

教 案

2025-2026 学年第二学期

课程名称 逆向工程与 3D 打印

专业班级 数字化设计与制造 251

总学时数 64 学时

任课教师 曹艳彬

课程基本信息

课程名称	逆向工程与 3D 打印			
课程性质	专业核心课	学分	4	
学 时	总学时：64 学时。其中：课堂讲授 0 学时；实训/实验 64 学时；线上教学 0 学时			
开课部门	机电工程系	任课教师	曹艳彬	
授课专业、班级	数字化设计与制造技术 251 班	开课学期	2025-2026 第二学期	
成绩评定	平时成绩占 50 %；期末成绩占 50 %	考核方式	考试	
选用教材	书 名	主 编	出版社	出版日期
	《三维逆向造型》自编讲义	曹艳彬		
本课程在本专业人才培养方案中的地位和作用	本课程是结合公司所需岗位而设置的专业课程，旨在培养学生能够采用国产软件对各种零件逆向造型，以满足公司对人才的需求。			
本课程教学目标	掌握对各种零件的结构进行合理分析，选择合理的逆向造型方法进行逆向造型，逆向出合格的零件。			
素质(思政)内容与要求	以内容为载体，培养学生在职业道路上要精益求精，积极进取的工匠精神，以及与人合作，合作共赢的大局观，进一步培养出学生的爱国主义精神，社会责任感等。			
学生用主要参考资料	《三维逆向造型》自编讲义			

任务一、中望 2024 界面介绍与常用指令介绍

一、教学目标：

- 1、了解中望 3D 2024 软件基本指令使用方法。
- 2、掌握基本平面图形绘制。

二、教学重点

讲述基本指令的应用方法。

三、教学难点

讲解各指令的应用设置方法。

四、素质(思政)内容

家国情怀与产业担当：立足我国高端制造、航空航天、文物修复、装备国产化发展现状，树立科技报国、制造强国的使命感，摒弃单纯模仿思维，坚定国产智造自主创新信念。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

教学过程如下：

一、界面介绍

如图 1-1 所示，界面介绍。

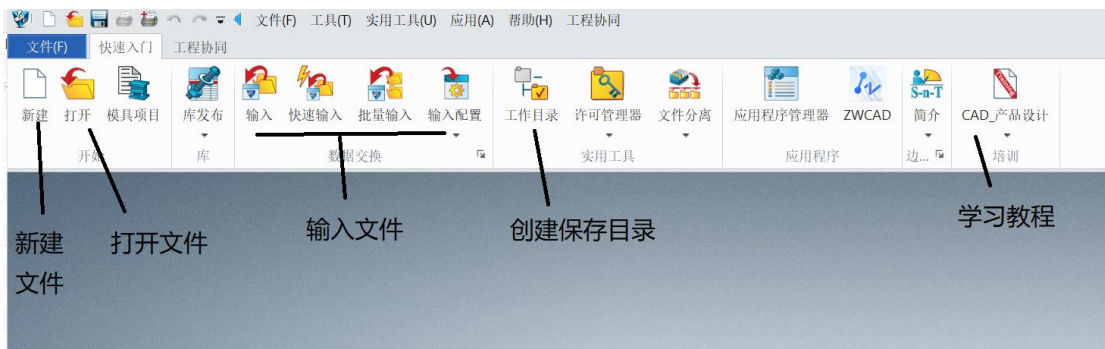


图 1-1 界面介绍

二、新建文件

新建文件对话框如图 1-2 所示。

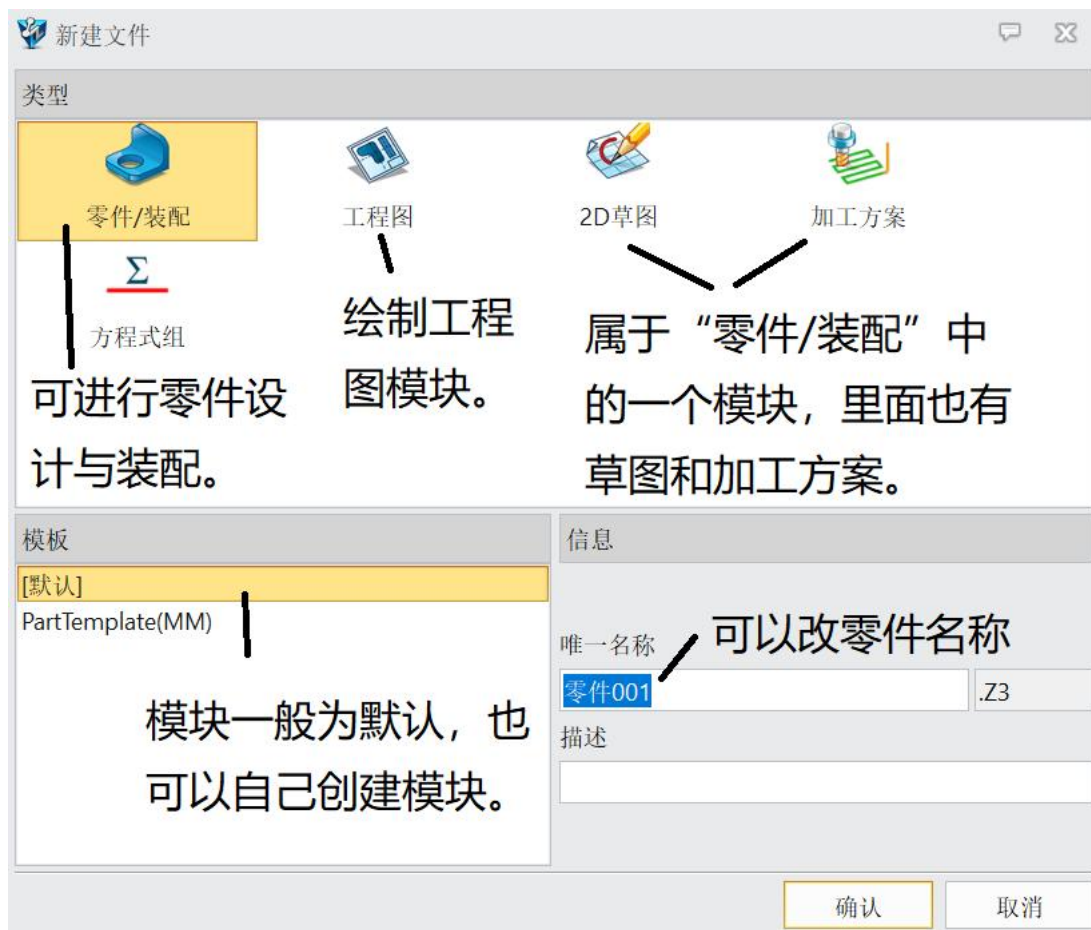


图 1-2 新建文件介绍

新建文件确认后，进入图 1-3 窗口界面介绍。

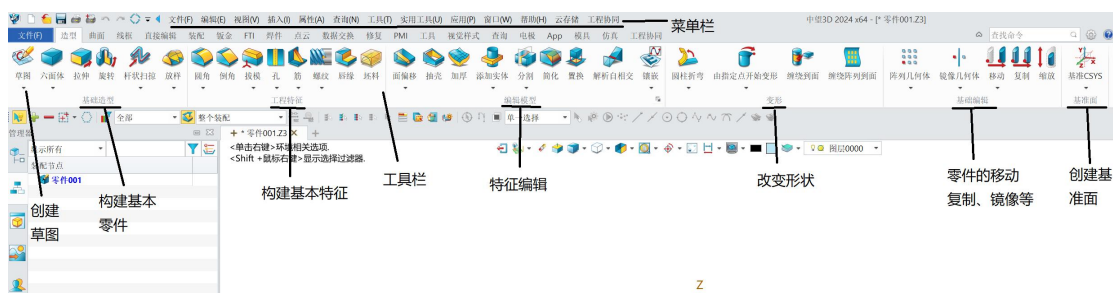


图 1-3 绘图窗口

三、草图创建

(1) 点击图 1-3 绘图窗口左上角的“草图”图标，有 3 种草图工具，“草图”“3D 草图”“装饰草图”，其区别如图 1-4 所示。

场景类型	首选工具	选择理由
常规实体建模	草图 (2D 草图)	平面截面定义清晰, 约束体系成熟, 适合箱体、法兰、轴类等规则零件
空间路径 / 复杂轮廓	3D 草图	减少草图数量, 提升设计效率, 适合管道、线缆、机器人轨迹等空间结构
非几何标注 / 标记	装饰草图	不影响模型几何, 编辑灵活, 适合添加 LOGO、零件编号、装配指示
曲面造型辅助	3D 草图	可创建空间引导曲线, 用于曲面桥接、过渡、填充等高级操作
技术文档补充	装饰草图	可直接在模型上添加技术注释, 增强设计表达的完整性

图 1-4 草图区别

(2) 进入草图后, 草图对话框设置, 如图 1-5 所示。

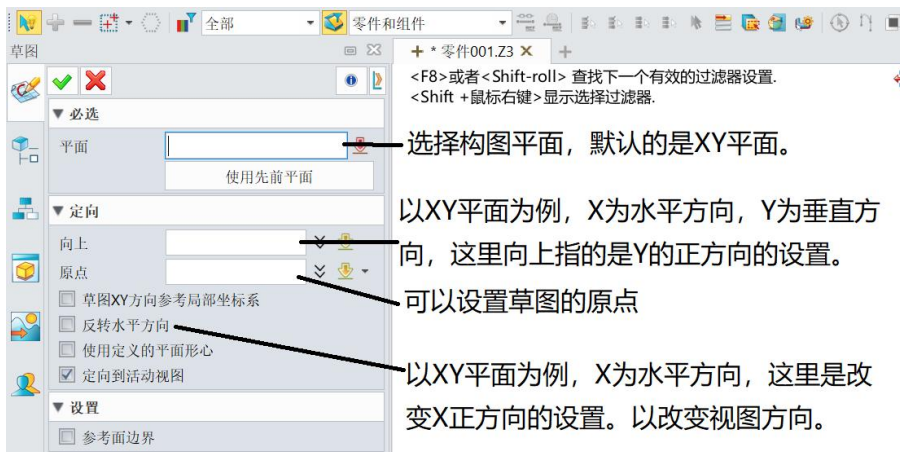


图 1-5 对话框设置

草图界面如图 1-6 所示。

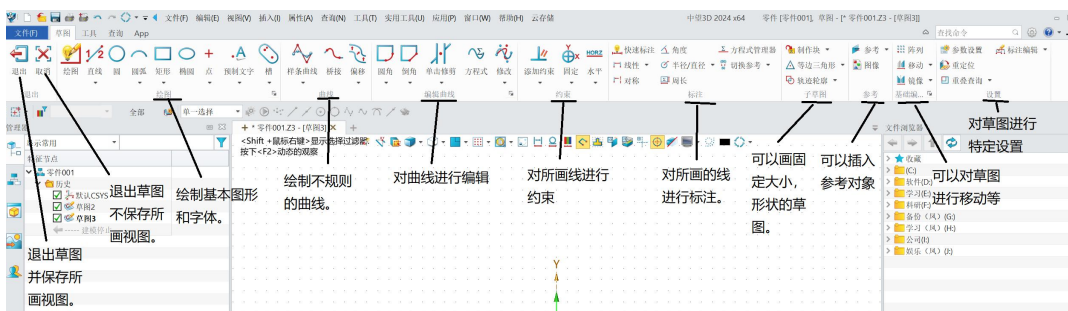


图 1-6 草图界面

四、常用指令讲解

(1) 直线绘制, 直线绘制指令如图 1-7 所示, 常用指令是第一个: “直线” 指令。

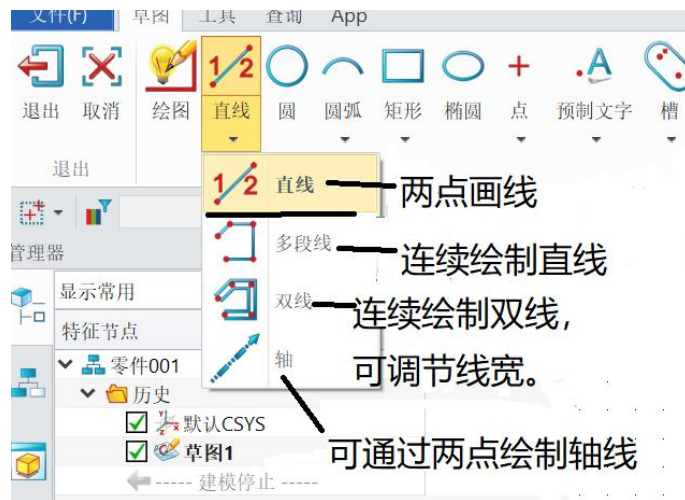


图 1-7 直线指令介绍

点击直线指令，进入直线绘制对话框，如图 1-8 所示。

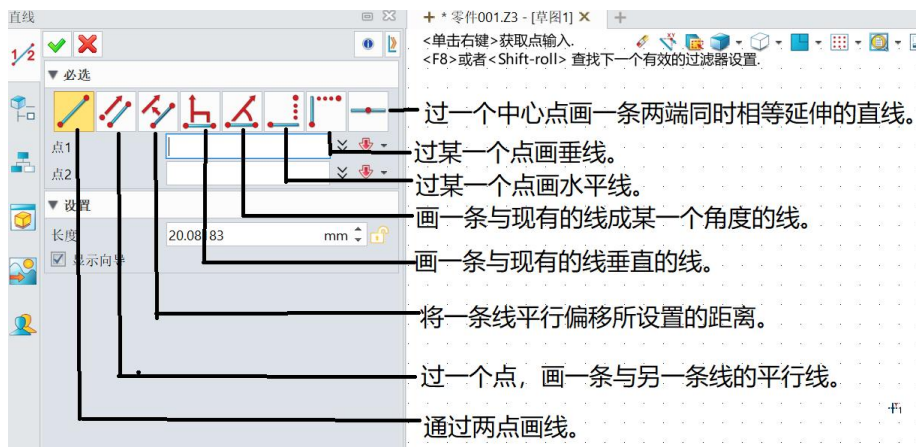


图 1-8 直线绘制介绍

(2) 圆的绘制，圆的绘制对话框介绍如图 1-9 所示。

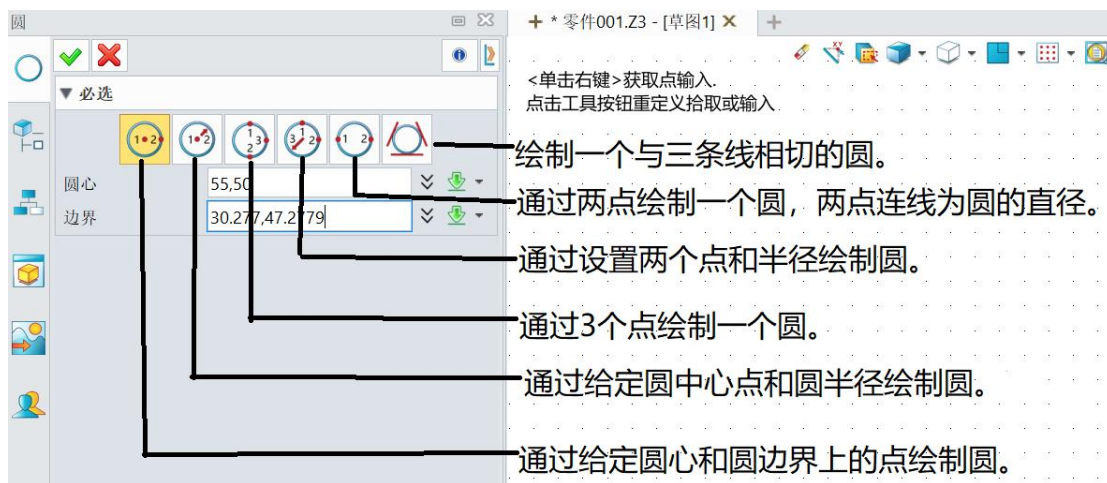


图 1-9 基本圆的绘制

(3) 圆弧的绘制，圆弧的绘制对话框介绍如图 1-10 所示。

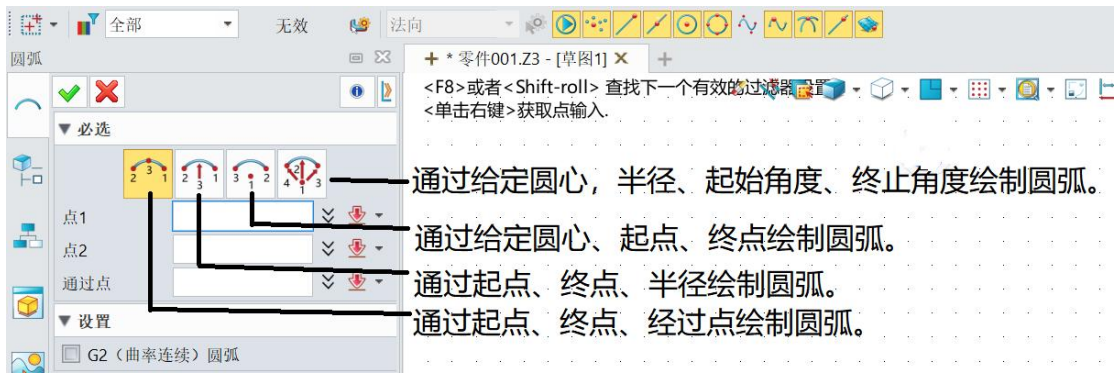


图 1-10 圆弧绘制介绍

(4) 矩形的绘制, 矩形的绘制对话框介绍如图 1-10 所示。

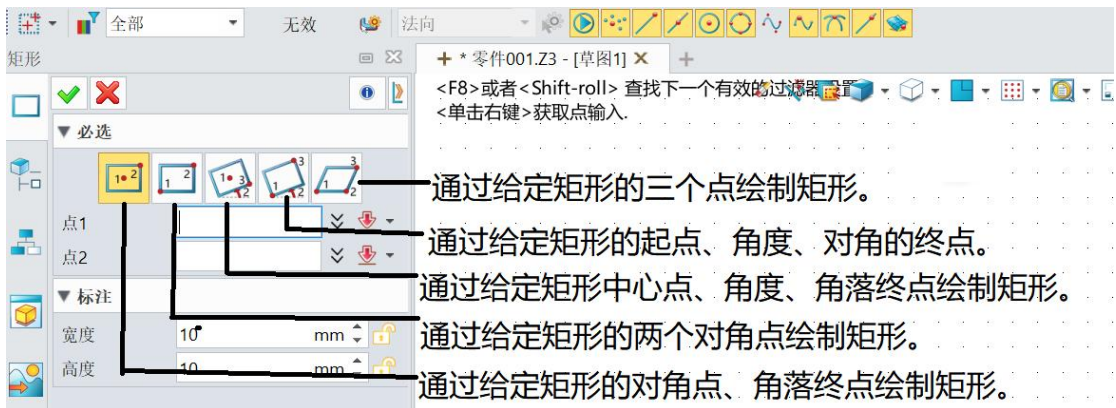


图 1-10 矩形绘制介绍

(5) 倒圆角, 倒圆角对话框介绍如图 1-11 所示。



图 1-11 倒圆角介绍

(6) 倒斜角, 倒斜角对话框介绍如图 1-11 所示。



图 1-11 倒斜角介绍

(7) 线段修剪，对话框介绍如图 1-12 所示。

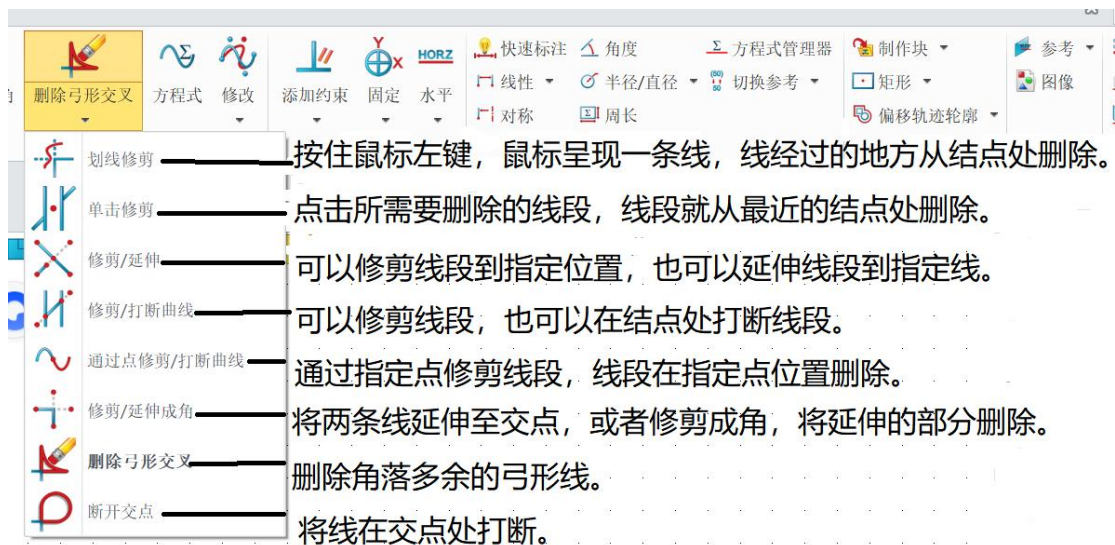


图 1-12 线段修剪介绍

(8) 阵列

方形阵列对话框介绍如图 1-13 所示。



图 1-13 方形阵列介绍

圆形阵列对话框介绍如图 1-14 所示。

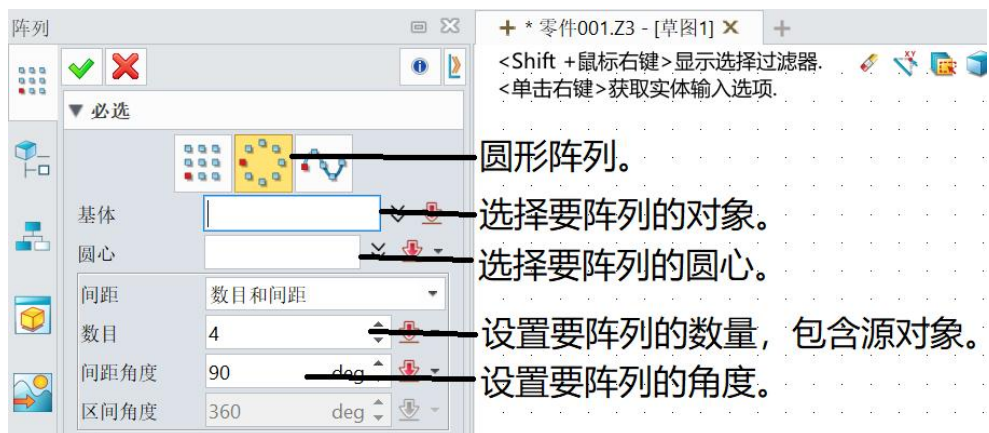


图 1-14 圆形阵列介绍

(9) 移动与复制

移动对象，如图 1-15，1-16 所示。

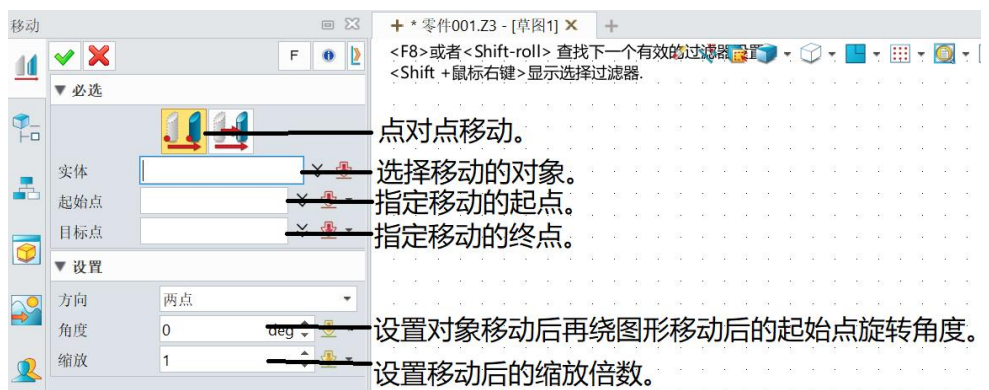


图 1-15 移动介绍



图 1-16 沿方向移动

复制与移动类似，多了一个复制数量。

(10) 镜像，对话框介绍如图 1-17 所示。



图 1-17 镜像介绍

五、思政内容

家国情怀与产业担当：立足我国高端制造、航空航天、文物修复、装备国产化发展现状，树立科技报国、制造强国的使命感，摒弃单纯模仿思维，坚定国产智造自主创新信念。

任务二、简易草图绘制

一、教学目标：

- 1、掌握基本草图绘制方法。
- 2、掌握基本草图绘制技巧。

二、教学重点

基本草图绘制方法。

三、教学难点

基本草图绘制技巧。

四、素质(思政)内容

工匠精神与职业素养：培养一丝不苟、精益求精、追求极致的职业态度，严格把控逆向建模精度、打印工艺参数、产品质量标准，养成严谨务实、规范敬业的工作作风。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

根据下面给定的图形及尺寸完成草图绘制。

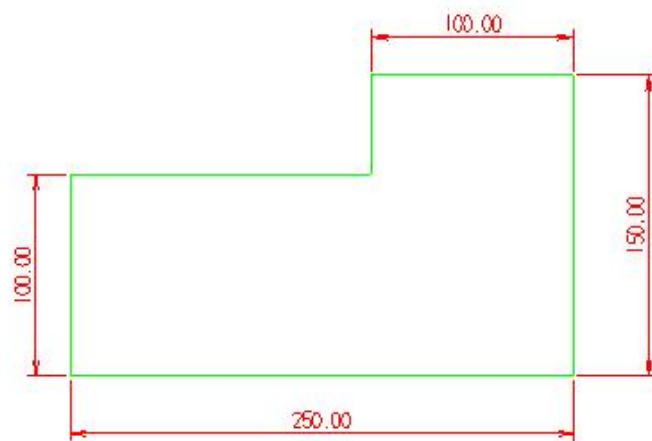


图 2-1

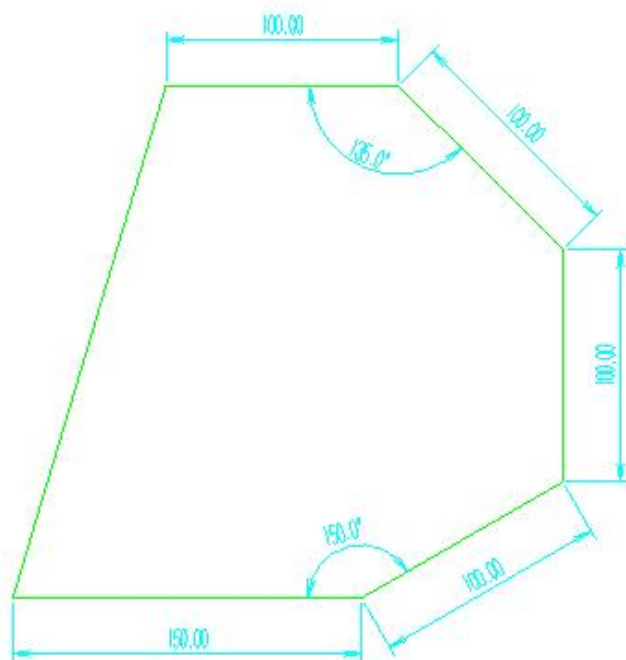


图 2-2

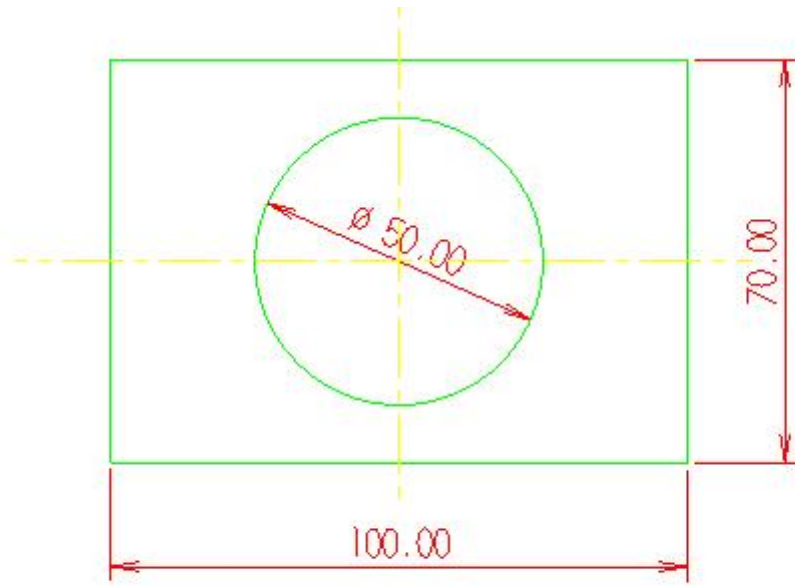


图 2-3

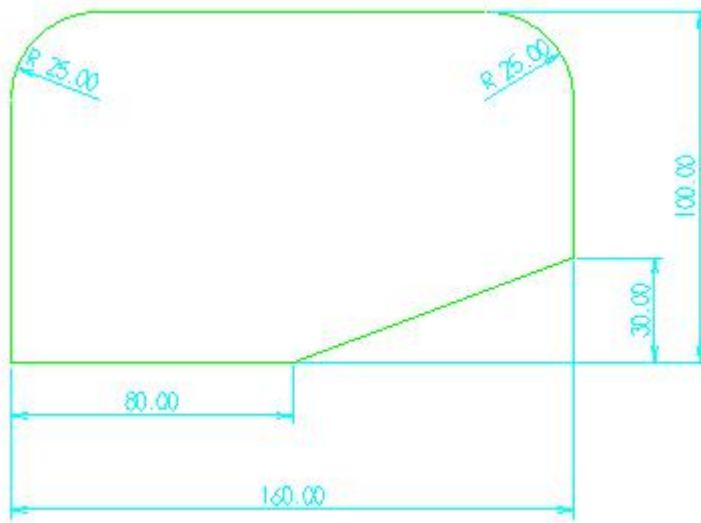


图 2-4

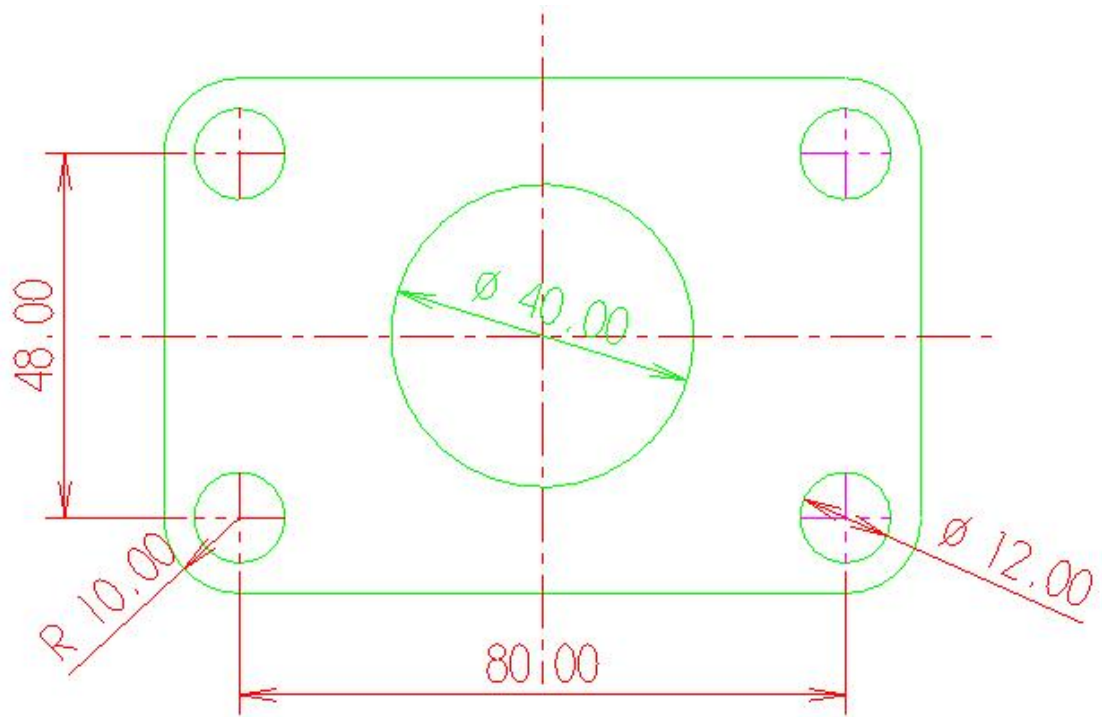


图 2-5

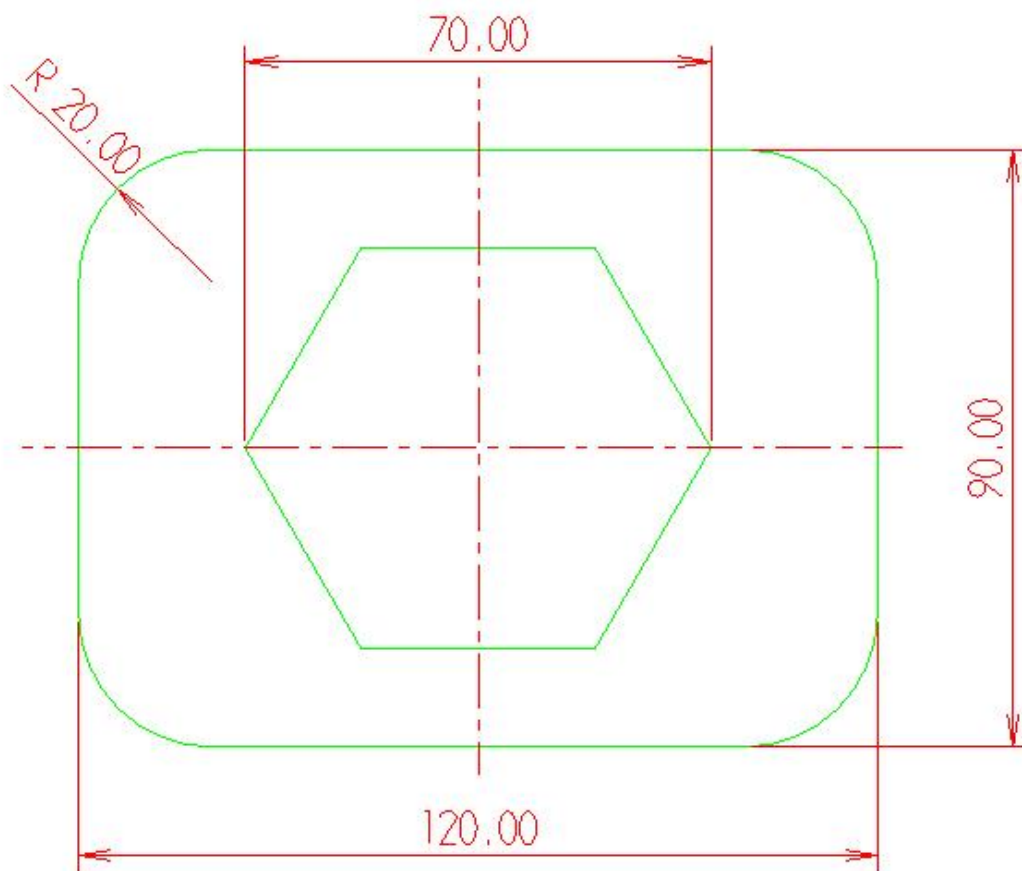


图 2-6

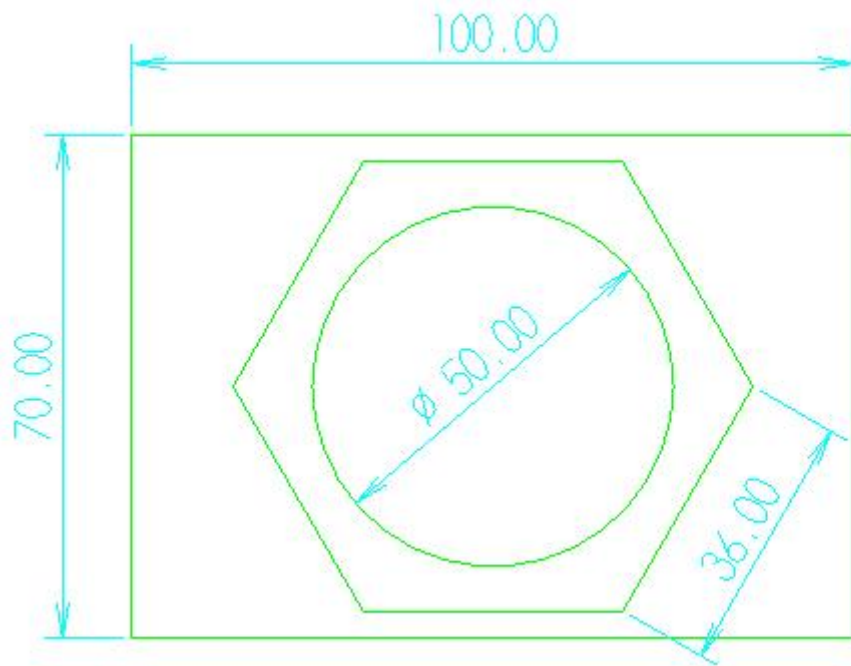


图 2-7

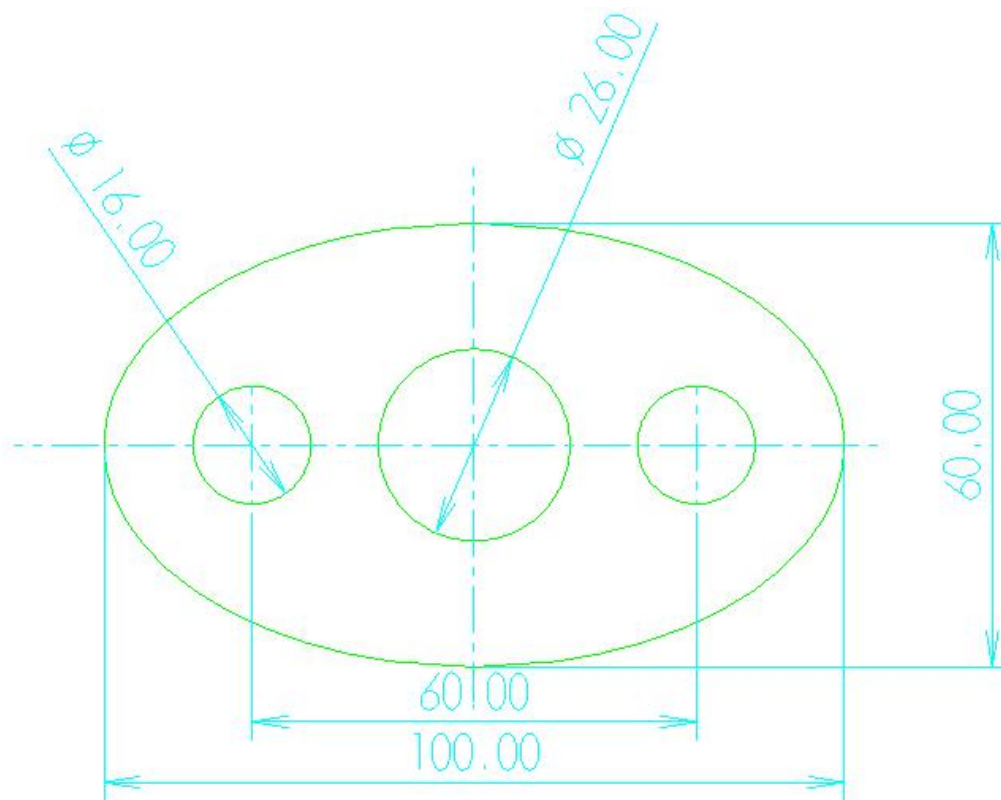


图 2-8

二、草图绘制方法

草图绘制与工程图的绘制有一些不同，草图绘制时可以先绘制出

草图的大致轮廓，再标注尺寸、约束等，草图会根据所标注的尺寸、约束等进行相应的变化，直到完成草图绘制。

例 2-1、如图 2-1 所示，先绘制大概轮廓，如图 2-9 所示。删除自动标注的尺寸和约束，如图 2-10 所示。

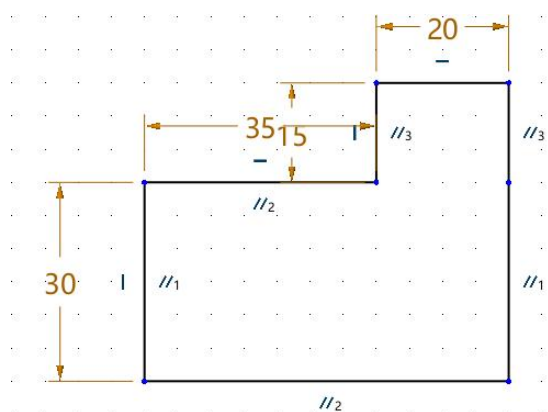


图 2-9 大致草图

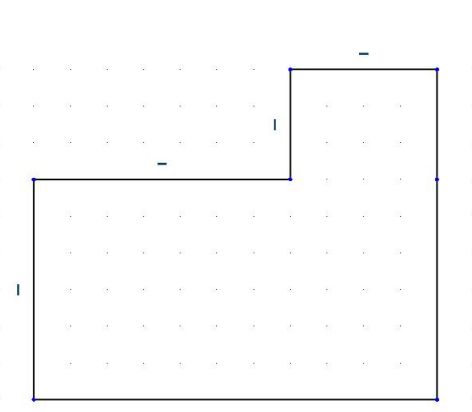


图 2-10 草图删除尺寸和部分约束

对图 2-10 按图 2-1 所示标注尺寸。图形会根据尺寸自动调整。图形如图 2-11 所示。

注意标注尺寸时，要先标注整体尺寸，再标注局部尺寸。如图 2-11 所示先标注总长 250，宽 150，再标注长 100，宽 100。

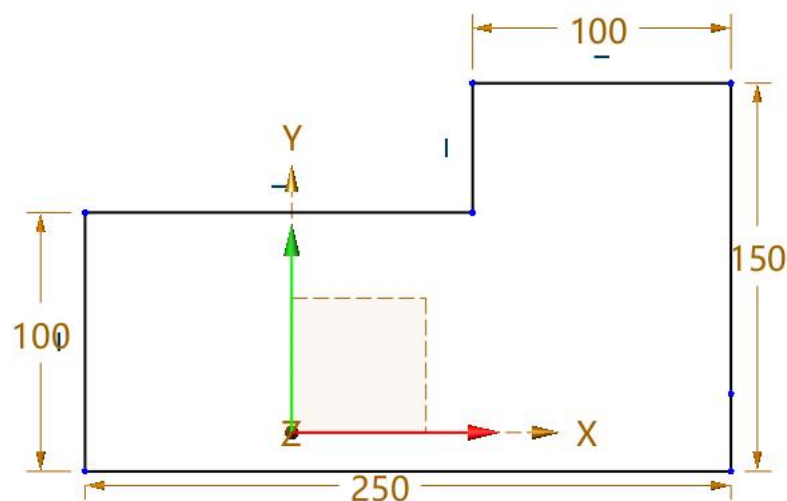


图 2-11 标注尺寸

例 2-2，如图 2-5 所示，图形是对称图形，部分图形可以通过中心线来镜像，无需全部绘制。可以先绘制中心线，再绘制长方形，如图

2-12 所示。

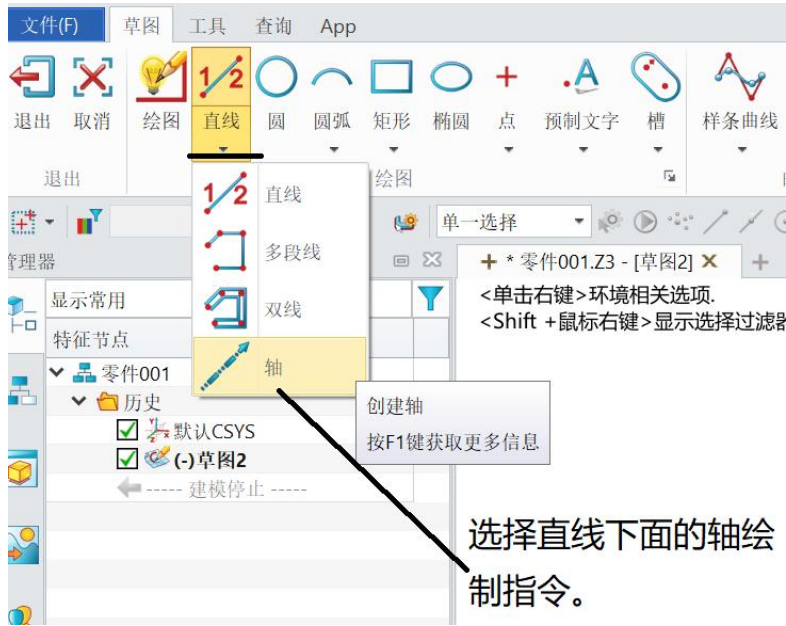


图 2-12 轴指令选择

选择“轴”指令，进入绘制轴对话框，如图 2-13 所示。

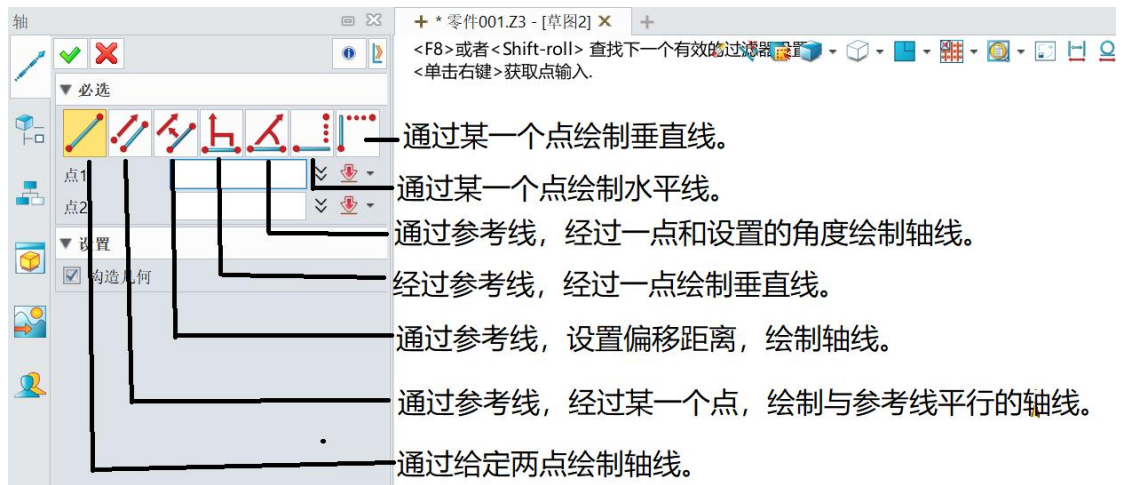


图 2-13 轴绘制对话框

本例只需绘制一条水平轴线和一条垂直轴线，可以选择图 2-13 中的最后两个指令，绘制水平轴线和垂直轴线。如图 2-14 所示。

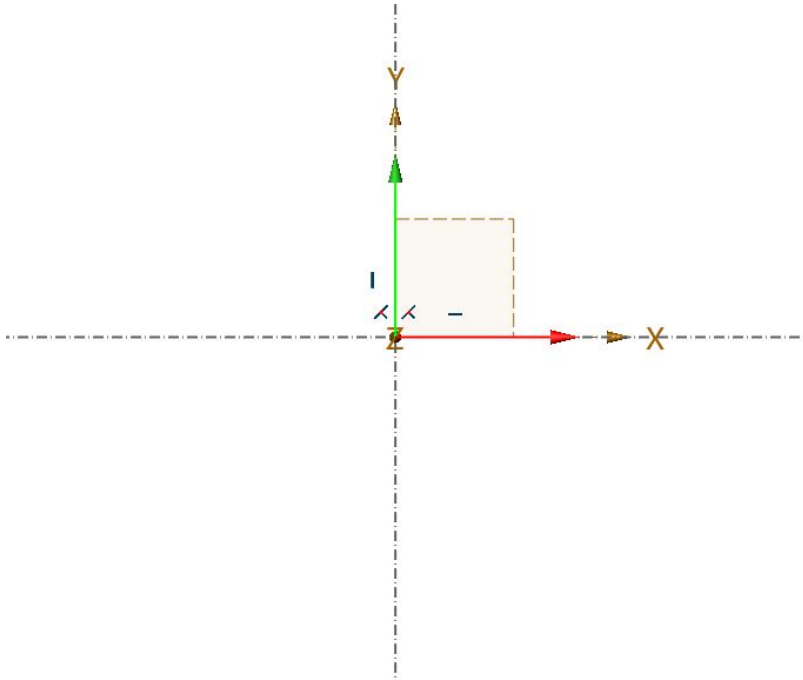


图 2-14 轴线绘制

绘制长方形，如图 2-15 所示。

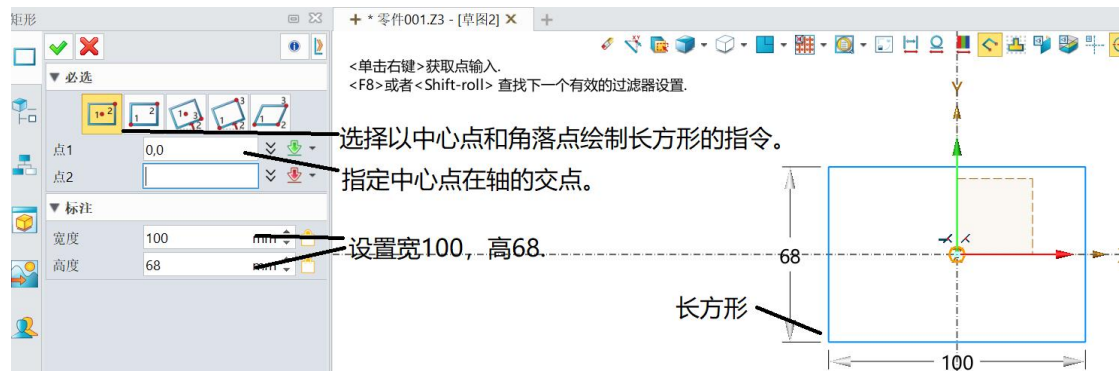


图 2-15 长方形绘制

对长方形倒圆角半径 10，如图 2-16 所示。



图 2-16 倒圆角设置

可以一次性选择 4 条边，倒出 4 个圆角半径 10。如图 2-17 所示。

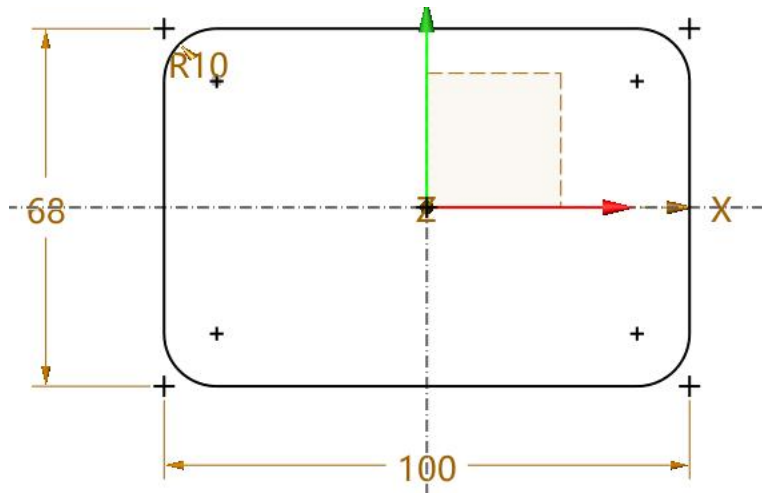


图 2-17 圆角绘制

以圆角中心点和轴的交点绘制圆，如图 2-18 所示。

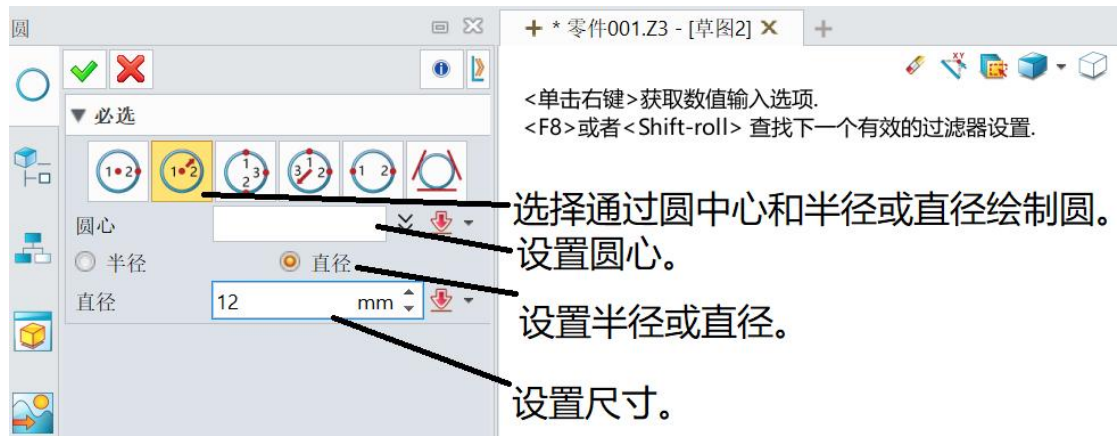


图 2-18 圆的设置

圆的绘制，如图 2-19 所示。

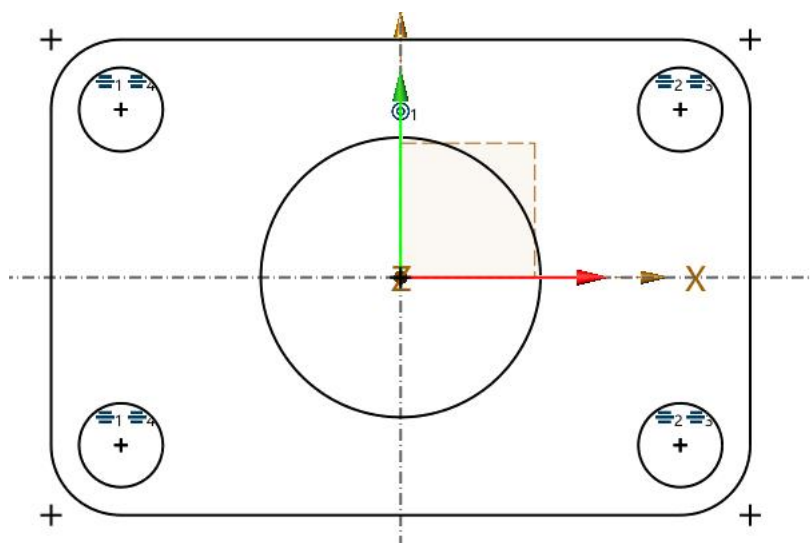


图 2-19 草图绘制

三、思政内容

工匠精神与职业素养：培养一丝不苟、精益求精、追求极致的职业态度，严格把控逆向建模精度、打印工艺参数、产品质量标准，养成严谨务实、规范敬业的工作作风。

。

任务三、草图绘制进阶

一、教学目标：

- 1、掌握图形等分方法。
- 2、掌握图形的阵列方法。
- 3、掌握图形的约束方法。

二、教学重点

基本图形绘制方法

三、教学难点

图形的约束设置。

四、素质(思政)内容

法治思维与诚信底线：明晰逆向工程的合法边界，区分合规复刻创新与侵权抄袭仿制，树立知识产权保护意识，坚守行业诚信与职业底线。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

根据下面给定的图形及尺寸完成草图绘制。

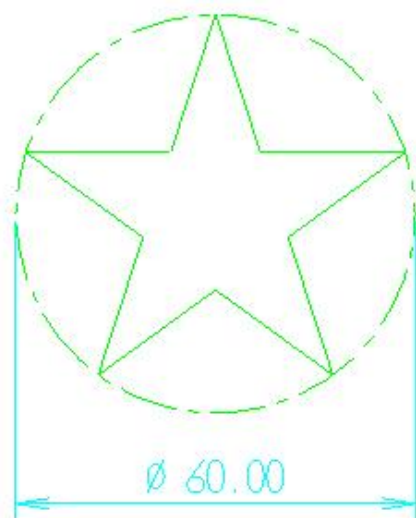


图 3-1 五角星

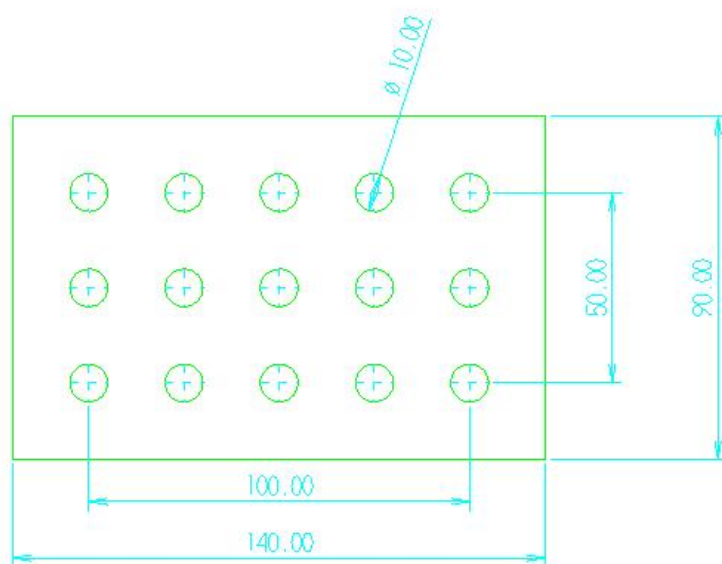


图 3-2 圆形绘制

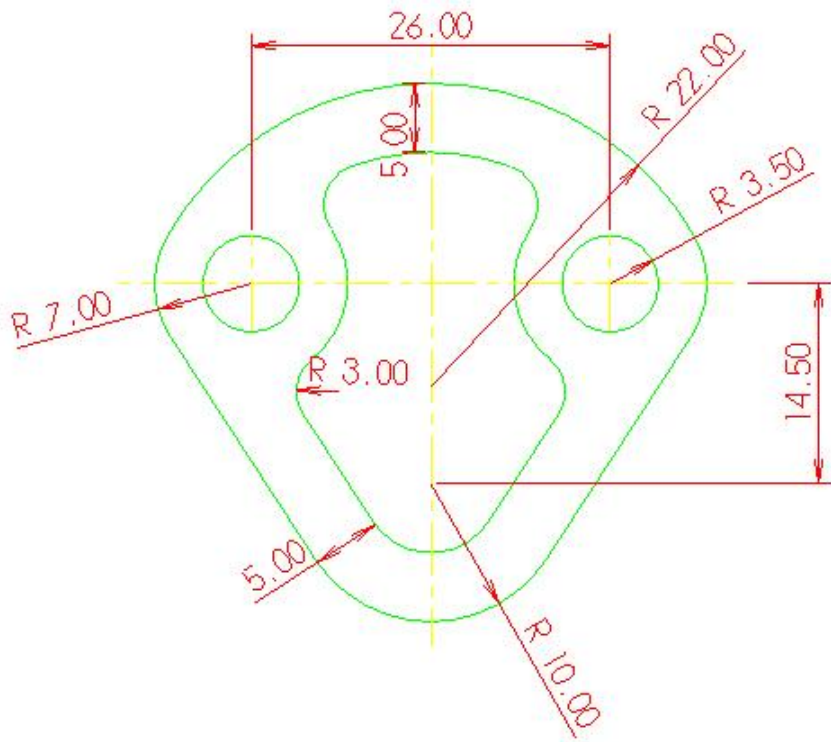


图 3-3 切线绘制

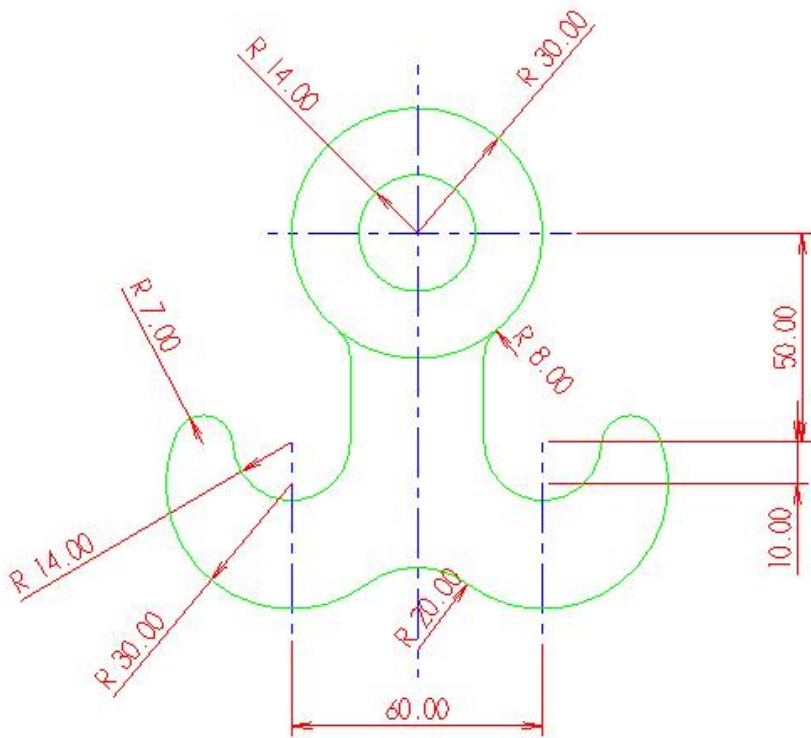


图 3-4 切线绘制 2

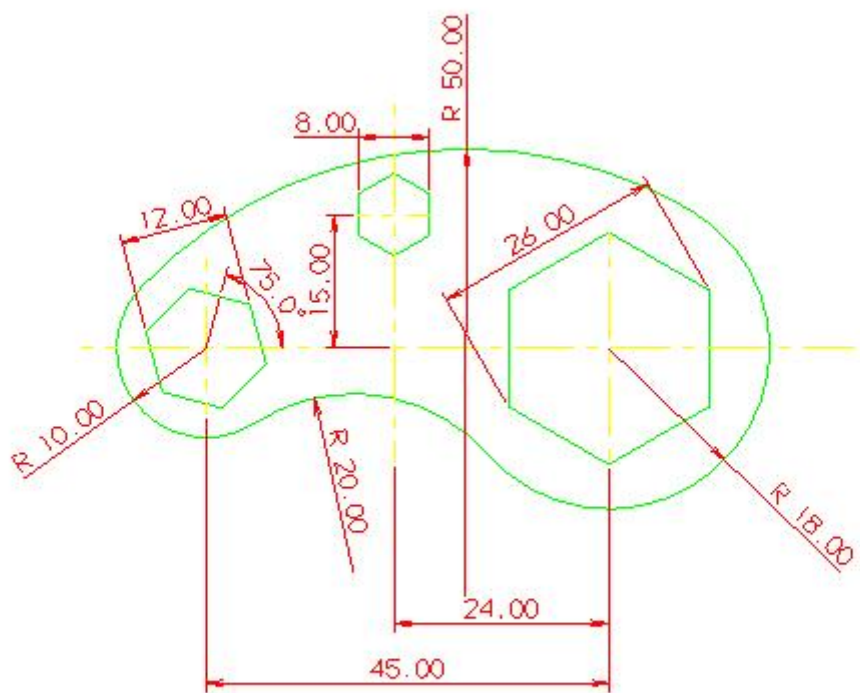


图 3-5 切线绘制 3

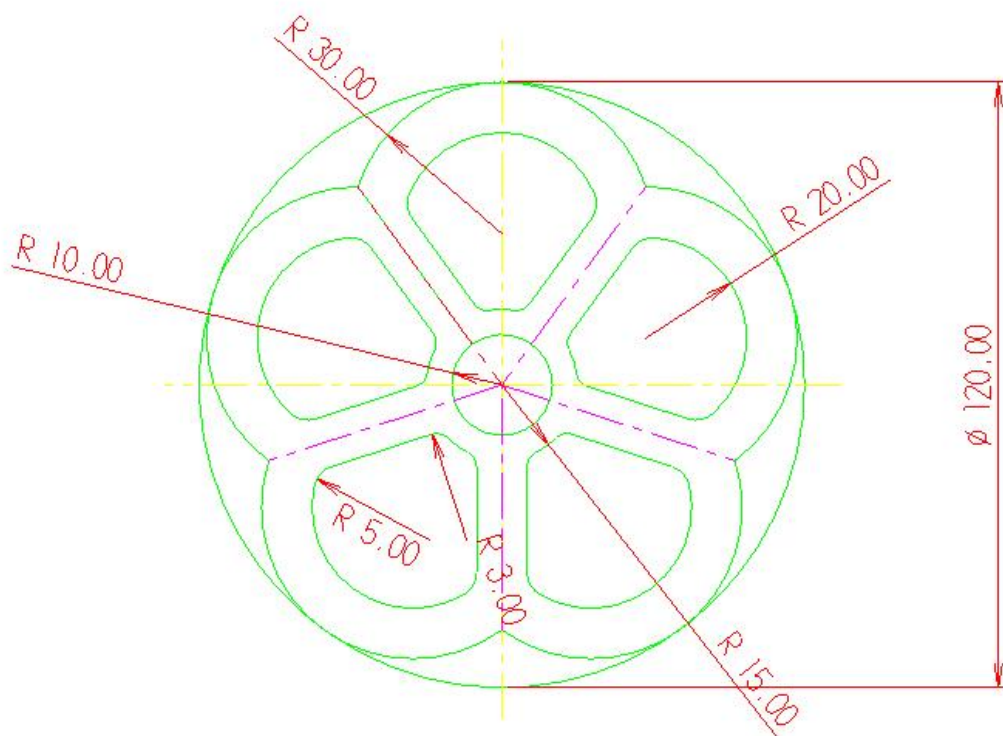


图 3-6 切线绘制 4

二、部分难点讲解

例 1、如图 3-1 五角星绘制时，在圆上绘制 5 个距离相等的点。

先绘制直径为 60mm 的圆，且绘制垂直线，如图 3-7 所示。

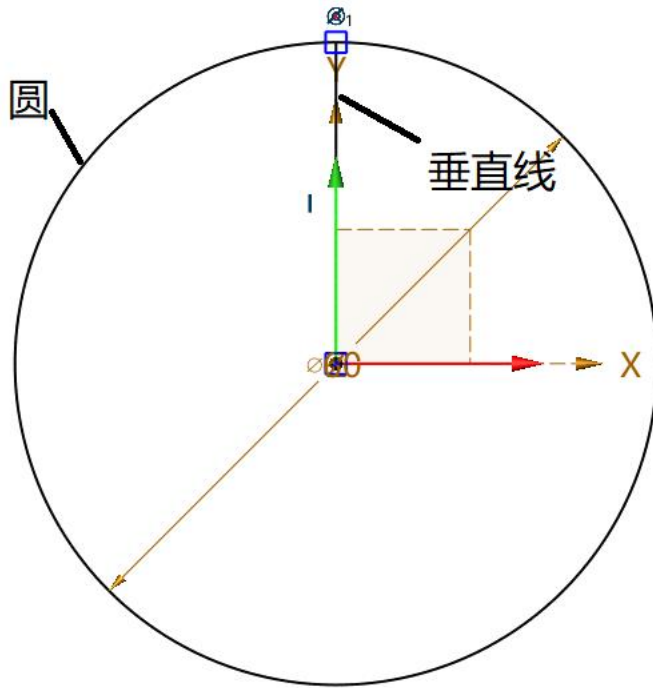


图 3-7 圆与垂直线

将垂直线进行圆形阵列，数目为 5 个，角度为 72 度。设置如图 3-8 所示。



图 3-8 阵列设置

阵列结果如图 3-9 所示。

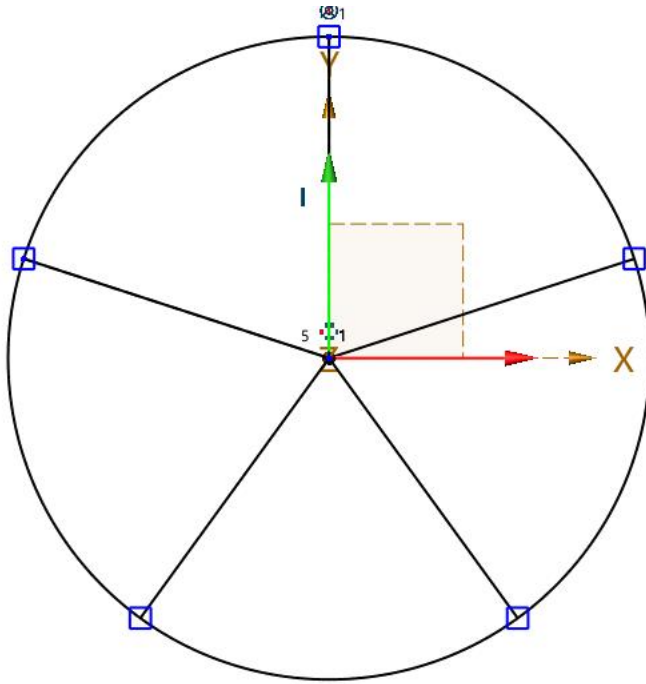


图 3-9 阵列结果

连接各线的端点，删除辅助线，对连接线进行修剪，形成五角星。

例 2、如图 3-3 所示图形绘制。

先绘制一条水平轴线和一条垂直轴线。

如图 3-10 所示。

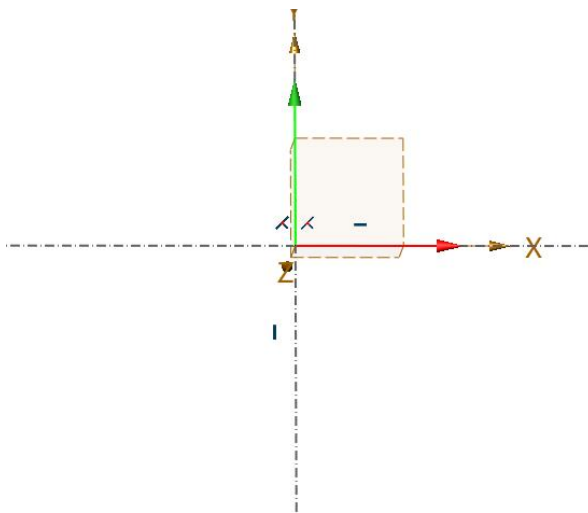


图 3-10 中心线绘制

轴线平行与偏移的绘制，参数设置如图 3-11 所示。

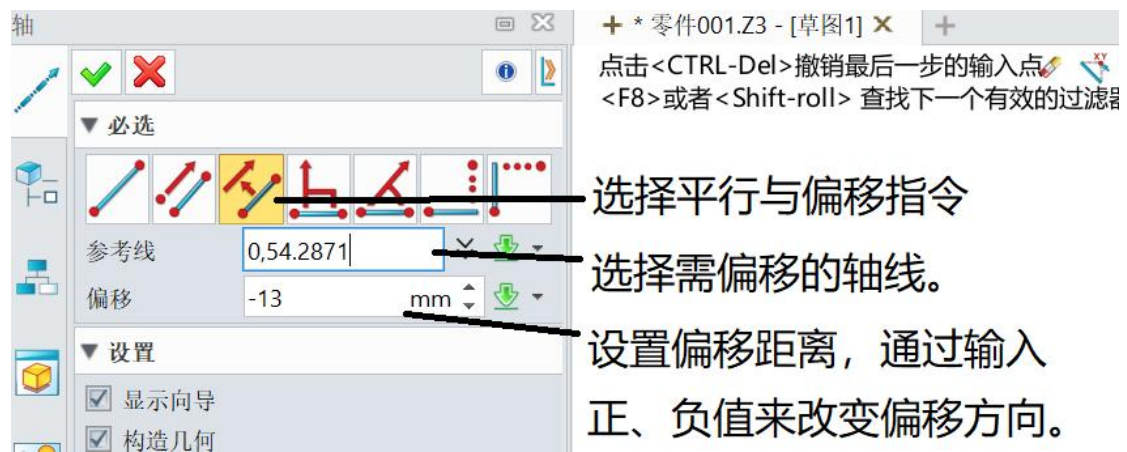


图 3-11 轴的偏移设置

轴绘制结果如图 3-12 所示。

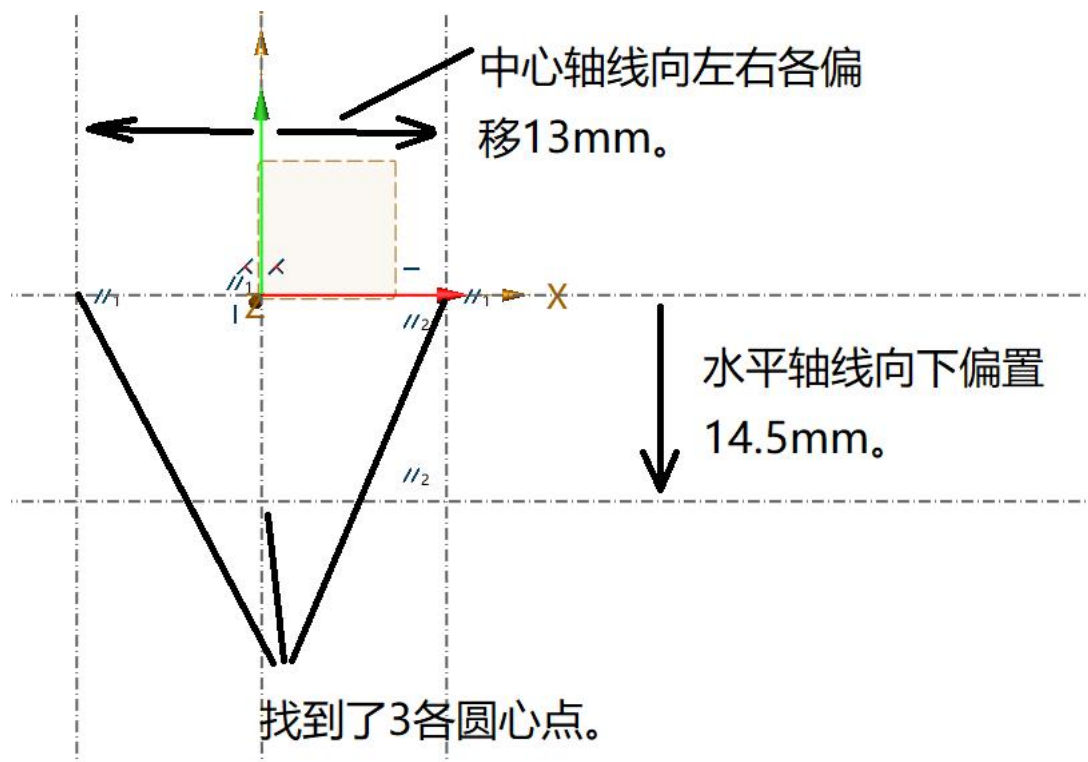


图 3-12 轴的绘制

通过 3 个圆心点绘制圆如图 3-13 所示。

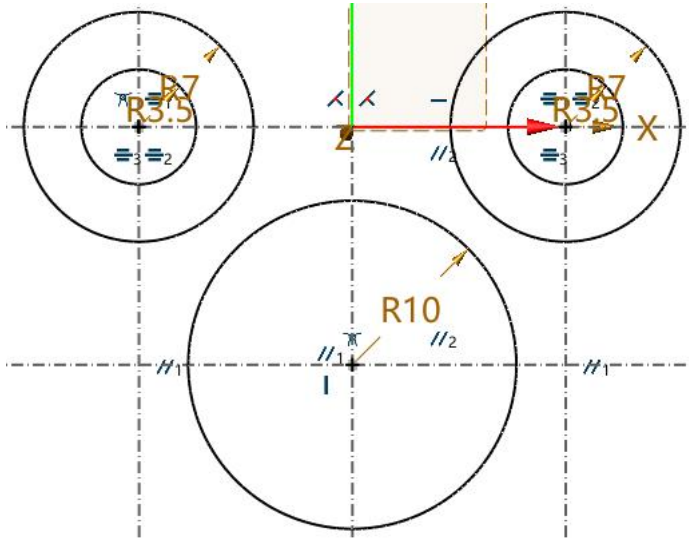


图 3-13 圆的绘制

再根据图 3-3，大概绘制圆的连接线，如图 3-14 所示。在绘制过程中，会自动产生一些约束，要直接删除，以免影响对其设置约束。

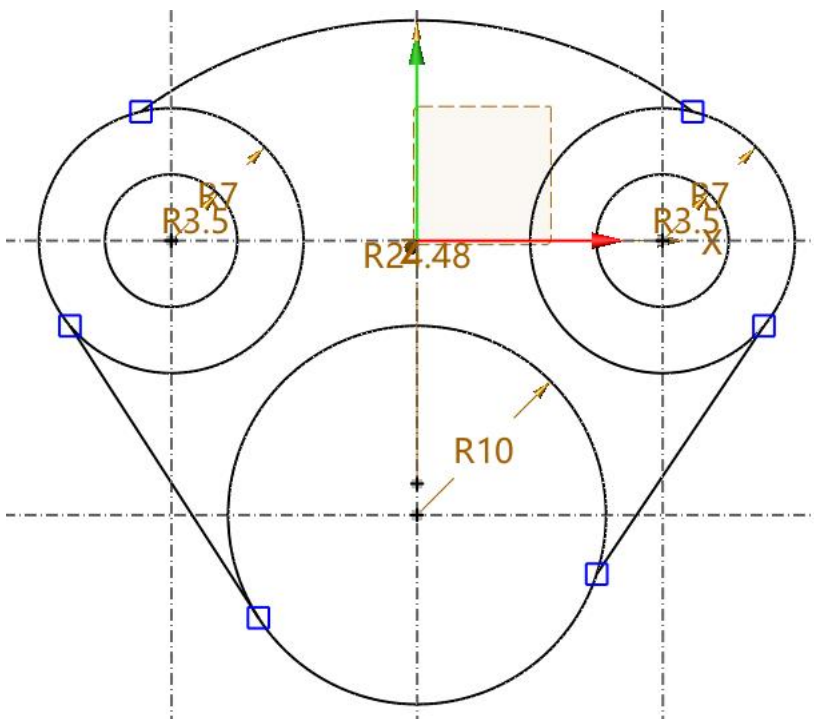


图 3-14 绘制连接线

现在对圆与圆弧、线进行相切约束，如图 3-15 所示。

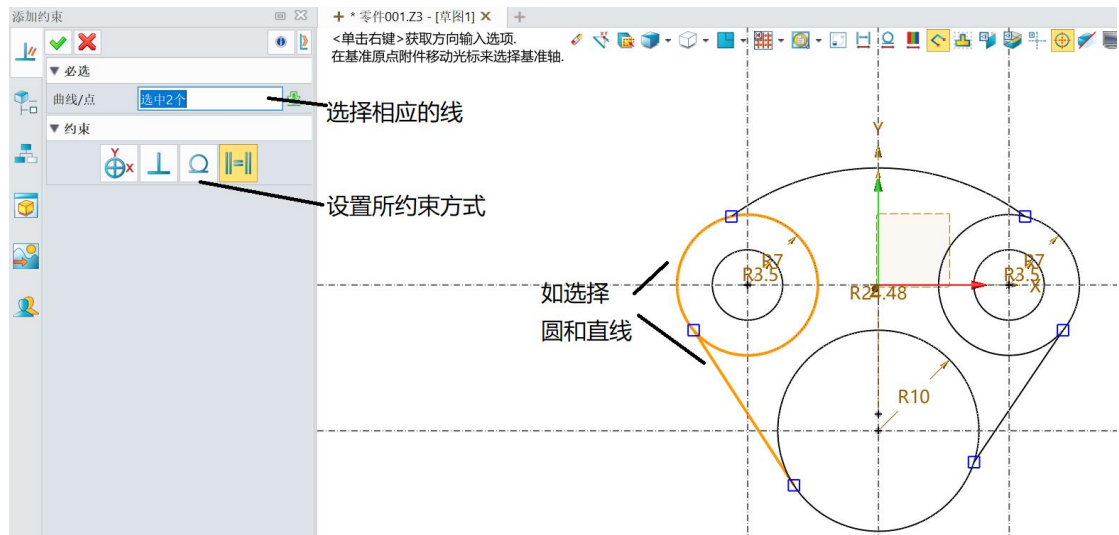


图 3-15 约束设置

设置约束后的图如 3-16 所示，各线都相切了。

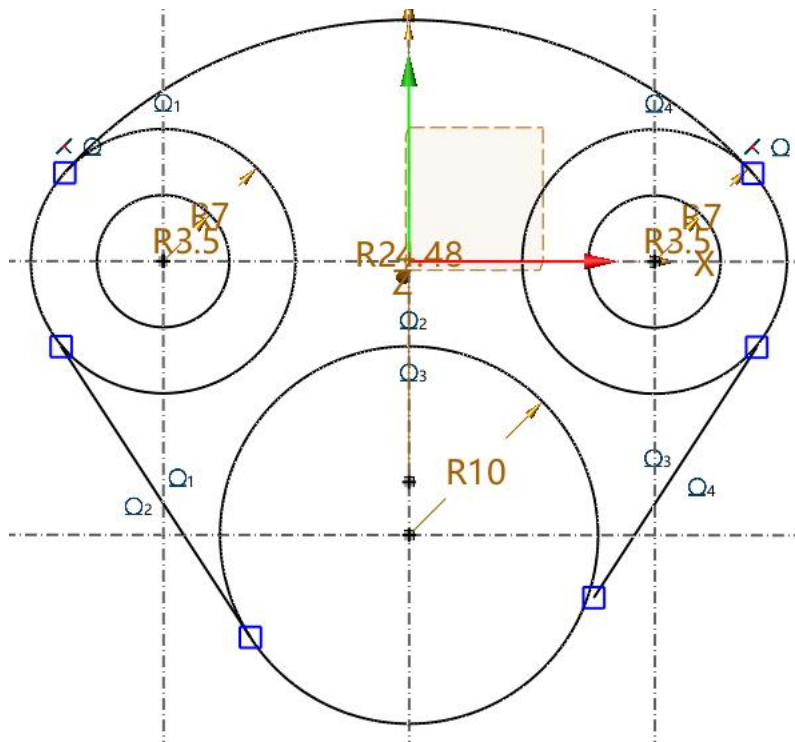


图 3-16 线的约束

对圆进行多余的修剪，结果如图 3-17 所示。

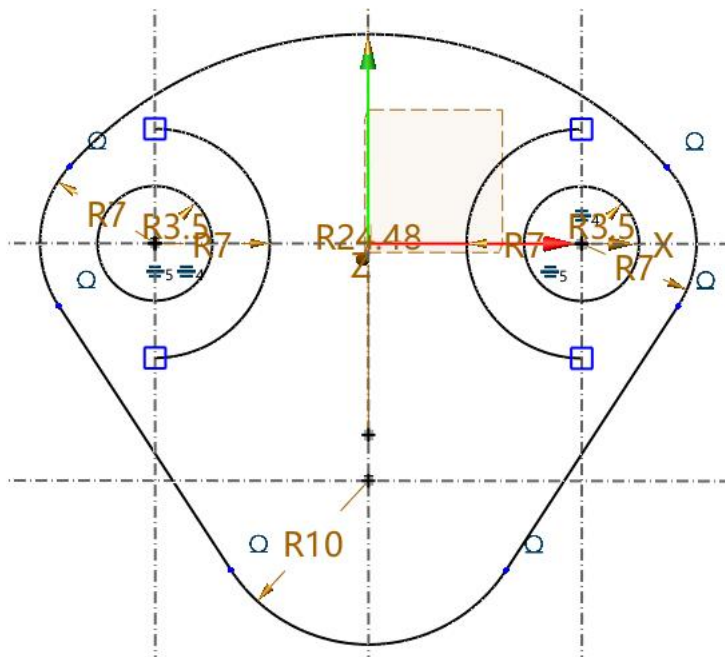


图 3-17 修剪图

再对圆弧和直线进行偏置。如图 3-18 所示

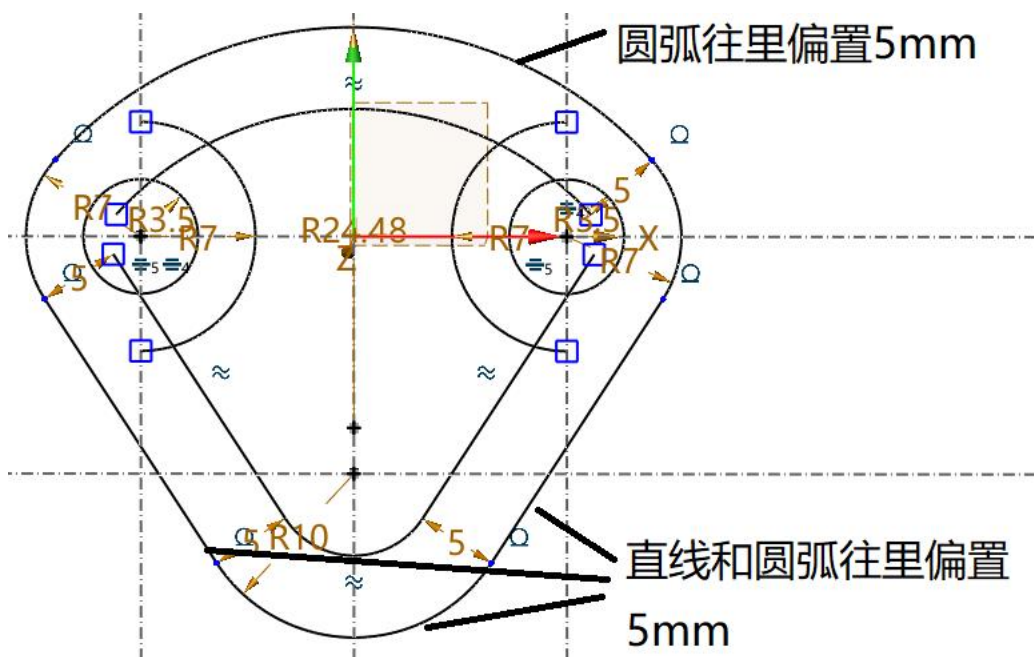


图 3-18 偏置线绘制

对偏置线与圆弧交接处倒圆角，半径为 3mm。图形绘制如图 3-19 所示。

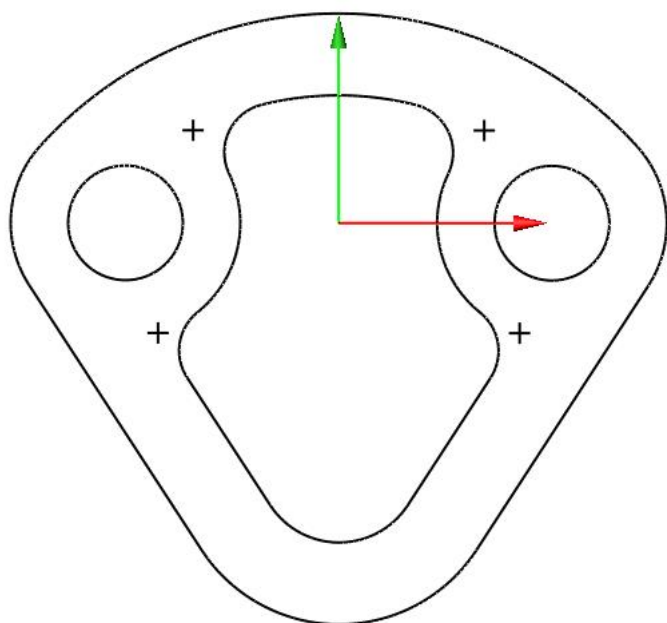


图 3-19 结果图

三、思政内容

法治思维与诚信底线：明晰逆向工程的合法边界，区分合规复刻创新与侵权抄袭仿制，树立知识产权保护意识，坚守行业诚信与职业底线。

任务四、常用基本指令讲解

一、教学目标：

- 1、掌握基本指令的含义。
- 2、掌握基本指令的使用方法。

二、教学重点

基本指令的使用。

三、教学难点

基本指令的设置与应用。

四、素质(思政)内容

创新精神与科学思维：打破“照搬复刻”的固化思维，依托逆向技术完成产品缺陷优化、结构升级、功能创新，培养批判思维、迭代思维和自主研发能力。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

熟悉常用指令的使用方法和参数设置。如拉伸、旋转、扫掠、放样等。

二、拉伸指令介绍

如图 4-1 所示。

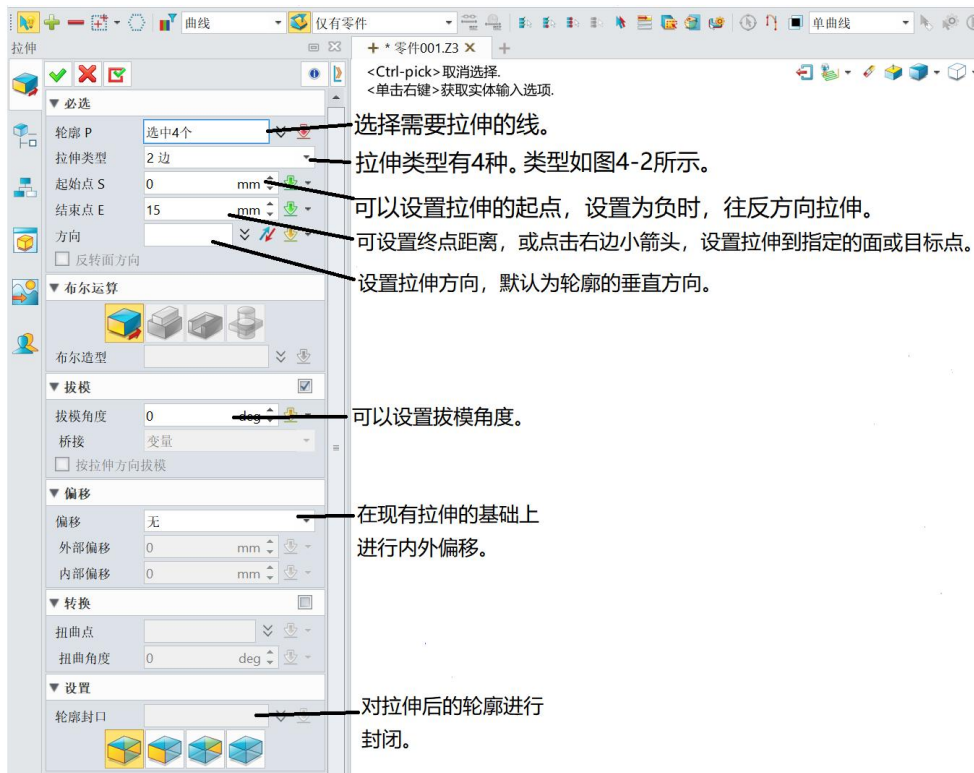


图 4-1 拉伸介绍

拉伸类型介绍如图 4-2 所示。

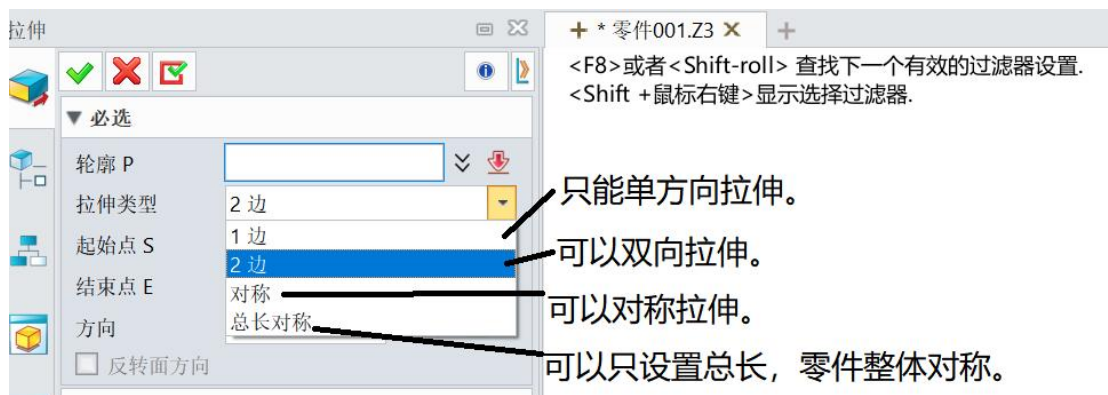


图 4-2 拉伸类型介绍

拉伸举例 1：对图 4-3 所示的正方形进行单向拉伸 10mm，拔模角为 -10 度，

如图 4-3 所示：

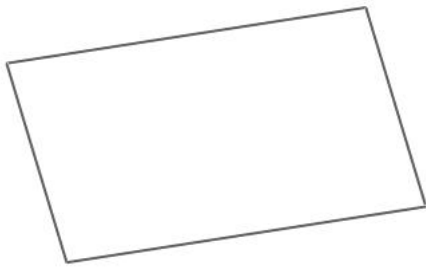


图 4-3 正方形

拉伸设置如图 4-4 所示。

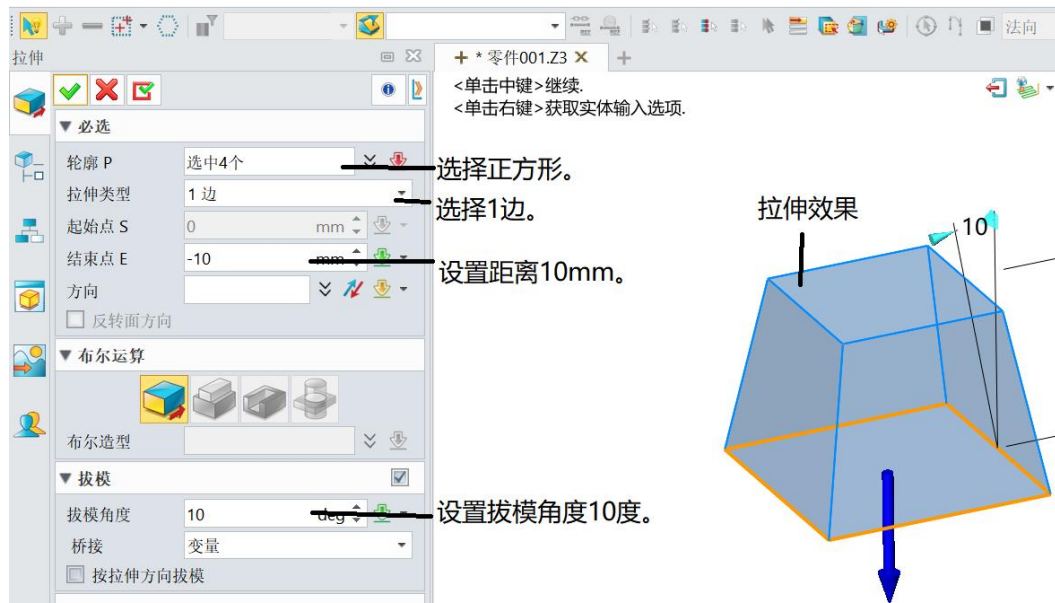


图 4-4 拉伸举例

三、旋转指令介绍并举例。

如图 4-5 所示。

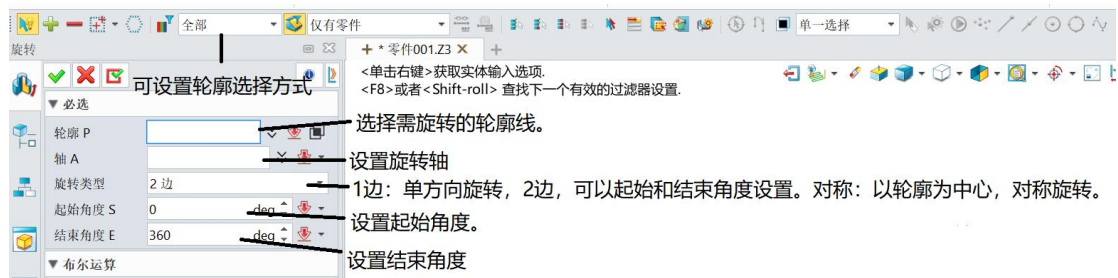


图 4-5 旋转指令介绍

旋转举例 1: 对图 4-6 图进行旋转, 起始角度为 45 度, 结束角度为 270 度。

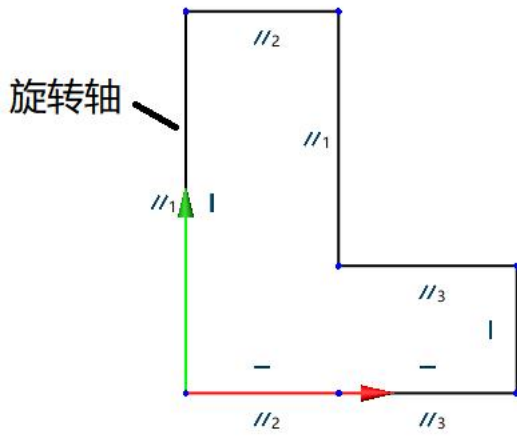


图 4-6 旋转轮廓

旋转设置和效果如图 4-7 所示。

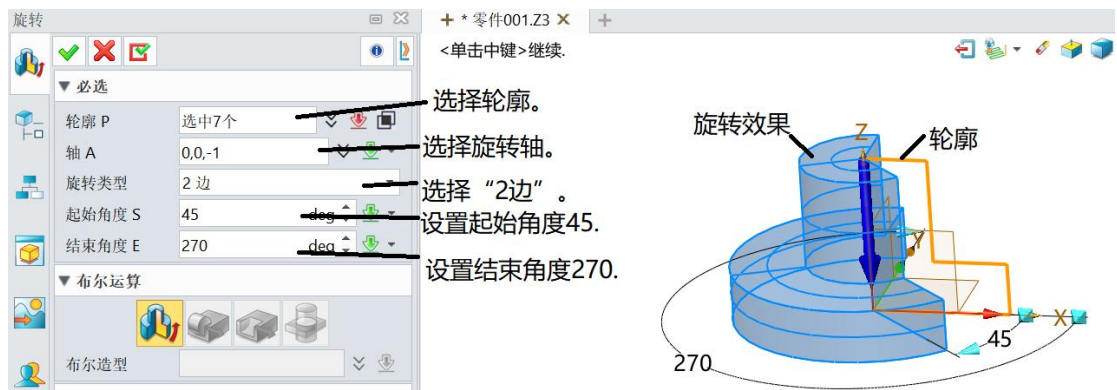


图 4-7 旋转设置与效果

四、扫掠指令介绍及举例

如图 4-8 所示。扫掠介绍与举例。

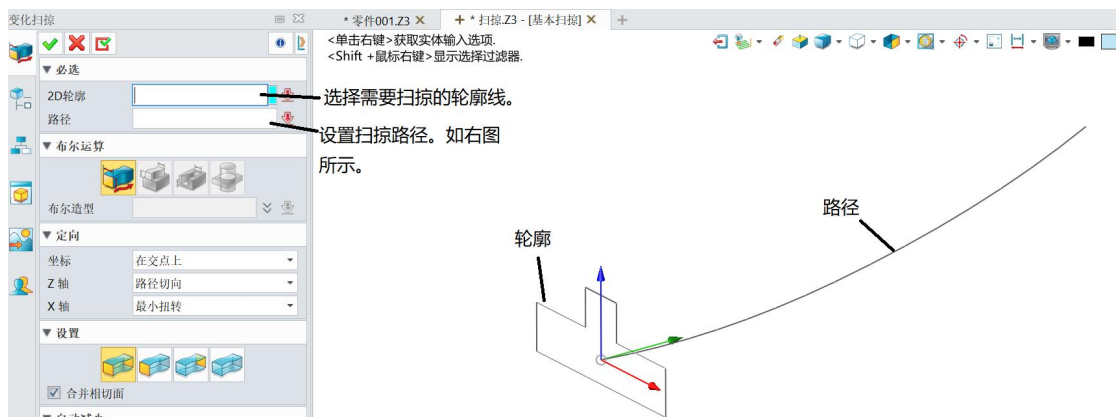


图 4-8 扫掠介绍

扫掠效果如图 4-9 所示。

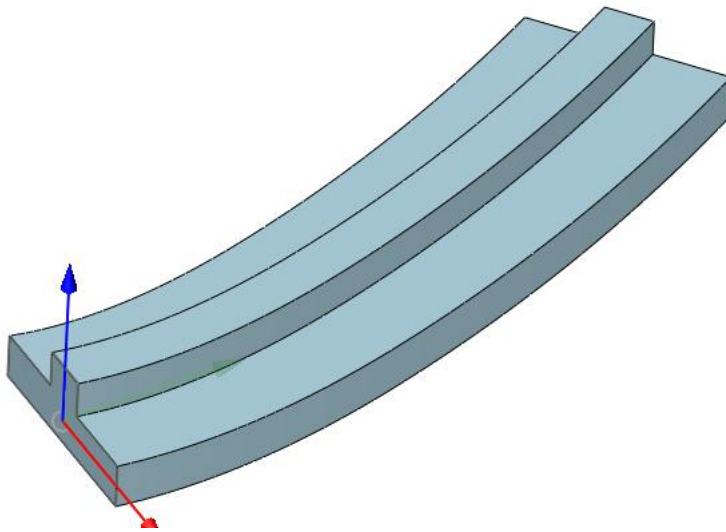
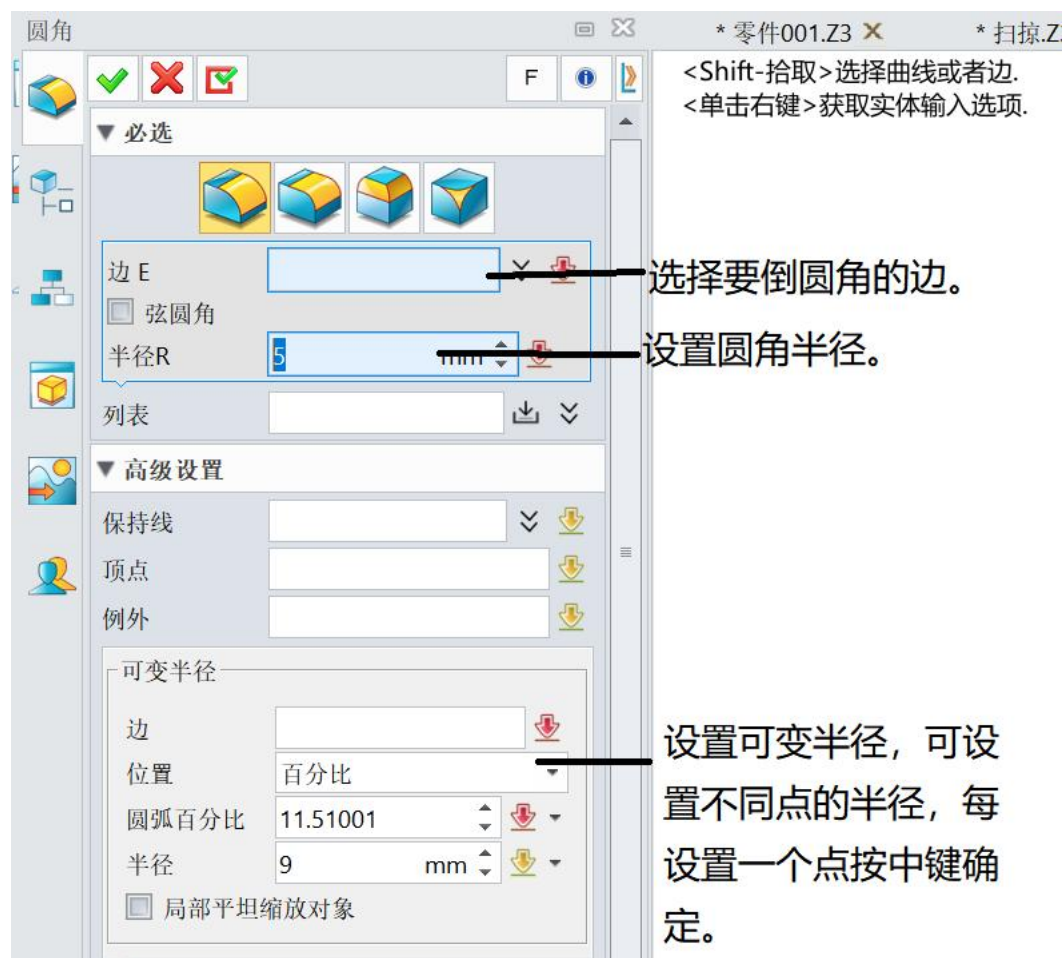


图 4-9 扫掠效果

五、圆角指令介绍并举例。

如图 4-10 所示，圆角对话框介绍。



圆角

* 零件001.Z3 X * 扫掠.Z

<Shift-拾取>选择曲线或者边.
<单击右键>获取实体输入选项.

必选

边 E 选择要倒圆角的边。

弦圆角

半径R 5 mm 设置圆角半径。

列表

高级设置

保持线

顶点

例外

可变半径

边

位置 百分比

圆弧百分比 11.51001

半径 9 mm

设置可变半径，可设置不同点的半径，每设置一个点按中键确定。

局部平坦缩放对象

图 4-10 圆角介绍

圆角举例：对下图 4-11 所要求的边进行可变半径设置。起点半径是 6mm，终点半径是 10mm。

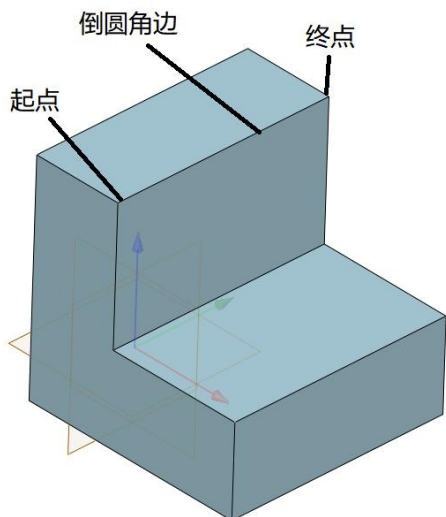


图 4-11 方形零件

圆角设置如图 4-12 所示。

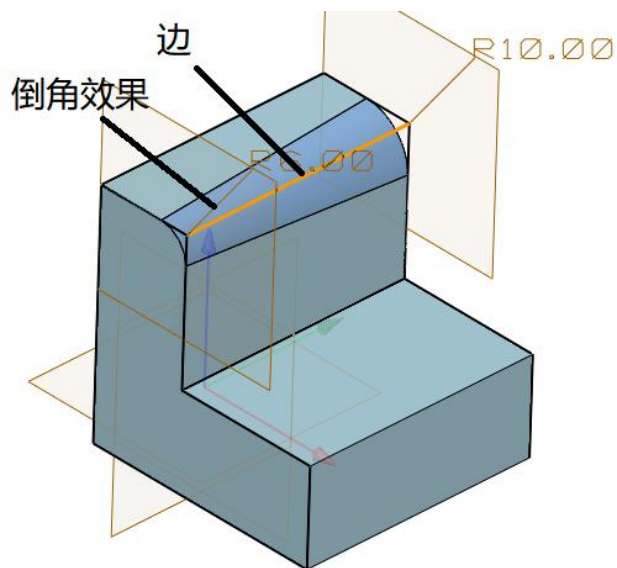


图 4-12 倒圆角效果图

六、倒角指令介绍并举例。

如图 4-13 所示，倒角对话框介绍。

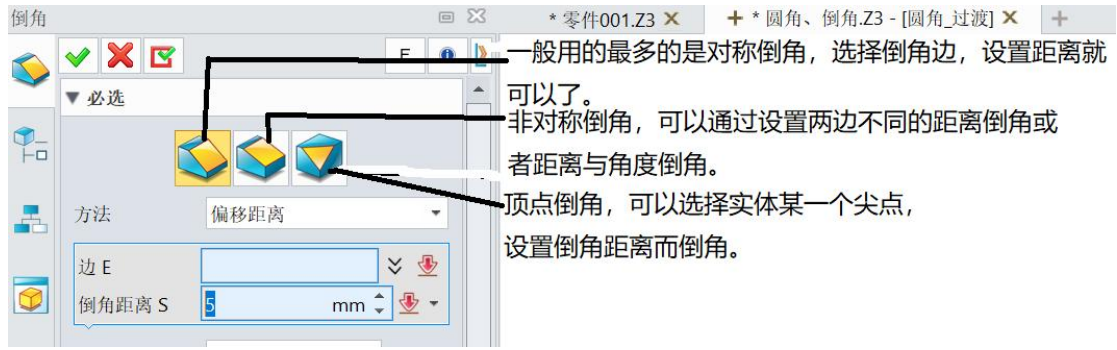


图 4-13 倒角对话框

倒角举例：对图 4-14 所指定的边进行非对称倒角，边长分别为 3mm 和 6mm。

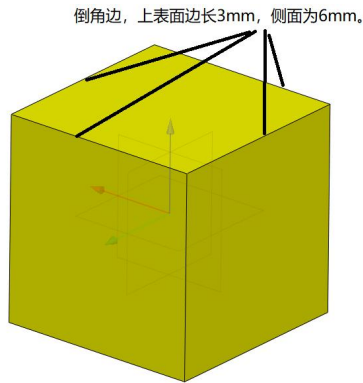
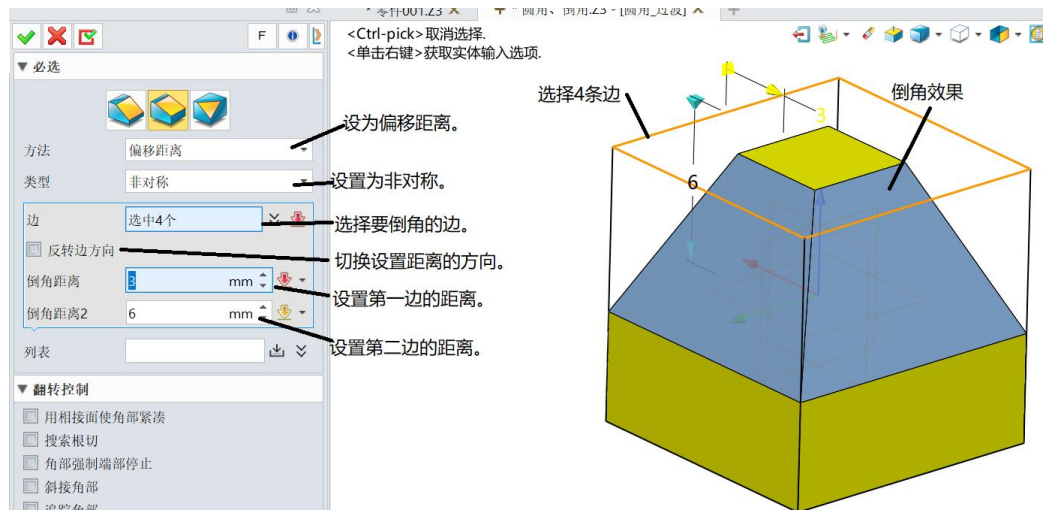


图 4-14 倒角要求

倒角设置及效果如图 4-15 所示，



4-15 倒角设置及效果

七、拔模指令设置与举例

如图 4-16 所示，拔模对话框介绍。

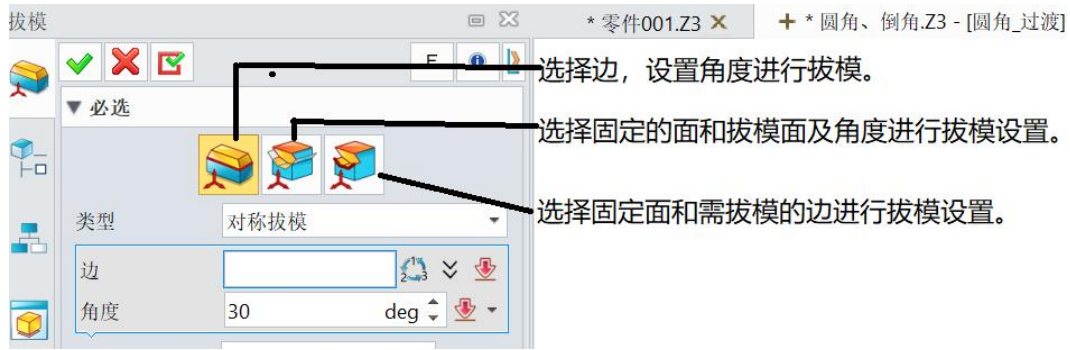


图 4-16 拔模设置

拔模举例：对图 4-17 进行拔模，要求底面不变，角度为 10 度。

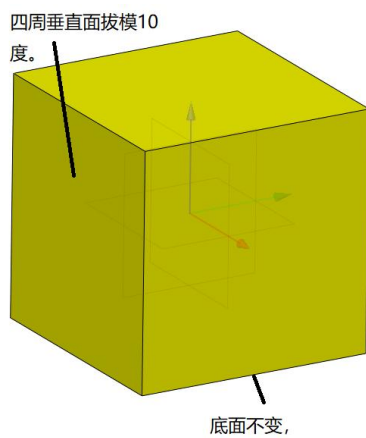


图 4-17 拔模要求

拔模设置及效果如图 4-18 所示。

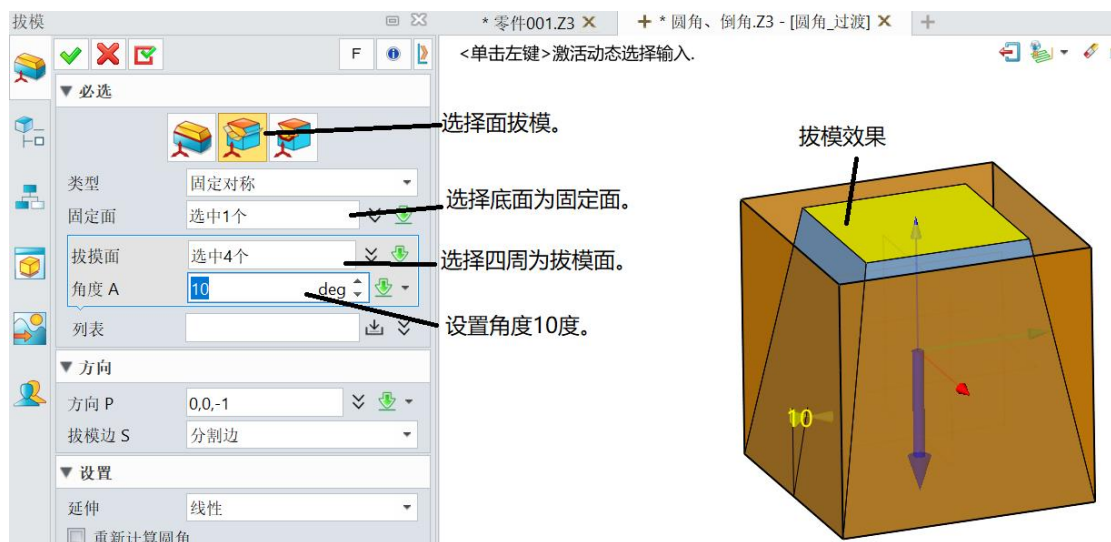


图 4-18 拔模设置及效果

七、思政内容

创新精神与科学思维：打破“照搬复刻”的固化思维，依托逆

向技术完成产品缺陷优化、结构升级、功能创新，培养批判思维、迭代思维和自主研发能力。

任务五、常用编辑指令讲解

一、教学目标：

- 1、掌握编辑指令的含义。
- 2、掌握编辑指令的使用方法。

二、教学重点

编辑指令的使用

三、教学难点

编辑指令的设置与应用

四、素质(思政)内容

文化自信与劳动精神：结合传统造物技艺复刻、文物数字化修复等项目，传承中华工匠精神，树立劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的价值理念。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

熟悉编辑模型、基础编辑、基准面等常用指令的使用方法和参数设置。

二、面偏移指令介绍与举例

1、面偏移指令介绍，如图 5-1 所示。



图 5-1 面偏移介绍

2、面偏移举例，对图 5-2 所示图形，按要求偏移 3mm。

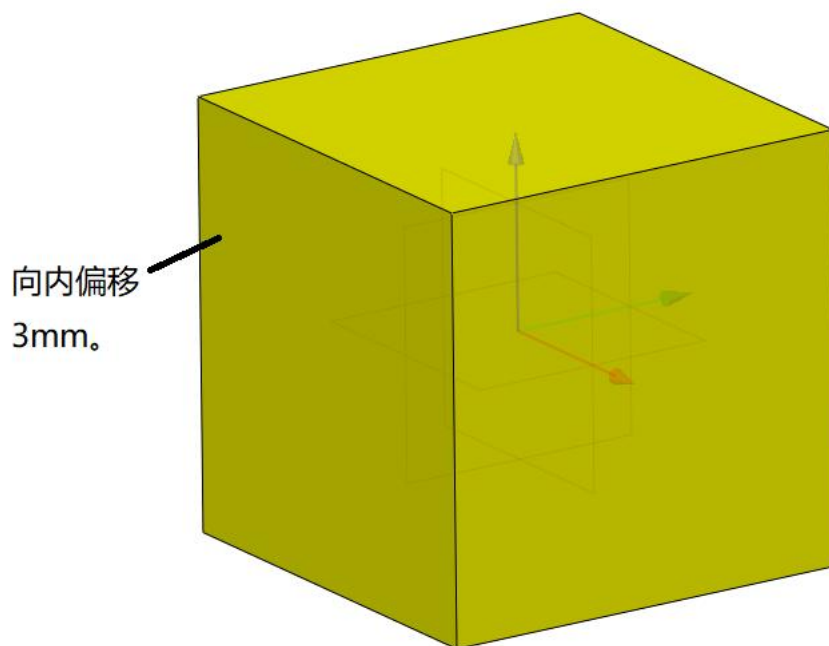


图 5-2 面偏移

面偏移设置及效果，如图 5-3 所示。

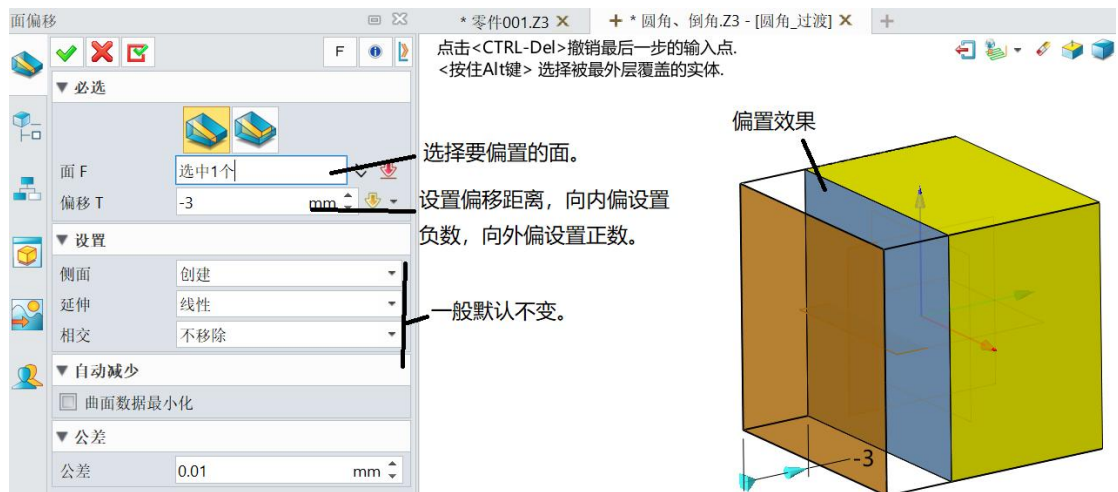


图 5-3 面偏移设置及效果

三、抽壳指令介绍与举例

1、抽壳指令介绍，如图 5-4 所示。

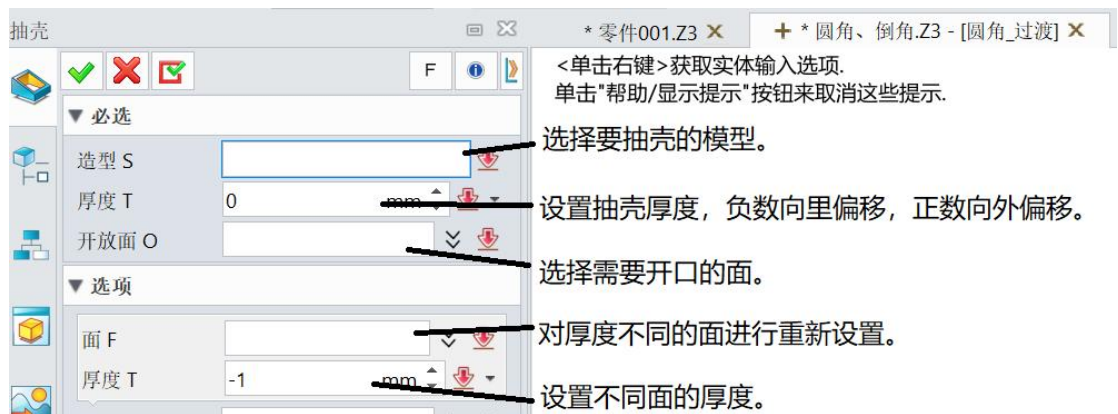


图 5-4 抽壳介绍

2、抽壳举例，对图 5-5 所示图形，按要求进行抽壳。

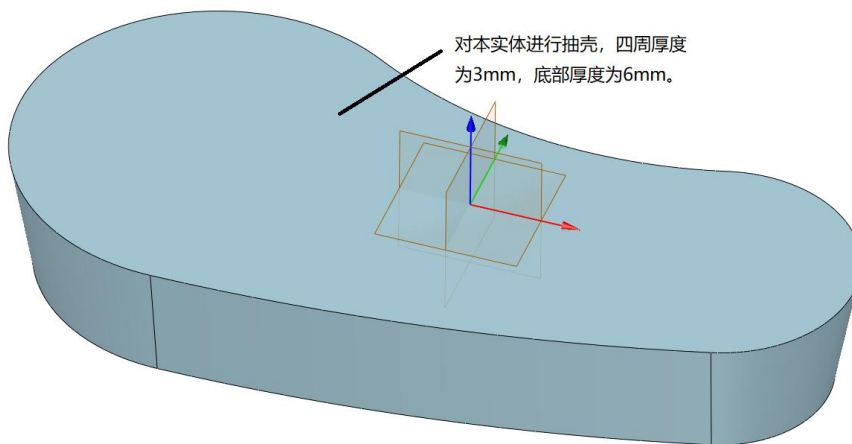


图 5-5 抽壳零件

抽壳设置：如图 5-6 所示。

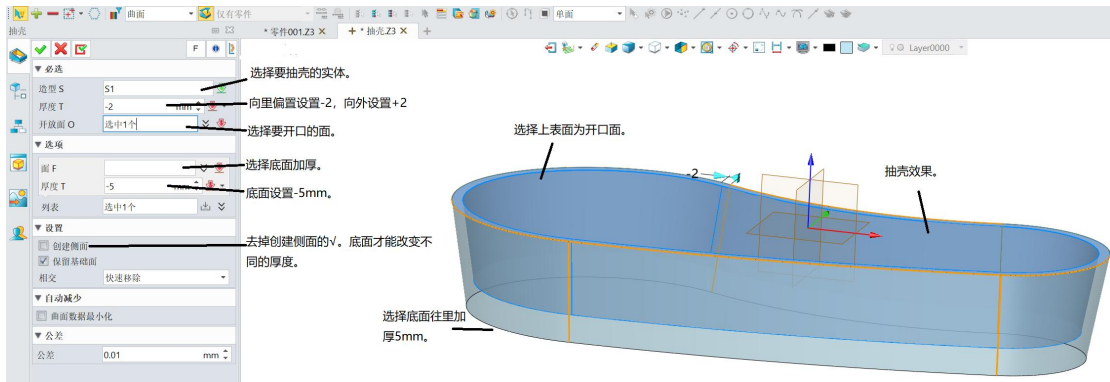


图 5-6 抽壳设置及效果

四、实体相加、减、求交。

1、加、减、求交介绍，如图 5-7 所示。



图 5-7 加、减、求交介绍

2、添加实体应用举例，对图 5-8 所示的图进行合并。

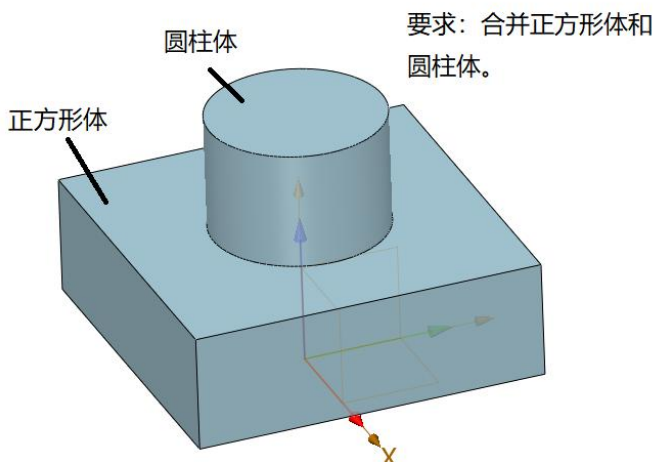


图 5-8 实体合并

合并设置,如图 5-9 所示。

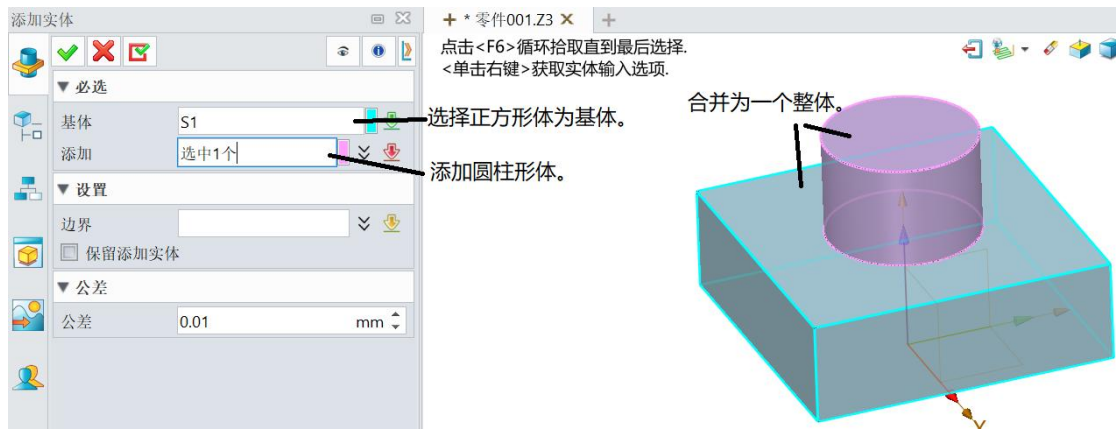


图 5-9 合并设置及效果

五、分割与修剪介绍及举例。

介绍如图 5-10 所示：



图 5-10 分割与修剪介绍

修剪举例：按图 5-11 所示要求进行修剪。

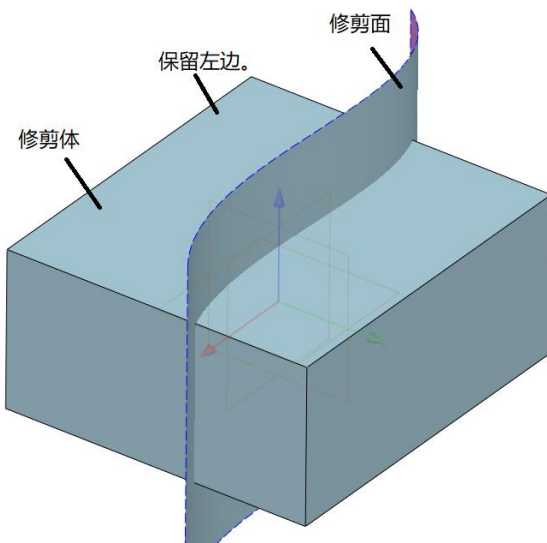


图 5-11 实体修剪

修剪对话框设置，如图 5-12 所示。

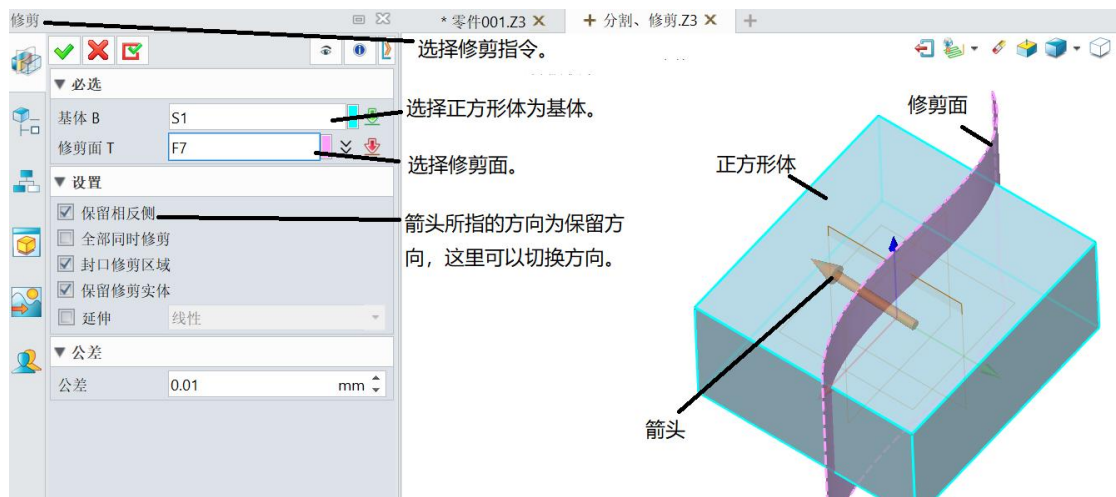


图 5-12 修剪设置

修剪效果如图 5-13 所示。

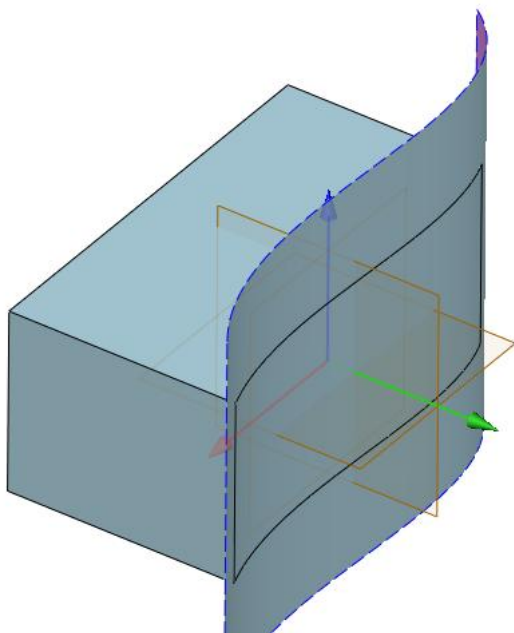
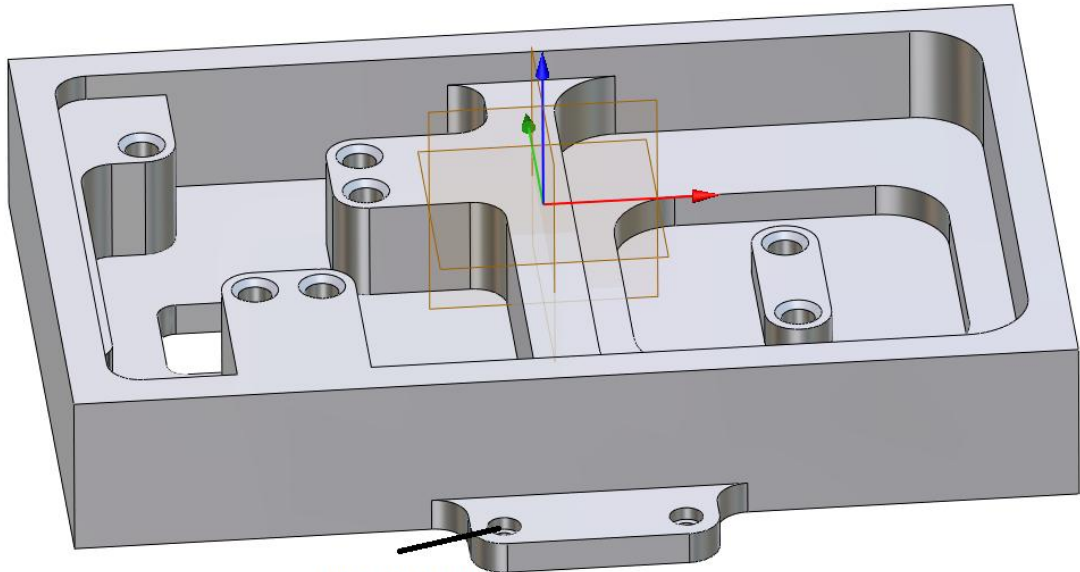


图 5-13 修剪效果

六、简化介绍与举例。

简化：就是把零件图上的一些结构去除。

例如：去除图 5-14 所示的沉孔。



去除此沉孔。

图 5-14 去除沉孔

简化设置如图 5-15 所示。

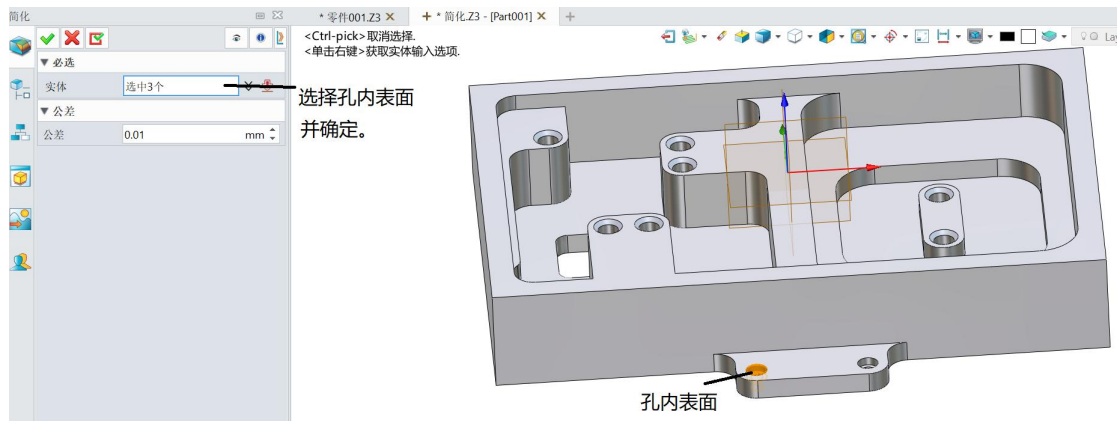
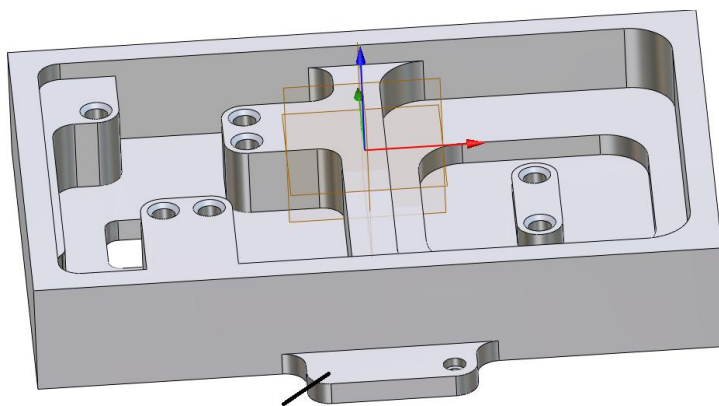


图 5-15 简化设置

简化结果如图 5-16 所示。



去除了孔。

图 5-16 简化结果

七、阵列介绍与举例

常用阵列指令介绍，如图 5-17 所示。



图 5-17 常用阵列介绍

方形阵列介绍如下 5-18 所示。

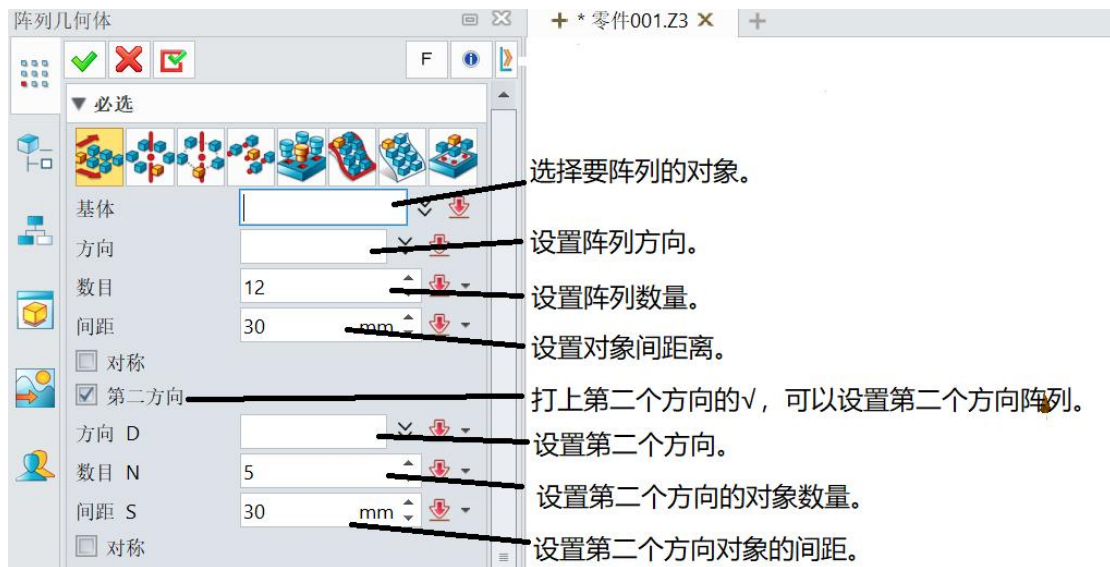


图 5-18 方形阵列介绍

圆形阵列介绍如下 5-19 所示。



图 5-19 圆形阵列介绍

阵列举例：对图 5-20 所示的圆球进行圆形阵列，数量 6 个，角度 60 度。

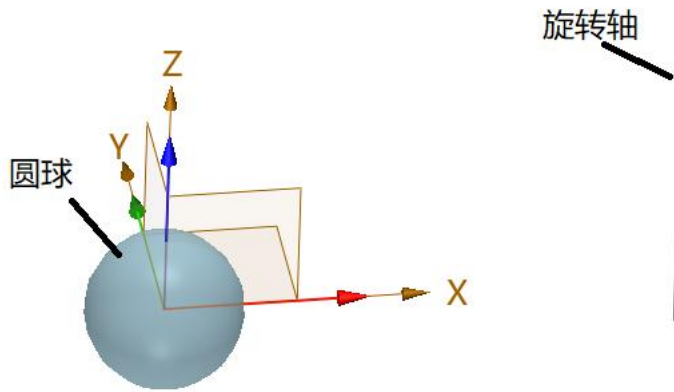


图 5-20 圆形阵列举例

圆形阵列设置与效果，如图 5-21 所示。

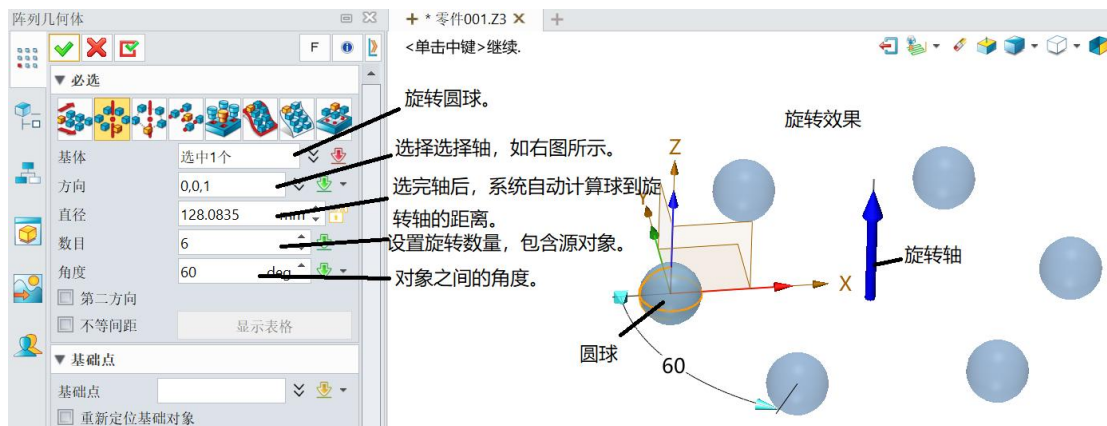


图 5-21 圆形阵列设置与效果

八、镜像几何体介绍与举例，如图 5-22 所示。

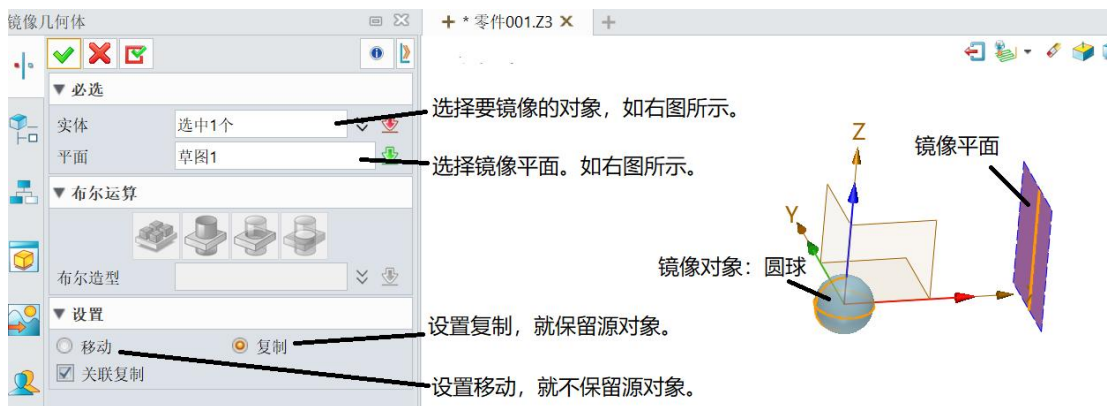


图 5-22 镜像介绍与举例

镜像效果如图 5-23 所示。

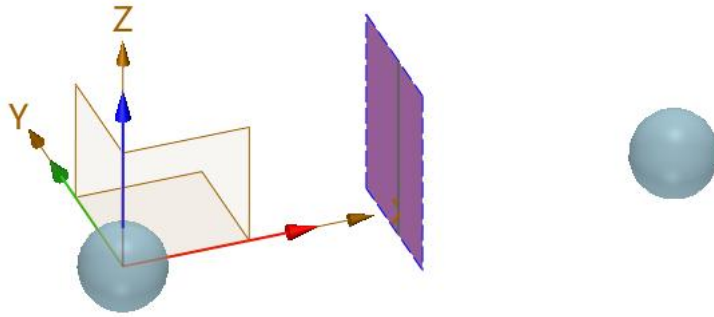


图 5-23 镜像效果

九、移动对象介绍并举例

移动介绍如图 5-24 所示。

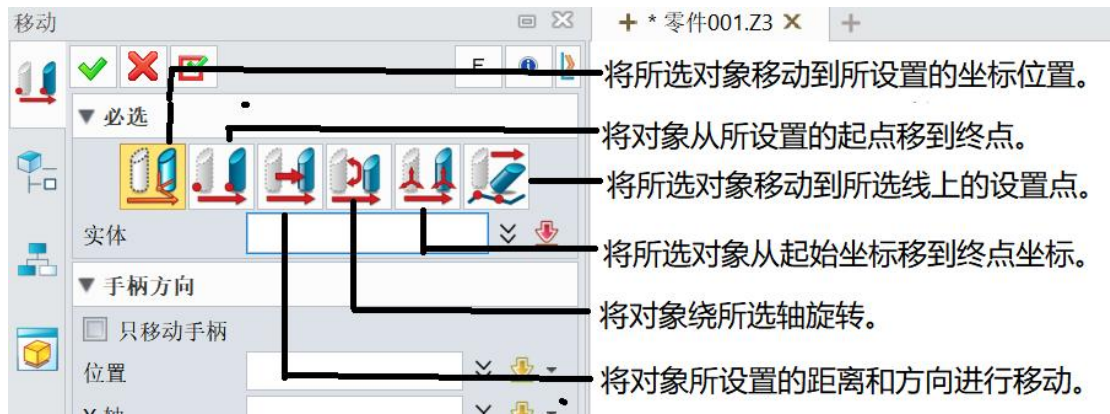


图 5-24 移动介绍

移动举例：将图 5-25 所示圆球沿 X 方向移动 100mm。

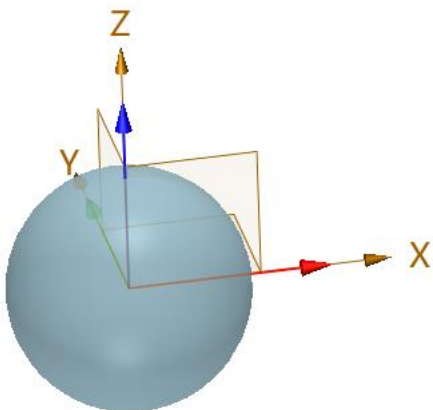


图 5-25 移动对象

移动设置，如图 5-26 所示。



图 5-26 移动设置

移动效果如图 5-27 所示。

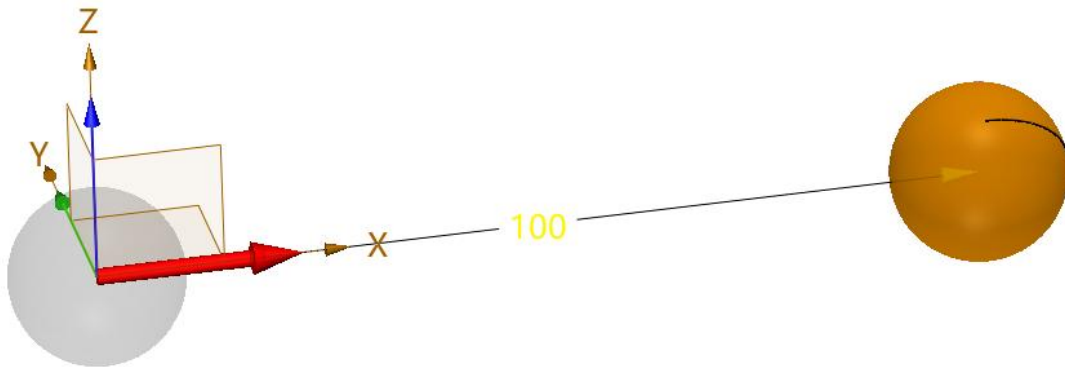


图 5-27 移动效果

复制设置与移动设置基本相同，不同的是保留了源对象，还可以设置复制数量。

十、常用基准坐标系设置介绍与举例。

常用基准坐标系介绍如图 5-28 所示。

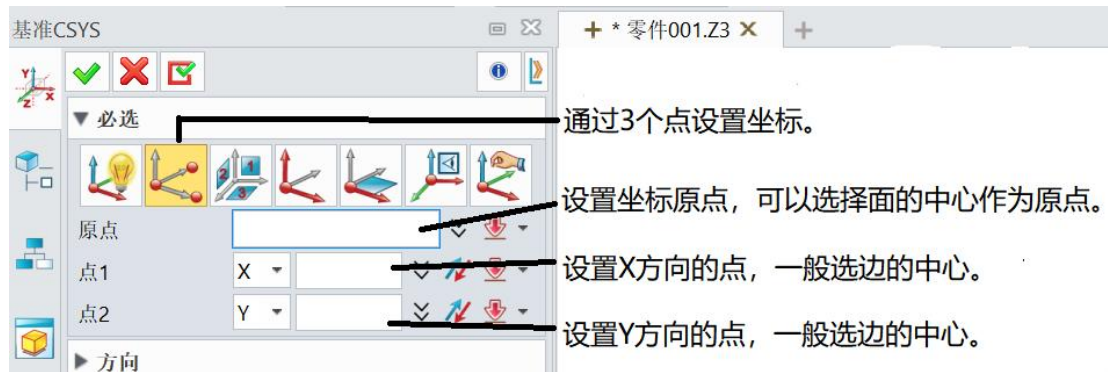


图 5-28 常用基准坐标系介绍

基准坐标系设置举例：原点设置如图 5-29 所示。

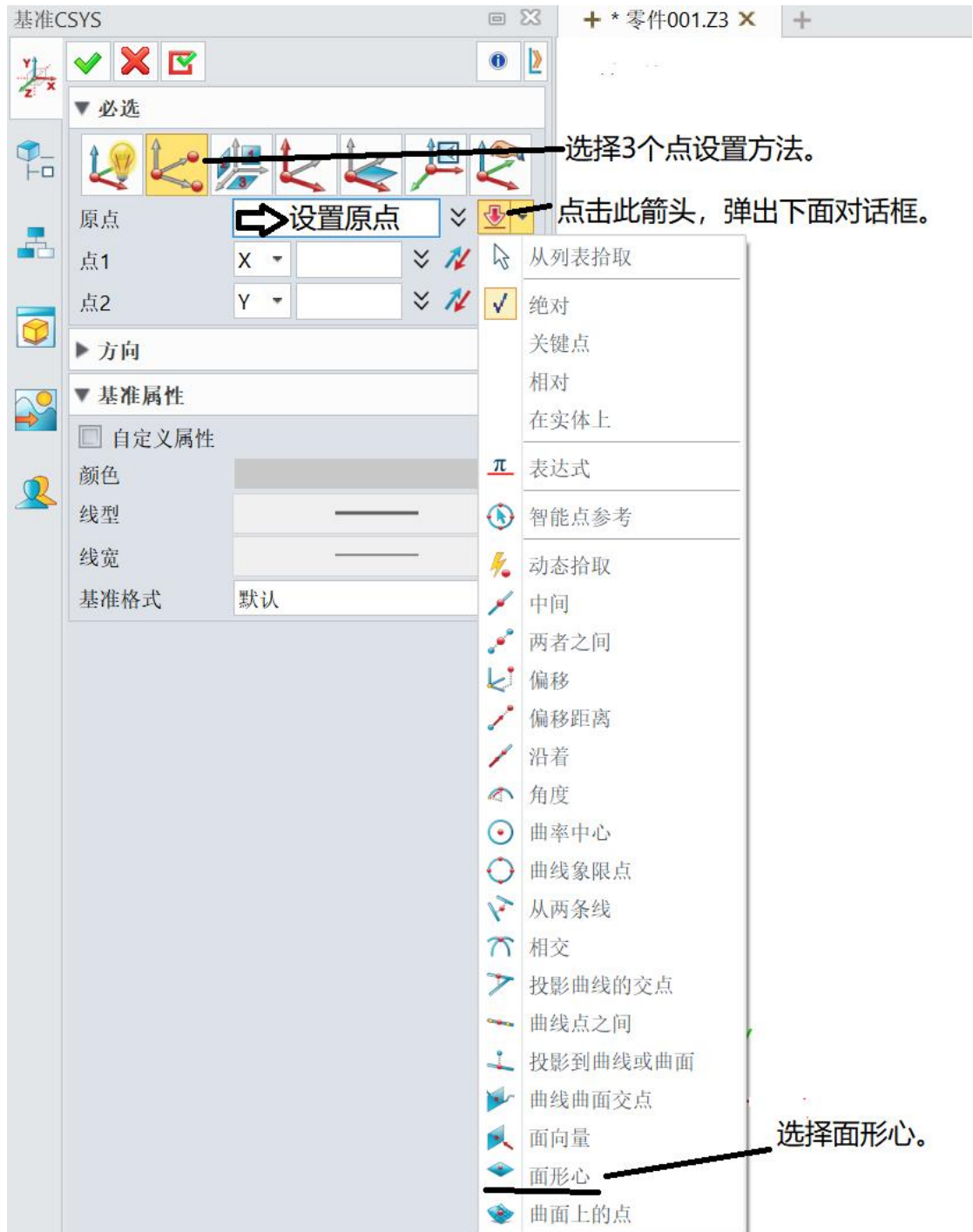


图 5-29 原点设置

如图 5-29 选择面形心后，再去选择面，面的中心点成为原点。

X 方向点的设置，如图 5-30 所示。

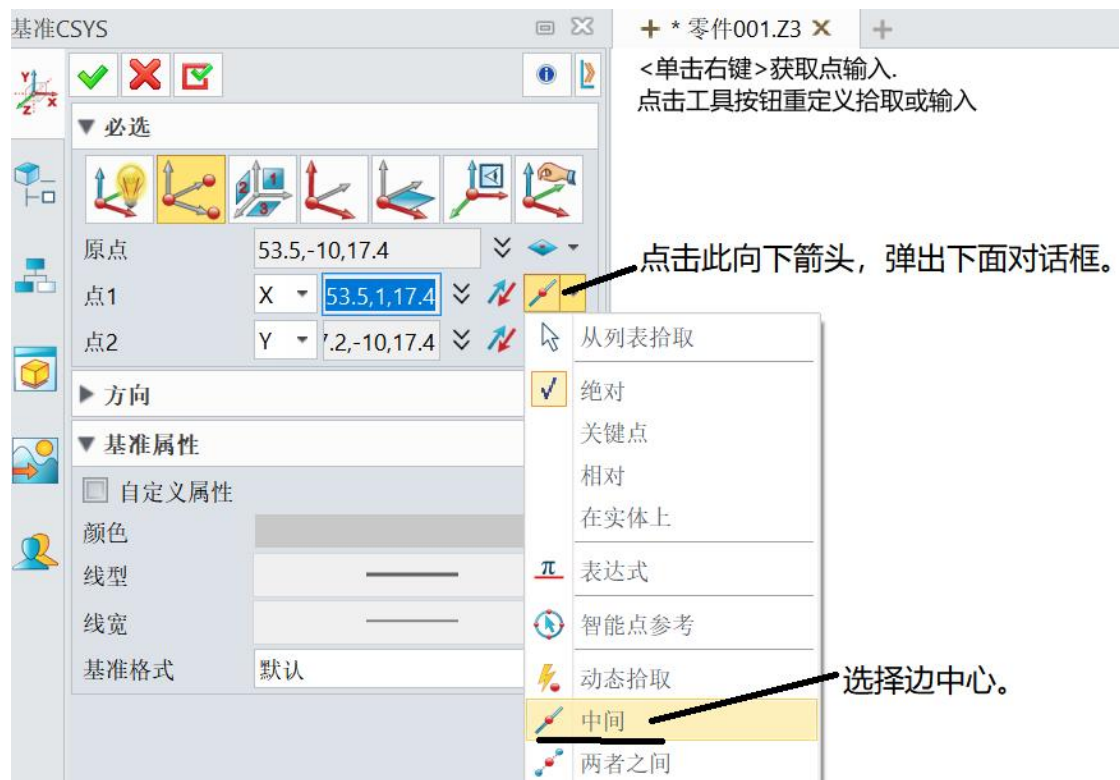


图 5-30 X 方向设置

按图 5-30 所示选择边中心后，就可以在图上选择边的中心。同样按此方法设置 Y 方向。

设置完成后，如图 5-31 所示。

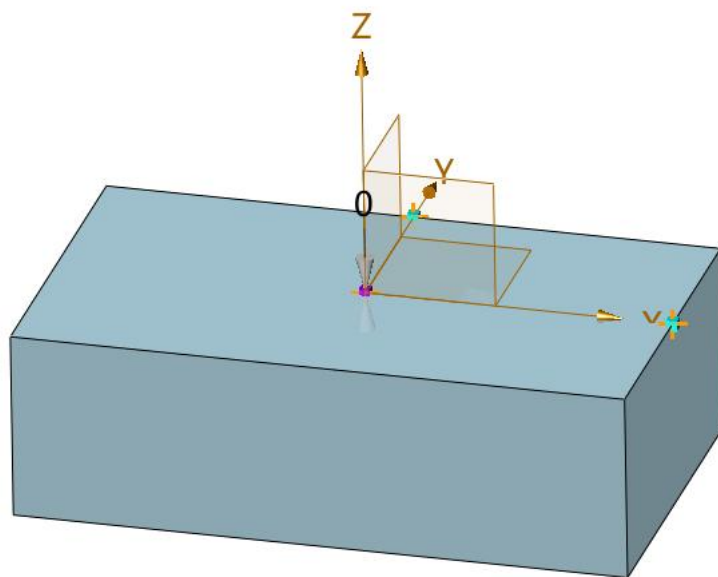


图 5-31 坐标设置效果

十一、思政内容

文化自信与劳动精神：结合传统造物技艺复刻、文物数字化修复等项目，传承中华工匠精神，树立劳动光荣、技能宝贵、创造伟大的价值理念。

任务六、综合造型绘制实例 1

一、教学目标：

- 1、掌握如何合理拆分零件结构。
- 2、掌握零件的绘制方法与技巧。

二、教学重点

讲述零件的绘制方法与技巧。

三、教学难点

合理选择零件的绘制方法

四、素质(思政)内容

逆向工程并非简单“照搬抄袭”，而是测绘解析、原理拆解、优化升级、自主创新的正向技术手段。教学中明确行业红线：禁止逆向复刻专利产品、商用竞品用于抄袭牟利，严禁盗用工业数据、仿制侵权零部件。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

根据图 6-1 所示的平面图和尺寸绘制出立体图。

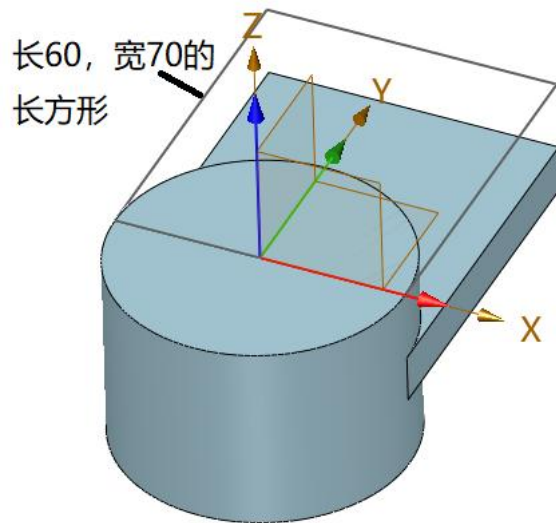


图 6-3 长方体构建

3、在 YZ 平面绘制半径 14mm，厚度 10mm，离 YZ 平面 55mm 距离的凸台，如图 6-4 所示。

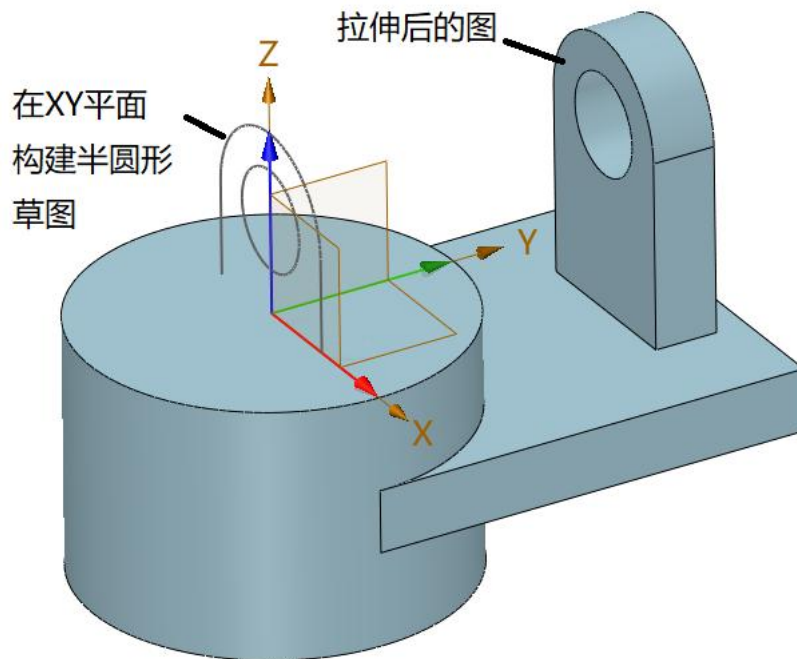


图 6-4 半圆形凸台构建

4、宽度为 10mm 的加强筋的绘制，在 XY 平面上构建宽 10mm、高 15mm 的长方体，如图 6-5 所示。

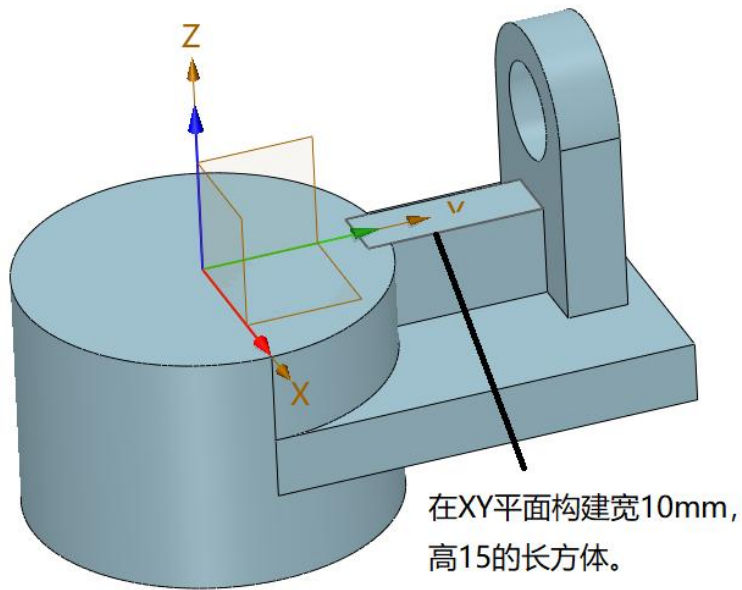


图 6-5 加强筋

5、在 XZ 平面上构建半径 15 圆，再拉伸高 40 的圆柱。如图 6-6 所示。

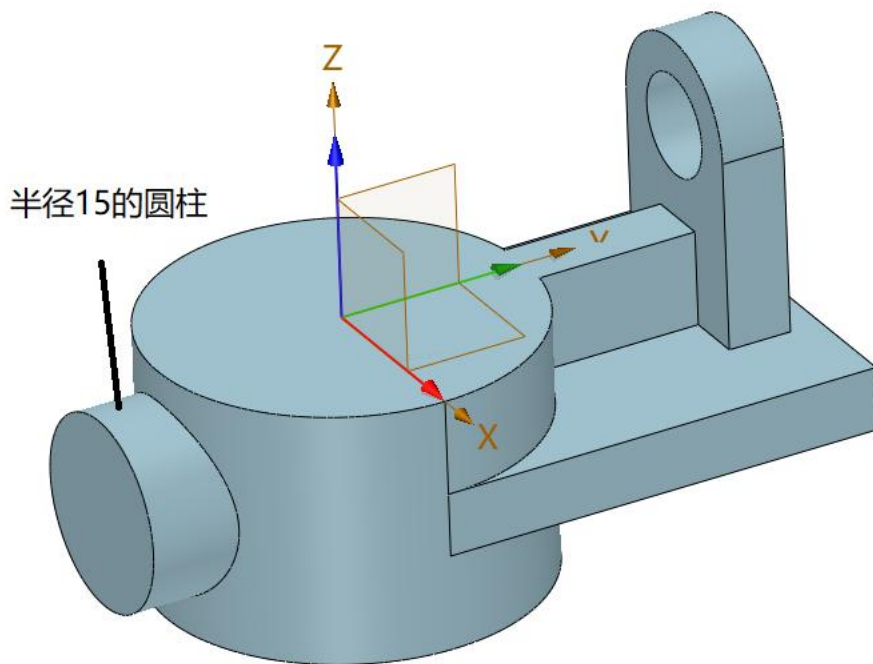


图 6-6 绘制半径 15 的圆柱

6、绘制半径 20mm 的内孔，在 XY 平面创建半径 20mm 的圆，且与半径 30 的圆柱同心，拉伸高度 40 mm 与大圆柱相减，得到内孔。如图 6-7 所示。

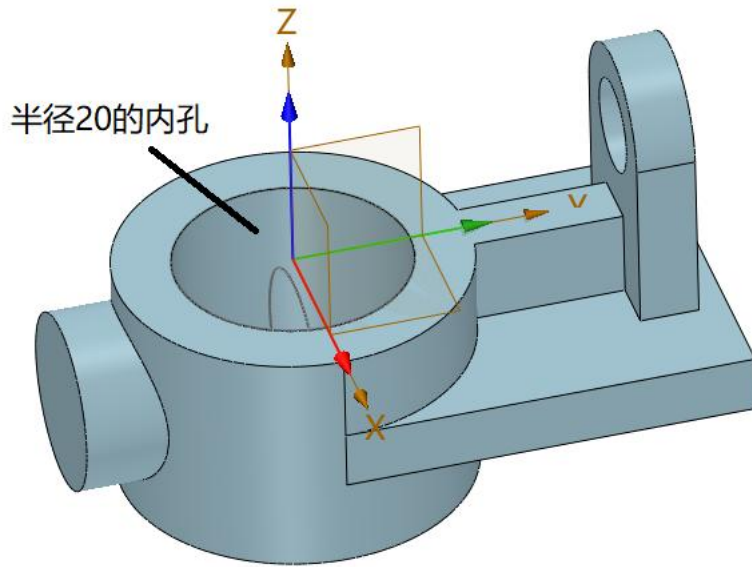


图 6-7 内孔绘制

7、半径 10mm 内孔绘制，在 XZ 平面绘制半径 10mm 的圆，再拉伸 40mm 创建内孔。如图 6-8 所示。

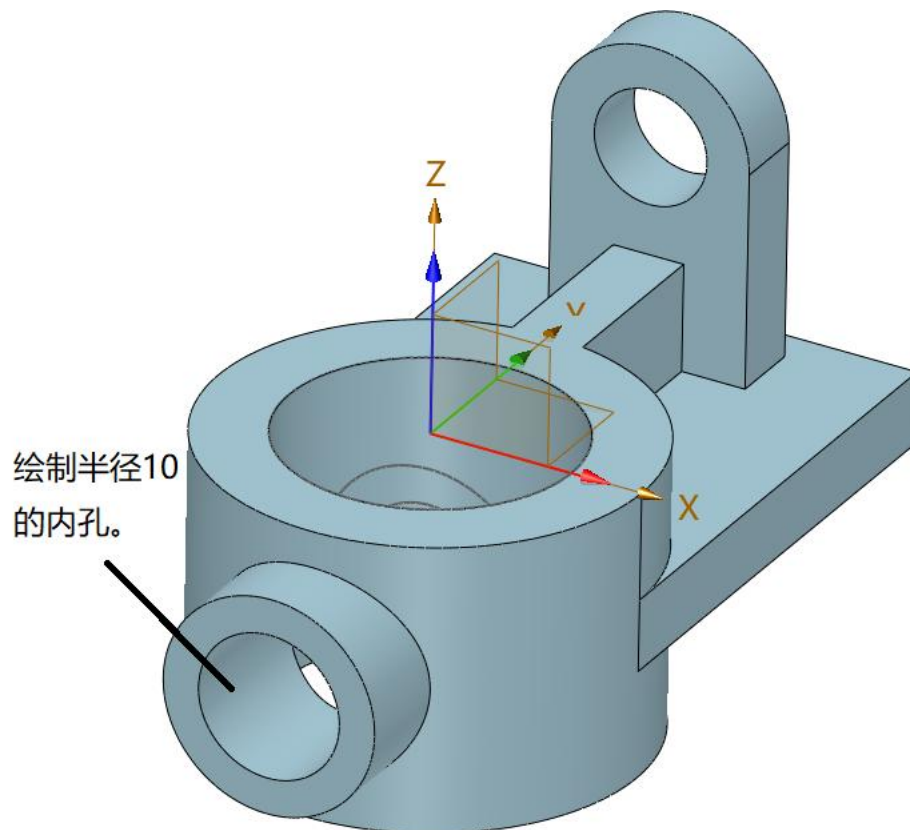


图 6-8 半径 10mm 内孔绘制

三、根据平面图 6-9 自行绘制实体图。

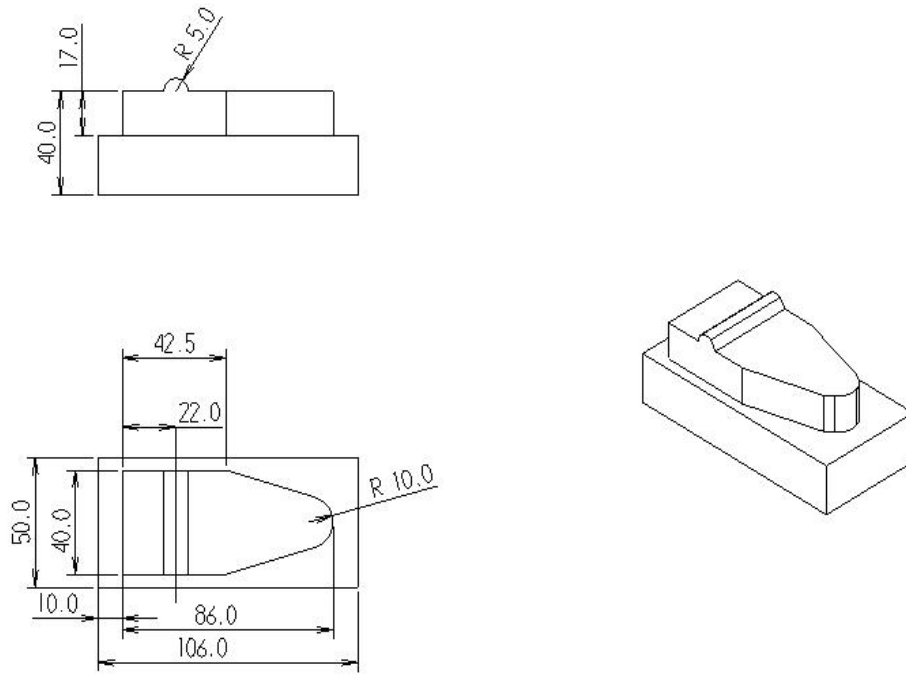


图 6-9 平面图

四、思政内容

逆向工程并非简单“照搬抄袭”，而是测绘解析、原理拆解、优化升级、自主创新的正向技术手段。教学中明确行业红线：禁止逆向复刻专利产品、商用竞品用于抄袭牟利，严禁盗用工业数据、仿制侵权零部件。

任务七、综合造型绘制实例 2

一、教学目标：

- 1、熟练掌握如何合理拆分零件结构。
- 2、熟练掌握复杂零件的绘制方法与技巧。

二、教学重点

讲述复杂零件的绘制方法与技巧。

三、教学难点

分析零件结构，合理选择绘制方法。

四、素质(思政)内容

区分技术本质：国外逆向技术多用于对标突破、补齐短板，我国智能制造发展的核心是逆向吸收、正向创新、自主可控。结合我国制造业从“仿制跟跑”到“自主领跑”的发展历程，引导学生树立拒绝抄袭、深耕原创、攻克“卡脖子”技术的职业初心。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

根据图 7-1 所示的平面图和尺寸绘制出立体图。

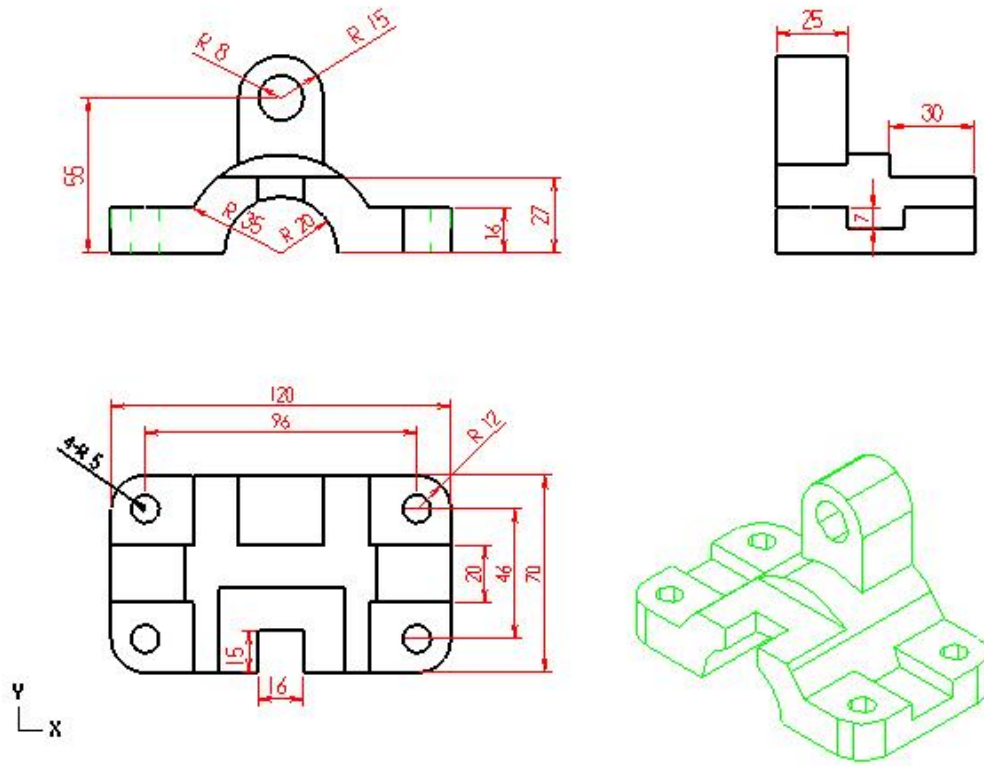


图 7-1 平面图

二、绘制步骤。

1、绘制长 120mm、宽 70mm、高 16mm 的底座。在 XY 平面绘制草图长 120mm、宽 70mm、圆角半径 12mm 的长方形，如图 7-2 所示。

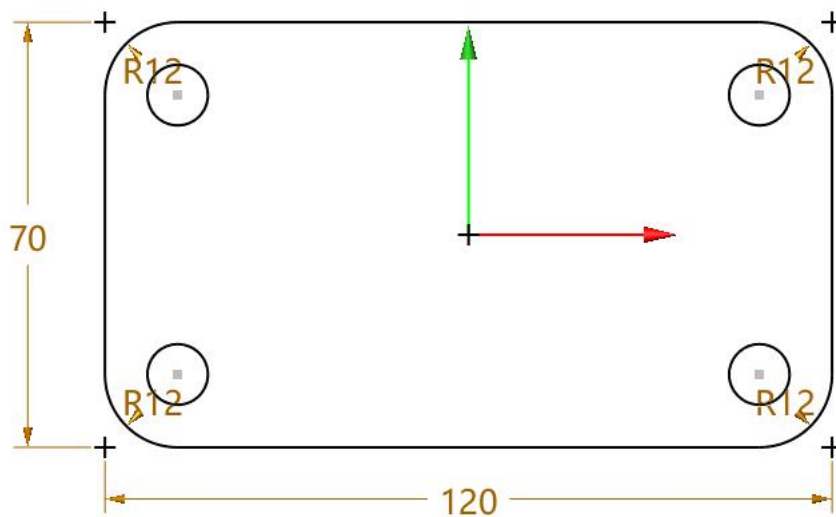


图 7-2 底座草图

将底座草图拉伸 16mm，如图 7-3 所示。

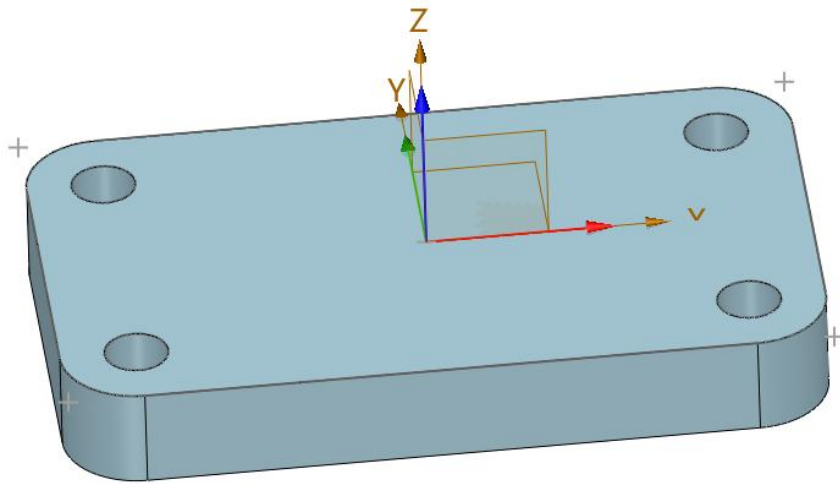


图 7-3 底座

2、在底座上绘制宽 20mm、深 7mm 的凹槽。在底座上表面中心构建宽 20mm 的草图，并拉伸 7mm 对底座进行修剪，如图 7-4 所示。

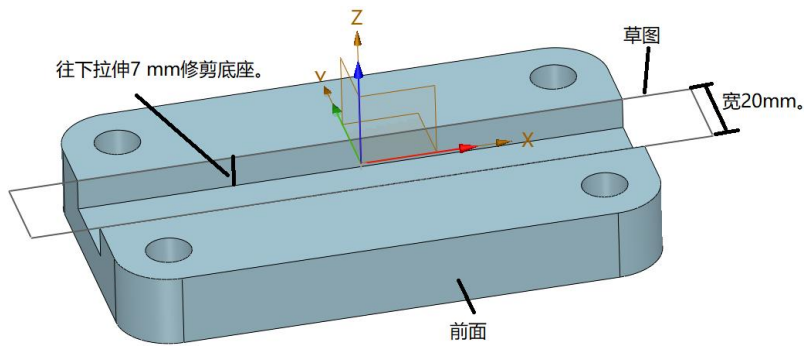


图 7-4 凹槽绘制

3、绘制半径 35mm 的圆柱，在图 7-4 所示底座的前面上绘制草图且拉伸合并，如图 7-5 所示。

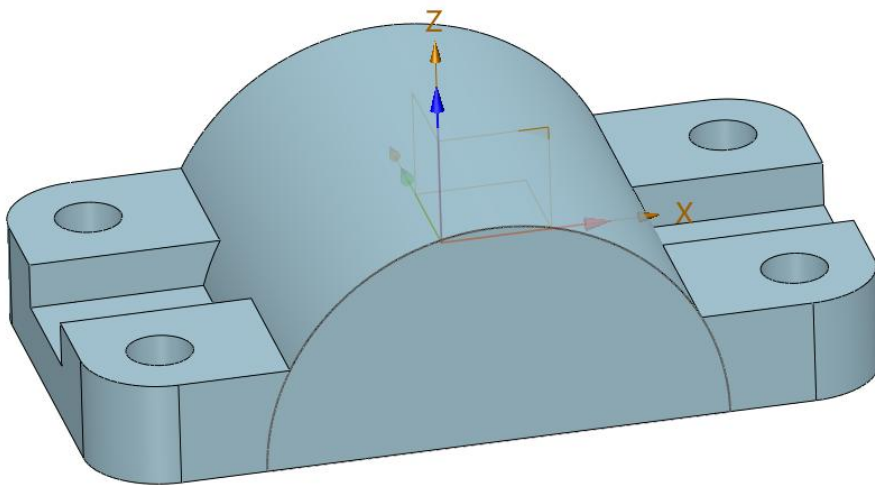


图 7-5 大圆柱绘制

4、绘制半径 15mm，孔半径 8mm 的凸台。在 XZ 平面构建凸台草图，如图 7-6 所示。

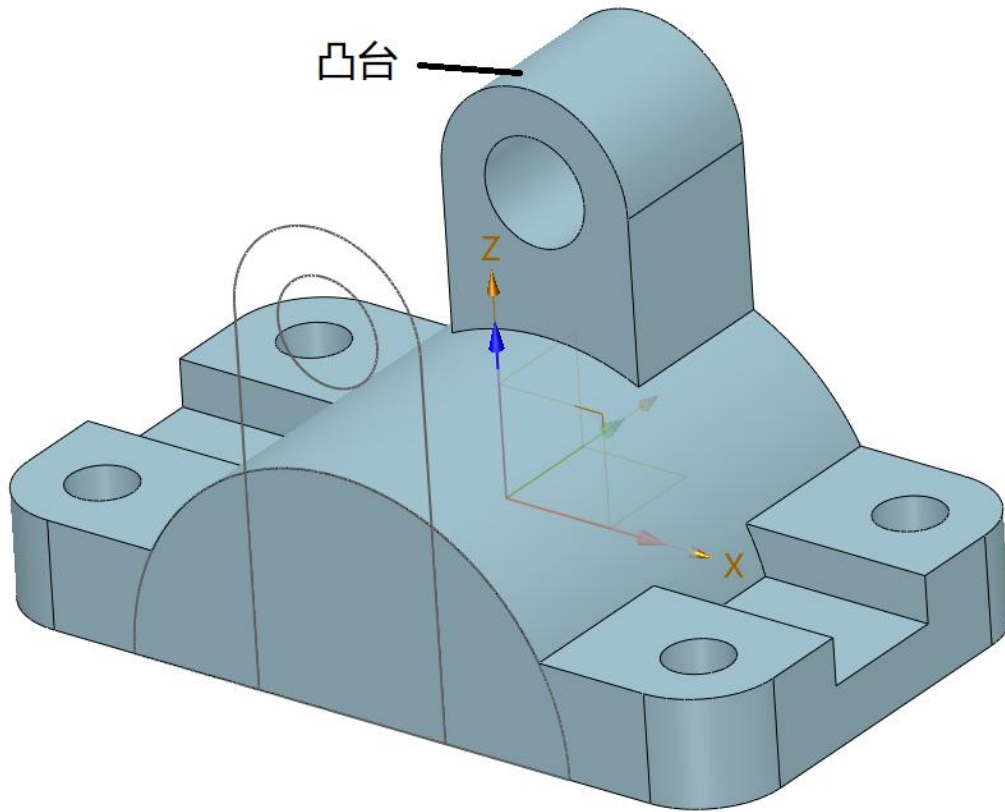


图 7-6 凸台绘制

5、构建大圆柱上高 27mm，宽 30mm 的平台。如图 7-7 所示。

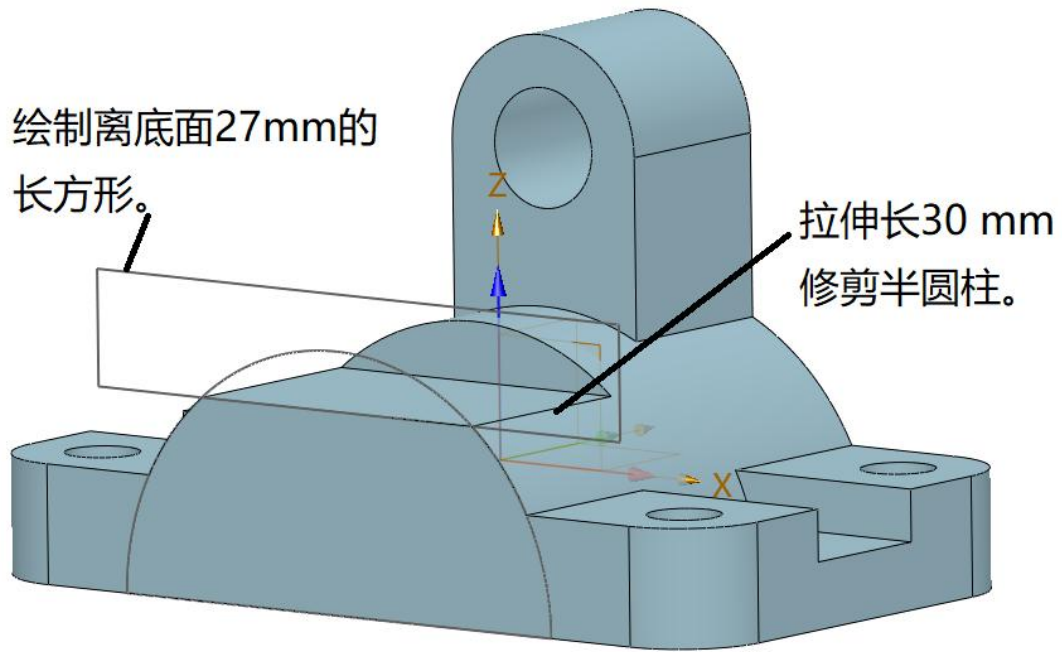


图 7-7 凸台绘制

6、底座半径 20mm 半圆孔绘制，在底座前面绘制草图，修剪效果如图 7-8 所示。

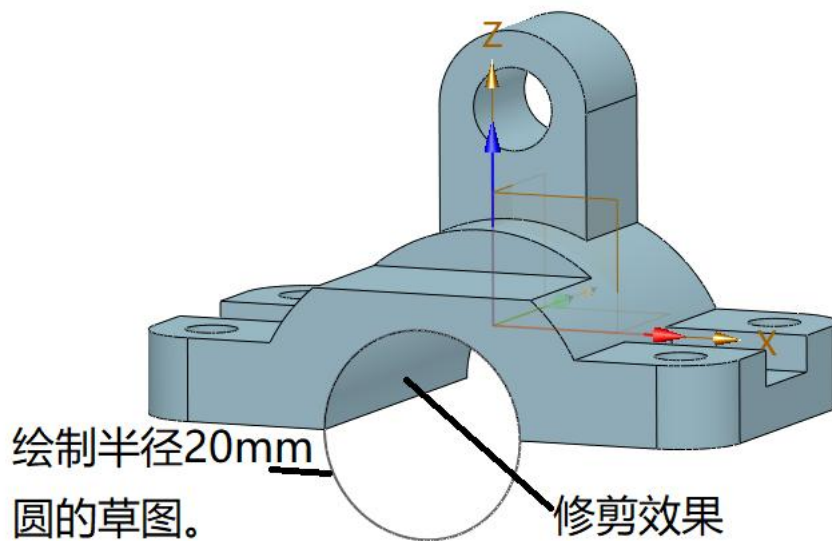


图 7-8 半圆孔绘制

三、根据平面图 7-9、7-10 自行绘制实体图。

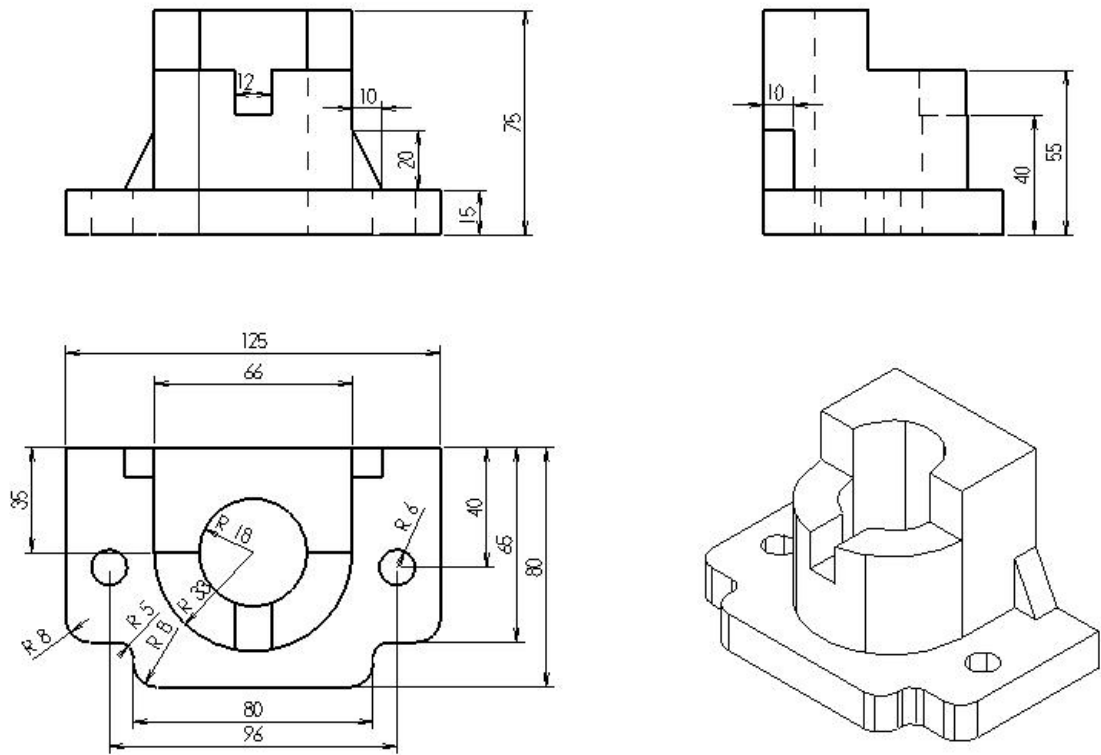


图 7-9 平面图 1

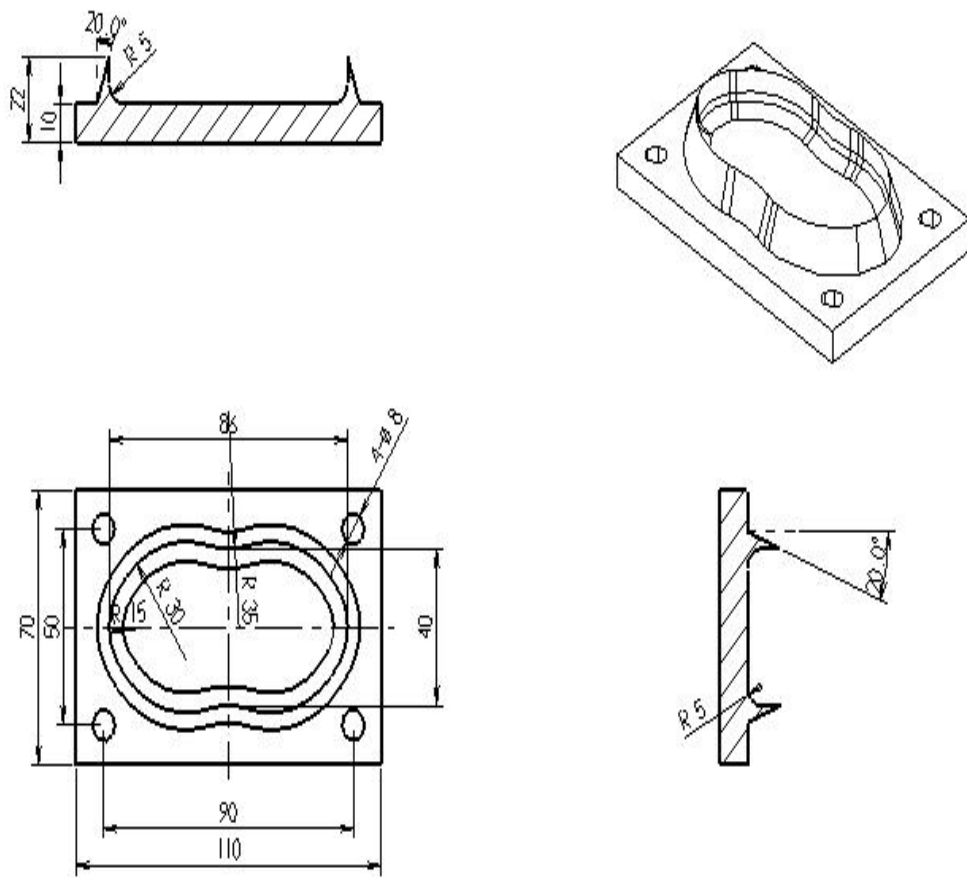


图 7-10 平面图 2

四、以“红色文物数字复原”（如革命时期兵工器械）、《天工开物》中的传统机械三维重构为任务；结合“中国制造 2025”，通过国产大飞机 C919、嫦娥探测器等模型的绘制，强化民族自信与创新精神。

任务八、导轨轴逆向造型

一、教学目标：

- 1、掌握工件坐标系的摆正。
- 2、掌握逆向造型基本方法

二、教学重点

逆向造型基本方法

三、教学难点

合理选择逆向造型方法

四、素质(思政)内容

典型思政案例：解读制造业知识产权侵权典型案例，对比国产装备通过逆向拆解、技术迭代实现国产化替代的正面案例，强化“合规用技、创新赋能”的职业准则。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

对图 8-1 所示的导轨轴进行逆向造型。

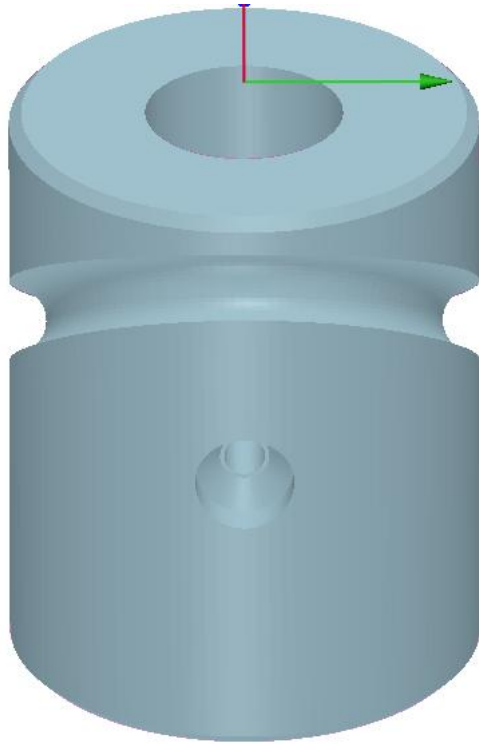


图 8-1 导轨轴

二、逆向过程如下：

1、导轨轴坯料的绘制。坯料设置过程如图 8-2 所示。

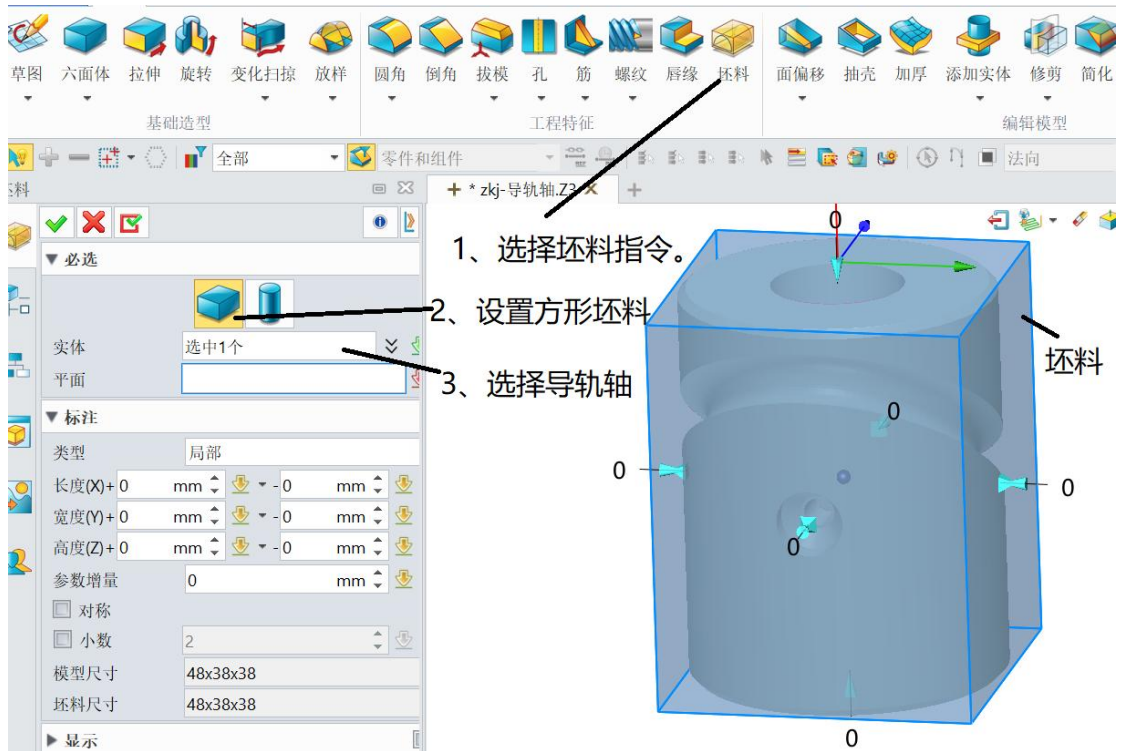


图 8-2 坯料设置

2、坐标摆正。

过程如图 8-3 所示。

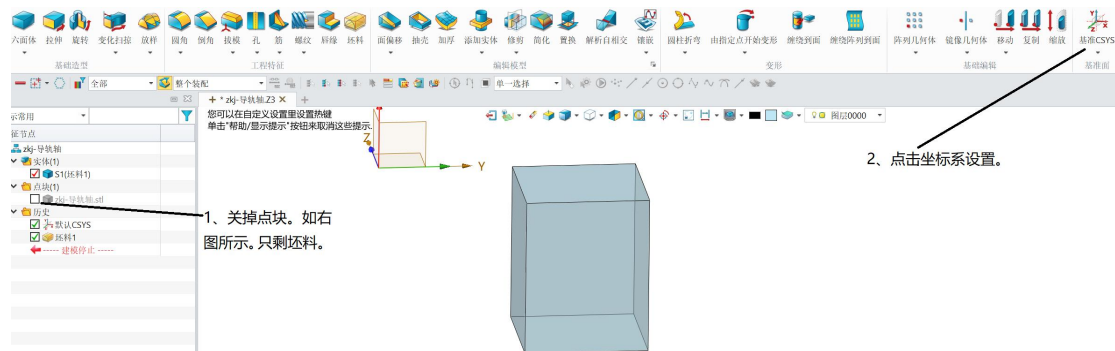


图 8-3 坐标设置 1

点击坐标系后，进入坐标系下一步设置，如图 8-4 所示。

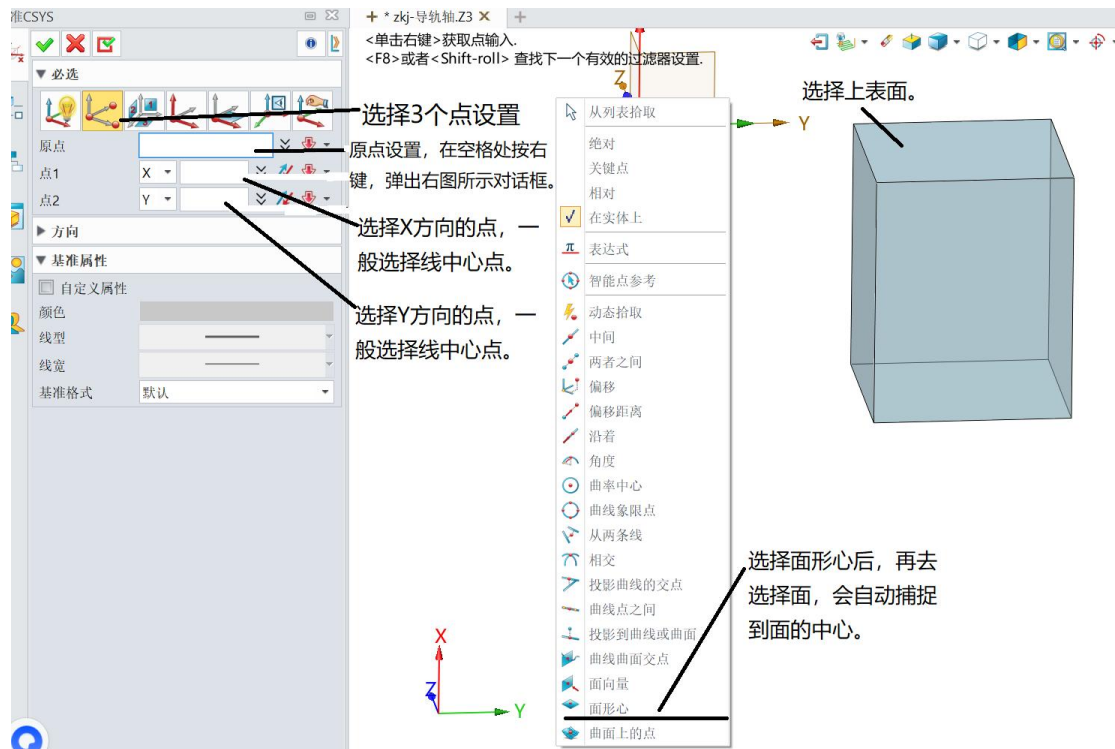


图 8-3 坐标设置 2

设置结果如图 8-4 所示。

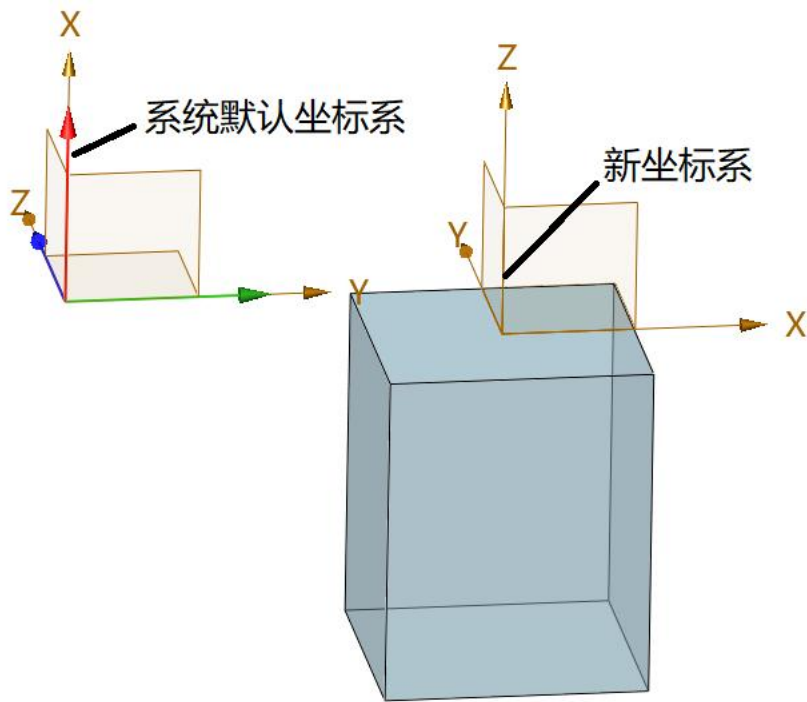


图 8-4 坐标系设置结果

3、坐标系的移动：先把点块打开，坯料关掉，将所设置的新坐标系移到系统默认的坐标系，从而实现导轨轴移到系统默认的坐标系下，实现导轨轴摆正。如图 8-5 所示。

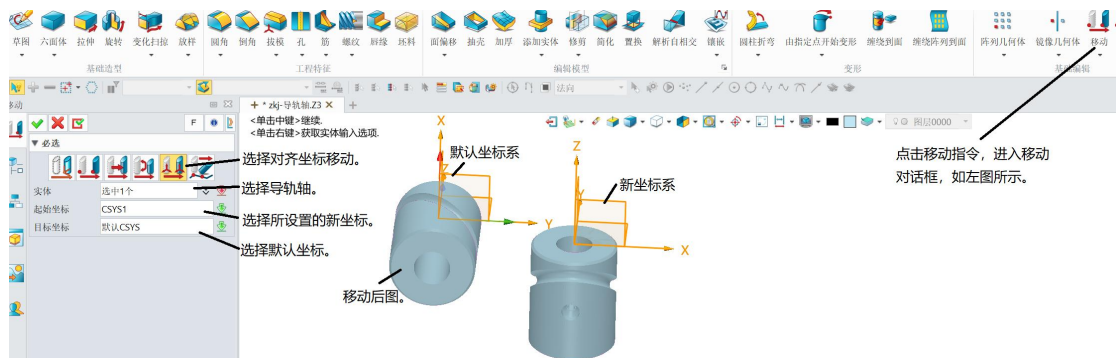


图 8-5 坐标系移动

移动效果如图 8-6 所示

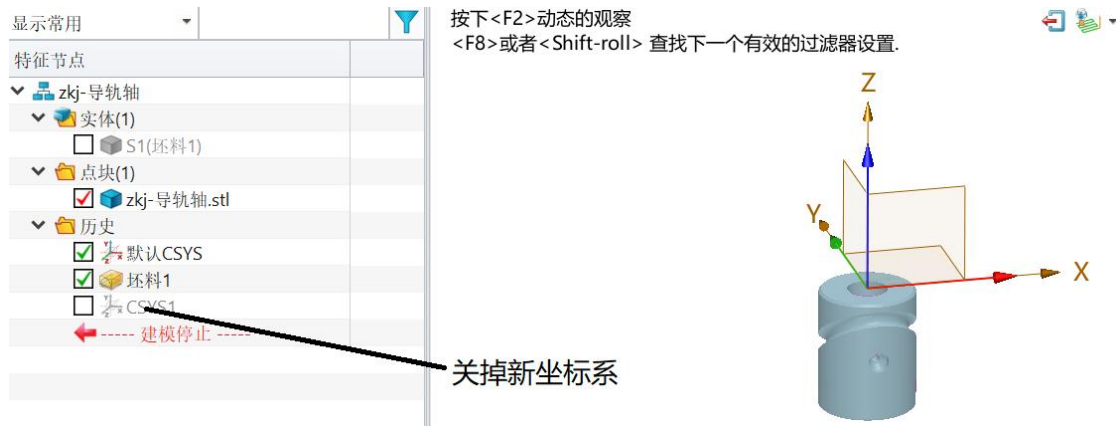


图 8-6 移动效果

4、导轨轴主体绘制：

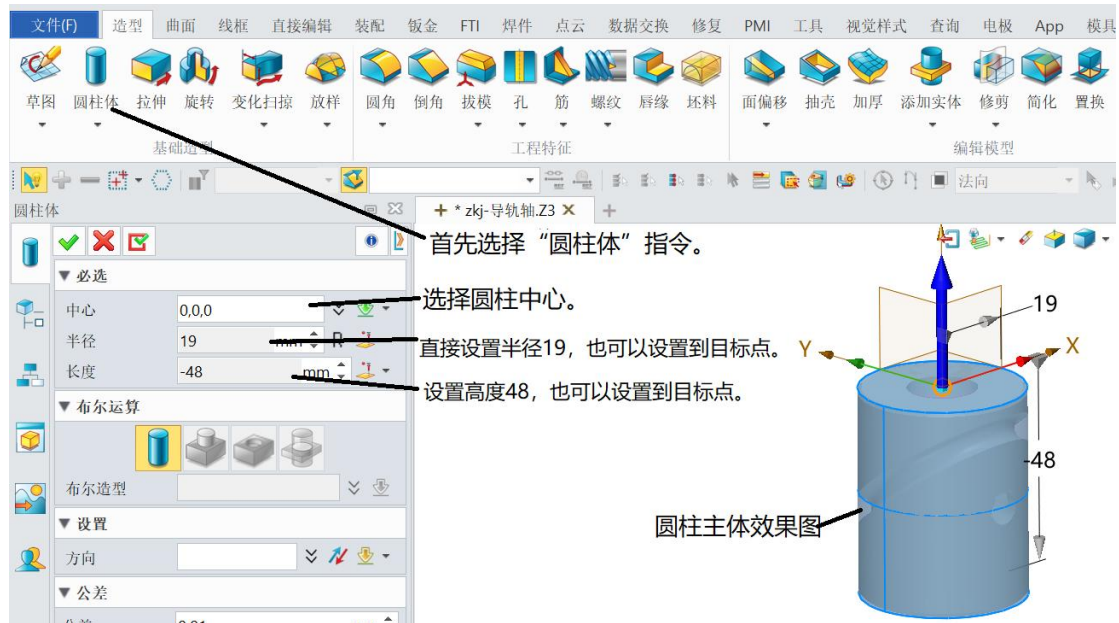


图 8-7 圆柱设置及效果

主体内孔的绘制如图 8-8 所示，

先绘制内孔小圆柱，再用主体圆柱减去小圆柱，如图 8-9 所示。

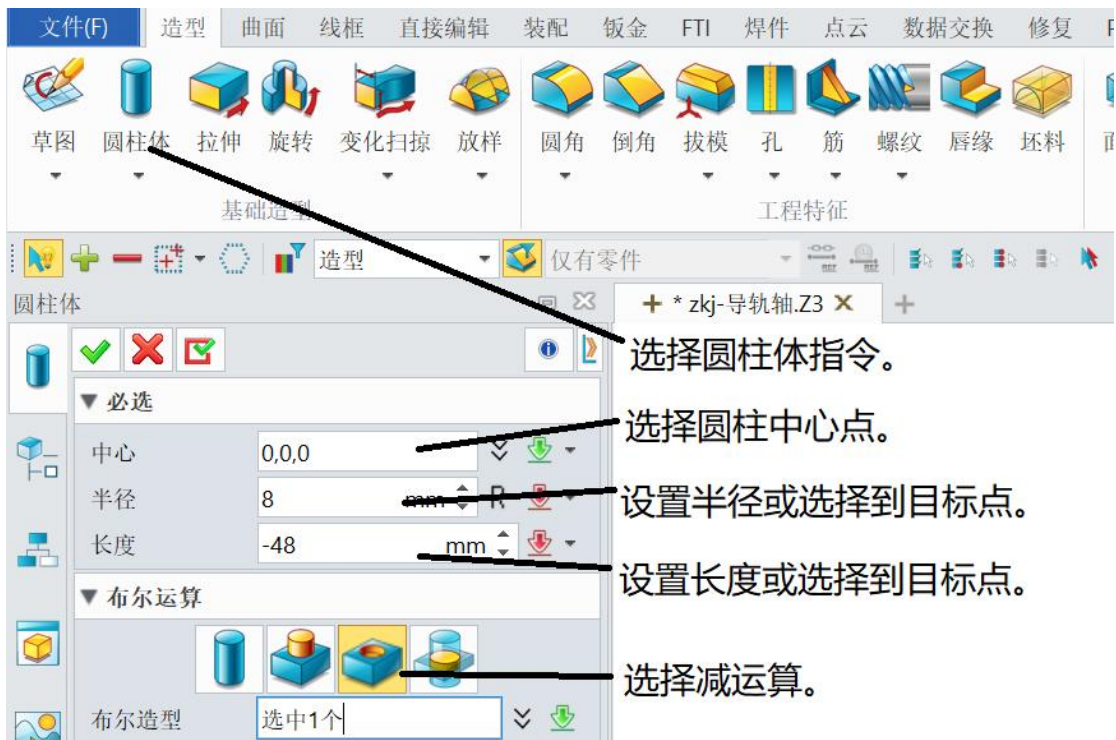


图 8-9 主体内孔绘制

内孔绘制效果图如图 8-10 所示。

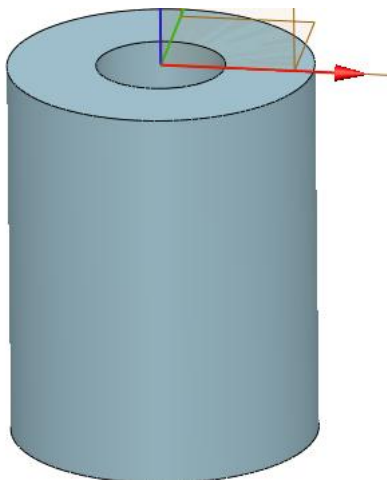


图 8-10 内孔绘制

5、导轨轴圆槽的绘制。

(1) 尖锐边绘制：导轨轴是由模型转换成 STL 格式，也就是小平面体，不是扫描出来图形，所以整个导轨轴很平整，轮廓分明。针对于这类零件，获取轮廓线的方法通常采用“追踪尖锐边”，过程如图 8-11 所示。

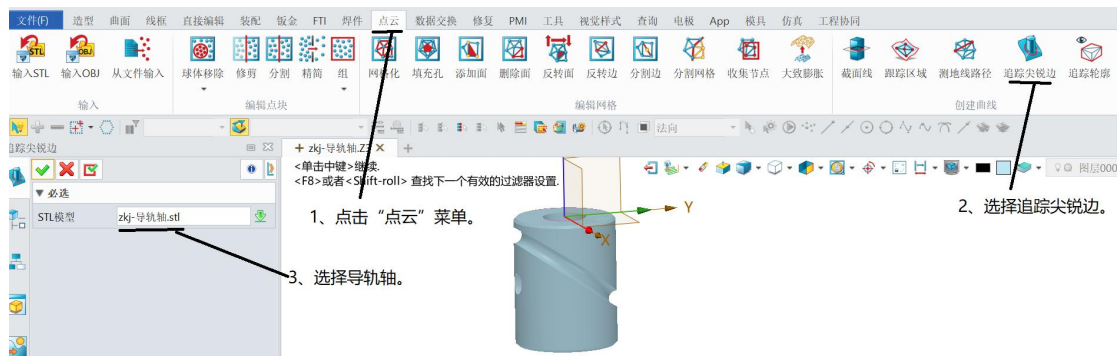


图 8-11 追踪尖锐边

追踪尖锐边效果如图 8-12 所示。

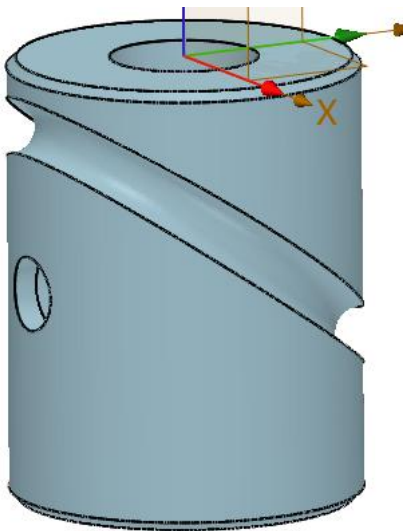
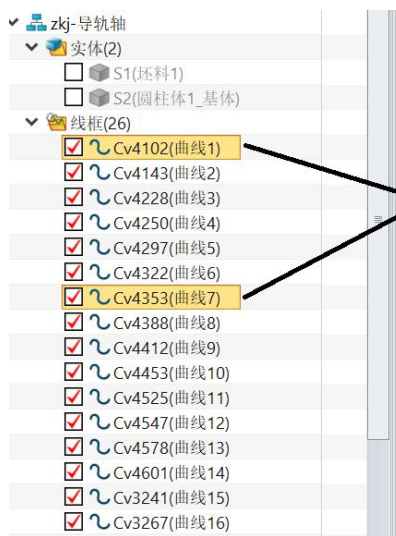


图 8-12 尖锐边效果

关闭点块，留下尖锐边，如图 8-13 所示。



保留中间两条椭圆线，如右图所示。其它线可以删除。如图 8-14所示。

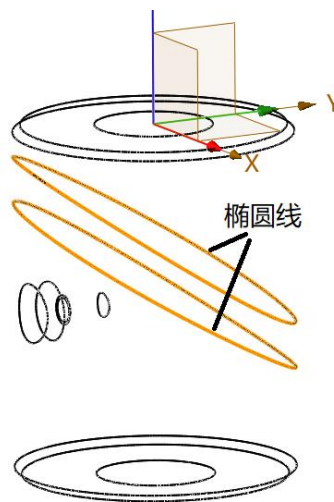


图 8-13 留下尖锐边

效果如图 8-14 所示。

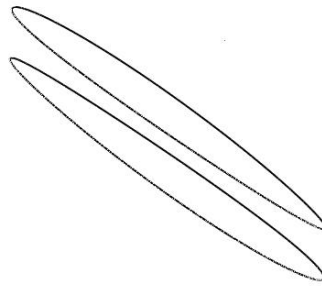
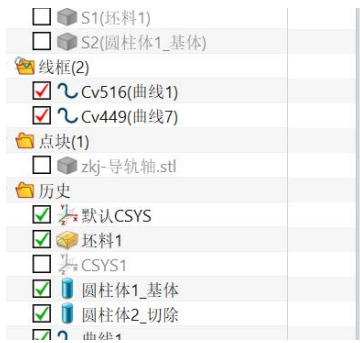


图 8-14 剩下轮廓线

(2) 截面线绘制。如图 8-15 所示，改变导轨轴显示状态。

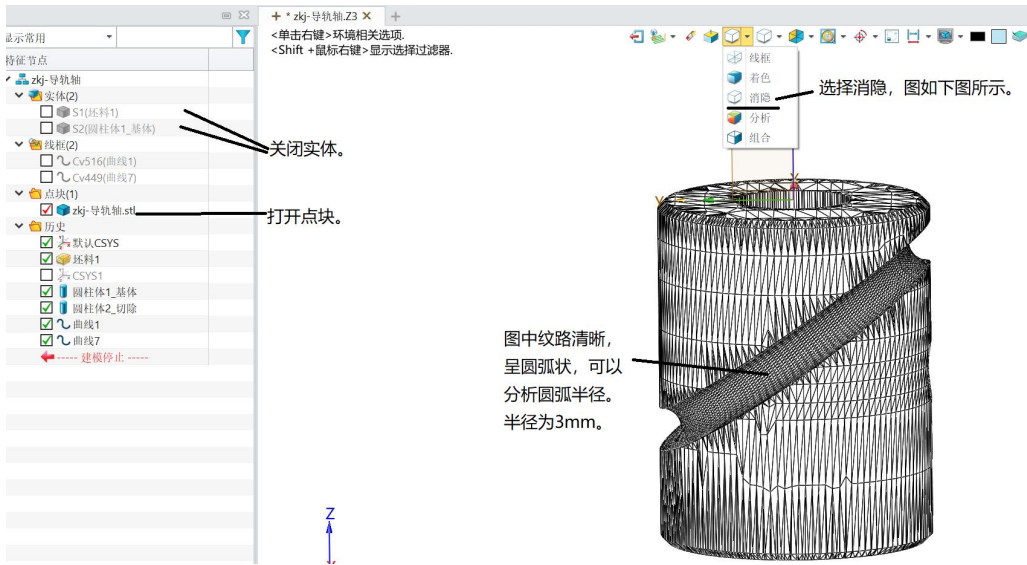


图 8-15 导轨轴消隐显示

关闭点块，打开线框，如图 8-16 所示。

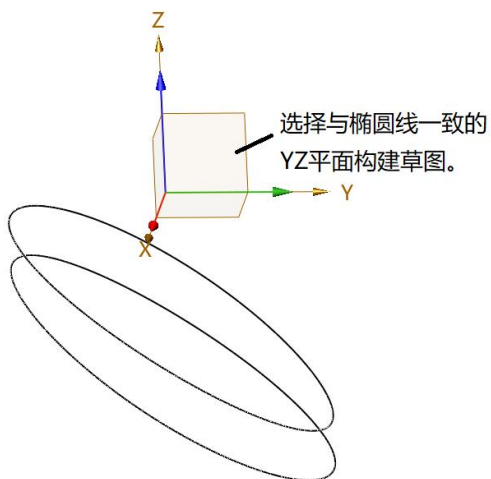


图 8-16 选择构草图面

绘制截面图，如图 8-17 所示。找到椭圆线与草图面的交点。

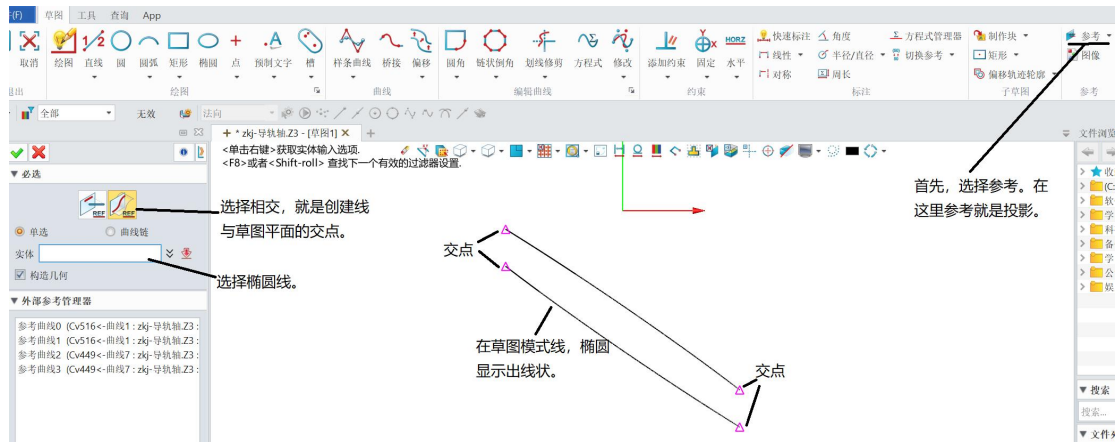


图 8-17 绘制交点

通过交点绘制半径为 3mm 的圆弧，如图 8-18 所示。

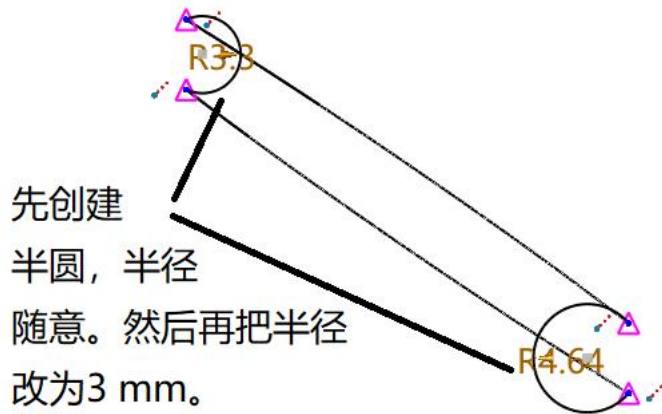


图 8-18 绘制圆弧

修改半径后如图 8-19 所示。

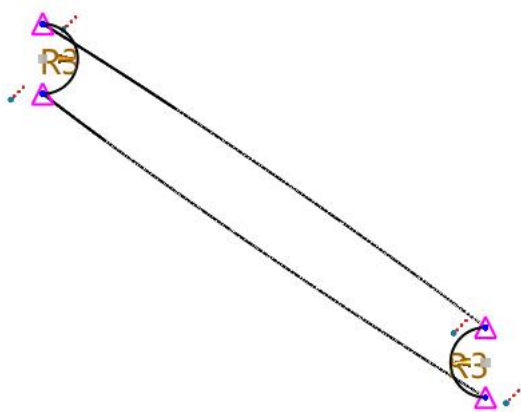


图 8-19 半径 3 的圆弧

绘制另一个方向的圆弧，先绘制辅助线，如图 8-20 所示。

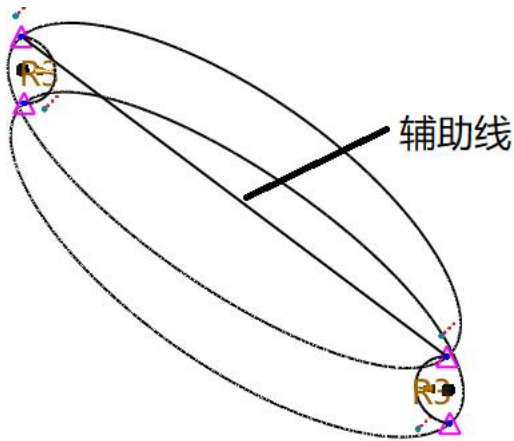


图 8-20 绘制辅助线

通过辅助线中心绘制基准面。如图 8-21 所示。

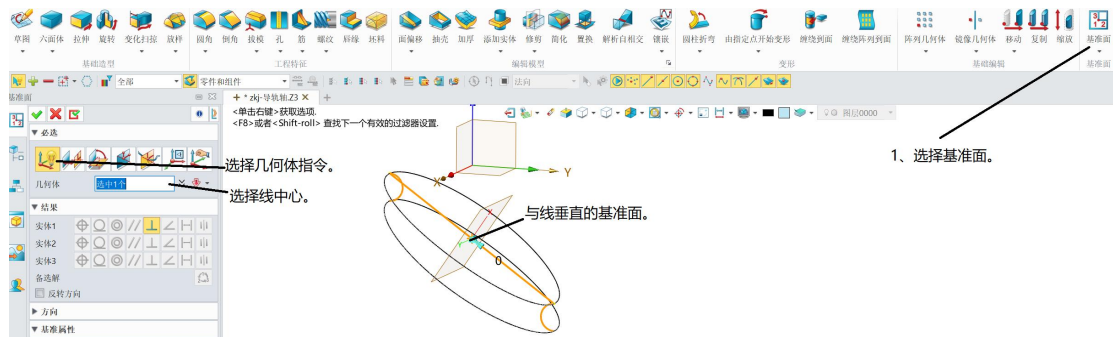


图 8-21 基准面

在基准面上绘制草图，半径为 3mm，绘制方法跟上面 8-20 所示的截面线相同，如图 8-22 所示。整体效果图如图 8-23 所示。

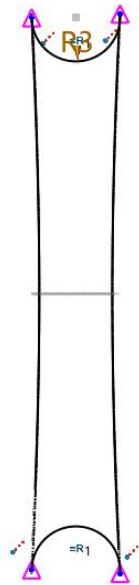


图 8-22 另一方向截面图

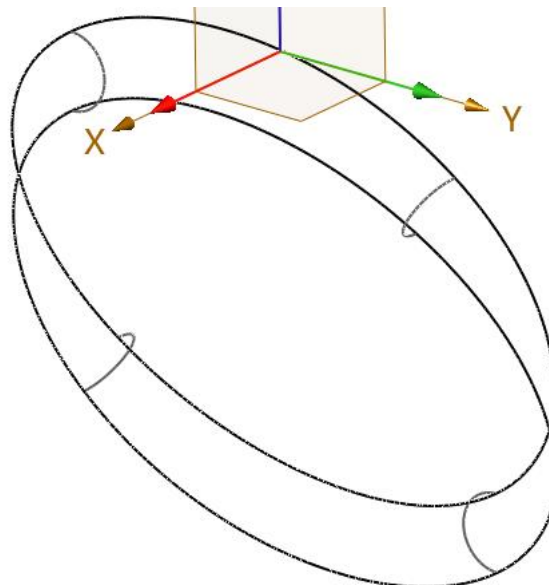


图 8-23 整体效果图

(3) UV 曲面绘制：如图 8-24 所示，线的选择。

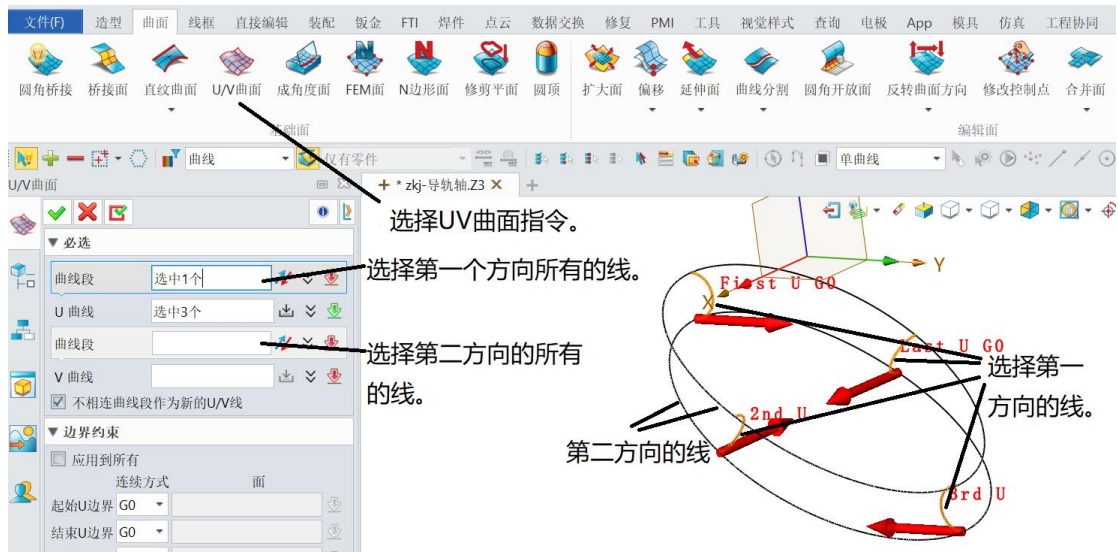


图 8-24 线的选择

UV 曲面绘制效果，如图 8-25 所示。

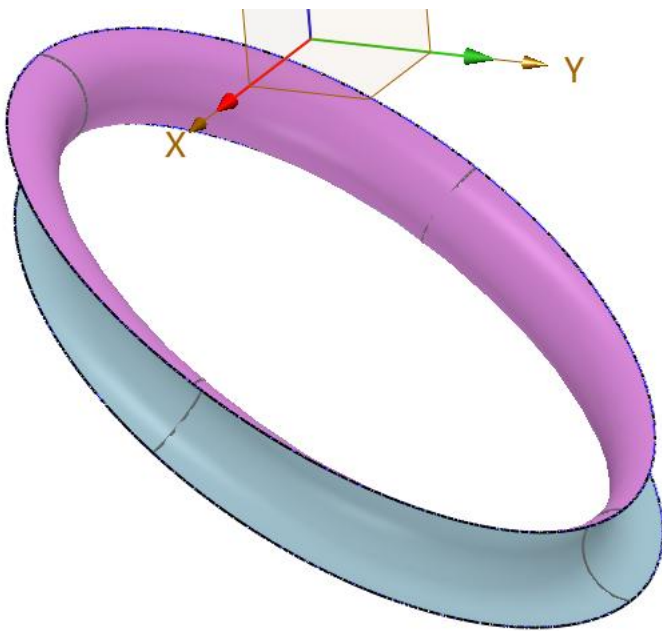


图 8-25 UV 曲面

(4) 用 UV 曲面修剪主体，形成圆槽。如图 8-26 所示。

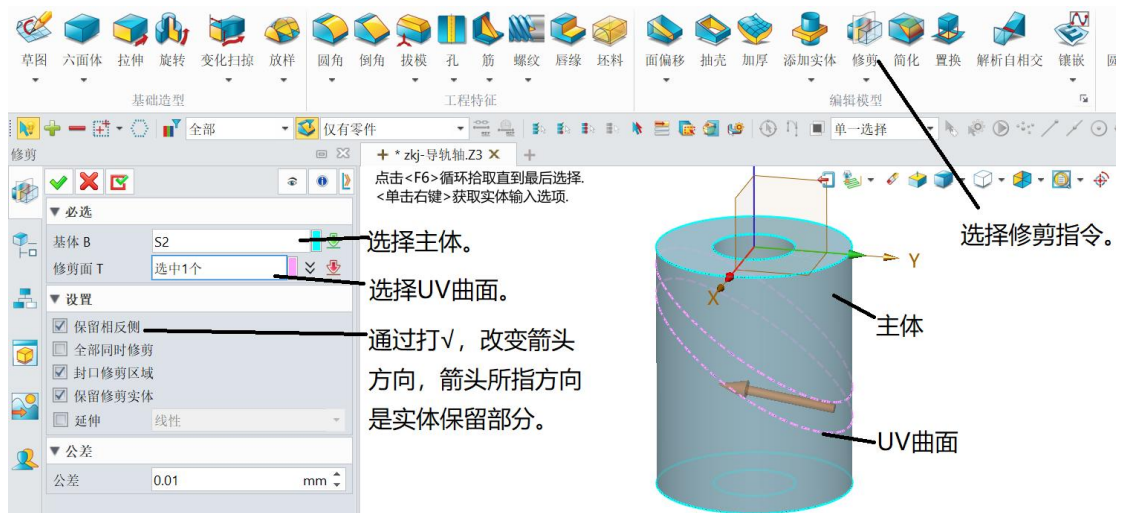


图 8-26 实体修剪

修剪效果如图 8-27 所示。

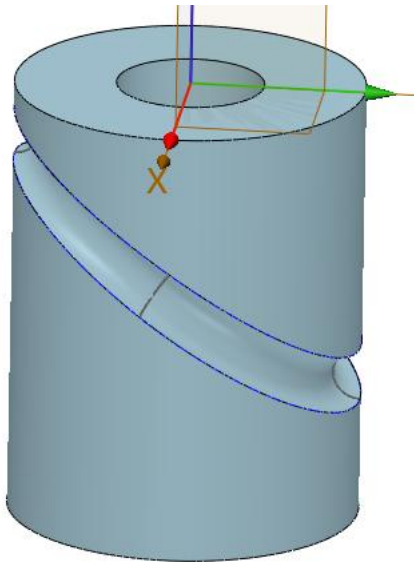


图 8-27 修剪效果

6、导轨轴螺钉孔的绘制

(1) 测量螺钉孔 Z 向离端面的距离，如图 8-28 所示、

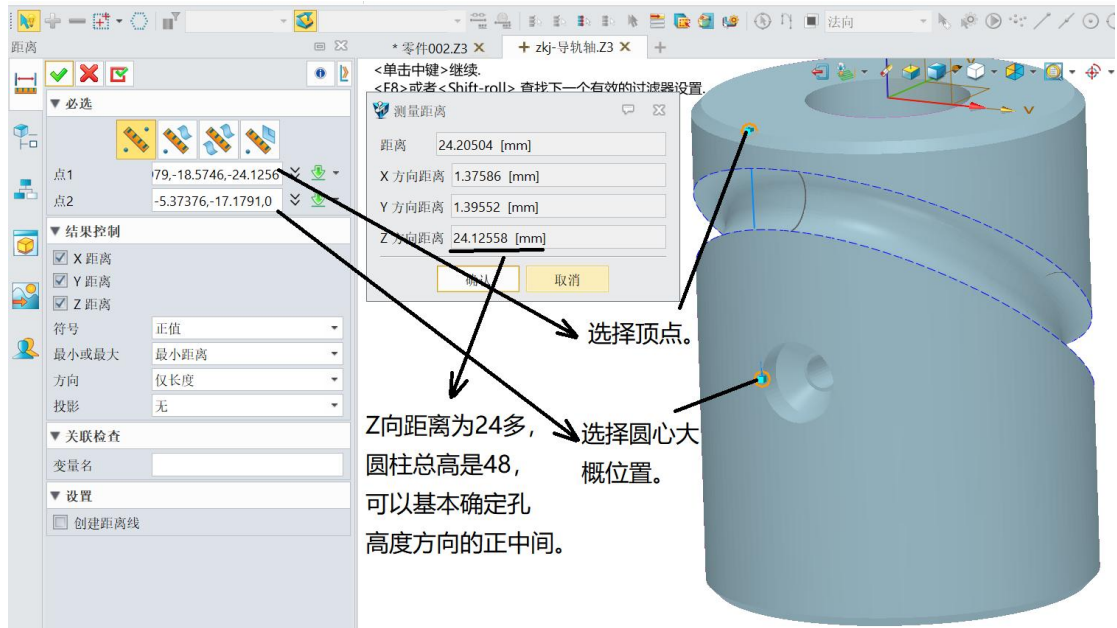


图 8-28 孔位置的确定

(2) 绘制基准面和孔截面线，如图 8-29 所示。

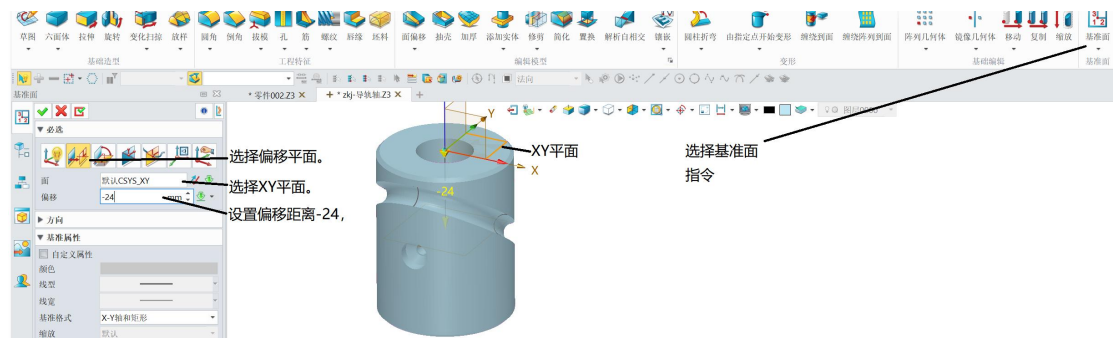


图 8-29 绘制基准面

绘制孔截面线，如图 8-30 所示。

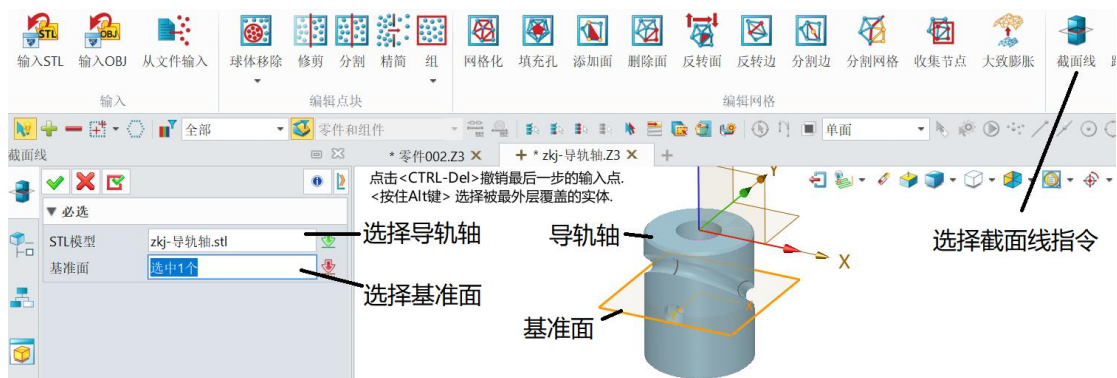


图 8-30 绘制截面线

截面效果如图 8-31 所示

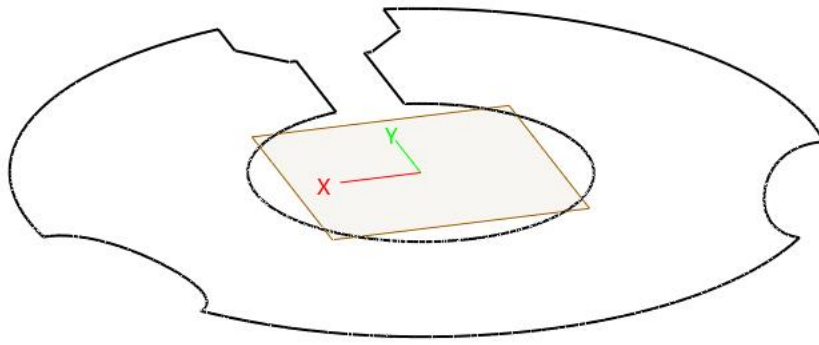


图 8-31 截面线

(3) 通过截面线绘制旋转截面线。选择图 8-31 所示的基准面作为草图的构图平面。如图 8-32 所示。

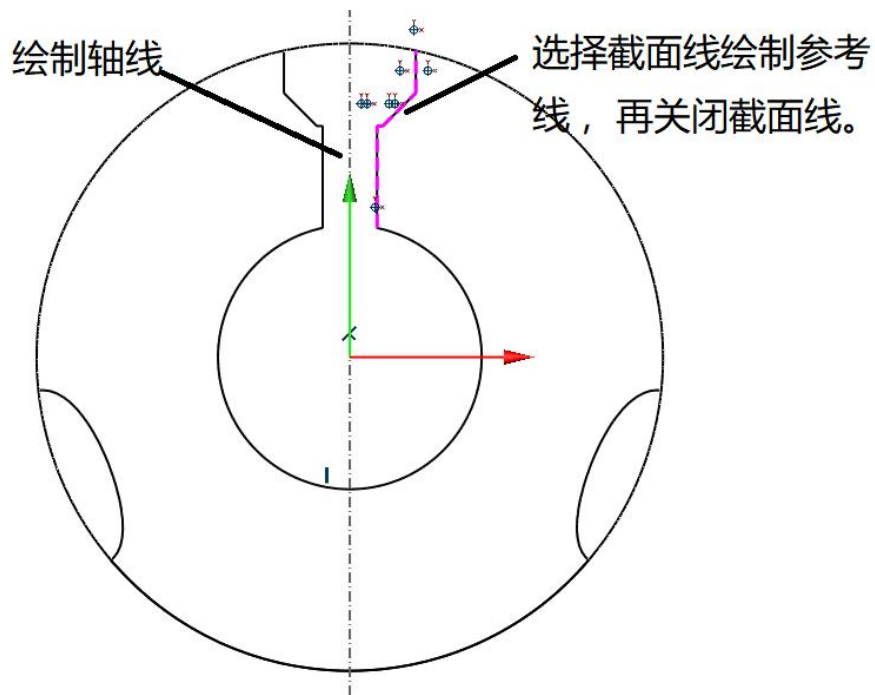


图 8-32 绘制参考线

通过参考线绘制孔截面线，如图 8-33 所示。

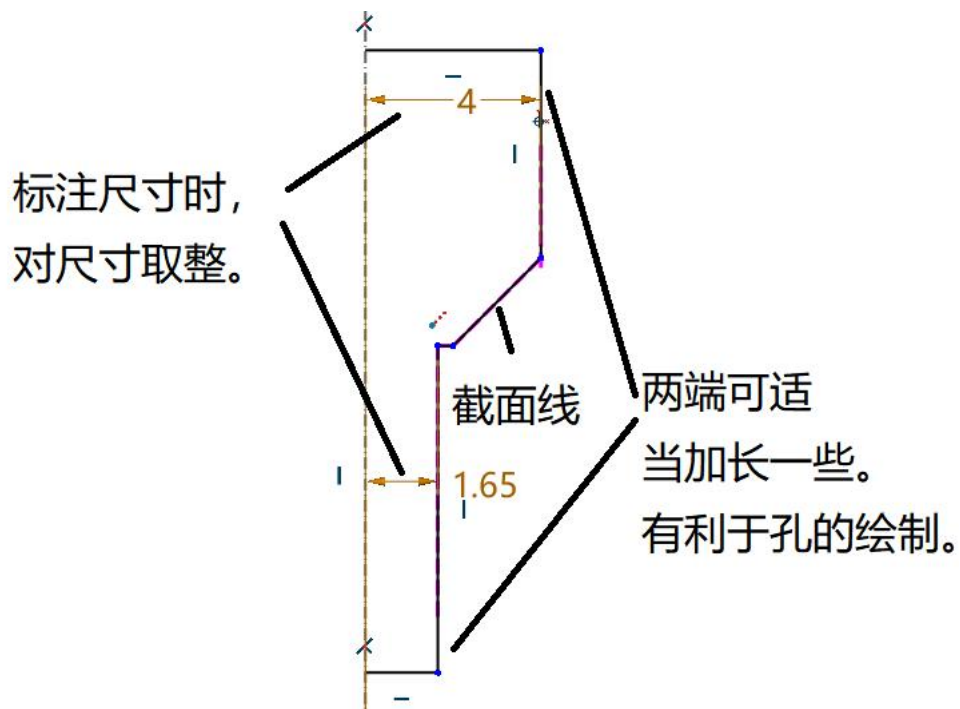


图 8-33 绘制截面线

(4) 旋转截面线, 形成圆柱体, 再用主体减去圆柱体, 形成螺纹孔。

如图 8-34,8-35 所示。

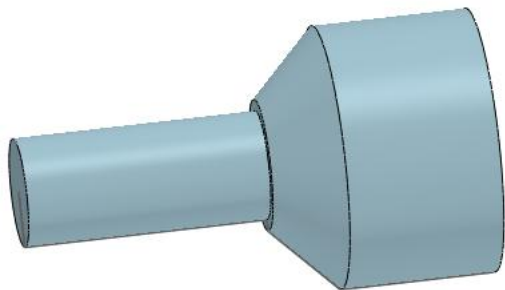


图 8-34 圆柱体

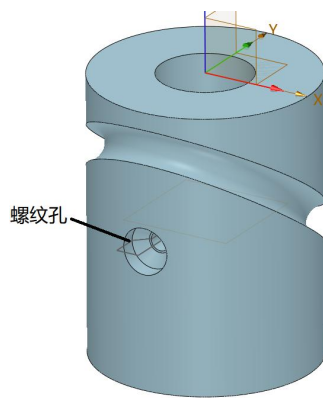


图 8-35 孔的绘制

(5) 作螺纹标记孔, 如图 8-36 所示。

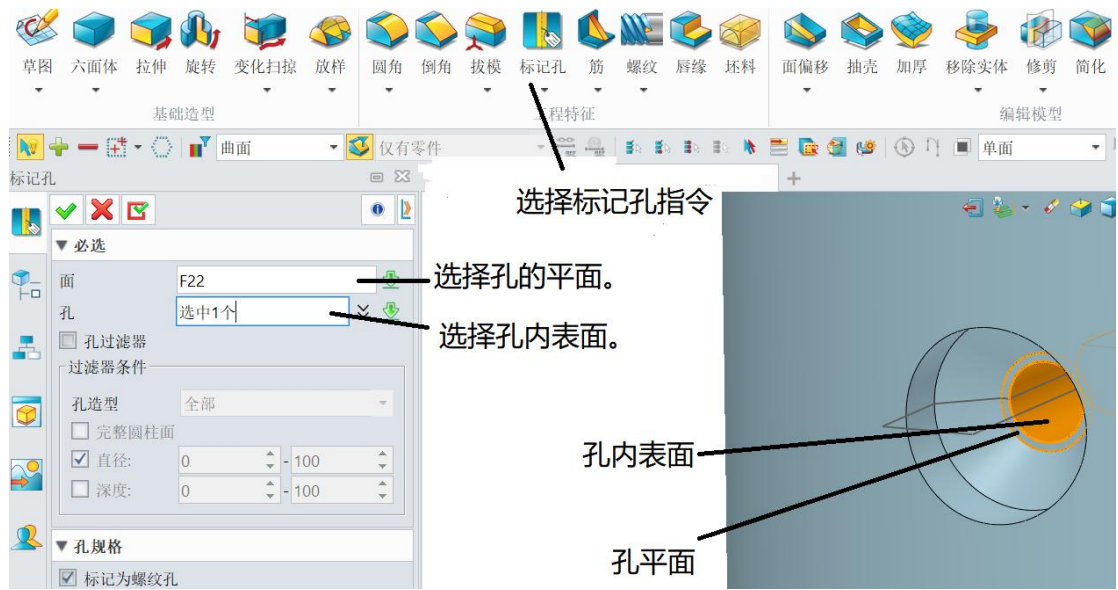


图 8-36 标记螺纹孔

螺纹孔效果图如图 8-37 所示

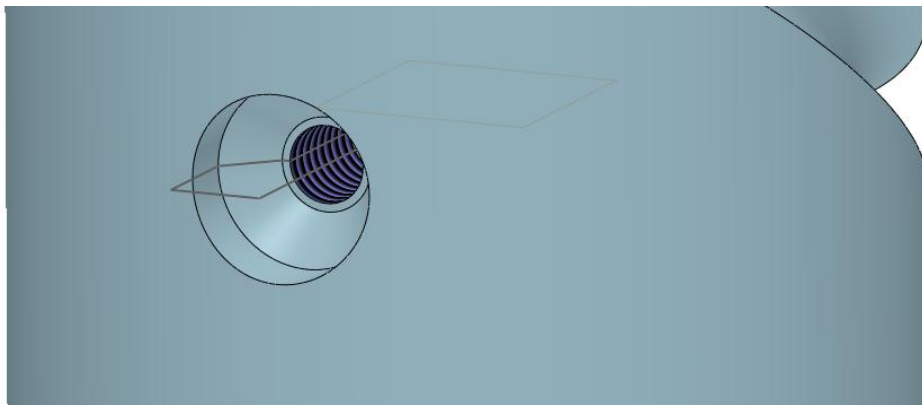


图 8-37 螺纹孔效果

(6) 圆柱倒角绘制，如图 8-38 所示。测量倒角距离。

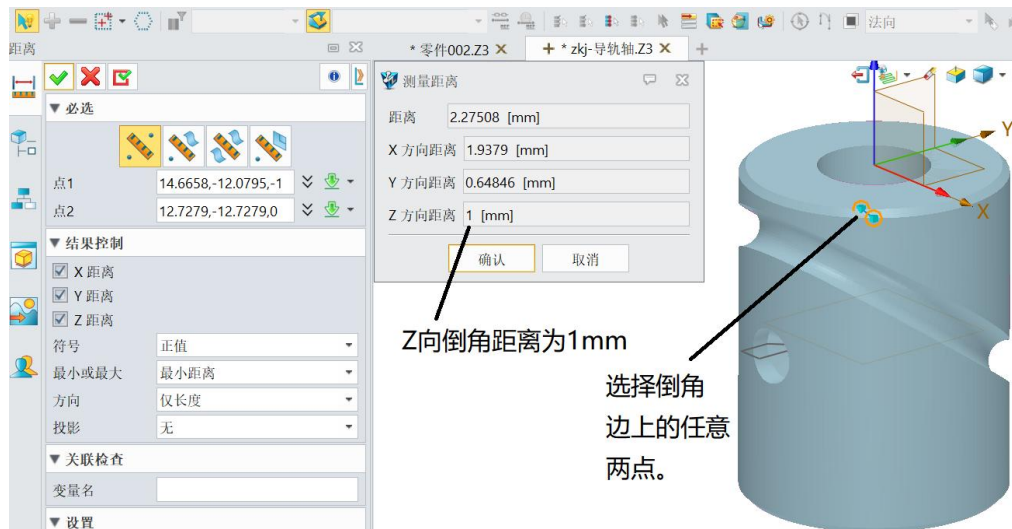


图 8-38 测量倒角距离

倒角效果如图 8-39 所示。

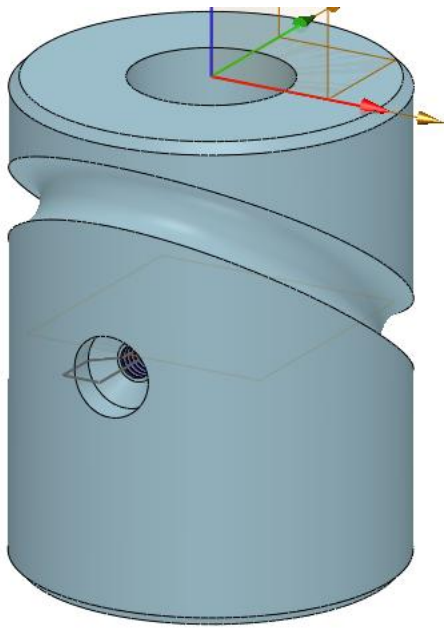


图 8-39 倒角效果

三、思政课程

精度即责任：逆向点云、曲面拟合一丝不差 → 严谨、责任、工匠精神

任务九、上盖逆向造型

一、教学目标：

- 1、掌握上盖的逆向造型方法。
- 2、掌握逆向造型基本技巧。

二、教学重点

上盖的逆向造型基本技巧。

三、教学难点

根据零件结构选择合理逆向造型方法

四、素质(思政)内容

教学中严格要求学生规范操作设备、反复校验参数、细致处理数据，杜绝敷衍了事、粗心疏漏。通过高精度实操训练，让学生深刻理解细节决定品质、精度成就制造的内涵，培养执着专注、严谨细致、持续精进的工匠精神。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

对图 9-1 所示的上盖进行逆向造型。

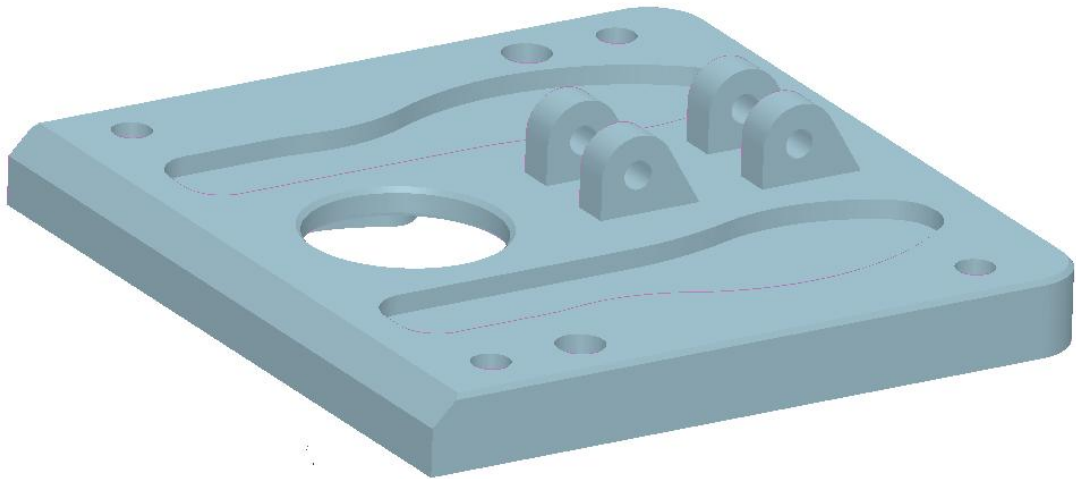


图 9-1 上盖

二、设置坐标系

创建包容块，如图 9-2 所示。再关闭点块，在包容块底面按导轨轴的设置方法设置坐标系。如图 9-3 所示。

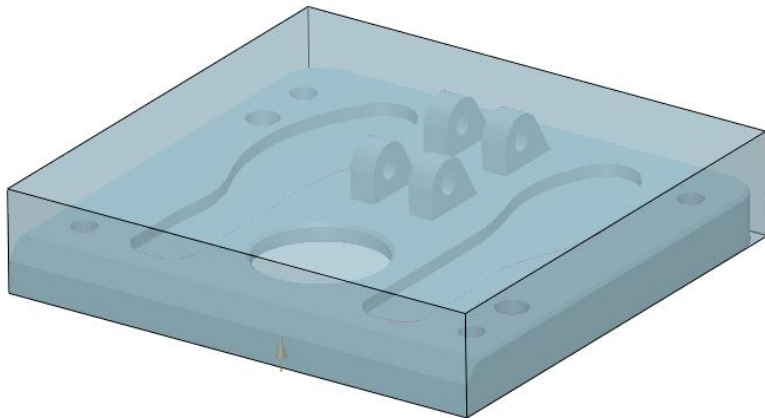


图 9-2 包容块

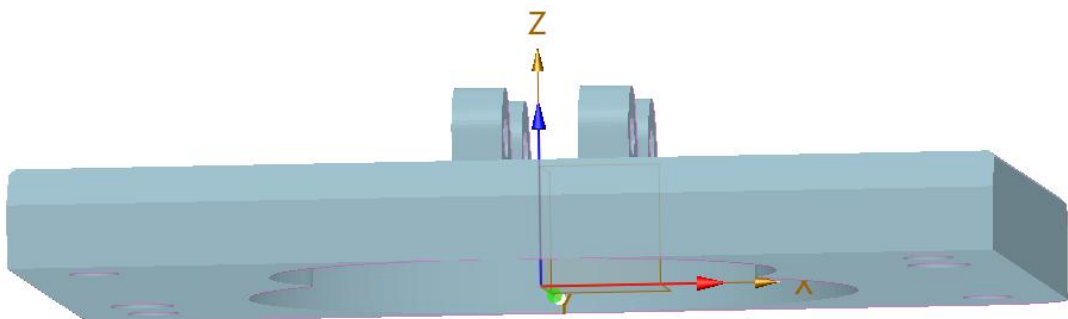


图 9-3 设置底面坐标系

二、创建主体底座

1、先使用“追踪尖锐边”指令创建线框，如图 9-4 所示。

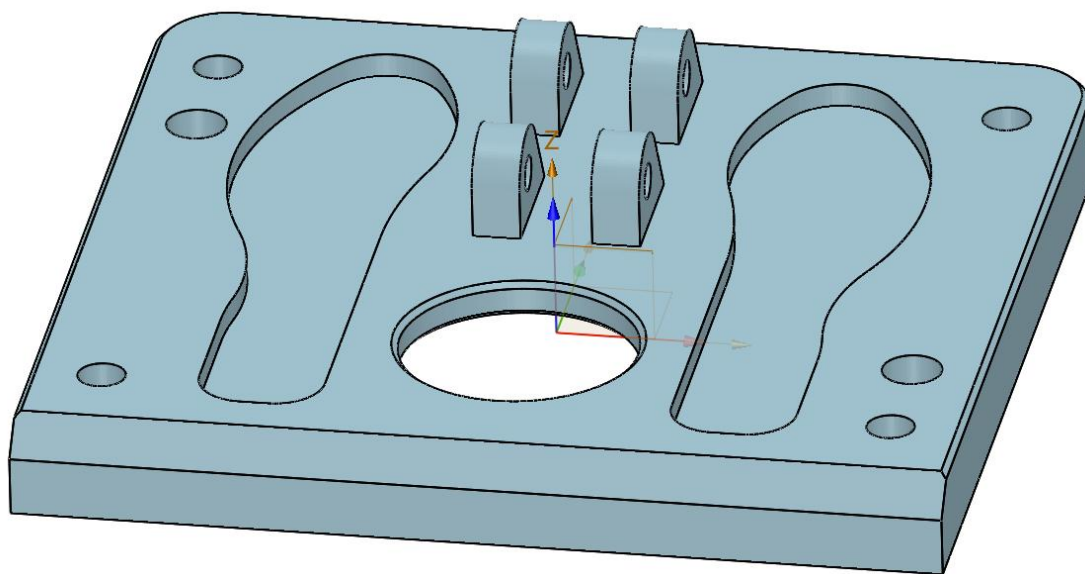


图 9-4 创建尖锐边

2、绘制底座草图，如图 9-5 所示，

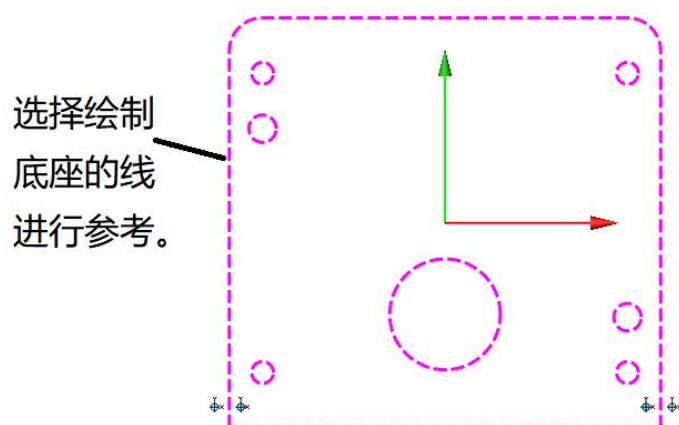
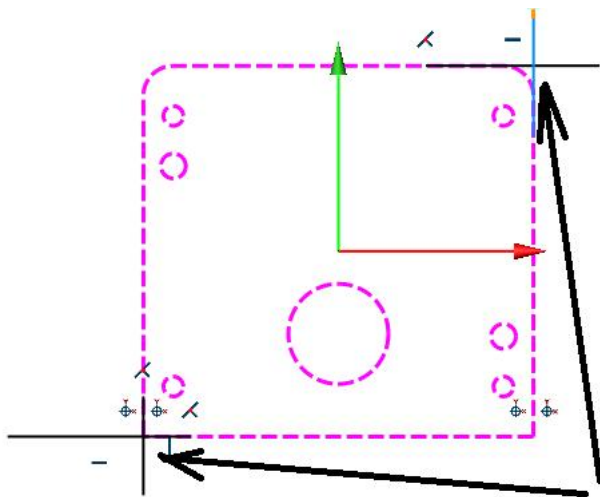


图 9-5 绘制参考线

3、通过参考线绘制实线。绘制对角交点，如图 9-6 所示。



通过参考线绘制直线，形成对角点。

图 9-6 绘制对角点

用对角点绘制方形，并测量圆角半径，倒圆角，如图 9-7 所示。

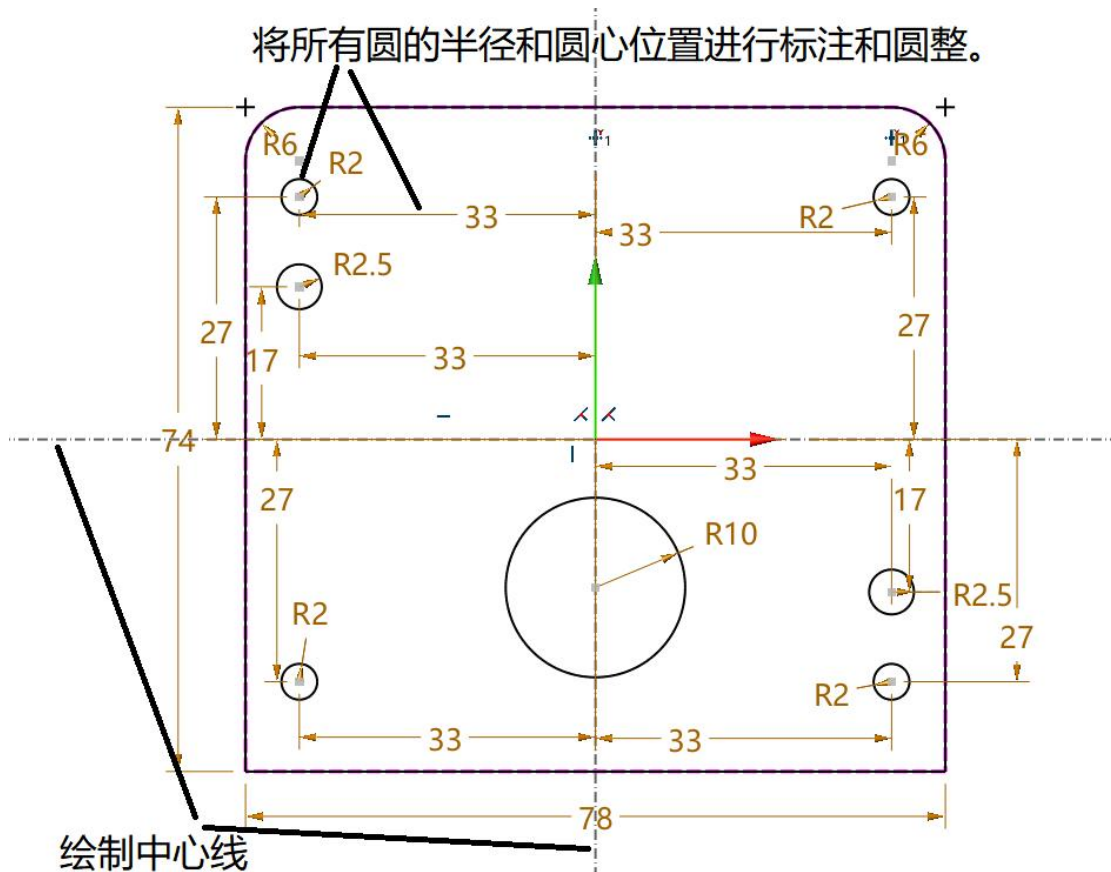


图 9-7 草图标注、圆整

4、对草图进行拉伸，绘制底座如图 9-8 所示。

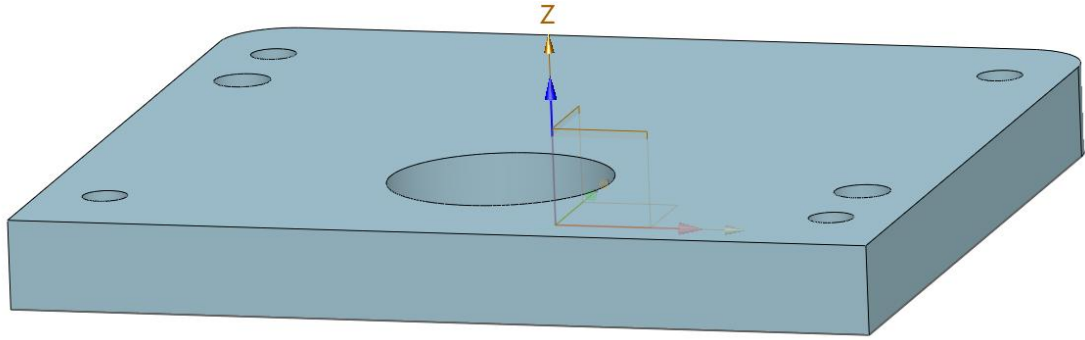


图 9-8 底座绘制

5、绘制底座凹葫芦孔。绘制草图，参考葫芦孔轮廓线。如图 9-9 所示。

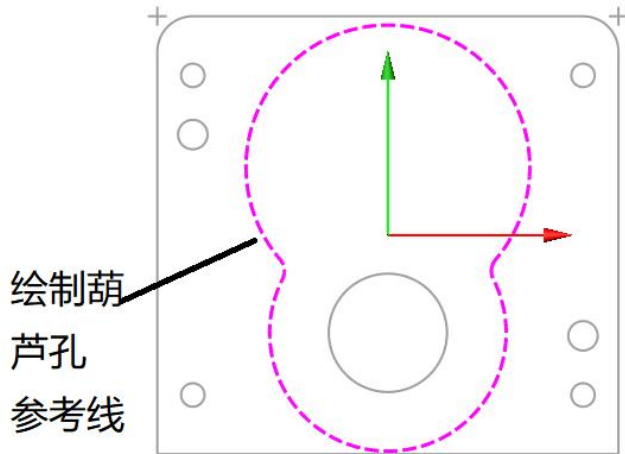


图 9-9 绘制参考线

6、采用参考线绘制实线，如图 9-10 所示。

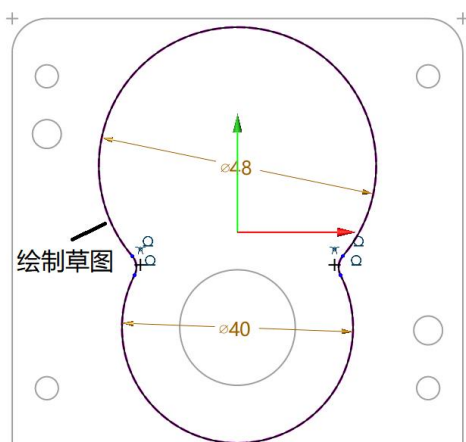


图 9-10 绘制实线

7、采用 9-10 绘制的实线进行拉伸修剪主体。如图 9-11 所示。

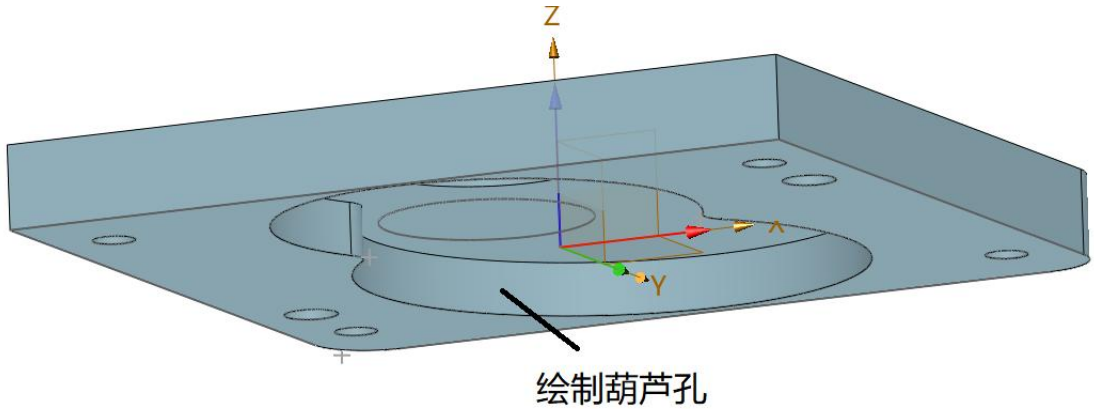


图 9-11 绘制葫芦孔

8、绘制鞋孔，先在底座上表面绘制基准面，如图 9-12 所示。

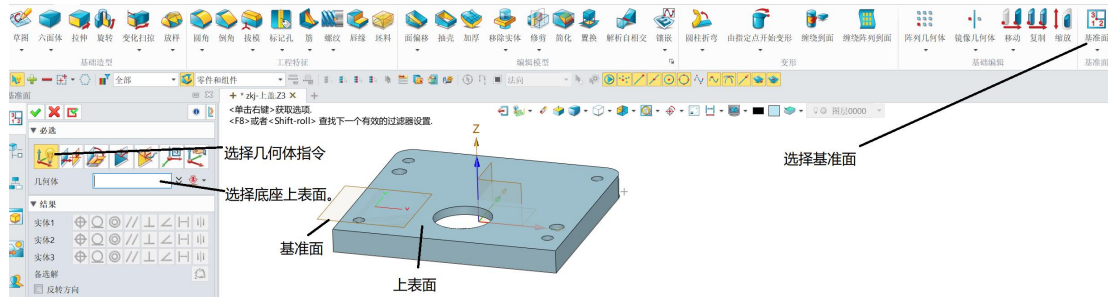


图 9-12 创建基准面

9、以图 9-12 所创建的基准面绘制草图，并参考鞋孔轮廓线，如图 9-13 所示。

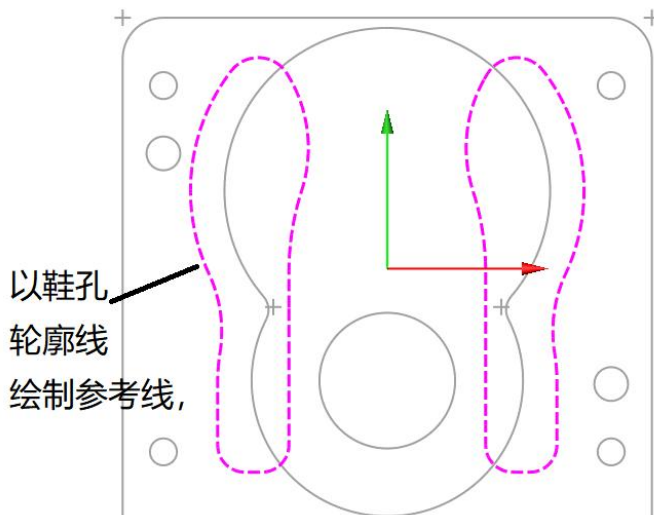


图 9-13 绘制参考线

以参考线绘制实线，根据线的精确性要求，对一些精确性要求不高的轮廓线，可以将参考线直接剪除参考，再转换成实线，用来绘制鞋孔。

如图 9-14 所示。

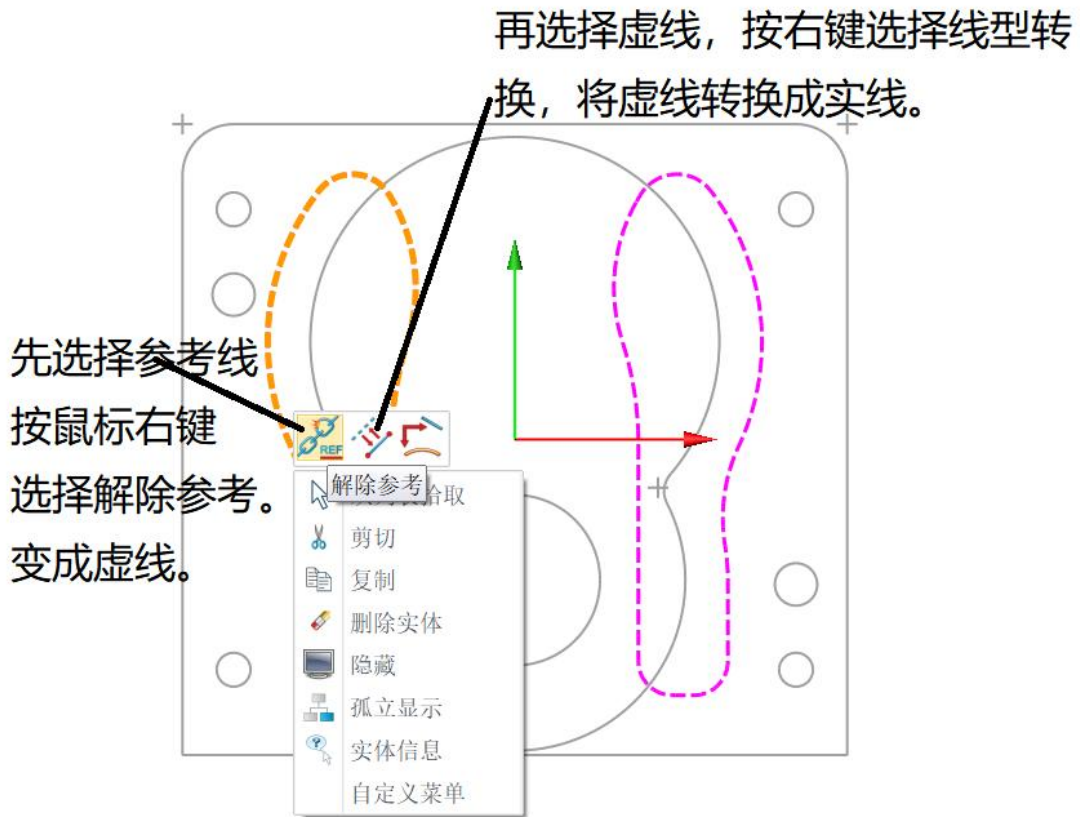


图 9-14 线的转换

转换后如图 9-15 所示。

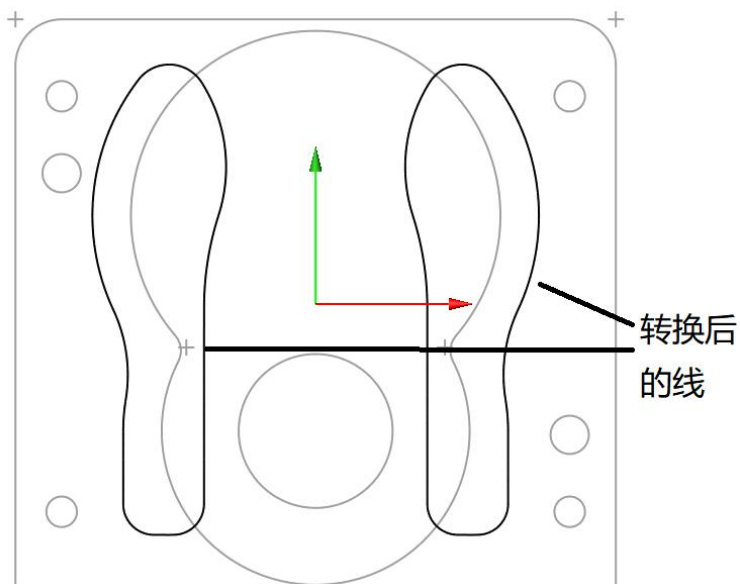


图 9-15 转换线

采用转换后的线拉伸实体, 对主体进行修剪, 如图 9-16 所示。

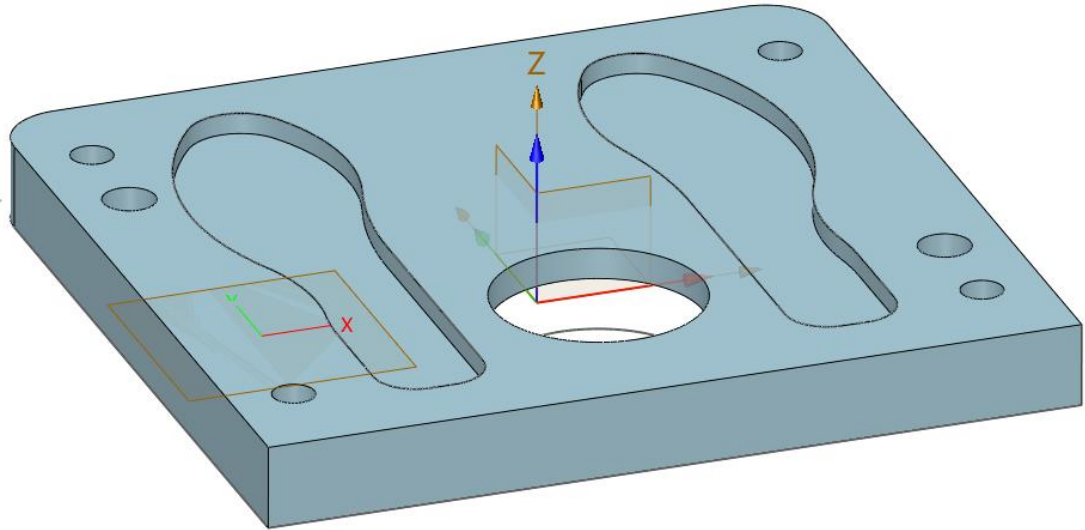


图 9-16 修剪效果

10、凸台绘制，在 YZ 平面绘制草图，如图 9-17 所示。

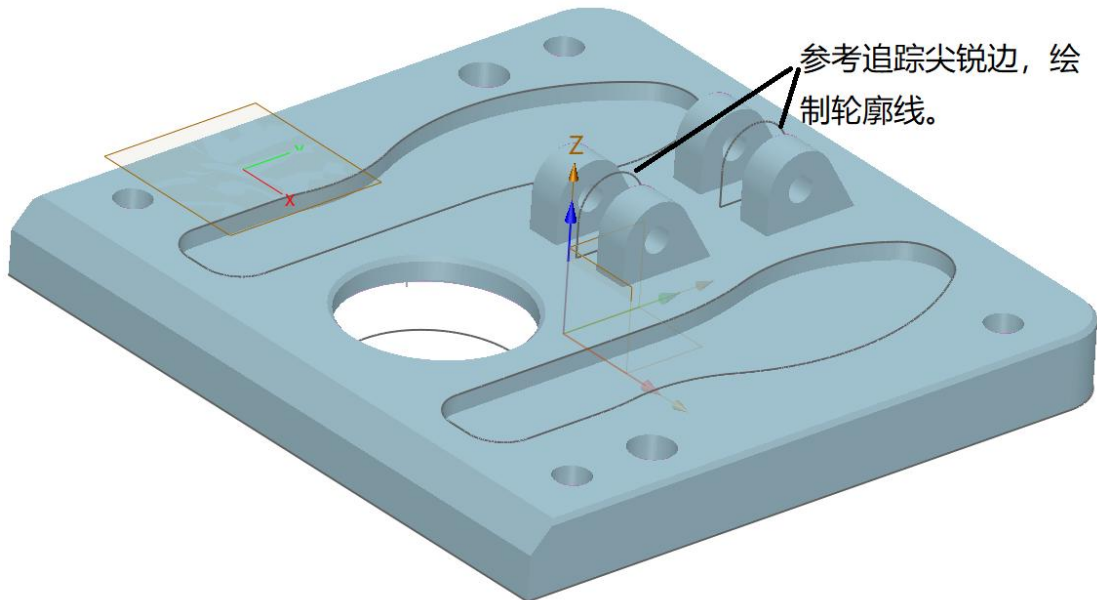


图 9-17 绘制草图

分析轮廓线离凸台距离，近的为 3mm，远的为 7 mm。拉伸如图 9-18 所示。

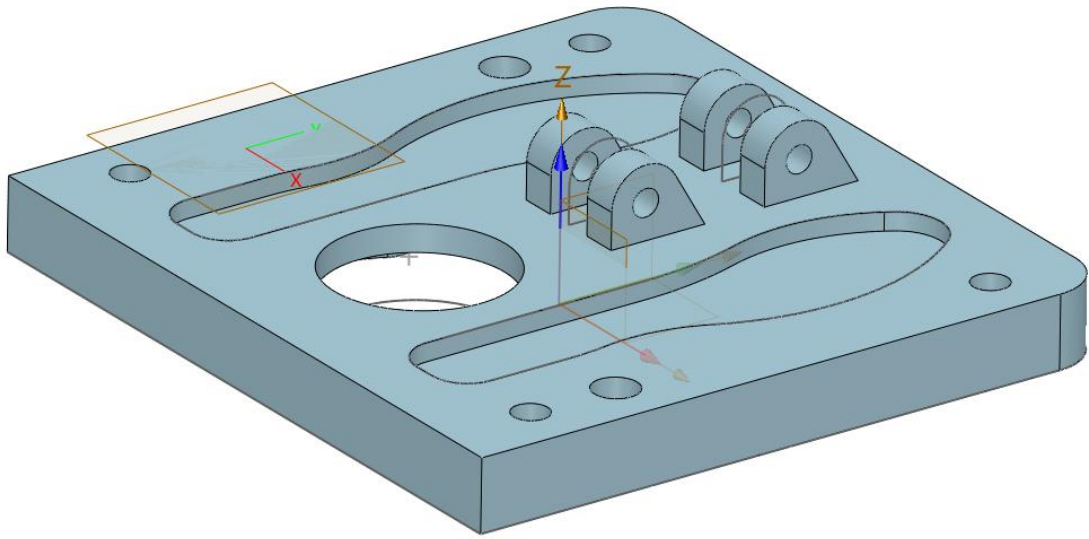


图 9-18 拉伸效果

11、分析倒角距离，大的倒角距离为 3mm，小的倒角距离 0.5mm。
倒角效果如图 9-19 所示。

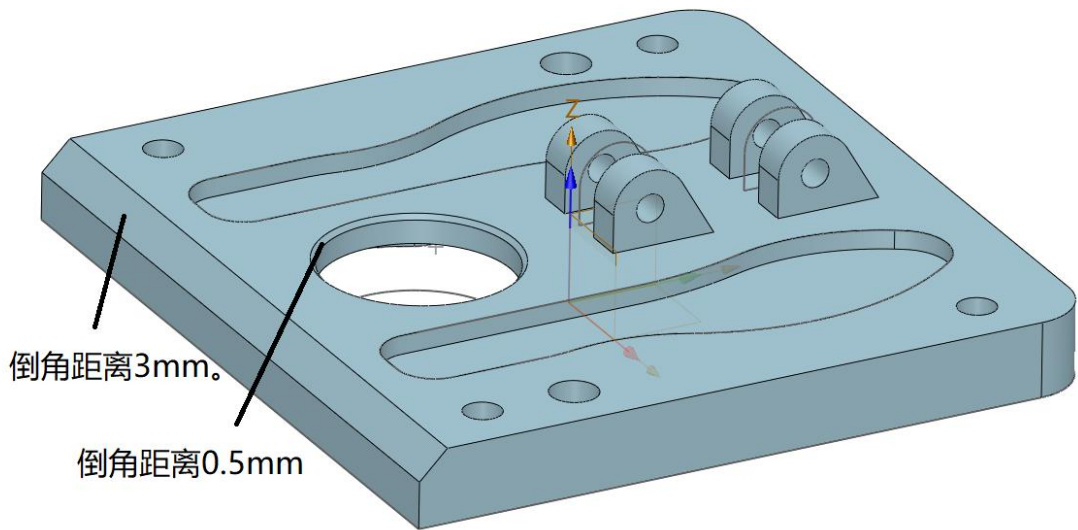


图 9-19 倒角效果

三、思政课程

从仿制到创新：逆向不是抄袭，是学习再超越 → 自主创新、知识产权

任务十、铣刀逆向造型

一、教学目标：

- 1、掌握铣刀的逆向造型方法。
- 2、掌握铣刀逆向造型技巧。

二、教学重点

铣刀的逆向造型方法。

三、教学难点

合理构建辅助面来修剪实体。

四、素质(思政)内容

要求学生对建模参数全程留存记录，养成标准化、规范化的工作习惯，树立质量第一的职业理念。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

对图 10-1 所示的铣刀进行逆向造型。

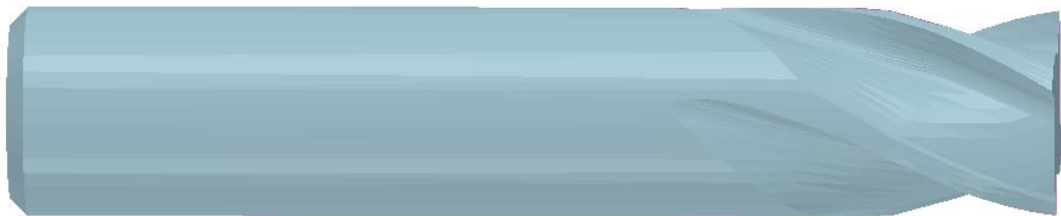


图 10-1 铣刀

二、设置坐标：创建包容块，创建坐标系。

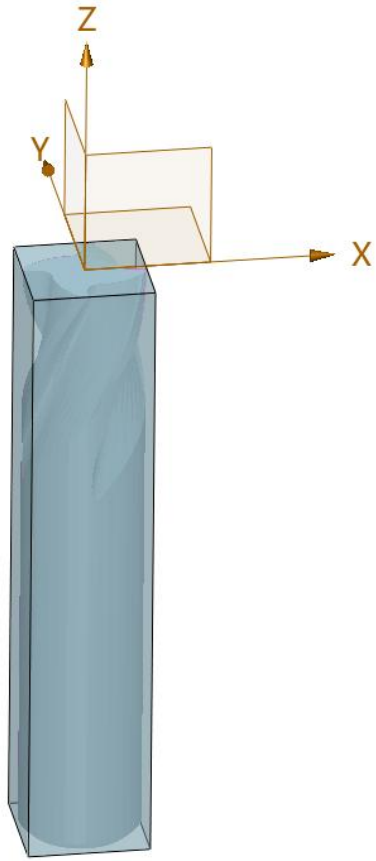


图 10-2 创建坐标系

三、创建主体

(1) 采用追踪尖锐边绘制线框，如图 10-3 所示。

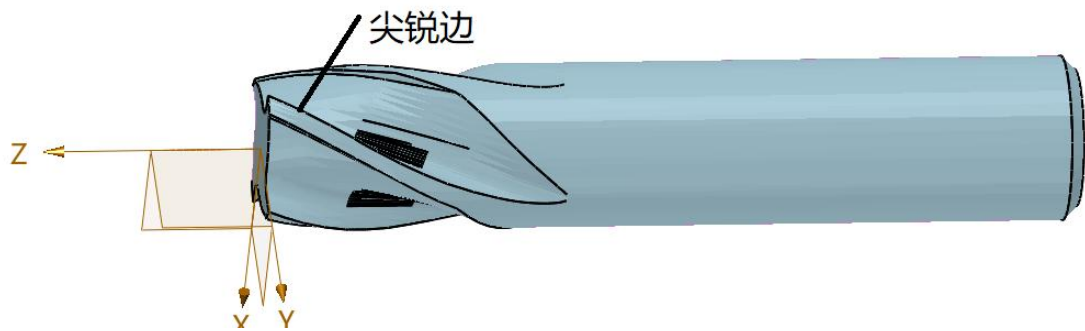


图 10-3 绘制尖锐边

(2) 留住有用的线框，去除没用的线，如图 10-4 所示。

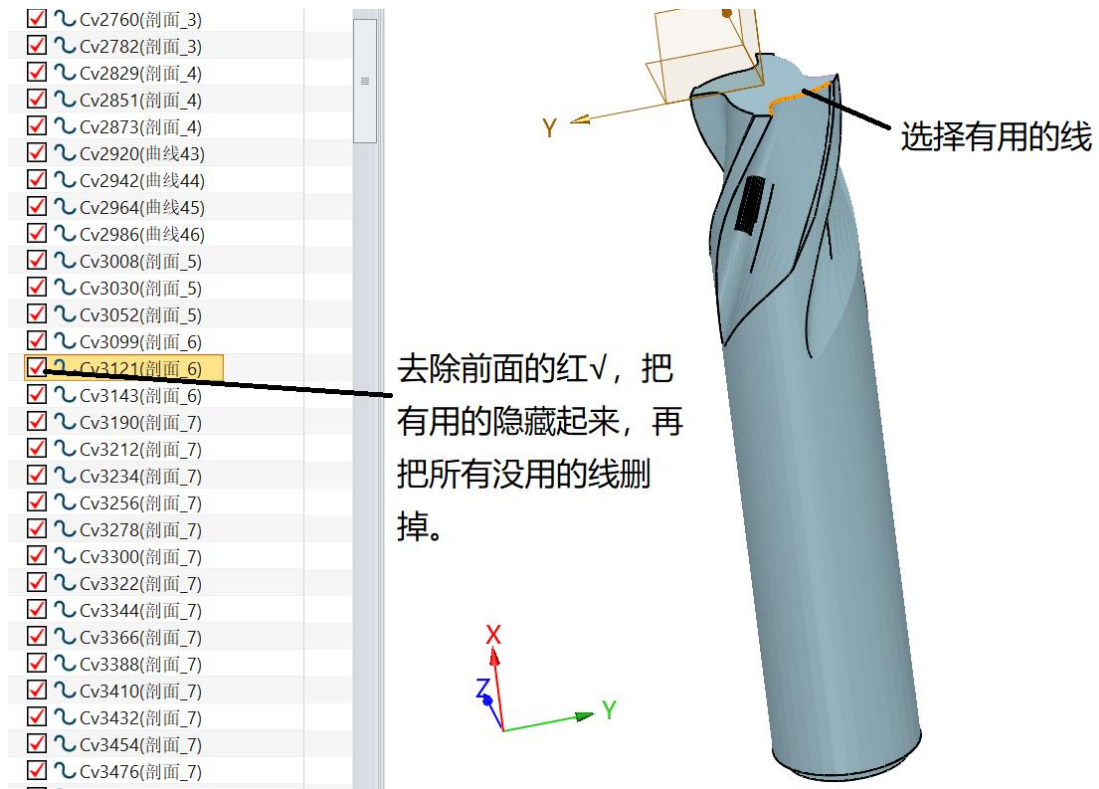


图 10-4 留住有用的线

(3) 去线效果如图 10-5 所示。

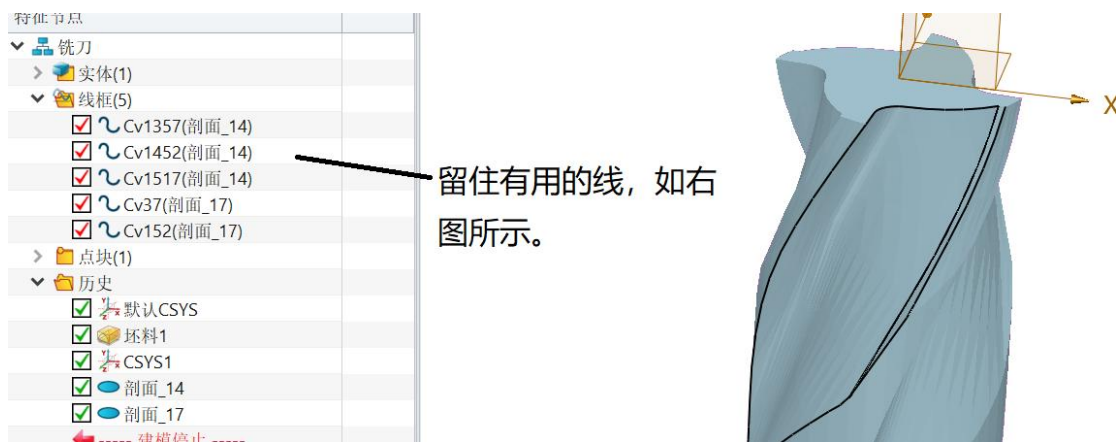


图 10-5 去除线框

(4) 绘制截面线, 先绘制基准面, 如图 10-6 所示。

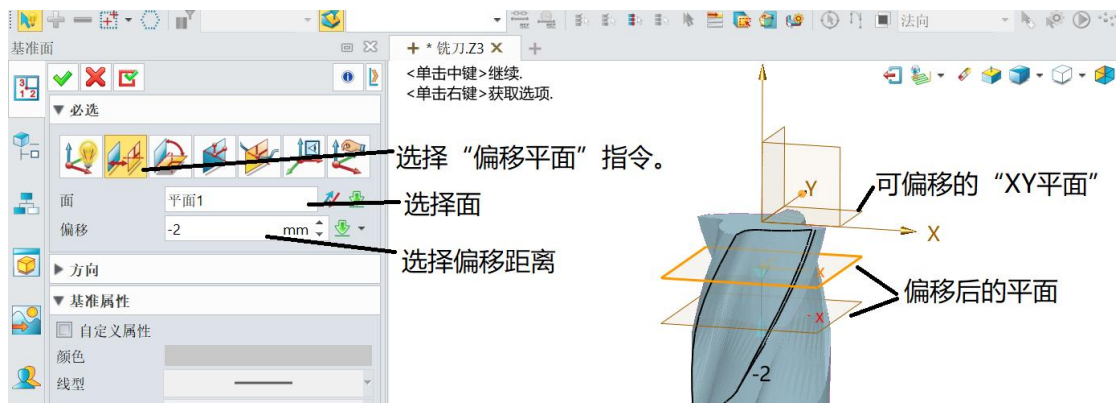


图 10-6 绘制基准面

采用基准面，绘制截面线，如图 10-7 所示。

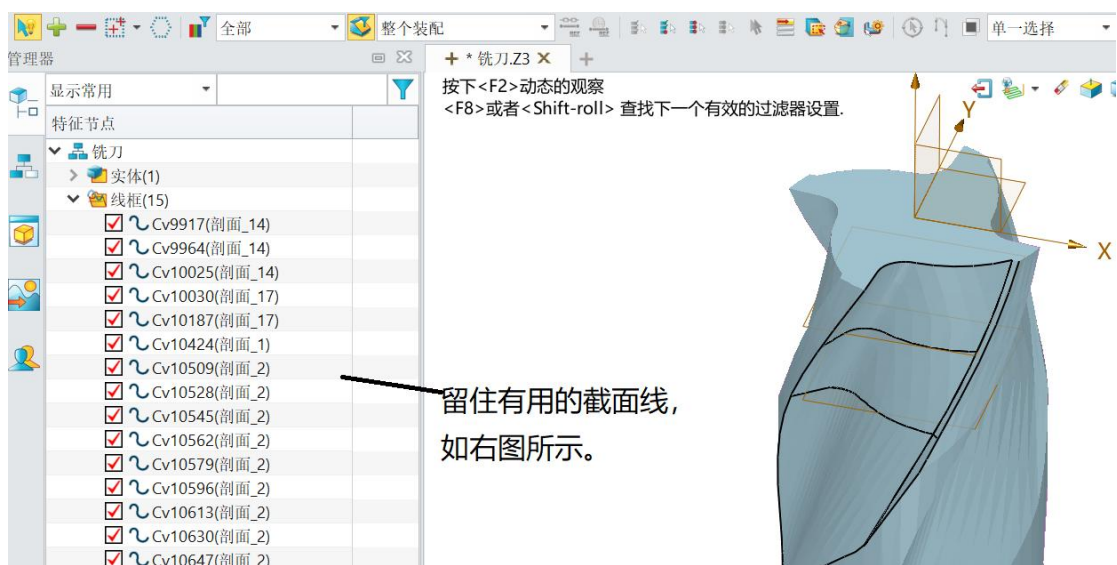


图 10-7 绘制截面线

(5) 用所绘制的基准面和截面线绘制草图，如图 10-8 所示。

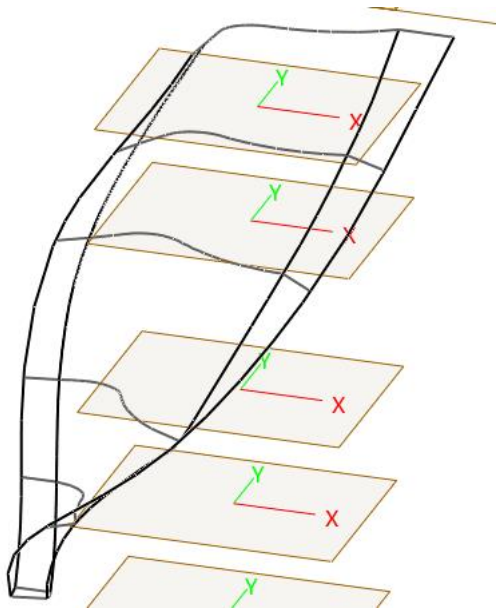


图 10-8 截面线

(6) 用 UV 曲面绘制曲面。如图 10-9 所示。

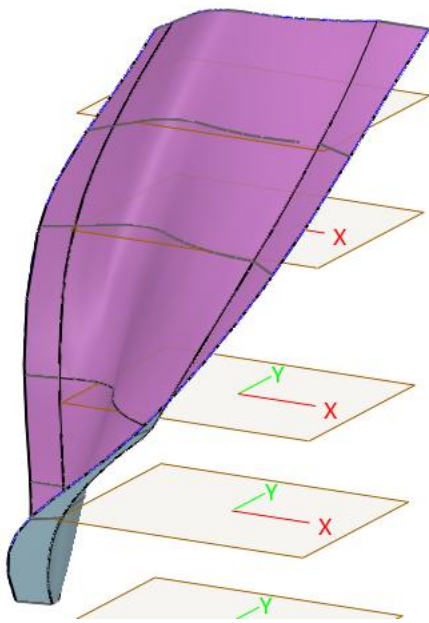


图 10-9 绘制曲面

(7) 圆形阵列 UV 曲面，如图 10-10 所示。

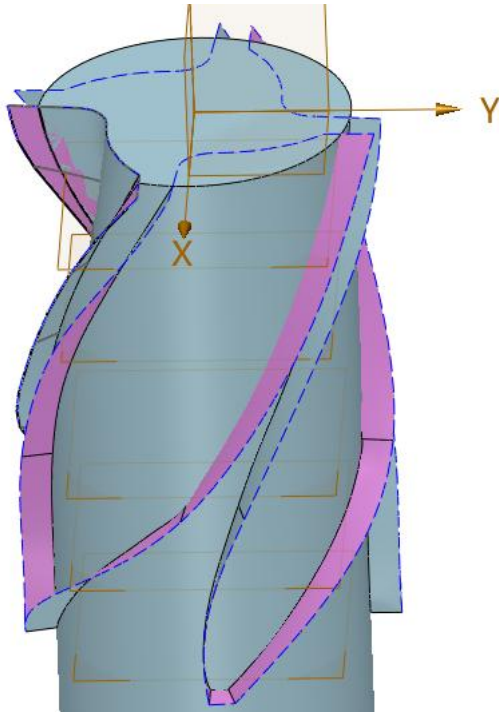


图 10-10 阵列 UV 曲面

(8) 用 UV 曲面修剪主体，如图 10-11 所示。



图 10-11 实体修剪

(9) 刀刃修剪，绘制修剪刀刃的曲面，如图 10-12 所示。

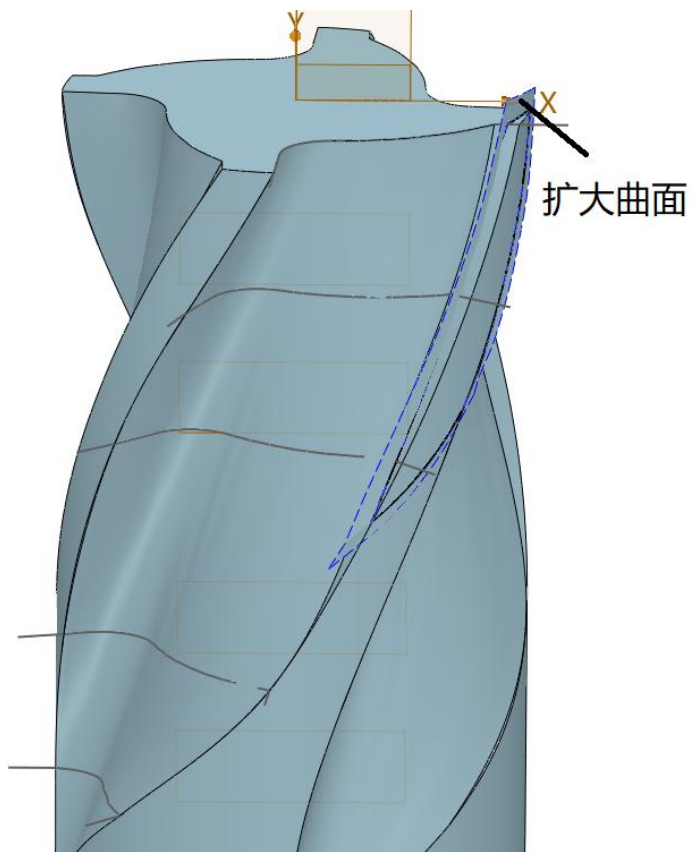


图 10-12 扩大面

(10) 将扩大曲面进行圆形阵列，如图 10-13 所示。

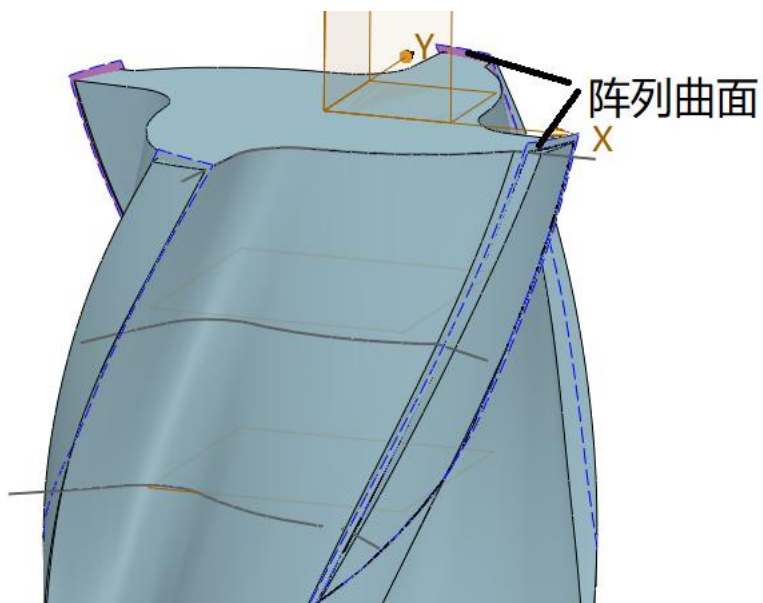


图 10-13 阵列曲面

(11) 用阵列曲面修剪实体，如图 10-14 所示。

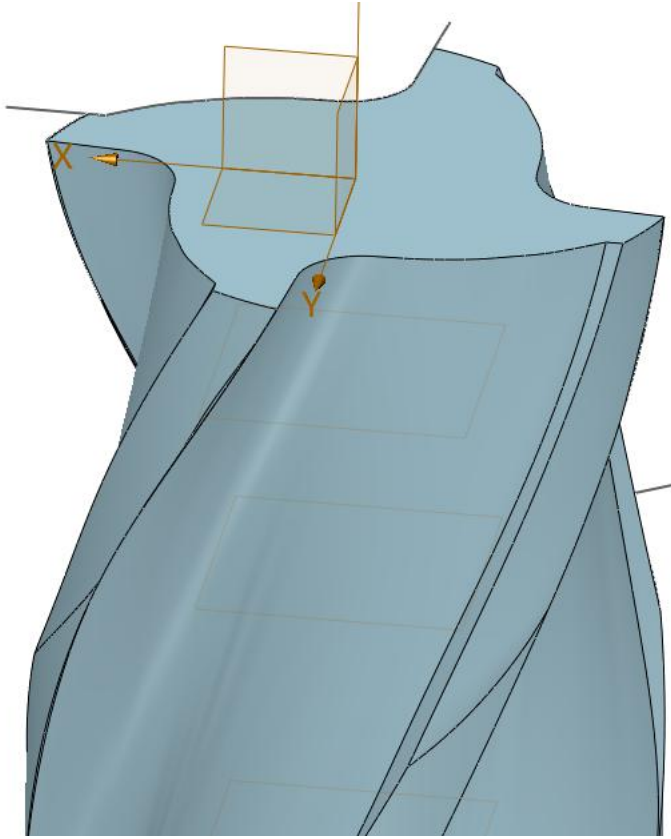


图 10-14 修剪后的实体

三、思政课程

要求学生对建模参数全程留存记录，养成标准化、规范化的工作习惯，树立质量第一的职业理念。

任务十一、扫描件逆向造型

一、教学目标：

- 1、掌握扫描件坐标摆正方法。
- 2、掌握扫描件逆向造型技巧。

二、教学重点

扫描件的摆正以及逆向造型方法

三、教学难点

合理的选择逆向造型方法。

四、素质(思政)内容

逆向设计的核心价值不在于“复刻原样”，而在于发现缺陷、优化结构、升级功能、降本增效。教学中摒弃“一比一照搬建模”的单一要求，引导学生对标原有产品的结构短板、工艺缺陷、使用痛点，结合力学原理、3D 打印成型特性完成结构创新优化。

四、教学方式：

讲解、演示、实验

五、学时数

8 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

对图 11-1 所示的工件进行逆向造型。



图 11-1 扫描件

二、对扫描件摆正坐标。

(1) 尽量摆平 XY 平面, 3 个点的距离在平整的面上尽量远, 如图 11-2 所示。

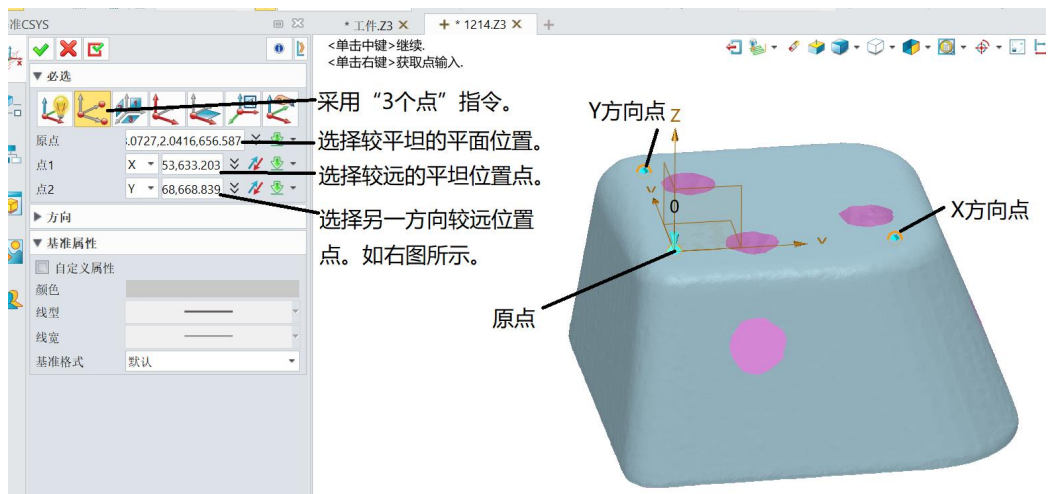


图 11-2 摆平 XY 平面

(2) 对 XY 基准面进行偏移, 用偏移后的基准面绘制截面线。如图 11-3 所示。

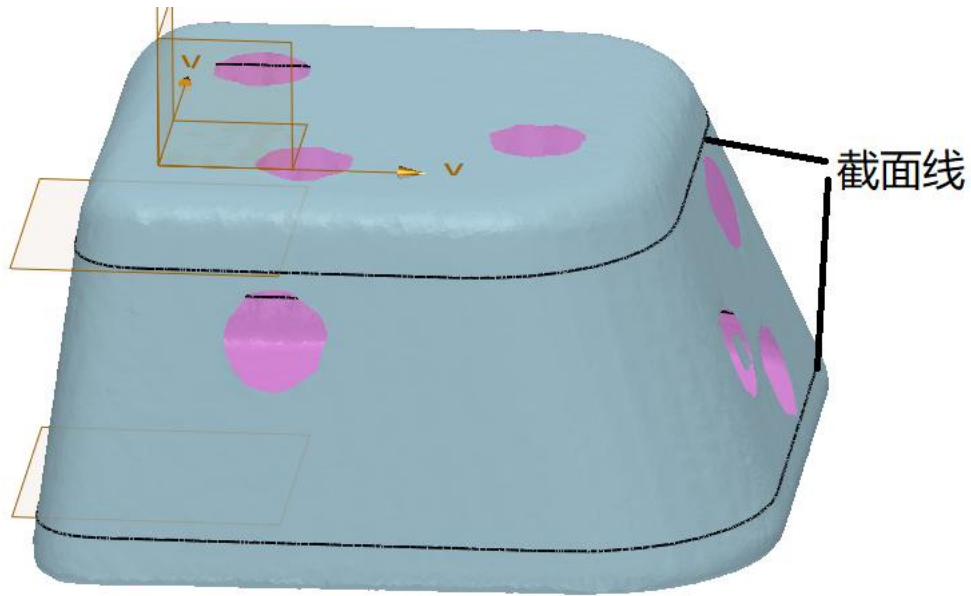


图 11-3 绘制截面线

(3) 采用截面线重新移动坐标，使 X 轴与零件长度方向尽量平行。

如图 11-4 所示。

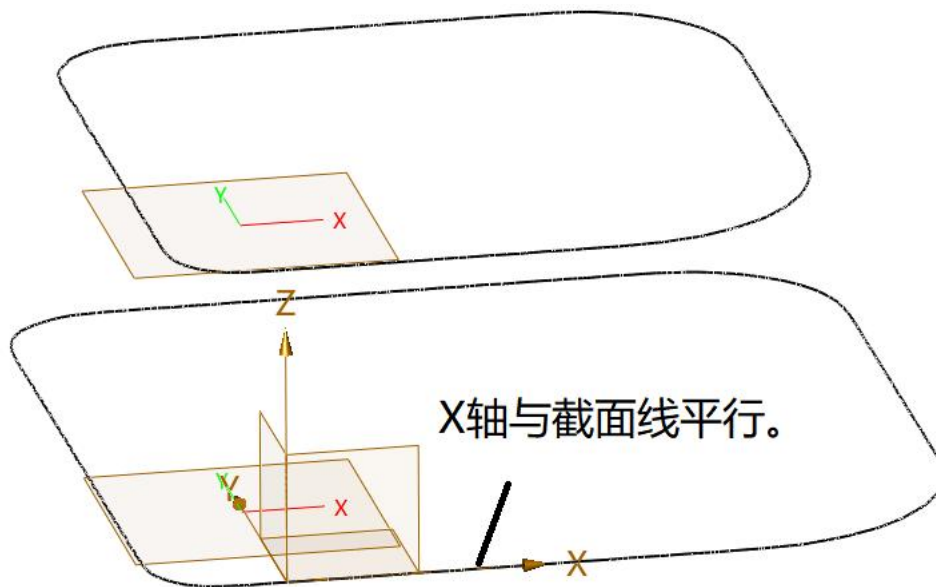


图 11-4 坐标重设

(4) 移动坐标，将所设置的坐标移到系统坐标，实现工件摆正，如图 11-5 所示。

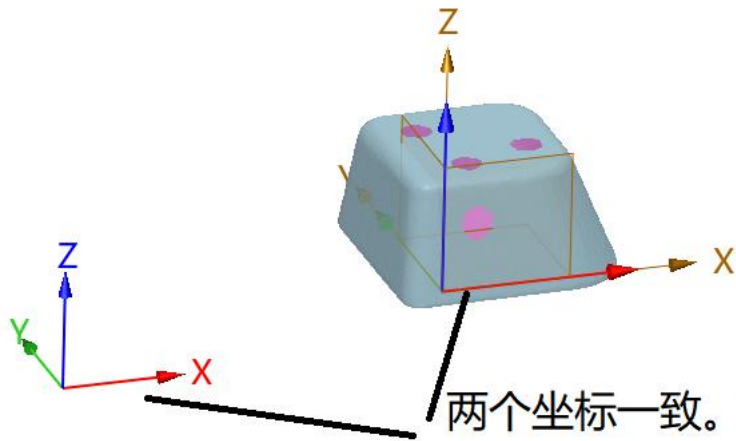


图 11-5 坐标移动

(5) 绘制坯料，重新设置工件坐标。并将工件坐标移动到系统坐标。
如图 11-6 所示。

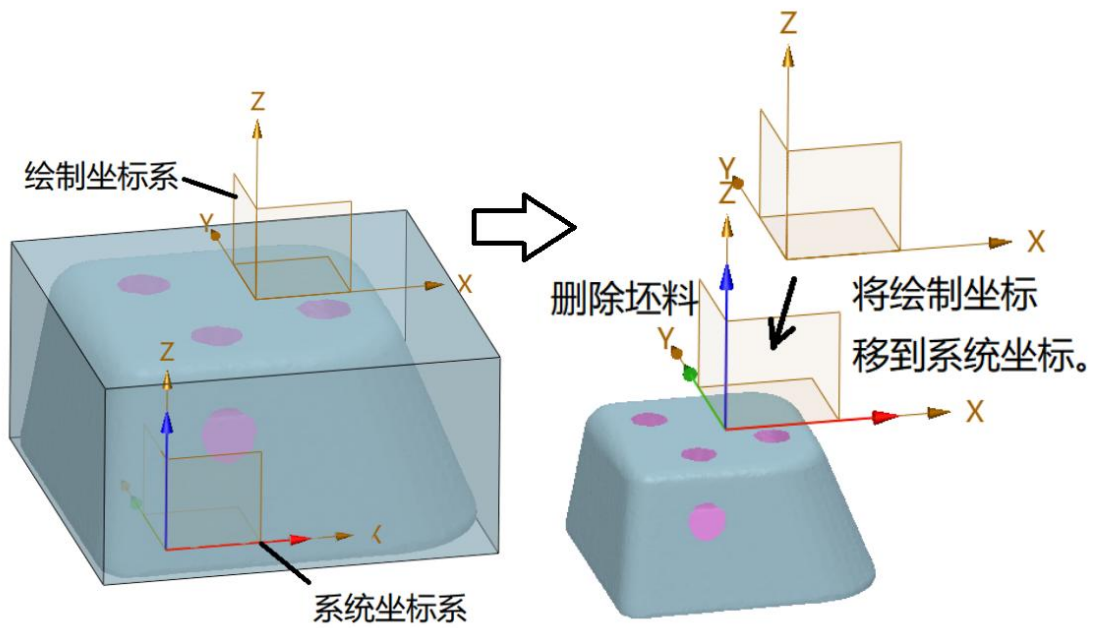


图 11-6 绘制坐标系

(6) 重新绘制移动后工件的截面线。如图 11-7 所示。

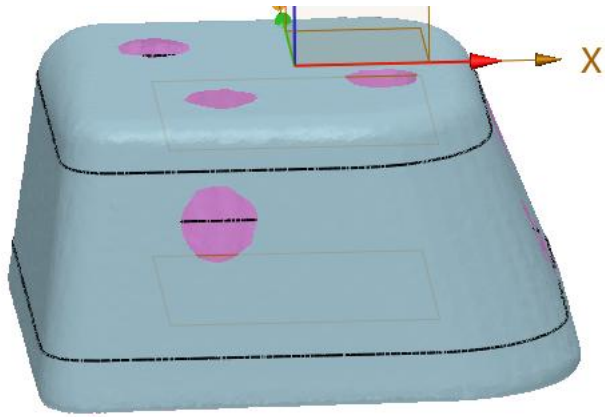


图 11-7 绘制截面线

(7) 以截面线绘制参考线，通过参考线绘制工件截面线，如图 11-8 所示。

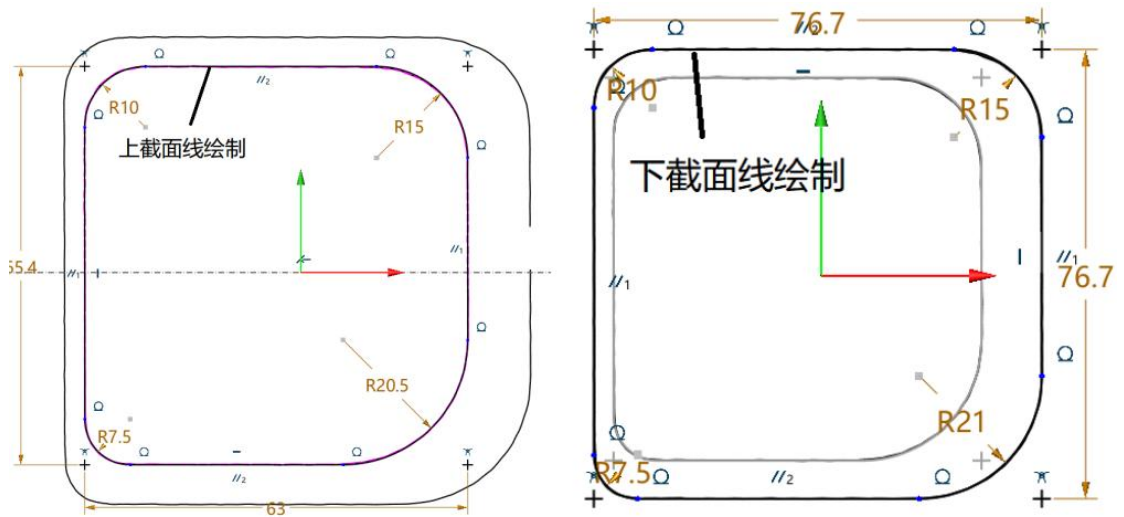


图 11-8 绘制上下截面线

(8) 隐藏用基准面截图的截面线，留下草图绘制的截面线。如图 11-9 所示。

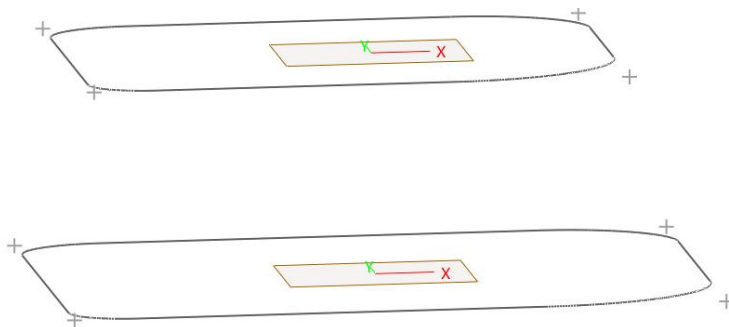


图 11-9 绘制截面线

(9) 采用“放样”指令，绘制实体如图 11-10 所示。

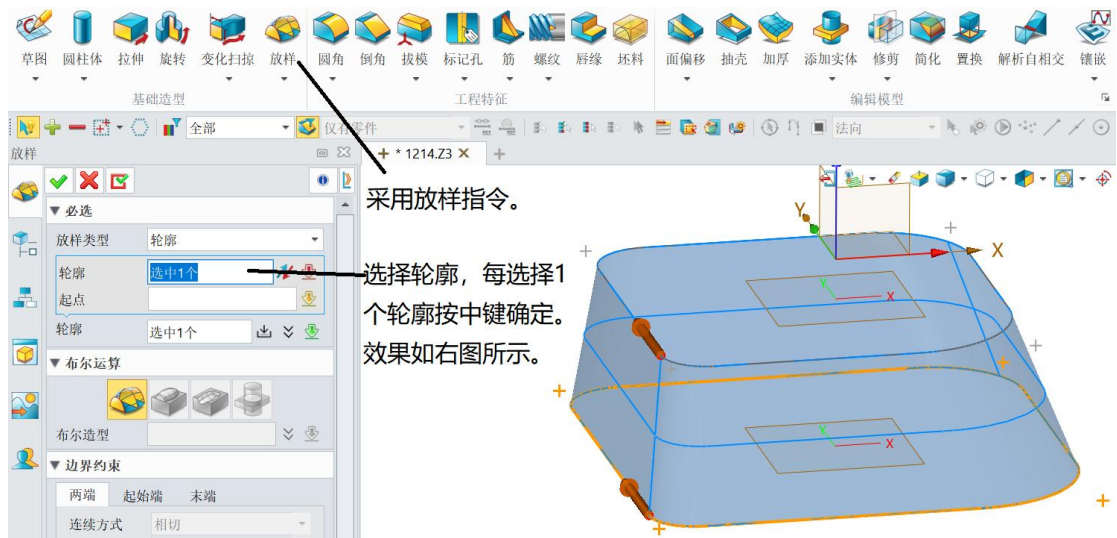


图 11-10 实体绘制

(10) 对实体进行偏置，如图 11-11 所示。

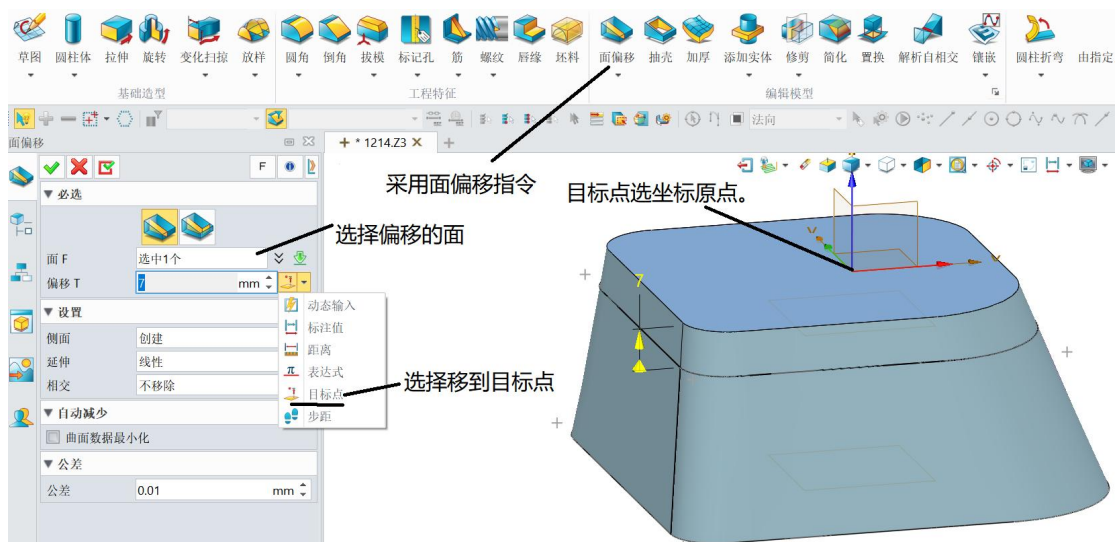


图 11-11 实体偏置

同样对实体底面进行偏置，先分析底面离坯料底面的距离为 8.15mm，效果如图 11-12 所示。

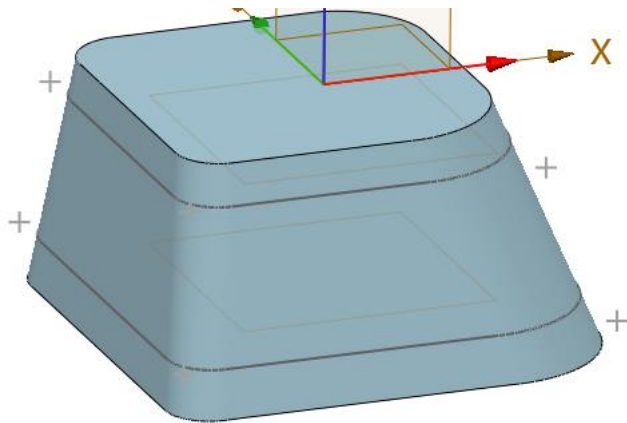


图 11-12 偏置效果

(11) 绘制截面线，分析圆角半径，进行倒圆角，如图 11-13 所示。

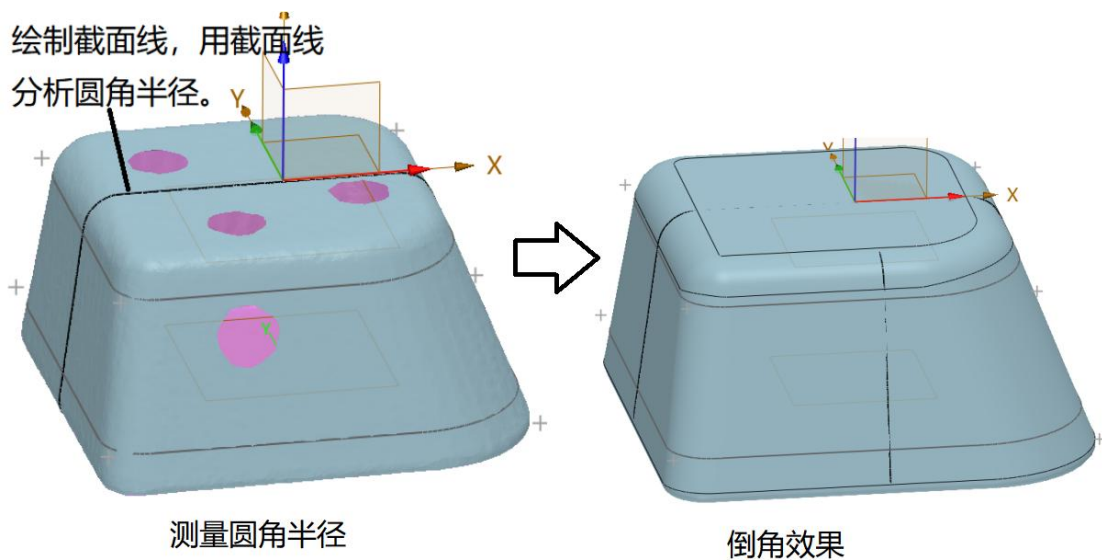


图 11-13 倒角效果

三、思政课程

逆向设计的核心价值不在于“复刻原样”，而在于发现缺陷、优化结构、升级功能、降本增效。教学中摒弃“一比一照搬建模”的单一要求，引导学生对标原有产品的结构短板、工艺缺陷、使用痛点，结合力学原理、3D 打印成型特性完成结构创新优化。

任务十二、工件装配准备与部分装配

一、教学目标：

- 1、掌握装配前的准备过程。
- 2、掌握机构的装配方法。

二、教学重点

机构的装配方法。

三、教学难点

针对不同的零件选择合理的装配方法。

四、素质(思政)内容

打破思维定式，从“被动复刻”转变为“主动创新”，理解制造业“迭代升级、持续优化”的发展逻辑，培养不盲从、敢突破、善创新的工科思维。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

用给定零件完成如图 12-0 所示主要机构进行装配。

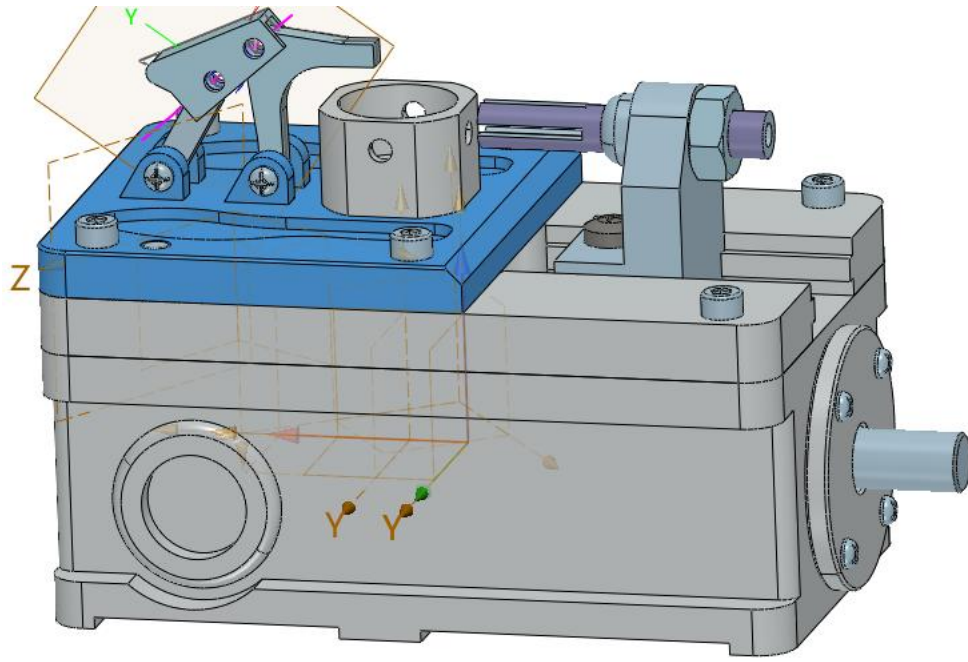


图 12-0 装配图

二、安装前过程准备如下：

(1) 装配前准备，如图 12-1，图 12-2 所示。

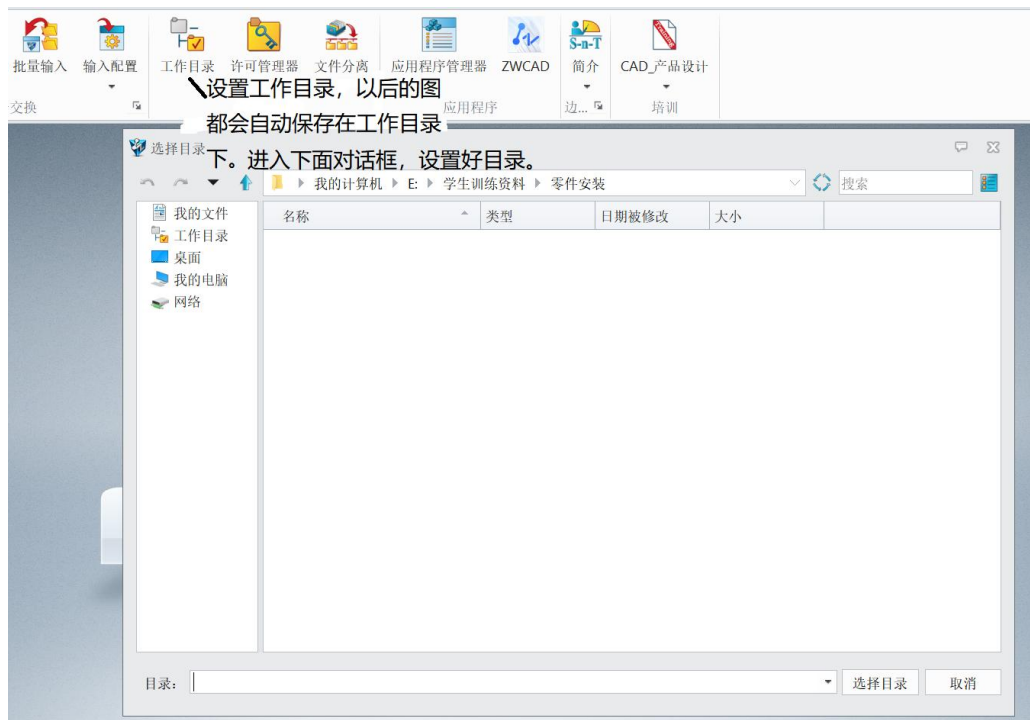


图 12-1 目录设置



图 12-2 去√单文件单对象

(2) 把工件拖入软件里, 如图 12-3 所示。

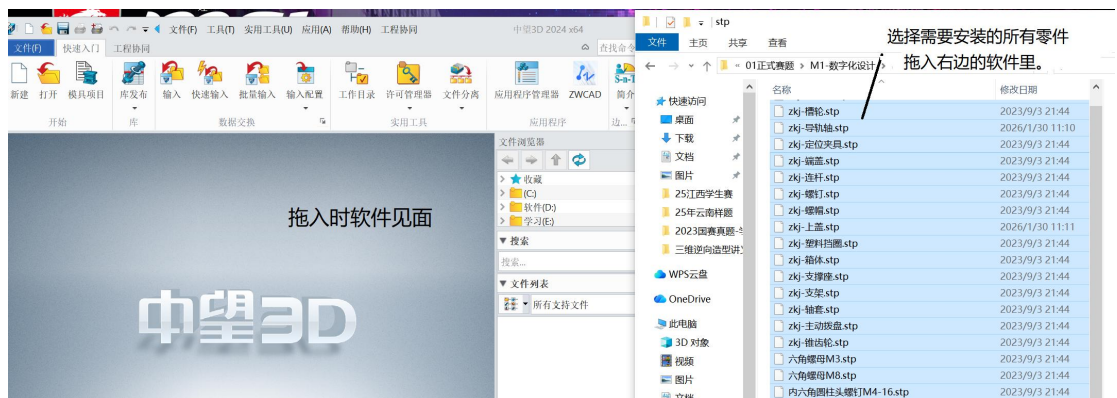
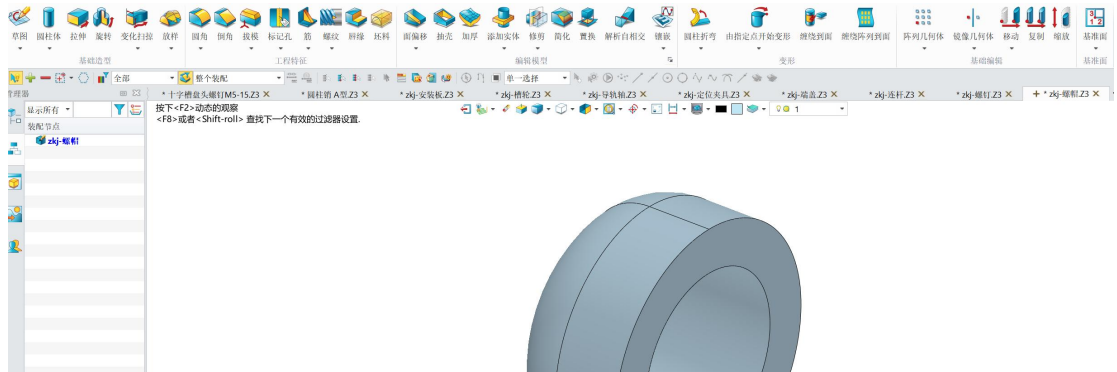


图 12-3 工件拖入软件

拖入后效果如图 12-4 所示。



12-4 拖入效果

保存全部, 如图 12-5 所示。



图 12-5 保存全部

进入保存对话框。如图 12-6 所示。

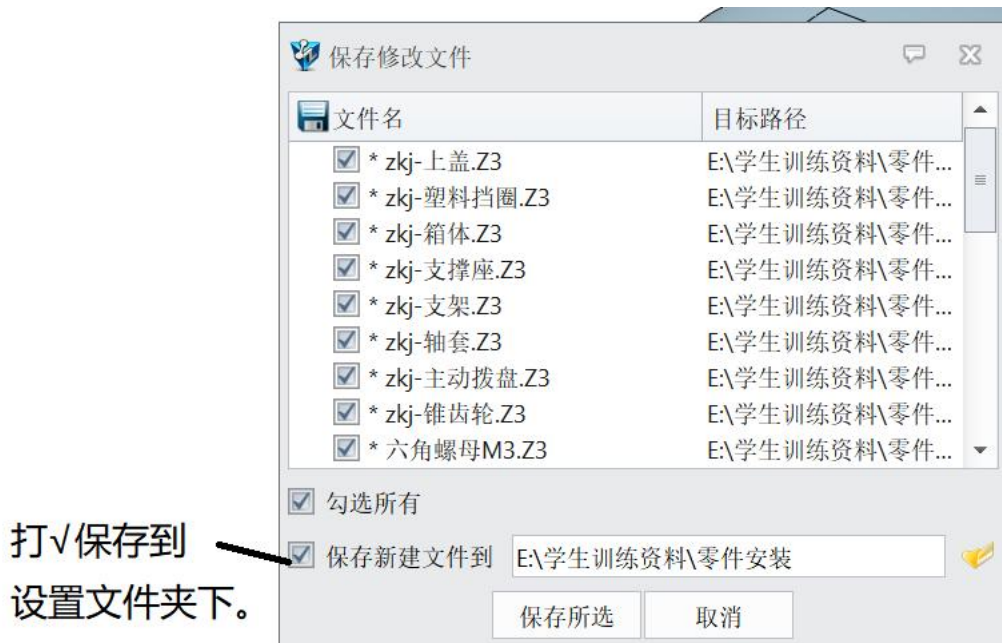


图 12-6 保存对话框

保存后全部关闭，如图 12-7 所示。



图 12-7 全部关闭

(3) 新建过度文件，如图 12-8 所示。

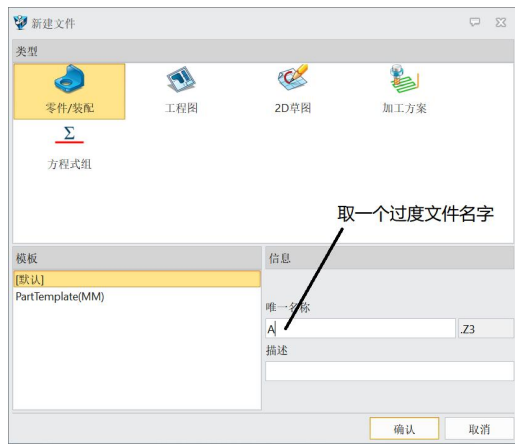


图 12-8 新建过度文件

新建文件后，在装配状态下，插入多组件，如图 12-9 所示。

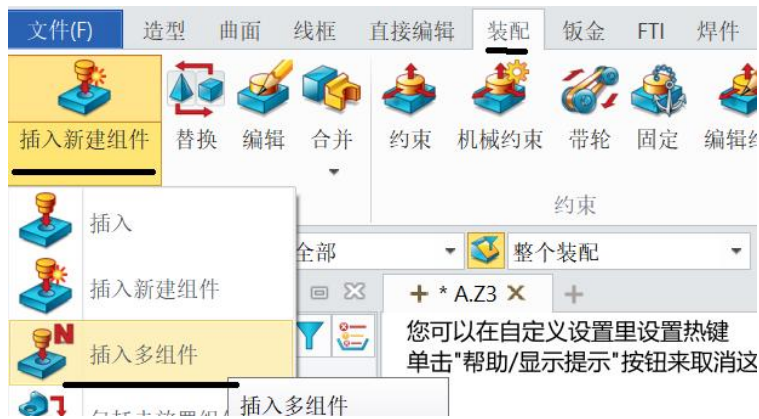


图 12-9 插入多组件

进入插入多组件对话框。如图 12-10 所示。

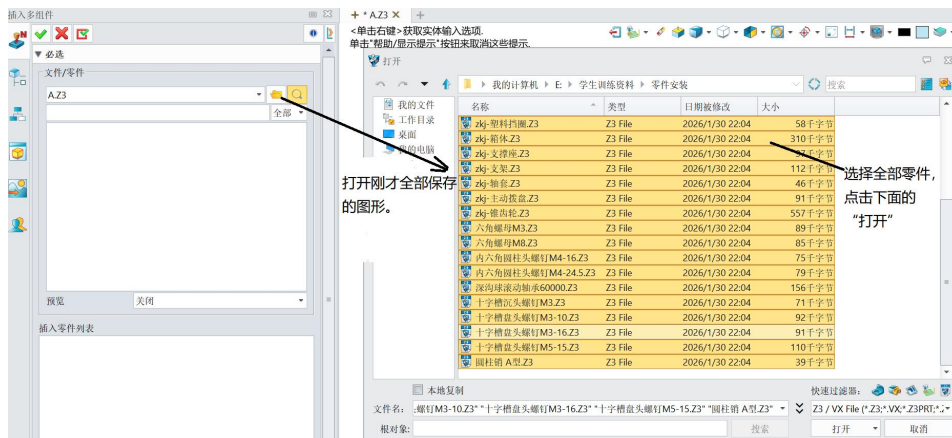


图 12-10 插入多组件

插入多组件后，进一步设置如图 12-11 所示设置。

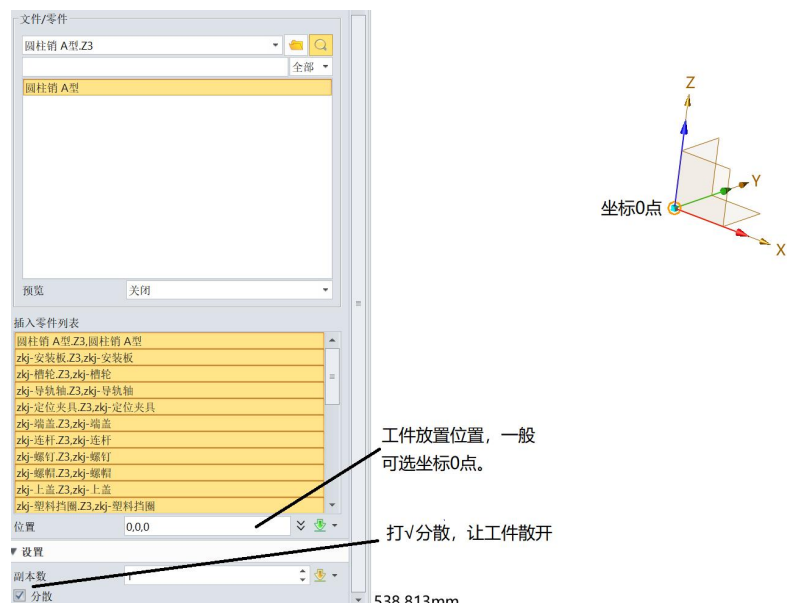


图 12-11 插入多组件设置

按图 12-11 设置好, 确定后, 效果如图 12-12 所示。

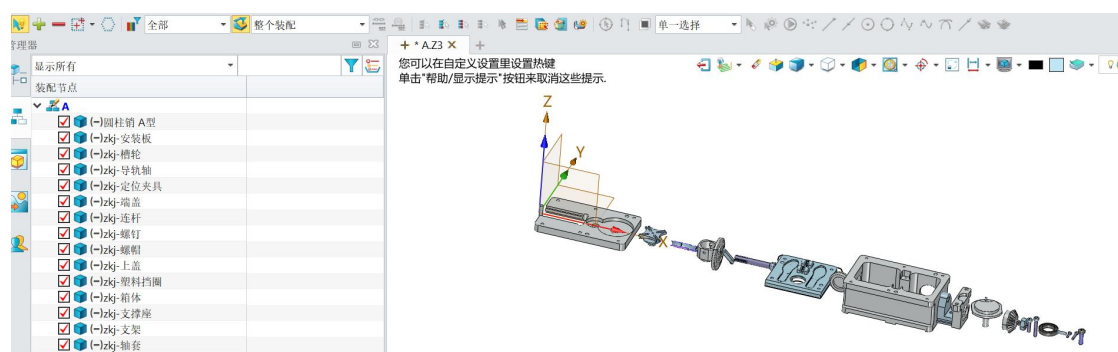


图 12-12 插入后效果

(4) 插入后点击保存, 并关闭 A 过度文件。再新建装配文件。

如图 12-13 所示。

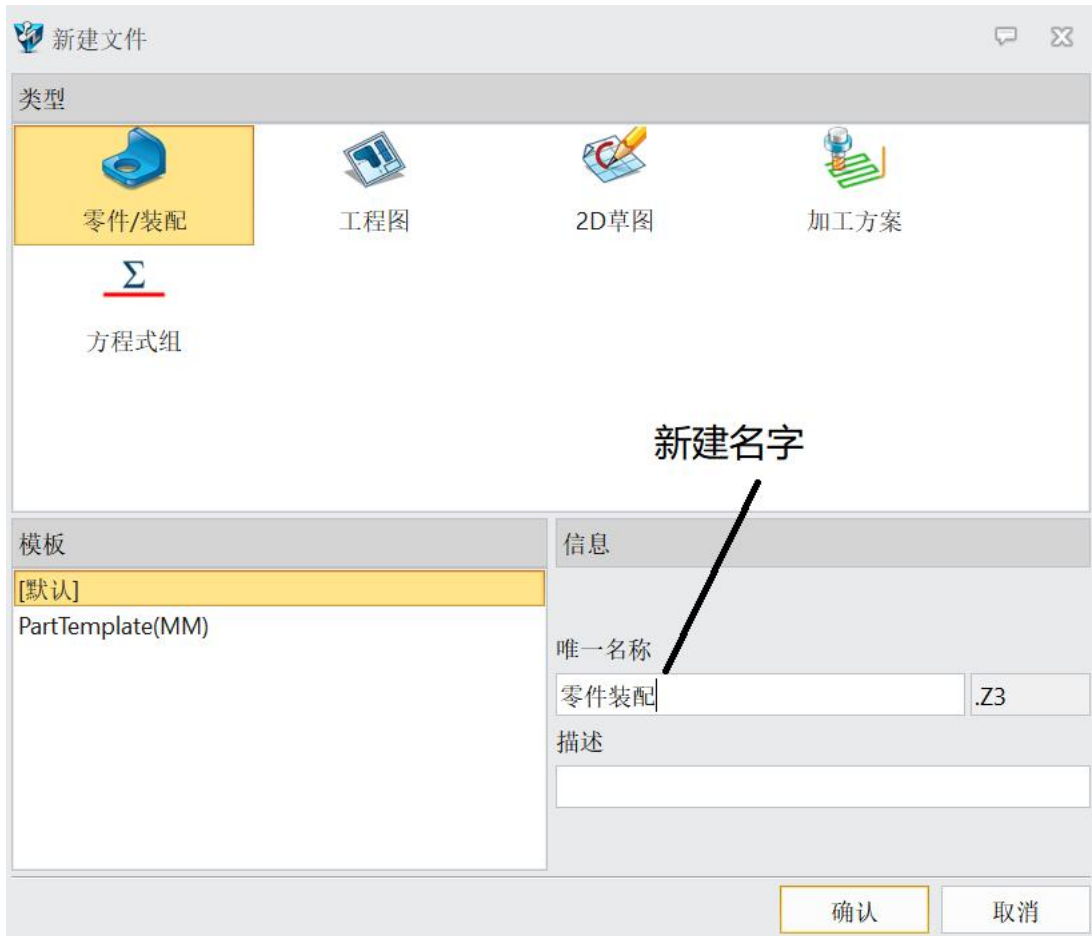


图 12-13 新建零件装配

新建文件确认后，进入软件界面，在“装配”指令下插入组件，如图 12-14 所示。

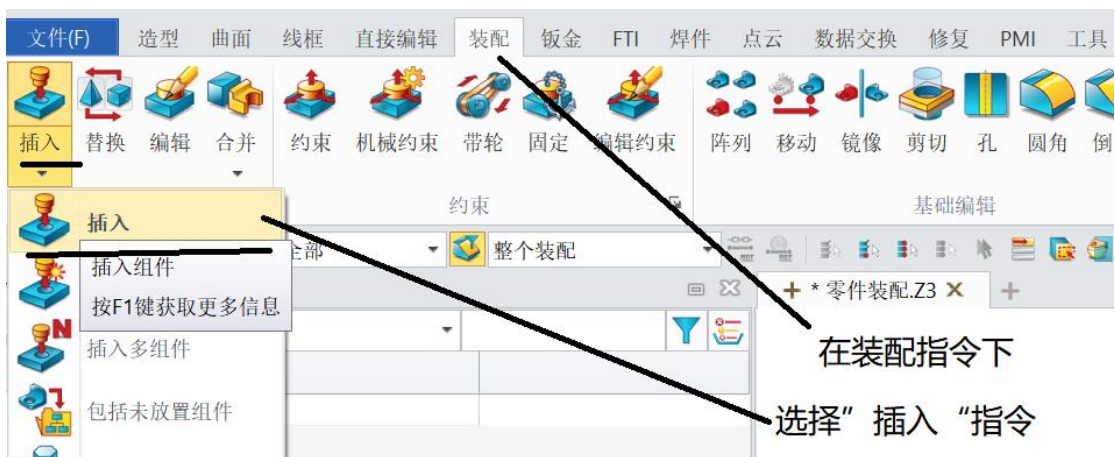


图 12-14 选择插入

进入插入对话框，如图 12-15 所示。

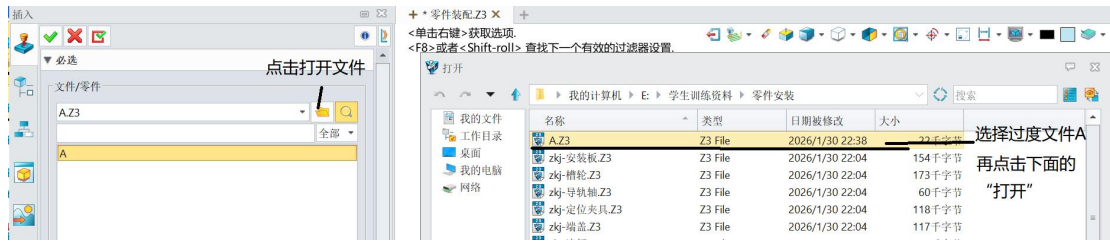


图 12-15 打开过度文件

插入对话框进一步设置如图 12-16 所示。

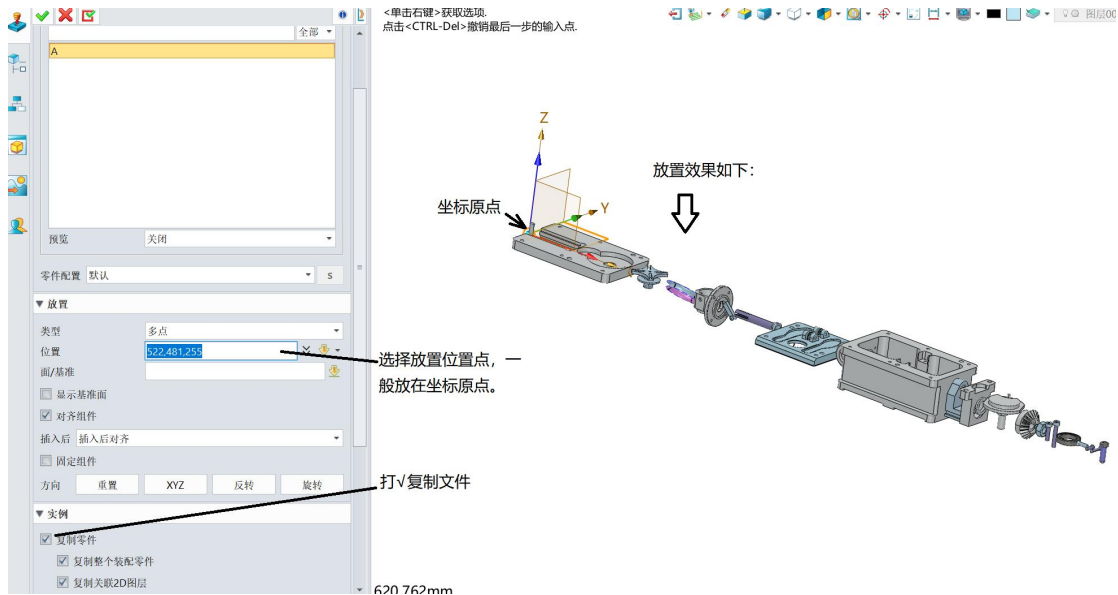


图 12-16 插入对话框设置

插入确认后，进入软件界面，如图 12-17 所示。

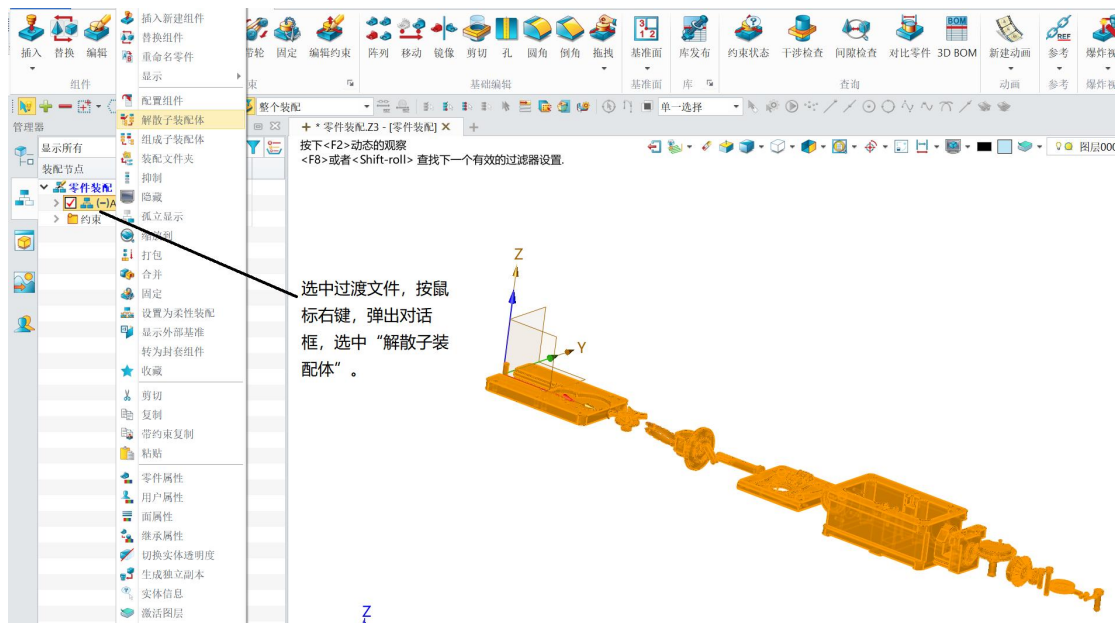


图 12-17 解散子装配体

点击“解散子装配体”后弹出对话框，“是否删除约束等”直接点击

“是”。进入装配见面。如图 12-18 所示。

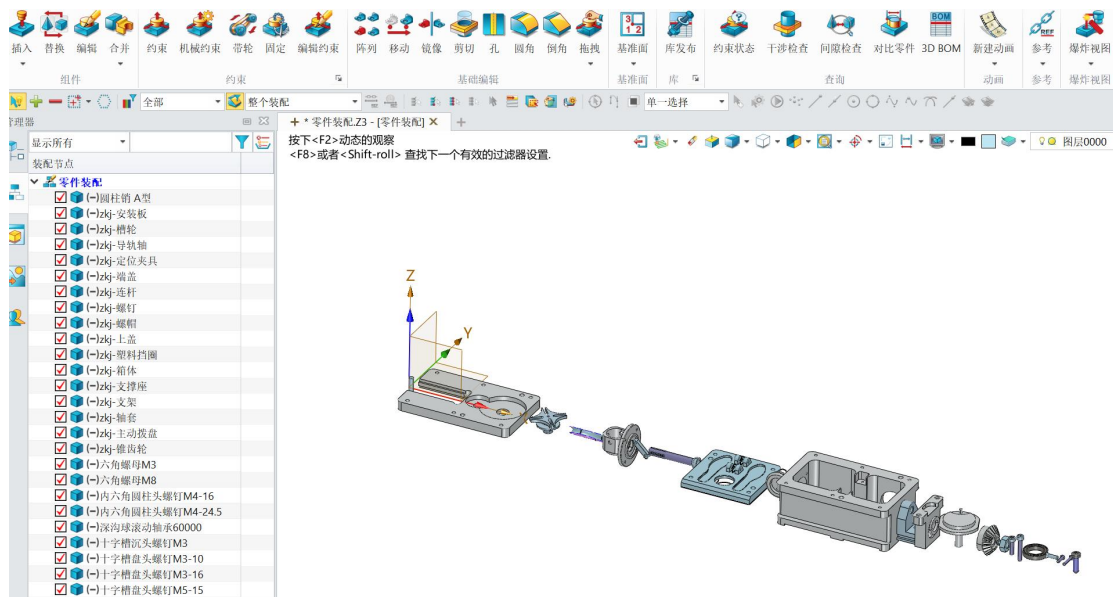


图 12-18 装配见面

(5) 现在可以装配，图中的零件可以任意拖动，打开左上角的“约束”指令，可以对零件进行合理约束，用来装配。约束指令介绍如图 12-19 所示。



图 12-19 约束介绍

三、部分主要结构装配。

(1) 机构主体的固定。本机构首先固定箱体，如图 12-20 所示。

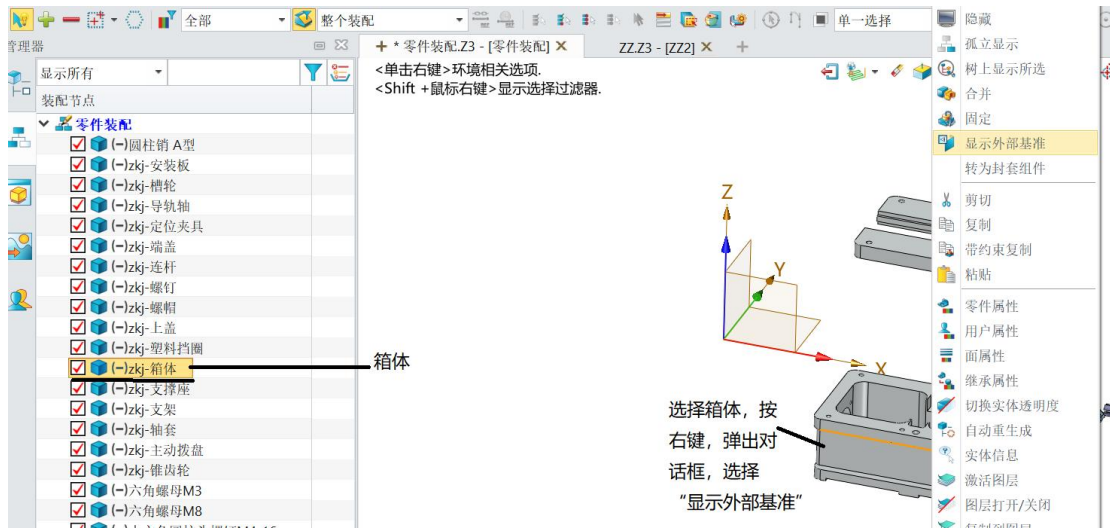


图 12-20 显示外部基准

箱体显示基准后，将箱体坐标系与系统坐标系固定，如图 12-21 所示。

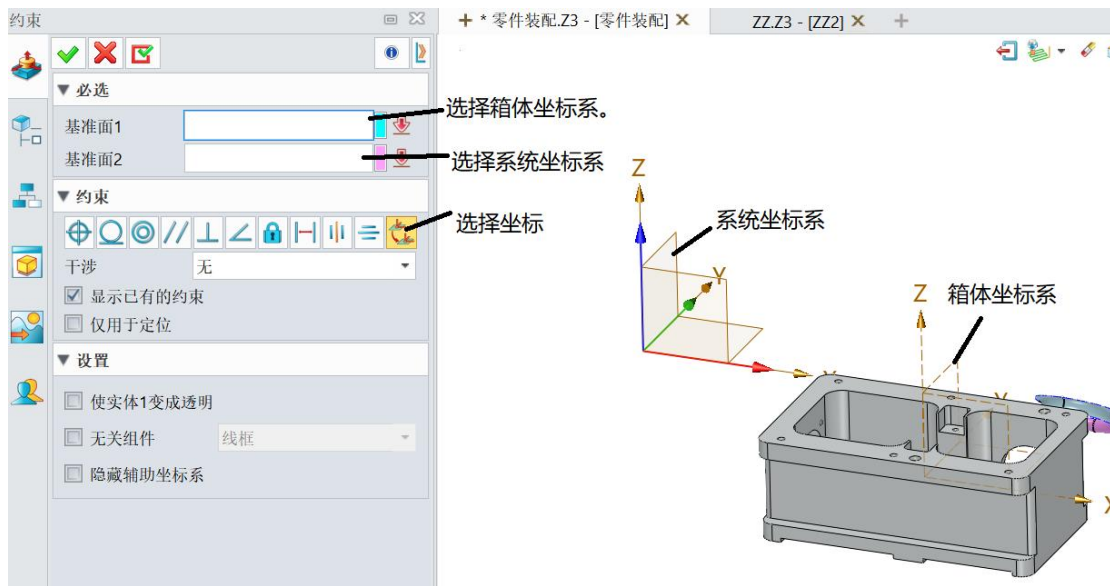


图 12-21 箱体固定

(2) 固定后，箱体不能移动了，在箱体上安装输入轴，如图 12-22 所示。

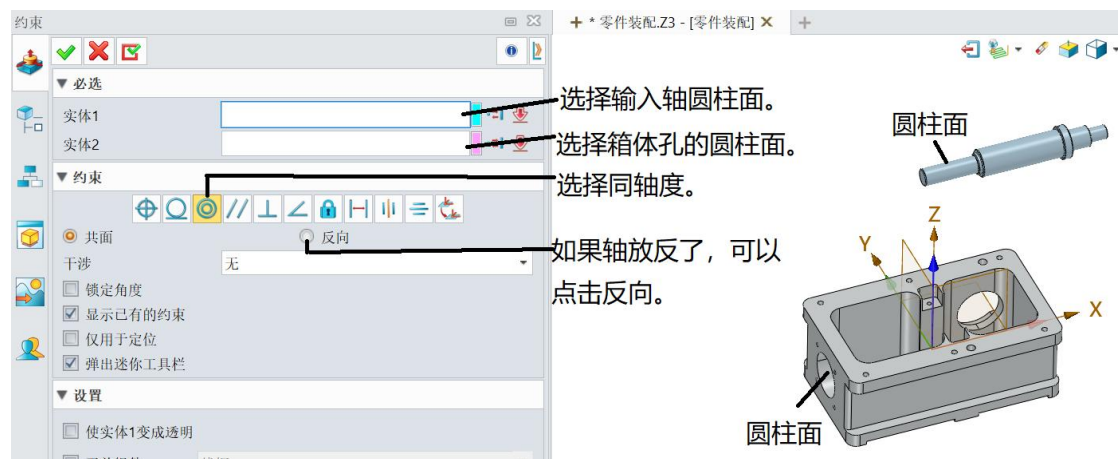


图 12-22 主轴安装

安装效果如图 12-23 所示, 输入轴可以左右移动, 还位左右固定。

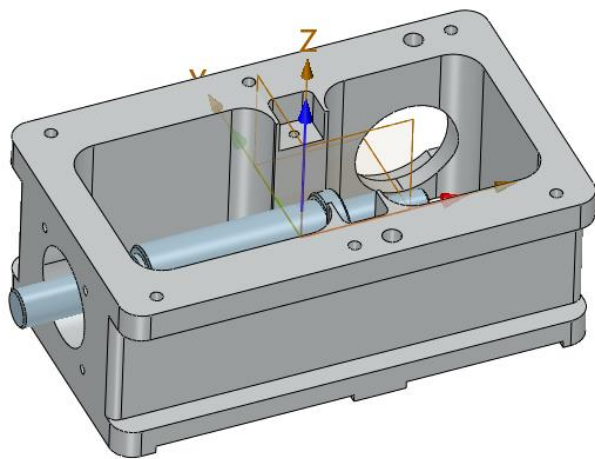


图 12-23 输入轴安装效果

(3) 轴承的安装, 采用同轴度约束方法对轴承进行安装, 同轴后, 轴承可以左右移动, 如图 12-24 所示。

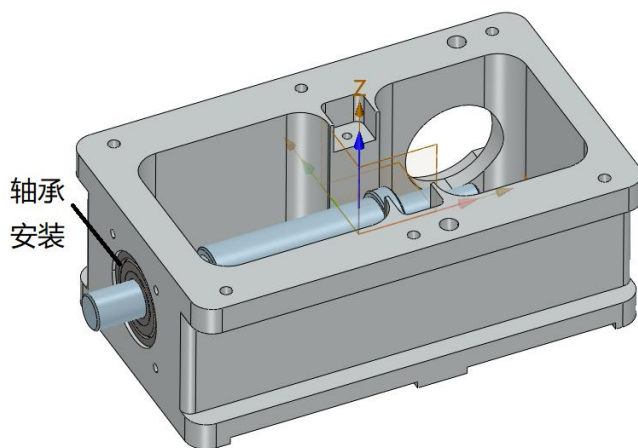


图 12-24 轴承安装

(4) 支座安装，支座的固定需要两个同轴度约束其不要旋转，采用重合约束使其不要移动。如图 12-25 所示。

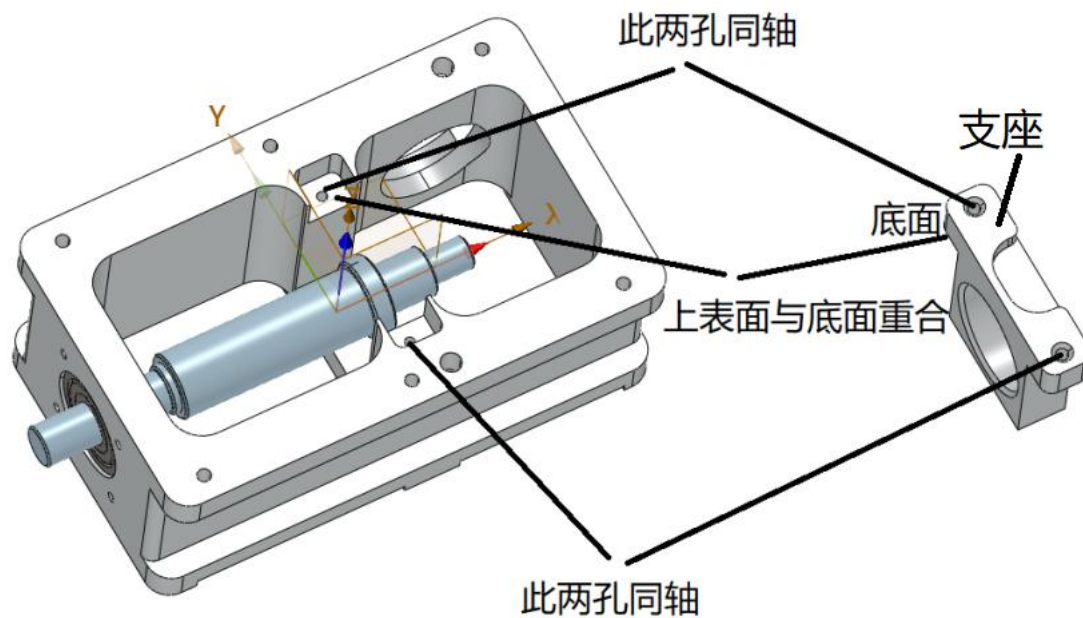


图 12-25 支座安装

安装效果如图 12-26 所示。

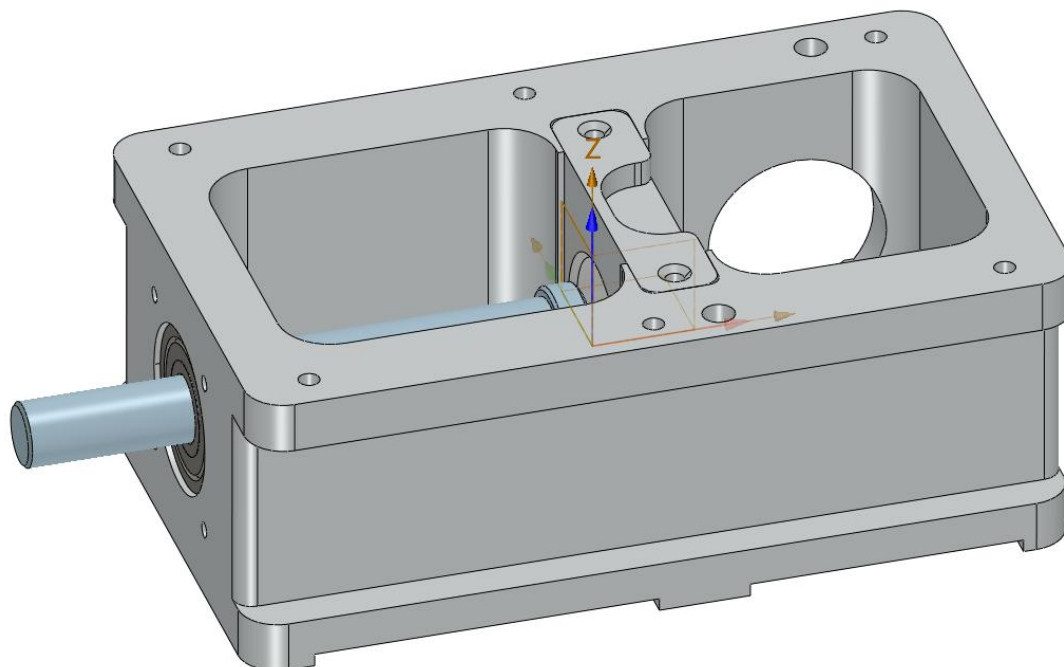


图 12-26 支座安装效果

(5) 带约束复制轴承到支座里面，如图 12-27 所示。

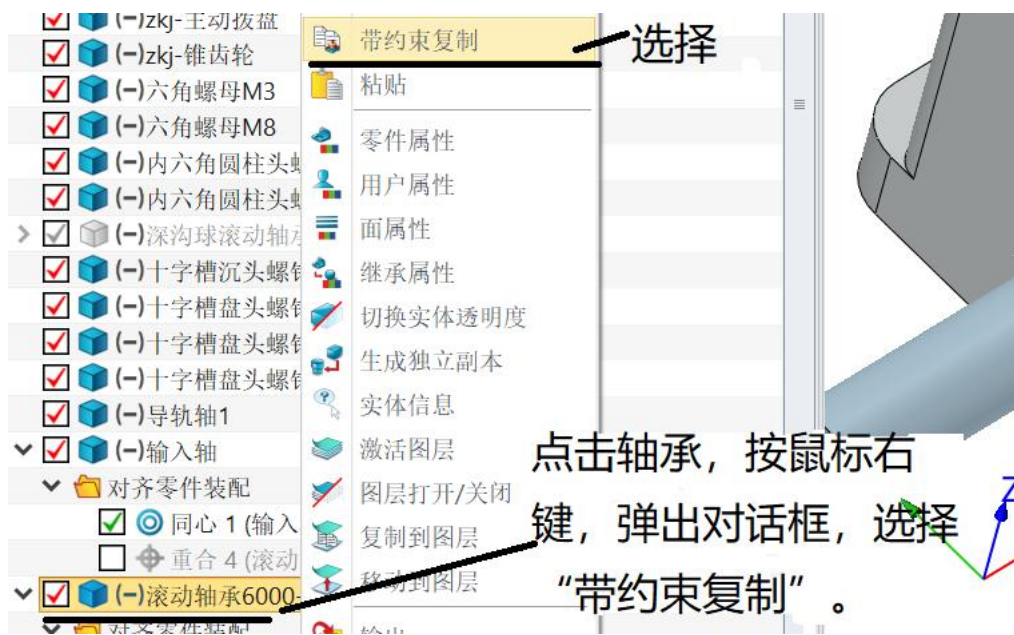


图 12-27 带约束复制

选择带约束复制后，进入约束复制对话框，如图 12-28 所示。

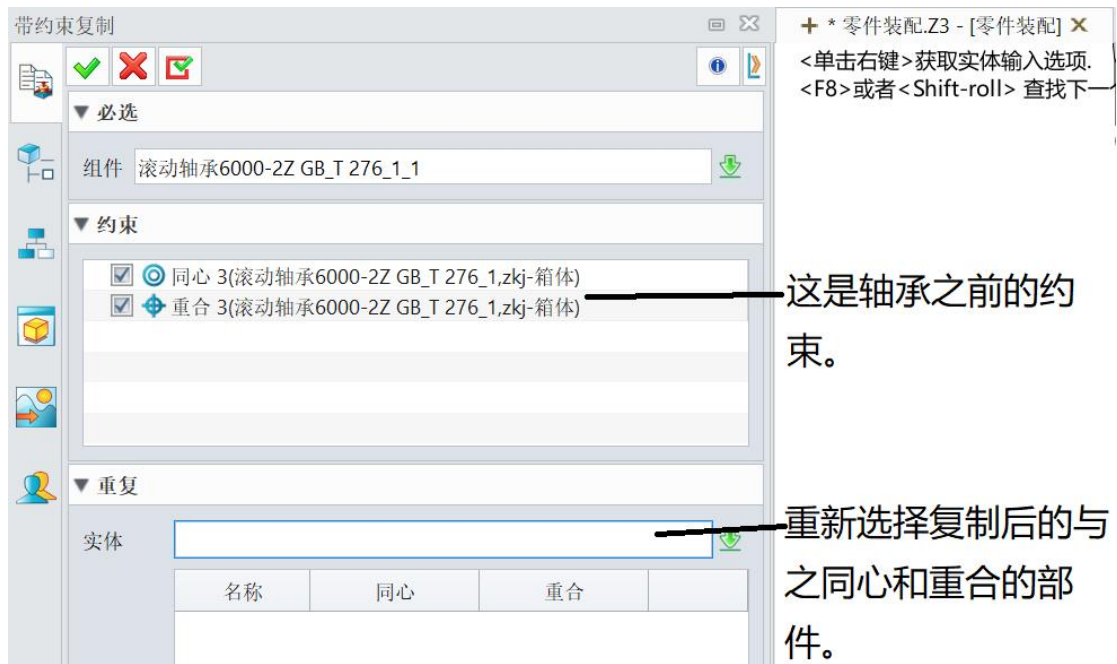


图 12-28 约束复制选择

复制后效果如图 12-29 所示。

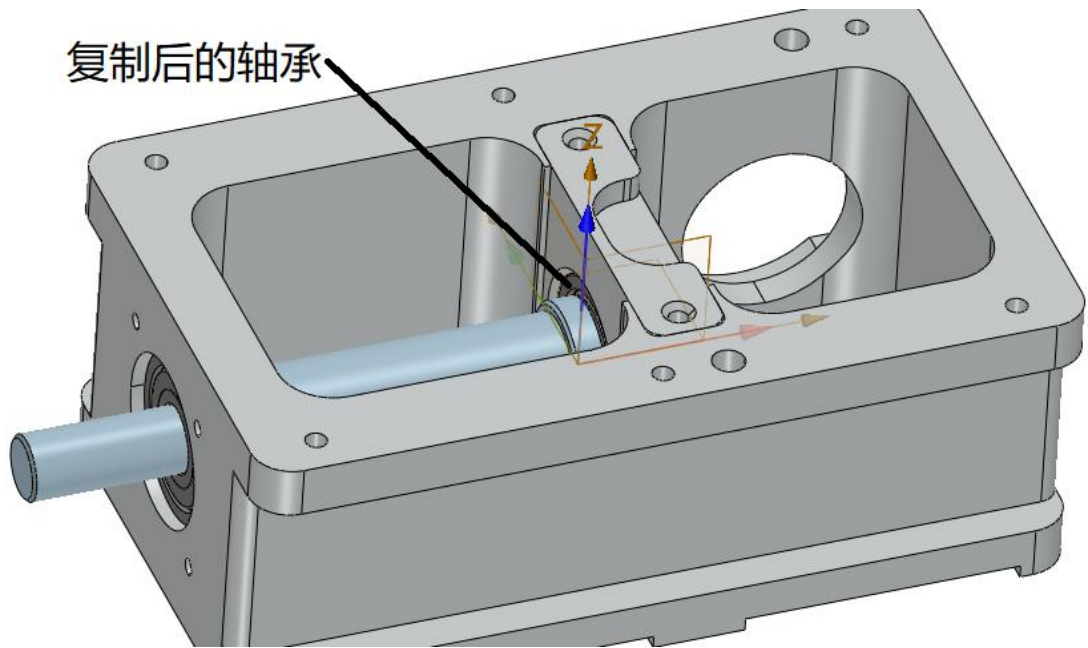


图 12-29 轴承复制效果

(6) 导轨轴安装，安装过程如图 12-30 所示。

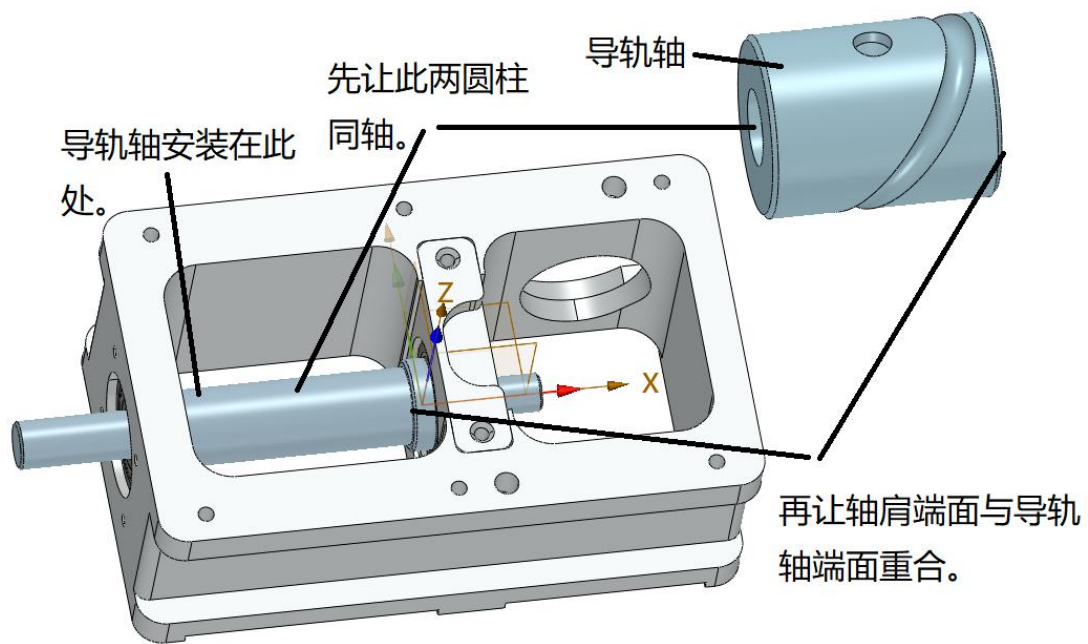


图 12-30 导轨轴安装过程

导轨轴安装效果如图 12-31 所示。

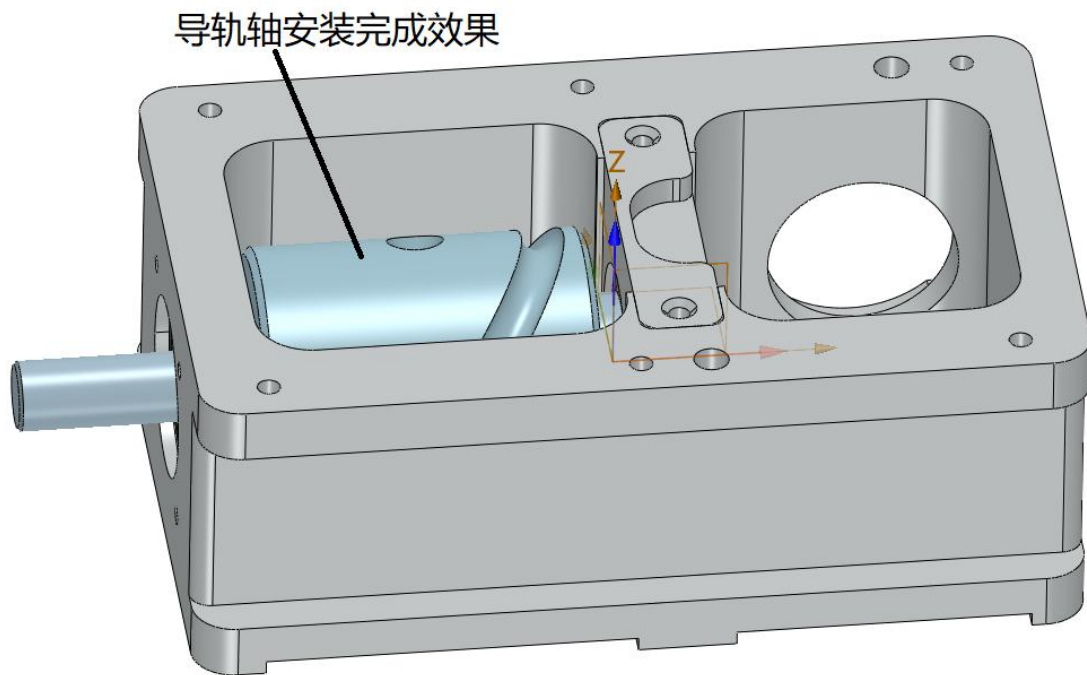


图 12-31 导轨轴安装效果图

(7) 锥齿轮安装，如图 12-32 所示。

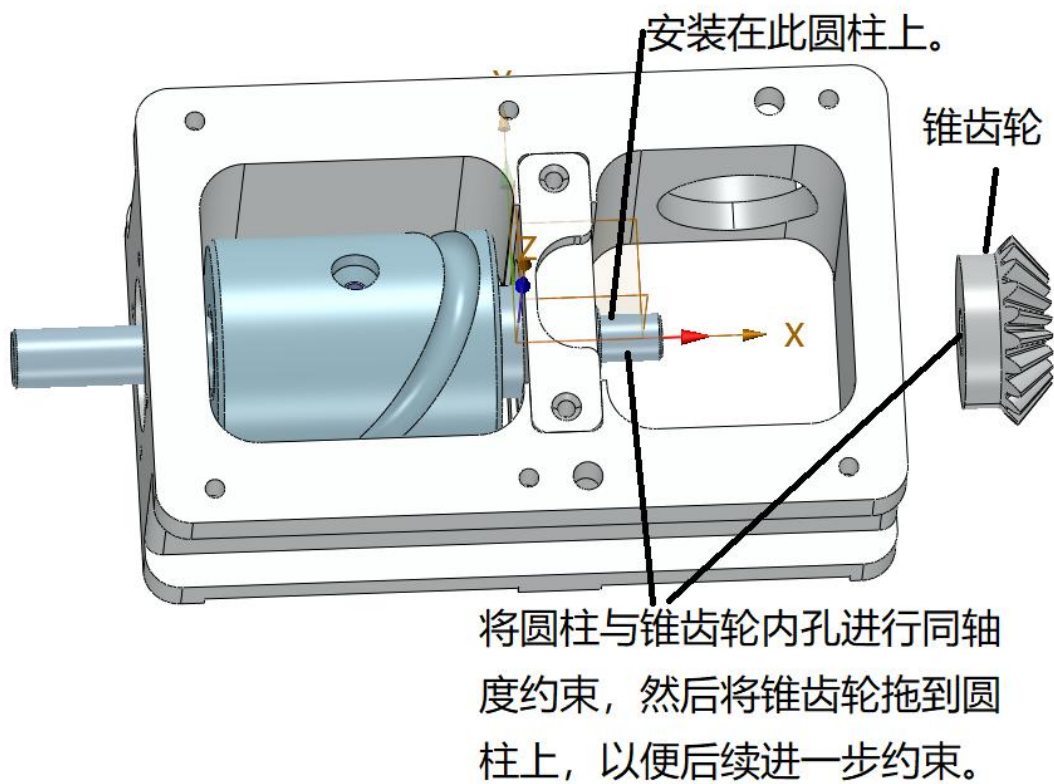


图 12-32 锥齿轮安装过程

锥齿轮安装效果如图 12-33 所示。

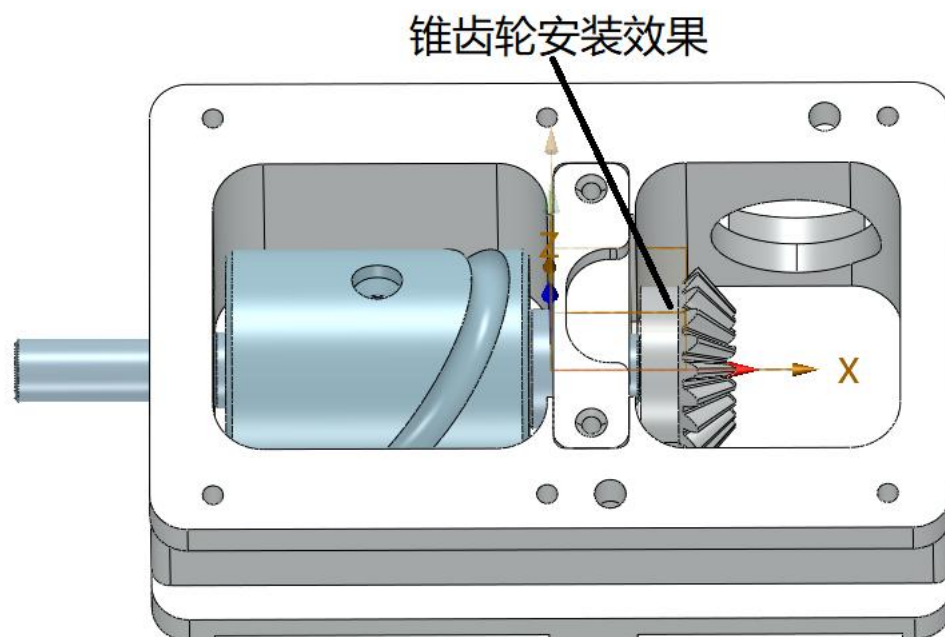


图 12-33 锥齿轮安装效果

(8) 支撑座螺钉的安装，如图 12-34 所示。

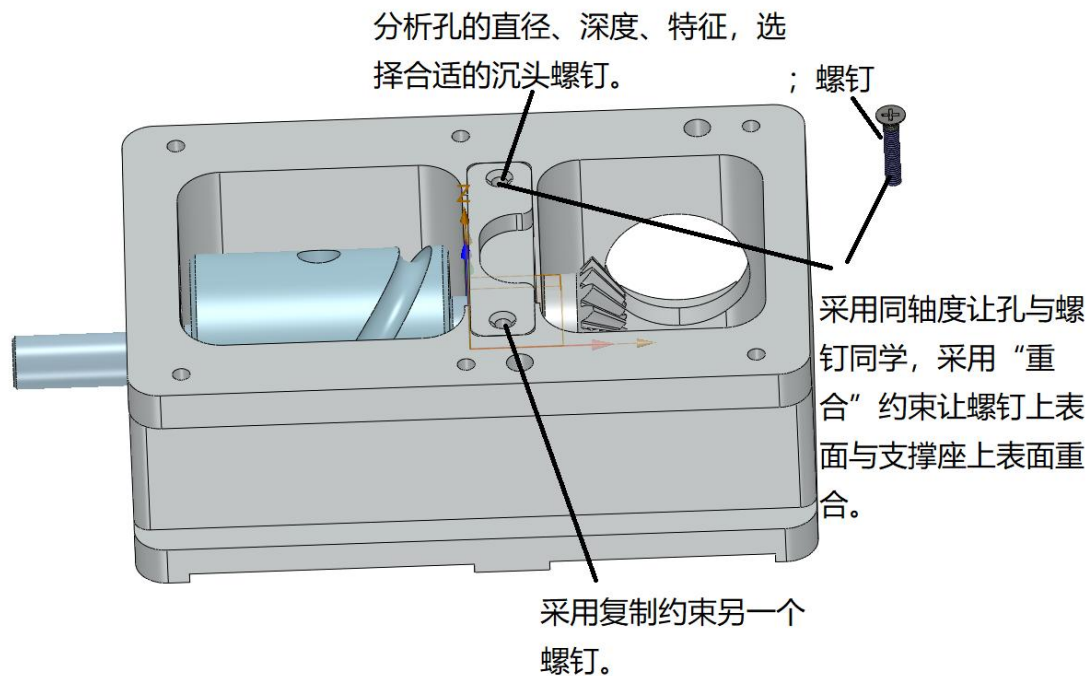


图 12-34 螺钉装配方法

螺钉安装效果如图 12-35 所示。

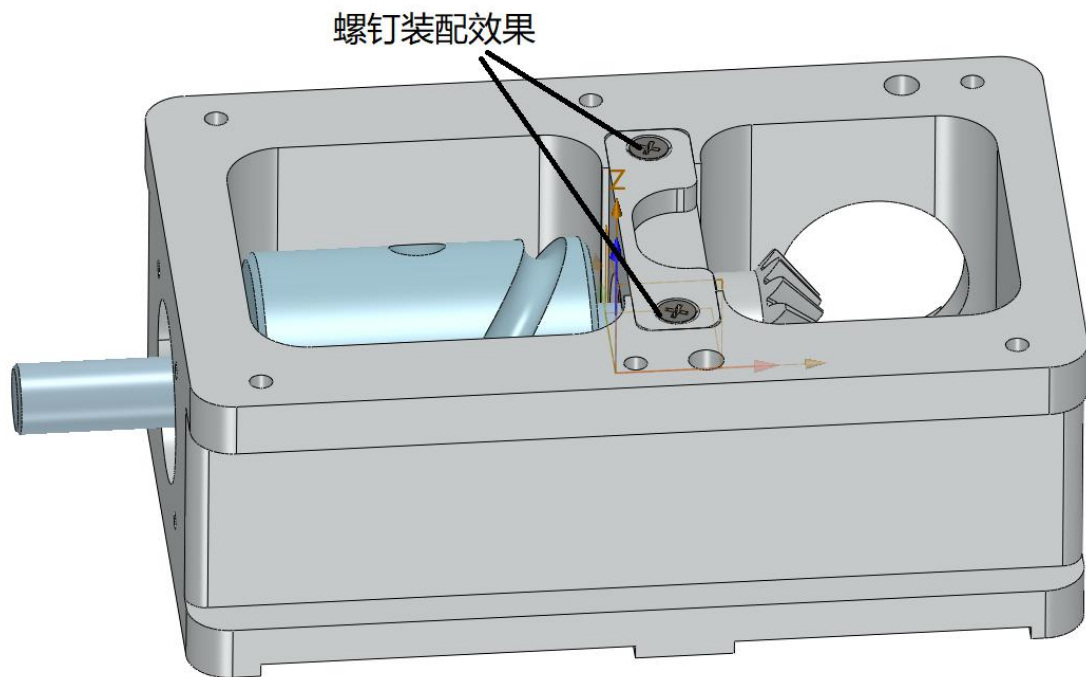


图 12-35 螺钉装配效果

四、思政课程

打破思维定式，从“被动复刻”转变为“主动创新”，理解制造业“迭代升级、持续优化”的发展逻辑，培养不盲从、敢突破、善创新的工科思维。

任务十三、工件装配 2

一、教学目标：

- 1、熟练掌握零件的装配方法。
- 2、掌握基本零件的装配技巧。

二、教学重点

基本零件的装配技巧。

三、教学难点

根据零件结构合理选择装配方法。

四、素质(思政)内容

典型思政案例：航空航天零部件轻量化逆向优化、机械易损件结构改良、传统器具现代化功能升级，诠释“逆向吸收、正向创新”的智造内核。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

教学过程如下：

一、任务目标

接着完成任务十二未完成的主要部件装配。

二、装配过程如下：

- 1、端盖装配过程如图 13-1 所示。

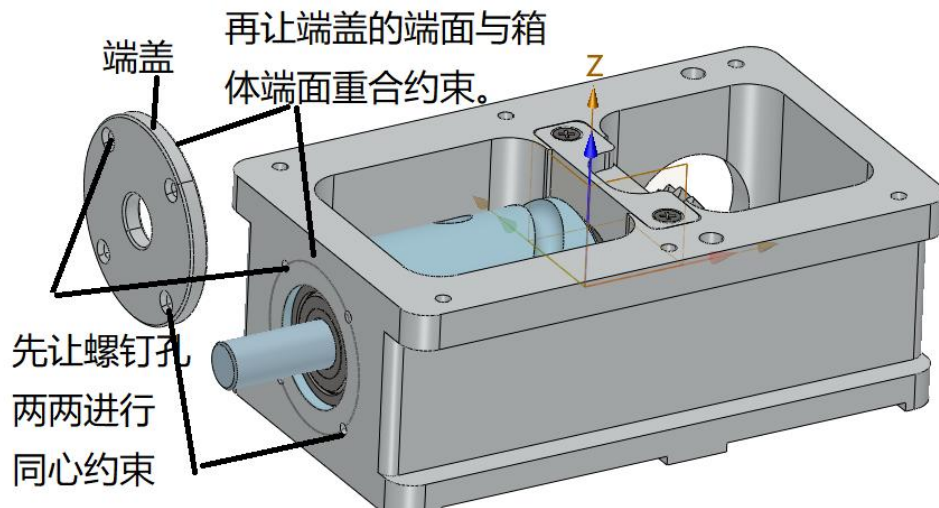


图 13-1 端盖装配方法

装配效果如图 13-2 所示。

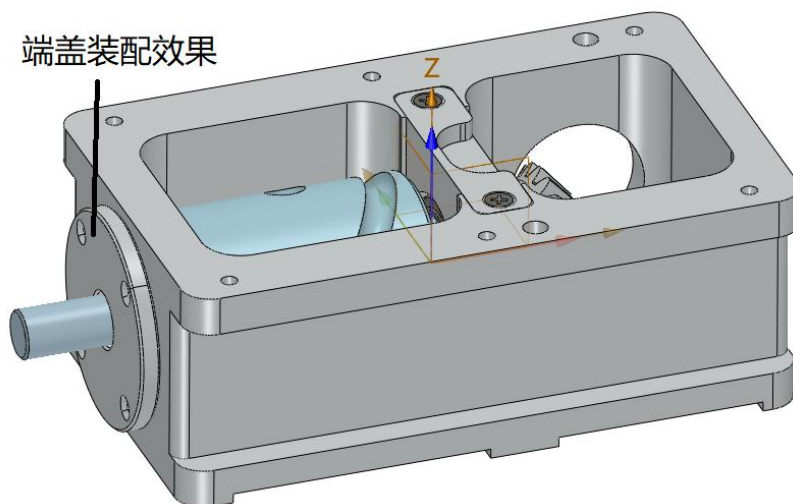


图 13-2 端盖装配效果

2、安装板装配过程如图 13-3 所示。

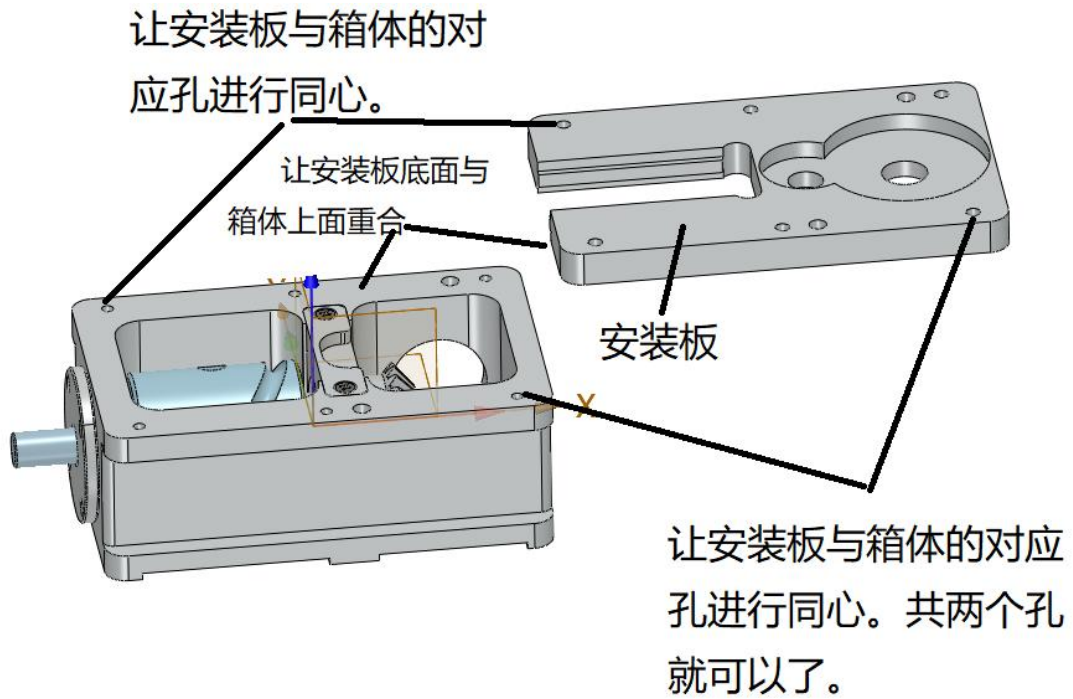


图 13-3 安装板装配方法

装配结果如图 13-4 所示。

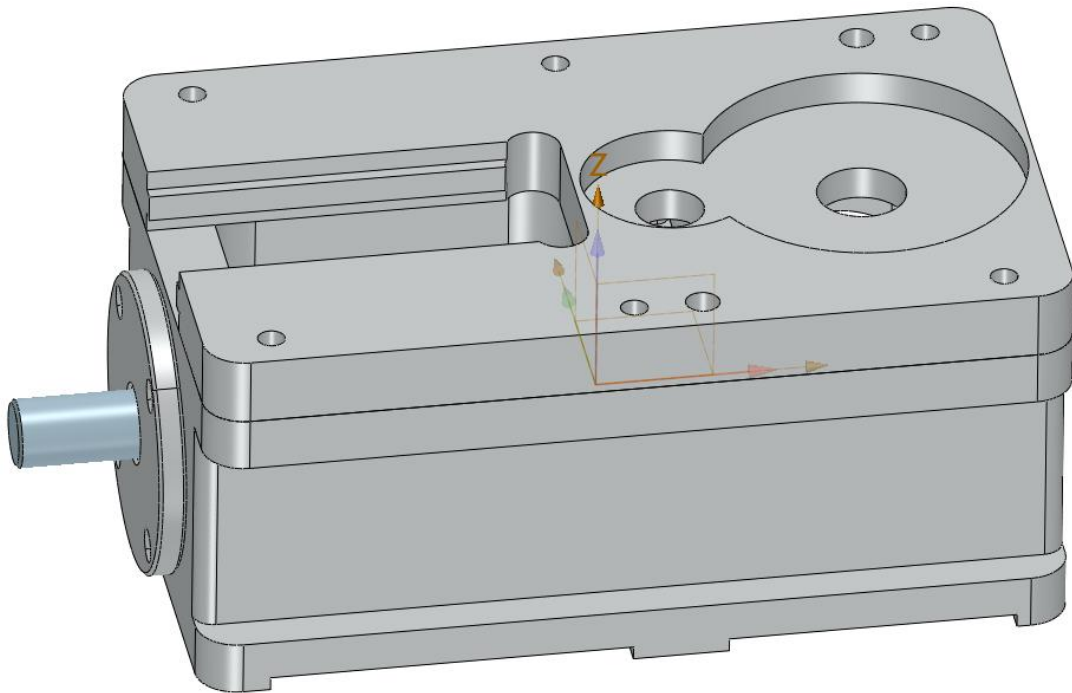


图 13-4 安装效果

用同样的安装方法安装上盖，效果如图 13-5 所示。

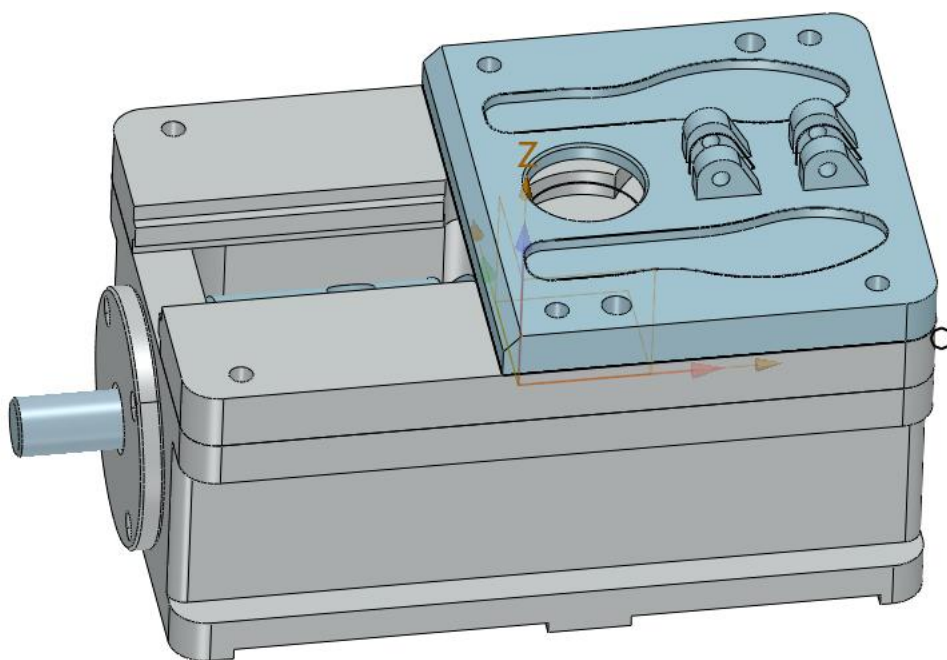


图 13-5 上盖安装效果

3、拨盘安装，安装方法如图 13-6 所示。

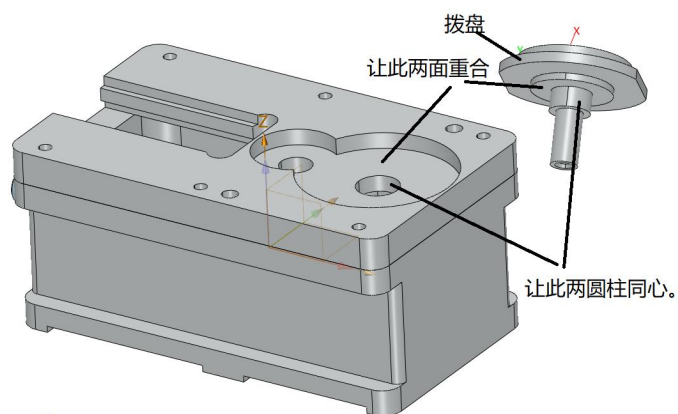
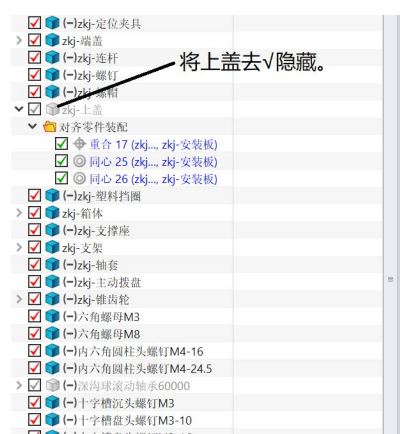


图 13-6 拨盘安装

安装效果如图 13-7 所示

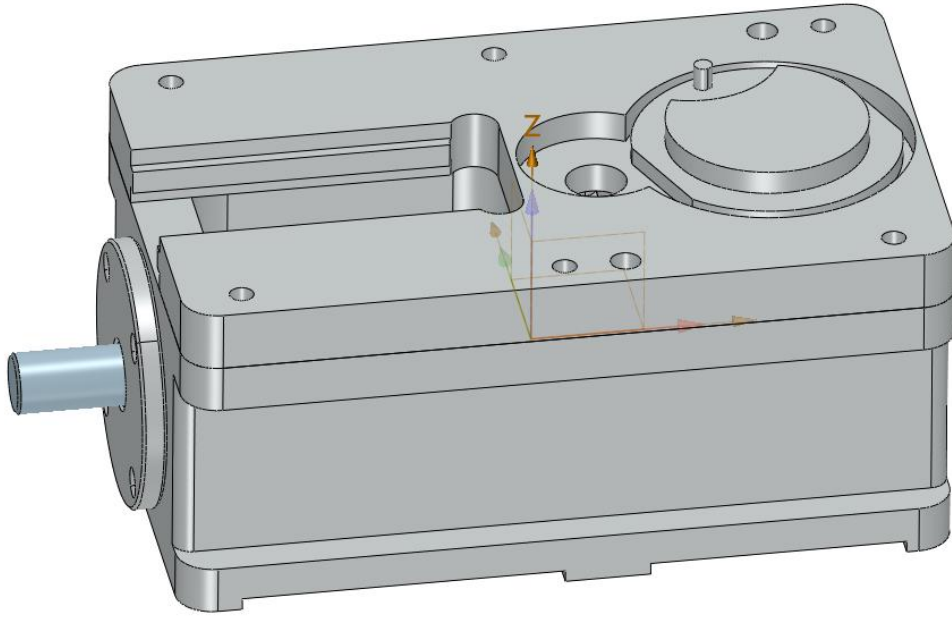


图 13-7 拨盘安装效果

4、槽轮安装方法如图 13-8 所示。

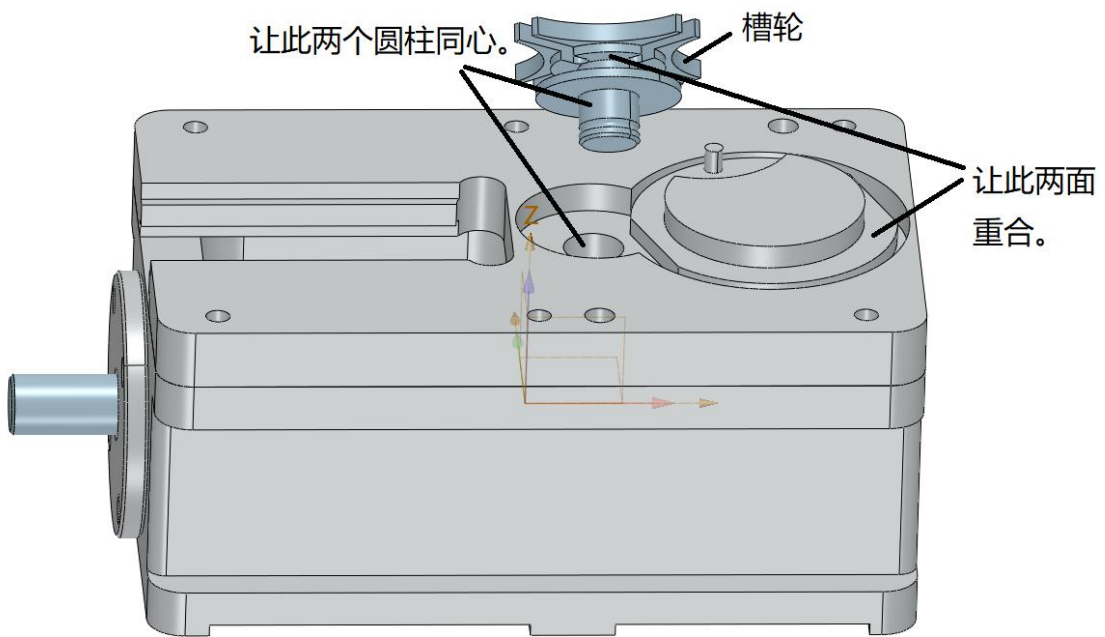


图 13-8 槽轮安装方法

安装效果如图 13-9 所示。

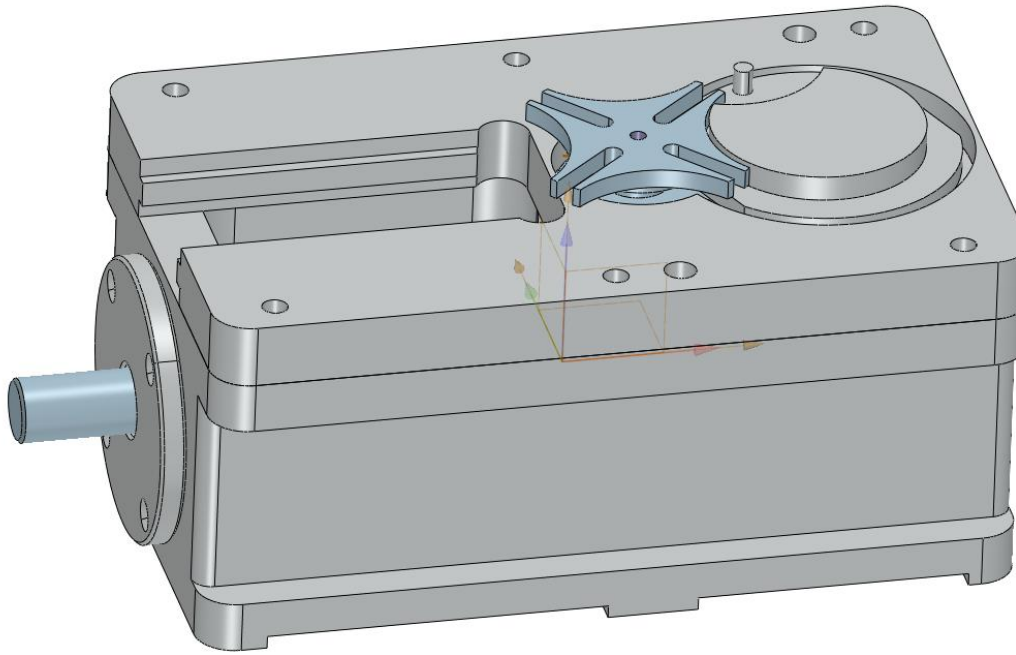


图 13-9 槽轮安装效果

5、定位夹具安装，安装方法如图 13-10 所示。

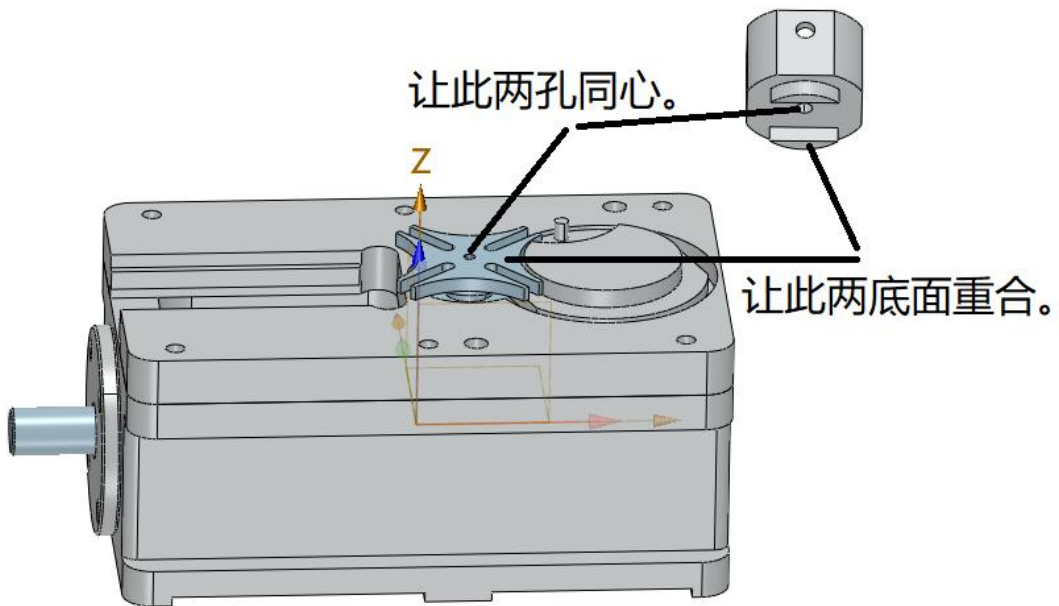


图 13-10 定位夹具安装方法

安装效果如图 13-11 所示。

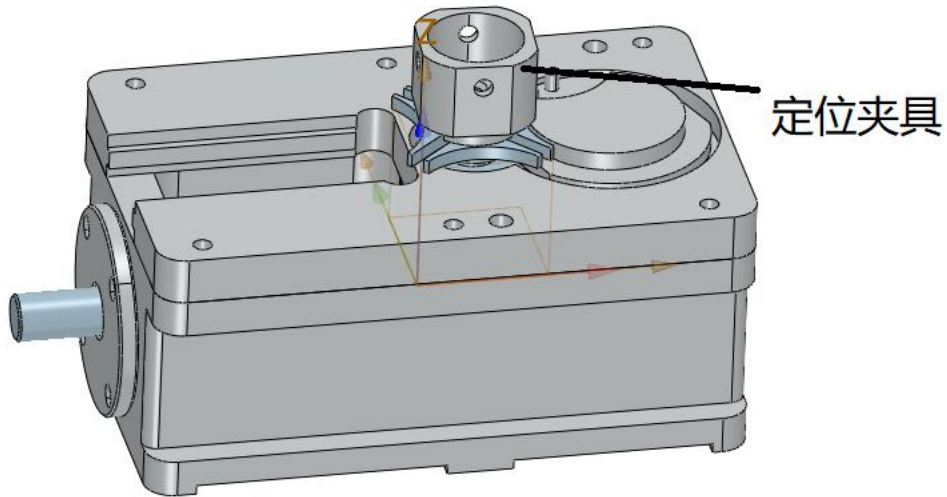


图 13-11 定位夹具安装效果

6、支撑座安装，安装方法如图 13-12 所示。

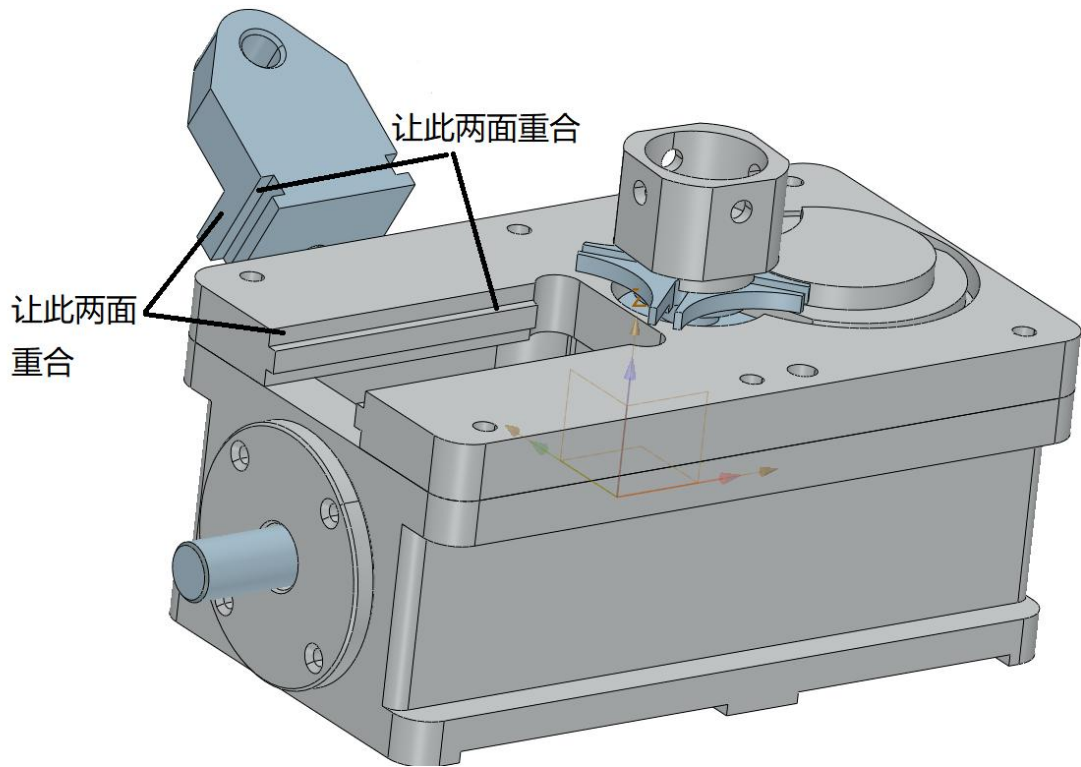


图 13-12 支撑座安装方法

安装效果如图 13-13 所示。

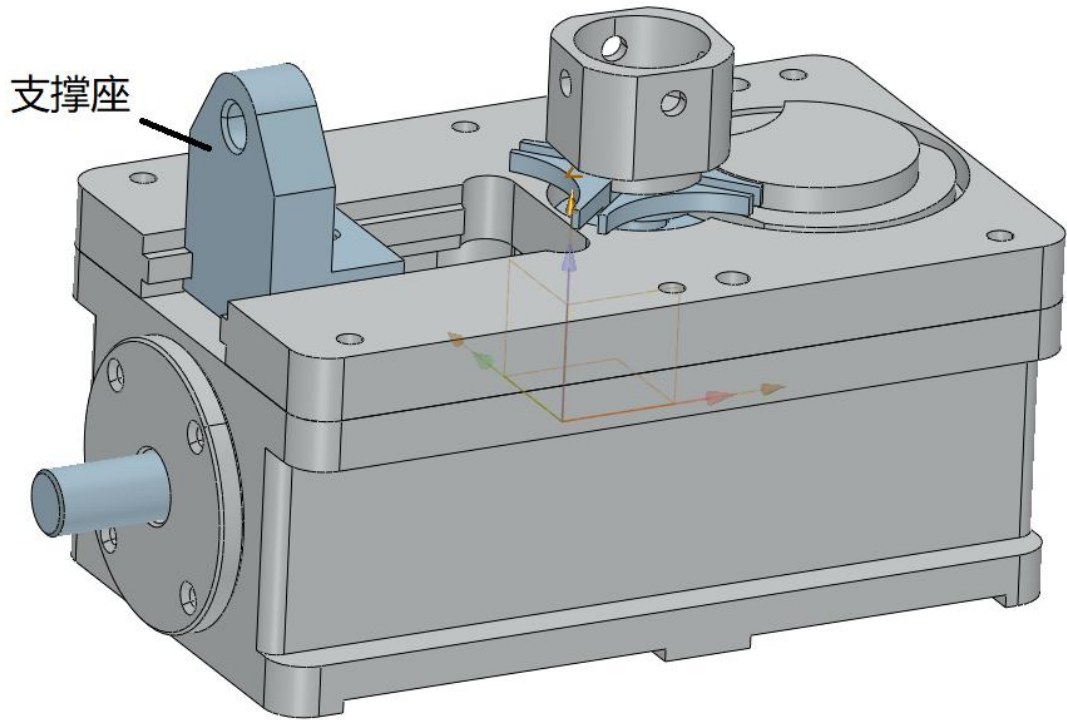


图 13-13 支撑座安装效果

7、装上所有螺钉，显示上盖，如图 13-14 所示。

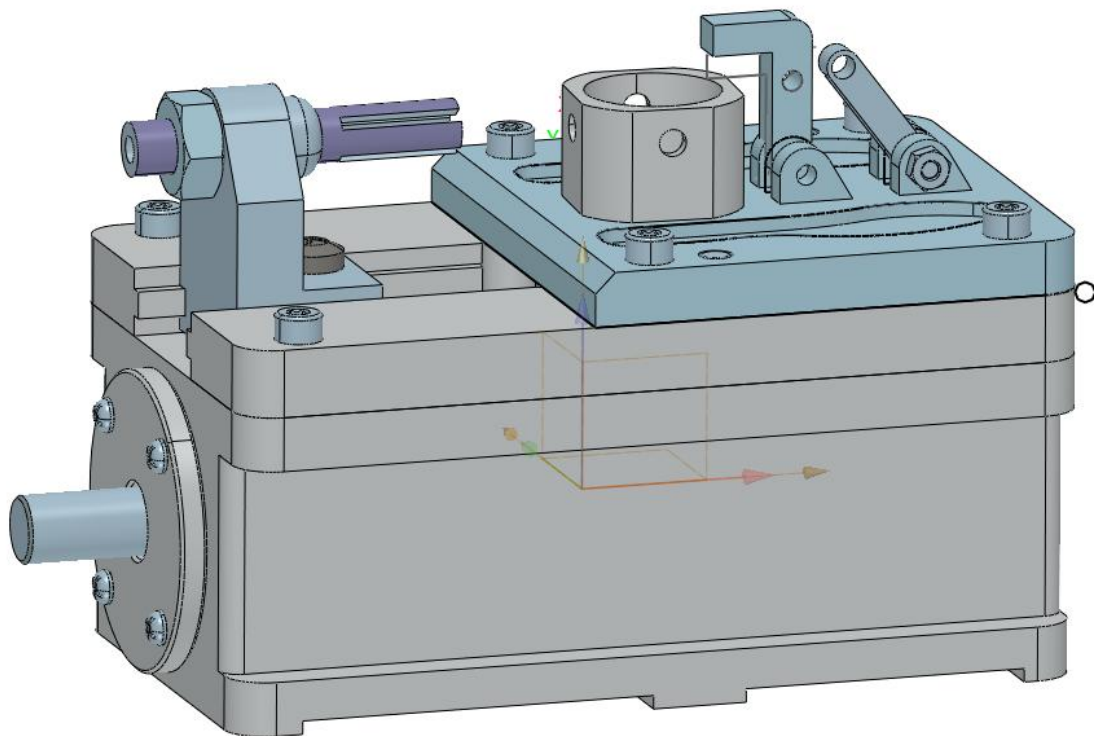


图 13-14 原始装配图整体效果

三、思政课程

典型思政案例：航空航天零部件轻量化逆向优化、机械易损件

结构改良、传统器具现代化功能升级，诠释“逆向吸收、正向创新”的智造内核。

任务十四、零件传动约束设置

一、教学目标：

掌握零件传动约束方法。

二、教学重点

对不同的零件连接采用合适的约束方法。

三、教学难点

对不同的零件连接采用合适的约束方法。

四、素质(思政)内容

1、思政核心元素：中华优秀传统文化自信、大国工匠精神、家国制造情怀、团队协作素养

2. 技术结合融入

依托特色实训项目实现思政深度赋能，打造古今融合的育人场景：**五、教学**

方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

知识目标：掌握零件约束设置方法。

相关知识：

一、任务目标。

对 13-14 所示的装配图的传动部件进行约束，使传动部件能够一起联动。

二、约束过程如下。

1、独立显示所需约束的传动零件。首先隐藏箱体，露出传动部件，独立显示方法如图 14-1 所示。

隐藏主要部件，显示出传动部件。如下图所示。
按住 Ctrl 键不放，选中所有传动部件后，再按鼠标右键，弹出对话框，选择“孤立显示”

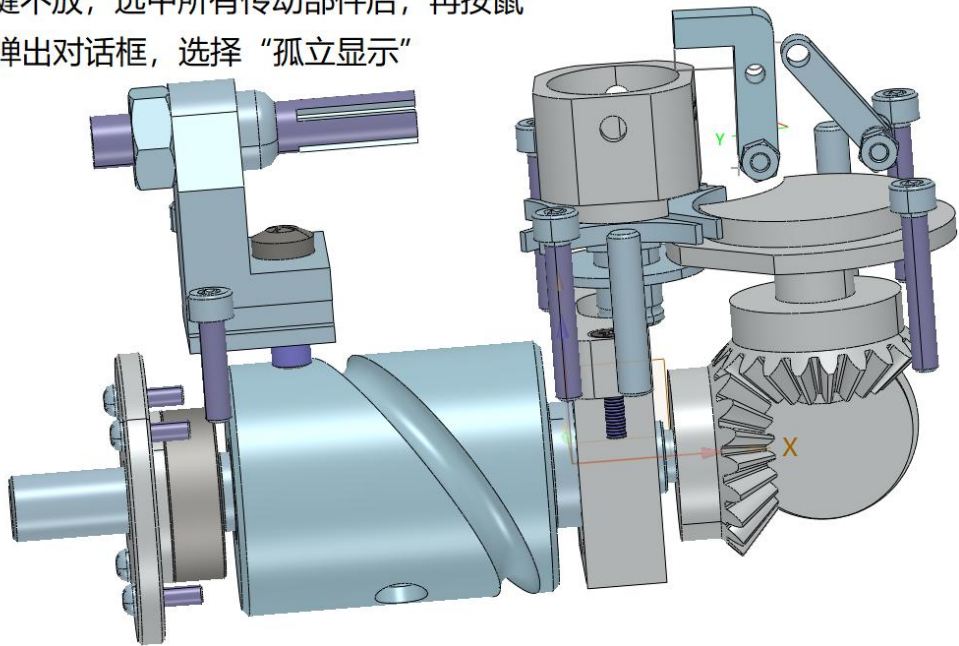


图 14-1 隐藏外壳后的图形

孤立显示后如图 14-2 所示。

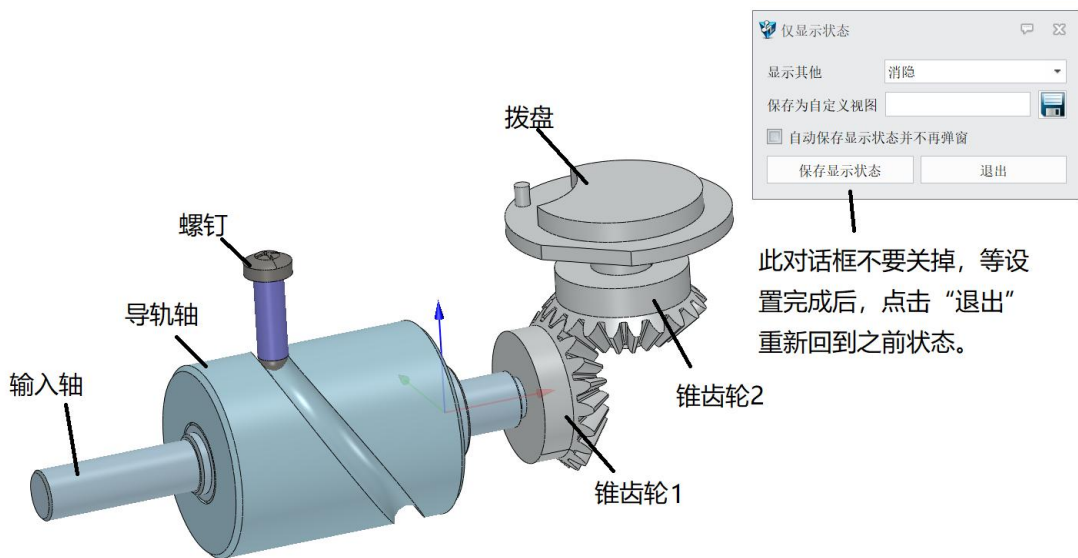


图 14-2 孤立显示图形

2、固定各传动件的关系。

(1) 输入轴与导轨轴，让它们一起动。选择输入轴和导轨轴，点击鼠标右键，弹出对话框，选择“显示外部基准”，约束方法如图 14-3 所示。

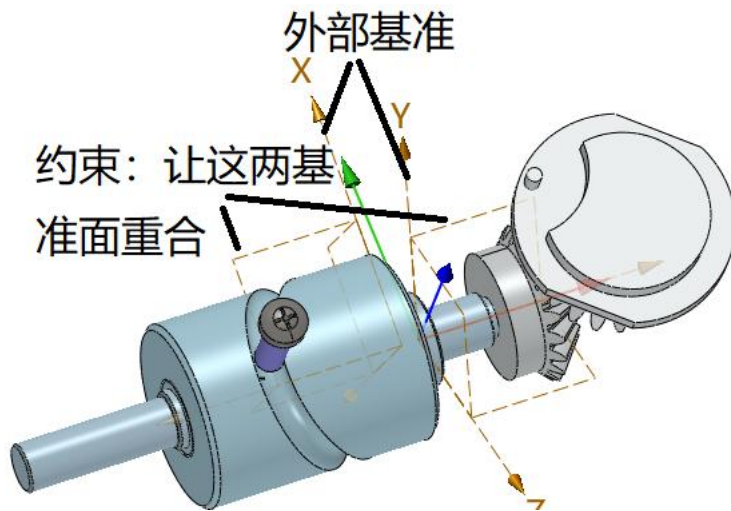


图 14-3 零件之间约束方法

用同样的方法约束输入轴与锥齿轮 1，拨盘与锥齿轮 2，使其联动。在约束的过程中，如果出现约束冲突报警，可以换一个基准面约束。

锥齿轮 2 是复制齿轮，它的基准不便于用来约束，可以创建基准，让其余拨盘基准重合约束。如图 14-4 所示。

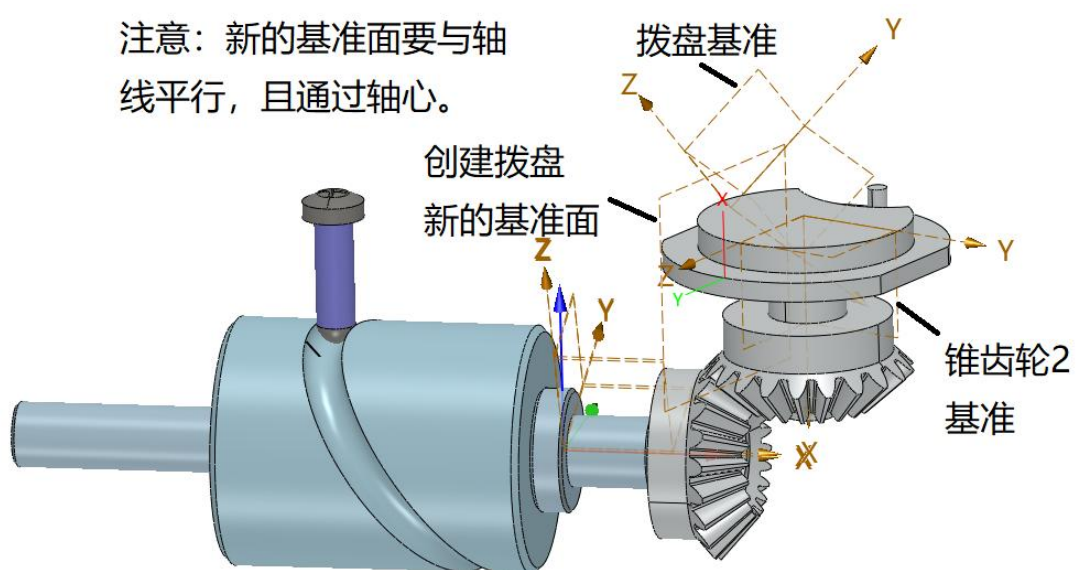


图 14-4 拨盘与锥齿轮 2 的约束图

(2) 导轨轴与螺钉约束。导轨轴与螺钉是相切关系，采用相切约束。

如图 14-5 所示。

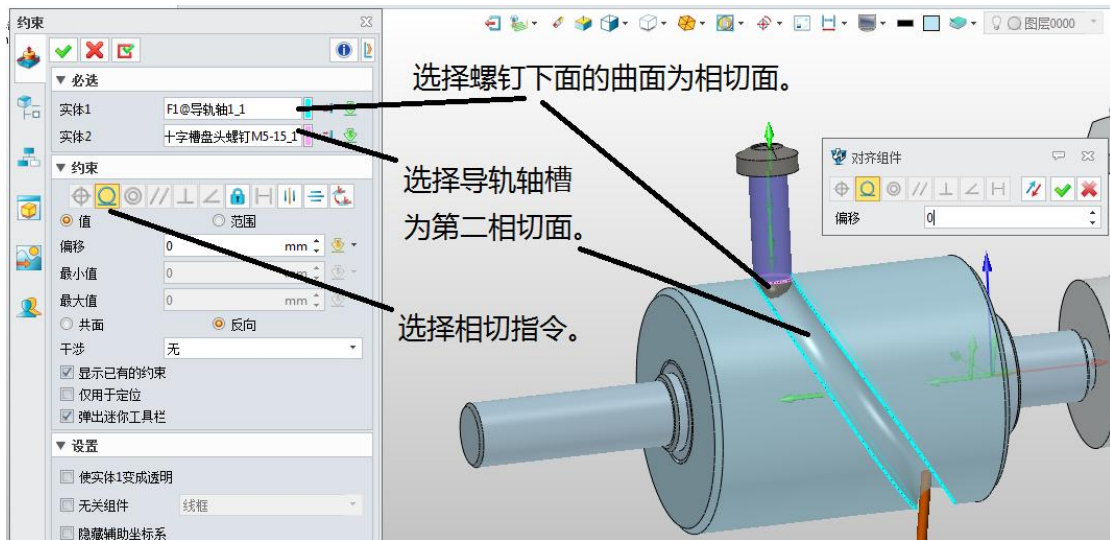


图 14-5 相切约束

(3) 锥齿轮 1 与锥齿轮 2 约束。如图 14-6 所示。

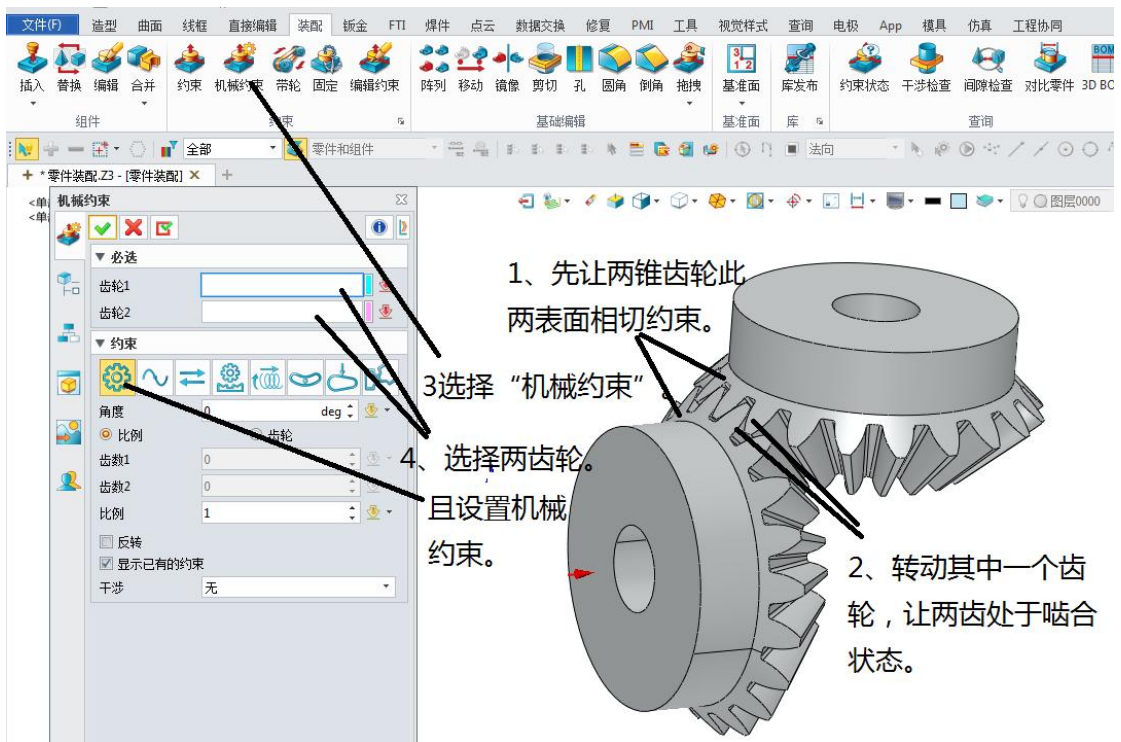


图 14-6 锥齿轮机械约束

设置完成后，整个传动机构可以一起联动。

思政元素：

1、思政核心元素：中华优秀传统文化自信、大国工匠精神、家国制造情怀、团队协作素养

2. 技术结合融入

依托特色实训项目实现思政深度赋能，打造古今融合的育人场景：

任务十五、零件结构优化与设计

一、教学目标：

掌握零件结构优化与设计方法。

二、教学重点

结构优化与设计方法。

三、教学难点

结构如何优化以及设计。

四、素质(思政)内容

国之重器复刻优化项目：对标航天配件、军工零部件、国产智造装备，通过逆向解析、创新优化，了解我国高端制造突破历程，厚植科技报国情怀。

- 民生公益智造项目：定制辅助康复器具、公益便民零件，让学生体会技术服务社会、创造价值的意义，培养责任担当与奉献精神。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

知识目标：

相关知识：

一、任务目标。

完成对图 15-1 钻孔机中压紧杆的优化，以及设计一个连接压紧杆与连接杆的传动件，当压紧杆处于垂直状态时，工件处于压紧状态且能够持续锁紧。压紧杆向右旋转时，工件处于松开状态。

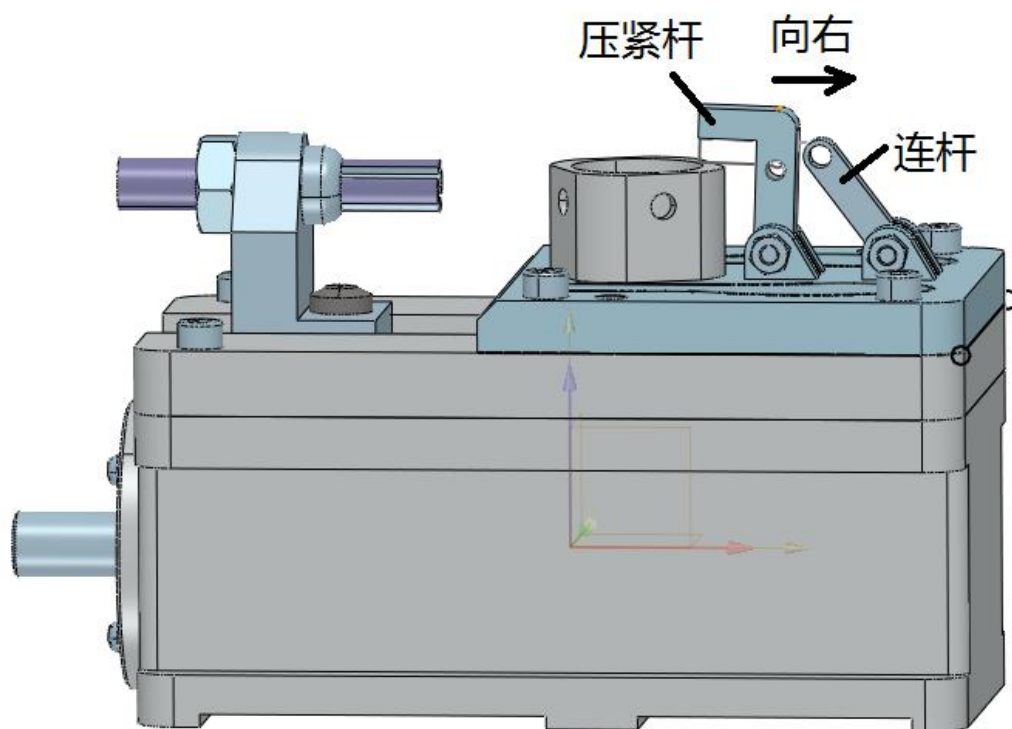


图 15-1 钻孔机

二、优化压紧杆

分析任务要求，优化压紧杆以便于设计新的传动件与连杆连接，满足功能要求。

功能要求连续锁紧，可以采用四杆机构的“死点”位置进行持续锁紧，也就是当连杆与传动件处于同一直线上时，如果没有外力作用时，连杆与传动件处于锁紧状态，不会动。设计过程如下。

(1) 绘制辅助线，找到与连杆共线的孔。隐藏上盖和部分螺钉、螺帽，鼠标左键双击连杆，使连杆激活，在草图状态下，绘制直线，如图 15-2 所示。绘制完直线后，完成草图，退出激活状态，回到装配状态。

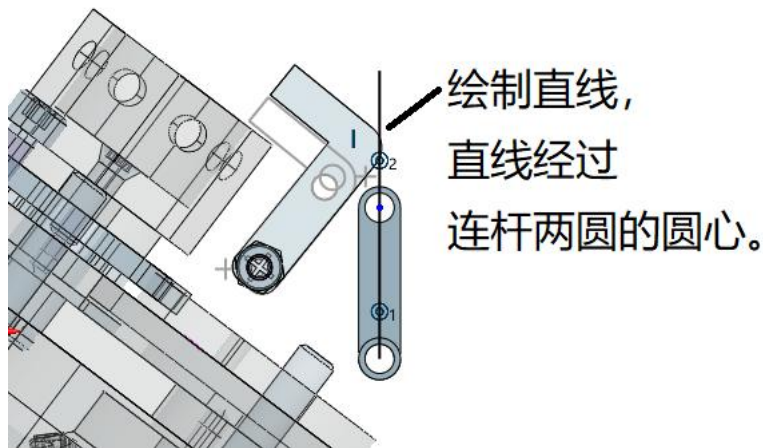


图 15-2 绘制直线

(2) 对压紧杆进行平行约束，使其处于垂直，工件处于夹紧状态。如图 15-3 所示。

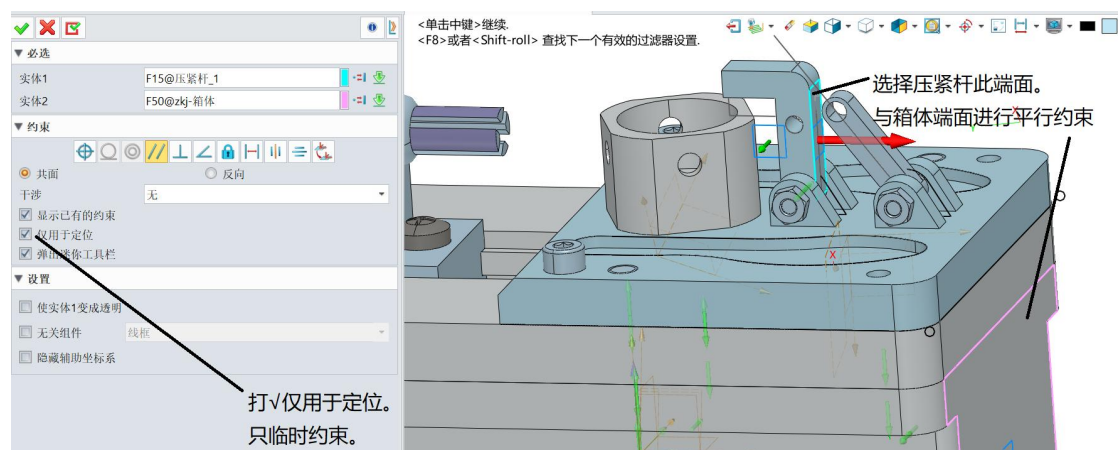


图 15-3 压紧杆临时平行约束

(3) 压紧杆优化。将图 15-2 所示的辅助线旋转合适的位置，如图 15-4 所示。

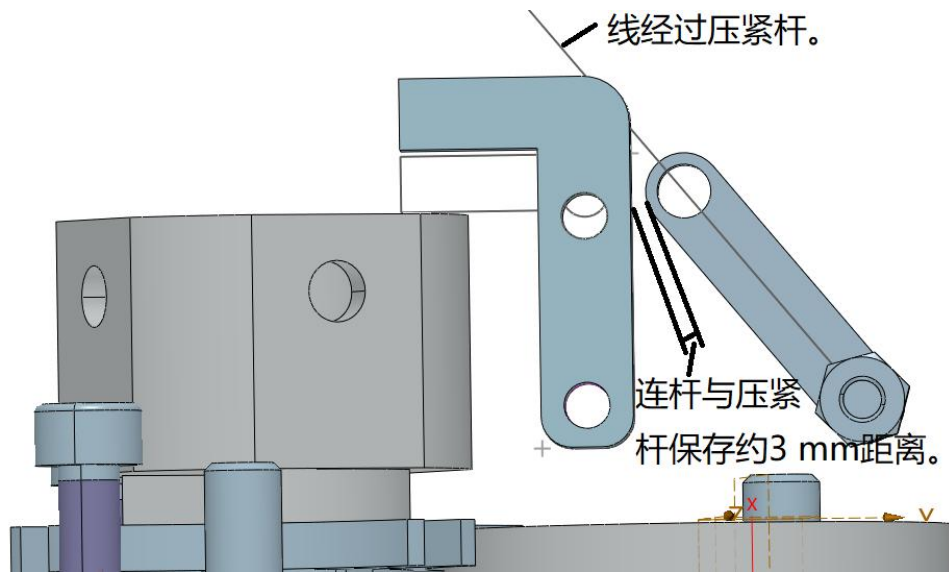


图 15-4 调节连杆位置

(4) 激活压紧杆。鼠标左键双击压紧杆，进行激活，可以对其进行修改，如图 15-5 所示。

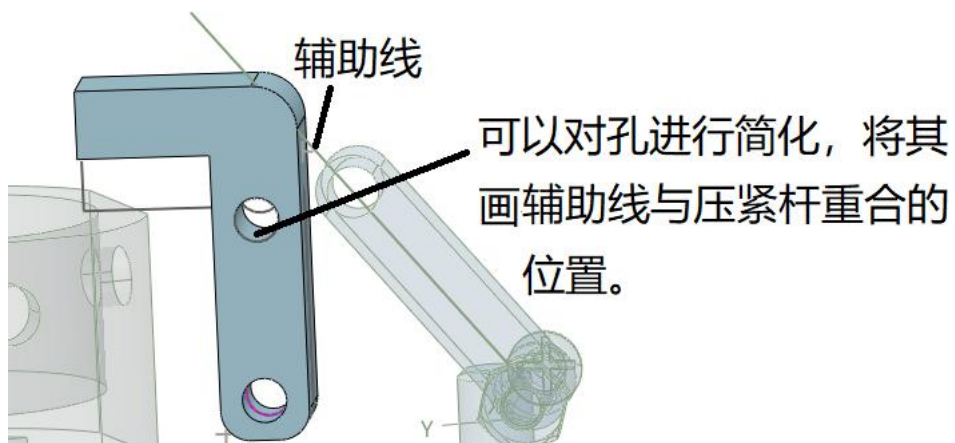


图 15-5 压紧杆激活

在辅助线与压紧杆重合的位置比较少，可以适当的加大压紧杆，以满足孔的位置需求，如图 15-6 所示。

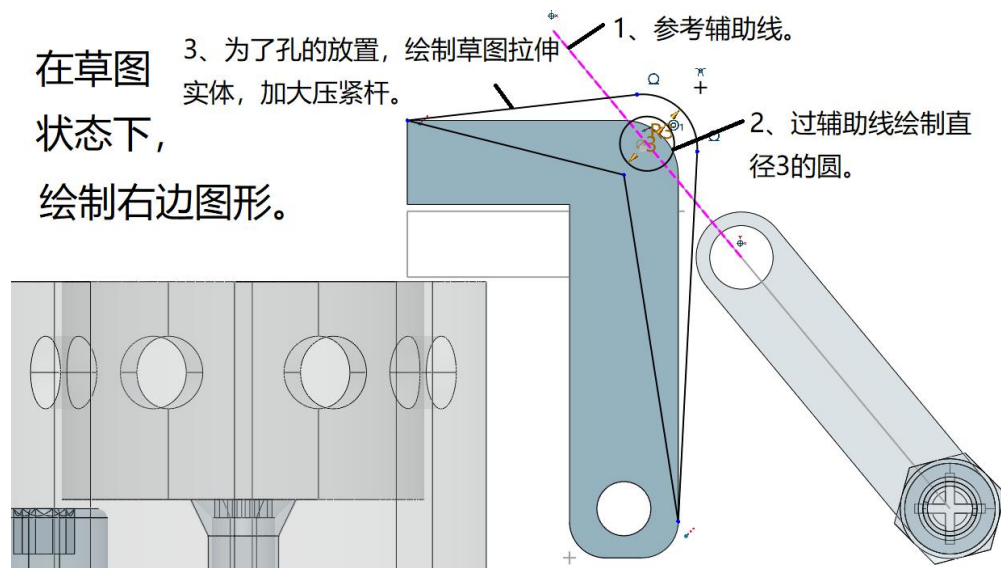


图 15-6 绘制草图

拉伸如图 15-6 所绘制的草图，并与压紧杆合并，结果如图 15-7 所示。

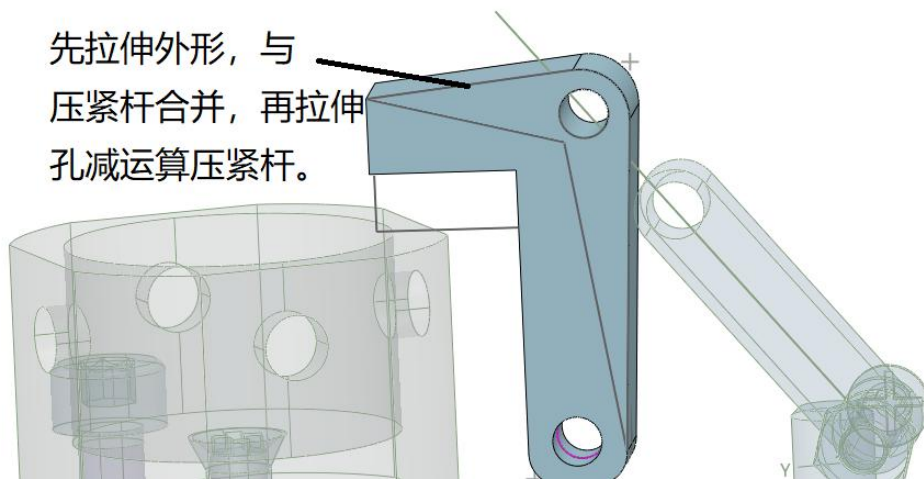


图 15-7 压紧杆优化效果

退出激活状态，方法如图 15-8 所示。

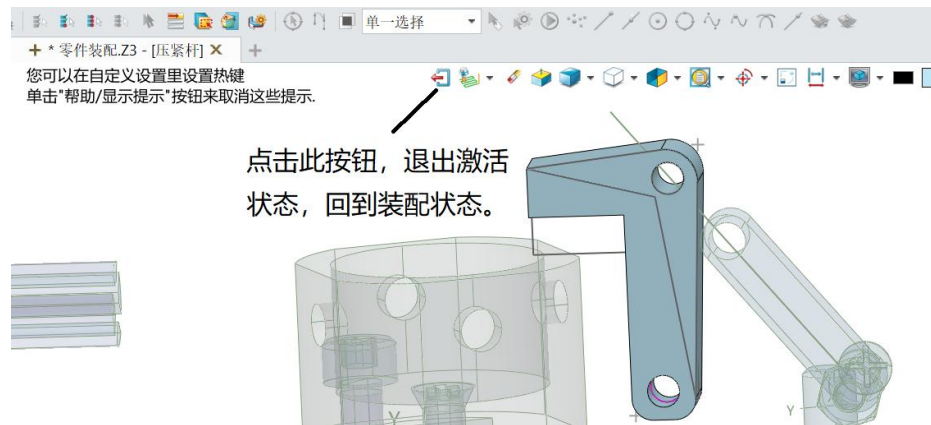


图 15-8 退出激活状态

三、传动杆设计

1、插入新组件，如图 15-9 所示。

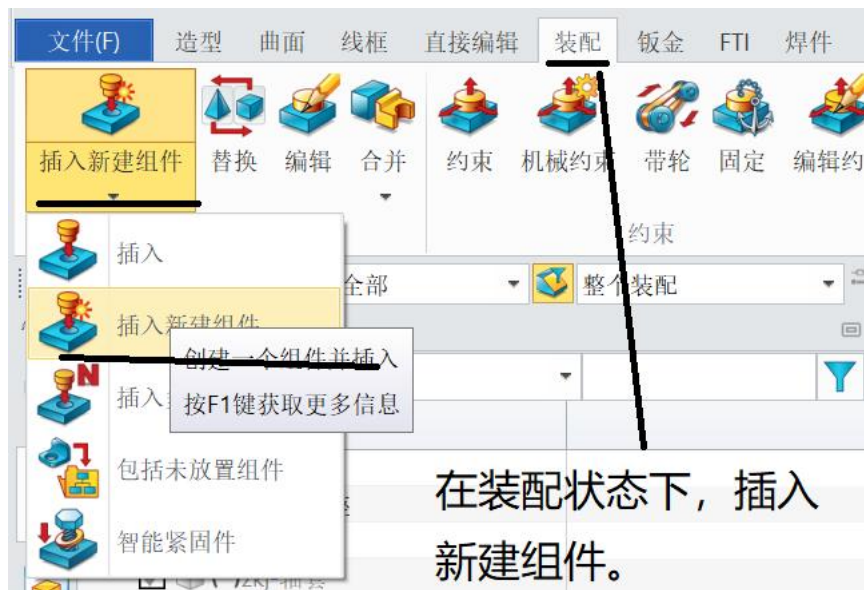


图 15-9 插入新组件

进入新组件对话框，如图 15-10 所示。

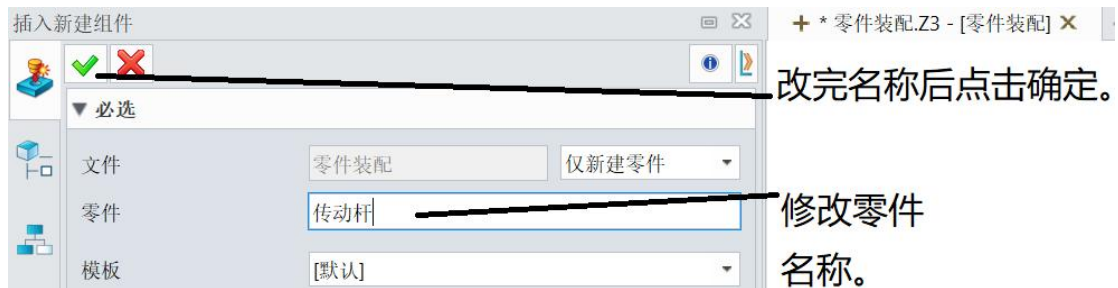


图 15-10 新组件对话框

新组件创建后，整个装配图呈灰色，如图 15-11 所示。

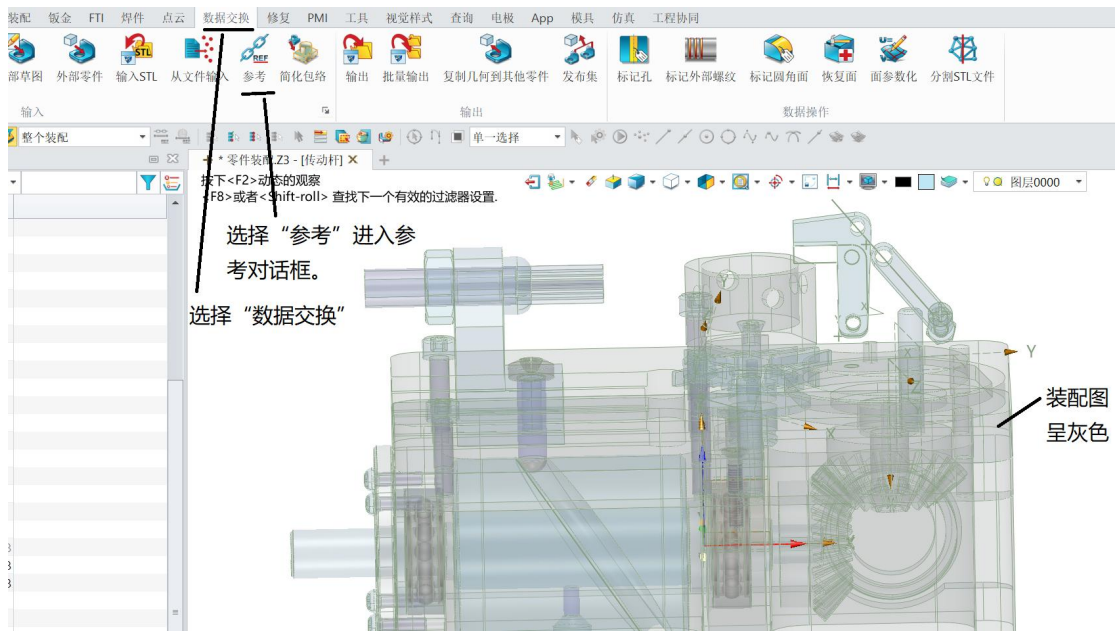


图 15-11 灰色状态

进入参考对话框，如图 15-12 所示。

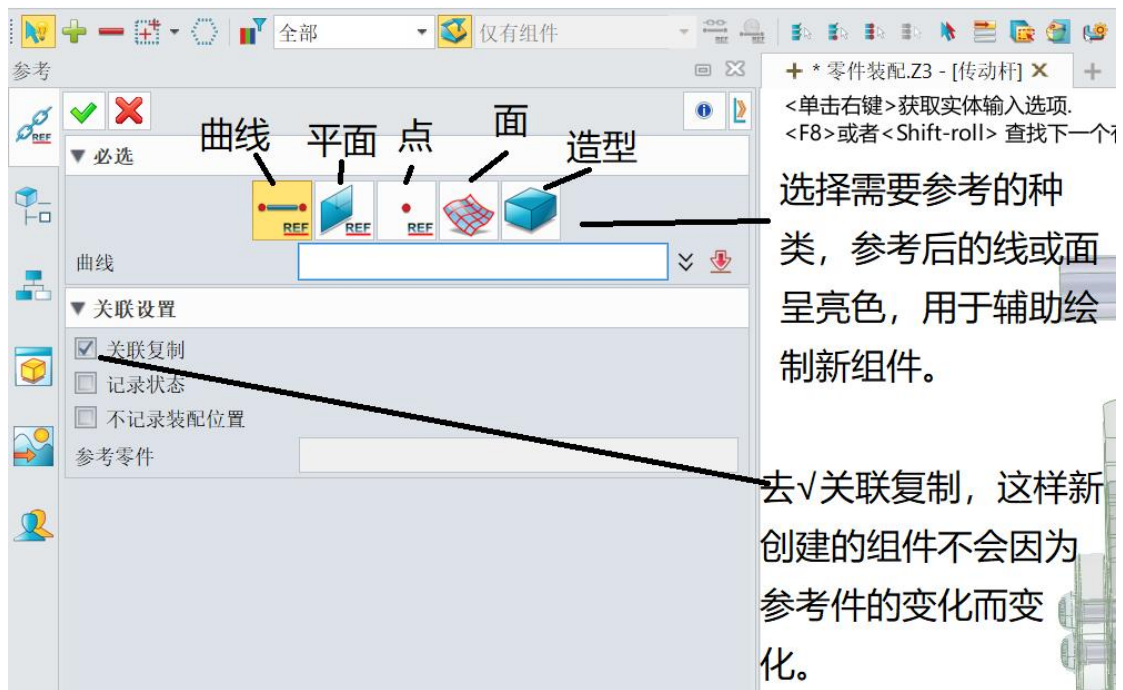


图 15-12 参考对话框设置

在上图 15-12 选择参考线或面时，选择一种完成后点 √ 确定，才能选择另外一种再参考确定。选择辅助线和圆孔内表面做参考。

参考后如图 15-13 所示

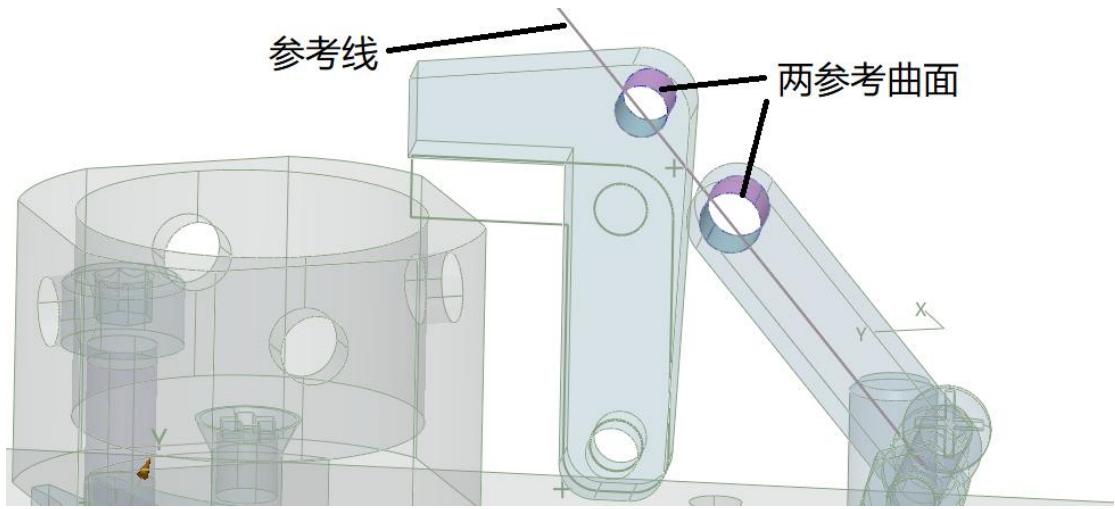


图 15-13 参考效果

参考完成后，选择左下角创建的新组件，开始新建组件，方法如图 15-14 所示。



图 15-14 打开零件

打开零件后，只显示参考件，如图 15-15 所示。

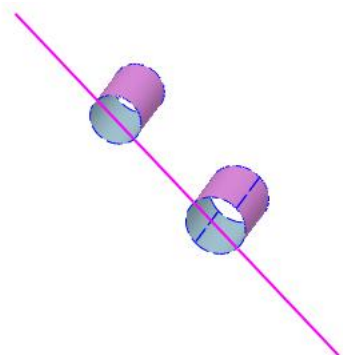


图 15-15 参考件

2、绘制新组件。

以图 15-15 所示的参考件绘制新组件。

(1) 创建基准面，用于绘制草图，如图 15-16 所示。

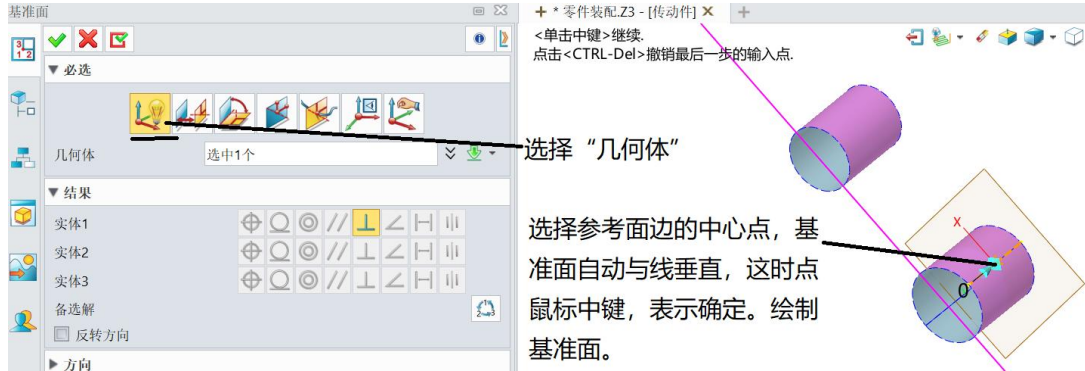


图 15-16 基准面创建

(2) 以图 15-16 所示的基准面绘制草图，如图 15-17 所示。

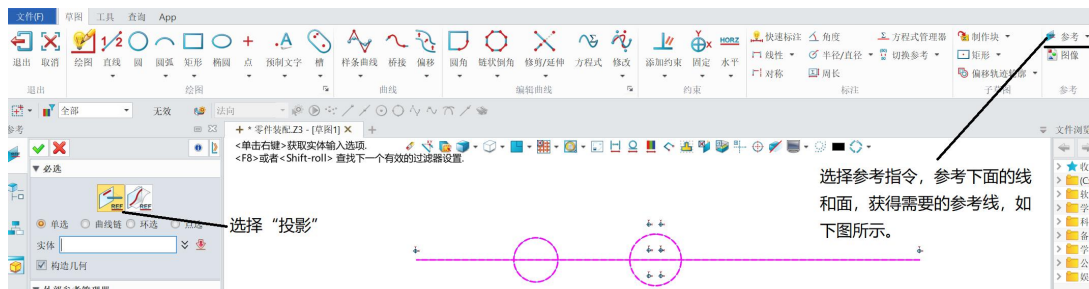


图 15-17 参考线绘制

(3) 根据参考线绘制新组件草图。如图 15-18 所示。

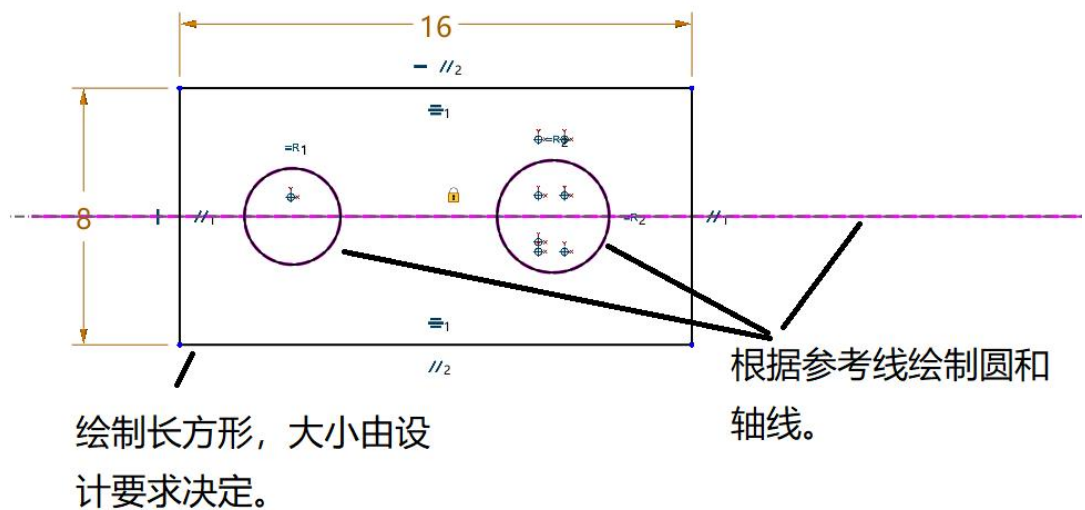


图 15-18 新组件草图绘制

(4) 退出草图，因此参考线和面，并进行拉伸。如图 15-19 所示的新组件线框图和立体图。

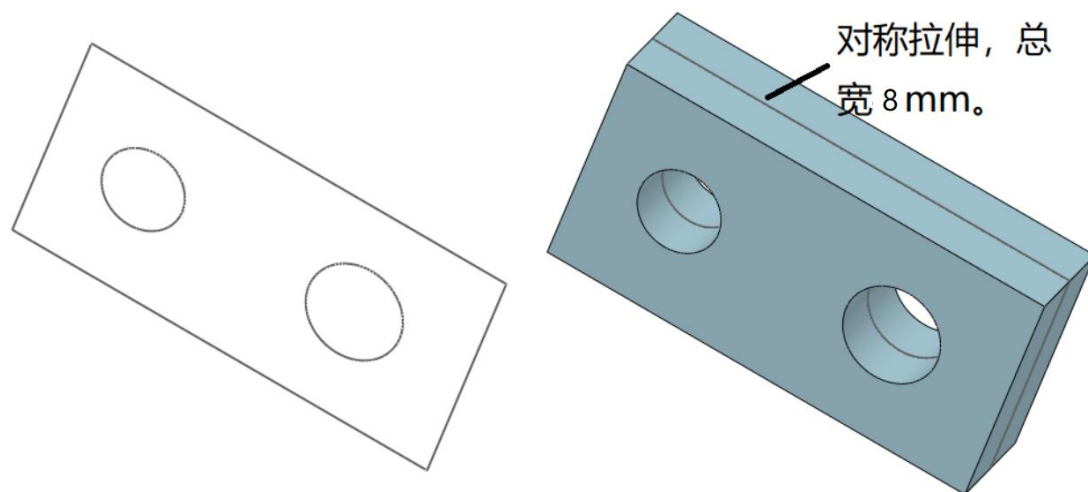


图 15-19 新组件主体拉伸

退出激活状态，回到装配状态，如图 15-20 所示。

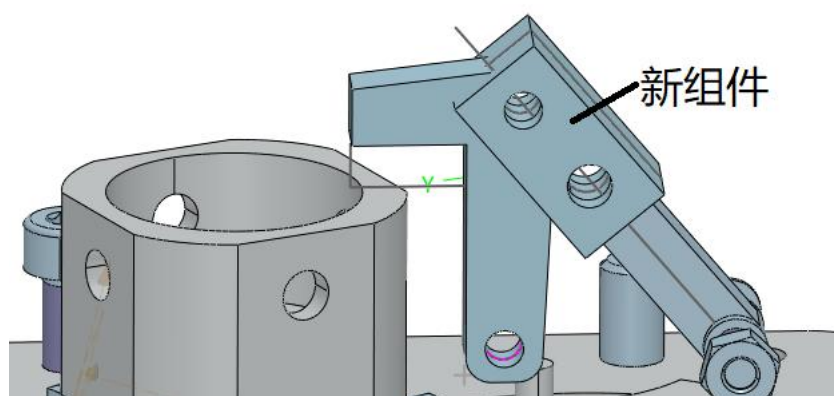


图 15-20 装配状态的新组件

(5) 对新组件进行装配约束，装配好后转动连杆检查新组件是否满足功能要求。

先进行同心约束。如图 15-21 所示。

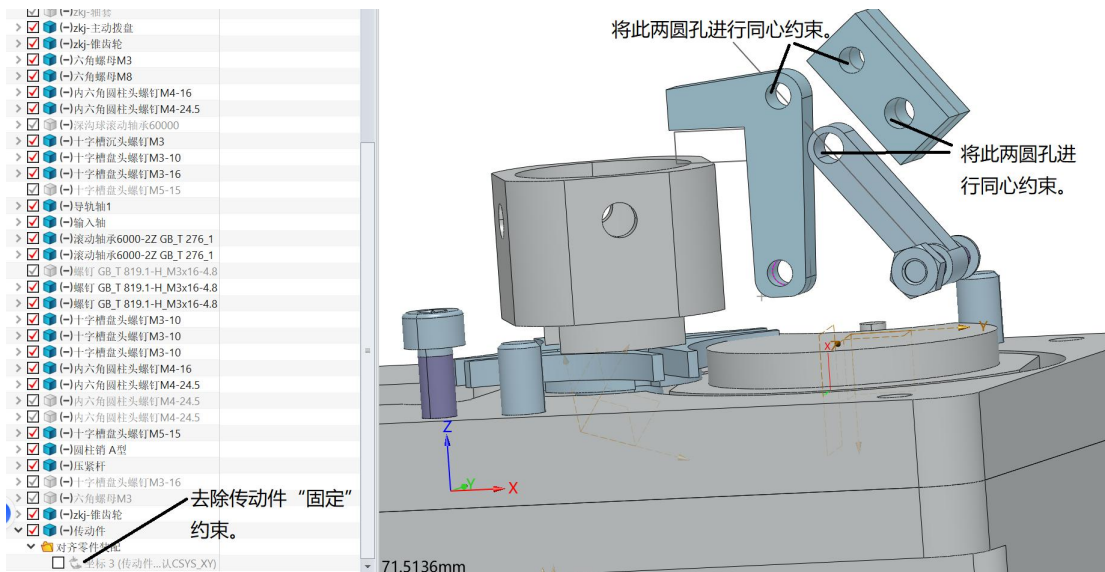


图 15-21 同心约束

再进行中心约束，如图 15-22 所示。

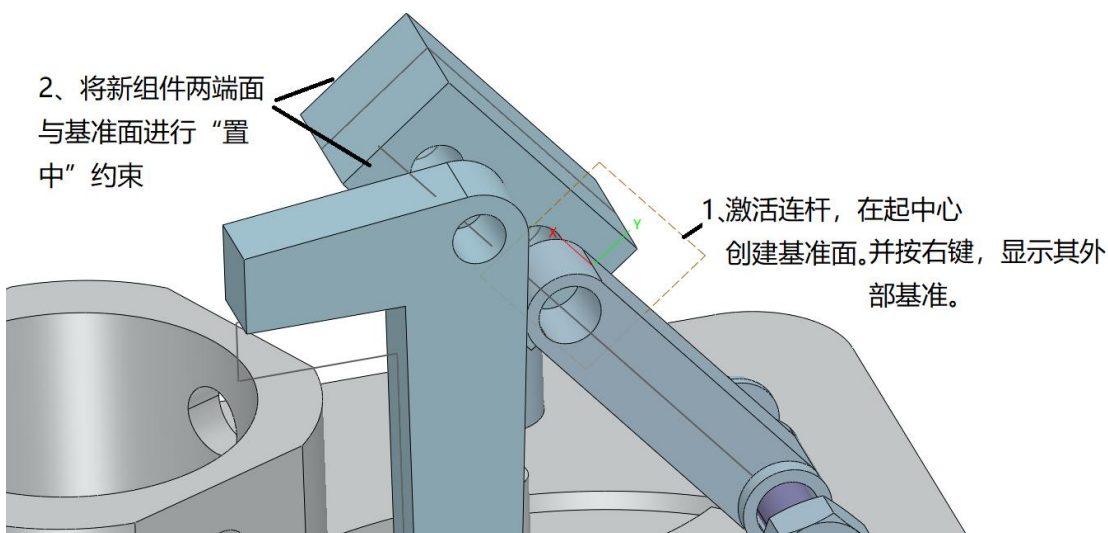


图 15-22 置中约束

置中约束方法如图 15-23 所示。

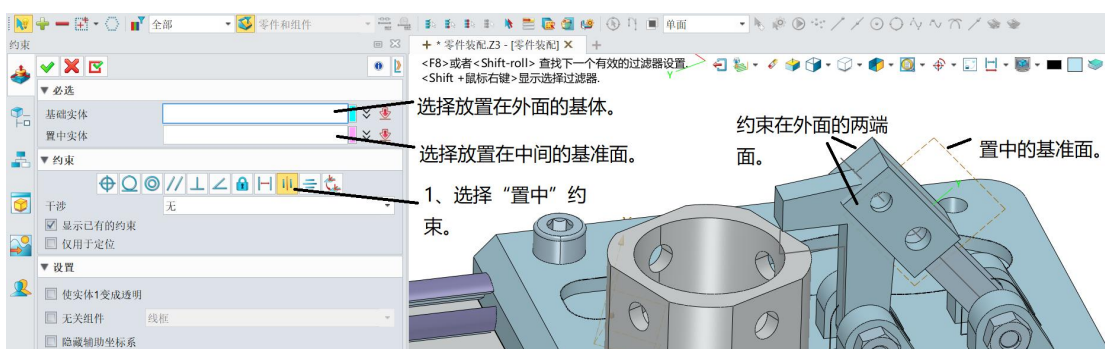


图 15-23 置中方法

3、优化新组件，新组件与连杆和压紧杆干涉，且新组件结构需方便手动。优化如下：

(1) 激活新组件，并绘制草图，如图 15-24 所示。

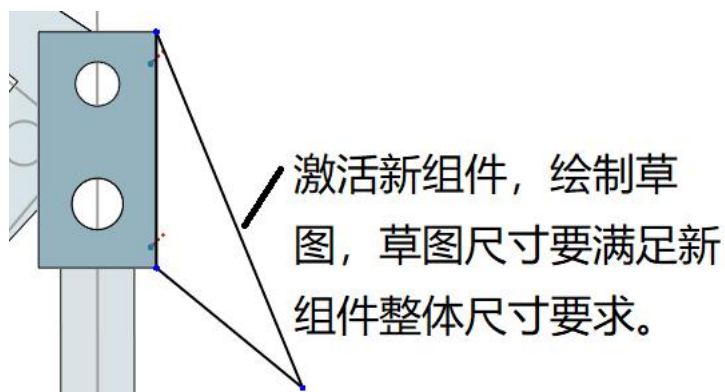


图 15-24 新组件草图绘制

草图绘制完成后，退出草图，并对草图进行拉伸，拉伸距离 8mm。

如图 15-25 所示。

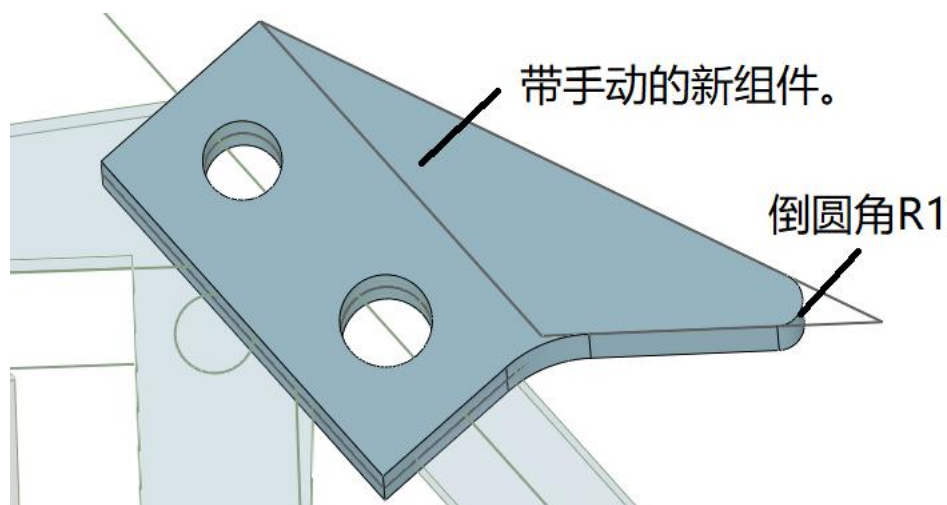
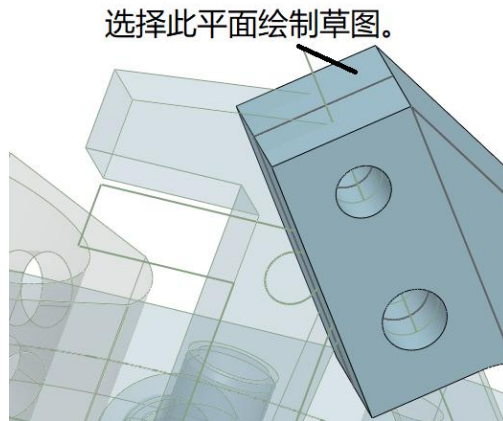


图 15-25 带手动结构的新组件

(2) 去除新组件内部材料，使其与其余配件不干涉。

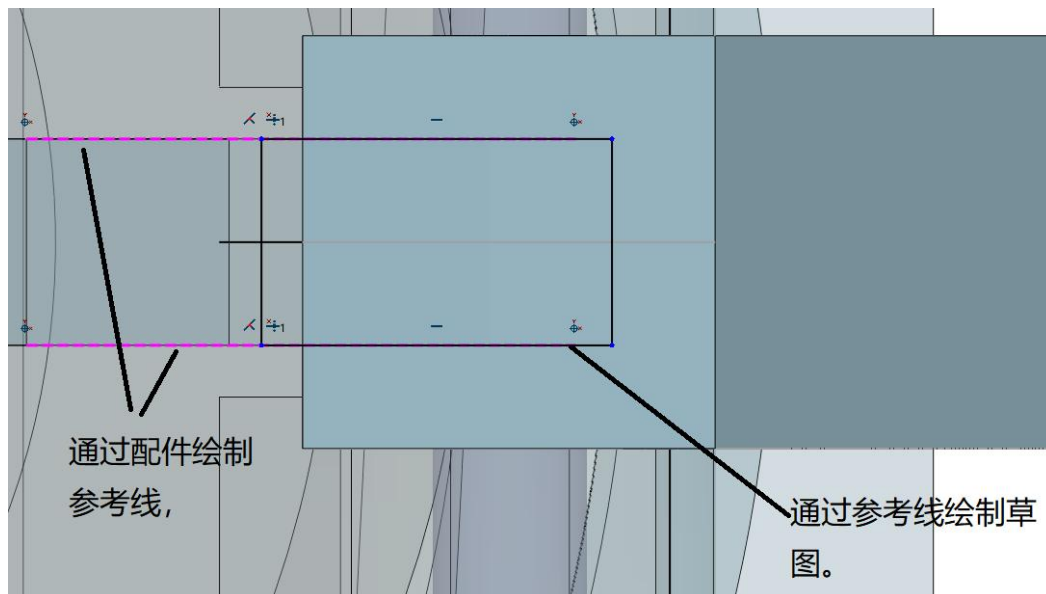
选择平面绘制草图，如图 15-26 所示。



选择此平面绘制草图。

图 15-26 选择绘图面

绘制草图如图 15-27 所示。

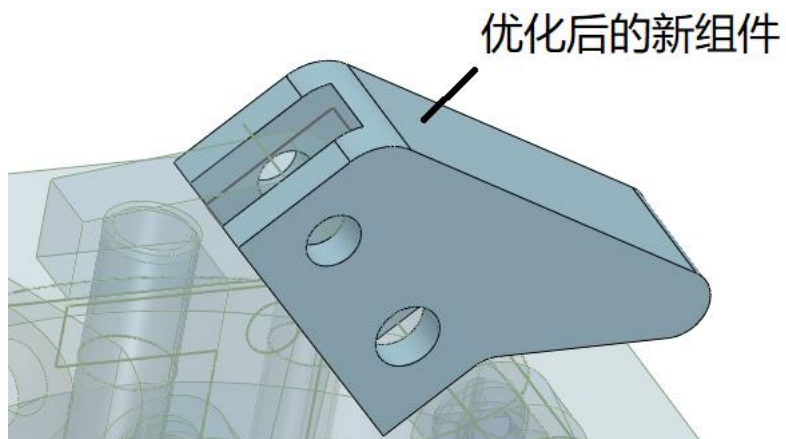


通过配件绘制
参考线,

通过参考线绘制草
图。

图 15-27 草图绘制

完成草图，并对其进行拉伸，减除新组件材料，效果如图 15-28 所示。



优化后的新组件

图 15-28 优化后的组件

思政元素：国之重器复刻优化项目：对标航天配件、军工零部件、国产智造装备，通过逆向解析、创新优化，了解我国高端制造突破历程，厚植科技报国情怀。民生公益智造项目：定制辅助康复器具、公益便民零件，让学生体会技术服务社会、创造价值的意义，培养责任担当与奉献精神。

任务十六、槽轮结构优化

一、教学目标：

掌握槽轮结构优化方法。

二、教学重点

槽轮结构优化方法。

三、教学难点

分析零件结构，合理优化。

四、素质(思政)内容

团队素养培育：通过小组分工完成扫描、建模、打印、调试全流程，培养分工协作、互帮互助、攻坚克难的团队精神。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

2 学时。

相关知识：

一、任务目标：

完成如图 16-1 所示的槽轮结构优化。

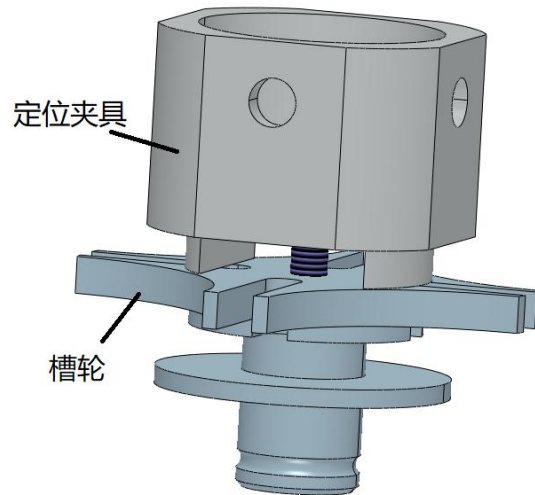


图 16-1 槽轮与定位夹具连接图

从图 16-1 来分析，槽轮与定位夹具通过螺钉连接，带动一起旋转，螺钉只是起一个连接作用，没有周向定位，定位夹具可以旋转，因此需要优化槽轮，给定位夹具进行周向定位。

二、槽轮结构优化。

(1) 通过分析图 16-1 中连接处，定位夹具底部有方槽，可以在槽轮上表面加个凸台，与定位夹具底部的方槽配合，就能对定位夹具周向定位。

(2) 将槽轮与定位夹具进行平行约束，仅用来定位，如图 16-2 所示。

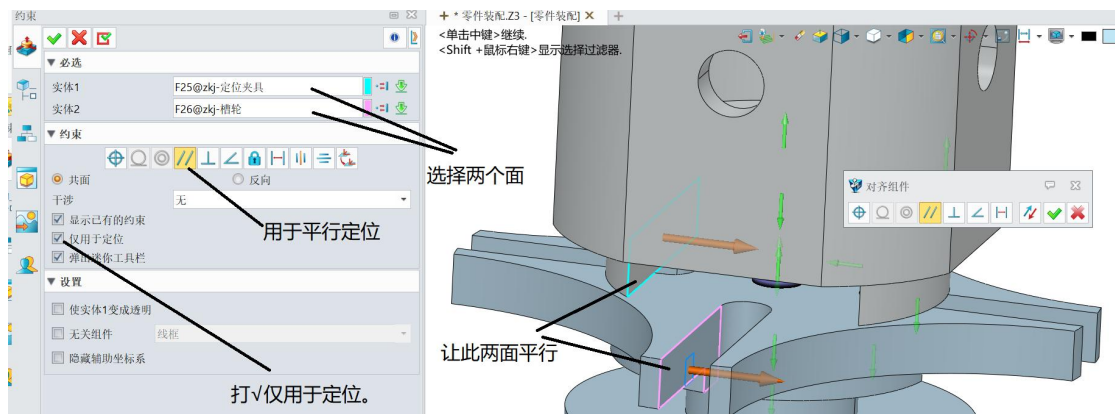


图 16-2 平行约束

(3) 双击槽轮，激活槽轮，如图 16-3 所示。

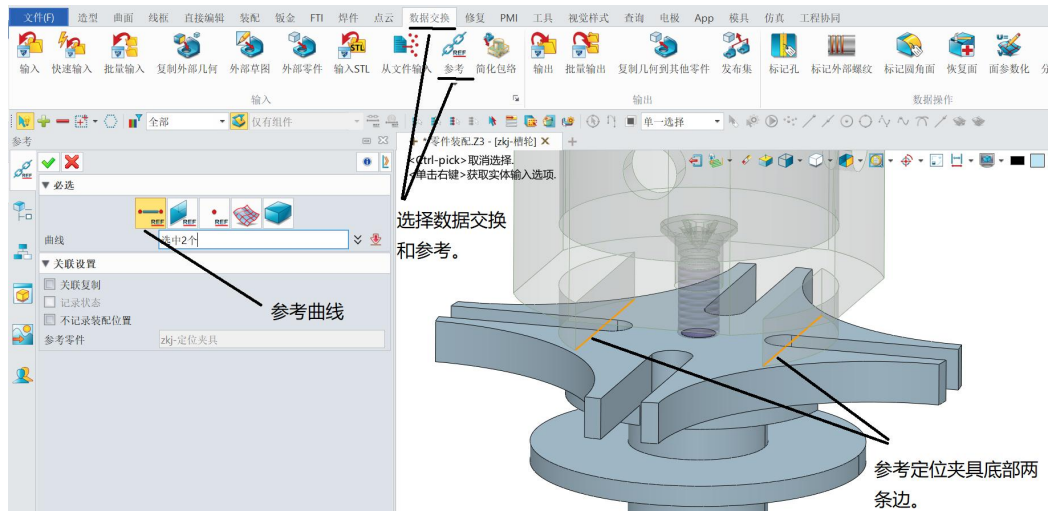


图 16-3 参考线绘制

(4) 隐藏定位夹具，在草图状态线绘制线框图，如图 16-4 所示。

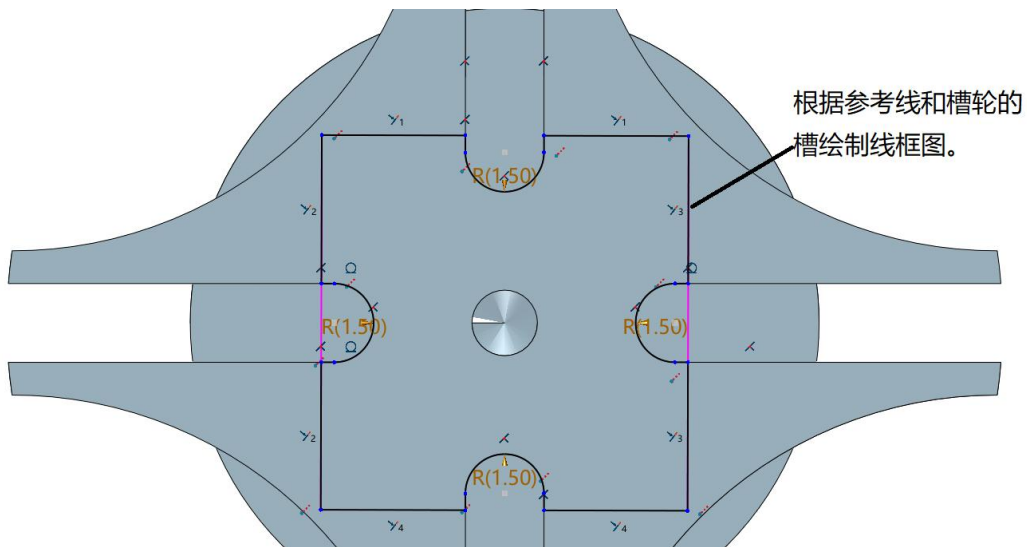


图 16-4 线框图绘制

(5) 退出草图，分析定位夹具底部凹槽高度 3.5mm，将草图拉伸 3mm，并与槽轮合并。如图 16-5 所示。

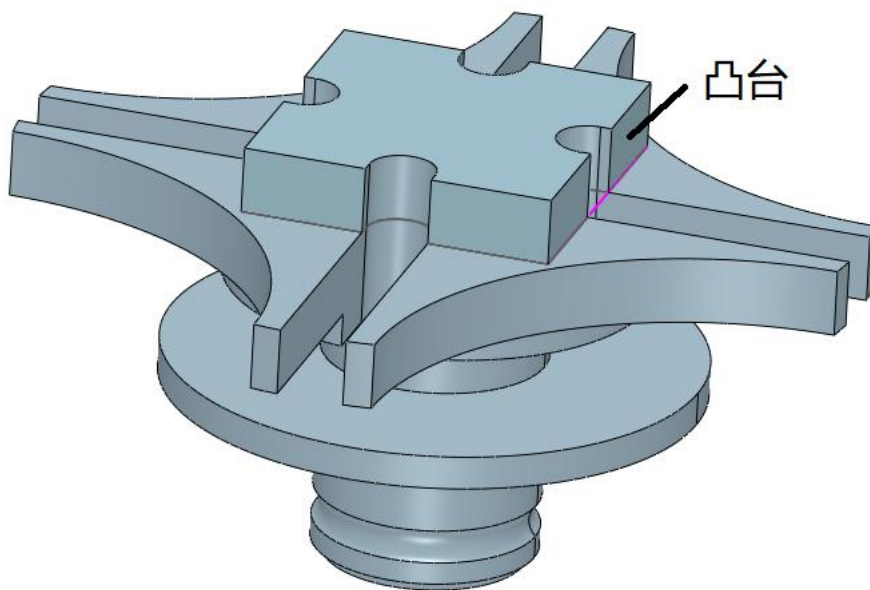


图 16-5 优化后的凸台

思政元素：团队素养培育：通过小组分工完成扫描、建模、打印、调试全流程，培养分工协作、互帮互助、攻坚克难的团队精神。

任务十七、钻孔机机构运动仿真

一、教学目标：

掌握机构运动仿真编辑方法。

二、教学重点

机构运动编辑过程

三、教学难点

编辑过程中“禁止”“启动”等方法的设置。

四、素质(思政)内容

聚焦逆向工程行业乱象，明确技术工具无罪，使用初心为本，引导学生区分侵权仿制与合规创新，树立“以逆向学技术，以创新强产业”的职业追求，助力制造业摆脱低端复刻困境，迈向高端原创智造。

五、教学方式：

讲解、演示、实验

六、学时数

4 学时。

知识目标：掌握机构运动仿真编辑方法。

相关知识：

一、将机构外部机构透明化，如图 17-1 所示。

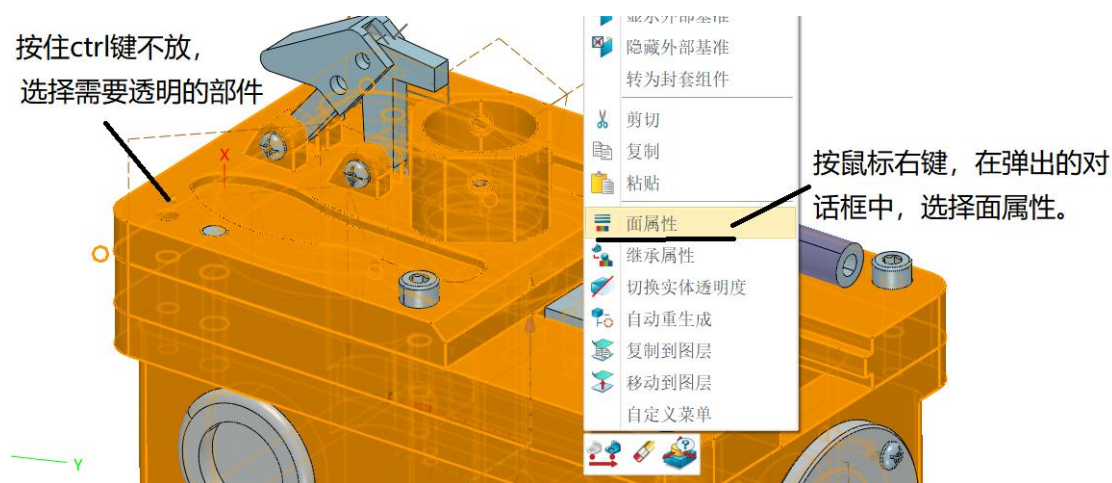


图 17-1 选择面属性

进入面属性对话框，如图 17-2 所示。

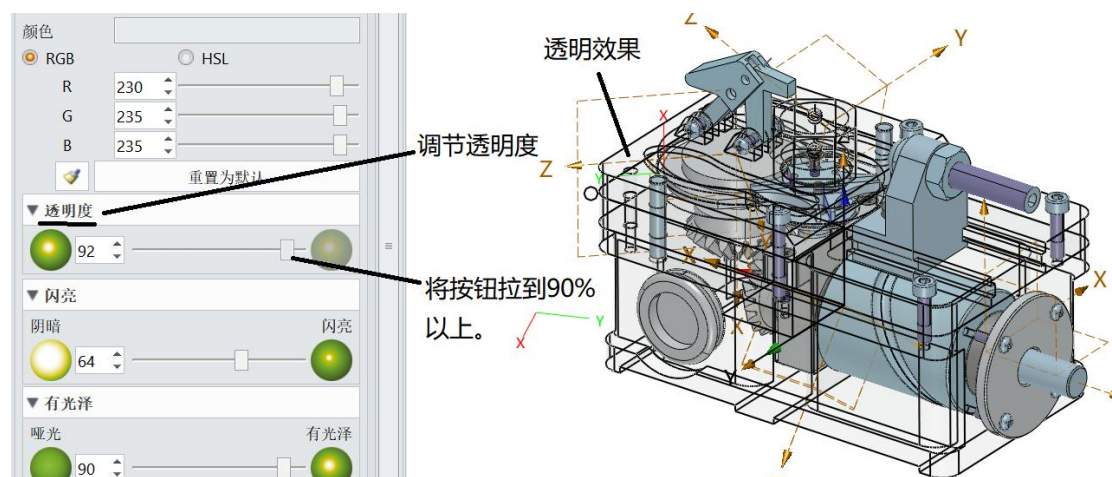


图 17-2 透明化设置

二、自定义视图设置。如图 17-3 所示。

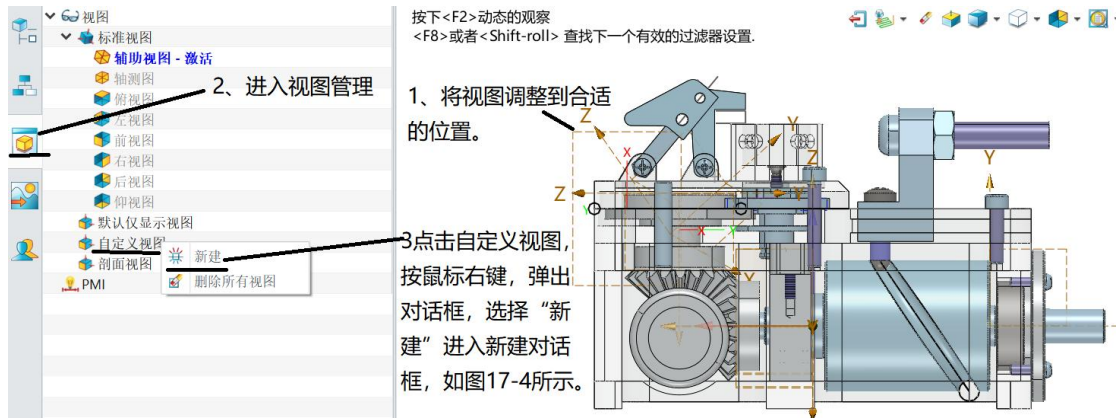


图 17-3 自定义视图

新建对话框如图 17-4 所示。

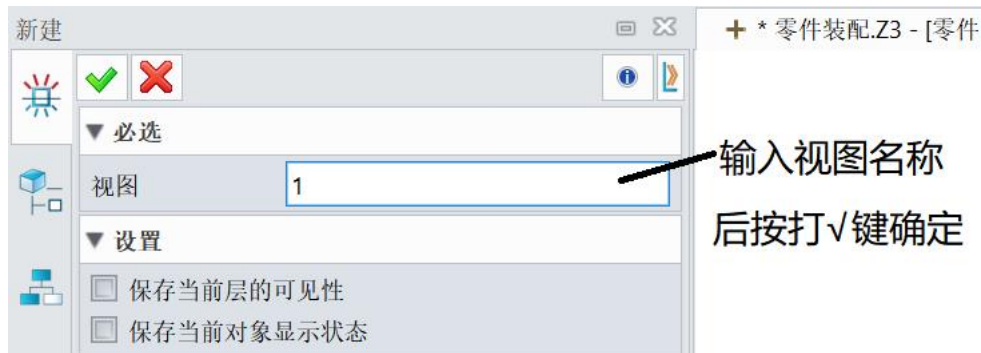


图 17-4 新建对话框设置

确定后，创建出了一个名为 1 的视图。要创建更多的视图，与上面过程相同，先把机构调整的合适的位置，再自定义视图。如下图 17-5 所示。



图 17-5 自定义视图

三、新建动画

如图 17-6 所示。

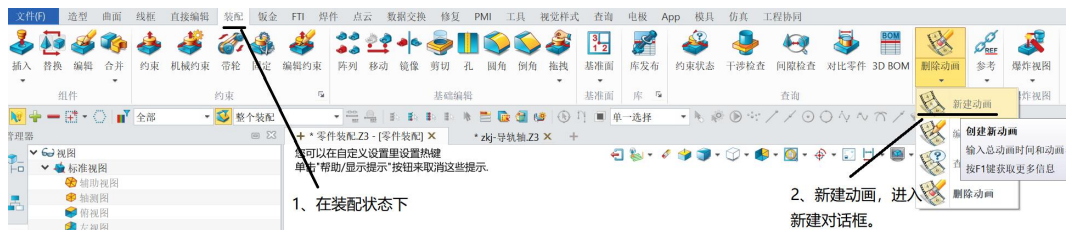


图 17-6 新建动画

新建动画对话框如图 17-7 所示。

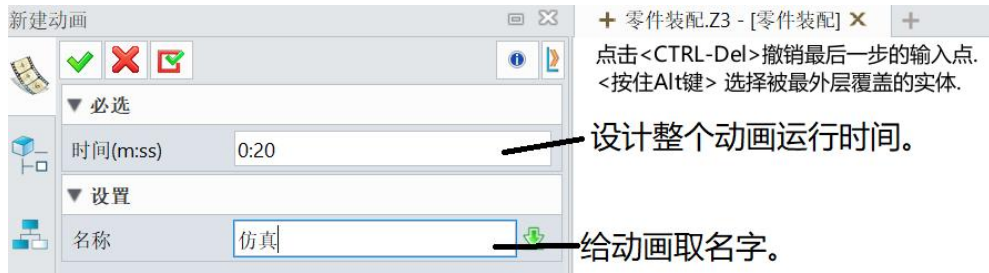


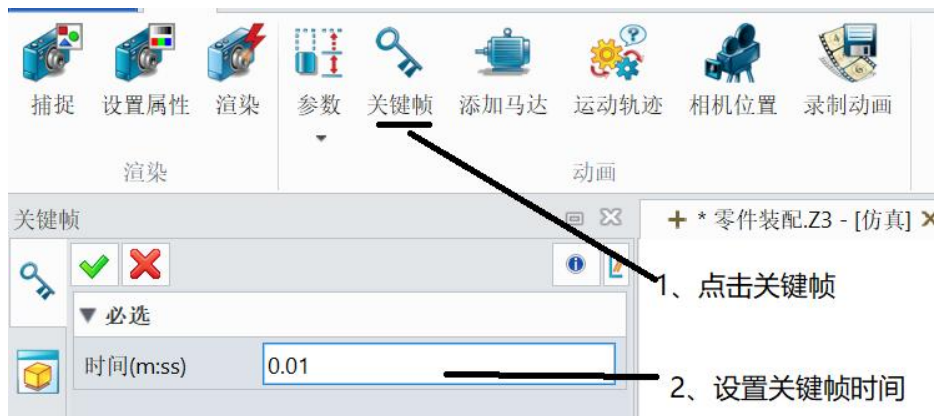
图 17-7 动画设置

新建动画打√确定后，进入动画管理，如图 17-8 所示。



图 17-8 动画管理

本次案例创建四个关键帧，如图 17-9、17-10 所示。



17-9 创建关键帧设置



17-10 关键帧数量

四、动画制作设置。

1、首先进入动画管理，鼠标双击，激活关键帧 0.00。再进入视图管理，双击激活如图 17-5 中自定义创建的视图 1。再点击菜单栏中的“相机位置”，弹出对话框，如图 17-11 所示。

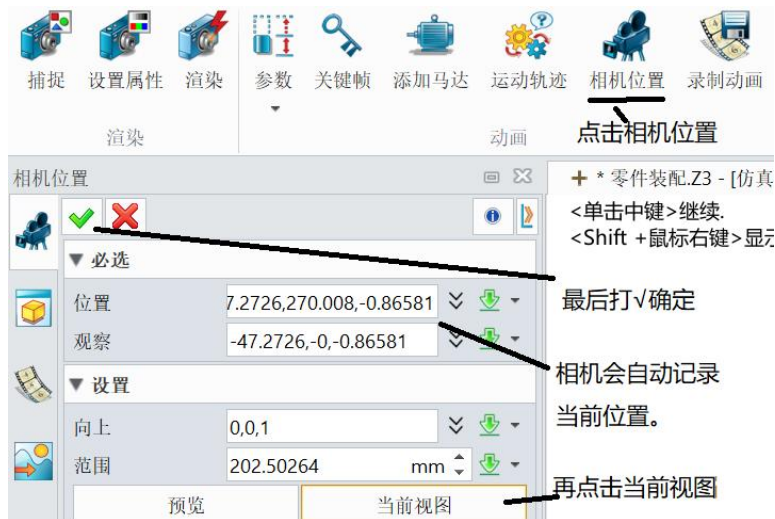


图 17-11 相机位置设置

按照上面的创建过程，对关键帧 1、2、3、4 对应视图 2、3、4、5 进行创建。

2、添加马达，让动画动起来。如图 17-12 所示。

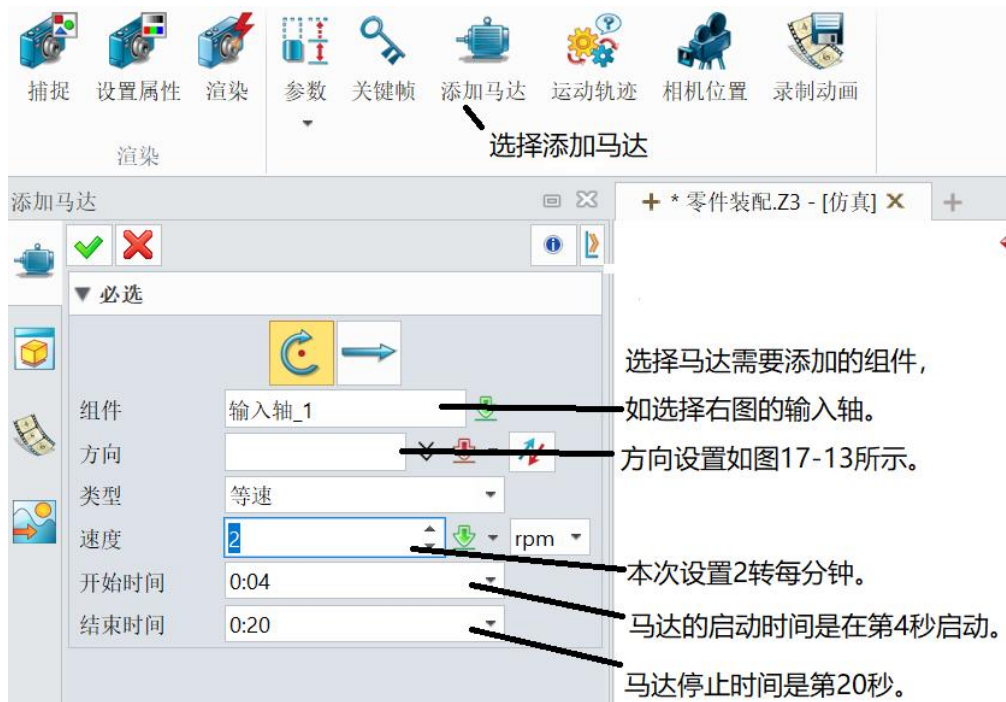


图 17-12 添加马达设置

方向设置如图 17-13 所示。



图 17-13 方向设置

面法向对话框设置，如图 17-14 所示。

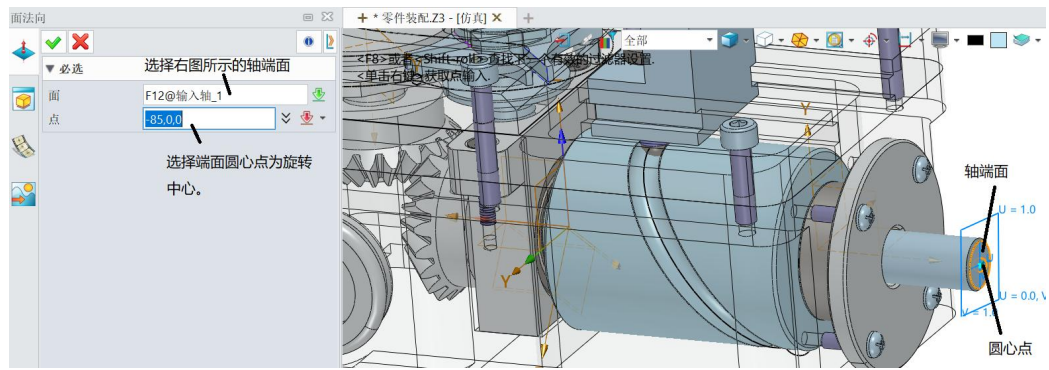


图 17-14 面法向设置

面法向设置完后，可进行演示，如图 17-15 所示。

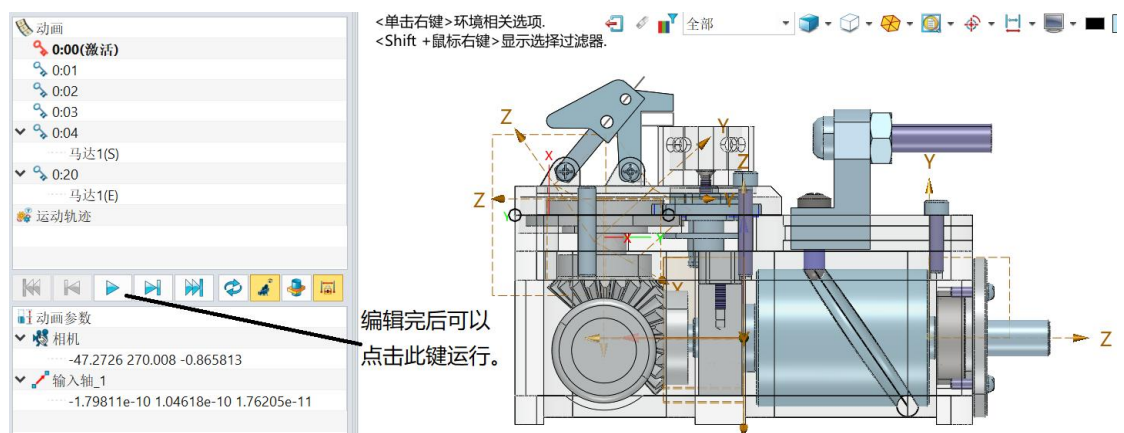


图 17-15 演示运行

在动画演示过程中，可以暂停，设置关键帧，在装配状态下对部分配件进行“禁用”和“启用”。

思政内容：聚焦逆向工程行业乱象，明确技术工具无罪，使用初心为本，引导学生区分侵权仿制与合规创新，树立“以逆向学技术，以创新强产业”的职业追求，助力制造业摆脱低端复刻困境，迈向高端原创智造。