

野火 中文版

Pro/ENGINEER

基础与实例教程

孙印杰 田效伍 郑延斌 等编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

野火中文版 Pro/ENGINEER

基础与实例教程

孙印杰 田效伍 郑延斌 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书是 Pro/ENGINEER Wildfire 中文版进行机械零件设计的入门教程, 本书旨在用丰富的实例及翔实的过程描述使读者在短期内掌握该软件的基本使用。本书详细讲解了各类机械零件的概念、造型方法、装配过程及工程制图。同时通过实例的讲解, 深入浅出地介绍了使用 Pro/ENGINEER Wildfire 进行机械零件设计的全过程。

本书结合知识讲解与实例演练, 主要面向初、中级的 Pro/ENGINEER Wildfire 用户。可作为高校机械设计专业自动化设计的参考教程, 也可以作为工程技术人员学习使用 Pro/ENGINEER Wildfire 软件系统的自学教材。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

野火中文版 Pro/ENGINEER 基础与实例教程 / 孙印杰等编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.7
ISBN 7-120-00061-6

I. 野... II. 孙... III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 047201 号

责任编辑: 祁玉芹

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社出版

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27 字数: 606 千字

印 次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册

定价: 35.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

在 CAD/CAM 领域, Pro/ENGINEER 与 AutoCAD、CATIA 一样为业界所熟知。越来越多的企业采用 Pro/ENGINEER 进行产品的开发与设计, 它的功能十分强大, 它集多种功能模块于一体, 涵盖了零件设计、零件装配、零件制造、钣金件设计、NC 加工、模具开发与设计制造、有限元分析、机构运动仿真和 PDM(产品数据管理)等多方面。自二十世纪八十年代首次问世以来, Pro/ENGINEER 就引起了人们的极大兴趣, 特别受机械方面工程技术人员青睐。Pro/ENGINEER 以其参数驱动(参数化)而名扬业界, 并迅速广泛应用于航空航天、机械、电子、模具、汽车、家电和玩具等行业。

为了进一步推动机械设计的自动化, PTC 公司成功推出了自动化程度更高、更加智能化的新版本 Pro/ENGINEER Wildfire(野火)中文版(本书简称 Pro/ENGINEER), 使其操作界面更具人性化。

学习 Pro/ENGINEER, 有一本指导书非常重要, 本书是一本利用 Pro/ENGINEER 野火版进行零件设计的参考书, 全面深入地讲述了如何利用 Pro/ENGINEER 野火版的零件造型模块、零件装配模块和工程制图模块来进行实际的机械零件的造型设计。并且进一步介绍了 Pro/ENGINEER 系统在造型设计方面的概念及 Pro/ENGINEER 系统中各种实用的造型方法。全书整体的讲解思路是在章的前部分讲解有关的基础知识, 同时尽量辅以简单的工程中常用的小示例, 让读者对讲解的功能有个比较感性的了解。在章的后部分通过一些工程上比较常用的工程零件实例模型建立介绍, 使用户掌握使用 Pro/ENGINEER 如何来建立工程中所碰到的具体实例, 避免知识讲解的枯燥性。对于每章的实例, 都是选择于工程实践中常能遇到的实例。本书可作为高校机构设计专业自动化设计的教材, 也可作为初学者自学的读物。

本书部分实例素材可从网站 <http://www.firstarad.com.cn> 下载。

本书由孙印杰、田效伍和郑延斌执笔编写。此外, 参加编写的人员还有牛改芳、丁晓明、祝玉华、许玲、甄彤、李庆亮、刘万里、李亚军、刘刚、徐立新、商信华、马晓霞、张先勇、李富华和韩培友等。本书限于编者水平, 难免在内容选材和叙述上有不当之处。竭诚欢迎广大读者对本书提出批评和建议。我们的 E-mail 地址: qyqbook@sohu.com

编 者

2004 年 5 月

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 Pro/ENGINEER Wildfire 的新功能	2
1.1.3 如何使用 Pro/ENGINEER Wildfire	3
1.2 进入 Pro/ENGINEER Wildfire 世界	4
1.2.1 打开 Pro/ENGINEER 文件	5
1.2.2 浏览对象	5
1.3 工作界面	5
1.3.1 工作界面基本知识	6
1.3.2 菜单栏	7
1.3.3 工具栏	11
1.3.4 信息栏	13
1.3.5 模型树	13
1.3.6 菜单管理器	13
1.3.7 操控板	14
1.3.8 选择过滤器	15
1.3.9 模型对话框	15
1.3.10 Pro/ENGINEER 中鼠标的使用	15
1.4 工作模式	16
1.4.1 草绘模式	16
1.4.2 零件设计模式	18
1.4.3 装配模式	18
1.4.4 工程图模式	19
1.5 本章小结	20
1.6 练习题	20
1.7 思考题	20

第 2 章 草绘二维截面	21
2.1 草绘模式环境.....	21
2.1.1 使用草绘模式.....	21
2.1.2 草绘器工具.....	21
2.1.3 目的管理器.....	22
2.2 绘制草绘几何图.....	23
2.2.1 鼠标的使用.....	23
2.2.2 绘制直线.....	25
2.2.3 绘制矩形.....	26
2.2.4 绘制圆与椭圆.....	26
2.2.5 圆弧的绘制.....	27
2.2.6 倒圆角.....	28
2.2.7 绘制样条曲线.....	28
2.2.8 输入文字.....	28
2.3 标注草绘几何图.....	29
2.3.1 加强尺寸.....	30
2.3.2 标注直线尺寸.....	30
2.3.3 标注圆和圆弧尺寸.....	32
2.3.4 标注圆锥尺寸.....	34
2.3.5 标注样条曲线尺寸.....	35
2.3.6 标注椭圆形圆角或椭圆尺寸.....	36
2.3.7 标注圆弧角度.....	36
2.3.8 标注周长尺寸.....	37
2.3.9 标注参考尺寸.....	38
2.3.10 标注基线尺寸.....	38
2.4 定义几何约束.....	39
2.4.1 几何约束的基础知识.....	39
2.4.2 几何约束的生成.....	40
2.4.3 几何约束说明.....	42
2.4.4 加强几何约束.....	42
2.5 编辑草绘几何图.....	43
2.5.1 修改.....	43
2.5.2 移动.....	43
2.5.3 删除.....	44

2.6 几何工具.....	44
2.6.1 复制图元.....	44
2.6.2 镜像图形.....	45
2.6.3 修剪图元.....	45
2.7 草绘技巧.....	47
2.7.1 常用草绘技巧.....	48
2.7.2 草绘环境设置.....	48
2.7.3 系统颜色的设置.....	49
2.7.4 再生失败的处理.....	50
2.8 本章小结.....	51
2.9 练习题.....	51
2.10 思考题.....	52

第3章 特征分类及基准特征53

3.1 基准平面的生成.....	53
3.1.1 基准平面的基本知识.....	53
3.1.2 建立基准平面.....	54
3.1.3 通过参照约束建立基准平面.....	56
3.1.4 改变基准平面显示尺寸.....	57
3.2 基准轴的生成.....	57
3.2.1 基准轴的基本知识.....	58
3.2.2 建立基准轴.....	58
3.2.3 建立基准轴.....	58
3.3 基准曲线的生成.....	59
3.3.1 基准曲线的基本知识.....	59
3.3.2 建立基准曲线.....	60
3.3.3 建立草绘基准曲线.....	60
3.3.4 由方程建立基准曲线.....	61
3.3.5 使用剖截面建立基准曲线.....	62
3.3.6 建立通过点基准曲线.....	62
3.3.7 曲面相交建立基准曲线.....	64
3.4 基准点的生成.....	65
3.4.1 基准点的基本知识.....	65
3.4.2 创建基本基准点.....	65
3.4.3 创建基准点阵列.....	66

3.4.4 创建草绘基准点.....	67
3.5 坐标系的生成.....	67
3.5.1 坐标系的基本知识.....	67
3.5.2 基准坐标系的建立.....	68
3.5.3 建立基准坐标系.....	69
3.6 本章小结.....	70
3.7 练习题.....	70
3.8 思考题.....	70

第4章 实体特征建模.....71

4.1 建模基础.....	71
4.1.1 零件建模的基本概念.....	71
4.1.2 零件建模操作界面的简介.....	72
4.2 草绘特征建模.....	74
4.2.1 拉伸特征.....	75
4.2.2 旋转特征.....	81
4.2.3 扫描特征.....	84
4.2.4 混合特征.....	86
4.2.5 剪切特征.....	90
4.2.6 薄板特征.....	92
4.2.7 实例创建.....	93
4.3 放置特征建模.....	98
4.3.1 孔特征.....	98
4.3.2 突出轴特征.....	107
4.3.3 退刀槽特征.....	109
4.3.4 凸缘特征的生成.....	110
4.3.5 倒角特征.....	111
4.3.6 肋特征.....	114
4.3.7 壳特征.....	116
4.3.8 管道特征.....	117
4.3.9 倒圆角特征.....	119
4.3.10 修饰特征.....	122
4.4 本章小结.....	126
4.5 练习题.....	126
4.6 思考题.....	128

第5章 高级特征建模129

5.1 可变截面扫描.....	129
5.1.1 创建可变截面扫描的界面.....	129
5.1.2 一般步骤.....	131
5.1.3 注意规则.....	133
5.1.4 参数关系.....	133
5.1.5 扫描生成药瓶.....	134
5.2 混合扫描.....	136
5.2.1 限制条件.....	136
5.2.2 一般步骤.....	137
5.2.3 控制扫描混合的周长.....	138
5.2.4 用面积控制曲线修改扫描混合.....	139
5.2.5 创建弯管模型.....	139
5.3 螺旋扫描.....	140
5.3.1 用恒定螺距值创建螺旋扫描.....	141
5.3.2 用可变螺距值创建螺旋扫描.....	141
5.3.3 变螺距螺旋扫描.....	143
5.4 工程拔模.....	144
5.4.1 拔模特征的基础知识.....	145
5.4.2 不分割中性平面拔模.....	148
5.4.3 平面分割拔模.....	149
5.4.4 草绘分割拔模.....	150
5.4.5 求交拔模.....	151
5.5 局部推拉.....	152
5.6 半径圆顶.....	153
5.7 截面圆顶.....	155
5.7.1 创建扫描截面圆顶.....	155
5.7.2 创建混合单一轮廓截面圆顶.....	156
5.7.3 创建混合无轮廓截面圆顶.....	158
5.8 耳.....	159
5.9 唇.....	161
5.10 环行折弯.....	162
5.10.1 环行折弯的属性.....	162
5.10.2 环行折弯特征建模.....	163

5.11 骨架折弯	165
5.12 自由生成	168
5.13 扳手创建实例	170
5.14 本章小结	175
5.15 练习题	176
5.16 思考题	178

第6章 曲面特征 179

6.1 面组	179
6.1.1 面组的基本概念	179
6.1.2 面组名称	179
6.1.3 显示面组	179
6.2 创建曲面	181
6.2.1 创建曲面的基本方法	181
6.2.2 曲面性质	182
6.2.3 利用旋转生成曲面特征	183
6.2.4 利用扫描生成曲面特征	184
6.2.5 填充曲面特征	185
6.2.6 偏移曲面曲线特征	186
6.2.7 复制曲面曲线特征	191
6.2.8 移动曲面曲线特征	192
6.2.9 镜像曲面曲线特征	194
6.2.10 合并曲面特征	196
6.2.11 延伸曲面特征	197
6.2.12 修剪曲面特征	198
6.3 本章小结	199
6.4 练习题	200
6.5 思考题	200

第7章 高级曲面特征的生成 201

7.1 高级曲面的生成	201
7.1.1 创建曲面到曲面的混合	201
7.1.2 创建与曲面相切的面组	202
7.1.3 创建圆锥曲面	202

7.1.4	创建 N 侧曲面.....	204
7.1.5	从文件创建混合曲面.....	205
7.1.6	使用顶点倒圆角修剪面组.....	205
7.1.7	使用侧面影像修剪面组.....	206
7.2	使用面组创建实体.....	206
7.2.1	创建替换特征.....	207
7.2.2	实体化特征.....	208
7.3	本章小结.....	210
7.4	思考题.....	210
第 8 章	特征的复制.....	211
8.1	复制特征.....	211
8.1.1	复制特征的规则及方法.....	212
8.1.2	在同一模型内复制特征.....	213
8.1.3	用相同参照、不同版本复制特征.....	214
8.1.4	用新参照、不同模型或不同版本复制特征.....	216
8.1.5	镜像复制特征.....	216
8.1.6	通过移动复制特征.....	217
8.2	阵列特征.....	219
8.2.1	关于阵列.....	219
8.2.2	创建阵列.....	221
8.2.3	阵列实体实例.....	226
8.3	群组.....	228
8.3.1	建立群组.....	228
8.3.2	群组阵列.....	228
8.4	自定义特征.....	229
8.4.1	UDF 基本概念.....	229
8.4.2	创建 UDF.....	230
8.4.3	在模型中放置 UDF.....	233
8.5	本章小结.....	234
8.6	思考题.....	234
第 9 章	特征的操作.....	235
9.1	父子关系.....	235

9.1.1 特征的放置位置.....	235
9.1.2 尺寸的标注参考.....	236
9.1.3 选择草绘平面产生特征之间的父子关系.....	236
9.1.4 基准特征的建立.....	237
9.1.5 解除与查看特征关系.....	237
9.2 修改.....	238
9.2.1 修改特征.....	238
9.2.2 修改尺寸.....	240
9.3 编辑定义.....	242
9.4 隐含与恢复.....	243
9.4.1 隐含特征.....	243
9.4.2 恢复特征.....	244
9.5 插入与重新排序.....	244
9.5.1 插入特征.....	244
9.5.2 重新排序.....	245
9.6 本章小结.....	246
9.7 思考题.....	246

第 10 章 零件装配 247

10.1 装配的产生.....	247
10.1.1 操作环境介绍.....	247
10.1.2 约束形式.....	250
10.1.3 装配过程.....	256
10.2 封装元件.....	257
10.2.1 封装新元件.....	258
10.2.2 移动封装元件.....	258
10.2.3 固定封装元件位置.....	259
10.3 爆炸图.....	259
10.3.1 默认爆炸图.....	259
10.3.2 自定义爆炸图.....	260
10.4 装配实例.....	261
10.4.1 阀轴的装配.....	262
10.4.2 盖的装配.....	264
10.4.3 手柄的装配.....	264
10.4.4 阀门的装配.....	265

10.5 本章小结.....	266
10.6 思考题.....	266

第 11 章 建立工程图.....267

11.1 建立工程图的基础知识.....	267
11.1.1 进入工程图模式.....	267
11.1.2 生成图纸模板.....	269
11.1.3 视图类型介绍.....	271
11.2 建立阀体视图.....	272
11.2.1 创建阀体三视图.....	272
11.2.2 建立辅助视图.....	276
11.2.3 建立局部视图.....	276
11.2.4 旋转视图.....	277
11.2.5 剖面视图.....	278
11.3 编辑视图.....	281
11.3.1 移动视图.....	281
11.3.2 修改视图.....	282
11.3.3 隐藏与恢复视图.....	286
11.3.4 删除视图.....	287
11.3.5 显示模式.....	287
11.4 工程图尺寸功能.....	288
11.4.1 显示拭除.....	288
11.4.2 尺寸标注.....	290
11.4.3 移动尺寸.....	292
11.4.4 修改尺寸.....	293
11.5 注释工程图.....	294
11.5.1 创建注释.....	294
11.5.2 修改注释.....	296
11.5.3 注释的删除及移动.....	296
11.6 工程图的公差.....	297
11.6.1 创建与显示尺寸公差.....	297
11.6.2 创建几何公差.....	298
11.7 工程图的表格.....	302
11.7.1 表格的创建和文本的输入.....	302
11.7.2 复制与保存表格.....	304

11.7.3 修改表格.....	305
11.8 打印工程图.....	308
11.9 本章小结.....	309
11.10 练习题.....	310
11.11 思考题.....	310

第 12 章 建模实用技巧.....311

12.1 解决特征失败.....	311
12.1.1 使用失败特征菜单.....	312
12.1.2 使用求解特征菜单.....	313
12.1.3 减少再生时间.....	315
12.1.4 使用模型播放器.....	315
12.1.5 使用几何检测.....	316
12.2 系统变量配置.....	317
12.2.1 config.pro 系统配置文件的使用.....	317
12.3 定制 Pro/ENGINEER.....	319
12.3.1 创建快捷键.....	320
12.3.2 将映射键添加到用户界面.....	321
12.3.3 定制用户界面.....	321
12.3.4 移动工具栏位置.....	323
12.3.5 将命令添加到用户界面.....	323
12.3.6 添加分隔按钮.....	323
12.3.7 修改命令外观.....	324
12.3.8 移动命令位置.....	325
12.3.9 重命名菜单栏中的菜单.....	325
12.3.10 删除命令.....	326
12.4 信息工具.....	326
12.4.1 查看材料清单.....	326
12.4.2 显示模型详细信息.....	327
12.4.3 显示零件装配指令.....	328
12.5 分析工具.....	328
12.5.1 测量.....	328
12.5.2 模型分析.....	330
12.5.3 曲线分析.....	332
12.5.4 曲面分析.....	333

12.6	本章小结.....	334
12.7	思考题.....	334
第 13 章	综合实例	335
13.1	创建流量控制元件模型.....	335
13.1.1	建立流量控制元件体.....	335
13.1.2	建立固定支架.....	339
13.1.3	建立螺母.....	341
13.1.4	建立流量控制元件接头.....	342
13.1.5	建立流量控制元件杆.....	342
13.1.6	建立手钮.....	344
13.1.7	装配流量控制元件.....	345
13.2	构建显示器模型.....	348
13.2.1	整体设计.....	348
13.2.2	后盖设计.....	352
13.2.3	前盖设计.....	353
13.2.4	装配前后盖.....	354
13.3	构建车轮模型.....	356
13.3.1	轮毂设计.....	356
13.3.2	外盖设计.....	358
13.3.3	轮胎设计.....	362
13.3.4	车轮装配.....	366
13.4	本章小结.....	368
第 14 章	综合实例——球阀建模.....	369
14.1	建模目标及要点.....	369
14.1.1	建模目标.....	369
14.1.2	建模要点.....	370
14.2	阀体建模.....	370
14.2.1	建立阀体主体的.....	370
14.2.2	建立凸缘.....	372
14.2.3	生成中心孔.....	373
14.2.4	生成螺纹孔.....	374
14.2.5	建立阀杆支管.....	376

14.2.6	阀体后处理.....	379
14.3	制作阀盖.....	379
14.3.1	创建凸缘.....	379
14.3.2	建立接口.....	380
14.3.3	建立定位凸台.....	382
14.3.4	阵列螺钉孔.....	382
14.3.5	模型后处理.....	383
14.4	制作阀杆和阀芯.....	383
14.4.1	阀杆的制作.....	383
14.4.2	创建阀芯.....	385
14.5	制作密封圈及填料压套.....	387
14.5.1	制作密封圈.....	387
14.5.2	制作填料压套.....	388
14.6	创建扳手模型.....	389
14.7	球阀装配.....	391
14.8	本章小结.....	394

第 15 章 综合实例——滑动轴承.....395

15.1	建模目标及要点.....	395
15.1.1	建模目标.....	395
15.1.2	建模要点.....	395
15.2	轴承整体建模.....	395
15.2.1	创建滑动轴承体.....	396
15.2.2	创建滑动轴承固定支座.....	400
15.2.3	创建滑动轴承底面凹槽.....	402
15.3	滑动轴承上盖建模.....	403
15.4	滑动轴承底座建模.....	404
15.5	轴承装配.....	407
15.6	生成工程图.....	410
15.7	本章小结.....	416

第 1 章 Pro/ENGINEER 概述

本章主要内容:

1. 进入 Pro/ENGINEER 世界
2. Pro/ENGINEER 建模准则
3. 工作界面
4. 工作模式

随着科学技术的不断发展,生产与加工自动化的观念也逐渐深入人心。生产与加工过程离不开产品的设计与开发,在生产自动化大幅度提高生产效率的同时,设计自动化也迎头赶上。设计者扔掉手中的图板从手工绘图中解放出来,进入了以计算机辅助设计(Computer Aided Design)为特色的时代,也就是人们常说的 CAD 时代。功能强大的三维设计软件正在逐步满足工程设计中复杂的设计要求。美国 PTC 公司(Parametric Technology Corporation, 参数技术公司)在国际上最先使用参数化造型理论进行软件开发,该公司推出的代表软件就是 Pro/ENGINEER 软件。本章将介绍 Pro/ENGINEER 系统的产生与发展,Pro/ENGINEER 系统的主要功能,以及后面有时称为 Pro/ENGINEER Wildfire(Pro/ENGINEER 野火版)的新特性,使读者对新版本 Pro/ENGINEER 有一个初步的了解。

1.1 初识 Pro/ENGINEER

2D 绘图软件与 3D 绘图软件的不同之处在于,2D 绘图软件无法建造逼真的模型,因此使用 2D 绘图软件来绘制立体的模型就好比用手工方式塑造模型,无法将产品精确地参数化以符合产品的规格。在众多的 3D 软件中,Pro/ENGINEER 产品开发环境之所以受到多数厂商的青睐,就在于它能够支持同步工程。通过 Pro/ENGINEER 及其相关软件 Pro/DESIGNER, Pro/MECHANICA, 用户可同时综合工业设计、机械设计、功能仿真和加工制造等功能,缩短产品开发的时间与流程。下面将对 Pro/ENGINEER 系统进行简单的介绍,使读者对这一软件强大的功能有一个初步认识。

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 PTC 公司的产品。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 MDA 软件具有更多优越性。

Pro/ENGINEER 的功能非常强大,为工业产品设计提供完整的解决方案,广泛用于造