



老虎工作室
www.laohu.net

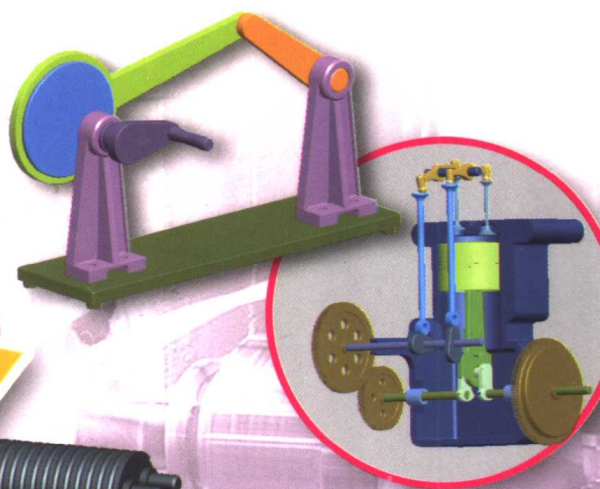


Pro/ENGINEER

Wildfire **中文版**

高级应用

老虎工作室
谭雪松
张 青
钟廷志 编著



附教学光盘
CD-ROM



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

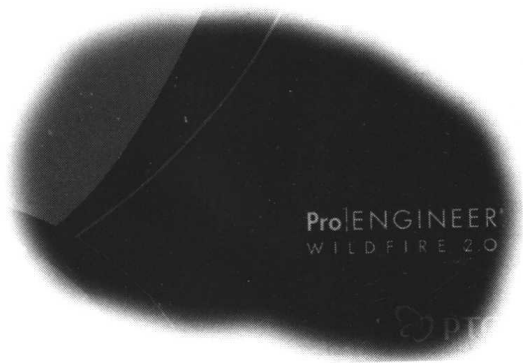
Pro/ENGINEER Wildfire 中文版

高级应用

老虎工作室

谭雪松
张 青
钟廷志

编著



人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 中文版高级应用 / 谭雪松, 张青, 钟廷志编著.

—北京: 人民邮电出版社, 2007.1

ISBN 978-7-115-13760-9

I. P... II. ①谭... ②张... ③钟... III. 机械设计; 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 131222 号

内 容 提 要

Pro/ENGINEER 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 开发的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件。该软件广泛应用于工业产品造型设计、机械设计、模具设计、加工制造、有限元分析、功能仿真以及关系数据库管理等方面, 是当今最优秀的三维设计软件之一。

本书以理论概述与实例操作相结合, 并重点介绍使用 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 创建高级特征、钣金设计、逆向工程、运动和动力仿真以及行为建模等知识。

本书内容丰富, 说理清晰, 选例典型, 针对性强, 适用于从事产品开发设计工作的工程设计人员以及高等院校师生阅读。

Pro/ENGINEER Wildfire 中文版高级应用

- ◆ 编 著 老虎工作室 谭雪松 张 青 钟廷志
责任编辑 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@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 40.5
字数: 997 千字 2007 年 1 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-13760-9 / TP · 4880

定价: 68.00 元 (附光盘)

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223



老虎工作室

主 编： 沈精虎

编 委：	许曰滨	黄业清	姜 勇	宋一兵	高长铎
	田博文	谭雪松	杜俭业	向先波	毕丽蕴
	郭万军	宋雪岩	詹 翔	张 琴	周 锦
	冯 辉	王海英	蔡汉明	李 仲	马 震
	赵治国	赵 晶	张 伟	朱 凯	臧乐善
	郭英文	计晓明	张艳花	孙海侠	尹志超

关于本书

内容和特点

Pro/ENGINEER（以下简称 Pro/E）是当今流行的三维实体建模软件之一，其内容丰富、功能强大，随着生产加工自动化水平的不断提高，在我国设计加工领域里的应用越来越广泛。Pro/E Wildfire 2.0 中文版是该软件目前的主流版本，在程序界面和设计功能等方面都做了较大的改进，很好地满足了用户的设计要求，全面提高了设计效率。

为了帮助读者迅速掌握软件的使用方法和应用技巧，我们根据自己使用该软件进行产品开发的实际经验和心得体会，编写 4 本书，它们涵盖了关于 Pro/E 的基本操作、典型应用以及提高训练等内容，直接面向不同学习阶段的读者。读者通过对这 4 本书的系统学习，可以循序渐进地掌握使用 Pro/E 进行大型产品开发的基本方法。

这 4 本书的主要内容介绍如下。

- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版基础教程》：面向入门级读者，重点介绍各种基本设计工具的用法以及参数化建模的基本原理。主要内容包括各种基本建模工具及其应用，曲面建模方法及其应用，特征的常用编辑和操作方法，参数化模型创建的基本方法，组件装配的基本方法以及工程图创建的一般过程。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版典型实例》：面向初步掌握了软件的基本用法，又希望进一步提高设计水平的读者。书中通过大量典型实例介绍综合使用各种设计工具创建大型模型的方法和技巧，并帮助读者逐步熟悉大型产品开发的一般流程。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版模具设计与数控加工》：该书首先介绍使用模具设计的相关知识，帮助读者了解模具设计的基本流程并掌握典型零件模具的设计方法。然后介绍数控加工的基本原理以及数控铣削在加工中的应用。
- 《Pro/ENGINEER Wildfire 中文版高级应用》：本书主要向已经熟悉软件基本用法的读者深入介绍常用的高级设计方法。主要内容包括各种高级实体特征和曲面特征的应用、逆向工程及其应用、机械仿真及其应用、钣金设计方法及其应用，以及行为建模的基本知识。

本书是其中的第 4 本，重点介绍 Pro/ENGINEER Wildfire 2.0 在现代设计领域内的典型应用，主要包括高级实体特征和曲面特征的创建、钣金设计及其应用、运动和动力仿真设计、逆向工程及其应用以及行为建模的基本原理及其应用等方面。全书在介绍基本设计方法的同时，及时安排典型的应用实例引导读者动手练习；在阐明基本设计原理的同时，及时为读者推荐好

的设计方法和设计经验，并指出设计中存在的误区，让读者少走弯路。

全书共分 5 章，各章内容简要介绍如下。

- 第 1 章：介绍高级实体特征的设计方法及其典型应用。
- 第 2 章：介绍钣金设计的方法和技巧。
- 第 3 章：介绍高级曲面建模技巧以及逆向工程的基本知识。
- 第 4 章：介绍机构运动及动力仿真的设计方法和技巧。
- 第 5 章：介绍行为建模的基本知识。

读者对象

本书适合于已经初步掌握了 Pro/E 的建模方法，并希望全面了解该软件更多设计功能的读者使用。本书能够轻松地引导他们循序渐进地掌握高级实体和曲面设计、钣金设计、逆向工程、运动仿真以及行为建模等典型功能模块的用法。结合书中实例对照操作，可以将所学知识融会贯通，在此基础上加强实践环节，达到举一反三。

配套光盘的使用方法

一、运行环境

- 硬件环境：奔腾 200MHz 以上多媒体计算机。
- 软件环境：Windows 98/2000/XP（推荐在 2000 或 XP 系统下使用）。

二、使用方法

在配套光盘中有“readme.txt”文件，读者可以根据该自述文件的提示来使用该光盘。

配套光盘内容简介

为了方便读者学习，书中实例所讲述的部分零件文件（.prt）、动画文件（.avi）以及各章实例的设计结果文件（.prt 和 .asm 文件）都收录到本书的配套光盘中。配套光盘全部内容总计约 650MB，相信会为读者的学习和设计带来帮助。

下面是本书配套光盘内容的详细说明。

1. 零件文件

在实例操作时，有时需要首先打开参照模型以及工件的零件文件（.prt），然后进行下一步操作。这些零件文件被分别保存在各章节下的“素材”文件夹中。例如，“\第 4 章\素材\windmill\nog.prt”表示第 4 章指定路径下的一个“.prt”文件，读者可以浏览光盘直接打开所需的 prt 文件进行后续设计操作。

2. 动画文件

可以通过播放与章节相对应的“动画”文件夹中的动画文件（.avi）观看实例的设计过程。例如，“\第 4 章\动画\旋转风车运动仿真.avi”表示第 4 章中对应设计的动画文件。

3. 效果文件

各实例中最终的效果文件（.prt 和.asm）放在相应章节的“结果”文件夹中。例如，“第 4 章\结果\旋转风车运动仿真”文件夹下将放置对应设计的效果文件。

叙述约定

为了方便读者阅读，我们在书中设计了以下 5 个小图标。

 **问题思考**：引导读者思考有关问题，为后面的叙述做铺垫。

 **要点提示**：用于提醒读者应该注意的问题。

 **动手练习**：提示读者按照前面介绍的方法对照操作。

 **应用实例**：用于引出一个操作实例和相应的一组操作步骤。

 **动画演示**：指明本例对应的动画演示文件所在的光盘路径。

感谢您选择了本书，也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

老虎工作室网站 <http://www.laohu.net>，电子函件 postmaster@laohu.net。

老虎工作室

2006 年 7 月

第 1 章 创建高级实体特征	1
1.1 创建轴特征	1
1.1.1 基本设计方法	1
1.1.2 设计实例	4
1.2 创建唇特征	8
1.2.1 基本设计方法	9
1.2.2 设计实例	10
1.3 创建耳特征	12
1.3.1 基本设计方法	12
1.3.2 设计实例	13
1.4 创建槽特征	16
1.4.1 基本设计方法	16
1.4.2 设计实例	21
1.5 创建环形槽和法兰特征	26
1.5.1 基本设计方法	26
1.5.2 设计实例	27
1.6 创建顶点倒圆角特征	31
1.6.1 基本设计方法	31
1.6.2 设计实例	31
1.7 创建展平面组特征	40
1.7.1 基本设计方法	40
1.7.2 设计实例	42
1.8 创建折弯实体特征	50
1.8.1 基体设计方法	51
1.8.2 创建扁平曲线特征	51
1.8.3 创建折弯实体特征	54
1.9 创建骨架折弯特征	60
1.9.1 基本设计方法	60
1.9.2 设计实例	61
1.10 创建环形折弯特征	63
1.10.1 基体设计方法	64
1.10.2 设计实例	65

1.11 创建半径圆顶和剖面圆顶特征.....	78
1.11.1 基本设计方法.....	78
1.11.2 设计实例.....	80
1.12 创建局部推拉特征.....	87
1.12.1 基本设计方法.....	87
1.12.2 设计实例.....	87
1.13 创建实体自由形状特征和管道特征.....	92
1.13.1 实体自由形状.....	93
1.13.2 创建管道特征.....	96
1.13.3 设计实例.....	97
1.14 带曲面及其应用.....	111
1.14.1 基本设计方法.....	111
1.14.2 设计实例.....	112
1.15 总结与回顾.....	124

第2章 钣金设计..... 125

2.1 钣金设计概述.....	125
2.1.1 进入钣金设计环境.....	125
2.1.2 钣金特征的显示.....	128
2.1.3 壁设计.....	129
2.2 创建主要壁.....	130
2.2.1 设计工具.....	130
2.2.2 创建平整壁.....	131
2.2.3 创建拉伸壁特征.....	131
2.2.4 创建旋转壁特征.....	134
2.2.5 创建混合壁特征.....	135
2.2.6 创建偏移壁特征.....	138
2.3 创建次要壁.....	139
2.3.1 使用基本壁设计工具创建次要壁特征.....	139
2.3.2 创建平整壁.....	144
2.3.3 创建法兰壁.....	151
2.3.4 创建扭转壁特征.....	159
2.3.5 延伸壁.....	162
2.3.6 壁的合并操作.....	165
2.4 钣金零件的基本操作.....	170
2.4.1 钣金折弯.....	170
2.4.2 钣金件的展平操作.....	185
2.4.3 钣金折弯回去操作.....	187

2.4.4	边折弯	188
2.4.5	钣金切割	191
2.4.6	钣金的平整形态	194
2.5	钣金零件的高级处理	197
2.5.1	创建成形特征	197
2.5.2	钣金的平整成形	203
2.5.3	创建扯裂特征	205
2.5.4	创建区域变形特征	211
2.5.5	创建钣金转换特征	214
2.5.6	创建凹槽和冲孔	220
2.6	综合实例	229
2.6.1	屏幕保护器设计	229
2.6.2	插座设计	239
2.6.3	计算机机箱设计	246
2.7	总结与回顾	294

第3章 高级曲面设计与逆向工程 295

3.1	创建高级曲面特征	295
3.1.1	基准曲线及其应用	296
3.1.2	将剖面混合到曲面	297
3.1.3	将切面混合到曲面	305
3.1.4	圆锥曲面和 N 侧曲面片	317
3.1.5	从文件混合	328
3.1.6	创建在曲面间混合特征	334
3.2	逆向工程简介	345
3.2.1	逆向工程概述	345
3.2.2	逆向工程系统	347
3.2.3	逆向工程后处理	348
3.3	交互式曲面设计	348
3.3.1	造型工具简介	349
3.3.2	创建造型曲线	352
3.3.3	创建造型曲面	360
3.3.4	设计实例	361
3.4	创建独立几何特征	368
3.4.1	设计简介	368
3.4.2	扫描曲线设计	370
3.4.3	创建型曲线	376
3.4.4	修改型曲线	382

3.4.5 创建型曲面	391
3.4.6 修改型曲面	394
3.5 综合实例	397
3.5.1 水壶手柄盖设计	398
3.5.2 茶壶设计	403
3.5.3 使用 AutoCAD 文件创建曲面	418
3.5.4 五边曲面设计	431
3.6 总结与回顾	445

第 4 章 运动和动力仿真分析

4.1 Pro/E 仿真分析概述	447
4.2 使用 MDX 进行运动仿真	448
4.2.1 设计环境简介	448
4.2.2 运动仿真概述	450
4.2.3 创建连接	451
4.2.4 创建伺服电动机	465
4.2.5 创建拖动和快照	468
4.2.6 机构运动仿真分析	470
4.2.7 回放	472
4.2.8 测量	475
4.2.9 轨迹曲线	477
4.2.10 运动包络	478
4.2.11 设计实例	479
4.3 使用 MDX 进行动力学仿真分析	493
4.3.1 设定初始条件	494
4.3.2 设置机构的显示	494
4.3.3 定义初始条件	495
4.3.4 设置质量属性	495
4.3.5 定义重力加速度	496
4.3.6 定义力和扭矩	496
4.3.7 执行电动机	499
4.3.8 创建弹簧	500
4.3.9 创建阻尼器	501
4.3.10 在结构中使用	502
4.3.11 机构信息	503
4.3.12 设计实例	503
4.4 Pro/Mechanica 仿真简介	511
4.4.1 Pro/Mechanica 的构成	511

4.4.2	Pro/Mechanica Structure 简介	512
4.4.3	Pro/Mechanica Motion 简介	515
4.5	综合实例	515
4.5.1	摆动运动机构仿真	515
4.5.2	内燃机仿真分析	542
4.5.3	机构的静态分析和力平衡分析	578
4.6	总结与回顾	585
第 5 章	行为建模	587
5.1	行为建模概述	587
5.2	行为建模的设计工具	588
5.2.1	模型测量	589
5.2.2	模型分析	589
5.2.3	几何分析	590
5.3	综合实例	593
5.3.1	电子表格分析在平键设计中的应用	593
5.3.2	发动机散热器冷却水箱设计	598
5.3.3	通风管自定义分析	610
5.3.4	多目标设计研究	619
5.4	总结与回顾	636

第1章 创建高级实体特征

通过对 Pro/E 基本建模方法的学习，读者已经掌握了使用拉伸、扫描等基本设计工具进行实体和曲面建模的方法，并积累了一定的设计经验和技巧。丰富的设计工具能够丰富工程师的设计手段，为设计提供更好的选择，提供更多的设计捷径，这在复杂的曲面建模中表现得尤为突出。本章主要介绍 Pro/E 提供的高级设计工具的基本用法，使用这些工具可以更加便捷地创建具有特定结构特点的特征。

本章主要内容如下。

- 创建轴特征。
- 创建唇特征。
- 创建耳特征。
- 创建槽特征。
- 创建环形槽和法兰特征。
- 创建顶点倒圆角特征。
- 创建展平面组特征。
- 创建折弯实体特征。
- 创建骨架折弯特征。
- 创建环形折弯特征。
- 创建半径圆顶和剖面圆顶特征。
- 创建局部推拉特征。
- 创建实体自由形状特征和管道特征。
- 带曲面及其应用。

1.1 创建轴特征

轴特征的创建方法与草绘孔类似，二者都是通过草绘旋转剖面然后将其放置到已有基础特征之上来完成特征创建工作的。不过，轴特征通常为加材料特征而不是减材料特征，因此轴特征从零件上伸出，而不是陷入零件中。与草绘孔一样，在绘制轴的草绘剖面时必须绘制旋转中心线，并且要求草绘剖面闭合。

1.1.1 基本设计方法

在【插入】主菜单中选取【高级】/【轴】选项可以打开如图 1-1 所示的【位置】菜单，菜单中提供了 4 种方式创建轴特征，缺省情况下使用【线性】方式。可以根据设计的需要选择其他方式，随后进入草绘界面绘制剖面图，最后再根据放置类型定义轴特征的具体放



置位置。图 1-2 是定义轴特征时打开的【轴：草绘】对话框，其中列出了需要依次定义的设计参数。

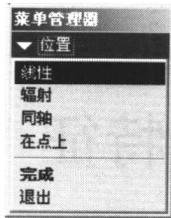


图1-1 【位置】菜单

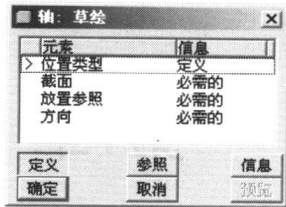


图1-2 【轴：草绘】对话框



在创建本章介绍的高级特征之前，需要将配置选项“allow_anatomic_features”设置为“yes”，这样在【插入】主菜单中的【高级】子菜单才可以看到【轴】工具。具体方法为，在【工具】主菜单中选取【选项】选项打开【选项】对话框，按照图 1-3 所示进行设置。此外，如果用户尚未创建基础实体特征，按照上述方法选取的【轴】设计工具将为灰色不可用状态，这是因为轴特征必须附着在已有特征之上，这也是大多数工程特征的特点。

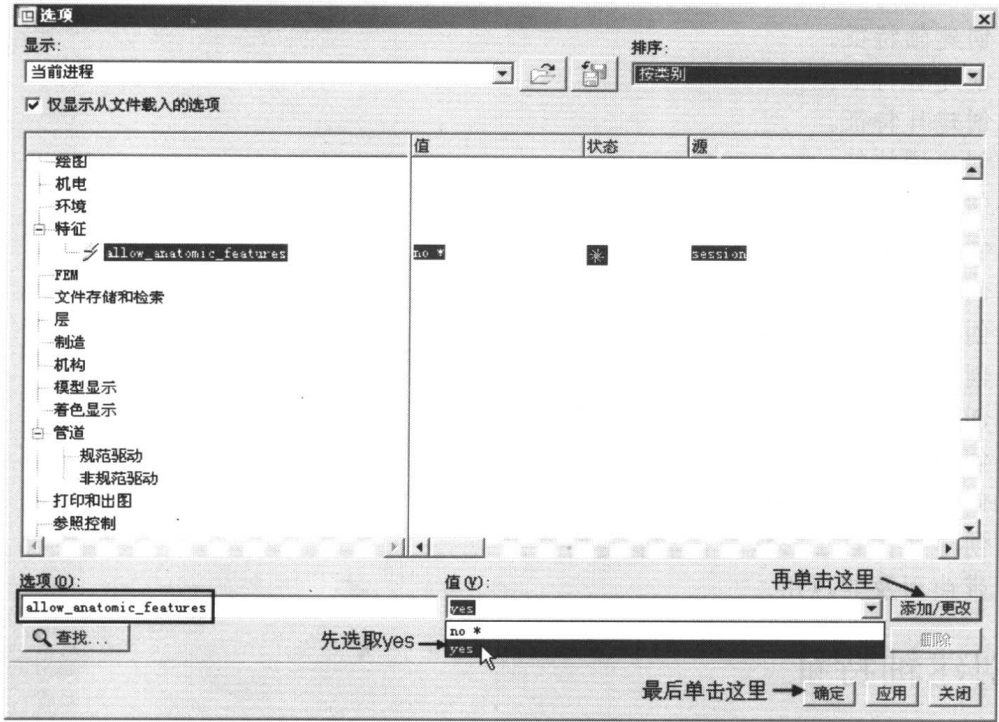


图1-3 【选项】对话框

以下简要介绍【位置】菜单中 4 个选项的用途。

- **【线性】**：选定两个次参照和两个线性尺寸来决定轴在主参考平面内的位置，其中两个线性尺寸表示轴线到两个次参照的距离。该选项仅当选取平面作为主参照时可用。
- **【辐射】**：指定一个线性尺寸和一个角度的大小来确定轴的放置位置。
- **【同轴】**：创建与被选取的参考轴同轴线的轴特征。
- **【在点上】**：创建轴线与被选取的点重合的轴特征。

下面说明 4 种放置类型的用法。



一、【线性】放置类型

如图 1-4 所示, 首先选取实体上表面作为主参照, 轴的一个端面放置在该平面上。系统提示: “为尺寸选择两边、轴、平曲面或基准”, 选取实体特征的第一个侧面作为第一个次参照, 然后输入轴中心到该参照的距离; 再选取第二个侧面作为第二个次参照, 然后输入轴中心到该参照的距离, 这样就可以惟一确定轴的放置位置。

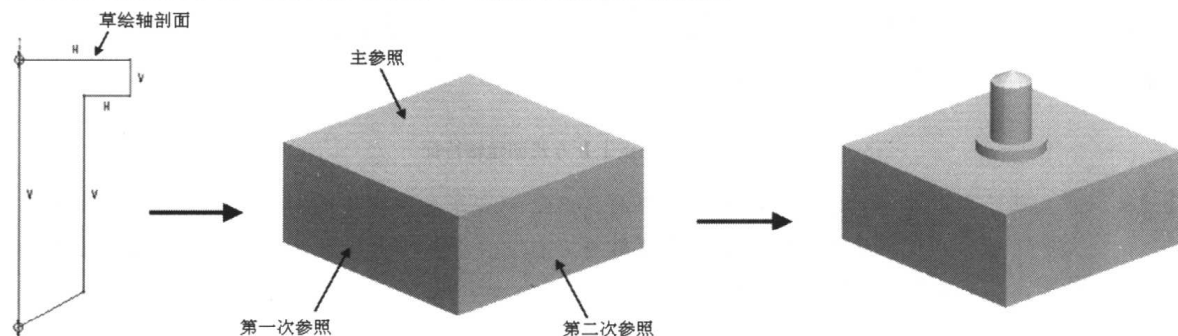


图1-4 以【线性】方式创建轴特征

二、【辐射】放置类型

图 1-5 说明了【辐射】放置类型的用法。首先选取实体上表面作为主参照, 轴的一个端面将放置在该平面上。然后选取实体上已有的轴线作为第一个次参照, 新建轴特征的轴线位于以该轴线为中心, 指定半径的圆周上。最后选取实体上一基准平面作为第二个次参照, 该平面绕第一个次参照轴线转过指定角度后, 与指定半径的圆周的交点即为新建轴特征轴线的位置 (角度为正时逆时针转动), 根据系统提示输入角度和半径后即可创建轴特征。

三、【同轴】放置类型

使用【同轴】放置类型可以创建与选定轴或柱体同轴的轴特征。这时只需要一个主参照和一个次参照就可以确定轴的放置位置。根据系统提示选取参考轴线, 再选择轴的放置平面即可创建轴特征, 如图 1-6 所示。

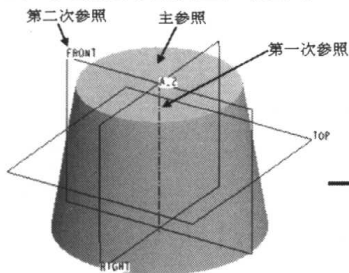


图1-5 以【辐射】方式创建轴特征

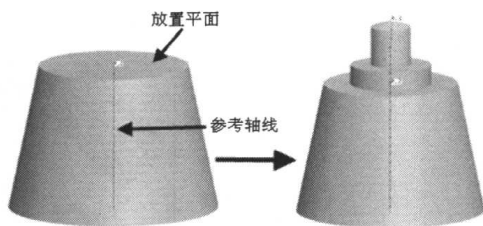


图1-6 以【同轴】方式创建轴特征

四、【在点上】放置类型

使用【在点上】放置类型可以创建轴线与选定点重合的轴特征 (参见图 1-7), 这种方式简单方便, 可以在任意位置创建轴特征。但是选取的参考点必须位于平面上, 否则不能创建轴特征。

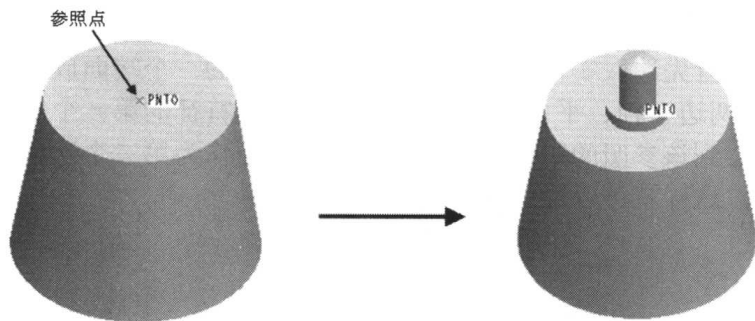


图1-7 以【在点上】方式创建轴特征



进入草绘界面绘制轴的剖面图时，如果有已经绘制完毕并保存好的轴剖面，可以直接调用该文件。此时在【草绘】主菜单中选取【数据来自文件】选项，使用浏览方式找到符合要求的剖面，将其导入设计环境，即可使用该剖面进行设计。

在如图 1-2 所示的模型对话框中单击 **预览** 按钮预览设计结果，如果发现轴的放置位置或形状不理想，可以重新定义其中的项目。首先选中需要定义的项目，然后单击 **定义** 按钮，也可以直接双击打开要重定义的项目，在系统的提示下重新定义参数，直到满足设计要求后单击 **确定** 按钮。

1.1.2 设计实例

下面通过实例介绍轴特征设计方法，重点阐明使用【同轴】和【辐射】方式创建轴特征的一般过程。设计中首先使用旋转方法创建基础实体模型，然后在其上面添加螺纹和轴特征创建滚珠轴，基本设计过程如图 1-8 所示。在学完该实例后读者可自行练习使用【线性】和【在点上】方式创建轴特征。

学习过程中注意掌握以下要点。

- 掌握轴特征的各种创建方法。
- 巩固复习螺旋扫描切口特征的设计方法。

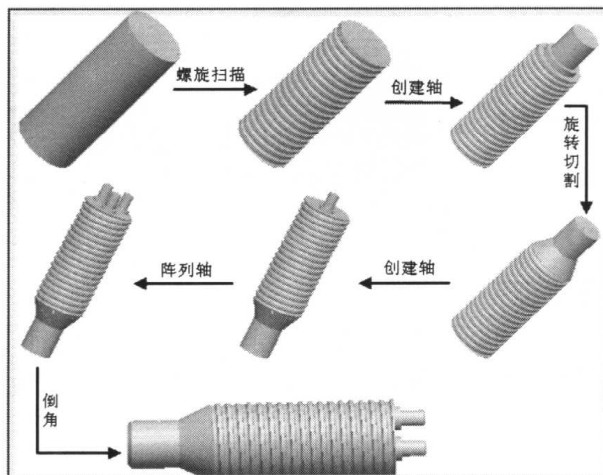


图1-8 基本设计过程



动画演示

—— 见光盘中的“\第1章\动画\滚珠轴设计.avi”文件



应用实例

—— 滚珠轴设计

1. 创建基础特征。

(1) 新建名为“roll_shaft”的零件文件。

(2) 在右工具箱中单击  按钮打开设计图标板，在设计界面空白处单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选取【定义内部草绘】选项打开【草绘】对话框。选取基准平面 TOP 作为草绘平面后单击鼠标中键，使用缺省参照放置草绘平面进入草绘模式。

(3) 在草绘平面内绘制如图 1-9 所示的剖面后退出草绘界面，设置拉伸方式为双侧对称，拉伸深度为 100.00，最后创建的拉伸实体特征如图 1-10 所示。

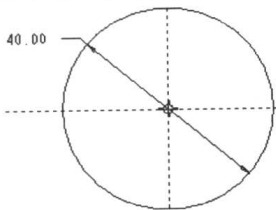


图1-9 草绘剖面

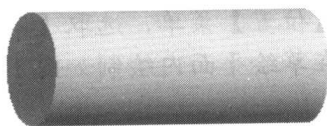


图1-10 生成的拉伸实体



要点提示

想必读者对运用拉伸、旋转等基本设计工具使用缺省参照创建基础实体特征的基本过程已经比较熟悉，在本书以后的叙述中，若使用缺省参照设计，将不再详细说明其设计过程，仅仅指明草绘平面、草绘剖面和基本的特征参数。

2. 创建螺旋滚珠槽。

(1) 在【插入】主菜单中选取【螺旋扫描】/【切口】选项打开【切剪：螺旋扫描】对话框和【属性】菜单，选取【常数】、【穿过轴】、【右手定则】和【完成】选项。

(2) 选取基准平面 FRONT 作为草绘平面，选取如图 1-11 所示的两条边作为尺寸标注和约束参照，在草绘平面中绘制如图 1-12 所示的扫描轨迹线和旋转轴。

(3) 根据系统提示输入节距 5.00。

(4) 使用  工具绘制如图 1-13 所示的扫描截面。

(5) 在弹出的【方向】菜单中选取【正向】选项，最后创建的螺旋扫描特征如图 1-14 所示。

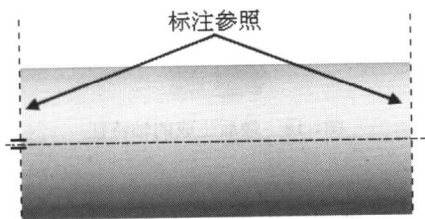


图1-11 选取的标注参照

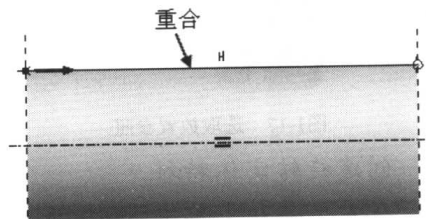


图1-12 草绘扫描轨迹线轮廓