

基于块体离散元的断层受流体激活特征及滑动行为研究

Distinct element modeling of hydraulic fracturing induced fault reactivation: Analysis of activation characteristics and sliding behavior

杜泊潼¹ 张丰收¹ 谭鹏² 陈朝伟²

Botong Du¹ Fengshou Zhang¹ Peng Tan² Chaowei Chen²

(1. 同济大学土木工程学院, 上海 200092;

2. 中国石油工程技术研究院有限公司, 北京 102206)

(1. College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. CNPC Engineering Technology R & D Co., Ltd., Beijing 102206, China)

摘要: 流体注入诱发断层激活条件及断层后续滑动行为一直是页岩气等非常规能源开发中的重要问题。本研究以四川盆地西南油气田某平台为背景,建立了考虑断层、破碎带及天然裂缝的场地尺度数值模型,并开展了水力压裂诱发断层滑动的流固耦合分析。基于现场和模拟的结果,我们评估了断层滑动行为在不同条件下的演化特征,并进一步分析了断层角度、注入距离、原位应力对断层的激活条件的影响。模拟结果显示,在断层再活化阶段微地震事件的 b 值显著低于其他阶段,与现场结果相符。随着断层与井筒角度的增加,剪切位移、剪切应力和断层滑动面积呈现先增后减的趋势,暗示在 45° 到 60° 角度范围内断层滑动的概率较高。此外,我们观察到随着断层与井筒夹角变化,注入压力、微地震事件 b 值等参数表现出明显的单调性,潜在具有预测断层行为的应用价值。本研究有助于断层滑动行为的解释及流体注入激活断层行为的预测。

关键词: 断层激活; 水力压裂; 块体离散元; 断层滑动