



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAD/CAM 技术应用

CAD/CAM JISHU YINGYONG

◎ 赵国增 主编



配教学资源



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAD/CAM技术应用

主 编 赵国增

副主编 王建军

参 编 门志顺（企业） 张振山

主 审 段国林



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准(试行)》,同时参考 CETTIC 数控工艺员培训、全国计算机信息高新技术职业资格认证以及教育部 CAD/CAM——Creo 职业资格考试等标准编写的。

本书共分为两篇十章。第一篇为 CAD/CAM 基础理论,介绍了 CAD/CAM 技术发展历史及其发展方向, CAD/CAM 系统及工作环境, CAD/CAM 技术常用处理方法,计算机辅助工艺过程设计 CAPP 及计算机集成制造系统;第二篇为常用 CAD/CAM 软件——Creo 应用,介绍了 Creo 基础,绘制草图,特征建模,装配,工程图,NC 制造等内容。为便于教学,本书配套有教学资源包,选择本书作为教材的教师可来电(010-88379197)索取,或登录 www.cmpedu.com 网站,注册、免费下载。

本书可作为高等职业院校机械制造与自动化、计算机辅助设计与制造等专业教材,也可作为加工制造类相关专业的教材,另外,还可作为机械行业技术人员、操作人员岗位培训教材以及相关自学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术应用/赵国增主编. —北京:机械工业出版社, 2015. 1

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-111-41513-8

I. ①C… II. ①赵… III. ①计算机辅助设计-职业教育-教材 ②计算机辅助制造-职业教育-教材 IV. ①TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 031213 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:齐志刚 责任编辑:齐志刚 周璐婷

版式设计:霍永明 责任校对:刘怡丹

封面设计:张静 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17.25 印张·418 千字

0001—2000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-41513-8

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面防伪标均为盗版

前言

本书是按照教育部《关于开展“十二五”职业教育国家规划教材选题立项工作的通知》，经过出版社初评、申报，由教育部专家组评审确定的“十二五”职业教育国家规划教材，是根据《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》及教育部新颁布的《高等职业学校专业教学标准（试行）》，同时参考 CETTIC 数控工艺员培训、全国计算机信息高新技术职业资格认证以及教育部 CAD/CAM——Creo 职业资格考试等标准编写的。

本书在编写上围绕培养高职学生职业能力这一目标，将课程内容与职业标准、课程体系与教学实施有机统一；将理论与实践、知识与应用有机结合；突出体现当前高等职业教育改革的成就，以学生能力培养为目标，满足当前职业教育项目引领、任务驱动等教学方式的要求。在内容取材上，本书依据高等职业教育培养目标的要求，以够用为度，以兼顾发展为原则，精选了 CAD/CAM 最新基础理论，以当前企业实际岗位要求和 CAD/CAM 的软件应用普及程度，介绍了最新的 Creo 软件，充分体现了新知识、新技术、新工艺和新方法。

本书既包括理论知识又包括技能训练，因此，本书在内容处理上和教学中主要有以下几点说明：

(1) 本书的特点 一是注重理论的先进性和实用性。在理论方面，充分体现当今 CAD/CAM 的最新技术，同时考虑到高等职业教育的特点，以够用、实用为度，精选章节，重点介绍理论的特点和适用场合，做到重点突出、通俗易懂。二是实践性强。本书以应用非常广泛和实用的 Creo 系统为平台，介绍 CAD/CAM 技术在产品设计、加工中的应用，并精选典型零件作为实例，通过实践教学使学生掌握实际操作技能，达到能力培养的目的。

(2) 课时分配和教学组织建议 建议小班化上课，采用理论教学（1/3）和现场实践教学（2/3）相结合的形式。在理论教学中，可使用多媒体课件，采用讲授教学法、分组讨论法等方法进行；在实践教学中，可在理实一体教室和实训中心中，以生产性零件为载体，采用任务驱动教学法、演示教学法、现场实践教学法等教学方法进行，充分体现课程的职业性、实践性、开放性。

(3) 融“教、学、做”一体，实施“理实一体化”教学 教学过程以学生为中心，学、做合一，做中学、学中做，使学生牢固掌握专业知识和工作技能，并不断强化学生职业素质。坚持对整个学习过程和工作实践教程进行引导、启发、监督、帮助、控制和评估。

(4) 实行“双导师”授课制 理实一体化的教学过程中，可实行双导师授课制，理论教师主要负责讲授，工人技师主要负责演示和操作指导。这样将

大大提高教学质量和效果。

(5) 根据职业(岗位群)能力素质要求,调整教学内容和考核方式 根据专业及培养学生素质的需求,灵活掌控教学内容及进度,根据学生实际情况,制订相对灵活的教学内容和课程体系,以适应学生状况。

(6) 推行职业资格证书 本课程是实践性及职业性很强的课程,职业资格证书是技术技能型人才的知识、技能、能力和素质的体现和证明,因此,应大力推行三维建模师资格、数控工艺员资格等行业职业资格认证。

本书由河北机电职业技术学院赵国增任主编,王建军任副主编。编写人员及具体分工如下:河北机电职业技术学院赵国增编写第三、四、十章,王建军编写第二、五、七章,张振山编写第六、八章,河北冀中能源门志顺编写第一、九章。

本书由河北工业大学段国林教授担任主审,他对本书的编写框架进行了详细指导,并在百忙之中认真审阅了书稿,提出了很多宝贵的修改意见,在此表示衷心感谢。全书经全国职业教育教材审定委员会专家司徒渝、曹根基审定,他们对本书的内容和体系也提出了宝贵建议,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,而且 CAD/CAM 技术仍然处于不断发展、完善阶段,其内涵和外延在不断变化,因此,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一篇 CAD/CAM 基础理论

第一章 CAD/CAM技术发展历史及其发展方向	1
第一节 CAD/CAM 技术发展历史	1
第二节 CAD/CAM 技术发展展望	6
思考与练习题	8
第二章 CAD/CAM系统及工作环境	9
第一节 CAD/CAM 系统的一般结构	9
第二节 CAD/CAM 系统的选型原则和方法	13
第三节 CAD/CAM 系统硬、软件工作环境	17
思考与练习题	28
第三章 CAD/CAM技术常用处理方法	30
第一节 CAD/CAM 系统的数据处理	30
第二节 CAD/CAM 系统的交互技术和接口技术	39
第三节 CAD/CAM 系统工程分析技术	43
第四节 CAD/CAM 系统集成的数控编程技术	50
思考与练习题	53
第四章 计算机辅助工艺过程设计CAPP及计算机集成制造系统	54
第一节 计算机辅助工艺过程设计	54
第二节 计算机集成制造系统	64
思考与练习题	74

第二篇 常用 CAD/CAM 软件——Creo 应用

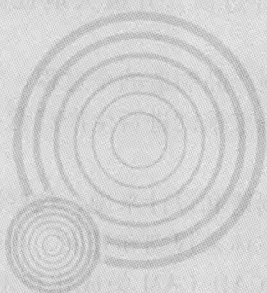
第五章 Creo基础	76
第一节 Creo 简介	76
第二节 Creo Parametric 基本操作	79
思考与练习题	84
第六章 绘制草图	85
第一节 草绘器	85
第二节 绘制草图基本方法	87
第三节 编辑草图	97
第四节 尺寸标注	100

第五节 几何约束	103
思考与练习题	107
第七章 特征建模	109
第一节 基准特征	109
第二节 基础特征	124
第三节 工程特征	142
第四节 编辑特征	156
思考与练习题	163
第八章 装配	167
第一节 概述	167
第二节 编辑元件	171
思考与练习题	181
第九章 工程图	186
第一节 视图的创建	186
第二节 视图编辑	208
第三节 工程图尺寸	213
思考与练习题	225
第十章 NC制造	228
第一节 NC 制造编程基础	229
第二节 NC 制造用户界面及参数设置	233
第三节 铣削	237
第四节 车削	255
思考与练习题	265
参考文献	268



第一篇

CAD/CAM基础理论



史記編纂本外史卷之四

史記編纂本外史卷之四

第一章 CAD/CAM技术发展历史及其发展方向

计算机技术与机械设计制造技术相互结合与渗透,产生了计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Manufacturing)技术,简称 CAD/CAM。它是以计算机作为主要技术手段,帮助人们处理各种信息,进行产品的设计与制造。它可将传统的设计与制造彼此相对独立的工作作为一个整体来考虑,实现信息处理的高度集成化。

计算机辅助设计可以帮助设计人员完成大量的设计工作,如数值计算、产品性能分析、实验数据处理、计算机辅助绘图、仿真及动态模拟工作,它改变了传统的经验设计方法,由静态和线性分析向动态和非线性分析、可行性设计向优化设计过渡,并极大地提高了生产率。

计算机辅助制造是指使用计算机系统规划、管理和控制产品制造的全过程,它既包括与加工过程直接联系的计算机监测与控制,也包括使用计算机来辅助进行生产经营、生产活动控制等。

由于制造中所需的信息和数据许多来自设计阶段,因此对制造和设计来说,这些数据和信息是共享的。实践证明,将计算机辅助设计和制造作为一个整体来规划和开发,可以取得更明显的效益,这就是所谓的“CAD/CAM 一体化技术”,即“CAD/CAM 集成化技术”。伴随着计算机技术的飞速发展和全球经济一体化进程的驱动,使 CAD/CAM 技术成为当今世界发展最快的技术之一,已达到了无缝集成,不仅促使了制造业的生产模式转变,同时也促进了市场的发展。

第一节 CAD/CAM 技术发展历史

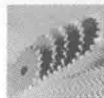
一、CAD/CAM 技术发展历史

从 20 世纪中叶,CAD/CAM 技术的产生发展到现在,无论是硬件技术、软件技术还是应用领域都发生了巨大的变化。CAD/CAM 技术的发展大致经历了三个阶段。

1. 单元技术的发展和应阶段

在这一阶段,分别针对一些特殊的应用领域,开展了计算机辅助设计、分析、工艺、制造等单一功能系统的开发及应用。这些系统的通用性差,系统之间数据结构不统一,系统之间难以进行数据交换,因此,在工程中的应用受到了极大的限制。

计算机辅助设计(CAD)是在 20 世纪 60 年代初期发展起来的,当时的 CAD 技术特点主要是交互式二维绘图和三维线框模型。利用解析几何的方法定义有关图素(如点、线、



圆等), 用来绘制或显示直线、圆弧组成的图形。这种初期的线框模型系统只能表达图形的基本信息, 不能有效地表达几何数据间的拓扑关系和表面信息。因此, 无法实现计算机辅助工程分析 (CAE) 和计算机辅助制造 (CAM)。

计算机辅助工程 (Computer Aided Engineering, CAE) 是从 20 世纪 80 年代发展起来的。CAE 的确切定义尚无统一的论述, 但目前多数认为 CAE 是 CAD/CAM 向纵深发展的必然结果。它是有关产品设计、制造、工程分析、仿真、实验等信息处理, 以及包括相应数据库和数据库管理系统在内的计算机辅助设计和生产的综合系统。CAE 技术的功能主要是指产品几何形状的模型化和工程分析与仿真。

计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning, 简称 CAPP) 是对计算机给定一些规则, 以便产生出工艺规程。工艺规程是根据一个产品的设计信息和企业的生产能力, 确定产品生产加工的具体过程和加工指令以便于制造产品。一个理想的工艺文件应保证工厂以最低的成本最有效地制造出已设计好的产品。它是在 20 世纪 50 年代中期发展起来的。

计算机辅助制造 (CAM) 是在 20 世纪 50 年代初期发展起来的, 当时首先研制成功了数控加工机床, 通过不同的数控程序就可以实现对不同零件的加工, 此时的 CAM 主要侧重于数控加工自动编程。

2. CAD/CAM 集成阶段

随着一些专业系统的应用及普及, 出现了通用的 CAD/CAM 系统, 而且系统的功能迅速增强, 另外, CAD 系统从二维绘图和三维线框模型迅速发展为曲面造型、实体造型、参数化技术和变量化技术, CAD、CAE、CAPP、CAM 系统实现集成化或数据交换标准化, CAD/CAM 的应用正进入了广泛的普及及应用阶段。

20 世纪 60 年代中期至 70 年代是 CAD/CAM 技术发展趋于成熟的阶段, 此时, CAD 的主要技术特征是自由曲线曲面生成算法和表面造型理论, 实现了曲面加工的 CAD/CAM 一体化。随着计算机硬件的迅速发展及成本的大幅度降低, 以小型机、超小型机为主的 CAD 系统进入市场, 针对某个特定问题的 CAD 成套系统蓬勃发展, 出现了将硬软件放在一起的成套提供给用户的系统, 即所谓 Turnkey System 系统 (交钥匙系统)。与此同时, 为了适应设计和加工的要求, 三维几何处理软件也已发展起来, 出现了面向各中小企业的 CAD/CAM 商品化系统。1967 年, 英国莫林公司建造了一条由计算机集中控制的自动化制造系统, 它包括 6 台加工中心和 1 条由计算机控制的自动运输线, 可进行 24h 连续加工, 并用计算机编制 NC 程序和作业计划、系统报表。虽然表面造型技术可以解决 CAM 表面加工问题, 但不能表达形体的质量、重心等特征, 不利于实施 CAE。

20 世纪 80 年代是 CAD/CAM 技术迅速发展的时期, 计算机硬件成本大幅度下降, 计算机外围设备 (彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等品种齐全的输入输出设备) 已成系列产品, 为推进 CAD/CAM 技术向高水平方向发展提供了必要的条件。

随着 CAD/CAM 研究的深入和实际生产对 CAD/CAM 要求的不断提高, 人们又提出用统一的产品数据模型同时支持 CAD 和 CAM 的信息表达, 在系统设计之初, 就将 CAD/CAM 视为一个整体, 实现真正意义的集成化 CAD/CAM, 使 CAD/CAM 进入了一个崭新的阶段。统一产品模型的建立, 一方面为实现系统的高度集成提供了有效的手段, 另一方面也为 CAD/CAM 系统中实现并行设计提供了可能。

从20世纪90年代以来, CAD/CAM技术向着标准化、集成化、智能化方向发展。此时, CAD主要技术特征是参数化技术和变量技术。参数化实体造型方法的特点是基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。变量技术是对参数化技术的改进, 它克服了参数约束的不足, 同时还保持了参数技术原有的优点, 为CAD技术提供了更大的发展空间。为了实现系统的集成, 实现资源共享和产品生产与组织的高度自动化, 提高产品的竞争能力, 就需要在企业、集团内的CAD/CAM系统之间或各个子系统之间进行统一的数据交换, 为此, 一些工业先进国家和国际标准化组织都在从事标准接口的开发工作。与此同时, 面向对象技术、并行工程思想、分布式环境技术及人工智能技术的研究, 都在利于CAD/CAM技术向更高水平发展。从这一时期开始, CAD/CAM系统的集成度不断增加, 特征造型技术的成熟应用, 为从根本上解决由CAD/CAM的数据流无缝传递奠定了基础, 使CAD/CAM系统在CAD、CAE、CAPP、CAM一体化方面达到了真正意义上的集成, 并一直在沿着这一技术方向发展。

3. CIMS技术推广应用阶段

机械CAD/CAM集成技术除了在设计、制造等领域获得深入应用外, 同时计算机辅助技术在企业生产、管理、经营的各个领域都获得了广泛的应用。由于企业的产品开发、制造活动与企业的其他经营活动是密切相关的。由此, 要求CAD/CAM等计算机辅助系统与计算机管理信息系统进行信息交流, 在正确的时刻把正确的信息送到正确的地方, 这是更高层次上企业内的信息集成, 就是所谓的计算机集成制造系统CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)。

CIMS系统是将企业内的经营管理信息、工程设计信息、加工制造信息、产品质量信息等融为一体的计算机集成制造技术。

(1) CIMS的系统组成 CIMS是用计算机为工具, 以集成为主要特征的制造自动化系统, 包括:

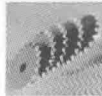
1) 管理信息分系统。它包括对企业制造全过程的经营决策、生产计划管理、物料管理、人力资源管理、财务管理、客户关系管理等。通过信息集成, 达到缩短产品生产周期、减少占用的流动资金、提高企业应变能力的目标。

2) 工程设计自动化分系统。它包括计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工程(CAE)、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)、计算机辅助数据程序编辑(NCP)等。该系统使得产品的开发更加优质、高效, 同时通过与CIMS的其他分系统进行信息交换, 实现整个制造系统的信息集成。

3) 制造自动化分系统。它是CIMS最终产生经济效益的集成, 包括柔性制造单元(FMC)、柔性制造系统(FMS)、工业机器人、自动装置(AA)等。该系统根据产品的工程技术信息、车间层加工指令, 完成对工件加工的作业调试、制造等工作, 使产品制造活动优化、周期短、成本低、柔性高。

4) 质量保证分系统。它主要用于采集、存储、评价与处理存在于产品设计和产品制造过程中与质量有关的信息, 从而进行一系列的质量决策与控制, 有效地保证质量, 并促进质量的提高。系统保证从产品设计、制造、检验到售后服务的整个过程的控制。

5) 计算机通信网络分系统。它是支持CIMS各个分系统的开放型网络通信系统, 采用国际标准和工业标准规定的网络协议进行互联, 以分布方式满足各应用分系统对网络支持服



务的不同需求,支持资源共享、分布处理、分布数据库和实时控制。

6) 数据库分系统。它是指支持 CIMS 各分系统的数据库,以实现企业数据的共享和信息集成的系统。开发与实施 CIMS 的核心是将各子系统通过集成、综合及一体化等手段,融合成一个高效、统一的有机整体。集成的发展大体可划分为信息集成、过程集成和企业集成三个阶段。目前,CIMS 的集成已经从原来的企业内部的信息集成和功能集成,发展到当前以并行工程为代表的过程集成,并正在向以敏捷制造为代表的企业集成发展。

(2) CIMS 系统的主要特点 CIMS 的主要特点包括:

1) CIMS 是人员、经营、技术三要素统一协调的系统。具体地说是以经营过程为对象,以人员为主导,以技术为手段,三者协调一致。该系统涉及的范围比一般自动化系统广泛得多。

2) CIMS 是以集成为基础追求全局优化的系统。它是以计算机为工具,以物流集成和信息集成为主要特征,以整个企业的生产经营活动为对象,追求企业经营、管理、运行的全局与全过程的优化,其目标是提高生产率、提高质量、缩短生产周期、降低成本等。

3) CIMS 是一个高度柔性的系统。人员是该系统中的关键要素,信息集成为企业管理者灵活组织生产提供了有效的帮助。系统能根据市场和环境的变化,快速组织生产,使企业具有应变能力和市场竞争能力。

4) CIMS 是一个具有现代化生产模式的制造系统。它是以信息集成为基础,通过信息自动采集、加工、转换、处理、资源分配和调度等手段来组织生产和进行相关的经营活动,确定企业在现代化、科学化的生产模式下进行各类生产经营活动。它是一种管理企业及生产的新的哲理,也是在新的生产组织原理和概念指导下形成的一种新型生产模式。

由于 CIMS 技术属于多种学科和多种专业技术的高度集成,技术复杂、难度大、对人力资源的要求非常高,资金投资巨大,因此目前尽管各国非常重视发展 CIMS 技术,发展也较快,但成熟的、实用的系统仍不多,CIMS 技术仍是今后各国非常重视发展的高端技术。

二、我国 CAD/CAM 发展历史

我国 CAD/CAM 技术起步于 20 世纪 60 年代末期,经过多年的努力,特别是 20 世纪 80 年代的快速发展,CAD/CAM 在硬件生产、支撑软件的开发、应用软件的开发和应用、基地建设以及人才培养方面,都取得了较大的成就。

从整体情况来看,我国 CAD/CAM 技术经历了以下三个阶段。

1. 科学计算和数值计算

我国工业界计算机的应用首先是科学计算和数值计算。在 20 世纪 70 年代,一些工业产品的设计人员在复杂的科学计算问题和数控加工中曲线拟合的数值计算方面,开始借助于计算机进行,以提高运算速度和计算的精确性。这一阶段培养了一批计算机应用的科技队伍,成为以后 CAD/CAM 技术骨干力量。

2. 数控自动编程

20 世纪 70 年代是我国 CAD/CAM 工作的起步时期。在这个时期,应用计算机的有关行业不同程度地开展了 CAD 的研究工作。随着我国工业发展需要和数控机床的引进,开

始了数控自动编程时期。一些研究院所和高等院校开始了数控编程语言的开发和应用。在航空工业和机械工业等部门都开发出了类似于国际标准 APT 数控语言的系统。这些系统是针对 2 轴半的数控铣床、车床、加工中心及线切割机、电火花切割机等机床的研制,有些系统至今还在应用。这时培养的技术人员对我国 CAD/CAM 技术的发展和推广应用起到了重要作用。

3. 蓬勃发展

从 20 世纪 80 年代以来,我国 CAD/CAM 技术进入了快速蓬勃的发展阶段,目前已广泛应用到机械、电子、航空、船舶、建筑、汽车、轻工等各个行业。一方面,直接引进一些国际水平的商品化软件直接投入使用;另一方面,很多单位自行开发 CAD/CAM 系统,有些已达到了国际先进水平。

目前由我国自行开发的具有自主版权,且商业化程度较高的 CAD/CAM/CAE 软件,已在我国制造业得到越来越广泛的应用。

我国在 20 世纪 90 年代初期开始了 CIMS 研究。目前,我国 CIMS 的研究工作已经从实验示范阶段走向了实际应用阶段。

第二节 CAD/CAM 技术发展前景

CAD/CAM 技术具有高智力、知识密集、更新速度快、综合性强、效益高、初始投入大等特点。目前,世界上各国无不大力发展 CAD/CAM 技术。而且 CAD/CAM 技术又是一个发展着的概念,它的含义在不断扩展和延深。它不但可以实现计算机辅助设计中的各个过程或者若干过程的集成,而且有可能把全生产过程集成在一起,使无图样制造成为可能。此外,随着快速成形技术的发展,快速模具制造技术也已诞生。人工智能技术也正在引入 CAD/CAM 系统,CAD/CAM 技术的未来发展将集中在如下几个方面。

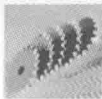
1. 集成化

为了适应设计与制造自动化的要求,CAD/CAM 正在向计算机集成制造(CIM)(Computer Integrated Manufacturing)技术方向发展。CIM 的最终目标是以企业为对象,借助计算机和信息技术,使生产中各部分从经营决策、产品开发、生产准备到生产实施及销售过程中,有关人、技术、经营管理三要素及其形成的信息流、物流和价值流有机集成,从而达到产品上市快、质量高、消耗低、服务好,使企业赢得市场竞争的目的。CIMS 是一种基于 CIM 哲理构成的计算机化、信息化、智能化、集成化的制造系统。它适应于多品种、小批量市场要求,有效地缩短生产周期,强化人、生产和经营管理联系,减少在制品,压缩流动资金,提高企业的整体效益。

CIMS 是未来工厂自动化发展的方向。然而,由于 CIMS 是投资大、技术含量高、建设周期长的项目,因此,不能求全、求大,应总体规划、分步实施。分步实施的第一步是 CAD/CAM 集成的实现。

2. 智能化

随着 CAD/CAM 技术的发展,除了集成化外,将人工智能技术,特别是专家系统应用于系统中,形成了智能化的 CAD/CAM 系统,使其具有人类专家的经验 and 知识,具有学习、推理、联想和判断功能及智能化视觉、听觉、语言能力,从而解决那些必须由人类专家才能解



决的概念设计问题。

所谓人工智能,就是通过人类的智能或思考过程的分析,将其功能机械地实现。专家系统是人工智能技术(AI)的一个分支,是指某个领域内能够起到人类专家的作用,具有大量知识和经验的智能系统。它能利用人类专家的知识和经验进行推理和判断,模仿人类专家的思维过程并作出决定,来解决那些需要人类专家作出决定和判断的复杂问题。

在集成的CAD/CAM系统中,不仅处理数值型的工作,如计算、分析与绘图,而且还存在另一类推理性工作,包括方案构思与拟定、最佳方案选择、结构设计、评价、决策以及参数选择等。这些工作需要知识、经验和推理,将人工智能技术,特别是专家系统与CAD/CAM技术结合起来,形成智能化的CAD/CAM系统是CAD发展的必然趋势。

3. 网络化

自20世纪90年代以来,计算机网络已成为计算机发展进入新时代的标志。CAD/CAM/CAPP随着集成化技术日趋成熟,可应用于越来越大的项目。这类项目往往不是一个人、一个企业能够完成的,而是多个人、多个企业在多台计算机上协同完成的,所以分布式网络计算机系统非常适用于CAD/CAM/CAPP的作业方式。同时,随着互联网的发展,可针对某一特定的产品,将分散在不同地区的现有智力资源和生产设备资源迅速结合,建立动态联盟制造体系,以适应不同地区的现有智力资源和生产设备资源的迅速组合。建立动态联盟的制造体系将成为全球化制造系统的发展趋势。

4. 并行化

并行工程(Concurrent Engineering)是随着CAD、CIMS技术发展提出的一种新哲理、新的系统工程方法。这种方法的思路就是并行的、集成的设计产品及其开发过程。它要求产品开发人员在设计的阶段就考虑产品整个生命周期的所有要求,包括质量、成本、进度、用户要求等,以便更大限度地提高产品开发效率及一次成功率。

在并行工程运行模式下,每个设计人员可以像在传统的CAD工作站上一样进行自己的设计工作。借助于适当的通信工具,在公共数据库、知识库的支持下,设计者之间可以相互进行通信,根据目标要求既可随时应其他设计人员要求修改自己的设计,也可要求其他设计人员响应自己的要求。通过协调机制,群体设计小组的多种设计工作可以并行协调地进行。

5. 虚拟化

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术是一种高度逼真地模拟人在自然环境中视觉、听觉、动感等行为的人机界面技术。

基于VR技术的CAD/CAM系统是CAD/CAM技术与虚拟技术的有机结合,通过数据手套、数据头盔、三维鼠标及语音设备等触觉、视觉、听觉等多种传感设备,使操作者自然而直观地与虚拟设计环境进行交互。在这种虚拟设计环境下,设计人员可快速地完成产品的概念设计和结构设计。在虚拟环境下对设计产品的拆装,可以检查设计产品部件之间,以及与拆装工具之间所存在的干涉。在虚拟环境下能够快速显示设计内容和设计产品的性能特征,显示设计产品与周围环境的关系。设计者可通过与虚拟设计环境的自然交互,方便灵活地对设计对象进行修改,大大提高设计效率和设计质量。

6. 逆向工程技术应用

目前,在许多情况下,一些产品并非来自设计原创,而是起源于另外一些产品或实物。

通过对产品原型或实物模型的测量,然后利用测量数据进行 CAD 几何模型重构和再设计,这种过程就是逆向工程 RE (Reverse Engineering)。逆向工程能够大大缩短从设计到制造的周期,是帮助设计者实现并行工程是现代设计概念的一种工具,目前在 CAD/CAM 系统中正得到越来越广泛的应用。

思考与练习题

1. CAD/CAM 技术的含义是什么?
2. CAD/CAM 技术的发展经历了哪些阶段?
3. CIMS 的含义是什么?
4. CAD/CAM 技术将向哪些方向发展?

第二章 CAD/CAM系统及工作环境

第一节 CAD/CAM 系统的一般结构

一、CAD/CAM 系统组成

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、具有特定功能的有机整体。一般认为, CAD/CAM 系统是由硬件系统、软件系统和人才系统组成的人机一体化系统。其中的硬件是 CAD/CAM 系统运行的基础, 硬件主要指计算机及各种配套设备, 如计算机、绘图机及网络通信设备等, 从广义讲, 硬件还应包括用于数控加工的各种生产设备等。软件系统是 CAD/CAM 的核心, 包括系统软件、支撑软件和应用软件等。软件系统在 CAD/CAM 系统中占据越来越重要的地位, 软件配置的档次和水平决定了 CAD/CAM 系统性能的优劣, 软件的成本已远远超过了硬件设备。软件的发展需要更高性能的硬件系统, 而高性能的硬件系统又为开发更好的 CAD/CAM 系统奠定了物质基础。人才主要包括掌握 CAD/CAM 技术的基本知识和具有 CAD/CAM 技术应用丰富实践经验的人员。人才系统在 CAD/CAM 系统中起着关键的作用。

由此可见, 硬件系统提供了 CAD/CAM 系统的潜在能力, 软件系统是开发、利用 CAD/CAM 系统能力的钥匙, 人才系统是 CAD/CAM 系统价值的体现。CAD/CAM 系统的组成如图 2-1 所示。

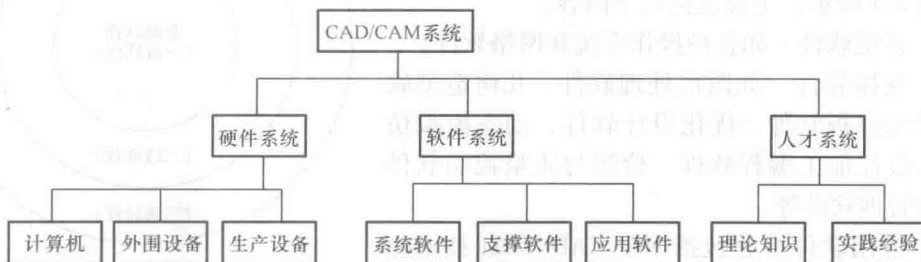


图 2-1 CAD/CAM 系统的组成

1. 硬件系统的组成

硬件 (Hardware) 是组成 CAD/CAM 系统的基础的物质设备。它包括计算机系统和加工设备, 是 CAD/CAM 系统的基本支持环境。一个典型的 CAD/CAM 硬件系统组成如图 2-2 所

示,主要包括以下部分:①计算机(主机);②显示终端;③外存储器,如硬盘和光盘等;④输入装置,如键盘、数字化仪、图形输入板和扫描仪等;⑤输出装置,如打印机、绘图机等;⑥生产装置,如数控机床、机器人、搬运机械和自动测试装置等;⑦网络,将以上各个硬件连接在一起,以实现一定程度的硬、软件资源共享,并实现与上位机或其他计算机网络进行通信。

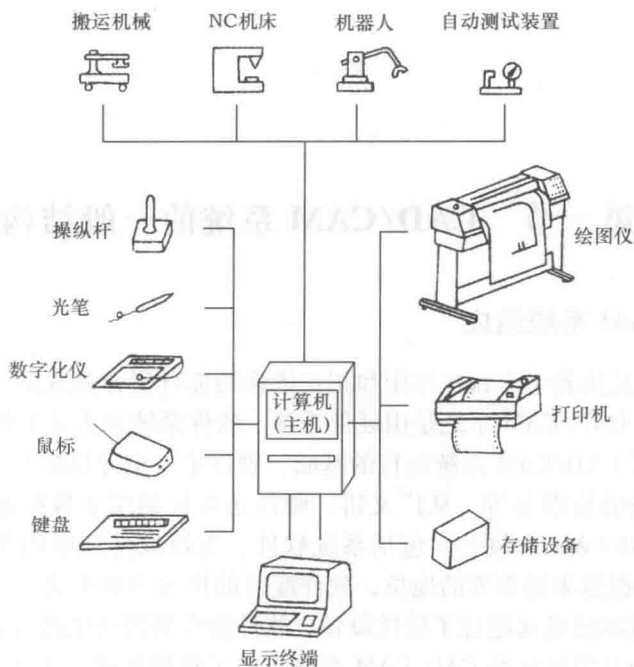


图 2-2 CAD/CAM 硬件系统的组成

2. 软件系统的组成

CAD/CAM 系统的软件是指控制计算机运行,并使 CAD/CAM 系统发挥最大效能的计算机程序、相关数据,以及各种文档。一般 CAD/CAM 软件系统组成如图 2-3 所示,主要包括以下内容。

(1) 系统软件 如各种操作系统和网络软件。

(2) 支撑软件 如图形处理软件、几何造型软件、有限元分析软件、优化设计软件、动态模拟仿真软件、数控加工编程软件、检测与质量控制软件和数据库管理软件等。

(3) 应用软件 它包括用于 CAD/CAM 技术应用的各種应用软件。

3. 人才系统

实现 CAD/CAM 技术除了硬件条件和软件条件外,还有一个重要的条件就是掌握这项技术并能使之正常运转、发挥效益、开发应用的人才。这些人才至少包括硬件维护、软件管理、数据库管理的人员,尤其是那些熟悉设计制造

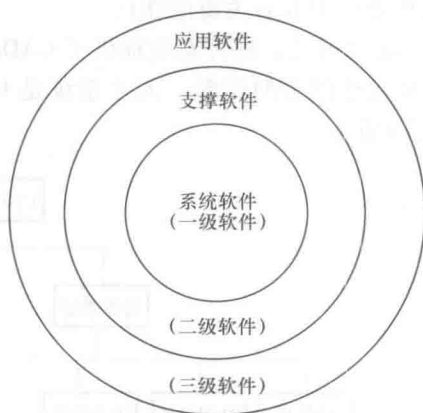


图 2-3 CAD/CAM 软件系统组成