



高等学校教材

CAD/CAM 原理与实践

杨 岳 罗意平 主编



中国铁道出版社

高等学校教材

CAD/CAM 原理与实践

杨 岳 罗意平 主编
李圣怡 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 2 年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书为铁道部重点教材。可供高等学校机械设计制造及其自动化专业和相关专业的高年级本科生、研究生使用。

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)是指从设计到制造的整个过程应用计算机进行信息处理、生产管理与控制的技术。本书主要介绍 CAD/CAM 技术的基本原理、开发应用方法、最新 CAD/CAM 软件的应用方法、最新软件开发平台,旨在培养学生 CAD/CAM 技术的实际开发应用能力。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 原理与实践/杨岳等编. —北京:中国铁道出版社,2002.4

高等学校教材

ISBN 7-113-04528-6

I. C... II. 杨... III. ①机械设计:计算机辅助设计—高等学校—教材②机械设计—计算机辅助制造—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 025332 号

书 名: CAD/CAM 原理与实践

作 者: 杨岳 罗意平 等

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑: 赵 静 编辑部电话: (路电)021—73133
(市电)010—51873133

封面设计: 马 利

印 刷: 北京市彩桥印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 28 字数: 700 千

版 本: 2002 年 6 月第 1 版 2002 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 7-113-04528-6/TP·671

定 价: 38.40 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

发行部电话:(路电)021—73169 (市电)010—51873169

前 言

计算机辅助设计与制造技术(简称 CAD/CAM 技术)的发展和应用,彻底改变了传统的设计与制造方式,将现代工业中的设计和制造技术带到了一个崭新的阶段。CAD/CAM 已被公认为 20 世纪十大杰出工程技术成果之一。CAD/CAM 技术在提升设计制造信息化自动化水平、缩短产品生产周期、保证产品质量、提高生产管理水平和产品竞争力等方面成效显著。

CAD/CAM 是一门跨多学科的技术,自它诞生起就一直处于不断的发展和完善之中。这一方面是由于它的支撑技术——计算机技术始终处于飞速发展之中,另一方面它自身的理论、方法和实施技术也还在不断地更新和发展。目前,一些成熟的 CAD/CAM 技术和系统在工业中已得到日益广泛的应用。另外,新的概念、方法和功能越来越强大的 CAD/CAM 系统一直层出不穷,为 CAD/CAM 技术的发展和應用不断注入新的活力。

现有的商品化 CAD/CAM 系统已具备较强的计算机辅助设计与制造功能,在某些应用场合已能较好地满足用户的计算机辅助设计与制造方面的要求。另一方面,商品化 CAD/CAM 系统在某些应用实际领域和应用对象上还难以满足用户要求,需要用户或第三方根据实际情况进行 CAD/CAM 应用系统开发或多个系统的集成。为使读者对 CAD/CAM 技术有全面的了解,并具备良好的 CAD/CAM 技术应用开发能力,本书力图向读者阐述清楚五方面的内容:CAD/CAM 及其相关技术的基本原理与方法;CAD/CAM 主要单项技术的基本原理与应用开发方法;中高档 CAD/CAM 系统的应用技术;CAD/CAM 应用系统开发方法和技术;CAD/CAM 技术的最新发展。

CAD/CAM 技术的一个显著特点是它的实践性非常强,很好地掌握和应用它需要通过大量的实践。故在各主要章节中,有的配有一些小的源代码,有的配有 CAD/CAM 软件系统的使用实例,有的配有 CAD/CAM 应用系统开发实例,便于读者加深对 CAD/CAM 技术内涵的理解和掌握。

全书共分十四章。第 1 章介绍了 CAD/CAM 的基本概念、应用范畴和发展历程;第 2 章介绍了 CAD/CAM 系统的硬件和软件构成;第 3 章阐述了 CAD/CAM 的软件技术基础及其工程数据处理等内容;第 4 章阐述了 CAD 图形技术基础;第 5 章阐述了较为实用的 CAD 三维造型技术;第 6 章介绍了计算机辅助工程分析的基本原理和应用;第 7 章介绍了利用 ObjectARX 对 AutoCAD 进行二次开发的技术;第 8 章阐述了计算机辅助工艺过程设计的基本原理与开发技术;第 9 章介绍了计算机辅助生产管理的主要内容及应用;第 10 章介绍计算机辅助质量控制技术;第 11

章介绍了数控程序编制的基本原理和计算机辅助数控编程;第 12 章介绍了 CAD/CAM 应用软件开发方法;第 13 章介绍了 CAD/CAM 系统集成技术;第 14 章介绍了 CAD/CAM 技术一些最新的发展和应用。

本书第 1、6、12、13 章由杨岳编写,第 9、10、14 章由罗意平编写,第 4、5、7 章由刘德福编写,第 2、3 章由周贤编写,第 8 章由李蔚编写,第 11 章由陈峰编写。全书由杨岳制订编写大纲,由杨岳、罗意平负责统稿及主编。

该书承蒙国防科技大学李圣怡教授审稿,在此表示衷心感谢。

本书编写过程中,江雪松、欧阳光、丁建军、王玉国、刘军等参加了有关工作,在此对他们的辛勤工作表示感谢。

限于作者水平有限,书中疏漏与谬误之处难免,请同行和读者予以批评指正。

作 者

2002 年 3 月于中南大学

目 录

第1章 CAD/CAM 概述	1
1.1 CAD/CAM 的基本概念	1
1.1.1 CAD/CAM 的概念	1
1.1.2 产品设计制造过程与 CAD/CAM	1
1.1.3 CAD/CAM 系统的工作过程	2
1.1.4 CAD/CAM 的应用意义	4
1.2 CAD/CAM 系统的主要任务	5
1.3 CAD/CAM 技术发展简史与应用现状	9
1.4 CAD 与 CAM 之间的联系	10
习题与思考题	12
第2章 CAD/CAM 系统的硬件和软件	13
2.1 CAD/CAM 系统结构	13
2.2 CAD/CAM 系统类型	13
2.3 CAD/CAM 系统的硬件	15
2.4 CAD/CAM 系统的软件	21
2.4.1 系统软件	21
2.4.2 CAD/CAM 系统支撑软件	23
2.4.3 应用软件及开发环境	24
2.4.4 现代 CAD/CAM 主流支撑软件	27
2.5 计算机网络	30
2.5.1 概 述	30
2.5.2 计算机网络的拓扑结构	30
2.5.3 客户/服务器工作模式	32
2.5.4 局域网简介	32
2.5.5 Internet 与 Web 简介	33
2.5.6 Intranet 简介	37
2.6 CAD/CAM 系统的选型原则	38
2.6.1 CAD/CAM 硬件系统的选型原则	38
2.6.2 CAD/CAM 软件系统的选择原则	39
习题与思考题	39
第3章 CAD/CAM 软件技术基础	40
3.1 数据结构	40
3.1.1 基本概念	40

3.1.2 线性表	41
3.1.3 树与二叉树	52
3.2 工程数据的数据库管理	54
3.2.1 工程数据特点及管理形式	54
3.2.2 数据库系统原理	55
3.2.3 数据库的数据模型	56
3.2.4 关系型数据库管理系统	57
3.2.5 数据库与高级语言接口	62
3.3 工程数据的计算机处理	64
3.3.1 数据表格的计算机处理	64
3.3.2 函数的插值处理	69
3.3.3 线图的程序处理	71
习题与思考题	74
第4章 计算机图形技术基础	75
4.1 基本概念	75
4.1.1 坐标系	75
4.1.2 齐次坐标	76
4.1.3 窗口与视口	77
4.2 二维图形基本元素	79
4.2.1 点与直线	79
4.2.2 圆与圆弧	80
4.3 图形几何变换	81
4.3.1 二维基本变换	81
4.3.2 二维组合变换	84
4.3.3 三维图形几何变换	89
4.4 参数化曲线与曲面	91
4.4.1 曲线和曲面的参数表示	91
4.4.2 贝齐埃(Bezier)曲线和曲面	92
4.4.3 B样条(B-Spline)曲线和曲面	97
4.4.4 非均匀有理B样条(NURBS)曲线和曲面	98
习题与思考题	100
第5章 三维CAD造型技术	101
5.1 三维几何造型技术	101
5.1.1 三维几何模型的计算机内部表示	102
5.1.2 实体造型	109
5.1.3 应用 AutoCAD 2000 进行实体造型实例	112
5.2 参数化设计技术	113
5.2.1 设计中的约束(Constraint)及其特性	114
5.2.2 尺寸驱动与数据相关	117
5.3 特征造型技术	119

5.3.1 特征的概念及分类	119
5.3.2 特征表达与特征关系	121
5.3.3 特征模型	123
5.3.4 特征造型方法	123
5.4 应用 Pro/E 进行基于特征的实体造型	125
5.4.1 基于特征的零件造型过程	125
5.4.2 Pro/E 中的特征	126
5.4.3 特征创建基本方法	127
5.4.4 应用 Pro/E 进行基于特征的实体造型实例	129
5.5 产品装配造型技术	130
5.5.1 装配造型基本概念	131
5.5.2 装配约束	132
5.5.3 装配结果显示	132
5.5.4 两种设计过程:自顶向上和自顶向下设计过程	134
5.5.5 Pro/E 装配造型实例	135
习题与思考题	136
第 6 章 计算机辅助工程分析	137
6.1 计算机辅助工程分析的主要内容	137
6.2 有限元分析的基本原理	137
6.2.1 有限元分析的基本思想及分析求解步骤	137
6.2.2 有限元分析求解算例	140
6.3 有限元分析的前置处理和后置处理	143
6.3.1 有限元分析的前置处理	143
6.3.2 有限元分析的后置处理	144
6.3.3 CAD 三维建模与前后置处理的关系	145
6.4 建立有限元模型的策略	146
6.4.1 有限元建模时一般考虑的几点问题	146
6.4.2 建立计算模型的几个策略与方法	151
6.5 常用的有限元分析软件及分析计算实例	153
6.5.1 常用有限元分析计算软件简介	153
6.5.2 用有限元分析软件 ANSYS 进行有限元分析计算实例	154
6.6 优化设计	157
6.6.1 优化设计的数学模型	158
6.6.2 优化设计实例	158
6.6.3 常用的优化求解方法	161
6.7 计算机仿真技术	163
6.7.1 仿真的基本概念	163
6.7.2 计算机仿真的一般过程	165
习题与思考题	166
第 7 章 AutoCAD 二次开发工具 ObjectARX 的应用	168

7.1 ObjectARX 简介	168
7.1.1 ObjectARX 程序设计环境	168
7.1.2 ObjectARX 类库简介	169
7.1.3 建立 ObjectARX 应用程序	172
7.2 AutoCAD 数据库基础	174
7.2.1 AutoCAD 数据库概述	175
7.2.2 基本的数据库对象	176
7.2.3 在 AutoCAD 中创建对象	176
7.2.4 在 ObjectARX 中创建对象	178
7.3 建立良好的人机界面	180
7.3.1 使用 ObjectARX 内置 MFC 类建立用户界面	180
7.3.2 人机界面设计实例	182
7.4 机械零件图的参数化绘制	190
7.4.1 参数化编程概述	190
7.4.2 参数化零件图绘制实例	191
7.5 平面图形信息获取编程实例	198
习题与思考题	202
第 8 章 计算机辅助工艺过程设计系统	203
8.1 CAPP 的基本概念及意义	203
8.2 CAPP 系统的结构组成、功能及基本类型	204
8.2.1 CAPP 系统的结构组成	204
8.2.2 CAPP 的功能	205
8.2.3 CAPP 系统的基本类型	206
8.3 零件信息的描述及输入	206
8.3.1 零件信息描述的内容及要求	206
8.3.2 零件信息描述方法	207
8.3.3 零件信息输入方法	215
8.4 派生式 CAPP 系统	216
8.4.1 派生式 CAPP 系统的工作原理及特点	216
8.4.2 派生式 CAPP 系统的研制步骤	217
8.4.3 派生式 CAPP 系统实例	223
8.5 创成式 CAPP 系统	225
8.5.1 创成式 CAPP 系统的工作原理及特点	225
8.5.2 创成式 CAPP 系统中的工艺决策逻辑	226
8.6 综合式 CAPP 系统	230
8.6.1 综合式 CAPP 系统的工作原理	230
8.6.2 综合式 CAPP 系统实例	230
8.7 其他类型的 CAPP 系统	234
8.7.1 交互式 CAPP 系统	234
8.7.2 智能式 CAPP 系统	234

8.8 CAPP 系统的其他功能及实现	235
8.8.1 切削用量的确定	235
8.8.2 工时定额的确定	236
8.8.3 工序图的自动生成和绘制	236
8.9 CAPP 的发展趋势	238
习题与思考题	239
第 9 章 计算机辅助生产管理系统	241
9.1 概 述	241
9.2 计算机辅助生产管理系统的构成	243
9.3 物料需求计划	244
9.4 制造资源计划	247
9.5 及时制生产	251
9.6 最优生产技术	255
9.7 企业资源计划	258
9.8 供应链及供应链管理	261
习题与思考题	265
第 10 章 计算机辅助质量控制	266
10.1 基本概念	266
10.2 计算机辅助质量系统	268
10.2.1 自动化的质量系统对企业的战略作用	268
10.2.2 计算机辅助质量系统结构	269
10.2.3 集成质量系统	273
10.2.4 计算机辅助质量系统实例	275
10.2.5 集成质量系统发展趋势	277
10.3 质量数据自动采集与检测	278
10.3.1 数据采集方式与检测方法	278
10.3.2 三坐标测量机	279
10.3.3 CMM 的应用方式	283
10.4 统计质量控制	284
10.4.1 控制图的概念及原理	284
10.4.2 控制图的判断	285
10.4.3 控制图种类及选用	286
10.4.4 计算机辅助 SQC 软件及发展趋势	287
10.5 计算机辅助加工过程监控	288
10.5.1 加工过程监控的特征信号与监控的方法	288
10.5.2 计算机辅助加工过程监控	289
10.5.3 产品质量和加工过程状态自动控制系统实例	291
10.6 计算机辅助工序质量诊断	292
10.6.1 工序质量诊断	293
10.6.2 集成的测量和诊断系统简介	294

习题与思考题	296
第 11 章 计算机辅助数控程序编制	298
11.1 数控编程的基本概念	298
11.1.1 数控技术概述	298
11.1.2 数控机床的分类	299
11.1.3 数控机床的坐标系统	299
11.1.4 数控程序指令代码	301
11.2 数控加工程序的编制	304
11.2.1 数控程序的工艺性设计	304
11.2.2 数控车削编程	305
11.2.3 数控铣削编程	306
11.3 计算机数控自动编程	308
11.3.1 计算机数控编程技术的发展	308
11.3.2 MasterCAM 数控编程系统	309
11.4 CAD/CAM 集成化数控编程系统	317
11.4.1 CAD/CAM 集成化数控编程系统原理	317
11.4.2 刀具轨迹生成方法	317
11.4.3 刀具轨迹验证技术	318
习题与思考题	318
第 12 章 CAD/CAM 应用系统开发原理与方法	320
12.1 软件工程的基本概念和原理	320
12.1.1 软件工程的基本概念	320
12.1.2 软件产品的开发过程	321
12.1.3 软件分析与设计方法	322
12.2 结构化软件分析及设计方法	322
12.2.1 结构化软件分析方法	322
12.2.2 结构化软件设计方法	326
12.3 IDEF0 方法	330
12.3.1 IDEF 方法简介	330
12.3.2 图形表示	331
12.3.3 分解步骤	333
12.3.4 工作阶段	336
12.4 IDEF1 方法	336
12.4.1 IDEF1 方法的基本概念	336
12.4.2 IDEF1x 的成分及其图形表示	337
12.4.3 IDEF1x 的建模过程	340
12.5 快速原型方法	341
12.6 面向对象的设计	342
12.6.1 面向对象设计的基本原理	342
12.6.2 面向对象设计的设计实例	346

12.7 CAD/CAM 应用系统开发实例	352
12.7.1 系统要求	352
12.7.2 系统功能模型的建立	353
12.7.3 系统业务流程的建立	354
12.7.4 数据库系统设计	356
12.7.5 模块划分、界面设计和系统软件结构设计与实现	358
习题与思考题	360
第 13 章 CAD/CAM 系统集成	361
13.1 CAD/CAM 集成的概念	361
13.2 CAD/CAM 系统集成方式	362
13.2.1 通过专用数据接口程序交换产品信息的集成方式	362
13.2.2 通过标准数据格式文件交换产品信息的集成方式	362
13.2.3 通过统一的产品模型交换产品信息的集成方式	363
13.2.4 基于产品数据管理的集成方式	363
13.3 基于 IGES 的 CAD/CAM 数据交换	366
13.3.1 初始图形信息交换规范(IGES)	366
13.3.2 基于 IGES 文件的 CAD/CAM 数据交换	369
13.3.3 IGES 在数据交换中存在的问题	370
13.4 基于 STEP 的 CAD/CAM 产品数据交换	371
13.4.1 STEP 基本概念	371
13.4.2 STEP 的组成	371
13.4.3 STEP 的层次结构	372
13.4.4 STEP 的产品信息描述与产品信息模型的建立	373
13.4.5 STEP 应用协议与产品信息模型的建立	379
13.4.6 STEP 集成资源	381
13.4.7 基于 STEP 的产品数据交换方式	381
13.4.8 STEP 实施的一致性测试	386
13.4.9 STEP 的使用方法	386
13.4.10 STEP 应用工具	386
13.5 集成化产品数据建模	387
13.5.1 集成化产品数据模型的基本内容	387
13.5.2 基于特征的集成化产品数据模型	388
13.5.3 面向 CAD/CAPP 集成的 STEP 零件信息模型	389
习题与思考题	392
第 14 章 CAD/CAM 技术发展	393
14.1 并行工程	393
14.1.1 并行工程的提出与定义	393
14.1.2 并行工程的关键技术	395
14.1.3 并行设计系统	395
14.1.4 并行工程的实施	397

14.2 产品数据管理	399
14.2.1 PDM 的需求	399
14.2.2 PDM 的基本概念	400
14.2.3 PDM 系统的体系结构	400
14.2.4 PDM 软件系统的功能	400
14.2.5 PDM 的发展趋势	405
14.3 快速成形制造	405
14.3.1 快速成形制造技术原理	405
14.3.2 典型的 RPM 技术	406
14.3.3 快速成形制造的特点	408
14.3.4 RPM 的应用及发展趋势	409
14.4 虚拟制造	409
14.4.1 虚拟现实技术	409
14.4.2 虚拟制造	412
14.4.3 虚拟产品开发	417
14.5 敏捷制造	421
14.6 分散网络化 CAD/CAM	424
14.6.1 网络 CAD 概述	424
14.6.2 制造网络	426
14.6.3 分散网络化制造系统	430
习题与思考题	432
参考文献	433

第1章 CAD/CAM 概述

1.1 CAD/CAM 的基本概念

1.1.1 CAD/CAM 的概念

计算机辅助设计和计算机辅助制造(简称 CAD/CAM)技术是产品设计和制造工程技术人员在计算机系统的辅助之下,合理有效地进行产品设计和制造的一项新技术。CAD/CAM 是传统设计与制造技术与现代计算机技术的有机结合。

计算机辅助设计(Computer Aided Design,简称 CAD)是指工程技术人员以计算机为辅助工具,完成产品设计构思和论证,产品总体设计,技术设计,零部件设计,有关零件的强度、刚度、热、电、磁的分析计算和产品图绘制等工作。一般认为 CAD 系统应包括如下功能:草图设计、零件设计、工程分析、装配设计、产品数据交换等。CAD 系统的功能模型如图 1-1 所示,其中矩形盒表示 CAD 系统实现的功能,左侧箭头表示 CAD 系统的输入,右侧箭头表示 CAD 系统的输出,下方箭头表示支持 CAD 系统工作的软硬件环境。

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing,简称 CAM)有狭义和广义两种定义。狭义 CAM 通常是指计算机辅助数控加工程序的编制,包括刀具路径规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真、NC 代码生成以及与数控机床数控装置的软件接口等。狭义 CAM 系统的功能模型如图 1-2 所示。广义 CAM 一般是指利用计算机辅助完成从生产准备到产品制造整个活动的过程,包括工艺过程设计、工装设计、NC 自动编程、生产作业计划、生产控制、质量控制等。

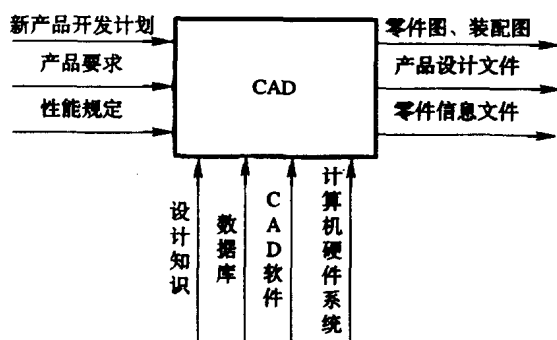


图 1-1 CAD 系统功能模型

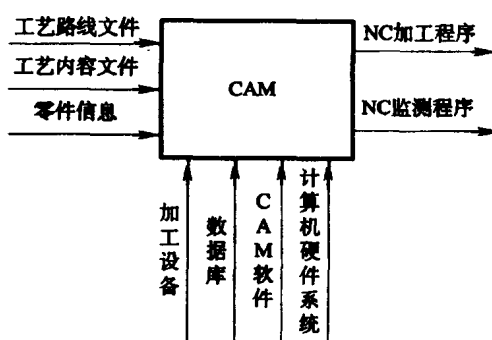


图 1-2 狭义 CAM 系统功能模型

1.1.2 产品设计制造过程与 CAD/CAM

图 1-3 给出了产品设计制造过程所包括的各个阶段。这是一个串行的过程链,但在实际生产中,有些过程是并行进行的。如在产品设计时,就要考虑产品的可制造性;产品制造过程

中,则始终有生产管理的要求。

在产品设计阶段,从市场需求分析开始的,根据需求确定产品的性能要求,建立产品的总体设计方案,进行综合分析论证;在此基础上设计具体结构,包括结构方案的优化、评估,几何参数、力学特性的分析计算;最后得到产品的设计结果。

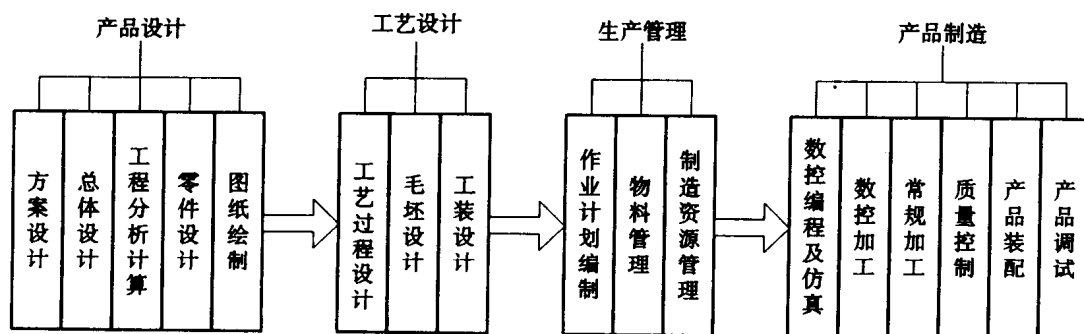


图 1-3 产品设计与制造过程

在工艺设计阶段,需进行生产准备方面的工作,即对产品的几何形状和制造要求作进一步分析,设计产品的加工工艺规程、工艺装备(如刀具、夹具等)和毛坯等。

在生产管理阶段,安排产品的生产作业计划,确定产品的加工进度,并对生产过程中的物料(包括毛坯、在制品、成品、外购件、工辅具等)进行有效的计划、调度和控制,保证生产任务在预定的时间完成,并能适应市场变化有效地组织生产,达到降低成本、减少库存、保证质量、提高市场竞争力的目的。

在产品制造阶段,在数控机床或常规机床上按产品的设计要求进行零件的加工。在制造过程中,对关键的工序、重要的零件尺寸和精度进行在线或离线的质量控制。然后进行产品的总装和检测。

在整个生产过程的各个具体领域中,计算机均能得到不同程度的应用,经过多年的发展,现已形成一系列 CAD/CAM 单项技术,其中有代表意义的有:

- 计算机辅助绘图,简称 CAG(Computer Aided Graphics);
- 计算机辅助工程分析,简称 CAE(Computer Aided Engineering);
- 计算机辅助工艺设计,简称 CAPP(Computer Aided Process Planning);
- 计算机辅助数控编程,简称 NCP(Number Control Programming);
- 制造资源计划,简称 MRPII(Manufacturing Resource Planning);
- 企业资源计划,简称 ERP(Enterprise Resource Planning);
- 计算机辅助质量控制,简称 CAQ(Computer Aided Quality);
- 产品数据管理,简称 PDM(Product Data Management);
- 虚拟设计,简称 VR - CAD(Virtual Reality - CAD);
- 虚拟制造,简称 VM(Virtual Manufacturing)。

1.1.3 CAD/CAM 系统的工作过程

CAD/CAM 系统是设计、制造过程中的信息处理系统,它充分利用了计算机高效准确的计算功能、图形处理功能以及复杂工程数据的存贮、传递、加工功能,在运行过程中,结合人的经验、知识及创造性,形成一个人机交互、各尽所长、紧密配合的系统。CAD/CAM 系统输入的是设计要求,输出的是制造加工信息。一个较为完整的 CAD/CAM 系统的工作过程如图 1-4 所

示,它包括以下几个方面:

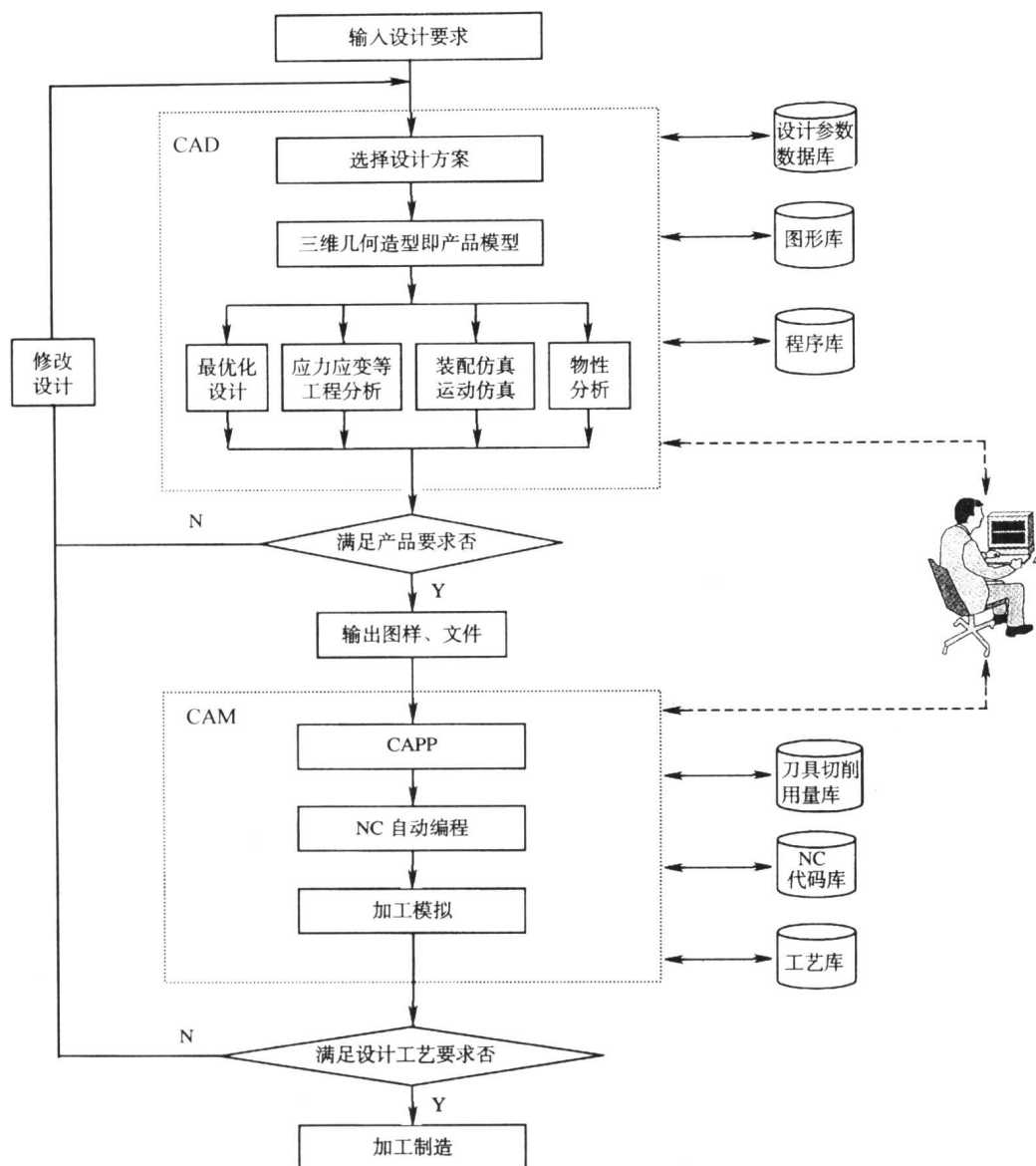


图 1-4 CAD/CAM 系统的工作过程

(1) 通过市场需求调查以及用户对产品性能的要求,向 CAD 系统输入设计要求。在 CAD 系统中首先进行设计方案的分析和选择,然后,利用几何建模功能,构造出产品的几何模型,计算机将此模型转换为内部的数据信息,存储在系统的数据库中。

(2) 调用 CAD/CAM 系统程序库中的各种应用程序对产品模型进行详细设计计算及结构方案优化分析,以确定产品总体设计方案及零部件的结构及主要参数,同时,调用 CAD/CAM 系统中的图形库,将设计的初步结果以图形的方式输出在显示器上。

(3) 通过计算机辅助工程分析计算功能对产品进行性能预测、结构分析、工程计算、运动仿真和装配仿真。即通过计算机数值分析求解速度快、效率高的优势,对设计产品的结构和性能指标进行必要的工程分析、计算和仿真。

(4) 根据计算机显示的结果,设计人员对设计的初步结果作出判断,如果不满意,可以通

过人机交互的方式进行修改,直至满意为止。修改后的产品设计模型仍存储在 CAD/CAM 系统的数据库中,并可通过绘图机输出设计图和有关文档。

(5) CAD/CAM 系统从产品数据库中提取产品的设计制造信息,在分析其零件几何形状特点及有关技术要求后,对产品进行工艺规程设计,设计的结果存入系统的数据库,同时在屏幕上显示输出。

(6) 工艺设计人员可以对工艺规程设计的结果进行分析、判断,并允许以人机交互的方式进行修改。最终的结果可以是生产中需要的工艺卡片或以数据接口文件的形式存入数据库,以供后续模块读取。

(7) 在打印机上输出工艺卡片,成为车间生产加工的指导性文件。NC 自动编程子系统从数据库中读取零件几何信息和加工工艺规程,生成 NC 加工程序。

(8) 有些 CAD/CAM 系统在生成了 NC 加工程序之后,可对其进行加工仿真、模拟,验证其是否合理、可行。同时,还可以进行刀具、夹具、工件之间的干涉、碰撞检验。

(9) 在普通机床、数控机床上按照工艺规程和 NC 加工程序加工制造出有关产品。

由上述过程可以看出,从初始的设计要求、产品设计的中间结果,到最终的加工指令,都是信息不断产生、修改、交换、存取的过程,在该过程中,设计人员仍起着非常重要的作用。一个优良的 CAD/CAM 系统应能保证不同部门的技术人员能相互交流和共享产品的设计和制造信息,并能随时观察、编辑修改设计,实施编辑处理,直到获得最佳结果。

根据应用要求的不同,实际的 CAD/CAM 系统可支持上述全部过程,也可仅支持部分过程。

1.1.4 CAD/CAM 的应用意义

CAD/CAM 充分发挥计算机及其外围设备的能力,将计算机技术与工程领域中的专业技术结合起来,实现产品的设计、制造,它已成为新一代生产技术中的核心技术。随着计算机硬件和软件的不断发展,CAD/CAM 系统的性能价格比不断提高,使得 CAD/CAM 技术的应用领域也不断扩大。据统计,到 20 世纪 90 年代初,CAD/CAM 技术的应用已进入近百个工业领域。各种资料表明:公认应用比较成熟的是机械、电子、建筑等领域。

CAD/CAM 技术应用于机械工业,可大大提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本。电子工业应用 CAD/CAM 技术可大大提高印刷电路板设计制造自动化水平,集成电路的生产如果不借助 CAD/CAM 技术则无法实现。在土木建筑领域,引入 CAD 技术,可节省设计时间 90%。除此之外,CAD 技术还可用于轻纺织服装行业的图案设计、款式设计、衣料裁剪,人文地质领域中的气象图、地形图、勘探图等。

图 1-5 是 CAD/CAM 应用效益的有关统计情况。CAD/CAM 技术应用意义主要体现在如下 4 个方面:

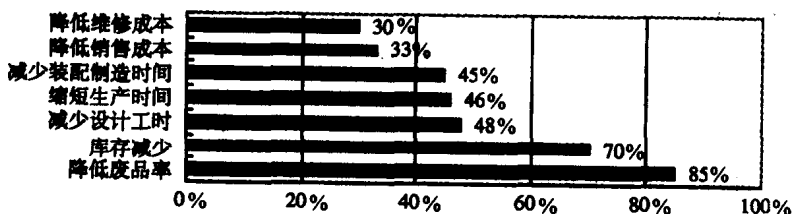


图 1-5 企业采用 CAD 系统后所取得的效益