

CAD/CAM

集成技术

刘文剑 常伟 金天国 柏合民 编著

哈尔滨工业大学出版社



CAD/CAM 集成技术

刘文剑 常伟 金天国 柏合民 编著

哈尔滨工业大学出版社
哈尔滨

内 容 提 要

本书收集了 90 年代以来有关计算机辅助设计与制造技术的最新资料,从集成的角度详细地阐述了 CAD/CAM 的各种核心技术,如 CAD/CAM 系统技术的应用与发展、计算机辅助工艺设计、计算机辅助夹具设计、计算机辅助生产管理、CIMS 总体方案设计、网络和数据库、故障诊断系统等。

本书可作为机械电子工程专业、机电控制及自动化专业和机械制造专业研究生和本科生的教科书,也可供产品设计及制造自动化领域的管理人员、科技人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 集成技术/刘文剑编著. —哈尔滨:

哈尔滨工业大学出版社, 2001. 1

ISBN 7-5603-1561-5

I . C . . . II . 刘 . . . III . ①计算机辅助设计
②计算机辅助制造 IV . TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 55440 号

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150006

传 真 0451—6414749

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 20.5 字数 470 千字

版 次 2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5603-1561-5/TH·86

印 数 1~3 000

定 价 25.00 元

前 言

21 世纪是高科技迅猛发展并广泛应用的时期,作为高科技之一的先进制造技术已成为当前制造业发展的重要技术保证。CAD/CAM 集成技术作为先进制造技术的核心基础,它的发展与应用已成为衡量一个国家科技进步和工业现代化水平的重要标志。在日趋一体化的全球市场中,激烈的市场竞争、快速的产品更新换代、越来越高的产品性能价格比,促使世界上许多国家和企业都把发展 CAD/CAM 技术确定为本国制造业的发展战略,制定了很多由政府或工业界支持的计划,借以推动 CAD/CAM 集成技术的开发与应用。

作为一个发展中国家,我国也非常重视 CAD/CAM 集成技术的发展,把 CAD/CAM 集成技术确定为我国高技术发展计划(863 计划)CIMS 主题中的一项关键技术,进行重点跟踪研究。目前,CAD/CAM 集成技术已成为我国制造工业的热点,为了进一步加快我国 CAD/CAM 集成技术的推广与应用,我们编写了《CAD/CAM 集成技术》一书。

本书参考了 90 年代以来有关 CAD/CAM 集成技术的最新资料,整理了哈尔滨工业大学 CAD/CAM 研究所多年的科研和教学成果,从集成的角度详细地阐述了 CAD/CAM 集成的核心技术。本书共分八章,第一章介绍了 CAD/CAM 集成技术的基本概念及发展概况;第二章介绍了 CIMS 系统的体系结构及总体方案设计;第三章介绍了计算机网络及数据库;第四章介绍了计算机辅助生产管理;第五章介绍了计算机辅助工艺设计;第六章介绍了计算机辅助夹具设计;第七章介绍了质量保证系统中的故障诊断;第八章介绍了制造业未来的发展方向。

本书由哈尔滨工业大学刘文剑教授等编著,第一、二、七、八章由刘文剑编写,第三、四章由金天国编写,第五章由常伟编写,第六章由柏合民、常伟编写。

本书由哈尔滨工业大学马玉林教授主审。他在本书编写与审阅过程中始终给予了大力支持和帮助,提出了许多宝贵的修改意见,谨致以衷心感谢。

本书在出版过程中得到了哈尔滨工业大学领导和各有关部门的大力支持,哈尔滨工业大学 CAD/CAM 研究所的许之伟,张旭堂,陈广锋,顾琳等同志也参加了本书的校对和整理工作。在此,作者一并向他们表示衷心感谢。

由于作者水平有限,加之 CAD/CAM 集成技术发展相当迅猛,书中错误及疏漏之处在所难免,敬请同行、读者批评指正。

作 者

2000 年 3 月

目 录

第一章 CAD/CAM 集成制造系统概念	1
1.1 CAD/CAM 集成系统综述	1
1.1.1 CAD/CAM 技术的发展	1
1.1.2 CAD/CAM 系统的组成与集成	2
1.1.3 CAD/CAM 集成的体系结构	5
1.1.4 CAD/CAM 集成方案例举	6
1.1.5 CAD/CAM 系统的推广与应用效益评价	8
1.2 CAD/CAM 集成系统的子系统	12
1.2.1 CAD 系统简介	12
1.2.2 CAE 系统简介	17
1.2.3 CAPP 系统简介	22
1.2.4 CAM 系统简介	29
1.3 CAD/CAM 集成系统的关键技术	34
1.3.1 参数化技术	34
1.3.2 特征技术	40
1.3.3 产品数据管理(PDM)技术	45
1.4 CAD/CAM 集成系统软件现状	51
1.4.1 CAD/CAM 软件简介与比较	51
1.4.2 CAD/CAM 系统软件选择要点	54
第二章 CAD/CAM 集成系统的总体设计	57
2.1 CAD/CAM 集成系统的开发过程	57
2.1.1 CAD/CAM 集成系统的开发阶段	57
2.1.2 可行性论证的工作内容和工作程序	57
2.1.3 初步设计的工作内容和工作程序	58
2.1.4 详细设计的工作内容和工作程序	58
2.2 CAD/CAM 集成系统的需求分析	60
2.2.1 企业现状分析	60
2.2.2 企业存在的问题与对策分析	62
2.3 CAD/CAM 集成系统的总体方案	63
2.3.1 CAD/CAM 集成系统的组成	63
2.3.2 CAD/CAM 集成系统的体系结构	65
2.3.3 CAD/CAM 集成系统的功能设计	67
2.3.4 CAD/CAM 集成系统的信息设计	69

2.4 CAD/CAM 集成系统的分系统设计	73
2.4.1 工程设计分系统(EDS - Engineering Design System)	73
2.4.2 生产管理分系统(PMS - Production Management System)	76
2.4.3 质量管理分系统(QMS - Quality Management System)	78
2.4.4 制造自动化分系统(MAS - Manufacturing Automation System)	82
第三章 CAD/CAM 集成的支撑系统	88
3.1 计算机网络基础	88
3.1.1 网络的发展	88
3.1.2 网络的类型及基本概念	89
3.1.3 网络的体系结构和协议	91
3.2 局域网和广域网	95
3.2.1 局域网简介	95
3.2.2 广域网简介	102
3.3 网络的互连及 CAD/CAM 集成环境下网络建立过程	103
3.3.1 网络的互连	103
3.3.2 CAD/CAM 集成环境下的网络建立	105
3.4 数据库系统设计基础	109
3.4.1 计算机数据管理技术的发展	109
3.4.2 数据库系统的体系结构和数据模型	111
3.4.3 数据库语言及数据库管理系统	114
3.4.4 工程数据库系统简介	117
3.4.5 工程数据库系统的分层结构	118
3.4.6 工程数据库系统的现状与未来	119
3.5 数据库的设计	120
3.5.1 数据库设计概述	120
3.5.2 数据库概念设计中常用数据模型简介	121
3.5.3 数据库的设计过程	122
第四章 CAD/CAM 集成的生产管理系统	128
4.1 生产管理的基本原理	128
4.1.1 生产管理的概念及发展	128
4.1.2 工业企业的生产类型及特点	130
4.1.3 计算机辅助生产管理(CAPM)	132
4.2 常用生产管理方式简介	133
4.2.1 最优化生产技术(OPT)	133
4.2.2 项目管理	135
4.2.3 准时生产(JIT)管理方式	141
4.3 MRP II 管理方式方法	142
4.3.1 MRR I 到 MRP II	142

4.3.2	MPR II 的基本原理	144
4.3.3	MRP II 原理在生产管理中的应用	145
4.4	车间生产管理	153
4.4.1	下达生产订单	153
4.4.2	制定车间作业计划与生产监控	154
4.5	生产管理系统设计实例	157
4.5.1	企业生产的特点和对生产管理系统的要求	157
4.5.2	建立系统的功能模型	158
4.5.3	建立系统的业务流程	159
4.5.4	数据库系统设计	161
4.5.5	模块划分、界面设计和系统软件结构设计与实现	161
第五章	CAD/CAM 集成中的工艺设计系统	168
5.1	工艺设计系统综述	168
5.1.1	开展 CAPP(Computer Aided Process Planning)研究的意义	168
5.1.2	CAPP 的基本构成	168
5.1.3	CAPP 的基础技术及其研究的热点问题	169
5.2	成组技术	170
5.2.1	成组技术发展状况	170
5.2.2	零件分类编码系统	172
5.2.3	零件分类编码实例	172
5.2.4	柔性编码系统	179
5.3	零件信息描述与输入	181
5.3.1	零件信息描述基本方法简述	182
5.3.2	基于特征的轴类零件信息输入	183
5.3.3	基于特征的箱体零件信息输入	186
5.4	工艺数据及其数据库	187
5.4.1	工艺数据	187
5.4.2	工艺数据结构	188
5.4.3	工艺数据库及其设计	191
5.5	计算机辅助工序设计	195
5.5.1	概述	195
5.5.2	工序决策	197
5.5.3	工艺尺寸确定	201
5.5.4	工艺参数决策	203
5.5.5	工序图的生成与绘制	204
5.6	CAPP 系统中的人工智能技术	207
5.6.1	CAPP 系统中人工智能技术发展状况	207
5.6.2	专家系统	208

5.6.3	神经网络在 CAPP 系统中的应用	210
5.6.4	模糊数学在 CAPP 系统中的应用	215
第六章	CAD/CAM 集成中的夹具设计系统	221
6.1	计算机辅助夹具设计(CAFD)的特点、基本方法及总体结构	221
6.1.1	CAFD 的特点与发展趋势	221
6.1.2	CAFD 的基本方法	222
6.1.3	CAFD 系统的体系结构	223
6.2	CAFD 的工程数据库	224
6.2.1	夹具元件数据库	225
6.2.2	夹具元件图形库	227
6.3	CAFD 的参数化设计技术	229
6.3.1	参数化设计的概念	229
6.3.2	基于特征与参数化的夹具设计	230
6.4	CAFD 的智能化技术	231
6.4.1	夹具设计专家系统的知识表示与知识库	232
6.4.2	夹具设计专家系统的人机接口	234
6.4.3	夹具设计专家系统的推理与解释	235
6.4.4	半智能化夹具设计系统	239
6.5	组合夹具的自动装配技术	240
6.5.1	组合夹具的层次结构	240
6.5.2	组合夹具元件之间的装配关系	241
6.5.3	组合夹具装配规划	242
第七章	CAD/CAM 集成的制造系统	247
7.1	数控制造系统的自动编程方法	247
7.1.1	自动编程概念与自动编程系统的组成	247
7.1.2	数控编程语言	248
7.2	数控自动编程的前、后置处理	270
7.2.1	数控自动编程语言系统的结构	270
7.2.2	前置处理程序的组成及功能	271
7.2.3	后置处理程序的组成及功能	273
7.3	制造过程中刀具磨损与破损的识别技术	275
7.3.1	刀具耐用度的判据	275
7.3.2	典型的刀具磨损与破损的检测监控系统	280
7.4	CAD/CAM 系统的故障诊断技术	287
7.4.1	故障诊断的问题描述	287
7.4.2	故障诊断系统的总体结构与关键技术	290
7.4.3	故障诊断方法简介	293
第八章	21 世纪制造业的未来	296

8.1 面向产品生命周期的设计(DFX)	296
8.1.1 DFX 的定义与分类	296
8.1.2 面向集成的 DFM 技术	298
8.2 并行工程(CE)	300
8.2.1 基本概念	300
8.2.2 并行工程的主要实现方法	300
8.2.3 面向并行工程的 CAD 系统框架	302
8.3 虚拟制造技术(Virtual Manufacturing. VM)	303
8.3.1 虚拟制造基本概念	303
8.3.2 虚拟制造的类型	304
8.3.3 其他虚拟技术	305
8.4 敏捷制造与分布式网络化生产系统	305
8.4.1 敏捷制造(Agile Manufacturing)	305
8.4.2 分布式网络化生产系统(DNPS)	306
8.4.3 制造系统重组实施方案	307
8.5 计算机集成制造系统(CIMS)	310
8.5.1 计算机集成制造(CIM)与计算机集成制造系统(CIMS)的内涵	310
8.5.2 计算机集成制造系统的构成	311
8.5.3 CIMS 集成的三个阶段	311
参考文献	314

第一章 CAD/CAM 集成制造系统概念

1.1 CAD/CAM 集成系统综述

CAD/CAM 技术是一项综合性的高新技术。CAD/CAM 系统的集成是指把 CAD、CAE、CAPP 和 CAM(包括 NC 编程和 PPC 生产计划与控制)等各种功能通过软件有机地结合起来,用统一的执行控制程序来组织各种信息的提取、交换、共享和处理,以保证系统内信息流的畅通并协调各个系统有效地运行。它的显著特点是把设计与制造过程同生产管理、质量管理集成起来,通过生产数据采集形成一个闭环系统。CAD/CAM 集成是制造业迈向 CIM 的基础,该技术的应用与发展,正在引起机械制造业产生巨大的变革,对产业结构、生产方式、管理模式、产品设计与制造过程、人才知识结构都将产生重大的影响。

1.1.1 CAD/CAM 技术的发展

CAD/CAM 系统的发展经历了三代。第一代 CAD/CAM 软件的开发始于 60 年代中期,是以交互式图形生成技术为基础而建立的应用技术系统,主要解决二维绘图和简单的数控加工。例如美国 IBM 公司研制了 SMS SLT/MST 设计自动化系统和主要用于二维绘图的 CADAM 系统;美国通用汽车公司为设计汽车车身和外形而开发的 CAD-1 系统等。在自动编程方面,美国航空空间协会(AIA)在麻省理工学院协助下,相继开发了 APT、APT II 和 APT III 系统。这一时期的 CAD/CAM 系统的共同缺点是以二维绘图为主,APT III 语言还不能实现处理曲面的功能,且规模庞大、价格昂贵。

第二代的 CAD/CAM 系统软件的开发是在 70 年代。这一时期 CAD/CAM 技术日趋成熟,以小型和超级小型计算机为主机的 CAD/CAM 系统进入市场并形成主流;一批专门经营 CAD/CAM 系统硬件和软件的公司相继出现,如 Computer Vision、Intergraph、Calma、Applicon 等。这一代 CAD/CAM 系统的主要特点是可实现二、三维绘图和数据加工;线框、曲面和实体建模;有限元分析等,是一个多数据库和分散数据结构、顺序设计过程的系统。第二代 CAD/CAM 系统存在的主要缺点是难以实现系统的真正集成、获取信息受限制、缺乏数据管理功能,对于三维几何造型技术也处在初级阶段。

第三代 CAD/CAM 系统软件的开发是在 60 年代中后期,工作站的出现再次推动了 CAD/CAM 技术的发展,工作站是以个人计算环境和分布式网络环境为前提的高性能计算机,以工程工作站为基础的 CAD/CAM 系统具有较高的响应速度,其功能已超过了小型机的 CAD/CAM 系统。这一代系统的主要特点是使用单一数据库和统一的数据结构,使系统实现集成和各分系统间的全关联,提供了产品数据管理功能,使用比较方便,并采用 C 或 C++ 语言编码。但在数据交换技术、工程数据管理系统、产品建模技术和实用智能化的 CAPP 技术方面还刚刚起步。

近年由于 PC 机的性能价格比大幅度提高,特别是奔腾机出现以后,以 PC 机为主机的 CAD/CAM 系统已成为市场热点,并且有成为主流的趋势。CAD/CAM 集成技术发展的主要趋势是集成化、智能化、网络化和在集成的基础上实现并行工程的运行环境。

1.1.2 CAD/CAM 系统的组成与集成

1. CAD/CAM 系统的组成

CAD/CAM 系统基本上是由硬件系统和软件系统两部分组成(如图 1-1 所示)。硬件系统包括计算机和外部设备;软件系统包括系统软件、应用软件(也称基础软件)和专业软件。

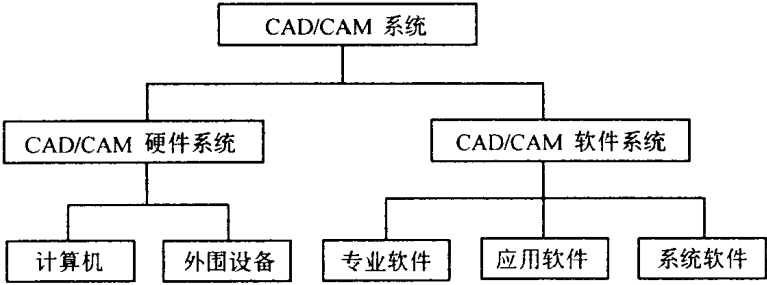


图 1-1 CAD/CAM 系统的基本结构

CAD/CAM 系统的功能不仅与组成该系统的硬件功能和软件功能有关,而且更重要的是与它们之间的匹配和合理组织有关。为此,在建立 CAD/CAM 系统时,应首先根据生产任务的需要选定最合适的功能性软件,然后再根据软件去选择与之相匹配的硬件,对于机械制造企业的 CAD/CAM 系统来讲,其硬件和软件应具备的基本功能如图 1-2 和图 1-3 所示。

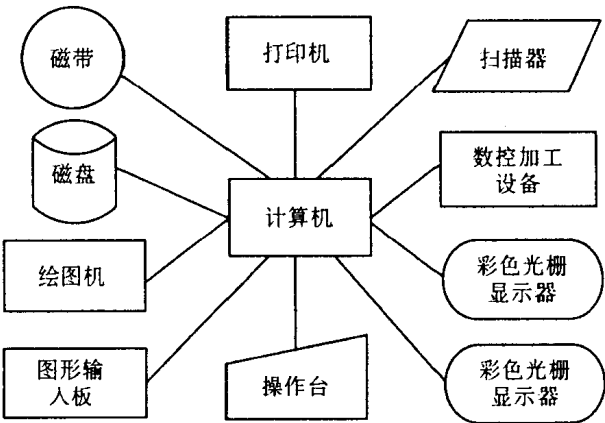


图 1-2 CAD/CAM 系统硬件配置

系统软件主要包括:操作系统、程序设计语言处理系统、数据库管理系统和网络及网络通信系统。应用软件主要包括数据库管理系统软件、几何造型系统软件、图形处理软件、有限元分析计算软件和数据加工软件(APT 系统)。

2. CAD/CAM 系统的集成

(1) 传统的设计与制造过程

传统的产品设计与制造过程如图 1-4 所示。

设计过程从概念设计到设计结果都可以用计算机实现,从而构成了 CAD 过程。制造过程从工艺过程设计开始,包括工序规划、刀具计划、材料计划到加工编程、进行加工、检验及装配,这一系统环节同样也可以用计算机实现,即计算机辅助工艺规程设计(CAPP)

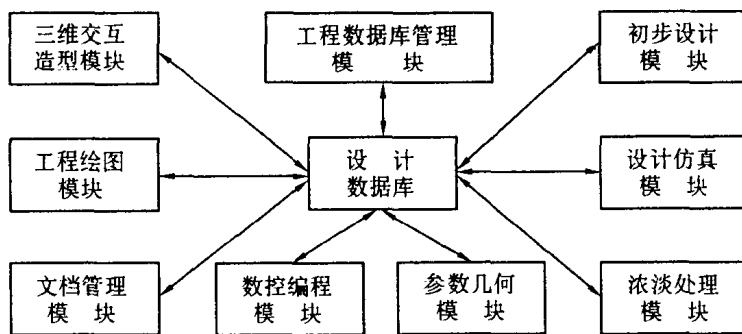


图 1-3 CAD/CAM 系统软件配置

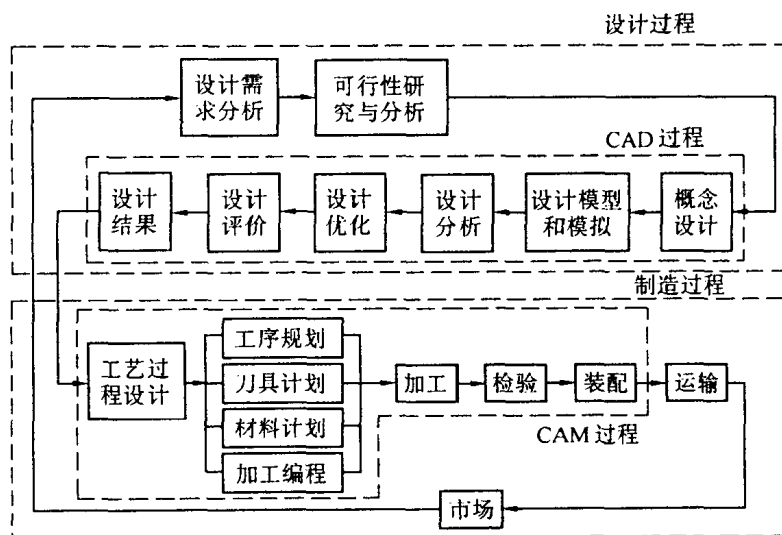


图 1-4 传统的产品设计与制造过程

软件和数控编程(NCP)软件。

(2) CAD/CAM 系统集成的概念

通常所说的 CAD/CAM 系统集成,就信息而言,实际上是指设计与制造过程中 CAD、CAPP 和 NCP 三个主要环节的软件集成,有时也叫 CAD/CAPP/CAM 集成。随着 CAD/CAM 集成技术和并行技术的不断发展,对 CAM 的概念应该赋予更广义的理解,CAM 应该包括从工艺过程设计、夹具设计,到加工、在线检测、加工过程中的故障诊断、装配以及车间生产计划调度等制造过程的全部环节。

CAD/CAM 系统的集成是把 CAD、CAE、CAPP、CAFD、NCP,以至 PPC(生产计划与控制)等各种功能不同的软件有机地结合起来,用统一的执行控制程序来组织各种信息的提取、交换、共享和处理,以保证系统内信息流的畅通,并协调各个系统的运行。CAD/CAM 的集成是制造业迈向 CIM 的基础。它的显著特点是与生产管理和质量管理有机地集成在一起,通过生产数据采集和信息流形成一个闭环系统。

CAD/CAM 系统集成包括三个方面:硬件集成,CAD 系统网和 CAM 系统网互联;信息集成,CAD/CAM 系统双向数据共享与集成;功能集成,指 PDMS(产品数据管理系统)。

CAD/CAM 集成的核心是 PDMS。通过 PDMS 可以实现 CAD/CAM 的数据共享与集成,同时也能实现 CAD/CAM 与 MRP II 系统间的数据共享与集成。图 1-5 给出了集成化的 CAD/CAM 系统在 CIMS 中的位置。

(3) CAD/CAM 系统的集成方法

目前国内外对 CAD/CAM 集成研究的报导很多,归纳起来主要有以下几种方法。

①基于数据交换接口的方法 这种方法通过标准格式(IGES, STEP)数据交换接口来实现数据共享。目前,几乎世界上所有的 CAD/CAM 系统都配置了原始图形交互规范 IGES 接口,但 IGES 处理数据是以图形描述数据为主,已不适应信息集成发展的需要。其局限性表现在:数据交换效率低;仅提供一个总的规范,对不同领域的应用不能确定相应的子规范;规范的可扩充性差等。

STEP 标准是一个关于产品数据的计算机可理解的表示和交换的国际标准,它能够描述产品整个生命周期中的产品数据。STEP 标准规定了产品设计、开发、研制及产品生命周期中包括产品形状、解析模型、材料、加工方法、组装分解程序、检验测试等必要的信息定义和数据交换的外部描述,能解决设计制造过程中的 CAD、CAPP、CAM、CAT、CAQ 等子系统的信息共享,从根本上解决了 CAD/CAM 系统和 CIMS 信息集成问题,并为企业内外的互连与集成提供了可能。

②基于特征的方法 该方法通过引入特征的概念,建立特征造型系统,以特征为桥梁完成系统的信息集成。基于特征的产品建模把特征作为产品定义模型的基本构造单元,并将产品描述为特征的有机集合。

特征兼有形状(特征元素)和功能(特征属性)两种属性,具有特定的几何形状、拓扑关系、典型功能、绘图表示方法、制造技术和公差要求等。基本的特征属性包括尺寸属性、精度属性、装配属性、工艺属性和管理属性。这种面向设计和制造过程的特征造型系统,不仅含有产品的几何形状信息,而且也将公差、粗糙度、孔、槽等工艺信息建在特征模型中,所以有利于 CAD/CAPP 的集成。

基于特征的集成方法有两种,即特征识别法和特征设计法。特征识别法又分为人机交互特征识别和自动特征识别。前者由用户直接拾取图形来定义几何特征所需的几何元素,并将精度等特征属性添加到特征模型中。后者是从现有的三维实体中自动地识别出特征信息。这种集成方法对简单的形状识别比较有效,而且开发周期短,也符合人们产品与工艺设计的思维过程。但当产品形状复杂时进行特征识别就比较困难,而且一些非几何形状信息也无法自动获取,要靠交互补充辅助获取。

基于特征设计的方法与传统的实体造型方法截然不同,它是按照特征来描述零件,应用特征进行产品设计。特征设计是以特征库中的特征或用户定义的特征实例为基本单

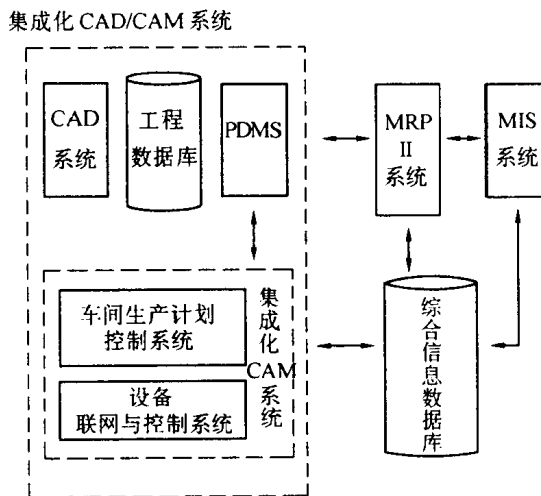


图 1-5 集成化 CAD/CAM 系统在 CIMS 中的位置

元,建立产品特征模型,通过建立特征工艺知识库,可以实现零件设计与工艺过程设计的并行。基于特征的设计与制造一体化流程如图 1-6 所示。

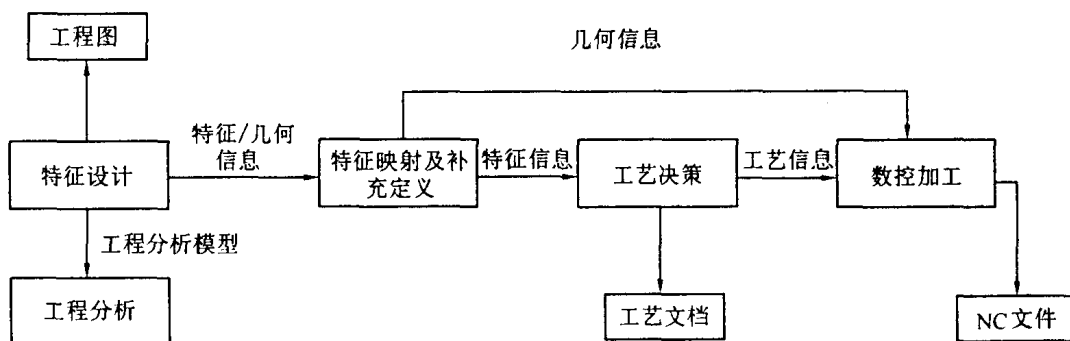


图 1-6 基于特征的设计与制造一体化流程

③面向并行工程的方法 面向并行工程的方法可使产品在设计阶段就可进行工艺分析和设计、PPC/PDC(生产计划控制/生产数据采集),并在整个过程中贯穿着质量控制和价格控制,使集成达到更高的程度。每个子系统的修改可以通过对数据库(包括特征库、知识库)的修改而改变系统的数据。它在设计产品的同时,同步地设计与产品生命周期有关的全部过程,包括设计、分析、制造、装配、检验、维护等。设计人员都要在每一个设计阶段同时考虑这一设计结果能否在现有的制造环境中以最优的方式制造,整个设计过程是一个并行的动态设计过程。这种基于并行工程的集成方法要求有特征库、工程知识库的支持。

1.1.3 CAD/CAM 集成的体系结构

现有的或正在开发的 CAD/CAM 系统可分为三种类型。

1. 传统型系统

这类系统有 I-DEAS、VG-II、CADAM、CATIA、CADDs 等较著名的系统。这些系统在结构上是以某种应用功能(如工程绘图、曲面设计或有限元分析等)为基础发展起来的,后来逐渐将其功能扩充到 CAD/CAM 的其他邻域。由于当时硬件环境、设计思想和设计方法的局限性使这些系统无法适应高度集成化的要求。

2. 改进型系统

这类系统是 80 年代中期发展起来的,如 CIMPLEX、Pro/ENGINEER 等。这些系统提高了某些功能的自动化程度,如参数化特征设计、系统数据与文件管理、数据加工程序的自由生成等,但仍缺乏对数据交换和共享信息集成要求的支持。

3. 数据驱动型系统

这是正在发展中的新一代 CAD/CAM 集成系统。其基本出发点是从解决产品整个生命周期的统一数据模型出发,寻求产品数据完全实现交换和共享的途径。这类系统采用 STEP 产品数据交换标准,逐步实现统一的系统信息结构设计和系统功能设计。图 1-7 描述了这类系统的一种体系结构。

整个系统分三个层次来实现。最下面一层为产品数据管理层,它以 STEP 的产品模型定义为基础,提供了三种数据交换方式,即数据库、工作格式、(STEP)文件交换。这三

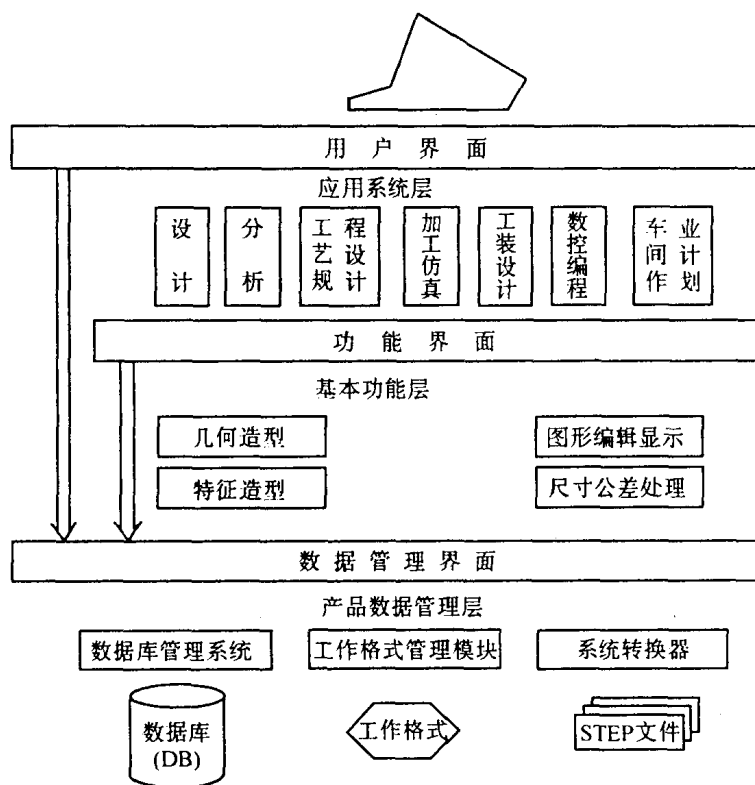


图 1-7 CAD/CAM 集成系统的体系结构

种方式的数据存取分别用数据库管理系统、工作格式管理模块和系统转换器来实现。系统运行时,通过数据管理界面按某一选定的数据交换方式进行产品数据的交换。

系统的中间一层为基本功能层。这些功能在应用上具有通用性,即每一种功能都可能被不同的应用系统所使用。图中只列举了四个方面的功能模块。这一层为 CAD/CAM 应用系统提供了开发环境,应用系统可以通过功能界面来调用这些功能。

系统的最上面一层为应用系统层。它们可以完成从设计、分析到加工、装配的全过程。这些功能通过用户界面提供给用户。

1.1.4 CAD/CAM 集成方案例举

1. 通用机械 CAD/CAM 集成方案

通用机械 CAD/CAM 集成系统实现模型如图 1-8 所示。从图中可以看出,各模块间的数据交换接口、工程数据管理、产品建模技术、CAPP 及 NCP 技术是实现 CAD/CAM 一体化的关键技术。

2. 钣金件 CAD/CAM 集成方案

钣金件设计和加工具有自身的结构、材料和工艺特点,钣金件 CAD/CAM 软件的功能是一般通用 CAD/CAM 系统所难以取代的。RADAN 是美国专门研究钣金 CAD/CAM 系统软件的制造商,可进行钣金件三维实体造型设计、装配及爆炸图生成、二维设计与绘图等,可达到三维与二维设计参数全相关,特征设计,弯曲展开,排样优化以及 CAM。RADAN 的运行软件平台有 Windows NT、Windows 95、UNIX,硬件可以是 SUN、IBM、HP、SGI 工作站,也

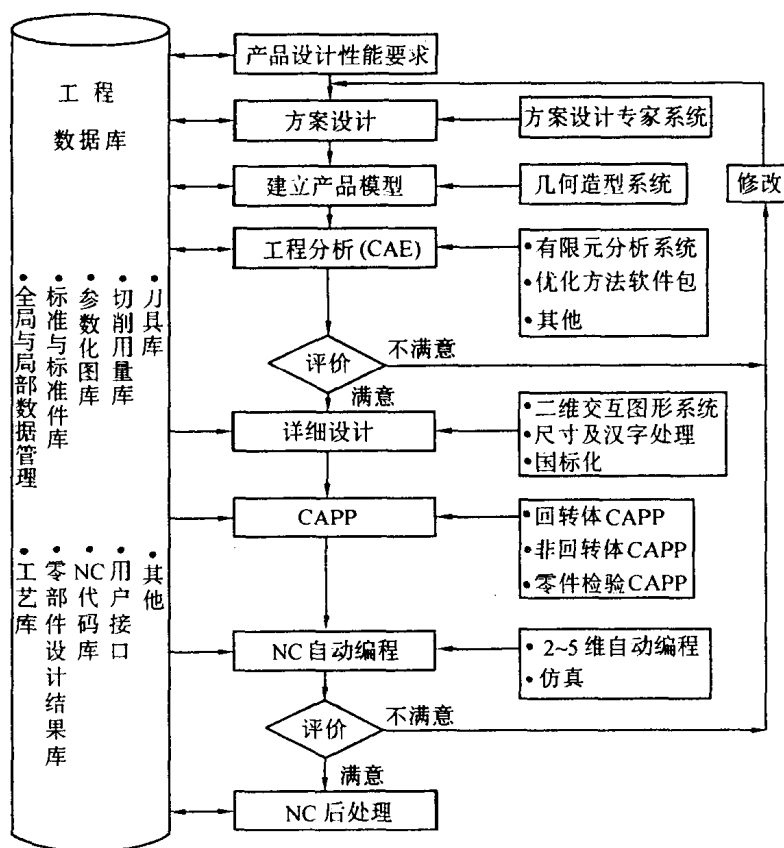


图 1-8 CAD/CAM 集成系统实现模型

可以是微机。

RADAN 钣金设计及数据流图如图 1-9 所示。产品设计可由三维设计或二维设计开始。三维设计中折弯展开模块的作用是生成板材折弯展开的平面图形以便在 CAM 中冲裁下料,并可以对折弯零件弯曲加工进行模拟,以便从加工工艺角度分析设计的结构是否可行。钣金件三维光照模型生成模块可以定义

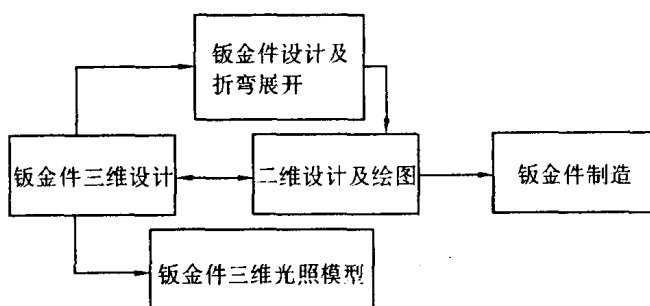


图 1-9 RADAN 钣金设计及数据流图

板材的表面纹理和灯光布局,这对产品概念设计阶段的造型分析、产品市场销售等有重要作用。RADAN 软件采用了三维参数化特征实体造型技术,在设计中可自动计算结构件的质量及质心。

钣金加工排样信息流程如图 1-10 所示。具有对相同零件排样、规则不同零件排样以及任意复杂零件排样的功能。同时还将车间生产作业计划信息作为排样优化的目标函数。

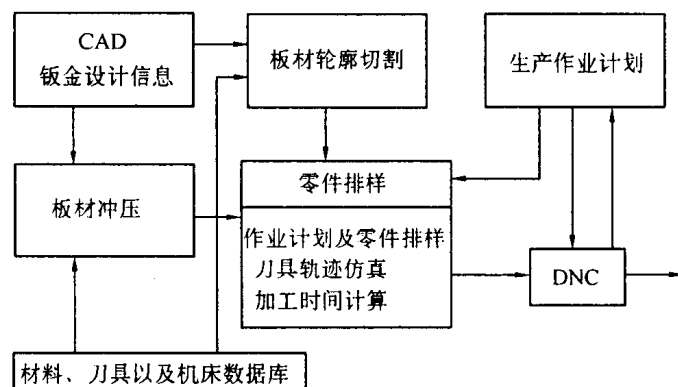


图 1-10 RADAN 钣金排样信息流程图

钣金设计与制造方案流程图如图 1-11 所示。

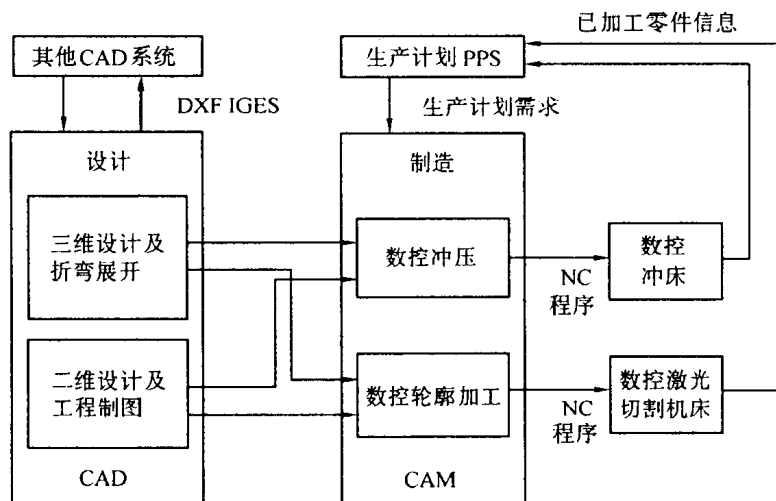


图 1-11 RADAN 钣金设计与制造方案

钣金 CAD/CAM 系统集成方案如图 1-12 所示。

1.1.5 CAD/CAM 系统的推广与应用效益评价

国外推广 CAD/CAM 技术是在 70 年代。美国科学研究院的工程技术委员会曾对 CAD/CAM 集成技术所取得的效益做过一个测算,其所得数据如下:降低工程设计成本 15% ~ 30%;减少产品设计到投产的时间 30% ~ 60%;由于较准确地预测了产品的合格率而提高了产品的质量,其预测量级提高了 2 ~ 5 倍;增加工程师分析问题的广度和深度的能力 3 ~ 35 倍;增加产品作业生产率 40% ~ 70%;减少加工过程 30% ~ 60%;降低人力成本 5% ~ 20%。

国内推广 CAD/CAM 技术是在 90 年代。1992 年国务院转批了 CAD 应用工程联合报告,成立了全国 CAD 应用工程协调指导小组,促使全国 CAD/CAM 的开发推广走上一条适合国情健康发展的道路。