

页岩射孔压裂近井筒应力有限元分析

Finite Element Analysis of Stress around Perforated Wellbore for Hydraulic Fracturing of Shale

陈作荣 姜晓昉 潘哲君

Zuorong Chen Xiaofang Jiang Zhejun Pan

(东北石油大学, 多资源协同陆相页岩油绿色开采全国重点实验室, 黑龙江 大庆 163318)

(State Key Laboratory of Continental Shale Oil, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318, China)

摘要: 为研究页岩水力压裂裂缝从射孔起裂和在井周的延展行为, 建立了非均质有限元力学模型, 分析在远场地应力和井筒内流体压力作用下, 井筒轨迹方位、射孔相位角及射孔间距等因素对井筒周围岩石应力状态的影响。模型考虑来自套管、水泥环、页岩之间力学性质差异的非均质性及相互作用, 以及页岩各向异性力学特性对井周局部应力重新分布的影响。详细考察了井筒及射孔周围环向正应力分布, 并与均匀、各向同性、线弹性解析力学模型预测结果进行比较。结合页岩拉伸强度各向异性, 分析了在局部地应力及均布流体压力作用下最易起裂的射孔区域。研究表明: 非均质性及页岩各向异性明显影响井筒周围局部岩石应力分布; 不同相位角射孔周围环向应力分布明显不同, 最小环向正应力作用方向与最小地应力方向基本一致, 但最小环向正应力幅值差异明显。研究结果为分析页岩多段、多簇射孔压裂的破裂压力及解释井筒周围复杂的压裂裂缝延展行为提供应力分析参考, 也为进一步模拟从不同射孔起裂的多人工裂缝在井周及近井周的复杂相互作用及延展行为建立基础。

关键词: 页岩; 水力压裂; 射孔; 应力分析; 非均质; 各向异性