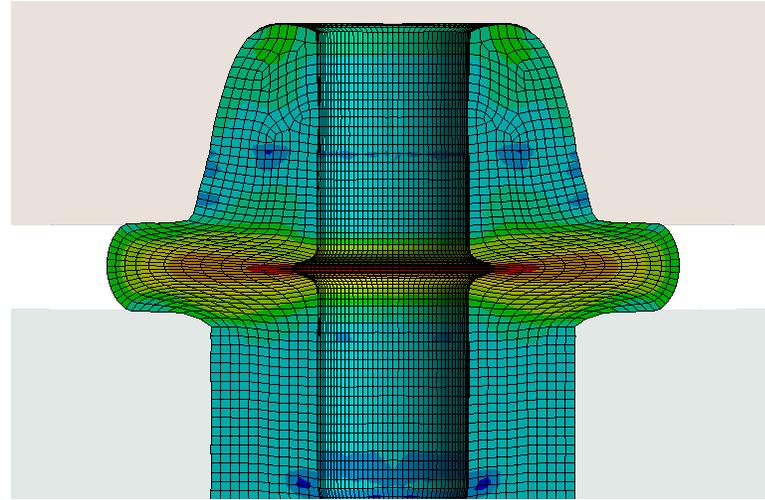


LS-DYNA



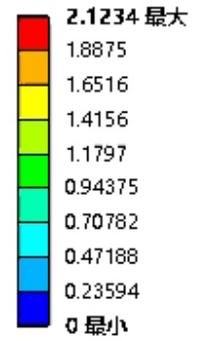
Workbench LS-Dyna 高压油管
管端成型 轴对称 2D

高压油管 - 管端成型



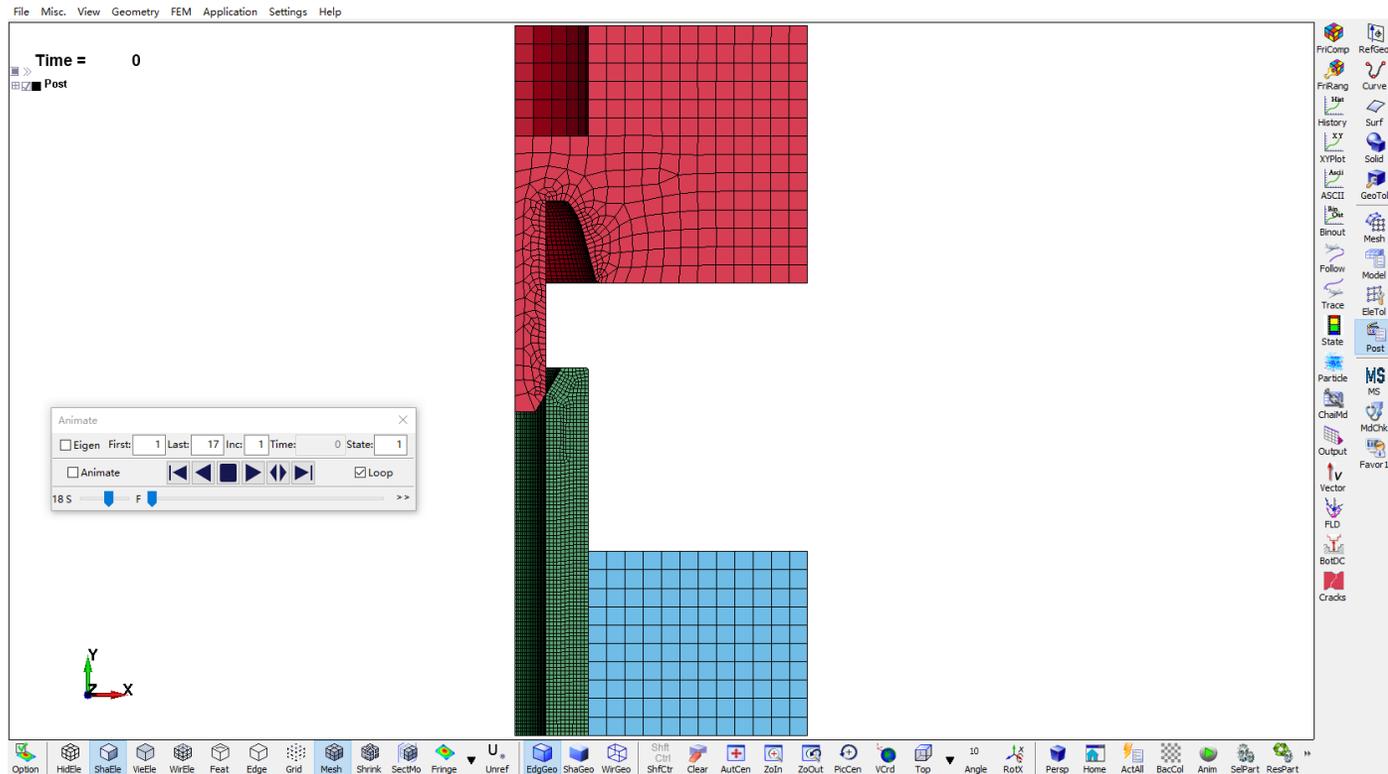
动画

A: LS-DYNA
用户定义的结果
表达式: eptoeqv
时间: 3.1579e-003

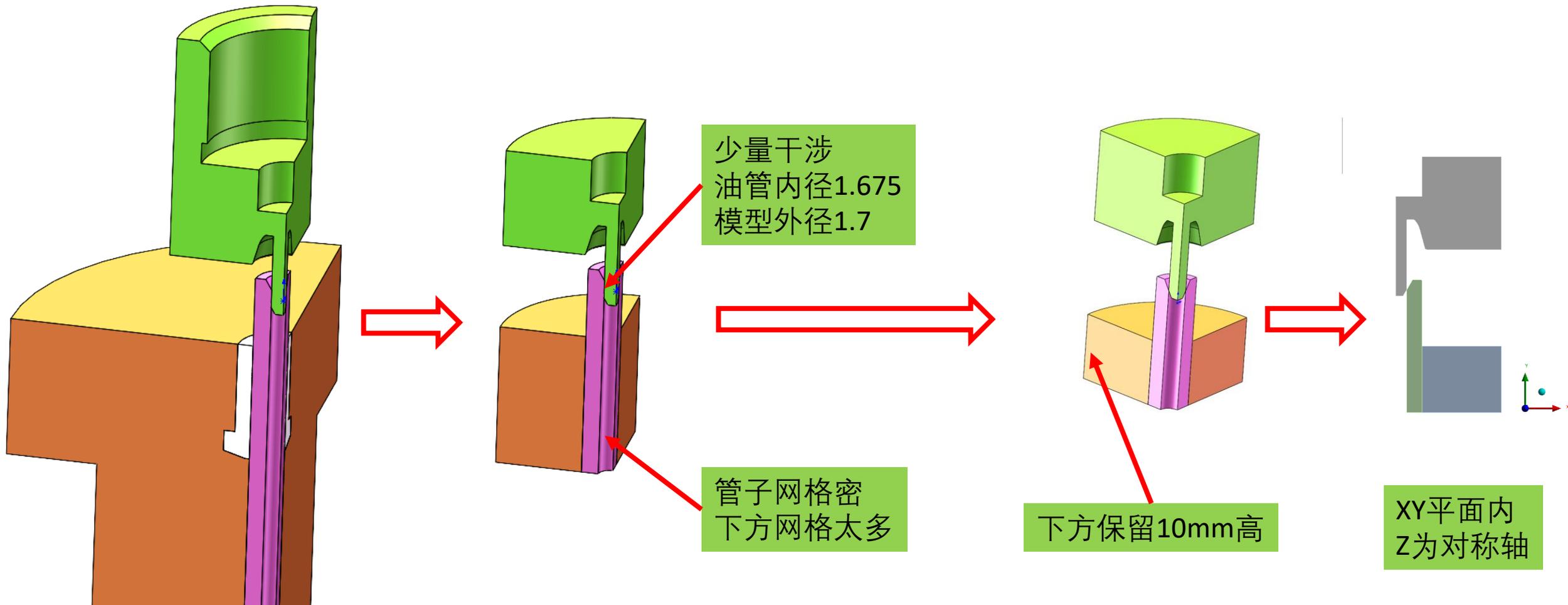


管端成型CAE分析

- 静态分析：网格变形太大，网格重划分容易出问题
- Dynaform主要针对钣金成型，对于管子的实体模型没有固定模板
- 利用Workbench LS-Dyna 的前后处理，WB支持常用的关键字
- 利用LSPP（LS-Prepost）进行辅助的前后处理



模型简化



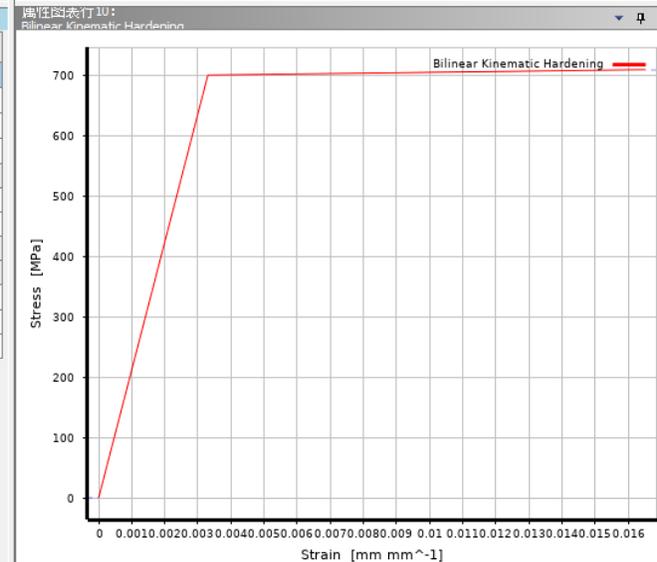
油管的材料参数

	A	B	C	D	E
1	内容 工程数据				描述
2	材料				
3	tube				
4	结构钢				零平均应力下的疲劳数据摘自1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
*	点击此处添加新材料				

	A	B	C
1	温度 (C)	屈服强度 (MPa)	切线模量 (MPa)
2		700	682
*			

密度7850kg/m³; 弹性模量212000MPa, 泊松比0.285, 屈服强度= 700 ; 切线模量 = 682 MPa ; 抗拉强度 =800 MPa; 断裂伸长率0.15

	A	B	C	D	E
1	属性	值	单位		
2	材料场变量	表格			
3	Density	7.85E-09	tonne mm ⁻³		
4	Isotropic Elasticity				
5	衍生于	杨氏模量与泊松比			
6	杨氏模量	2.12E+05	MPa		
7	泊松比	0.285			
8	体积模量	1.6434E+05	MPa		
9	剪切模量	82490	MPa		
10	Bilinear Kinematic Hardening				
11	屈服强度	700	MPa		
12	切线模量	682	MPa		



导入几何前，要先指定为2D



LS-DYNA

	A	B
1	属性	值
2	一般	
3	组件ID	Geometry
4	目录名称	SYS
5	更新条件参数 (试用版)	无
6	注意	
7	注意	
8	使用的授权	
9	最后更新使用的授权	
10	基本几何结构选项	
11	固体	<input checked="" type="checkbox"/>
12	表面几何体	<input checked="" type="checkbox"/>
13	线体	<input type="checkbox"/>
14	参数	独立的
15	参数键	ANS;DS;SW
16	属性	<input type="checkbox"/>
17	命名选择	<input type="checkbox"/>
18	材料属性	<input type="checkbox"/>
19	高级几何结构选项	
20	分析类型	2D
21	使用相关性	<input checked="" type="checkbox"/>
22	导入坐标系	<input type="checkbox"/>
23	导入工作点	<input type="checkbox"/>
24	阅读模式保存更新文件	<input type="checkbox"/>
25	使用实例导入	<input checked="" type="checkbox"/>
26	智能CAD更新	<input checked="" type="checkbox"/>
27	在更新时比较部件	无
28	外壳与对称处理	<input checked="" type="checkbox"/>
29	分解不相交的几何结构	<input checked="" type="checkbox"/>
30	在导入时清理几何结构	<input type="checkbox"/>
31	在导入时将表面合并	无
32	混合导入分辨率	无
33	导入小平面质量	源

2D行为：轴对称

The image shows a CAD software interface with a tree view on the left and a 3D model on the right. The tree view shows a project named '项目*' containing a model '模型 (A4)'. Under '模型 (A4)', there is a '几何结构' (Geometry) folder, which is highlighted with a red box. Below it are 'Part 1', 'Part 2', and 'tube'. Further down are '材料' (Material), '坐标系' (Coordinate System), '连接' (Connection), and '网格' (Mesh). Below these is an 'LS-DYNA (A5)' folder containing '初始条件' (Initial Conditions), '分析设置' (Analysis Settings), and '求解 (A6)' (Solve), which is also highlighted with a red box. Under '求解 (A6)' is '求解方案信息' (Solution Information).

The 3D model on the right is a gray, axisymmetric part. Below it, a green vertical bar and a blue rectangular block are visible, representing the 2D cross-section of the part.

Below the tree view, a properties window titled '几何结构的详细信息' (Detailed Information of Geometry) is open. It shows the following details:

"几何结构"的详细信息	
定义	
源	E:\999_LuPing\4-Dyna-Marc\Dy...
类型	Parasolid
长度单位	米
2D行为	轴对称
显示风格	几何体颜色
边界框	
属性	
统计	
更新选项	
基本几何结构选项	
高级几何结构选项	

接触

名称 搜索概要

项目*

- 模型 (A4)
 - 几何结构导入
 - 几何结构
 - 材料
 - 坐标系
 - 连接
 - 接触
 - 接触区域
 - 几何体交互
 - 几何体交互
 - 网格
 - LS-DYNA (A5)
 - 初始条件
 - 分析设置
 - 求解 (A6)
 - 求解方案信息

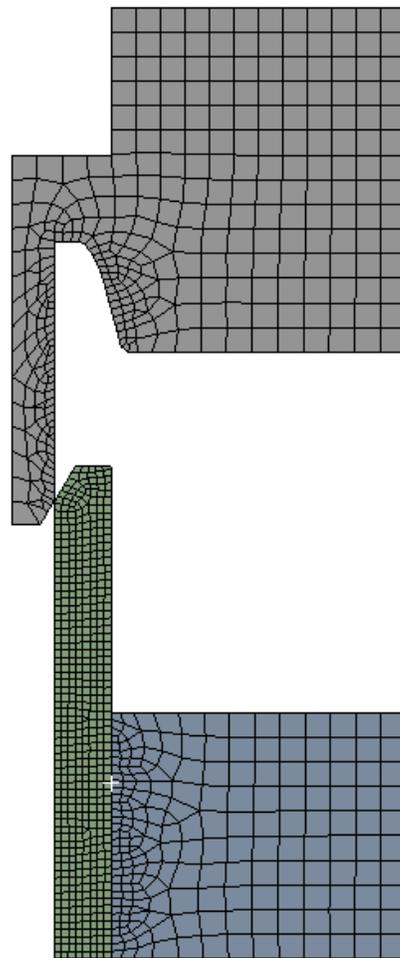
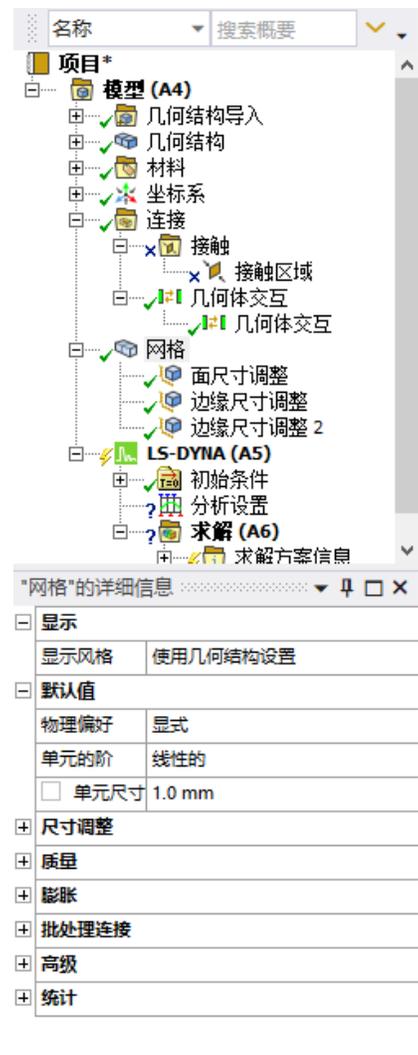
几何体交互



"几何体交互"的详细信息

范围	
范围限定方法	几何结构选择
几何结构	全部几何体
定义	
类型	摩擦的
<input type="checkbox"/> 摩擦系数	0.11
<input checked="" type="checkbox"/> 动力系数	0.11
<input type="checkbox"/> 衰变常数	0.
抑制的	否

网格尺寸：1 mm, 油管网格0.3 mm



压缩距离: $14.6 - 1.86 = 12.74\text{mm}$

The screenshot displays the LS-DYNA software interface. On the left, a tree view shows the project structure, including '模型 (A4)' and 'LS-DYNA (A5)'. The '位移' (Displacement) property is highlighted in the tree. Below the tree, a table provides detailed information for the displacement property, with the 'Y分量' (Y component) set to '表格数据' (Table Data).

"位移"的详细信息	
范围	
范围限定方法	几何结构选择
几何结构	2 边
定义	
ID (Beta)	56
类型	位移
定义依据	分量
坐标系	全局坐标系
X分量	自由
Y分量	表格数据
抑制的	否
动态松弛行为	仅正相
表格数据	
独立变量	时间

The central part of the image shows a 3D model of a mechanical part with a yellow displacement boundary condition applied to its top surface. The displacement is defined as '分量: 自由 5. mm'. A coordinate system is shown with the X-axis pointing right and the Y-axis pointing up.

At the bottom, a graph shows the displacement (Y [mm]) over time (时间 [s]). The graph has a red line representing the displacement profile. The Y-axis ranges from -12.74 to 5, and the X-axis ranges from 0 to 1.5e-2. The displacement starts at 0 mm at 0 s, reaches a minimum of -12.74 mm at 1.0e-2 s, and then returns to 5 mm at 1.5e-2 s.

步	时间 [s]	Y [mm]
1	0.	0.
2	1.e-002	-12.74
3	1.5e-002	5.
*		

- 压缩速度: $\sim 1000\text{ mm/s}$
- 压缩时间 = $12.74 / 1000 = \sim 0.01$
- 脱模时间: 0.005
- 脱模后位置: 5 mm

时间步长计算

右击生成

LS-DYNA Pre

CFL时间步长

CFL时间步长
单位: s

1.70369e-7 最大
1.54193e-7
1.38017e-7
1.21841e-7
1.05665e-7
8.94892e-8
7.33132e-8
5.71371e-8
4.09611e-8
2.4785e-8 最小

LS-DYNA (A5)

CFL时间步长

"CFL时间步长"的详细信息

Geometry	
范围限定方法	几何结构选择
几何结构	3 几何体
定义	
时步安全系数	0.9
线性粘度系数	0.06
最小	2.47850223993987E-08
最大	1.70369497227475E-07

分析设置

"分析设置"的详细信息	
[-] 步骤控制	
结束时间	0.015
时步安全系数	0.9
最大周期数量	10000000
自动质量缩放	是
时间步长	2E-08 s
[-] CPU和内存管理	
内存分配	程序控制的
CPU数	8
处理类型	程序控制的
[-] 求解器控制	
求解器类型	程序控制的
求解器精度	程序控制的
单位系统	nmm
仅显式解	是
不变节点编号	关闭
二阶应力更新	没有
求解器版本	程序控制的
[-] 初始速度	
立即应用初始速度	是
+ 阻尼控制	
[-] 沙漏控制	
沙漏类型	程序控制的
LS-DYNA ID	0
默认沙漏系数	0.1
[-] ALE控制	

+ ALE控制	
[-] 连结控制	
公式	程序控制的
[-] 复合控制	
壳层复合损伤模型	增强复合损伤
[-] 输出控制	
输出格式	程序控制的
二进制文件大小比例因子	70
应力	是
应变	是
塑性应变	是
历史变量	没有
计算结果	时间
时间	0.001
柔性部件的应力文件	没有
[-] 时间历史输出控制	
计算结果	没有
+ 分析数据管理	

边界条件

项目*

- 模型 (A4)
 - 几何结构导入
 - 几何结构
 - 材料
 - 坐标系
 - 连接
 - 网格
 - CFL时间步长
 - LS-DYNA (A5)
 - 初始条件
 - 分析设置
 - 位移
 - 位移 2
 - 求解 (A6)
 - 求解方案信息

A: LS-DYNA
位移 2
时间: 1.5e-002 s

位移 2
分量: 自由, 0. mm

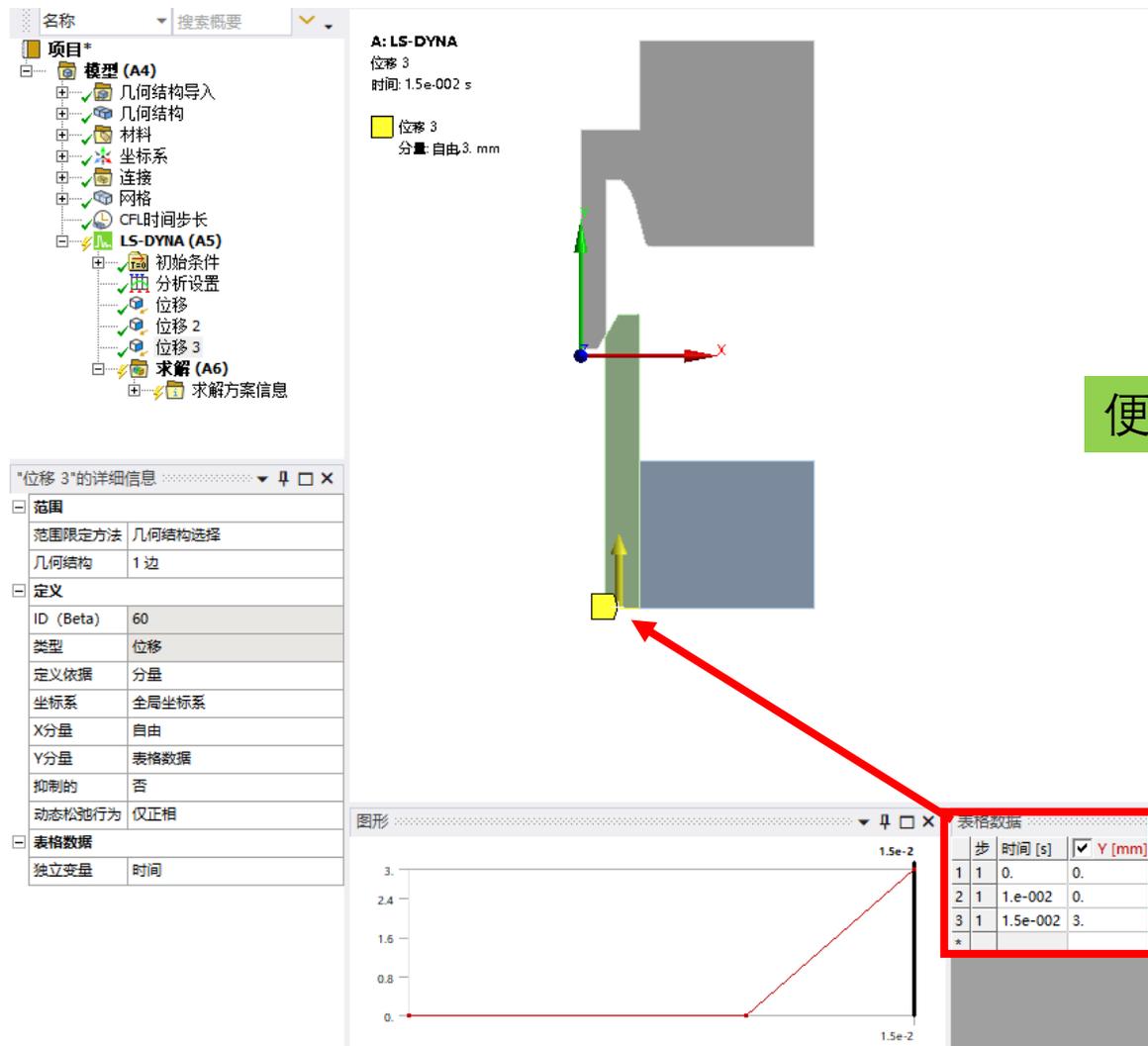
"位移 2"的详细信息

范围	
范围限定方法	几何结构选择
几何结构	2 边
定义	
ID (Beta)	58
类型	位移
定义依据	分量
坐标系	全局坐标系
X分量	自由
Y分量	0. mm (斜坡)
抑制的	否

底部约束Y向, X方向无需约束

步	时间 [s]	Y [mm]
1	0.	0.
2	1.5e-002	0.
*		

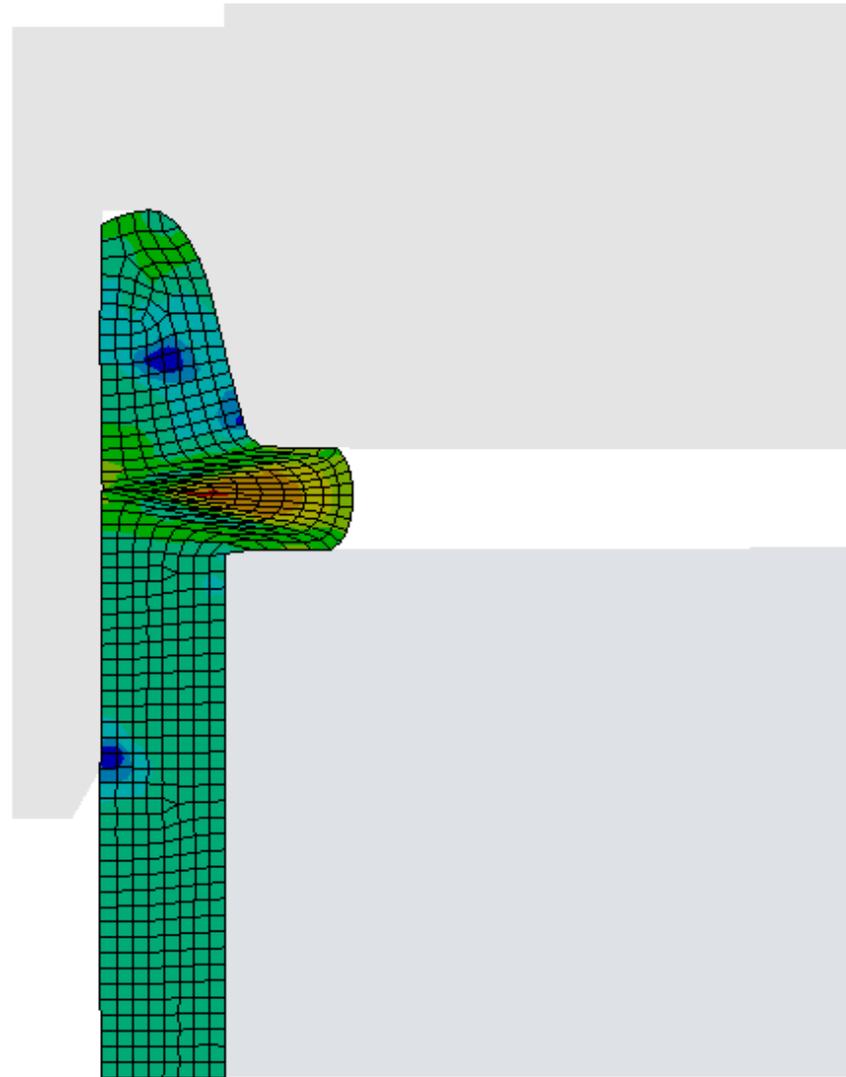
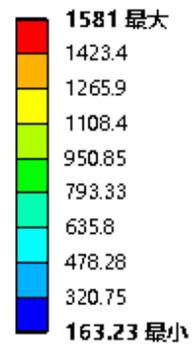
考虑管子脱模，成型接触后上移3mm



便于计算残余应力

查看成型最大应力，时间0.01s

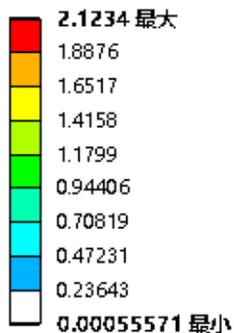
A: LS-DYNA
等效应力 3
类型: 等效 (Von-Mises) 应力
单位: MPa
时间: 1.e-002 s



查看成型最大应变，时间 0.01s

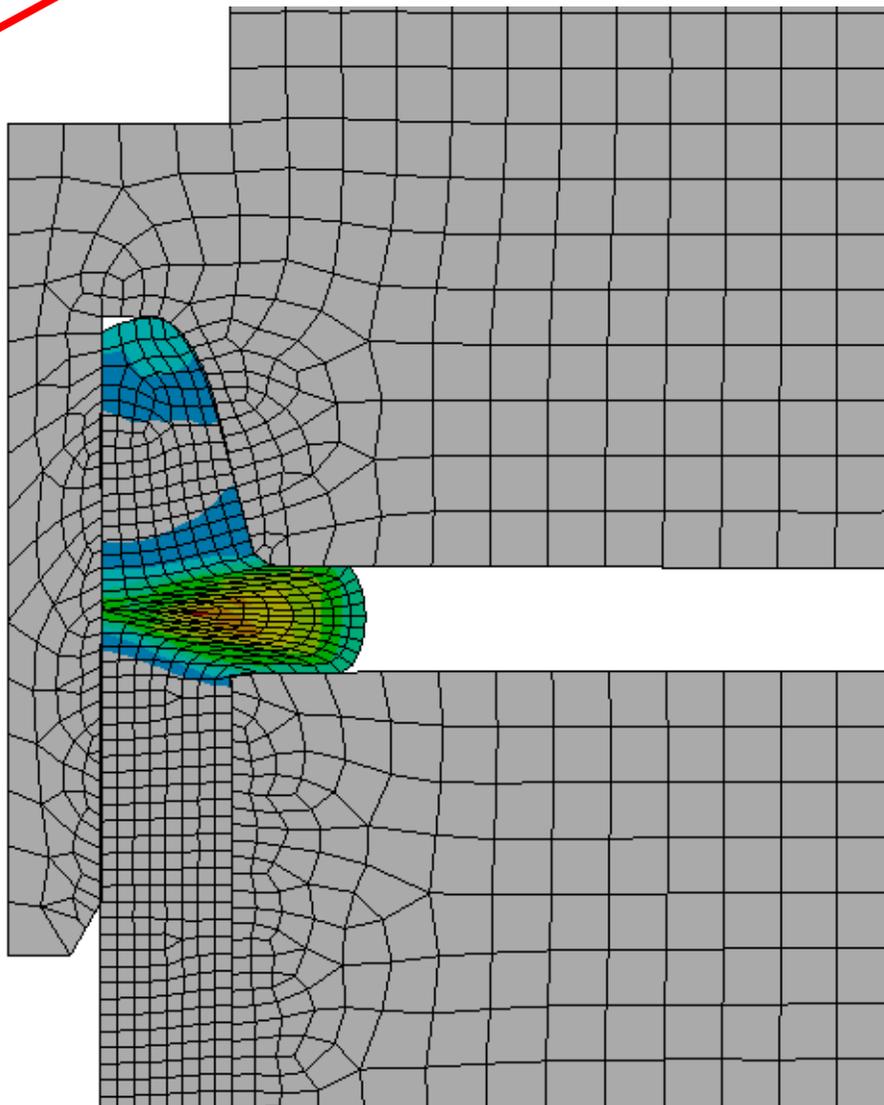
应变，自定义结果：
表达式 = eptoeqv

A: LS-DYNA
用户定义的结果 2
表达式: eptoeqv
时间: 1.e-002 s



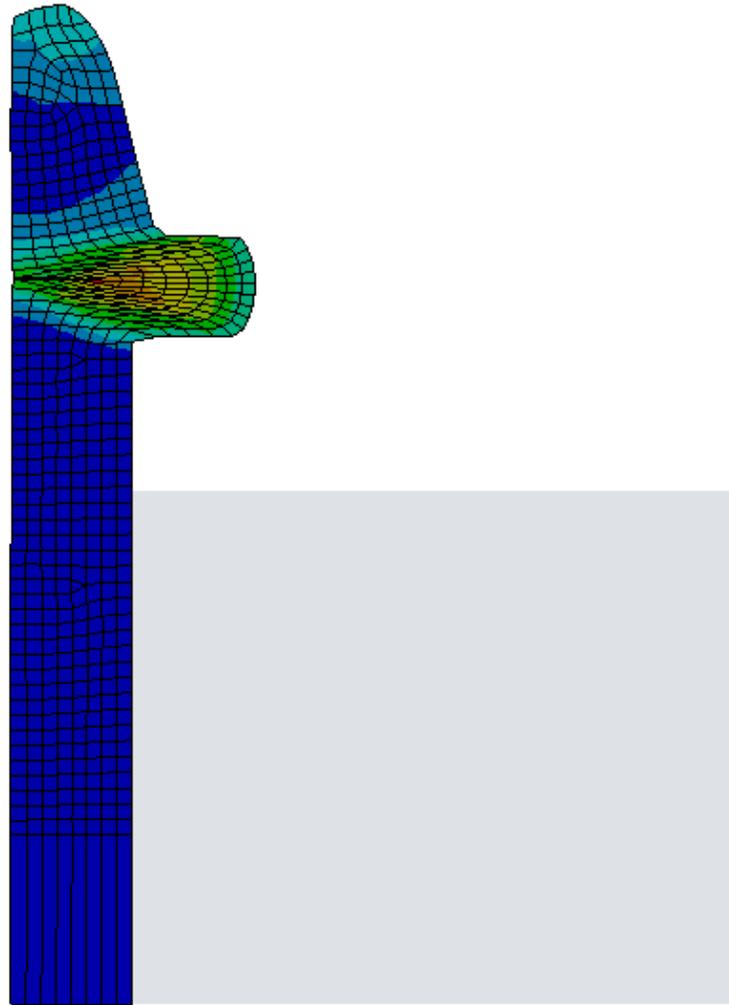
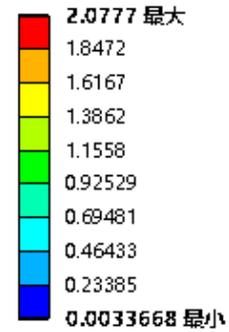
用户定义的结果 2 的详细信息

范围	
范围限定方法	几何结构选择
几何结构	全部几何体
定义	
类型	用户定义的结果
表达式	= eptoeqv
输入单位系统	度量标准 (mm, t, N, s, mV, mA)
输出单位	
通过	时间
<input type="checkbox"/> 显示时间	1.e-002 s
坐标系	全局坐标系
计算时间历史	是
标识符	
抑制的	否
积分点位置	
显示选项	平均
几何体平均水平	否
结果	
<input type="checkbox"/> 最小	2.3524e-004
<input type="checkbox"/> 最大	2.3762



残余应变：最后时刻（脱模后）

A: LS-DYNA
用户定义的结果
表达式: eptoeqv
时间: 1.5e-002 s



轴对称扩展显示

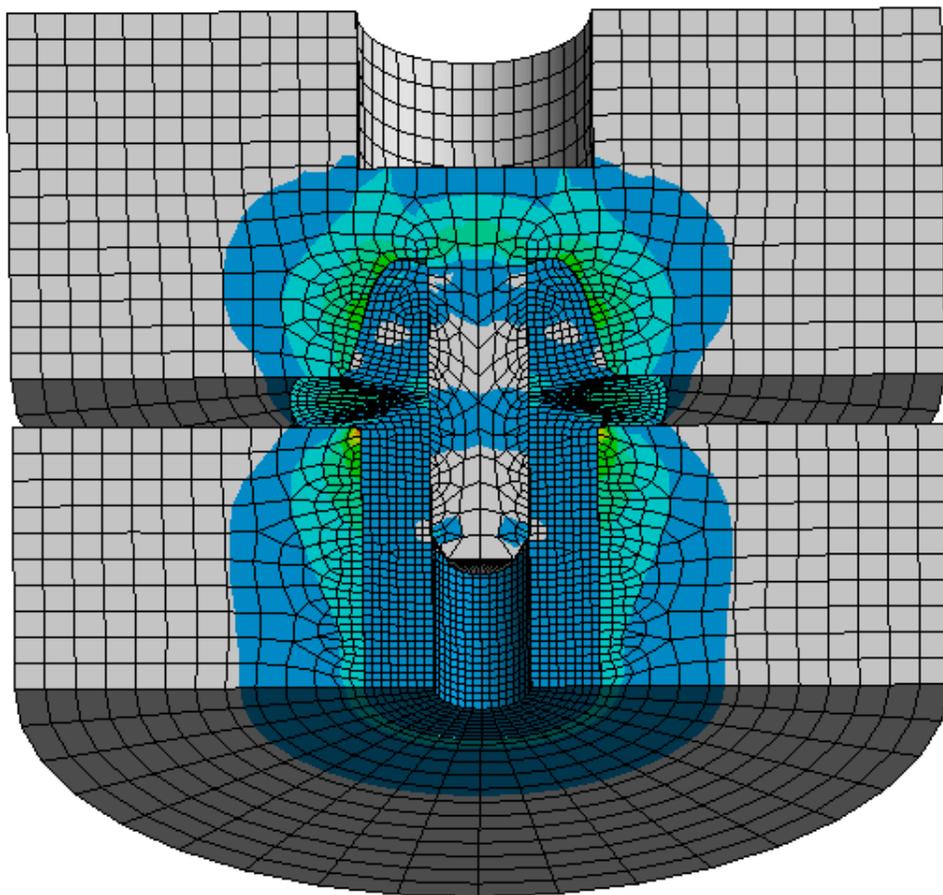
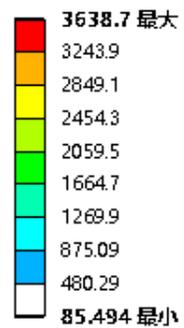
The screenshot displays a software interface with a ribbon menu at the top. The '对称' (Symmetry) tab is active, and the '对称区域' (Symmetry Region) icon is highlighted with a red box. The left-hand tree view shows a project structure with '模型 (A4)' (Model A4) and '对称' (Symmetry) highlighted with red boxes. The '对称' (Symmetry) node is expanded, showing various settings. The '对称' (Symmetry) node is expanded, showing the following details:

"对称"的详细信息	
图形化扩展1 (Beta)	
重复数量	19
类型	2D轴对称
$\Delta\theta$	10. °
坐标系	全局坐标系

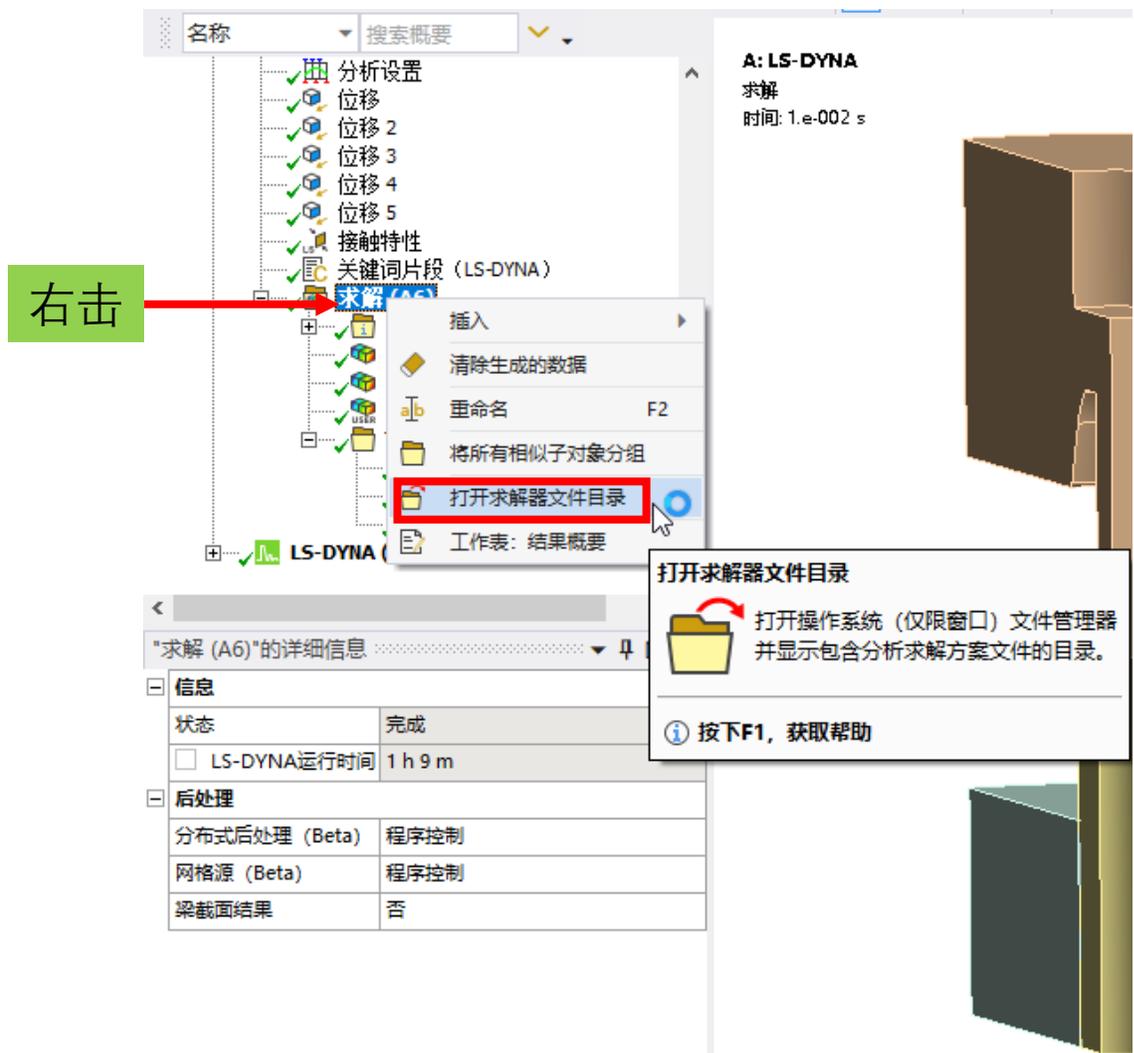
The main view shows a 3D model of a mechanical part, rendered as a mesh. The model is shown in two views: a top-down view and a perspective view. The mesh is composed of quadrilateral elements, and the part is symmetric about a vertical axis. The top-down view shows the part as a semi-circle, while the perspective view shows the full 3D structure.

轴对称扩展显示

A: LS-DYNA
等效应力 2
类型: 等效 (Von-Mises) 应力
单位: MPa
时间: 1.e-002 s

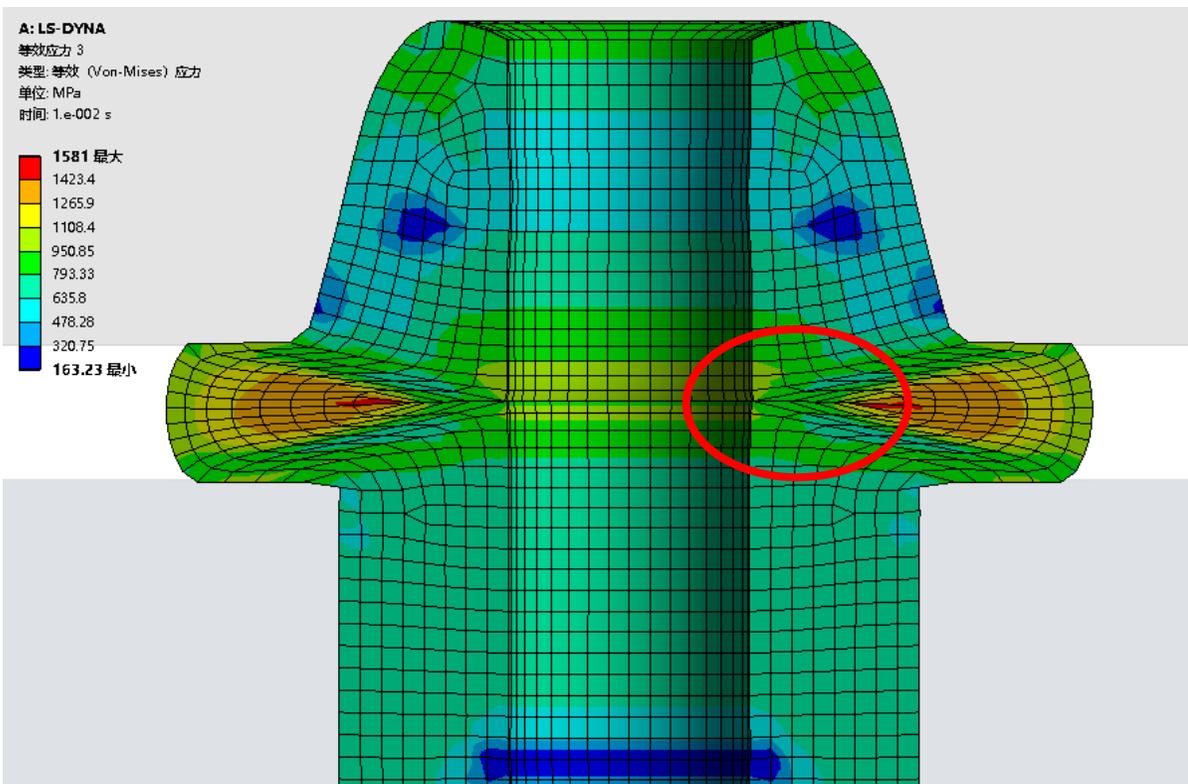


打开结果文件目录，用LSPP可查看更多结果

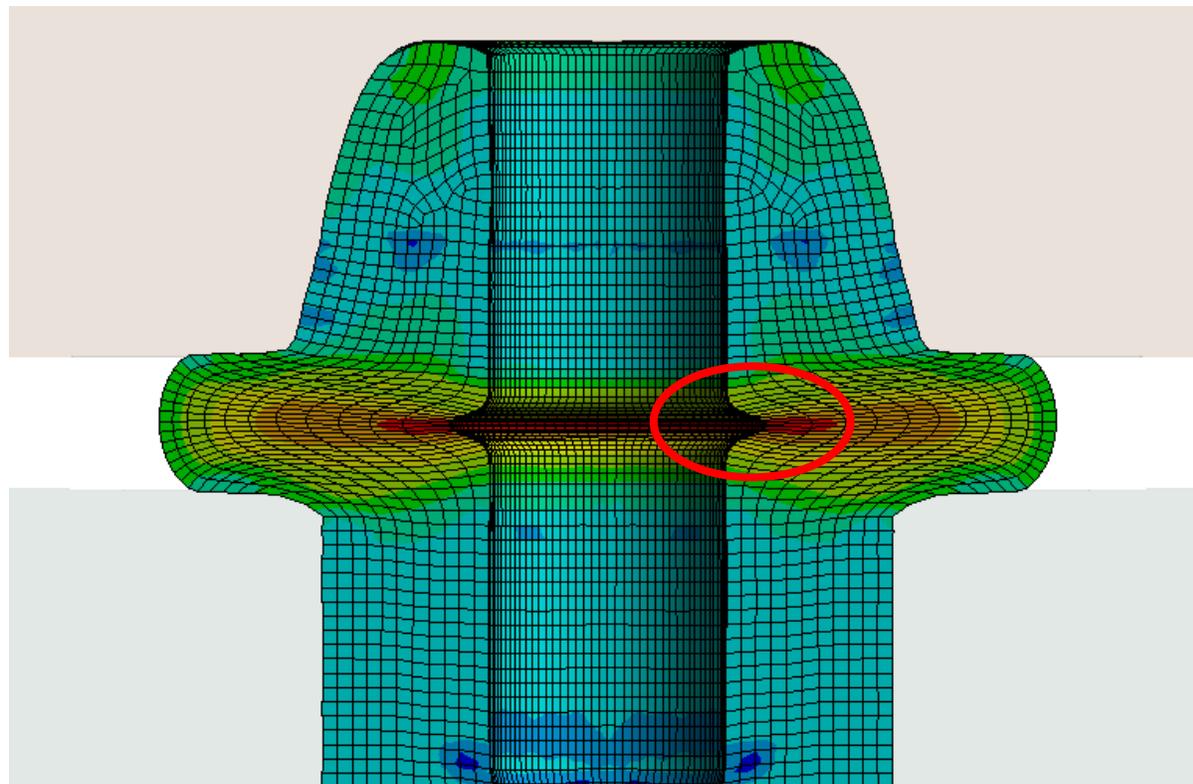


LS Dyna 2D 与 3D 分析比较

2D 扩展显示，不能很好反映3D轴对称效应



3D分析更接近于真实状态



总结

应用 Ansys Workbench LS-Dyna 软件进行金属油管管端成型分析 tube end forming。采用轴对称二维模型 2D Axisymmetric, 正装模具, 包括几何模型处理, 网格划分和前处理, 塑性材料, 接触, 穿透控制, *control_contact 关键字, 凸模凹模, 冲压工序, 求解参数, 对称模型。后处理在 LSPP prepost 里面查看残余应变, 应力, 设备吨位, 判断是否有开裂等成型缺陷, 导出变形后的模型, 查看尺寸。

- 基于作者的经验以及认知水平, 仅供参考。如果与您产品的CAE分析方法有所不同, 请以试验为准!
- 培训或项目需要请联系我司。