

复杂水文地质条件下煤矿防治水技术研究

苗文明

中国煤炭地质总局水文地质局

DOI:10.12238/gmsm.v8i3.2189

[摘要] 复杂水文地质条件下煤矿水害防治技术研究意义重大。本次研究聚焦煤矿防治水技术,探究复杂水文地质条件对煤矿水害防治的影响,对不同水文地质环境中水害类型、特征及防治技术进行系统剖析,提出融合现代水文地质勘查技术、水害预测模型及防治设备的技术路径。研究显示,科学防治策略可有效降低水害风险,提升煤矿安全生产水平,此次研究为复杂水文地质条件下煤矿防治水技术提供理论支撑与实践参照。

[关键词] 煤矿; 复杂水文地质; 防治水; 水害; 技术研究

中图分类号: TD82 文献标识码: A

Study on coal mine water control technology under complex hydrogeological conditions

Wenming Miao

Hydrogeology Bureau, China Coal Geology Bureau

[Abstract] The study on coal mine water hazard prevention technology under complex hydrogeological conditions holds significant importance. This research focuses on water control techniques in coal mines, exploring the impact of complex hydrogeological environments on water hazard prevention. It systematically analyzes water hazard types, characteristics, and prevention technologies across different hydrogeological environments, proposing an integrated technical approach combining modern hydrogeological exploration methods, water hazard prediction models, and prevention equipment. The findings demonstrate that scientific prevention strategies can effectively reduce water hazard risks and enhance coal mine safety production levels. This study provides theoretical support and practical references for water hazard prevention technologies in coal mines under complex hydrogeological conditions.

[Key words] coal mine; complex hydrogeology; water control; water damage; technical research

引言

煤矿水害问题长期制约矿山安全生产,而在复杂水文地质条件下,水文地质环境呈现复杂多变特性,显著提升水害防治实际难度。随着矿井开采深度持续增加,传统防治手段已难以应对日趋严峻的水害现实挑战。因此探索适配复杂水文地质条件的针对性防治水技术,成为当前煤矿安全生产领域的关键议题,并且研究此类特定条件下的防治水技术体系,不仅能切实增强煤矿水害综合防治能力,还可有效保障煤矿生产长期稳定运营状态,对提升矿山安全水平具有重要实践价值。

1 复杂水文地质条件对煤矿水害防治技术的挑战

煤矿开采中,水害严重威胁安全生产,尤其在复杂水文地质条件下,防治难度加大。地下水分布、流动性及水源类型具有高度不确定性,水文环境多变,给精准预测和有效防控带来巨大挑战,亟需提升水害防治的科学性与针对性。在一些矿区,地下水常以渗流、裂隙水或泉水等形式存在,这些水源不仅分布广泛,

而且流动性较强,容易引发突水或涌水事故。随着矿井开采深度的增加,煤矿面临的水害风险也逐渐加大。在这样的环境下,传统的防治水措施显得不够精准和高效,无法全面应对复杂水文地质条件下的多种水害类型。

复杂水文地质条件还导致了防治水技术的多样化需求。在不同的水文地质条件下,水害的发生机制、表现形式和危害程度各不相同。在地下水丰富的地区,矿井易发生突水现象,而在水文地质较为干旱的区域,水源的缺乏可能导致开采中水资源的调配困难。这种不确定性要求防治水技术不仅要具备较强的适应性,还需要高度的专业化。特别是在水文地质勘探不足的情况下,如何准确判断水源的类型和分布情况,进而实施科学有效的防治措施,成为当前煤矿防治水技术研究的难点之一。由于水文地质条件的复杂性,任何防治水技术都必须建立在精准水文地质勘查和分析的基础上,才能制定出切实可行的防治水方案。

随着煤矿开采向更深层次发展,复杂水文地质条件下的水害防治问题将愈加严峻。为了有效应对这些挑战,煤矿防治水技术需要在传统方法的基础上进行创新和优化。现有的技术往往依赖于粗略的水文地质数据,导致防治措施无法做到精确和及时。当前的防治水技术亟须引入现代化的水文地质勘探技术与数值模拟方法,以更高的精准度预测水害的发生,同时还需结合新型防治设备,提高防治效果。由于复杂水文地质条件对煤矿水害防治技术提出了更高的要求,促使煤矿企业和科研机构不断探索新的技术路径,以提高煤矿在复杂环境中的安全性和经济效益。

2 基于水文地质勘查的煤矿水害预测模型研究

在煤矿开采过程中,水害预测一直是保障矿山安全的关键技术之一。基于水文地质勘查的水害预测模型,能为煤矿防治水工作提供科学依据。通过对矿区水文地质条件的详细勘查,分析地下水类型、分布、流动方式等要素,可揭示水害发生机制并圈定潜在危险区域。水文地质勘查借助钻探、地质雷达、地球物理勘测等技术手段,能精确获取地下水水位、水量、水质等数据,帮助研究人员掌握水文地质环境变化规律。这些基础数据为构建高效水害预测模型奠定基础,保障了模型的准确性与可靠性。

在实际应用中,水害预测模型通常结合多种数学方法与模拟技术建模。常见模型包括水文地质模型、水流模拟模型和水害风险评估模型等。这类模型通过数值模拟,综合水文地质条件、矿区开采进程、地下水流动规律等因素,预判水害发生概率。模型构建不仅依赖精准的水文地质勘查数据,还需结合矿井开采方式、深度等具体情况。由于不同矿区地质环境下水害发生规律各异,预测模型须具备较强的灵活性与适应性,以满足不同类型矿井的定制化预测需求。水害预测模型的应用,有助于提前识别潜在水害风险区域,降低水害突发事件的发生频率^[1]。

尽管水害预测模型在防治水技术中作用显著,但其准确性与实用性仍面临挑战。水文地质勘查数据获取受技术和经济条件限制,且地下水流动具有强时空变化性,给模型准确性带来不确定性。不同水文地质条件下的预测模型需根据实际情况持续优化调整。未来,水害预测模型将更注重数据精细化处理与模型动态更新,通过引入人工智能、大数据分析等先进技术,进一步提升预测精度与时效性。在煤矿防治水实践中,水害预测模型的完善将为煤矿安全生产提供更可靠的技术保障^[2]。

3 现代防治水技术在复杂水文地质条件中的应用

3.1 传统防治水技术

构建合理的排水系统。为解决煤矿防治水问题,不仅需要固定的排水设施,还需按照矿区特点制定可操作的应急预案与技术措施,最大限度地降低水害风险。因此,要根据现有条件规划排水管网,注重更新管网设施,保障排水的顺畅。加强地质勘探。在煤矿传统防治水方面,针对不同类型的地质环境,采取适当的防治措施尤为重要。因此,在进行地质勘探时,要注重对水文地质条件的了解,制定综合地质勘探方案,对矿井进行科学选址,提高工程建设的针对性。

3.2 现代防治水技术在复杂水文地质条件中的应用

复杂水文地质条件下,现代防治水技术应用的必要性愈发凸显。传统防治水方法在应对复杂地质环境时,常暴露出适应性局限、效率欠佳等现实问题,因此亟待引入更高效精准的现代技术手段。

近年来,伴随水文地质勘查技术的迭代发展,现代防治水技术逐步拓展至数字化监测、自动化控制、实时预警等多元领域。通过在矿区合理布设地下水监测网络,运用自动化监测设备对水文地质条件的动态变化进行实时追踪,能够敏锐捕捉潜在水害风险的早期信号,将数值模拟技术与人工智能算法深度融合,可针对水文地质条件开展动态预测分析。通过建模运算提前辨识水害发生的概率区间,为防治措施的科学制定与精准实施提供量化支撑,切实提升复杂环境下煤矿水害防治的针对性与有效性^[3]。

现代防治水技术对先进水处理与排水技术存在依赖,尤其在地下水丰富或水源复杂的矿区。高效水排放系统可快速降低地下水位,防范水害事故,还能借助水循环利用系统减少水资源浪费。采用高效抽水设备与水处理装置,可实现对复杂水文地质条件下多种水源类型的精准处理。该技术不仅能应对突水、涌水等突发事件,还能有效防止煤矿地下水积聚,保障矿区安全运营。在这些技术支撑下,煤矿可灵活应对不同水文地质环境中的水害挑战,确保生产的稳定性与安全性^[4]。

现代防治水技术的应用仍面临技术难题,受水文地质条件复杂性影响,防治水技术在实际应用中常遭遇地下水流动的不确定性与技术实施的局限性。尽管大量高新技术投入防治水工作,但其效果发挥仍依赖精准的水文地质数据与对矿区实际环境的全面了解。未来防治水技术发展应更注重技术的集成化、智能化与自适应性,可以在更复杂水文地质条件下实现精准防治。通过跨学科技术融合,可提高现代防治水技术的应变能力,为煤矿安全生产提供更坚实的保障^[5]。

4 优化煤矿防治水技术路径以应对复杂水文地质环境

在复杂水文地质环境下,煤矿防治水技术面临多重挑战。地下水的种类、分布、流动方式等复杂性,给防治工作带来较大不确定性。优化煤矿防治水技术路径,尤其在水文地质环境极复杂地区,成为煤矿安全生产的重要课题。为应对不同水文地质条件下的水害问题,煤矿需在防治水技术上采取更灵活的优化路径。综合运用先进的水文地质勘查技术、数字化监测技术及智能化防治技术,可有效提升防治水工作的精准度和时效性。在勘查阶段,应用高精度钻探、物探及地质雷达等技术手段获取地下水数据,帮助研究人员了解水源种类、分布及流动趋势,为后续防治工作提供可靠数据支持。

煤矿防治水技术的优化路径需依据矿区具体水文地质条件实施定制化调整。针对地下水丰富区域,技术路径优化可通过强化地下水排放系统实现,选用高效抽水设备并配置加压排水管道,以加快地下水位下降速度,有效降低水害发生概率。借助水

文地质模型开展模拟预测工作,对潜在水害风险区域进行精准识别,从而提前部署针对性防治措施。在部分水文地质条件极其复杂的地区,需融合人工智能技术对水流趋势进行预测分析与动态监测,以达成更具智能化的水害防治效果。此类技术路径的优化,不仅显著提升了防治水工作的执行效率,还能切实降低煤矿因水害问题导致的经济损失与安全风险,为复杂环境下的煤矿安全生产提供更具针对性的技术保障。

优化煤矿防治水技术路径过程中,也需面对技术实施和环境适应性问题。复杂水文地质条件常使防治水技术实施面临较大难度,尤其在地下水流动不稳定或突水灾害频发的矿区,防治技术路径效果受多种因素影响。煤矿企业优化防治水技术路径时,必须加强对矿区环境的动态评估,结合实际情况不断调整技术方案。应加大对新型防治水技术的研究与应用,提升防治系统的自适应性智能化水平,以应对更复杂的水文地质挑战。

5 提升煤矿安全生产水平的综合防治水策略探讨

在煤矿安全生产中,水害防治始终是保障矿井安全的核心任务之一。随着煤矿开采深度增加及水文地质条件复杂化,传统防治水技术难以应对日益严峻的水害问题。提升煤矿安全生产水平,需建立并实施综合防治水策略,融合多元技术手段与管理措施。构建完善的水文地质勘查、实时监测、智能预警、动态调整体系。通过精准水文地质数据分析,结合高效水文模拟与预测模型,可为煤矿水害风险提供科学预判,进而实施预防措施,提前识别并排除隐患,降低水害事故发生概率。

综合防治水策略的有效实施既依赖先进技术手段,也需对矿区水资源管理体系进行优化。在矿井开采环节,对水源的合理利用、水循环利用的强化以及水源调配的加强均至关重要。于地下水丰富的矿区而言,通过构建多层次排水系统并对抽水井进行合理布置,不仅能够有效降低地下水位、防范水害事故发生,还可减少水资源无端浪费,提升资源利用效率。采用具备高效性能的泵送设备与水处理系统,可在短时间内完成水源排除工作,避免因突水等突发状况导致严重损失。将水资源的合理管理与科学调度相结合,能够进一步增强矿区的水害防治能力,为煤矿生产稳定性的提升提供有力支撑,实现技术应用与资源管理的协同增效。

在煤矿水害防治体系中,管理机制与应急能力建设是技术应用的重要支撑。完善的水害应急响应体系需构建“预防-响应-处置”全流程机制,通过制定分区域、分类型的详尽应急预案,明确各岗位应急职责与操作规范。定期组织实战化应急演练,模拟突水、涌水等场景,检验排水系统联动效率与人员协同能力,不断优化应急处置流程。针对一线矿工开展专项培训,通过案例教学、实操训练强化水害风险辨识与初期处置技能,提升全员防治意识。同时依托数字化监测平台,实现应急资源动态调度与险情实时共享,形成技术防控与管理保障双轮驱动的多维度防治格局,为煤矿安全运营筑牢制度防线。

6 结语

煤矿防治水技术在复杂水文地质条件下的研究与应用,对保障矿井安全生产意义重大。随着矿井开采深度增加及水文地质条件复杂化,需持续优化防治水策略,融合现代化技术手段与科学管理措施。提升整体防治能力,借助精准水文地质勘查和智能化预警系统,可有效预测水害风险,降低事故发生概率。强化水资源管理与应急响应能力,亦为确保煤矿安全生产的关键环节。综合防治水策略的实施,将为煤矿长远稳定发展提供有力支撑,推动安全保障体系在复杂环境中不断完善。

【参考文献】

- [1]王晓峰,李艳.复杂水文地质条件下煤矿水害防治技术研究[J].煤炭科学技术,2021,49(3):123-128.
- [2]张雷,刘晨.煤矿水害预测模型及其应用[J].水文地质工程地质,2020,47(6):112-118.
- [3]陈斌,王永伟.基于地质勘查的煤矿水害防治策略探讨[J].矿山安全,2019,28(4):55-60.
- [4]李刚,赵鹏.现代防治水技术在煤矿中的应用研究[J].煤矿灾害,2020,39(5):76-81.
- [5]刘海涛,孙海波.煤矿水资源管理与防治水技术优化[J].煤炭技术,2018,37(2):98-102.

作者简介:

苗文明(1983--),男,汉族,河北邯郸人,本科,高级工程师,水文地质。