

# QForm-VX 挤压模块

版本 VX 8.1



北京创联智软科技有限公司

© QuantorForm Ltd. 2005-2016

## 目 录

<b>1. 软件介绍 .....</b>	<b>3</b>
1.1 总述.....	3
1.2 需要准备的几何数据.....	4
1.2.1 模具组合体和模拟域.....	4
1.2.2 模具偏斜角度，导角和工作带.....	7
<b>2 几何模型生成网格 .....</b>	<b>9</b>
2.1 QSHAPE 用户界面介绍 .....	9
2.2 几何模型转化的步骤.....	11
2.2.1 步 1 和步 2：导入和修复几何 STEP 格式文件.....	11
2.2.2 步 3：网格划分和定位 .....	15
2.2.3 步 4：转换实体几何为模具组合体（Tool Set）并诊断.....	17
2.2.4 步 5：提取模具组合体（Tool set）上面的工作带.....	18
2.2.5 步 6：设置挤压筒内径.....	20
2.2.6 步 7：生成参数化的模拟域.....	20
2.2.7 步 8：生成模拟域体网格 .....	22
2.2.8 步 9：模具网格生成及保存 .....	23
2.3 几何数据准备顺序总结.....	28
<b>3 前后处理操作 .....</b>	<b>30</b>
3.1 前处理操作 .....	30
3.2 粘性摩擦条件 .....	34
3.3 运行模拟.....	34
3.4 模拟结果.....	36
3.4.1 程序界面.....	36
3.4.2 显示模拟域结果.....	37
3.4.3 显示模具结果.....	42
3.4.4 截面视图和距离测量.....	44
3.4.5 导出工作带为 DXF 文件.....	46
3.4.6 做曲线图.....	48
3.4.7 生成动画.....	49
3.4.8 打印报告.....	49
3.4.9 显示指定点的从挤压筒到挤出模具过程的各种场曲线.....	51
<b>4 QSHAPE 的高级应用 .....</b>	<b>53</b>
4.1 工作带的参数化显示和工作带编辑器.....	53
4.1.1 工作带的参数化显示.....	53
4.1.2 参数化和几何角度显示.....	56
4.2 工作带编辑器使用.....	59
4.2.1 导入从 CAD 文件的工作带曲线.....	59
4.2.2 导入工作带设计并保存.....	61

## 1. 软件介绍

### 1.1 总述

我们把 QForm 挤压模拟过程中的材料流动过程分为两个阶段：

- 非稳态阶段，模具内被填满的过程。
- 准稳态阶段，型材在力的作用下离开模具。

其中最重要的阶段是型材形状和性质形成的准稳态过程。在准稳态过程中，材料的参数如温度、载荷可能是变化的，但是这并不会影响材料流动，大多数情况下，可以不考虑这些参数的影响。

初始的非稳态阶段使用拉格朗日模型，稳态阶段使用拉格朗日-欧拉混合模型。这两个模型都存在于 QForm 里面。这两个模型中，挤压材料被认为是不可压缩刚粘塑性的，不考虑材料的弹性变形。

拉格朗日模型计算效率很低，所以仅在型材简单情况下使用，因为拉格朗日方法需要大量的网格重构来模拟材料通过复杂模具时发生的剧烈变形。这种情况下借助于拉格朗日欧拉混合模型可以相对快速的模拟，这种方法在计算时不需要网格重构。

设置合适的模具几何对于模拟结果的正确性是极为重要的。在挤压中有三种基本的模具，实体的，半空心的，空心的模具，对应相应的型材。

平流模具生产的型材没有孔，取决于设备和挤压机，分为各种类型的模具。大多功能都是为了更好的控制材料流动。

分流模具生产的型材中间有一个或多个孔，多数空心模具为多孔，包括上模和下模。模垫有时有，有时没有。上模生成并控制型材的内表面。上模有一个或多个分流孔，铝坯料先分离到分流孔再在焊合室内焊合。分流孔是用分流桥隔开，支撑模芯和上模。下模用于生成并控制型材的外表面。

一般情况下，模拟需要的数据包括：

- 包括模具组合体的各个组件三维 CAD 几何模型
- 挤压材料的属性（流动应力和热物性参数）
- 模具材料的属性(弹性模量,屈服强度,泊松比和热物性参数)
- 挤压材料与模具表面的接触条件（摩擦，热传导系数，和模具温度）
- 工艺参数（材料预热温度，挤压速度和挤压力）

下面从几何数据开始

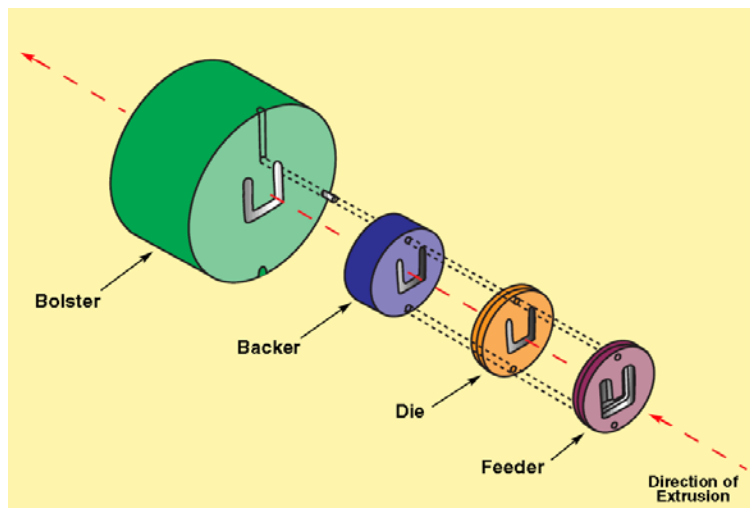
## 1.2 需要准备的几何数据

### 1.2.1 模具组合体和模拟域

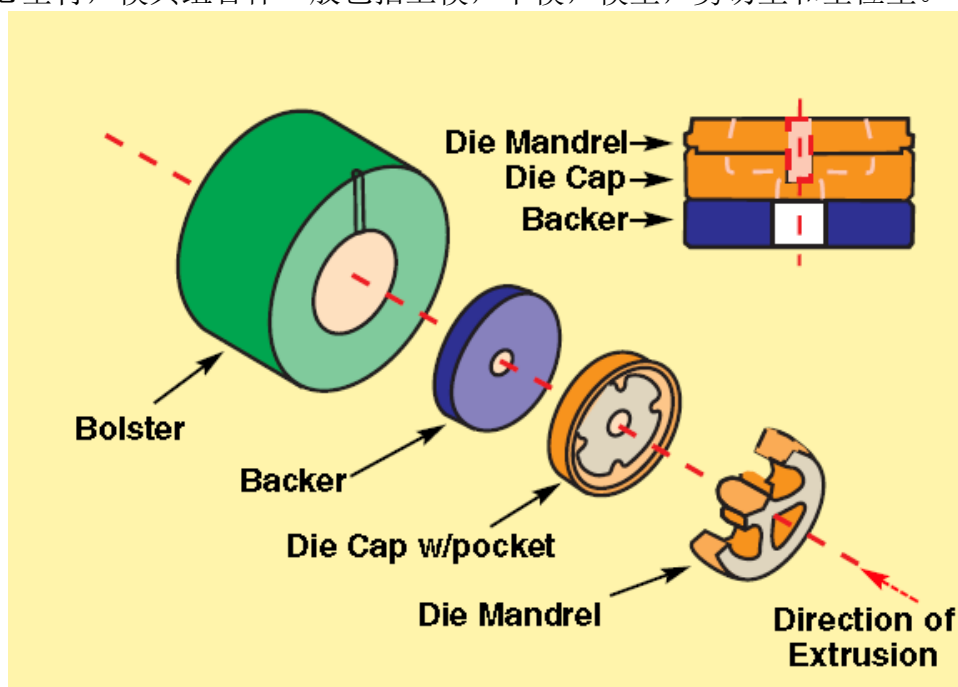
挤压工艺模拟在一个“模拟域”内开始，模拟域是挤压材料在充满挤压筒和完全充满模具组合体一直到工作带出口处的一块区域。用户需要使用模具几何生成模拟域并保存为 QShape 格式。这个操作可以再 QShape 里面很轻松的完成。其它的数据（材料，挤压速度，坯料温度等）在接下来的前处理向导内输入。

下面我们考虑典型的实心 and 空心型材模具，如何生成模拟域。

通过铝挤压手册我们看到，实心型材模具一般包括导流板，模具，剪切垫和空位垫。有时也没有导流板。

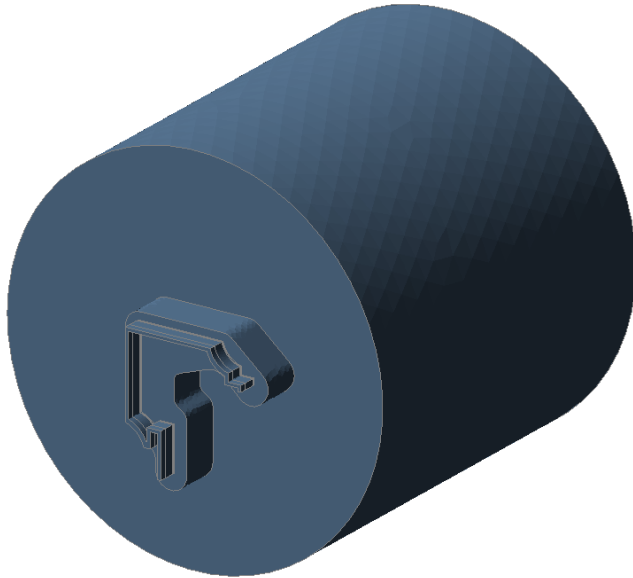


对于空心型材，模具组合体一般包括上模，下模，模垫，剪切垫和空位垫。

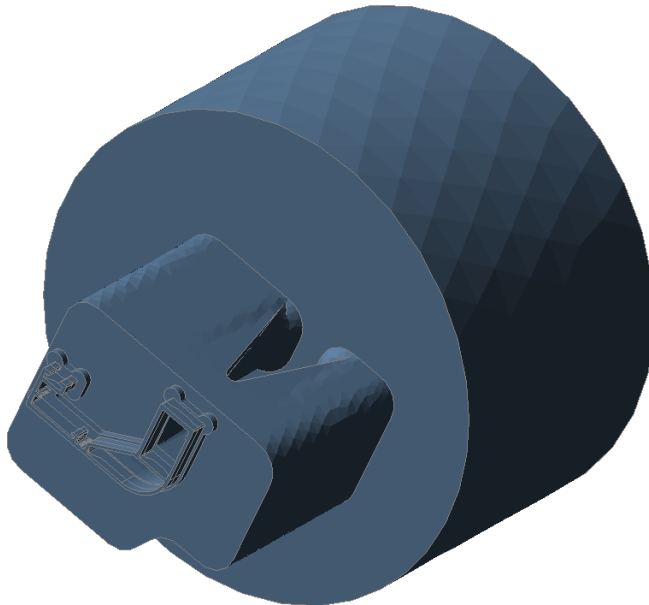


上述两种模具组合体最后都与挤压筒组合在一起。因此对实心型材模具来说挤压材料填满挤压筒内的空间，与挤压垫、模具接触，而对于空心型材模具来说，挤压材料与下模和上模都有接触。模具组合体的其它部分（模垫、剪切垫和空位垫）与挤压材料没有直接的接触。

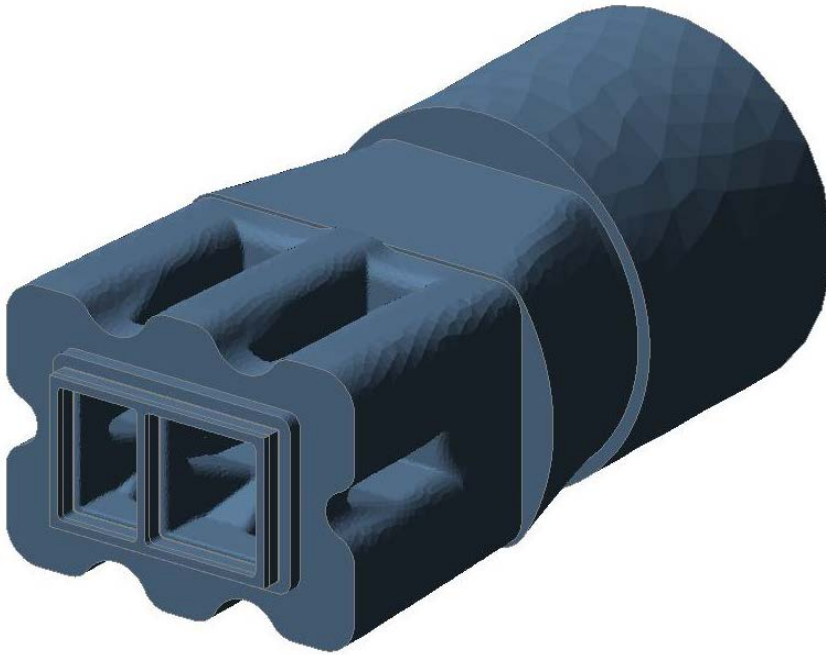
实心型材典型的模拟域如下图所示，我们可以明显地看到材料填满挤压筒和导流板及模具区域。



对于空心型材的模拟域如下：



我们可以看到材料填满挤压筒、上模和下模。在大尺寸型材中，材料在宽展模中的部分也要包含在模拟域中。如下图所示：



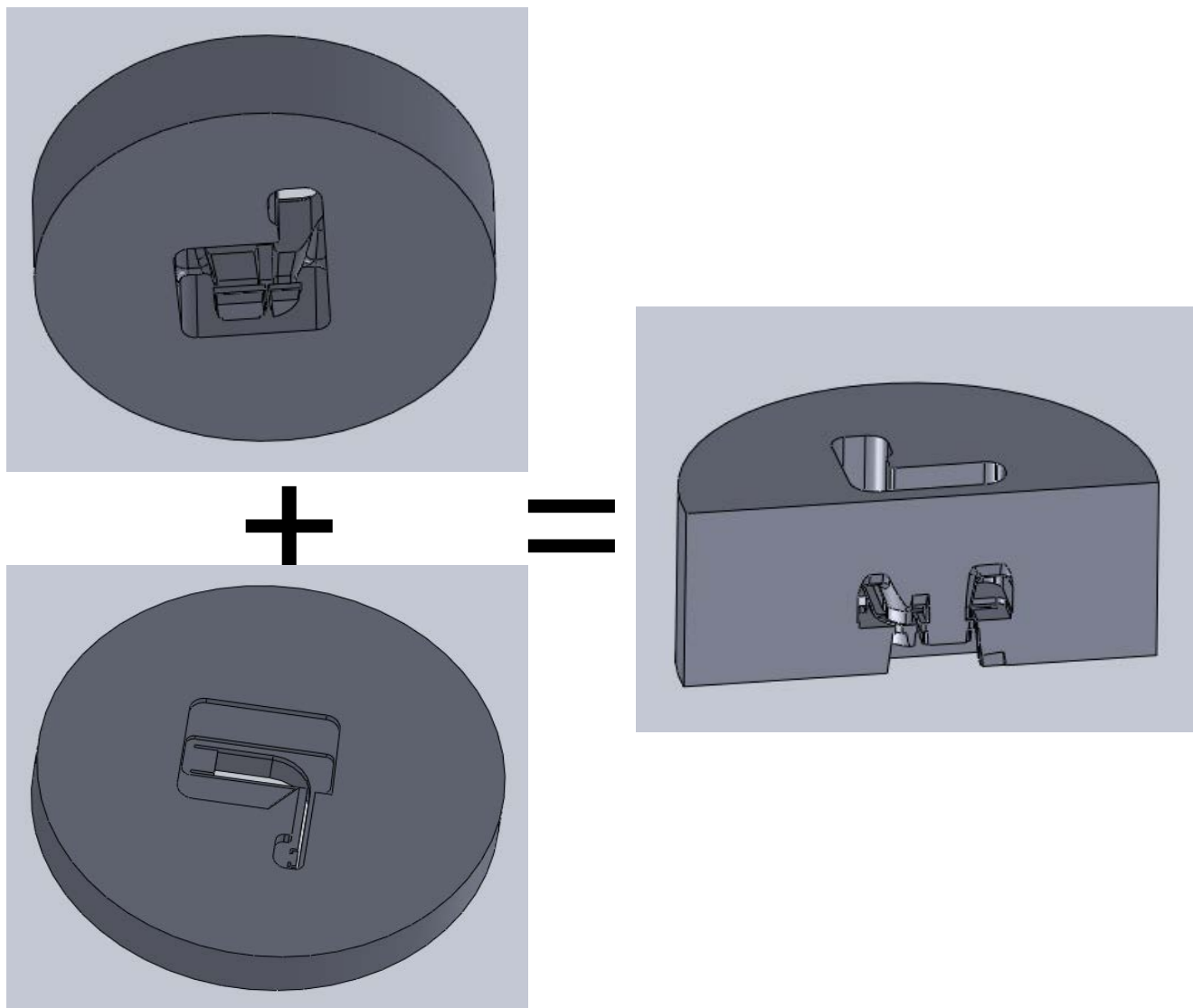
因此要生成模拟域我们需要有下面模具组合体的几何模型:

- 对于平流模，导流板、模具、剪切垫、空位垫（如果有的话）
- 对于分流模，上模、下模、剪切垫、空位垫（如果有的话）

挤压筒，坯料，模套和模座不需要几何，挤压筒的尺寸在模拟域生成的时候需要输入可以自动生成。

我们需要上模和下模合并的几何实体。

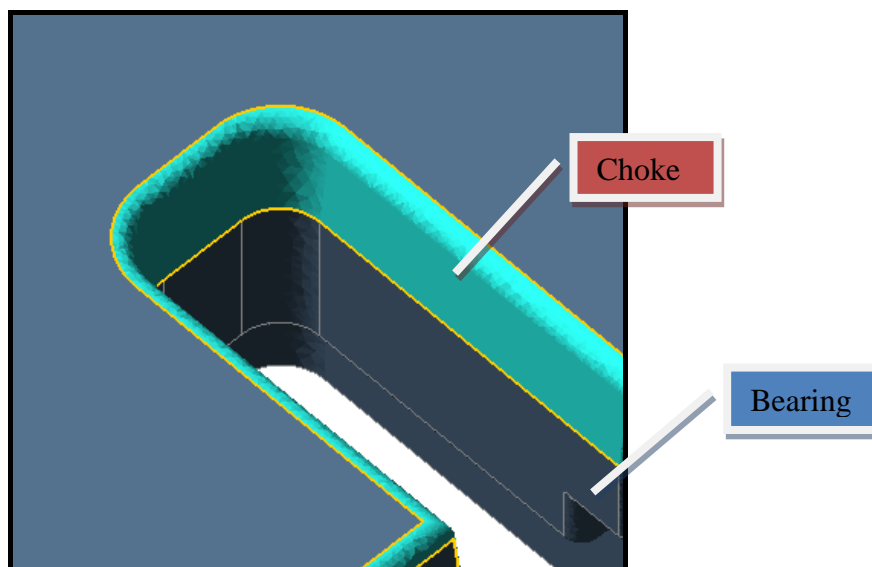
下面我们来看一个分流模的例子，上模和下模已经合并在一起了，下图为几何模型。下面的几何模型保存成 **step** 格式后导入到 **QShape** 中。



分流模挤压模拟用的几何数据，截面显示

### 1.2.2 模具偏斜角度，导角和工作带

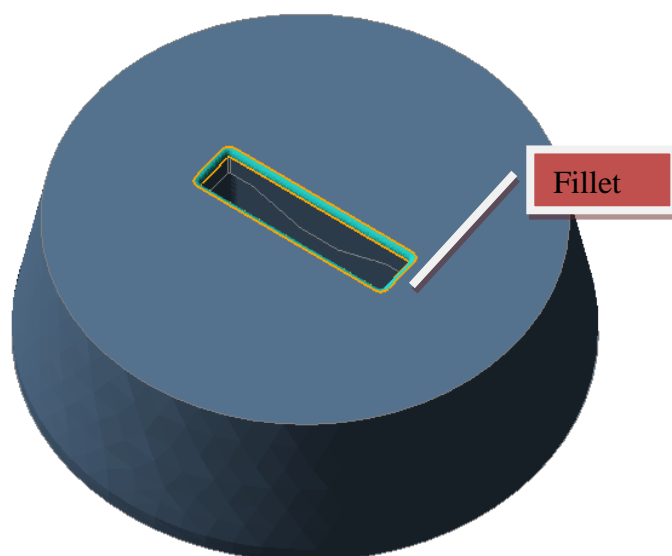
工作带位置的模具偏斜角度如果大于 2 度，偏斜位置未完全占据工作带需要在建立几何模型时设置好。



模具设备上的偏斜角度和工作带，流动方向向下

如果偏斜角度小于 2 度并占据了工作带的全部长度，我们可以直接在 QShape 的工作带编辑器中定义。

对于典型的铜合金和钢的厚壁型材挤压，可能要定义模具入口处的导角，如下图所示：



工作带位置的模具导角

模拟铝型材挤压时在工作带入口处最好不要有特别尖锐的边。



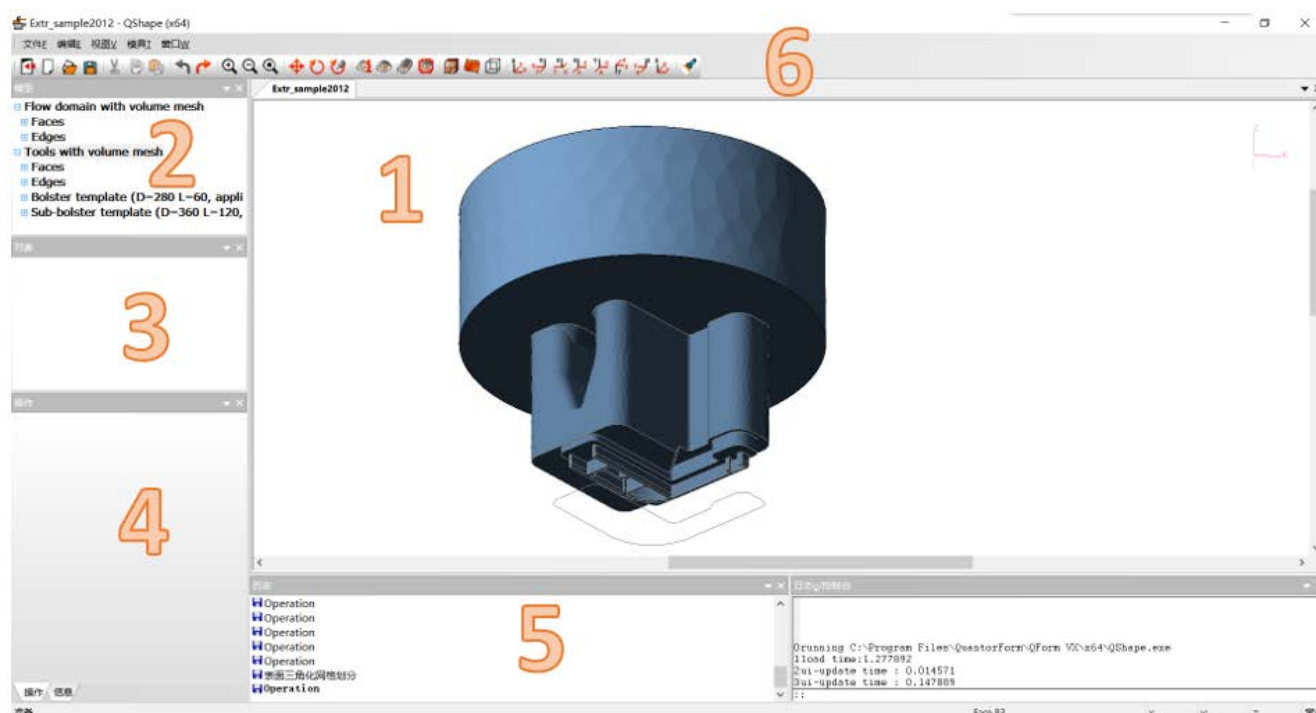
## 2 几何模型生成网格

### 2.1 QShape 用户界面介绍

几何模型通过 STEP 或者 IGES 格式导入到 QShape 模块中，下面的例子中 QShape 首先转化实体或经过修剪的面成一个实体模型，对于下面的例子我们假设导入的模型已经是一个实体。QShape 生成 QShape 格式的网格模型用于 QForm 中模拟使用。

QShape 界面如下图所示：

1. 图形界面窗口，显示模具几何和模拟域。(下图只显示了模拟域，隐藏了模具几何)。
2. 模型窗口，列表显示用于模拟分析的几何模型。
3. 目标窗口，显示所选几何的更为详细的信息。
4. 操作窗口，这会出现不同的命令，取决于我们所选的目标类型，这个窗口一般与信息窗口合并在一起，通过点击下面的选项卡切换。
5. 历史窗口，保存了操作的历史记录。
6. 主菜单和工具栏，有最常用的命令



工具栏按钮显示如下，他们是：

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

24

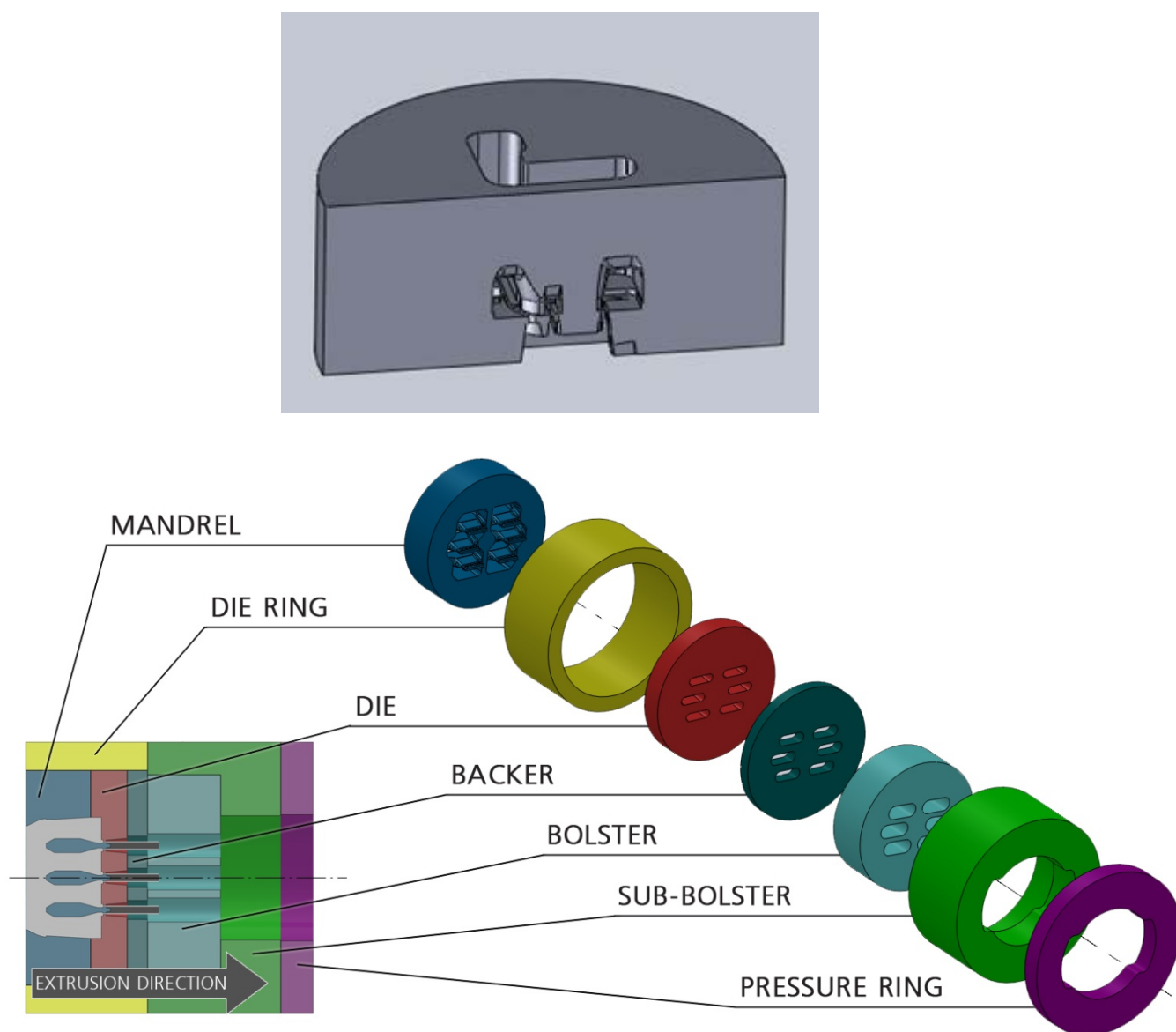


1. 退出 QShape 并返回 Qform
2. 新建窗口
3. 打开已有文件
4. 保存模型为 QSHAPE 文件格式
5. 剪切
6. 复制
7. 粘贴
8. 返回
9. 向前
10. 放大
11. 缩小
12. 全屏
13. 移动
14. 旋转
15. 固定旋转中心
16. 仅显示所选
17. 仅隐藏所选
18. 显示所有隐藏目标
19. 显示/隐藏轮廓。显示用于生成模拟域的部分模具表面。
20. 显示/隐藏有限元网格。
21. 显示所选面的参数线
22. 切换实体/线框显示
23. 选择视图
24. 移动光源

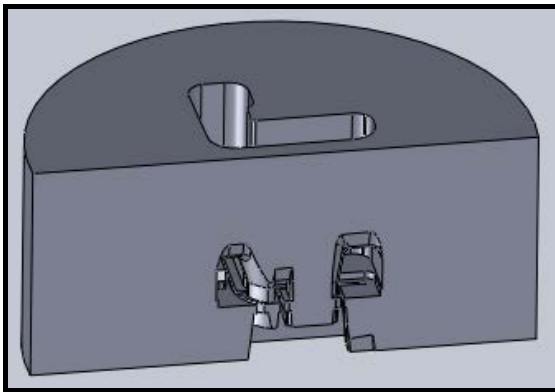
## 2.2 几何模型转化的步骤

### 2.2.1 步 1 和步 2：导入和修复几何 STEP 格式文件

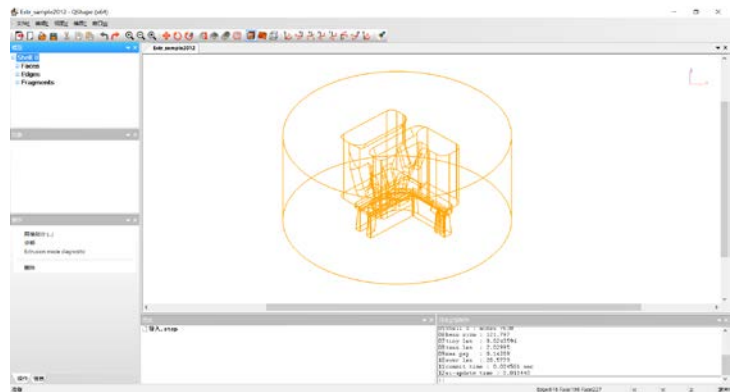
下面以一个空心型材为例说明整个过程。几何文件在安装路径 **QForm VX\geometry\extrusion** 下名为“Extr\_sample2012.STEP”。通过 QForm 主菜单启动 QShape。这个文件包括上模和下模合并在一起的几何。因为采用耦合模具模拟我们还需要模具组合体中的上模，下模，模垫，模座，模套，支撑环等。



在模具组合体最后有一个压力环，我们把它考虑为刚性，支撑整个模具组合体，需要我们输入压力环的内部孔的形状或者内径。其它组件如剪切垫、空位垫显示在上面，我们需要准备二维的轮廓图的 IGS 格式文件。剪切垫的 IGS 文件内的二维几何需要在 XY 平面内。



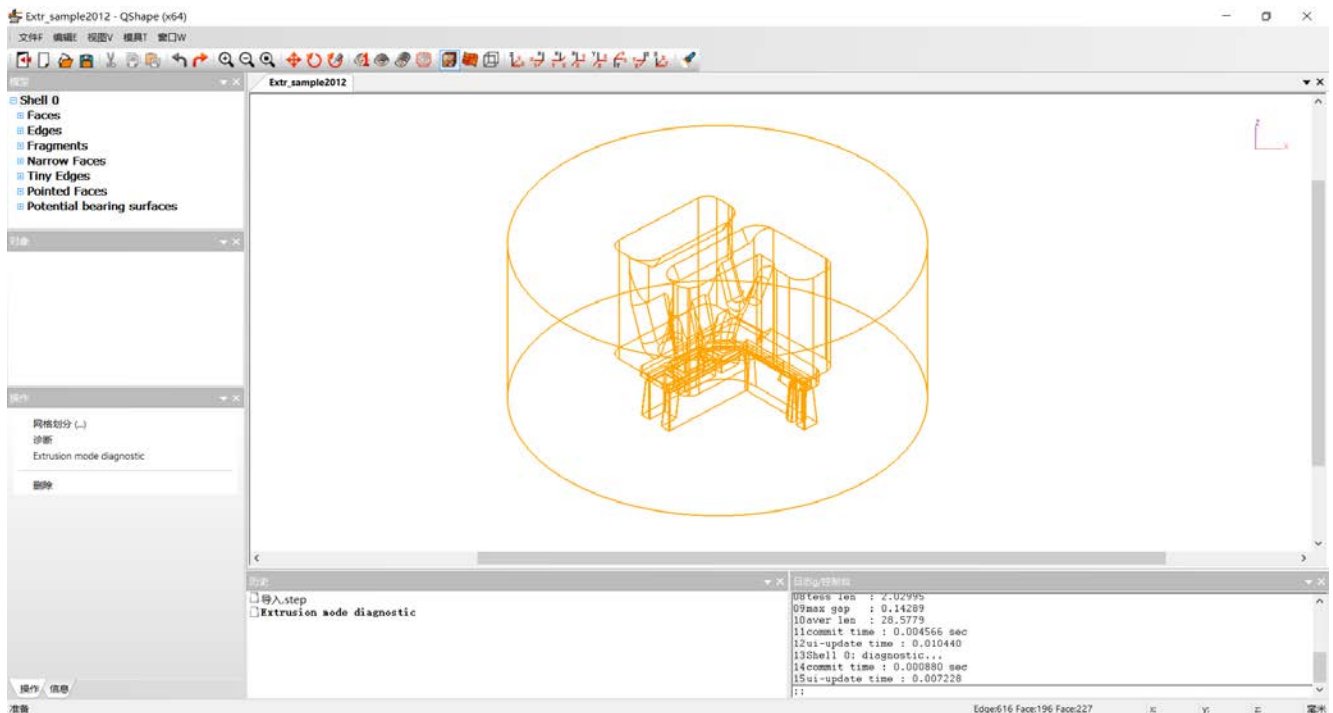
a.



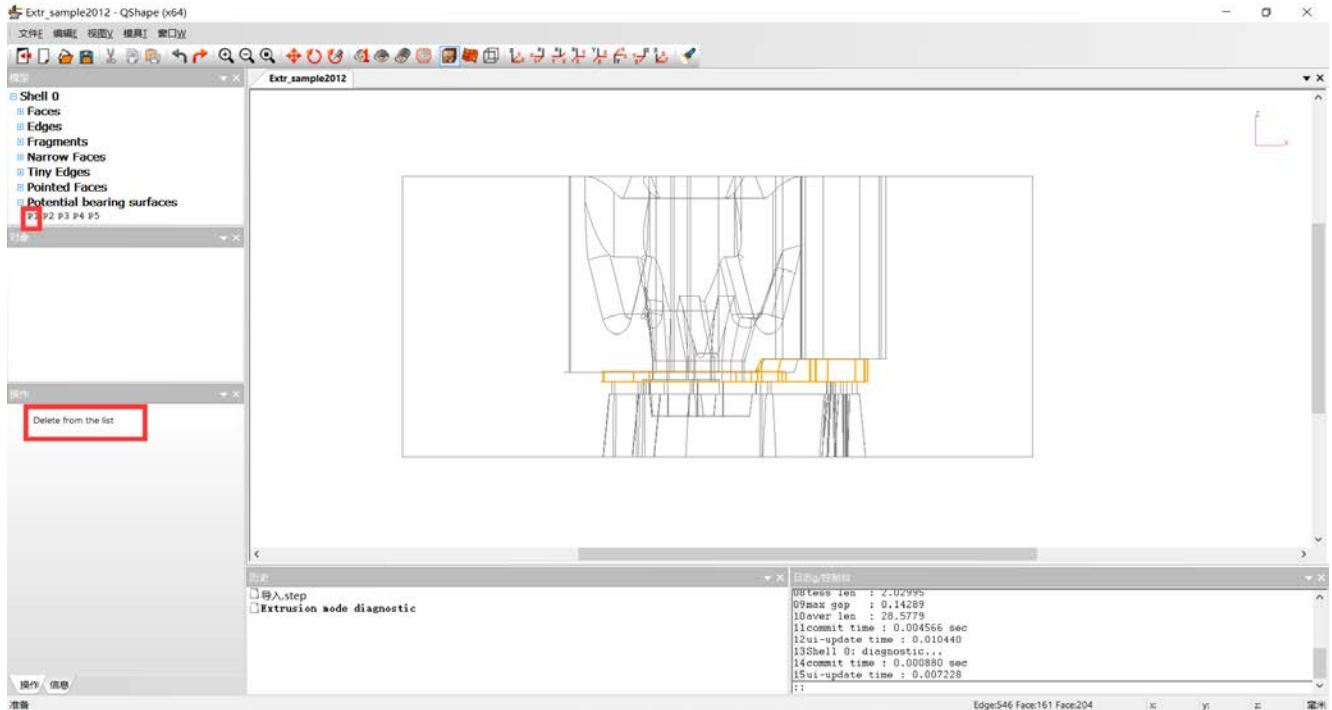
b.

型材挤压模拟用几何模型: a – 上模下模几何模型 (截面显示); b – 导入到 QShape.

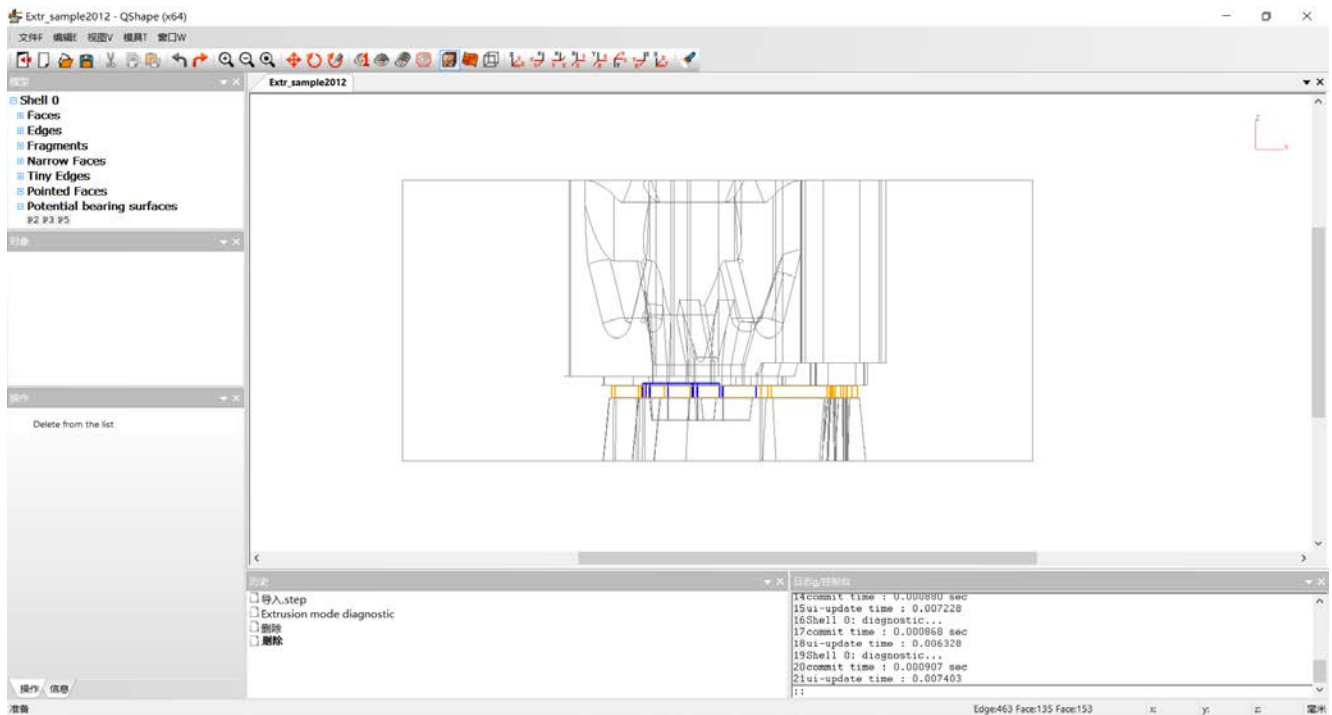
文件导入后显示成线框方式如下。在**模型**窗口自动显示名字 **Shell 0**。点击这个名字后，在**操作**窗口中显示可以进行的操作。单击操作 **Extrusion mode diagnostics**。可能的几何问题会以 **Composite Faces**, **Narrow Faces**, **Tiny edges** 或 **Pointed Faces** 出现在模型窗口中的 **shell 0** 下面。



首先我们检查上下模工作带的列表。逐个单击列表中的 *potential bearing surfaces* 下的每个面来找到工作带，把不是工作带的面从列表中删除。

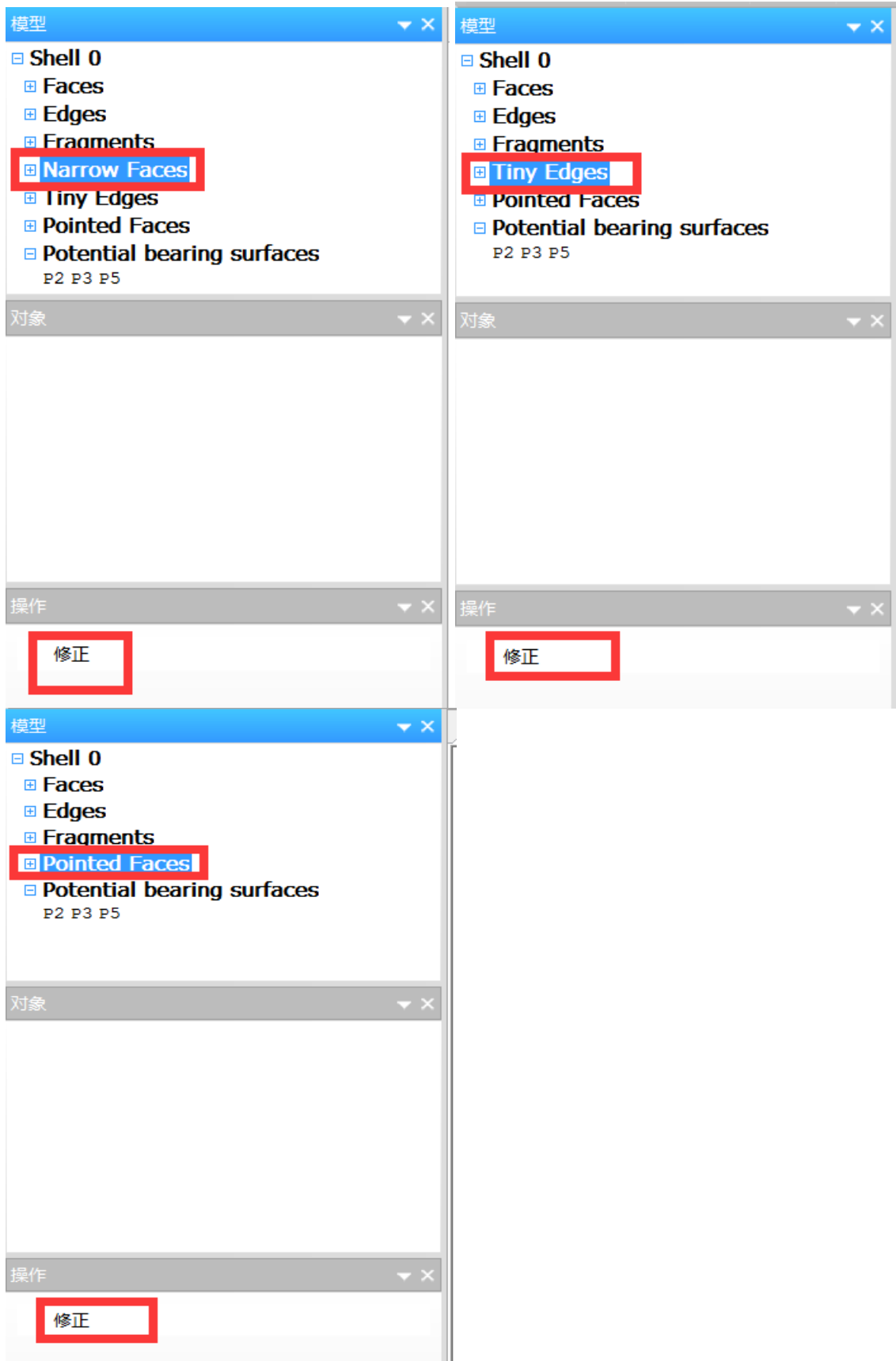


如图点击 P1，显示窗口会以黄色显示，可以观察到 P1 不是工作带，单击操作窗口中的 delete from the list。



最后剩下 P2 P3 和 P5.

我们就能整组的修正其他缺陷了。例如，选择 *Narrow faces* 点击修正（Correct），对 *Tiny Edges* 和 *Pointed Faces* 进行同样的操作。



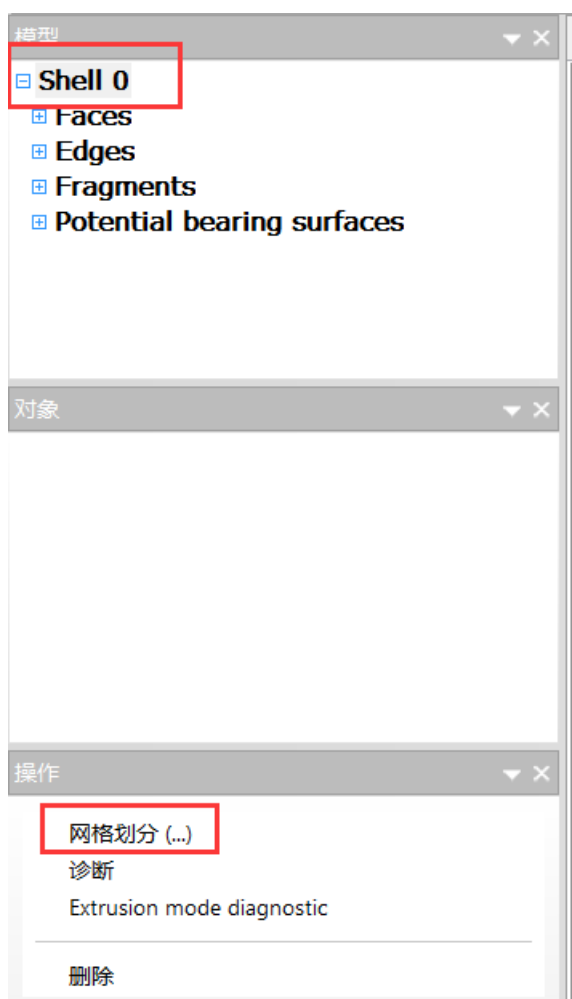
之后如果还存在, *Narrow faces* 点击修正 (Correct), 对 *Tiny Edges* 和 *Pointed Faces*, 那么按照上面的方法对他们再进行一次修正。通常情况这些命令对于几何修复就够用了, 可以直接进行网格划分。

对于更为复杂的问题需要选择几何模型中有问题的面或线进行有针对性的修正。通常这个修正的操作顺序如下：**收缩 (Shrink)**，**标记为正确 (Mark as Correct)**，**使之平整 (Make it flat)**。在使用完这些命令后需要彻底检查每一步的结果，还有可能在 QShape 中修正几何使用 <Ctrl>+**修正 (Correct)** 强制修正。

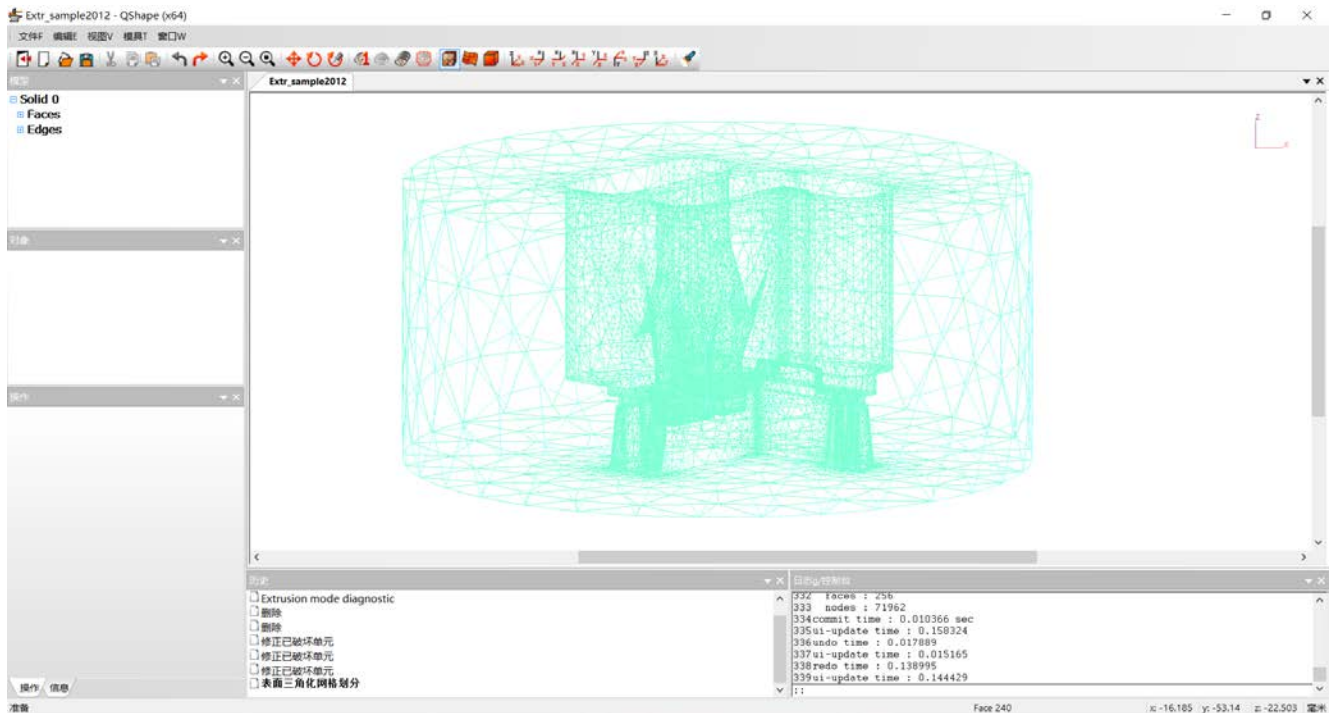
更多的修正缺陷的详细方法可以参考 QShape 章节。

### 2.2.2 步 3：网格划分和定位

点击模型窗口中的 **Shell 0** 激活它然后点击操作**网格划分 (Mesh generation)**，生成有限元网格模型名字变为 **Solid 0**。

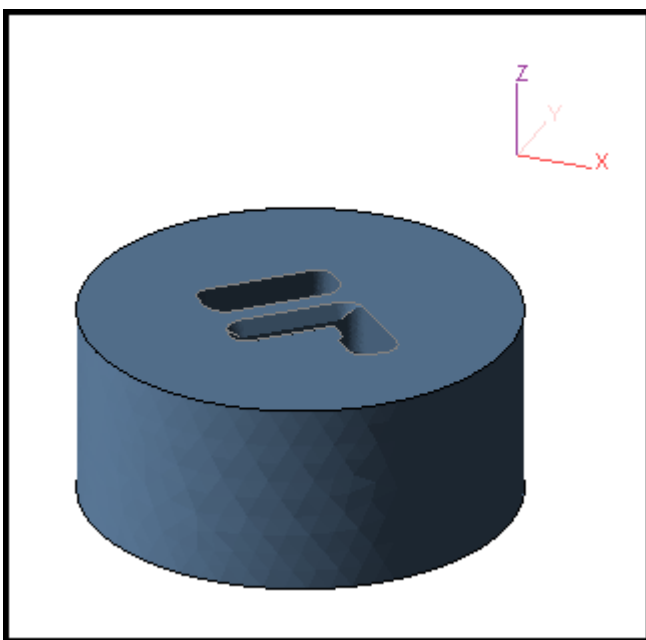


单击工具栏上的  显示线框按钮之后显示如下：



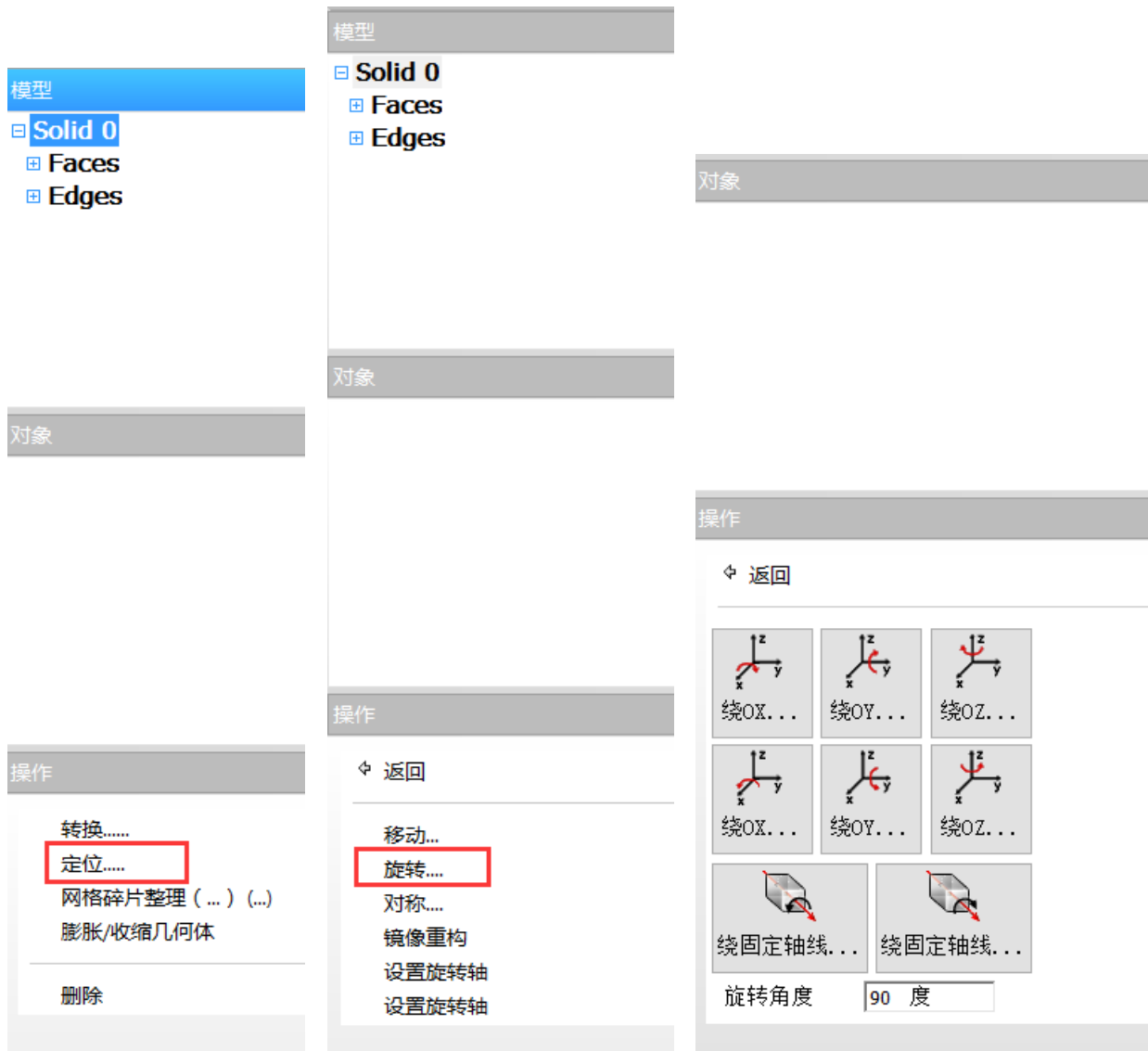
网格显示, *Shell0* 变成 *Solid 0*

确保模具沿着 Z 轴，材料流动方向为-Z 方向。



如果需要**旋转 Rotation** 可以在操作窗口中的定位 **Positioning** 菜单里面找到。

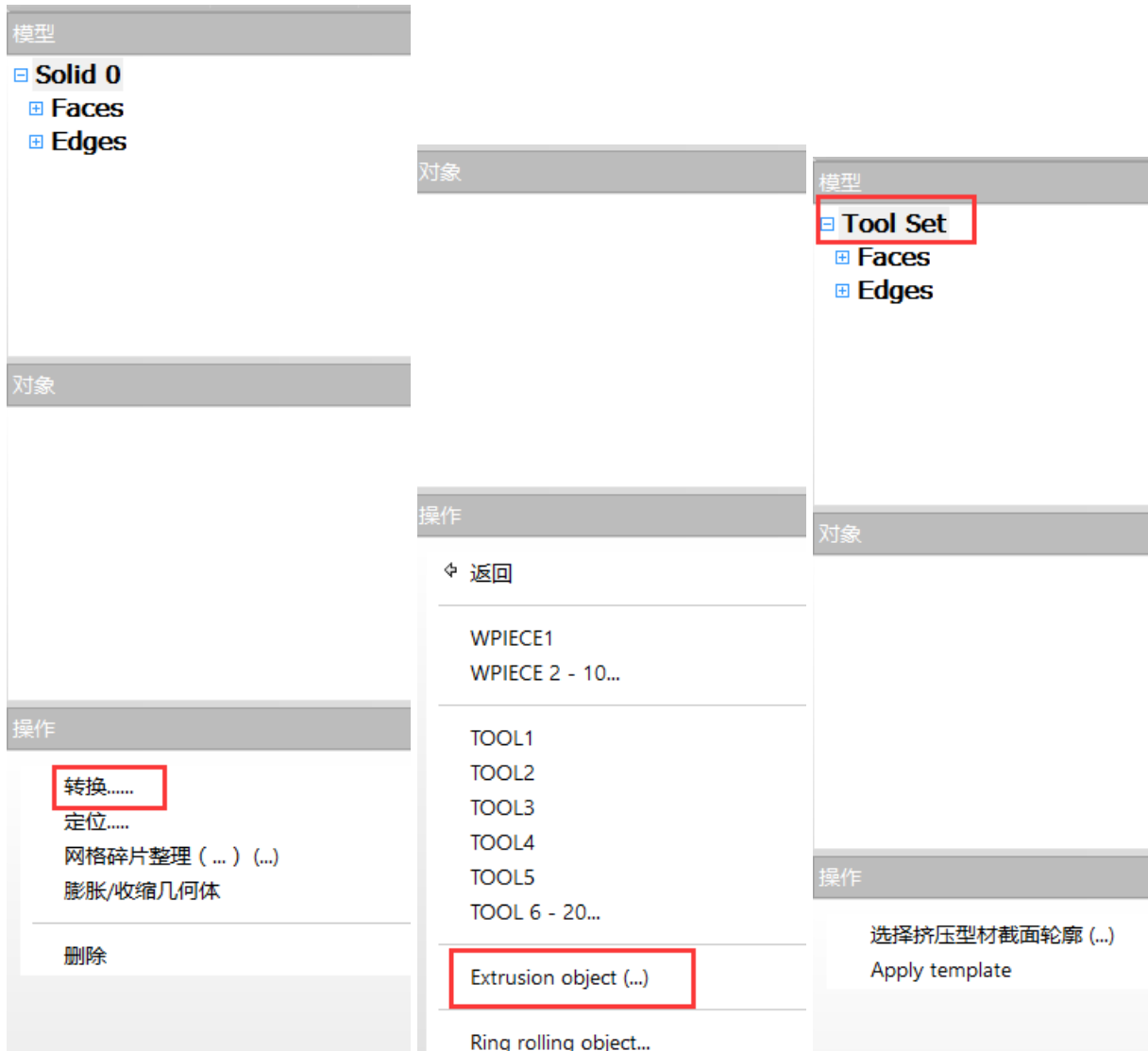




为Solid0 定位

### 2.2.3 步 4：转换实体几何为模具组合体（Tool Set）并诊断

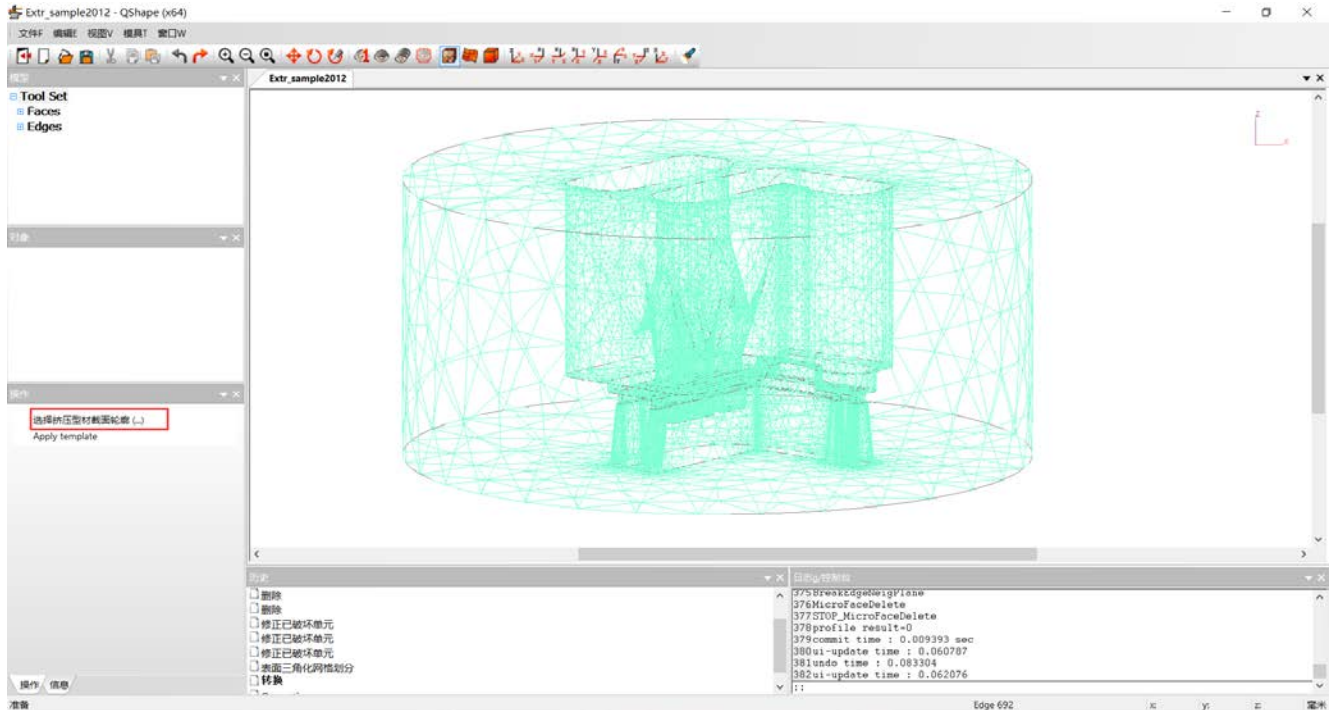
在检查并定位好 **Solid0** 后，需要**转换**（convert）为 **Tool Set**。点击 **Solid 0** 使用**转换**（**Convert**）命令，然后选择从列表中 **Extrusion Object**。在转换中模型的结构改变，模具的表面被修改，相邻面有平滑边界的合并成一个大面。这个新的面的结构提供自动侦测型材工作带的功能，为生成模型的下面步骤服务。



转换以后，模型的名字变为 Tool Set

## 2.2.4 步 5：提取模具组合体（Tool set）上面的工作带

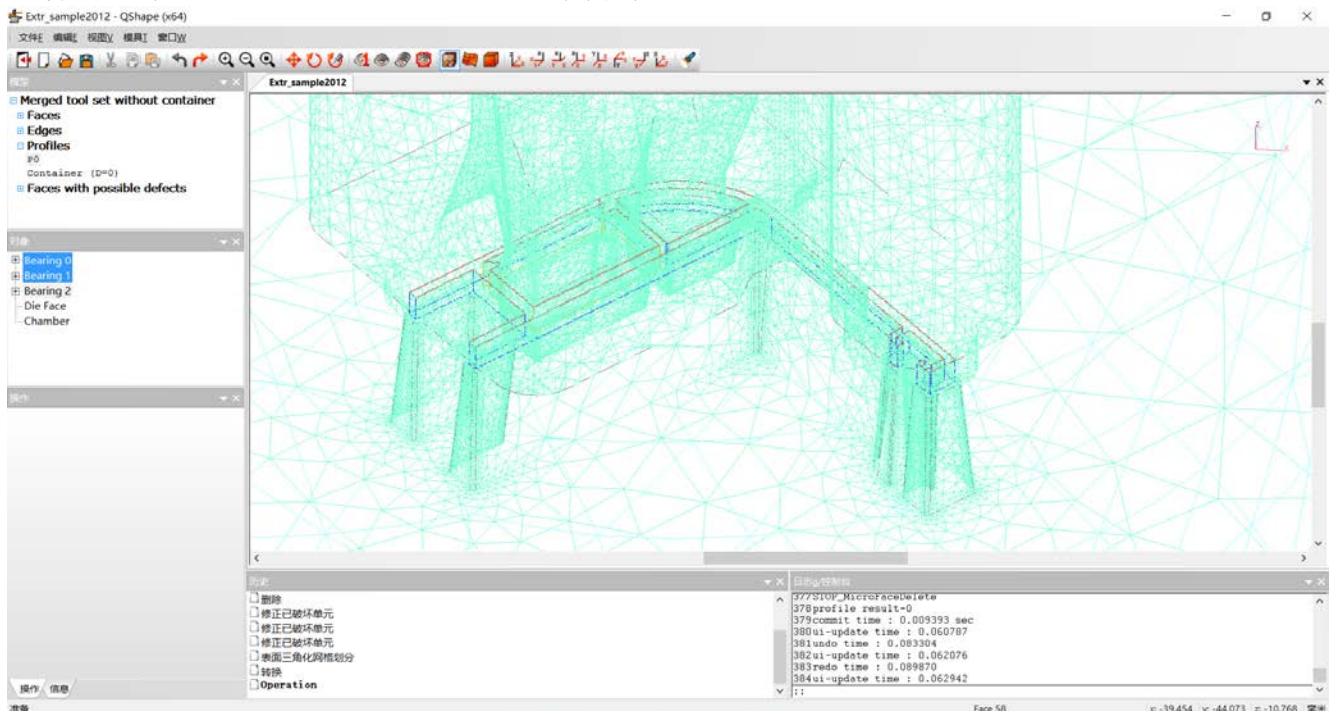
接下来可以定义工作带区域了。选择模型窗口中的 **Tool Set** 点击选择**选择挤压型材截面轮廓 / Find profile contour on tool** 显示如下。**Tool Set** 变为 **Merged tool set without container**。现在的几何不包含挤压筒因为我们仅使用了上模和下模。



查找型材工作带

在模型窗口中 **Faces** 和 **Edges** 下面是 **Profile**。单击打开列表，包括一个轮廓 **P0**。单击这个 P0 可以看到对象窗口中有三个工作带 **bearing**，如：Bearing 0 是外轮廓，Bearing 1 和 Bearing 2 是内轮廓。

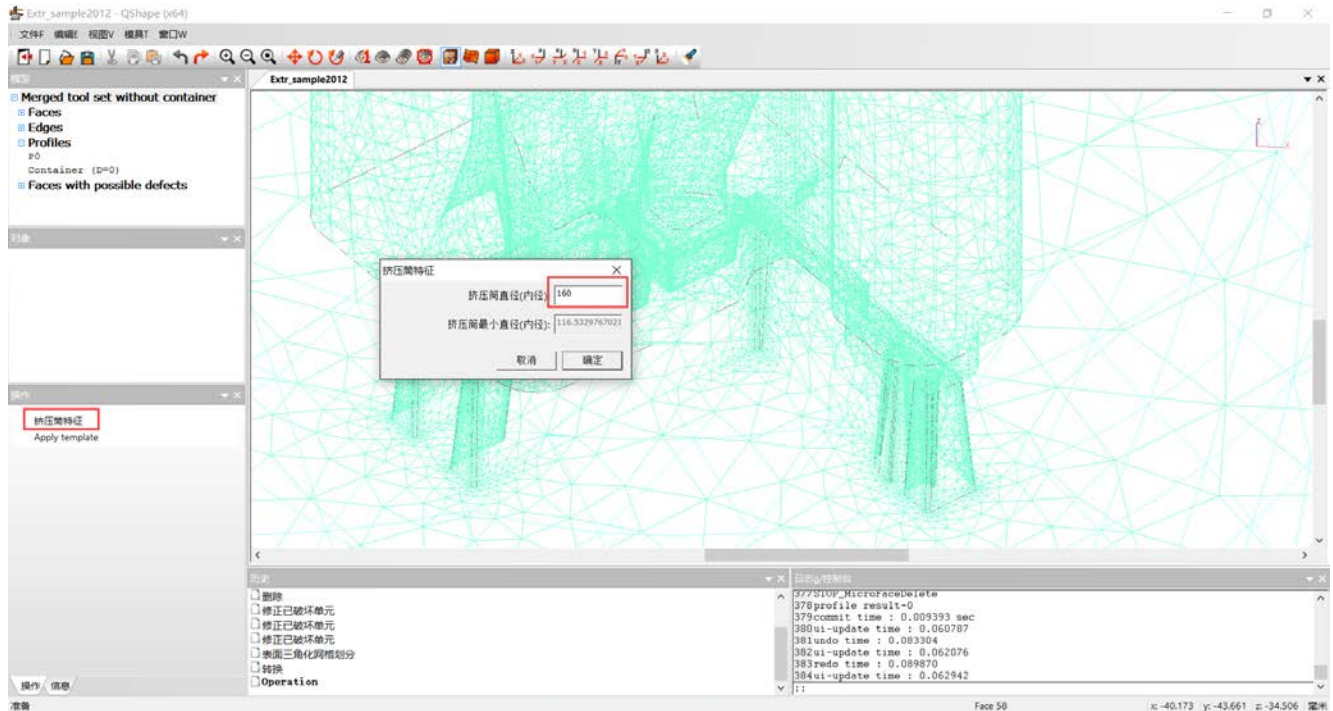
同时如果我们选中 **profile** 下面的 P0，然后选择 bearing 0 Bearing 1 和 Bearing 2。可以看到外部的轮廓线（红色显示）和两个内部的轮廓线（蓝色显示）。



下面列表中我们可以看到挤压筒 **container**。直径为 0，数值需要我们定义。

## 2.2.5 步 6：设置挤压筒内径

单击 **Merged tool set without container**，在操作窗口下单击挤压筒特征（**Container Properties**）。窗口显示根据模具确定的最小直径，我们输入 160 mm。这个值将会出现在模型窗口中列表中。

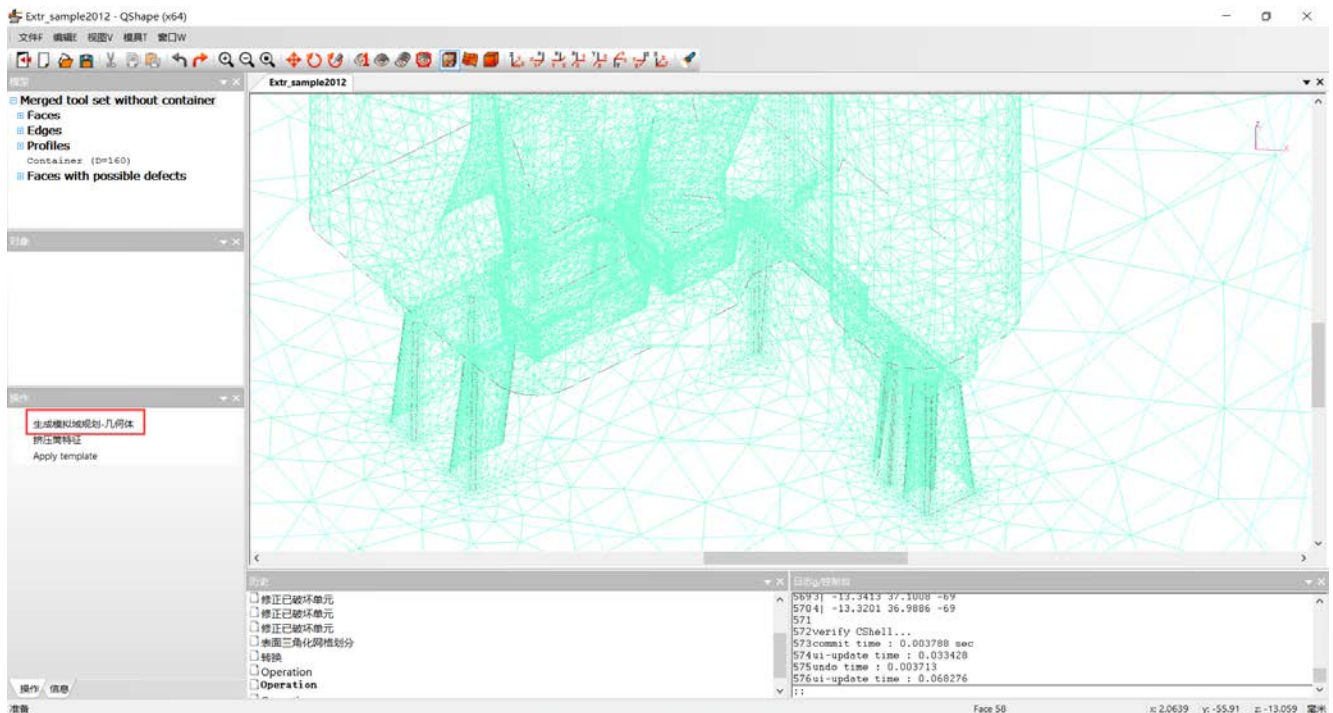


挤压筒特征窗口

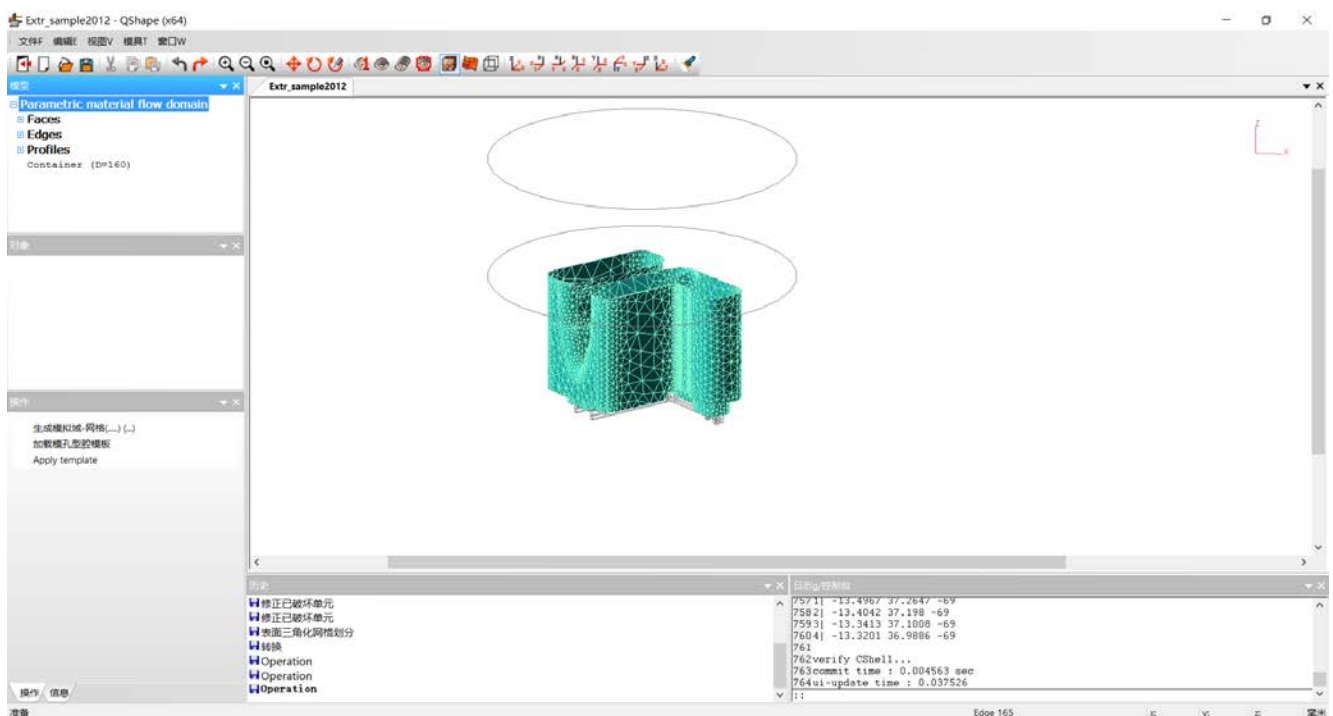
## 2.2.6 步 7：生成参数化的模拟域

接下来生成参数化的模拟域。单击**生成模拟域规划-几何体**（**Create simulation domain layout**）。





将生成一个新的模型 叫做 **Parametric material flow domain** 出现在列表中。在图形上我们能看到挤压筒内的坯料以线框显示。

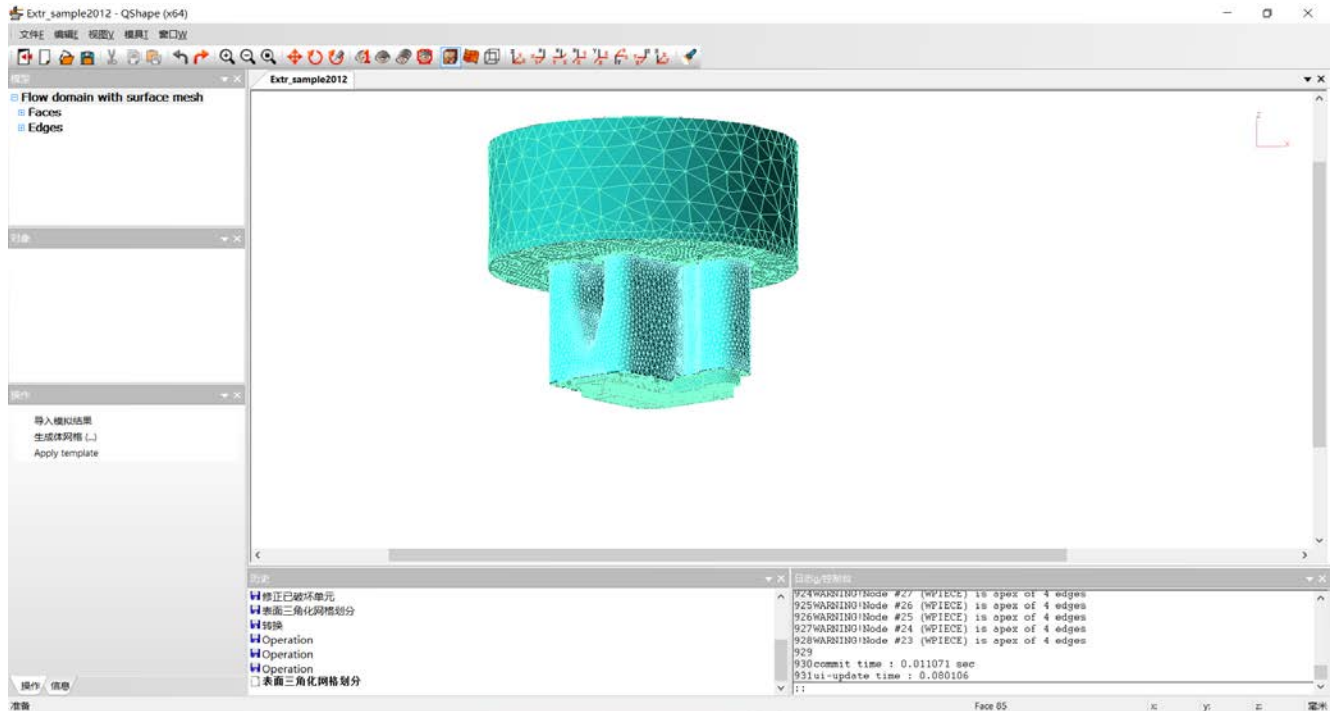


模拟域的数字化显示

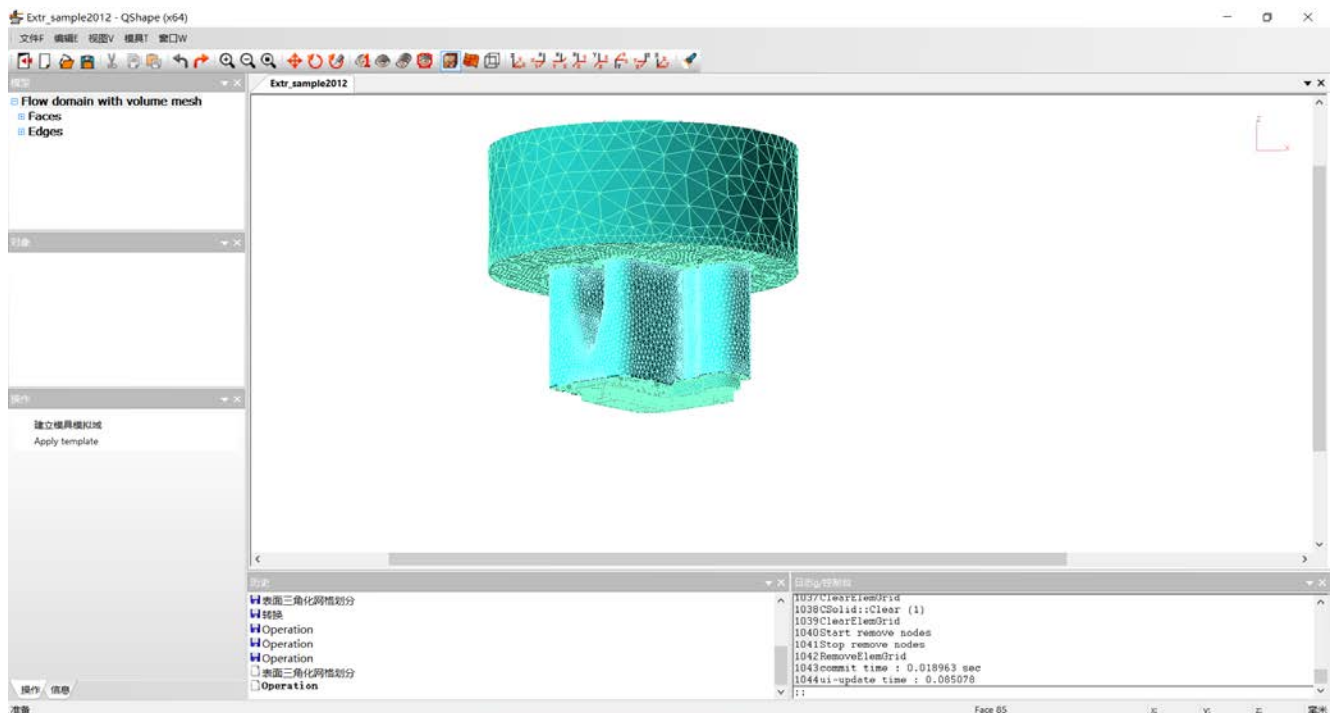
从上图我们可以看到金属域。一些地方显示为线框，一些显示为面。这些面来自于模具不能修改。这些线框可以稍微的修改。例如，我们可以指定挤压筒直径。我们可以通过工作带编辑器来定义工作带的长度（之后会详细解释）。

## 2.2.7 步 8：生成模拟域体网格

选择 **Parametric material flow domain**，点击生成模拟域-网格（**Create surface mesh in flow domain**），网格生成需要几分钟，生成之后，模型名字变为 **Flow domain with surface mesh**，如下图所示：

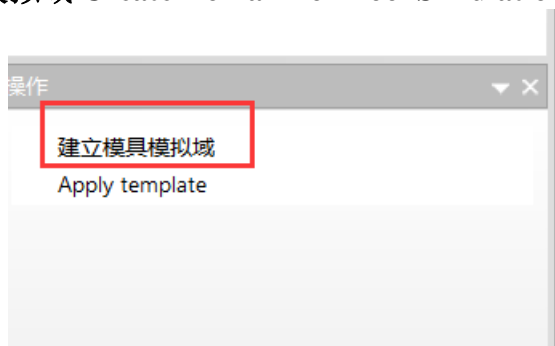


现在仅为面网格。因此我们需要单击命令生成体网格（**Create volume mesh**）。大约一分钟之生成体网格。显示如下。



## 2.2.8 步 9：模具网格生成及保存

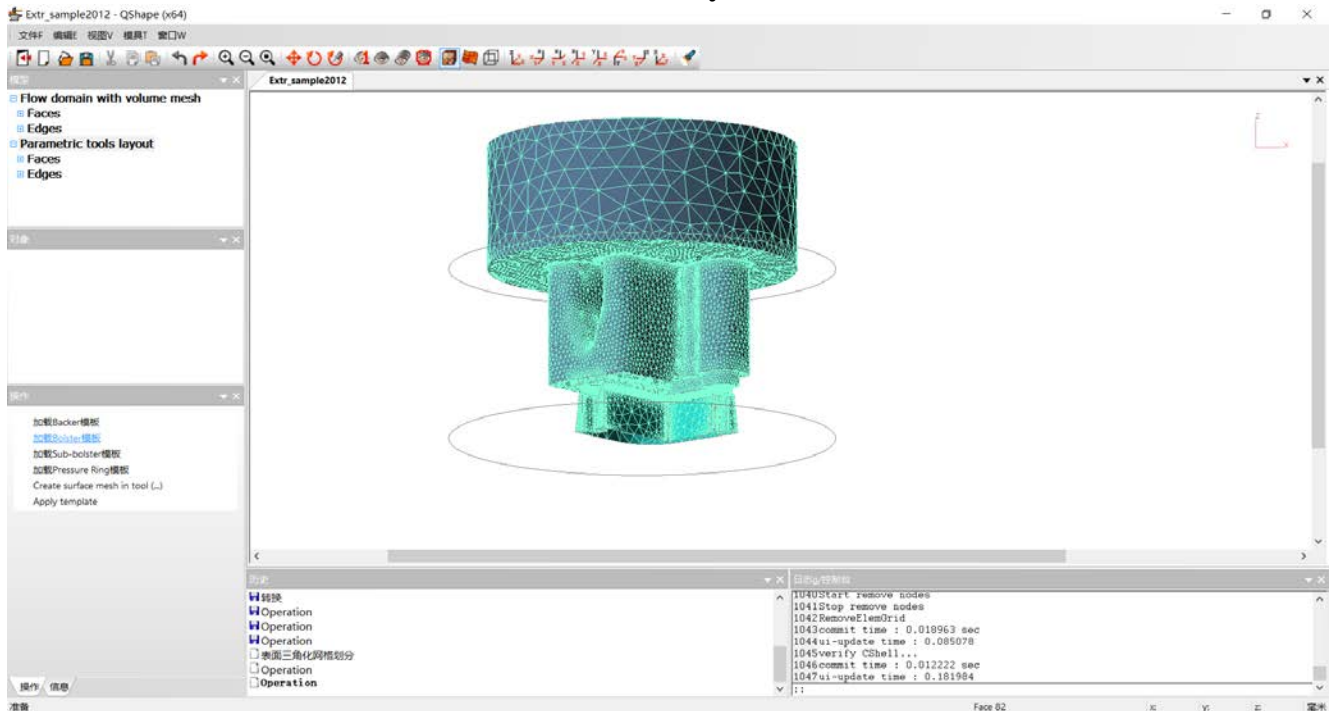
单击**建立模具模拟域 Create Domain for Tool Simulation**之后导入其它组件。



在出现的窗口中需要定义模具外径和模套的外径单击**确定 OK**。窗口中显示了模具外径的最小值供参考。有两点需要解释一下，首先这里输入的模具外径可以与在 **STEP** 文件中的真实的模具外径不同，这就方便我们修改模具外径而不用回去重新划分修改几何模型。再一点就是在模具和模套之间有一个默认的间隙。对于典型的模具设计假定为 **2mm**。这就是程序中不用自己输入模套内径的原因。



接下来选择模型 **Model** 窗口的 **Parametric Tools layout**.



现在**操作 Operations** 窗口中显示了模具组合体可能的组件,可以从 IGS 格式导入,有些组件可能没有,在这里案例中仅有剪切垫 bolster 和空位垫 sub-bolster,单击加载 bolster 模板,打开文件“Extr\_sample2012\_bolster.igs”。



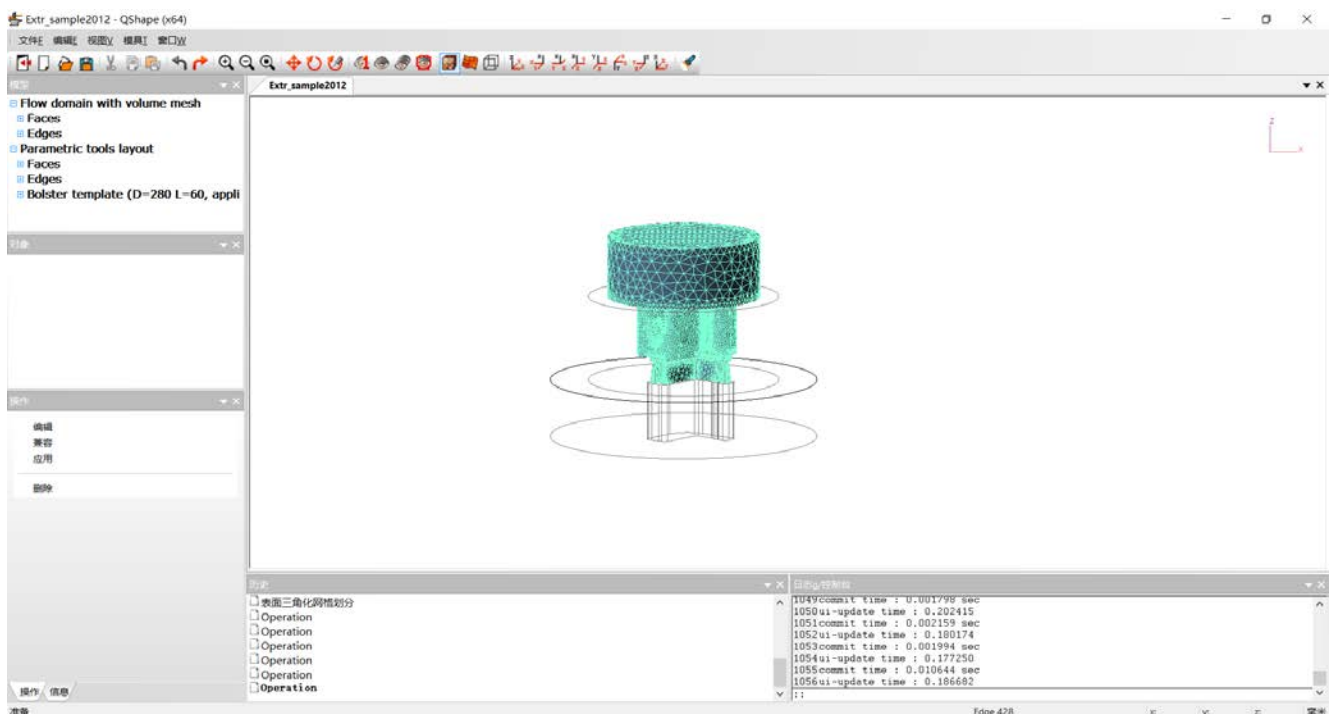
**模型 Model** 窗口会显示 **Bolster template** 参数为直径 **D=0** 和长度 **L=0** 都还没定义。单击这一行在**操作 Operations** 窗口中我们有操作**编辑, 兼容, 应用 (Edit, Compatibility, Apply)**。



单击编辑 **Edit** 输入模座的外径和长度如下。



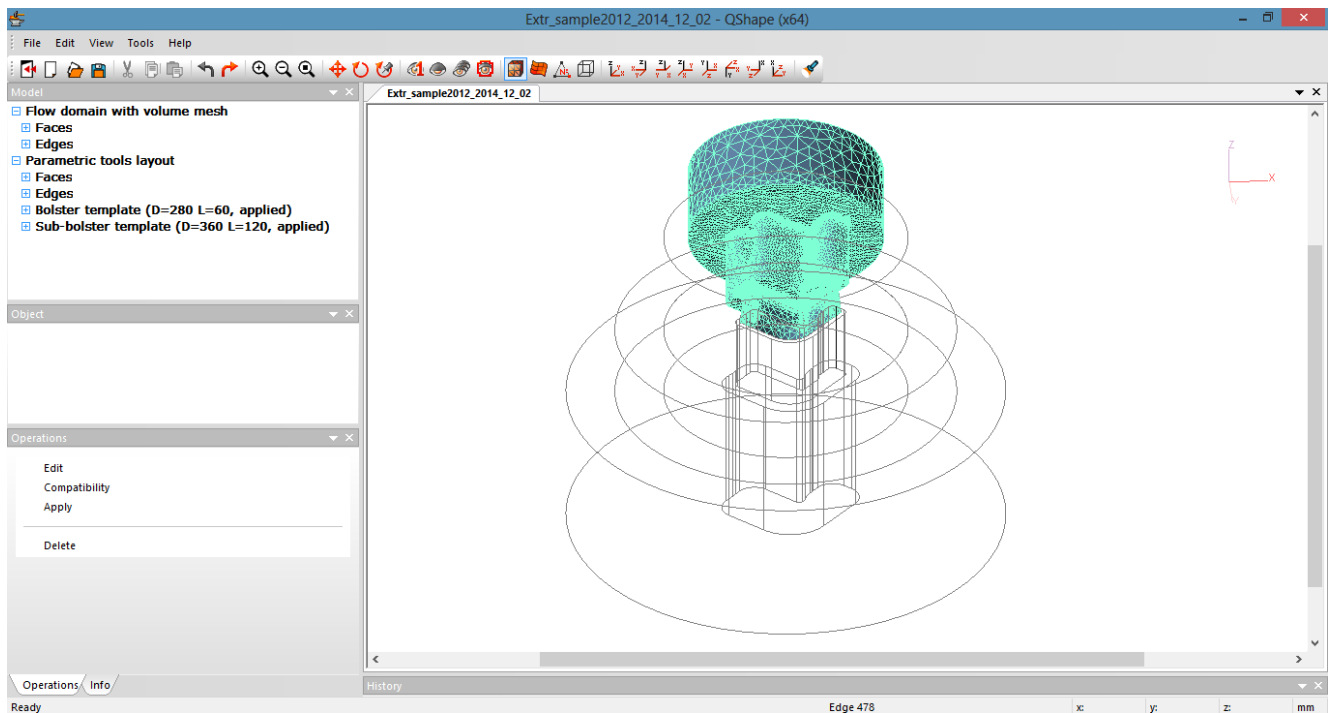
单击命令兼容 **Compatibility** 来自动定位。单击应用 **Apply** 命令来生成几何。



同样的方式添加空位垫 Sub-bolster 从几何文件 Extr\_sample2012\_sub-bolster.IGS 中。

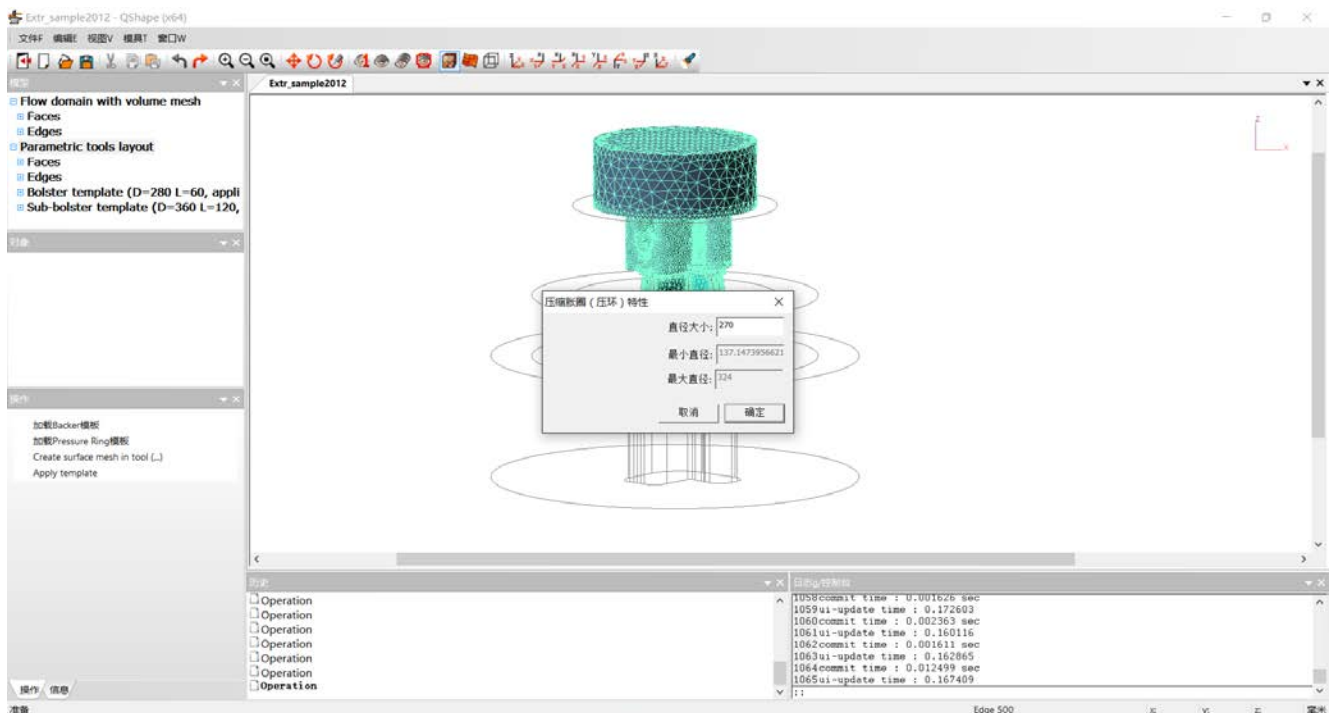


单击命令**兼容 Compatibility** 来自动定位。单击**应用 Apply** 之后，空位垫的线框模型会显示在模型中，如下图所示：

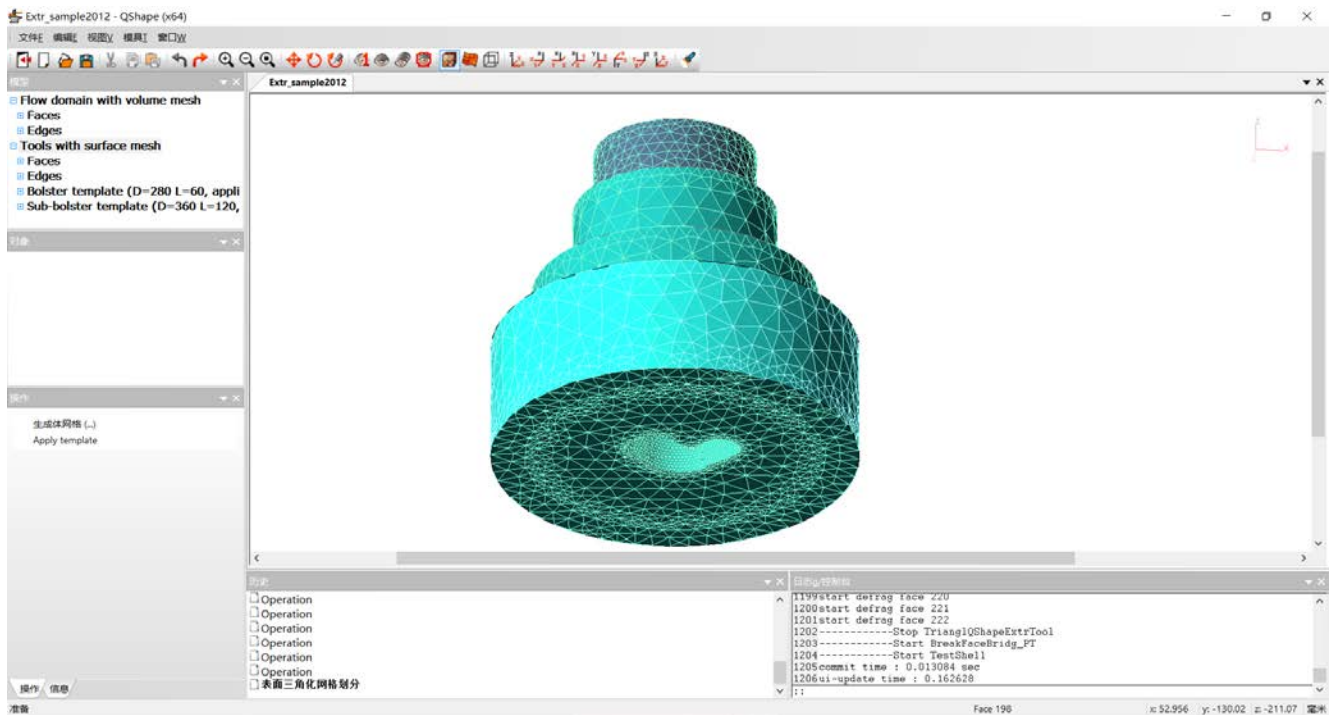


对于每一个组件需要重复上述步骤。

完成后单击 **Parametric tools layout**。在**操作 Operations** 窗口中单击生成模拟域网格 **Create surface mesh in tool** 命令并定义外环的内径（270mm）并单击确定。



模具组合体的面网格生成后单击**操作窗口**中的生成体网格 **Create volume mesh**。



之后模具组合体的网格就生成了。现在需要保存，单击保存为 Extr\_sample2012.qshape 文件。

## 2.3 几何数据准备顺序总结

在上一节中我们准备了例题中的几何模型。下面表中总结了从开始导入几何到保存 qshape 文件的所有步骤。模拟前都要经过下面的步骤：

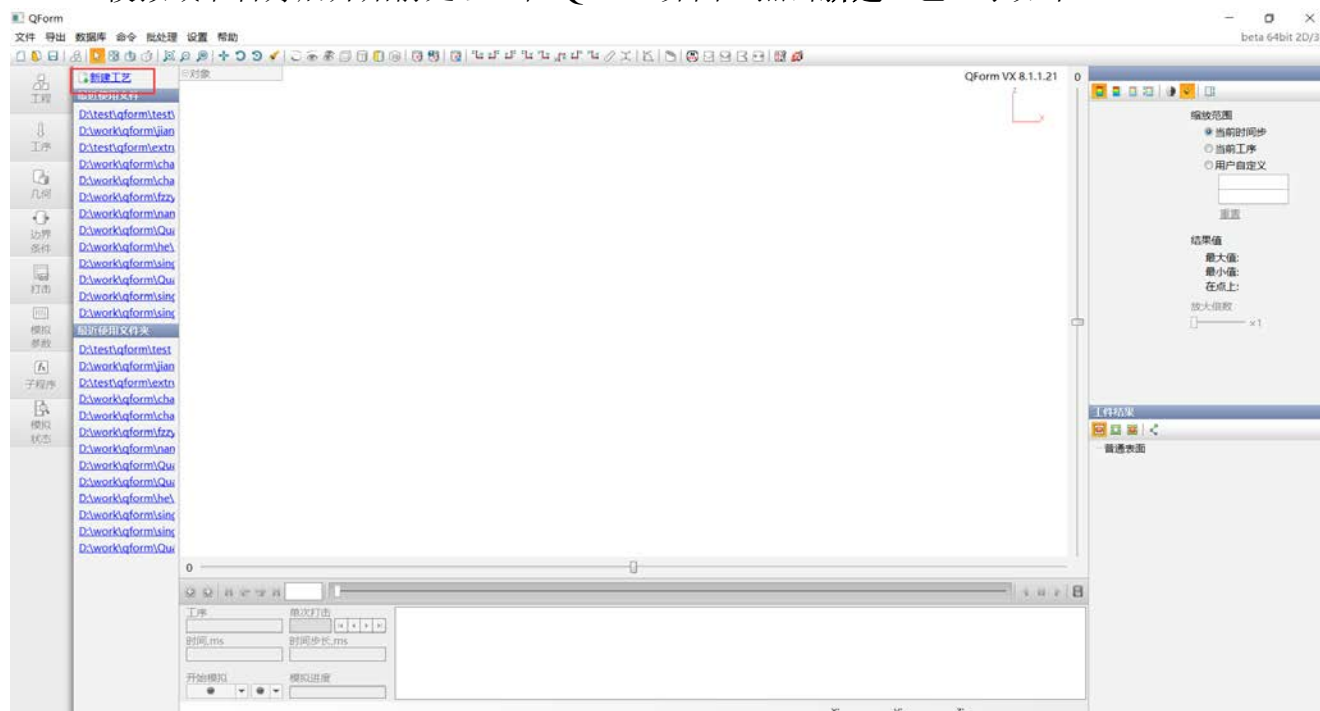
步骤	做什么	模型名称	描述	备注
1	使用 QShape 打开包含模具的 STEP 文件	<b>CAD model</b>	把实体模型中的上模下模合并在一起导出到一个 STEP 文件中。	移除掉装配孔和其它特征让几何导入更容易
2	对 <b>Shell</b> 用 <b>Extrusion mode diagnostics</b> 命令，如果可能修正 <b>Tiny Edges</b> 和 <b>Narrow Faces</b> 。  单击生成网格	<b>Shell</b>	CAD 模型导入到 QShape 后显示为线框模式，自动得到名字 Shell 0。包括面，变和碎片。	CAD 模型导入到 QShape 后检查。如果是实体则显示为 <b>Shell</b> 。如果是面则显示为 <b>Geometry Set</b>
3	如果 <b>Solid</b> 方向不对需要使用定位 <b>g</b> 命令后旋转来定位。 接下来转换 ( <b>Convert</b> ) <b>Solid</b> 为 <b>Extrusion Object</b>	<b>Solid</b>	有限元模型结构和原始 CAD 几何相同	<b>Solid</b> 必须保证挤压方向为 Z 轴的负方向
4	从这一步开始用 QShape 特色模块准备挤压模拟用的模型。使用命令 <b>选择挤压型材截面轮廓</b>	<b>Tool Set</b>	模型被用来自动侦测模具工作带	网格缺陷的信息不再显示，有限元网格不需要再修改。
5	设置挤压筒内径通过命令 <b>挤压筒特征</b>	<b>Merged tool set without container</b>	现在单个或多个型材的轮廓如果有多个孔会用红色线高亮显示。	在列表中显示 <b>Profiles</b> , <b>Faces</b> , <b>Edges</b>
6	模具形状准备好挤压筒直径制定后，我们建立模拟域。使用命令 <b>生成模拟域规划-几何体</b>	<b>Merged tool set without container</b>	挤压筒直径显示在模型中 <b>Profile</b> 下面	
7		<b>Parametric material flow domain</b>	<b>Parametric material flow domain</b> 是 <b>Merged tool set</b> 之后出现的一个模型。它包括部分的模型表面（和材料接触的	如果我们在模型窗口中选择 <b>Profile</b> 那么在对象窗口中 <b>Bearing</b> 我们可

			部分) 工作带和挤压筒。部分的模型显示在窗口中, 工作带以参数化的形式显示, 可以修改。	以通过使用编辑 <b>edit</b> 命令修改工作带设计。也可以从 <b>igs</b> 文件中导入。
8	保存整个几何信息为 QSHAPE-文件。导入到 QShape 中可以对模型进行修改。	<b>Flow domain with surface mesh</b>	这是最终的面网格模型。	
9		<b>Flow domain with volume mesh</b>	体网格模型	
10	增加模具组合体模型	<b>Parametric tools layout</b>		
11	划分模具面网格	<b>Tools with surface mesh</b>		
12	划分模具体网格	<b>Tools with volume mesh</b>		

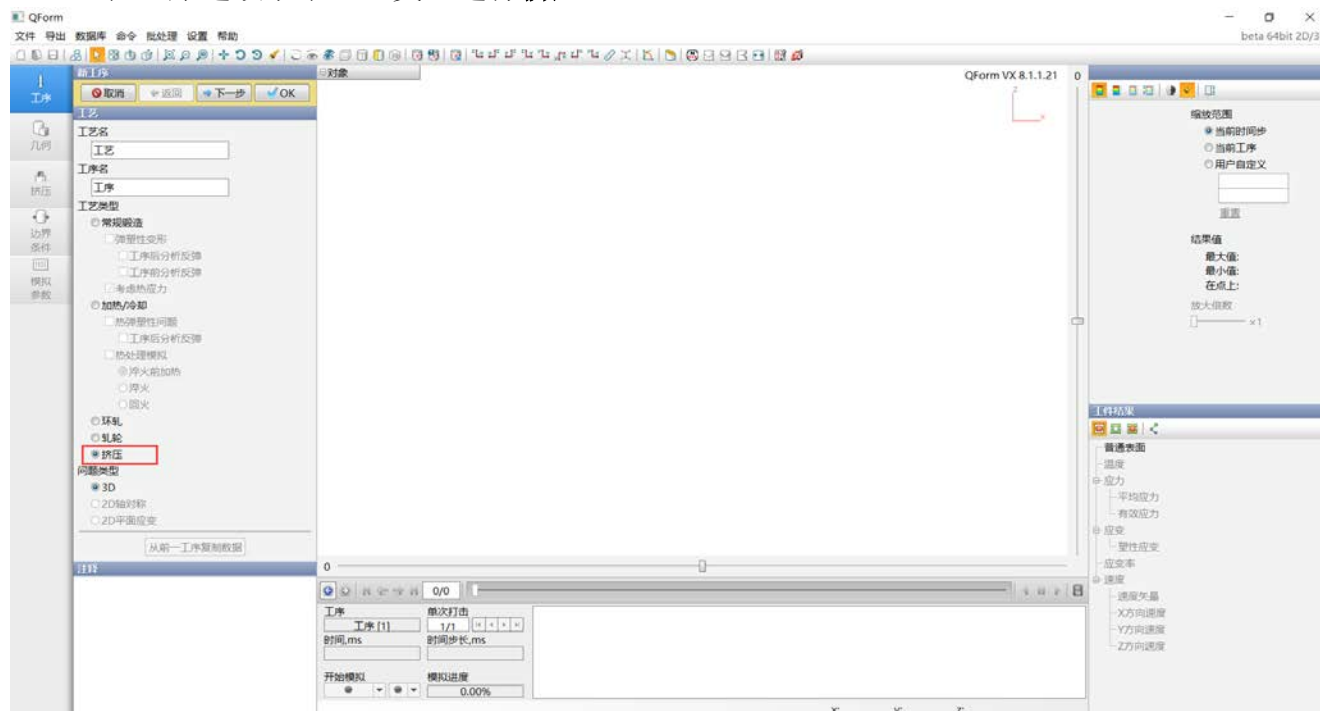
## 3 前后处理操作

### 3.1 前处理操作

模拟域准备好后开始前处理。在 QForm 界面上点击**新建工艺**显示如下。

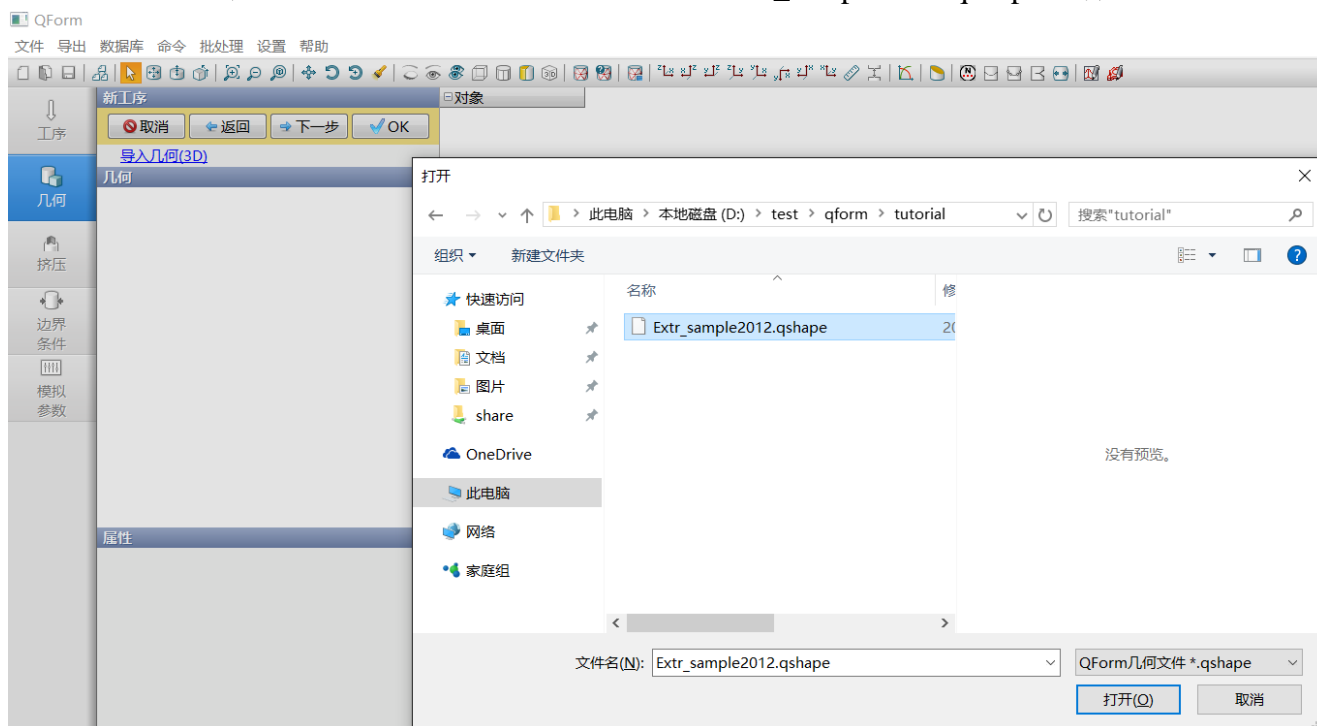


接下来我们需要输入相关参数，并从列表中选择一些数据项。  
在工序选项卡中工艺类型选择**挤压**。



单击下一步，进入几何选项卡。

单击导入几何，打开窗口中选择之前生成的 Extr\_sample2012.qshape 文件。



单击下一步，进入挤压选项卡，设置挤压工艺参数。

问题类型中，稳定挤出时型材流动为模拟料头挤出形状时使用，常用选项。

坯料挤压工艺为计算整个坯料挤压的载荷时使用。

本例中选择**稳定挤出时型材流动**。

工艺选项中，可以设置挤压杆速度，也可以设置型材挤出速度。本例中设置挤压杆速度，在下面的工艺参数下设置的速度为挤压杆速度。

属性		
项目	问题类型	
	<input checked="" type="radio"/> 稳定挤出料头模拟 <input type="radio"/> 整个坯料挤压工艺	
工序	工艺	
	<input checked="" type="radio"/> 挤压杆速度 <input type="radio"/> 型材速度	
几何	工艺参数	
	速度值 [mm/s] 5 充型时挤压速度 [mm/s] 反向挤压 <input type="checkbox"/>	
挤压	工件	
边界条件	材料	<a href="#">Extrusion\6061</a>
	温度 [°C]	480
模拟参数	温度梯度 [°C]	50
	坯料长度 [mm]	500
子程序	Billet diameter [mm]	156
	模具	
模拟状态	材料	<a href="#">H13 for extrusion</a>
	摩擦及传热	<a href="#">挤压</a>
	模具温度 [°C]	400
	剪切垫和空位垫温度 [°C]	
	挤压垫温度 [°C]	400
	挤压筒温度 [°C]	400

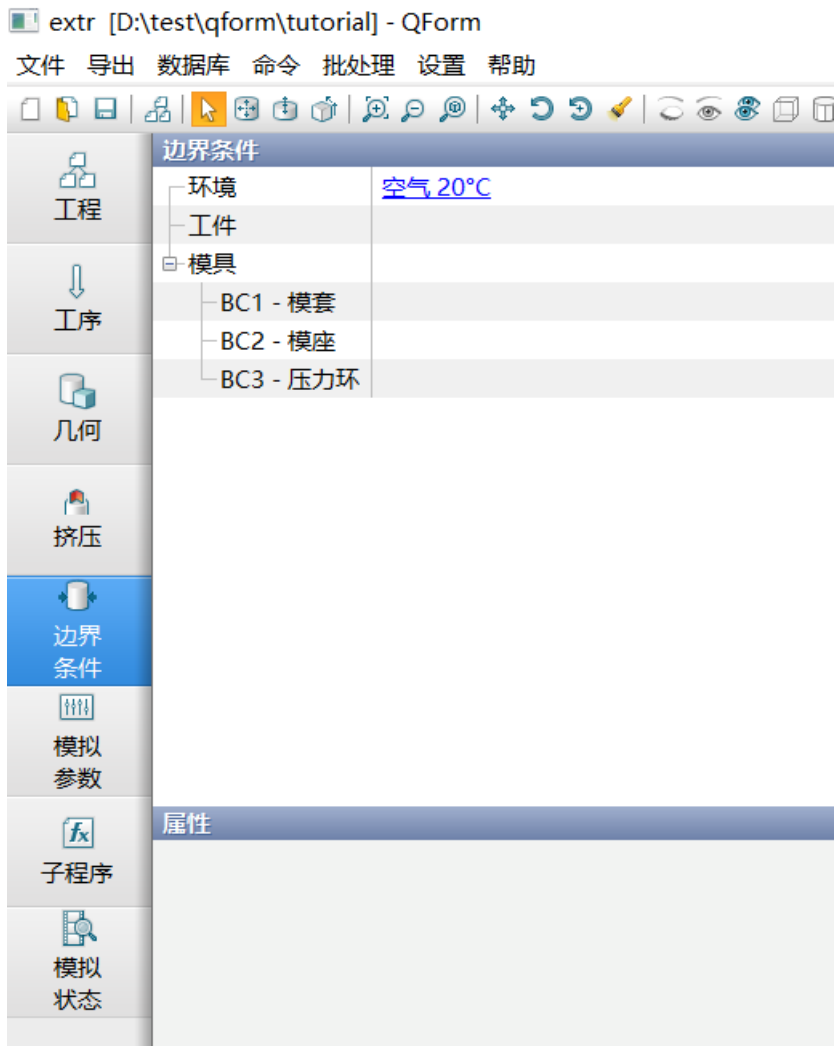
工艺参数中，速度值后面输入 5。即挤压杆速度为 5mm/s。  
 充型速度可选，为型材挤出模具之前的挤压杆前进速度。  
 反向挤压在反向挤压工艺时使用。

工件参数中，选择工件材料，单击选择，打开材料库，选择 **extrusion** 文件夹下的 **AA6061**。温度设置为 480，坯料长度输入 500，温度梯度可选，不输入则坯料温度为均匀，输入的话为坯料尾端与前端的温度差距值。

模具参数中，选择模具材料，单击选择，打开材料库，选择 **extrusion** 文件夹下的 **H13**，摩擦条件使用默认值即可，模具温度输入 400，剪切垫空位垫温度不输入，采用默认，输入挤压垫温度和挤压筒温度为 400。

之后单击下一步，进入边界条件选项卡，此选项卡下各条件采用默认。直接点击下一步





之后进入模拟参数选项卡，此选项卡下采用默认参数，单击 OK 即可。然后保存工程文件，保存为 extrusion.qform，名字可以自己定义。

项目	恢复默认设置	
	从模板导入设置	
	导出当前设置到模板	
工序	模拟参数	
	工件	
	记录数	30
	迭代	
	速度残差收敛值	0.03
	应力残差收敛值	0.3
	最大迭代次数	100
	未收敛时继续模拟	<input checked="" type="checkbox"/>
	工件网格自适应参数	
	整体自适应因子	1
几何	相邻网格放大系数	1.4
	模具	
	耦合变形	<input checked="" type="checkbox"/>
	迭代	
	最大迭代次数	50
	相对模拟精度	0.01
	挤压	
	边界条件	
	模拟参数	
	子程序	
模拟状态		

## 3.2 粘性摩擦条件

大量的实验和理论研究显示在模具和材料之间的摩擦力可以描述粘性摩擦力和塑性变形力的混合，因此摩擦力一般表示如下：

$$T = T_a + T_d,$$

这里

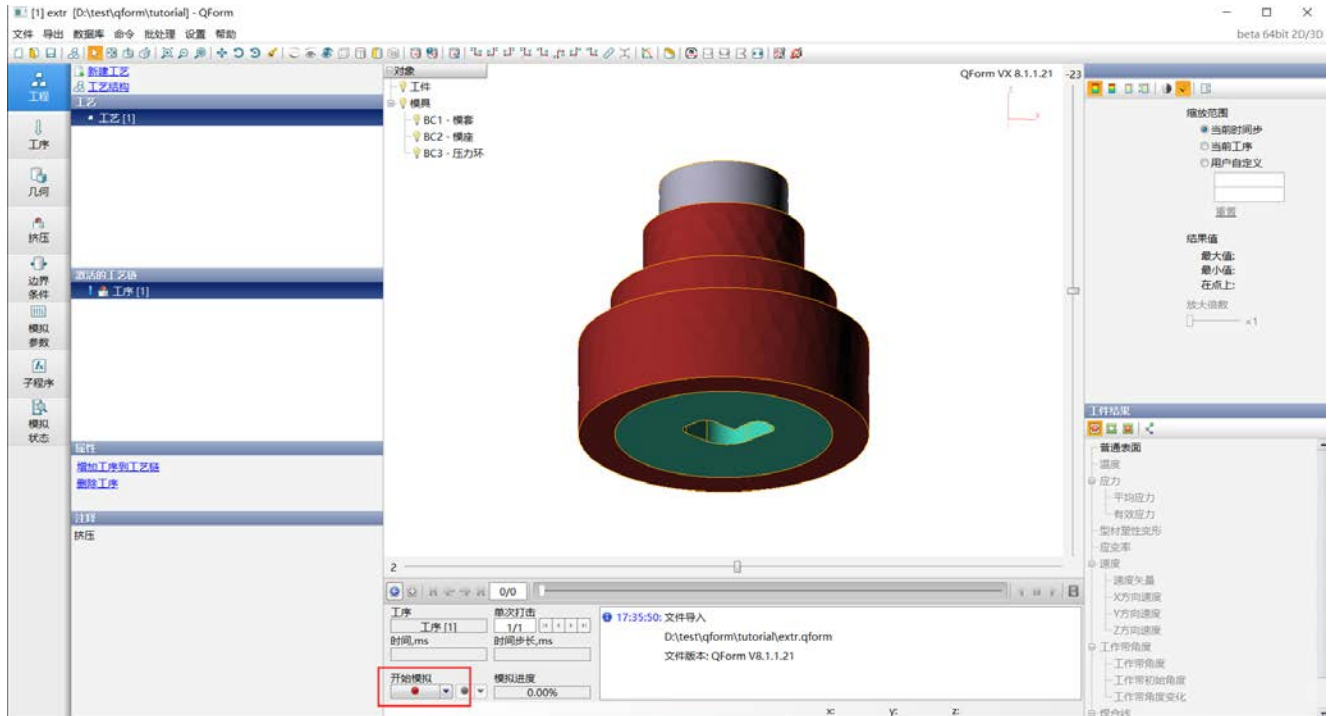
$T$  总摩擦力

$T_a$  是粘性摩擦力

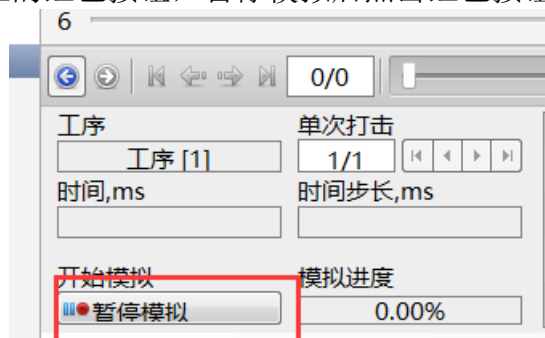
$T_d$  是塑性变形力

## 3.3 运行模拟

保存为\*.qform 文件后，想要开始运行模拟，仅需要点击模拟控制面板上的红色按钮即可，下图中用线框标出。



然后模拟开始，面板下面有步数，主窗口实时显示模拟的轮廓，分析结果在每一步完成后都更新，每一步完成后自动记录结果。在 30 步后模拟完成。模拟可以暂停或停止通过点击面板上的红色按钮，暂停模拟后点击红色按钮可以在继续计算。



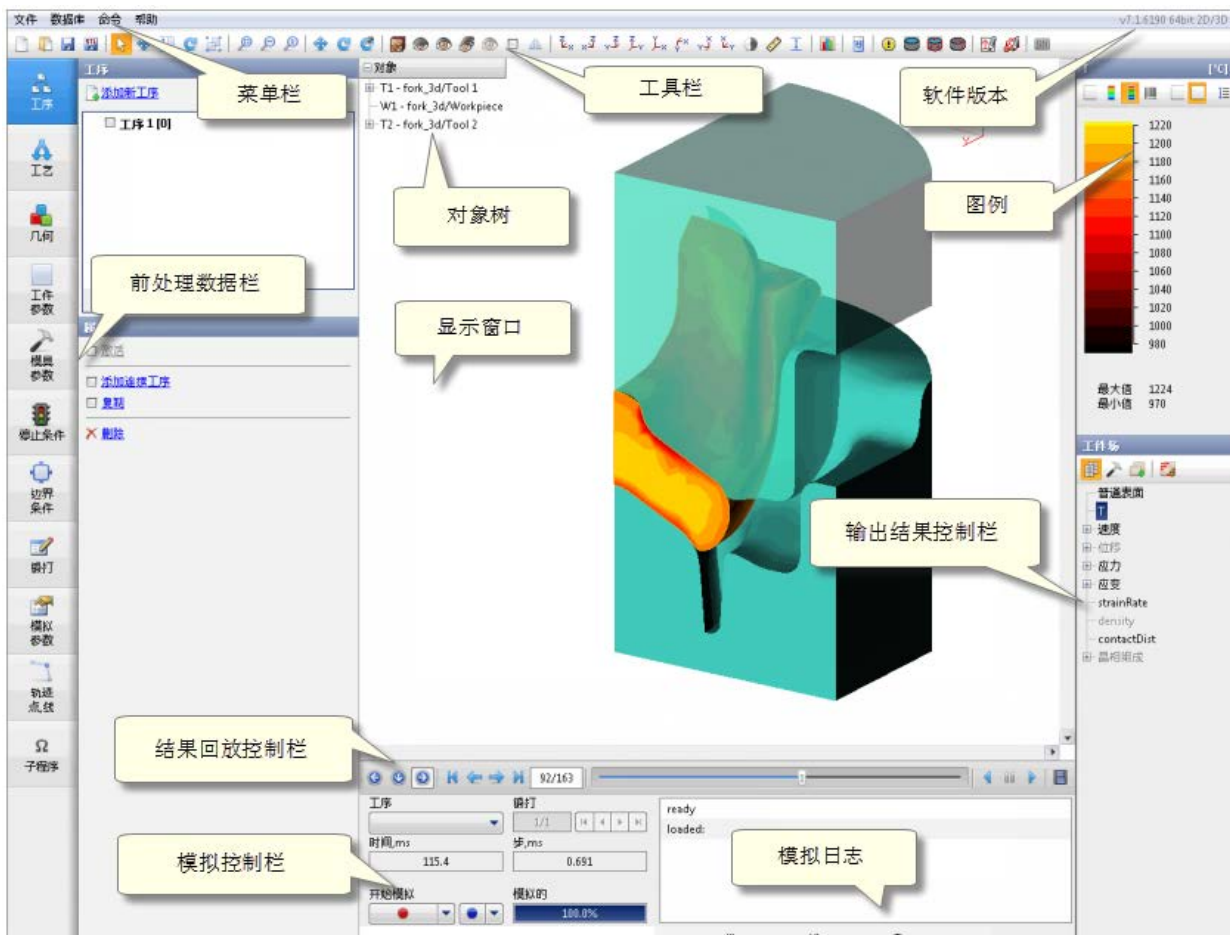
模拟过程中可以点击或者后处理窗口中的按钮来显示温度,应变, 应变率, 速度等结果。

### 3.4 模拟结果

#### 3.4.1 程序界面

QForm-Extrusion 提供了多种的结果显示，主界面如下所示：

菜单栏	菜单栏中有命令列表
工具栏	标准控制命令
前处理数据栏	模拟的初始数据在此栏中设定
显示窗口	显示设定的参数和模拟结果
对象树	对象和边界条件列表
结果回放栏	显示和记录模拟结果
模拟控制栏	开始，停止及控制模拟状态
图例栏	显示图例
结果输出栏	工件和模具结果类型列表
模拟日志	显示整个模拟历史和信息



## 工具栏说明

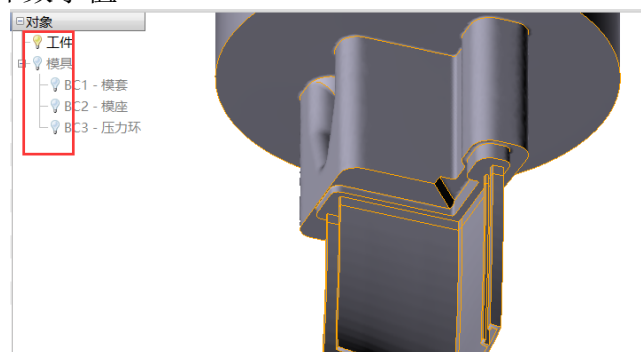


单击按住鼠标滚轮移动可以旋转视图。旋转中心显示为 1 个点 3 个圆。默认位置是模拟域边界的中心位置。

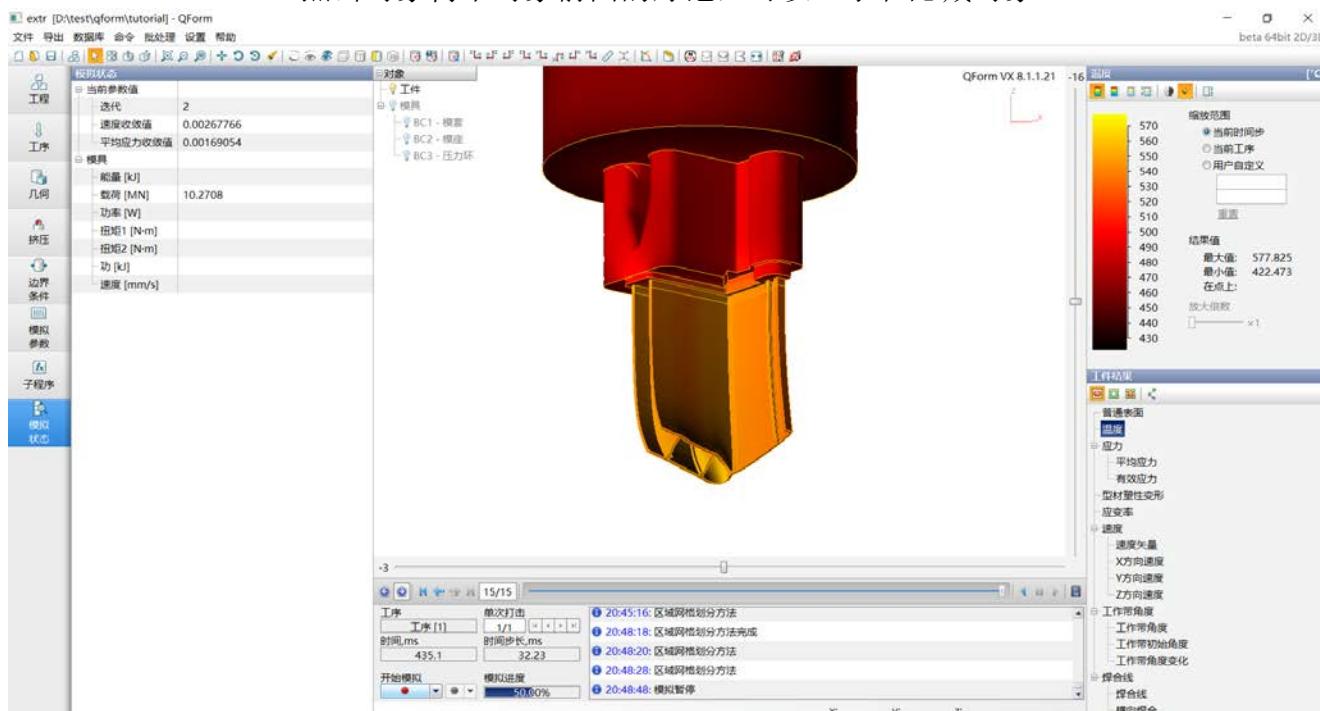
图形可以通过图形可以通过<Ctrl>+按住滚轮移动。通过旋转滚轮可以放大缩小。也可以使用工具栏上的图标来实现旋转和移动。

### 3.4.2 显示模拟域结果

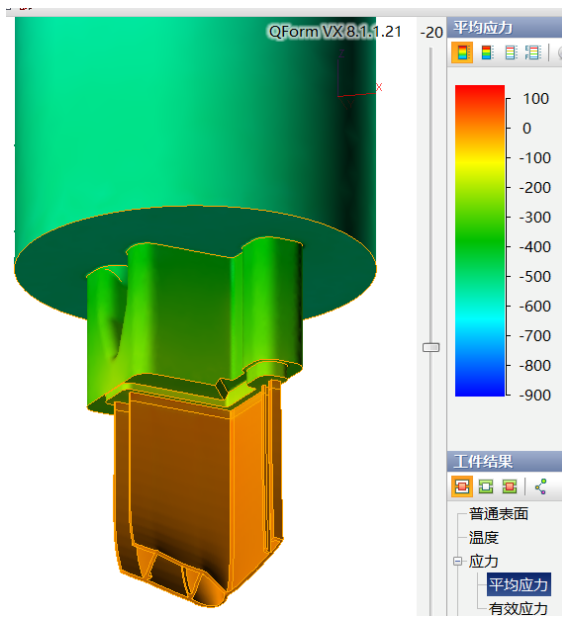
通过单击显示窗口下方的选项卡，可以显示温度，应力，塑性应变，应变率，各方向流动速度，工作带偏斜角度，焊合线。还可以同时显示有限元网格。移动鼠标我们可以看到在右边的云图图例上显示具体数值值。



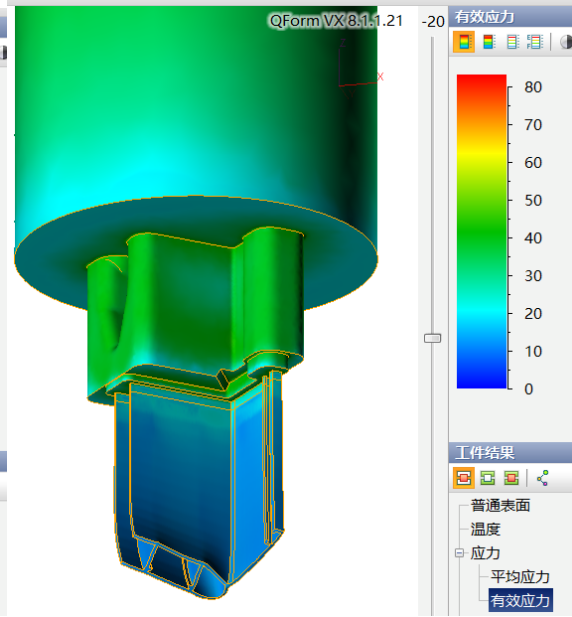
点击对象树中对象前面的灯泡，可以显示和隐藏对象



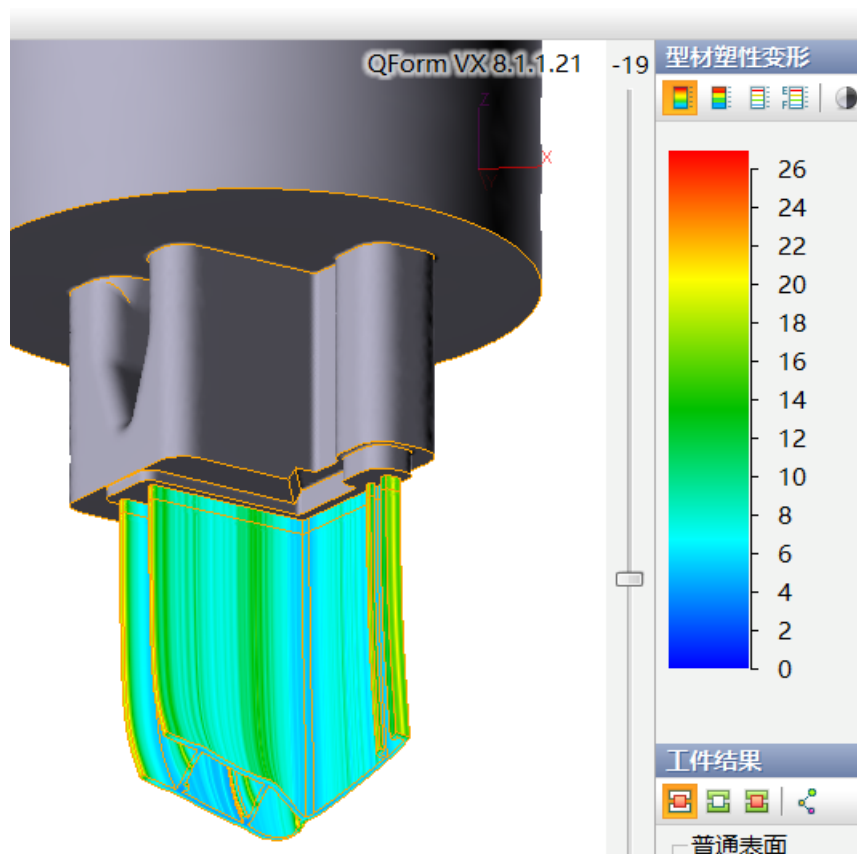
温度场



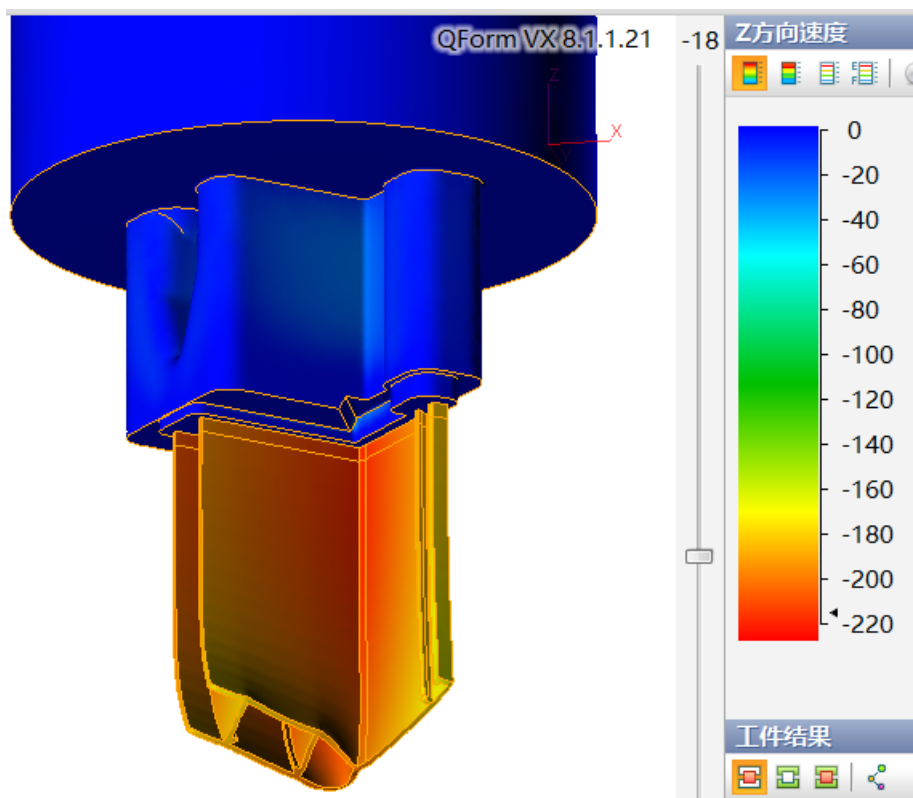
平均应力



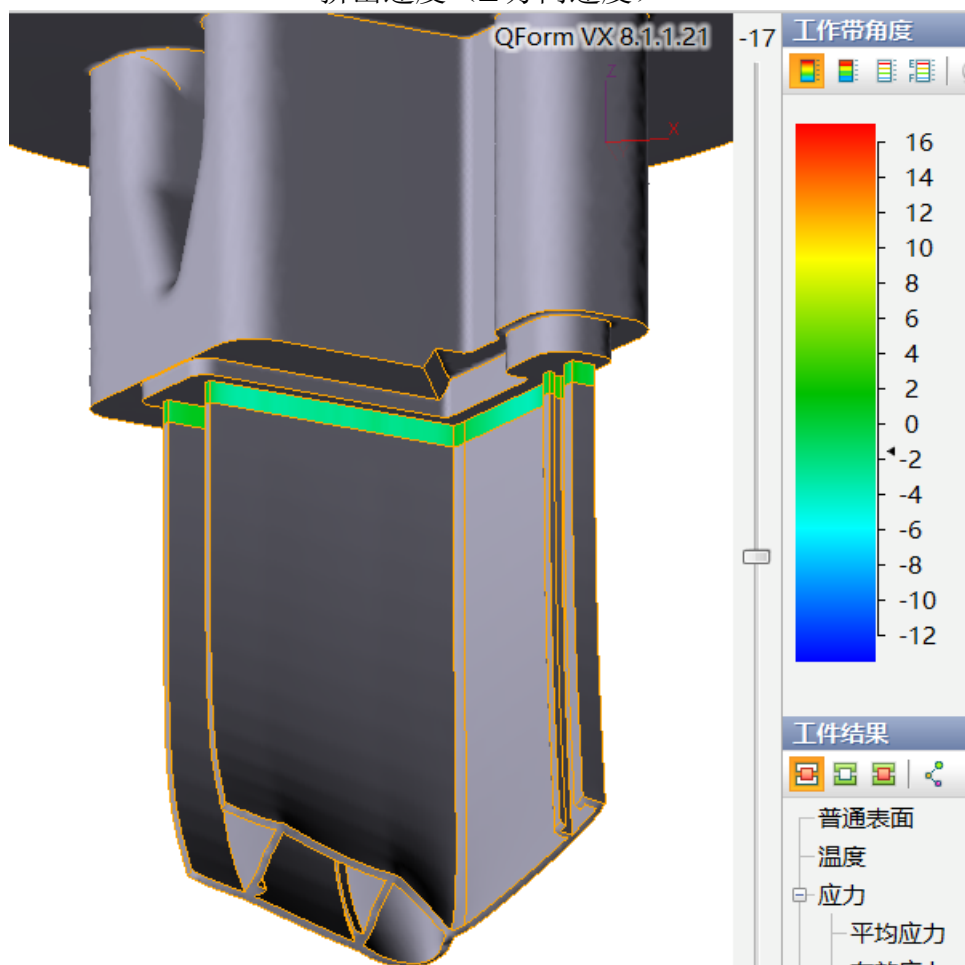
有效应力



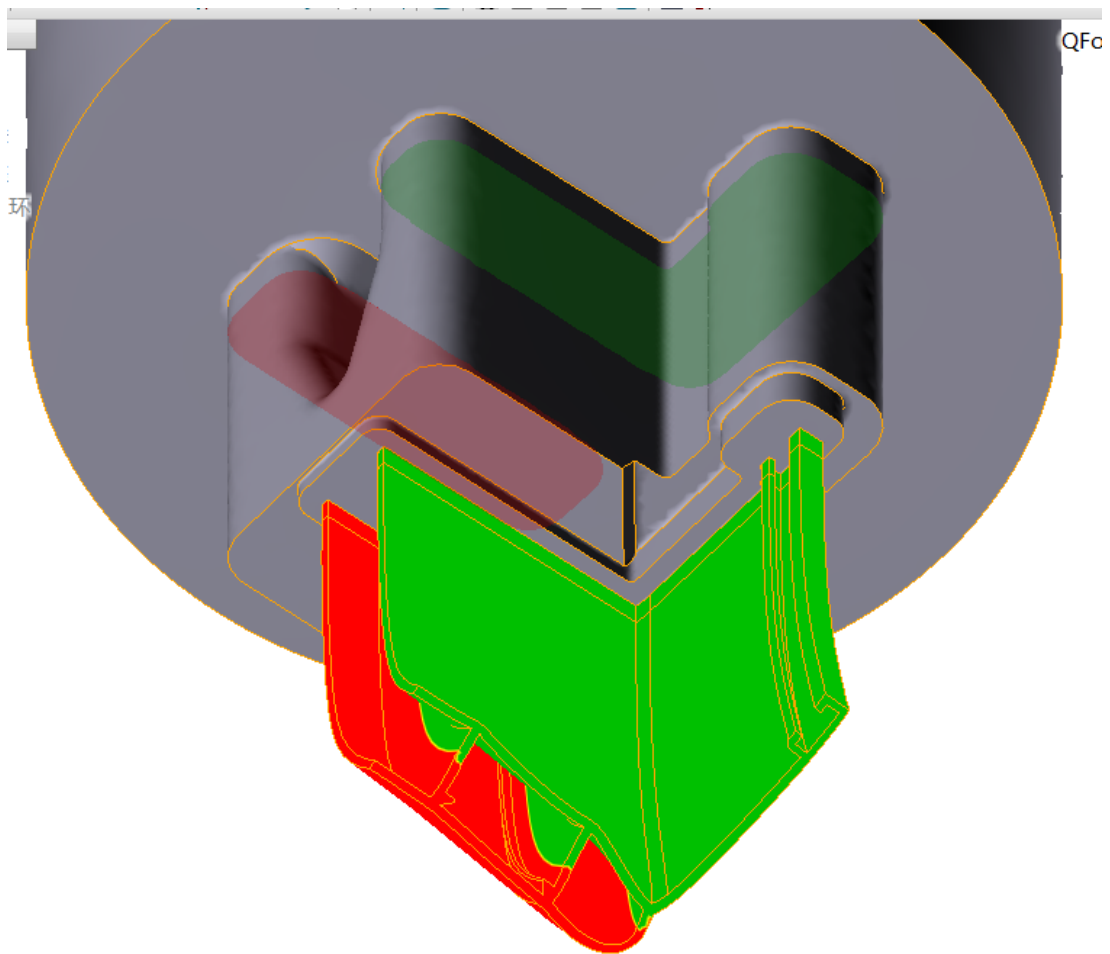
塑性应变



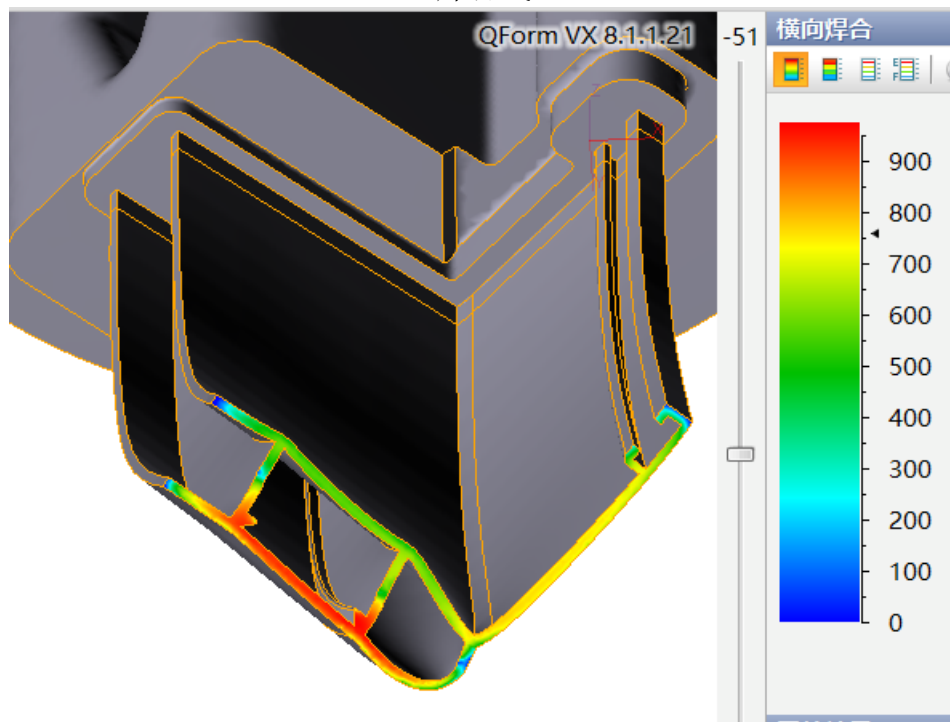
挤出速度（Z 方向速度）



工作带角度

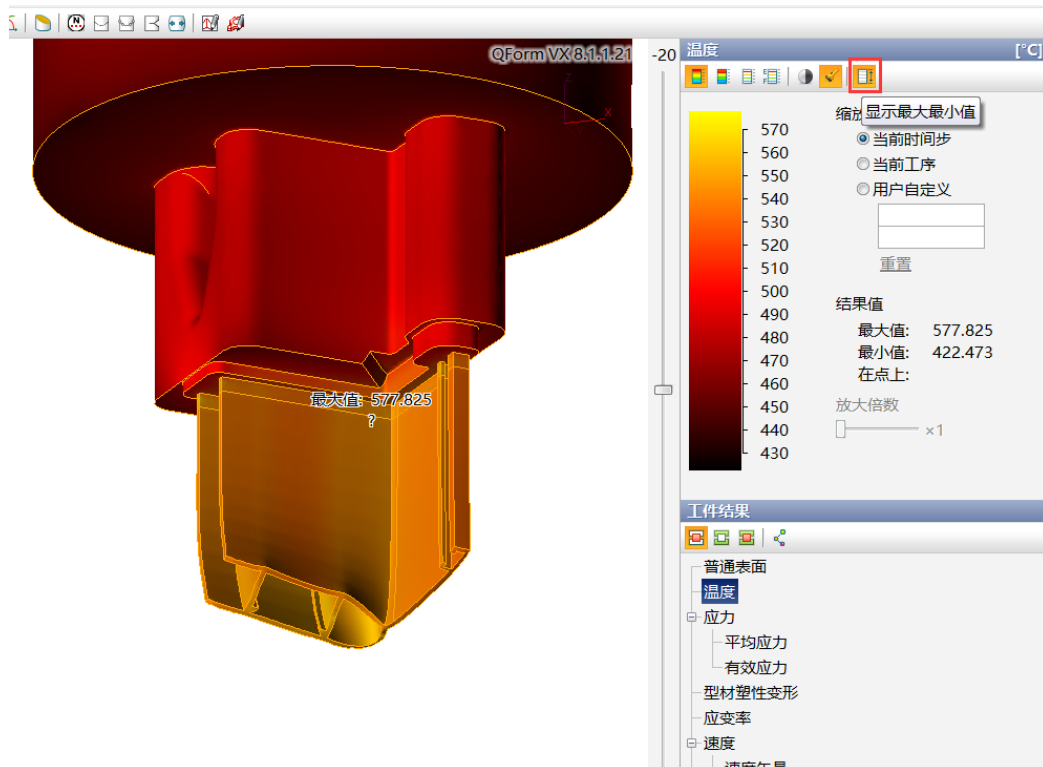


焊合线

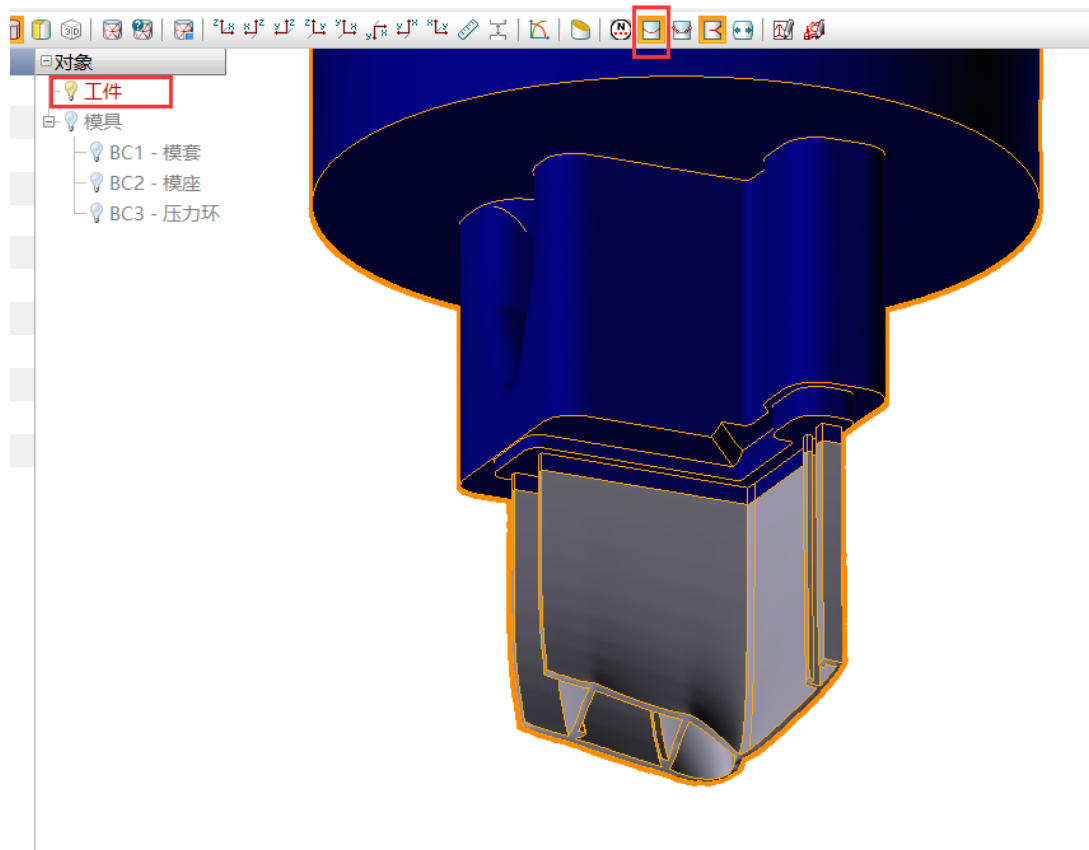


横向焊合（接棒长度分析）





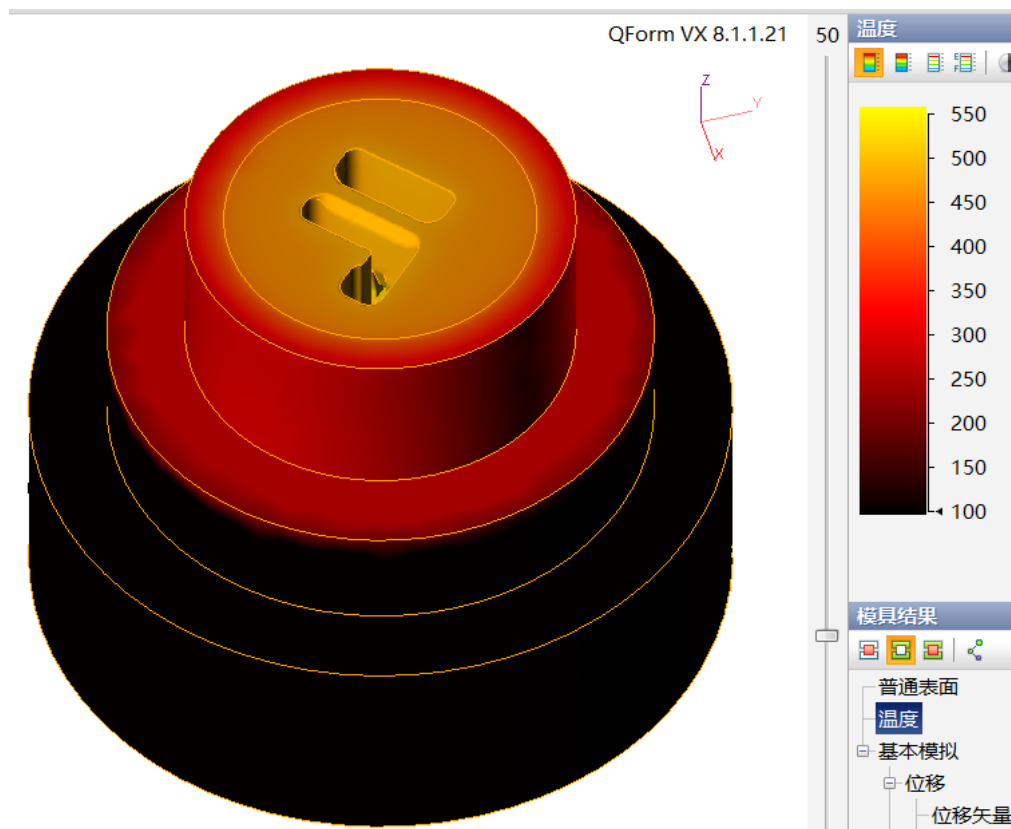
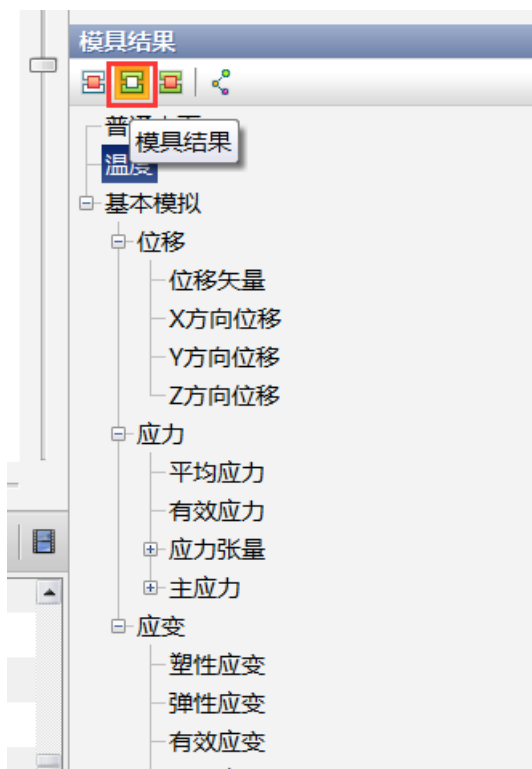
软件可以显示最大最小值。这个功能适应于温度场和应力应变等。当前的数值已经用三角显示在了云图图标上，整体的最大最小值显示在云图图标右侧。



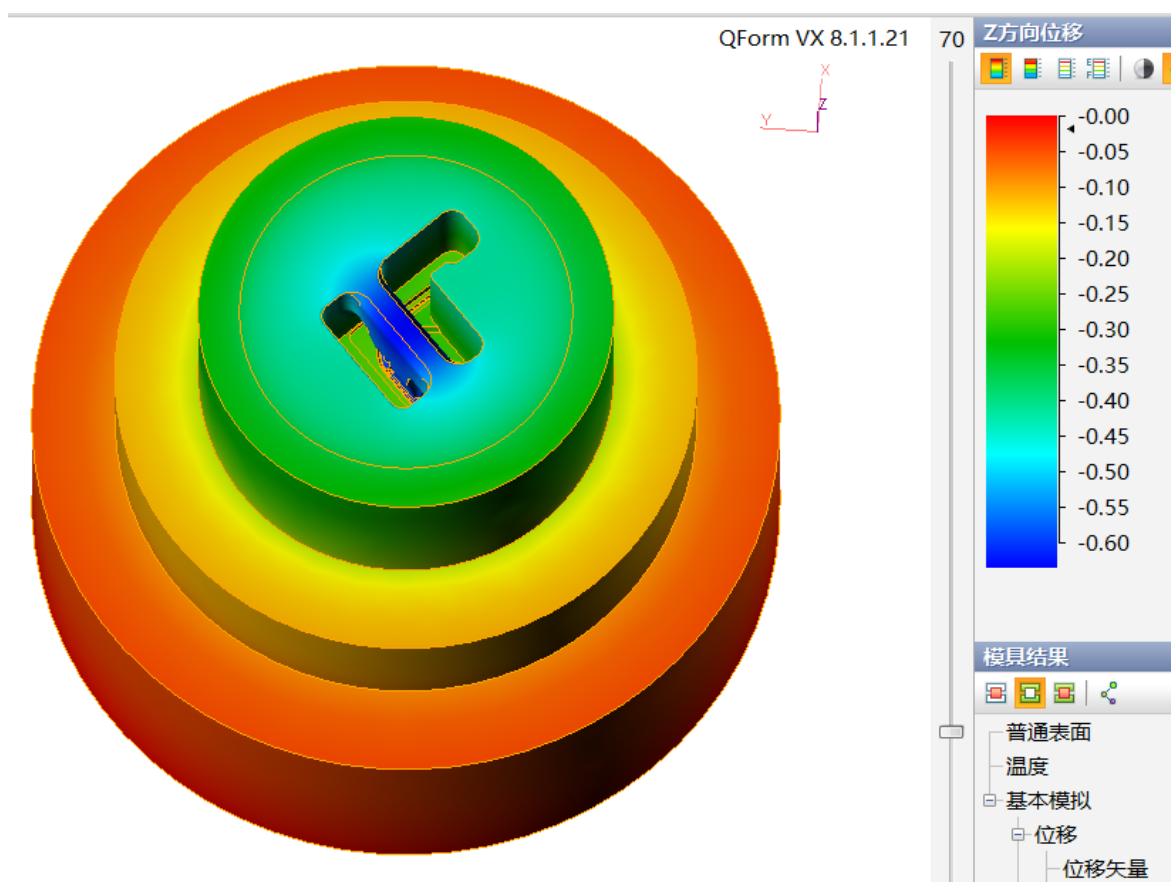
单击按钮接触表面。工件表面接触区域用深蓝色表示，其它区域用灰色表示。

### 3.4.3 显示模具结果

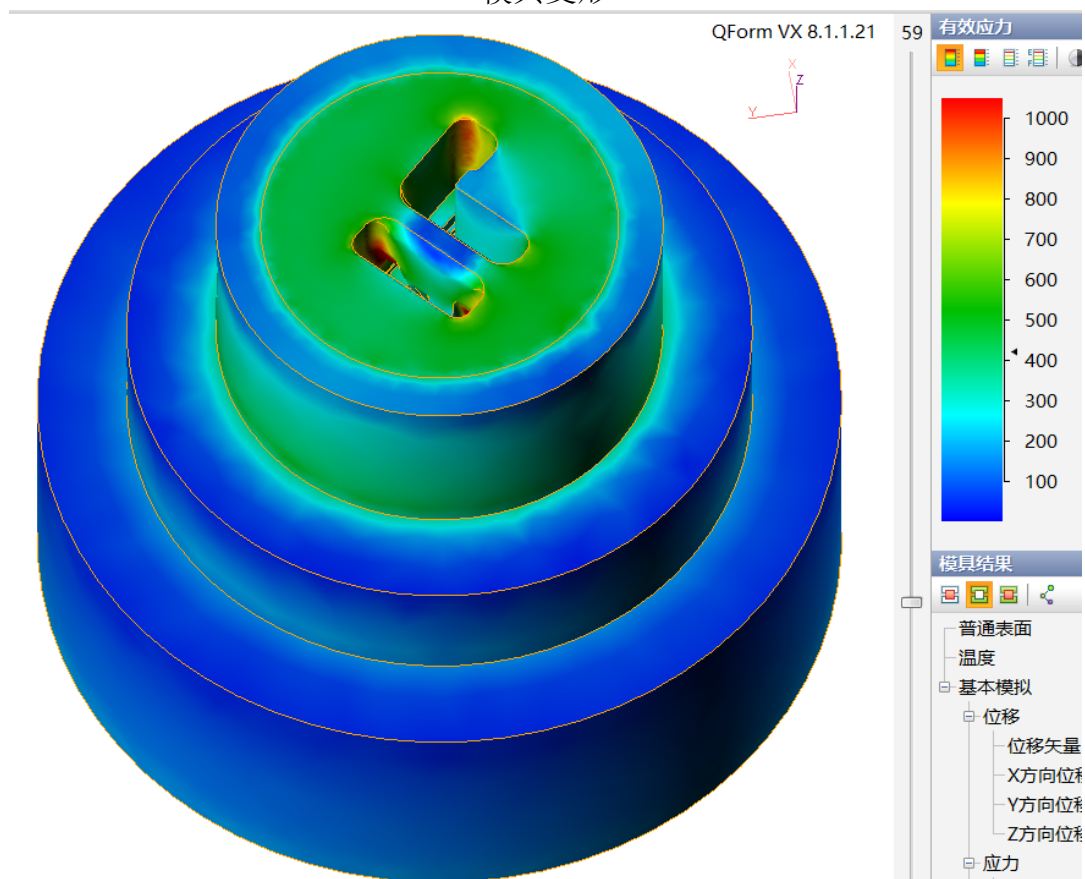
点击后处理中的模具结果按钮，把结果转为模具结果，模拟结果包括温度，变形，应力，应变。



模具温度场



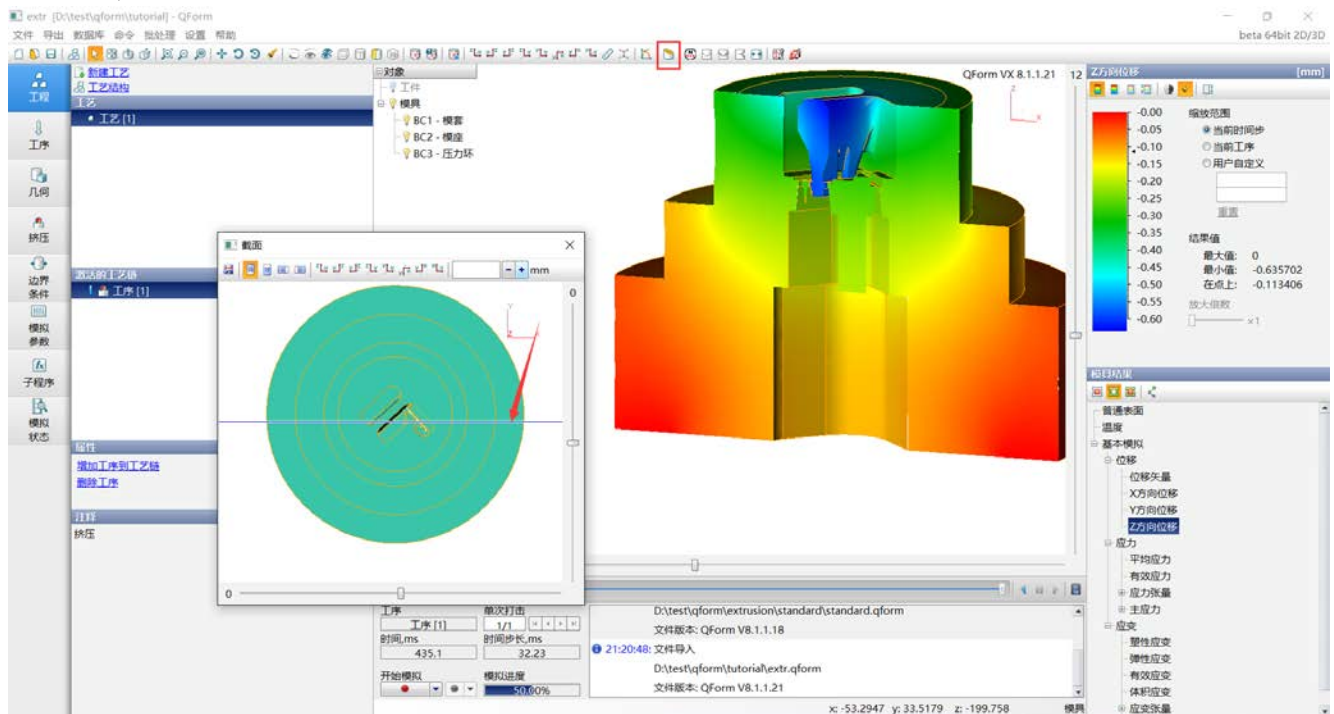
模具变形



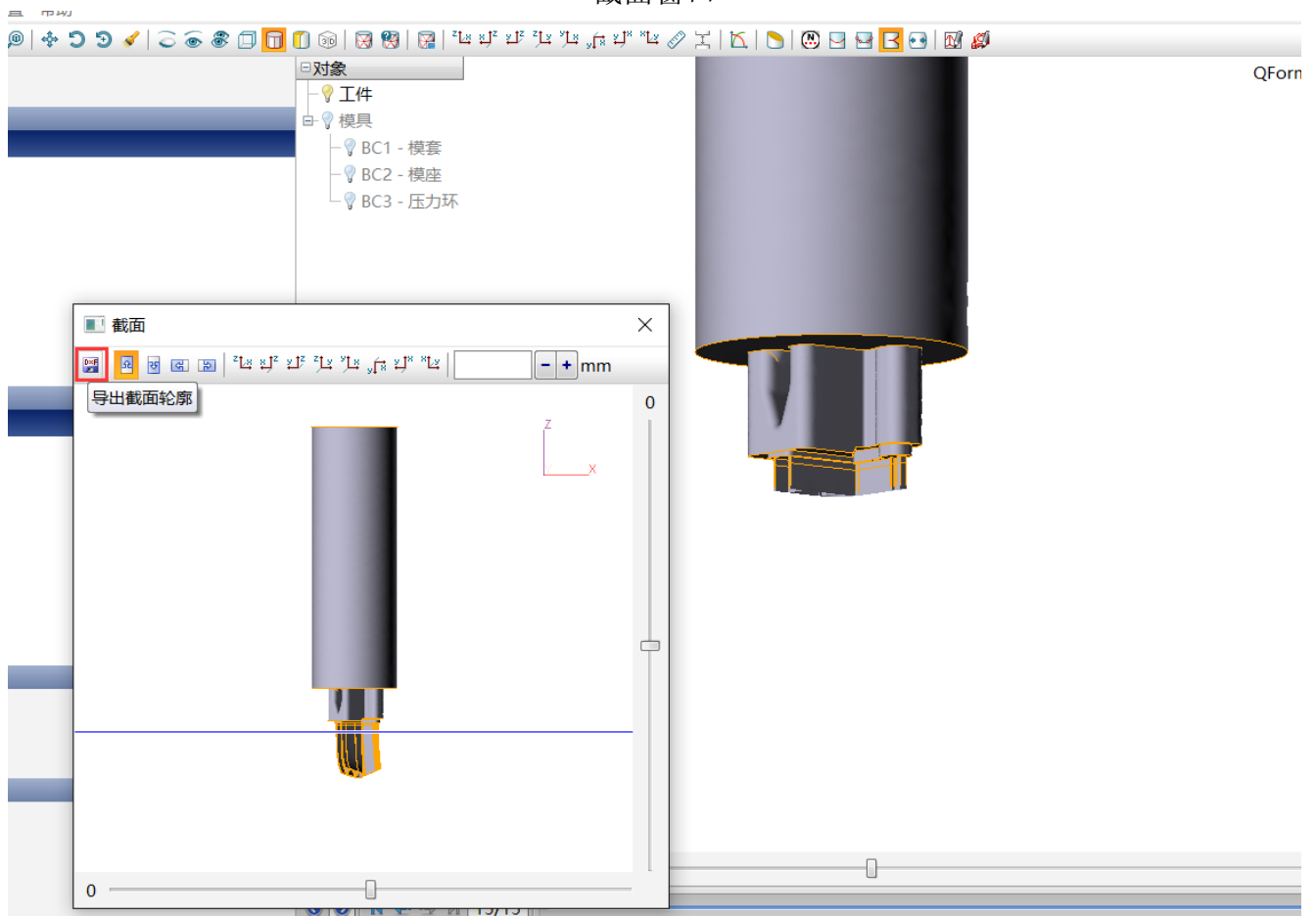
模具应力

### 3.4.4 截面视图和距离测量

想要在主图形界面做截面点击工具栏上的截面按钮，在截面窗口中调整截面线的位置做截面观察。

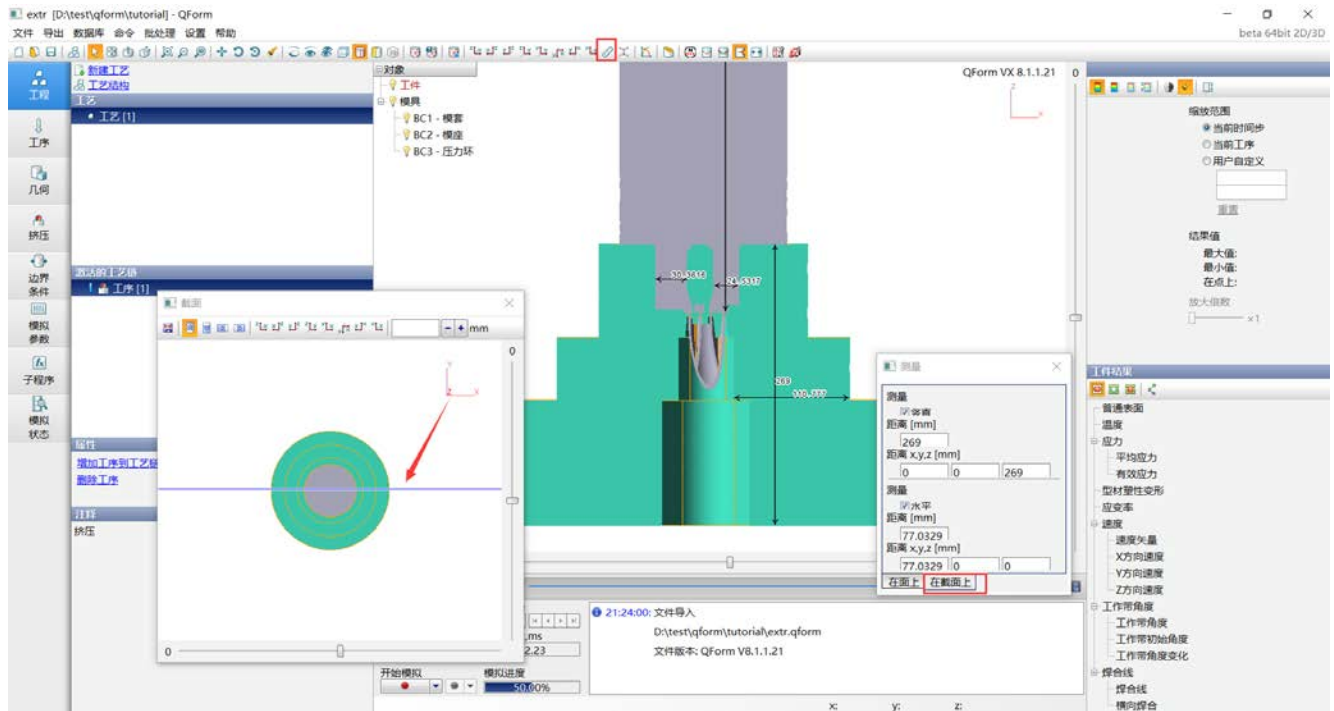


截面窗口



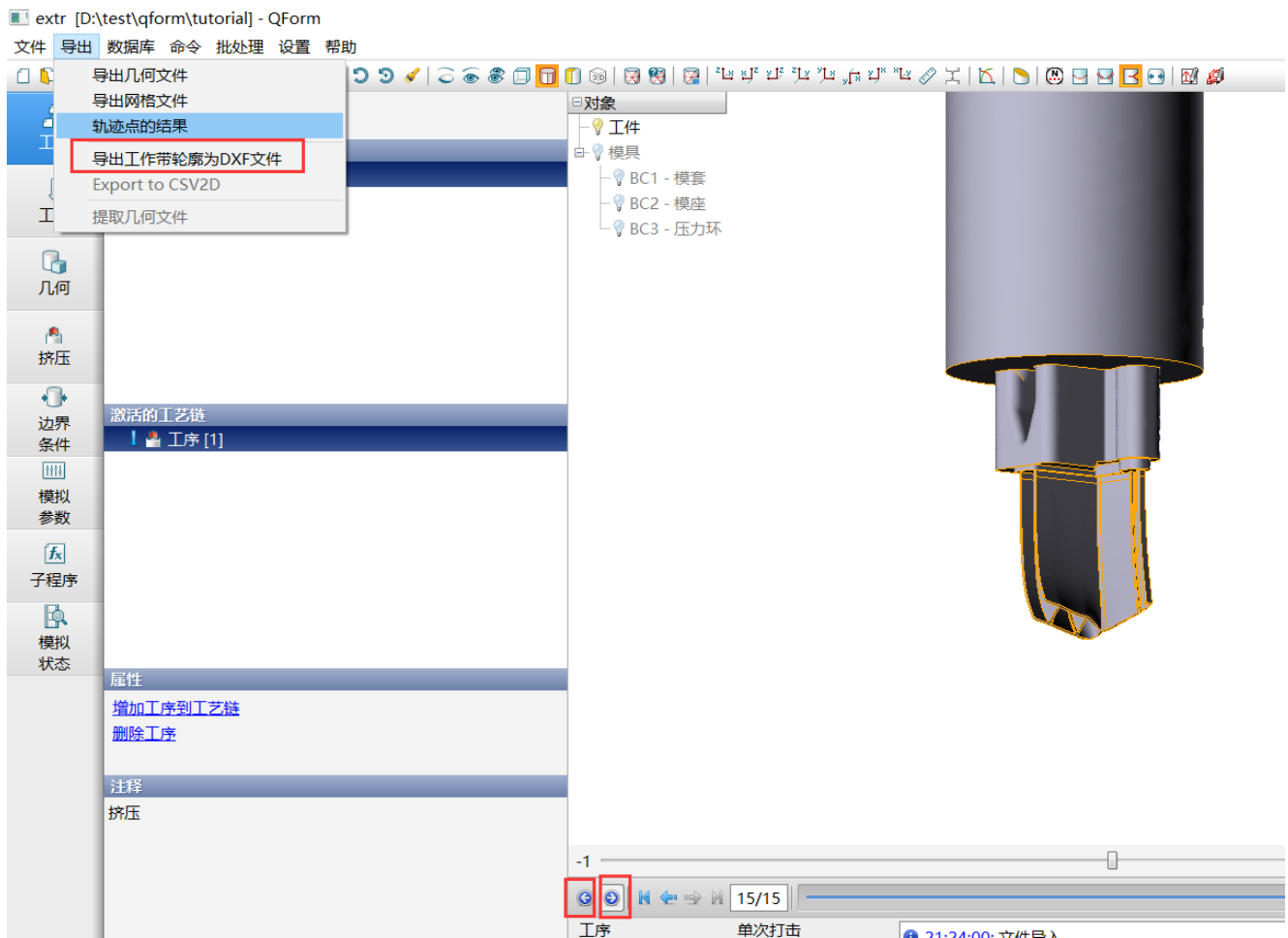
在截面窗口中，可以把选定的截面输出为 dxf 格式文件，导入到 CAD 中测量

测量距离需要点击工具栏上的测量按钮，打开测量窗口，可以通过双击选点的方式来测量距离。也可以选择在界面上，来测量截面上的值。

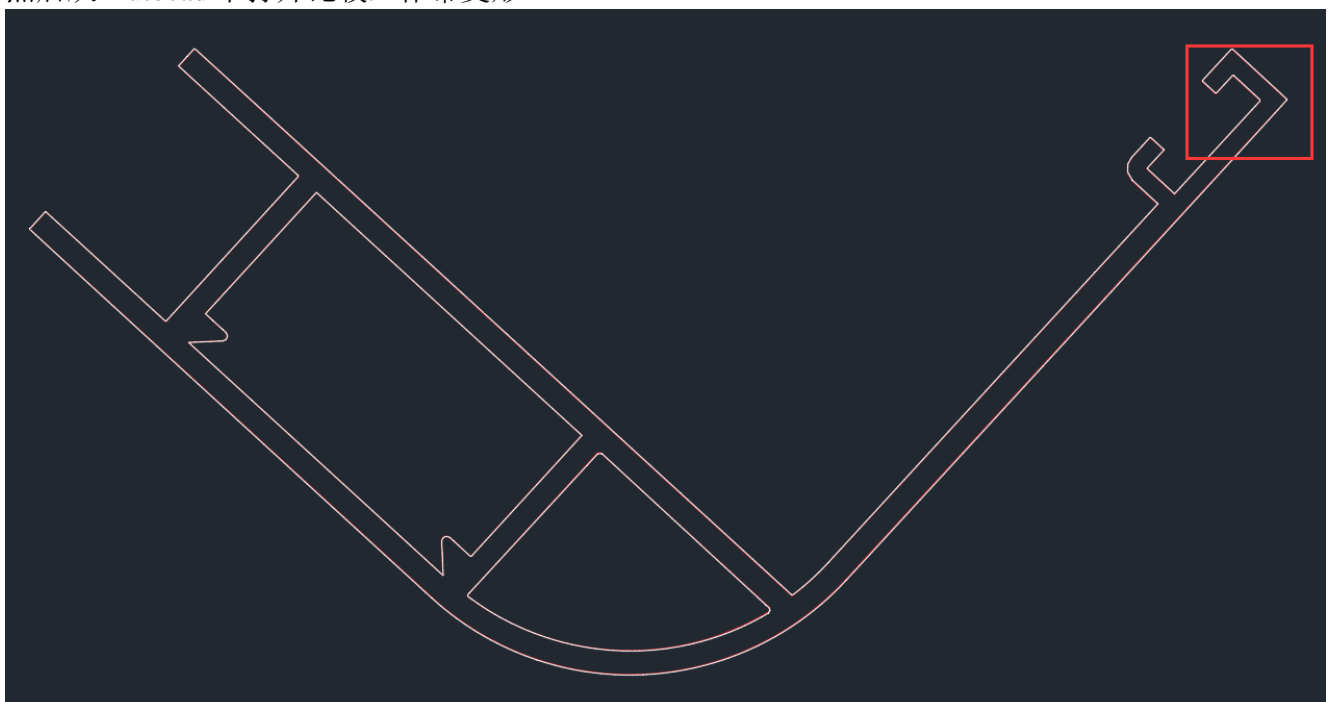


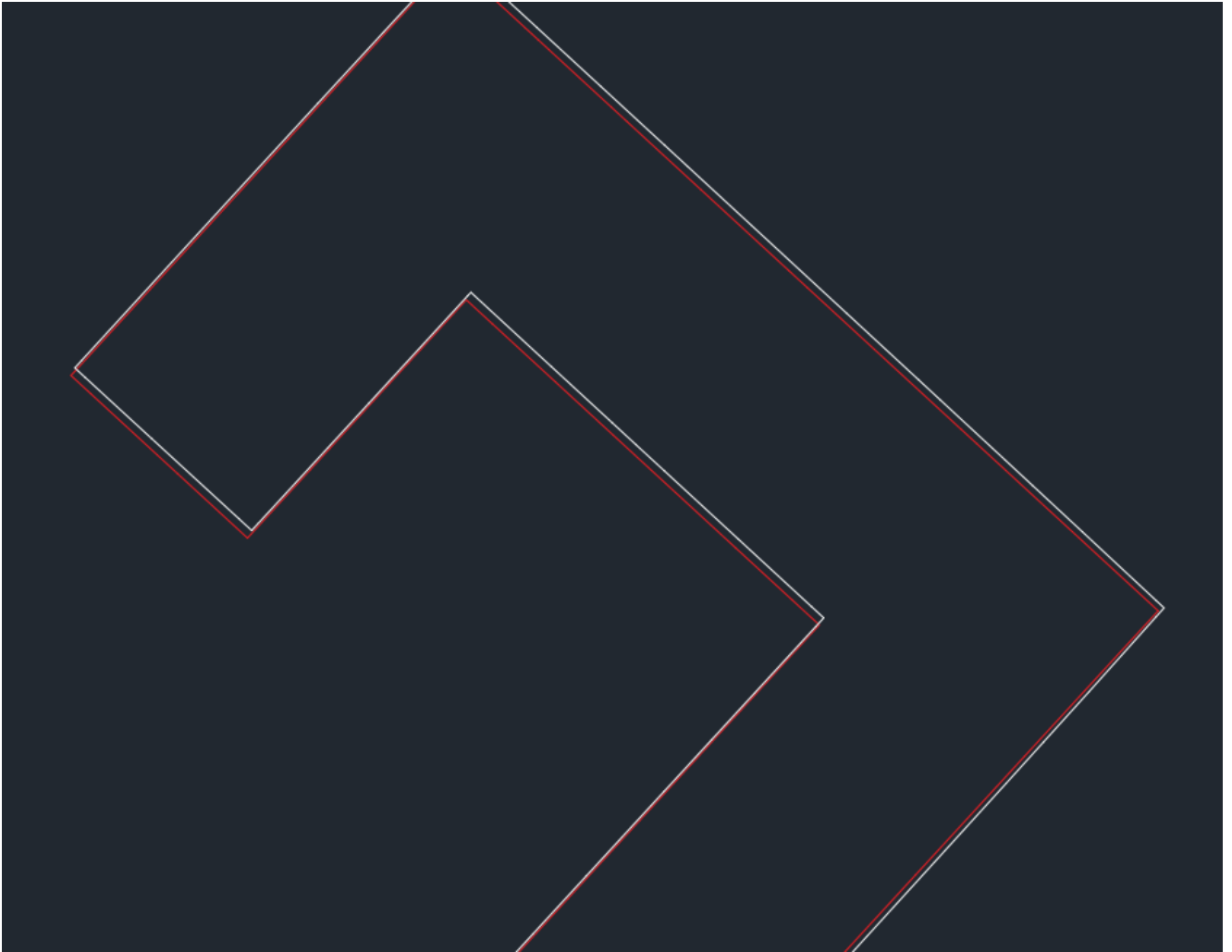
### 3.4.5 导出工作带为 DXF 文件

可以通过点击菜单栏上的导出，导出工作带轮廓为 dxf 文件命令，把前处理未变形的和变形后的工作带轮廓导出来。



然后从 Autocad 中打开比较工作带变形



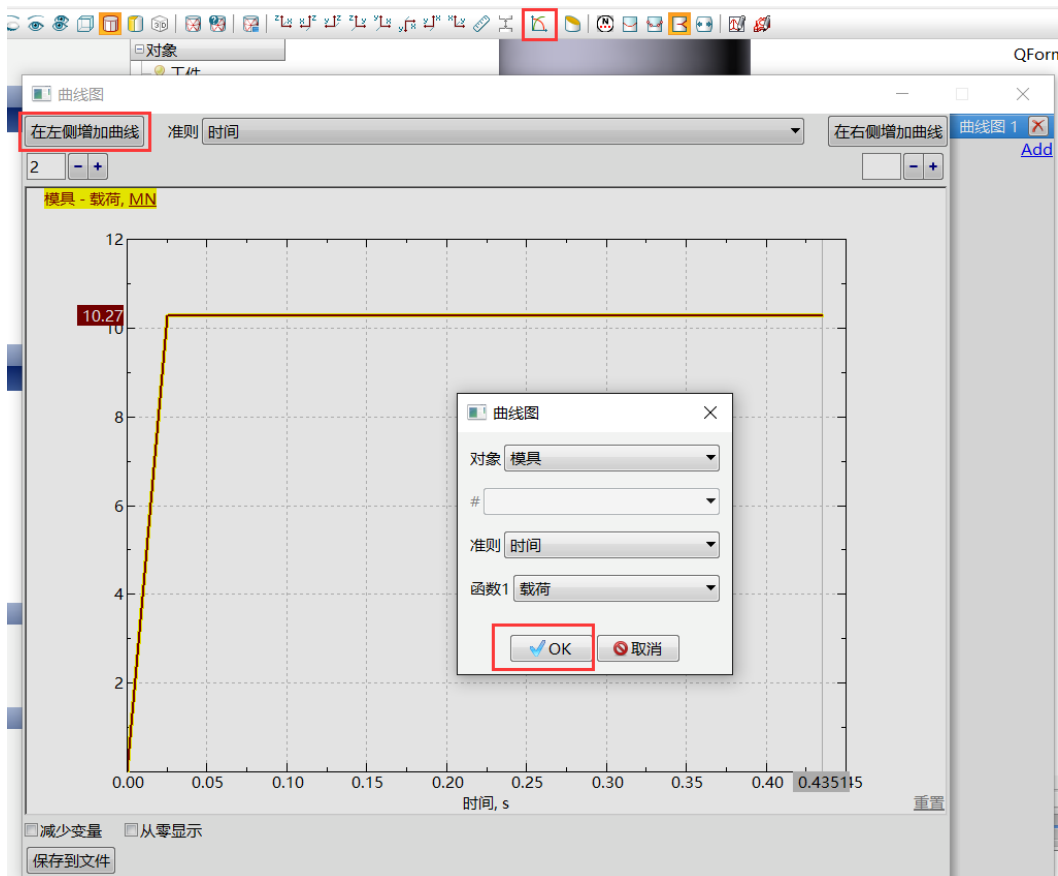


红色为原始工作带，白色为变形后的工作带。

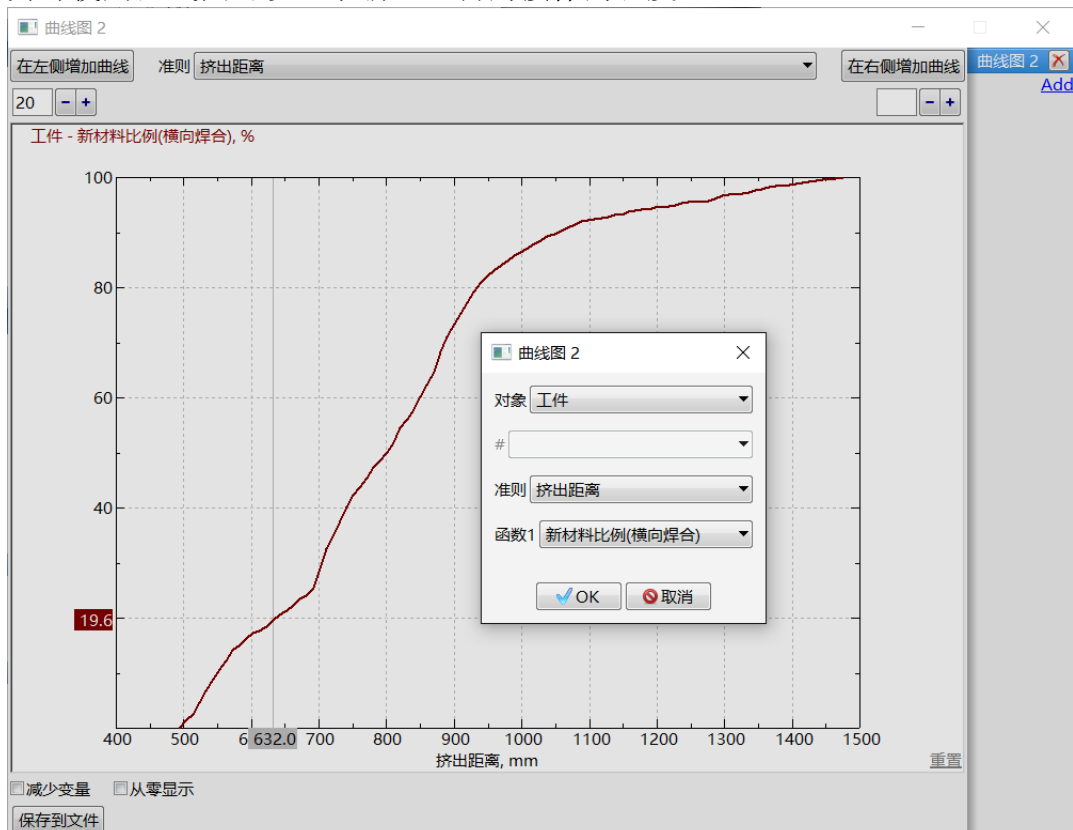


### 3.4.6 做曲线图

为了显示载荷的曲线，点击工具栏上的曲线图按钮：

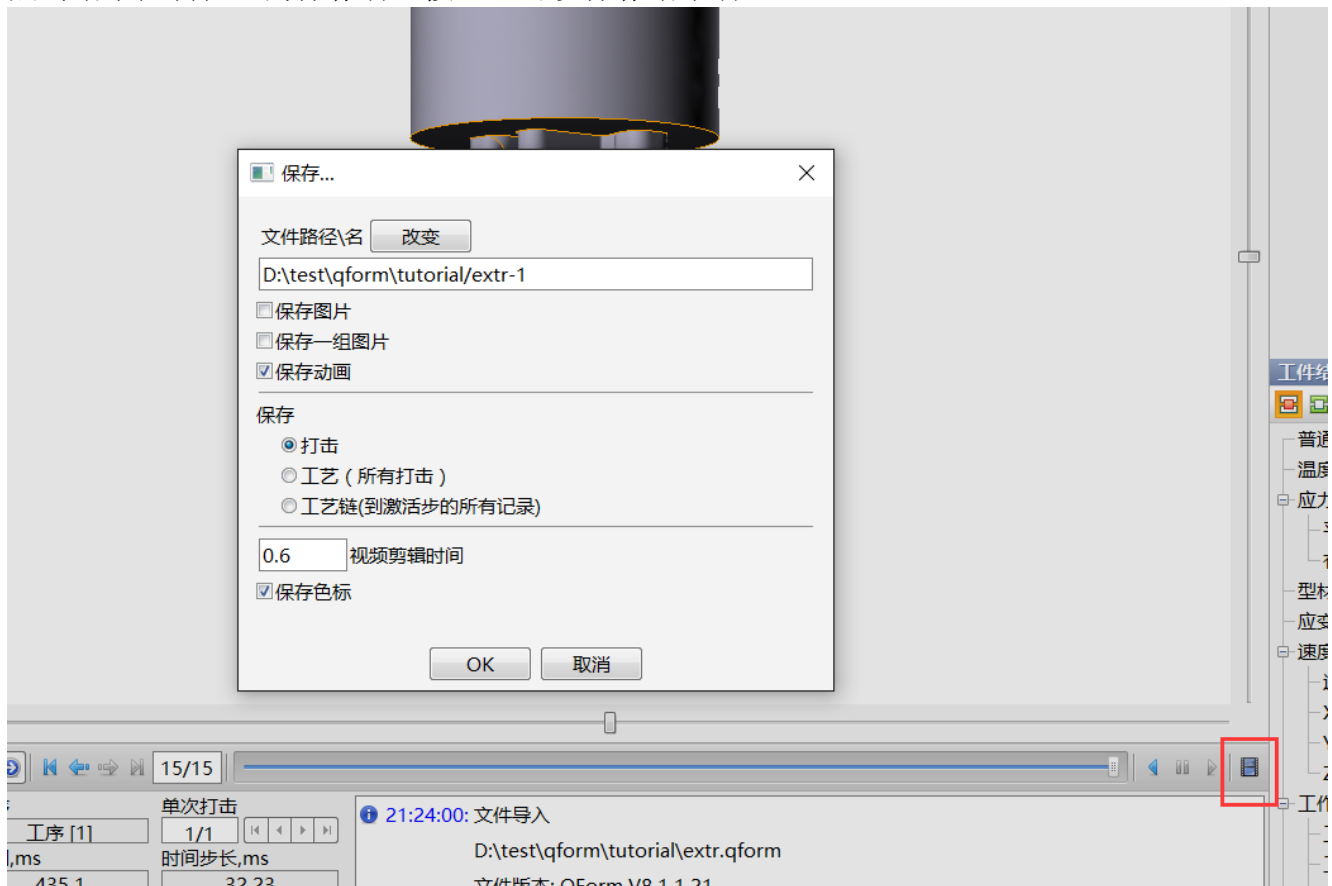


另外使用曲线图可以显示新旧坯料的接棒的长度。



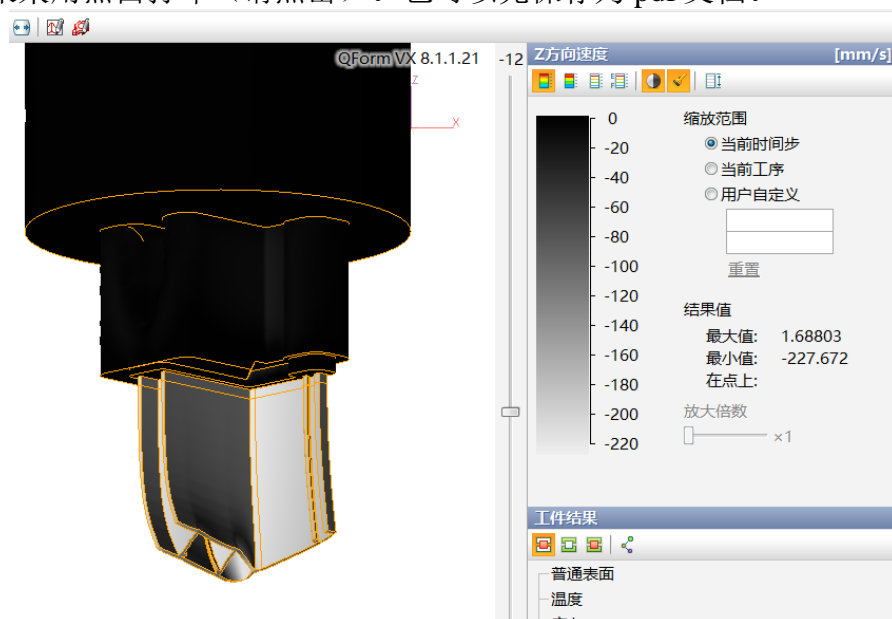
### 3.4.7 生成动画

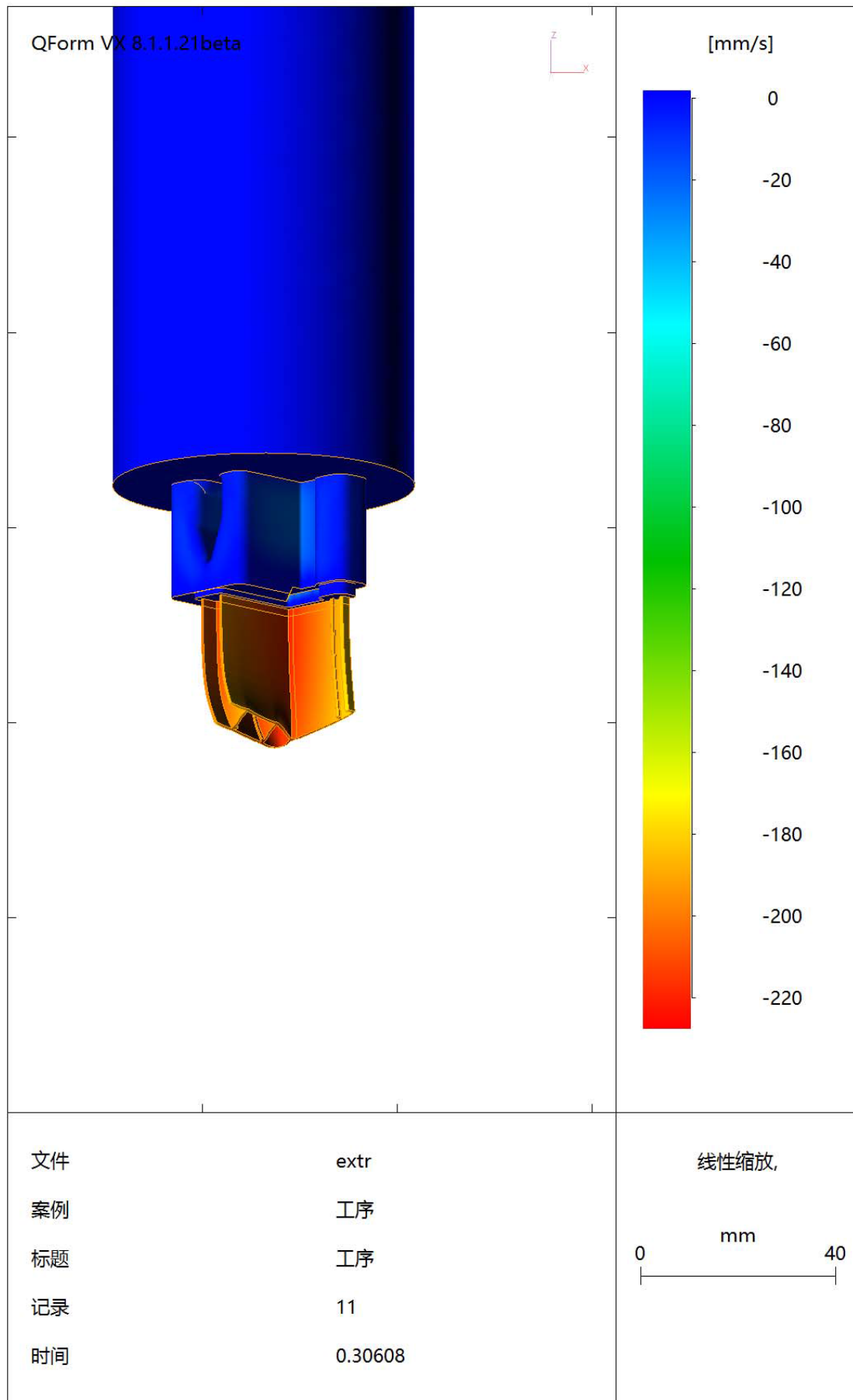
点击结果控制栏上的保存动画按钮，可以保存结果动画。



### 3.4.8 打印报告

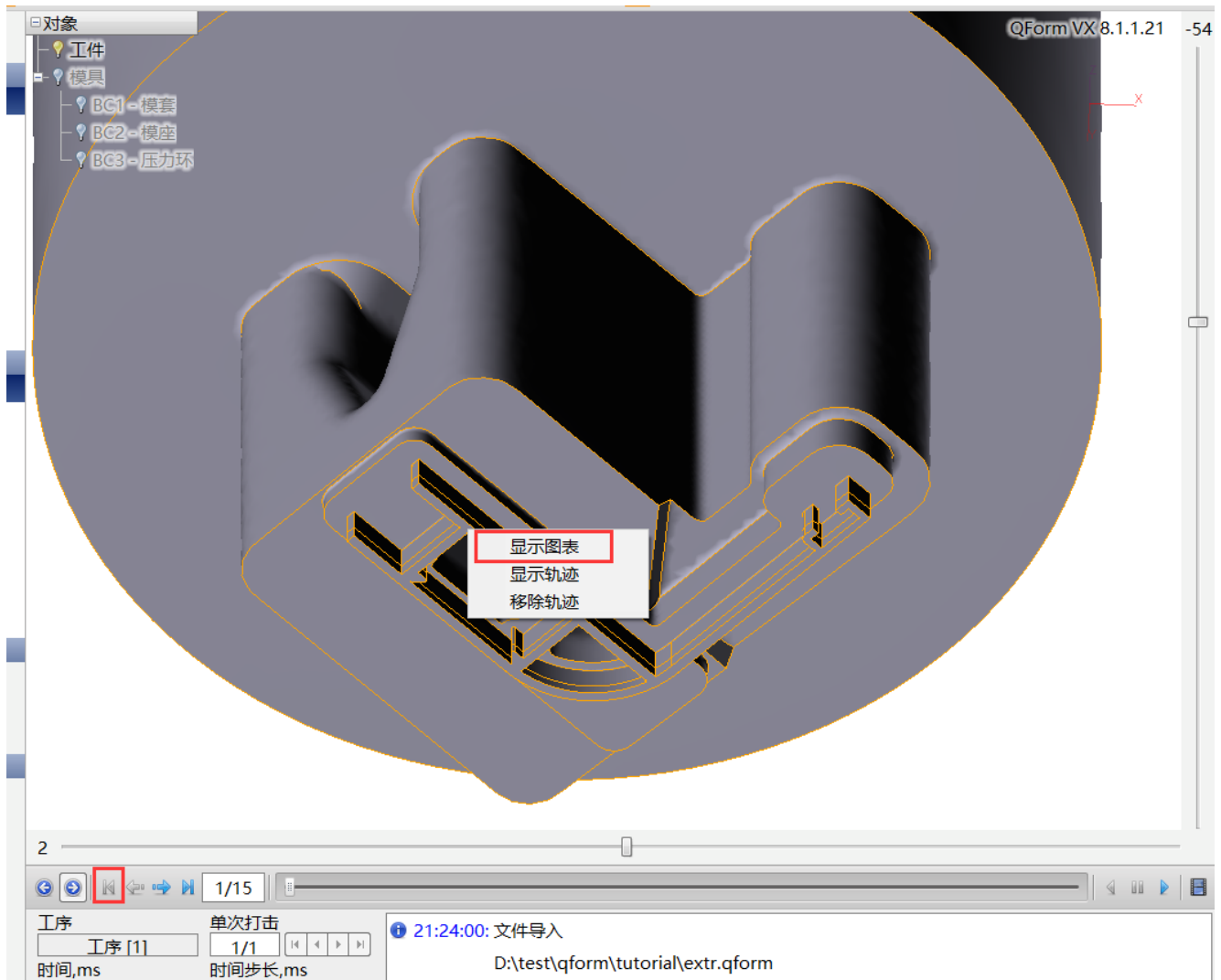
点击菜单中的文件，打印结果，就可以图形界面上显示的结果可以打印出来，推荐采用彩色打印机，如果采用黑白打印（请点击）。也可以先保存为 pdf 文档。



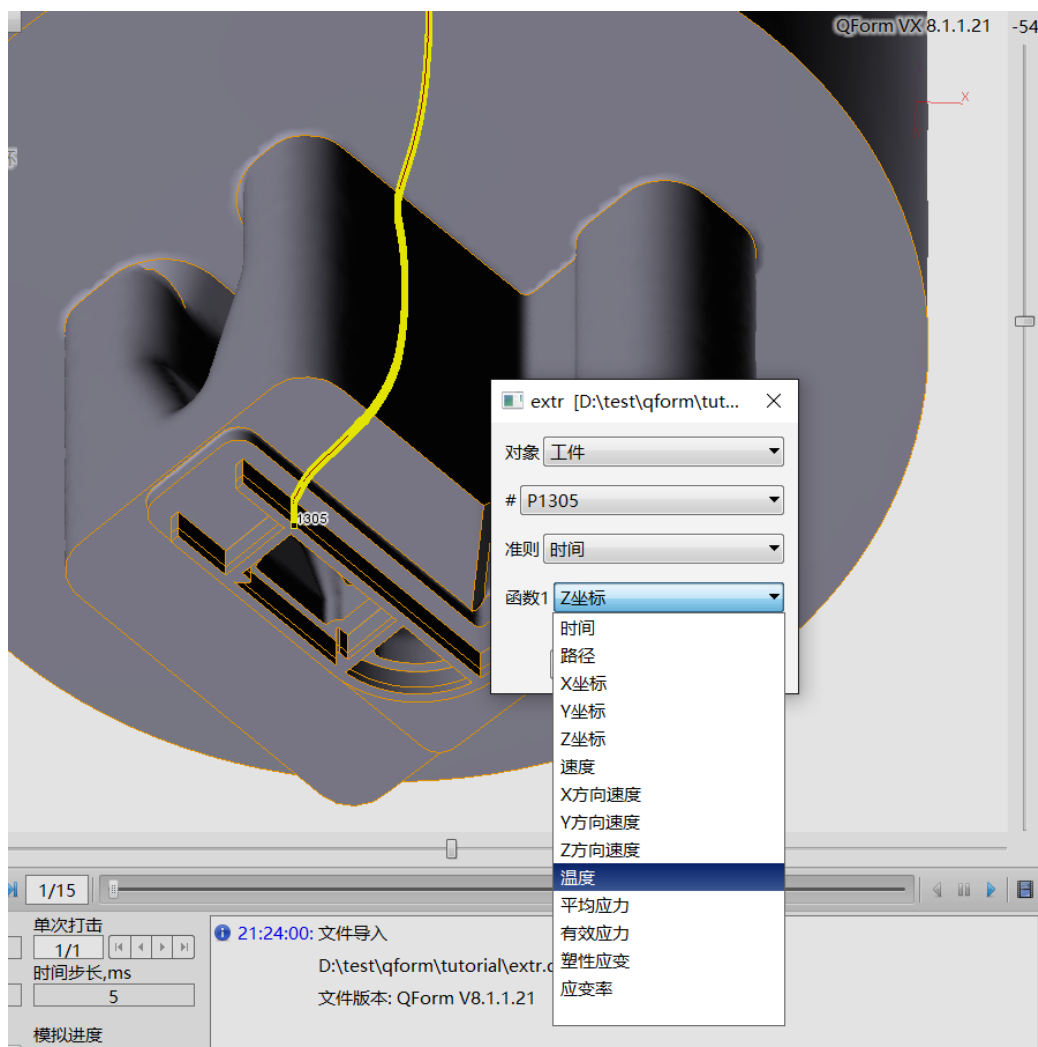


### 3.4.9 显示指定点的从挤压筒到挤出模具过程的各种场曲线

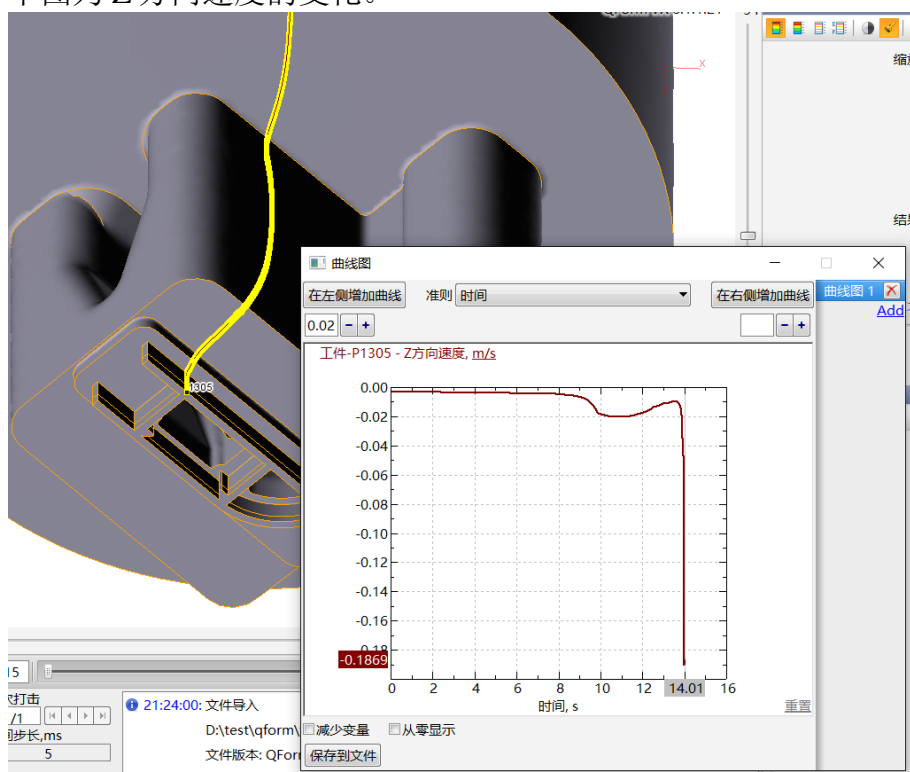
点击退回按钮，返回到计算结果的第 1 步，右键单击型材上的某位置。点击显示图表



然后选择要显示的场



下图为Z方向速度的变化。



## 4 QShape 的高级应用

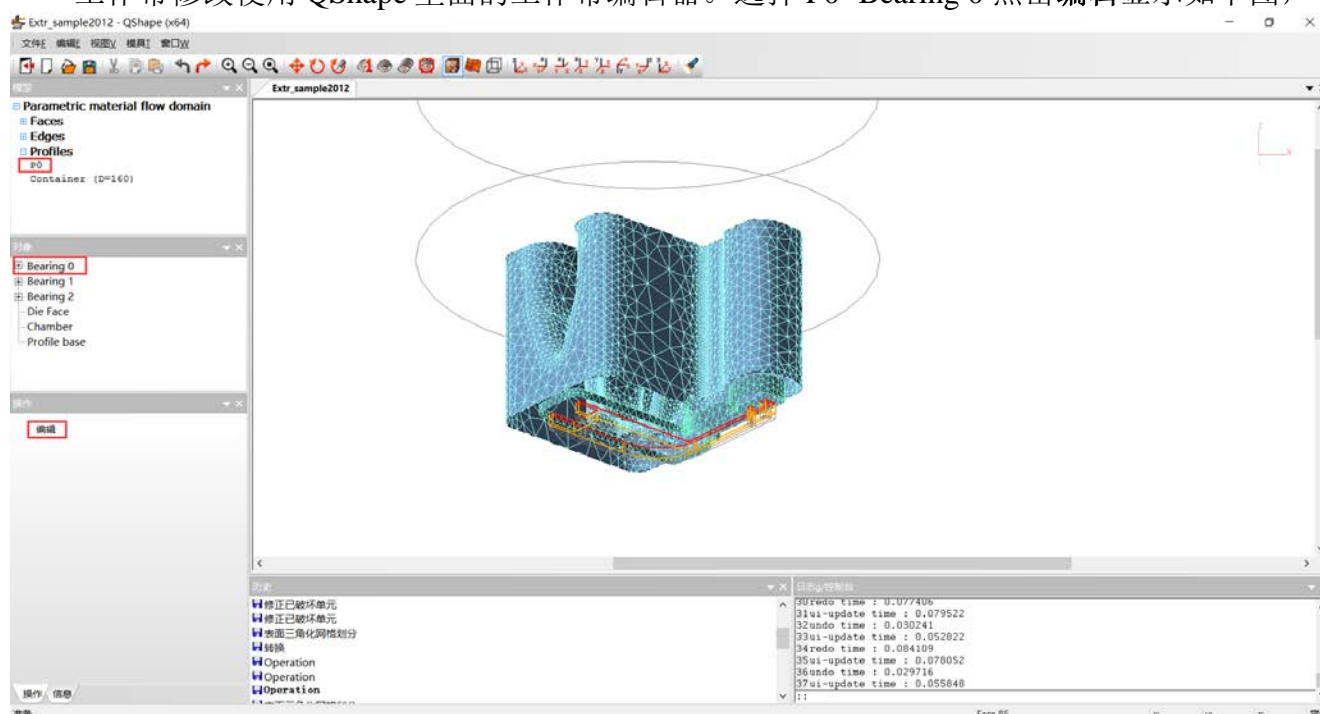
### 4.1 工作带的参数化显示和工作带编辑器

输入并确认坯料长度后软件生成 **Parametric material flow domain**. 这个参数域包含了与材料接触的模具内表面的网格和参数化表面显示为线框。这些参数化表面可以自动构建。例如，沿着挤压筒和模具穿过工作带如下图。默认模拟域长度为 0.6 倍的坯料直径。工作带之后是 1/2 的工作带最小长度。

#### 4.1.1 工作带的参数化显示

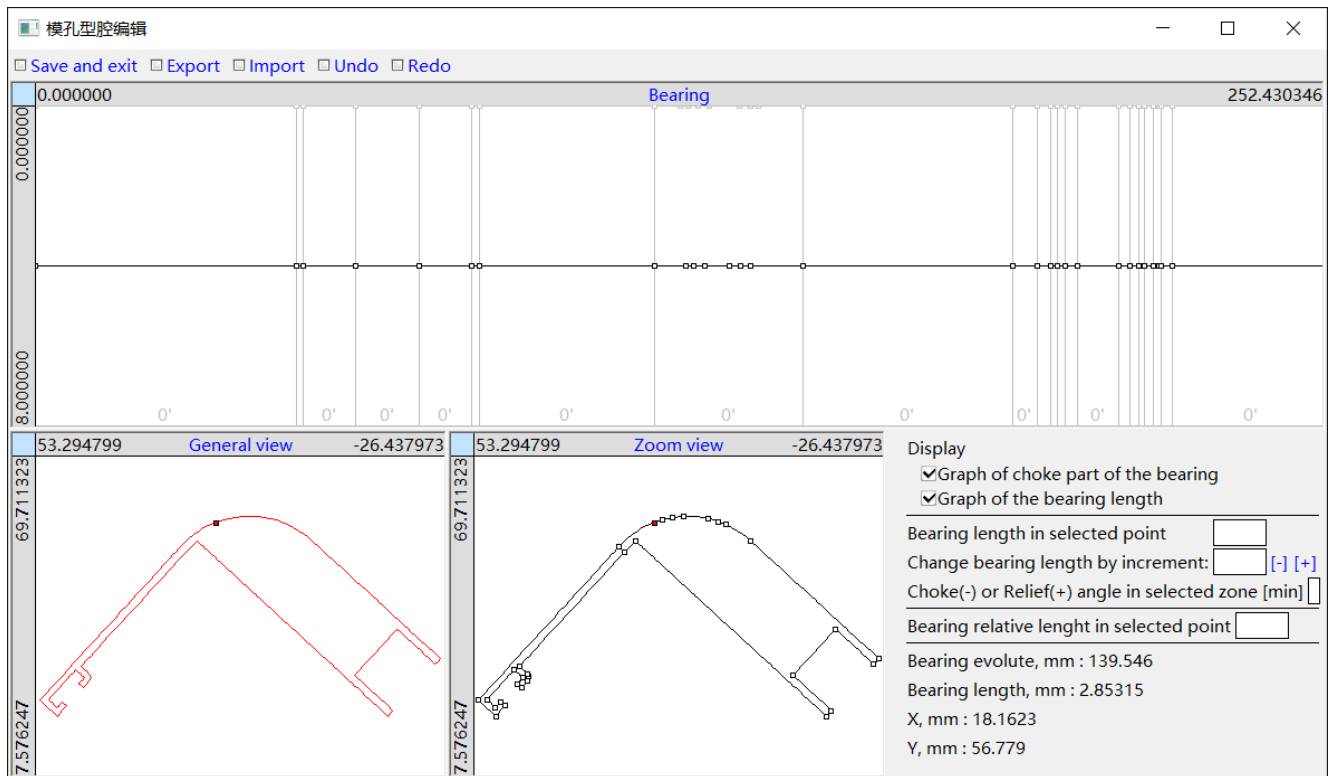
工作带的参数化显示使得用户不用会到 CAD 软件而在 qshape 中直接修改工作带长度成为可能。工作带设计可以保存在.qshape 文件中稍后修改。

工作带修改使用 QShape 里面的工作带编辑器。选择 P0- Bearing 0 点击编辑显示如下图，



参数化模拟域显示为线框，准备开始工作带编辑

工作带编辑器 Bearing Editor 窗口显示如下，

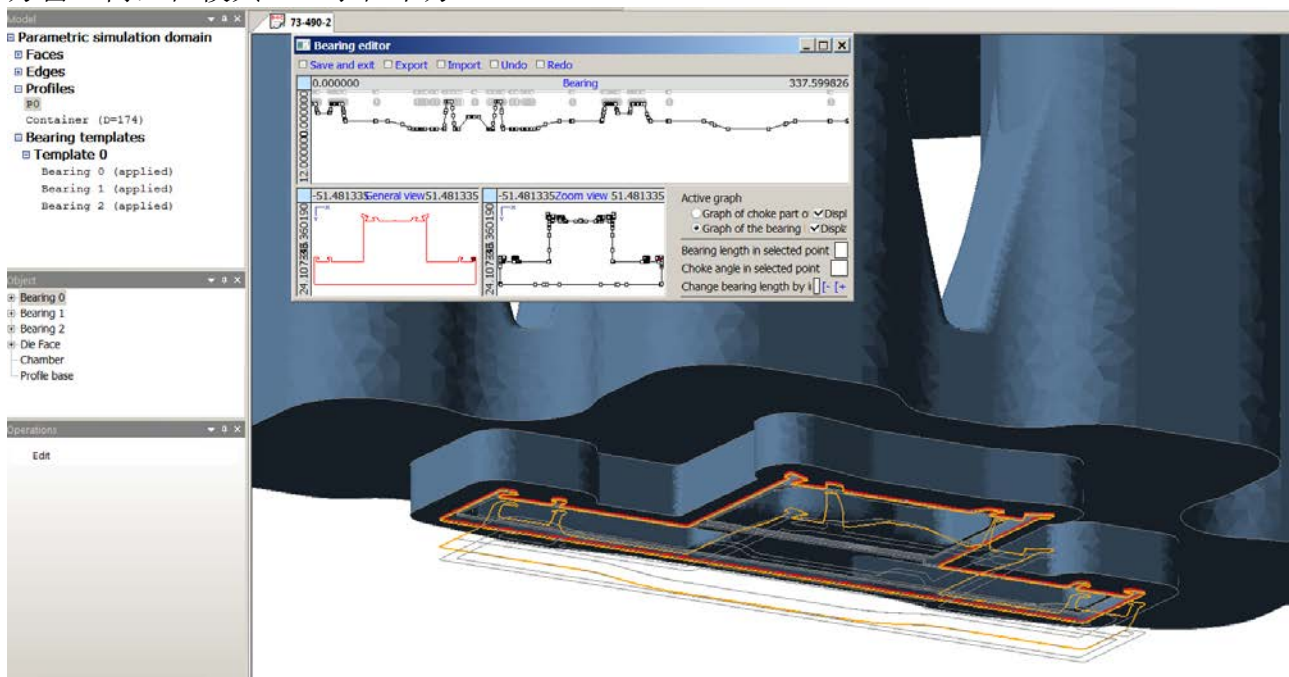


工作带编辑器窗口

下面介绍工作带编辑器

- 模具工作带通常长度不一致。
- 在编辑器中工作带可以参数化显示和修改

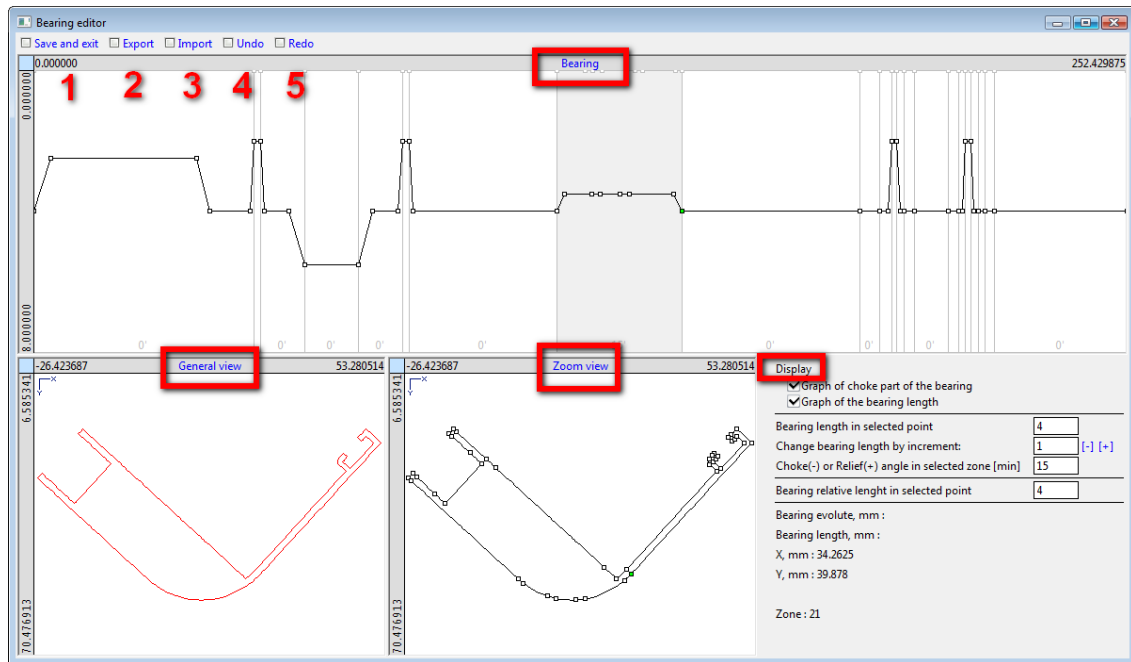
工作带设计提供了更为均匀的型材流出速度。在很多情况下工作带设计很复杂，如下图上方窗口内，在模具上显示在下方：



工业铝型材工作带设计的典型例子<sup>1</sup>。上图显示了外部轮廓，没有角度。



回到例子文件“Extr\_sample2012”。这个模具没有偏斜角度角度工作带长度一致。显示如下：



工作带编辑器窗口

工作带有四个主要的窗口名字在图片中用红圈标记：

- **Bearing** 工作带窗口显示工作带长度
- **General view** 一般视图窗口显示工作带的二维轮廓(俯视图);
- **Zoom view** 显示工作带某点的局部区域
- **Display** 以数字形式显示一些工作带信息

主界面提供了下面的命令：

- 1- **Save and exit.** 保存并退出
- 2- **Import.** 导入从 qstrip 文件或 iges 文件
- 3- **Export.** 导出到 qstrip 文件或 iges 文件
- 4- **Undo** 取消
- 5- **Redo** 重做

显示窗口显示了鼠标所指位置工作带的下面的参数：

- **Bearing length in selected point** 显示所选点位置的工作带长度
- **Change bearing length by increment.** 改变工作带长度使用 [+] or [-] 符号。
- **Choke or relief** 工作带的正负偏斜角度，单位分
- **Bearing relative length in selected point** 当前点相对选择点的工作带长度。
- **Bearing evolute** 从起始位置开始的工作带截面方向连线的长度，单位 mm
- **Bearing length** 鼠标当前位置的工作带长度，单位 mm.
- **Zone** 区域是两点间的工作带编号。区域号是自动获取的。

Display	
<input checked="" type="checkbox"/>	Graph of choke part of the bearing
<input checked="" type="checkbox"/>	Graph of the bearing length
Bearing length in selected point	<input type="text" value="4"/>
Change bearing length by increment:	<input type="text" value="1"/> [-] [+]
Choke(-) or Relief(+) angle in selected zone [min]	<input type="text" value="15"/>
Bearing relative length in selected point	<input type="text" value="4"/>
Bearing evolute, mm : 197.479	
Bearing length, mm : 3.31773	
X, mm : 48.3938	
Y, mm : 21.5744	
Zone : 12	

可以通过旋转鼠标滚轮放大缩小图形。可以选择工作带窗口上任意点左键拖动到新位置。更精确的位置可以通过在显示窗口中输入的方法实现。

#### 4.1.2 参数化和几何角度显示

一般的模具出口可能有圆锥部分和圆柱部分。下面介绍软件中角度定义方式：

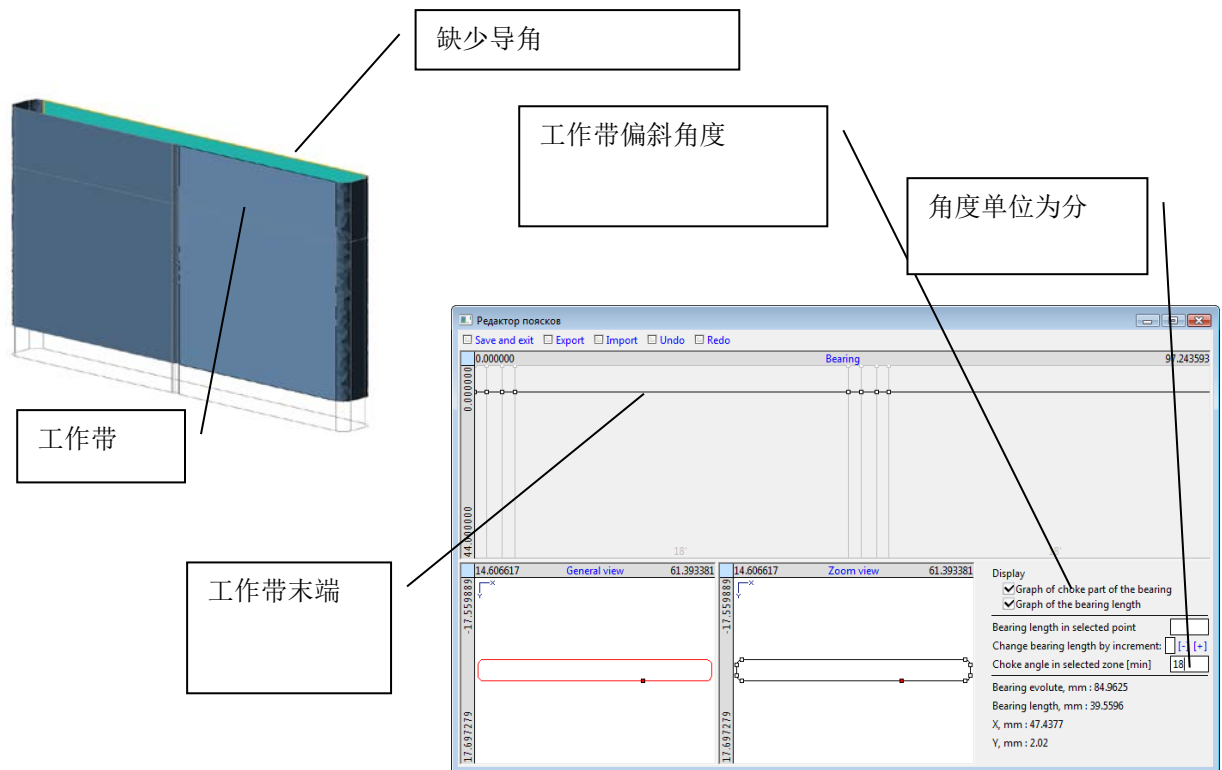
- 圆锥部分的角度在入口的后方。平直面和圆锥部分的边可能非常尖锐或圆滑过渡。

因为在工作带区域小角度抽取困难，我们接受下面的设定：

- 工作带的模具角度小于 1 度可以参数化显示并可以通过工作带编辑器修改
- 工作带的模具角度大于 1 度可能需要在 CAD 模型中定义好。他们通过有限元网格表现因此不会参数化显示。这些角度可以被 QShape 识别出来自动考虑，不在工作带编辑器中出现。

#### 角度参数化显示

Qshape 不能识别小于 1 度的角，这些角度可以直接在 QSHAPE 工作带编辑器中定义。甚至小于 2 度的角度在有限元网格的节点上也很难计算法向，在 Qshape 里面可以更为精确地定义和参数化显示，因此小于 2 度时在推荐使用工作带编辑器进行参数化编辑。CAD 模型中工作带采用直的即可。

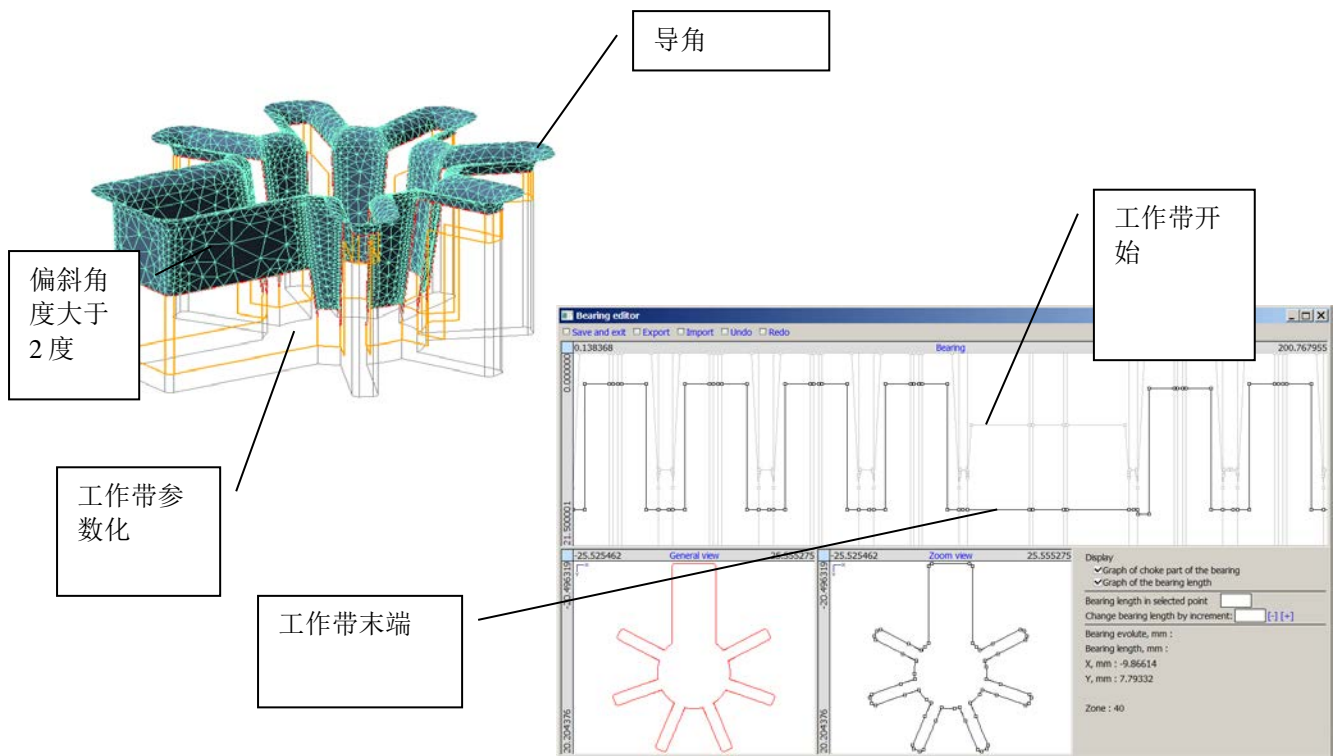


工作带和角度参数化编辑，例定义角度为18分

在这个例子中工作带长度一致，偏斜角度从开始到末端都一致。

## 大偏斜角度

下例中模具工作带角度有一段偏斜角度大于 2 度，这些位置没有参数化，用网格来表现。因此只有部分用参数化显示。下图中可以看到，在工作带编辑器中，工作带的参数化部分开始于网格到工作带末端结束。此例中两条线（参数化工作带的开始和结束）都不是直的。



铜合金型材案例<sup>2</sup>. 模具出口包括角度和工作带部分

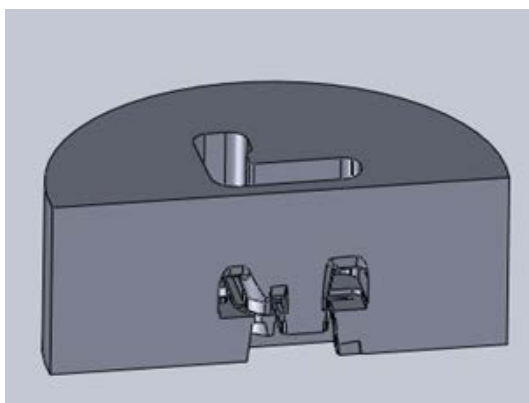
## 4.2 工作带编辑器使用

工作带编辑器主要有 3 个功能。

1. 以 iges 格式三维几何的方式导入工作带设计到 **Parametric material flow domain**
2. 修改工作带设计并保存新的模拟域 **Domain**
3. 显示沿着工作带的边的速度分布进行更为精确的工作带设计

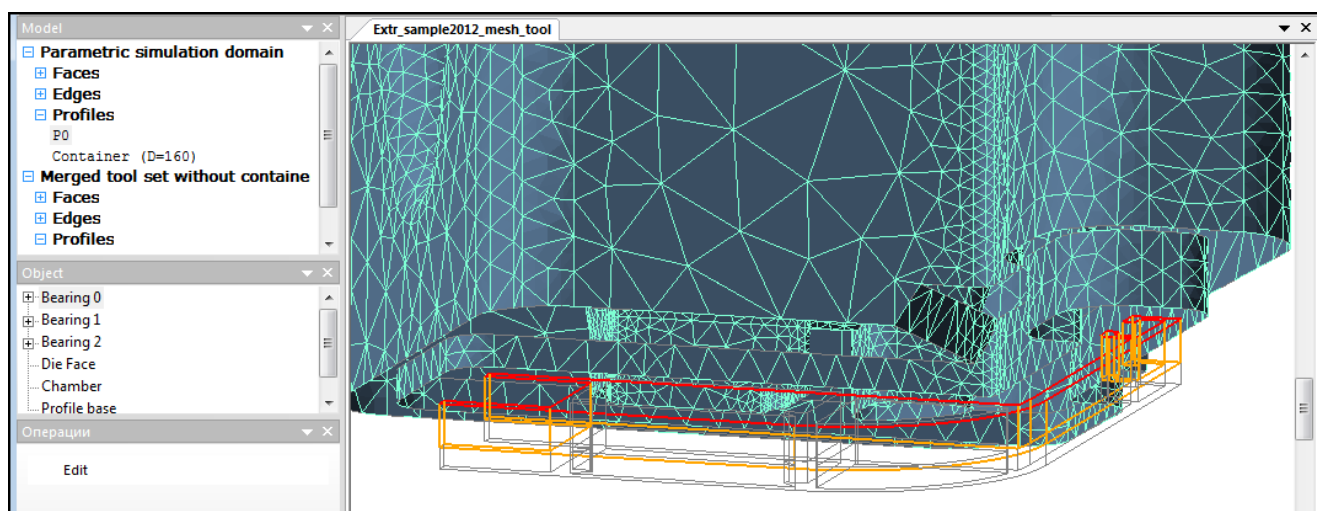
### 4.2.1 导入从 CAD 文件的工作带曲线

例子文件用 “Extr\_sample2012.STEP”。文件在目录 *QForm VX\geometry\extrusion* 下。



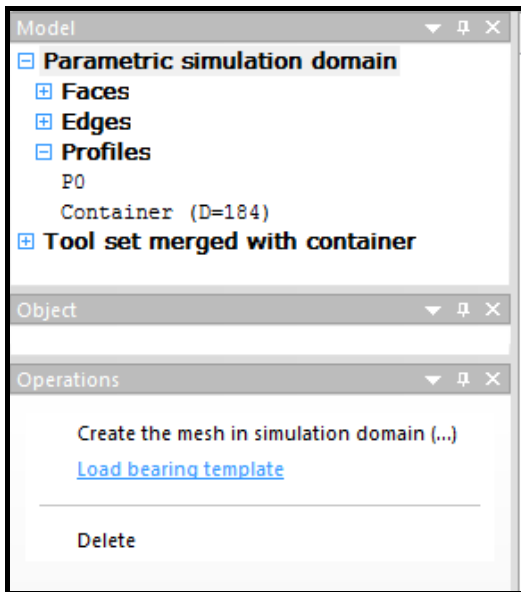
模具组合几何

重复数据准备步骤到 **Parametric material flow domain** 在 2.2.1-2.2.6 节中。下面是工作带放大图。型材 Profile “P0”在模型窗口中是激活的选择了“Bearing 1”。可以看到图片上工作带长度是一致的。使用工作带编辑器可以检查到工作带长度为 5.0 mm。

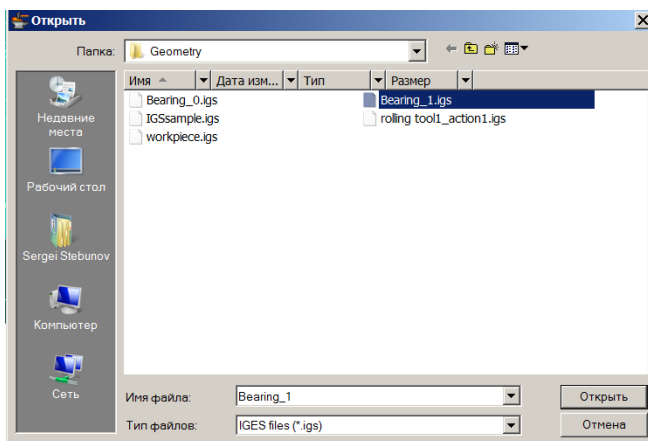


参数化模拟域中显示型材 P0 的 Bearing 1

导入 IGES 文件。点击 **Parametric material flow domain** 和操作 **Operations** 选择命令 **Load bearing template**:

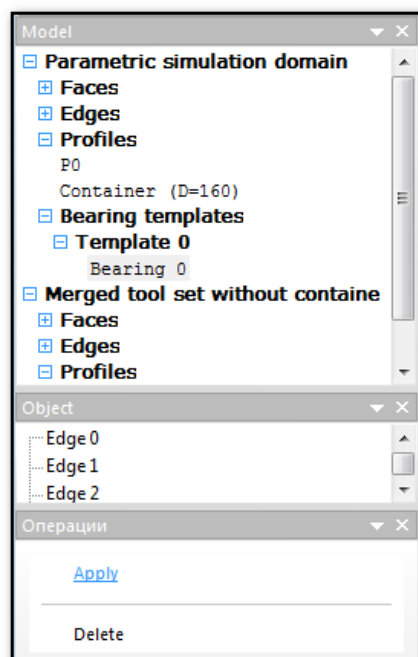


在打开窗口中打开 **Bearing\_1.IGES**:



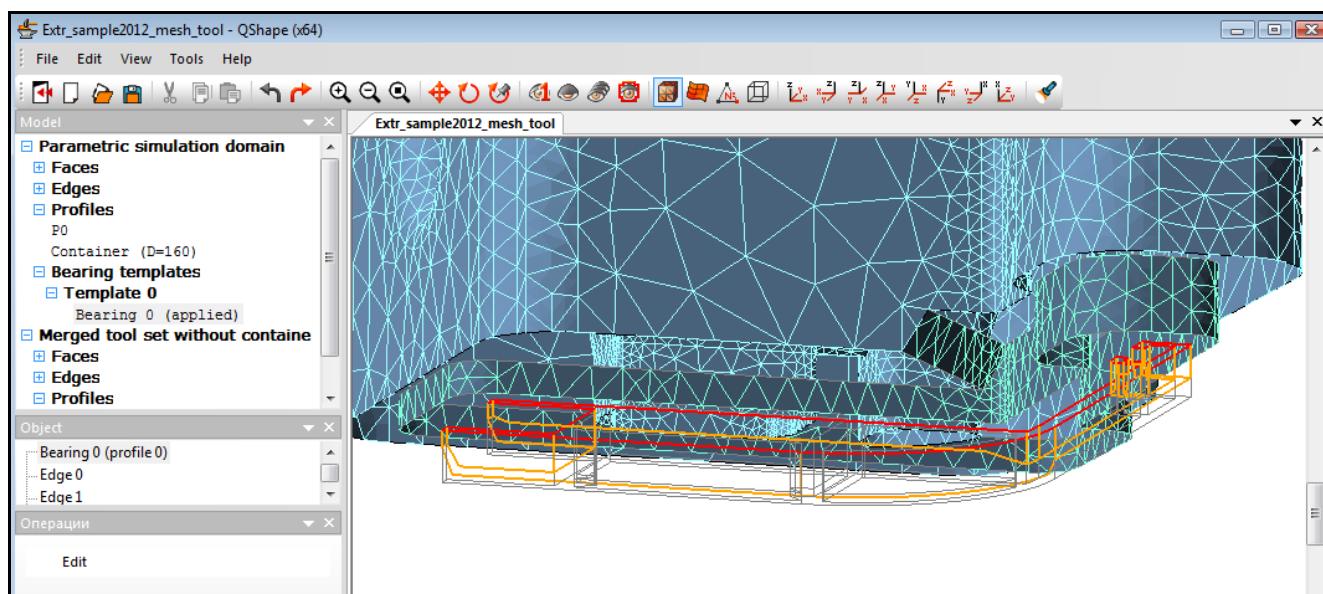
目录为 **QForm VX\geometry\extrusion/Bearing\_1.IGES**

导入 **Bearing\_1.IGES** 文件后点击，在模型窗口中选择 **Parametric material flow domain\Bearing template\Template0** 然后点击操作窗口中的应用 **Apply**。



激活加载工作带模板

现在可以看到新的工作带显示如下：



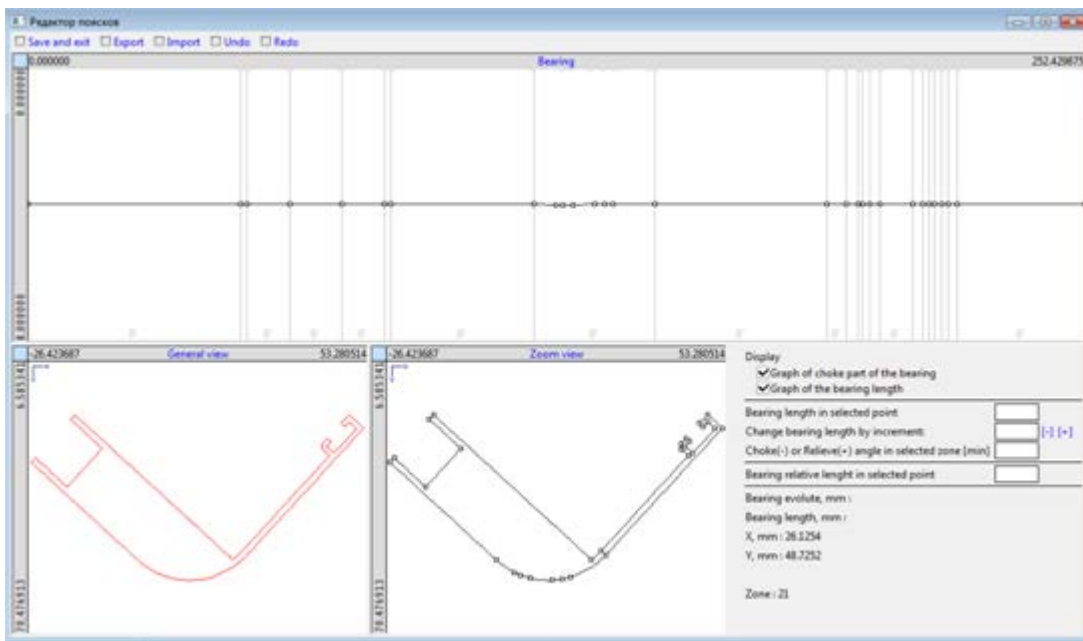
工作带新设计

通过导入模板的方式进行工作带区域修改后，我们保存和 2.2.7 节中描述的一样。

#### 4.2.2 导入工作带设计并保存

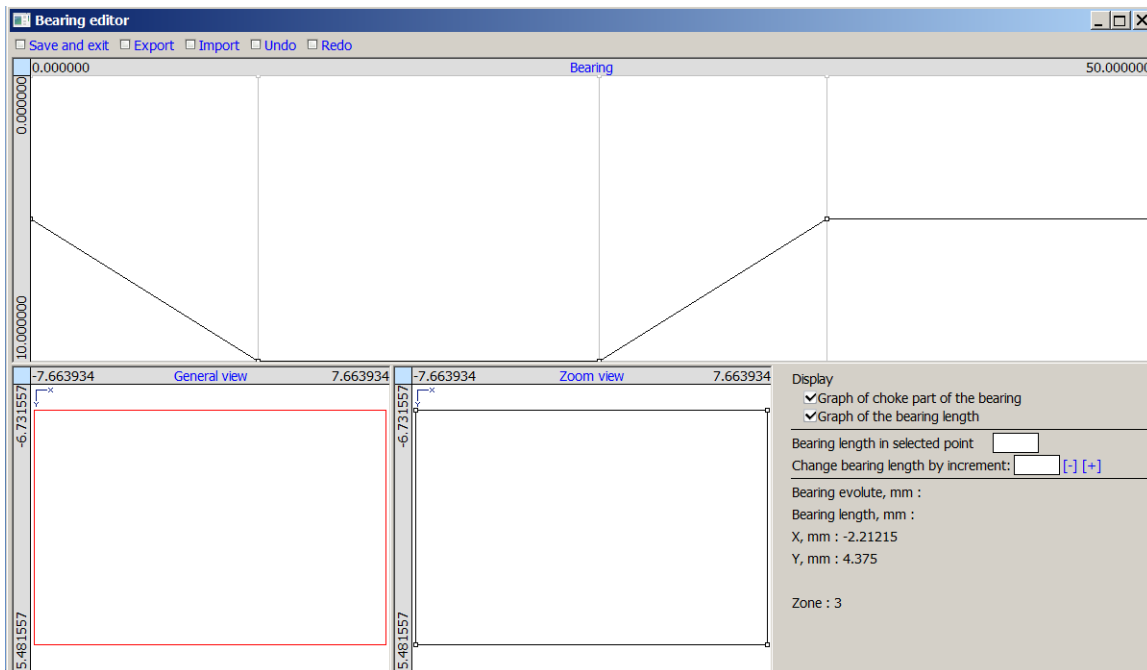
工作带编辑器可以用来修改导入的工作带设计仅在模型为 **Parametric material flow domain** 的时候。如果软件未关闭只需点击**取消 Undo** 按钮两次即可退回到这个状态。如果软件已经关闭，那么打开文件 «Extr\_sample2012\_mesh\_tool.qshape» 点击**取消 Undo** 2次即可。点击 **Bearing 0** 单击**操作 Operation** 窗口下的**编辑 Edit** 命令如下。工作带长度就会出现工作带编辑器中。





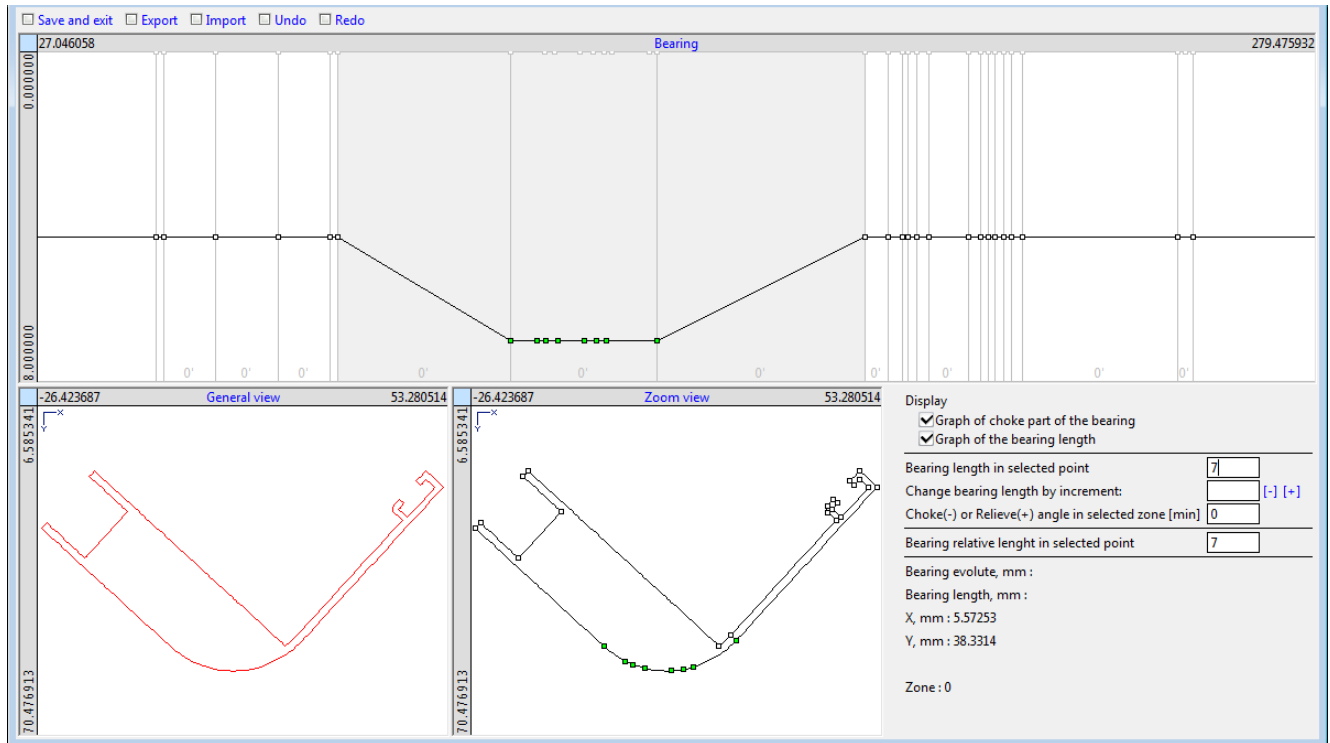
在工作带编辑器中显示工作带长度一致

下面练习修改工作带长度。



导入修改设计之后的视图

我们把所有的点都设置为 4mm。选择点在 display 窗口中定义 7mm 长度回车。结果显示如下。



工作带长度修改

使用  工作带的任何变化都可以保存在 qstrip 内部文件格式中。以前保存的文件可以通过单击  导入。完成后单击 。工作带编辑器退出返回 QShape 显示为 **Parametric material flow domain**。