

第 2 章

二维草绘设计

本章导读

三维造型生成之前需要绘制草图，草图绘制完成以后，可以用实体命令生成实体造型。所以草图绘制是创建零件模型的基础，绘制草图时首先按照自己的设计意图，绘制出零件的二维轮廓，然后利用草图的尺寸约束和几何约束功能，精确确定二维轮廓曲线的尺寸、形状和相互位置。当草图修改以后，实体造型也发生相应的变化。因此对于需要反复修改的实体造型，使用草图绘制功能以后，修改起来非常方便快捷。

本章主要介绍二维草图绘制的基础知识，以及如何进行草图设计，并对草图进行约束和定位。

2.1 草图工作平面

本节将介绍 NX 的草图绘制功能、草图的作用和如何指定草图平面。

2.1.1 草图绘制功能

草图绘制功能为用户提供了一种二维绘图工具，在 NX 中，有两种方式可以绘制二维图：一种是利用基本画图工具，另一种就是利用直接草图绘制功能。两者都具有十分强大的曲线绘制功能。但与基本画图工具相比，直接草图绘制功能还具有以下 3 个显著特点。

(1) 草图绘制环境中，修改曲线更加方便快捷。

(2) 直接草图绘制完成的轮廓曲线，与拉伸或旋转等扫描特征生成的实体造型相关联，当草图对象被编辑以后，实体造型也紧接着发生相应的变化，即具有参数设计的特点。

(3) 在直接草图绘制过程中，可以对曲线进行尺寸约束和几何约束，从而精确确定草图对象的尺寸、形状和相互位置，满足用户的设计要求。

2.1.2 草图的作用

草图的作用主要有以下 4 点。

(1) 利用草图，用户可以快速勾画出零件的二维轮廓曲线，再通过施加尺寸约束和几何约束，就可以精确确定轮廓曲线的尺寸、形状和位置等。

(2) 草图绘制完成后，可以用拉伸、旋转或扫描等命令生成实体造型。

(3) 草图绘制具有参数设计的特点，在设计需要进行反复修改的零件时非常有用。因为只需要在草图绘制环境中修改二维轮廓曲线即可，而不用去修改实体造型，这样就节省了很多修改时间，提高了工作效率。

(4) 草图可以最大限度地满足用户的设计要求，这是因为所有的草图对象都必须在某一指定的平面上进行绘制，而该指定平面可以是任一个平面。

2.1.3 指定草图平面

草图平面是指用来附着草图对象的平面，它可以是坐标平面，如 XC-YC 平面，也可以是实体上的某一平面，如长方体的某一个面，还可以是基准平面。因此草图平面可以是任一个平面，即草图可以附着在任一个平面上，这也就给设计者带来了极大的设计空间和自由。

在绘制草图对象时，首先要指定草图平面，这是因为所有的草图对象都必须附着在某一指定平面上。因此在讲解草图设计前，我们先来学习指定草图平面的方法。指定草图平面的方法有两种：一种是在创建草图对象之前就指定草图对象，另一种是在创建草图对象时使用默认的草图平面，然后重新附着草图平面。后一种方法也适用于需要重新指定草图平面的情况。

下面将详细介绍在创建草图对象之前，指定草图平面的方法。

在【主页】选项卡【直接草图】组中单击【草图】按钮，弹出如图 2-1 所示的【创建草图】对话框。此时系统提示用户“选择对象来自自动判断坐标系”，同时在绘图区显示绘图平面和 X、Y、Z 三个坐标轴。



图 2-1

下面将分类介绍【创建草图】对话框的参数设置。



1. 类型

在【类型】下拉列表框中, 包含两个选项, 分别是【在平面上】和【基于路径】, 用户可以选择其中的一种作为新建草图的类型。系统默认的草图类型为在平面上的草图。

2. 平面方法

该选项用来指定实体平面为草图平面。它有4种类型, 分别是【自动判断】、【现有平面】、【新平面】和【创建基准坐标系】, 下面介绍常用的3种类型。

1) 自动判断

可以由系统自动判断绘图者的意图, 选取绘图平面。

2) 现有平面

选择一个现有的平面作为草绘平面。

3) 新平面

选择【新平面】选项, 打开的【创建草图】对话框如图2-2所示, 要求用户创建一个平面作为草图平面。

3. 草图方向

该参数用来设置草图轴的方向, 它包含两个选项: 【水平】和【竖直】。

4. 草图原点

指定草图的原点, 单击相应的按钮, 在绘图区指定原点。



图 2-2

2.2 草绘设计

2.2.1 绘制草图

指定草图平面后, 就可以进入草图环境设计草图对象。在制作模型特征之前绘制和编辑草图, 一般使用【主页】选项卡【直接草图】组中的命令进行绘制, 如图2-3所示; 也可以使用【曲线】选项卡中的命令进行操作, 如图2-4所示, 两者都可以直接绘制出各种草图对象, 如点、直线、圆、圆弧、矩形、椭圆和样条曲线等。并可以对草图进行编辑, 如镜像、偏置、添加、求交和投影等。同样可以对草图对象施加约束和定位草图, 如自动判断尺寸、自动约束、动画尺寸等。



图 2-3



图 2-4

选项卡上的按钮可以自由进行调整, 用来直接绘制各种草图对象, 包括点和曲线等。下面以【主页】选项卡为例, 介绍草绘主要按钮的使用方法。

2.2.2 绘制点和直线

1. 绘制点

单击【主页】选项卡中的【点】按钮, 弹出【草图点】对话框, 如图2-5所示。在【草图点】对话框的下拉列表中选择12种不同类型的画点方式。

单击【草图点】对话框中的【点对话框】按钮, 弹出【点】对话框, 如图 2-6 所示, 可以设置点的坐标, 从而确定点的位置。



图 2-5



图 2-6

在草图当中, 绘制的点会有弱尺寸的位置标注, 如图 2-7 所示。

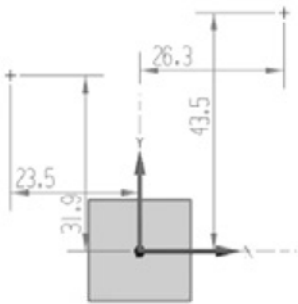


图 2-7

2. 绘制直线

在【主页】选项卡中, 单击【直线】按钮, 出现如图 2-8 所示的【直线】对话框和坐标栏。在视图中单击鼠标即可绘制出直线。如果单击【输入模式】中的【参数模式】按钮, 即可显示另一种绘制直线的参数模式, 如图 2-9 所示。



图 2-8



图 2-9

无论是以何种命令绘制的直线, 都会以

角度和长度的方式标注直线的位置, 如图 2-10 所示。

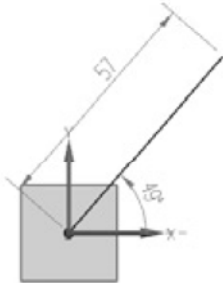


图 2-10

2.2.3 圆和圆弧

1. 绘制圆

在【主页】选项卡中, 单击【圆】按钮, 弹出【圆】对话框, 如图 2-11 所示。



图 2-11

在【圆】对话框中有【坐标模式】和【参数模式】两种输入模式, 以及两种绘制圆的方法。最常用的是【圆心和直径定圆】, 还有【三点定圆】方式, 如图 2-12 所示。绘制完成的圆同样会有弱尺寸定位, 如图 2-13 所示。



图 2-12

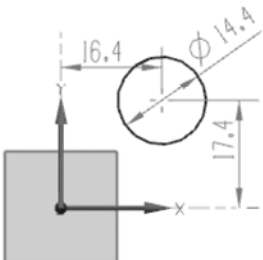


图 2-13

2. 绘制圆弧

在【主页】选项卡中, 单击【圆弧】按钮, 弹出【圆弧】对话框, 如图 2-14 所示。



图 2-14

在【圆弧】对话框中有【坐标模式】和【参数模式】两种输入模式，以及两种绘制圆弧的方法：【中心和端点定圆弧】和【三点定圆弧】方式，如图 2-15 所示。绘制完成的圆弧图形有弱尺寸定位，如图 2-16 所示。

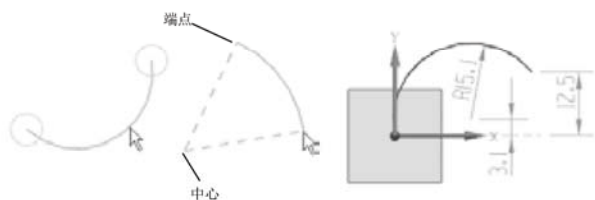


图 2-15

图 2-16

2.2.4 绘制矩形和多边形

1. 绘制矩形

在【主页】选项卡中，单击【矩形】按钮 ，弹出【矩形】对话框，可以进行各种形式矩形的创建，如图 2-17 所示。矩形输入模式同样有两种，绘制矩形的三种方法如图 2-18 所示。

完成的矩形定位，如图 2-19 所示。



图 2-17

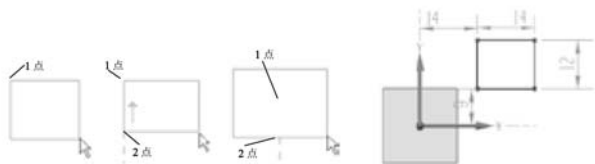


图 2-18

图 2-19

2. 绘制多边形

单击【主页】选项卡中的【多边形】按钮 ，弹出【多边形】对话框，如图 2-20 所示，

指定多边形中点和边数，并设置和多边形关联圆的大小。完成的多边形的定位，如图 2-21 所示。



图 2-20

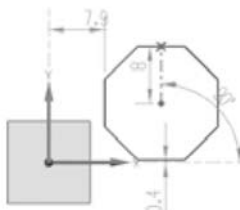


图 2-21

2.2.5 绘制抛物线

1. 绘制艺术样条

在【主页】选项卡中，单击【艺术样条】按钮 ，弹出【艺术样条】对话框，如图 2-22 所示，设置曲线的通过类型，类型有【通过点】和【根据极点】两种，绘制方法如图 2-23 所示。之后指定曲线上的各点，对曲线的【参数化】和【移动】参数进行设置。完成的样条曲线定位，如图 2-24 所示。



图 2-22



图 2-23

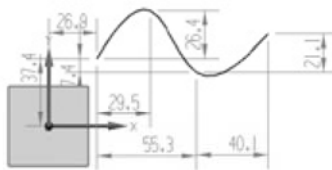


图 2-24

2. 绘制椭圆

在【主页】选项卡中，单击【椭圆】按钮，弹出【椭圆】对话框，如图 2-25 所示，指定椭圆中心，确定椭圆的大小半径，还可以选择椭圆是否是封闭，或者旋转椭圆，最后完成椭圆，如图 2-26 所示。



图 2-25

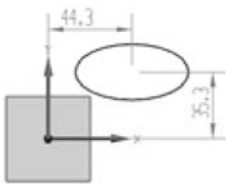


图 2-26

3. 绘制二次曲线

在【主页】选项卡中，单击【二次】按钮，弹出【二次曲线】对话框，如图 2-27 所示，选择二次曲线的起点、终点和控制点，如图 2-28 所示，设置 Rho 值，完成曲线绘制。曲线的定位如图 2-29 所示。



图 2-27

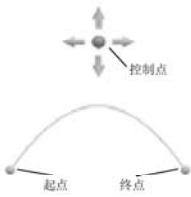


图 2-28

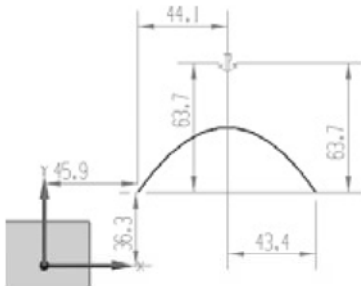


图 2-29

2.2.6 绘制文字和尺寸

单击【曲线】选项卡中的【文本】按钮，弹出【文本】对话框，如图 2-30 所示。在【类型】选项组可以选择文本依附的位置，有【平面副】、【曲线上】和【面上】三种类型可供选择；【文本属性】选项组是设置文字的属性的，可以对文字的【线型】、【脚本】和【字型】等进行设置。



图 2-30

在【文本】对话框的【文本框】选项组中，可以设置文本位置和尺寸。单击【点对话框】按钮，打开【点】对话框，如图 2-31 所示，可以设置文本的位置点；单击【坐标系对话框】按钮，可以打开【坐标系】对话框，如图 2-32 所示，可以设置文本的坐标。在设置文本【尺寸】之后，就可以完成文字的添加，创建的文本如图 2-33 所示。



图 2-31



图 2-32

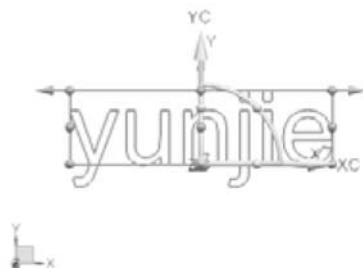


图 2-33

2.3 草图约束与定位

完成草图设计后，轮廓曲线就基本上勾画出来了，但这样绘制出来的轮廓曲线还不够精确，不能准确表达设计者的设计意图，因此还需要对草图对象施加约束和定位草图。

草图绘制功能提供了两种约束：一种是尺寸约束，它可以精确地确定曲线的长度、角度、半径或直径等尺寸参数；另一种是几何约束，它可以精准确定曲线之间的相互位置，如同心、相切、垂直或平行等几何参数，对草图对象施加尺寸约束和几何约束后，草图对象就可以精确地确定下来了。

2.3.1 尺寸约束

尺寸约束用来确定曲线的尺寸大小，包括水平长度、竖直长度、平行长度、两直线之间的角度、圆的直径、圆弧的半径等。

本节将介绍施加尺寸约束的方法和尺寸约束的各种类型。

1. 施加尺寸约束的方法

在【主页】选项卡中单击【快速尺寸】按钮，打开如图 2-34 所示的【快速尺寸】对话框。在【方法】下拉列表框中，共有 9 种尺寸约束类型。选择对象参考，单击即可放置尺寸。



图 2-34

2. 尺寸约束的类型

在【主页】选项卡中，NX 为用户提供了 5 种尺寸约束类型。

1) 【快速尺寸】按钮

快速尺寸是系统默认的尺寸类型，当用户选择草图对象后，系统会根据不同的草图对象，

自动判断可能要施加的尺寸约束。例如，当用户选择的草图对象是斜线时，系统显示平行尺寸。单击鼠标左键，即可完成斜线的尺寸约束。

2) 【线性尺寸】按钮

线性尺寸约束用来对草图对象施加水平尺寸约束、竖直尺寸约束、平行或者垂直于草图对象本身的尺寸约束。用户选择一条直线或者某个几何对象的两点，修改尺寸约束的数字即可完成约束。

3) 【径向尺寸】按钮

径向尺寸约束用来标注圆或者圆弧的尺寸大小，一般来说，圆标注直径尺寸约束，圆弧标注半径尺寸约束。

4) 【角度尺寸】按钮

角度约束用来创建两直线之间的角度约束。选择两条直线后，修改尺寸数据即可创建角度尺寸约束。选择的两条直线可以相交也可以不相交，还可以是两条平行线。

5) 【周长尺寸】按钮

周长尺寸约束用来创建直线或者圆弧的周长约束。

2.3.2 几何约束

几何约束用来确定草图对象之间的相互关系，如平行、垂直、同心、固定、重合、共线、中心、水平、相切、等长度、等半径、固定长度、固定角度、曲线斜率、均匀比例等。由于一些几何约束的操作方法基本相同，下面将分成几类来介绍各种几何约束的操作方法。

1. 施加几何约束的方法

施加几何约束的方法有两种：一种是手动施加几何约束，另一种是自动施加几何约束。下面将详细介绍施加这两种几何约束的方法。

1) 手动施加几何约束

在【主页】选项卡中单击【几何约束】按钮，系统提示用户选择需要创建约束的曲线。当选择一条或者多条曲线后，系统将在绘图区显示【几何约束】对话框，而且选择的曲线高亮度显示在绘图区，如图 2-35 所示。用户在【几何约束】对话框中单击相应的约束按钮，即可对选择的曲线创建几何约束。



图 2-35

2) 自动施加几何约束

自动施加几何约束是指用户选择一些几何约束后，系统根据草图对象自动施加合适的几何约束。在【主页】选项卡中单击【连续自动标注尺寸】按钮，打开的【几何约束】对话框如图 2-36 所示。用户在【几何约束】对话框中选择可能用到的几何约束，如启用【平行】、【垂直】、【相切】复选框等，再设置公差和角度，单击【关闭】按钮，系统将根据草图对象和用户选择的尺寸约束，自动在草图对象上施加尺寸约束。



图 2-36

2. 几何约束的类型

NX 为用户提供了多种可以选用的几何约束, 当用户选择需要创建几何约束的曲线后, 系统自动根据用户选择的曲线显示几个可以创建的几何按钮。下面将介绍这些几何约束的含义。

(1) **【水平】**、**【竖直】**: 这两个类型分别约束直线为水平直线和竖直直线。

(2) **【平行】**、**【垂直】**: 这两个类型分别约束两条直线相互平行和相互垂直。

(3) **【共线】**: 该类型约束两条直线或多条直线在同一条直线上。

(4) **【同心】**: 该类型约束两个或多个圆弧的圆心在同一点上。

(5) **【相切】**: 该类型约束两个几何体相切。

(6) **【等长】**、**【等半径】**: 等长几何约束约束两条直线或多条直线等长。等半径几何约束约束两个圆弧或多个圆弧等半径。

(7) **【重合】**: 该类型约束两个点或多个点重合。

(8) **【点在曲线上】**: 该类型约束一个或者多个点在某条线上。

在对草图对象进行几何约束时, 选取草图对象的顺序不同得到的结果也不相同, 以选取的第一个草图对象为基准, 以后选取的草图对象都以第一个草图为参照物。

2.3.3 修改图形

【曲线】选项卡上的命令按钮可以对各种草图对象进行操作, 包括派生直线、投影曲线、快速修剪和延伸、制作拐角、镜像曲线等。下面将介绍这些草图操作的方法。

1. 派生直线

【派生直线】按钮用来偏置某一直线, 或者在两相交曲线的交点处派生出一条角平分线。当单击**【曲线】**选项卡中的**【派生直线】**按钮时, 系统在提示栏中显示“选择参考线”字样, 提示用户选择需要派生的直线。用户选择一条直线后, 系统自动派生出一条平行于选择曲线的直线, 并在派生曲线的附近显示偏置距离。在长度文框中输入适当的数据或者移动

鼠标指针到适当的位置, 单击鼠标左键, 即可生成一条偏置曲线。

如果用户选择一条直线后, 再选择另外一条与第一条直线相交的直线, 系统将在两条直线的交点处派生出一条角平分线。

如图 2-37 所示, 曲线 1、曲线 2 是原曲线, 曲线 3 是派生曲线, 曲线 4 是曲线 1、曲线 2 的角平分线。

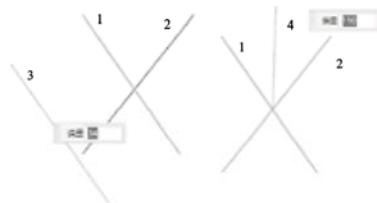


图 2-37

2. 投影曲线

投影曲线是把选取的几何对象, 沿着垂直于草图平面的方向投影到草图中来。这些几何对象可以是在建模环境中创建的点、曲线或者边缘, 也可以是草图中的几何对象, 还可以是由一些曲线组成的线串。在**【曲线】**选项卡中单击**【投影曲线】**按钮, 打开如图 2-38 所示的**【投影曲线】**对话框。创建时首先选择要投影的对象, 之后选择**【投影方向】**, 即可完成创建。



图 2-38

3. 快速修剪

【快速修剪】按钮用来快速擦除曲线分

段。当单击【主页】选项卡中的【快速修剪】按钮时，系统在提示栏中显示“选择要修剪的曲线”字样，提示用户选择需要擦除的曲线分段。选择需要修剪的曲线部分即可擦除多余的曲线分段。用户也可以按住鼠标左键不放拖动来擦除曲线分段。

如图 2-39 所示，当按住鼠标左键不放拖动，光标经过右侧的小直角三角形时，留下了拖动痕迹，与拖动痕迹相交的曲线就被擦除了，原来的大直角三角形变成了一个梯形。

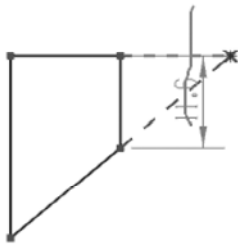


图 2-39

4. 快速延伸和制作拐角

【快速延伸】按钮用来快速延伸一条曲线，使之与另外一条曲线相交。【制作拐角】按钮是将未相交的曲线进行延伸以制作拐角，它的操作方法与【快速修剪】按钮类似，这里不再赘述，如图 2-40 所示。

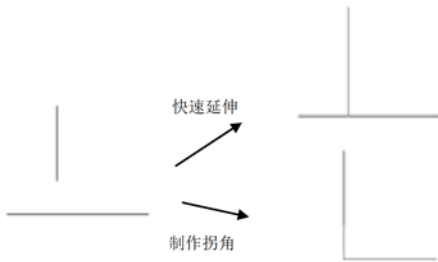


图 2-40

5. 镜像曲线

镜像曲线是以某一条直线为对称轴，使选取的两个草图对象对称。

在【主页】选项卡中单击【镜像曲线】按钮，打开如图 2-41 所示的【镜像曲线】对话框。



图 2-41

在【镜像曲线】对话框中，首先选择【要镜像的曲线】，再选择【中心线】，即可完成对称设置，如图 2-42 所示。

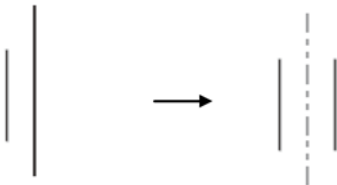


图 2-42

2.3.4 修改草图约束

尺寸约束和几何约束创建后，用户有时可能还需要修改或者查看草图约束。下面将介绍显示草图约束和设置周长尺寸的操作方法。

1. 显示草图约束

在【主页】选项卡中单击【显示草图约束】按钮，选择一条曲线后，系统将显示所有和该曲线相关的草图约束。单击鼠标左键选择一个草图约束后，系统在提示栏中会显示约束类型和全部选中的约束个数。

2. 设置周长尺寸

周长尺寸是指用户用来创建直线或者圆弧的周长约束。

在【主页】选项卡中单击【周长尺寸】按钮，打开如图 2-43 所示的【周长尺寸】对话框。

在【周长尺寸】对话框中选择一个对象后，设置尺寸的【距离】，单击【确定】按钮即可完成操作。



图 2-43

2.4 设计范例

2.4.1 法兰草图范例

案例 分析

本节的范例是绘制一个法兰草图，首先选择绘制平面，之后使用绘制草图工具分别绘制圆形和切线，最后进行修剪。

案例 操作

步骤 01 选择草绘面

- ① 单击【主页】选项卡中的【草图】按钮，进入草图绘制环境，如图 2-44 所示。
- ② 在绘图区中，选择草绘平面。
- ③ 单击【确定】按钮。

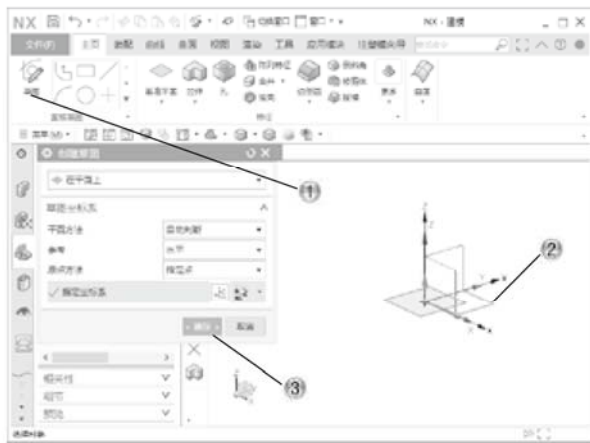


图 2-44

步骤 02 绘制同心圆

- ① 单击【主页】选项卡中的【圆】按钮，如

图 2-45 所示。

- ② 在绘图区中，绘制两个同心圆。

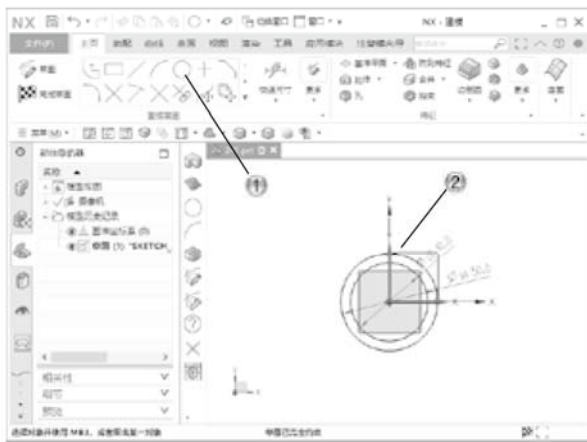


图 2-45

步骤 03 绘制 3 个圆形

- ① 单击【主页】选项卡中的【圆】按钮，如图 2-46 所示。
- ② 在绘图区中，绘制 3 个圆形。

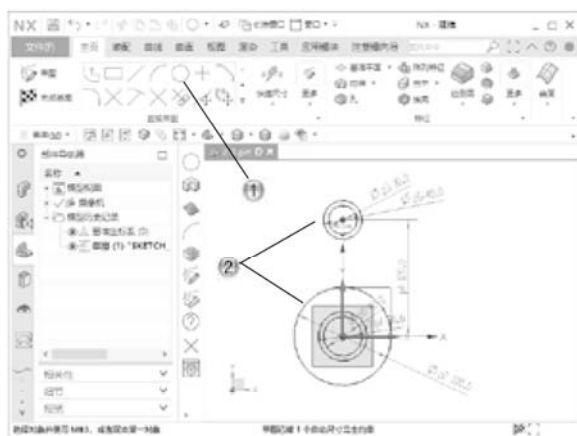


图 2-46

步骤 04 绘制切线

① 单击【主页】选项卡中的【直线】按钮 --- ，如图 2-47 所示。

② 在绘图区中，绘制两条切线。

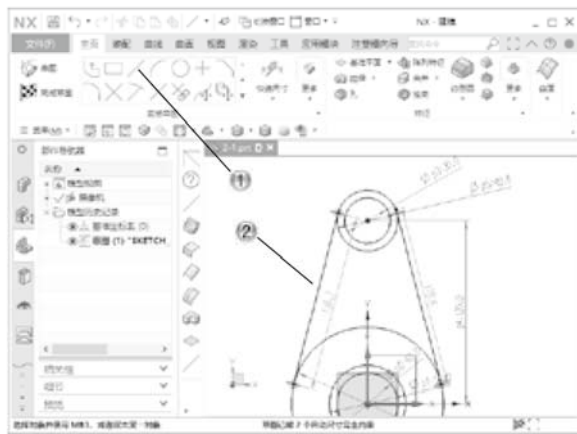


图 2-47

步骤 05 修剪草图

① 单击【主页】选项卡中的【快速修剪】按钮 $\times$ ，如图 2-48 所示。

② 在绘图区中，修剪圆形。

步骤 06 绘制直线

① 单击【主页】选项卡中的【直线】按钮 --- ，如图 2-49 所示。

② 在绘图区中，绘制角度为 45° 的直线。

步骤 07 绘制圆形

① 单击【主页】选项卡中的【圆】按钮 $\bigcirc$ ，如图 2-50 所示。

② 在绘图区中，绘制圆形。

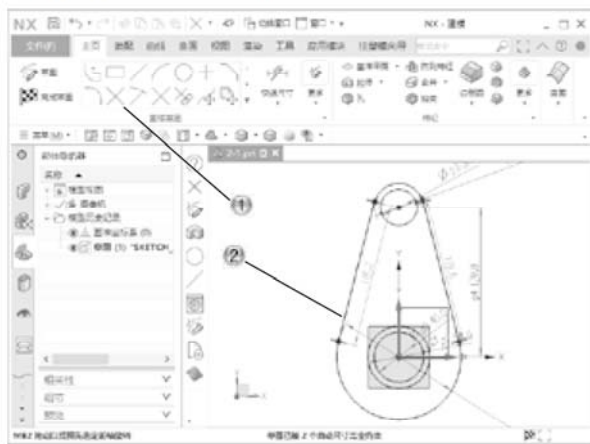


图 2-48



图 2-49



图 2-50

步骤 08 阵列圆形

① 单击【主页】选项卡中的【阵列曲线】按钮



由,如图 2-51 所示。

- ② 在绘图区中,选择圆形并设置阵列参数。
- ③ 单击【确定】按钮,阵列草图。

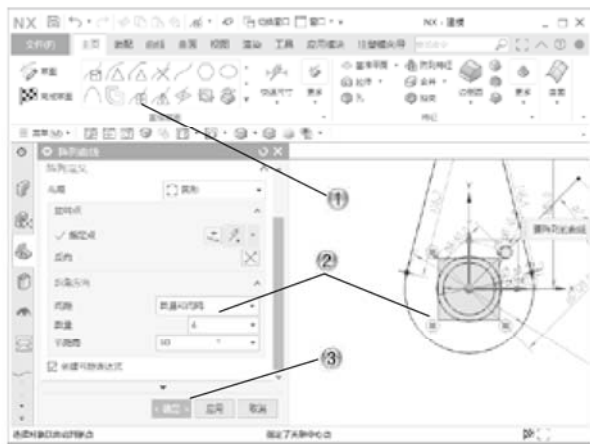


图 2-51

步骤 09 完成法兰草图

完成的法兰草图,如图 2-52 所示。

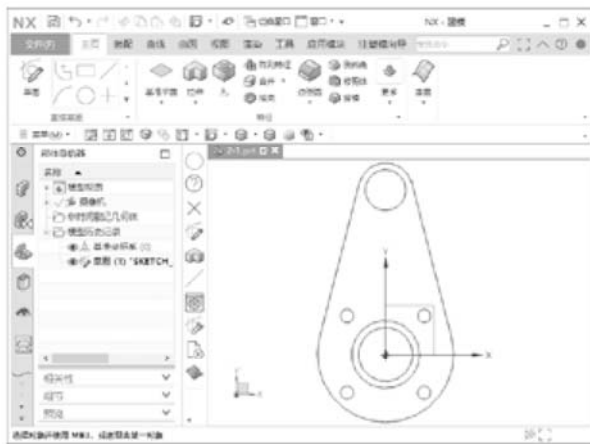


图 2-52

2.4.2 接头草图范例

案例 分析

本节的范例是绘制一个接头零件的草图,首先选择绘制平面,之后绘制圆形和矩形,并进行修剪,最后创建圆角和倒角。

案例 操作

步骤 01 选择草绘面

- ① 单击【主页】选项卡中的【草图】按钮,进入草图绘制环境,如图 2-53 所示。
- ② 在绘图区中,选择草绘平面。
- ③ 单击【确定】按钮。

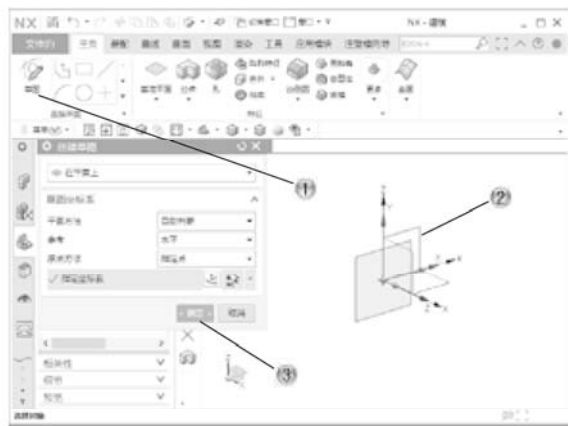


图 2-53

步骤 02 绘制矩形

- ① 单击【主页】选项卡中的【矩形】按钮,如图 2-54 所示。
- ② 在绘图区中,绘制矩形。

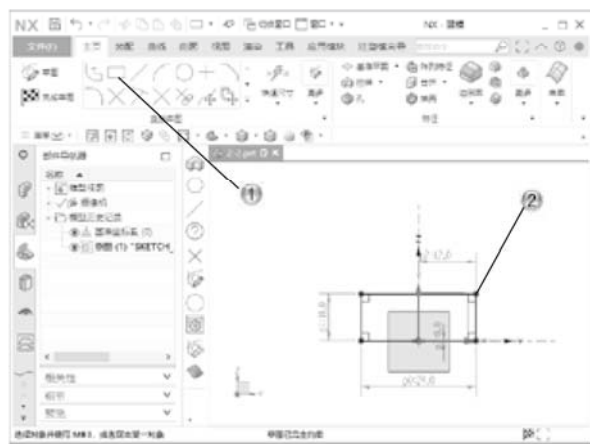


图 2-54

步骤 03 绘制竖直的矩形

- ① 单击【主页】选项卡中的【矩形】按钮，如图 2-55 所示。
- ② 在绘图区中，绘制竖直的矩形。

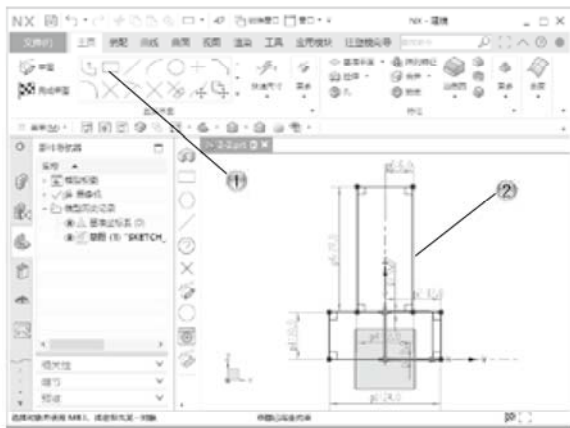


图 2-55

步骤 04 绘制圆形

- ① 单击【主页】选项卡中的【圆】按钮，如图 2-56 所示。
- ② 在绘图区中，绘制圆形。

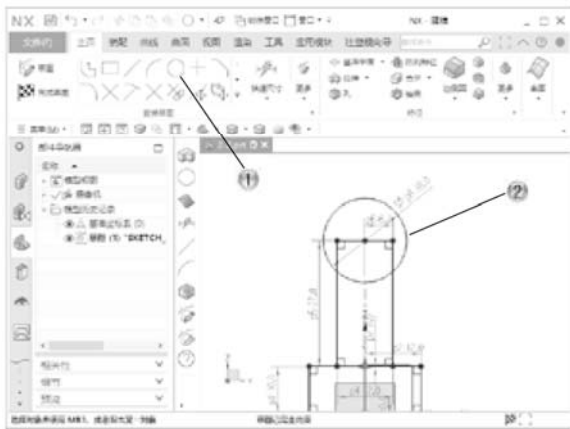


图 2-56

步骤 05 修剪草图

- ① 单击【主页】选项卡中的【快速修剪】按钮，如图 2-57 所示。
- ② 在绘图区中，修剪圆形和矩形。

步骤 06 创建圆角 R6

- ① 单击【主页】选项卡中的【圆角】按钮，如图 2-58 所示。

- ② 在绘图区中，创建半径为 6 的圆角。

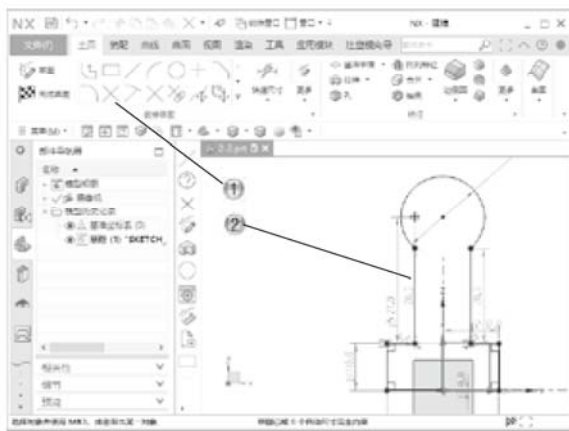


图 2-57

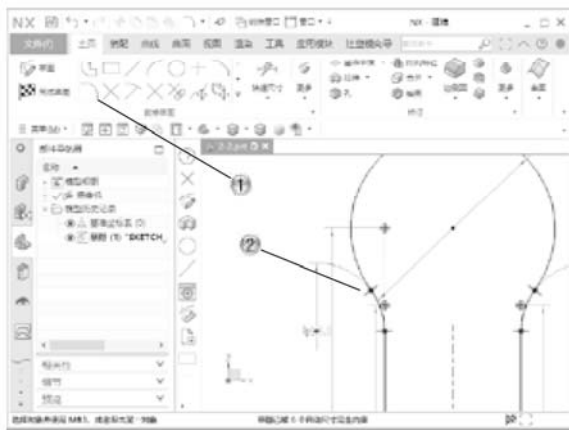


图 2-58

步骤 07 创建圆角 R3

- ① 单击【主页】选项卡中的【圆角】按钮，如图 2-59 所示。
- ② 在绘图区中，创建半径为 3 的圆角。

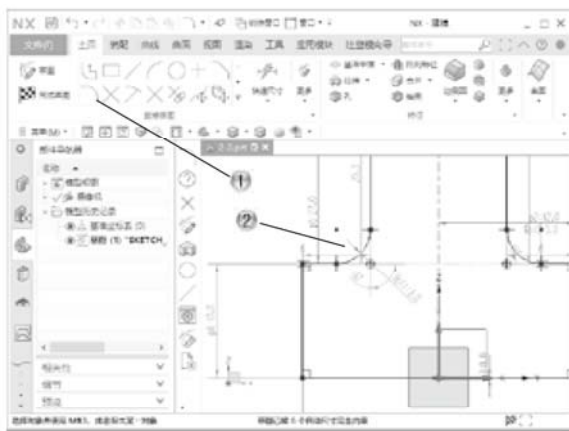


图 2-59

**步骤 08 创建倒角**

- ① 单击【主页】选项卡中的【倒斜角】按钮，如图 2-60 所示。
- ② 在绘图区中，创建距离为 1 的对称斜角。

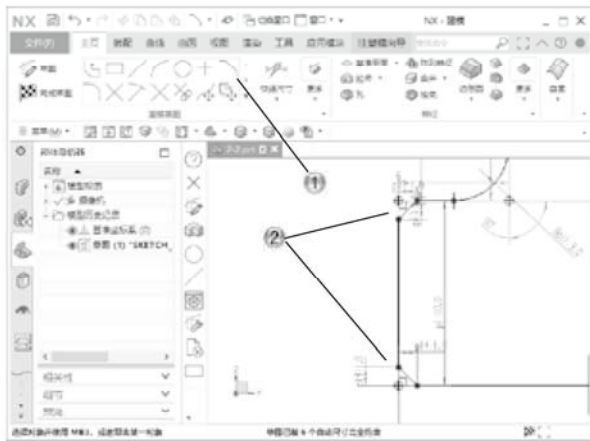


图 2-60

步骤 09 完成接头草图

完成的接头草图，如图 2-61 所示。

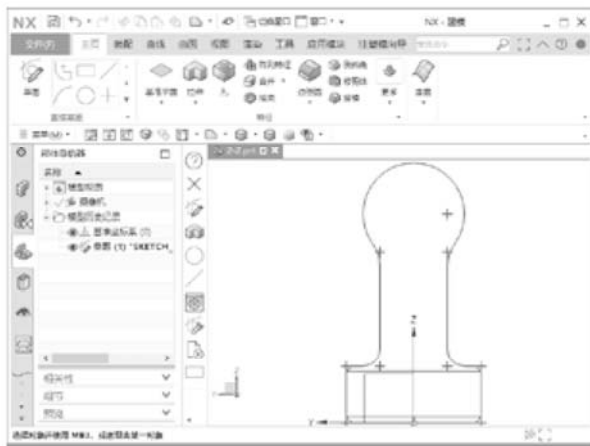


图 2-61

2.5 本章小结和练习**2.5.1 本章小结**

本章首先讲解了草图工作平面，之后介绍了草绘设计，草图绘制在拉伸、旋转或扫掠生成实体造型之前十分重要，这是因为草图设计具有参数化的特征，修改起来非常方便。最后我们介绍了草图约束和定位等内容，这对需要满足一定设计要求的零件非常重要，用户应该反复琢磨各个约束的含义并练习它的操作方法。

2.5.2 练习

1. 创建圆形图形和各个轮廓图形，如图 2-62 所示。
2. 使用圆角命令创建圆弧连接。
3. 使用快速修剪命令进行修剪。

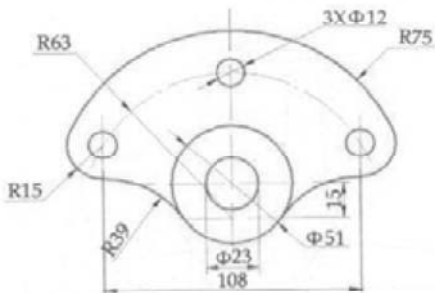


图 2-62