

第3章 复杂特征与曲面

【内容】
























在 SolidWorks 中,特征的建立是以草图为依据的,通过拉伸、旋转、扫描、放样等操作将 2D 草图转换为 3D 实体造型。然后,基于上述的实体进行切除、圆角、倒角、钻孔、拔模、抽壳等操作,最终完成单个零件的设计。只要合理地应用和组合特征造型命令,就可以构建出各种复杂的零件实体。本章介绍如何综合使用 SolidWorks 软件中的特征工具与曲面工具来完成复杂的实体造型设计。







【目的】

掌握 SolidWorks 软件的特征工具与曲面工具的造型功能。

3.1 基于特征的实体绘制过程

基于特征的实体绘制过程如下:




- (1) 完成草图的绘制,并确定草图绘制的合理性。
- (2) 在特征工具栏中,使用  (拉伸凸台/基体) 工具、 (旋转凸台/基体) 工具、 (扫描) 工具、 (放样凸台/基体) 工具完成特征实体造型的初步绘制。
 - 如果草图是一个完整的草图形体,如一个圆、一个矩形或直线与它们的组合形体,而没有中心线时,系统只允许使用  (拉伸凸台/基体) 工具。
 - 如果草图中具有中心线元素时,系统将允许使用  (拉伸凸台/基体) 工具、 (旋转凸台/基体) 工具。
 - 上述两种情况都是基于一个草图而言的。如果绘制了两个以上的不同草图(注意这里说的不同草图是指基于不同基准面绘制的草图),系统将允许使用  (拉伸凸台/基体) 工具、 (扫描) 工具、 (放样凸台/基体) 工具。
- (3) 使用  (选择) 工具选取特征实体的一个面,将其作为新的基准面。
- (4) 使用草图工具绘制新的草图形体。
- (5) 使用  (拉伸凸台/基体) 工具、 (旋转凸台/基体) 工具、 (扫描) 工具、 (放样凸台/基体) 工具进行更复杂特征实体的绘制,或通过  (拉伸切除) 工具、 (旋转切除) 工具对上述实体造型进行切除。注意:这些工具都要基于新的草图进行操作。
- (6) 使用  (圆角)、 (倒角)、 (异型孔向导)、 (简单直孔) 等工具对已经绘制的特征实体造型进行修改加工。
- (7) 通过  (拔模)、 (抽壳) 等工具赋予特征实体造型更多的造型属性。

(8) 通过 (镜像)、 (线性阵列)、 (圆周阵列) 等工具复制上述的特征属性到新的位置, 或者通过 (变形)、 (压凹) 和 (弯曲) 等工具赋予产品加工工艺特征。
注意: 步骤(6)~(8)是基于特征实体造型进行操作的。




3.2 特征工具在特殊操作中的作用


在这一节中, 将主要了解一些特征工具在特殊操作中所起的作用。

3.2.1 实体曲面的拉伸切除




 (拉伸切除) 工具与 (拉伸凸台/基体) 工具非常相似, 它们惟一的不同是: 前者是用一个实体去挖切另一个实体, 而后者是将不同的实体相叠加。两者都需要基于草图才能完成操作。下面的练习将使用 (拉伸切除) 工具对圆柱实体进行表面厚度的切除, 在这个练习中, 将会看到不同的切除深度对圆柱实体的最终形体的影响, 其操作步骤如下:



(1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”, 单击 (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用草图工具栏中的 (圆) 工具以及特征工具栏中的 (拉伸凸台/基体) 工具绘制一个直径为 80mm、高度为 60mm 的圆柱实体。

(3) 在特征管理器设计树中选取“上视基准面”, 单击参考几何体工具栏中的 (基准面) 工具, 新建一个与上视基准面平行且等距为 60mm 的基准面 1。


(4) 保持基准面 1 的选取, 单击 (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。

(5) 单击草图工具栏中的 (中心线) 工具和 (椭圆) 工具, 在圆柱的投影面上绘制一个椭圆, 并单击 (智能尺寸) 工具对椭圆进行尺寸的完全定义, 如图 3-1 所示。注意: 绘制中心线时, 以圆柱边线的中点为起始点进行绘制。

(6) 单击图形区域右上角的 图标结束草图 2 的绘制。单击特征工具栏中的 (拉伸切除) 工具, 在“终止条件”选项框中选择“到离指定面指定的距离”, 移动鼠标指针到图形区域中选取圆柱的弧表面为指定面, 设置切除的等距距离为 4mm, 并勾选“反向等距”复选框。

(7) 单击 (确定) 按钮, 结束“拉伸-切除 1”特征造型的绘制, 结果如图 3-2 所示。

(8) 下面对拉伸切除的属性设置进行一点细微的改变。鼠标右键单击特征管理器设计树中的“拉伸-切除 1”特征, 并在快捷菜单中选择“编辑定义”命令, 开始对特征实体进行编辑。

(9) 重新设置等距距离为 15mm, 单击 (确定) 按钮结束特征属性的编辑, 结果如图 3-3 所示。实际上, 当等距距离的数值大于 10mm (即圆柱半径 40mm 减去椭圆长轴 30mm 的数值), 就会得到如图 3-3 所示的结果。

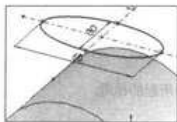


图 3-1 绘制椭圆

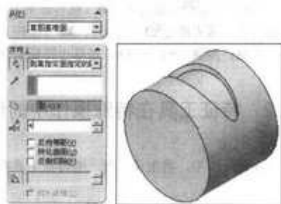


图 3-2 “拉伸-切除1”特征

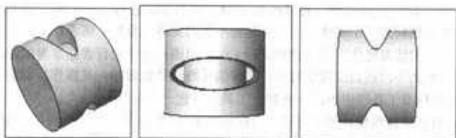







图 3-3 改变拉伸切除属性设置的结果

3.2.2 在曲面上进行方向拉伸

在 SolidWorks 2005 软件中， (拉伸凸台/基体) 工具增加了新的功能，在“拉伸”属性管理器中增加了“开始条件”选项框，选择“曲面/面/基准面”选项可在曲面上进行拉伸操作，其操作步骤如下：

(1) 接着上一节继续进行操作，并注意保持切除的等距距离为 4mm 的设置。

(2) 在特征管理器设计树中选取“基准面 1”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。单击草图工具栏中的 (中心线) 工具和 (圆) 工具绘制如图 3-4 所示的形体。单击图形区域右上角的 图标完成草图 3 的绘制。

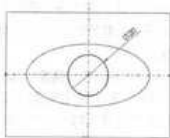









图 3-4 绘制草图 3

(3) 在特征管理器设计树中选取“右视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。使用草图工具栏中的 (中心线) 工具、 (直线) 工具和 (智能尺寸) 工具完成如图 3-5 所示的形体的绘制。单击图形区域右上角的 图标完成草图 4 的绘制。

(4) 在特征管理器设计树中选取草图 3，单击特征工具栏中的 (拉伸凸台/基体) 工具，显示“拉伸”属性管理器，在拉伸的“开始条件”选项框中选择“曲面/面/基准面”，并在图形区域中选取如图 3-6 所示的实体面。接下来激活“拉伸方向”选项框，并在特征管理器设计树中选择草图 4，设置深度值为 40mm。单击 (确

定)按钮完成“拉伸2”的绘制,结果如图3-7所示。

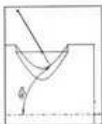


图 3-5 绘制草图 4



图 3-6 选取实体面















图 3-7 “拉伸2”特征

3.2.3 全面掌握扫描特征

扫描是通过沿着一条路径移动轮廓(截面)来生成基体、凸台、切除或曲面的操作。下面通过实例来介绍简单扫描和使用引导线进行扫描的过程,便于读者全面掌握扫描特征。

1. 简单扫描

进行简单扫描的操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。
- (3) 使用草图工具栏中的  (中心线) 工具和  (多边形) 工具, 过草图原点绘制一个内切圆直径为 60mm 的六边形(注意: 要使草图处于完全定义状态, 必须先定义多边形端点和中心线之间的“重合”几何关系), 然后再标注尺寸。单击图形区域右上角的  图标, 结束草图 1 的绘制。
- (4) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。
- (5) 单击标准视图工具栏中的  (等轴测) 工具, 将视图调整到 3 维可视角度, 单击草图工具栏中的  (样条曲线) 工具, 以草图 1 的内切圆的圆心为曲线的起点(注意推理指针的显示)绘制如图 3-8 所示的曲线, 单击图形区域右上角的  图标, 结束草图 2 的绘制。
- (6) 单击特征工具栏中的  (扫描) 工具, 并在特征管理器设计树中选择草图 1 为扫描特征的“轮廓”, 选择草图 2 为扫描特征的“路径”, 此时系统在图形区域显示预览结果, 如图 3-9 所示。
- (7) 单击  (确定) 按钮, 系统弹出如图 3-10 所示的警告框。想要解决这个问题, 可以回到草图 2 的编辑状态。选取曲线上的控制点并加以调整, 将曲线的曲率调整得平坦一些, 这样就可以消除扫描实体面的相交现象。但是, 这里笔者并没有使用这个解决方法, 而是将“方向/扭转类型”改为“保持法向不变”。单击  (确定) 按钮, 完成特征实体的绘制, 结果如图 3-11 所示。

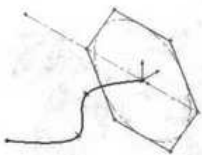


图 3-8 绘制曲线草图

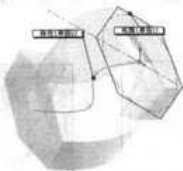


图 3-9 放样预览结果






图 3-10 警告框







图 3-11 简单扫描实体


2. 使用引导线进行扫描




使用引导线进行扫描的操作步骤如下：

(1) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 1 的绘制。使用草图工具栏中的（多边形）工具绘制一个六边形，单击图形区域右上角的图标，完成草图 1 的绘制。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 2 的绘制。

(3) 单击标准视图工具栏中的（等轴测）工具，将视图调整到 3 维可视角度，单击草图工具栏中的（直线）工具，以草图 1 的内切圆的圆心为直线的起点（注意推理指针的显示）绘制如图 3-12 所示的直线，单击图形区域右上角的图标，结束草图 2 的绘制。

(4) 再次在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 3 的绘制。

(5) 单击草图工具栏中的（样条曲线）工具，以草图 1 的实线端点为起点（注意推理指针的显示）绘制出如图 3-13 所示的曲线，单击（选择）工具选取曲线的起点，然后在“点”属性管理器的“现有几何关系”选项框中删除所有的几何关系，单击图形区域右上角的图标，结束草图 3 的绘制，结果如图 3-13 所示。

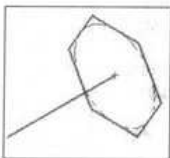


图 3-12 绘制草图 2 中的直线

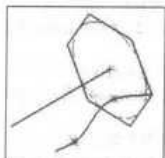


图 3-13 绘制草图 3 中的曲线

(6) 在特征管理器设计树中选择草图 1，并将其拖至草图 3 的后面，以便在编辑草图 1 时可以在图形区域中显示草图 3 的实体图形。

(7) 保持草图 1 的选取，单击 (草图绘制) 工具进行草图 1 的编辑，选取六边形边线的端点以及草图 3 的曲线，在“添加几何关系”选项栏中选择“穿透”几何关系，单击图形区域右上角的 图标，结束草图 1 的编辑。

(8) 单击特征工具栏中的 (扫描) 工具，选择草图 1 为扫描特征的“轮廓”，选择草图 2 为扫描特征的“路径”，选择草图 3 为扫描特征的“引导线”，单击 (确定) 按钮，完成实体特征的绘制，结果如图 3-14 所示。

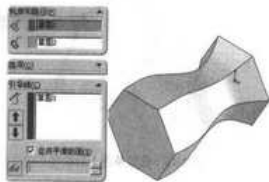


图 3-14 引导线扫描特征

3.2.4 全面解析放样操作

放样是指在轮廓之间进行过渡，从而生成特征。在放样特征之前，必须拥有两个以上的不相交的草图。

1. 了解简单放样中对应点的设置

在下面的练习中，我们将在熟悉简单放样特征的同时，了解对应点的不同设置的实体放样的最终结果的影响，其操作步骤如下：

(1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具，新建一个文件。




(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击参考几何体工具栏中的 (基准面) 工具，新建一个平行于前视基准面且等距离为 50mm 的基准面 1。

(3) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制，使用草图工具栏中的 (多边形) 工具，以草图原点为中心绘制一个六边形。用同样的方法，在基准面 1 上绘制另一个六边形，如图 3-15 所示。

(4) 单击图形区域右上角的 图标，结束草图的绘制。单击特征工具栏中的 (放样凸台/基体) 工具，激活“轮廓”选项框，并移动鼠标指针到图形区域中选取草图 1 的端点 1，

此时系统显示文字标记,如图 3-16 所示。继续移动鼠标指针选取草图 2 的端点 2,系统将会预显特征结果,如图 3-17 所示。

(5) 通过上述的操作,不难发现:选择不同草图的对应点,将会得到不同的结果。图 3-18 为不同对应点设置的特征实体。

(6) 在特征管理器设计树中选择“放样 1”特征,然后按下<Delete>键将其删除。继续在特征管理器设计树中选择“右视基准面”,单击 (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用草图工具栏中的 (中心线) 工具和 (直线) 工具,过草图原点绘制一条和水平线夹角为 60° 的直线,如图 3-19 所示。

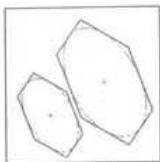


图 3-15 绘制草图 1 与草图 2

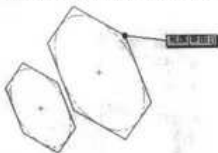


图 3-16 选取草图 1 的端点 1 进行放样

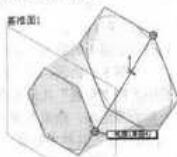



图 3-17 选取草图 2 的端点



图 3-18 不同对应点设置的特征实体

(7) 再次单击特征工具栏中的 (放样凸台/基体) 工具,并在图形区域中选择草图 1 和草图 2 为放样的“轮廓”。在“起始/结束约束”选项栏的“开始约束”选项框中选择“方向向量”。然后在图形区域中选择草图 3 为方向向量,如图 3-20 所示。此外,还可以改变“起始处相切长度”的数值来塑造放样形体。若在“开始约束”选项框中选择“垂直于轮廓”,且如图 3-21 左所示设定其参数,则结果如图 3-21 右所示。

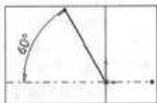


图 3-19 绘制草图 3

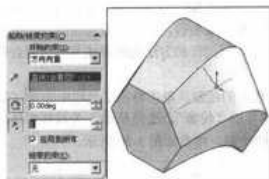


图 3-20 改变方向向量

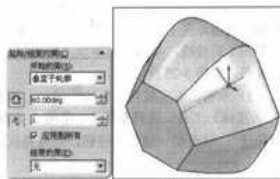







图 3-21 在“开始约束”选项框中选择“垂直于轮廓”

2. 在简单放样的基础上完成中心线引导线放样

使用中心线引导线放样的操作步骤如下：

(1) 这里以简单放样操作中绘制的草图 1 和草图 2 为轮廓，接着简单放样操作中的步骤 (3) 进行操作。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击  (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用草图工具栏中的  (样条曲线) 工具绘制一条曲线，注意曲线的端点与两草图的内切圆的圆心有“重合”几何关系，如图 3-22 所示。

(3) 单击图形区域右上角的  图标，结束草图 3 的绘制。单击特征工具栏中的  (放样) 工具，选择草图 1、草图 2 为放样实体的“轮廓”，选择草图 3 为放样实体的“中心线”，单击  (确定) 按钮，完成特征实体的绘制，如图 3-23 所示。这里需要注意的是：指定不同轮廓的对应点将会得到不同的特征实体，如图 3-24 所示。同时因为对应点的变化，可能会引起放样曲面的相交现象而导致操作的失败。

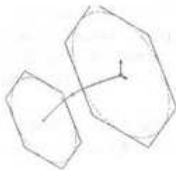


图 3-22 绘制中心引导线

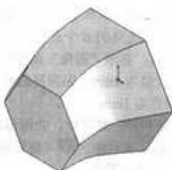


图 3-23 放样实体特征

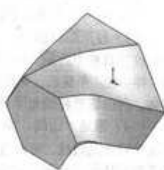







图 3-24 不同设置选取的结果

3. 使用引导线进行放样特征

使用引导线进行放样特征操作步骤如下：

(1) 这里依然以简单放样一节中的两个草图为轮廓进行这一节的操作(回到简单放样一节中的 (3))。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 3 的绘制，使用草图工具栏中的（样条曲线）工具绘制一条曲线，然后选取曲线的一个端点以及草图 1 的边线，并为它们添加“穿透”几何关系，用同样的方法完成曲线另一个端点的几何关系，如图 3-25 所示。

(3) 单击图形区域右上角的图标，结束草图 3 的绘制，单击特征工具栏中的（放样凸台/基体）工具，选择草图 1、草图 2 为放样实体的“轮廓”，选择草图 3 为放样实体的“引导线”，单击（确定）按钮，完成特征实体的绘制，结果如图 3-26 所示。

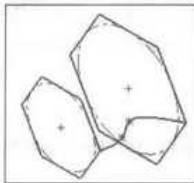







图 3-25 绘制草图 3 曲线



图 3-26 引导线放样特征

3.2.5 逆转参数的实际应用

在“圆角”属性管理器中有一个功能很强大的选项：逆转参数，下面通过绘制色子实体造型实例来说明它的实际应用，其操作步骤如下：

- (1) 单击标准工具栏中的（新建）工具，新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，绘制一个边长为 40mm 的正方体。
- (3) 使用（圆角）工具将正方体的 6 个直角边平面变为直径为 38mm 的圆平面。单击特征工具栏中的（圆角）工具，显示“圆角”属性管理器，在“圆角类型”选项栏中点选“等半径”单选钮，并设置半径值为 1mm。因为目的是要绘制所有面为直径 38mm 的圆面实体，所以这里将圆角半径值设置为 1mm。
- (4) 激活“边线、面、特征和环”选项框，在图形区域中选取立方体的所有边线。对于实体背面的边线，可以通过标准工具栏中的（旋转视图）工具来选取。此外，也可以直接选取实体的所有面来完成圆角的属性设定。
- (5) 激活“逆转参数”选项框，并在图形区域选取立方体的所有顶点。
- (6) 设置逆转距离为 19mm（为圆平面的半径值），然后单击“设定所有”按钮，此时，系统将被选择的每一个顶圆角的半径均设定为 19mm，如图 3-27 所示。
- (7) 单击（确定）按钮，完成色子实体造型的绘制，结果如图 3-28 所示。

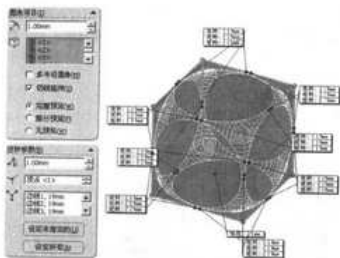


图 3-27 逆转参数的设置

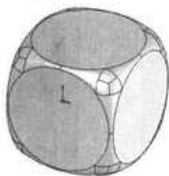



图 3-28 色子实体造型


3.2.6 不同形式的拔模特征

使用  (拔模) 工具可以将选取的实体面斜削一定的角度, 也就是将垂直的面斜削为具有坡度的面, 在机械加工中的应用是为了使零件更容易脱出模具。可以在现有的零件上进行拔模操作, 或者在“拉伸”属性管理器中勾选“向外拔模”复选框。

1. 分型线拔模

分型线拔模的操作步骤如下:

(1) 首先参照如图 3-29 左所示的草图数据, 绘制出如图 3-29 右所示的零件实体(其中, 拉伸深度为 10mm)。

(2) 单击特征工具栏中的  (拔模) 工具, 显示“拔模”属性管理器, 在“拔模类型”选项框中选择“分型线”, 并设置拔模角度为 10° 。

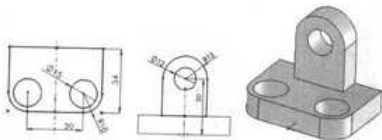


图 3-29 零件实体

(3) 选取实体的一个边线为拔模方向, 并指定它相邻的垂直边为分型线, 在“拔模沿面延伸”选项框中选择“沿切面”。注意: 此时系统将包含分型线的一个平面显示为绿色, 表示为拔模面。但是, 被选择的分型线是两相邻面的交线, 所以包含分型线的平面就有两个,

这里可以通过单击“其它面”按钮来重新指定拔模面，两种不同属性设置的情况如图 3-30 所示。此外，还需注意的是：如果分型线方向和拔模方向在空间关系上具有垂直的关系，如图 3-30 左所示，则会导致特征操作的失败。

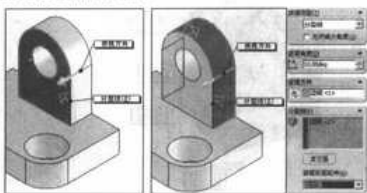


图 3-30 分型线拔模的属性设置

(4) 拔模属性设置如图 3-30 右所示，单击 (确定) 按钮，完成特征的绘制，结果如图 3-31 所示。

(5) 如果想进一步了解分型线拔模在形体中的应用，可以通过绘制一个正方体，并在其中的一个平面上绘制一条分割线来进行拔模的操作。在图形区域中选择正方体的一个面，使用草图工具栏中的 (直线) 工具绘制一条斜线。单击图形区域右上角的 图标，结束新草图的绘制。然后单击曲线工具栏中的 (分割线) 工具，在“分割类型”选项栏中点选“投影”单选钮，激活“要投影的草图”选项框并在图形区域选取绘制的斜线，以同样的方式选取正方体的平面为“要分割的面”。单击 (确定) 按钮，完成分割线的绘制，结果如图 3-32 所示。

(6) 单击特征工具栏中的 (拔模) 工具，在“拔模类型”选项框中选择“分型线”，并改变拔模角度为 10°。选择正方体的垂直边线为“拔模方向”，选择分割线为“分型线”（单击“其它面”按钮保持分型线的方向朝下）。单击 (确定) 按钮，完成拔模操作，结果如图 3-33 所示。



图 3-31 分型线拔模造型



图 3-32 绘制分割线

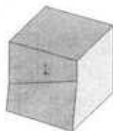




图 3-33 对形体进行拔模操作

2. 允许减少角度

在上面的操作中提到，如果分型线上的空心箭头方向与拔模方向有空间垂直关系的，

就无法完成特征的绘制,但是,如果选择的分型线为圆弧线(圆弧与拔模方向线有相切关系)时,就有可能造成圆弧端点的方向与拔模方向有垂直关系。在这种特殊情况下,可用系统提供的“允许减少角度”选项来解决这个问题,其操作步骤如下:

- (1) 继续以如图 3-29 所示的零件为操作对象进行拔模特征的练习。
- (2) 单击特征工具栏中的  (拔模) 工具,在“拔模类型”选项框中选择“分型线”,勾选“允许减少角度”复选框,并设置拔模角度为 10° 。
- (3) 选取实体的一条垂直边线为“拔模方向”,选取圆弧为“分型线”,如图 3-34 所示。
- (4) 单击  (确定) 按钮,结束拔模特征的操作,结果如图 3-35 所示。

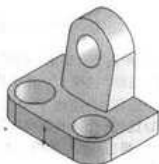











图 3-35 拔模特征

3. 阶梯拔模

阶梯拔模为分型线拔模的变体。下面的操作将使用“分割线”命令来完成阶梯拔模,其操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具,新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”,绘制出一个 $100\text{mm} \times 70\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的长方体。
- (3) 在图形区域中选取长方体的表面,单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用草图工具栏中的  (直线) 工具绘制出如图 3-36 所示的形体。注意:线段之间不要有“垂直”几何关系。
- (4) 单击图形区域右上角的  图标,结束草图 2 的绘制。在特征管理器设计树中保持草图 2 的选取,单击曲线工具栏中的  (分割线) 工具,显示“分割线”属性管理器,在“分割类型”选项栏中点击“投影”单选按钮。然后激活“要分割的面”选项框,并在图形区域中选取长方体的 4 个面。单击  (确定) 按钮,完成分割线的绘制,结果如图 3-37 所示。
- (5) 按住 $\langle \text{Ctrl} \rangle$ 键选取如图 3-37 所示的线段和“上视基准面”,单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具,在“基准面”属性管理器中设置旋转角度为 0° 。单击  (确定) 按钮,完成基准面 1 的绘制。
- (6) 在特征管理器设计树中保持“基准面 1”的选取,单击特征工具栏中的  (拔模) 工具,此时系统以“基准面 1”为“拔模方向”。在“拔模类型”选项框中选择“阶梯拔模”,

并设置拔模角度为 20° 。激活“分型线”选项框，然后在图形区域选取步骤(4)绘制的所有分割线，如图 3-38 所示。如果作用面（绿色显示）与图 3-38 显示的不一样的，可以单击“其它面”按钮来改变作用面。

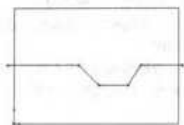




图 3-36 绘制草图 2



图 3-37 绘制分割线

(7) 单击  (确定) 按钮，完成阶梯拔模特征的绘制，如图 3-39 所示。在特征管理器设计树中选择“拔模 1”，并在其右击快捷菜单中选择“编辑特征”命令，然后在“拔模类型”选项框中选择“分型线”，单击  (确定) 按钮，完成如图 3-40 所示的形体的绘制，这里，读者可以比较一下阶梯拔模和分型线拔模的区别。

(8) 最后可通过如图 3-41 所示的形体，来比较一下点选“垂直阶梯”与“锥形阶梯”单选钮的不同结果。

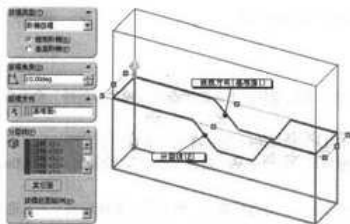


图 3-38 阶梯拔模属性设置



图 3-39 阶梯拔模特征



图 3-40 分型线拔模特征

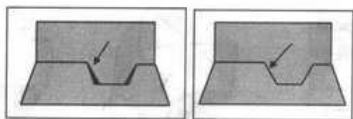



图 3-41 点选“垂直阶梯”与“锥形阶梯”单选钮的不同结果

3.2.7 圆顶

 (圆顶) 工具不仅可以作用于实体平面, 还可以对实体曲面进行操作。

1. 平面圆顶

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 并使用草图工具和特征工具绘制一个六棱柱(其中, 六边形的内切圆直径为 90mm, 拉伸高度为 50mm), 即“拉伸 1”特征。

(3) 在图形区域中选择实体的上平面, 单击特征工具栏中的  (圆顶) 工具, 显示“圆顶”属性管理器, 如图 3-42 所示。设置距离为 10mm, 并取消对“连续圆顶”复选框的选择, 单击  (确定) 按钮, 完成圆顶特征的绘制, 结果如图 3-43 所示。如果单击“圆顶”属性管理器中的  (反向) 按钮, 则结果如图 3-44 所示。



图 3-42 “圆顶”属性管理器



图 3-43 圆顶特征



图 3-44 反向圆顶特征






(4) 在图形区域中选取六棱柱的下表面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图的绘制。使用草图工具栏中的  (圆) 工具绘制一个直径为 60mm 的圆, 然后单击  (拉伸凸台/基体) 工具, 并设置拉伸深度为 40mm, 单击  (确定) 按钮, 完成“拉伸 1”特征的绘制。单击特征工具栏中的  (圆顶) 工具, 激活“到圆顶的面”选项框, 然后在图形区域中选取“拉伸 2”特征的表面, 并设置距离为 60mm。此时系统将会在“圆顶”属性管理器中添加一个“椭圆圆顶”复选框, 如图 3-45 所示。如果勾选它, 将会得到如图 3-46 所示的结果; 相反, 将会得到如图 3-47 所示的特征造型。此外, 还可以通过将距离设为 0 来得到如图 3-48 所示的形体。



图 3-45 “圆顶”属性管理器

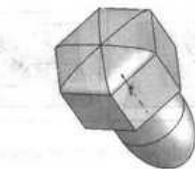


图 3-46 生成椭圆圆顶



图 3-47 圆顶特征

2. 曲面圆顶

(1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击 (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制, 使用草图工具栏中的 (样条曲线) 工具绘制如图 3-49 所示的曲线。单击图形区域右上角的 图标完成草图 1 的绘制。



图 3-48 距离为 0 的圆顶

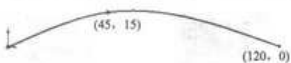


图 3-49 草图 1 曲线

(3) 保持草图 1 的选择, 并单击曲面工具栏中的 (拉伸曲面) 工具, 设置拉伸深度为 100mm, 单击 (确定) 按钮完成“曲面-拉伸 1”特征的绘制。

(4) 保持“曲面-拉伸 1”特征的选择, 单击特征工具栏中的 (加厚) 工具, 在“加厚”属性管理器中设置厚度为 5mm, 其他属性为缺省设置, 单击 (确定) 按钮完成“加厚 1”特征的绘制。

(5) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击 (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制, 使用草图工具栏中的 (矩形) 工具和 (线性草图排列和复制) 工具绘制如图 3-50 所示的形体, 单击图形区域右上角的 图标完成草图 2 的绘制。

(6) 单击特征工具栏中的 (拉伸凸台/基体) 工具, 在“开始条件”选项框中选择“曲面/面/基准面”, 并在图形区域中选择“加厚 1”特征的上表面为拉伸操作的开端。设置拉伸深度为 5mm。单击 (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制, 如图 3-51 所示。

(7) 单击特征工具栏中的 (圆顶) 工具, 并在图形区域中选取如图 3-52 所示的一系列曲面, 设置圆顶距离为 5mm。单击 (确定) 按钮完成曲面圆顶造型的绘制, 如图 3-53

所示。

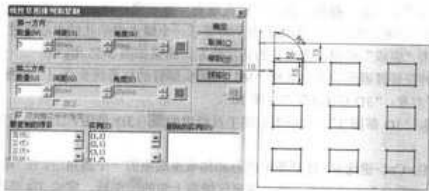


图 3-50 草图 2 的绘制



图 3-51 “拉伸 1”特征

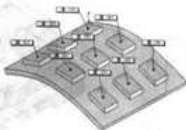




图 3-52 选择圆顶操作面





图 3-53 曲面圆顶造型

3.2.8 异型孔向导

 (异型孔向导) 工具与  (简单直孔) 工具一样可以在实体表面上直接进行特征的操作, 它能绘制多种样式的孔, 如柱形沉头孔、锥形沉头孔、螺纹孔、管螺纹孔、旧制孔等。

1. 在平面上绘制异型孔

(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出“轴承座.sldprt”文件。

(2) 单击特征工具栏中的  (异型孔向导) 工具, 弹出“孔定义”对话框, 如图 3-54 所示。

(3) 单击“柱形沉头孔”标签, 系统显示其对应的属性和参数。

(4) 在“标准”选项框中选择“ANSI Metric”标准, 于是, 尺寸单位将变为为用户所熟悉的毫米制; 在“螺纹类型”选项框中选择“圆凹头盖螺钉”; 在“尺寸”选项框中选择“M3”, 此时, 在“说明”文本框中将显示“M3 圆凹头盖螺钉的柱形沉头孔”。





图 3-54 “孔定义”对话框

(5) 最后在“结束条件和深度”选项框中选择“完全贯穿”，其他参数为默认设置。
(6) 单击“下一步”按钮，弹出“钻孔放置”提示框。移动鼠标指针到图形区域中选择轴承底座表面，此时，在实体表面上将显示一个绿点表示孔的中心位置。

(7) 单击“完成”按钮，完成孔的初步绘制，结果如图 3-55 所示。

(8) 在特征管理器设计树中选择“M3 凹圆头螺钉的柱形沉头孔 1”特征前的+符号，显示出它的子对象：“3D 草图 1”、“草图 10”。

(9) 选取“3D 草图 1”，并单击草图工具栏中的 (3D 草图) 工具，开始编辑 3D 草图 1。

(10) 按住<Ctrl>键选取 3D 草图中的点和轴承底座底座的一个圆角边，在“添加几何关系”选项栏中选择“重合”几何关系。单击图形区域右上角的 图标，完成 3D 草图 1 的编辑，结果如图 3-56 所示。

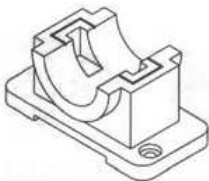


图 3-55 绘制异型孔

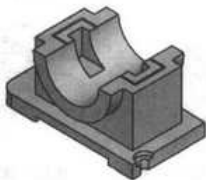



图 3-56 调整孔的位置

(11) 单击标准工具栏中的 (保存) 工具，保存该文件。


2. 在曲面上绘制异型孔

(1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具，新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，绘制一个直径为 50mm、高为 50mm 的圆柱，下面的操作将在此实体面上进行。

(3) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击参考几何体工具栏中的 (基准面) 工具，并设置等距距离为 30mm。

(4) 单击 (确定) 按钮，完成基准面 1 的绘制，如图 3-57 所示。

(5) 保持基准面 1 的选取，单击特征工具栏中的 (异型孔向导) 工具，弹出“孔定义”对话框。在对话框中单击“锥形沉头孔”标签，在“螺纹类型”选项框中选择“平头螺钉 - ANSI B18.6.7M”；在“尺寸”选项框中选择“M6”；在“结束条件和深度”选项框中选择“给定深度”，并设置深度为 20mm。

(6) 单击“下一步”按钮，弹出“钻孔放置”提示框。移动鼠标指针在基准面 1 上单击鼠标确立孔的中心点的位置。

(7) 单击“完成”按钮，完成孔的绘制，结果如图 3-58 所示。



图 3-57 建立基准面 1

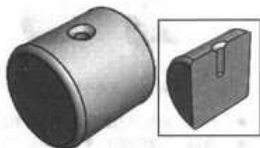



图 3-58 绘制异型孔


3.2.9 特型

 (特型) 工具可以对所选曲面进行展开、约束或拉紧操作，从而在模型上生成一个变形曲面。特型的造型能力相当强大，它不仅仅可以作用于单独的平面，还可以对曲面进行处理；还可以通过点、线、面以及草图来约束特型特征的变形。

1. 在曲面上绘制特型造型

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具，新建一个文件。

(2) 以前视基准面为操作面，通过草图工具与特征工具绘制出一个具有弧面的四方体，如图 3-59 所示。

(3) 单击特征工具栏中的  (特型) 工具，弹出“特型特征”对话框，如图 3-60 所示。激活“特型面”选项框，并在图形区域选取四方体的曲面。

(4) 单击“控制”标签，在“控制”标签上包括“压力”、“曲线影响力”、“伸展”、“弯曲”、“分辨率”等控制滑杆。



图 3-59 绘制四方实体

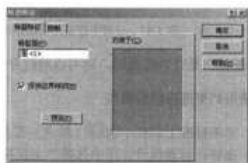


图 3-60 “特型特征”对话框

- 压力：收缩或膨胀特型。压力控制滑杆的作用如图 3-61 所示。
- 曲线影响力：将该特型移开或移向约束实体。如果没有在“特型特征”标签上的“约束于”选项框中选择约束实体，曲线影响力控制滑杆将变为灰色。影响力控制滑杆的作用如图 3-62 所示。



图 3-61 压力控制滑杆的作用



图 3-62 曲线影响力控制滑杆的作用

- 伸展：调整伸展程度。伸展控制滑杆的作用如图 3-63 所示。
- 弯曲：调整弯曲程度。弯曲控制滑杆的作用如图 3-64 所示。



图 3-63 伸展控制滑杆的作用



图 3-64 弯曲控制滑杆的作用

- 分辨率：通过改变面上变形的点数来调整特型的精度。较高的分辨率常会使平整区域更平滑，使约束实体附近的特型更尖锐；较低的分辨率提供较好的性能，但生成较粗糙的特形，而且某些细节可能被忽略。分辨率控制滑杆作用如图 3-65 所示。

(5) 根据上述的阐述进行控制滑杆的调整，单击“确定”按钮，生成的特性特征造型如图 3-66 所示。

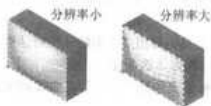


图 3-65 分辨率控制滑杆的作用








图 3-66 特性特征造型


上面的操作是针对曲面的，也可以对四方体的平面进行特型操作。

2. 使用约束进行特型操作

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具，新建一个文件。



(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用草图工具栏中的  (矩形) 工具和  (绘制圆角) 工具绘制出一个边长为 40mm、圆角半径为 10mm 的圆角四边形。

(3) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 1 的绘制，然后使用  (拉伸凸台/基体) 工具拉伸出一个高度为 10mm 的凸台。

(4) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具，绘制一个距离上视基准面为 12mm 的基准面 1。

(5) 保持基准面 1 的选取，单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。这里以实体

的中心为圆心绘制出一个半径为 35mm 的圆。

(6) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 2 的绘制。保持草图 2 的选取，单击特征工具栏中的  (特型) 工具，在图形区域中选取实体的上表面为“特型面”，选取草图 2 为“约束于”形体，然后在“控制”标签上调整各控制滑杆，如图 3-67 所示。

(7) 单击“确定”按钮，完成特征造型的绘制，结果如图 3-68 所示。



图 3-67 用草图形体控制特型



图 3-68 特型造型

(8) 上述操作是通过草图形体对造型进行特型约束的，而用点、线进行特型约束的情形如图 3-69 所示。

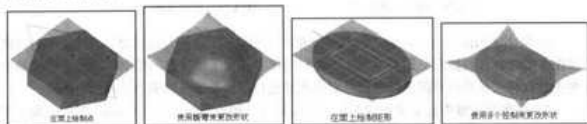








图 3-69 用点与线控制特型

3.3 复制特征要素的特殊使用


这一节主要介绍特征工具栏中的  (线性阵列) 工具、 (圆周阵列) 工具、 (镜像) 工具、 (曲线驱动的阵列) 工具、 (表格驱动的阵列) 工具、 (草图驱动的阵列) 工具的使用，它们有一个共性就是能够通过不同的方式直接或间接地在实体特征上复制一个或多个特征。



3.3.1 线性阵列与几何关系的应用

在前面的章节中，已经多次在草图实体的绘制过程中使用“添加几何关系”命令来完成草图的完全定义。其实，“添加几何关系”命令不仅仅只应用在草图实体的绘制中，下面通过实例说明其作用，操作步骤如下：

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 以前视基准面为操作面绘制一个 70mm×40mm 的矩形, 并进行尺寸标注。

(3) 单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具, 拉伸出一个厚度为 30mm 的四方体。

(4) 单击特征工具栏中的  (抽壳) 工具, 设置抽壳厚度为 1mm, 并选取四方体的背面为“移除的面”, 单击  (确定) 按钮结束壳体特征的绘制, 如图 3-70 所示。





(5) 移动鼠标指针在图形区域选择盒体的正面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用草图工具栏中的  (圆) 工具和  (智能尺寸) 工具绘制一个直径为 32mm 的圆。单击草图工具栏中的  (构造几何线) 工具, 使草图实体转化为虚线引导线, 如图 3-71 所示。



图 3-70 绘制壳体特征

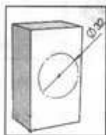











图 3-71 绘制草图 2

(6) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 2 的绘制。这一点很重要, 因为接下来将进行草图 3 的绘制, 假如忘记结束草图 2 的绘制而接着进行下面实体的绘制, 在特征管理器设计树中就仅仅只能看到草图 2 的存在, 造成无法进行后面添加几何关系的操作。

(7) 在图形区域中选取盒体的正面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。单击草图工具栏中的  (直线) 工具, 先随意绘制出一个四边形, 然后按住<Ctrl>键选择四边形的一个端点和草图 2 中的圆边, 并在“添加几何关系”选项栏中选择“重合”几何关系, 单击  (确定) 按钮完成几何关系的设置。用同样的方法为其他 3 个端点添加几何关系, 最终使四边形的 4 个端点全部吸附在草图 2 的圆边上, 如图 3-72 所示。

(8) 单击  (智能尺寸) 工具对四边形体进行尺寸的标注, 如图 3-73 所示。注意: 草图 3 一定要完全定义, 同时必须以如图 3-73 所示的标注方法进行标注, 否则将无法完成后面的操作。

(9) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 3 的绘制。然后单击特征工具栏中的  (拉伸切除) 工具, 在“终止条件”选项框中选择“完全贯穿”, 单击  (确定) 按钮完成“切除-拉伸 1”特征的绘制。

(10) 在特征管理器设计树中保持“拉伸-切除 1”特征的选取, 然后单击特征工具栏中的  (线性阵列) 工具, 显示“线性阵列”属性管理器, 选择“拉伸-切除 1”为“要阵列的特征”。接着激活“阵列方向”选项框, 并在图形区域中选取如图 3-73 所示的 a 尺寸, 其他参数的设置如图 3-74 所示。

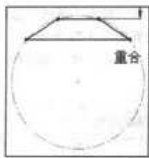


图 3-72 建立几何关系

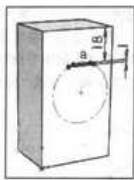


图 3-73 标注尺寸


(11) 单击  (确定) 按钮结束特征阵列操作, 结果如图 3-75 所示。可以看到一系列富有变化的栅格, 这种变化正是巧妙应用几何关系的结果。同时值得注意的是: 在步骤 (9) 中的尺寸标注是为了定义线性阵列的方向, 当将尺寸 a 定义为阵列方向后, 系统就不再默认 a 尺寸为固定不变的数值, 而是让它随着阵列复制数量的增加而增加。



图 3-74 “线性阵列”属性管理器

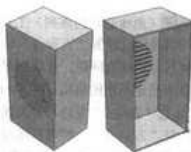






图 3-75 阵列实体造型



(12) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件并取名为“音箱.sldprt”。



3.3.2 曲线驱动的阵列


曲线阵列摆脱了线性阵列中对方向条件有限的约束, 它将曲线的随意与变化赋予阵列的方向, 使复制对象可以随着曲线的变化而变化, 其操作步骤如下:


(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出上面绘制的“音箱.sldprt”文件。

(2) 在图形区域中选择箱体的正面, 并单击  (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。使用草图工具栏中的  (样条曲线) 工具绘制一条曲线, 并用  (构造几何线) 工具使其变为虚线。单击图形区域右上角的  图标结束草图 4 的绘制。

(3) 继续以箱体的正面为基准面进行草图 5 的绘制。用  (圆) 工具在草图 4 的引导曲线上绘制一个直径为 4mm 的圆, 单击图形区域右上角的  图标结束草图 5 的绘制, 结果如图 3-76 所示。

(4) 单击特征工具栏中的  (拉伸切除) 工具, 并在“终止条件”选项框中选择“完全贯穿”, 单击  (确定) 按钮完成“切除-拉伸 2”特征的绘制。

(5) 在特征管理器设计树中保持“切除-拉伸2”特征的选取，单击特征工具栏中的  (曲线驱动的阵列) 工具，显示“曲线驱动的阵列”属性管理器。激活“方向 1”选项框，并在图形区域中选择草图 4 中的引导曲线，其他参数设置如图 3-77 所示。

(6) 单击  (确定) 按钮完成“曲线阵列 1”特征(音箱实体)的绘制，结果如图 3-78 所示。

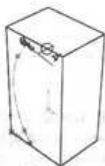


图 3-76 绘制草图 4 与草图 5

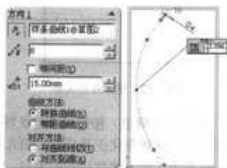



图 3-77 “曲线驱动的阵列”属性管理器

使用  (曲线驱动的阵列) 工具可以在两个不同的方向上进行阵列操作。在上面的练习中，我们就是通过设置“方向 1”选项栏来完成阵列的绘制。若勾选“等间距”复选框可使

阵列实例具有相等的间距，系统根据曲线的长度与实例数来决定间距的数值(间距=曲线长度/实例数)。勾选“方向 2”复选框，系统将显示其下属参数，与“方向 1”一样可以选取曲线为“阵列方向”，如图 3-79 所示。如果“方向 1”与“方向 2”所使用的曲线都是闭环曲线(如圆)，且勾选了“只阵列源”复选框，则结果如图 3-80 所示，可以看到阵列轨迹为过源特征(箭头所指)的两个相交或相切圆。如果勾选了“方向 2”复选框而未选取“阵列方向”选项，就会生成一个隐含

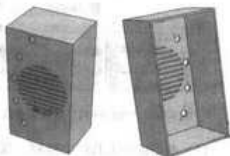


图 3-78 音箱实体

阵列(隐含方向 2 阵列)，若“方向 1”指定为圆形，并点选了“等距曲线”单选按钮，则结果是以“方向 1”的曲线为参照进行放射性复制，如图 3-81 所示。

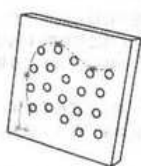


图 3-79 两方向曲线阵列

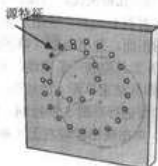


图 3-80 封闭曲线阵列

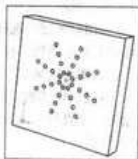


图 3-81 隐含方向 2 阵列

在勾选“方向2”复选框的基础上,可进行如下属性设定:

- 转换曲线:点选此单选按钮,所阵列的特征将使用参考曲线的形状,如图3-82左所示(阵列方向为椭圆形体)。
- 等距曲线:点选此单选按钮,则阵列的特征与参考曲线有等距关系(与等距实体工具的作用相似),阵列结果如图3-82右所示。
- 只阵列源:它隶属于“方向2”选项栏,勾选此复选框,则只对“方向1”中的源特征进行复制,而不复制“方向1”中的复制特征,如图3-83所示(箭头所指的实体为源特征)。

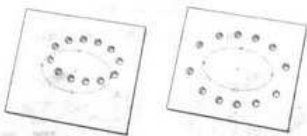


图 3-82 选择“转换曲线”和“等距曲线”的结果对比

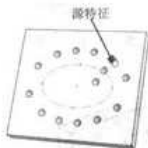







图 3-83 选择“只阵列源”的结果


3.3.3 草图驱动的阵列


 (草图驱动的阵列)工具是基于点的位置来复制实体特征的,可用于对孔或其他特征实体进行操作,其操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (新建)工具,新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”,绘制出一个 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的长方体。用特征工具栏中的  (简单直孔)工具在此实体的基础上绘制出一个直径为 5mm 的圆孔,如图3-84所示。

(3) 在图形区域选取长方体的正面,并单击  (草图绘制)工具进行草图3的绘制。单击草图工具栏中的  (点)工具,移动鼠标指针在实体表面随意绘制出一系列的点,如图3-85所示。单击图形区域右上角的  图标完成草图3的绘制。

(4) 在特征管理器设计树中选择孔1与草图3,单击特征工具栏中的  (草图驱动的阵列)工具,显示“草图驱动的阵列”属性管理器。

(5) 如图3-86所示设置阵列的属性,单击  (确定)按钮完成“草图阵列1”特征的绘制,如图3-87所示。此外,

在“参考点”选项栏中点选“重心”或“所选点”单选按钮,将会得到不同的结果,如图3-88所示。

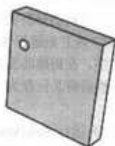


图 3-84 绘制长方体及孔

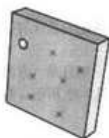


图 3-85 绘制草图 3



图 3-86 “草图驱动的阵列”属性管理器

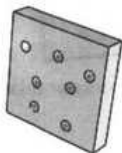


图 3-87 “草图阵列 1”特征

参考点



图 3-88 选择不同参考点的位置

3.3.4 表格驱动的阵列

表格驱动的阵列 (Table-Driven Array) 工具是通过表格中的 X、Y 的坐标数值来定义特征阵列的坐标位置的，它经常被应用于机械加工中的数据提取，在实际操作中可以对已有的模形进行数据采样，然后再通过计算机的分析处理对模形进行改进，其操作步骤如下：

(1) 在开始运行 SolidWorks 2005 之前，先进入 Windows 记事本程序，在新建的文本文件中编写一段简单的数据，如图 3-89 所示，然后将其保存为“1.txt”。在下面的操作中，将调用它的数据。

0,10	
0,20	
0,30	
10,0	
20,0	
30,0	

图 3-89 “1.txt”文本文件

(2) 运行 SolidWorks 2005，新建一个文件。在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，绘制出一个 $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的长方体，并在此实体基础上绘制一个直径为 10mm 的简单直孔，注意对草图进行完全定义，如图 3-90 所示。

(3) 在图形区域中选取长方体的上表面，单击 **草图绘制** (Sketch) 工具进行草图 3 的绘制，单击草图工具栏中的 **点** (Point) 工具，在孔 1 的圆心上绘制点，单击图形区域右上角的 **完成** 图标完成草图 3 的绘制。




(4) 单击参考几何体工具栏中的  (坐标系) 工具, 显示“坐标系”属性管理器, 如图 3-91 所示。在图形区域中选取草图 3 (点) 为坐标系的“原点”。单击  (确定) 按钮建立坐标系 1, 如图 3-92 所示。



图 3-90 绘制长方体及孔 图 3-91 “坐标系”属性管理器 图 3-92 建立坐标系 1

(5) 在特征管理器设计树中选择“拉伸 2”, 单击特征工具栏中的  (表格驱动的阵列) 工具, 弹出“由表格驱动的阵列”对话框, 如图 3-93 所示。

(6) 单击“浏览”按钮, 调入步骤 (1) 建立的“1.txt”文件, 系统将在阵列表格中显示“1.txt”文件中所有数据。接着激活“坐标系”选项框, 并在特征管理器设计树中选择“坐标系 1”, 并选择“孔 1”特征为“要复制的特征”。

(7) 单击“确定”按钮, 完成“表格阵列 1”特征的绘制, 如图 3-94 所示。此外, 也可以双击阵列表格, 直接输入 X、Y 的数值进行阵列操作。

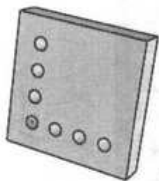


图 3-93 “由表格驱动的阵列”对话框

图 3-94 由表格驱动的阵列特征

3.4 曲线

这一节涉及到曲线工具栏中的 6 个工具。需要注意的是: 曲线工具栏中的曲线工具并不等同于草图绘制工具栏中的曲线以及 3D 曲线工具, 它更多的基于实体的空间来完成 3 维

曲线的绘制, 而这里所得到的曲线可能是一条空间草图实体, 也可能是实体造型的一条边线。下面的内容将详细的介绍各个工具的使用, 使读者能通过一些相关的练习了解它们的用途, 并配合草图绘制工具和特征工具完成一些复杂的实体造型。

3.4.1 组合曲线

使用 $\text{Ctrl}+C$ (组合曲线) 工具可以将多个曲线、草图和实体边线组合成单一的曲线, 可以根据新的组合曲线进行放样、扫描等特征操作, 其操作步骤如下:

(1) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击 $\text{Ctrl}+C$ (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用草图工具栏中的 O (圆) 工具绘制一个以草图原点为圆心、直径为 3mm 的圆。接着, 单击曲线工具栏中的 S (螺旋线/涡状线) 工具, 显示“螺旋线/涡状线”属性管理器, 在“定义方式”选项框中选择“螺距和圈数”, 并设置螺距为 1mm、圈数为 5.4、起始角度为 135°, 单击 OK (确定) 按钮完成“螺旋线/涡状线 1”的绘制, 如图 3-95 所示。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击 $\text{Ctrl}+C$ (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。在特征管理器设计树中选择草图 1, 然后单击 $\text{Ctrl}+I$ (转换实体引用) 工具将草图 1 的形体投影到草图 2 中, 单击图形区域右上角的 C 图标完成草图 2 的绘制。

(3) 单击曲面工具栏中的 S (拉伸曲面) 工具, 设置拉伸深度为 10mm, 单击 OK (确定) 按钮完成“曲面-拉伸 1”特征的绘制, 如图 3-96 所示。

(4) 按下 Ctrl >键选择螺旋线的上端点和“曲面-拉伸 1”特征, 然后单击参考几何体工具栏中的 A (基准面) 工具, 建立一个过曲线端点并与曲面相切的基准面 1, 如图 3-97 所示。



图 3-95 绘制螺旋线

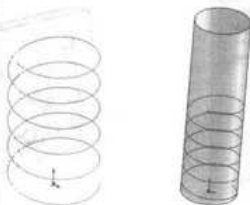


图 3-96 拉伸曲面



图 3-97 建立基准面 1

(5) 保持基准面 1 的选取, 然后单击 $\text{Ctrl}+C$ (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用草图工具栏中的 L (直线) 工具、 R (绘制圆角) 工具和 D (智能尺寸) 工具绘制出如图 3-98 所示的形体, 注意斜线和螺旋线曲线之间具有“相切”几何关系。单击图形区域右上角的 C 图标完成草图 3 的绘制。

(6) 使用步骤 (4) 的方法以螺旋线的下端点和“曲面-拉伸 1”特征为参照完成基准面 2 的绘制。接着以步骤 (5) 的绘制方法在基准面 2 上完成草图 4 的绘制, 如图 3-99 所示。



图 3-98 绘制草图 3

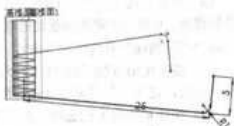











图 3-99 绘制草图 4

(7) 鼠标右键单击特征管理器设计树中的“基准面 1”、“基准面 2”和“曲面 - 拉伸 1”，并在快捷菜单中选择“隐藏”命令。然后，单击曲线工具栏中的  (组合曲线) 工具，依次在特征管理器设计树中选择螺旋线 1、草图 3 和草图 4，单击  (确定) 按钮完成组合曲线 1 的绘制，如图 3-100 所示。

(8) 单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具，在图形区域中选择组合曲线和它的一个端点，单击  (确定) 按钮完成基准面 3 的绘制。

(9) 保持基准面 3 的选择，单击  (草图绘制) 工具进行草图 5 的绘制。使用草图工具栏中的  (圆) 工具，绘制一个以曲线端点为圆心、半径为 0.9mm 的圆，单击图形区域右上角的  图标完成草图 5 的绘制。注意圆半径不能太大，否则会导致扫描特征的绘制失败。

(10) 单击特征工具栏中的  (扫描) 工具，选择草图 5 为“扫描轮廓”，选择组合曲线 1 为“扫描路径”，单击  (确定) 按钮完成“扫描 1”特征的绘制，如图 3-101 所示。

(11) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具，文件取名为“弹簧.sldprt”。




图 3-100 组合曲线







图 3-101 扫描实体


3.4.2 通过参考点的曲线

使用  (通过参考点的曲线) 工具可以对任何空间点进行的操作，包括草图、曲线和实体上的点，其操作步骤如下：

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具，新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，使用草图工具栏中的  (多边形) 工具以及特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具绘制出一个内切圆直径为 70mm、高为 20mm 的正六棱体。

(3) 单击曲线工具栏中的  (通过参考点的曲线) 工具, 显示“通过参考点的曲线”属性管理器, 并要求指定曲线通过的点。移动鼠标指针在图形区域中依次选取六边体的顶点, 并勾选“闭环曲线”复选框, 单击  (确定) 按钮完成曲线 1 的绘制, 如图 3-102 所示。

(4) 按住<Ctrl>键选取曲线 1 和六边体的一个顶点, 单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具, 建立一个过实体点并垂直于曲线的基准面 1。



(5) 保持基准面 1 的选取, 然后单击  (草图绘制) 工具进入草图 2 的绘制。使用草图工具栏中的  (圆) 工具绘制一个直径为 10mm 的圆, 注意圆心与曲线 1 之间具有“穿透”几何关系, 如图 3-103 所示。单击图形区域右上角的  图标完成草图 2 的绘制。




图 3-102 3D 曲线的绘制



图 3-103 绘制草图 2

(6) 单击菜单栏中的“插入”→“切除”→“扫描”命令, 选择草图 2 扫描的“轮廓”, 选择曲线 1 为扫描的“路径”, 如图 3-104 所示。

(7) 单击  (确定) 按钮, 完成特征切除操作, 结果如图 3-105 所示。

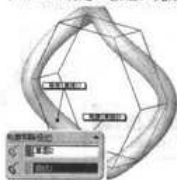





图 3-104 设置扫描属性



图 3-105 扫描切除特征造型

3.4.3 通过 XYZ 点的曲线

 (通过 XYZ 点的曲线) 工具在实际应用中常常表现为逆工程的曲线提取。通常逆工程是先有一个实体模型, 再以三维坐标测量机 CMM 或激光扫描仪器提取实体模型的基本点的数据资料。利用这些数据, 可在计算机中重新塑造虚拟实体, 并通过计算机的图形处理和结构运算来改进实体零件或模拟机构的运动进程。使用  (通过 XYZ 点的曲线) 工具绘制样条曲线的操作步骤如下:

(1) 单击曲线工具栏中的  (通过 XYZ 点的曲线) 工具, 弹出“曲线文件”对话框。在“曲线文件”对话框中可以直接输入 X、Y、Z 的坐标值, 也可以通过单击“浏览”按钮来调入坐标数值文件。

(2) 这里使用调入文件的方式来完成曲线的绘制。调入的文件是笔者通过 Windows 操作系统的记事本程序编写名为“2.txt”的文件, 如图 3-106 所示。单击“浏览”按钮, 并在对话框中选取“2.txt”文件。单击“打开”按钮完成数据的输入, 如图 3-107 所示。

(3) 单击“确定”按钮, 系统将在图形区域中依据数据绘制一条曲线, 如图 3-108 所示。



图 3-106 “2.txt”文本文件



图 3-107 “曲线文件”对话框

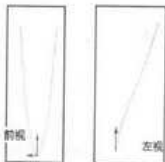





图 3-108 依据数据绘制一条曲线

3.4.4 螺旋线/涡状线

在 3.4.1 节中我们已经接触到了  (螺旋线/涡状线) 工具, 这里再通过具体实例详细介绍其应用, 具体操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 绘制一个直径为 40mm 的圆 (在 SolidWorks 2005 软件中, 要产生一个螺旋线或涡状线时, 必须先绘制一个基础圆)。

(3) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 1 的绘制。单击曲线工具栏中的  (螺旋线/涡状线) 工具, 显示“螺旋线/涡状线”属性管理器, 可根据需要进行选项的设定。

1) 定义方式。“定义方式”选项栏包含如下选项:

- 螺距和圈数: 生成由螺距和圈数所定义的螺旋线。
- 高度和圈数: 生成由高度和圈数所定义的螺旋线。
- 高度和螺距: 生成由高度和螺距所定义的螺旋线。
- 涡状线: 生成由螺距和圈数所定义的涡状线。

2) 参数。“参数”选项栏包含如下选项:

- 高度 (仅限螺旋线): 设定高度。
- 螺距: 为每个螺距设定半径更改比率。螺距的取值范围为 0.001mm~200000mm。
- 圈数: 设定旋转数 (圈数=高度/螺距)。

- 反向：勾选此复选框，则将螺旋线从原点处往后延伸，或生成一向内的涡状线。
- 起始角度：以绘制圆的 X 轴为 0 值，进行起始角度的设置。
- 顺时针：点选此单选按钮，则设定旋转方向为顺时针。
- 逆时针：点选此单选按钮，则设定旋转方向为逆时针。

“参数”选项栏中的选项应用示例如图 3-109 所示。

3) 锥形螺旋线。在“锥度角度”文本框中输入角度值后，可生成锥形螺旋线，如图 3-109 右所示。

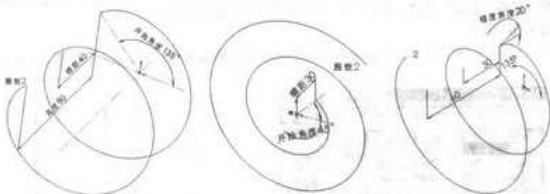



图 3-109 “参数”、“锥形螺旋线”选项栏中的选项应用示例

(4) 本例在“定义方式”选项框中选择“螺距和圈数”，设置螺距为 20mm、圈数为 5、起始角度为 180°，如图 3-110 所示。单击  (确定) 按钮完成螺旋线的绘制，结果如图 3-111 所示。

(5) 以螺旋线的端点以及曲线来建立基准面 1，并在基准面 1 上绘制一个圆，注意圆心与螺旋曲线有“穿透”几何关系。



(6) 单击特征工具栏中的  (扫描) 工具，选择草图 2 中的圆为扫描的“轮廓”，选择螺旋线为扫描的“路径”，单击  (确定) 按钮完成弹簧特征造型的绘制，结果如图 3-112 所示。



图 3-110 螺旋线的属性设置

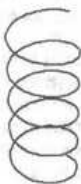


图 3-111 绘制螺旋线



图 3-112 弹簧特征造型

此外,图 3-113 为螺旋线的实际应用,而图 3-114 为涡状线的实际应用。



图 3-113 瓶颈上的螺旋线









图 3-114 闹钟内部机械系统的涡状线


3.4.5 投影曲线

投影曲线工具具有两种投影类型:一种是将绘制的曲线投影到实体面上,获得一条空间曲线;另一种是依据两个相交面上的草图进行空间曲线的定义。下面通过绘制一个风扇实体来说明投影曲线的两种投影类型的应用,其操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具,新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”,使用  (圆) 工具绘制一个以草图原点为圆心、直径为 35mm 的圆,并使用特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具与  (圆角) 工具,绘制一个圆角半径为 3mm、高为 25mm 的圆柱体。

(3) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”,单击  (草图绘制) 进行草图 2 的绘制。单击草图工具栏中的  (样条曲线) 工具绘制如图 3-115 所示的形体。单击图形区域右上角的  图标完成草图 2 的绘制。

(4) 再次以“上视基准面”为操作面进行草图 3 的绘制,方法与步骤 (4) 一样,如图 3-116 所示。单击图形区域右上角的  图标完成草图 3 的绘制。

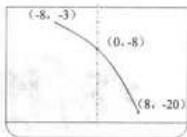


图 3-115 绘制草图 2

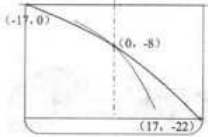





图 3-116 绘制草图 3

(5) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”,单击  (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。单击草图工具栏中的  (圆) 工具绘制一个直径为 80mm 的圆,并使该圆与草图 1 中的圆具有“同心”几何关系。单击图形区域右上角的  图标完成草图 4 的绘制。

(6) 在特征管理器设计树中选择草图 2,单击曲线工具栏中的  (投影曲线) 工具,显




示“投影曲线”属性管理器，如图 3-117 所示。在“投影类型”选项框中选择“草图到面”，此时属性管理器中增加了“投影面”选项框。保持“投影面”选项框的激活状态，在图形区域中选择实体的弧面。单击 （确定）按钮完成曲线 1 的绘制，如图 3-118 所示。







图 3-117 “投影曲线”属性管理器





图 3-118 绘制曲线 1

(7) 按住<Ctrl>键在特征管理器设计树中选取草图 3 与草图 4（注意在选取草图 4 时，选取圆的上半部分，让生成的投影线与曲线 1 同向）。单击曲线工具栏中的 （投影曲线）工具，在“投影类型”选项框中选择“草图到草图”，单击 （确定）按钮完成曲线 2 的绘制，如图 3-119 所示。

(8) 单击曲线工具栏中的 （通过参考点的曲线）工具，并在图形区域中选取曲线 1 与曲线 2 的端点，单击 （确定）按钮完成曲线 3 的绘制。用同样的方法连接另外两端点完成曲线 4 的绘制，如图 3-120 所示。

(9) 单击曲面工具栏中的 （放样曲面）工具，在特征管理器设计树中选择“曲线 1”与“曲线 2”为“轮廓”；选择“曲线 3”与“曲线 4”为“引导线”，如图 3-121 所示。单击 （确定）按钮完成“曲面-放样 1”特征的绘制，如图 3-122 所示。

(10) 在特征管理器设计树中选择“曲面-放样 1”特征，单击特征工具栏中的 （加厚）工具，指定“厚度”类型为“加厚两侧”，设置厚度为 0.4mm。单击 （确定）按钮完成“加厚 1”特征的绘制。

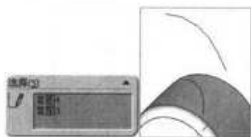


图 3-119 绘制曲线 2

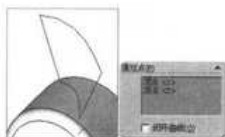




图 3-120 绘制 3D 曲线

(11) 单击特征工具栏中的 （圆角）工具，在“圆角类型”选项栏中点选“等半径”单选按钮，并在“圆角项目”选项栏中勾选“多半径圆角”复选框，然后在图形区域中选取扇叶外缘的两条厚度边作为圆角特征的作用对象。单击 （确定）按钮完成“圆角 2”特征的绘制，结果如图 3-123 所示。

(12) 单击菜单栏中的“视图”→“临时轴”命令，此时图形区域中会显示一条蓝色的

基准轴。

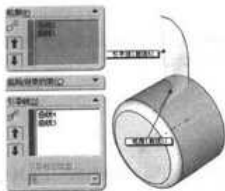




图 3-121 放样曲面的属性设置



图 3-122 “曲面 - 放样 1”特征

(13) 保持临时轴的选取, 单击特征工具栏中的  (圆周阵列) 工具。在特征管理器设计树中选择“圆角 2”特征为“要阵列的实体”, 其他属性设置如图 3-124 所示。单击  (确定) 按钮完成风扇形体特征的绘制, 结果如图 3-125 所示。

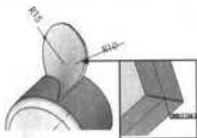


图 3-123 对扇叶进行圆角操作



图 3-124 圆周阵列属性设置

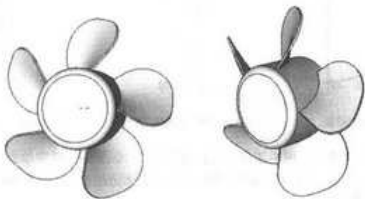



图 3-125 风扇形体特征

(14) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件取名为“风扇.sldprt”。



3.4.6 分割线


使用（分割线）工具可将草图投影到曲面或平面上，并将所选的面分割为多个分离的面，从而允许用户选取每一个面，也可将草图投影到实体面上。




1. 投影与圆角的应用



具体操作步骤如下：

(1) 单击标准工具栏中的（新建）工具，新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 1 的绘制。单击草图工具栏中的（样条曲线）工具绘制出如图 3-126 所示的曲线，曲线的形状为手机造型的半边正视图。注意在绘制曲线前可以先绘制一个 100mm×24mm 的矩形来引导曲线绘制的顺利完成。

(3) 单击特征工具栏中的（拉伸凸台/基体）工具，在“终止条件”选项框中选择“给定深度”，设置设置深度为 15mm。

(4) 在特征管理器设计树中选择“右视基准面”，使用（直线）工具与（样条曲线）工具绘制出如图 3-127 所示的图形。单击图形区域右上角的图标完成草图 2 的绘制。

(5) 单击特征工具栏中的（拉伸切除）工具，在“终止条件”选项框中“完全贯穿”，单击（确定）按钮，得到的实体造型如图 3-128 所示。

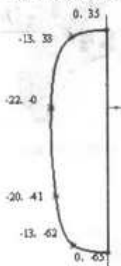


图 3-126 绘制草图 1

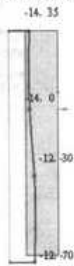








图 3-127 绘制草图 2







图 3-128 切除实体造型

(6) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击（草图绘制）工具进行草图 3 的绘制，如图 3-129 所示。注意样条曲线的端点要与实体边线重合。单击图形区域右上角的图标完成草图 3 的绘制。

(7) 保持草图 3 的选取，单击曲线工具栏中的（分割线）工具，在“分割类型”选项栏中点选“投影”单选框，激活“要分割的面”选项框，并在图形区域中选取实体的上表面，如图 3-130 所示。单击（确定）按钮，完成分割线 1 的绘制，如图 3-131 所示。

(8) 单击特征工具栏中的 (圆角) 工具, 显示“圆角”属性管理器, 在“圆角类型”选项栏中点选“面圆角”单选按钮。在图形区域中选取第一组面与第二组面, 然后激活“边线、面、特征和环”选项框, 并在特征管理器设计树中选择“分割线 1”, 如图 3-132 所示。单击 (确定) 按钮完成“圆角 1”特征的绘制, 结果如图 3-133 所示。

(9) 在特征管理器设计树中选择“右视基准面”, 单击特征工具栏中的 (镜像) 工具, 激活“要镜像的实体”选项框, 并在图形区域中选取整个实体, 单击 (确定) 按钮完成“镜像 1”特征的绘制, 结果如图 3-134 所示。

(10) 单击视图工具栏中的 (旋转视图) 工具旋转实体, 然后单击特征工具栏中的 (抽壳) 工具, 并选取实体的背面进行厚度为 1mm 的薄壳操作, 结果如图 3-135 所示。

(11) 至于手机按钮与屏幕的绘制, 这里就不再进行阐述, 如果读者感兴趣的话可以接着上面的操作继续完成手机其他部件的绘制, 最终结果如图 3-136 所示。

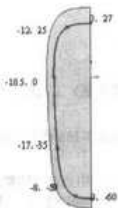


图 3-129 绘制草图 3



图 3-130 分割线属性设置

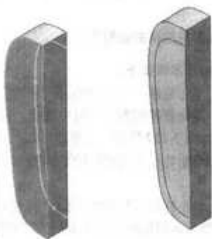


图 3-131 分割线实体

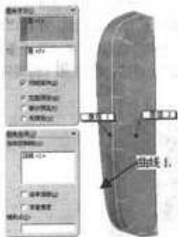


图 3-132 圆角属性设置



图 3-133 “圆角 1”特征



图 3-134 “镜像 1”特征



图 3-135 薄壳实体



图 3-136 手机造型

2. 投影与放样曲面的应用

具体操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具, 新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击 (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制, 如图 3-137 所示。注意中心线的绘制和尺寸的标注。
- (3) 单击特征工具栏中的 (旋转凸台/基体) 工具, 绘制出如图 3-138 所示的旋转实体特征。
- (4) 单击特征工具栏中的 (圆角) 工具, 在“圆角类型”选项栏中点选“完整圆角”单选按钮, 然后选取旋转体的内表面为“边侧面组 1”, 选取外表面为“边侧面组 2”, 选取上端面为“中央面组”, 如图 3-139 所示。单击 (确定) 按钮完成“圆角 1”特征的绘制, 结果如图 3-140 所示。
- (5) 接下来给杯体绘制一些简单的装饰线, 如图 3-141 所示。首先以上视基准面为参考面绘制两个新的基准面, 位置关系如图 3-142 所示。然后以基准面 1 为操作面, 在杯口的唇边绘制一个直径为 4mm 的圆。单击特征工具栏中的 (拉伸切除) 工具, 在“终止条件”选项框中选择“形成到一面”, 并选取“基准面 2”为“终止面”。最后, 使用 (圆周阵列) 工具复制出 18 个切除特征。

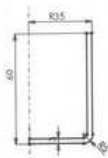


图 3-137 绘制草图 1



图 3-138 旋转实体特征



图 3-139 完整圆角属性设置



图 3-140 “圆角1”特征



图 3-141 杯体装饰线



图 3-142 基准面的设置

(6) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，使用草图工具栏中的 \odot （椭圆）工具依次绘制出如图 3-143 所示的草图 4 与草图 5。

(7) 在特征管理器设计树中选择草图 4，单击曲线工具栏中的 \equiv （分割线）工具，在“分割类型”选项栏中点选“投影”单选按钮，激活“要分割的面”选项框，并在图形区域中选取实体的外表面，然后勾选“单向”复选框，单击 \checkmark （确定）按钮完成分割线 1 的绘制。用同样的方法选择草图 5 绘制分割线 2，如图 3-144 所示。

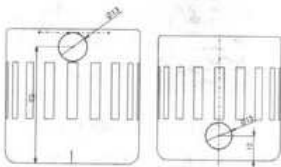




图 3-143 绘制草图 4 与草图 5



图 3-144 投影分割线

(8) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，使用草图工具栏中的 \cap （3点圆弧）

工具绘制出如图 3-145 所示的草图 6。注意圆弧的端点与分割线有“中点”几何关系。

(9) 单击特征工具栏中的  (放样凸台/基体) 工具, 选择“边线 1”、“边线 2”为“轮廓”, 选择草图 6 为“中心线”, 并取消对“合并结果”复选框的选择, 如图 3-146 所示。单击  (确定) 按钮完成“放样 1”特征的绘制, 结果如图 3-147 所示。

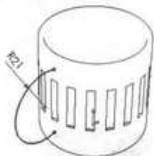


图 3-145 绘制草图 6 与草图 7

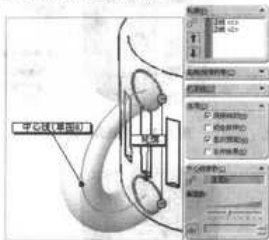




图 3-146 放样属性设置

(10) 在特征管理器设计树中选择草图 6, 然后单击曲面工具栏中的  (曲面拉伸) 工具, 勾选“方向 2”复选框, 并设置拉伸深度为 10mm。单击  (确定) 按钮完成“曲面 - 拉伸 1”特征的绘制。



(11) 单击曲面工具栏中的  (延伸曲面) 工具, 并在图形区域中选择“曲面 - 拉伸 1”的两边线为操作对象, 如图 3-148 所示。单击  (确定) 按钮完成“曲面 - 延伸 1”特征的绘制。



图 3-147 杯子造型

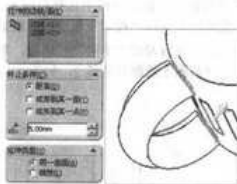






图 3-148 “曲面 - 延伸 1”特征

(12) 单击特征工具栏中的  (使用曲面切除) 工具, 选取“曲面 - 延伸 1”为切除工具, 取消对“自动选择”复选框的选择, 并选取“放样 1”实体为操作对象, 如图 3-149 所示。单击  (确定) 按钮完成“曲面 - 切除 1”特征的绘制。

(13) 单击特征工具栏中的  (组合) 工具, 将两实体组合成一个实体。然后单击特征工具栏中的  (圆角) 工具, 对如图 3-150 所指定的两条边线进行圆角操作。

(14) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件取名为“杯子.sldprt”。



图 3-149 “曲面-切除1”特征

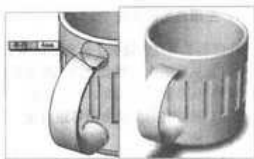







图 3-150 杯子造型

3. 轮廓分割线

轮廓分割线是通过拔模方向的设定来获取实体曲面的拔模分型线。下面通过实例说明轮廓分割线的使用, 其操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图的绘制。使用草图工具栏中的  (样条曲线) 工具绘制出如图 3-151 所示的形体, 然后再单击特征工具栏中的  (旋转凸台/基体) 工具, 完成“旋转1”特征的绘制, 如图 3-151 所示。

(3) 单击曲线工具栏中的  (分割线) 工具, 在“分割类型”选项栏中点选“轮廓”单选按钮, 并在特征管理器设计树中选择“上视基准面”为“拔模方向”, 选择旋转实体的表面为“要分割的面”, 如图 3-152 所示。单击  (确定) 按钮完成“分割线1”的绘制, 如图 3-153 所示。

(4) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件命名为“轮廓分割线.sldprt”。



图 3-151 “旋转1”特征

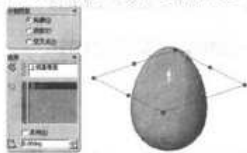


图 3-152 设置分割线属性



图 3-153 绘制轮廓分割线

3.5 曲面实体

曲面是一种可用来生成实体特征的几何体, 它具有许多与特征命令一样的性质, 如拉伸、旋转、切除等。但是, 因为曲面命令作用于 0 厚度的实体特征, 所以它拥有更为灵活的特性,

使最终完成的特征实体具备更多的可塑性。

1. 生成曲面的方法

在曲面工具栏中提供了所有的曲面工具，可以使用以下方法生成曲面：

- (1) 从草图或基准面上的一组闭环边线插入一个平面。
- (2) 从草图拉伸曲面、旋转曲面、扫描曲面或放样曲面。
- (3) 从现有的面或曲面等距曲面。
- (4) 输入文件。
- (5) 生成中面。

2. 修改曲面的方法

可以用下列方法修改曲面：



- (1) 延伸曲面。
- (2) 剪裁已有曲面。
- (3) 圆角曲面。
- (4) 使用填充曲面来修补曲面。
- (5) 移动/复制曲面。
- (6) 删除和修补面。

3. 将曲面应用于实体特征造型的方法


可以用下列方法将曲面应用于实体特征造型：

- (1) 选取曲面边线和顶点作为扫描的引导线和路径。
- (2) 通过加厚曲面来生成一个实体或切除特征。
- (3) 用“成形到某一面”或“到离指定面指定的距离”终止条件，来拉伸实体或切除特征。
- (4) 通过加厚已经缝合成实体的曲面来生成实体特征。
- (5) 用曲面替换面。

3.5.1 拉伸曲面



曲面工具栏中的（拉伸曲面）工具与特征工具栏中的（拉伸凸台/基体）工具相似，其不同之处在于：前者拉伸产生的特征为0厚度的实体曲面，而后者却具有实体空间厚度。同样的曲线草图即可以生成拉伸曲面，也可以生成拉伸薄壁实体。

3.5.2 延展曲面

（延展曲面）工具不仅可以延伸曲面，而且还可以将实体的边线延展为一个曲面，其操作步骤如下：

- (1) 单击标准工具栏中的（打开）工具，调出上一节绘制的“轮廓分割线.sldprt”文

件。

(2) 单击曲面工具栏中的  (延展曲面) 工具, 选取上视基准面为“延展方向参考”, 选择分割边线为“要延展的边线”, 并设置延展距离为 10mm, 如图 3-154 所示。单击  (确定) 按钮, 完成“曲面-延展 1”特征的绘制, 如图 3-155 所示。

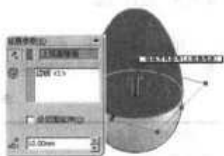


图 3-154 设置延展曲面属性



(3) 单击曲面工具栏中的  (直纹曲面) 工具, 在“类型”选项栏中点选“正交于曲面”单选按钮, 并设置距离为 70mm, 然后在图形区域中选取“曲面-延展 1”特征的边线, 单击  (确定) 按钮, 完成“直纹曲面 1”特征的绘制, 如图 3-156 所示。




图 3-155 “曲面-延展 1”特征




图 3-156 “直纹曲面 1”特征

(4) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件命名为“延展曲面.sldprt”。

3.5.3 平面区域

 (平面区域) 工具只能作用于平面草图和实体的平面边线, 对于 3D 草图以及空间曲线实体是无法进行操作的。同时它要求的平面草图必须是一个非相交、单一轮廓的闭合形体。绘制平面区域的操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出上一节绘制的“延展曲面.sldprt”文件。




(2) 单击曲面工具栏中的  (平面区域) 工具, 然后选择“直纹曲面 1”的边线为“交界实体”, 单击  (确定) 按钮, 完成“曲面-基准面 1”特征的绘制, 如图 3-157 所示。



图 3-157 绘制平面区域

(3) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件取名为“平面区域.sldprt”。



3.5.4 放样曲面

在前面的章节中，已经频繁地使用了这个工具，这里介绍放样曲面的一些基本属性与设置。“放样相切”选项的作用如表 3-1 所示。

表 3-1 “放样相切”选项的作用

<p>表中样例是从以下轮廓生成的：</p> <p>起始轮廓是已有几何的转换面，而选定的模型边线就是方向向量。</p>			

3.5.5 等距曲面

 (等距曲面) 工具与草图工具栏中的  (等距实体) 工具相似, 它可以生成一个与指定面 (包括实体面和空间曲面) 有一定距离和相同特性的曲面。绘制等距曲面的操作步骤如下:




- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 绘制出如图 3-158 所示的实体。
- (3) 单击曲面工具栏中的  (等距曲面) 工具, 显示“等距曲面”属性管理器, 如图 3-159 所示。在图形区域中选取实体的表面, 并设置等距距离为 10mm。单击  (确定) 按钮完成“曲面 - 等距 1”特征的绘制, 如图 3-160 所示。注意: 当等距距离大于被操作曲面的最小曲率半径时, 系统将显示错误信息。



图 3-158 绘制实体



图 3-159 设置等距曲面属性

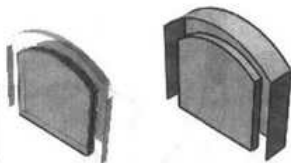







图 3-160 等距曲面造型

3.5.6 延伸曲面


在 SolidWorks 2005 中, 可以通过选择一条或多条边线, 或选择一个面来延伸曲面。必须注意的是:  (延伸曲面) 工具并不能像  (延展曲面) 工具那样作用于实体的边线与实体表面。延伸曲面的操作步骤如下:

- (1) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 使用草图工具栏中的  (中心线) 工具和  (直线) 工具绘制草图 1, 然后单击曲面工具栏中的  (旋转曲面) 工具绘制如图 3-161 所示的曲面。

- (2) 单击曲面工具栏中的  (延伸曲面) 工具, 显示“延伸曲面”属性管理器, 如图 3-162 所示。

- (3) 在“延伸类型”选项栏中选择延伸的类型, 注意系统会根据所选类型来显示曲面的预览结果。

- 线性的: 点选此单选按钮, 则沿边线相切曲面来延伸曲面, 如图 3-163 所示。
- 同一曲面: 点选此单选按钮, 则沿曲面的几何形状延伸曲面, 如图 3-164 所示。

- (4) 在“终止条件”选项栏中点选“距离”、“成形到某一面”、“成形到某一点”单选按钮之一, 它们与特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具的终止条件的使用方式基本相同。但

是，不同的终止条件与延伸类型的配合将会产生不同的结果。



图 3-161 旋转曲面



图 3-162 “延伸曲面”属性管理器

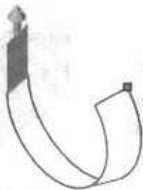



图 3-163 线性曲面










图 3-164 同一曲面

3.5.7 填充曲面

 (填充曲面) 工具是一个强大的曲面造型工具，它可以通过现有模型边缘、草图或曲线定义的边界来完成复杂的曲面造型。下面通过两个实例来说明其应用。

1. 绘制勺子

在工业造型设计中，常常会遇到许多曲面流线造型。下面使用  (填充曲面) 工具绘制一个勺子，其操作步骤如下：

- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具，新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用草图工具栏中的  (样条曲线) 工具绘制出如图 3-165 所示的曲线，它是勺子造型的侧轮廓线。单击图形区域右上角的  图标完成草图 1 的绘制。
- (3) 单击曲面工具栏中的  (拉伸曲面) 工具，指定拉伸方向为双向拉伸，在“终止条件”选项框中选择“给定深度”，并设置深度为 30mm。单击  (确定) 按钮完成“曲面-拉伸 1”特征的绘制。

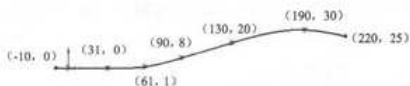


图 3-165 绘制草图 1

(4) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用草图工具栏中的 (中心线) 工具和 (样条曲线) 工具绘制出如图 3-166 所示的形体，注意曲线的控制点以中心线为对称轴对称 (按住<Ctrl>键同时选取上下两个曲线控制点和中心线，然后在“添加几何关系”选项栏中选择“对称”几何关系)。单击图形区域右上角的 图标完成草图 2 的绘制。

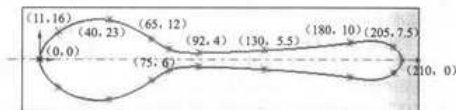


图 3-166 绘制草图 2

(5) 在特征管理器设计树中保持草图 2 的选取，单击曲面工具栏中的 (剪裁曲面) 工具，在“剪裁类型”选项栏中点选“标准”单选按钮，在图形区域中指定“要保留的部分”，如图 3-167 所示。单击 (确定) 按钮完成“曲面-剪裁 1”特征的绘制，如图 3-168 所示。

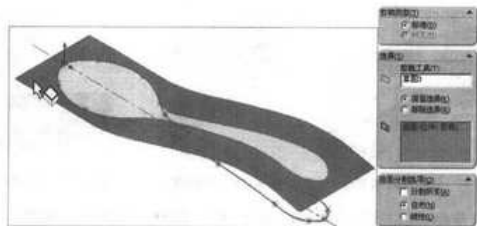


图 3-167 选取要保留的部分

(6) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用草图工具栏中的 (直线) 工具和 (智能尺寸) 工具绘制出如图 3-169 所示的形体，单击图形区域右上角的 图标完成草图 3 的绘制。

(7) 单击曲线工具栏中的 (分割线) 工具，选择草图 3 为“要投影的草图”；选择“曲

面 - 剪裁 1" 为“要分割的面”。单击  (确定) 按钮完成分割线 1 的绘制, 如图 3-170 所示。

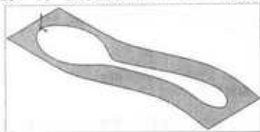


图 3-168 剪裁曲面

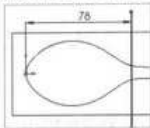






图 3-169 绘制草图 3

(8) 在特征管理器设计树中选择草图 1, 并在其右键快捷菜单中选择“显示”命令, 然后按住<Ctrl>键选取如图 3-171 所示的曲线控制点和“右视基准面”, 单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具, 绘制一个过曲线控制点并平行于右视基准面的基准面 1。

(9) 保持基准面 1 的选取, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。单击草图工具栏中的  (直线) 工具绘制出如图 3-172 所示的形体 (按住<Ctrl>键选取直线的端点和曲面的边线, 然后在“添加几何关系”选项栏中选择“穿透”几何关系, 于是直线的端点将自动吸附到曲面边线上)。单击图形区域右上角的  图标完成草图 4 的绘制。

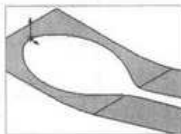





图 3-170 绘制分割线

(10) 单击  (3D 草图) 工具, 然后使用草图工具栏中的  (直线) 工具绘制出如图 3-173 所示的形体。单击图形区域右上角的  图标完成 3D 草图 1 的绘制。

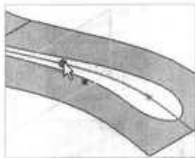


图 3-171 选取曲线上控制点

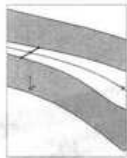






图 3-172 绘制草图 4



图 3-173 绘制 3D 草图 1

(11) 单击曲面工具栏中的  (填充曲面) 工具, 选择剪裁的曲面和“3D 草图 1”为“修补边界”; 选择草图 4 为“约束曲线”, 如图 3-174 所示。单击  (确定) 按钮完成“曲面 - 填充 1”特征的绘制。

(12) 使用步骤 (8) 的方法, 分别以如图 3-175 所示的点 1、点 2 为基点, 绘制出两个平行于右视基准面的基准面 2 和基准面 3。

(13) 在特征管理器设计树中选择“基准面 2”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 5 的绘制。单击草图工具栏中的  (3 点圆弧) 工具绘制出如图 3-176 所示的形体, 注意为圆

弧的端点和曲面的边线添加“穿透”几何关系。单击图形区域右上角的图标完成草图 5 的绘制。

(14) 保持基准面 3 的选取,并用步骤(13)的方法绘制出如图 3-177 所示的草图 6 形体。

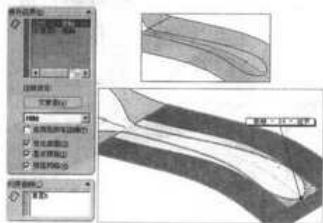


图 3-174 “曲面-填充 1”特征



图 3-175 选取曲线控制点

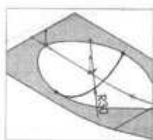


图 3-176 绘制草图 5

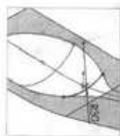







图 3-177 绘制草图 6

(15) 单击曲面工具栏中的 (填充曲面) 工具,选择剪裁的曲面和“3D 草图 1”为“修补边界”,选择草图 5 和草图 6 为“约束曲线”,如图 3-178 所示。单击 (确定) 按钮完成“曲面-填充 2”特征的绘制。

(16) 在特征管理器设计树中选择草图 1 和分割线 1,然后将它们隐藏。单击曲面工具栏中的 (缝合曲面) 工具,将两个曲面缝合为一体。



(17) 保持“曲面-缝合 1”的选取,单击特征工具栏中的 (加厚) 工具完成如图 3-179 所示的“加厚 1”特征的绘制。

(18) 单击标准工具栏中的 (保存) 工具,文件取名为“勺子.sldprt”。

2. 绘制鼠标

绘制鼠标的操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的 (新建) 工具,新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”,使用草图工具栏中的 (中心线) 工具和 (矩形) 工具绘制一个长为 160mm、宽为 100mm 的矩形,注意实体要以草图原点为

对称, 单击图形区域右上角的  图标完成草图 1 的绘制。

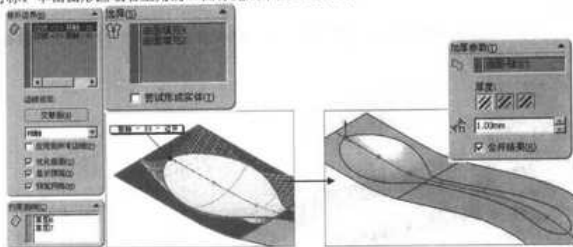


图 3-178 “曲面-填充 2”特征

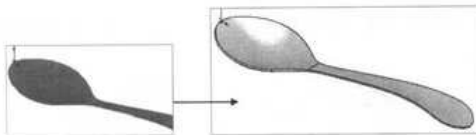







图 3-179 将缝合曲面加厚为实体

(3) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用  (样条曲线) 工具绘制如图 3.180 所示的曲线, 注意曲线端点和草图 1 的线段有“穿透”几何关系。单击图形区域右上角的  图标完成草图 2 的绘制。

(4) 以如图 3-180 所示的点 1 与右视基准面为参考建立基准面 1, 然后在此基准面上绘制出草图 3, 如图 3-181 所示。

(5) 单击曲面工具栏中的  (填充曲面) 工具, 选择草图 1 为“修补边界”, 选择草图 2、草图 3 为“约束曲线”。单击  (确定) 按钮完成“曲面-填充 1”特征的绘制, 如图 3-182 所示。

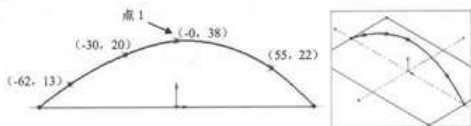


图 3-180 绘制草图 2

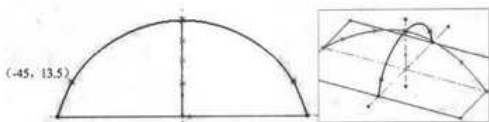


图 3-181 绘制草图 3

(6) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。使用草图工具栏中的 (中心线) 工具、 (样条曲线) 工具和 (3 点圆弧) 工具绘制出如图 3-183 所示的曲线，注意曲线以中心线为对称。单击图形区域右上角的 图标完成草图 4 的绘制。

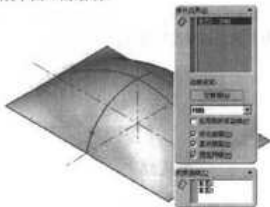


图 3-182 填充曲面图

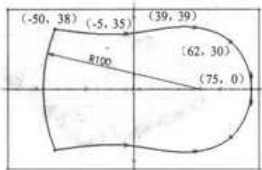


图 3-183 绘制草图 4

(7) 单击曲面工具栏中的 (剪裁曲面) 工具，在“裁剪类型”选项栏中点选“标准”单选按钮，选择草图 5 为“剪裁工具”，选择“曲面 - 填充 1”的中间部分为“要保留的部分”，如图 3-184 所示。单击 (确定) 按钮完成“曲面 - 剪裁 1”特征的绘制。

(8) 在特征管理器设计树中选择草图 4，单击特征工具栏中的 (拉伸凸台/基体) 工具，在“终止条件”选项框中选择“形成到一面”，并在图形区域中选取“曲面 - 剪裁 1”为指定到的面。单击 (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制。在特征管理器设计树中选择草图 1、草图 2、草图 3、草图 4 以及“曲面 - 剪裁 1”，将它们隐藏。然后再使用 (圆角) 工具对形体进行加工，结果如图 3-185 所示。

(9) 单击标准工具栏中的 (保存) 工具，文件取名为“鼠标.sldprt”。

3. 填充曲面的设置

(1) 修补边界。定义用户应用的修补边线，包括以下属性和功能：

- 可使用曲面或实体边线，也可使用 2D 或 3D 草图作为修补的边界。
- 对于所有草图边界，只可选择“接触”修补为曲率控制类型。

(2) 曲率控制。定义在所生成的修补上曲率控制的类型，包括如下两个选项：

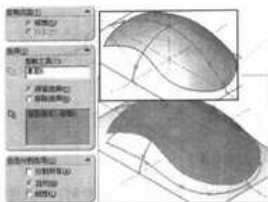


图 3-184 剪裁曲面



图 3-185 鼠标造型

- 接触：在所选边界内生成曲面，如图 3-186 所示。
 - 相切：在所选边界内生成曲面，但保持修补边线的相切，如图 3-187 所示。
- (3) 应用到所有边线。勾选此复选框，可将相同的曲率控制应用到所有边线。

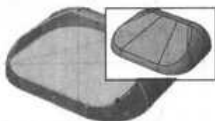


图 3-186 接触曲率控制

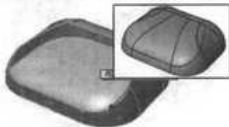


图 3-187 相切曲率控制

(4) 交替面。单击此按钮，可为修补的曲率控制反转边界面。交替面只在实体模型上生成修补时使用，不同面作为曲率面的结果如图 3-188 所示。

(5) 约束曲线。约束曲线允许给修补添加斜面控制。约束曲线主要用于工业设计领域，可以使用草图点或样条曲线实体来生成约束曲线。

(6) 品质滑杆。如果填充曲面不平滑，可调整品质滑杆来改进其品质。品质默认设置为 1，将其更改为 2 或 4 可以增加定义曲面的修补数。设定数值高可提高曲面轮廓的品质，更改品质设定将增加模型的大小和处理时间。

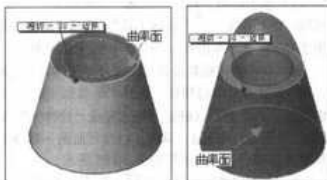


图 3-188 不同面作为曲率面的结果



3.5.8 剪裁曲面



 (剪裁曲面) 工具有“标准”和“相互”两种剪裁类型。在上一节的勺子和鼠标造型

设计中已经用到了“标准”剪裁，下面通过实例来说明“相互”剪裁的使用，其操作步骤如下：

(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具，调出上面绘制的“鼠标.sldprt”文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“曲面-剪裁1”、“拉伸1”和其他特征，按下<Delete>键将它们删除。

(3) 在特征管理器设计树中选择草图4，单击曲面工具栏中的  (拉伸曲面) 工具，设置深度为30mm，单击  (确定) 按钮完成如图3-189所示的“曲面-拉伸1”特征的绘制。

(4) 单击曲面工具栏中的  (剪裁曲面) 工具，在“剪裁类型”选项栏中选择“相互”单选钮，选择“曲面-拉伸1”和“曲面-填充1”为“剪裁曲面”，并选择如图3-190所示的曲面为“要移除的面”，单击  (确定) 按钮完成“曲面-剪裁1”特征的绘制。

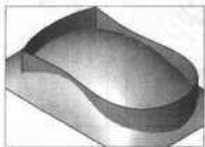


图 3-189 “曲面-拉伸1”特征

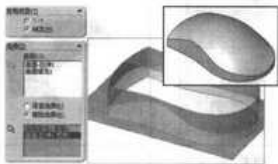




图 3-190 “曲面-剪裁1”特征

(5) 单击菜单栏中的“文件”→“另存为”命令，文件取名为“鼠标1.sldprt”。

3.5.9 解除剪裁曲面

 (解除剪裁曲面) 工具与  (剪裁曲面) 工具是相对应的，可以通过此工具以百分比的方式来复原被剪裁的实体面，其操作步骤如下：

(1) 这里将对如图3-191所示的实体面进行解除剪裁曲面的操作。剪裁曲面是由如图3-192所示的草图1剪裁如图3-193所示的填充曲面而得到的。



图 3-191 剪裁曲面

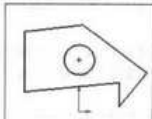


图 3-192 草图1

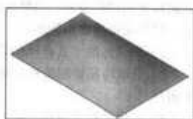


图 3-193 填充曲面














(2) 单击曲面工具栏中的  (解除剪裁曲面) 工具，在图形区域中选取不同的边线，表3-2列出了不同边线与不同设置的结果。

表 3-2 不同边线 with 不同设置的结果

解除剪裁曲面设置	实体显示	解除剪裁曲面设置	实体显示
			
			
			

3.5.10 替换面

在 SolidWorks 2005 中, 可以使用新的曲面来替换曲面或实体中的面。替换的曲面不必与旧的面具有相同的边界。当替换面时, 原来实体中的相邻面将自动延伸并剪裁到替换曲面实体上。替换面的操作步骤如下:




- (1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出“鼠标.sldprt”文件。
- (2) 选取特征管理器设计树窗口下端的“退回线”, 按下鼠标左键将其拖拽到“拉伸 1”的下面。
- (3) 在特征管理器设计树中, 鼠标右键单击“拉伸 1”, 并在快捷菜单中选择“特征编辑”命令, 改变拉伸的“终止条件”为“给定深度”, 如图 3-194 所示。
- (4) 单击曲面工具栏中的  (替换面) 工具, 选择“拉伸 1”实体的上表面为“要替换的目标面”, 选择“曲面-填充 1”为“替换曲面”。单击  (确定) 按钮完成“替换面 1”特征的绘制, 如图 3-195 所示。





图 3-194 改变拉伸终止条件





图 3-195 替换曲面

3.5.11 缝合曲面

使用  (缝合曲面) 工具可以将两个或多个曲面组合成一个曲面, 并可以将封闭的曲面转换为实体, 它要求组合曲面的边线必须相邻并且不重叠(它们可以不必处于同一基准面上)。缝合曲面的操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出 3.5.3 一节中绘制的“平面区域.sldprt”文件, 如图 3-196 所示。

(2) 在特征管理器设计树中选择“曲面-延展 1”、“直纹曲面 1”、“曲面-基准面 1”, 将它们隐藏, 然后单击曲面工具栏中的  (缝合曲面) 工具, 选择如图 3-197 所指定的实体面, 然后在特征管理器设计树中依次选择“曲面-延展 1”、“直纹曲面 1”、“曲面-基准面 1”, 并勾选“尝试形成实体”复选框。单击  (确定) 按钮完成“曲面-缝合 1”特征的绘制。


(3) 在特征管理器设计树中展开“实体 (2)”, 并选取“分割线 1”实体, 然后单击特征工具栏中的  (删除实体/曲面) 工具将被选实体删除, 如图 3-198 所示。实际上, 这种绘制方法常常被用来制作产品的模具, 如图 3-198 所示的实体为上模。



图 3-196 打开“平面区域.sldprt”文件



图 3-197 选取要缝合的曲面

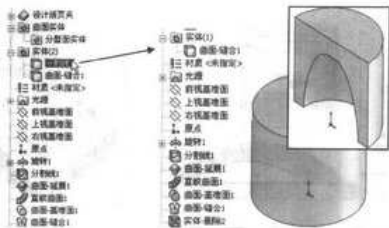






图 3-198 删除实体



3.6 特征变形



特征变形工具主要包括  (变形)、 (压凹)、 (弯曲) 3 个工具。它们的特点是：改变复杂曲面或实体模型的局部或整体形状，无需考虑用于生成模型的草图或特征约束。


3.6.1 变形

 (变形) 工具是一个很强大的工具，有“点”、“曲线到曲线”、“曲面推进”3 种变形类型供选择，它可以模拟自然界或机械中受外力而产生的有机形态，如用力弯曲一块钢板的效果。

1. “点”变形

(1) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”，使用草图工具栏中的  (矩形) 工具和特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具绘制一个 80mm×60mm×5mm 的矩形体。

(2) 单击特征工具栏中的  (变形) 工具，在“变形类型”选项栏中点选“点”单选钮。然后在图形区域中选择矩形体的一个顶点为“变形点”；选择上视基准面为“变形方向”；设置“变形距离”为 10mm、“变形半径”为 40mm，如图 3-199 所示。单击  (确定) 按钮完成“变形 1”特征的绘制。

(3) 鼠标右键单击特征管理器设计树中的“变形 1”，并在快捷菜单中选择“特征编辑”命令，在“变形”属性管理器中激活“变形轴”选项框，然后在图形区域中选择矩形体的一条边线，如图 3-200 所示。单单击  (确定) 按钮完成特征的编辑。

2. “曲线到曲线”变形

(1) 以上视基准面为操作面，绘制一个直径为 40mm、高为 130mm 的圆柱体(“拉伸 1”)。

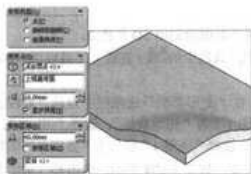


图 3-199 “变形 1”特征

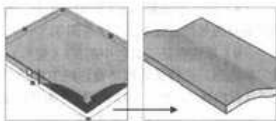











图 3-200 设置变形轴

(2) 选取“拉伸 1”实体的上表面，单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具，绘制一个等距距离为 20mm 的基准面 1。

(3) 保持基准面 1 的选取，单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用  (圆) 工具绘制出如图 3-201 所示的形体，注意圆和“拉伸 1”实体的边线具有“相切”几何关系。单击图形区域右上角的  图标完成草图 2 的绘制。

(4) 单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具，在“终止条件”选项框中选择“给定深度”，设置深度为 30mm，并取消对“合并结果”复选框的选择，单击  (确定) 按钮完成“拉伸 2”特征的绘制。

(5) 单击特征工具栏中的  (变形) 工具，在“变形类型”选项栏中点选“曲线到曲线”单选钮。在图形区域中选择“拉伸 1”实体的上端边线为“初始曲线”；选择“拉伸 2”实体的下端边线为“目标曲线”；选择“拉伸 1”实体的下端边线为“固定曲线”；选择“拉伸 1”实体为“要变形的实体”。最后在“形状选项”选项栏中单击  (刚度-最小) 按钮，如图 3-202 所示。单击  (确定) 按钮完成“变形 1”特征的绘制。

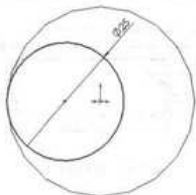


图 3-201 绘制草图 2

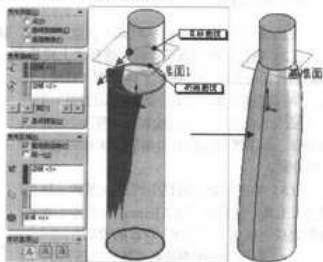










图 3-202 “变形 1”特征

(6) 单击  (3D 草图) 工具，按住 <Ctrl> 键选择如图 3-203 所示的面 1 和前视基准面，单击草图工具栏中的  (交叉曲线) 工具绘制出一段曲线，单击图形区域右上角的  图标完

成 3D 草图 1 的绘制。

(7) 按照步骤 (6) 的方法, 选择面 2 和前视基准面绘制出 3D 草图 2。

(8) 再次单击  (3D 草图) 工具, 使用草图工具栏中的  (直线) 工具以 3D 草图 1 的两端点为起始点绘制出 3D 草图 3。

(9) 单击特征工具栏中的  (变形) 工具, 在“变形类型”选项栏中点击选“曲线到曲线”单选按钮, 在特征管理器设计树中选择“3D 草图 1”为“初始曲线”; 选择“3D 草图 3”为“目标曲线”; 选择“3D 草图 2”为“固定曲线”, 选择“变形 1”实体为“要变形的实体”; 在“形状选项”选项栏中单击  (刚度 - 中等) 按钮, 如图 3-204 所示。单击  (确定) 按钮完成“变形 2”特征的绘制。最后将上述绘制的所有曲线隐藏。

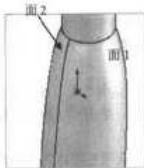


图 3-203 选取不同的面绘制曲线

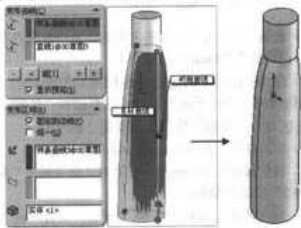









图 3-204 “变形 2”特征

(10) 单击标准工具栏中的  (保存) 工具, 文件取名为“瓶子.sldprt”。

3. “曲面推进”变形

(1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。

(2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用  (中心线) 工具、 (直线) 工具、 (镜像实体) 工具、 (绘制圆角) 工具以及  (智能尺寸) 工具绘制出如图 3-205 所示的形体。单击图形区域右上角的  图标完成草图 1 的绘制。

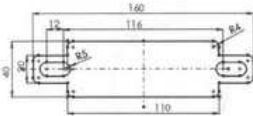







图 3-205 绘制草图 1

(3) 单击钣金工具栏中的  (基体 - 法兰/薄片) 工具, 设置厚度为 0.8mm。单击  (确定) 按钮完成“基体 - 法兰 1”特征的绘制。

(4) 在图形区域中选取“基体 - 法兰 1”的表面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。使用  (直线) 工具绘制一条垂直的线段 (过法兰边线的中点), 单击图形区域右上角的  图标完成草图 2 的绘制。



(5) 单击钣金工具栏中的  (绘制的折弯) 工具, 选择如图 3-206 所示的端面为“固定面”, 单击  (确定) 按钮完成“绘制的折弯 1”的绘制, 如图 3-207 所示。



图 3-206 选择固定面



图 3-207 绘制“折弯 1”

(6) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击 (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用 (直线) 工具和 (智能尺寸) 工具绘制出如图 3-208 所示的形体，单击图形区域右上角的 图标完成草图 3 的绘制。

(7) 单击特征工具栏中的 (拉伸凸台/基体) 工具，选择双向拉伸，并在“方向 1”和“方向 2”选项栏的“终止条件”选项框中均选择“给定深度”，并设置深度为 3mm，记住要取消对“合并结果”复选框的选择，单击 (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制。

(8) 在前视基准面上绘制一条与水平线呈 45° 夹角的斜线作为草图 4 形体。

(9) 单击特征工具栏中的 (变形) 工具，在“变形类型”选项栏中点选“曲面推进”单选按钮。选择草图 4 为“推进方向”；选择“折弯 1”实体为“要变形的实体”；选择“拉伸 1”实体为“要推进的工具实体”；设置“变形误差”为 1mm；最后改变“工具实体的位置”，如图 3-209 所示。单击 (确定) 按钮完成“变形 1”特征的绘制，如图 3-209 右所示（隐藏“拉伸 1”实体）。设定“要变形的额外面”的变形结果如图 3-210 所示。

(10) 单击标准工具栏中的 (保存) 工具，文件取名为“推进变形.sidprt”。

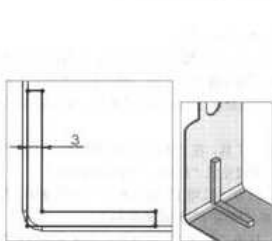


图 3-208 绘制草图 3

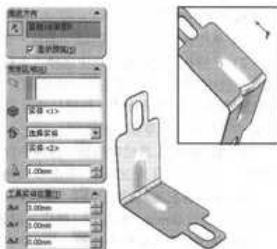


图 3-209 “曲面推进”变形

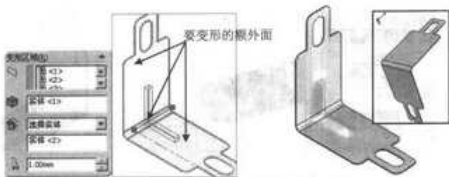





















图 3-210 设定“要变形的额外面”的推进变形

3.6.2 压凹

使用  (压凹) 工具能够以“工具实体”的形状在“目标实体”中生成凹面或突起, 操作完成的实体比原始实体具有更多的面、边线和顶点。这与变形特征不同。在变形特征中, 面、边线和顶点的数目在操作前和操作后都保持不变。 (压凹) 工具可以模拟实际加工中的多种形式, 如封装、冲印、铸模以及机器压入配合等。在使用  (压凹) 工具时应该注意以下几点:

- “目标实体”和“工具实体”其中必须有一个为实体。
- 如想进行压凹操作, “目标实体”必须与“工具实体”接触, 或者间隙值必须允许穿越目标实体的突起。
- 如想进行切除操作, “目标实体”和“工具实体”不必相互接触, 但间隙值必须大到可足够生成与目标实体的交叉。
- 如想以曲面“压凹”或“切除”实体, 曲面必须与实体完全相交。

生成压凹的操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“上视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制, 使用草图工具栏中的  (中心线) 工具、 (直线) 工具、 (3点圆弧) 工具、 (绘制圆角) 工具以及  (智能尺寸) 工具绘制出如图 3-211 所示的形体, 单击图形区域右上角的  图标完成草图 1 的绘制。
- (3) 单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具, 在“终止条件”选项框中选择“给定深度”, 并设置深度为 20mm。单击  (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制。
- (4) 单击特征工具栏中的  (圆角) 工具, 选取“拉伸 1”实体的上表面为操作对象, 设置圆角半径为 10mm, 单击  (确定) 按钮完成“圆角 1”特征的绘制。
- (5) 单击特征工具栏中的  (抽壳) 工具, 选取“拉伸 1”实体的下表面为操作对象, 并设置厚度为 1.5mm。单击  (确定) 按钮完成“抽壳 1”特征的绘制。
- (6) 建立一个平行于上视基准面且等距距离为 10mm 的基准面 1, 然后在此基准面上绘制如图 3-212 所示的草图 2。单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具, 在“终止条件”选项栏中选择“形成到一面”, 勾选“薄壁特征”复选框, 并设置厚度为 1.5mm。单击  (确

定)按钮完成“拉伸-薄壁1”特征的绘制,如图3-213所示。

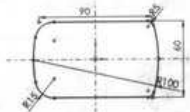


图 3-211 绘制草图 1

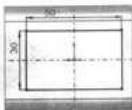


图 3-212 绘制草图 2



图 3-213 “拉伸-薄壁1”特征

(7)继续在基准面 1 上进行草图 3 的绘制,如图 3-214 所示。单击特征工具栏中的 ↔ (筋)工具,在“拉伸方向”选项栏中单击 ⊗ (垂直于草图)按钮,并设置筋厚度为 1.5mm。单击 ✓ (确定)按钮完成“筋 1”特征的绘制,如图 3-215 所示。

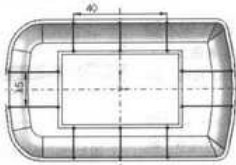


图 3-214 绘制草图 3

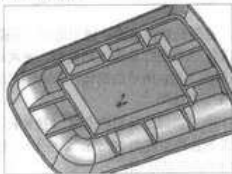


图 3-215 “筋 1”特征

(8)在图形区域中选择实体的上表面,单击 ☒ (草图绘制)工具进行草图 4 的绘制。使用 —|— (中心线)工具、 □ (矩形)工具和 ⊗ (智能尺寸)工具绘制出如图 3-216 所示的形体,单击图形区域右上角的 ☒ 图标完成草图 4 的绘制。

(9)单击特征工具栏中的 ↔ (拉伸凸台/基体)工具,选择双向拉伸,设置拉伸深度为 5mm,并取消对“合并结果”复选框的选择,单击 ✓ (确定)按钮完成“拉伸 2”特征的绘制。

(10)单击特征工具栏中的 R (圆角)工具,选取如图 3-217 所示的“拉伸 2”实体边线为操作对象,设置圆角半径为 3mm,单击 ✓ (确定)按钮完成“圆角 2”特征的绘制。

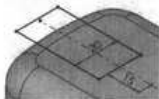


图 3-216 绘制草图 4

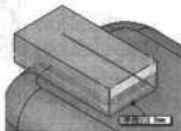


图 3-217 选取圆角操作边线

(11)单击特征工具栏中的 ☒ (压凹)工具,在图形区域中分别选择实体作为“目标实


体”和“工具实体区域”，如图 3-218 所示，点选“移除选择”单选按钮，设置厚度为 1.5mm。单击  (确定) 按钮完成“压凹 1”特征的绘制。在特征管理器设计树中选择“圆角 2”实体将其隐藏，结果如图 3-219 所示。



图 3-218 选择“目标实体”和“工具实体区域”

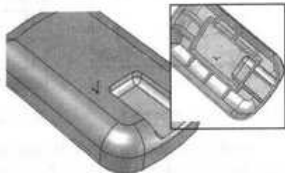





图 3-219 “压凹 1”特征

(12) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”，单击  (草图绘制) 工具进行草图 5 的绘制。使用  (样条曲线) 工具绘制出如图 3-220 所示的形体，单击图形区域右上角的  图标完成草图 5 的绘制。

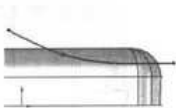






图 3-220 绘制草图 5

(13) 单击曲面工具栏中的  (拉伸曲面) 工具，选择双向拉伸，设置拉伸深度为 50mm。单击  (确定) 按钮完成“曲面-拉伸 1”特征的绘制。

(14) 单击特征工具栏中的  (压凹) 工具，在图形区域中分别选择实体作为“目标实体”和“工具实体区域”，如图 3-221 所示。点选“移除选择”单选按钮，设置厚度为 1.5mm。单击  (确定) 按钮完成“压凹 2”特征的绘制。在特征管理器设计树中选择“曲面-拉伸 1”将其隐藏，结果如图 3-222 所示。

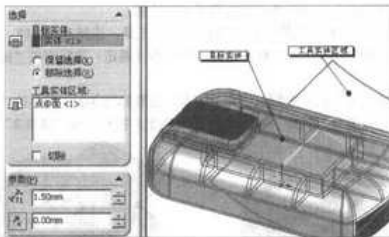


图 3-221 选取“目标实体”和“工具实体区域”

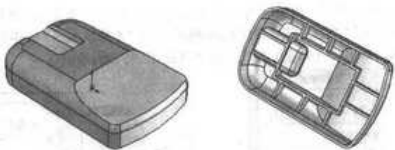










图 3-222 “压凹 2”特征

3.6.3 弯曲

使用  (弯曲) 工具能够以直观的方式对复杂的模型进行变形操作, 可以生成“折弯”、“扭曲”、“锥形”、“伸展”4种类型的弯曲。生成弯曲的操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的  (新建) 工具, 新建一个文件。
- (2) 在特征管理器设计树中选择“前视基准面”, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。使用  (多边形) 工具绘制出一个内切圆为 20mm 的六边形, 然后单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具, 设置拉伸深度为 200mm。单击  (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制。

- (3) 单击特征工具栏中的  (弯曲) 工具, 点选“扭曲”单选按钮, 选择“拉伸 1”实体为“弯曲的实体”, 在“角度”文本框中输入 180°, 在“剪裁基准面 1”选项栏的“距离”文本框中输入 50mm, 在“剪裁基准面 2”选项栏的“距离”文本框中输入 50mm, 在“Z 旋转原点”文本框中输入 100mm, 如图 3-223 所示。单击  (确定) 按钮完成“弯曲 1”特征的绘制。

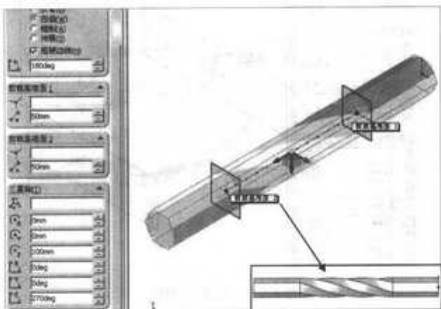




图 3-223 “弯曲 1”特征

(4) 单击特征工具栏中的  (弯曲) 工具, 点选“折弯”单选钮, 选择“弯曲 1”实体为“弯曲的实体”, 在“角度”文本框中输入 360°, 在“Z 旋转原点”文本框中输入 100mm, 如图 3-224 所示。单击  (确定) 按钮完成“弯曲 2”特征的绘制。

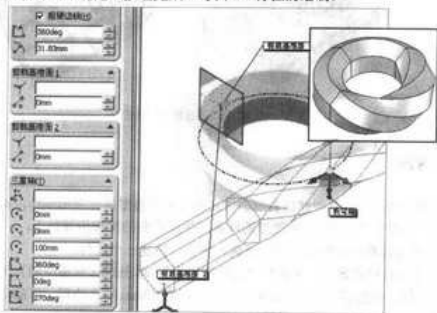




图 3-224 “弯曲 2”特征

(5) 单击特征工具栏中的  (弯曲) 工具, 点选“锥削”单选钮, 选择“弯曲 2”为“弯曲的实体”, 在“锥削因子”文本框中输入 -0.3, 在“Y 旋转角度”文本框中输入 90°, 如图 3-225 所示。单击  (确定) 按钮完成“弯曲 3”特征的绘制。

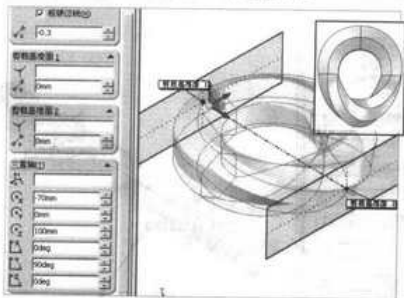



图 3-225 “弯曲 3”特征

(6) 此外, 单击特征工具栏中的  (弯曲) 工具, 点选“伸展”单选钮, 设置相关参

数,可以得到如图 3-226 所示的“弯曲 4”特征。

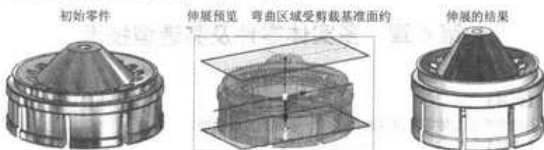


图 3-226 “弯曲 4”特征