

深部隧洞结构型岩爆能量演化特征物理模型和数值模拟研究

周嘉亮¹ 祝国强¹

Jia-Liang Zhou¹ Guo-Qiang Zhu¹

(1. 中国地质大学湖北巴东地质灾害国家野外科学观测研究站, 湖北武汉, 430074

1. Badong National Observation and Research Station of Geohazards, China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China)

摘要: 在深部硬岩隧洞开挖过程中时常发生岩爆, 结构型岩爆更为常见且破坏力更大。为研究深部硬岩隧洞中结构面和高应力共同作用下硬岩的能量演化、断裂过程以及破坏机制, 设计了揭露型、非揭露型、贯穿型和组合型四种不同类型结构面的试样。然后开展了一系列的物理模型试验, 并通过 DIC 和 AE 技术监测试验全过程。试验结果表明: 结构面发生剪切破坏时, 能量主要聚集在结构面的表面, 并且沿着剪切破坏方向的能量聚集更显著。随着荷载的不断加大, 能量在结构面处聚集, 应变能不断增大, 在应力超过其承载能力时, 试样沿着结构面发生剪切破坏, 能量急剧释放。组合型、非揭露型、揭露型和贯穿型结构面能量释放依次减小。不同类型结构面试样的应变在结构面处最大, 远离隧洞逐渐减小。根据 DIC 和 AE 监测的数据以及断裂力学理论, 构建了一种基于能量演化的结构型岩爆预测模型, 预测结果与试验结果相吻合。再通过 fish 语言编程, 将预测模型嵌入离散元软件进行计算验证, 计算结果与理论模型预测值基本一致。研究成果对完善不同类型结构面岩体的能量演化机制和岩爆预测做出了一定的贡献。

关键词: 硬岩隧洞; 结构型岩爆; 能量模型; 物理模型试验; 三维离散元