

声发射震源机制对比研究

Comparison of AE Source Mechanism

邓绪彪¹ 马加欣¹ 张玉敏¹

DENG Xubiao¹ MA Jiaxin¹ ZHANG Yumin

(1. 华北水利水电大学地球科学与工程学院, 郑州 河南 450046)

(1. School of Geoscience and Engineering, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou Henan 450046, China)

摘要: 声发射震源机制对研究岩石损伤演化及破坏具有重要意义。本文开展了声发射剪切和拉张基本震源的铅笔芯试验, 运用此数据, 对比了基于位错的矩张量震源机制反演、基于声发射波形参数 RA/AR 的震源机制判断和基于深度学习方法判别三种声发射震源机制判别方法。首先, 利用声发射波形初至通道与最大振幅通道的数据, 对全波形特征参数 RA-AF 和上升段参数 RA-RF 的分布特征进行了详细分析。结果显示, 张拉震源和剪切震源的分布都呈现出交叉重叠, 没有明显的界限区分, 表明传统参数分类法只适用于针对整个加载方式进行参数统计性判定, 并不能精确判定单个事件的震源类型, 且在复杂应力条件下可能会失效。其次, 采用声发射波形的短时傅里叶变换 (STFT) 频谱数据进行了震源类型的深度学习研究。结果表明, 使用深度学习进行震源类型模式识别时, 训练的 BP 神经网络模型在准确率上, 显著优于使用波形参数训练的 SVM 模型。基于砂岩、花岗岩和铝块三种不同介质采集的数据, SVM 模型的整体准确率分别为 60%、66.7%和 65.2%, 而 BPNN 模型的整体准确率则分别达到了 87.5%、81.2%和 82.1%。最后, 本文对单轴压缩下花岗岩全应力时间曲线划分四个加载阶段的声发射特征进行了研究, 通过调用训练出的神经网络模型, 对花岗岩破坏的各个阶段的声发射事件进行震源类型预测。结果表明, 在裂隙压密段和弹性变形段, 破坏以张拉源为主; 从裂隙变形段开始, 剪切源显著增多, 直至在峰值破坏段主导岩样破坏。这一结论与前人关于岩石单轴压缩破坏过程中利用矩张量反演得到的震源机制演化特征一致, 进一步验证了基于声发射频谱数据训练的神经网络识别模型的可靠性。

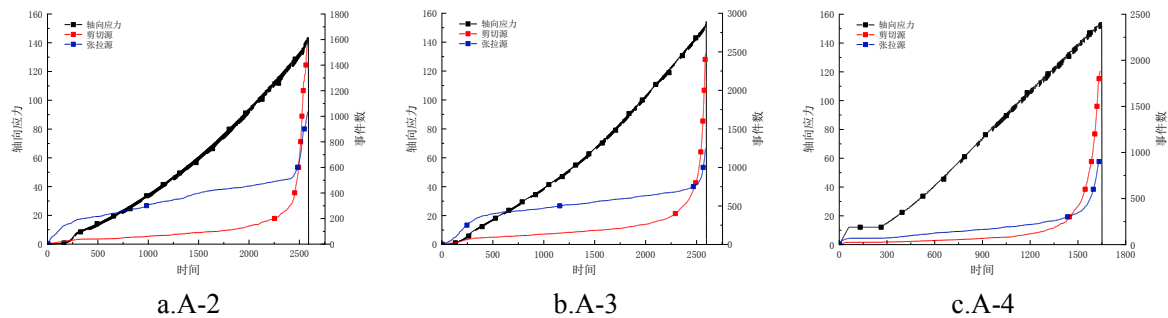


图 1 不同震源类型事件累计曲线

Fig.1 Event accumulation curves for different source types

关键词: 声发射参数; 矩张量反演; 声纹; 深度学习