

基于纳米压痕的岩石非均质表征及随机 FDEM 模拟

Nanoindentation-based rock heterogeneity characterization and random field FDEM modelling

席迅¹ 冯智铭² 杨尚同²

Xun Xi¹ Zhiming Feng² Shangtong Yang²

(1. 北京科技大学土木与资源工程学院, 北京 100083;

2. 中国矿业大学深地工程智能建造与健康运维全国重点实验室, 江苏徐州 221116)

(1. School of Civil and Resource Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;

2. State Key Laboratory of Intelligent Construction and Healthy Operation and Maintenance of Deep Underground Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

摘要: 岩石的非均质性显著影响岩石力学行为及岩石工程可靠性。为表征岩石非均质性, 开展了花岗岩纳米压痕矩阵测试, 获得了花岗岩细观非均质参数分布, 通过随机场理论建立了基于纳米压痕的花岗岩随机场模型, 进而将该模型嵌入连续-非连续 FDEM 模拟花岗岩半圆弯拉随机断裂行为, 开展了花岗岩半圆弯拉实验, 将实验结果与模拟结果进行了对比验证, 讨论了花岗岩随机断裂行为。结果表明, 花岗岩弹性模量呈现显著的空间相关性, 所测试样参数相关距离约为 0.57mm。纳米压痕参数可用于快速建立非均质岩石力学参数的随机场模型。开发的随机 FDEM 方法可以准确模拟非均质岩石额度非线性断裂行为。岩石裂纹更倾向于穿透薄弱区域而绕过高强区域, 体现了岩石非均质性对裂纹发育的影响。岩石参数的相关距离越大, 变异系数越高, 岩石承载能力的波动性越大。

关键词: 非均质性; 纳米压痕; 断裂; FDEM