

# **SolidWorks®**

培训手册：  
高级零件建模



# 第一课

## 复杂外形建模

### 第一部分

在成功地学完这一课后，你将能够：

- 解释扫描和放样之间的差异
- 创建一条通过一系列数据点的曲线
- 创建一个多厚度的抽壳
- 通过把草图投影到一个曲面上来创建一条空间曲线
- 创建变半径的圆角
- 通过扫描来创建凸台和剪切特征
- 螺纹建模
- 创建3D草图



## 介绍

本课我们将通过几个例子学习创建复杂不规则外形的建模技术，我们将会学到：

- 扫描
- 高级圆角
- 3D 草图



## 实例学习：

构造自由形态的外形特征需要一些与前面所学的拉伸和旋转不同的技巧。在本例中，将设计本页顶端所示的塑料瓶。

## 瓶子

## 建模步骤

该零件建模过程中的一些关键步骤如下所示：

### ➤ 创建瓶子的基本形状

这可以通过扫描一个椭圆来完成，椭圆的两个轴由两条引导线来控制。

### ➤ 为放置商标创建一条突起的轮廓线

先画出商标区域的外形轮廓草图，然后把它投影到瓶子的表面，这条投影曲线将被用作扫描突起的轮廓线的扫描轨迹。

### ➤ 加入瓶颈

从扫描出的瓶体的顶端，向上拉伸出一个简单的凸台。

### ➤ 为瓶底加入变半径的圆角

瓶底的圆角半径在左右两侧是 0.375"，而在前后面的中央是 0.25"。

### ➤ 抽壳

该瓶子具有两种不同的壁厚。瓶颈部分因为有螺纹，所以要厚一些（0.060"），瓶体部分则要薄一些（0.020"）。

### ➤ 螺纹建模

这是另一种扫描操作，要用到另一种扫描轨迹：螺旋线。

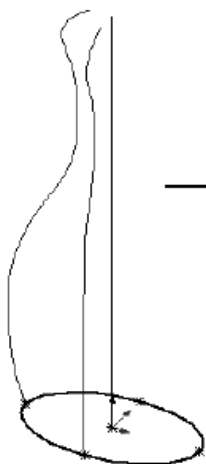
## 扫描和放样： 有何不同？

扫描和放样都可以创建出复杂的形状，应该选用哪种方式要根据具体的设计来决定。扫描和放样之间也有一些区别，这些区别将会影响到选择哪种方法来建模，两者根本的差别在于：

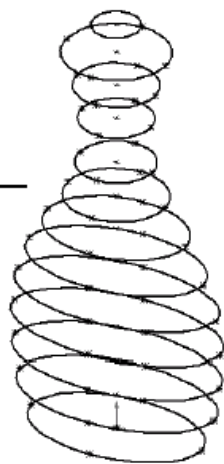
- 扫描使用单一轮廓截面。
- 放样使用多个轮廓截面。

考虑右图所示塑料瓶的基本特征，如果你的设计数据是瓶子前面和侧面的两条曲线所描述的外形，并且瓶子的所有横截面的形状都是相似的，那么就可以通过沿路径扫描的方式来创建这个特征，其中椭圆形横截面的长轴和短轴将由引导线来控制。

如果你的设计数据是一系列的横截面，那么就可以使用放样来创建这个特征。尤其是当横截面不相似时，这种方法非常有用，当然此例不是这种情况。



从这开始吗？  
使用扫描(Sweep)



从这开始吗？  
使用放样(Loft)

## 扫描

在基础教程第四课，我们构造手轮的轮辐时介绍了扫描。当时扫描路径是一条二维草图，扫描截面是沿扫描路径没有变化的简单形状。

扫描有时会比第四课的例子更复杂。扫描路径可能会是三维曲线或者模型边线，扫描截面沿扫描路径运动可能会沿引导线发生变化。

下面介绍扫描中要用到的一些主要组成部分及其功能：

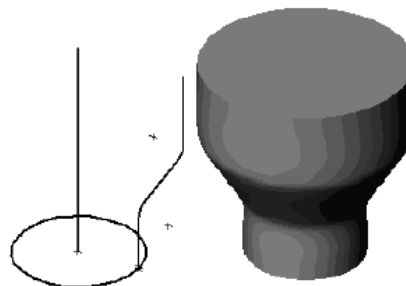
## 扫描的组成部分

### ➤ 扫描截面

扫描截面是一个轮廓草图，而且只能是一个单独轮廓，其轮廓边界必须是闭环且不能出现自相交叉的情况。

### ➤ 引导线

扫描中可以有构造实体形状所需的多条引导线，引导线和扫描截面之间一定要建立**穿透**关联，扫描时采用引导线来控制截面的形状，我们可以把引导线想象是用来控制轮廓参数的（例如半径）。



在右图中，引导线与扫描截面连接在一起，当扫描截面沿路径扫描时，圆的半径将随着引导线的形状发生变化。

### ➤ 扫描路径

**扫描路径**的端点决定扫描的长度，也就是说如果扫描路径比引导线短，则扫描将在扫描路径的终点终止。

系统也利用扫描路径来决定扫描过程中各中间横截面的位置，假设轮廓草图平面垂直于扫描路径：

➤ **方向/扭转控制**选项中的**随路径变化**意味着扫描截面始终与路径正交。

➤ 如果使用了**保持法向不变**选项，扫描过程中的中间截面始终与截面的起始草图平面保持平行。

**通过自由点的样条曲线**命令能通过一系列点的 X, Y, Z 坐标创建一条三维曲线，可以在类似电子表格的对话框中直接输入这些点的坐标，也可以从 ASCII 文本文件中读入，ASCII 文本文件的扩展名为 \*.SLDCRV 或 \*.txt，曲线将按照点的输入顺序或文件中所列的顺序依次通过这些点。

通过一系列的点创建一条曲线

在哪里找到它  
输入点

➤ 该命令位于**插入**菜单下的**曲线，通过自由点的样条曲线**。

如果事先没有创建一个包含这些点的文本文件，可以直接在**曲线文件**对话框中输入这些点的坐标，输入之后可以把这些点保存在文件里以备以后使用。输入方法如下：

生成在草图外的 X、Y 和 Z 坐标相对于基准面 1 坐标系进行转换。

注意

## 从文件中 读入数据

双击左上单元格(顶行, 点的下面), 系统将为第一个坐标点打开一行, 缺省坐标值为  $X=0.0$  ,

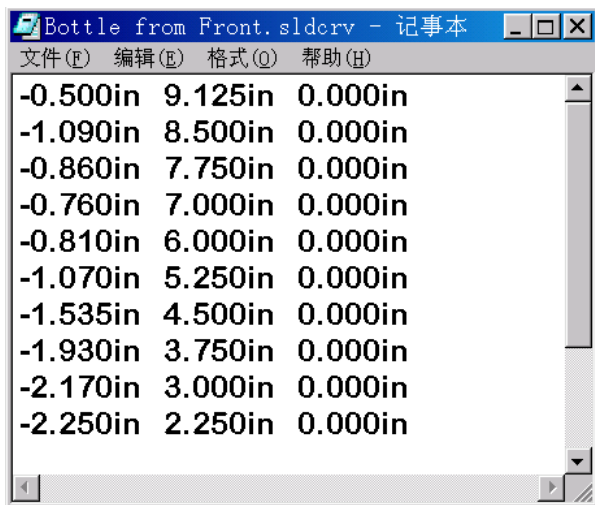
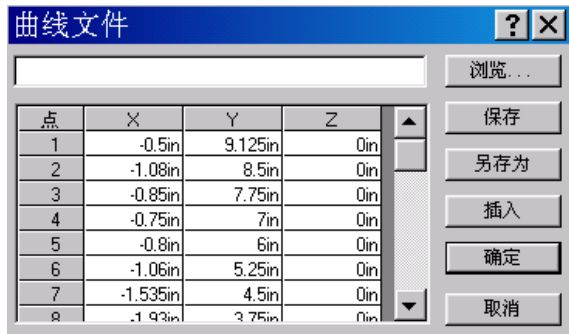
$Y=0.0$ ,  $Z=0.0$ , 输入正确的值, 使用键盘上的 **Tab** 键在单元格之间移动或双击想输入坐标的单元格。

双击点#1 之下的单元格, 系统将加入新的一行, 其坐标值与上一个相同。如果需要, 你可以在列表的中间插入一行, 单击点列中的数字, 使这一行高亮, 然后按下**插入**按钮。

如果希望以后还使用这些数据, 可以使用**保存**按钮把它保存到一个文件中。如果正在编辑一个现有的文件, **保存**命令将会覆盖原始文件, **另存为**命令会保存一个拷贝。

不必直接输入点的数据, 我们可以从文件中读入数据。

此处的文件必须是一个 ASCII 文本文件。在打开的 ASCII 文本文件中, 可以使用空格键或 **Tab** 键在 X, Y 和 Z 列之间来回移动, 创建



ASCII 文本文件的一种简单方法是使用 Windows 附件中的记事本。

记住: 曲线是在草图之外创建的, 因此 X, Y, Z 坐标是相对于基准面 1 坐标系的。

如果想要修改创建曲线的数据点, 可以使用**编辑定义**命令, 与修改任何特征一样, 编辑曲线的定义时, 可以有如下几种选择:

- 找到一个替换文件来替换现在的数据文件。
- 编辑现有的点。
- 编辑原始文件并再次读入。

## 编辑曲线



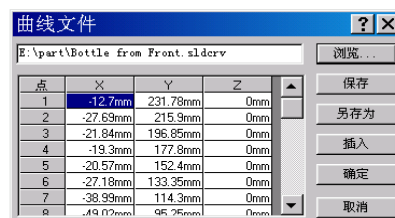
## 步骤

打开一个新零件，单位设置为：英寸。

## 1 插入曲线

从插入下拉菜单中，选取曲线，通过自由点的样条曲线…，将会出现曲线文件对话框。

## 2 选取文件



在曲线文件对话框中，点取浏览…，从目录中选取文件 Bottle from Front.sldcrv，文件的内容被读入对话框，并被分割为几列。

## 注意

你可以设置浏览器，使它寻找曲线文件 (\*.sldcrv) 或文本文件 (\*.txt)。

## 3 加入曲线

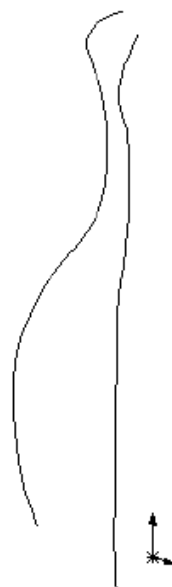
点取确定按钮，把曲线加入零件中。在前视图方向, 可以看到一条通过文件中的点的光滑样条曲线。在特征管理员设计树中，出现了一个名为 Curve1 的特征。

## 4 创建第二条引导线

从插入下拉菜单中，选取曲线，通过自由点的样条曲线…。

在曲线文件对话框中，点取浏览…，从目录中选取文件 Bottle from Side.sldcrv，并点取打开，点取确定按钮来创建第二条引导线，该曲线代表侧视图中瓶子的形状。

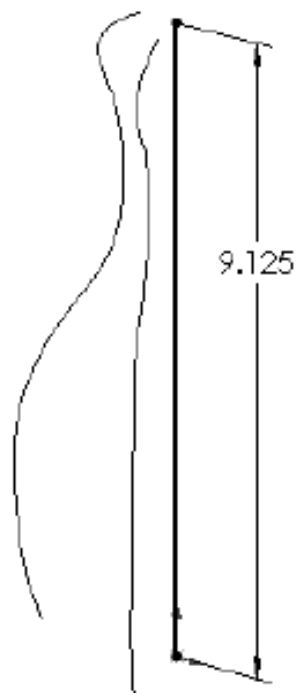
右图显示了在等轴测图方向时的两条引导线。



## 5 扫描路径

选取基准面 1 并打开一幅草图，画一条从原点开始的竖直线，标注这条直线的长度为 9.125 英寸。

这条直线将被用作扫描路径。



---

### 介绍:

#### 插入椭圆

画椭圆与画圆的方法类似，把光标置于椭圆中心位置，按住鼠标左键并拖动以设定椭圆的长轴长度，释放鼠标键，再按住鼠标左键并拖动椭圆外轮廓以设定椭圆的短轴长度，释放鼠标键。


### 注意

要完整定义一个椭圆，必须标注尺寸以定义长轴和短轴的长度，同时还需定义长轴（或短轴）的方向，方法之一是在长轴的末端和椭圆中心之间建立水平关联。

#### 在哪里找到它

- 从下拉菜单中，选取工具，草图绘制实体，椭圆。
- 从草图绘制工具工具栏中，点取椭圆图标

## 6 扫描截面

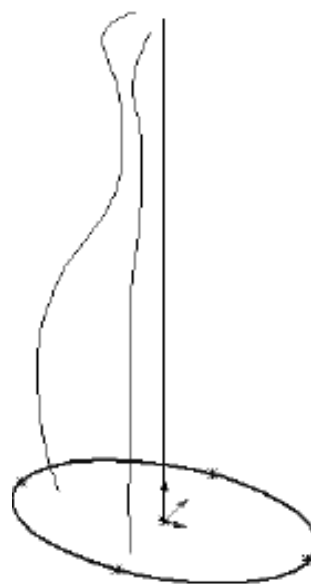
选取基准面 2，打开一幅草图。  
从草图绘制工具工具栏中，点取椭圆图标，绘制一个中心位于原点的椭圆。

## 7 在扫描截面与引导线之间建立关联

在引导线和扫描截面之间建立穿透关联，引导线一定要在扫描截面之前创建。

打开加入几何关联对话框，选取长轴的端点和第一条引导线并加入穿透关联。在短轴和第二条引导线之间重复这一过程。

在加入穿透关联时，应该先选取一点，然后再选取穿透草图平面的引导线。



## 8 完整定义

由于长轴上的穿透关联已经定义了其尺寸和方向，所以不必再进一步约束它了。如果没有使用关联，而是只用标注尺寸来控制长轴的大小，那么就还需采用其它方法来控制其方向。

## 9 退出草图

扫描截面已经被完整定义了，现在可以退出草图，准备扫描基体特征。

## 扫描

扫描至少需要使用两个图元（一个扫描截面和一条扫描路径）来创建一个凸台或剪切，扫描截面（通常为一个封闭的草图）是沿着扫描路径移动的零件横截面，扫描路径（通常为一个开环直线或曲线）用于定义扫描截面在空间的方向。

其它的图元可以用来进一步定义扫描。一条或一条以上的引导线定义扫描截面沿着扫描路径移动时的外形轮廓，以下是几种可选的扫描截面。

封闭轮廓	多轮廓	薄壁特征
		

## 扫描对话框

扫描对话框中包含三种类型的对象选择列表：**扫描截面**，**扫描路径**和**引导线**，还有其它一些选项用来决定系统在扫描时如何定义截面的方向。

这个对话框分为五部分：

- 轮廓和扫路径
- 选项
- 引导线
- 结束处/起始处相切
- 薄壁特征

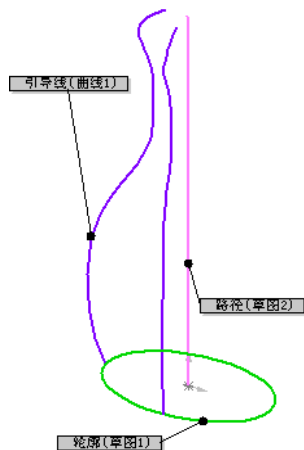


## 10 扫描对话框

点击**插入**，**基本体**，**扫描...**，进入扫描对话框。

## 11 轮廓和路径

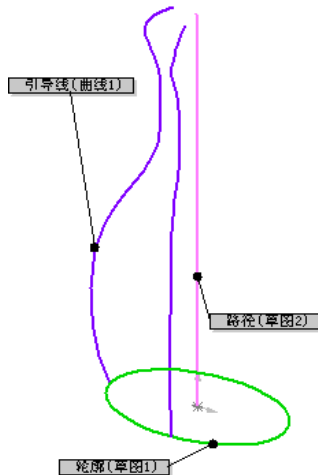
点击**扫描截面**框，选取椭圆。点击**扫描路径**，选取竖直直线。这时在图形区域中的每一个所选项旁边出现一个标注。



## 12 引导线

切换到**引导线**部分，点击**引导线**框并选取图中所示两条曲线。

当扫描一个复杂的形状时，可以点取**显示截面**按钮来预览将要创建的中间截面轮廓。当系统计算中间截面轮廓时，它显示一个滚动盒列出轮廓的数目，你可以按向上或向下的箭头来改变这个滚动盒中的数字，以显示其中的任何一个截面轮廓。

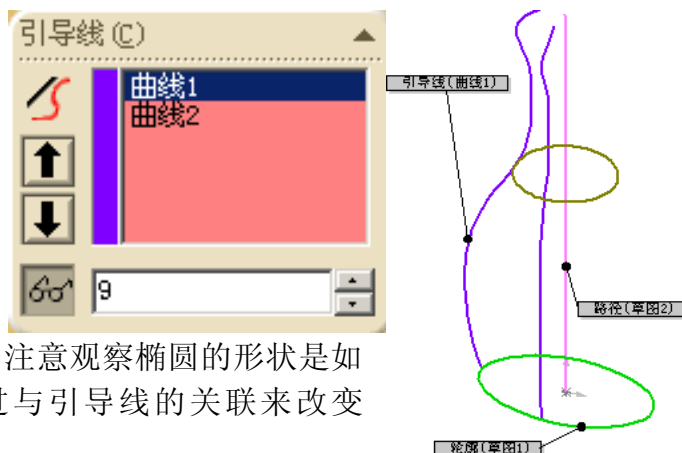


### 显示中间 截面轮廓

### 13 显示中间截面轮廓

点取  
显示  
截面  
按钮，  
使用  
滚动  
盒来显

示截面，注意观察椭圆的形状是如何通过与引导线的关联来改变的。

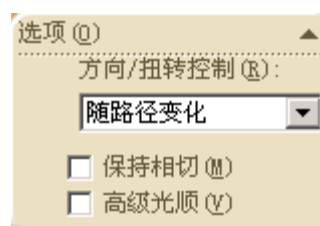


### 14 选项

展开选项部分，选择随路径变化选项，并选取保持相切选项，点取确定按钮。

### 15 完成扫描

右图显示了扫描基体特征的等轴测视图。



### 商标外形

先画出商标外形的草图，然后把它投影到瓶子的表面，这条投影曲线将被用作另一个扫描特征的扫描路径，它将被作为一个库特征保存起来

### 库特征

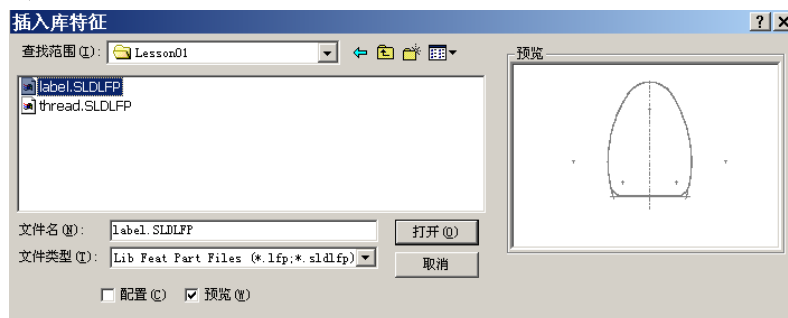
库特征已经在前面的第四课：旋转特征与圆周阵列中介绍过。

### 在哪里找到它

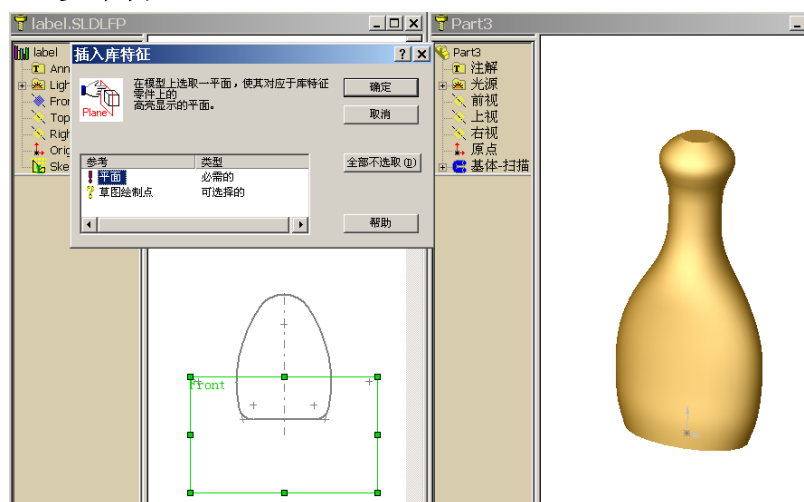
➤ 从菜单中选取：插入，库特征。

## 16 插入库特征

点取**插入**，**库特征**，从浏览器中选取特征的名称，点取**打开**，开始插入库特征。



## 17 多个窗口

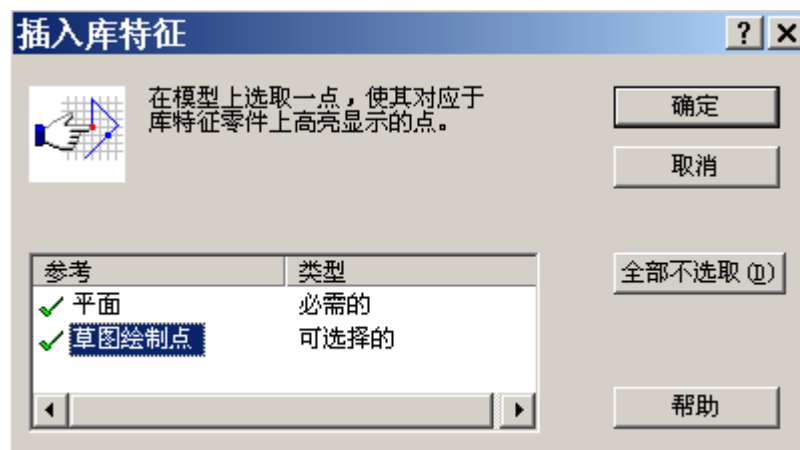


**强制**选项是一个平面，该平面对应于库特征草图平面的目标零件上的平面。

## 18 选取

选取**平面**参考，点取目标零件的基准面 1。

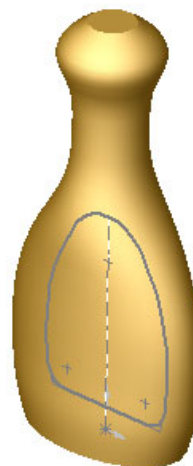
选取**草图点**参考，并点取目标零件的**原点**，虽然此参考不是必须选择的，但选取了它可以避免修正悬空关联，点取**确定**按钮。



## 19 结果

库特征插入到了零件中，与基准面 1 和原点建立了关联。

草图完整定义了，如果没有满足**可选参考**，草图中会有悬空关联。



### 库特征文件夹

#### 介绍:

#### 分解库特征

草图出现在特征管理员设计树的 LibFeat1 文件夹中，实际的草图不能这样用，必须从库特征文件夹中删除。

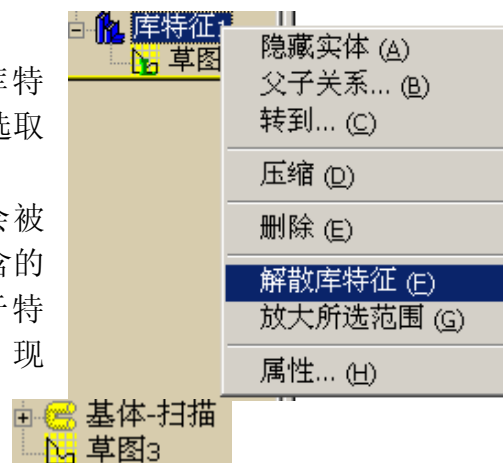


**分解库特征**用于断开LibFeat文件夹，这就去除了库特征图标，使库特征文件夹中的每个特征都单独地列于特征管理员设计树中。

## 20 分解

用鼠标右键点取库特征，从弹出菜单中选取**分解库特征**。

LibFeat1 文件夹会被删除，文件夹中包含的特征将单独地列于特征管理员设计树中，现在可以用它来创建投影曲线了。



### 空间路径

有几种方法来创建空间路径。在此例的后续部分，我们将学习两种方法：

- 把草图投影到表面上
- 创建一条螺旋线

### 把草图投影到表面上

#### 介绍:

#### 插入投影曲线

在此例的下一部分，将创建一条投影曲线，用作瓶子上商标轮廓的扫描路径。我们将通过把一条二维曲线投影到瓶子的曲面上的方法来创建这条曲线，草图使用**库特征**创建。

**投影曲线**命令把一幅草图投影到模型的一个或几个面上，当这些面是曲面时，就会得到三维曲线。该命令也可以用来将两幅正交的草图合并为一条三维曲线。

**投影曲线**命令是 SolidWorks 中需要预先选取图元的几个命令之一。这因为系统需要在打开对话框之前知道你是使用一幅草图和一个表面还是使用两幅草图。

在哪里找到它

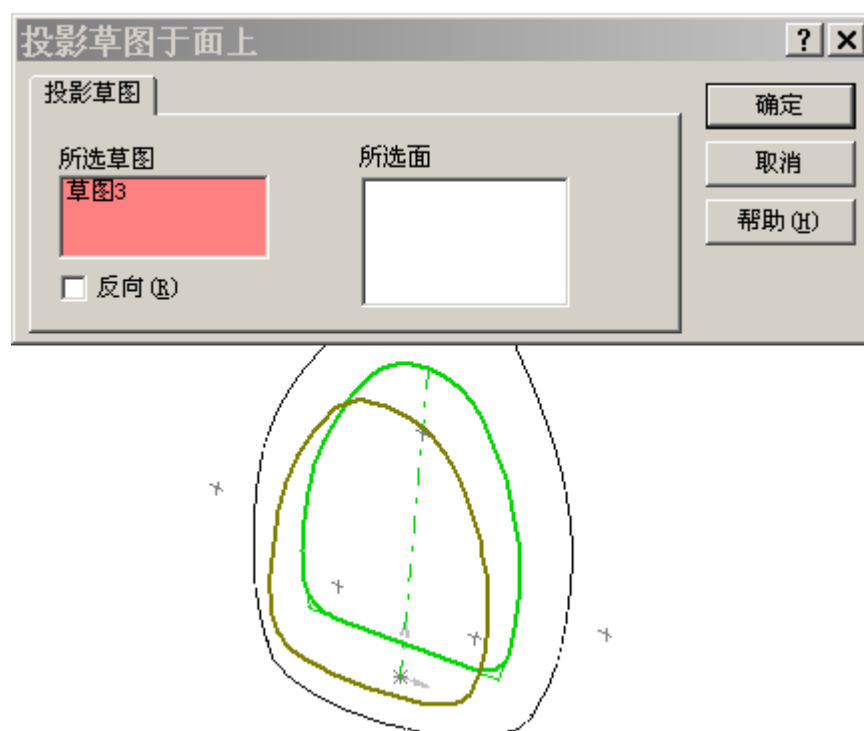
从菜单中选取：**插入，曲线，投影曲线**。

## 21 选取

选取商标外形轮廓草图，按住 **CTRL** 键选取瓶子的表面。

## 22 投影曲线对话框和预览

从插入菜单中选取**曲线，投影曲线**。



缺省状态，系统垂直于草图平面（沿 Z 轴正向）投影。如果你想让曲线投影到瓶子的背面，点取**翻转**。点取**确定**。

## 23 投影曲线

系统将把草图投影到瓶子的前表面上。这条曲线将被用作扫描路径来创建一个凸台，以定义瓶子商标区域的轮廓。





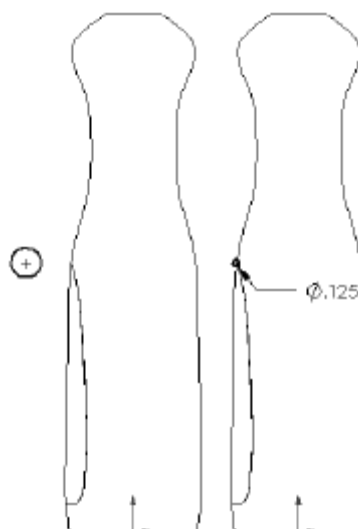
## 24 绘制截面草图

转换到右视图，选取基准面3，打开一幅草图，在任意位置画一个圆。

## 25 穿透关联

在圆心和投影曲线之间加入**穿透**关联，以定义圆的位置，标注圆的直径为0.125"。

投影曲线在两处穿透草图平面：顶部和底部。系统选取离你选择曲线的最近位置作为穿透点。如果你想让圆位于顶部，在靠近顶端的地方选取投影曲线。



## 26 扫描凸台，得到商标外缘

退出草图，从**插入**菜单中，选取**凸台，扫描**。选取圆作为**扫描截面**，投影曲线作为**扫描路径**，点取**确定**按钮。

注意系统可以很容易地用位于一条封闭的轨迹中间的截面得到扫描特征。



## 27 加入瓶颈

选取基体特征的顶面，打开一幅草图。使用**转换实体引用**命令把边拷贝到该草图上，向上拉伸草图，距离为0.625”。

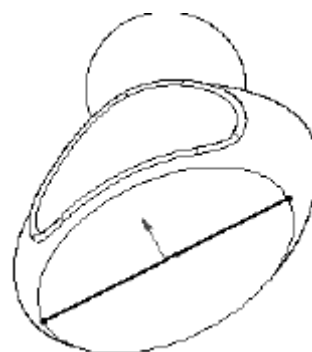


## 变半径圆角

瓶底的圆角半径是变化的。通过指定每个顶点的半径值，可以得到变半径的圆角。在此例中，因为在瓶子的底边上没有顶点，所以需要做一些额外的工作来创建这些顶点，我们要把底面分割成四等份。

## 28 绘制分割线

选取瓶子的底面，打开一幅草图，画一条通过原点的水平线，线的终点与底面的边缘重合。



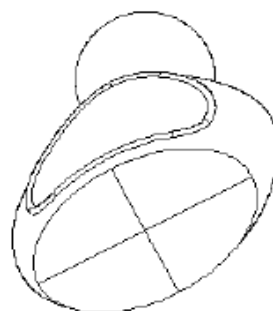
## 29 分割表面

使用**插入，曲线，分割线**命令来分割底面。




### 30 重复

使用一条竖直的草图直线来分割我们刚刚分好的这两个平面，把底面分成四等份。



### 31 为底面加入圆角

点取特征工具栏中的图标 , 打开插入圆角对话框，在圆角类型中，选取变半径。

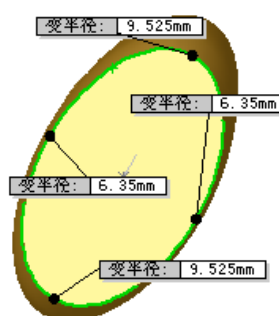


### 32 半径值

选取底面上的四条边，在顶点列表中，点击每个顶点，从 V1 到 V4，并输入如图所示的恰当的值。

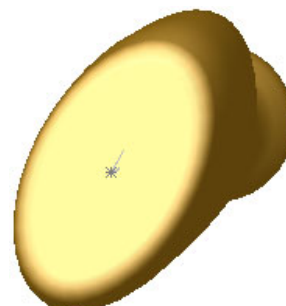
顶点的编号是根据选取边的顺序决定的，现在是在瓶底的两侧定义圆角的半径为 0.375"，在瓶底的前、后中央定义圆角的半径为 0.25"。

点取确定按钮创建圆角。

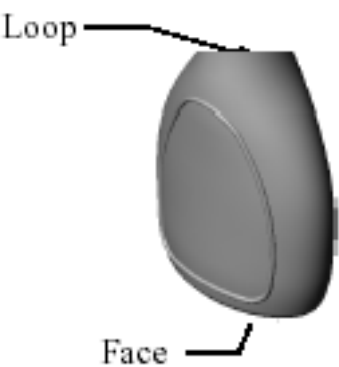


### 33 结果

右图所示为得到的变半径的圆角。圆角形成了一个封闭的环，半径光滑的从 0.375"到 0.25"到 0.375"到 0.25"，然后在起点回到 0.375"



34 为商标外缘轮廓加入圆角  
为扫描而成的商标外缘轮廓的内侧和外侧边加入半径为0.060"的圆角，这个圆角一定要在瓶子抽壳之前完成。对内侧边用选择面选取，对外侧边用选择环选取。



什么是环？

环是组成面的边界的一系列边，在某些面上，环和边是相同的，用圆角特征做下面的例子。

面	边	环

介绍：

选择环可以用来选择一个面上的多个连续边。

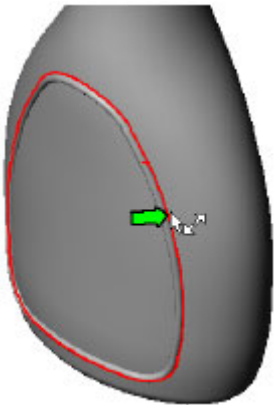
选择环

从鼠标右键弹出菜单中选取选择环。

哪里找到它

35 选择环

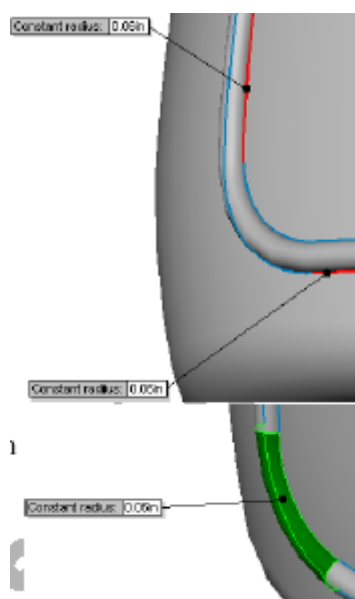
用鼠标右键单击商标特征的外缘轮廓，在弹出菜单中选取选择环，点击双箭头符号选择你要哪两个连接面。



**注意**

选择边时，面上与该边相连的所有边均被选中。

选择面时，面上所有的环均被选中。


**多厚度抽壳**

在**抽壳特征**对话框中，有创建多厚度抽壳的选项，在此对话框中，可以制定一些壁比其它的壁厚或薄。你应该考虑好哪种壁厚代表最一般的情况，把这种壁厚加到大多数表面上，然后决定哪种壁厚代表特殊情况，把它加到较少的一些表面上。在此例中，除了瓶颈的壁厚为**0.060"**外，其它的表面都是**0.020"**。

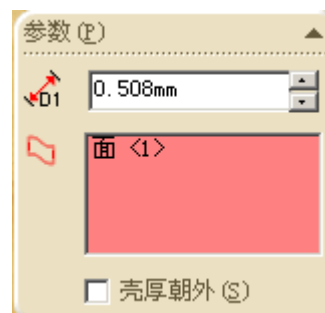
**为瓶子抽壳**

删除瓶颈的顶面，创建一个多厚度的壳。使瓶颈的壁厚为**0.060"**，其它面的厚度为**0.020"**。

**36 抽壳命令**

在**插入，特征**菜单中，点取**抽壳**，或使用特征工具栏中的图标，设置**壁厚**为**0.020"**，作为缺省值。

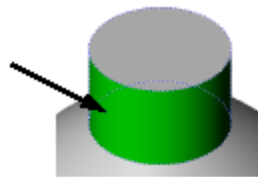
选取瓶子的顶面，作为**要删除的表面**。

**37 多厚度**

展开**多厚度**设定栏，在**多厚度面**列表选取的面不用缺省厚度抽壳。

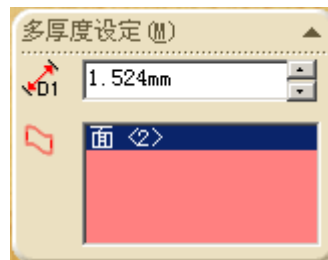
### 38 选取较厚的表面

点击**多厚度面**列表，选取瓶颈的外表面。当你选取该表面时，Face<2>出现在选取列表中。



### 39 设置厚度

在 Face<2> 高亮显示的情况下，设置**多厚度**值为**0.060"**。点击**确定**创建抽壳。



### 40 在剖面视图中显示结果

右图显示了一个从后面看的瓶子的剖面视图。



### 41 保存

我们已经在本例中花费了不少的时间，现在应该保存一下该文件。

## 系统性能 方面的考虑

### 压缩特征

### 父/子关系

当你创建一个零件时，随着零件越来越复杂，系统运行也渐渐变慢了，尤其是扫描、放样、变半径的圆角和多厚度抽壳等对系统资源和性能的影响较大，但是你可以采用一些方法来使这种影响变得最小，优化系统性能。


压缩一个特征，使系统在任何计算中都不考虑它，这时不仅是这个特征的图形不显示了，而且系统就当这个特征不存在一样。当你在很复杂的零件上工作时，这将会明显改善系统的响应和性能。

父/子关系会影响压缩特征。如果压缩了一个特征，它的子特征也会自动被压缩。当解除压缩一个特征（把它转换回来）时，可以选择是否把它们的子特征也解除压缩。

父/子关系和压缩特征的第二个影响是：不能进入或参考任何已被压缩特征的几何体。因此当压缩某些特征时，要仔细考虑好你的建模技巧，如果你以后可能参考一个特征的几何体，就不要压缩它。

## 压缩特征命令

有几种方法可以得到压缩命令：

- 从下拉菜单中选取：**编辑，压缩**。
- 从鼠标右键弹出菜单中选取：**特征属性...**。
- 从鼠标右键弹出菜单中选取：**压缩**。
- 从特征工具栏中，点取压缩图标：。

## 42 压缩特征

在特征管理员设计树中，同时选取商标外缘轮廓特征 (Boss-Sweep1)、变半径圆角 (VarFillet1)、商标外缘轮廓圆角 (Fillet1) 和多厚度抽壳 (Shell1)。

从**编辑**下拉菜单中，点取**压缩**。这些特征将从图形窗口中删除，同时在特征管理员设计树中也会变灰。



## 螺纹建模

模型中可以包含两种类型的螺纹：标准或装饰螺纹和非标准螺纹。标准螺纹不是在零件中建模的，它们在模型和绘图中使用螺纹符号、图形注解来表示。复习一下在第 9 课：出详图中学习的如何表示装饰螺纹。

非标准螺纹应该在零件中建模。这些螺纹，例如这个瓶颈上的螺纹，不能在工程图中仅仅用一个符号来表示。我们需要构造这些螺纹的几何体，因为后续工作，例如 NC 加工、快速成形和有限元分析都需要这些信息。

## 创建螺旋线

通过沿一条螺旋线路径扫描一个轮廓截面，我们可以构造出螺纹。螺旋线也可以用于扫描弹簧和蜗轮。

螺纹建模的主要步骤为：

### ➤ 创建螺旋线

一个关联到瓶颈直径的草图圆是螺旋线的基础。

### ➤ 创建特征横截面草图

该草图相对于螺旋线定向，并穿入瓶颈。

### ➤ 沿路径（螺旋线）把草图扫描为凸台或剪切特征

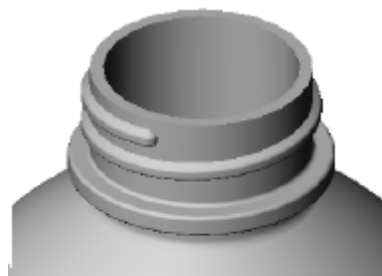
在此例中，螺纹是一个扫描凸台。

插入，曲线，螺旋线/涡状线命令基于一个圆和定义参数

**介绍:**  
**螺旋线** 如螺距和圈数创建一条螺旋三维曲线, 这条三维曲线将被用作扫描路径。

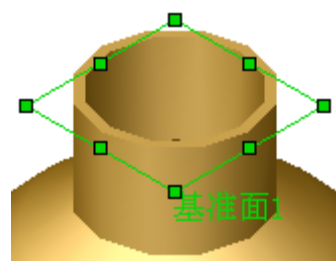
**从哪里找到它** 从下拉菜单中选取: **插入, 曲线, 螺旋线/涡状线...**

在本例的剩余部分, 我们将在瓶颈上创建如右图所示的螺纹。



#### 43 等距平面

创建一个参考平面, 从瓶颈的顶面向下偏移 0.10", 这是螺纹起始处。

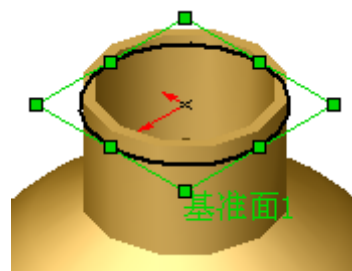


#### 44 插入草图

选取这个平面, 打开一幅新草图。

#### 45 拷贝边

使用**转换实体引用**命令, 把瓶颈的边拷贝到草图平面上, 这个圆将决定螺旋线的直径。

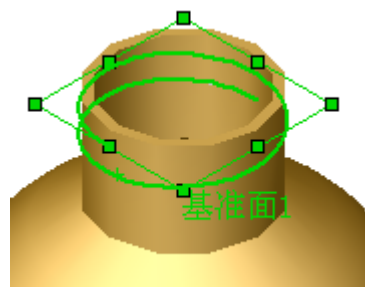
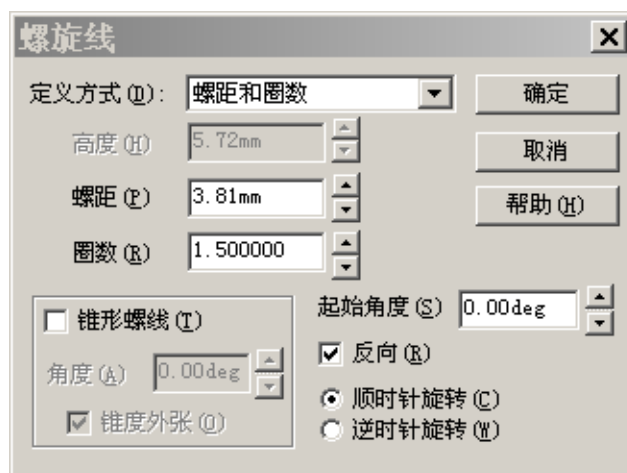




## 46 创建螺旋线

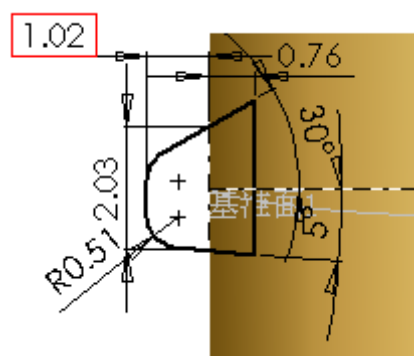
从插入菜单中，选取曲线，螺旋线/涡状线，在螺旋线对话框中定义螺旋线。设置螺纹的螺距为

0.15"，圈数为 1.5，从起始角 0° 的位置开始，沿瓶颈顺时针向下旋转。随着螺纹参数的不断改变，预览图形随时更新。点取**确定**按钮来创建这个螺纹。



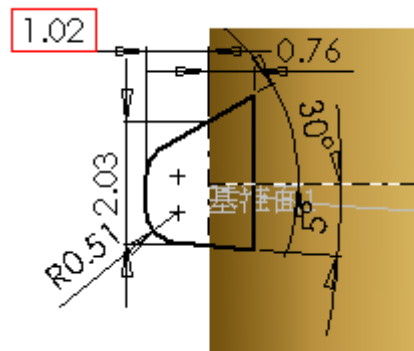
## 47 插入一个草图

用另一个库特征，插入螺纹外形草图。在基准面 3 上插入库特征 thread.sldlfp。分解库特征并编辑草图。



## 48 关联

在水平中心线和基准面1之间加入共线关联。用侧影轮廓边线，在竖直中心线和模型的外边之间加入另一个共线关联，草图现在被完整定义了。



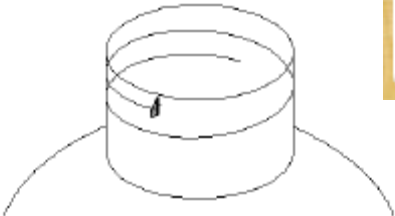
## 49 退出草图

50 扫描螺纹

选取草图和螺旋线，打开**扫描**对话框，以该草图作为扫描截面，螺旋线作为扫描路径。  
不要选取**与终面对齐**选项，点取**确定**。

注意

如果你想知道与**终面对齐**选项是什么意思，我们在完成瓶子的建模后将举一个简单的例子，说明其用途。



51 结果

螺纹的扫描结果如右图所示。



介绍：  
交叉曲线

交叉曲线在二维或三维草图中生成基准面、模型面和整个零件之间的交叉曲线。  
交叉可以发生在两个曲面、曲面/基准面与模型面/整个零件之间。

哪里找到它

- 从下拉菜单中，选取工具，**草图绘制实体，交叉曲线**。
- 从草图绘制工具工具栏中，点取图标：

52 横截面草图

选取基准面 1，然后单击**插入草图**，该基准面通过模型中心。

### 53 交叉曲线

选取交叉曲线图标，并从特征管理员设计树顶部中选取整个模型特征，在草图平面生成表示基准面与模型交线的草图几何体。

工具、截面属性可以用于计算草图几何体的机械特性。



### 54 解除压缩

解除前面被压缩的特征，截面草图也相应地更新，但这不容易观察到。



介绍：视图，  
隐藏/显示实体

隐藏/显示实体用于临时关闭实体或模型面的显示。

哪里找到它

➤ 从下拉菜单中，选取视图，隐藏/显示实体。

### 55 隐藏实体

选取视图，隐藏/显示实体并选取整个模型，被选择的对象变得透明了，点取确定按钮



## 56 结果

隐藏实体后只有草图是可见的了。

同样也可以使用**隐藏/显示实体**来隐藏交叉曲线。



## 57 加入一些细节

创建一个旋转特征，这是使螺纹末端光滑的一个简单方法。在螺纹的两端均创建一个旋转特征。

### 提示

旋转特征需要中心线，一个创建中心线的简单方法是使用**转换实体引用**命令来拷贝螺纹与瓶颈相交处的竖直边，然后把这条线的属性转换为**构造几何线**，这样就得到一条中心线。



### 注意

## 58 完成瓶子的建模

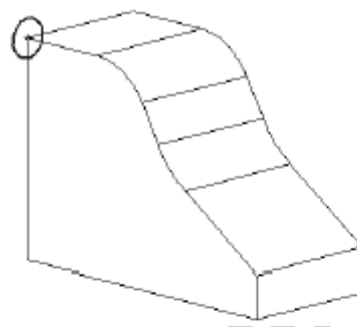
图中所示的瓶子在瓶颈的底部加入了一个凸缘，这是一个简单的拉伸凸台。很多瓶子中都有这样的一个凸缘，它为封口提供了一个安全阀。



## 与结束端面对齐

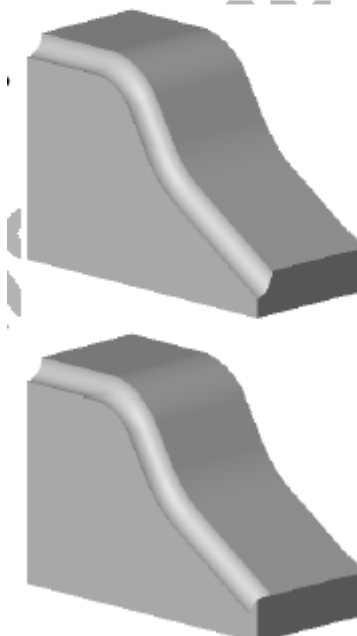
你可能想知道**与结束端面对齐**选项有何用途。下面看这样一个简单例子：如右图所示，以模型的一条边为扫描路径，扫描一个轮廓，创建一个剪切特征。

如果使用**与结束端面对齐**选项，整个剪切将通过模型的结束端面，这与拉伸特征中的**完全贯穿**终止条件非常类似。这一般是必需的，这也是为什么当扫描一个剪切特征时，该选项通常是缺省选中的原因。



如果你没有使用**与结束端面对齐**选项，剪切将终止在扫描路径的末端，留下一小片没有切除的材料。

我们在前面的例子中扫描螺纹时，没有使用**与结束端面对齐**选项，这是因为凸台没有要与之对齐的结束端面，如果使用了这个选项，将会得到错误的结果。通常扫描凸台时，**与结束端面对齐**选项是缺省不选中的。



## 沿模型边扫描

通过这个例子，我们知道模型边可以直接作为扫描轨迹，在扫描时它们可以被直接选取，而不必将它们拷贝到草图中或转换为任何特殊类型的曲线。

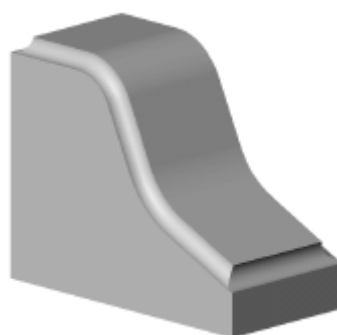
## 切线延伸

当选取一条模型边作为扫描路径时，在扫描对话框中会出现了一个**切线延伸**选项。该选项的功能与圆角中类似选项的功能是一样的，如果选取的是边的一部分，该选项将使扫描沿所有连接在一起的、相切的边继续进行。



如果边没有  
相切会怎样?


现在考虑这样一种情况:想沿一些边扫描特征,但这些边却并不都是相切的,而对话框中的**扫描路径**列表只接受一次选取,没有办法选取多个边,同时因为这些边不是相切的,所以扫描也不会延伸。



介绍:  
组合曲线


**组合曲线**使你能够把参考曲线,草图几何体和模型边合并为一条曲线,这条曲线可用作扫描或放样的导引线或路径。

在哪里找到它

- 在**插入**菜单中,点取**曲线,组合曲线**。
- 在曲线工具栏中,选取图标 。

## 1 组合曲线对话框



在曲线工具栏中,选取图标 , 打开**组合曲线**对话框

介绍:  
选择相切

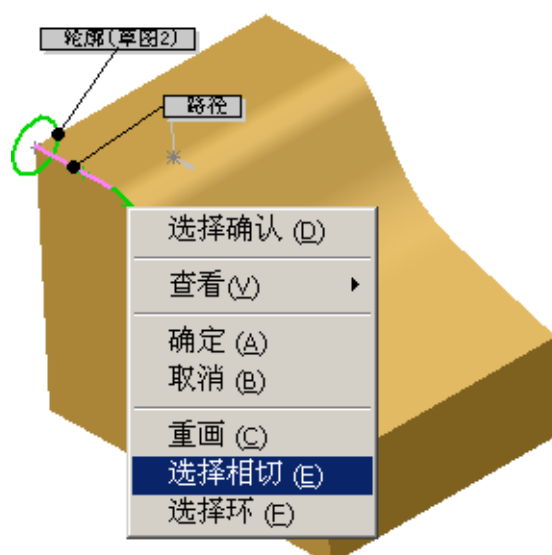
**选择相切**可以用来选择多个光滑连接的边。

在哪里找到它

- 从鼠标右键弹出菜单中,选取**选择相切**。

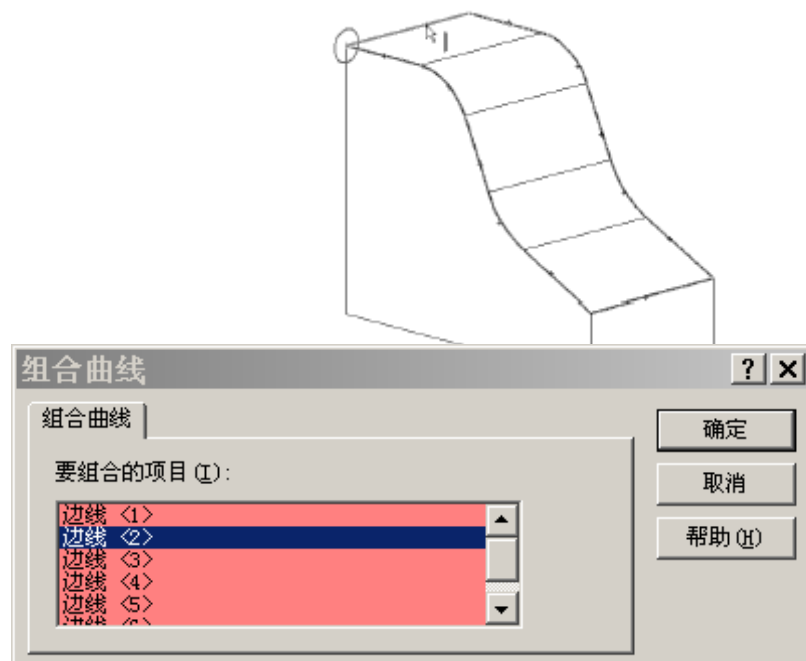
## 2 选取边

选取一条模型边,从鼠标右键弹出菜单中,选取**选择相切**,则所有与改变光滑连接的边均被选中。对另一边的边采取同样的方法,同时再选取剩下的两条直边。



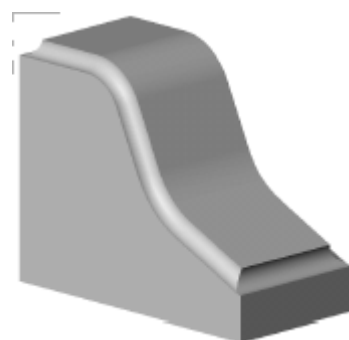
### 3 生成曲线

点取**确定**，生成组合曲线，该曲线在特征管理员设计树中的名称为 CompCurve1，可以通过编辑该曲线的定义来加入或删除组成该曲线的边



### 4 扫描剪切。

用**插入**，**剪切**，**扫描**，选取圆作为**扫描截面**，选取组合曲线作为**扫描路径**，点取**确定**。



### 3D草图

可以在参考平面或模型与装配体的二维表面上创建3D草图。在此例中，将用3D草图作为扫描路径。

3D 草图中可包含直线、点、中心线、样条曲线、转换实体引用和草图圆角，3D 草图也可以被裁剪和延伸。

### 斜面

用**斜面**选项，创建一个斜面。注意二维模型表面或用户定义的坐标系也可用于3D草图的定向。



## 1 新零件

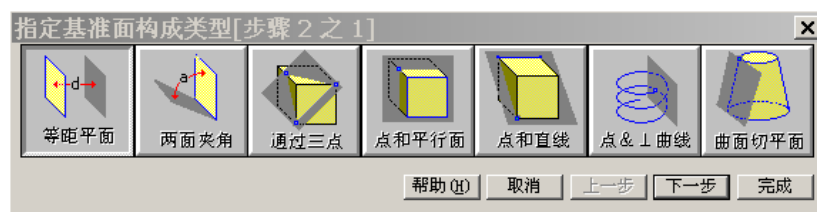
打开一个新零件，单位设置为英寸。

## 2 设置几何体

在基准面3上画草图，画一条任意长度的水平中心线，这条中心线将用于创建斜面，退出草图。

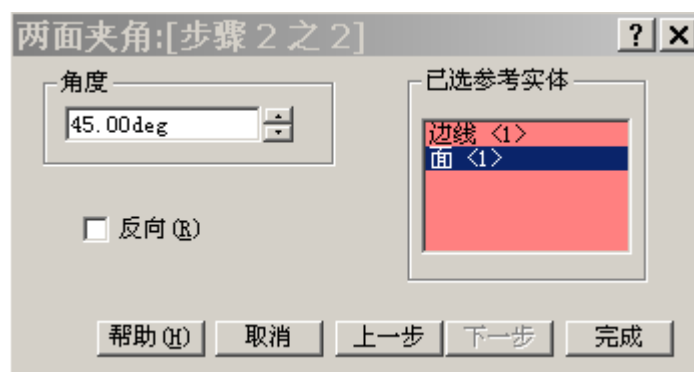
## 3 斜面

点取基准面图标 ，选取两面夹角选项，点取下一步。



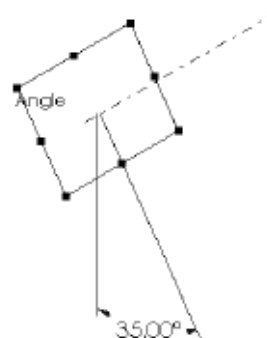
## 4 几何图元

选取基准面3和中心线，设置角度为35° 并点取反向，点取完成按钮。



## 5 新参考平面

把新的基准面命名为 Angle。




介绍:

3D 草图


**3D草图**用直线工具来画基本形状，然后可以加入圆角或断开曲线。在平面、二维表面和坐标系中画草图，再加入关联从而完整定义草图。

在哪里找到它

- 在**插入**菜单中，点取**3D草图**。
- 用草图绘制工具工具栏中的图标 。



## 6 打开一幅新的3D草图

点取 **3D 草图** 工具 ，开始一个新草图，将视图切换到等轴测视图。

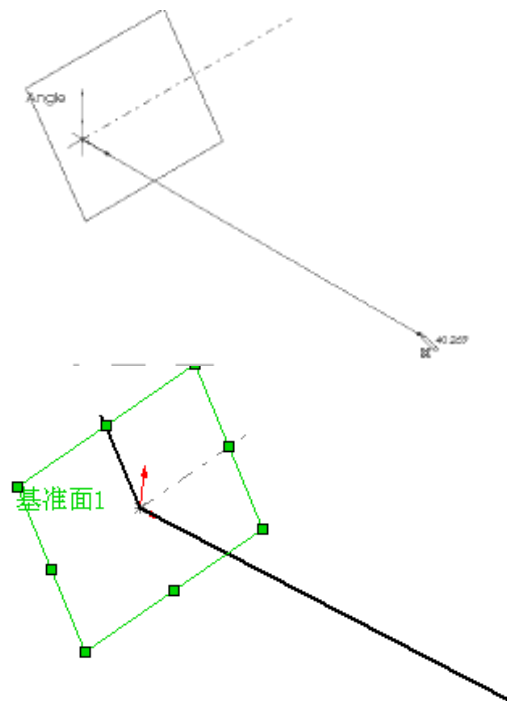
## 7 画一条直线

点取 **直线** 工具，从草图的原点开始画图，拖动直线时，利用 X 标记使它保持在缺省 XY 平面的 X 轴上，使直线的长度大约为 40 英寸。

## 8 切换草图平面

在直线工具仍然处于活动状态时，按住 **Ctrl** 键，并在特征管理员设计树中点取 Angle 平面。

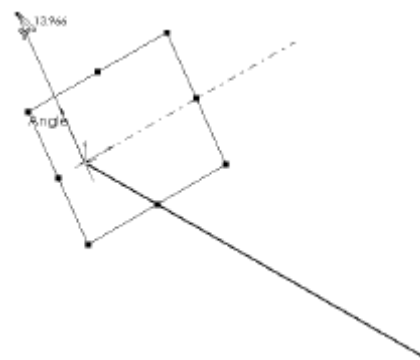
在你开始画下一条直线时，XY 平面将与基准面 Angle 对齐。



## 9 继续画草图

从原点开始，沿所选平面的轴画下一条直线。使直线的长度大约为 14 英寸。

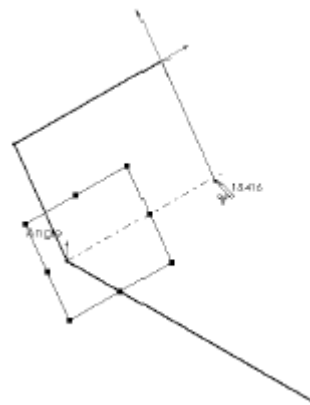
根据 Angle 平面的定义方法，你将沿 X 或 Y 轴画这条直线。在右图中，直线是沿 Y 轴绘制的。



注意

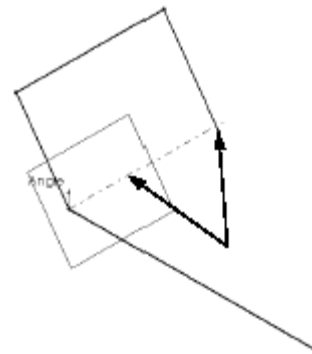
### 10 继续在平面上画草图

继续在参考平面Angle中画草图, 水平线大约为25英寸长, 使上一条直线与中心线大致对齐。



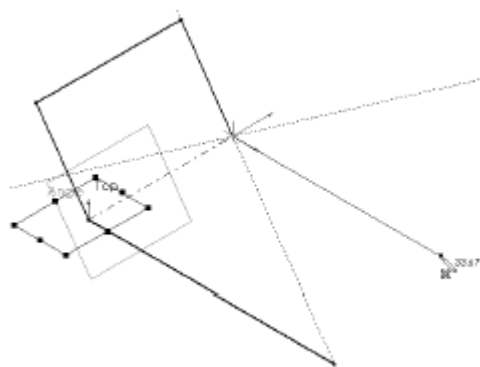
### 11 关联

在这条直线的末端和中心线之间加入重合关联。



### 12 切换草图平面

按住Ctrl键, 选取基准面2, 再点取一次直线工具, 沿基准面2的X轴画图, 终止在第一条线的末端附近。

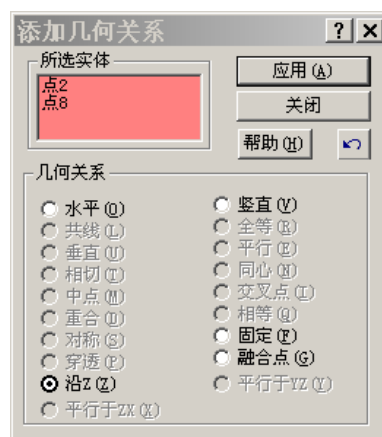


**提示**

要在基准面之间切换, 也可以用Tab键。

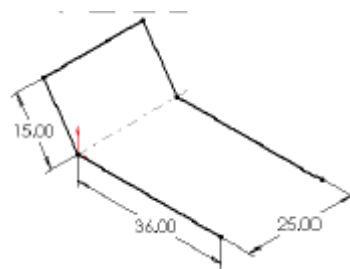
### 13 沿Z轴关联

在第一条末端和最后一条直线末端之间加入沿Z轴关联，因为它们都应该与缺省平面（基准面1）的Z轴对齐。



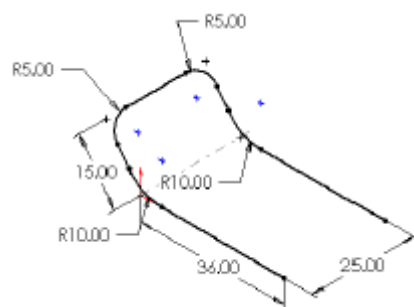
### 14 标尺寸

加入如图所示的尺寸，标注三条直线的真实尺寸，因为有了关联，草图现在完整定义了。



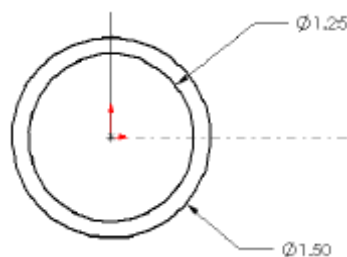
### 15 圆角

用草图圆角工具，为这些直线加入圆角。如图所示加入两对圆角，半径为5和10英寸，退出3D草图。



### 多轮廓扫描

可以使用多轮廓草图作为扫描截面进行扫描，其方法与在拉伸特征中类似。



### 16 扫描截面

在草图直线的末端创建一个平面，并在平面上画两个圆分别代表管道的内径与外径。

## 17 扫描

用这个圆为扫描截面，  
3D 草图为扫描路径，扫  
描一个凸台特征。



## 第二课

### 复杂外形建模:

### 第二部分

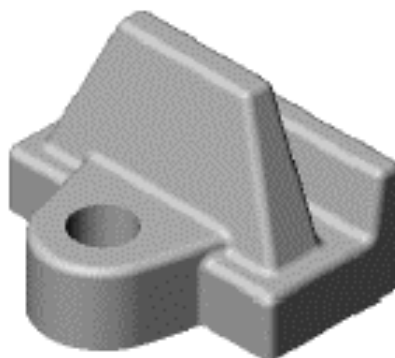
在成功地学完这一课后，你将能够：

- 通过在外形轮廓草图之间通过放样来创建凸台
- 使用高级放样和加入圆角技术进行自由形状外形建模
- 使用分割曲线



## 基本放样

放样能够创建由多个草图定义的特征。系统会在草图之间构造这个特征——一个凸台或者剪切。如果已知一个倾斜的凸台的底面、顶面的尺寸及高度，用放样来创建这个凸台是很容易的。我们将创建两幅草图：



一幅用来创建顶面，另一幅用来创建底面。顶面的草图绘制在平行于基体的等距平面上，此平面与基体的距离即为凸台的高度。

## 设计步骤

主要步骤为：

### ➤ 创建放样的起始和终止草图。

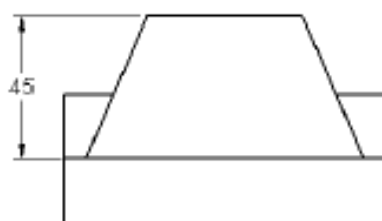
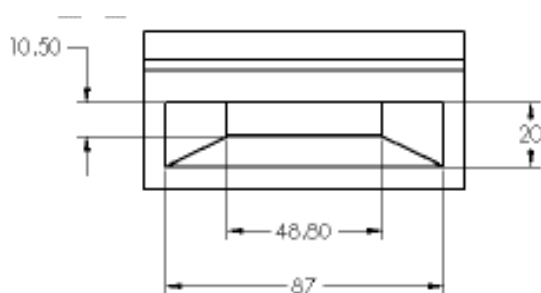
为了达到最好的效果，这两幅草图应该有同样数量的图元，而且你应该考虑一下在放样时图元之间如何对应。

### ➤ 创建引导线（可选项）。

在放样时用引导线可以更好地控制外形轮廓之间的过渡。

### ➤ 在外形轮廓草图之间插入放样。

选取草图的位置和选取的顺序都很重要。



## 例子

此例的关键特征是创建在基体上表面的倾斜凸台，下图所示为设计意图：图中标注了倾斜凸台的顶面、底面的尺寸和凸台的高度。

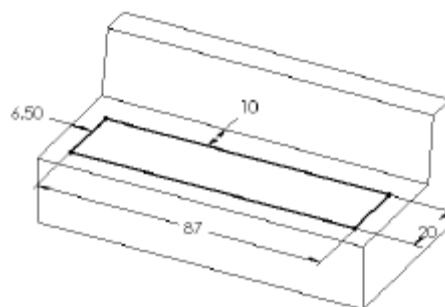
根据图中标注尺寸的方法，很明显应该选取放样操作。如果这个倾斜凸台的尺寸标注出了侧面的角度，我们就应该使用其它建模方法。如果给出了一个角度尺寸，我们就应该拉伸一个简单的矩形凸台，然后给它的侧面加上斜度。

## 建模步骤

按照如下步骤进行设计：

## 1 绘制第一个草图

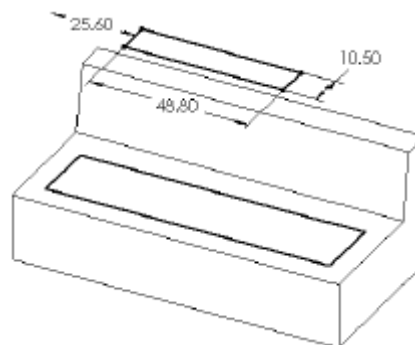
选取基体的上表面，按照图中所给的尺寸绘制倾斜凸台的底面草图。



## 2 定义一个偏移平面


定义一个平面，使之向上偏移，距离基体表面45mm。

在这个平面上，绘制凸台的顶面草图，尺寸如图所示。

介绍：  
放样

**放样**命令使用外形草图和引导曲线（可选项）来创建凸台或者剪切。放样在这两个外形草图之间创建，可选的引导线用来进一步控制草图之间的形状变化。

## 在哪里找到它

- 从特征工具栏中选取**放样**图标 .
- 从下拉菜单中选取：**插入，基本体/凸台/剪切，放样...**

## 3 退出草图

从**插入**菜单中，选取**凸台，放样...**



#### 4 放样对话框。

点取**轮廓**列表，在图形窗口中选取两幅草图。你应该在每幅草图中，都点取对应图元中的大致同样的位置。

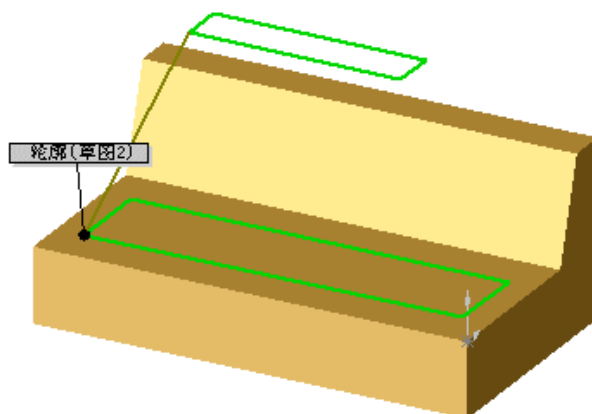
#### 注意

当只对两幅草图作放样时，顺序并不重要。只有对三个或者更多的草图作放样时，这些草图才必须按照正确的顺序排列。如果草图轮廓在列表中的顺序不正确，可以使用**上**和**下**按钮来调整。

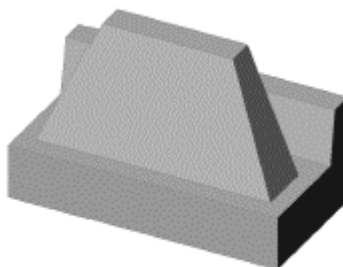


#### 5 预览。

在你选取草图时，系统会产生一条预览线，表明在放样操作中，哪两个顶点将被连接。请仔细查看预览，因为系统将显示是否你想得到的特征将被扭曲，同时出现一个标签标识第一个草图轮廓。点取**确定**按钮，创建这个特征。



#### 6 结果如右图所示。

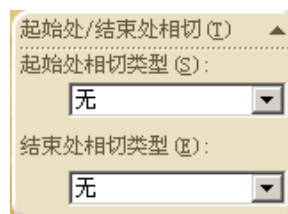


#### 相切控制

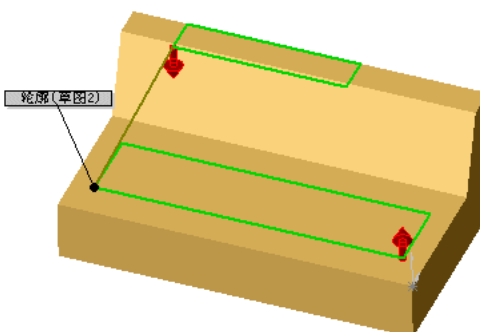
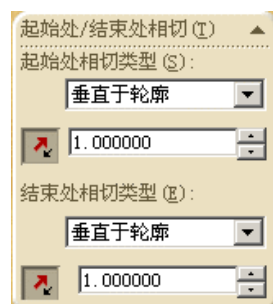
有些选项能影响系统如何开始和结束放样，用这些选项可以控制特征的创建。在这里相切选项不是必需的，但这是演示它们是如何影响结果的好机会。

## 7 编辑特征定义。

编辑放样特征的定义。在**放样**对话框中,展开**起始处/结束处相切**栏,缺省态并没有特殊的相切选项加入到放样的起点和终点。



## 8 与外形草图正交。



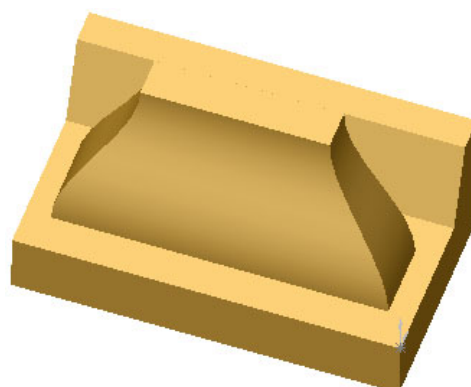
为放样的起点和终点选取**垂直于轮廓**。

**起始处**和**结束处**相切长度取缺省值 1, 使用**反转相切方向**图标, 使箭头方向如图所示。

点取**确定**。

## 9 结果。

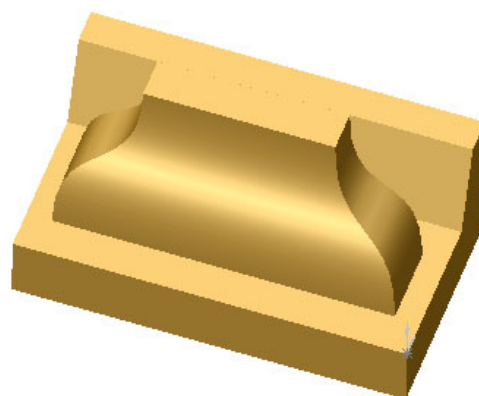
放样的形状改变了, 特征开始和结束的表面与草图平面垂直。



## 10 增加影响。

使用编辑定义来增加**起始处**和**结束处**相切的影响, 由 1 增加到 2。

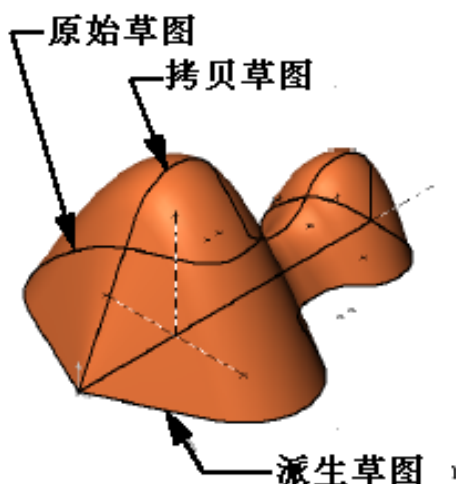
## 11 保存并关闭零件。



## 派生草图和 复制草图

放样特征可以有用于轮廓、引导线和中心线的草图, 通常这些草图中的大部分是非常相似的, 对于这些草图采用派生和复制可以减少很多工作量。

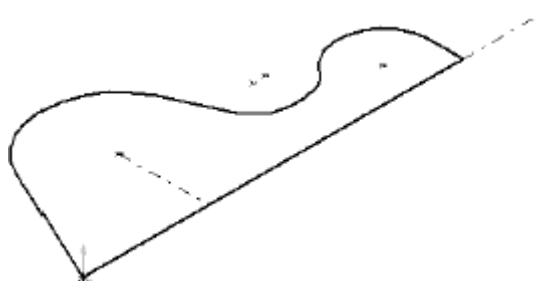
- **派生草图**是原始草图的精确复制，并且保持与原始草图之间的链接。派生草图只是原始视图的复制和重新放置，其它方面没有任何变化。
- **复制草图**也是原始草图的复制，可以进行修改，而且无法链接回原始视图。



在上图所示的模型中，有两个草图完全相同（**原始草图**和**派生草图**），而第三个草图只是与前两个相似。

### 1 原始草图

打开零件 Derive&Copy，该零件包括一个名为 Source 的草图。




### 复制一幅草图

通过对已有草图的复制和粘贴，可以生成另一个与之形状相似的草图，对复制草图的更改不影响原始草图。在此例中，草图 Source 将被复制到基准面 3 上，并对其进行编辑。

### 2 选择草图

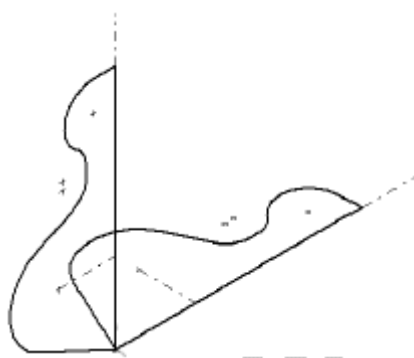
选择草图 Source，该草图在屏幕上高亮。

### 3 复制

使用 **Ctrl+C**、或**编辑、复制**、或从标准工具栏中选取**复制**图标 ，将草图复制到剪贴板中。

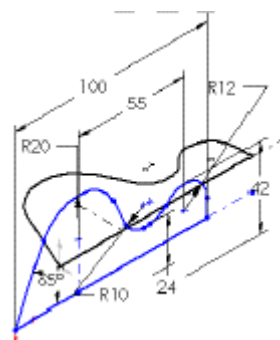
#### 4 选择基准面并粘贴

选择基准面 3，使用 Ctrl+V、或编辑、粘贴、或从标准工具栏中选取粘贴图标，将草图从剪贴板粘贴到基准面 3，如图所示。



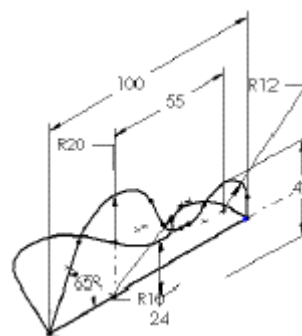
#### 5 编辑草图

选择并编辑新的草图，选取修改草图，移动和旋转草图图元。



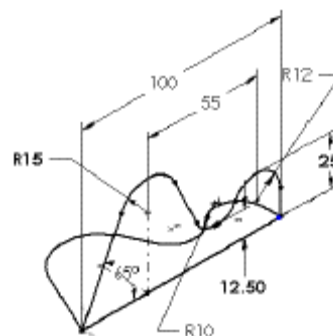
#### 6 关联

添加共线和重合关联使草图完全定义。



#### 7 修改

如图所示，修改草图中的尺寸。注意图中对直径尺寸的修改。  
退出草图并将草图改名为 Copied。



## 派生草图

派生草图用于在不同的平面上精确复制原始草图，并且保持与原始草图之间的链接。

### 介绍:

#### 派生草图

派生草图也可以在同一平面上复制原始草图。

派生草图的大小与形状完全由原始草图决定，不能编辑派生草图的图元和尺寸，只可以对它在模型中的位置进行修改，对原始草图的修改将反映到派生草图上。

#### 在哪里找到它

➤ 从**插入**下拉菜单中，选取**派生草图**。

## 创建派生草图

在基准面 2 上生成派生草图，可以对派生草图进行旋转和定位。

## 8 草图和基准面

选取草图 Source，再按住 **Ctrl** 键选取基准面 2。

## 9 插入派生草图

选取**插入、派生草图**，草图被插入到基准面 3，但是没有完全定义。

派生草图不能够象复制和粘贴那样，它无法使系统自动进入编辑草图模式。

在特征管理员设计树中，派生草图的名字后面会标识有派生符号。

## 定位派生草图

插入的派生草图没有约束并且经常需要修改方向。

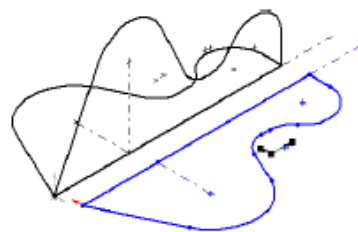
## 10 移动草图

单击**修改草图**并且使用鼠标左键移动草图。



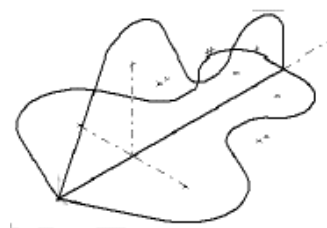
### 11 旋转草图

使用鼠标右键旋转草图。



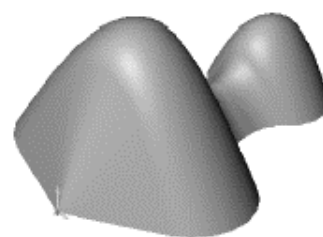
### 12 完全定义草图

添加共线和重合关联使草图完全定义。



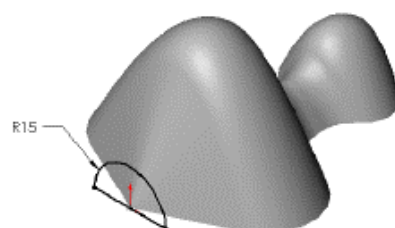
### 13 放样

对这三个轮廓不使用引导线  
和中心线直接进行放样。



### 14 草图

在基准面 1 上打开一幅新草图，添加一个半径为 15mm 的半圆。

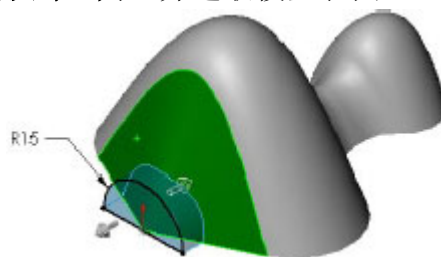


## 双向拉伸

通常拉伸是在一个方向上进行的，也可以在两个相反的方向进行拉伸，并定义不同的终止条件。

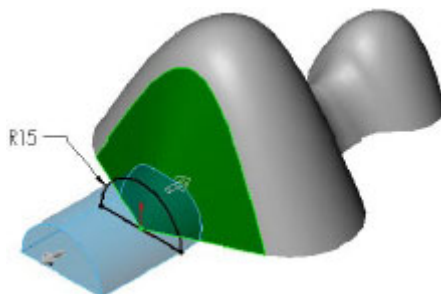
### 15 方向 1

方向 1 的终止条件为**成形到一面**，并选取模型表面。



### 16 方向 2

方向 2 的终止条件为**给定深度**，拉伸深度为 30mm。



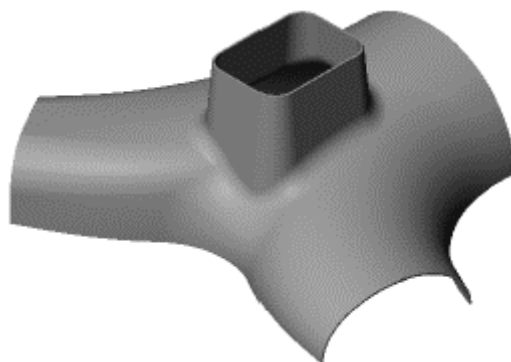
### 17 保存并关闭零件

在拉伸和放样特征的相交线上添加 15mm 的圆角，保存并关闭零件。



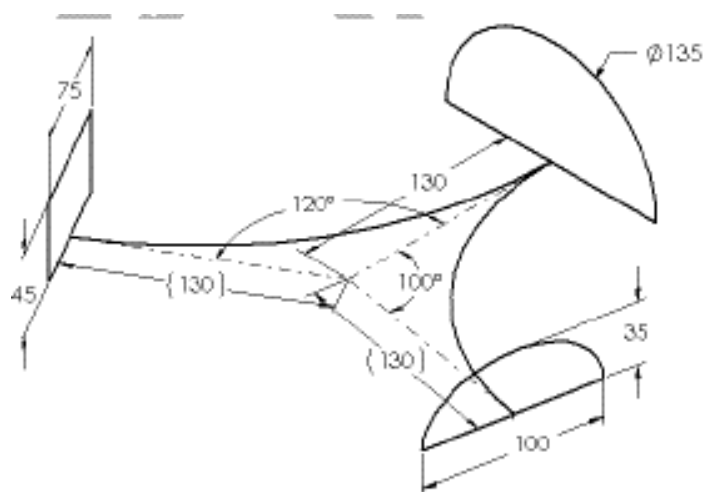
## 高级放样

如右图所示的零件是一个覆盖在热气歧管装置上的隔热板。它由几种形状组成：半圆、矩形和半椭圆，并且所有这些都要光滑地连接在一起。因为它的基本形状是由两个或更多的轮廓连接而成的，所以可以选择放样生成该零件。



### 1 打开一个已有的零件

打开零件 Heat Shield。为了节省时间，我们使用这个已定义了基本几何图元的零件。

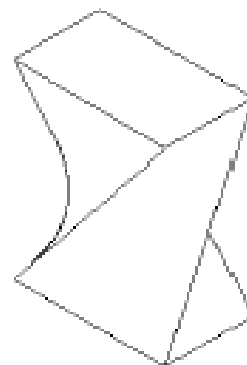


## 轮廓准备

放样时，必须考虑好绘制草图的方式和在放样命令中选取草图的顺序。一般情况下，有如下两个规则：

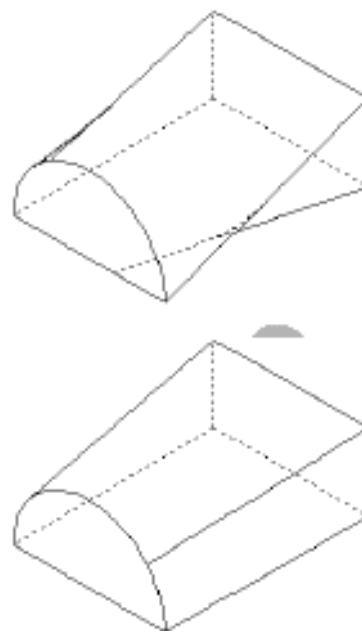
- 在每个轮廓草图中点取同样的对应点，系统连接你点取的点。如果不小心，放样的结果可能会扭曲。

如果轮廓是圆，没有象矩形中的顶点那样可以点取的点，这是可以在每个圆上画一个点，在选取轮廓时就可以点取它们了。





- 每个外形草图应该有同样数目的线段。在右图所示的例子中，一个封闭的半圆（两条线段）和一个矩形（四条线段）之间要放样。就象你看到的那样，系统把矩形的一侧连接到圆弧的一部分，另一侧连接到圆弧的其他部分等等，这不是一个好的结果。



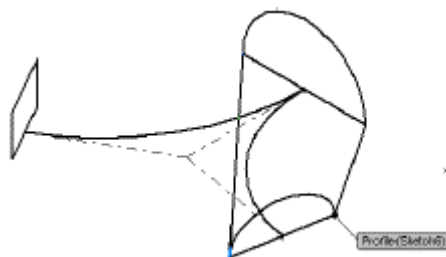
然而，如果你把圆弧再分割一下，你就能精确地控制圆弧的哪一部分对应于矩形的哪一侧了。

## 2 插入放样

从**插入**菜单中，选取**基体，放样**。

## 3 预览

选取这两个轮廓，注意一下预览。请仔细点取每个草图中的对应点。



### 提示

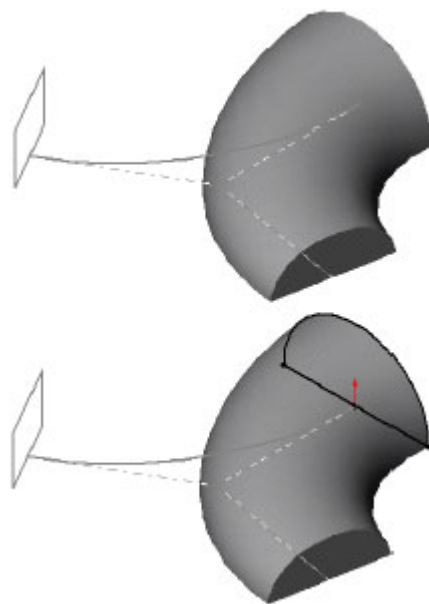
因为你点取轮廓草图的位置很重要，所以在这种情况下一般不用特征管理员设计树来选取。

#### 4 中心线

切换到对话框的**高级**栏。  
使**中心线**选取框有效，  
选取中心线(草图 3)。  
点取**确定**创建特征。



#### 5 结果



#### 6 重建草图


在创建第二个放样之前，  
我们需要创建一幅新草图，  
因为那个半圆的草图  
已经包含在基体特征中  
了。

选取这个平坦表面，打开  
一幅草图。用**转换实体引  
用**命令在草图中复制圆弧  
和直线边。

介绍：  
分割曲线

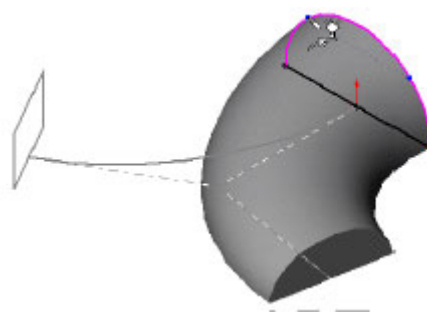
分割曲线命令在指定点把草图曲线分割成几段。

在哪里找到它

- 从草图工具栏中选取**分割曲线**图标 。
- 从下拉菜单中选取：工具，草图绘制工具，分割曲线...

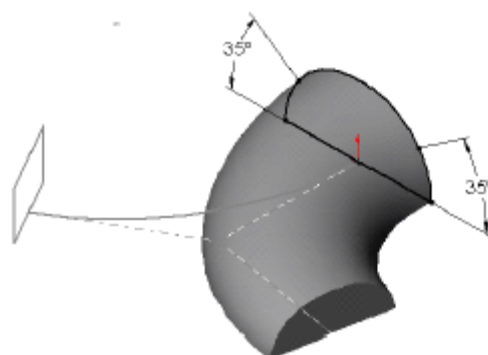
## 7 分割曲线

用**分割曲线**命令，利用圆弧曲线上的两个位置，把它分成三段，把断点放置在中心的哪一侧都可以。三条弧是等半径的，但它们的圆弧角度没有定义。



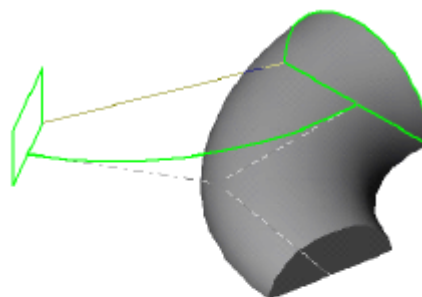
## 8 角度尺寸

用**三点角度尺寸**，把圆弧标注为 $35^\circ$ 。你可以连结角度值，这样如果你改变了一个尺寸，它们都会跟着一起改变，退出草图。



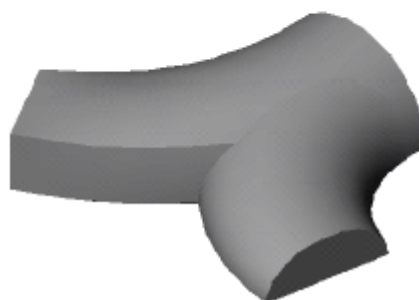
## 9 放样

用**放样**命令，用剩余的中心线曲线，在两个四面的草图之间创建第二个放样。



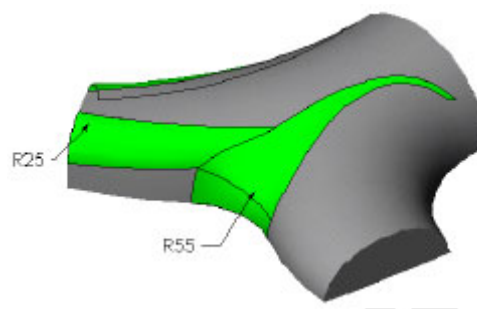
## 10 结果

第二个放样与第一个合并在一起，形成一个实体。



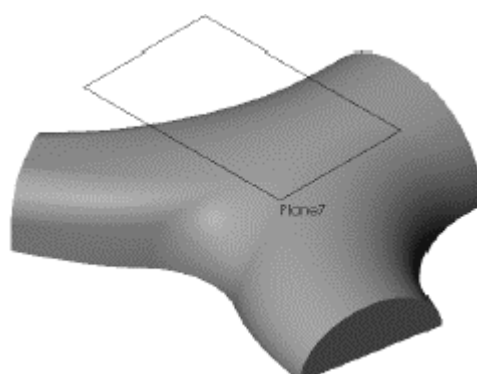
### 11 圆角

在第二个放样的两个尖边之间加入 25mm 的圆角，在两个放样之间的边上加入 55mm 的圆角。



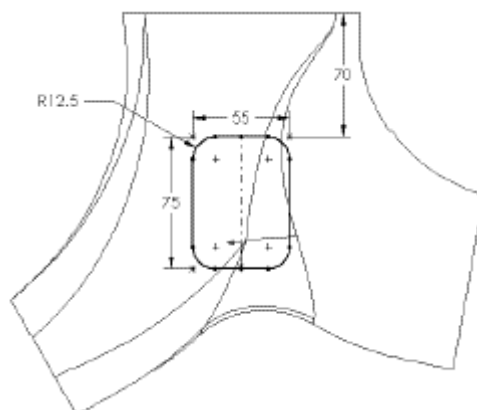
### 12 等距平面

创建一个平面，相对于基准面 2 偏移 100mm，用于绘制矩形进口管的轮廓草图。



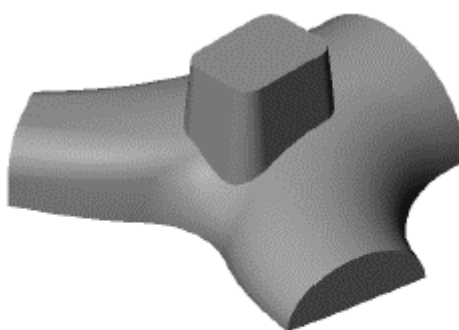
### 13 绘制草图轮廓

绘制一个如图所示的矩形轮廓，为尖角加入圆角，此草图以原点为中心。



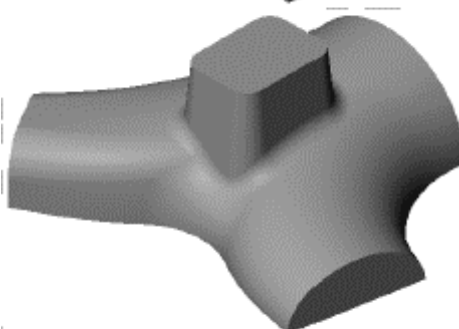
#### 14 拉伸

使用终止条件成形到下一面将草图拉伸为凸台，并加入 5°拔模角度的向外拔模。



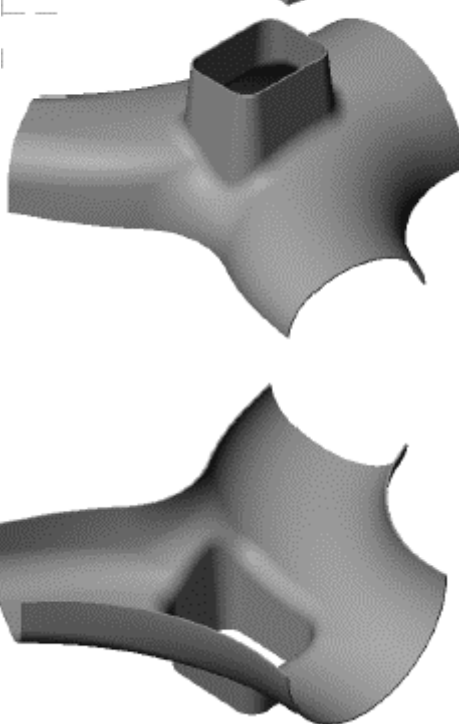
#### 15 圆角

围绕凸台底部加入 12.5mm 半径的圆角。



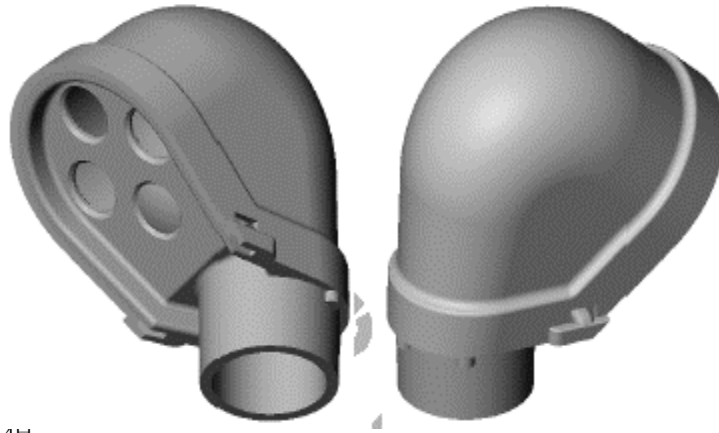
#### 16 抽壳

将零件向内抽壳，壁厚为 1.5mm。



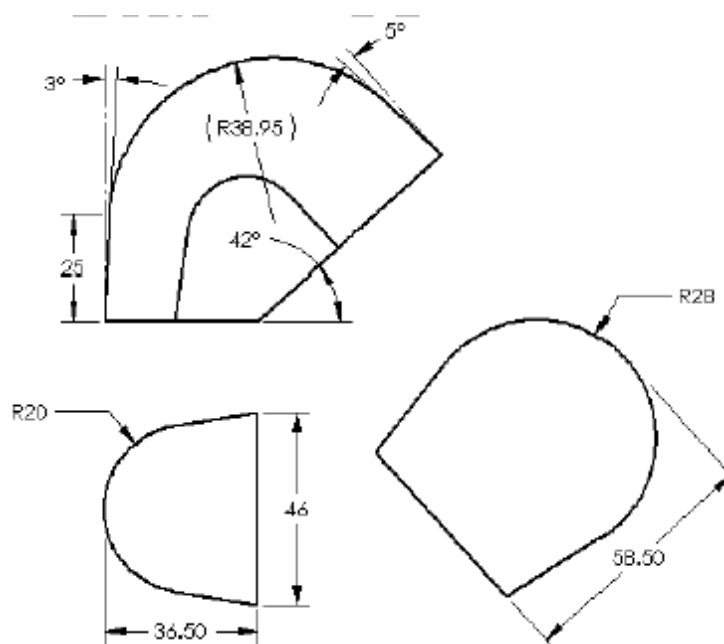
## 其它技术

有时扫描或放样不是自由形状外形建模的最好方法。例如下图所示的由两个零件组成的装配体，这是一种电子管的防水头。



但是

得探讨，让我们看看下图所示的其基本形状的简图。



从图中我们可以看到，零件的形状由两个泪珠状的轮廓定义的，它们沿前视图所示的路径混合连接在一起。

## 建模步骤

此零件建模过程的关键步骤如下：

### ➤ 成形到一面拉伸

定义了基本轮廓和斜面后，将凸台拉伸到一个平面。

### ➤ 高级圆角

用一些高级的圆角方法使两个泪珠状轮廓光滑连接。

### ➤ 对称

考虑到零件的对称性，这里要使用镜像技术。先创建半个零件，然后用**镜像全部**。

### ➤ 抽壳

在镜像后，要按照所需的壁厚进行抽壳。

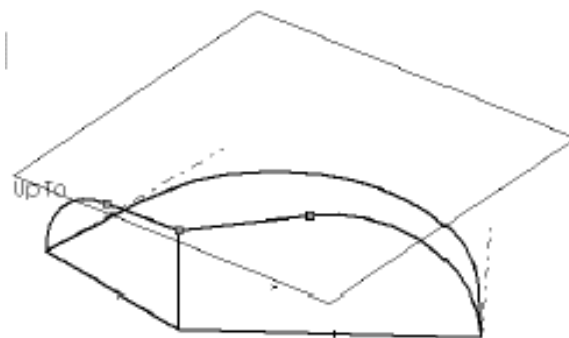
---

## 步骤

打开一个已有零件。

### 1 打开零件

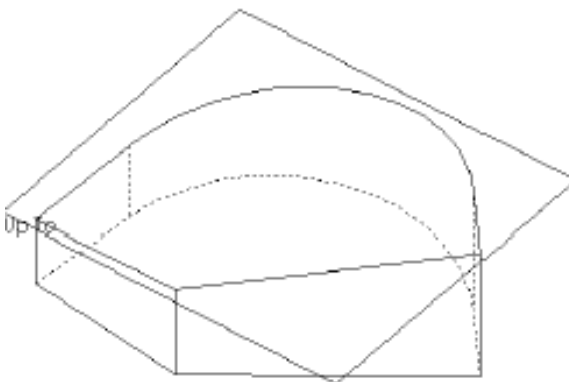
打开零件 cover\_sketches，零件中有三个草图轮廓用于形成泪珠状的外形。Up To 平面是用草图的三个末端点创建的，所以该平面是斜的。



### 2 成形到一面拉伸

用草图1, 创建一个**成形到一面拉伸**，拉伸到Up To 平面。

现在完成了基本形状的创建，下面还需使边光滑。



## 高级面圆角

介绍:

### 高级面圆角

面圆角与边圆角的区别在于：面圆角需要选择两个面，而不是一条边。面圆角的功能很强大，它的高级选项能够通过几何图元定义圆角半径，而不必输入圆角的半径值。

在**插入圆角**命令中有一个选项栏**圆角选项**，在这里可以指定一条**包络控制线**来定义圆角的切边或范围。定义了圆角的范围就定义了它的半径，在此例中将使用基体特征的底边作为**控制线**。

在哪里找到它

面圆角位于**插入圆角**对话框中。

## 3 插入圆角过渡

打开**圆角特征**对话框。从**圆角类型**中选取**面圆角**选项。

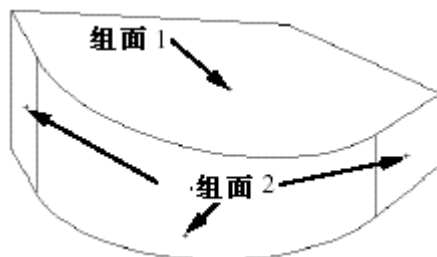
注意

因为**包络控制线**会定义半径，所以不必在滚动框中输入半径值。当选取了**面圆角**后，这里的任何值都会被系统忽略，所以也不必删除这个值。



## 4 选取面

让第一组面选项列表处于活动状态（绿边），选取零件的顶表面。激活第二组面的选项列表（红边），选取三个侧面中的一个，在缺省选项**切线延伸**有效的情况下，选取了一个面就会选取所有这三个面。

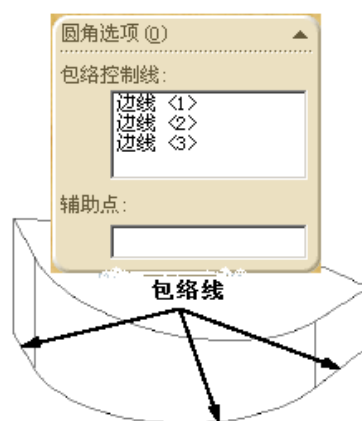




## 5 圆角选项

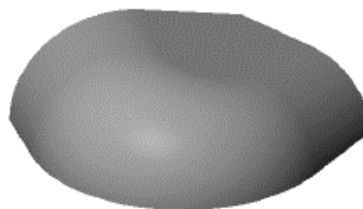
展开圆角选项栏，点击**包络控制线框**，选取如图所示的三条边。

点取**确定**来创建圆角。



## 6 结果

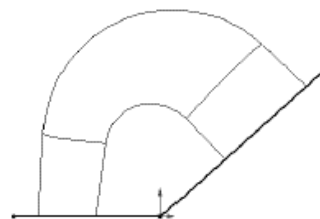
这三个竖直面(第二组面)被全部删除了，创建了一个变半径的圆角，其末端精确地位于包络控制线上。



## 7 投影和拖动

切换到前视图，在基准面1上打开一个新草图，选取并投影基体特征两条直边。

虽然投影边完全定义了，你可以拖动端点，使直线更长些，这样一来，草图变成未完全定义了。



## 8 偏移草图几何图元

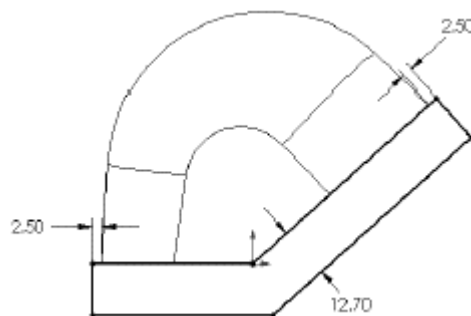
选取两条投影边中的一个，点取**等距实体**，设置偏移值为12.7，用**选择链**来偏移两个连在一起的边，点取**应用**和**关闭**。



### 9 尺寸标注

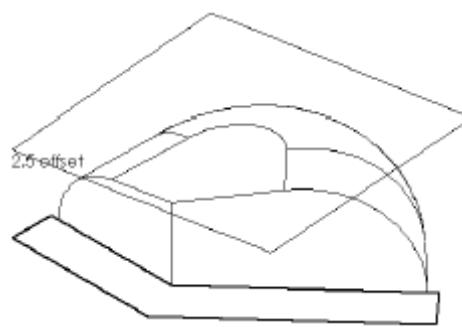
加入直线来封闭末端，并标注尺寸来完全定义草图。

### 10 退出草图



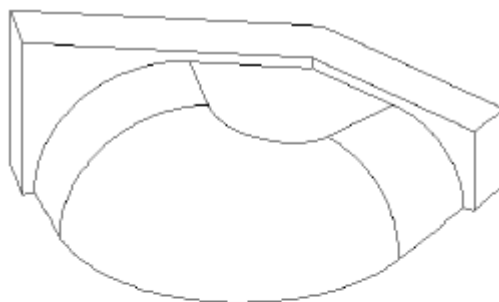
### 11 等距平面

创建一个平面，相对原始平面偏移 2.5mm，用于成形到一面的拉伸，这个平面将用作凸台拉伸的终面。



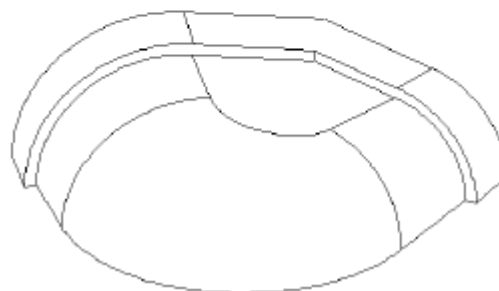
### 12 成形到一面拉伸

向上拉伸草图到等距平面上。



### 13 圆角过渡

使用与 3-5 步相同的面圆角技术，为两个末端加入圆角。



介绍:

镜像全部

除了草图中的镜像，在 Solidworks 中还有三种镜像：

- **镜像特征：**创建一个特征（或多个特征）的复制，关于一个平面作镜像。
- **镜像零件：**创建一个新零件，是一个以前构造并保存的零件的镜像。复制有对原始零件的外部参考（就象派生零件），对原始零件的修改会反映到复制零件中。
- **镜像全部：**相对于一个平坦表面，镜像一半零件，创建一个对称的零件。

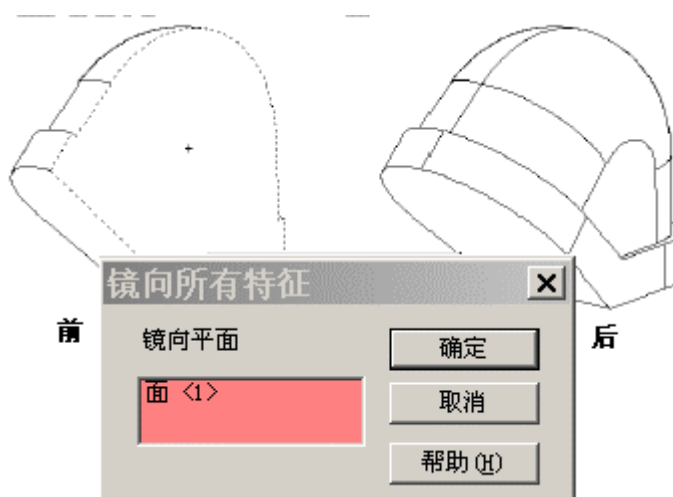
因为这个零件是对称的，所以我们将用**镜像全部**命令来镜像到目前为止创建的全部图元。

在哪里找到它

从插入下拉菜单中点取**阵列/镜像，镜像全部**。

## 14 镜像

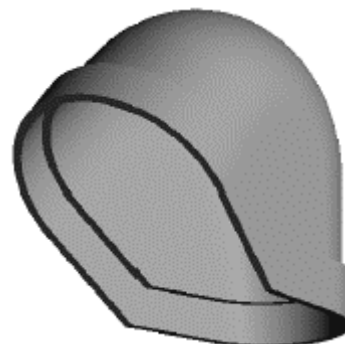
从插入菜单中，选取**阵列/镜像，镜像全部**，选取如图所示的表面，点取确定。



## 15 抽壳

设置壁厚为 2.5mm，通过抽壳去除零件的两个表面。

特征的其它部分是相当简单的，所以我们在这里就不花时间来一步步演示了。



实际上，如果要完成整个零件的创建，我们可能要到最后才能作镜像，这样会简化创建圆角、孔和侧面凸台的过程。

## 第三课 曲面建模

在成功地学完这一课后，你将能够：

- 创建旋转曲面、扫面曲面、平面区域和缝合曲面
- 将曲面转化为实体



## 曲面

在许多情况下，你需要使用曲面建模，例如输入其它 CAD 系统生成的曲面模型时；将自由曲面缝合到一起生成实体时。在此例中，我们将学习使用曲



面建模技术创建一个硬壳帽的模型，该模型只采用实体建模技术很难生成，

## 曲面是什么？

实体模型的外表是由曲面组成的，曲面定义了实体的外形，曲面可以是平的也可以是弯曲的。曲面模型与实体模型的区别在于所包含的信息和完备性。实体模型总是封闭的，没有任何缝隙和重叠边；曲面模型可以不封闭，几个曲面之间可以不相交，可以有缝隙和重叠。

实体模型所包含的信息是完备的，系统知道哪些空间位于实体“内部”，哪些位于实体“外部”，而曲面模型则缺乏这种信息完备性。你可以把曲面看作是极薄的“薄壁特征”，只有形状，没有厚度。可以把多个曲面缝合在一起，没有缝隙，这时曲面将被填充为实体。

## 设计步骤

该零件建模的主要步骤如下：

### ➤ 帽舌建模

帽舌建模完全是通过曲面进行的：旋转曲面、扫面曲面和平面区域，再通过剪裁、缝合和加厚得到一个实体。

### ➤ 高级圆角

对于帽舌的边我们将使用一些高级圆角技术。

### ➤ 拉伸和扫描

头盔的主体是由两部分特征构成的：一个拉伸凸台和一个扫描凸台。

### ➤ 等距曲面

其它特征是用曲面技术构建的，如等距和延展。平时也有许多情况下要用到曲面，如拉伸特征中的成形到一面终止条件。

➤ 其它圆角

为了得到满意的结果，需要注意一下圆角的顺序。

➤ 抽壳

最后要对头盔模型进行抽壳，然后再加入几个圆角。

### 曲面工具栏

曲面工具栏包含了全部曲面命令，这些命令也可以在**插入、曲面**菜单中找到。

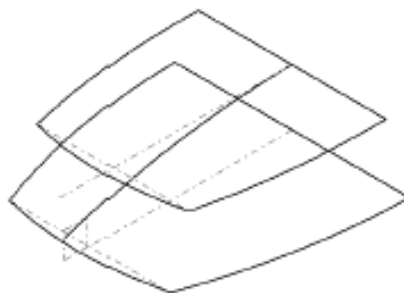


### 建模步骤

打开一个已有零件。

#### 1 打开名字为 Helmet 的零件


为了节省时间，该零件中已经包含了用于创建曲面和其它特征的草图，右图中的这三个草图构成了帽舌的顶面、底面和侧面，其它草图被隐藏起来，没有显示。



### 介绍： 旋转曲面

创建旋转曲面与创建旋转凸台特征非常相似，需要有一条中心线来定义旋转轴，并且需要指定旋转的角度。

### 在哪里找到它

- 从曲面工具栏中选取**旋转曲面**图标。
- 从下拉菜单中选取：**插入，曲面，旋转曲面**。



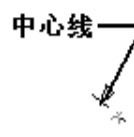
## 2 编辑名字为 Visor top profile 的草图

如图所示选取作为旋转轴的中心线。



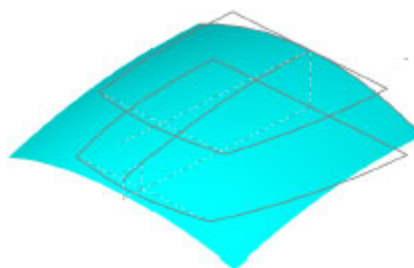
## 3 旋转曲面

从下拉菜单中选取：插入，曲面，旋转曲面，设置旋转角度为  $20^\circ$ ，单击确定。



## 4 结果

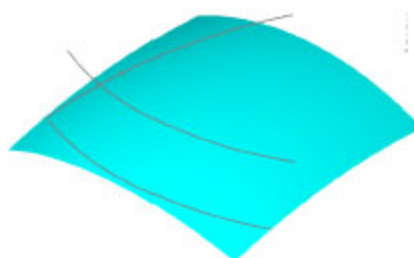
旋转结果如右图所示。



## 5 隐藏和显示草图

隐藏刚才显示的三个草图，显示下列三个草图：

- Visor front path
- Visor front profile
- Visor front guide sketch

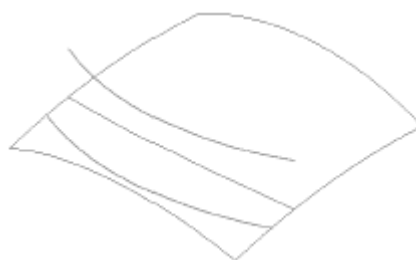


## 6 退回

拖动退回控制棒，使其恰好位于草图 Visor front profile 的上方。

## 7 投影曲线

按住Ctrl键并选取曲面和草图 Visor front guide sketch。从下拉菜单中选取：**插入，曲线，投影曲线**，将草图投影到该曲面，该投影曲线将用作扫描曲面的引导线。



## 8 恢复

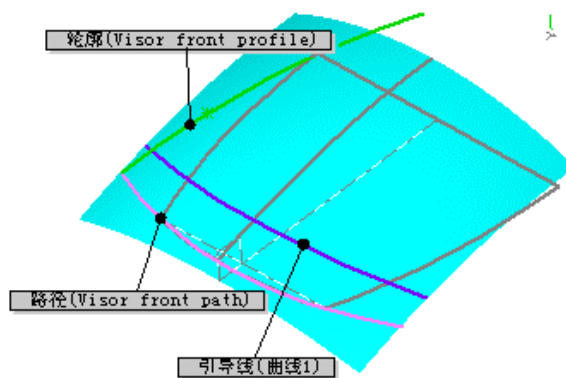
拖动退回控制棒，使其恰好位于草图 Visor front profile 的下面。

## 9 定义草图

编辑草图 Visor front profile，并在点和投影曲线之间添加关联来完全定义草图。

## 10 扫描

从下拉菜单中选取：**插入，曲面，扫描曲面**，如图所示选取扫描截面、引导线和扫描路径，扫描得到一个曲面。



## 11 恢复

拖动退回控制棒，使其恰好位于草图 Visor left profile 的下面。

## 12 显示草图

隐藏刚才扫描用过的三个草图，显示下列三个草图：

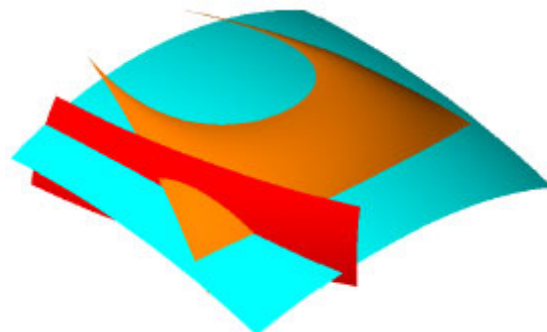
- Visor left path
- Visor left profile
- Visor left guide

**提示**

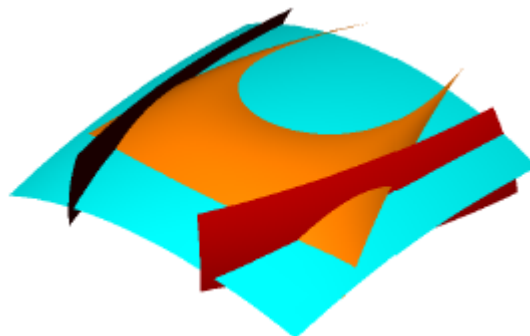
实际上并不一定非要显示这些扫描用的草图，你也可以直接从特征管理员设计树中选取。

**13 扫描帽舌的左侧面**

扫描结果如图所示。

**14 恢复与扫描**

拖动退回控制棒，使其恰好位于草图 Base sketch 的上方。扫描帽舌的右侧面。

**注意**

系统只支持镜像特征，不支持镜像曲面。即使帽舌的左、右侧面是互为镜像曲面，你也必须分别单独创建。


**剪裁曲面**

当你在实体模型中添加特征时，所有重叠的面被自动剪裁。而你在曲面模型中添加特征时，所有重叠的面必须手工剪裁。

**介绍：****旋转曲面**

曲面可以用曲面、实体表面或参考面进行剪裁，你可以选择一幅草图，然后将它投影到该曲面得到一个剪裁边，系统会高亮显示不同的剪裁方式，你可以选择保留哪部分曲面。

**在哪里找到它**

- 从曲面工具栏中选取**剪裁曲面**图标 。
- 从下拉菜单中选取：**插入，曲面，剪裁曲面**。

## 15 互相剪裁

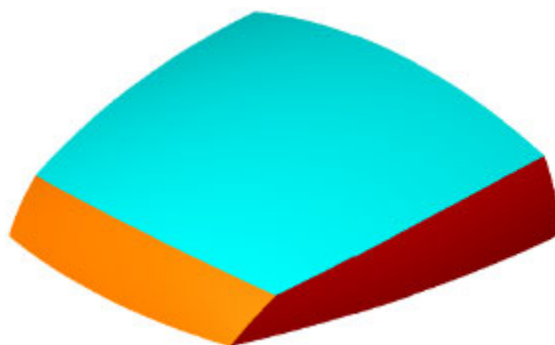
从下拉菜单  
中选取：插  
入，曲面，剪

裁曲面 。

剪裁类型选  
择互相剪裁。

在剪裁曲面  
列表中，选取

所有四个面。激活**要保留的部分**列表，选取四个面中要保留的部分。



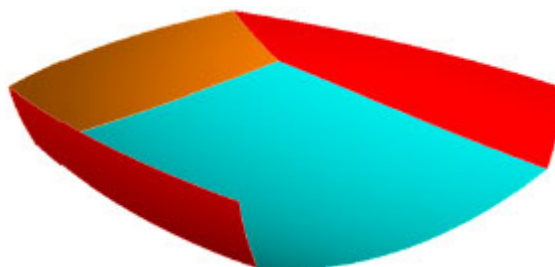
### 提示

在选取四个面中要保留的部分时，使用鼠标中间旋转视图。

单击**确定**，完成剪裁操作。

## 16 不封闭的两边

旋转视图，可  
以看到曲面  
是不封闭的。



### 特征管理员 设计树


剪裁操作创建了一个剪裁曲面，而不是四个单独的曲面，这是因为系统在剪裁时，自动将独立的曲面进行连接和缝合，形成一个曲面：Surface-Trim1。

系统在特征管理员设计树中对某些类型的曲面特征（尤其是剪裁曲面和缝合曲面）处理方式与实体特征不同，即使这四个单独的曲面被用于创建剪裁曲面，但它们并没有象投影曲线 Curve1 那样被加入 Surface-Sweep1 中。

**介绍:** 你可以由一个封闭的轮廓、不相交的草图或一组封闭的边线创建平面区域。

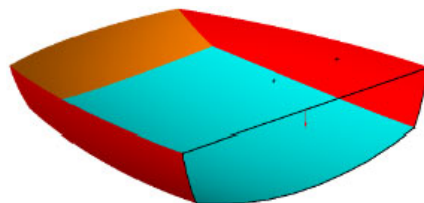
**平面区域**

**在哪里找到它**

- 从曲面工具栏中选取**平面区域**图标 。
- 从下拉菜单中选取：**插入，曲面，平面区域**。


## 17 打开一幅草图

在基准面1上打开一幅新草图，使用**实体转换引用**命令将剪裁曲面的三条边复制到该草图平面，在剪裁曲面的两个角之间绘制一条直线，完成草图轮廓。

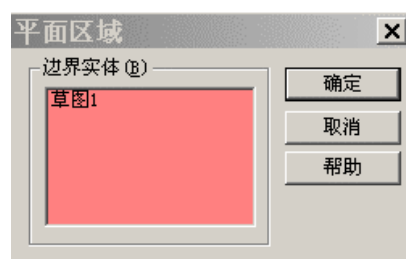


## 18 平面区域

从下拉菜单中选取：**插入，**

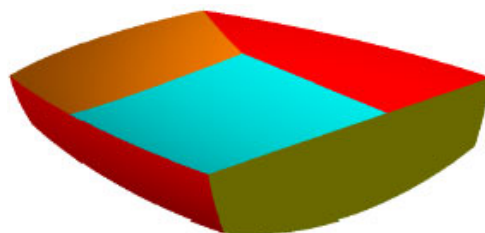
**曲面，平面区域** 。由于草图仍处于激活状态，所以草图出现在**边界实体**列表中。如果草图没有处于激活状态，则需要从图形区域或特征管理员设计树中选取该草图。

单击**确定**。




## 19 结果

结果如图所示。

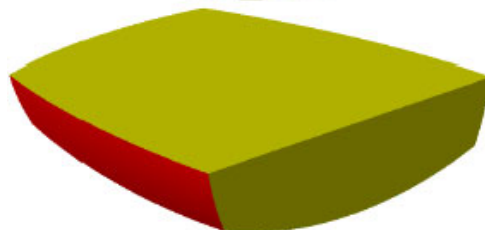


## 20 另一个平面区域

再次从下拉菜单中选取：**插入，曲面，平面**

**区域** 。选取四个曲

面的边：一条来自是刚刚创建的曲面，其它三条来自剪裁曲面。



**现在仍不是实体**

虽然现在这些曲面看起来象实体，但它其实不是实体。要将这些曲面转变为实体，还需要完成一下两步。

- 1 所有曲面必须合并为一个复合曲面。
- 2 将复合曲面填充为实体。


## 缝合曲面

介绍:

缝合曲面

缝合曲面用于将多个曲面组合为一个曲面，如果缝合曲面为一个无缝隙的完全闭合体，则可以将它填充生成实体。使用缝合曲面可以将两个或多个面和曲面组合成一个曲面。曲面的边线必须相邻并且不重叠。

在哪里找到它

- 从曲面工具栏中选取**缝合曲面**图标 。
- 从下拉菜单中选取：插入，曲面，缝合曲面。

## 21 缝合曲面

从下拉菜单中选取：插入，曲面，缝

合曲面 。

选取剪裁曲

面和两个平面区域，单击**确定**，完成缝合操作。



生成实体

与薄壁特征类似，可以通过在曲面的一边或两边添加材料来加厚一个曲面。如果在模型中没有实体特征，加厚的曲面将作为一个凸台或基体特征。如果选取的是一个无缝隙的完全闭合体缝合曲面，则可以选择是否将它全部填充。

介绍:

加厚特征

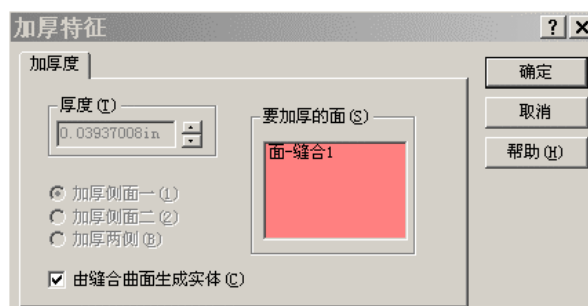
就象凸台或剪切特征一样，我们可以创建加厚曲面特征。

在哪里找到它

- 从下拉菜单中选取：插入，基体/凸台，加厚度或插入，切除，加厚度。

## 22 加厚特征

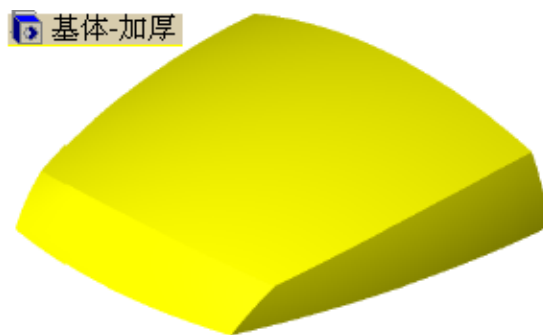
从下拉菜单中选取：插入，凸台，加厚度，选择缝合曲面，单击从缝合的曲面生成实体，单击**确定**。



## 23 结果

从表面看起来，加厚曲面与缝合曲面没有什么不同，而特征管理员设计树表明现在在零件中有一个基体特征实体。

将其重命名为 Visor。



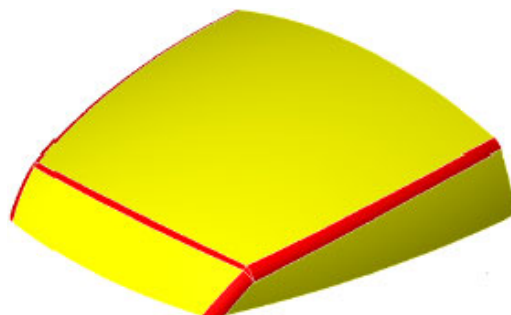
基体-加厚

### 高级圆角

下一步是为 Visor 添加圆角，在添加圆角过程中，我们将进一步学习更多的高级圆角选项。

## 24 等半径圆角

如图所示，为五条边添加半径为 0.25”的圆角。



### 多半径圆角

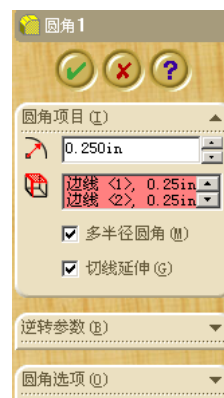
多半径圆角使你能够对不同的边使用不同的圆角半径创建圆角特征。它的功能非常强大，不仅可以用不同的半径对每一条边分别添加圆角，而且还可以对多个边一次添加不同半径的圆角。

### 在哪里找到它

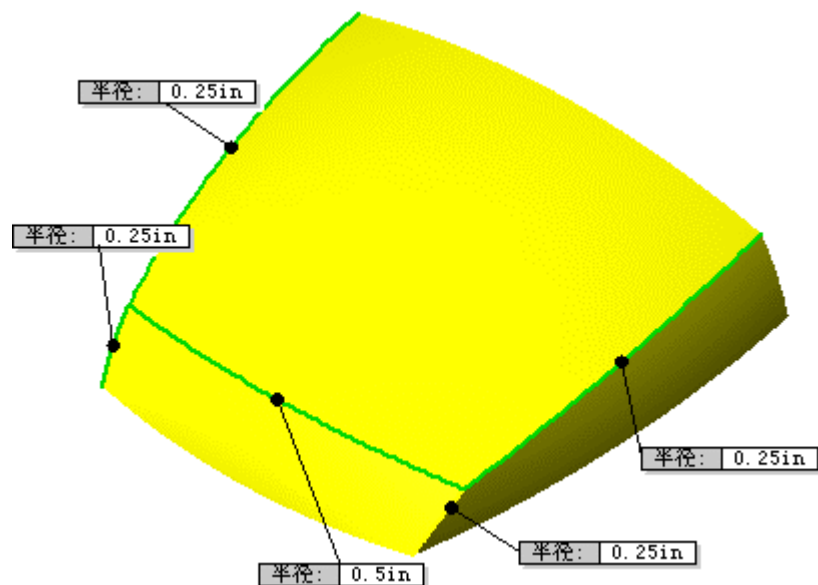
➤ 在圆角特征对话框中，选取多半径圆角选项。

## 25 多半径圆角

编辑圆角定义，并选取多半径圆角。

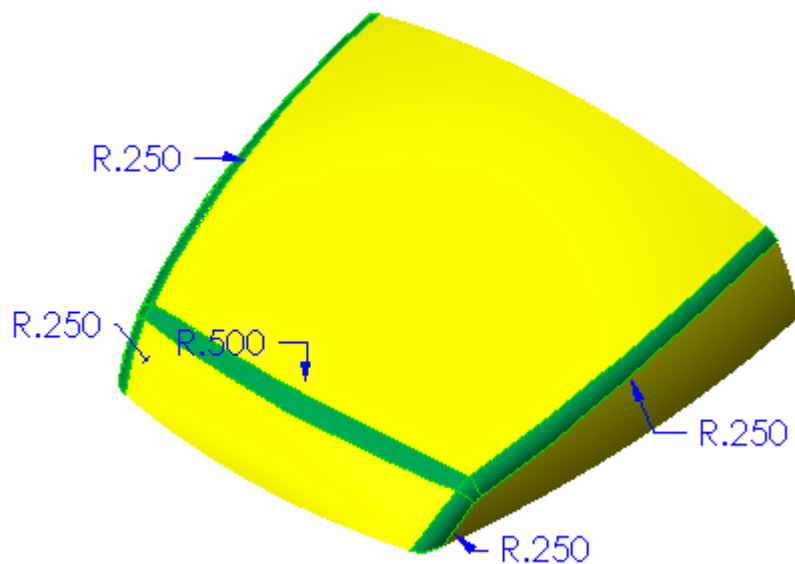


将前边的半径值修改为 0.5”，注意可以通过双击标注中的半径值对其进行修改，单击确定。



## 26 结果

其结果是在一个圆角特征中，不同的边有不同的圆角半径。该技术在复杂角的混合时非常有用，它不用你来确定哪个边先作圆角，你只需为相应的边分配相应的圆角半径，其它的事由系统去做。



---

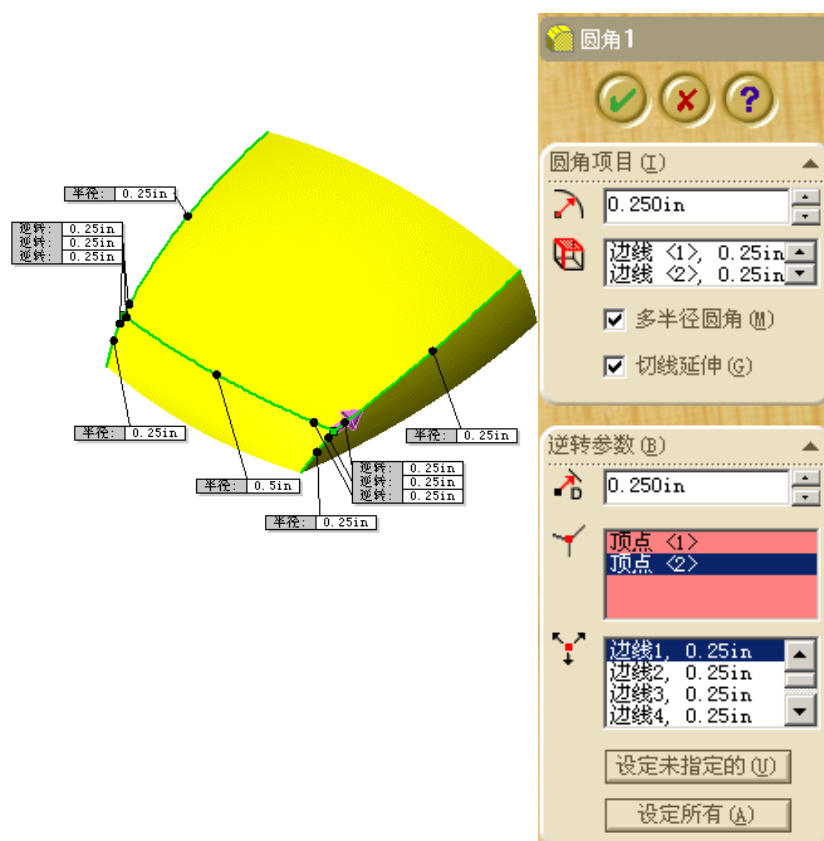
在**高级边线圆角**选项中，可以通过指定圆角如何由边过渡到角来控制角的形状。

---



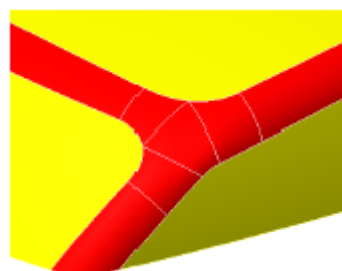
## 27 高级边线圆角

再次编辑圆角定义，展开**逆转参数**对话框，选取帽舌前角的两个顶点，单击**设定未设定的**，系统会在**边列表**中添加在所选顶点相交的边，每一条边均有与其对应的过渡距离。虽然在此例中只有五条边将要被圆角，但是仍然需要六个过渡距离（每个顶点三个），将每个过渡距离均设为**0.25”**。每个值均显示在标注中，并可以直接进行修改，单击**确定**。



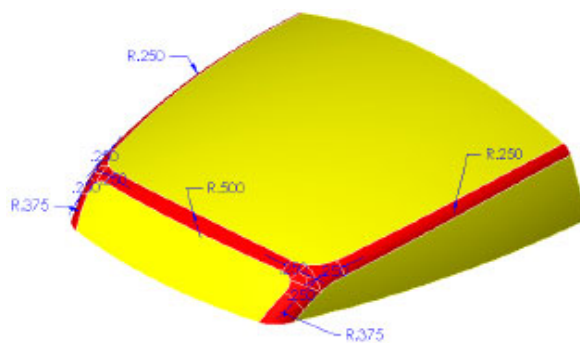
## 28 结果

你可以为相交于顶点的每条边指定不同的过渡距离，这样你就可以非常精确地控制角的混合混合半径。



### 29 修改两条前边的半径

不使用 **编辑定义**，双击圆角，系统显示半径值和过渡距离，半径在圆角边的中点，将两个前边的半径值修改为 0.375”，过渡距离不变。



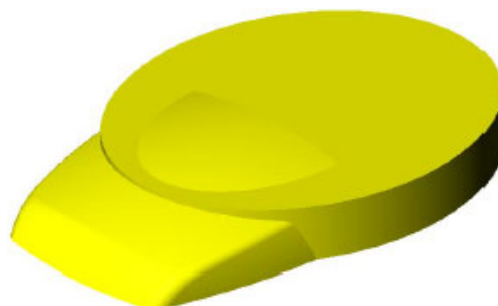
### 30 角的详图

右图显示了混合角的详图。



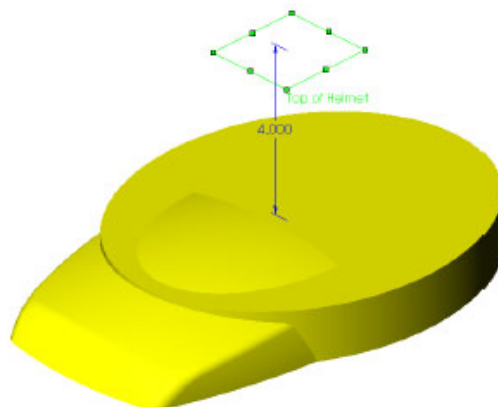
### 31 拉伸

选择草图 Base sketch，将其拉伸为凸台，深度为 1.25”，拔模角为 1°。



### 32 等距面

从拉伸凸台的上表面向上偏移 4”，作一个等距面，并将其命名为 Top of Helmet。



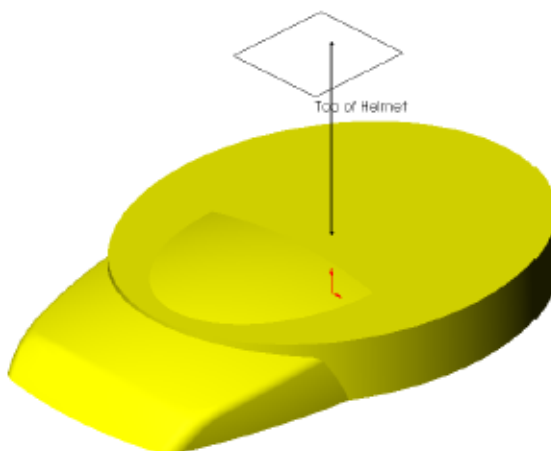
### 33 绘制路径

在平面Plane2上打开一幅草图，平面Plane2与基准面1平行，而且用于拉伸凸台的椭圆的中心。

绘制一条直线满足以下条件：

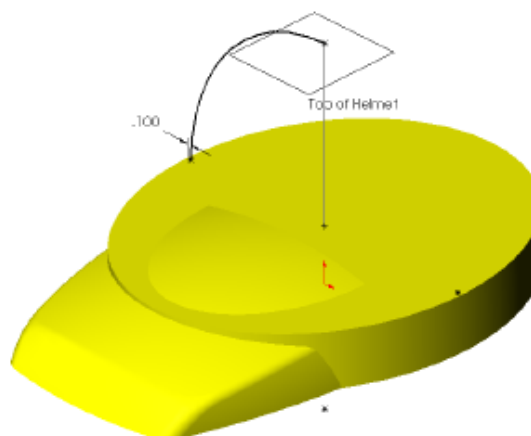
- 竖直。
- 下端点与凸台的上表面重合。
- 下端点与等距面 Top of Helme 重合。
- 与基准面 3 共面。

关闭草图，且将其命名为 Helmet path。



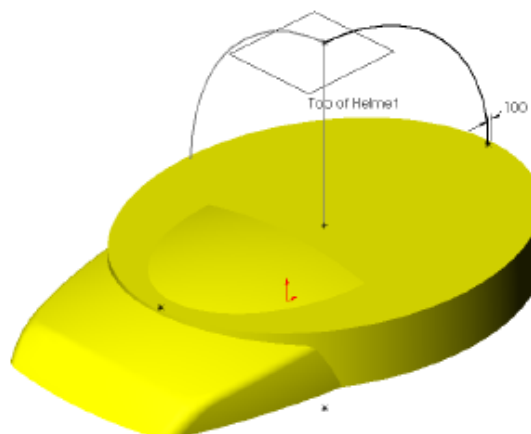
### 34 绘制第一条引导线

如图在平面Plane2上绘制四分之一椭圆，与凸台的轮廓边相距 0.1”。关闭草图，且将其命名为 Helmet guide1。



### 35 绘制第二条引导线

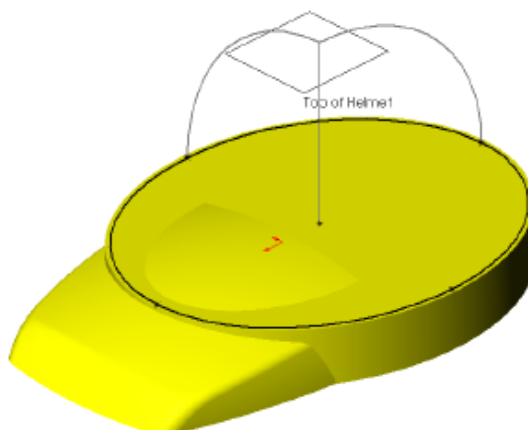
如图在基准面 3 上绘制四分之一椭圆，与凸台的轮廓边相距 0.1”。关闭草图，且将其命名为 Helmet guide2。



### 36 绘制扫描截面

在凸台的上表面  
绘制一个椭圆，  
满足以下条件：

- 圆心与扫描路径的下端点重合。
- 短轴与第一条引导线有穿透关联。
- 长轴与第二条引导线有穿透关联。



关闭草图，且将其命名为 Helmet section。

面圆角与边圆角的区别在于：面圆角需要选择两个面，而不是一条边。面圆角的功能很强大，它的高级选项能够通过几何图元定义圆角半径，而不必输入圆角的半径值。

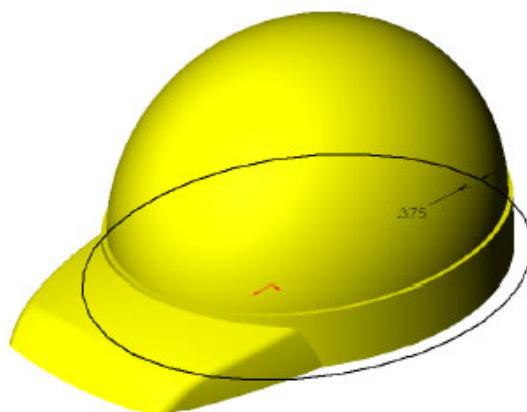
### 37 使用引导线扫描

如图通过扫描创建头盔主体。



### 38 创建头盔的边

在头盔的底部平面打开一幅草图，  
从 Base sketch 作一个 0.375" 偏移。



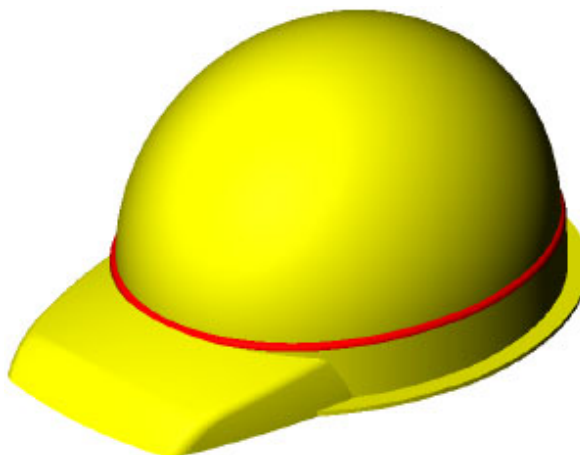
### 39 拉伸该边

将该边向上  
拉 伸  
0.09375”，  
将其命名为  
Lip。



### 40 圆角

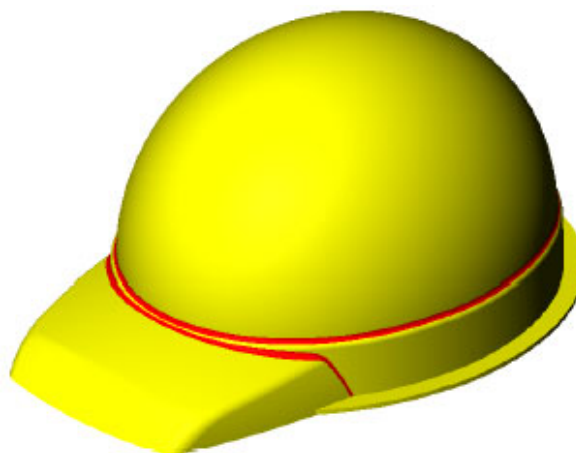
如图所示,在  
拉伸凸台周围  
的尖边处加  
一个半径为  
0.125”的  
圆角。



### 41 另一个圆角

在以下两处添加半径为 0.125”的圆角。

- 上 一 个  
圆 角 与  
扫 描 的  
头 盔 主  
体 的 相  
交 线。
- Visor 特  
征 与 拉  
伸 凸 台  
的 相 交  
线。



## 42 圆角头盔的边

在头盔底边  
与拉伸凸台  
的相交线处  
添加半径为  
0.375”的圆  
角。

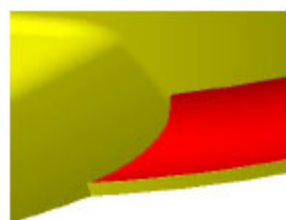
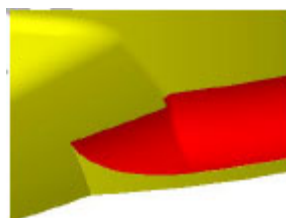
关闭**沿切面  
延伸**选项，  
将其命名为  
Lip  
fillet。



### 沿切面延伸

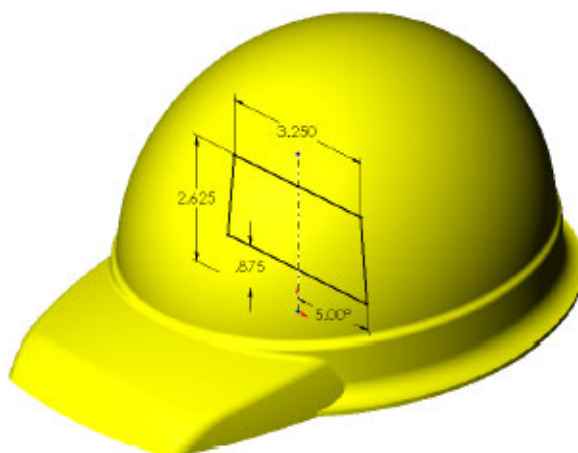
为什么在此例中关闭**沿切面延伸**选项非常重要？如图所示，如果不关闭**沿切面延伸**选项，会在 Visor 和头盔主体之间的圆角 Lip fillet 将会产生卷曲，从而使 Lip（头盔底边）的边线产生扭曲变形。

关闭**沿切面延伸**选项，圆角 Lip fillet 末端会非常整齐，以后可以再在 Lip fillet 与 Visor 相交线尖锐处添加圆角。



## 43 绘制草图

在基准面1  
上打开一幅  
草图，如右  
图所示绘制  
草图，草图  
相对于中心  
线对称，并  
且中心线与  
基准面3共  
线，其中  
0.875”与  
2.2625”是相对于基准面2的尺寸。



#### 44 分割线

通过草图在头盔的前表面创建投影分割线，将头盔表面分割为两部分。这里只需分割头盔的主体，不需分割圆角和帽舌。



#### 等距曲面


创建一个等距体是生成一个与原始几何体相关的图元的好办法，它不仅能够创建等距草图，而且还能够创建等距曲面。

#### 介绍:

#### 等距曲面

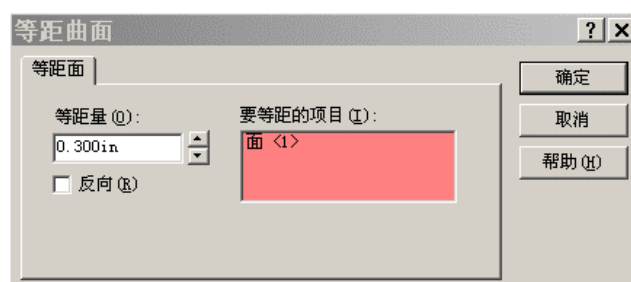
你可以创建曲面或模型曲面的等距曲面。等距曲面的偏移距离可以为零，这是生成模型曲面拷贝的一种方法。

#### 在哪里找到它

- 从曲面工具栏中选取**等距曲面**图标 。
- 从下拉菜单中选取：**插入，曲面，等距曲面**。

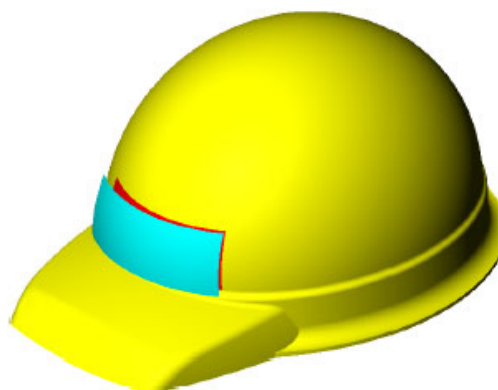
#### 45 等距曲面

作由分割线创建曲面的等距曲面，方向向外，距离为0.3”。



#### 46 结果

结果如右图所示。

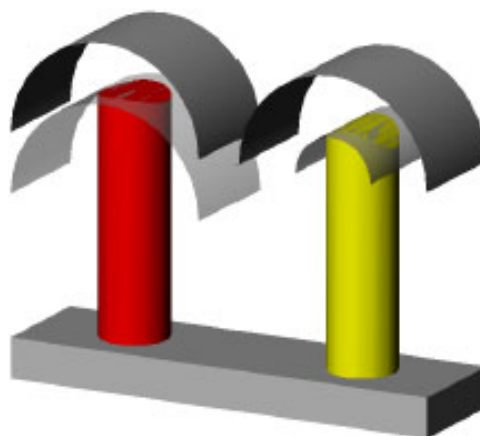


### 为什么这样做？

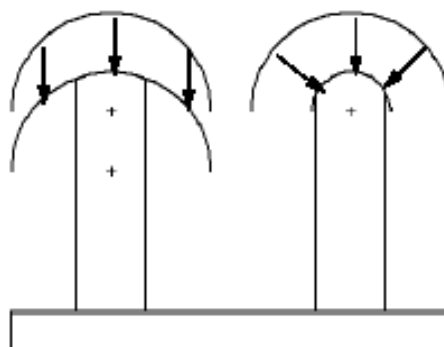
### 为什么不使用 曲面等距

我们将作一个由分割线创建的草图的拷贝，然后将它拉伸创建一个凸台，等距曲面将作为**成形到一面**终止条件的终止面。

拉伸到一个已有等距曲面与使用**从曲面等距**终止条件是有区别的。如右图所示，两个圆柱均位于同样的半圆形曲面的下方，其顶面距曲面 1.5”。左图中的圆柱是使用**从曲面等距**终止条件拉伸的，右图中的圆柱是使用拉伸到一个已有等距曲面的方法拉伸的。

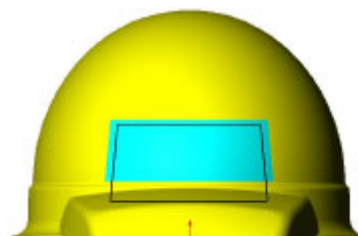


**从曲面等距**选项是通过在拉伸方向上线性复制曲面的方法定义终止条件的，而等距曲面是通过垂直投影原始曲面的方法创建的，所以两种方法的结果是不同的。



### 延伸曲面

为了能够使用**成形到一面**终止条件，整个草图必须与曲面相交。因为草图的底线位于等距曲面底边之下，所以需要延伸曲面的底边。




### 介绍： 延伸曲面

曲面可以沿所选的边或所有边延伸，延伸可以是已有曲面的推断继续，也可以是已有曲面的切面。



### 在哪里找到它

- 从曲面工具栏中选取**延伸曲面**图标 。
- 从下拉菜单中选取：**插入，曲面，延伸曲面**。

### 显示/隐藏实体

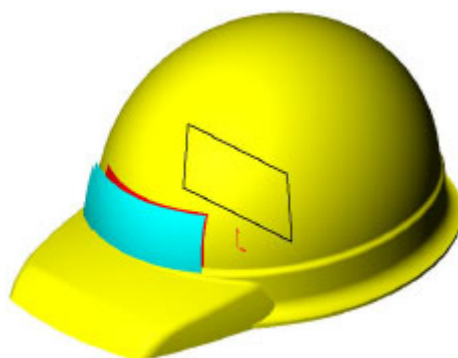
有时由于其它曲面的妨碍，我们看不到正在使用的曲面。例如，当延伸等距曲面的底边时，由于延伸将在头盔实体的内部进行，所以我们看不到我们正在做的事情，**显示/隐藏实体**能够隐藏头盔，使我们能够清楚地看到曲面。

#### 47 复制草图

在基准面1上打开一幅草图，选择Split Line特征中的草图，并点取**转换实体引用**图标。

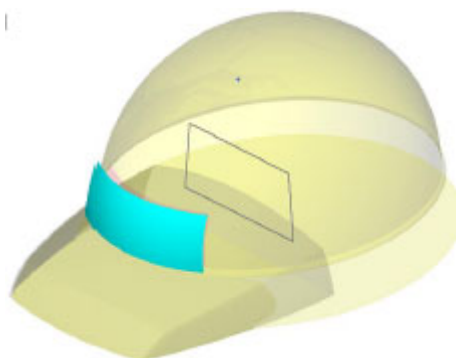
#### 48 退出草图

没有退出草图前，不能延伸曲面。



#### 49 隐藏头盔

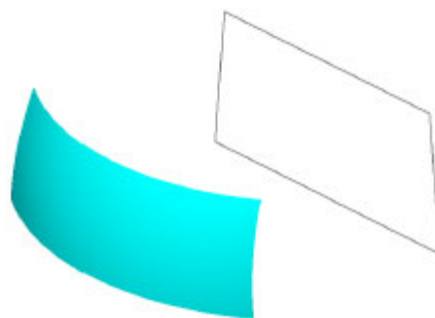
单击**视图，隐藏/显示实体**，在图形区域中选取头盔，单击**确定**。



#### 50 结果

现在只能看到等距曲面和草图。


当实体被隐藏时，有的操作是不能进行的。例如，现在不能用草图创建实体特征。所以在拉伸草图前，必须使实体显示。



### 51 延伸

从下拉菜单中选取：

插入，曲面，延伸曲

面 。选择曲面的

底边，在所选的边上

出现红色箭头。延伸

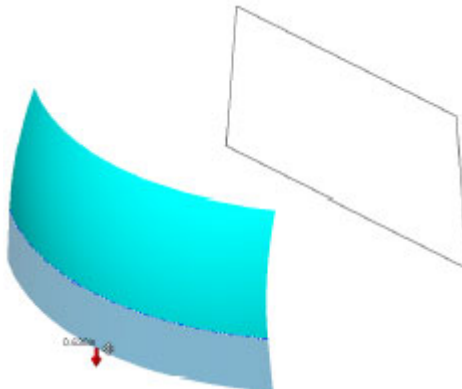
类型选取线性。

拖动箭头，使延伸长

度为 0.625”与 0.7”

之间。准确的值是没

有必要的，只要它位于草图底线之下就可以了。将视图切换到前视图方向，以便能够更方便地判断距离。单击确定创建延伸曲面。



#### 同一曲面选项

为什么使用线性而

不使用同一曲面选

项？当延伸一个自

由曲面（如扫描曲

面或放样曲面）时，曲

面的外推会产生退

化，尤其是象头盔实

体这样的曲面。你

是否还记得头盔扫

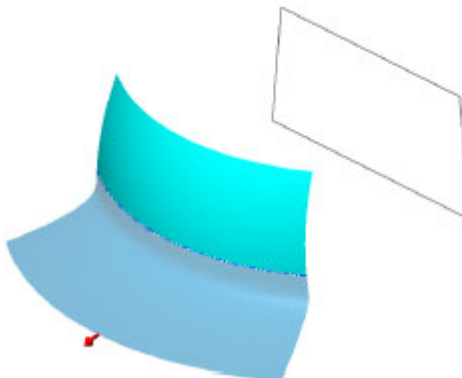
描曲面是如何创建的，两条引导线在路径的末端相交于一

点。当有四条离散边时，曲面是最好的方式。曲面在两条

引导线的交汇处有零长度的边，这就需要一些非常复杂的

公式来定义这个曲面，这些公式的外推会得到一些很有趣

的结果。

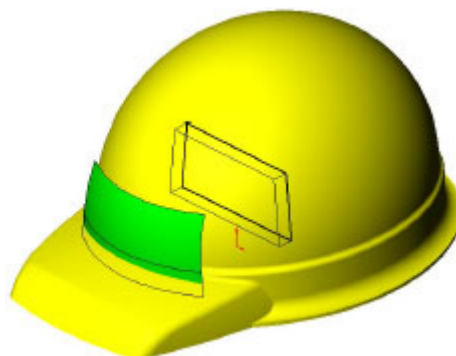


### 52 显示头盔

单击视图，隐藏/显示实体，在图形区域中选取头盔，单击确定。

### 53 拉伸

选取复制的草图，单击**插入**，**凸台**，**拉伸**，终止条件为**成形到一面**，并选取延伸曲面，单击**确定**，将其命名为Nameplate。



### 54 隐藏曲面

单击**视图**，**隐藏/显示实体**，隐藏延伸曲面。

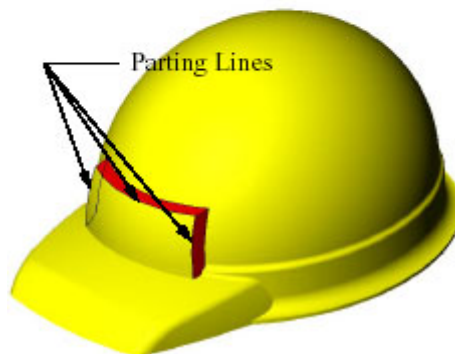
### 55 结果

结果如右图所示。



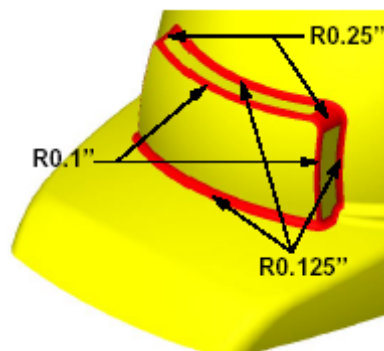
### 56 添加拔模角度

如图所示，为Nameplate添加 $5^{\circ}$ 的拔模角，拔模类型选取**分型线拔模**，拔模方向选取基准面1，选取Nameplate的前边作为分型线。



### 57 圆角

如图所示，为Nameplate添加圆角。



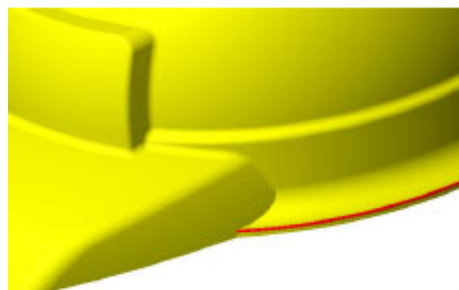
### 58 抽壳

从头盔的底面抽壳，壳厚为0.09375\"。



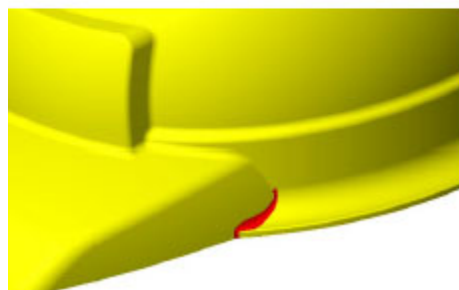
### 59 圆角

在帽檐的周围添加半径为0.03\" 的圆角。



### 60 圆角

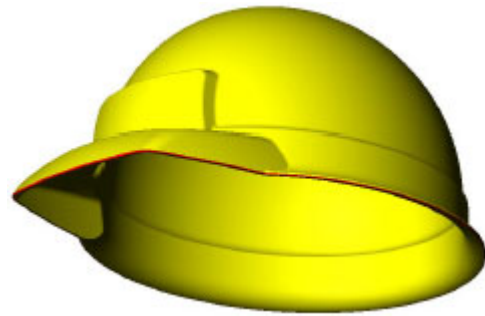
在头盔两侧的帽舌与头盔主体交线处添加半径为0.125\" 的圆角。



**注意**

图中显示的只是两边中的一边。

**61 最后一个圆角**  
为头盔的底边添加  
半径为 0.03”的圆  
角。

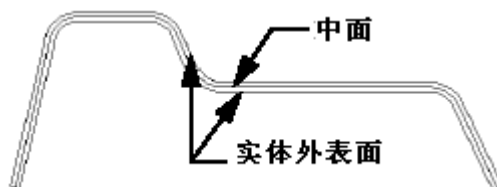


**62 完成**  
如图所示，完成模型建模。



## 中面

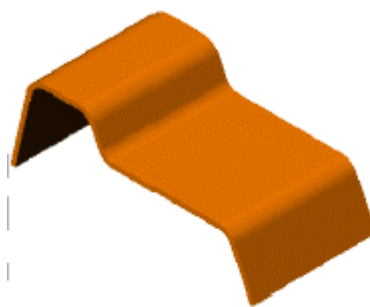
中面工具可以在合适的所选双对面之间生成中面，双对面可以选取，也可以让系统在模型中查找。



### 注意

当创建有限元模型时，中面非常有用。

### 1 打开零件 Midsurf。



### 2 中面

从下拉菜单中选取：插入，中面，单击**查找双对面**按钮，系统在模型中查找双对面，并将它们列在**双对面**列表中，将**定位**设为50%，单击**确定**。



### 3 结果

在双对面之间生成中面，同时在特征管理员设计树中添加 SurfaceMidSurface 特征，不想要的中面可以隐藏或删除。

