

煤矿水害事故分析及其防治技术

刘宗军

宁夏煤业有限责任公司梅花井煤矿 宁夏 银川 753000

摘 要：煤矿水害是威胁矿井安全生产的重大灾害，需采取综合防治技术。通过水文地质勘查技术掌握矿井水文条件，运用探放水技术提前探测并排除水体隐患。堵水技术有效控制水害蔓延，保障矿井安全。同时，排水系统优化是提高排水效率、确保矿井安全的关键。本文深入探讨了煤矿水害防治技术的多个方面，为煤矿安全生产提供了有力支撑。

关键词：煤矿；水害事故分析；防治技术

引言

煤矿水害事故具有突发性、破坏性和难以预测性，给矿井生产带来严重威胁。为了有效防范和应对水害事故，必须深入了解煤矿水文地质条件，掌握矿井涌水规律。同时，还需采用先进的探放水技术和堵水技术，确保在开采过程中及时发现并处理水体隐患。此外，优化排水系统也是提高矿井排水能力、保障安全生产的重要措施。本文将对此进行深入探讨。

1 煤矿水害事故概述

煤矿水害事故是煤矿开采过程中面临的一种严重灾害，对矿井安全生产构成重大威胁。水害事故的发生，伴随着大量的水流突然涌入矿井，导致巷道淹没、设备损坏，甚至造成人员伤亡，严重影响煤矿的正常生产秩序和经济效益。煤矿水害事故具有突发性、破坏性和难以预测性等特点。其突发性表现为事故往往在短时间内突然发生，给矿井的应急响应和救援工作带来极大挑战。破坏性则体现在水害事故对矿井设施、设备和资源的严重损毁，恢复生产需要投入大量的人力、物力和财力。难以预测性则是因为煤矿水文地质条件的复杂性，使得水害事故的发生时间和地点难以准确预判。煤矿水害事故的成因多种多样，主要包括自然因素和人为因素。自然因素如地质构造、地下水文条件等，是煤矿水害事故发生的内在原因。人为因素则涉及煤矿开采过程中的不合理操作、管理不善等，为水害事故的发生提供了外部条件。为了有效防范和应对煤矿水害事故，须加强对煤矿水文地质条件的勘查和研究，掌握矿井涌水规律和特征，还需要完善矿井排水系统，提高矿井排水能力，加强矿井水害监测预警和应急管理工作，也是减少水害事故发生和降低损失的重要途径。

2 煤矿水害事故成因分析

2.1 地质构造因素

(1) 地质构造是煤矿水害形成的重要因素，其中断层构造的影响尤为关键。断层作为地壳运动的结果，其破碎带岩体疏松多孔，渗透率高，为地下水提供了快速运移的通道。原本相互独立的含水层，在断层的沟通作用下，形成了错综复杂的地下水系统。若断层延伸至地表，地表水便可沿断层带渗入地下，与矿井含水层相连，构成潜在的水害威胁。如果煤矿开采过程中不慎揭露导水断层，且未采取有效封堵措施，大量含水层水或地表水将如汹涌的洪水般涌入矿井，导致严重水害事故。(2) 褶皱构造也对煤矿水害产生重要影响。褶皱使岩层发生变形和破裂，改变了其原本的水平产状。在向斜轴部区域，岩层受挤压作用尤为强烈，破碎程度高，节理裂隙发育密集，为地下水的汇聚提供了有利条件。随着时间的推移，大量地下水在向斜轴部逐渐积聚，形成高水位的富水区。(3) 当煤矿开采活动接近或揭露这些富水区时，积聚的地下水将失去平衡，迅速涌入矿井空间，增加了水害发生的风险。在煤矿开采过程中，须高度重视地质构造因素的影响，采取有效措施进行防范和治理。

2.2 开采因素

煤矿开采作业中的诸多不合理行为，是诱发水害事故的重要导火索。保护层开采作为一种常见的开采手段，旨在保护特定煤层或区域免受开采扰动影响。但在实际操作中，若过度开采保护层，会对其上方的岩层结构造成毁灭性破坏。开采活动产生的应力集中与释放，引发岩层的垮落、断裂与变形，致使导水裂隙带向上延伸拓展。原本能够有效阻隔地表水与含水层水进入矿井的岩层屏障被破坏，使得地表水可顺着导水裂隙带直接渗透至井下，或者含水层水突破隔水层限制，涌入矿井作业空间，严重威胁矿井安全生产。防水煤柱的合理留设是保障矿井防水安全的关键环节。防水煤柱凭借其自

身的隔水性能,能有效阻挡地下水的涌入路径。部分煤矿在开采过程中,未严格遵循设计规范要求留设防水煤柱,或是因对地质条件估计不足导致煤柱尺寸过小。在开采活动持续施加的压力作用下,这些不符合标准的防水煤柱极易发生变形、破裂甚至垮塌。如果煤柱失去隔水功能,地下水便会迅速突破防线,冲入矿井,引发水害事故,当采掘作业靠近老空区、断层等地质条件复杂且富含水体的危险区域时,若未提前开展全面、有效的探放水工作,未能准确探测前方水体分布情况并及时排除隐患,在采掘设备意外揭露水体时,极易引发突水事故,给矿井带来严重损失。

2.3 水文地质条件复杂

(1) 我国煤矿资源广泛分布,各地质环境差异显著,导致煤矿水文地质条件极具复杂性与多样性。特别是在岩溶发育活跃的区域,如南方石灰岩地区,长期的岩溶作用形成了错综复杂的溶洞、暗河及溶蚀裂隙系统。这些岩溶空间相互贯通,构成了地下水快速流动的通道网络,其赋存状态独特,难以用常规方法准确探测。岩溶区地下水与地表水水力联系紧密,矿井开采如果破坏隔水边界,地下水便会迅猛涌入,引发严重水害。(2) 山前冲洪积扇区也是水文地质条件复杂的典型。河流携带的碎屑物质在山前堆积,形成孔隙大、透水性强的冲洪积层。该层与山区基岩裂隙水、地表水水力联系密切,地下水分布不均,水位受季节性降水与河流补给影响大。这种复杂的水文地质条件增加了矿井涌水的风险。(3) 部分煤矿对水文地质勘查工作重视不够,勘查手段单一,数据采集不全面。这导致对矿井充水因素的认识肤浅,无法准确掌握涌水量随开采进度和时间的变化规律。缺乏科学依据的水害防治工作,难以制定有效应对策略,使煤矿在面对水害威胁时处于被动地位。加强水文地质勘查,深入了解矿井充水条件,是防范煤矿水害的关键^[1]。

3 煤矿水害防治技术

3.1 水文地质勘查技术

地质测绘作为前期基础性作业,对井田范围内的地形地貌展开深度勘查。勘查人员通过实地测量与细致观察,详尽记录山脉走势、河流分布态势以及地形起伏状况,同时系统剖析地层岩性,明确各岩层的岩性特征、厚度数值以及相互间的叠置顺序。特别要着重精准识别与描绘地质构造,像断层的具体位置、产状特点、破碎带宽度,以及褶皱的形态、轴部和翼部的分布范围等,这些成果为后续勘查流程提供了极为关键的基础数据。地球物理勘探技术因具备高效、无损的显著优势,在探

测地下地质构造与水文信息方面发挥着关键效能。以瞬变电磁法为例,其借助不接地回线或者接地线源向地下发射一次脉冲磁场,在脉冲磁场间歇时段,利用接收线圈监测二次涡流场的变化情况,进而依据地下不同介质的电性差异,快速且精准地探测出地下含水层的分布范围、富水程度,以及地质构造的空间位置与导水性能。音频大地电磁法依据电磁感应原理,对天然音频范围内的大地电磁场进行测量,获取地下介质的电阻率信息,为解析地下水文地质条件提供关键数据支撑。钻探技术作为获取地下实物资料的直接途径,能对地球物理勘探结果进行有效验证。钻探作业期间,从地下直接取出岩芯样本,直观地观察岩层的岩性、结构以及裂隙发育程度等^[2]。

3.2 探放水技术

(1) 超前钻探是在采掘工作面前方依特定规划布设钻孔。这些钻孔仿若深入地层的“探测探针”,肩负着探测前方水体的重任。在开展超前钻探时,务必依照矿井复杂且多变的水文地质状况,科学合理地确定钻孔的各项布置参数。钻孔深度需充分权衡前方潜在水体的距离与采掘作业的推进幅度,以保证钻孔能有效触及水体区域。钻孔角度则要依据岩层产状和预估的水体分布方向,进行精准调校,确保能够切实探测到潜在水体,防止因角度偏差而遗漏隐患。钻孔间距的设定也需兼顾探测精度与作业效率,避免出现探测死角,实现对前方区域的全面覆盖探测。(2) 物探与钻探结合的技术,优化了探放水流程。先借地质雷达、瞬变电磁法等物探技术,对采掘面前大面积区域初步扫描,快速锁定可能含水的异常地段,圈定隐患分布范围。依据物探成果,针对性部署钻探,精准验证可疑区域,获取详细地质与水文信息,明确水体位置、水量、水压,为科学制定放水方案提供有力支撑。(3) 在成功探测到水体后,便要着手实施放水作业。放水过程必须严格遵循相关规范与流程,确保积水能够安全、有序地排出。在放水期间,持续监测水量、水压等参数变化,及时调整放水策略,防止因放水不当引发其他安全问题。这种技术融合的探放水方式,提升了探放水工作的效率与精准度,既保障了探测效果,又大幅减少了不必要的钻探作业量,降低了生产成本,为煤矿的安全高效生产筑牢了坚实根基。

3.3 堵水技术

当煤矿开采遭遇突水点或涌水量较大的区域时,堵水技术成为控制水害蔓延、保障矿井安全的关键手段。堵水技术主要包含注浆堵水和帷幕截流两种方式。注浆堵水是将精心配置的注浆材料,如水泥浆、化学浆等,

通过钻孔精准注入到突水点或含水层的裂隙、溶洞等导水通道内。注浆材料在这些通道中逐渐凝固,如同在地下构建起一道坚固的“止水屏障”,有效阻止水体继续涌入矿井。水泥浆因其成本低廉、结石强度高的特点,在一般裂隙发育区域应用广泛;而化学浆则具有良好的可灌性与凝胶时间可控性,适用于处理细小裂隙或复杂地质条件下的堵水作业。帷幕截流技术则是在矿井涌水通道的上游地段,通过钻孔注浆的方式,构建一道连续且封闭的隔水帷幕。这道帷幕犹如一道地下“堤坝”,截断了地下水向矿井的补给路径,从源头上减少了矿井涌水量。在实施帷幕截流时,需依据详细的水文地质勘查数据,精确确定帷幕的位置、长度、深度以及注浆参数。针对不同的地质条件与涌水情况,合理选择注浆材料与注浆工艺,如采用分段注浆、高压喷射注浆等方法,确保帷幕的完整性与密封性^[3]。

3.4 排水系统优化

(1) 排水系统规划需全面考量矿井的地质条件、开采布局以及预计涌水量等因素。依据详细的水文地质勘查数据,精准预测不同开采阶段矿井涌水量的变化规律。对于开采范围广、地质条件复杂的矿井,合理划分排水区域,构建分区排水系统,确保各区域的涌水能够高效收集与排出。结合矿井的巷道布置,精心设计排水管路的走向与布局,尽可能减少管路的弯头与阻力,以降低排水能耗,提高排水效率。在巷道坡度较大处,巧妙利用重力势能辅助排水,减少水泵提升次数,降低设备磨损与运行成本。(2) 排水设备选型至关重要。应根据矿井涌水量的峰值以及排水扬程要求,选取适配的水泵型号与数量。优先选用高效节能、可靠性强的水泵设备,如具备自动调节流量与扬程功能的新型水泵,可依据实际涌水量动态调整运行参数,避免因水泵长时间在非高效区运行造成能源浪费与设备损坏。配备足够数量的备用泵,确保在主泵出现故障时能够及时切换,维持

排水工作的连续性。对于排水管道,要选用耐腐蚀、高强度的管材,根据流量与压力要求合理确定管径,保证管道能够承受最大涌水量时的压力,防止爆管等事故发生。(3) 排水系统的维护管理不容忽视。建立健全排水设备的日常巡检与定期维护制度,安排专业技术人员对水泵、电机、管路等设备进行细致检查,及时发现并处理设备的磨损、腐蚀、堵塞等问题。定期对水泵进行性能测试与维护保养,更换易损件,确保设备始终处于良好运行状态;加强对排水系统自动化监控的投入,通过安装水位传感器、流量传感器、压力传感器等设备,实时监测排水系统的运行参数,实现远程控制与故障报警功能。如果出现异常情况,能够迅速响应并采取有效措施,保障排水系统稳定运行,为煤矿安全生产筑牢坚实防线^[4]。

结束语

煤矿水害防治是确保矿井安全生产的关键环节。通过水文地质勘查技术,我们可以全面掌握矿井水文条件,为防治工作提供科学依据。探放水技术和堵水技术的有效应用,能够及时发现并处理水体隐患,防止水害事故的发生。同时,排水系统的优化提高了排水效率,降低了生产成本,为煤矿的安全高效生产提供了有力保障。未来,我们将继续加强煤矿水害防治技术的研究与应用,为煤矿安全生产贡献更多力量。

参考文献

- [1]张伟.煤矿水害原因分析及主要防治技术研究[J].科技资讯,2022,20(20):136-139.
- [2]李芳玮.煤矿水害事故分析与防治对策研究[J].中国煤炭,2022,48(05):14-19.
- [3]武元军.煤矿地质灾害诱因分析及防治措施研究[J].山西冶金,2022(6):177-178.
- [4]陈祥春.探析煤矿水灾害事故的原因及治理措施[J].山东工业技术,2019(10):93-94.