

第 5 章 草图编辑指令

项目导读

第 4 章主要介绍了 CATIA V5-6R2017 的一些基本草图命令，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。本章将详细介绍这些内容，这将有助于绘制完整的草图。

项目分解

- ◆ 图形编辑
- ◆ 几何约束
- ◆ 尺寸约束
- ◆ 实战案例

5.1 草图图形的编辑

“插入”|“操作”子菜单中包括有关图形编辑的命令，如图 5-1 所示，也可以单击如图 5-2 所示的“操作”工具栏中的工具按钮，即可编辑所选的图形对象。



图 5-1

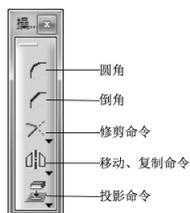


图 5-2

5.1.1 倒圆角

“倒圆角”命令将创建与两个直线或曲线图形对象相切的圆弧。单击  图标，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。



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。
- 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。

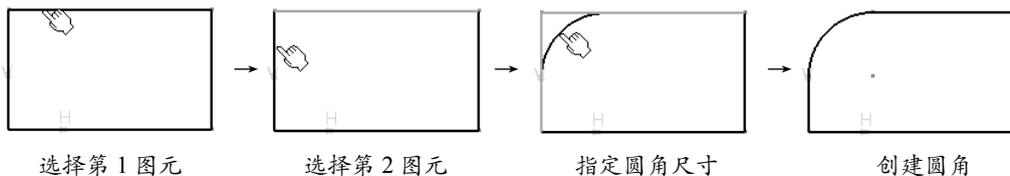


图 5-4

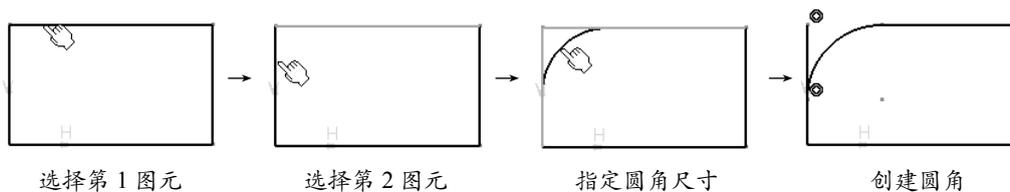


图 5-5

- 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。

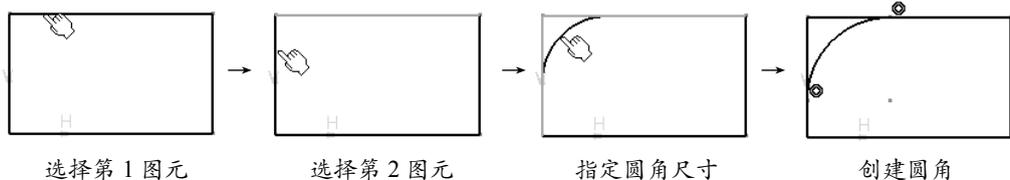


图 5-6

- 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。

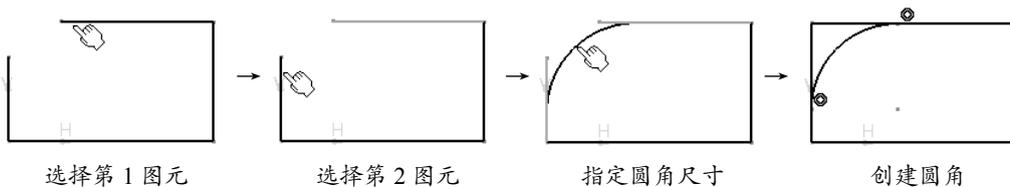


图 5-7

- 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。

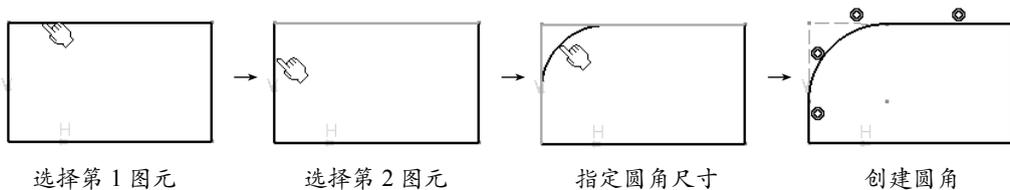


图 5-8

- 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。

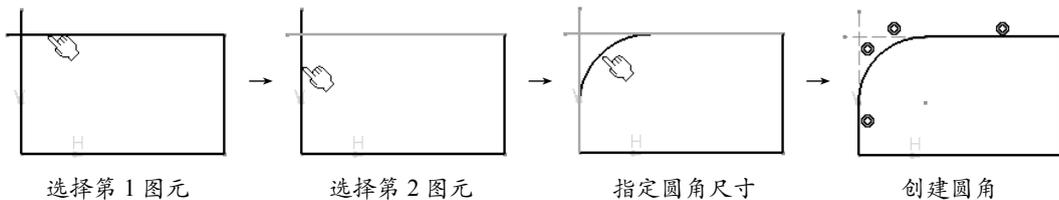


图 5-9

技术要点

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

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。选取两个图形对象或者选取两个图形对象的交点，“草图工具”工具栏扩展为如图5-12所示的状态。



图 5-10



图 5-11



图 5-12

新建的直线与两个待倒角的对象的交点形成一个三角形，单击“草图工具”工具栏中的6个图标之一，可以创建与圆角类型相同的6种倒角类型，如图5-13所示。

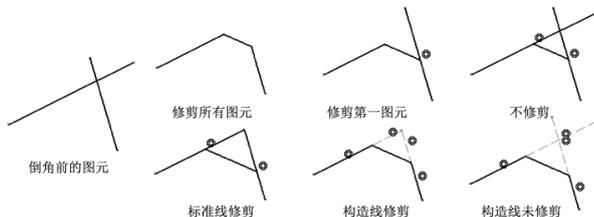


图 5-13

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。

当选择第一图元和第二图元后，“草图工具”工具栏中显示以下3种倒角方式。

- 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。

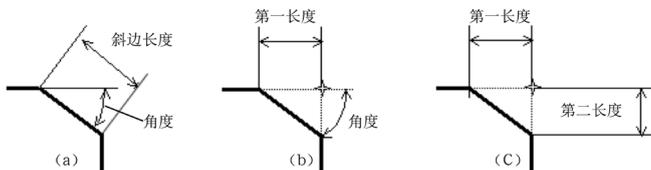


图 5-14

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，创建的倒角会是两平行直线之间的垂线，始终修剪光标选择位置的另一侧，如图5-15所示。

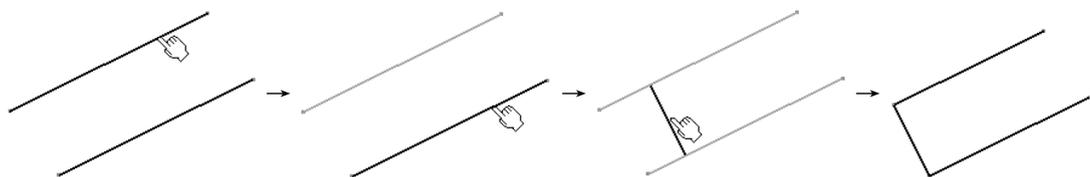


图 5-15

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”工具栏上的“修剪”按钮 ☒ ，弹出“草图工具”工具栏，工具栏中显示两种修剪方式：

- 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

修剪结果与鼠标单击曲线位置有关，在选取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1点是确定保留的部分，第2点是修剪点，如图5-18所示。

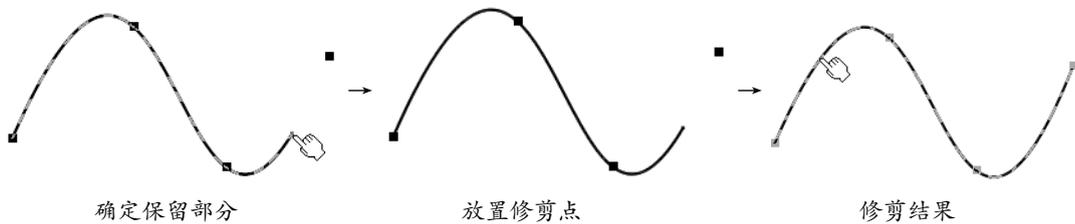


图 5-18

- 修剪第一图元 \square ：修剪图元后，将只修剪所选的第一图元，保留第二图元，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 \square ，选择要打断的元素，然后选择打断工具（打断边界），系统自动完成打断操作，如图5-20所示。

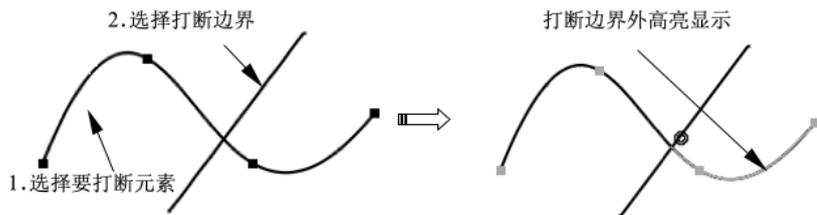


图 5-20

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。若选到的对象不与其他对象相交，则删除该对象；若选到的对象与其他对象相交，则该对象的包含选取点且与其他对象相交的一段将被删除。图5-21 (a) 和 (c) 所

示为修剪前的图形，圆点表示选取点，修剪结果如图 5-21 (b) 和 (d) 所示。

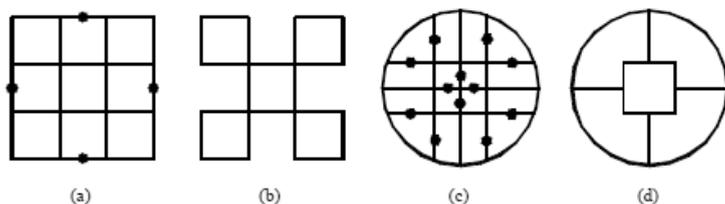


图 5-21

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。

快速修剪也有 3 种修剪方式。

- 断开及内擦除 : 此方式会断开所选图元并修剪该图元，擦除打断边界内的部分，如图 5-22 所示（图 5-21 中的修剪结果也是采用此种方式的）。
- 断开及外擦除 : 此方式会断开所选图元并修剪该图元，修剪打断边界外的部分，如图 5-23 所示。

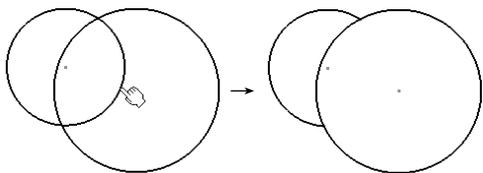


图 5-22

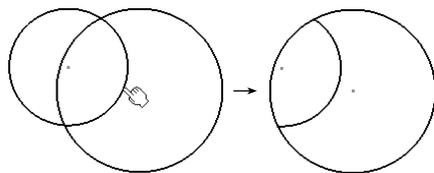


图 5-23

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

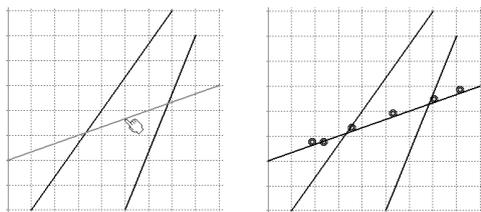


图 5-24

技术要点

对于复合曲线（多个曲线组成的投影/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的限制。

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 ，再选中要封闭的弧，即可完成封闭操作，如图 5-25 所示。

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, 软件自动创建补弧, 如图 5-26 所示。

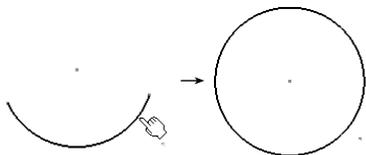


图 5-25

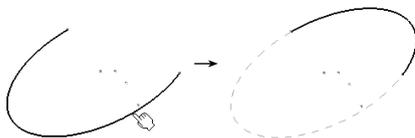


图 5-26

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、偏置, 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。

1. 镜像变换

“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或轴。

单击“镜像”按钮, 选取要镜像的图形对象, 再选取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。

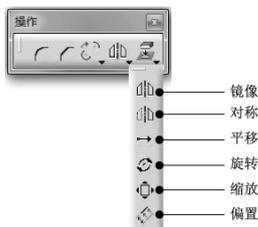


图 5-27



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Ctrl键逐一选择对象。

2. 对称

“对称”命令也能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。



图 5-30

“平移定义”对话框中各选项的含义如下。

- 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，则仅平移图形而不创建副本。

- 保持内部约束：此复选框仅当选中“复制模式”复选框后可用。此复选框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：此复选框仅当选中“复制模式”复选框后可用。此复选框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，可采用捕捉模式，捕捉点来放置对象。

选取待平移或复制的一些图形对象，例如，选取如图 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。

若“复制模式”复选框被选中，小圆被复制到与大圆同心处，如图 5-32 所示。

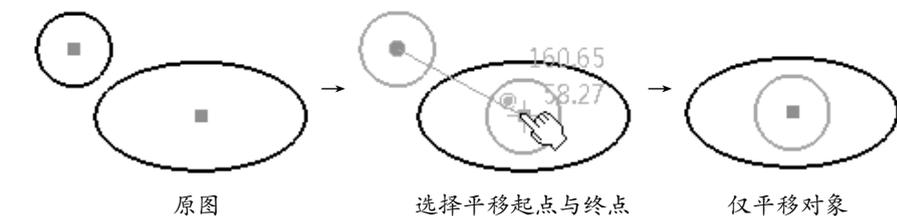


图 5-31

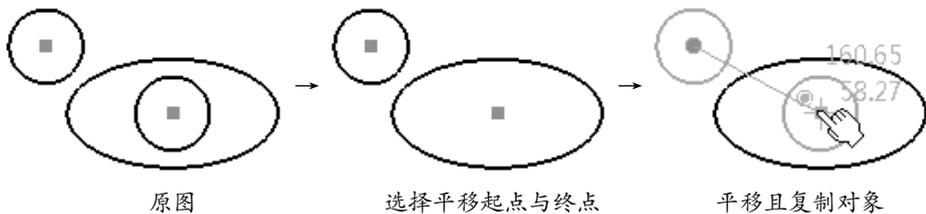


图 5-32

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，可以右击选中值，然后在快捷菜单中选择“更改步幅”|“新值”选项，在弹出的“新步幅”对话框中重新设置，如图 5-33 所示。

4. 旋转

“旋转”命令是将所选原图形旋转，并可创建副本对象。单击“旋转”按钮，弹出如图 5-34 所示“旋转定义”对话框，该对话框的部分选项含义如下。

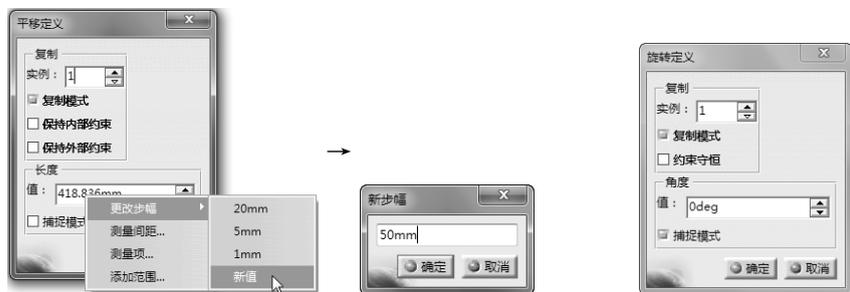


图 5-33

图 5-34

- 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：保留所选几何元素的约束条件。

选取待旋转的图形对象，例如选取如图 5-35 (a) 的轮廓线。输入旋转的基点 P1，在“值”文本框中输入旋转的角度值。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，轮廓线被复制并旋转到指定角度，如图 5-35 (c) 所示。

技术要点

也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。

5. 缩放

“缩放”命令将所选图形元素按比例进行缩放操作。

单击“操作”工具栏上的“缩放”按钮，弹出“缩放定义”对话框，确定缩放相关参数后选择要缩放的元素，再次选择缩放的中心点，单击“确定”按钮完成缩放操作，如图 5-36 所示。

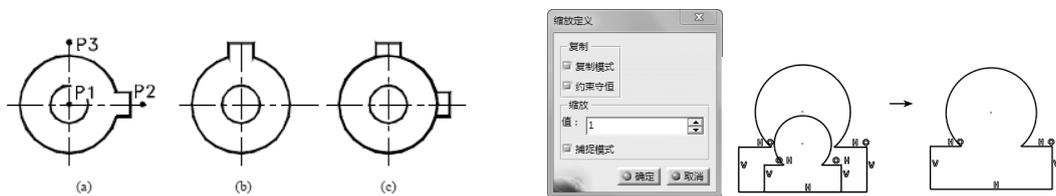


图 5-35

图 5-36

技术要点

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

6. 偏移

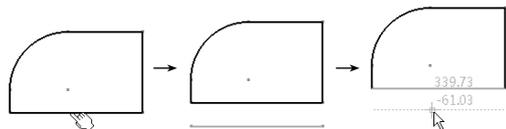
“偏移”命令用于对已有直线、圆等草图元素进行偏移复制。

单击“操作”工具栏上的“偏移”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

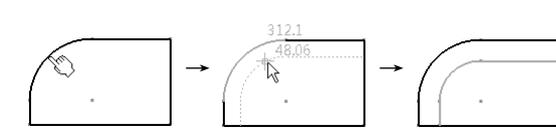
- 无拓展：此方式仅偏移单个图元，如图5-38所示。
- 相切拓展：选择要偏移的圆弧，与之相切的图元将一同被偏移，如图5-39所示。



选择要偏移的图元 定位图元

完成偏移

图 5-38



选择要偏移的图元 定位图元

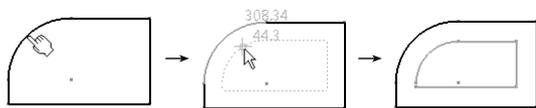
完成偏移

图 5-39

技术要点

如果选择直线进行偏移，将会产生与“无拓展”方式相同的结果。

- 点拓展：此方式是在要偏移的图元上选取一点，然后偏移与之连接的所有图元，如图5-40所示。
- 双侧偏置：此方式由“点拓展”方式延伸而来，偏移的结果是在所选图元的两侧创建偏移，如图5-41所示。

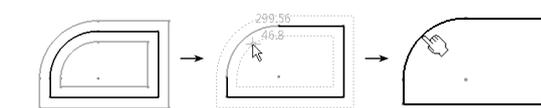


选择要偏移的图元

定位图元

完成偏移

图 5-40



选择要偏移的图元

定位图元

完成偏移

图 5-41

技术要点

注意，如果将光标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所示的偏移，允许的区域为竖直方向区域，图元外的水平区域为错误区域。

5.1.5 获取 3D 形体的投影

3D 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 3D 形体的面和边在工作平面的投影，可以得到平面图形，并获取 3D 形体与工作平面的交线。利用这些投影或交线，还可以进行再编辑，构成新的图形。

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

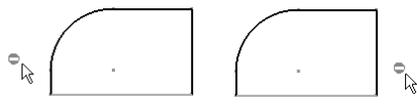


图 5-42



图 5-43

1. 投影 3D 图元

“投影 3D 图元”是获取 3D 形体的面或边在工作平面上的投影。选取待投影的面或边，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，再单击“投影 3D 图元”按钮。

例如，图 5-44 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了顶面的投影。

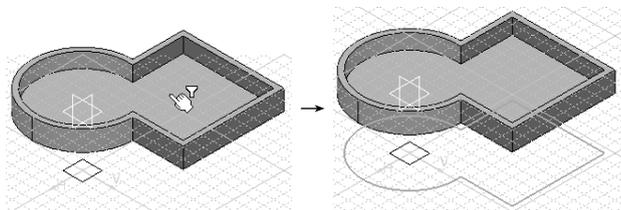


图 5-44

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；如果选择它的侧面，在工作平面上将只得到大圆。

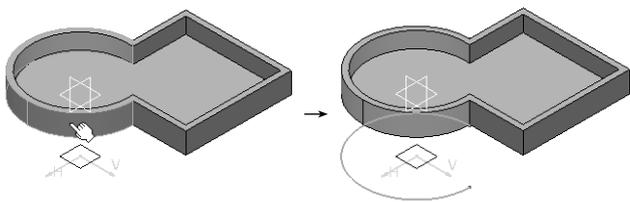


图 5-45

2. 与 3D 图元相交

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

例如，图 5-46 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。

技术要点

为了后续绘制图形时便于观察，在“可视化”工具条中单击“尺寸约束”按钮，隐藏尺寸约束。

03 利用“圆”命令，在基准中心线绘制多个圆，如图 5-50 所示。

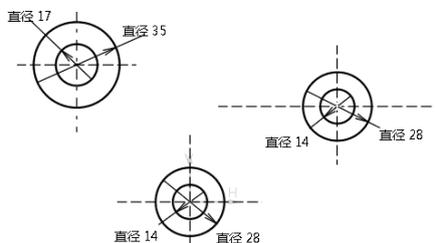


图 5-50

技术要点

为了后续绘制图形时便于观察，在“可视化”工具条中单击“几何约束”按钮，隐藏几何约束。

04 利用“直线”命令绘制 5 条水平直线，如图 5-51 所示。

05 利用“圆”命令，绘制如图 5-52 所示的同心圆。

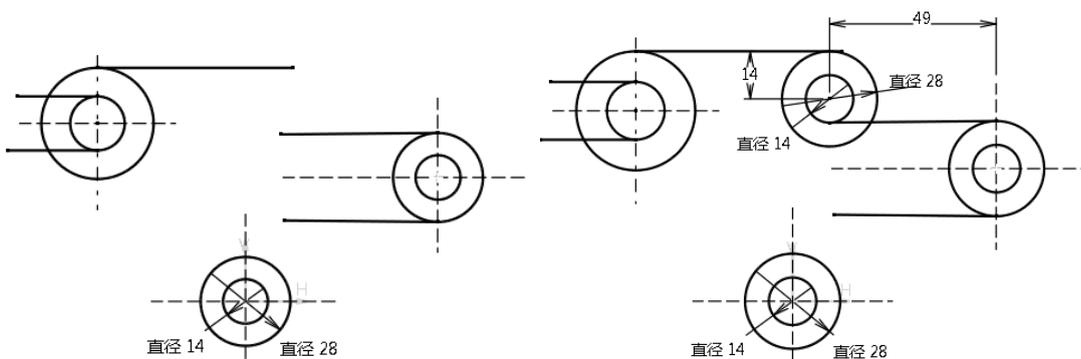


图 5-51

图 5-52

06 利用“快速修剪”命令，修剪图形，如图 5-53 所示。

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。

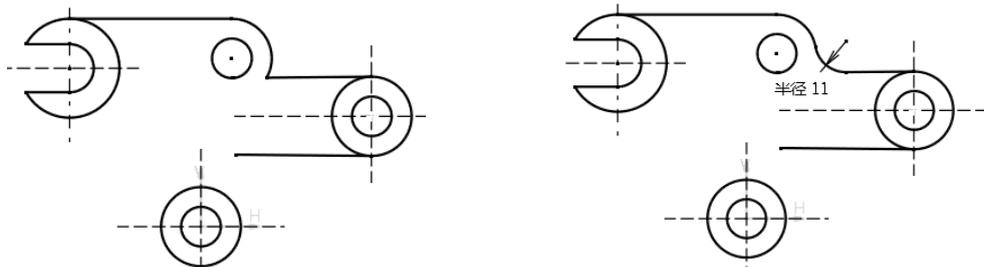


图 5-53

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。

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。

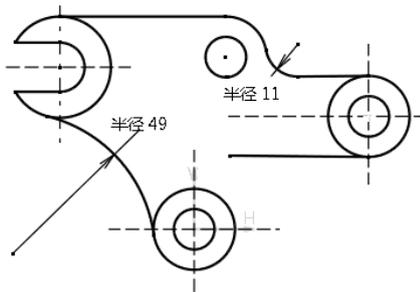


图 5-55

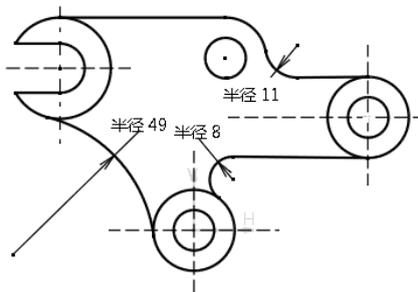


图 5-56

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。

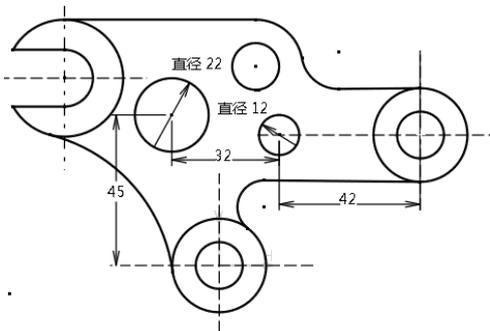


图 5-57



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 最后修剪图形，得到最终的草图，如图 5-60 所示。

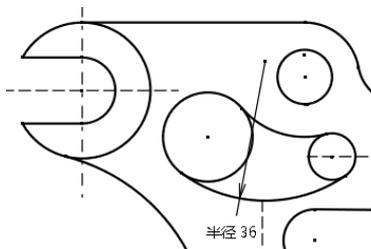


图 5-59

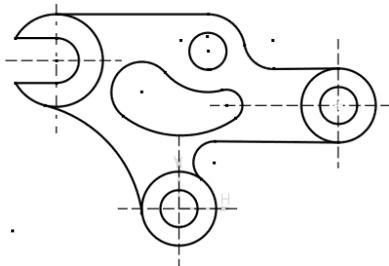


图 5-60

14 将绘制的草图文件保存。

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 2”。

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。

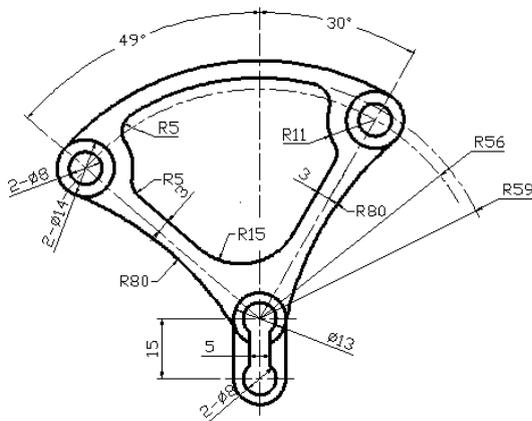


图 5-61

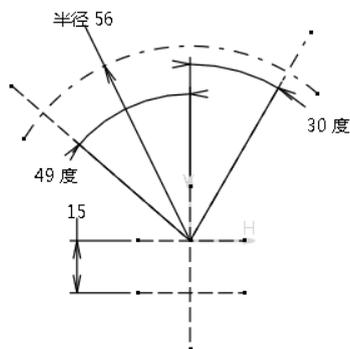


图 5-62

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

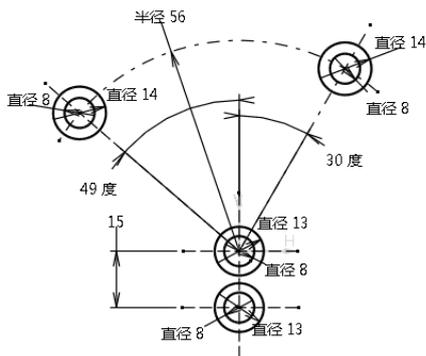


图 5-63

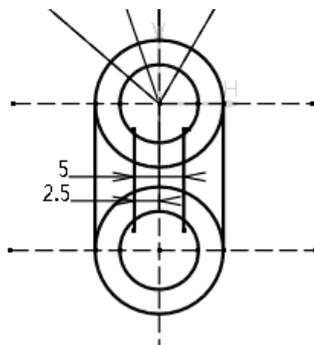


图 5-64

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。

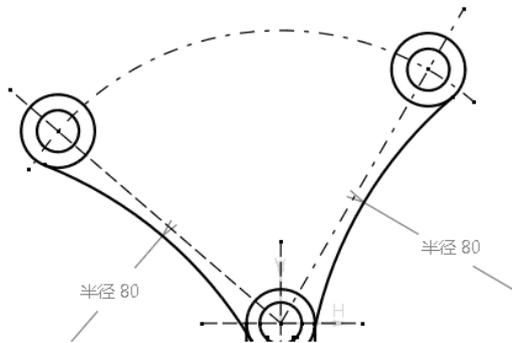


图 5-65

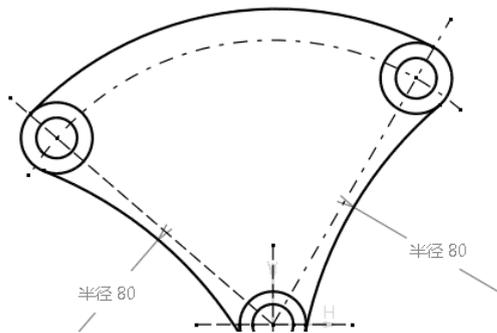


图 5-66

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。

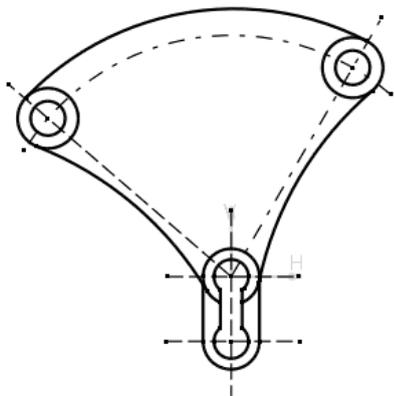


图 5-67



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。

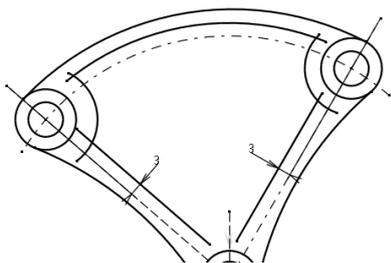


图 5-69

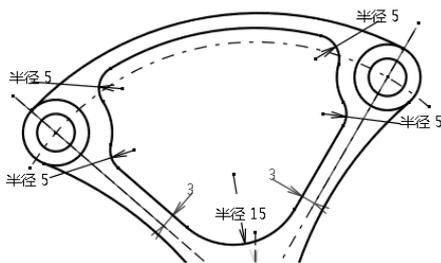


图 5-70

10 至此，完成“草图 2”的绘制，最后将结果文件保存。

5.2 添加几何约束关系

在草图设计环境中，利用几何约束功能，可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，下面进行全面讲解。

5.2.1 自动几何约束

“自动约束”的原意是，当用户激活了某些约束功能时，绘制图形过程中会自动产生几何约束，起到辅助定位的作用。

CATIA V5 的自动约束功能可以在如图 5-71 所示的“草图工具”工具条中启用。



图 5-71

1. 栅格约束

“栅格约束”就是用栅格约束光标的位置，约束光标只能在栅格的一个格点上。如图 5-72 (a) 所示为在关闭栅格约束的状态下，用光标确定的直线；如图 5-72 (b) 所示为在打开栅格约束的状态下，用光标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。

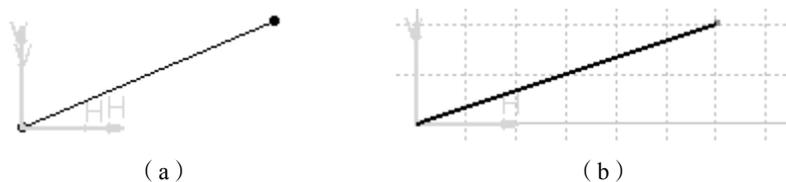


图 5-72

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（交点）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。

2. 构造 / 标准图元

当需要将草图实线变成辅助线时，有两种方法可以做到：一种是通过设置图形属性，如图 5-74 所示。

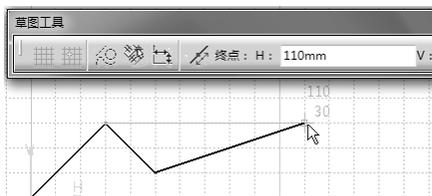


图 5-73



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 .

使实线变换成构造图元，其实也是一种约束行为。单击“构造 / 标准图元”按钮，可以在实线与虚线之间相互切换，如图 5-75 所示。

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。

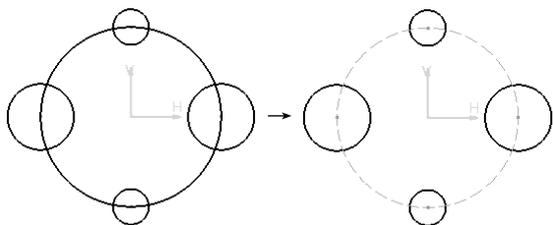


图 5-75

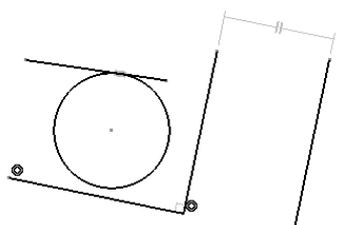


图 5-76

在第4章中已经详细介绍了自动约束的方法与符号，因此，这里就不重复叙述了。

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 中的专用符号。被约束的图形元素在改变它的约束之前，将始终保持它现有的状态。

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），一个点和一个直线、圆或圆弧

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。

在“约束”工具条中，包括如图 5-77 所示的约束工具。

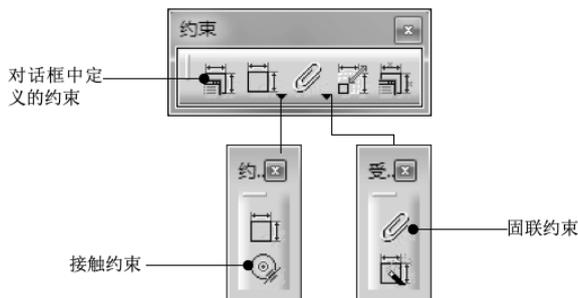


图 5-77

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：选取待添加或改变几何约束的图形对象，例如选取一条直线，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。

“约束定义”对话框共有 17 个确定几何约束和尺寸约束复选框，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。本例选取了一条直线，可供操作的只有“固定”“水平”和“竖直”3 个状态几何约束和 1 个“长度”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 中的警告信息提示，要想永久显示约束符号，只有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）才可以实现。

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。

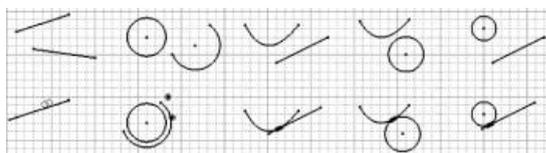
2. 接触约束

单击“接触约束”按钮，选取两个图形元素，第二个被选对象移至与第一个被选对象相接触。被选对象的种类不同，接触的含义也不同。

重合：若选取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（重合）所示。

同心：若选取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（同心）所示。

相切：若选取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（相切）所示。



重合 同心 相切 相切 相切

图 5-81

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取的图形元素。

3. 固联约束

CATIA 中的“固联约束”的作用是对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 首先使用固联约束约束槽孔，如图 5-83 所示。

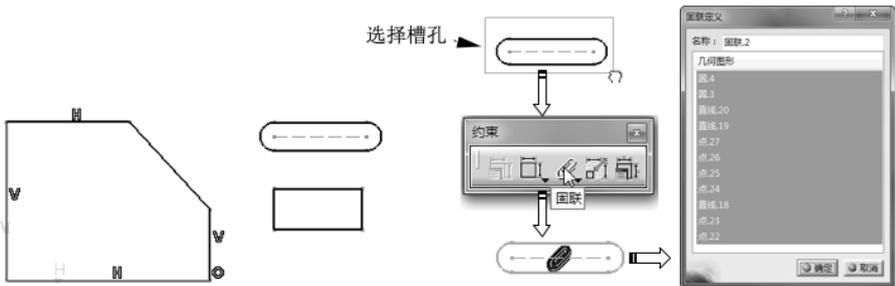


图 5-82

图 5-83

- 03 对矩形孔使用固联约束，如图 5-84 所示。

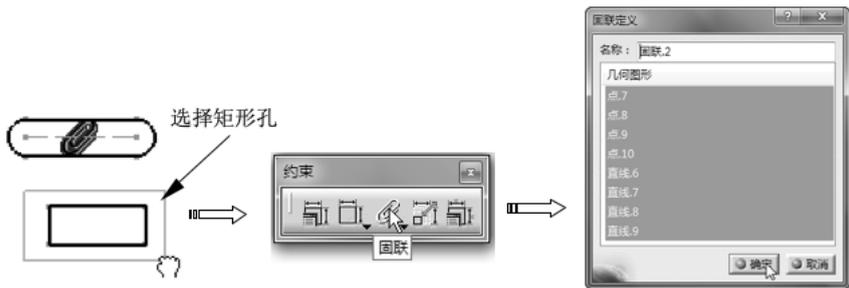


图 5-84

- 04 将两个孔拖至多边形内的任意位置，如图 5-85 所示。
- 05 使用“旋转”命令，将矩形孔旋转一定角度（90°），如图 5-86 所示。

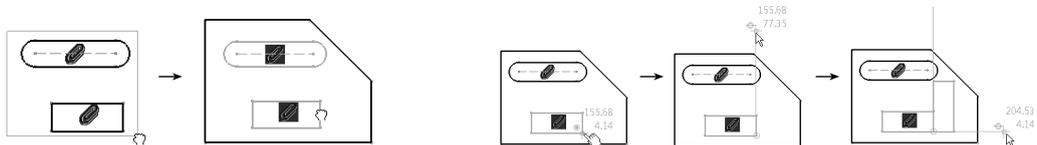


图 5-85

图 5-86

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

技术要点

在改变矩形孔尺寸时，需要将另一图形的槽孔进行尺寸约束，使其在多边形内的位置不发生变化。如图 5-88 所示为没有尺寸约束时槽孔的状态。

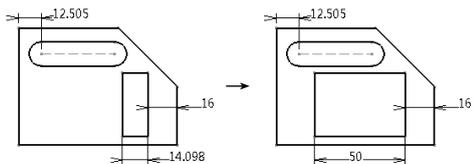


图 5-87

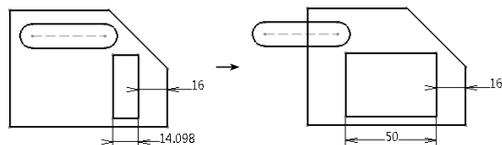


图 5-88

动手操作——利用几何约束关系绘制草图

利用几何约束关系和草图绘制命令、操作工具等绘制如图 5-89 所示的草图。从图 5-89 中可以看出,虽然图形中部分图形是有一定斜度的,若直接按所标尺寸进行绘图,有一定的难度。若是都在水平方向上绘制,然后旋转一定角度,绘图的过程就变得容易了。

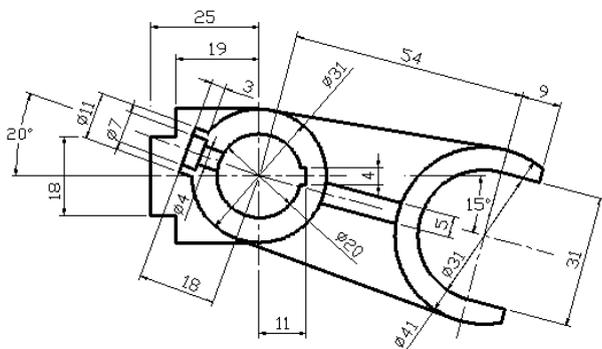


图 5-89

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。

技术要点

绘制此草图的方法是:首先绘制倾斜部分的图形,然后绘制其他部分的图形。

02 利用“轴”命令绘制基准中心线,并添加“固定”约束,如图 5-90 所示。

03 利用“圆”命令,绘制如图 5-91 所示的圆。

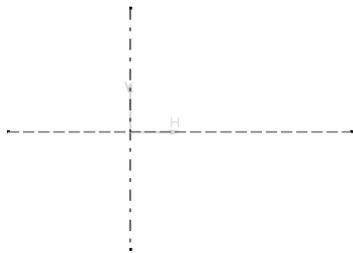


图 5-90

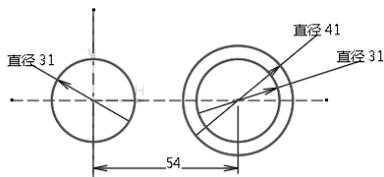


图 5-91

04 利用“直线”命令,绘制如图 5-92 所示的水平直线和垂直直线。

05 利用“快速修剪”命令，修剪图形，得到的结果如图 5-93 所示。

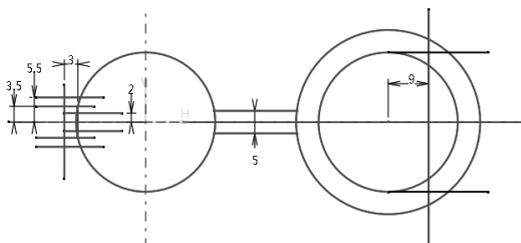


图 5-92

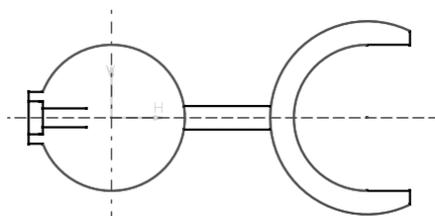


图 5-93

06 删除尺寸，并选择所有图形元素，单击“约束”按钮，弹出“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”工具条中单击“旋转”按钮，弹出“旋转定义”对话框。取消选中“复制模式”复选框，并框选所有图形元素，如图 5-94 所示。

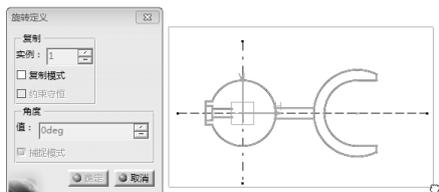
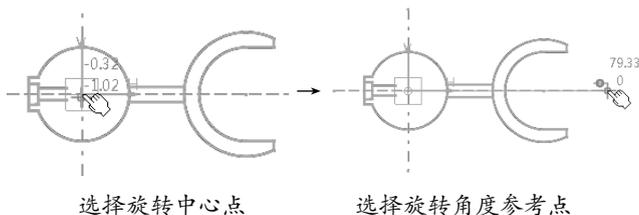


图 5-94

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”对话框中输入角度“值”为 345，并单击“确定”按钮完成旋转操作，如图 5-96 所示。

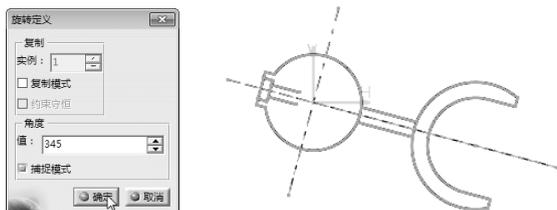


图 5-96

10 将旋转后的图形全选并约束为“固定”，随后继续绘制水平中心线和竖直中心线，如图 5-97 所示。

11 利用“圆”和“直线”命令绘制如图 5-98 所示的图形。

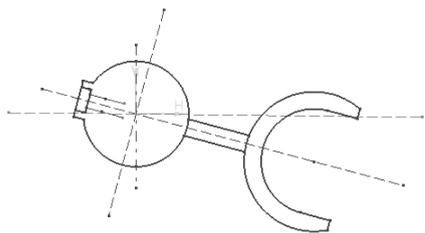


图 5-97

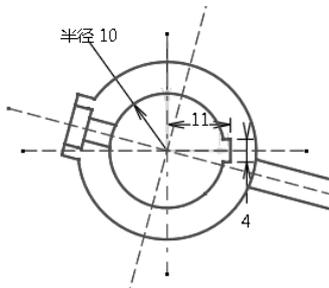


图 5-98

12 利用“轮廓”命令和“镜像”命令，绘制出如图 5-99 所示的图形。

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。

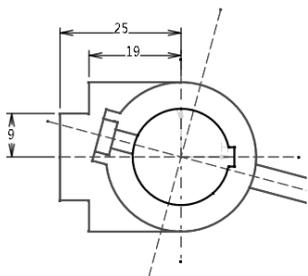


图 5-99

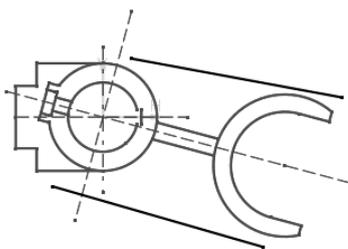


图 5-100

14 最后修剪图形，即可得到最终的草图，如图 5-102 所示，将结果文件保存。

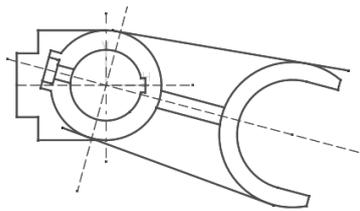


图 5-101

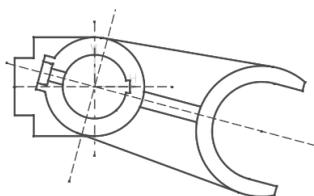


图 5-102

5.3 尺寸约束

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它的大小，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. 绘图时自动约束

在“轮廓”工具条中执行某一绘图命令后，在“草图工具”工具条中单击“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（右图）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”工具条中单击“自动约束”按钮，弹出“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，它是一种综合约束工具。

“自动约束”对话框中各选项含义如下。

- 要约束的图元：该列表（也是图元收集器）显示了已选取图形元素的数量。
- 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。如图 5-105 所示的图形是选择了水平和垂直的轴线作为对称轴，并采用“链式”模式情况下的自动约束。

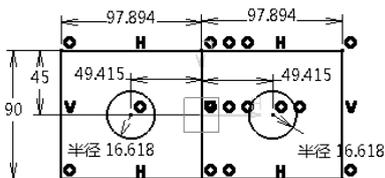


图 5-105

- 约束模式：该下拉列表框用于确定尺寸约束的模式，有“链式”和“堆叠式”两种模式。如图 5-106 所示为选择“链式”模式下的自动约束；如图 5-107 所示为以最左和底直线为基准并采用“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”工具条上单击“约束”按钮, 并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。

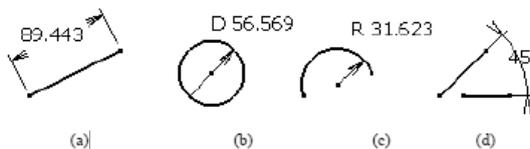


图 5-108

5.3.3 动画约束

1. 动画约束的作用

对于一个约束完备的图形，改变其中一个约束的值，与之相关联的其他图形元素会随之做相应的改变。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。

如图 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 ~ 360°，即可检验该机构的运动情况。

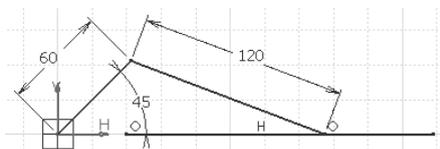


图 5-109

动手操作——应用动画约束

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

02 在“约束”工具条中单击“标注”按钮，标注 3 条直线。如果绘图前没有进入几何约束状态，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，选取角度尺寸 45°，随之弹出如图 5-111 所示的“对约束应用动画”对话框。

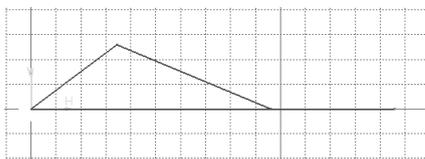


图 5-110



图 5-111

“对约束应用动画”对话框中各选项的含义如下。

- 第一个值：该文本框中输入所选约束的第一个数值。
- 最后一个值：该文本框中输入所选约束的最后一个数值。
- 步骤数：该文本框中输入从“第一个值”到“最后一个值”之间的步数。

假定以上 3 个文本框依次为 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“播放”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,此时会弹出对应的“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。

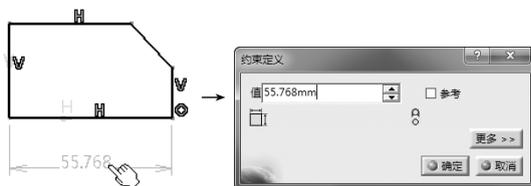


图 5-112

如果是直径或半径标注,双击尺寸值后会弹出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。

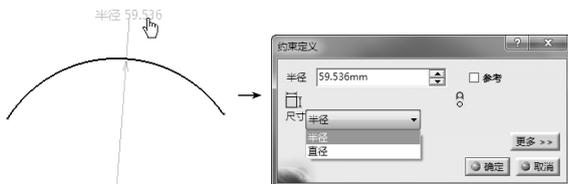


图 5-113

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,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。

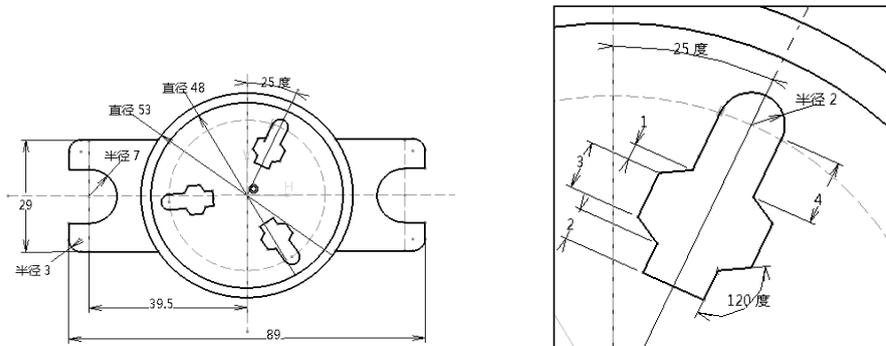


图 5-114

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”工具条中的“轴”命令，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。

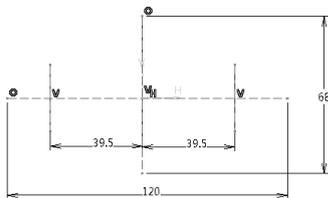


图 5-116

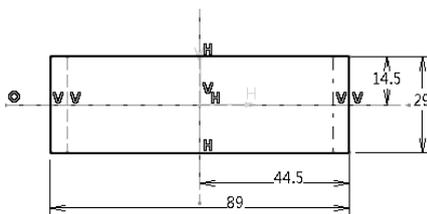


图 5-117

05 利用“圆”命令，绘制如图 5-118 所示的 4 个圆。

06 利用“直线”命令，绘制 4 条与两个小圆（直径为 14）分别相切的水平直线，如图 5-119 所示。

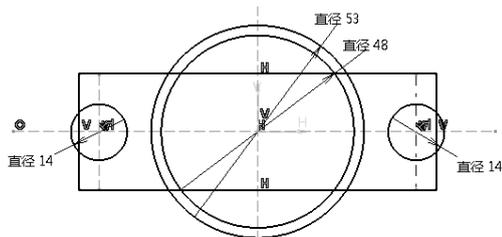


图 5-118

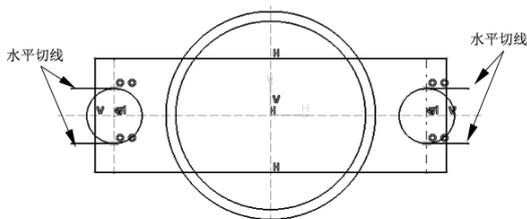


图 5-119

07 利用“操作”工具条中的“圆角”命令，在矩形上创建 4 个半径为 3 的圆角，再利用“快速修剪”命令修剪图形，结果如图 5-120 所示。

08 绘制 3 个具有阵列特性的组合图形。利用“圆”命令，绘制如图 5-121 所示的辅助圆，并在竖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 个组合图形的思路是：首先在水平或竖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角度，最后再进行旋转复制操作，得到其余两个组合图形。

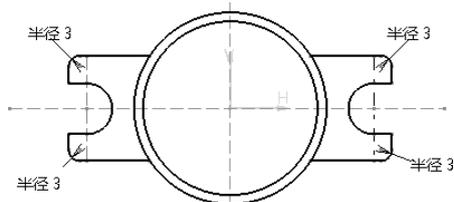


图 5-120



图 5-121

09 利用“轮廓”命令，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竖直中心线的另一侧，如图 5-123 所示。

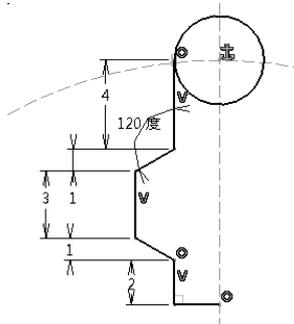


图 5-122

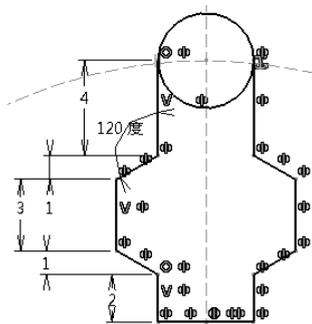


图 5-123

技术要点

对于图 5-122 中斜线的标注尺寸 1 来说，选取要约束的图元时需要注意选取方法。要想标注斜线在竖直方向的尺寸，必须选取斜线的两个端点，并且在快捷菜单中选择是“水平测量方向”还是“竖直测量方向”，如图 5-124 所示。

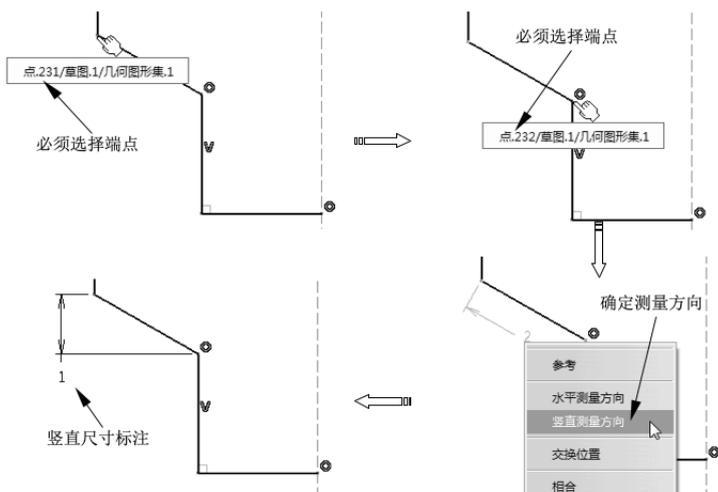


图 5-124

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

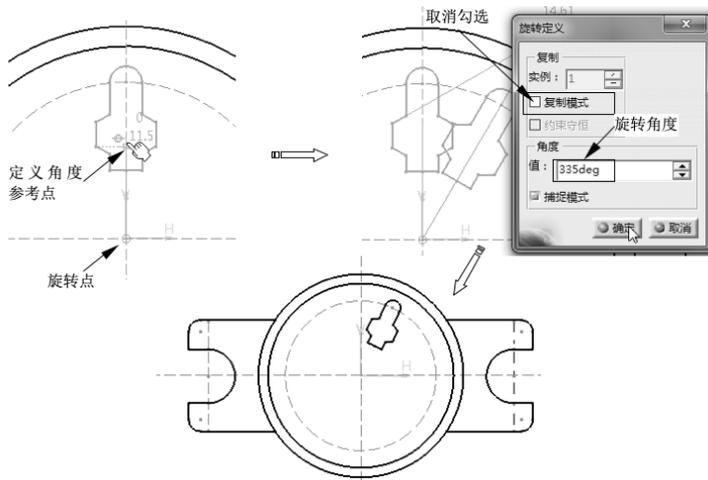


图 5-125

11 利用“旋转”命令，将图 5-125 中旋转后的图形再旋转 120°，并且复制图形（“实例”值为 3），以此可得到最终的零件草图，如图 5-126 所示。

12 最终的底座零件草图如图 5-127 所示。

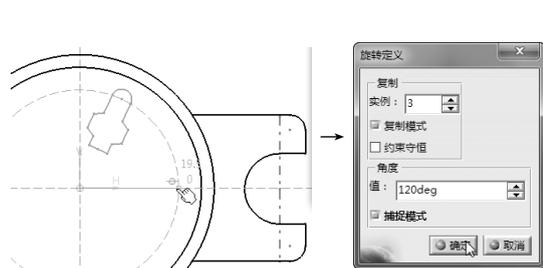


图 5-126

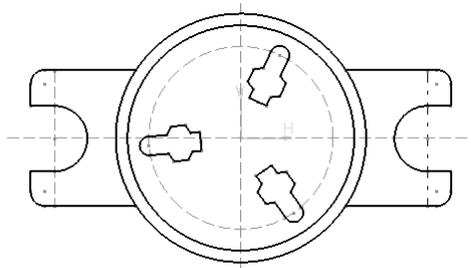


图 5-127

13 将绘制的草图文件保存。

5.4 实战案例——绘制摇柄草图



引入文件：无

结果文件：\动手操作\结果文件\Ch05\yaobin.CATpart

视频文件：\视频\Ch05\绘制摇柄草图.avi

如图 5-128 所示的图中， $A=66$ ， $B=55$ ， $C=30$ ， $D=36$ ， $E=155$ 。在这个案例中，将会使用几何约束工具对图形进行约束。

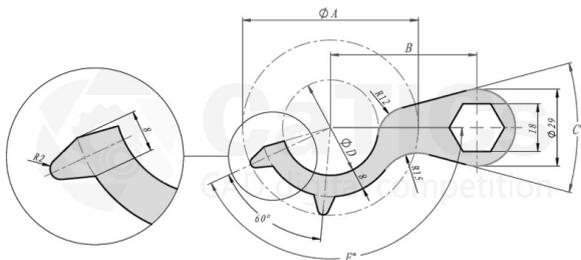


图 5-128

绘图分析

(1) 确定整个图线的尺寸基准中心，从基准中心开始，陆续绘制出主要线段、中间线段和连接线段。

(2) 基准线有时是可以先画出图形再去补充的。

(3) 作图顺序图解如图 5-129 所示。

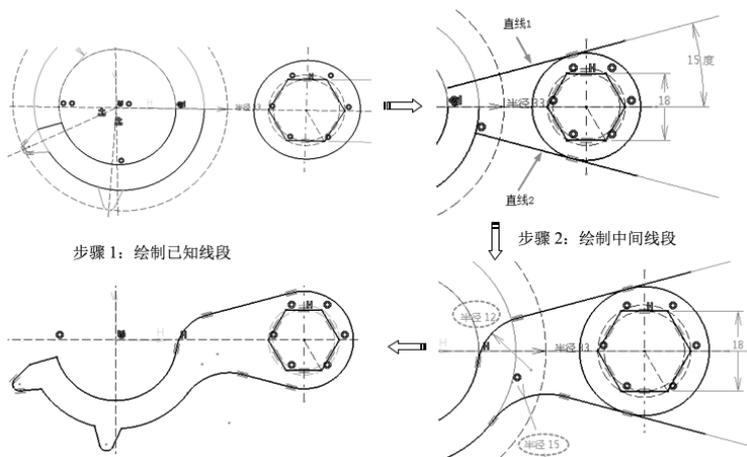


图 5-129

设计步骤

01 新建零件文件，执行“开始”|“机械设计”|“草图编辑器”命令，进入零件设计环境。接着选择 xy 平面为草图平面并直接进入草绘工作台。

02 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。
- 选取左侧的两个同心圆，并将其转换为构造线，如图 5-131 所示。

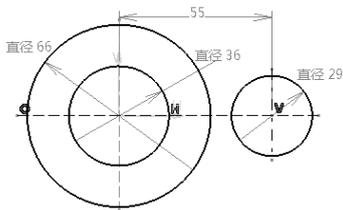


图 5-130

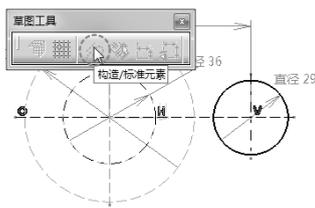


图 5-131

- 单击“多边形”按钮，在右侧小圆的圆心位置单击，定义多边形的位置。在“草图工具”工具条中单击“内置圆”按钮，确定圆的直径后，再到“草图工具”工具条中设置“边数”值为6，按Enter键完成初步绘制，如图5-132所示。

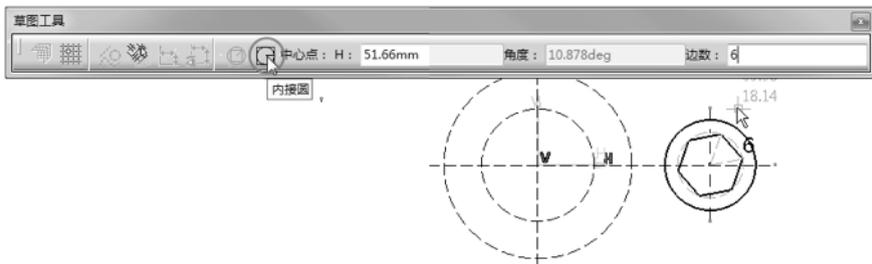


图 5-132

- 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。

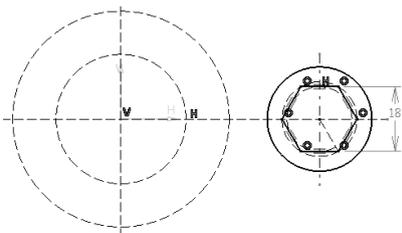


图 5-133

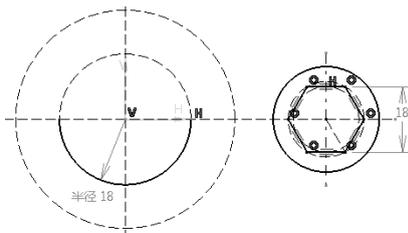


图 5-134

技术要点

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

- 单击“偏移”按钮，以圆弧作为参考，创建偏移距离为8mm的新偏移曲线——圆弧，如图5-135所示。
- 单击“直线”按钮，绘制两条直线再转换为构造线，如图5-136所示。

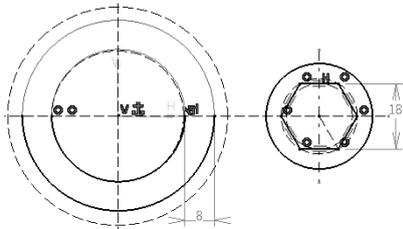


图 5-135

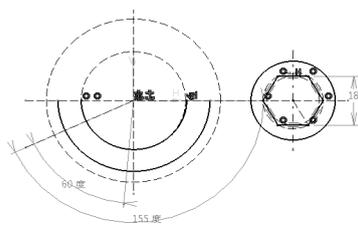


图 5-136

- 单击“直线”按钮，绘制两条直线，如图5-137所示。

- 单击“圆”按钮, 绘制直径为4的小圆, 如图 5-138 所示。

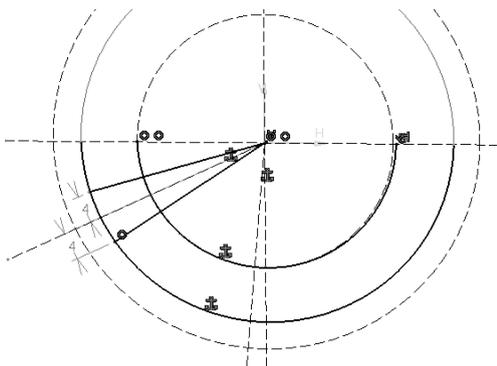


图 5-137

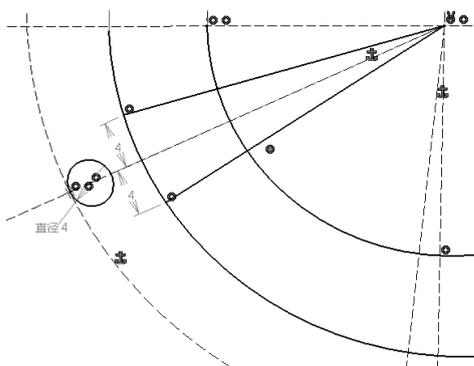


图 5-138

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。
- 双击“快速修剪”按钮修剪图形, 如图 5-140 所示。

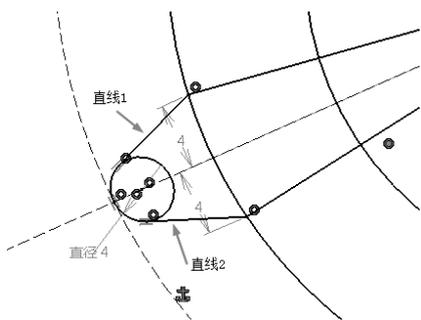


图 5-139

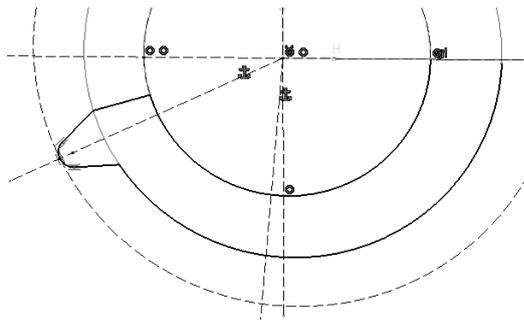


图 5-140

- 选取如图 5-141 所示的 3 条曲线, 并单击“变换”工具条上的“旋转”按钮, 弹出“旋转定义”对话框。

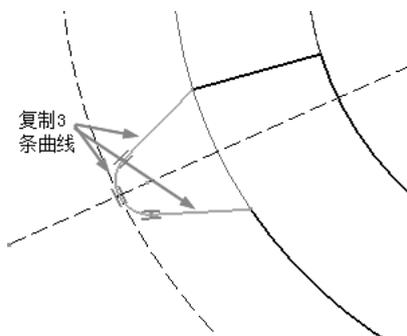


图 5-141

- 设置“实例”参数, 并旋转坐标系原点作为旋转中心点, 输入角度“值”为 60, 单击“确定”按钮完成旋转复制, 如图 5-142 所示。

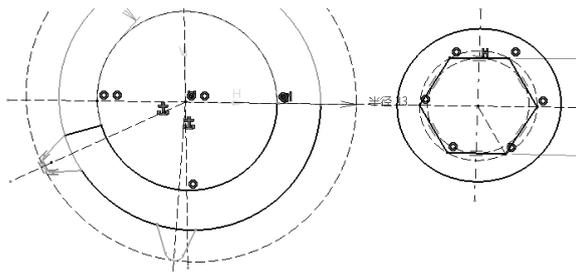


图 5-142

- 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。

04 绘制图形的连接线段。

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

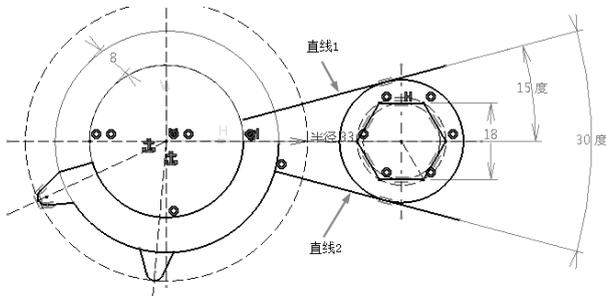


图 5-143

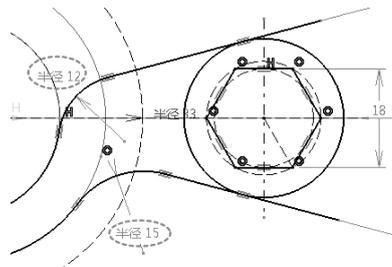


图 5-144

- 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。

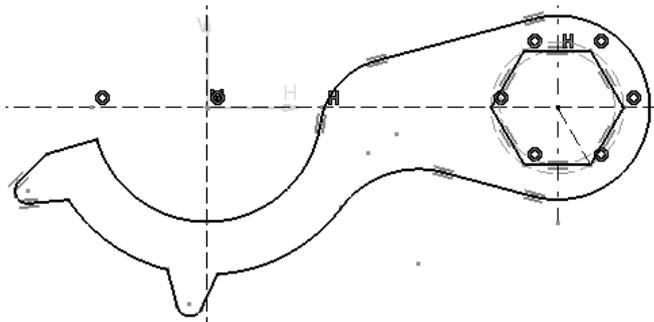


图 5-145

05 保存最终的结果文件。

5.5 课后习题

- (1) 利用草图工具绘制如图 5-146 所示的草图。

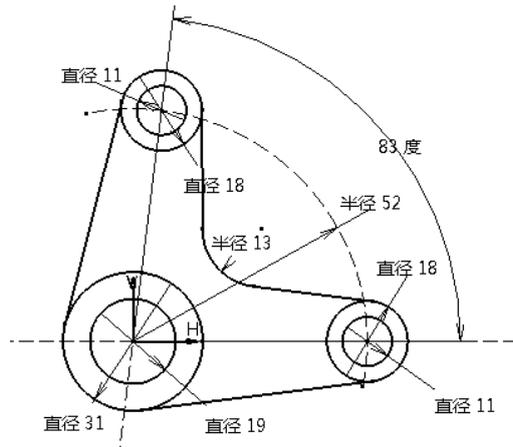


图 5-146

(2) 利用草图工具绘制如图 5-147 所示的草图。

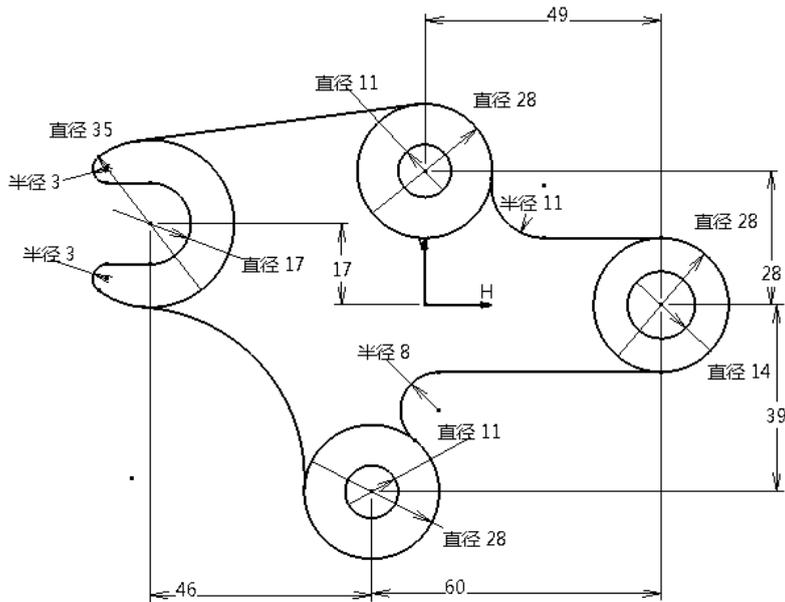


图 5-147