

压裂井生产过程中的应力场模拟

韦世明¹, 陈冬²

1.石油工程学院, 中国石油大学(北京), 北京

2.石油工程学院, 中国石油大学(北京), 北京

简介: 油藏在生产过程中, 地层中的孔隙压力下降, 压力降由井筒开始向外传播, 从而导致地应力场的分布发生变化, 后期钻新井的最优位置将因此发生改变, 所以必须明确生产过程中油藏地应力场的变化规律。

结果: 这里展示了生产60天后的地层孔隙压力和诱导地应力分布等情况。

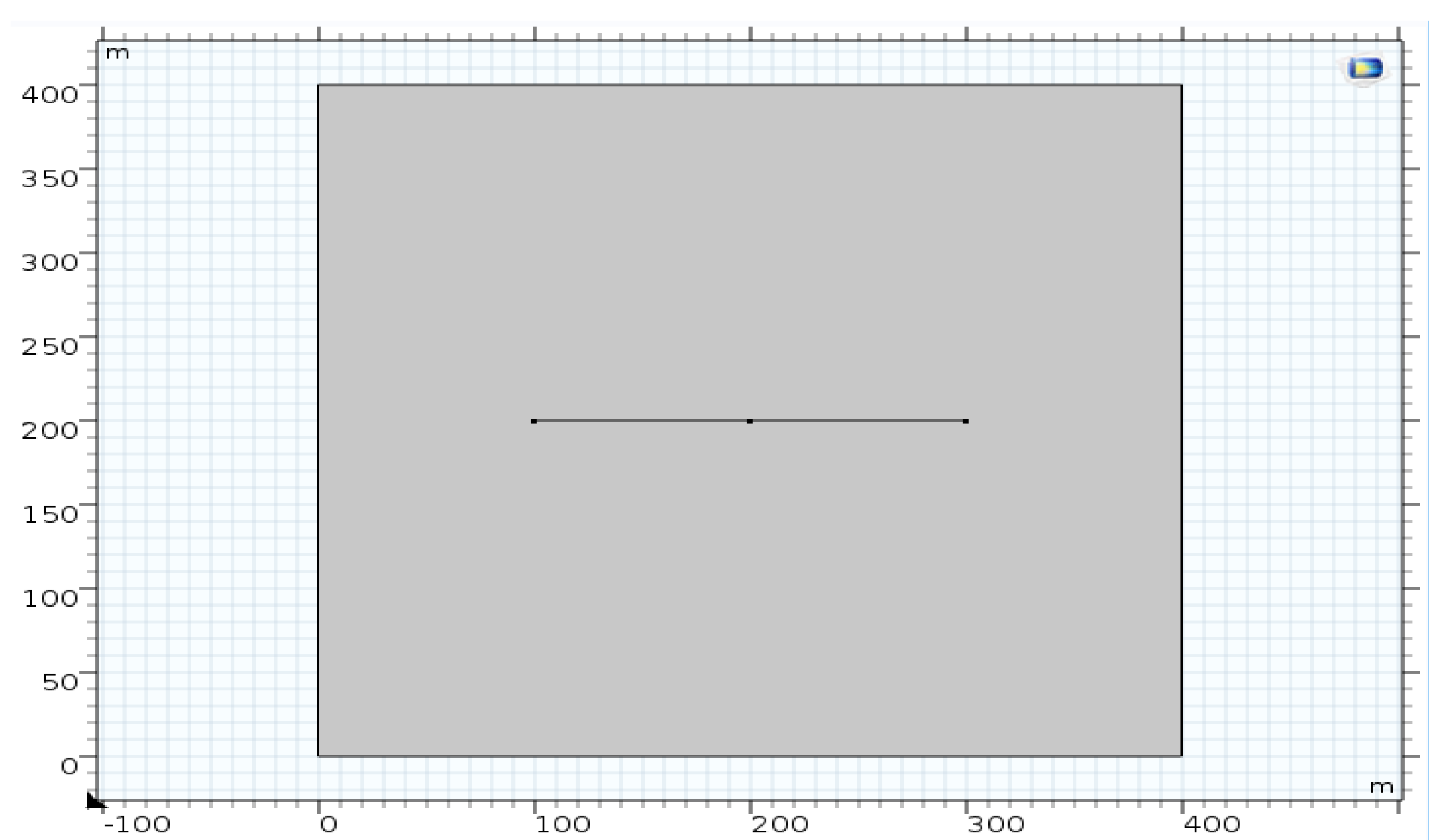


图 1. 水平井模型

计算方法: 采用多孔弹性模块进行流固耦合求解。在达西定律中加入裂隙流模拟水平井。

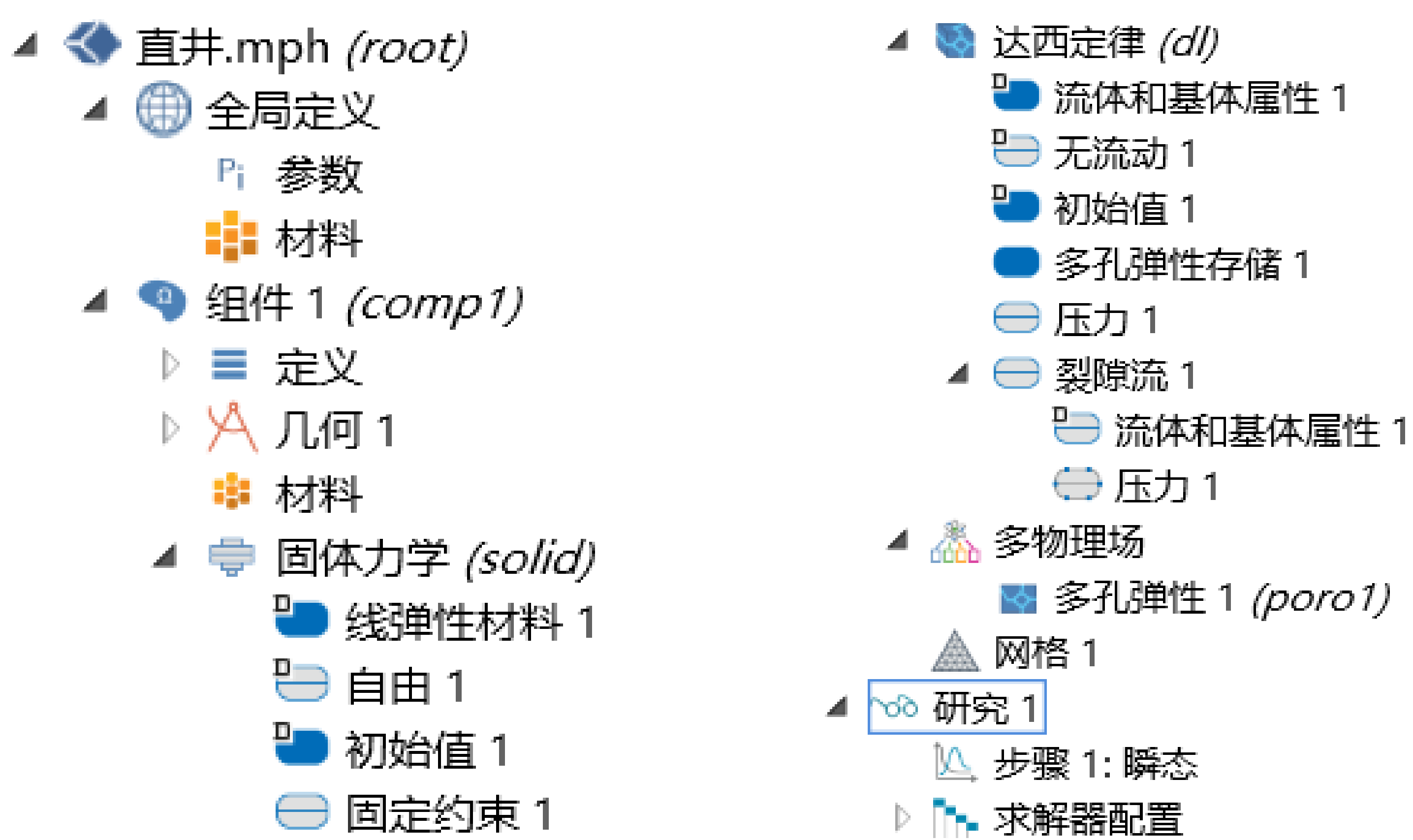


图 2. 计算模块

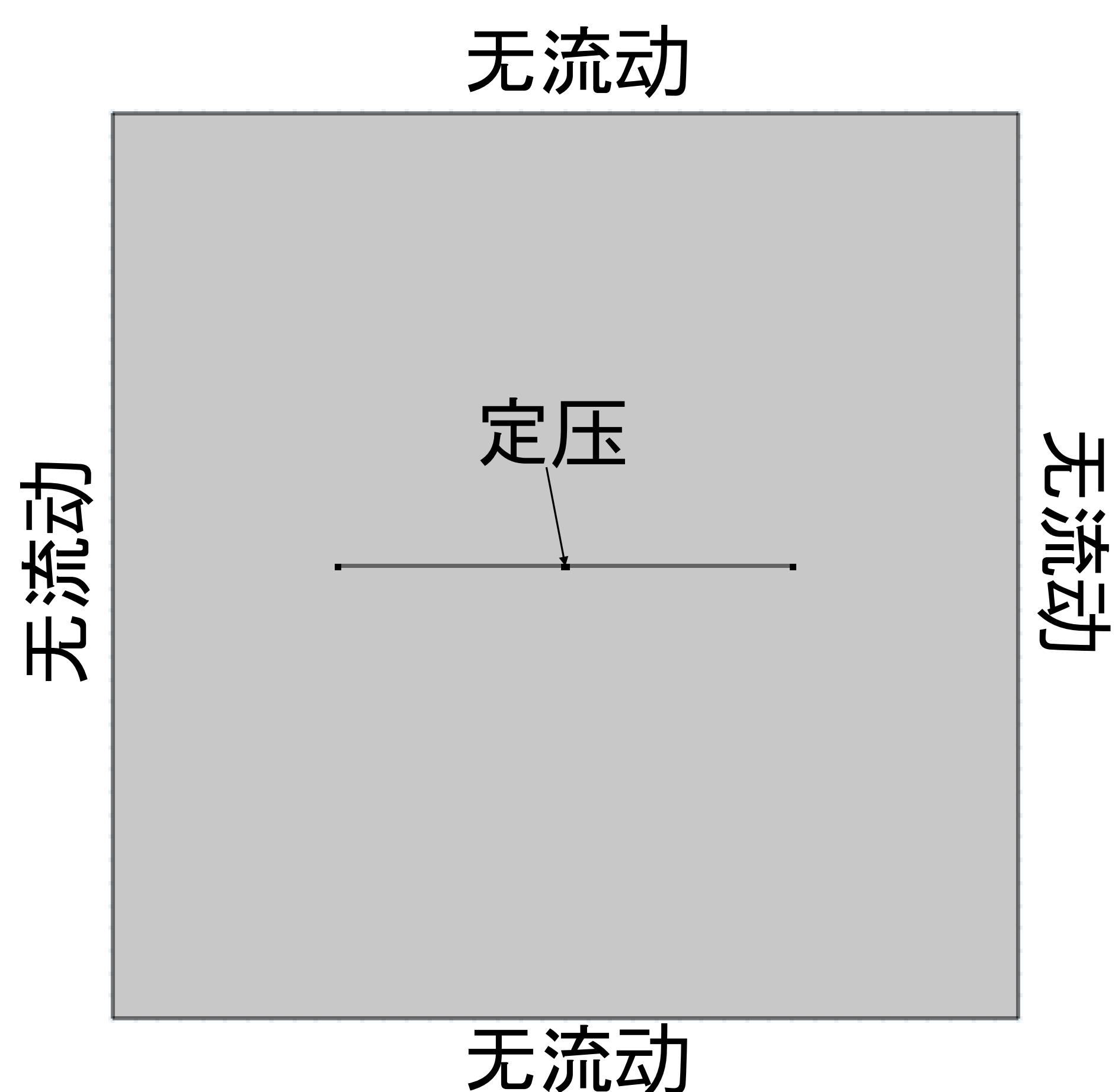


图 3. 模型边界条件

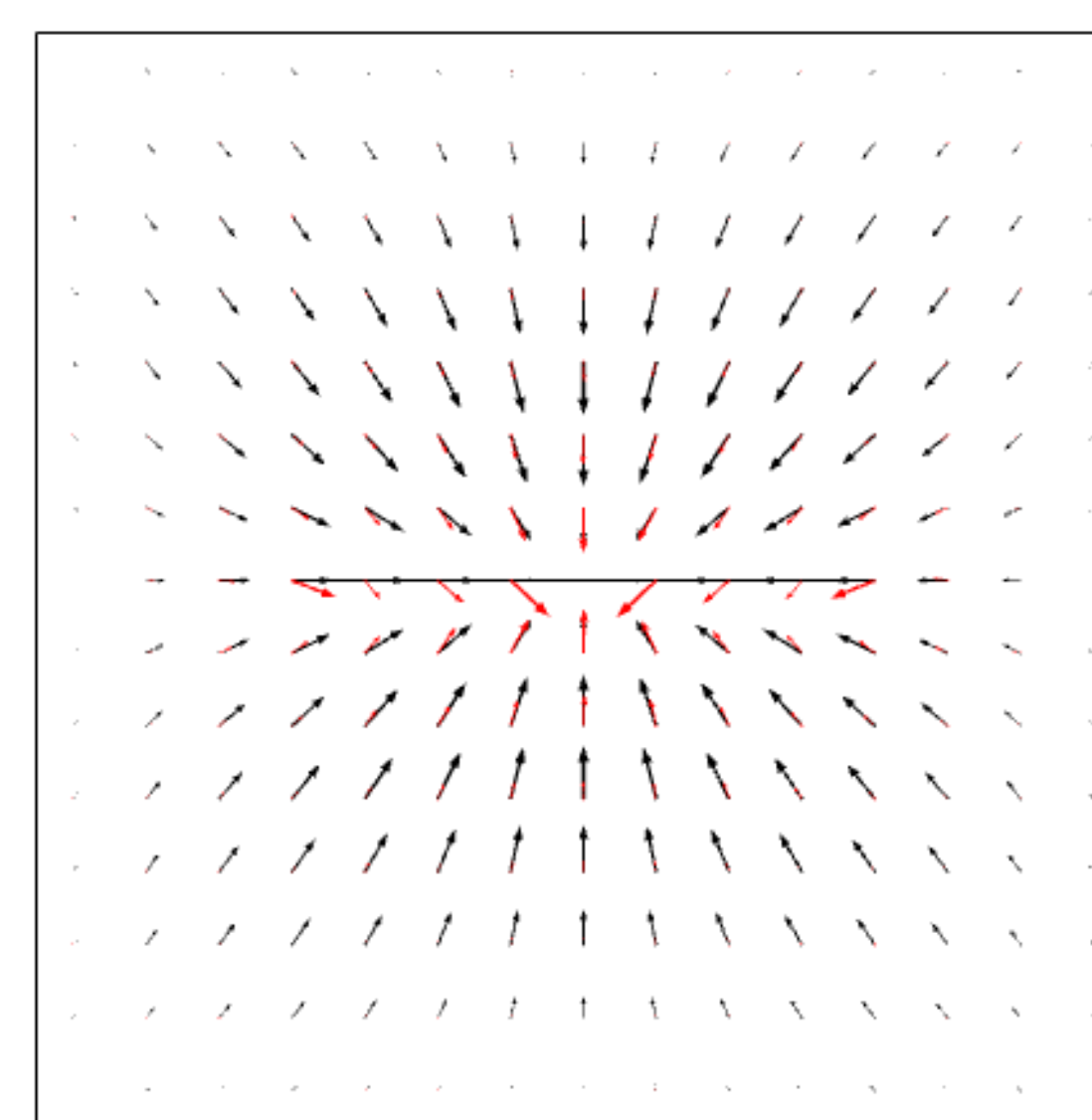


图 4. 流动方向和岩石位移方向 (红色为流动方向, 黑色为固体位移)

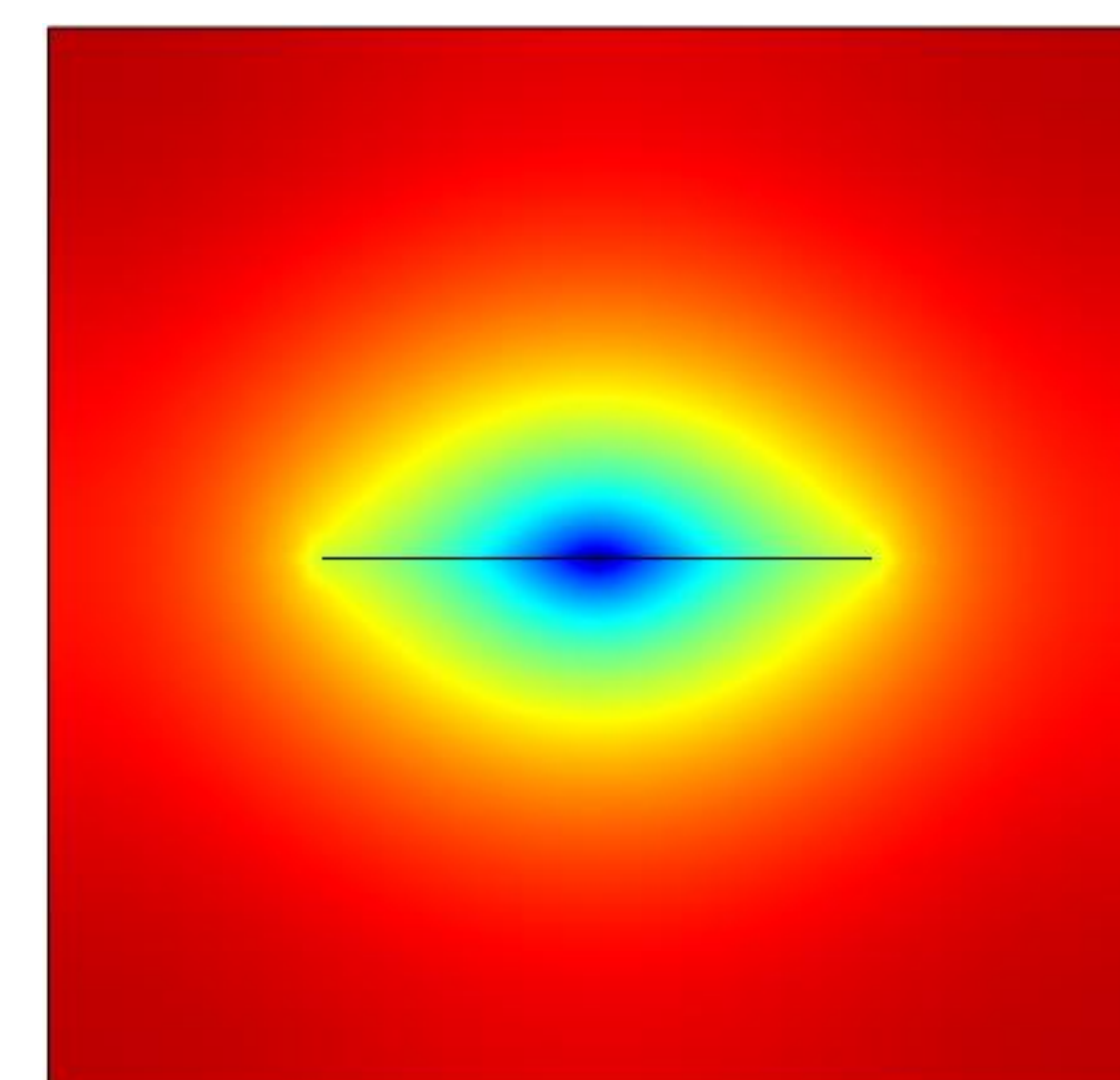


图 5. 图片描述

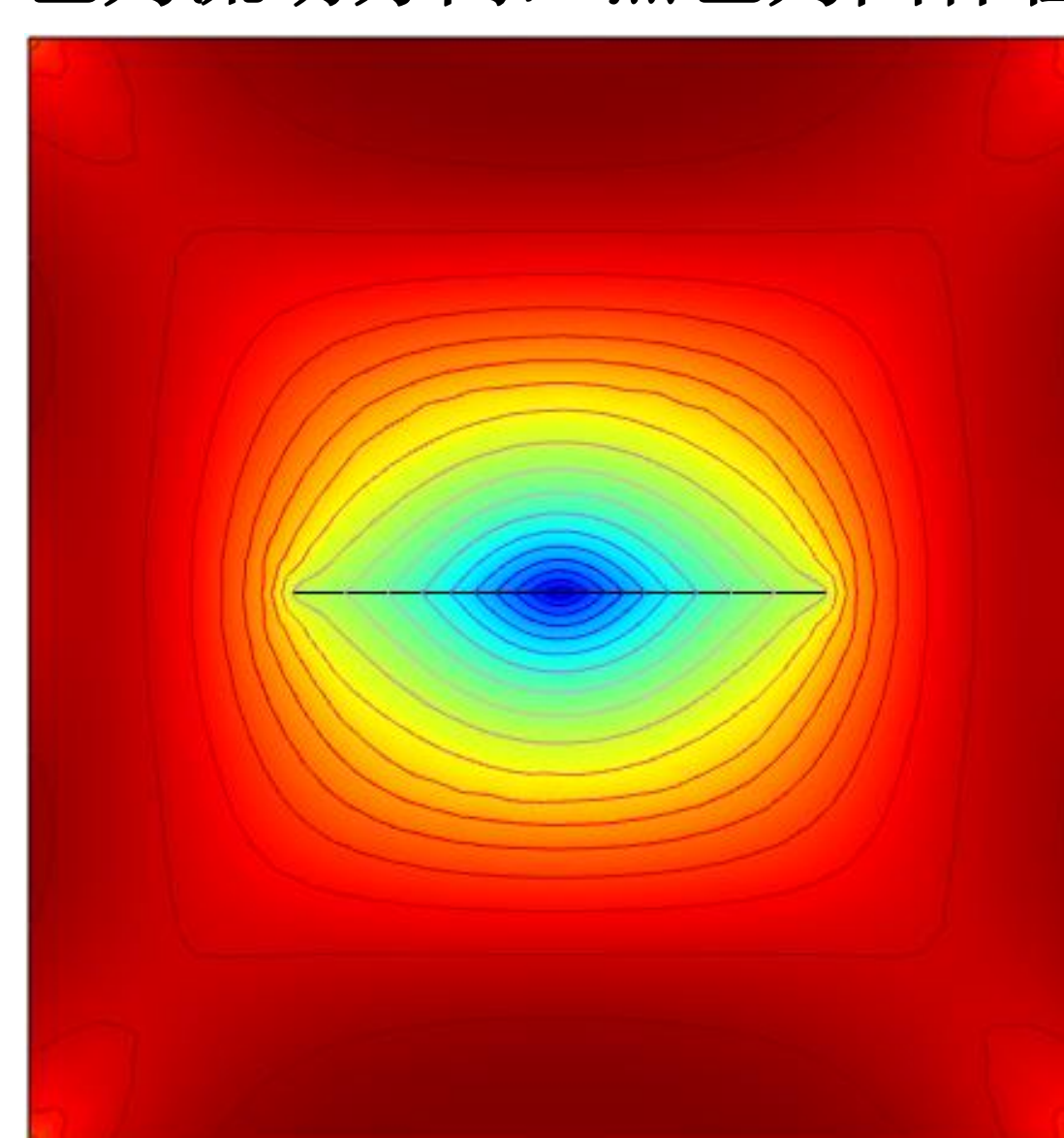


图 6. 最大主应力和其等值线

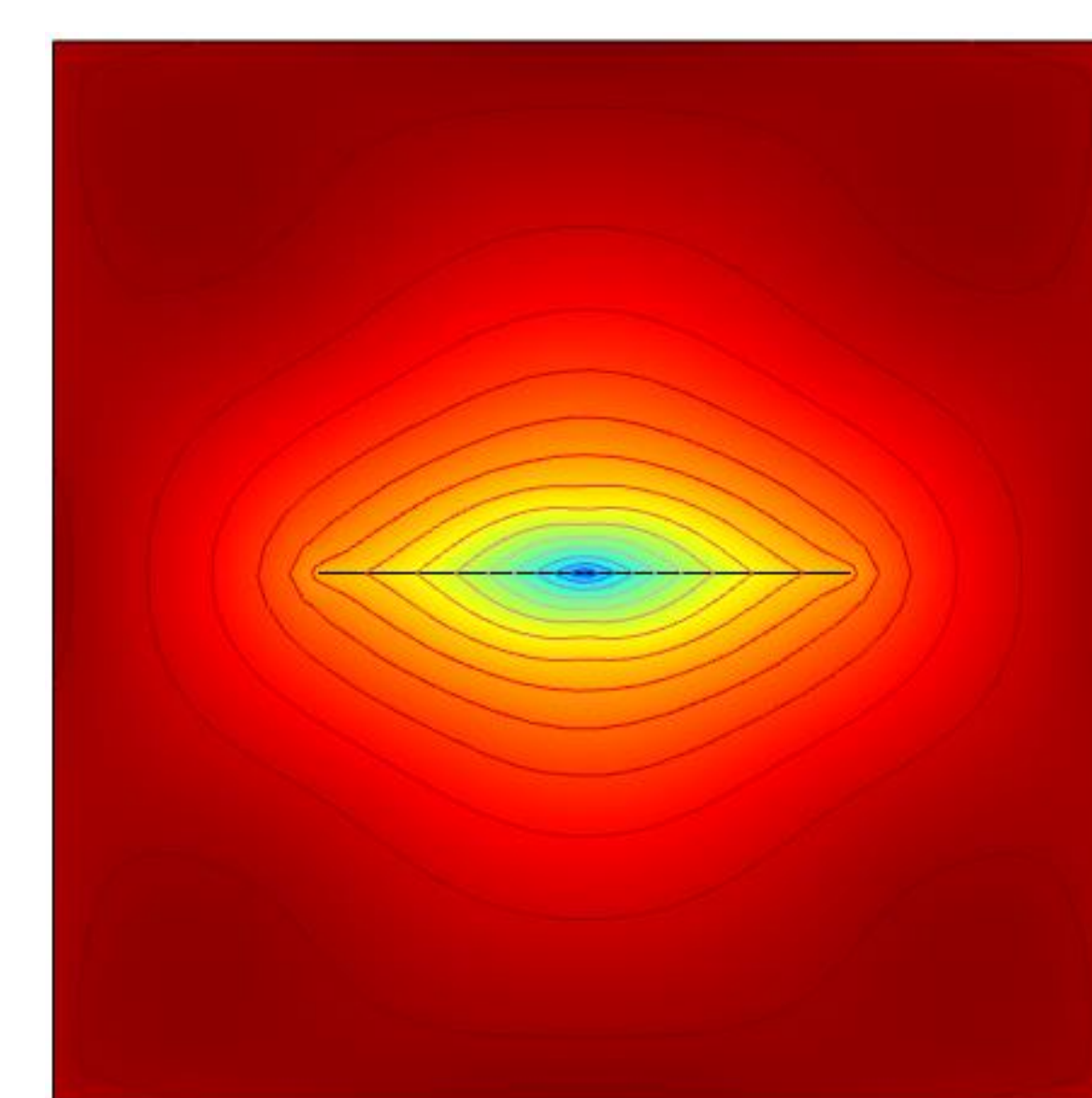


图 7. 最小主应力和其等值线

变量	数值	单位	变量	数值	单位
弹性模量	51	GPa	岩石密度	2500	Kg/m ³
泊松比	0.3	1	地层孔隙度	0.2	1
地层渗透率	1	mD	原始地层压力	70	Mpa
粘度	7.6	mPa·s	井底压力	50	Mpa
油密度	840	Kg/m ³	裂缝渗透率	1E5	mD
水平最小主应力	100	Mpa	裂缝宽度	1	mm
水平最大主应力	130	MPa	Biot系数	0.8	1

表 1. 模拟参数

结论: 生产过程中, 孔隙压力的扩散将引起地层地应力发生变化, 在近井地带更为明显。岩石收缩方向与油流动方向重合, 只在靠近裂缝处发生微小分离。水平最大主应力变化区域近似以正方形向外扩散, 而水平最小主应力则沿着裂缝方向以椭圆形式向外扩展, 且在远离裂缝处, 等值线向井筒凹陷。以上说明最大水平主应力的变化反应地层孔隙的压缩状态, 而最小水平主应力反应裂缝的压缩程度。

参考文献:

1. 冉启全, 李士伦, 杜志敏. 用综合数值模拟方法预测油藏开采过程中的应力分布[J]. 钻采工艺, 4:41-43(1995)
2. 姚军, 王子胜, 张允等. 天然裂缝性油藏的离散裂缝网络数值模拟方法[J]. 石油学报, 31(2):284-288(2010)
3. Bruno M S, Nakagawa F M. Pore pressure influence on tensile fracture propagation in sedimentary rock[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics, 26(4): 261-273 (1991)