程应用上下了功夫，对课程内容、体系进行了改革，但是从总体改革思路、改革探索深度、学术水平、工程应用、教学手段到组织工作，不论从哪个方位张望，我们都还有很大的拓展的空间。世界在发展、国家在发展、高校在发展、形势在发展，我们这套教材的建设远不能说已经成熟、完美。我们还需要团结一心，虚心听取各高校教师、学生的批评，在自身的教育实践中进行修正、探索、提炼、变革、创新。

任重道远，行者无疆！

钟志华

2005年8月

前 言

手工绘图曾是一项细致而烦琐的工作,随着现代科学技术的发展,对绘图速度、图面质量、绘图精度的要求越来越高,手工绘图已经无法满足要求。甩掉绘图板,掌握和应用计算机绘图技术,已成为工程技术人员的基本要求。这就必然促使从事工程技术工作的人员从计算机图形学的理论高度和计算机绘图的实用角度来研究和学习计算机图形生成技术及软件。没有计算机图形学的理论基础,计算机图形生成技术就无从谈起;没有计算机绘图软件作为支撑,就无法完成图样的计算机绘制。

本教材针对国内大多数工科院校计算机绘图教学的实际情况,结合作者多年从事计算机绘图和计算机辅助设计的教学和科研经验,介绍了计算机绘图系统、计算机图形处理的基本理论、微机绘图软件 AutoCAD 和三维 CAD 系统 Solid Edge 的使用及操作方法。通过本教材的学习,可以掌握计算机图形处理和计算机辅助设计的基本理论,培养运用计算机绘制工程图样的能力,学会机械系统零部件三维设计的基本方法。

本书的特点是理论性和实践性相结合,内容丰富、翔实而又简练,讲解深入细致、条理清楚、范例典型,边讲边练,具有很强的实用性、指导性和操作性。

本书由黄星梅、尚建忠主编,国防科技大学尚建忠编写第 1 章、第 2 章,中南林业科技大学汤小红编写第 3 章,湖南大学黄星梅编写第 4 章,邵阳学院申爱玲编写第 5 章,邵阳学院陈国新编写第 6 章,中南大学汤晓燕编写第 7 章、第 8 章,湖南工业大学林益平、王广编写第 9 章,国防科技大学徐小军编写第 10 章、第 11 章,国防科技大学唐力编写第 12 章,全书由北京理工大学焦永和教授审阅。湖南大学出版社为本书的出版做了大量工作,在此表示真挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不当之处,恳请读者及同仁批评指正。

编 者
2005 年 7 月

目 次

序

第 1 章 绪论

- 1.1 计算机绘图的发展和应用 (1)
- 1.2 AutoCAD 及常见计算机绘图软件 (3)
- 练习题 (4)

第 2 章 计算机绘图的基本知识

- 2.1 计算机绘图系统 (5)
- 2.2 基本图形元素 (8)
- 2.3 图形变换与裁剪 (11)
- 练习题 (18)

第 3 章 AutoCAD 的基本操作

- 3.1 AutoCAD 软、硬件环境 (19)
- 3.2 操作界面及设置 (19)
- 3.3 绘图环境的设置 (21)
- 3.4 命令的调用方法 (22)
- 3.5 数据的输入方法 (22)
- 3.6 图形文件管理 (23)
- 3.7 常用显示控制 (24)
- 3.8 目标捕捉 (25)
- 3.9 栅格及格点捕捉 (26)
- 3.10 定向输入距离 (27)
- 3.11 对象追踪 (27)
- 练习题 (28)

第 4 章 基本绘图命令

- 4.1 绘图工具条 (29)
- 4.2 绘制直线类对象 (29)
- 4.3 绘制圆和圆弧 (31)
- 4.4 创建矩形和正多边形 (32)
- 4.5 绘制椭圆和椭圆弧 (33)
- 4.6 点的式样设置与绘制 (35)
- 4.7 图案填充 (35)
- 练习题 (37)

第5章 图形编辑命令

5.1 修改命令工具条	(38)
5.2 选择对象的方法	(38)
5.3 放弃和重做	(39)
5.4 删除和复制	(40)
5.5 阵列、镜像与偏移	(41)
5.6 移动、旋转与对齐	(44)
5.7 缩放、拉伸与拉长	(45)
5.8 修剪、延伸与打断	(47)
5.9 倒角和倒圆角	(49)
5.10 夹点编辑方法	(50)
练习题	(51)

第6章 图层

6.1 图层概念	(52)
6.2 创建和设置图层	(52)
6.3 使用和管理图层	(57)
6.4 对象特性编辑	(59)
练习题	(59)

第7章 标注尺寸与注写文本

7.1 标注尺寸	(60)
7.2 尺寸标注的编辑	(66)
7.3 注写文本	(67)
练习题	(71)

第8章 图块与属性

8.1 图块的创建与应用	(72)
8.2 块的属性定义与编辑	(74)
练习题	(76)

第9章 工程图样的绘制

9.1 圆弧连接	(77)
9.2 平面图形	(77)
9.3 三视图	(80)
9.4 样板图	(82)
9.5 零件图	(83)
9.6 装配图	(89)
9.7 轴测图	(90)

练习题	(95)
第 10 章 实体造型	
10.1 三维实体的绘制	(97)
10.2 三维实体的编辑命令	(101)
10.3 三维实体造型原理和图形消隐技术	(102)
练习题	(112)
第 11 章 图样输出	
11.1 模型空间图纸输出	(113)
11.2 图纸空间图纸输出	(114)
11.3 图形软件的标准化工	(120)
练习题	(124)
第 12 章 Solid Edge 简介	
12.1 Solid Edge 的基本特点和主要模块	(125)
12.2 Solid Edge 的用户界面和文件管理	(128)
12.3 Solid Edge 的草图绘制	(130)
12.4 Solid Edge 的零件设计	(133)
12.5 Solid Edge 的零件装配	(140)
12.6 Solid Edge 的工程图绘制	(144)
练习题	(147)
参考文献	(148)

第1章 绪论

计算机绘图是计算机辅助设计的重要内容之一,下面对计算机绘图的发展概况和常用计算机绘图及 CAD 软件作一个简单的介绍。

1.1 计算机绘图的发展和应用

1.1.1 计算机绘图发展概述

图形是表达和交流技术思想的工具。长期以来,绘图工作基本上是以手工形式进行的,因此存在生产效率低、绘图准确度差、劳动强度大等缺点,人们一直在寻求代替手工绘图的方法,在计算机出现并得到广泛应用以后,这种愿望才成为现实。

计算机绘图就是利用计算机对数值进行处理、计算,从而生成所需的图形信息,并控制图形设备自动输出图形,以实现图数之间的转换。计算机和绘图机的结合,可以帮助工程技术人员完成从设计到绘图的一系列工作。

计算机绘图的研究始于 20 世纪 50 年代。1950 年,美国麻省理工学院诞生了第一台图形显示器。1958 年,美国 GERBER 公司首先把数控机床发展成平板式绘图仪,紧随其后美国 CALCOMP 公司将联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图仪。从此,电子计算机除了能输出数字和文字外,还能直接输出图形。

在整个 50 年代,计算机大多由电子管组成,用机器语言编程,主要应用于科学计算,和这些计算机配套的图形设备仅仅具有一般的输出功能。50 年代末期,美国麻省理工学院的林肯实验室开发了 SAGE 空中防御系统,初步实现了用光笔和键盘在图形显示器上实现定位、选择、画图等功能。稍后,美国 Ivan. Sutherland 博士发表了题为“Sketchpad: 一个人机通信的图形系统”的博士论文,开创了交互式计算机绘图的领域。他在论文中证明了交互式计算机绘图是一个可行的、有用的研究领域,从而确立了计算机绘图作为一个崭新的科学分支的独立地位。

60 年代中期,美国麻省理工学院、通用汽车公司、贝尔电话实验室、洛克希德飞机公司、英国的剑桥大学、日本富士通讯公司开展了计算机绘图的大规模研究,同时,挪威、德国、苏联、法国等国家,对计算机绘图也给予相当重视,从而使计算机绘图进入了迅速发展并逐步得到应用的新时期。

70 年代,交互式图形系统在许多国家得到了广泛的应用,许多新的更完备的图形设备不断研制出来。例如,小型机、微电脑逐步取代了大型机,光栅扫描 CRT、行式打印机、绘图仪等输出设备相继投入使用。除了传统的军事上和工业上的应用之外,计算机绘图还深入到教育、科研、艺术和事务管理等领域,通过这些应用又反过来推动了图形设备的进一步发展。

80 年代以来是计算机绘图的大发展时期。由于大规模集成电路技术的成熟,数据处理和存储系统功能大大增强,高速度的 CPU、大容量的存储器芯片以及专用的图形处理芯片都已用于计算机图形系统中,高分辨率的彩色光栅扫描 CRT 普遍应用在显示系统中。输出设备包括彩色激光和彩色静电绘图仪、激光打印机、喷墨打印机等;输入设备包括数字化仪、鼠标器、触摸屏、扫描仪等都得到广泛使用。

计算机绘图在我国的应用从 70 年代起步,经过多年的发展目前已广泛在电子、机械、航空航天、建筑、造船、轻纺、影视等部门的产品设计、工程设计和广告影视制作中应用,取得了明显的经济效益。

1.1.2 计算机绘图的主要应用领域

计算机绘图已得到了高度的重视和广泛应用。目前,其主要的应用有:

(1)计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM) 这是一个计算机绘图最广泛、最活跃和发展最快的应用领域。它被用来进行建筑工程、机械结构和零部件等的设计;机械设计中的受力分析、结构设计与比较、材料选择、绘制加工图纸,以至编制工艺卡、材料明细表和数控加工程序等;汽车、飞机、船舶的外形数学建模,曲线、曲面的拟合与光顺,并绘出图纸;在电子工业中,大规模集成电路的设计,印刷电路板的设计,直至绘出图形。

(2)动画制作与系统模拟 用计算机绘图技术产生的动画,比传统手工绘制的动画好,速度快。可以把动画技术广泛应用于广告,可以模拟各种反应过程(如核反应、化学反应),以及模拟和测试汽车碰撞、地层破坏等过程,还可以模拟各种运动过程,如人体的运动过程,用以科学地指导训练。在军事上,可以用于环境模拟、飞行模拟、战场模拟等。

(3)勘探、测量的图形绘制 应用计算机绘图技术,可以利用勘探和测量所得的数据,绘制出矿藏分布图、地理图、地形图、气象图。

(4)事务管理与办公自动化 用来绘制各类信息的二、三维图表,如统计用的直方图、扇形图、工作进程图,仓库及生产的各类统计管理图表等。这些图表可以用简明的方式提供形象化的数据和变化趋势,增加对复杂现象的了解,并协助作出决策。

(5)科学计算可视化 传统的科学计算结果是数据流,这种数据流不易理解,也不易检查其中的错误。科学计算的可视化已用于有限元分析的后处理、分子模型构造、地震数据处理、大气科学、生物化学及医疗卫生等领域。

(6)计算机辅助教学 由于计算机绘图技术能生成丰富的图形,用于辅助教学,可使教学过程变得形象、直观和生动。学生通过人机交互方式进行学习,有助于提高其学习兴趣和注意力,增强教学效果。

1.1.3 计算机绘图与计算机辅助设计

计算机辅助设计是一种应用广泛的技术,机械、建筑、化工、轻工等行业都离不开计算机辅助设计。尽管各个行业的专业内容不同,其辅助设计所包含的工作会有所差别,但都离不开计算机绘图。

计算机绘图是计算机辅助设计的主要组成部分和核心内容。这一方面是因为各个领域内的设计工作,其最后的结果都要以“图”的形式来表达;另一方面,计算机绘图中所包含的三维立体造型技术,是实现先进的计算机辅助设计技术的重要基础。许多设计工作进行时,首先必须构造立体模型,然后进行各种分析、计算并修改,最终定型并绘出图纸。在这整个过程中,都离不开图形技术。

在计算机辅助设计领域内要解决的问题中有许多是属于计算机绘图方面的内容。一些早期的或初级的辅助设计应用也只是利用计算机绘图来绘制工程图纸,而没有更深入地涉及对设计对象进行建模、计算和分析等工作,所以那些计算机辅助设计教科书中所介绍的内容基本上都是计算机绘图的内容。随着计算机辅助设计技术的不断发展,它所包含的内容更加广泛深入,同时也就更加离不开计算机绘图。

1.2 AutoCAD 及常见计算机绘图软件

1.2.1 AutoCAD 简介

AutoCAD 是美国 AutoDesk 公司于 1982 年首次推出的一种通用微机绘图软件。它是一个通用的、交互式的绘图软件包,其功能强大、使用方便、性能价格比高,是目前国内外最为流行的微机绘图软件。AutoCAD 是一个完整的绘图软件包。由于提供了标准格式文件与高级语言联接功能,由 AutoCAD 产生的图形文件可与许多其他软件包、数据库及 CAD 系统交换。AutoCAD 支持 IGES(Initial Graphics Exchange Standard),所以大部分 CAD 系统的图形均可方便地转到 AutoCAD 上。现已有数百种二次开发的附加软件,范围涉及机械、电子、建筑、轻纺以及飞机、汽车、船舶等设计,它们均可从 AutoCAD 附加软件包的说明中找到。AutoCAD 提供了友好的用户界面,使用了各种先进的人机交互方法,并有 Help 功能,用户在遇到困难时可随时求助,所以它是一个易于学习和使用的绘图系统。

AutoCAD 的基本功能可概括为:

①提供了多种接口和完善友好的用户界面。AutoCAD 是一个人机交互式软件包,它提供了多种接口,用户可以用任意一种途径与 AutoCAD 对话。五种输入方式是指键盘、鼠标器、数字化仪、屏幕菜单和下拉式菜单。用户可用这五种方式输入 AutoCAD 的各种命令和数据。两种输出接口指打印机或绘图机。用户可以通过打印机或绘图机将图形输出。

②可提供一组用来构成图形的实体(AutoCAD 将点、直线、圆、椭圆、曲线及文本字符等图形元素定义为实体)。

③可对图形进行编辑、修改、分类,可对图形进行几何变换,任意缩放。

④可进行图形参数测试计算。如计算面积、距离、测量点的精确坐标位置等。

⑤可对图形用各种颜色、图案进行填充。

⑥具有三维作图功能,并能从不同角度观察生成的三维图形。

⑦能对图形进行半自动尺寸标注。

⑧可徒手绘制草图。

⑨对复杂图形提供了多种控制方式,可设置图层和图形的线型、颜色以及不同的字体。

⑩可建立经常使用的图形或符号库,并能随意将它们插入到图形中。

⑪可利用属性定义和存储不同的非图形信息,并提供了文字处理的功能。

⑫图形文件经变换后可由高级语言调用。

⑬利用 AutoLISP,C,C++,VB Script 等语言能开发出用户专用的 CAD 系统。

1.2.2 常见计算机绘图及 CAD 软件简介

常见计算机绘图及 CAD 软件还有:

(1)Solid Edge Solid Edge 是基于 Windows 操作系统开发的三维实体造型系统。它将装配设计、零件造型、钣金设计和图纸生成结合在一起,为用户提供了从二维到三维的设计。Solid Edge 利用逻辑推理和决策概念来动态捕捉工程师的设计意图,易学、易用,Solid Edge 采用 Unigraphics Solutions 的 Parasolid 造型内核作为强大的软件核心,将中档 CAD 系统与世界上最具领先地位的实体造型引擎 Parasolid 融为一体。Solid Edge 是特别为机械设计专业人员开发的,通过改善用户交互速度和效率从而全面优化工作效率。

(2)Solid Works Solid Works 是微机版技术指标化特征造型软件的新秀,零件设计与装

配设计、二维出图融为一体,使工业界迅速普及三维产品设计技术,做到人手一套软件。Solid Works 实施金伙伴(gold partner)合作策略,在单一的 Windows 界面上无缝集成各种专业功能:结构分析 Cosmos/works,数控加工 CAMworks,运动分析 Motion Works,注塑模分析 Moldflow,逆向工程 RevWorks,动态模拟装配 IPA,产品数据管理 SmarTeam,高级渲染 PhotoWorks。今后将有高级曲面造型 SurfWorks 等陆续出现。

(3) I-Deas I-DEAS 是全世界制造业用户广泛应用的大型 CAD/CAE/CAM 软件。它帮助工程师以极高的效率,在单一数字模型中完成从产品设计、仿真分析、测试直至数控加工的产品研发全过程。I-Deas 现在的产品名称是 I-Deas Master Series,它基于其独特的变量化技术,变量化技术建立在参数化的基础上,它在建模的时候不再一定需要完全的约束,对于具有复杂的形状和结构的建模来说可以大大降低由复杂尺寸驱动产生的许多问题。I-Deas 的产品仿真模块中有限元分析部分的功能尤其强大,甚至有很多用户专门使用 I-Deas 作为专用的有限元计算程序,它的有限元求解器是和 Nastran 和 ANSYS 等并列为几个主要的有限元求解器之一。I-Deas 的模块包括产品零件建模设计(Master Modeler)、装配设计、曲面设计、产品绘图、逆向工程、应用产品设计、协同/数据管理、产品加工、产品仿真、产品测试等,包含了机械产品设计、仿真和加工的每一个方面,特别适合于复杂、高精度的机械设计。I-Deas 目前被广泛应用于机械、电子、航空、航天、兵器等多个行业中。

(4) UG Unigraphics(简称 UG)起源于美国麦道飞机公司,后于 1991 年 11 月并入世界上最大的软件公司——EDS 公司,是当前世界上最先进和紧密集成、面向制造业的 CAID/CAD/CAE/CAM 高端软件。它为制造行业产品开发的全过程提供解决方案,功能包括:概念设计、工程设计、性能分析和制造。它作为知识驱动自动化技术领域的领先者,实现了设计优化技术与基于产品和过程的知识工程的组合,显著地改进了如汽车、航天航空、机械、消费产品、医疗仪器和工具等工业的生产效率,美国通用汽车公司是 UG 软件的最大用户。UG 软件现已广泛地应用于通用机械、模具、汽车及航天等领域。UG 软件进入中国以来,得到了越来越广泛的应用,已成为我国工业界主要使用的大型 CAD/CAE/CAM 软件之一。

(5) PRO/E PRO/ENGINEER 是 PTC 公司完全基于参数化技术推出的商业化 CAD 软件包。它的产品开发环境支持并行工作,通过一系列完全相关的模块表述产品的外形、装配及其他功能,使用操作相对简单。PRO/E 能够让多个部门同时致力于单一的产品模型。包括对大型项目的装配体管理、功能仿真、制造、数据管理等。它的主要功能模块包括:工业设计(CAID)模块、机械设计(CAD)模块、功能仿真(CAE)模块、制造(CAM)模块、数据管理(PDM)模块和数据交换(Geometry Translator)模块。

(6) CATIA CATIA 是法国达索飞机公司开发的高档 CAD/CAM 软件。CATIA 软件以其强大的曲面设计功能在飞机、汽车、轮船等设计领域享有很高的声誉。CATIA 的曲面造型功能体现在它提供了极丰富的造型工具来支持用户的造型需求。比如其特有的高次 Bezier 曲线曲面功能,次数能达到 15,能满足特殊行业对曲面光滑性的苛刻要求。

练习題

1. 简述计算机绘图与计算机辅助设计的不同之处。
2. 写出几种常见计算机绘图软件(5 种),并简单说明其特点。

第2章 计算机绘图的基本知识

本章介绍了计算机绘图系统的功能和组成;介绍了计算机绘图的基本知识,包括坐标系、基本图形元素的生成算法以及图形的变换和裁剪。

2.1 计算机绘图系统

2.1.1 计算机绘图系统的功能

一个计算机绘图系统起码应具有计算、存储、对话、输入、输出等五方面的基本功能。

(1)计算功能 应包括有形体设计、分析的算法程序和描述形体的数据库,其中最基本的功能应有点、线、面的表示及其求交、分类、几何变换等有关内容。

(2)存储功能 在计算机的存储器中存放图形数据,尤其是存放形体几何元素(点、线、面)之间的连接关系以及各种属性信息,并且可基于设计人员的要求对有关信息进行实时检索、变换、增加、删除、修改等操作。

(3)对话功能 是通过图形显示器直接进行人机对话。用户通过显示屏幕观察设计的图形和结果,用选择、拾取设备对不满意的部分作出修改指示。除了在图形屏幕上的这种对话功能外,还可以由系统追溯到以前的工作步骤,跟踪检索出错的地方,并可以对用户执行的错误操作给予必要的提示。

(4)输入功能 把图形设计和绘制过程中所需的有关定位、定形尺寸及必要的参数和命令输入到计算机中去。

(5)输出功能 为了长期保存分析计算的结果或图形和非图形信息,绘图系统应具有文字、图形等信息的输出功能。

2.1.2 计算机绘图系统的组成

计算机绘图系统由软件系统和硬件系统组成。其中,软件是计算机绘图系统的核心,而系统硬件设备则为软件的正常运行提供了基础保障。计算机绘图系统的组成如图2-1所示。

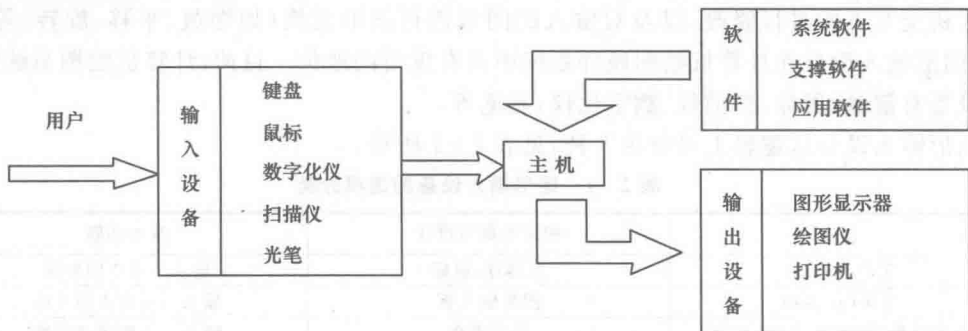


图 2-1 计算机绘图系统的组成

2.1.2.1 计算机绘图系统的硬件组成

通常,将用户可进行计算机绘图作业的独立硬件环境称作计算机绘图的硬件系统。计算

机绘图系统的硬件主要由主机、输入设备(键盘、鼠标、扫描仪等)、输出设备(显示器、绘图仪、打印机等)、信息存储设备(主要指外存,如硬盘、软盘、光盘等),以及网络设备、多媒体设备等组成。计算机绘图系统的基本硬件构成如图 2-2 所示。



图 2-2 计算机绘图系统的基本硬件组成

如图 2-1 所示,计算机绘图系统的硬件主要由主机、存储设备、输入设备、输出设备等组成。主机由中央处理器(CPU)和内存存储器(简称为内存)等组成,是整个计算机绘图系统的核心。衡量主机性能的指标主要有 CPU 性能和内存容量。

(1)CPU 性能 CPU 的性能决定着计算机的数据处理能力、运算精度和速度。CPU 的性能通常用每秒可执行的指令数目或进行浮点运算的速度指标来衡量,其单位符号为 MI/s(每秒处理 1 百万条指令)和 GI/s(每秒处理 10 亿条指令)。目前,CPU 的速度已达到 160GI/s 以上。一般情况下,用芯片的时钟频率来表示运算速度更为普遍,时钟频率越高,运算速度越快。

(2)内存容量 内存容量直接影响计算机绘图软件系统的运行效果。因为,内存容量越大,主机能容纳和处理的信息量也就越大。

虽然内存存储器可以直接和运算器、控制器交换信息,存取速度很快,但内存存储器成本较高,且其容量受到 CPU 直接寻址能力的限制。外存作为内存的后援,使计算机绘图系统将大量的程序、数据库、图形库存放在外存储器中,待需要时再调入内存进行处理。外存储器通常包括硬盘、软盘、光盘等。

计算机绘图系统的主机系统在可能的条件下,应选择内存、外存储容量尽可能大,中央处理器(CPU)的速度、输入/输出端口速度、系统总线速度尽可能高的系统。这样,就可能保证用户高效、得心应手地完成各种图形绘制工作。

在计算机绘图作业过程中,不仅要求用户能够快速输入图形,而且还要求能够将输入的图形以人机交互方式进行修改,以及对输入的图形进行图形变换(如缩放、平移、旋转)等操作。因此,图形输入设备在计算机绘图硬件系统中占有重要的地位。目前,计算机绘图系统常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、数字化仪、光笔等。

图形输入设备从逻辑上可分为 6 种,见表 2-1 所示。

表 2-1 图形输入设备的逻辑分类

名称	相应的典型设计	基本功能
定位(locate)	轨迹球、鼠标	输入一个点的坐标
笔画(stroke)	图形输入板	输入一系列点的坐标
数值(valuator)	数字键盘	输入一个整数或实数
选择(choice)	功能键、鼠标选择菜单项	由一个整数得到某种选择
拾取(pick)	鼠标或触摸屏	根据拾取来判断一个图形
字符串(string)	字符键盘	输入一串字符

图形输出设备包括图形显示器、绘图仪、打印机等。图形显示器是计算机绘图系统中最为

重要的硬件设备之一,主要用于图形图像的显示和人机交互操作,是一种交互式的图形显示设备。图形显示器的主要部件是阴极射线管(CRT),它有直接存储管式显示器、射线刷新式显示器、光栅扫描式显示器三种类型。

目前,交互式图形系统采用的主流显示器是基于 CRT 的光栅扫描式显示器。其工作原理与电视机相似,不同之处在于电视机利用摄像机产生的模拟信号构成屏幕上的图像,而光栅扫描式显示器则利用计算机产生的数字信号构成屏幕上的图像。衡量显示器性能的主要指标是分辨率和显示速度。对于光栅扫描式显示器而言,沿水平和垂直方向单位长度上所能识别的最大光点数称为分辨率(光点也称为像素)。对于相同尺寸的屏幕,点数越多,距离越小,分辨率就越高,显示的图形也越精细。显示速度同显示器在输出图形时采用的分辨率以及计算机本身处理图形的速度有关。从人机工程学的角度来看,要满足人眼观察图形时不出现闪烁这一基本要求,图形屏幕的刷新速度应不低于 30 帧/秒。随着人们对显示器轻型化、薄型化以及大尺寸的要求,目前,液晶显示器和等离子显示器的应用越来越多。由于这些显示器的制造成本逐渐降低,已呈现出取代基于 CRT 的光栅扫描式显示器的趋势。

绘图仪、打印机等也是目前常用的图形输出设备。目前,常用的绘图仪为滚筒式绘图仪,这种绘图仪具有结构简单紧凑、图纸长度不受限制、价格便宜、占用工作面积小等优点。常用的打印机主要有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机等。

2.1.2.2 计算机绘图系统的软件组成

计算机软件是指控制计算机运行,并使计算机发挥最大功效的各种程序、数据及文档的集合。在计算机绘图系统中,软件配置水平决定着整个计算机绘图系统的性能优劣。因此可以说硬件是计算机绘图系统的物质基础,而软件则是计算机绘图系统的核心。从计算机绘图系统的发展趋势来看,软件占据着愈来愈重要的地位,目前,系统配置中的软件成本已经超过了硬件。

可以将计算机绘图系统的软件分为 3 个层次,即系统软件、支撑软件和应用软件。系统软件是与计算机硬件直接关联的软件,一般由专业的软件开发人员研制,它起着扩充计算机的功能以及合理调度与使用计算机的作用。系统软件有两个特点:一是公用性,无论哪个应用领域都要用到它;二是基础性,各种支撑软件及应用软件都需要在系统软件的支撑下运行。支撑软件是在系统软件的基础上研制的,它包括进行计算机绘图作业时所需的各种通用软件。应用软件则是在系统软件及支撑软件支持下,为实现某个应用领域内的特定任务而开发的软件。下面分别对这 3 类软件进行具体介绍。

系统软件主要用于计算机的管理、维护、控制、运行,以及计算机程序的编译、装载和运行。系统软件包括操作系统和编译系统。操作系统主要承担对计算机的管理工作,其主要功能包括文件管理(建立、存储、删除、检索文件)、外部设备管理(管理计算机的输入、输出等外部硬件设备)、内存分配管理、作业管理和中断管理。操作系统的种类很多,在工作站上主要采用 UNIX, Windows 2000/NT/XP 等;在微机上主要采用 UNIX 的变种 XENIX, ONIX, VENIX, 以及 Windows 系列操作系统。编译系统的作用是将用高级语言编写的程序翻译成计算机能够直接执行的机器指令。有了编译系统,用户就可以用接近于人类自然语言和数学语言的方式编写程序,而翻译成机器指令的工作则由编译系统完成。这样就可以使非计算机专业的各类工程技术人员很容易地用计算机来实现其绘图目的。目前,国内外广泛应用的高级语言 FORTRAN, PASCAL, C/C++, Visual Basic, LISP 等均有相应的编译系统。

支撑软件是计算机绘图软件系统中的核心,是为满足计算机绘图工作中一些用户的共同