

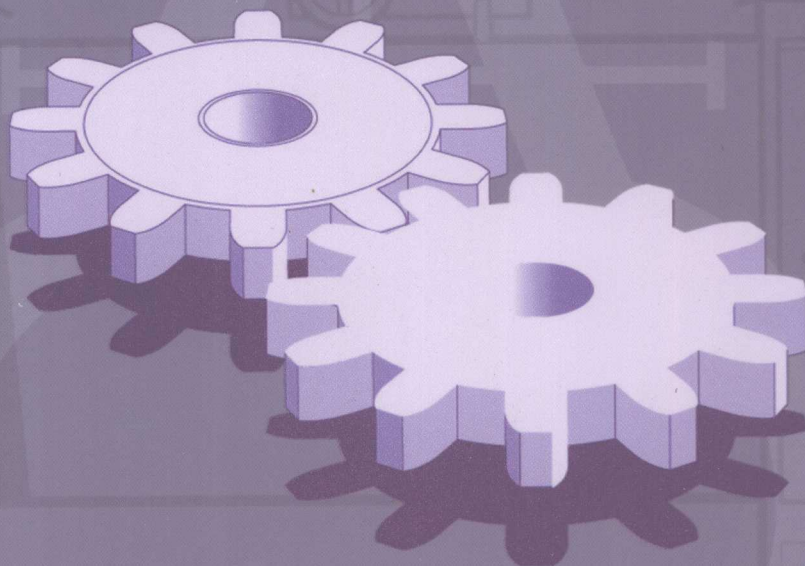
21世纪高等学校基础工业

CAD / CAM规划教材

Pro/ENGINEER

中文野火版教程 —— 通用模块（第二版）

詹友刚 主编



清华大学出版社

21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材

Pro/ENGINEER

中文野火版教程——通用模块 (第二版)

詹友刚 主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以美国 PTC 公司的 Pro/ENGINEER 中文野火版 3.0 为蓝本进行编写,其内容包括产品设计与 Pro/ENGINEER 解决方案、参数化的 Pro/ENGINEER 三维建模概述、Pro/ENGINEER 软件的安装、使用前的准备与配置、截面草绘模块、零件设计基础、零件设计进阶、零件设计范例、装配模块、模型的测量与分析、工程图模块和定制 Pro/ENGINEER 应用环境。

本书采用由浅入深、前后呼应的教学原则,在内容安排上,为了使读者更快、更深入地理解 Pro/ENGINEER 软件中一些抽象的概念、复杂命令和功能,书中配备有大量的练习和范例;在写作方式上紧贴 Pro/ENGINEER 中文野火版 3.0 的实际操作界面,采用软件中真实的对话框、操控板、按钮、图标等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件进行学习,从而尽快地上手,提高学习效率。

本书内容全面、条理清晰、实例丰富、讲解详细,可作为设计专业人员的 Pro/ENGINEER 自学教程和参考书籍,也可作为大专院校学生和各类培训学校学员的 CAD 课程上课或上机练习教材。

本书附光盘一张,光盘中制作了本书的全程同步视频文件(近 10 个小时),另外,光盘还包含本书所有的教案文件、实例文件、练习文件及 Pro/ENGINEER 软件的配置文件。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 中文野火版教程:通用模块/詹友刚主编. —2 版. —北京:清华大学出版社,2008.3
(21 世纪高等学校基础工业 CAD/CAM 规划教材)

ISBN 978-7-302-16911-6

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 009088 号

责任编辑:魏江江 孙建春

封面设计:杨 兮

责任校对:张 剑

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175

邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015

客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:44 字 数:1041 千字

附光盘 1 张

版 次:2008 年 3 月第 2 版

印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:78.00 元

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:022832-01

前 言

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC 公司推出的一套博大精深的三维 CAD/CAM 参数化软件系统，它的内容涵盖了产品从概念设计、工业造型设计、三维模型设计、分析计算、动态模拟与仿真、工程图的输出到生产加工成产品的全过程，其中，还包括了大量的电缆和管道布线、模具设计与分析等实用模块。应用领域包括航空、航天、汽车、机械、数控（NC）加工、电子等诸多行业。

由于其强大而完美的功能，Pro/ENGINEER 几乎成为三维 CAD/CAM 领域的一面旗帜和标准。它在国外大学院校里已成为学习工程必修的专业课程，也成为工程技术人员必备的技术。

Pro/ENGINEER 野火版是美国 PTC 公司于 2003 年新推出的 Pro/ENGINEER 系列产品中的旗舰产品，该软件在原有的 2001 版本基础上新增众多功能，特别强调了设计过程的易用性以及设计人员之间的互联性。原有的 Pro/ENGINEER 产品的版本升级周期为半年一次，而本次升级却花了两年的时间，其产品性能有了质的改善。

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 构建于 Pro/ENGINEER 野火版的成熟技术之上，新增了许多功能，使其技术水准又上了一个新的台阶。为了满足广大读者对野火版 3.0 高涨的学习需求，特推出本教程。

本书的第一版自 2003 年推出以来，获得了广大读者的好评。这次版本升级过程中，新增了大量的内容，使本书的性价比更高。

本书内容全面，包含零件建模、装配和工程图，读者在学习本书后，将会具备运用 Pro/ENGINEER 软件进行一般产品的设计能力，并为进一步学习高级和专业模块打下坚实的基础。

参加本书编写的人员有詹友刚、蒋理剑、于相慧、周顺鹏、王晓萍、刘良瑞、王东明、于平、王焕田、刘静、胥伟伟、张海波、姜龙、汪佳胜、罗华勋、杨硕、丁金、廖传文、黄红霞、黄光辉、刘海起、杨金凤、杨新燕、金先领、定明普、潘金萍、孙超、苏文毅、李长全、高彦军、黄素光、王帅、张彩文。

本书虽经多次反复校对，但错误之处在所难免，恳请广大读者予以指正。

电子邮箱：zhanygjames@163.com

图书网站支持：<http://www.itbook8.com>

编者

本书光盘使用说明

为了方便读者练习，特将本书中所用到的教案文件、实例文件、练习文件、配置文件以及同步视频文件按章节顺序放入随书附赠的光盘中。在光盘中的 **book3.2** 目录下共有 3 个子目录。

(1) **system_file** 子目录：包含一些系统配置文件。

(2) **work_file** 子目录：包含本书讲解中所用到的教案文件、实例文件、练习文件。

(3) **video** 子目录：包含本书讲解中所有的同步视频文件，学习时，直接双击某个视频文件即可播放。

读者在学习过程中可以利用这些范例文件进行操作和练习。其中带有 “_ok” 后缀的文件或文件夹表示已完成的实例。

建议读者在学习本书之前，将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中。

目 录

第 1 章 产品设计与 Pro/ENGINEER 解决方案	1
1.1 CAD 产品设计的一般过程	1
1.2 Pro/ENGINEER 解决方案	2
1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 新特性	9
1.3.1 方便易用	10
1.3.2 适应面广	11
1.3.3 适合创造一流产品	12
1.3.4 完全适合解决目前最棘手的制造问题	13
1.3.5 改善了对 CAD 环境的管理	15
1.3.6 提高了创新过程效率	16
1.3.7 完整而全面的数据管理 CAD	18
第 2 章 参数化的 Pro/ENGINEER 三维建模概述	20
2.1 三维模型	20
2.1.1 基本的三维模型	20
2.1.2 复杂的三维模型	21
2.2 基于特征的三维模型	22
2.2.1 关于“特征”	22
2.2.2 用“特征”添加的方法创建三维模型	22
2.3 基于特征的全参数化的 Pro/ENGINEER 三维模型	23
2.3.1 截面的全参数化	23
2.3.2 零件的全参数化	24
2.4 基于特征的全参数化软件 Pro/ENGINEER 的优势	24
第 3 章 Pro/ENGINEER 软件的安装	25
3.1 硬件要求	25
3.2 操作系统要求	26
3.3 计算机设置	26
3.4 查找计算机（服务器）的网卡号	29
3.5 查找计算机（服务器）的名称	30
3.6 Pro/ENGINEER Wildfire3.0 的安装	30
第 4 章 使用前的准备与配置	43
4.1 创建用户文件目录	43

4.2	启动并进入 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 软件环境.....	43
4.3	设置工作目录	44
4.4	Pro/ENGINEER 软件的配置文件 config.pro.....	46
4.4.1	关于 Pro/ENGINEER 的 config.pro 配置文件.....	46
4.4.2	创建一个全新的配置文件.....	46
4.4.3	改变 config.pro 文件中一个选项的值	48
4.4.4	删除 config.pro 文件中的选项	49
4.4.5	设置 menu_translation 选项.....	49
4.5	定制 Pro/ENGINEER 用户界面	49
4.5.1	Pro/ENGINEER 用户界面简介	49
4.5.2	用户界面的定制 (用户自定义)	54
4.6	Pro/ENGINEER 软件的环境设置	57
第 5 章	截面草绘模块.....	60
5.1	概述	60
5.2	理解 Pro/ENGINEER 草绘环境中的关键术语	60
5.3	进入草图环境	61
5.4	熟悉 Pro/ENGINEER 草绘环境中的工具栏按钮	61
5.5	熟悉 Pro/ENGINEER 草绘环境中几个常用的下拉菜单	63
5.6	草绘前的必要设置和草绘区的调整.....	65
5.7	使用 Pro/ENGINEER 的“目的管理器”	66
5.8	截面图的绘制	67
5.8.1	在草绘环境 (即草绘器) 中创建几何	67
5.8.2	绘制直线	67
5.8.3	绘制相切直线	68
5.8.4	绘制中心线	68
5.8.5	绘制矩形	69
5.8.6	绘制圆	69
5.8.7	绘制椭圆	69
5.8.8	绘制圆锥弧	70
5.8.9	绘制圆弧	70
5.8.10	绘制圆角	70
5.8.11	绘制椭圆形圆角	70
5.8.12	绘制样条曲线	71
5.8.13	在草绘环境中创建坐标系.....	71
5.8.14	创建点	71
5.8.15	创建轴点	71
5.8.16	在草绘环境中创建文本.....	72
5.8.17	使用以前保存过的图形创建当前草图.....	73

5.9 草图的编辑	74
5.9.1 删除图元 (包括文本)	74
5.9.2 直线的操纵	74
5.9.3 圆的操纵	74
5.9.4 圆弧的操纵	75
5.9.5 点、坐标点和轴点的操纵	75
5.9.6 圆角的操纵	75
5.9.7 样条曲线的操纵与高级编辑	76
5.9.8 比例缩放和旋转图元 (包括文本)	78
5.9.9 复制图元 (包括文本)	78
5.9.10 镜像图元 (包括文本)	78
5.9.11 相互裁剪图元	79
5.9.12 创建构造图元	79
5.10 草图的标注	80
5.10.1 概述	80
5.10.2 标注线段长度尺寸	80
5.10.3 标注两条平行线间的距离	81
5.10.4 标注一点和一条直线之间的距离	81
5.10.5 标注两点间的距离	81
5.10.6 标注直径	81
5.10.7 标注对称尺寸	82
5.10.8 标注半径	82
5.10.9 标注两条直线间的角度	82
5.10.10 标注圆弧角度	83
5.10.11 标注椭圆或椭圆圆角	83
5.10.12 创建周长尺寸	83
5.10.13 创建参照尺寸	84
5.10.14 创建坐标尺寸	84
5.10.15 标注样条曲线	85
5.11 修改标注	86
5.11.1 移动尺寸	86
5.11.2 将弱尺寸变成强尺寸	86
5.11.3 控制尺寸的显示	86
5.11.4 修改尺寸值	86
5.11.5 替换尺寸	87
5.11.6 输入负尺寸	88
5.11.7 修改尺寸中的小数位数	88
5.12 草图中的几何约束	88
5.12.1 约束的显示	88

5.12.2	约束的禁用、锁定	89
5.12.3	Pro/ENGINEER 软件所支持约束种类	90
5.12.4	创建约束	91
5.12.5	删除约束	91
5.12.6	操作技巧: 使用约束, 让 Pro/ENGINEER 捕捉设计意图	91
5.12.7	解决约束冲突	94
5.13	缩放和旋转整个截面	94
5.14	锁定或解锁截面尺寸	95
5.15	草绘练习	96
5.15.1	草绘练习 1	96
5.15.2	草绘练习 2	100
5.15.3	草绘练习 3	101
5.15.4	草绘练习 4	104
第 6 章	零件设计基础	106
6.1	创建零件三维模型概述	106
6.2	创建零件模型的一般过程及拉伸特征	106
6.2.1	命名一个新的零件三维模型	107
6.2.2	创建零件的基础特征	108
6.2.3	添加零件的其他特征	120
6.2.4	保存零件三维模型	125
6.3	打开 Pro/ENGINEER 文件	127
6.4	拭除与删除 Pro/ENGINEER 文件	128
6.4.1	拭除文件	128
6.4.2	删除文件	130
6.5	控制模型的显示	130
6.5.1	模型的几种显示方式	130
6.5.2	模型的移动、旋转与缩放	131
6.5.3	模型定向	131
6.6	模型树	135
6.6.1	模型树概述	135
6.6.2	模型树界面简介	136
6.6.3	模型树的作用与操作	137
6.6.4	模型搜索	139
6.7	Pro/ENGINEER 软件中的层	139
6.7.1	层的基础知识与操作	139
6.7.2	关于系统自动创建层	146
6.7.3	将模型中层的显示状态与模型一起保存	147
6.7.4	灵活运用默认层	147

6.7.5 层的嵌套	151
6.8 设置零件模型的属性	152
6.8.1 概述	152
6.8.2 零件模型材料的设置	152
6.8.3 零件模型单位设置	155
6.9 特征的修改、重定义及其他	156
6.9.1 修改特征	156
6.9.2 查看模型信息及特征父子关系	159
6.9.3 删除特征	160
6.9.4 特征的隐含与隐藏	160
6.9.5 特征的重定义	162
6.10 特征的 Undo 功能	163
6.11 零件模型创建与拉伸特征的练习	163
6.11.1 练习 1	164
6.11.2 练习 2	165
6.11.3 练习 3	167
6.12 基准特征（基础）	167
6.12.1 基准面	167
6.12.2 基准轴	171
6.12.3 基准点	174
6.12.4 坐标系	184
6.13 旋转特征	190
6.13.1 旋转特征简述	190
6.13.2 旋转特征创建的一般过程	190
6.13.3 练习 1	192
6.13.4 练习 2	193
6.13.5 练习 3	193
6.13.6 练习 4	194
6.14 构建特征——孔特征	195
6.14.1 孔特征简述	195
6.14.2 孔特征（直孔）创建的一般过程	195
6.14.3 草绘孔创建过程介绍	198
6.14.4 创建螺孔（标准孔）	199
6.14.5 练习 1——螺孔练习	202
6.14.6 练习 2——添加直孔	203
6.15 构建特征——倒角特征	204
6.15.1 倒角特征简述	204
6.15.2 简单倒角特征创建的一般过程	204
6.15.3 边倒角特征创建的一般过程	205

6.15.4	边倒角特征的练习	206
6.15.5	拐角倒角特征创建的一般过程	207
6.15.6	高级倒角特征创建的一般过程	208
6.16	修饰特征	209
6.16.1	螺纹修饰特征	209
6.16.2	草绘修饰特征	212
6.16.3	凹槽修饰特征	213
6.17	构建特征——圆角特征	213
6.17.1	圆角特征简述	213
6.17.2	创建一般简单圆角	214
6.17.3	创建完全圆角	216
6.17.4	创建可变圆角	217
6.17.5	简单圆角的练习	218
6.17.6	创建高级圆角	219
6.18	构建特征——抽壳特征	222
6.18.1	抽壳特征创建的一般过程	223
6.18.2	不同壁厚的抽壳	223
6.18.3	练习	224
6.19	特征的重新排序及插入操作	226
6.19.1	概述	226
6.19.2	重新排序的操作方法	226
6.19.3	特征的插入操作	227
6.20	调整特征的父子关系	228
6.20.1	改变标注的参照基准	228
6.20.2	特征的重定次序	229
6.21	特征生成失败及其解决方法	231
6.21.1	特征生成失败的出现	231
6.21.2	特征生成失败的解决方法	233
6.22	特征的操作工具	236
6.22.1	特征的复制	236
6.22.2	特征的阵列	242
6.22.3	特征的成组	250
6.22.4	练习	251
6.23	筋特征	253
6.24	创建剖截面	255
6.24.1	剖截面概述	255
6.24.2	创建一个“平面”剖截面	256
6.24.3	创建一个“偏距”剖截面	258
6.24.4	剖截面的练习	259

第 7 章 零件设计进阶	262
7.1 基准特征	262
7.1.1 基准曲线	262
7.1.2 参照特征	274
7.1.3 图形特征	275
7.1.4 计算特征	280
7.2 拔模特征	281
7.2.1 拔模特征简述	281
7.2.2 创建一个枢轴平面、不分离拔模的特征	282
7.2.3 创建一个枢轴平面、分离拔模的特征	284
7.2.4 创建草绘分割的拔模特征	286
7.2.5 创建一个枢轴曲线拔模的特征	288
7.2.6 创建相交、延伸的拔模特征	289
7.3 扫描特征	291
7.3.1 扫描特征简述	291
7.3.2 扫描特征创建的一般过程	291
7.3.3 练习 1	295
7.4 混合特征	297
7.4.1 混合特征简述	297
7.4.2 创建平行混合特征	298
7.4.3 混合选项应用举例	301
7.5 螺旋扫描特征	305
7.5.1 螺旋扫描特征简述	305
7.5.2 创建一个螺旋扫描特征	305
7.5.3 练习 1	307
7.5.4 练习 2	310
7.6 扫描混合特征	312
7.6.1 扫描混合特征简述	312
7.6.2 扫描混合特征创建的一般过程	313
7.6.3 重定义扫描混合特征的轨迹和截面	318
7.6.4 扫描混合特征选项说明	320
7.7 可变截面扫描特征	324
7.7.1 可变截面扫描特征简述	324
7.7.2 可变剖面扫描特征选项说明	325
7.7.3 用“垂直于轨迹”确定截面的法向	326
7.7.4 用“垂直于投影”确定截面的法向	327
7.7.5 用“恒定法向”确定截面的法向	328
7.7.6 使用 X 轨迹线	329

7.7.7 使用轨迹线控制特征的形状.....	329
7.7.8 可变剖面扫描特征应用范例 1——异形壶的设计	330
7.8 轴特征	332
7.9 唇特征	334
7.9.1 唇特征的一般创建过程.....	334
7.9.2 唇特征应用范例	338
7.10 法兰特征	339
7.11 环形槽特征	340
7.12 耳特征	341
7.13 槽特征	342
7.14 环形折弯	344
7.15 管道特征	348
7.16 特征的扭曲	351
7.16.1 进入扭曲操控板.....	351
7.16.2 特征的变换工具.....	353
7.16.3 特征的扭曲工具.....	355
7.16.4 骨架工具	356
7.16.5 特征的拉伸工具.....	358
7.16.6 特征的折弯工具.....	358
7.16.7 特征的扭转工具.....	360
7.16.8 特征的雕刻工具.....	361
7.17 实体自由形状	362
7.18 局部推拉	364
7.19 半径圆顶	365
7.20 剖面圆顶	366
7.20.1 扫描类型的剖面圆顶.....	366
7.20.2 混合类型的剖面圆顶.....	367
第 8 章 零件设计范例.....	369
8.1 范例 1——马桶下水软管.....	369
8.2 范例 2——发条	371
8.3 范例 3——箱体	373
8.4 范例 4——吹风机头	378
8.5 范例 5——上盖	382
8.6 范例 6——顶盖	384
8.7 范例 7——扇毂	388
8.8 范例 8——外盖	390
8.9 范例 9——机盖	394
8.10 范例 10——马车架	398

8.11 范例 11——显示器	404
8.12 范例 12——杯盖	410
8.13 范例 13——左转舵	417
第 9 章 装配模块	426
9.1 概述	426
9.2 装配约束	429
9.2.1 匹配	430
9.2.2 对齐	430
9.2.3 插入	431
9.2.4 相切	431
9.2.5 坐标系	431
9.2.6 线上点	432
9.2.7 表面上的点	432
9.2.8 表面上的边	433
9.2.9 默认	433
9.2.10 固定	433
9.3 创建新的装配体模型的一般过程	433
9.3.1 命名一个新的装配体的三维模型	433
9.3.2 装配第 1 个零件	434
9.3.3 装配第 2 个零件	437
9.4 元件的封装	441
9.4.1 创建元件的封装	441
9.4.2 完成包装元件	443
9.4.3 有关元件的包装、移动的配置选项	443
9.5 允许假设	444
9.6 元件的复制	447
9.7 元件阵列	448
9.7.1 创建元件的“参考阵列”	448
9.7.2 创建元件的“尺寸阵列”	450
9.8 装配练习	451
9.8.1 练习 1	451
9.8.2 练习 2	451
9.8.3 练习 3	452
9.8.4 练习 4	452
9.9 装配体中元件的打开、删除、修改等操作	453
9.9.1 概述	453
9.9.2 修改装配体中零件的尺寸	454
9.10 装配体中“层”的操作	455

9.11 视图的管理	455
9.11.1 概述	455
9.11.2 简化表示	456
9.11.3 举例说明“主表示”、“几何表示”、“图形表示”的区别	458
9.11.4 装配体的分解状态	461
9.11.5 创建分解状态的偏距线	464
9.11.6 创建装配的剖截面	467
9.11.7 样式视图	469
9.11.8 定向视图	471
9.11.9 组合视图	472
9.12 在装配体中创建零件	473
9.13 挠性元件的装配	476
9.14 装配中的布尔运算操作	480
9.14.1 元件合并	480
9.14.2 元件切除	483
9.14.3 创建相交零件	484
9.14.4 创建镜像零件	485
9.15 元件的替换	486
9.15.1 元件替换的一般操作过程	487
9.15.2 替换失败的处理	490
9.16 骨架零件模型简介	491
9.16.1 概述	491
9.16.2 骨架零件模型的创建和使用	493
9.17 自顶向下设计鼠标	497
9.17.1 设计流程图	497
9.17.2 详细操作过程	498
 第 10 章 模型的测量与分析	 516
10.1 模型的测量	516
10.1.1 测量距离	516
10.1.2 测量角度	519
10.1.3 测量曲线长度	520
10.1.4 测量面积	522
10.1.5 计算两坐标系间的转换值	522
10.2 模型的基本分析	523
10.2.1 模型的质量属性分析	523
10.2.2 剖截面质量属性分析	524
10.2.3 配合间隙	525
10.2.4 单侧体积	526

10.2.5	装配干涉检查.....	527
10.3	曲线与曲面的曲率分析.....	528
10.3.1	曲线的曲率分析.....	528
10.3.2	曲面的曲率分析.....	529
第 11 章	工程图模块.....	530
11.1	Pro/ENGINEER 软件的工程图模块概述.....	530
11.2	开始一张新的工程图, 进入工程图环境.....	533
11.3	工程图基础.....	535
11.3.1	工程图的设置文件 pro.dtl.....	535
11.3.2	工程图的格式.....	541
11.3.3	关于工程图中的比例.....	545
11.3.4	多页面工程图.....	547
11.3.5	关于工程图模块中的再生命令.....	548
11.3.6	关于工程图的保存.....	548
11.3.7	设置符合国标的工程图环境.....	549
11.4	工程图视图.....	551
11.4.1	创建视图(基础).....	551
11.4.2	移动视图与锁定视图移动.....	556
11.4.3	删除视图.....	557
11.4.4	视图的显示模式.....	557
11.4.5	创建视图(高级).....	561
11.4.6	修改视图.....	576
11.4.7	相关视图.....	585
11.4.8	多模型工程图.....	586
11.5	工程图中的二维草绘图.....	587
11.5.1	单个图元的绘制与捕捉参照对话框.....	588
11.5.2	连续图元的绘制与链.....	589
11.5.3	参数化关联.....	590
11.5.4	使用模型的边线创建草绘图元.....	591
11.5.5	草绘图的编辑.....	592
11.5.6	将视图设置为当前“绘制视图”.....	600
11.5.7	相关对象.....	601
11.5.8	草绘图的填充(草绘图的剖面线).....	601
11.6	尺寸标注.....	602
11.6.1	概述.....	602
11.6.2	创建被驱动尺寸.....	604
11.6.3	创建草绘尺寸.....	606
11.6.4	尺寸操作.....	609

11.6.5	尺寸公差	617
11.7	创建注释文本	619
11.7.1	注释菜单简介	619
11.7.2	创建无方向（无箭头）导引注释	620
11.7.3	创建有方向（有箭头）指引注释	621
11.7.4	注释的编辑	622
11.8	基准	623
11.8.1	创建基准	623
11.8.2	拭除与删除基准	628
11.9	几何公差	628
11.9.1	创建几何公差	628
11.9.2	几何公差拭除、删除与清除	632
11.10	表面粗糙度（光洁度）	632
11.11	创建产品的 BOM（材料明细表）	633
11.12	定制工程图模板	646
11.12.1	工程图模板概述	646
11.12.2	创建工程图模板的步骤	646
第 12 章	高效使用 Pro/ENGINEER 软件	649
12.1	模型属性关系	649
12.1.1	“关系”基础	649
12.1.2	创建关系	656
12.2	设置用户参数	660
12.2.1	关于用户参数	660
12.2.2	创建用户参数举例	660
12.3	自定义特征	662
12.3.1	概述	662
12.3.2	创建 UDF	662
12.3.3	放置 UDF	667
12.4	Pro/ENGINEER 软件中的族表	670
12.4.1	族表基础	670
12.4.2	创建零件族表	671
12.4.3	创建装配族表	674
12.5	创建快捷键	675
第 13 章	定制 Pro/ENGINEER 应用环境	677
13.1	工作环境设置	677
13.2	创建实体零件模型的模板	679
13.2.1	概述	679