

# 绿色矿业背景下的水害防治技术研究

买买提沙依提·依坎白尔迪<sup>1</sup> 李鹏<sup>1</sup> 文强<sup>2</sup> 李文刚<sup>2</sup>

1 徐州矿务(集团)新疆天山矿业有限责任公司 2 中煤科工西安研究院(集团)有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i8.1926

**[摘要]** 在绿色矿业背景下,水害防治技术的研究具有重要意义。随着环保意识的提升,绿色矿业成为矿业发展的主要方向,其核心目标不仅是提高资源利用效率,还包括保护生态环境和实现可持续发展。然而,在矿山开采过程中,水害作为常见的自然灾害,严重威胁矿山的安全生产和环境稳定。因此,水害防治技术的研究成为保障矿山安全与绿色发展的关键因素之一。通过分析水害的类型、成因及其对矿山生产的影响,探讨了当前水害防治面临的主要挑战,并提出了相应的技术解决方案。研究表明,水资源管理、水害预测与预警、防渗排水技术、地质工程技术及矿区生态恢复技术等防治措施是应对水害的重要手段。

**[关键词]** 绿色矿业; 水害防治; 矿山安全; 防治技术; 水资源管理

**中图分类号:** F407.1 **文献标识码:** A

## Research on water damage prevention and control technology under the background of green mining industry

Maimaitishayiti·Yikanbaierdi<sup>1</sup> Peng Li<sup>1</sup> Qiang Wen<sup>2</sup> Wengang Li<sup>2</sup>

1 Xuzhou Mining (Group) Xinjiang Tianshan Mining Co., Ltd.

2 Coal Science and Engineering Xi'an Research Institute (Group) Co., Ltd.

**[Abstract]** In the background of green mining, the research of water damage prevention technology is of great significance. With the improvement of environmental awareness, green mining has become the main direction of mining development. Its core goal is not only to improve the efficiency of resource utilization, but also to protect the ecological environment and achieve sustainable development. However, in the process of mining, water damage, as a common natural disaster, seriously threatens the safety production and environmental stability of mines. Therefore, the research of water damage prevention technology has become one of the key factors to ensure mine safety and green development. Through the analysis of the types and causes of water damage on mine production, the main challenges of water damage control are discussed, and the corresponding technical solutions are proposed. The research shows that the prevention and control measures of water resources management, water damage prediction and early warning, seepage prevention and drainage technology, geological engineering technology, ecological restoration technology and mining area are important means to deal with water damage.

**[Key words]** green mining; water damage prevention and control; mine safety; prevention and control technology; water resources management

### 引言

随着全球环保意识的增强,绿色矿业逐渐成为矿业发展的主流方向。绿色矿业不仅关注矿产资源的合理开发利用,还注重资源的循环利用和生态环境的保护。在矿山开发过程中,水害作为一种常见的自然灾害,对矿山安全生产构成了严重威胁。因此,研究并实施有效的水害防治技术,对促进绿色矿业的可持续发展具有重要意义。

### 1 绿色矿业的背景与特点

#### 1.1 绿色矿业的基本理念

绿色矿业的基本理念是将矿产资源的开发利用与生态环境保护相结合,推动资源高效利用、污染最小化及生态环境可持续恢复。与传统矿业开发过度开采、资源浪费及环境污染的方式不同,绿色矿业强调在开采过程中不仅要追求经济效益,还要积极促进环境保护与资源循环利用,确保矿山开发不以牺牲生态

环境为代价。绿色矿业的核心目标是实现矿产资源的可持续利用,避免对自然资源的过度消耗,并通过先进技术手段减少对生态系统的负面影响。具体而言,它要求通过科学规划与技术创新高效利用资源,采取清洁生产技术控制污染排放,实施生态修复措施恢复矿区生态环境,推动矿业活动与社会、经济、生态的和谐共生,从而实现矿山开发与环境保护的双赢。这一理念的实践不仅有助于矿产资源的可持续开发,也为全球环境保护和绿色发展的目标贡献力量。

### 1.2 绿色矿业的核心目标

绿色矿业的核心目标是实现矿业开发的可持续性,即在满足经济发展的前提下,最大程度地减少对生态环境的破坏,并提高资源的利用效率。这一目标包括多个方面:首先,减少矿业活动对水、土壤和空气等自然资源的污染与消耗;其次,推动矿山资源的综合利用,提高资源的回收利用率,减少废弃物的产生;再次,减少矿山开发过程中的能源消耗与碳排放,通过采用清洁能源和节能技术来降低环境负担;最后,加强矿山生态环境的修复与恢复,确保矿区生态环境的可持续发展<sup>[1]</sup>。

### 1.3 绿色矿业与水害防治的关系

在绿色矿业的实施过程中,水害防治与环境保护是两个密切相关的核心议题。水害,尤其是矿山水害,常常由于过度开采、地下水位下降、矿山排水系统不合理等原因而引发,这不仅影响矿山生产的安全性,也对周围的水资源和生态环境带来严重影响。绿色矿业强调在矿山开采过程中合理的水资源管理与科学的水害防治,确保矿山开发活动不会破坏水文环境。水资源的合理调配与排放是绿色矿业中的一个重要组成部分,采取有效的水害预测、预警和防治技术,能够在源头上控制水害的发生。同时,矿区生态恢复也可以有效防止水害带来的二次环境污染,如矿区废水的治理与重建植被等措施,均有助于提高矿区的水文稳定性<sup>[2]</sup>。

## 2 水害防治的基本问题

### 2.1 水害的类型与成因剖析

水害于矿山开采中极为常见且危害巨大,主要类型有:地下水涌水型,开采使矿区地下水位降低或岩层破裂,地下水大量涌入矿井,致水位急升,严重干扰生产;地表水型,当矿山周边有河湖或遇暴雨等极端气象,地表水剧增,溢出或渗入矿区引发淹水;矿山废水型,开采产生的废水未经妥善处理排入自然水体,造成水资源污染与周边环境破坏。其成因复杂多样,地质条件影响显著,特殊地质易促生水害<sup>[3]</sup>。矿山开采方式不当,如不合理采掘破坏地层结构,会诱发水害。设备设施老化,像排水系统部件损坏、老化,难以有效排水。管理措施缺失,例如防水规划不完善、监管缺位等,都给了水害可乘之机。

### 2.2 水害对矿山生产的影响

水害对矿山生产的影响呈现出多维度的显著特征,通常表现为安全隐患的滋生、生产停滞的困境、设备损坏的惨重后果等直接影响。首先,水害可能诱发矿井内涌水现象,致使矿井内积水泛滥,严重时甚至将整个矿井彻底淹没,这不仅会对矿井的

安全作业构成严重威胁,还会迫使其生产活动暂时中断或延迟开采进度,进而造成巨大的经济损失。其次,水害会对矿山设备造成严重破坏,尤其是电力设备与机械设施,积水的侵蚀可能导致电力设备短路失灵、机械设备锈蚀损坏,从而严重干扰矿山的正常运转,甚至可能致使设备长时间停运并陷入漫长的维修周期。再者,水害亦会引发环境污染的棘手问题,矿山排水系统的失效可能致使有毒、有害的矿渣废水流入附近水源,造成水质污染,对矿区及周边生态系统的健康状况产生恶劣影响(如图一所示)。



图一 矿洞水害

### 2.3 水害防治的挑战

水害防治面临诸多挑战,首先是地质条件复杂带来的困难。在许多矿山地区,尤其是深部矿山或复杂地质条件下,水资源分布极为不均,地下水流动变化难以预测,这使得水害的防治变得更加复杂。其次,矿山排水系统的建设和维护常常无法适应大规模矿山开发需求,尤其是排水设备的老化、管理不足等问题,容易导致排水不畅或排水系统失效。此外,水害防治需要高水平的技术支持和设备保障,但在实际操作中,很多矿山企业可能缺乏足够的资金投入和技术人才,导致防治手段滞后。再者,水害的预警和监测技术尚未达到完美水平,尽管现在已有不少技术可以对水位、地下水流动等进行实时监控,但由于水文地质条件的差异,很多矿山在防治水害时仍然面临信息不足、预测困难的挑战。最后,水害防治的协调和管理也存在问题,特别是在矿山企业与政府、环境保护组织之间的合作不足,缺乏有效的沟通和应急机制,往往使得水害一旦发生,难以及时采取有效措施进行应对和恢复<sup>[3]</sup>。

## 3 绿色矿业背景下的水害防治技术

### 3.1 水资源管理技术

在绿色矿业背景下,水资源管理技术的核心目标是实现矿山水资源的可持续利用和高效管理,以避免过度开发和环境破坏。传统的水资源管理多侧重于水量的控制,而绿色矿业则强调水资源的全面综合利用,包括水源保护、循环使用以及水质管理。首先,矿山企业应建立完善的水资源管理体系,实施分区管理,合理规划水资源的使用与排放。其次,应用现代化的水资源监测技术,如传感器和智能控制系统,可以实时监控水资源的变

化情况,确保水量使用不超过矿区的可承载能力。通过技术手段进行水质监测,避免矿山排放废水污染周边水体。尤其是在矿山开采过程中,废水回收与再利用技术成为管理的重点,通过先进的过滤、沉淀、化学处理等方式回收水资源,减少外部水源的依赖和环境污染。

### 3.2 水害预测与预警技术

水害预测与预警技术堪称防治水害的关键利器,能够在水害降临之前及时提供精准有效的预警信息,从而显著降低矿山生产过程中的潜在风险。随着科技的迅猛发展,水害预测与预警技术已逐步迈向智能化、精准化的崭新阶段。在矿山水害防治的实战中,采用先进的地质水文监测设备,如地下水位传感器、流量监测仪以及气象预警系统等,能够实时精确地掌握地下水流动态势、降水量变化规律以及矿区的水文动态趋势。通过对矿山地下水动态的持续监测,并结合水文地质模型进行深度分析,实现水害发生的早期精准预测,进而达成及时预警的目标。这些监测设备借助与数据处理平台的无缝对接,能够自动生成详尽的预警报告,一旦监测到水位异常波动、降雨量过大或地下水压力失衡等危险信号,系统将立即自动发出警报,提示相关人员迅速采取预防性措施。

### 3.3 防渗与排水技术

防渗与排水技术在矿山水害防治中极为关键。防渗方面,通过铺设防渗膜、构筑混凝土防渗墙和注浆加固等手段构建屏障,隔绝地下水渗透路径,封闭潜在水源,避免其流入矿井或损害矿井结构及周边环境。排水上,设置排水沟、排水管道与高效泵站系统,保障井下及矿区外部水体快速有序排出,防止积水损害生产。随着矿山开采深度增加,水害更复杂,现代化排水系统需智能化与自动化<sup>[5]</sup>。依靠水位传感器和自动调节系统,能实时精准监控调节水流,及时应对水位变化,比如当水位快速上升时自动加大排水功率,水位正常后降低功率以节能,有效降低排水系统失效风险,有力保障矿山安全运营与环境稳定,在绿色矿业发展进程中起着不可或缺的作用。

### 3.4 地质工程技术

地质工程技术在矿山水害防治领域发挥着不可替代的重要作用,尤其是在攻克地下水渗透和水源动态控制等难题方面,地质工程技术的巧妙应用能够显著提升水害防治的实际效果。在矿山开采前期,开展详尽细致的地质勘查工作,精准掌握矿区的地质结构、地下水分布状况、岩层渗透性等关键信息,乃是防治水害的坚实基础。通过运用现代先进的地质勘探技术,如地震勘探、钻探取样、地下水位监测等手段,能够获取精确详尽的水文地质数据,为矿山水害的预测、预警及防治措施的制定提供科学依据。地质工程技术还涵盖岩土加固技术、地下水封堵技术等,通过对矿井周围岩层进行加固处理,如喷射混凝土、注浆加固等有效方式,显著增强岩层的稳定性,防止地下水渗透到矿井内部<sup>[4]</sup>。

### 3.5 矿区生态恢复技术

矿区生态恢复技术是在矿山开采过程中必不可少的环节,旨在修复和恢复因开采活动而遭受破坏的生态环境。在水害防治的背景下,矿区的生态恢复技术主要聚焦于恢复矿区的水土保持能力,防止水土流失和水质污染。生态恢复技术首先包括植被恢复,通过人工植树、种草等措施,增加矿区植被覆盖,减少水土流失,恢复生态系统的自然功能。其次,矿区的水体恢复也是生态恢复的重要组成部分,采用水体净化技术,如人工湿地建设、污水处理系统等,恢复矿区水质,减少矿区排放的污染物对周围水源的影响。同时,生态恢复还需要采取合理的土地复垦措施,恢复矿区土壤的肥力和水分保持能力,通过对矿山废弃地的合理规划与使用,恢复土地的生态功能<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

综上所述,在绿色矿业背景下,水害防治技术的研究具有重要意义。水害作为矿山开发中的重大风险因素,不仅影响矿山的安全生产,也对环境造成潜在威胁。因此,推动水害防治技术的创新和应用,对于实现矿业的可持续发展至关重要。文章探讨了绿色矿业的基本理念与核心目标,分析了水害的类型、成因及其对矿山生产的影响,并提出了针对性的防治技术。特别是在水资源管理、预测预警、防渗排水、地质工程以及矿区生态恢复等方面,已取得一定的技术进展,为矿山安全提供了有效保障。同时,这些技术的实施不仅能减少水害带来的风险,还能促进资源的合理利用与环境的保护,符合绿色矿业的可持续发展要求。

### [参考文献]

- [1]王浪.煤矿水害防治井下物探技术的选择与应用[J].当代化工研究,2024,(19):131-133.
- [2]贾先德.工作面底板水害治理及防治技术研究[J].山东煤炭科技,2024,42(07):142-146.
- [3]徐克全,黄平.综合物探技术在宝英煤矿水害防治中的探测分析[J].能源与环保,2024,46(06):88-92+98.
- [4]张磊,于可伟.深部煤层开采矿井水害成因与防治技术[J].陕西煤炭,2024,43(06):153-156.
- [5]王渠.钻探技术在煤矿防治水中的应用探讨[J].矿业装备,2024,(05):78-80.

### 作者简介:

买买提沙依提·依坎白尔迪(1979—),男,柯尔克孜族,新疆喀什人,本科,高级工程师,研究方向: 矿山水害防治。

李鹏(1986—),男,汉族,黑龙江佳木斯,本科,职称: 工程师,研究方向: 矿山水害防治。

文强(1994—),男,汉族,山西文水,研究生,职称: 工程师,研究方向: 矿山水害防治。

李文刚(1982.01—),男,汉族,甘肃白银人,本科,职称: 高级工程师,研究方向: 水文物探与地质探测技术。