

基于在线 SEM 微裂纹结构演化及其对煤力学行为影响

Investigation on micro-crack evolution and its relation to the overall mechanical properties of coal

郑江韬^{1,2} 边宇峰² 牛庆佳² 鞠杨^{1,2}

Jiangtao Zheng^{1,2}, Yufeng Bian², Qingjia Niu², Yang Ju^{1,2}

(1. 中国矿业大学(北京)煤炭精细勘探与智能开发全国重点实验室, 北京 100083;

2. 中国矿业大学(北京)岩土学院, 北京 100083)

(1. State Key Laboratory for Fine Exploration and Intelligent Development of Coal Resources, China University of Mining and Technology-Beijing, 100083, China;

2. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, 100083, China)

摘要: 随着煤炭资源开采深度不断加深, 由于开采引发的灾害时有发生。煤的宏观力学性能由其内部微观力学行为决定, 尤其是其内部微裂纹结构的演化, 然而宏观尺度和微观尺度煤的力学行为关系尚不清楚。本文采用原位加卸载扫描电镜(in-situ SEM)获取了三轴条件下煤内部天然微裂纹在受拉区和受压区的演化规律; 采用单轴压缩和巴西劈裂试验得到了煤受压和受拉时的应力-应变曲线。试验结果表明试件破坏前, 受压区微裂纹的开度随载荷增加呈指数减小, 而受拉区微裂纹的开度随载荷的增加几乎呈线性增加, 直至裂纹扩展。单轴压缩试验应力-应变曲线在初始压密段表现出非线性弹性行为, 之后进入线弹性段直至破坏。而巴西劈裂试验测得的应力-应变曲线几乎是线性的。采用两部分胡克模型(TPHM)将煤从概念上分为“软质部分”和“硬质部分”, 可以更好地描述煤内部受压区裂纹开度的指数闭合规律, 以及煤压缩的非线性弹性变形。基于 TPHM 分析结果表明煤宏观力学性质具有强关联性, 微裂纹的闭合是造成煤非线性压密的主要原因。

关键词: 微裂纹; 原位 SEM; 原位 CT; TPHM; DIC