

水岩耦合作用下深部砂岩强度损伤本构模型研究

Study on the constitutive model of deep sandstone strength damage under water rock coupling

张勇^{1,2,3}, 杨国威^{2,3}, 缪澄宇^{1,2,3,5}, 孙晓明^{1,2,3}, 朱明群⁴, 丰子扬^{2,3}, 张俊瑶^{2,3}, 于雪倩^{2,3}

ZHANG Yong^{1,2,3} YANG Guowei^{2,3} MIAO Chengyu^{1,2,3,5} SUN Xiaoming^{1,2,3} ZHU Mingqun⁴

FENG Ziyang^{2,3} ZHANG Junyao^{2,3} YU Xueqian^{2,3}

(1.中国矿业大学(北京)内蒙古研究院, 内蒙古 鄂尔多斯 017004

2.中国矿业大学(北京)隧道工程灾变防控与智能建养全国重点实验室,北京 100083

3. 中国矿业大学(北京)力学与土木工程学院, 北京 100083

4.东南大学岩土工程研究所, 江苏 南京 211189

5.中国地质大学(北京)工程技术学院, 北京 100083)

(1.Inner Mongolia Research Institute, China University of Mining and Technology (Beijing) , Ordos 017004, China

2.State Key Laboratory of Tunnel Engineering,China University of Mining and Technology (Beijing) , Beijing 100083, China

3. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing) , Beijing 100083, China

4. Institute of Geotechnical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China

5. School of Engineering and Technology, China University of Geosciences (Beijing) , Beijing 100083, China)

摘要: 水岩耦合作用使得深部岩体强度劣化, 诱发井巷工程围岩大变形, 导致深部工程稳定性难以控制。为探究深部岩体强度损伤过程, 开展了水岩耦合作用下深部砂岩三轴压缩实验研究, 分析了砂岩的应力-应变曲线特征、强度、变形特征和破坏模式, 揭示了水岩耦合作用下深部砂岩的强度损伤机理。基于损伤力学理论, 构建水岩耦合作用下砂岩的三维压缩强度损伤本构模型, 通过引入修正系数 k , r 和 n 对模型进行修正和参数识别, 验证了该模型的科学性。研究表明: (1) 随着 k 值的增加, 砂岩峰后阶段的应力下降不断变缓, 砂岩的应变软化特征愈加明显, 残余应变不断变大, 砂岩的塑性逐渐增强, k 值对砂岩的弹性模量和残余应变产生影响; (2) 随着 r 值的增加, 砂岩应力-应变曲线峰后阶段逐渐变陡, 应力跌落速率增加, 残余强度降低; 当 r 值较小时, 塑性流动阶段的曲线会向上凸起, r 值对砂岩的残余强度和塑性流动阶段曲线的形态产生影响; (3) 随着 n 值的增加, 砂岩应力-应变曲线峰后阶段逐渐变缓, 应力跌落速率减慢, 残余强度升高, 但残余应变没有发生变化, n 值对砂岩的残余强度产生影响。

关键词: 深部; 砂岩; 水岩耦合; 强度损伤; 本构模型