

恒阻大变形锚索静力拉伸力学特性及工程应用

Static tensile mechanical properties and engineering application of constant resistance and large deformation anchor cable

崔力^{1,2} 孙晓明^{2,3} 何满潮^{2,3} 王琦^{2,3} 张勇^{2,3}

CUI Li^{1,2} SUN Xiaoming^{2,3} HE Manchao^{2,3} WANG Qi^{2,3} ZHANG Yong^{2,3}

(1. 河南科技大学土木建学院, 河南洛阳 471000;

2. 中国矿业大学(北京)深部岩土力学与地下工程国家重点实验室, 北京 100083;

3. 中国矿业大学(北京)力学与土木工程学院, 北京 100083)

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan;

2. State Key Laboratory for Geomechanics and Deep Underground 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)

摘要: 深部工程由于面临大变形、高地压等力学现象, 导致灾害频发, 主要原因是开挖后围岩的能量得不到合理释放。传统支护材料由于延伸率低, 无法适应围岩大变形, 安全储备低, 无法施加高预紧力, 因此难以做到有效吸能。为此, 本文研发了一种新型恒阻大变形(CRLD)锚索, 开展了静力拉伸实验, 并与普通高强(HS)锚索进行了对比分析。结果表明: (1) CRLD 锚索具有明显的恒阻阶段, 恒阻值在 415 kN 左右, 伸长率达到 25%, 是 HS 锚索伸长率的 3.9 倍, 吸能量为 HS 锚索的 3.5 倍。(2) 第一根钢绞线破断前, 锚索全段温度约为 33℃, 均匀吸收能量, 无明显能量集中现象, 破断后, 钢绞线分段伸长量标准差为 4.16 mm, 离散程度小, 钢绞线各段沿长度方向变形均匀, 断口颈缩率为 8.5%, 无明显颈缩现象。(3) 在此基础上, 提出了锚索静力韧度 UT 的评价指标, 该指标能反映锚索强度、伸长率和吸能密度的综合力学性能。通过与 HS 锚索和另一种应用广泛的、具有优异吸能特性的 He 锚索进行对比, 发现 CRLD 锚索的 UT 比 HS 锚索提升了 117%, 比 He 锚索提升了 38.1%。(4) 本文提出了 CRLD 锚索的支护设计原理, 并将 CRLD 锚索在埋深 1050 m 的巷道现场进行应用, 结果表明, CRLD 锚索由于强度储备高, 可施加的预紧力可达到锚索破断荷载的 85%以上, 是 HS 锚索的 2.3 倍。采用新支护后, 巷道围岩最大变形量为 180 mm, 是传统支护下围岩最大变形量的 36%, 巷道变形得到控制, 围岩达到稳定。

关键词: 锚索支护; 恒阻吸能; 静力拉伸; 力学特性; 静力韧度; 工程应用