

基于矿物晶界细观特性的花岗岩力学性能三维离散元预测

Three-dimensional discrete element prediction of granite mechanical properties based on meso-scale characterization of mineral grain interfaces

李孟熠¹ 张丰收¹ 吴志军² 王智洋²

Mengyi Li¹ Fengshou Zhang¹ Zhijun Wu² Zhiyang Wang²

(1. 同济大学土木工程学院, 上海 200092;

2. 武汉大学土木建筑工程学院, 湖北武汉 430072)

(1. College of Civil Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. College of Civil Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

摘要: 合理预测储层岩石的力学特性对于非常规油气资源开发、二氧化碳地质封存、高放核废料处置等深部地下工程的安全施工具有重要意义。然而,在深地高地应力的作用下,岩芯在取样过程中易发生崩解,这也为传统的岩石宏观力学测试带来了完整岩芯制备难、样品个体差异大、试验开展耗时长等诸多难题。为此,本研究提出了一种基于矿物晶界真实细观特性的岩石三维离散元聚类建模方法,可在针对小尺寸花岗岩样品开展晶界细观力学试验的基础上,实现由矿物尺度到岩心尺度的宏观力学性能预测。首先,开展花岗岩薄片的标准/偏心四点弯加载测试,基于 Dugdale-Barenblatt (D-B) 模型,推导出了花岗岩内部三种主要矿物晶界(石英-石英、石英-长石、长石-长石)的拉伸、剪切强度分布。随后,依据花岗岩内部矿物真实含量建立三维离散元聚类模型,并将已获取的细观力学参数直接代入不同晶界粘结,通过开展标准岩石力学加载模拟对花岗岩的单轴压缩、巴西劈裂及直接剪切强度进行了预测,模型预测结果与试验结果的一致验证了所提方法的有效性。最后,改变花岗岩聚类模型中各矿物组分的含量,开展含不同矿物组分花岗岩样品的力学加载模拟试验,建立了花岗岩内部矿物配比与其宏观力学强度的定量关联。

关键词: 花岗岩; 矿物晶界; 细观特性; 力学强度; 离散元