

考虑煤层细观结构的煤层气渗流近场动力学模拟

Peridynamics simulation for coalbed methane seepage considering microstructure of coal seams

张亚南 翟成* 徐吉钊

Yanan Zhang Cheng Zhai Jizhao Xu

(中国矿业大学, 安全工程学院, 江苏 徐州 221116)

(School of Safety Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

摘要: 煤层气抽采是一个涉及煤层气流动和煤层变形的流固耦合动态过程, 特别是由煤层中裂纹、孔洞等微缺陷发育而导致的煤层渗透系数分布不均, 使得分析煤层气抽采过程气体流动规律更加复杂。为此提出了一种基于煤层核磁图像处理的煤层气抽采流固耦合近场动力学计算模型来研究复杂裂隙煤层抽采过程中煤层气的流动规律。模型中, 通过数字处理技术处理煤层核磁图像, 建立近场动力学各单元渗透系数与煤层细观孔隙结构的关系; 利用近场动力学差分算子重构考虑 Klinkenberg 效应的煤层气非线性渗流控制方程的非局部形式, 在煤层变形的键基力密度方程中引入孔隙压力诱发的膨胀应变。计算时, 煤层气非线性渗流控制方程采用显式差分格式计算, 煤体准静态变形采用动态松弛法计算, 变形后煤层的应力应变利用近场动力学差分算子计算。通过对比经典二维稳态和瞬态煤层气渗流问题解析与数值解验证模型的准确性。研究结果表明, 所建立的模型能够准确分析预测不同工况条件下煤层气抽采中的孔隙压力变化和分布规律。

关键词: 煤层气抽采; 近场动力学; 流固耦合; 孔隙度