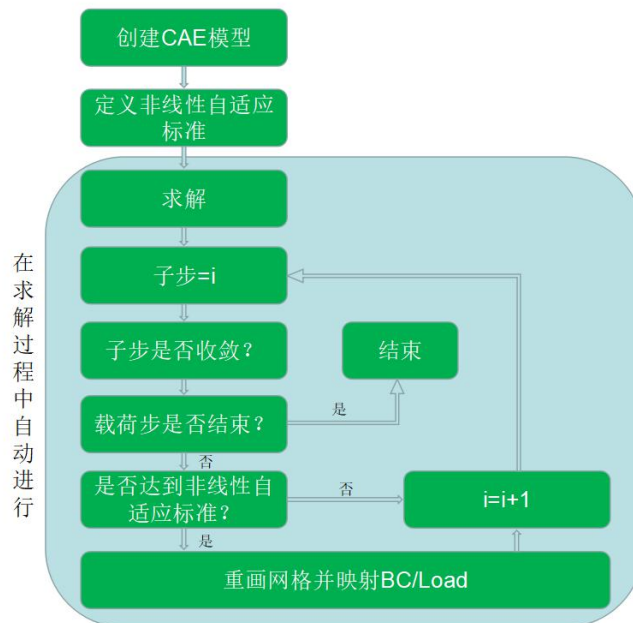


# ANSYS 网格非线性自适应

自适应网格技术是指在数值计算过程中，可以根据解的变化和需要，计算网格能自动进行调整，以提高数值计算效率和精度的技术。

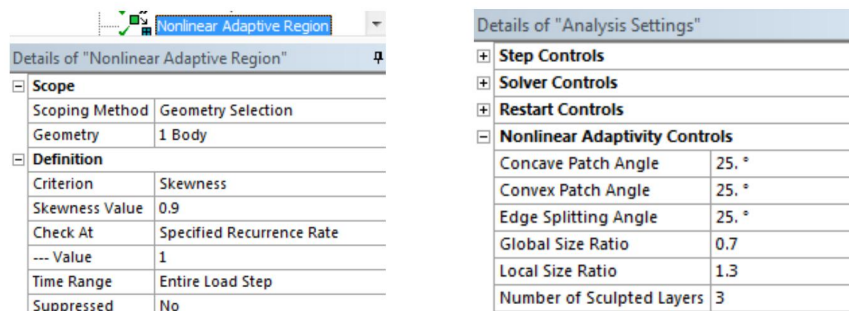
那么在 ANSYS Mechanical 中是怎么实现的呢？如下图所示



在 ANSYS 中有 4 种触发非线性自适应的标准，分别是 Energy based, Position based, Mesh quality based, Contact based。

在求解过程中，当定义的标准达到时，网格就会被分割或者重划分。在分割过程中，当前的单元会被分割为一定长度的单元，在细化区域和非细化区域会形成一个过度层，对于 3D 四面体单元在划分过程中会有形状拓扑和修正来促进网格质量变好，对于 2D 单元来说在单元分割之后进行修正，并且分割功能在 Energy based, Position based, Contact based 标准下有效。

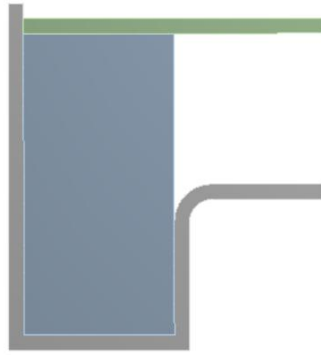
在 APDL 和 Workbench 环境下均可以进行自适应网格划分。在 Workbench 中只需插入 Nonlinear Adaptive Region 并设置 Nonlinear Adaptivity Controls，如下图所示。



下面以一个例子说明网格非线性自适应的过程。

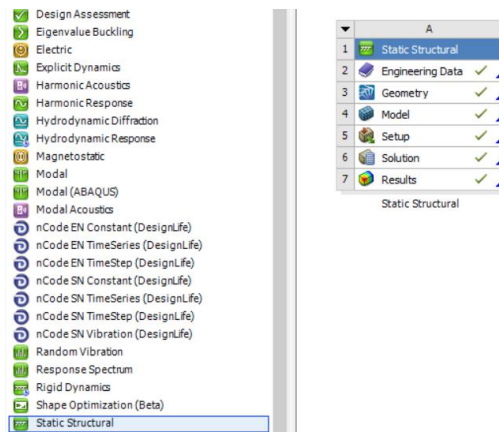
## 【案例描述】

橡胶密封圈在凹槽当中，上面有一个盖板向下移动 15mm 挤压密封圈，盖板厚度 2mm，底座厚度 2mm，密封圈横截面积厚 20mm，高 40mm，盖板和底座材料为结构钢，密封圈材料为橡胶。



### 【案例过程】

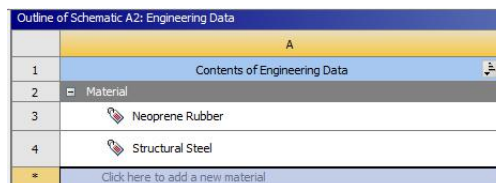
1) 打开 ANSYS WORKBENCH 打开 WORKBENCH 建立静力学分析系统, 将单位改为 Kg, mm, s 系列。



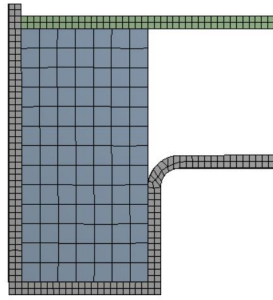
2) 属性中修改分析类型为 2D, 右键点击 A3 并且打开 SCDM 开始建模, 具体建模过程这里省略。



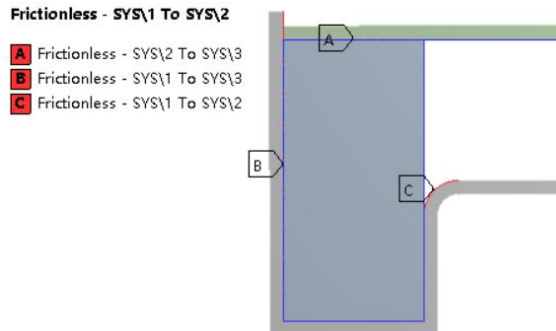
3) 双击 Engineering Data, 并且在材料库的超弹性材料中找到 Rubber 材料并添加到橡胶模型当中。



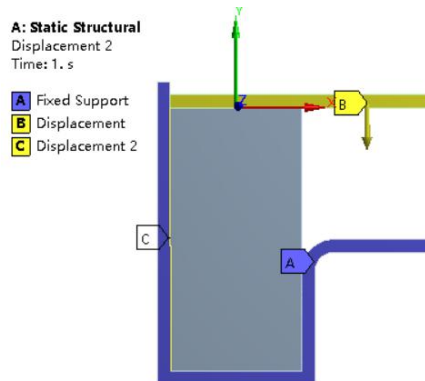
4) 全部划分为四边形网格，橡胶的网格大小为 3mm，盖板和底座的网格为 1mm。



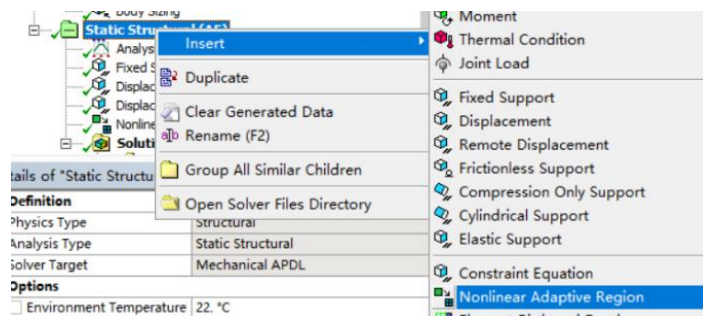
5) 施加三个接触，分别是盖板对橡胶的 A 接触，盖板对底座的 B 接触，橡胶对底座的 C 接触，接触类型为无摩擦。



6) 对底座施加固定约束，对盖板施加向下的 15mm 移动的位移约束，对橡胶左侧施加 X 方向位移为 0 的约束。



7) 右键 Static Structure--insert--Nonlinear Adaptive Region 插入网格非线性自适应工具。



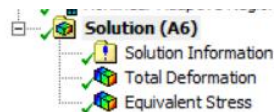
8) 几何选择橡胶密封圈，选择 Energy based 准则，选择 Equally Spaced Points 并且设置为 3 次，时间范围为整个载荷步范围。

| Details of "Nonlinear Adaptive Region"      |                       |
|---|-----------------------|
| <b>Scope</b>                                |                       |
| Scoping Method                              | Geometry Selection    |
| Geometry                                    | 1 Body                |
| <b>Definition</b>                           |                       |
| Criterion                                   | Energy                |
| <input type="checkbox"/> Energy Coefficient | 1                     |
| Check At                                    | Equally Spaced Points |
| --- Value                                   | 3                     |
| Time Range                                  | Entire Load Step      |
| Suppressed                                  | No                    |

9) 在分析设置中，子步最小值为 50，最大值为 100，并且在非线性自适应网格重划分控制中选择网格分割方法。

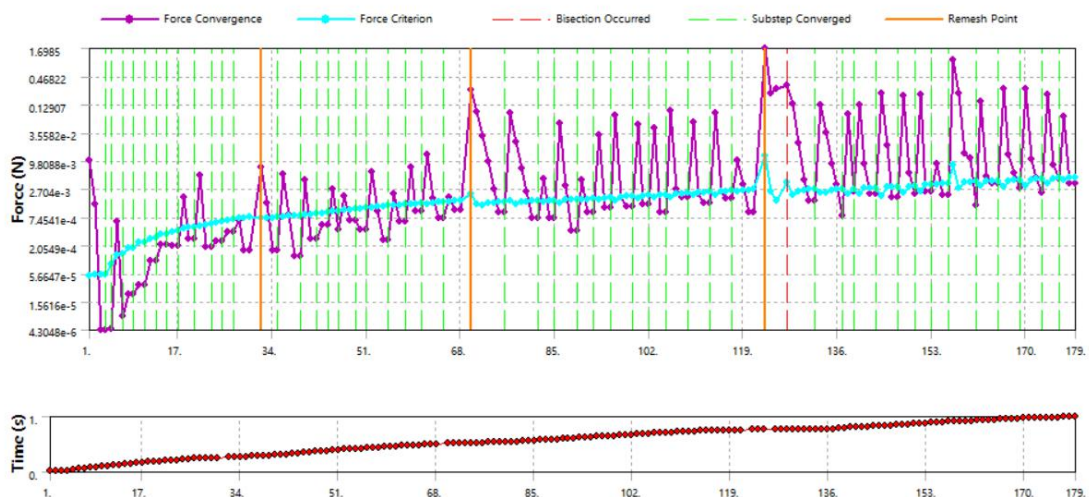
| Details of "Analysis Settings"                 |                |
|--|----------------|
| <b>Step Controls</b>                           |                |
| Number Of Steps                                | 1.             |
| Current Step Number                            | 1.             |
| Step End Time                                  | 1. s           |
| Auto Time Stepping                             | On             |
| Define By                                      | Substeps       |
| Initial Substeps                               | 50.            |
| Minimum Substeps                               | 50.            |
| Maximum Substeps                               | 100.           |
| <b>Solver Controls</b>                         |                |
| <b>Rotordynamics Controls</b>                  |                |
| <b>Restart Controls</b>                        |                |
| <b>Nonlinear Adaptivity Remeshing Controls</b> |                |
| Refinement Algorithm                           | Mesh Splitting |

10) 在求解结果出插入位移和等效应力选项。然后求解。

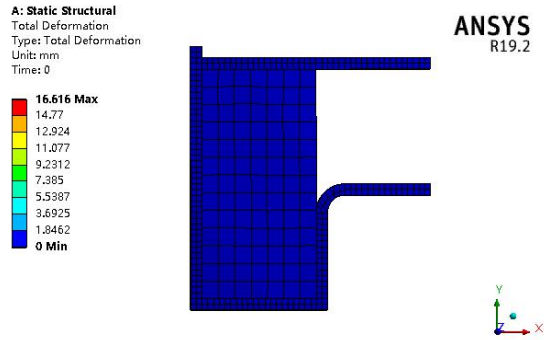


### 【求解结果】

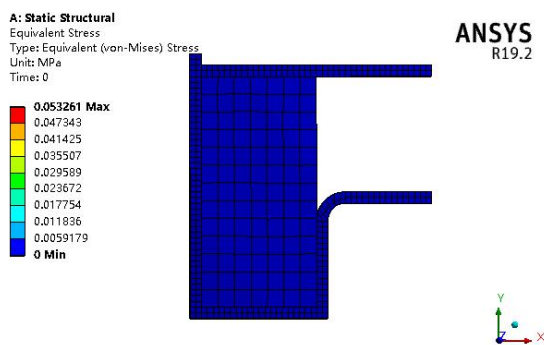
1) 从分析可知经过 179 步得出结果，橘黄色的线代表进行了三次网格重划分。



2) 从位移云图中可知，最大位移为 16.616mm，可以明显看出网格细化过程。



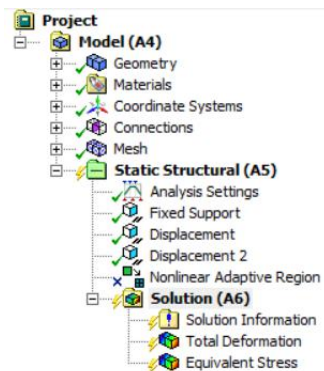
3) 从应力云图中可知最大应力为 0.05326Mpa，最大应力在橡胶密封圈与底板拐角接触地方和压板接触的中间位置，并且可以明显看出网格细化过程。

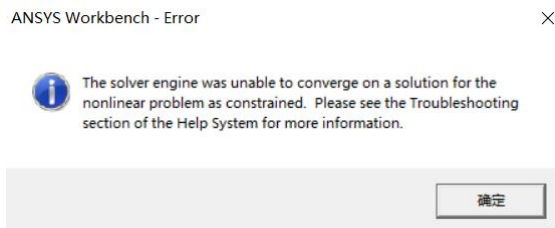
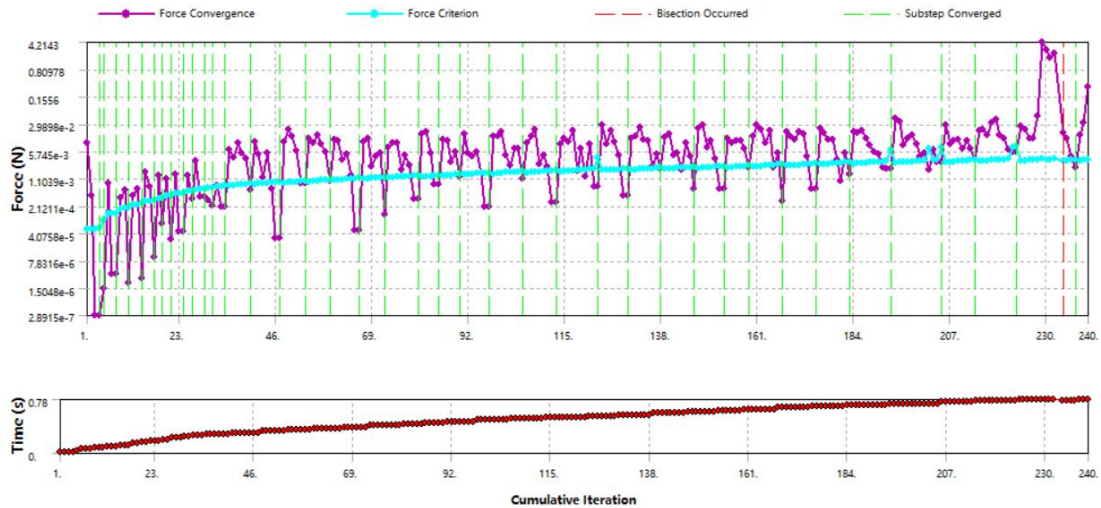


### 【问题讨论】

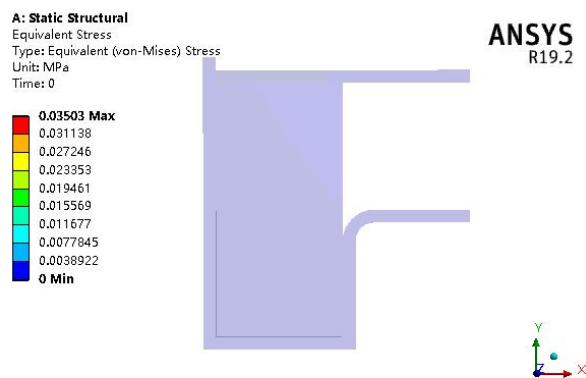
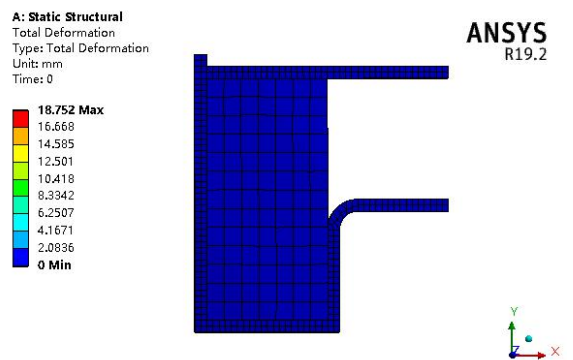
假如不使用网格非线性自适应，结果如何？

1) 从下图中抑制 Nonlinear Adaptive Region 并且求解，经过 240 步求解失败，从提示中可以看出由于约束的原因，非线性问题求解不收敛。





2) 在 0.78 秒时刻求解已经失败，下图为求解失败的位移和应力云图。



### 【总结】

1) 网格非线性自适应非常适合大变形或大扭曲导致不收敛问题的解决。

2) 可以增加仿真结果的精度 (本案例未验证)。