

Abaqus 自底至顶网格划分后怎么将网格映射到实体上？

Abaqus理论检测

仿真步骤[1]

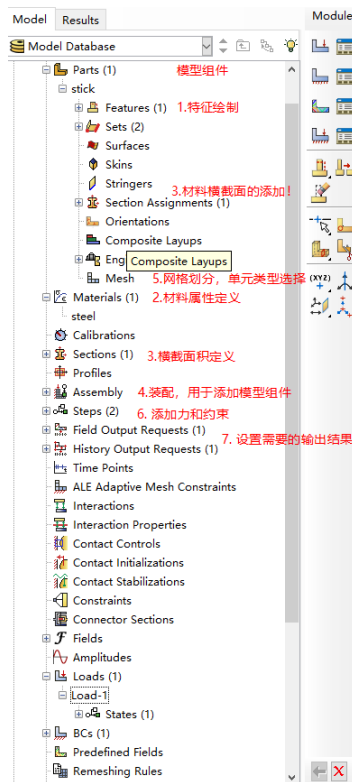


Fig 1

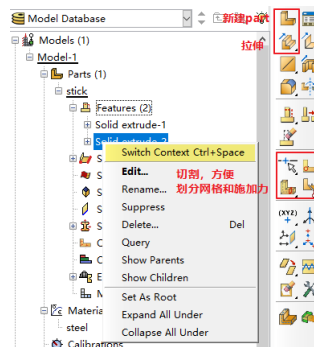


Fig 2

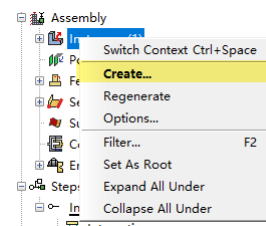
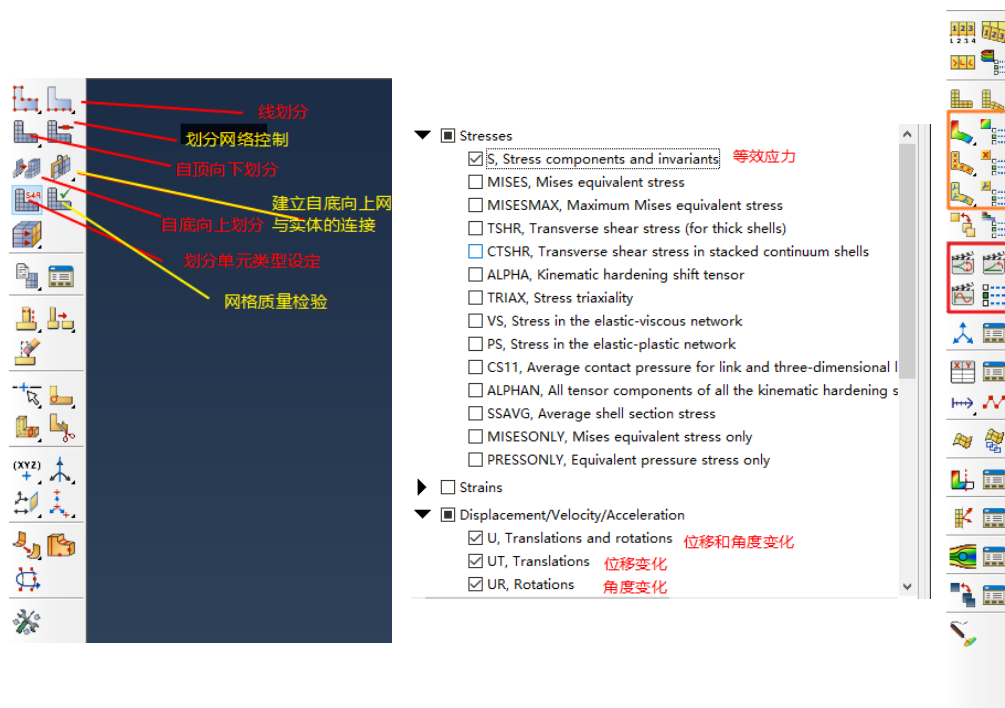


Fig 3

1. 通过 cae 软件**建立模型**，**Fig2** 利用拉伸可以实现类似 solidworks 的功能，组成复杂的模型。
2. **材料属性定义**
3. **材料横截面定义**，添加横截面到步骤一建立的实体中（刚体不需要）
4. 将不同的 part **装配 Fig 3**，只有一个 part 时也必须组合
5. **网格划分**
 - 自底向上
 - 默认为自顶向下，需要从 **划分网格控制中** 选择 **region**，然后选择 **from bottom to up**
 - 需要注意的是，采用自底向上 **from bottom to up**，网格划分后，网格和实体是分开，要将网格映射到实体上之后，实体才会消失，划分的网格也才能用于后续的计算，就必须使用如下菜单中的 **链接功能**
 - 自顶向下
 - 通过散布seed，来干预自动的网格划分密度
 - 自顶向下划分即可自动的实现划分

网格划分好之后需要对**赋予网格单元类型**



自顶向下划分网格 | 输出配置 | 输出展示

6. 添加分析步和其中的力和约束

7. 输出配置

8. 结果展示

legend字体调节： Viewport - Viewport Annotation Options

视角精确调整： view - Specify... 选择Viewpoint - Method， Viewpoint是面向你的向量，Upvector是朝向上的向量。

二维平面变三维，以增强某种属性的在表面的分布区域： View - ODB Display Options - Sweep - extrude elements

查看每个step的执行结果和每个增量步的数据： Output Databases - odb - steps

显示某个属性的分布图，场数据的分布图： result - feild output

显示某个属性随时间变化的曲线： result - history output

显示某个属性分布图随时间变化的曲线： animate - time history / 点击上下文面板中的动画按钮

属性	描述
CFN1,2,3	contact force 接触面反力，分别代表XYZ方向
CFNM	接触面合力(不加上摩擦力)
CPRESS	接触面压强
CFS1,2,3	接触面的摩擦力分量
CFSM	接触面的摩擦合力
CFN	CFNM+CFSM 接触面总的合力

关于ABAQUS动力分析中初速度的两种设置方式 <http://muchong.com/t-7324144-1-pid-16>

在显示分析中，不能用场的方式进行速度设定，只能用约束的方式设定速度，但是这样就物体就只能以一定的速度运动了，而不是遇到阻碍之后衰减到零，与实际情况不符合。

单位问题

仿真软件并不会涉及单位，在仿真之前需要规定所有的单位为国际标准单位，譬如 帕斯卡，米，牛顿，秒。

网格类型划分

Mesh controls 可以查看当前能够划分的网格类型

橙色 - 只能划分四面体/三角形

绿色- 表示可划分结构化网格

案例 新建的 shell Part 的四边形网格划分

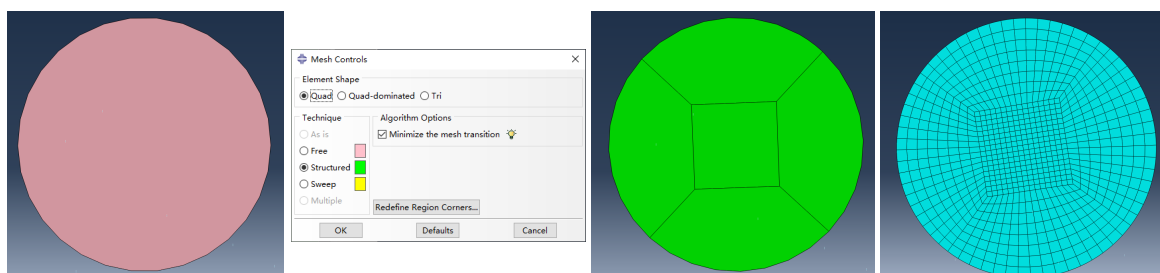


图 shell类型的part | 四边形网格划分控制面板 | part呈现绿色表明可获得结构化网格 | 结构化网格

可赋予 S8, S8R, S8R5 , S4R, S4单元类型

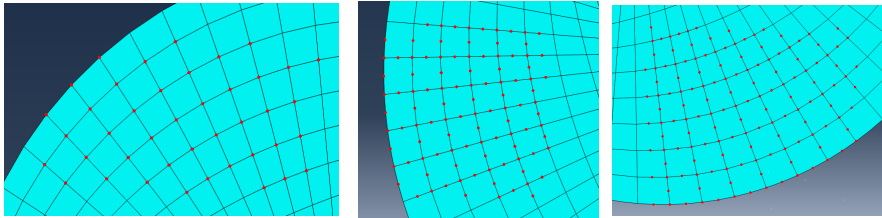


图 S4R | S8R | S8R5 (显示方法 - Part-sets - node - 选择node)

案例 新建的 shell Part 的三边形网格划分

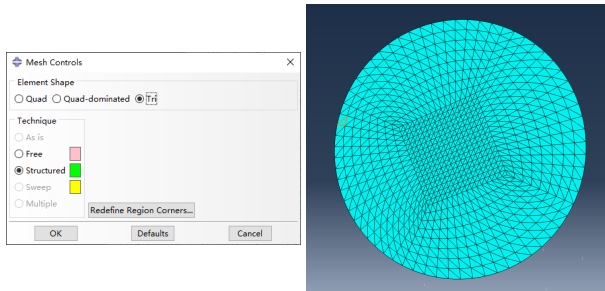


图 三边形网格划分控制面板 | 结构化网格

可赋予 S3 , STRI65 单元类型

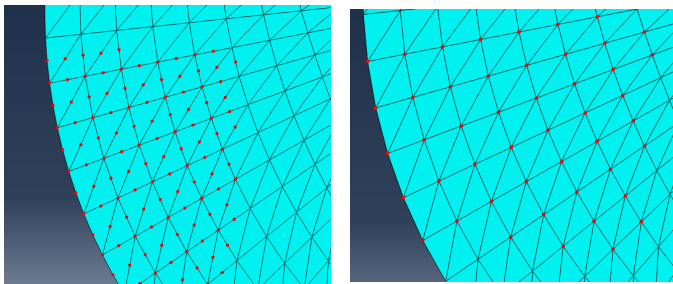


图 STRI65 | S3

网格单元类型

线性(一阶)四面体和三角形精度很烂。

二. Abaqus单元选择

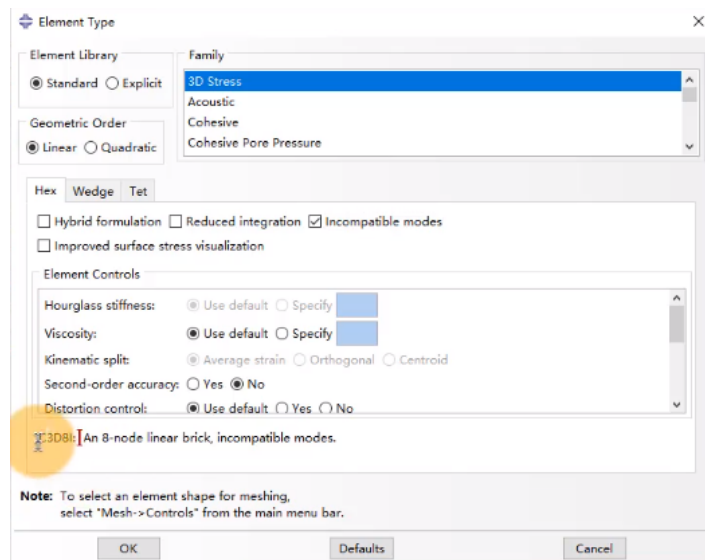
单元阶数	积分形式	优点	缺点	备注
一阶	缩减积分	计算快	存在沙漏	单元密度要较大
	完全积分	结果更精确	存在剪切锁定	尽量避免使用
二阶	缩减积分	结果很精确	计算成本比一阶单元高	都不能用于接触分析，C3D10M除外
	完全积分	计算成本比较高	存在体积锁定	

线性四面体或是三角形尽量避免使用！！

一阶单元

非协调模式

C3D8I 融合了一阶缩减积分和完全积分的优势。但是不能承受扭曲分析[1 4应用实体单元]。



二阶单元

完全积分要慎用，结果更加精确，但是会存在体积锁定。

致命缺陷

二阶单元的致命缺陷绝对不能用于接触分析，中间节点会出现异常应力。

C3D10M 是例外，原因是 C3D10M 是修正四面体单元，包含10个节点。在复杂模型中使用。因为，复杂模型不能进行一阶四面体划分，而一阶四面体又没有精度，所以只能用二阶的四面体。唯一缺点是计算成本较大。

单元选择

二. Abaqus单元选择

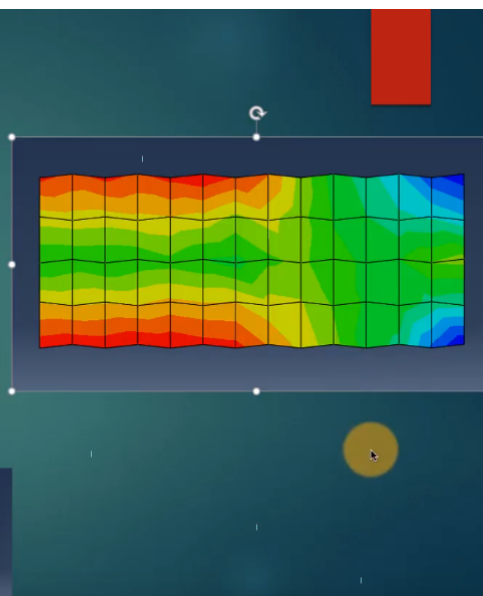
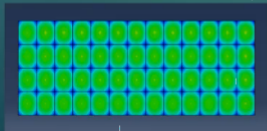
■ 沙漏



■ 剪切锁定



■ 体积自锁



沙漏

主要出现在 **一阶缩减积分单元** 收到弯曲作用时。由于单元类型是属于缩减单元，因此仅在单元的中心点有一个积分点，上图的虚线焦点。当受力矩弯曲时，虚线长度没有变，相交角度也没有变化，在仿真中认为是没有发生应变，因此也就没有应力(抵抗外力的力)，导致一点点外力矩就会出现很大的变形量。

缓解沙漏方法

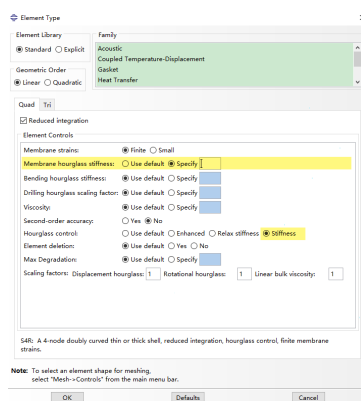
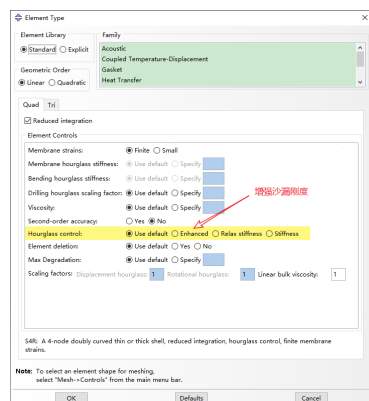
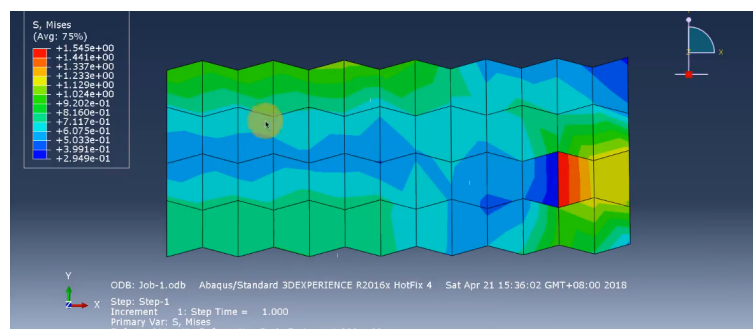


图 增强减弱刚度 | 自定义刚度

- 增加 abaqus 中**一阶缩减单元**的刚度 效果可以
- 加密网格划分 效果显著
- 施加的力/约束不要集中到一个node上，最好分布在多个node上 决定沙漏优化的上限

验证是否发生沙漏

- 观察单元格形状是否是梯形，类似沙漏的形状



- 伪应变能 Artificial strain energy 和 内能 internal energy 之间的比值。官方要求小于 2% 为佳，实际工程一般小于 5%。

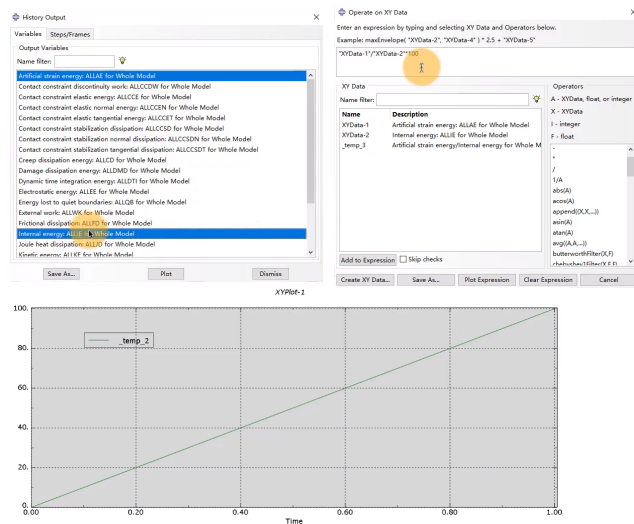


图 历史输出中的伪应变能和内能 | 两者比值计算 | 比值百分比曲线，达到了100%，几乎没有精度

剪切锁定

主要出现在 **一阶完全积分单元** 收到纯弯曲作用时。此单元的有四个积分点，收到弯曲发生形变时，由于垂直的虚线发生了角度变化，导致出现了额外的剪切力（实际不存在）。导致单元在较大的外力矩作用下，出现低于实际的变形。

体积锁定

出现于二阶完全积分单元的不可压缩材料受到大应力的仿真中。

选择总结

接触分析 二阶六面体会出现中间节点异常应力，因此不适合

大弯曲分析 一阶完全积分单元会出现剪切锁定，一阶不完全积分会出现沙漏；二阶单元精度高，一阶非协调单元时间成本低

大弯曲，接触分析 除了大弯曲无法使用的单元，还有二阶单元。一阶非协调单元融合了一阶的完全积分和缩减积分特性，因此适合

分析中存在应力集中 二阶单元精度更好更适合

不可压缩材料，存在大应变 二阶完全积分单元存在体积锁定不合适

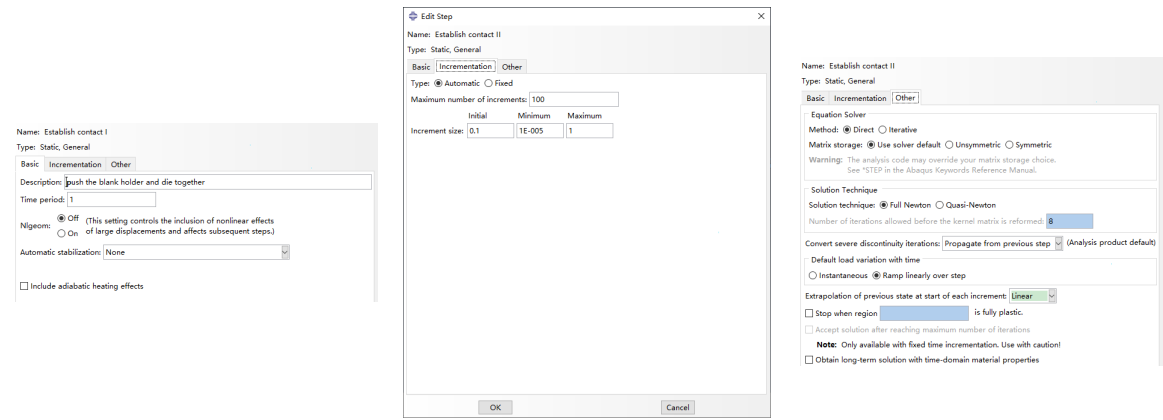
不可压缩单元（橡胶）杂交单元[1 4.14杂交单元]

应用场合	合适的单元	不合适的单元
接触分析	一阶六面体	二阶六面体
存在较大弯曲	二阶六面体	一阶完全积分单元
存在较大弯曲，并存在接触	一阶非协调单元	一阶完全积分、二阶单元
应力集中	二阶单元	一阶单元
不可压缩/大应变	一阶单元/二阶缩减积分	二阶完全积分
不可压缩单元（橡胶）	杂交单元	
显式动力学	一阶单元	二阶单元

仿真设置

仿真增量步长设置

- 时间周期：表明该仿真 Step 的仿真总时间；
- 需要**大变形**（材料变形，几何变形，边界/[状态改变非线性](#)）[1 8.1非线性来源] 迭代时，在basic 中可以开启 Nlgeom；
- 初始时间增量 0.1，如果只需要运行一个时间增量步，则可以设置初始时间增量为仿真总时间[1 P178]；



Steps-basic | Increment | Other

设置对实际仿真的影响

jobs - monitor

Step 1 - time period = 1 | initial increment size = 1

Step 2 - time period = 1 | initial increment size = 1

Step 3 - time period = 1 | initial increment size = 1

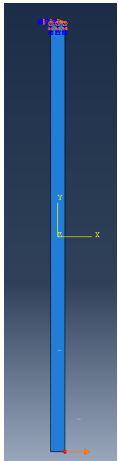
Step 4 - time period = 1 | initial increment size = 0.1

Step 5 - time period = 1 | initial increment size = 0.0001

channel Monitor									
Job: channel Status: Completed									
Step	Increment	Alt	Severn Elem Iter	Equil Iter	Total Iter	Total Time/Freq	Step Time/CPU	Time/LPF Inc	
1	1	1	0	3	3	1	1	1	
2	1	1	0	1	1	2	1	1	
3	1	1	0	3	3	3	1	1	
4	1	1	0	2	2	3.1	0.1	0.1	
4	2	1	0	1	1	3.2	0.2	0.1	
4	3	1	0	1	1	3.35	0.35	0.15	
4	4	1	0	1	1	3.575	0.575	0.225	
4	5	1	0	1	1	3.9125	0.9125	0.3375	
4	6	1	3	0	3	4	1	0.0075	
5	1	1	40	0	40	4.0001	0.0001	0.0001	
5	2	1	1	1	2	4.00017	0.000175	7.5e-05	
5	3	1	0	2	2	4.00025	0.00025	7.5e-05	
5	4	1	0	1	1	4.00036	0.0003625	0.0001125	
5	5	1	0	1	1	4.00053	0.0005125	0.0001487	
5	6	1	0	1	1	4.00078	0.00078475	0.0002312	
5	7	1	0	1	1	4.00116	0.00116425	0.00037968	
5	8	1	2	2	4	4.00173	0.00173325	0.00054953	
5	9	1	1	1	2	4.00259	0.00258789	0.00085429	
5	10	1	0	2	2	4.00387	0.00386934	0.00128142	
5	11	1	1	2	3	4.00579	0.0057915	0.00176211	
5	12	1	2	2	4	4.00867	0.00867475	0.00288932	

实际仿真测试

模型:150mmx5mmx2.5mm的长条状物体。



理论计算结果： $\text{rou} = \text{PI}^3 / (3\text{EI}) = 3.09\text{mm}$ 其中 $\text{I} = \text{bd}^3 / 12$, b宽为2.5mm，高5mm

仿真结果：输入弹性模量单位Pa，力N，模型尺寸mm，最终输出的变形位移为1E-6mm.

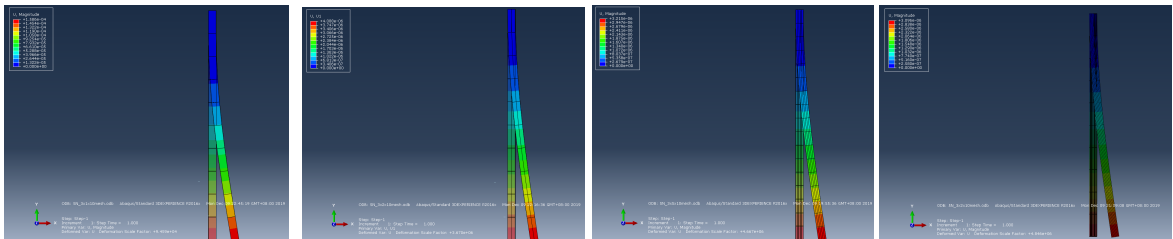
单元类型：C3D8R

稀疏网格：最大形变量158.6mm，结果与理论值完全不同

低密度网格：最大形变量4.088mm，结果接近理论值

中密度网格：最大形变量3.215mm，结果符合理论值

超密集网格划分：最大形变量3.096mm，结果很好的符合理论值



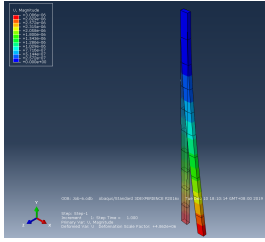
稀疏网格 | 低密度 | 中密度网格 | 超密集

单元类型：C3D20R

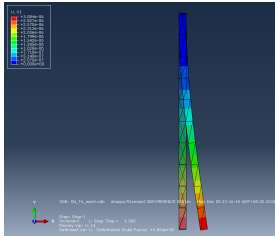
无法运行!

单元类型: C3D20

最大形变量3.086mm，结果很好的符合理论值



单元类型：三角形



冲压仿真

基本步骤如下[1 12接触-P297]：

- ## 1. 建立模型

新建一个可变形的部件作为冲压对象，三个刚体部件作为冲压头，冲压台，夹具

- ## 2. 设定材料

弹性模量, 塑性形变

- ### 3. 设定材料截面属性，赋值给冲压对象

solid homogeneous

- #### 4. 建立冲压对象坐标

- ## 5. 装配

添加定位约束、

- ## 6. 创建点集合

- ## 7. 创建分析步骤

step1 :

- ## 8. 设定监控输出

监控冲头下方的冲压件上的位移

- ## 9. 设定接触属性和接触面对

冲头与冲压件没有摩擦，夹具与冲压件有摩擦，模具与冲压件有摩擦

Edit Interaction

Name: Die-Blank

Type: Surface-to-surface contact (Standard)

Step: Initial

Master surface: DieSurf

Slave surface: BlankBot

Sliding formulation: ☒ Finite sliding ☐ Small sliding

Discretization method: Surface to surface

☐ Exclude shell/membrane element thickness

Degree of smoothing for master surface: 0.2

Use supplementary contact points: ☒ Selectively ☐ Never ☐ Always

Contact tracking: ☒ Two configurations (path) ☐ Single configuration (state)

Slave Adjustment Surface Smoothing Clearance Bonding

☒ No adjustment

☐ Adjust only to remove overclosure

☐ Specify tolerance for adjustment zone: 0

☐ Adjust slave nodes in set:

Contact interaction property: friction

Options: Interference Fit... NoFric friction

Contact controls: (Default)

☒ Active in this step

OK Cancel

10. 定义个分析步骤的边界条件

11. 划分网格

[1] 基于abaqus 的有限元分析和应用 庄茁