

# 天然裂缝分布对页岩宏观力学性能的影响<sup>\*</sup>

曾霞光, 魏宇杰

(中国科学院力学研究所, 北京 100190)

页岩的断裂力学行为是形成复杂的水力压裂缝网的关键, 与其宏观力学性能等因素有关。岩芯实验通常用于确定页岩的宏观力学性能参数, 但难以区分天然裂缝等因素的不同分布特征对其宏观力学性能的影响。采用扩展有限元法(Extended Finite Element Method, XFEM), 研究了裂缝分布特征参数对脆弹性材料宏观杨氏模量、泊松比、剪切模量和断裂强度的影响, 发现: (1) 裂缝角度的标准差对杨氏模量的影响是线性的, 在低裂缝密度时其对泊松比的影响也是线性的, 然而, 剪切模量只受裂缝密度的影响, 不受裂缝角度标准差的影响; (2) 拉伸断裂强度对裂缝密度和角度标准差都很敏感, 它们之间呈现出复杂的非线性关系; (3) 在不同方向上的杨氏模量、泊松比、断裂强度等值不同, 但是, 随着裂缝角度标准差趋向其极限  $52^\circ$ , 不同方向的杨氏模量、泊松比、断裂强度分别趋向于同一个值。建立了裂缝分布特征参数与以上 3 个力学性能参数的关系式, 当已知裂缝统计特征时, 这些关系式可用于估算页岩的宏观力学性能, 当已知其宏观力学性能时, 它们可用于反演页岩中天然裂缝的分布特征。

---

<sup>\*</sup> 通讯作者: 曾霞光(1984-), 男, 博士后. E-mail: xiaguangzeng@lnm. imcch. ac. cn