

普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根



机械CAD/CAM基础

JIXIE CAD/CAM JICHU

何雪明 吴晓光 王宗才 主编

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

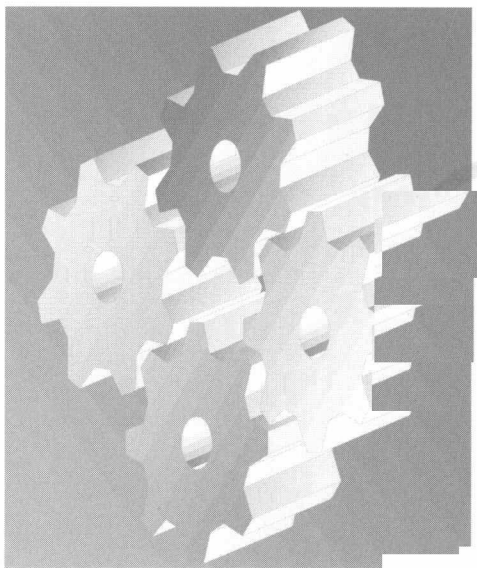




普通高等院校“十一五”规划教材
普通高等院校机械类精品教材

顾问 杨叔子 李培根

机械CAD/CAM基础



主 编	何雪明	吴晓光	王宗才
副主编	曲 平	汪太平	李玉龙
	韩 文	陈水胜	
编 者	申凤君	祁丽霞	

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>
中国·武汉

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 基础/何雪明 吴晓光 王宗才 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2008 年 8 月

ISBN 978-7-5609-4624-5

I. 机… II. ①何… ②吴… ③王… III. ①机械设计:计算机辅助设计-高等学校-教材 ②机械制造:计算机辅助制造-高等学校-教材 IV. TH122 TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 086508 号

机械 CAD/CAM 基础

何雪明 吴晓光 王宗才 主编

策划编辑:刘 锦

责任编辑:王汉江

责任校对:刘 竣

封面设计:潘 群

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787mm×960mm 1/16

印张:20.75 插页:2

字数:416 000

版次:2008 年 8 月第 1 版

印次:2008 年 8 月第 1 次印刷

定价:34.80 元

ISBN 978-7-5609-4624-5/TH·176

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

为适应教学发展的趋势,在教育部机械学科教学指导委员会的指导下,于 2005 年—2006 年专门组织了全国普通高等院校先后召开多次会议,成立了普通高等院校机械类精品教材编写小组,确定了各教材体系和课程结构框架。本书正是根据会议确定的“机械 CAD/CAM 基础”课程基本要求,从该课程的普通高等院校教育目标及知识、能力和素质结构要求出发,按照该课程确定的教材编写大纲编写的。

计算机辅助设计与制造(computer aided design and computer aided manufacturing,简称 CAD/CAM)技术具有知识密集、学科交叉、综合性强等特点,是当今世界科技领域的前沿课题。本书系统介绍了 CAD/CAM 的基本知识、基本理论和基本方法。全书共 8 章,主要内容包括 CAD/CAM 技术概述、CAD/CAM 软件开发基础、计算机图形处理技术基础、CAD/CAM 建模技术、计算机辅助工程分析、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助数控加工编程和 CAD/CAM 集成技术与计算机集成制造等,各章后均总结了该章的重难点并附有思考与练习。此外,为便于学习与应用,本书相关各章中对 Unigraphics、Ansys 等常用开发应用软件相应内容进行了介绍,并引入了一些工程应用和开发实例。本书取材新颖,内容全面,根据利用 CAD/CAM 技术进行产品开发过程为主线展开阐述,由浅入深,循序渐进,理论与实际结合紧密,并注重机电结合和系统理念,反映了当今世界 CAD/CAM 的技术发展前沿。

本书主要用作高等工科院校机械工程及自动化专业“机械 CAD/CAM 基础”课程的教材,也可用作高等职业学校、成人高校相关专业的教材,还可供从事机电产品设计与制造的研究人员、工程技术人员和工程管理人员学习参考。

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制定了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做

到彼此呼应、相互配合,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设、特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士
教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨红子

2006.1

前 言

CAD/CAM 技术是 20 世纪最杰出的工程成就之一,历经 50 多年的沧桑变革,已经成为当前产品更新、生产发展和国际间经济竞争的重要手段,其应用和发展引起了社会和生产的巨大变革。它具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点,是当今世界科技领域的前沿课题。目前,CAD/CAM 技术已广泛应用于机械、电子、航空、航天、汽车、船舶、纺织、轻工以及建筑等诸多领域,它的发展与应用程度已成为衡量一个国家技术发展水平及工业现代化水平的重要标志之一。

随着市场竞争的日益激烈以及全球化市场的形成,对制造业来说,企业竞争的核心将是新产品的开发和制造能力,CAD/CAM 技术改变了人们设计、制造产品的常规方式,是提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品生产成本、提高产品市场竞争能力的强有力手段。随着 CAD/CAM 技术的推广应用,它已成为工程技术人员必须掌握的基本工具。

为进一步推广、应用 CAD/CAM 技术,培养技术发展和市场竞争所需要的人才,本书系统地介绍了计算机在产品设计和制造中的应用和开发技术,旨在使读者掌握 CAD/CAM 的基本概念、原理、知识和方法,了解 CAD/CAM 技术的发展水平,认识推广 CAD/CAM 技术的重要性,为从事 CAD/CAM 技术研究和应用打下基础。

在内容安排上,本书着重介绍一些基本概念、实施方法和关键技术及其软件应用。为便于读者学习和理解,本书在每章都总结了该章的重点难点并附有思考和练习题。

本书可作为高等工科院校机械工程及自动化专业、机械设计制造及自动化专业、机电一体化专业的技术基础课,还可供从事机电产品设计与制造的研究人员、工程技术人员和工程管理人员学习参考。

本书的完成是整个写作团队共同努力的结果,参加本书编写的有何雪明、吴晓光、曲平、汪太平、李玉龙、王宗才、韩文、陈水胜、申凤君、祁丽霞。全书由何雪明、吴晓光和王宗才任主编;曲平、李玉龙、汪太平、陈水胜和韩文任副主编;何雪明和吴晓光负责全书的统稿工作。

本书在编写过程中,参阅了以往其他版本的同类教材,同时参阅了有关工厂、科研院所的一些教材、资料和文献,并得到许多同行专家教授的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第 1 章 CAD/CAM 技术概述	(1)
1.1 CAD/CAM 技术的基本概念	(1)
1.2 CAD/CAM 系统的主要功能与工作过程	(3)
1.3 CAD/CAM 系统的组成和分类	(5)
1.4 CAD/CAM 技术的发展	(15)
思考与练习	(20)
第 2 章 CAD/CAM 软件开发基础	(21)
2.1 软件危机与软件工程	(21)
2.2 数据结构	(24)
2.3 工程数据的处理方法	(38)
思考与练习	(54)
第 3 章 计算机图形处理技术基础	(56)
3.1 图形生成技术	(56)
3.2 图形的几何变换	(60)
3.3 图形的消隐技术	(90)
3.4 图形的裁剪技术	(96)
思考与练习	(99)
第 4 章 CAD/CAM 建模技术	(101)
4.1 几何建模技术	(101)
4.2 特征建模技术	(131)
4.3 变量化与参数化设计技术	(139)
4.4 装配建模技术	(148)
4.5 Unigraphics 软件的应用	(153)
思考与练习	(180)
第 5 章 计算机辅助工程分析	(182)
5.1 有限元法	(182)
5.2 优化设计	(191)
5.3 计算机仿真	(207)
思考与练习	(216)

第 6 章 计算机辅助工艺过程设计	(217)
6.1 CAPP 的发展概况及系统结构组成	(217)
6.2 零件信息的描述与输入	(223)
6.3 CAPP 系统的基本原理和方法	(226)
6.4 CAPP 专家系统	(236)
6.5 工艺数据库和知识库	(247)
思考与练习.....	(251)
第 7 章 计算机辅助数控加工编程	(252)
7.1 数控编程基础	(252)
7.2 数控程序指令代码	(261)
7.3 数控机床程序编制	(277)
7.4 用 UG 对轮毂模具 CAD/CAM 加工实例.....	(290)
思考与练习.....	(301)
第 8 章 CAD/CAM 集成与计算机集成制造	(303)
8.1 CAD/CAM 集成技术	(303)
8.2 CIMS 的提出及意义	(306)
8.3 CIM 的定义及 CIMS 的构成	(307)
8.4 CIMS 的体系结构及控制	(308)
8.5 实现 CIMS 的关键技术	(314)
8.6 我国 CIMS 技术的进展与发展前景	(320)
思考与练习.....	(322)
参考文献	(323)

第 1 章 CAD/CAM 技术概述

CAD/CAM(computer aided design and computer aided manufacturing)技术是制造工程技术与计算机技术相互结合、相互渗透而发展起来的一项综合性应用技术。该技术产生于 20 世纪 50 年代后期发达国家的航空和军事工业中,随着计算机软硬件技术和计算机图形学技术的发展而迅速成长起来。1989 年美国国家工程科学院将 CAD/CAM 技术评为当代(1964—1989 年)十项最杰出的工程技术成就之一。CAD/CAM 技术涉及知识门类宽、综合性能强、处理速度快、经济效益高,是当今先进制造技术的重要组成部分。CAD/CAM 技术不仅成为企业产品设计开发和加工制造的手段和工具,其发展和应用还大大地促进了企业的技术进步和管理水平,对国民经济的快速发展、促进科学技术的进步产生了深远的影响。目前,CAD/CAM 技术已成为衡量一个国家和地区科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1 CAD/CAM 技术的基本概念

CAD/CAM 技术以计算机、外围设备及其系统软件为基础,综合计算机科学与工程、计算机几何、机械设计、机械加工工艺、人机工程、控制理论、电子技术等学科知识,以工程应用为对象,实现包括二维绘图设计、三维几何造型设计、工程计算分析与优化设计、数控加工编程、仿真模拟、信息存储与管理等相关功能。

CAD/CAM 技术有广义和狭义之分。广义的 CAD/CAM,是指利用计算机辅助技术进行产品设计与制造的整个过程以及与之直接和间接相关的活动,包括产品设计(几何造型、分析计算、工程绘图、结构分析、优化设计等)、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、存储等)、生产控制、质量控制及工程数据管理等。狭义的 CAD/CAM,是指利用 CAD/CAM 系统进行产品造型、计算分析数控程序编制(包括刀具路径规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真及 NC 代码生成等)。

1.1.1 CAD 技术

计算机辅助设计(computer aided design,CAD)技术是指以计算机为工具,对产品进行包括方案构思、总体设计、工程分析、图形编辑和技术文档整理等设计活动的技术。CAD 将人和计算机的最好特性联系起来,人具有思维、逻辑推理、学习及直观判断的能力,计算机具有运算速度快、精确度高、信息存储量大、不易忘与不易出错等特点,CAD 以

“人机对话”方式,使人和计算机相互取长补短,充分发挥各自的优点,获得最优化设计。CAD 是一种借助于计算机完成设计并产生图形、图像的综合性和方法,具有几何建模、工程分析、模拟仿真、优化设计、工程绘图和数据管理等主要功能。

1.1.2 CAE 技术

计算机辅助工程(computer aided engineering,CAE)技术是以现代计算力学为基础、计算机仿真为手段的工程分析技术,主要包括有限元法(finite element method,FEM)、边界元法(boundary element method,BEM)、运动机构分析、气动或流场分析、电路设计和磁场分析等,其中有限元法在机械 CAD 中应用最广泛。CAE 的主要任务是对工程、产品和结构未来的工作状态和运行行为进行模拟仿真,及时发现设计中的问题和缺陷,实现产品优化设计,缩短产品开发周期,节省研发经费。目前市场上比较大型的 CAD/CAM 集成系统中都包含有工程分析模块,CAE 已成为 CAD/CAM 中不可缺少的重要环节。

1.1.3 CAPP 技术

计算机辅助工艺过程设计(computer aided process planning,CAPP)是指借助于计算机软硬件技术和支撑环境,利用计算机进行数值计算、逻辑判断和推理来制定零件机械加工工艺过程,主要包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等功能,其中的工序设计包含有加工设备和工装选用、加工余量分配、切削用量选择、机床刀具选择和工序图生成等内容。应用 CAPP 能够迅速编制出完整、详尽、优化的工艺方案和各种工艺文件,可极大地提高工艺人员工作效率、缩短工艺准备周期,加快产品投放市场进程。此外,应用 CAPP 技术还可获得符合企业实际的优化工艺,给出合理的工时定额和材料消耗,为企业科学管理提供了可靠的数据。

1.1.4 CAM 技术

计算机辅助制造(computer aided manufacturing,CAM)是借助计算机进行产品制造活动的简称,有广义和狭义之分。广义 CAM,一般是指利用计算机辅助完成从毛坯到产品制造过程中的直接和间接的各种活动,包括工艺准备、生产作业计划制定、物流过程的运行控制、生产控制、质量控制等方面的内容。其中,工艺准备包括计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助工装设计与制造、NC 编程、计算机辅助工时定额和材料定额的编制等任务;物流过程的运行控制包括物料加工、装配、检验、输送、储存等生产活动。狭义 CAM,通常指数控程序的编制,包括刀具路线规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真以及后置处理和 NC 代码生成等作业过程。通常 CAD/CAM 系统中 CAM 概念指的是狭义 CAM。

1.1.5 CAD/CAM 集成技术

自 20 世纪 60 年代开始, CAD 和 CAM 技术各自独立地发展, 研发了众多性能优良的相互独立的商品化 CAD、CAPP、CAM 系统, 在各自领域都起到了重要的作用。然而, 这些各自独立的系统相互割裂, 不能实现系统之间信息的自动传递和转换, 信息资源不能共享, 严重制约了各自的发展, 人们认识到, CAD 系统的信息必须能应用到后续的生产制造环节(如 CAE、CAPP、CAM), 提出了 CAD/CAM 集成的概念, 并首先致力于 CAD、CAPP 和 CAM 系统之间数据自动传递和转换的研究, 以便将业已存在和使用的 CAD、CAPP、CAM 系统集成起来。集成化的 CAD/CAM 系统借助于工程数据库技术、网络通信技术以及标准格式的产品数据接口技术, 把分散于机型各异的各个 CAD/CAM 模块高效、快捷地集成起来, 实现软、硬件资源共享, 保证整个系统内的信息流动畅通无阻。

随着网络技术、信息技术的不断发展和市场全球化进程的加快, 出现了以信息集成为基础的更大范围的集成技术, 包括信息集成、过程集成、资源集成、工作机制集成、技术集成、人机集成以及智能集成等, 譬如将企业内经营管理信息、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系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)。而 CAD/CAM 集成技术则是计算机集成制造系统、并行工程、敏捷制造等新型集成系统中的一项核心技术。

1.2 CAD/CAM 系统的主要功能与工作过程

1.2.1 CAD/CAM 系统的主要功能

CAD/CAM 系统能对产品整个设计和制造全过程的信息进行处理, 包括产品的概念设计、详细设计、数值计算与分析、工艺设计、加工仿真、工程数据管理等各个方面, 主要具有以下几个方面的功能。

(1) 几何造型功能。利用几何建模技术, 构造各种产品的几何模型, 描述基本几何实体及实体间的关系, 进行零件的结构设计以及零部件的装配, 解决三维几何建模中复杂的空间布局问题, 进行消隐、彩色浓淡处理、剖切、干涉检查等, 动态地显示几何模型, 方便观察、修改模型, 检验零部件装配的结果。几何建模技术是 CAD/CAM 系统的核心, 为产品的设计、制造提供基本数据, 同时也为其他模块提供原始信息。

(2) 计算分析功能。CAD/CAM 系统构型后, 能够计算产品相应的体积、表面积、质量、重心位置、转动惯量等几何特性和物理特性, 对产品结构如应力、温度、位移等进行计算, 为系统进行工程分析和数值计算提供必要的基本参数。CAD/CAM 系统对各类计算分析的算法不仅要求正确、全面, 而且还要求有较高的计算精度。

(3) 工程绘图功能。CAD/CAM 系统不仅具备从三维图形直接向二维图形转换的功能,还具备处理二维图形的能力,包括基本图元的生成、尺寸标注、图形编辑以及显示控制、附加技术条件等功能,保证生成既合乎生产要求,又符合国家标准规定的机械图样。

(4) 结构分析功能。CAD/CAM 系统中结构分析常用的方法是有限元法。这是一种逼近近似解方法,用来解决结构形状比较复杂的零件的静态特性、动态特性、强度、振动、热变形、磁场强度、温度场强度、应力分布状态等计算分析。分析计算之后,将计算结果以图形、文件的形式输出,例如应力分布图、温度场强度分布图、位移变形曲线等,用户能方便、直观地看到分析结果。

(5) 优化设计功能。CAD/CAM 系统应具有优化求解的功能。也就是在某些条件的限制下,使产品或工程设计中的预定指标达到最优的功能。优化包括总体方案的优化、产品零件结构的优化、工艺参数的优化等。优化设计是现代设计方法学中的一个重要组成部分。

(6) 计算机辅助工艺设计(CAPP)功能。CAPP 是 CAD 与 CAM 的中间环节,它根据建模后生成的产品信息及制造要求,自动决策出加工该产品所采用的加工方法、加工步骤、加工设备及加工参数,其设计结果一方面能被生产实际所用,生成工艺卡片文件,另一方面能直接输出一些信息,为 CAM 中的 NC 自动编程系统接收、识别,直接转换为刀位文件。

(7) NC 自动编程功能。在分析零件图和制订出零件的数控加工方案之后,CAD/CAM 系统自动生成数控加工程序。

(8) 模拟仿真功能。CAD/CAM 系统通过仿真软件,模拟真实系统的运行,预测产品的性能、产品的制造过程和产品的可制造性。通常有加工轨迹仿真,机构运动学模拟,机器人仿真,工件、刀具、机床的碰撞,干涉检验等。

(9) 工程数据管理功能。由于 CAD/CAM 系统中数据量大、种类繁多,如几何图形数据、属性语义数据、产品定义数据、生产控制数据等,系统必须对其进行有效管理,支持工程设计与制造全过程的信息流动与交换。通常,CAD/CAM 系统采用工程数据库系统作为统一的数据环境,实现各种工程数据的管理。

(10) 特征造型功能。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、表面粗糙度、孔、槽等工艺信息建在特征模型中,有利于 CAD/CAPP 的集成。

1.2.2 CAD/CAM 工作过程

CAD/CAM 是计算机技术在产品设计和制造中的应用,可完成产品的需求分析、可行性分析、方案论证、总体设计、分析计算和评价以及设计定型后产品信息传递等。在设计过程中,利用交互设计技术,在完成某一阶段设计后,可以把中间结果以图形方式显示在图形终端的屏幕上,以供设计者直观地分析和判断。如判断后认为需要进行某些方面的修改,可以立即把要修改的参数输入计算机以进行处理,再输出结果,再判断,再修改,

反复进行这一过程,直至取得理想的结果为止,最后通过输出设备供制造过程应用。CAD/CAM 应用于设计与制造过程的流程如图 1-1 所示。

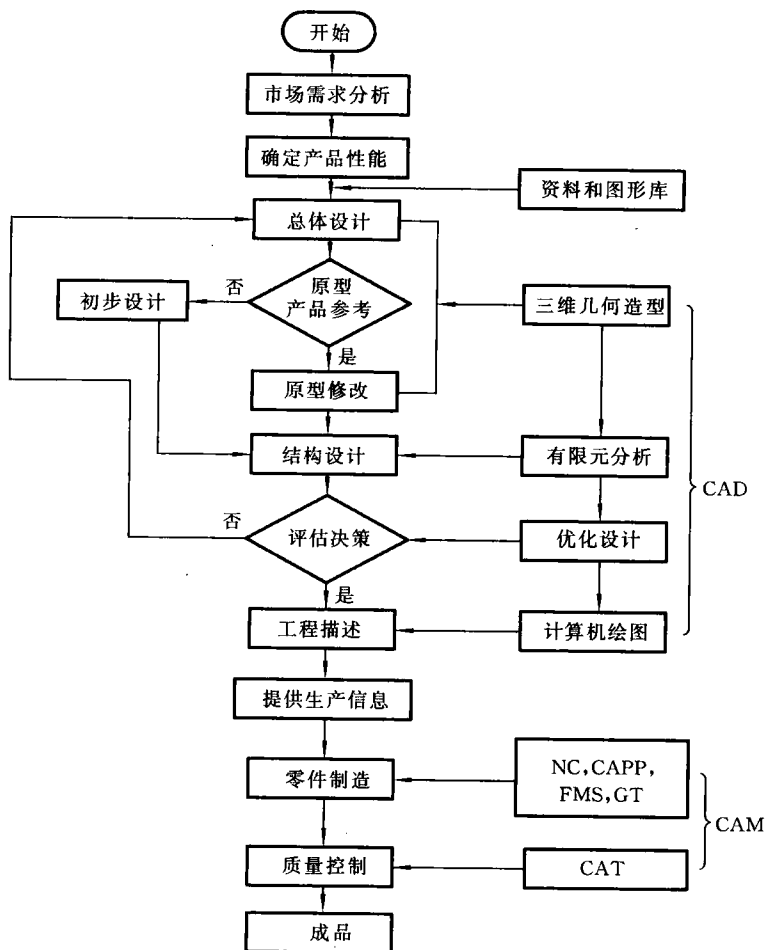


图 1-1 CAD/CAM 应用于设计与制造过程的流程

1.3 CAD/CAM 系统的组成和分类

1.3.1 CAD/CAM 系统的组成

CAD/CAM 系统要完成其功能,必须具备两方面的条件,一个是硬件系统,一个是软件系统。硬件系统是 CAD/CAM 系统运行的基础,主要包括计算机主机、计算机外部设

备、网络通信设备以及生产加工设备等具有有形物质的设备。软件系统是 CAD/CAM 系统的核心,包括系统软件、支撑软件和应用软件等,通常是指程序及其相关的文档。CAD/CAM 软件在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。软件的发展呼唤更新更快的计算机系统,而计算机硬件的更新又为开发更好的 CAD/CAM 软件系统创造了物质条件。根据应用领域和所完成任务的不同,CAD/CAM 系统的软硬件组成也不尽相同,特别是在软件构成方面有一定的差别。本书主要介绍机械制造业中应用的 CAD/CAM 系统。

人在 CAD/CAM 系统中起着关键的作用。从使用方法的角度看,目前各类 CAD/CAM 系统基本上都采用人机交互的工作方式,通过人机对话完成 CAD/CAM 的各种作业过程。CAD/CAM 系统这种工作方式要求人与计算机密切合作,各自发挥自身的特长。计算机在信息的存储与检索、分析与计算、图形与文字处理等方面有着特有的功能,而在设计策略、逻辑控制、信息组织以及经验和创造性等方面,人将占有主导地位,尤其在现阶段,人还起着不可替代的作用。

1.3.2 CAD/CAM 系统的分类

1. 根据使用的支撑软件规模大小分类

(1) CAD 系统。具有较强的几何造型、工程绘图、仿真与模拟、工程分析与计算、文档管理等功能,是为完成设计任务而建立的,规模相对较小,成本也较低。

(2) CAM 系统。具有数控加工编程、加工过程仿真、生产系统及设备的控制与管理、生产信息管理等功能,是专门面向生产过程的,规模相对小一些。

(3) CAD/CAM 集成系统。规模较大、功能齐全、集成度较高,同时具备 CAD 和 CAM 系统的功能以及系统间共享信息和资源的能力,硬件配置较全,软件规模和功能强大,是面向 CAD/CAM 一体化而建立的,是目前 CAD/CAM 发展的主流。

2. 根据 CAD/CAM 系统使用的计算机硬件及其信息处理方式分类

(1) 主机系统。这类系统以一个主机为中心。系统集中配备某些公用外围设备(如绘图机、打印机、磁带机等)与主机相连,同时可以支持多个用户工作站及字符终端。一般至少有一个图形终端,并配有图形输入设备,如键盘、鼠标或图形输入板,用来输入字符或命令等。这类系统采用多用户分时工作方式,其优点是主机功能强,能进行大信息量的作业,如大型分析计算、复杂模拟和管理等;缺点是开放性较差,即系统比较封闭、具有专用性,当终端用户过多时,会使系统过载,响应速度变慢,而且一旦主机发生故障,整个系统就不能工作,目前一般不再采用。

(2) 工作站系统。工作站本身具有强大的分布式计算功能,因此能够支持复杂的 CAD/CAM 作业和多任务进程。该类系统的信息处理不再采用多用户分时系统的结构与方式,而是采用计算机网络技术将多台计算机(工程工作站或微型计算机)连接起来,一

般每台计算机只配一个图形终端,每位技术人员使用一台计算机,以保证对操作命令的快速响应。系统的单用户性保证了快速的时间响应,提高了用户的工作效率。

(3) 微机系统。也称个人机(PC机)系统。近年来,微机在速度、精度、内外存容量等方面已能满足 CAD/CAM 应用的要求,一些大型工程分析、复杂三维造型、数控编程、加工仿真等作业在微机上运行不再有大困难,微机的价格也越来越便宜。以往一些对计算机硬件资源要求高、规模较大、在工程工作站上运行的 CAD/CAM 软件逐步移植到微机上,从图形软件、工程分析软件到各种应用软件,满足了用户的大部分要求;现代网络技术能将许多微机及公共外设连成一个完整系统,做到系统内部资源共享。

3. 根据 CAD/CAM 系统是否使用计算机网络分类

(1) 单机系统。单机系统中,每台计算机上都具备完成 CAD/CAM 指定任务所需要的全部软硬件资源,但计算机之间没有实施网络连接,无法进行通信和信息交互,不能实现资源共享。

(2) 网络化系统。这类系统是将本地或异地多台计算机以网络形式连接起来,计算机之间可以进行通信和信息交互,完成 CAD/CAM 任务所需要的全部软硬件资源分布在各个节点上,实现资源共享。网络上各个节点的计算机可以是微机,也可以是工作站。每个节点有自己的 CPU 甚至外围设备,使用速度不受网络上其他节点的影响。通过网络软件提供的通信功能,每个节点的用户还可以享用其他节点的资源,例如绘图仪、打印机等硬件设备,也能共享某些公共的应用软件及数据文件。

系统采用的网络形式有总线网、星形网、环形网等。总线网适用于将各种性能差别较大的设备连入网内,具有良好的开放性和可扩展性,是目前应用的主流。以太网(Ethernet)是一种典型的总线网,在 CAD/CAM 系统中得到了广泛应用。以太网可以将各种不同类型的工程工作站、微型计算机、外围设备等连接起来,使用非常方便。星形网的访问控制比较简单,缺点是每个站点与中央节点之间有一条连线,所以费用较大,且中央节点的可靠性要求高。环形网采用点到点的结构,无碰撞,传输速度快、距离远,适合传输数据量大的场合,但随着中继器的增多,费用也大大增加,且某一节点出现问题可能影响整个网络。

1.3.3 CAD/CAM 系统的硬件

尽管 CAD/CAM 系统的结构形式、应用范围、软件规模、系统功能各不相同,但其典型的硬件配置大同小异,如图 1-2 所示,主要由主机、存储器、输入/输出设备、图形显示器及网络通信设备组成。

1. 计算机主机

主机是 CAD/CAM 系统硬件的核心,主要由中央处理器(CPU)、内存储器以及输入/输出(I/O)接口组成,主机是 CAD/CAM 系统的指挥和控制中心,其类型和性能很大程度

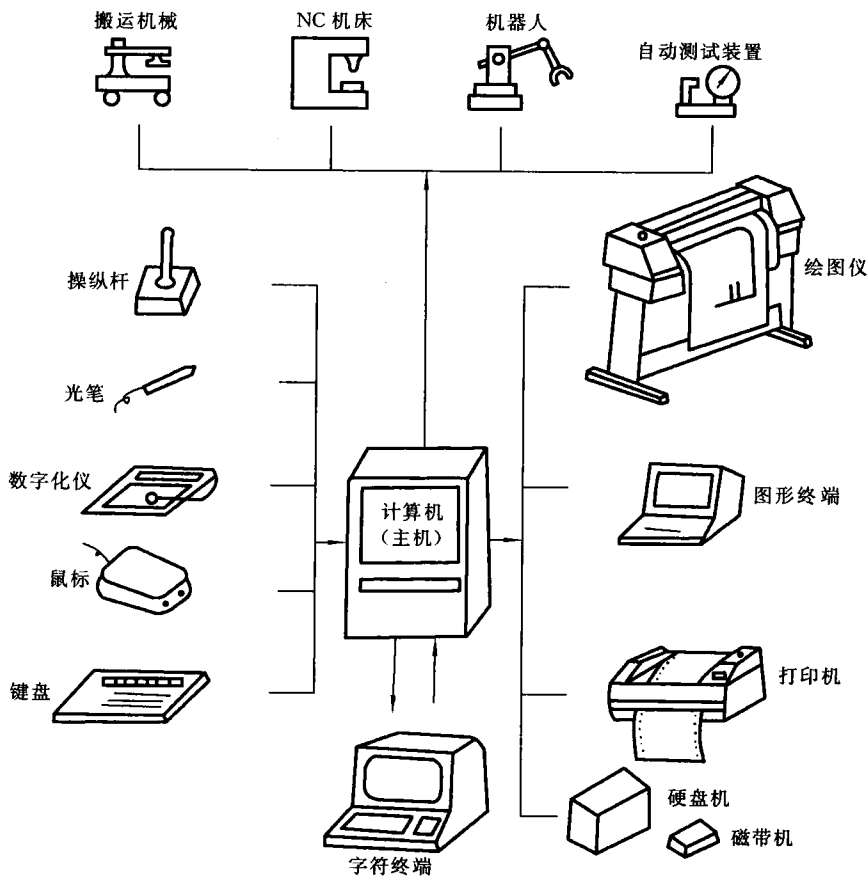


图 1-2 CAD/CAM 系统硬件组成

上决定了 CAD/CAM 系统的性能,如运算精度和速度。CAD/CAM 系统常用的主机类型有微型机、工作站、小型机等。微型机 CAD/CAM 系统性价比高,有丰富的应用软件;工作站 CAD/CAM 系统处理速度快,具有很强的图形处理能力和网络通信能力;小型机 CAD/CAM 系统价格昂贵、功能单一,一般只在一些特殊行业和部门使用,如科研机构、军事部门等。

2. 外存储器

外存储器是 CAD/CAM 系统中独立于内存、用于存放各种数据和代码的外部存储设备,通常用于存储 CPU 暂时不用的程序和数据,CAD/CAM 系统的大量软件、图形库和数据库均存于外存储器中。存放于外存储器中程序和数据必须先读入计算机内存才能进行运算和处理。常见的外存储器有磁带、磁盘、U 盘和光盘等几种类型。