



超深油井套管 ABAQUS有限元分析

沈阳工业大学计算力学所
www.shenxinpu.com

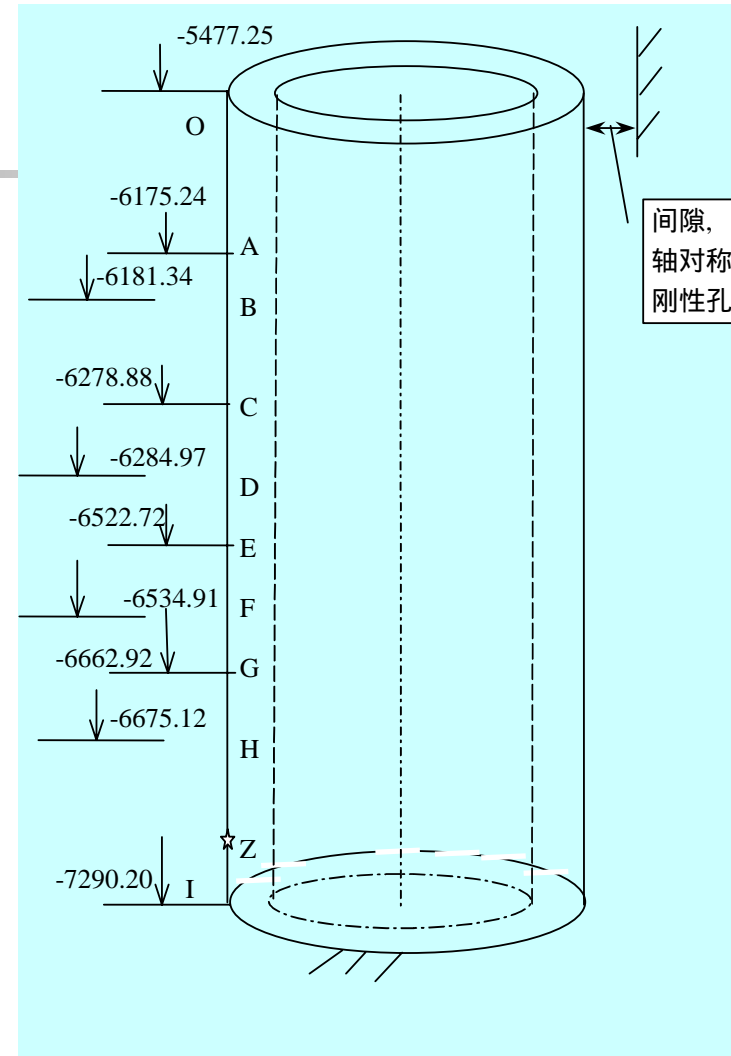


课题背景

- 本课题由某石油工程设计单位委托沈新普教授进行研究；
- 某竖直油井深度超过7千米，地层中有蠕变严重的盐岩层。盐岩层对套管形成非均匀挤压造成破坏，要求对设计方案进行三维模拟验算校核。

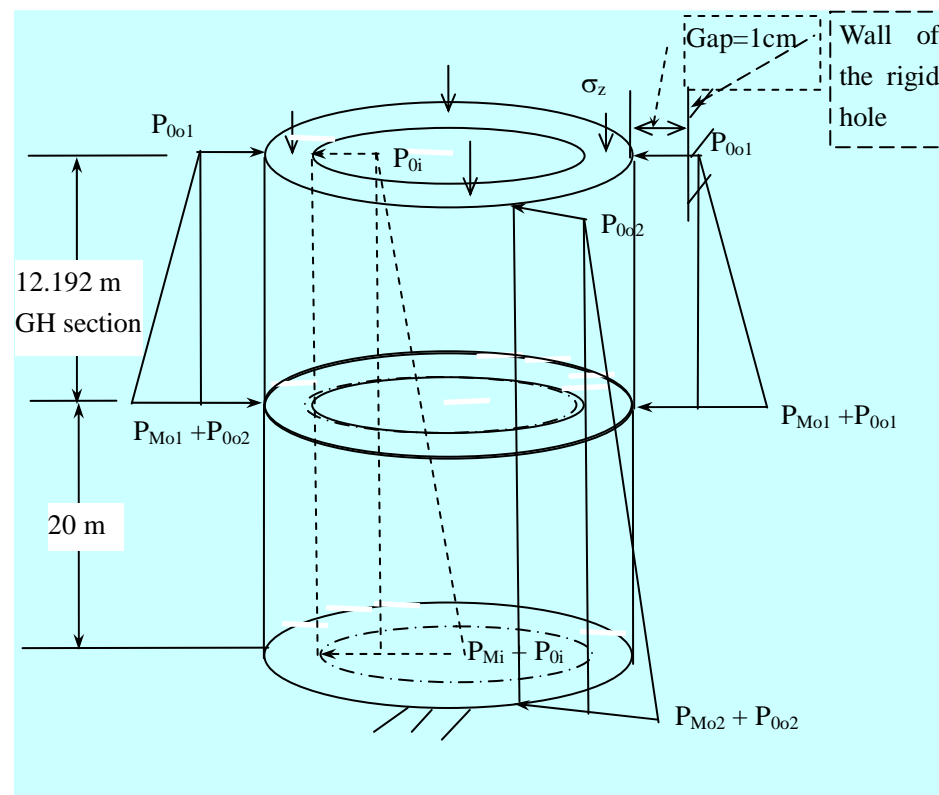
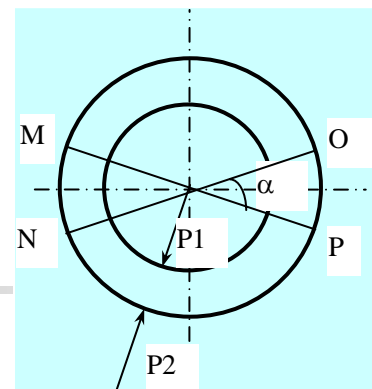
工程模型

- 图示为工程界感兴趣的套管区段，总长超过1800米，图中数字为该点的深度值。



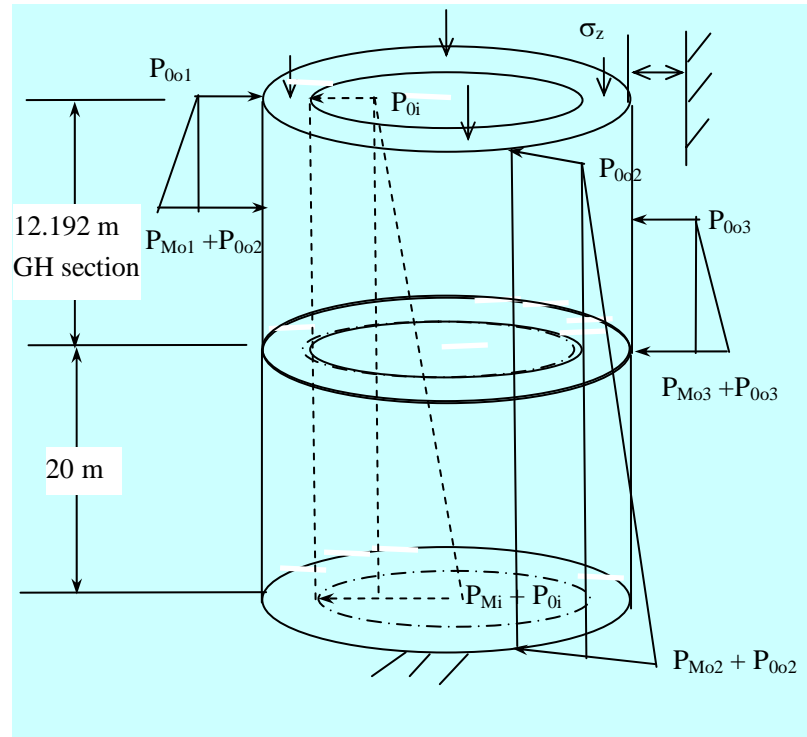
力学模型

- 结合工程资料，力学模型对工程模型进行了简化：仅对最危险的30米长的套管区段进行弹塑性接触问题数值分析。



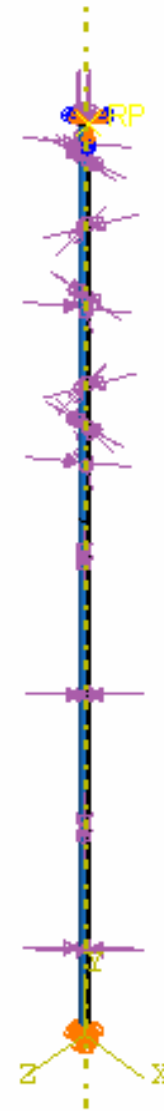
力学模型(续)

■模型还模拟了非对称盐岩载荷的情况



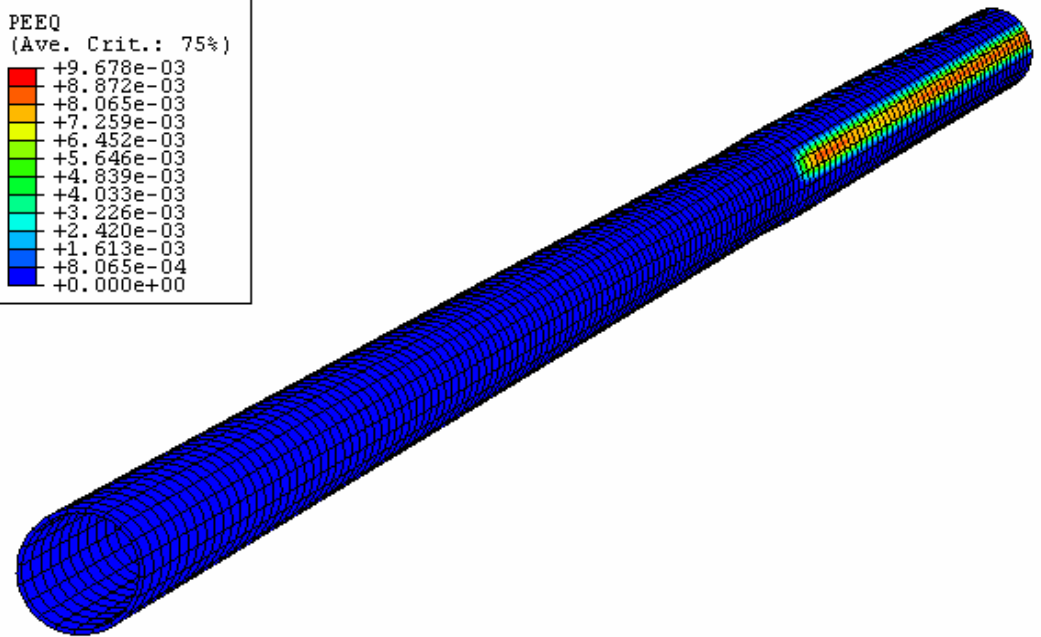
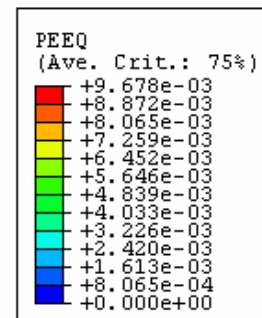
ABAQUS数值计算

- 右图是ABAQUS计算模型，位移边界为下部全约束、上部接触约束限制径向的位移在1cm以内，以模拟扶正器的作用；液体压力、盐岩压力、重力等对应的力载荷共有7组，分布在大小不一的内外表面上各处和顶面上。



数值结果

- 右图是数值结果中的塑性区及塑性应变分布图。非蓝的彩色部分为非均匀的盐岩蠕变造成的塑性区。

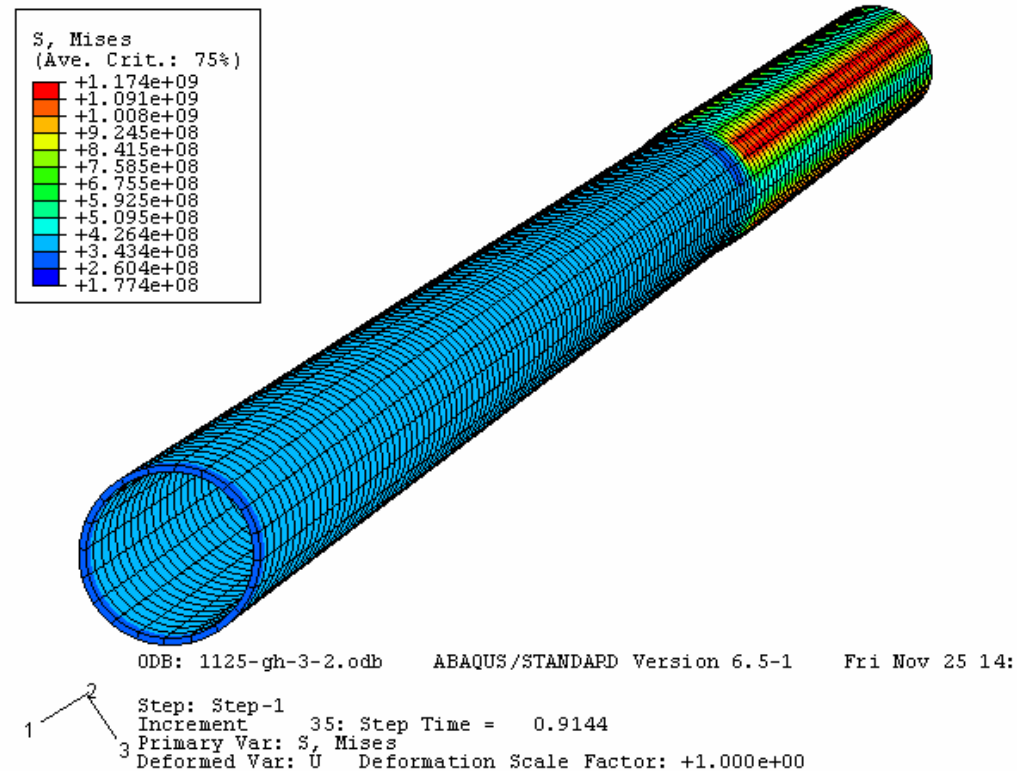


3
1
2

ODB: 1125-gh-3-2.odb ABAQUS/STANDARD Version 6.5-1 Fri Nov 25 14:
Step: Step-1
Increment 35: Step Time = 0.9144
Primary Var: PEEQ
Deformed Var: U Deformation Scale Factor: +1.000e+00

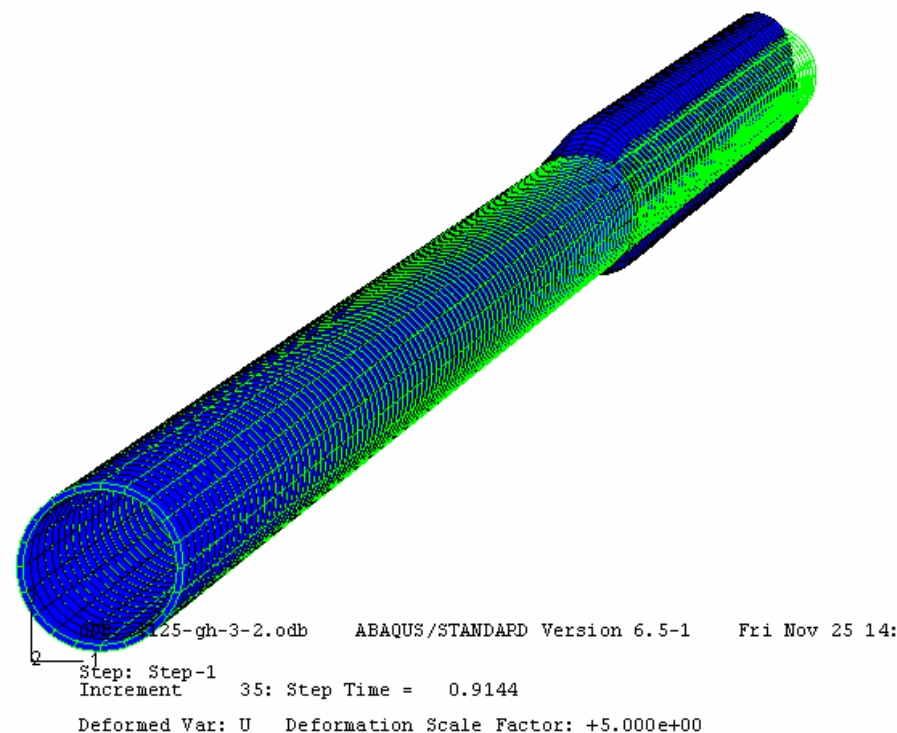
数值结果（续）

- 右图是数值结果中的von Mises等效应力分布图。非蓝的彩色部分为非均匀的盐岩蠕变造成的塑性区较高的应力值。



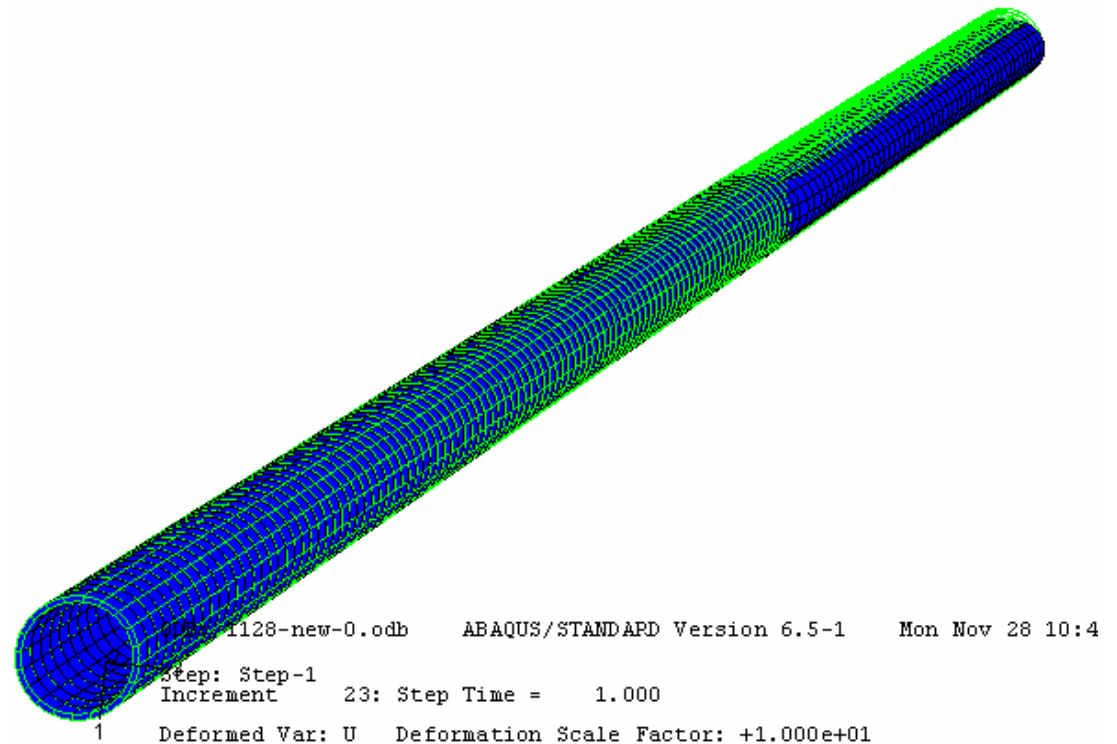
数值结果（续）

- 右图是数值结果中的网格变形图。蓝色表示变形后的网格；绿色为变形前的网格。盐岩蠕变造成了套管被挤扁，显示原设计的套管刚度和强度都不足。



数值结果（续）

- 右图是对套管进行加厚设计之后产生的数值结果中的网格变形图。这时套管的变形明显减小，而且没有塑性区出现。说明强度和刚度都符合工程需要。





结束语

- **ABAQUS有限元软件在建模及求解弹塑性接触问题时表现出了超凡的能力。**
- **套管受挤压变形的三维弹塑性接触数值模拟目前还没有文献报道。2004年的国内某重要期刊的文献报道的仅仅是2维的有限元模拟，与工程实际差别较大。**
- **三维弹塑性接触数值模拟能够有效地模拟实际工程结构的受载及变形，为相关设计提供严谨、准确的理论依据。**