

矿山岩体稳定性预测与水文地质问题防治措施分析

解开瑞

中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司, 云南昆明, 650000;

摘要: 目前在矿山开采规模不断扩大的背景下, 矿区的安全性以及矿区周围的环境保护也受到了广大人民的关注。为了提高矿区开采作业的安全性, 实现对环境有效保护, 提高资源的利用率, 降低水文地质问题发生的概率, 本文首先对矿山岩体稳定性的预测方法进行了分析, 然后对矿山水文地质问题进行了阐述, 最后对矿山水文地质问题的防治措施进行了探究, 希望为相关工作者提供参考。

关键词: 矿山岩体稳定性; 预测; 水文地质问题; 防治措施

DOI: 10.64216/3080-1508.25.02.014

引言

目前随着市场对于矿产资源需求量的日益增加, 矿山开采过程中出现的水文地质问题也越来越复杂, 这也成为了限制矿山研发的关键阻碍。尤其是在矿产资源比较丰富的地区, 如何维持岩体的稳定性, 实现水文地质问题的有效防治, 是矿山开采研究的重要问题。这就需要矿区要根据自身的实际情况, 加强对先进科学技术的应用, 采取更加先进完善的措施为矿山开发的安全性以及生态环境治理提供有效的支持。

1 矿山岩体稳定性预测的方法

其一, 地质勘探法的应用。一方面可以采用钻探技术, 通过对矿山岩体的钻孔获取地下岩石样本, 并通过对岩石样本的分析和研究了解地下的水条件、岩层的物理学性质以及岩层的结构等。另一方面可以采用地球物理探测技术对地下的岩性变化和岩石的构造特征以及存在的潜在不连续面进行准确识别。目前地球物理探测技术的应用主要有三种方法: 一是磁法; 二是电阻率成像法; 三是地震波法。

其二, 数值模拟法的应用。数值模拟法在矿山岩体稳定性预测中的应用主要有三种方法: 一是有限元法, 也被称为 FEM 法。它以弹性理论为基础, 通过对网格的合理划分, 以多个单元的形式简化复杂的岩体, 并对各单元的受力情况进行准确计算, 从而实现对不同工况下岩体的应力-应变关系的准确^[1]。二是离散元法, 也被称为 DEM 法。如果岩体的系统是由大量块体组成的, 那么矿山岩体在稳定性预测过程中可以采用此方法。尤其是一些处于裂隙发育区的岩体, 它能够对其力学性能进行准确模拟。三是边界元法, 也被称为 BEM 法。此方法在矿山岩体稳定性预测过程中能够对岩体中的应力传播进行准确模拟, 实现对无限域问题和半无限域问题的有效解决。

其三, 现场监测法的应用。现场监测法的应用需要从以下三个方面入手。一进行位移监测。位移监测主要是借助相关的设备对岩体表面的位移进行准确测量, 比如 GPS 设备、全站仪设备等, 实现对岩体变形情况的实时监控和了解。二进行应力监测。在矿山岩体的关键部位安装相关的应力计, 对岩体内部的应力状态进行准确实施记录, 进而对可能发生的一些破坏进行及时准确的预警。三是进行微震监测。通过微震检测能够对矿山岩体破裂时出现的一些微小振动信号进行及时准确的捕捉, 通过对岩体破裂时的能量分布以及具体的振动频率的分析对岩体的稳定性进行准确判断。

2 矿山存在的水文地质问题

其一, 地表水和地下水的渗漏问题。随着矿山的不断深入, 地表水和地下水渗漏问题也越来越严重。这主要是由于矿山开采行为严重的扰动了岩体, 岩层结构的稳定性发生了一定的变化, 岩体的裂隙网络也出现了迅速扩展的情况, 这就为水流打开了更多的通道, 更多的地表水会以更快的速度向地下进行渗入, 矿区内的积水越会越来越多, 这就在一定程度上增强了岩体内部的集中应力。如果遇上雨季, 可能会出现更加严重的渗漏情况, 矿井内的水位也会快速大幅度的上升, 这就对于矿井正常作业的开展产生了不利的影响, 严重时还会发生岩体滑坡情况, 增加了灾害事故发生的概率, 威胁到了设备以及矿工的安全。同时地下水资源也会受到渗漏的影响, 可能会出现一定的地下水超采情况, 降低了矿区周边的地下水位, 增加了地面沉降塌陷情况发生的概率。

其二, 矿坑积水与水务问题。在矿山开采过程中矿坑积水也是常见的问题之一, 尤其是在矿区比较低洼的区域或者矿区降雨量比较集中的时候, 如果没有

科学的途径及时的排泄地下水,可能导致矿坑内长期滞留大量的积水,严重时淹没矿区的作业面,影响了矿区作业的正常开展。尤其是雨量比较大,而且下雨时间比较长,矿坑入口会汇集大量的地表径流,这些地表径流很快会形成洪水效应,突然增加矿井的积水量,久而久之矿井周边的支护结构以及矿井周边的岩体也会受到静水压力的作用出现稳定性下降的问题,岩体破坏的风险也会越来越大。同时随着矿山开采的不断深入,当开采区越接近断裂带或者含水层时,出现高压地下水的概率也越来越高,这在一定程度上增加了涌水和突水情况发生的概率。

其三,地下水资源破坏问题。矿山开采作业会影响地下水资源的平衡,让其遭受一定的破坏。原本地下水系统的自然流动模式会在矿山开采行为的影响下发生一定的变化,比如出现水资源短缺的情况。随着矿区开采的不断深入,矿区内地下水的排放速度也会加快,在一定程度上降低了矿区周边地下水位,严重时会出现水资源短缺情况,极大地影响了周围的居民饮水供应和周围的农业用水供应。而且过度消耗地下水资源可能会增加地表水裂缝情况发生的概率,导致局部地表发生地陷情况,威胁到了矿区周边生态系统的平衡发展以及基础设施的安全。此外在矿山开采过程中会产生大量的矿山废水,这些废水中不仅含有大量的重金属离子,而且还含有其他的一些有害物质。如果对这些矿山废水没有进行科学有效的处理就对其进行直接排放,可能会严重的污染周围的地下水环境地表水环境。一些废弃矿井与地下水直接连通,污染物以这些废弃的矿井为通道进入到地下水系统中,对地下水产生长期的污染。

3 矿山水文地质问题的防治措施

3.1 矿山水文地质问题的技术防治措施

3.1.1 防渗堵水技术的应用

如果矿区的环境条件比较复杂,为了降低水力损害风险以及矿区渗水风险发生的概率,需要合理布置防渗屏障。比如可以选择在矿山的关键位置采用注浆技术合理构建防渗屏障,填平空洞以及相关的岩体裂缝,封闭地下水的渗透通道。此方法在应用过程中需要对化学浆液或者水泥浆液等相关的注浆材料进行合理选择。同时还需要对岩体的水文条件以及岩体的渗透性能进行综合分析,在矿山断裂带发育期或者矿山裂缝比较多的区域,从源头入手采用分段堵漏的方法,实现对渗漏的有效防治^[2]。也可以在矿区周围通

过边坡防护技术和地基防渗技术的综合应用实现连续防渗墙的有效构建,这样可以将地下水和地表水进行成功隔离,降低了渗水情况发生的概率,为采掘作业的安全开展提供了保障。

3.1.2 排水与疏干技术的应用

如果矿区内存在严重的积水问题,需要对排水和疏干系统进行合理设计,这样可以通过地表排水通道将积水迅速排出。一般会将排水井设置在矿区的低洼位置,并借助相关的水泵系统将积水迅速抽出。为了避免雨季矿坑涌入外部的雨水,可以在矿区周围合理设置环形截水沟。针对深井开采区也可以通过渗水倒排管道以及疏干井的合理增设有效控制地下水。不过此设计在应用的过程中还需要加强对监控系统的应用,这样不仅可以对设备的使用情况进行实时了解,而且还可以对排水量的数据进行动态调整,实现对采矿设备和人员安全的有效保护。

3.1.3 地下水资源保护技术的应用

为了实现矿区周边水资源的有效保护,需要对地下水的回灌系统进行合理建设,这样可以对矿区安全起到保护的作用,而且还可以将水资源补充到地下水层。为了避免地下水系统中进入相关的污染物,出现二次污染情况,需要严格分级处理回灌水,确保其过滤净化之后方可使用。同时还可以通过循环用水系统的构建以及节水型采矿技术的合理应用,对采矿工艺进行进一步优化和完善,实现对水资源的高效利用。比如可以对采矿废水进行沉降过滤多级处理,实现对采矿废水的循环利用,缓解地下水位下降的问题,为水文地质问题的综合防治起到了积极的推动作用。

3.2 矿山水文地质问题的管理防治措施

3.2.1 建立完善的动态监测机制和预警机制

为了实现矿山岩体应力参数以及地下水位渗流等相关参数的实时准确监测和掌握,需要建立完善的动态监测机制和预警机制。以先进的传感器网为依托,通过合理设置资料采集装置,实现对矿山水文地质动态监测系统的有效构建,在矿区的不同区域设置传感器节点,并通过无线网络将相关的数据传输到中央控制系统动态记录环境变化数据。也可以利用相关的AI算法实时分析这些数据,并结合数据的分析结果构建相关的预警模型,准确设定安全阈值,当监控参数超过设定值时,系统会通过多元化的渠道进行预警。比如向工作人员发送邮件或者短信,或者采用现场报警器进行报警,方便工作人员及时启动相关的应

急方案。此外,还需要将系统中历史监测数据与现在获取的实时资料数据进行有效联合,准确识别水文地质参数的变化情况,提前采取相关的措施进行预防,为矿山作业的持续性开展和安全性开展提供保障。

3.2.2 科学准确的评估和规划环境影响

任何一个矿山开采项目在实践中都会对区域的水文地质环境造成一定的影响。为此,在项目开展之前需要坚持全面性原则和科学性原则通过模拟地下水模型或者采用地质勘探技术对其产生的环境影响进行系统性、全面性的评估,明确项目开发所引发的生态系统问题以及水文地质问题,根据评估结果对敏感区域不受影响的严格限制开发标准进行科学合理的制定,并对保护区进行明确划定。为了最大限度的降低开采过程中水文地质问题发生的概率,需要采取相关的措施对开采强度和开采深度进行严格限制,并提前制定好相关的应急处理方案,做好相关的预警工作,实现对岩体失稳定风险的有效控制,为应急处理争取更多的时间。

3.3 矿山水文地质问题防治的生态恢复防治措施

3.3.1 地表植被恢复措施的应用

为了进一步提升生态系统的稳定性,实现对生态系统的有效保护,需要在矿山开采过程中加强对地表植被恢复措施的合理应用,最大限度的避免人为产生的水土流失情况。一般在矿山采掘作业结束之后需要迅速开展相关的地表植被恢复项目。在项目实施过程中需要根据当地的土壤和气候条件合理选择相关的草本植物和木本植物,确保其具有较强的耐贫瘠能力和耐干旱能力。为了确保区域能够完全被植被覆盖,针对一些较陡的坡面区域在植被恢复过程中可以采用网状的覆盖技术或者分层绿化的覆盖技术,就是在裸露岩面和陡坡之间的区域合理设置相关的人工基质或者相关的植物纤维网,通过对多层次植被体系的有效构建,实现对土壤的有效固定,以免地表径流给土壤带来严重的冲刷。在此过程中也可以通过微地形改造项目的开展减缓水流,增强土壤的涵养能力,为植被的健康生长起到积极的推动作用。为了进一步改良土壤,为植被加速覆盖提供支持,还需要选择相关的微生物制剂或者有机肥料进行适当添加。此外,还需要对多样性的植被进行合理规划,通过合理搭配深浅根植物,提高土壤的固结能力,实现生态屏障的有效构建,为动物和微生物提供良好的生态环境。

3.3.2 地下水补给措施的应用

如果矿山开采过程中对地下水进行长期抽取,可能会增加地下水枯竭情况发生的概率。为了恢复水资源平衡,需要通过地下水补给措施的合理应用补充下水资源。比如可以构建完善的雨水收集系统,建立人工湖泊或者设置地下储存装置,通过导流设施向其中汇集矿区的降雨,汇聚的雨水可以通过净化处理将其中的杂质去除掉,并向地下水从进行有效注入,一方面实现了水资源的循环利用,另一方面实现了对地下水资源的及时补给。在此过程中需要对地下水回灌工艺进行不断优化和创新,这也是地下水补给技术应用的关键环节^[3]。需要根据区域的水文地质条件合理布设会灌井,确保整个区域的地下含水层都能够被均匀覆盖。为了避免地下水补给过程中出现地下水位上升过快的问题,降低土壤盐渍化情况发生的概率,在注水过程中可以分阶段低流速的开展,并借助相关的监控系统对相关的技术动态进行实时监测,对回灌参数进行合理调整。为了保障地下水化学成分平衡发展,还需要选择适量的矿物质平衡调节剂加入到回灌水源中,在做好地下水补给工作的同时也需要加强对植被湿地的发展,充分发挥植物根系的降解作用和植物根系的吸附作用,实现对地下水质的有效提升,有助于矿区生态水文系统的自循环发展。

4 结语

综上所述,本文主要分析了矿山岩体稳定性的预测以及水文地质问题和相关的防治措施,这对于矿山的安全生产以及生态环境平衡发展有着非常重要的作用。未来还需要进一步加强研究,在矿山开采过程中严格落实环境保护理念,加强精细化管理方式和智能化技术的融合,实现对矿山岩体稳定性的准确预测,提高资源的利用率,实现矿山安全和生态环境的平衡发展。

参考文献

- [1]张鹏海,朱万成,任敏,李旭,王雷鸣,牛雷雷,王兴伟. 矿山岩体破坏失稳预警云平台的搭建与应用[J]. 金属矿山, 2020, 49(1): 163-171.
- [2]蔡丽红. 矿山水文地质问题分析及地质灾害防治方案研究[J]. 世界有色金属, 2022, 47(8): 157-159.
- [3]唐夺,高成林,朱筱宇. 矿山地质灾害和工程地质水文地质环境问题的预防策略探析[J]. 中国矿业, 2024, 33(S01): 120-123.