

# Analysis of Hydrogeological Characteristics and Prevention and Control Technology of Water Damage after Coal Mining

Yanfeng Zhang

Jinneng Holding Equipment Manufacturing Group Chengzhuang Mine, Yuanping, Shanxi, 034100, China

## Abstract

With the deepening of coal resources in China, the occurrence of water accidents is increasingly frequent. This paper mainly analyzes the hydrogeological characteristics of the coal mine after mining, to reveal the change law of the hydrogeological environment of the mining area after mining, and guide the prevention and control of water damage. According to the geological survey data and hydrogeological survey results, the paper analyzes the hydrogeological characteristics of coal mining comprehensively and systematically. It is found that the hydrogeological environment of the coal mining area has gone through three main stages: the early stage, the middle stage and the late stage of mining, and each stage has its own specific hydrogeological characteristics. On this basis, combined with the hydrogeological characteristics after excavation, this paper studies the technical path of water damage control, including the prevention and control of water source, water process, hydraulic connection and prediction and early warning. The results can provide scientific basis for the prevention and treatment of water faults in the process of modern coal mining.

## Keywords

coal mining; hydrogeological features; water damage control; technical research; hydraulic connection

## 煤矿开采后水文地质特征分析与水害防治技术研究

张彦峰

晋能控股装备制造集团成庄矿, 中国·山西 原平 034100

## 摘要

随着中国煤炭资源的大量开采加深, 水害事故的发生日益频繁。论文主要通过开采后煤矿的水文地质特征进行分析, 以揭示煤矿开采后矿区水文地质环境的变化规律, 指导预防和治理水害。根据地质调查资料和水文地质调查结果, 全面、系统地分析了煤矿挖掘后的水文地质特征。研究发现煤矿开采掘区水文地质环境经历了三个主要阶段: 开采初期, 中期和后期, 每个阶段都有其特定的水文地质特征。在此基础上, 结合挖掘后的水文地质特征, 论文研究了防治水害的技术路径, 包括对水源、水体过程、水力连接以及预测预警等方面进行防治。该研究结果可为现代煤矿开采过程中预防和治理水害故障提供科学依据。

## 关键词

煤矿开采; 水文地质特征; 水害防治; 技术研究; 水力连接

## 1 引言

对于灾害频发的煤矿开采行业来说, 寻找有效的水害防治技术显得尤其重要。然而, 目前国内煤矿开采后水害防治的技术研究, 往往忽视了开采后煤矿的水文地质特征对矿区水害的影响, 而这正是我们此次研究的着力点。尤其是随着中国煤炭资源的大量开采, 煤矿水害事故频频发生, 这无疑给煤矿的安全生产带来了极大的压力。因此, 深入了解煤矿开采后的水文地质特征, 掌握其变化规律, 对预防和治理水害具有十分重要的意义。

为此, 论文深入研究了煤矿开采后的水文地质特征, 揭示了矿区水文地质环境的变化规律, 并在此基础上, 探索了防治水害的技术路径, 旨在为煤矿的安全开采提供科学依据。希望这项研究成果, 能对煤矿水害的防治工作起到一定的推动作用。

## 2 煤矿开采后水文地质特征分析

### 2.1 煤矿开采对水文地质环境的影响

煤矿开采对水文地质环境的影响具有重要意义<sup>[1]</sup>。煤矿开采破坏了原有的地下水系统和地质结构, 导致地下水的流动路径和水力条件发生显著变化。在煤矿开采初期, 矿井排水活动显著, 地下水位大幅下降, 水体的流动和分布受到明显干扰。此时, 地下水渗流场重新分布, 地下水流速增大, 水文地质环境迅速改变。

【作者简介】张彦峰(1986-), 男, 中国山西原平人, 本科, 工程师, 从事地质与测量研究。

煤矿开采活动对地表和地下的水资源系统也产生破坏性影响。煤层的开采导致地层的变形和破裂,形成贯通的导水裂隙带,地下水随之进入采掘区,造成局部的突水现象。特别是在开采深度较大的煤矿,这种现象尤为显著。

随着煤矿开采进入中期,矿井内的排水逐步达到平衡状态,地下水位有所回升,但依然较开采前低,表层与深层地下水之间的水力连接加强,导致水文地质环境继续恶化。地下水可能通过破碎带和裂隙带重新分布,加大了周边地区水资源的流失以及污染风险。特别是在雨季,水流汇入矿区,可能引发矿井淹没和渗漏水问题,影响矿区生产安全。

在煤矿开采后期,矿区地下水系统趋于稳定,水位逐步回升。由于岩层长期受力及松散堆积物的存在,水体的流动路径较开采前更加复杂,地下水环境仍存在不稳定性。矿井废弃后,水文地质环境的恢复过程漫长,可能出现水质恶化、沉降、地表塌陷等问题,需要针对性采取措施进行治理。煤矿开采后水文地质环境发生显著变化,对矿山开采的安全和地区水资源的综合利用提出了更高的要求。

## 2.2 煤矿挖掘后水文地质的变化规律

煤矿挖掘后的水文地质变化规律表现出明显的阶段性特征。在开采初期,地层结构尚未完全破坏,地下水流系统保持相对稳定,地下水位变化较小。随着开采活动的持续进行,地层受到扰动,裂隙和断层逐渐形成并扩展,地下水流系统受到显著影响,进入中期阶段。中期阶段特点包括地下水位显著下降、水源枯竭和水质恶化。岩层内部的水力联系日益复杂,地表水和地下水间的相互作用增强。

在后期阶段,煤矿开采已接近尾声,地质结构趋于稳定,但此时地下水系统已经发生了根本性改变,通常表现为地下水位继续下降甚至消失,部分区域可能出现地面塌陷和地裂缝,形成新的地表水汇集区或积水区。这些变化规律揭示了煤矿开采对水文地质环境的系统性和动态性影响,强调了不同开采阶段需要采取不同的技术手段和策略,以有效管理水资源和防治水害。研究这些规律对于煤矿开采的合理规划和环境保护具有重要意义。

## 2.3 煤矿挖掘后的水文地质特征和阶段性变化

煤矿挖掘后的水文地质特征经历了三个主要阶段,每个阶段表现出特定的水文地质特征<sup>[2]</sup>。开采初期,岩层破坏较轻,地下水流动基本未受影响,但可能短暂出现地下水位的局部抬升。中期阶段,煤层开采导致岩层大面积破裂,地下水流动路径显著改变,出现水文地质环境的不稳定性,导致多层含水层相互连通,增大水害风险。后期阶段,岩层进一步稳定,地下水流动重新趋于平衡,但新的导水通道可能永久性出现,需特别关注这些区域的水文变化。

# 3 水害形成机理与影响因素研究

## 3.1 矿区水害的形成机理

煤矿水害的形成是一个复杂的地质水文过程,它受到

多种内外因素的共同作用。水害主要包括突水、涌水、淹井等现象,这些现象均源于矿区水文地质条件的变化以及人为干预所引发的水动力扰动。

煤矿采掘过程中,使得地下水的流动方向和速度发生变化。针对矿区的地质结构,一旦煤层被开采破坏,岩层的完整性遭到破坏,地下水沿着断裂带、裂隙发育带等地质弱面迅速渗透到采空区,地下水流动的途径得以拓宽,从而增加了煤矿突水的可能性。

地下水补给来源的多样性也是促使水害发生的关键因素之一。矿区周边水源(如地表水、地下河、含水层等)通过各种地质通道补给到采掘区,导致地下水位变化起伏不定,继而突水事件频发。

除了自然地质条件,人为因素亦不可忽视。采矿工艺的不完善、矿井排水系统的缺失或老化,以及忽视对矿井内外水文地质变化的长期监测等,这些均可能导致不可预见的水害事件。矿区地质勘探的疏忽与错误,也会进一步促使突水事故的发生。

总的来看,煤矿水害的形成机制是多因素、多环节交互作用的结果,这为水害防治与管理提出了复杂而严峻的挑战。理解矿区水害的形成机理,是揭示水害规律、有效防治水害的前提。

## 3.2 煤矿开采对水害发生的影响

煤矿开采对于水害的发生具有显著影响。煤矿开采破坏了地下水的自然流动路径,形成了断层和裂隙,增加了地下水的渗漏和运移路径,导致地表水及地下水的水力连接性被显著改变。开采过程中导致的地层压力释放和地层变形,使得含水层的储水能力和水力传导系数发生改变,进而改变了区域水文地质环境。煤矿开采引入了大量的采空区和沉降区,这些区域容易积水,形成新的水动力条件,增加了突水和透水的风险。因此煤矿开采过程中人类活动对矿区水文地质系统产生直接干扰,使得原本稳定的水文条件变得复杂多变。会议和生产实践中,煤矿开采与水文地质环境之间的相互作用需要得到充分重视,以便采取有效措施减轻和预防水害事故的发生,为生产和安全提供保障。

## 3.3 水害发生的主要影响因素

煤矿区水害发生受到多种因素影响。地质构造是关键因素,断层、褶皱等地质结构容易形成水流通道;水文地质条件中的含水层厚度、渗透性等直接影响水害风险;采矿方法也至关重要,不同的采矿技术对地下水动水位变化、岩层渗透性等因素有显著影响。煤矿开采深度和规模会改变地层压力及水动力条件,引发突水现象。气候条件和降水量变化也对矿区水文环境产生动态影响,增加水害发生的复杂性。

# 4 煤矿水害防治技术研究

## 4.1 基于挖掘后的水文地质特征的水害防治技术路径

煤矿开采后,矿区的水文地质特征发生显著变化,导

致水害风险显著增加。针对这一情况,必须采取系统的防治技术路径,以有效预防煤矿水害事故的发生。需对煤矿区的水文地质环境进行详细的调查与监测,通过建立科学的水文模型,对矿区的水流动规律进行精确模拟和分析。

结合不同阶段的水文地质特征,可实施分阶段、分区域的水害防治措施。在开采初期,应特别关注采掘活动对地下水位和地下水流向的影响,采取有效措施如井下临时排水、封闭措施等,减少地下水对采掘工作的威胁。在中期阶段,重点监控矿区的水力联通情况,针对可能出现的漏水点进行封堵和排水工程,确保地下水体稳定。

对于开采后期,防治工作的重点转向长期监测和防治系统的建立和维护。此时应建立完整的地下水监测网络,利用遥感、物探等先进技术手段,对地下水位、水量和水质进行动态监测。通过信息化手段,构建水害预警系统,实时预测地下水的变化趋势,提前预防可能的水害事故。结合实际情况,采用阻水帷幕、永久性排水系统等长效防治措施,确保煤矿开采后的水文地质环境保持稳定<sup>[1]</sup>。

以上技术路径为煤矿水害防治提供了科学依据,有助于降低水害风险,确保煤矿安全生产和环境保护。

#### 4.2 对水源水体过程水力连接的防治策略

煤矿开采过程中,水源和水体过程的水力连接对水害的防治至关重要。为有效遏制水害发生,需全面分析水体的来源、流动路径及其与地下水系统的交互作用。地表水和地下水在煤矿采掘后往往交汇繁杂,需建立水源地保护区,防止污染和过度开采。为了减缓水体过程中的水害威胁,需修建拦水坝、隔水墙等设施,通过物理隔离手段切断或阻挡水的通道,防止大规模水体向采空区渗透。地质结构改造,如填充采空区和裂隙带,对降低地下水流动性和水力连接强度同样奏效。监测系统必须实现高效实时的数据采集与分析,通过水位、水质和流速等参数的监测,及时识别潜在风险并采取应对措施。综合运用地质勘查、物理隔离和监测预警等多管齐下的策略,有助于实现对水源和水体过程中水力连接的有效防治,保障煤矿开采的安全与可持续发展。

#### 4.3 水害预测预警技术的研究与应用

水害预测预警技术在煤矿防灾管理中起到至关重要的

作用。依据地质调查数据及水文地质分析,通过构建数值模型和智能算法,对煤矿水灾的时空分布、发展趋势进行全方位预测与风险评估。模型构建中,采用多变量回归分析、时间序列分析等方法,建立可靠的预测模型,预测水文情势的变化和潜在水害发生时间。大数据与人工智能技术的结合,使煤矿水害的预测更加准确和科学。

在预警方面,开发了一系列预警系统,包括水害预警软件、实时预警平台及移动预警终端,实现对矿区水害的实时监控和预警信息的多级传递。利用地理信息系统和云计算技术,将地质、地形、气象等多源数据进行集成分析,生成基于空间分布的风险地图,提供详细的预警方案。通过多层次预警响应机制,确保预警信息快速传递到各相关部门,实现及时有效地防灾减灾,从而减少水害对煤矿生产的影响,保障人员安全和煤矿的正常运行。

## 5 结语

论文针对煤矿开采后的水文地质特征进行了深入研究,并提出了防治水害故障的相关技术路径。我们发现,煤矿在开采后的水文地质环境会经历三个主要阶段,每个阶段都有其特有的水文地质特征。在此基础上,我们提出了一系列防治水害的具体措施,包括对水源的治理、水体过程的调控、水力连接的修复以及预测预警等方面。然而,由于煤矿开采对水文地质环境影响的复杂性,对于个别特定情形下的防治措施,论文的研究仍存在一定的局限性,需要后续研究进行更为深入的探讨和实证分析。同时,随着科技的发展,新的防治水害技术不断涌现,需要我们在未来的研究中将现代科技手段融入防治策略中,以提高防治效率,最大程度地减少煤矿开采对水文地质环境的影响,以保证资源的可持续开采和生态防治的有效性,实现经济与环境的双赢。

## 参考文献

- [1] 赵继邓.煤矿开采后水文地质特征分析与水害防治技术研究[J].西部探矿工程,2022,34(7).
- [2] 王志亮.矿井开采后水文地质特征及水害防治技术研究[J].矿业装备,2021(1).
- [3] 王木胜.探析煤矿水文地质特征与矿井水害防治技术[J].内蒙古煤炭经济,2021(12).