

水力压裂过程中天然裂缝损伤演化特征—基于近场动力学的水-力耦合模型

Damage Evolution Characteristics of Natural Fractures During Hydraulic Fracturing Process: A Peridynamic Hydro-Mechanical Coupling Model

金安杰¹ 黄旭日¹²³⁴ 赵华涛¹
Anjie Jin¹ Xuri Huang¹²³⁴ Huatao Zhao¹

(1. 地球科学与技术学院, 西南石油大学, 四川成都 610500;

2. 油气藏地质及开发国家重点实验室, 西南石油大学, 四川成都 610500;

3. 四川省天然气地质重点实验室, 西南石油大学, 四川成都 610500;

4. 山前带油气地球物理探测技术重点实验室, 西南石油大学, 四川成都 610500)

(1. School of Geosciences and Technology, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500; 2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500; 3. Natural Gas Geology Key Laboratory of Sichuan Province, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500; 4. Key Laboratory of Piedmont Zone Oil and Gas Geophysical Exploration Technology for Petroleum and Chemical Industry, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500)

摘要: 水力压裂技术被广泛应用于地下资源的开采中, 在其施工过程中由压裂改造引起的天然裂缝宽度变化对水力压裂的改造效果至关重要。为探明水力压裂过程中裂缝宽度演化特征及其影响因素, 本文通过 Peridynamics (PD) 方法建立了流体注入对天然裂缝宽度变化、渗流场演化及位移场分布影响机制的水—力耦合模型。通过将计算结果与经典案例中的解析解及前人研究进行对比, 验证了模型的准确性。在此基础上开展了不同裂缝初始宽度、流体粘度及裂缝倾角的数值模拟。数值结果表明裂缝宽度的变大或流体粘度的减小都能增加天然裂缝中的孔隙水压力, 进而获得更好的天然裂缝改造效果。同时, 裂缝宽度与流体粘度也对裂缝宽度的变化速率有着直接影响。裂缝倾角对裂缝中孔隙水压力的影响较小, 但对裂缝周围的位移场具有直接影响。

关键词: 近场动力学; 水—力耦合模型; 裂缝宽度演化特征; 裂缝破坏起始条件