

## 综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用分析

李晓岚

河北地矿建设工程集团有限责任公司, 河北 石家庄 050011

**[摘要]**随着矿山资源的开发与水文地质条件的复杂性日益增加,传统的勘探技术往往难以满足矿山水文地质勘查的需求。综合物探技术作为一种高效、精确的勘探手段,能够通过物理性质的变化反映地下水文地质条件,提供更为准确的勘探数据。文章分析了综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用,探讨了其优势、方法与实际操作中的注意事项,为矿山水文地质勘探提供了新的思路和技术支撑。

**[关键词]**综合物探技术; 矿山; 水文地质勘探; 应用分析; 地质勘查

DOI: 10.33142/ect.v3i3.15698

中图分类号: P641.7

文献标识码: A

### Application Analysis of Comprehensive Geophysical Exploration Technology in Hydrogeological Exploration of Mines

LI Xiaolan

Hebei Geology and Mineral Construction Engineering Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

**Abstract:** With the development of mines resources and the increasing complexity of hydrogeological conditions, traditional exploration techniques often fail to meet the needs of hydrogeological exploration in mines. Comprehensive geophysical exploration technology, as an efficient and accurate exploration method, can reflect underground hydrogeological conditions through changes in physical properties and provide more accurate exploration data. The article analyzes the application of comprehensive geophysical exploration technology in hydrogeological exploration of mines, explores its advantages, methods, and practical considerations, and provides new ideas and technical support for hydrogeological exploration of mines.

**Keywords:** comprehensive geophysical exploration technology; mines; hydrogeological exploration; application analysis; geological exploration

#### 引言

矿山水文地质勘探是矿产资源开发阶段至关重要的一环,它不仅牵扯到矿山开采的安全性,还对水资源合理分配及环境保护相关事务有影响,伴随矿山开发深度的加大,传统水文地质勘探手段面临一定的约束,因为在解决这些问题,在矿山水文地质勘探中,综合物探技术渐成重要手段,多种物理探测方法结合后,综合物探技术,切实提升了勘探的精度,扩大了水文地质勘探的深度及范围,有着显著的应用意义。

#### 1 综合物探技术概述

综合物探技术是把多种物理探测方法组合使用形成的先进技术手段,凭借不同探测方法彼此的互补功效,以实现更全面、精准地从地下掌握各种信息,在矿山水文地质勘探工作的具体实施中,一般的物探方法包含地震勘探、电法勘探、磁法勘探和电磁法勘探等。地震勘探依靠分析地下介质弹性波的传播情形,可给出的下层位和结构的分布信息;电法勘探是借助地下电阻率的改变来识别地下水与矿藏是否存在;磁法勘探采用测量地球磁场异常的方式,帮助辨认矿藏和其他地质体的分布;而电磁法勘探基本上通过电磁波与地下介质的相互作用,凭借推测掌握地下物理性质。各个方法带有不同特性,在不同的地质环境以及

勘探目标背景下适用性不同,凭借综合运用这些物探手段,可从多个角度、不同深度得到地下水文地质的全面资讯,有利于提升矿山水文地质勘探的精准度与效率,为后续要进行的矿产资源开采与水文管理提供科学依据<sup>[1]</sup>。

#### 2 应用综合物探技术开展矿山水文地质勘探

##### 2.1 地震勘探法

一种利用地震波传播特性研究地下介质结构的技术叫作地震勘探法,借助分析地下介质针对地震波的响应,拿到地下的地质状况及岩层资料,地下介质里地震波的传播速度跟地下岩层的弹性模量、密度、孔隙率等物理性质紧密相关,因此借助对地震波传播速度的剖析,可推断得出地下介质的组成、结构以及层位变化,在矿山水文地质勘查工作实施的期间,借助地震波的传播特性识别地下水流动的主要通道、断层、裂隙以及水源的分布状况,这对矿山水文条件的把握和地下水资源的管理意义重大。

借助人工震源产生地震波是地震勘探法的基本原理,地下介质中地震波传播的时候,会因岩层物理性质的不同而产生不同的传播速度与反射特性,地面上有接收装置接收这些反射波,经过数据的处理后再分析,能勾勒出地下结构的剖面图,表明地下岩层分布、断层、裂隙及水源存在的情形。在矿山水文地质勘探实施阶段,依靠地震勘探

法,不仅能识别水流通道,还可揭示可能影响到地下水流动的断层以及裂隙等地质构造,进而提供出地下水流动主要方向以及储水层分布的情形,经由地震勘探得到的信息,可为矿山水文地质方面的研究提供可靠基础数据,有益于评估矿山的水文状况、预判水源的起伏以及制定合理的地下水资源利用计划,此外这些信息在阻止矿山开采时水害发生、保证地下水资源可长久利用方面意义非凡,因此矿山水文地质勘查期间,地震勘探法起着不可替代的作用,是开展矿山水文分析和地下水资源管理的有效途径<sup>[2]</sup>。

## 2.2 电法勘探法

一种物探方法——电法勘探技术,通过研究地下介质的电阻率差异分析地下结构,该技术凭借不同地下物质电阻率的不一致,不同地质介质中的地下水、矿物、岩石等,电阻率呈现出明显差异,因此采用测量地下电阻率的变化手段,可有效识别出不同的下层位和地质构造。在水文地质勘探期间,频繁应用了电法勘探,尤其可协助辨别水层、含水层的位置及其分布情形,特别在针对浅层地下水的探测精度较高,依靠电流的传导性质,电法勘探技术,可直观体现出地下水层与另外地质层之间的电阻差别,以此呈现地下水体的分布情况以及水文地质情形。

在实际应用落实的阶段,电法勘探技术往往采用人工施加电流并记录电压响应,进一步计算出地下介质的电阻率,经过处理这些数据后,可绘制出地下层相关的电阻率剖面图,助力辨认下的水层、含水层及其渗透能力等关键特点,尤其在矿山开采活动的区域,电法勘探的意义极为关键,它可精准找出地下水的流向、渗透性以及跟岩层的相互作用,这在矿山水文地质条件的审视评估和地下水资源的系统管理上意义重大。此外电法勘探常常跟其他物探方法(如地震勘探、磁法勘探之类)结合运用,为提升综合判断的精准度而为之,把不同物探方法结合起来能互相补充,从多个层面获取地下水文地质的全面信息,把勘探结果的可靠性进一步增强,在矿山开采工作稳步开展中,精准弄明白地下水流动的规律、渗透特性及水源分布情形,能辅助预防矿山水害、合理开发地下水资源,且保障矿山的稳定开采<sup>[3]</sup>。

## 2.3 磁法勘探法

磁法勘探是借助测量地下岩层的磁场强度分布来分析地下地质结构的一种物探技术,地球上绝大多数岩石、矿物展现出一定的磁性,这些磁性情况跟着岩层的变动而变迁,因此依靠测量地下岩层的磁场强度,可对地下岩层分布、构造以及也许存在的矿体加以推断,地质勘探工作当中,磁法勘探应用很广,尤其是在矿山水文地质勘探的作业里,起着重大效能。

在矿山水文地质勘查实施的阶段,识别矿体的边界、断层、裂隙及潜在的水源区等事项,磁法勘探常采用,因为不同年代的岩石和矿物对地磁场的作用效果不一样,磁

法勘探可有效揭示出地下岩层结构与矿体分布,尤其是在矿山区域做水文地质勘探的时候,磁法勘探有助于识别也许存在水源的地质构造特征,仿若断层跟裂隙等,往往它们属于地下水流动的通道或积水的区域。利用对磁场异常的研判,可以把这些呈现潜在状态的水源区定位,从而给后续的水文分析提供有力的佐证,磁法勘探在浅层水文地质条件识别工作中优势明显,跟另外一些物探方法相比,浅层地质勘查特别适合采用磁法勘探,可快速、非侵入性地拿到地下的地质信息。当矿山处于开采工作的阶段,精准掌握地下结构、断层以及水源的分布态势,对水文地质条件的分析而言十分关键,其他物探方法(如地震、电法勘探等)可借助磁法勘探提供的地磁场数据获取有效的辅助数据,辅助综合解析地下水流的路径、渗透性以及潜在的水害危机,此外磁法勘探还可提升勘探效率,缩减多余的钻探工作,降低成本同时增进矿山资源开发的精准水平。

## 2.4 电磁法勘探法

基于电场和磁场相互作用原理的地质勘探技术就是电磁法勘探,它依靠向地下介质输送电磁波信号开展探测,依靠地下介质对电磁波的反射、吸收及传播特性,结合地下不同层次介质显现出的电导率差异,从而实现了对水文地质条件的探查,因地下水的电导率达到较高量级,而岩土层的电导率呈现出低数值,因此电磁法可高效辨别不同地层,由此开展地下水资源的探测工作。

具备较强穿透能力的是电磁法,格外适合开展深层水文地质的勘探操作,跟传统的地面勘探方法相比,就电磁法来讲,不需要直接接触地下水体,由此可避开大量环境影响因素,让探测结果的精准水平更高,它针对地下水的储量、流速以及水文地质特征的判断方面,展现出了极高的灵敏度。经过对地下水电导率变化的深入分析,电磁法不仅能识别水层深度及其分布,还可反映地下水流动的速度跟方向态势,进而可以为水资源的开发与管理提供科学佐证,此外电磁法对地下水位变化的敏感度极高,可依靠展现地下水位变化引起的电导率的波动,助力对地下水动态的监测实施,提前对潜在的水文变化发出警报,为地下水资源合理利用和保护搭建可靠的技术支持体系,因此水文地质勘探作业中,电磁法勘探,尤其是针对深层水文地质条件的调查实践里,体现出不可替代的显著意义<sup>[4]</sup>。

## 3 综合物探技术的优势与挑战

### 3.1 优势

#### 3.1.1 提高勘探精度

采用综合运用多种地球物理探测技术之举,我们可以从不同角度及多个层次上获取有关地下水文地质的详细内容,包含地震勘探、电磁法、重力法、磁力法等的技术,它们各自表现出相异的探测原理及优势,可达成彼此补充,强化对地下水资源及其周围环境的全面认识。例如借助地震勘探能给出地下结构的图像,通过电磁法可以

揭示地下介质的电导率差异,利用把这些数据结合到一起,可全面认识地下水的分布、流速、储存量等特性,极大增强了勘探工作的精确度与结果的可靠性,这种方法不仅可以助力我们更精准地锁定地下水资源位置,还能够为地质结构的分析给出更为丰富、全面的数据支撑,于是能为水资源的合理利用与保护提供有力的科学支撑。

### 3.1.2 适应复杂地质条件

在矿山勘探工作开展阶段,复杂且多变的地质环境往往致使单一的物探方法无法全面应对多样地质挑战,不同地质条件下需采用不同的探测技术,然而每种探测技术都有自身的局限,例如重力法也许在浅层岩土探测实践中效果欠佳,而电磁法在高导电性区域容易遭到干扰。综合物探技术凭借整合多样探测手段,充分释放各方法的优势,冲破了单一物探方法的局限,借助将地震波、重力、电磁等若干探测技术结合,综合物探技术可在各类复杂地质条件下提供更全面、精准的勘探数据,采用这一技术,不只会把勘探的精确度增强了,还明显增进了矿山勘查的效率与安全水平,推动矿业勘探技术进入新阶段<sup>[5]</sup>。

### 3.1.3 经济高效

跟传统的钻探及采样方法相比,在效率和成本方面,综合物探技术表现出显著优势,传统的钻探与采样一般要大量的人工干预和较长时间的施工周期,而且其对地质条件的适应性欠佳,尤其是在处于复杂地质环境这个阶段,勘探效率呈现出不高的水平。综合物探技术借助整合多种探测手段,可在短时间之内采集大量的地质数据,尤其适合在覆盖大范围区域的勘探任务中发挥作用,依靠远程感知及数据分析,综合物探技术能大幅度减少现场操作的复杂性,大幅减少人力成本与时间方面的耗费,同时让勘探精度与速度同步提高,此方法不仅提升了勘探工作的效能,还能极大程度地缩短项目周期,于是削减了勘探的成本金额,增进了勘探作业的经济性及可持续性,对矿业勘探行业的发展有着不可忽视的意义。

## 3.2 挑战

### 3.2.1 技术整合问题

在地质勘探范畴,不同物探技术之间实现整合一直是挑战,由于每种技术都拥有独一无二的原理和应用范畴,怎样弥合这些技术存在的差异,实现它们彼此间的无缝衔接,从而优化各技术彼此的配合,由此获得更加精准且全面的地下数据,这仍需进一步把研究和科技创新深入开展。

### 3.2.2 数据解释复杂性

虽然综合物探技术能供应大量地下数据,为地质勘探

提供了丰饶的信息来源,但对这些数据开展解释工作却特别复杂,地质学家和勘探工程师须具备高度的专业知识以及经验,才能合理地把这些数据解读一番,并将其跟实际的水文地质情形相契合,怎样提高数据解释的精确度,使勘探结果的可靠成为现实,依旧是一个需要长期关注与研究的难题<sup>[6]</sup>。

### 3.3.3 设备与成本问题

和传统勘探方法对照,综合物探技术确实具有显著的优势,就像展现出更高的效率与更精准的探测本事,凭借整合多种探测手段,能够在复杂程度加剧的地质环境中拿到详尽数据,提升勘探精度与速率,减少人工操作,抑制不必要成本增长,然而即便这些先进技术带来了诸多利好,实施这些技术一般会需要昂贵设备和专业人员的支持,诸如地震仪、重力仪、电磁探测器等高端物探装备,价格不菲而且设备的维护加上技术培训需要投入大量资金,就部分资金颇为紧张、规模不大的矿山企业来说,也许是推行综合物探技术的主要羁绊。

## 4 结语

在矿山水文地质勘探里,综合物探技术的应用呈现出其巨大的潜力和优势,借助合理挑选不同物探方法然后组合,可在相对短的时间阶段得到精准的地下水文地质信息,为矿山的水资源管理和开采安全提供关键支撑,然而技术整合跟数据解读的复杂性还是应用中的挑战,未来要有更多的研究跟实践,以进一步优化其在矿山水文地质勘探中的应用模式。

### [参考文献]

- [1]高紫惠.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].四川建材,2024,50(12):64-65.
  - [2]田鹏飞.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].中国金属通报,2024(8):119-121.
  - [3]刘晓斐.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用思考[J].世界有色金属,2023(15):133-135.
  - [4]李昶.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用研究[J].中国金属通报,2023(6):83-85.
  - [5]郭成民.综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].技术与市场,2022,29(4):102-104.
  - [6]尚建发.探析综合物探技术在矿山水文地质勘探中的应用[J].质量与市场,2020(17):96-98.
- 作者简介:李晓岚(1988.3—),毕业院校:河北地质大学,所学专业:水文地质,当前工作单位:河北地矿建设工程集团有限责任公司,职务:职员,职称级别:副高。