

矿山开采中的水文地质灾害防治技术研究

孟庆斋 马海会 郭祥义

山东省地矿工程勘察院(山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队)

DOI:10.12238/gmsm.v7i11.2042

[摘要] 本文深入研究矿山开采中的水文地质灾害防治。首先阐述了矿井突水、地面塌陷、矿坑涌水和山体滑坡等常见灾害类型,分析堵水、排水、加固和监测等防治技术原理。并提出了加强前期勘察、优化开采方案、建立防治系统、提升人员素质以及强化环保修复等应用策略,旨在为有效预防和控制矿山开采中的水文地质灾害,保障矿山安全生产和生态环境提供理论依据和实践指导。

[关键词] 矿山开采; 水文地质灾害; 防治技术; 生态环境

中图分类号: TD8 **文献标识码:** A

Research on the prevention and control technology of hydrogeological disasters in mining

Qingzhai Meng Haihui Ma Xiangyi Guo

Shandong Institute of Geology and Mineral Engineering Investigation (81st Hydrogeology and Engineering Geology Brigade of Shandong Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development) Jinan

[Abstract] This paper deeply studies the prevention and control of hydrogeological disasters in mining. It says the common disaster types such as mine water outburst, ground collapse, mine pit water gushing and landslide, and analyzes the prevention techniques such as water plugging, drainage, reinforcement and monitoring, etc. The application methods are given from the aspects of strengthening the preliminary investigation, optimizing the mining scheme, establishing the prevention and control system, improving the quality of personnel and strengthening the environmental protection restoration, the purpose is to provide theoretical basis and practical guidance for effectively preventing and controlling the hydrogeological disasters in mining, and ensuring the safe production and ecological environment of mines.

[Key words] mining; hydrogeological disaster; prevention and control technology; ecological environment

引言

经济发展快,对矿产资源需求越来越多,矿山开采活动也更频繁。不过,矿山开采时会干扰和破坏地下水文地质条件,引发各种水文地质灾害。这些灾害会威胁矿山作业人员生命安全,让矿山生产中断,造成很大经济损失,还会严重破坏周边环境,引发环境问题。所以,深入研究矿山开采中的水文地质灾害防治技术很有现实意义。科学合理应用防治技术,能降低灾害发生概率和危害程度,实现矿山安全、可持续开采。

1 矿山开采中常见的水文地质灾害类型

1.1 矿井突水

矿井突水是矿山开采中特别常见、危害很大的水文地质灾害。矿山开采作业时,要是矿山巷道掘进或者采场挖掘,不小心穿破强含水层、导水断层还有岩溶洞穴这些有很多水的地质构造,就像打开了地下水的“开关”,大量地下水很快就会猛地冲进矿井,这就形成了矿井突水。突水来得特别快,很短时间里,矿井里就会积起好多水。这些积水会马上淹没矿井巷道,让运输

通道走不了;采场也会全被淹,开采工作只能停下。积水还会把矿山各种设备弄坏,设备就没法正常运转。更糟糕的是,突水可能把作业人员困住,造成人员伤亡,最后让整个矿山生产瘫痪^[1]。

1.2 地面塌陷

地面塌陷是矿山开采活动带来的严重地质灾害。矿山地下开采时,矿体不断被采出,原本支撑上面岩层的矿体没了,上面的岩层就没了稳固支撑。在重力一直作用下,这些岩层开始慢慢变形,一开始有点小弯曲,接着就出现明显裂缝,然后就垮落了。过了些时间,最后地表就塌陷了。特别是矿山长期大规模开采,这种风险变得很大,尤其是浅部矿体开采时,要是没把采空区弄好,比如没及时填充或者没做好支护,就特别容易引发地面塌陷。地面塌陷一旦发生,危害可大了。它会直接把地表建筑物弄坏,房子会开裂、倾斜,甚至倒塌,居民就没地方住了。农田也会被破坏,不能正常种地,影响粮食收成。道路因为塌陷会断裂、凹陷,交通就被堵住了。而且,地面塌陷还可能引起地裂缝、滑坡

这些次生灾害,更威胁周边居民生命财产安全,严重影响他们生活和生产,对生态环境造成很难恢复的破坏,让植被受损,出现水土流失等问题。

1.3 矿坑涌水

矿坑涌水是矿山开采时,流进矿坑的地下水。水主要来自大气降水、地表水、含水层水还有老窑积水等。矿坑涌水的水量大小受很多因素影响,像矿区水文地质条件、开采深度、开采面积以及季节变化等。一直有矿坑涌水,会增加矿山排水成本,腐蚀矿山设备,降低矿山生产效率。要是涌水量太大,排水能力不够,还可能让矿井被淹,威胁矿山安全。

1.4 山体滑坡

矿山开采活动会破坏山体自然平衡,特别是在山坡附近开采时,开挖、爆破等作业会让山体稳定性变差。遇到强降雨、地震等因素,山体岩土体在重力作用下,会顺着一定滑动面整体下滑,形成山体滑坡。山体滑坡会埋了矿山设施、堵了道路,严重威胁矿山人员和设备安全,也会极大破坏周边生态环境,引发水土流失等问题。

2 矿山开采中水文地质灾害防治技术原理

2.1 堵水技术

堵水技术是矿山防治水文地质灾害的关键办法,主要靠注浆工艺。就是把有胶凝特性的材料准确打进矿山涌水通道、含水层或破碎带等关键地方。这些材料打进去后会凝固,形成有强度和抗渗性能的堵水体,像在地下建了一道坚固堤坝,挡住地下水涌进来。实际用的时候,常用注浆材料各有好坏。水泥浆便宜、容易得到,在矿山堵水工程里常见,但是凝固时间长,结石率不高,在对堵水时效要求高的地方不太好用。化学浆就挺好,凝固时间能按工程需要调整,结石率高、渗透性好,能适应复杂地质条件,不过成本高,限制了它广泛使用。所以,堵水技术要成功,关键是通过准确地质勘探,确定涌水通道和封堵位置,再考虑成本、地质情况等因素,选择合适的注浆材料和工艺,这样才能保证堵水效果,保障矿山开采安全^[2]。

2.2 排水技术

排水技术在矿山开采很重要,主要是建设一套完整的排水系统,把矿山开采时涌进来的地下水及时、高效排出矿井。排水系统包括井下排水设备和地面排水设施。井下排水设备里,排水泵是主要的,靠强大动力把井下积水抽到地面,排水管路像输送“血管”,引导水流上去。地面排水设施把井下排上来的水集中处理,去掉泥沙、有害物质等,再按规定排放,不污染周边环境。排水技术原理是基于水泵扬程,水泵压力要能克服排水高度重力和排水管路阻力,才能让水流顺利排出。设计排水系统时,要全面考虑矿山涌水量预测数据,因为涌水量决定排水设备负荷;开采深度影响排水扬程要求;巷道布局影响排水管路铺设。只有综合这些因素,选好排水设备型号和数量,才能让排水系统排水能力符合矿山生产需求,保证矿山开采正常进行。

2.3 加固技术

加固技术是保证矿山岩体和土体稳定的关键,对防止开采

活动引发的地面塌陷、山体滑坡等灾害很重要。常见加固方法很多,各有优势和适用场景。锚杆支护是先在岩体钻孔,插入锚杆加预应力,像用坚固“钉子”把不稳定岩体和稳定岩体连起来,增强岩体整体稳定性,常用在浅层岩体加固。锚索支护更适合深部岩体加固,锚索长、锚固力强,能深入岩体内部,控制深部岩体变形。喷射混凝土支护是用喷射设备把混凝土高速喷到岩体表面,快速凝固形成贴合支护结构,增强岩体整体性,还能防风化,延长岩体寿命。注浆加固是把特制浆液打进岩体或土体裂隙和孔隙,浆液填充固化,像给松散岩土体加“黏合剂”,提高其强度和稳定性,常用在处理破碎、松散岩土体区域,给矿山开采筑牢安全基础。

2.4 监测技术

监测技术在矿山开采像敏锐“观察者”,用各种监测设备和科学方法,实时、动态监测矿山开采时关键水文地质参数,像地下水位升降、水压变化、涌水量大小还有岩体变形情况等。通过专业数据采集装置收集数据,用先进数据分析软件和算法处理分析,准确掌握矿山水文地质条件细微变化。比如,地下水位异常上升可能表示涌水风险变大;岩体变形速度加快可能是地面塌陷或山体滑坡的预兆。常用监测设备有水位计,能精确测地下水水位高度;压力传感器能实时感应水压数值;位移计专门监测岩体位移和变形。这些监测数据给矿山开采提供有价值科学依据,矿山管理人员能根据数据变化趋势,提前判断水文地质灾害发生可能性,及时采取防治措施,把灾害隐患消除,或者在灾害来的时候减少危害,保证矿山开采安全、平稳进行。

3 矿山开采中水文地质灾害防治技术应用策略

3.1 加强前期水文地质勘察工作

矿山开采前,详细弄清楚矿区水文地质条件,对安全、高效开采很重要。全面了解矿区内含水层分布、厚度、富水性、水力联系还有隔水层特征等信息,能提前判断开采可能遇到的水文问题。地质测绘通过实地测量绘制,画出矿区地形地貌和地质构造轮廓;物探用地球物理方法,像电阻率法、地震波法等,探测地下地质体分布和性质;钻探直接取地下岩芯样本,直接看到地质结构。综合用这些方法,得到准确地质信息后,画出详细水文地质图,给后续工作提供直观依据。同时,进行水文地质灾害危险性评估,从历史灾害数据、地质条件等方面分析可能发生的灾害类型、危害程度和影响范围,为开采方案设计和防治措施制定打下科学基础^[3]。

3.2 优化矿山开采方案

合理选择开采方法是防治水文地质灾害的关键,对矿山开采安全和可持续性意义重大。比如浅部矿体开采,用充填开采法,把开采产生的废石,或者专门做的尾砂、矸石等充填材料,准确填到采空区。这些材料像支撑柱,能有效支撑上覆岩层,大大降低地面塌陷风险,保护周边环境和建筑物安全。对于深部矿体,可用分段崩落法,能控制开采强度和规模,减少对深部地质结构和地下水文的影响。科学定开采顺序也很重要,按照先开采深部矿体、后开采浅部矿体,先开采远离水体的矿体、后开采靠近水

体的矿体等原则,有序开采,最大程度减少开采活动对水文地质条件的不利影响,实现资源开采和地质环境保护平衡。

3.3 建立完善的水文地质灾害防治系统

建设堵水、排水一体化系统是解决矿山涌水问题的办法。根据矿山实际地质构造和涌水情况,在涌水通道,像导水断层、岩溶洞穴等关键地方堵水,用水泥浆、化学浆等材料堵涌水路径。同时,建设高效排水系统,配大功率排水泵,合理布局排水管路,保证堵水效果不好或者涌水量突然变大时,能快速排出积水,保障矿山生产安全。加强加固和支护措施,对矿山井巷用锚杆、锚索加喷射混凝土加固,对采空区用注浆加固等方法,全面提高岩体和土体稳定性。完善监测预警体系,使用先进传感器、自动化监测设备,24小时实时监测矿山水文地质参数,一旦监测数据超过设定预警值,系统马上报警,方便及时采取应急措施,把灾害损失降到最低。

3.4 提高从业人员的技术水平和安全意识

加强技术培训是提高矿山从业人员应对水文地质灾害能力的重要途径。定期组织矿山从业人员参加水文地质灾害防治技术培训课程,邀请专家讲课。课程内容有先进堵水、排水技术应用,新型加固材料和工艺操作,还有准确监测数据分析方法等,让从业人员掌握先进防治技术和操作技能,在工作中能灵活运用。强化安全意识教育也很关键,通过开安全讲座,用真实灾害案例提醒大家,讲解灾害发生机制和危害程度;组织安全演练,模拟矿井突水、地面塌陷等灾害场景,让从业人员熟悉应急处理流程,增强安全防范意识和应急处理能力,保证灾害发生时,能快速、有效应对,保障生命财产安全。

3.5 加强环境保护与生态修复

矿山开采时,减少开采活动对环境的影响是实现可持续发展的必然要求。用先进开采技术和设备,比如用低尘爆破技术、高效除尘设备减少粉尘排放,选低噪声设备并采取隔音降噪措施控制噪声污染。合理规划矿山废弃物堆放,设专门尾矿库和废石

场,做好防渗、防流失处理,不污染土壤和水体。积极开展生态修复工作,把开采破坏的土地平整改良,撒本地适宜草籽、树种植树造林,提高植被覆盖率;对塌陷区、废弃矿区等进行土地复垦,恢复土地耕种和使用功能,通过这些措施,全面改善矿山周边生态环境,有效减少水土流失等生态问题,实现矿山开采和生态环境和谐共生^[4]。

4 结语

在矿山开采过程中,减少开采活动对环境的影响是实现可持续发展的必然要求。应用先进开采技术和设备,比如用低尘爆破技术、高效除尘设备降低粉尘排放,选低噪声设备并采取隔音降噪措施控制噪声污染。合理规划矿山废弃物堆放,设置专门尾矿库和废石场,并做好防渗、防流失处理,避免污染土壤和水体。积极开展生态修复工作,对因开采活动破坏的土地平整和改良,播撒适合本地生长的草籽、树种进行植树造林,提高植被覆盖率;对塌陷区、废弃矿区等进行土地复垦,恢复土地耕种和使用功能,通过这些措施,全面改善矿山周边生态环境,有效减少水土流失等生态问题发生,实现矿山开采与生态环境和谐共生。

[参考文献]

- [1]高紫惠.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].四川建材,2024,50(12):64-65+76.
- [2]郭志文.地下水对矿山开采的水文地质影响评价及控制研究[J].中国金属通报,2024,(09):43-45.
- [3]李琴芬.矿山工程地质勘察中水文地质问题的危害探讨[J].中国金属通报,2024,(09):148-150.
- [4]赵一帆,郭荣博,孙冰舍,等.探析水文地质因素对矿山地质灾害的影响[J].世界有色金属,2024,(06):216-218.

作者简介:

孟庆斋(1988--),男,汉族,高级工程师,本科,研究方向:水文地质、工程地质、环境地质。