

普通高等院校机电工程类规划教材

计算机辅助设计

主 编 袁泽虎

副主编 郭 箐 肖惠民

普通高等院校机电工程类规划教材

计算机辅助设计

主 编 袁泽虎

副主编 郭 箐 肖惠民

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书较全面地介绍了CAD的相关技术和内容,全书共分11章,包括CAD概论及CAD系统、工程数据的处理、计算机图形处理基础、二维图形绘制、三维实体绘制、Visual LISP语言及编程、AutoCAD二次开发技术、智能CAD与设计型专家系统、有限元原理及其在CAD中的应用、机械优化设计、计算机仿真。结合作者多年的教学经验和研究成果,本书中编入了许多程序和实例。

本书适合作为高等院校CAD课程的教材,也可作为培训与继续教育用书,同时还可供有关工程技术人员参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计/袁泽虎主编. --北京:清华大学出版社,2012.5

(普通高等院校机电工程类规划教材)

ISBN 978-7-302-28287-7

I. ①计… II. ①袁… III. ①AutoCAD软件—高等学校—教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第040278号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:刘玉霞

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.25

字 数:292千字

版 次:2012年5月第1版

印 次:2012年5月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00元

产品编号:044995-01

前 言

CAD 是计算机辅助设计(computer aided design)的简称。计算机辅助设计是用硬、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法和技术;是在计算机环境下完成产品的创造、分析和修改,以达到预期设计目标的过程;是综合了计算机与工程设计方法的最新发展而形成的一门新兴学科。CAD 技术的发展和应用引起了许多领域的设计革命,从根本上改变了传统的设计、生产和组织模式,对缩短产品设计周期、提高产品质量、降低成本、增强企业的市场竞争力和创新能力都具有重要的作用。

本书是作者结合多年的教学经验和科研实践,参考了许多相关书籍和教材编写的,力求体现 CAD 技术的系统性、先进性、实用性和通用性。

全书共分 11 章。第 1 章介绍 CAD 的内涵、功能和应用,构成 CAD 支撑环境的硬件系统、软件系统以及 CAD 系统的形式。第 2 章讲述工程数据(数表和线图)的处理,介绍数据的程序化处理方法、文件化处理方法和数据库的管理方法以及这些管理方法的实现。第 3 章是计算机图形处理基础,讲述图形的坐标变换、开窗、裁剪等。第 4 章是二维图形绘制,介绍 AutoCAD2010 绘图软件,以及在 AutoCAD 绘图软件环境下实现交互式绘制工程图。第 5 章是三维实体绘制,介绍利用 AutoCAD2010 绘制三维实体。第 6 章介绍 Visual LISP 语言及编程,并利用 Visual LISP 实现参数化绘图。第 7 章介绍 AutoCAD 二次开发技术。第 8 章讲述智能 CAD 的概念、方法与应用,知识表示和知识推理,设计型专家系统的特点以及建立。第 9 章介绍有限元原理及其在 CAD 中的应用。第 10 章介绍机械优化设计。第 11 章介绍计算机仿真。

本书较全面地介绍了 CAD 的相关技术和内容,注重知识介绍的系统性和实用性,在重点章节中结合作者多年的教学经验和研究成果,编入了许多程序和实例。CAD 是一门实践性很强的技术课,在学习本书的过程中,应结合有关章节内容进行上机实践,才能收到较好的效果。

本书可作为高等学校教材,也可作为培训与继续教育用书。读者对象以在校学生及工程技术人员为主。

本书由袁泽虎担任主编,郭箐、肖惠民担任副主编。本书第 1、5、6、7、8、10 章由袁泽虎编写,第 2、3、9 章由郭箐编写,第 4、11 章由肖惠民编写。

由于作者水平有限,编写时间仓促,书中难免有错误或不足之处,敬请读者批评指正。

作 者
2012 年 2 月

目 录

第 1 章 CAD 概论及 CAD 系统	1
1.1 CAD 的内涵和功能	1
1.2 CAD 技术的发展	2
1.3 CAD 技术的应用	4
1.4 CAD 系统的硬件	5
1.4.1 主机	5
1.4.2 外存储器	6
1.4.3 输入设备	6
1.4.4 输出设备	7
1.4.5 图形显示设备	8
1.5 CAD 系统的软件	8
1.5.1 系统软件	9
1.5.2 支撑软件	9
1.5.3 应用软件	10
习题	11
第 2 章 工程数据的处理	12
2.1 数表的程序化处理	12
2.1.1 一维数表的程序化处理	13
2.1.2 二维数表的程序化处理	13
2.2 数表的文件化处理	15
2.3 一维数表的插值处理	17
2.4 线图的处理	20
2.4.1 线图的表格化处理	21
2.4.2 线图的公式化处理	21
2.5 工程数据的数据库管理	23
2.5.1 数据库系统及管理	23
2.5.2 Microsoft SQL Server 关系型数据库	24
2.5.3 工程数据库简介	30
习题	31
第 3 章 计算机图形处理基础	32
3.1 二维图形的坐标变换	32

3.2	三维图形的坐标变换	38
3.2.1	三维基本变换	38
3.2.2	三维复合变换	41
3.3	三维图形变换的应用	42
3.4	开窗与裁剪	44
3.4.1	基本概念和术语	44
3.4.2	窗口-视区变换	44
3.4.3	二维图形的裁剪	45
	习题	46
第4章	二维图形绘制	47
4.1	AutoCAD 2010 入门	47
4.1.1	AutoCAD 的基本功能	47
4.1.2	AutoCAD 2010 的工作空间	48
4.1.3	图形文件基本操作	52
4.1.4	AutoCAD 的命令输入	55
4.1.5	鼠标的使用	58
4.1.6	指定点位置的方法	58
4.1.7	坐标系	58
4.1.8	绘图设置	59
4.2	图层管理	61
4.2.1	图层特点	61
4.2.2	图层工具栏	61
4.3	绘图辅助工具	64
4.3.1	捕捉、栅格和正交模式	64
4.3.2	自动追踪	66
4.3.3	显示/隐藏线宽	70
4.4	绘制二维图形	70
4.4.1	绘制点	70
4.4.2	绘制构造线和射线	70
4.4.3	绘制直线	71
4.4.4	绘制矩形	71
4.4.5	绘制正多边形	71
4.4.6	绘制曲线对象	71
4.4.7	绘制与编辑多线	72
4.4.8	绘制与编辑多段线	75
4.5	图形编辑	75
4.5.1	选择一种修改对象的方法	75
4.5.2	选择对象	75

4.5.3 删除对象	77
4.5.4 移动或旋转对象	77
4.5.5 复制、偏移或镜像对象	77
4.5.6 修改对象的形状和大小	79
4.5.7 圆角、倒角、打断或合并对象	81
4.6 块和图案填充	82
4.6.1 块	83
4.6.2 图案填充	86
4.7 文字和表格	87
4.7.1 文字	88
4.7.2 表格	89
4.8 尺寸标注	91
习题	96
第5章 三维实体绘制	98
5.1 坐标系	98
5.2 绘制基本三维实体	99
5.3 通过拉伸创建实体	102
5.4 通过旋转创建实体	102
5.5 三维实体的布尔运算	103
习题	106
第6章 Visual LISP 语言及编程	107
6.1 Visual LISP 集成开发环境	107
6.2 应用程序的编译	109
6.3 应用程序的加载与运行	111
6.4 关闭 Visual LISP	112
6.5 Visual LISP 的数据类型	112
6.6 Visual LISP 的数值函数	113
6.7 表处理函数	114
6.8 GET 族输入函数	115
6.9 输出函数	116
6.10 字符串处理函数	116
6.11 条件分支函数	117
6.12 循环函数	118
6.13 定义函数	118
6.14 文件操作函数	119
6.15 调用 AutoCAD 标准命令的函数	120
6.16 Visual LISP 编程应用实例	120

习题	122
第 7 章 AutoCAD 二次开发技术	123
7.1 利用高级语言实现参数化绘图	123
7.1.1 命令组文件	123
7.1.2 参数化绘图	125
7.2 用户界面的开发设计	127
7.2.1 菜单文件的类型	127
7.2.2 菜单文件的结构及格式	128
7.2.3 用户界面开发的一般方法	130
7.3 图形系统与外部程序交换信息	133
7.3.1 图形交换文件	133
7.3.2 用 C 语言读取 DXF 文件	136
习题	139
第 8 章 智能 CAD 与设计型专家系统	140
8.1 智能 CAD 的概念及其发展	140
8.1.1 传统 CAD 技术的局限性	140
8.1.2 智能 CAD 的概念	140
8.1.3 智能 CAD 的发展	141
8.2 智能 CAD 方法	142
8.2.1 面向方案形成过程的智能 CAD 方法	142
8.2.2 基于设计对象表达的智能 CAD 方法	143
8.3 知识的表示	144
8.3.1 谓词逻辑	145
8.3.2 框架结构	145
8.3.3 产生式表示法	146
8.4 知识推理	147
8.5 设计型专家系统	148
8.5.1 专家系统的基本结构	148
8.5.2 设计型专家系统的特点	149
8.5.3 设计型专家系统的建立	150
习题	154
第 9 章 有限元原理及其在 CAD 中的应用	155
9.1 什么是有限元	155
9.2 有限元法分析过程	155
9.2.1 有限元模型	155
9.2.2 有限元法原理求解的分析步骤	156

9.3 平面问题的有限元分析	158
9.3.1 平面问题离散化	158
9.3.2 平面三角形单元分析	158
9.4 有限元分析的基本方法	161
9.5 有限元分析软件与 CAD 系统其他软件的集成	162
习题	163
 第 10 章 机械优化设计	 164
10.1 机械优化设计的基本概念	164
10.2 一维搜索方法	165
10.2.1 黄金分割法	166
10.2.2 二次插值法	169
习题	171
 第 11 章 计算机仿真	 172
11.1 计算机仿真概述	172
11.2 计算机仿真分类	174
11.3 计算机仿真技术发展及应用	174
11.4 计算机仿真软件	177
11.5 科学计算可视化	179
习题	183
 参考文献	 184

第 1 章 CAD 概论及 CAD 系统

1.1 CAD 的内涵和功能

CAD 是计算机辅助设计 (computer aided design) 的简称。计算机辅助设计是用硬、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法和技术;是在计算机环境下完成产品的创造、分析和修改,以达到预期设计目标的过程;是综合了计算机与工程设计方法的最新发展而形成的一门新兴学科。CAD 技术的应用对于提高产品的设计效率 and 设计质量,增强产品的市场竞争力具有重要的作用。

工程设计的过程包括设计需求分析、概念设计、设计建模、设计分析、设计评价和设计表示, CAD 的功能就是在工程设计的过程中起相应的作用,如图 1.1 所示。

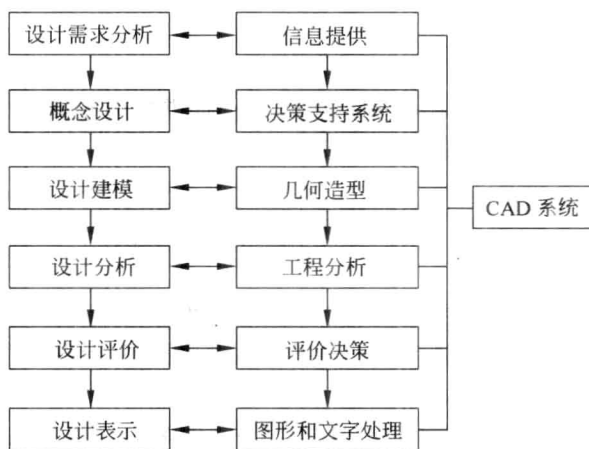


图 1.1 CAD 系统的功能

(1) 信息提供。CAD 系统一般都有图形库和数据库,并且可以通过网络与其他大型信息库相连,因此,在设计需求分析阶段,设计师可以借助 CAD 系统查询所需的市场需求信息和各种与该产品设计制造有关的技术信息,从而对产品的功能、经济性和制造要求等方面的可行性作出科学的估计。

(2) 决策支持系统。在概念设计过程中,需要用到专家的知识、经验及创造性思维,可以应用人工智能中的专家系统技术建立决策支持系统,从而很好地解决结构方案选择等概念设计问题。

(3) 几何造型。利用计算机技术,有效地将一些简单的几何形体组合成较复杂的立体,即在计算机屏幕上交互地构造和修改设计对象形体,并在计算机内建立三维几何模型。这种技术的采用,可以使设计师的感觉、空间想象能力和表现能力都得到延伸。通过几何造型,人与计算机之间可以实现图形信息的双向交流,设计师可面对屏幕上逼真的三维图形,

探索各种解决设计问题的方案。利用这种技术,可以把图形显示与结构分析、仿真模拟、评价等组合成一个有机的系统,设计师可对模型进行反复而又快速地分析、评价和修改,直至达到满意的结果。

(4) 工程分析。CAD 的基础技术,包括有限元分析、优化设计方法、可靠性设计方法、物理特性(如面积、体积、惯性矩等)计算、机械系统运动学和动力学分析、计算机模拟仿真以及各行各业中的工程分析问题等。

(5) 评价决策。对设计的结果进行分析评价,判断设计是否满足设计的要求,若不满足设计要求,须进行相应的修改或再设计,直到满足设计要求为止。

(6) 图形和文字处理。利用图形支撑软件进行二维图形绘制和三维建模,并进行图形文件的输入和输出。利用文字编辑排版软件进行设计文档制作,如工艺指导文件、设计说明书和产品说明书等。

从 CAD 系统的功能以及其对设计进程的作用可知,应用 CAD 技术有以下优越性:

- (1) 可以提高设计效率,缩短设计周期,减少设计费用。
- (2) 为产品最优设计提供了有效途径和可靠保证。
- (3) 尺寸准确,改图方便。
- (4) 利于设计工作的规范化、系列化和标准化。
- (5) 可为计算机辅助制造(CAM)和检测(CAT)提供数据准备。
- (6) 有利于设计人员创造性的充分发挥。

1.2 CAD 技术的发展

CAD 的发展可追溯到 20 世纪 50 年代,当时美国麻省理工学院(MIT)在它研制的名为旋风 I 号的计算机上采用了阴极射线管(CRT)做成的图形显示器,可以显示一些简单的图形。其后出现了光笔,开始了交互式计算机图形学的研究。

20 世纪 60 年代是 CAD 发展的起步时期。1962 年美国学者 Ivan Sutherland 研制出了名为 Sketchpad 的系统,这是一个交互式图形系统,能在屏幕上进行图形设计与修改。从此掀起了大规模研究计算机图形学的热潮,并开始出现 CAD 这一术语。其后,美国的一些公司推出了一些 CAD 系统,如在 1964 年美国通用汽车公司开发出了用于汽车前窗玻璃型线设计的 DAC-1 系统。1965 年,美国洛克希德飞机制造公司与 IBM 公司联合开发了基于大型机的 CADAM 系统,该系统具有三维线框建模、数控编程和三维结构分析等功能,使 CAD 在飞机工业领域进入了实用阶段。

20 世纪 70 年代,计算机交换图形技术和三维几何造型技术为 CAD 技术的发展奠定了基础,使 CAD 技术进入广泛使用时期。以中小型机为核心的 CAD 系统飞速发展,出现了面向中小企业的 CAD/CAM 商品化系统。到 70 年代后期,CAD 技术在许多工业领域都得到了实际应用。

20 世纪 80 年代,CAD 技术进入突飞猛进时期。由于小型机,特别是微型机的性能价格比的提高,极大地促进了 CAD 的发展,同时,计算机外围设备如彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等图形输入输出设备已逐步形成质量可靠的系列产品,为推动 CAD 技术向更高水平发展提供了必要条件。在此期间,大量的、商品化的、适用于小型

机及微型机的 CAD 软件不断涌现,又促进了 CAD 技术的应用和发展。

20 世纪 90 年代,随着各种先进设计理论和先进制造模式以及高档微机、操作系统和编程软件的发展,Internet 网迅速发展,CAD 技术更趋成熟,将开放性、标准化、集成化、网络化和智能化作为其发展特色。在过去的几十年里,人们已在计算机辅助设计领域中取得了巨大的成就。

CAD 技术的发展趋势主要体现在集成化、智能化、标准化和网络化 4 个方面。

1. 集成化

为适应设计与制造自动化的要求,特别是适应 CIMS (computer integrated manufacturing system,计算机集成制造系统)的要求,进一步提高 CAD 的集成化水平是 CAD 技术发展的一个重要方向。集成化形式之一是 CAD/CAM 集成系统,该系统可进行运动学和动力学分析、零部件的结构设计和强度设计、自动生成工程图纸文件、自动生成数控加工所需数据或编码,用以控制数控机床进行加工制造,即可实现所谓的“无图纸生产”。CAD/CAM 进一步集成是将 CAD、CAM、CAPP (computer aided process planning,计算机辅助工艺编程)、NCP (numerical control programming,数控编程)、CAT (computer aided test,计算机辅助实验)、PDM (product data management,产品数据管理)集成为 CAE (computer aided engineering,计算机辅助工程),使设计、制造、工艺、数控编程、数据管理和测试工作一体化。

2. 智能化

传统的 CAD 技术在工程设计中主要用于计算分析和图形处理等方面,对于概念设计、评价、决策及参数选择等问题的处理却颇为困难,因为这些问题的解决需要专家的经验 and 创造性思维。因此将人工智能技术、知识工程技术与 CAD 技术结合起来,形成智能化 CAD 系统是工程 CAD 发展的必然趋势。智能 CAD (Intelligent CAD, ICAD) 的研究与应用要解决以下 3 个基本问题:

(1) 设计知识模型的表示与建模方法。解决如何从需求出发,建立知识模型,进行逻辑设计,并在计算机上实现等问题。

(2) 知识利用。在知识利用方面,要研究各种推理机制,即要研究各种搜索方法、约束满足方法、基于规则的推理方法、框架推理方法、基于实例的推理方法等。

(3) ICAD 的体系结构。研究 ICAD 的体系结构,使之更好地体现 ICAD 的基本思想与特点,如集成的思想、多智能体协同工作的思想等。

3. 标准化

随着 CAD 技术的发展,工业标准化问题越来越显示出其重要性。迄今已制定了许多标准,例如:计算机图形接口 (computer graphics, CGI)、计算机图形文件标准 (computer graphics metafile, CGM)、计算机图形核心系统 (graphics kernel system, GKS)、面向程序员的层次交互式图形规范 (programmer's hierarchical interactive graphics standard, PHIGS)、基于图形转换规范 (initial graphics exchange specification, IGES) 和产品数据转换规范 (standard for the exchange of product model data, STEP) 等。此外,在航空、航天、汽车等一些大的行业中,针对某种 CAD 软件的应用也已经制定了行业的 CAD 应用规范。随着技术的进步,新标准还会不断地推出。这些标准对 CAD 系统的开发和 CAD 技术的应用起着指导性的作用。

4. 网络化

随着科学技术和经济水平的快速发展,近十几年来不断出现超大型项目和跨国界项目,这些项目的突出特点是参与工作的人员众多,且地理分布较广泛。而项目本身就要求各类型的工作人员紧密合作,如汽车新车型的设计,就需要功能设计师、制造工艺师、安全设计师等多学科专家的共同工作。可见,现代设计强调协同设计。协同设计是指在计算机的支持下,各成员围绕一个设计项目,承担相应部分的设计任务,并行交互地进行设计工作,最终得到满足要求的设计结果的设计方法。协同设计需要多学科专家的协同工作,而实现这一协作的基础就是计算机网络和多媒体技术。

Internet 网及其 Web 技术的发展,将设计工作推向了网络协同的模式,在该模式下,将电子会议、协同编辑、共享电子白板、图形与文字的浏览与批注、Email 等作为设计环境,并提供多种网上 CAD 应用服务。

1.3 CAD 技术的应用

随着 CAD 技术的不断发展,CAD 在各行各业中得到了广泛的应用,如所有企业和设计院都甩掉了图板,实现了计算机绘图。CAD 技术已经成为衡量一个国家科学技术与工业现代化的一个重要指标,成为企业信息化的重要技术基础,也是企业进入国际市场的入场券。下面介绍 CAD 技术在电子工业、机械工业和建筑业中的应用。

1. 电子工业

CAD 技术在电子工业的早期应用主要是印刷板和集成电路的制版工作,虽然在这一阶段仍有大量的设计工作要由人来完成,但制版的质量和效率已得到很大的提高。随着微电子工业技术的发展,CAD 技术也已经成为设计、研制、开发半导体器件及优化集成电路工艺技术所必需的技术手段,实现了集成电路工艺计算机模拟及半导体器件特性参数分析计算机模拟等。现在 CAD 技术在电子工业中的应用已经发展到高度集成化,即集设计、制造和分析于一体的 CAD/CAM/CAE 集成系统,能完成设计图纸输入、设计验证分析、数控加工程序的自动生成和自动测试等一系列工作,大大缩短了设计周期,提高了经济效益和设计质量。

2. 机械工业

机械工业使用 CAD 技术虽然起步比电子工业要晚一些,但发展速度很快,目前已处于领先地位。CAD 技术在机械工业中的应用,从早期的二维设计,发展到能进行三维设计和彩色效果图设计,同时,集成化的 CAD/CAPP/NCP 系统既能解决工程设计问题,又能完成计算机辅助工艺编程,并可自动生成数控程序。

CAD 技术在机械工业中的主要应用有以下几个方面:

(1) 二维绘图。绘制机械制图,用来代替传统的手工绘图,优点是图纸修改方便,减少设计者的重复劳动。

(2) 图形及符号库。将机械设计中的标准件、系列件和常用符号存入图形及符号库中,需要时可调出,插入到机械制图中去,从而提高绘图速度。

(3) 参数化设计。对标准化和系列化的产品,其不同规格的零部件具有相似的结构,但尺寸大小不同,因而可采用参数化设计的方法编制绘图程序,用户只需输入零部件的相关参

数就能生成相应的图形,从而实现自动绘图。

(4) 三维造型。采用实体造型技术设计零部件结构,经消隐和着色等处理后显示零部件的真实形状,同时还可作装配及运动仿真,从而可以观察是否发生干涉等。

(5) 工程分析。机械设计中使用的工程分析包括有限元分析、优化设计、可靠性设计、机械系统运动学和动力学分析、计算机模拟仿真等。

(6) 生成设计文档及报表。利用文档制作软件完成机械设计文档及报表的制作,如工艺指导文件、设计说明书、产品说明书及外购零部件报表等。

3. 建筑行业

CAD 技术在建筑领域也得到了充分的应用,目前的建筑 CAD 系统可以在图形显示屏幕上勾画建筑物的三维模型,进行建筑外形、周围环境、场地规划、日照效应等的设计,同时还可完成建筑物内部的结构设计和内部的平面布置设计以及建筑的管道设计、电气线路设计等,有些建筑 CAD 系统还包括工程概预算和工程投标子系统,为设计者、决策者及工程投标提供支持。

1.4 CAD 系统的硬件

由一定的硬件和软件组成的供辅助设计使用的系统称为 CAD 系统。由计算机及其外围设备组成 CAD 硬件系统,由程序及相关文档组成 CAD 软件系统。CAD 系统的硬件由主机和外围设备组成,如图 1.2 所示。

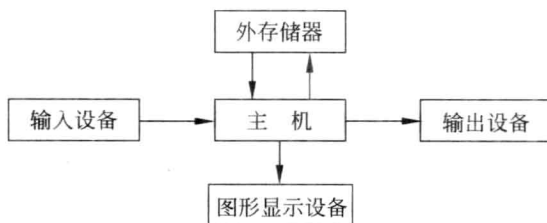


图 1.2 CAD 系统硬件的组成

1.4.1 主机

主机是控制及指挥整个 CAD 系统并执行实际计算和逻辑推理的装置,是 CAD 系统的核心部分。主机由中央处理器(CPU)和内存存储器组成。

中央处理器包括控制器和运算器两部分。控制器解释指令并控制指令的执行顺序,运算器执行算术运算和逻辑运算。衡量主机的指标主要有以下 3 项:

(1) 字长。CPU 在一个指令周期内能从内存提取并处理的二进制数据位数称为字长。字长越多,则计算速度越快,计算精度越高。

(2) 运行速度。以 CPU 每秒可执行指令数目或每秒可进行多少次浮点运算来表示。常用以下指标来度量主机的运行速度: MIPS(百万条指令/秒)、Mflops(百万次浮点运算/秒)或时钟频率。也有以 CPU 芯片的时钟频率来表示主机的速度,时钟频率越高,主机的运行速度越快。

(3) 内存容量。内存容量是描述主机存储能力和性能的主要指标,它通常以 MB 或 GB 为单位。现在微型机的内存容量从 1 GB、2 GB、3 GB 到 4 GB。

1.4.2 外存储器

1. 磁带

磁带具有 1/2 in 带宽和 1/4 in 带宽两种,其存储容量大(容量一般在 20~200 MB),工作可靠,成本低。磁带是典型的顺序存储设备,在磁带上以物理记录为单位写入或读出。磁带常用于存储批量大,不需随机存取的数据。

2. 磁盘

磁盘是最常用的外部存储设备,包括软盘和硬盘两种。以前常用的软盘规格是 3.5 in (1 in=0.0254 m) 盘,其容量为 1.44 MB。硬盘采用磁盘和磁头一体化的密封结构,它的可靠性高,存储容量大,目前在微机上配备的硬盘容量通常为 400~800 GB。硬盘存取方式为直接存取,存取速度比软盘和磁带都要快,因而成为 CAD 系统中不可缺少的设备。

3. 光盘

光盘存储器发明于 20 世纪 70 年代,是 80 年代世界电子科技十大开发项目之一。目前在计算机系统中常使用的光盘有只读型光存储系统、可写型光存储系统、可重写型光存储系统 3 种。

4. U 盘

U 盘全称为“USB 闪存盘”,英文名为“USB flash disk”。它是一个 USB 接口的无需物理驱动器的微型高容量移动存储产品,可以通过 USB 接口与计算机连接,实现即插即用。

1.4.3 输入设备

输入设备是向计算机输入数据、信息的设备总称。在 CAD 作业过程中,用户不仅要求能快速输入图形,而且还能根据需要对输入的图形进行编辑和修改,因而图形输入设备在 CAD 硬件系统中占有重要的地位。CAD 系统的常用输入设备有以下几种。

1. 键盘

键盘是最通用的数据和字符输入装置,在 CAD 系统中也可作为图形的输入装置。当作为图形输入装置时,它可以用来输入文字、输入坐标值、输入一个命令、选择菜单等。

2. 鼠标器

鼠标器是一种定位输入设备,可很方便地完成定位、拾取和选择等功能。目前微机上最常见的是串行口鼠标器,它通过微机上的串行接口与主机相连。在 CAD 作业中,可用它来选择绘图位置,拾取图形上的目标,选择菜单中的选项等,如用它能十分方便地操纵图标菜单、弹出式菜单和下拉式菜单。鼠标器结构简单,价格便宜,是 CAD 作业中经常使用的设备。

3. 数字化仪

数字化仪是将图像和图形的连续模拟量转换为离散的数字量的装置。数字化仪因制作原理不同而有多种类型,目前常用电磁感应式数字化仪,它由电磁感应板、游标和相应的电子电路组成。当使用者在电磁感应板上移动游标到指定位置,并将十字交叉点对准数字化的点位时,按动按钮,数字化仪将此时对应的命令符号和该点的位置坐标值排列成有序的一

组信息,然后通过接口(多用串行接口)传送到主计算机。

在 CAD 系统中,数字化仪可用来输入复杂的图形,如用来摘取放在它上面的工程图上的大量点,经数字化后存储起来,以此作为图形输入的一种方式。还可利用数字化仪制作台板菜单,完成绘图程序的调用、基本图形元素的调用、特定功能的调用以及命令的调用等,以提高交互式绘图的方便性和工作效率。

4. 扫描仪

扫描仪是一种图像输入设备,利用光电转换原理,通过扫描仪光电管的移动或原稿的移动,把黑白或彩色的图纸及文件数字化后输入到计算机中,它还用于文字识别、图像识别等新的领域。台式扫描仪(见图 1.3)能扫描 4 号幅面的图纸及文件,大扫描仪能扫描 0 号幅面的图纸。

扫描仪的工作原理如图 1.4 所示。扫描仪内部的基本组成部件是光源、光学透镜、感光元件,还有一个或多个模数转换电路。在扫描一幅图像的时候,光源照射到图像反射回来,穿过透镜到达感光元件(成行排列的电荷耦合器),每一个电荷耦合器把这个光信号转换成模拟信号(即电压),同时量化出像素的灰暗程度,接着模数转换电路再把模拟信号转换成数字信号进行保存。

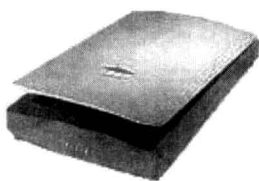


图 1.3 台式扫描仪

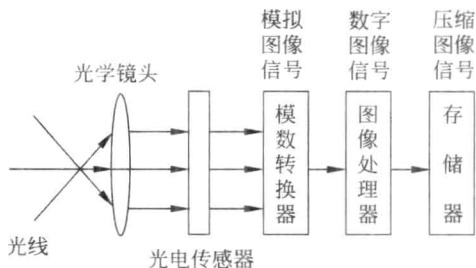


图 1.4 扫描仪的工作原理图

5. 数码相机

数码相机使用电荷耦合器件作为成像部件。它把进入镜头照射于电荷耦合器件上的光影信号转换为电信号,再经模数转换器处理成数字信息,并把数字图像数据存储在相机内的磁介质中。

数码相机可以将拍摄的图像储存在软盘、Flash 卡、PCMAIC 卡等存储装置中,用户可通过电缆线将储存卡中的图像输入计算机,并可利用软件对相片进行二次处理。

1.4.4 输出设备

CAD 系统设计的结果通常为图形和技术文档,绘图机用于输出大图幅的图形,打印机用于输出技术文档或小图幅的图形。

1. 打印机

打印机既能打印字符型文件,又能打印图形文件。打印机按印字原理可分撞击式与非撞击式两种。撞击式打印机是通过色带、针头将字符或图形印在纸上,这类打印机用得较多的是 24 针点阵打印机。常用的非撞击式打印机有激光打印机和喷墨打印机,该类打印机打印速度快,噪声低,是理想的汉字、图形、图纸输出设备。

2. 绘图机

绘图机(见图 1.5)是一种高速、高精度的图形输出设备,它可将已输入到 CAD 系统中的工程图样或在图形显示屏上已完成的结构设计图形绘制到图纸上,即可进行硬复制。

绘图机按工作原理可分为笔式绘图机和非笔式绘图机两种。笔式绘图机是驱动画笔沿 x 和 y 方向移动来画出图形,按其结构又可分平板式绘图机和滚筒式绘图机。平板式绘图机由绘图平台、导轨、驱动机构、笔架等几部分组成,其 x 向和 y 向的移动分别对应于横梁沿 x 向导轨的移动和笔架沿 y 向导轨的移动。滚筒式绘图机由滚筒、钢丝绳导轨、驱动机构、笔架等几部分组成,滚筒式绘图机是由滚筒带动绘图纸运动来实现 x 方向的移动,笔架由钢丝绳导轨的运动实现 y 方向的移动。

目前常用的是非笔式绘图机,如静电绘图机、喷墨绘图机、激光绘图机等,它们的绘图速度快、图面质量好、使用更方便。随着喷墨和激光打印技术的发展,性能价格比不断提高,近年来喷墨和激光绘图机已渐渐取代笔式绘图机而占据主流市场。



图 1.5 绘图机

1.4.5 图形显示设备

图形显示设备是 CAD 系统中必备的图形输入输出设备,通常由显示器和图形适配器(简称显卡)两个设备单元组成。它不仅能实时显示所设计的图形,而且还能让设计者根据自己的意图对几何造型和工程图形进行增、删、改、移动等编辑操作。

显示器按显示画面的颜色,可分为单色显示器和彩色显示器。目前 CAD 系统大都使用彩色显示器。显示器件有阴极射线管(CRT)、液晶显示(LCD)、激光显示、等离子体显示等。

当前最常用的是阴极射线管显示器和液晶显示器。阴极射线管一般是利用电磁场产生高速的、经过聚焦的电子束,通过磁场和电场的调整,偏转到屏幕的不同位置轰击屏幕表面的荧光材料而产生可见图形。液晶显示器通常是利用液晶的电光效应实现显示的。所谓电光效应是指在电的作用下,液晶分子的排列状态发生变化,从而使液晶盒的光学性质发生变化,也就是说电通过液晶对光进行了调制。

显示器按显示屏尺寸的大小,可分为 12 in、14 in、15 in、17 in 和 21 in 等显示器。当前主流是 19 in 显示器,专业图形设计领域一般采用 21 in 显示器。

显示器所显示的数字、字符和图像是由一个个像素组成的,像素是显示屏上的最小信息,每个小点称作一个像素。组成显示网络的像素多少决定了图形的清晰程度,通常用分辨率表示,像素越多,分辨率越高。目前微机显示器的分辨率通常有中分辨率(600×350 、 640×480)和高分辨率(800×600 、 1024×768 、 1280×1024)两类。

1.5 CAD 系统的软件

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计算机程序、数据以及各种文档。软件用来有效地管理和使用硬件,如实现人们所希望的各种功能要求,因此,软件水平的高低直接影响到 CAD 系统的功能、工作效率及使用的方便程度。