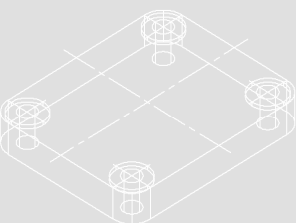


第 2 章

草图绘制

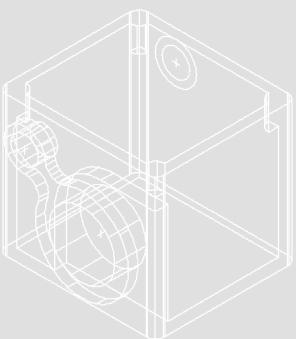


草图是指与实体模型相关联的二维图形，是在某个指定平面上的二维几何元素的总称。**绘制草图是创建实体模型的基础**。在创建实体模型时，首先需要在特定建模环境中调用已存在的草图截面图形，或根据实体截面轮廓来绘制新的草图截面，然后利用相应的实体建模工具将草图截面转化为实体模型。

本章主要介绍 Creo Parametric 2.0 中的草绘基本环境，基本草绘工具的使用方法以及相关的草图几何关系和尺寸标注等内容。

本章学习目标：

- 了解草绘的概念和认识草绘环境
- 掌握常用草绘工具的使用方法
- 掌握草图的常用编辑方法
- 掌握草图的约束方法
- 掌握草图的标注方法

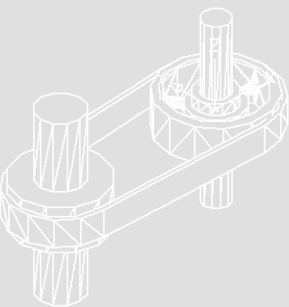


2.1 草绘概述

草图是由点、直线和圆弧等基本几何元素构成的平面轮廓，用于定义特定的截面形状、尺寸和位置，并由此生成相应的实体特征。在 Creo Parametric 中，实体模型的创建都是从绘制二维草图开始的。草图绘制不仅是创建三维实体模型的基础，也是实现其参数化特征建模的基础。

2.1.1 草绘环境

草绘环境是 Creo Parametric 的一个独立模块，在其中绘制的所有截面图形上都具有参数化尺寸驱动特性。在该环境下不仅可



以绘制特定的截面草图、轨迹线和基准曲线，还可以根据个人的使用习惯设定草绘环境的绘图区背景、栅格密度和参考坐标的形式等多种属性。

1. 进入草绘环境

绘制截面草图首先要进入草绘环境。在 Creo Parametric 中，进入草绘环境主要有三种方法：一是新建文件时，在【新建】对话框中选择【草绘】单选按钮，并指定文件名称，然后单击【确定】按钮，即可进入草绘环境，如图 2-1 所示。

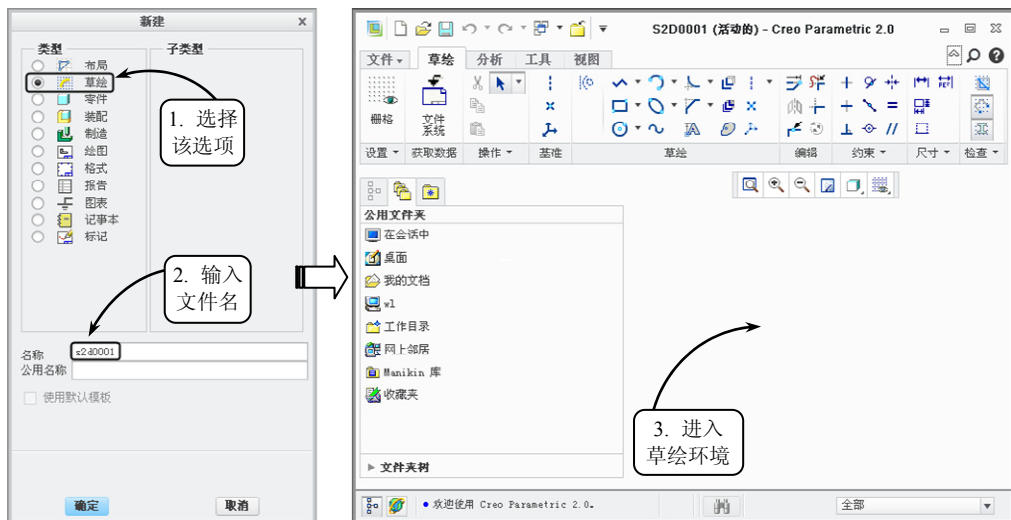




图 2-1 新建草绘文件进入草绘环境

二是在新建的【零件】或【装配】环境界面中，单击【模型】选项卡中的【草绘】按钮, 然后在打开的对话框中指定草绘平面，并单击【草绘】按钮，即可进入草绘环境；三是在特征建模过程中，单击特征操控选项卡中的【放置】按钮，并在下滑面板中单击【定义内部草绘】按钮，即可在打开的对话框中进行相应的操作进入草绘环境。

在进行实体建模时，后两种进入草绘环境的方法比较常用，尤其是第三种方法。下面以第三种方法为例，介绍进入草绘环境的具体操作。首先单击【拉伸】按钮, 并在打开的【拉伸】操控选项卡中单击【放置】按钮，然后在下滑面板中单击【定义内部草绘】按钮，系统将会打开【草绘】对话框。此时在绘图区中选取草绘平面和参考对象后，单击【草绘】按钮，即可进入草绘环境，如图 2-2 所示。

其中，打开的【草绘】对话框中各个选项的含义如下。

- **草绘平面** 绘制实体剖截面轮廓时指定的草绘平面，所绘制的草图曲线都在该平面内。

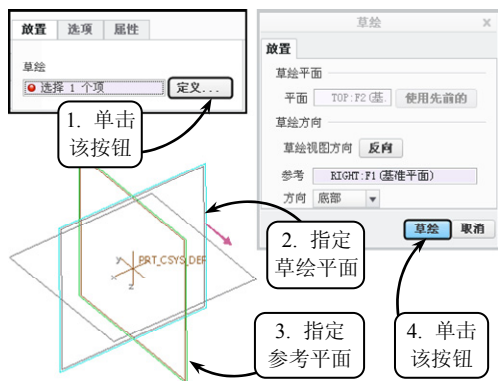


图 2-2 从建模环境进入草绘环境



- **草绘视图方向** 视图方向为用户察看草绘平面的观察方向。其中，草绘平面上箭头的方向为用户视线指向草绘平面的方向。
- **参考** 参考是确定草图位置和尺寸标注的依据。当指定了草绘平面后，系统将自动寻找可以作为参考的对象。其中，可以作为草绘参考的对象包括与草绘平面垂直的基准平面、模型表面、基准曲线和基准轴等。
- **方向** 通过选择该下拉菜单中的四个选项，可以指定所选参考对象相对于草图绘制方向的方位，如图 2-3 所示。

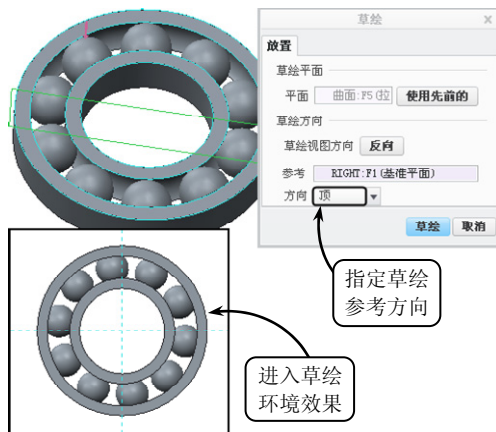


图 2-3 指定草绘方向

2. 草绘环境界面


草绘环境界面是绘制草图的基本界面，所有草图的绘制都要在这个界面中进行。该界面提供了各种草绘工具，用户可以单击选项板中相应的工具按钮进行草图绘制操作，如图 2-4 所示。

2.1.2 草绘环境设置

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

1. 环境颜色设置

当进入草绘环境后，系统默认的绘图区背景颜色是灰色，用户可以根据需要来设定自己喜爱的颜色，具体设置方法如下。

选择【文件】|【选项】选项，系统将打开【Creo Parametric 选项】对话框。此时在左侧选择【系统颜色】选项，并在右侧展开【图形】选项组。然后单击【背景】选项左侧的颜色块按钮，系统将展开一个颜色块列表框。此时若单击【更多背景颜色】按钮，即可在打开的【颜色编辑器】对话框中设置不同颜色的背景，如图 2-5 所示。

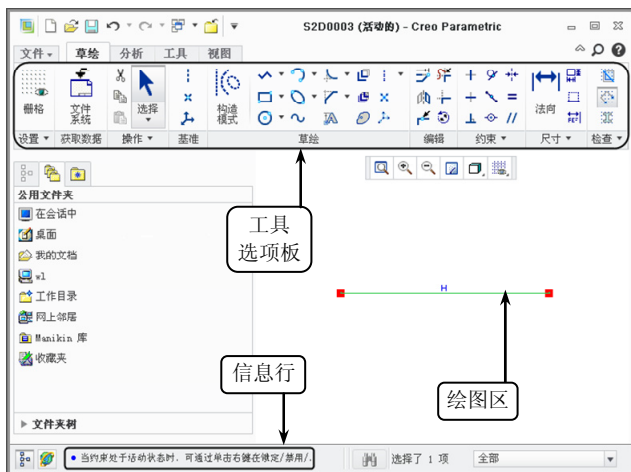


图 2-4 草绘界面

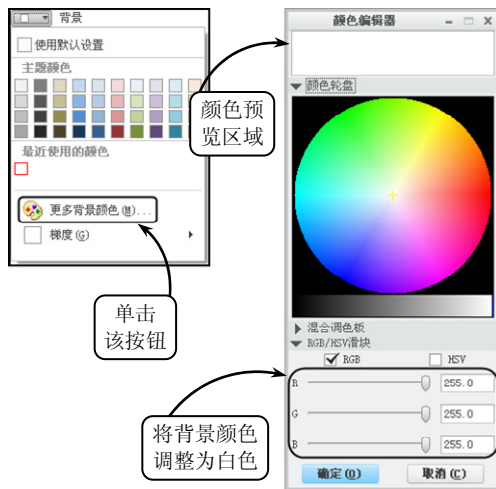


图 2-5 背景颜色设置

在【颜色编辑器】对话框中，共有三种调整背景颜色的方式。其中，拖动混合调色板和 RGB/HSV 滑块可以精确地设定背景颜色。而颜色轮盘方式可以更方便、快捷地调整背景颜色。

此外，在【图形】选项组中单击其他选项旁边的颜色块按钮，还可设置各种图元的显示颜色，其设置方法与背景设置方法相同。该选项组中与草绘相关的选项介绍如下。

- 【几何】选项 在建立的零件 prt 文件中进行草绘时，使用以前编辑好的图形颜色。
- 【草绘】选项 在建立的零件 prt 文件中进行草绘时，使用各种草绘工具绘制图形的颜色。
- 【预览几何】选项 在建立的草绘 sec 文件中进行草绘时，使用各种草绘工具绘制图形的颜色。

2. 草图颜色设置

利用草图颜色设置功能可以对草图中的几何图元、尺寸线、几何约束和曲率显示等构成草图各类元素的显示颜色进行修改。这在绘制包含较多图元线条、尺寸标注和几何约束的复杂截面图形时，方便设置不同的颜色进行区分，并给图形绘制和修改带来很大帮助。

选择【文件】|【选项】选项，系统将打开【Creo Parametric 选项】对话框。此时在左侧选择【系统颜色】选项，并在右侧展开【草绘器】选项组。该选项组中列出了各类图形元素的名称和名称所对应的图形颜色，单击各选项左侧的颜色块按钮，即可打开图元颜色列表框。此时选择所需的颜色选项，草图中相应的图元颜色也将随之变化，效果如图 2-6 所示。

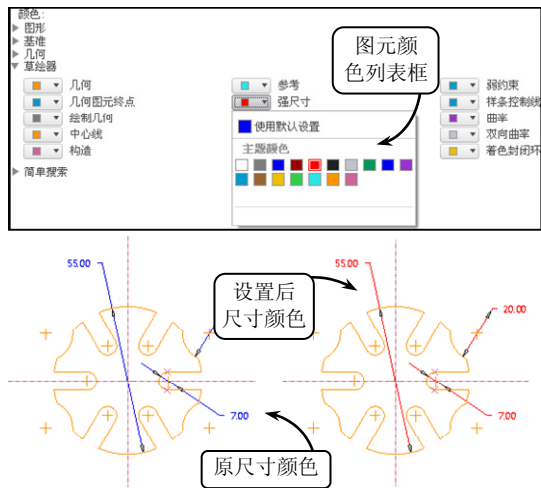


图 2-6 设置草图颜色

3. 草绘界面下鼠标的使用技巧

在草绘图形时，用户可以使用一些鼠标结合键盘的技巧快速完成图形的绘制和观察操作。鼠标的使用技巧如表 2-1 所示。

表 2-1 鼠标的使用技巧

| 操作方式 | 功能说明 |
|------------------------|------------|
| 单击鼠标左键 | 选取单个图元 |
| 按住 Ctrl 键+单击鼠标左键 | 一次选取多个图元 |
| 按住鼠标左键并拖动鼠标 | 框选多个图元 |
| 单击鼠标右键 | 打开右键快捷菜单 |
| 单击鼠标中键 | 确认并结束操作 |
| 按住鼠标中键并拖动鼠标 | 在绘图区任意旋转图元 |
| 按住 Shift 键+单击鼠标中键并拖动鼠标 | 在绘图区任意平移图元 |
| 滚动鼠标中键滚轮 | 在绘图区任意缩放图元 |



2.2 绘制图形


绘制草图是指首先绘制大概的二维轮廓，然后添加相应的约束，再通过拉伸或旋转等操作，生成与草图对象相关联的实体模型。绘制草图是本章的重要内容，也是创建实体模型的基础和关键。在参数化建模时，灵活地应用绘制草图功能，会给设计带来很大的方便。

2.2.1 线

线是构成几何图形的基本图元，包括线链、直线相切、中心线和中心线相切四种类型。在【草绘】选项板中单击相应的工具按钮，即可进行指定线型的绘制。在以下内容中介绍两种常用的不同直线线型的绘制方法。

1. 绘制两点直线

两点线是由起点和终点所定义的线。当需要绘制水平或竖直的直线时，系统会自动添加水平或竖直约束。

单击【线链】按钮，在绘图区中分别指定起点和终点的位置，并按下鼠标中键确认，即可完成直线的绘制，效果如图 2-7 所示。

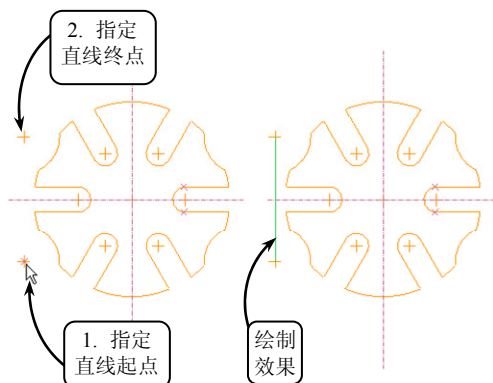



图 2-7 绘制直线

2. 绘制与两个图元相切的直线

利用该工具可在两个已有图元之间，绘制一条与两图元均相切的直线。使用该方法绘制直线的前提是绘图区中至少存在两个提供相切的图元。

单击【直线相切】按钮，然后将鼠标移动至一个图元上并单击左键，即可确定第一相切点。此时移动鼠标至另一个图元上，当与图元相切时，鼠标会自动依附到图元相切点上，单击左键并按下中键即可。如图 2-8 所示就是绘制两图元间的公切线效果。

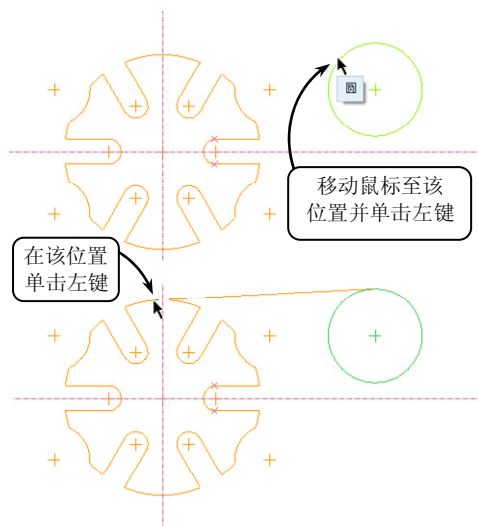




图 2-8 绘制与两个图元相切的直线

2.2.2 矩形

在创建箱体或具有矩形截面特征的拉伸或回转体特征时，利用矩形工具可以快捷地绘制出需要的草图截面曲线。然后结合相应的拉伸或旋转工具即可创建出长方体或回旋体特征。

单击【矩形】按钮右侧的扩展按钮，在打开的下拉菜单中提供了四种绘制不同矩形的方法，现分别介绍如下。

1. 拐角矩形

利用该工具可绘制一般的水平或竖直矩形。单击【拐角矩形】按钮，然后在绘图区中指定两点作为矩形的对角点，并按下鼠标中键确认，即可完成矩形的绘制，效果如图 2-9 所示。

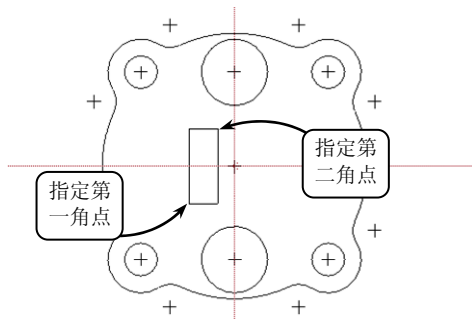



图 2-9 指定两点绘制矩形

2. 斜矩形

利用该工具可绘制倾斜的矩形。单击【斜矩形】按钮，在绘图区中依次指定两点确定矩形的一条边。然后向一侧拖动至合适位置并单击确定另一条边即可，效果如图 2-10 所示。

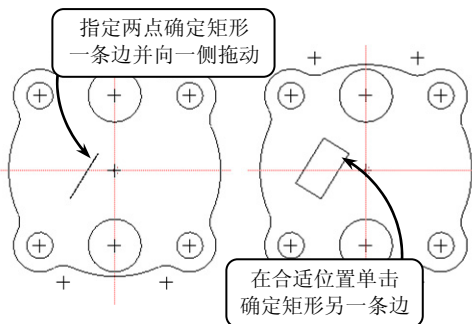



图 2-10 绘制斜矩形

3. 中心矩形

利用该工具可通过指定矩形的中心点和尺寸来绘制相应的矩形。单击【中心矩形】按钮，在绘图区中选取一个点作为矩形的中心点，然后以该中心点为基点，移动鼠标在合适的位置单击左键确定矩形的尺寸大小即可，效果如图 2-11 所示。

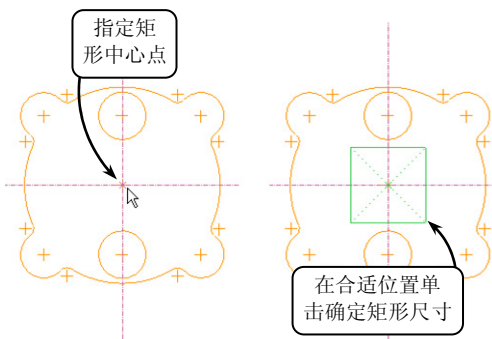




图 2-11 绘制中心矩形

4. 平行四边形

利用该工具可以绘制平行四边形。单击【平行四边形】按钮，在绘图区中依次指定两点确定平行四边形的一条边。然后向一侧拖动至合适位置单击确定另一条边即可，效果如图 2-12 所示。

2.2.3 圆

在创建轴类、盘类和圆环等具有圆形截面特征的实体模型时，往往需要先草绘环境中绘制出具有截面特征的圆轮廓线，然后通过拉伸或旋转，创建出实体。

单击【圆】按钮右侧的扩展按钮，在打开的下拉菜单中提供了四种绘制圆的方法，现分别介绍如下。

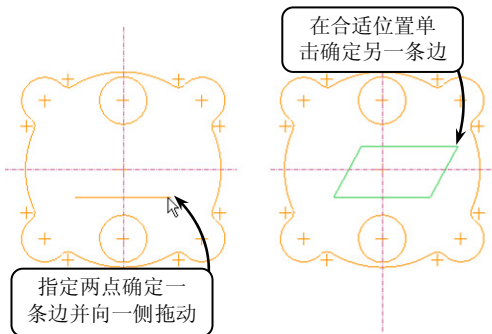



图 2-12 绘制平行四边形



1. 指定圆心和点绘制圆

利用该工具可以通过指定圆心和圆上一点绘制圆。指定好圆心后，可以任意指定一点为圆上一点。然后通过修改系统自动标注的圆弱尺寸来确定圆大小。

单击【圆心和点】按钮, 在绘图区中指定一点以确定圆心。然后移动鼠标拖动圆周至适当位置后，单击鼠标左键确定圆周上一点，即可完成圆的绘制，效果如图 2-13 所示。

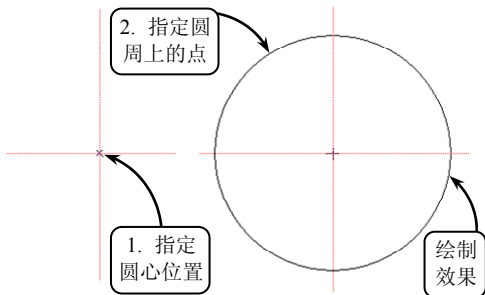



图 2-13 指定圆心和圆上一点绘制圆

2. 绘制同心圆

利用该工具可以在现有圆的基础上绘制一个与该圆同心的圆。该工具在绘制孔轴零件的截面图形时经常使用。

单击【同心】按钮, 然后移动鼠标至绘图区中现有的圆上，并在图元改变颜色后单击鼠标左键，接着拖动圆周到适当位置后再次单击左键，即可完成同心圆的绘制，效果如图 2-14 所示。

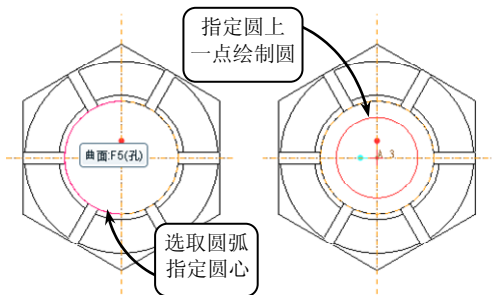



图 2-14 绘制同心圆

3. 指定三点绘制圆

三点圆是通过指定所绘制圆轮廓线上的三个点来绘制圆。单击【3点】按钮, 然后在绘图区中依次指定不在同一条直线上的三个点，即可绘制出过三个点的圆，效果如图 2-15 所示。

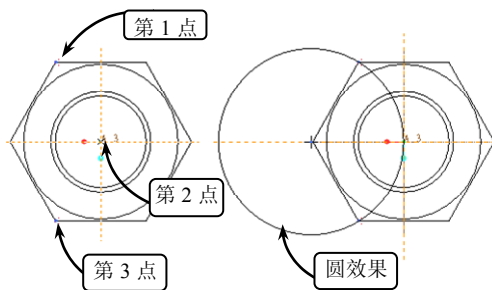



图 2-15 指定三点绘制圆

4. 绘制相切圆

利用该工具可以绘制一个与已有的三个图元均相切的圆。其中选取切点位置的不同，所绘制圆的大小也不相同。

单击【3相切】按钮, 移动鼠标至绘图区的一个图元上，当图元改变颜色后单击左键。然后选取第二个图元，此时跟随鼠标的线将自动依附到与之相切的第二个点上，再次单击鼠标左键。再移动鼠标至第三个图元上，在相切点处单击鼠标左键并按下中键确认即可，效果如图 2-16 所示。

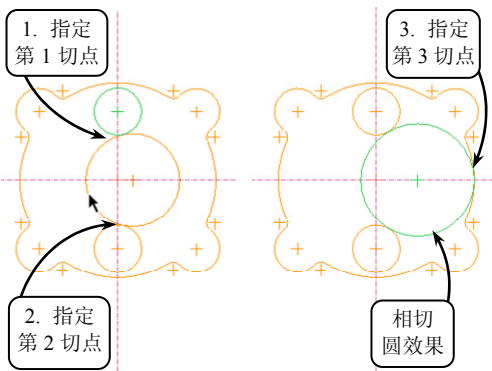



图 2-16 绘制相切圆

2.2.4 圆弧

圆弧是圆的一部分。当实体模型的棱边比较光滑，圆弧面较多时，可以利用该工具绘制


模型截面圆角过渡和棱边连接处。

单击【弧】按钮右侧的扩展按钮，在打开的下拉菜单中提供了五种绘制圆弧的方法，现分别介绍如下。


1. 三点/相切端的圆弧

该方式包括相切端和三点弧两种类型。其中，三点弧方式既可以独立使用，也可从现有图元的端点开始绘制。而利用相切端方式绘制圆弧时，在绘图区中必须存在已有的图元，该图元可以为直线、圆弧和圆锥线以及样条曲线等。

□ 三点圆弧


该方式是指依次指定三点作为圆弧上的三个点来绘制圆弧。单击【三点/相切端】按钮，然后在绘图区中依次选取圆弧的起始点、终止点和圆弧上一点，并按下鼠标中键确认，即可完成三点圆弧的绘制，效果如图 2-17 所示。

□ 相切端圆弧


该方式是指绘制与现有图元相切的圆弧。单击【三点/相切端】按钮，然后在绘图区中选取直线、圆弧或样条曲线的一个端点作为所绘圆弧的起点，并指定另一点为圆弧的终点。接着拖动圆弧直至出现约束条件 T，此时单击鼠标左键即可完成相切端圆弧的绘制，效果如图 2-18 所示。

2. 圆心和端点的圆弧

在创建盘类零件的圆弧槽和一些定位零件的角度调整槽时，经常利用该工具绘制所需的圆弧截面。

单击【圆心和端点】按钮，在绘图区中分别选取两点以确定圆弧的圆心和圆弧起点，然后指定第三点作为圆弧的终点即可，效果如图 2-19 所示。

3. 3 相切圆弧

利用该工具可以绘制一个与已有的三个图元均相切的圆弧。单击【3 相切】按钮，移动鼠标至绘图区的一个图元上，当图元改变颜色后单击左键。然后选取第二个图元，此时跟随鼠标的线将自动依附到与之相切的第二个点上，再次单击左键。再移动鼠标至第三个图元上，在相切点处单击左键，并按下鼠标中键结束操作即可，效果如图 2-20 所示。

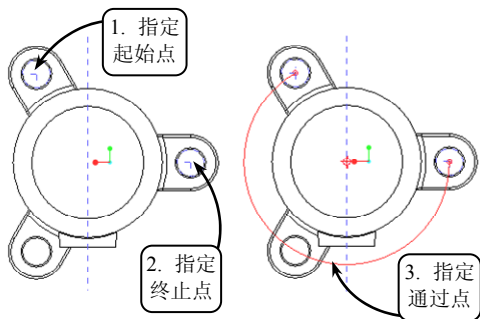


图 2-17 三点圆弧的绘制

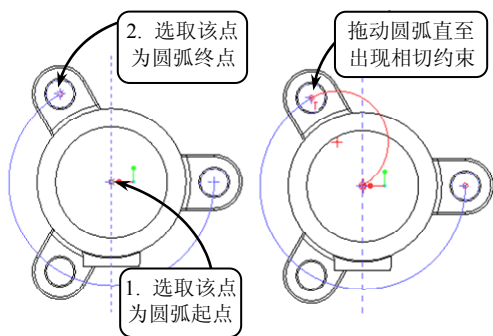


图 2-18 相切端圆弧的绘制

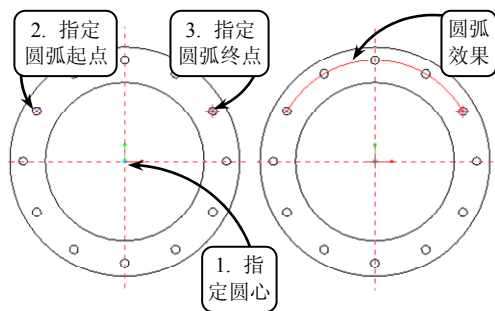


图 2-19 圆心和端点圆弧的绘制

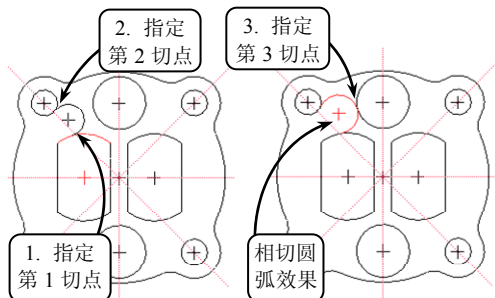



图 2-20 3 相切圆弧的绘制




4. 同心圆弧

利用该工具可以在现有圆弧的基础上绘制一个与其同心的圆弧。单击【同心】按钮, 移动鼠标至绘图区中现有的圆弧上, 并在图元改变颜色后单击左键。此时系统将动态地显示一个虚构的圆, 拖动该圆至适当位置, 单击确定圆弧起点, 再次单击确定圆弧终点, 即可完成同心圆弧的绘制, 效果如图 2-21 所示。

5. 锥形弧

锥形弧可分为抛物线、双曲线和椭圆形三种类型。它是通过依次指定起点、终点和弧线通过点来决定所绘弧线的具体形状。其中, 前两个点确定锥形弧的两个端点, 第三点可以调整锥形弧的外形。

单击【圆锥】按钮, 在绘图区中依次选取两个点, 此时出现一条可任意变化的圆锥形曲线弧。然后在所需位置处单击确定第三点即可, 效果如图 2-22 所示。

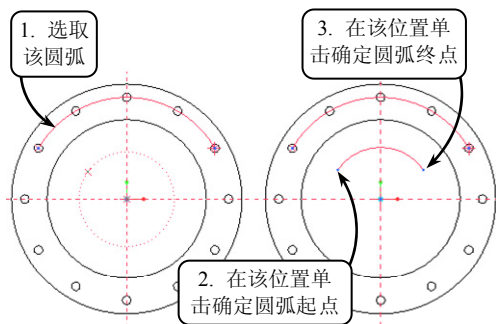




图 2-21 同心圆弧的绘制

2.2.5 椭圆

椭圆是一个定点和一条定直线的距离之比为一个常数的点的轨迹。利用【椭圆】工具可以绘制草图中的椭圆或圆弧。

单击【椭圆】按钮右侧的扩展按钮, 在打开的下拉菜单中提供了两种绘制椭圆的方法, 现分别介绍如下。

1. 指定长轴端点绘制椭圆

利用该工具可以通过指定椭圆长轴和短半轴绘制椭圆。单击【轴端点椭圆】按钮, 依次指定两点确定椭圆长轴的两个端点, 然后移动鼠标, 并在合适位置单击椭圆的短半轴, 即可完成椭圆的绘制。

如图 2-23 所示依次选取两个圆的圆心, 分别作为椭圆长轴的两个端点, 并在合适位置单击鼠标左键确定椭圆短半轴, 即可完成椭圆的绘制。

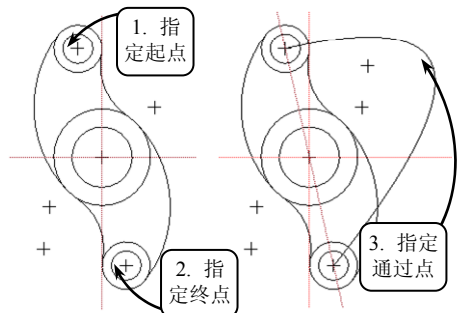


图 2-22 锥形弧的绘制

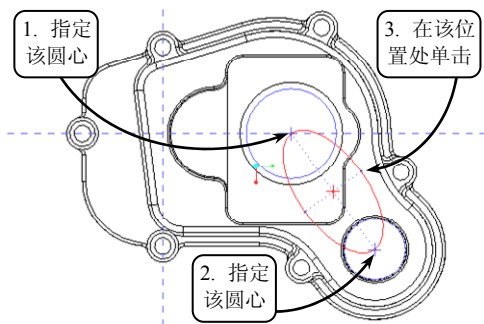



图 2-23 指定长轴端点绘制椭圆

2. 指定中心点和长轴端点绘制椭圆


利用该工具可以通过指定椭圆的中心点和长、短半轴绘制椭圆。单击【中心和轴椭圆】

按钮, 指定一点为椭圆中心点, 并指定一点为椭圆长半轴的端点, 然后移动鼠标并单击确定椭圆的短半轴, 即可完成椭圆的绘制。

如图 2-24 所示, 依次选取两个圆的圆心, 分别作为椭圆中心点和长半轴的端点, 并在合适位置单击左键确定椭圆短半轴, 即可完成椭圆的绘制。


2.2.6 样条曲线

样条曲线是指通过给定的一组控制点而得到的一条光滑曲线, 其大致形状由这些点控制。样条曲线是一种用途广泛的曲线, 不仅能够自由描述曲线和曲面, 而且能够精确地表达包括圆锥曲面在内的各种几何体。

单击【样条】按钮, 然后在绘图区中依次指定样条曲线的起点、各控制点和终点, 并按下鼠标中键, 即可完成样条曲线的绘制, 效果如图 2-25 所示。

2.2.7 创建文本

在绘制复杂的工程图时, 为了方便阅读人员对所绘图形的理解, 可以在图形上添加文本注释, 将更加直观地让用户了解图形所要表达的意思。

单击【文本】按钮, 然后在绘图区中绘制一条直线, 确定文本的高度和方向。此时在打开的【文本】对话框中输入相应的文本内容, 并设置该文本的属性, 再单击【确定】按钮, 即可完成文本的创建, 效果如图 2-26 所示。

打开的【文本】对话框中包含多个用于对添加文字进行编辑的选项, 各个选项的功能含义分别介绍如下。

- **文本行** 该文本框用来设置文本的内容。用户还可以单击【文本符号】按钮, 在打开的【文本符号】对话框中选择相应的文本符号, 效果如图 2-27 所示。
- **字体** 该列表框用于指定所添加字体的样式。用户可在其下拉列表中选择系统提

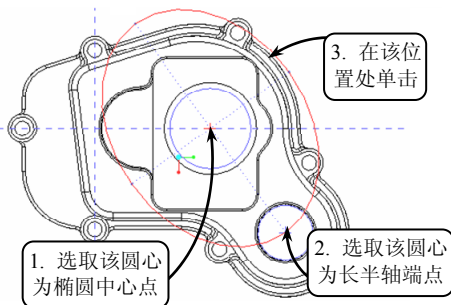


图 2-24 指定中心点和长半轴端点绘制椭圆

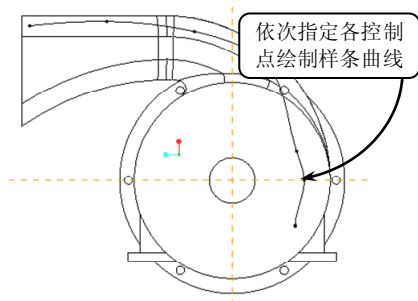


图 2-25 绘制样条曲线

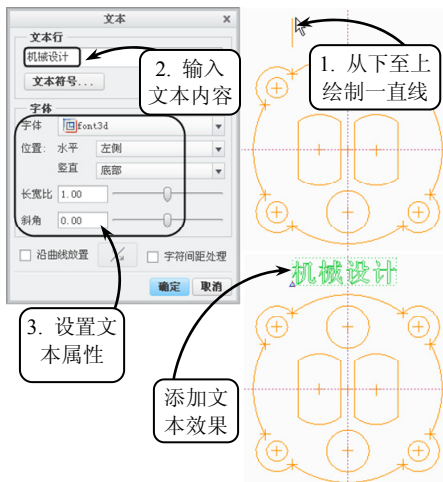


图 2-26 添加文本



图 2-27 文本符号对话框



供的字体和 TrueType 字体样式。

- **位置** 该列表框组用于调整文本相对于直线的位置。其中，水平位置可以指定文本相对于直线的对齐位置，包括左侧、中心和右侧三个位置；竖直位置可以指定文本相对于直线的放置位置，包括顶部、中间和底部三个位置。
- **长宽比** 拖动滑块增大或减小文本的长宽比。
- **斜角** 拖动滑块增大或减小文本的倾斜角度。
- **沿曲线放置** 启用该复选框，所要添加文字将沿着指定的曲线放置，效果如图 2-28 所示。

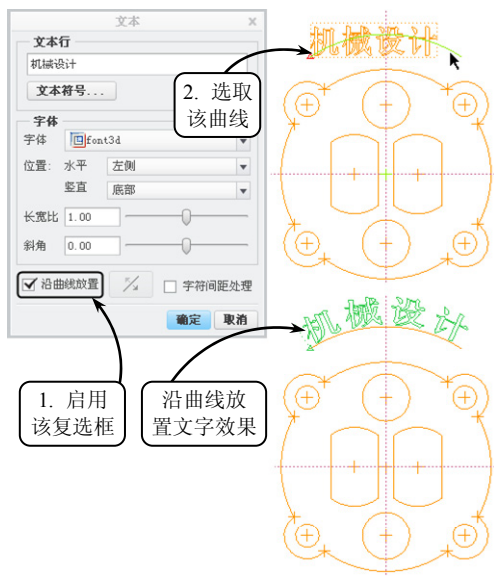


图 2-28 沿曲线放置文本效果

提示


在创建文本时，所绘直线的长度和角度分别决定文本的高度和放置角度，而直线的起点和终点可以确定文字的放置方向。

2.3 草图编辑

一般情况下利用基本图元工具绘制的图形很难满足设计要求，往往还需要利用编辑工具进行编辑和修改才能达到所需的效果。草绘图元的编辑主要包括修剪、分割、镜像和样条曲线的编辑以及通过鼠标对草图图元进行编辑。

2.3.1 动态修剪

修剪工具是草图编辑中最常用的工具，可以将草图图元的多余部分删除。其中，利用【删除段】工具可以以画链的形式，并以草图中的图元交点为边界点，将所绘链条经过的图元删除。

单击【删除段】按钮, 然后在图中单击并拖动鼠标，划过需要删除的图元部分。释放鼠标后，被划过的图元将以与其他图元的交点为边界点自动删除，效果如图 2-29 所示。

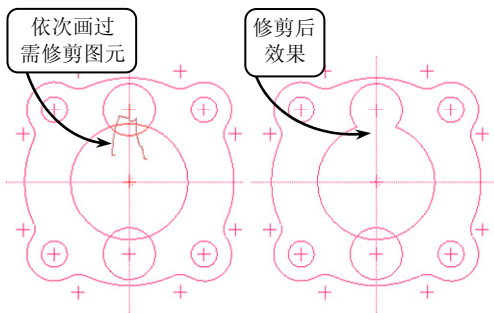



图 2-29 动态修剪图元

2.3.2 边界修剪

利用【拐角】工具可以同时处理两个线条之间交错的部分。如果两个线条之间没有交错，

启用该命令后，系统会自动将两线条延长。

单击【拐角】按钮，然后在图中依次选取两个需要进行修剪或延长的草图图元，即可完成边界修剪操作，效果如图 2-30 所示。

注 意

进行边界修剪操作选取的对象是欲保留的部分。如果两个线条之间没有交错，则系统会将两个线条自动延长，且此时系统将保存鼠标单击一侧的部分。

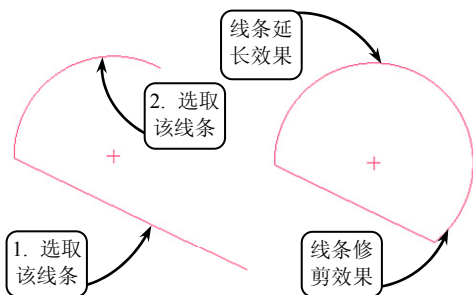



图 2-30 边界修剪图元

2.3.3 分割

利用【分割】工具可以将图元在指定的交点处一分为二。其中，在图元上单击所指定的点即为分割点。

单击【分割】按钮，然后在需要分割的图元上单击指定分割点，并按下鼠标中键，即可完成分割操作，效果如图 2-31 所示。

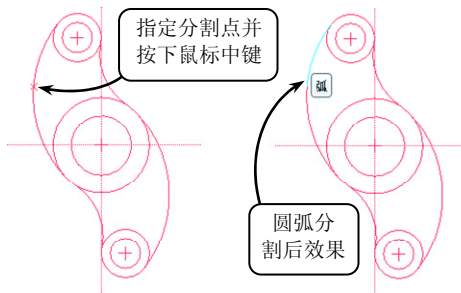



图 2-31 分割图元

2.3.4 镜像

当所绘的草图对象为对称图形时，只需绘制出图形一部分，然后通过镜像复制即可创建另一部分。只有选取了要镜像的图形后，镜像命令才会被激活，并且图中必须存在一条对称中心线作为镜像参照。

在 Creo Parametric 中，利用【镜像】工具可以以现有的中心线为对称中心线，将所选取的图元镜像，并能为图形自动添加对称约束。这样只要修改部分图元，就可以对整个图形进行修改。

进行镜像操作时，首先需要选取要镜像的图元，然后单击【镜像】按钮，并选取镜像中心线。此时系统将自动对所选图元进行对称复制，效果如图 2-32 所示。

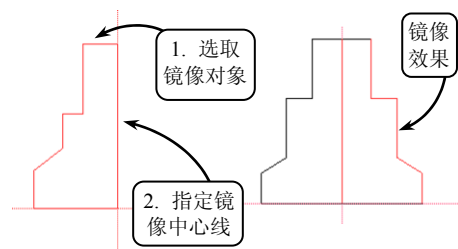


图 2-32 镜像图元





技 巧

在选取需要对称复制的对象时，可以按住 Ctrl+单击鼠标左键选取，或者单击鼠标左键对图形进行框选，这样可以一次选取多个对象进行镜像操作。



2.3.5 旋转调整大小

利用【旋转调整大小】工具可以对所选图元的大小、放置角度和位置进行编辑。当绘制与现有图形的形状相同，仅是大小和位置不同的图形时，经常利用该工具对现有图形进行编辑。

在图中选取图元后，单击【旋转调整大小】按钮，即可在打开的【旋转调整大小】操控板中通过设置平移参数、旋转角度和缩放比例值来对图元进行相应的编辑操作，效果如图 2-33 所示。此外，用户也可以直接通过拖动图元上的平移按钮、旋转按钮和缩放手柄按钮进行指定的操作。

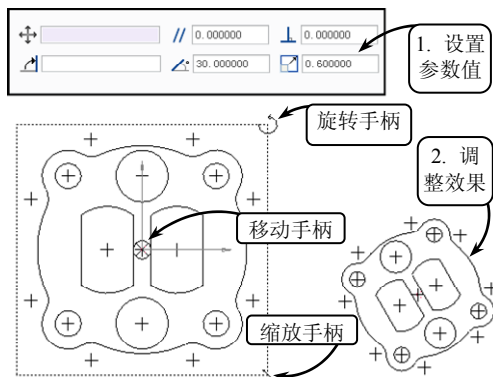




图 2-33 旋转和缩放图元

2.3.6 倒圆角


倒圆角在机械零件的设计中非常重要。它首先满足了工艺需要，其次可防止零件应力过于集中而产生的损坏。

在 Creo Parametric 中，单击【圆角】按钮右侧的扩展按钮，在打开的下拉菜单中提供了四种绘制圆角的方法。其中，倒圆角主要可以分为圆形和椭圆形两种样式，现分别介绍如下。

1. 圆形圆角

利用该工具可以在两个图元之间添加圆形的圆角。单击【圆形修剪】按钮，然后依次选取两个图元，系统将自动为两个图元间添加圆形的圆角，效果如图 2-34 所示。

2. 椭圆形圆角

利用该工具可以在两个图元之间添加椭圆形的圆角。单击【椭圆形】按钮，然后依次选取两个图元，系统将自动为两个图元之间添加椭圆形的圆角。其中，鼠标单击的位置决定了椭圆形圆角的形状，效果如图 2-35 所示。

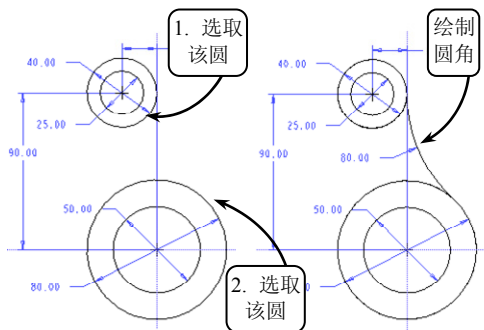


图 2-34 绘制圆形圆角

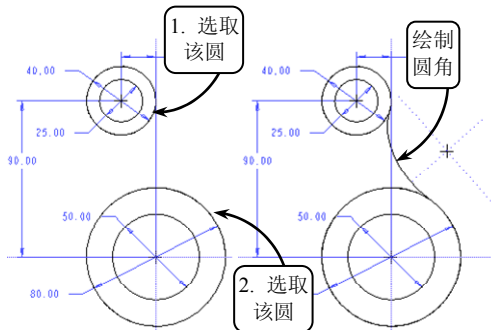



图 2-35 绘制椭圆形圆角

2.3.7 倒角

倒角是将两个非平行的对象，通过延伸或修剪的方法使它们相交，或者利用斜线进行连接。可以进行倒角的对象有直线、矩形、圆弧和多段线等。

1. 绘制倒角并延伸

利用该工具可以在两图元间添加倒角，并以虚线的方式将这两个倒角边延伸相交于一点。单击【倒角】按钮，然后依次选取两个图元，系统将自动为两个图元间添加倒角，效果如图 2-36 所示。

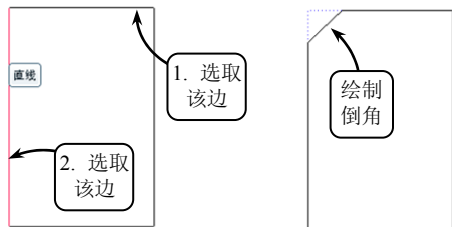



图 2-36 绘制倒角

2. 绘制倒角

利用该工具可以在两个图元间添加倒角，并且不延伸两个倒角边。单击【倒角修剪】按钮，然后依次选取两个图元，系统将自动为两图元间添加倒角，效果如图 2-37 所示。

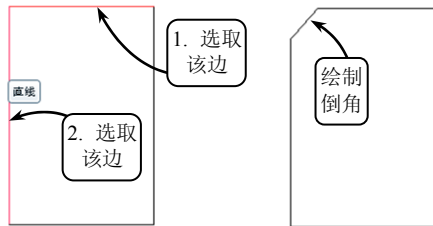


图 2-37 绘制倒角

2.3.8 编辑样条曲线

在绘制一些复杂的曲面模型的截面图形时，往往需要利用【样条曲线】工具绘制图形的大致轮廓线，然后通过相关的样条曲线编辑工具对所绘曲线进行精确编辑，以达到所需的设计要求。在 Creo Parametric 中，可以通过以下两种方法进行样条曲线的编辑操作。

1. 样条曲线的基本编辑

利用样条曲线的基本编辑，可以对图形中现有的样条曲线的曲率、大小和位置等参数进行粗略编辑。当对图形要求不严格的情况下，该编辑方法比较常用。

对样条曲线进行基本编辑时，可以选取样条曲线上的各插值点或端点进行拖动，即可完成相应的编辑操作。其中，当选取的编辑点为端点时，可以对曲线进行总体缩放和放置角度的编辑；当选取的编辑点为曲线上的插值点时，则可以对曲线进行曲率的编辑，效果如图 2-38 所示。

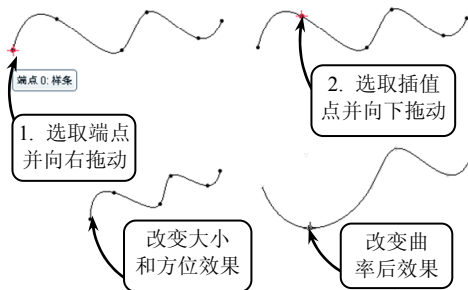


图 2-38 样条曲线的基本编辑

2. 样条曲线的高级编辑

利用样条曲线的高级编辑可以对样条曲线的曲率、大小和放置方位等进行精确编辑，从



而使样条曲线达到较高精度的要求。其中，样条曲线的高级编辑操作具体包括增加插入点、创建控制多边形、显示曲线曲率、创建关联坐标系和修改点坐标值等。

双击选取绘图区中的一样条曲线，在屏幕上方将打开【样条】操控面板，如图 2-39 所示。

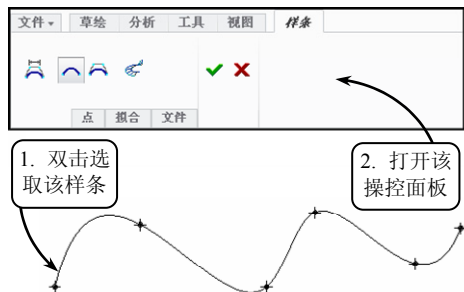



图 2-39 编辑样条曲线操控面板

该操控面板包含三个下拉选项卡和四个功能按钮，用户可以通过该操控面板中的各参数选项和工具按钮对样条曲线进行各种相应的编辑操作，现分别介绍如下。

- **点** 选择该选项，并选取样条曲线上需要编辑的点，即可在打开的下拉面板中修改该点的坐标值。
- **拟合** 选择该选项可以对样条曲线的拟合参数进行编辑。
- **文件** 选择该选项并选取相关联的坐标系，可以形成该样条曲线相对于所选坐标所有点的坐标数据文件。
- **控制多边形模式**  利用该工具可以在曲线上显示控制多边形。此时，用户不仅可以拖动多边形上的各控制点对样条曲线进行编辑，还可以在控制点上右击将该点删除，效果如图 2-40 所示。

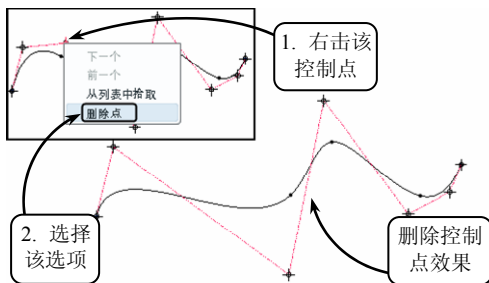





图 2-40 控制多边形编辑样条线

- **内插点修改样条**  可以在曲线上添加或删除插值点，并使用插值点编辑样条线。
- **控制点修改样条**  可以在曲线上添加或删除控制点，并使用控制点编辑样条线。
- **曲率分析**  显示样条曲线的曲率分析图，效果如图 2-41 所示。单击该按钮后，在操控面板上将打开一个调整界面，通过拖动【比例】和【密度】滚轮

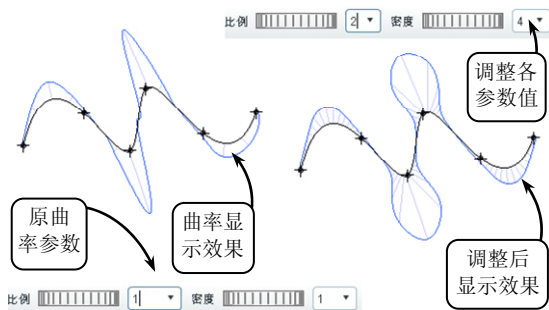


图 2-41 调整曲率分析效果

或在其后侧的文本框中直接输入参数值，即可调整曲线曲率分析的显示效果。

2.3.9 常用鼠标操作

当绘制一些比较简单的草图图形时，直接拖动鼠标可以对图元的位置、大小和放置角度等进行编辑。而对不同形状类型的图元对象，拖动鼠标改变其形状、大小和位置的方法也不相同。下面以直线和圆为例，介绍利用鼠标进行编辑操作的方法。

1. 鼠标编辑直线

通过鼠标编辑直线时, 根据所选直线位置的不同, 可以对直线的长度、位置和角度进行修改。具体的编辑方法可分为无约束直线和存在约束直线的编辑。

(1) 无约束直线的编辑

当直线不存在水平、竖直或其他约束时, 单击并拖动直线上除端点以外的任意一点, 可以对该直线的放置角度进行修改, 且角度的变化规律是以远离选取点的端点为旋转中心, 随鼠标拖动进行旋转, 如图 2-42 (a) 所示; 当选取的拖动点为直线端点时, 拖动鼠标不仅可以改变直线的放置角度, 还可以改变直线的长度, 如图 2-42 (b) 所示。

(2) 受约束直线的编辑

当编辑存在一定几何约束的直线时, 只能对直线除约束以外的参数进行编辑。例如编辑两条分别具有水平约束、竖直约束和共线约束的直线时, 拖动一条对齐直线的端点时, 可以对两直线的长度和位置进行编辑, 但两直线的约束关系保持不变, 效果如图 2-43 所示。

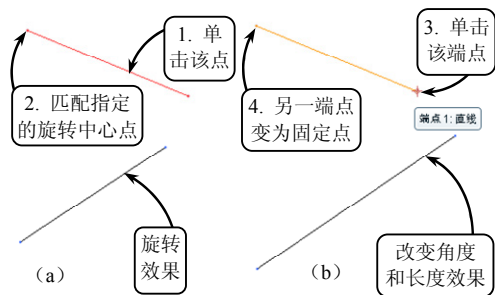


图 2-42 编辑直线

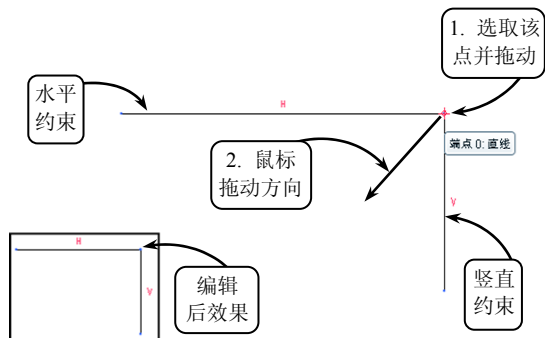


图 2-43 受约束直线的编辑效果

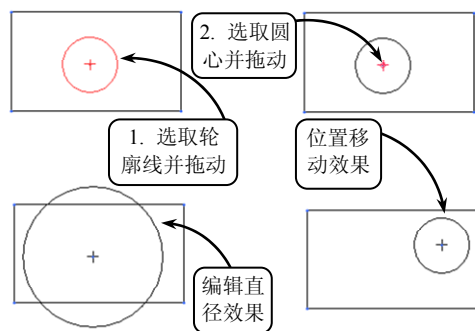


图 2-44 鼠标编辑圆效果

2.4 几何约束

为了节省草绘时间, 提高工作效率和草图的绘制精度, 在草绘时可以对草图增加一些平行、相切、对称等约束来帮助图形进行几何定位。在一定程度上可以替代某些尺寸标注。

2.4.1 自动约束和取消约束

自动约束是指绘制草图时, 系统自动设定的几何约束; 取消约束则是为了避免重复约束,



通过删除或者禁用约束来减少约束条件。

1. 自动约束

自动约束是指在绘制草图时，根据所设置的约束选项，自动为满足约束公差图元添加的几何约束。

选择【文件】|【选项】选项，系统将打开【Creo Parametric 选项】对话框。此时在左侧选择【草绘器】选项，即可在右侧的【草绘器约束假设】选项组中通过启用或禁用相应的复选框来完成自动约束的设置。启用自动约束后，在绘制草图时系统将自动添加符合约束条件的几何约束，效果如图 2-45 所示。

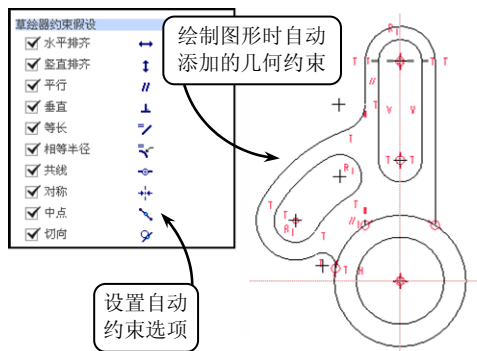


图 2-45 设置自动约束

2. 取消约束

在绘图过程中常常会有多重约束的情况，就需要取消重复的约束。用户可以选取要删除的约束，按 Delete 键，也可以选取该约束并单击右键，然后在打开的快捷菜单中选择【删除】选项，即可将所选约束删除，效果如图 2-46 所示。

此外，取消约束除了可以删除某些约束，还可以在绘制草图时通过禁用约束来减少约束条件。在绘制图元的过程中，当出现当前自动设定的几何约束时，单击鼠标右键，则该约束被禁用，效果如图 2-47 所示。

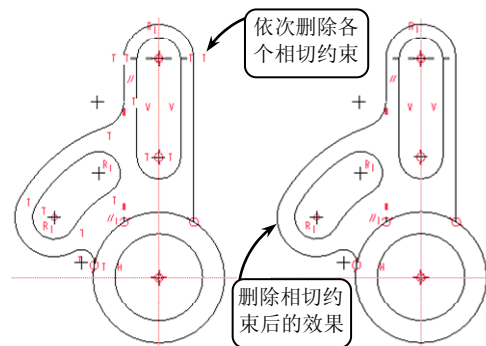


图 2-46 删除约束

技巧

如果要恢复禁用的约束，只需再次单击右键即可；如果禁用和恢复的约束不是当前约束，可以通过按 Tab 键进行切换。

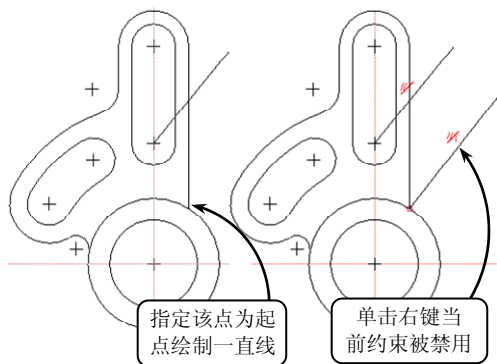


图 2-47 禁用约束

2.4.2 手动添加几何约束

手动添加约束是系统默认的一种约束补充方式。虽然系统提供了自动约束，但草图的绘制往往需要根据自己的需求进行修改，才能达到设计的要求。对草图图元多进行手动约束，尺寸标注的数目就会越少，草绘效率就会提高。

在【草绘】选项卡的【约束】选项板中，用户可以根据需求，单击相应的工具按钮进行手动约束的添加，效果如图 2-48 所示。

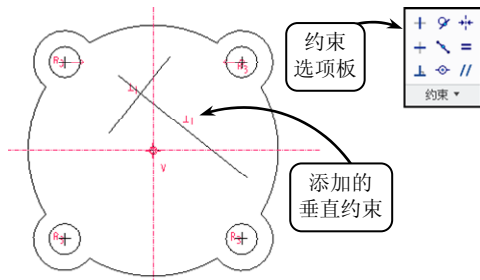


图 2-48 【约束】选项板

该选项板包含 9 种常用的几何约束类型，各约束的含义和功能说明如表 2-2 所示。

表 2-2 手动约束的功能说明

| 约束名称 | 图标 | 功能说明 |
|------|----|--------------------|
| 竖直 | | 使直线竖直或使顶点位于同一条竖直线上 |
| 水平 | | 使直线水平或使顶点位于同一条水平线上 |
| 平行 | | 约束两直线平行 |
| 垂直 | | 使两直线垂直或使圆弧垂直 |
| 相等 | | 约束两直线、两边线或者两个圆弧等长 |
| 重合 | | 使两点重合或使点到直线上 |
| 对称 | | 使两点相对于中心线对称 |
| 中点 | | 使点或者顶点位于直线中点 |
| 相切 | | 使直线、圆弧或者样条曲线两两相切 |


2.5 标注尺寸

当草图图形绘制好后，尺寸标注即自动产生。此类由系统自动添加的尺寸标注通常被称为弱尺寸。这些弱尺寸与设计要求之间往往存在一定的差距，致使草图对象无法满足所需的设计要求。此时便可以利用系统提供的尺寸标注工具，对草图对象进行合适的尺寸标注，以创建出满足设计要求的草图。

2.5.1 标注基本尺寸

标注尺寸即为草图添加强尺寸。在 Creo Parametric 中，有两种添加强尺寸的方法：一是将弱尺寸转换为强尺寸；二是采用手动标注的形式添加强尺寸。

如果草图上弱尺寸的标注方式符合要求，但尺寸数值需要修改时，可以双击该弱尺寸，并在激活的文本框中输入合适的尺寸值，按下鼠标中键确认；如果弱尺寸的标注满足设计要求，在选取该弱尺寸后，单击鼠标右键，在打开的快捷菜单中选择【强】选项，即可将该弱尺寸转换为强尺寸，效果如图 2-49 所示。

如果弱尺寸的标注方式不符合设计要求，即可采用手动标注的方式添加强尺寸。手动标注尺寸类型包括草图对象自身的尺寸和草图对象之间的位置尺寸。其标注方法是单击【法向】按钮，然后选取需要添加尺寸的标注对象，并在适当位置按下鼠标中键，即可完成标注。下面介绍几种常用的几何标注方法。

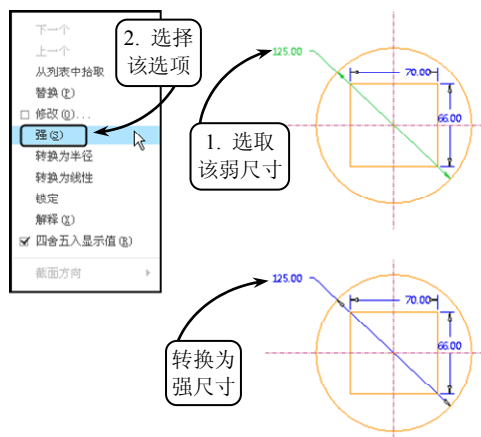



图 2-49 弱尺寸转换为强尺寸



1. 直线长度的标注

单击【法向】按钮, 然后选取需标注尺寸的直线, 并在尺寸放置位置处按下鼠标中键, 即可完成直线的标注, 效果如图 2-50 所示。

2. 直线垂直距离的标注

标注两直线间的垂直距离, 可利用【法向】工具分别选取两直线, 并在尺寸放置位置处按下鼠标中键确认即可, 效果如图 2-51 所示。

3. 角度的标注

利用该工具可以为两直线之间的夹角和圆弧的圆心角添加角度标注。这两种类型角度的标注方法介绍如下。

(1) 两直线夹角标注

对于两条非平行的直线, 利用【法向】工具依次选取两直线, 并在两直线需标注尺寸的夹角侧按下鼠标中键确认, 即可完成角度标注, 效果如图 2-52 所示。

(2) 圆弧圆心角标注

标注某圆弧的圆心角度, 可以利用【法向】工具分别指定圆弧的两个端点, 并选取该圆弧轮廓线, 然后在圆弧外侧按下鼠标中键即可, 效果如图 2-53 所示。

4. 圆的标注

圆的标注包括圆的直径、半径标注和椭圆半径的标注两种类型, 现分别介绍这两种类型的标注方法。

(1) 圆的直径和半径标注

标注圆的半径与直径, 或弧的曲率半径与直径时, 在所选图元上单击则标注半径, 双击则标注直径, 效果如图 2-54 所示。

(2) 椭圆标注

椭圆是属于圆的一种特殊类型。椭圆的标注主要是对椭圆长半轴和短半轴的标注。

利用【法向】工具选取椭圆, 并在适当位置按下鼠标中键, 系统将打开【椭圆半径】对话框。此时在该对话框中选择【长轴】或【短轴】

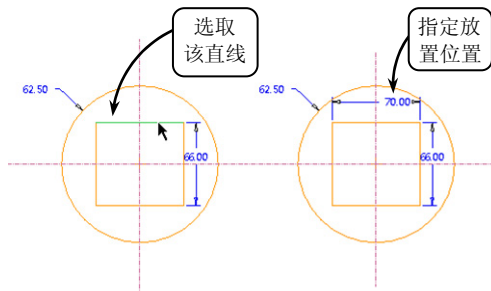


图 2-50 直线长度的标注

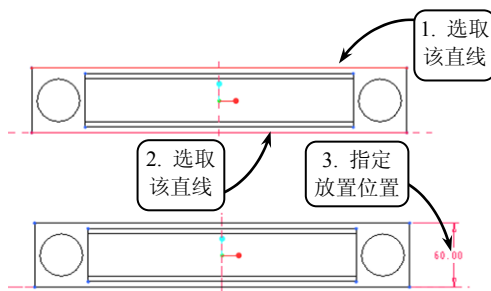


图 2-51 两直线间垂直距离的标注

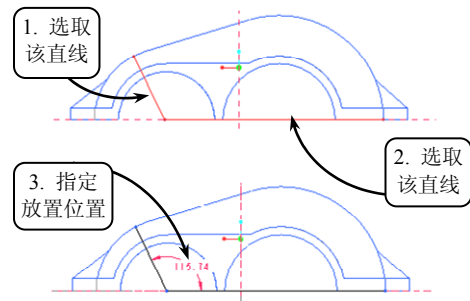


图 2-52 两直线间角度的标注

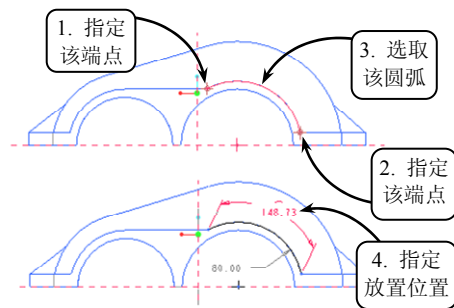


图 2-53 圆弧圆心角的标注

单选按钮，并单击【接受】按钮，即可完成椭圆的标注，效果如图 2-55 所示。

5. 圆弧半径的标注

圆弧半径的标注方法同圆的半径标注方法基本一样。利用【法向】工具在圆弧上单击则标注半径，双击则标注直径，效果如图 2-56 所示。

提示

如果需要将强尺寸转换为弱尺寸，只需选取指定的强尺寸后按 Delete 键即可。


2.5.2 标注特殊尺寸

特殊尺寸的标注主要包括强、参考、周长、样条和锥形五种类型的尺寸标注。其中，强尺寸是将弱尺寸转换为强尺寸；**参考尺寸只起到参考作用，它不能驱动草图的变化**；周长尺寸是草图多段线条的总长尺寸；而样条和锥形尺寸则是针对样条和锥形曲线的，使用较少，这里不做介绍。

1. 参考尺寸的标注

参考尺寸标注是基本标注外的附加标注，主要作为参照。此类尺寸值后都注有“参照”字样。它不能驱动草图变化，但可以随着其他尺寸的变化而改变。用户可以直接手动标注参考尺寸，且**当尺寸发生冲突时，可以将其中一个尺寸转换为参考尺寸**。

(1) 标注参考尺寸

标注参考尺寸就是直接选取草图图元添加参考尺寸。单击【尺寸】选项板中的【参考】按钮，然后在绘图区中选取要定义参考尺寸的图元，并在合适位置按下鼠标中键即可，效果如图 2-57 所示。

(2) 转换为参考尺寸

当标注的某尺寸与其他尺寸发生冲突时，系统将打开【解决草绘】对话框。此时在该对话框中单击【尺寸 > 参考】按钮，系统将该尺寸转换

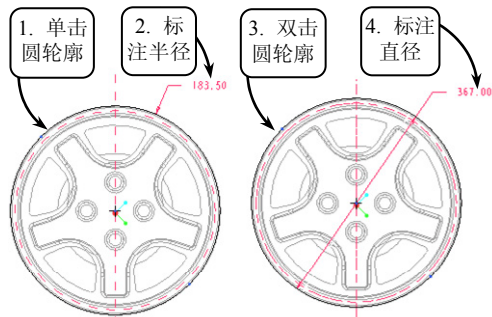


图 2-54 圆半径和直径的标注

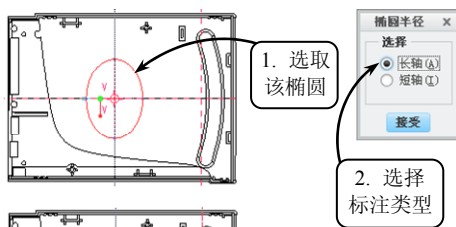


图 2-55 椭圆的标注

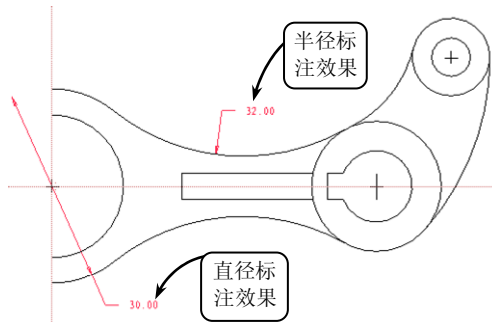


图 2-56 圆弧半径的标注

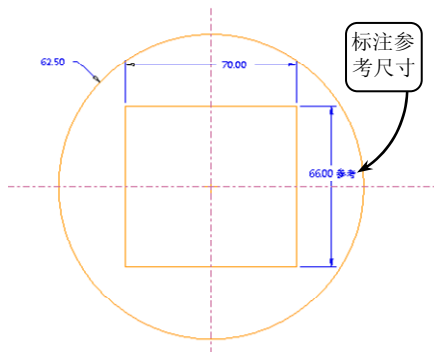



图 2-57 参考尺寸的标注



为参考尺寸，效果如图 2-58 所示。

2. 周长尺寸的标注

在标注周长尺寸时，必须指定一个被驱动的单边长度尺寸。这样在更改周长尺寸时，只有该边的尺寸发生变化，其他边的尺寸不变。

在图中按住 **Ctrl**+鼠标左键选取要标注周长尺寸的图元，并单击【周长】按钮 ，然后在绘图区中选择一个由周长驱动的单边尺寸后，系统将自动创建周长尺寸，效果如图 2-59 所示。

从图 2-59 中可以看出，周长尺寸后有“周长”标志，被驱动的单边尺寸后有“变量”标志。如果周长尺寸发生改变，只有被驱动的单边尺寸发生改变。


注 意

标注周长尺寸时，必须先选取一个周长驱动尺寸。周长驱动尺寸是被驱动尺寸，用户不能修改或删除该尺寸。删除该尺寸，周长尺寸也会相应地被删除。


3. 基线的标注

当所绘制的草图具有统一的基准时，为了保证草图的精度和增加标注的清晰度，可以利用基线标注功能指定基准图元为零坐标，然后添加出其他图元相对于该基准的尺寸标注。基线标注可分为两个操作步骤，即指定基线和确定坐标尺寸。

(1) 指定基线

该操作就是为基线标注指定基准图元，以确定标注的零坐标位置。单击【基线】按钮 ，然后选取图中的基线图元，并按鼠标中键确认，即可完成基线的指定，效果如图 2-60 所示。

(2) 确定坐标尺寸

该操作是指以基线为零基准，添加其他图元相对于该基准之间的坐标尺寸。单击【法向】按钮 ，然后选取已指定的基线，并选取要标注的坐标图元，按下鼠标中键确认。接着重复该操作，即可连续进行基线标注，效果如图 2-61 所示。

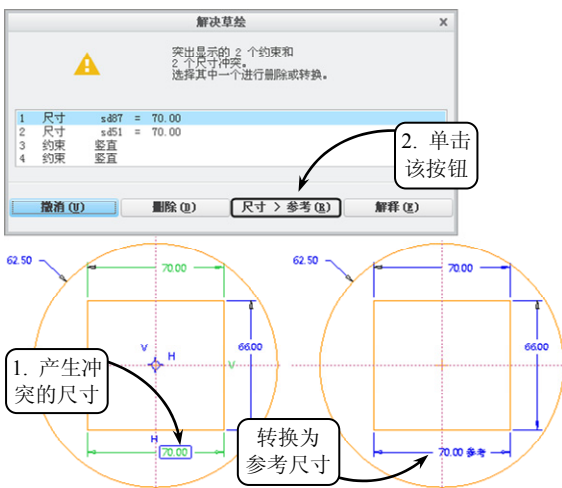


图 2-58 将冲突尺寸转换为参考尺寸

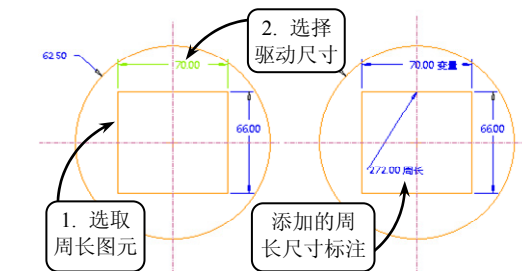


图 2-59 周长尺寸的标注

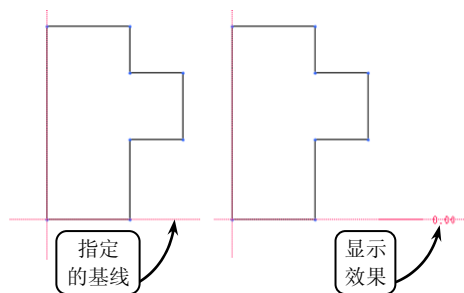


图 2-60 指定基线位置

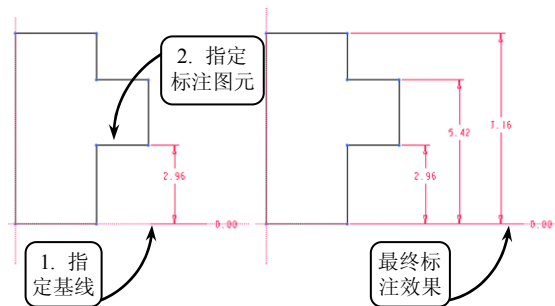


图 2-61 确定坐标尺寸

2.5.3 编辑标注尺寸

实体模型的截面草绘需要不断地修改才能满足设计的要求，因此需要对尺寸标注进行不断地编辑修改。尺寸标注的修改包括移动或删除尺寸文本、控制尺寸显示和修改尺寸值。

1. 移动文本或删除文本

在草绘的过程中，为了使标注清晰合理，需要调整尺寸文本的放置位置或删除多余尺寸，现分别介绍如下。

(1) 移动文本


选取要移动的尺寸文本，并拖动至合适的位置后，松开鼠标左键即可完成所拖动尺寸文本的移动，效果如图 2-62 所示。

(2) 删除文本

在绘图区中选取对象并按 Delete 键，即可删除指定的尺寸文本。另外也可以单击右键，并在打开的快捷菜单中选择【删除】选项直接删除尺寸文本。用户可以利用这种方法删除图元对象和几何约束。

2. 控制尺寸显示

尺寸标注在默认状态下都处于显示状态。但在创建模型的过程中，过多的尺寸显示会影响对模型的观察和创建，此时便需要对尺寸的显示状态进行相应的控制。用户可以通过以下三种常用的方式控制尺寸的显示。

- 选择【文件】|【选项】选项，系统将打开【Creo Parametric 选项】对话框。此时在左侧选择【草绘器】选项，并在右侧的【对象显示设置】选项组中禁用【显示尺寸】和【显示弱尺寸】复选框，即可将所有尺寸隐藏，效果如图 2-63 所示。
- 在【草绘器显示过滤器】下拉菜单中通过启用或禁用【显示尺寸】复选框，即可直接控制尺寸在草图中的显示状态，效果如图 2-64 所示。
- 切换至【视图】选项卡，单击【显示】选项板中的【显示尺寸】按钮，同样可以直接控制尺寸在草图中的显示状态。

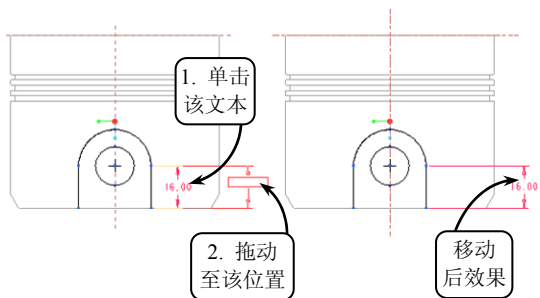


图 2-62 移动文本

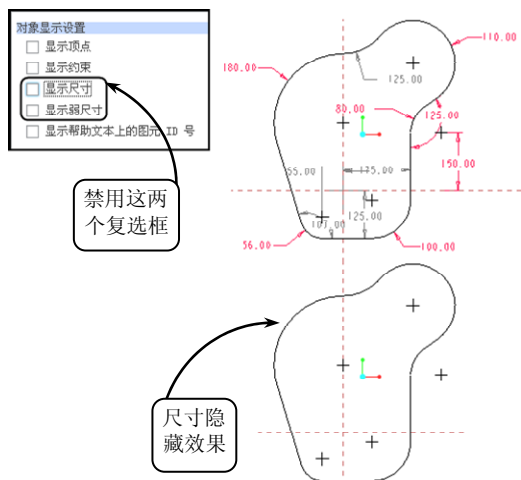


图 2-63 控制尺寸显示的选项设置

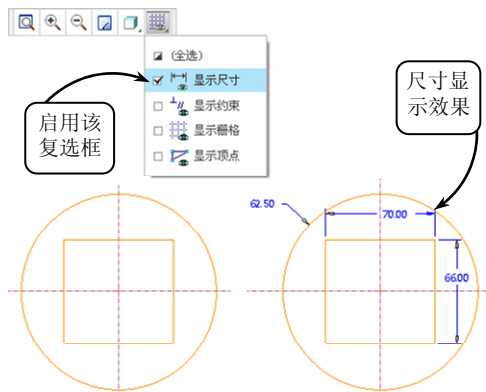



图 2-64 显示草图尺寸



3. 修改尺寸的值

由于草绘具有参数化特征，决定了必须对尺寸参数进行必要的约束。需要在草绘阶段不断修改尺寸值，从而使草图满足设计的要求。

常用的尺寸标注修改方法是：双击一个尺寸，在打开的编辑文本框中输入新的尺寸值，并按下回车键，效果如图 2-65 所示。当修改某一个尺寸值后，该尺寸约束所驱动的草图对象也将发生相应的变化。

此外，利用【修改】工具不仅可以一次修改多个尺寸，还可以编辑样条曲线和文本。单击【修改】按钮，然后选取需要修改的尺寸，系统将打开如图 2-66 所示的【修改尺寸】对话框。在该对话框中列出所选尺寸的编号和当前尺寸值，用户可以通过尺寸编号右侧的文本框或滑轮对尺寸进行相应的编辑修改。

注 意

在绘图过程中，当图形的结构比较复杂时，更改一个尺寸可能会破坏当前的基本形状。此时就可以启用【锁定比例】复选框，使调整个别尺寸后，其他尺寸同时发生相应的变化，从而保证草图轮廓整体形状不变。

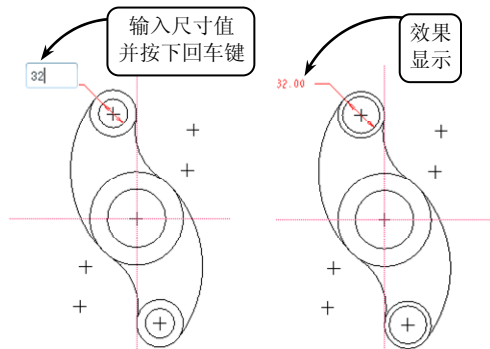


图 2-65 修改尺寸值

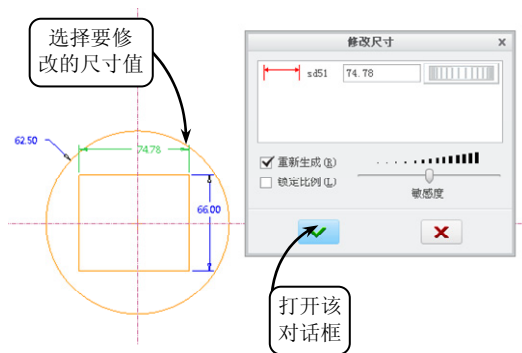




图 2-66 【修改尺寸】对话框

2.6 诊断草图

利用草图诊断功能可以对所绘草图的重叠图元、开放端点和封闭性等做出准确的判断，以提高绘图精度，减少不必要的重复操作，进而提高工作效率。

2.6.1 突出显示开放端和重叠图元

利用这两个工具可以将草图中相应图元顶点，或具有重叠关系的图元对象进行加亮显示，以帮助用户查找形成开放或重叠图形的草图图元，便于图形的修改。

草图绘制完成后，依次单击【检查】选项板中的【突出显示开放端】按钮和【重叠几何】按钮，系统即可加亮显示图形中的开放端点和重叠图元，效果如图 2-67 所示。

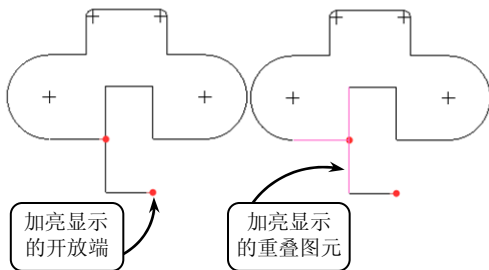



图 2-67 开放端点和重叠图元的亮显效果

2.6.2 着色封闭环

在创建拉伸、旋转或扫掠等实体模型时，需要在草图环境中绘制出封闭的截面图形。利用【着色封闭环】工具，可以对图形的封闭区域进行着色显示，从而快速准确地诊断出所绘草图截面的封闭性。

草图绘制完成后，单击【检查】选项板中的【着色封闭环】按钮，图形中的封闭区域以着色的形式显示，效果如图 2-68 所示。

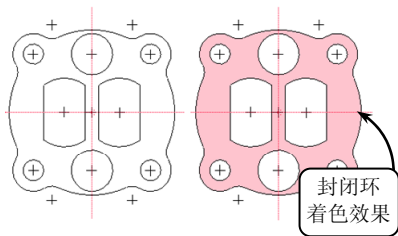



图 2-68 封闭环着色效果

2.7 典型案例 2-1：绘制呆扳手零件草图

本实例绘制一个呆扳手草图，效果如图 2-69 所示。呆扳手是常用的维修工具。一般由手柄、扳体和扳手口三部分组成。其一端有固定尺寸的开口，开口尺寸与螺钉、螺母尺寸相适应。这样通过扳手口的两个侧面与螺母对应的两侧面紧密配合，便可以卡紧或松开螺母。

绘制该呆扳手草图，关键是扳手口截面的绘制。首先利用【圆】工具绘制其内圆和外圆轮廓，并绘制相应的辅助中心线。然后利用【圆弧】工具绘制相切圆弧，并利用【删除段】工具修剪多余的线段。接着利用【圆】和【直线】工具绘制手柄，并利用【圆角】工具在手柄和扳手口之间添加倒圆角即可。

操作步骤

① 新建一个文件名为“spanner.sec”的草绘文件，进入草绘环境。然后利用【中心线】工具绘制两条正交的中心线，并利用【圆心和点】工具以中心线的交点为圆心，绘制半径为 R22 的圆。接着单击【同心】按钮，绘制半径为 R50 的同心圆，效果如图 2-70 所示。

② 利用【中心线】工具绘制一条与水平中心线成 15° 夹角的倾斜中心线 1。继续利用【中心线】工具任意指定两点绘制一条倾斜中心线 2，并为这两条倾斜中心线添加平行约束，修改两者间的距离为 19，效果如图 2-71 所示。

③ 继续利用【中心线】工具绘制与倾斜中心线 1 平行，且距离为 43 的倾斜中心线 3。然后利用【3

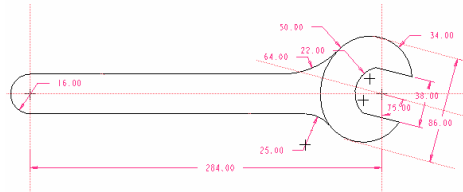


图 2-69 呆扳手草图效果

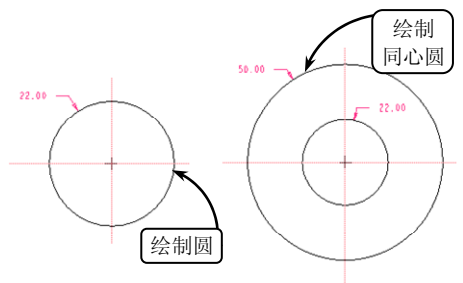


图 2-70 绘制圆

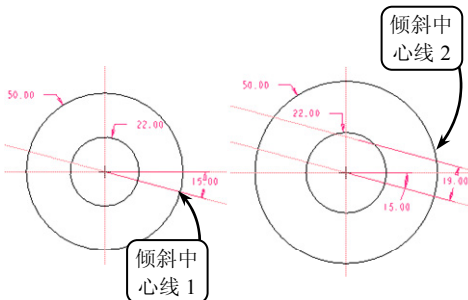



图 2-71 绘制中心线




点/相切端】工具选取半径为 R50 圆上一点和倾斜中心线 2 上一点，绘制与倾斜中心线 3 相切的圆弧，效果如图 2-72 所示。

④ 约束上一步骤所绘圆弧与半径为 R50 的圆相切，并修改圆弧的半径为 R34。然后单击【删除段】按钮, 修剪多余线段，效果如图 2-73 所示。

⑤ 利用【线链】工具绘制如图 2-74 所示的直线，然后利用【镜像】工具以倾斜中心线 1 为镜像中心线，将该直线和相应的圆弧镜像。

⑥ 利用【删除段】工具修剪图形的多余线段。然后利用【中心线】工具创建距离垂直中心线为 284 的中心线，接着利用【圆心和点】工具以中心线的交点为圆心，绘制半径为 R16 的圆，效果如图 2-75 所示。

⑦ 利用【线链】工具绘制如图 2-76 所示长度尺寸为 255 的水平直线，然后单击【圆形修剪】按钮, 为直线和半径为 R50 的圆间添加半径为 R64 的圆角特征。接着利用【删除段】工具修剪该直线。

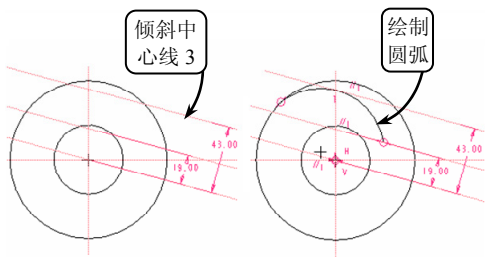


图 2-72 绘制中心线和圆弧

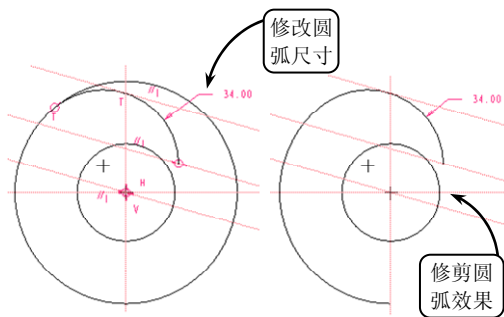


图 2-73 修改圆弧尺寸并修剪

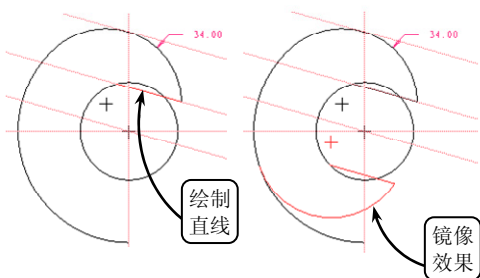


图 2-74 绘制直线并镜像

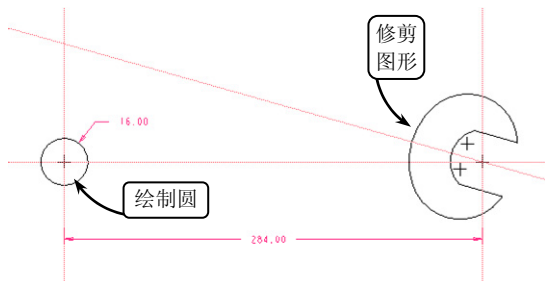



图 2-75 修剪图形并绘制圆

⑧ 继续利用【线链】工具绘制如图 2-77 所示长度尺寸为 275 的水平直线。然后单击【圆形修剪】按钮, 为该直线和半径 R50 的圆间添加半径为 R25 的圆角特征。接着利用【删除段】工具修剪该直线和半径为 R16 的圆。

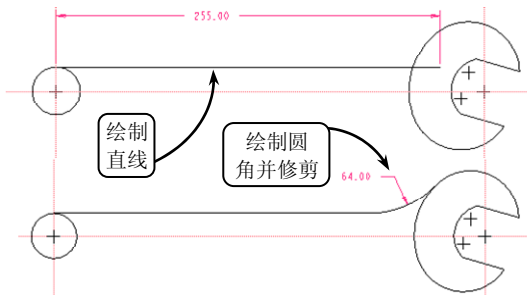


图 2-76 绘制直线并倒圆角

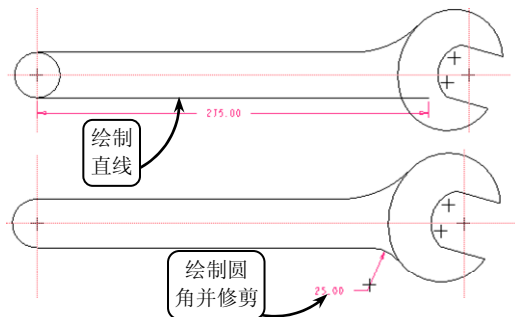


图 2-77 绘制直线并倒圆角

2.8 典型案例 2-2: 绘制仪表盘草图

本例绘制仪表指示盘草图,效果如图 2-78 所示。仪表指示盘是用于安装仪表及其有关装置(如外照明或附接控制台)的刚性平板或结构件。该零件主要由构成表盘外部轮廓的圆弧曲线,中部用于安装显示器的矩形通孔以及用于固定该表盘的螺钉孔组成。

由于该图形为对称图形,因此可以首绘图形的 1/4 轮廓,并通过镜像复制出其余轮廓线。然后利用【圆】工具绘制出各螺孔轮廓线,并利用【直线】和【圆弧】工具绘制出中部其中一个矩形孔。接着通过镜像复制绘制另一个矩形孔,即可完成该仪表盘草图的绘制。

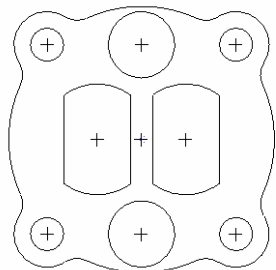






图 2-78 仪表指示盘平面图

操作步骤

① 新建一个文件“panel.sec”的草绘文件,进入草绘环境。然后单击【中心线】按钮,绘制如图 2-79 所示的中心线。接着单击【法向】按钮,标注并修改相应图元的尺寸。

② 单击【圆心和点】按钮,选取中心线的交点为圆心绘制圆轮廓,并双击系统自动标注的该圆弱尺寸,修改其直径为 $\Phi 12$,效果如图 2-80 所示。

③ 继续利用【圆心和点】工具连续绘制如图 2-81 所示的两个圆轮廓,并双击自动标注的圆弱尺寸,修改其直径值分别为 $\Phi 1.5$ 和 $\Phi 3$ 。

④ 单击【圆形修剪】按钮,选取如图 2-82 所示的两段相交圆弧绘制圆角特征,并双击系统自动标注的弱尺寸,修改圆角半径为 R1。

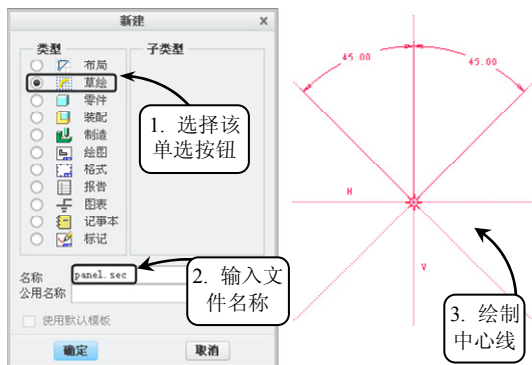


图 2-79 绘制中心线

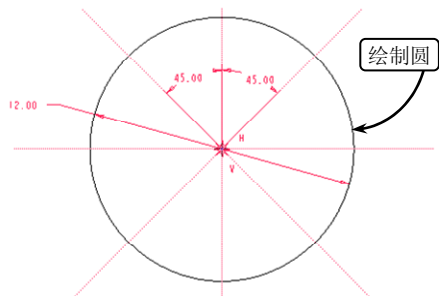


图 2-80 绘制圆轮廓

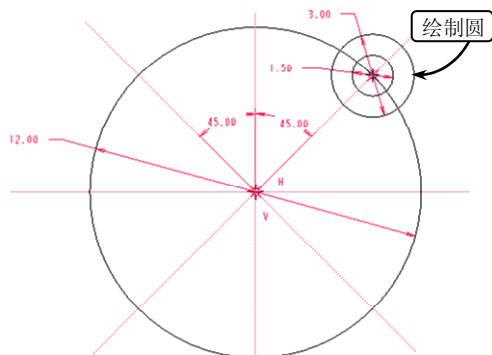



图 2-81 绘制圆轮廓



⑤ 单击【删除段】按钮, 选取多余的圆轮廓进行修剪操作, 然后单击鼠标中键退出该操作, 效果如图 2-83 所示。

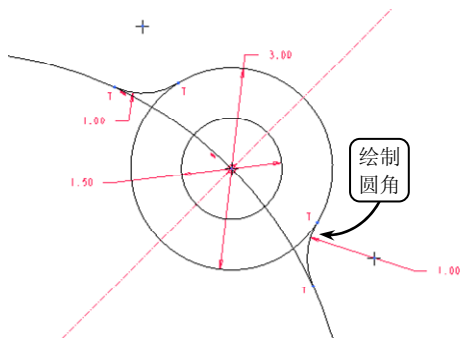


图 2-82 倒圆角

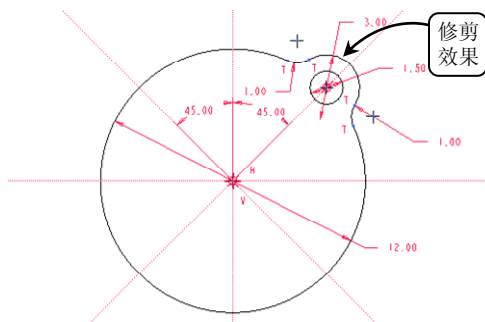


图 2-83 修剪轮廓

⑥ 在【草绘器显示过滤器】下拉菜单中分别禁用【显示尺寸】和【显示约束】复选框。然后利用【删除段】工具以水平中心线和竖直中心线修剪边界, 将直径为 $\Phi 12$ 圆的多余轮廓线删除。再利用【镜像】工具以竖直中心线为镜像中心线, 将指定的轮廓线镜像, 效果如图 2-84 所示。

⑦ 启用【显示约束】复选框, 然后利用自动约束功能选取 $\Phi 1.5$ 圆的圆心水平位置与竖直中心线的交点为圆心, 绘制与 $\Phi 3$ 圆直径相等的圆轮廓, 效果如图 2-85 所示。

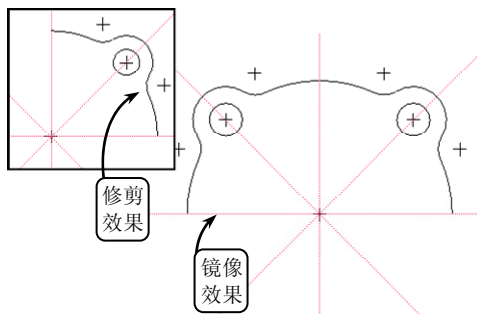


图 2-84 镜像图元

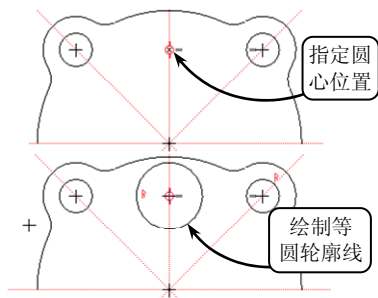





图 2-85 绘制等圆轮廓

⑧ 单击【线链】按钮, 绘制方孔轮廓线。然后打开尺寸显示, 双击直线的长度和距离弱尺寸修改尺寸值, 将其转换为强尺寸, 效果如图 2-86 所示。

⑨ 单击【3 点/相切端】按钮, 绘制如图 2-87 所示的任意圆弧。然后单击【法向】按钮, 标注并修改圆弧的半径为 R2.5。

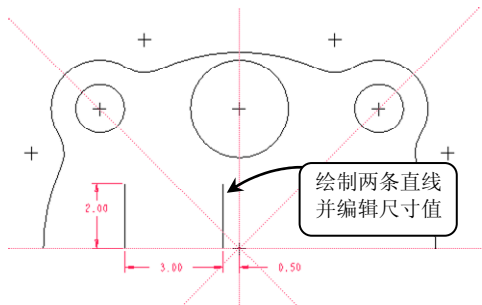


图 2-86 绘制直线并标注尺寸

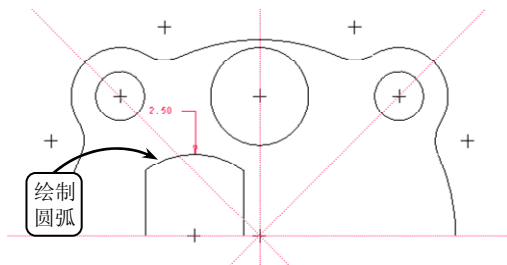



图 2-87 绘制圆弧并标注尺寸

⑩ 关闭尺寸显示。然后选取所有轮廓线为镜像对象，单击【镜像】按钮，以水平中心线为镜像中心线，进行镜像操作，效果如图 2-88 所示。

⑪ 选取矩形孔轮廓线为镜像对象，并利用【镜像】工具以竖直中心线为镜像中心线，镜像复制出另一侧的矩形孔，效果如图 2-89 所示。

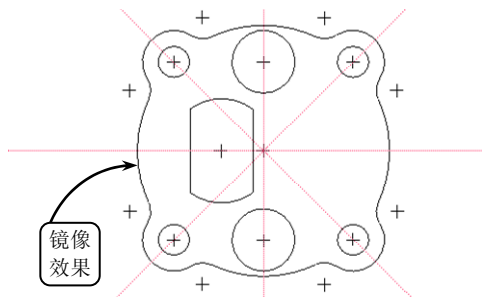


图 2-88 镜像图元

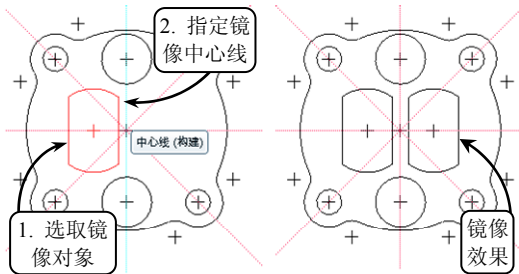


图 2-89 镜像矩形孔


⑫ 按住 Ctrl 键选取各中心线为删除对象，并单击右键。然后在打开的快捷菜单中选择【删除】选项，将所有中心线删除，效果如图 2-78 所示。


2.9 典型案例 2-3：绘制连杆草图

本例绘制连杆的截面草图，效果如图 2-90 所示。连杆零件是连杆机构中的基本零件。连杆机构是机械运动中的一种常见机构。通过该机构可以实现运动方式的传递。例如将平移转化为转动，将摆动转化为转动，将转动转化为平移，将转动转化为摆动等。此外通过计算各个连杆的长度，还可以实现比较精确的运动传递。

绘制该连杆草图，首先利用【圆】和【同心圆】工具绘制连杆中间的两个圆，这两个圆即为主轴截面。然后利用【复制】和【粘贴】工具将主轴截面按一定的缩放比例，复制至指定位置，即可完成一侧的从动轴绘制。接着利用【倒圆角】工具在两轴间添加倒圆角。最后按照同样的方法绘制另一侧的从动轴即可。

操作步骤

① 新建一个文件名为“connecting_rod.sec”的草图文件，进入草绘环境。然后单击【中心线】按钮，绘制两条正交的中心线，效果如图 2-91 所示。

② 单击【圆】按钮，以两条中心线的交点为圆心，绘制圆轮廓线，并双击直径弱尺寸，

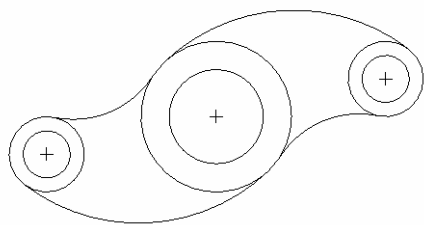


图 2-90 连杆草图

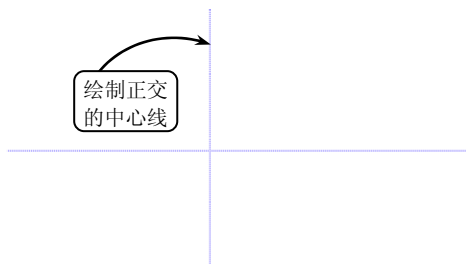






图 2-91 绘制中心线



修改数值为 $\Phi 80$ ，效果如图 2-92 所示。

③ 单击【同心】按钮, 选取上一步骤中绘制的圆轮廓线为定义圆心的圆弧, 绘制一个直径为 $\Phi 50$ 的圆, 效果如图 2-93 所示。

④ 选取图中的两个同心圆, 在【操作】选项板中依次单击【复制】按钮和【粘贴】按钮, 进行图形的复制, 效果如图 2-94 所示。

⑤ 在【缩放】文本框中输入缩放比例为 0.5 单击按钮, 完成缩放操作, 如图 2-95 所示。

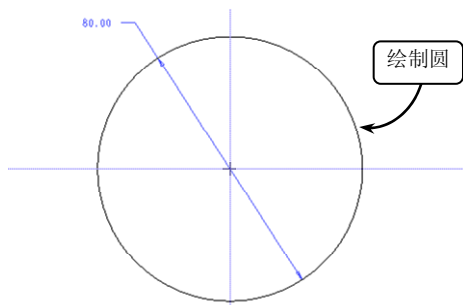


图 2-92 绘制圆轮廓

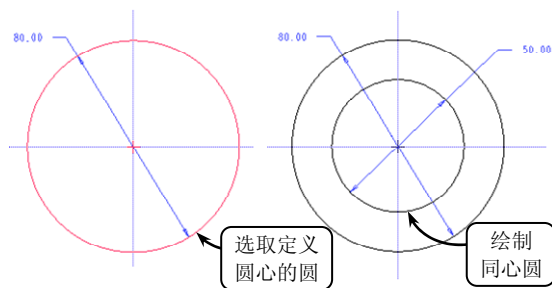


图 2-93 绘制同心圆

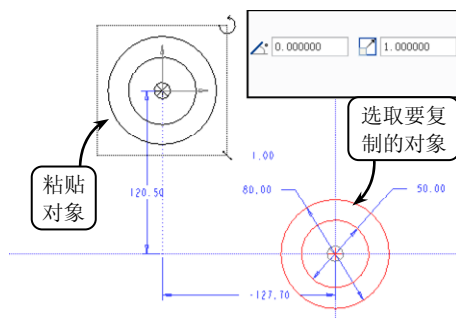


图 2-94 复制图形

⑥ 双击所复制的圆心至坐标原点的垂直距离尺寸, 并修改其尺寸值为 90。然后分别选取 $\Phi 40$ 和 $\Phi 25$ 两个圆轮廓尺寸标注, 利用右键菜单将其转换为强尺寸, 效果如图 2-96 所示。

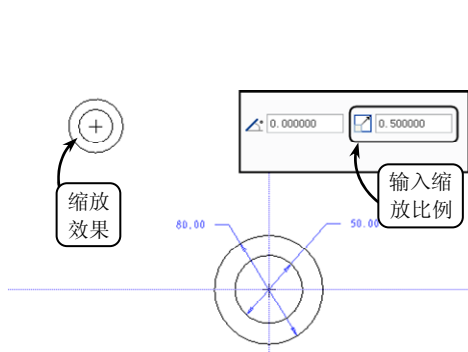


图 2-95 缩放操作

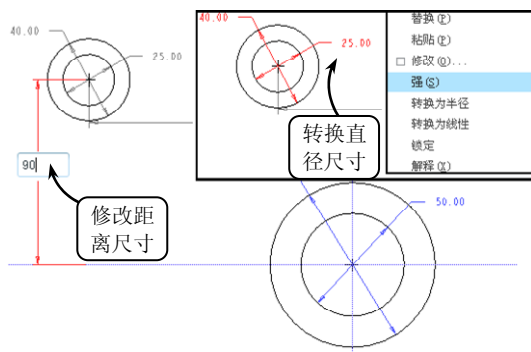




图 2-96 修改距离尺寸并转换直径尺寸

⑦ 在【约束】选项板中单击【相切】按钮, 并选取 $\Phi 40$ 圆轮廓和垂直中心线, 进行相切约束, 效果如图 2-97 所示。

⑧ 框选添加相切约束后的两个同心圆, 分别利用【复制】和【粘贴】工具, 在如图 2-98 所示位置进行图形的复制。

⑨ 将上一步骤中所复制圆的两个直径尺寸转换为强尺寸, 然后单击【相切】按钮, 选取上一步骤复制圆的外侧圆周和垂直中心线, 为两者之间添加相切约束。接着将该圆的圆心与水平中心线的距离设置为 90, 效果如图 2-99 所示。

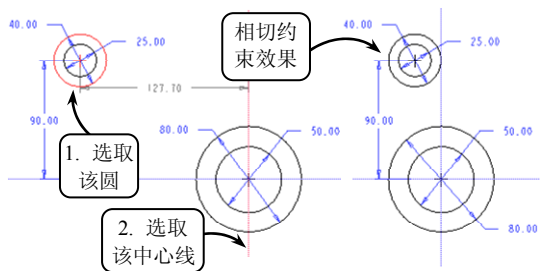


图 2-97 添加相切约束

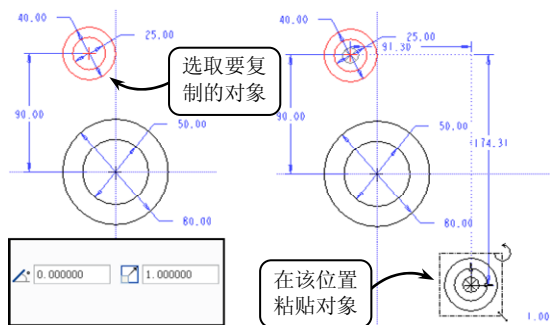



图 2-98 复制图形

⑩ 单击【圆形】按钮, 依次选取如图 2-100 所示的两个圆, 创建一个圆角, 并双击圆角上的尺寸修改圆角半径为 R50。

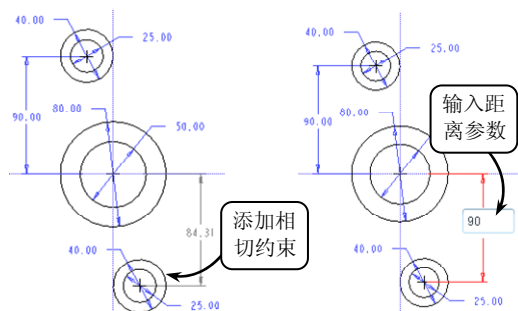


图 2-99 编辑圆的位置

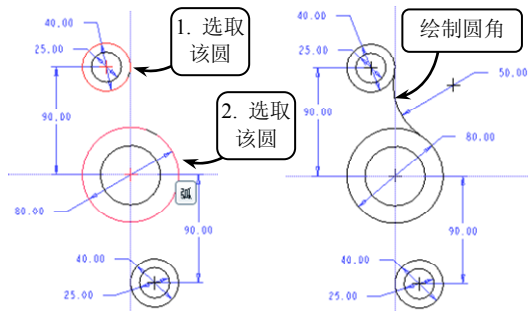







图 2-100 绘制圆角

⑪ 按照同样的方法绘制如图 2-101 所示的三个圆角。为了使圆角的弧度相等, 用户可以利用【约束】选项板中的【相等】工具进行约束。

⑫ 分别单击【显示尺寸】按钮, 【显示约束】按钮和【显示顶点】按钮, 取消图中的各种显示并将中心线删除, 效果如图 2-102 所示。

⑬ 框选所有轮廓线, 单击【旋转调整大小】按钮, 在打开的【旋转调整大小】对话框中输入旋转角度为 90° , 单击按钮, 进行图形的旋转, 效果如图 2-103 所示。至此该连杆零件的草图绘制完成。

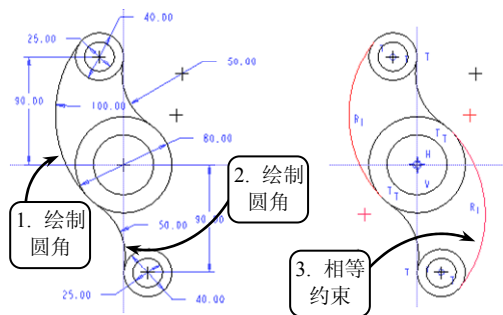


图 2-101 绘制圆角

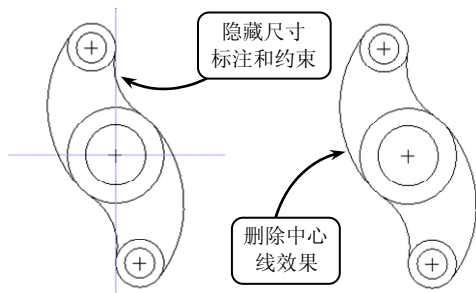


图 2-102 显示效果

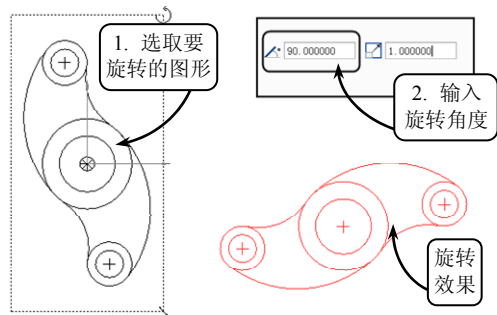


图 2-103 调整视图方位



2.10 扩展练习：绘制手柄草图

本练习绘制一个手柄草图，效果如图 2-104 所示。该手柄为盘形机构上的控制手柄，通过其手动的旋转带动整体进行运动。其整体结构呈旋转对称形，柄端的圆柱轴插入槽中，与槽紧密配合。柄身呈凸凹有致的弧形结构，方便人手握持。

绘制该手柄草图，由于其为对称结构，可以绘制一侧轮廓，然后镜像创建另一侧轮廓。在绘制一侧轮廓时，首先利用【圆】工具绘制两个定位圆，然后利用【圆】和相切约束，并结合尺寸标注绘制柄身的凹形弧，接着利用【圆角】工具绘制柄身凸形弧，并删除多余线段，最后利用【矩形】工具绘制柄端轮廓。

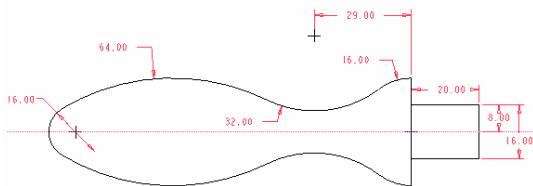


图 2-104 手柄草图效果

2.11 扩展练习：绘制轴支架草图

本练习绘制一个轴支架草图，效果如图 2-105 所示。该支架是轴的支撑架，包括主体、连接体和底座三部分组成。该支架可支撑轴的旋转运动。其中，底座固定在地面上，以减少在旋转过程中产生的震动，进而减少机器震动带来的不必要磨损，延长机器的使用寿命。

绘制该轴支架草图，由于其呈对称结构，因此可以绘制一侧轮廓，镜像创建另一侧。在绘制一侧轮廓时，首先利用【圆】工具绘制各个圆轮廓线，并利用【圆角】工具添加相应的圆角。然后利用【直线】和【圆】工具绘制该零件的底座轮廓线，并利用【圆】工具和相切约束绘制主体和底座之间的连接体。

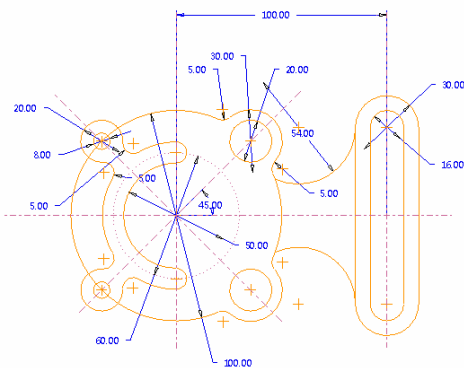


图 2-105 轴支架草图效果