

## 图书在版编目(CIP)数据

模具 CAD/CAM 应用技术/高职高专规划新教材编审委员会组编.  
—武汉: 武汉大学出版社, 2011. 12  
“十二五”高职高专规划新教材·机械系列  
ISBN 978-7-307-09426-0

I. 模… II. 高… III. ①模具—计算机辅助设计—高等职业教育—教材  
②模具—计算机辅助制造—高等职业教育—教材 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 282899 号

责任编辑:周颖异

---

出版发行: **武汉大学出版社** (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: cbs22@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 北京市后沙峪印刷厂

开本: 787×1092 1/16 印张: 11.5 字数: 307 千字

印次: 2012 年 2 月第 1 版第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-09426-0/TG·9 定价: 26.00 元

---

版权所有, 不得翻印; 凡购买我社的图书, 如有质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

“十二五”高职高专规划新教材·机械系列

## 编审委员会

主 任 刘文娟

副 主 任 施红英 刘炳国

委 员 (按姓氏笔画为序)

于 春	王怀宇	王 艳
白秉旭	石朝晖	孙会双
孙淑荣	刘 莉	刘临江
刘立国	刘 刚	闫东清
李 丽	闫东清	冷基岩
张大林	全振兴	吴 鹤
宋 阳	邱仁凤	赵金凤
赵建平	陈秋霞	胡登纯
徐伟伟	梁大鹏	魏继涛



# 内 容 简 介

本书是依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》指导思想,参考教育部“关于普通高等教育教材建设与改革的意见”精神,结合高职高专“以提高学生就业竞争力为导向,突出实用技能,培养实用型人才”的人才培养目标编写而成的。

本书内容全面,体例新颖,实用性强。全书共分为7章,主要内容包括模具CAD/CAM概述、AutoCAD 2008的安装与操作、AutoCAD 2008的常用命令、AutoCAD 2008的标注与填充、模具设计综合实例、UG NX5.0概述、UG NX5.0数控加工概述。

本书既可作为高职高专院校模具、数控、机制、机电和汽车专业等专业教材,也可作为成人院校、职业技能培训教材,还可供工程技术人员参考阅读。



# 前 言

本书是依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的指导思想,参考教育部“关于普通高等教育教材建设和改革的意见”的精神,结合高职高专“以学生就业竞争力为导向,突出技能训练,培养实用型人才”的人才培养目标编写而成的。本书可作为高等职业院校“模具 CAD/CAM 应用技术”课程的教材,也可供工程技术人员参考阅读。

本书在内容组织上紧扣高职高专院校学生的实际情况,具有深入浅出、通俗易懂、操作性强等特点。另外,本书尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等内容,力求教材具有鲜明的时代特征。在编写模式方面,尽可能使用图片、表格等形式将各知识点生动地展示出来,力求给学生营造一个更加直观的认知环境。通过对本书的学习,能培养学生理论联系实际、严谨求实、团结协作的精神,能有效提高学生独立分析和解决问题的能力。

本书的编写特点主要在体现在以下几个方面:

(1)采用任务驱动方式撰写,将每章内容按知识点分为若干任务,通过“任务描述”与“任务分析”引入相关知识的介绍,既突出重点,又保证知识体系的完整性和知识点间的相互衔接。

(2)内容全面,体例新颖,实用性强。书中大量采用了软件截图,以及平面图形与立体图形相对比相结合的形式,可提高学生的立体思维能力。

(3)相关概念及原理采用最新的国家标准进行说明,所有工程图均按最新国家标准要求进行绘制。

(4)在内容上留有适当的裕量,教师可以根据教学时数和教学条件进行取舍。

本书共 7 章,主要内容包括模具 CAD/CAM 概述、AutoCAD 2008 的安装与操作、AutoCAD 2008 的常用命令、AutoCAD 2008 的标注与填充、模具设计综合实例、UG NX5.0 概述、UG NX5.0 数控加工概述。

由于受经验、水平和时间所限,书中难免存在不妥之处,真诚希望得到各位同行对本书中错误、缺点和不足之处的批评和建议。

编 者  
2011 年 9 月

# 目 录

<b>第 1 章 模具 CAD/CAM 概述</b> .....	1	<b>本章小结</b> .....	120
任务 1 模具 CAD/CAM 的基础原理 .....	1	<b>本章习题</b> .....	121
任务 2 模具 CAD/CAM 的组成与发展 .....	5		
<b>本章小结</b> .....	9		
<b>本章习题</b> .....	9		
<b>第 2 章 AutoCAD 2008 的安装与操作</b> ...			
.....	11		
任务 1 软件的安装与基本操作 .....	11		
任务 2 绘图环境的设置 .....	25		
<b>本章小结</b> .....	37		
<b>本章习题</b> .....	38		
<b>第 3 章 AutoCAD 2008 的常用命令</b> ...	39		
任务 1 绘图命令 .....	39		
任务 2 编辑命令 .....	50		
任务 3 修改命令 .....	64		
<b>本章小结</b> .....	89		
<b>本章习题</b> .....	89		
<b>第 4 章 AutoCAD 2008 的标注与填充</b> ...			
.....	90		
任务 1 标注操作 .....	90		
任务 2 填充操作 .....	109		
		<b>第 5 章 模具设计的综合实例</b> .....	122
		任务 1 绘制标题栏 .....	122
		任务 2 绘制电动蚊蝇拍 .....	126
		<b>本章小结</b> .....	135
		<b>本章习题</b> .....	135
		<b>第 6 章 UG NX5.0 概述</b> .....	138
		任务 1 基本操作 .....	138
		任务 2 加工环境的简单操作 .....	141
		任务 3 几种典型的操作 .....	152
		<b>本章小结</b> .....	163
		<b>本章习题</b> .....	163
		<b>第 7 章 UG NX5.0 数控加工概述</b> .....	164
		任务 1 数控加工基础知识 .....	164
		任务 2 几种典型的加工方法 .....	165
		<b>本章小结</b> .....	171
		<b>本章习题</b> .....	172
		<b>参考文献</b> .....	173

# 第 1 章

## 模具 CAD/CAM 概述

### 任务 1 模具 CAD/CAM 的基础原理

**任务描述：**掌握 CAD/CAM 的基本概念；  
理解模具 CAD/CAM 的分类；  
了解模具 CAD/CAM 的主要任务；  
掌握模具 CAD/CAM 的应用领域。

**任务分析：**当今世界，随着计算机和数字化信息技术的飞速发展，CAD/CAM 技术的发展逐渐走向多样化与智能化，并且与设计 and 制造技术相互渗透、相互结合，形成了一门集多学科相互配合于一体的综合性技术。本任务主要介绍 CAD/CAM 的基本概念、分类、主要任务及应用领域。

#### 阶段 1 CAD/CAM 的基本概念

##### 1. 计算机辅助设计——CAD

计算机辅助设计(CAD)以计算机硬件、软件系统为工具,用来辅助人们进行产品分析、设计、绘图、优化等工作,使人与计算机能够成功实现人一机对话,将人类智慧与计算机科学技术完美结合,从而形成一个问题求解、紧密配合的合作体。

计算机辅助设计(CAD)系统的功能主要分为几何建模、分析计算、动态仿真以及自动绘图,因此,需要设计资源的支持,如图形库、计算分析方法库、工程数据库等。本书的 CAD 部分将以软件 AutoCAD 2008 为例进行介绍。



## 2. 计算机辅助制造——CAM

计算机辅助制造(CAM)是产品制造的规划、设计、管理及控制过程,是利用计算机系统,通过计算机和生产设备的直接或间接的联系来进行的。计算机辅助制造在生产制造中占据着非常重要的地位。数控加工技术是现代化机械加工的重要基础与关键技术,而现在的数控加工工艺大多是通过CAM来实现的。本书的CAM部分将以软件UG NX5.0为例进行介绍。

## 3. 计算机辅助工程——CAE

计算机辅助工程(CAE)是指利用计算机系统来对复杂工程及产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、热传导、动力响应、弹塑性、三维多体接触等力学性能进行分析计算、辅助求解以及结构性能的优化设计的数值分析算法。

## 4. CAD/CAM 系统

计算机辅助设计与计算机辅助制造(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing, CAD/CAM)是20世纪最杰出的工程成就之一。CAD/CAM系统利用计算机技术,将设计人员从烦琐的数据查询、图形绘制工作中解脱出来。将人类的创造能力与计算机精确的数值计算和逻辑分析能力相结合,各自发挥其优势,从而高效、精确地设计生产出指定的产品,大大提高了产品的生产质量与生产效率。

## 5. 模具 CAD/CAM 涉及的相关技术

模具CAD涉及的相关技术有信息建模技术、工程分析技术、图形变换处理技术、数据库与数据交换技术、文档处理技术、软件设计技术等。

在模具设计的发展过程中,冲裁模技术的出现不但提高了模具的精度和质量,还大大地节省了模具的设计周期,提高了产品的生产效率。利用冲裁模技术,设计人员可以用交互式的方式选择模具的结构形式,然后轻松地设计出凸凹模零件结构、卸料机构、顶料机构等。该系统可根据输入的参数自动完成设计过程中的计算,然后输出模具的装配图和零件图形,最终完成模具零件的数控加工程序。冲裁模是冲压生产过程中必不可少的工艺装备,要想使得工艺方案可靠、稳定,必须有良好的模具结构。冲裁模结构的合理性、先进性直接影响到冲裁模操作时的安全性与方便性,同时还会影响其自身的使用寿命。

随着计算机技术和制造技术的飞速发展,以及市场对塑料产品的加工工艺的要求日趋复杂,注射模CAD技术也逐渐发展起来。注射模是塑料注射成型所用到的模具,它是实现注射成型工艺的重要工艺装备。对比以往单纯地依靠传统经验和手工技巧进行注射模的设计与制造,注射模CAD技术从根本上改变了传统注射模的设计与制造方法,大大提高了注射模设计与制造效率和塑料制品质量。注射模CAD可以实现塑件模具结构的设计、塑件建模与工艺的分析以及对塑件成型的过程进行模拟等。

模具CAM涉及的相关技术有NC编程、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助工装设计与制造技术等。

数控加工技术的出现,不但减轻了设计生产人员的劳动量,还在产品的精度、制造周期、成本、使用寿命等方面有了大幅度的技术突破。其中,利用UG NX5.0软件进行的CAM数

控加工,更提高了模具产品的设计水准与生产效率。在加工过程中,可以按照用户的要求来定义标准化刀具库和加工工艺参数样板库,从而将粗加工、半精加工、精加工等操作进行参数标准化,优化了加工工艺流程。

## 阶段 2 模具 CAD/CAM 的分类与任务

模具 CAD/CAM 系统大致可分为两类,即通用系统和专用系统,其中通用系统通常拥有较多的功能模块。而模具 CAD/CAM 系统又是依托于计算机系统进行加工生产的,所以按照计算机系统的不同类型,又可将模具 CAD/CAM 系统分为主机系统、工作站系统、微机系统和基于网络环境的系统。

为使 CAD/CAM 系统得到更广泛地应用,许多运行在工作站上的 CAD/CAM 系统都可以向工作站系统方面移植。

模具 CAD/CAM 系统具备的主要任务应该包括以下几个方面。

### 1. 几何建模

几何建模技术是 CAD/CAM 系统的核心,它不仅为产品的设计、制造提供基本数据,还能够为其他模块提供原始的信息数据。几何建模系统能够在产品设计构思阶段提供基本体例素材,描述其基本的几何实体及实体间的关系以及为用户提供产品设计所需的几何形状、大小等方面的信息数据来进行零件的结构设计和零部件的装配。几何建模技术最大的特点是能够动态地显示三维图形,以解决复杂的空间布局问题。另外,它还能进行消隐、彩色浓淡处理等。

### 2. 工程绘图

在模具产品的设计过程中,通常用工程图来表达其设计结果,包括一些中间结果。CAD/CAM 系统应该具备将几何建的三维图形直接转换成二维图形的功能,并且能够处理二维图形,如图元的生成、图形的编辑、基本尺寸标注及附加技术条件等,以确保其不但满足实际生产要求,还与国家标准的工程图要求相符合。

### 3. 计算分析

计算分析是在构造了产品的形状模型后,CAD/CAM 系统根据产品的几何形状,计算出其相应的表面积、体积、质量、转动惯量、重心位置等几何特性与物理特性,从而为系统进行数值计算和工程分析提供有效且必须的基本参数。在工艺规程设计中能够进行工艺参数的计算;在结构分析中,能够进行温度、应力、位移的计算、图形处理中变换矩阵的运算及体素之间的交、并、差计算等。因此,CAD/CAM 系统要求对各类计算分析的算法要做到准确、全面并且精度高。

### 4. 结构分析

CAD/CAM 系统中,结构分析常用的方法是有限元法,这种方法实际上是一种数值近似解法,用来对复杂结构形状零件的静态、动态特性及振动、强度、磁场、热变形、应力分布状态、温度和场强度等进行计算分析。计算分析完毕后,CAD/CAM 系统将计算结果以图形或

文件的形式输出。

#### 5. 计算机辅助工艺规划

计算机辅助工艺规划(CAPP)的主要作用是产品的加工制造提供指导性的文件,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,自动判断并决定出加工该产品所采用的加工方法、加工步骤、加工设备以及加工参数。CAPP的设计结果首先应该能被生产实际所用,然后应该能被直接输出,被CAM中的NC自动编程系统接收、识别,直接转换成刀位文件。

#### 6. 模拟仿真

模拟仿真是指先在CAD/CAM系统内部建立一个工程设计的实际系统模型(如机构、机械手、机器人等),然后通过运行仿真软件,模拟、代替真实系统的运行,来预测产品的性能、产品的制造过程和产品的可制造性。模拟仿真通常除了具备加工轨迹仿真功能,还应具备机器人仿真,机械运动学模拟,刀具、工件、干涉检验,机床碰撞等。

#### 7. 工程数据管理

在CAD/CAM系统中数据量大、结构复杂、种类繁多,包含产品定义数据、生产控制数据、几何图形数据、静态标准数据、动态过程数据等。在这种情况下,CAD/CAM系统应该采用工程数据库系统对数据环境进行统一的管理,从而实现对各种工程数据的集中管理。

#### 8. 优化设计

优化设计是现代设计方法学中的一个重要的组成部分。CAD/CAM系统应该在某些特定条件下,使产品或工程设计中的预定指标达到最优,即具有优化求解的功能。优化设计包括产品零件结构的优化、工艺参数的优化、总体方案的优化等。

### 阶段 3 模具 CAD/CAM 的应用领域

随着科学技术与加工生产行业的不断发展与结合,现代工业生产的特点是产品品种多、更新快和市场竞争激烈。模具CAD/CAM技术在经过了几十年从简单到复杂,从测试到普及的过程,已经取得了惊人的成果。其中,塑料注射模、铸造模、锻模CAD/CAM、级进模、汽车覆盖件模是目前应用最广泛、最具有代表性的模具CAD/CAM技术。具体到实际应用大致包括以下几个方面:

#### 1. 辅助完成绘图设计

在使用3D模具CAD/CAM系统时,可以把模具体造型和工程图绘制相互关联,直接根据几何模型由CAD/CAM系统创建工程图,并输出模具零件图和装配图。另外,还可以建立标准模具结构的图形库,以进一步提高模具结构和模具零件设计效率。

#### 2. 复杂几何造型的实现

CAD/CAM技术能轻而易举地完成模具复杂型腔的三维造型,尤其便于实现对于各种自由曲面的几何造型。因此,CAD/CAM技术使得对该类曲面的数控加工成为可能,由于在设计过程中就可以利用参数化功能直接修改几何造型的尺寸,这还使得对设计结果的修改

也变成一件很容易的事情。

### 3. 工艺分析计算

模具 CAD/CAM 技术既可以利用各种排样模块方便地建立冲压模具的产品排样图,也可以利用计算机存储的产品实例、工艺资料和各种决策推理模块帮助设计人员进行工艺分析与计算,如塑件材料选择、浇注系统设计、注射模具型腔布局等。

### 4. 虚拟装配结构的建立

模具 CAD/CAM 技术通过建立模具虚拟装配,可以得到模具整体结构,便于检查各部件是否有干涉间隙,并能仿真模具工作运动过程,以确定模具能否完成制定的工作行程。

### 5. 模具的成型模拟、数控加工和数控仿真

模具 CAD/CAM 技术还可以利用计算机有限元分析和优化设计等数值计算来完成注射模具的充型模拟、流动模拟、冷却模拟、冲压成型分析和回弹分析等工作。

## 提醒

目前,国内的模具企业已经将模具 CAD/CAM 技术广泛使用到模具的结构设计和成形零件的数控加工中。设计生产企业利用模具 CAD/CAM 系统强大的图形处理能力以及构建模具型面和轮廓,配合数控机床进行铣加工和线切割自动编程,大大提高了模具设计生产效率。

## 任务2 模具 CAD/CAM 的组成与发展

**任务描述:** 理解模具 CAD/CAM 的组成结构;

了解模具 CAD/CAM 的发展过程。

**任务分析:** 模具 CAD/CAM 技术的发展,不仅提高了企业的技术水平、创新能力和市场竞争能力,更重要的是改变了传统的产品设计方法与制模模式,使其发生了深刻的技术变革。本任务主要介绍模具 CAD/CAM 的组成结构及其发展过程。

### 阶段 1 模具 CAD/CAM 的组成结构

模具 CAD/CAM 系统从产品设计到生产加工,都是利用计算机软件与计算机硬件的相互配合来完成的。因此,模具 CAD/CAM 系统大体上可以认为是硬件与软件的组合体,如

图 1-1 所示。

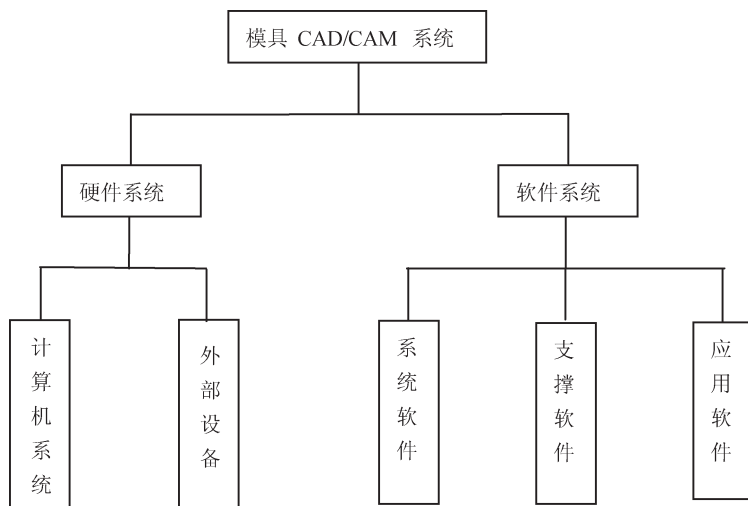


图 1-1 模具 CAD/CAM 系统的组成

### 1. 模具 CAD/CAM 系统的硬件组成

硬件是模具 CAD/CAM 系统的核心。一切的生产指挥都是通过计算机指令的有序调度来完成的。其硬件包括计算机以及与之相关的外部设备,如外部存储器、内部存储器、图形和数据的输入与输出设备、数控加工设备等。其中,计算机主机是模具 CAD/CAM 系统硬件中的核心。由于模具 CAD/CAM 系统软件要运行涉及图形图像的处理,需要完成大量的数据存储及运算分析,因此,对计算机的 CPU、运算速度、显示性能及存储容量的在不同情况下有着不同的要求,用户需要根据具体的环境以及要完成的任务进行不同机型的选择。

### 2. 模具 CAD/CAM 系统的软件组成

软件可以结合计算机硬件具备的逻辑功能,合理地组织整个解题流程,简化或代替生产者在各个环节中所承担的工作,便于用户掌握计算机。利用装在计算机主机中的软件,可以实现任何类型模具的设计与加工编程,使机器的功能可以得到充分地发挥。模具 CAD/CAM 系统的软件按照其不同的功能可以分为以下 3 个层次:

(1)系统软件。模具 CAD/CAM 中的系统软件指的是在计算机运行状态下,保证用户能够正确而方便地操作的软件。系统软件的主要作用是控制、管理硬件资源和各种软件资源,是用户和计算机之间的接口。系统软件包括各类操作系统和语言编译系统,其中,常用的操作系统有 UNIX、Windows、Linux 等,常用的语言编译系统有 Pascal、Visual Basic、Visual C/C++、Visual J++ 等。

(2)支撑软件。模具 CAD/CAM 中的支撑软件能够实现模具 CAD/CAM 所需的基本功能,主要包括图形处理软件、几何建模软件和数据库管理系统等,为模具 CAD/CAM 系统专业性应用软件提供了开发平台。

(3)应用软件。模具 CAD/CAM 中的应用软件是指针对用户共同的需要所开发的软

件,其特点有专用性、多样性、灵活性等,既可以根据需要开发出针对某一问题的专门软件,如基于微机平台开发的模具数控编程软件 Surfcam、Mastercam、Edgcam,冲压件成形分析软件 Pamstamp、Dynaform,也可以是由企业根据要求进行二次开发形成的专用的功能模块,如运行在 Solidworks 软件平台上的模具设计软件 Imold,UG NX5.0 中的级进模向导模块 PDW,美国 PTC 软件公司与日本 TOYOTA 汽车公司在 Pro/E 软件基础上所开发的覆盖模型面设计模块 Pro/Dieface 等。由此可以看出,对应用软件的开发是 CAD/CAM 从业人员的一项很重要的工作。

### 3. 常见的模具 CAD/CAM 软件系统

(1)Pro/E。Pro/E 是美国 PTC 公司开发的 CAD/CAM 软件,该软件采用面向对象的统一数据库和全参数化建模技术,为三维实体建模提供了优良的开发设计平台。其特点是可以直接读取工业设计方案内部的零件与装配文件,即使在原始模型被修改后,仍然可以进行自动更新。Pro/E 的最显著的功能是,其 MOLDESIGN 模块不但可以建立几何外形,还可以产生模具的模芯和腔体以及完善模具的装配文件。

(2)UG NX。UG NX(Unigraphics NX)是美国 EDS 公司发布的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,它采用了 Parasolid 实体建模核心技术。从零件图设计到装配图都是从三维实体建模开始的,可视化程度很高。UG NX 的 CAM 模块功能非常强大,其一大特色是提供了一种产生精确刀具路径的方法,该模块允许用户可以通过观察刀具的运动来图形化地编辑刀具轨迹,它所自带的后置处理模块可以支持多种数控系统。另外,UG NX 具有多种图形文件接口,因此,在涉及复杂形体的模型时为设计者提供了很大的便利,特别适合大型企业和研究所使用。目前,UG NX 广泛地应用于模具加工及设计业、汽车制造业、航空航天业等。

(3)SolidWorks。SolidWorks 是美国 SolidWorks 公司推出的基于 Windows 平台的三维设计软件,是设计 2D 与 3D 产品的有效工具。其特点是可以组成一个以 SolidWorks 为核心的、完整的集成环境;可以实现结构分析、动态模拟、运动分析、数控加工和工程数据管理等功能;采用了特征管理员(feature manager)、COSMOS、DesignWorks、CAMWorks 等先进技术。

(4)SurfCAM。SurfCAM 是美国 Surfware 公司开发的基于 Windows 的数控编程系统,其自身附带全新透视图基底的自动化彩色编辑功能,可快速简捷地将一个模型分解成为型芯和型腔,从而节约了复杂零件的编程时间。

(5)AutoCAD。AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年开发的自动化计算机辅助设计软件,主要用于二维绘图、详细绘制、设计文档和基本的三维设计。经过 Autodesk 公司多年来不断地对其进行修改与完善,现在已经成为国际上广泛流行的绘图工具软件。

(6)EdgeCAM。EdgeCAM 是英国 Pathtrace 工程系统公司开发的一款新一代智能数控编程系统,是 CAM 领域中非常具有代表性的实体加工编程系统。EdgeCAM 软件的应用范围广泛,支持车、铣、车铣复合、线切割的编程操作。该软件可以完全在 Windows 环境下进行开发,并且继承了 Windows 应用程序的所有风格和特点,因此非常容易被新手接受。

(7)MasterCAM。MasterCAM 是由美国 CNC Software 公司开发的一种广泛应用的中低档 CAD/CAM 软件,该软件虽然三维建模功能稍弱,但操作简便,易于学习。由于该软件价格低廉且 CAM 功能很强,所以成为现在应用最广的 CAM 应用软件。

## 阶段 2 模具 CAD/CAM 的发展过程

模具 CAD/CAM 的发展过程要追溯到 20 世纪 50 年代,当时,美国麻省理工学院研制出了“旋风 1 号”计算机,它采用阴极射线管作为图形终端,并能显示图形。在 20 世纪 50 年代后期继而出现了光电笔和绘图仪,而 CAD 发展的开始标志就是图形输出设备的出现。到了 20 世纪 60 年代,交互式二维绘图和三维线框模型是这一时期 CAD 的主要技术特点,这种技术是利用解析几何的方法来定义有关图素,即点、线、圆,然后用这些定义好的图素绘制或显示由直线、圆弧组成的图形。

这时,一些汽车制造公司开始了模具 CAD 的研究。起初这一研究应用于汽车车身的设计,在此基础上复杂曲面的设计方法得到了发展,之后,各大汽车公司都先后建立了自己的 CAD/CAM 系统,同时将其应用于模具设计与制造中。而在几何造型方面,基于线框模型的 CAD 系统首先由飞机和汽车制造商开发并应用,它们在几何造型上的研究推动了模具 CAD 技术的发展。

20 世纪 70 年代是曲面造型与实体造型技术飞速发展的阶段,这一时期所开发的 CAD 软件均是实体造型与曲面造型兼备的系统,它们可以适用于复杂模具的设计和制造,在模具设计界得到了广泛的应用。

20 世纪 80 年代到 90 年代,是 CAD/CAM 技术广泛应用阶段,这一时期 CAD 技术的主要特征是实体建模(solid modeling)理论和几何建模方法。产品设计、制造对 CAD/CAM 技术的要求也越来越高,从而促使新理论、新算法的不断涌现和实体建模的边界表示(boundary representation;B-rep)法、构造实体几何数(constructive solid geometry,CSG)表示法在软件开发上得到应用。SDRC 公司的 I-DEAS 是基于实体建模技术的 CAD/CAM 软件,它不但能够进行三维建模、自由曲面设计,还可以进行有限元分析等工程设计。

目前,模具设计制造行业逐渐形成了高度集成化、并行化、智能化、柔性化、虚拟化和网络化等特点。未来模具 CAD/CAM 所追求的目标是如何降低生产成本,如何提高产品质量以及生产效率,在最缩短的设计制造周期内设计出最优秀的产品。由此可以看出,模具 CAD/CAM 技术的未来发展必然是朝着网络智能化、集成数字化、系统综合虚拟化的方向迈进。

### 实践活动

通过本章的学习,通过相关书籍或互联网查找并思考 CAD/CAM 系统对于国家的工业发展有哪些重要且深远的意义。

## 本章小结

1. 计算机辅助设计(CAD)以计算机硬件、软件系统为工具,用来辅助人们进行产品分析、设计、绘图、优化等工作,使人与计算机能够成功实现人一机对话,将人类智慧与计算机科学技术完美结合,从而形成一个问题求解、紧密配合的合作体。

2. 计算机辅助制造(CAM)是指产品制造的规划、设计、管理及控制由计算机和生产设备的直接或间接的联系来进行。计算机辅助制造在生产制造中占据着非常重要的地位。数控加工技术是现代化机械加工的重要基础与关键技术,而现在的数控加工工艺大多是通过CAM来实现的。

3. 计算机辅助工程(CAE)是指利用计算机系统来对复杂工程及产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、热传导、动力响应、弹塑性、三维多体接触等力学性能进行分析计算、辅助求解以及结构性能的优化设计的数值分析算法。

4. 计算机辅助设计与计算机辅助制造(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing,CAD/CAM),是20世纪最杰出的工程成就之一。CAD/CAM系统利用计算机技术,将设计人员从烦琐的数据查询、图形绘制工作中解脱出来。将人类的创造能力与计算机精确的数值计算和逻辑分析能力相结合,各自发挥其优势,从而高效、精确地设计生产出指定的产品,大大提高了产品的生产质量与生产效率。

5. 模具CAD/CAM系统大致可分为两类,即通用系统和专用系统。

6. 模具CAD/CAM系统具备的主要任务包括几何建模、工程绘图、计算分析、结构分析、计算机辅助工艺规划、工程数据管理、模拟仿真、优化设计。

7. 目前应用最广泛、最具有代表性的模具CAD/CAM技术是塑料注射模、铸造模、锻模CAD/CAM、级进模、汽车覆盖件模。

8. 模具CAD/CAM系统由硬件系统与软件系统组成。硬件包括计算机以及与之相关的外部设备,软件包括系统软件、应用软件、支撑软件。

## 本章习题

1-1 简述CAD、CAM、CAD/CAM的含义。



- 1-2 简述模具 CAD/CAM 的分类。
- 1-3 简述模具 CAD/CAM 的主要任务。
- 1-4 模具 CAD/CAM 的应用领域有哪些？
- 1-5 简述模具 CAD/CAM 的组成。
- 1-6 简述模具 CAD/CAM 的发展过程。