

# 浅谈物理勘探在水文地质中的应用

郝 卫

新疆地质矿产勘查开发局第六地质大队 新疆 哈密 839000

**摘 要:** 物理钻探,也是地质作业中常常所说的“物探”,是一个比较简单有效的探测技术,其基本原理是通过各种传播媒介在信息传递时形成各种物理场,对其检测以确定地理特征。物理检测在许多地区均已使用,是一个应用十分普遍的探测技术。不同物理钻探技术有其各自优势,在具体作业时,需要根据地貌特点和作业目的选用适当的技术。

**关键词:** 物理勘探;水文地质勘探;应用

## 1 物理勘探概述

物理勘探技术是指针对不同岩体内部的体积、磁性、能量、强度、放射能等物理性质的变化,通过利用物理化学的方法,采用小同的物理技术和物探设备,测定工程区域的物理场的变化,以达到处理地质现象的一门物理勘探技术。在当地的岩石中富含地下水时,其电导率变化将与含水饱和度、矿化程度、岩层空隙率、土壤渗透性等多种因子有关。除此,磁性异常、弹性波阻抗异常、放射异常等也可以运用到水文的研究中去<sup>[1]</sup>。在水文地质与工程地质勘查中适当的应用物理钻探技术,可以省去一部分的钻探和山地费用,从而节约一些生产成本,也可以更快更完整的获取水文的信息。

## 2 水文地质勘探的主要内容

水文地质调查研究工作性质复杂,勘探必须根据勘察地的气象、温度、土质等实际情况,具体来说,在水文地质调查研究中的基础工作主要包括了对勘察地水文条件的考察、勘探、测量等工作,上述作用主要是为确定勘察地及周围的地理水文环境而对工程所进行的作用,而前期的勘察工作则是为后期开展工作的依据,能及时掌握勘察区域地下水的补、径、排等方面情况,并能准确依据地下水状况测定地下水层的渗流等技术参数,以合理规避对工程的不利因素。

### 2.1 物理勘察

水文地质勘探时,通常通过物理勘探的方法首先对该区域的水文等因素展开勘探,这种过程主要是为确定抽水试验位置与钻孔部位的准确性,从而进一步提高工程勘测准确度,并保证工程建设的顺利开展,该过程中,通常通过研究浅层地震活动和自然电场变化等方法<sup>[2]</sup>。

### 2.2 水文地质试验

利用水文地质测试,可以判断该区域的补给、排涝等的具体参数,并根据项目设计,确定涌水量,从而开展对地下水利用的全面评估,并分析影响整个项目的有

利与不利因素,从而正确运用有利影响,避免和应对不良影响,抽水测试是目前使用最广泛的测试手段。

## 2.3 水文地质钻探

水文地质勘探的钻井区别于普通的矿产资源的钻井,因为在水文地质勘探中,所钻取的孔径超出了常规矿产勘探孔径,并且在具体的钻井流程中,也需要采用清液推进钻取,否则,试验与检测的具体资料便没有了准确性。

## 3 物理勘探在水文地质中的应用

### 3.1 高密度电阻率法

高密度电阻率法是通过一次性布设电极,这些高压皮质电极在与程控式皮质电极反应过程中交换装置的监视下,可自动检查和排列,以有效地节省时间和减少了因排线有误而造成的测量错误。

高密度电法的重要特征之一,即在于配线完成后,在同一地质剖面上,可通过多电极排列手段加以检测,丰富地电系统中的地质资料。

当经过主机自查无连接错误的地点时,计算机即可自动测量并录入数据资料,不但速度快,并且不需要人员继续运行,在节省时间的同时也大大减少了人工误差<sup>[3]</sup>。

在获取信息的同时,便能够进行对资源的现场处理与成图,图件一般都是实时地按照所掌握的数据点逐级向下形成,从而分析地质特点,同时又能够按照处理结果进行调整工作与规划

### 3.2 瞬变电磁法

由于观测的是纯二次场异常,能消除装置本身的电磁耦合噪声的影响;

对低阻很敏感,对低阻环境下的含水层识别能力也比其他的电磁探测方式好;

能够穿透高电阻率层的影响;

通过多次测量和叠加,能提高TEM勘探方法的信噪比(SNR)和测量精度;

测量深度更大,同时,也可以通过增加激发的能量提高探测深度;

装置和设备的适应性都较好,受自然环境干扰也较小,因此使用领域也相当广泛。在最一般的工作状态下,各层的电性在横向上都是比较均一的。当地所产生的岩溶景观特征,其在对电原声的特性反映上通常出现了相对的低阻变异;但若在地下水溶孔处不积水或泥成的溶孔中,则出现的高阻变异。因此尽管基于瞬时应变的电磁技术的方法不少,但基于勘探深度不同,电法勘探技术也大多采用了在地面上产生瞬变的电磁大定源,主要包括了重叠回线、中心回线二个方法。

### 3.3 激发极化法

激电技术在国内外发展的很快。激发极化技术,是以自然资源、矿物激发极化技术的不同水平为基础,用以克服地理困难的技术探测手段。由于对不同的固-液象的介质体的激发极化作用大小同,这一特点也就大致体现了二次场的影响范围和其随持续时间变化的特性,而二次场的衰减曲线也就涵盖了激发极化特性中的全部信息。因此如果在对地下地质体供入一直电流脉冲时,在供应电流小变的状态下,就可以观察到以下情况:在地面上二个测量电极的位差,随持续时间增大而呈稳中向好值。当切断供应电流时,就可以看到电极的电位差从开始一瞬间迅速减弱,当到达规定位置时,减弱幅度逐渐放缓,经几秒钟甚至几分钟后可衰减至零。这种在充电和放电过程中产生随时间缓慢变化的附加电场现象,称为激发极化效应<sup>[1]</sup>。因此人们也可以利用激电法来区别含水不同产状的水泥砂岩,不过由于激电二场变化也和水岩石的缝隙程度有关,在水纯粹泥岩中极化率就比较小,但在水砂砾岩的中极化率就比较大,而且这二场的衰减程度还和裂缝的多少、形态范围的宽窄等原因有关,这也就是利用激电法找水的基本原理所在。

### 3.4 地质雷达法

由于探地雷达主要以天线发射和接收探地电磁波,其本身不对探测对象进行破坏,该探测方法具有无损性。

探测装备简便,操作方法简单,对探测人员的要求较低,很容易就能上手学习使用,具有便捷性。

地质雷达由于其频率很高,往往具有较高的分辨率,一般能清楚的分辨地下目标的空间位置和几何特征。

地质雷达同时还可以收到地面的直达数据和地下反射数据,同时也提供了很好的抗干扰能力。不过虽然地质雷达也拥有着这些优点,但是由于其技术上还是存在着一定的局限性,因此地质雷达对于浅源的探测精度还是比较好的。在探索深部地区时,这种高物理成像分辨率

的技术并不一定可以满足勘探条件,但是,我们还是应当根据探索目标的性质,而考虑如何采用这些技术。比如采用地质雷达探测的地下水浅源勘探,往往应用于矿上酒井不木的地质探索中,同时在地面踏勘时往往也可以得到很好的效果。

### 3.5 可控源音频大地电磁法(CSAMT)

音频大地电磁法,是一种经典的物理勘探技术。而可控源音频大地电磁技术,是在地面电磁技术法(MT)和音频大地电磁法(AMT)基础上发展起来的一种可控源频率测深技术。由于天然场源的高随机性和低噪声的微弱特征,当采用了这种技术以后,野外地质工作人员就常常要耗费很多精力来记录和分析从野外收集的数据,从而导致工作效率下降和准确度不满足要求。而CSAMT方案则是一九七五年代由MyronGoldstein公司所发明,它根据电磁波的传输理论和麦克斯韦方程,确立了视电阻率和电场与磁场比值之间的关系,同时也基于电磁波的趋肤效应理论确定了电磁波的传输深度(或探测深度)与频率之间的关系。这种方法是通过分析地面或井中观测到的由人工控制的电磁波信号在介质中激发的电磁波场来达到勘探内部结构的目的。按照波的趋肤效应理论,当电阻率 $P$ 为固定时,则波的传输深度(或探测深度)与万频率成反比高频时,检测深度较小<sup>[2]</sup>。CSAMT采用了可遥控人工场源,可以检测从地面电子偶极源传递至地下的电磁场强度分量。因为这种技术的勘探深度很大,同时兼具剖面 and 测深双重特征,所以具备许多优势。这项技术通过近年来的研究开发,已经趋于完善。可用作常规电阻率法和激发极化技术的辅助手段,可处理较深层的地质现象,并因其勘探深度大、具有较高阻敏感性、对地质环境影响小、场源损失较少、抗干扰能力较高、方案灵活多样、高效简单等优点而广泛的运用于在金属矿藏勘探,油气勘查和地下水资源勘察,以及地热资源勘探等中,能取得常规电法所无法比拟的勘查效果。

### 3.6 地面核磁共振法

地面核磁共振(SNMR)找水方法也是在近年发展起来的,目前世界上惟一的能够直接找到地下水的物理研究技术。它利用了由于不同物体原子核弛豫特性不同而形成的SNMR影响。它还利用了水氢核(质子)的弛豫特性差异,在地层中也可利用核磁共振找水仪,进行观测、解析在岩层中水质子所产生的核磁共振信号的改变,并以此测定了地下水的物质存在特征及其空间赋存特征。而相对于传统的地下水物理方式来说,核磁共振技术是一种能够进行非侵入式的探测地下水的物理探索方法,具有高辨别度、大信息量及丰富和解的唯一性等特点,是

一种十分有前途的找水源方法手段。

地面核磁共振寻找饮用水技术的普遍应用确定了该技术可以直接找到饮用水,尤其是找淡水。在该技术的测量深度范围内,如果地面内有天然水流出现,将会产生核磁共振的效果,而反之则没有响应;其次,基于地面核磁共振技术的方法对深海地理因子的影响范围很小<sup>[3]</sup>。而且,当深海淡水电阻率温度系数和在其所赋存的深海介质上的水电阻率温度系数相比基本没有明显差异的情况下,利用地面核磁共振技术方法也能够直接探测出深海淡水的存在。

#### 结语

随着人类社会的发展和进步,物理钻探技术在水文

地质领域中的意义也日益重大,对现实生活中也起着不可或缺的作用。物理勘察技术的作用日益突出,特别是水文的勘察工程中,已普遍采用物理勘察技术。所以,了解和熟练地运用勘察技术,对水文事业的建立和发展都有很大的作用。

#### 参考文献

- [1]徐刚.物理勘查方法在水文地质工程中的运用分析[J].四川水泥,2018,(1):304.
- [2]刘军,刘生.物理勘探方法在水文地质工作中的应用[J].世界有色金属,2017,(11):226,228.
- [3]常铮.物理勘查方法在水文地质工程中的应用研究[J].广东科技,2014,23(8):137,133.