

## 水文地质物探中的主要方法及其应用

叶晓松

中国地质调查局牡丹江自然资源综合调查中心, 黑龙江 牡丹江 157000

**[摘要]**随着社会经济的不断发展,对地下水资源开发和利用的需求日益增加,而水文地质物探作为一种高效、经济、非侵入性的地下水勘探和地下水资源评价技术,为地下水资源利用提供了科学依据。在水文地质物探中,主要采取物理勘探方法,需要通过对相关方法技术的充分了解与合理应用,保证勘探过程的安全性和勘探结果的准确性,并提高地质勘探工作的效率,促进工作水平提升。基于此,根据现代化社会发展需求,结合水文地质物探的技术内容,对相关技术方法及其应用策略进行了全面探讨。

**[关键词]**水文;地质;物探;方法;应用

DOI: 10.33142/aem.v5i5.8681

中图分类号: P641

文献标识码: A

## Main Methods and Application in Hydrogeological Geophysical Exploration

YE Xiaosong

Mudanjiang Natural Resources Comprehensive Survey Center of China Geological Survey, Mudanjiang, Heilongjiang, 157000, China

**Abstract:** With the continuous development of society and economy, the demand for the development and utilization of groundwater resources is increasing. As an efficient, economical, and non-invasive technology for groundwater exploration and evaluation, hydrogeological geophysical exploration provides scientific basis for the utilization of groundwater resources. In hydrogeological geophysical exploration, physical exploration methods are mainly used, and it is necessary to fully understand and apply relevant methods and technologies to ensure the safety of the exploration process and the accuracy of the exploration results, as well as the improvement of the efficiency of geological exploration work, promote the improvement of work level. Based on this, in accordance with the development needs of modern society, combined with the technical content of hydrogeological geophysical exploration, a comprehensive discussion was conducted on the relevant technical methods and application strategies.

**Keywords:** hydrology; geology; geophysical exploration; methods; application

### 引言

随着城市化速度的加快,土地资源和水资源日益紧缺,土地开发成为社会经济发展的迫切需求。而水文地质物探技术可以评估地下水资源的储存和运移状况,为土地开发提供科学依据,避免开发过程中出现的水资源问题,保障土地资源的可持续利用。在工业化和城市化进程中,水文地质物探可以及时发现和监测地下水污染,并为污染防控提供支持。在工程建设过程中,水文地质物探也可以评估地下水条件,确定建筑工程的地基和基础开挖方式,减少工程风险,保证工程质量。因此,相关工程建设与城市发展需要重视水文地质物探工作的开展,通过对勘探方法的应用管理,提高工作质量,以及时获得详细的水文地质信息,为社会发展建设提供科学依据。

### 1 水文地质物探的概念

水文地质物探是一种利用地球物理方法探测地下水地质信息的技术手段,主要通过测量地下水的含量、分布、流向、水质等属性,为水文地质勘探、地下水资源评价、地下水污染调查和监测、工程地质勘察等提供科学依据。水文地质物探的方法包括地电法、磁法、重力法、地热法、雷达技术、声波技术等。这些方法可以分析地下结

构和岩性、地下水储存形态、分布和运移状况、地下水污染情况等。水文地质物探技术是非侵入性的,与传统的钻孔和试井技术相比,它具有速度快、成本低、危险小等优点,因此被广泛应用于地下水资源勘察、环境地质调查和监测、工程勘察等领域<sup>[1]</sup>。

### 2 水文地质物探的重要作用

水文地质物探是一项重要的地质探测和勘察技术,在水文地质勘探、地下水资源评价、地下水污染调查和监测、工程地质勘察等方面有着广泛的应用。水文地质物探不仅可以帮助确定地下水资源的地下分布、变化规律等信息,为水资源的利用和管理提供科学依据。还可以对工程建设区域的地质地貌、地下水流动规律进行综合分析,以此指导工程的布局、设计和建设。在环境工程中,水文地质物探可以检测地下水污染,评估污染程度和范围,为污染防治提供科学依据。通过对地下水资源进行监测和管理,及时发现和解决地下水资源受到的各种威胁,保障地下水资源的可持续利用。在矿产开发时,水文地质物探还可以检测矿产资源的分布状况和形态特征,为矿产资源勘探提供科学依据。因此,对水文地质物探工作的开展需要引起重点关注,通过合理应用相关勘探技术,提高勘探结果的准

确性以及过程的安全性。

### 3 水文地质物探的主要方法

#### 3.1 电法勘探

电法勘探是利用地下电阻率的差异来探测地下岩土结构和水文地质信息的方法,常用的电法勘探方法包括直流电法、交流电法、自然场电法等。其中,直流电法是常用的一种方法,基本原理是在地面上布置一组电极,通过将一定电流输入地下,测量地下的电位差,计算出地下岩土层的电阻率分布情况;交流电法是利用交流电源的高频交变电场,对地下岩石和土壤的电性差异进行探测,其基本原理是将一定频率、一定电压的交流电源输入地下,测量地下的电位差和相位差,计算出地下岩土层的电阻率分布情况;自然场电法是利用地球自然电场的变化来探测地下岩土结构和水文地质信息的方法,通过在地面上安装电极,利用地面电势数据反演地下的电性结构,推断地下岩土结构和水文地质情况。电法勘探应用范围较广,可以用于地下水资源评价、工程地质勘察、地下水污染调查和监测等领域<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 磁法勘探

磁法勘探是利用地下磁场的变化来探测地下岩土结构和水文地质信息的方法,根据勘探目的和磁场的来源不同,磁法勘探可以分为磁力法、磁梯度法、磁滞性探法等方法。磁力法是最常用的磁法勘探方法之一,其基本原理是通过在地面上布置一组磁场感应器,测量地下磁场的强度和方向,推断地下岩石和土壤的磁性变化,并进一步推断地下岩土结构和水文地质情况。磁梯度法是利用地下磁场的梯度变化来探测地下岩土结构和水文地质信息的方法。其基本原理是通过在地面上布置一组磁场感应器,测量地下磁场的梯度和方向,以推断地下岩石和土壤的磁性变化。而磁滞性探法是一种利用地下岩石和土壤的磁滞性变化来探测地下岩土结构和水文地质信息的方法。其基本原理是通过在地面上布置磁滞性感应器,利用磁场的滞后性测量地下岩土层的磁滞率和剩磁量,以此推断地下岩土结构和水文地质情况。

#### 3.3 重力法勘探

重力法勘探是一种利用地球重力场进行地下物质探测的地球物理勘探方法,主要有平面重力法、垂直重力法等。其基本原理是,不同的地下介质具有不同的密度,密度高的物质所受的重力作用就会比密度低的物质所受的重力作用大。因此,在地球重力场中,密度不同的地层体会产生不同的重力作用,这种重力异常就是勘探的目标。重力法勘探方法在地质、矿产勘探以及环境地质等领域广泛应用。其优点是勘探手段简单、设备投资成本低、测量速度快等,同时还能揭示地下重力异常分布情况,为后续勘探提供有力的依据。具体操作时,勘探人员先在勘探区域内测量地表上的重力值,然后根据测量结果和计算公式,计算出地下物体所造成的重力异常值。在数据处理方面,

会对采集到的数据进行了噪声滤波、去趋势以及小波变换等数据处理,以提高勘探效率和精度<sup>[3]</sup>。

#### 3.4 地热法勘探

地热法勘探是一种利用地下热流的地球物理勘探方法,地下不同岩层对热量的传导速率不同,热导率高的岩层热传导速度也更快。因此,在地热异常区域,地下热流量的异常值就能反映出热传导速率的差异。地热法勘探包括地温测量和热流测量两种方法。地温测量是通过测量地表下不同深度处的温度,分析地温梯度和变化趋势,来判断地下是否存在热异常。热流测量则是通过在地面上放置一些热传感器,测定地下热流的强度和方向,从而确定地下的热流异常分布情况,这通常是依据多点法或热流站测量法等方法进行的。地热法勘探方法广泛应用于地热资源勘探、地热孕育区的判断、深部地质构造勘探等领域。其优点是非侵入式、不会对地下环境造成污染,且能够提供关于地下温度结构、地下水运移、地质构造等方面的信息,为资源勘探和环境监测提供了重要参考。

#### 3.5 声波技术

在水文地质物探中,声波技术主要是指地震勘探技术,地震勘探是一种通过人工激发地震波,记录地下介质对地震波的反射、折射和传播等规律,以揭示地下结构和地质构造的地球物理勘探方法。地震勘探技术可以用于水资源勘探、地下水污染调查、地下岩土工程勘探等方面。通过地震勘探方法,可以了解地下介质的层位、厚度、岩性、结构等信息,从而预测地下水水位、水文地质条件等,有利于水文地质预测、水资源管理以及岩土工程建设等领域的应用。具体操作时,地震勘探通常采用震源、检波器等辅助设备,通过震击地面或地下,以产生地震波。当地震波通过不同的介质层时,就会发生反射、折射和散射等现象。利用检波器记录地震波在地下经过不同介质层后返回的信号,并通过信号处理和解释,可以获得地下介质的信息和结构模型<sup>[4]</sup>。

### 4 水文地质物探方法的应用策略

#### 4.1 勘探技术的选择和规划

在水文地质物探方法的应用中,首先需要根据勘探目标具体情况选择合理的技术方法,以保证勘探工作的可行性。如在选用电法勘探技术时,需要勘探区域内有明显的电性不均匀性,以便利用电场区域性反映地下水等介质的存在。而电法勘探技术对于导电性差的介质,如砂、泥等,响应不灵敏。同时,电极的布放要从地表到深部,需要撒设大量电极,所以适用范围较窄,费用也比较高,应根据实际情况进行选择。在应用重力法勘探技术时,需要确保研究区域内地质构造不均匀,存在明显的密度差异才能反映地下介质分布。在实际应用中,重力法勘探技术并不能准确反映地下介质层的密度差异,只能作出大概的估计,地球重力场受地球自身的扁形等因素的影响,测量精度较

低,受噪声干扰较大。因此,勘探工作小组需要明确不同技术方法的优缺点,应根据勘探目的、勘探区域、地质情况和预算等因素,选择合适的物探技术和方法,以保证勘探工作的可行性和经济性。

#### 4.2 勘探前的准备工作

水文地质勘探前的准备工作是保证物探工作能够有序、高效、准确地开展的重要前提。在开始勘探前,需要对勘探区域的地理位置、地貌、地形、地质构造及地层等进行详细的调查和研究,并确定勘探目的、范围和方案。根据勘探目的和地质情况,选择合适的勘探方法和工具。通常包括电法勘探、重力勘探、地震勘探、钻探等物探技术和工具。与此同时,根据勘探技术方案的规划,准备相应的设备与器材,如电极、重力计、震源、检波器、钻探机等。在确定勘探方案和工具之后,需要根据气候和地质状况等因素,选择适宜的勘探时间。有些物探技术,如电法勘探,需要在特定的季节或天气条件下进行。通常情况下,勘探地点往往是野外环境,为了保证勘探的安全和准确性,需要采取相应的安全措施,如安装警示标志、穿防护服、注意防火等,以保证勘探工作的顺利开展<sup>[5]</sup>。

#### 4.3 严格控制勘探数据质量

勘探数据的质量直接影响到勘探结果的准确性和可靠性,因此在水文地质勘探中,需要严格控制勘探数据的质量。在勘探工作中,要选择品质优良、精度高、稳定性好的勘探设备与器材,以保证勘探数据的准确性和可靠性。定期对勘探仪器进行检修和校准,以确保仪器处于正常的工作状态和精度。通过对勘探数据的采集过程进行管理,确保数据的完整性、准确性和权威性,如记录数据采集时间、地点、仪器与器材信息等。对勘探数据进行规范的处理和标准化,确保数据处理方法的严密性和可重复性,进而保证勘探数据的准确性和可靠性。

#### 4.4 合理评价勘探结果

在水文地质勘探中,合理评价勘探结果是决定勘探目标是否达成的关键环节。为此,需要将不同物探技术、不同勘探方法和不同勘探结果进行对比分析,找出勘探结果的差异和优缺点,评价结果的准确性。通过对勘探结果进行统计和分析,以确定数据的集中程度、异常值和误差等,评价勘探结果的可靠性。同时,还要对勘探结果进行验证和验证,以检验勘探结果的正确性和可靠性,如在同一地区进行复勘、对比勘探等。将勘探结果的多方面信息综合起来进行评价,包括地质解释、统计分析、验证验证等,以得出最终的勘探结论。

#### 5 勘探方法应用中的注意事项

在水文地质物探中,对不同勘探方法的应用也需要了

解其注意事项,明确技术应用要点,以提高技术方法的应用效果。其中,电法勘探适用于寻找地下含水层和地下水运移方向,应注意地面电极和地下电极的布置方式,布置距离、电极数量和电极排列方式,保证测量数据的准确性;磁法勘探适用于识别地下盐水、岩石含铁矿物以及矿床等,应注意磁场强度的影响,磁性异常的大小和形态,以及影响测量的地面杂音等;重力法勘探适用于识别地下不同密度的岩石、找出断层和地下空洞等,应注意勘探区域的重力场梯度、噪声和地质背景的影响,以及勘探仪器的灵敏度和精度;地热法勘探适用于探测地下含水层、热水含量、深部地温等,应注意勘探区域地温、热流量和热导率等因素的影响,以及勘探仪器对地温的测量方式和精度;声波技术的应用需要注意勘探仪器的定位和功率,明确勘探区域的地质背景和地形地貌对声波的传播方式的影响。除此之外,为保证对相关勘探方法的有效应用,还需要充分调研和了解勘探区域的地质背景、水文地质状况和目标层位特征等,制定适合勘探需求的勘探方案和勘探参数,提高勘探成功率。通过培训勘探技术人才,建设高技术水平的工作小组,以确保能够熟练应用不同勘探方法,提升水文地质勘探的工作效率,实现对勘探结果质量的有力保障。

#### 6 结语

水文地质勘探是水文地质调查的重要组成部分,为水资源开发和保护提供了重要的技术支撑和依据。物探技术作为水文地质勘探的主要手段,已经发展出多种方法和技术,并不断得到应用和改进。在水文地质勘探中,应根据不同的勘探目标和勘探区域选择合适的方法和技术,通过不断加强勘探技术的研究和应用,以及勘探结果的应用和价值的提升,进一步提高勘探效率和成功率,为水资源管理与社会发展建设等作出更大贡献。

#### [参考文献]

- [1]汤金柜.综合物探方法在煤矿水文地质勘查中的应用[J].中国资源综合利用,2023,41(1):53-55.
  - [2]谢慧.综合物探在水文地质调查中的应用[J].农村经济与科技,2022,33(10):31-33.
  - [3]谢涛,王波.组合物探方法在矿山水文地质及水源寻找中的应用研究[J].世界有色金属,2021(22):225-226.
  - [4]由荣军.物探方法在水文地质详查中的应用[J].世界有色金属,2021(18):222-223.
  - [5]彭同强,慕祖兴,孙林.在矿山水文地质勘查中综合物探技术的应用探析[J].中国金属通报,2020(9):105-106.
- 作者简介:叶晓松(1998.11-),毕业院校:齐齐哈尔工程学院,所学专业:环境工程调查,当前就职单位:中国地质调查局牡丹江自然资源综合调查中心。