

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

模 具 设 计 与 制 造 系 列



模具CAD/CAM实用教程

——Pro/ENGINEER软件

黄晓燕 主编 刘庭华 主审

清华大学出版社



21 世纪高职高专规划教材

模具设计与制造系列

冷冲模结构与设计基础

塑料注塑模结构与设计

模具制造技术

模具制造技能

模具制造电切削加工技术

模具CAD/CAM实用教程—Pro/ENGINEER软件

模具铣削加工技能训练

模具钳工技能训练

潘宝权

杨占尧

朱树新

成百辆

邓建华

黄晓燕

潘宝权

梁亚志

ISBN 7-302-09292-3



9 787302 092926 >

定价：38.00元(含光盘)



配书 CD-ROM



世纪高职高专规划

模具设计与制造系列

模具CAD/CAM实用教程 ——Pro/ENGINEER软件

黄晓燕 主编 刘庭华 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书系统介绍模具 CAD/CAM 的基本理论和 Pro/ENGINEER 软件的具体应用。理论部分重点介绍模具 CAD/CAM 软件开发的基础知识;软件应用部分介绍 Pro/ENGINEER 2001 基本操作方法,重点在结合实例,阐述运用 Pro/ENGINEER 2001 进行塑件设计及模具设计制造的具体方法和步骤。本书配学习盘,主要内容是书中操作实例的动画演示和相关文件。

本书可作为高等工科院校,特别是高职高专院校的模具专业及机械类相关专业的教材,也可供从事模具 CAD/CAM 的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

模具 CAD/CAM 实用教程: Pro/ENGINEER 软件/黄晓燕主编. —北京: 清华大学出版社, 2004. 9

(21 世纪高职高专规划教材. 模具设计与制造系列)

ISBN 7-302-09292-3

I. 模… II. 黄… III. ①模具—计算机辅助设计 ②模具—计算机辅助制造 ③模具—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 085782 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

责任编辑: 束传政

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印 张: 28.25 字 数: 575 千字

版 次: 2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09292-3/TH·137

印 数: 1~5000

定 价: 38.00 元(附光盘)

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

前 言

模具 CAD/CAM 实用教程——Pro/ENGINEER 软件

模具 CAD/CAM 作为一门多学科综合性应用型新技术,是改造传统模具生产方式的关键技术,是一项高科技、高效益的系统工程,目前已成为现代模具技术的核心和重要的发展方向。而 Pro/ENGINEER 作为功能强大的 CAD/CAM 一体化软件是各模具企业运用最广泛的模具 CAD/CAM 软件之一,是模具设计制造从业人员非常有用的工具。它集零件设计、产品装配、模具开发、数控加工、钣金设计、铸造设计、逆向工程、自动测量、机构仿真、应力分析和产品数据库管理等功能于一体,以其强大的实体参数化建模功能而著称,深受广大模具技术人员的推崇。

为了满足各高职高专院校和企业培养模具 CAD/CAM 应用型人才的需要,我们编写了该教材,并力求在模具 CAD/CAM 理论基础上,以案例方式系统地介绍 Pro/ENGINEER 在塑件设计及模具设计制造中的具体运用。目的是让读者既能按书中详实的步骤完成塑件设计和模具的设计制造,同时又初步具有模具 CAD/CAM 软件的二次开发基础。

本书的特点是结合实例进行阐述,内容系统完整,从零件设计、模具设计到模具加工,由浅入深,让读者步步深入,扎实地学好每一个知识点。

本书共分为三篇。

第一篇为模具 CAD/CAM 技术基础。介绍了模具 CAD/CAM 的定义、组成和发展。并就模具 CAD/CAM 软件开发所涉及的基础知识,系统地介绍了软件开发基本流程,计算机对工程数据的处理,工程数据库的建立和调用,计算机对图形的处理,几何建模技术及数控加工与自动编程等内容,为模具 CAD/CAM 软件的二次开发打下理论基础。同时还简要介绍了目前企业运用较好,发展较快的模具新技术:逆向工程、快速原型制造和并行工程等。

第二篇为 Pro/ENGINEER 2001 基础。介绍了 Pro/ENGINEER 软件的特点、常用模块及设计思想;介绍了 Pro/ENGINEER 2001 的相关基础知识,包括硬件配置,软件安装,Pro/ENGINEER 2001 的工作环境;并详细介绍了 Pro/ENGINEER 2001 主菜单各选项及子菜单的主要功能及 Pro/ENGINEER 2001 界面的转换等。

第三篇为 Pro/ENGINEER 2001 零件设计及模具设计和制造。简要介绍了传统的注塑模设计和制造的有关知识及 Pro/ENGINEER 2001 的注塑模设计流程。通过大量实例,以手机零件及模具设计为主线,由浅入深地详细介绍了 Pro/ENGINEER 2001 零件设计、模具设计及模具加工所涉及到的模块和知识点,力求构建从零件设计到模具设计制造的 Pro/ENGINEER 软件系统。

本书所附光盘配有书中实例动画演示文件和书中演练所需的全部文档,建议读者先将光盘中的文件复制到计算机硬盘中,以方便使用。

本书实例全部进行了调试和校验,具有较强的可操作性,并配有动画演示。读者可按书中详细的步骤完成每一个实例,并可借助实例演示,快速掌握相关知识点。

本书编者为从事模具 CAD/CAM 方面科研和教学的工作者,参加本书编写工作的有成都电子机械高等专科学校的黄晓燕、彭志平;河南机械高等专科学校的杨占尧;成都大学的许强和成都 132 飞机制造公司的张颀。成都电子高等机械专科学校的俞杰科、李灏完成了书稿中实例的校验,并参与动画演示的制作。本书由黄晓燕主编,四川大学刘庭华教授审稿。

对本书编写过程中作者所在单位领导及同行的大力支持,以及对书中所引用的文献资料的作者一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误和不足之处恳请读者批评指正。作者的 E-mail: hxyxwj@mail.cec.edu.cn。

编 者

2004 年 5 月

目 录

模具 CAD/CAM 实用教程——Pro/ENGINEER 软件

第 1 篇 模具 CAD/CAM 技术基础

第 1 章 概述	3
1.1 CAD/CAM 技术	3
1.1.1 CAD/CAM 技术的定义	3
1.1.2 CAD/CAM 一体化技术	3
1.1.3 CAD/CAM 系统的基本功能	4
1.1.4 模具 CAD/CAM 技术的优越性	5
1.2 模具 CAD/CAM 系统组成	6
1.2.1 模具 CAD/CAM 硬件系统	7
1.2.2 模具 CAD/CAM 软件系统	8
1.2.3 模具 CAD/CAM 系统的配置原则	12
1.3 模具 CAD/CAM 技术的发展	13
1.3.1 模具 CAD/CAM 技术的应用现状	14
1.3.2 模具 CAD/CAM 技术的发展趋势	15
复习思考题 1	17
第 2 章 模具 CAD/CAM 软件开发基础	18
2.1 软件开发流程	18
2.2 工程数据处理基础	19
2.2.1 数值的程序化	20
2.2.2 数表的程序化	23
2.2.3 线图的程序化	28
2.3 工程数据库的建立与调用	29

2.3.1	数据库系统	29
2.3.2	工程数据库系统	31
2.3.3	工程数据库的建立与调用	33
2.4	图形处理基础	38
2.4.1	窗口—视区变换	39
2.4.2	图形裁剪	41
2.4.3	图形变换	43
2.4.4	图形的消隐	50
2.4.5	图形的光照处理	50
2.4.6	曲线和曲面	52
2.5	模具 CAD/CAM 建模技术	53
2.5.1	几何建模与特征建模	54
2.5.2	线框建模	55
2.5.3	表面建模	57
2.5.4	实体建模	59
2.5.5	特征建模	63
2.6	数控加工与自动编程	66
2.6.1	数控加工基本原理	67
2.6.2	数控编程	68
2.6.3	数控程序的检验与仿真	71
	复习思考题 2	72
第 3 章	模具 CAD/CAM 新技术简介	73
3.1	逆向工程技术	73
3.1.1	逆向工程的原理和应用	73
3.1.2	逆向工程的数据采集与后处理	74
3.1.3	逆向工程在模具设计制造中的应用	75
3.2	快速原型制造技术	78
3.2.1	快速原型制造的原理和应用	78
3.2.2	快速原型制造的分类	79
3.2.3	模具快速原型制造技术	80
3.3	并行工程技术	84
3.3.1	并行工程的思想	84
3.3.2	并行工程的特点	85

3.3.3 模具制造中并行工程的实施	85
复习思考题 3	90

第 2 篇 Pro/ENGINEER 2001 基础

第 4 章 Pro/ENGINEER 概述	93
4.1 Pro/ENGINEER 设计思想简介	93
4.2 Pro/ENGINEER 系统特点	94
4.3 Pro/ENGINEER 常用模块简介	95
4.4 学习 Pro/ENGINEER 的几点建议	97
复习思考题 4	98
第 5 章 Pro/ENGINEER 2001 基础知识	99
5.1 Pro/ENGINEER 2001 配置及安装	99
5.1.1 Pro/ENGINEER 2001 配置	99
5.1.2 Pro/ENGINEER 2001 系统安装	101
5.2 Pro/ENGINEER 2001 工作环境	101
5.2.1 启动 Pro/ENGINEER 2001	101
5.2.2 Pro/ENGINEER 2001 主界面	102
5.3 Pro/ENGINEER 2001 主菜单	108
5.3.1 File	108
5.3.2 Edit	115
5.3.3 View	115
5.3.4 Insert	128
5.3.5 Analysis	129
5.3.6 Info	130
5.3.7 Applications	132
5.3.8 Utilities	132
5.3.9 Window	136
5.3.10 Help	137
5.4 Pro/ENGINEER 2001 界面转换	138
复习思考题 5	141

第 3 篇 Pro/ENGINEER 2001 零件设计及模具设计

第 6 章 Pro/ENGINEER 2001 模具设计基础	145
6.1 注塑模设计及模具设计基础知识	145
6.1.1 典型的注塑模结构	145
6.1.2 传统的塑件及模具设计流程	148
6.2 Pro/ENGINEER 2001 塑件及模具设计流程	149
6.2.1 Pro/ENGINEER 2001 塑件设计流程	149
6.2.2 Pro/ENGINEER 2001 模具设计流程	150
6.3 Pro/ENGINEER 2001 塑件及模具设计实例	153
6.3.1 壳盖塑件设计	153
6.3.2 壳盖注塑模设计	159
复习思考题 6	171
第 7 章 Pro/ENGINEER 2001 草绘模块	172
7.1 草绘模块概述	172
7.2 基本图形元素绘制方法	175
7.2.1 直线、中心辅助线的绘制	175
7.2.2 矩形的绘制	176
7.2.3 圆的绘制	176
7.2.4 圆弧的绘制	176
7.2.5 圆角的绘制	178
7.2.6 绘制其他图形	178
7.2.7 绘制二维文字	179
7.3 图形编辑	180
7.3.1 剪裁、剪裁/延伸和打断	181
7.3.2 镜像、缩放/旋转和复制	182
7.3.3 移动和删除	183
7.4 尺寸标注与修改	184
7.4.1 线性尺寸标注	184
7.4.2 直径标注	186
7.4.3 角度标注	187
7.4.4 尺寸元素的移动、修改与删除	187
7.5 约束条件的应用	188

7.5.1 约束条件的使用	188
7.5.2 约束条件的删除和增加	190
7.6 草绘二维剖面图实例	191
7.6.1 实例 1: 绘制六边形剖面图	191
7.6.2 实例 2: 绘制板件剖面图	191
复习思考题 7	196
第 8 章 特征的建立	198
8.1 基准特征的建立	198
8.1.1 基准轴的建立	199
8.1.2 基准平面的建立	200
8.1.3 基准点的建立	201
8.1.4 基准曲线的建立	203
8.1.5 基准坐标系的建立	204
8.2 基本实体特征的建立	206
8.2.1 Extrude 特征	206
8.2.2 Revolve 特征	209
8.2.3 Sweep 特征	211
8.2.4 Blend 特征	217
8.3 特征的设计变化与显示控制	224
8.3.1 特征间的父子关系	224
8.3.2 进入特征修改、删除、隐藏的方法	225
8.3.3 修改特征	226
8.3.4 Delete 特征	228
8.3.5 特征的 Suppress、Resume 及 Hide	228
8.4 结构特征的建立	229
8.4.1 Hole 特征	229
8.4.2 Round 特征	233
8.4.3 Chamfer 特征	235
8.4.4 Cut 特征	237
8.4.5 Rib 特征	239
8.4.6 Shell 特征	241
8.4.7 Draft 特征	242
8.5 特征的复制和阵列	244
8.5.1 Copy	244
8.5.2 Pattern	248

8.6 高级特征的建立	250
8.6.1 Var Sec Swp 特征	250
8.6.2 Swept Blend 特征	257
8.6.3 Helical Swp 特征	260
8.6.4 五种与 Sweep 和 Blend 有关的特征比较	262
8.7 曲面特征的建立	262
复习思考题 8	282
第 9 章 零件装配	286
9.1 零件装配概述	286
9.1.1 Pro/E 零件装配流程	286
9.1.2 命令详解	287
9.2 Pro/E 零件装配方式	288
9.3 零件装配实例	292
复习思考题 9	295
第 10 章 零件设计实例	296
10.1 手机上壳体设计实例	296
10.2 手机下壳体设计实例	323
10.3 手机上下壳体装配实例	325
复习思考题 10	326
第 11 章 Pro/ENGINEER 2001 模具设计	327
11.1 Pro/ENGINEER 2001 模具设计概述	327
11.2 模具模型的建立	330
11.2.1 导入 Ref Model	330
11.2.2 导入 Workpiece	331
11.2.3 导入手机上壳体 Ref Model 和 Workpiece 实例	331
11.3 模型检测	337
11.3.1 Draft Check	337
11.3.2 Thickness Check	339
11.3.3 Plastic Adviser	341
11.4 塑件收缩率的设定	349
11.5 模具浇注系统的建立	350
11.6 模具水道的建立	352
11.7 模具分模面和体积块的建立	355

11.7.1 建立模具分模面	355
11.7.2 建立模具体积块	358
11.7.3 建立手机下、上壳体分模面和体积块实例	359
11.8 分割模具体积块	381
11.9 抽出模具体积块	385
11.10 注塑成型和开模	385
复习思考题 11	387
第 12 章 模具标准模架设计	388
12.1 模具布局	388
12.1.1 建立新文件	388
12.1.2 导入模具设计文件	388
12.1.3 建立模架	389
12.1.4 建立推杆	390
12.1.5 预装 Inj Machine(注塑机)	393
12.2 EMX 专用模座系统	395
12.2.1 进入 EMX 前的准备	395
12.2.2 建立新文件并导入模具成型零件的装配文件	396
12.2.3 建立标准模架	396
12.2.4 建立推杆	399
12.2.5 建立支承柱	401
12.2.6 建立滑块	401
复习思考题 12	405
第 13 章 Pro/ENGINEER 2001 模具数控加工	406
13.1 Pro/ENGINEER 2001 NC 概述	406
13.1.1 Pro/E NC 工艺设计过程	406
13.1.2 Pro/E NC 数控加工步骤	406
13.1.3 MANUFACTURE 菜单管理器	407
13.1.4 Pro/E NC 加工法	409
13.2 Pro/E NC 加工实例	409
13.2.1 Phone-X13 型腔板加工实例	409
13.2.2 Phone-X13 型芯的 NC 加工实例	424
复习思考题 13	435
参考文献	436

第 1 篇

模具 CAD/CAM 技术基础

- 第 1 章 概述
- 第 2 章 模具 CAD/CAM 软件开发基础
- 第 3 章 模具 CAD/CAM 新技术简介

概 述

随着 CAD/CAM 技术的迅猛发展,许多企业已将模具 CAD/CAM 技术运用到实际的生产当中,把产品的数字化模型→工程分析→模具设计→数控编程→模拟加工→生产加工等环节融为一体,进行整个生产周期的全方位预测和控制。本章结合现代模具设计与制造,主要介绍 CAD/CAM 技术的定义、模具 CAD/CAM 系统的组成和模具 CAD/CAM 技术的发展等内容。

1.1 CAD/CAM 技术

1.1.1 CAD/CAM 技术的定义

CAD/CAM 是计算机辅助设计(Computer Aided Design)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing)的简称,是指以计算机为主要的技术手段,对产品从构思到投放市场的整个过程中的信息进行分析和处理,利用生成的各种数字和图形信息,完成产品的设计和制造。它能将传统的相对独立的设计和制造作为一个整体考虑,实现信息处理的高度一体化。

计算机辅助设计(CAD)是指技术人员以计算机为工具,对产品进行分析、计算、绘图和编写技术文件等活动。我们可以把创造性的思维活动和实际经验,转换成计算机可以处理的数学模型和程序,在程序中综合分析,进行判断和评价,并控制整个设计过程。在设计中,利用计算机辅助分析(CAE)软件对所创新的设计方案进行可靠性分析,并进行模拟仿真,及时发现设计缺陷,优化设计结果。

计算机辅助制造(CAM)是指利用计算机对制造过程进行设计、管理和控制。它既包括与加工过程直接相关的工艺设计、数控编程和计算机监控等内容,也包括与加工过程间接相关的支持性活动,如用计算机进行的生产管理和经营管理等。

1.1.2 CAD/CAM 一体化技术

我们知道,制造中所需的信息和数据大多来自设计阶段,因此对制造和设计来说这些

数据和信息是共享的。实践证明,将计算机辅助设计和制造作为一个整体来考虑,可以取得更明显的效益,这就是 CAD/CAM 一体化技术。如图 1-1 所示,理想的 CAD/CAM 一体化系统共用一个数据库,设计和制造所需的信息都储存在共用数据库里,实现了产品设计、工艺规程编制、生产过程控制、质量检测和生产管理等全过程的高度集成。



图 1-1 CAD/CAM 一体化系统的理想模式

目前,许多企业的 CAD/CAM 技术还不能实现真正意义上的一体化, CAD/CAM 及其他相关模块间的信息传输大多采用接口转换程序来实现。但随着科学技术的发展,不同功能的 CAD 和 CAM 模块间的信息传递将成为可能,必将实现 CAD/CAM 信息的高度一体化。

1.1.3 CAD/CAM 系统的基本功能

在 CAD/CAM 系统中,计算机主要帮助人们完成产品结构描述、工程信息表达、工程信息传输与转化、结构及过程的分析与优化和信息管理与过程管理等工作。因此, CAD/CAM 系统应具备以下基本功能。

(1) 几何造型

几何造型是 CAD/CAM 系统的核心,它为产品的设计、制造提供基本数据,同时也为其他模块提供原始的信息。CAD/CAM 系统应具有二维和三维造型功能,并能实现二维与三维图形间的相互转换,具有动态显示、消隐和光照处理的能力。用户不仅能构造各种产品的几何模型,还能随时观察和修改模型或检验零部件装配的结果。

(2) 计算分析

计算分析是工程设计不可缺少的部分,也是传统设计中一项复杂繁琐的工作。CAD/CAM 系统正好可以发挥计算机强大的分析计算功能,完成复杂的工程分析计算。如力学分析计算、设计方案的分析评价和几何特性的分析计算等。

(3) 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。优化包括总体方案的优化、产品零件结构的优化和工艺参数的优化等。优化是 CAD/CAM 系统中一个重要的组成部分。