

第 5 章 草图编辑指令

项目导读

第 4 章主要介绍了 CATIA V5R21 的基本草图命令，但一个完整的草图还应包括几何约束、尺寸约束、几何图形的编辑等内容，本章将详解这些内容。

项目分解

知识点 1：编辑草图图形

知识点 2：添加几何约束关系

知识点 3：添加尺寸约束关系

5.1 编辑草图图形

在“插入”|“操作”子菜单中含有关于图形编辑的命令，如图 5-1 所示。从中选择编辑或修改图形的命令，或者单击如图 5-2 所示的“操作”工具栏的工具按钮，即可编辑所选的图形对象。



图 5-1

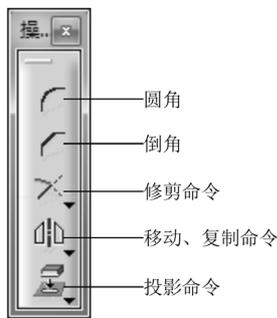


图 5-2

5.1.1 圆角

“圆角”命令将创建与两个直线或曲线图形对象相切的圆弧。单击  按钮，提示区出现“选择第一曲线或公共点”的提示，“草图工具”工具栏显示如图 5-3 所示的状态。



图 5-3

图 5-3 中显示了圆角特征的 6 种类型，分别如下。

- 修剪所有图形 : 单击此按钮，将修剪所选的两个图元，不保留原曲线，如图 5-4 所示。

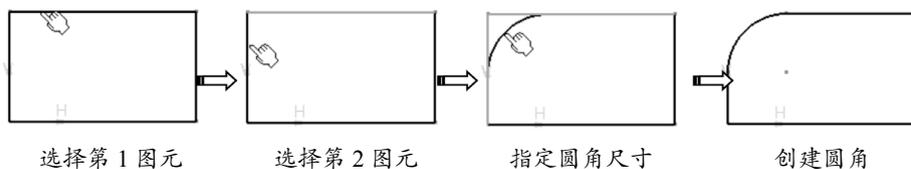


图 5-4

- 修剪第一图元 : 单击此按钮，创建圆角后仅修剪所选的第 1 个图元，如图 5-5 所示。

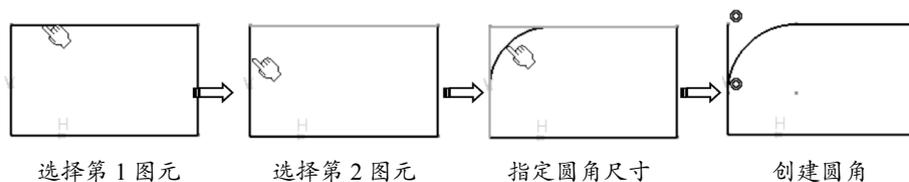


图 5-5

- 不修剪 : 单击此按钮，创建圆角后将不修剪所选图元，如图 5-6 所示。

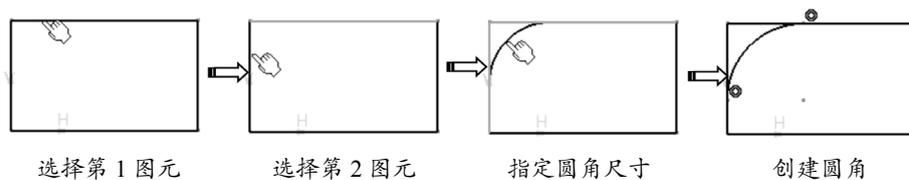


图 5-6

- 标准线修剪 : 单击此按钮，创建圆角后，使原本不相交的图元相交，如图 5-7 所示。

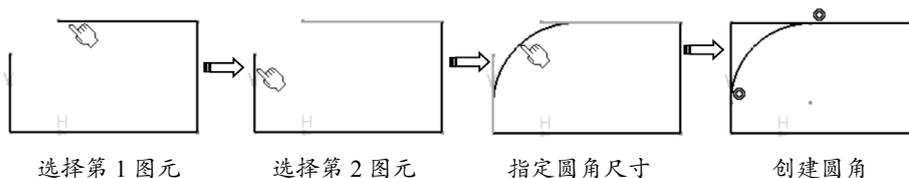


图 5-7

- 构造线修剪 : 单击此按钮，修剪图元后，所选的图元将变成构造线，如图 5-8 所示。

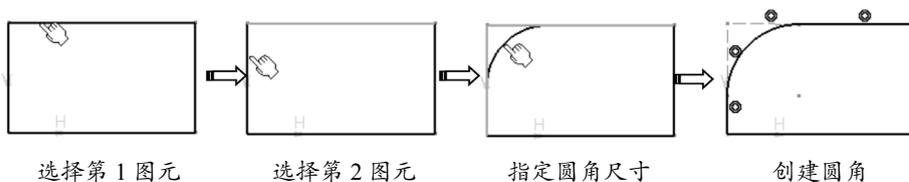


图 5-8

- 构造线未修剪 ：单击此按钮，创建圆角后，所选图元变为构造线，但不修剪构造线，如图 5-9 所示。

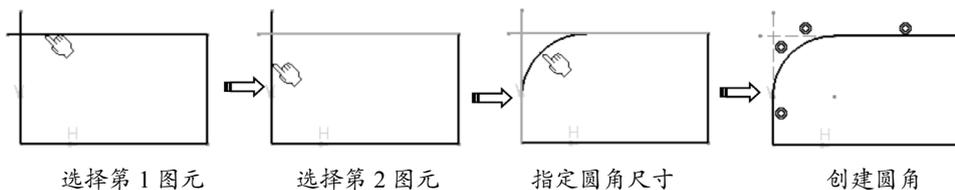


图 5-9

技术要点：

如果需要精确创建圆角，可以在“草图工具”工具栏的“半径”文本框中输入半径值，如图 5-10 所示。



图 5-10

5.1.2 倒角

“倒角”命令将创建与两个直线或曲线图形对象相交的直线，形成一个倒角。在“操作”工具栏中单击“倒角”按钮 ，“草图工具”工具栏显示如图 5-11 所示的 6 种倒角类型。选择两个图形对象或者选取两个图形对象的交点，工具栏扩展为如图 5-12 所示的状态。



图 5-11



图 5-12

新创建的直线与两个待倒角的对象的交点形成一个三角形，选择“草图工具”工具栏的 6 个图标，可以创建与圆角类型相同的 6 种倒角类型，如图 5-13 所示。

技术要点：

如果直线互相平行，由于不存在真实的交点，所以长度使用端点计算。

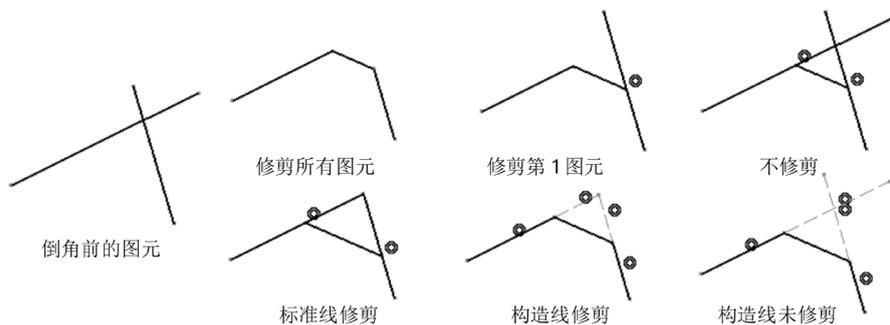


图 5-13

当选择第 1 图元和第 2 图元后，“草图工具”工具栏中显示以下 3 种倒角按钮。

- 角度和斜边 ：新直线的长度及其与第一个被选对象的角度，如图 5-14 (a) 所示。
- 角度和第一长度 ：新直线与第一个被选对象的角度以及与第一个被选对象的交点到两个被选对象的交点的距离，如图 5-14 (b) 所示。
- 第一长度和第二长度 ：两个被选对象的交点与新直线交点的距离，如图 5-14 (c) 所示。

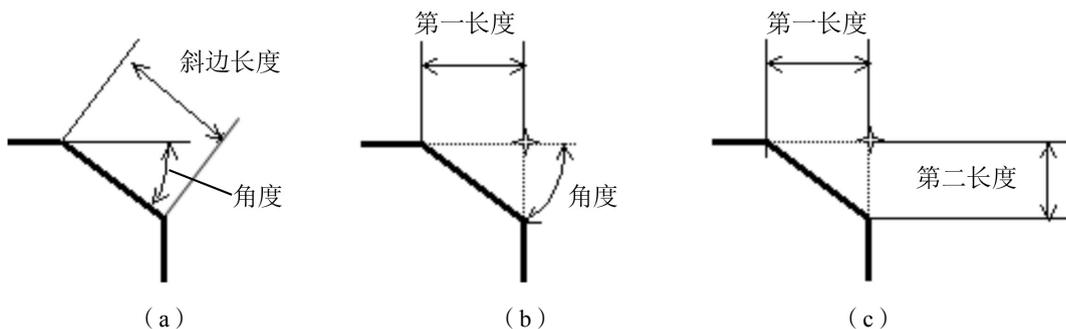


图 5-14

技术要点：

如果要创建倒角的两个图元是相互平行的直线，那么创建的倒角是两平行直线之间的垂线，始终修剪选择位置的另一侧，如图 5-15 所示。

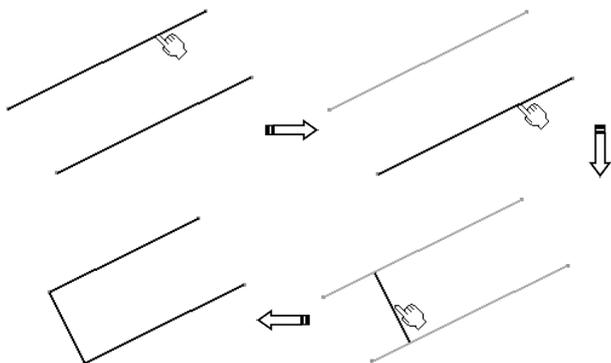


图 5-15

5.1.3 修剪图形

在“操作”工具栏中双击“修剪”按钮，将显示含有修改图形对象的工具栏，如图5-16所示。

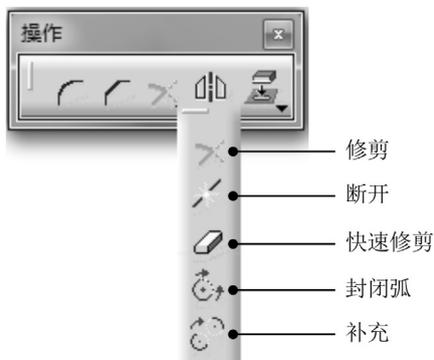


图 5-16

1. 修剪

“修剪”命令用于对两条曲线进行修剪。如果修剪结果是缩短曲线，则适用于任何曲线，如果是伸长曲线，则只适用于直线、圆弧和圆锥曲线。

单击“操作”工具栏中的“修剪”按钮，弹出“草图工具”工具栏，工具栏中有两种修剪方式。

- 修剪所有图元：修剪图元后，将修剪所选的两个图元，如图5-17所示。

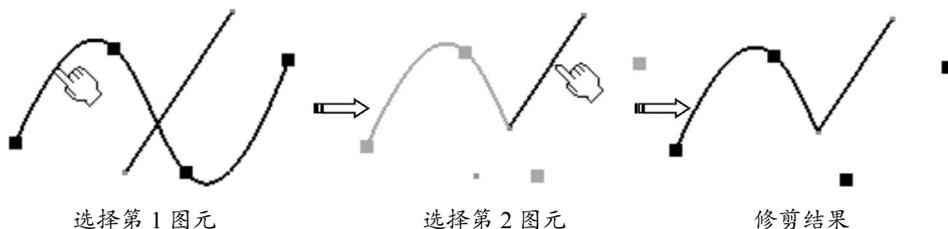


图 5-17

技术要点：

修剪结果与单击曲线的位置有关，在选择曲线时单击部分将保留。如果是单条曲线，也可以进行修剪，修剪时第一点是确定保留的部分，第二点是修剪点，如图5-18所示。

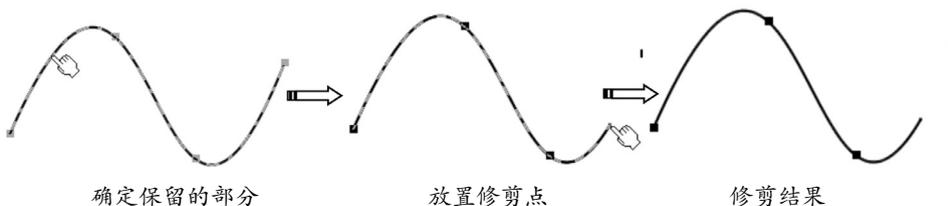


图 5-18

- 修剪第1图元: 修剪图元后, 将只修剪所选的第1图元, 保留第2图元, 如图5-19所示。

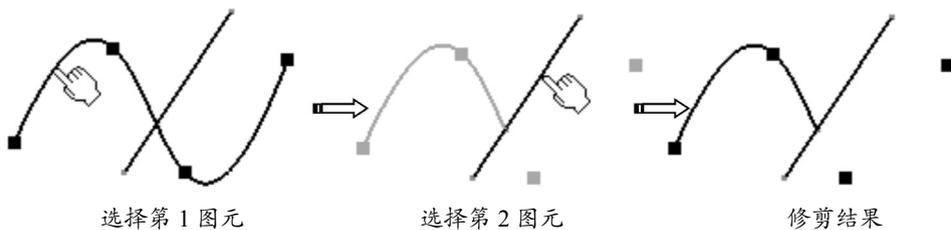


图 5-19

2. 断开

“断开”命令将草图元素打断, 打断工具可以是点、圆弧、直线、圆锥曲线、样条曲线等。

单击“操作”工具栏中的“断开”按钮, 选择要打断的元素, 然后选择打断工具(打断边界), 系统自动完成打断, 如图5-20所示。

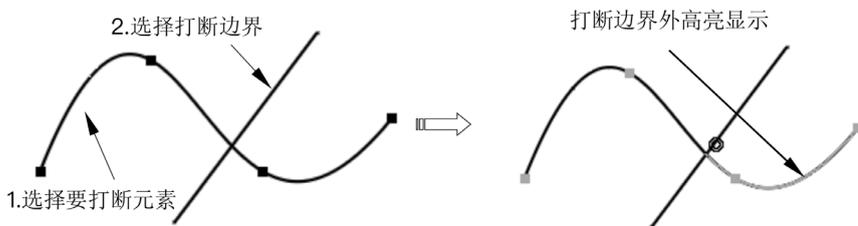


图 5-20

技术要点:

如果所指定的打断点不在直线上, 则打断点将是指定点在该曲线上的投影点。

3. 快速修剪

快速修剪直线或曲线。若选中的对象不与其他对象相交, 则删除该对象; 若选中的对象与其他对象相交, 则该对象的选择点且与其他对象相交的一段被删除。图5-21(a)和(c)所示为修剪前的图形, 圆点表示选择点, 修剪结果如图5-21(b)和(d)所示。

技术要点:

值得注意的是, 快速修剪命令一次只能修剪一个图元。因此要修剪更多的图元, 需要反复使用“快速修剪”命令。

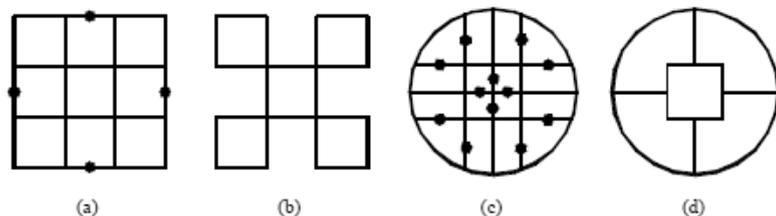


图 5-21

快速修剪也有 3 种修剪方式，分别如下。

- 断开及内擦除 ：此方式是断开所选图元并修剪该图元，擦除部分为打断边界内的部分，如图 5-22 所示。

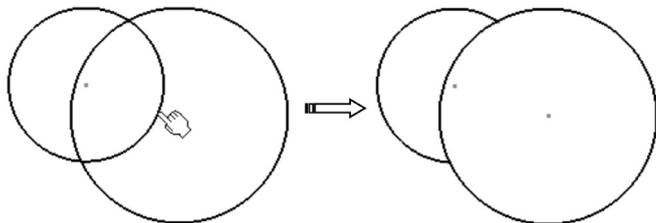


图 5-22

- 断开及外擦除 ：此方式是断开所选图元并修剪该图元，修剪位置为打断边界外的部分，如图 5-23 所示。

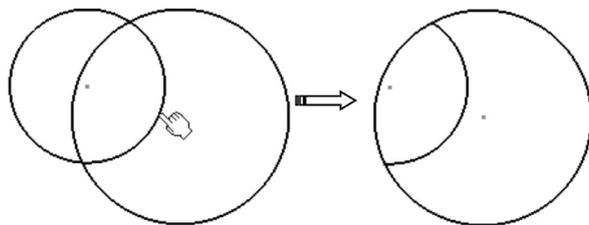


图 5-23

- 断开并保留 ：此方式仅打开所选图元，保留所有断开的图元，如图 5-24 所示。

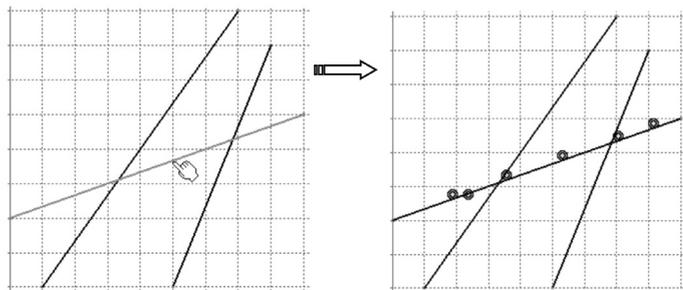


图 5-24

技术要点：

对于复合曲线（多条曲线组成的投影/相交元素）而言，无法使用“快速修剪”和/或“断开”命令。但是，可以通过使用修剪命令绕过该功能限制。

4. 封闭弧

使用“封闭弧”命令，可以将所选圆弧或椭圆弧封闭而生成整圆。封闭弧的操作较简单，单击“封闭弧”按钮 ，再选择要封闭的弧，即可完成封闭操作，如图 5-25 所示。

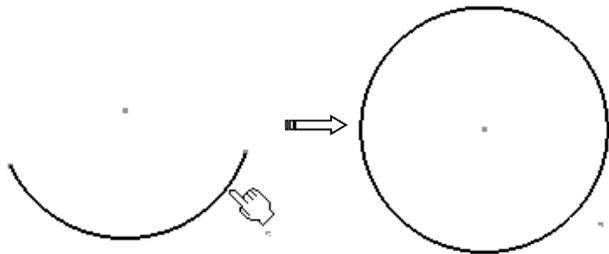


图 5-25

5. 补充

“补充”命令就是创建圆弧、椭圆弧的补弧——补弧与所选弧构成整圆或整椭圆。单击“补充”按钮, 选择要创建补弧的弧, 程序自动创建补弧, 如图 5-26 所示。

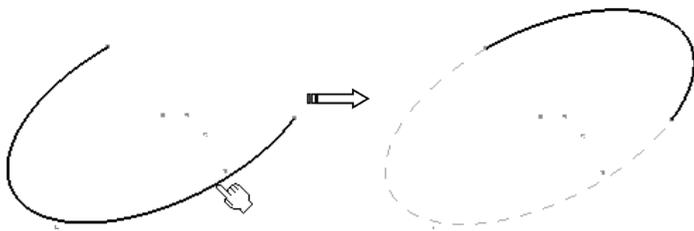


图 5-26

5.1.4 图形变换

图形变换工具是快速制图的高级工具, 如镜像、对称、平移、旋转、缩放、偏移等, 熟练使用这些工具, 可以提高绘图效率。

“操作”工具栏中的变换操作工具如图 5-27 所示。

技术要点:

变换操作工具默认时仅显示“镜像”, 其余工具不显示, 需要将“操作”工具栏拖至图形区或工具栏区域中才能显示出来。

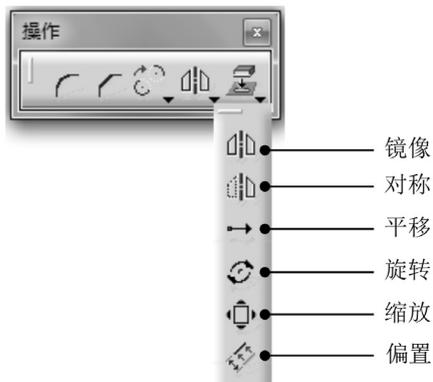


图 5-27

1. 镜像

“镜像”命令可以复制基于对称中心轴的镜像对称图形，原图形将保留。创建镜像图形前，需要创建镜像中心线。镜像中心线可以是直线也可以是轴。

单击“镜像”按钮，选择要镜像的图形对象，再选择直线或轴线作为对称轴，即可得到原图形的对称图形，如图 5-28 所示。

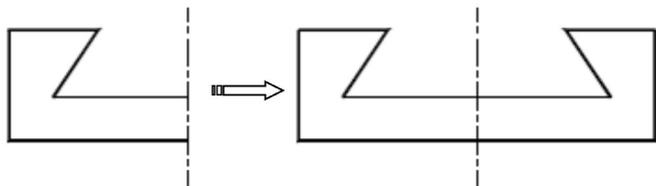


图 5-28

技术要点:

创建镜像对象时，如果要镜像的对象是多个独立的图形，可以框选对象，或者按住Ctrl键逐一选择对象。

2. 对称

“对称”命令可以复制具有镜像对称特性的对象，但是原对象将不保留，这与“镜像”命令的操作结果不同，如图 5-29 所示。

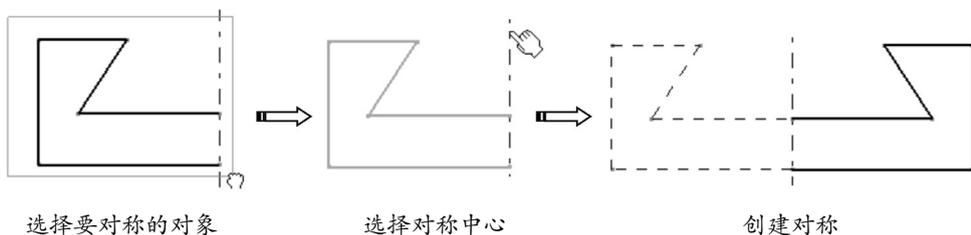


图 5-29

3. 平移

“平移”命令可以沿指定方向平移、复制图形对象。单击“平移”按钮，弹出如图 5-30 所示的“平移定义”对话框。

该对话框中主要选项的含义如下。

- 实例：设置副本对象的个数，可以单击微调按钮来设置。
- 复制模式：选中此复选框，将创建原图形的副本对象，反之则仅平移图形而不复制副本。



图 5-30

- 保持内部约束：此选项仅当选中“复制模式”复选框后可用。此选项指定在平移过程中保留应用于选定元素的内部约束。
- 保持外部约束：此选项仅当选中“复制模式”复选框后可用。此选项指定在平移过程中保留应用于选定元素的外部约束。
- 长度：平移的距离。
- 捕捉模式：选中此复选框，可以采用捕捉模式，捕捉点来放置对象。

选择待平移或复制的图形对象，例如，选择如图 5-31 所示的小圆。依次选择小圆的圆心 P1 点和大圆的圆心 P2 点，若该对话框的“复制模式”复选框未被选中，小圆沿矢量 P1、P2 被平移到与大圆同心。

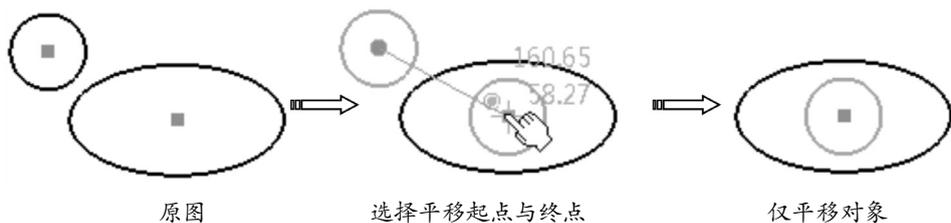


图 5-31

若“复制模式”复选框被选中，小圆被复制到与大圆同心，如图 5-32 所示。



图 5-32

技术要点：

默认情况下，平移时按 5mm 的长度距离递增。每移动一段距离，可以查看长度值的变化。如果要修改默认的递增值，可以右击“值”文本框，然后在弹出的快捷菜单中选择“更改步幅”子菜单中的选项，可以选择已有数值或“新值”命令，重新设置，如图 5-33 所示。

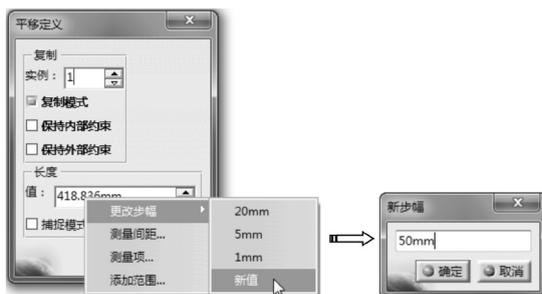


图 5-33

技术要点:

可以使用图5-33弹出的快捷菜单中的测量选项，测量平移的距离、对象尺寸等。

4. 旋转

“旋转”命令是将所选的图形旋转并创建副本对象。单击“旋转”按钮, 弹出如图5-34所示“旋转定义”对话框。

- 角度：输入旋转角度值，正值表示逆时针旋转，负值表示顺时针旋转。
- 约束守恒：保留所选几何元素约束。



图 5-34

选择待旋转的图形对象，例如选择如图5-35（a）的轮廓线。输入旋转的基点P1，在“值”文本框输入旋转的角度。若该对话框的“复制模式”复选框未被选中，轮廓线被旋转到指定角度，如图5-35（b）所示；若“复制模式”复选框被选中，轮廓线被复制然后旋转到指定角度，如图5-35（c）所示。

技术要点:

可以通过输入的点确定旋转角度，若依次输入P2、P3点， $\angle P2 P1 P3$ 即为旋转的角度，如图5-35（a）所示。

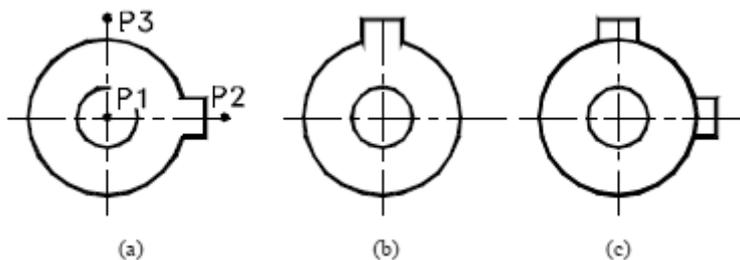


图 5-35

5. 缩放

“缩放”命令将所选图形元素按比例进行缩放。

单击“操作”工具栏中的“缩放”按钮, 弹出“缩放定义”对话框，定义缩放相关参数，然后选择要缩放的元素，选择缩放中心点，单击“确定”按钮，系统自动完成缩放操作，如图5-36所示。

技术要点:

可以先选择几何图形，也可以先单击“缩放”按钮。如果先单击“缩放”按钮，则不能选择多个元素。

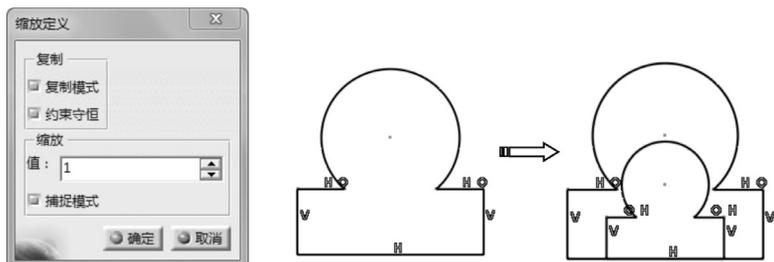


图 5-36

6. 偏置

“偏置”命令用于对已有直线、圆等草图元素进行偏置复制。

单击“操作”工具栏中的“偏置”按钮, 在“草图工具”工具栏中显示4种偏置方式, 如图5-37所示。



图 5-37

- 无拓展: 此方式仅偏置单个图元, 如图5-38所示。



图 5-38

- 相切拓展: 选择要偏置的圆弧, 与之相切的图元将一同被偏置, 如图5-39所示。

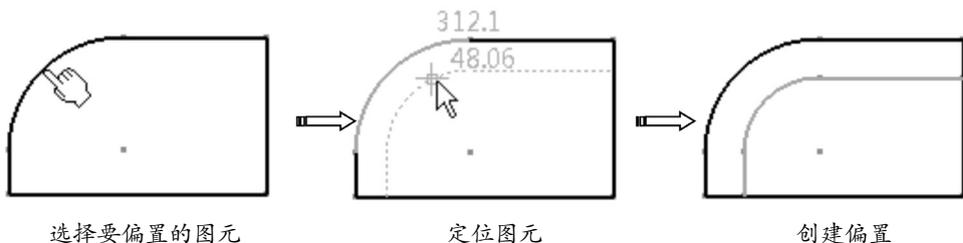


图 5-39

技术要点:

如果选择直线来偏置, 将会创建与“无拓展”方式相同的结果。

- 点拓展 ☞ ：此方式是在要偏置的图元上选择一点，然后偏置与之相连的所有图元，如图 5-40 所示。

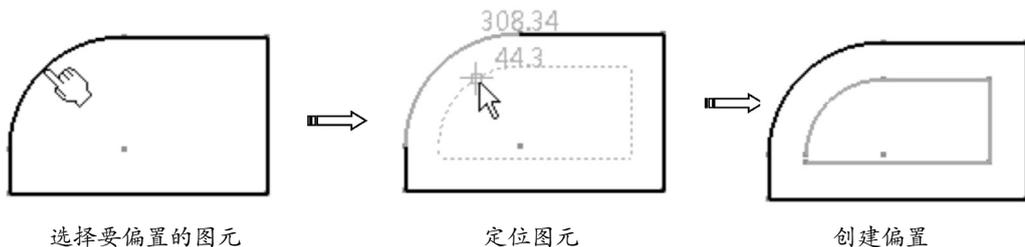


图 5-40

- 双侧偏置 ☞ ：此方式由“点拓展”方式延伸而来，偏置的结果是在所选图元的两侧创建偏置，如图 5-41 所示。

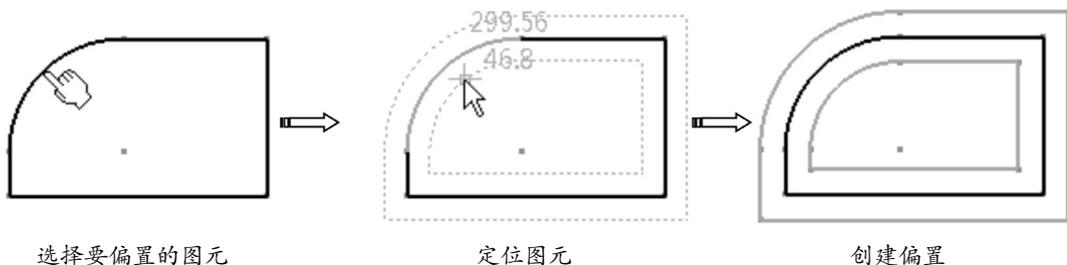


图 5-41

技术要点：

注意，如果将鼠标指针置于允许创建给定元素的区域之外，将出现 ⊖ 符号。例如，图 5-42 所示的偏置，允许的区域为垂直方向区域，图元外的水平区域为错误区域。

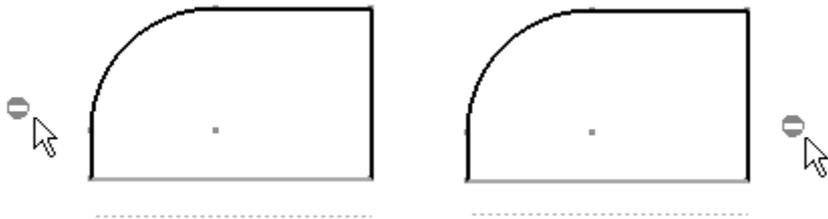


图 5-42

5.1.5 获取三维形体的投影

三维形体可以看作是由一些平面或曲面围起来的，每个面还可以看作是由一些直线或曲线作为边界确定的。通过获取三维形体的面和边在工作平面的投影，也可以得到平面图形，并可以获取三维形体与工作平面的交线。利用这些投影或交线，可以进行编辑，构成新的图形。

单击“投影 3D 图元”按钮, 将显示获取三维形体表面投影的工具栏, 如图 5-43 所示。

1. 投影 3D 图元

“投影 3D 图元”是获取三维形体的面、边在工作平面上的投影。选择待投影的面或边, 即可在工作平面上得到它们的投影。

如果需要同时获取多个面或边的投影, 应该先选择多个面或边, 然后再单击“投影 3D 图元”按钮。



图 5-43

例如, 图 5-44 所示为壳体零件, 单击“投影 3D 图元”按钮, 选择要投影的平面, 随后在草图工作平面上得到顶面的投影。

技术要点:

如果选择垂直于草图平面的面, 将投影为该面形状的轮廓曲线, 如图 5-45 所示。

如果选择其侧面, 在工作平面上将只得到大圆。

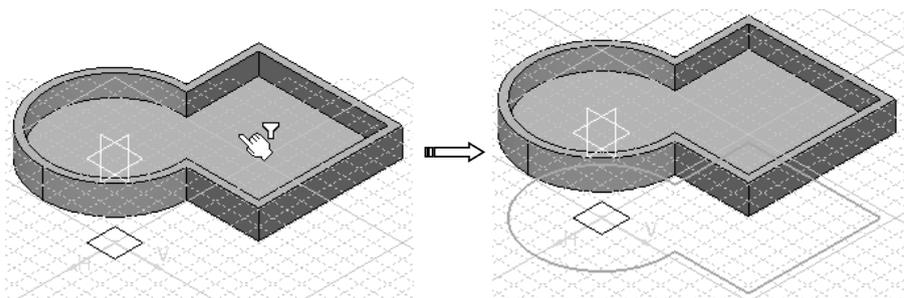


图 5-44

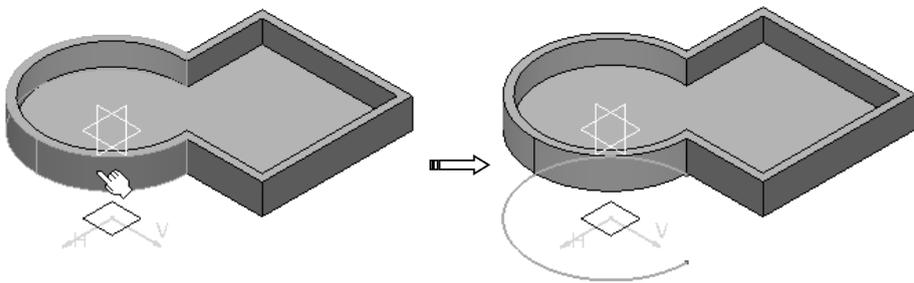


图 5-45

2. 与 3D 图元相交

“与 3D 图元相交”获取三维形体与工作平面的交线, 如果三维形体与工作平面相交, 单击该按钮, 选择求交的面、边, 即可在工作平面上得到它们的交线或交点。

例如，图 5-46 所示是一个与草图平面斜相交的模型，按 Ctrl 键选择要相交的曲面，单击“与 3D 图元相交”按钮后，即可得到它们与工作平面的交线。

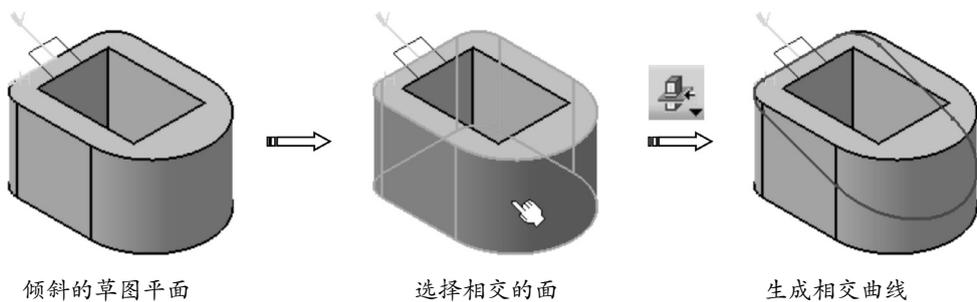


图 5-46

3. 投影 3D 轮廓边线

“投影 3D 轮廓边线”是获取曲面轮廓的投影。单击该按钮，选择待投影的曲面，即可在工作平面上得到曲面轮廓的投影。

例如，图 5-47 所示是一个具有球面和圆柱面的手柄，单击“投影 3D 轮廓边线”按钮, 选择球面，将在工作平面上得到一个圆弧。再单击按钮，选择圆柱面，将在工作平面上得到两条直线。

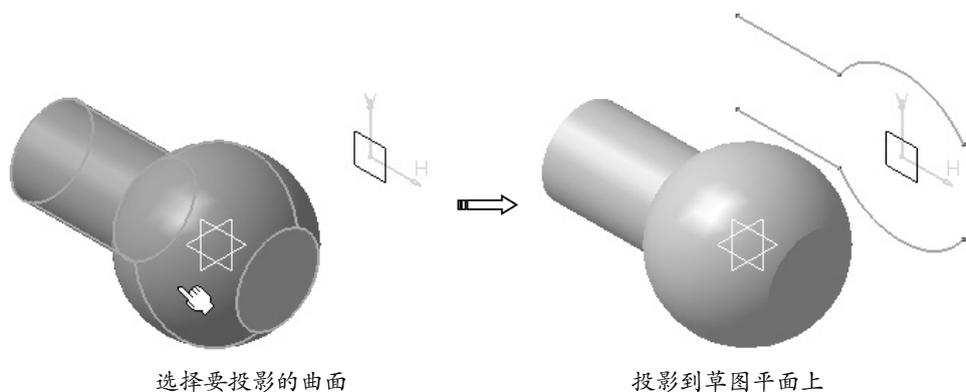


图 5-47

技术要点:

值得注意的是，此方式不能投影与草图平面相垂直的平面或面。此外，投影的曲线不能移动或修改属性，但可以删除。

动手操作——绘制与编辑草图 1

绘制如图 5-48 所示的草图。

01 新建零件文件并选择 xy 平面，进入草图编辑器工作台。

02 利用“轴”命令，绘制整个草图的基准中心线，如图 5-49 所示。

06 利用“快速修剪”命令，修剪图形，如图 5-53 所示。

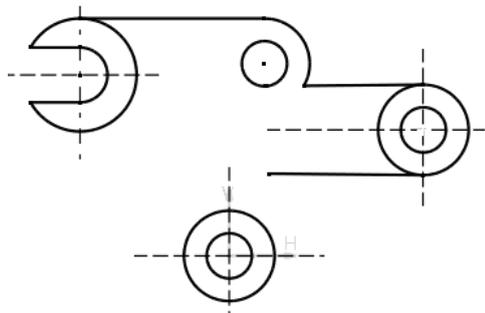


图 5-53

07 利用“修剪所有图元”方式的“圆角”命令，创建如图 5-54 所示的半径为 11 的圆角。

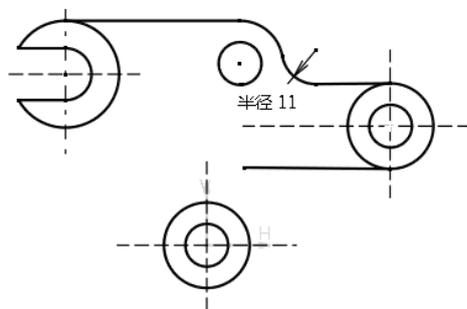


图 5-54

08 利用“不修剪”方式的“圆角”命令，创建如图 5-55 所示的半径为 49 的圆角。

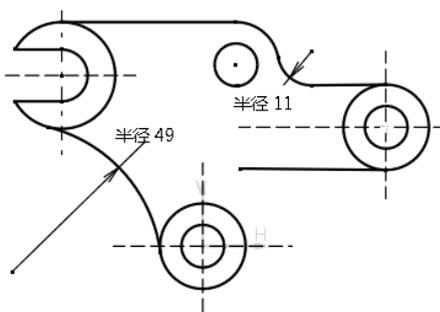


图 5-55

09 利用“修剪第一图元”方式的“圆角”命令，创建如图 5-56 所示的半径为 8 的圆角。

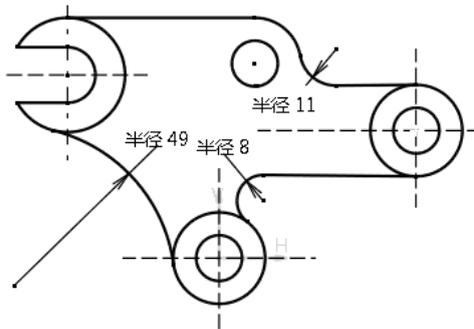


图 5-56

10 利用“圆”命令，绘制两个圆，如图 5-57 所示。

11 利用“不修剪”方式的“圆角”命令，创建如图 5-58 所示的半径为 21 的圆角。

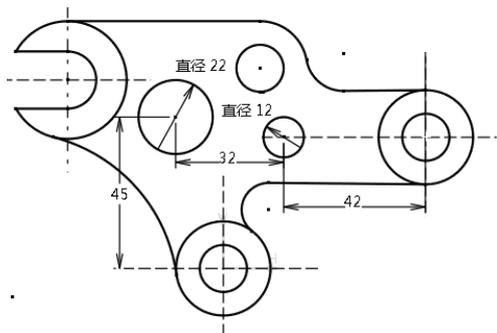


图 5-57



图 5-58

12 利用“三点弧”命令，绘制与两个圆相切且半径为 36 的圆弧，如图 5-59 所示。

13 修剪图形，得到最终的草图，如图 5-60 所示。

14 将绘制的草图保存。

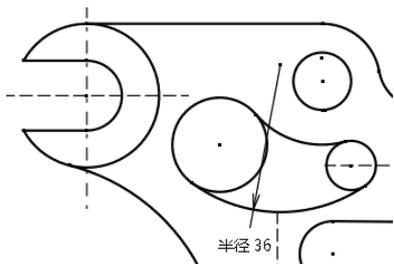


图 5-59

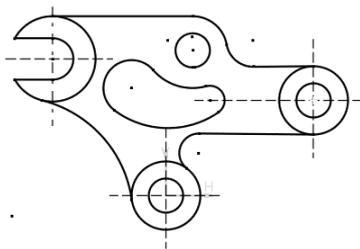


图 5-60

动手操作——绘制与编辑草图 2

利用图形绘制与编辑命令，绘制如图 5-61 所示的草图。

01 新建零件文件。执行“开始”|“机械设计”|“草图编辑器”命令，选择 xy 平面进入草图编辑器工作台。

02 利用“轴”命令绘制基准中心线，如图 5-62 所示。

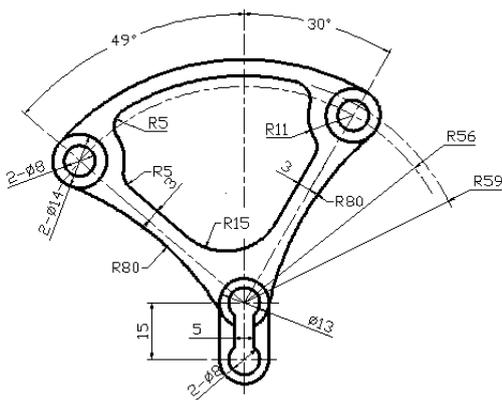


图 5-61

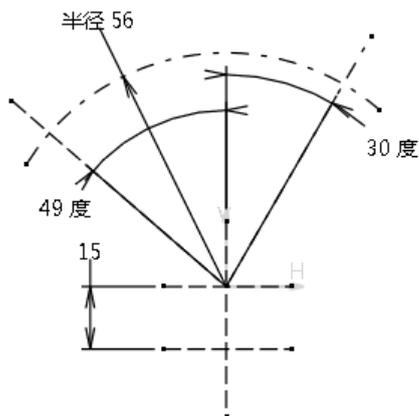


图 5-62

03 利用“圆”命令，绘制如图 5-63 所示的圆。再利用“直线”命令绘制垂直线段，如图 5-64 所示。

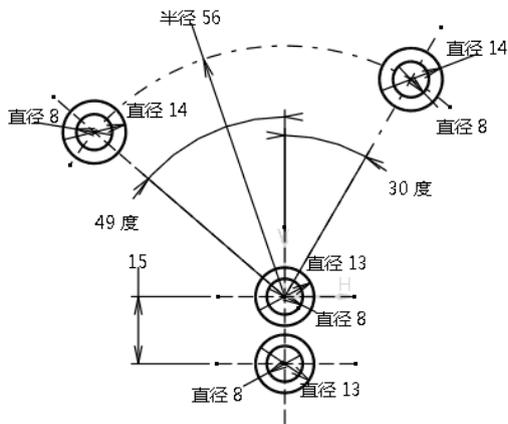


图 5-63

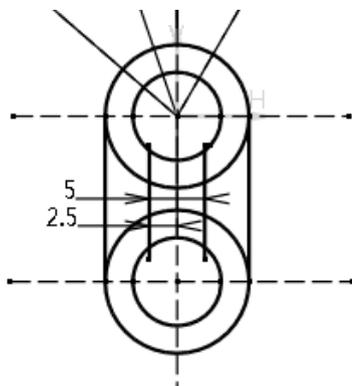


图 5-64

04 利用“不修剪”方式的“圆角”命令，创建如图 5-65 所示的半径为 80 的圆角。

05 利用“三点弧”命令，绘制如图 5-66 所示的相切连接弧。

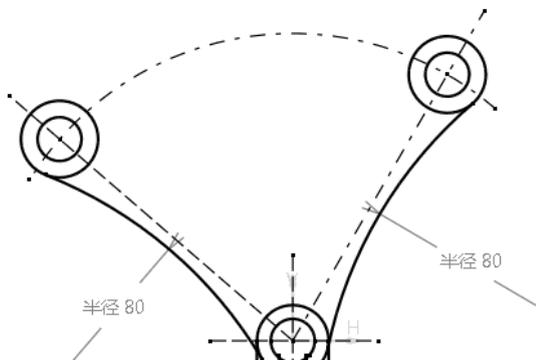


图 5-65

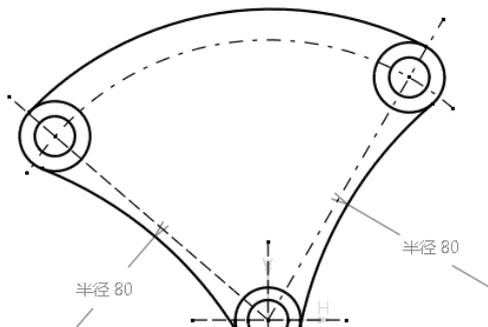


图 5-66

06 修剪图形，结果如图 5-67 所示。

07 利用“弧”命令，绘制如图 5-68 所示的 3 段圆弧。

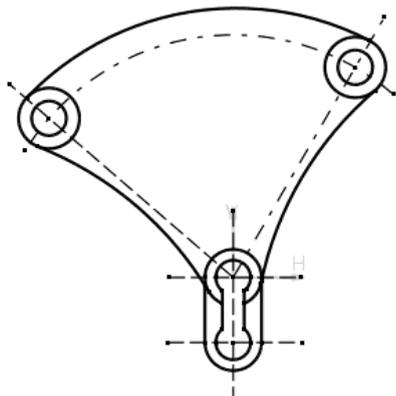


图 5-67

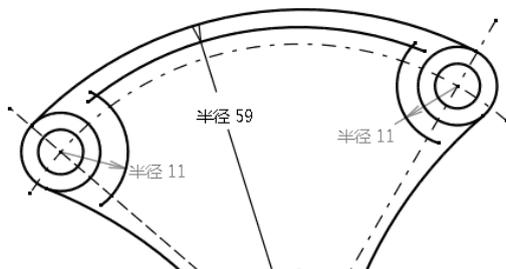


图 5-68

08 利用“直线”命令，绘制两条平行线，如图 5-69 所示。

09 利用“修剪所有图元”方式的“圆”命令，创建如图 5-70 所示的圆角。

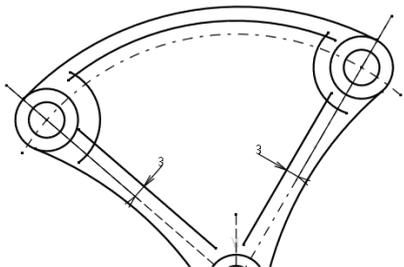


图 5-69

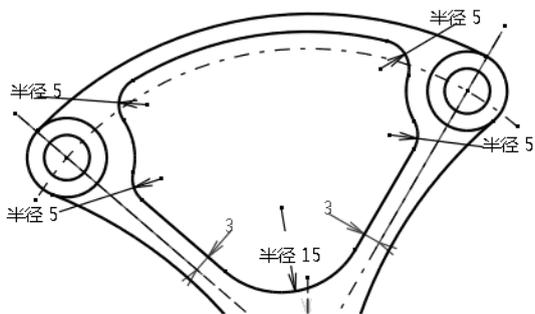


图 5-70

10 至此，草图绘制完成，最后将结果保存。

5.2 添加几何约束关系

在草图设计环境下，利用几何约束功能，可以便捷地绘制出所需的图形。CATIA V5 草图中提供了手动几何约束和自动几何约束功能，下面进行详细讲解。

5.2.1 自动几何约束

自动约束的原理是，当激活了某些约束功能时，绘制图形的过程中会自动产生几何约束，起到辅助定位的作用。

CATIA V5 的自动约束功能按钮放置在如图 5-71 所示的“草图工具”工具栏中。



图 5-71

1. 栅格约束

栅格约束就是用栅格约束鼠标指针的位置，约束鼠标指针只能在栅格的一个格点上。图 5-72 (a) 所示为在关闭栅格约束的状态下，用鼠标指针确定的直线；图 5-72 (b) 所示为在打开栅格约束的状态下，用鼠标指针在同样的位置确定的直线。显然，在打开栅格约束的状态下，容易绘制精度更高的直线。



图 5-72

技术要点:

绘制图形的过程中，打开栅格约束，可以大致确定点的方位，但不能精确约束。

要想精确约束点的坐标方位，在“草图工具”工具栏中单击“点对齐”按钮，即可将点约束到栅格的刻度点上，橙色显示的图标表示栅格约束为打开状态，如图 5-73 所示。

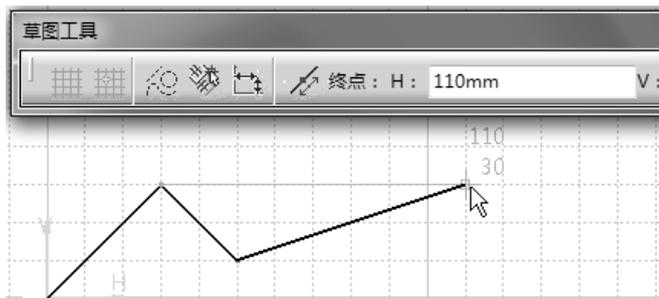


图 5-73

2. 构造 / 标准图元

当需要将草图实线变成辅助线型时，有两种方法可以达到目的，一种是通过设置图形属性，如图 5-74 所示。



图 5-74

另一种就是在“草图工具”工具栏中单击“构造 / 标准图元”按钮。使实线变成构造图元，其实也是一种约束行为。单击此按钮，可以在实线与虚线之间切换，如图 5-75 所示。

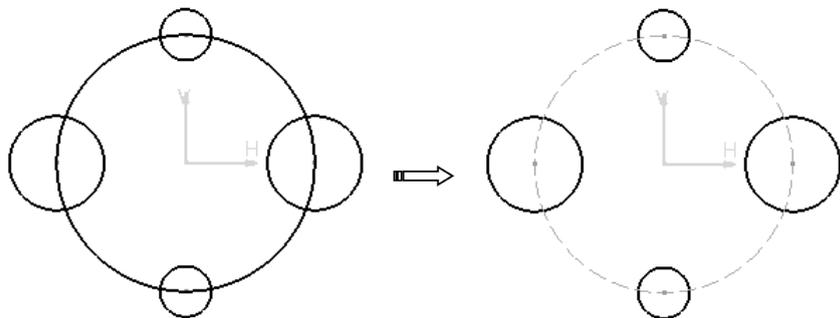


图 5-75

3. 几何约束

在“草图工具”工具栏中单击“几何约束”按钮，并绘制几何图形，在这个过程中会生成自动约束。自动约束后会显示各种约束符号，如图 5-76 所示。

在第 4 章中已经详细介绍了自动约束的方法与符号，因此这里就不重复讲述了。

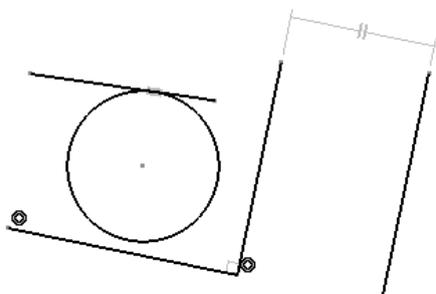


图 5-76

5.2.2 手动几何约束

手动几何约束的作用是约束图形元素本身的位置或图形元素之间的相对位置。当图形元素被约束时，在其附近将显示表 5-1 所示的专用符号。被约束的图形元素在改变它的约束之前，将始终保持其现有的状态。

几何约束的种类与图形元素的种类和数量有关，如表 5-1 所示。

表 5-1 几何约束的种类与图形元素的种类和数量的关系

种类	符号	图形元素的种类和数量
固定		任意数量的点、直线等图形元素
水平	H	任意数量的直线
铅垂	V	任意数量的直线
平行		任意数量的直线
垂直		两条直线
相切		两个圆或圆弧
同心		两个圆、圆弧或椭圆
对称		直线两侧的两个相同种类的图形元素
相合		两个点、直线或圆（包括圆弧）或一个点和一条直线、圆或圆弧

在“约束”工具栏中，包括如图 5-77 所示的约束工具。

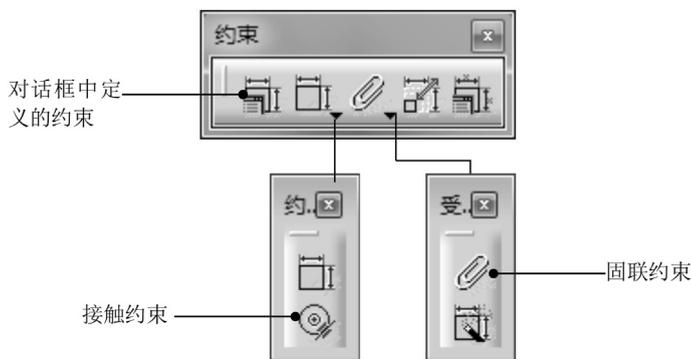


图 5-77

1. 对话框中定义的约束

“对话框中定义的约束”手动约束工具可以约束图形对象的几何位置，同时添加、解除或改变图形对象几何约束的类型。

其操作步骤是：选择待添加或改变几何约束的图形对象，例如选择一条直线，单击“对话框中定义的约束”按钮, 弹出如图 5-78 所示的“约束定义”对话框。

该对话框共有 17 个确定几何约束和尺寸约束的复选框，所选图形对象的种类和数量决定了利用该对话框可定义约束的种类和数量。本例选择了一条直线，可供操作的只有固定、水平和垂直 3 个状态几何约束和 1 个约束长度的复选框。

若选中“固定”和“长度”复选框，单击“确定”按钮，即可在被选直线处标注尺寸和显示固定符号，如图 5-79 所示。



图 5-78



图 5-79

技术要点:

值得注意的是，手动约束后显示的符号是暂时的，当关闭“约束定义”对话框后，约束符号会自动消失。每选择一种约束，都会弹出“警告”对话框，如图5-80所示。

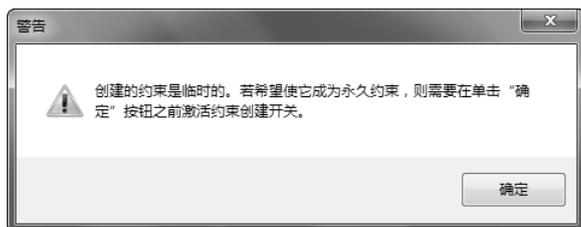


图 5-80

正如图 5-80 中的警告信息，要想永久显示约束符号，只能通过激活自动约束功能（在“草图工具”工具栏中单击“几何约束”按钮）实现。

技术要点:

如果只是解除图形对象的几何约束，只要删除几何约束符号即可。

2. 接触约束

单击“接触约束”按钮，选择两个图形元素，第二个被选对象移至与第一个被选对象接触。被选对象的种类不同，接触的含义也不同。

重合：若选择的两个图形元素中有一个是点，或两个都是直线，第二个被选对象移至与第一个被选对象重合，如图 5-81（a）所示。

同心：若选择的两个图形元素是圆或圆弧，第二个被选对象移至与第一个被选对象同心，如图 5-81（b）所示。

相切：若选择的两个图形元素不全是圆或圆弧，或者不全是直线，第二个被选对象移至与第一个被选对象（包括延长线）相切，如图 5-81（c）、（d）、（e）所示。

技术要点:

图5-81中，第一行为接触约束前的两个图形元素，其中左上为第一个被选择的图形元素。

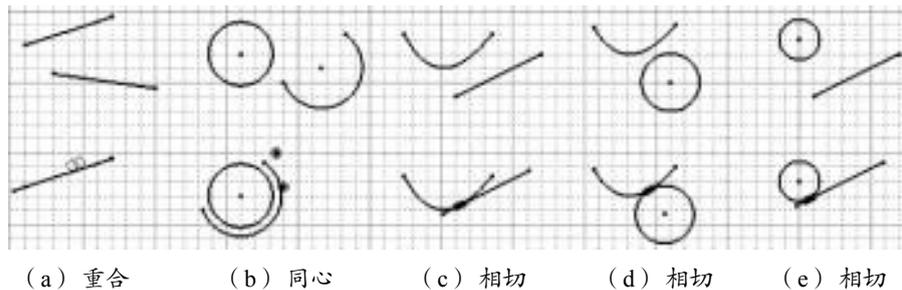


图 5-81

3. 固联约束

固联约束的作用是将图线元素集合进行约束，使其成员之间存在关联关系，固联约束后的图形有 3 个自由度。

通过固联约束后的元素集合可以移动、旋转，要想固定这些元素，必须使用其他集合约束进行固定。

例如，将如图 5-82 所示的槽孔和矩形孔放置于较大的多边形内。

动手操作——使用固联约束

01 绘制如图 5-82 所示的 3 个图形。

02 使用固联约束约束槽孔，如图 5-83 所示。

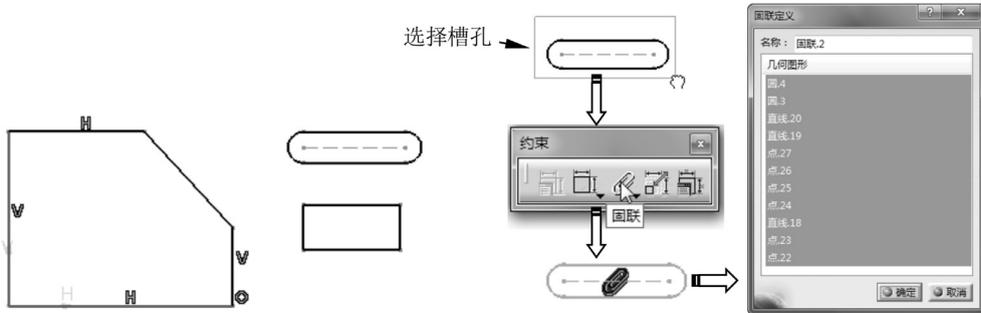


图 5-82

图 5-83

03 对矩形孔使用固联约束，如图 5-84 所示。

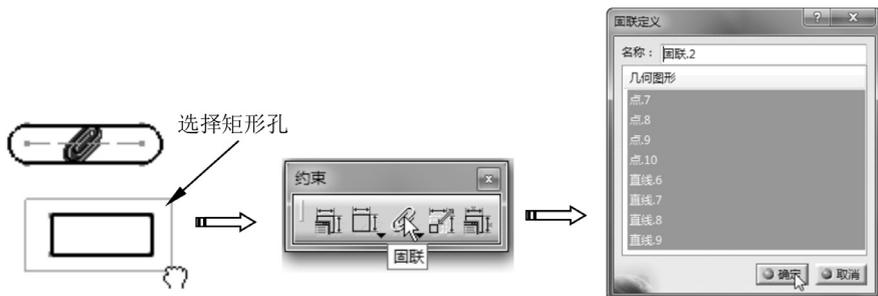


图 5-84

04 将两个孔拖至多边形内的任意位置，如图 5-85 所示。

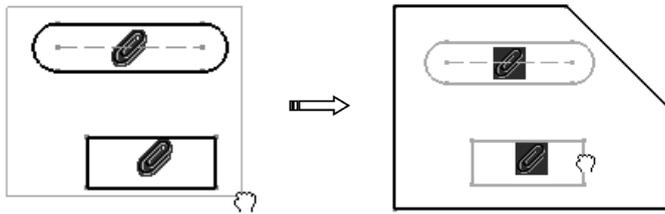


图 5-85

05 使用“旋转”命令，将矩形孔旋转一定角度（90°），如图 5-86 所示。

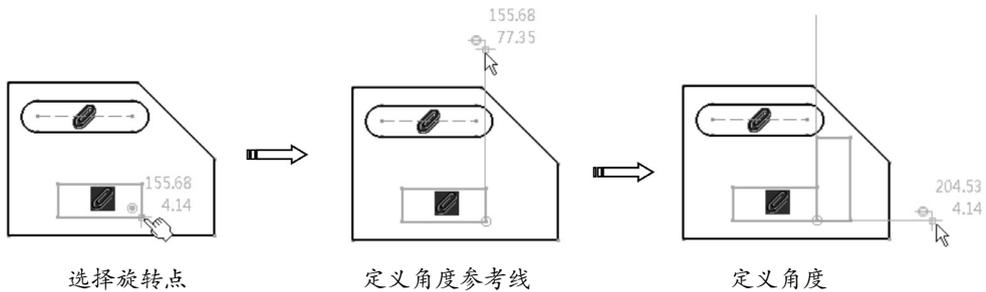


图 5-86

06 删除矩形孔的固联约束，然后对其进行尺寸约束，改变矩形孔的尺寸，如图 5-87 所示。

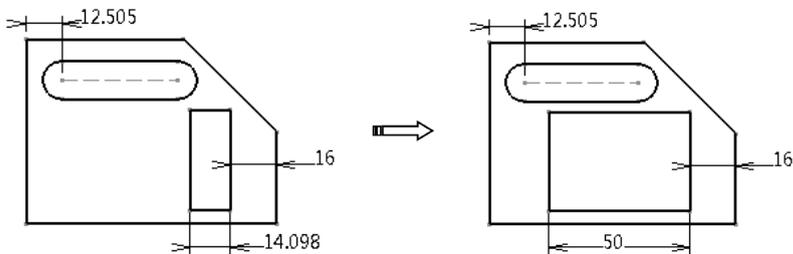


图 5-87

技术要点：

在改变矩形孔尺寸时，需要将另一个图形“槽孔”进行尺寸约束，使其在多边形内的位置不发生变化，图 5-88所示为没有尺寸约束时的槽孔状态。

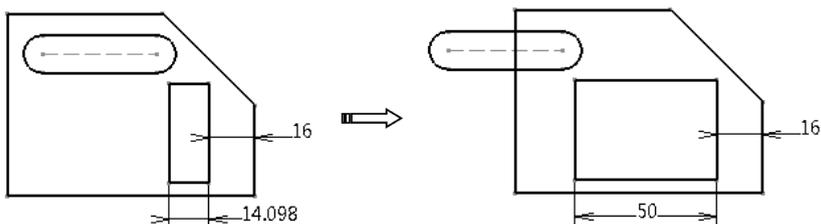


图 5-88

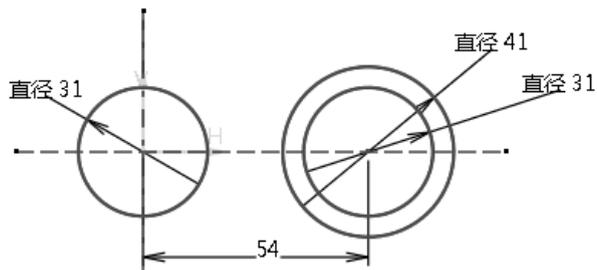


图 5-91

04 利用“直线”命令，绘制如图 5-92 所示的水平 and 垂直直线。

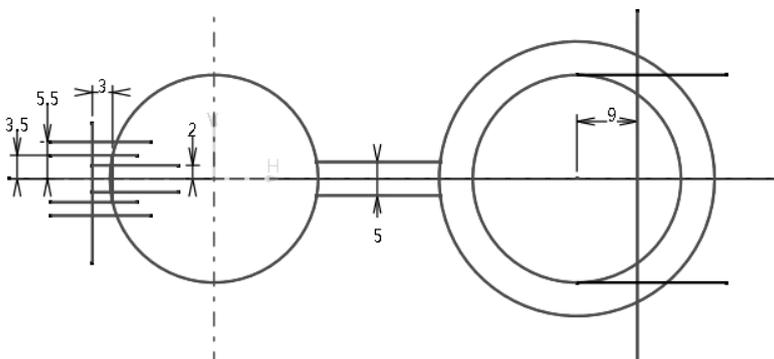


图 5-92

05 利用“快速修剪”命令，修剪图形，得到的结果如图 5-93 所示。

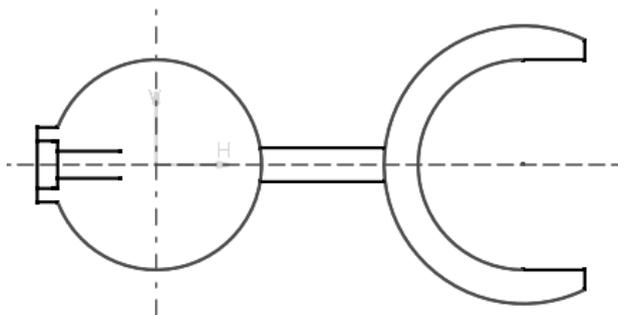


图 5-93

06 删除尺寸，然后选择所有图形元素，单击“约束”按钮  打开“约束定义”对话框，并将其“固定”约束关系取消。

技术要点：

如果不取消固定约束关系，是不能进行操作的。

07 在“操作”工具栏中单击“旋转”按钮 ，打开“旋转定义”对话框。取消选中“复制模式”复选框，然后框选所有图形元素，如图 5-94 所示。

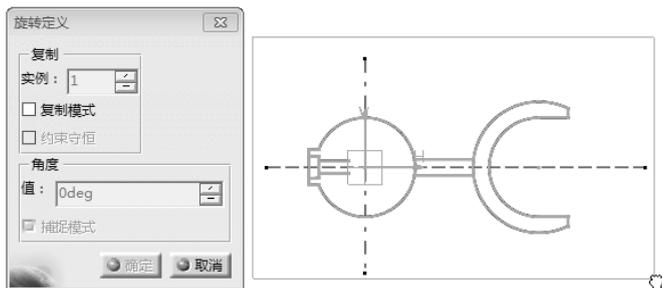
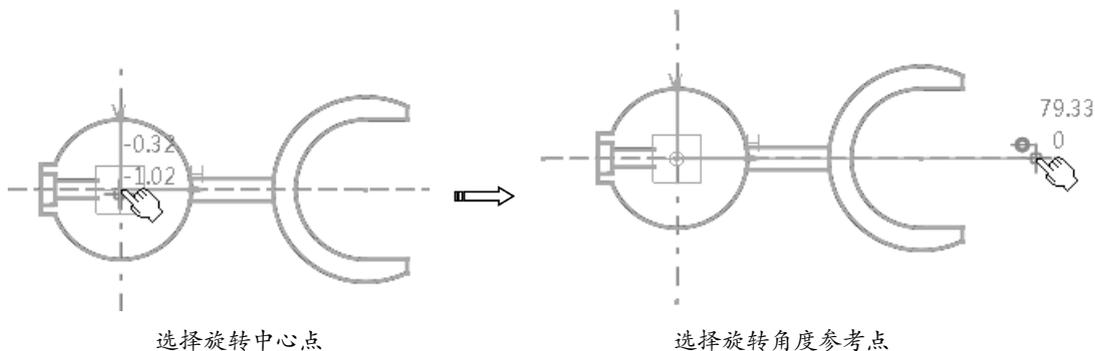


图 5-94

08 选择坐标系原点作为旋转点,再选择水平中心线上的一点作为旋转角度参考点,如图5-95所示。



选择旋转中心点

选择旋转角度参考点

图 5-95

09 在“旋转定义”对话框中输入“值”为345,然后单击“确定”按钮完成旋转,如图5-96所示。

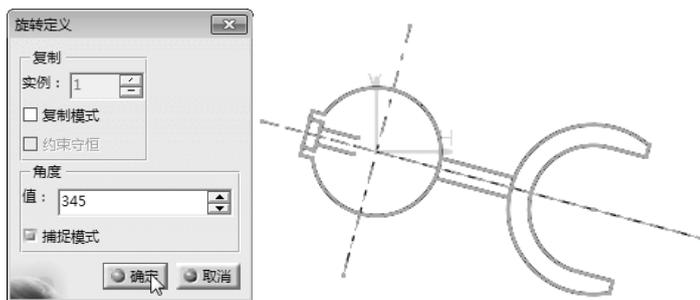


图 5-96

10 将旋转后的图形全选并约束为“固定”,继续绘制水平和垂直中心线,如图5-97所示。

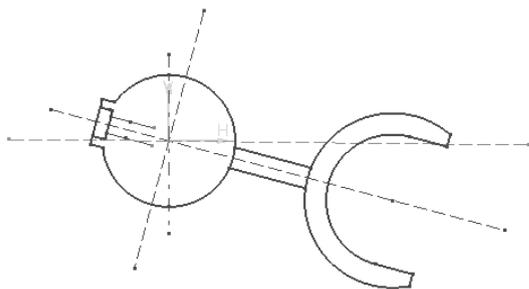


图 5-97

11 利用“圆”和“直线”命令绘制如图 5-98 所示的图形。

12 利用“轮廓”命令和“镜像”命令，绘制如图 5-99 所示的图形。

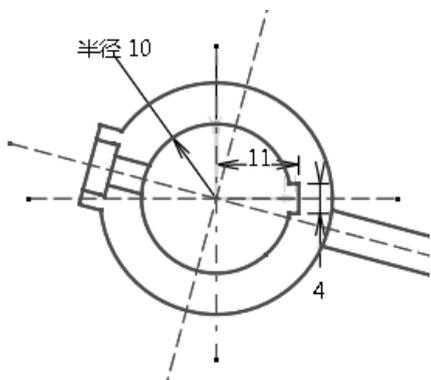


图 5-98

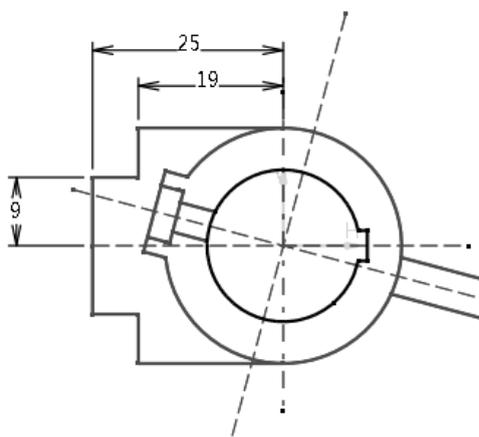


图 5-99

13 利用“直线”命令先绘制如图 5-100 所示的两条直线，再将其与圆约束为“相切”，如图 5-101 所示。

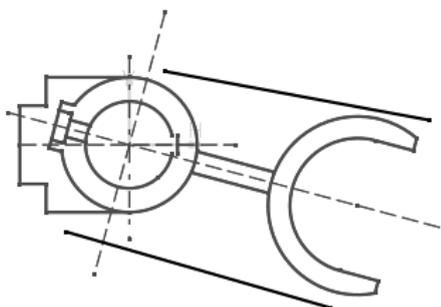


图 5-100

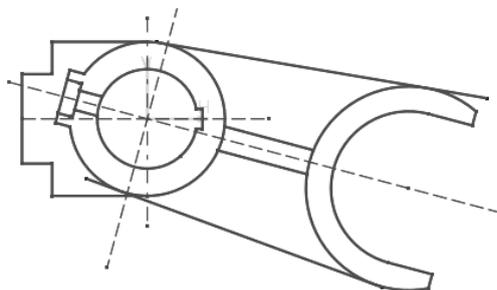


图 5-101

14 修剪图形，即可得到最终的草图，如图 5-102 所示，将结果保存。

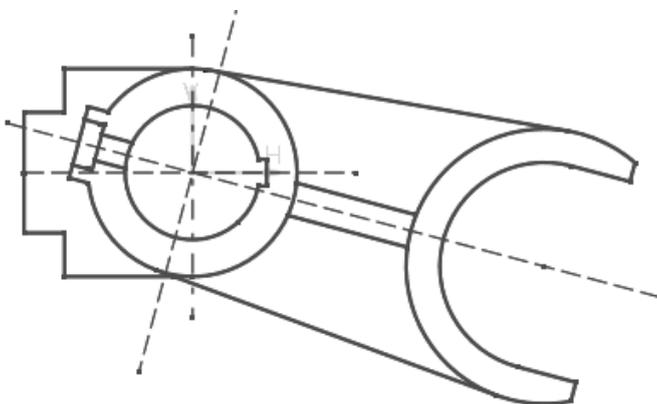


图 5-102

5.3 添加尺寸约束关系

尺寸约束就是用数值约束图形对象的大小。尺寸约束以尺寸标注的形式标注在相应的图形对象上。被尺寸约束的图形对象只能通过改变尺寸数值来改变其大小，也就是尺寸驱动。进入零件设计模式后，将不再显示标注的尺寸或几何约束符号。

CATIA V5 的尺寸约束分自动尺寸约束、手动尺寸约束和动画约束，下面分别进行详解。

5.3.1 自动尺寸约束

自动尺寸约束有两种，一种是绘图时自动约束，另一种是绘图后同时添加尺寸约束。

1. 绘图时的自动约束

在“轮廓”工具栏中选中某一绘图工具后，在“草图工具”工具栏中单击“尺寸约束”按钮，绘图过程中将自动产生尺寸约束。

例如，绘制如图 5-103 所示的图形，启动自动尺寸约束功能后，在图形的各元素上产生相应的尺寸。

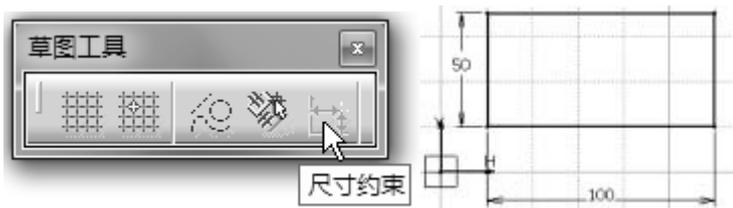


图 5-103

2. 绘图后添加自动约束

绘图后，可以在“约束”工具栏中单击“自动约束”按钮，打开“自动约束”对话框。选择要添加自动约束的对象后，单击“确定”按钮即可创建自动尺寸约束，如图 5-104 所示。



图 5-104

技术要点:

需要说明的是，“自动约束”工具不仅创建自动尺寸约束，还产生几何约束，它是一个综合约束工具。

“自动约束”对话框中主要选项含义如下。

- 要约束的图元：该文本框（也是图元收集器）显示了已选择图形元素的数量。
- 参考图元：该文本框用于确定尺寸约束的基准。
- 对称线：该文本框用于确定对称图形的对称轴，图 5-105 所示的图形是选择了水平和垂直的轴线作为对称轴并选择“链式”模式情况下的自动约束。

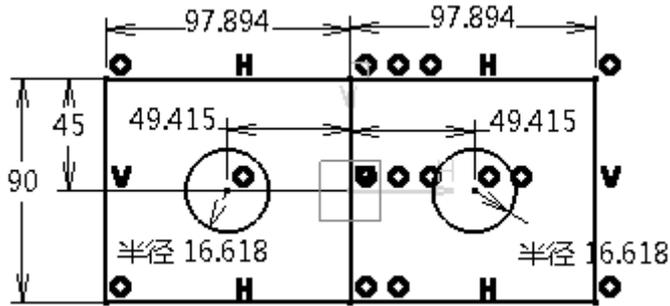


图 5-105

- 约束模式：该下拉列表用于确定尺寸约束的模式，有“链式”和“堆叠式”两种模式。图 5-106 所示为选择“链式”模式下的自动约束；图 5-107 所示为以最左和底直线为基准并选择“堆叠式”模式下的自动约束。



图 5-106

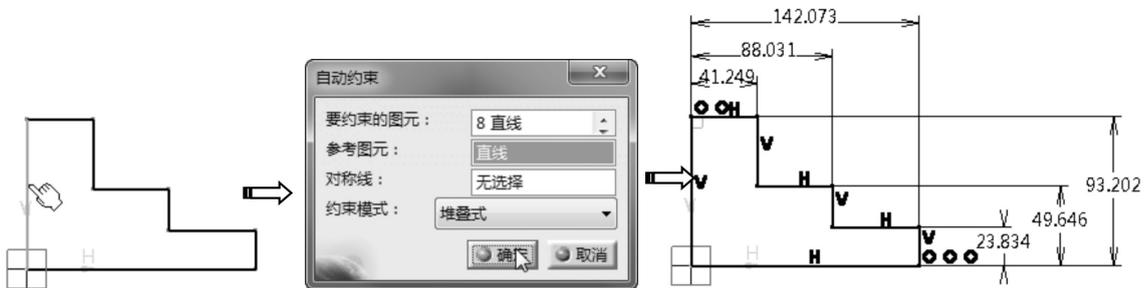


图 5-107

技术要点：

要设置约束模式，必须先设置参考图元，此参考图元也是尺寸的基准线。

5.3.2 手动尺寸约束

手动尺寸约束是通过在“约束”工具栏中单击“约束”按钮，然后逐一选择图元进行尺寸标注的一种方式。

手动尺寸约束大致有如图 5-108 所示的几种尺寸约束类型。

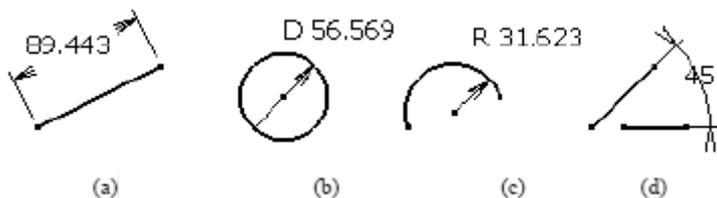


图 5-108

5.3.3 动画约束

对于一个约束完备的图形，改变其中一个约束的值，相关联的其他图形元素会随之发生改变。利用动画约束可以检验机构的约束是否完备，自身是否会产生干涉，是否与其他部件产生干涉。

图 5-109 所示为一个曲柄滑块机构的原理图。曲柄（尺寸为 60mm）绕轴（原点）旋转，带动连杆（尺寸为 120mm），连杆的另一端为滑块（一个点），滑块在导轨（水平线）上滑动。如果将曲柄与水平线的角度约束（ 45° ）定义为可动约束，其变化范围设置为 $0 \sim 360^\circ$ ，即可检验该机构的运动情况。

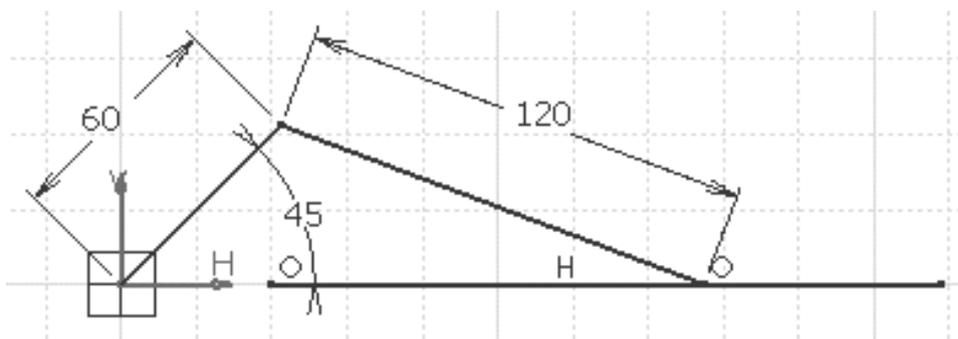


图 5-109

动手操作——应用动画约束

01 在“草图工具”工具栏中单击“几何约束”按钮，打开几何约束，绘制如图 5-110 所示的 3 条直线。

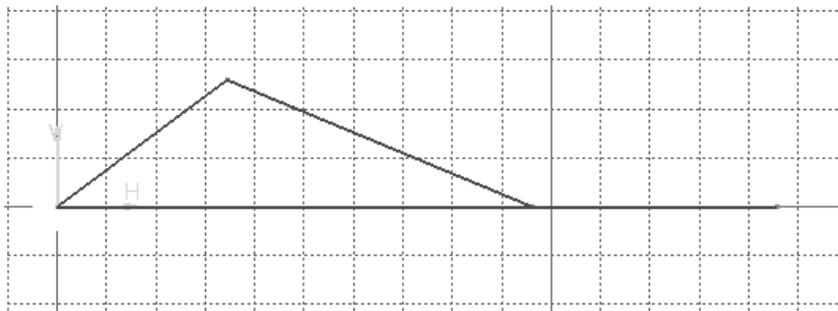


图 5-110

02 在“约束”工具栏中单击“标注”按钮, 标注3条直线。如果绘图前没有打开几何约束, 则单击“定义约束”按钮, 添加曲柄轴(原点)为固定、导轨为水平的几何约束。

03 单击“对约束应用动画”按钮, 选择角度为45°, 随之弹出如图5-111所示的“对约束应用动画”对话框。



图 5-111

“对约束应用动画”对话框中主要控件的作用如下。

- “第一个值”：输入所选约束的第一个数值。
- “最后一个值”：输入所选约束的最后一个数值。
- “步骤数”：输入从“第一个值”到“最后一个值”的步数。假定以上3个文本框依次输入0°、360°和10，将依次显示曲柄转角为0°、36°、72°、…、360°时整个机构的状态。
- “倒放动画”按钮：所选约束的数值从“第一个值”到“最后一个值”变化，且本例为顺时针旋转。
- “一个镜头”按钮：按指定方向运动一次。
- “反向”按钮：往返运动一次。
- “循环”按钮：连续往返运动，直至单击按钮。
- “重复”按钮：按指定方向连续运动，直至单击按钮。
- “隐藏约束”：若选中该复选框，将隐藏几何约束和尺寸约束。

04 设置好参数后，单击按钮。

5.3.4 编辑尺寸约束

如果需要对标注的尺寸进行编辑，可以双击该尺寸值，打开对应的“约束定义”对话框。

如果是直线标注，双击尺寸值后会打开可以修改直线尺寸的“约束定义”对话框，如图 5-112 所示。在该对话框中修改尺寸值，单击“确定”按钮后生效。



图 5-112

如果是直径或半径标注，双击尺寸值后会打开可以修改直径或半径尺寸的“约束定义”对话框，如图 5-113 所示。



图 5-113

技术要点:

选中“约束定义”对话框中的“参考”复选框，可以将尺寸设为“参考”，参考尺寸是不能被修改的。

动手操作——利用尺寸约束关系绘制草图

下面以底座零件的草图绘制过程为例，详解如何利用尺寸及约束关系来绘制草图。底座零件草图如图 5-114 所示。

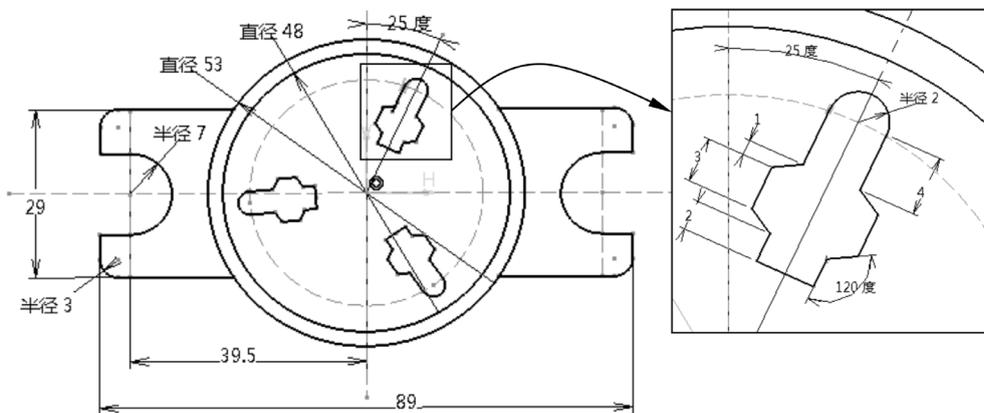


图 5-114

01 在 CATIA V5 初始界面中执行“开始”|“机械设计”|“草图编辑器”命令，在弹出的“新建零件”对话框中单击“确定”按钮进入“零件设计”工作台。

02 选择 xy 平面作为草绘平面，随后自动进入草绘模式，如图 5-115 所示。

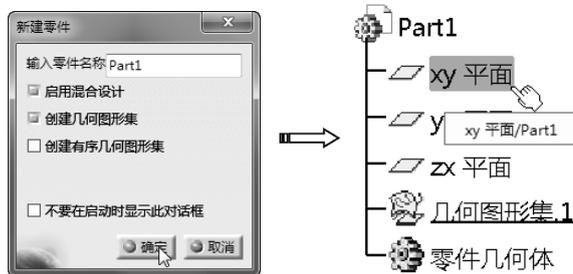


图 5-115

03 首先绘制中心线。利用“轮廓”工具栏中的“轴”工具，绘制如图 5-116 所示的中心线。

04 利用“矩形”命令，绘制如图 5-117 所示的矩形。

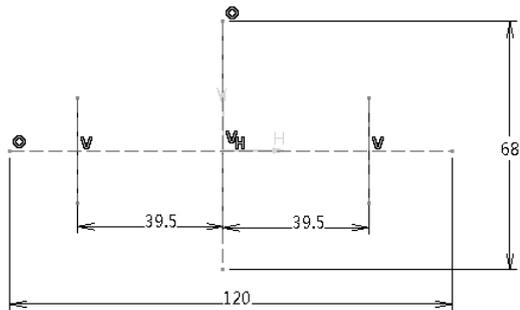


图 5-116

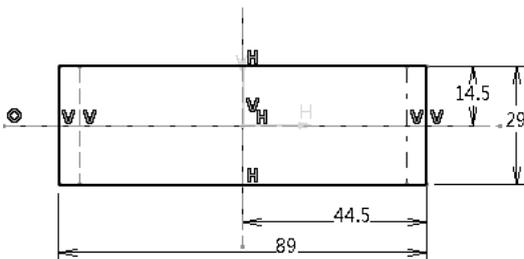


图 5-117

05 利用“圆”工具，绘制如图 5-118 所示的 4 个圆。

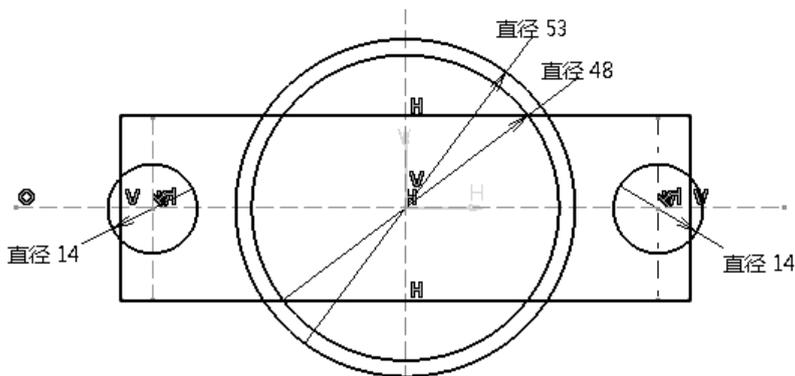


图 5-118

06 利用“直线”工具，绘制 4 条与 2 个小圆（直径为 14）分别相切的水平直线，如图 5-119 所示。

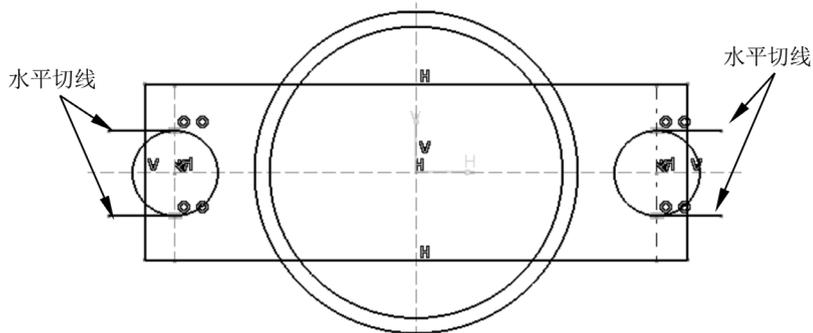


图 5-119

07 利用“操作”工具栏中的“圆角”工具，在矩形上创建4个半径为3的圆角。再利用“快速修剪”工具对图像进行修剪，结果如图 5-120 所示。

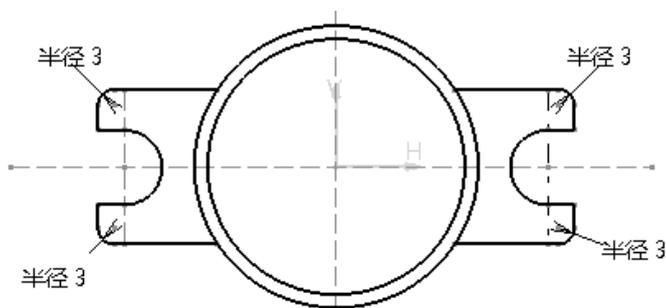


图 5-120

08 绘制3个具有阵列特性的组合图形。利用“圆”工具，绘制如图 5-121 所示的辅助圆，然后在垂直中心线与辅助圆的交点位置再绘制半径为2的小圆。

技术要点：

绘制3个组合图形的思路为：首先在水平或垂直方向的中心线上绘制其中一个组合图形，然后将其旋转至合理位置，最后再进行旋转复制操作，得到其余两个组合图形。



图 5-121

09 利用“轮廓”工具，绘制如图 5-122 所示的连续图线。再利用“镜像”命令，将绘制的连续图线镜像至垂直中心线的另一侧，如图 5-123 所示。

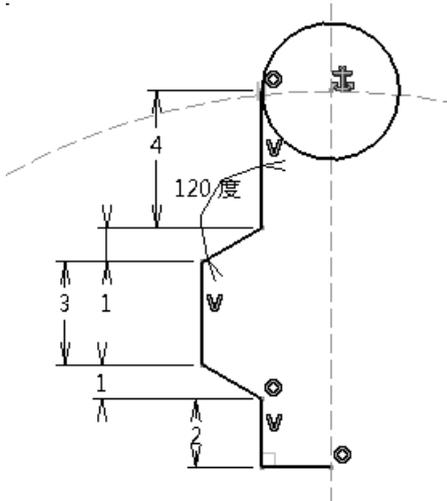


图 5-122

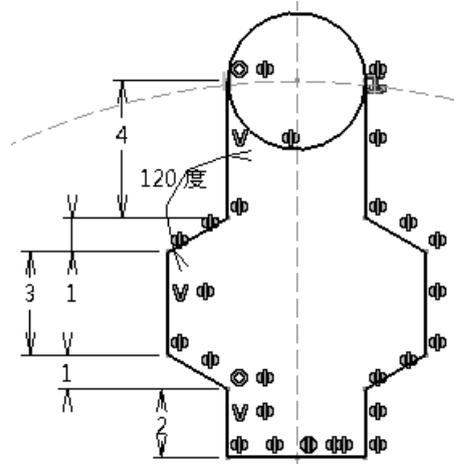


图 5-123

技术要点:

对于图中斜线的标注尺寸为1来说，选择要约束的图元时需要注意选择方法。要想标注斜线在垂直方向的尺寸，必须选择斜线的两个端点，并且在右击后弹出的快捷菜单中确定是“水平测量方向”还是“垂直测量方向”，如图5-124所示。

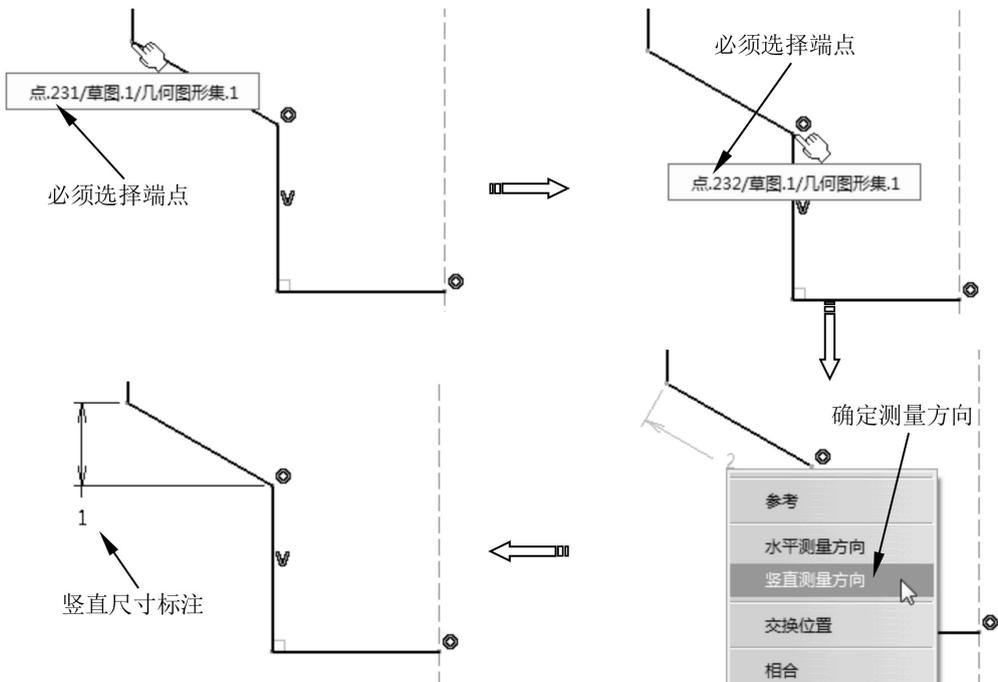


图 5-124

10 利用“快速修剪”工具修剪图形。将图形旋转（不复制）335°，结果如图 5-125 所示。

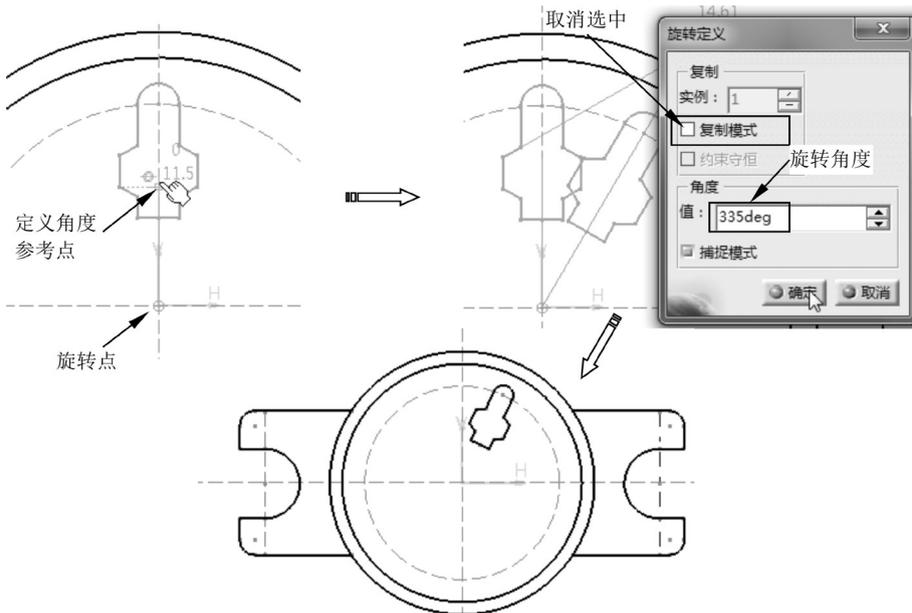


图 5-125

11 利用“旋转”工具，将旋转后的图形再次旋转 120° 并复制图形（总数为 3），以此得到最终的零件草图，如图 5-126 所示。

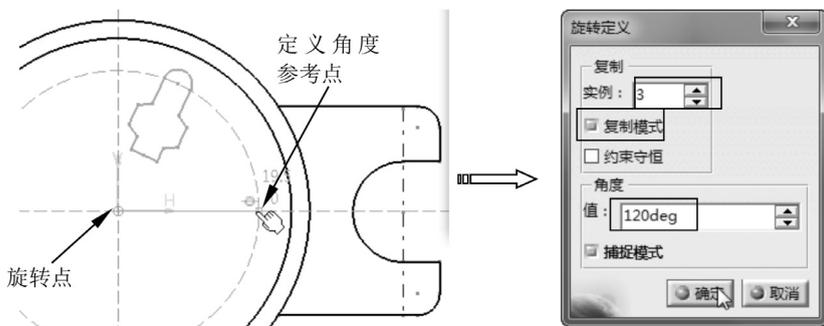


图 5-126

12 最终的底座零件草图如图 5-127 所示。

13 最后将绘制的草图保存。

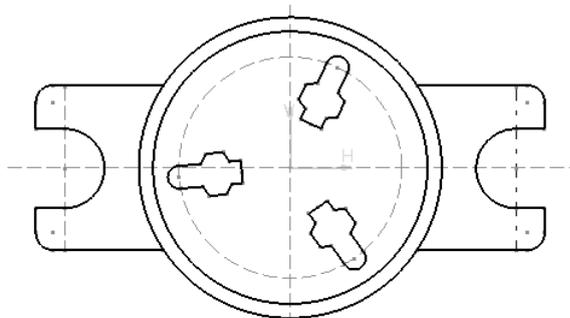


图 5-127

设计步骤:

01 新建零件文件，在菜单栏中执行“开始”|“机械设计”|“草图编辑器”命令，进入零件设计环境。选择 xy 平面为草图平面并进入草绘工作台。

02 首先绘制摇柄图形中的已知线段。

- 单击“圆心”按钮和“轴”按钮，以坐标系原点为圆的圆心，绘制如图 5-130 所示的圆。
- 选择左侧的两个同心圆，然后将其转换成构造线，如图 5-131 所示。

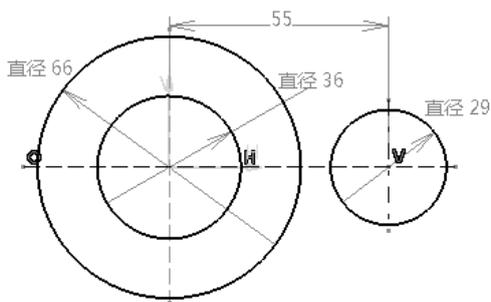


图 5-130

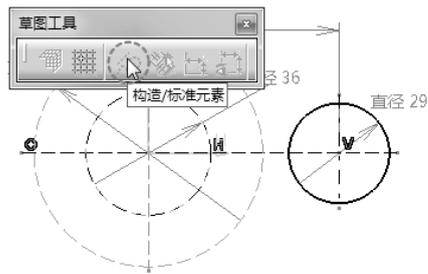


图 5-131

- 在“轮廓”工具栏中单击“多边形”按钮, 选择右侧小圆的圆心作为多边形的圆心，接着在“草图工具”工具栏中单击“内置圆”按钮, 确定多边形内接圆的半径在垂直方向后，保持默认的边数为 6，再单击完成正六边形的绘制，如图 5-132 所示。

提示:

注意，默认的边数为 6 边，要改变边数，需要在“草图工具”工具栏中取消“作为默认边数”按钮（单击此按钮一次）的高亮显示，才能够修改边数。否则，“边数”文本框不可用。

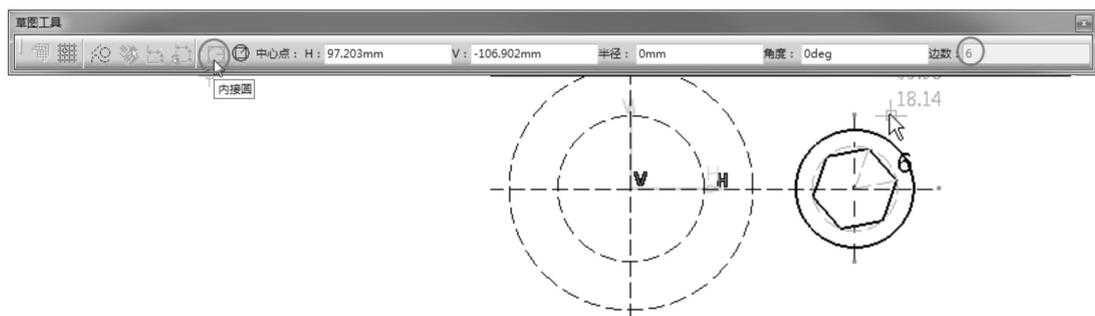


图 5-132

- 对正六边形进行尺寸约束和几何约束，如图 5-133 所示。
- 单击“3 点弧”按钮, 绘制半径为 18mm 的圆弧，此圆弧与构造线圆重合，如图 5-134 所示。

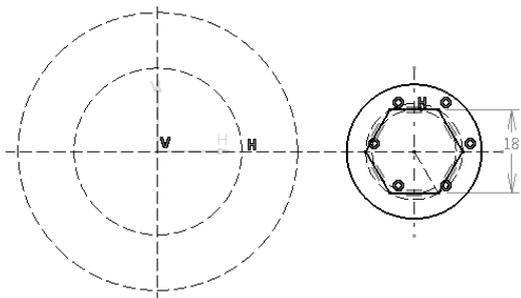


图 5-133

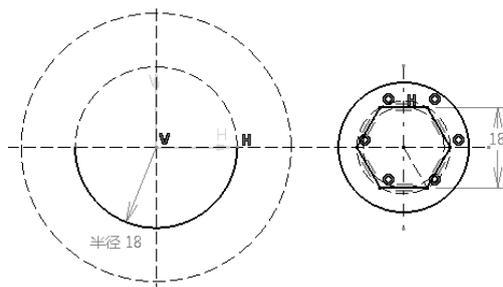


图 5-134

技术要点:

在绘图过程中，如果觉得尺寸标注影响图形观察，可以将绘制的图线进行固定约束，然后删除其尺寸标注即可。

- 单击“偏置”按钮，以圆弧作为参考，创建偏置距离为 8 的新偏置曲线——圆弧，如图 5-135 所示。
- 单击“直线”按钮，绘制两条直线再转换成构造线，如图 5-136 所示。

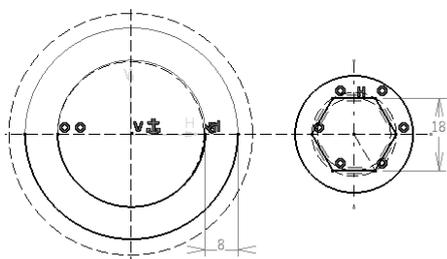


图 5-135

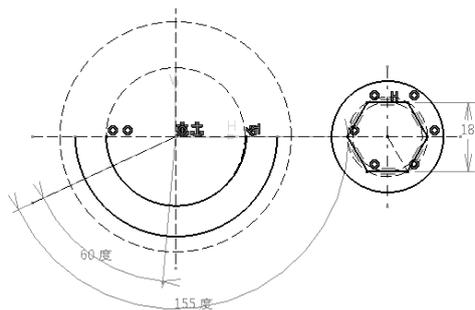


图 5-136

- 单击“直线”按钮，绘制两条直线，如图 5-137 所示。

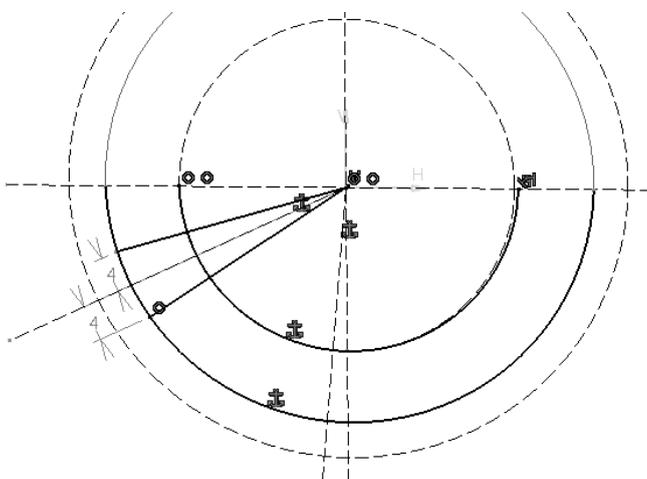


图 5-137

- 单击“圆”按钮, 绘制直径为4的小圆, 如图 5-138 所示。

03 绘制图形的中间线段。

- 使用“线链”工具, 绘制两条斜线, 两条斜线均与小圆相切, 如图 5-139 所示。

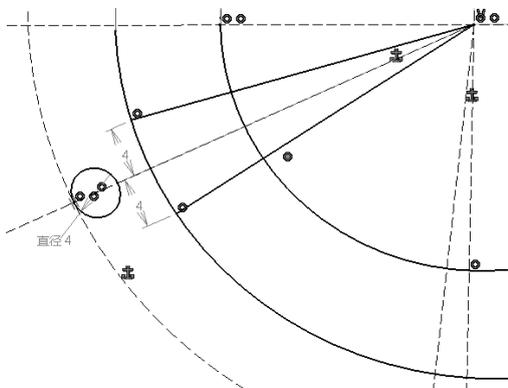


图 5-138

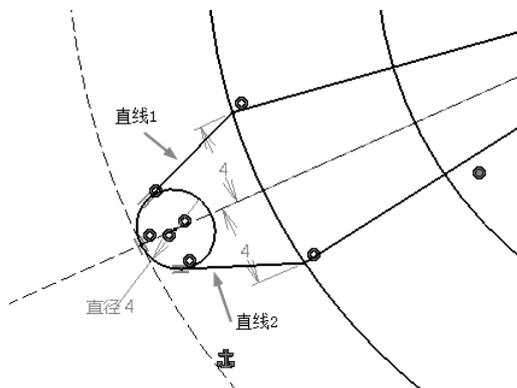


图 5-139

- 双击“快速修剪”按钮, 修剪图形, 如图 5-140 所示。
- 选择如图 5-141 所示的 3 条曲线, 然后单击“变换”工具栏中的“旋转”按钮, 打开“旋转定义”对话框。

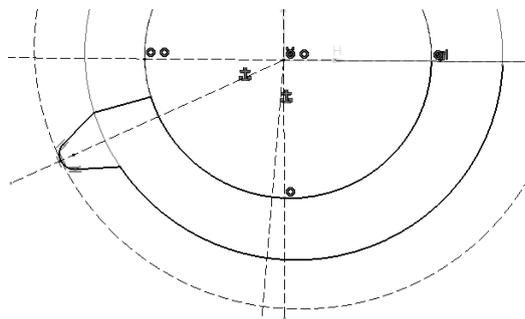


图 5-140

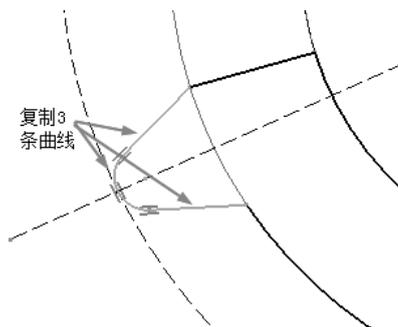


图 5-141

- 设置复制参数, 然后旋转坐标系原点作为旋转中心点, 输入旋转角度为 60, 单击“确定”按钮完成旋转复制, 如图 5-142 所示。

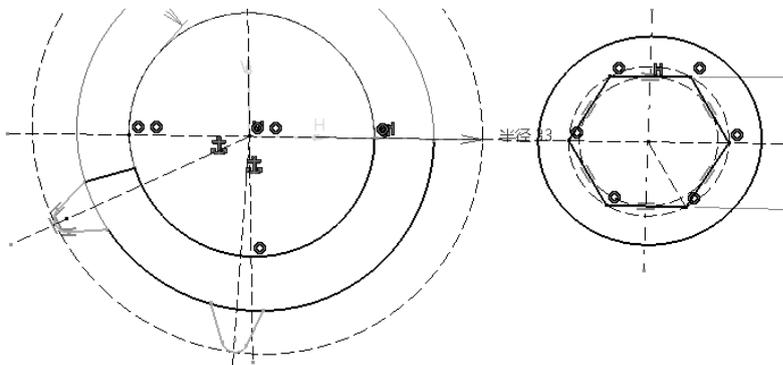
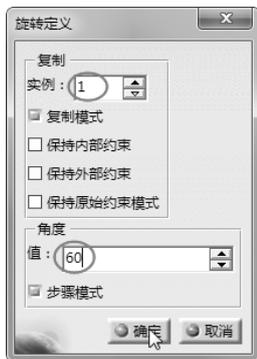


图 5-142

- 单击“直线”按钮，绘制如图 5-143 所示的两条斜直线。再单击“相切”按钮将斜线与右侧 $\varnothing 29$ 的圆相切约束。

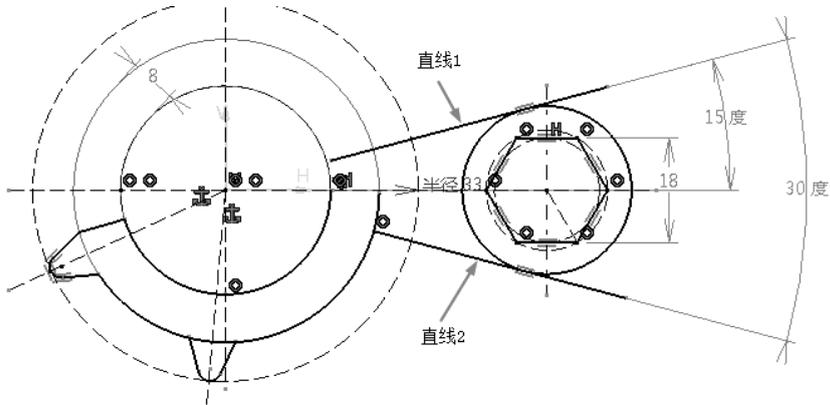


图 5-143

04 绘制图形的连接线段。

- 单击“圆角”按钮，创建如图 5-144 所示的半径分别为 12 和 15 的圆角。

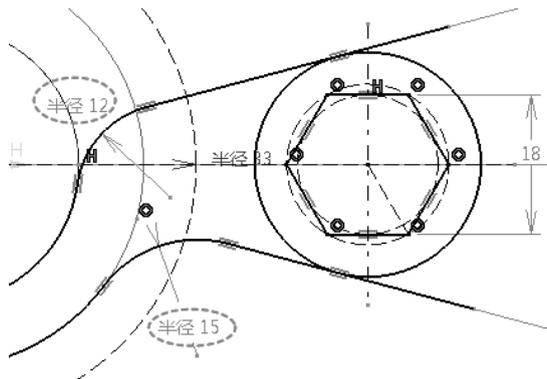


图 5-144

- 双击“快速修剪”按钮，修剪多余的线段，完成整个草图图形的绘制，结果如图 5-145 所示。

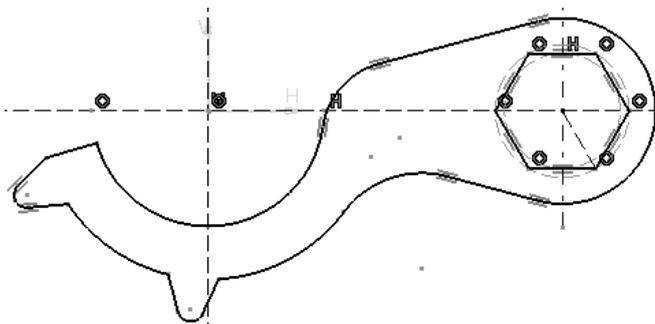


图 5-145

05 保存结果文件。

5.5 习题

(1) 利用草图工作台中的直线、圆、圆弧及倒圆角等工具，绘制如图 5-146 所示的草图。

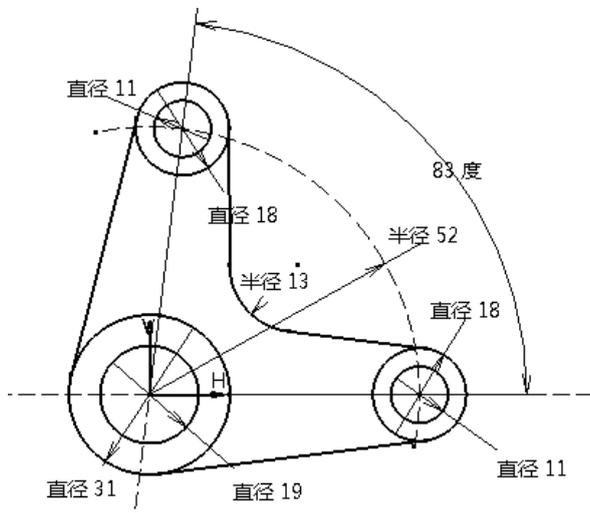


图 5-146

(2) 利用草图工作台中的直线、圆、倒圆角等工具，绘制如图 5-147 所示的草图。

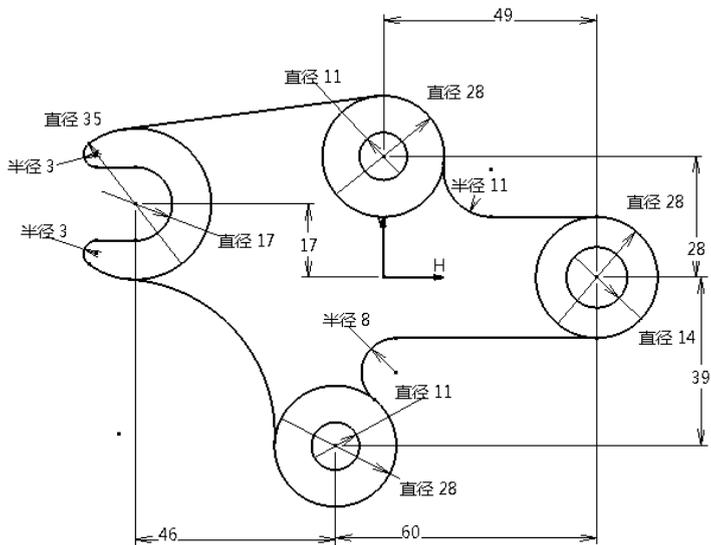


图 5-147