

# 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<sup>[1]</sup>。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<sup>[2]</sup>。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<sup>[1]</sup>。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.