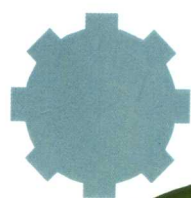
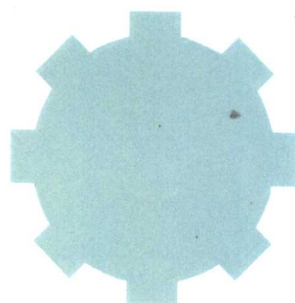
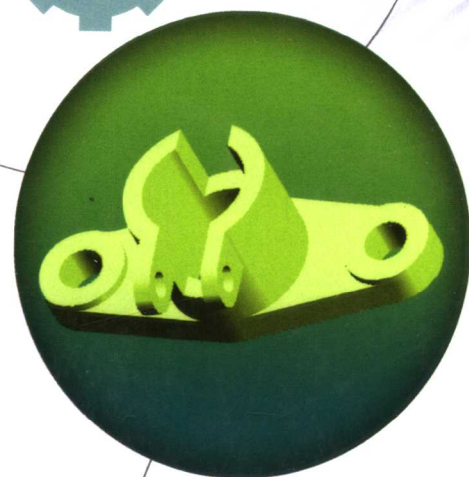
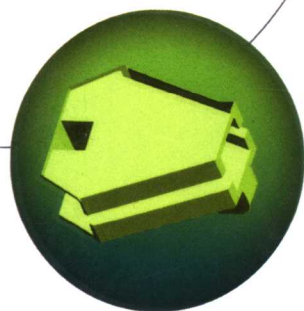


HZ BOOKS



P_{ro}/ENGINEER

野火版 3.0高级教程

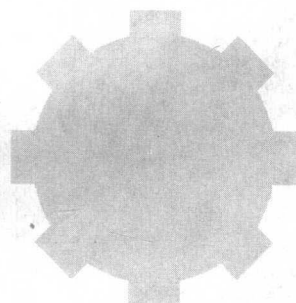
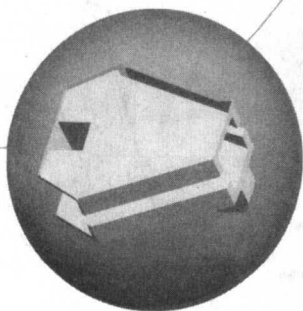
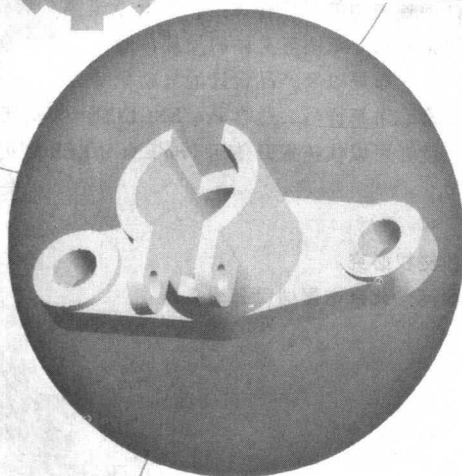
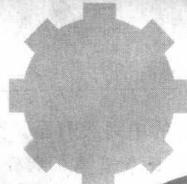
贺知捷 翼翔科技 编著



机械工业出版社
China Machine Press

TH122/696D

2007



P_{ro}/ENGINEER

野火版 3.0高级教程

贺知捷 翼翔科技 编著



机械工业出版社
China Machine Press

本书是学习 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的中高级教程。全书共分 11 章, 前 5 章介绍高级曲面和实体特征的各项功能与操作方法, 第 6 章至第 7 章介绍高级特征的实体变形和复制特征的高级应用, 第 8 章介绍图形文件的加载与输出, 第 9 章至第 11 章介绍高级装配工具、自顶而下的设计方法、布局以及产品设计的自动化等。

本书实例丰富、讲解详尽, 适合 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的中、高级读者阅读。熟练地掌握本书内容, 读者可以快速提升使用 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的能力, 进而成为 3D 设计高手。

版权所有, 侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 高级教程/贺知捷, 翼翔科技编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.7

ISBN 978-7-111-21542-4

I. P… II. ①贺… ②翼… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 074677 号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 迟振春

北京诚信伟业印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.25 印张

定价: 29.00 元(附光盘)

凡购本书, 如有倒页、脱页、缺页, 由本社发行部调换
本社购书热线: (010)68326294

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 是参数科技公司 (Parametric Technology Corporation) 于 2006 年 4 月推出的最新 3D 实体设计软件。Pro/ENGINEER 软件在业界已经得到了广泛应用, 而 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 完整地综合了各种模块, 可以提供产品开发由工业设计到 NC 加工的同步工程, 有效地提高了个人产品在业界的竞争能力。

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 在操作界面上以更友好、更符合设计逻辑的工作流程, 让用户减少搜索命令窗口的时间, 提高设计效率。除此之外, 还增加了造型特征 (ISDX) 新模块, 通过交互式的曲面设计模块来产生动态拉伸的曲线, 从而可进一步产生复杂造型的自由造型曲面。另外, 在模具方面增加了模具专家系统 (EMX), 可快速产生完整模座所需的零件。

笔者凭借多年的软件使用经验及教学心得, 撰写了 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的入门书——《Pro/ENGINEER 野火版 3.0 基础教程》, 为满足有一定软件应用基础的中、高级读者的需要, 我们推出了这本高级教程。

本书延续了《Pro/ENGINEER 野火版 3.0 基础教程》一书简洁的写作风格, 主要介绍高级特征命令的功能与操作方法, 以帮助用户使用 Pro/ENGINEER 的高级绘图工具, 设计出更复杂与实用的设计图形。本书还重点介绍零件族表的应用、如何使模型在不同软件间互传、产品开发项目的综合应用等内容。本书最大的特色是使用了大量的图例、设计实例和范例练习, 以此帮助读者更清楚地了解命令的优点、局限以及一些简便快速的操作技巧, 使读者有效地掌握各章节的重点与精髓。

我们相信通过对本书内容的学习, 读者一定可以快速提高绘制 3D 图形的能力, 在新产品的开发设计上更加得心应手。

本书由翼翔科技策划, 参加编写工作的人员包括贺知捷、俞彬、朱建华、马金星、徐长明、王琳、殷慧敏、王璐璐等。

由于时间仓促, 加之水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 恳请读者批评指正。

E-mail: editor.yu@gmail.com

编者

2007 年 3 月

光盘使用说明

(1) 光盘中的 Exercise 目录包含各章实例所需的文件。建议用户事先将练习文件复制到本地计算机硬盘上再进行学习。

(2) 光盘内所附的练习文件是在野火版 3.0 的基础上绘制的，建议用户使用 Pro/ENGINEER 野火版 3.0 打开。

CONTENTS

前言

光盘使用说明

第 1 章 高级实体特征的建立 1

1.1 特征图形辅助工具 1

1.2 可变截面扫描 2

1.2.1 轨迹线 3

1.2.2 剖面控制 4

1.2.3 控制参数及关系 5

1.2.4 利用图形配合参数控制特征 5

1.2.5 水平/垂直控制 7

1.3 扫描混合 15

1.4 螺旋扫描 23

1.5 将剖面混合到曲面 29

1.6 在曲面间混合 30

1.7 将切面混合到曲面 31

1.8 高级倒圆角 34

1.8.1 倒圆角的参照 34

1.8.2 倒圆角的过渡 36

第 2 章 基本曲面特征 41

2.1 曲面特征辅助工具 41

2.1.1 基准点 41

2.1.2 基准曲线 43

2.2 基本曲面创建命令 51

2.3 其他平面创建工具 53

2.3.1 填充 53

2.3.2 复制 54

2.3.3 偏移 55

2.3.4 倒圆角 57

2.3.5 修剪 59

第 3 章 几何特征分析 61

3.1 测量 61

3.2 模型分析 64

3.3 几何分析 70

3.3.1 曲线分析 70

3.3.2 曲面分析 73

3.4 敏感度分析 78

3.5 可行性/优化 79

第 4 章 高级曲面特征 81

4.1 与高级实体特征相同的工具 81

4.2 边界混合 83

4.3 自由生成 90

4.4 从文件 94

4.5 造型特征 95

4.5.1 自由曲线 96

4.5.2 自由曲面 99

第 5 章 曲面控制与变形工具 103

5.1 合并 103

5.2 修剪 105

5.3 延伸 109

5.4 镜像 112

5.5 拔模 112

5.6 曲面综合练习 117

第 6 章 实体变形工具 126

6.1 实体化 126

6.2 实体变形工具综合应用 130

6.3 替换曲面 132

6.4 曲面片 134

6.5 环形折弯 135

6.6 骨架折弯 138

6.7 管道特征 140

6.8 扁平面组与折弯实体 142

6.9 综合练习 144

第 7 章 复制特征的高级工具 149

7.1 族表 149

7.2 用户自定义特征 157

7.3 关系 163

7.3.1 关系式中的参数符号 163

7.3.2 关系式中的运算符和函数	164	10.1 自顶而下设计简介	198
7.3.3 关系式中的联立方程组和 条件语句	164	10.2 包装与概念零件	199
第8章 几何图形的加载与输出	167	10.3 骨架组件	201
8.1 图形加载与基本架构	167	10.4 布局	204
8.2 图形的输出	168	10.4.1 关于布局	204
8.3 2D图形的加载和应用	169	10.4.2 2D草绘工具	206
8.4 修补破损的曲面	171	10.4.3 布局的远程参数控制	210
8.5 替换加载的特征	174	10.4.4 自动装配	214
8.6 综合特征	176	第11章 Pro/E的程序模块应用	217
第9章 高级装配工具	180	11.1 关于 Pro/PROGRAM	217
9.1 组件中的布尔运算	180	11.2 查看程序内容	218
9.1.1 合并	181	11.3 程序的编辑	221
9.1.2 切除	186	11.3.1 加入批注	221
9.1.3 相交	187	11.3.2 设置输入提示句与参数	221
9.2 零件复制	188	11.3.3 为模型加入关系	224
9.2.1 镜像	189	11.3.4 加入 IF-ELSE 语句	224
9.2.2 阵列	190	11.3.5 暂停程序的执行	227
9.2.3 复制	192	11.3.6 特征的操作	227
9.3 零件替换工具	193	11.4 子零件的建立	229
9.3.1 使用族表的内部替换	193	11.5 执行程序	230
9.3.2 公式化替换	194	11.6 程序的产生	231
9.3.3 布局替换	196	11.7 组件模块的 Pro/PROGRAM	231
第10章 自顶而下设计	198	11.8 置换装配文件的零件(Interchange) ...	234
		11.9 置换装配文件的零件(族表)	236

第1章

高级实体特征的建立

CHAPTER

1

Pro/E

学习目标

本章延续了《Pro/ENGINEER 野火版 3.0 基础教程》一书所介绍的基础实体特征命令，如拉伸、旋转、扫描、混合、孔、壳等，进一步介绍一些高级实体特征命令。高级实体特征命令主要有可变截面扫描、扫描混合、螺旋扫描等，使用它们可建立较复杂的图形以供设计使用。

1.1 特征图形辅助工具

【图形】是用来绘制函数图形的辅助工具，利用此函数图形可进一步控制特征的几何外形。由于【图形】是函数图形，所以线段一定不能封闭或交错，也就是说在坐标平面上每一个X值只能对应一个Y值，且图形中必须使用坐标轴来标注尺寸，以确定【图形】的外形与位置，如图1-1所示。

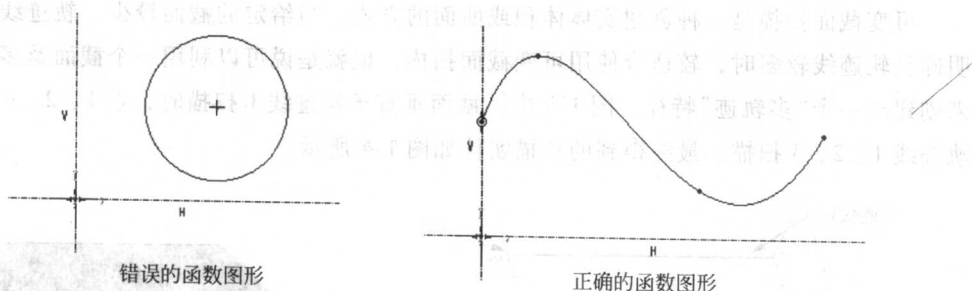


图 1-1

【图形】的绘制流程为：在菜单栏中选择【插入】|【模型基准】|【图形】命令，输入图形的名称后进入草绘模式，单击工具栏中的坐标轴工具  后，在绘图区的适当位置单击以建立坐标轴。再绘制函数图形，标注尺寸后单击  完成操作。

图形范例

- (1) 选择【新建】|【零件】命令，新建一个零件模块。
- (2) 在菜单栏中选择【插入】|【模型基准】|【图形】命令。
- (3) 系统提示输入图形名称，输入“Graph1”。
- (4) 在工具栏中单击  以创建坐标轴，单击  创建 X 轴和 Y 轴。
- (5) 以直线绘制如图 1-2 所示的图像并标注尺寸。
- (6) 单击  完成操作。

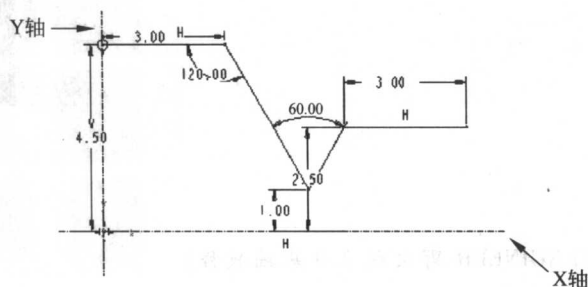


图 1-2

1.2 可变截面扫描

以扫描的方式作实体体积或曲面时，截面必须垂直于轨迹线。但很多三维零件的截面与轨迹线并不垂直，此时就必须考虑以可变截面扫描的方式进行实体体积或曲面的创建。

【可变截面扫描】的功能是建立一个可变化的截面，此截面将沿着轨迹线及轮廓线进行扫描的动作。截面的形状大小将随着轨迹线及轮廓线而变化，轨迹线或轮廓线可选择基准曲线或是在创建特征时才进行绘制。

可变截面扫描是一种创建实体体积或曲面的方式。当给定的截面较少、轨迹线的尺寸很明确且轨迹线较多时，较适合使用可变截面扫描，也就是说可以利用一个截面及多条轨迹线来创建出一个“多轨迹”特征。图 1-3 中，截面垂直于轨迹线 1 扫描时，点 1、2、3 分别沿着轨迹线 1、2、3 扫描，最终得到的扫描实体如图 1-4 所示。

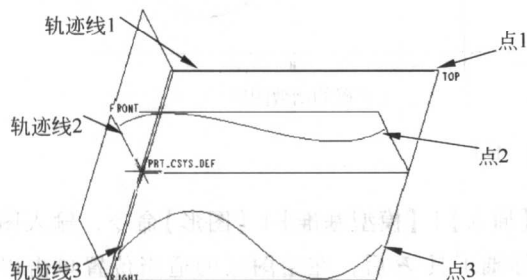


图 1-3

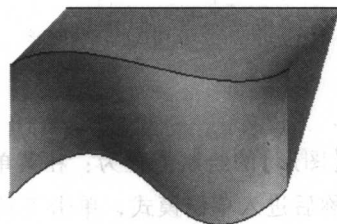


图 1-4

建立可变截面扫描时，可以选择【插入】|【可变剖面扫描】命令，或者单击工具栏中的【可变剖面扫描】工具图标，如图 1-5 所示。

进行可变截面扫描时，首先要创建或选择一条或者几条曲线作为轨迹线，然后绘制扫描截面。【可变截面扫描特征】操作面板如图 1-6 所示。

面板中包括【参照】、【选项】、【相切】、【属性】四个菜单项。【参照】菜单项包括轨迹线和扫描原点的选择、剖面控制以及水平/垂直控制等内容，如图 1-7 所示。下面将详细讲述这些选项的作用以及应用效果。

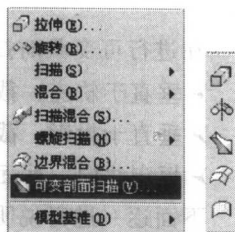


图 1-5

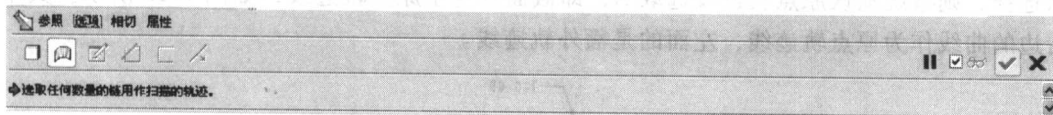


图 1-6

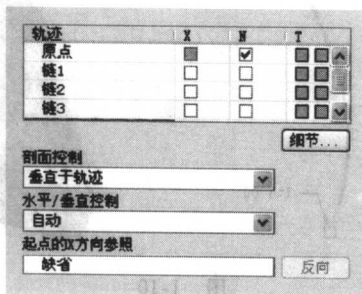


图 1-7

1.2.1 轨迹线

如果轨迹线不止一条，则用户选择的第一条曲线被自动指定为“原点轨迹线”，在【参照】中显示为“原点”。其他轨迹线均为“额外轨迹线”，在【参照】中显示为“链”，如图 1-8 所示。

在扫描过程中，扫描截面的原点总是落在原点轨迹线上，原点轨迹线可以不止一条，但各条曲线必须是相切的。在图 1-7 中可以看到在轨迹线后面可以选择 X、N 或 T 选项。其中，X 决定截面的 X 轴，即 X 轴的起点落在原点轨迹线上，终点落在选取 X 的轨迹线上；N 代表垂直，截面将垂直于选取 N 的轨迹线进行扫描；T 代表相切。

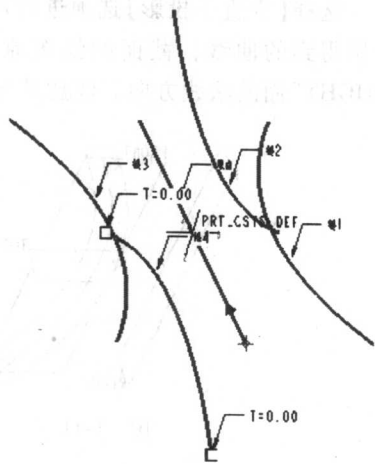


图 1-8

1.2.2 剖面控制

在进行可变截面扫描时，截面扫描方向的控制有如下三种，如图 1-9 所示。

- 垂直于轨迹：截面垂直于轨迹线。
- 垂直于投影：截面垂直于轨迹线的投影线。
- 恒定法向：截面的法向维持不变。

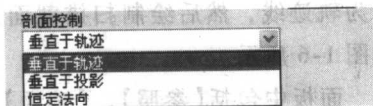


图 1-9

下面逐一进行说明。

1. 垂直于轨迹

选择【垂直于轨迹】选项进行可变截面扫描时，截面垂直于选取了 N 的轨迹线。若用户未选择，则系统默认原点轨迹线选取 N，即截面垂直于原点轨迹线，如图 1-10 所示。其中，右边的曲线作为原点轨迹线，左面的是额外轨迹线。

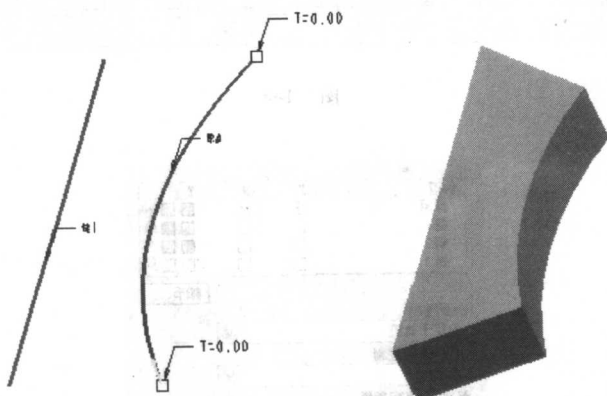


图 1-10

2. 垂直于投影

选择【垂直于投影】选项进行可变截面扫描时，截面垂直于原点轨迹线沿投影方向进行投影得到的曲线，截面的绘图原点落在原点轨迹线上。如图 1-11 所示，投影方向选择“RIGHT”面的法线方向。注意其与图 1-12“垂直于轨迹”的区别。

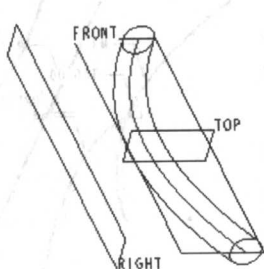


图 1-11

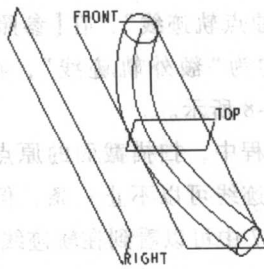


图 1-12

图 1-11 中截面垂直于原点轨迹线在“RIGHT”面的投影，而图 1-12 中截面始终垂直于轨迹线。

3. 恒定法向

选择【恒定法向】选项进行可变截面扫描时，截面法线始终平行于用户选取的法线方向。如图 1-13 所示，选择右边的轨迹线作为原点轨迹线，左边的轨迹线作为额外轨迹线，选择【恒定法向】，方向选择“FRONT”面的法线方向，结果如图 1-14 所示。可以看到，截面的法线方向总是平行于“FRONT”面的法线。

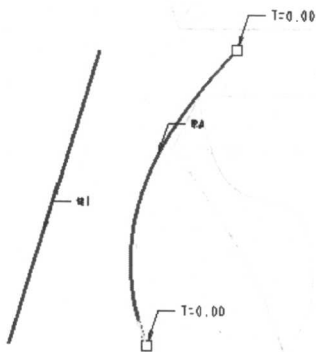


图 1-13

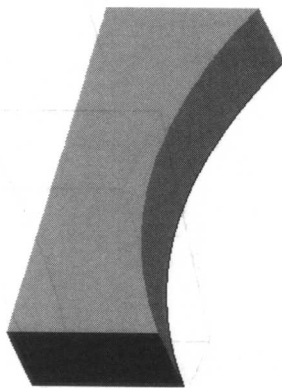


图 1-14

注意

(1) 在特征建立过程中，选择或建立第一条的轨迹为轨迹线，第二条以后的轨迹为轮廓线。

(2) 选择轨迹线时要注意起点箭头的位置，该位置即是绘制截面的位置，可使用起始点更改起点箭头的位置。单击箭头，即可切换起始点的位置。

(3) 除了终点以外，轮廓线不得与轨迹线相交。

(4) 所有的轮廓线都要通过绘制截面的平面，但其长度不一定要与轨迹线相同，最后特征的长度将与轨迹线或轮廓线中的最短者相同。

1.2.3 控制参数及关系

若要精确控制截面尺寸，可以采用参数及关系来进行，Pro/E 中存在名为“Trajpar”的内置参数，其值介于 0 和 1 之间，可用来控制可变截面扫描特征的外形。在扫描特征的起点，此参数的值 $Trajpar = 0$ ，而在扫描特征的终点， $Trajpar = 1$ 。“参数”需要搭配“关系”使用，如图 1-15 所示。

1.2.4 利用图形配合参数控制特征

读者可利用 1.1 节中的函数图形来控制尺寸关系。为了将图形应用在可变截面扫描中，必须先建立图形特征。而图形在关系中的语法如下：

```
sd# = evalGraph ("Graph_name", x_value)
```

其中：

sd#：尺寸代号，单击“关系”就会出现。或是单击功能菜单【信息】中的 Switch Dims 就会转换，# 为编号。

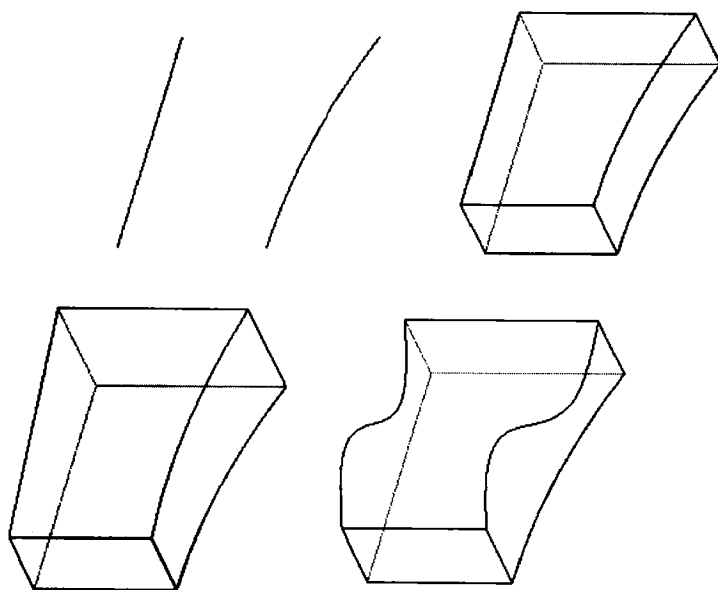


图 1-15

Graph_name: “图形”特征的名字。

x_value: “图形”中沿着 X 轴的值。

evalGraph: 根据“图形”及 X 值而传回 Y 值。

参数控制特征范例: 利用图形配合参数控制特征

目的: 利用“图形”配合参数来控制特征外形。

概念: 先绘制图形，建立可变截面扫描特征时便可以使用图形配合参数来控制特征外形。

操作步骤:

(1) 选择【新建】|【零件】命令，新建一个名为“parameter.prt”的零件模块。

(2) 执行【插入】|【模型基准】|【图形】命令，将图形命名为“Graph1”。绘制坐标、X 轴创建线与 Y 轴创建线，得到如图 1-16 所示的函数图形。

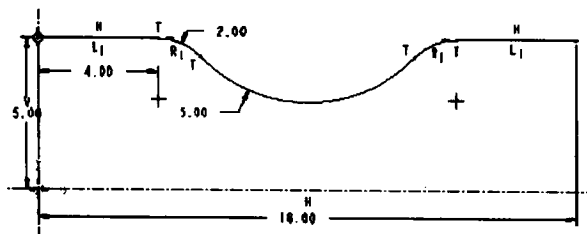


图 1-16

(3) 在“TOP”面及“RIGHT”面上绘制 3 条曲线，如图 1-17 所示。

(4) 选择【插入】|【可变截面扫描】命令，选择【扫描为实体】，以【选取轨迹】命令选择上一步绘制的轨迹线，在【参照】中选择“垂直于轨迹”。

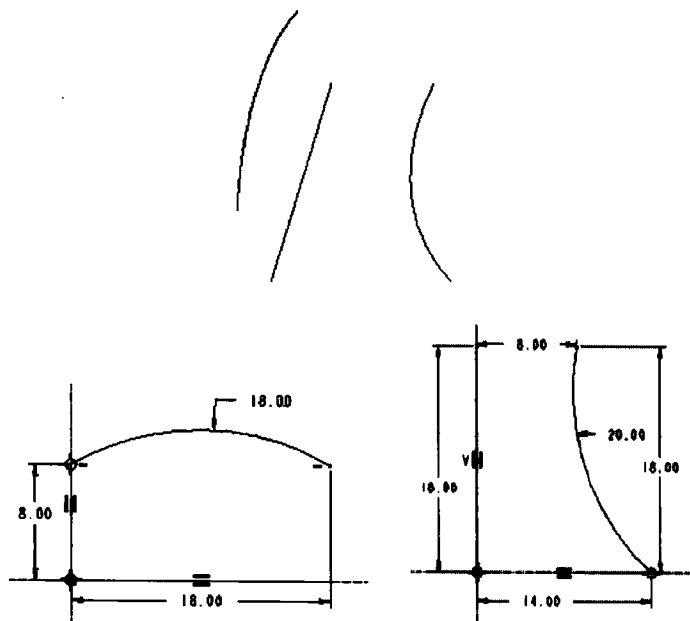


图 1-17

(5)单击【草绘截面】工具 ，绘制如图 1-18 所示的截面，对齐轨迹线和轮廓线的端点。

(6)选择【工具】|【关系】，输入如下所示的关系式： $sd6 = evalGraph("Graph1", trajpar * 10)$ ，再按【Enter】键完成。 $sd6$ 是尺寸 5.00 的内部代号，如图 1-19 所示。

(7)单击【确定】完成图形，如图 1-20 所示。

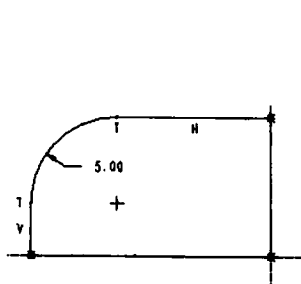


图 1-18

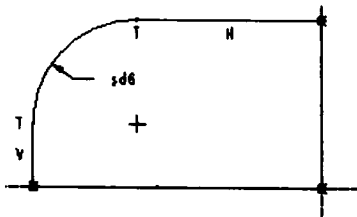


图 1-19

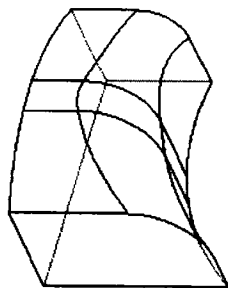


图 1-20

1.2.5 水平/垂直控制

在上面的范例中，【水平/垂直控制】选项始终设置为【自动】。下面讲述另一选项【X 轨迹】的用法。若选择【X 轨迹】选项，则 X 轴的起点一直在原点轨迹线上，而 X 轴的终点则在选定的曲线上，如图 1-21 所示。

在图 1-21 中，直线作为原点轨迹线，螺旋线作为额外轨迹线。选择【X 轨迹】选项，由于 X 轴的终点始终在该螺旋线上，因此在扫描中一直旋转，形成扭曲的实体。

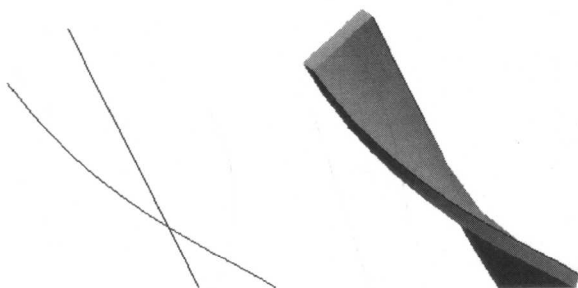


图 1-21

可变截面扫描范例 1：圆颈形花瓶

目的：针对可变截面扫描进行练习，让读者熟悉使用步骤。

概念：先选取特征的轮廓线与轨迹线，再绘制扫描的截面。

操作步骤：

- (1) 选择【新建】|【零件】命令，新建一个名为“var_scan1”的零件模块。
- (2) 绘制如图 1-22 所示的 3 条轨迹线。

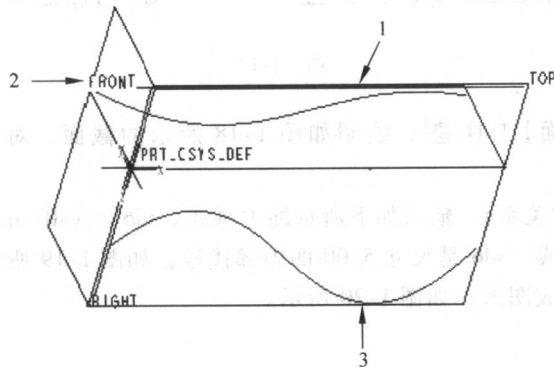


图 1-22

- (3) 选择【插入】|【可变剖面扫描】命令，系统弹出如图 1-23 所示的【可变截面扫描特征】操作面板，单击“扫描为实体”按钮 ☐。

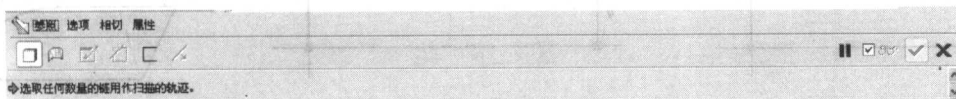
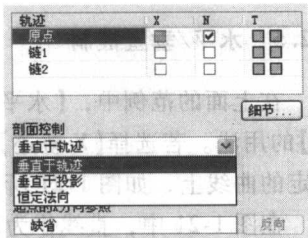


图 1-23

- (4) 选择轨迹线 1，按住【Ctrl】键的同时单击另外两条轨迹线 2、3，在【参照】面板中选择【垂直于轨迹】选项，如图 1-24 所示。



- (5) 单击【创建或编辑扫描截面】按钮 ☒，绘制如图 1-25 所示的扫描截面，通过三条曲线的起点。

- (6) 单击 ☒ 按钮，得到如图 1-26 所示的扫描实体。

图 1-24

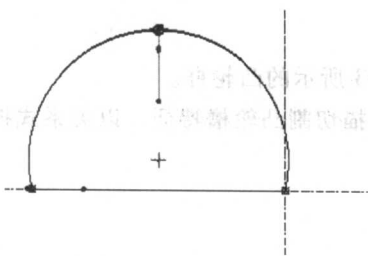


图 1-25

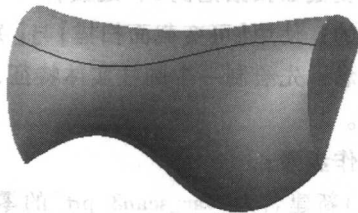


图 1-26

可变截面扫描范例 2：方口形储物罐

目的：针对可变截面扫描进行练习，练习 X 轨迹的使用。

概念：先选取特征的轮廓线与轨迹线，再绘制扫描的截面。

操作步骤：

(1) 从光盘中打开文件“var_scan2.prt”，得到如图 1-27 所示的 5 条曲线。

(2) 选择【插入】|【可变剖面扫描】命令，选择中间的直线作为原点轨迹线，依次单击周围的四条曲线作为额外轨迹线，在【参照】面板中设置“轨迹”列表框中的“链 1”的值为 X，如图 1-28 所示。单击“草绘截面”图标 ，绘制如图 1-29 所示的菱形截面。注意：菱形的顶点要落在扫描轨迹线上。



图 1-27

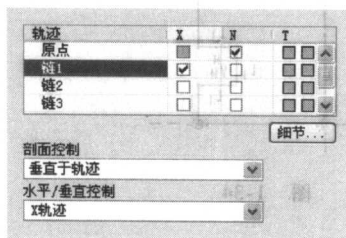


图 1-28

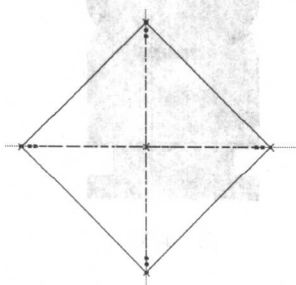


图 1-29

(3) 单击【扫描为实体】按钮 ，然后单击  按钮确认，得到如图 1-30 所示的扫描实体。

(4) 选择【插入】|【壳】选项，选择顶面，输入壳的厚度为 3，结果如图 1-31 所示。

(5) 选择四条轨迹线所在的边，单击【倒圆角】工具按钮 ，输入圆角半径为 3，结果如图 1-32 所示。

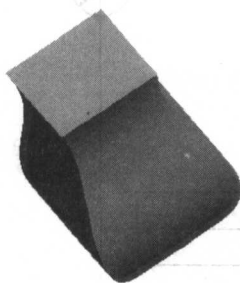


图 1-30

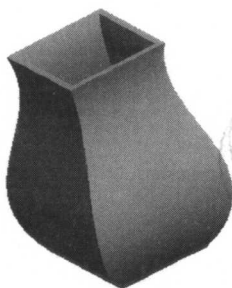


图 1-31

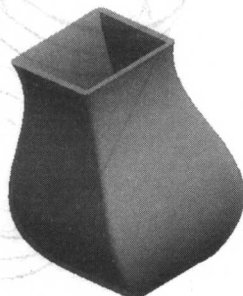


图 1-32

可变截面扫描范例 3：连接杆

目的：使用【可变截面扫描】与【关系】建立如图 1-33 所示的凸轮杆。

概念：先绘制一个圆柱实体特征，再以可变截面扫描切割凸轮槽特征，以关系式控制截面位置。

操作步骤：

(1) 新建名为“var_scan3.prt”的零件。

(2) 选择【插入】|【旋转】|【伸出项】选项，以“FRONT”面为草绘面，绘制如图 1-34 所示的截面。

(3) 输入旋转角度为 360 度，单击【确定】按钮，得到如图 1-35 所示的实体。

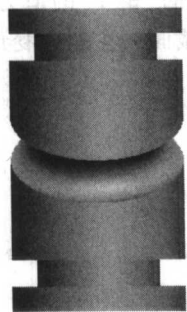


图 1-33

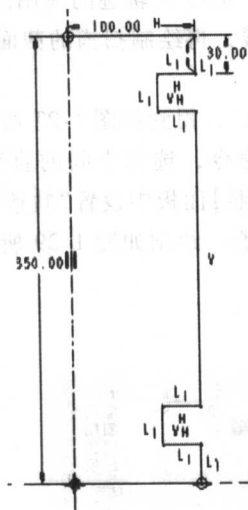


图 1-34

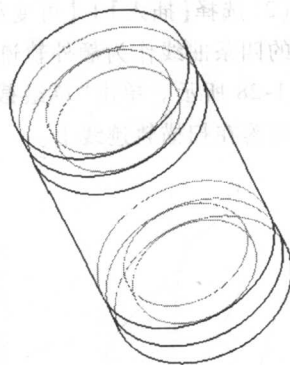


图 1-35

(4) 选择【插入】|【可变截面扫描】|【切口】命令建立实体特征，选择“TOP”面为垂直平面、控制方向朝上，选择整条圆曲线为轨迹线(选取轨迹)。确定起点，如图 1-36 所示。

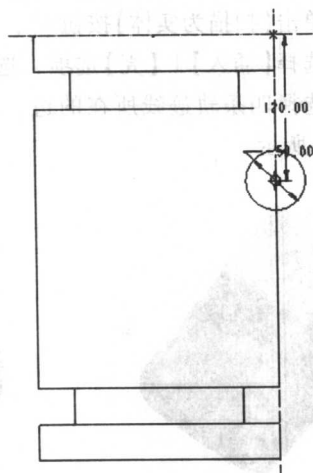
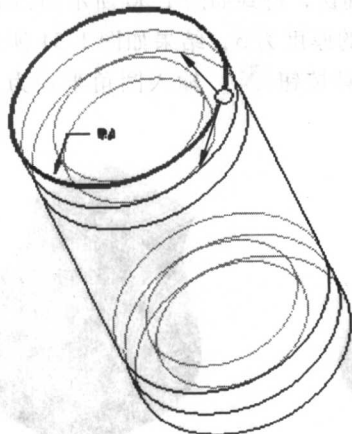


图 1-36