

雄安新区深部碳酸盐岩热储层地应力场与注水诱发断裂滑动趋势预测

In-situ stress field and fault slip potential induced by fluid injection in a deep-carbonate geothermal reservoir of Xiong'An New Area

丰成君¹, 邢林啸², Takatoshi Ito³, Weiren Lin⁴, Yusuke Mukuhira³, Oshima Kosaku³, 孙东生¹,
张重远¹, 吴垠¹

Chengjun Feng¹, Linxiao Xing², Takatoshi Ito³, Weiren Lin⁴, Yusuke Mukuhira³, Oshima Kosaku³, Dongsheng Sun¹,
Chongyuan Zhang¹, Yin Wu¹

(1. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081;

2. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北石家庄 050061;

3. Institute of Fluid Science, Tohoku University, Sendai 98068577;

4. Graduate School of Engineering, Kyoto University, Kyoto 6158540)

(1. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100081, China;

2. The Institute of Hydrogeology and Environment Geology, Chinese Academy of Geological Sciences,
Shijiazhuang 050061, China;

3. Institute of Fluid Science, Tohoku University, Sendai 98068577, Japan;

4. Graduate School of Engineering, Kyoto University, Kyoto, 6158540, Japan)

摘要: 综合 ASR 法、DCDA 法、诱发张裂缝与钻孔崩落等多源地应力数据, 构建雄安新区深部 (2~4 km) 碳酸盐岩热储层初始地应力模型, 依据摩尔-库仑准则研判热储层内天然裂隙与近场规模性断裂带初始应力状态, 确定诱发断裂滑动所需的临界孔隙水压力阈值。建立热储层 3 km 深度平面二维简化地质模型, 采用流固耦合数值模拟方法, 模拟分析距离断裂带 3 km 范围内代表注水井持续注水 3 个月、1 年、5 年、10 年引起的超孔隙水压力、孔隙弹性应力对断裂带应力状态及滑动趋势的影响, 预测雄安新区热储区内注水诱发容城、容西等基岩断裂滑动趋势。研究结果表明: (1) 雄安新区 2~4 km 深度热储层最大、最小水平主应力线性增加梯度分别为 0.0253 MPa/m 和 0.0216 MPa/m, 最大水平主应力优势方向为 N79°E; (2) 钻孔成像测井揭露出的 516 条天然裂隙初始滑动趋势为 0.08~0.20, 诱发天然裂隙滑动所需的超孔隙水压力最大约为 55 MPa; (3) 容西、容城断裂带初始滑动趋势分别为 0.14~0.20、0.03~0.19, 临界滑动所需的超孔隙水压力分别为 24~38 MPa、26~47 MPa; (4) 持续注水 3 个月、1 年、5 年、10 年, 在容西、容城断裂 (带) 内产生的超孔隙水压力最大值分别不超过 14 MPa、20 MPa、33 MPa 和 35 MPa, 持续注水 5 年后, 注水活动对容西、容城断裂 (带) 中段滑动趋势影响较明显。

关键词: 地应力场; 断裂活动性; 注水扰动; 多场效应; 热储压力