

Application of Integrated Geophysical Exploration in Engineering Geological Investigation

Ziyang Zhang Zhenzhou Peng

Shaanxi Province 139 Coalfield Geology and Hydrogeology Co., Ltd., Weinan, Shaanxi, 714000, China

Abstract

Thanks to the continuous development of science and technology, the level of geological exploration continues to improve, and comprehensive geophysical exploration is an important means in current geological exploration. The paper analyzes the application scope of comprehensive geophysical exploration in engineering geological exploration from three aspects: geological structure research, mineral exploration, and groundwater resource investigation. It then introduces common techniques of comprehensive geophysical exploration, including DC resistivity technology, transient electromagnetic technology, ground penetrating radar technology, seismic exploration technology, and gravity exploration technology, and explores the application strategies of comprehensive geophysical exploration.

Keywords

comprehensive geophysical exploration; engineering geological investigation; geological structure

综合物探在工程地质勘察中的应用

张子扬 彭振洲

陕西省一三九煤田地质水文地质有限公司, 中国·陕西·渭南 714000

摘要

得益于科学技术的不断发展,地质勘察水平持续提高,而综合物探则是当前地质勘察中的重要手段。论文从地质构造研究、矿产勘察、地下水资源调查三方面,分析了综合物探在工程地质勘察中的应用范围,继而介绍了综合物探的常见技术,包括直流电阻率技术、瞬变电磁技术、探地雷达技术、地震勘察技术、重力勘探技术,并探讨了综合物探的应用策略。

关键词

综合物探; 工程地质勘察; 地质结构

1 引言

对工程建设而言,地质学结构是非常重要的影响。加强工程地质勘察,不仅是全面、准确把握地质学结构的客观需要,也是评估地质灾害风险,防范工程安全问题的必然要求。综合物探是一种综合了多种物探技术的新型物探模式,在工程地质勘察中有着广阔的应用空间^[1]。一方面,综合物探具有很强的集成性,融重、磁、电和地震等多种物探技术于一体,能够满足不同情况下工程地质勘察的需求;另一方面,综合物探也能更好地呈现地质勘察的结果。因此,要加强综合物探在工程地质勘察中的应用。

2 综合物探在工程地质勘察中的应用范围

2.1 地质构造研究

地下岩石较为多样,不同类型岩石的物性存在较大的

差异。综合物探能够借助多种勘察技术,测定岩石的电性、磁性、密度、波速等指标,从而充分获取地下岩石信息,帮助决策者了解各地层的空间位置及属性。不仅如此,数字技术的发展及其与综合物探的结合,进一步强化了综合物探在地质构造研究中的作用,如依托三维建模技术,技术人员能够将综合物探获取的信息输入到模型中,形成地下深部结构的立体图像,这对于地质构造的整体把握乃至矿产资源评价均具有重要意义。

2.2 矿产勘察

矿产勘察是工程地质勘察的重要方面,综合物探则在矿产勘察中发挥着不可或缺的作用。借助地球物理勘探、地球化学勘探、遥感技术、地质信息系统应用,技术能源能够准确把握地下矿产资源的分布情况。地球物理勘探为例,电磁法勘探、地震勘探、重力勘探等是地球物理勘探中的常用技术,能够帮助工程方了解地质构造、岩性、矿化带等特征,乃至发现矿化异常、矿床成因、矿床类型等信息,为矿产资源的勘探和评价提供重要依据^[2]。

【作者简介】张子扬(1988-),中国河南宝丰人,本科,工程师,从事煤田地球物理测井研究。

2.3 地下水资源调查

地下水资源情况对工程建设具有重要的影响,而综合物探则在地下水资源的调查中发挥着重要的作用。例如,利用直流电阻率等参量,技术人员能够反演地下水埋深,并绘制出水埋深分布图,从而准确把握地下水文岩层的空间分布以及水文地质情况,为工程决策提供参考依据^[3]。不仅如此,综合物探对地下水环境的勘察也有着重要的意义。工程建设存在着一定的环境风险,而地下水污染则是最为常见的环境风险^[3]。电阻率、导电率等指标,能够反映地下水中重金属、有机物以及其他污染物质的位置、含量,从而助力地下水污染的防范与治理。

3 综合物探在工程地质勘察中的常用技术

3.1 直流电阻率技术

直流电阻率技术是工程地质勘察中较为常见的物探技术。电流电极经地表传输直流电流到地下,地下地层对直流电流的传播会形成不同程度的阻抗,产生电位差,而电阻率则是电位差与电流的比值。直流电阻率技术通过测量、比较地下物质对直流电阻率的差异来推断地下结构,获取地质信息。地电仪、探测电极是直流电阻率技术的两大关键设备,前者主要负责提供直流电流,并测量电位差,后者则固定于地面,形成电流回路和电位测量回路。数据解释是直流电阻率技术应用的重点环节,涉及到电阻率计算、电阻率剖面图绘制等多项内容,能够有效发挥直流电阻率技术在地下信息呈现中的作用。直流电阻率技术的优势在于覆盖面积较大、成本低、数据解释相对直观,不足之处则是对地质构造要求较高,部分地质条件不适宜,且深部分辨率低。

3.2 瞬变电磁技术

瞬变电磁技术,也称时间域电磁技术,是一种基于电磁感应定律的物探技术。脉冲电流是瞬变电磁技术的核心,能够产生瞬变电磁场。在瞬变电磁场的作用下,磁性从地表向地底传递的过程中,会产生涡流场。脉冲磁场的强度随时间而变化,并且具有突然发生、突然消失的特点。脉冲磁场重复出现前,会有一个间歇期,间歇期的长短和脉冲频率、宽度紧密相关。脉冲频率越低、宽度越小,间歇期越长,相反,则间歇期越短。间歇期内,技术人员可使用接地电极、导线等进行观测,获取地底物质的信息,如物质结构、物质运动特性等。瞬变电磁技术具有多重优势,一方面,瞬变电磁技术受地貌的影响很小,且对低阻地貌体极为敏感,能够提供非常清晰的截面检测及深入勘探结果;另一方面,瞬变电磁技术操作简便,易于使用。

3.3 探地雷达技术

电磁法作为综合物探中的常用方法,是一类基于电磁学的物探技术的统称。除上文提到的瞬变电磁技术外,探地雷达技术也是电磁法的主流技术。探地雷达技术以太空光学发射原理为理论基础,通过探测介质内部高频矢量电磁波来

获取信息,并在检测、筛选、解析电磁波源、电磁波发生波形、电磁波频率、电磁波振幅等的基础上,将获取到的信息精确化,从而精准获取地下目标的准确信息^[4]。探地雷达技术依托探地雷达系统实施,而探地雷达系统则由发送模块、发送天线、接受天线、监控中枢以及其他相关配件等构成。随着应用的不断深入,探地雷达技术的测量方式也在增加,如剖面法、宽角法、射透波法、三维测量法。与常规物探技术相比,探地雷达技术具有探测速度快、探测过程连续、分辨率高等优势,且抗干扰能力强,能够满足不同环境下工程地质勘察的需求。

3.4 地震勘察技术

地震勘察技术是一种以获取地震深度、地质构造特征以及勘察地区实际运动分布为主要目标的物探技术,主要方法有光线折射两波法、其他反射两波法两类,二者均在地震勘察中有良好的效果,能够通过对区域地震时间、空间的观测,了解地震活动的规律性。其中,浅层勘探折射式微波法是工程地质勘察中采用较多的方法,能够发现地下隐藏地体构造和地理空洞。当然,受场地条件、施工环境等因素的影响,浅层勘探折射式微波法也存在着一定的局限性。三维地震技术是地震时空勘察技术的新发展,能够利用现代数字成像技术,对勘察而来的信息进行数据建模、综合处理,生成多种类型的地下空间图像,如完整的剖面图、平面图以及三维立体图^[5]。与传统技术相比,三维地震技术不仅可以呈现三维立体空间信息,且具有储量大、偏移归位精准的优势。

3.5 重力勘探技术

根据万有引力定律,任意两个物体间的引力,和物体质量的乘积成正比,和物体距离的平方成反比,因此,地下不同物质会产生不同程度的引力场变化。重力勘探技术以万有引力定律为基础,通过专门的重力仪器,在地表选定点上测量重力加速度值,利用地球引力场的变化来勘测地质构造和岩石密度变化,并分析地质构造情况以及岩石密度变化。重力勘探技术在工程地质勘察中具有多重应用价值,已被广泛应用到岩石密度勘探、断层和构造勘探、地下水勘测、管线勘测等多个方面,如在岩石密度勘探中,重力勘探技术的应用,能够推断地下岩层的密度变化,这不仅能够评估地基的物理性质和稳定性,对矿产资源的勘察也具有重要价值。

4 综合物探在工程地质勘察中的应用策略

4.1 夯实实地勘察工作

对工程地质勘察而言,实地勘察与综合物探就是非常重要的手段,并且二者有着紧密的联系,实地勘察能够为综合物探提供基本的信息,明确综合物探的方向、重点,综合物探则能深化实地勘察的效果。因此,要夯实实地勘察工作。一方面,做好基本资料的搜集。勘察前,需要对工程地点的历史资料、地质地形图、土壤地质、气候、地下水等相关资料进行搜集和调查,以了解该地区的基本情况和特征。另一

方面,制定系统完备的勘察方案。实地勘察的内容较多,涵盖地形地貌勘察、地质地貌勘察、水文地质勘察、工程地质勘察、环境影响评价等多个方面,应结合工程地质勘察的需求,制定系统完备的勘察方案,如在地形地貌勘察中,需将地势起伏、河流分布、植被分布等作为勘察内容,对工程地点的地形地貌进行测量和观测以便后续的工程设计和施工安排。

4.2 推动物探技术创新

技术创新是综合物探发展的关键,也是充分发挥综合物探在工程地质勘察中作用的必然要求。对此,要紧扣时代发展,多维度推进物探技术创新。例如,以多学科的融合提高工程地质勘察效果。集成性是综合物探的重要属性,当前,综合物探正向着多学科融合的方向发展,地球物理、地球化学、遥感测绘、地球信息系统等交叉学科,在综合物探中发挥着越来越重要的作用^[6]。应以多学科融合来提高工程地质勘察效果。又如,加强新型探测设备、技术的应用。在科学技术日新月异的今天,综合物探正向着微型化、高分辨率的方向发展,为工程地质勘察提供了有力的支持。应利用新型探测设备、技术,全方位提高综合物探水平,更好地发挥综合物探在工程地质勘察中的作用。不仅如此,绿色发展理念的提出,要求工程地质勘察充分考虑环境因素,降低环境危害。应大力发展绿色物探技术,凸显综合物探的环境友好性。

4.3 推进数字技术融合

在数字技术不断发展与广泛应用的今天,人类社会步入数字时代,数字化转型成为各行各业的必然选择,工程地质勘察同样面临着数字化转型的艰巨任务。因此,要着力推进综合物探与数字技术的融合,发挥好数字技术在综合物探创新、发展中的作用。一方面,发挥好数字技术在综合物探中的辅助性作用。时至今日,GIS地理信息系统已经成为地质勘察中不可或缺的工具,其不仅可以为地质勘察提供空间定位信息,也支持地方信息系统和数据库技术的发展。应发挥好GIS地理信息系统在综合物探中的配合作用,提高直流电阻率技术等综合物探技术的实施效果。另一方面,发挥数字技术在数据分析中的作用。综合物探应用中,会产生大量的数据,这些数据具有重要的价值。应发挥好数字技术,特别是大数据技术、人工智能技术等数据分析中的价值,通过构建数据模型,助力工程地质勘察的深入开展^[7]。

4.4 提高技术人员素养

技术人员素养不高是制约综合物探在工程地质勘察中

应用效果的重要因素。对此,应从以下两个方面采取好措施:一是加强专业建设,提高专业育人效果。地球物理勘查技术专业是综合物探技术人员的摇篮,专业人才培养水平,不仅关系到技术人员的素养,对综合物探事业的高质量发展也有着重要的影响。各高校应加强专业建设,重点发挥好实践教育在人才培养中的作用,切实提高专业人才培养质量,为综合物探源源不断输送高素质人才。二是做好人才培训,提高专业素养。当前,综合物探呈现出许多新的变化,一方面,新设备、新技术的应用,极大地提高了综合物探的总体水平,另一方面,数字技术与综合物探的融合,也推动了综合物探的数字化转型。应根据工程地质勘察的需要,出台技术人员岗位素质模型,并编制集成化的人才培训方案,切实提高技术人员素养^[8]。

5 结语

综合物探不仅极大地提升了工程地质勘察的效率,也为国家资源的开发提供了有效手段。对此,要深刻认识到综合物探在工程地质勘察中的作用,并从夯实实地勘察工作、推动物探技术创新、推进数字技术融合、提高技术人员素养四个方面采取好策略。

参考文献

- [1] 吴忠海.综合物探方法在工程地质勘察中的应用[J].城市地理,2018(6X):29.
- [2] 杜艳松.综合勘查技术在矿山复杂地质区域岩土工程勘察中的应用分析[J].世界有色金属,2019(8):205-207.
- [3] 周绪鸿.综合物探技术在地质勘查中的应用分析[J].城市建设理论(电子版),2017(3):176-177.
- [4] 马德锡,谭捍东,张志勇,等.基于有限元数值模拟的直流电阻率激电找矿探测技术[J].科学技术与工程,2024(5):1808-1822.
- [5] 刘卓,赵虎,张泉,等.物探技术在工程地质勘察中的应用[J].世界有色金属,2023(14):107-109.
- [6] 曲鹏志,杨京勋,金哲洙,等.综合工程物探方法在公路工程地质勘察中的应用[J].吉林地质,2022(1):41.
- [7] 曲光,陈强,苏永飞.物探方法在工程地质勘察中的应用研究[J].世界有色金属,2017(17):204-205.
- [8] 邓安迪.工程物探技术在地质勘察中的应用解析[J].世界有色金属,2017(8):2.