



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械CAD/CAM

(机械制造与控制专业)

第2版

主编 周 玮



高等教育出版社
Higher Education Press

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械 CAD/CAM

(机械制造与控制专业)

第2版

主编 周 玮

高等教育出版社

内容提要

本书是中等职业教育国家规划教材,是在第1版的基础上根据当前的教学需求修订而成的。

本书从实用的角度出发,以CAXA制造工程师2008为例,介绍了机械CAD/CAM软件的基本知识、功能及应用,主要包括线架造型、曲面造型、实体特征造型及数控铣削加工等。全书理论与实例相结合,通过这些典型实例的操作练习,可达到事半功倍的学习效果。

本书采用出版物短信防伪系统,同时配套学习资源。用封底下方的防伪码,按照本书最后一页“郑重声明”下方的使用说明进行操作。

本书强调应用,可供中等职业学校机械制造与控制专业及其他机械类专业使用,也可作为各类成人中专、自学考试、岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

机械CAD/CAM / 周玮主编. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2009. 7

机械制造与控制专业

ISBN 978-7-04-026028-1

I. 机… II. 周… III. ①机械设计: 计算机辅助设计-专业学校-教材②机械制造: 计算机辅助制造-专业学校-教材 IV. TH122 TH164

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第088030号

策划编辑	张春英	责任编辑	薛立华	封面设计	于涛	责任绘图	尹莉
式设计	张岚	责任校对	俞声佳	责任印制	韩刚		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京宏信印刷厂

购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

开 本 787×1092 1/16
印 张 16
字 数 380 000

版 次 2001年7月第1版
2009年7月第2版
印 次 2009年7月第1次印刷
定 价 21.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 26028-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

第 2 版前言

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据当前的教学需求,在第 1 版的基础上修订而成的。

本书第 1 版自 2002 年出版以来,在规范中等职业学校机械 CAD/CAM 课程的教学秩序、提高教学质量上起到了很好的作用,受到了广大师生的好评。但是,随着机械 CAD/CAM 技术的发展及其在工业界的普遍应用,第 1 版中介绍的一些理论知识、所用软件已经与现在的教学需求不符,为此我们对第 1 版进行修订。

本次修订的主要原则是:减少理论的叙述,以实用为主;更新软件,增加实例,强调动手操作,突出对机械 CAD/CAM 软件使用技能的介绍。修订后本书依然涵盖了第 1 版的主要内容,按照“基础—提高—实例应用拓展”的结构体系进行编排,从基础入手,以 CAXA 制造工程师 2008 为主,通过针对性强的实例,由线架造型、曲面造型、实体特征造型到数控铣削加工,循序渐进地介绍机械 CAD/CAM 软件的使用方法及技巧。本书每章附有一定数量的实践性较强的实训习题,供学生上机操作时使用,以帮助学生进一步巩固提高。

CAXA 制造工程师 2008 是北京数码大方科技有限公司开发的国产机械 CAD/CAM 软件,广泛用于机械、模具、汽车、家电、航天、军事等领域,现已成为国内最流行的机械 CAD/CAM 软件之一。特别是近几年,机械 CAD/CAM 技术逐渐向中小型企业普及,应用 CAXA 制造工程师软件进行产品的三维设计和加工的企业越来越多。本书以 CAXA 制造工程师 2008 为主介绍机械 CAD/CAM 的相关内容。

本书的参考学时为 60 学时,其中实践环节为 30 学时,具体分配见下表:

章次	课 程 内 容	学 时 分 配	
		讲授	实训
第 1 章	机械 CAD/CAM 基础知识	2	
第 2 章	CAXA 制造工程师 2008 入门	2	2
第 3 章	线架造型	2	2
第 4 章	曲面造型	4	2
第 5 章	实体特征造型	8	8
第 6 章	数控铣削加工	12	16
课 时 总 计		30	30

本书由沈阳职业技术学院周玮修订。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 3 月

第 1 版前言

本书根据教育部 2001 年颁发的中等职业学校机械制造与控制专业“机械 CAD/CAM 教学基本要求”编写,是中等职业教育国家规划教材。

本书在内容的选择上力求突出职教特点,本着少而精、理论联系实际和学以致用原则,在较全面系统地阐述计算机辅助机械设计(CAD)与计算机辅助机械制造(CAM)的基本概念、理论及方法的基础上,尽量突出实用性。

本书在编写中力图体现以下特色:

- 1. 注意反映新概念、新技术及新方法,保持教材的先进性。
- 2. 处理好课程各部分内容及与相关专业基础课、专业课之间的关系,做到有机联系,相互渗透。
- 3. 强化工程意识,培养学生的动手能力,突出职教特色。
- 4. 选择目前工程中常用的、比较成熟的、具有代表性的机械 CAD/CAM 方法,使其具有明显的时代特征。
- 5. 处理好针对性与适用性的关系,既可扩大学生的知识面,又有利于全面提高学生的素质。
- 6. 强化实践教学、现场教学和直观教学。

本教材的教学时数为 55 学时,各章学时分配见下表(供参考)。

章 次	学时数(含实训)
第一章 机械 CAD/CAM 基础知识	4
第二章 机械 CAD/CAM 系统的组成	6
第三章 机械 CAD/CAM 数据处理方法	6
第四章 现代机械设计与制造方法简介	4
第五章 机械 CAD/CAM 的造型基础	20
第六章 机械 CAD/CAM 的数控加工	12
机 动	3
合 计	55

本书由周玮担任主编(第一章,第二章第二~四节,第三章第一、二节,第五章第一、二、四节)。参加编写工作的还有关颖(第二章第一节、第三章第三节),於春月(第四章),李超(第五章第三节,第六章)。河北机电工业学校赵国增对本书提出了许多宝贵的意见。编写中还得到

了辽宁省教育学院李世维,沈阳航空工业学院刘伟民的大力帮助,在此一并表示谢意。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由北京科技大学罗圣国教授担任责任主审,李晶教授、程国全副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此,表示衷心感谢。

限于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002年1月10日

目 录

第1章 机械 CAD/CAM 基础知识	1	2.5.3 显示	28
1.1 机械 CAD/CAM 概述	1	2.5.4 工具	29
1.1.1 机械 CAD/CAM 系统基本概念	1	2.5.5 设置	29
1.1.2 机械 CAD/CAM 系统的组成及其 功能	1	本章小结	31
1.1.3 机械 CAD/CAM 技术的发展及 应用	4	练习题	31
1.2 机械 CAD/CAM 硬件及软件 系统	12	第3章 线架造型	32
1.2.1 机械 CAD/CAM 硬件系统	12	3.1 曲线生成	32
1.2.2 机械 CAD/CAM 软件系统	13	3.1.1 直线	33
本章小结	14	3.1.2 圆弧	36
练习题	14	3.1.3 圆	37
第2章 CAXA 制造工程师 2008 入门 ...	15	3.1.4 矩形	38
2.1 CAXA 制造工程师 2008 概述	15	3.1.5 椭圆	39
2.1.1 CAXA 制造工程师 2008 主要功能 ...	15	3.1.6 样条线	39
2.1.2 CAXA 制造工程师 2008 安装与 启动	17	3.1.7 点	40
2.2 CAXA 制造工程师 2008 操作 界面	20	3.1.8 公式曲线	41
2.3 坐标系与平面	22	3.1.9 正多边形	43
2.3.1 坐标系	22	3.1.10 二次曲线	43
2.3.2 平面	22	3.1.11 等距线	44
2.4 CAXA 制造工程师 2008 基本 操作	23	3.1.12 曲线投影	45
2.4.1 常用键	23	3.1.13 相关线	45
2.4.2 空间点的输入	25	3.1.14 样条转圆弧	47
2.5 CAXA 制造工程师 2008 的部分 常用功能菜单介绍	26	3.1.15 文字	47
2.5.1 文件管理	26	3.2 曲线编辑	49
2.5.2 编辑	27	3.2.1 曲线裁剪	49
		3.2.2 曲线过渡	52
		3.2.3 曲线打断	53
		3.2.4 曲线组合	54
		3.2.5 曲线拉伸	54
		3.2.6 曲线优化	55
		3.2.7 样条编辑	55
		3.3 几何变换	56
		3.3.1 平移	56

3.3.2 平面旋转	57	5.1.4 草图封闭环的检查	109
3.3.3 旋转	58	5.2 构造基准面	110
3.3.4 平面镜像	58	5.3 基础特征生成	111
3.3.5 镜像	59	5.3.1 拉伸增料与除料	112
3.3.6 阵列	59	5.3.2 旋转增料与除料	114
3.3.7 缩放	60	5.3.3 放样增料与除料	116
3.4 综合练习	61	5.3.4 导动增料与除料	117
3.4.1 五角星线架造型	61	5.3.5 曲面加厚增料与除料	119
3.4.2 定位夹座线架造型	63	5.3.6 曲面裁剪除料	120
本章小结	66	5.4 实体特征处理	121
练习题	67	5.4.1 过渡	121
第4章 曲面造型	71	5.4.2 倒角	122
4.1 曲面造型	71	5.4.3 筋板	123
4.1.1 直纹面	71	5.4.4 抽壳	124
4.1.2 旋转面	73	5.4.5 拔模	125
4.1.3 扫描面	74	5.4.6 打孔	126
4.1.4 导动面	74	5.4.7 线性阵列	126
4.1.5 等距面	78	5.4.8 环形阵列	127
4.1.6 平面	78	5.4.9 实体布尔运算	128
4.1.7 边界面	80	5.5 模具功能	131
4.1.8 放样面	80	5.5.1 缩放	131
4.1.9 网格面	81	5.5.2 型腔	131
4.1.10 实体表面	82	5.5.3 分模	132
4.2 曲面编辑	83	5.6 综合练习	134
4.2.1 曲面裁剪	83	5.6.1 五角星实体特征造型	134
4.2.2 曲面过渡	86	5.6.2 鼠标型腔特征造型	135
4.2.3 曲面拼接	92	本章小结	137
4.2.4 曲面缝合	96	练习题	137
4.2.5 曲面延伸	97	第6章 数控铣削加工	143
4.2.6 曲面优化	98	6.1 数控铣削加工的基本概念	143
4.2.7 曲面重拟合	98	6.1.1 数控加工概述	143
4.3 综合练习	98	6.1.2 数控铣削加工的基本概念	143
4.3.1 五角星曲面造型	98	6.2 数控铣削加工中参数的设置	146
4.3.2 鼠标曲面造型	100	6.2.1 数控铣削自动编程基本设置	146
本章小结	103	6.2.2 数控铣削加工通用参数设置	149
练习题	103	6.3 粗加工	160
第5章 实体特征造型	106	6.3.1 区域式粗加工	161
5.1 绘制草图	106	6.3.2 等高线粗加工	165
5.1.1 基准面	106	6.3.3 扫描线粗加工	170
5.1.2 草图的创建	107	6.3.4 摆线式粗加工	172
5.1.3 草图编辑与修改	109	6.3.5 插铣式粗加工	175

6.3.6 导动线粗加工	176	6.5.3 槽加工	203
6.4 精加工	178	6.6 加工轨迹编辑及仿真	205
6.4.1 参数线精加工	179	6.6.1 加工轨迹编辑	205
6.4.2 等高线精加工	181	6.6.2 加工轨迹仿真	208
6.4.3 扫描线精加工	185	6.7 后置处理及工艺清单	214
6.4.4 浅平面精加工	189	6.7.1 后置处理	214
6.4.5 限制线精加工	191	6.7.2 工艺清单	222
6.4.6 导动线精加工	194	6.8 综合练习	225
6.4.7 三维偏置精加工	196	6.8.1 综合实例1	225
6.4.8 轮廓线精加工	197	6.8.2 综合实例2	233
6.4.9 深腔侧壁精加工	199	本章小结	239
6.5 其他加工	201	练习题	240
6.5.1 孔加工	201	参考文献	242
6.5.2 补加工	203		

第1章 机械 CAD/CAM 基础知识

学习目标

- 掌握机械 CAD/CAM 基本概念;
- 了解机械 CAD/CAM 系统的组成及功能;
- 了解机械 CAD/CAM 软件的产生与发展;
- 了解当今流行的机械 CAD/CAM 软件。

1.1 机械 CAD/CAM 概述

机械 CAD/CAM(computer aided design and computer aided manufacturing)——计算机辅助设计与计算机辅助制造,是一种利用计算机帮助人们进行机械设计与制造的现代技术。传统的机械设计与机械制造两个彼此相分离的任务现在通过计算机有机的结合到一起,作为一个整体进行规划和开发,实现机械 CAD/CAM 信息处理的高度一体化。

1.1.1 机械 CAD/CAM 系统基本概念

计算机辅助设计(computer aided design,CAD)是 20 世纪 60 年代以来迅速发展起来的一门新兴的综合性的计算机应用技术,是设计人员在计算机系统的辅导与帮助下,结合人的智慧和创造力与计算机软硬件功能,并根据一定的设计流程,进行产品设计的一项专门技术。设计人员通过人机交互操作方式进行产品的设计构思,直观、形象地建立几何模型,快速准确地进行性能的计算和分析,进而利用信息库(数据库和图形库)进行结构设计、详细设计及绘制工程图等。但 CAD 不能代替人们的设计行为,只是实现这些行为的一种先进工具,或者说是结合具体设计过程,提供一套具有智能性质的辅助手段。

计算机辅助制造(computer aided manufacturing,CAM)是应用计算机进行制造信息处理的全过程,即利用计算机辅助生产人员完成从毛坯到产品制造过程中的直接和间接的活动。包括工艺准备(计算机辅助工艺设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 自动编程、工时定额和材料定额编制等)、生产作业计划、物料作业计划的运行控制(加工、装配、检测、输送、存贮)、生产控制、质量控制等。其中计算机辅助工艺设计(computer aided process planning,CAPP),已逐渐成为一门独立的技术分支。

1.1.2 机械 CAD/CAM 系统的组成及其功能

1. 机械 CAD/CAM 系统的组成

机械 CAD/CAM 系统是由若干个相互作用和相互依赖的部分集合而成的,是具有特定功能的有机整体。这个系统由实现机械 CAD/CAM 所必需的硬件系统和软件系统组成。机械 CAD/

CAM 系统的组成如图 1-1 所示。

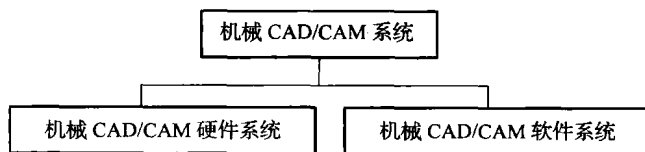


图 1-1 机械 CAD/CAM 系统的组成

硬件系统是机械 CAD/CAM 系统运行的基础,硬件系统主要指计算机主机及其外部设备、网络通信设备和生产加工设备。软件系统是机械 CAD/CAM 系统的核心,一般是由系统软件、支撑软件和应用软件组成的。近年来,随着计算机技术的不断进步,大大缩短了软件升级和硬件更新周期,尤其是软件版本的更新速度更快、功能更加完善,只有及时进行更新升级,才能不断满足设计、生产加工的需要。

2. 机械 CAD/CAM 系统的功能

机械 CAD/CAM 是一个人机交互的过程,从产品图形的绘制、几何模型的建立,到 NC 代码生成和加工过程仿真,系统都应保证用户能随时进行观察及修改中间数据。用户的每一次操作,也应从显示器上及时得到反馈,直到获得最佳的设计结果。

(1) 计算机辅助机械设计技术(机械 CAD)

机械 CAD 是人和计算机相结合,各尽所长的新型设计方法。从思维角度看,设计过程包含分析和综合两方面的内容。人可以进行创造性的思维活动,将设计方法经过综合、分析转换成计算机可以处理的数学模型和解析这些模型的程序。在程序运行过程中,人可以评价设计结果,控制设计过程;计算机则可以发挥其分析计算和存储信息的能力,完成信息管理、绘图、模拟、优化和其他的数值分析任务。

计算机辅助设计的范围和内容很广泛,根据设计内容和目标的不同,可以把 CAD 技术分为以下三类:

1) 计算机辅助几何建模

几何建模功能是机械 CAD/CAM 系统的核心功能,计算机辅助设计的基础任务就是利用计算机及相应三维造型软件,构造产品的三维几何模型,利用计算机来记录产品的三维模型数据,并在计算机屏幕上显示出真实的三维形状效果。几何建模包括两部分内容:零件建模,即在计算机中构造每个零件的三维几何结构模型;装配建模,即在计算机中构造部件的三维几何结构模型。常用的建模方法包括:线框模型,即用零件的边框线来表示零件的三维结构;曲面模型,即用零件的表面来表示零件的三维结构;实体模型,即全面记录零件的边框、表面以及由面所组成的体的信息,并记录材料属性以及其他加工属性。

2) 计算机辅助绘图(computer aided drawing)

在传统手工设计中,需要绘制大量的二维工程图样,这是一件非常烦琐的工作,而且容易出错、效率很低。采用计算机进行二维图样的绘制,取代传统的手工绘图是计算机辅助设计技术的基础功能。目前,正在开始普遍采用的方法是从三维几何模型中直接生成二维工程图样。

3) 产品模型的计算机辅助工程分析(computer aided engineering, CAE)

在设计中要开展各种分析计算活动,由于采用了计算机,在产品几何建模的基础上,可以对

产品开展深入准备工作的分析,这种分析的深度和广度是手工设计方法所不能比拟的,并且在分析之后,可以采用各种方法把结果表示出来,非常形象直观。目前,常用的分析内容包括:

- 装配及干涉分析(design for assemble, DFA)。零部件设计时,用计算机分析和评价产品的装配性,避免真实装配中的种种问题;对运动机构,还要分析运动中机构内部零部件之间,以及机构与周围环境之间是否存在干涉碰撞现象,要及时发现并纠正各种可能存在的干涉碰撞问题。

- 可制造性分析(design for manufacturing)。零部件设计时,用计算机分析和评价产品的可制造性能,应该避免一切不合理的设计,这些设计将导致后续制造的困难,或制造成本的增加。

- 运动学、动力学分析与仿真(kinematics & dynamics)。对机构的位移、速度、加速度以及连接部位的受力进行自动分析,并以形象直观的方式在计算机中进行运动仿真,从而全面了解机构的设计性能和运动情况,以及发现设计问题,进行修改以后,再进行分析。用这样的方法可以取代大量的模型实验,节省了时间和费用,还可以获得更多更全面的实验结果。

- 有限元分析与仿真(finite element analysis, FEA)。对重要的零部件进行应力、应变分析,根据分析结果评价结构设计的合理性,对不合理的地方及时进行修改。

- 优化性(optimization, OPT)。为了追求产品的性能,不仅希望设计的产品方案是可行的,而且希望设计的产品是最优的,比如体积最小、重量最轻、成本最低及寿命最长等,要实现这些苛刻的设计目标,就要借助优化设计技术。

随着 CAD 技术的发展,其功能还将更加强大,对设计人员的帮助更大。它可以将产品的信息直接送到计算机辅助机械制造系统(机械 CAM),并将部分信息送到计算机信息管理系统(MIS)等。

(2) 计算机辅助机械制造技术(机械 CAM)

近年来,由于计算机及相关技术的不断发展,机械 CAM 的内涵也不断增加,计算机辅助工艺设计(CAPP)已逐渐成为了一门独立的技术分支。采用计算机辅助数控编程加工零件,是指利用 CAM 系统对 CAD 系统产生的产品数学模型,选择确定加工工艺参数,生成、编辑、仿真刀具的运动轨迹,以实现产品的虚拟加工,并编制 NC 机床的控制程序。计算机辅助编制 NC 程序,不但效率高,而且错误率低。根据机械 CAM 技术覆盖的领域不同,可以将其分为两大类:

1) 狭义的 CAM

狭义的 CAM 即计算机辅助编程,具体包括:

- 代码生成。根据零件的设计模型,利用计算机自动生成该零件的数控加工代码。
- 代码仿真。在使用代码之前,在计算机中运行该数控代码,进行虚拟的数控加工,观察加工中的机床运行情况和零件的切除情况,确保在切削中没有干涉碰撞现象,确保零件加工的正确性。

2) 广义的 CAM

广义的 CAM 指应用计算机进行制造信息处理的全过程,主要包括:

- 计算机辅助工艺规程编制(computer aided process planning, CAPP)。利用计算机编写零件加工的工艺路线,选择合理的加工设备和切削参数,制订合理的检验方法。

- 计算机辅助设计质量控制(computer aided quality, CAQ)。对产品质量进行及时的检查,并提出分析报告,对生产的组织、进度和其他的管理问题及时跟踪、反馈,并辅助做出决策。

(3) 机械 CAD/CAM 系统的集成

机械 CAD/CAM 技术作为一个整体是密不可分的。一方面,机械 CAD 和机械 CAM 中有很多信息是共享的,且机械 CAM 中所需的许多信息和数据来自于机械 CAD;另一方面,机械 CAD 的效益往往不是从其本身体现,而是通过机械 CAM 体现出来,机械 CAM 系统如果没有机械 CAD 的技术支持,先进的生产设备很难得到有效的利用。实践证明,将机械 CAD 和机械 CAM 作为一个整体来开发,可以取得更好的设计制造效果和更加明显的经济效益,它是未来制造业发展的方向。机械 CAD/CAM 系统的集成如图 1-2 所示。

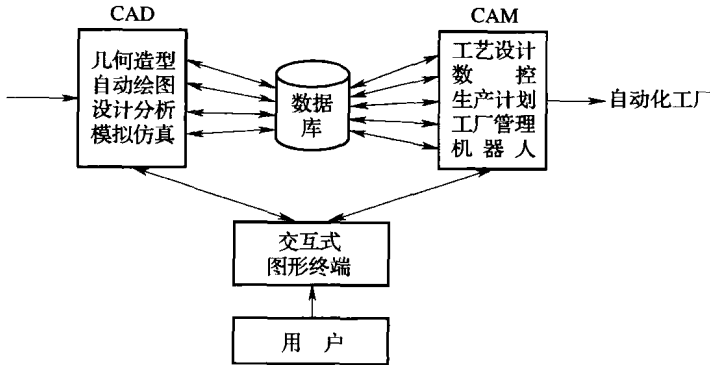


图 1-2 机械 CAD/CAM 系统的集成

1.1.3 机械 CAD/CAM 技术的发展及应用

随着科学技术的发展,机械行业在经济建设中的重要性日趋明显,CAD/CAM 在历经准备酝酿和成长发展阶段后,逐步走向成熟推广阶段。

1. 国内外机械 CAD/CAM 技术的发展

(1) 国外机械 CAD/CAM 技术的发展

机械 CAD/CAM 技术的发展与信息技术和制造技术的发展密不可分。

1946 年,美国宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台计算机,之后人们就不断地将计算机技术引入设计、制造领域。20 世纪 50 年代中期,计算机应用于工程和产品设计中,促进了计算机辅助设计的发展。

1952 年,美国麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 研制出了世界上第一台数控铣床,实现了复杂零件的自动化加工,并促进了数控编程技术的发展。20 世纪 60 年代,MIT 又研制开发了自动编程语言 APT 程序系统。APT 语言是通过对刀具轨迹的描述来实现计算机辅助自动编程的系统。与此同时,人们提出一种设想:能不能不描述刀具轨迹,而直接描述被加工零件本身呢? 由此产生了 CAD 和 CAM 集成的最初概念。

1963 年,MIT 的研究生 I. E. Suthefiand 在美国计算机联合大会上宣读了题目为《人机对话图形通信系统》的论文,由他推出的二维 SKETCHPAD 系统,允许设计者在显示器前操作光笔和键盘,同时在显示器上显示图形,由此开创了人机交互式 CAD 的历史。

20 世纪 70 年代初,机械 CAD/CAM 技术进入早期实用阶段,比较具有代表性的有美国 Lock-heed 飞机公司的机械 CAD/CAM 系统、英国 Shape Date 公司的 Romulus 实体造型系统等。这时,机械 CAD/CAM 的应用开始进入机械、建筑、船舶等领域,但大多数集中在大型企业中。

20 世纪 80 年代,计算机硬件成本的大幅下降以及计算机外围设备生产的系列化,为推进机械 CAD/CAM 技术向更高水平发展创造了条件;同时,相应的软件技术也迅速提高,具体表现为几何实体造型技术日渐成熟,并发展了特征建模技术;人工智能和专家系统开始应用于计算机辅助工程领域,工程数据库得到了较快发展,从而出现了商品化的机械 CAD/CAM 软件。计算机软硬件的发展,同时促进了机械 CAD/CAM 技术的推广和使用,使其从大中型企业推广到中小型企业,也从发达国家向发展中国家发展。

20 世纪 90 年代,机械 CAD/CAM 技术不再停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平上,而是向着标准化、智能化、集成化的方向发展;机械 CAD/CAM 的应用也不再局限于大中型企业、研究院所和大学,迅速走向了各行各业的相关机构和部门。

21 世纪以来,国外的机械 CAD/CAM 技术发展迅速,随着互联网的普及,宽带通信技术的突破,通信、广播和计算机三网融合的步伐会加快,一个完全信息化的、充满虚拟色彩而又现实的新时代即将到来,它将改变机械 CAD/CAM 软件的应用方式。建立专业化的虚拟网络服务环境,开发适应网络环境的机械 CAD/CAM 软件产品,使用户能够实现多专业、异地、协同、综合全面地设计与分析,实施工程与产品创新,这将是机械 CAD/CAM 软件行业未来发展的新趋势。

(2) 我国机械 CAD/CAM 技术的发展

我国于 20 世纪 60 年代开始引进机械 CAD/CAM 技术,而机械 CAD/CAM 技术的应用开发开始于 20 世纪 70 年代,受当时计算机软硬件条件的限制,主要利用计算机进行产品设计中的分析计算。

20 世纪 80 年代,我国 CAD 技术开发与应用进入了较为系统的推广阶段,各类 CAD 系统的研制开发出现了商品化、产业化的势头。机械行业自 1995 年以来相继开展了“CAD 应用 1215 工程”和“CAD 应用 1550 工程”。前者是树立 12 家“甩图板”的典型企业;后者是培养 50 ~ 100 家机械 CAD/CAM 应用示范企业,扶持 100 家,进而带动 5 000 家企业的计划。现在,机械 CAD/CAM 技术在我国经济发展较为活跃的东南沿海和大中城市应用日益广泛。

进入 21 世纪以来,我国机械 CAD/CAM 技术有了长足发展,已被广泛应用于我国机械制造类企业中。但是整体来说,我国机械 CAD/CAM 软件的应用水平与发达国家尚有不小差距,主要表现在:机械 CAD/CAM 应用集成化程度较低,大多数企业只停留在绘图、NC 编程等单一技术应用上;机械 CAD/CAM 软件应用人员技术水平参差不齐、缺少人才和技术力量,致使机械 CAD/CAM 软件不能得到高效率应用,企业所引进的机械 CAD/CAM 系统功能得不到充分发挥。

机械 CAD/CAM 技术产生及发展历程如图 1-3 所示。

2. 机械 CAD/CAM 技术对产品开发的影响

(1) 传统机械产品制造模式

机械制造业属于传统产业,经过一百多年的实践,传统的机械产品开发活动大致可以分为以下几个步骤:

1) 需求分析

这是产品开发活动的源泉和动力,所有的产品都是起源于市场需求,没有需求就没有产品开发活动。

2) 功能设计与评价

这一阶段的主要任务是确定产品开发目标,对新产品进行定位。这一步工作的重要性是可

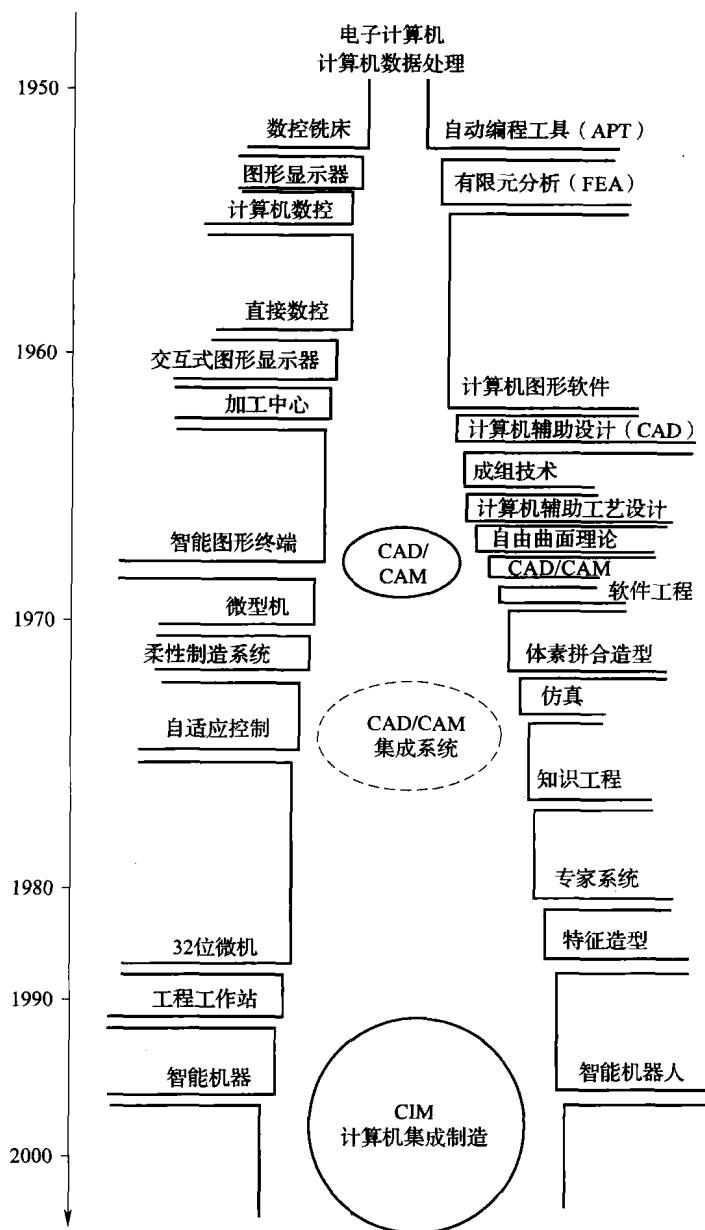


图 1-3 机械 CAD/CAM 技术产生及发展

想而知的,假如产品定位不准,功能不能符合市场要求,那么整个开发活动就不可能取得成功。内容主要包括功能设计、性能技术设计及操作设计等。

3) 方案设计与评价

方案设计与评价主要包括原理设计、总体结构布局及外观设计等。

4) 详细设计与分析

这是整个产品开发过程中最重要的过程,正是通过详细设计来具体实现产品的功能和性能