

GOTOP

Pro/ENGINEER 系列丛书

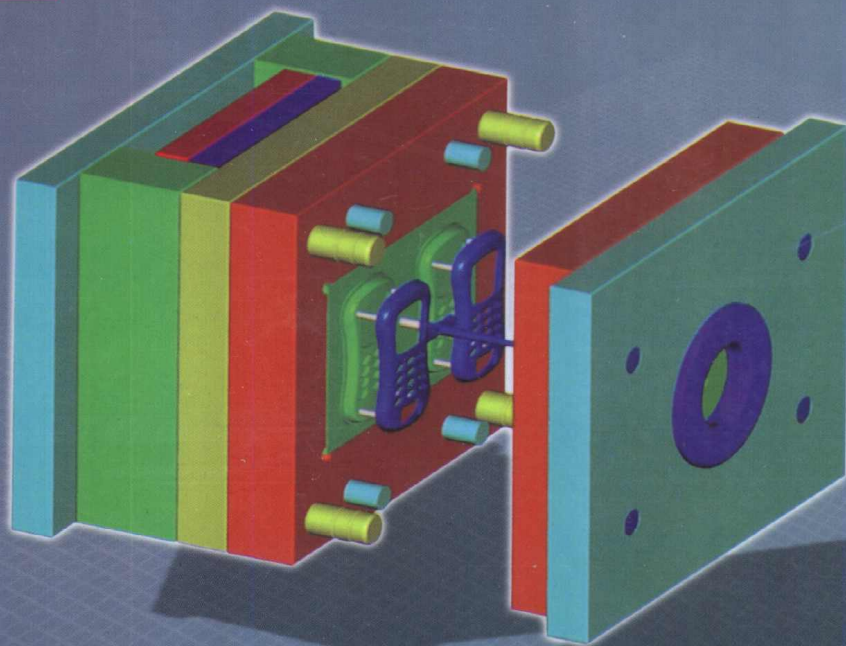
Pro/ENGINEER 2001

高级攻略



本书所附光盘

包含说明范例所需的文件



张沛颀 裴建昌 黄圣杰 编著
白雁君 贾 辉 改编

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

751

T4102

Z3561

Pro/ENGINEER 系列丛书

Pro/ENGINEER 2001 高级攻略

张沛颀 裴建昌 黄圣杰 编著
白雁君 贾 辉 改编

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 2001 高级攻略 / 张沛颀, 裴建昌, 黄圣杰编著. —北京: 人民邮电出版社, 2002.5
(Pro/ENGINEER 系列图书)
ISBN 7-115-10084-5

I. P… II. ①张… ②裴… ③黄… III. 机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER 2001 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 025868 号

版 权 声 明

本书为台湾碁峰资讯股份有限公司独家授权的中文简化字版本。本书专有出版权属人民邮电出版社所有。在没有得到本书原版出版者和本书出版者书面许可时, 任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本书的一部分或全部以任何形式 (包括资料和出版物) 进行传播。

本书原版版权属碁峰资讯股份有限公司。

版权所有, 侵权必究。

Pro/ENGINEER 系列丛书

Pro/ENGINEER 2001 高级攻略

-
- ◆ 编 著 张沛颀 裴建昌 黄圣杰
改 编 白雁君 贾 辉
责任编辑 俞 彬
 - ◆ 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>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京顺义向阳胶印厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 25.5
字数: 622 千字 2002 年 5 月第 1 版
印数: 1-4 000 册 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01 - 2002 - 0387 号

ISBN 7-115-10084-5/TP · 2768

定价: 50.00 元 (附光盘)

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

前 言

Pro/ENGINEER 2001 是参数科技股份有限公司 (Parametric Technology Corporation) 于 2001 年所推出的最新版本的 3D 实体设计软件。Pro/ENGINEER 在业界已广为应用, 而 Pro/ENGINEER 2001 更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, 有效地提高业界的竞争能力。

Pro/ENGINEER 2001 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 Style Features (ISDX) 新模块, 经由交互式的曲面设计模块来产生动态拉伸的曲线, 从而进一步可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。

本书延续《Pro/ENGINEER 2001 入门指南》一书的内容, 主要介绍了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。本书还重点介绍了零件族 (Features of Family) 的应用、如何使模型能在不同软件间互传、产品开发项目的综合应用等内容。我们相信通过对本书内容的学习, 读者一定可以提高自身绘制 3D 图形的能力, 在新产品的开发设计上更得心应手。

本书秉承《Pro/ENGINEER 2001 入门指南》一书的特色, 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。

张沛颀 2001 夏

Pro/ENGINEER 高级攻略 2001



目 录

第 1 章 高级实体特征的建立

1.1 特征图形辅助工具 Graph	2
1.2 Variable Section Sweep	3
1.3 Swept Blend	20
1.4 Helical Sweep	34
1.5 Blend Section to Surfaces	43
1.6 Blend Between Surfaces	45
1.7 高级圆角 (Advanced Rounds)	46

第 2 章 基础曲面特征的建立

2.1 曲面特征辅助工具	52
2.1.1 基准点 (Datum Point)	52
2.1.2 曲线 (Datum Curve)	55
2.2 基本曲面创建命令	60
2.3 其他平面创建工具	66
2.3.1 平面 (Flat)	66
2.3.2 复制 (Copy)	66
2.3.3 偏移 (Offset)	67
2.3.4 圆角 (Fillet)	69
2.3.5 剪裁复制 (Trimmed Copy)	71

第 3 章 几何特征的分析

3.1 量测 (Measure)	74
3.2 模型分析 (Model Analysis)	78
3.3 曲线分析 (Curve Analysis)	86
3.4 曲面分析 (Surface Analysis)	91
3.5 敏感度分析 (Sensitivity Analysis)	103
3.6 Feasibility/Optimization	105

第四章 高级曲面特征的建立

4.1 与高级实体特征相同的工具	108
4.2 边界成形 (Boundaries)	112
4.3 自由成型 (Free Form)	122
4.4 From File	125
4.5 Blend Tangent to Surfaces	127
4.6 Style Features (ISDX)	128

第5章 曲面控制与变形工具

5.1 合并 (Merge)	135
5.2 修剪 (Trim)	138
5.3 延伸 (Extend)	143
5.4 变化 (Transform)	146
5.5 拔模 (Draft)	147
5.6 区域移动 (Area Offset)	157
5.7 拔模移动 (Draft Offset)	160
5.8 曲面综合练习	163

第6章 实体变形工具

6.1 使用曲面 (Use Quilt)	177
6.2 Draft、Offset、Draft Offset、Free Form	182
6.3 取代 (Replace Surface)	186
6.4 嵌片 (Patch)	189
6.5 Toroidal Bend	192
6.6 Spinal Bend	197
6.7 Flatten Quilt 与 Solid Bend	201
6.8 综合练习	204

第7章 复制特征的高级工具

7.1 零件族 (Families of Parts)	225
7.2 用户自定义特征 (User Defined Features)	236

第8章 几何图形的加载与输出

8.1 图形加载与基本架构	249
8.2 图形的输出	250
8.3 2D 图形的加载与应用	251
8.4 如何修补破损的曲面	252
8.5 如何置换加载的特征	256
8.6 综合练习	257

第 9 章 高级组合工具

9.1 组合中的布尔运算	269
9.1.1 并集 (Merge)	269
9.1.2 差集 (Cut Out)	274
9.1.3 交集 (Intersect)	278
9.2 零件复制	279
9.2.1 零件镜像 (Mirror)	280
9.2.2 零件重复置放 (Repeat)	281
9.2.3 数组复制 (Copy)	282
9.3 零件置换工具 (Replace)	283
9.3.1 使用零件族 (Family Table) 的内部替换	283
9.3.2 Functional Interchange	285
9.3.3 Layout Interchange	290

第 10 章 Top-Down Design

10.1 Top-Down Design 简介	293
10.2 Package 与 Concept Parts	293
10.3 骨架组件 (Skeleton Model)	296
10.4 Layout	300
10.4.1 关于 Layout	300
10.4.2 2D 草绘工具	302
10.4.3 Layout 的远程参数控制	308
10.4.4 Automatic Assembly	313

第 11 章 Pro/PROGRAM

11.1 关于 Pro/PROGRAM	328
11.2 查看 Program 内容 (Show Design)	329
11.3 Program 的编辑 (Edit Design)	334

11.4	子零件的建立 (Instantiate)	346
11.5	执行 Program	348
11.6	Program 的产生	349
11.7	Assembly 模块的 Pro/PROGRAM	349
11.8	置换组合文件的零件 (Interchange)	353
11.9	置换组合文件的零件 (Family Table)	356

第 12 章 产品设计自动化

12.1	产品设计自动化	361
12.2	设计自动化范例	361

第 13 章 模具设计

13.1	模具设计	370
13.2	建立零件与模块并进行组合	370
13.3	设置缩水率、拔模角与模型检验	371
13.3.1	缩水率	371
13.3.2	拔模角	372
13.3.3	模型检验	372
13.4	建立浇道、流道、浇口与水道	376
13.5	产生分模面	381
13.6	产生模穴	384
13.7	顶针、滑块的建立	387
13.8	开模动作与射出件仿真	391
13.9	模具设计综合练习	393

Chapter 1

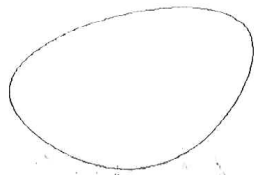
高级实体特征的建立

本章延续《Pro/ENGINEER2001 入门指南》一书所介绍的基础实体特征 Extrude、Revolve、Sweep、Blend、和 Hole、Shell 等命令，进一步介绍高级实体特征命令 Variable Section Sweep、Swept Blend、和 Helical Sweep 等，使用高级命令可以建立较复杂的图形以供设计使用。

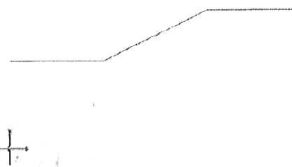
Pro/ENGINEER
高级攻略 2001

1.1 特征图形辅助工具 Graph



Graph 是用来绘制函数图形的辅助工具，利用此辅助工具所绘制的函数图形可进一步控制特征的几何外形。由于 Graph 是函数图形，所以线段一定不能封闭或相交，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 Graph 的外形与位置。



错误的函数图形



正确的函数图形

Graph 的操作步骤为：在工具栏中选择 **Insert**→**Datum**→**Graph** 命令，输入此函数图形的名称，进入 Sketch 模式，选择  按钮后使用光标在绘图窗口中适当的位置处单击，以建立坐标轴，绘制函数图形，标注尺寸后单击  按钮即完成操作。





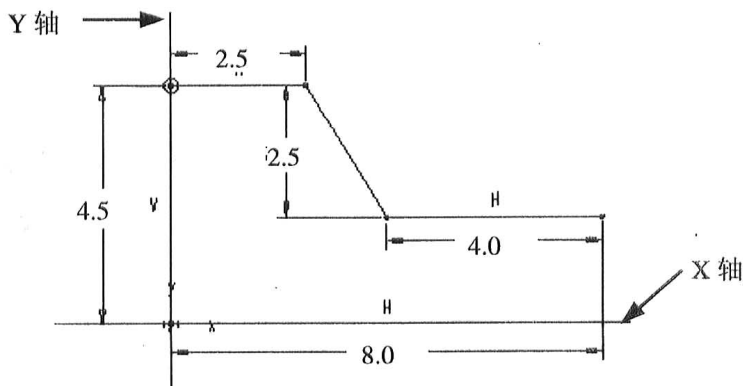
初体验 Graph

目的：了解特征图形辅助工具 Graph 的绘制方法。

概念：在 Graph 功能下绘制线性图形与坐标轴，再根据坐标轴标注尺寸。

操作步骤：

1. 打开一个空的 part 模块。
2. 执行 **Insert**→**Datum**→**Graph** 命令。
3. 输入名称 GRAPH1。
4. 以  在图面绘制一个坐标，并以  在 x 轴及 y 轴建立建构线。
5. 以直线绘制如下图所示的线段并标注尺寸。



6. 单击  按钮完成操作。

1.2 Variable Section Sweep

Variable Section Sweep 的功能是建立一个可变化的截面。用户可以对此截面沿着轨迹线及轮廓线进行扫描 (Sweep)，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现有的曲线 (Datum Curves)，也可以在创建特征时绘制。

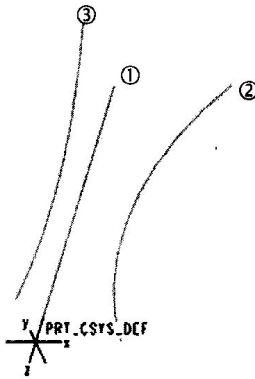
初体验 Variable Section Sweep

目的：了解 Variable Section Sweep 的创建方式。

概念：选择图中的轨迹线与轮廓线，根据轨迹线起点与轮廓线边界绘制截面。

操作步骤：

1. 打开文件 var_sec_swp_f.prt，可看到 3 条曲线。



2. 执行 Insert → Protrusion → Variable Section Sweep 命令。

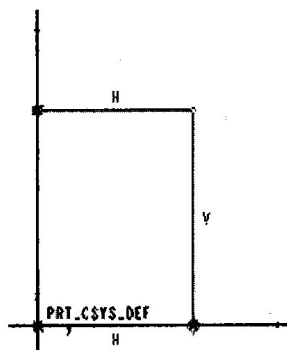
3. 选择 NrmToOriginTraj、Done。

4. 以 Select Traj 选择第 1 条曲线。单击 Done Select 后确定起点箭头在下方，单击 Done。若起点箭头位置错误，请用 Start Point 更改。

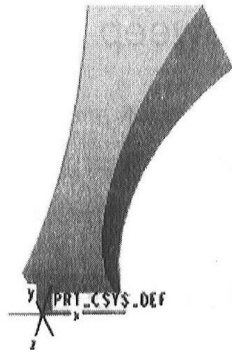
5. 以 Select Traj 选择第 2 条曲线。单击 Done Select → Done。

6. 以 Select Traj 选择第 3 条曲线。单击 Done Select → Done。再单击一次 Done 结束曲线选择。

7. 绘制如下图所示的矩形截面，通过 3 条曲线的起点。



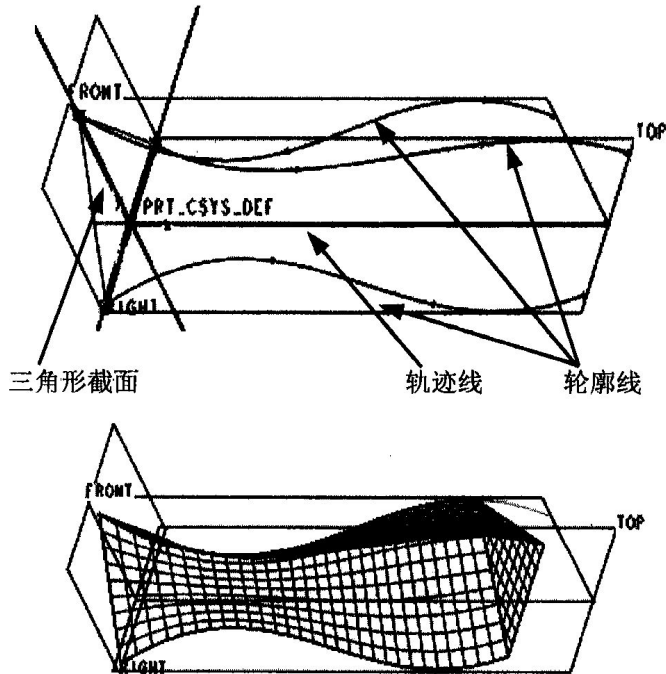
8. 完成后如下图所示。



要进行 Variable Section Sweep 的操作，可执行下列命令：Insert→Protrusion→Variable Section Sweep。其中 Variable Section Sweep 提供 3 种扫描形式：Normal To Origin Trajectory、Pivot Direction 及 Normal To the Trajectory。无论使用哪一种方式，都必须有轨迹线（Origin Trajectory）。以下分别说明 3 种方式的特性与使用方法。

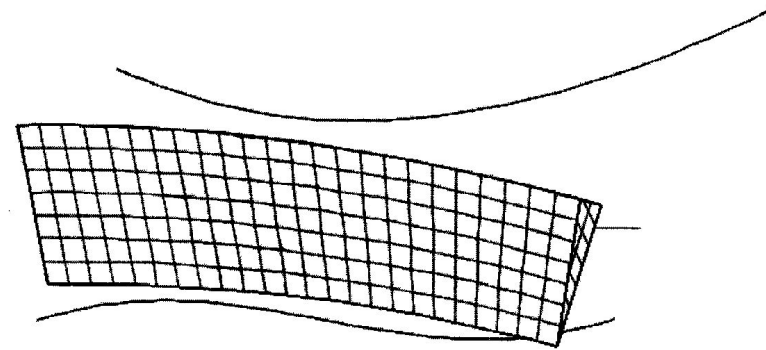
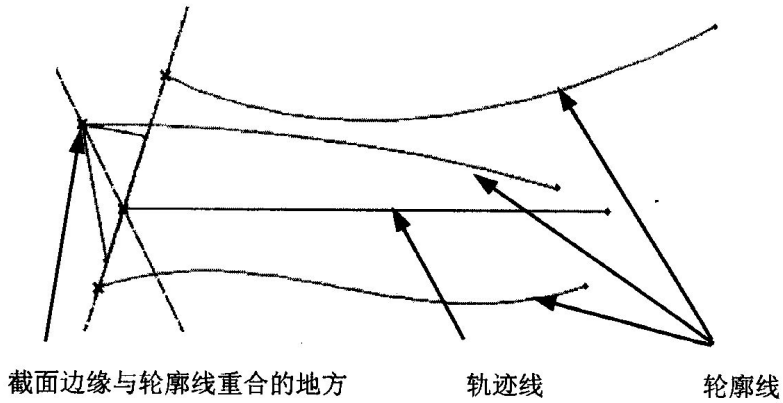
一、Normal To Origin Trajectory

以 Normal To Origin Trajectory (NrmToOrigin Traj) 的形式进行 Variable Section Sweep 时，截面将垂直于轨迹线并进行扫描（Sweep）。使用 NrmToOrigin Traj 至少还需一条约束截面外形的轮廓线，当然可以选择多条轮廓线。当轨迹线与轮廓线投影长度不同时，扫描的操作只进行到最短投影长度的那条线段。



Variable Section Sweep 的结果

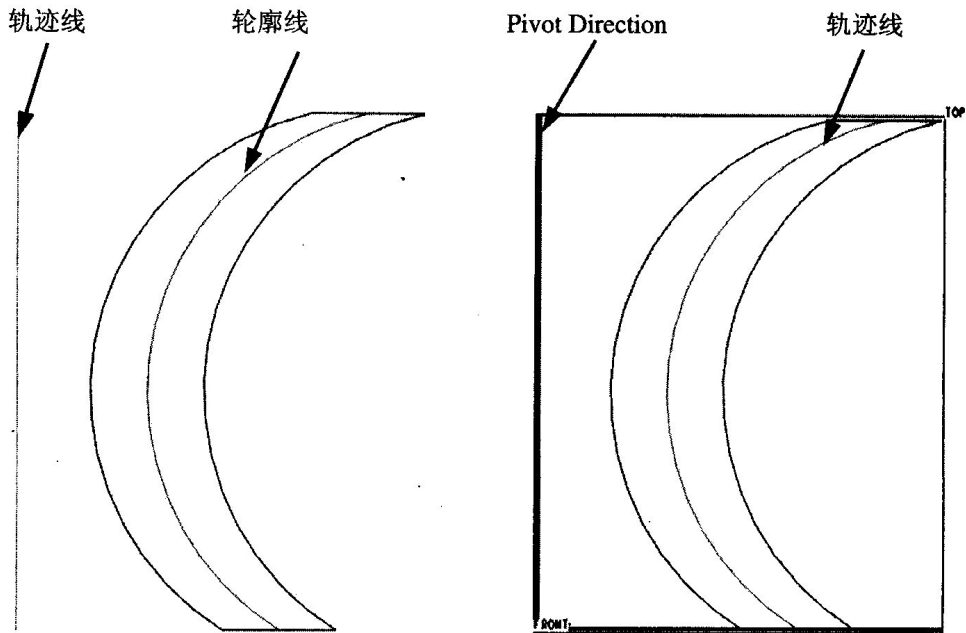
上图范例为：截面边缘与轨迹线、轮廓线重合所产生的特征，若不完全将截面的边缘与轨迹线、轮廓线重合，从下图可知将会产生何种形状特征。



完成后只有截面上端受轮廓线约束

二、Pivot Direction

以 Pivot Dir 的形式进行 Variable Section Sweep 时，在扫描 (Sweep) 的过程中，截面的方向将一直与指定的方向 (Pivot Direction) 垂直。



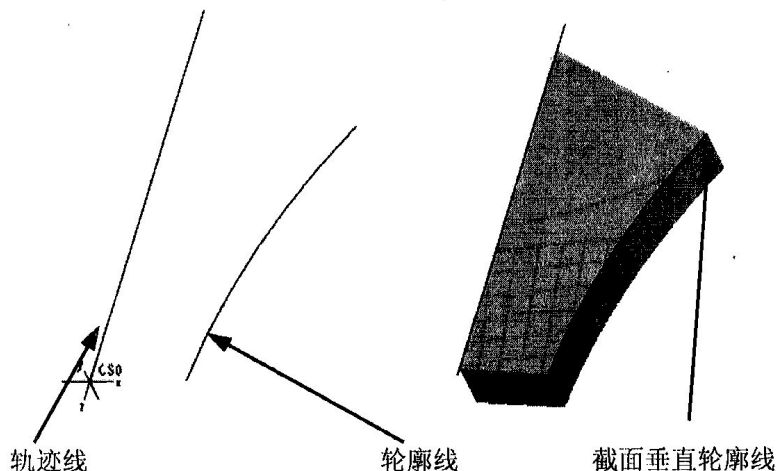
用 NrmToOrigin Traj 方式

用 Pivot Dir 方式

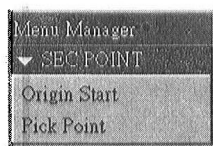
从上图范例可知，用不同方式进行圆形截面的 Variable Section Sweep 时，可得到相同的结果。

三、Normal To the Trajectory

用 Normal To Trajectory 的形式进行 Variable Section Sweep 时，在扫描的过程中，截面将垂直于第一条轮廓线。操作步骤为：选择轨迹线后选择轮廓线，绘图面将自动旋转到与轮廓线垂直的方向，绘制截面后即可完成。

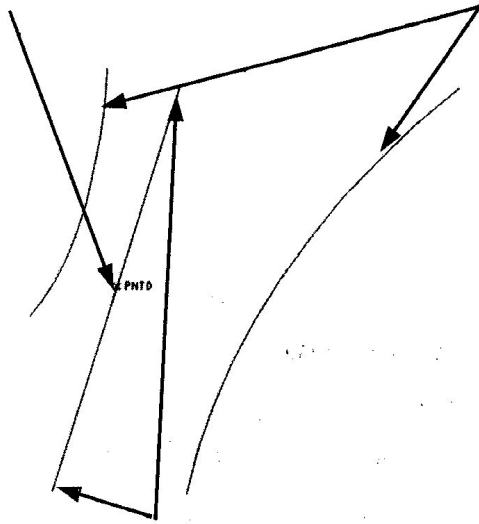


1. 特征建立过程中，选择或建立第 1 条的 Trajectory 为轨迹线 (Spine)，第 2 条以后的 Trajectory 为轮廓线。
2. 选择轨迹线时要注意起点箭头的位置，该位置即是绘制截面的位置，可使用 Start Point 更改起点箭头的位置。更改起始点位置操作步骤如下：用 选择新的起始点，选择功能菜单 Sketch、Feature Tools、Start Point。
3. 除了终点以外，轮廓线不得与轨迹线相交。
4. 所有的轮廓线都要通过绘制截面的平面，但其长度不一定要与轨迹线相同，最后特征的长度将与轨迹线或轮廓线中的最短者相同。
5. 当轮廓线无法与截面的绘图面相交时，则必须额外定义 Datum Point 当作起始点。Pro/ENGINEER 会自动判断轨迹线起点的绘图面是否与所有轮廓线相交，若没有将会出现如下图所示的选项。

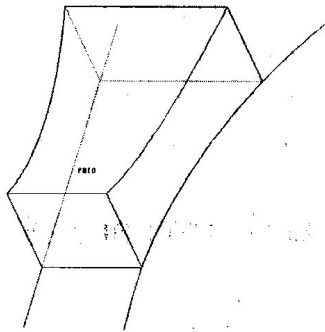


Origin Point 选项是使用先前定义的起点，Pick Point 则是另外单击基准点作为起点。从下图范例可知有一条轮廓线比轨迹线短，因此必须选择其他的点作为起点。

作为起点的 Datum Point 轮廓线



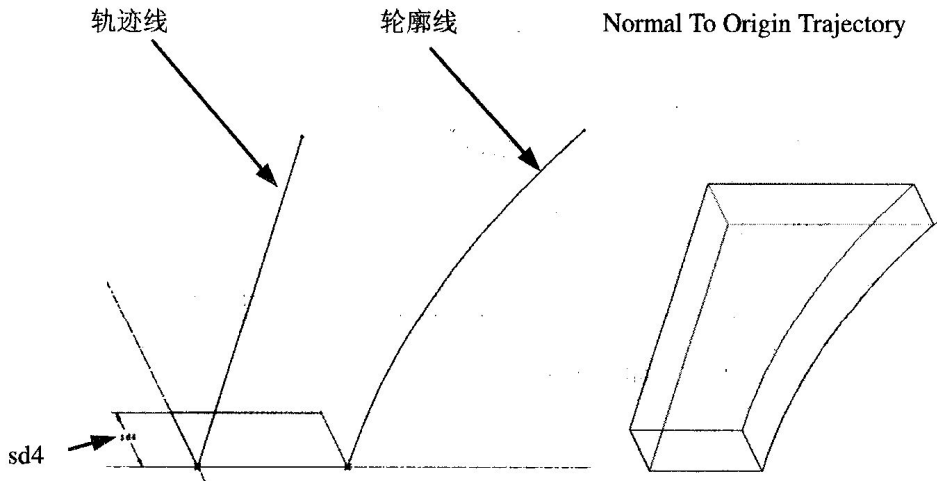
无法选择轨迹线前后两点作为起始点

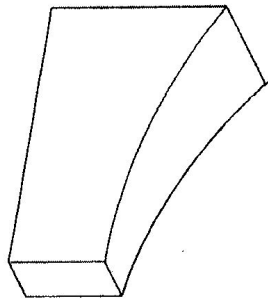


完成后的特征

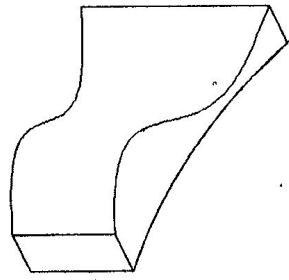
四、控制参数 Trajpar 及关系式

Trajpar 是一个参数: 介于 0 到 1 的实数, 可用来控制 Variable Section Sweep 特征的外形。在 Sweep 的起点, 此参数的值 Trajpar=0, 终点 Trajpar=1。Trajpar 须搭配 Relation 关系式使用, 如下图所示。





Relation: $sd4 = 50 * trajpar + 40$



Relation: $sd4 = 30 * \sin(trajpar * 360) + 40$

五、利用 Graph 配合 Trajpar 控制特征

读者可利用 1.1 节中的函数图 (Graph) 来控制尺寸关系。为了将 Graph 应用在 Variable Section Sweep 中, 必须先建立 Graph 特征。Graph 在 Relation 中的语法如下:

- $sd\# = evalgraph("graph_name", x_value)$
- sd#** : 尺寸代号, 单击 Relation 就会出现。或是单击功能菜单 Info 里的 Switch Dims 就会转换#为编号。
- graph_name** : Graph 特征的名字。
- x_value** : Graph 中沿着 X 轴的值。
- evalgraph** : 根据 Graph 及 X 值而传回 Y 值。

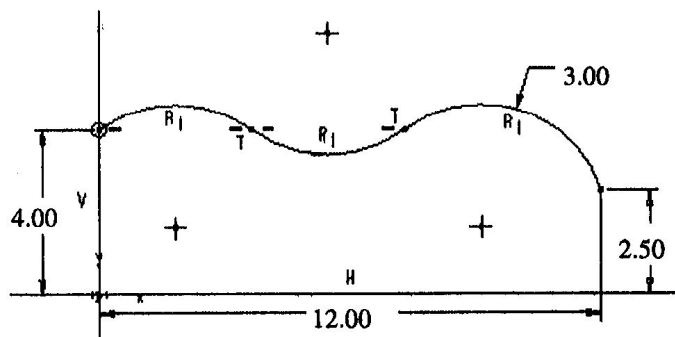
初体验 利用 Graph 配合 Trajpar 控制特征

目的: 利用 Graph 配合 Trajpar 参数来控制特征外型。

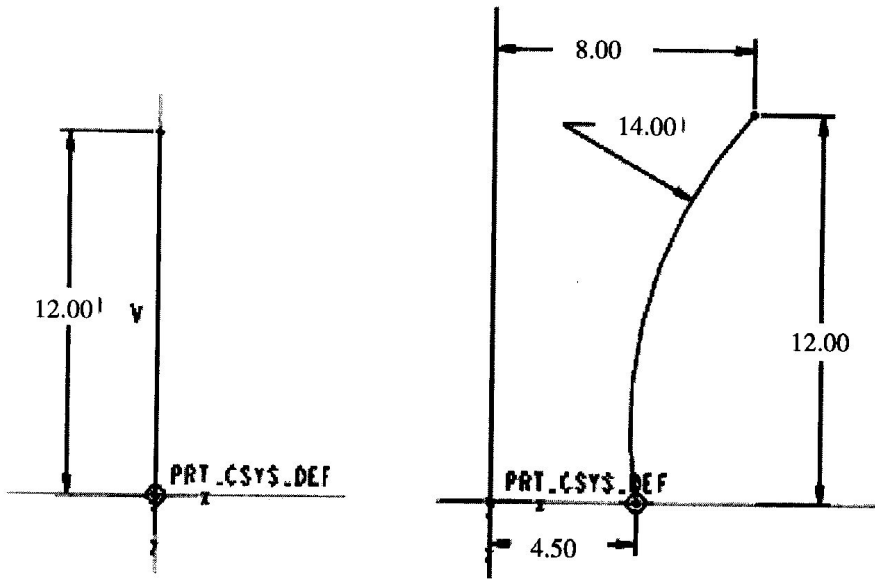
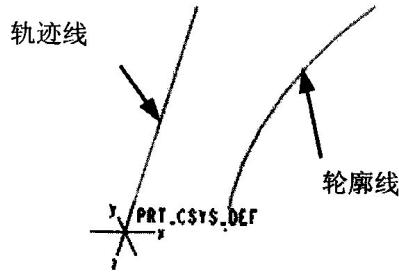
概念: 先绘制 Graph, 建立 Variable Section Sweep 特征时便使用 Graph 配合 Trajpar 参数来控制特征外型。

操作步骤:

1. 打开一个 Part 模块。
2. 执行 Insert → Datum → Graph 命令, 命名为 G1。绘制坐标、x 轴建构线与 y 轴建构线, 绘制如下图所示的函数图形。

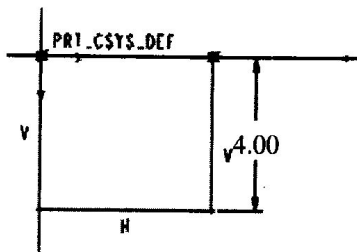


3. 在 TOP 上绘制两条曲线, 如下图所示。

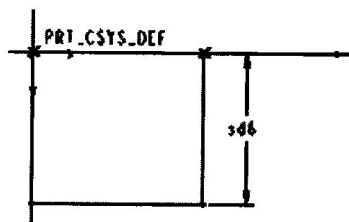



4. 执行 Insert→Protrusion→Variable Section Sweep→NmToOriginTraj、Done 命令。用 Select Traj 选择轨迹线，单击 Done Sel→Done。再用 Select Traj 选择轮廓线，单击 Done Sel→Done，最后单击 Done 完成选择。

5. 绘制如下图所示的截面，对齐轨迹线与轮廓线的端点。



6. 执行 Sketch→Relation 命令，单击 Add 输入 $sd6=evalgraph("G1",trajpar *10)$ ，再按下 Enter 键完成。sd6 是尺寸 4.00 的内部代号。



7. 单击  按钮完成图形。