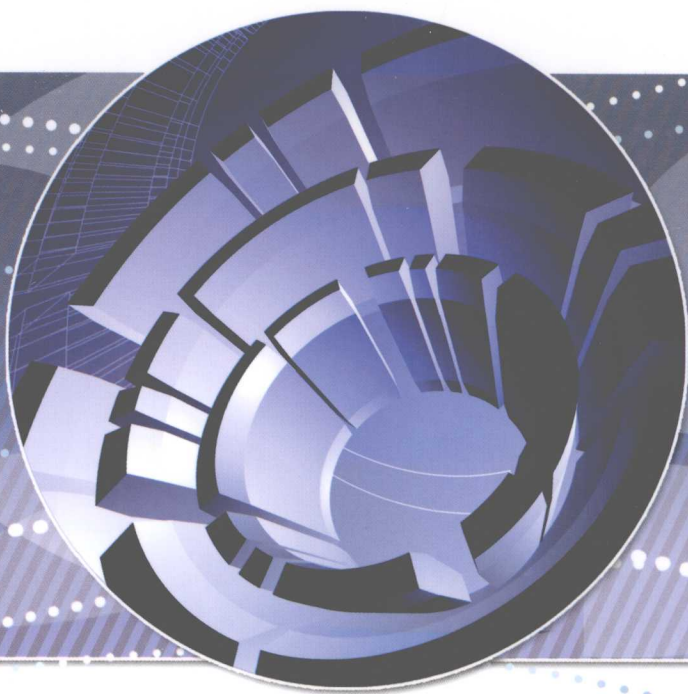


中等职业教育机电技术应用专业规划教材

机械CAD/CAM

◎ 成振洋 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

机械 CAD/CAM

成振洋 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共6章。第1章主要讲解CAD/CAM的概念、应用和发展;第2章介绍CAXA制造工程师2006软件的界面、常用键及导航信息,通过入门实例使读者对CAD/CAM有一个初步的认识;第3章通过5个典型的例子介绍绘制二维曲线的方法及使用技巧;第4章通过5个典型的例子介绍绘制三维实体的方法及使用技巧;第5章通过3个典型的例子介绍绘制三维曲面的用法及技巧;第6章通过完成3个零件的加工设置介绍CAM加工参数及其使用技巧。在每章后面均配有项目训练,帮助读者更好地巩固和拓展知识。

本书可作为中等职业学校机电类专业的教材,也可供工科其他相关专业(如机械制造及其自动化、模具设计与制造、数控技术应用等)使用。

本书配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案及习题解答),详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

机械CAD/CAM / 成振洋主编. —北京: 电子工业出版社, 2008.6

中等职业教育机电技术应用专业规划教材

ISBN 978-7-121-06276-6

I. 机… II. 成… 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(2008)第070355号

策划编辑: 白楠

责任编辑: 史鹏举

印刷: 北京丰源印刷厂

装订: 北京鼎盛东极装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 12.75 字数: 326千字

印次: 2008年6月第1次印刷

印数: 4000册 定价: 19.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前言

CAD/CAM 技术被称为工业起飞的引擎，它推动了几乎所有领域的技术革命，它的发展和水平已成为衡量一个国家科技和工业现代化水平的重要标志之一。近年来，随着计算机技术和数控技术的迅速发展，CAD/CAM 技术的应用越来越广泛，社会上对 CAD/CAM 技术的应用人才需求也越来越大。

为了适应现代社会对 CAD/CAM 技术人才的需要，编者总结教学中的经验，从教学的实际出发，编写本书。本书选用的 CAD/CAM 应用软件——CAXA 制造工程师 2006，是高效易学，具有较好工艺性的国产数控加工编程软件，它为数控加工行业提供从造型设计到加工代码生成、校验一体化的全面解决方案。

本教材在编写体例上采取任务驱动项目教学法，体现“以职业岗位为本位”，编写模式符合教学方法和学生的学习习惯。本教材在第 1 章先介绍了 CAD/CAM 的概念、发展、系统组成、常用集成软件介绍以及发展的趋势。从第 2 章至第 6 章较全面地介绍了 CAXA 制造工程师 2006 的应用，通过典型零件的绘图、造型、加工参数设置，使学生在操作中理解各种相关的概念以及有关菜单、快捷键的应用。在此基础上，进一步通过知识链接的内容巩固知识，拓展相关的知识点，达到举一反三的效果。

本课程建议学时分配如下：

课程内容	建议学时数			备注
	合计	理论	实践	
第 1 章 CAD/CAM 技术概论	6	6		
第 2 章 CAXA 制造工程师 2006 入门	2	1	1	
第 3 章 曲线绘制	12	3	9	
第 4 章 实体特征造型	16	2	14	
第 5 章 曲面造型	10	2	8	
第 6 章 零件加工	8	4	4	
机动	4			
考试	2		2	
总计	60			

本书可作为中等职业学校机电类专业的教材，也可供工科其他相关专业（如机械制造及其自动化、模具设计与制造、数控技术应用等）使用。

本书由广州市轻工高级技工学校成振洋老师主编，由张慧英主审。其中第 1 章、第 2 章、第 4 章由成振洋老师编写；第 3 章、第 5 章由王力老师编写；第 6 章由冯一锋老师编写。

由于编者水平有限，书中难免会有错漏和不妥之处，敬请广大读者批评指正。

司 限 有 限

2008 年 4 月

读者意见反馈表

书名: 机械 CAD/CAM

主编: 成振洋

策划编辑: 白楠

感谢您关注本书! 烦请填写该表。您的意见对我们出版优秀教材、服务教学, 十分重要。如果您认为本书有助于您的教学工作, 请您认真地填写表格并寄回。我们将定期给您发送我社相关教材的出版资讯或目录, 或者寄送相关样书。

个人资料

姓名_____年龄_____联系电话_____ (办) _____ (宅) _____ (手机)

学校_____专业_____职称/职务_____

通信地址_____邮编_____E-mail_____

您校开设课程的情况为:

本校是否开设相关专业的课程 ☐ 是, 课程名称为_____ ☐ 否

您所讲授的课程是_____课时_____

所用教材_____出版单位_____印刷册数_____

本书可否作为您校的教材?

☐ 是, 会用于_____课程教学 ☐ 否

影响您选定教材的因素 (可复选):

☐ 内容 ☐ 作者 ☐ 封面设计 ☐ 教材页码 ☐ 价格 ☐ 出版社
☐ 是否获奖 ☐ 上级要求 ☐ 广告 ☐ 其他_____

您对本书质量满意的方面有 (可复选):

☐ 内容 ☐ 封面设计 ☐ 价格 ☐ 版式设计 ☐ 其他_____

您希望本书在哪些方面加以改进?

☐ 内容 ☐ 篇幅结构 ☐ 封面设计 ☐ 增加配套教材 ☐ 价格

可详细填写: _____

您还希望得到哪些专业方向教材的出版信息?

感谢您的配合, 请将该反馈表寄至以下地址。如果需要了解更详细的信息或有著作计划, 请与我们直接联系。

通信地址: 北京市万寿路 173 信箱 中等职业教育分社

邮编: 100036

<http://www.hxedu.com.cn>

E-mail: ve@phei.com.cn

电话: 010-88254475; 88254591

100001

目 录

第 1 章	CAD/CAM 技术概论	(1)
1.1	CAD/CAM 的概念及应用	(1)
1.1.1	CAD/CAM 的发展	(1)
1.1.2	CAD/CAM 的概念	(2)
1.1.3	CAD/CAM 系统的功能与任务	(3)
1.1.4	CAD/CAM 的应用	(5)
1.2	CAD/CAM 系统的组成	(6)
1.2.1	CAD/CAM 的硬件	(6)
1.2.2	CAD/CAM 的软件	(10)
1.2.3	CAD/CAM 系统选择原则	(12)
1.3	常用 CAD/CAM 集成软件介绍	(13)
1.3.1	CAXA 制造工程师	(13)
1.3.2	MasterCAM	(14)
1.3.3	Pro/Engineer	(14)
1.3.4	UG	(15)
1.3.5	Cimatron	(15)
1.4	CAD/CAM 技术的发展趋势	(15)
1.4.1	CAD/CAM 交互化	(15)
1.4.2	CAD/CAM 智能化	(16)
1.4.3	CAD/CAM 网络化	(17)
	思考题	(18)
第 2 章	CAXA 制造工程师 2006 入门	(19)
2.1	CAXA 制造工程师 2006 界面	(19)
2.1.1	主菜单	(20)
2.1.2	工具条	(20)
2.1.3	对话框	(23)
2.1.4	快捷菜单	(23)
2.1.5	点工具菜单	(24)
2.1.6	矢量工具	(24)
2.1.7	立即菜单	(25)
2.1.8	绘图区	(25)
2.2	常用键和导航信息	(25)
2.2.1	鼠标键	(25)

2.2.2	回车键和数值键	(26)
2.2.3	空格键	(26)
2.2.4	热键	(26)
2.2.5	拾取与导航	(26)
2.3	快速入门	(28)
2.3.1	绘制草图	(28)
2.3.2	拉伸基本体	(28)
2.3.3	生成凹面	(29)
2.3.4	生成文字实体	(30)
	实战练习	(32)
第3章	曲线绘制	(34)
3.1	绘制压板轮廓图	(34)
3.1.1	压板轮廓图的绘制步骤	(34)
3.1.2	知识链接	(37)
3.2	绘制垫片轮廓图	(41)
3.2.1	垫片轮廓图的绘制步骤	(41)
3.2.2	知识链接	(47)
3.3	绘制呆扳手轮廓图	(49)
3.3.1	呆扳手轮廓图的绘制步骤	(49)
3.3.2	知识链接	(54)
3.4	绘制风扇叶轮廓图	(55)
3.4.1	风扇叶轮廓图的绘制步骤	(55)
3.4.2	知识链接	(58)
3.5	盖板轮廓图	(59)
3.5.1	盖板轮廓图的绘制步骤	(59)
3.5.2	知识链接	(64)
	实战练习	(65)
第4章	实体特征造型	(67)
4.1	定位夹座实体造型	(67)
4.1.1	定位夹座实体造型操作步骤	(68)
4.1.2	知识链接	(71)
4.2	气压缸盖实体造型	(76)
4.2.1	气压缸盖实体造型操作步骤	(77)
4.2.2	知识链接	(83)
4.3	塑料凳实体造型	(86)
4.3.1	塑料凳实体造型操作步骤	(87)
4.3.2	知识链接	(95)
4.4	吹风机实体造型	(98)

4.4.1	吹风机实体造型操作步骤	(98)
4.4.2	知识链接	(105)
4.5	计算器实体造型	(106)
4.5.1	计算器实体造型操作步骤	(107)
4.5.2	知识链接	(116)
	实战练习	(118)
第 5 章	曲面造型	(122)
5.1	手柄曲面造型	(122)
5.1.1	手柄曲面造型操作步骤	(122)
5.1.2	知识链接	(125)
5.2	手提电话外壳造型	(128)
5.2.1	手提电话外壳曲面造型操作步骤	(129)
5.2.2	知识链接	(135)
5.3	咖啡杯曲面造型	(140)
5.3.1	咖啡杯曲面造型操作步骤	(140)
5.3.2	知识链接	(145)
	实战练习	(146)
第 6 章	零件加工	(148)
6.1	垫圈加工实例	(148)
6.1.1	垫圈数控加工编程步骤	(149)
6.1.2	知识链接	(159)
6.2	端盖加工实例	(170)
6.2.1	端盖数控加工编程步骤	(171)
6.2.2	知识链接	(177)
6.3	风筒凸模加工实例	(183)
6.3.1	风筒凸模数控加工编程步骤	(183)
6.3.2	知识链接——扫描线精加工	(189)
	实战练习	(191)
参考文献		(194)



第1章 CAD/CAM 技术概论

21 世纪,随着电子信息技术的不断发展,随着市场需求个性化与多样化,用户对各类产品的质量、更新换代的速度、设计和生产周期提出了越来越高的要求。在当今社会,为适应瞬息万变的市场需求,提高产品质量,缩短生产周期,就必须采用 CAD/CAM 技术。CAD/CAM 技术是计算机技术与机械制造技术相互结合与渗透,计算机辅助设计与辅助制造(Computer Aided Design and Manufacturing)技术的简称,是 20 世纪 80 年代最杰出的工程技术之一,被称为工业起飞的引擎,它推动了几乎所有领域的技术革命。CAD 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1 CAD/CAM 的概念及应用

1.1.1 CAD/CAM 的发展

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。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,显示技术才有了突破,显示器价格大幅度下降,CAD 系统的性能价格比大大提高,CAD 用户开始以每年 30% 的速度逐年递增。

在显示技术发展的同时,计算机图形学也得到了很大发展。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。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、90 年代实体造型技术成为 CAD 技术迅速发展,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水平大大拓宽了 CAD 技术的应用领域。

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(MIT)伺服机构实验室公布了 APT(Automatically Programmed Tools)系统。在此基础上,后来又发展成 APTIII、APTIV 系统。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,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 ЧПC、САПС, 中国的 ZBC—1、ZCX—3、CAM—251 等。

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 所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。不同的 CAD、CAM 系统都有自己的数据格式规定, 需要开发相应的接口, 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 规定了统一的文件格式, 不同的 CAD、CAM 系统可通过此文件进行数据交换, 形成一个完整的 CAD/CAM 系统。将不同的系统通过适当的媒介集成到一起, 这就给 CAD/CAM 集成化提供了一种很好的思路, 许多商品化的 CAD/CAM 或 CAD/CAM/CAE 系统都是在这种思想指导下开发的。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 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。

20 世纪 90 年代, CAD 技术已不停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平, 而向着标准化、集成化、智能化的方向发展。为了实现系统的集成, 实现资源共享和产品生产与组织管理的高度自动化, 提高产品的竞争能力, 就需在企业、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。CAD、CAM 在各自领域所产生的巨大推动作用被认可, 加之设计和制造自动化的需求, 出现了集成化的 CAD/CAM 系统。

1.1.2 CAD/CAM 的概念

计算机的出现和发展, 实现了将人类从脑力劳动解放出来的愿望。早在三四十年前, 计算机就已作为重要的工具, 辅助人类承担一些单调、重复的劳动, 如辅助数控编程、工程图样绘制等。在此基础上逐渐出现了计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助工艺过程设计 (CAPP) 和计算机辅助制造 (CAM) 等概念。

1. 计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD)

指工程技术人员以计算机为辅助工具来完成产品设计过程中的各项工作, 如草图绘

制、零件设计、装配设计、工程分析等,并达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本的目的。

2. 计算机辅助工艺过程设计 (Computer Aided Process Planning, CAPP)

指工艺人员借助于计算机,根据产品设计阶段给出的信息和产品制造工艺要求,交互地或自动地确定产品加工方法和方案,如加工方法选择、工艺路线确定、工序设计等。

3. 计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, CAM)

计算机辅助制造有广义和狭义两种定义。广义 CAM 是指借助计算机来完成从生产准备到产品制造出来整个过程中的各项活动,包括工艺过程设计 (CAPP)、工装设计、计算机辅助数控加工编程、生产作业计划、制造过程控制、质量检测与分析等。狭义 CAM 是指 NC 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。

4. CAD/CAM 系统

CAD/CAM 系统以计算机硬件、软件为支持环境,能通过各个功能、模块 (分系统) 实现对产品的描述、计算、分析、优化、绘图、工艺规程设计、仿真以及 NC 加工。而广义的 CAD/CAM 系统应包括生产规划、管理、质量控制等方面。这些部分以不同的形式组合集成就构成各种类型的系统。

1.1.3 CAD/CAM 系统的功能与任务

由于 CAD/CAM 系统所处理的对象不同,对硬件的配置、选型不同,所选择的支撑软件不同,所以,对系统功能的要求也会有所不同,但 CAD/CAM 系统基本功能与主要任务基本相似。

1. CAD/CAM 系统基本功能

(1) 图形显示功能

CAD/CAM 是一个人机交互的过程,从产品的造型、构思、方案确定、结构分析,到加工过程的仿真,系统随时保证用户能够观察、修改中间结果,实时编辑处理。用户的每一次操作,都能从显示器上及时得到反馈,直到取得最佳的设计结果。图形显示功能不仅能够对二维平面图形进行显示控制,还应当包含三维实体的处理。

(2) 输入/输出功能

在 CAD/CAM 系统运行中,用户需不断地将有关设计的要求、各步骤的具体数据等输入计算机内,通过计算机的处理,能够输出系统处理的结果,且输入输出的信息既可以是数值的,也可以是非数值的 (例如图形数据、文本、字符等)。

(3) 存储功能

由于 CAD/CAM 系统运行时,数据量很大,往往有很多算法生成大量的中间数据,尤其是对图形的操作、交互式的设计以及结构分析中网格划分等。为了保证系统能够正常地运行,CAD/CAM 系统必须配置容量较大的存储设备,支持数据在模块运行时的正确流通。另外,工程数据库系统的运行也必须有存储空间的保障。



(4) 交互功能（人机接口）

在 CAD/CAM 系统中，人机接口是用户与系统连接的桥梁。友好的用户界面是保证用户直接而有效地完成复杂设计任务的必要条件，除软件中界面设计外，还必须有交互设备实现人与计算机之间的通信。

2. CAD/CAM 系统的主要任务

(1) 几何造型

能够描述基本几何实体（如大小）及实体间的关系（如几何信息），能够进行图形图像的技术处理。几何建模技术是 CAD/CAM 系统的核心，它为产品的设计、制造提供基本数据和原始信息。产品设计包括产品的方案设计和结构设计，在计算机的辅助下完成。在结构设计中，可以应用当前较成熟的曲面造型技术、实体造型技术和特征造型技术。另外，在设计阶段要考虑零件的几何特征和制造工艺特征，使产品设计的数据能够在其他环节中使用。

(2) 计算分析

包括几何特征（如体积、表面积、质量、重心位置、转动惯量等）和物理特征（如应力、温度、位移等）的计算分析。如图形处理中变换矩阵的运算；几何造型中体素之间的交、并、差运算；工艺规程设计中工序尺寸、工艺参数的计算；结构分析中应力、温度、位移等物理量的计算，为系统进行工程分析和数值计算提供必要的基本参数。因此，要求 CAD/CAM 系统对各类计算分析的算法正确、全面，而且数据计算量大，还要有较高的计算精度。

(3) 工程绘图

这是 CAD 系统的重要环节，是产品最终结果的表达方式。CAD/CAM 系统有处理二维图形的能力，包括基本图元的生成，标注尺寸，图形编辑（比例变换、平移、复制、删除等），除此之外，系统还应具备从几何造型的三维图形直接向二维图形转换的功能。

(4) 结构分析

CAD/CAM 系统中结构分析常用的方法是有限元法，这是一种数值近似解方法，用来解决结构形状比较复杂零件的静态、动态特性计算，强度、振动、热变形、磁场、温度场、应力分布状态等计算分析。

(5) 优化设计

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。优化设计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的一个重要的组成部分。

(6) 计算机辅助工艺过程设计（CAPP）

设计的目的是为了加工制造，而工艺设计是为产品的加工制造提供指导性的文件。因此，CAPP 是 CAD 与 CAM 的中间环节。CAPP 系统应当根据建模后生成的产品信息及制造要求，人机交互或自动决策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。CAPP 的设计结果一方面能被生产实际应用，生成工艺卡片文件，另一方面能直接输出信息，被 CAM 中的 NC 自动编程系统接收、识别，直接转换为刀位文件。

(7) 自动编程

加工零件需要来自 CAD 方面的几何信息和来自 CAPP 方面的工艺信息。利用这些信息完成零件的数控加工编程及仿真,并提供数控加工指令文件和切削加工时间等信息。

(8) 模拟仿真

模拟是根据设计要求,建立一个工程设计的实际系统模型,如机构、机械手、机器人。仿真是通过对系统模型的试验运行,研究一个存在的或设计中的系统,通常有加工轨迹仿真,机构运动学仿真,机器人仿真,工件、机床、刀具、夹具的碰撞、干涉检验等。目的在于预测产品的性能,模拟产品的制造过程、可制造性,避免损坏,减少制造投资。

(9) 工程数据管理和信息传输与交换

由于 CAD/CAM 系统中数据量大、种类繁多,又不是孤立的系统,因此, CAD/CAM 系统应能提供有效的管理手段,支持工程设计与制造全过程的信息传输与交换。随着并行作业方式的推广应用,还存在着几个设计者或工作小组之间的信息交换问题,因此, CAD/CAM 系统应具备良好的信息传输管理功能和信息交换功能。标准接口为系统的信息集成提供了重要的基础。系统的接口通常是标准化的或者是定义成通用接口,其目的是减少系统对设备的依赖性,避免工作的重复,提高 CAD/CAM 集成系统的工作效率。

1.1.4 CAD/CAM 的应用

1. CAD/CAM 技术应用的必要性和迫切性

据统计,机械制造领域的设计工作有 56% 属于适应性设计, 20% 属于参数化设计, 只有 24% 属于创新设计。某些标准化程度高的领域, 参数化设计达到 50% 左右。因此, 使设计方法及设计手段科学化、系统化、现代化, 实现 CAD 是非常必要的。

编制工艺规程是设计、制造过程中生产技术准备工作的重要环节, 过去一直是工艺人员手工完成, 不仅效率低, 而且依附于人的技能和经验, 很难获得最佳方案。同时, 与产品设计一样, 也存在着烦琐而重复的密集型劳动束缚工艺人员、难以从事创造性开拓工作的问题。因此, 迫切需要 CAPP 技术。

制造阶段的生产状况, 从机械制造行业来看, 50 件以下的小批量生产约占 75%。据统计, 一个零件在车间的平均停留时间中, 只有 5% 的时间是在机床上, 而在这个 5% 的时间中, 又只有 30% 的时间用于切削加工。由此可见, 零件在机床上的切削时间只占零件在车间停留时间的 1.5%。要提高零件的加工效率、改善经济性, 就要减少零件在车间的流通时间和在机床上装卸、调整、测量、等待切削的时间。而做到这一点必须综合考虑生产的管理、调度、零件的传送和装卸方法等多方面因素。这需要通过计算机辅助人们做全面安排, 控制加工过程。

2. CAD/CAM 技术的应用

CAD/CAM 系统充分发挥计算机及其外围设备的能力, 将计算机技术与工程领域中的专业技术结合起来, 实现产品的设计、制造, 这已成为新一代生产及技术发展的核心技术。随着计算机硬件和软件的不断发展, CAD/CAM 系统的性能价格比不断提高, 使得 CAD/CAM 技术的应用领域也不断扩大。



航空航天、造船、机床制造都是国内外应用 CAD/CAM 技术较早的工业部门。首先是用于飞机、船体、机床零部件的外形设计；然后进行一系列的分析计算，如结构分析、优化设计、仿真模拟；最后，根据 CAD 的几何数据与加工要求生成数据加工程序。机床行业应用 CAD/CAM 系统进行模块化设计，实现了对用户特殊要求的快速响应制造，缩短了设计制造周期，提高了整体质量。电子工业应用 CAD/CAM 技术进行印制电路板生产以及不采用 CAD/CAM 根本无法实现的集成电路生产。在土木建筑领域，引入 CAD 技术，可节约方案设计时间约 90%，投标时间 30%，重复绘制作业费 90%。除此之外，CAD 技术还可用于轻纺服装行业的花纹图案与色彩设计、款式设计、排料放样及衣料裁剪；人文地质领域的地理图、地形图、矿藏勘探图、气象图、人口分布密度图以及有关的等值线图、等位面图的绘制；电影、电视中动画片及特技镜头的制作等许多方面。

CAD 技术与 CAM 技术结合起来，实现设计、制造一体化，具有明显的优越性，主要体现在：

(1) 有利于发挥设计人员的创造性，将他们从大量烦琐的重复劳动中解放出来；

(2) 减少了设计、计算、制图、制表所需的时间，缩短了设计周期；

(3) 由于采用了计算机辅助分析技术，可以从多方案中进行分析、比较、选出最佳方案，有利于实现设计方案的优化；

(4) 有利于实现产品的标准化、通用化和系列化；

(5) 减少了零件在车间的流通时间和在机床上装卸、调整、测量、等待切削的时间，提高了加工效率；

(6) 先进的生产设备既有较高的生产过程自动化水平，又能在较大范围内适应加工对象的变化，有利于企业提高应变能力和市场竞争力；

(7) 提高了产品的质量、设计和生产效率；

(8) CAD、CAM 的一体化，使产品的设计、制造过程形成一个有机的整体，通过信息的集成，在经济、技术上给企业带来综合效益。

1.2 CAD/CAM 系统的组成

所谓系统，是指为完成特定任务而由相关部件或要素组成的有机的整体。一个完整的 CAD/CAM 系统必须具备硬件系统和软件系统。

一个 CAD/CAM 系统是由计算机、外围设备及附加生产设备等硬件和控制这些硬件运行的指令、程序及文档即软件组成，通常包含若干功能模块，如图 1.1 所示。

1.2.1 CAD/CAM 的硬件

硬件通常是指构成计算机的设备实体，是一切可以触摸到的物理设备的总称。对于一个 CAD/CAM 系统，可以根据其应用范围及所使用的软件，选用不同规模、不同结构、不同功能的计算机、外设及生产加工设备。

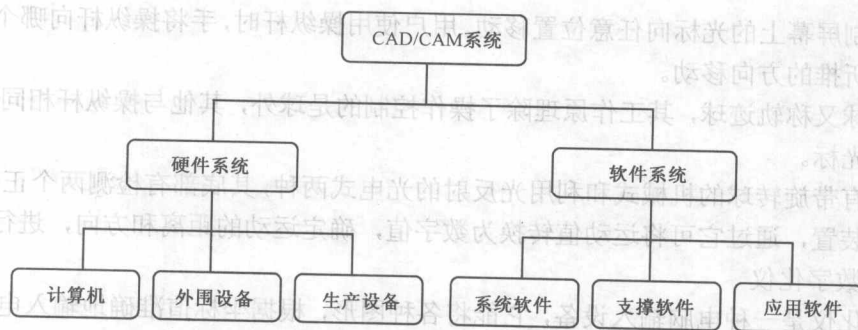


图 1.1 CAD/CAM 系统的组成

CAD/CAM 计算机硬件系统主要包括主机、外存储器、输入/输出设备及其他通信接口。CAM 中的生产加工设备包括数控机床、装配机器人、计算机控制的物料输送设备和检验用的自动检测装置等。

1. 主机

主机是计算机硬件的核心。主机的类型及性能在很大程度上决定着 CAD/CAM 系统的使用性能。主机由中央处理器（CPU）和内存存储器组成。

2. 外存储器

由于 CAD/CAM 系统要处理大量的信息，因此需要配置大容量的外存储器。目前常用的外存储器主要有硬盘、软盘、光盘等，其中硬盘、软盘属于磁存储器，光盘属于光存储器。

3. 图形显示器

图形显示器作为交互显示设备，除了显示输出数据和图形外，与相应的输入装置配合起来使用，还能够比较方便地将图形数据输入到计算机中。显示器的类型有阴极射线管显示器、直观存储像管显示器、液晶显示器、等离子显示器等。便携式笔记本电脑使用的就是液晶显示器，现在台式计算机也可以配置相应的液晶显示器。

图形显示器的性能指标包括屏幕的尺寸大小、最高分辨率、点距及扫描频率等。

4. 图形输入设备

CAD/CAM 系统要求输入/输出设备精度高，且速度快。常用的输入设备有键盘、光笔、鼠标、操纵杆、数字化仪、图形输入板和扫描仪等。

(1) 光笔

光笔是一种定位装置，其外形及尺寸与普通笔类似，一端为光敏器件，另一端用导线连接到计算机上，光笔本身不发光，但可探测显示屏上的光点。光笔可以用来在屏幕上指点和画图。

(2) 操纵杆、跟踪球和鼠标

操纵杆是一个可以前后左右移动的手柄，用于控制显示屏幕上光标的装置。利用操纵