

龙门山中段清平磷矿深部地下开采岩体移动规律、变形机理与预测

Movement law, deformation mechanism and prediction of deep underground mining rock mass in the middle section of Qingping Phosphorite Mine in Longmen Mountain.

姚毅^{1,2} 王浩^{1,2} 石亮^{1,2} 左海军^{1,2} 何良^{1,2} 陈元喜^{1,2} 贺天全³ 朱红金^{4,5} 宋润权^{4,5}
Yao Yi^{1,2}, Wang Hao^{1,2}, Shi Liang^{1,2}, Zuo Haijun^{1,2}, He Liang^{1,2}, Chen Yuanxi^{1,2}, He Tianquan³, Zhu Hongjin^{4,5}, Song Runquan^{4,5}

(1.四川蜀道矿业集团德阳昊华清平磷矿有限公司, 四川德阳, 618299

2.四川蜀道矿业集团德阳昊华清平磷矿有限公司技术中心, 四川德阳, 618202

3.四川省化工地质勘察院, 四川成都, 611930

4.四川煤矿安全监察局安全技术中心, 四川成都, 610046

5.四川铸创安全科技有限公司, 四川成都, 610046)

(1.Sichuan Shudao Mining Group Deyang Haohua Qingping Phosphate Mine Co., Ltd., Deyang, Sichuan, 618299

2.Sichuan Shudao Mining Group Deyang Haohua Qingping Phosphate Mine Co., Ltd. Technology Center, Deyang, Sichuan, 618202

3.Sichuan Provincial Institute of Chemical Geological Exploration, Chengdu, Sichuan, 611930

4.Sichuan Coal Mine Safety Supervision Bureau Safety Technology Center, Chengdu, Sichuan, 610046

5.Sichuan Zhuchuang Safety Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610046)

摘要: 龙门山中段清平磷矿作为我国重要的磷矿资源地, 其深部地下开采活动对岩体稳定性提出了严峻挑战。本研究课题旨在系统研究清平磷矿深部开采过程中岩体移动的规律、变形机理, 并探索有效的预测方法。通过对矿区地质条件的深入分析, 结合现场监测数据和室内实验结果, 本课题揭示了岩体在深部开采影响下的动态响应特征。龙门山地区地质构造复杂, 磷矿资源丰富, 但深部开采活动对岩体稳定性提出了更高要求。通过对清平磷矿的实地考察、岩体力学测试、数值模拟分析以及历史开采数据的综合研究, 本文揭示了深部开采条件下岩体移动的主要规律, 并分析了岩体变形的内在机理。

研究首先对清平磷矿的地质背景进行了详细描述, 包括岩层结构、地应力状态、水文地质条件等。在此基础上, 采用现场监测技术和室内实验相结合的方法, 对岩体的力学性质进行了系统测试, 获取了岩体的弹性模量、泊松比、抗压强度等关键参数。通过分析岩体应力-应变关系, 揭示了岩体在不同应力状态下的变形特性。进一步地, 本文利用数值模拟软件对清平磷矿的开采过程进行了模拟, 模拟了不同开采阶段岩体的应力分布、位移场和应变场。通过模拟结果, 分析了岩体移动的主要规律, 包括岩体移动的方向、速度和范围。研究发现, 岩体移动受到多种因素的影响, 如岩层倾角、地应力分布、开采布局和支护结构等。在岩体变形机理方面, 本文提出了基于微观力学和宏观力学相结合的分析框架。通过有限元模拟, 研究了岩体在开采过程中的应力重分布、裂隙扩展和岩桥破坏等过程。研究结果表明, 岩体变形是一个复杂的多尺度过程, 涉及微观裂隙扩展和宏观岩体结构调整。从微观角度, 考虑了岩石内部裂隙的扩展、贯通和岩桥的破坏过程; 从宏观角度, 分析了岩体整体的应力重分布和变形模式。通过对比分析, 揭示了岩体变形的多尺度特性和复杂性。为了提高岩体移动预测的准确性, 课题组开发了基于机器学习的预测模型。通过收集和处理历史开采数据, 训练了多种机器学习算法, 如随机森林、支持向量机和神经网络等。模型的预测结果与现场监测数据进行了对比验证, 显示出较高的预测精度和可靠性。该模型综合考虑了岩体的力学性质、开采条件和地质环境等因素, 通过机器学习方法对历史数据进行训练, 实现了对未来岩体移动趋势的预测。本研究课题的成果不仅为清平磷矿的安全生产提供了科学依据, 也为类似地质条件下的矿山开采提供了参考, 并可以有效地指导矿山企业优化开采布局, 提高岩体支护

设计,降低开采风险,保障矿工安全。

关键词: 龙门山中段,清平磷矿;深部开采;岩体移动;变形机理;预测模型

基金项目: 全国危机矿山接替资源找矿项目管理办公室“四川省绵竹市清平磷矿接替资源勘查”(项目编号:200751070)、德阳昊华清平磷矿有限公司深部延伸接替工程项目“德阳昊华清平磷矿有限公司 100 万吨/年磷矿延伸接替工程”联合资助。

参 考 文 献

- [1] 何满潮,谢和平,彭苏萍等.深部开采岩体力学研究[J].岩石力学与工程学报,2005,(16):2803-2813.
- [2] 谢和平.深部岩体力学与开采理论研究进展[J].煤炭学报,2019,44(05):1283-1305.DOI:10.13225/j.cnki.jccs.2019.6038.
- [3] 蔡美峰.深部开采围岩稳定性与岩层控制关键理论和技术[J].采矿与岩层控制工程学报,2020,2(03):5-13.DOI:10.13532/j.jmsce.cn10-1638/td.20200506.001.