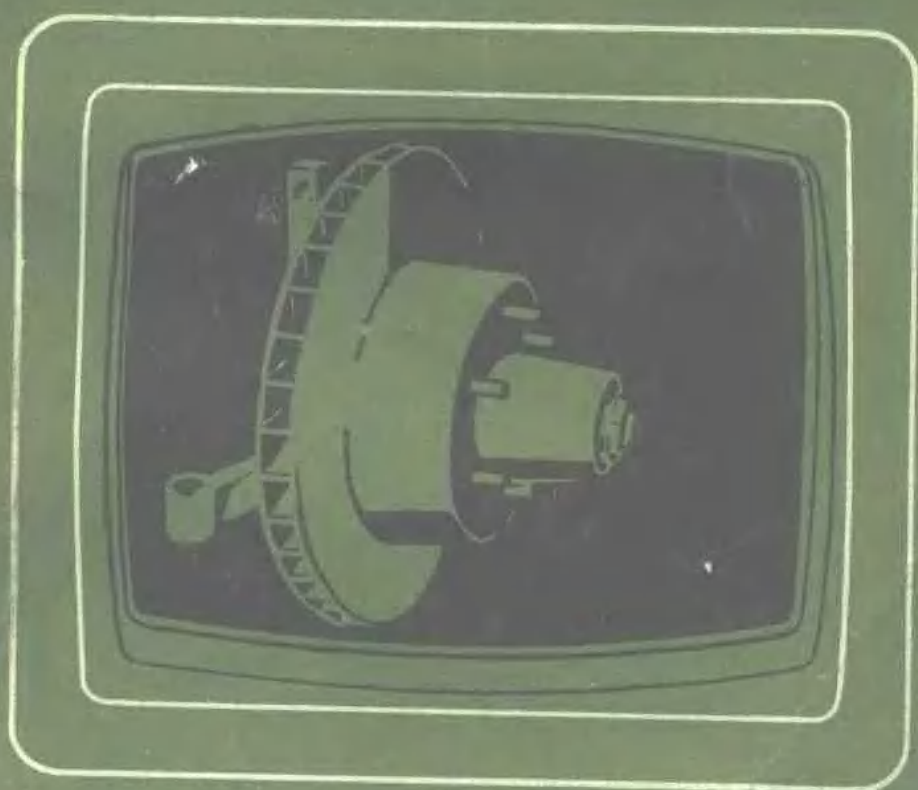


JISUANJI
FUZHU SHEJI YU ZHIZAO

计算机辅助设计与制造

龚汉生 编



重庆大学出版社

7P3711
25

计算机辅助设计与制造

龚汉生 编



重庆大学出版社

151

内 容 提 要

本书按照现代CAD和CAM集成化的观念,系统地讲述,CAD系统的硬件和软件,图形变换、几何建模、CAD技术在有限元分析中的应用、CAM基础知识、微机CAD/CAM系统、计算机辅助工艺设计以及有关的应用,取材新颖,内容丰富。着重于基本概念、原理和方法的阐述,同时注重应用。大部分章节之后均附有练习题,以利于自学。本书可用作机械类研究生和本科高年级学生有关课程的教材,也可供有关行业科研和工程技术人员自学进修之用。

JS453/42

计算机辅助设计与制造

龚汉生 编

责任编辑 蒋怒安

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆大学出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.5 字数: 337 千

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数: 3100

标准书号: ISBN7-5624-0240-X 定价: 2.71元
TP·13(课)

前 言

计算机辅助设计与制造 (Computer-aided design and manufacturing, 简称为 CAD/CAM) 是现代计算机技术发展的必然结果。它有机地综合了人和计算机各自的长处, 使二者在设计工作中成功地合作, 取得卓越的成效。近年来, CAD/CAM 技术发展迅速, 已经进入实用化阶段, 广泛应用于航空、造船、机械、土木建筑、电子、集成电路、轻工甚至服装行业。从事有关专业的科技人员均对它怀有浓厚的兴趣。

本书按照 CAD/CAM 集成化的观念, 对 CAD 和 CAM 的基本概念、原理和方法作了详细阐述, 同时也注意到各种实用系统和应用的介绍。

全书共分十章。第一章介绍 CAD、CAM 的形成和发展。第二、三章讲述 CAD 系统的硬件、软件及其各组成部分的原理和功能。第四章为图形变换的原理和方法。第五章阐述建立 CAD 几何模型的类型和方法。第六章介绍 CAD 技术在有限元分析的前置处理和后置处理中的应用。第七章系统地讲述数控技术的基本知识和国际上流行的 APT 系统。第八章介绍受到中小型企业青睐的以微型计算机为基础的 CAD/CAM 系统。第九章讨论成组技术、计算机辅助机械加工工艺过程设计、切削加工数据库等问题。第十章展示 CAD/CAM 技术的一些最新发展趋向, 如专家系统、工业机器人、柔性制造系统等。在大部分章节之后附有习题, 供自学练习之用。在书末附录中, 收集了本书所涉及的英文缩写词, 给出其英文全名和中文译名, 便于读者查阅。

本书经重庆大学现代设计法研究所副所长许剑欧仔细审阅, 并对原稿提出许多宝贵意见。书中大部分较复杂的插图由江西南昌工矿配件公司张月兰精心绘制。在编写和出版过程中, 得到重庆大学机械工程一系许多师生的大力支持和帮助。在此一并表示最衷心地感谢!

限于笔者的水平和学识, 书中可能有不当之处甚至错误, 诚恳地欢迎广大读者和专家提出批评、指正。木人将不胜感激。

编者

1989年2月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 发展的背景	(1)
1.2 集成化 CAD/CAM 概念.....	(2)
1.2.1 人、机特长的比较	(2)
1.2.2 如何发挥人、机各自的特长	(3)
1.2.3 集成化的 CAD/CAM	(4)
1.3 CAD/CAM的应用	(5)
习 题	(6)
第二章 计算机辅助设计系统的硬件	(7)
2.1 概述	(7)
2.2 中央处理器(CPU)	(7)
2.2.1 CPU的结构	(7)
2.2.2 多CPU系统	(10)
2.2.3 计算机分类	(10)
2.3 后备存储装置	(11)
2.3.1 两种信息处理方式	(11)
2.3.2 磁 带	(12)
2.3.3 磁 盘	(12)
2.3.4 磁 鼓	(14)
2.3.5 其它存储装置	(14)
2.4 一般输入/输出(I/O)装置	(14)
2.4.1 终 端	(15)
2.4.2 打印机	(15)
2.4.3 其他 I/O 装置	(16)
2.5 图形输入设备	(17)
2.5.1 光 笔	(17)
2.5.2 模拟装置	(17)
2.5.3 键盘装置	(20)
2.6 图形显示装置	(21)
2.6.1 阴极射线管(CRT)显示器	(21)
2.6.2 等离子板显示器	(24)
2.7 图形输出设备	(25)
2.7.1 笔式绘图机	(25)
2.7.2 静电绘图机	(27)
2.7.3 其他图形输出设备	(28)
2.7.4 图形输出设备的操作方式	(28)

2.8 CAD系统的硬件配置	(30)
2.8.1 中心配置	(31)
2.8.2 分布式配置	(31)
习 题	(32)
第三章 计算机辅助设计系统的软件	(33)
3.1 概述	(33)
3.2 操作系统 (Operating System)	(33)
3.2.1 支持程序	(34)
3.2.2 操作系统的功能和类型	(34)
3.2.3 几种常用的操作系统	(35)
3.3 图形系统	(37)
3.3.1 常用的几种图形软件	(37)
3.3.2 复盖系统 (T)	(39)
3.3.3 图形数据库的结构和处理	(42)
3.3.4 符号 (Symbols)	(45)
3.3.5 宏块 (Macro)	(46)
3.3.6 图形变换	(47)
3.3.7 绘图	(49)
3.4 图形标准	(49)
3.4.1 GKS和CORE 草案	(50)
3.4.2 GKS-3D和PHIGS方案	(50)
3.4.3 IGES格式	(51)
3.4.4 其他图形标准	(52)
习 题	(53)
第四章 变换系统	(54)
4.1 显示	(54)
4.2 开窗和剪取	(54)
4.3 二维变换	(55)
4.4 三维变换	(57)
4.5 线性变换	(60)
4.6 三维数据的显示文件	(60)
4.7 三维数据的视见性	(60)
4.8 视点坐标系	(62)
4.9 操纵杆功能	(66)
4.10 视图变换	(71)
习 题	(73)
第五章 几何建模	(75)
5.1 概述	(75)
5.2 模型的维数	(75)
5.3 模型的类型	(76)

5.3.1 线架模型 (Wireframe model)	(76)
5.3.2 表面模型 (Surface model)	(77)
5.3.3 实体模型	(78)
5.4 实体模型的构造	(78)
5.4.1 体素法	(78)
5.4.2 边界模拟法	(80)
5.4.3 实体建模软件实例	(81)
5.5 建模程序实例	(82)
5.5.1 建模零件的原始数据	(82)
5.5.2 子程序说明	(84)
5.5.3 程序文本	(85)
习 题	(88)
第六章 CAD 技术在有限元分析中的应用	(89)
6.1 概述	(89)
6.2 有限元方法简介	(89)
6.3 有限元分析的前置处理	(90)
6.4 前置处理的应用实例	(92)
6.5 有限元分析结果的后置处理	(94)
6.6 三维形体的描述和网格生成	(98)
6.7 网格公式	(101)
6.8 三维系统的应用	(103)
习 题	(106)
第七章 计算机辅助制造	(107)
7.1 概述	(107)
7.2 数控基础知识	(108)
7.2.1 NC机床的动作	(108)
7.2.2 点位控制和轮廓控制	(109)
7.2.3 NC机床的手工编程	(111)
7.3 APT系统——现有的 CAM 系统	(114)
7.3.1 APT的发展概况	(114)
7.3.2 APT语言的结构和词汇分类	(116)
7.3.3 APT的基本语法	(117)
7.3.4 APT中的几何定义	(120)
7.3.5 点位运动语句	(129)
7.3.6 轮廓运动语句	(130)
7.3.7 辅助APT语句	(133)
7.3.8 APT语言小结	(134)
7.3.9 后处理程序 (Post-Processor)	(137)
7.4 CAD/CAM集成系统	(142)
7.5 具有集成交互绘图功能的微机CNC系统	(146)

习 题	(149)
第八章 以微型计算机为基础的 CAD/CAM 系统	(152)
8.1 微型计算机系统	(152)
8.2 微机系统的硬件和软件	(154)
8.2.1 微处理器	(154)
8.2.2 主存储器	(155)
8.2.3 后备存储器	(155)
8.2.4 输入、输出设备	(156)
8.2.5 通讯系统	(156)
8.2.6 软件	(157)
8.3 微型机CAD/CAM系统例子	(158)
8.3.1 工作站的硬件	(158)
8.3.2 研制软件的支撑条件	(159)
8.3.3 工作站的软件	(159)
8.4 机床控制系统	(166)
8.5 CAD/CAM系统的应用	(168)
习 题	(172)
第九章 计算机辅助工艺设计	(173)
9.1 成组技术	(173)
9.2 零件族、零件分类和编码	(174)
9.3 通用的分类和编码系统	(174)
9.3.1 奥匹茨 (Opitz) 系统 (联邦德国)	(175)
9.3.2 P.G.M.系统 (瑞典)	(176)
9.3.3 NIITMASH系统 (苏联) [32]	(176)
9.3.4 MICLASS系统	(176)
9.4 计算机辅助工艺设计系统	(179)
9.4.1 检索型工艺设计系统	(179)
9.4.2 再生型工艺设计系统	(180)
9.5 机械加工过程信息	(181)
9.6 加工过程优化	(181)
9.7 机械加工数据系统	(183)
9.8 计算机化的机械加工数据系统	(184)
9.8.1 数据库系统	(184)
9.8.2 数学模拟系统	(184)
9.9 机械加工数据收集系统	(185)
习 题	(185)
第十章 CAD/CAM 的发展趋向及使用	(186)
10.1 专家系统	(186)
10.2 工业机器人	(187)
10.2.1 机器人的基本要素	(188)

10.2.2 工业机器人的种类	(188)
10.2.3 机器人控制器	(190)
10.3 CAD和机器人的程序编制	(191)
10.4 柔性制造系统.....	(192)
10.5 CAD/CAM 系统的购置和使用	(193)
附录 英文缩写术语英汉对照表.....	(196)
参考文献.....	(198)

第一章 绪 论

1.1 发展的背景

如果说, 19世纪的工业革命是以机器的应用使人类体力方面的能力得以增强, 那末, 本世纪正在进行的第二次工业革命则以计算机使人们智力方面的能力得以提高。现在, 要从事一项大型工程设计, 不使用计算机是难以想像的。

从本世纪50年代末期以来, 由于计算机的存贮量增大和运算速度加快, 许多过去难于解决的复杂问题, 现在都能迎刃而解。特别是近年来微电子学的进步, 如超大规模集成电路(VLSI)技术的发展, 使计算机硬件的成本逐年降低。许多工厂企业能在其财力可及的条件下利用计算机来发挥生产、管理、技术方面的优势。同时, 由于采用了VLSI, 计算机硬件的尺寸愈来愈小, 使许多无法接纳体积庞大的传统计算机的工业部门大为改观, 出现了各种各样用微型计算机控制的机床、仪器等机械产品。随着计算机科学的进一步发展, 产生了集成化的计算机辅助设计和制造(缩写为CAD/CAM)技术。由于它们能为工程企业带来良好的生产效益, 很快得到广泛应用。

顾名思义, CAD/CAM可以简单地定义为用计算机来辅助设计和制造过程。更详细地说, CAD/CAM涉及到计算机应用于从设计绘图开始, 到生产工艺和管理、加工、装配、质量检验, 直到成品入库的整个产品制造过程。它包括两个独立的部分, 即CAD和CAM。在过去的30年里, CAD和CAM起初是分别独立发展的。现在它们趋向于联合成一个集成的CAD/CAM系统。利用这个统一的系统, 既可以作产品的设计开发, 又可以自始至终地对产品制造过程进行控制和监测。以下分别说明CAD和CAM的发展概况。

CAD的主要基础是功能强大, 用途广泛的计算机图形学。计算机图形学是指在计算机的辅助下, 在显示装置上产生图形, 并对图形进行移动、旋转等变换的学科。计算机图形学起源于1950年, 美国麻省理工学院(MIT)在与Whirlwind 1计算机联接的第一台由计算机驱动的显示装置上产生简单图形。1962年, MIT的Lincoln实验室推出的SKETCHPAD系统, 标志着计算机图形学迈出了重要的一步。这个系统由TX2计算机驱动的阴极射线管(CRT)构成。CRT还带有键盘和光笔。利用光笔可以在屏幕上画图并对图形进行交互式的控制。通过按钮可以实现对图形的缩放、移动、旋转、动画和仿真等通用的操作。当时, 这种系统相当昂贵, 只有资金雄厚的飞机和汽车制造等大企业才敢问津。并且由于缺乏适合于在这种系统上运行的图形软件和应用软件, 限制了它在工程企业中的推广应用。毕竟, 计算机图形学的早期成就开阔了全世界工程技术界的视野。同年, 该系统的研制者I. E. Sutherland首次提出CAD的术语和概念, 被认为是CAD的创始人。1963年, MIT的S. A. Coons提出从总体设计到生产设计的CAD和CAM一体化思想。

随着计算机硬件和软件技术的飞速发展, CAD在工业中的应用快速地增长。起初, CAD系统用于绘制工程图纸的自动绘图站。后来, 将CAD系统与图形显示终端联接起来, 在终端上产生描述零件形状和尺寸的几何模型, 以后再使用在计算机中形成的数据库来进行绘图。现在, CAD系统能完成的工作远不止于绘图了。有些系统能和有限元程序联结, 对零件进行计算分析; 有的系统能对机构进行运动分析。此外, CAD系统还包括对结构进行模

态分析和评定结构对微小缺陷的响应的试验方法。图1.1表示美国各应用领域中CAD系统投资额的变化和增长趋势。

CAM最初起源于数控(NC)技术。1947年美国密执安州的 John C. Parsons 采用电子控制机床坐标的方法来制作直升飞机叶片的样板,首创了数控技术。美国空军非常重视这种方法,并支持MIT在此基础上作进一步研究。1952年推出的第一台数控机床样机,证明NC技术具有很大的潜力。接着,机床制造业和加工制造业投入大量人力和资金研制各种类型的NC机床来满足各种特殊需要。

50年代末期,计算机已经商品化,并且认识到计算机可以用来为NC机床产生数值。美国空军再次向MIT投资,用来研制计算机的零件程序编制语言,这种语言可用来描述NC机床刀具的几何运动。作为这项工作的成果,APT(Automatically Programmed Tools,即自动编程工具)已成为众所周知的标准NC零件编程语言。APT提供了一种手段,零件编程人员用这种手段将加工指令送给数控机床。几年以后,又研制了三种APT版本。随着NC机床的新发展,又出现了许多种基于APT概念由用户建立的零件编程语言,如英国的NELPT,德国的EXAPT,和AUTOPIT、ADAPT等。

不久以前,一直用手工方式产生和检验NC指令。现在CAM系统能自动产生NC程序,并且在图形显示器上能快速模拟刀具轨迹供检查。此外,大多数系统还具备完善的编制工艺过程的能力,甚至还具有指导全厂的生产 and 材料流程的工厂管理功能。

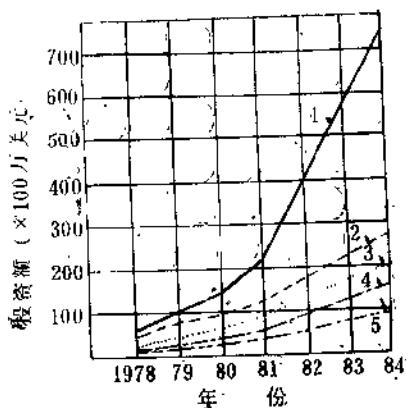


图1.1 美国各工业领域CAD系统投资额的变化和增长趋势

1—机械 2—电器 3—建筑 4—制图
5—其他

1.2 集成化CAD/CAM概念

计算机辅助设计是一种人和计算机在解决某项设计任务过程中密切合作,以达到最佳工作方法。为了说明这种人、机合作的必要性,有必要来考察人和计算机在设计工作的各个环节所表现的特点。

1.2.1 人、机特长的比较

以下表对比人和机在设计工作各种环节中的不同表现:

比较项目	人	计算机
1. 逻辑推理方法	用经验、直觉和想象进行判断	系统的和程式化的方法
2. 智能水平	能快速而循序渐进的学习,但智能不稳定	学习能力差,但智能水平稳定
3. 信息输入方法	通过视、听方式可同时大量输入	顺序的和程式化的方式输入

续表

4. 信息输出方法	用语言或动作缓慢顺序地输出	用相当于人的动作快速程式化顺序输出
5. 组织信息	灵活而直觉	格式化和详细的
6. 对信息细节的记忆	容量小, 随时间而变化	容量大, 不随时间而变
7. 对重复繁冗工作的耐力	很 差	很 强
8. 提取重要信息的能力	很 强	很 差
9. 出错机率	经 常	极 少
10. 查找和纠正错误方法	通过直觉方式查错和纠正错误	用系统的方法查错和纠错
11. 分析计算能力	直觉分析能力很强, 数值分析能力差	无直觉分析能力, 数值分析能力很强

从对比中可以看出一个有趣结果: 在绝大多数环节中, 人和计算机的能力正好是互补的。这正是CAD技术得以发展的自然基础, 它可以使人、机在设计中互相取长补短, 以达到最佳的合作效果。

1.2.2 如何发挥人、机各自的特长

利用CAD可在以下方面发挥人机各自的特点:

(1) 设计构思

经验和判断是人之特长。因此, 设计构思必须由设计师来掌握。设计师可以对设计的各个部分在任何阶段以任何顺序灵活地工作。这些是计算机无法胜任的。

设计者能从已有的设计中进行类比、学习, 博采众长。而计算机藉助于其量大而可靠的记忆能力, 可将以往的设计经验或图纸保存下来, 在要用时, 又能快速调用原有设计供参考借鉴。

(2) 信息处理

产品设计过程实质上是设计师根据对产品的特性要求, 最后给出产品图纸或制造信息, 使设计能投入制造。在输入产品特性时, 计算机可以对输入信息中人为的错误进行严格检查, 并能在人的干预下改正。在设计的完成阶段, 可用计算机绘图来代替缓慢而繁琐的手工绘图过程。

在设计过程中信息存储应该在设计者的指挥和组织之下由计算机来实现。

(3) 修改

计算机擅长于察觉设计中的系统性错误, 而人善于用直觉经验方式来找错。例如, 判断一根轴的强度, 计算机是通过准确的计算来作出结论, 而人是凭直觉经验来评定。

计算机缺乏自动改正错误的能力。因此, 对设计中错误的检查和修改都应由设计者来控制进行。

(4) 分析

计算机具有卓越的数值分析计算能力。因此, 应该尽可能把设计中的数值分析工作交给计算机去作, 而设计者根据计算分析结果用其直觉经验和分析判断能力来进一步提高设计质量

1.2.3 集成化的CAD/CAM

CAD的主要任务是以几何数据的形式来定义所要制造的零件或系统,或者产生由这些数据得出的零件或系统的图纸,由图纸确立零件或系统的物理轮廓。而CAM的任务是以该数据库为基础把这个定义变成真实的硬件。在CAM中,计算机可以实现各种各样的制造功能,如像数控、工艺过程设计、机器人和工厂管理。在数控中,使用计算机来完成数控零件编程可以代替手工编程,使编程人员免除了繁琐而费时的计算和编程工作。在工艺设计应用中,计算机的功用是将分属于许多个别人多年的制造经验汇集起来,使这些信息有助于经验较少的工艺人员。目前,机器人能在计算机控制下完成许多工业应用中的复杂任务。它们通常是可编程的,能执行各种不同作业。在工厂管理用途中,计算机系统能按总生产计划中的报表和生产信息来监控制造过程,从而使制造中的库存量相对于总生产进度、批量和生产提前期

等约束因素来说是最佳的。由于以上四项制造功能一直是分开研究和发展的,如果能将

这些分离的因素联接成一个集成制造系统定会迸发出其巨大的潜力。这是CAM技术力图达到的目标。

总而言之,CAD/CAM的基本概念是,使设计和制造中的各项功能计算机化,并且通过一个共用的中心计算机数据库把这些功能联结在一起。其结果是,CAD系统能让用户以图形终端和计算机对话的方式来定义设计轮廓,进行结构及其力学性能分析、运动分析和模型试验,以及自动绘制工程图。

然后,生产人员可以用CAD提供的几何描述作为CAM的起点来产生NC机床的程序,为整个生产过程编制工艺过程,指挥机器人运送工件和刀具,以及用工厂管理系统指挥工厂的生产进度。

CAD/CAM的总体概念可图解成图1.2的方框图。该图表示了CAD/CAM的示意结构,它大致说明了CAD/CAM的基本原理。目前作为商品出售的CAD/CAM系统已经具备全部集成的CAD功能,甚至具有完全的NC功能。但是,其性的CAM功能仍处于不同的研制阶段。

就工作效率和生产率而论,使用CAD/CAM的优越性是十分明显的。CAD可以大大减少设计一种产品所必须的步骤,并且能使每个设计步骤变得容易得多,使设计人员的工作不再那么烦琐。其结果能使设计人员完成的工作量极大地增加,并且还可以大大缩短从原结设计构思到最后完成产品设计之间的周期。设计师利用能对设计图形作灵活操作的手段,易于从设计过程对复杂问题获得深刻而透彻的理解,这将有助于设计师作出更好的决策,并且可以减少其他方法难以察觉的隐含性错误,从而达到产品质量的提高和增强产品在市场上的竞争力。

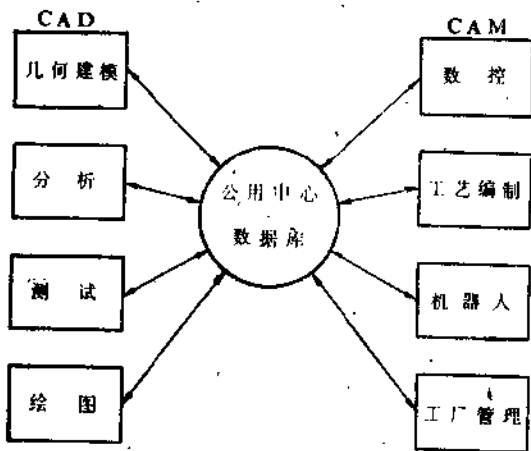


图1.2 集成的计算机辅助设计与制造的概念

CAM能以各种方式大大提高车间的生产率，并且显著地缩短产品的交货时间。就管理而论，CAD/CAM可以改进计划和生产的调度，因而可以达到更好地控制报表，使所需流动资金减少。

CAD/CAM的一个重要的优点是，由于所有信息都存储在计算机内，而不是在纸上，数据从一个部门传送到另一个部门变得更迅速、更可靠，而且很少差错。

1.3 CAD/CAM的应用

交互式计算机图形学已经广泛地用于许多不同的科学技术领域。用图形来阐述科学或设计的新思想是一种很生动而有效的手段。其应用包括：化学中分子结构的研究、医学研究、动画片、飞机飞行仿真、飞机结构设计、造船和汽车工业、电子工业中的集成电路和印刷电路板的设计、城市规划和建筑设计、工厂设计中的管线布置、有限元分析的网格数据准备和绘图等。

现在，飞机驾驶员可以在地面上的飞行模拟器中进行训练，以代替一部分在空中的飞行训练。飞行模拟器包括所有常用的控制仪表以及能显示由计算机产生的在起飞和降落时所见的地面图象的电视屏幕。这些图象能随着受训飞行员为操纵其“飞机”所采取的动作而瞬时变化，使飞行员能获得与实际飞行运动时相同的感受。其主要优点是：节约燃料开支，安全，并能让飞行员获得驾驶“飞机”在世界各地不同机场条件下作飞行练习的机会，而不是总在同一个机场上进行训练。

在集成电路设计中，用手工方式可能要花几个星期的时间画出一张设计图，如果要对已有的设计稍作改变就需要作很大的修改，几乎要花同样长的时间来重画。若是采用交互式计算机图形系统，可以在短得多的时间内就画出电路图，而且可以利用计算机检查出设计中任何含混不清和不协调的地方，在几分钟内就可以完成对设计的更正和修改。集成电路设计中的这个最新发展，已经对降低电子设备的成本作出了巨大贡献。

近十年来，有限元分析已迅速形成一个重要的工程方法。这种方法最初用在航空工业上。由于有限元法为设计人员提供了一个潜力很大而有效的分析复杂工程结构的计算手段，它很快就被扩散到邻近的工程领域。尽管有限元方法在工程技术人员中普及了若干年，但是，它用起来并不是那么容易。最困难的问题在于单元网格划分和数据准备工作。采用CAD来进行有限元分析的前置处理，可以提高数据准备工作效率，而且还可以减少出错机率。在有限元分析之后，可以用CAD系统以图形表示计算结果，并使结果得以迅速处理。

在绘图工作中，目前普遍采用CAD使绘图简易化并提高出图效率。CAD系统提供了许多加快绘图的自动功能。绘图人员不再需要用手工在图纸上一条条地画线，由CAD系统根据用户指定的点和属性来构成线条。其他的自动功能为绘图提供附加的支撑。例如，可将一个视图上已生成的点和线自动地投影到另外视图上。类似地，对一个视图所作的图形修改会自动作用到另外视图上。此外，绝大多数CAD系统还有自动变换比例尺和标注尺寸的功能。

80年代后期的中型主力民用飞机波音767，通过采用CAD/CAM系统，使多达十万个零件的机身实现了高效率的设计和制造。

习 题

1. 在设计中,人和计算机各自有哪些特长?二者的关系如何?
2. 在设计工作中,如何发挥人、机的特点以达到最佳效果?
3. 什么是集成化的CAD/CAM系统?它有何优越性?

第二章 计算机辅助设计系统的硬件

2.1 概 述

数字计算机是CAD/CAM系统的主要核心部件。数字计算机是一种能按照预先给定的指令序列(即所谓程序)来实现数学和逻辑运算以及数据处理的电子计算机。构成计算机系统的物理组件通称为“硬件”,而将各类程序通称为“软件”。在数字计算机的基础上,配

备适当的图形输入、显示和输出设备,就可以构成一套完整的CAD系统。

本章主要介绍数字计算机的通用硬件和用于CAD系统的图形处理硬件。它们可分为以下部份:(1)中央处理器(CPU);(2)后备存储器;(3)一般输入/输出(I/O)装置;(4)图形输入设备;(5)图形显示设备;(6)图形输出设备。

由前三部分硬件就可以构成一般通用的数字计算机系统。它们之间的关系如图2.1所示。从图上看,CPU由控制器、存储器和算术逻辑部件三部分构成。图2.1表示的是一种简单配置形式。如果需要的话,可以再配接若干个I/O装置和后备存储器就可以将它扩展成更为复杂的系统。有时甚至具有不止一个CPU作并行处理,构成多处理器系统。

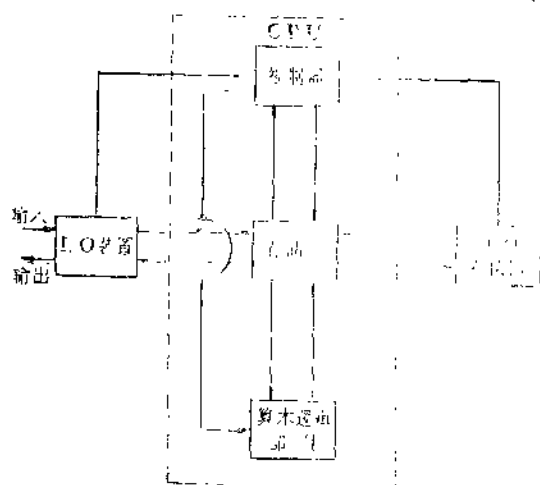


图2.1 简单计算机系统的一般构造

以下分别讨论各部份的结构和基本工作原理。并介绍CAD系统的硬件配置形式。

2.2 中央处理器(CPU)

CPU是数字计算机的核心,它协调和控制所有其他组件的活动使之按程序指令的规定来完成对数据的数学和逻辑处理。

2.2.1 CPU的结构

不同的机型,CPU的结构有所不同。其一般结构如图2.2所示。CPU可以看成由以下四个部份构成:控制器、运算器、寄存器和存储器。

(1) 控制器

控制器相当于计算机的“总管”。它依次读取用户程序中的每一条指令,对指令进行翻译,并决定如何、何时来执行何种动作。然后,它指挥运算器该作何种运算和从何处获得所

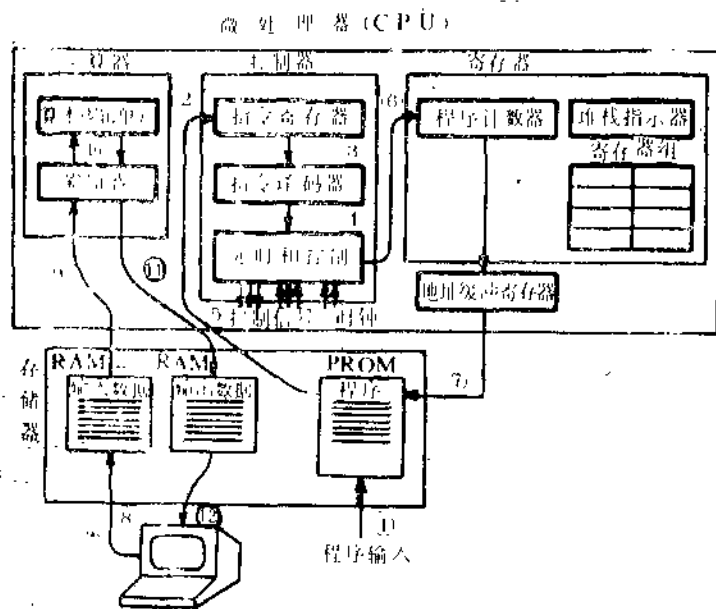


图2.2 微处理器结构

需的信息。一旦它获悉运算器完成计算，就告诉运算器对结果作何处理和下一步该作什么。

(2) 运算器

运算器是用于处理算术和逻辑运算的。它执行诸如加法和减法等实际计算工作，加、减法是计算机的基础功能。从图2.2看出，运算器包括算术逻辑单元和累加器两部分。

算术逻辑单元（缩写为ALU）是由一些能执行程序中规定的算术和逻辑运算功能的电路所组成的硬件单元。大多数的ALU只能作加法和减法，但是，现在有一些能作乘法和除法，甚至能作其他更复杂数学运算的ALU。

累加器是一个用来暂时存储算术逻辑运算所得中间结果的寄存器。以两个数相加为例，累加器首先存放第一个数，再接受第二个数使其与第一个数相加，并保存其和数。通过同样的运算过程，可以和更多的数相加，最后结果保存在累加器中。

(3) 寄存器

控制器和ALU都使用寄存器来实现其功能。计算机中的寄存器是CPU内部的小存储单元。它能接纳、保存和传送数据。每个寄存器包括若干个二进制元件，一个二进制元件称为一位。寄存器的位数构成计算机的字长，字长能在某种程度上表明计算机的处理能力。不同类型计算机具有不同数量的寄存器，其数量取决于CPU结构的复杂性。寄存器的配置应能为CPU执行多种处理运算提供支持。现按其功能分述如下：

程序计数器（PC） 程序计数器有时也称为控制寄存器，它保存CPU要执行的下一条指令的地址码。在程序执行期间，CPU按程序计数器的内容所指明的地址码从存储器提取每条指令字。实际上，程序计数器起到程序指令字的指针作用。在CPU取走当前指令字之后，PC即自动加1，指到下一个指令字的地址。

指令寄存器 这个寄存器保存当前指令，供指令译码器进行译码，使指令被翻译成与CPU要执行的动作相对应的机器码。