

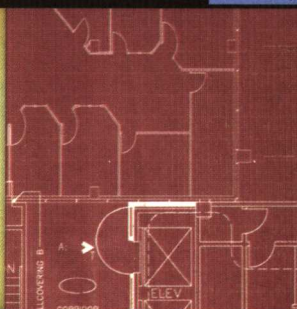
CAD/CAM 应用技术

 高等职业教育
数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材



主编 徐红岩

主审 张颖熙



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材

CAD/CAM 应用技术

主 编 徐红岩

主 审 张颖熙

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一。本书详细介绍了CAXA制造工程师最新2004版的功能。结合实例详细讲解了具体操作过程,重点介绍了如何使用CAXA制造工程师完成机械(或模具)零件的三维造型及其数控铣削加工编程的方法。详细介绍了CAXA数控车2000的功能及具体操作方法,重点讲解了使用CAXA数控车完成车削零件的造型及加工编程的方法。

本书适合作为各类高等职业技术学校,部分普通高等院校二级学院数控技术应用专业技能型人才培养培训教材,也可作为工程技术人员培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用技术/徐红岩主编. —北京:高等教育出版社, 2005.6

ISBN 7-04-016348-9

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第062769号

策划编辑 孙鸣雷 责任编辑 李宇峰 封面设计 吴 昊 责任印制 潘文瑞

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号		021-56964871
邮政编码	100011	免费咨询	800-810-0598
总 机	010-82028899	网 址	http://www.hep.edu.cn
传 真	021-56965341		http://www.hep.com.cn
			http://www.hepsh.com

排 版 南京理工出版信息技术有限公司
印 刷 上海新华印刷有限公司

开 本	787×1092 1/16	版 次	2005年6月第1版
印 张	11.75	印 次	2005年6月第1次
字 数	269 000	定 价	16.50元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)82028899 转 6897 (010)82086060

传 真：(010)82086060

E - mail : dd@hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务部

邮 编：100011

购书请拨打读者服务部电话：(010)64054588

出版说明

为实现党的十六大提出的全面建设小康社会的奋斗目标,落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,促进职业教育更好地适应社会主义现代化建设对生产、服务第一线技能型人才的需要,缓解劳动力市场上制造业和现代服务业技能型人才紧缺状况,教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部决定组织实施“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”(教职成[2003]5号,以下简称《工程》)。《工程》的目标是:“根据劳动力市场技能型人才的紧缺状况和相关行业人力资源需求预测,在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域,全国选择确定500多所职业院校作为技能型紧缺人才示范性培养培训基地;建立校企合作进行人才培养的新模式,有效加强相关职业院校与企事业单位的合作,不断加强基地建设,扩大基地培养培训能力,缓解劳动力市场上技能型人才的紧缺状况;发挥技能型紧缺人才培养培训基地在探索新的培养培训模式、优化教学与训练过程等方面的示范作用,提高职业教育对社会和企业需求的反应能力,促进整个职业教育事业的改革与发展。”

《工程》实施启动以来,各有关职业院校在职业教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践,取得了不少成果。为使这些研究成果能够得以固化并更好地推广,从而总体上提高职业教育人才培养的质量,我们组织了有关职业院校进行了多次研讨,根据“教育部办公厅、信息产业部办公厅关于确定职业院校开展数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训工作的通知”(教职成厅[2003]5号)中的两年制高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案,在了解相关企业需求的基础上,确立了“以就业为导向,以企业需求为依据”的宗旨,“以综合职业素质为基础,以能力为本位”的思路,“适应行业技术发展,以应用为目的”的体系,“以学生为主体,体现教学组织的科学性和灵活性”的风格,组织编写了一批“高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列”教材。这些教材结合《工程》的指导思想与目标任务,反映了最新的教学改革方向,很值得广大职业院校借鉴。

此系列教材出版后,我们还将不定期地举行相关课程的研讨与培训活动,并聘请相关企业共同探讨人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革,为各院校提供一个加强校企合作、交流的互动平台。

“高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材”适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2005年5月

前 言

本书是根据教育部等国家部委组织实施的“职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”中有关数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养指导方案的精神,按照高等职业技术教育技能应用型人才的培养目标和基本要求编写的“高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材”之一。

制造业的规模和水平是衡量一个国家综合实力和现代化程度的主要标志。制造业信息化是当今世界制造业发展的大趋势。世界各国十分重视发展制造业信息化技术。我国的制造业水平与世界发达国家相比,仍存在 20 年左右的差距。随着制造业竞争环境和发展空间的变化,我国将面临更为直接的国际竞争。同时,发达国家的发展可能会造成这一差距的进一步扩大,用信息化技术提高制造业的竞争力已经成为我们必然的选择。

制造业企业竞争力的根本来源是设计和生产水平的提高,而在观念上的转变将是关系我国企业与世界接轨的关键因素。我国在 CAD/CAM 技术的普及方面已经取得了一定的成绩。但是这还远远不够,甚至可以说,当前我国企业对 CAD/CAM 技术的普及应用程度还很低。为了加强我国 CAD/CAM 技术的发展、普及和应用,应根据各用人单位的实际需要,尽快地培养一支掌握 CAD/CAM 技术的人才队伍。

CAD/CAM 集成软件的复杂性和行业加工技术的特点密不可分,在制造业有大家公认的事实上的主流软件,但这些软件学好或掌握起来颇费时日。经过国内数百所院校的几年培训实践和工业界应用情况反馈表明,以 CAXA 制造工程师为代表的 CAXA 系列 CAD/CAM 软件的学习时间较短、成本较低,完全能够满足对职业技能培训的特殊需求。CAXA 制造工程师软件具有丰富的数据接口,不但能与 CAXA-EB(电子图板,二维绘图软件)、CAXA-EB3D(三维电子图板,三维造型和装配软件)等系列软件兼容,还能与 AutoCAD、UG 等 CAD/CAM 软件方便地实现数据资源共享。CAXA 制造工程师软件广泛用于塑模、锻模、汽车覆盖件拉伸模、压铸模等复杂模具的生产以及汽车、电子、兵器、航空航天等行业的精密零件的设计与加工。

为满足技能型应用人才的培养需要,本书坚持以能力培养为原则,通过具体数据、真实图例及详实的操作步骤的讲解,力求使学习者在较短的时间内不仅能够掌握较强的三维造型能力和数控自动编程技巧,而且能够真正领悟到 CAXA 制造工程师软件应用的精华和应用方法。

本书以 CAXA 系列 CAD/CAM 软件(分别是制造工程师 2004 版本、数控车 2000)为核心内容,全书共分 4 章。第 1 章 CAD/CAM 技术概述,介绍 CAD/CAM 技术的基本内容、发展过程、总体结构及功能。第 2 章 CAXA 制造工程师 2004 CAD 功能,介绍 CAXA 制造工程师 3D 造型的基本方法及应用实例。第 3 章 CAXA 制造工程师 2004 CAM 功能,重点介绍了 CAXA 制造工程师各种加工刀具轨迹生成的方法及后置设置、轨迹仿真、G 代码生成、工艺清单生成的操作过程。第 4 章 CAXA 数控车 2000 CAD/CAM 功能,介绍了 CAXA 数控车 2000 造型及刀具轨迹生成、后置处理的方法及应用实例。各章节学时安排如下(仅供参考)。

各章节学时安排参考表

章 节 内 容	建 议 学 时		
	理论学时	实践学时	合计学时
第1章 CAD/CAM 技术概述	4		4
第2章 CAXA 制造工程师 2004 CAD 功能	12	20	32
2.1 系统概述	2		2
2.2 线框造型	2	4	6
2.3 曲面造型	4	8	12
2.4 实体造型	4	8	12
第3章 CAXA 制造工程师 2004 CAM 功能	21	19	40
3.1 数控铣削加工概述	2		2
3.2 生成刀具轨迹的通用参数设置	2	2	4
3.3 粗加工轨迹生成	4	4	8
3.4 精加工轨迹生成	4	4	8
3.5 补加工轨迹生成	1	1	2
3.6 其他加工方式轨迹生成	1	1	2
3.7 轨迹仿真	1	1	2
3.8 轨迹编辑	2	2	4
3.9 后置处理	2	2	4
3.10 综合应用实例	2	2	4
第4章 CAXA 数控车 2000 CAD/CAM 功能	6	8	14
4.1 CAXA 数控车 2000 系统概述	1		1
4.2 曲线绘制与编辑	1	1	2
4.3 刀具轨迹生成	2	4	6
4.4 后置处理与加工代码生成	1	1	2
4.5 综合应用实例	1	2	3
机 动	2		2
总 计		92	

本书由天津轻工职业技术学院徐红岩副教授主编,参编人员有天津现代职业技术学院杨兰富老师和天津轻工职业技术学院胡如祥老师。本书由张颖熙副教授主审。此外,在编写过程中还得到了天津轻工职业技术学院科研处侯俊芳、李静媛和姚嵩老师在图、文处理方面的技术支持。在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,加之 CAD/CAM 技术发展迅速,书中难免存在缺点、错误及需要改进之处,望广大读者提出宝贵意见。

编者

2005 年 5 月

目 录

第 1 章 CAD/CAM 技术概述	1
1.1 CAD/CAM 技术的基本内容	1
1.2 CAD/CAM 技术的硬件系统	10
1.3 CAD/CAM 技术的软件系统	14
练习题	19
第 2 章 CAXA 制造工程师 2004 CAD 功能	20
2.1 CAXA 制造工程师 2004 系统概述	20
2.2 线框造型	27
2.3 曲面造型	36
2.4 实体造型	56
练习题	73
第 3 章 CAXA 制造工程师 2004 CAM 功能	80
3.1 数控铣削加工概述	80
3.2 生成刀具轨迹的通用参数设置	85
3.3 粗加工轨迹生成	93
3.4 精加工轨迹生成	98
3.5 补加工轨迹生成	103
3.6 其他加工方式轨迹生成	104
3.7 轨迹仿真	104
3.8 轨迹编辑	108
3.9 后置处理	114
3.10 综合应用实例	119
练习题	128
第 4 章 CAXA 数控车 2000 CAD/CAM 功能	132
4.1 CAXA 数控车 2000 系统概述	132
4.2 曲线绘制与编辑	138
4.3 刀具轨迹生成	148
4.4 后置处理与加工代码生成	162
4.5 综合应用实例	165
练习题	176
参考文献	178

第 1 章 CAD/CAM 技术概述

学习目标与要求

1. 了解 CAD/CAM 技术的基本内容、总体结构及功能
2. 了解 CAD/CAM 技术的发展过程
3. 了解 CAD/CAM 硬件系统的配置及选择原则
4. 了解 CAD/CAM 软件系统的组成及选择原则

1.1 CAD/CAM 技术的基本内容

一、CAD/CAM 技术定义及内涵

由于 CAD/CAM 技术是一个发展着的概念,不同地区、不同国家的学者从不同的角度出发,对 CAD、CAM 内涵的理解也不完全相同,因此,要给 CAD、CAM 下一个确切的定义并不容易。

目前,有些人认为应用计算机完成设计过程中的数值计算、有关分析及计算机绘图就是 CAD,利用软件进行自动编程便是 CAM。应该说,这是对 CAD/CAM 技术的片面理解和不全面的认识。

1. CAD 技术内涵

一般认为,CAD 是指工程技术人员在人和计算机组成的系统中,以计算机为辅助工具,通过计算机和 CAD 软件对设计产品进行分析、计算、仿真、优化与绘图。在这一过程中,把设计人员的创造思维、综合判断能力和计算机强大的记忆、数值计算、信息检索等能力相结合,各尽所长,完成产品的设计、分析、绘图等工作,最终达到提高产品的设计质量、缩短产品开发周期、降低产品生产成本的目的。CAD 的功能可以大致归纳为四类,即几何建模、工程分析、动态模拟和自动绘图。为了实现这些功能,一个完整的 CAD 系统应由科学计算、图形系统和工程数据库等组成。科学计算包括有限元分析、可靠性分析、动态性分析、产品的常规设计和优化设计等;图形系统包括几何造型、自动绘图、动态仿真等;工程数据库对设计过程中需要使用和产生的数据、图形、文档等进行存储和管理。

值得注意的是,不应该把 CAD 与计算机辅助绘图、计算机图形学混淆起来。计算机辅助绘图是指使用图形软件和硬件进行绘图及有关标注的一种技术;计算机图形学是研究通过计算机将数据转换为图形,并在专用设备上显示的原理、方法和技术的科学。计算机辅助绘图主要解决机械制图问题,是 CAD 的一个组成部分,其内涵比 CAD 的内涵小得多。计算机图形学是一门独立的学科,但它的有关图形处理的理论与方法是构成 CAD 技术的重要基础。

2. CAM 技术内涵

CAM 是指应用计算机进行产品制造的统称,有狭义 CAM 和广义 CAM 之分。狭义 CAM 是指在制造过程中的某个环节应用到计算机辅助技术(通常是指计算机辅助机械加工),更明确地说,即数控加工,它的输入信息是零件的工艺路线和工序内容,输出信息是加工时的刀位文件和数控程序。广义 CAM 是利用计算机进行零件的工艺规划、数控程序编制、加工过程仿真等。在 CAM 过程中,主要包括两类软件:计算机辅助工艺设计软件(Computer Aided Process Planning, CAPP)和数控编程软件(Numerical Control Programming, NCP)。狭义 CAM 理解为数控加工,即把 CAM 软件看作是 NCP 软件。其实,目前大部分商业化的 CAM 软件都包含有 NCP 功能。广义的 CAM 包括 CAPP 和 NCP。更为广义的 CAM,则是指应用计算机辅助完成从原材料到产品的全部制造过程,包括直接制造过程和间接制造过程,如工艺准备、生产作业计划、物流过程的运行控制、生产控制、质量控制等。

3. CAD/CAM 技术内涵

把计算机辅助设计和计算机辅助制造集成在一起,称为 CAD/CAM 系统;把计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助工程集成在一起,称为 CAD/CAE/CAM 系统。现在很多 CAD 系统逐渐添加了 CAM 和 CAE 功能,所以工程界习惯上把 CAD/CAE/CAM 称为 CAD 系统或 CAD/CAM 系统。一个产品的设计制造过程往往包括产品任务规划、方案设计、结构设计、产品试制、产品试用、产品生产等阶段,而计算机只是按用户给定的算法完成产品设计制造全过程中某些阶段或某个阶段中的部分工作,如图 1-1 所示。

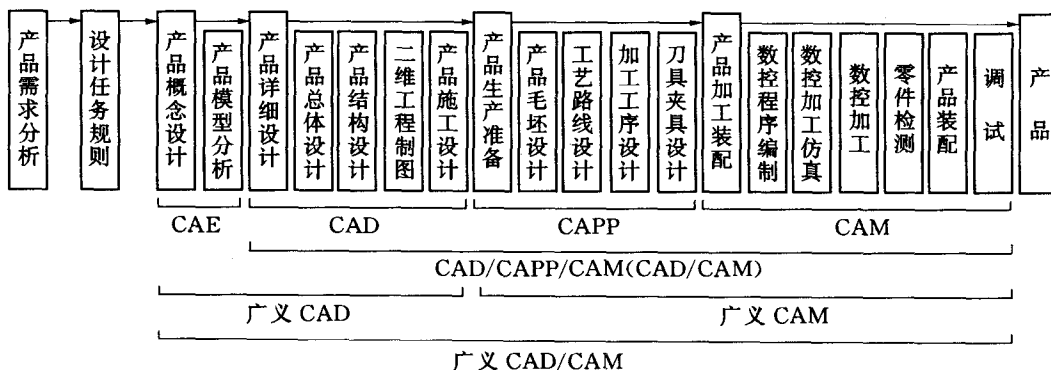


图 1-1 产品开发过程及 CAD、CAE、CAM 的范围

CAD/CAM 技术是一种在不断发展着的技术,随着相关技术及应用领域的发展和扩大,CAD/CAM 技术的内涵也在不断扩展。1973 年国际信息联合会对 CAD 的定义是:CAD 是将人和机器混编在解题作业中的一种技术,从而使人和机器的最好特性联系起来。到 20 世纪 80 年代初,第二届国际 CAD 会议上认为 CAD 是一个系统的概念,包括计算、图形、信息自动交换、分析和文件处理五个方面的内容。1984 年召开的国际设计及综合讨论

会上对 CAD 的内涵又做了补充,认为 CAD 不仅是一种设计手段,而且是一种新的设计方法和思维。

二、CAD/CAM 系统总体结构及功能

1. 系统结构

CAD/CAM 系统由硬件系统和软件系统两部分构成。硬件系统由计算机及其外围设备、生产设备组成,包括主机、外存储器、输入输出设备、网络通信设备及生产加工设备;软件系统包括系统软件、支撑软件和应用软件。CAD/CAM 系统的组成如图 1-2 所示。

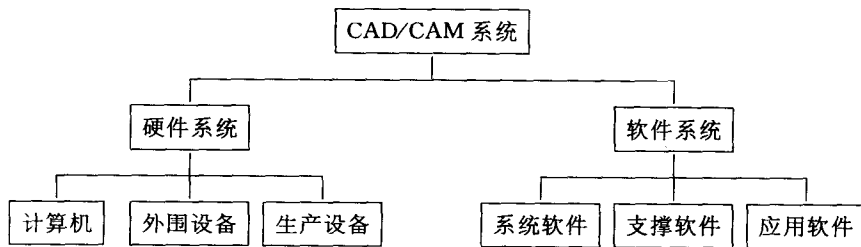


图 1-2 CAD/CAM 系统组成

2. 系统应具备的基本功能

以制造业为例,说明一个 CAD/CAM 系统的功能界定。一个完整的制造企业 CAD/CAM 系统应包括如下几个由底层到高层的模块:

(1) CNC 系统及各种自动化加工设备,包括数控加工中心等各种数控机床、三坐标数控测量机、PLC、检测设备等。

(2) 物料存储及运送系统(包括自动化仓库)。

(3) 分布式直接数控及设备控制系统,包括直接数控(DNC)系统及其与自动仓库的互联系统、工业控制系统等。

(4) 物流控制与管理系统,其功能是对物料存储及运送系统进行监测和控制,以服务于车间生产计划控制系统。

(5) 工艺规程设计与管理系统,其功能包括计算机辅助工艺规程设计、工艺数据库管理、工艺规程管理等。

(6) 数控加工自动编程系统,包括复杂曲面磨具加工自动编程系统、数控线切割/车/铣/磨/加工中心等加工的自动编程系统。

(7) 全面质量保证系统(Total Quality Insurance System)。

(8) 车间生产计划控制系统(Shoop-Floor Control System, SFCS)

(9) 计算机辅助工程制图(CAED)系统,其功能包括辅助制图、图纸扫描及光栅-矢量混合编辑、图纸管理等。

(10) 计算机辅助设计/辅助工程(CAD/CAE)系统,其功能包括产品的二维设计或三维设计、装配设计、工程分析及优化、工业设计、产品信息管理等。

(11) 产品综合信息管理系统(PIIMS),其功能是基于一个统一的数据库、一个统一的框架对产品的各项信息,如设计文档、设计辅助数据、产品模型(二维或三维)、版本信息、工程图纸、工艺规程、工艺数据、数据加工程序等实行管理。

CAD/CAM 系统的功能如 1-3 图所示。

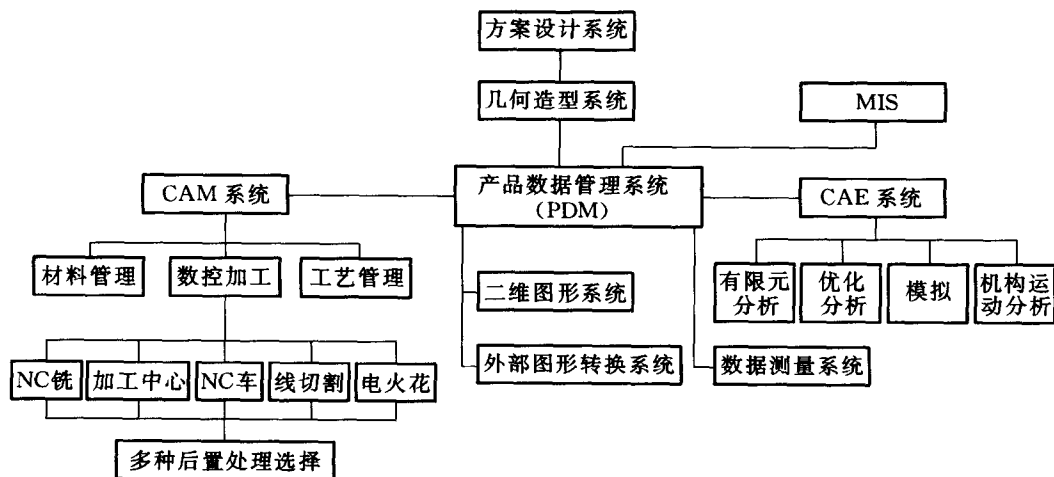


图 1-3 CAD/CAM 系统的功能

前 8 个模块主要完成制造企业生产管理中的控制和执行功能,属于计算机辅助制造(CAM)范畴。其中,车间生产计划控制系统是对 CAM 各个功能模块的大集成。通过 SFCS,可以实现集成的 CAM 系统,这种集成系统成为车间及计算机集成制作系统。

后 3 个系统主要完成企业的产品设计功能,属于计算机辅助设计(CAD)范畴。其中,产品综合信息管理系统实现了 CAD 与 CAM 之间的集成,并为 CAD/CAM 系统与未来 CIMS 系统其他子系统之间交换/共享信息提供良好的支持。该模块也是 CAD/CAM 系统与 CIMS 系统其他子系统发生交互作用的界面。但最后一项功能基本上很少出现在目前的 CAD 系统中,而是被某些软件厂商单独做成一个产品,如图档管理系统,还有专门的产品数据管理系统(PDM)来实现。

三、CAD/CAM 技术的发展过程

1. 发展过程

CAD/CAM 技术是随着计算机技术的发展而发展起来的,虽然这项技术兴起的时间不长,但发展速度很快。目前,它已经成为新一代生产技术的核心,被公认为是提高制造业生产率 and 产品竞争力的关键。在形成和发展过程中,CAD/CAM 系统针对不同的应用领域、

用户需求和技术环境,表现出不同的发展水平和构造模式。CAD 和 CAM 两项技术虽然几乎是同时诞生的,但在相当长的时间里却是按照各自轨迹独立地发展起来的。

(1) CAD 技术的发展

CAD 技术的发展大体经历了下面四个阶段。

① 形成阶段

1950 年,美国麻省理工学院采用阴极射线管(CRT)研制成功图形显示终端,实现了图形的屏幕显示,从此结束了计算机只能处理字符数据的历史,并在此基础上孕育出一门新兴学科——计算机图形学。

② 发展阶段

20 世纪 50 年代后期出现了光笔,从此开始了交互式绘图的历史。

20 世纪 60 年代初,屏幕菜单指点、功能键操作、光笔定位、图形动态修改等交互绘图技术相继出现。1962 年,美国人 Ivan Sutherland 开发出第一个交互式图形系统——Sketchpad。此后,相继出现了一大批商品化 CAD 软件系统。但是由于显示器价格昂贵,CAD 系统很难推广。直到 20 世纪 60 年代末期,显示技术有了突破,显示器价格大幅下降,CAD 系统的性能价格比大大提高,CAD 用户才开始以每年 30% 的速度快速增长。

在显示技术发展的同时,计算机图形学也得到了很大发展。整个 20 世纪 70 年代,以二维绘图和三维线框图形为主的 CAD 系统形成主流。

③ 成熟阶段

第一个实体造型(Solid Modeling)试验系统诞生于 1973 年,第一代实体造型软件于 1978 年推向市场,20 世纪 80 年代和 90 年代实体造型技术成为 CAD 技术发展的主流,并走向成熟,出现了一批以三维实体造型为核心的 CAD 软件系统。实体造型技术的发展和應用大大拓宽了 CAD 技术的应用领域。

④ 集成阶段

CAD、CAM 对设计过程和制造过程产生的巨大推动作用已被认同,加之设计和制造自动化的需求,集成化 CAD/CAM 系统的出现是自然而然的事。到了 20 世纪 90 年代,几乎所有的 CAD/CAM 系统都通过自行开发或购买配套模块的方式实现了系统集成。

(2) CAM 技术的发展

如前所述,除了 CAPM、PAC 等与管理层相关的内容外,CAM 技术的发展主要是在数控编程和计算机辅助工艺过程规划两个方面。其中的数控编程主要是发展自动编程技术。这种编程技术是由编程人员将加工部位和加工参数以一种限定格式的语言(自动编程语言)写成所谓源程序,然后由专门的软件转换成数控程序。1955 年,美国麻省理工学院伺服机构实验室公布了 APT(Automatically Programmed Tools)系统。在该系统基础上,又发展成 APT-Ⅲ、APT-Ⅳ。20 世纪 60 年代初,西欧开始引入数控技术。在自动编程方面,除了引进美国的系统外,各国还发展了自己的自动编程系统,如英国国家工程研究所(NEL)的 ZCL、德国的 EXAPT。此外,日本、前苏联、中国也都发展了自己的自动编程系统,如日本的 FAPT、HAPT,前苏联的 CIIC、CAIC,中国的 ZBC-1、ZCX-3、CAM-251 等。

经过几十年的发展,以 APT 语言为代表的数控加工编程方法已经非常成熟,甚至当今最好的 CAD/CAM 系统还带有 APT 源程序输出功能,将 CAD 数据传递给 APT 系统进行

处理,并产生机床数控指令。

随着计算机技术、CAD 技术的发展,数控编程开始向交互式图形编程过渡。借助 CAD 图形,以人机交互的方式将有关工艺路线及参数输入编程系统,再由系统生成数控加工信息。与批处理式的语言编程相比,此种编程方式是很大的进步。目前绝大多数商品化 CAD/CAM 系统中,数控编程都采用此方式,如 UG-II、EUCLID、Intergraph、CV、I-DEAS 等。

20 世纪 70 年代后,人们开发出面向图形的数控编程系统 GNC。它作为面向产品制造的应用系统得到了迅速的发展和推广。它将几何造型、图形显示、数控编程和后置处理等功能模块有机地结合在一起,有效地解决了编程数据的来源问题,有利地推动了 CAD、CAM 技术向着一体化和集成化的方向发展。

(3) CAD/CAM 技术的发展

进入 20 世纪 70 年代,CAD、CAM 开始走向共同发展的道路。由于 CAD 与 CAM 采用的数据结构不同,在 CAD/CAM 技术发展初期,主要工作是开发数据接口,沟通 CAD 和 CAM 之间的信息流。由于不同的 CAD、CAM 系统都有自己的数据格式规定,都要开发相应的接口,因此不利于 CAD/CAM 系统的发展。在这种背景下,美国波音公司和 GE 公司于 1980 年制定了数据交换规范 IGES(Initial Graphics Exchange Specifications)。这一规范后来被认可为美国 ANSI 标准。IGES 规定了统一的中性文件格式,不同的 CAD、CAM 系统可通过此中性文件进行数据交换,形成了一个完整的 CAD/CAM 系统。将不同的系统通过适当的媒介集成到一起,就给 CAD/CAM 集成化提供了一种很好的想法,许多商品化 CAD/CAM 或 CAD/CAM/CAE 系统都是在这个思想指导下开发的。从本质上讲,这是系统的集成,即将不同的系统集成到一起。

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。目前,各大商品化软件纷纷向此方向靠拢。例如,SDRC 公司的 I-DEAS Master Serial 版,在 Master Model 的统一支持下实现了集成化 CAD/CAM,并在此基础上实现并行工程。

20 世纪 80 年代,出现了一大批工程化的 CAD/CAM 商品化软件系统,其中较著名的有 CADAM、CATIA、UG-II、I-DEAS、Pro/ENGINEER、ACIS 等,并应用到机械、航空航天、汽车、造船等领域。

进入 20 世纪 90 年代后,CAD/CAM 系统的集成度不断提高,特征造型技术的成熟应用,为从根本上解决由 CAD 到 CAM 的数据流无缝传递奠定了基础,使 CAD/CAM 达到了真正意义上的集成,从而发挥出最高的效益。

2. 发展趋势

(1) 集成化

最初,CAD/CAM 系统各单元技术几乎是独立发展的。随着各单元技术发展达到一定水

平,各单元技术单独发展的缺点就逐渐体现并愈加明显。为了充分发挥 CAD 技术、CAM 技术的最大潜力,人们将它们融合在一起,实现 CAD/CAM 系统集成,把产品从原材料到产品设计、产品制造全过程纳入到 CAD/CAM 系统中去,这样才能实现设计制造过程的自动化和最优化。

1973 年,美国约瑟夫·哈林顿博士提出了 CIM 概念。CIM (Computer Integrated Manufacturing) 即计算机集成制造。他提出这个概念的出发点是:①企业的各种生产经营活动是不可分割的,要统一考虑;②整个生产制造过程实质上是信息的采集、传递和加工处理的过程,也就是要把企业作为一个整体,将企业中与制造有关的各种系统有机地集成在一起,从而提高企业的整体水平。为了对产品的设计、零件的制造及检验、零部件的装配、原材料的供应、零部件及成品的库存直至产品的整个生命周期都能实现计算机全程控制,基于 CIM 哲理,人们在 CAD/CAM 系统的基础上开发了计算机集成制造系统 CIMS。CIMS 由技术信息系统(TIS)、制造自动化系统(MAS)和管理信息系统(MIS)组成,CAD/CAM 系统是技术信息系统的主要组成部分。CIMS 的目标就是实现企业生产的全盘自动化,利用最小的制造管理资源,获取最大的经济效益。CIMS 的开发和应用对企业加强管理、提高产品质量、增强企业竞争力等方面都起到了巨大的作用。因此,CIMS 被认为是 21 世纪制造业的生产模式。1986 年 3 月,我国提出了 863/CIMS 计划,主题研究和实施技术的核心是现代集成制造,其中集成分为信息集成、过程集成(如并行工程)和企业集成(如敏捷制造)三个阶段,由此可见我国对 CIMS 开发应用的重视。

CAD/CAM 系统集成主要包含三层意思:①软件集成,扩充和完善一个 CAD 系统的功能,使一个产品设计过程的各阶段都能在单一的 CAD 系统中完成;②CAD 功能和 CAM 功能的集成;③建立企业的 CIMS 系统,实现企业的物理集成、信息集成和功能集成。

CAD/CAM 系统集成主要有以下几方面的工作:①产品造型技术:实现参数化特征造型和变量化特征造型,以便建立包含几何、工艺、制造、管理等完整信息的产品数据模型;②数据交换技术:积极向国际标准靠拢,实现异构环境下的信息集成;③计算机图形处理技术;④数据库管理技术等。

(2) 智能化

产品设计是一个复杂的、创造性的活动,在设计过程中需要大量的知识、经验和技巧。设计过程不仅有基于算法的数值计算,也会有基于知识的推理型问题,如方案的设计、选择、优化和决策等,这些都需要通过思考、推理、判断来解决。以往 CAD 系统较重视软件数值计算和几何建模功能的开发,而忽视了非数据非算法的信息处理功能的开发,这在一定程度上影响了 CAD 系统的实际效用。

随着人工智能技术的发展,知识工程和专家系统技术日趋成熟,人们将人工智能技术、知识工程和专家系统技术引入到 CAD/CAM 领域中,形成智能的 CAD/CAM 系统。专家系统实质上是一种“知识+推理”的程序,是将人类专家的知识 and 经验结合在一起,使它具有逻辑推理和决策判断能力。专家系统的开发和应用是 CAD/CAM 系统一个很活跃的研究方向,现在大型 CAD/CAM 系统都很注重软件智能化的开发,如 CATIA 的 Knowledgeware, UG-II 的 Knowledge Based。

(3) 标准化

随着 CAD/CAM 技术的快速发展和广泛应用,技术标准化问题愈显重要。CAD/CAM 标准体系是开发应用 CAD/CAM 软件的基础,也是促进 CAD/CAM 技术普及应用的约束手段。

CAD/CAM 软件的标准是指图形软件的标准。图形标准是一组由基本图素与图形属性构成的通用标准图形系统。按功能分,图形标准大致可分为三类:①面向用户的图形标准,如图形核心系统 GKS(Graphical Kernel System)、程序员交互式图形标准 PHIGS(Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System)和基本图形系统 Core;②面向不同 CAD 系统的数据交换标准,如初始图形交换规范 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)、产品数据交换规范 PDES(Product Data Exchange Specification)和产品模型数据交换标准 STEP(Standard for the Exchange of Product Model Data)等;③面向图形设备的图形标准,如虚拟设备接口标准 VDI(Virtual Device Interface)和计算机图形设备接口 CGI(Computer Graphics Interface)等。

(4) 网络化

网络技术是计算机技术与通信技术相互结合、密切渗透的产物,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,计算机网络技术的发展极大地推动了网络化异地设计技术的发展。计算机网络是用通信线路和通信设备将分散在不同地点的多台计算机按一定的网络拓扑结构连接起来,通过计算机网络,不同设计人员可以实现异地信息共享,一个项目也可以由多家企业、多个人在不同地点共同完成。同时,随着 Internet 的发展,针对某一项目或产品,将分散在不同地区的人力资源和设备资源迅速加以组合,建立动态联盟的制造体系,以提高企业对市场变化的快速响应能力。这也是敏捷制造(Agile Manufacturing)模式的理念。

(5) 最优化

产品设计和工艺过程的最优化始终是人们追求的目标。采用传统设计制造的模具可靠性较差。目前,大多数模具 CAD/CAM 系统中使用的设计方法与手工设计时的方法基本相同。系统采用交互方式运行,当遇到复杂问题时,由设计人员进行判断和选择。因此,模具的可靠性仍存在一些问题,难以保证一次成功。

应用仿真技术和成形过程的计算机模拟技术是解决模具可靠性问题的重要途径。利用有限元和边界元等方法模拟材料的流动、分析材料成形过程,从而检验所设计的模具是否可以生产出合格的制品。同时,用计算机模拟技术检验设计结果,排除不可行方案,有助于获得较优的设计,提高模具的可靠性。在 NC 编程时,利用仿真技术模拟加工过程,分析加工情况,判断干涉和碰撞,有助于确定最佳进给路线,保证加工质量,避免发生意外事故。

近几年来,由于先进制造技术的快速发展,带动了先进设计技术的同步发展,使传统 CAD 技术有了很大的扩展,通常将这些扩展的 CAD 技术总称为“现代 CAD 技术”。更明确地说,现代 CAD 技术是指在复杂的大系统环境下,支持产品自动化设计的设计理论和方法、设计环境、设计工具各相关技术的总称,它们使设计工作实现集成化、网络化和智能化,进一步提高了产品设计质量、降低产品成本和缩短设计周期。图 1-4 所示为功能集成的现代 CAD 系统。

由于市场竞争日益激烈及人们对产品需求的多样化,产品更新换代速度越来越快。同时,随着模具 CAD/CAM 相关技术的快速发展,近年来机械行业出现了许多新的设计制造技术,如高速铣削、快速成形、反求工程、虚拟制造等。

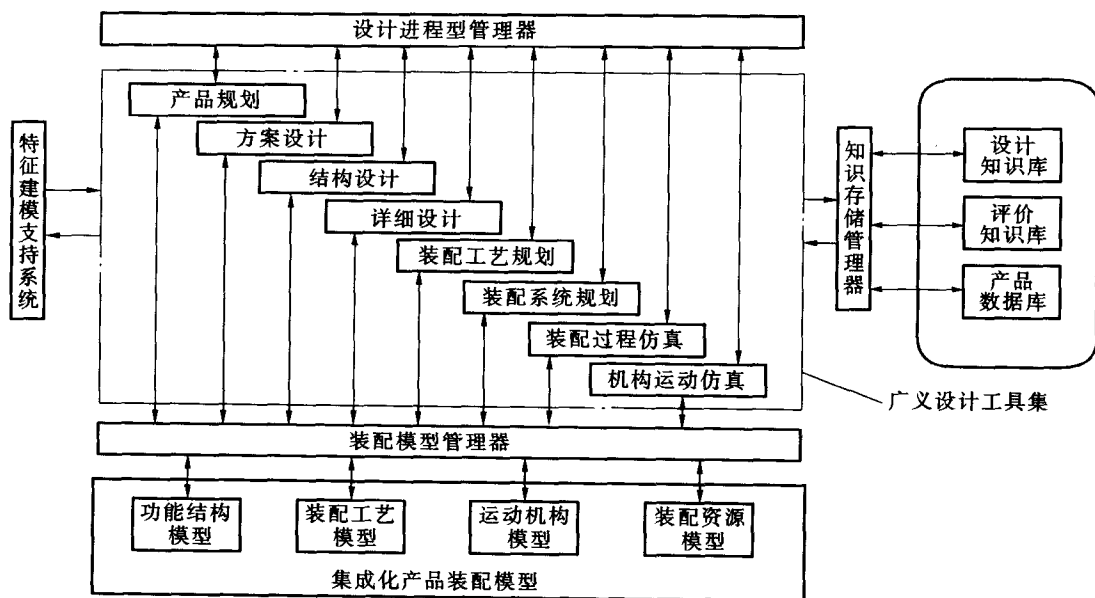


图 1-4 功能集成的现代 CAD 系统

3. 我国 CAD/CAM 技术应用情况

我国 CAD/CAM 技术的研究起步于 20 世纪 70 年代中期,当时仅有少数大型企业和科研单位及部分高校参加,进展速度很慢。近年来,由于计算机价格的不断下降,加之改革开放和国内外市场激烈竞争形势的不断发展,促使我国科技人员采用新技术的积极性不断高涨,CAD/CAM 技术的优点逐渐被更多的人所接受。近几年来,CAD 技术有了较快的发展,主要表现在以下几个方面:

(1) 少数大型企业已经建立起较完整的 CAD/CAM 系统并获得较好的效益

几年来,少数大型企业在某一或某些专业领域大胆应用 CAD/CAM 技术后,真正提高了产品质量,缩短了生产周期,取得了较好的社会经济效益。这些企业认识到了 CAD/CAM 技术是提高生产效益必不可少的条件之一,如天津 712 厂、西安黄河机器制造厂和电子部 38 所等。它们在彩色电视机外壳注塑的设计制造及电路设计中采用 CAD 技术后,十分明显地提高了经济效益,节省了大量的外汇,并在已有的基础上进一步扩大了 CAD/CAM 技术在本单位的应用范围。

(2) 中小企业开始使用 CAD/CAM 技术

进入 20 世纪 90 年代后,国家各工业部门都十分重视推广应用 CAD/CAM 技术,制定了发展计划,并对所属企业提出了具体要求。另外,少数大型企业采用 CAD/CAM 技术后