

地下水地球物理勘查技术模式

李国占, 孙银行

(中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北保定 071051)

摘要:通过对音频大地电磁测深法(EH-4电导率成像系统)和激发极化法的使用条件以及勘查特点的分析研究,结合在保定市顺平县的找水实例,提出了两种方法在组合形式、工作原理以及资料解释等方面勘查地下水的技术模式,并在实际工作中进行验证,取得了令人满意的效果。

关键词:音频大地电磁测深法;激发极化法;地下水勘查

中图分类号: P631 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2010)02-0202-03

地下水,从储存介质方面可分为孔隙水、裂隙构造水、岩溶构造水。无论哪种类型的地下水,其勘查步骤一般有以下两个方面:首先判断地下水储存体的空间分布特征,包括松散含水层埋深、厚度及其岩性,蓄水构造产状、性质及其规模等;其次,要分析判断地下水储存体的富水性,进而确定宜井孔位。地下水地球物理勘查技术方法较多,包括重、磁、电、震等几十种方法,寻求一种有效、快速的勘查技术模式是提高地下水勘查工作效率的重要保障。从地下水勘查要解决的具体问题出发,选用音频大地电磁测深法(EH-4电导率成像系统)和激发极化法组合,形成一种有效、快速的地下水勘查技术模式,具有理论依据和实现的可行性,前者可精细查明地下水储存体的空间分布特征,后者可分析判断地下水储存体的富水性。

1 技术方法原理简介

EH-4电导率成像系统是由美国GEOMETRICS和EMI公司联合生产的。该系统属于部分可控源与天然场源相结合的一种大地电磁测深系统,观测的基本参数为时间域正交的电场分量 E_x 、 E_y 和磁场分量 H_x 、 H_y ,通过频谱分析及一系列运算,求得不同频率的视电阻率,通过改变频率可以达到测深的目的。该系统由于配置不同而具有不同的勘探深度,其基本配置(频率为10~100 Hz)的勘探深度为几十至一千多米,低频配置(频率0.1 Hz~1 kHz)的勘探深度达3 000多米。在地下水勘查方面主要用于划分地层岩性,确定含水层埋深、厚度,查明构造规模、性质、产状及其裂隙发育程度等。

激发极化法找水通常被人们认为是一种直接找水方法,其基本原理是:利用人工场(称之为一次场),激发地质体,产生极化场(称之为二次场),通过测量反映二次场振幅大小及衰减缓慢的视电阻率、半衰时、极化率、综合参数等物理参数,来判断含水层富水性。

2 组合模式

2.1 组合原则

音频大地电磁测深法(EH-4电导率成像系统)工作效率高,是一种快速有效的、可连续勘查较大深度地质体的技术方法,而激发极化法相对来说工作繁琐,效率低,因此,二者组合原则是:首先用EH-4电导率仪器快速进行剖面勘查工作,查明地下水体的空间分布特征,圈定异常区,然后在异常点进行激发极化测量,从而判定含水层富水性。

2.2 工作原则

音频大地电磁测深剖面垂直地质构造走向,选择不同极距(MN 分别为15、25、30、50 m等)工作方式。为准确确定断层走向、倾斜和孔位定位,点距应根据不同地下水类型而确定,孔隙类地下水的测量点距可适当大些,一般可为50~100 m,构造类地下水的点距要小,一般10~30 m较好。

激发极化法要选用合理有效的工作方式,其装置类型应结合实际情况而确定,一般可采用等比装置。关键技术之一是采用不极化电极,电极极差稳定且小。

2.3 资料解释原则与孔位的确定

在进行资料解释之前,应做好以下几个方面的

工作:①熟悉和了解工作区的地质、水文地质条件,首先了解地层岩性、地质构造的分布情况,还要分析水文地质条件,地下水的补给、排泄、径流条件以及寻找地下水储存最好的场所;②分析判断 EH-4 电导率图像的电阻率曲线的异常性质,在不同岩性体反映的视电阻率数值是不同的,应结合地质资料,分析判别引起电阻率数值变化的主要原因;③认真分析激电异常,去假存真,尤其是多个激电参数的对应关系,若各个参数都在相应部位存在异常,说明其可靠性好,结合地质资料,就可以确定孔位。

音频大地电磁测深法的资料解释是以测量的地层电阻率值为依据。对于松散含水水体,以寻找颗粒较粗的细砂、中细砂、粗砂等为主要目标体,反映电阻率值为高值特征;而对于裂隙构造水、岩溶水,以寻找裂隙发育程度高、断层破损程度高的低电阻率值为主要目标体。判断电阻率值的高低要考虑以下因素:一是区域地层岩性背景电阻率值的大小,所谓的高低只是相对背景值而言;二是区域地下水矿化度值,矿化度大小也是决定地层电阻率高低的重大影响因素之一,必须加以综合分析判断;三是区域环境影响因素,如地形起伏、电力线、游散电流、地下金属管道等,都会造成电阻率值具有较大误差。因此,对所得资料必须加以综合判断,采用相应的资料处理手段,以保证所测电阻率的真实性。

对于含水岩层(带),激发极化法的各个参数中,视电阻率反映为低值异常,而极化率、半衰时、衰

减度、综合参数均反映为高值。若某些参数反映为高值,另一部分反映为低值,则说明含水岩层(体)充填泥质成分,出水量将会降低。

孔位的确定以 EH-4 电导率图像曲线为主,结合激电异常参数综合考虑。对于松散孔隙类地下水,孔位一般布置在埋深相对较小、富水性好的地段,对于构造类地下水,孔位一般布置在裂隙发育、破损程度高以及富水性好的地段,包括张性断层的上盘或者逆性断层的迎水盘(或影响带)等。一些大的断层,往往富水性并不好,一般次级构造较为富水。因此,孔位的确定要依据水文地质条件,结合物探成果综合考虑。

3 应用实例

西南满村位于保定市西部顺平县,该村坐落于灰岩分布区,地形大致平坦,第四系覆盖为 100 ~ 150 m,主要岩性为震旦系白云岩。由于受多次构造的影响,存在一条规模较大(称之为山前大断层)的断层,断层宽度约 100 m 且延伸远,走向为北东向,大部分被黏土或风化物充填。从水文地质条件判断,该区域有比较丰富的地下水,但从地表无法判断断层的位置,不能确定具体孔位。本次采用上述勘查技术模式进行野外勘查,取得了成功。

图 1 的电阻率剖面为 EH-4 电导率成像系统勘查数据经随机附带的反演软件进行拟反演后的结果。图中可以看出,在埋深 100 m、水平位置 100 m

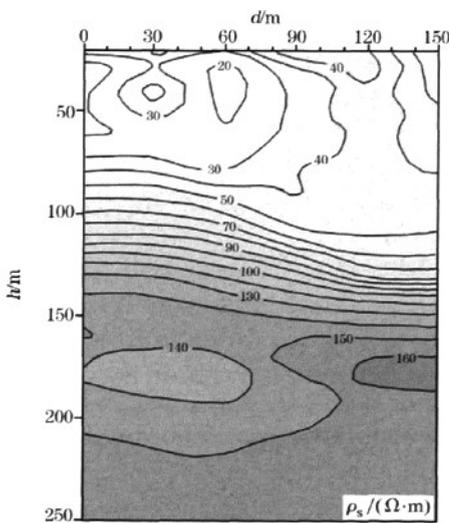


图 1 EH-4 电导率勘查剖面

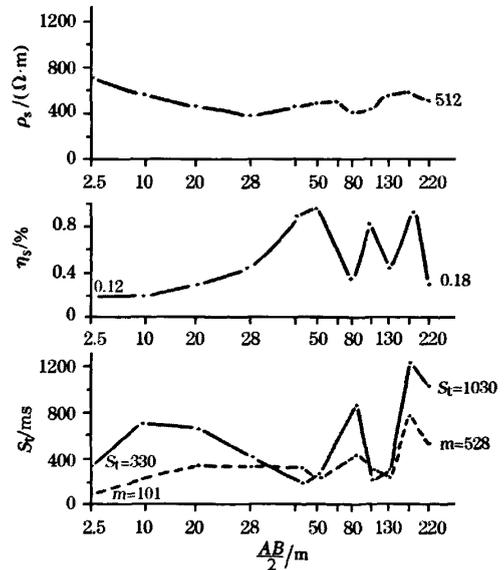


图 2 激发极化法测量成果

处存在高值电阻率与低阻电阻率拐点,反映为断层影响带,推断该处断层破碎带发育良好。

从激发极化勘查结果(图2)可见,视电阻率 ρ_s 在 $AB/2$ 为130~170 m范围内,激化率 η_s 分别在 $AB/2$ 为50、65、100、130 m附近存在3处高值异常,而半衰时 S_t 和综合参数 m 分别为170~200 m的范围出现高值异常。综合3个激电参数高值异常分析,推断剖面100 m处断层富水性好。因此,在EH-4电导率成像图100 m处布设1个孔位。钻探表明0~65 m为第四系,70~90 m为第三系,130~220 m为震旦系白云岩裂隙发育,终孔220 m,出水量达 $100\text{ m}^3/\text{h}$,水量丰富,解决了该村农田用水问题。

4 结语

通过理论和实践表明,音频大地电磁测深法与

激发极化法组合勘查地下水技术模式是一种可行有效的技术手段。发挥音频大地电磁测深法具有的快速高效、准确查明地下水储存体的空间分布特征、圈定异常范围的优势,再利用激发极化法综合参数可定量判断富水性的特点,结合水文地质条件,即可确定宜井孔位。二者组合是一种行之有效的地下水勘查技术模式。

参考文献:

- [1] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京:地质出版社,1983.
- [2] 姬广柱,周强,侯国强,等. 综合物探方法在贫水山区找水的实践[J]. 地下水,2001,23(4):208.
- [3] 王俊业,阎冽鱼. 断陷盆地孔隙水的电性特征及其富水性[J]. 地下水. 2001. 23(4):192.
- [4] 徐光辉,余钦范,袁学诚. 深部地热勘查方法在北京地区应用的探讨[J]. 物探与化探,2007,34(1):9.

A TENTATIVE DISCUSSION ON A TECHNOLOGICAL MODEL FOR GROUNDWATER GEOPHYSICAL EXPLORATION

LI Guo-zhan, SUN Yin-hang

(Center for Hydrogeology and Environmental Geology, CGS, Baoding 071051, China)

Abstract: Based on an analysis of the working conditions and surveying characteristics of the audio-frequency magnetotelluric sounding method and the induced polarization method in combination with case studies of water exploration in Baoding, the authors put forward in this paper a technological model which include the combination format, operating principle and data interpretation of the two methods. The model was applied to the practical work, with satisfactory result obtained.

Key words: audio-frequency magnetotelluric sounding method; induced polarization method; underground water exploration

作者简介:李国占(1954-),男,高级工程师,主要从事水文物探技术研究与应用工作。

上接 201 页

Abstract: An analysis of the properties of the thermomagnetic technique shows that thermomagnetic components are not wholly equivalent to iron and manganese oxides. This paper deals with the prospect of applying the thermomagnetic technique to geochemical exploration in the aspects of determining the association of effective indicator elements, judging properties of secondary anomalies and searching for concealed ore deposits. The preliminary test results of the thermomagnetic technique are also given.

Key words: thermomagnetic component; iron and manganese oxide; association of effective indicator elements; properties of secondary anomaly; concealed ore deposit

作者简介:胡树起(1968-),男,高级工程师,1992年毕业于桂林冶金地质学院,从事应用地球化学方法技术研究工作。