

计算机教育丛书

全国高等院校计算机
基础教育研究会 联合推出
电子工业出版社

非计算机专业教材系列



著名计算机教育家
谭浩强教授 主编

CAD/CAM

基础教程

郭启全 编著



391.7
38



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.co.cn>

全国高等院校计算机基础教育研究会 联合推出
电 子 工 业 出 版 社
计算机教育丛书 非计算机专业教材系列

谭浩强 主编

CAD/CAM 基础教程

郭启全 编著

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书共分 10 章,内容包括:CAD/CAM 概述;CAD/CAM 系统构成与开发;数值、数表、曲线曲面的程序化;数据结构与数据库;计算机图形处理技术;几何建模及特征建模;有限元与优化设计;二维参数化设计及建库技术;数控自动编程和加工过程的模拟;计算机辅助工艺设计。

本书面向广大高校师生和各类专业技术人员,可作为高等院校非计算机专业“CAD/CAM 技术”课程的教材。

丛 书 名:计算机教育丛书 非计算机专业教材系列

书 名:CAD/CAM 基础教程

编 著:郭启全

责任编辑:应月燕

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京大中印刷厂

出版发行:电子工业出版社出版、发行 URL:<http://www.phei.co.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话:68214070

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:16 字数:390 千字

版 次:1997 年 6 月第 1 版 1997 年 6 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-4044-1
G·321

定 价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻印必究

《计算机教育丛书》序

90年代初,在我国出现了第二次计算机普及高潮。与80年代初出现的第一次计算机普及高潮相比,这次高潮具有全方位、多层次的特点,各行各业的人都迫切地要求学习计算机知识,掌握计算机的应用。计算机知识已成为当代知识分子知识结构中不可缺少的重要组成部分了。计算机既是先进科学技术的结晶,又是大众化的工具。这个特点只有计算机才具备。

过去,计算机只能为少数人所掌握,今天我们要向全中国千百万人民群众普及计算机知识。我们的目标是:把计算机从少数专家手中解放出来,使之成为广大群众手中的工具。我们要破除对计算机的神秘感。实践表明:具有高中以上文化程度的人,是很容易学会计算机的初步操作和应用的。

当然,计算机的应用是分层次的,不同的人在不同的层次上使用着计算机。计算机科学技术内容极为丰富,浩如翰海,它的发展又极为迅速,要在短时期内全部、深入地掌握计算机的知识和应用,几乎是不可能的,我们必须循序渐进、由浅入深、逐步提高。我们说,入门不算难,提高需要下功夫。

对各行各业学习计算机的人员来说,学习计算机的目的是为了应用。应当强调:以应用为目的,以应用为出发点,根据不同工作岗位的特点,需要什么就学什么。实践证明,从学习计算机的应用入手,是学习计算机知识的捷径。

普及计算机教育需要有适用的教材和参考用书。它们应当百花齐放,风格各异,让读者在琳琅满目的书架上能找到自己所需要的书。几年前,我们开始出版《计算机教育丛书》,根据读者的需要,陆续出版了十几本书(主要是供大学生用的教材),受到社会广大读者的欢迎。许多读者热情地鼓励我们扩展题材,区分层次,不拘一格,推动应用。我们愿意为推动计算机教育与普及贡献自己绵薄之力。

本丛书的作者多数在各高等学校或研究单位工作,是具有丰富教学和研究经验的专家、教授,其中有的同志在我国计算机教育界中享有盛名,颇有建树,并且编写过多种计算机书籍。本丛书的对象主要是计算机的初、中级应用人员和初学者。我们力图用通俗易懂的语言把复杂的计算机概念说清楚。

本丛书在电子工业出版社出版,暂定六个系列:① 非计算机专业教材系列(由谭浩强负责);② 个人电脑系列(由秦笃烈负责);③ 流行软件系列(由周山芙负责);④ 大学计算机公共课系列(由史济民、宋国新负责);⑤ 实用技术系列(由王启智负责);⑥ INTERNET 系列(由张巨洪负责)。以后将根据需要增加新的系列。

由于我们水平所限,加以计算机技术发展十分迅速,本丛书必然会有不足之处甚至会出现一些错误,诚恳地欢迎广大专家、读者提出意见。

本丛书的出版得到全国高等院校计算机基础教育研究会、电子工业出版社、贝斯克电脑图书中心的大力支持与帮助,在此表示感谢。

《计算机教育丛书》主编

谭浩强

1996年12月

C7525/15

丛书编委会(按姓氏笔划)

主 任 谭浩强

副主任 刘瑞挺 吴文虎 王明君

委 员 王 洪 王 耆 王启智 史济民

边奠英 朱桂兰 刘百惠 刘祖照

吴功宜 周山芙 张巨洪 张基温

赵鸿德 高 林 徐士良 秦笃烈

前 言

最近十年是 CAD/CAM 应用与发展的时代,许多行业(如机械、电子、航空、船舶、建筑等)已普遍接受了 CAD。CAD/CAM 技术具有高智力、高效益、知识密集、更新速度快、综合性强等特点。它是科技领域中的前沿课题之一,也是当今的尖端技术 CIMS 的核心技术基础。CAD 推动了几乎所有设计领域的革命,它的发展和应用水平已成为衡量一个国家科技和工业现代化水平的重要标志之一。

高等院校担负着培养 CAD/CAM 技术人才的重任,而教材是关键之一。现在有关 CAD/CAM 方面的著作和研究生教材已有许多,但适合于本专科院校的教材确实太少,作者根据多年的科研和教学经验编著此书,献给广大高校学生和各类技术人员。

本书有以下特点:

1. 突出新内容、新技术。书中较多地体现了作者的科研成果,体现了 CAD/CAM 软件开发方面的新方法,提供了详尽的 CAD/CAM 硬件选择方法,反映了 CAD/CAM 发展的最新成果。

2. 实用性强。书中提供了丰富的编程实例,突出了 CAD/CAM 技术的应用。

3. 内容全面。本书内容覆盖了 CAD、CAM、CAPP 三种技术。

4. 提供 AutoCAD R12/R13 深层次的应用实例。由于高等工科院校均开设 AutoCAD 必修或选修课,具备一定的 CAD/CAM 基础,书中的 AutoCAD 应用实例为应用 CAD/CAM 技术提供了重要途径。

本书第 4 章由刘雄编写,第 5 章由赵杰编写,其余各章均由郭启全编写。刘文杰副教授为本书主审。在本书的出版之中,得到电子工业出版社的大力支持,得到谭浩强教授、蔡颖副教授的热情帮助和指导,作者在此表示由衷的感谢。

编著者

目 录

第1章 CAD/CAM概述	(1)
1.1 CAD/CAM的基本概念与发展概况	(1)
1.1.1 何谓 CAD/CAM	(1)
1.1.2 CAD/CAM技术发展概况	(2)
1.2 CAD/CAM技术的地位与应用	(3)
1.2.1 CAD/CAM技术的地位	(3)
1.2.2 CAD/CAM技术的应用	(4)
1.2.3 CAD系统应具备的功能	(4)
1.2.4 我国在应用与开发 CAD/CAM 软件方面的一些基本问题	(5)
1.3 CAD/CAM技术的发展趋势	(6)
1.3.1 CIMS技术	(6)
1.3.2 CAD/CAM软件中采用的新技术	(7)
1.3.3 CAD/CAM集成软件系统	(8)
1.3.4 无图纸设计/制造技术	(9)
1.4 AutoCAD 及其软件群体在制造业中的应用与发展	(9)
1.4.1 关于 AutoCAD	(9)
1.4.2 AutoCAD 的软件群体	(10)
1.4.3 AutoCAD R12/R13 的开发工具及开发环境	(13)
1.5 典型的微机 CAD/CAM 软件介绍	(15)
习题	(17)
第2章 CAD/CAM系统构成与开发	(18)
2.1 CAD/CAM系统构成及工作方式	(18)
2.1.1 CAD/CAM系统构成	(18)
2.1.2 CAD/CAM系统的工作方式	(19)
2.2 CAD/CAM系统中硬件的选择	(20)
2.2.1 硬件选择原则	(20)
2.2.2 硬件系统的配置	(20)
2.2.3 CAD/CAM系统中的硬件	(21)
2.3 CAD/CAM系统中软件的选择	(33)
2.3.1 需求分析	(33)
2.3.2 深入了解软件所具有的功能	(33)
2.3.3 考察 CAD/CAM 软件厂商的背景	(34)
2.4 工程 CAD 软件的开发	(34)
2.4.1 软件工程	(34)
2.4.2 CAD/CAM 通用软件的开发现状及热点	(35)
2.4.3 齿轮滚刀 CAD 系统的研制	(36)
2.4.4 用 High C 编译、连接 ADS 应用程序	(37)

2.5 CAD 软件文档	(40)
2.5.1 CAD 软件的文档规范	(40)
2.5.2 CAD 软件说明书格式	(41)
习题	(42)
第3章 数值、数表、曲线及曲面的程序化	(43)
3.1 数值程序化	(43)
3.1.1 用数组形式读取数值	(43)
3.1.2 用数学公式描述数值及其函数关系	(45)
3.2 数表的程序化	(46)
3.2.1 屏幕直接输出法	(47)
3.2.2 数组表示法	(48)
3.2.3 曲线插值法	(50)
3.2.4 交互式分级描述法	(52)
3.3 实验数据的拟合方程	(54)
3.3.1 线性方程拟合	(54)
3.3.2 对数方程拟合	(56)
3.3.3 指数方程拟合	(58)
3.3.4 二次方程拟合	(60)
3.4 工程上的曲线及曲面	(67)
3.4.1 曲线绘制的几种情况	(67)
3.4.2 曲线、曲面的发展	(68)
3.4.3 规则曲线	(68)
3.4.4 Bezier 曲线	(71)
3.4.5 B 样条曲线	(73)
3.4.6 Bezier 曲面	(77)
3.4.7 B 样条曲面	(80)
习题	(85)
第4章 数据结构与数据库	(86)
4.1 数据结构	(86)
4.1.1 基本概念	(86)
4.1.2 线性表	(87)
4.1.3 栈与队列	(87)
4.1.4 数组	(88)
4.1.5 串	(88)
4.1.6 树与二叉树	(89)
4.2 数据文件	(91)
4.2.1 常用的文件组织方法	(91)
4.2.2 查找和排序	(92)
4.3 数据库的基本原理	(95)
4.3.1 信息、数据和数据处理	(95)
4.3.2 数据管理技术的发展	(96)
4.3.3 数据模型	(97)

4.3.4	数据库系统的基本组成	(98)
4.3.5	数据库管理系统(DBMS)	(98)
4.3.6	数据存取过程	(100)
4.4	工程数据库概述	(101)
4.4.1	工程数据库与商用数据库的不同点	(101)
4.4.2	工程数据库管理系统的功能要求	(102)
4.4.3	工程数据库管理系统的开发方法	(103)
4.4.4	工程数据库与 CAD 的关系	(103)
4.5	常用关系型数据库介绍	(106)
4.5.1	FOXBASE + 关系数据库管理系统	(106)
4.5.2	FoxPro 2.5 关系数据库管理系统	(108)
	习题	(110)
第 5 章	计算机图形处理技术	(111)
5.1	Turbo C 的图形功能	(111)
5.1.1	图形模式控制函数	(111)
5.1.2	基本图形函数	(114)
5.1.3	图形屏幕操作函数	(119)
5.1.4	图形模式下文本的输出	(122)
5.2	二维图形变换	(123)
5.2.1	图形变换的概念	(123)
5.2.2	二维图形变换的几种基本方法	(123)
5.2.3	二维图形的齐次坐标矩阵变换	(126)
5.2.4	复合变换	(128)
5.2.5	二维图形变换的程序设计	(128)
5.3	三维图形变换	(135)
5.3.1	基本变换	(135)
5.3.2	投影变换	(137)
5.3.3	三维图形变换程序设计	(143)
	习题	(153)
第 6 章	几何建模及特征建模	(154)
6.1	线框建模	(155)
6.2	表面建模	(156)
6.2.1	DUCT 曲面造型系统	(156)
6.2.2	GeomapⅢ 曲面造型系统	(157)
6.2.3	AutoSurf R2 曲面造型系统	(157)
6.3	实体建模	(158)
6.3.1	体素法	(159)
6.3.2	轮廓扫描法	(159)
6.4	三维实体建模的计算机内部表示	(160)
6.4.1	边界表示法(B-rep)	(160)
6.4.2	几何体素构造法(CSG)	(161)
6.4.3	八叉树表示法	(162)

6.4.4 混合模式	(163)
6.5 典型的三维实体建模系统	(163)
6.5.1 TIPS 系统	(163)
6.5.2 COMPAC 系统	(164)
6.5.3 MEDUSA 系统	(164)
6.5.4 I-DEAS 软件	(165)
6.5.5 CADDSS 系统	(166)
6.6 特征建模	(167)
6.6.1 特征建模的特点和作用	(167)
6.6.2 基于特征的产品定义模型	(167)
习题	(168)
第7章 有限元与优化设计	(169)
7.1 概述	(169)
7.2 有限元分析的基本原理	(169)
7.2.1 有限元法分析的过程	(169)
7.2.2 有限元的单元类型	(170)
7.2.3 有限元网格剖分的原则	(170)
7.2.4 有限元分析实例	(172)
7.3 有限元分析的前、后置处理	(174)
7.3.1 前置处理	(175)
7.3.2 有限元网格自动生成的典型方法	(176)
7.3.3 后置处理	(177)
7.4 常见的有限元分析软件	(177)
7.4.1 SAP6 软件	(178)
7.4.2 SAP7 软件	(179)
7.4.3 ASKA 系统	(179)
7.4.4 ANSYS/AutoFEA 系统	(180)
7.4.5 I-DEAS Supertab 软件	(181)
7.5 FEM 与 CAD 的连接	(182)
7.6 优化设计	(183)
7.6.1 优化设计的数学模型	(183)
7.6.2 常用的优化方法	(184)
习题	(185)
第8章 二维参数化设计及建库技术	(186)
8.1 参数化设计概述	(186)
8.1.1 何谓参数化设计	(186)
8.1.2 参数化设计的实现方法	(186)
8.1.3 典型的参数化设计系统	(187)
8.2 图符库的创建	(188)
8.3 参数化零件图素库的创建	(191)
8.3.1 轴图素分析	(191)
8.3.2 建立程序库	(191)

8.3.3 创建参数化轴素库	(194)
8.4 典型零件的参数化绘图	(196)
8.4.1 参数化绘图概述	(196)
8.4.2 齿轮的参数化绘图	(196)
习题	(206)
第9章 数控自动编程和加工过程的模拟	(207)
9.1 数控自动编程	(207)
9.1.1 数控加工的应用	(207)
9.1.2 数控加工编程	(208)
9.2 自动编程语言和数控编程系统	(211)
9.2.1 APT 自动编程语言	(211)
9.2.2 APT 编程举例	(213)
9.2.3 数控编程系统	(215)
9.2.4 加工过程的模拟	(215)
9.3 数控编程与 CAD 的连接	(216)
9.4 基于 AutoCAD R12 的数控自动编程系统	(217)
9.4.1 NCAM 系统介绍	(217)
9.4.2 实体数据的提取	(218)
9.4.3 通过对话框输入有关参数	(219)
9.4.4 刀具运动轨迹的生成	(219)
9.4.5 数控代码的生成	(220)
9.4.6 走刀模拟	(221)
9.4.7 释放刀具运动轨迹	(221)
习题	(222)
第10章 计算机辅助工艺设计	(223)
10.1 CAPP 的发展概况与趋势	(223)
10.1.1 何谓 CAPP?	(223)
10.1.2 CAPP 的发展概况	(223)
10.1.3 CAPP 系统的功能	(227)
10.1.4 CAPP 的发展趋势	(227)
10.2 CAPP 系统的分类	(227)
10.3 派生法 CAPP 系统	(228)
10.3.1 派生法 CAPP 系统的工作原理	(228)
10.3.2 派生法 CAPP 系统的研制过程	(228)
10.3.3 派生法 CAPP 系统实例	(232)
10.4 创成法 CAPP 系统	(233)
10.4.1 创成法 CAPP 系统的工作原理	(233)
10.4.2 典型的半创成式 CAPP 系统	(234)
10.5 基于 AutoCAD R12 的 CAPP 系统	(235)
10.5.1 系统的特点	(235)
10.5.2 系统的组成和工作原理	(236)
10.5.3 系统的开发环境	(237)

10.5.4 零件信息的输入	(237)
10.5.5 零件毛坯信息的输入与工序的生成	(239)
10.5.6 系统的安装	(240)
10.5.7 系统的运行	(241)
习题	(243)
参考书目	(243)

第 1 章 CAD/CAM 概述

1.1 CAD/CAM 的基本概念与发展概况

1.1.1 何谓 CAD/CAM

计算机辅助设计(Computer Aided Design)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing),简称 CAD/CAM,是指以计算机作为主要技术手段来生成和运用各种数字信息与图形信息,以进行产品的设计和制造。

1. CAD

CAD 主要指利用计算机完成整个产品设计的过程。产品设计过程是指从接受产品功能定义开始到设计完成产品的材料信息、结构形状和技术要求等,并最终将图形信息(零件图、装配图)的形式表达出来的过程。图 1.1 是 CAD 系统的功能模型。

CAD 包括设计与分析两个方面。设计主要是指构造零件的几何形状,选用零件的材料,以及为了保证整个设计的统一性(如与制造、装配方面的设计的一致性),而对零件提出的一些其它要求。

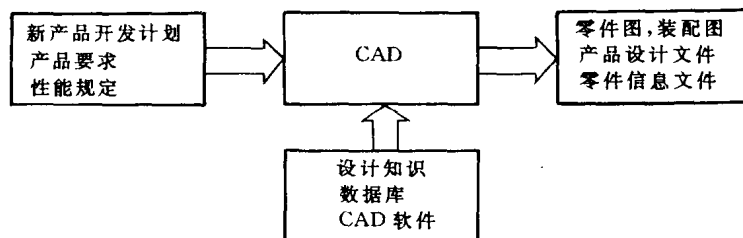


图 1.1

设计分概念设计、工程设计和详细设计三个阶段。设计者根据设计协议,将产品的功能定义(如功能、价格、生命期、外形要求、重量等)量化成设计过程所需的参数信息,就此完成概念设计。工程设计阶段完成几何形状设计,完整的零件表和材料清单输出。详细设计给出符合功能要求、加工要求和装配要求的每个零件的设计信息。

分析是指运用有限元法,对产品的性能进行检验、模拟等测试,以提高产品设计质量及可靠性。

2. CAPP

CAPP 是计算机辅助工艺过程设计(Computer Aided Process Planning)的英文缩写,它指的是工艺人员利用计算机,完成零件的工艺规程设计。CAPP 接受来自 CAD 系统的零件信息,

包括几何信息和工艺制造信息,运用工艺设计知识,设计合理的加工工艺,选择优化的加工参数和加工设备。图 1.2 是 CAPP 系统功能模型。

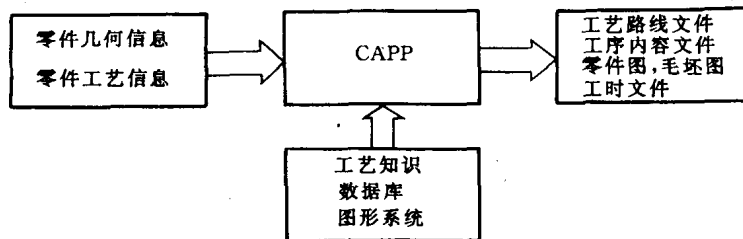


图 1.2

工艺规程设计是一项复杂的高度智能化的活动,经验性强,涉及面广,与经验性的决策思维相关,又受具体加工条件的限制。设计一个零件的工艺路线,要根据零件最终的形状、技术要求和工艺装备(如机床、刀、卡、量具)来决定,同时还要考虑零件材料特性、经济效益等因素,最后向车间提供成熟的工艺文件。

3. CAM

CAM 是制造人员利用计算机、数控机床或加工中心制造零件。在 CIMS 中,CAD 系统向 CAM 系统提供零件信息,CAPP 系统向 CAM 系统提供加工工艺信息和工艺参数。CAM 系统根据这两方面信息自动生成 NC 加工代码。图 1.3 是 CAM 系统的功能模型。

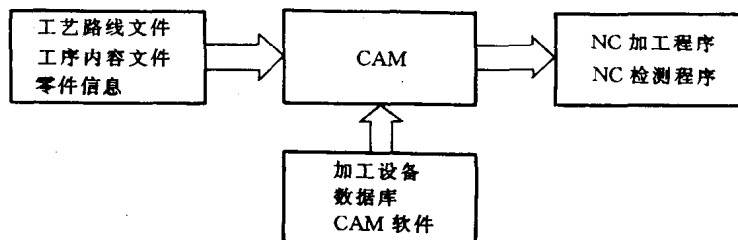


图 1.3

1.1.2 CAD/CAM 技术发展概况

CAD/CAM 技术是最近 30 年来迅速发展起来的一门综合性计算机应用系统技术。CAD/CAM 起源于 60 年代初由麻省理工学院开发的 APT 程序系统。APT(Automatically Programmed Tools)语言是通过刀具轨迹的描述来实现计算机辅助自动数控编程的系统。在发展 APT 的同时,人们提出了一种设想:能否不描述刀具轨迹,而直接描述被加工零件的形状及尺寸,由此产生了利用计算机进行辅助设计、加工的概念。1963 年,麻省理工学院的 Jvan Sutherland 在美国的计算机联合大会上宣读了他的题为“人机对话图形通讯系统”的博士论文,由此开创了 CAD 的历史。当时 Sutherland 在麻省理工学院的第一台图形显示终端上开发了 Sketchpad 系统,允许设计者坐在显示器前操作光笔和键盘产生图形。同年第一个被工业界发展的 DAC-1(Design Augmented by Computers)也在通用汽车公司问世,并且 IBM 公司发展了 2250 系列的显示装置。这些都有力地促进了 CAD/CAM 的发展。

70年代初,CAD/CAM技术进入早期实用阶段。针对某个特定问题的CAD系统蓬勃发展,如美国洛克希德(Lockhead)飞机公司推出了CAD/CAM系统,Pat Hanratty在小型机上开发了AD2000 CAD/CAM系统,英国Shape Data公司推出了Romulus实体造型系统。这时CAD/CAM的应用进入了电子、船舶、机械、建筑等行业。

进入八十年代后,由于计算机硬件和软件产品的功能达到了新的水平,性能价格比大大提高,特别是32位小型机和高档微机的出现,使CAD/CAM系统的硬件配置和软件开发适应了中小企业的承受能力,打破了CAD/CAM技术被大型企业垄断的局面。据有关资料统计,当时发达国家安装CAD/CAM系统的用户,每年以30%的速度增长。

由于在攻克不同技术难题方面的进展,许多大公司陆续推出了一些比较流行的CAD/CAM系统。现阶段,发达国家的CAD/CAM技术已经普及,无论是工作站上还是微机上的CAD/CAM系统均具有较强的功能。目前市场上流行的商业性CAD/CAM系统大致可分为两类。一类是通用系统,如CADAM、UG—II、AD2000、Pro/Engineer、I—DEAS、CV、Euclid、AutoCAD等。另一类CAD/CAM系统是单功能系统,如GDS、Sigraph—design、MEDUSA、GNC、POLYSURF、GEMS等。有关典型的CAD/CAM系统的介绍参见1.5节。

我国研究CAD/CAM技术始于航空工业,起步较晚。进入80年代中期,CAD/CAM在许多行业得到迅速发展。尤其对国外CAD/CAM系统的引进、吸收和消化,极大地促进了我国CAD/CAM技术的发展。

1.2 CAD/CAM技术的地位与应用

1.2.1 CAD/CAM技术的地位

最近十年是CAD/CAM应用与发展的时代。许多行业(如机械、电子、航空、船舶、建筑等)已普遍接受了CAD。CAD/CAM技术具有高智力、高效益、知识密集、更新速度快、综合性强等特点。它是科技领域中的前沿课题之一,也是当今的尖端技术——集成化制造系统CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)的核心技术基础。

1989年美国评出近25年间当代10项最杰出的工程技术成就,其中第4项是CAD/CAM。

CAD/CAM技术为什么这样重要?因为它推动了一切领域的设计革命。CAD技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技和工业现代化水平的重要标志之一。CAD/CAM技术从根本上改变了过去的手工设计绘图,凭图纸组织整个生产过程的技术管理方式,而变成了在图形工作站上交互设计,用数据文件定义产品,在统一的数字化产品模型下进行产品的设计、分析计算、制订工艺规程、设计工艺装备、数控加工、质量控制等等。

我国已充分认识到了CAD/CAM技术的重要地位,并着手大力推广。国家科委组织制订了《1995—2000年我国CAD应用工程发展纲要》,将CAD技术应用列为“九五”科技进步规划的重要内容。勘察设计行业制订了“九五”期间工程设计计算应用规划目标,首要目标是甩掉图板。这是指应用CAD技术,实现设计全过程的电脑化,把设计人员从手工劳动中解放出来,用于方案的创新和其它工作。国家科委主任宋健曾明确指出:“甩掉图板非常重要,这不仅是一个技术问题,也是一场革命。我们大家都要去做工作,有些地方要强制性地推广应用,争取2000年前,在我国大中企业实现甩图板。”机械工业部决定从1996年开始实施以“产品设计全部采

用CAD,尽快甩掉图板”为核心的“CAD应用1550工程”,以加快CAD/CAM技术在机械工业企业中的应用。

1.2.2 CAD/CAM技术的应用

CAD/CAM技术的应用日益广泛,几乎遍及所有的工业部门,例如机械、电子、航空航天、建筑、轻纺等行业。CAD/CAM技术可完成产品的总体设计、外形设计、结构设计、优化设计、运动机械的模拟、有限元分析、物体质量特性计算、工艺规程制订、数控加工、检验测量等任务。它涉及计算机科学、计算机图形学、计算几何、计算数学、数据结构、数据库、数控技术、软件工程、仿真技术、人工智能、专家系统等学科领域。

根据有关论证,CAD/CAM技术的应用主要有四方面的影响:

① CAD/CAM代替了人类的经验活动,有利于设计人员、工艺人员从事更多的创造性劳动。

② CAD是设计人员最先进的工具。

③ CAD/CAM提高了企业适应市场变化的灵活性。

④ CAD/CAM技术促进了生产率和经济效益的提高。

1.2.3 CAD系统应具备的功能

1973年,国际信息处理联合会IFIP(International Federation of Information Processing)为CAD下了这样的定义:“CAD是将人和计算机混编在解题专业组中的一种技术,从而将人和计算机的最优特性结合起来”。人具有逻辑推理、判断、图形识别、联想、表达、思维和自适应的特点和能力,计算机则以运算速度快、存储量大、计算精度高以及能迅速显示数据、曲线、图形而见长。所谓最优特性结合,就是通过人机交互技术,使人和计算机的最优特性都得到发挥,从而获得最佳的效果。

一个比较完善的CAD系统是由数值计算与处理、交互绘图与图形输入输出、存储和管理设计制造信息的工程数据库三大模块组成。近十年来,国际上推出的商用CAD系统种类繁多,功能近似或有一定差异。分析十几种通用的CAD系统,归纳其主要功能如下:

(1) 造型功能

包括实体造型(Solid Modeling)和曲面造型(Surface Modeling)。系统应具有定义和生成体素的能力,以及用CSG法或Brep法构造实体模型的能力。系统还应具有根据给定的离散数据和工程问题的边界条件,来定义、生成、控制和处理过渡曲面与非矩形域曲面的拼合能力,提供曲面造型技术。

(2) 2D与3D图形的相互转换

设计过程是一个反复修改、逐步逼近的过程。产品的总体设计需要三维图形,而结构设计主要用二维图形,2D与3D图形可进行相互转换,为设计绘图提供极其有力的工具。

(3) 参数化设计

具有参数化设计功能的CAD系统,能使产品的3D(包括2D)模型参数化,设计师在任何阶段修改尺寸,系统会自动完成相应实体形状的改变。参数化设计能真正将初次设计从生产过程中分离出来,通过标准化减少零件的数量,增加设计成果的储备,以最快的速度适应市场变化,满足用户的需求。

(4) 三维几何模型的显示处理功能

系统应具有动态显示模型、消隐、彩色浓淡处理的能力,以便设计者能直接观察、构思和检验产品模型、解决三维几何模型设计的复杂空间布局问题。

(5) 三维运动机构的分析和仿真功能

系统应具有对运动机构的参数、运动轨迹干涉检查的分析能力,以及对运动系统进行仿真的能力。

(6) 物体质量特征计算功能

根据几何模型计算相应物体的体积、质量、表面积、重心、转动惯量、回转半径等几何特性,为工程分析提供必要的基本参数和数据。

(7) 有限元分析

系统应具有对产品模型的应力分布、强度、变形、振动等进行有限元分析的能力,以便为设计者提供研究产品的受力、变形、描述应力提供分析技术。

(8) 优化功能

对设计方案进行优选,以保证产品具有现代化设计水平。

(9) 极强的图形处理功能

包括画图、编辑功能,图形输出,标准件参数化图素,各类特征符号库。

(10) 先进的二次开发工具

任何一种通用 CAD 系统,不可能同时满足各行各业、各种情况的需要,因此 CAD 系统提供先进、实用的二次开发工具是非常必要的。

(11) 数据处理与数据交换功能

系统应具有处理和管理有关产品设计、制造等方面信息的能力,以实现设计、制造、管理的信息共享,并达到自动检索、快速存取、不同系统间传输和交换的目的。

1.2.4 我国在应用与开发 CAD/CAM 软件方面的一些基本问题

1. 应用与发展方向

由于我国 CAD/CAM 技术起步较晚,短时间之内不可能开发出能取代国外的具有自主知识产权的 CAD/CAM 系统。因此相当一段时间之内,仍旧会以应用国外 CAD/CAM 系统为主。

在应用 CAD/CAM 技术的过程中,二维绘图是 CAD 的基本形式,这对现有设计资源向 CAD 资源的转化作出了巨大贡献。但绘图效率及质量的提高对企业而言仅是一个局部化的技术进步,不足以显著提高产品设计与制造全过程的效率和质量,因此对企业的经济效益的影响非常有限。

多年来,我国企业对 CAD 的认识存在一个误区,以为买了计算机及 CAD 软件就能解决企业的根本问题——效率和效益。当没有达到预想的目的后就会对 CAD 冷淡起来,或者在错误思想的引导下越走越远。发达国家的 CAD/CAM 技术已经走过了几十年的路程,解决了 CAD 发展的瓶颈问题,而我国尚处于摸索阶段,因而非常有必要借鉴发达国家在 CAD 技术上的思想和方法。

德国西门子公司提出的“合理化工程”的思想,其基本原理是:把初次设计从生产过程中分离出去;通过标准化减少零件的数量;利用参数化设计软件实现这一构想。从根本上讲,CAD/CAM 技术在企业中的深入发展必须同企业生产、计划、供销等部门的信息管理系统全面接