

# 第 3 章

## 绘制草图

草图是指某个指定平面上的点、线（直线或曲线）等二维几何元素的总称。几乎所有的零件设计都是从草图开始的，即先利用草图功能创建出特征的形状曲线，再通过拉伸、回转或扫描等操作，创建相应的参数化实体模型。绘制二维草图是创建三维实体模型的基础和关键。

本章将主要介绍 UG NX 中的草绘基本环境、常用草绘工具的使用方法，以及相关的约束管理等内容。

本章学习目的：

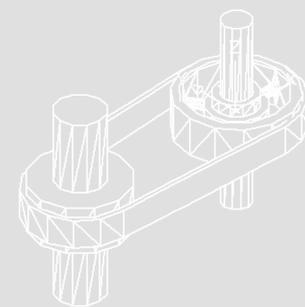
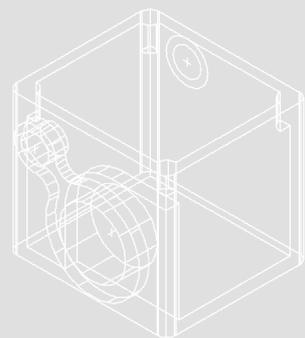
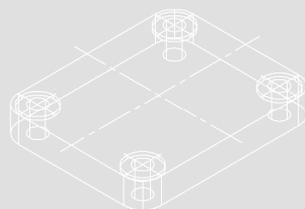
- 熟练掌握草图平面的创建
- 掌握常用草绘工具的使用方法
- 掌握常用的草图编辑工具的使用方法
- 掌握相关草图曲线的操作方法
- 掌握草图的约束管理功能

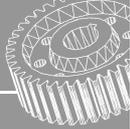
### 3.1 草图概述

绘制草图是三维实体建模的基础，也是实现 UG 软件参数化特征建模的基础。该方式能够较好地表达用户的设计意图，通过草绘不仅可以快速地完成轮廓的设计，且绘制的草图和其生成的实体是相关联的。当需要优化修改时，仅修改草图上的尺寸和替换线条就可以很方便地更新最终的设计，特别适用于创建截面复杂的实体模型。

#### 3.1.1 草绘环境

绘制草图的基础是草绘环境，该环境提供了绘制、编辑以及添加相关约束等与草图操作有关的工具，用户可以在该环境中进





行二维图形的绘制。

在【直接草图】工具栏中单击【草图】按钮, 系统将打开【创建草图】对话框。用户可以通过该对话框指定相应的草图工作平面, 进入草绘环境, 如图 3-1 所示。

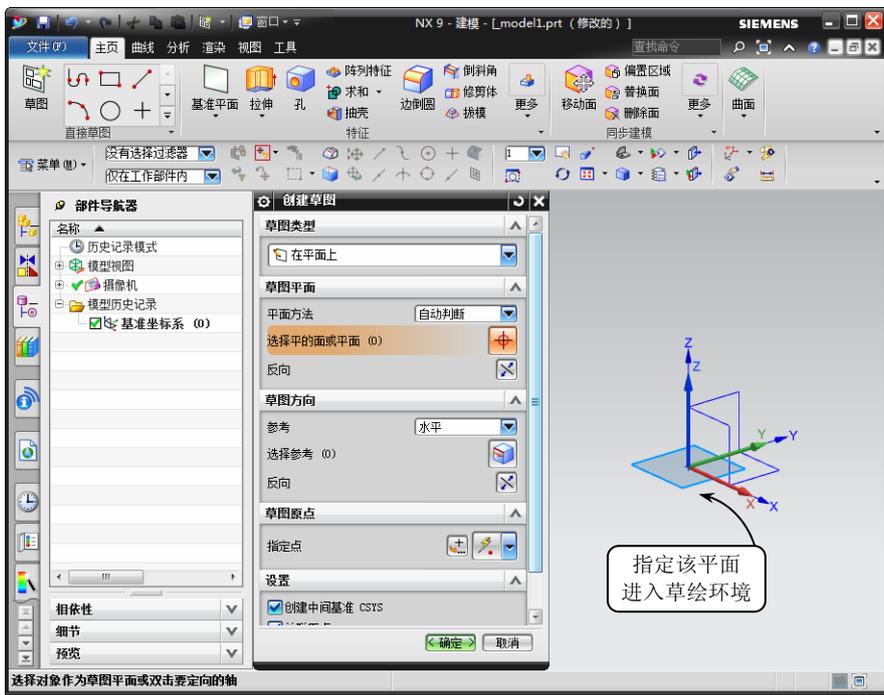


图 3-1 进入草绘环境

当完成草图绘制后, 单击【直接草图】工具栏中的【完成草图】按钮, 或者在绘图区的空白处单击鼠标右键, 并在打开的快捷菜单中选择【完成草图】选项, 即可退出草绘环境, 如图 3-2 所示。

### 3.1.2 指定草图平面

绘制草图的前提是指定草图的工作平面, 草图中要绘制的所有几何元素都将在这个平面内完成。草图平面的使用频率较高, 是草绘建模中最重要的特征之一。

在【直接草图】工具栏中单击【草图】按钮, 系统将打开【创建草图】对话框。该对话框提供了【在平面上】和【基于路径】两种指定草图平面的方法, 现分别介绍如下。

#### 1. 在平面上

在平面上是指以平面为参考面指定所需的草图平面。在【平面方法】下拉列表框中, UG 提供了以下三种指定草图平面的方式。

##### (1) 现有平面

创建平面可以指定任意一个基准平面或三维实体上的平面作为草图平面。如图 3-3 所示就是指定一实体面作为草图平面进入草绘环境的效果。

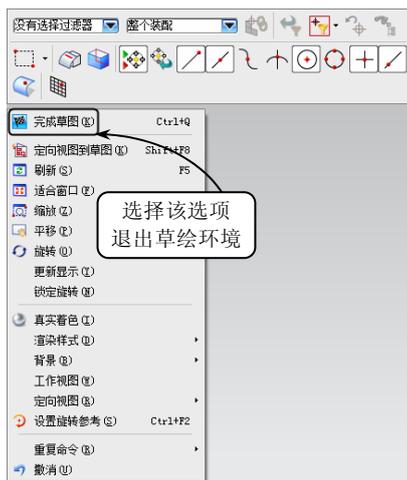


图 3-2 退出草绘环境

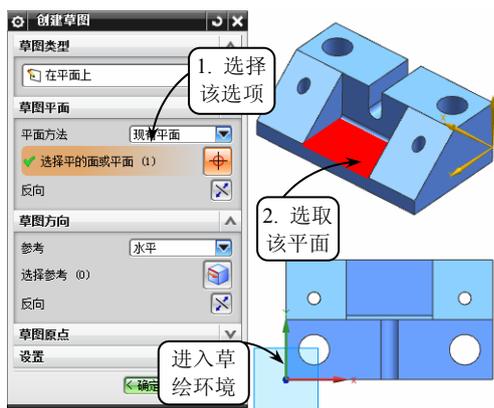


图 3-3 指定实体面为草图平面

## (2) 创建平面

创建平面不仅可以利用现有的工作坐标平面、基准平面或实体表面等作为参照创建新的草图平面，还可以利用现有的点和实体边线作为参照，并设置相应的参数创建新的草图平面。

在【平面方法】下拉列表框中选择【创建平面】选项，并单击【平面对话框】按钮，即可利用打开的【平面】对话框创建出所需的草图平面。如图 3-4 所示即是选择【按某一距离】方式，并选取钳口的实体面作为参照面创建的草图平面。

## (3) 创建基准坐标系

利用该方式绘制草图需要创建一个新坐标系，然后指定新坐标系中的任意一个基准面作为草图平面。

在【平面方法】下拉列表框中选择【创建基准坐标系】选项，并单击【创建基准坐标系】按钮，系统将打开【基准 CSYS】对话框。此时，利用该对话框创建出所需的基准坐标系，然后指定该新建坐标系的任意一个基准面作为草图平面即可。如图 3-5 所示的是选择【原点，X 点，Y 点】选项创建的基准坐标系。

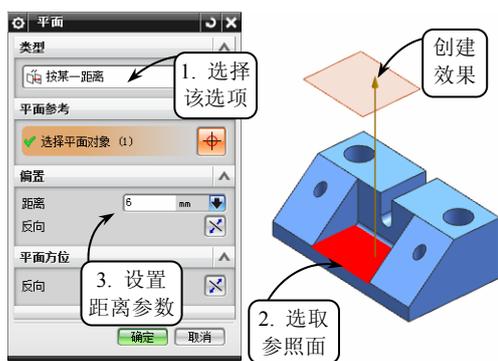


图 3-4 创建草图平面

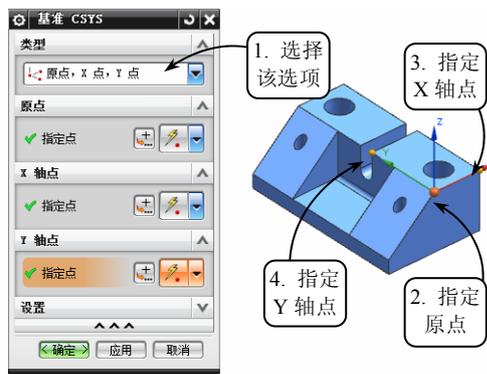
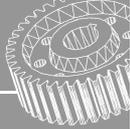


图 3-5 创建基准坐标系

## 2. 基于路径

该方法是指以现有直线、圆、实体边线和圆弧等曲线为基础，创建与曲线轨迹成垂直或



平行等各种不同关系的平面为草图平面。

利用该方法创建草图平面，首先选择【类型】面板中的【基于路径】选项，然后在绘图区中指定一个路径，并设置新建平面的位置与方位，即可获得草图平面。如图 3-6 所示是指定实体的一条轮廓边作为路径创建的草图平面。

### 提 示

当选择【基于路径】类型创建草图平面时，绘图区内必须存在可供选取的线段、圆或实体边等曲面轨迹。

### 3.1.3 绘制草图前的准备

在草图的工作环境中，为了更准确、有效地绘制草图，在进入草绘环境之前，需要对一些常规参数进行相应的设置，以满足不同用户的使用习惯。

在建模环境中，用户可以通过对【草图首选项】对话框中各个参数选项的设置，为以后更为准确地绘制草图打下坚实的基础。选择【首选项】|【草图】选项，系统将打开【草图首选项】对话框，如图 3-7 所示。该对话框包含【草图设置】、【会话设置】和【部件设置】三个选项卡，现分别介绍如下。

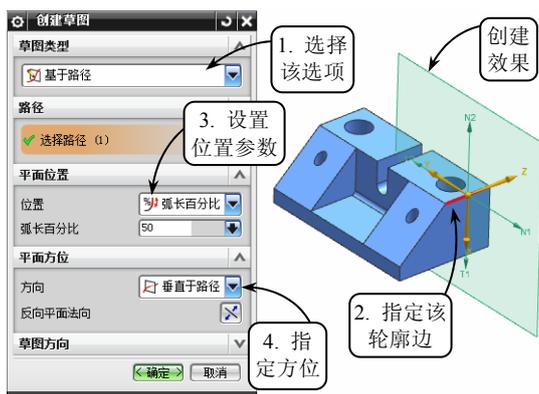


图 3-6 指定路径创建草图平面



图 3-7 【草图首选项】对话框

#### 1. 草图设置

用户可以在该选项卡中对草图尺寸的标注样式和文本高度等基本参数进行相应的设置。其中，通过指定【尺寸标签】下拉列表框中的三个选项，可以对草图尺寸的标注样式进行选择，效果如图 3-8 所示。

此外，在该选项卡中启用【屏幕上固定文本高度】复选框，可以在下面的【文本高度】文本框中输入高度参数值；启用【创建自动判断约束】复选框，系统将在绘制草图时自动判断并添加约束；而启用【显示对象颜色】复选框，系统则在绘制草图时将显示对象颜色。

## 2. 会话设置

用户可以在该选项卡中对草绘时的捕捉精度、草图显示状态以及名称前缀样式等基本参数进行相应的设置。其主要包括【设置】和【名称前缀】两个面板，如图 3-9 所示。各个面板中的参数选项含义如下所述。

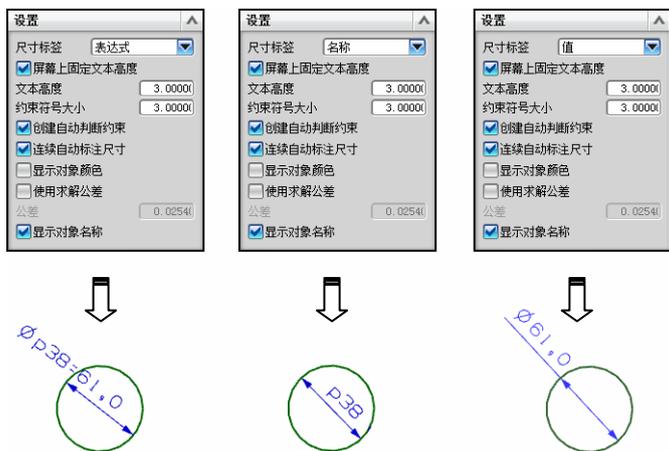


图 3-8 指定尺寸的标注样式



图 3-9 【会话设置】选项卡

### (1) 【设置】面板

在该面板中，除了可以在【捕捉角】文本框中设置捕捉误差允许的角度范围，在【背景】下拉列表框中指定背景色的类型，还可以通过启用或禁用相应的复选框进行草绘设置。其中【显示自由度箭头】复选框用于控制是否显示草图的自由度箭头；【显示约束符号】复选框用于控制当几何元素的尺寸较小时是否显示约束标志。

此外，若启用【更改视图方位】复选框，当完成草图切换到建模界面时，视图方向将发生改变；若禁用该复选框，当完成草图切换到建模界面时，建模界面的视图方向将与草图方向保持一致。

### (2) 【名称前缀】面板

在该面板中，用户可以根据需要在各文本框中设置所列出的各草图元素名称的前缀。

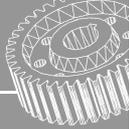
## 3. 部件设置

用户可以在该选项卡中对草图的各几何元素以及尺寸的颜色进行相关的设置，如图 3-10 所示。

在该选项卡中，单击各类曲线名称后面的颜色块按钮，系统将打开相应的【颜色】对话框，从中选择所需要的颜色即可。此外，单击【继承自用户默认设置】按钮，各曲线的颜色



图 3-10 【部件设置】选项卡



将恢复为系统的默认颜色，以便于重新设置。

## 3.2 绘制草图

草图绘制是本章的重要内容，也是创建三维实体模型的基础和关键。用户可以通过绘制二维轮廓，并添加相关的约束，构建实体或截面的轮廓，然后利用拉伸、回转或扫掠等操作，生成与草图对象相关联的实体模型。在参数化建模的过程中，灵活地应用绘制草图功能，会使用户方便快捷地完成设计任务。

### 3.2.1 绘制点

点是组成图形最基本的元素，通常用来作为对象捕捉的参考点。绘制的草图对象都是由控制点控制的，如直线由两个端点控制，圆弧由圆心和起始点控制。控制草图对象的点称为草图点，用户可以通过控制草图点来控制草图对象。

进入草绘环境后，在【直接草图】工具栏中单击【点】按钮，系统将打开【草图点】对话框。此时，单击该对话框中的【点对话框】按钮，即可打开如图 3-11 所示的【点】对话框。该对话框包含三种创建点的方式，现分别介绍如下。

#### 1. 自动捕捉点

用户可以通过在【类型】面板中选择点的捕捉方式来创建新的点。系统提供了终点、交点和象限点等 12 种捕捉点的方式，这里仅介绍几种常用点的捕捉方式。

##### (1) 自动判断的点

选择该选项，可以利用鼠标在绘图区中任意单击位置，此时系统将自动推断创建所选直线的端点、中点，以及圆弧或圆的圆心等特征点。

##### (2) 光标位置

选择该选项，可以使用光标在屏幕上的任意位置创建一个点。

##### (3) 现有点

选择该选项，可以利用鼠标捕捉或选定已经存在的点，从而在现有的点上创建一个点。它是将某个图层的点复制到另一图层最快捷的方式。

##### (4) 终点

选择该选项，可以在直线、圆弧、二次曲线及其他曲线的端点上创建一个点。终点不是独立的，必须依赖直线或曲线而存在。

##### (5) 控制点

选择该选项，可以在几何对象的特征点上创建一个点。控制点与几何对象的类型有关，



图 3-11 【点】对话框

它可以是直线的中点或端点，不封闭圆弧的端点或中点、圆心，二次曲线的端点或其他曲线的端点等特征点。

#### (6) 象限点

选择该选项，可以在一个圆弧或椭圆弧的四分点处创建一个点。需要注意的是四分点位置是指处于绝对坐标系下的圆弧或椭圆弧上的象限点位置，它不随着坐标系的转换而改变。

#### (7) 点在曲线/边上

选择该选项，可以在指定的曲线或者实体边缘上根据给出的参数创建点。

### 2. 设置点坐标

用户可以通过在【输出坐标】面板中设置点在 X、Y、Z 方向（或 XC、YC、ZC 方向）上相对于坐标原点的位置来创建新的点。此外，还可以在【参考】下拉列表框中切换 WCS 或绝对坐标方式。

### 3. 指定偏置方式

用户可以通过在【偏置】面板中指定偏移参数的方式来确定点的位置。在操作过程中，可以先利用点的捕捉方式确定偏移的参考点，再输入相对于参考点的偏移参数（其参数类型取决于选择的偏移方式）来创建点。该面板中包括五种偏置方式，具体含义如下所述。

#### (1) 直角坐标系

该方式是利用直角坐标系进行偏移的，偏移点的位置相对于所选参考点的偏移量由直角坐标值确定。在捕捉到点后，输入偏移点在 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向上的增量值即可。

#### (2) 圆柱坐标系

该方式是利用圆柱坐标系进行偏移的，偏移点的位置相对于所选参考点的偏移量是由柱面坐标值确定的。在捕捉到点后，输入偏移点的半径、角度和 Z 轴方向上的增量值就确定了偏移点的位置。

#### (3) 球坐标系

该方式是利用球坐标系进行偏移的，偏移点的位置相对于所选参考点的偏移值由球坐标值确定。在捕捉到点后，输入偏移点的半径、角度 1 和角度 2 的增量值就确定了偏移点的位置。

#### (4) 沿矢量

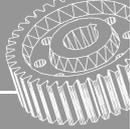
该方式是利用矢量进行偏移的，偏移点相对于所选参考点的偏移值由向量方向和偏移距离确定。

#### (5) 沿曲线

该方式是沿所选的曲线进行偏移的，偏移点相对于所选参考点的偏移值由偏移弧长或曲线总长的百分比确定。

### 3.2.2 绘制直线

直线是组成草图轮廓的基本图元，是草绘过程中使用频率最高的应用工具之一。在 UG



NX 中，直线是指两点确定的一条直线段，而不是无限长的直线。用户可以利用【直线】或【轮廓】工具完成直线的绘制。

### 1. 直线

进入草绘环境后，单击【直接草图】工具栏中的【直线】按钮，系统将打开【直线】对话框。该对话框包含【坐标】和【参数】两种绘制直线的模式，此时指定一种模式，并在打开的文本框中设置相应的数值，即可完成直线的绘制，效果如图 3-12 所示。

### 2. 轮廓

在绘制草图的过程中，用户可以利用该工具连续绘制直线和圆弧轮廓线，特别适用于绘制的草图对象中包含直线与圆弧首尾相接的情况。

在【直接草图】工具栏中单击【轮廓】按钮，系统将打开相应的对话框，且在绘图区中将显示光标处的位置信息。此时，单击该对话框中的【直线】按钮，并指定一个绘制模式，即可在绘图区中连续绘制相应的直线，效果如图 3-13 所示。

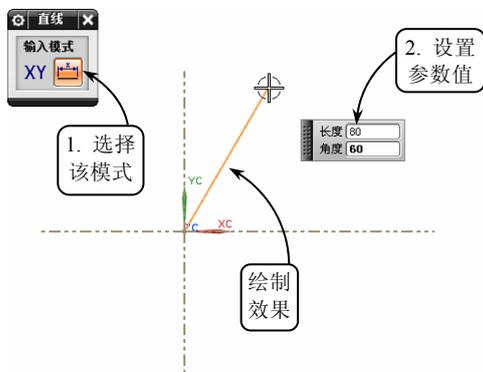


图 3-12 利用【直线】工具绘制直线

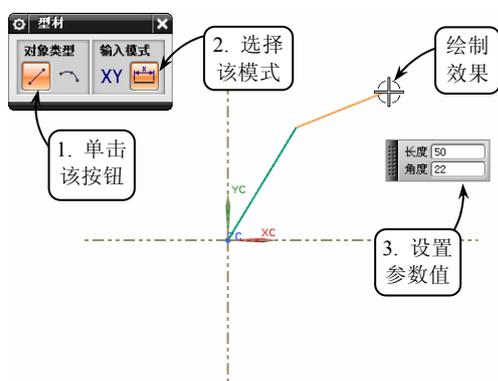


图 3-13 利用【轮廓】工具连续绘制直线

#### 提 示

利用【轮廓】工具绘制的各直线是首尾相接的，不需要再次设置首尾相接的约束，这样有利于提高绘图的效率以及绘图质量。

### 3.2.3 绘制矩形

矩形可以用来作为特征创建的辅助平面，也可以作为特征生成的草绘截面。在 UG NX 中，利用【矩形】工具既可以绘制与草图方向垂直的矩形，也可以绘制与草图方向成一定角度的矩形。

在【直接草图】工具栏中单击【矩形】按钮，系统将打开【矩形】对话框。该对话框

提供了以下三种绘制矩形的方式。

### 1. 利用两点绘制矩形

该方式通过在绘图区中依次指定两点作为矩形的对角点,或者指定第一角点后在文本框中输入宽度和高度的值来绘制矩形。选择该方式绘制的矩形只能与草图的水平方向垂直。

单击【按 2 点】按钮,并指定【参数】绘制模式。然后在绘图区中选取一点作为矩形的第一个角点,并输入相应的参数值确定矩形的另一对角点,即可完成矩形的绘制,效果如图 3-14 所示。

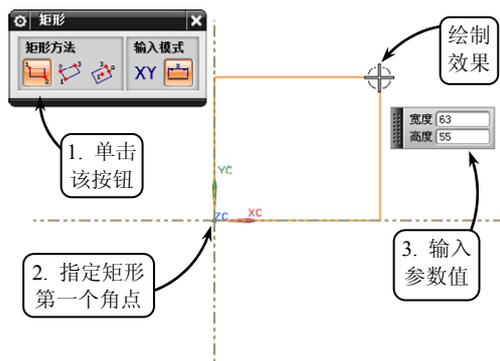


图 3-14 利用两点绘制矩形

### 2. 利用 3 点绘制矩形

该方式与【按 2 点】方式的区别是利用该工具可以绘制与草图的水平方向成一定倾斜角度的矩形。其具体的方法是先指定矩形的一个角点,然后依次设置绘制矩形的宽度、高度和倾斜角度参数值即可。

单击【按 3 点】按钮,并指定【参数】绘制模式。然后在绘图区中指定一点作为矩形的一个角点,并依次输入要绘制矩形的宽度、高度和角度数值,即可完成该矩形的绘制,效果如图 3-15 所示。

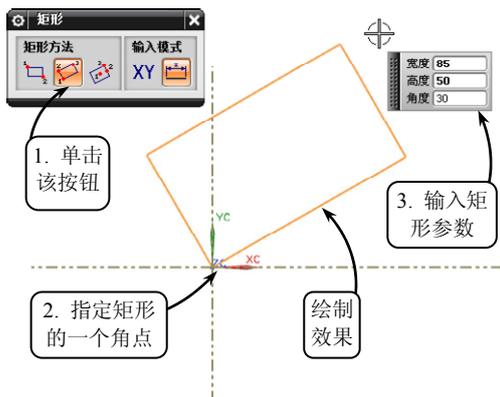


图 3-15 利用三点绘制矩形

### 3. 从中心绘制矩形

利用该方式可以通过选取一个点作为矩形的中心点,然后以该中心点为基点,依次输入矩形的宽度、高度和角度数值,即可完成指定矩形的绘制,效果如图 3-16 所示。

#### 3.2.4 绘制圆

圆是指在平面上到定点的距离等于定长的所有点的集合。在 UG NX 中,该工具通常用于创建基础特征的剖截面,由它生成的实体特征包括多种类型,如球体、圆柱体、圆台和球面等。

在【直接草图】工具栏中单击【圆】按钮,系统将打开【圆】的对话框。此时即可选择【圆心和直径定圆】或【三点定圆】方式来绘制圆轮廓。

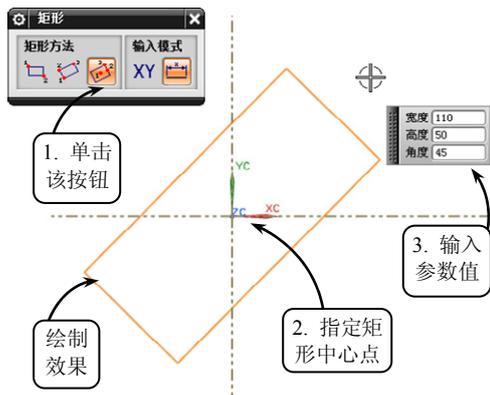
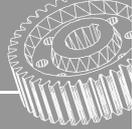


图 3-16 从中心绘制矩形



### 1. 圆心和直径定圆

利用该方式可以通过指定圆的圆心和直径来绘制圆。单击【圆】对话框中的【圆心和直径定圆】按钮, 并指定【参数】绘制模式。然后在绘图区中指定圆心, 并输入直径参数, 即可完成绘制圆的操作, 效果如图 3-17 所示。

### 2. 三点定圆

利用该方式可以通过在绘图区中依次选取三个点来绘制圆, 或者通过选取圆上的两个点, 并输入直径参数来完成圆的绘制。

单击【三点定圆】按钮, 然后在绘图区中依次指定矩形的三个角点作为圆的通过点, 即可完成圆轮廓的绘制, 效果如图 3-18 所示。

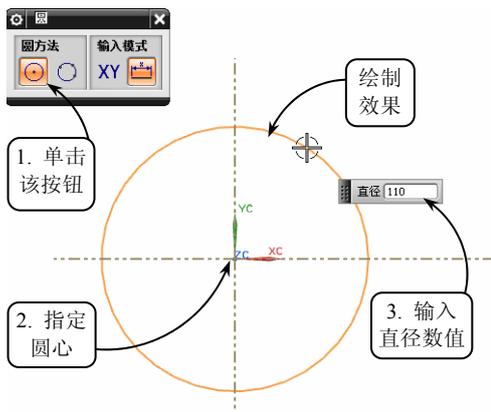


图 3-17 指定圆心和直径绘制圆

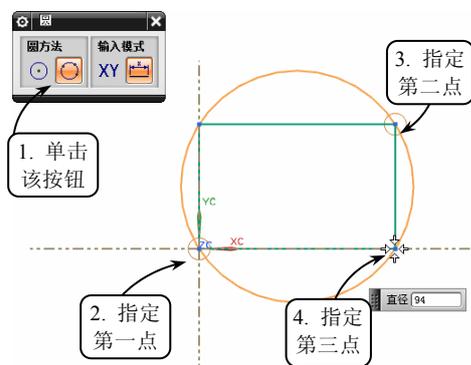


图 3-18 指定三点绘制圆

## 3.2.5 绘制圆弧

圆上任意两点间的部分称作圆弧。由于圆弧是圆的一部分, 会涉及起点和终点的问题。因此, 在绘制过程中既要指定其半径和起点, 又要指出圆弧所跨的弧度大小。

在【直接草图】工具栏中单击【圆弧】按钮, 系统打开【圆弧】对话框。此时即可选择【三点定圆弧】或【中心和端点定圆弧】方式来绘制圆弧轮廓。

### 1. 三点定圆弧

选择该方式可以通过依次指定圆弧的起点、终点和圆弧上的一点来绘制圆弧。另外, 也可以通过依次选取两个点, 并输入半径参数来完成圆弧的绘制。

单击【圆弧】对话框中的【三点定圆弧】按钮, 然后在绘图区中依次选取三个点作为圆弧的起点、终点和圆弧上的一点, 即可完成圆弧的绘制, 效果如图 3-19 所示。

### 2. 中心和端点定圆弧

选择该方式可以通过依次选取两个点作为圆弧的圆心和端点, 并输入扫掠角度来绘制圆

弧。另外，还可以在指定圆弧的圆心后，通过在文本框中输入半径参数来确定圆弧的大小。

单击【中心和端点定圆弧】按钮，然后在绘图区中依次指定圆弧的圆心和端点，并在打开的文本框中设置扫掠角度，即可完成圆弧的绘制，效果如图 3-20 所示。

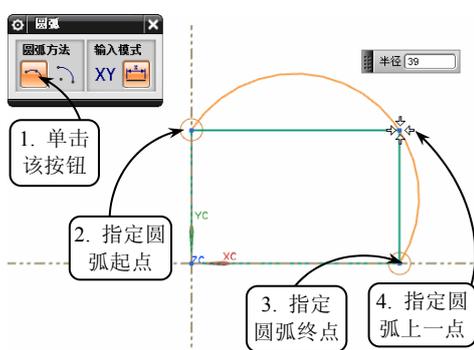


图 3-19 指定三点绘制圆弧

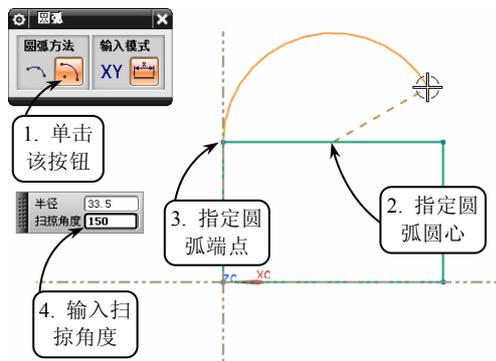


图 3-20 指定中心和端点绘制圆弧

### 3.2.6 绘制椭圆和椭圆弧

椭圆是指与两定点的距离之和为一定值的点的集合。与圆的不同之处就在于该类曲线 X、Y 轴方向对应的圆弧直径有差异。在 UG NX 中，利用【椭圆】工具可以绘制椭圆和椭圆弧两种曲线，现分别介绍如下。

#### 1. 椭圆

利用【椭圆】工具可以通过在绘图区中指定椭圆的中心点，并设置椭圆的长半轴和短半轴参数来完成椭圆的绘制。

在【直接草图】工具栏中单击【椭圆】按钮，系统将打开【椭圆】对话框。此时，指定椭圆的中心点位置，并在【椭圆】对话框中设置相应参数。然后启用【限制】面板中的【封闭】复选框，即可绘制指定尺寸的椭圆轮廓，效果如图 3-21 所示。

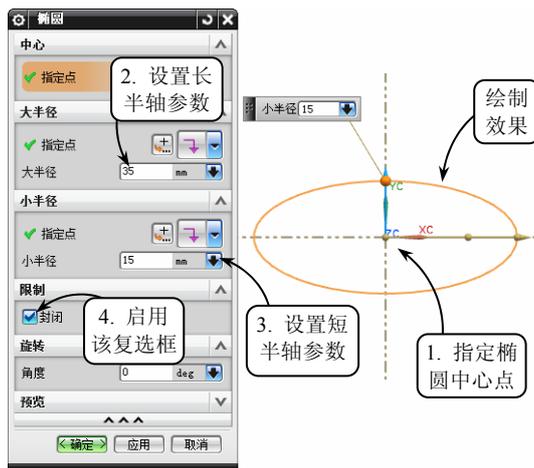
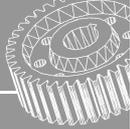


图 3-21 绘制椭圆



### 提示

用户还可以在【旋转】面板中设置相应的参数将绘制的椭圆轮廓进行旋转操作。

## 2. 椭圆弧

椭圆上任意两点间的部分称为椭圆弧，即椭圆弧是椭圆的一部分。用户可以利用【椭圆】工具通过设置起始角度与终止角度来绘制相应的椭圆弧。

单击【椭圆】按钮，系统将打开【椭圆】对话框。然后指定椭圆的中心点位置，并设置椭圆的相关参数。接着禁用【封闭】复选框，并在【限制】面板中设置椭圆弧的起始角度和终止角度，即可完成椭圆弧轮廓的绘制，效果如图 3-22 所示。

此外，单击【限制】面板中的【补充】按钮，系统将自动生成与当前所绘椭圆弧互补的另一段椭圆弧，效果如图 3-23 所示。

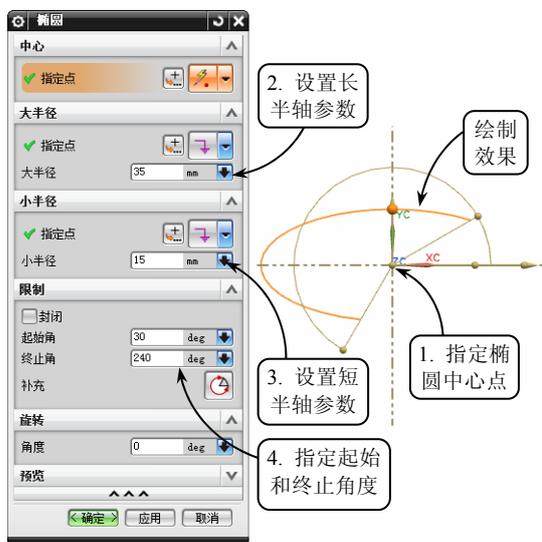


图 3-22 绘制椭圆弧

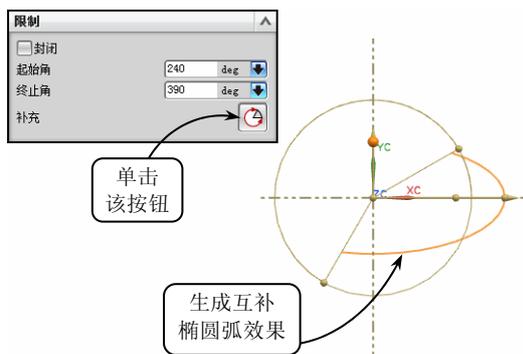


图 3-23 生成互补椭圆弧

## 3.2.7 艺术样条

艺术样条曲线是指通过拖放定义点或极点，并在定义点处指派斜率或曲率约束来绘制的关联或者非关联曲线。相比较一般样条曲线而言，艺术样条由更多的定义点生成，且在实际设计过程中多用于数字化绘图或动画设计。

在【直接草图】工具栏中单击【艺术样条】按钮，系统将打开【艺术样条】对话框，如图 3-24 所示。该对话框包含了以下两种绘制艺术样条曲线的方式。

### 1. 通过点

选择该方式可以通过选取定义点来绘制相关的或非相关的，且可以自由控制其形状的任意曲线。

在【艺术样条】对话框中选择【通过点】选项，并设置曲线的阶次。然后在绘图区中依次指定要通过的定义点，并默认对话框中其他参数选项的设置，即可完成艺术样条的绘制，效果如图 3-25 所示。



图 3-24 【艺术样条】对话框

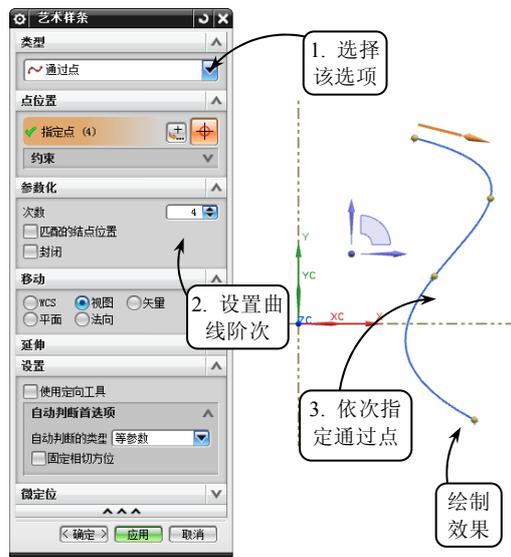


图 3-25 指定通过点绘制艺术样条曲线

## 2. 根据极点

选择该方式可以通过选取极点来建立相关或非相关的样条曲线。该方式同样采用交互式 and 动态反馈的方法，且在曲线定义的同时，系统将在绘图区中动态显示不确定的样条曲线，用户还可以交互地改变定义点处的斜率和曲率等参数。

由于利用该方式绘制样条曲线与通过点方式的操作步骤类似，这里不再赘述，其绘制效果如图 3-26 所示。

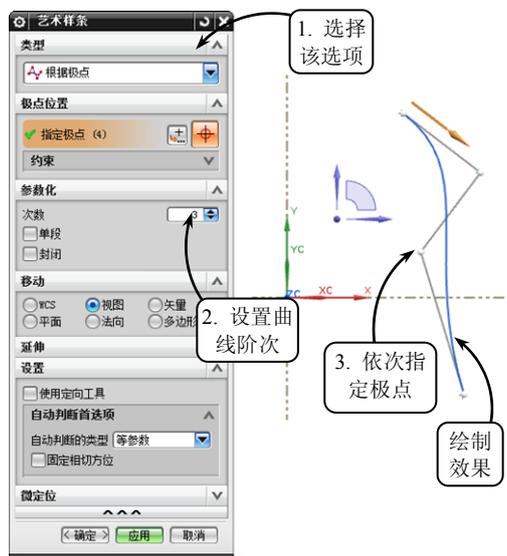
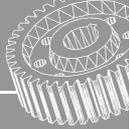


图 3-26 指定极点绘制样条曲线



## 提示

在选择【根据极点】方式绘制艺术样条的过程中，指定的极点数目应大于所设置的曲线阶次。

### 3.3 编辑草图

在完成基本草图对象的绘制后，往往需要对图形进行编辑修改操作，使之达到预期的设计要求。用户可以通过快速修剪、延伸，以及倒角等常规操作来完成草图结构特征的创建。

#### 3.3.1 快速修剪

在 UG NX 中，可以利用【快速修剪】工具以任意一个方向将曲线修剪至最近的交点或选定的边界。该工具包含单独修剪、统一修剪和边界修剪三种修剪草图元素的方式，现分别介绍如下。

##### 1. 单独修剪

单独修剪是指系统将根据选定的要修剪的曲线与其他曲线的分段关系自动完成修剪操作。

在【直接草图】工具栏中单击【快速修剪】按钮, 系统将打开【快速修剪】对话框。此时，在绘图区中直接选取要修剪的曲线即可，效果如图 3-27 所示。

##### 2. 统一修剪

统一修剪可以通过绘制一条曲线链，将与该曲线链相交的曲线部分全部修剪。利用该方式可以快速地一次修剪多条曲线。

单击【快速修剪】按钮, 系统将打开【快速修剪】对话框。此时，按住鼠标左键不放，划过需要修剪的曲线，系统将自动将被划过的曲线修剪至最近的交点，效果如图 3-28 所示。

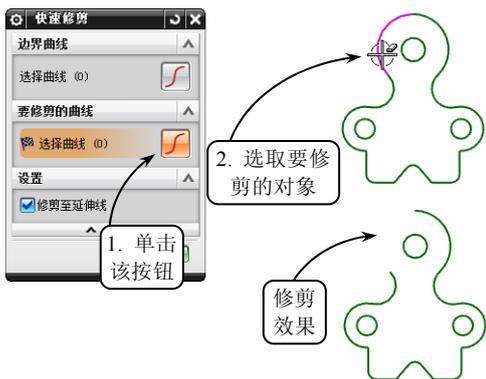


图 3-27 单独修剪方式

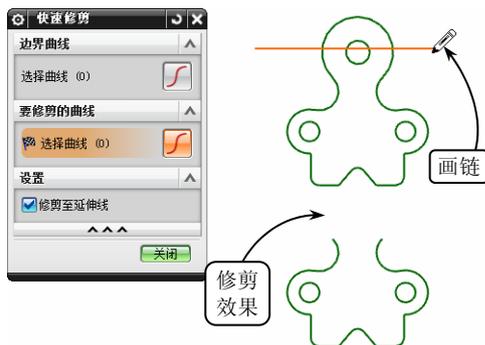


图 3-28 统一修剪方式

### 3. 边界修剪

边界修剪需要选取边界曲线，然后在绘图区中指定要修剪的对象。此时，在边界内的被修剪对象将被修剪，而边界以外的部分不会受到修剪。

单击【快速修剪】按钮，系统将打开【快速修剪】对话框。此时，在绘图区中依次选取边界曲线，然后单击【要修剪的曲线】按钮，并选取要修剪的对象即可，效果如图 3-29 所示。

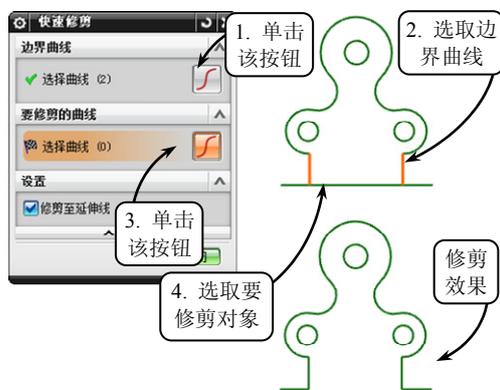


图 3-29 边界修剪方式

#### 3.3.2 快速延伸

【快速延伸】工具可以将草图中的曲线延伸至另一临近曲线或选定的边界线处。与【快速修剪】工具的使用方法相似，具体的操作方法如下所述。

##### 1. 单独延伸

单独延伸是指系统将根据选定的要延伸的曲线与其他曲线的距离关系，自动判断延伸方向并完成延伸操作。

在【直接草图】工具栏中单击【快速延伸】按钮，系统将打开【快速延伸】对话框。此时，在绘图区中选取要延伸的曲线即可，效果如图 3-30 所示。

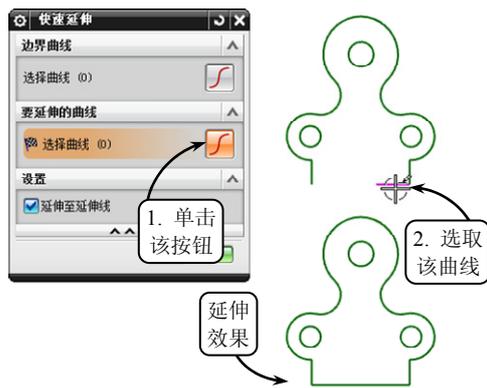


图 3-30 单独延伸方式

##### 2. 统一延伸

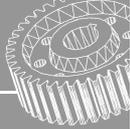
统一延伸与【统一修剪】方式类似，是指通过画链的方法同时延伸多条曲线。单击【快速延伸】按钮，系统将打开【快速延伸】对话框。此时，按住鼠标左键划过需要延伸的曲线，即可完成延伸操作，效果如图 3-31 所示。

##### 3. 边界延伸

边界延伸需要指定延伸边界，然后选取需要延伸的曲线，即可将其延伸至该边界处。单击【快速延伸】按钮，系统将打开【快速延伸】对话框。此时，单击【边界曲线】按钮，并选取相应的延伸边界，然后单击【要延伸的曲线】按钮，指定要延伸的对象即可，效果如图 3-32 所示。

#### 3.3.3 圆角

为了便于铸件造型时拔模、防止铁水冲坏转角处，并防止冷却时产生缩孔和裂缝，一般



情况下将铸件或锻件的转角处制成圆角。在 UG NX 中,圆角是指通过一个指定半径的圆弧光滑地连接两个对象的特征。用户可利用【圆角】工具在两条或三条曲线之间创建圆角,各创建方式的具体操作方法如下所述。

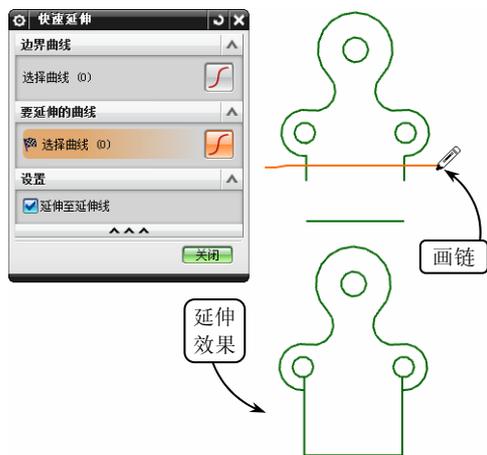


图 3-31 统一延伸方式

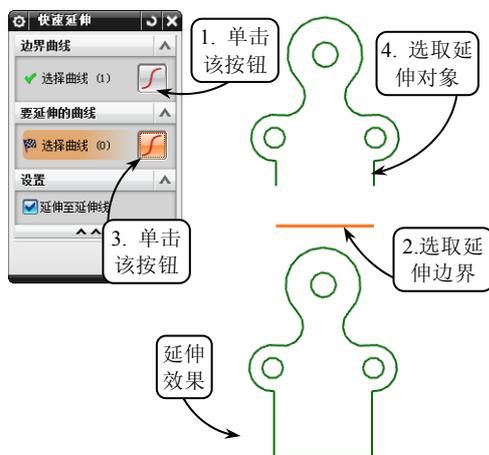


图 3-32 边界延伸方式

### 1. 精确法

选择该方法创建圆角,可以精确地指定圆角的半径。在【直接草图】工具栏中单击【圆角】按钮,系统将打开【圆角】对话框。此时,单击该对话框中的【修剪】按钮,并在绘图区中依次选取要倒圆角的两条边线,然后在文本框中设置半径参数即可,效果如图 3-33 所示。

### 2. 粗略法

选择该方法可以通过画链快速地进行倒圆角操作,但创建的圆角半径的大小由系统根据所画的链与第一元素的交点自动判断。

单击【圆角】对话框中的【修剪】按钮,然后按住鼠标左键从需要倒圆角的曲线上划过,即可完成创建圆角的操作,效果如图 3-34 所示。

### 3. 删除第三条曲线

在【圆角】对话框中,用户还可以通过是否启用【删除第三条曲线】功能按钮来决定进行倒圆角操作后图形的显示样式。该功能按钮在系统默认状态下为关闭,单击该按钮将打开此功能,对比效果如图 3-35 所示。

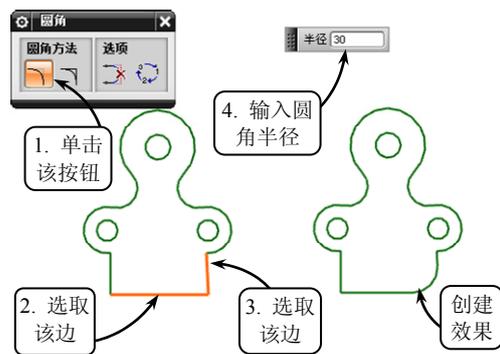


图 3-33 精确法创建圆角

### 提示

若在【圆角】对话框中单击【取消修剪】按钮,则创建的圆角特征将不再修剪选定的原有边线。

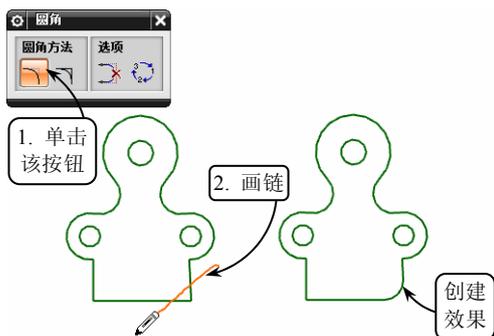


图 3-34 粗略法创建圆角

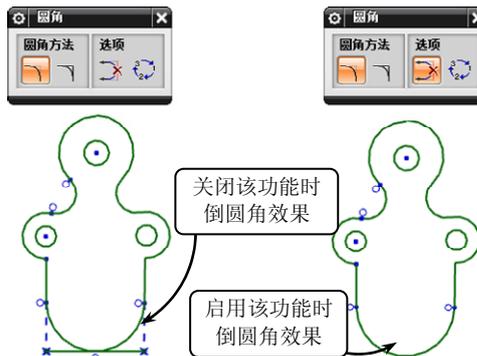


图 3-35 未删除和删除对比效果

### 3.3.4 倒斜角

为了便于装配，且保护零件表面不受损伤，一般在轴端、孔口、抬肩和拐角处加工出倒角（即圆台面），这样可以去除零件的尖锐刺边，避免刮伤。在 UG NX 中，可以利用【倒斜角】工具将倒角特征应用到相应的草图实体中。

在【直接草图】工具栏中单击【倒斜角】按钮, 系统将打开【倒斜角】对话框。该对话框中包含了【对称】、【非对称】和【偏置和角度】三种创建方式。各方式的创建方法类似，现以【对称】方式为例，介绍其具体操作方法。

#### 1. 精确法

选择该方法创建倒角特征，可以精确地设定倒斜角的尺寸。在【倒斜角】列表框中选择【对称】选项，然后启用【距离】复选框，并设置倒斜角的距离参数。此时，在绘图区中依次选取要倒斜角的两条边线即可，效果如图 3-36 所示。

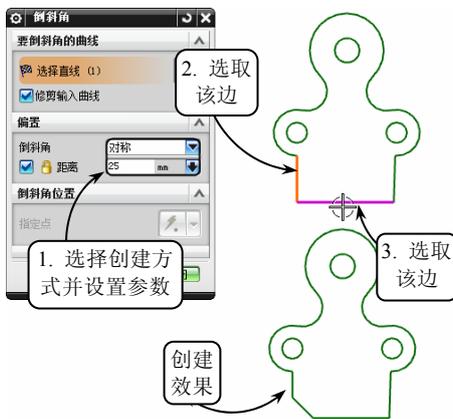
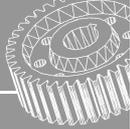


图 3-36 精确法倒斜角

#### 2. 粗略法

选择该方法可以通过画链快速地进行倒斜角操作，但创建的倒角尺寸由系统根据所画的



链与划过边线的交点自动判断。

在【倒斜角】对话框中指定创建倒角的方式，然后按住鼠标左键从需要倒斜角的边线上划过，即可完成倒角特征的创建，效果如图 3-37 所示。

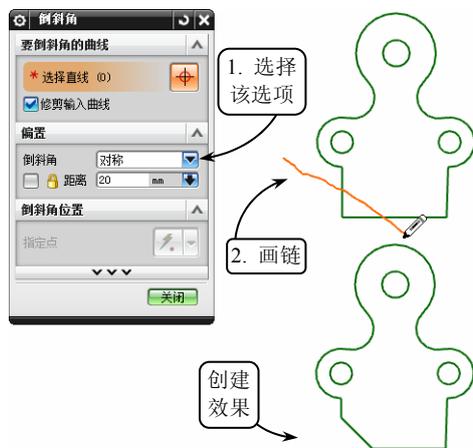


图 3-37 粗略法倒斜角

### 提 示

若在【倒斜角】对话框中禁用【修剪输入曲线】复选框，则创建的倒角特征将不再修剪选定的原有边线。

## 3.4 草图曲线编辑

在完成基本草图对象的绘制后，往往需要对图形进行编辑修改操作，使之达到预期的设计要求。用户可以通过快速修剪、延伸，以及倒角等常规操作来完成草图结构特征的创建。

### 3.4.1 派生直线

利用【派生直线】工具，可以根据现有的参考直线，在两条平行直线中间绘制一条与两条直线平行的直线，或者在两条不平行的直线之间绘制一条角平分线。此外，还可以对某一条直线进行相应的偏置操作，现分别介绍如下。

#### 1. 绘制平行线的中间直线

利用该工具可以在两条平行线中间绘制直线，且该直线与这两条平行直线均平行。在创建派生直线的过程中，需要通过输入相应的长度参数来确定直线的长度。

在【直接草图】工具栏中单击【派生直线】按钮, 然后在绘图区中依次选取第一条直线和第二条直线，并在打开的文本框中设置长度参数即可，效果如图 3-38 所示。

## 2. 绘制平分线

利用该工具可以绘制与两条不平行直线所形成的角度平分线，并通过输入相应的长度数值确定该平分线的长度。

单击【派生直线】按钮，并在绘图区中依次选取第一条直线和第二条直线，然后在打开的文本框中设置所绘角度平分线的长度参数即可，效果如图 3-39 所示。

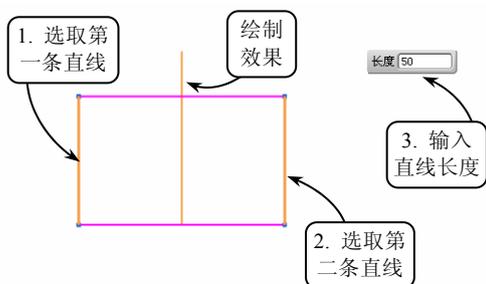


图 3-38 绘制平行线之间的直线

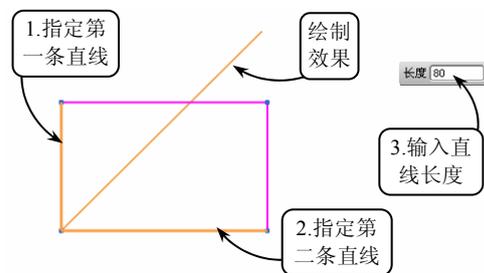


图 3-39 绘制角度平分线

## 3. 偏置直线

利用该工具还可以绘制现有直线的偏置直线，并通过输入相应的偏置值来确定偏置直线与原直线的距离。偏置直线生成后，原参照直线依然存在。

单击【派生直线】按钮，并在绘图区中选取需要偏置的直线，然后在打开的文本框中设置偏置距离参数即可，效果如图 3-40 所示。

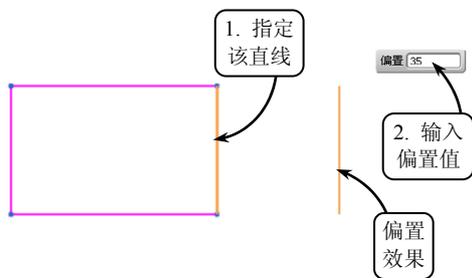


图 3-40 偏置直线

### 3.4.2 投影曲线

利用【投影曲线】工具可以将指定的曲线按草图平面的法线方向进行投影，从而成为草图曲线。其中，可以投影的曲线包括所有的二维曲线、实体或片体的边缘。

在绘图区中指定一个草图平面，并进入草绘状态。然后单击【直接草图】工具栏中的【投影曲线】按钮，系统将打开【投影曲线】对话框。此时，在【设置】面板中指定输出曲线的类型，并在绘图区中指定需要投影的曲线，即可将其投影到草图平面中，效果如图 3-41 所示。

### 3.4.3 偏置曲线

偏置曲线是指将草图曲线按照指定方向偏置指定距离，从而复制出一条新的曲线。其中，若偏置对象为封闭的草图元素，则该操作将曲线元素进行相应的放大或缩小。

在【直接草图】工具栏中单击【偏置曲线】按钮，系统将打开【偏置曲线】对话框。此时，在绘图区中指定要偏置的曲线，并在【偏置】面板中设置距离、副本数等参数，即可完成偏置曲线的操作，效果如图 3-42 所示。

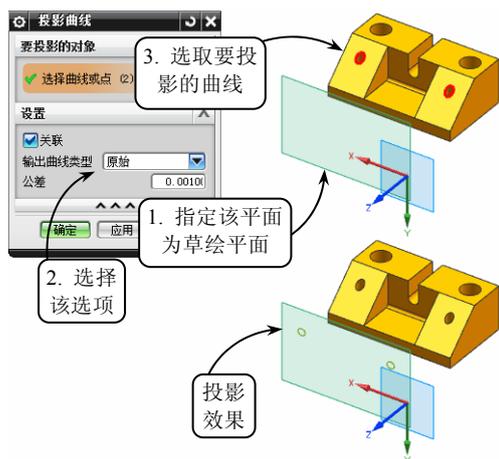
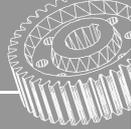


图 3-41 投影曲线

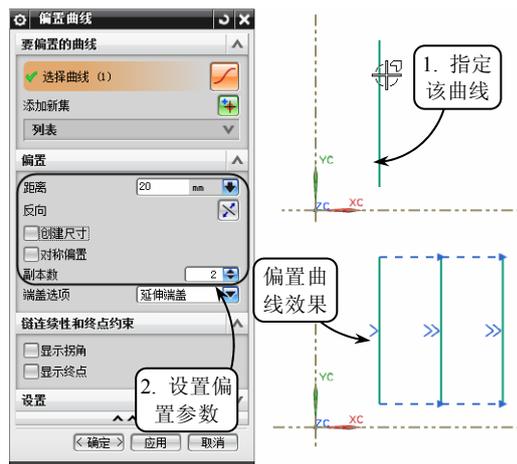


图 3-42 偏置曲线

### 提 示

创建的偏置曲线与原曲线具有关联性，且系统将自动添加偏置约束。当对原草图曲线进行修改变化时，所偏置的曲线也将发生相应的变化。

#### 3.4.4 镜像曲线

当绘制具有对称性特点的零件，如轴、轴承座和槽轮等图形时，只需要绘制对象的一半或几分之一，然后利用【镜像曲线】工具将图形对象的其他部分对称复制即可。创建的镜像副本与原对象形成一个整体，且保持关联性。

在【直接草图】工具栏中单击【镜像曲线】按钮, 系统将打开【镜像曲线】对话框。此时，在绘图区中依次选取镜像对象和镜像中心线，即可完成镜像操作，效果如图 3-43 所示。

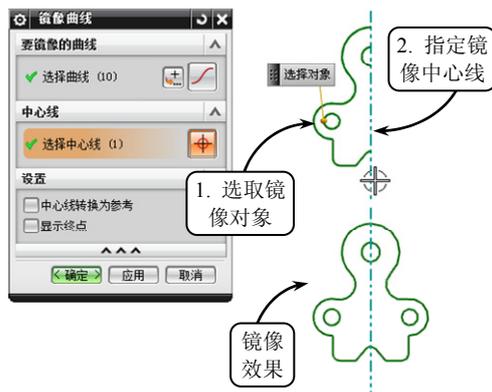


图 3-43 镜像曲线

## 3.5 草图的约束管理

草图的约束管理就是设置约束方式确定草绘曲线在工作平面的准确位置，从而保证草绘曲线的准确性。其中，几何约束能够在对象或关键点之间建立关联。

### 3.5.1 几何约束

几何约束类型的约束随着选取草图元素的不同而不同。在绘制草图的过程中，用户可以

根据具体情况添加不同的几何约束类型。

在【直接草图】工具栏中单击【几何约束】按钮，草图中的各个元素将显示自由度符号（箭头表示自由度的方向，箭头个数表示自由度的个数），且系统将打开相应的【几何约束】对话框。此时，在该对话框中单击对应的按钮，并在绘图区中分别选取需要添加约束的曲线，即可添加指定的约束方式，如图 3-44 所示。

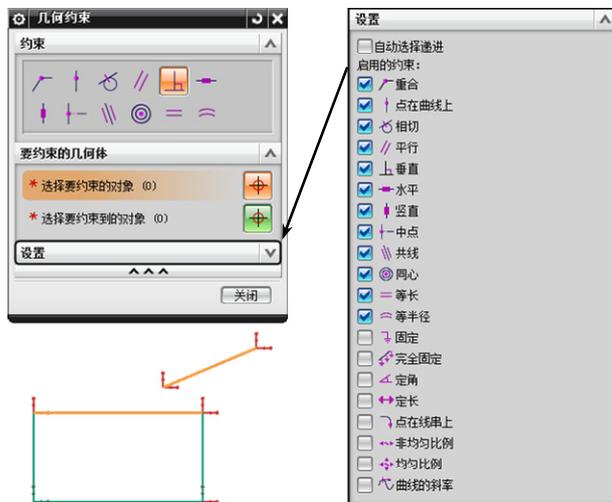
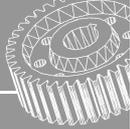


图 3-44 【几何约束】对话框

在 UG NX 9.0 的草绘环境中，根据草图元素之间不同的关系，可以分为多种几何约束，各几何约束的含义如表 3-1 所示。

表 3-1 草图几何约束的种类和含义

约束类型	约束含义
固定 	将草图对象固定到当前所在的位置。一般在几何约束的开始，需要利用该约束固定一个元素作为整个草图的参考点
完全固定 	添加该约束后，所选取的草图对象将不再需要任何约束
重合 	定义两个或两个以上的点互相重合。这里的点可以是草图中的点对象，也可以是其他草图对象的关键点（端点、控制点、圆心等）
同心 	定义两个或两个以上的圆弧或椭圆弧的圆心相互重合
共线 	定义两条或多条直线共线
中点 	定义点在直线或圆弧的中点上
水平 	定义直线为水平直线，即与草图坐标系 XC 轴平行
竖直 	定义直线为竖直直线，即与草图坐标系 YC 轴平行
平行 	定义两条直线相互平行
垂直 	定义两条直线相互垂直
相切 	定义两个草图元素相切
等长 	定义两条或多条曲线等长
等半径 	定义两个或两个以上的圆弧或圆半径相等
定长 	定义选取的曲线元素的长度是固定的
定角 	定义一条或多条直线与坐标系的角是固定的
曲线的斜率 	定义样条曲线过一点与一条曲线相切



续表

约束类型	约束含义
均匀比例 	定义样条曲线的两个端点在移动时, 保持样条曲线的形状不变
非均匀比例 	定义样条曲线的两个端点在移动时, 样条曲线形状改变
点在线串上 	定义选取的点在某条曲线上, 且该点可以是草图的点对象或其他草图元素的关键点(如端点、圆心)

### 提 示

当草图平面上的点没有被完全约束时, 这些点上会出现自由度符号。自由度符号为红色, 指向水平和垂直两个方向。随着几何约束和尺寸约束的添加, 自由度符号会逐步减少。当草图对象被全部约束之后, 自由度符号会全部消失。

## 3.5.2 编辑草图约束

当对草图进行几何约束后, 如果需要查看或者修改草图对象所应用的约束类型, 可以直接通过编辑草图约束的各种工具对其进行修改并完善。如利用【显示草图约束】工具显示草图的所有约束, 以便进行查看; 利用【显示/移除约束】工具移除指定的约束; 利用【转换至/自参考对象】工具将指定的几何对象转换为参考对象等, 现分别介绍如下。

### 1. 显示草图约束

通常情况下, 有一些对曲线添加的约束是不显示的(如“固定约束”), 即从曲线上无法看出是否有添加约束, 很容易出现重复添加约束的情况。此时, 可以利用【显示草图约束】工具显示草图对象中的所有约束类型, 以便对约束的正误进行判断。

在【直接草图】工具栏中单击【显示草图约束】按钮 , 当前草图对象中的所有约束类型即可显示, 效果如图 3-45 所示。

### 2. 显示/移除约束

利用该工具可以查看草图对象上所应用的几何约束类型和信息, 也可以对不必要的几何约束进行删除操作。

在【直接草图】工具栏中单击【显示/移除约束】按钮 , 系统将打开【显示/移除约束】对话框, 如图 3-46 所示。其中, 在该对话框的【列出以下对象的约束】面板中可以选择控制显示约束的对象类型; 在【约束类型】列表框中可以选择显示的具体约束类型。

此外, 在【显示约束】列表框中列出了当前草图中所有添加的约束, 用户可以从选择一个约束类型, 并单击【移除高亮显示的】按钮将其删除。若单击【移除所列的】按钮, 即可删除列表框中所有的约束。如图 3-47 所示就是移除直线与矩形之间垂直约束的效果。

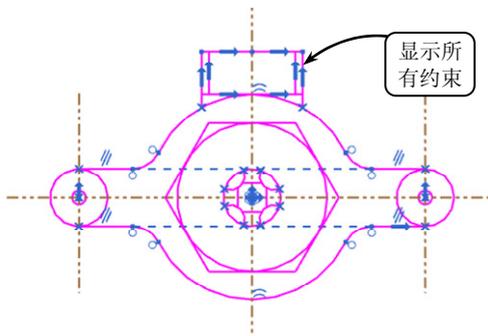


图 3-45 显示草图中的所有约束



图 3-46 【显示/移除约束】对话框

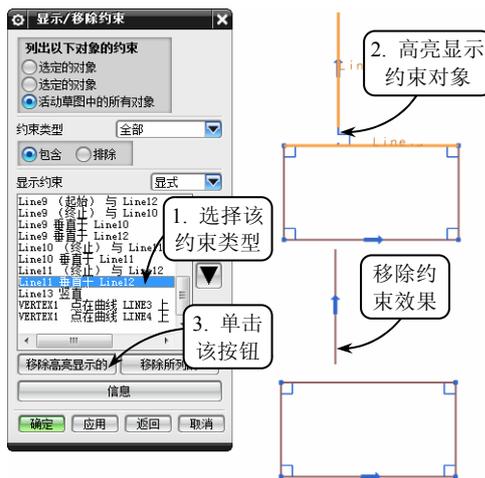


图 3-47 移除垂直约束

### 3. 转换至/自参考约束

利用该工具可以将草图中的曲线或尺寸转化为参考对象，或者将参考对象再次激活。在草绘过程中，该工具经常用来将直线转化为参考中心线。

在【直接草图】工具栏中单击【转换至/自参考对象】按钮，系统将打开【转换至/自参考对象】对话框。此时，在绘图区中选取要转换的草图对象，并指定转换类型即可，效果如图 3-48 所示。

### 4. 自动判断约束

在构造草图曲线的过程中，用户可以通过设置自动判断约束类型来控制哪些约束被系统自动判断并添加，从而减少在绘制草图后添加约束的工作量，提高绘图效率。

在【直接草图】工具栏中单击【自动判断约束和尺寸】按钮，系统将打开【自动判断约束和尺寸】对话框。此时，通过启用和禁用该对话框中各约束类型的复选框，即可控制绘制草图过程中自动添加的约束类型，如图 3-49 所示。

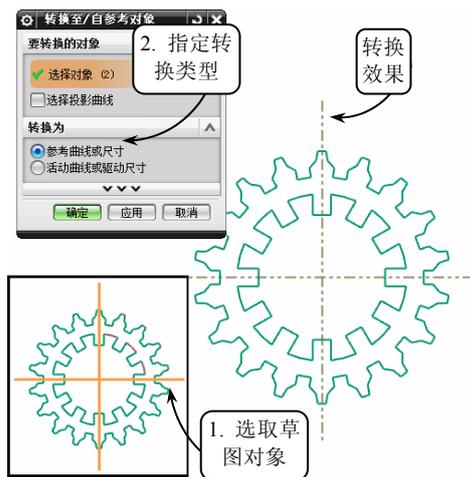
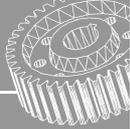


图 3-48 转换参考曲线



图 3-49 【自动判断约束和尺寸】对话框



## 提示

在完成【自动判断约束和尺寸】对话框的设置后，还需要启用【创建自动判断约束】按钮，才能在绘制草图过程中自动添加所需的约束类型。

### 3.6 典型案例 3-1：绘制扇形板

本案例绘制扇形板草图轮廓，如图 3-50 所示。扇形板主要由扇形的板身、板身上的孔以及多个不同直径的螺纹孔组成。在实际应用中，扇形板身主要起一个支撑的作用，而板身上的孔和轴配合，板身上的螺纹孔起到固定的作用。

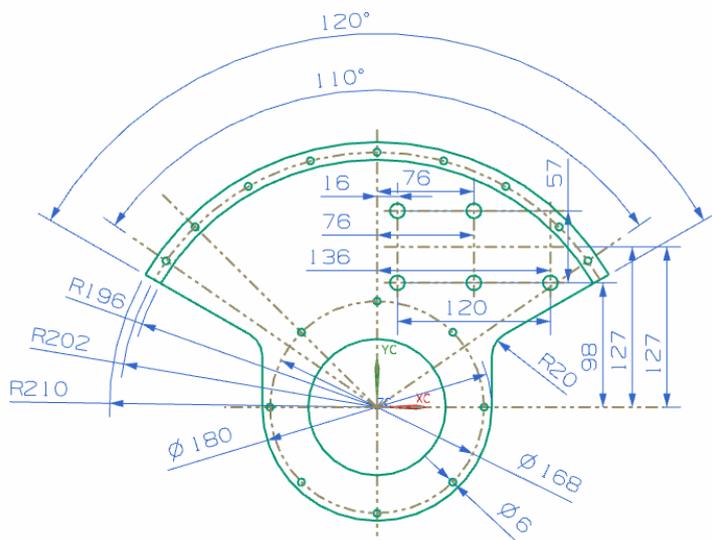


图 3-50 扇形板草图

在绘制该扇形板草图时，可以先利用【直线】、【圆】和【圆弧】工具绘制其大体轮廓，然后利用【阵列曲线】和【镜像曲线】工具完成边缘定位孔的绘制，最后利用相应的草绘工具完成扇形板上的定位孔特征绘制即可。

#### 操作步骤

① 启动 UG 后，新建名称为 shanxingban.prt 的模型文件。然后单击【草图】按钮进入草绘界面。接着选取 XC-YC 平面为草绘平面，按照如图 3-51 所示的尺寸要求绘制草图。

② 右击直径为  $\Phi 168$  的圆轮廓线，在打开的快捷菜单中选择【编辑显示】选项，然后在打开的对话框中修改线型，效果如图 3-52 所示。

③ 按照上一步骤中修改线型的方法，选择直径为  $\Phi 404$  的圆轮廓线修改线型，效果如图 3-53 所示。

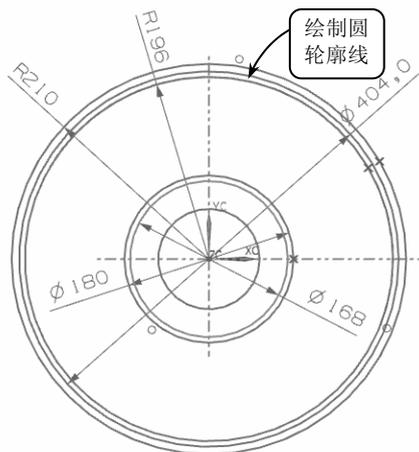


图 3-51 绘制草图

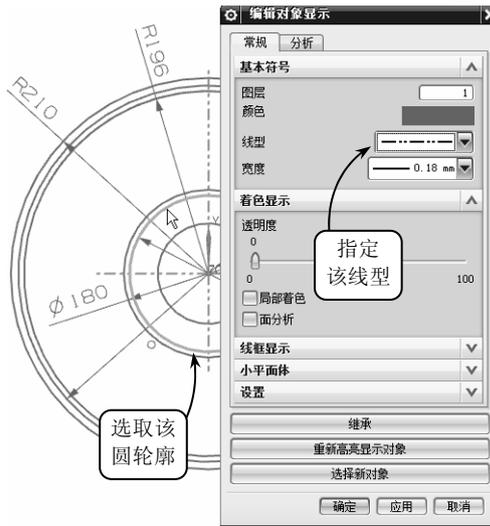


图 3-52 修改线型

④ 单击【直线】按钮, 以圆轮廓中心为起点, 按照如图 3-54 所示的角度要求绘制直线, 并单击【快速修剪】按钮, 修剪多余圆轮廓线。

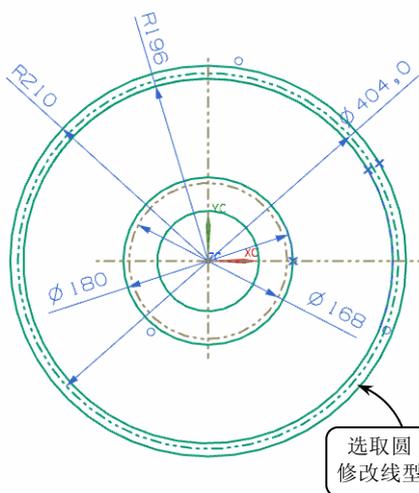


图 3-53 修改线型

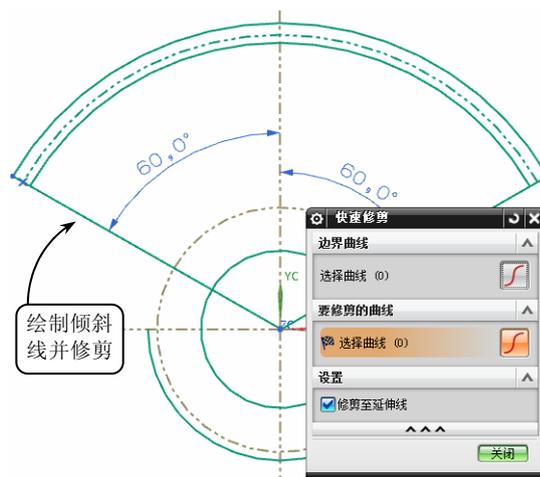
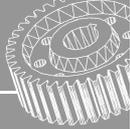


图 3-54 绘制直线并修剪

⑤ 单击【直接草图】工具栏中的【圆弧】按钮, 分别选取如图 3-55 所示的直线和圆弧, 绘制半径为 R20 的相切圆弧。

⑥ 单击【圆】按钮, 按照如图 3-56 所示的位置绘制直径为  $\phi 6$  的圆轮廓线, 便于后续创建孔特征。

⑦ 单击【直接草图】工具栏中的【阵列曲线】按钮, 指定阵列方式并设置相应的阵列参数, 然后选取上一步骤中绘制的圆轮廓为阵列对象, 并指定坐标系原点为旋转中心点, 创建阵列特征, 效果如图 3-57 所示。



⑧ 利用【直线】工具按照如图 3-58 所示的角度要求绘制直线，并利用【圆】工具绘制直径为  $\Phi 6$  的圆轮廓线。

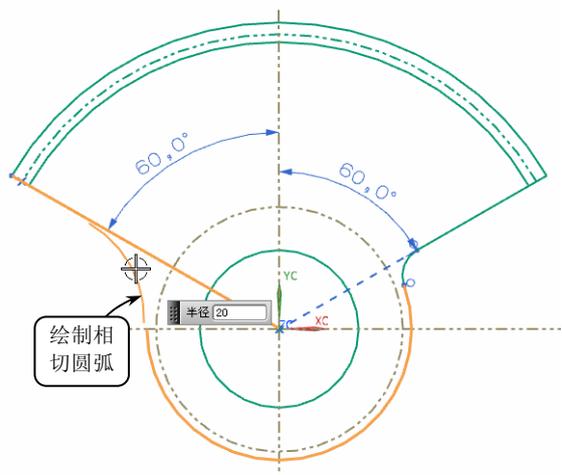


图 3-55 绘制圆弧

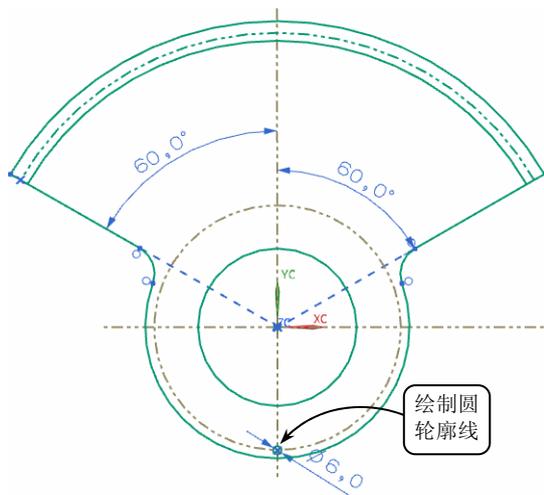


图 3-56 绘制圆轮廓线

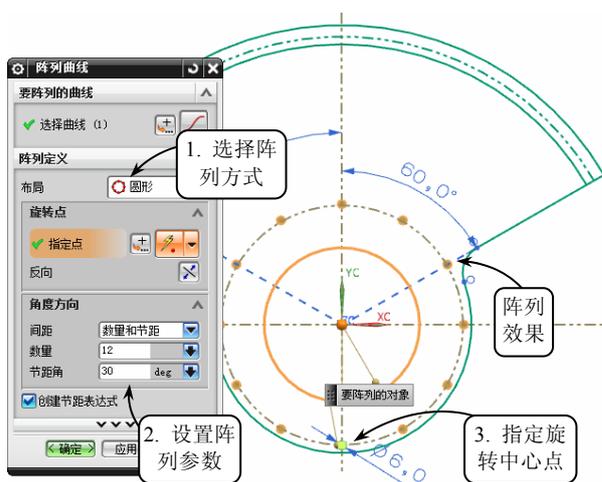


图 3-57 阵列曲线

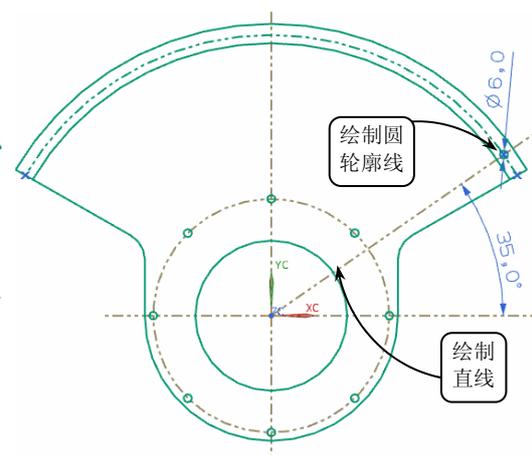


图 3-58 绘制直线和圆

⑨ 利用【直线】工具按照如图 3-59 所示的角度要求绘制直线，并利用【圆】工具绘制直径为  $\Phi 6$  的圆轮廓线。

⑩ 利用【阵列曲线】工具，按照如图 3-60 所示选取上一步骤绘制的圆轮廓线为阵列对象，创建圆形阵列特征。

⑪ 单击【镜像曲线】按钮, 选取如图 3-61 所示的圆轮廓为镜像对象，并指定竖直中心线为镜像中心线，创建镜像曲线特征。

⑫ 利用【直线】工具按照如图 3-62 所示的尺寸要求绘制水平和竖直直线，并将其设置为【中心线】线型。

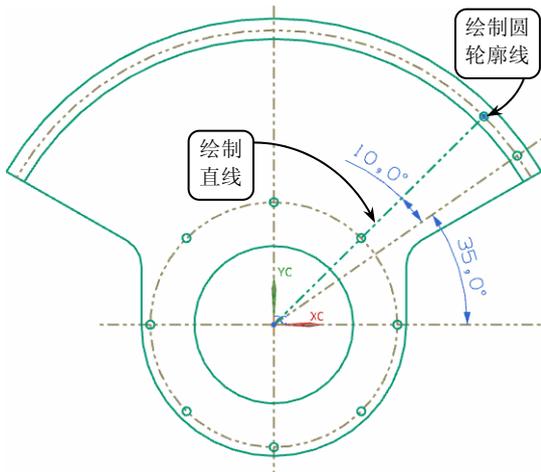


图 3-59 绘制直线和圆



图 3-60 阵列曲线

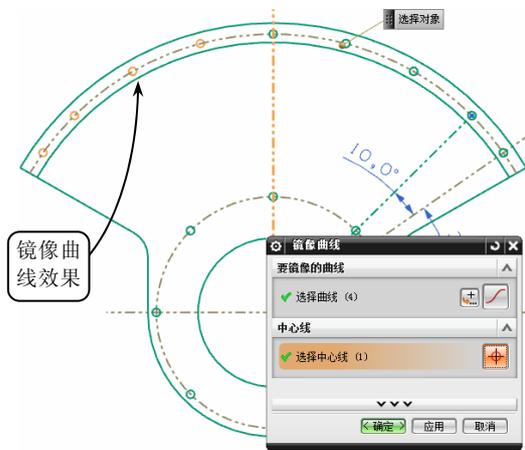


图 3-61 镜像曲线

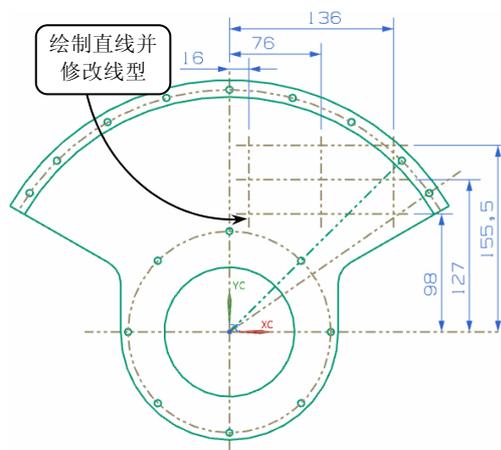


图 3-62 绘制参照线

⑬ 利用【圆】工具分别选取上一步骤中所绘参照线的交点为圆心，依次绘制直径为  $\Phi 12$  的圆轮廓，效果如图 3-63 所示。

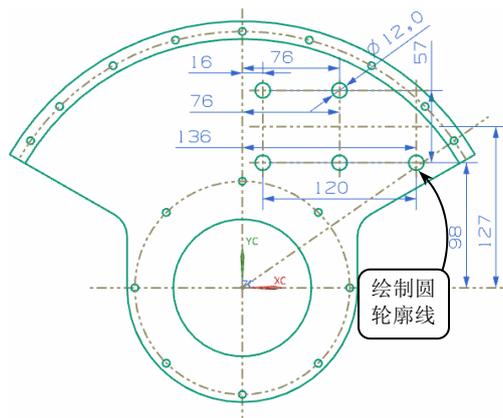
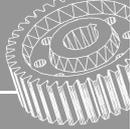


图 3-63 绘制圆



### 3.7 典型案例 3-2：绘制摇臂板草图

本实例绘制摇臂板零件平面效果图，效果如图 3-64 所示。该零件主要由轴承座、筋板、安装板、摆臂和手柄五部分组成。在此零件中，摆臂通过安装板固定在轴承座上，右端的手柄通过横向的筋板与轴承座相连。旋转手柄拉动筋板和轴承一起旋转，通过安装板固定在轴承座上的摆臂跟随轴承的旋转一起循环往复的运动。

绘制该摇臂板零件草图时，可以首先利用【直线】和【角度】工具绘制零件的中心线和辅助线。然后利用【圆】工具绘制主要的轴承座轮廓线，并利用【快速修剪】工具将多余的图元修剪，创建出中间的筋板轮廓线。接着利用【圆弧】和【圆】工具绘制其弧形摆臂。最后利用相应的工具绘制右端用于握持的手柄即可。

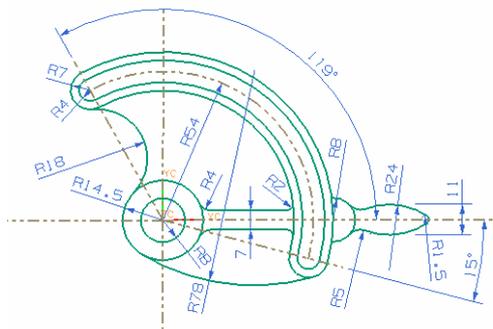


图 3-64 摇臂板零件平面图

#### 操作步骤

① 在【草图曲线】工具栏中单击【直线】按钮, 绘制两条垂直相交的线段作为该摇臂板零件草图的中心线。然后单击【圆】按钮, 以两中心线的交点为圆心, 绘制如图 3-65 所示尺寸的多个圆轮廓。

② 利用【直线】工具绘制与水平中心线分别成  $119^\circ$  和  $15^\circ$  的辅助线。然后单击【快速修剪】按钮, 修剪上一步骤中绘制的圆轮廓, 效果如图 3-66 所示。

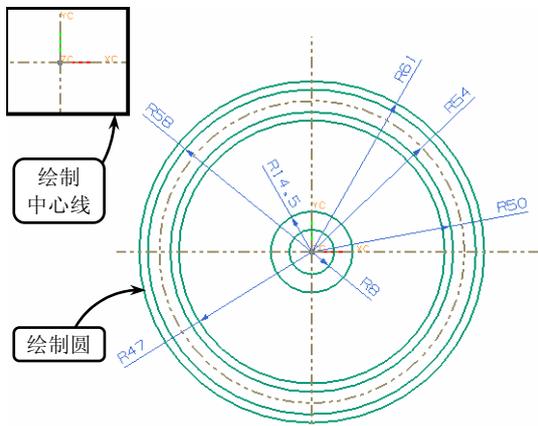


图 3-65 绘制中心线和圆

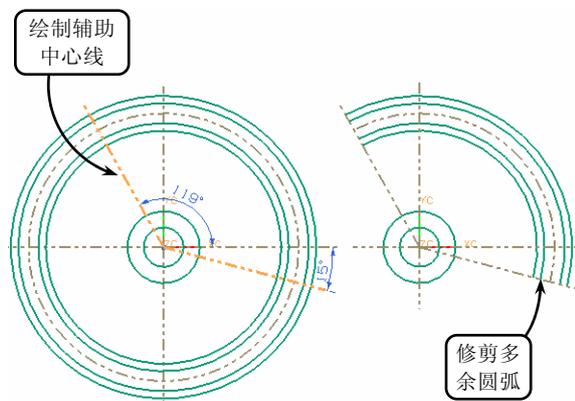


图 3-66 绘制辅助线并修剪圆

③ 单击【圆】按钮, 分别以半径为 R54 的圆弧与上一步骤中所绘制的两条辅助线的两个交点为圆心, 绘制如图 3-67 所示尺寸的多个圆轮廓。然后利用【快速修剪】工具修剪所绘制的圆。

④ 单击【派生直线】按钮，将水平中心线向上偏移 3.5。然后单击【圆角】按钮，依次选取偏移生成的直线和直径为  $\Phi 29$  的圆为操作对象，绘制半径为 R4 的圆角，效果如图 3-68 所示。

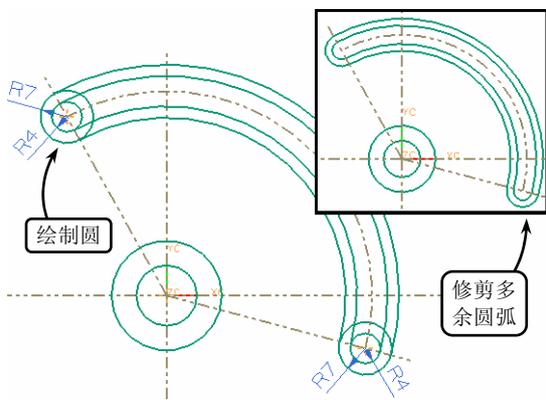


图 3-67 绘制圆并修剪

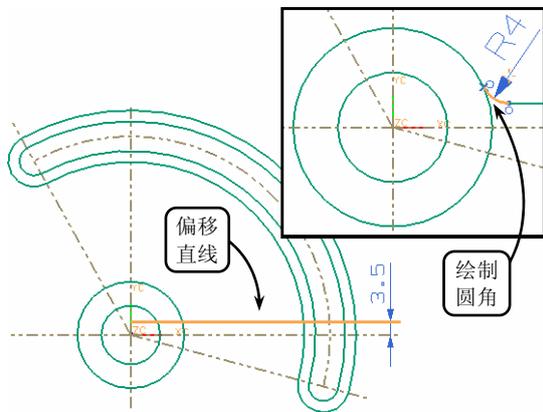


图 3-68 偏移直线并绘制圆角

⑤ 利用【圆角】工具，在上一步骤中绘制的偏移直线和半径为 R47 的圆弧之间绘制半径为 R2 的圆角。然后利用【快速修剪】工具修剪多余线段，效果如图 3-69 所示。

⑥ 单击【镜像曲线】按钮，然后在绘图区中依次选取如图 3-70 所示的镜像对象和镜像中心线，镜像复制图形。

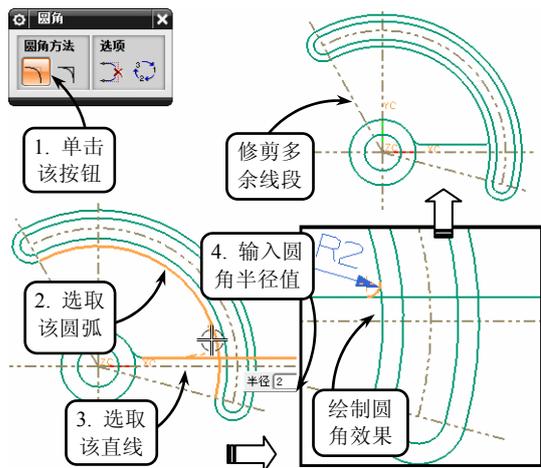


图 3-69 绘制圆角并修剪

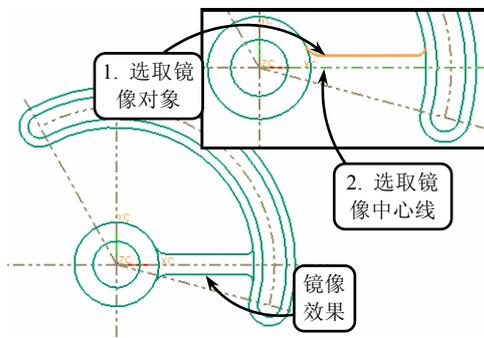
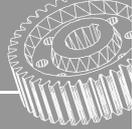


图 3-70 镜像曲线

⑦ 单击【几何约束】按钮，在绘图区中选取直径为  $\Phi 29$  的圆为操作对象。然后在打开的【约束】对话框中单击【固定】按钮，将该圆固定约束。接着按照同样的方法将半径为 R7 的圆弧进行固定约束。最后利用【圆】工具在任意位置绘制一个半径为 R78 的圆，效果如图 3-71 所示。

⑧ 利用【几何约束】工具，在上一步骤中绘制的半径为 R78 的圆与直径为  $\Phi 29$  的圆和半径为 R7 的圆弧之间依次添加相切约束。然后利用【快速修剪】工具修剪多余圆弧，效果



如图 3-72 所示。

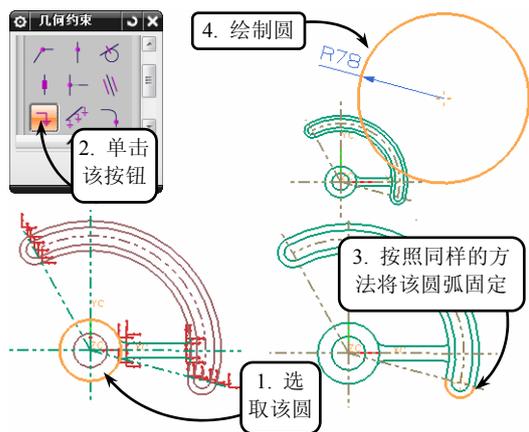


图 3-71 绘制圆

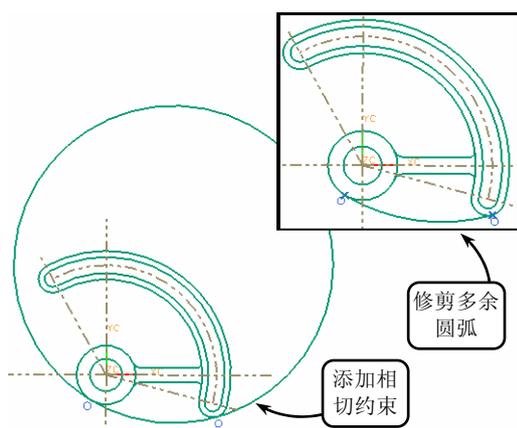


图 3-72 添加相切约束并修剪

⑨ 单击【圆角】按钮，系统将打开【创建圆角】对话框。此时，单击【取消修剪】按钮，并在绘图区中依次选取直径为  $\Phi 29$  的圆和半径为 R7 的圆弧为操作对象，绘制半径为 R18 的圆角，效果如图 3-73 所示。

⑩ 利用【派生直线】工具，将水平中心线向上偏移 5.5，并将竖直中心线向右偏移 94。然后以偏移距离为 94 派生的直线与水平中心线的交点为圆心，绘制直径为  $\Phi 3$  的圆。接着以半径为 R61 的圆弧与水平中心线的交点为圆心，绘制直径为  $\Phi 16$  的圆，效果如图 3-74 所示。

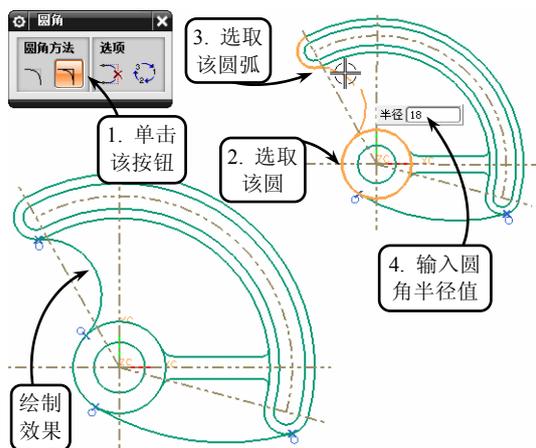


图 3-73 绘制圆角

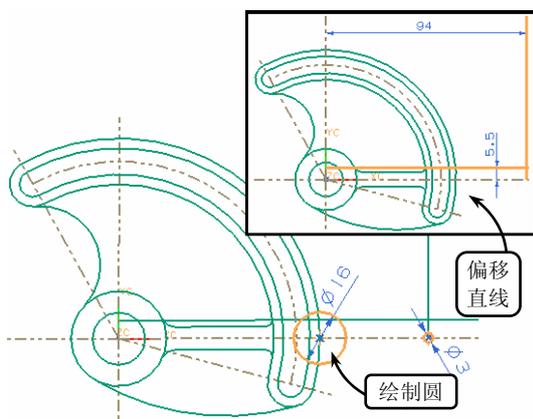


图 3-74 偏移直线并绘制圆

⑪ 利用【约束】工具，将上一步骤中绘制的直径为  $\Phi 3$  的圆和偏移距离为 5.5 的直线添加固定约束。然后利用【圆】工具，在绘图区中的任意位置绘制一个半径为 R24 的圆，并通过【相切】约束将该圆与添加固定约束的两个图元进行定位，效果如图 3-75 所示。

⑫ 利用【圆角】工具，在半径分别为 R8 和 R24 的两个圆之间绘制半径为 R5 的圆角，然后利用【快速修剪】工具修剪多余图元，效果如图 3-76 所示。

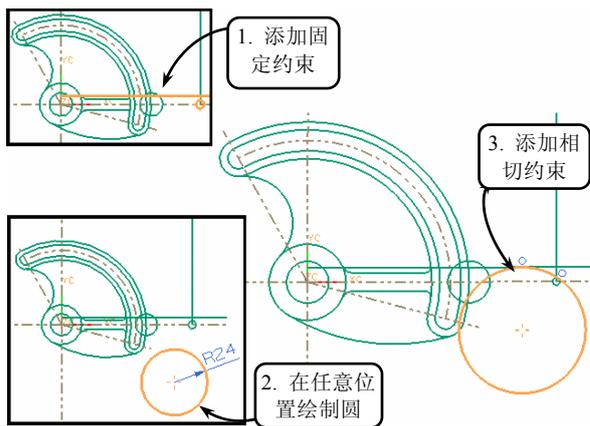


图 3-75 绘制相切圆

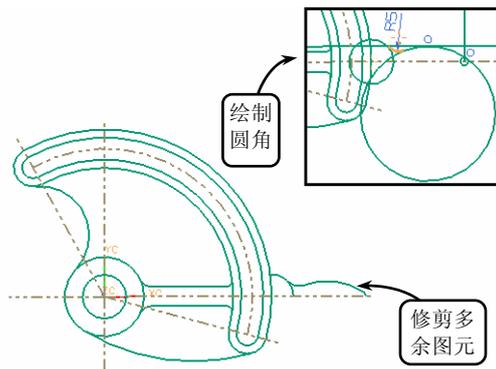


图 3-76 绘制圆角并修剪

⑬ 利用【镜像曲线】工具，在绘图区中依次选取如图 3-77 所示的镜像对象和镜像中心线，镜像复制曲线。

### 3.8 典型案例 3-3: 绘制吸盘草图

本案例绘制机器人吸盘零件草图，如图 3-78 所示。吸盘零件应用于各类自动搬运设备中，其种类繁多，例如电磁吸盘和真空吸盘。本实例所绘制的机器人真空吸盘可以通过与该吸盘连接的真空管将处于吸盘和被搬运件间的空气抽出，从而形成真空将搬运对象吸附，并利用机器人的运动将被搬运件移动到指定位置。

绘制该吸盘零件草图时，可以首先利用【直线】工具绘制吸盘的中心线和辅助线。然后利用【圆】工具绘制主要的圆轮廓线，并利用【快速修剪】工具修剪多余图元，创建其中的一个轮槽。接着利用【镜像】工具依次以斜辅助线和水平中心线为镜像中心线，镜像出其他的轮槽。最后绘制右上方用于调整定位角度的圆弧形限位槽轮廓线即可。

#### 操作步骤

① 在【直接草图】工具栏中单击【直线】按钮, 绘制两条垂直相交的线段作为该零件草图的中心线。然后单击【圆】按钮, 以两个中心线的交点为圆心，绘制如图 3-79 所示尺寸的多个圆轮廓。

② 右击已绘制的直径为  $\Phi 94$  的圆，并在弹出的菜单栏中选择【编辑显示】选项，然后在打开的【编辑对象显示】对话框中修改线型，效果如图 3-80 所示。

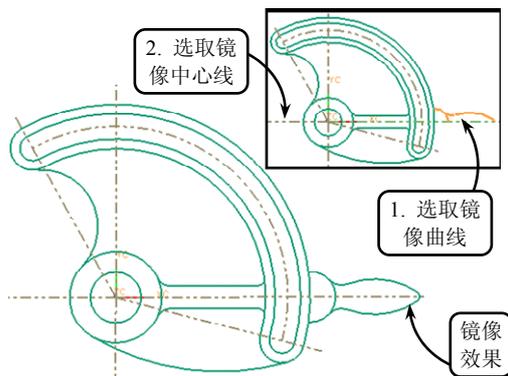


图 3-77 镜像曲线

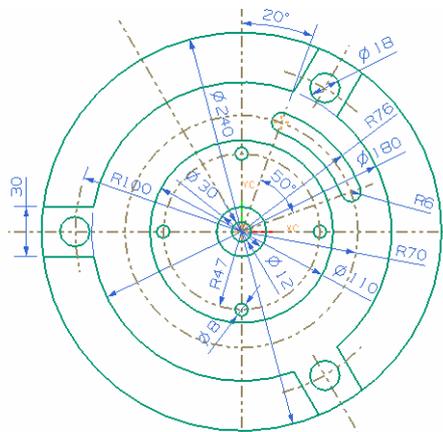


图 3-78 吸盘零件平面图效果

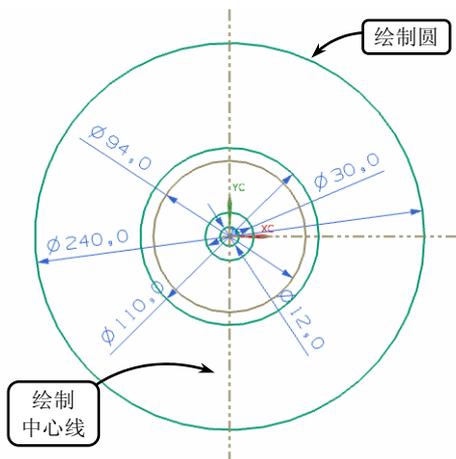
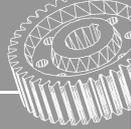


图 3-79 绘制中心线和圆轮廓



图 3-80 修改圆线型

③ 单击【圆】按钮, 以如图 3-81 所示的交点为圆心, 绘制直径为  $\Phi 8$  的圆轮廓。

④ 在【直接草图】工具栏中单击【阵列曲线】按钮, 系统将打开【阵列曲线】对话框。此时, 在绘图区中选取直径为  $\Phi 8$  的圆作为阵列对象, 效果如图 3-82 所示。

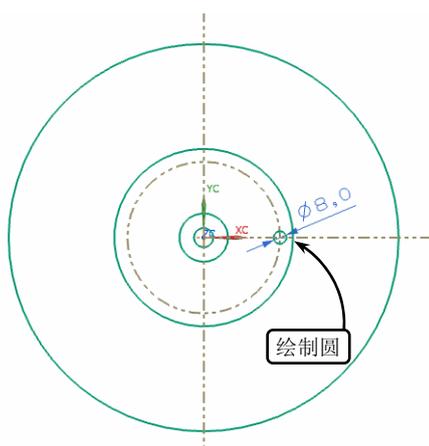


图 3-81 绘制圆轮廓

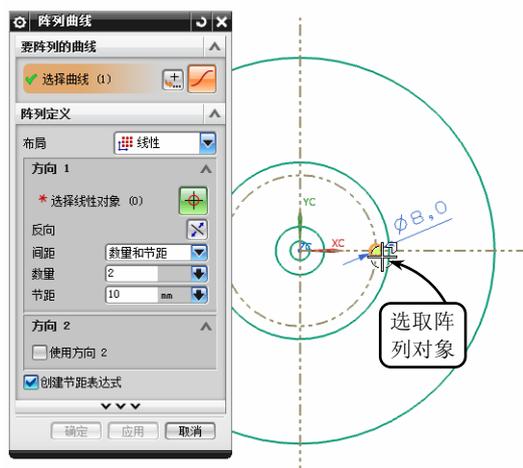


图 3-82 选取阵列曲线

⑤ 选择阵列方式为【圆形】, 并分别设置阵列数量和对应的阵列节距角度参数, 如图 3-83 所示。

⑥ 接着在【旋转点】选项组中单击【点对话框】按钮, 系统将打开【点】对话框。此时, 按照如图 3-84 所示指定点的类型, 并选取圆弧作为选择对象, 确定阵列的中心点。

⑦ 指定圆弧中心为阵列中心后, 单击【确定】按钮退出对话框, 即可获得圆轮廓的阵列效果, 如图 3-85 所示。

⑧ 单击【圆】按钮, 按照如图 3-86 所示的尺寸要求绘制大圆轮廓线, 并沿水平位置绘制直径为  $\Phi 18$  的小圆轮廓线。

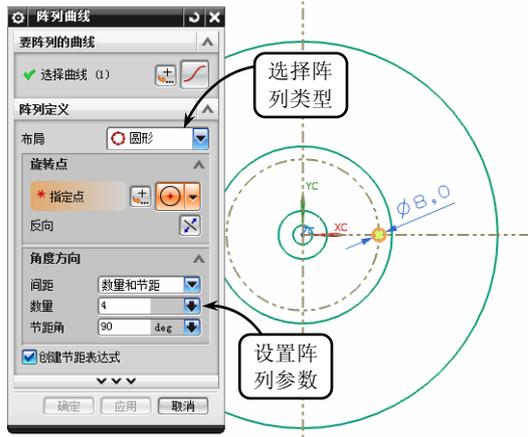


图 3-83 设置阵列参数

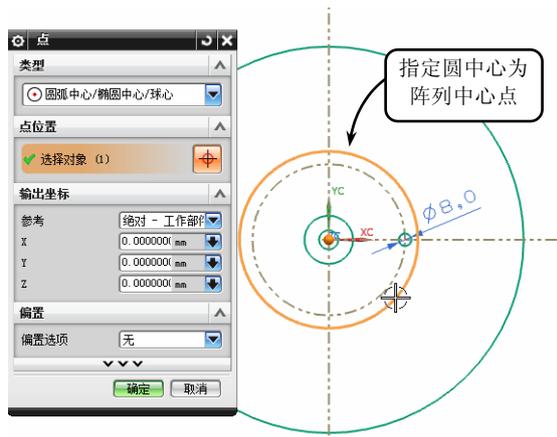


图 3-84 指定圆弧中心为阵列中心

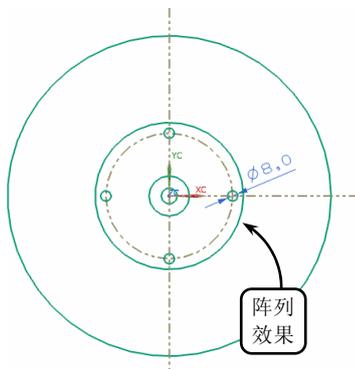


图 3-85 阵列圆轮廓

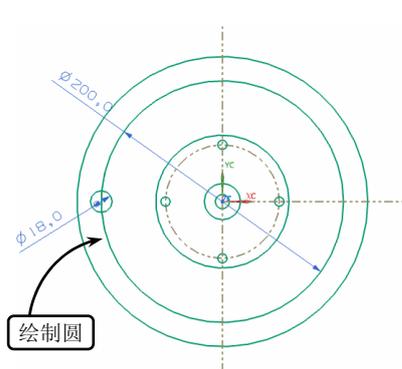


图 3-86 绘制圆轮廓线

⑨ 右键单击已经绘制的直径为  $\Phi 200$  的圆轮廓线，在弹出的菜单栏中选择【编辑显示】选项。然后在打开的【编辑对象显示】对话框中修改线型，如图 3-87 所示。

⑩ 单击【直线】按钮，按照如图 3-88 所示的尺寸要求绘制两条水平直线，并使其延伸到指定的圆轮廓线上。



图 3-87 修改圆线型

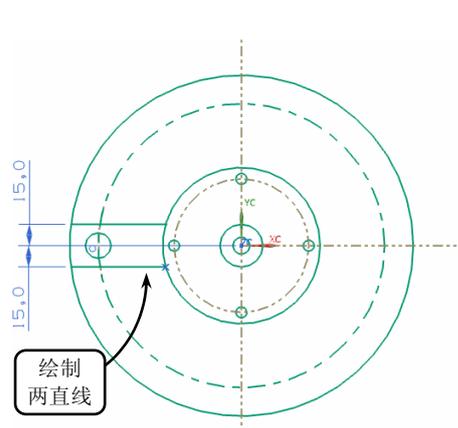
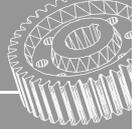


图 3-88 绘制直线



⑪ 在【直接草图】工具栏中单击【阵列曲线】按钮, 系统将打开【阵列曲线】对话框。此时, 在绘图区中选取如图 3-89 所示的直线和圆作为阵列对象。

⑫ 然后选择阵列方式为【圆形】, 并分别设置阵列数量和阵列节距角度参数, 如图 3-90 所示。

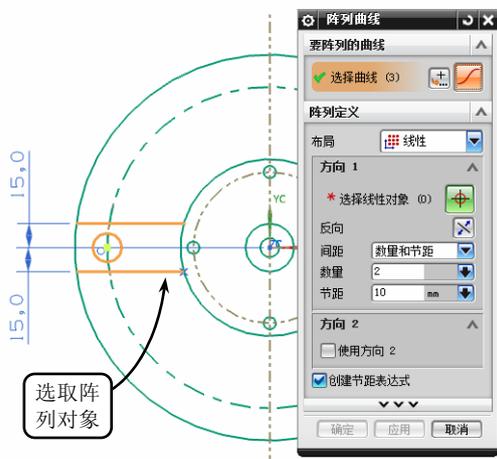


图 3-89 选取阵列曲线

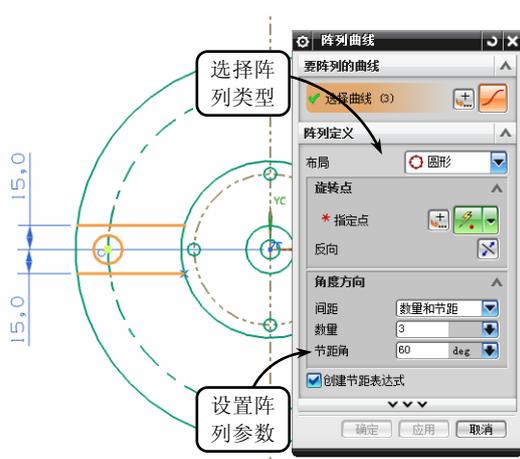


图 3-90 设置阵列参数

⑬ 接着在【旋转点】选项组中单击【点对话框】按钮, 系统将打开【点】对话框。此时, 按照如图 3-91 所示选择点的类型, 并选取圆弧作为选择对象, 确定阵列中心点。

⑭ 指定圆弧中心为阵列中心后, 单击【确定】按钮退出对话框, 即可显示阵列效果。如果参数不合适, 可修改对应的参数获得对应的阵列效果, 如图 3-92 所示。

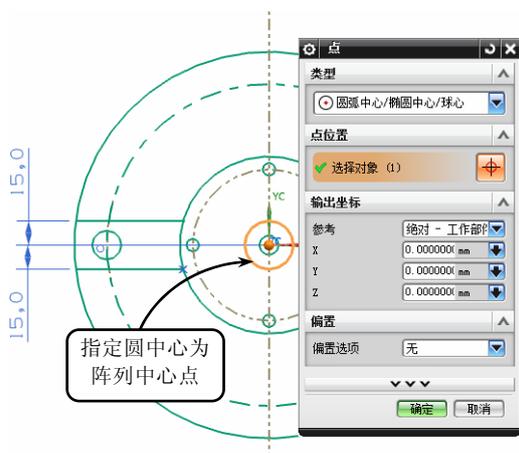


图 3-91 指定阵列中心

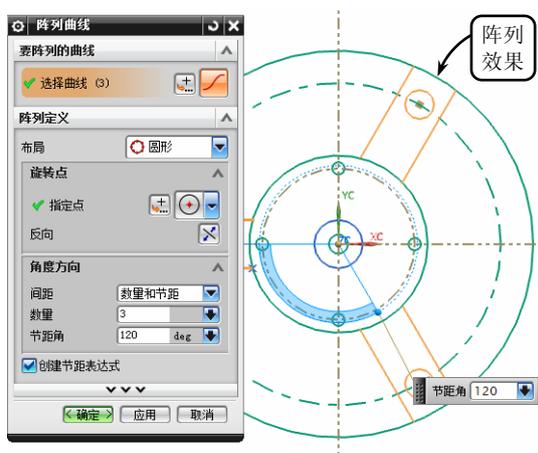


图 3-92 阵列操作

⑮ 继续使用【圆】工具按照如图 3-93 所示的尺寸要求绘制圆轮廓线, 并利用【快速修剪】工具修剪多余线条。

⑯ 以圆周阵列的 3 个圆轮廓的中心点作为参照绘制圆轮廓, 并修改线型为点划线。然后绘制多条直线作为剪切线, 并利用【快速剪切】工具修剪多余线条, 效果如图 3-94 所示。

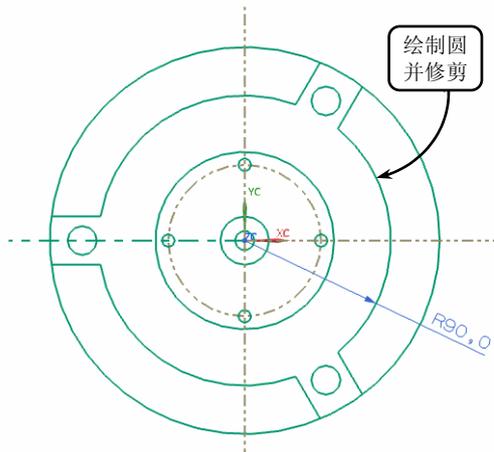


图 3-93 绘制圆轮廓并修剪

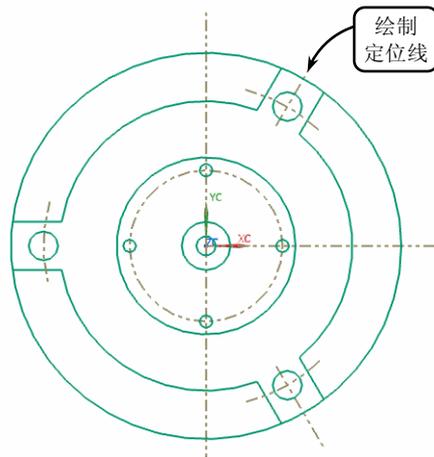


图 3-94 绘制定位线

17 利用【直线】工具，按照如图 3-95 所示的角度要求分别绘制倾斜直线，作为后续绘制圆弧长槽的辅助线。

18 右键单击已经绘制的直径为  $\Phi 140$  的圆轮廓线，在弹出的菜单栏中选择【编辑显示】选项。然后在打开的【编辑对象显示】对话框中修改线型，如图 3-96 所示。

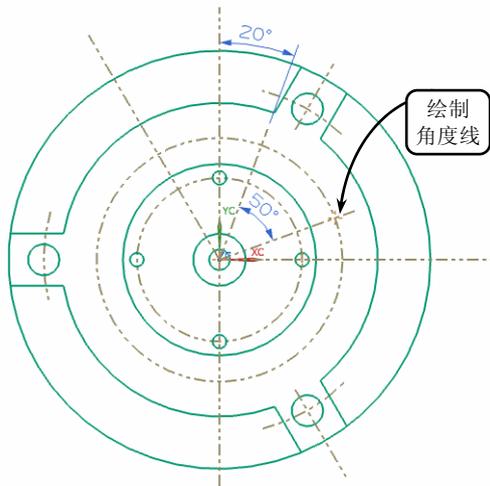


图 3-95 绘制倾斜直线

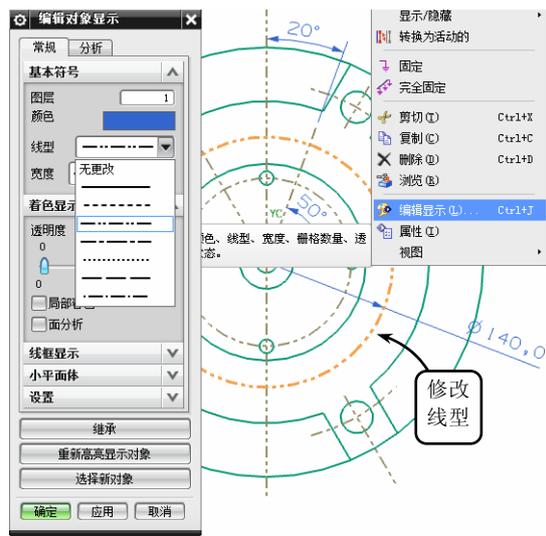


图 3-96 修改圆轮廓线型

19 继续使用【圆】工具按照如图 3-97 所示的尺寸要求绘制圆轮廓线，作为绘制长圆弧槽的辅助线。

20 在【直接草图】工具栏中单击【圆弧】按钮，分别以直径为  $\Phi 140$  的辅助圆和倾斜线的交点为圆心绘制半径为 R6 的圆弧，效果如图 3-98 所示。

21 利用【快速修剪】工具修剪多余的圆轮廓线和倾斜线，即可获得如图 3-99 所示的吸盘草图效果。

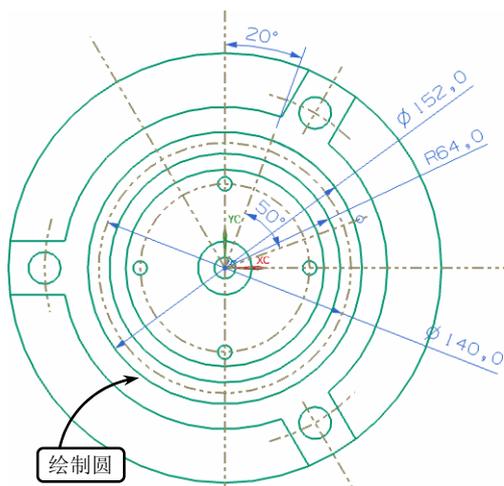
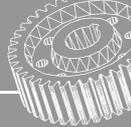


图 3-97 绘制圆轮廓线

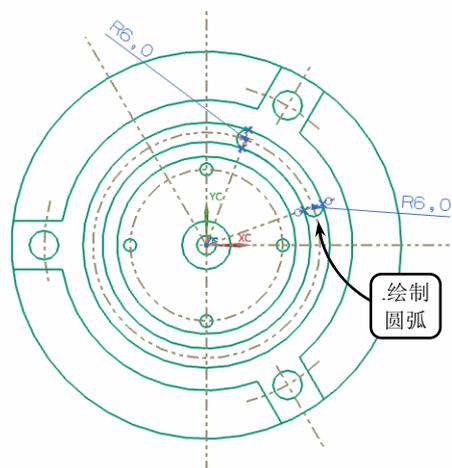


图 3-98 绘制圆弧

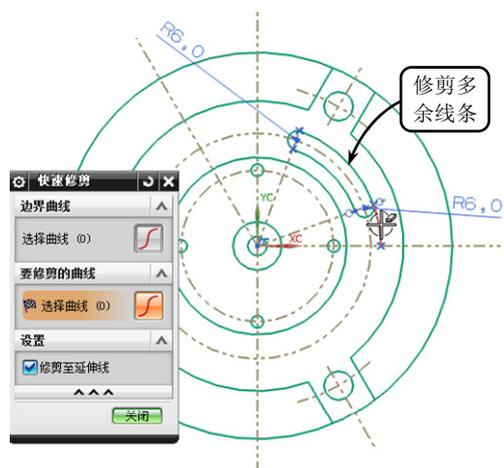


图 3-99 修剪轮廓

### 3.9 扩展练习：绘制垫片

本练习绘制垫片草图，效果如图 3-100 所示。在机械部件中，垫片主要起到密封、缓冲以及绝缘的作用。该垫片零件由外部的圆弧轮廓和内部的 3 个圆孔组成，其中圆孔可以用于穿过轴类零件或螺栓。

在绘制该垫片草图时，可以首先利用【圆】工具绘制出基本轮廓，然后利用【快速修剪】工具修剪该轮廓。接着利用【直线】和【镜像曲线】工具绘制底部轮廓，最后利用【圆角】工具绘制相应的圆角，即可完成垫片草图的绘制。

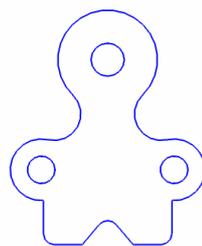


图 3-100 垫片效果图

### 3.10 扩展练习：绘制安全阀

本练习绘制安全阀零件，效果如图 3-101 所示。安全阀又称溢流阀，在系统中起安全保护的作用，被称为压力容器的最终保护装置。阀体零件在机械设备中应用广泛。该安全阀主要由阀座、阀瓣（阀芯）和加载结构三部分组成。该安全阀图形主要由正方形、圆和正多边形组成。

由于该安全阀平面图形状规则，因此在绘制该零件图时，可以采用从外向里的绘图方法。首先利用【直线】工具绘制中心线。然后利用【圆】工具绘制定位圆，接着利用【多边形】、【圆】和【快速修剪】工具绘制其内部结构，注意要多次利用【快速修剪】工具修剪图形，最后利用【直线】工具绘制阀体上部结构，即可完成安全阀的绘制。

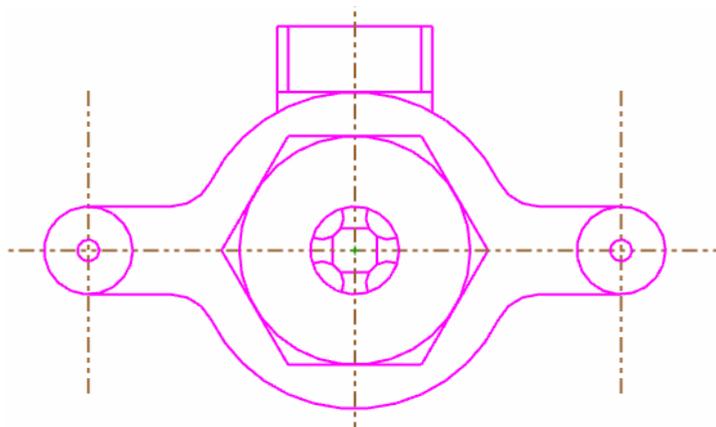


图 3-101 安全阀平面效果