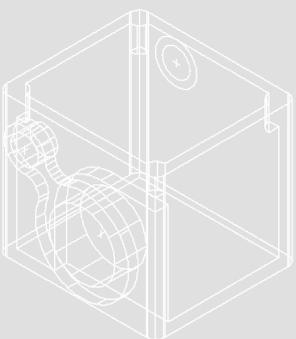


实体特征是将草绘剖面通过拉伸、旋转或扫描创建出实体或曲面模型。该特征是创建其他复杂特征造型的基础。在零件设计中经常使用这些特征作为载体来添加或细化其他特征，从而创建出各种各样的零件造型。该特征类型主要包括拉伸、旋转、扫描和螺旋扫描等。

本章主要介绍各种实体特征的概念和各个特征工具，并结合零件的具体造型来详细介绍各个实体特征的创建方法。此外，在本章中还介绍了基准点、基准轴、基准曲线和基准平面等基准特征的作用和创建方法。

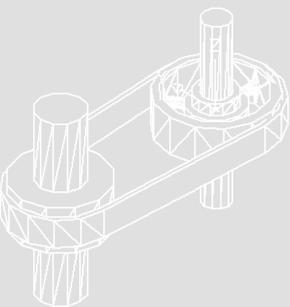
本章学习目标：

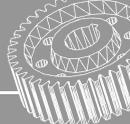
- 了解特征的概念
- 了解基准特征的概念及功能
- 掌握创建各基准特征的方法
- 掌握创建拉伸特征的方法
- 掌握创建旋转特征的方法
- 掌握创建扫描特征的方法
- 掌握创建螺旋扫描特征的方法



3.1 特征概述

模型的设计均是从创建特征开始的，因此特征是组成实体模型的基本单元。它在构件模型实体的同时，还能够反映模型信息，并能调整特征之间的关系。特征不仅包括拉伸和旋转等基础特征，还包括抽壳、拔模和倒圆角等工程特征，以及作为辅助几何图元的基准特征和扭曲、折弯与雕刻等高级造型特征。





3.1.1 特征分类

特征是具有工程意义的空间几何元素，同时承载创建时序与其他特征关系等信息。建模时的所有实体、嵌片和图元对象都是特征。根据特征的创建和应用，可以将其分为实体特征和参考特征。

1. 实体特征

实体特征具有实际的体积和质量，是创建模型的主体。依据成型方法可分为点放特征和草绘特征。其中，点放特征是通过选取特征的类型和放置位置，并赋予必要的尺寸参数而创建的特征；而草绘特征则是在点放特征的基础上，由草绘创建实体，效果如图 3-1 所示。

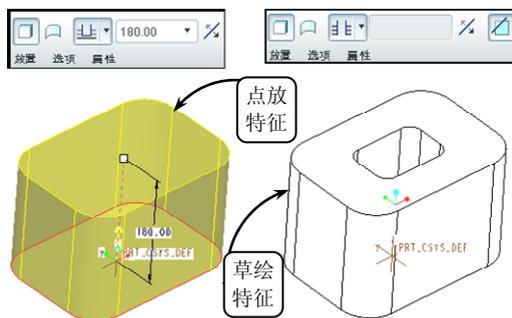


图 3-1 点放特征和草绘特征

2. 参考特征

参考特征是零件创建过程中所需的参考，相当于几何学中的辅助点、线或面，包括基准特征、曲面特征和修饰特征。其中，基准特征包括基准平面、基准轴、基准点、基准坐标系和基准曲线等类型。曲面特征主要用于实体模型创建的参考。修饰特征主要用于实体必要的修饰，以达到理想的设计效果，效果如图 3-2 所示。

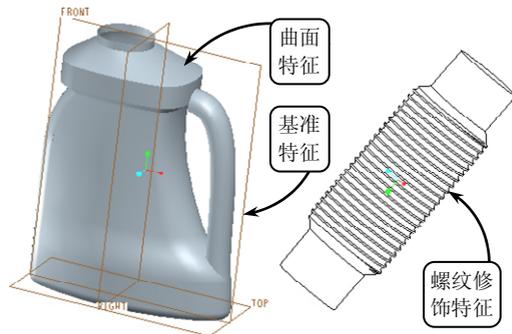


图 3-2 基准特征、曲面特征和修饰特征

3.1.2 熟悉建模界面

利用特征工具可以创建各种各样的特征，从而来创建实体模型。按照特征的分类，同一类型的特征包含在相应的特征工具栏中，其中每一种特征工具对应创建相应的特征。

单击【新建】按钮，在打开的【新建】对话框中选择【零件】|【实体】选项，然后在【名称】文本框内输入零件名称，并单击【确定】按钮，即可进入零件建模环境，效果如图 3-3 所示。

在该环境界面的【模型】选项卡为创建所有特征的工具选项板。由于基础特征是创建其他所有特征的基础，且基准特征用于辅助创建基础特征或其他特征。因此【基准】和【形状】这两个工具选项板处于激活状态。当创建基础特征后，其他特征的工具选项板将被激活。此时，用户可以启用相应的工具创建其他类型的特征。

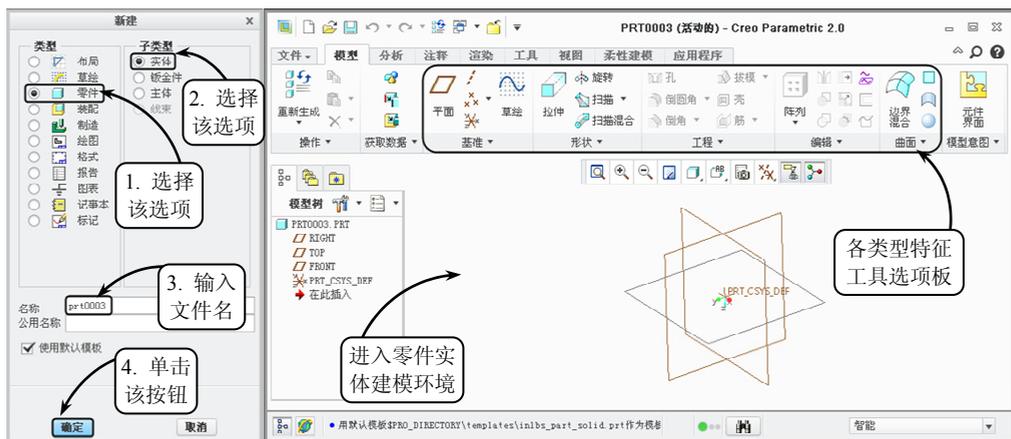


图 3-3 进入零件建模环境

3.2 基准特征

基准特征是建模过程中创建的辅助特征，包括基准点、基准曲线、基准轴、基准平面和基准坐标系。其中的每一种类型都是独立的个体，但相互之间又具有紧密的联系。既可以通过基准点创建曲线来辅助面的设计，也可以通过坐标系辅助管道和电缆等实体的空间定位，还可以创建基准平面作为特征草绘平面。

3.2.1 基准特征概述

基准特征是指作为辅助设计的点、线或面。该特征的作用主要是辅助建模，不直接构建特征，并且没有质量和体积。除基准曲线外，基准特征也没有大小。此外，在建模过程中，基准特征不会影响设计模型的几何参数、物理参数和质量属性等特性。

1. 基准点

基准点可以是实体模型上的点、拐角点或表面上的边界点，也可以是直线、圆弧和样条曲线上的顶点。作为基准特征的最小单元，基准点除了可以构造基准曲线和基准轴等基准特征，还可以作为创建特征时的控制点或定位参照。例如在创建拉伸特征时，将基准点作为拉伸深度的终止参照，效果如图 3-4 所示。



图 3-4 指定基准点作为拉伸深度参照

2. 基准轴

基准轴既可以作为创建基准平面或基准点的参照对象，也可以作为标注尺寸的边界参照



或者作为阵列复制时的阵列轴参照。例如在创建孔特征时，基准轴可以作为定位孔特征的线性参照，效果如图 3-5 所示。

3. 基准曲线

基准曲线可以是平面内的一条直线、圆弧或样条曲线，也可以是三维空间中的螺旋线、规则或无规则的三维曲线。基准曲线既可以作为轨迹路径创建扫描特征，也可以辅助创建基准轴和基准平面等基准特征，还可以作为倒圆角时的通过曲线参照等。例如利用【边界混合】工具由基准曲线构建边界曲面，效果如图 3-6 所示。

4. 基准坐标系

坐标系包括基准坐标系和参照坐标系两种类型。参照坐标系主要用于草图定位，对于混合特征的剖截面。环形折弯特征草图的定位尤为重要；而基准坐标系是创建实体模型的辅助参照。例如用于计算实体模型的质量、体积和重心位置，作为零件组合的参照或机械加工的位置参照等，效果如图 3-7 所示。

5. 基准平面

基准平面是一个无限大的平面，没有大小、体积和质量。通常基准平面以方框的形式显示，并在方框附近标示出其名称，如 DTM1 和 DTM2 等。当新建一个零件文件时，在绘图区中将显示 3 个相互垂直的基准平面和 1 个基准坐标系。但在建模过程中，用户还可以根据建模需要创建其他基准平面，效果如图 3-8 所示。

3.2.2 基准点

基准点是一种辅助特征，既可以构造基准曲线和基准轴等基准特征，也可以作为创建倒圆角时的控制点。此外还可以作为创建拉伸、旋转等基础特征的终止参照，或作为创建孔特征、筋特征的偏移或放置参照对象使用。

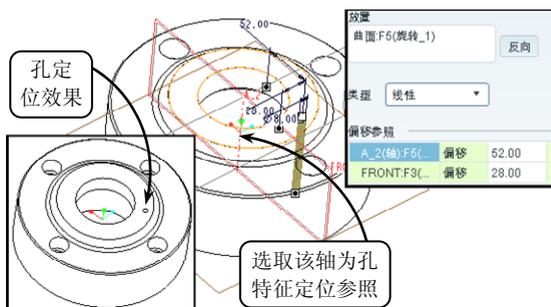


图 3-5 利用基准轴作为孔特征定位参照

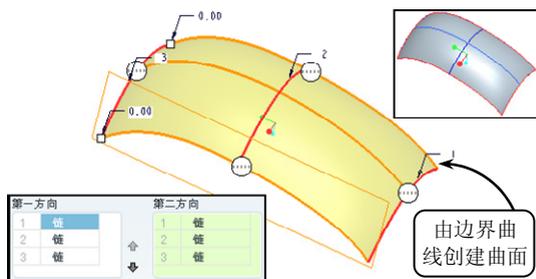


图 3-6 以基准曲线为参照构建空间边界曲面

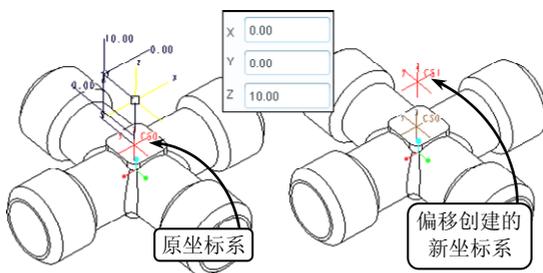


图 3-7 创建新坐标系

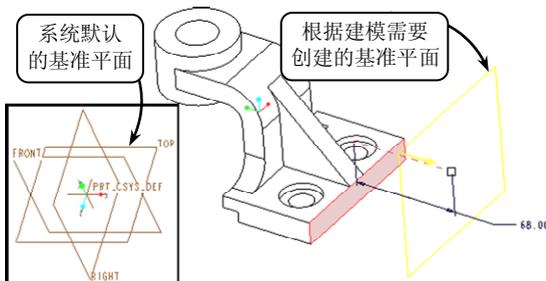


图 3-8 两种基准平面类型

1. 一般基准点

一般基准点是在模型几何上或从模型几何上偏移所创建的基准点，经常作为创建其他特征的辅助工具。

创建一般基准点首先需要定义基准点的放置参照（包括曲面、曲线、边或基准平面等），以指定基准点的位置。然后选择偏移参照，设置基准点的定位尺寸。此时偏移参照会根据所放置参照自行修改。

单击【基准】选项板中的【点】按钮, 系统将打开【基准点】对话框。此时该对话框处于半激活状态，当在绘图区中选取一个参照对象后，可以将其全部激活，且处于可编辑状态。例如要删除某个放置参照对象，可以在【参考】列表框中选择相应对象并右击。然后在打开的快捷菜单中选择【移除】选项，即可将所选参照移除，效果如图 3-9 所示。

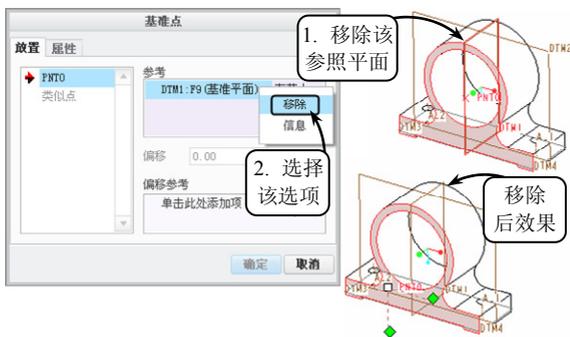


图 3-9 移除参照对象

在创建基准点时，根据所选参照对象的不同，可利用多种方式进行创建，现分别介绍如下。

(1) 在曲线和边线上创建基准点

该方式是使用已知的曲线或实体边线创建单个基准点或多个基准点，并且可通过设置该点在边线上的比例值来确定点的具体位置。

选取如图 3-10 所示的实体边线，此时基准点将以白色方框显示，并标注有相应的比例值。双击该比例值，可以修改数值大小，进而改变点在边线上的位置。

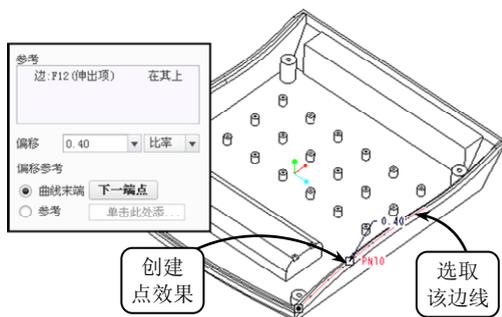


图 3-10 在边线上创建基准点

此外，在【基准点】对话框中，用户可以通过【偏移参考】选项组中的两种方式设置偏移参照，具体介绍如下。

- 【曲线末端】方式 该方式是以所选曲线或实体边的端点作为偏移参照，通过设置基准点与该偏移参照的距离来创建基准点。此时设置偏移距离可以通过以下两种方式。
 - 比率 表示基准点到曲线起始点的实际长度为整条曲线长度的倍数。一般规定选取曲线或实体边的长度比为 1，基准点的位置取值可以是 0~1 之间的任意数。一旦设定了数值，即可在相应位置创建基准点。
 - 实数 该数值为创建的基准点到曲线或实体边线上起始点的实际长度。例如默认的比率为 0.4，切换到基准点到实际曲线或实体边上的长度值如图 3-11 所示。
- 【参考】方式 该方式是以选取的平面作为尺寸标注参照。其中，所选平面必须与所选曲线或实体边线相交，所设置的偏移距离为基准点到该参照平面的垂直距离，效果如图 3-12 所示。

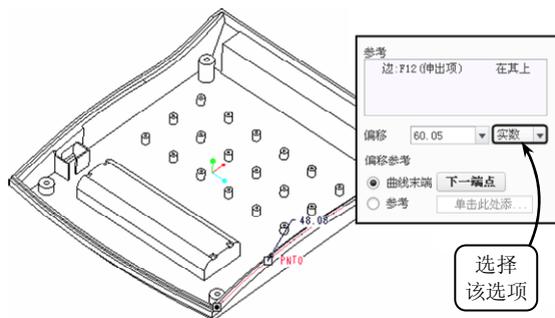
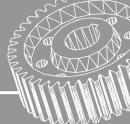


图 3-11 通过【实数】方式设置偏移距离

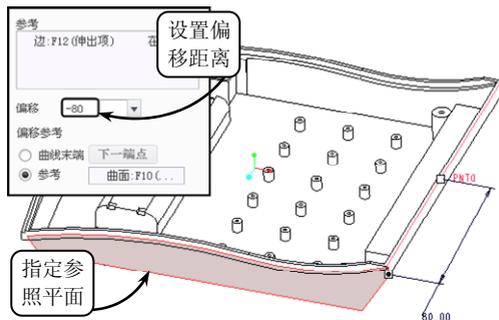


图 3-12 通过【参考】方式创建基准点

技巧

如果欲在曲线、曲面边或实体边的端点、拐角处创建基准点,可直接在绘图区中选取相应的端点来创建基准点。

(2) 在圆或椭圆的中心处创建基准点

对于圆或椭圆这类特殊封闭曲线,既可以在圆弧或椭圆弧上创建基准点,也可以在圆弧中心创建基准点。

在绘图区中选取圆或椭圆曲线,并指定参照为【居中】方式,则在圆弧中心将创建基准点,效果如图 3-13 所示。

(3) 在曲线的相交点处创建基准点

该方式适用于在两条曲线(包括实体边)的最短距离或相交处创建基准点,这样创建的基准点将会落在选取的第一条曲线上。如图 3-14 所示,按住 Ctrl 键依次选取两条曲线,则在其最短距离处创建基准点。

(4) 在曲线和曲面的交点处创建基准点

该方式是在曲线与曲面的相交处创建基准点,其中,曲线可以是实体边、曲线边和基准轴等;曲面可以是实体面、基准面和不规则曲面。

按住 Ctrl 键依次选取曲面和曲线,并单击【确定】按钮,即可创建基准点,效果如图 3-15 所示。

(5) 偏移点创建基准点

该方式是选取模型上的顶点、角落点、基准点或坐标系原点,沿指定方向偏移一定距离创建

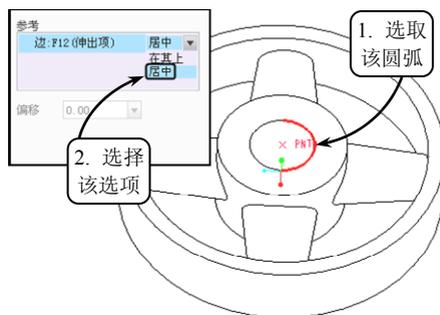


图 3-13 在圆弧中心创建基准点

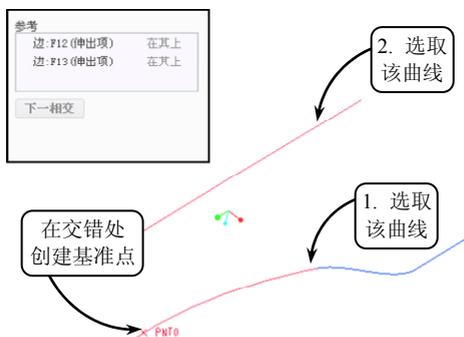


图 3-14 在曲线的相交点处创建基准点

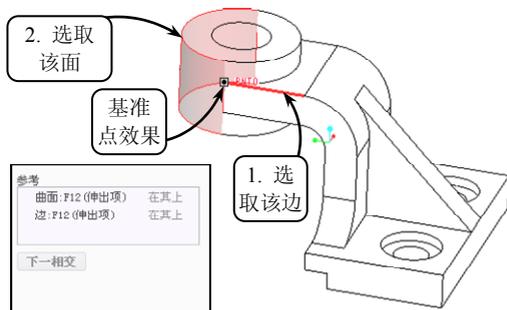


图 3-15 在曲线和曲面交点处创建基准点

基准点。其中，可以使用三种偏移参照指定偏移方向：一是沿直线型实体边、曲线或基准轴的轴向偏移；二是沿所选平面的法向偏移；三是沿着坐标系的任意一向向平移。

在实体模型上选取一点，并指定偏移方式。然后在绘图区中按住 **Ctrl** 键选取一个参照方向，并输入相应偏移距离，即可创建基准点，效果如图 3-16 所示。

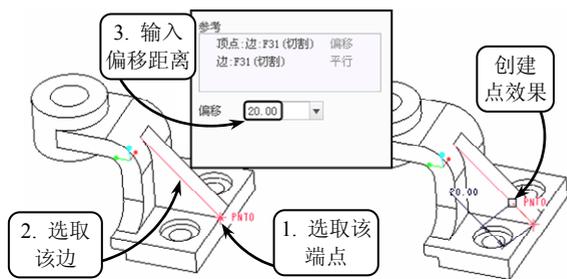


图 3-16 偏移点创建基准点

(6) 在曲面或偏移曲面上创建基准点

选择该方式创建基准点时，需要指定两平面或实体边作为偏移定位参照，以确定基准点的坐标位置。

如图 3-17 所示依次指定两个平面或两条实体边作为偏移定位参照，并设置沿该曲面的法向偏移数值，即可创建相应的基准点。

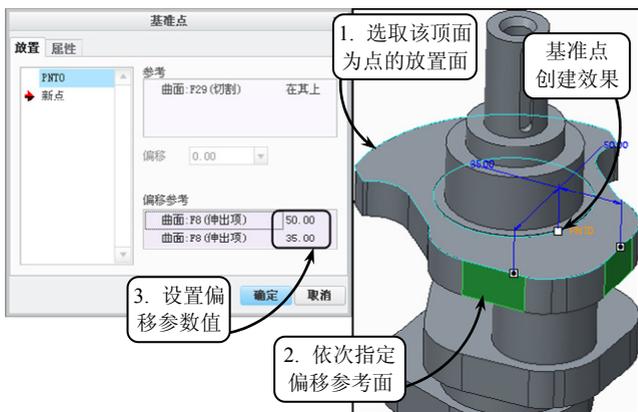


图 3-17 通过偏移曲面方式创建基准点

(7) 通过相交曲面创建基准点

该方式适用于在三个曲面的交点处创建基准点。其中，三个曲面可以是实体面、不规则曲面或基准平面等。

在绘图区中按住 **Ctrl** 键依次选取三个相交曲面，并单击【确定】按钮，则在相交曲面处将生成相应的基准点，效果如图 3-18 所示。

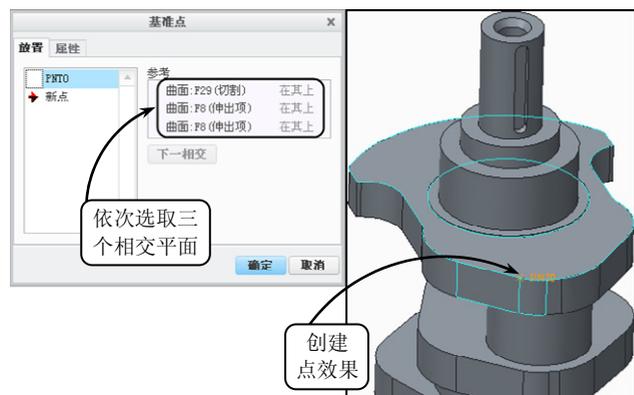


图 3-18 相交曲面创建基准点

2. 偏移坐标基准点

该方式是一种比较抽象的基准点创建方法。它是通过设置相对于所选参照坐标系的偏移距离确定的一系列基准点。其中，参照坐标系包括笛卡尔、圆柱和球坐标三种类型。如果连续设置多个坐标系的轴向坐标值，可以建立多个基准点，即基准点矩阵。

在【基准点】下拉菜单中单击【偏移坐标系】按钮, 系统将打开【基准点】对话框，效果如图 3-19 所示。该对话框中主要选项的含义介绍如下。

【参考】选项 激活该收集器，可以指定基准点所参照的坐标系。



□ **【类型】选项** 设置输入坐标系类型,包括笛卡尔、圆柱和球坐标三种类型。

□ **【使用非参数阵列】复选框** 启用该复选框,系统将移除尺寸,并将点数据转换为不可修改的非参数化形式。

在绘图区中选取用于参照的坐标系,并在对话框中指定坐标系类型。然后单击数值区域中的单元格,并设置相对于参照坐标系的坐标值,即可创建偏移坐标系基准点,效果如图 3-20 所示。

如果在对话框中单击**【导入】**按钮,则可以导入已编辑好的文本文件,创建相应的基准点。该方式通过文本编辑器(如记事本和写字板)来编辑各轴向坐标值,且当编辑完后将其保存并更改扩展名为.pts,效果如图 3-21 所示。此外单击**【更新值】**按钮,可在打开的记事本文件中编辑基准点文本;单击**【保存】**按钮,则将基准点文本保存为文件。



图 3-19 【基准点】对话框

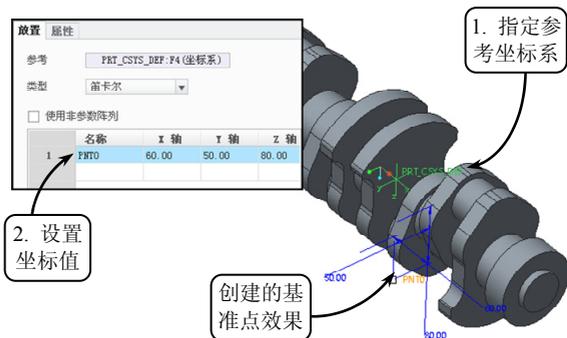


图 3-20 创建偏移坐标系基准点

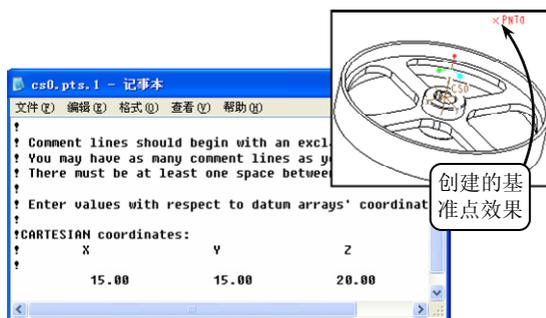


图 3-21 通过文本文件编辑基准点

提示

如果还要添加其他基准点,那么单击下一个单元格添加新点。除此之外,还可以对文件进行保存、将参数转换为非参数阵列等操作。

3. 域基准点

域基准点是在曲线、实体边或曲面上的任意位置创建基准点,主要用于标识一个几何域的域点,是行为建模中用于分析的点。该操作方式简单方便,但具有不确定性,往往需要通过辅助特征才能准确定义基准点位置。

在**【基准点】**下拉菜单中单击**【域】**按钮,系统将打开**【基准点】**对话框。此时在绘图区中直接选取参照(点的放置位置),即可创建相应的域基准点,效果如图 3-22 所示。



图 3-22 创建域基准点

注 意

创建的域基准点不是以 PNT 作为标识，而是使用 FPNT 作为名称。此外，【域】基准点工具在一般的模型设计工作中使用频率不高。

3.2.3 基准平面

基准平面可以作为特征的草绘平面或视图参照平面，也可以用于尺寸定位参照或约束参照，还可以作为特征的终止平面、镜像的参照平面和创建基准轴、基准点的参照使用。

1. 创建基准平面

单击【平面】按钮, 系统将打开【基准平面】对话框，效果如图 3-23 所示。基准平面的作用多种多样，其创建方法也有许多种，这里主要介绍以下几种。

(1) 通过三个点

该方式是在三维空间中选取任意三个点，系统将根据这三个点创建基准平面。其中，空间中的三个点可以是基准点、实体模型上的顶点或曲面、曲线上的边界点等。

按住 Ctrl 键依次选取三个点，则选取的对象将显示在【参考】列表框中，且各列表项右侧将显示该对象与创建的基准平面关系，效果如图 3-24 所示。

由于两点确定一条直线，因此可以假想其中两点构成一条直线。然后根据选取的直线和一点确定一个平面，效果如图 3-25 所示。

注 意

如果选取过多的点作为参照，将无法创建基准平面。例如假设选取四个点创建基准平面，系统将不会创建基准平面。即使这四个点真的可以确定一个平面，系统也不会创建基准平面。

(2) 通过两条直线

该方式是通过同一平面内的两条直线（两者间可以是相交或平行的位置关系），创建通过这两条直线的基准平面。此类直线可以是实体的

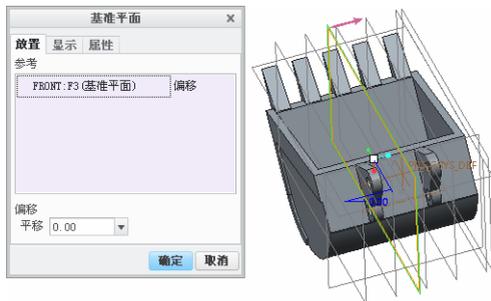


图 3-23 【基准平面】对话框

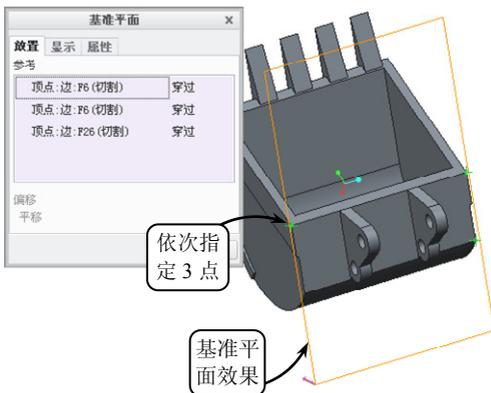


图 3-24 过三点创建基准平面

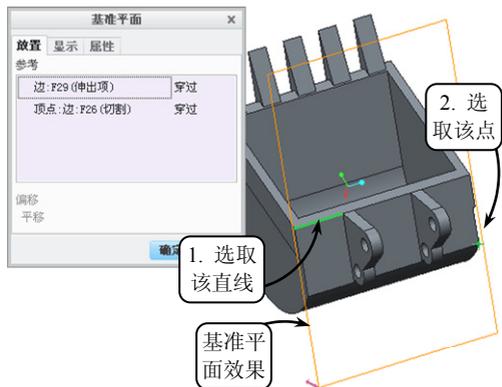


图 3-25 过直线和点创建基准平面



边线、由曲面抽取的直线边界等。

在绘图区中按住 **Ctrl** 键依次选取两条相交或平行的直线，并设置【参考】方式为【穿过】，即可创建相应的基准平面，效果如图 3-26 所示。

(3) 通过两点一面

该方式是在绘图区选取两个点和一个面，使创建的基准面通过两点，并且与所选面垂直。其中，两个点可以包含或不包含在该平面内，也可以一个点在平面内，另一个点在平面外。而选取的平面可以是基准平面、实体表面或圆弧曲面等。

在绘图区中按住 **Ctrl** 键依次选取两个点，并选取所需的垂直参照平面。此时所选取的对象将全部显示在【参考】列表框中。然后将所选平面的参照方式改为【法向】，即可创建相应的基准平面，效果如图 3-27 所示。

如果所选面为圆弧面，则可以创建过两点且垂直于该圆弧面的基准平面，效果如图 3-28 所示。如果所选面为其他不规则曲面，由于曲率的无规律变化，则无法创建垂直所选曲面的基准平面。

(4) 通过一平面

该方式是通过选取的实体表面、基准平面或其他形状的任何平面为参照对象，沿箭头指向偏移一定距离来创建基准平面。

在绘图区中选取偏移参照平面，并设置参照方式为【偏移】。然后在【平移】文本框中输入偏移距离，即可创建相应的偏移平面，效果如图 3-29 所示。

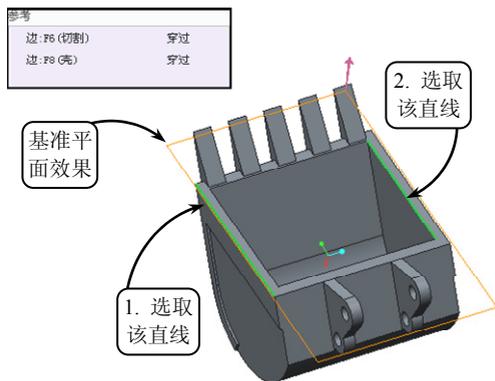


图 3-26 通过两条直线创建基准平面

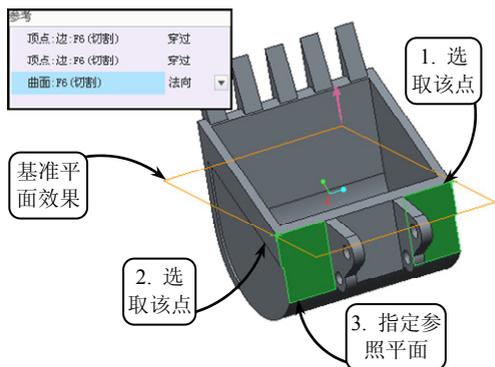


图 3-27 通过两点和一面创建基准平面

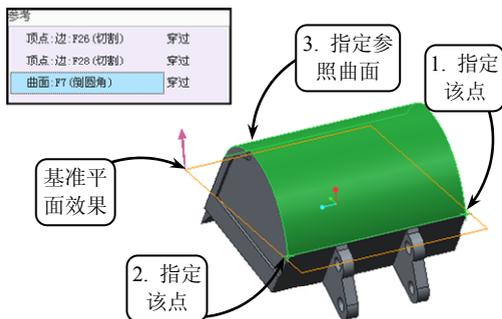


图 3-28 通过两点和一圆弧面创建基准平面

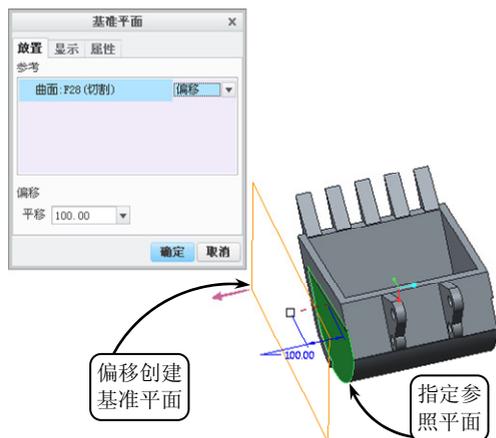


图 3-29 通过偏移平面创建基准平面

如果设置参照方式为【穿过】，则系统将创建一个与该参照平面重合的基准平面；如果设置为【平行】或【法向】方式，还需要一个辅助的点或直线作为参照，才能创建穿过该点或

直线的平行或垂直基准平面。

(5) 通过一点与一面

该方式是通过空间中的一点和一个面来创建基准平面。基准平面穿过该点，且与选取的参照面保持垂直、平行或相切的位置关系。其中，选取的参照平面可以是基准平面、实体表面或圆弧曲面等。

创建与参照平面平行的基准平面，可以在绘图区中按住 **Ctrl** 键依次选取一点和参照面，并设置【参考】方式为【平行】即可，效果如图 3-30 所示。

如果设置【参考】方式为【法向】，则创建的基准平面与参照平面位置关系为垂直，效果如图 3-31 所示。

如果指定的参照面为圆弧曲面，并设置【参考】方式为【相切】，则创建的基准平面与圆弧曲面相切，效果如图 3-32 所示。

(6) 通过一直线与平面

该方式是通过旋转一定角度、偏移一定距离和垂直于参照平面等方式来创建基准平面。其中，选取的参照平面可以是基准平面、实体表面、任意形状的平面或圆弧曲面等。

创建穿过直线，且与参照平面成一定角度的基准平面，可按住 **Ctrl** 键依次选取一直线和参照平面，并设置【参考】方式为【偏移】。然后在【旋转】文本框中输入旋转角度，即可创建成一定角度的基准平面，效果如图 3-33 所示。

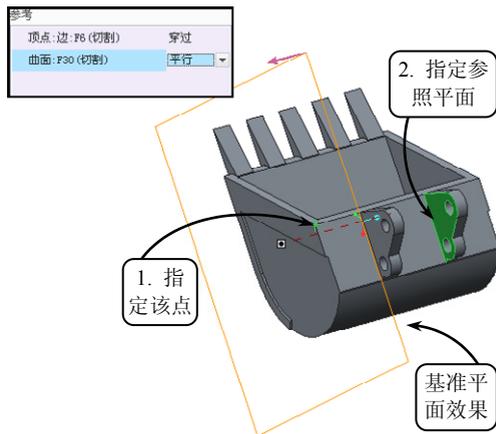


图 3-30 过一点且平行于参照面的基准平面

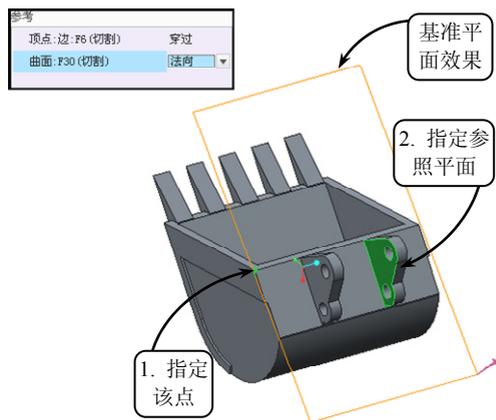


图 3-31 过一点且垂直于参照面的基准平面

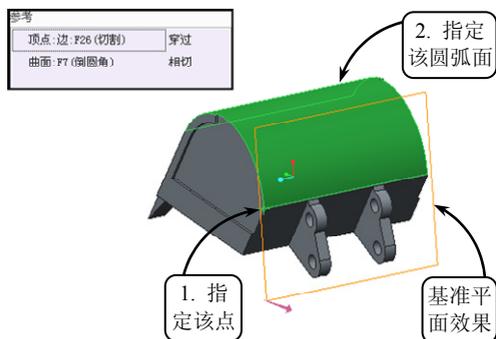


图 3-32 过一点且相切于参照面的基准平面

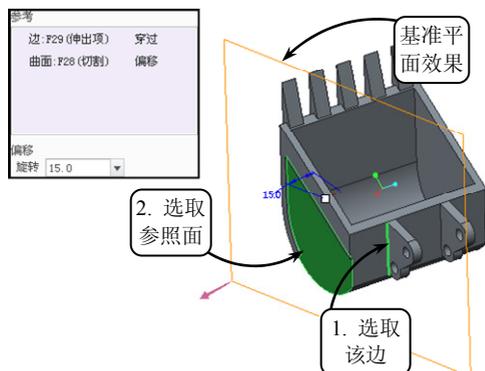


图 3-33 过直线且与参照面成一定角度基准平面



如果设置【参考】方式为【平行】，则可创建过直线且与参照平面平行的基准平面；如果设置【参考】方式为【法向】，则可创建过直线且与参照平面垂直的基准平面，效果如图 3-34 所示。

2. 编辑基准平面

尽管基准平面是一个无穷大的平面，但在默认情况下，系统会根据模型大小进行缩放显示。基准平面的大小随零件尺寸的改变而改变。且除了那些即时创建的平面以外，其他所有基准平面大小都可以加以调整。

在模型树中选取一个基准平面右击，并在打开的快捷菜单中选择【编辑定义】选项。然后在打开的对话框中切换至【显示】选项卡，单击【反向】按钮，即可改变基准平面的方向，效果如图 3-35 所示。

在该选项卡中启用【调整轮廓】复选框，可以根据需要调整基准平面的大小。如果选择【大小】选项，并在【宽度】和【高度】文本框中分别输入基准平面的宽度和高度，即可准确设置基准平面的大小，效果如图 3-36 所示。

如果选择【参考】选项，并选取参照平面，则创建的基准平面的大小将符合所选参照平面的大小，效果如图 3-37 所示。

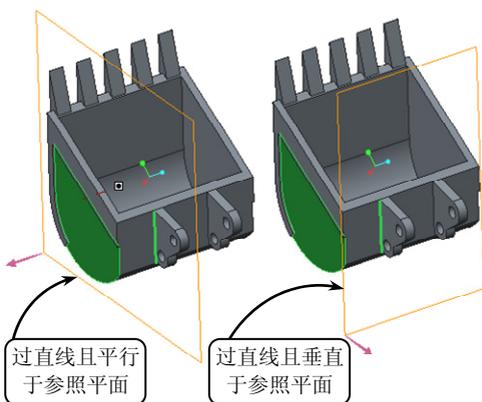


图 3-34 创建平行或垂直于参照面的基准平面

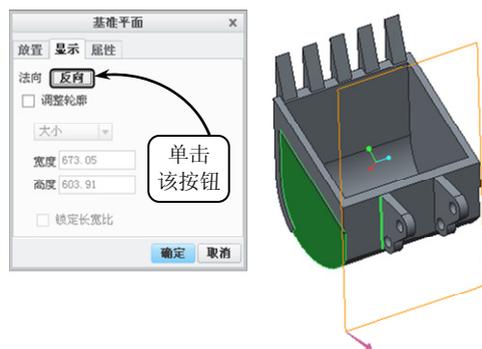


图 3-35 改变基准平面方向

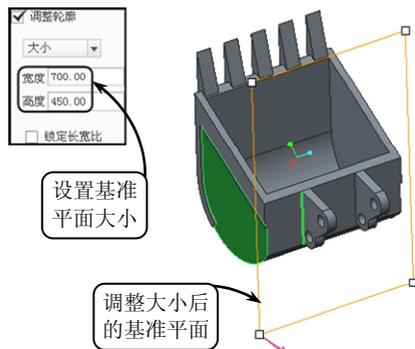


图 3-36 指定基准面大小

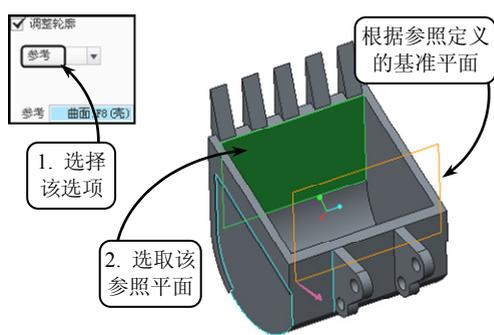


图 3-37 根据参照平面定义基准平面大小

3.2.4 基准轴

基准轴是基准特征的一种类型，在三维空间中为柱体、台体、孔特征和盘类零件的中心

轴线。在建模过程中，可以作为特征创建的定位参照，也可以用于特征环形阵列时的中心参照，还可以直接作为几何放置参照使用。

单击【轴】按钮, 系统将打开【基准轴】对话框, 效果如图 3-38 所示。创建基准轴的方法主要有以下几种。

1. 通过两点

该方式是最常用的一种方式，是过两个点确定一条直线的原理来创建基准轴。其中，通过的两点可以是模型空间中任意两点，包括已存的端点、中点、圆心点、交点和创建的基准点等。

在绘图区中按住 Ctrl 键依次选取两个点，即可创建过这两个点的基准轴，效果如图 3-39 所示。

由于两点可以确定一条直线，因此在创建基准轴时，可以直接选取模型中的实体边或空间任意一条直线创建基准轴。且此时基准轴将以轴线的方式通过该直线或实体边，效果如图 3-40 所示。

2. 通过两个不平行平面

由于两个平面相交只有一条交线，并且是直线。因此可以通过两个不平行平面创建基准轴。其中，这两个平面可以是基准平面、实体表面或创建的任意形状平面等。

在绘图区中按住 Ctrl 键选取两个平面，并单击【确定】按钮，即可创建穿过两个相交平面的基准轴，效果如图 3-41 所示。

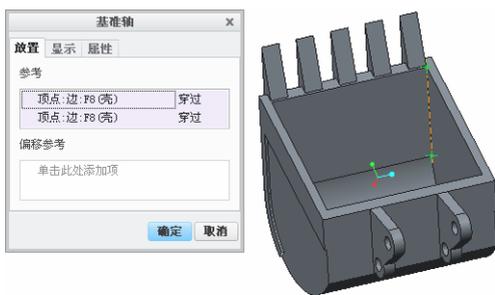


图 3-38 【基准轴】对话框

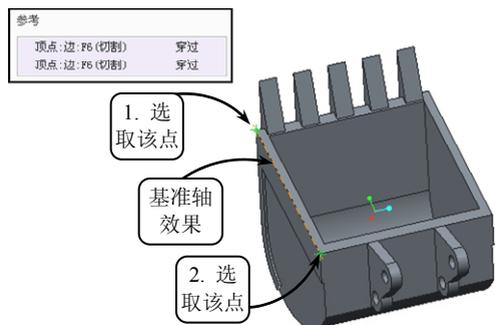


图 3-39 过两点创建基准轴

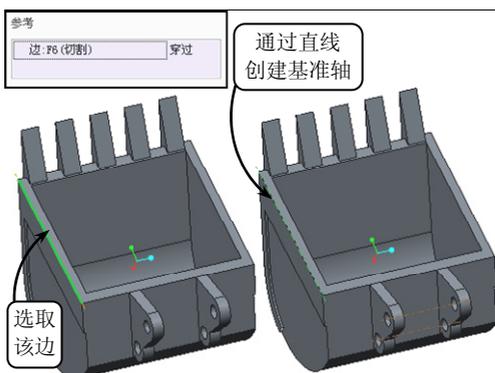


图 3-40 通过直线创建基准轴

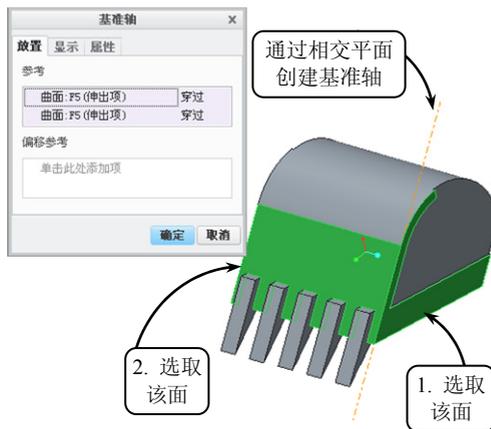


图 3-41 通过两个不平行平面的基准轴

3. 通过平面上一点且垂直于平面

由于通过平面上一点有且只有一条直线与已知平面垂直，因此可以通过这种方法创建基



准轴。其中，过平面上的点可以是实体边线上的顶点、交点或在该平面上创建的其他基准点等。

在绘图区中按住 **Ctrl** 键选取一个点和一个面，并单击【确定】按钮，即可创建通过该点且垂直于平面的基准轴，效果如图 3-42 所示。

4. 垂直于曲面

使用该方式创建基准轴时，需要选取一个曲面作为放置参照，并选取两个偏移参照以确定基准轴的位置。其中，选取的放置参照可以是基准平面、实体表面和曲线曲面。而偏移参照可以是基准平面、实体的表面、曲面、实体的边线或已存的基准轴等。

如图 3-43 所示在绘图区中选取放置曲面，并指定【参考】方式为【法向】。然后按住 **Ctrl** 键依次选取两个放置参照平面，并设置偏移参数，单击【确定】按钮，即可创建垂直于曲面的基准轴。

5. 通过曲线上一点并与曲线相切

在一个平面内，过曲线上一点并与该曲线相切，有且只有一条直线可以满足条件。因此可通过该方法创建基准轴。其中，相切曲线可以是圆、圆弧、椭圆或样条曲线等。

在绘图区中按住 **Ctrl** 键依次选取曲线和曲线上一点，并单击【确定】按钮，即可创建过该点且与该曲线相切的基准轴，效果如图 3-44 所示。

6. 通过圆弧的轴线

通常对于创建的圆柱体、圆台、孔和其他旋转特征，一般是随着实体特征的完成，系统自动创建基准轴。而对于模型中已有的倒圆角和圆弧过渡曲面等特征，还可以根据圆弧曲面部分，创建与其同轴的基准轴。

选取圆柱形曲面，并在【基准轴】对话框中设置【参考】方式为【穿过】，单击【确定】按钮，即可创建与该曲面同轴线的基准轴，效果如图 3-45 所示。

此外，为了区别已创建的基准轴或突出显示某一基准轴，需要编辑基准轴的属性。在绘图区或模型树中选取基准轴并右击，在打开的快捷菜单中选择【属性】选项，系统将打开【轴】

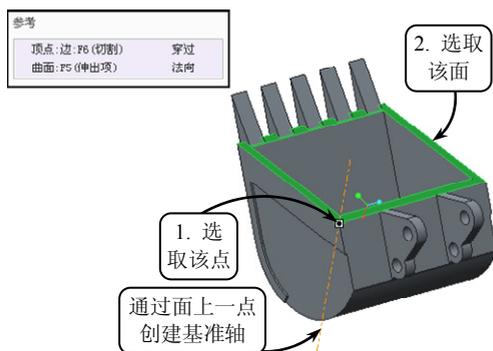


图 3-42 穿过一点且垂直于平面的基准轴

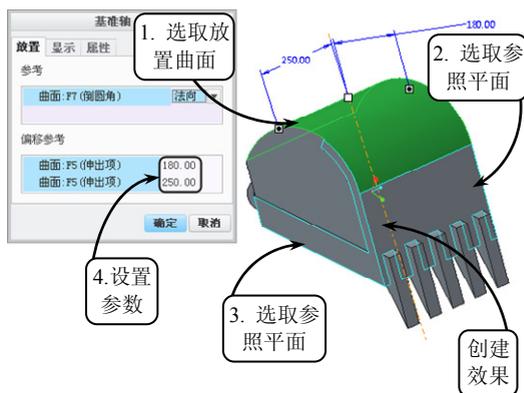


图 3-43 垂直于曲面的基准轴

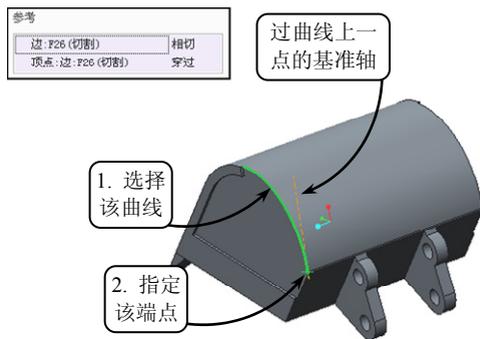


图 3-44 相切于曲线的基准轴

对话框。此时，在该对话框中即可设置基准轴的名称、类型、文本样式和放置位置等属性，效果如图 3-46 所示。

3.2.5 基准坐标系

坐标系由一个原点和三个坐标轴构成。它是创建特征的基础，包括笛卡尔、圆柱和球坐标三种类型。创建坐标系首先需要确定原点，再定向的原则创建坐标系。在实际应用中，坐标系的用途多种多样，主要有以下七种作用。

- 作为几何输出与输入使用的基准。
- 质量特性的计算（包含质量中心的位置与质量惯性矩的参考点）都必须使用基准坐标系表示其位置与参数。
- 以坐标系为测量基准，除了可以测量实际距离外，还可以显示相对坐标系三个轴向的投影长度。
- 作为复制特征的基准。
- 零件设计或组装的基准。
- 作为加工的基准和参照。
- 作为几何建模的方向参照。

坐标系的作用多种多样，其创建方法也有多种，现主要介绍几种常用的创建方式。

1. 通过三个平面

该方式是指通过指定三个平面的交点确定坐标系的原点。其中，所选第一个平面法向方向指定 X 轴方向，第二个平面法向方向确定 Y 轴方向，选择第三个平面将坐标系定位。

单击【坐标系】按钮, 系统将打开【坐标系】对话框。然后在绘图区中按住 Ctrl 键依次选取相交的三个平面，在三面交汇点将自动创建原点。其中，X 轴垂直于所选第一个面、Y 轴垂直于所选第二个面、Z 轴垂直于 X 轴和 Y 轴所在平面，效果如图 3-47 所示。

如果创建的坐标系不符合要求，可以通过对话框中的【方向】选项卡设置坐标系 X 轴、Y 轴方向，且此时系统会根据右手原则确认坐标系的 Z 轴方向。而若单击【反向】按钮，则可将对应坐标轴的方向反向，效果如图 3-48 所示。

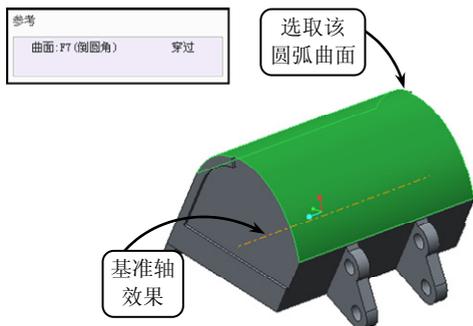


图 3-45 与圆柱形曲面同轴的基准轴



图 3-46 设置基准轴属性

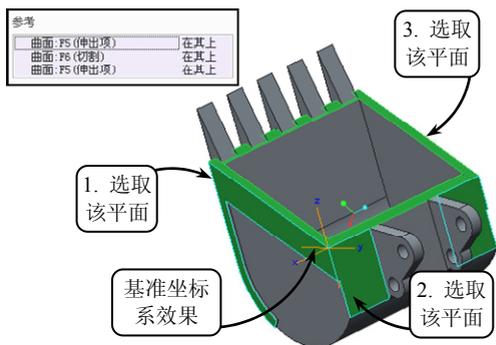


图 3-47 通过三个平面创建基准坐标系



提示

即使三个平面不是两两相交，也可以通过三个平面来确定基准坐标系。此时该坐标系的原点位于三个平面的延伸交汇处。

2. 通过一点两轴

该方式是在绘图区选取坐标系原点和任意两个轴向，并根据右手定则确定第三个轴向来创建基准坐标系。其中，可以选取任意一个基准点、端点、顶点或已有坐标系的原点作为新坐标系原点；选取任意两个基准轴、实体边线或曲线确定两个轴向。

在绘图区中选取一点作为坐标原点，然后切换至【方向】选项卡，依次选取模型的两条棱边作为参照，并分别指定基准坐标系中 X、Y 和 Z 的任意两轴方向即可，效果如图 3-49 所示。

3. 通过两轴线

该方式是在绘图区选取两个基准轴、直线型实体边或曲线创建基准坐标系。其中，相交点或最短距离处将被确定为原点，且原点落在所选第一条直线上。同样指定任意两个轴向后，系统会根据右手定则确定第 3 个轴向。

在绘图区中按住 Ctrl 键选取两个基准轴或者实体边，系统将默认其相交点为原点。然后在【方向】选项卡中指定任意两个轴向，即可创建相应的基准坐标系，效果如图 3-50 所示。

4. 偏移或旋转坐标系

该方式是以现有坐标系作为参照创建新坐标系。对现有坐标系的操作方式可以分为以下两种类型。

(1) 偏移创建坐标系

在绘图区中选取原有坐标系，并在【坐标系】对话框的【偏移类型】下拉列表中选择一种偏移类型。然后分别设置在 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向上的偏移距离即可，效果如图 3-51 所示。

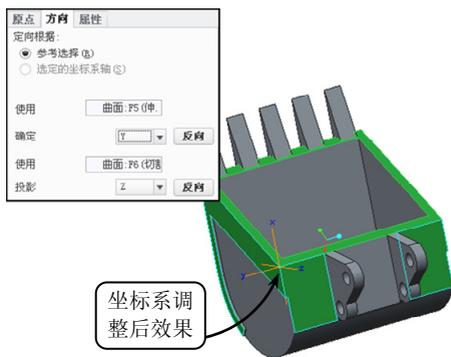


图 3-48 调整坐标系

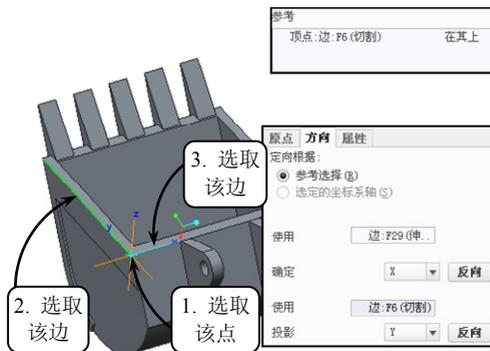


图 3-49 指定一点两轴确定坐标系

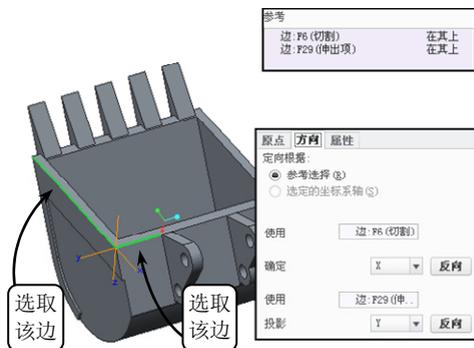


图 3-50 指定两轴线创建坐标系

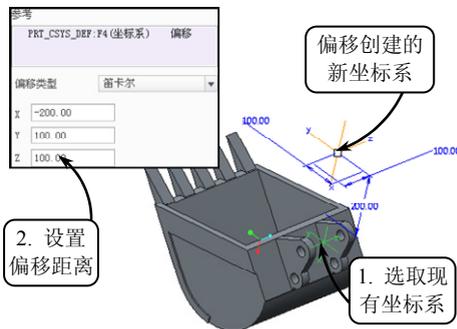


图 3-51 偏移方式创建坐标系

(2) 旋转创建坐标系

如果使用旋转方式创建坐标系，则需在打开的对话框中切换至【方向】选项卡。然后输入新坐标系相对于参照坐标系的旋转角度，即可重新定位坐标系的 X 轴、Y 轴方向，效果如图 3-52 所示。

5. 自文件

该方式是以现有某一坐标系为参照，导入由记事本编辑器所完成的偏移文件，以创建新坐标系。

在绘图区选取现有坐标系为参照，并在【偏移类型】下拉列表中选择【自文件】选项。然后在【打开】对话框中查找文本文件，并将其导入即可，效果如图 3-53 所示。

提示

偏移文件的内容应当包括：第一，X-与 Y-两轴向的矢量值，即第三轴向 Z-由系统根据右手定则确定，因此 X3、Y3 和 Z3 可输入任意值；第二，与现有坐标系原点的平移距离，其中 TX、TY 和 TZ 的扩展文件名为 .tf。

3.2.6 基准曲线

基准曲线是由空间任意位置点组成的三维曲线，如螺旋线、规则曲线等，也可以是同一平面的不规则曲线，如样条曲线、双曲线或抛物线等。创建的基准曲线可以作为草图截面或扫描轨迹线，也可以通过定义的空间曲线创建扫描混合、边界混合曲面等特征。

基准曲线可以在草绘环境中直接绘制，也可以由指定的基准点或剖截面来进行创建。下面介绍几种创建基准曲线的常用方法。

1. 草绘基准曲线

草绘基准曲线是在草绘环境中利用各种草绘工具绘制的几何曲线。其形式可以由样条曲线、圆弧和直线段以及一个或多个开放或闭合的曲线段组成。

单击【基准】选项板中的【草绘】按钮，进入草绘环境后即可利用各种草绘工具绘制基准曲线，单击【确定】按钮，即可完成基准曲线的创建，效果如图 3-54 所示。

2. 通过点创建基准曲线

通过点创建基准曲线需要事先定义出一系列的点，包括起始点、终止点以及中间节点等，

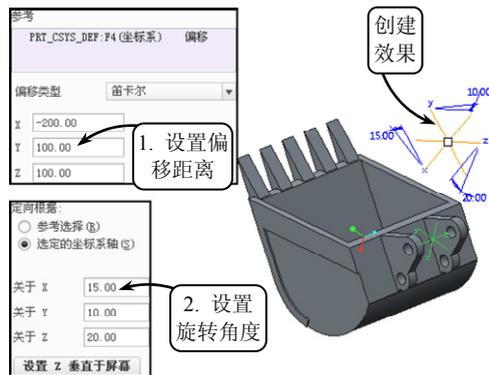


图 3-52 旋转方式创建坐标系

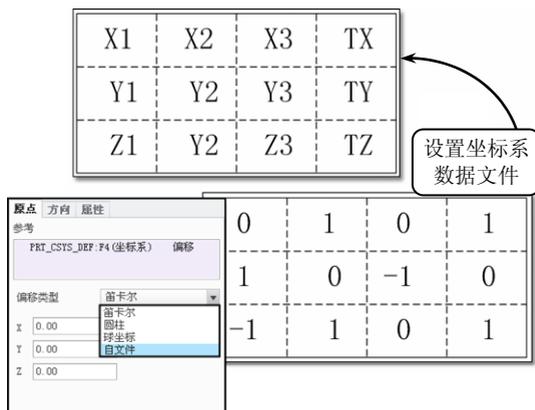


图 3-53 坐标系数据文件



然后再按照指定的方式通过选择的点创建基准曲线。

单击【基准】选项板中的【通过点的曲线】按钮，系统将展开【曲线：通过点】操控板。在该操控板的【放置】选项卡中包含两种连接点的方式，其中选择【样条】单选按钮，系统将使用样条曲线连接各点；选择【直线】单选按钮，系统将使用直线连接各点，且可以在各点的转折处以相同或不同半径的圆角过渡，如图 3-55 所示。

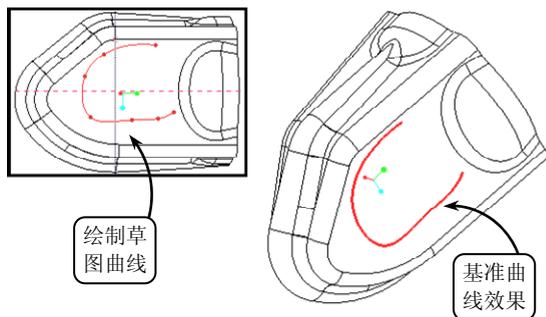


图 3-54 草绘基准曲线

单击【通过点的曲线】按钮，并选取若干个顶点或者基准点。然后选择指定的点的连接方式，并设置相应的参数，即可创建通过点的基准曲线，效果如图 3-56 所示。

3. 从方程创建基准曲线

该方式是根据输入的参数方程创建基准曲线，常用于创建螺旋线、渐开线和心形线等非圆曲线。另外还经常用于设计齿轮渐开线齿形。

单击【基准】选项板中的【来自方程的曲线】按钮，系统将展开【曲线：从方程】操控板。然后选择参考坐标系，并指定坐标值输入的类型，包括笛卡尔、柱坐标和球坐标三种类型。接着单击【方程】按钮，在打开的【方程】对话框中输入确定曲线的方程，并单击【确定】按钮即可，如图 3-57 所示。

4. 使用横截面创建基准曲线

该方式是通过平面横截面与零件轮廓的相交边界线来创建基准曲线，也可以直接选取横截面的边界线创建新的曲线。

首先需创建相应的横截面。切换至【视图】选项卡，单击【模型显示】选项板中的【截面】按钮，然后在绘图区中选取指定的参考面，并设置相应的参数，即可创建横截面。

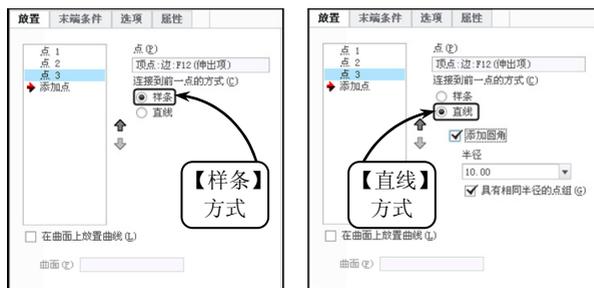


图 3-55 【曲线：通过点】操控板

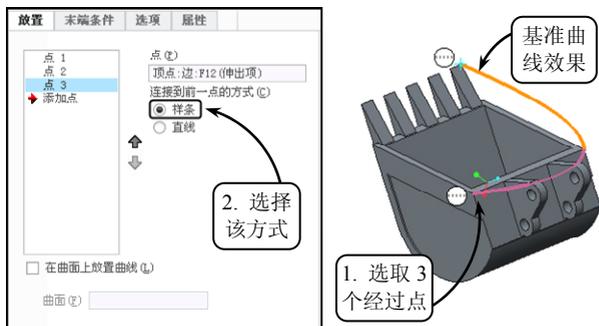


图 3-56 通过点的基准曲线

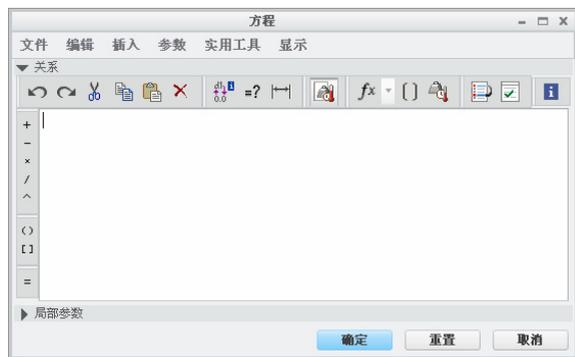


图 3-57 【方程】对话框

接着切换至【模型】选项卡，单击【基准】选项板中的【来自横截面的曲线】按钮, 并选择刚创建的横截面，系统即可生成相应的基准曲线，效果如图 3-59 所示。

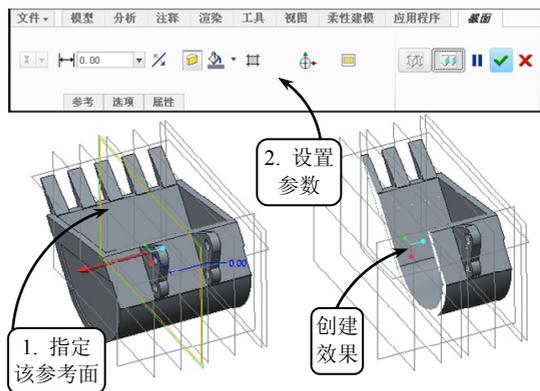


图 3-58 创建剖截面

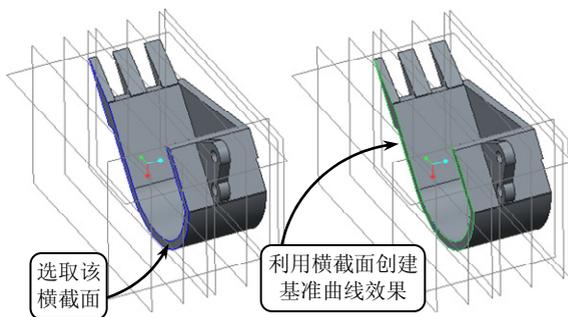


图 3-59 利用横截面创建基准曲线

3.3 拉伸特征

拉伸是指将一个横截面沿着与截面垂直的方向延伸所形成的实体或曲面特征。在工程实践中，拉伸特征的应用非常广泛，大多数零件模型和工业产品的造型都可以看作是多个拉伸特征相互叠加和切除的结果。

3.3.1 创建拉伸特征

拉伸可以沿着垂直于草绘平面的方向单向或双向拉伸创建实体或曲面。通过该操作既可以向模型中添加材料，也可以从模型中去除材料。其中，添加或去除材料后的每一部分特征都是独立的个体，可以对其进行单独编辑或修改。

1. 拉伸操控面板

进入建模环境中，在【模型】选项卡的【形状】选项板中单击【拉伸】按钮, 系统将打开【拉伸】操控面板，效果如图 3-60 所示。在该操控面板中既可以进入草绘环境绘制截面图形，还可以设置拉伸特征的类型、深度和方向，以及预览拉伸特征的效果。现分别介绍如下。

(1) 定义草绘平面

定义草绘平面是绘制拉伸特征剖截面的基础。其中，可以作为草绘平面的除了系统默认或创建的基准平面之外，实体或曲面模型的表面也可以作为草绘平面。



图 3-60 【拉伸】操控面板



选择【放置】选项，在打开的下滑面板中单击【定义】按钮，即可在打开的【草绘】对话框中指定草绘平面，效果如图 3-61 所示。

(2) 设置深度形式

拉伸截面绘制完成后，便是设置拉伸深度。通过设置拉伸深度，使模型尽可能实现参数化驱动。在开始创建拉伸特征时，【拉伸】操控面板中包括以下三种拉伸深度方式。

- **盲孔** 该方式是最常用的一种设置深度方式，它也是系统默认的方式。其主要通过设定的深度值来限制拉伸的深度。

在操控面板中选择该方式，即可激活右侧的文本框。然后在该文本框中输入数值，即可将截面图形从草绘平面以指定的数值拉伸，效果如图 3-62 所示。

提示

如果选择【盲孔】方式，图形中出现的白色小方块被称为操纵手柄。此时也可以拖动操作手柄沿着垂直于截面的方向拉伸一定的深度值，从而改变拉伸深度。

- **对称** 该方式是通过设定的深度值，沿垂直于截面方向进行对称拉伸。其中，每侧拉伸深度为设置值的一半。在操控面板中选择该方式，并在激活的文本框中设置深度值，系统将在草绘平面两侧，以设定深度值的一半分别向各自方向上进行拉伸，效果如图 3-63 所示。

- **拉伸至** 该方式是通过选取的点、曲线或曲面为终止参照，从而限制拉伸的深度。一般沿着拉伸方向碰到的第一个表面即为拉伸终止参照面。选择该方式，并在【选项】下滑面板中激活【第 1 侧】和【第 2 侧】文本框。然后分别选取第一参照面和第二参照面，即可在两个参照面之间创建拉伸实体，效果如图 3-64 所示。

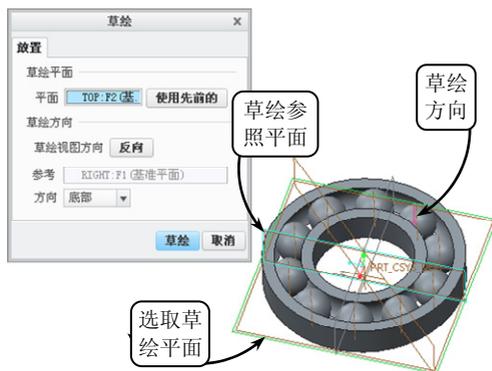


图 3-61 指定草绘平面

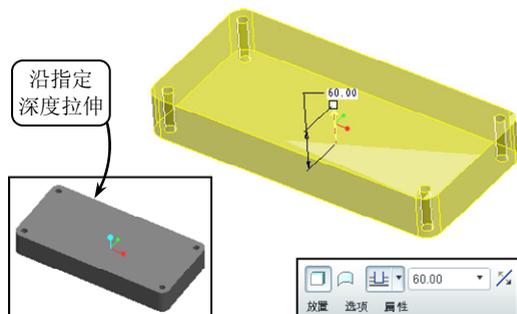


图 3-62 按指定数值拉伸

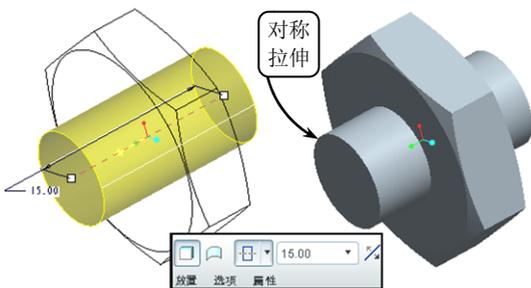


图 3-63 对称拉伸

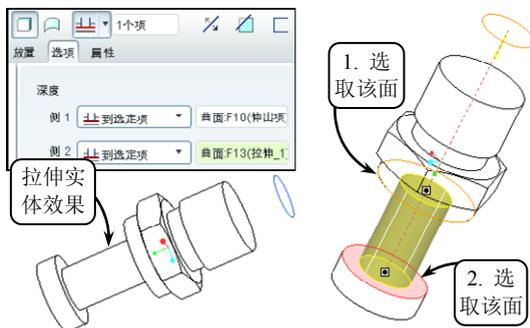


图 3-64 拉伸至指定的平面

(3) 调整拉伸方向

创建拉伸特征时，图形中出现的箭头为拉伸的方向。单击该箭头或在操控面板中单击【反向】按钮，可以调整沿截面创建拉伸特征的方向，效果如图 3-65 所示。

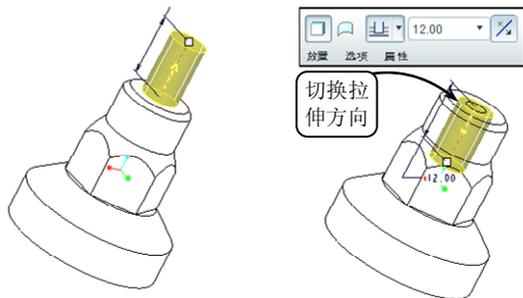


图 3-65 调整拉伸方向

(4) 查看拉伸特征属性

有时在创建模型特征时，需要查看已创建或将要创建的拉伸特征的依附草图平面、特征参数、材料和方向等信息。此时可在【属性】下滑面板中单击【显示此特征的信息】按钮。然后在打开的对话框中拖动信息栏的滚动条，查看拉伸特征创建的信息，效果如图 3-66 所示。

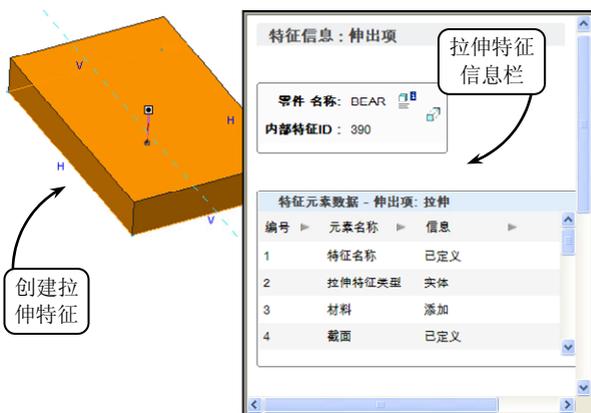


图 3-66 查看拉伸特征信息

此外在【拉伸】操控面板中还可以单击【暂停】按钮，暂停当前操作，以执行其他对象操作；单击【预览】按钮，可预览当前特征创建的效果；单击【确认】按钮，应用并确认对对象进行的特征操作或编辑修改；单击【取消】按钮，即可取消特征创建或进行重定义。

2. 创建拉伸实体

当所绘拉伸截面为封闭的轮廓曲线时，将该截面沿垂直于草绘平面方向进行拉伸，即可创建拉伸实体特征。

在【拉伸】操控面板中单击【实体】按钮，即可选取特征类型。然后展开【放置】下滑面板，并在该下滑面板中单击【定义】按钮，即可进入草绘环境绘制截面草图，效果如图 3-67 所示。

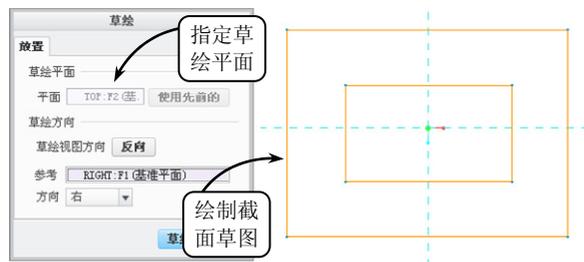


图 3-67 进入草绘环境绘制草图

草图绘制完成后，单击【退出】按钮，即可返回【拉伸】操控面板。然后设置相应的深度值，并单击【应用】按钮，即可创建拉伸实体特征，效果如图 3-68 所示。

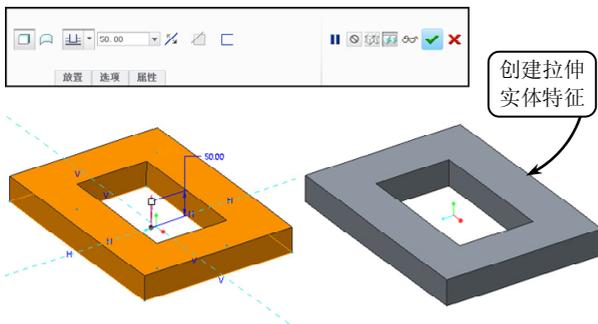


图 3-68 创建拉伸实体特征



注意

选取模型表面为草绘平面时,需定义草绘参照,它是确定草图位置和尺寸标准的依据。

3. 创建拉伸曲面

创建拉伸曲面特征,其所绘的拉伸截面既可以是开放的单条直线、圆弧或多段线等,也可以是封闭的轮廓曲线。

在【拉伸】操控面板中单击【曲面】按钮,并绘制截面草图。然后设置相应的拉伸深度,即可创建拉伸曲面特征,效果如图 3-69 所示。

当拉伸特征创建完成后,如果再次单击【拉伸】按钮,在打开的【拉伸】操控面板中,将包括六种拉伸深度设置方式。其中有三种深度方式前面内容中已经介绍过,这里介绍另外三种方式。

□ **穿至** 该方式是指将截面草图拉伸至与指定的曲面相交。其中,选取的终止面可以是草绘平面或者其他基准平面。但草图轮廓曲线在表面上的投影必须位于曲面边界内部,效果如图 3-70 所示。

□ **穿透** 该方式是将草图截面拉伸,并穿过拉伸方向上的所有曲面。一般用于创建拉伸的剪切特征,效果如图 3-71 所示。

□ **到下一个** 该方式是将草图截面沿着拉伸方向拉伸,所碰到的第一个表面即为截止面。其中草图轮廓不能超出终止表面的边界,效果如图 3-72 所示。

4. 创建拉伸薄壁特征

拉伸薄壁特征是实体特征的一种特殊类型,不同于曲面特征,它具有实体的大小和质量,外部形式为具有一定壁厚,且内部呈中空状态的实体模型。

创建薄壁特征的方法与创建拉伸特征区别在于:在【拉伸】操控面板中选择【实体】类型后,单击【加厚草绘】按钮。然后在其右侧的深度文本框中设置壁厚,即可将绘制的截面草图加厚为薄壁实体。如图 3-73 所示设置壁厚为 6 的薄壁特征。

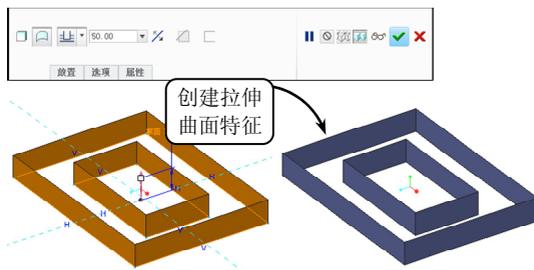


图 3-69 创建拉伸曲面特征



图 3-70 利用【穿至】方式设定拉伸深度

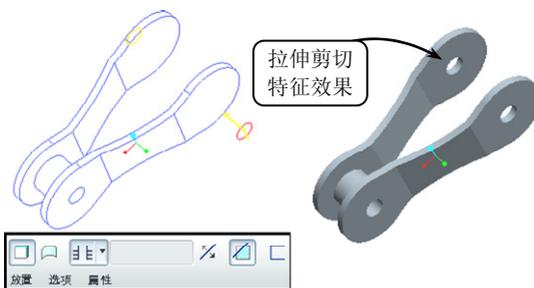


图 3-71 利用【穿透】方式设置拉伸深度

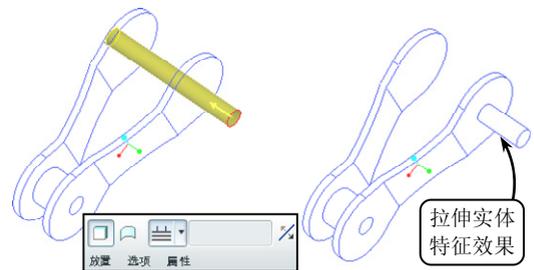


图 3-72 利用【到下一个】方式设定拉伸深度

提示

在操控面板中单击【加厚草绘】按钮右侧的【反向】按钮，可以切换壁厚创建的方向。

当在草绘环境中所绘的草图截面包括两个或两个以上的封闭曲线轮廓，则创建薄壁特征时，各个封闭轮廓同时向一个方向内加厚，效果如图 3-74 所示。此时，薄壁特征外部形式为多个薄壁特征，但实际上为一个整体。

5. 创建拉伸剪切特征

拉伸剪切特征是将创建的拉伸实体去除材料而获得的特征。该特征是依附于拉伸实体特征的子特征，只有在已有实体特征的基础上才能执行去除材料操作。

在【拉伸】操控面板中选择【实体】类型，并单击【移除材料】按钮。然后进入草绘环境绘制截面草图，并设置拉伸深度值，即可创建拉伸剪切特征，效果如图 3-75 所示。

注意

拉伸剪切特征仅针对拉伸实体（包括实心实体和薄壁实体）进行去除材料操作。如果拉伸特征为曲面特征，将无法执行去除材料操作。

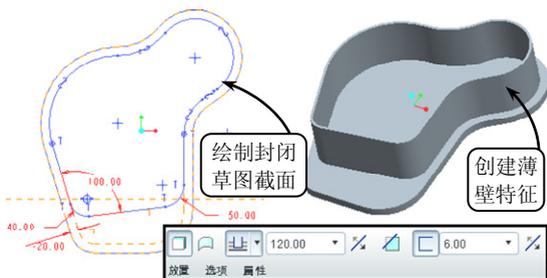


图 3-73 创建拉伸薄壁特征

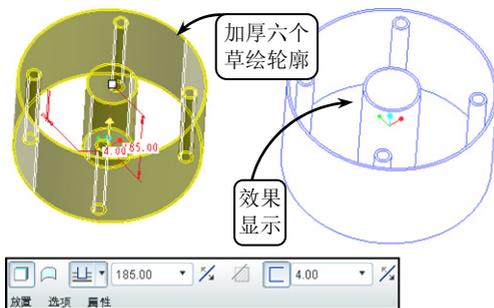


图 3-74 加厚六个草绘轮廓

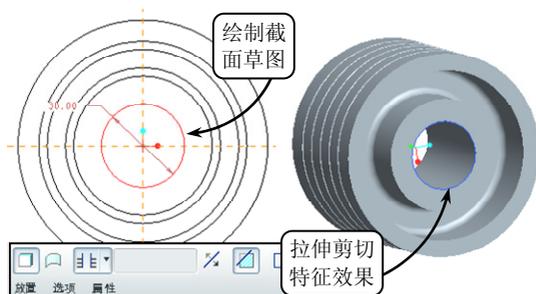


图 3-75 创建拉伸剪切特征

3.3.2 编辑拉伸特征

修改特征能够将参数化设计与特征建模结合起来，使特征作为参数的载体。然后通过特征操作创建零件的几何形状，且可以在一定范围内调整不同特征的形状和位置尺寸，从而获得所需零件。

要编辑拉伸特征，可以在模型树中选取该特征并单击右键。在打开的快捷菜单中包括了各种特征修改方式。不同的修改操作对特征的影响也不尽相同，如表 3-1 所示。

拉伸特征是参数化的几何实体，通过改变草图截面形状和尺寸参照，以及其他各种尺寸参数，可以重定义或编辑拉伸特征。现介绍两种常用的编辑方式。



表 3-1 修改特征的命令列表

命令	功能说明
删除	将选取的特征永久删除, 包括特征的保存文件
隐含	将选取的几何特征从模型中暂时删除, 但仍存在于该特征文件
重命名	对当前窗口中的活动特征进行重命名, 以便另存该文件
编辑	在三维环境中修改尺寸参数, 从而改变特征形状
编辑定义	对特征的截面、创建方向以及各种其他参数重定义
编辑参考	对特征的草绘平面、视图方向和视角参照重定义
阵列	将选取的特征沿矩形布置或环形布置方式阵列复制该特征
设置注解	对创建的特征进行文本性注释说明
信息	查看特征创建的一些技术性参数、精度、材料和其他属性
隐藏	将选取的特征从活动窗口隐藏, 但仍保留在模型树中
编辑参数	对所选特征创建的形状和位置等关键性参数进行属性编辑

1. 编辑尺寸值

编辑尺寸值是编辑特征的一种方式, 通过在三维环境中直接修改特征参数来修改特征形状。这样可以用有限的特征构造出各种零部件实体模型。

在模型树中选取要修改的特征并单击右键, 在打开的快捷菜单中选择【编辑】选项, 此时在绘图区中将显示该特征的各项尺寸参数。然后双击一个尺寸值, 在打开的文本框中输入新值并按下回车键。接着单击【操作】选项板中的【重新生成】按钮, 模型将自动更新, 效果如图 3-76 所示。

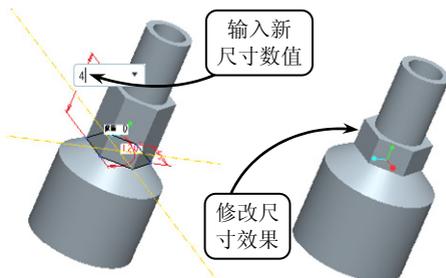


图 3-76 修改特征尺寸

提示

修改特征尺寸, 还可以在绘图区双击特征对象, 对象将加亮显示, 并显示各尺寸值。此时按照上述方法修改尺寸值即可。

2. 重定义特征

拉伸特征的重定义范围包括特征创建的类型、方向、拉伸深度、截面的形状、大小和位置等尺寸参数。

选取拉伸特征并单击右键, 在打开的快捷菜单中选择【编辑定义】选项。然后在【拉伸】操控面板的【放置】下滑面板中单击【编辑】按钮, 即可进入草绘环境修改截面的形状、大小和位置。而通过【拉伸】操控面板中的其他选项则可以修改特征创建的类型、方向和拉伸深度, 效果如图 3-77 所示。

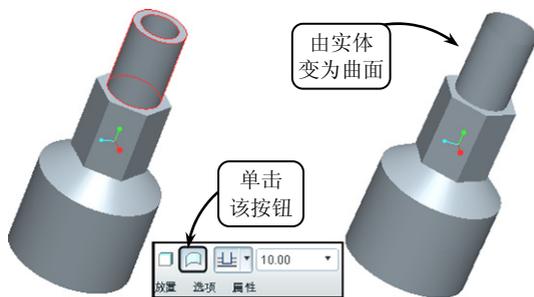


图 3-77 重定义特征

3.4 旋转特征

旋转特征是将草绘截面绕一条中心线旋转而创建的实体或曲面特征。在建模过程中，该工具主要用于回转类零件的创建，如端盖、轴和齿轮等盘类零件或柱体类零件，都可看作是剖截面绕轴向中心线旋转 360° 而创建的轮廓特征。

3.4.1 创建旋转特征

旋转是将剖截面绕着草绘平面内的中心轴线，单向或双向旋转一定角度而创建的特征。且同拉伸特征一样，利用该工具也可以向模型中添加材料或删除材料。

1. 旋转操控面板

单击【旋转】按钮，系统将打开【旋转】操控面板，效果如图 3-78 所示。该操控面板中包含三种常用的设置旋转角度的方式，现分别介绍如下。

- 【变量】 该方式是指将剖截面从草绘平面以指定的角度进行旋转。该方式是最常用的角度设置方式，也是系统默认的方式。

旋转截面绘制完成后，返回到操控面板，并在文本框中输入角度值，草图截面将按该角度单向旋转创建旋转特征，效果如图 3-79 所示。

- 【对称】 该方式是将剖截面在草绘平面两侧双向旋转一定角度而创建旋转特征。其中，每一侧旋转的角度是设定值的一半，效果如图 3-80 所示。此外在模型中出现的两个操作手柄，表示系统双向驱动截面旋转。
- 【到选定项】 该方式是将旋转截面旋转至一个参照几何对象，如点、曲面、平面或基准平面等。

指定该方式后，在模型上选取一个旋转到目标参照平面，即可完成旋转角度设定，效果如图 3-81 所示。



图 3-78 【旋转】操控面板

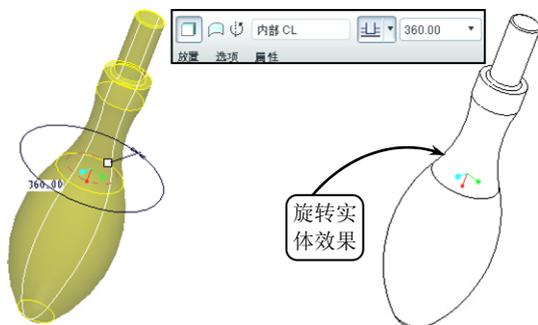


图 3-79 【变量】方式设置旋转角度

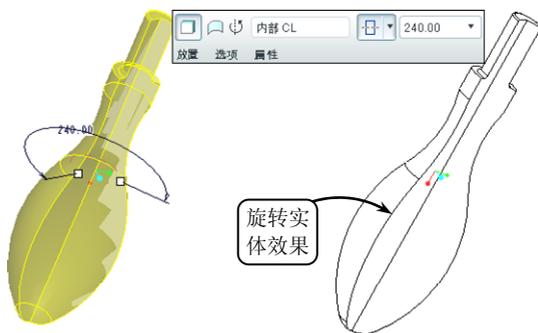


图 3-80 【对称】方式设置旋转角度



2. 创建旋转特征

旋转特征包括实体和曲面两种类型。其中，实体特征又分为实心实体和薄壁两种。如果要创建实体特征，绘制的剖截面必须是封闭的轮廓曲线；如果要创建曲面特征，则剖截面可以是单个的直线、圆弧、样条曲线或封闭的曲线组合。

创建旋转特征，首先在【旋转】操控面板中选择旋转特征的类型，并指定草绘平面进入草绘环境绘制截面草图。然后返回到特征操控面板，通过设置旋转角度形式来限制旋转的角度，从而创建旋转特征，效果如图 3-82 所示。

此外，若在【旋转】操控面板中单击【曲面】按钮，则创建曲面特征；单击【实体】按钮，并单击【加厚草绘】按钮，则创建为实体薄壁特征，效果如图 3-83 所示。

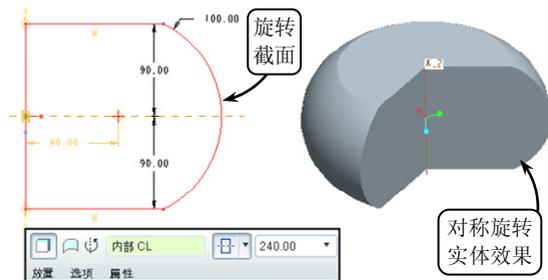


图 3-82 创建旋转特征

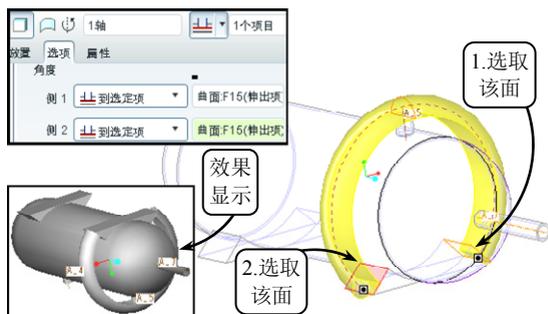


图 3-81 【到选定项】方式设定旋转角度

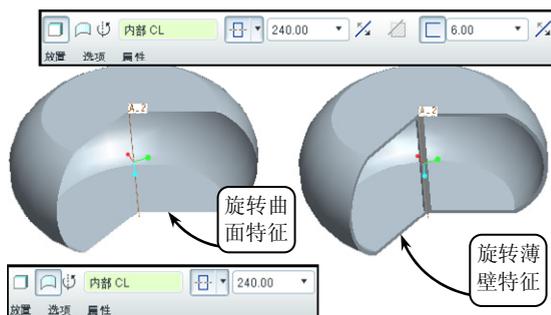


图 3-83 创建曲面和薄壁特征

注意

绘制旋转截面时必须绘制一条中心线，它是截面绕轴旋转的中心线，且截面草图必须位于中心线一侧。

3. 创建旋转剪切特征

旋转剪切特征是将创建的旋转实体从中去除材料而获得的特征。该特征附属于旋转特征，并且只有在已有实体特征的基础上才能执行去除材料操作。

在【旋转】操控面板上选择【实体】类型，并单击【去除材料】按钮。然后在【放置】下滑面板中单击【定义】按钮，进入草绘环境绘制截面草图。再返回到特征操控面板，设置旋转角度方式，并设置旋转角度，即可创建相应的旋转剪切特征，效果如图 3-84 所示。

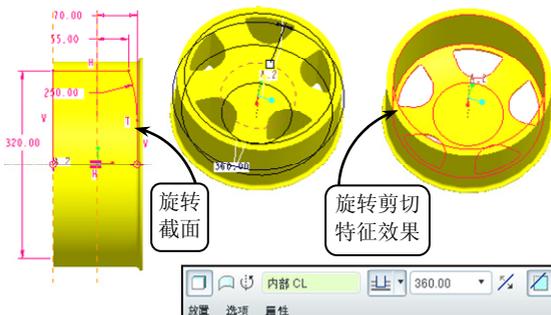


图 3-84 创建旋转剪切特征

3.4.2 编辑旋转特征

编辑旋转特征同编辑拉伸特征一样，除了可以编辑特征创建方向、旋转角度，以及旋转剖截面的大小、形状和位置尺寸等参数，还可以重定义特征参照、删除、隐含或隐藏特征。下面主要介绍以下两种方式。

1. 编辑定义

利用该工具可以在操控面板中修改特征的旋转角度、旋转特征的类型，还可以进入草绘环境重定义草图截面，效果如图 3-85 所示。

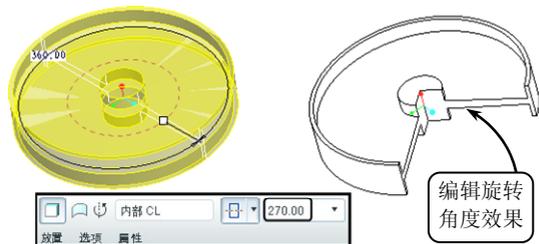


图 3-85 重定义特征

2. 编辑参考

更改特征的参照会更改特征的父子关系。不同的特征会有不同的参照要求，常见的有草绘平面、参照面、特征放置面和截面参照等。

在模型树或编辑区域选取要编辑的特征并单击右键，在打开的快捷菜单中选择【编辑参考】选项。然后在打开的【重定参考】菜单中依据提示依次改变参照即可。如图 3-86 所示将原圆柱体的草绘平面由长方体端面更改为 RIGHT 平面。

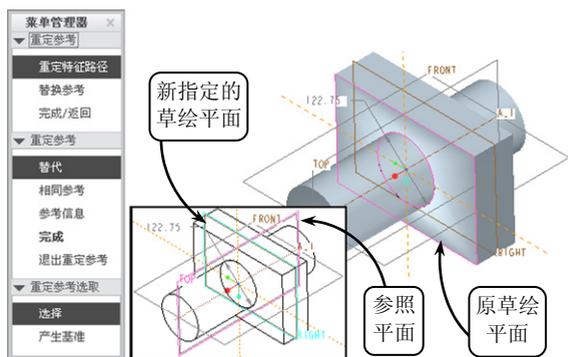


图 3-86 重定义特征参照

3.5 扫描特征

扫描特征是将一个截面沿着指定的轨迹曲线掠过而创建的实体或曲面特征。创建该特征通常需要定义扫描轨迹线和扫描剖面等参数。而变截面扫描特征，还需要定义原点轨迹和辅助轨迹等。

3.5.1 【扫描】操控面板

单击【扫描】按钮, 系统将打开【扫描】操控面板，效果如图 3-87 所示。该面板中各个主要选项的含义介绍如下。



图 3-87 【扫描】操控面板



1. 设置扫描特征类型

在该操控面板中单击【实体】按钮或【曲面】按钮,可创建实体和曲面类型的扫描特征;单击【创建薄壁特征】按钮,可创建扫描薄壁特征,效果如图 3-88 所示。而单击【移除材料】按钮,可将扫描特征从实体模型中去掉材料。

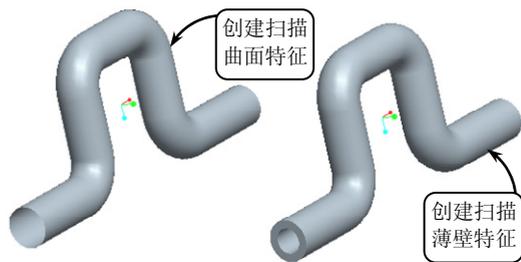


图 3-88 扫描曲面和薄壁特征效果

2. 创建或编辑扫描截面

单击【创建或编辑扫描截面】按钮,可以进入草绘环境绘制扫描特征的剖截面。且根据所选特征类型,可以绘制开放或封闭的剖截面。用户可以通过设定剖截面与扫描轨迹之间的约束关系来实现扫描轨迹对草图截面的控制,效果如图 3-89 所示。

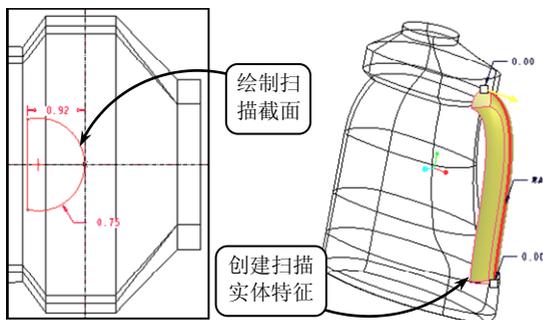


图 3-89 绘制剖截面并创建扫描实体特征

3. 可变截面和恒定截面

在该操控面板中可定义创建扫描特征的方式,包括可变截面和恒定截面两种。其中,单击【恒定截面】按钮,创建的扫描特征在沿着轨迹曲线延伸时,草图截面将保持不变;单击【可变截面】按钮,创建的扫描特征的草图截面将由扫描轨迹决定,效果如图 3-90 所示。

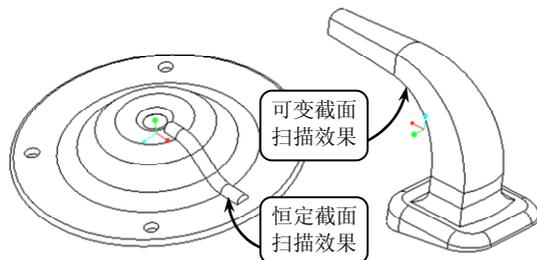


图 3-90 恒定截面扫描和可变截面扫描效果

4. 【参考】选项

在【参考】下滑面板中可定义扫描的原点轨迹和辅助轨迹,以及剖截面与轨迹线的位置关系。其中,原点轨迹是必不可少的,辅助轨迹控制草图截面形状与方位的变化。

剖截面在扫描过程中的位置包括草图剖面朝向和剖面的 X 方向,用户通常可以在【截平面控制】和【水平/垂直控制】选项列表中进行相应的设置,效果如图 3-91 所示。



图 3-91 设置可变扫描参数

3.5.2 创建扫描特征

扫描特征是拉伸特征的一种特殊形式,它是剖截面沿着扫描轨迹线延伸而创建的实体或曲面特征。它与拉伸特征的区别是轨迹线为不确定的曲线,并且扫描的剖截面具有可变性。

1. 创建恒定截面扫描特征

恒定截面扫描特征是指大小和形状恒定的剖面，沿着轨迹线进行扫描所创建的实体或曲面特征。如果创建实体特征，则剖面必须是封闭的曲线轮廓；如果创建曲面特征，则剖面可以是开放的单个曲线或曲线组合。

创建恒定截面扫描特征，首先指定扫描轨迹线，可以选取现有轨迹或重新绘制轨迹线。其中，选取轨迹指选取已有模型的边线或轮廓线等曲线，而草绘轨迹指进入草绘环境绘制作为轨迹线的曲线，效果如图 3-92 所示。

完成草图绘制后，退出草图环境。然后单击【扫描】按钮，在打开的【扫描】操控面板中选择特征的类型，并单击【恒定截面】按钮。接着单击【创建或编辑扫描截面】按钮，进入草绘环境绘制扫描截面，效果如图 3-93 所示。

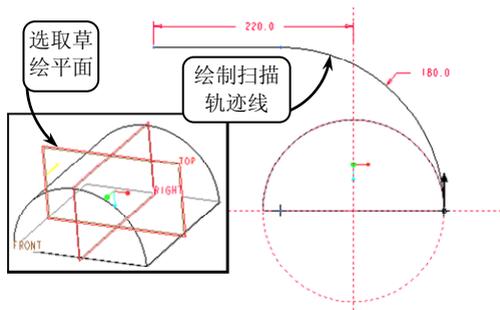


图 3-92 绘制扫描轨迹线

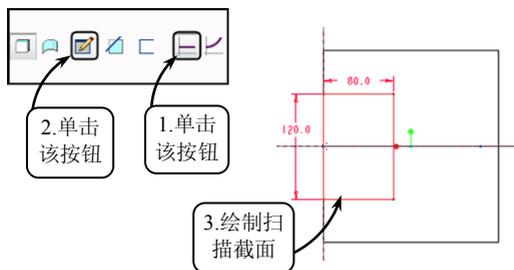


图 3-93 绘制扫描截面

注 意

在绘制扫描轨迹线时，也可以先单击【扫描】按钮，打开【扫描】操控面板，然后利用【草绘】工具绘制轨迹线。此时整个操控面板灰显，处于暂停状态。当完成轨迹线绘制后，单击【暂停】按钮，重新激活操控面板。

扫描截面绘制完成后，返回特征操控面板。在【参考】下滑面板中定义原点轨迹线、剖面和轨迹线的位置关系。一般系统以经过扫描轨迹的起点并垂直于扫描轨迹的平面作为草绘平面，并自动设定 X 和 Y 向参照。最后单击【确认】按钮，即可创建恒定截面扫描特征，效果如图 3-94 所示。

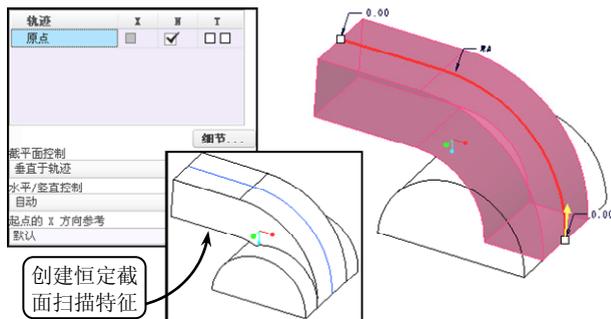


图 3-94 创建恒定剖面扫描特征

提 示

轨迹分为三种类型，分别使用 X、N 和 T 表示。其中，X 用于设定剖面 X 坐标的指向；N 设定剖面与该轨迹曲线相互垂直；T 设定扫描特征与其他面的相切关系。一般情况下，原点轨迹自动设定为与草图截面相垂直，因此列表中的 N 将被启用。



2. 创建可变截面扫描特征

可变截面扫描特征是指剖截面沿轨迹线有规律延伸，呈无规则变化生成的实体和曲面特征。且一般通过扫描轨迹线来控制剖截面扫描过程。在绘制剖截面过程中，需要设定草图对象与扫描轨迹线之间的几何约束关系，从而创建形态多变的实体模型。

创建可变剖面扫描特征，首先定义扫描轨迹线，主要包括原点轨迹线和辅助轨迹线两种。其中原点轨迹线只有一条，一旦选取将不能删除，但是可以用其他曲线代替原点轨迹。而绘制的辅助轨迹可以由两条或两条以上组成。如图 3-95 所示就是绘制的三条轨迹线。

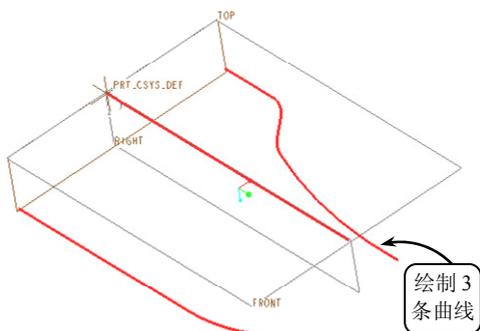


图 3-95 绘制扫描轨迹线

扫描轨迹线绘制完成后，单击【扫描】按钮，在打开的操控面板中单击【实体】按钮，并单击【可变截面】按钮。然后按住 Ctrl 键分别选取三条曲线。其中，第一条曲线为原点轨迹线，左边曲线为辅助 X 向轨迹线，效果如图 3-96 所示。

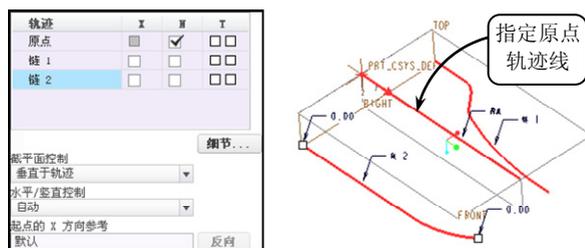


图 3-96 设置曲线属性

单击【创建或编辑扫描截面】按钮, 进入草绘环境绘制扫描截面。然后退出草绘环境，并单击【应用】按钮。此时，系统将以该截面与三条轨迹线之间的几何约束关系，使截面沿轨迹线有规律变化，自动生成可变截面的扫描特征，效果如图 3-97 所示。

提示

在绘制轨迹线时，可以一次将原点轨迹线和辅助轨迹线全部绘制。但为了将来方便更改，最好是分别绘制。

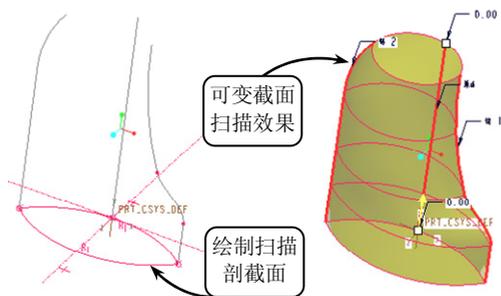


图 3-97 创建可变截面扫描特征

3.5.3 创建螺旋扫描特征

螺旋扫描是将截面沿着螺旋轨迹曲线扫描而创建的特征。该工具经常用于创建包含弹簧、冷却管和线圈绕阻等具有螺旋线特征的模型。

单击【螺旋扫描】按钮, 系统将打开【螺旋扫描】操控面板，如图 3-98 所示。其中，在【参考】下滑面板中可以定义螺旋扫描轮廓、轮廓起点、旋转轴、截面方向；在【选项】下滑面板中可以设置沿着轨迹是保持恒定截面还是改变截面。

利用该工具可以创建螺旋实体特征和螺旋切口特征等多种螺旋扫描特征。这里介绍常用的两种螺旋扫描特征的创建。

1. 创建恒定螺距扫描特征

该方式是指以恒定螺距方式创建的螺旋扫描特征,经常用于创建弹簧和吊钩等机械零件。

单击【螺旋扫描】按钮,并依次单击【实体】按钮和【右手定则】按钮,然后在【参考】下滑面板中指定【截面方向】为【穿过旋转轴】,并单击【定义】按钮,指定草绘平面进入草绘环境,效果如图 3-99 所示。

进入草绘环境后,绘制一条垂直直线为扫描轨迹线,并绘制一条垂直中心线作为旋转轴。然后单击【确定】按钮,退出草绘环境,返回至【螺旋扫描】操控面板。此时,在【间距值】文本框中输入螺距值,并单击【创建或编辑扫描截面】按钮,再次进入草绘环境绘制扫描剖面,效果如图 3-100 所示。

完成剖截面的绘制后,退出草图环境。然后单击【预览】按钮,预览螺旋扫描特征效果。如果符合要求,单击【确定】按钮,即可生成相应的螺旋扫描特征,效果如图 3-101 所示。

完成剖截面的绘制后,退出草图环境。然后单击【预览】按钮,预览螺旋扫描特征效果。如果符合要求,单击【确定】按钮,即可生成相应的螺旋扫描特征,效果如图 3-101 所示。

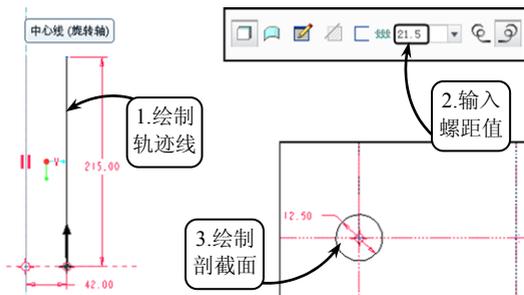


图 3-100 绘制扫描轨迹线和截面

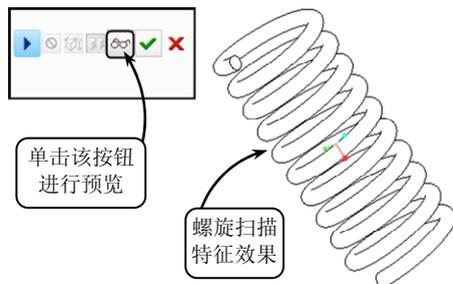


图 3-101 创建螺旋扫描特征



图 3-98 【螺旋扫描】操控面板

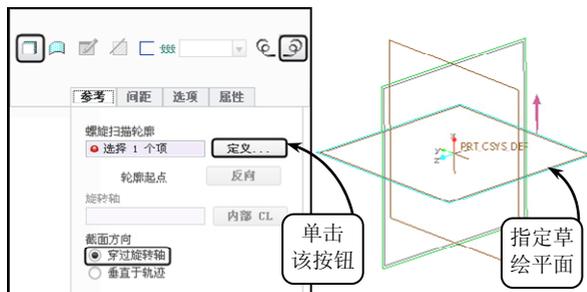


图 3-99 指定草绘平面

2. 创建螺纹切口特征

该方式是指以螺旋扫描方式从现有的实体上去除材料,经常用于创建紧固件零件上的外螺纹和内螺纹。

单击【螺旋扫描】按钮,并依次单击【实体】按钮、【移除实体】按钮和【右手定则】按钮,然后在【参考】下滑面板中指定【截面方向】为【穿过旋转轴】,并单击【定义】按钮,指定草绘平面进入草绘环境,效果如图 3-102 所示。



进入草绘环境后，绘制一条直线为扫描轨迹线，并绘制一条竖直中心线作为旋转轴。然后单击【确定】按钮，退出草绘环境，返回至【螺旋扫描】操控面板。此时，在【间距值】文本框中输入螺距值，并单击【创建或编辑扫描截面】按钮，再次进入草绘环境绘制扫描剖面，效果如图 3-103 所示。

完成剖截面的绘制后，退出草图环境。然后可以通过单击【反向】按钮来确定该特征的剪切方向。如果符合要求，单击【确定】按钮，即可生成相应的螺旋扫描剪切特征，效果如图 3-104 所示。

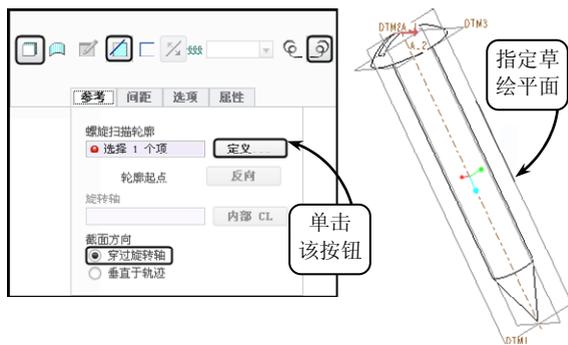


图 3-102 指定草绘平面

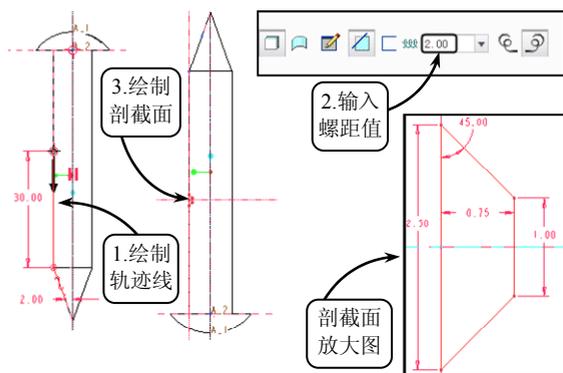


图 3-103 绘制轨迹线和截面

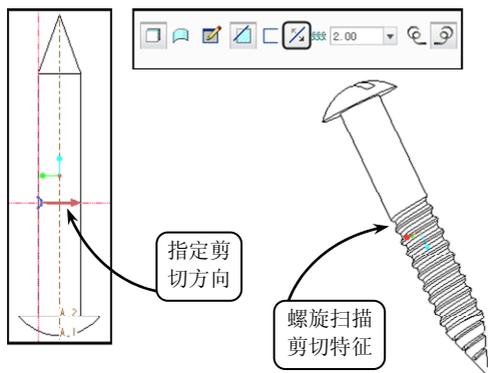


图 3-104 创建螺旋扫描剪切特征

3.6 典型案例 3-1: 创建挖掘机铲斗

本例创建挖掘机的铲斗实体模型，效果如图 3-105 所示。根据工作方式可将铲斗分为正铲和反铲两种类型。该模型属于反铲铲斗，主要由斗齿、铲斗壳体和固定支耳三部分组成。其中，斗齿与铲斗壳体焊接成一体，除了用于收聚泥土或砂土等物体外，主要用于减少挖掘阻力机保护铲斗。而固定支耳一般由销轴和卡簧等零件将其固定在伸缩臂上，与伸缩臂一起使用。

创建该挖掘机铲斗模型，首先通过【拉伸】、【倒圆角】和【壳】工具创建铲斗壳体。然后利用【拉伸】工具创建一个斗齿模型，并通过矩形阵列复制出其他斗齿。接着通过拉伸切除创建壳体侧壁的凹槽，镜像创建另一侧凹槽。最后创建一个拉伸实体并剪切，创建固定支耳，即

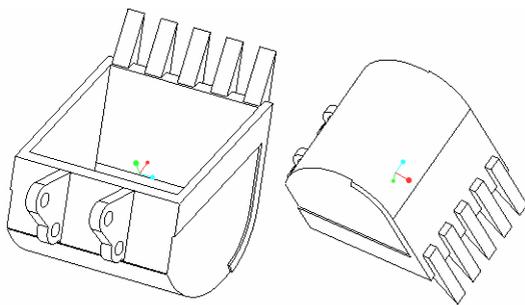


图 3-105 挖掘机铲斗模型

可完成模型创建。

操作步骤

① 新建一个文件名为“dig_hand”的零件，进入建模环境。然后单击【拉伸】按钮，系统将打开【拉伸】操控面板。此时选取 FRONT 平面为草绘平面，并接受默认的视图参照，进入草绘环境绘制草图，效果如图 3-106 所示。

② 退出草绘环境返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度值为对称拉伸 400，创建拉伸实体特征，效果如图 3-107 所示。

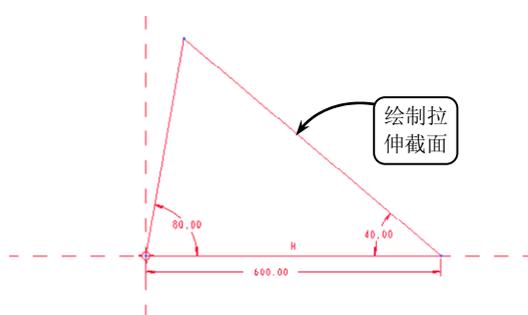


图 3-106 绘制截面草图

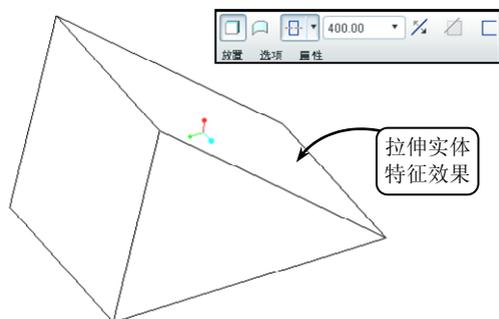


图 3-107 创建拉伸实体特征

③ 单击【拉伸】按钮，选取实体侧面为草绘平面，并接受默认的视图参照，进入草绘环境绘制草图，效果如图 3-108 所示。

④ 退出草绘环境返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度为穿透，并单击【移除材料】按钮，创建拉伸剪切特征，效果如图 3-109 所示。

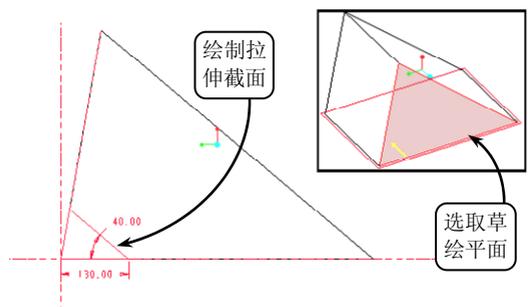


图 3-108 绘制截面草图

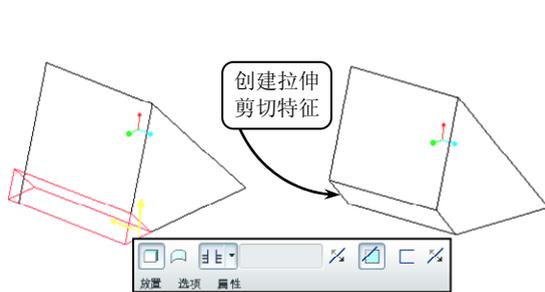


图 3-109 创建拉伸剪切特征

⑤ 单击【倒圆角】按钮，系统将打开【倒圆角】操控面板。然后选取实体底边，并设置半径为 R170，创建倒圆角特征，效果如图 3-110 所示。

⑥ 单击【壳】按钮，系统将打开【壳】操控面板。然后选取如图 3-111 所示的端面作为需要抽壳的面，并设置抽壳后的厚度为 20，创建抽壳特征。

⑦ 利用【平面】工具创建距离 FRONT 平面为 180 的基准平面 DTM1。然后单击【拉伸】按钮，选取该基准平面为草绘平面，并接受默认的视图参照，进入草绘环境绘制草图，效果如图 3-112 所示。

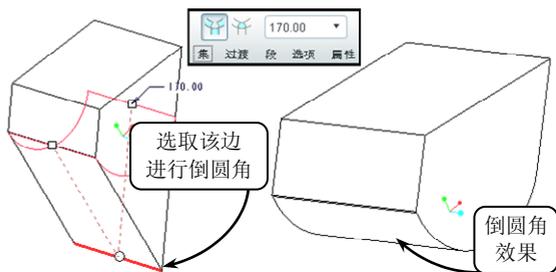


图 3-110 创建倒圆角特征

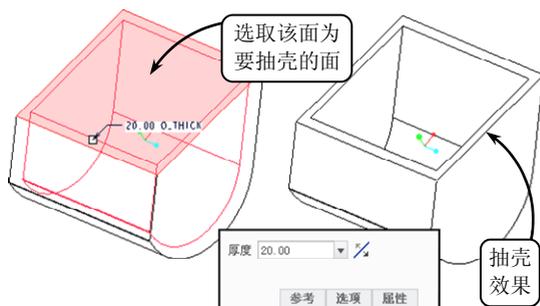


图 3-111 创建抽壳特征

⑧ 退出草绘环境返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度为 40，创建拉伸实体特征，效果如图 3-113 所示。

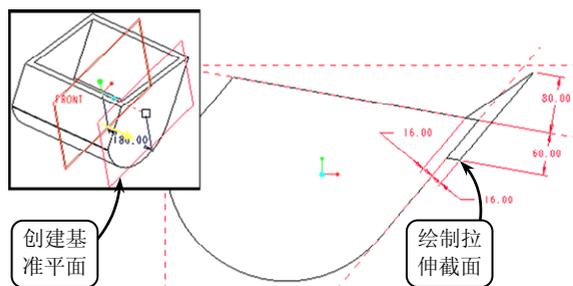


图 3-112 创建基准平面并绘制截面草图

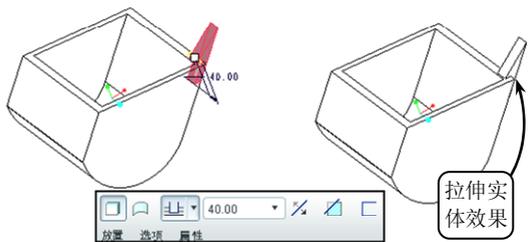


图 3-113 创建拉伸实体特征

⑨ 在模型树中按住 Ctrl 键选择上一步骤中创建的拉伸实体特征 DTM1 基准平面，并单击右键。然后在打开的快捷菜单中选择【组】选项，将这两个特征创建为一组，效果如图 3-114 所示。

⑩ 在模型树中选取上一步骤中创建的组，并单击【阵列】按钮。然后指定阵列方式为尺寸阵列，并选取如图 3-115 所示的尺寸为参照尺寸，设置尺寸增量为-80。接着设置该方向上的阵列数目为 5，创建阵列特征。

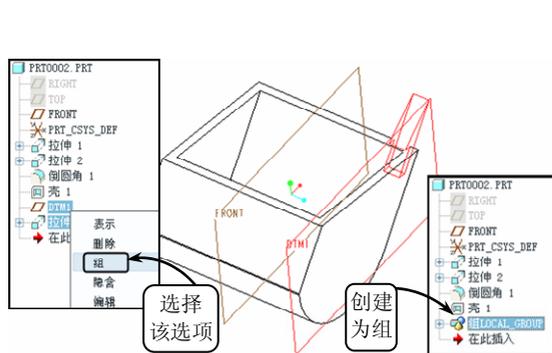


图 3-114 创建组

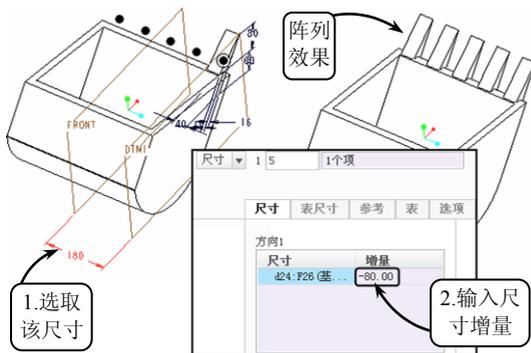


图 3-115 创建阵列特征

⑪ 利用【平面】工具创建距离 FRONT 平面为 195 的基准平面 DTM6。然后单击【拉伸】

按钮, 选取该基准平面为草绘平面, 并接受默认的视图参照, 进入草绘环境绘制草图, 效果如图 3-116 所示。

⑫ 退出草绘环境返回特征操控面板。然后设置拉伸深度为穿透, 并单击【移除材料】按钮, 创建拉伸剪切特征, 效果如图 3-117 所示。

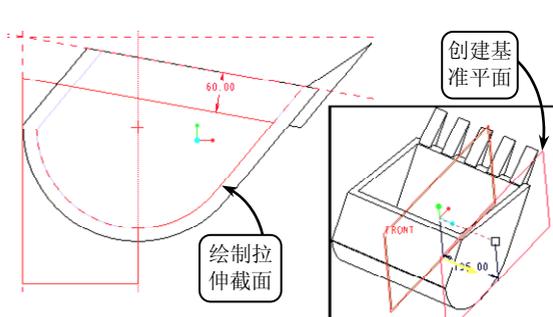


图 3-116 创建基准平面并绘制截面草图

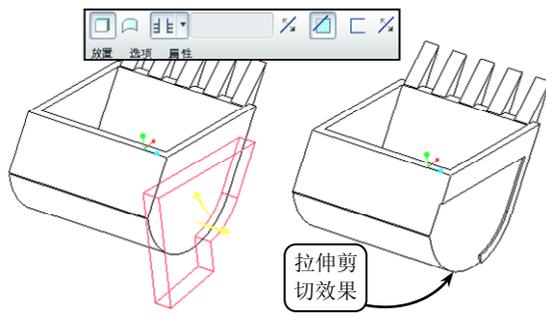


图 3-117 创建拉伸剪切特征

⑬ 选取上一步骤中创建的拉伸剪切特征, 并单击【镜像】按钮。然后指定 FRONT 平面为镜像平面, 创建镜像特征, 效果如图 3-118 所示。

⑭ 单击【拉伸】按钮, 选取 FRONT 平面为草绘平面, 并接受默认的视图参照, 进入草绘环境绘制草图, 效果如图 3-119 所示。

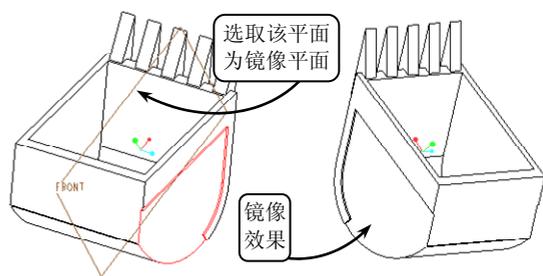


图 3-118 创建镜像特征

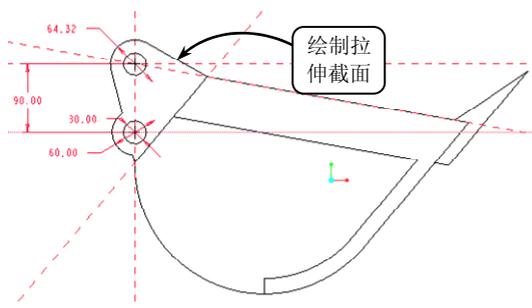


图 3-119 绘制截面草图

⑮ 退出草绘环境返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度值为对称拉伸 180, 创建拉伸实体特征, 效果如图 3-120 所示。

⑯ 单击【拉伸】按钮, 选取如图 3-121 所示的平面为草绘平面, 并接受默认的视图参照, 进入草绘环境绘制草图。

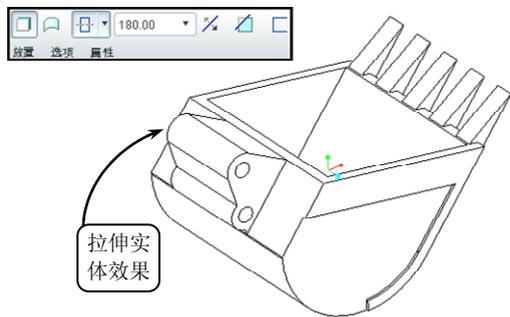


图 3-120 创建拉伸实体特征

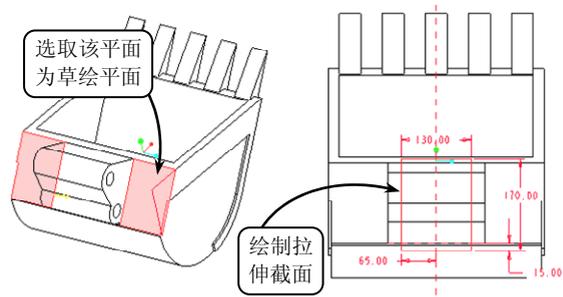


图 3-121 绘制截面草图



⑰ 退出草绘环境返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度为穿透，并单击【移除材料】按钮, 创建拉伸剪切实体特征，效果如图 3-122 所示。

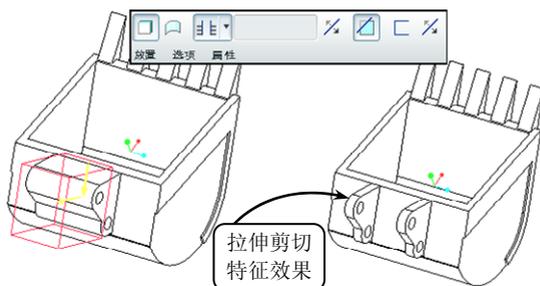


图 3-122 创建拉伸剪切实体特征

3.7 典型案例 3-2: 创建油箱模型

本例创建一个油箱模型，效果如图 3-123 所示。油箱主要用于储存润滑油，同时对齿轮传动或链条传动等装置起到润滑的作用。它由壳体、连接螺孔、凸台和移动滑块组成。其中，壳体是存储润滑油的主要部件，通过凸台上的连接螺孔，将其固定在机械面板或机箱顶盖上。而油箱底部凸出的滑块，可在某一方向通过滑槽将油箱主体定位，防止滑动或错位。

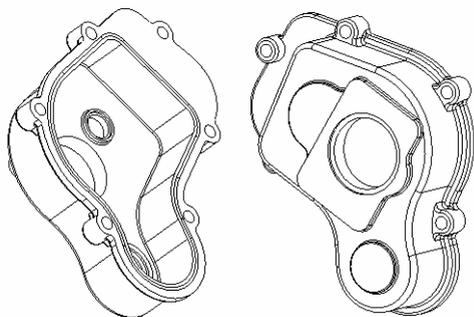


图 3-123 创建油箱实体模型

创建该零件模型，首先通过拉伸创建盒体的基础轮廓实体，然后拉伸剪切创建盒体的壳部分和部分连接螺孔，并利用【旋转】工具创建底部圆形凸台，接着通过旋转剪切创建出轴孔，并对模型的过渡边缘和突出棱边进行工艺性倒圆角。最后由模型的轮廓线偏移复制出轨迹线，并利用【扫描】的【切剪】工具，创建盒体密封油槽即可。

操作步骤

① 新建一文件名为“oil_tank”的零件，进入建模环境。然后单击【拉伸】按钮, 系统将打开【拉伸】操控面板。此时选取 FRONT 平面为草绘平面，并接受默认的视图参照，进入草绘环境绘制草图，效果如图 3-124 所示。

② 退出草绘环境，返回到特征操控面板。然后设置拉伸深度值为 20，创建拉伸实体特征，效果如图 3-125 所示。

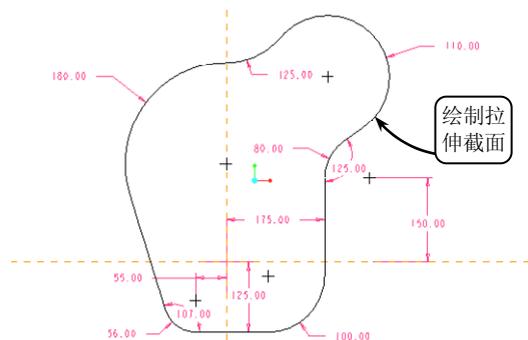


图 3-124 绘制截面草图

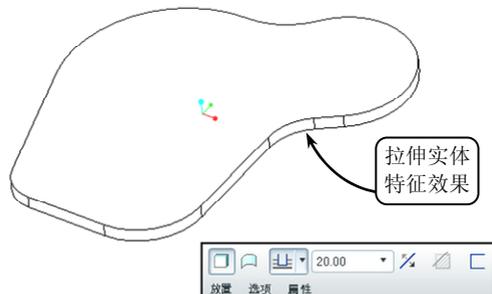


图 3-125 创建拉伸实体特征

③ 继续单击【拉伸】按钮，选取上一步骤中创建的拉伸实体顶面为草绘平面，绘制截面草图。然后返回到特征操控面板，设置拉伸深度为 120，创建拉伸实体特征，效果如图 3-126 所示。

④ 单击【拉伸】按钮，选取第一个拉伸实体的底面为草绘平面，并选取上一步骤中所绘草图截面为草绘参照，将其向内侧偏移 10，完成截面绘制。然后设置拉伸深度为 110，并切换拉伸方向，单击【移除材料】按钮，创建拉伸剪切特征，效果如图 3-127 所示。

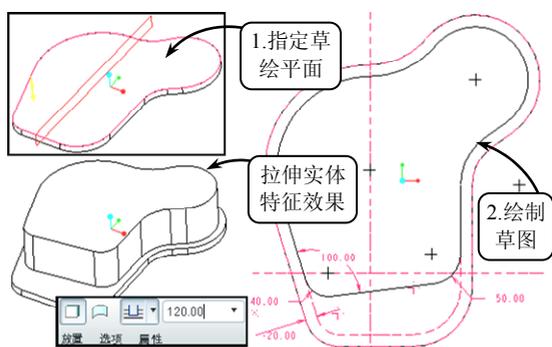


图 3-126 创建拉伸实体特征

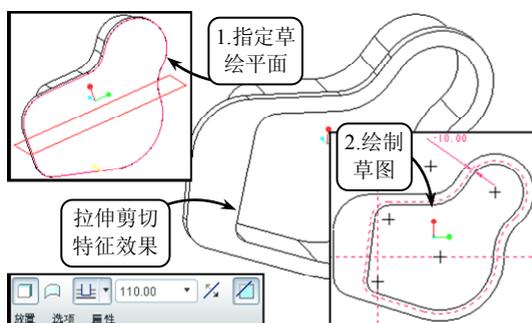


图 3-127 创建拉伸剪切特征

⑤ 单击【拉伸】按钮，选取拉伸实体底面为草绘平面，绘制 6 个半径均为 R25 的圆。然后设置拉伸深度为 50，并调整拉伸方向创建拉伸实体特征，效果如图 3-128 所示。

⑥ 单击【拉伸】按钮，选取拉伸实体的顶面为草绘平面，绘制截面草图。然后设置拉伸深度为 10，并调整拉伸方向，创建拉伸实体特征，效果如图 3-129 所示。

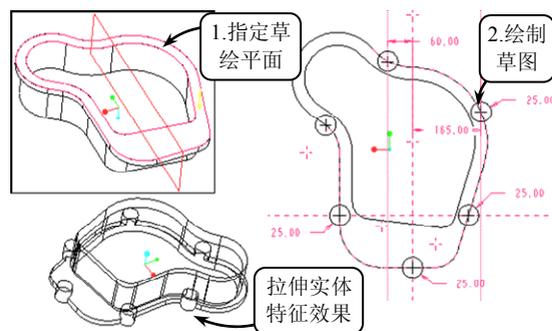


图 3-128 创建拉伸实体特征

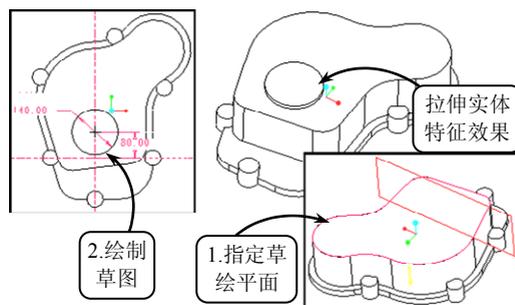


图 3-129 创建拉伸实体特征

⑦ 单击【倒圆角】按钮，系统将打开【倒圆角】操控面板。然后选取拉伸特征的边缘线，并设置半径为 R10，创建倒圆角特征，效果如图 3-130 所示。

⑧ 单击【拉伸】按钮，选取拉伸实体顶面为草绘平面，绘制截面草图。然后设置拉伸深度为 14，并调整拉伸方向，创建拉伸实体特征，效果如图 3-131 所示。

⑨ 利用【倒圆角】工具选取特征的边缘线，并设置圆角半径为 R30，创建倒圆角特征，效果如图 3-132 所示。

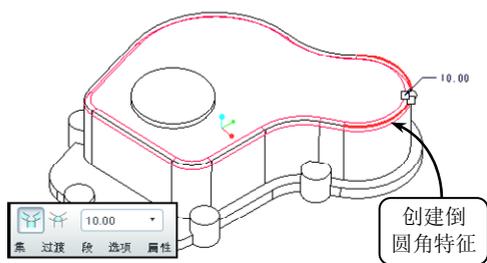


图 3-130 创建倒圆角特征

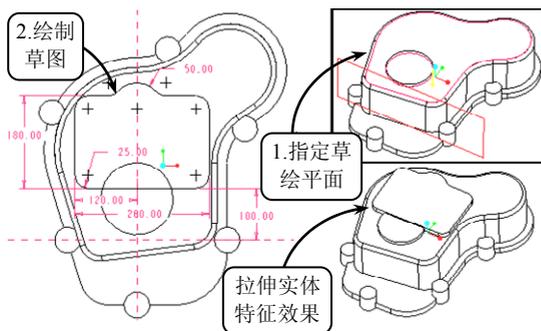


图 3-131 创建拉伸实体特征

⑩ 继续利用【倒圆角】工具设置圆角半径为 R3，并选取拉伸特征的边缘线，创建倒圆角特征，效果如图 3-133 所示。

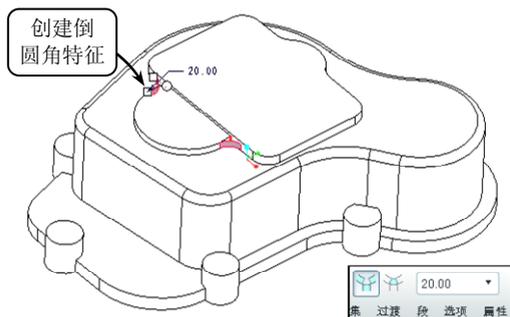


图 3-132 创建倒圆角特征

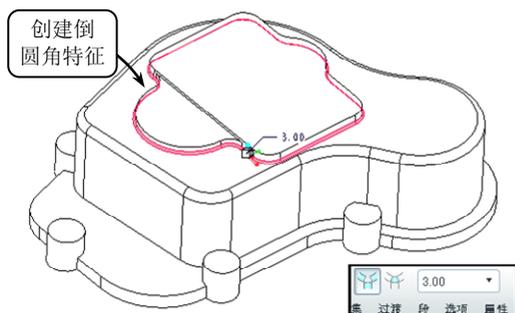


图 3-133 创建倒圆角特征

⑪ 利用【倒圆角】工具设置圆角半径为 R2，并选取拉伸特征的边缘线，创建倒圆角特征，效果如图 3-134 所示。

⑫ 单击【旋转】按钮, 系统将打开【旋转】操控面板。然后选取 RIGHT 平面为草绘平面，绘制截面草图和旋转中心线。接着设置旋转角度为 360°，并单击【移除材料】按钮, 创建旋转剪切特征，效果如图 3-135 所示。

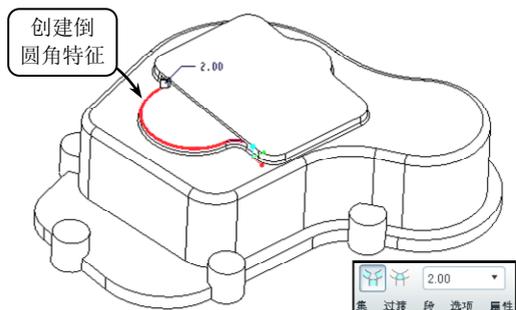


图 3-134 创建倒圆角特征

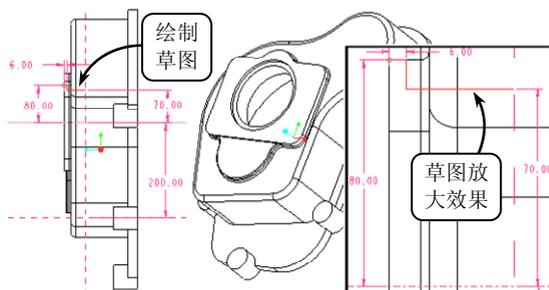


图 3-135 创建旋转剪切特征

⑬ 利用【倒圆角】工具设置圆角半径为 R10，分别选取拉伸特征之间的过渡边缘，创建倒圆角特征，效果如图 3-136 所示。

⑭ 继续单击【倒圆角】按钮, 在打开的【倒圆角】操控面板中设置圆角半径为 R5。然后分别选取拉伸特征的边缘线, 创建倒圆角特征, 效果如图 3-137 所示。

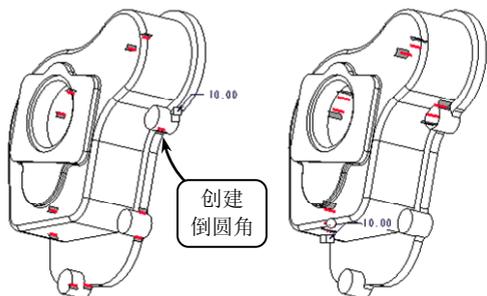


图 3-136 创建倒圆角特征

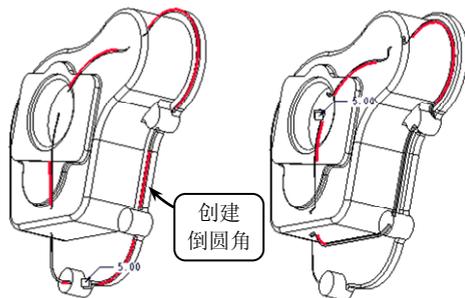


图 3-137 创建倒圆角特征

⑮ 单击【拉伸】按钮, 选取特征底面为草绘平面, 绘制 6 个半径均为 R13 的圆。然后指定拉伸深度方式为【穿透】方式, 并单击【移除材料】按钮, 创建拉伸剪切特征, 效果如图 3-138 所示。

⑯ 单击【倒圆角】按钮, 在打开的【倒圆角】操控面板中设置圆角半径为 R5。然后选取特征的边缘线, 创建倒圆角特征, 效果如图 3-139 所示。

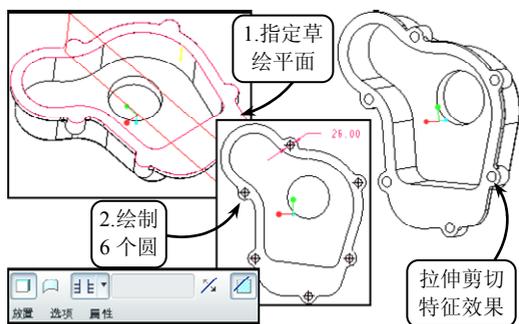


图 3-138 创建拉伸剪切特征

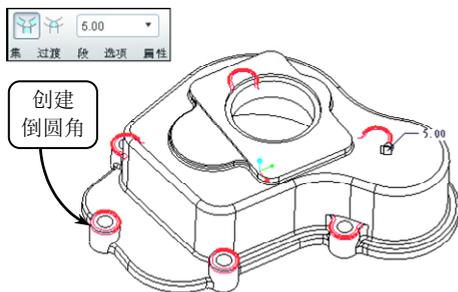


图 3-139 创建倒圆角特征

⑰ 利用【拉伸】工具选取特征的表面为草绘平面, 绘制截面草图。然后设置拉伸深度值为 10, 并调整拉伸方向, 创建拉伸实体特征, 效果如图 3-140 所示。

⑱ 利用【倒圆角】工具选取上一步骤中创建的拉伸实体下边线, 创建半径为 R3 的倒圆角。重复该操作选取该实体的上边线, 创建半径为 R2 的倒圆角, 效果如图 3-141 所示。

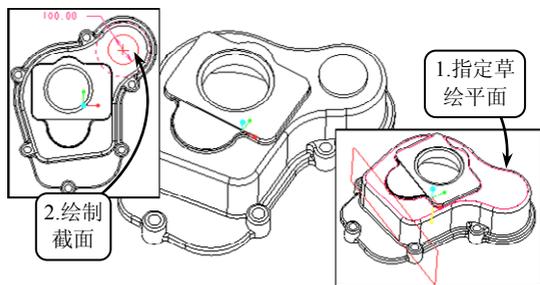


图 3-140 创建拉伸实体特征

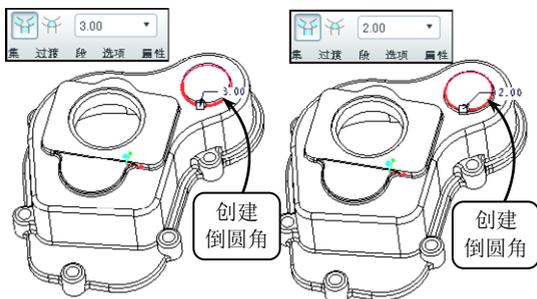


图 3-141 创建倒圆角特征



⑲ 利用【拉伸】工具选取特征的内表面为草绘平面，绘制截面草图。然后设置拉伸深度值为 10，并调整拉伸方向，创建拉伸实体特征，效果如图 3-142 所示。

⑳ 利用【拉伸】工具选取特征表面为草绘平面进入草绘环境，将上一步骤中所绘截面草图依次向内侧偏移 5 和 10。然后设置拉伸深度值为 5，并单击【移除材料】按钮，创建拉伸剪切特征，效果如图 3-143 所示。

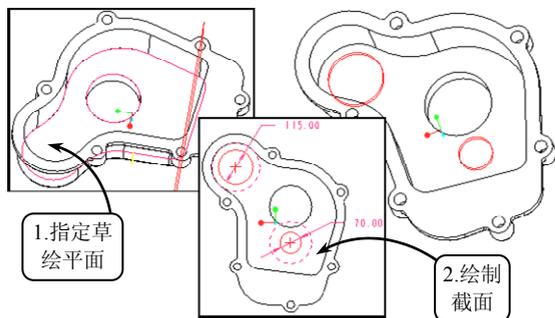


图 3-142 创建拉伸实体特征

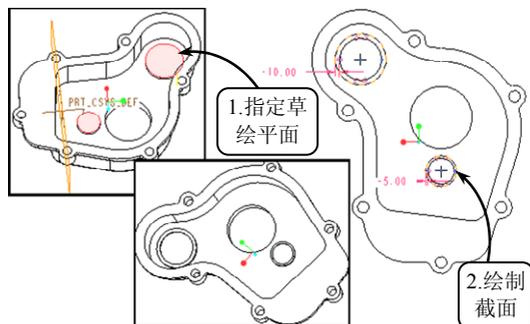


图 3-143 创建拉伸剪切特征

㉑ 利用【拉伸】工具选取特征表面为草绘平面进入草绘环境，将上一步骤中所绘截面草图分别向内侧偏移 5 和 10。然后设置拉伸深度值为 15，并单击【移除材料】按钮，创建拉伸剪切特征，效果如图 3-144 所示。

㉒ 利用【倒圆角】工具设置圆角半径为 R3，选取特征和特征的过渡边缘线，创建倒圆角特征，效果如图 3-145 所示。

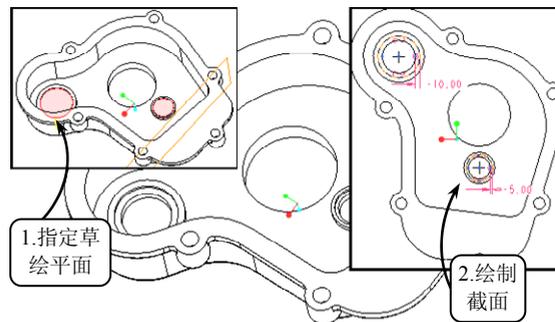


图 3-144 创建拉伸剪切特征

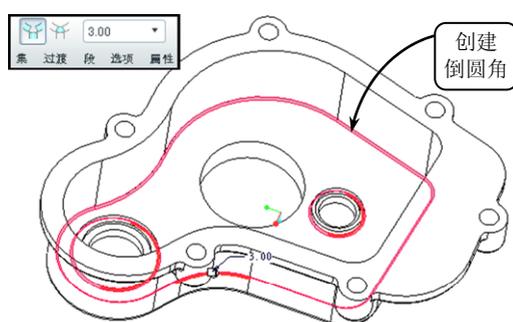


图 3-145 创建倒圆角特征

㉓ 单击【草绘】按钮，选取模型底面为草绘平面，并接受默认的视图方向进入草绘环境。然后在草绘环境中选取如图 3-146 所示已有的曲线链为草绘参照，将其向外侧偏移 10，绘制扫描轨迹线。

㉔ 草图绘制完成后，退出草图环境。然后单击【扫描】按钮，在打开的【扫描】操控面板中选择特征的类型，并单击【恒定截面】按钮。再单击【创建或编辑扫描截面】按钮，进入草绘环境绘制一个圆为剖截面，效果如图 3-147 所示。

㉕ 退出草绘环境，返回至特征操控面板并单击【移除材料】按钮。然后在【参考】下拉面板中设置截平面的控制方向，即可创建扫描切剪特征，效果如图 3-148 所示。至此油盒

零件创建完成。

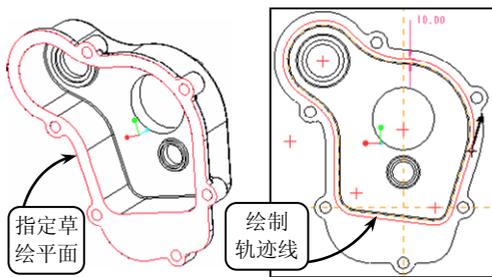


图 3-146 绘制扫描轨迹线

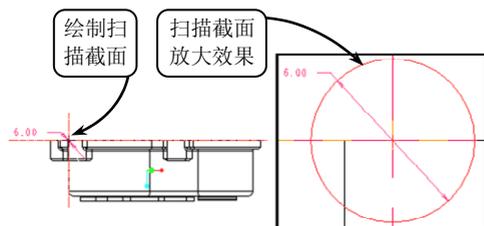


图 3-147 绘制扫描截面

3.8 扩展练习：创建曲轴

本练习创建一个曲轴零件，效果如图 3-149 所示。曲轴是内燃机组件中的重要零件。其由活塞组、连杆组、曲轴和飞轮组成的曲柄连杆机构是内燃机传递动力的主要部分。曲轴的作用是将活塞的往复运动转换为旋转运动，并将膨胀行程所作的功，通过安装在曲轴后端上的飞轮传递出去；飞轮能储存能量，使活塞的其他行程能正常工作，并使曲轴旋转均匀。为了平衡惯性力和减轻内燃机的振动，在曲轴的曲柄上还适当装置平衡质量。

在创建该曲轴模型过程中，首先利用【旋转】和【拉伸】工具创建曲轴和曲柄等零件实体。然后创建辅助基准平面，并利用【镜像】工具将曲柄实体对称复制。再通过拉伸剪切操作创建键槽特征，并利用【孔】工具在曲轴的一端面中心创建安装孔即可。

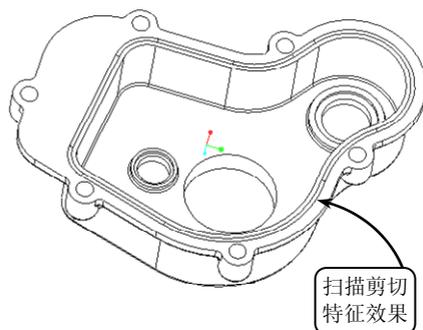


图 3-148 创建扫描剪切特征

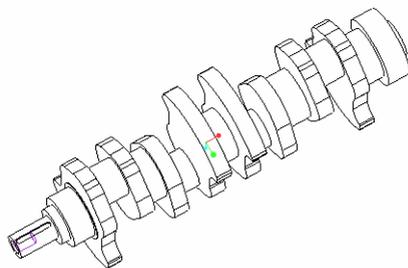


图 3-149 曲轴模型

3.9 扩展练习：创建管接头零件

本练习创建一个带螺纹的管接头，效果如图 3-150 所示。该管接头主要由管道、圆形法兰、连接孔、管螺纹和六角凸台组成。其中，管道中间的折弯角度可根据实际用途做成不同的形状，常用的为直管道、45° 和 90° 管道三种类型。该零件主要用于油压管道的连接，为避免出油口压力的波动，通常将带螺纹的一端直接与液压站的出油管道连接。这样可以避免因拆卸或更换管件而造成的系统压力不稳。



该零件主要由扫描特征、拉伸特征和螺旋扫描特征三部分组成。其中，利用【扫描】工具可以创建管道实体，利用【拉伸】工具可以创建六角凸台实体，利用【螺旋扫描】工具可以创建内外连接的螺纹实体，在创建过程中可以按照由简单特征到复杂特征的顺序进行。

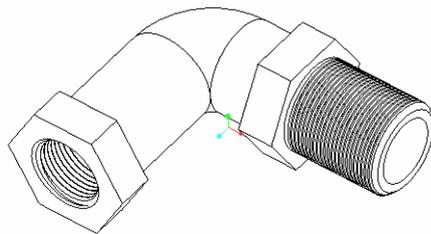


图 3-150 管接头模型效果

