

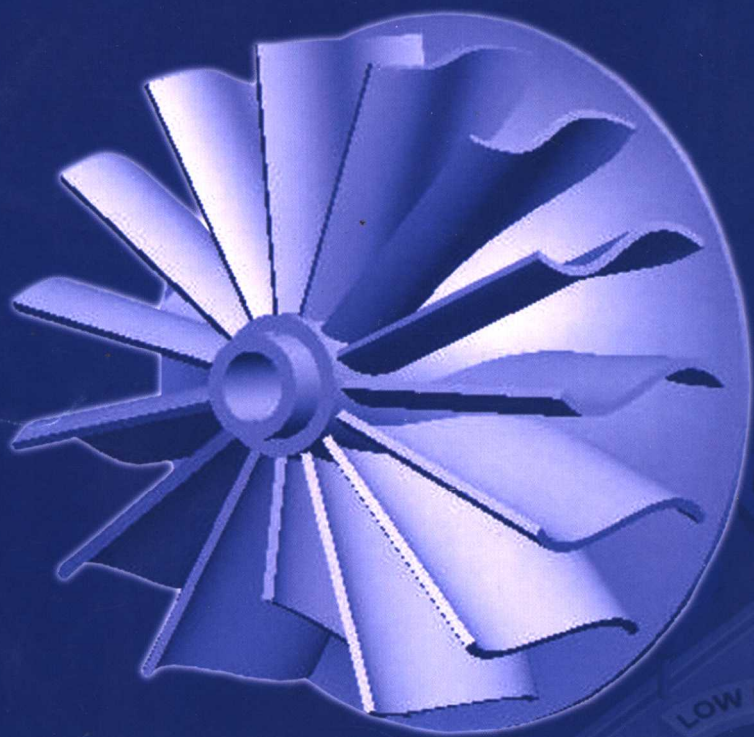
◇ CAD/CAM软件应用实例丛书

图书精彩讲解
光盘动态演示

Pro/ENGINEER Wildfire

产品设计实例精解

● 曹岩 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM 软件工程应用实例丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 产品设计实例精解

曹岩 主编

李建华 陶毅 副主编



机械工业出版社

Pro/ENGINEER Wildfire 是由美国参数科技公司 (PTC) 开发的, 用于设计、分析和制造各种机械零件的软件。本书从使用者的角度出发, 通过融经验技巧于一体的典型实例讲解, 系统深入地介绍其主要功能和使用, 使读者在完成各种不同实例的产品建模过程中, 系统掌握在 Pro/ENGINEER Wildfire 中进行钣金件, 箱体类, 壳体类, 凸轮、齿轮类、薄壁类, 叶轮叶片类, 旋转体类, 螺旋体产品零件的建模方法与过程。在配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画, 以方便读者理解和掌握相关知识。

本书内容全面, 循序渐进, 以图文对照方式进行编写, 通俗易懂。适合 Pro/ENGINEER Wildfire 用户迅速掌握和全面提高使用技能, 并可供企业、研究机构、大中专院校从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 产品设计实例精解/ 曹岩主编. —北京: 机械工业出版社, 2005. 6

(CAD/CAM 软件工程应用实例丛书)

ISBN 7-111-17333-3

I. P... II. 曹... III. 工业产品—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire ·IV. TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 101454 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: 王思慧

责任编辑: 陈 静

责任印制: 杨 曦

高等教育出版社印刷厂印刷

2005 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 19 印张 · 471 千字

0 001—5 000 册

定价: 34.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话: (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

《CAD/CAM 软件工程应用实例丛书》前言

计算机辅助设计/计算机辅助制造 (CAD/CAM) 技术是先进制造技术的重要组成部分, 是计算机技术在工程设计、制造等领域中具有重要影响的高新技术。CAD/CAM 技术的推广应用有助于利用电子信息技术改造传统产业, 提高企业的活力、竞争能力、市场应变能力和技术创新能力。CAD/CAM 软件作为企业信息化基础应用软件, 其发展过程和趋势是从单项技术的应用到各种技术的集成化应用, 从单个企业向集团联盟化发展, 这不仅是 CAD/CAM 技术和产品的趋势, 同时也反映了制造业信息化技术的应用趋势。CAD/CAM 技术和系统的发展和应用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻变化, 产生了巨大的经济和社会效益。

我国的 CAD/CAM 工作从 20 世纪 70 年代开始以来, 经过不断的发展和推广应用, 取得了良好的经济和社会效益。少数大型企业已建立起比较完善的 CAD/CAM 系统, 一些中小企业在保证产品质量、提高劳动率等方面也取得了显著效益。以“甩图板”为目标实现绘图设计自动化成为推广应用 CAD/CAM 技术的突破口, 使其在企业中得到广泛应用。但是 CAD/CAM 技术并不仅仅局限于绘图设计自动化, 随着计算机技术、网络技术、CAD/CAM 技术等快速发展, 如何深化推广应用 CAD/CAM 技术并提高 CAD/CAM 应用的层次, 成为人们特别关注的问题。

尽管我国开展 CAD/CAM 技术应用工作并不晚, 但是从整体上看, 国内 CAD/CAM 技术应用的深度和广度与国外先进水平相比还存在很大差距。作为一种先进手段和工具, CAD/CAM 技术提高了企业的设计和制造能力, 但 CAD/CAM 技术并不能代替人的设计和制造行为、专业技术人员的创造能力和工作经验等。波音、福特等国外企业 CAD/CAM 技术的良好应用是得益于其应用经验积累和培养出的高素质技术队伍, 而国内目前非常缺乏能够同时掌握计算机软、硬件技术又具有丰富专业知识的人才。

CAD/CAM 技术的发展先后经过大型机、小型机、工作站和微机时代, 每个时代都有当时主流 CAD/CAM 软件。现在工作站和微机平台上运行的 CAD/CAM 软件已经占据主导地位; 相应地, 主流 CAD/CAM 商品化软件主要分为两大类: 以 Pro/Engineer、Unigraphics、Catia 等为代表的在工作站上运行的 CAD/CAM 软件和以 SolidWorks、Inventor、MDT 等为代表的在微机平台上运行的 CAD/CAM 软件。随着微机技术的飞速发展, 以前只能运行在工作站上的 CAD/CAM 软件也推出了在微机平台上运行的版本。

丛书定位

按照机械工程设计实践要求, 以应用为主线, 突出实用性, 通过各种实例的讲解, 如轴、杆、齿轮、轴承、紧固件、离合器、联轴器、风机、压缩机、液压件、模具、阀等, 使用户系统地掌握软件的功能和使用。根据软件的特点和功能, 每种软件按照其应用领域分别编写

几本图书,从不同的侧面来全面介绍其使用,主要包括以下几种:

(1) **工程设计实例精解**:以箱体类、板杆类、旋转体类、基体类、钣金类、曲面类等典型零件为例,精解其零件建模→装配→工程图的过程。

(2) **工业设计实例精解**:主要针对目前工业造型、工业设计、工业艺术等专业,以各类典型零件为例,重点讲解各类复杂曲面、型面、曲面等功能及应用。

(3) **模具设计实例精解**:以注塑模、冲压模、注射模、锻模等典型模具零件为例,精解其零件建模→装配/模架→分析→工程图→数控加工的过程。

(4) **模具加工实例精解**:针对 Cimatron、Mastercam 软件,以注塑模、冲压模、注射模、锻模等各类典型模具零件为例,精解其零件建模→数控加工的过程。

(5) **曲面造型实例精解**:以空间凸轮类、叶片类、涡轮类、自由曲面类、复杂型面类、艺术曲面类等典型零件为例,精解其零件建模→装配→工程图的过程。

(6) **数控加工实例精解**:以箱体类、板杆类、旋转体类、基体类、钣金类、曲面类等典型零件为例,精解其加工刀位轨迹生成→加工仿真→NC 后处理等过程。

读者对象

本书内容新颖实用,实例丰富,可供从事机械设计与制造、模具、钣金、焊接等专业工程技术人员以及 CAD/CAM 研究与应用人员参阅,尤其适用于具有一定使用基础的中初级用户参考和使用。也可作为 CAD/CAM 等相关课程的教材或参考书,供各类学生使用或参考。

结构安排

(1) 首先概述软件的基本知识,包括基本概念与术语、用户界面与操作方法、设计过程与设计方法等。然后通过各类典型实例详细讲解软件使用。

(2) 每一章开始的【内容】、【实例】和【目的】部分有助于读者从整体上了解各章将要介绍的内容及其讲解思路,便于读者掌握所介绍的内容和有选择地进行阅读。

(3) 每一章以某一类实例为主,介绍软件使用,使读者在使用软件的过程中精通软件系统的各种功能。

(4) 配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画,便于读者理解和掌握相关知识。

(5) 在实例讲解过程中,适时进行技巧分析和知识扩展,便于读者全面掌握软件功能。

近期出版的图书

选择目前广泛运行于微机平台之上的主流 CAD/CAM 软件,分批出版相应图书,介绍其使用。第一批出版的图书目录如下:

(1) 《SolidWorks 2004 产品设计实例精解》;

(2) 《SolidWorks 2004 模具设计实例精解》;

(3) 《SolidWorks 2005 曲面建模实例精解》;

(4) 《Mastercam 9.1 数控加工实例精解》;

- (5) 《Mastercam 9.1 模具加工实例精解》;
 - (6) 《UG NX2 产品设计实例精解》;
 - (7) 《UG NX2 模具设计实例精解》;
 - (8) 《Pro/ENGINEER Wildfire 工业设计实例精解》;
 - (9) 《Pro/ENGINEER Wildfire 产品设计实例精解》;
 - (10) 《Pro/ENGINEER Wildfire 模具设计实例精解》;
 - (11) 《Pro/ENGINEER Wildfire 数控加工实例精解》;
 - (12) 《CATIA V5R12 曲面建模实例精解》;
 - (13) 《CATIA V5R12 产品设计实例精解》;
 - (14) 《Cimatron 建模与数控加工实例精解》。
- 《CAD/CAM 软件工程应用实例丛书》由曹岩、赵汝嘉主编。

前 言

Pro/ENGINEER 是美国参数科技公司 (PTC) 开发, 用于设计、分析和制造各种机械零件的软件, 广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车、航天等行业。它集零件设计、钣金设计、造型设计、模具开发、数控加工、逆向工程、机构仿真、有限元分析和产品数据库管理等功能于一体, 并具有参数化设计、三维实体模型、特征驱动和单一数据库功能等特性。随着 Pro/ENGINEER 版本的不断升级, 其功能越来越强大, 已成为当今世界最为流行的 CAD/CAM 软件之一, 并在世界范围内拥有相当大的客户群, 很多大的企业、研究所和大学都采用 Pro/ENGINEER 作为其研究开发的基础软件平台。Pro/ENGINEER Wildfire 是 PTC 公司开发的最新版本。

目前关于 Pro/ENGINEER 软件基础教程和模型设计的通用书籍已比较普遍, 但是这些书籍在辅助设计者进行具体专业领域的零件设计时仍显不足。本书以钣金件、箱体类、壳体类、凸轮、齿轮类零件、薄壁类、叶轮叶片类、旋转体类、螺旋体产品零件的建模为例, 精解其建模方法和过程, 为设计者在进行典型零件设计时提供一定的帮助和指导。

本书从使用者的角度出发, 通过融经验技巧于一体的典型实例讲解, 系统介绍在 Pro/ENGINEER Wildfire 中进行各类产品建模的方法与过程。在配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画, 以方便读者理解和掌握相关知识。主要内容包括:

- (1) Pro/ENGINEER Wildfire 的特点、系统需求、功能模块、工作界面、主菜单、工具栏、导航面板、视图操作、系统设置、模型设置、零件建模的一般过程等知识;
- (2) 钣金件建模的相关知识、各种命令的使用以及钣金件设计过程;
- (3) 箱体类零件建模的相关知识、各种命令的使用及其操作方法;
- (4) 壳体类零件建模的方法以及拉伸、旋转、抽壳等建模命令的使用;
- (5) 凸轮齿轮类零件建模的方法, 通过方程创建曲线的功能, 进一步理解参数化设计的含义及优越性;
- (6) 曲面特征造型的方法, 基准曲线、边界曲线及边界曲面生成的方法;
- (7) 叶轮叶片类零件建模的方法, 拉伸、旋转、倒圆角、孔操作、复制、合并、阵列、镜像、扫描等造型方法的综合运用;
- (8) 旋转体类零件建模的方法, 模型的尺寸驱动、尺寸及几何特征修改的基本方法;

(9) 创建旋转体类零件的过程及创建螺旋特征有关命令的用法。

本书内容全面,循序渐进,以图文对照方式进行编写,通俗易懂。适合 Pro/ENGINEER Wildfire 用户迅速掌握和全面提高使用技能,并可供企业、研究机构、大中专院校从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

全书由曹岩任主编,李建华、陶毅任副主编。第 1、2 章由龚晓燕编写,第 3 章由龚晓燕、王海宇编写,第 4 章由张红兵、王海宇编写,第 5 章由张红兵、张传伟编写,第 6 章由张红兵编写,第 7 章由张传伟编写,第 8 章由张传伟、王海宇编写,第 9 章由赵建宏、张传伟编写。其他参编人员还有曹森、谭毅、施军良等。

由于时间及作者水平所限,疏漏之处在所难免,希望读者不吝指教,作者在此深表谢意。

编者

2005 年 5 月

目 录

《CAD/CAM 软件工程应用实例丛书》前言

前言

第 1 章 系统概论.....	1
1.1 Pro/ENGINEER 的特点	1
1.1.1 基于特征的建模方式	1
1.1.2 参数化设计	1
1.1.3 单一数据库和全相关性	2
1.1.4 模块化的设计方式	2
1.2 系统需求、功能模块	2
1.2.1 系统需求	2
1.2.2 功能模块	2
1.3 工作界面	4
1.4 主菜单	5
1.4.1 “文件”菜单	5
1.4.2 “编辑”菜单	7
1.4.3 “视图”菜单	8
1.4.4 “插入”菜单	8
1.4.5 “分析”菜单	8
1.4.6 “信息”菜单	9
1.4.7 “应用程序”菜单	9
1.4.8 “工具”菜单	10
1.4.9 “窗口”菜单	10
1.4.10 “帮助”菜单	10
1.5 工具栏	10
1.6 导航面板	12
1.6.1 模型树	13
1.6.2 文件夹导航器	13
1.6.3 收藏夹导航器	13
1.6.4 连接导航器	14
1.7 视图操作	14
1.7.1 已存的视图方向	15
1.7.2 设置视图方向	15
1.7.3 图层控制	15
1.8 系统设置	15
1.8.1 设置工作目录	15

1.8.2	创建和编辑配置文件	16
1.8.3	设置映射键（热键）	18
1.8.4	自定义操作界面	19
1.8.5	系统颜色设置	22
1.9	模型设置	23
1.9.1	模型渲染设置	23
1.9.2	环境设置	23
1.9.3	模型与基准显示设置	24
1.10	零件建模的一般过程	26
1.10.1	零件设计的基本步骤	26
1.10.2	零件设计基本流程	26
第2章	钣金件的建模	27
2.1	钣金件设计方法	27
2.1.1	钣金件设计思想	27
2.1.2	钣金件设计的基本步骤和流程	27
2.2	计算机机箱侧盖的创建	28
2.2.1	建立基础特征——第一面薄壁	28
2.2.2	生成一个直立薄壁	30
2.2.3	在基础特征上构建一个长条形薄壁	31
2.2.4	在长条形薄壁上构建出5个弯勾	31
2.2.5	镜像复制出钣金件的下半部	33
2.2.6	在钣金件的最右端构建一个紧贴第一面薄壁的长条形薄壁	34
2.2.7	在新建的长条形薄壁上构建3个卡勾	34
2.2.8	在钣金件左方构建圆孔特征	36
2.2.9	在面板上构建凹陷区	37
2.2.10	在面板上构建圆孔阵列	38
2.2.11	保存退出	39
2.3	电源盒底盖的创建	39
2.3.1	建立基础特征——第一面薄壁	39
2.3.2	在顶角处生成一个圆孔特征	40
2.3.3	在前端面生成角折弯特征	41
2.3.4	镜像复制生成的特征	42
2.3.5	在左边创建折弯特征	42
2.3.6	生成U形切割特征	43
2.3.7	在右边创建折弯角	44
2.3.8	在变形区域创建小腰形孔	45
2.3.9	延拓前面薄壁的右端	46
2.3.10	镜像复制已生成的特征	46
2.3.11	生成印帖特征	46

2.3.12	阵列生成的印帖特征	47
2.3.13	在右侧面上生成长腰孔阵列	48
2.3.14	在左侧创建电源插座孔	48
2.3.15	电源插座孔的同一侧面创建风扇出气孔	50
2.3.16	创建印贴特征	51
2.3.17	存盘退出	53
第3章	箱体类零件的建模	54
3.1	下箱体的建模	54
3.1.1	零件分析	54
3.1.2	新建零件	56
3.1.3	创建基础实体	56
3.1.4	创建装配凸缘	57
3.1.5	创建轴承座凸台	57
3.1.6	创建肋板	58
3.1.7	创建安装凸台	60
3.1.8	镜像已创建的特征	61
3.1.9	创建主要的切削特征	61
3.1.10	创建其他的附加特征	65
3.1.11	对箱体的外部进行渲染	69
3.1.12	存盘退出	69
3.2	上箱盖的建模	70
3.2.1	零件分析	70
3.2.2	新建零件	71
3.2.3	创建基础实体	72
3.2.4	创建内腔	72
3.2.5	创建装配凸缘	73
3.2.6	创建轴承座凸台	73
3.2.7	创建装配凸台	75
3.2.8	创建加强肋	76
3.2.9	镜像已创建的特征	77
3.2.10	创建主要的孔	77
3.2.11	创建其他的孔	80
3.2.12	创建倒角和未铸圆角	85
3.2.13	对箱体的外部进行渲染	86
3.2.14	存盘退出	86
3.3	模具安装座的建模	86
3.3.1	零件分析	86
3.3.2	新建零件	88
3.3.3	创建拉伸特征	88

3.3.4	创建两端面 M8×1 螺纹孔	89
3.3.5	创建台阶面沉孔	90
3.3.6	阵列台阶孔	91
3.3.7	镜像台阶孔	92
3.3.8	创建侧面螺纹孔	92
3.3.9	镜像螺纹孔	93
3.3.10	创建倒圆角及倒角	94
3.3.11	存盘退出	95
第 4 章	壳体类零件的建模	96
4.1	壳体类零件建模的几种方法	96
4.2	手动工具电池前盖的建模	101
4.2.1	零件分析	101
4.2.2	新建零件并设置工作环境	101
4.2.3	创建基础实体	105
4.2.4	创建内腔	106
4.2.5	创建安装凸台	106
4.2.6	创建表面凹槽	107
4.2.7	创建连接孔	108
4.2.8	创建内腔下端结构	109
4.2.9	创建外壁凸台	109
4.2.10	创建内腔凸出结构	111
4.2.11	创建外壁与内腔的对称结构	112
4.2.12	创建外壁孔	113
4.2.13	创建沉头孔	114
4.2.14	创建内腔上端实体结构	114
4.2.15	创建内腔上端阶梯孔结构	115
4.2.16	创建细部结构	115
4.2.17	保存退出	117
4.3	鼠标外形的建模	117
4.3.1	零件分析	117
4.3.2	新建零件并设置工作环境	120
4.3.3	创建上表面	120
4.3.4	创建底面	120
4.3.5	连接上表面和底面	122
4.3.6	创建侧面	122
4.3.7	连接所创建的各个面	123
4.3.8	创建侧面	124
4.3.9	连接所创建的各个面	125
4.3.10	创建上表面与侧面的过渡曲面	125

4.3.11	创建鼠标键曲面	127
4.3.12	保存退出	130
第 5 章	凸轮、齿轮类零件的建模	131
5.1	等速运动的对心移动尖顶从动盘形凸轮的建模	131
5.1.1	新建零件并设置工作环境	131
5.1.2	创建凸轮基圆基准曲线	132
5.1.3	创建凸轮渐开线基准曲线	132
5.1.4	创建凸轮远休止角的圆基准曲线	133
5.1.5	创建凸轮	133
5.1.6	创建凸轮中心轴孔	134
5.1.7	创建倒圆角	136
5.1.8	保存退出	136
5.2	渐开线齿轮的建模 (一)	136
5.2.1	新建零件并设置参数	137
5.2.2	创建基准曲线	138
5.2.3	创建齿廓曲线	142
5.2.4	创建曲面特征	145
5.2.5	创建第一个轮齿	146
5.2.6	创建其他轮齿	147
5.2.7	创建轮齿中心轴孔	149
5.2.8	更改参数, 改变齿轮设计	151
5.2.9	保存退出	152
5.3	渐开线齿轮的建模 (二)	153
5.3.1	零件分析	153
5.3.2	新建零件	156
5.3.3	创建曲线	156
5.3.4	创建基础实体	160
5.3.5	创建齿槽	161
5.3.6	旋转复制齿槽	162
5.3.7	阵列齿槽	162
5.3.8	创建齿轮辐板	162
5.3.9	创建拔模特征	164
5.3.10	创建孔	164
5.3.11	旋转复制孔	165
5.3.12	阵列孔	165
5.3.13	创建轮轴	166
5.3.14	创建轮孔	166
5.3.15	创建倒角	167
5.3.16	创建倒圆角	167

5.3.17	保存退出	168
第 6 章	薄壁类零件的建模	169
6.1	汤匙的建模	169
6.1.1	零件分析	169
6.1.2	新建零件	170
6.1.3	创建基准特征	170
6.1.4	创建汤匙把曲线特征	170
6.1.5	创建汤匙头部曲线特征	172
6.1.6	创建汤匙底部曲线特征	172
6.1.7	创建汤匙曲面造型特征	173
6.1.8	由曲面创建薄壁特征	175
6.1.9	保存退出	175
6.2	灯罩的建模	175
6.2.1	零件分析	175
6.2.2	新建零件	176
6.2.3	创建波纹曲线	176
6.2.4	创建圆曲线	177
6.2.5	创建 8 个基准点	178
6.2.6	创建 4 条曲线	179
6.2.7	创建曲面	179
6.2.8	由曲面创建薄壁特征	180
6.2.9	保存退出	181
第 7 章	叶轮叶片类零件的建模	182
7.1	叶轮的建模	182
7.1.1	零件分析	182
7.1.2	新建零件	183
7.1.3	创建基础实体	185
7.1.4	创建叶片	187
7.1.5	修剪叶片	189
7.1.6	创建倒圆角	190
7.1.7	旋转复制叶片	192
7.1.8	旋转阵列叶片	193
7.1.9	创建安装孔一	194
7.1.10	创建安装孔二	195
7.1.11	保存退出	198
7.2	风扇的建模	198
7.2.1	零件分析	198
7.2.2	新建零件	200
7.2.3	创建基础实体	200

7.2.4	创建拉伸特征一	202
7.2.5	创建内腔	203
7.2.6	创建叶片	204
7.2.7	修剪叶片	206
7.2.8	创建倒圆角	207
7.2.9	旋转复制叶片	208
7.2.10	创建安装轴	208
7.2.11	创建安装孔	209
7.2.12	创建肋板	210
7.2.13	旋转阵列肋板	211
7.2.14	保存退出	211
第 8 章	旋转体类零件的建模	212
8.1	带轮的建模	212
8.1.1	零件分析	212
8.1.2	新建零件	213
8.1.3	创建轮毂	214
8.1.4	创建带轮基体	215
8.1.5	创建轮槽	215
8.1.6	创建辐板	217
8.1.7	创建拔模特征	218
8.1.8	创建辐板上的孔	219
8.1.9	创建倒角	221
8.1.10	创建倒圆角	221
8.1.11	保存退出	222
8.2	端面法兰盖的建模	222
8.2.1	零件分析	222
8.2.2	新建零件	223
8.2.3	创建基础实体	224
8.2.4	创建并阵列台阶孔	224
8.2.5	创建并阵列肋板	225
8.2.6	保存退出	227
8.3	轴类零件的建模	227
8.3.1	机床主轴的建模	229
8.3.2	偏心轴的建模	229
第 9 章	螺旋体类零件的建模	234
9.1	双头螺柱的建模	234
9.1.1	零件分析	234
9.1.2	新建零件	236
9.1.3	创建基础实体	236

9.1.4	创建倒角	236
9.1.5	创建螺纹	237
9.1.6	创建螺纹收尾	237
9.1.7	创建倒圆角	239
9.1.8	镜像复制螺柱	239
9.1.9	保存退出	240
9.2	变螺距螺杆的建模	240
9.2.1	零件分析	240
9.2.2	新建零件	242
9.2.3	创建基础实体	242
9.2.4	创建齿	243
9.2.5	修剪齿	245
9.2.6	创建倒角	246
9.2.7	创建倒圆角	247
9.2.8	创建花键槽	247
9.2.9	旋转复制花键槽	249
9.2.10	阵列花键槽	250
9.2.11	创建端部的环槽	250
9.2.12	保存退出	251
9.3	塑料机械螺杆的建模	251
9.3.1	零件分析	251
9.3.2	新建零件	255
9.3.3	创建等距螺旋	256
9.3.4	创建变距螺旋	257
9.3.5	创建螺旋底径	259
9.3.6	创建螺旋外径	260
9.3.7	创建螺旋尾部圆柱	261
9.3.8	创建螺旋头部倒圆角	262
9.3.9	创建螺旋底径头部	264
9.3.10	创建屏障段	265
9.3.11	创建进口屏障槽	265
9.3.12	阵列进口屏障槽	267
9.3.13	隐藏进口屏障槽组的基准平面	268
9.3.14	创建出口屏障槽	270
9.3.15	阵列出口屏障槽	271
9.3.16	隐藏出口屏障槽组的基准平面	272
9.3.17	创建进出口屏障槽之间的切削特征	272
9.3.18	镜像进出口屏障槽之间的切削特征	274
9.3.19	阵列进出口屏障槽之间的切削特征	276

9.3.20 阵列镜像后的进出口屏障槽之间的切削特征 277

9.3.21 隐藏进出口屏障槽之间的切削特征组的基准平面 277

9.3.22 创建销钉混炼头底径 277

9.3.23 创建销钉 278

9.3.24 阵列销钉特征 282

9.3.25 隐藏销钉头特征组的基准平面 284

9.3.26 创建螺杆尾部旋转特征 284

9.3.27 创建键槽切削特征 285

9.3.28 隐藏键槽切削特征创建过程中的基准平面 287

9.3.29 创建螺旋尾部倒圆角 287

9.3.30 保存退出 288