

第 2 章 复杂草图的绘制

【内容】

介绍如何使用 SolidWorks 软件中的草图绘制实体工具及草图绘制工具绘制出复杂的二维平面形体。


【目的】


掌握 SolidWorks 软件的草图绘制实体工具及草图绘制工具的造型功能。



2.1 草图悬空定义



SolidWorks 是一个完全参数化的造型软件,它通过对草图尺寸的标注来建立参数的关系,于是整个草图就成为一个有机的整体,当试图改变其中一个图形元素的数值时,其结果将改变整个与之相关联的整个草图的尺寸。而要做到这一点,草图必须处于完全定义的状态。但使用者在操作过程中常常会犯许多错误,而了解错误的原因对后面的操作有着很大的影响。下面主要了解一下悬空定义在草图绘制中所引发的问题。

当参照一个草图或实体的边线绘制完成一个新的草图或特征实体后,却将原有的参照实体删除,此时,系统将会通过褐色虚线信息提示此草图或特征处于悬空状态。对于悬空定义的草图,系统不允许进行实体的特征操作,若此时想以此草图进行后面的操作的话,就必须对草图进行修改。下面的例子将帮助您了解此项特性,其操作步骤如下:

(1) 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。

(2) 单击草图工具栏中的 (圆) 工具,绘制出一个直径为 40mm 的圆,注意圆心与草图原点的位置重合。此时的草图显示黑色,表示完全定义。

(3) 单击图形区域右上角的 图标结束草图 1 的绘制。在特征管理器设计树中选取“前视基准面”,单击参考几何体工具栏中的 (基准面) 工具,绘制一个平行于前视基准面且等距距离为 40mm 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。选取草图 1 的实体圆,单击草图工具栏中的 (转换实体引用) 工具,将草图 1 的圆实体复制引用到草图 2 中,如图 2-1 所示。注意此圆虽然没有标注尺寸,但因为具有“在边线上 0”的几何关系,所以,它同样具有完全定义的特性条件。

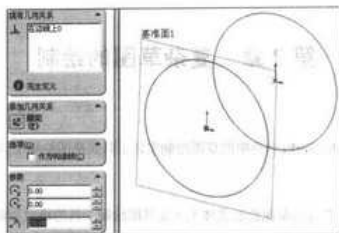



图 2-1 转换实体引用

(5) 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选取草图 1，按下 <Delete> 键将其删除，此时系统显示警告框，如图 2-2 所示。

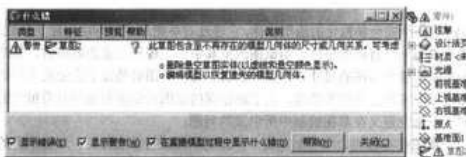





图 2-2 警告框


(6) 单击“关闭”按钮后，在特征管理器设计树中仅仅保留下草图 2，但在草图 2 的图标上增加了一个惊叹号 ，表示此草图“无解”。


(7) 保持草图 2 的选取，单击  (草图绘制) 工具进行草图的编辑，此时草图 2 的圆实体显示为褐色，同时在属性管理器的“现有几何关系”列表框中的“在边上 0”字样也显示为褐色。如果此时想继续使用草图 2 进行后面的实体绘制，那么就必须通过  (显示/删除几何关系) 工具将“现有几何关系”选项框中的“在边上 0”关系删除。




2.2 草图无解定义


当一个草图在绘制过程中出现几何关系设置错误时，系统却依然完成特征绘制过程并建立新的实体造型，此时系统将通过黄色的字样表示此草图无解。在正常的简单操作中，很难遇到草图无效的情形。但当试图改变实体绘制操作步骤或修改前一个绘制的草图时，就可能出现草图无效的情形。下面的练习能够让您清楚地了解草图无效的概念，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”, 然后单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。

(3) 单击草图工具栏中的  (矩形) 工具, 以草图原点为起点绘制出一个 $40\text{mm} \times 60\text{mm}$ 的矩形, 标注尺寸使其为完全定义草图, 如图 2-3 所示。

(4) 单击图形区域右上角的  图标结束草图 1 的绘制, 再单击特征工具栏中的  (拉伸凸台/基体) 工具, 并设置拉伸高度为 10mm , 单击  (确定) 按钮完成“拉伸 1”特征的绘制。

(5) 移动鼠标指针到图形区域中选取拉伸实体的上表面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 2 的绘制。

(6) 选取如图 2-4 所示的 3 条实体边线, 单击草图工具栏中的  (转换实体引用) 工具, 将实体的边线提取到草图 2 中。单击  (直线) 工具, 在推理指针的引导下完成垂直直线的绘制。然后再通过  (剪裁实体) 工具完成如图 2-5 所示的草图形体的绘制, 并注意尺寸的标注。



(7) 单击特征工具栏中的  (拉伸切除) 工具, 设置切除深度为 5mm , 单击  (确定) 按钮完成“切除-拉伸 1”特征, 如图 2-6 所示。



图 2-3 绘制矩形草图形体

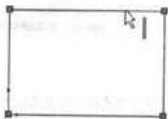


图 2-4 转换实体引用

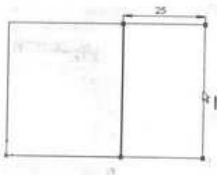


图 2-5 绘制草图 2

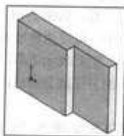





图 2-6 “切除-拉伸 1”特征

(8) 移动鼠标指针到图形区域中选取上述绘制实体的上表面, 单击  (草图绘制) 工具进行草图 3 的绘制。使用  (直线) 工具绘制出如图 2-7 所示的草图。注意: 此草图不能与上述绘制的实体边线有任何几何关系, 不然的话将会影响后面的操作。

(9) 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”，然后单击  (确定) 按钮完成“切除-拉伸2”特征的绘制，如图 2-8 所示。

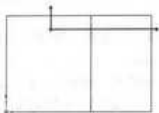


图 2-7 绘制草图 3

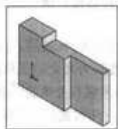



图 2-8 “切除-拉伸 2”特征

(10) 在特征管理器设计树中选取“切除-拉伸 2”特征，并按住鼠标左键将其拖动到“切除-拉伸 1”的前面，系统显示警告框，如图 2-9 所示。



图 2-9 警告框

(11) 单击“关闭”按钮关闭警告框。此时，可以清楚地看到在特征管理器设计树中“切除-拉伸 1”字样前出现一个警告符 。



(12) 鼠标右键单击特征管理器设计树中的“切除-拉伸 1”特征，并在快捷菜单中选择“编辑草图”命令。单击  (显示/删除几何关系) 工具，显示“显示/删除几何关系”属性管理器，在“过滤器”选项框中选择“全部在此草图中”，于是系统将在“几何关系”列表框中显示草图 2 的所有几何关系，如图 2-10 所示。



图 2-10 “显示/删除几何关系”属性管理器

(13) 从列表中，可以清楚地看到有两个几何关系以亮黄色显示，它们表示此草图无解。要使草图 2 变为有解草图的方法就是将这两个几何关系删除。

在复杂实体的实际绘制中，常常会出现许多不可避免的绘制错误，而这些错误常常可能在任务结束后才发现，此时要消除错误的方法有两种：一种就是将所有的操作重新进行一次；而另一种就是在原有的基础上加以修改。所有的明智者都会使用第二种方法，但是在修改过程中，可能会生成大量的无效草图，在解决无效草图问题时，希望读者能合理地使用  (显示/删除几何关系) 工具

来快速地完成操作。

2.3 草图工具

在《SolidWorks 2005 基础篇》一书中已经详细介绍了草图工具栏的一些主要绘制工具。下面的章节和练习主要针对于未曾介绍的草图工具进行阐述。

2.3.1 绘制样条曲线的原理

很容易理解一条直线的绘制，因为通过两个空间任意点就可以完成一条直线的绘制。现在我们将用一种简单的方法来完成曲线的绘制。在许多绘图软件中，都是通过 Beizer 曲线的模式来完成曲线的绘制。像绘制直线一样，首先还是确定空间点的位置，但不同的是：赋予点新的属性来满足有限的点控制样条曲线的使命，于是点的属性由原来的单一的位置属性变为同时具有方向、力度以及位置 3 种属性的点，换一句话说，是通过确定曲线某一点的曲率来完成曲线的绘制。这样就可以通过改变点的任意一种属性而轻易改变曲线的形状，例如只需改变如图 2-11 所示的点 1 的方向或力度属性而保持位置属性不变，同样可以获取新的曲线。

虽然通过上述方法，可以很容易地绘制出任意曲线，但却存在着一个很大问题，就是很难准确地量化一条曲线，因为同样一条曲线可以通过不同方法获取：一方面可以通过增加点的数量来完成新曲线的绘制；而一方面又可以通过改变现有曲线点的曲率来完成新曲线的绘制。所以，这种方法并不能得到完全定义的样条曲线，即使为曲线上的每一个控制点都添加了“固定”几何关系，也不能得到完全定义的曲线，如图 2-12 所示，控制点 2 的曲率方向可以任意的改变。现在是否可以像绘制直线一样仅仅确定几个点的空间位置就可以得到一条且是惟一的曲线呢？其实在 SolidWorks 中，样条曲线的绘制就是通过点的位置来决定的，它将所有曲线点的曲率锁定为固定数值，让使用者在绘制曲线时，不用再考虑点的曲率大小，只需移动鼠标指针确定不同曲线点的位置就可以完成惟一曲线的绘制。这为量化曲线提供了很大的方便，惟一不足的地方就是绘制曲线的灵活性降低了。



图 2-11 样条曲线



图 2-12 改变控制点的曲率并定义控制点

2.3.2 平行四边形

图 2-13 (平行四边形) 工具可用于生成与草图网格线成一定角度的矩形。从某种意义上讲，

它是 \square （矩形）工具的引申。下面通过实例操作比较 \square （平行四边形）工具与 \square （矩形）工具的区别与共同点。

1. 使用 \square （矩形）工具绘制平行四边形

(1) 单击标准工具栏中的 \square （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 \square （草图绘制）工具进行草图的绘制。

(3) 单击草图工具栏中的 \square （矩形）工具，移动鼠标指针在图形区域的任意处单击鼠标左键确定矩形的起点（注意矩形的起点不要与草图原点有“重合”几何关系），然后再移动鼠标指针确定矩形的对角点，绘制出一个矩形。

(4) 单击草图工具栏中的 \square （旋转或复制实体）工具，显示如图 2-13 所示的“移动或复制”属性管理器，在图形区域框选上述绘制的矩形作为操作项目，选取草图原点为基准点，并在“旋转”选项栏的“角度”文本框中输入 45°，单击 \square （确定）按钮完成旋转操作，结果如图 2-14 所示。



图 2-13 “移动或复制”属性管理器

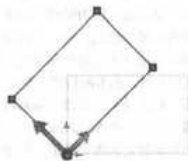


图 2-14 旋转矩形实体

2. 使用 \square （平行四边形）工具绘制平行四边形

(1) 单击标准工具栏中的 \square （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 \square （草图绘制）工具进行草图的绘制。

(3) 单击草图工具栏中的 \square （平行四边形）工具，移动鼠标指针在图形区域任意处单击鼠标左键确定实体的起点，移动鼠标指针到与起点有一定角度的位置（注意推理指针的数据显示）确定第二点，最后再确定第三点完成平行四边形的绘制，如图 2-15 所示。

(4) 选取平行四边形的一条边，单击草图工具栏中的 \square （旋转或复制实体）工具，显示“移动或复制”属性管理器，在“旋转”选项栏的“角度”文本框中输入 45°，单击 \square （确定）按钮使实体与水平线呈 45°。

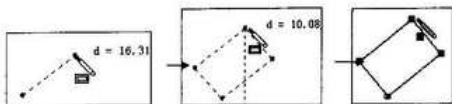


图 2-15 平行四边形的绘制流程

(5) 上述的图形，可以称为平行四边形，但习惯上更愿意认为它仅仅只是一个有角度的矩形。怎样才能绘制出如图 2-16 所示的平行四边形呢？方法很简单，就是在确定第二点的同时，按下<Ctrl>键，可以绘制任何角度的平行四边形。

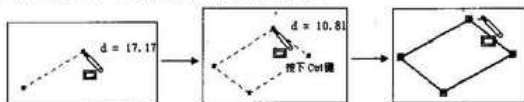








图 2-16 绘制平行四边形

2.3.3 椭圆与椭圆弧




 (椭圆) 工具与  (部分椭圆) 工具都是根据椭圆的圆心、长短轴的确立来完成实体的绘制的。

1. 绘制椭圆

- (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) 工具进行草图的绘制。

(3) 单击草图工具栏中的  (椭圆) 工具，移动鼠标指针在图形区域先确定椭圆的圆心，然后再确定椭圆的长短轴的端点位置，如图 2-17 所示。如果要完全定义椭圆，就必须先绘制中心线，并以草图原点定义中心线。接着才能开始绘制椭圆，注意在绘制过程中，必须确保椭圆轴的端点在中心线上。最后使用  (智能尺寸) 工具定义椭圆的长轴和短轴。

2. 绘制椭圆弧

- (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) 工具进行草图的绘制。
- (3) 单击  (部分椭圆) 工具，或在菜单栏中单击“工具”→“草图绘制实体”→“部分椭圆”命令，移动鼠标指针在图形区域中先确定椭圆的圆心与长短轴的端点，此时系统显示一个细实线的椭圆实体表示实体绘制未完成，移动鼠标指针在细实线上的任意处单击鼠标

左键确定椭圆弧的起点, 然后再顺着细实线移动鼠标指针到新的位置单击确定椭圆弧的终点, 如图 2-18 所示。

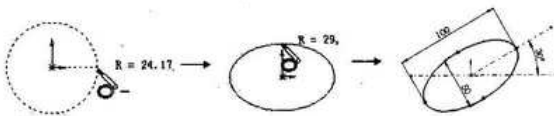


图 2-17 椭圆的绘制流程



图 2-18 椭圆弧的绘制流程

2.3.4 绘制连续相切圆弧

在这一节中, 将通过绘制吊钩造型实例来了解绘制连续相切圆弧的方法, 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。接着单击草图工具栏中的 (中心线) 工具, 过草图圆点分别绘制出如图 2-19 所示的中心线, 并单击 (智能尺寸) 工具标注中心线之间的角度。

(3) 单击草图工具栏中的 (直线) 工具和 (圆) 工具以上述完成的中心线为参考绘制出如图 2-20 所示的形体 (将绘制的圆取名为圆 1), 并单击 (智能尺寸) 工具对直线与圆 1 进行尺寸定义。除此之外, 选择直线的两个端点和垂直中心线, 为它们建立“对称”几何关系。

(4) 单击草图工具栏中的 (3 点圆弧) 工具, 以直线的左端点和圆 1 的边线为起点完成如图 2-21 所示的圆弧 1 的绘制。然后定义圆弧 1 与圆 1 的“相切”几何关系, 并定义圆弧 1 的半径尺寸使形体处于完全定义的状态。

(5) 继续在草图 1 上进行绘制。单击草图工具栏中的 (圆) 工具, 绘制一个圆心过 45° 中心线且直径为 170mm 的圆 2, 以及另一个直径为 20mm 的圆 3。使用 (智能尺寸) 工具对两个圆进行尺寸定义, 如图 2-22 所示。注意在进行两圆尺寸定义的过程中, 首先确定一个初始数值, 然后将尺寸上的控标 拖拽到两圆的最大边上, 最后双击尺寸上的数值, 并在文本框中输入准确的数值。

(6) 单击草图工具栏中的 (3 点圆弧) 工具, 并以圆 1 和圆 2 的边线为圆弧绘制的起点绘制如图 2-23 所示的圆弧 2。在尺寸定义时, 首先完成圆弧 2 半径的定义; 然后再确定

它与其他两个圆之间的“相切”几何关系（方法是按住<Ctrl>键，同时选取圆弧与一个圆，然后在“添加几何关系”选项栏中选择“相切”几何关系）；最后对圆弧1和圆弧2进行尺寸标注，完成几个形体的完全定义。

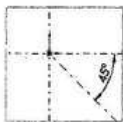


图 2-19 绘制中心线

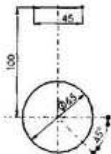


图 2-20 绘制圆和直线

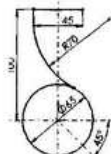


图 2-21 绘制相切圆弧

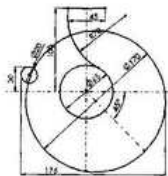


图 2-22 绘制圆

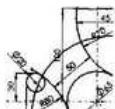


图 2-23 绘制相切圆弧

(7) 使用步骤(5)的方法，单击草图工具栏中的 3点圆弧 工具绘制出如图2-24所示的两个圆弧形体（一个半径为80mm；一个半径为22mm），使用 智能尺寸 工具对两个圆进行尺寸定义，并“添加几何关系”选项栏中选择“相切”几何关系，以确保形体的完全定义。

(8) 单击草图工具栏中的 剪裁实体 工具，分别使用“剪裁到最近端”和“强劲剪裁”类型对如图2-24所示的形体进行相应的裁剪，最终得到如图2-25所示的形体。

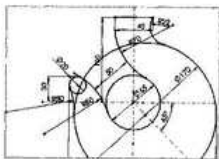


图 2-24 绘制圆弧

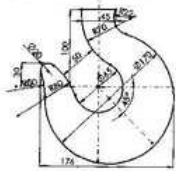














图 2-25 剪裁线段



2.3.5 了解不同情形下延伸实体工具的应用


当试图将一段线段或样条曲线延长到一段直线、弧线或曲线上时，（延伸实体）工具将提供很大的便利。这里应该注意的是，（延伸实体）工具不是对任意弧线都能进行延伸操作的，也就是说，要延伸弧线必须受一定的限制：当弧的半径大于此圆心到延伸线段的最短距离时，系统才可以提供弧线的延伸操作，反之，则不行。此外，（延伸实体）工具也不能将一段直线或样条曲线延伸到特征实体的边线上。草图延伸的操作步骤如下：

(1) 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（矩形）工具完成草图1的绘制，并单击特征工具栏中的（拉伸凸台/基体）工具，绘制出一个长方体。

(2) 移动鼠标指针在图形区域中选取长方体的上表面，单击（草图绘制）工具进行草图2的绘制。

(3) 使用草图工具栏中的（直线）工具、（样条曲线）工具、（圆弧）工具在实体矩形框中任意绘制出如图 2-26 所示的草图实体。然后单击草图工具栏中的（延伸实体）工具，选取其中的一条线段进行操作，但会发现操作无法顺利进行，原因是（延伸实体）工具不能将一段直线或样条曲线延伸到特征实体的边线上。

(4) 单击标准工具栏中的（选择）工具，并按住<Ctrl>键选取长方体的表面边线，然后单击草图工具栏中的（转换实体引用）工具，将实体的边线提取到草图2中。

(5) 再次单击草图工具栏中的（延伸实体）工具，移动鼠标指针到草图2的任意实体线上，此时系统将会显示延伸的线段（红色）。注意：虽然是同一条线段，但是会因为指针的位置不同而显示不同的结果。当看到满意的延伸结果时，就可以单击鼠标左键确定线段的延伸，如图 2-27 所示。

从延伸结果中不难发现：不论被延伸的线段是直线、样条曲线还是圆弧、抛物线，它们在获取延伸线段后，依然要保持它们自身原有的属性，也就是说，延伸的圆弧线段不可能变为直线。

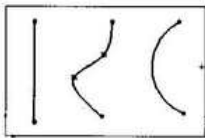


图 2-26 绘制草图实体

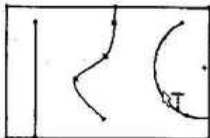







图 2-27 延伸草图实体图形


2.3.6 对非相交的线段使用绘制圆角工具

使用（绘制圆角）工具能够在两个草图实体的交叉处剪裁掉直角，从而生成一个切线

弧。此外，（绘制圆角）工具还可以在 3D 草图绘制中使用。其操作步骤如下：

(1) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”，使用草图工具栏中的（直线）工具、（圆心/起/终点画弧）工具以及（样条曲线）工具绘制出如图 2-28 所示的草图实体。

(2) 单击草图工具栏中的（绘制圆角）工具，显示“绘制圆角”属性管理器，保持圆角属性的初始设置，移动鼠标指针在图形区域中选取直线和圆弧，完成绘制圆角的操作。用同样的方法作用于圆弧和样条曲线，结果如图 2-29 所示。

从上面的操作中，可以看出（绘制圆角）工具对于非相交的线段的操作是分为 3 步进行的：首先是将非相交的线段延伸为交叉线段，然后绘制圆弧，最后剪裁多余的线段。

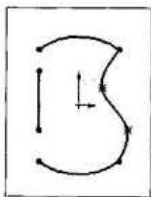




图 2-28 绘制草图实体




图 2-29 绘制草图圆角


2.3.7 圆周草图排列与复制工具中的“删除的实例”命令

使用（圆周草图排列和复制）工具能够将选取的草图实体复制到一个已经设定大小的圆周边线上，一般情形，复制的草图实体之间具有相等弧长距离，但可以通过“删除的实例”选项框来改变复制的草图实体之间的距离。进行圆周草图排列与复制的操作步骤如下：

(1) 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。

(2) 单击草图工具栏中的（圆）工具，绘制出一个圆实体。

(3) 单击草图工具栏中的（圆周草图排列和复制）工具，弹出“圆周草图排列和复制”对话框，在“排列”选项栏的“数量”文本框中输入 10，单击“预览”按钮，如图 2-30 所示。

(4) 在“实例”选项框中选取“(2)”、“(3)”，按下<Delete>键，此时系统将在“删除的实例”选项框中显示删除的对象，单击（确定）按钮，完成草图复制操作，如图 2-31 所示。

(5) 如果对结果不满意，可用鼠标右键单击图形区域中的任何一个复制的圆实体，并在快捷菜单中选择“编辑圆周草图排列与复制”命令，再次调出“圆周草图排列和复制”对话框进行调整。

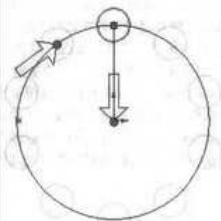


图 2-30 圆周草图排列与复制属性设置及预览

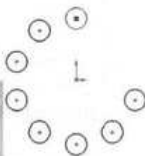
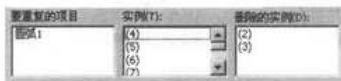





图 2-31 删除的实例

2.3.8 分割实体

使用  (分割实体) 工具可将一个草图实体分割生成两个草图实体。反之，也可以通过删除分割点，将两个实体合并为一个实体。如要分割圆、椭圆或闭环样条曲线，则必须有两个分割点才能真正分割实体。分割实体的操作步骤如下：

(1) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”，使用草图工具栏中的  (圆) 工具在图形区域任意绘制一个圆。

(2) 单击草图工具栏中的  (分割实体) 工具，移动鼠标指针到圆实体的弧边上单击鼠标左键确定一个分割点的位置，用同样的方法确定第二个分割点，如图 2-32 所示。

(3) 此时分割点已经将一个完整的圆分割成两个部分，选取其中的一部分，将其移动到新的位置，会发现并没有像想象中的那样可以使两部分草图实体随意地分开，它们依然保持着整体结合的状态。

(4) 保持一部分线段的选取，然后按下 <Delete> 键，会看到被选取的线段已经被删除，如图 2-33 所示。

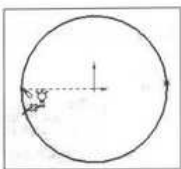


图 2-32 绘制分割点

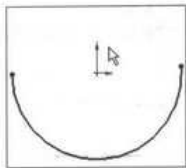






图 2-33 删除圆弧



(5) 回到步骤(3), 选取绘制好的一个分割点, 按下<Delete>键将其删除, 与其相对应的另一个分割点也被删除。



2.3.9 套合样条曲线

在 SolidWorks 2005 中,  (套合样条曲线) 工具被归类到样条曲线工具工具栏。如果操作界面中没有显示此工具栏, 可以通过鼠标右键单击工具栏的空白处, 并在快捷菜单中选择“样条曲线工具”命令来显示此工具栏。

1. 整合多条相连接的草图实体线段

使用  (套合样条曲线) 工具可以将几条相连接的草图实体线段转换为一条样条曲线, 以简化曲线控制点的编辑, 它的合理使用将对后面的特征造型操作产生影响, 特别是在  (放样凸台/基体) 工具、 (扫描) 工具的应用上尤为见效。其操作步骤如下:

(1) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”, 使用草图工具栏中的  (直线) 工具、 (切线圆) 工具在图形区域中绘制一个如图 2-34 所示的草图实体。

(2) 单击标准工具栏中的  (选择) 工具, 框选上述所有实体, 单击样条曲线工具工具栏中的  (套合样条曲线) 工具, 显示如图 2-35 所示的“套合样条曲线”属性管理器, 可设置如下选项:

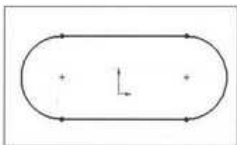


图 2-34 绘制草图实体



图 2-35 “套合样条曲线”属性管理器

- 删除几何体: 勾选此复选框, 系统将会把原有的参照实体删除, 仅仅保留新生成的

套合样条曲线。

- 闭合样条曲线：勾选此复选框，只有在参照实体为非封闭实体时才能使用，如图 2-36 所示。

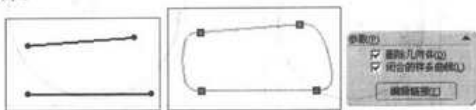


图 2-36 勾选“闭合样条曲线”复选框的效果

- 约束：点选此单选按钮，系统把新生成的套合样条曲线约束在参照实体上，移动任何一个实体，结果都是两个实体一起被移动。
- 解除约束：点选此单选按钮，新生成的套合样条曲线将不受原实体的位置限制，可以任意改变它与原实体的相对位置。
- 固定：点选此单选按钮，新生成的套合样条曲线被赋予“固定”几何关系，无法改变它的形体和空间位置，而原实体则保持已有的状态。
- 编辑链接：单击此按钮，可以选取不同的对应点来改变实体链接的方式，如图 2-37 所示。

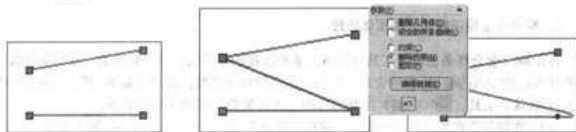



图 2-37 编辑链接

(3) 在“套合样条曲线”属性管理器中点选“解除约束”单选按钮，然后单击  (确定) 按钮，完成线段的整合，选取图形区域中的实体草图，将其移动到新的位置，如图 2-38 所示。此时，系统将原来的草图实体变为虚线构造线，而现在的实体草图已经转换为具有一个控制点的套合样条曲线。

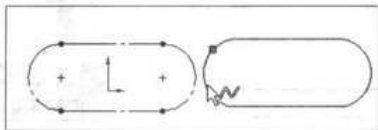








图 2-38 移动套合样条曲线


2. 消除曲线的控制点




使用  (拟合样条曲线) 工具不仅可以整合多条连续的线段, 还可以消除曲线的控制点, 具体操作步骤如下:

(1) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”, 使用草图工具栏中的  (样条曲线) 工具在图形区域任意绘制一条曲线。

(2) 保持曲线的选取, 单击样条曲线工具工具栏中的  (套用样条曲线) 工具, 然后单击  (确定) 按钮, 此时系统显示警告框, 告诫用户需要至少两个以上的实体才能进行套合命令操作。

(3) 于是, 遇到这样的问题: 要保持此曲线的曲率, 但又要消除曲线的所有控制点。这里我们可以使用  (分割实体) 工具将曲线分割成两个实体, 然后再使用  (套用样条曲线) 工具进行操作。

(4) 单击草图工具栏中的  (分割实体) 工具, 在曲线上单击鼠标左键完成曲线的分割操作。

(5) 单击标准工具栏中的  (选择) 工具, 框选两条分割线, 然后单击样条曲线工具工具栏中的  (套合样条曲线) 工具, 在“套合样条曲线”属性管理器中点选“解除约束”单选按钮, 在“公差”文本框中输入参数值, 单击  (确定) 按钮, 完成曲线的套合操作, 结果如图 2-39 所示。不难发现, 新生成的套用样条曲线在形体上和原实体保持一致, 同时曲线上只保留起始和结束两个控制点。

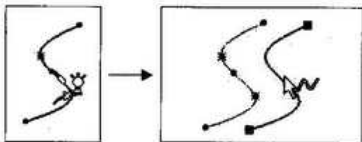



图 2-39 最终生成的套合样条曲线

2.3.10 插入图画

使用  (插入图画) 工具可以将图片 (.bmp、.gif、.jpg、.tif 及 .wmf) 插入到草图基准面的两侧。使用背景图片可以更容易地完成 2D 草图的绘制。此外, 还可以通过“草图图片”属性管理器来控制图形的大小、角度、方向及高宽比例。

1. 插入图画的规则

(1) 图片以其 (0, 0) 坐标为草图原点、起始大小为每 1mm 1 个像素及锁定高宽比例而插入。

(2) 图片嵌入到文件后不与外部源图片相关联。如果更改原始图像, 草图图片不会被更新。

- (3) 可以通过双击鼠标左键来选取图片，并通过<Delete>键来删除图片。
- (4) 如果隐藏草图，图像也被隐藏。
- (5) 图片在编辑关联中的零件时可以插入到装配体中，但在编辑装配体草图时却不可以插入。

2. 插入图画的操作步骤









- (1) 单击标注准工具栏中的 (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。
- (3) 单击草图工具栏中的 (插入图画) 工具，弹出“打开”对话框，如图 2-40 所示，选取所需的图片，单击“打开”按钮调入图片。
- (4) 图片被插入的同时，显示“草图图片”属性管理器，如图 2-41 所示，改变数值进行图片大小、位置等属性的调整。
- (5) 此外，还可以在图形区域直接拖动图片的控标来调整图片的大小。当指针形状变成时，可以拖动该图片而不改变其大小，如图 2-42 所示。



图 2-40 “打开”对话框



图 2-41 “草图图片”属性管理器

- (6) 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 2 的绘制，单击草图工具栏中的 (插入图画) 工具，调入新的图片，如图 2-43 所示。此外，还可以通过“草图图片”属性管理器中的 (水平反转) 按钮与 (垂直反转) 按钮对图片进行更进一步的调整。

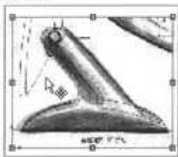


图 2-42 拖动图片

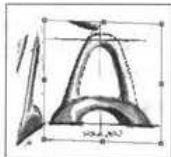



图 2-43 调入新的图片













(7) 单击  (确定) 按钮, 完成图片的调整操作, 接着可以参考图片进行草图的绘制。如果仍然对图片的尺寸与位置不满意, 只需双击图片就可以返回“草图图片”属性管理器界面, 重新调整图片的属性设置。

2.4 参考坐标系

每当创建一个新文件时, 都可以在图形区域的左下角看到一个坐标系。这个坐标系的原点在 SolidWorks 系统中被默认为坐标的零点位置, 同时它的空间位置是不变的, 即所有绘制的实体的空间位置都是围绕这个坐标系进行变化的, 有时也称之为世界坐标系。但是, 如果每次绘制实体都要以此坐标系为基准进行操作, 有时就可能给使用者带来诸多的不便。于是, 重新建立一个相对于某实体位置的坐标系将给使用者带来许多的便利, 在 SolidWorks 软件中, 可由基准面、基准轴确立相对空间, 所以在实体绘制操作中建立新坐标系的作用并不是很突出。但是, 当试图调用外部数据时, 新坐标系的建立将会影响整个实体造型的结果。若想进一步了解其使用, 可以参阅“3.3.4 表格驱动的阵列”一节的有关内容。


单击参考几何体工具栏中的  (坐标系) 工具, 就可建立新的坐标系。

2.5 2D 到 3D 的转换

在 SolidWorks 的 2D 到 3D 工具栏中提供了一系列以平面工程图作为参照进行 3 维实体塑造的工具, 包括  (前视) 工具、 (上视) 工具、 (右视) 工具、 (左视) 工具、 (下视) 工具、 (后视) 工具、 (辅助视图) 工具、 (从选择生成草图) 工具、 (修复草图) 工具、 (对齐草图) 工具、 (拉伸) 工具、 (切除) 工具等, 利用这些工具可以将其他软件绘制的工程图输入到 SolidWorks 中, 以零件草图的方式进行实体的绘制。

2.5.1 2D 工程图转换为 3D 零件的过程

下面通过实例介绍 2D 工程图转换为 3D 零件的过程, 其操作步骤如下:

(1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 在“打开”对话框的“文件类型”选项框中选择“DXF”或“DWG”格式, 并在所选项目列表中选取要进行操作的工程图文件, 如图 2-44 所示。

(2) 单击“打开”按钮, 弹出“DXF/DWG 输入”对话框引导用户进行文件的输入。

(3) 在“DXF/DWG 输入”对话框中点选“以草图输入到新零件”单选钮, 如图 2-45 所示。单击“下一步”按钮, 进入到“DXF/DWG 输入 - 工程图图层映射”对话框, 如图 2-46 所示。再次单击“下一步”按钮, 进入“DXF/DWG 输入 - 文件设定”对话框, 并在“模型”选项栏中点选“到 2D 草图”单选钮, 如图 2-47 所示。单击“完成”按钮, 结束工程图的调入操作。此时, 系统将在特征管理器设计树中显示草图 1 字样, 并在图形区域显示完整的工程图。与此同时, 系统进入草图绘制模式。

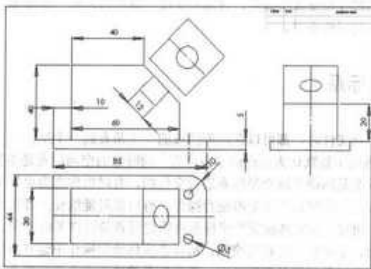



图 2-44 要导入的工程图

(4) 由于原始工程图带有材料明细表, 所以草图 1 看起来比较凌乱, 这里可以先将其删除。

(5) 按住鼠标左键框选如图 2-48 所示的正视图, 然后单击 2D 到 3D 工具栏中的  (前视) 工具。此时, 被选草图由蓝色变为灰色。


(6) 选取如图 2-49 所示的侧视图, 单击 2D 到 3D 工具栏中的  (右视) 工具, 此时系统将在特征管理器设计树中增加草图 2 项目。



图 2-45 “DXF/DWG 输入”对话框

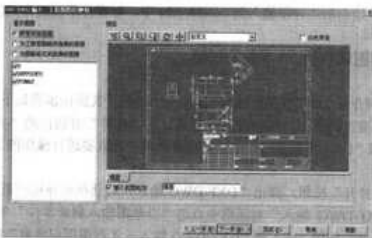


图 2-46 “DXF/DWG 输入 - 工程图图层映射”对话框

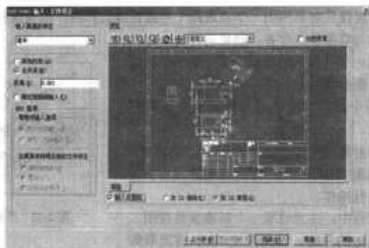


图 2-47 “DXF/DWG 输入 - 文件设定”对话框

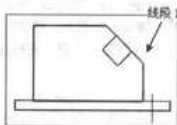


图 2-48 正视图

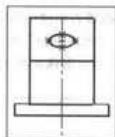



图 2-49 侧视图

(7) 选取如图 2-50 中所示的顶视图，单击 2D 到 3D 工具栏中的  (下视) 工具，完成草图 3 的绘制。

(8) 按住 <Ctrl> 键选取如图 2-51 中所示的辅助视图以及正视图中的线段 1，单击 2D 到 3D 工具栏中的  (辅助视图) 工具，完成草图 4 的绘制。

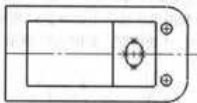


图 2-50 顶视图

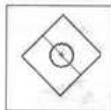




图 2-51 辅助视图

(9) 单击标准视图工具栏中的  (等轴侧) 工具，在图形区域将显示如图 2-52 所示的平面空间组合群。

(10) 接下来，使用  (对齐草图) 工具对上述的 4 个草图进行简单的对齐操作。在进行对齐操作时，必须遵循如下规则：

- 对齐操作主要以侧视图、顶视图和辅助视图为操作对象，而正视图不进行任何操作。

- 对齐操作仅仅只对草图的一个点或两个点或直线起作用，如果选择一个点，则系统默认此点与草图原点对齐；如果选择两个点、两条线或一个点和一条线，则其中第一个被选实体的草图会移动。
- 选取的两个对齐对象必须在预绘制实体的同一个面上。
- 先选取的对象为操作实体，即移动实体。
- 如果工程图中有中心线，那么在对齐过程中首先对此进行操作。
- 在对齐过程中，注意设置一个基准参照视图。

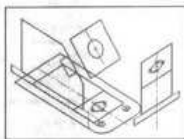






图 2-52 平面空间组合群

(11) 针对上述的原则，首先按住<Ctrl>键选取如

图 2-53 所示的右视和下视的中心线，单击 2D 到 3D 工具栏中的  (对齐草图) 工具完成右视的对齐操作，结果如图 2-54 所示。

(12) 接着开始进行草图转换为实体的操作。按住<Ctrl>键选取如图 2-54 所示的线段和点，这里封闭的线段表示拉伸的实体面，而点表示拉伸的基点。单击 2D 到 3D 工具栏中的  (拉伸) 工具，显示“拉伸”属性管理器，单击  (深度) 按钮后，移动鼠标指针到图形区域单击如图 2-54 所示的线 a 表示拉伸的深度，单击  (确定) 按钮，完成拉伸特征的绘制，如图 2-55 所示。

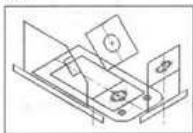


图 2-53 对齐操作

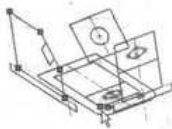





图 2-54 选取线段与点

(13) 再次按住<Ctrl>键选取如图 2-56 所示的线段和点，单击 2D 到 3D 工具栏中的  (拉伸) 工具，单击  (深度) 按钮后，移动鼠标指针到图形区域单击如图 2-57 所示的垂直线 b 表示拉伸的高度，单击  (确定) 按钮，完成拉伸特征的绘制，如图 2-57 所示。

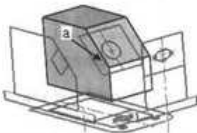


图 2-55 拉伸特征

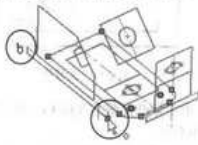




图 2-56 选取线段与点

(14) 选取如图 2-58 所示的圆与面，然后单击 2D 到 3D 工具栏中的  (切除) 工具。

注意：选取的面为切除特征的基准面。在“切除-拉伸”属性管理器中单击  (深度) 按钮后，单击如图 2-58 所示的斜线 c 表示拉伸的高度，单击  (确定) 按钮，完成切除特征的绘制，如图 2-59 所示。

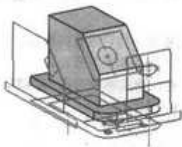


图 2-57 拉伸特征

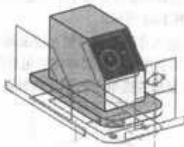


图 2-58 选取圆与面

(15) 用步骤 (14) 的方法完成底座的圆孔切除操作。注意：在“切除-拉伸”属性管理器的“终止条件”选项框中选择“完全贯穿”。选取特征管理器设计树中的草图 1、草图 2、草图 3、草图 4，单击鼠标右键并在快捷菜单中选择“隐藏草图”命令，在图形区域将显示特征实体，如图 2-60 所示。

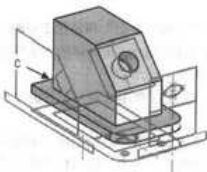


图 2-59 切除特征

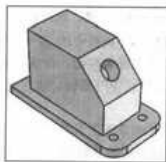











图 2-60 最终绘制完成的实体


2.5.2 生成新的草图

在 2D 到 3D 工具栏中， (从选择生成草图) 工具是一个应用很广的工具，它不仅仅在 2D 到 3D 转换操作中起作用，同时它也被常常应用到一般的草图绘制中。下面通过实例介绍该工具的使用，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) 单击特征管理器设计树中的“前视基准面”，并单击  (草图绘制) 工具进行草图 1 的绘制。
- (3) 单击草图工具栏中的  (中心线) 工具，过草图原点绘制出一段虚线，保持中心线的选取，单击草图工具栏中的  (动态镜像实体) 工具，使中心线变为镜像轴。
- (4) 单击草图工具栏中的  (样条曲线) 工具，移动鼠标指针在图形区域绘制出如图

2-61 所示的曲线。如果对曲线不满意,可以通过调整曲线的控制点进行修改。

(5) 单击  (动态镜像实体) 工具结束镜像操作。单击标准工具栏中的  (选择) 工具选取左边的曲线,然后单击 2D 到 3D 工具栏中的  (从选择生成草图) 工具,此时,系统将在特征管理器设计树中新增加草图 2 项目。用同样的方法将中心线右边的曲线提取为草图 3,如图 2-62 所示。

(6) 进入草图 2 或草图 3 的编辑模式,会发现曲线依然保持它原有的属性,它并不像  (转换实体引用) 工具那样将引用后的曲线的一些属性(如控制点)省略。

(7) 鼠标右键单击特征管理器设计树中的草图 1,在快捷菜单中选择“隐藏草图”命令。

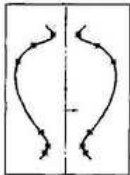






图 2-61 绘制镜像曲线





图 2-62 生成新的草图



(8) 按住<Ctrl>键,选择特征管理器设计树中的“上视基准面”和草图 2 中的上端点,单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具,绘制出基准面 1。用同样的方法选取草图 2 中的下端点和上视基准面,绘制出基准面 2,如图 2-63 所示。

(9) 在特征管理器设计树中选择“基准面 1”,单击  (草图绘制) 工具进行草图 4 的绘制。


(10) 单击草图工具栏中的  (椭圆) 工具,以草图原点为中心绘制出一个椭圆。按住<Ctrl>键选取椭圆的长轴端点和草图 1 的曲线,在“添加几何关系”选项栏中选取“穿透”几何关系,使椭圆的长轴端点吸附到草图 1 的曲线上,如图 2-64 所示。单击图形区域右上角的  图标,结束草图 4 的绘制。

(11) 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。

(12) 单击草图工具栏中的  (圆) 工具,以草图原点为圆心绘制出一个圆。注意:圆边与草图 1 的下端点具有“重合”几何关系,如图 2-65 所示。

(13) 单击图形区域右上角的  图标,结束草图 5 的绘制。然后单击特征工具栏中的  (放样凸台/基体) 工具,显示“放样”属性管理器,激活“轮廓”选项框,选取图形区域中的草图 4 和草图 5。接着激活“引导线”选项框,并在图形区域中选取草图 2 和草图 3,如图 2-66 所示。

(14) 单击  (确定) 按钮,完成酒瓶实体造型的绘制,结果如图 2-67 所示。

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

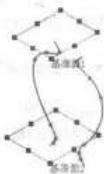


图 2-63 绘制基准面



图 2-64 绘制草图 4



图 2-65 绘制草图 5

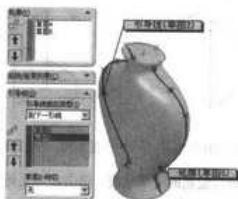


图 2-66 放样属性的设置








图 2-67 酒瓶实体造型


2.6 3D 草图绘制


3D 草图是由系列直线、点以及样条曲线构成的，它们可以不在同一个平面上，可以使用 3D 草图作为扫描路径，或用作放样或扫描的引导线、放样的中心线或管道系统中的关键实体（管道功能为插件应用程序）。

2.6.1 3D 草图


下面通过实例介绍 3D 草图的绘制过程，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) 单击特征管理器设计树中的“前视基准面”，单击草图工具栏中的  (3D 草图) 工具进行 3D 草图 1 的绘制。再单击标准视图工具栏中的  (等轴侧) 工具，让视图处于 3 维可视角度。
- (3) 单击草图工具栏中的  (直线) 工具，移动鼠标指针到图形区域，此时指针形状变为 ，现在以草图原点为直线的起点开始在 XY 平面上绘制草图。

(4) 按住鼠标左键不放移动鼠标指针, 当指针形状变为  表示 X 水平方向时, 沿着推理引导线的指示拖动鼠标指针, 在距离起始位置一定长度的地方按下鼠标左键, 完成直线段的绘制。继续在此平面上绘制直线, 如图 2-68 所示。

(5) 按下<Tab>键, 转换绘制平面。此时推理指针形状变为  表示接下来的操作将在 YZ 平面上进行草图的绘制。按照步骤 (4) 的方法继续绘制直线。

(6) 根据需要不断切换草图绘制面, 最终完成如图 2-69 所示的 3D 草图。

(7) 单击草图工具栏中的  (绘制圆角) 工具, 对上述完成的空间线段进行圆角操作, 如图 2-70 所示。

(8) 单击图形区域右上角的  图标, 结束 3D 草图 1 的绘制。

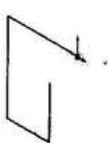


图 2-68 绘制 XY 平面的草图

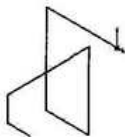


图 2-69 绘制 3D 草图

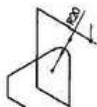




图 2-70 进行圆角操作

(9) 按住<Ctrl>键, 选取直线的终点与最后绘制的一条线段, 单击参考几何体工具栏中的  (基准面) 工具, 绘制出基准面 1, 如图 2-71 所示。

(10) 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。

(11) 单击草图工具栏中的  (圆) 工具, 绘制出一个直径为 10mm 的圆。按住<Ctrl>键选取 3D 草图 1 的终点与草图 1 的圆边, 并在“添加几何关系”选项栏中选取“重合”几何关系, 结果如图 2-72 所示。

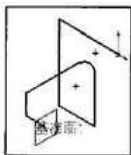


图 2-71 建立基准面

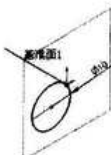




图 2-72 绘制草图

(12) 单击图形区域右上角的  图标, 结束草图 2 的绘制。

(13) 单击特征工具栏中的  (扫描) 工具, 显示“扫描”属性管理器, 如图 2-73 所示设置相关选项。

(14) 单击  (确定) 按钮, 完成扫描特征的绘制, 结果如图 2-74 所示。



图 2-73 “扫描”属性管理器

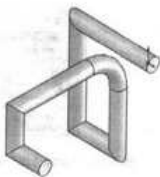




图 2-74 扫描特征

2.6.2 面部曲线

使用  (面部曲线) 工具可以从已有的曲面实体上提取 3D 曲线, 其操作步骤如下:

- (1) 单击标准工具栏中的  (打开) 工具, 调出前面绘制的“酒瓶.sldprt”文件。
- (2) 在图形区域单击实体的正表面, 然后单击草图工具栏中的  (面部曲线) 工具, 显示“面部曲线”属性管理器, 如图 2-75 所示。

1) 在“选择”选项栏中有两个单选按钮, 可以任选其一:

- 网格: 点选此单选按钮, 将均匀放置的曲线。可以在“方向 1 曲线数”和“方向 2 曲线数”文本框中设定水平和垂直方向的曲线的数目。
- 位置: 点选此单选按钮, 面部曲线将位于两个直交曲线的相交处。可以在图形区域中拖动曲线来改变它的位置, 或在“方向 1 位置”和“方向 2 位置”文本框中输入百分比数值, 系统默认底线为“方向 1 位置”的 0% 位置、右边线为“方向 2 位置”的 0% 位置。



2) 在“选择”选项栏中有“方向 1 开/关”和“方向 2 开/关”两个复选框, 可根据需要选择它们。如果不需要曲线可取消对复选框的选择。

3) 定位顶点。选择一个两条曲线相交处的顶点或点, 此顶点不能被拖动。

4) 在“选项”选项栏中有两个复选框, 可根据需要选择。

- 约束于模型: 勾选此复选框, 曲线随模型更改而更新。
- 忽视孔: 用于带内部缝隙或环的输入曲面。勾选此复选框, 曲线通过孔而生成, 好像曲面为完整无缺; 取消对此复选框的选择, 曲线停留在孔的边线。

(3) 根据需要进行参数设置, 如图 2-75 所示。

(4) 单击  (确定) 按钮, 结束面部曲线的提取操作, 此时, 系统将在特征管理器设计树中增加 5 个 3D 草图, 如图 2-76 所示。如果想将提取的所有 3D 曲线放置到一个草图中, 那么必须在步骤 (2) 的操作中, 先单击草图工具栏中的  (3D 草图) 工具, 进入 3D 草图 1 的绘制模式, 然后进行步骤 (2) 后面的操作。


(5) 鼠标右键单击特征管理器设计树中的“放样 1”, 在快捷菜单中选择“隐藏实体”命令, 如图 2-77 所示。



图 2-75 “面曲线”属性管理器



图 2-76 生成 3D 草图

(6) 选取如图 2-77 所示的 3D 草图 2，单击  (3D 草图) 工具进入草图的编辑模式。鼠标右键单击曲线并在快捷菜单中选择“分割实体”命令，这里将曲线分割为 3 段，并拖动控制点改变曲线的形状，如图 2-78 所示。

(7) 单击图形区域右上角的  图标，结束 3D 草图 2 的编辑。

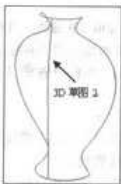





图 2-77 隐藏实体



图 2-78 修改 3D 草图 2 (左视图)

(8) 单击曲面工具栏中的  (放样曲面) 工具，显示“曲面-放样”属性管理器，属性设置如图 2-79 所示，单击  (确定) 按钮，结束放样曲面特征的绘制，结果如图 2-80 所示。

(9) 在特征管理器设计树中选取“前视基准面”和“面-放样 1”，然后单击特征工具栏中的  (镜像) 工具，完成曲面的镜像复制，结果如图 2-81 所示。

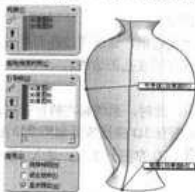


图 2-79 放样曲面的属性设置

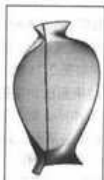


图 2-80 放样曲面特征

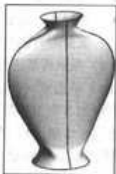







图 2-81 镜像曲面实体

2.6.3 交叉曲线

 (交叉曲线) 工具与  (面部曲线) 工具很相似, 它是将两个相交面的相交线提取出来作为新的草图。 (交叉曲线) 工具并不像  (面部曲线) 工具那样将所有提取的线段转换为 3D 草图, 当两个相交面中有一个面为平坦面时, 它就可以将曲线提取到草图中, 其操作步骤如下:

(1) 在操作此工具前, 必须有两个或两组相交面实体。如果只有一个面实体, 可以使用基准面作为第二个操作面。这里所指的面不仅仅包括用曲面工具绘制的曲面, 还包括用特征工具绘制的实体面。

(2) 按住 <Ctrl> 键选取两个面或两组面, 然后单击  (交叉曲线) 工具, 即可完成曲线的提取操作。