

# 多类型水害威胁综采工作面防治水技术研究

刘峰峰（中煤科工集团西安研究院有限公司，陕西 西安 710065）

**摘要：**为了改善煤炭作业环境，降低作业区出现透水、渗水情况的发机率，实现采煤生产的安全化与高效化，越来越多的煤炭开采企业，尝试调整现有的技术手段，加强采煤作业区防水、治水能力。文章着眼于实际，综合分析多类型水害背景下，采煤工作面防治水技术应用策略，旨在通过技术资源的高效整合，搭建起完备的防治水体系，有效防范安全事故的发生，实现煤炭开采经济性与安全性的全面兼顾。

**关键词：**多类型；水害威胁；综采工作面；防治水技术；应用策略

## 0 前言

煤炭作为我国重要的能源类型，在生产生活等诸多领域发挥着关键性作用。为保证煤炭资源的有效供给，煤炭企业进行了生产计划的有效调整，以2020年为例，全国煤炭总产量达到38.4亿t，同比增长0.9%。煤炭开采作业环境较为恶劣，在水文、地质等因素的作用下，诱发透水等安全事故的机率较大，以山西省为例，作为我国最大的煤炭主产区，2020年，共发生煤炭事故11起，死亡20多人<sup>[1]</sup>。

为提升煤炭生产的安全性，减少透水等安全事故的发生机率，控制人员伤亡数量，煤炭企业有必要加大技术投入，完善开采区防治水机制，以更好地解决透水等安全问题。

## 1 煤矿案例

以某煤矿作为研究案例，对其开展典型性研究，有助于工作人员形成正确的观念认知，精准把握煤矿水害处理的基本前提与主要要求，为后续相关研究探讨活动的开展提供了方向性引导。

某煤矿位于我国西南地区，2010年6月由煤炭工业部研究院设计，2011年1月开工建设，2012年3月投产使用，设计煤炭生产能力60万t/a。整个矿井采取地下开采的方式，进行煤炭资源的开发，矿区面积达到9.532km<sup>2</sup>，矿区内分布15个拐点。为更好地开展煤炭生产，该矿采矿表层为1100-1600m，地面标高为1500-1850m，矿井在开采过程中形成了三层结构，其中4#层厚度范围在0.82-2.41m，煤层平均厚度1.79m；9#煤层厚度范围在0.89-3.67m，煤层平均厚度1.96m；15#煤层厚度范围在2.29-3.25m，煤层平均厚度2.8m<sup>[2]</sup>。4#煤层与9#煤层之间的间距范围在21.58-36.47m，平均间距28.6m；9#煤层与15#煤层之间的间距范围在63.79-91.35m，平均间距为67.28m。受到整个矿山结构、开采深度、煤层间距等因素的影响，矿区受到各类因素的影响，导致采矿作业面在开采过程中，出现透水事故的风险较高，干扰了正常采矿工作的有序开展，无助于整个矿区生产管理活动的顺利进行。

## 2 矿区水文地质情况分析

矿山水害威胁的发生，与矿区特殊的地质、水文情况有着密切的联系，为了更好地应对采煤工作区的水害威胁，实现水害威胁的科学化应对与高效化处置，有必要从实践角度出发，对水文地质因素与水害威胁的内在联系进行梳理，推动采矿作业面水害灾害的有效防治。

水害是矿山建设与生产过程中发生频率较高的安全事故，近些年来，随着矿山开采技术水平的持续提高，煤炭矿井开采深度、作业面开采面积不断扩大，这种情况的出现，无疑提升了煤矿开采能力，但是这种情况的发生，使得整个矿井在复杂地质水文因素的作用下，极易诱生水害事故<sup>[3]</sup>。

以上述某煤矿为例，其所处区域位于云贵高原西部地区，内部地形以山地为主，矿区内碳酸盐类岩石分布较为广泛，碳酸类岩石在水体的冲刷下，出现了大量的洼地、落水洞、岩溶大泉等地质结构，地下局部地区溶洞较为发育，暗河分布密集，岩层之中富含地下水。该矿所处区域降水量较大，岩层内的水体以大气降水作为主要的补给来源，地下水水位受到季节因素的印象较大，根据前期掌握的数据，煤矿地层内的水位在5月中下旬开始回升，6月到9月地下水位得到最高值，并且会出现2次到3次的峰值，10月到12月份地下水进入到平水期，水位高度、水流量逐渐降低，直至次年3月份、4月份降到最低值。

该矿的地质、水体特性，使得部分煤层有着较强的隔水能力，含水层与含水层之间的联系较弱，对于煤矿作业层开采活动的影响较小，可以充分满足煤矿资源的开发要求。但是由于整个煤矿层结构较为破碎，出现导水层与其他煤矿结构之间的联系性较强，使得上层覆水层内有充足的水源，开采过程中，如果没有采取系列举措，加以科学的处理应对，势必诱发矿井透水事故，影响后续深层煤矿的开采。

## 3 煤矿水害威胁主要类型

从过往经验来看，煤矿水害威胁类型多元，通过对主要威胁类型的梳理以及探讨，工作人员逐步明确矿井

水害威胁的表现形式，无形之中，提升了综采面防水治水技术应用的方向性，确保防水治水成效。

### 3.1 老窑水害防治

煤矿在长期开发的过程中，会出现部分老窑或者空窑的情况，这些区域由于地质结构较为松散，极易出现地下水富集的情况，诱发采煤作业面透水事故<sup>[4]</sup>。现阶段，对于煤矿老窑、空窑的水害威胁防治主要以预防为主，在进行煤炭资源开采过程中，往往需要勘察人员进入现场，实地获取地质数据，对老窑、空窑的分布范围、积水深度等进行调查，在此基础上，完成系列评估工作，划定煤矿采煤工作面的可采区，便于后续开采作用。

### 3.2 地表水水害防治

我国煤矿大多采取地下开采的方式，因此在整个开采过程中，水害防治工作与地表水的径流量有着密切的联系<sup>[5]</sup>。为了更好地防范水害威胁的发生，技术人员在进行防治技术应用前，需要通过资料查询等方式，掌握矿区降水规律以及地下水、地表水的补给关系，通过对上述关系的明确，制定相应的地表水防治方案，采取必要举措，逐步减弱地表水与地下水之间的相互关系，提升采煤工作面防治水的工作成效。

### 3.3 底板水水害防治

综采作业面的底板位置，由于整个区域空间较为特殊，在开采过程中，极易发生水害威胁。为应对这种情况，技术人员往往需要采取分阶段、分步骤的方式，加强对底部水害的处置工作<sup>[6]</sup>。但是受到传统水害防治思路的影响，部分区域在底板水害防治方面存在一定的漏洞，使得防治工作的成效不佳，水害灾害的整体威胁较大，为了应对这种情况，需要技术人员从实践角度出发，结合现有的技术手段，创新底板水害灾害应对处理机制，有效解决现阶段底板水害灾害处理方式单一、处理成效不佳等系列问题。

## 4 多类型水害威胁采煤工作面防治水技术应用方案

多类型水害威胁采煤工作面防治水技术应用过程中，工作人员需要吸收借鉴过往有益经验，在科学性原则、实用性原则的引导下，综合考量各类因素，针对于多类型的水害威胁，采取必要的技术举措，及时能科学的处置与应对。

### 4.1 理顺采煤工作面防治水技术应用思路

考虑到采煤工作面水害的威胁性，在整个防治水技术应用过程中，应当严格按照《煤矿安全生产规程》、《煤矿防治水细则》等相关政策文件的要求，正确处理预测预报、探测开发等媒体开采以及水害防治之间的逻辑关系，利用探、防、堵、排、截等防治技术举措，积极应对采煤工作面可能出现的水害风险隐患，确保煤炭资源开采工作的顺利完成。实际操作过程中，技术人员

需要在科学性原则、实用性原则的框架下，结合采煤工作面的实际，制定煤炭安全生产方案，重点明确开采区域防治水要求以及工作流程，按照预防为主、防治结合的思路，开展相关工作<sup>[7]</sup>。具体来看，技术人员要充分利用现有的技术手段，加强对采煤工作面所处区域水流、地质等要素的分析评估能力，实现动态化的采煤工作面监测评估，在这一过程中，如果发现异常数据，应当快速作出反应，启动紧急预案，应对突发性的透水事故。同时对于重点区域进行重点监测，实施评估采煤面的状态，并在此基础上，采取相应注浆加固等防治举措，消除潜在的水害风险。

## 4.2 多类型水害威胁防治技术应用策略

### 4.2.1 矿井老窑水害防治

针对于矿井老窑、空窑积水特点，综合考量现阶段老窑、空窑水害威胁防治的工作方式，技术人员应当吸收借鉴过往经验，利用瞬变电磁法联合人工探测的方式，对煤炭开采区域老窑、空窑进行探测，在探测过程中，详细记录空间位置、面积范畴、积水深度、煤层层位、补给来源，结合探测过程中掌握的数据，划定积水线、探水线等，实现对开采区域的精准划分，避免煤炭开采过程中，机械设备形成的扰动影响采煤作业的结构强度，诱发透水事故<sup>[8]</sup>。同时借助现有的软件程序，对矿井老窑、空窑的形成时间、面积变化趋势等进行测算，选择合适的区域作为安全区域，进行防水操作，确保水害威胁的完全消失。

### 4.2.2 地表水水害防治

地表水水害防治过程中，技术人员需要精准掌握煤矿开采区域的气候特征以及降水变化规律，明确地表水与地下水之间的补给关系，明确地表水对于煤矿井下地层含水量的影响，消除过往的认识盲区，制定相应的地表水水害处置方案。以某煤矿为例，根据当地的气象条件，5月到9月当地降水量较为丰富，10月到12月降水量逐渐减少，1月到4月降水量最低，考虑到当地岩层较为松散，透水性较强，在降水量较多的时期，地表水通过下渗等方式，对矿区的地下水线进行补充，导致地下水位上涨，诱发透水事故。

基于这种内在联系，技术人员在开展地表水防治工作的过程中，采取分类施策的方式，在雨季前、雨季中分别采取不同方式进行水害的防治工作。在雨季前，参与处置人员对矿区内存在的低洼区、塌陷区、地表积水区进行排查，并根据排查结果，做好相应的处置，消除地表水与地下水之间的补给渠道。同时做好井下检查工作，对矿井下的排水系统进行完善，对水仓等重点区域进行清理，稳步提升水害防御能力。雨季则采取地表水引流的方式，提升地表径流的速度，减少下渗体量。对于部分无法进行引流的区域，做好堤坝修筑工作，避免

出现地表水倒灌的情况发生。

#### 4.2.3 底板水水害灾害

矿井工作面含水层的加固处理,要求技术人员做好混凝土等注浆原料、注浆流程、加固要点的精准控制,避免技术应用注浆加固过程中出现工作漏洞,降低注浆加固的最终效果。从过往经验来看,矿井工作面含水层的整体防水能力与混凝土结构的防水性能之间有着直接的内在联系。基于这种逻辑关系,在开展防治技术应用过程中,需要针对性地做好矿区采煤工作面自有结构的防水施工活动。

具体来看,矿井内工作面在整体结构设计以及注浆加固环节,应当按照 I 级防水要求,对混凝土结构设计产出作出系统化调整,从而有效降低渗水、湿渍等情况的发生。除了做好上述设计工作之外,技术人员需要认识到,矿区采煤工作面整体结构较为复杂,在施工环节,如果没有对结构自身的承载力进行必要的控制,发生不均匀沉降的情况较为突出,进而诱发混凝土结构变形、开裂等质量问题,造成混凝土自防水性能的降低。

基于矿区采煤工作面的使用需求以及结构特点,在混凝土结构施工过程中,需要正确认识到沉降对于综采工作面混凝土结构的影响,针对于沉降,采进行必要的结构施工,例如通过换填处理等基底施工方案,将施工区域的土质密实度作出相应的提升,将沉降体量控制在合理的区间范围内。

对于混凝土结构之间的荷载分配关系还需要有针对性的做出调整,以确保结构强度、刚度得到预期目标,避免混凝土结构使用过程中出现裂缝,影响整个防水效果。

基于这种实际,施工企业应当组织人员开展好混凝土自有结构的防水施工处理,矿区采煤工作面在混凝土材料施工中,需要率先做好混凝土材料配比工作,配比环节,除了做好常规性的混凝土制备工作之外,还需要在混凝土原料中加入胶凝材料,通过混凝土胶凝材料、水泥、粗细集料的混合使用,使得混凝土的抗渗强度得到持续提升,增强混凝土的抗裂、抗腐等性能参数,为后续混凝土防水施工作业活动的开展提供方向性引导。

矿区采煤工作面混凝土施工环节,考虑到混凝土结构施工环节较多,质量管控漏洞较大,如果不采取必要的质量管理举措对混凝土结构施工质量作出调控,无疑将会造成防水施工技术漏洞,对于矿区采煤工作面的日常运转产生消极影响。例如在搅拌过程中,施工技术人员需要控制混凝土泵送的速度,通过对泵送速度的控制,将坍落度控制在合理的区间范围之内,避免坍落度不达标影响混凝土结构的防水性能;在浇筑过程中,施工技术人员需要控制混凝土入模的速度,将入模温度控制在 30℃ 的范围内,如果混凝土入模温度过高,则应当持续

做好降温处理,通过冷却管降温,将混凝土内部温度降低到 80℃ 范围内。

除了开展混凝土温度的控制之外,还需要做好混凝土内外温度差的控制,根据以往经验,当混凝土内外温差控制在 25℃ 的范围内,将全面增强矿区采煤工作面的混凝土性能属性,实现防水性能的持续提升;混凝土养护环节,施工技术人员需要延长养护时间,将养护周期控制在 14 天,养护过程中,施工技术人员需要采取覆盖湿润的方式,对完成施工的混凝土结构开展必要的养护处理,避免混凝土水分流失过高,影响混凝土的结构强度与完整性,减少混凝土表面出现龟裂问题的发生。针对于矿区采煤工作面混凝土施工的薄弱环节,对于穿墙管、变形缝等特殊结构,需要预先做好止水措施,逐步实现矿区采煤工作面混凝土自由结构防水能力的持续提升,实现底板区域防治水能力的持续提升。

#### 5 结语

水害威胁对于煤炭安全生产带来巨大的威胁,企业为了保持良好的发展势头,就应营造高效的生产环境,规避潜在的风险隐患,实现煤炭生产的现代化机制。文章以某煤矿作为研究对象,积极探讨水害威胁与水文、地质要素之间的内在联系,在此基础上,统筹考量不同类型水害威胁的表现与形式,创新思路与方法,实现防治水技术的综合化应用,搭建起水害检测、水害预警技术平台,推动煤炭开采面防治水的信息化与智能化。

#### 参考文献:

- [1] 李文锋,郝双峰.煤层群下部“孤岛”工作面水害防治技术研究[J].能源与环保,2019(02):131-132.
- [2] 高晓华.综采工作面综合防治水技术研究[J].煤炭科技,2019(05):25-25.
- [3] 杨宗生.煤矿采煤工作面水害综合防治技术应用[J].西部探矿工程,2020(03):133-134.
- [4] 姬乃强.煤矿水害防治工作中钻探技术的应用研究[J].中小企业管理与科技,2019(07):59-61.
- [5] 郭艳春.煤矿井下防治水技术与施工研究[J].当代化工研究,2019(07):87-88.
- [6] 吕兴伟.煤矿工作面综合防治水技术应用[J].中国化工贸易,2019(01):25-26.
- [7] 冀前辉,郝世俊,王程.复合勘探技术在煤矿工作面水害防治中的应用[J].工矿自动化,2020(01):121-122.
- [8] 高虎,程洪涛,位小辉.极复杂水文地质条件综放工作面防治水技术[J].煤炭科学技术,2020(12):59-60.

#### 作者简介:

刘峰峰(1985-),男,汉族,山东东营人,就职于中煤科工集团西安研究院有限公司,工程硕士,研究方向:安全工程。