

# 煤矿地质灾害勘查中物探方法的应用

牛作志

平顶山天安煤业股份有限公司朝川矿

**摘要:**近年来,我国对煤矿资源的需求不断增加,煤矿地质灾害勘察工作也越来越受到重视。作为我国最主要的能源类型,煤炭开发存在着地质灾害风险,为此需要立足于煤炭行业的发展现状,确保煤炭开采的安全性,推动煤矿行业可持续发展。就煤矿地质灾害的特征进行分析,尝试探索有效的预测措施,为煤矿事业的发展提供助力。

**关键词:** 煤矿开采; 地质灾害; 瞬变电磁法

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.10.224

## 引言

煤炭是推动社会发展的重要资源,合理规划开采以及对进行治理是促进煤炭行业绿色发展的主要途径之一。但在实际落实过程中,部分地区的煤炭企业在治理方面缺少完善的工作体系。因此,针对煤矿地质灾害进行分析并制定整理方案对于煤炭行业的可持续发展具有重要的现实意义。

## 一、我国煤矿基本情况

我国是产煤大国,煤炭资源相对较为丰富,但矿区周边布满各类。例如,在神木县煤炭的开采区域的整体域面积已超过 $50\text{km}^2$ ;而山西全省范围内的煤炭面积约 $3\times 10^4\text{km}^2$ ;另外,在江苏省矿区在采煤过程中同时伴随严重的地表沉降。由于地下煤层通常处于地下深处位置,最深处可都超过 $1000\text{m}$ ,而开采煤层厚度普遍在 $1\sim 4\text{m}$ 左右,煤层状况变化较大,地质环境不尽相同。进一步对进行分类,根据采煤作业深度可具体化分为浅层、中深层、深层。

## 二、煤矿开采中常见地质灾害分析

### 1. 煤矿水害

在煤矿生产中,煤矿水害对开采的影响最大。根据矿井水源的不同,煤矿水害又可以分为透水、渗水和突水3类。透水事故通常是因防水煤岩柱的厚度不够,水源突破防水煤岩柱引起,例如透水事故。透水量一般比较大,可以在比较短的时间内致使工作面或矿井被淹没。渗水事故多是由于开采过程中隔水层产生裂隙,含水层中的水顺着裂隙流入工作面。渗水量与裂隙的发育程度有关,裂隙发育量越大,渗水量也就越大。突水事故多是因含水层中的承压水突破了隔水层引发。一般地,含水层中的水压越大,发生突水事故的可能性也就越大。由于煤矿水害成因比较复杂,难以形成统一的防

治水技术和理论,目前只能根据经验采取相应的措施对矿井水害进行预防。在实际防治水中,需要确定含水层的位置和范围,进而制定最为合适的防治水方案。

### 2. 冲击地压

在煤矿开采作业阶段,脆性煤岩体出现变形,进而导致煤矿围岩强烈振动,该现象被称为冲击地压。煤矿开采作业到达一定深度时,在垂直位置上也会产生更大的应力,这些应力集中在煤矿巷道及相应作业面上,导致巷道围岩逐渐变形,甚至出现裂纹,巷道整体稳定性大幅降低。相较于其他地质灾害形式,冲击地压以其较强的破坏性、突发性为主要特征,是一种积攒的高能量瞬间释放的地质灾害形式。

### 3. 地表变形特征

大中型煤矿的地表变形问题主要表现为地表移动、地表裂缝、台阶状塌陷等。小型的地表特性主要体现为地表裂隙、小规模沉降,并未处于移动盆地问题。具体表现如下:①地表移动盆地。从形成机理角度而言,采深超出采厚的 $20\sim 40$ 倍时,可能导致采区顶部岩层出现弯曲、塌落,进而在地表地形环境呈现出沉陷的区域或洼地,称为地表移动盆地。这一地形特征的范围普遍超出,矿层倾斜度越高,地表倾斜问题则更加剧烈。移动盆地处于顶部位置,且该区域的地表沉降量最高。内边缘区位于采空区外侧上方,成凹形,形成应力变形。外边缘区处于采空区外侧矿层顶部位置,地表存在大量的裂隙,地面位移出现倾斜迹象,成凸形。②地表裂缝。在移动盆地的边缘位置出现大量的裂隙,其裂隙宽度与长度通常与土质、深度、宽度有关。塑性小的砂质黏土地表拉伸变形达到 $3\sim 4\text{mm/m}$ 时则可能出现大规模裂隙。内应力较高的黏性土处于 $6\sim 10\text{mm/m}$ 变形范围内方可出现裂缝。③台阶状塌陷盆地。当采深与采厚差距过于悬

殊时，则将出现大规模的塌陷盆地，盆地中央部分平坦，外侧位置呈现阶梯状分布。④塌陷坑。塌陷坑需要在一定的地质变化条件下出现，主要是在缓倾斜煤层的开采中发生，或是在采集倾斜煤层的阶段形成塌陷坑现象。

### 三、物探方法在煤矿地质勘查中的应用

#### 1. 瞬变电磁法

首先进行数据观测：①观测中首选进行实地试验观测，通过观察测深曲线的衰减情况，选取合适的观测参数进行观测。②按照有关规范作业，并作了一定数量的检查观测。接收探头由专人负责使用，并保证在观测时探头水平气泡居中。③接线员及磁探头跑点人员听从操作员的指挥，并向操作员报点号，在听到操作员跑点命令后必须回应。其次是室内工作：①当天对野外观测数据进行回放和数据编排。对每天工作成果要逐一细致检查，发现问题及时反馈到野外，并安排第二天的工作。室内人员对当天观测数据及时进行处理和初步解释。②每一条测线观测完毕后及时编制相应剖面定性图件，以便优化工作方案。由于野外测量所得并不是地下地质体的真电阻率值，而是视电阻率，与地下地质结构、地形起伏、特殊构造的存在等有着关联，所以，在进行范围确定时，采用的是相对异常范围的概念，根据视电阻率等值线断面图，将该区域内的视电阻率低值区域包围的相对高阻区域划定为异常区域，并结合已知的开采等地质条件，确定高阻异常区为采空空洞。为了便于资料分析、曲线对比，在视电阻率断面图上，把不同数据的曲线圈定区域用涂以不同的颜色。并用绘图软件绘制出来。

#### 2. 冲击地压预测

一般情况下，预测冲击地压的主要方式是分析制定煤层发生冲击地压的概率，采取的预测方法主要有钻屑法及地球物理监测法两种。钻屑法通过煤层钻孔的形式，根据排出的煤粉量判断冲击地压出现的概率；而地球物理监测法借助地音监测及微震监测技术，收集检测设备返回的信号，进而判断冲击地压的危险性。借助钻屑法的辅助，结合获取到的检测数据，对工作面出现冲击地压的指标做出了分析。

#### 3. 无线电坑透法

无线电坑透法是利用电磁波传播时矿石或岩石吸收性不同的特性实现对岩层中异常区域的探测。在勘探区域出现特殊地质构造时，对无线电电磁波的吸收能力增

强，无线电电磁波的衰减系数增加。通过布置多测点对所在区域进行探测，可以获得勘探区域的异常构造情况。无线电坑透法主要用来探测工作面中出现的一些地质构造。在进行数据解释时，通常会形成衰减系数等值线图。衰减系数越大，所探测区域发生异常的可能性也就越大。在回采过程中，应该根据实际揭露的煤层情况，制定合适的安全回采策略。通过采用无线电坑透法进行探测，可以发现物探技术极大程度上提高了获取数据的精度，可为煤矿的安全开采提供有效的指导。

#### 4. 顶板灾害预测

煤矿顶板的冒顶、切顶都严重危害着采煤人员的安全。在实践工作中发现，增设支架荷载检测、顶底板移近量检测等措施，对顶板灾害的预防有明显作用。合理的监测在第一时间找出不利因素，用有效的预防措施，将安全隐患扼杀在摇篮里，确保煤矿开采的整体安全性。

#### 5. 放射性元素勘测方法

在煤矿地质灾害的勘探中，可以使用放射性元素勘测方法，通过测量煤矿内部放射性元素氢元素的浓度和分布，得到测量结果，应对地质灾害。氢气在矿石中的分布比较均匀，含量比较稳定，当矿石中的环境发生变化时，氢气含量会发生变化。利用放射性元素勘测，只要检测到氢气含量变化，就能了解矿床上的变化，根据氢气的移动，准确确定地质异常的具体位置，采取有效措施。该勘探法只需知道矿层中氢元素的分布及含量，便可勘查地质异常部位，技术与设备较为简单，但也存在一定缺陷，只对某一影响因素进行分析，勘查结果的准确度比较低，仅能对矿井中的地层分布有粗略认识。

### 四、煤矿灾害治理的措施

#### 1. 合理开展地下水循环保护工作

由于煤矿开采过程中对地下水循环系统造成一定影响，因此作业人员须在煤矿开采过程中积极引入对应的地下水处理方案，避免水资源过度流失，同时应结合地下巷道建设规划方案，综合建设过程中可能出现的含水层结构扰动以及裂隙问题进行对应治理措施，按照相关建设标准制定后续各项工作，以此提高含水层治理效果。同时，针对煤炭开采过程中频繁出现的地下水资源渗漏等问题时，技术人员应明确具体渗漏位置后，采用以堵漏为主的工作方案，在积极维持含水层原有流向的基础上进行裂隙封堵，以此降低对地下水含水层产生的各类型扰动问题。

## 2. 制订科学防治计划

在煤矿开采施工之前，必须规划好整体的地质灾害防治措施，才能确保煤矿开采的有序推进，取得更理想的开采效果。对煤矿企业而言，科学完善的防治计划，能够有效降低煤矿出现地质灾害的可能性，即使在发生地质灾害的情况下，也能降低造成的破坏与损失。由于成本、经济等因素的影响，部分煤矿企业会选择传统的开采技术，虽然成本相对较低，但也在无形中提高了发生地质灾害的概率。虽然传统的开采技术对工作人员的要求较低，但也产生了安全方面的问题与风险。为此，需要设计好完善的防治计划，在兼顾煤矿企业生产效率与经济效益的同时，针对各种地质灾害采取针对性的防治措施，满足煤矿企业生产与发展的基本需求。

## 3. 营造良好的通风环境

防治煤矿地质灾害的重要途径，是改善矿井的通风条件，管理好矿井内部的气体，确保煤矿有良好的通风环境。合理的通风系统，让矿井内部的氧气浓度维持在合适的标准，也能有效控制好矿井内部的瓦斯浓度。由于开采人员的身体健康也会受到矿井气体的影响，因此需要根据国家相关的技术与行业标准，关注通风系统的检修工作，提高通风系统的建设质量。定期管理与维修矿井的通风设施，根据煤矿开采地点，优化改善井下通风程度，才能有效防治煤矿地质灾害。

## 4. 积极落实废弃巷道加固治理工作

煤矿开采结束后，矿区位置通常存在大量的矿井巷道和采掘面，进而形成连片采空区，对后续区域建设以及恢复工作造成一定影响。为进一步提高恢复工作进度，工作人员应针对矿区中遗留的大量废弃矿道进行填埋封堵工作，首先，应针对废弃井下巷道进行填充处理，并根据矿道深度合理进行填埋规划，将煤炭开采废弃物进行最大化利用。在此基础上，技术人员应结合煤矿采空区治理方案分步落实废弃矿道的填埋与加固作业，以此降低区域内采空区的整体规模，从而为后续的环境治理与恢复提供一定的作业平台。另外，针对开采中遗留的各类型废物，则应采取生态化治理手段，将矿采废弃物用于区域建筑材料的混合料使用，对于低价值废弃物则可选择直接回填至矿井采空区，以此消除岩层应力失衡导致的地面塌陷等问题的。煤矿采空区恢复重建工作开展过程中，工作人员要加强对该类方法的重视，合理开展后续各项工作，保障矿区重建质量。

## 五、物理勘探在矿井地质勘查中的作用

地球物理勘探技术操作简单、施工方便和探测精度高，在煤炭地质开采领域中被越来越多使用。当前，国内常用的几种地球物理方法是电法勘探、地震勘探等，大多被用于矿井地质灾害和水害的预防和治理。在将物探技术运用于矿井地质探测时，要先了解矿井真实环境和开采要求，根据实际情况，选择合适的勘探方法。采用地面瞬变电磁勘探方法和井下槽波地震勘探方法，可为矿井的开采设计提供可靠的地质资料，还可以提前预测煤层厚度变化、小断裂和煤层间的相交陷落柱分布，极大提高矿井开采设计的科学性和合理性，保证矿井的高效、精确开采。

## 结语

煤矿地质灾害的发生对煤矿安全生产危害极大。一般情况下，煤矿地质灾害的发生多与煤层地质构造有关。随着煤炭资源开发利用的深入，煤炭资源开发利用方法日益增多。运用综合物探技术勘查矿井地质，能够全面了解矿井地质情况，在评估矿井地质情况前，做好预防和处理工作，达到预防和控制矿井地质灾害的目的。在煤层地质勘查工作中，针对煤层地质勘查需要，采用不同物探方法，有效预防煤层开采中的安全事故，提高煤层开采经济效益。分析了煤矿开采过程中几种常见的地质灾害，重点分析了物探方法在勘探煤矿地质勘查中的应用情况。研究可以为煤矿地质灾害的预防提供一定的技术参考。

## 参考文献

- [1] 付雯博, 范美玲, 李涛. 谈物探方法在煤矿地质灾害勘查中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(22): 195-197.
- [2] 智富国. 物探方法在煤矿地质灾害勘查中的应用探析[J]. 矿业装备, 2021(3): 18-19.
- [3] 赵庆钢, 马晨, 曾国龙. 浅析综合物探方法在岩溶塌陷地质灾害勘查中的应用[J]. 西部资源, 2021(2): 184-186.
- [4] 刘光辉. 煤矿地质灾害勘查中物探方法的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2020, 40(9): 171-172.
- [5] 冯鲁顺. 煤矿地质灾害勘查中物探方法的运用[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020(4): 212.
- [6] 樊航. 煤矿地质灾害勘查中物探方法的运用[J]. 江西化工, 2020(1): 137-138.