

浅谈物理勘探在水文地质中的应用

陈 涛 刘磊磊

中核核工业集团二一一大队有限公司 陕西西安 710024

摘要: 物理勘探,也就是地质工作中经常提及的“物探”,是一种相对便捷高效的勘探方法,其基本原理就是利用不同传播介质在信号传播中产生各种物理场,对其探测以得出地质特征。物理探测在很多地方都有应用,是一种使用非常广泛的勘探方法。在矿山水文地质勘探中有众多的优势。各种物理勘探方法有其各自特点,在实际工作中,应该结合地质特征和工作目的选择相应的方法。

关键词: 物理勘探;水文地质勘探;应用

On the Application of Physical Exploration in Hydrogeology

Chen Tao, Liu Leilei

China Shaanxi Nuclear Industry Group 211 Brigade Co. LTD. Xi 'an 710024, China

Abstract: Physical exploration, that is, the “geophysical exploration” often mentioned in geological work, is a relatively convenient and efficient exploration method. Its basic principle is to use different propagation media to produce various physical fields in the signal propagation to detect them to obtain geological characteristics. Physical exploration is used in many places and it is a very widely used exploration method. There are many advantages the mine hydrogeological exploration. Various methods of physical exploration have their own characteristics. In practical work, the corresponding methods should be selected according to the geological characteristics and the purpose of the work.

Keywords: physical exploration; hydrogeological exploration; application

1 物理勘探概述

物理勘探是根据各种岩石之间的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异,利用物理的原理,选用小同的物理方法和物探仪器,测量工程区的物理场的变化,达到解决地质问题的一种物理勘探方法。当地下岩层含有地下水后,其电导率将与含水饱和度、矿化度、地层孔隙度、渗透率等诸多因素相关。除此,磁异常、弹性波阻抗异常、放射异常等均可应用于水文地质实际工作中去^[1]。在水文地质及工程地质勘测中合理地使用物理勘探方法,能节省一部分的勘探与山地工作量,因而节省了成本,还能更快更全面地得到水文地质的资料。

2 水文地质勘探的主要内容

水文地质勘探工作复杂,勘探需要结合勘探地的气候、温度、土壤等条件,具体而言,水文地质勘探过程的主体工作是对勘探地水文地质的调查、钻探、试验等,这些过程是为了确保勘探地及周边的地质水文条件对工

程建设等的影响,前期的勘探工作是后续开展工作的基础,能提前了解勘探地区地下水的补、径、排等方面,并能及时根据地下水情况测量地下水层的渗流等参数,有效避开对工程项目的不利因素。

2.1 物理勘察

水文地质勘探时,采用物理勘察的方式首先对该地区的水文地质等进行勘察,这个过程是为了保证抽水试验地点和钻孔位置的精确性,提高工程项目建设测量精度,确保施工的顺利开展,该过程中,一般采用浅层地震与自然电场等方式^[2]。

2.2 水文地质试验

通过水文地质试验,确定该地区的补水、排水等具体参数,结合工程项目建设,确定涌水量,进行地下水资源的综合评价,分析对整体工程项目的有利和不利因素,合理利用有利因素,避开或者应对不利因素,抽水试验是应用最多的试验方式。

2.3 水文地质钻探



水文地质勘探的钻探区别于传统的矿产资源的钻探, 主要在于水文地质勘探中, 钻探的孔径超过了矿产钻探孔径, 并且在实际的钻探过程中, 必须使用清水推进钻探, 否则, 试验和测量的具体参数会缺乏可靠性。

3 物理勘探在水文地质中的应用

3.1 高密度电阻率法

①高密度电阻率法是通过一次性布设电极, 这些电极在程控电极转换装置的控制下, 能自行检查和排列, 有效节约时间和避免排线错误而导致测量有误^[1]。

②高密度电法其主要优点之一, 就在于布线结束后, 在同一地质剖面上, 能使用多种电极排列方式进行探测, 丰富地电结构状态和地质信息。

③经过主机自查无连接错误点后, 主机便自行采集和收录信号数据, 不仅速度快, 而且不需要人工继续操作, 节约时间的同时还避免人工误差。

3.2 瞬变电磁法

①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;

②对低阻敏感, 对低阻环境下的含水层分辨能力较其他的电磁勘探方法好^[4];

③能够穿透高电阻率层的影响;

④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;

⑤测量深度较大, 同时, 能通过增加激发的能力增加勘探深度;

⑥方法和装置的适应性强, 受地形影响小, 应用范围广阔。在正常的情况下, 各层位电性在横向上是均一的。当地下存在岩溶构造, 则在电性反映上为相对低阻异常; 若地下溶洞不积水或泥为空洞, 则呈局部高阻异常。瞬变电磁法的工作方法多种多样, 根据探测深度不同, 电法勘探选用地面瞬变电磁大定源重叠回线、中心回线两种装置。

3.3 激发极化法

近些年来, 尤其是在20世纪末期, 由于高精度激发找水仪的研制成功, 激电法在我国发展迅速。激发极化法就是以岩、矿石激发极化效应的差异为基础来解决地质问题的一类勘探方法。不同的固-液介质的激发极化效应小同, 这一特性又主要表现在二次场的大小和它随时间变化情况, 即二次场衰减曲线包含着激发极化特性的全部信息。由于该方法测量的是二次场, 具有不受地形起伏和围岩电性不均匀的影响、可测量的参数多等优点^[1]。当对地下地质体供入一直流脉冲, 在供电电流

小变的情况下, 可观测到如下现象: 地面上两个测量电极的地位差随时间增加而趋于稳定值。在断开供电电流后, 会发现电极间电位差在最初一瞬间快速衰减, 到一定数值后, 衰减速度变慢, 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。利用激电法找水或确定地层的含水性, 最好与高密度电阻率法相结合, 这样能降低物理解释的多解性, 提高找水的成功率。高密度电阻率法在确定高阻或低阻地质体具有优越性, 但低阻地质体并不代表富含地下水, 可能由于泥岩引起地层的电阻率下降。通过使用激电法来区分含水地层和泥岩, 因为激电二次场与岩石的孔隙有关, 在纯粹泥岩中极化率比较小, 在含水砂砾岩中极化率比较大, 此外二次场的衰减速度也与孔隙的大小、形状和宽窄有关, 这就是激电法找水的机理所在^[2]。

3.4 地质雷达法

①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。

②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。

③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。

④地质雷达只会接收地面直达波和地下反射波, 所以有较高的抗干扰能力。地质雷达虽具有以上优点, 但该法依旧存在的问题, 地质雷达对浅部的探测精度很高。而探测深部时, 其分辨率不一定能够达到探测要求, 所以, 应当结合探测目标的位置, 来选择是否使用该法。地质雷达对浅部探测, 通常在矿上水文地质调查中, 配合地面踏勘往往会取得较好的效果^[3]。

3.5 可控源音频大地电磁法(CSAMT)

音频大地电磁法是一种常用的物理勘探方法。可控源音频大地电磁法是在大地电磁法(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方法。由于天然场源的随机性和信号的微弱性, 应用该方法时, 野外地质工作者往往需要花费很大精力来记录和分析野外采集的数据, 导致工作效率低下和精度不满足要求。CSAMT是1975年由MyronGoldstein提出, 它基于电磁波传播理论和麦克斯韦方程组建立了视电阻率和电场与磁场比值之间的关系, 并且根据电磁波的趋肤效应理论得出电磁波的传播深度(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^[4]。

根据电磁波的趋肤效应理论,当电阻率 P 固定时,电磁波的传播深度(或探测深度)与频率成反比,高频时,探测深度小。低频时探测深度大,通过改变发射频率来改变探测深度,从而达到变频测深的目的。CSAMT采用可控制人工场源,测量由电偶极源传送到地下的电磁场分量。由于该方法采用强大的人工信号源,能压制干扰,采集到高质量的数据。由于该方法的探测深度较大,并且兼有剖面探测和测深双重性质,因此具有诸多优点。该方法经过近几年的发展,已经日趋成熟。可作为普通电阻率和激发极化法的补充,能解决深层的地质问题,并以其探测深度大、分辨率高低阻敏感性、地形影响小、场源影响小、抗干扰能力强、设计灵活、高效便捷等特点广泛地应用于金属矿产勘查,石油勘查和地下水资源勘查,地热资源勘查等领域,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)找水方法是近年发展起来的,目前世界上唯一的直接找水的物理新方法。它利用不同物质原子核弛豫性质差异产生的SNMR效应。即利用了水中氢核(质子)的弛豫特性差异,在地面上利用核磁共振找水仪,观测、研究在地层中水质子产生的核磁共振信号的变化规律,进而探测地下水的存在性及时空赋存特征^[1]。通过由小到大改变激发电流脉冲的幅值和持续时间,探测由浅到深的含水层的赋存状态。相对于传统的物理方法而言,核磁共振方法是一种直接非侵害性的探测地下水的物理新技术,具有高分辨力、高

效率、信息量丰富和解的唯一性等优点,是一种很有发展前景的找水方法技术。

地面核磁共振找水方法的原理决定了该方法能够直接找水,特别是找淡水。在该方法的探测深度范围内,只要地层中有自由水存在,就有核磁共振信号响应,反之则没有响应;其次,地面核磁共振方法受地质因素影响小。这些优点可用来区分间接找水的电阻率法和电磁测深法视电阻率的异常地质。此外,在淡水电阻率与其赋存空间介质的电阻率无明显差异的情况下而地面核磁共振方法能够直接探测出淡水的存在。但是,目前该方法尚不能用来探测埋藏深度大于150m的地下水。

4 结语

随着社会的发展与进步,物理勘探技术在水文地质中的作用越来越重要,对于现实生活也起着不可或缺的作用。物理勘查方法的重要性日益突出,尤其在水文地质的勘探工作中,已经广泛使用物理勘探方法。所以,清楚并熟练应用勘探方法,对水文地质工作的建设及发展都有重要的意义。

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.
- [4]张艳军,彭文彪.地质雷达在水口山铅锌矿水文地质调查中的应用[J].低碳世界,2015,(2):111-112

