

计算机基础教育丛书

计算机 辅助设计技术基础

孙家广 陈玉健 黄汉文 编著

清华大学出版社



2
2

计算机辅助设计技术基础

孙家广 陈玉健 黄汉文 编著

清华大学出版社

内 容 提 要

本书全面介绍了计算机辅助设计(CAD)技术的基本原理及应用,主要内容有 CAD 系统, CAD 软件的工程化,图形标准,二、三维图形的生成及变换,用户接口,几何造型,工程数据库和有限元分析的前后处理等。

本书既可作为高等院校讲授《CAD 技术基础》课程的教材,也可供成人高等学校师生以及有关工程技术人员参考。

JS375/25

(京)新登字 158 号

计算机辅助设计技术基础

孙家广 陈玉健 黄汉文 编著

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本:787×1092 1/16 印张:21 字数:495千字

1990年9月第1版 1991年11月第2次印刷

印数:10001~15000

ISBN 7-302-00654-7/TP·225

定价:6.45元

丛书出版说明

近年来,我国的计算机应用事业迅速发展,大批科技人员、大中学生、管理人员、以及各行各业的在职人员都迫切要求学习计算机知识,他们已经认识到,计算机知识是当代知识分子的知识结构中不可缺少的重要部分。

计算机应用人才队伍由两部分人组成:一部分是从计算机专业毕业的计算机专门人才,他们是计算机应用人才队伍中的骨干力量;另一部分是各行各业中从事计算机应用的人才,他们既熟悉本专业的业务,又掌握计算机应用的技术,人数众多,是计算机应用人才队伍的基本力量。他们掌握计算机知识的情况和应用计算机的能力在相当大程度上决定了我国计算机应用的水平。因此,在搞好计算机专业教育的同时,在广大非计算机专业中开展计算机基础教育是十分必要的。

非计算机专业中的计算机教学,无论就目的、内容、教学体系、教材、教学方法等各方面都与计算机专业有很大的不同,它以应用为目的,以应用为出发点。如果不注意这个特点,将会事倍功半。广大非计算机专业的师生、在职干部迫切希望有一套适合他们的教材,以便循序渐进地迈入计算机应用领域,并且不断地提高自己的水平。我们在前几年陆续编写了一些适合初学者使用的教材,受到广大群众的欢迎。许多读者勉励我们在此基础上进一步摸索和总结规律,为我国的广大非计算机专业人员编写一整套合适的教材。

近年来,全国许多专家、学者在这个领域作了有益的探索,写出了一批受到群众欢迎的计算机基础教育的教材。特别是全国高等学校计算机基础教育研究会作了大量的工作,在集思广益的基础上,提出了在高等学校的非计算机专业中进行计算机教育的四个层次的设想,受到广泛的注意和支持。我们认为:计算机的应用是分层次的,同样,计算机人才的培养也是分层次的;非计算机专业中各个领域的情况不同,也不能一律要求,在进行计算机教育时也应当有不同的层次。对于每一个学习计算机知识的人,还有一个由浅入深,逐步提高的过程。

我们认为,编辑出版一套全面而有层次的计算机基础教育的教材,目前不仅是十分必要的,而且是完全有条件的。在全国高等学校计算机基础教育研究会和许多同志的积极推动和清华大学出版社的大力支持下,我们决定编辑《计算机基础教育丛书》。它的对象是:高等学校非计算机专业的学生、计算机继续教育或培训班的学员、广大在职自学人员。

本丛书包括计算机科学技术的一些最基本的内容,例如计算机各种常用的高级语言、计算机软件技术基础、计算机硬件技术基础、微型计算机的原理与应用、算法与数据结构、数据库基础、计算机辅助设计基础、微机网络与应用、系统分析与设计等,形成多层次的结构,读者可以根据需要与可能选学。

本丛书的宗旨是针对广大非计算机专业的需要和特点来组织教材,敢于破除框框,

从实际出发，用读者容易理解的体系和叙述方法，深入浅出、循序渐进地帮助读者更好地掌握课程的基本内容。希望我们的丛书能在这方面闯出自己的风格，在实践中接受检验。

本丛书的作者大多数是高等学校中有较丰富教学经验的教师。但是，由于计算机科学技术的飞速发展以及我们的水平有限，丛书肯定会存在许多不足，丛书的书目和内容也应当不断发展和更新。我们热情地希望得到社会各界和广大读者的批评指正。

主编 谭浩强 林定基 刘瑞挺

1988.10

前 言

计算机辅助设计及制造 (CAD/CAM) 技术在国外出现于六十年代。由于这一技术将计算机高速而精确的计算能力、大容量存储和处理数据的能力与人的逻辑判断、综合分析能力以及创造性思维结合起来,从而产生了巨大的威力,应用范围极广,经济效益显著;近二十年来,得到了突飞猛进的发展。目前,在发达国家已经形成了关于计算机辅助技术的研究、开发、制造、销售以及咨询服务的新产业。

在美国,率先应用 CAD/CAM 技术的是飞机制造、汽车制造等大型企业。目前,这类企业无例外的全部应用了这一技术。大规模集成电路的出现,使 CAD 成为这一领域中不可缺少的设计手段。因而,美国的集成电路生产企业也全部采用了 CAD 技术。此外,大约 50% 的机械工业,30% 的建筑设计事务所也已应用了 CAD/CAM 技术。在日本,据 1984 年的统计,整个工业部门中应用 CAD 技术的约占 38%,而在集成电路生产企业及通用机械企业中则分别为 50% 和 30%。在法国,汽车、服装、建筑等行业也都应用了 CAD 技术。

据美国的统计资料,采用 CAD 技术后,大规模集成电路的设计效率平均提高 18 倍;机械产品的设计效率平均提高 5 倍;建筑设计的效率提高 3 倍;编辑出版的效率提高 4.4 倍。日本夏普公司生产电视、录音机和汽车覆盖件的模具,采用传统方法的生产周期为一年,而采用 CAD/CAM 技术后,从设计到制造的周期仅需 1.5—2 个月。发达国家的经验表明,采用 CAD/CAM 技术可以显著地缩短设计周期,提高设计质量,减少错误,降低成本,提高劳动生产率。因此,CAD/CAM 技术也是加速产品更新换代的有效手段,改造传统生产过程的必由之路,是衡量一个国家工业水平的重要标志。

在我国,CAD 技术的研究是从七十年代初期开始的,当时,主要的研究内容是计算机辅助几何设计和计算机辅助绘图,主要应用于船体放样。进入八十年代后,这一领域得到了较快的发展。例如,许多单位引进了成套的 CAD 系统,仅 1987、1988 两年,我国引进的 32 位超级微机工作站在 500 台以上,微机 CAD 系统已有一定的普及面。若干高等院校和科研单位已在 CAD 技术的基础理论、软件环境及应用软件等方面开展了研究工作,并取得了较好的成果,有的领域已达到国际上八十年代中期的水平,自行开发的部分软件已经投入试用。在造船、电力、机械、电子、建筑等领域已有少数骨干企业开始或部分地实现了本专业的 CAD,有的已成为正常生产必不可少的手段,取得了经济效益。但是,总的说来,我国 CAD 技术的应用还处于起步阶段,和发达国家相比有较大的差距。

目前,在我国从领导到工程技术人员普遍认识到采用 CAD 技术的重要性和紧迫性。但人才奇缺是主要矛盾。为了适应在理工科大学生中普及 CAD 技术的要求,也为了适应现有工程技术人员更新知识结构、把 CAD 技术应用到本行业、本部门生产设计

的要求, 我们编著了“计算机辅助设计技术基础”一书。

全书共分九章, 围绕应用 CAD 技术所涉及到的有关问题展开讨论。其中第一章介绍 CAD 技术在国内外的发展和应用, CAD 硬件、CAD 系统的分类和选择。第二章讨论开发工程化实用化 CAD 软件的基本要求。第三章介绍 CAD 过程中的交互技术和应用接口。第四章介绍目前国际流行的几种图形软件标准的特点及其功能。第五章讨论用 CAD 系统绘制工程图的有关问题, 如坐标系、常用直线图形、二次曲线图形、区域填充图形、字符、符号、尺寸标注和图形存取等。第六章讨论如何通过图形变换把简单图形变为复杂图形、把三维图形变为二维图形。第七章讨论自由曲线和曲面的参数表示, 用离散法构造三维形体、产生形体的真实图形以及在数控加工中应用几何造型的问题。第八章在对工程数据库和商用数据库作比较的基础上, 介绍国外几个典型的工程数据库管理系统, 并讨论自行开发工程数据库管理系统的方法。第九章讨论对形体作有限元分析进行前后处理的有关方法。每章后面附有习题, 以便读者复习消化有关内容。

本书以面向大学本科生和工程技术人员为主, 讲授书中的内容需要 40 小时, 但要掌握有关的内容和方法还需要大量的实践, 即用 CAD 系统去解决生产设计中的问题的时间一般不宜太少。因为 CAD 是工程性很强的技术, 要能用 CAD 技术去解决实际问题, 只是看书、听课收效不会太大, 必须要经过大量的实践。

全书由孙家广撰写并主编, 陈玉健参加第三章、黄汉文参加第六章的编写工作。书中主要内容是我们十年来从事 CAD 工作的总结和体会, 部分内容取自国内外的文献资料。但由于作者水平有限, 疏漏和错误之处在所难免, 恳请读者批评指正。

作 者

1988 年 8 月

目 录

前 言

第一章 概述	(1)
1.1 CAD 技术的发展和應用	(1)
1.1.1 发展过程	(1)
1.1.2 应用	(2)
1.1.3 应用 CAD 技术的优缺点	(3)
1.2 CAD 硬件	(4)
1.2.1 计算机及其常用外围设备	(5)
1.2.2 图形输入设备	(8)
1.2.3 图形显示设备	(10)
1.2.4 绘图输出设备	(12)
1.3 CAD 系统	(13)
1.3.1 CAD 系统分类	(13)
1.3.2 CAD 工作站及其比较	(15)
1.3.3 如何选择 CAD 系统	(17)
1.3.4 CAD 的支撑环境	(17)
1.3.5 CAD / CAM 集成系统	(18)
习题	(19)
第二章 工程化 CAD 软件的开发及维护	(21)
2.1 CAD 软件的特点	(21)
2.2 软件工程的基本概念	(22)
2.2.1 软件工程发展的原因	(22)
2.2.2 什么叫工程化软件	(23)
2.2.3 软件的生存期	(23)
2.3 开发工程化 CAD 软件的要求	(24)
2.4 CAD 软件的文档规范	(25)
2.4.1 分析阶段的文档规范	(25)
2.4.2 概要设计阶段的文档规范	(26)
2.4.3 详细设计阶段的文档规范	(27)
2.4.4 实现阶段的文档规范	(27)
2.4.5 测试验收的文档规范	(29)
2.5 CAD 软件说明书格式	(30)
2.5.1 技术说明书	(30)
2.5.2 使用说明书(用户手册)	(31)
2.5.3 维护手册	(31)

2.6	CAD 软件维护文档细则	(32)
2.6.1	软件问题报告(SPR)	(32)
2.6.2	软件修改报告(SCR)	(33)
2.6.3	问题分析	(33)
	习题	(35)
第三章	交互技术与应用接口	(36)
3.1	应用接口	(36)
3.1.1	子程序包	(36)
3.1.2	专用语言	(36)
3.1.3	交互命令	(37)
3.2	交互任务与交互技术	(39)
3.2.1	交互任务	(40)
3.2.2	交互输入技术	(40)
3.2.3	交互控制技术	(42)
3.2.4	拾取图形	(42)
3.3	输入控制方式	(45)
3.3.1	三种输入控制方式	(45)
3.3.2	请求方式	(46)
3.3.3	取样方式	(46)
3.3.4	事件方式	(46)
3.3.5	输入控制方式的混合使用	(48)
3.4	如何构造一个交互系统	(48)
3.4.1	交互式用户接口的表现形式	(48)
3.4.2	交互式用户接口常见的工作方式	(50)
3.4.3	交互式用户接口的实现	(51)
3.4.4	交互式用户接口简例	(55)
3.5	基于知识的用户接口设计环境	(57)
3.5.1	目标	(58)
3.5.2	结构	(58)
3.5.3	基于知识的用户接口	(58)
3.5.4	用户接口变换器	(59)
	习题	(59)
第四章	图形软件的标准化	(61)
4.1	窗口管理系统	(61)
4.1.1	概述	(61)
4.1.2	光栅图形技术与基本窗口管理	(63)
4.1.3	几种常见的窗口管理系统的结构	(64)
4.2	计算机图形元文件(CGM: Computer Graphics Metafile)	(65)

4.2.1	图形元文件	(65)
4.2.2	图形元文件的解释	(66)
4.2.3	CGM 的组成	(66)
4.3	计算机图形设备接口(CGI: Computer Graphics Interface)	(68)
4.3.1	功能	(68)
4.3.2	坐标系	(68)
4.3.3	设备控制	(68)
4.3.4	图素	(69)
4.3.5	光栅操作	(69)
4.4	图形核心系统(GKS:Graphics Kernal System)	(69)
4.4.1	GKS 的功能	(69)
4.4.2	图形输入与输出	(70)
4.4.3	工作站	(71)
4.4.4	坐标系	(71)
4.4.5	图段	(71)
4.4.6	GKS 的文件接口	(71)
4.4.7	GKS 分级管理	(72)
4.4.8	GKS_3D	(72)
4.5	交互式程序员级层次结构图形系统(PHIGS)	(72)
4.5.1	模块化的功能结构	(73)
4.5.2	动态的结构、元素管理	(73)
4.5.3	GKS_3D 与 PHIGS 的比较	(75)
4.6	基本图形交换规范(IGES)	(77)
4.6.1	IGES 的作用	(77)
4.6.2	IGES 的实体	(78)
4.6.3	IGES 的文件结构	(78)
4.6.4	IGES 的出错处理	(78)
	习题	(79)
第五章	绘制工程图	(80)
5.1	坐标系	(80)
5.1.1	分类	(80)
5.1.2	直角坐标系	(80)
5.1.3	仿射坐标系	(81)
5.1.4	圆柱坐标系	(81)
5.1.5	球坐标系	(81)
5.1.6	极坐标系	(81)
5.1.7	造型坐标系(MC:Modeling Coordinate System)	(81)
5.1.8	用户坐标系(WC:World Coordinate System)	(82)

5.1.9	观察坐标系(VC:Viewing Coordinate System)	(82)
5.1.10	规格化的设备坐标系(NDC:Normalized Device Coordinate System)	(82)
5.1.11	设备坐标系(DC:Device Coordinate System)	(82)
5.2	基本图形生成方法	(83)
5.2.1	图素及其属性	(83)
5.2.2	常用直线图形	(85)
5.2.3	常用的二次曲线图形	(91)
5.3	常用的区域填充方法	(95)
5.3.1	简单的递归填充算法	(95)
5.3.2	扫描线区域填充算法	(97)
5.4	字符和符号	(98)
5.4.1	矢量汉字字符的存储与显示	(98)
5.4.2	矢量汉字的显示	(99)
5.4.3	符号库的建立和管理	(100)
5.5	尺寸标注	(102)
5.5.1	直线类尺寸	(102)
5.5.2	半径、直径类尺寸	(104)
5.5.3	角度尺寸	(106)
5.5.4	引出旁注类标注	(107)
5.5.5	形位公差	(107)
5.5.6	表面粗糙度及标题栏、明细表	(108)
5.6	图形的存储	(110)
5.6.1	用户文件	(110)
5.6.2	显示文件	(110)
5.6.3	绘图文件	(111)
	习题	(111)
第六章	图形变换	(113)
6.1	图形变换的数学基础	(113)
6.1.1	矢量运算	(113)
6.1.2	矩阵运算	(113)
6.1.3	齐次坐标	(116)
6.2	窗口视图变换	(117)
6.2.1	用户域和窗口区	(117)
6.2.2	屏幕域和视图区	(118)
6.2.3	窗口区和视图区的坐标变换	(118)
6.3	图形裁剪	(119)
6.3.1	二维线段裁剪	(120)

6.3.2	多边形裁剪	(121)
6.3.3	字符裁剪	(123)
6.3.4	三维线段裁剪	(123)
6.4	几何变换	(124)
6.4.1	二维图形的几何变换	(124)
6.4.2	三维图形的几何变换	(129)
6.5	投影变换	(133)
6.5.1	投影变换分类	(133)
6.5.2	正平行投影(三视图)	(133)
6.5.3	斜平行投影	(135)
6.5.4	透视投影	(136)
6.5.5	投影空间	(141)
6.5.6	用户坐标系到观察坐标系的变换	(143)
6.5.7	规格化裁剪空间和图象空间	(144)
	习题	(148)
第七章	几何造型	(150)
7.1	形体的机内表示	(150)
7.1.1	形体的定义	(150)
7.1.2	几何造型的要求	(152)
7.1.3	表示形式	(152)
7.1.4	表示误差对造型的影响	(156)
7.2	参数曲线与曲面	(157)
7.2.1	参数表示的特点	(157)
7.2.2	参数曲线	(158)
7.2.3	参数曲面	(165)
7.3	离散法造型	(170)
7.3.1	形体的离散化表示	(170)
7.3.2	数据结构	(172)
7.3.3	集合运算	(173)
7.4	形体输出	(174)
7.4.1	消除隐藏线	(174)
7.4.2	真实图形生成技术概述	(177)
7.4.3	光色效应	(179)
7.5	几何造型在数控加工(NC)中的应用	(183)
7.5.1	分解法	(183)
7.5.2	余量模型法	(185)
7.5.3	矢量法	(186)
7.6	一个典型的几何造型系统——GEMS	(187)

7.6.1	GEMS 的运行环境	(187)
7.6.2	功能	(187)
7.6.3	特点	(189)
	习题	(194)
第八章	工程数据库管理系统	(195)
8.1	基本概念	(195)
8.1.1	工程数据管理技术的发展过程	(195)
8.1.2	商用库、工程库和知识库系统	(196)
8.1.3	工程数据分析	(198)
8.1.4	工程数据模型	(199)
8.1.5	EDBMS 的功能要求	(201)
8.2	几个典型的 EDBMS	(202)
8.2.1	TORNADO	(202)
8.2.2	PHIDAS	(205)
8.2.3	ARDBID	(206)
8.2.4	MLDB	(206)
8.3	自行开发 EDBMS	(207)
8.3.1	设计方法	(207)
8.3.2	总体结构	(208)
8.3.3	数据类型	(210)
8.3.4	模式定义	(211)
8.3.5	数据操纵	(214)
8.3.6	数据存储	(216)
8.3.7	用户接口	(218)
	习题	(219)
第九章	有限元分析的前后处理	(220)
9.1	有限元分析过程概述	(220)
9.1.1	基本原理	(220)
9.1.2	解题过程	(225)
9.1.3	有限元分析程序简介	(226)
9.2	有限元分析的前处理	(233)
9.2.1	前处理的基本功能	(234)
9.2.2	常用单元结点的生成	(236)
9.3	有限元分析的后处理	(249)
9.3.1	ADINA-Plot 的结构	(249)
9.3.2	ADINA-Plot 的功能	(249)
	习题	(256)
附 录	常用图形生成程序包	(257)

第一章 概述

本章简要介绍 CAD 技术的发展、特点和应用, 并对其常用的计算机及外围设备、图形设备、CAD 系统的组成及其特点进行讨论。通过本章的学习, 可使读者了解在国内外常见的 CAD 系统和工作站 (也简称为节点) 的功能特征, 并能正确地选择 CAD 系统和工作站应用于工程和产品设计中。

1.1 CAD 技术的发展和應用

1.1.1 发展过程

计算机辅助设计主要研究用计算机及其外围设备和图形输入输出设备帮助人们进行工程和产品设计的技術, 它是随着计算机及其外围设备、图形设备及其软件的发展而发展的。

1. 准备和酝酿时期 (50—60 年代初)

1950 年美国麻省理工学院 MIT 研制出“旋风 I 号” (Whirlwind I) 类似于示波器的图形设备, 用它可以显示简单图形。1958 年, 美国 Calcomp 公司研制出滚筒式绘图仪; Gerber 公司研制出平板绘图仪。整个 50 年代, 大多采用电子管计算机、用机器语言编程, 计算机主要用于科学计算, 为之配置的图形设备仅具有输出功能, CAD 技术处于被动式的图形处理阶段。

2. 蓬勃发展和进入应用时期 (60 年代)

1962 年美国 MIT 林肯实验室的 I.E.Sutherland 发表了“Sketchpad: 一个人机通讯的图形系统”的博士论文, 首次提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想, 从而为 CAD 技术的发展和應用打下了理论基础。60 年代中期出现了许多商品化的 CAD 设备, 如 1964 年美国 IBM 公司推出了商品化的计算机绘图设备; 美国通用汽车公司的多路分时图形控制台, 实现各阶段的汽车设计。60 年代末, 美国安装的 CAD 工作站已达 200 多台, 可供几百人使用。

3. 广泛使用的时期 (70 年代)

1970 年美国 Applicon 公司第一个推出完整的 CAD 系统。在此时期出现了廉价的固体电路随机存储器、产生逼真图形的光栅扫描显示器、光笔、图形输入板等多种形式的图形输入设备, 出现了面向中小企业的 CAD/CAM 商品化系统。70 年代末, 美国 CAD 工作站安装数量超过 12000 台, 使用人数超过 2.5 万。

4. 突飞猛进的时期 (80 年代)

图形系统和 CAD/CAM 工作站的销售量与日俱增, 1981 年美国实际安装 CAD 系统 5000 套, 1983 年超过 12000 套, 1988 年发展到 63000 套。CAD/CAM 技术从大中企业向小企业扩展; 从发达国家向发展中国家扩展; 从用于产品设计发展到用于工

程设计。

5. 标准化、集成化、智能化的发展时期 (80 年代中期以后)

图形接口、图形功能日趋标准化, 从 1977 年由 SIGGRAPH 特别兴趣小组 GSPC 推出 CORE 图形标准以来, 这十年中又出现了计算机图形接口 CGI (Computer Graphics Interface)、计算机图形文件标准 CGM (Computer Graphics Metafile)、计算机图形核心系统 GKS (Graphics Kernel System)、面向程序员的层次交互式图形标准 PHIGS (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics Standard) 以及基本图形转换规范 IGES (Initial Graphics Exchange Specification)。这里的标准有些是面向图形设备的驱动程序包, 有些是面向用户的图形程序包, 有些是面向不同 CAD 系统的文档规范。这些标准的制定和采用为 CAD 技术的推广和移植、为资源信息共享起到了重要作用。

CAD 技术的集成化主要体现在三个方面。①系统构造由过去单一功能变成结合功能, 出现由 CAD (计算机辅助设计) / CAM (计算机辅助制造) / CAE (计算机辅助工程) 构成的 CIMS (计算机集成制造系统); ②CAD 技术中的有关软件 (含国际标准) 和算法不断固化, 即用集成电路及其功能块来实现有关软件和算法的功能; ③多处理机、并行处理技术用于 CAD 中, 使工作速度成百倍地增加; ④网络技术在 CAD 中被普遍采用, 使近程和远程的资源都能即时共享。

人工智能 (AI: Artificial Intelligence) 和专家系统技术在 CAD 中的应用大大提高了自动化设计的程度, 出现了 AICAD 新学科, AICAD 把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、用户接口管理系统集于一体, 形成如图 1.1.1 所示的结构。

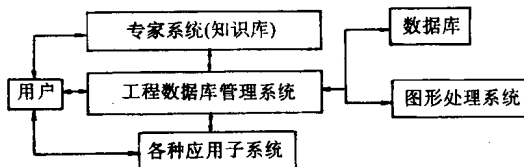


图 1.1.1 智能 CAD 系统

1.1.2 应用

CAD 技术可广泛应用于国民经济的各个方面, 美国 1985 年统计的应用领域如表 1.1.1 所示。除此以外, 国内 CAD 技术在轻工行业也有广泛的应用, 归纳起来有以下几个方面。

1. 工程和产品设计

采用 CAD 技术后, 首先是工程、产品设计和施工图纸可不必再用人工绘制。目前, 许多工程、产品的投标项目规定必须提交用 CAD 技术产生的图纸, 手绘图纸不再接受。有些工作不用 CAD 技术根本无法用人工完成, 如集成电路掩膜版图的生成。在土建领域采用 CAD 技术后, 可节省方案设计时间约 90%、投标时间 30%、重复绘图作业费 90%。

2. 仿真模拟和动画片制作

应用高性能的 CAD 工作站可以真实地模拟机械零件的加工处理过程、飞机起降、船舶进出港口、物体受力破坏等现象; 在电影界可用来产生动画片和电影片的特技

镜头。

表 1.1.1 CAD 应用统计表

	应 用 领 域	占百分数
1	电子/电气	28.8
2	一般的科学研究	13.5
3	机械设计与制造	12.8
4	软件开发	12.2
5	量测自动化	9.4
6	人工智能	6.2
7	出版业	6.0
8	工厂自动化	3.6
9	土建设计	2.4
10	地图地貌	2.0
11	计算机艺术及自动化	0.8
12	图象处理	0.3
13	其它	2.0

3. 事务管理

在事务管理中采用 CAD 技术可绘制各种形式的统计管理图表, 如直方图、扇形图、库存图等。用图表反映事实将会更清晰、形象直观。

4. 绘制测量图

用 CAD 技术绘制地理、地形图、矿藏勘探图、气象图、人口分布密度图以及有关的等值线、等位面图, 早已在四化建设中产生了巨大的作用。

5. 机器人

用 CAD 技术可以模拟各种形式的机器人、机械手及其运动环境。

现在 CAD 技术已成为工程界普遍重视、深入了解、广泛应用、不断发展和提高的热点, 随之它所发挥的作用将会越来越大。

1.1.3 应用 CAD 技术的优缺点

CAD 技术涉及的学科较广泛, 它基本上是计算机硬、软件及其相应的应用专业学科的高度综合, 二者缺一不可。CAD 技术在工程和产品设计中所起的作用如图 1.1.2 所示。

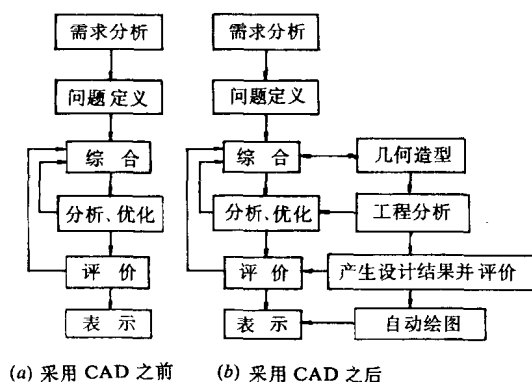


图 1.1.2 工程和产品的一般设计过程

CAD 技术是人用计算机及其外围设备、图形设备帮助作工程和产品设计,要能正确应用 CAD 技术,有必要对人与计算机的作用作一个清晰的了解,对此列表 1.1.2。

表 1.1.2 人与计算机在 CAD 中的作用

活 动	人	计算机
逻辑方法	经验的直觉、幻想和直观	系统和形式化
智能水平	学习快,但必须顺序进行,效果因人而异	学习能力很少,智能程度可靠
信息输入方式	能同时听、看,以吸收大量资料	有步骤的形式化输入

从表 1.1.2 可见,计算机没有自我学习的能力、没有创造性,必须由人告诉它如何工作。从构造设计逻辑、信息处理、修改和分析等四个方面来看,人和计算机各有优势,只有把人的直观处理、经验继承能力、创造性和计算机高速度、大容量、正确的处理能力结合起来,才会产生好的效益。由此也告诉我们对 CAD 技术的学习和应用必须要有一个正确的认识,具体而言,应用 CAD 技术的优越性有:

- (1) 减少绘图劳动量;
- (2) 减少各工序间的周转时间;
- (3) 减少直接设计费;
- (4) 提高精度;
- (5) 便于企业内部的管理和对外联系;
- (6) 易于修改设计;
- (7) 易于建立标准图及标准设计库;
- (8) 易于广泛应用标准图 and 标准设计。

总之,应用 CAD 技术可以缩短设计周期、节省人力物力、降低成本、提高质量。但 CAD 技术的应用也会产生一些负作用,具体表现为

- (1) 初始投资(硬件、软件、机房、培训费)相当大,对于一些中小企业常常负担不起;
 - (2) 由于设计员、操作员对 CAD 系统及有关技术不熟悉,应用资料和经验数据还没有输入到系统中去,在开始应用 CAD 系统的六个月内会出现生产力下降的现象。
 - (3) 有一定的影响健康的因素,如长期看显示屏幕造成的疲劳和硬件噪声的影响;
 - (4) 工程应用的专业人员需适当改行。
- 但这些不利因素大多数是暂时的,经过一段时间的工作是完全可以克服的。

1.2 CAD 硬件

CAD 硬件基本是由计算机、常用外围设备、图形输入输出设备组成。