

# 5



## 二维草图设计

### 5.1 草图环境中的关键术语

下面列出 UG NX 8.5 软件草图环境中经常使用的关键术语。

**对象：**二维草图中的任何几何元素（如直线、中心线、圆弧、圆、椭圆、样条曲线、点或坐标系等）。

**尺寸：**对象大小或对象之间位置的量度。






**约束：**用于定义对象几何关系或对象间的位置关系。约束定义后，单击“显示草图约束”按钮，其约束符号会出现在被约束的对象旁边。例如，在约束两条直线垂直后，再单击“显示草图约束”按钮，互相垂直的直线旁边将分别显示一个垂直约束符号。默认状态下，约束符号显示为蓝色。


**参照：**草图中的辅助元素。

**过约束：**两个或多个约束可能会产生矛盾或多余的约束。出现这种情况，必须删除一个不需要的约束或尺寸以解决过约束。

### 5.2 进入与退出草图环境

#### 1. 进入草图环境的操作方法

**Step 1** 打开 UG NX 8.5 后，选择下拉菜单 **文件(F)**  **→** **新建(N)**  命令（或单击“新建”按钮），系统弹出“新建”对话框，在 **模板** 选项卡中选取模板类型为  **模型**，在 **名称** 文本框中输入文件名（如 **modell.prt**），在 **文件夹** 文本框中输入模型的保存目录，然后单击 **确定**  按钮，进入 UG NX 8.5 建模环境。




**Step 2** 选择下拉菜单 **插入(S)**  **在任务环境中绘制草图(U)...** 命令, 系统弹出“创建草图”对话框, 选择“XY 平面”为草图平面, 单击对话框中的 **确定** 按钮, 系统进入草图环境。

## 2. 选择草图平面


进入草图工作环境后, 在创建新草图之前, 一个特别要注意的事项就是要为新草图选择草图平面, 也就是要确定新草图在三维空间的放置位置。草图平面是草图所在的某个空间平面, 它可以是基准平面, 也可以是实体的某个表面。

“创建草图”对话框用于选择草图平面, 在对话框中选择某个平面作为草图平面, 然后单击 **确定** 按钮予以确认。

“创建草图”对话框中部分选项说明如下:

- **类型** 区域:
  - 在平面上**: 选取该选项后, 用户可以在绘图区选择任意平面为草图平面(此选项为系统默认选项)。
  - 基于路径**: 选取该选项后, 系统在用户指定的曲线上建立一个与该曲线垂直的平面, 作为草图平面。
- **草图平面** 区域:
  - 现有平面**: 选取该选项后, 用户可以选择基准面或者图形中现有的平面作为草图平面。进入草图环境后, 系统默认的平面为 XY 平面, 单击 **确定** 按钮后, 系统默认 XY 平面为草图平面。
  - 创建平面**: 选取该按钮后, 用户可以通过单击“平面”按钮 , 创建一个基准面作为草图平面。
  - 创建基准坐标系**: 选取该按钮后, 可通过单击“创建基准坐标系”按钮 , 创建一个坐标系, 用户可以选取该坐标系中的基准面作为草图平面。
  -  (反向): 单击该按钮可以切换基准平面法线的方向。
- **草图方向** 区域:
  - 水平**: 选取该选项后, 用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为水平。
  - 竖直**: 选取该选项后, 用户可定义参考平面与草图平面的位置关系为竖直。

## 3. 退出草图环境的操作方法

单击  **完成草图** 按钮, 退出草图环境。

## 4. 直接草图工具

在 UG NX 8.5 中, 系统还提供了另一种草图创建的环境——直接草图, 进入直接草图环境的具体操作步骤如下。

**Step 1** 新建模型文件, 进入 UG NX 8.5 建模环境。

**Step 2** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **草图(Sketch)** 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击对话框中的 **确定** 按钮，系统进入直接草图环境，此时可以使用屏幕下方的“直接草图”工具条（图 5.2.1）绘制草图。

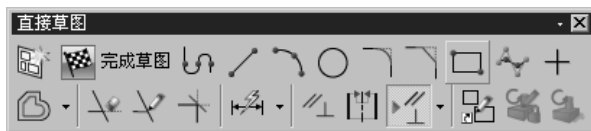


图 5.2.1 “直接草图”工具条

**Step 3** 单击工具条中的“完成草图”按钮 **完成草图**，即可退出直接草图环境。

说明：

- “直接草图”工具创建的草图，在部件导航器中同样会显示为一个独立的特征，也能作为特征的截面草图使用。此方法本质上与“任务环境中的草图”没有区别，只是实现方式较为“直接”。
- 在“直接草图”创建环境中，系统不会自动将草图平面与屏幕对齐，需要将草图平面旋转大致与屏幕对齐的位置，然后使用快捷键 F8 对齐草图平面。
- 单击“直接草图”工具条中的“在草图任务环境中打开”按钮 **在草图任务环境中打开**，系统即可进入“任务环境中的草图”环境。
- 在三维建模环境下，双击已绘制的草图也能进入直接草图环境。

为保证内容的一致性，本书中的草图均以“任务环境中的草图”来创建。

### 5.3 坐标系简介

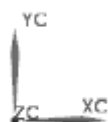
UG NX 8.5 中有三种坐标系：绝对坐标系、工作坐标系和基准坐标系。在使用软件的过程中经常要用到坐标系，下面对这三种坐标系做简单的介绍。

#### 1. 绝对坐标系（ACS）

绝对坐标系是指原点在 (0, 0, 0) 的坐标系，是固定不变的。

#### 2. 工作坐标系（WCS）

工作坐标系包括坐标原点和坐标轴，如图 5.3.1 所示。它的轴通常是正交的（即相互间为直角），并且遵守右手定则。



a) 俯视图



b) 正二测视图

图 5.3.1 工作坐标系（WCS）

说明:

- 工作坐标系不受修改操作(删除、平移等)的影响,但允许非修改操作,如隐藏和分组。
- UG NX 8.5 的部件文件可以包含多个坐标系,但是其中只有一个是 WCS。
- 用户可以随时挑选一个坐标系作为“工作坐标系”(WCS)。系统用 XC、YC 和 ZC 表示工作坐标系的坐标。工作坐标系的 XC-YC 平面称为工作平面。

### 3. 基准坐标系 (CSYS)

基准坐标系 (CSYS) 由单独的可选组件组成,如图

5.3.2 所示。

- 整个基准 CSYS。
- 三个基准平面。
- 三个基准轴。
- 原点。

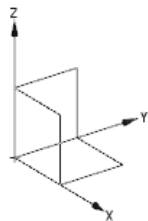


图 5.3.2 基准坐标系 (CSYS)

可在基准 CSYS 中选择单个基准平面、基准轴或原点。可隐藏基准 CSYS 以及其单个组成部分。

### 4. 右手定则

- 常规的右手定则。

如果坐标系的原点在右手掌,拇指向上延伸的方向对应于某个坐标轴的方向,则可以利用常规的右手定则确定其他坐标轴的方向。例如,假设拇指指向 ZC 轴的正方向,食指伸直的方向对应于 XC 轴的正方向,中指向外延伸的方向则为 YC 轴的正方向。

- 旋转的右手定则。

旋转的右手定则用于将矢量和旋转方向关联起来。

当拇指伸直并且与给定的矢量对齐时,则弯曲的其他四指就能确定该矢量关联的旋转方向。反过来,当弯曲手指表示给定的旋转方向时,则伸直的拇指就确定关联的矢量。

例如,如果要确定当前坐标系的旋转反时针方向,那么拇指就应该与 ZC 轴对齐,并指向其正方向,这时逆时针方向即为四指从 XC 轴正方向向 YC 轴正方向旋转。

## 5.4 草图环境的设置

进入草图环境后,选择下拉菜单 **首选项(P) → 草图(S)...** 命令,系统弹出“草图首选项”对话框,在该对话框中可以设置草图的显示参数和默认名称前缀等参数。

“草图首选项”对话框的 **草图样式** 选项卡的主要选项及其功能说明如下:

- **尺寸标签** 下拉列表: 控制草图标注文本的显示方式。

- **文本高度** 文本框: 控制草图尺寸数值的文本高度。在标注尺寸时, 可以根据图形大小适当地在该文本框中输入数值来调整文本高度, 以便于用户观察。

“草图首选项”对话框的**会话设置**选项卡的主要选项及其功能说明如下:

- **捕捉角** 文本框: 绘制直线时, 如果起点与光标位置连线接近水平或垂直, 捕捉功能会自动捕捉到水平或垂直位置。捕捉角是自动捕捉的最大角度, 例如捕捉角为 3, 当起点与光标位置连线, 与 XC 轴或 YC 轴夹角小于 3 时, 会自动捕捉到水平或垂直位置。
- **保持图层状态** 复选框: 如果选中该复选框, 当进入某一草图对象时, 该草图所在图层自动设置为当前工作图层, 退出时恢复原图层为当前工作图层; 否则, 退出时保持草图所在图层为当前工作图层。
- **显示自由度箭头** 复选框: 如果选中该复选框, 当进行尺寸标注时, 在草图曲线端点处用箭头显示自由度, 否则不显示。
- **动态草图显示** 复选框: 如果选中该复选框, 当相关几何体很小时, 则不会显示约束符号。
- **名称前缀** 区域: 在此区域中可以指定多种草图几何元素的名称前缀。默认前缀与其相应几何元素类型对应。

“草图首选项”对话框中的**部件设置**选项卡包含曲线、尺寸和参考曲线等的颜色设置, 这些设置和用户默认设置中的草图生成器的颜色相同。一般情况下, 我们都采用系统默认的颜色设置。

## 5.5 草图环境中的下拉菜单

在 UG NX 8.5 的二维草图环境中, “插入”与“编辑”两个下拉菜单十分常用, 这两个下拉菜单几乎包含了草图环境中的所有命令, 下面将对这两个下拉菜单进行详细说明。

### 5.5.1 “插入”下拉菜单

**插入(I)** 下拉菜单是草图环境中的主要菜单, 它的功能主要包括草图的绘制、标注和添加约束等。

选择该下拉菜单, 即可弹出其中的命令, 其中绝大部分命令都以快捷按钮的方式出现在屏幕的工具条中。

### 5.5.2 “编辑”下拉菜单

“编辑”下拉菜单是草图环境中对草图进行编辑的菜单。选择该下拉菜单, 即可弹出

其中的选项，其中绝大部分选项都以快捷按钮方式出现在屏幕的工具条中。

## 5.6 草图的绘制

### 5.6.1 草图绘制概述

要绘制草图，应先从草图环境的工具条按钮区或 **插入(S)** → **曲线(C)** 下拉菜单中选取一个绘图命令（由于工具条按钮简明而快捷，因此推荐优先使用），然后可通过在图形区选取点来创建对象。在绘制对象的过程中，当移动鼠标指针时，系统会自动确定可添加的约束并将其显示。绘制对象后，用户还可以对其继续添加约束。

在本节中主要介绍利用“草图工具”工具条来创建草图对象。

草图环境中使用鼠标的说明：

- 绘制草图时，可以在图形区单击以确定点，单击中键中止当前操作或退出当前命令。
- 当不处于草图绘制状态时，单击可选取多个对象；选择对象后，右击将弹出带有最常用草图命令的快捷菜单。
- 滚动鼠标中键，可以缩放模型（该功能对所有模块都适用）：向前滚，模型缩小；向后滚，模型变大。
- 按住鼠标中键，移动鼠标，可旋转模型（该功能对所有模块都适用）。
- 先按住 Shift 键，然后按住鼠标中键，移动鼠标可移动模型（该功能对所有模块都适用）。

### 5.6.2 “草图工具”工具条简介

进入草图环境后，屏幕上会出现图 5.6.1 所示绘制草图时所需要的“草图工具”工具条。

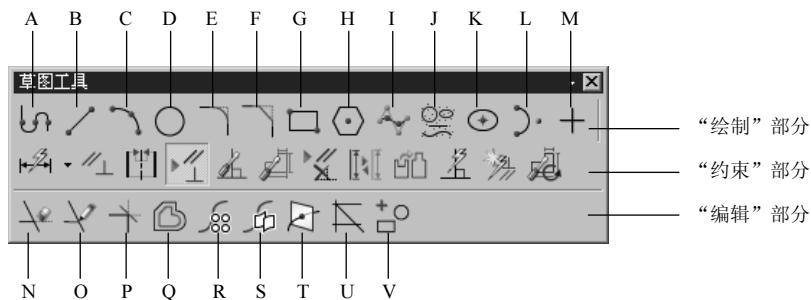


图 5.6.1 “草图工具”工具条

图 5.6.1 所示的“草图工具”工具条中各工具按钮的说明如下：

- A (轮廓): 单击该按钮，可以创建一系列相连的直线或线串模式的圆弧，即上一条曲线的终点作为下一条曲线的起点。

- B (直线): 绘制直线。
- C (圆弧): 绘制圆弧。
- D (圆): 绘制圆。
- E (圆角): 在两曲线间创建圆角。
- F (倒斜角): 在两曲线间创建倒斜角。
- G (矩形): 绘制矩形。
- H (多边形): 绘制多边形。
- I (艺术样条): 通过定义点或者极点来创建样条曲线。
- J (拟合样条): 通过已经存在的点创建样条曲线。
- K (椭圆): 根据中心点和尺寸创建椭圆。
- L (二次曲线): 创建二次曲线。
- M (点): 绘制点。
- N (快速修剪): 单击该按钮, 则可将一条曲线修剪至任一方向上最近的交点。如果曲线没有交点, 可以将其删除。
- O (快速延伸): 快速延伸曲线到最近的边界。
- P (制作拐角): 延伸或修剪两条曲线到一个交点处创建制作拐角。
- Q (偏置曲线): 偏置位于草图平面上的曲线链。
- R (阵列曲线): 阵列现有草图, 创建草图副本。
- S (镜像曲线): 通过现有的草图, 创建草图几何的副本。
- T (交点): 在曲线和草图平面之间创建一个交点。
- U (派生直线): 单击该按钮, 则可以从已存在的直线复制得到新的直线。
- V (添加现有曲线): 将现有的共面曲线和点添加到草图中。

### 5.6.3 UG 草图简介


在 UG NX 8.5 中绘制草图时, 在工具条中单击“连续自动标注尺寸”按钮  (图 5.6.2), 系统可自动给绘制的草图添加尺寸标注。如图 5.6.3 所示, 在草图环境中任意绘制一个矩形, 系统会自动添加矩形所需要的定形和定位尺寸, 使矩形全约束。



图 5.6.2 “连续自动标注尺寸”按钮

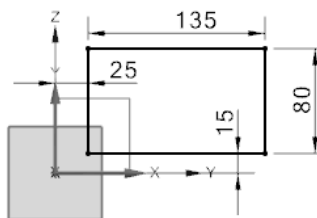




图 5.6.3 自动标注尺寸

说明：默认情况下  按钮是激活的，即绘制的草图系统会自动添加尺寸标注；单击该按钮，使其弹起（即取消激活），这时绘制的草图，系统就不会自动添加尺寸标注了。由于系统自动标注的尺寸比较凌乱，而且当草图比较复杂时，有些标注可能不符合标注要求，所以在绘制草图时，最好不使用自动标注尺寸功能，在本书的写作中，都没有采用自动标注。

## 5.6.4 绘制直线

**Step 1** 选择下拉菜单 **插入(S)**  **在任务环境中绘制草图(Y)** 命令，采用默认的平面（XY 平面）为草图平面，单击 **确定** 按钮进入草图环境。

说明：

- 进入草图工作环境后，如果是创建新草图，则首先必须选取草图平面，也就是要确定新草图在空间的哪个平面上绘制。
- 以后在创建新草图时，如果没有特别说明，则草图平面为默认的 XY 平面。

**Step 2** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)**  **曲线(C)**  **直线(L)...** 命令，系统弹出图 5.6.4 所示的“直线”工具条。

图 5.6.4 所示的“直线”工具条的说明如下：


- **XY** (坐标模式)：选中该按钮（默认），系统弹出图 5.6.5 所示的动态输入框（一），可以通过输入 XC 和 YC 的坐标值来精确绘制直线，坐标值以工作坐标系（WCS）为参照。要在动态输入框的选项之间进行切换，可按 Tab 键。要输入值，可在文本框内输入值，然后按 Enter 键。
-  (参数模式)：选中该按钮，系统弹出图 5.6.6 所示的动态输入框（二），可以通过输入长度值和角度值来绘制直线。



图 5.6.4 “直线”工具条

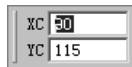


图 5.6.5 动态输入框（一）

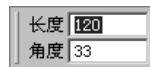


图 5.6.6 动态输入框（二）

**Step 3** 定义直线的起始点。在系统 **选择直线的第 1 点** 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定直线的起始点，此时可看到一条“橡皮筋”线附着在鼠标指针上。




说明：系统提示 **选择直线的第 1 点** 显示在消息区，有关消息区的具体介绍请参见“用户界面简介”的相关内容。

**Step 4** 定义直线的终止点。在系统 **选择直线的第 2 点** 的提示下，在图形区中的另一位置单击，以确定直线的终止点，系统便在两点间创建一条直线（在终点处再次单击，在直线的终点处出现另一条“橡皮筋”线）。




**Step 5** 单击中键，结束直线创建。

说明：

- 直线的精确绘制可以利用动态输入框实现，其他曲线的精确绘制也一样。
- “橡皮筋”是指操作过程中的一条临时虚构线段，它始终是当前鼠标光标的中心点与前一个指定点的连线。因为它可以随着光标的移动而拉长或缩短并可绕前一点转动，所以形象地称其为“橡皮筋”。
- 在绘制或编辑草图时，单击“标准”工具条上的  按钮，可撤消上一个操作；单击  按钮（或者选择下拉菜单 **编辑(E)** →  **重做(R)** 命令），可以重新执行被撤消的操作。

### 5.6.5 绘制圆弧

选择下拉菜单 **插入(I)** → **曲线(C)** →  **圆弧(A)...** 命令，系统弹出图 5.6.7 所示的“圆弧”工具条，有以下两种绘制圆弧的方法。

**方法一：**通过三点的圆弧——确定圆弧的两个端点和弧上的一个附加点来创建一个三点圆弧。其一般操作步骤如下：



图 5.6.7 “圆弧”工具条


**Step 1** 选择方法。选中“三点定圆弧”按钮 。

**Step 2** 定义端点。在系统 **选择圆弧的起点** 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的起点；在系统 **选择圆弧的终点** 的提示下，在另一位置单击，放置圆弧的终点。

**Step 3** 定义附加点。在系统 **在圆弧上选择一个点** 的提示下，移动鼠标，圆弧呈“橡皮筋”样变化，在图形区另一位置单击以确定圆弧。

**Step 4** 单击中键，完成圆弧的创建。

**方法二：**用中心和端点确定圆弧。其一般操作步骤如下：

**Step 1** 选择方法。选中“中心和端点决定的圆弧”按钮 。

**Step 2** 定义圆心。在系统 **选择圆弧的中心点** 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧中心点。

**Step 3** 定义圆弧的起点。在系统 **选择圆弧的起点** 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的起点。

**Step 4** 定义圆弧的终点。在系统 **选择圆弧的终点** 的提示下，在图形区中的任意位置单击，以确定圆弧的终点。

**Step 5** 单击中键，结束圆弧的创建。

### 5.6.6 绘制圆

选择下拉菜单 **插入(I)** → **曲线(C)** →  **圆(C)...** 命令，系统弹出图 5.6.8 所示的

“圆”工具条，有以下两种绘制圆的方法。

**方法一：**中心和半径决定的圆——通过选取中心点和圆上一点来创建圆。其一般操作步骤如下：



图 5.6.8 “圆”工具条

**Step 1** 选择方法。选中“圆心和直径定圆”按钮.

**Step 2** 定义圆心。在系统“选择圆的中心点”的提示下，在某位置单击，放置圆的中心点。

**Step 3** 定义圆的半径。在系统“在圆上选择一个点”的提示下，拖动鼠标至另一位置，单击确定圆的大小。

**Step 4** 单击中键，结束圆的创建。

**方法二：**通过三点的圆——通过确定圆上的三个点来创建圆。

### 5.6.7 绘制圆角






选择下拉菜单“插入(I)” → “曲线(C)” → “圆角(F)...”命令，系统弹出图 5.6.9 所示的“圆角”工具条。可以在指定的两条或三条曲线之间创建一个圆角。该工具条中包括四个按钮：“修剪”按钮、“取消修剪”按钮、“删除第三条曲线”按钮和“创建备选圆角”按钮.



图 5.6.9 “圆角”工具条

创建圆角的一般操作步骤如下：

**Step 1** 在“圆角”工具条中单击“修剪”按钮.

**Step 2** 定义圆角曲线。单击选取图 5.6.10 所示的两条直线。

**Step 3** 定义圆角半径。拖动鼠标至适当位置，单击确定圆角的大小（或者在动态输入框中输入圆角半径，以确定圆角的大小）。

**Step 4** 单击中键，结束圆角的创建。

说明：

- 如果选中“取消修剪”按钮，则绘制的圆角如图 5.6.11 所示。

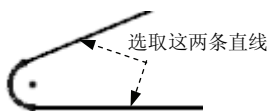


图 5.6.10 “修剪”的圆角

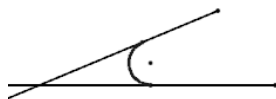



图 5.6.11 “取消修剪”的圆角

- 如果选中“创建备选圆角”按钮，则可以生成每一种可能的圆角（或按 Page Down 键选择所需的圆角），如图 5.6.12 和图 5.6.13 所示。

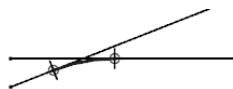


图 5.6.12 选择（一）

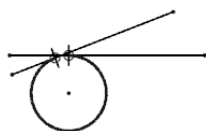


图 5.6.13 “选择（二）”

### 5.6.8 绘制倒斜角

选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **倒斜角(H)...** 命令, 系统弹出图 5.6.14 所示的“倒斜角”对话框。可以在指定的两条直线之间创建一个倒斜角。该对话框中包括“对称”、“非对称”和“偏置和角度”三种偏置类型选项。

创建倒斜角的一般操作步骤如下:

**Step 1** 定义类型。在“倒斜角”对话框 **偏置** 区域的 **倒斜角** 下拉列表中 **对称** 选项。

**Step 2** 定义倒斜角曲线。单击选取图 5.6.15 所示的两条直线, 并选中  **修剪输入曲线** 复选框。

**Step 3** 定义倒斜角位置及偏置距离。拖动鼠标至适当位置, 单击确定倒斜角的大小 (或者在动态输入框中输入距离值, 以确定倒斜角的大小)。

**Step 4** 单击中键, 结束倒斜角的创建。



说明:

- 如果取消选中  **修剪输入曲线** 时, 则绘制的倒斜角如图 5.6.16 所示。

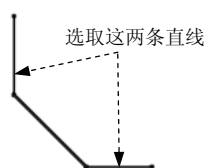


图 5.6.15 “对称”类型倒斜角



图 5.6.16 未修剪的倒斜角

- 如果选择 **非对称** 选项时, 定义其距离 1 和距离 2, 其结果如图 5.6.17 所示。
- 如果选择 **偏置和角度** 选项时, 定义其距离和角度, 其结果如图 5.6.18 所示。

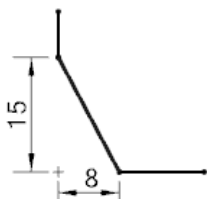


图 5.6.17 “非对称”类型倒斜角

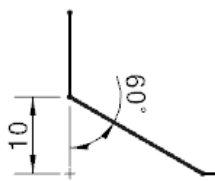


图 5.6.18 “偏置和角度”类型倒斜角

### 5.6.9 绘制矩形

选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **矩形(R)...** 命令, 系统弹出图 5.6.19 所示的“矩形”工具条, 可以在草图平面上绘制矩形。在绘制草图时, 使用该命令可省去绘制四条线段的麻烦。共有三种绘制矩形的方法, 分别介绍如下。

**方法一：按两点**——通过选取两对角点来创建矩形，其一般操作步骤如下：


- Step 1** 选择方法。选中“按 2 点”按钮.
- Step 2** 定义第一个角点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个角点。
- Step 3** 定义第二个角点。单击 XY 按钮，再次在图形区另一位置单击，放置矩形的另一个角点。
- Step 4** 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 5.6.20 所示。



图 5.6.19 “矩形” 工具条

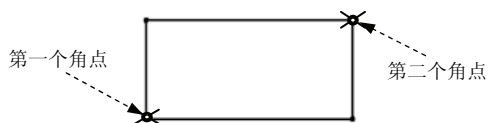




图 5.6.20 两点方式

**方法二：通过三点**来创建矩形，其一般操作步骤如下：

- Step 1** 选择方法。单击“按 3 点”按钮.
- Step 2** 定义第一个顶点。在图形区某位置单击，放置矩形的第一个顶点。
- Step 3** 定义第二个顶点。单击 XY 按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个顶点（第一个顶点和第二个顶点之间的距离即矩形的宽度），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。
- Step 4** 定义第三个顶点。单击 XY 按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个顶点（第二个顶点和第三个顶点之间的距离即矩形的高度）。
- Step 5** 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 5.6.21 所示。

**方法三：从中心**——通过选取中心点、一条边的中点和顶点来创建矩形，其一般操作步骤如下：

- Step 1** 选择方法。单击“从中心”按钮.
- Step 2** 定义中心点。在图形区某位置单击，放置矩形的中心点。
- Step 3** 定义第二个点。单击 XY 按钮，在图形区另一位置单击，放置矩形的第二个点（一条边的中点），此时矩形呈“橡皮筋”样变化。
- Step 4** 定义第三个点。单击 XY 按钮，再次在图形区单击，放置矩形的第三个点。
- Step 5** 单击中键，结束矩形的创建，结果如图 5.6.22 所示。

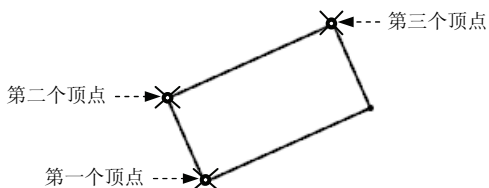


图 5.6.21 三点方式

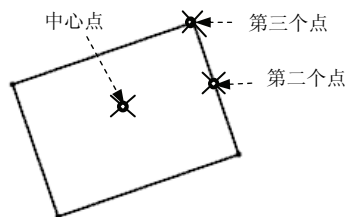


图 5.6.22 从中心方式

### 5.6.10 绘制轮廓线

选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **轮廓(O)...** 命令, 系统弹出图 5.6.23 所示的“轮廓”工具条。

具体操作过程参照前面直线和圆弧的绘制, 不再赘述。

绘制轮廓线的说明:

- 轮廓线与直线和圆弧的区别在于, 轮廓线可以绘制连续的对象, 如图 5.6.24 所示。
- 绘制时, 按下、拖动并释放鼠标左键, 直线模式变为圆弧模式, 如图 5.6.25 所示。



图 5.6.23 “轮廓”工具条



图 5.6.24 绘制连续的对象

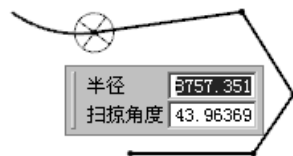


图 5.6.25 用“轮廓线”命令绘制弧

- 利用动态输入框可以绘制精确的轮廓线。

### 5.6.11 绘制派生直线

派生直线的绘制是将现有的参考直线偏置生成另外一条直线, 或者通过选择两条参考直线, 可以在此两条直线之间创建角平分线。

选择下拉菜单 **插入(S)** → **来自曲线集的曲线(T)** → **派生直线(O)...** 命令, 可绘制派生直线, 其一般操作步骤如下:

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.06\DERIVE\_LINE.prt。

**Step 2** 在部件导航器中右击  **草图(1)**, 选择 **可回滚编辑...** 命令, 进入草绘环境。

**Step 3** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **来自曲线集的曲线(T)** → **派生直线(O)...** 命令。

**Step 4** 定义参考直线。选取图 5.6.26 所示的直线为参考。

**Step 5** 定义派生直线的位置。移动鼠标指针至另一位置单击, 以确定派生直线的位置。

**Step 6** 单击中键, 结束派生直线的创建, 结果如图 5.6.26 所示。

说明:

- 如需要偏置多条直线, 可以在上述 Step5 中, 在图形区合适的位置继续单击, 然后单击中键完成, 结果如图 5.6.27 所示。

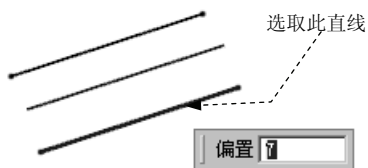


图 5.6.26 直线的偏置（一）

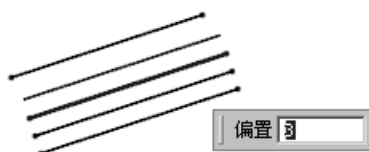


图 5.6.27 直线的偏置（二）

- 如果选择两条平行线，系统会在这两条平行线的中点处创建一条直线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度，也可以在动态输入框中输入值，如图 5.6.28 所示。
- 如果选择两条不平行的直线时（不需要相交），系统将构造一条角平分线。可以通过拖动鼠标以确定直线长度（或在动态输入框中输入一个值），也可以在成角度两条直线的任意象限放置平分线，如图 5.6.29 所示。

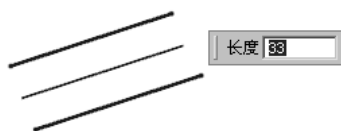


图 5.6.28 派生两平行线中间的直线



图 5.6.29 派生角平分线

### 5.6.12 样条曲线

样条曲线是指利用给定的若干个点拟合出的多项式曲线，样条曲线采用的是近似拟合的方法，但可以很好地满足工程需求，因此得到较为广泛的应用。下面通过创建图 5.6.30a 所示的曲线来说明创建艺术样条的一般过程。

**Step 1** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **艺术样条(O)...** 命令，系统弹出“艺术样条”对话框。

**Step 2** 选择方法。在对话框 **类型** 下拉列表中选择 **通过点** 选项，依次在图 5.6.30a 所示的各点位置单击，系统生成图 5.6.30a 所示的“通过点”方式创建的样条。

**说明：**如果选择 **根据极点** 选项，依次在图 5.6.30b 所示的各点位置单击，系统则生成图 5.6.30b 所示的“根据极点”方式创建的样条。



图 5.6.30 创建艺术样条曲线

**Step 3** 在“艺术样条”对话框中单击 **确定** 按钮（或单击中键）完成样条曲线的创建。

### 5.6.13 点的绘制及“点”对话框

使用 UG NX 8.5 软件草图时，经常需要构造点来定义草图平面上的某一位置。下面通过图 5.6.31 所示图形来说明点的创建过程。

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.06\POINT.prt。

**Step 2** 在部件导航器中右击 **草图(1)**，选择 **可回滚编辑...** 命令，进入草图环境。

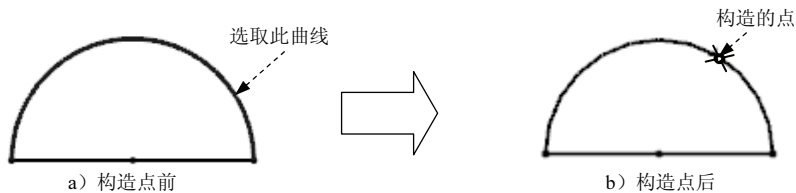


图 5.6.31 构造点

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **基准/点(Q)** → **点(P)...** 命令，系统弹出“草图点”对话框。


**Step 4** 选择构造点。在“草图点”对话框中单击“点对话框”按钮 ，系统弹出图 5.6.32 所示的“点”对话框，在“点”对话框中的 **类型** 下拉列表中选择 **圆弧/椭圆上的角度** 选项。



图 5.6.32 “点”对话框

**Step 5** 定义点的位置。根据系统 **选择圆弧或椭圆用作角度参考** 的提示，选取图 5.6.31a 所示的圆弧，在“点”对话框的 **角度** 文本框中输入数值 60。

**Step 6** 单击“点”对话框中的 **确定** 按钮，完成点的构造，结果如图 5.6.31b 所示。单击 **关闭** 按钮，退出“点”对话框。

图 5.6.32 所示的“点”对话框的下拉列表中各选项说明如下：

- **自动判断的点**：根据光标的位置自动判断所选的点。它包括下面介绍的所有点的选择方式。
- **光标位置**：将光标移至图形区某位置并单击，系统则在单击的位置处创建一个点。如果创建点是在一个草图进行中，则创建的点位于当前草图平面上。
- **现有点**：在图形区选择已经存在的点。
- **终点**：通过选取已存在曲线（如线段、圆弧、二次曲线及其他曲线）的端点创

建一个点。在选取端点时，光标的位置对端点的选取有很大的影响，一般系统会选取曲线上离光标最近的端点。

- **控制点**：通过选取曲线的控制点创建一个点。控制点与曲线类型有关，可以是存在点、线段的中点或端点，开口圆弧的端点、中点或中心点，二次曲线的端点和样条曲线的定义点或控制点。
- **交点**：通过选取两条曲线的交点、一曲线和一曲面或一平面的交点创建一个点。在选取交点时，若两对象的交点多于一个，系统会在靠近第二个对象的交点创建一个点；若两段曲线并未实际相交，则系统会选取两者延长线上的相交点；若选取的两段空间曲线并未实际相交，则系统会选取最靠近第一个对象处创建一个点或规定新点的位置。
- **圆弧中心/椭圆中心/球心**：通过选取圆/圆弧、椭圆或球的中心点创建一个点。
- **圆弧/椭圆上的角度**：沿圆弧或椭圆的一个角度（与坐标轴 XC 正向所成的角度）位置上创建一个点。
- **象限点**：通过选取圆弧或椭圆弧的象限点，即四分点创建一个点。创建的象限点是离光标最近的那个四分点。
- **点在曲线/边上**：通过选取曲线或物体边缘上的点创建一个点。
- **两点之间**：在两点之间指定一个位置。
- **按表达式**：使用点类型的表达式指定点。

## 5.7 草图的编辑

### 5.7.1 直线的操纵

UG NX 8.5 提供了对象操纵功能，可方便地旋转、拉伸和移动对象。

操纵 1 的操作流程，如图 5.7.1 所示：在图形区，把鼠标指针移到直线端点上，按下左键不放，同时移动鼠标，此时直线以远离鼠标指针的那个端点为圆心转动，达到绘制意图后，松开左键。

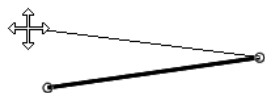


图 5.7.1 操纵 1：直线的转动和拉伸

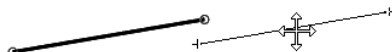


图 5.7.2 操纵 2：直线的移动



### 5.7.2 圆的操纵

操纵 1 的操作流程, 如图 5.7.3 所示: 把鼠标指针移到圆的边线上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时会看到圆在变大或缩小, 达到绘制意图后, 松开左键。

操纵 2 的操作流程, 如图 5.7.4 所示: 把鼠标指针移到圆心上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时会看到圆随着指针一起移动, 达到绘制意图后, 松开左键。

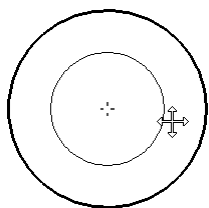


图 5.7.3 操纵 1: 圆的缩放

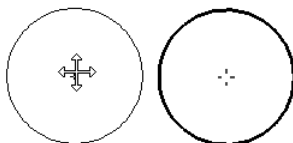


图 5.7.4 操纵 2: 圆的移动

### 5.7.3 圆弧的操纵

操纵 1 的操作流程, 如图 5.7.5 所示: 把鼠标指针移到圆弧上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时会看到圆弧半径变大或变小, 达到绘制意图后, 松开左键。

操纵 2 的操作流程, 如图 5.7.6 所示: 把鼠标指针移到圆弧的某个端点上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时会看到圆弧以另一端点为固定点旋转, 并且圆弧的包角也在变化, 达到绘制意图后, 松开左键。

操纵 3 的操作流程, 如图 5.7.7 所示: 把鼠标指针移到圆心上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时圆弧随着指针一起移动, 达到绘制意图后, 松开左键。

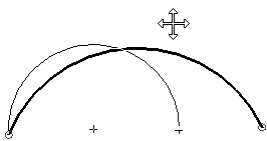


图 5.7.5 操纵 1: 改变弧的半径



图 5.7.6 操纵 2: 改变弧的位置

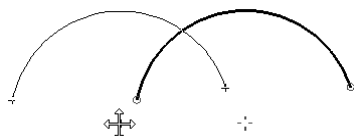


图 5.7.7 操纵 3: 弧的移动

### 5.7.4 样条曲线的操纵

操纵 1 的操作流程, 如图 5.7.8 所示: 把鼠标指针移到样条曲线的某个端点或定位点上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时样条线拓扑形状(曲率)不断变化, 达到绘制意图后, 松开左键。

操纵 2 的操作流程, 如图 5.7.9 所示: 把鼠标指针移到样条曲线上, 按下左键不放, 同时移动鼠标, 此时样条曲线随着鼠标移动, 达到绘制意图后, 松开左键。



图 5.7.8 操纵 1: 改变曲线的形状

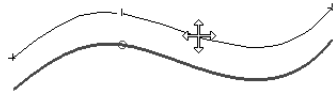



图 5.7.9 操纵 2: 改变弧的位置

### 5.7.5 制作拐角

“制作拐角”命令是指通过两条曲线延伸或修剪到公共交点来创建拐角。此命令适用于直线、圆弧、开放式二次曲线和开放式样条等，其中开放式样条仅限修剪。创建“制作拐角”的一般操作步骤如下：

**Step 1** 选择方法。选中“制作拐角”按钮 。

**Step 2** 定义要制作拐角的两条曲线。选取图 5.7.10 所示的两条直线。

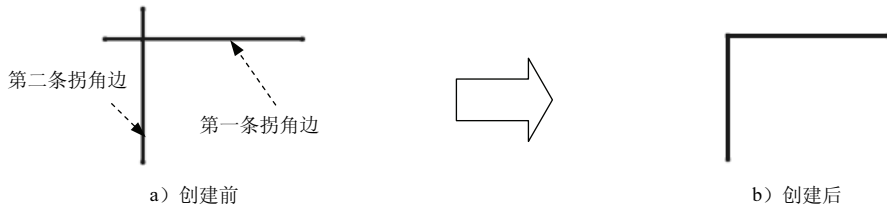


图 5.7.10 创建“制作拐角”特征





**Step 3** 单击中键，完成制作拐角的创建。

### 5.7.6 删除对象

**Step 1** 在图形区单击或框选要删除的对象（框选时要框住整个对象），此时可看到选中的对象变为蓝色。

**Step 2** 按 Delete 键，所选对象即被删除。

说明：要删除所选的对象，还有下面四种方法。


- 在图形区右击，在弹出的快捷菜单中选择  删除(D) 命令。
- 选择  编辑(E) 下拉菜单中的  删除(D) 命令。
- 单击“标准”工具条中的  按钮。
- 按 Ctrl+D 组合键。

注意：如要恢复已删除的对象，可使用 Ctrl+Z 组合键来完成。

### 5.7.7 复制/粘贴对象

**Step 1** 在图形区单击或框选要复制的对象（框选时要框住整个对象）。

**Step 2** 先选择下拉菜单  编辑(E)  复制(C) 命令，然后选择下拉菜单  编辑(E)  粘贴(V) 命令。

 **粘贴(P)**命令，将复制的对象粘贴到图 5.7.11b 所示的位置，完成复制/粘贴操作。

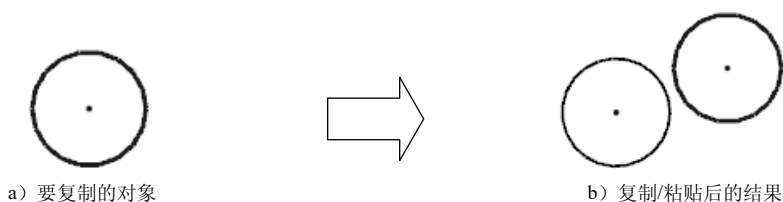


图 5.7.11 对象的复制/粘贴

### 5.7.8 快速修剪

**Step 1** 选择命令。选择下拉菜单 **编辑(E)** → **曲线(V)** → **快速修剪(Q)** 命令。

**Step 2** 定义修剪对象。依次单击图 5.7.12a 所示的需要修剪的部分。

**Step 3** 单击中键。完成对象的修剪，结果如图 5.7.12b 所示。



图 5.7.12 快速修剪

### 5.7.9 快速延伸

**Step 1** 选择下拉菜单 **编辑(E)** → **曲线(V)** → **快速延伸(E)** 命令。

**Step 2** 选取图 5.7.13a 所示的曲线，完成曲线到下一个边界的延伸。

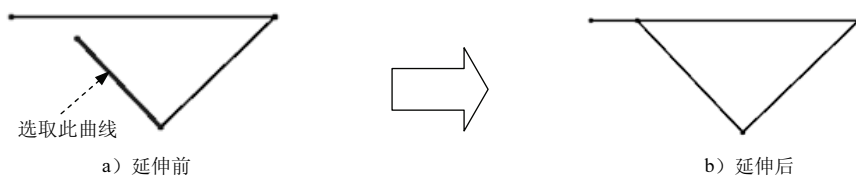


图 5.7.13 快速延伸

说明：在延伸时，系统自动选择最近的曲线作为延伸边界。

### 5.7.10 镜像

镜像操作是指将草图对象以一条直线为对称中心，将所选取的对象以这条对称中心为轴进行复制，生成新的草图对象。镜像拷贝的对象与原对象形成一个整体，并且保持相关性。“镜像”操作在绘制对称图形时是非常有用的。下面以图 5.7.14 所示的实例来说明“镜像”的一般操作步骤。

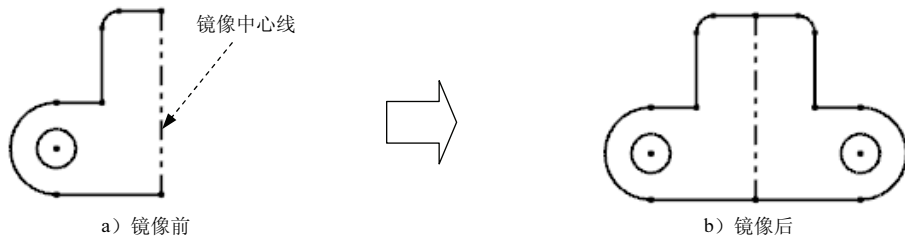


图 5.7.14 镜像操作

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\MIRROR.prt, 如图 5.7.14a 所示。

**Step 2** 双击草图, 然后单击 按钮, 进入草图环境。

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(I) → 来自曲线集的曲线(F) → 镜像曲线(M)...** 命令, 系统弹出图 5.7.15 所示的“镜像曲线”对话框。

**Step 4** 定义镜像对象。在“镜像曲线”对话框中单击“曲线”按钮 , 选取图形区中的所有草图曲线。

**Step 5** 定义中心线。单击“镜像曲线”对话框中的“中心线”按钮 , 选取坐标系的 Y 轴作为镜像中心线。



图 5.7.15 “镜像曲线”对话框

**Step 6** 单击 按钮, 完成镜像操作, 结果如图 5.7.14b 所示。

图 5.7.15 所示的“镜像曲线”对话框中各选项的功能说明如下:

- (镜像中心线): 用于选择直线或轴作为镜像的中心线。选择草图中的直线作为镜像中心线时, 所选的直线会变成参考线, 暂时失去作用。如果要将其转化为正常的草图对象, 可用“草图约束”工具条中的“转换为参考的/激活的”功能。
- (要镜像的曲线): 用于选择一个或多个要镜像的草图对象。在选取镜像中心线后, 用户可以在草图中选取要进行“镜像”操作的草图对象。

### 5.7.11 偏置曲线

“偏置曲线”是指对当前草图中的曲线进行偏移, 从而产生与源曲线相关联、形状相似的新的曲线。可偏移的曲线包括基本绘制的曲线、投影曲线、边缘曲线等。创建图 5.7.16 所示的偏置曲线的具体步骤如下:

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\OFFSET.prt。

**Step 2** 双击草图, 单击 按钮, 进入草图环境。

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(I) → 来自曲线集的曲线(F) → 偏置曲线(O)...** 命令, 系统弹出图 5.7.17 所示的“偏置曲线”对话框。

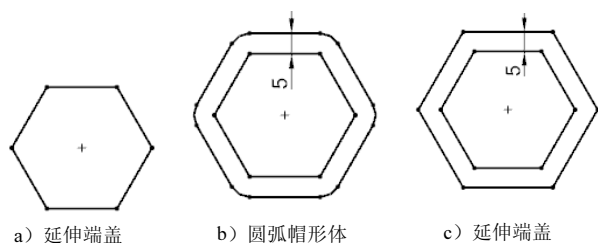


图 5.7.16 偏置曲线的创建

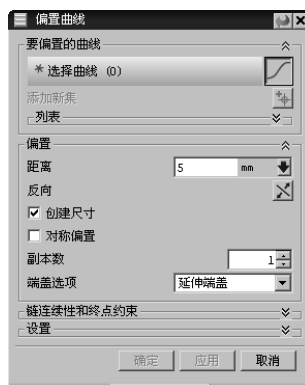


图 5.7.17 “偏置曲线”对话框

- Step 4** 定义偏置曲线。在图形区选取图 5.7.16a 所示的草图。
- Step 5** 定义偏置参数。在 **距离** 文本框中输入偏置距离值为 5，选中  **创建尺寸** 复选框。
- Step 6** 定义端盖选项。在 **端盖选项** 下拉列表中选择将偏置曲线修剪或延伸到它们的交点处的方法（图 5.7.16b 和图 5.7.16c 分别为选取 **圆弧帽形体** 和 **延伸端盖** 后生成的效果）。
- Step 7** 定义阶次。接受 **阶次** 文本框中默认的偏置曲线阶次。
- Step 8** 定义公差。接受 **公差** 文本框中默认的偏置曲线精度值。


注意：可以单击“偏置曲线”对话框中的  按钮改变偏置的方向。

图 5.7.17 所示的“偏置曲线”对话框中的 **端盖选项** 下拉列表中的选项说明如下：

- **圆弧帽形体**：用于偏置曲线，在拐角处自动进行圆角过渡。
- **延伸端盖**：用于偏置曲线，在拐角处不会生成圆角。

### 5.7.12 编辑定义截面

草图曲线一般可用于拉伸、旋转和扫掠等特征的剖面，如果要改变特征截面的形状，可以通过“编辑定义截面”功能来实现。图 5.7.18 所示的编辑定义截面的具体操作步骤如下。

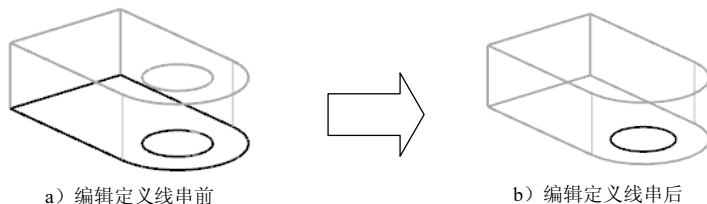




图 5.7.18 编辑定义截面

- Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\EDIT\_DEFINED\_CURVE.prt。
- Step 2** 在特征树中右击草图，在弹出的快捷菜单中选择  **可回滚编辑** 命令，进入草图编辑环境。选择下拉菜单 **编辑(E)**  **编辑定义截面(Y)** 命令，系统弹出图 5.7.19

所示的“编辑定义截面”对话框（一）（如果当前草图中没有曲线经过拉伸、旋转等操作来生成几何体，系统弹出图 5.7.20 所示的“编辑定义截面”对话框（二））。



图 5.7.19 “编辑定义截面”对话框（一）

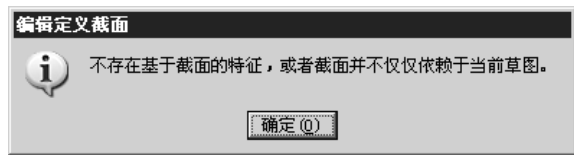



图 5.7.20 “编辑定义截面”对话框（二）

**注意：**“编辑定义截面”操作只适合于经过拉伸、旋转生成特征的曲线，如果不符合此要求，该操作就不能实现。

**Step 3** 按住 Shift 键，在草图中选取图 5.7.21 所示的曲线的任意部分（如圆），系统则排除整个草图曲线；再选取图 5.7.21 所示的曲线——高亮显示的 4 条线段（此时不用按住 Shift 键）作为新的草图截面，单击对话框中的“替换助理”按钮。

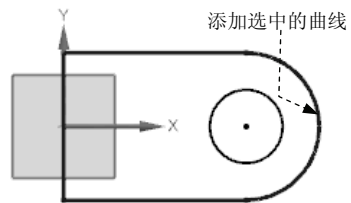


图 5.7.21 添加选中的曲线

**说明：**用 Shift+左键选择要移除的对象；用左键选择要添加的对象。

**Step 4** 单击 **确定** 按钮，完成草图截面的编辑。单击 **完成草图** 按钮，退出草图环境。

**说明：**此处如果不进行更新就有可能无法看到编辑后的结果。选择下拉菜单

**工具 (T)** → **更新 (U)** → **更新以获取外部更改 (E)** 命令即可对模型进行更新。

### 5.7.13 交点

“交点”命令可以通过用户指定的曲线与草图基准平面相交产生一个点。如图 5.7.22 所示的相交操作的步骤如下。

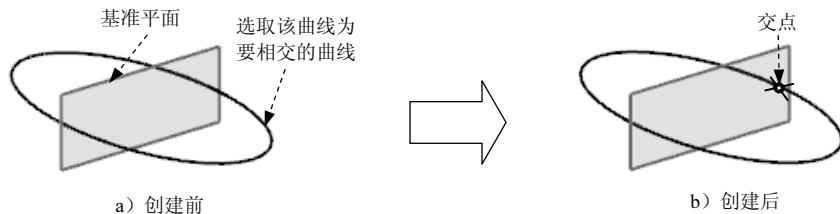



图 5.7.22 创建交点

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\INTER\_POINT.prt。

**Step 2** 进入草图环境。选择下拉菜单 **插入(S)** → **在任务环境中绘制草图(U)...** 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 5.7.22 所示的基准平面为草图平面，单击对话框中的 **确定** 按钮，进入草图环境。

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **来自曲线集的曲线(F)** → **交点(I)...** 命令，系统弹出“交点”对话框。

**Step 4** 选取要相交的曲线。选取图 5.7.22a 所示的曲线为要相交的曲线，即产生图 5.7.22b 所示的交点。

**注意：**此处在选择与草图平面相交的曲线时，如果曲线与草图平面的相交点多余一个时，需要单击对话框中的“循环解”按钮  来创建正确的相交点。

**Step 5** 单击“交点”对话框中的 **确定** 按钮，完成交点的创建。

### 5.7.14 相交曲线

“相交曲线”命令可以通过用户指定的面与草图基准平面相交生成一条曲线。如图 5.7.23 所示的相交操作的步骤如下。

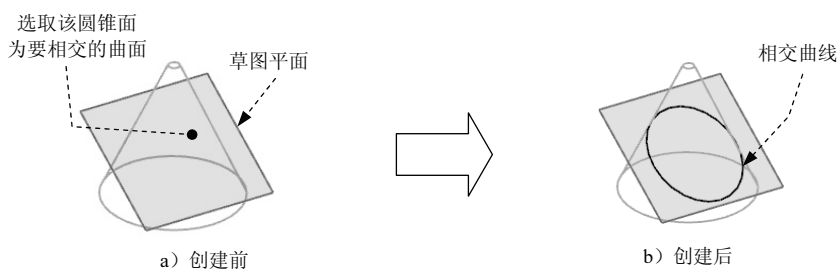


图 5.7.23 相交操作

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\INTER\_CURVE.prt。

**Step 2** 进入草图环境。选择下拉菜单 **插入(S)** → **在任务环境中绘制草图(U)...** 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选取图 5.7.23 所示的基准平面为草图平面，单击对话框中的 **确定** 按钮，进入草图环境。

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **相交曲线(I)...** 命令，系统弹出图 5.7.24 所示的“相交曲线”对话框。

图 5.7.24 所示的“相交曲线”对话框中工具按钮的功能说明如下：


-  (面)：用于选择草图相交的面。
- **忽略孔** 复选框：当选取的“要相交的面”上有孔时，勾选此复选框后，系统会忽略孔的存在，否则将在孔的边界处停止。



图 5.7.24 “相交曲线”对话框

- **连结曲线**复选框: 用于多个“相交曲线”之间的连接。勾选此复选框后, 系统会自动将多个相交曲线连接成一个整体。

**Step 4** 选取要相交的面。选取图 5.7.23a 所示的模型表面为要相交的面, 即生成图 5.7.23b 所示的相交曲线链, 接受系统默认的距离公差和角度公差值。

**Step 5** 单击“相交曲线”对话框中的 **确定** 按钮, 完成相交曲线的创建。

### 5.7.15 投影曲线

“投影曲线”功能是指将选取的对象按垂直于草图工作平面的方向投影到草图中, 使之成为草图对象。创建图 5.7.25 所示的投影曲线的步骤如下。

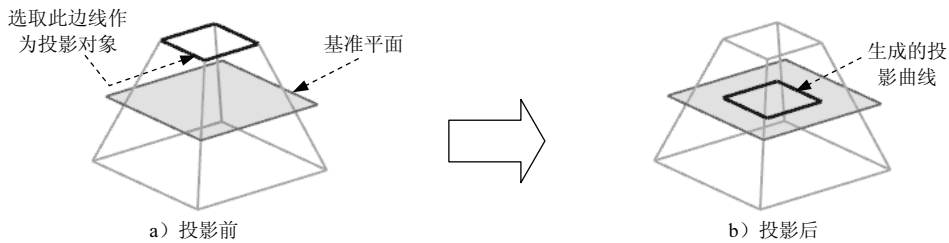


图 5.7.25 投影曲线

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.07\PROJECTION.prt。

**Step 2** 进入草图环境。选择下拉菜单 **插入(S)** → **在任务环境中绘制草图(U)...** 命令, 选取图 5.7.25a 所示的基准平面为草图平面, 单击 **确定** 按钮。

**Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **投影曲线(T)...** 命令, 系统弹出图 5.7.26 所示的“投影曲线”对话框。

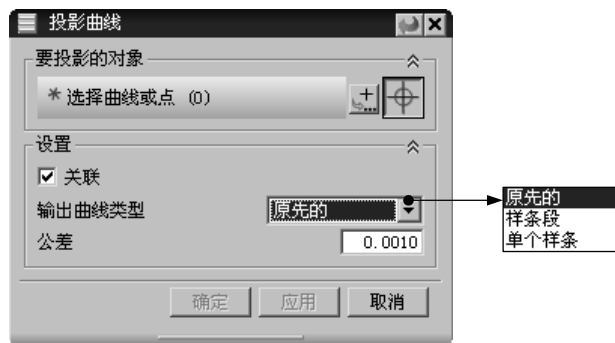



图 5.7.26 “投影曲线”对话框

图 5.7.26 所示的“投影曲线”对话框中按钮的功能说明如下:

- (曲线): 用于选择要投影的对象, 默认情况下为按下状态。
- (点): 单击该按钮后, 系统将弹出“点”对话框。



- **关联** 复选框：定义投影曲线与投影对象之间的关联性。选中该复选框时，投影曲线与投影对象将存在关联性。即投影对象发生改变时，投影曲线也随之改变。
- **输出曲线类型** 下拉列表：该下拉列表包括**原先的**、**样条段**和**单个样条**三个选项。

**Step 4** 定义要投影的对象。在“投影曲线”对话框中单击“曲线”按钮，选取图 5.7.25a 所示的边线为要投影的对象。

**Step 5** 单击 **确定** 按钮，完成图 5.7.25b 所示的投影曲线。

## 5.8 草图的约束

### 5.8.1 草图约束概述

“草图约束”主要包括“几何约束”和“尺寸约束”两种类型。“几何约束”用来定位草图对象和确定草图对象之间的相互关系，而“尺寸约束”是用来驱动、限制和约束草图几何对象的大小和形状的。

### 5.8.2 “草图工具”工具条“约束”部分简介

进入草图环境后，屏幕上会出现绘制草图时所需要的“草图工具”工具条，如图 5.8.1 所示。

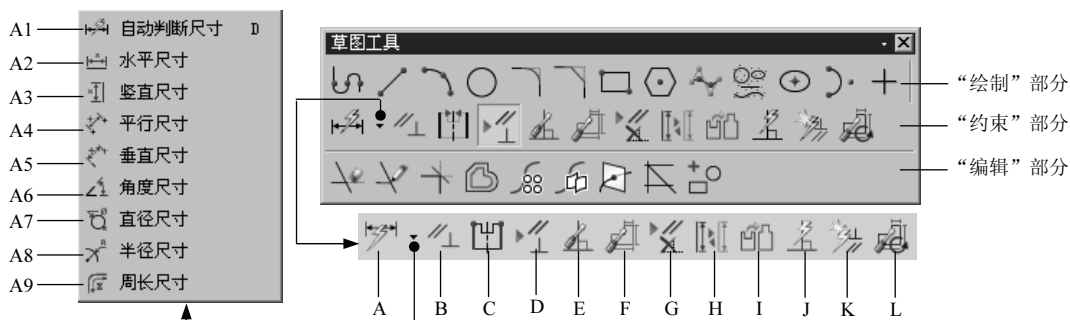













图 5.8.1 “草图工具”工具条

图 5.8.1 所示的“草图工具”工具条中“约束”部分各工具按钮的说明如下：

- A1：自动判断尺寸。通过基于选定的对象和光标的位置自动判断尺寸类型来创建尺寸约束。
- A2：水平尺寸。该按钮对所选对象进行水平尺寸约束。
- A3：竖直尺寸。该按钮对所选对象进行竖直尺寸约束。

- A4: 平行尺寸。该按钮对所选对象进行平行于指定对象的尺寸约束。
- A5: 垂直尺寸。该按钮对所选的点或直线的垂直距离进行垂直尺寸约束。
- A6: 角度尺寸。该按钮对所选的两条直线进行角度约束。
- A7: 直径尺寸。该按钮对所选的圆进行直径尺寸约束。
- A8: 半径尺寸。该按钮对所选的圆进行半径尺寸约束。
- A9: 周长尺寸。该按钮对所选的多个对象进行周长尺寸约束。
- B: 几何约束。用户自己对存在的草图对象指定约束类型。
- C: 设为对称。将两个点或曲线约束为相对于草图上的对称线对称。
- D: 显示草图约束。显示施加到草图上的所有几何约束。
- E: 自动约束。单击该按钮, 系统会弹出“自动约束”对话框, 用于设置自动地添加约束。
- F: 自动标注尺寸。根据设置的规则在曲线上自动创建尺寸。
- G: 显示/移除约束。显示与选定的草图几何图形关联的几何约束, 并移除所有这些约束或列出信息。
- H: 转换至/自参考对象。将草图曲线或草图尺寸从活动转换为参考, 或者反过来。下游命令(如拉伸)不使用参考曲线, 并且参考尺寸不控制草图几何体。
- I: 备选解。备选尺寸或几何约束解算方案。
- J: 自动判断约束和尺寸。控制哪些约束或尺寸在曲线构造过程中被自动判断。
- K: 创建自动判断约束。在曲线构造过程中启用自动判断约束。
- L: 连续自动标注尺寸。在曲线构造过程中启用自动标注尺寸。

“自动约束”对话框中所建立的都是几何约束, 它们的用法如下:

-  (水平): 约束直线为水平直线(即平行于 XC 轴)。
-  (竖直): 约束直线为竖直直线(即平行于 YC 轴)。
-  (相切): 约束所选的两个对象相切。
-  (平行): 约束两直线互相平行。
-  (垂直): 约束两直线互相垂直。
-  (共线): 约束多条直线对象位于或通过同一直线。
-  (同心): 约束多个圆弧或椭圆弧的中心点重合。
-  (等长): 约束多条直线为同一长度。
-  (等半径): 约束多个弧有相同的半径。
-  (点在曲线上): 约束所选点在曲线上。
-  (重合): 约束多点重合。

在草图中, 被添加完约束的对象中约束符号的显示方式如表 5.8.1 所示。

表 5.8.1 约束符号列表

| 约束名称    | 约束显示符号 |
|---------|--------|
| 固定/完全固定 |        |
| 定长      |        |
| 水平      |        |
| 竖直      |        |
| 定角      |        |
| 等半径     |        |
| 相切      |        |
| 同心      |        |
| 中点      |        |
| 点在曲线上   |        |
| 垂直      |        |
| 平行      |        |
| 共线      |        |
| 等长      |        |
| 重合      |        |

在一般的绘图过程中，我们习惯先绘制出对象的大概形状，然后通过添加“几何约束”来定位草图对象和确定草图对象之间的相互关系，再添加“尺寸约束”来驱动、限制和约束草图几何对象的大小和形状。下面将先介绍如何添加“几何约束”，再介绍添加“尺寸约束”的具体方法。

### 5.8.3 添加几何约束

在二维草图中，添加几何约束主要有两种方法：手工添加几何约束和自动产生几何约束。一般在添加几何约束时，要先单击“显示所有约束”按钮，则二维草图中存在的所有约束都显示在图中。

**方法一：手工添加约束。**手工添加约束是指对所选对象由用户自己来指定某种约束。在“草图约束”工具条中单击按钮，系统弹出“几何约束”对话框，在对话框中选择需要添加的几何约束类型，然后选取需要添加几何约束的对象，即可完成约束的添加。

根据所选对象的几何关系，在几何约束类型中选择一个或多个约束类型，则系统会添加指定类型的几何约束到所选草图对象上，这些草图对象会因所添加的约束而不能随意移动或旋转。

下面通过图 5.8.2 所示的相切约束来说明创建约束的一般操作步骤。

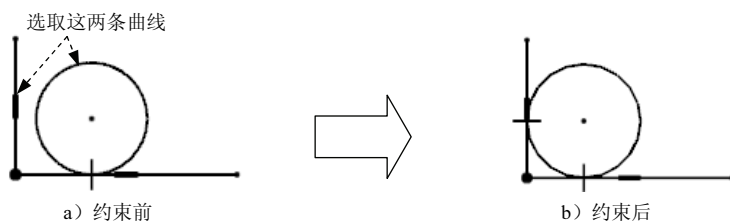


图 5.8.2 添加相切约束

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_01.prt。

**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮 和“几何约束”按钮 ，系统弹出图 5.8.3 所示的“几何约束”对话框。

**Step 3** 定义约束类型。单击 按钮，即可添加“相切”约束。

**Step 4** 定义约束对象。根据系统 **选择要约束的对象** 的提示，选取图 5.8.2a 所示的直线作为约束对象，单击中键，再选取圆作为约束对象。

**Step 5** 单击 **关闭** 按钮，完成约束的添加，草图中会自动添加约束符号，如图 5.8.2b 所示。



图 5.8.3 “几何约束”对话框

下面通过图 5.8.4 所示的约束来说明创建多个约束的一般操作步骤。

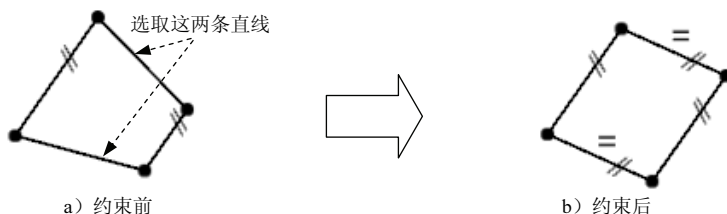



图 5.8.4 添加多个约束


**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_02.prt。




**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，单击“显示所有约束”按钮 和“约束”按钮 ，系统弹出“几何约束”对话框，单击“等长”按钮 ，根据系统 **选择要约束的对象** 的提示，选取图 5.8.4a 所示的两条直线，则直线之间会添加“等长”约束，单击“平行”按钮 ，再单击选取两条直线，则直线之间会添加“平行”约束。

**Step 3** 单击中键完成约束的创建，草图中会自动添加约束符号，如图 5.8.4b 所示。

关于其他类型约束的创建，与以上两个范例的创建过程相似，这里就不再赘述，读者可以自行研究。



**方法二：自动产生几何约束。**自动产生几何约束是指系统根据选择的几何约束类型以及草图对象间的关系，自动添加相应约束到草图对象上。一般都利用“自动约束”按钮来让系统自动添加约束。其操作步骤如下：

**Step 1** 单击“约束”工具条中的“自动约束”按钮, 系统弹出“自动约束”对话框。

**Step 2** 在“自动约束”对话框中单击要自动创建的约束的相应按钮, 然后单击按钮。通常用户都选择自动创建所有的约束, 这样只需在对话框单击按钮, 则对话框中的约束复选框全部被选中, 单击按钮, 完成自动创建约束的设置。

这样, 在草图中画任意曲线, 系统会自动添加相应的约束, 而系统没有自动添加的约束就需要用户利用手工添加约束的方法自行添加。

### 5.8.4 添加尺寸约束

尺寸约束是指在草图上标注尺寸, 并设置尺寸标注线的形式与尺寸大小, 来驱动、限制和约束草图几何对象。选择下拉菜单 中的命令, 主要包括以下几种标注方式。

#### 1. 标注水平距离

标注水平距离是指标注直线或两点之间的水平投影长度。下面通过标注图 5.8.5b 所示的尺寸来说明创建水平距离的一般操作步骤。

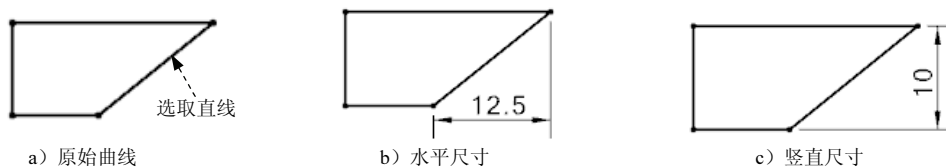






图 5.8.5 水平垂直距离的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_DIMENSION\_01.prt。

**Step 2** 双击图 5.8.5a 所示的直线, 单击按钮, 进入草图工作环境, 选择下拉菜单  命令。


**Step 3** 定义标注尺寸的对象。选取图 5.8.5a 所示的直线, 系统生成水平尺寸。

**Step 4** 定义尺寸放置的位置。移动鼠标至合适位置, 单击放置尺寸。如果要改变直线尺寸, 则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

**Step 5** 单击中键完成水平尺寸的标注, 如图 5.8.5b 所示。

#### 2. 标注垂直距离

标注垂直距离是指标注直线或两点之间的垂直投影长度。下面通过标注图 5.8.5c 所示的尺寸来说明创建垂直距离的步骤。

**Step 1** 选择刚标注的水平距离右击, 在弹出的快捷菜单中选择命令, 删除该水

平距离。

**Step 2** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **尺寸(D)** → **垂直(V)...** 命令, 单击选取图 5.8.5a 所示的直线, 系统生成垂直尺寸。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置, 单击放置尺寸。如果要改变距离数值, 则可以在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

**Step 4** 单击中键完成垂直尺寸的标注, 如图 5.8.5c 所示。

### 3. 标注平行距离

标注平行距离是指标注所选直线两端点之间的平行投影长度。下面通过标注图 5.8.6b 所示的尺寸来说明创建平行距离的步骤。

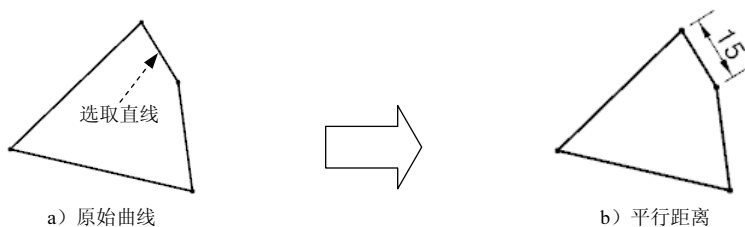



图 5.8.6 平行距离的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_DIMENSION\_02.prt。

**Step 2** 双击图 5.8.6a 所示的直线, 单击  按钮, 进入草图工作环境。选择下拉菜单 **插入(S)** → **尺寸(D)** → **平行(P)...** 命令, 选择两条直线的两个端点, 系统生成平行尺寸。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置, 单击放置尺寸。

**Step 4** 单击中键完成平行尺寸的标注, 如图 5.8.6b 所示。

### 4. 标注垂直距离

标注垂直距离是指标注所选点与直线之间的垂直距离。下面通过标注图 5.8.7 所示的尺寸来说明创建垂直距离的步骤。

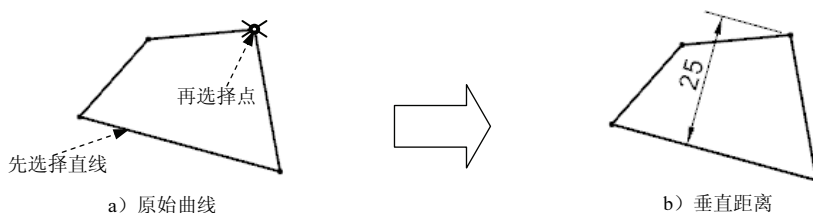



图 5.8.7 垂直距离的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_DIMENSION\_03.prt。

**Step 2** 双击图 5.8.7a 所示的直线, 单击  按钮, 进入草图工作环境, 选择下拉菜单 **插入(S)** → **尺寸(D)** → **垂直(V)...** 命令, 标注点到直线的距离, 先选择直

线，然后再选择点，系统生成垂直尺寸。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

**Step 4** 单击中键完成垂直距离的标注，如图 5.8.7b 所示。

**注意：**要标注点到直线的距离，必须先选择直线，然后再选择点。

### 5. 标注两条直线间的角度

标注两条直线间的角度是指标注所选直线之间夹角的大小，且角度有锐角和钝角之分。下面通过标注图 5.8.8 所示的角度来说明标注直线间角度的步骤。

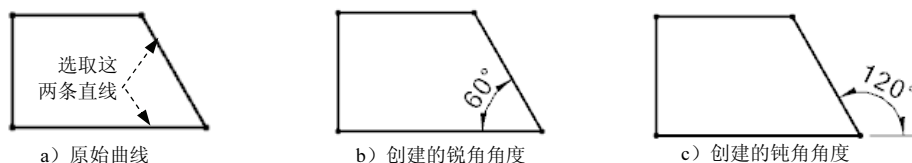


图 5.8.8 角度的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_ANGLE.prt。

**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 **插入(I)** **尺寸(D)** **角度(A)...** 命令，选取两条直线（图 5.8.8a），系统生成角度。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置（移动的位置不同，生成的角度可能是锐角或钝角，如图 5.8.8 所示），单击放置尺寸。

**Step 4** 单击中键完成角度的标注，如图 5.8.8b、c 所示。

### 6. 标注直径

标注直径是指标注所选圆直径的大小。下面通过标注如图 5.8.9 所示圆的直径来说明标注直径的步骤。

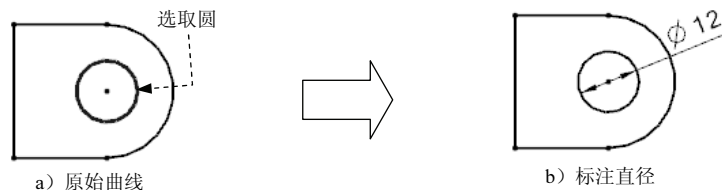


图 5.8.9 直径的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_DIAMETER.prt。

**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 **插入(I)** **尺寸(D)** **直径(D)...** 命令，选取图 5.8.9a 所示的圆，系统生成直径尺寸。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。

**Step 4** 单击中键完成直径的标注，如图 5.8.9b 所示。

### 7. 标注半径

标注半径是指标注所选圆或圆弧半径的大小。下面通过标注图 5.8.10 所示圆弧的半径

来说明标注半径的步骤。

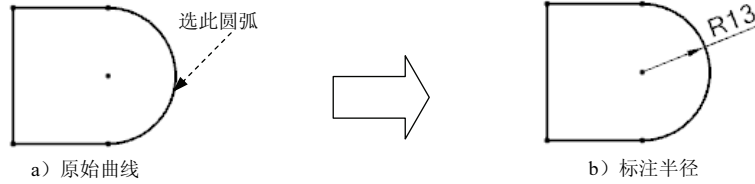


图 5.8.10 半径的标注

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.08\ADD\_RADIUS.prt。

**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，选择下拉菜单 **插入(I)** **尺寸(D)** **半径(R)...** 命令，选择圆弧（图 5.8.10a），系统生成半径尺寸。

**Step 3** 移动鼠标至合适位置，单击放置尺寸。如果要改变圆的半径尺寸，则可在弹出的动态输入框中输入所需的数值。

**Step 4** 单击中键完成半径的标注，如图 5.8.10b 所示。

## 5.9 修改草图约束

### 5.9.1 显示/移除约束

“显示/移除约束”主要是用来查看现有的几何约束，设置查看的范围、查看类型和列表方式以及移除不需要的几何约束。

单击“草图约束”工具条中的 按钮，显示施加到草图上的所有几何约束，然后单击“草图约束”工具条中的 按钮，系统弹出图 5.9.1 所示的“显示/移除约束”对话框。



图 5.9.1 “显示/移除约束”对话框




图 5.9.1 所示的“显示/移除约束”对话框中各选项用法的说明如下：

- **列出以下对象的约束** 区域：控制在显示约束列表窗口中要列出的约束。它包含 3 个单选按钮。
  - 选定的一个对象**：每次仅允许选择一个对象。选择其他对象将自动取消选择以前选定的对象。“显示约束”列表中显示与选定对象相关的约束。这是默认设置。
  - 选定的对象**：可选择多个对象，选择其他对象不会取消选择以前选定的对象，它允许用户选取多个草图对象，“显示约束”列表中将显示所有选定对象包含的全部几何约束。
  - 活动草图中的所有对象**：在“显示约束”列表中列出当前草图对象中所有的约束。
- **约束类型** 下拉列表：选择需要显示的约束类型。当选择此下拉列表时，系统会列出可选的约束类型（图 5.9.1），用户从中选择要显示的约束类型名称即可。在“约束类型”的 **包含** 和 **排除** 两个单选按钮中只能选一个，通常都选中 **包含** 单选按钮。
- **显示约束** 下拉列表：控制“显示约束”列表中显示指定类型的约束，还是显示指定类型以外的所有其他约束。**显示约束** 下拉列表包含三个选项，分别介绍如下。
  - Explicit**：显示所有由用户显示或非显示创建的约束，包括所有非自动判断的重合约束，但不包括所有系统在曲线创建期间自动判断的重合约束。
  - 自动判断**：显示所有自动判断的重合约束，它们是在曲线创建期间由系统自动创建的。
  - 两者皆是**：显示包括 **Explicit** 和 **自动判断** 两种类型的约束。
- **显示约束** 列表：该列表用于显示当前选定的草图几何对象的几何约束。当在该列表中选择某约束时，约束对应的草图对象在图形区中会呈高亮显示，并显示出草图对象的名称。列表右侧的上下箭头用于按顺序选择约束。
- **移除高亮显示的** 按钮：用于移除一个或多个约束，方法是在“显示约束”列表中选择需要移除的约束，然后单击此按钮。
- **移除所列的** 按钮：用于移除在“显示约束”列表中的所有约束。
- **信息** 按钮：在“信息”窗口中显示有关活动的草图的所有几何约束信息。如果要保存或打印出约束信息，该按钮很有用。

## 5.9.2 约束的备选解

当用户对一个草图对象进行约束操作时，同一约束条件可能存在多种满足约束的情况，“备选解”正是针对这种情况的操作，它可以将约束的一种解法转为另一种解法。

“草图约束”工具条中没有“备选解”按钮，读者可以在工具条中加入此  按钮，也可通过定制的方法在下拉菜单中添加该命令（以下如有添加命令或按钮的情况将不再说明）。单击此按钮，则会弹出“备选解”对话框（图 5.9.2），在系统 **选择一个尺寸或圆/圆弧** 的

提示下选择对象，系统会将所选对象直接转换为同一约束的另一种约束表现形式，单击 **应用** 按钮后还可以继续对其他操作对象进行约束方式的“备选解”操作；如果没有，则单击 **确定** 按钮完成“备选解”的操作。

下面用一个具体的实例说明“备选解”的操作。如图 5.9.3 所示，绘制的是两个相切的圆。我们知道两圆相切有“外切”和“内切”两种情况。如果不要图 5.9.3a 中所示的“外切”的图形，可以通过“备选解”操作，把它们转换为“内切”的形式，具体步骤如下：

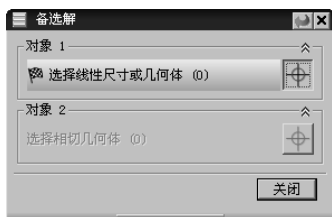


图 5.9.2 “备选解”对话框

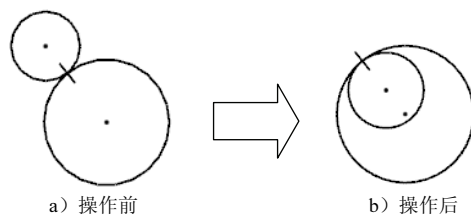



图 5.9.3 备选解操作实例

- Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.09\ALTERNATION.prt。
- Step 2** 双击草图，单击  按钮，进入草图工作环境。
- Step 3** 选择命令。选择下拉菜单 **工具 (T)** → **约束 (C)** → **备选解方案 (A)...** 命令，系统弹出“备选解”对话框，如图 5.9.2 所示。
- Step 4** 定义对象。分别选取图 5.9.3 所示的任意一个圆，则实现“备选解”操作，如图 5.9.3b 所示。
- Step 5** 单击 **关闭** 按钮，关闭“备选解”对话框。

### 5.9.3 移动尺寸

为了使草图的布局更清晰合理，可以移动尺寸文本的位置，操作步骤如下：

- Step 1** 将鼠标移至要移动的尺寸处，按住左键。
- Step 2** 左右或上下移动鼠标，可以移动尺寸箭头和文本框的位置。
- Step 3** 在合适的位置松开左键，完成尺寸位置的移动。

### 5.9.4 修改尺寸值

修改草图的标注尺寸有如下两种方法。

打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.09\EDIT\_DIMENSION.prt。

方法一：

- Step 1** 双击要修改的尺寸，如图 5.9.4 所示。
- Step 2** 系统弹出动态输入框，如图 5.9.5 所示。在动态输入框中输入新的尺寸值，并按中键完成尺寸的修改，如图 5.9.6 所示。

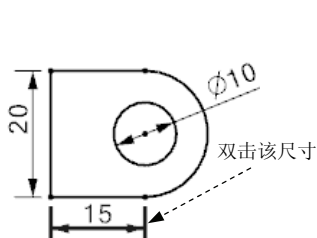


图 5.9.4 标注尺寸 (一)

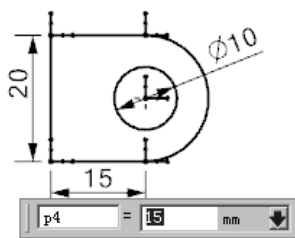


图 5.9.5 标注尺寸 (二)

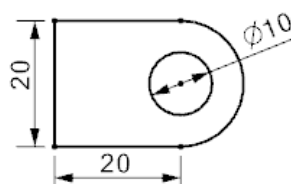


图 5.9.6 标注尺寸 (三)

方法二:

**Step 1** 将鼠标移至要修改的尺寸处右击。

**Step 2** 在弹出的快捷菜单中选择 **编辑值 (E)...** 命令。

**Step 3** 在弹出的动态输入框中输入新的尺寸值，单击中键完成尺寸的修改。

### 5.9.5 动画尺寸

动画尺寸是指使草图中指定的尺寸在规定的范围内变化，从而观察其他相应的几何约束的变化情形，以此来判断草图设计的合理性，并及时发现错误，但必须注意在进行动画模拟操作之前，必须在草图对象上进行尺寸标注和添加必要的几何约束。下面以一个实例来说明动画尺寸的一般操作步骤。

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.09\CARTOON.prt。

**Step 2** 双击已有草图，单击 按钮，进入草图工作环境，草图如图 5.9.7 所示。

**Step 3** 选择下拉菜单 **工具 (T)** → **约束 (C)** → **动画尺寸 (A)...** 命令，系统弹出图 5.9.8 所示的“动画尺寸”对话框。

**Step 4** 根据系统 **选择动画尺寸** 的提示，在“动画尺寸”对话框的列表中选择尺寸“20”，并分别在 **下限** 和 **上限** 文本框中输入数值 16.00 和 24.00，在 **步数/循环** 文本框中输入循环的步数为 40，如图 5.9.8 所示。

**说明：** **步数/循环** 文本框中输入的值越大，动画模拟时尺寸变化得越慢，反之亦然。

**Step 5** 选中  **显示尺寸** 复选框，单击 **应用** 按钮启动动画，同时弹出“动画”对话框（图 5.9.9），此时可以看到所选尺寸的动画模拟效果。

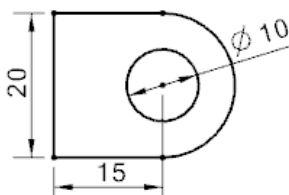


图 5.9.7 草图



图 5.9.8 “动画尺寸”对话框

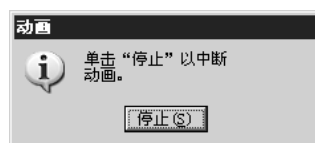


图 5.9.9 “动画”对话框

**Step 6** 单击“动画”对话框中的 **停止(S)** 按钮,草图恢复到原来的状态,然后单击 **取消** 按钮。

**注意:** 草图动画模拟尺寸显示并不改变草图对象的尺寸,当动画模拟显示结束时,草图又回到原来的显示状态。

### 5.9.6 转换至/自参考对象

在为草图对象添加几何约束和尺寸约束的过程中,有些草图对象是作为基准、定位来使用的,或者有些草图对象在创建尺寸时可能引起约束冲突,此时可利用“草图约束”工具条中的“转换至/自参考对象”按钮将草图对象转换为参考线;当然必要时,也可利用该按钮将其激活,即从参考线转化为草图对象。下面以图 5.9.10 为例,说明其操作方法及作用。

**Step 1** 打开文件 D:\ug85pd\work\ch05.09\REFERENCE.prt。

**Step 2** 进入草图工作环境。在部件导航器中右击 **草图(1)**,选择 **可回滚编辑...** 命令。

**Step 3** 选择下拉菜单 **工具(T)** → **约束(C)** → **转换至/自参考对象(V)...** 命令,系统弹出“转换至/自参考对象”对话框,选中 **参考曲线或尺寸** 单选按钮。

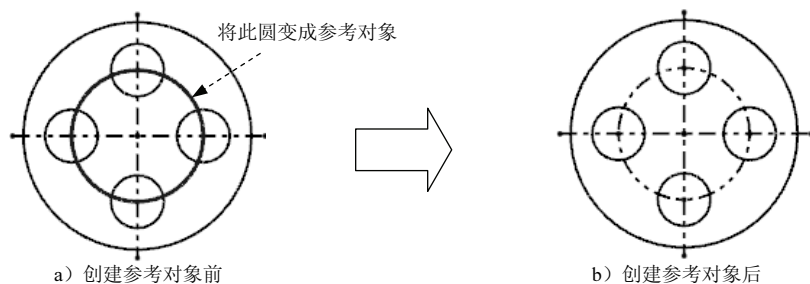


图 5.9.10 转换参考对象

**Step 4** 根据系统 **选择要转换的曲线或尺寸** 的提示,选取图 5.9.10a 中的线,单击 **应用** 按钮,被选取的对象就转换成参考对象,结果如图 5.9.10b 所示。

**Step 5** 在“转换至/自参考对象”对话框中选中 **活动曲线或驱动尺寸** 单选按钮,然后选取图 5.9.10b 中创建的参考对象,单击 **应用** 按钮,参考对象被激活,变回图 5.9.10a 所示的形式,然后单击 **取消** 按钮。


## 5.10 草图的管理

在草图绘制完成后,可通过图 5.10.1 所示的“草图”工具条来管理草图。下面简单介绍工具条中各工具按钮的功能。




图 5.10.1 转换参考对象


### 5.10.1 定向视图到草图

“定向视图到草图”按钮为, 用于使草图平面与屏幕平行, 方便草图的绘制。

### 5.10.2 定向视图到模型

“定向视图到模型”按钮为, 用于将视图定向到当前的建模视图, 即在进入草图环境之前显示的视图。


### 5.10.3 重新附着







“重新附着”按钮为, 该按钮有以下三个功能:

- 移动草图到不同的平面、基准平面或路径。
- 切换原位上的草图到路径上的草图, 反之亦然。
- 沿着所附着到的路径, 更改路径上的草图的位置。

注意: 目标平面、面或路径必须有比草图更早的时间戳记(即在草图前创建)。对于原位上的草图, 重新附着也会显示任意的定位尺寸, 并重新定义它们参考的几何体。

### 5.10.4 创建定位尺寸

利用中的各下拉选项, 可以创建、编辑、删除或重定义草图定位尺寸, 并且相对于已存在几何体(边缘、基准轴和基准平面)定位草图。

单击后面向下的三角箭头, 弹出图 5.10.2 所示的下拉选项, 分别为“创建定位尺寸”按钮、“编辑定位尺寸”按钮、“删除定位尺寸”按钮和“重新定义定位尺寸”按钮。单击“创建定位尺寸”按钮, 弹出图 5.10.3 所示的“定位”对话框, 可以创建草图的定位尺寸。

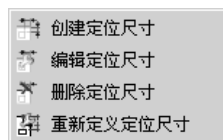




图 5.10.2 “定位草图”命令




图 5.10.3 “定位”对话框

### 5.10.5 延迟计算与评估草图

“延迟计算”按钮为，选择该按钮后，系统将延迟草图约束的评估（即创建曲线时，系统不显示约束；指定约束时，系统不会更新几何体），直到单击“评估草图”按钮后才可查看草图自动更新的情况。

### 5.10.6 更新模型

“更新模型”按钮为，用于模型的更新，以反映对草图所做的更改。如果存在要进行的更新，并且退出了草图环境，则系统会自动更新模型。

## 5.11 草图范例 1

范例概述：

本范例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程，读者要重点掌握约束与尺寸的标注。如图 5.11.1 所示，其绘制过程如下：

**Step 1** 新建一个文件。


(1) 选择下拉菜单 **文件(F)** → **新建(N)...** 命令，系统弹出“新建”对话框。

(2) 在“新建”对话框中的 **模板** 选项栏中，选取模板类型为 **模型**，在 **名称** 文本框中输入文件名为 SKETCH01，然后单击 **确定** 按钮。

**Step 2** 选择下拉菜单 **插入(I)** → **在任务环境中绘制草图(V)...** 命令，系统弹出“创建草图”对话框，选择 XY 平面为草图平面，单击该对话框中的 **确定** 按钮，系统进入草图环境。

**Step 3** 大致绘制图 5.11.2 所示的轮廓。

**Step 4** 添加几何约束。

(1) 单击“设为对称”按钮，选取图 5.11.2 所示的直线 1 为主对象，选取直线 2 为次对象，选取 Y 轴为对称中心线。

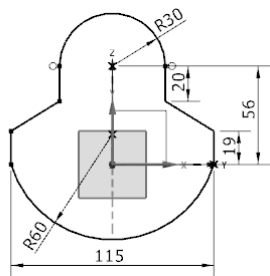


图 5.11.1 二维草图范例 1

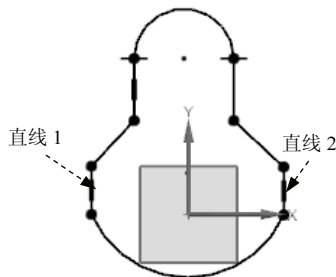




图 5.11.2 绘制大概轮廓

(2) 参照上述步骤完成图 5.11.3 所示的其余对称约束。

(3) 单击“几何约束”按钮。系统弹出“几何约束”对话框，单击“点在曲线上”按钮, 选取图 5.11.4 所示的端点和水平轴线, 则添加“点在曲线上”约束。

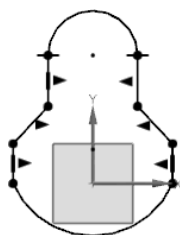


图 5.11.3 添加对称约束

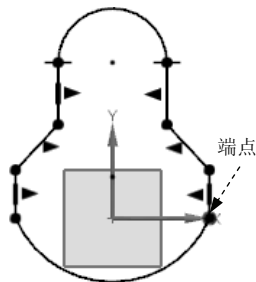


图 5.11.4 定义约束对象

#### Step 5 添加尺寸约束。

(1) 标注水平尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)** → **尺寸(D)** → **水平(H)...** 命令, 可标注图 5.11.5 中两直线间的长度; 单击绘图区域中的一点确定标注位置; 在弹出的动态输入框中输入尺寸值 115, 单击中键, 完成效果如图 5.11.6。

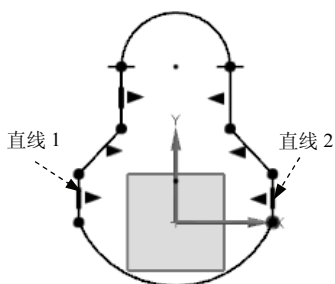


图 5.11.5 定义标注参考

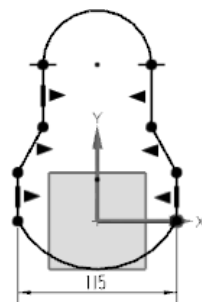


图 5.11.6 水平标注

(2) 标注竖直尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)** → **尺寸(D)** → **竖直(V)...** 命令, 标注直线 2 (图 5.11.5), 竖直尺寸为 19, 完成效果如图 5.11.7。接着标注其余竖直尺寸, 完成效果如图 5.11.8。

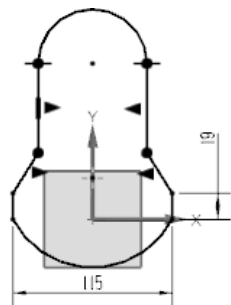


图 5.11.7 标注竖直尺寸 1

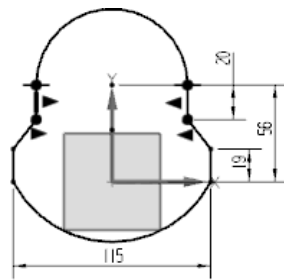


图 5.11.8 标注竖直尺寸 2

(3) 标注半径尺寸。选择下拉菜单 **插入(S)** → **尺寸(D)** → **半径(R)...** 命令, 标注圆弧 1 (图 5.11.9), 半径尺寸为 30; 参照上述步骤可标注圆弧 2 (图 5.11.10), 半径尺寸值分别为 60; 此时系统提示**草图已完全约束**。

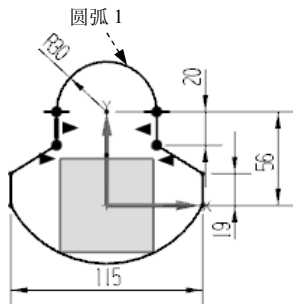


图 5.11.9 半径标注

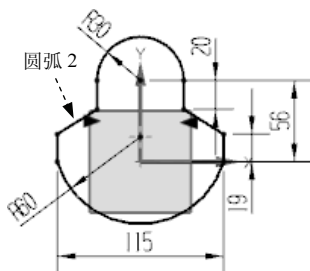


图 5.11.10 其余半径标注

## 5.12 草图范例 2

### 范例概述:

本范例主要介绍草图的绘制、编辑和标注的过程, 读者要重点掌握约束与尺寸的标注。如图 5.12.1 所示, 其绘制过程如下:

**Step 1** 新建一个文件。

(1) 选择下拉菜单 **文件(F)** → **新建(N)...** 命令, 系统弹出“新建”对话框。

(2) 在“新建”对话框中的 **模板** 选项栏中, 选取模板类型为 **模型**, 在 **名称** 文本框中输入文件名为 SKETCH02, 然后单击 **确定** 按钮。

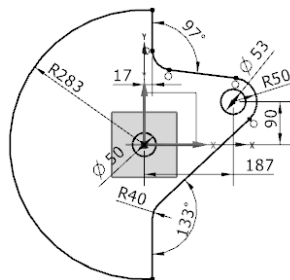


图 5.12.1 二维草图范例 2

**Step 2** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **在任务环境中绘制草图(V)...** 命令, 系统弹出“创建草图”对话框, 选择 XY 平面为草图平面, 单击该对话框中的 **确定** 按钮, 系统进入草图环境。

**Step 3** 大致绘制图 5.12.2 所示的轮廓。

**Step 4** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **圆角(F)...** 命令, 绘制图 5.12.3 所示的圆角。

**Step 5** 选择下拉菜单 **插入(S)** → **曲线(C)** → **圆(C)...** 命令, 大致绘制图 5.12.4 所示的圆。

**Step 6** 添加几何约束。



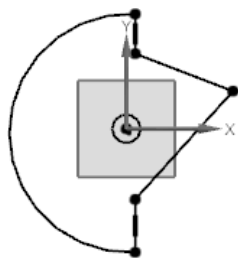


图 5.12.2 绘制大概轮廓

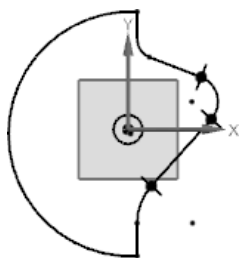


图 5.12.3 绘制圆角

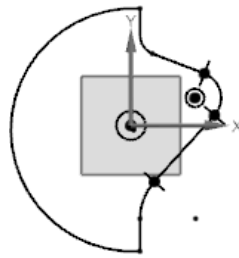





图 5.12.4 绘制圆

(1) 单击“几何约束”按钮。系统弹出“几何约束”对话框，单击按钮，选取图 5.12.5 所示的两段圆弧，则在圆弧和圆弧之间添加图 5.12.5 所示的“同心”约束。

(2) 单击“等半径”按钮，选取图 5.12.6 所示的两圆弧，则添加“等半径”约束。

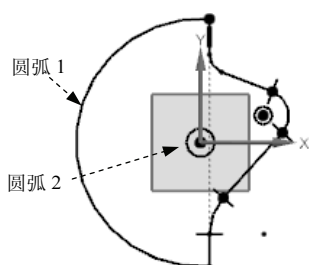


图 5.12.5 添加同心约束

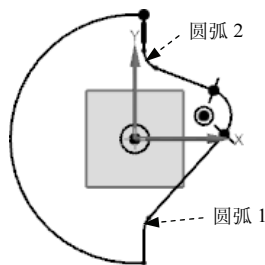




图 5.12.6 添加等半径约束

### Step 7 添加尺寸约束。

(1) 标注水平尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)**  **尺寸(D)**  **水平(H)...** 命令，可标注图 5.12.7 中 Y 轴与直线 1 之间的长度；单击绘图区域中的一点确定标注位置；在弹出的动态输入框中输入尺寸值 17，单击中键，完成效果如图 5.12.8 所示。

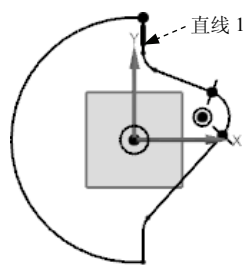


图 5.12.7 添加标注参考

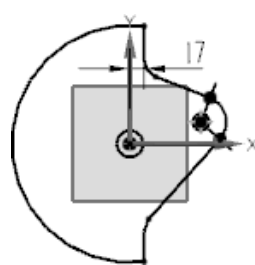




图 5.12.8 标注水平尺寸

(2) 参照上述步骤完成图 5.12.9 所示的其余水平尺寸。

(3) 标注半径尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)**  **尺寸(D)**  **半径(R)...** 命令，标注圆弧 1 (图 5.12.10)，半径尺寸为 283；接着标注圆弧 2、圆弧 3 (图 5.12.11)，半径尺寸值分别为 50、40。

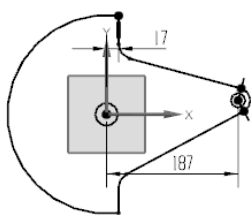


图 5.12.9 标注其余标注尺寸

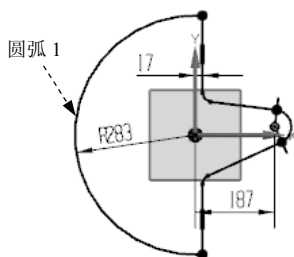


图 5.12.10 标注半径尺寸

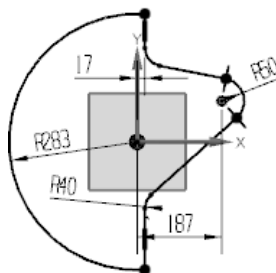


图 5.12.11 标注其余半径尺寸

(4) 标注直径尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)** → **尺寸(D)** → **直径(D)** 命令, 标注圆 1 (图 5.12.12), 直径尺寸为 50; 接着标注圆 2 (图 5.12.13), 半径尺寸值为 53。

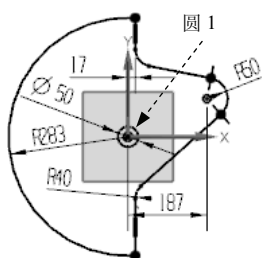


图 5.12.12 标注直径尺寸

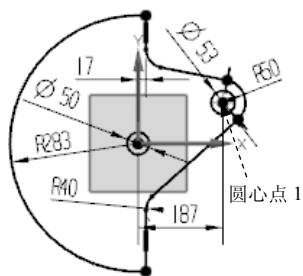


图 5.12.13 标注其余直径尺寸

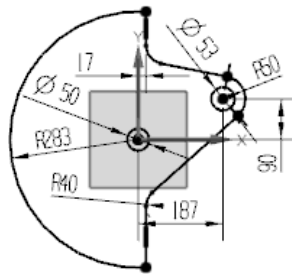


图 5.12.14 标注垂直尺寸

(5) 标注竖直尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)** → **尺寸(D)** → **竖直(V)** 命令, 标注圆心点 1 与坐标原点之间的竖直尺寸 (图 5.12.13), 竖直尺寸值为 90, 完成效果如图 5.12.14 所示。

(6) 标注角度尺寸。选择下拉菜单 **插入(I)** → **尺寸(D)** → **角度(A)** 命令, 可标注图 5.12.15 中两条直线之间的角度, 角度值为 97; 接着完成图 5.12.16 所示的其余角度尺寸, 角度尺寸值为 133, 此时系统提示**草图已完全约束**。

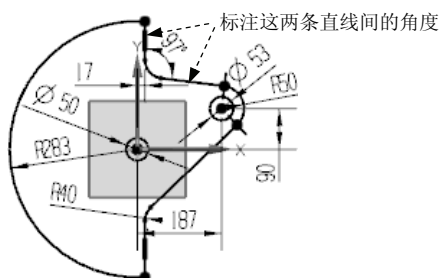


图 5.12.15 标注角度尺寸

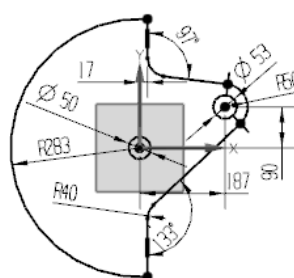


图 5.12.16 标注其余角度尺寸