



Pro/ENGINEER

野火版 实用教程

姚兴军 编著



Pro / ENGINEER

野火版 实用教程

姚兴军 编著

人民邮电出版社

内 容 简 介

Pro/ENGINEER 被广泛地应用于机械、电子、工业造型、航空航天与家电等领域, 已经成为“信息化带动工业化”的重要工具软件。它集零件设计、装配、工程图、钣金设计、模具设计、NC 加工、造型设计、逆向工程、运动模拟以及有限元分析等功能于一体, 涵盖了产品设计制造的全过程, 功能强大, 逐渐成为了业界新标准。

2003 年 6 月正式发布的 Pro/ENGINEER “野火 (Wildfire) 版”, 在功能上有了很大的增强, 在界面和使用风格上更加 “Windows” 化, 操作更简捷、方便, 更容易学习和掌握。

本书以简练的语言和丰富的工业设计实例讲解 Pro/ENGINEER Wildfire(野火版) 的基本知识、应用方法, 使读者能够迅速掌握从零件的三维建模、三维装配到生成工程图的一整套方法, 熟悉利用 Pro/ENGINEER 进行工业设计的一般过程。在本书中还将结合实例讲解 “自顶而下设计”、“并行设计” 等现代工业设计思想。

本书将知识讲解和实例解析有机地结合在一起, 主要面向用 Pro/ENGINEER 进行工业设计的初、中级的用户。可作为工业设计类专业的 CAD/CAM 教材, 也可以作为工程技术人员学习使用 Pro/ENGINEER 软件的自学教材。

素材文件的获取

为降低图书成本, 本书省去光盘。

本教材每课内容所需的练习素材的文件已上传到人民邮电出版社官方网站上, 读者可以随时在网站下载使用。

网址: www.ptpress.com.cn 中的 “下载区/教材/Pro/ENGINEER 野火版实用教程”

前 言

Pro/ENGINEER 作为 PTC 全球发行的首套用于产品开发领域的“全方位”一体化产品设计和开发系统 (PDS)，其单一数据库、参数化、基于特征、全相关及工程数据再利用等概念改变了 MDA 的传统观念，成为业界新标准。掌握 Pro/ENGINEER 已经成为现代工程师的重要标志之一。

2003 年 6 月 10 日，PTC 正式发布了代号为“野火 (Wildfire)”的最新版本。野火版不仅在功能上有了很大的增强，在界面和使用风格上也非常注重与 Windows 操作系统平台的良好融合。新版本的 Pro/ENGINEER，操作更为简捷、方便，学习起来更容易。

野火版很好地兼顾了新用户和资深用户的需求。可让新用户通过“图标板 (Dashboard)”来了解工具；让资深用户通过“直接建模 (Direct Modeling)”即直接处理模型，来加快建模速度。“图标板”专门用来指导用户该去哪里，并告诉用户应该做什么。用户需要的常用功能可以随时通过游动面板获得。而“直接建模”允许用户直接使用鼠标处理模型，而无需使用菜单。通过“图标板”和“直接建模”可实现快速入门和高效使用。

本书充分体现了 Pro/ENGINEER 野火版的友善、易学及操作方便的特性；强调了工业设计要符合机械的工艺规范，保证模型的可修改性和可共享性；充分利用 Pro/ENGINEER 的强大功能，贯彻现代机械设计的理念，例如，白顶而下的设计、行为建模和并行设计等。

全书共分为 5 部分，各部分介绍如下。

第一部分 Pro/ENGINEER 基础和草绘功能：介绍 Pro/ENGINEER 的基础知识和野火版新功能，讲解草绘的建立方法。

第二部分 Pro/ENGINEER 基本建模功能：介绍 Pro/ENGINEER 建模的基本方法，包括基准特征、实体特征和曲面特征的生成，特征的复制和操作。

第三部分 装配和工程图功能：介绍 Pro/ENGINEER 装配的方法以及由三维模型生成平面工程图的方法。

第四部分 Pro/ENGINEER 高级建模功能：介绍 Pro/ENGINEER 的高级特征（包括实体和曲面）的创建方法，以及一些 Pro/ENGINEER 的使用技巧。

第五部分 综合实例：通过两个中等复杂的机械零部件，来讲解综合应用 Pro/ENGINEER 进行工业设计的过程。

本书是作者多年产品开发和教学实践的总结。通过本书的学习，可使读者掌握零件的三维建模、三维装配以及工程图的生成等方法，熟悉利用 Pro/ENGINEER 进行工业设计的一般过程，最终能独立完成中等复杂程度产品的设计。

本书由姚兴军编著完成，参与编写工作的还有沈文君、梁文、柴剑飞，唐建文参与了材料整理和文档编排工作。

由于作者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不妥和错误之处，恳求读者批评指正。

编 者
2005.1

目 录

第 1 章 Pro/ENGINEER 概述	1
1.1 初识 Pro/ENGINEER	1
1.1.1 Pro/ENGINEER 基本知识	1
1.1.2 行为建模技术	3
1.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的新功能	3
1.2 软件安装	5
1.3 初探 Pro/ENGINEER	13
1.3.1 操作实例——打开与保存 Pro/ENGINEER 文件	13
1.3.2 操作实例——浏览对象	14
1.4 Pro/ENGINEER Wildfire 的界面环境	15
1.4.1 工作界面基本知识	15
1.4.2 下拉菜单	16
1.4.3 系统工具栏	20
1.4.4 操控板	20
1.4.5 导航工具	21
1.5 工作模式	22
1.5.1 草绘模式	23
1.5.2 零件设计模式	23
1.5.3 装配模式	23
1.5.4 工程图模式	25
1.6 本章小结	25
1.7 本章习题	26
1.7.1 思考题	26
1.7.2 操作题	26
第 2 章 草绘二维截面	27
2.1 草绘模式环境	28
2.1.1 进入草绘模式	28
2.1.2 设定草绘模式环境	29
2.1.3 使用目的管理器	32
2.2 绘制基本几何图元	32

2.2.1	鼠标的使用	33
2.2.2	绘制几何图元	33
2.3	编辑几何图元	38
2.3.1	选择几何图元	38
2.3.2	镜像几何图元	38
2.3.3	移动几何图元	39
2.3.4	缩放和旋转几何图元	39
2.3.5	复制几何图元	39
2.3.6	利用鼠标动态修改几何图元	40
2.3.7	修剪几何图元	40
2.4	定义几何约束	41
2.5	标注草绘几何图元	42
2.5.1	尺寸标注	43
2.5.2	尺寸修改	46
2.6	上机实训 1——简单二维草绘截面	48
2.6.1	在草绘模块中建立新对象	48
2.6.2	绘制图元	49
2.7	上机实训 2——圆盘底座二维草绘截面	50
2.7.1	在草绘模块中建立新对象	51
2.7.2	绘制图元	51
2.8	本章小结	54
2.9	本章习题	55
2.9.1	思考题	55
2.9.2	操作题	55
第 3 章	创建基准特征	57
3.1	基准特征的基础知识	57
3.2	创建基准平面	58
3.2.1	基准平面基本知识	58
3.2.2	创建基准平面	59
3.2.3	预选取参照创建基准平面	61
3.3	创建基准轴	62
3.3.1	基准轴基本知识	62
3.3.2	创建基准轴	63
3.3.3	预选取参照创建基准轴	65
3.4	创建基准曲线	65

3.4.1	基准曲线基本知识	65
3.4.2	创建基准曲线	66
3.5	创建基准点	67
3.5.1	基准点基本知识	68
3.5.2	创建基准点	68
3.6	创建基准坐标系	69
3.6.1	基准坐标系基本知识	69
3.6.2	创建基准坐标系	70
3.7	基准特征的显示控制	71
3.8	本章小结	72
3.9	本章习题	73
3.9.1	思考题	73
3.9.2	操作题	73
第4章	草绘实体特征	74
4.1	草绘实体的基础知识	74
4.1.1	关于伸出项和切口	74
4.1.2	关于加厚草绘	75
4.2	拉伸实体特征	75
4.2.1	拉伸实体特征的基本操作	76
4.2.2	定义拉伸特征的深度	76
4.2.3	操作实例——六方钢拉拔件的建模	77
4.3	旋转实体特征	80
4.3.1	旋转实体特征的基本操作	80
4.3.2	定义旋转特征的角度	81
4.3.3	操作实例——阀盖零件的建模	81
4.4	扫描实体特征	83
4.4.1	扫描实体特征的基本操作	83
4.4.2	定义扫描轨迹	83
4.4.3	扫描特征的生成方式	84
4.4.4	操作实例——飞轮零件的建模	85
4.5	混合实体特征	86
4.5.1	混合实体特征的基本操作	87
4.5.2	混合的类型	87
4.5.3	关于混合特征截面的边数	87
4.5.4	关于混合特征截面的起始点	87

4.5.5	操作实例——平行混合特征创建方圆凸台	88
4.5.6	操作实例——旋转混合特征创建弹簧	89
4.6	上机实训1——麻花钻的建模	91
4.7	上机实训2——咖啡壶的建模	94
4.8	本章小结	98
4.9	本章习题	99
4.9.1	思考题	99
4.9.2	操作题	99
第5章	构造特征	100
5.1	孔特征——生成泵轴销孔	100
5.1.1	孔的类型	100
5.1.2	孔的点放属性	101
5.1.3	以直孔方式创建泵轴销孔	102
5.1.4	以草绘方式创建泵轴销孔	103
5.1.5	以半径点放方式创建直孔	105
5.1.6	同轴点放方式生成孔	106
5.2	倒角特征——生成泵轴倒角	106
5.2.1	边倒角的创建	106
5.2.2	拐角倒角的创建	108
5.3	筋特征	109
5.3.1	筋特征的类型	109
5.3.2	旋转筋的生成	109
5.4	壳特征——油罩壳	110
5.4.1	壳特征创建的限制	111
5.4.2	创建挡油罩壳	111
5.5	管道特征	112
5.5.1	管道特征的属性	112
5.5.2	管道特征的轨迹线	113
5.5.3	管道特征的创建	113
5.5.4	管道特征的重定义	116
5.6	修饰特征	117
5.6.1	草绘截面修饰特征	117
5.6.2	创建规则截面修饰特征	117
5.6.3	创建投影截面修饰特征	118
5.6.4	创建修饰螺纹特征	119

5.6.5	创建弹性支撑凹槽修饰	120
5.7	上机实训——支架的创建	120
5.8	本章小结	125
5.9	本章习题	126
5.9.1	思考题	126
5.9.2	操作题	126
第6章	圆角特征	127
6.1	圆角特征的属性	127
6.1.1	创建圆角用户界面	127
6.1.2	倒圆角类型和参照	128
6.1.3	倒圆角创建方法和截面形状	130
6.1.4	操作实例——恒定倒圆角创建轴承盖	131
6.2	创建可变倒圆角	132
6.3	创建完全倒圆角	133
6.4	创建由曲线驱动的倒圆角	135
6.5	关于倒圆角过渡	136
6.6	上机实训——泵盖的创建	137
6.7	本章小结	145
6.8	本章习题	145
6.8.1	思考题	145
6.8.2	操作题	145
第7章	扭曲特征	147
7.1	局部推拉	147
7.2	半径圆顶	148
7.3	剖面圆顶	150
7.3.1	创建扫描剖面圆顶	151
7.3.2	创建有单个轮廓的混合截面圆顶	152
7.3.3	创建混合无轮廓剖面圆顶	154
7.4	耳	155
7.5	唇	157
7.6	环形折弯	158
7.6.1	环形折弯的属性	158
7.6.2	操作实例——环形折弯特征: 台灯罩建模	159
7.7	骨架折弯	160
7.8	上机实训——扳手创建	162

7.9	本章小结	165
7.10	本章习题	165
7.10.1	思考题	165
7.10.2	操作题	165
第8章	面特征	167
8.1	面组	167
8.1.1	面组相关概念	168
8.1.2	面组、面的名称	168
8.1.3	面组、面的显示	168
8.2	创建面组	169
8.2.1	绘制草图创建新面组	169
8.2.2	参照已有面几何创建新面组	172
8.3	修改面组	178
8.3.1	裁剪面组	178
8.3.2	合并面组	181
8.3.3	延伸面组	182
8.4	利用面组建立实体特征	184
8.4.1	加厚面组	185
8.4.2	实体化面组	186
8.4.3	面组替换实体面	186
8.5	本章小结	187
8.6	本章习题	188
8.6.1	思考题	188
8.6.2	操作题	188
第9章	特征的复制	189
9.1	复制特征	189
9.1.1	复制	189
9.1.2	复制特征菜单命令	190
9.1.3	创建复制特征	191
9.1.4	操作实例——复制实体	195
9.2	镜像几何	196
9.3	阵列特征	196
9.3.1	关于阵列	196
9.3.2	尺寸阵列	198
9.3.3	表阵列	200

9.3.4	参照阵列	201
9.3.5	填充阵列	202
9.3.6	操作实例——阵列实体	203
9.4	组	204
9.4.1	建立局部组	204
9.4.2	阵列组	204
9.5	本章小结	205
9.6	本章习题	206
9.6.1	思考题	206
9.6.2	操作题	206
第 10 章	特征的操作	207
10.1	父子关系	207
10.2	修改零件	208
10.2.1	修改特征	208
10.2.2	修改尺寸	210
10.3	重定义	212
10.3.1	重定义特征	212
10.3.2	重定义特征的步骤	212
10.3.3	重定义截面几何	213
10.4	隐藏、删除与恢复	213
10.4.1	隐藏或删除特征	214
10.4.2	恢复特征	215
10.5	插入与重新排序	215
10.5.1	插入特征	216
10.5.2	重新排序	216
10.6	重定特征参照	217
10.7	本章小结	219
10.8	本章习题	219
10.8.1	思考题	219
10.8.2	操作题	219
第 11 章	零件装配	220
11.1	装配的产生	220
11.1.1	操作环境介绍	220
11.1.2	约束形式	221
11.1.3	放置约束的一般原则	225

11.1.4	移动元件	225
11.2	装配体操作	226
11.2.1	基本装配	226
11.2.2	修改装配体和零件	227
11.2.3	在装配体中创建新零件	229
11.2.4	再生或检索失败	230
11.3	分解视图	231
11.3.1	缺省分解视图	232
11.3.2	自定义分解视图	232
11.4	上机实训——阀的装配及其分解视图	233
11.4.1	阀轴的装配	233
11.4.2	盖的装配	235
11.4.3	手柄的装配	235
11.4.4	阀门的装配	236
11.4.5	分解视图的生成	236
11.5	本章小结	237
11.6	本章习题	238
11.6.1	思考题	238
11.6.2	操作题	238
第 12 章	工程图的生成	239
12.1	工程图基础知识	239
12.1.1	进入工程图模式	239
12.1.2	图纸模板的生成	240
12.1.3	基本视图类型介绍	242
12.2	阀体视图的建立	242
12.2.1	操作实例——创建阀体三视图	242
12.2.2	操作实例——建立辅助视图	246
12.2.3	操作实例——建立局部放大图	246
12.2.4	操作实例——剖面视图	248
12.3	视图的编辑	250
12.3.1	移动视图	250
12.3.2	视图修改	251
12.3.3	拭除与恢复视图	255
12.3.4	删除视图	257
12.3.5	显示模式	257

12.3.6	绘图模型	262
12.4	工程图详细功能	263
12.4.1	显示/拭除	263
12.4.2	插入菜单	264
12.4.3	尺寸标注	264
12.4.4	将尺寸移动到其他视图	266
12.4.5	草绘	266
12.4.6	草绘的编辑工具	267
12.5	工程图的参数设置	268
12.6	本章小结	272
12.7	本章习题	272
12.7.1	思考题	272
12.7.2	操作题	272
第 13 章	高级实体造型	274
13.1	可变剖面扫描	274
13.1.1	基本概念	274
13.1.2	创建方法	275
13.1.3	成形规则	276
13.1.4	操作实例——扫描建立药瓶	282
13.2	扫描混合	284
13.2.1	基本概念	284
13.2.2	创建方法	284
13.2.3	成形规则	287
13.2.4	操作实例——扫描混合建立进气管模型	292
13.3	螺旋扫描	294
13.3.1	基本概念	294
13.3.2	创建方法	295
13.3.3	成形规则	295
13.4	本章小结	297
13.5	本章习题	298
13.5.1	思考题	298
13.5.2	操作题	298
第 14 章	高级曲面造型	299
14.1	边界混合	299
14.1.1	基本概念	299

14.1.2	创建方法	300
14.1.3	成形规则	301
14.1.4	操作实例——边界混合建立按钮	307
14.2	圆锥曲面	309
14.2.1	基本概念	309
14.2.2	创建方法	309
14.2.3	成形规则	310
14.3	逼近混合	312
14.3.1	基本概念	312
14.3.2	创建方法	313
14.3.3	成形规则	313
14.4	N 侧曲面片	314
14.4.1	基本概念	314
14.4.2	创建步骤	315
14.4.3	成形规则	315
14.5	其他高级曲面特征	316
14.5.1	顶点倒圆角特征	316
14.5.2	侧面影像修剪特征	317
14.5.3	具有斜度的偏移特征	318
14.5.4	展开偏移特征	320
14.6	本章小结	322
14.7	本章习题	322
14.7.1	思考题	322
14.7.2	操作题	322
第 15 章	实用技巧	324
15.1	Pro/ENGINEER 建模的一般规则	324
15.1.1	基于特征的参数化造型规则	324
15.1.2	基于单一数据库的全相关数据管理规则	325
15.1.3	基于尺寸约束的参数化模型设计规则	325
15.1.4	基于尺寸驱动的参数化模型设计规则	325
15.2	轨迹文件	326
15.3	解决特征失败	327
15.3.1	使用解决特征菜单	327
15.3.2	使用【失败特征】菜单	329
15.3.3	操作实例——弯管件特征失败的解决	330

15.4	测量工具的使用	331
15.4.1	测量类型	331
15.4.2	操作实例——弯管件的测量	332
15.5	配置文件的使用	334
15.5.1	操作实例——如何配置和使用 config.pro 文件	334
15.5.2	符合我国标准要求的变量	335
15.6	本章小结	337
15.7	本章习题	337
15.7.1	思考题	337
15.7.2	操作题	337
第 16 章	综合实例	338
16.1	发动机缸体模型	338
16.1.1	建立圆形缸壁	338
16.1.2	建立缸体主体	339
16.1.3	为主体建立拔模特征	339
16.1.4	建立散热片	340
16.1.5	构造体设计	341
16.1.6	剪去多余的材料	343
16.2	气压缸	343
16.2.1	气压缸盖	343
16.2.2	气压缸管	350
16.2.3	气压缸杆	353
16.2.4	衬套	354
16.2.5	螺栓	354
16.2.6	气压缸装配	356
16.3	本章小结	361

第1章 Pro/ENGINEER 概述

1

目前,中国制造业迎来了前所未有的良好机遇,但同时也面临着全球竞争的挑战。要想在全球化的市场中占有一席之地,不断设计开发出领先于竞争对手的新产品,使用计算机辅助设计(CAD)技术进行产品的设计,提升企业竞争能力,自然成为至关重要的手段。Pro/ENGINEER 为现今 CAD/CAM 的应用提供了优良的软件工作环境,Pro/ENGINEER 现在已经升级到 Wildfire 版,比以前的版本有了突破性的改进。本章将介绍 Pro/ENGINEER 的基本知识、模块功能、软件的安装、基本建模准则、工作界面以及软件的工作模式,同时也介绍一些相关的计算机辅助设计基础知识。

本章要点:

- ◇ Pro/ENGINEER 的特点;
- ◇ Pro/ENGINEER Wildfire 版的新功能;
- ◇ Pro/ENGINEER Wildfire 的安装方法;
- ◇ Pro/ENGINEER Wildfire 的界面;
- ◇ Pro/ENGINEER Wildfire 的常用工作模式。

1.1 初识 Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER 是一套由设计至生产的机械自动化软件,是新一代的产品造型系统,是一个参数化、基于特征的实体造型系统,并且具有单一数据库功能。Pro/ENGINEER 功能强大,是一套可以应用于工业设计、机械设计、功能仿真、制造和数据管理等领域的工程自动化软件包,它涉及从设计到生产的全过程。

1.1.1 Pro/ENGINEER 基本知识

Pro/ENGINEER 是世界上最成功的 CAD/CAM 软件之一。它是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, PTC)的产品。该公司 1985 年成立于波士顿,现已发展为全球 CAD/CAE/CAM/PDM 领域最具代表性的著名软件公司,其软件产品的总体设计思想体现了 MDA (Mechanical Design Automation) 软件的新发展,所采用的新技术比其他