

水害成因分析及防治措施探讨

陈胜模 王昌永 孙远军

山东能源集团南美地矿建设公司 山东 青岛 266000

摘要: 井工煤矿水害严重威胁煤矿生产与人员安全, 制约煤炭资源回收。其成因包括自然因素如地质构造、含水层特性、地表降水, 以及人为因素如采掘破坏隔水层、老空区积水、排水系统缺陷等。防治措施涵盖工程措施, 如防水煤岩柱留设、疏水降压工程、井下排水系统优化; 非工程措施包括水文地质监测预警、防治水规划与应急预案制定、防治水知识培训教育以及加强与科研机构合作。通过深入剖析成因并实施有效防治措施, 可降低水害风险, 保障井工煤矿安全生产与可持续发展。

关键词: 水害; 成因分析; 防治措施

引言: 井工煤矿在我国能源供应体系中占据关键地位, 然而水害问题始终是其安全生产的重大挑战。水害不仅干扰正常生产作业, 损坏设备、破坏运输系统致经济损失惨重, 更严重威胁矿工生命安全, 引发次生灾害致救援艰难、伤亡惨重, 还使煤炭资源回收受阻, 浪费宝贵能源。深入探究水害成因, 全面探讨防治措施, 对提升井工煤矿安全水平、保障能源稳定供应和推动行业可持续发展。

1 井工煤矿水害的危害

1.1 对煤矿生产作业的直接干扰

井工煤矿开采中, 水害常常致使巷道被淹, 采掘工作被迫中断。大量积水涌入井下作业区, 会迅速淹没如采煤机、掘进机等昂贵的开采设备, 这些设备一旦被水浸泡, 极易损坏, 维修或更换不仅耗时费力, 还需投入巨额资金, 极大地阻碍了煤矿的正常开采进度。而且, 水害对井下运输系统的破坏也不容小觑, 轨道、皮带等运输设施若被水淹没或冲毁, 煤炭将无法顺利运出井口, 导致生产停滞, 煤矿企业由此承受着巨大的经济损失。据统计, 因水害导致的设备损坏和生产中断, 每年给煤矿行业造成的经济损失高达数十亿元。

1.2 对矿工生命安全的严重威胁

水害是井工煤矿中矿工生命安全的“头号杀手”。矿井发生突水事故时, 强大的水流冲击力能瞬间将矿工冲倒, 使其陷入水淹区域, 面临溺水危险。更为严重的是, 水害还可能引发次生灾害, 比如老空区积水往往携带有害气体, 当这些积水涌入作业区域时, 有害气体随之扩散, 矿工极易中毒窒息, 这无疑增加了救援的难度与复杂性, 稍有不慎就会造成大量人员伤亡。如某煤矿曾发生的透水事故, 因老空区积水涌出, 导致多名矿工被困, 其中部分矿工因吸入有害气体而不幸遇难, 给无

数家庭带来了巨大的悲痛。

1.3 对煤炭资源回收的不利影响

水害给煤炭资源回收带来了许多不利。在受水害影响的区域, 煤层被水淹没或浸泡后, 开采难度大幅上升, 部分煤炭资源因难以安全开采而不得不遗弃在井下。特别是靠近含水层或地质构造复杂区域的煤层, 受水害影响更为严重, 开采时需采取特殊防水措施, 这既增加了开采成本, 又提升了技术难度, 使得煤炭资源回收率降低, 造成了宝贵能源资源的浪费。以某大型煤矿为例, 因水害影响, 其煤炭资源回收率较正常情况下降了约20%, 相当于每年有数十万吨煤炭无法开采利用, 经济损失巨大。

2 井工煤矿水害成因分析

2.1 自然因素

(1) 地质构造因素: 井工煤矿所处的地质构造对水害的发生产生重要影响。比如, 断层是常见的导水构造, 当煤层开采接近断层时, 断层可能导通含水层或地表水, 使大量的水涌入矿井。褶皱构造也可能改变地下水的径流方向和储存条件, 在褶皱的轴部或转折端等部位, 岩石裂隙较为发育, 容易形成地下水的富集区, 一旦开采扰动, 就可能引发水害。(2) 含水层因素: 煤层周围的含水层是井工煤矿水害的重要水源。一些煤矿位于富水的石灰岩含水层之上或之下, 石灰岩含水层具有水量丰富、水压大的特点。在煤矿开采过程中, 当采掘活动破坏了煤层与含水层之间的隔水层时, 含水层中的水就会在水压作用下涌入矿井。此外, 一些砂岩含水层也可能成为水害水源, 尤其是在其与煤层间距较小且存在水力联系的情况下。(3) 地表降水因素: 虽然是井工煤矿, 但地表降水也有一定影响。在雨季, 大量的地表降水可能通过地表裂缝、废弃钻孔等通道渗入井下^[1]。特

别是在一些浅部煤层开采区域,地表与井下的联系相对较为密切,地表降水的入渗可能导致矿井涌水量增加,引发水害。如果矿区的地表排水系统不完善,积水不能及时排走,就会增加降水入渗的风险。

2.2 人为因素

(1) 采掘活动破坏隔水层:煤矿开采过程中的采掘活动是引发水害的重要人为因素之一。在采煤过程中,巷道掘进、煤层回采等作业会破坏煤层与含水层之间的隔水层,使原本稳定的水文地质条件发生改变。例如,不合理的开采方法,如采用放顶煤开采时,如果对顶板的控制不当,可能导致顶板垮落范围过大,破坏上覆隔水层,从而引发顶板含水层的水涌入矿井。(2) 老空区积水:老空区积水是井工煤矿常见的水害隐患。随着煤矿开采的推进,一些采空区会被地下水或地表水逐渐填满形成积水区。如果在后续的采掘过程中,没有准确把握老空区的位置和积水情况,采掘工程接近或穿透老空区时,老空区积水就会突然涌出,造成突水事故。老空区积水往往具有水量大、水压高、突发性强的特点,对煤矿安全生产构成严重威胁。(3) 矿井排水系统不完善:部分井工煤矿的排水系统存在缺陷。排水设备的选型不合理,如排水泵的流量、扬程不能满足矿井最大涌水量的要求,在矿井涌水量突然增大时,无法及时将水排出井外。排水管道的铺设不合理,可能存在管径过小、管道老化漏水等问题,影响排水效率。此外,一些煤矿缺乏完善的排水监测系统,不能实时准确把握矿井涌水量和排水情况,难以及时发现和处理排水系统故障。

3 井工煤矿水害防治措施

3.1 工程措施

3.1.1 防水煤岩柱留设

在井工煤矿开采时,合理留设防水煤岩柱是一项关键的防水害举措。这要综合考虑煤层与含水层之间的距离、水压大小以及岩石性质等多方面因素,经过精确计算后,留设出足够宽度的防水煤岩柱,从而将煤层与含水层可靠地隔离,防止含水层中的水涌入开采区域。比如在靠近河流、湖泊等水体下方进行开采作业时,必须留设足够厚的防水煤岩柱,以此确保水体底部的隔水层不受破坏,为煤矿开采提供坚实的安全保障^[2]。就像某煤矿在临近一条大型河流开采时,通过详细的地质勘查和科学计算,留设了宽度达数十米的防水煤岩柱,在多年的开采过程中,有效阻挡了河水对煤层的侵蚀,保障了煤矿的正常生产。

3.1.2 疏水降压工程

当煤层周围存在水压较大的含水层时,疏水降压工

程就显得尤为重要。通过精心施工疏水钻孔,有计划地将含水层中的水疏放出来,能够显著降低含水层的水压,进而减少水害发生的风险。在实施这一工程时,要科学合理地规划疏水钻孔的布置,精确控制疏水量和疏水速度。若疏水过快,可能会引发地面沉降等次生灾害,因此必须谨慎操作。对于疏放出来的水,要进行合理的处理和利用,如将其用于矿井防尘、井下消防等,实现水资源的有效循环利用。比如,某煤矿在开采过程中,针对煤层底部的高压含水层实施了疏水降压工程,经过合理规划钻孔布局和严格控制疏水量,不仅有效降低了水害风险,还将疏放的水用于井下消防,取得了良好的经济效益和安全效益。

3.1.3 井下排水系统优化

优化井下排水系统是应对井工煤矿水害的核心环节。首先,依据矿井的涌水量预测结果,科学合理地选择排水泵的型号和数量至关重要,必须确保排水泵的排水能力能够充分满足矿井最大涌水量的需求。并且,要配备足够数量的备用排水泵,以提高排水系统的可靠性,防止在突发情况下排水系统出现故障而导致水淹事故。其次,要对排水管道进行全面的改造和精心维护,选用合适管径的管道,并定期细致检查管道的密封性和完整性,杜绝漏水现象的发生。此外,建立完善的排水监测系统也是不可或缺的,通过实时监测矿井涌水量、水位、排水泵运行状态等关键参数,实现排水系统的自动化控制和远程监控,能够及时发现并处理排水过程中的异常情况,确保排水系统的稳定运行。比如,和善煤矿根据自身的涌水量情况,对排水系统进行了优化改造,选择了合适的排水泵并配备了备用泵,同时对排水管道进行了维护和监测系统的升级,有效提升了排水系统的性能,保障了煤矿在复杂水文地质条件下的安全生产。

3.2 非工程措施

3.2.1 水文地质监测与预警

建立完善的水文地质监测系统是井工煤矿水害防治的关键环节。煤矿企业应在井田范围内合理布置水文观测孔,像布下一张精密的监测网,全面、系统地定期监测含水层水位、水温、水质等参数的变化情况,同时密切关注矿井涌水量的动态变化。这一过程中,先进的监测技术发挥着重要作用,地下水自动监测仪、矿井涌水量自动监测装置等设备的应用,能够实现数据的实时采集和高效传输,让煤矿管理者第一时间掌握井下水文地质信息。更为重要的是,要建立科学有效的水文地质预警模型,通过对大量监测数据的深入分析和研究,依据其变化趋势,精准地对水害发生的可能性进行预测预

警。比如,当含水层水位出现异常上升、矿井涌水量突然增大等情况时,预警模型能够及时发出警报,使煤矿企业能够迅速察觉潜在的水害风险,为采取相应的防治措施赢得宝贵时间,从而将水害损失降到最低限度。

3.2.2 防治水规划与应急预案制定

科学合理的防治水规划是井工煤矿水害防治的基础和指南。煤矿企业需充分考虑自身的地质条件、水文地质特征以及开采规划等因素,精心制定详细的防治水方案,明确各个阶段的防治水目标和具体任务。完善的水害应急预案不可或缺。针对可能发生的不同类型水害事故,如老空区透水、含水层突水等,制定出详细且具有可操作性的应急处置措施,涵盖人员疏散、抢险救援、排水设备启动等各个关键环节。并且,要定期组织开展应急预案演练,让煤矿职工熟悉应急流程,提高企业应对水害事故的能力和各部门之间的协同作战能力。以某煤矿为例,该矿制定了详尽的防治水规划和应急预案,并定期进行演练,在一次突发的小型透水事故中,各部门按照预案迅速行动,成功避免了人员伤亡,将事故影响控制在最小范围,保障了煤矿的正常生产秩序。

3.2.3 防治水知识培训与教育

加强对煤矿职工的防治水知识培训与教育,对于提高煤矿水害防治水平具有深远意义。通过举办防治水知识讲座、开办专业培训班等多种形式,向职工系统地传授水文地质基础知识、水害防治技术以及井下突水征兆识别等重要内容,全面提升职工的水害防治意识和专业技能^[1]。尤其是对于井下采掘一线职工,要着重培训突水事故发生时的应急处置方法,如教授他们如何正确佩戴自救器以保障自身呼吸安全,如何在复杂的井下环境中快速、准确地选择安全的避灾路线等。只有让职工熟练掌握这些知识和技能,才能确保他们在面对水害时能够冷静应对,迅速采取有效的自救和互救措施,最大限度地保障自身生命安全。

3.2.4 加强与科研机构合作

井工煤矿企业积极加强与科研机构的合作,是提升

水害防治水平的重要途径。科研机构凭借其专业的科研力量和先进的技术设备,能够针对煤矿的具体水害问题开展深入的专项研究。比如,研发新型的注浆材料和工艺,有效封堵含水层与煤层之间的导水通道;开发更精准的水文地质监测技术和预警模型,进一步提高水害预测的准确性和及时性。煤矿企业与科研机构携手开展技术创新项目,将科研成果转化为切实可行的水害防治技术和措施,能够显著提高煤矿水害防治的科学性和有效性。此外,科研机构还可为煤矿企业培养专业的防治水技术人才,通过理论教学与实践指导相结合的方式,提升企业技术队伍的整体素质,为煤矿水害防治工作提供坚实的人才支撑。

结束语:井工煤矿水害防治是一项复杂且系统的工程,关乎煤矿企业的生存与发展。准确把握水害成因,无论是自然因素中的地质构造与含水层,还是人为因素中的采掘作业与排水管理,均为有效防治提供了方向。实施工程与非工程相结合的防治措施,从防水煤岩柱留设到与科研机构合作,多管齐下,方能增强煤矿抵御水害的能力。持续关注水害防治技术的创新与应用,强化职工安全意识与技能培训,完善防治水规划与应急预案,才能在保障矿工生命安全的前提下,实现井工煤矿的高效、稳定生产,推动煤炭行业迈向更安全、更环保、更可持续的未来。

参考文献

- [1]吴晓玉.矿井水害的成因及其防治方法[J].科技创新与应用,2020(1):131-132.
- [2]张耀辉,熊祖强,李西凡,等.复杂水文地质条件下井水害综合防治技术研究[J].煤炭科学技术,2021,49(3):167-174.
- [3]郭强.综采工作面综合防治水技术应用分析[J].能源与节能,2021(1):164-165.
- [4]刘静.煤矿井下水害分析及防治措施[J].能源与节能,2019(11):18-19.