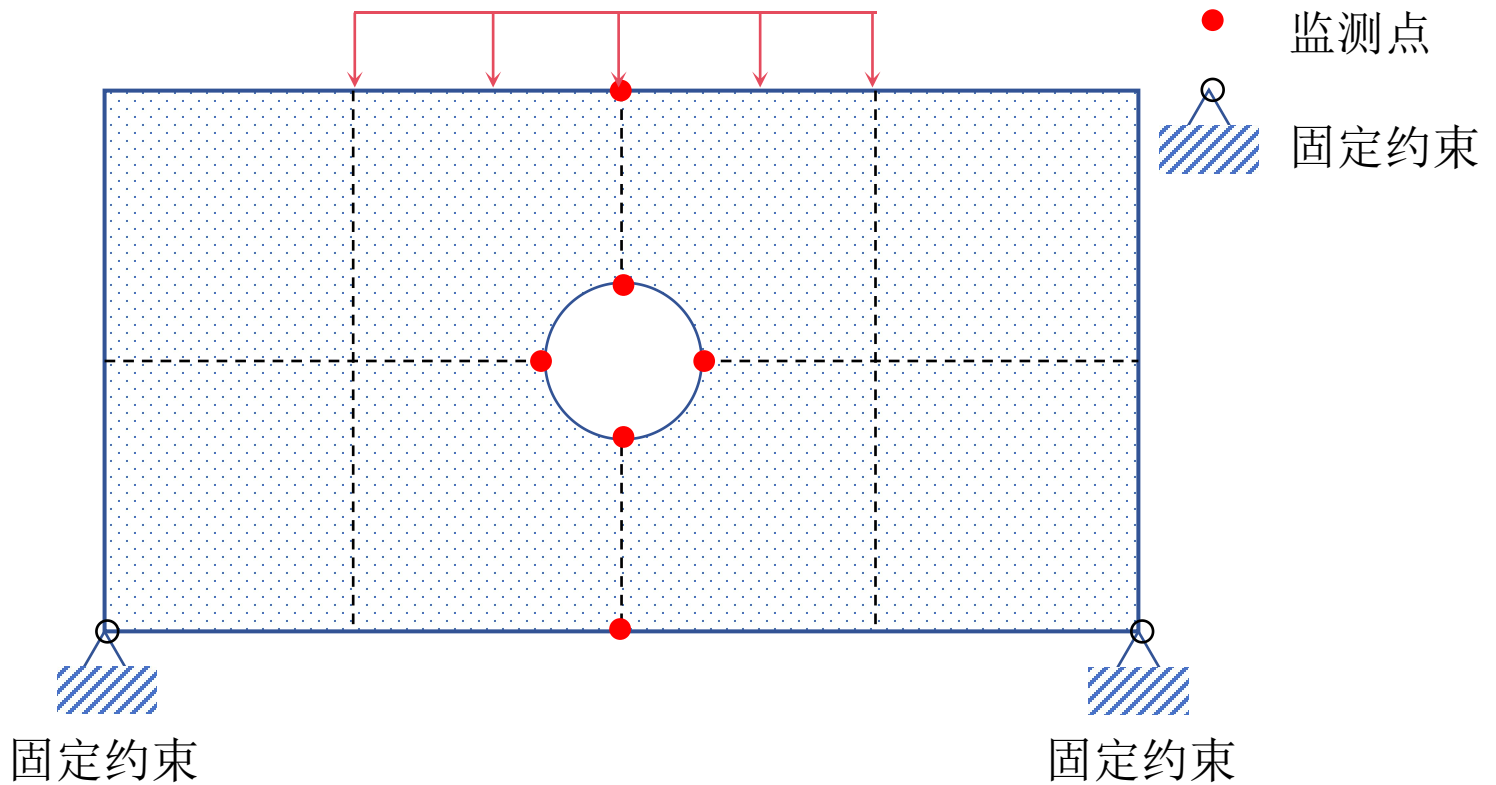


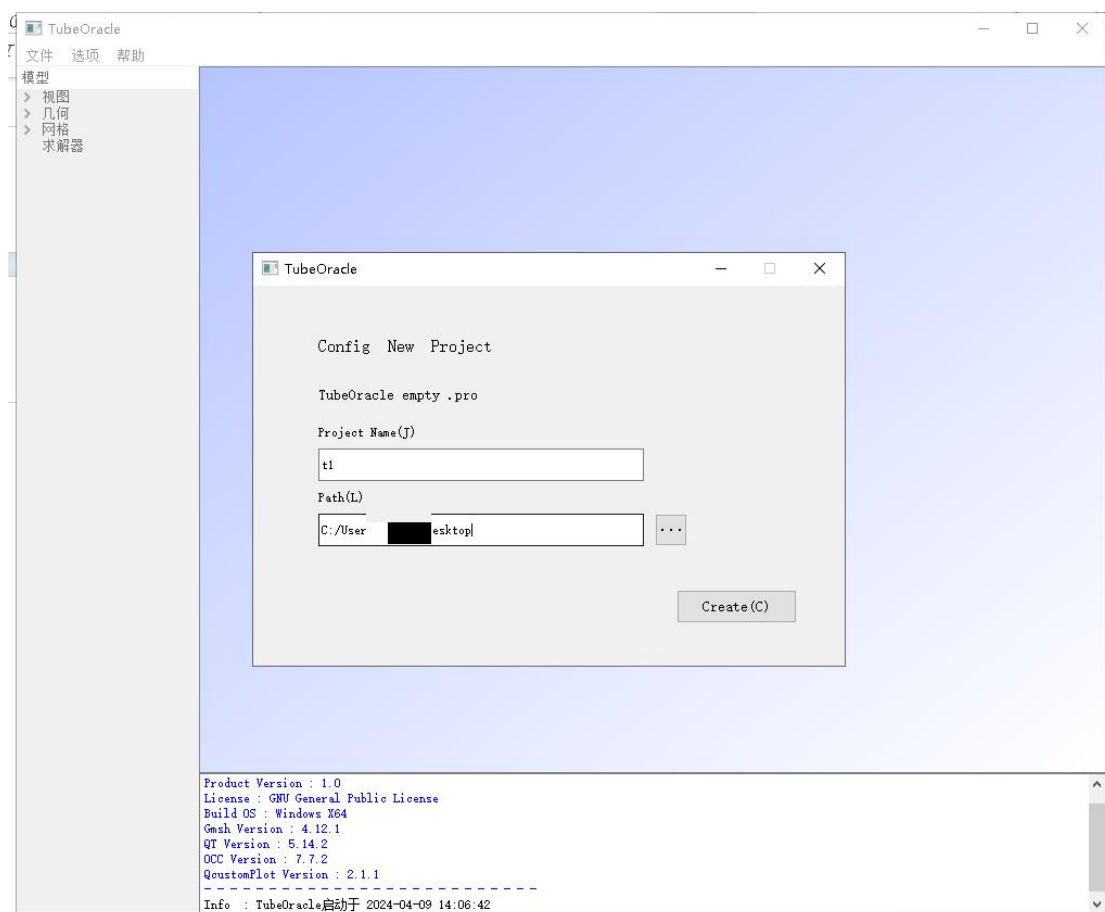
### 问题描述:



该图形为板，厚度为单位厚度 1；外轮廓为矩形，长度 20 米，宽度 10 米，内圆孔圆心位于图示中心处，直径为 2 米，不考虑自重，上覆图示荷载，为  $1000\text{KN}/\text{M}^2$ ，位于上表面，宽度 10 米。弹性模量 18GPa，泊松比 0.25.

以下是运用 TubeOracle 对上述场景进行建模和求解的示例：

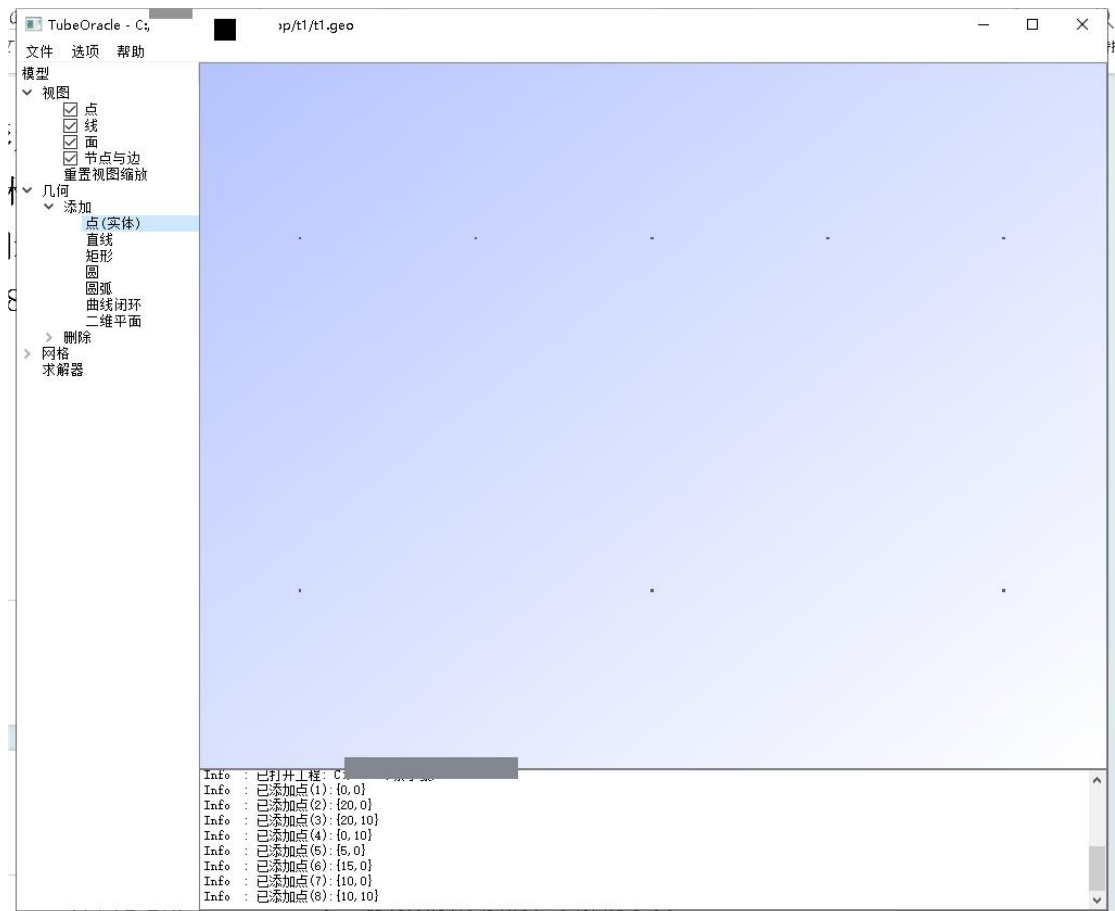
- 1、新建工程，启动软件选择左上菜单新建一个工程，可以自由指定工程名字和保存路径。



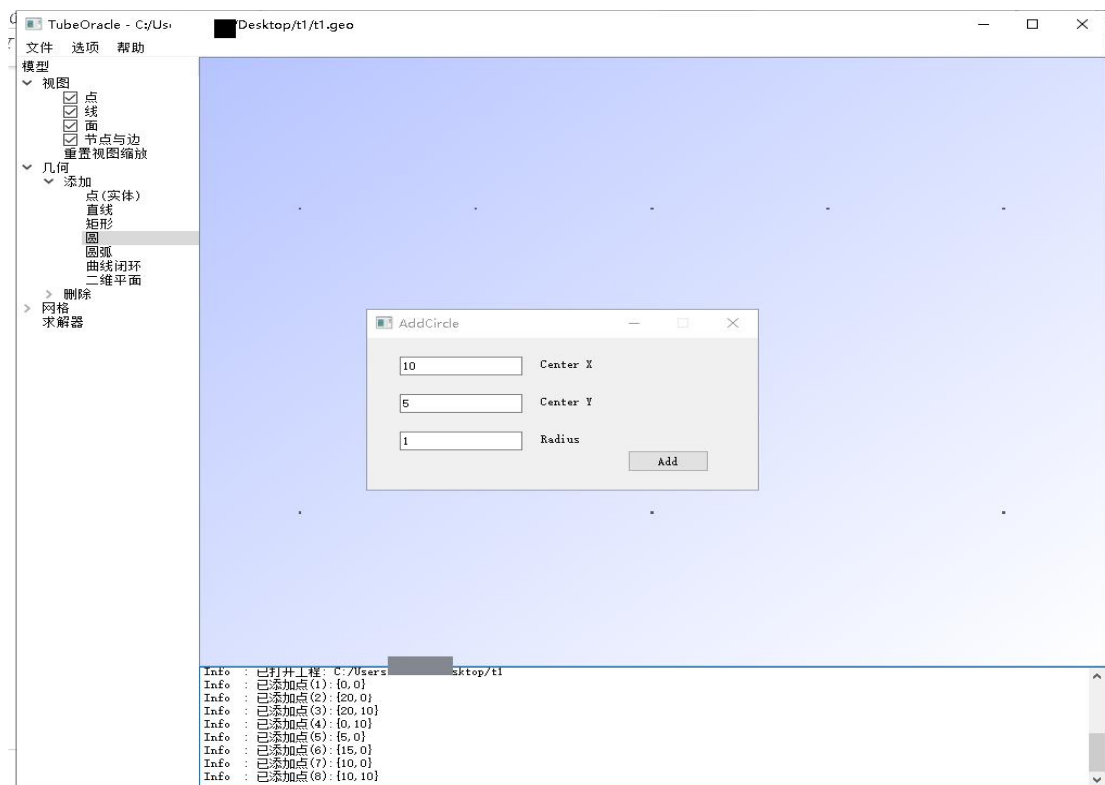
下方状态栏提示工程新建成功后，就可以进行模型树的建模操作。

- 2、几何建模，上述几何包含一个矩形、内挖一个圆，故只需建立矩形和圆即可。值得注意的是监测点和分布力的端点需要额外构造网格节点，所以在软件中建模如下：（注意软件坐标系  $y$  轴指向下）

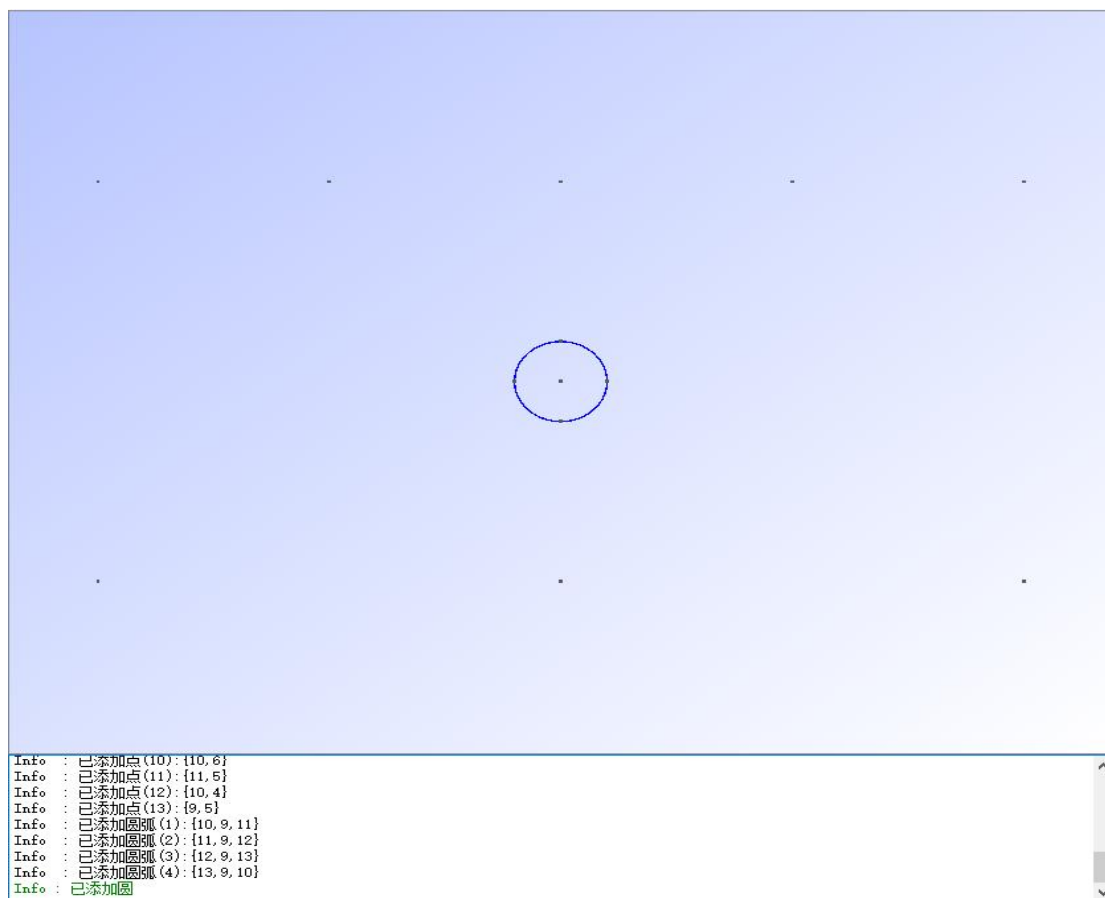
首先选择添加点，在矩形的四个顶点和分布力端点、监测点处分别添加一个点：



然后按要求添加一个直径为 2M 的圆，在左侧模型树上选择添加圆：

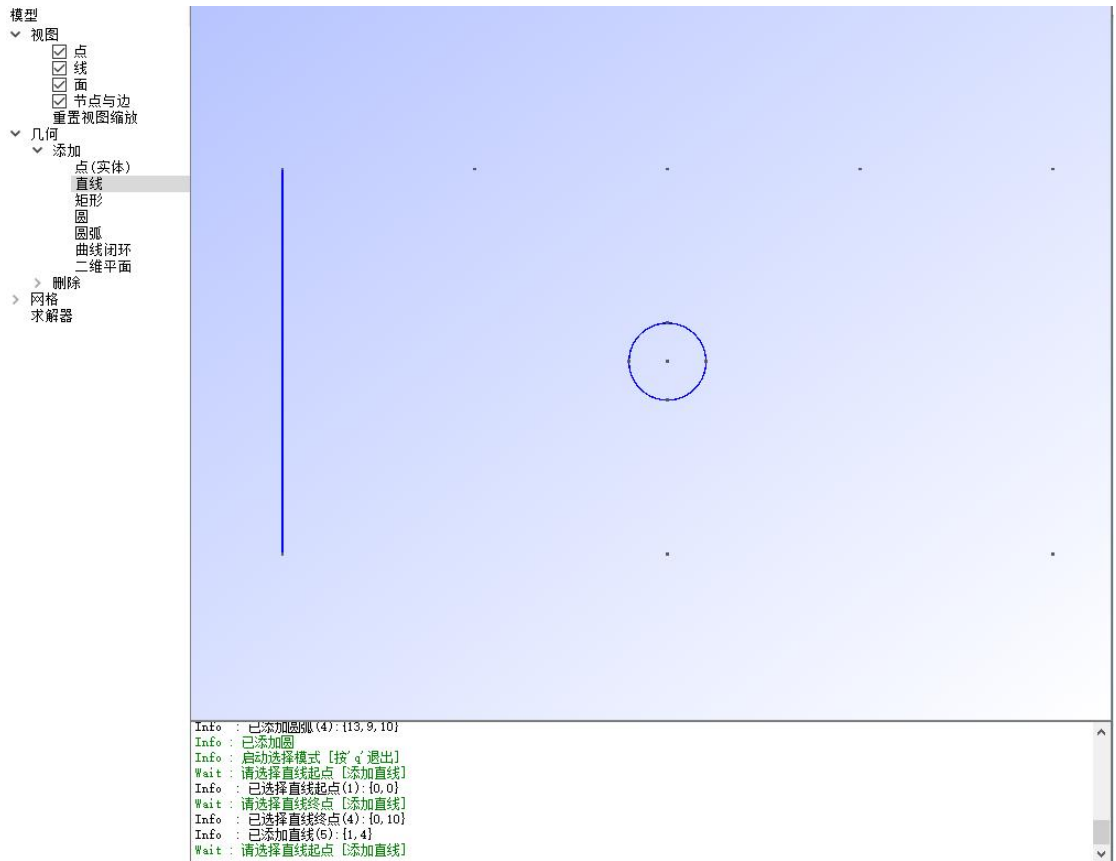
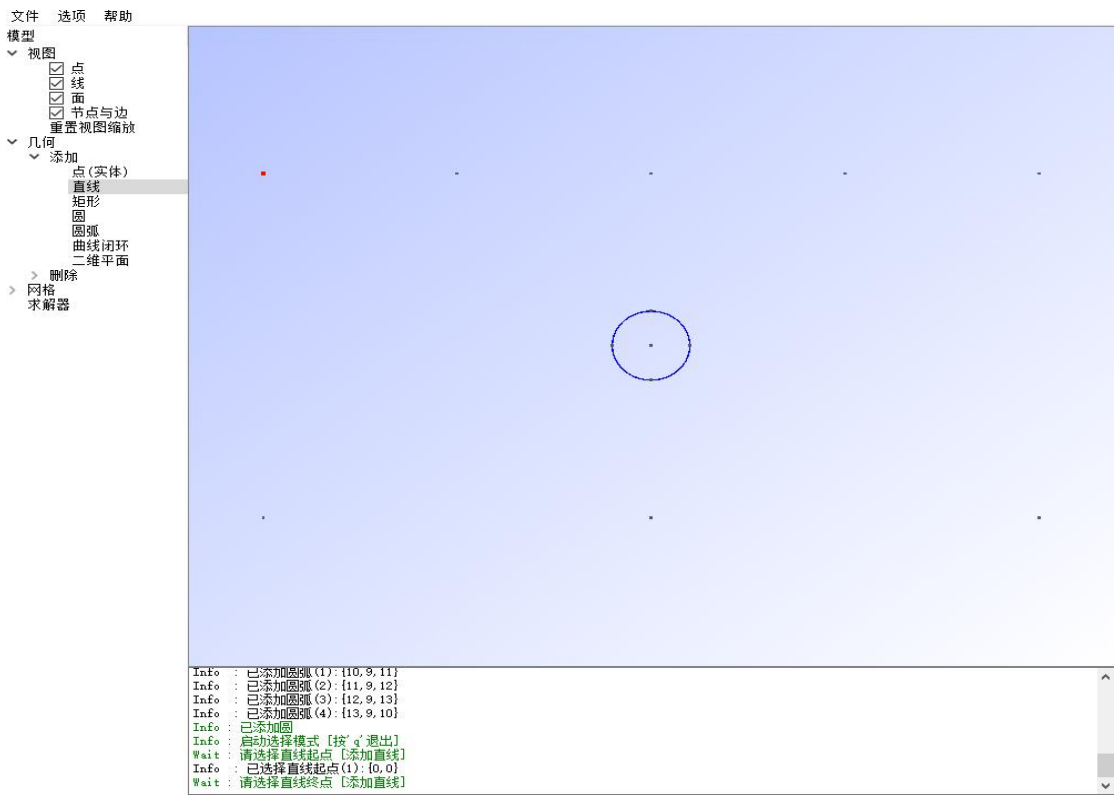


结果如下:

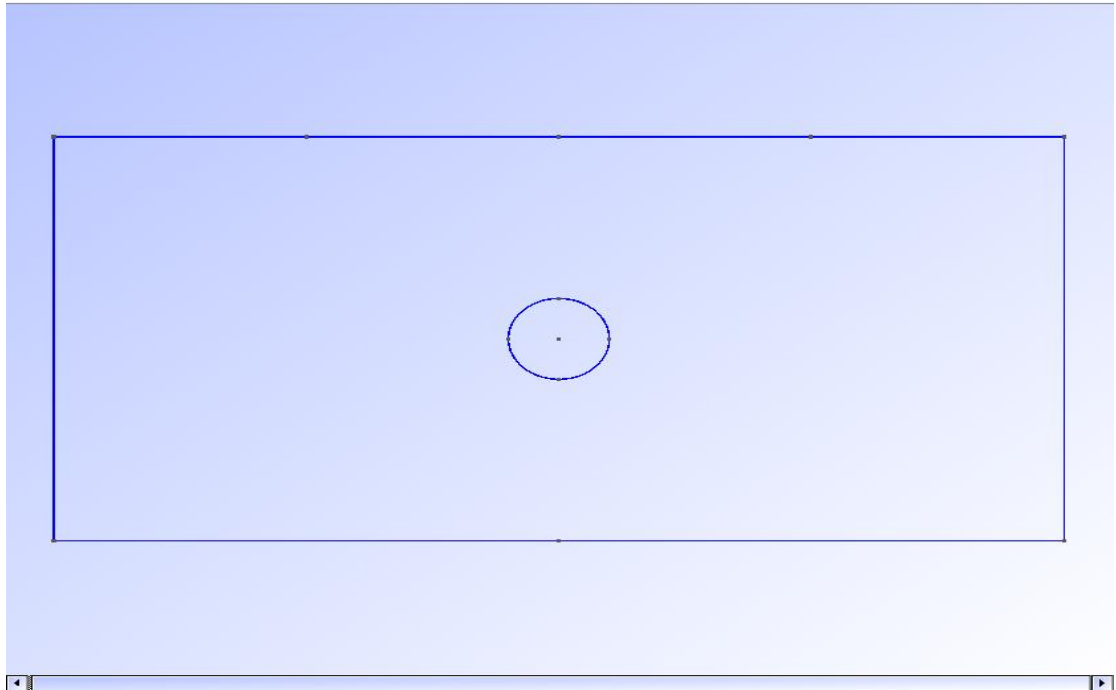


下面将外围矩形的直线都连接起来，在左侧选择添加直线，注意，

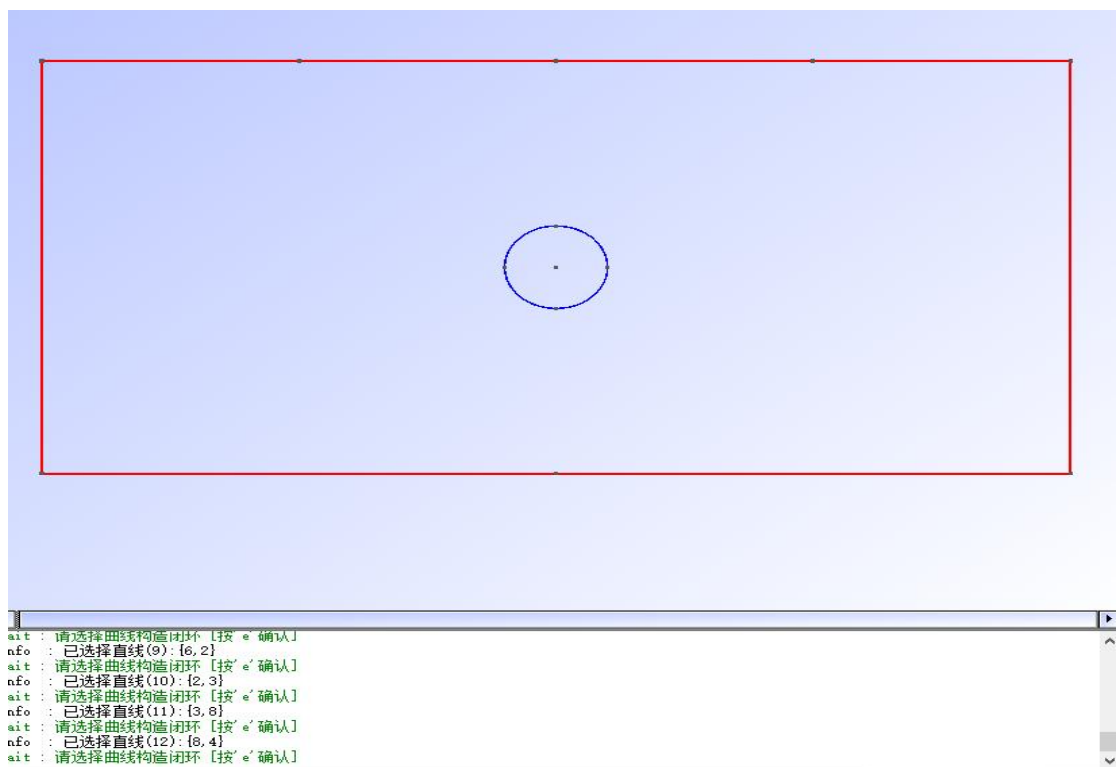
直线的添加操作由鼠标完成，依次选择直线起点和终点即可自动添加直线，添加完成后按“q”退出鼠标选择模式：



然后依次连接所有直线：



接下来构造该平面，首先需要构造曲线闭环，再由曲线闭环构造对应的平面。构造闭环的方法也是利用鼠标完成，选中闭环构造所需的曲线，然后按“e”确认即可添加闭环：

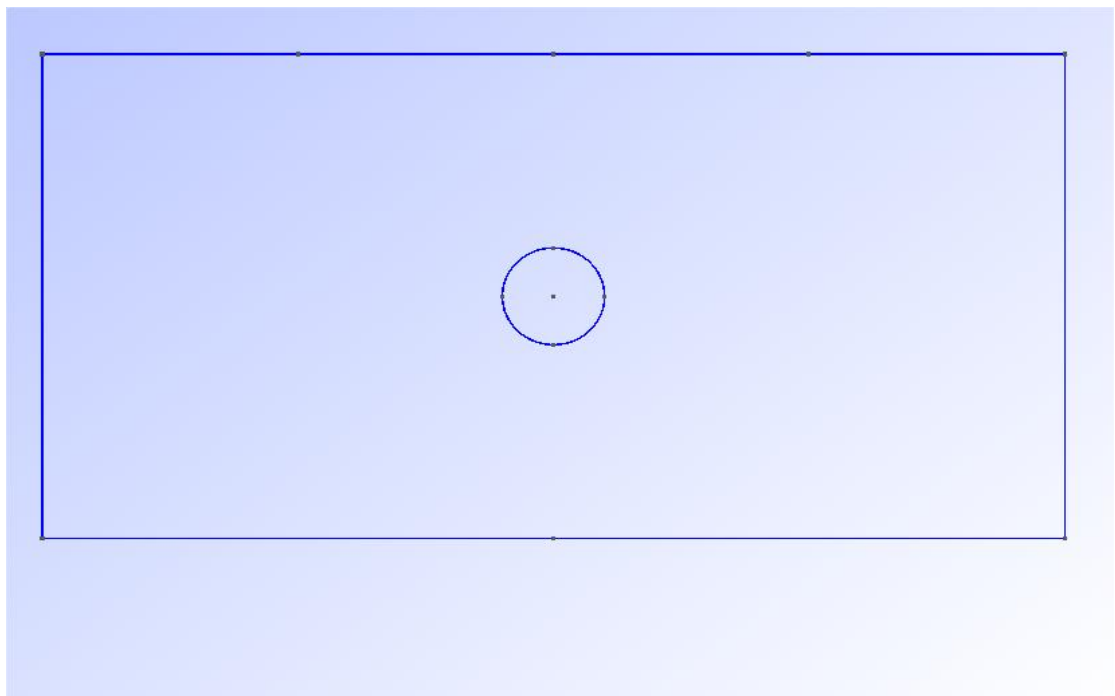
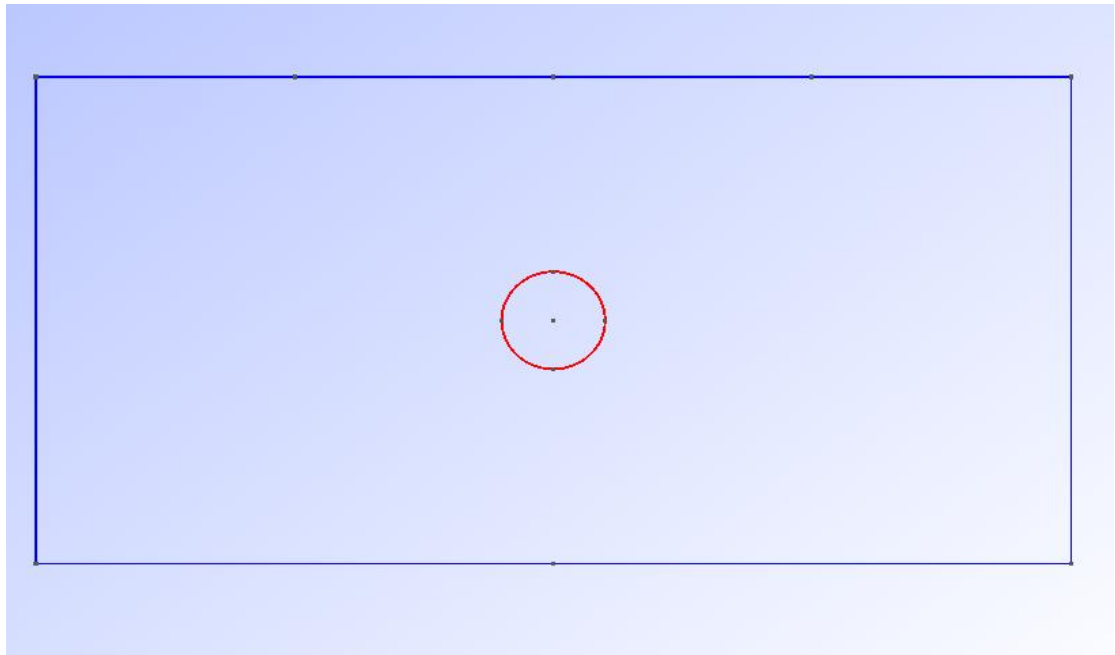


```

Wait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
Info : 已选择直线(10): {2, 3}
Wait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
Info : 已选择直线(11): {3, 8}
Wait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
Info : 已选择直线(12): {8, 4}
Wait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
Info : 已添加曲线闭环(1): {5, -12, -11, -10, -9, -8, -7, -6}
Wait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]

```

对圆也是如此:



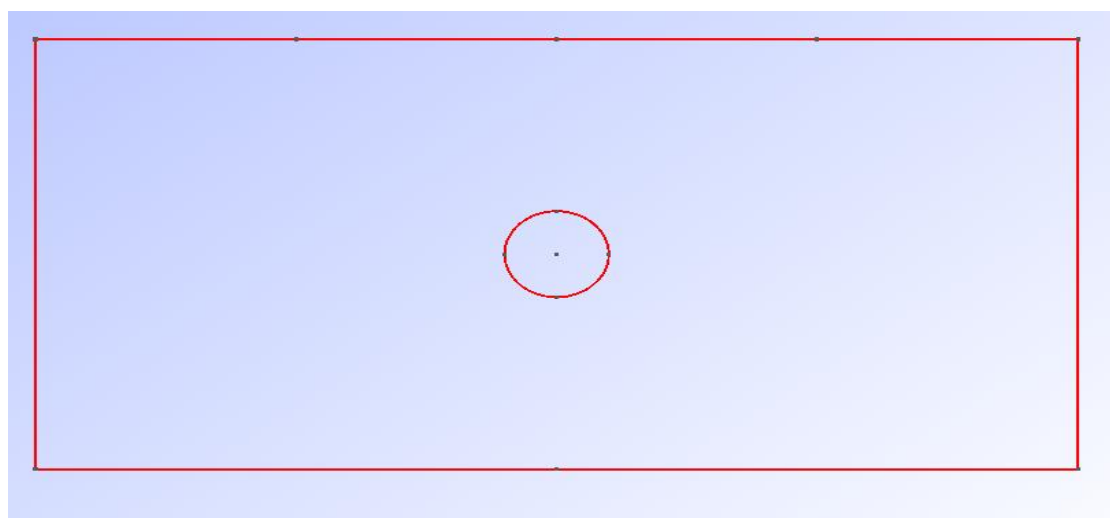
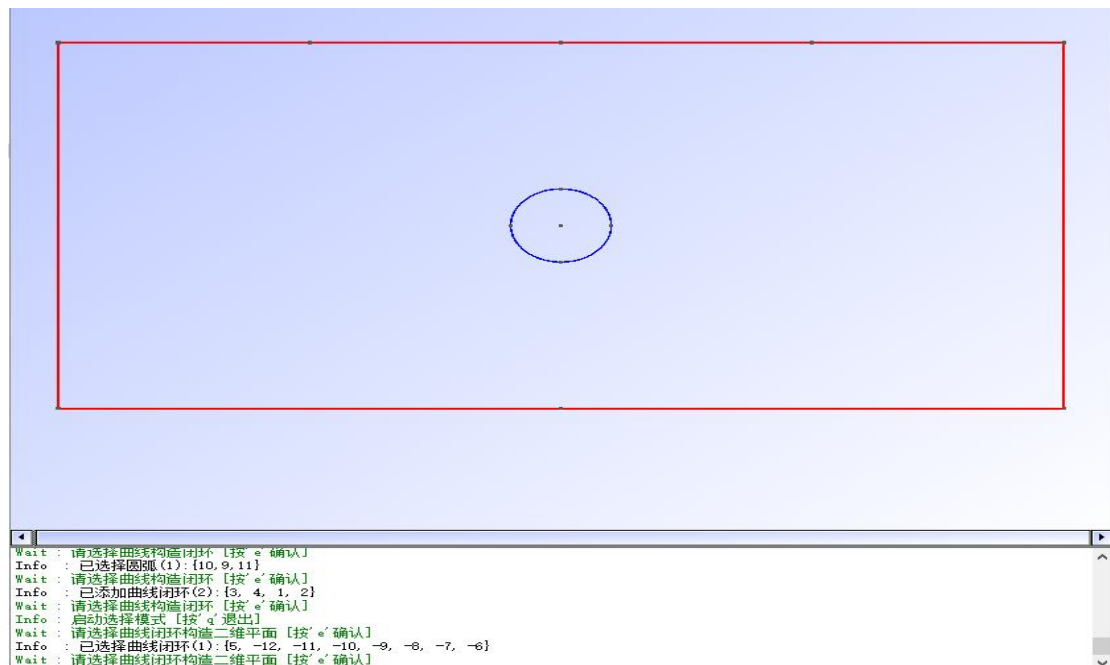
```

ait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
nfo : 已选择圆弧(2): {11, 9, 12}
ait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
nfo : 已选择圆弧(4): {13, 9, 10}
ait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
nfo : 已选择圆弧(1): {10, 9, 11}
ait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]
nfo : 已添加曲线闭环(2): {3, 4, 1, 2}
ait : 请选择曲线构造闭环 [按 'e' 确认]

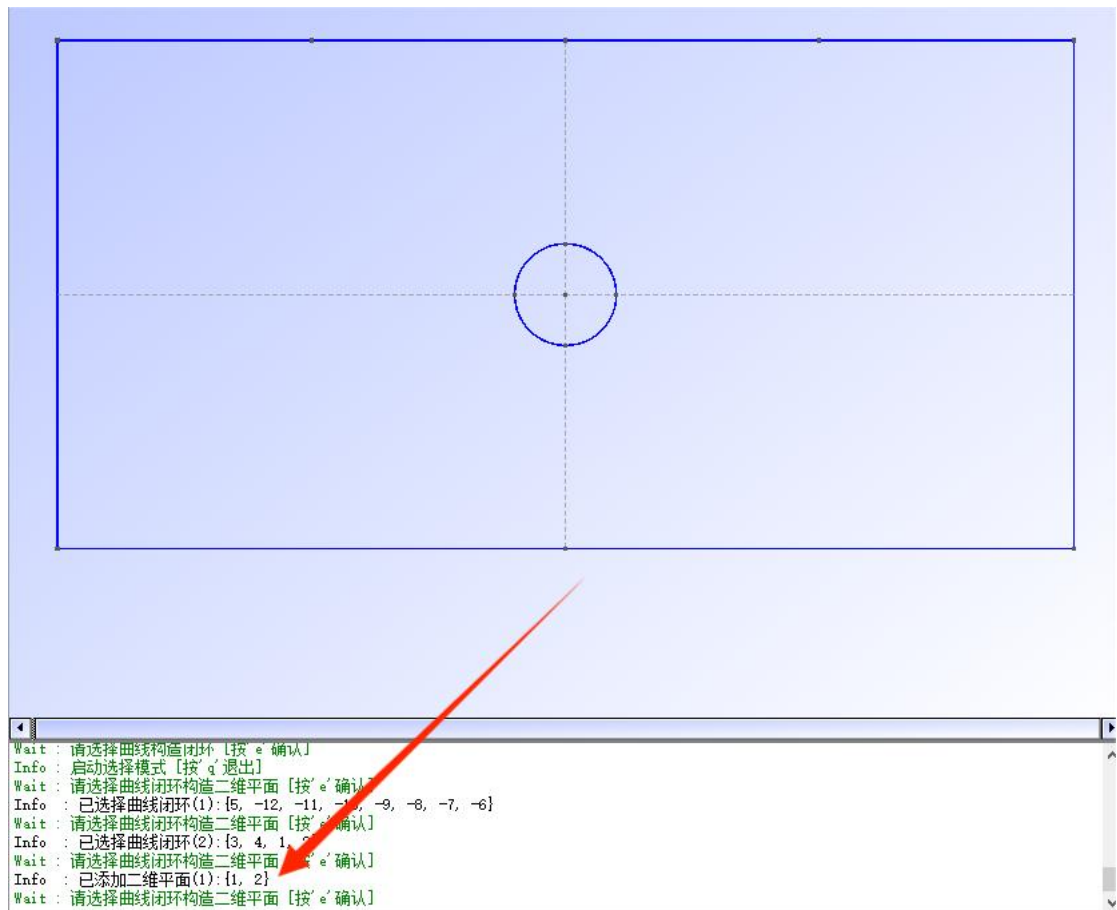
```

接下来构造二维平面，选择左侧添加二维平面操作，同样利用鼠标选择构造平面的闭环，选中任意曲线会自动识别其是否已存在闭环，注意：二维平面构造包含布尔运算，在软件中构造平面时，选择的第一个闭环被识别为平面外边界，余下的闭环被识别为洞，即会被构造的平面剔除：

本用例中外边界为矩形，圆为洞，故先选中矩形（此时不要按“e”确认），再选中圆（此时按“e”确认）。





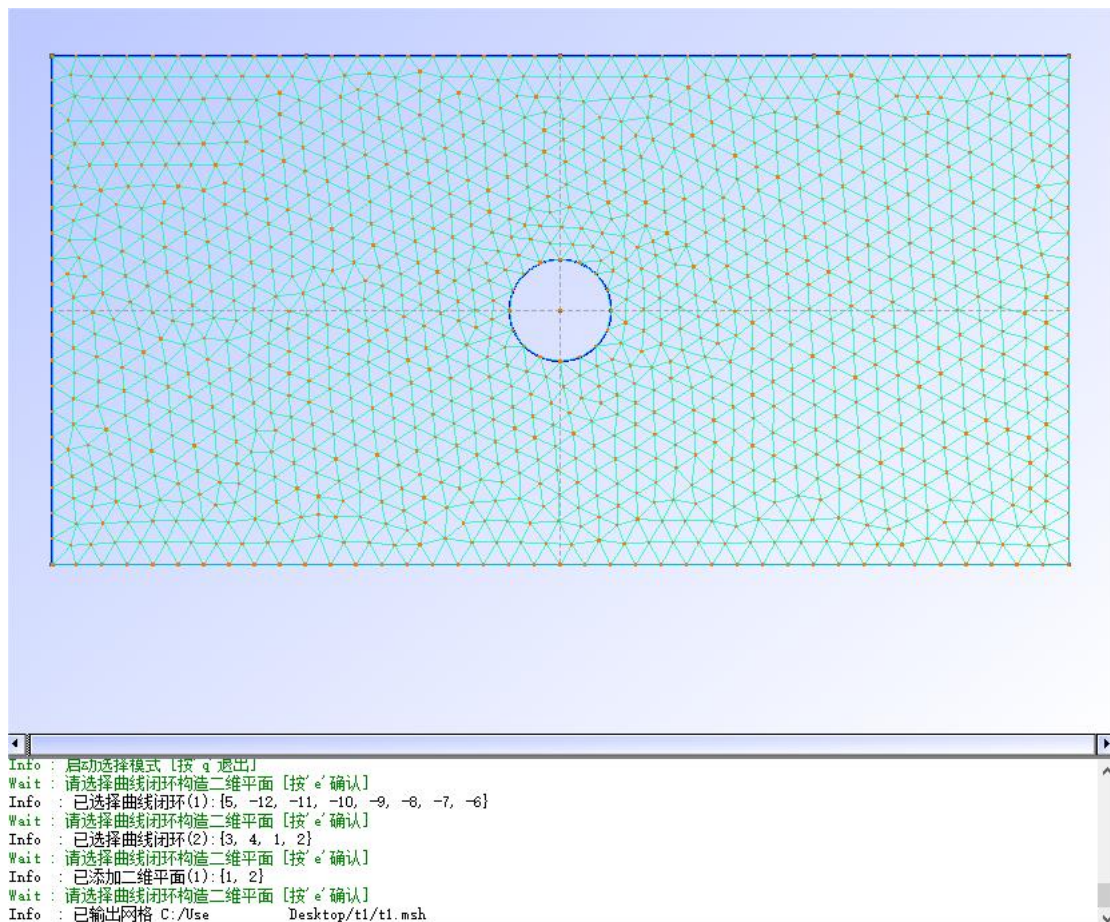


至此，几何模型已经建立完成。

3、 构造网格，按照目前支持的三角网格有限元解法，我们直接采用默认的网格算法 Frontal-Delaunay，生成三角形网格：



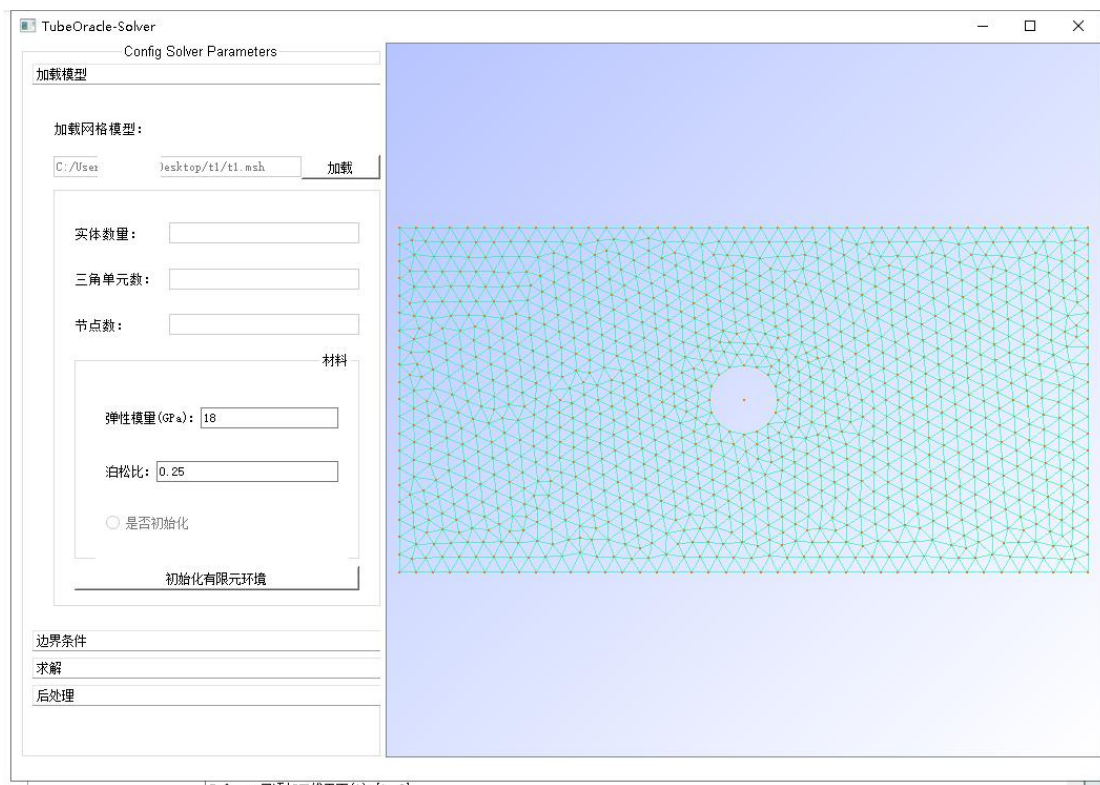
选择左侧网格模块，点击 **2D**，生成网格完成：



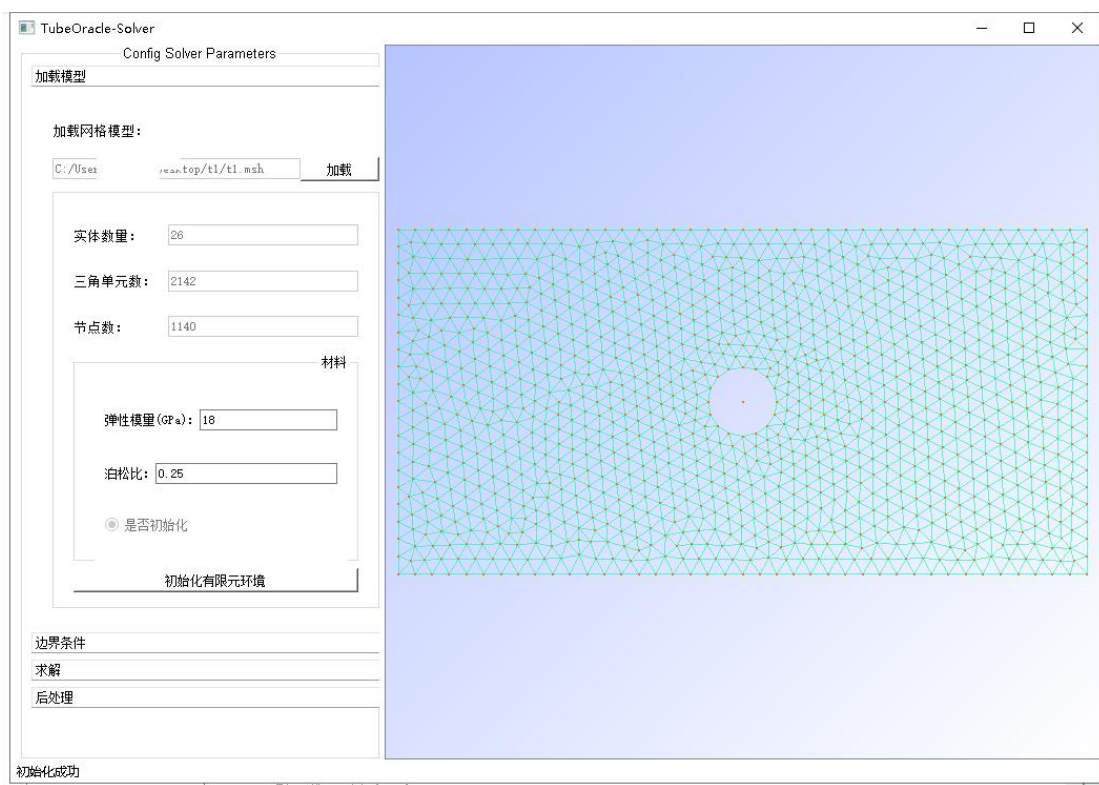
此时的网格数据已经自动输出到工程目录下，下面我们开始求解步骤。

4、 打开求解器，点击左侧模型树中的求解器，启动求解器后，大概有加载、有限元环境初始化、边界条件、求解、后处理一系列子模块。

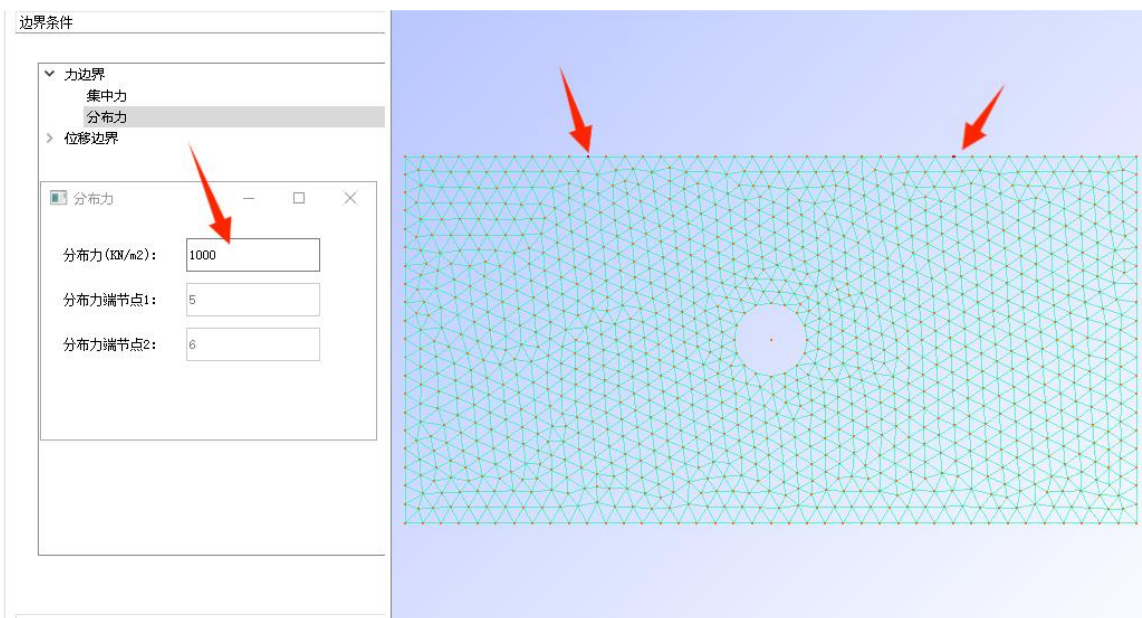
首先，选择加载网格，未加载网格和初始化有限元环境时其它模块不可用：



然后点击初始化按钮，初始化操作是为网格单元数据初始化总刚度矩阵。



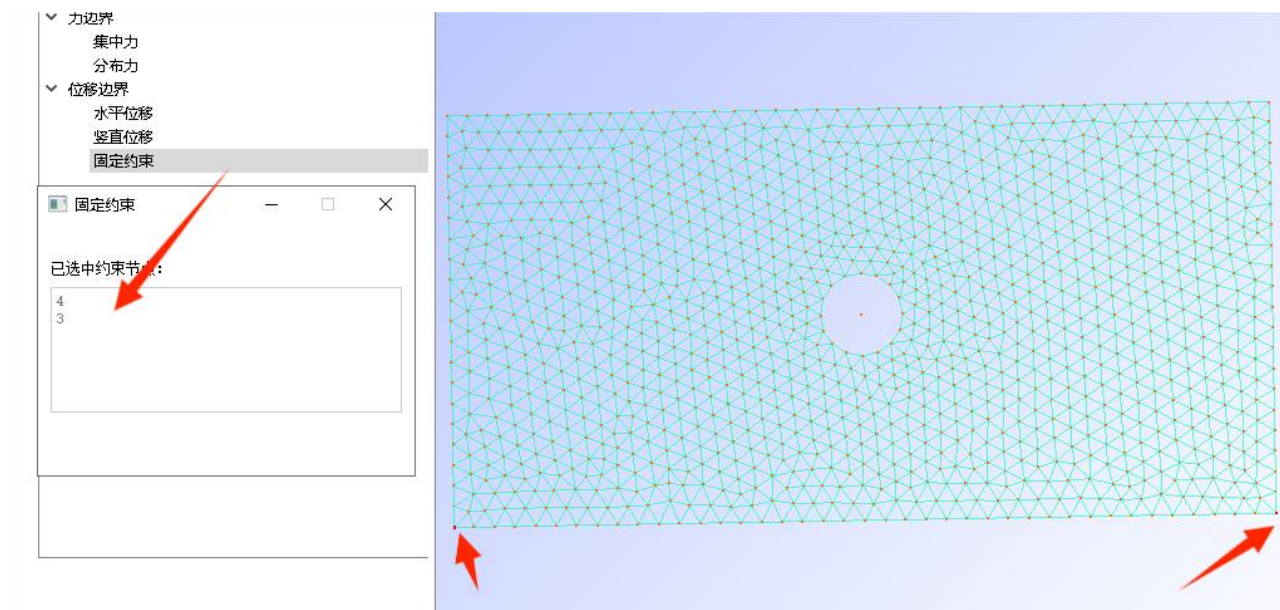
然后选择边界条件模块，为本用例加载要求的边界条件：分布力加载，包含分布力大小和分布端点（直线边界）；固定约束，包含模型的左下和右下两个节点。注意：分布力指向向下，故其值应为正。



如图已经选中了分布力的端节点 5，6；并且正确输入了分布力大小和方向，然后按“e”确认即可。

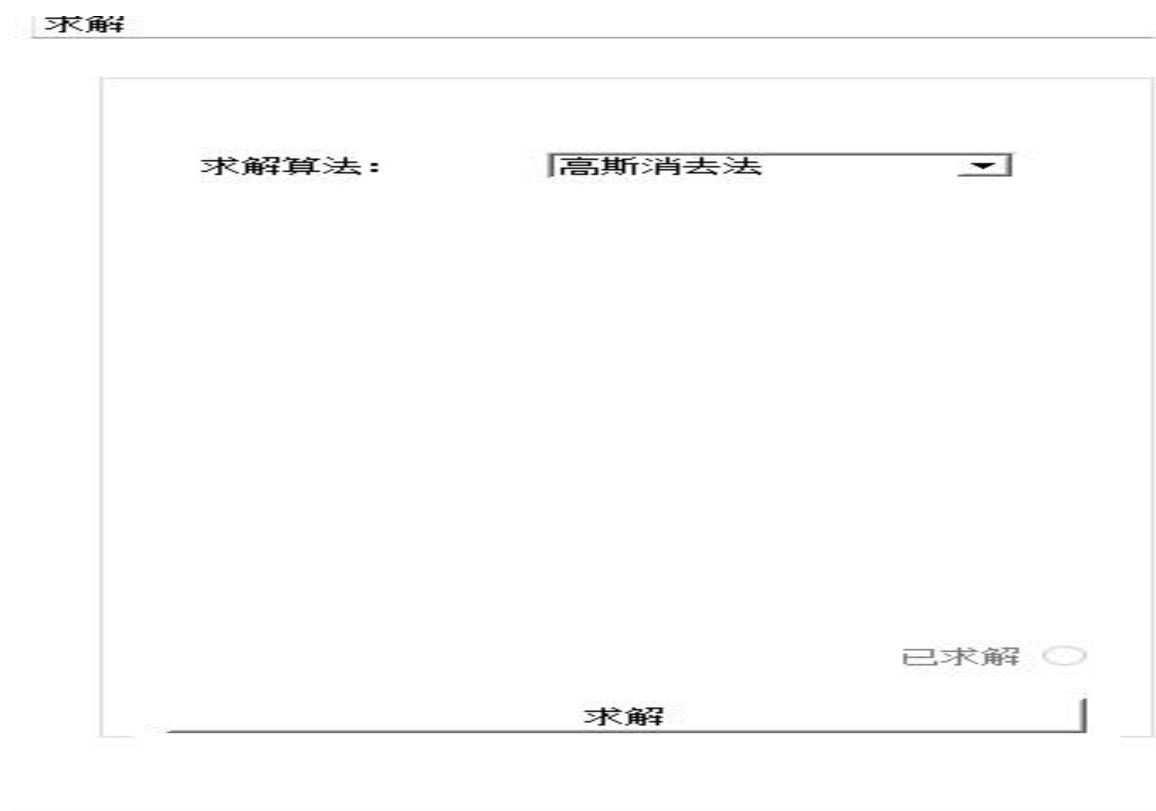


接下来选中固定约束，首先选中左下和右下两个节点：

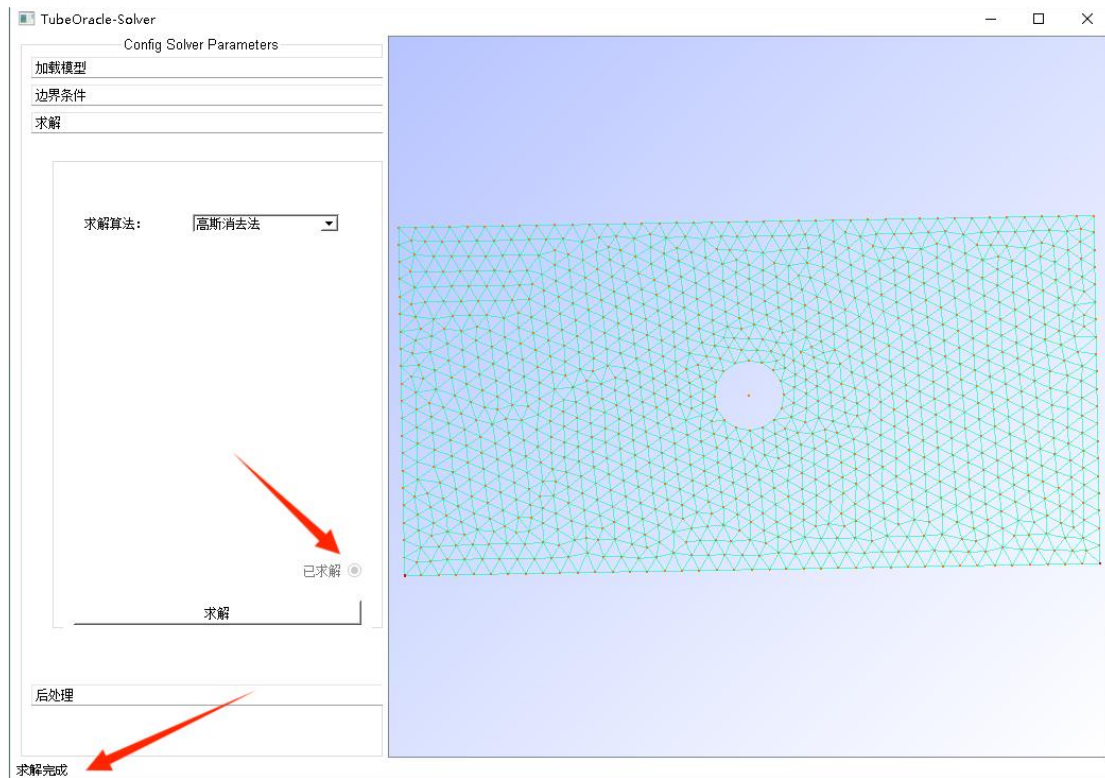


再按“e”确认即可。

5、 接下来进行求解，前面已经正确加载了网格、有限元环境、边界条件，下面选择求解模块，选择传统高斯消去法进行求解：

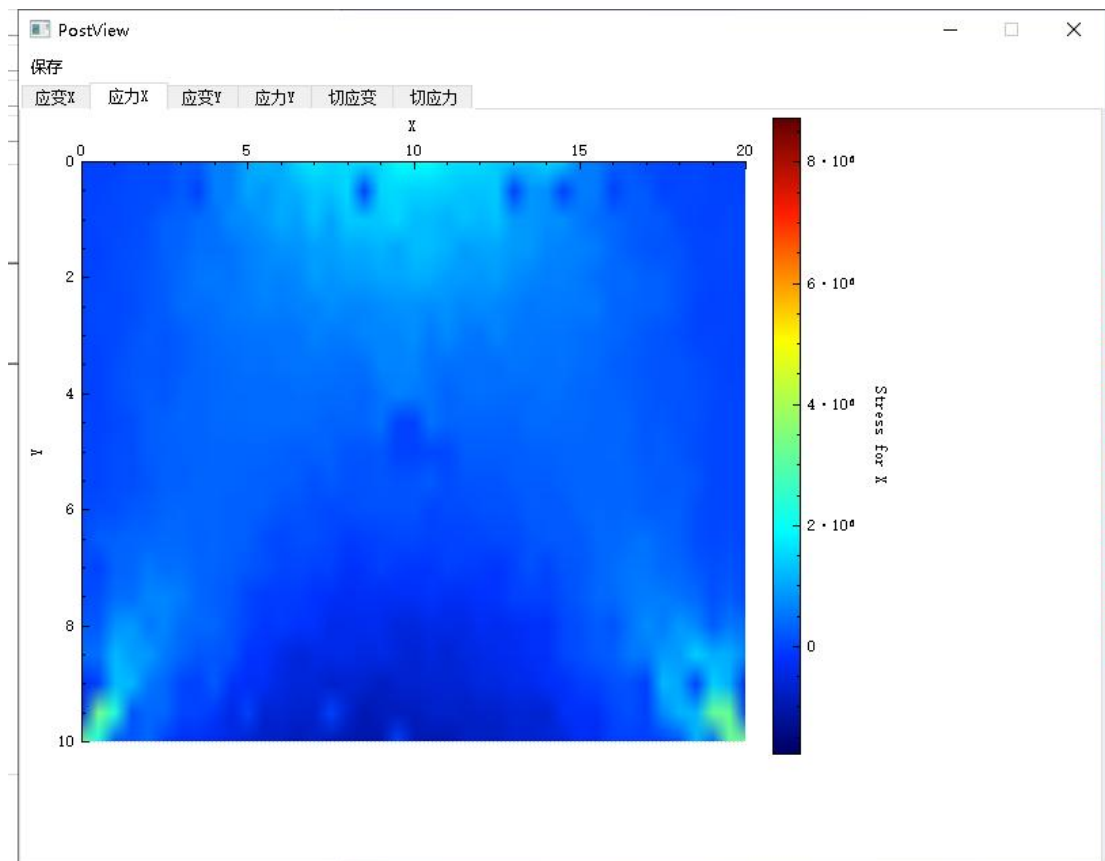
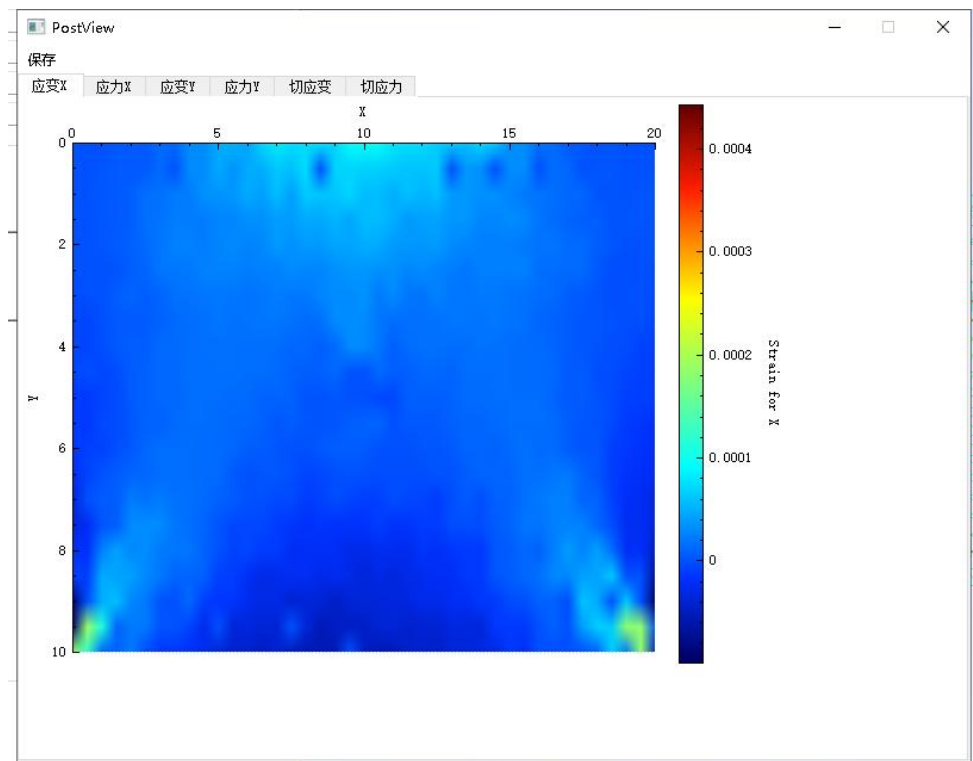


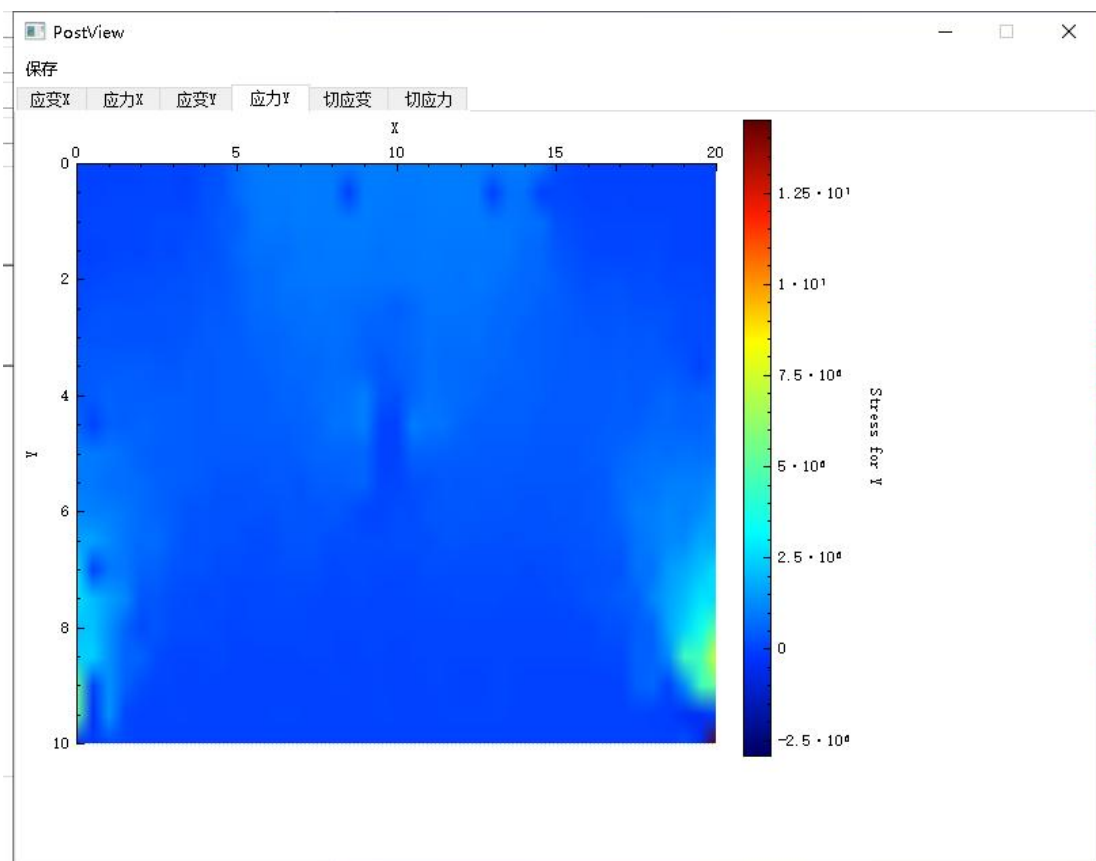
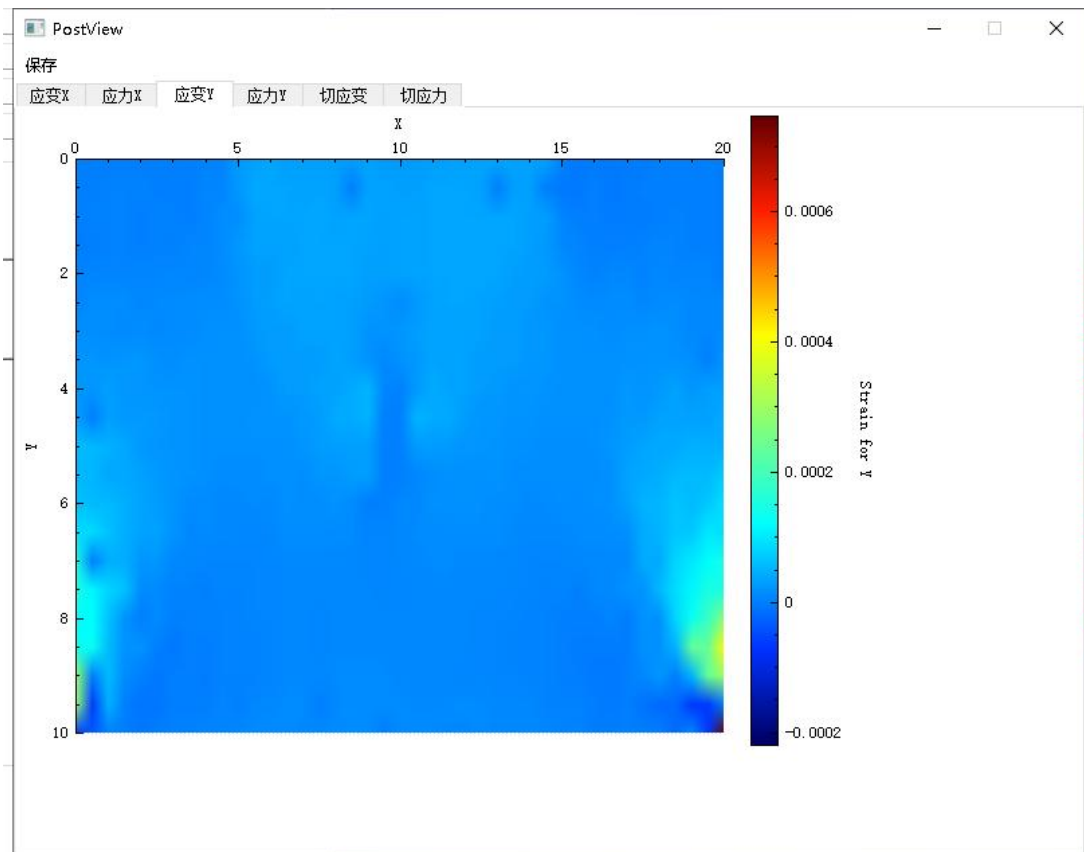
状态栏出现提示：求解完成。



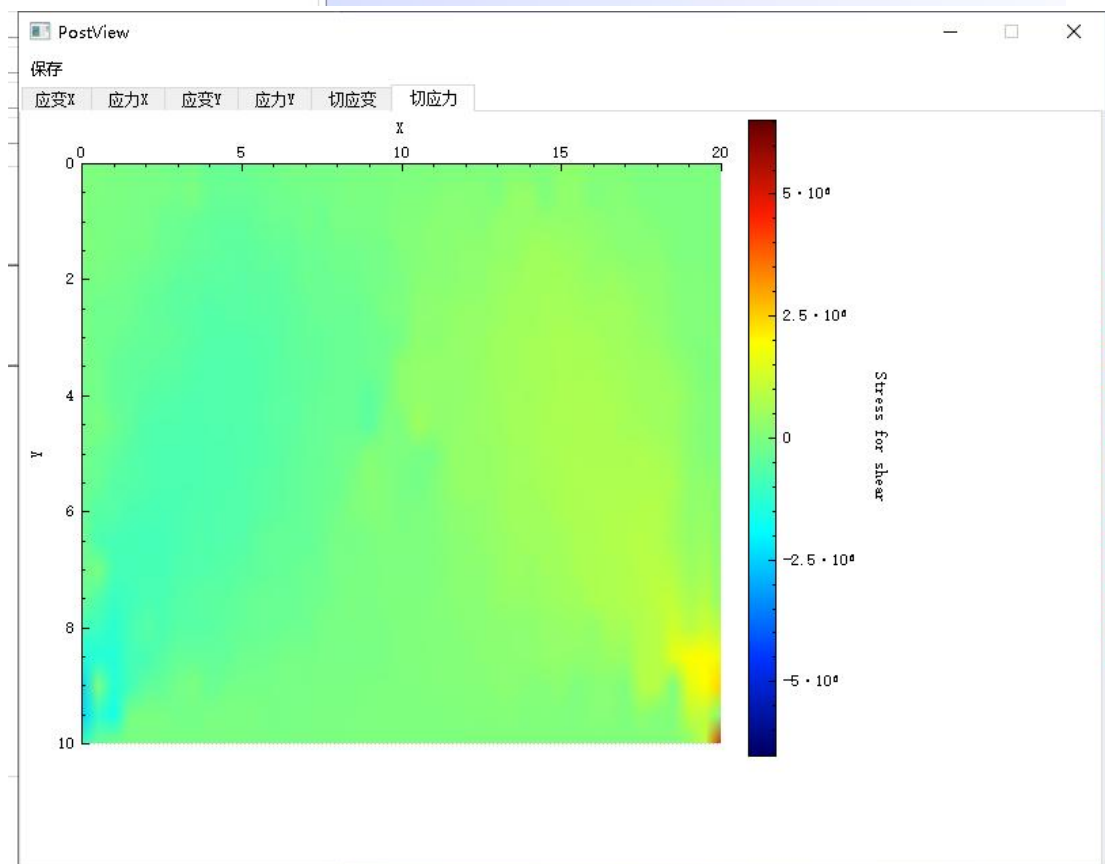
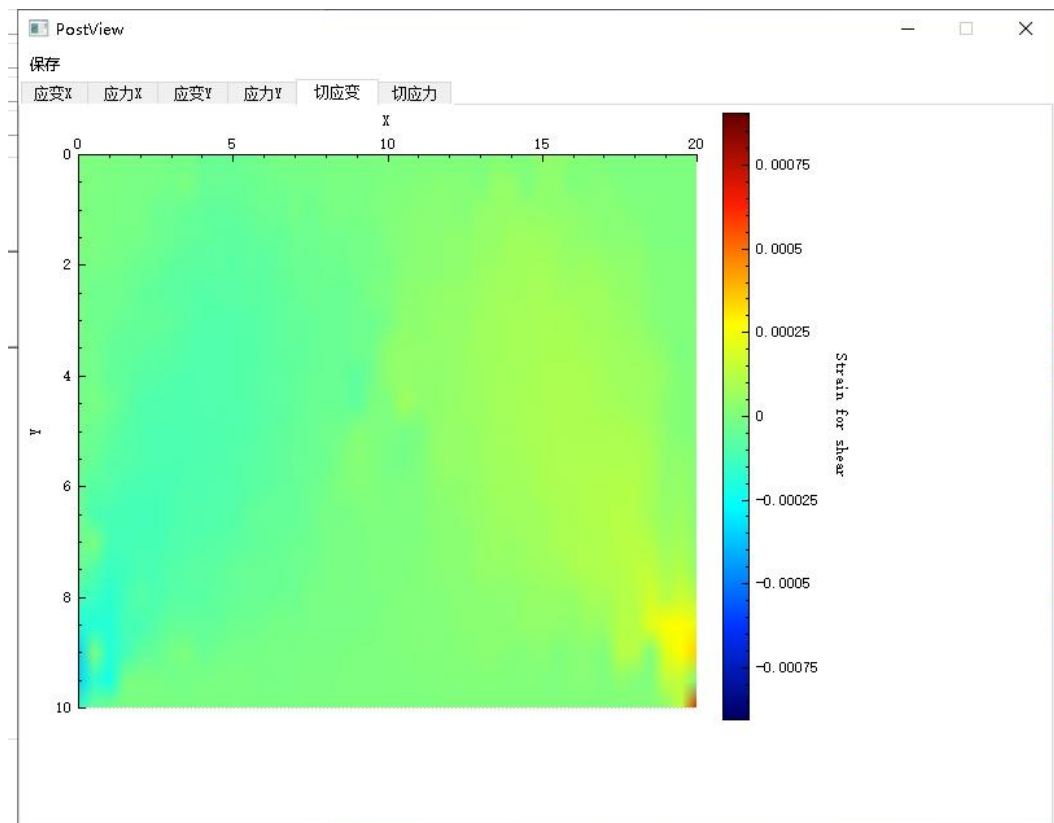
此时求解结果已保存在内存中，但需要后处理将数据输出到本地。

6、 后处理，选择后处理模块进行最后数据处理。后处理目前支持两个子模块：数据输出和图像绘制。我们先选择绘制一下图像：



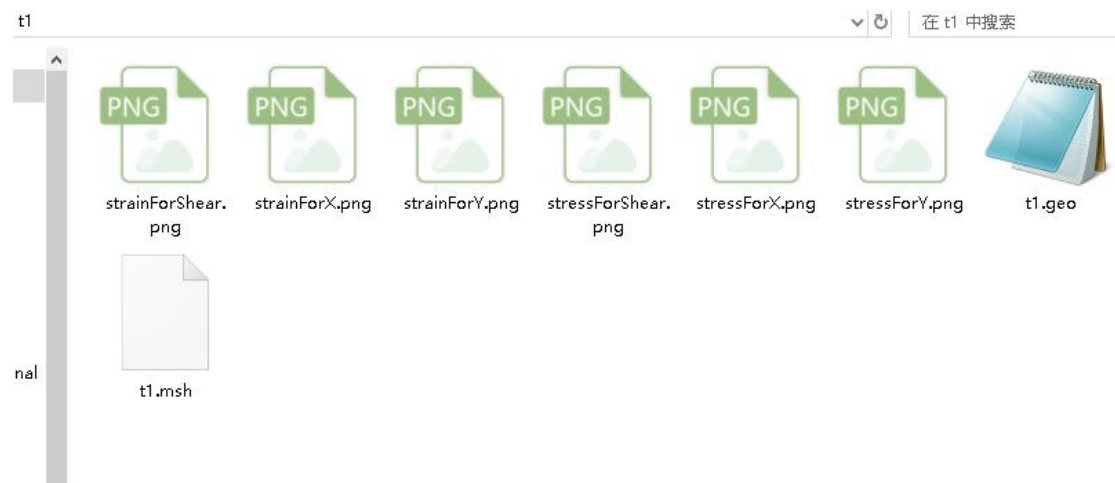




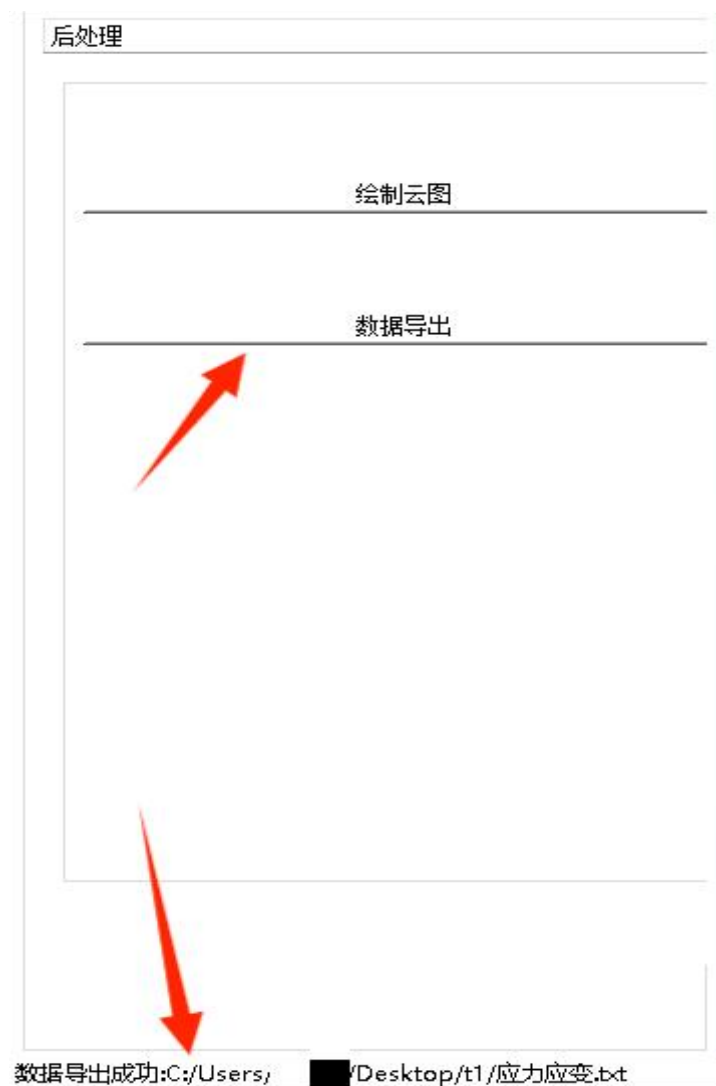


上述分别为 X、Y 方向以及切向的应力应变云图，图像效果可以根据右侧色条拖曳来进行调整，有助于后续研究或分析。现在我们按下

Ctrl + S 键或者点击左上的保存菜单将图像以图片形式保存到本地，选择保存到刚才的工程目录下：



然后我们选择数据输出子模块，将求解的数据输出到本地：



最后看一下数据结果：

t1 在 t1 中搜索

strainForShear.png strainForX.png strainForY.png stressForShear.png stressForX.png stressForY.png t1.geo

t1.msh 位移.txt 应力应变.txt

位移.txt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

\*\*\*\*\*

Data format :  
Tag of Node  
u  
v  
\*\*\*\*\*

Node	u	v
1	0.000412712	0.00119058
2	-0.000410835	0.00119394
3	0	0
4	0	0
5	0.000393838	0.00178587
6	-0.000392325	0.00178737
7		

第 1 行, 第 1 列 100% Unix (LF) UTF-8

应力应变.txt - 记事本

文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)

\*\*\*\*\*

Data format :  
Tag of Element  
Tag of Nodes  
strain vector  
stress vector  
\*\*\*\*\*

Element	Tag of Nodes	strain vector	stress vector
150	613 614 761	3.44817e-05 2.2782e-05 1.41436e-05	771403 602927 101834
264	386 649 1004	6.50118e-06 1.39483e-05 5.81196e-05	191775 299013 418461
151	648 647 752	-3.18129e-05 9.16459e-06 -1.43139e-05	-566817 23258.4 -103060
1380	572 544 895	-4.3736e-06 4.61787e-05 8.6074e-05	137685 865637 619733
873	837 838 839	2.887e-05 -7.52401e-06 -3.30831e-05	518188 -5885.11 -238198

第 1 行, 第 1 列 100% Unix (LF) UTF-8

至此，TubeOracle 对本问题的用例完成。