

# 煤矿防治水智能化技术研究现状及展望

武亚雄

山西兴县华润联盛峁底煤业有限公司 山西吕梁 033600

**摘要:** 煤矿水患治理一直以来都是行业内的一项重大问题,尤其是在探测、预防和监测方面。本文通过对煤矿防治水智能化技术进行研究,对其未来进行了展望。

**关键词:** 煤矿; 防治水; 智能化

## Research Status and Prospect of Intelligent Technology for Water Prevention and Control in Coal Mines

Yaxiong Wu

Shanxi Xingxian Huarun Liansheng Mao bottom Coal Industry Co., LTD. Shanxi Lvliang 033600

**Abstract:** Water hazard control in coal mines has always been a significant issue within the industry, especially concerning detection, prevention, and monitoring. This article conducts research on the application of intelligent technology in coal mine water hazard prevention and provides an outlook on its future prospects.

**Key words:** Coal mine; Prevention and control of water; Intelligence

煤炭是中国的关键资源,是国民经济安稳运行的重要保障。然而,在开采煤矿的时候,往往很容易发生灾害事故。其中,水害被称为煤矿开采的五大灾害之一。水害不仅会影响正常的开采进度,还会严重危害人民的生命财产安全,因此,对于水害的防治异常重要。近年来,随着科技的进步,智能开采技术正逐步改变传统的煤矿防灾方式,煤炭水害防治也在不断更新,进一步保障了煤矿水害的防治,更加有效地保护了人民的生命财产安全。

### 一、探测装备及相应方法的智能化

#### 1.对地震勘探技术进行三维分辨

通常情况下,在对煤矿井下进行相应的三维地震勘探过程之中,主要是将二维地震勘探技术和三维地震勘探技术结合起来,从而可以更加准确地判断出煤层所处的状态,并为下一步的工作提供一定的参考。而在三维地震勘探技术的基础之上,也可以进行相应的三维成像。通常情况下,在对煤矿井下进行三维地震勘探的时候,通常都是先对井下煤层的地质构造进行扫描,然后再将其扫描到相应的水平面上,然后通过相应的软件对其进行成像处理,最后得到相应的三维图像。其中,可以根据所获得的图像来判断煤层所处的状态。而在实际情况之中,由于煤矿井下煤层是不平整的,所以在进行相应的三维地震勘探时,会发现不同深度所呈现出来的图像并不相同,因此,也可以根据所获得的图像来判断出煤层所处的状态。当然这需要通过相关软件才能实现<sup>[1]</sup>。

#### 2.瞬变电磁探测技术

针对于瞬变电磁探测技术的智能化,以中国矿业大学和

北京矿冶研究总院合作研发的“瞬变电磁高精度探测系统”为例。该系统在井下建立了一个高精度的瞬变电磁场源,该场源的高度和深度都可以通过遥控机器人进行控制,不仅可以让机器人在井下对地表的地质环境进行探测,还能在地面对地下的地质环境进行探测。该系统具有自动采集数据、自动处理数据以及自动生成成果图等功能,可通过网络将数据传输到地面控制中心,可以通过数据处理软件对采集到的数据进行分析、处理和解释,从而得出地质体的电性参数,并生成三维地质模型。

#### 3.高密度法探测技术

高密度电法是利用发射电流在电极间的变化形成电位差来实现的,具有精度高、成本低等特点,且能够实现大面积的同时探测,但是该方法只能作为一种初步探测方法。根据其探测原理可分为电阻率法(Relative Resistance Method)、视电阻率法(Relative Electromagnetic Method)、瞬变电磁法(Pulse-Intemational Resistance Method)等,其在煤矿防治水领域具有广阔的应用前景。

### 二、预测评价智能技术

#### 1.三维充水结构可视化技术

三维充水结构是指在地表及井下揭露的地质构造、含水层、断层、裂隙等地质体的组合与分布特征,是矿井防治水工作中的重点和难点,其内部结构关系复杂、空间位置变化大,其空间位置的变化会引起水动力条件的变化,影响矿井水文地质参数(如:水压、导水系数等)的变化。三维充水结构可视化技术是通过井下或地表勘探揭露的地质构造、含

水层、断层和裂隙等地质体组合特征及空间位置关系,建立矿井充水结构三维模型,并进行动态三维可视化,实现对矿井充水结构的可视化模拟与分析,为矿井防治水工作提供三维立体信息<sup>[2]</sup>。

### 2. 含水层富水性规律与分区技术

该技术在不断地实践下,进一步得到完善:王洪伟等利用层次分析法对含水层的富水性进行了分析,将含水层分为强富水带、中富水弱带、不充水弱带五类,在此基础上,进一步提出了富水性分区的判定标准和原则。张洪涛等根据富水性理论,提出了利用层次分析法确定各影响因素权重,确定出水文地质分区标准,并将富水性划分为四类区,对各区域水文地质特征进行了详细分析,最后给出了矿井防治水分区的评价方法。潘一东等以山西大同某矿为研究对象,采用三维建模技术和基于“三下”采煤技术的水害防治系统,建立了煤层底板隔水层三维数值模型,将研究区域划分为4个富水含水层组,利用富水系数法进行分区评价。通过数值模拟分析了不同含水层组的导水性差异及导水通道类型,并针对不同区域提出了相应的防治措施。采用三维地质建模技术将研究区域划分为11个含水层组,建立了基于三维地质模型的水文地质条件分析系统。通过研究区三维地质建模与水文地质参数计算,分析了各含水层组的富水性特征,并划分出了不同区域的富水含水层组<sup>[3]</sup>。

## 三、监测预警技术的智能发展

### 1. 矿井水情远程监测

采用地面远程实时监测系统,可以实现对矿井各区域的水压、水温、水量等水文参数的实时监测,并将监测信息进行数据融合、分析处理和预警,对于水害防治具有重要意义。

近年来,矿井水情远程监测技术的发展主要体现在以下几个方面:一是采用井下无线传感器网络(WSN)技术,实现了矿井各区域的水文数据实时传输,并对数据进行统一管理。二是基于云平台技术构建了基于云平台的煤矿水害防治综合信息服务系统,实现了对矿井各区域水文数据的统一管理和实时分析处理。三是采用云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术,建立了基于大数据技术的水害防治综合决策支持系统。四是采用无人机航拍技术,建立了基于三维影像的矿井水文地质条件快速评价系统,可用于区域内水文地质条件的快速评价。五是采用物联网技术建立了基于井下智能物探和钻探相结合的水害探测系统,实现了对区域内水文地质条件的快速探测和精细探测。六是采用无线传感技术建立了基于无线传感网络(WSN)的矿井水文监测系统,

实现了对矿井各区域水位、水温、水量等参数的实时监测和预警。七是采用人工智能技术建立了基于深度学习算法的矿井水害防治综合决策支持系统,实现了对矿井水害防治方案的自动生成、智能决策和智能预警<sup>[4]</sup>。

### 2. 煤矿排水自动控制系统

煤矿排水自动控制系统,是以计算机技术为基础,由中央控制室的计算机、自动控制系统、通讯网络和各现场控制点的机电设备及自动控制装置构成,用于煤矿井下各排水系统的水泵、阀门、水泵电机及电气设备的自动启停控制和运行状态监测,以实现排水系统的自动化、智能化、网络化。

我国煤矿排水自动控制系统的发展起步较晚,在20世纪70年代末才开始研制和开发。1985年,煤炭科学研究院北京矿务局在国内首先研制了以计算机为基础的煤矿排水自动控制系统,并应用于大屯矿等几个煤矿;1993年,我国建成了以计算机为基础的煤矿排水自动控制系统;1997年,北京矿务局在我国率先建成了以计算机为基础的煤矿排水自动控制系统;1998年,北京矿务局在我国建成了以计算机为基础的煤矿排水自动控制系统;2001年,原煤炭工业部将此技术列为全国重点推广的六大技术装备之一。目前,国内各大煤企、院校、科研院所都在研制或引进煤矿排水自动控制系统。在煤矿排水自动化技术方面,国内已研制出具有自主知识产权的集控制、通讯和监测于一体的煤矿排水自动控制系统。例如:神华集团有限责任公司在国内首次建成了基于现场总线的排水自动控制系统;中国矿业大学在国内首先建成了集排水智能监控、远程通讯、视频监控于一体的矿井排水自动化监测预警系统;山西焦煤集团有限责任公司在国内率先建成了集水害远程监控和视频监控于一体的矿井排水自动化监测预警系统。

### 3. 网络电法监测技术

网络电法技术是利用电磁感应原理,通过在地表布设人工地面电极,并在地面进行远程数据传输,实现对地下电性异常体的探测与定位。网络电法的优点主要有以下几点:第一,施工效率高:通过在地面布设人工地面电极,可以有效克服钻孔施工的高难度及高成本问题。在井下施工时,电极布设数量少且安装方便,能够有效地提高工作效率。第二,探测精度高:通过采用无线传输技术,可实现数据的远程传输,从而提高了数据的处理速度和精度。第三,探测范围广:可以有效解决钻孔探测受地质条件限制和钻孔布置要求的问题,从而能够在复杂地质条件下进行探测工作。第四,综合解释效果好:网络电法可以通过多个电极同时采集数据,综合分析异常信息,从而对异常体进行解释和定位。第五,

经济成本低：与钻孔探测相比，网络电法仪器简单、操作方便、设备成本低、维护费用少。第六，易推广性强：该技术具有数据采集自动化程度高、对环境要求低和空间适应性强等优点。

网络电法技术在煤矿防治水方面的应用主要集中于煤矿采空区积水探查和工作面底板突水预测等方面。目前该技术在煤矿的应用主要集中在以下几个方面：对采空区积水进行探查；对工作面底板突水进行预测；对煤层顶底板突水进行预测；对井下陷落柱及采空区积水的探查；对矿井防治水的辅助工作等。随着煤矿智能化的发展，网络电法技术的应用将进一步拓展，必将发挥其在矿井水文地质探测中的重要作用。

#### 四、煤矿防治水智能化技术展望

##### 1. 多源时空智能化探测技术

对数据进行归一化处理，可得到高精度、高质量的三维地质模型。针对地下复杂构造、采动影响区、断层破碎带等异常体，综合应用“物探+钻探”与“钻探+物探”的联合探测技术，可以解决煤矿生产过程中面临的主要难题。如：复杂地质构造的空间展布、老空水、采动影响区等异常体的空间赋存状态；采动岩体变形破坏机理；断层带、裂隙带等地质异常体与巷道掘进之间的空间关系；多因素耦合作用下的突水机理等。对地下复杂地质体进行探测，不仅能解决地下复杂地质体中的水文地质问题，而且能够解决矿井生产过程中遇到的各种突水问题，对提高矿井水害防治水平具有重要意义。

##### 2. 玻璃水文地质技术

随着煤矿开采深度的不断增加，水文地质资料的多解性和不确定性问题更加突出，在此基础上研发的玻璃水文地质技术将成为提高矿井防治水工作效率和精度的重要手段，对于提升煤矿开采安全保障水平具有重要意义。

##### 3. 基于人工智能的水害监测大数据挖掘技术

基于人工智能的水害监测大数据挖掘技术通过对水害监测大数据的预处理、数据挖掘和分析，获得各种信息，形成对水害态势的动态预测模型，从而指导水害防治工作，达到降低煤矿安全风险、提高矿井安全生产的目的。

#### 五、结束语

总之，水害防治的重点在于精准预测，从而有针对性地地进行预防。因此，要不断对相关技术进行探索，推动我国煤矿水害防治的进步。

#### 参考文献：

- [1]张磊，许博，刘斌，刘会彬.煤矿防治水智能化技术研究现状及展望[J].陕西煤炭,2022,41(06):224-226+231.
- [2]于洪林，王善超，张磊，魏晋宏，李秋婷. 煤矿智能化开采技术研究现状及展望[J]. 探索科学, 2021(10):155-156.
- [3]任强. 浅谈煤矿智能化开采技术研究现状及展望[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(11):4.
- [4]邵刚. 矿井防治水技术研究现状与展望[J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术, 2021(7):2.