

第3章 放 样

在成功地学完本章后，读者将能够：

- 利用两幅草图建立放样凸台
- 使用派生草图和复制草图
- 使用高级放样和圆角技术进行自由形状外形建模
- 使用分割曲线
- 使用误差分析工具判断相邻面之间的差异

3.1 基本放样

放样能够建立由多个草图定义的特征。系统会在多个草图之间构造特征凸台或者切除。

如图 3-1 所示，如果已知图示的带锥度凸台的底面、顶面的尺寸及高度，用放样来创建这个凸台是很容易的。需要建立两幅草图：一幅用作定义顶面的形状，另一幅用作定义底面的形状。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为凸台的高度。

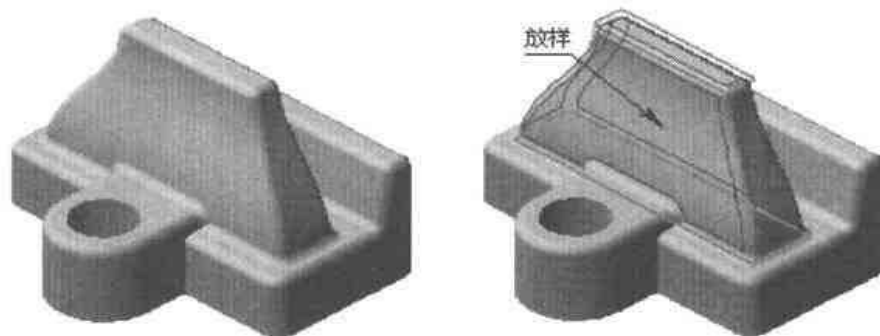


图 3-1 基本放样

3.1.1 基本步骤

通过在轮廓之间进行放样，可以建立凸台、切除或曲面。用户可以选择使用引导线来控制放样轮廓间的过渡。

本章将通过几个不同的例子，来说明在 SolidWorks 中建立放样的方法、放样参数的应

用以及引导线的应用。建立放样的主要步骤为：

□ 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，而且应该考虑一下在放样时草图元素之间如何对应。


□ 创建引导线

建立放样时使用引导线，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建立放样

用户需要仔细考虑选择草图的顺序和选择草图的位置，这对于放样来说很重要。

用户可以通过如下方法建立放样：

- 在“特征”工具栏中单击【放样】按钮。
- 选择下拉菜单的【插入】|【凸台/基体】|【放样】命令。
- 选择下拉菜单的【插入】|【切除】|【放样】命令。

3.1.2 放样实例

下面来研究第一个实例：如图 3-1 所示。此零件的关键特征是图中所示的放样特征，图 3-2 描述了这个零件的设计意图，图中标注了倾斜凸台的顶面、底面的尺寸和凸台的高度。

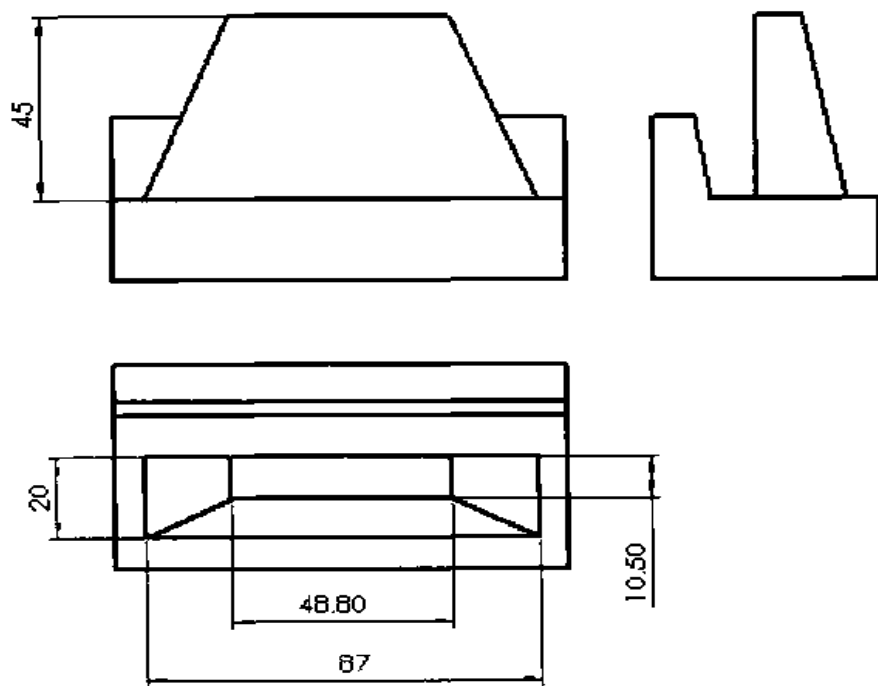


图 3-2 设计意图描述

根据图中标注尺寸的方法，很明显应该选择放样操作。如果这个锥形凸台的尺寸标注了侧面的角度，就应该使用其他建模方法：拉伸一个简单的矩形凸台，然后给它的侧面加上斜度。

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。

SolidWorks 2003

1. 打开零件

打开零件“BasicLofting”，如图 3-3 所示。此零件已经建立了一个拉伸特征和两个草图：其中一个草图（Sketch2）建立在模型的表面上，另一个草图（Sketch3）建立在一个等距的参考平面（Plane1）上，两幅草图都包含一个单一的矩形。

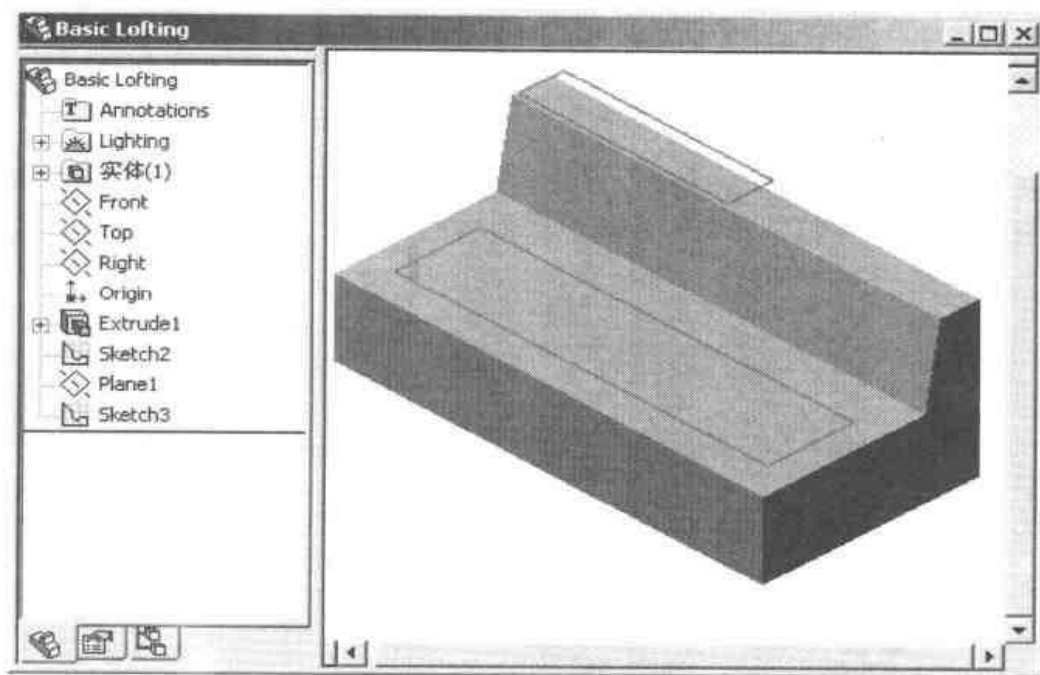



图 3-3 “BasicLofting” 零件

2. 建立放样

单击【放样】按钮 ，或选择下拉菜单的【插入】|【凸台/基体】|【放样】命令。

3. 放样的 PropertyManager

如图 3-4 所示，在 PropertyManager 中单击【轮廓】列表，在图形区域选择两个草图。选择草图过程中，应该注意在每个草图实体相对应的基本相同的位置上单击草图。



这里可以选择两个矩形的对应点。



图 3-4 放样参数



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【上移】按钮 \uparrow 和【下移】按钮 \downarrow 来调整。

4. 预览

在选择草图时，系统会产生放样的预览，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将建立的特征会被扭曲。同时，在图形区域出现一个标注来标明所选择的轮廓，如图 3-5 所示。

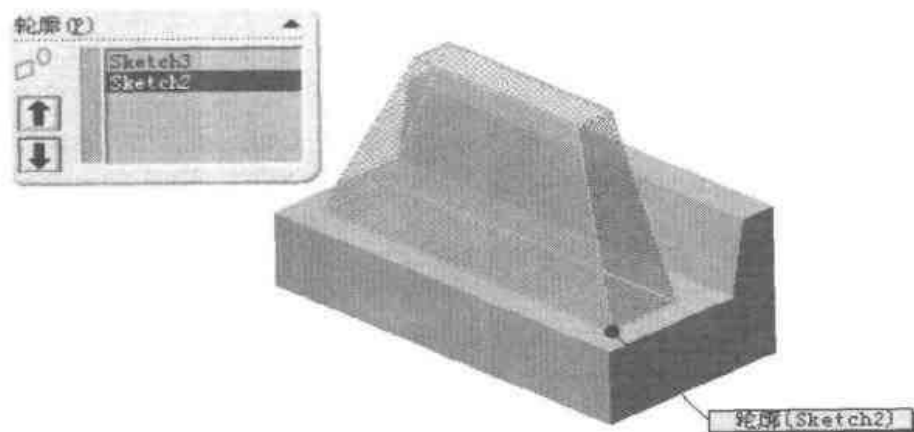


图 3-5 选择轮廓和放样预览



尽管使用“显示预览”选项可以提高选择轮廓的可视化程度，但当轮廓比较多时，显示预览往往会造成系统性能下降。

单击【确定】按钮，建立放样特征。

5. 结果

完成的放样特征如图 3-6 所示。

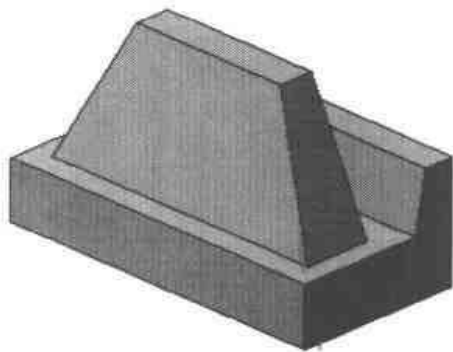


图 3-6 放样特征

3.1.3 放样的相切控制

放样时，用户可以通过选项设定系统在放样开始和结束端的处理方式，从而控制放样的形状，用户还可以控制放样在开始和结束端的长度和方向。

对本例而言，没有必要为特征设置相切选项。下面，利用这个例子介绍一下如何利用相切选项控制放样结果。

SolidWorks 2003

6. 编辑定义

编辑放样特征的定义，在 PropertyManager 中展开【起始处/结束处相切】选项组，如图 3-7 所示。默认状态下，放样特征不指定特殊的起始处和结束处的相切选项。

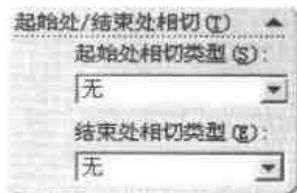



图 3-7 【起始处/结束处相切】选项

7. 垂直于轮廓

如图 3-8 所示，在【起始处相切类型】和【结束处相切类型】下拉列表框中选择【垂直于轮廓】。

保留默认的相切长度（1mm），如图 3-8 所示，相切方向箭头应该向下。如果方向不正确，单击【反向】按钮。

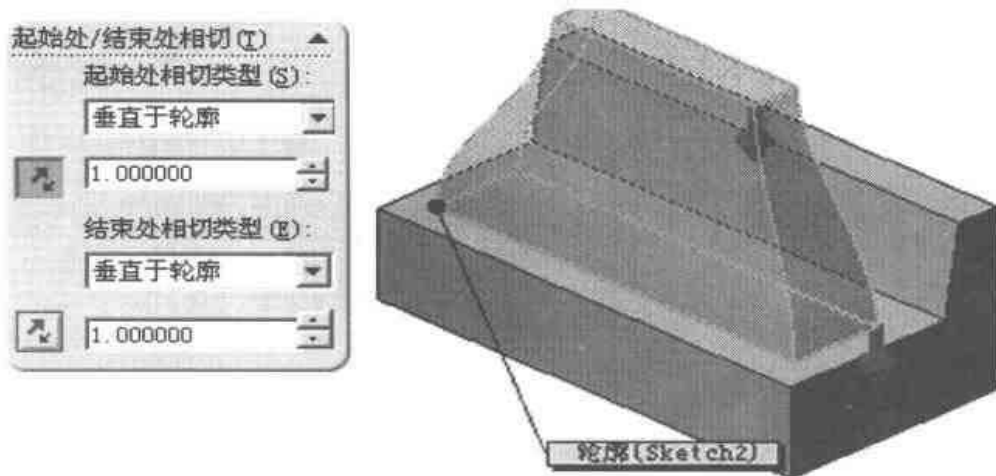


图 3-8 控制起始处/结束处相切

特别要注意放样的预览，如图 3-9 所示，如果相切箭头方向不正确，预览可能会是如图 3-9 所示的形状。

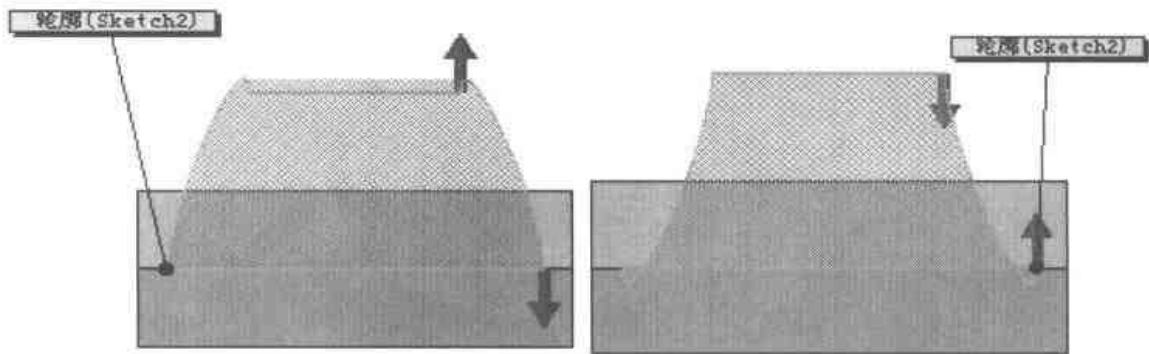


图 3-9 相切方向的影响

8. 结果

单击【确定】按钮，完成特征编辑。

如图 3-10 所示，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。

9. 增大影响

再次编辑放样特征，将起始处和结束处的相切长度从 1mm 改为 2mm，所形成的放样如图 3-11 所示。

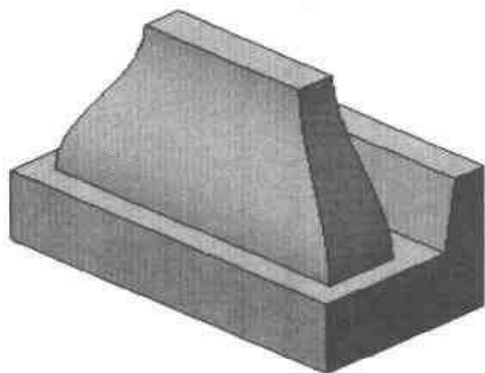


图 3-10 设置放样的起始处/结束处相切

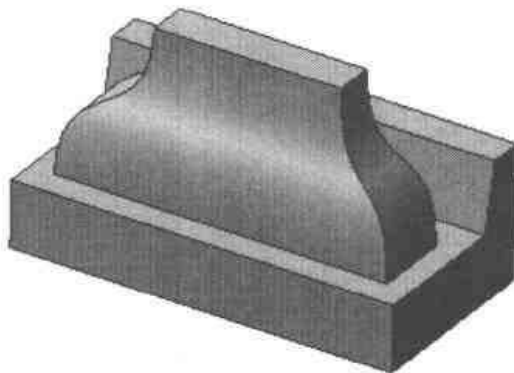


图 3-11 增大相切长度



可以在图形区域拖动红色的相切箭头来改变相切长度。

SolidWorks 2003 

3.1.4 利用放样合并多实体

放样特征的 PropertyManager 中，有一个【合并结果】选项，该选项出现在除第一个特征的放样凸台特征中。利用这个选项，可以合并多实体零件。下面的这个例子，是利用放样来建立图 3-12 所示高尔夫球棒的头部和球杆的过渡连接。

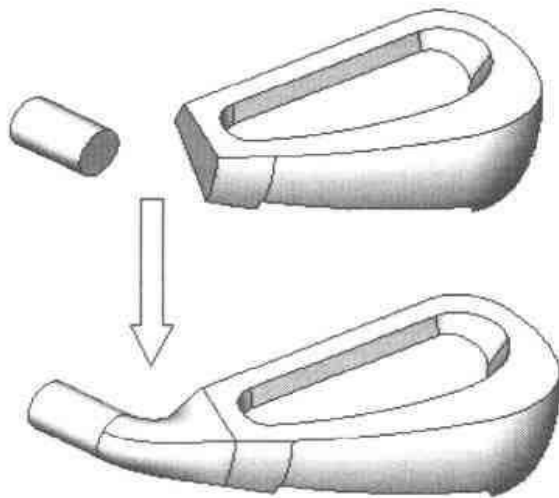


图 3-12 利用放样合并实体

1. 打开零件

打开零件“Lofted Merge”，如图 3-13 所示，该零件包含两个实体。

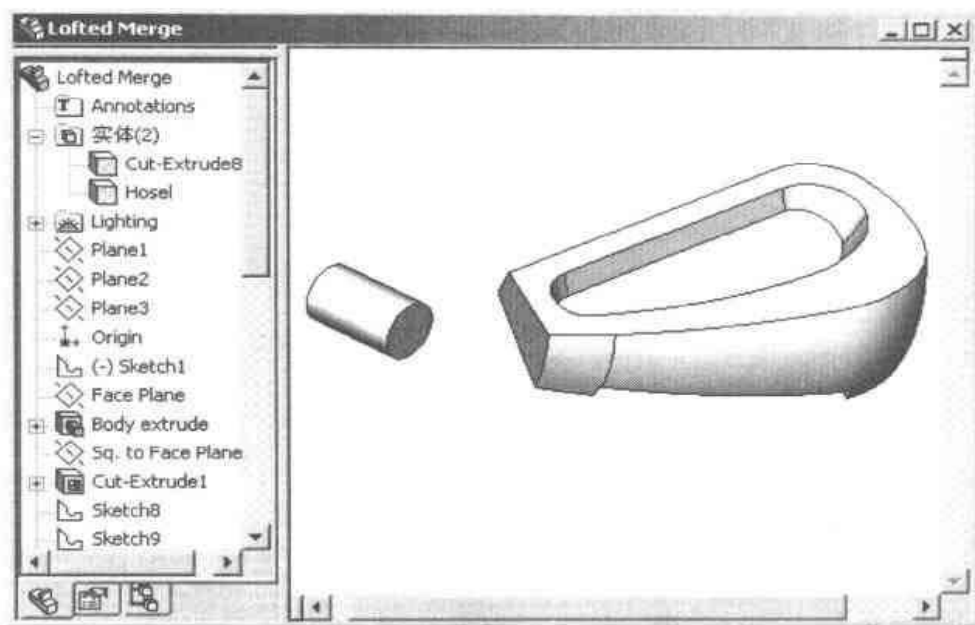



图 3-13 “Lofted Merge” 零件

2. 建立放样

单击【放样】按钮 ，在相近的区域选择两个实体的表面，如图 3-14 所示。

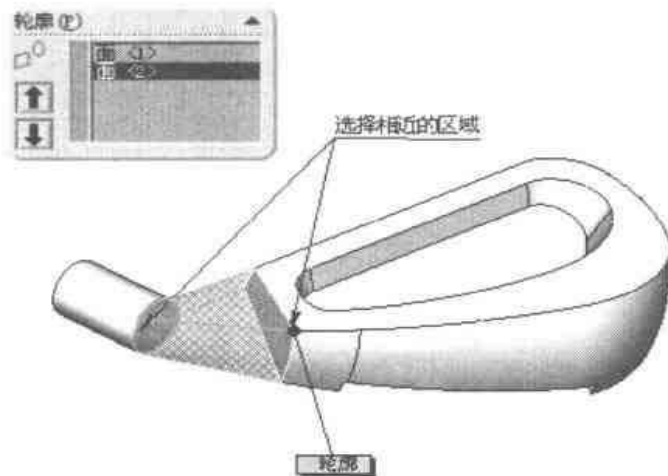


图 3-14 选择模型表面建立放样

3. 设置“起始处/结束处相切”

如图 3-15 所示，在球杆处设置放样的相切类型为“垂直于轮廓”，默认相切长度为 1mm，注意相切的方向。

在球棒的头部设置放样的相切类型为“所有面”，默认相切长度 1mm，注意相切的方向。【下一个面】按钮用于解决确定相切的面。



必须选中【合并结果】复选框。

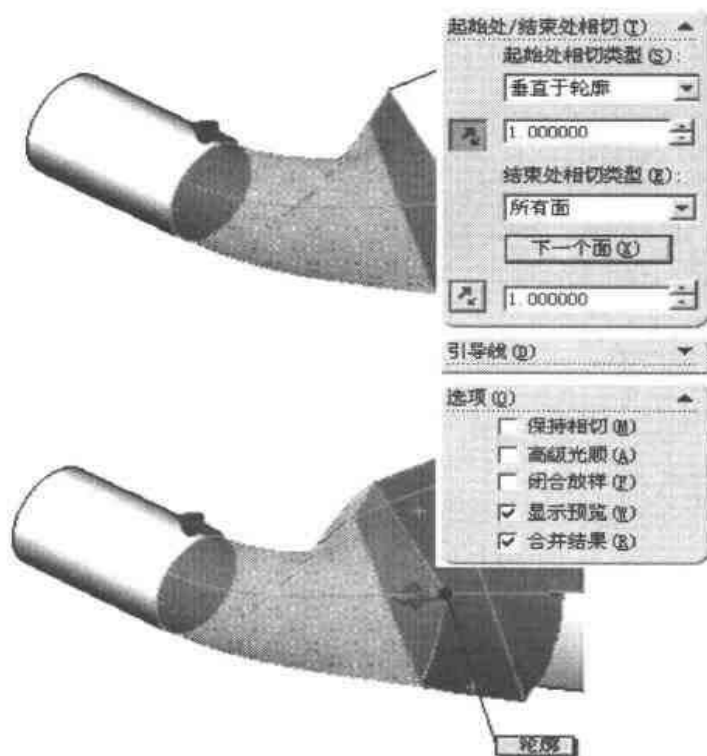


图 3-15 设置“起始处/结束处相切”

4. 合并特征

添加放样特征以后，零件被合并成一个实体，如图 3-16 所示。

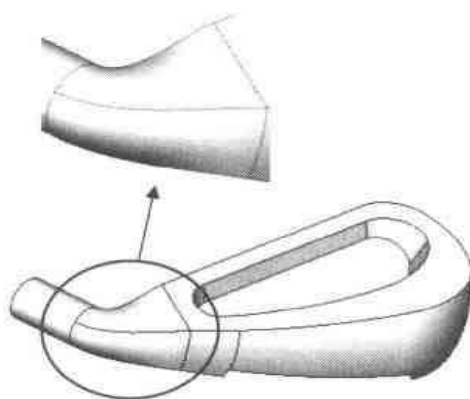


图 3-16 利用放样特征合并实体

3.2 派生草图和复制草图

放样特征可以有許多用于轮廓、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关系。派生草图只能重新改变位置，不能改变形状。

复制草图也是原始草图的复制，但草图被复制后，与原始草图没有任何关系，可以进行修改。

如图 3-17 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。

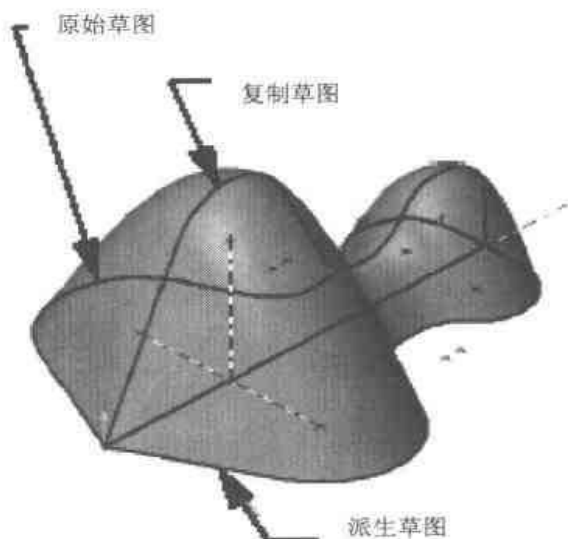


图 3-17 派生草图和复制草图

本节中将分别使用派生草图和复制草图的方法，利用同一个草图建立其他放样轮廓，通过放样建立图 3-17 所示的模型。

3.2.1 复制草图

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“Right”平面上，并对复制的草图进行编辑。

SolidWorks 2003

1. 打开零件

打开零件“Derive&Copy”，如图 3-18 所示。该文件中只包含一个草图，名称为“Source”。

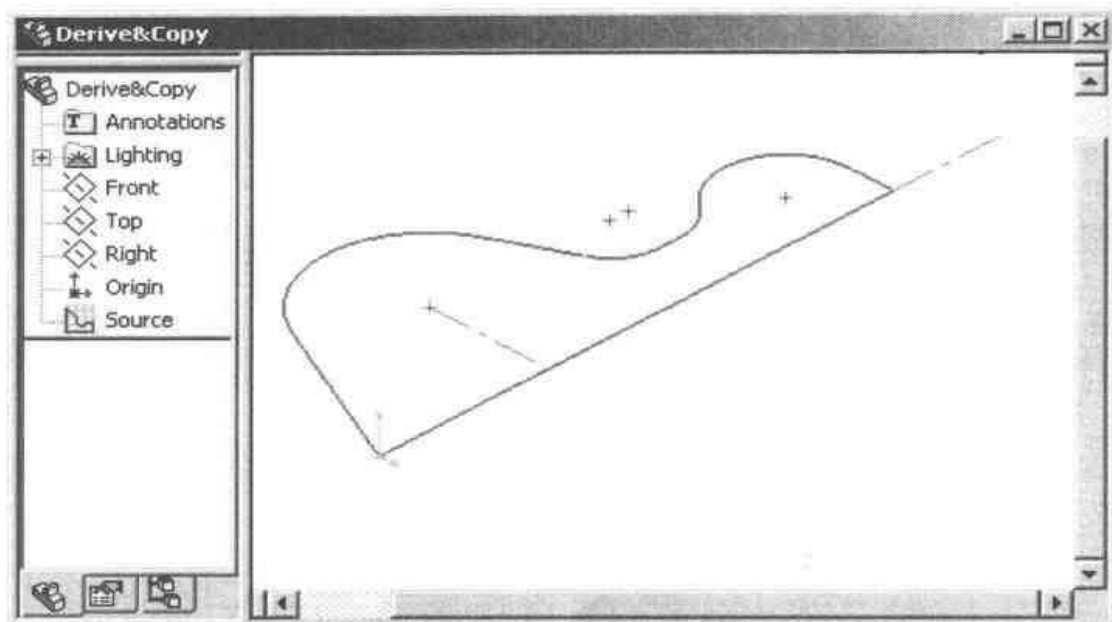



图 3-18 “Derive&Copy” 零件


2. 选择草图

选择草图“Source”，该草图在屏幕上高亮显示。

3. 复制草图

使用 Ctrl+C 快捷键，或【编辑】|【复制】命令，或从“标准”工具栏中单击【复制】按钮 ，将草图复制到剪贴板上。

4. 选择平面粘贴草图

选择“Right”平面，使用 Ctrl+V 快捷键，或【编辑】|【粘贴】命令，或从“标准”工具栏中单击【粘贴】按钮 ，将草图从剪贴板粘贴到“Right”平面上，如图 3-19 所示。

5. 编辑草图

编辑新建的草图，使用“修改草图”工具 ，旋转并移动草图几何体。另外，还需要对草图添加其他几何关系和尺寸来完全定义草图，如图 3-20 所示。

6. 添加几何关系

添加“共线”和“重合”几何关系使草图完全定义，如图 3-21 所示。

7. 修改尺寸

如图 3-22 所示，修改草图中的尺寸，注意对图中两个直径尺寸的修改。草图被完全定义后退出草图。

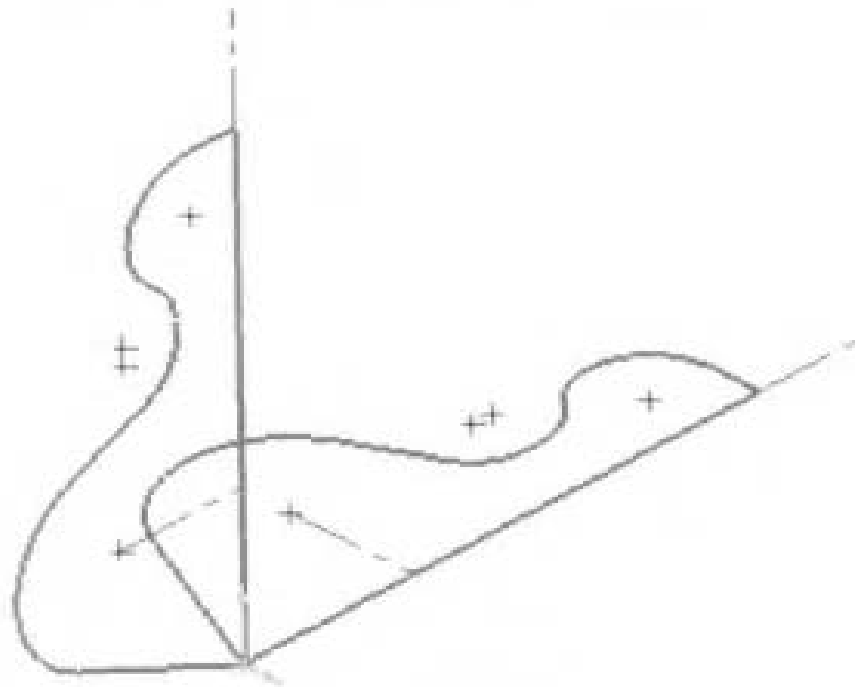


图 3-19 复制的草图

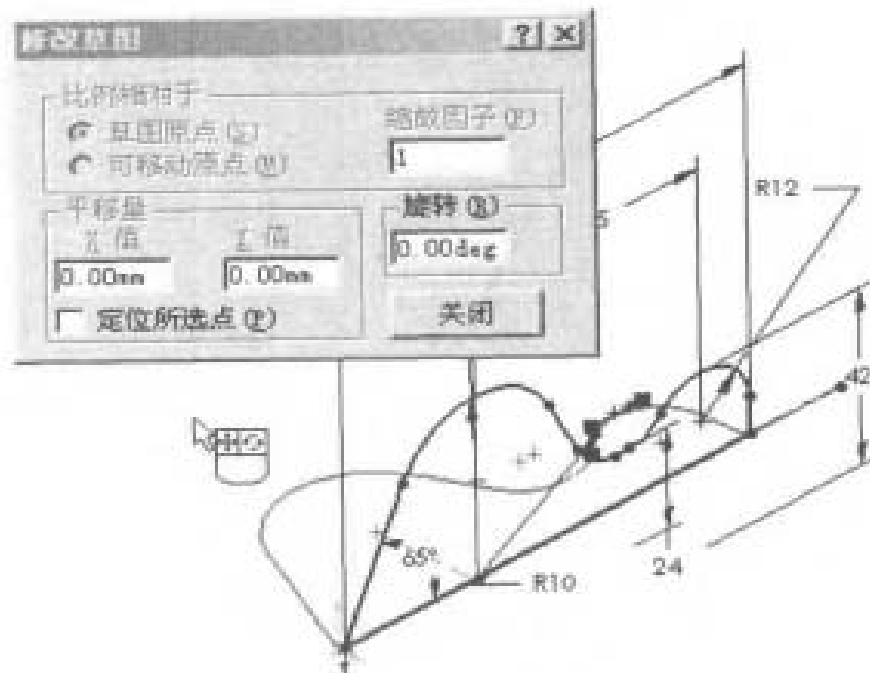


图 3-20 修改草图

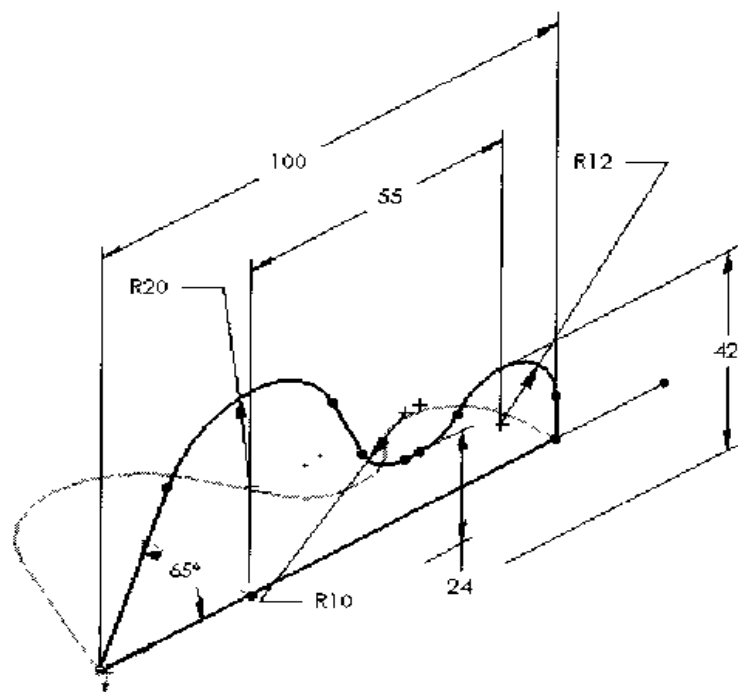


图 3-21 添加几何关系

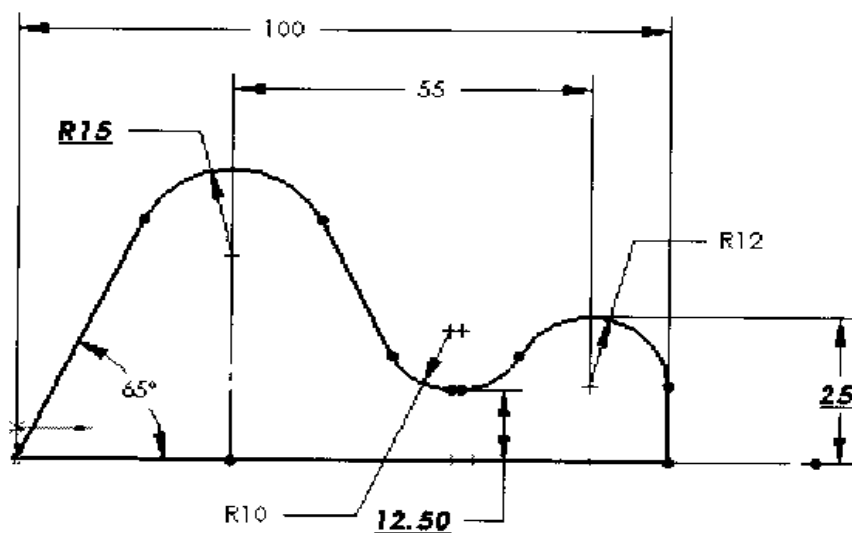


图 3-22 修改尺寸

3.2.2 派生草图

派生草图用于在不同或相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，派生草图是原始草图的一个子特征。

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元素和尺寸，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。

用户可以通过选择下拉菜单的【插入】|【派生草图】命令插入派生的草图。

3.2.2.1 创建派生草图

“Top”基准面上创建派生草图，然后对派生草图进行旋转和定位，并通过建立放样和其他特征完成本例。

SolidWorks 2003

8. 草图和基准面

按住 Ctrl 键，选择草图“Source”和要复制草图的平面（“Top”平面），这样才能使用派生草图命令。

9. 插入派生草图

选择下拉菜单的【插入】|【派生草图】命令，草图被插入到所选择的平面上，但并没有完全定义。

派生草图命令与草图的复制和粘贴不同，它可以使系统自动进入编辑草图状态。同时，在 FeatureManager 设计树中，派生草图的名字后面会标识有派生符号（“派生”两个字），如图 3-23 所示。

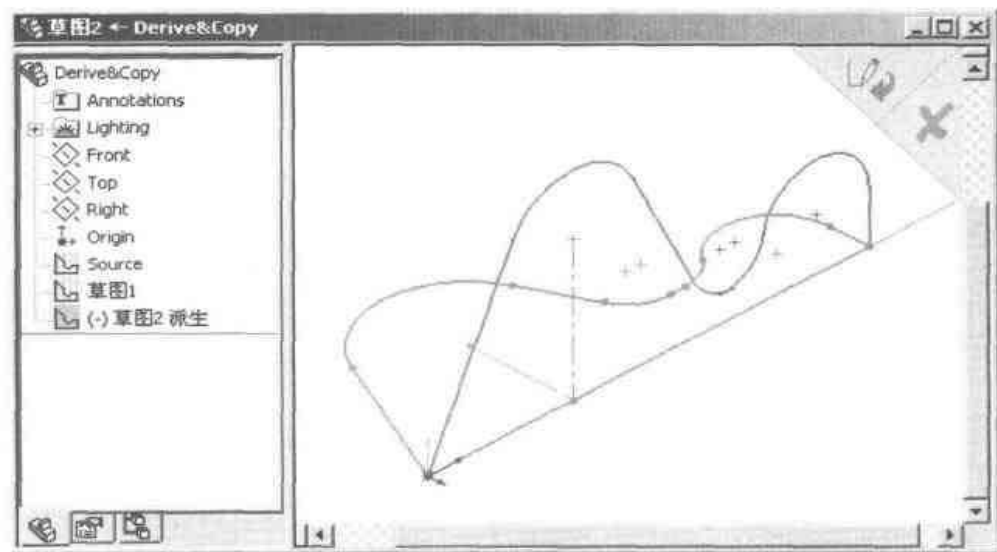



图 3-23 派生的草图

3.2.2.2 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，例如旋转或镜像。

SolidWorks 2003

10. 修改草图

单击【修改草图】按钮，如图 3-24 所示，移动光标到黑色原点的符号上，注意此时的光标形状，单击右键镜像草图。

草图被镜像后，当前的位置如图 3-25 所示。

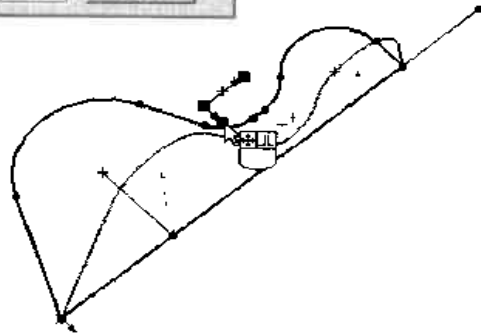


图 3-24 镜像草图

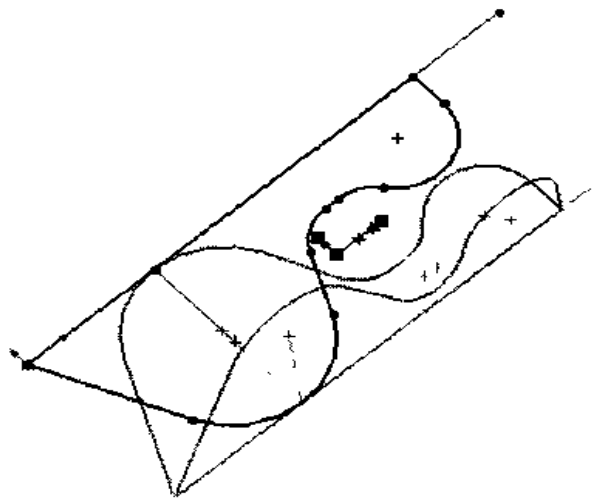


图 3-25 镜像后的草图

11. 拖动

向右拖动草图，移动草图到图 3-26 所示的位置。

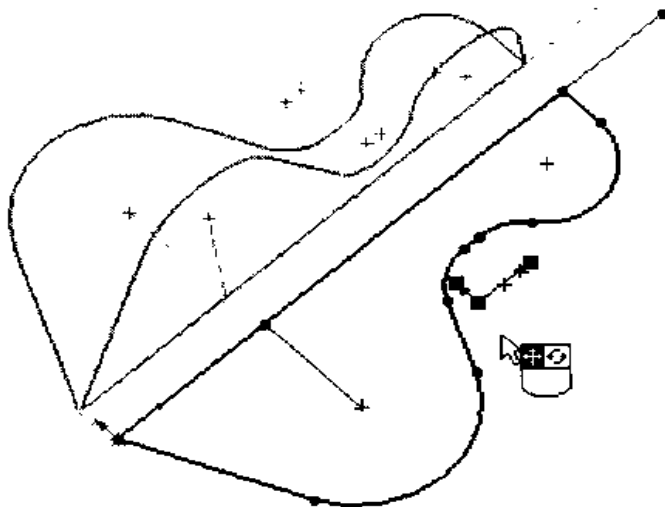


图 3-26 移动草图

12. 完全定义草图

添加“共线”和“重合”几何关系，草图可以完全定义，如图 3-27 所示。

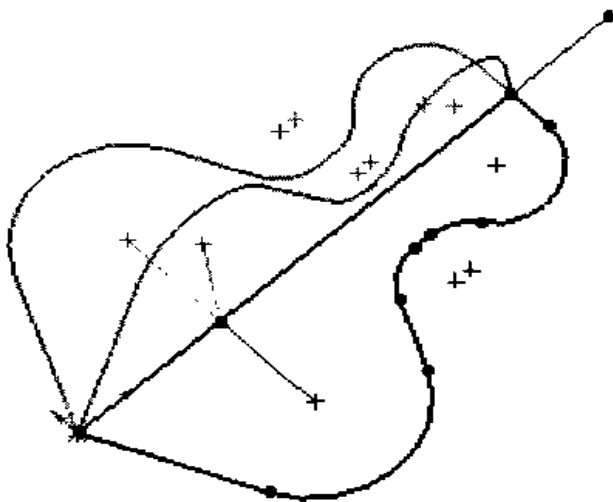



图 3-27 完全定义草图



提示

派生的草图中没有任何尺寸，用户只能修改草图的定位和方向，不能进行其他修改。此时，“草图绘制工具”工具栏中的命令不能使用。

13. 建立放样

单击【放样】按钮，在 PropertyManager 中不选择【保持相切】复选框和【高级光

顺】复选框。

使用这三个草图作为轮廓建立放样，注意在相近的对应位置上选择这三个草图，如图 3-28 所示。

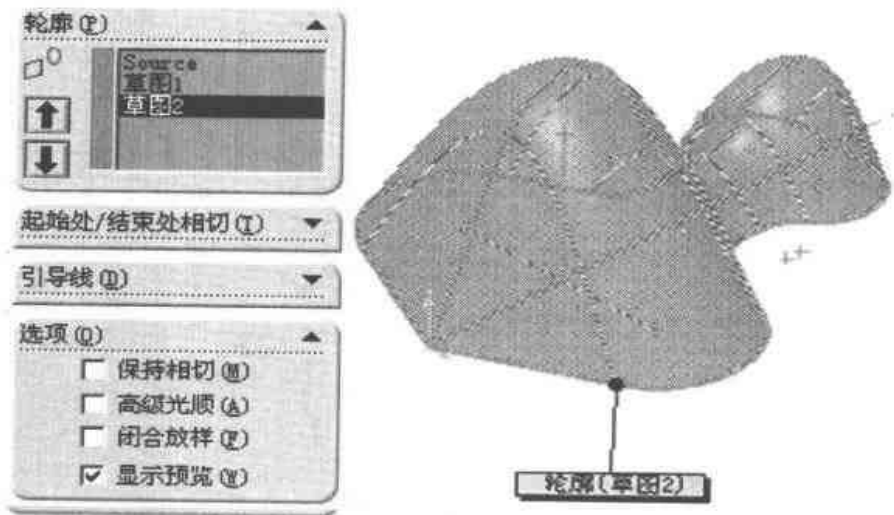


图 3-28 建立放样

14. 放样特征

所形成的放样特征如图 3-29 所示。

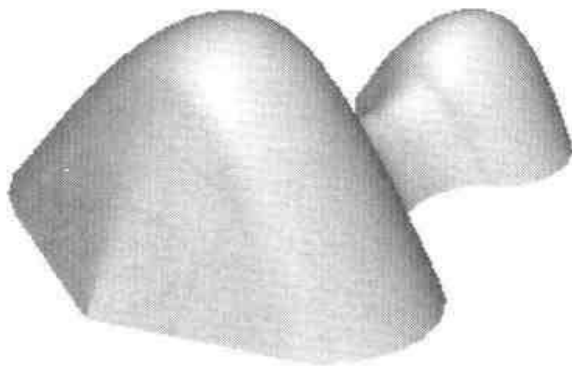


图 3-29 放样特征

3.2.2.3 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。

SolidWorks 2003**15. 绘制草图**

在“Front”平面上建立一幅新草图，绘制一个半径为 15mm 的半圆，如图 3-30 所示。

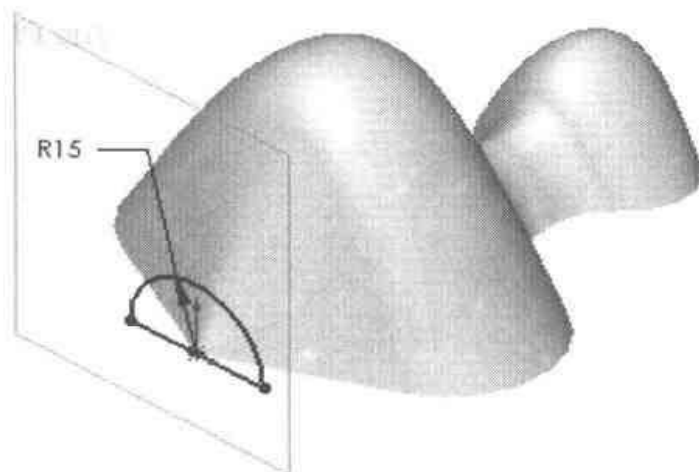


图 3-30 绘制草图

16. 方向 1

“方向 1”的终止条件为“成形到一面”，这里选择模型表面，如图 3-31 所示。

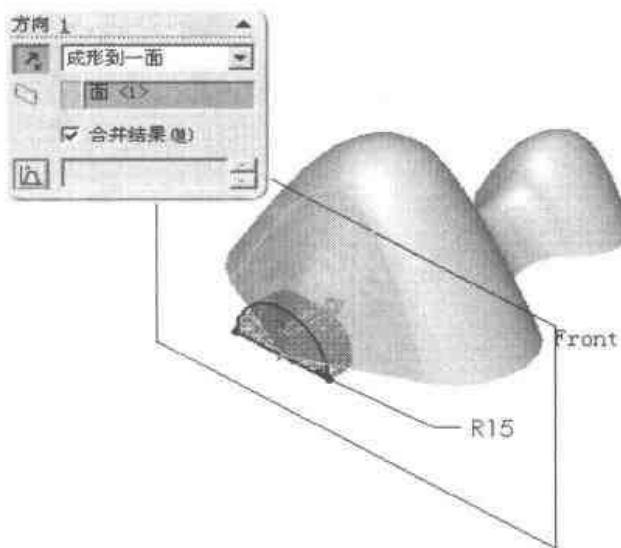


图 3-31 方向 1

17. 方向 2

在 PropertyManager 中，展开【方向 2】选项组，定义方向 2 为“给定深度”，并输入拉伸深度为 30mm，如图 3-32 所示。

18. 建立圆角

在放样和拉伸特征的交线上建立一个 15mm 的圆角，如图 3-33 所示。

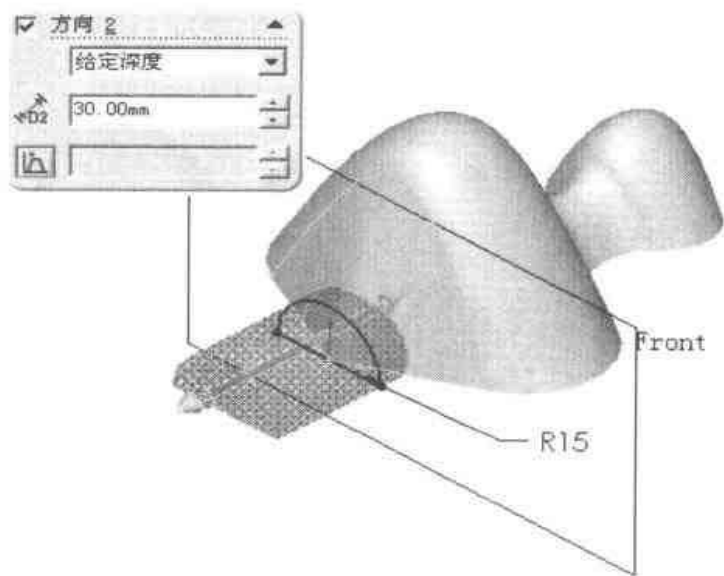


图 3-32 方向 2

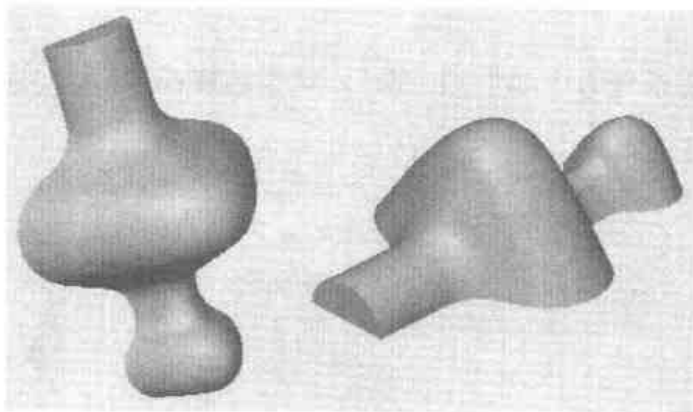


图 3-33 圆角

19. 保存并关闭零件

SolidWorks 2003 

3.3 高级放样

图 3-34 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。

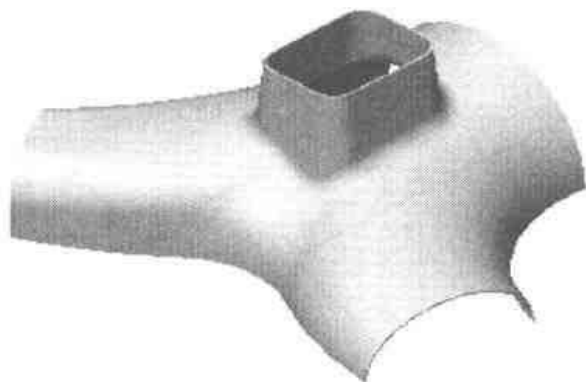


图 3-34 高级放样实例

3.3.1 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择草图的顺序。一般说来，应该遵循如下两个规则：

- 选择每个放样轮廓中相同的对应点

系统会按照用户指定的对应点进行放样，如果不小心，放样的结果可能会扭曲，如图 3-35 所示。

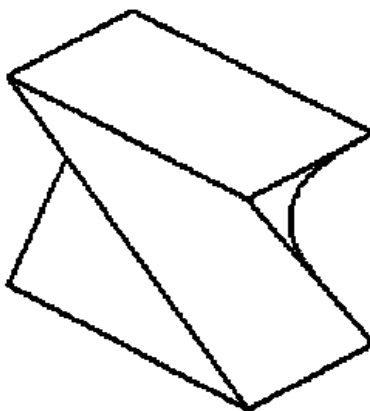


图 3-35 放样轮廓间的对应点

如果轮廓是圆，没有像矩形中的顶点那样可以选择的点，这时可以在每个圆上画一个点，在选择轮廓时就可以直接选择这些点。

- 每个轮廓应该有相同数目的线段

如图 3-36 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。在这样的轮廓之间放样，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，这不是一个好的结果。

但是如果把半圆轮廓中的圆弧分割一下，分成和矩形轮廓相对应的四段，就能精确地控制圆弧的哪一部分对应于矩形的哪一侧。

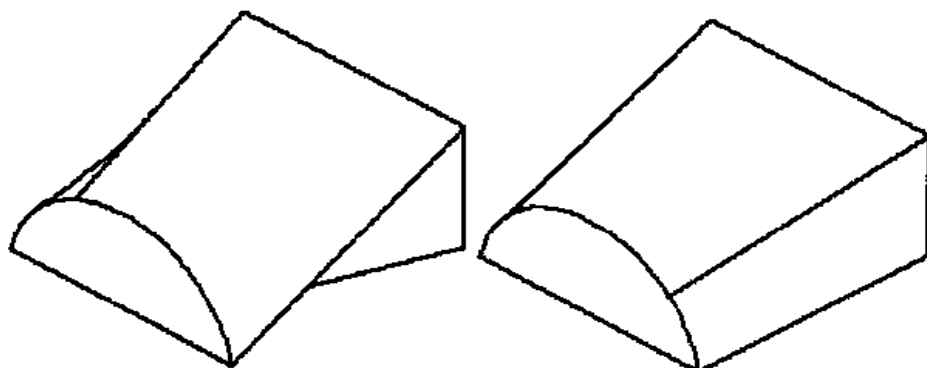


图 3-36 放样轮廓的线段数目

SolidWorks 2003

1. 打开零件

打开零件“Heat Shield”。为了节省时间，这个零件已经个已定义了所需要的草图，如图 3-37 所示。

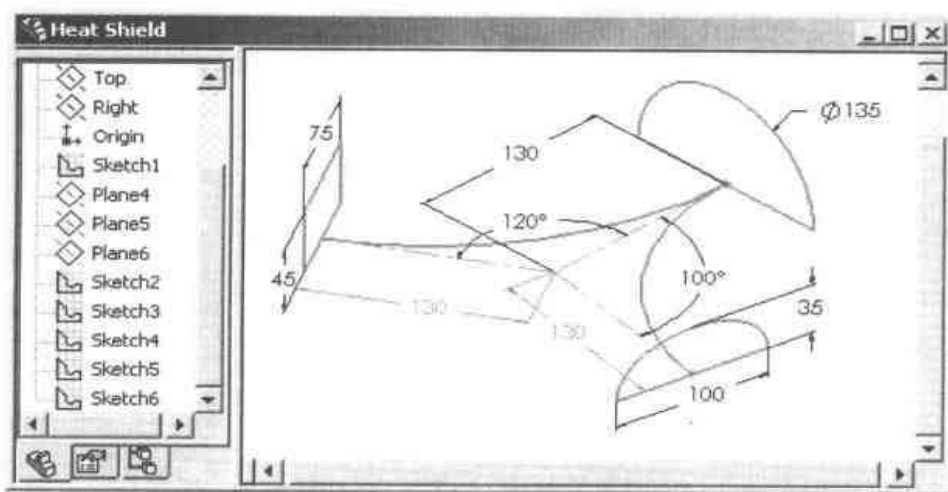



图 3-37 “Heat Shield” 零件

2. 建立放样

单击【放样】按钮 ，或选择下拉菜单的【插入】|【凸台/基体】|【放样】命令。

3. 预览

选择如图 3-38 所示的两个轮廓，注意观察预览，要在每个草图中选择相应的对应点。

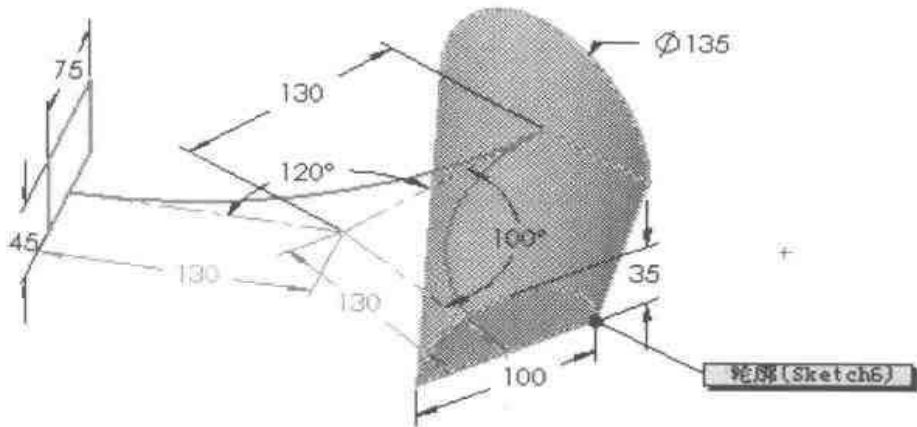


图 3-38 选择轮廓和放样预览



放样时，由于选择轮廓草图的位置很重要，所以这种情况下一般不在 FeatureManager 设计树中选择草图。

4. 中心线

在 PropertyManager 中展开【中心线参数】选项组，选择放样的中心线（“Sketch3”草图），如图 3-39 所示。单击【确定】按钮建立特征。

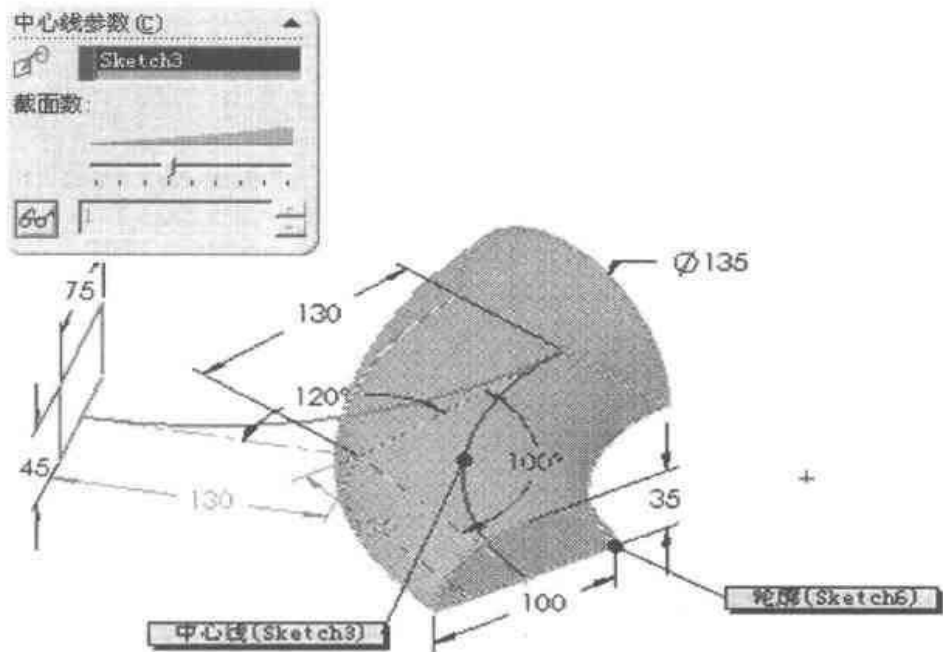


图 3-39 设置中心线参数

5. 结果

如图 3-40 所示，建立的放样特征两个轮廓并不是直接相连，而是沿着中心线的方向。

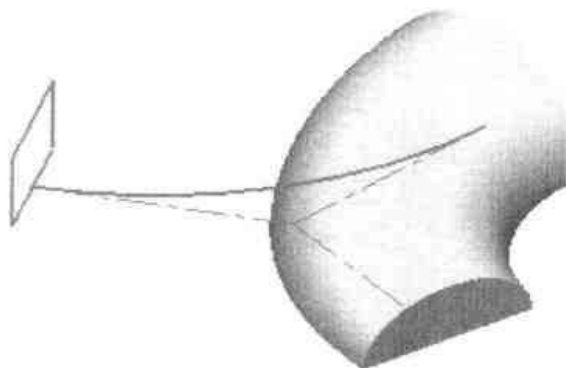


图 3-40 放样特征

SolidWorks 2003

3.3.2 共享草图

草图用于建立特征之后，将会被“吸收”到特征中。用于建立拉伸、旋转、扫描和放样等特征时，草图可以被再次利用来建立其他特征。用户只需在 FeatureManager 设计树中选择所用的草图并用来建立特征，该草图即可成为新特征的一部分。

SolidWorks 2003

6. 建立另一个放样

下一个放样特征利用“Sketch5”草图和被吸收的“Sketch4”草图作为轮廓，使用“Sketch2”草图作为中心线，建立放样，如图 3-41 所示。

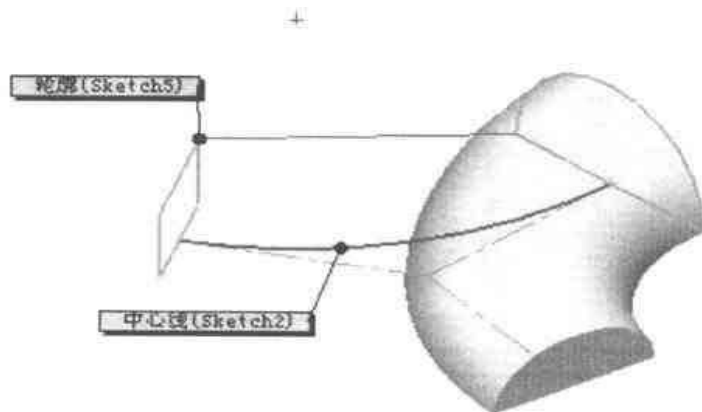


图 3-41 建立另一个放样

7. 共享草图

“Sketch4”被两个特征共享了，因此草图在 FeatureManager 设计树中将采用有别于其他草图的形式显示：草图名称前面的图标有一个“共享”符号，如图 3-42 所示。编辑共享草图中的一个，另外一个也进行相同的变化。

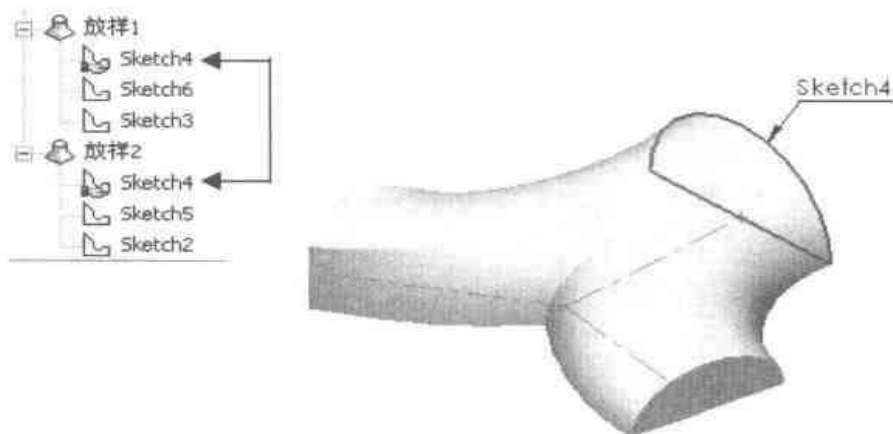



图 3-42 共享的草图

本例中，虽然可以顺利地建立放样特征，但是放样的形状却不如人意。事实上，是因为这两个草图轮廓中的线段数目不相同，才造成了特征形状的不利结果。

8. 撤销

这样的形状显然不行，单击【撤销】按钮取消上一步的放样。下面将绘制一幅同“Sketch5”草图具有相同数目线段的新草图。

9. 重新绘制草图

如图 3-43 所示，利用模型中的平面绘制一幅新草图。使用“转换实体引用”命令，建立草图中圆弧和直线。

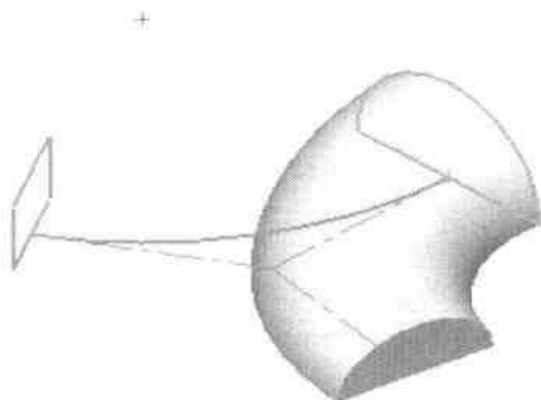



图 3-43 新建草图

3.3.3 分割曲线

观察上面步骤中建立的草图：该草图中包含两条线段（一段直线和一段圆弧），这与“Sketch4”草图相同。为了使该草图中的线段和“Sketch5”草图相同（4段），需要将草图中的圆弧进行分割。

在 SolidWorks 中，可以利用“分割曲线”命令用指定的点把草图曲线分割成几段，用户可以通过如下方法找到这个命令：

- 在“草图绘制工具”工具栏中单击【分割曲线】按钮。
- 选择下拉菜单的【工具】|【草图绘制实体】|【分割曲线】命令。
- 右击一条草图线段，从快捷菜单中选择【分割曲线】命令。

SolidWorks 2003

10. 分割曲线

使用“分割曲线”命令，利用两个断点将草图中的圆弧分成 3 段，保持两个断点分别位于圆弧中心的两侧。如图 3-44 所示，这三段圆弧的半径相等，但圆弧的长度没有完全定义。

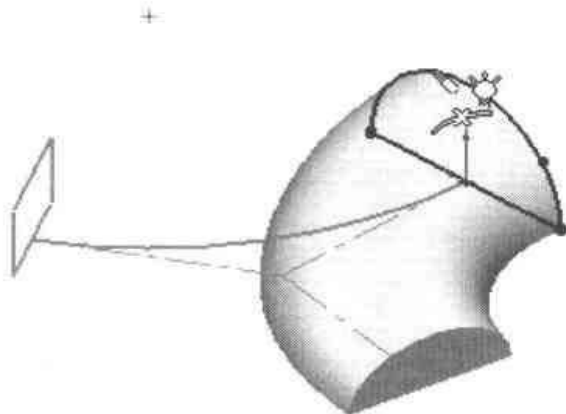


图 3-44 分割曲线

11. 标注角度尺寸

使用三点角度尺寸标注圆弧的角度尺寸，如图 3-45 所示。读者还可以在这两个角度尺寸之间建立数值连接，这样修改其中一个尺寸时，另外一个也同时变化。



利用三点标注角度尺寸：依次选择三个点放置角度尺寸，注意中间的点是交点。

12. 退出草图

13. 重新建立放样

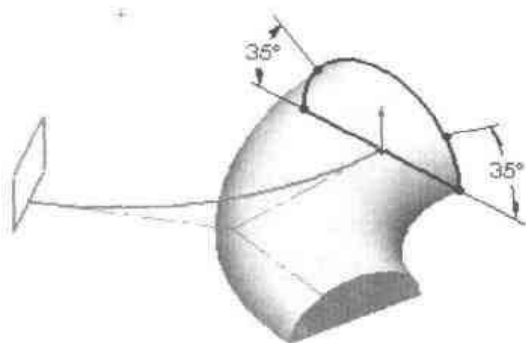


图 3-45 标注角度尺寸

使用这个新建的草图（包含 4 条线段）和“Sketch5”草图建立放样，利用“Sketch2”草图作为中心线，如图 3-46 所示。

14. 结果

新建立的这个放样与第一个放样合并，形成一个实体，如图 3-47 所示。

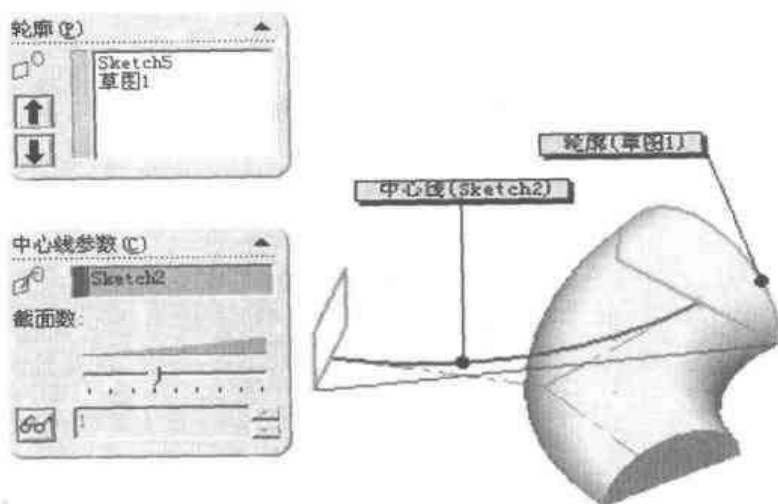


图 3-46 重新建立放样

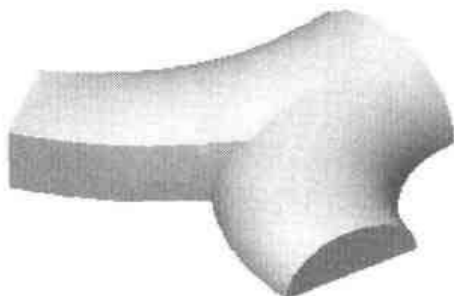


图 3-47 两个放样凸台