

第 4 章 曲 面

在成功地学完本章后，读者将能够：

- 建立旋转曲面、扫描曲面、平面区域和缝合曲面。
- 利用剪裁和延伸修改曲面。
- 建立等距曲面。
- 将曲面转化为实体。
- 通过设置圆角的逆转参数，建立高级边圆角、多半径圆角和混合角圆角。
- 使用曲面相交建立三维曲线。
- 在输入的模型中通过建立填充曲面填充缝隙。
- 删除和修补模型面。

4.1 使用曲面建模

在许多情况下，用户需要使用曲面建模。一种情况是输入其他 CAD 系统的数据，生成了曲面模型，而不是实体模型；另一种情况是，用户建立的形状需要利用自由曲面并缝合到一起，最终生成实体。

本章将主要通过图 4-1 所示的头盔来讲解如何使用曲面建模技术，因为单纯利用实体建模技术建立这个模型是比较困难的。



图 4-1 曲面建模实例：头盔

4.1.1 曲面的含义

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不同：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。可以把曲面看作是极薄的“薄壁特征”，曲面只有形状，没有厚度。当把多个曲面结合在一起，使得曲面的边界重合并且没有缝隙后，可以把结合的曲面进行“填充”，将曲面转化成实体。

4.1.2 建模步骤

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

其他特征是用曲面技术构建的，如等距曲面和延展曲面。实体建模技术中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。

□ 其他圆角

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。

4.1.3 曲面建模命令

在 SolidWorks 中，曲面建模技术在某种程度上和实体建模的命令相似：用户也可以建立拉伸曲面、旋转曲面、扫描曲面或放样曲面，只不过这些特征形成的结果是曲面，而不是实体。

另外，SolidWorks 还提供一些曲面建模特有的命令，如曲面的剪裁和缝合、曲面填充

等命令。通过本章的实例和练习，读者将陆续应用到这些命令，并体会这些命令在曲面建模中的特点和技巧。


在“曲面”工具栏包含了全部的曲面命令，这些命令也可以在通过主菜单的【插入】|【曲面】中找到，如图 4-2 所示。




图 4-2 曲面工具栏

4.1.4 旋转曲面和扫描曲面

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。用户可以通过如下方法建立旋转曲面：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【旋转曲面】命令。
- 在“曲面”工具栏中单击【旋转曲面】按钮.

扫描曲面和扫描实体的建模过程完全相同，扫描要素和 PropertyManager 也相同，只有结果不同。建立扫描曲面的命令如下：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【扫描曲面】命令。
- 在“曲面”工具栏中单击【扫描曲面】按钮.

SolidWorks 2003

1. 打开零件

打开零件“Helmet”，如图 4-3 所示，文件中已经包含了建立曲面和其他特征的草图。图形区域显示的三个草图是帽舌在顶面、底面和侧面的布局草图，使用这些草图来并通过几何关系来控制其他草图。其他的草图在零件中已经隐藏。


2. 编辑“Visor top profile”草图

如图 4-4 所示，编辑“Visor top profile”草图，选择草图中下部的中心线，这条中心线将作为旋转特征的轴线。



提示 为了清楚起见，在图 4-4 中故意延长了中心线的长度。

3. 旋转曲面

单击【旋转曲面】按钮或选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【旋转曲面】命令，在 PropertyManager 中设置旋转角度为 20°，如图 4-5 所示。单击【确定】按钮。

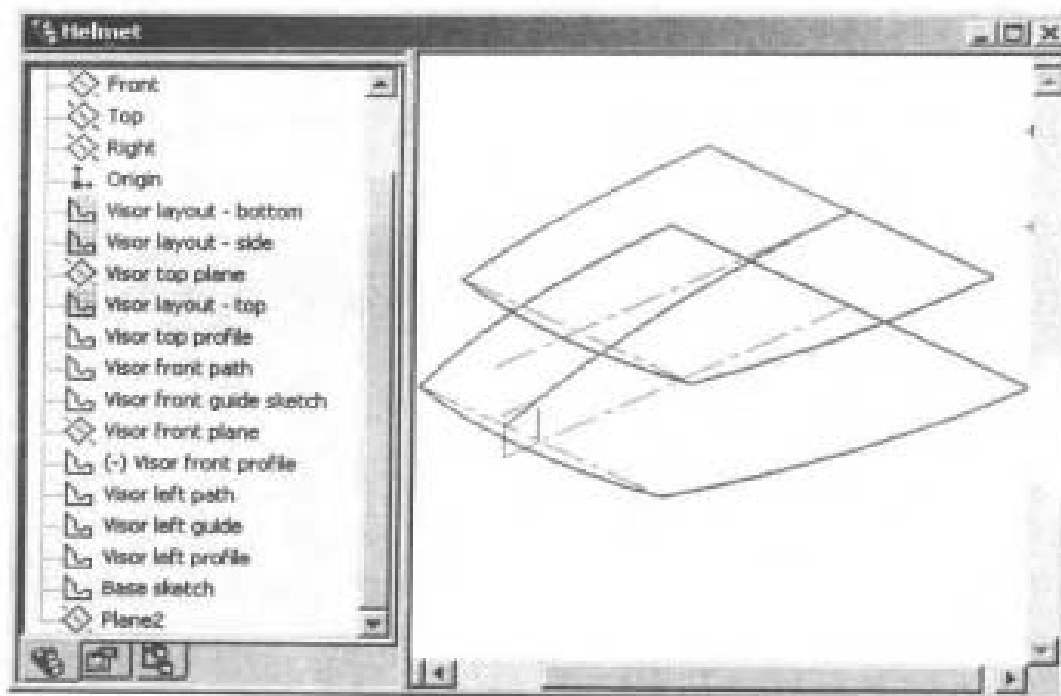


图 4-3 原始的“Helmet”文件

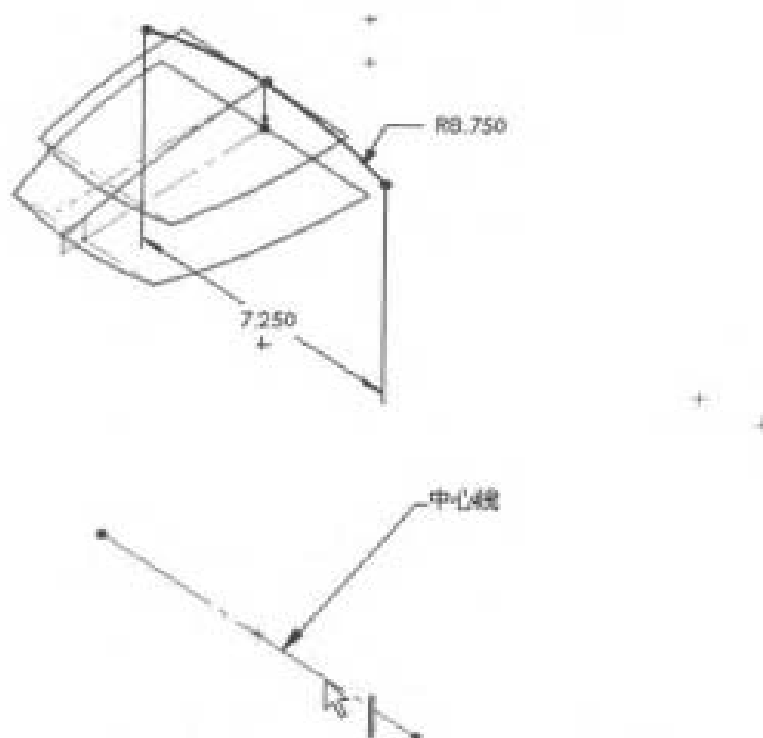


图 4-4 编辑草图并选择中心线

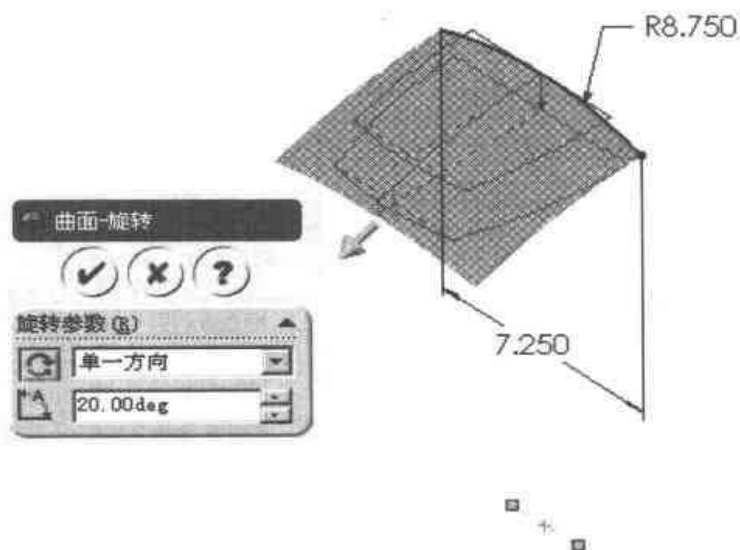


图 4-5 建立旋转曲面

4. 结果

旋转曲面的结果形成了一个曲面，如图 4-6 所示。

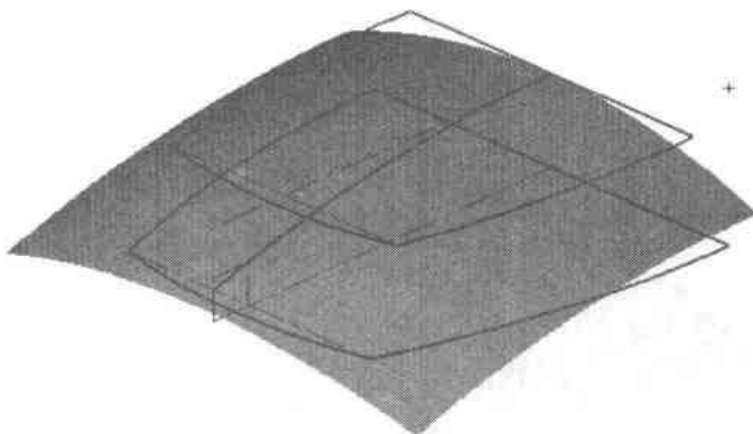


图 4-6 旋转曲面

5. 在 FeatureManager 设计树中移动特征

在 FeatureManager 设计树中，拖动建立的旋转曲面“面-旋转 1”到“Visor layout - top”草图的后面，如图 4-7 所示。

6. 隐藏和显示草图

隐藏三个布局草图，显示下列草图：

- “Visor front path”;
- “Visor front guide sketch”;
- “Visor front profile”。

如图 4-8 所示。



图 4-7 移动旋转曲面顺序

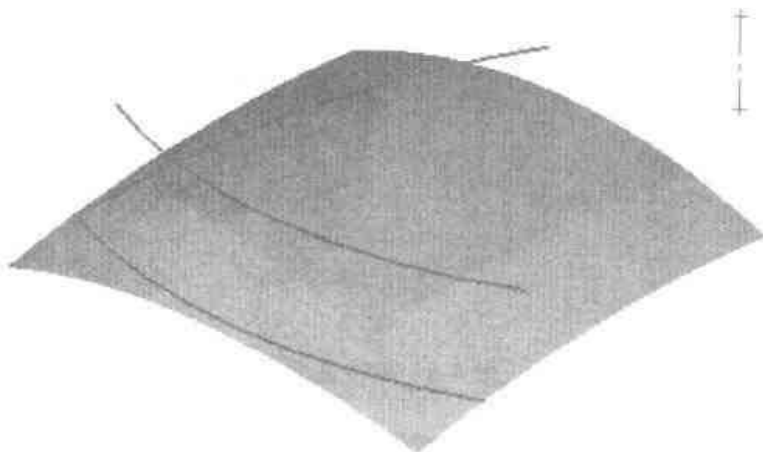



图 4-8 隐藏和显示草图

7. 投影曲线

选择下拉菜单的【插入】|【曲线】|【投影曲线】命令或在“曲线”工具栏中单击【投影曲线】按钮, 在 PropertyManager 中的【投影类型】下拉列表框中选择【草图到面】, 将“Visor front guide sketch”草图投影到旋转曲面上, 如图 4-9 所示。

所建立的投影曲线将用于建立扫描曲面的引导线。

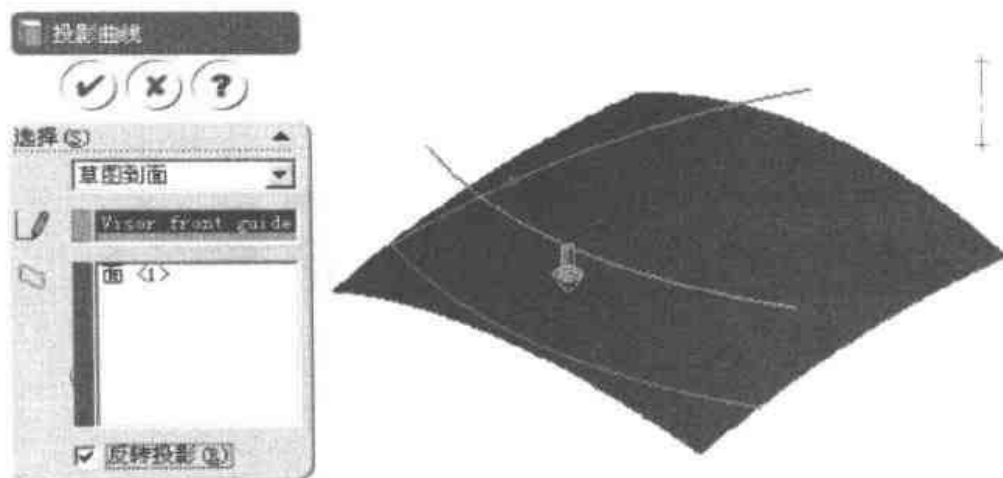


图 4-9 投影曲线

8. 在 FeatureManager 设计树中移动特征

在 FeatureManager 设计树中，拖动建立的投影曲线“曲线 1”到“Visor front plane”平面后面，如图 4-10 所示。

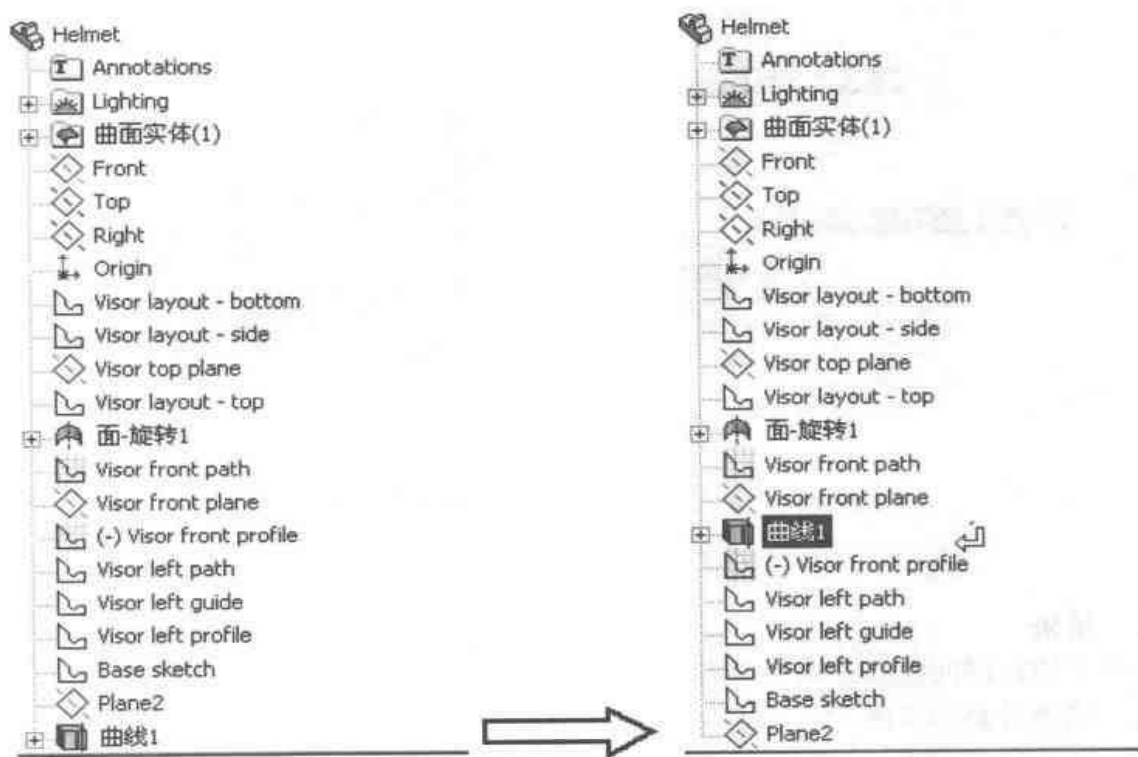


图 4-10 移动曲线顺序

9. 编辑草图

编辑“Visor front profile”草图，将圆弧上的草绘点与投影曲线建立“穿透”几何关系，

该草图可以完全定义，如图 4-11 所示。退出草图。

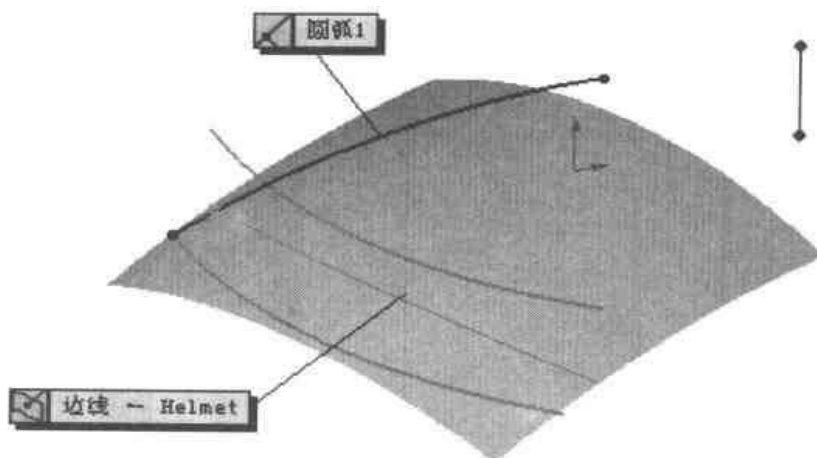



图 4-11 完全定义草图

10. 扫描曲面

选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【扫描曲面】命令或单击【扫描曲面】按钮, 如图 4-12 所示，选择轮廓、扫描路径和引导线，建立一个扫描曲面。

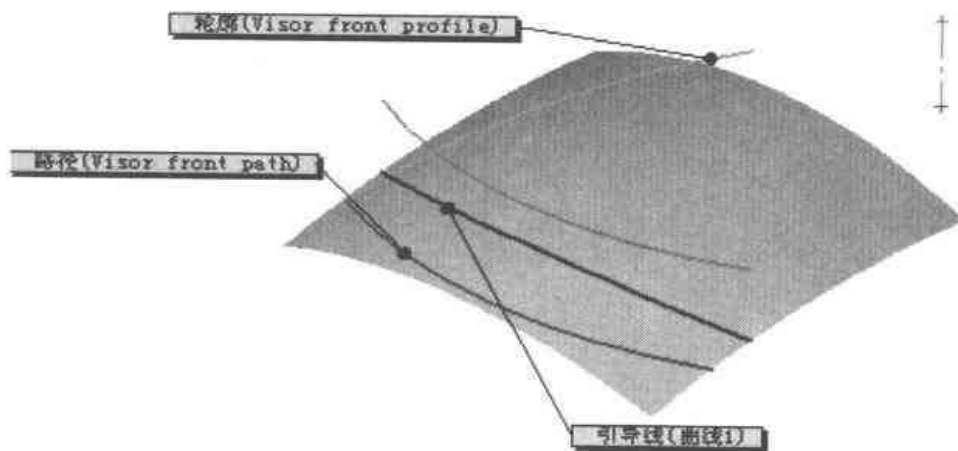


图 4-12 建立扫描曲面

11. 结果

所建立的扫描曲面如图 4-13 所示。

12. 隐藏并显示草图

隐藏用于建立扫描曲面的草图，显示如下草图：

- “Visor left path”;
- “Visor left guide”;
- “Visor left profile”。



上述三个草图用于建立帽舌左侧的扫描曲面。事实上,用于建立这个扫描曲面的草图可以不必显示,用户只需在 FeatureManager 设计树选择即可。

13. 扫描帽舌左侧的形状

图 4-14 显示了帽舌左侧的形状,也是一个扫描曲面。

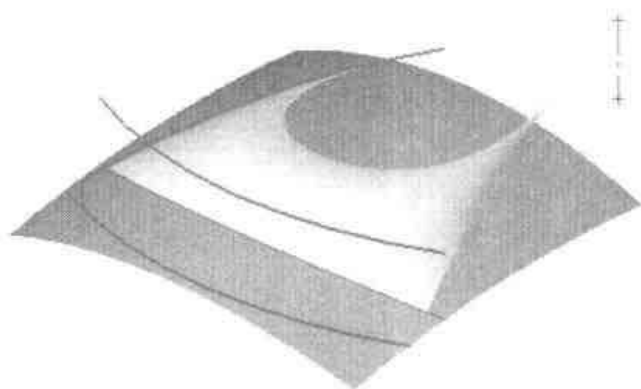


图 4-13 扫描曲面

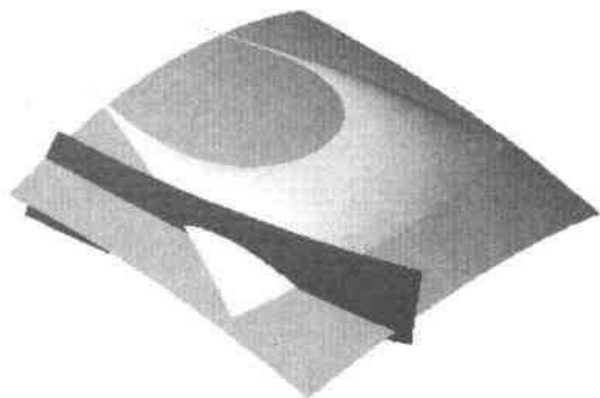


图 4-14 帽舌左侧形状

14. 镜像曲面实体

使用“Front”平面作为参考平面,镜像帽舌左侧的扫描曲面实体,如图 4-15 所示。

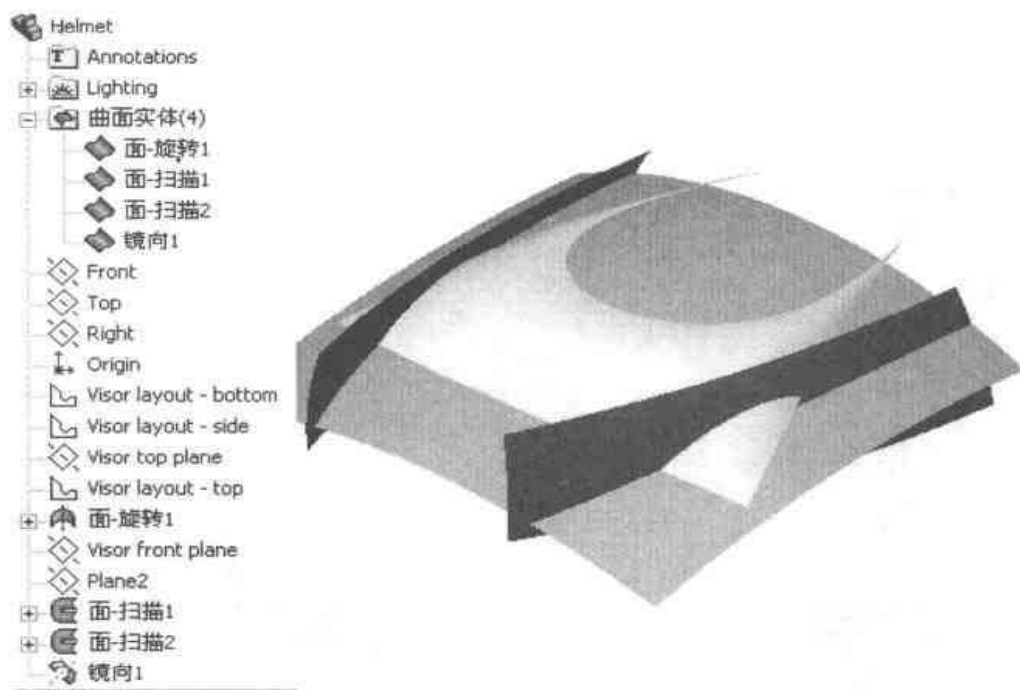


图 4-15 镜像的曲面实体

4.1.5 剪裁曲面

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


利用“剪裁曲面”命令，用户可以使用曲面、实体表面或参考面剪裁一个曲面。另外，用户还可以选择一幅草图，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，用户可以选择保留哪部分曲面。

用户可以通过如下方法找到剪裁曲面命令：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【剪裁曲面】命令。
- 在“曲面”工具栏中单击【剪裁曲面】按钮.

SolidWorks 2003

15. 互相剪裁

选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【剪裁曲面】命令或单击【剪裁曲面】按钮.

在 PropertyManager 的【剪裁类型】选项组中选择【互相剪裁】单选按钮。

在【剪裁曲面】列表中选择所有的四个曲面。

单击【要保留的部分】列表，选择四个面需要保留的部分，如图 4-16 所示。

单击【确定】按钮完成曲面剪裁。

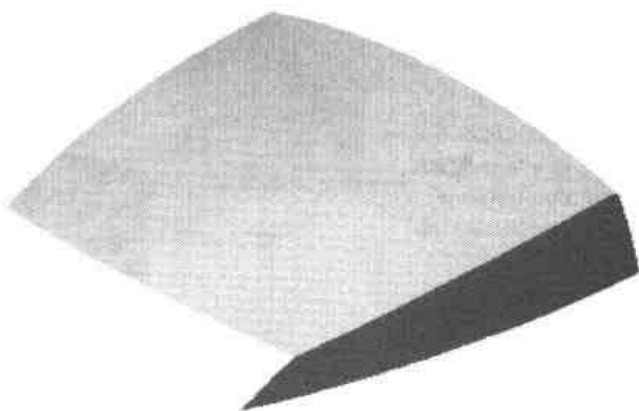


图 4-16 剪裁曲面



使用鼠标中键旋转视图，可以非常容易地选择四个面中要保留的部分。

16. 不封闭的两面

剪裁曲面包含四个曲面，旋转视图，可以看到曲面是不封闭的，如图 4-17 所示。

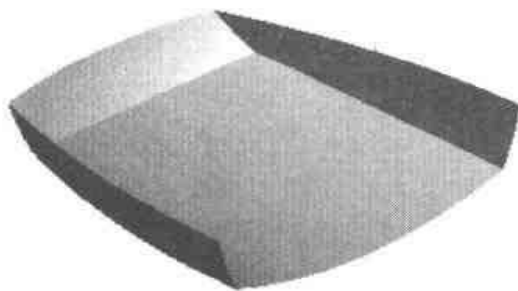


图 4-17 不封闭的曲面

SolidWorks 2003 

4.1.6 关于 FeatureManager 设计树

剪裁操作建立了一个剪裁曲面，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：“面-剪裁 1”，如图 4-18 所示的 FeatureManager 设计树。

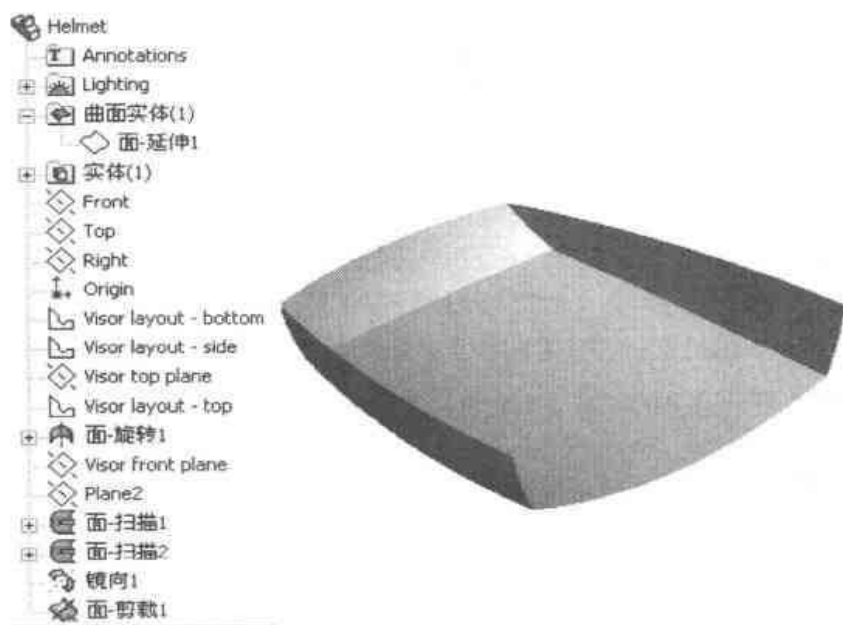


图 4-18 FeatureManager 设计树

系统在 FeatureManager 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：如图 4-18 所示，即使这四个单独的曲面（“面-旋转 1”、“面-扫描 1”、“面-扫描 2”、“镜向 1”）被用于建立剪裁曲面，但它们并不像投影曲线（“曲线 1”）那样被吸收到“面-扫描 1”中。

4.1.7 平面区域

通过“平面区域”命令，用户可以利用一个封闭的轮廓、不相交的草图或一组封闭的边线建立平面区域。可以通过如下方法使用“平面区域”命令：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【平面区域】命令。
- 在“曲面”工具栏中单击【平面区域】按钮 。

下面将利用平面区域命令将图 4-19 所示的两个开放面进行封闭，由于平面区域需要选择一组封闭的边线，而模型中却没有封闭的边线。这里需要将图 4-19 中所示的两个点连接起来，形成图中类似双点划线的曲线，从而组成一组封闭的边线。

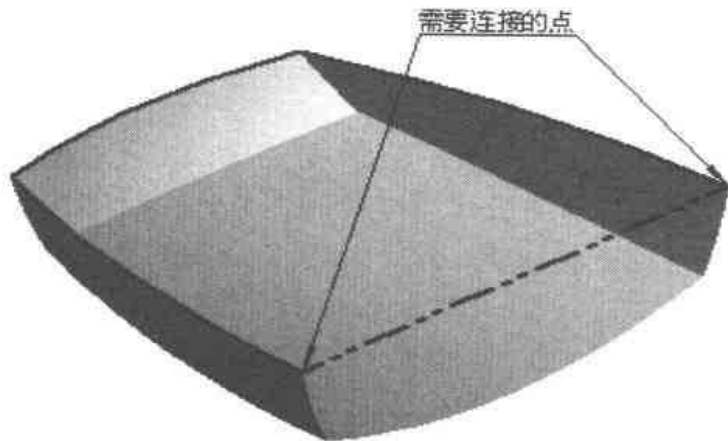



图 4-19 需要连接的点

利用“通过模型点的样条曲线”命令可以做到这一点，该命令可以通过草图点、顶点或二者的组合形成一条样条曲线。用户可以通过如下方法使用该命令：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲线】|【通过模型点的样条曲线】命令。
- 在“曲线”工具栏中单击【3D 曲线】按钮 。

SolidWorks 2003

17. 建立通过模型点的样条曲线


单击【3D 曲线】按钮 ，选择图 4-19 所示的两个点，形成一条直的样条线。在 FeatureManager 设计树中建立一个名为“曲线 2”的特征，如图 4-20 所示。



图 4-20 通过模型点的样条曲线

18. 建立平面区域


选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【平面区域】命令或单击【平面区域】按钮, 选择所建立的曲线(“曲线2”)以及三条剪裁曲面所形成的边, 如图 4-21 所示。单击【确定】按钮。



图 4-21 建立平面区域

19. 结果

所建立的平面区域恰好通过剪裁曲面形成的开放边上, 如图 4-22 所示。

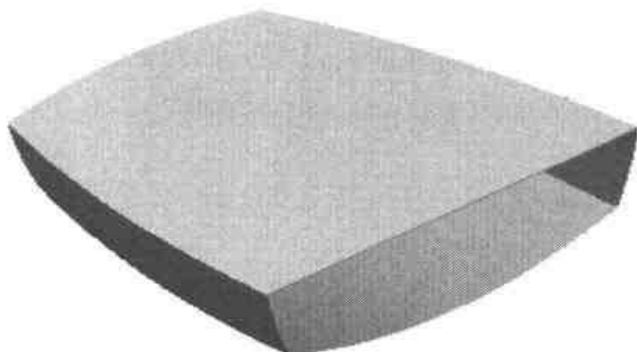



图 4-22 建立的平面区域

20. 另一个平面区域

再一次使用“平面区域”命令，建立另一个平面区域。

单击【平面区域】按钮，选择 4 条开放边：一条是前一个平面区域形成的，另外三条是剪裁曲面形成的。建立的平面区域如图 4-23 所示。

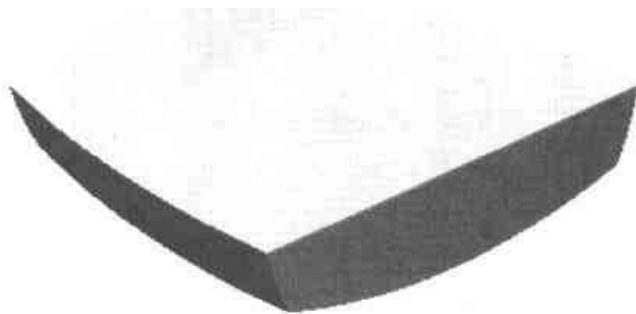


图 4-23 另一个平面区域



虽然现在这些曲面看起来像实体，但它其实不是实体。要将这些曲面转变为实体，还需要完成下面两步：

- (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。

SolidWorks 2003 

4.1.8 缝合曲面


使用“缝合曲面”命令，可以将两个或多个曲面结合为一个曲面，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。

选择曲面进行缝合时，要求所选择曲面的边线必须相邻并且不重叠。用户可以通过如下途径获取该命令：

- 选择下拉菜单的【插入】|【曲面】|【缝合曲面】命令。
- 在“曲面”工具栏中单击【缝合曲面】按钮.

 SolidWorks 2003

21. 缝合曲面

单击【缝合曲面】按钮，在图形区域或 FeatureManager 设计树中选择“剪裁曲面”和两个平面区域，如图 4-24 所示。

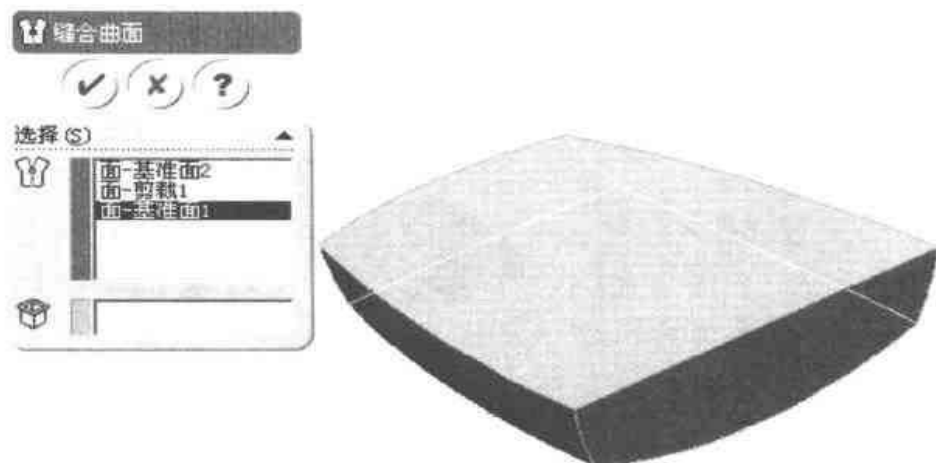


图 4-24 缝合曲面

单击【确定】按钮，完成缝合操作。

SolidWorks 2003 

4.1.9 形成实体

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，或者说是第一个特征。如果选择的是一个无缝隙的、完全闭合的缝合曲面，则可以选择是否将它全部填充。

通过加厚一个曲面特征，可以形成凸台或切除特征。关于加厚曲面形成实体的命令如下：

- 选择下拉菜单的【插入】|【基体/凸台】|【加厚度】命令，形成凸台特征。
- 选择下拉菜单的【插入】|【切除】|【加厚度】命令，形成切除特征。

SolidWorks 2003

22. 建立加厚度特征

选择下拉菜单的【插入】|【基体/凸台】|【加厚度】命令，并选择缝合曲面。在PropertyManager中，选中【从闭合的体积生成实体】复选框，如图4-25所示。

23. 结果

在图形区域，加厚的实体和缝合曲面看上去并没有太大的变化。但是，在FeatureManager设计树中却表明当前模型中存在一个实体，如图4-26所示。原来的“曲面实体”文件夹变成了“实体”文件夹。

命名该实体为“Visor”。



图 4-25 建立加厚特征

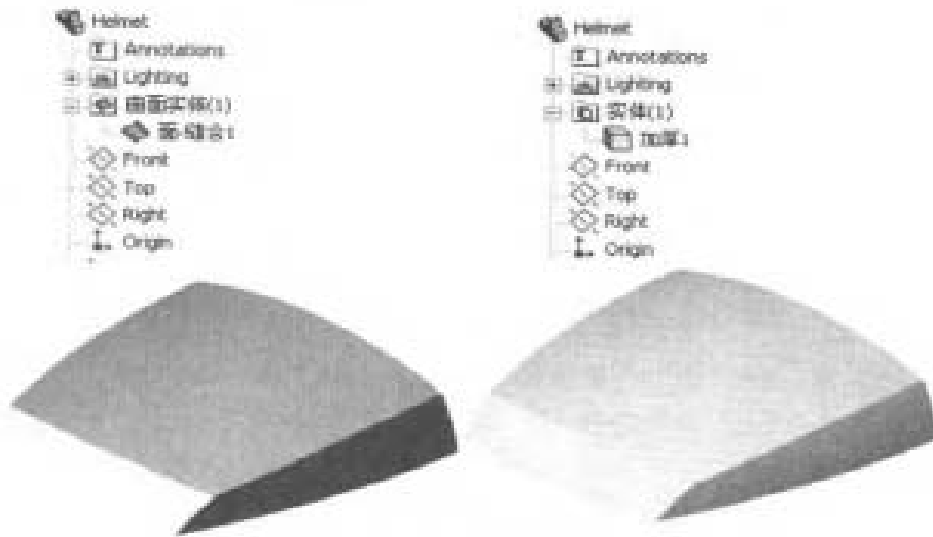


图 4-26 加厚曲面形成实体

24. 建立一个等半径的圆角

如图 4-27 所示，建立一个半径为 0.25in 的圆角。

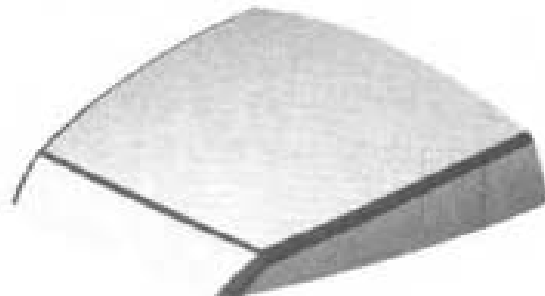


图 4-27 建立圆角

4.2 高级圆角

下一个步骤是为上面建立的帽舌 (“Visor”) 添加圆角, 这个过程中, 本书将进一步讲解更多的高级圆角选项。

4.2.1 多半径圆角

在圆角命令的 PropertyManager 中, 有一个“多半径圆角”选项。利用该选项, 用户能够对不同的边使用不同的圆角半径来建立圆角特征。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。

SolidWorks 2003

25. 添加多半径圆角

编辑上个步骤所建圆角的定义, 在 PropertyManager 中选择【多半径圆角】单选按钮, 将前边的半径值改为 0.5in, 如图 4-28 所示。



用户也可以在图形区域的标注中修改圆角的半径值。

26. 结果

操作的结果是在一个圆角特征中, 不同的边有不同的圆角半径, 如图 4-29 所示。该技术在混合复杂的角时非常有用, 用户不必考虑先选择哪个边作圆角, 只需为相应的边指定相应的圆角半径, 其他的事由系统去做。

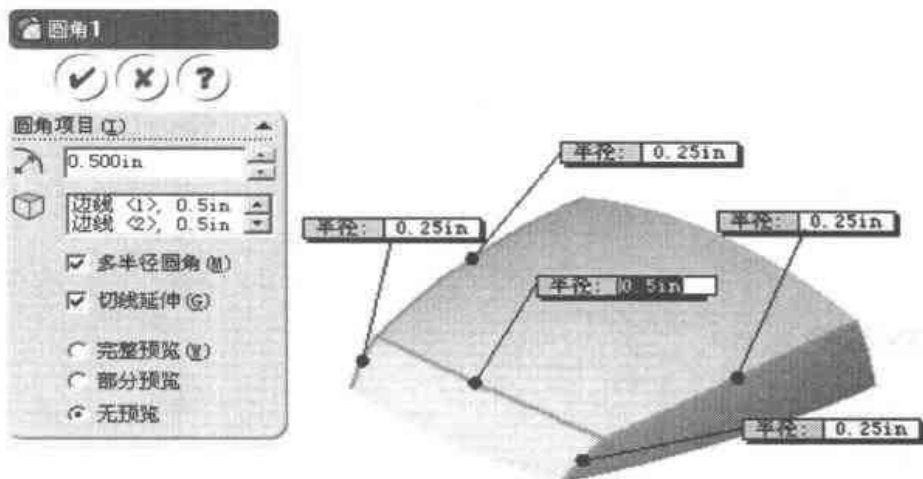


图 4-28 编辑圆角定义

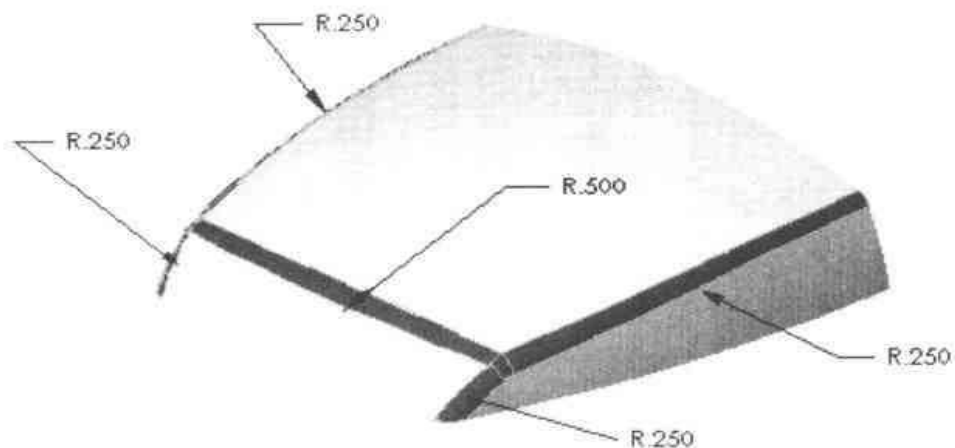


图 4-29 多半径圆角

4.2.2 圆角的逆转参数

在圆角特征的 PropertyManager 中有一个【逆转参数】选项组，如图 4-30 所示。通过设置这个选项，用户可以指定圆角从边过渡到角的距离，从而可以控制角的形状，建立高级的圆角特征。



图 4-30 “逆转参数”选项

27. 再次编辑定义

再次编辑圆角的定义。在 PropertyManager 中展开【逆转参数】选项组，如图 4-31 所示。

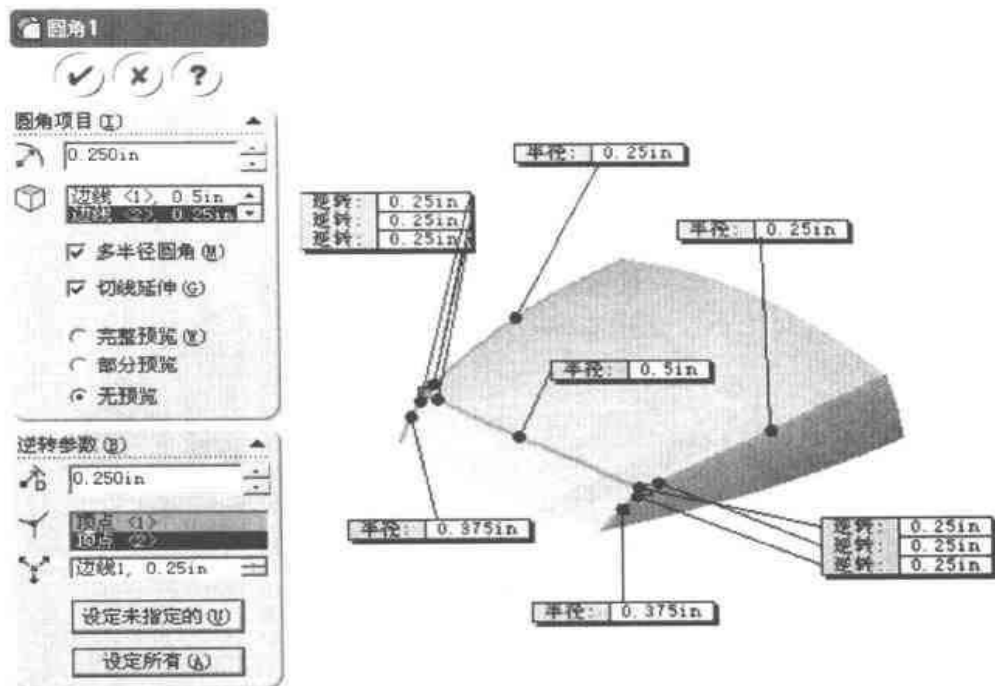





图 4-31 设置圆角的逆转参数

单击【逆转顶点】列表 ，选择构成帽舌前角的两个顶点；

在【距离】文本框  中，输入距离为 0.25in；

单击【设定未指定的】按钮，系统将在【逆转距离】列表  中指定与所选顶点相交的边（如“边线 1”、“边线 2”等），每个边都指定了一个为 0.25in 的逆转距离，这里共有 6 个过渡距离——每个顶点 3 个。

在图形区域中，利用标注显示了逆转距离的值，用户可以直接进行修改。

单击【确定】按钮。

28. 混合角形状

为相交于顶点的每条边指定不同的过渡距离，就可以非常精确地控制角的混合半径。

如图 4-32 所示，右图为没有指定逆转参数的混合角形状。

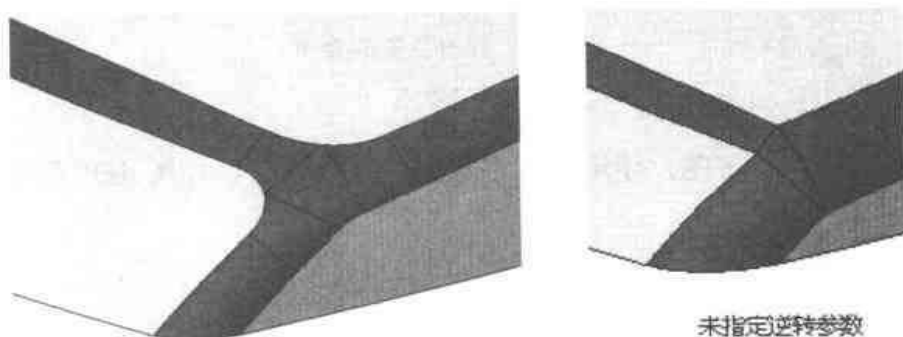


图 4-32 逆转参数控制的混合角

29. 修改前边的两个半径值

这里不需要编辑圆角的定义，只需双击圆角特征，系统将显示半径值和过渡距离，半径在圆角边的中点显示，将两个前边的半径值修改为 0.375in，过渡距离不变，如图 4-33 所示。

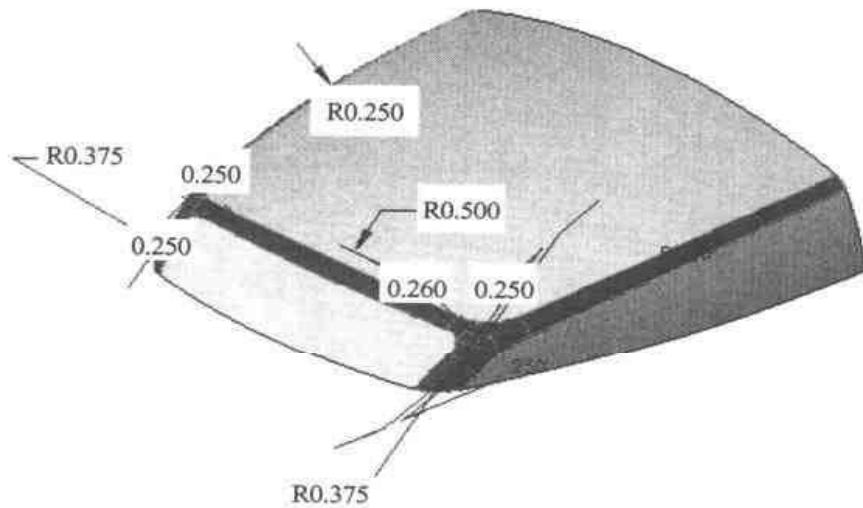


图 4-33 修改半径值

30. 修改后的混合角

图 4-34 显示了修改圆角半径后，混合角的形状。

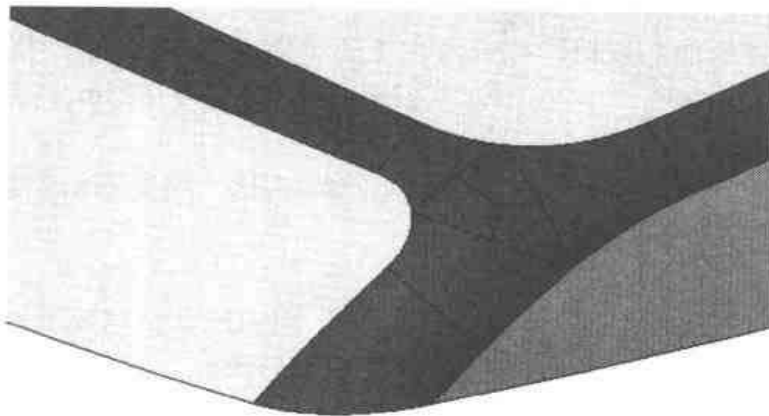


图 4-34 修改后的混合角

31. 拉伸草图

选择“Base sketch”草图，使用下列参数建立拉伸凸台，如图 4-35 所示。

- 深度为 1.25in;
- 拔模角度为 1°;
- 选中【合并结果】复选框。

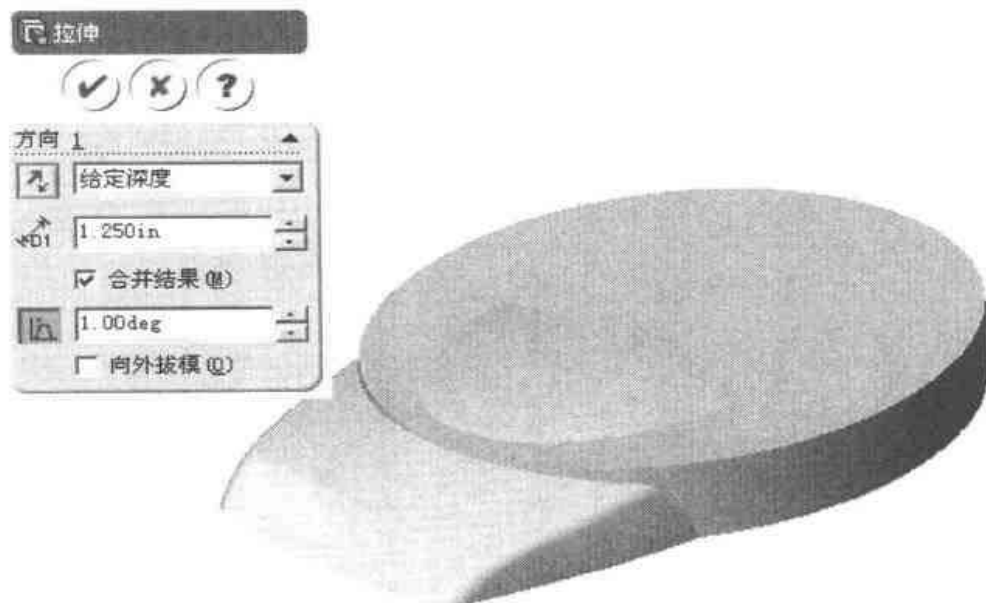


图 4-35 拉伸草图

32. 等距平面

从拉伸凸台的顶面向上，建立一个距离为 4in 的等距平面，如图 4-36 所示。命名该平面为“Top of Helmet”。

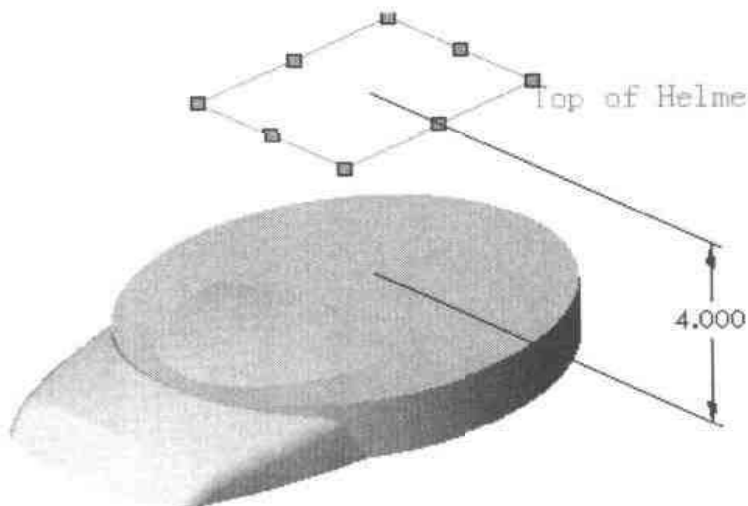


图 4-36 等距平面

33. 绘制路径

选择“Plane2”平面，并建立一幅新草图。平面“Plane2”与“Front”平面平行，而且通过拉伸凸台的椭圆中心。

绘制一条直线满足以下条件，如图 4-37 所示：

- 竖直；

- 下端点与凸台的上表面重合；
- 上端点与等距平面“Top of Helmet”重合；
- 与“Right”平面共线。

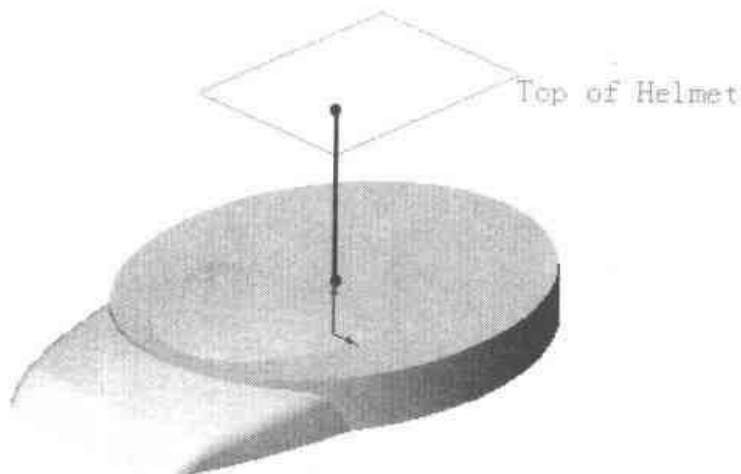


图 4-37 扫描路径

退出草图，且将其命名为“Helmet path”。

34. 绘制第一条引导线

在“Plane2”平面上建立新草图，如图 4-38 所示绘制一个 1/4 椭圆。尺寸 0.1in 是与拉伸凸台的侧影轮廓线一起进行标注的。

退出草图，并将其命名为“Helmet guidel”。

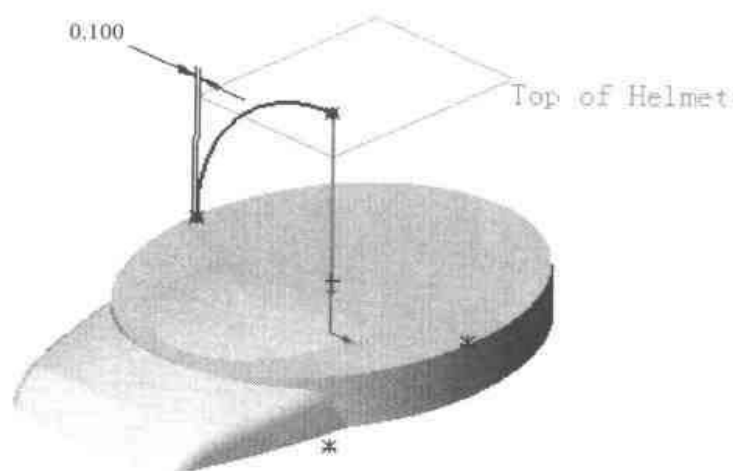


图 4-38 第一条引导线

35. 绘制第二条引导线

在“Right”平面上建立新草图，如图 4-39 所示，绘制一个 1/4 椭圆。退出草图，并

将其命名为“Helmet guide2”。

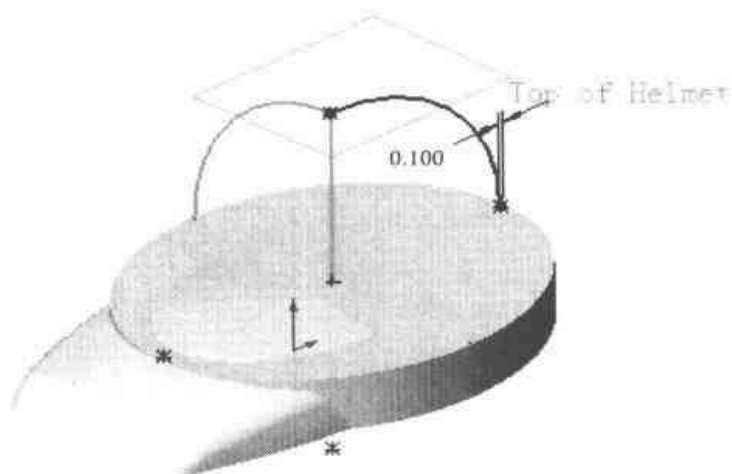


图 4-39 第二条引导线

36. 绘制扫描轮廓

在拉伸凸台的上表面绘制一个椭圆，如图 4-40 所示。满足以下条件：

- 圆心与扫描路径的下端点重合。
- 在短轴与第一条引导线之间建立“穿透”几何关系。
- 在长轴与第二条引导线之间建立“穿透”几何关系。

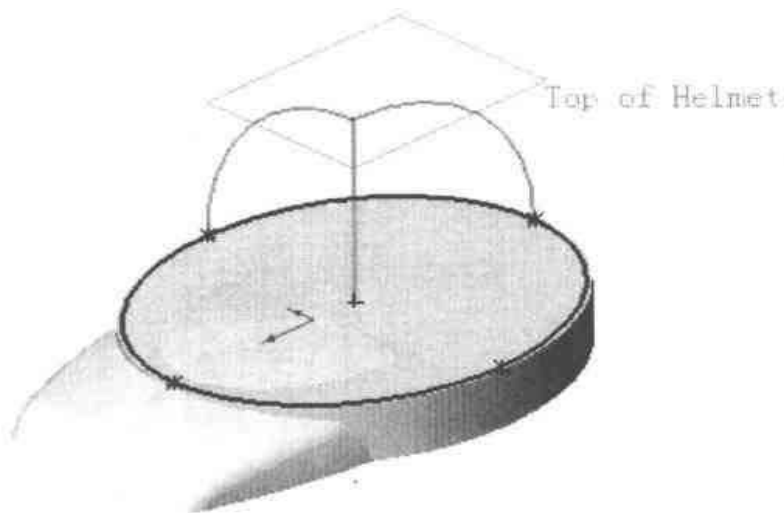


图 4-40 扫描轮廓

退出草图，并将其命名为“Helmet section”。

37. 建立扫描

利用上述的路径和轮廓，并使用引导线建立头盔的主体，注意选中“合并实体”选项，如图 4-41 所示。

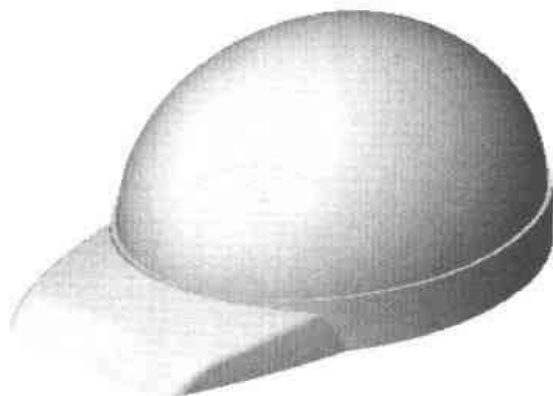


图 4-41 扫描

38. 建立头盔的边

使用头盔的底部平面作为草图平面建立一幅草图，使用“Base sketch”作一个 0.375in 等距实体，如图 4-42 所示。

39. 拉伸帽沿

如图 4-43 所示，向上拉伸草图，建立凸台特征，给定深度为 0.09375in。并将其命名为“Lip”。

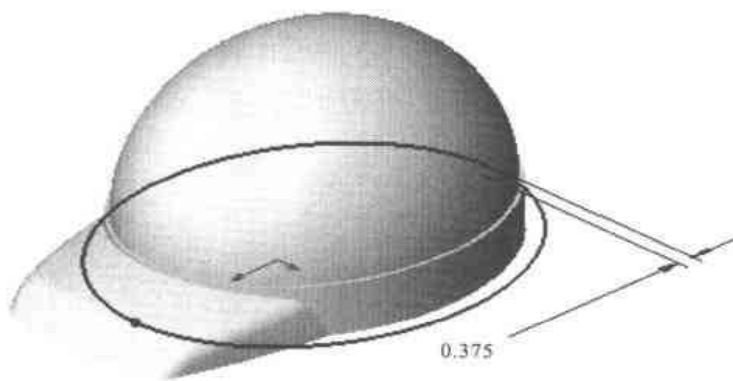


图 4-42 帽沿的草图



图 4-43 拉伸帽沿