

Pro/ENGINEER 循序渐进教程

Pro/ENGINEER 2000i 高级教程

老虎工作室 彭海涛 白笛 编著
祝明



人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 2000i 高级教程/彭海涛, 白笛, 祝明编著.—北京: 人民邮电出版社, 2001.11
(Pro/ENGINEER 循序渐进教程)

ISBN 7-115-09807-7

I.P... II. 彭... 白... 祝... III.机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER 2000i —教材 IV.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 077690 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 2000i 是 PTC 公司推出的最新版本的 CAD/CAM 系统。该系统可为工业产品设计提供完整的解决方案, 可广泛应用于造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、机构分析、有限元分析、关系数据库管理等各个领域。

本书介绍了 Pro/ENGINEER 2000i 系统高级零件特征的创建方法和使用技巧。特征部分包括薄壁特征、扫掠与混合特征、曲面特征、高级结构特征等; 技巧部分包括特征复制技巧、修改与重生成技巧、装配技巧、工程制图技巧、层的使用、零件族的使用、公差的使用、关系式的使用等。书中的大多数实例都可以从本书所附的光盘中获得。

本书内容丰富, 结构合理, 文字简洁流畅, 实用性和可操作性都很强, 特别适合 Pro/ENGINEER 2000i 的中级用户和工程设计人员阅读参考, 也可供大专院校相关专业或各类培训班作为教材使用。

Pro/ENGINEER 循序渐进教程
Pro/ENGINEER 2000i 高级教程

◆ 编 著 老虎工作室 彭海涛 白 笛 祝 明

责任编辑 姚彦兵

执行编辑 李永涛

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

读者热线：010-67129212 010-67129211（传真）

北京汉魂图文设计有限公司制作

印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本：787×1092 1/16

印张：25.25

字数：607 千字 2001 年 11 月第 1 版

印数：1- 000 册 2001 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09807-7/TP · 2556

定价：39.00 元（附光盘）

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010) 67129223



老虎工作室

主 编：沈精虎

编 委：许曰滨 黄业清 姜 勇 冯 辉 宋雪岩
彭海涛 郭剑峰 陈 杉 蔡汉明 宋一兵
李 仲 周 锦 白 笛 祝 明 张艳花

丛书前言

Pro/ENGINEER 2000i 是美国参数技术公司 (Parametric Technology Corporation, PTC) 多项技术的集成产品, 功能强大, 用途广泛, 是新一代 CAD/CAM 系统。该软件是 i 系列软件的基石, 目的是为工业产品设计提供完整的解决方案。同前几代产品相比, Pro/ENGINEER 2000i 作了 500 多处改进, 增加了许多新的功能与应用程序。

Pro/ENGINEER 2000i 首次将 PTC 已有技术完全集成在一起, “ i ” 意味着结合了因特网 (Internet) 工业联盟 (industry alignment) 创新 (innovation) 个性化 (individualization) 协作能力 (interoperability) 以及集成 (integration) 等特性。

Pro/ENGINEER 2000i 中引入了行为建模功能, 使该软件成为一种全面的、目标驱动的设计工具, 能够让用户通过捕捉设计要求和目的, 来完成产品开发过程。这个新版本还包含了其他一些创新技术, 如物体运动仿真的机构设计技术, 处理超大型部件 (VLA) 的包络表示技术, 以及 “ 机械加工专家 ” —— 一种基于特征的全新 NC 编程工具。它们全都具有专为 Windows 环境设计的界面, 易学易用。

为了帮助更多的读者朋友掌握 Pro/ENGINEER 2000i 的使用方法, 我们编写了这套 “ Pro/ENGINEER 循序渐进教程 ” 丛书。本套丛书包括基础教程、高级教程和应用教程 3 册。

- 《Pro/ENGINEER 2000i 基础教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 的设计思想、基本操作和常用的设计方法。初学者通过阅读该书和实例练习, 可以在较短时间内学会用 Pro/ENGINEER 2000i 进行三维设计。
- 《Pro/ENGINEER 2000i 高级教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 2000i 的高级设计方法和技巧。通过对一些典型实例的讲解分析, 可以将读者的设计水平提高到一个新的台阶。
- 《Pro/ENGINEER 2000i 应用教程》主要介绍 Pro/ENGINEER 2000i 在工程设计、计算机辅助分析、计算机辅助制造、产品数据管理方面的应用。通过学习此书, 可以提高读者的应用能力, 并掌握产品数据建模的全过程。

这套丛书的作者都是长期从事 CAD/CAM 教学和开发的专业人士, 在设计理论、专业知识和解决实际问题方面有比较丰富的经验。读者只要认真学习, 就可以在 Pro/ENGINEER 2000i 的应用方面有明显的提高。

本丛书的每本书后都附有软盘或光盘, 保存了书中的实例, 可供读者参考使用。

老虎工作室

2001 年 9 月

第 1 章	基准的选择	1
1.1	基准面 (Datum Planes)	2
1.1.1	生成基准面	2
1.1.2	基准面的特性设置	6
1.2	基准轴 (Datum Axes)	8
1.3	基准点 (Datum Points)	11
1.4	基准曲线 (Datum Curves)	15
1.5	坐标系 (Coordinate Systems)	22
1.6	小结	25
第 2 章	薄壁特征	27
2.1	薄壁特征概述	28
2.1.1	通过挤出得到薄壁特征	28
2.1.2	通过旋转得到薄壁特征	29
2.1.3	零件的轮廓与薄壁特征的产生	29
2.2	如何创建薄壁特征	30
2.3	设定深度	33
2.3.1	【Blind】和【2 Side Blind】	34
2.3.2	【Through】选项组	36
2.3.3	【UpTo】选项组	43
2.4	工程实例	48
2.4.1	创建薄壁特征	49
2.4.2	创建辅助特征	50
2.5	小结	52
第 3 章	扫掠与混和	53
3.1	扫掠特征	54
3.1.1	扫掠的概念	54
3.1.2	扫掠基特征的生成	54
3.1.3	扫掠结构特征的生成	58
3.2	混合特征	62
3.2.1	混合的概念	62
3.2.2	混合特征的生成	63
3.3	小结	74

第 4 章 高级结构特征 75

4.1 筋 76

4.1.1 直筋 76

4.1.2 旋转筋 79

4.1.3 工程实例 82

4.2 壳 90

4.2.1 如何创建壳体特征 91

4.2.2 创建壳体的约束 93

4.2.3 工程实例 93

4.3 管路 96

4.3.1 如何创建管路特征 97

4.3.2 创建管路特征应注意的若干问题 99

4.3.3 工程实例 101

4.4 扭曲特征 103

4.4.1 拔模操作 104

4.4.2 偏移操作 108

4.4.3 替代操作 110

4.4.4 修补操作 113

4.4.5 环状弯曲操作 115

4.4.6 脊柱弯曲操作 118

4.4.7 拔模偏移操作 120

4.4.8 平整覆盖面操作 121

4.5 小结 123

第 5 章 曲面特征在创建零件中的作用 125

5.1 用复杂曲面生成复杂零件 126

5.2 覆盖面 130

5.2.1 【Extrude】(拉伸) 132

5.2.2 【Revolve】(旋转) 133

5.2.3 【Sweep】(扫描) 133

5.2.4 【Flat】(平面) 133

5.2.5 【Advance】(高级) 134

5.3 裁剪面 138

5.3.1 【Extrude】的使用方法 139

5.3.2 【Use Quilt】的使用方法 140

5.3.3 【Use Curves】的使用方法 140

5.3.4 【Vertex Round】(顶点圆角) 141

5.3.5 【Silhouette】(棱线) 141

5.4 延伸面 141

5.4.1	利用【Same Srf】延伸覆盖面	143
5.4.2	利用【Along Dir】沿着方向来延伸覆盖面	144
5.5	曲面修改	145
5.5.1	合并	145
5.5.2	拔模	146
5.5.3	转移	148
5.6	小结	150
第 6 章	装饰特征	151
6.1	绘制装饰特征	152
6.1.1	规则截面特征	152
6.1.2	投影装饰特征	155
6.2	螺纹装饰特征	158
6.2.1	如何创建螺纹特征	159
6.2.2	定制螺纹特征	162
6.3	凹槽装饰特征	162
6.4	ECAD 区域特征	164
6.5	小结	166
第 7 章	特征的复制技巧	167
7.1	特征的拷贝【Copy】	168
7.1.1	用【New Refs】进行拷贝	169
7.1.2	用【Same Refs】进行拷贝	171
7.2	特征的阵列【Pattern】	173
7.2.1	用【Identical】进行阵列	175
7.2.2	删除阵列特征	176
7.2.3	用【Varying】进行阵列	177
7.2.4	用【General】进行阵列	178
7.3	特征组的阵列	180
7.3.1	生成特征组	181
7.3.2	对特征组进行阵列	182
7.3.3	删除阵列特征组	185
7.4	小结	186
第 8 章	零件的修改和重生成技巧	187
8.1	修改尺寸	188
8.1.1	修改尺寸数值	188
8.1.2	修改阵列基准点	189
8.1.3	修改尺寸格式	191
8.1.4	修改尺寸小数点位数	191

8.1.5	在尺寸中加入文字	192
8.1.6	修改尺寸符号	192
8.1.7	修改尺寸位置	193
8.1.8	移动尺寸文字	194
8.1.9	切换尺寸箭头	194
8.1.10	移动基准图元名称	195
8.2	重定义特征	195
8.2.1	修改特征名称	196
8.2.2	修改多重截面特征	196
8.2.3	修改合并尺寸	198
8.2.4	修改基准线类型	199
8.2.5	设置只读属性	200
8.3	重定义基准特征	200
8.3.1	修改基准点	200
8.3.2	修改基准坐标	202
8.4	简化表示	203
8.5	修改零件精度	205
8.6	解决重生成问题	206
8.6.1	解决特征菜单	206
8.6.2	重生成信息	209
8.7	小结	210
第 9 章	层的使用	211
9.1	图层的使用	212
9.1.1	设置图层	212
9.1.2	设置图层项目	217
9.2	图层的显示	221
9.2.1	图层显示控制	221
9.2.2	其他功能	222
9.3	小结	223
第 10 章	零件族	225
10.1	零件族概述	226
10.1.1	零件族概念	226
10.1.2	零件族的优点	227
10.2	生成零件族	227
10.2.1	零件族的操作方式	227
10.2.2	【Add Item】加入项目	230
10.2.3	【Edit】编辑零件族表	231

10.2.4 以【Patternize】方式加入实例零件	235
10.3 取得实例零件	238
10.4 小结	238
第 11 章 测量与分析	239
11.1 【Measure】测量	240
11.2 【Model Analysis】模型分析	246
11.3 【Curve Analysis】曲线分析	255
11.4 【Surface Analysis】曲面分析	260
11.5 小结	265
第 12 章 装配的技巧	267
12.1 创建装配件	268
12.2 互换装配件	272
12.2.1 创建互换装配件	272
12.2.2 设置参考标志	275
12.2.3 装配件中的零件互换	277
12.3 获取装配件信息	280
12.3.1 获取装配件的 BOM 表	280
12.3.2 获取元件的装配工艺	281
12.4 元件的修改和重生成	282
12.4.1 元件的修改	282
12.4.2 元件的重生成	283
12.5 干涉检查	284
12.6 设置元件的颜色	286
12.7 小结	290
第 13 章 工程制图的技巧	291
13.1 自定义图纸格式	292
13.1.1 创建图纸格式模板	292
13.1.2 使用自定义图纸格式	301
13.2 创建视图	302
13.2.1 视图的创建过程	302
13.2.2 创建不同显示范围的视图	303
13.2.3 创建不同观察方式的视图	309
13.2.4 创建不同类型的视图	324
13.3 栅格的使用	327
13.3.1 栅格捕捉	327
13.3.2 修改栅格间距	329
13.4 创建和修改线样	330

13.4.1 设置线样	330
13.4.2 修改几何元素的线样	331
13.4.3 创建线样	332
13.5 获取图纸信息	334
13.6 出图	336
13.7 小结	338
第 14 章 公差的使用	339
14.1 尺寸公差	340
14.1.1 设置尺寸公差	340
14.1.2 修改公差	344
14.2 几何公差	347
14.2.1 指定几何公差	348
14.2.2 修改几何公差	354
14.3 表面粗糙度	355
14.3.1 标注表面粗糙度	355
14.3.2 删除或修改表面粗糙度	356
14.4 小结	356
第 15 章 关系式	357
15.1 关系式概述	358
15.2 增加关系式	362
15.2.1 如何增加关系式	362
15.2.2 联立方程组	364
15.2.3 条件语句	367
15.2.4 参数的字符串值	368
15.2.5 在特征中创建关系式	369
15.2.6 创建阵列的关系式	370
15.2.7 创建装配件的关系式	373
15.2.8 用户自定义参数	375
15.3 修改关系式	376
15.3.1 如何修改关系式	377
15.3.2 修改参数名	378
15.3.3 关系式排序	379
15.4 查看关系式	379
15.5 操作实例	380
15.6 小结	386



第1章 基准的选择

主要内容

- ☐ 基准面 (Datum Planes)
- ☐ 基准轴 (Datum Axes)
- ☐ 基准点 (Datum Points)
- ☐ 基准曲线 (Datum Curves)
- ☐ 坐标系 (Coordinate Systems)



基

准在 Pro/ENGINEER 中起着极其重要的作用，是 Pro/ENGINEER 整个实体造型的基础。灵活使用各种基准是创建复杂实体和曲面的前提条件。本章将向读者介绍如何在 Pro/ENGINEER 环境中生成并显示基准面、基准轴、基准点、基准曲线、坐标系，并结合实例逐步引导读者学习这些基准特征在实体造型中的应用方法。

1.1 基准面 (Datum Planes)

在 Pro/ENGINEER 环境中，基准面是经常被用到的基准特征之一，在造型中起着极其重要的作用。在以后的学习中可以看出，所有造型工作中的草图绘制均是在基准面中完成的。基准面作为构造实体的参考面，利用它可以实现实体的拉伸造型、尺寸标注以及在组合元件时作为组合零件的参考指令等。本节分为两个部分：

- (1) 基准面的生成。
- (2) 有关基准面的特性设置。

1.1.1 生成基准面

Pro/ENGINEER 系统提供了多种生成基准面特征的方法。在特征菜单中选择【Feature】>【Create】>【Datum】>【Plane】命令，系统将显示如图 1-1 所示的菜单，利用各菜单项可分别以不同方式生成基准面。

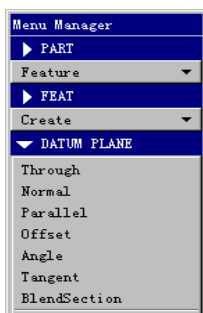


图1-1 基准面生成方式选择菜单



基准面的生成有时只需一个约束条件，而有时则需两个或者两个以上的约束条件（这时需要在指定完一个约束方式之后再选择另一个生成）。

该菜单包含以下生成方式：

- 【Through】：用于生成通过特征表面或者特征边缘线的基准面。当以特征表面为参考时，特征表面必须为平面，在此基础上，只需选择特征表面即可生成；当生成通过特征边缘线的基准面时，特征边缘线必须为二维平面线而不可以是三维线。同时，在选择完边缘线后，还需要制定第 2 个约束条件才能完成基准面的生成。第 2 个约束条件可以从其他生成基准面的方法中选择，比如【Angle】角度或者【Tangent】相切，如图 1-2 所示。

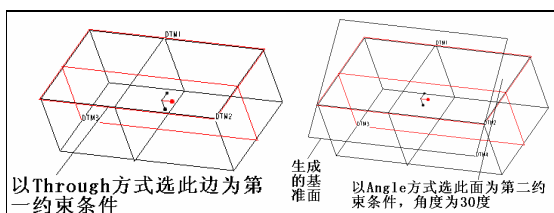


图1-2 以【Through】方式生成基准面

- **【Normal】**: 利用此种方式可以生成一个垂直于特征表面或一条直线的基准面。**【Normal】**通常和**【Through】**等方式结合使用, 使生成的垂直基准面通过某一条边, 如图 1-3 所示。

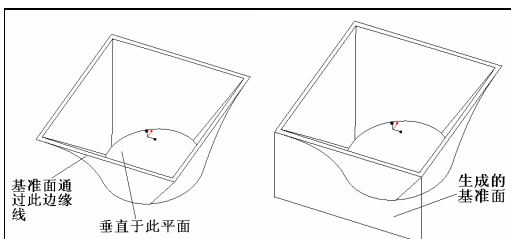


图1-3 【Normal】方式生成基准面

- **【Parallel】**: 利用此种方式可以生成一个平行于特征表面的基准面。**【Parallel】**通常和**【Through】**等方式结合使用, 使生成的平行基准面通过某一条边, 如图 1-4 所示。

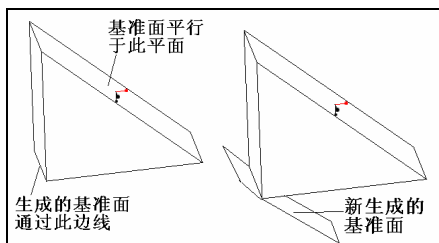


图1-4 以【Parallel】方式生成基准面

- **【Offset】**: 指定一个平面的偏移量来产生悬浮基准面。这种方式只需要一个约束条件。选择**【Offset】**方式, 然后选取实体的一个平面作为偏移参考, 接着选择**【Enter Value】**命令, 在消息窗口中输入偏移量, 最终将产生一个偏移基准面, 如图 1-5 所示。

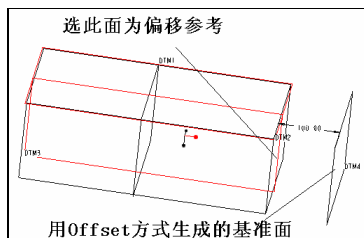


图1-5 【Offset】方式生成基准面

- **【Angle】**: 生成一个与实体表面成一定角度的基准面。它也需要和其他约束条



件一起使用，比如【Through】、【Normal】等。

- 【Tangent】：生成一个与圆柱体表面相切的基准面。这种方式只适合于曲面，对平面无效。它也需要和其他约束条件一起使用，比如【Through】、【Normal】等，如图 1-6 所示。

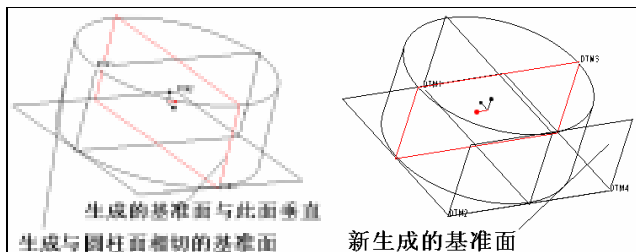


图1-6 以【Tangent】方式生成基准面

- 【BlendSection】(混合剖面)：当实体是由混合剖面组成时，可以选取其中的一个作为基准面。选择【BlendSection】方式，接着选取实体，系统将提示选取哪个剖面作为基准面，选择其中之一即可。

下面利用一个简单的实例来加深读者对基准面概念的认识。如图 1-7 所示，首先生成左侧的半圆形实体，然后创建一个倾斜基准面，并以该基准面为基础生成右侧的立方实体。

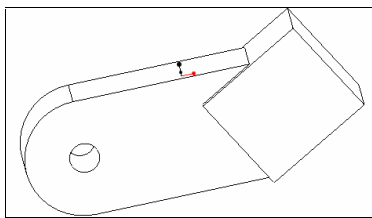


图1-7 基准面的应用

🔑 生成基准面

1. 生成左侧实体。利用【Protrusion】>【Extrude】命令和【Cut】命令生成左侧的实体，如图 1-8 所示，具体步骤略。

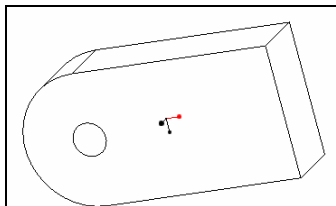


图1-8 生成左侧实体

2. 生成角度基准面。为了生成右侧倾斜立方实体，首先需要生成立方实体的草图绘制平面，此平面与缺省基准面成一定角度。选择【Feature】>【Create】>【Datum】>【Plane】>【Through】命令，先选择基准面通过的边缘线，如图 1-9 所示；再选择【Angle】命令，确定生成的基准面与实体表面所成的角度。此时系统提示选择角度的测量起始面，选择如图 1-10 所示的平面。

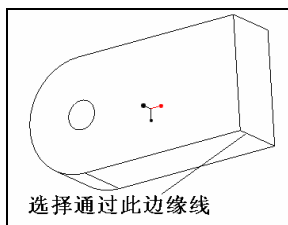


图1-9 选择边线

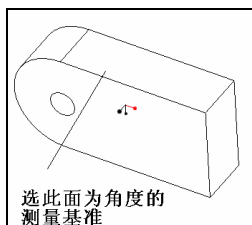


图 1-10 选择平面

平面选择完后，选择【Done】>【Enter Value】命令，系统弹出消息窗口，在消息窗口中输入角度值 30，按 **Enter** 键确认。生成的基准面如图 1-11 所示。

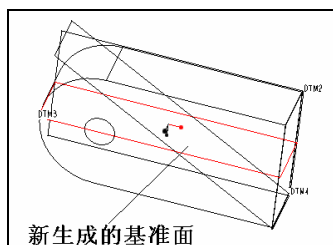


图1-11 生成基准面

3. 开始进行倾斜实体的创建。在新生成的基准面上，进行倾斜实体草图的绘制。选择【Feature】>【Create】>【Protrusion】>【Extrude】+【Solid】+【Done】命令，选择新建基准面作为草图平面。在进行实体的创建时，需存在互相垂直的基准面作为绘制草图的参考，而现在只有一个与测量起始面成 30°角的基准面，与其垂直的基准面还不存在，所以在绘制草图的准备步骤中还需生成一个与其垂直的基准面。选择【Make Datum】命令，弹出基准面生成方式菜单，如图 1-12 所示。



图1-12 选择基准面生成方式

以【Through】和【Normal】为约束条件（如图 1-13 所示）生成一个垂直基准面，进入草图绘制状态，绘制一个矩形，如图 1-14 所示，最后给出



拉伸深度值 150。

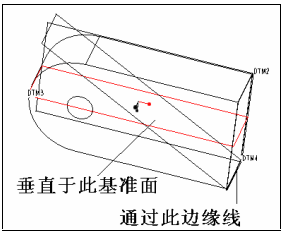


图1-13 生成垂直基准面

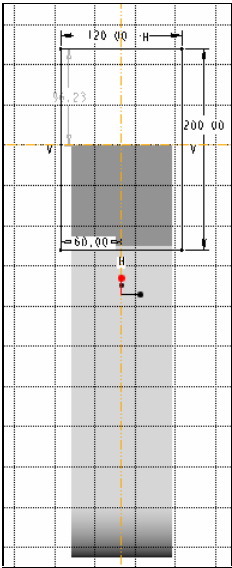


图 1-14 绘制矩形草图

1.1.2 基准面的特性设置

下面介绍如何控制基准面的显示和隐藏，以及如何修改基准面的名称和删除基准面。

为了控制基准面的显示和隐藏，最方便的方法就是利用工具条命令     中的第 1 个按钮 。如果工具条中没有此项，按图 1-15 所示，选择主菜单命令【Utilities】>【Customize Screen】，系统弹出【Customize】窗口，如图 1-16 所示。此窗口用于设置在工具条上的命令。在窗口中选中【Datum Display】命令，    将出现在工具条上。这时可以单击按钮 ，观察此命令的功能。

基准轴、基准点和基准坐标的显示控制方式与基准面的控制方式相似。对于基准轴，需选择按钮 ；对于基准点，需选择按钮 ；对于基准坐标系，需选择按钮 .

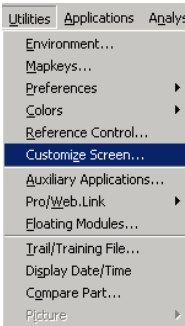


图1-15 【Utilities】菜单