



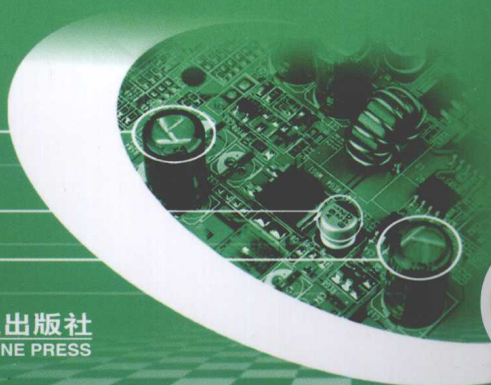
北京市高等教育精品教材立项项目

高职高专规划教材



机械CAD/CAM技术 应用实训教程

✿ 闫蔚 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子器件

本教材主要内容包括五部分：第一部分重点介绍了机械 CAD/CAM 的核心知识，并针对常用 CAD/CAM 软件的核心技能进行项目训练；第二部分介绍数字化样机的创建方法，结合机械制图测绘实训内容，拆装齿轮泵样机，对其中典型零件进行测绘并创建数字化样机；第三部分为简单机构构型训练，通过了解冲压式蜂窝煤成形机机构的工作原理，将传统的机械设计与机械 CAD/CAM 应用技术有机结合，从而掌握基于需求的产品机构构型的思路及设计方法；第四部分为典型部件的设计，以设计专用夹具及小型往复压缩机为项目目标，结合传统的机械设计和夹具设计知识，利用 CAD/CAM 软件工具设计常用工装和部件；第五部分为创新设计能力训练，通过典型实例，贯彻创新意识和创新思维方法的教育和训练，促进创新能力的提高。

本教材以形式灵活、实用、简洁为特色，每章都设有学习目标、学习安排、交流实践、实战演练等栏目。书中编写了丰富实用的实训实例，每个实训题目都可以应用于任何一款主流 CAD/CAM 软件。本教程主要适用于高职高专机械类专业教学，还可以作为各类层次学历教育和职业技术培训教材，同时还可以作为 CAD/CAM 学习人员的实训教材，也可作为 CAD/CAM 培训用练习资料。

本书提供数据光盘，包括所有实例实训的数据文件，以供读者使用和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械 CAD/CAM 技术应用实训教程/闫蔚主编. —北京：机械工业出版社，2010.8

北京市高等教育精品教材立项项目·高职高专规划教材

ISBN 978-7-111-28846-6

I. ①机… II. ①闫… III. ①机械设计：计算机辅助设计—教材②机械制造：计算机辅助制造—教材 IV. ①TH122②TH164

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 147361 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：葛晓慧 责任编辑：葛晓慧 版式设计：张世琴

责任校对：李秋荣 封面设计：赵颖喆 责任印制：乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2010 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 11.25 印张 · 275 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-28846-6

定价：22.00 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

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者服务部：(010) 68993821 封面无防伪标均为盗版

前 言

作为北京市高等教育精品立项项目，本教材在编写过程中努力适应高职高专教育教学改革的形势，探索提高学生职业素质的教育方法和途径，在广泛听取各高职院校机械 CAD/CAM 实训课程教学改革经验的基础上，突出了教程中的实践性、直观性和应用性，淡化知识的系统性、完整性、严密性。本教材的编写有别于传统的仅侧重于对于某种三维设计和制造软件使用功能的介绍机械 CAD/CAM 实训类教材的编写方法，而是从生产实际工作流程出发，以典型通用机械 3D 样机作为引导，着重突出了应用机械 CAD/CAM 技术对典型零件、机构进行设计和表达的工程思想，指导学生通过学习、绘图、加工、编程等技能的培养，使动手能力和综合素质得到检验和提高。

教材的突出具有以下特点：

1) 顺应高等职业院校实践教学改革方向，提升实训教学效果。

随着 CAD/CAM 技术的普及，熟练应用 CAD/CAM 软件已成为机械类专业学生必须掌握的一项重要技能。本教材以培养学生个人能力、专业能力、方法能力和社会能力为目标，将 CAD/CAM 技术与传统课程中的“机械制图”、“机械设计基础”、“机械制造工艺学”、“夹具设计”及“数控加工工艺与编程”中的实践性教学有机结合，意在提升学生专业实践课程的学习效果，最终使得学生分析、解决实际问题的能力得到有效提高。

2) 注重理论联系实际，通过透彻的典型实例，提高专业应用能力。

本书的编写以当前机械应用方向为先导，采用阶梯式学习方法，从基础到进阶提高再到综合实战。范例的选用注重理论联系实际，突出典型性和实用性，使学生快速掌握应用主流 CAD/CAM 软件进行机械零件的测绘以及对机械机构、典型部件的设计方法，并在该基础上通过实战训练提高专业应用能力，达到举一反三的效果。

3) 编写形式灵活多样，顺应实训教学特点。

在本书的编写过程中，吸纳了许多兄弟院校的关于 CAD/CAM 实训课程的建议，因此在编写风格上为适应实训教学需求而采用了项目教学法。每章都为学生出一个项目任务，并且明确了学生其中能会什么、能学什么。为了使学生更好地参与教学活动，每章开辟了“交流实践”、“拓展演练”、“知识链接”等教学互动专区，使学生能通过交流和自学，深入学习技能技巧和应用方法，从而提高 CAD/CAM 软件的应用能力。

本书由闫蔚主编，参加编写工作的还有北京农业职业学院蔡平、郭建平，

内蒙古职业技术学院张云龙，北京职业技术学院张英，北京交通大学龚敏明等。

本书在编写过程中，吸取了来自各高等职业院校及部分企业的好建议，并参阅了相关图书，使本书实用性得到提升，在此表示衷心的感谢！

尽管编者倾力相注，精心而为，但由于水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请读者特别是任课教师提出批评意见和建议。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 现代产品生产过程	2
第二节 CAD/CAM 系统及软件选用原则	3
第三节 常用 CAD/CAM 软件简介	4
第四节 本课程的学习目的及教学特点	6
本章小结	8
实训演练——综述论文	9
第二章 CAD/CAM 相关技术	11
第一节 CAD 技术对现代产品开发与设计的支持	12
第二节 CAM 在机械制造业中的作用	18
本章小结	37
实训演练——综合体的三维造型	37
第三章 齿轮泵中典型零件的测绘、 三维造型与数控加工综合 实训	39
第一节 机器测绘在工程应用中的意义	40
第二节 齿轮泵概述	41
第三节 由装配体拆卸零件	43
第四节 创建齿轮泵零件三维模型	52
第五节 根据齿轮泵的零件模型创建装配模型	55
第六节 齿轮泵中典型零件的数控加工分析	59
本章小结	71
实训演练——铣刀头中典型零件的测绘、 三维造型与加工	72
第四章 专用夹具的设计、建模与典型 零件加工	73
第一节 夹具设计概述	74
第二节 夹具设计的基本原理及设计思路	74
第三节 设计举例——托架顶面铣夹具	

的设计	76
第四节 架顶面铣夹具的三维实体造型实例	81
第五节 铣夹具典型零件的数控加工分析	91
本章小结	105
实训演练——分度夹具的设计	105
第五章 冲压式蜂窝煤成形机机构设计	107
第一节 机构的设计基础知识	108
第二节 冲压式蜂窝煤成形机机构设计分析	113
第三节 冲压式蜂窝煤成形机中槽轮机构零件的加工分析	121
本章小结	124
实训演练——自动包装机机构设计	124
第六章 小型往复压缩机中主要零件的设计	127
第一节 概述	128
第二节 压缩机中主要零件的设计与分析	129
第三节 小型往复压缩机中连杆零件的加工分析	143
本章小结	146
实训演练——带式输送机两级闭式齿轮传动装置设计	147
第七章 机械创新设计简介	151
第一节 创新的基本技法与思维	152
第二节 创新设计成功案例分析	157
本章小结	165
实训演练	165
附录	166
参考文献	173

第一章 绪 论

学习目标：

1. 了解 CAD/CAM 的基本概念，发展过程及应用和发展趋势。
2. 了解 CAD/CAM 系统硬件及软件的构成和选择原则。
3. 了解典型的 CAD/CAM 硬件和软件系统。

学习安排：

1. 教学手段：采用多媒体课件课堂教学。
2. 学习环境：CAD/CAM 专业教室。
3. 学习方式：课堂教学结合网上信息查询。

学习结果：

使学生了解什么是 CAD/CAM (what)；为什么要使用 CAD/CAM 技术 (why)；如何实现 CAD/CAM (how)。

第一节 现代产品生产过程

随着科学技术发展的突飞猛进，经济以及信息一体化时代的到来，制造业面临着市场全球化、国际化、品种需求多样化的挑战。为了在竞争中占据优势，企业必须在产品的创新、质量、价格等多方面都具有竞争力，而产品的研制周期及其创新能力更是企业取胜的关键因素。

计算机技术与制造技术相互渗透、依存、结合与发展，产生了一门综合性应用技术——计算机辅助设计与制造（Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM）。该技术具有知识密集、学科交叉、综合性强等特点，是当代高智力、高效率、高效益的高新技术，是当前世界科技领域的前沿技术。该技术的发展和运用已成为衡量一个国家科技现代化与工业现代化水平的重要标志之一。可以说，CAD/CAM 技术实现了设计制造一体化，使产品的设计和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。

现代产品生产的过程，是从产品需求分析开始，在产品的设计、工艺设计和制造各个阶段内，利用计算机信息集成技术，将 CAD、CAPP、CAM 与产品设计制造全过程有机地联系起来，如图 1-1 所示。



图 1-1 现代产品的生产过程

CAD/CAM 系统的主要任务是针对产品设计、制造全过程的信息进行处理。这些信息主要包括设计、制造中的几何建模、设计分析、工程绘图、机构分析、有限元分析、优化分析、系统动态分析、测试分析、CAPP、数控编程、加工仿真等各个方面。CAD/CAM 的优越性主要表现在：

- 1) 减少了设计、计算、制图、制表所需的时间，缩短了设计周期。有利于发挥设计人员的创造性，将他们从大量简单、繁琐的重复劳动中解放出来。
- 2) 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。
- 3) 有利于实现产品的标准化、通用化和系列化。
- 4) 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。
- 5) 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。
- 6) 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，提高了产品的质量和设计、生产效率。

第二节 CAD/CAM 系统及软件选用原则

一、CAD/CAM 系统的组成

一个完整的 CAD/CAM 系统必须具备硬件和软件两大部分。硬件部分是 CAD/CAM 系统运行的基础，主要由计算机及其外围设备组成，包括主机、存储器、输入输出设备、网络通信设备以及生产加工设备等有形物质设备；软件部分是 CAD/CAM 系统的核心，通常是指程序及相关的文档，包括系统软件、支撑软件和应用软件等。硬件提供了 CAD/CAM 系统潜在的能力，而软件则是开发、利用其能力的钥匙。CAD/CAM 系统的组成如图 1-2 所示。

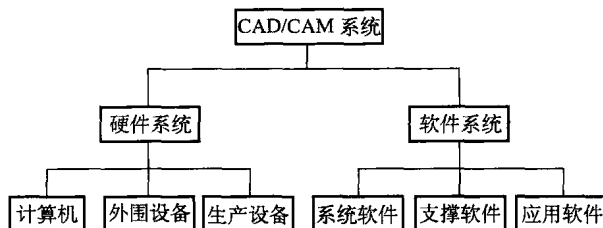


图 1-2 CAD/CAM 系统组成

二、CAD/CAM 系统选择原则

(一) CAD/CAM 系统的硬件选择原则

CAD/CAM 系统硬件选择首先要适应 CAD/CAM 技术发展水平，还要满足它服务的对象，应以使用目的和用户所具有的条件（包括经费、人员技术水平等）为前提，以制造商提供的性能指标为依据，以性价比及其适用程度为基本出发点，综合考虑各方面因素加以决策。具体应考虑以下几个方面的问题。

1. 系统功能

主要包括 CPU 的数据处理能力、运算精度和运算速度；内、外存容量；输入/输出性能；图形显示和处理能力；与多种外部设备的接口；通信联网，特别是与其他机型通信联网的能力。

2. 系统升级扩展能力

由于硬件的发展、更新很快，为保护用户的投资不受或少受损失，应注意欲购产品的内在结构，是否具有随着应用规模的扩大而升级扩展的能力，能否向下兼容，以在扩展系统中继续使用。

3. 系统的开放性与可移植性

开放性包括：

- 1) 独立于制造厂商、并遵循国际标准的应用环境。
- 2) 为各种应用软件、数据、信息提供交互操作和移植界面。
- 3) 新安装的系统应能与原安装的计算机环境进行交互操作。

可移植性是指应用程序从一个平台移植到另一个平台上的方便程度。

4. 系统的可靠性、可维护性与服务质量

可靠性是指在给定时间内，系统运行不出错的概率。应注意了解欲购产品的平均年维修率、系统故障率等指标。

可维护性是指排除系统故障以及满足新的要求的难易程度。

除此之外, 尚应考虑供应商的发展变换趋势和资产可信程度, 是否具有良好稳定的经营状况, 是否具有维护服务机构、手段和能力, 维护服务响应效率如何, 能否提供有效的技术支持、培训、故障检修和技术文档。

(二) CAD/CAM 系统的软件选择原则

选择 CAD/CAM 软件一般应考虑如下因素。

1. 性价比

根据 CAD/CAM 应用的功能需要, 选择满足要求、运行稳定可靠、容错性好、人机界面友好、价格相对合理的软件。同时, 要注意欲购软件的版本号、该版本推出日期及与前一版本比较的功能改进等方面。

2. 开放性

所选软件应具有与其他 CAD/CAM 系统的接口; 与通用数据库的接口; 驱动绘图机及打印机绘图的接口, 便于系统的应用和扩展。

3. 二次开发环境

为高质、高效、充分发挥 CAD/CAM 软件的作用, 通常都需要对其进行二次开发, 要了解所选软件是否具有二次开发的可能性。

4. 与硬件匹配

不同的软件往往要求不同的硬件环境支持。若软、硬件都需配置, 则要先选软件, 再选硬件, 因为软件决定着 CAD/CAM 系统的功能。若已有硬件, 只配软件, 则要考虑硬件能力, 配备相应档次的软件。

5. 软件商的综合能力

软件商的综合能力包括信誉、经济实力、培训等技术支持能力等。

第三节 常用 CAD/CAM 软件简介

1. Solidworks 简介

它是美国 Solidworks 公司的一套智能型高级 3D 实体绘图设计软件, 其拥有直觉式的设计空间, 是三维实体造型 CAD 软件中用得最普遍的一个软件。

Solidworks 可充分发挥用三维工具进行产品开发的能力, 提供从现有二维数据建立三维模型的强大转换工具。Solidworks 能够直接读取 DWG 格式的文件, 在人工干预下, 将 AutoCAD 的图形转换成 Solidworks 三维实体模型。

Solidworks 软件对于熟悉 Windows 的用户特别易懂易用, 它的开放性体现在符合 Windows 标准的应用软件, 可以集成到 Solidworks 软件中, 从而为用户提供一体化的解决方案。

课程拓展网址: <http://cccax.com/Solidworks/>。

2. Pro/E 简介

美国参数科技公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 开发的 CAD/CAE/CAM 软件, 在我国有很多用户。它采用面向对象的单一数据库和全参数化造型技术, 为三维实体造型提供了一个优良的平台, 其工业设计方案可以直接读取内部的零件和装配文件, 当原始造型被修改后, 可自动更新数据。它的 CAD 模块的功能很强大, 其 MOLDESIGN 模块用于建立几何外形, 可迅速而又简捷地将一个模型分解为型芯和型腔, 从而节省复杂零件的编程时

间。它可以创建最佳加工路径,并允许 NC 编程人员控制整体的加工路径直到最细节的部分。该软件还支持高速加工和多轴加工,带有多种图形文件接口。

课程拓展网址: <http://cccax.com/ProE/>。

3. UG (Unigraphics) 简介

美国 UGS (Unigraphics Solutions) 公司的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,广泛应用于航空航天、汽车、通用机械及模具等领域。其功能强大,可以轻松实现各种复杂 3D 实体的造型构建。国内外已有许多科研院所和厂家选择了 UG 作为企业的 CAD/CAM 系统。UG 运行于 Windows NT 平台,无论装配图还是零件图设计,都从三维实体造型开始,使图形直观、逼真。三维实体生成后,可自动转换成工程图(如三视图、轴侧图、剖视图等)。其三维 CAD 是参数化的,修改一个草图尺寸,就使零件相关的尺寸随之变化。

该软件还具有人机交互方式下的有限元分析,并可对任何实际的二维及三维机构进行复杂的运动学分析和设计仿真,以及完成大量的装配分析工作。

UG 的 CAM 模块提供了一种生产精确刀具路径的方法,该模块允许用户通过观察刀具运动来图形化地编辑刀具轨道。UG 软件所带来的后置处理程序支持多种数控机床,UG 基于标准的 IGES (Initial Graphic Exchange Specification) 和 STEP (Standard for the Transfer and Exchange of Product Model Data) 产品,被公认为在数据交换方面处于世界领先地位。UG 还提供了大量的直接转换器(如 CATIA、CADDs、SDRC、EMC 和 AUTOCAD),以确保同其他系统高效地进行数据交换。

课程拓展网址: <http://cccax.com/ug/>。

4. CATIA 简介

法国达索 (Dassault) 飞机公司开发的产品, CATIA 系统如今已经发展为集成化的 CAD/CAE/CAM 系统,它具有统一的用户界面、数据管理以及兼容的数据库和应用程序接口,能方便地实现二维元素和三维元素之间的转换,具有平面或空间机构运动学方面的模拟及分析功能。它的主要特点是三维建模能力强,具有建立线框、表面和实体模型的能力。它的曲面造型功能更为突出。

课程拓展网址: <http://cccax.com/Catia/>。

5. MastetCAM 简介

美国 CNC Software 公司开发的,国内引进最早,使用最多的 CAD/CAM 软件。CAM 功能操作简便、易学、实用,高校及技工学校 CAD/CAM 教学使用较多,作为 CAD/CAM 教学是最适合的一个软件。它包括 2D 绘图、3D 模型设计、NC 加工等,在使用线框造型方面具有代表性。8.0 版已加入参数式实体造型功能,具有各种连续曲面加工功能、自动过切保护以及刀具路径优化功能,可自动计算加工时间,并对刀具路径进行实体切削仿真,其后处理程序支持铣、车、线切割,激光加工以及多轴加工。Mastercam 提供多种图形文件接口,如 SAT、IGES、VDA、DXF、CADL 等。

课程拓展网址: <http://cccax.com/MasterCAM/>。

6. CAXA 电子图板和制造工程师简介

CAXA (Computer Aided X Advanced, X 意味着扩充) 是北京航空航天大学面向我国工业界推出的包括数控加工、工程制图、注塑模具设计、注塑工艺分析及数控机床通信等一系列 CAD/CAE/CAM 软件的总称。其中电子图板全面采用国标设计,拥有工程标注以及国标

机械零件图库,是一个高效、方便、智能化的通用二维绘图软件,可帮助设计人员进行零件图、装配图、工艺图表及平面包装等设计。其机械制造工程师是面向机械制造业的自主开发的具有中文界面的三维 CAD/CAM 软件。

课程拓展网址: <http://cccax.com/CAXA/>。

第四节 本课程的学习目的及教学特点

机械 CAD/CAM 技术应用是将传统的机械设计、制造技术与现代信息技术有机融合的综合技术。它是现代机械制造业最为关键的技术,也是机械类专业的核心课程。

机械 CAD/CAM 技术应用课程的实训是以机械产品的生产工作过程为导向,将产品的造型设计、工程图表达、数控编程方法在 CAD/CAM 技术平台上得以实现。它用企业实际的典型产品重点训练 Solidworks、MastetCAM 等常用 CAD/CAM 软件在产品生产过程中的应用,使学生掌握机械 CAD/CAM 技术在生产中的应用过程和应用效果,提高学生的工程应用能力和利用新技术解决生产实际问题的能力。

从本课程的教学目标出发,应加强教学中的实践性、直观性、应用性,淡化知识的系统性、完整性、严密性。为此,在教学整个环节中,重视实践性教学,避免学习过程局限在书本上,积极尝试实训教学的新形式、充分调动学生专业学习的积极性,培养学生的创造性,鼓励学生“手脑并用,学做合一”。各章编写了具有启发性的思考题,注意引导学生作实践性的练习,以掌握分析问题和解决问题的方法,提高综合机械工程能力。其次,还要注意在学习本课程的同时,适时复习已学过的相关内容,使整个学习内容前后融会贯通。最后,还要善于做好学习内容的归纳、总结,只有这样,才能有较大的收获。

阅读材料

CAD/CAM 技术简介

制造业是国民经济的支柱产业。当今制造领域中,随着市场经济的迅速发展,用户对各类产品的质量、产品换代速度、产品从设计制造到投放市场的周期等提出越来越高的要求。欲适应这种瞬息万变的市场需求,缩短设计制造周期,提高产品质量,没有先进的制造技术是根本无从谈起。CAD/CAM 技术已被美国工程科学院评为当代最杰出贡献的十大工程技术之一。

回顾 CAD/CAM 技术的发展史,更知其与计算机技术的发展密切相关。

1946 年美国麻省理工学院(MIT)研制成功了世界上第一台电子计算机,在当时其高运算能力和大容量的信息存储能力,使得很多数值分析方法能得以在计算机上完成。之后,人们不断将计算机技术引入设计制造领域。

1952 年世界上第一台数控铣床也在美国 MIT 试制成功,通过改变数控程序就可实现对不同零件的加工;其后,MIT 研制开发了 APT 自动编程语言,通过描述走刀轨迹的方法来实现计算机辅助数控编程。在此基础上,使人们联想到,能否不描述走刀轨迹,而直接描述零件本身?这就是 CAD 的最初概念。人们设想如何通过自动运行各个程序来实现

计算机辅助设计过程,并能由此来解决不同复杂程度的生产计算问题的各个过程。此间 CAD 处于准备孕育阶段,因整个 20 世纪 50 年代,电子计算机仍处于电子管时代,计算机主要用于科学计算,使用的是机器语言编程,图形设备仅具有输出功能。

1963 年美国 MIT 学者 I. E. Sutherland 的“人机对话图形通信系统”论文问世,提出了世界上第一套实时交互的二维 SKETCHPAD 系统。该系统允许设计者操作光笔和键盘,在荧光屏上显示图形,实现人机交互作业,此即标志着 CAD 技术的诞生,为以后 CAD 技术的发展提供了基本条件和理论基础。在此以后,陆续出现了许多商品化的 CAD 系统与设备:美国 IBM 公司开发了以大型机为基础的 CAD/CAM 系统,具有绘图、数控编程和强度分析等功能;通用汽车公司为实现各个阶段的汽车设计,研制了 DAC—1 系统;洛克希德公司出台了 CADAM 系统等。1966 年又出现了采用通用计算机直接控制多台数控机床的 DNC 系统。

1978 年前后, CAD/CAM 技术发展趋于成熟。伴随着计算机硬件的发展,以小型机、微型机为主机的 CAD 系统逐渐引入市场。然而,为了适应设计与加工的要求,三维几何处理技术应运而生,出现了面向中小企业的 CAD/CAM 商品化软件系统。英国莫林公司研制的由计算机集中控制的自动化制造系统,包含六台加工中心和一条自动运输线,可进行连续作业,并可用计算机编制 NC 程序、作业计划、统计报表等;美国辛辛那提公司成功地研制了一条 FMS 柔性制造系统。

1980 年以后, CAD/CAM 技术跨入迅速发展期,计算机外围设备已逐渐成为系列产品,超大规模集成电路的出现,使计算机硬件成本大幅下降;相应的软件技术如优化设计、有限元分析、数据库技术等迅速提升,出现了很多商品化软件,推动了 CAD/CAM 技术的应用和推广,并使其从发达国家向发展中国家发展,从大型企业向中小型企业发展,从军用产品设计向工程产品设计发展。且使一些与制造过程密切相关的计算机辅助技术得以发展,如计算机辅助工艺规程设计 (CAPP)、计算机辅助工装与夹具设计、计算机辅助质量控制 (CAQ) 等。

1990 年以后, CAD/CAM 技术一改过去的单一功能、单一领域、单一内容的运行模式,转向集成化、智能化、标准化的方向发展。系统的集成是为了实现资源共享,实现产品生产与组织管理的高度自动化,提高产品的市场竞争能力,缩短产品研发的周期,加速新产品对市场需求的响应。为此,国际标准化组织及一些工业发达国家都在从事标准接口的开发;同时,面向对象技术、并行工程思想、人工智能技术、计算机集成制造系统、快速成形技术、敏捷制造技术的研究,又极大地推进了 CAD/CAM 技术向更高水平的发展。

我国的 CAD/CAM 技术起步约在 20 世纪 70 年代中期,最早用于航空工业,应用较多的是采用计算机进行一些产品的分析计算。

20 世纪 80 年代初期,国家在 CAD/CAM 技术应用开发方面实施重点投资,取得了一些成果。最近几年, CAD/CAM 技术在我国发展很快,现已在机械、电子、交通、运输、汽车、建筑、包装等行业逐步进入实用阶段。一方面,软件引进的力度加强,很多国际流行的通用性软件已为广大技术人员所掌握,如: Pro/E、UG、I-DEAS、CADAM 等;另一方面,很多高校科研院所组织开发 CAD/CAM 系统,有些已达到国际先进水平。

CAD/CAM 技术可充分发挥计算机及软硬件设备的能力,将工程领域中的专业技术与

计算机技术结合起来,实现真正意义上的产品设计与制造一体化。随着计算机技术的不断发展,CAD/CAM 系统的性价比不断提高,使得 CAD/CAM 技术的应用领域也不断扩展至几乎所有工业领域。资料表明:公认应用比较成熟的是机械、电子、建筑等领域。全球 CAD/CAM 软件销售额逐年增长,且年增长率逐年提高的势头迅猛,恰说明 CAD/CAM 系统的社会需求量巨大,应用前景十分广阔。

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、模拟仿真;最后,根据 CAD 的几何数据与加工要求生成数控自动加工程序。我国在上述领域不仅在 CAD/CAM 的实施与推广应用方面做得好,而且在计算机管理方面也有较高水平,有的曾先后获得美国制造工程师协会(ASME)颁发的“工业领先奖”等多个奖项。

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,可节省方案设计时间约 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,并可实现计算机辅助激光裁剪、激光加工、激光雕刻;人文地质领域的地理、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、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/CAM 技术之所以得到如此迅速的发展、如此广泛的应用,源自由其带来的显著经济效益与社会效益。杭州汽轮机动力集团公司推广应用 CAD/CAM 技术,使得现有产品设计图样的 90% 实现了 CAD,每项产品设计时间从 6 个月缩短为 1.5 个月,关键零部件实现了数控加工,中小零件的工艺设计 90% 采用 CAPP 技术。沈阳鼓风机厂将 CAD/CAM 技术用于透平压缩机生产,报价周期从原来的 6 周缩短到 2 周;技术准备周期从原来的 12 个月缩短到 6 个月;设计周期从原来的 6 个月缩短到 3 个月;该产品的二元叶片压型模的设计与制造周期由原来的 12 个月,缩短到 10 天左右;供货周期从原来的 18 个月缩短到 10~12 个月;整机运行效率提高约 5%。

美国科学研究院的工程技术委员会曾对 CAD/CAM 集成技术所能得到的效益进行了测算,其在减少加工过程、提高生产率、提高产品质量、降低成本、缩短产品从设计到投产的周期等诸方面均有明显提高,有些指标呈量级提高。

本章小结

- ★ 现代产品生产的过程,是从产品需求分析开始,在产品设计与工艺设计和制造各个阶段内,利用计算机信息集成技术,将 CAD、CAPP、CAM 与产品设计制造全过程有机地联系起来。
- ★ 一个完整的 CAD/CAM 系统必须具备硬件和软件两大部分,硬件提供了 CAD/CAM 系统潜在的能力,而软件则是开发、利用其能力的钥匙。
- ★ 本课程的学习目标是使学生掌握机械 CAD/CAM 技术在生产中的应用过程和应用效果,提高学生的工程应用以及利用新技术解决生产实际问题的能力。

实训演练——综述论文

题目：

1. CAD/CAM 技术的发展与应用。
2. CAD/CAM 技术的发展趋势。

要求：

1. 任选一题。
2. 参考文献 5 篇以上。
3. 格式：

题目 × × × × × × (居中)

作 者

摘要：× × × × × × × × (300 字以内)

关键词 (3~5 个)

正文：(2500~3000 字)

第二章 CAD/CAM 相关技术

学习目标：

1. 了解 CAD/CAM 相关的技术和概念。
2. 掌握基本的 CAD 建模方法。
3. 掌握基本的 CAM 概念及处理操作流程等主要内容。

学习安排：

1. 教学手段：采用多媒体课件及常用 CAD/CAM 软件演示教学。
2. 学习环境：CAD/CAM 专业教室。
3. 学习方式：课堂互动学习。

学习结果：

使学生掌握特征造型中的关键技术、零件设计技巧以及装配建模技术。了解 CAM 系统、数控加工中的工艺处理以及数控加工编程的基本原理。

第一节 CAD 技术对现代产品开发与设计的支持

CAD 技术的研究起步于 20 世纪 50 年代后期,先后经历了二维绘图、线框造型、曲面造型、实体造型、参数化设计等几个发展阶段,经过近 50 年的发展,传统的 CAD 技术已经渐趋成熟,在制造业和其他许多行业获得了广泛的应用。近年来开发的 CAD 系统都是基于特征和基于历史的三维参数化设计系统,它们一般都是采用基于组件的实现技术。在产品造型技术方面,特征造型技术和参数化设计技术在三维 CAD 系统中得到了普遍应用。

基于特征的 CAD 软件,采用了“搭积木”组合特征的方法生成模型,这种方法被称为特征造型。它从工程的角度,对形体的各个组成部分及其特征进行定义,使所描述的形体信息更具工程意义。特征技术的采用使产品设计工作在更高的层次上进行,设计人员的操作对象不再是原始的线条和体素,而是产品的功能要素,设计人员可以直接考虑产品的空间形态,这种直观的设计方法方便设计者将精力集中到产品模型的空间拓扑和外部结构上,而不必考虑模型的三视图关系,而是通过三维模型生成所需要的工程图样,这种操作方法可以大大提高产品的设计效率。图 2-1 中显示了由特征组合创建一个产品模型,并利用模型生成工程图的过程。

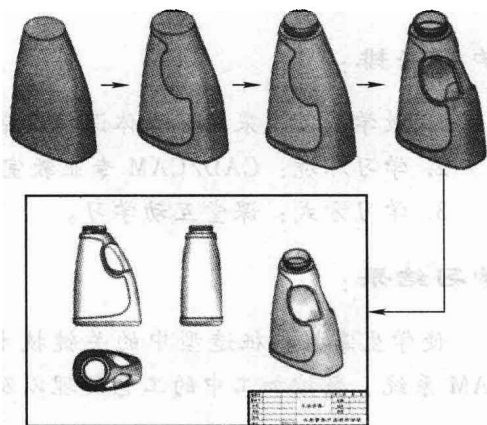


图 2-1 特征组合创建产品模型并生成工程图的过程

一、特征造型技术

特征的引用直接体现设计意图,使得建立的产品模型容易理解和组织生产,设计的图样也更容易修改,设计人员可以将更多精力用在创造性构思上。

（一）特征的分类

由于特征与零件类型及工程应用相关,因此,在不同的应用中,特征具有不同的含义和表达式,对特征分类可从不同角度出发,但从某一具体零件的角度出发,特征应有如下几类:

1. 基体特征

基体特征用于创建三维造型中的基本几何体,是最基本的元素。这类特征一般都是基于截面草图来建立的。因此,在创建这些特征之前需要先绘制截面草图,通过对截面草图拉伸、旋转、扫描或者放样等方法来创建特征,如图 2-2 所示。基体特征除了那些用于增加材料的特征,同时也包括那些减除材料的特征,例如拉

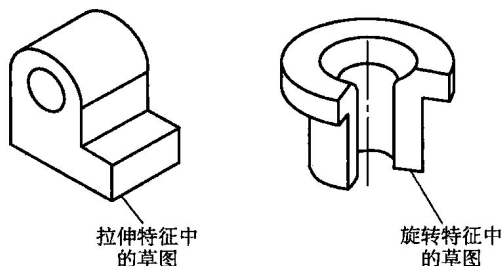


图 2-2 拉伸和旋转特征