

【水资源】

# 激发极化法找水野外常见干扰及处理措施

于纪玉<sup>1,2</sup>, 刘福臣<sup>2</sup>, 黄怀峰<sup>2</sup>

(1. 河海大学 环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 山东水利职业学院, 山东 日照 276826)

**摘 要:**在激发极化法找水野外测量过程中,经常会受到电磁耦合、不稳定地电场、感应电动势、观测信号弱、极化不稳、供电电流不稳等各种因素的干扰,影响观测精度。介绍了激发极化法找水原理,结合野外实践探讨了产生干扰的原因和影响规律,提出了排除各种干扰的措施和方法。

**关 键 词:**激发极化法; 干扰异常; 半衰时; 极化率; 地层

中图分类号: P631.811

文献标识码: A

文章编号: 1000-1379(2009)04-0057-01

激发极化法找水测量过程中,所要观测的二次场信号微弱,且经常会遇到电磁耦合、不稳定的地电场、感应电动势、观测信号弱、极化不稳、供电电流不稳等因素的干扰,影响观测精度,降低成井率。因此有必要对这些干扰和影响因素进行分析,探讨排除各种干扰的措施,提高观测精度。

## 1 激发极化法找水原理<sup>[1]</sup>

激发极化法找水技术在各种地层中得到了推广和应用<sup>[2-4]</sup>。激发极化法主要用于研究地下介质二次场的强度和衰减速度。在研究过程中根据半衰时 $S_{0.5}$ 、衰减度 $D$ 、极化率 $\eta$ 等值,找出含水异常,再结合地质分析确定含水层,指导定井钻孔。半衰时 $S_{0.5}$ 指二次场电位衰减至一半(50%)时所需的时间,衰减度 $D$ 是对二次场电位衰减速度的反映, $S_{0.5}$ 与 $D$ 值越大,二次场衰减速度越慢,则地质体的含水性越好;极化率 $\eta$ 可表示为

$$\eta = \frac{\Delta V_2}{\Delta V_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $\Delta V_1$ 为一次场电位差; $\Delta V_2$ 为停止供电后0.25 s时二次场电位差。 $\eta$ 越大,表明二次场强度越大,含水性越好。

## 2 野外各种干扰及处理措施

### 2.1 电磁耦合干扰

电磁耦合是指供电回路和测量回路间的电容耦合和电感耦合。

(1) 电容耦合。电流通过供电、测量导线,与大地之间的分布电容形成电容性漏电,它随直流脉冲的充、放电时间而变化,因而形成极化率异常。电容耦合一般不会构成严重干扰,但在地表很潮湿、分布电容较大时,仍需注意和消除电容耦合干扰的影响。

(2) 电感耦合。供电、测量导线与大地之间有互感效应,其值均与非稳定电流随时间的变化密切相关,使得在向地下输入直

流脉冲时,电场有一个形成和衰减过程,因而形成极化率异常。

野外工作中,为减少电磁耦合的干扰,应在研究深度允许的条件下,尽量采用小的电极距;同时合理布置导线和电极,让供电导线与测量导线尽量远离,必须交叉时,宜相互正交通过。必要时可架空导线和降低接地电阻,以减少电容耦合。

### 2.2 不稳定的地电场电位差

在不稳定的地电场(如大地电流、工业游散电流、随时间变化渗滤电场等)测量 $\Delta V$ 时,会造成指针摆动,甚至无法读数。

(1) 大地电流场。电场强度一般较小,有一定方向性,夏季强冬季弱,中午强夜间弱,但周期性较复杂,是一种随机干扰。可采取如下措施避免或减少:在大地电流较弱时观测(如避开中午);加大供电电流,以增大信噪比;进行多次观测,合理地读数。

(2) 游散电流。在城市、矿山、电气化铁路等用电量较大的地方,因接地线的存在而产生强大的游散电流。另外在变压器、有线广播线附近,接地线也能产生游散电流,引起指针无规律的摆动,解决方法为:在停电或用电低峰期间进行观测;加大供电电流,以提高信噪比;尽量使布极方向垂直于游散电流方向。

(3) 随时间变化的渗滤电场。降水或灌溉等因素会在短时间内引起渗滤电场的变化,进而引起指针缓慢漂移。为避免这种干扰,雨后不要立即进行观测;浇水后,应过半小时后再进行观测。

### 2.3 感应电动势

(1) 测量导线切割地磁场磁力线,引起指针左右摆动。测量导线应尽量不悬空,无法实现时,要将导线拉紧,使之不随风摆动。

(2) 供电回路接通或断开的瞬间,在周围产生感应电流,供电瞬间感应电动势与 $\Delta V$ 方向相同,导致读数增大,但维持时间很短,因此在观测时,应在指针稳定时读数。(下转第60页)

收稿日期: 2008-06-10

基金项目: 山东省教育基金资助项目(J07WB03)。

作者简介: 于纪玉(1963—),男,山东龙口人,教授,硕士,主要从事于水利工程教学及科研工作。

E-mail: liu803036@126.com

岩层中原来不溶解或不易溶解的化合物(如土层中存在的钙、镁、铁、锰化合物),致使地下水中铁、锰、镁以及硫酸根离子含量大大增加,地下水的溶解性总固体、硬度亦随之升高<sup>[2,4,5]</sup>。此外,地下水过量开采使地下淤泥呈疏松状态时,因好氧菌降解有机物而释出  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ,渗入地下水,亦会引起硫酸盐硬度的增高。

## 2.4 环境污染对地下水化学环境演化的影响

工业原料和三废的堆放和排出,厂区周围及大部分地区渠道无衬砌,造成管道失修、跑冒滴漏。有的厂使用渗坑排污,污染物直接入渗污染地下水,造成  $\text{Hg}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Pb}^{2+}$  和 COD、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  污染。此外,长期无管道造成的遍地流的生活污水以及各类小厂的生产污水,致使城区地下水遭受  $\text{CN}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、COD、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、总硬度和  $\text{Pb}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{As}^{4+}$  等的重度污染。大量生活废物的淋滤液亦会直接入渗,污染地下水。

涧西工业区集中排放污水的大明渠和城区涧河段,排放西工老城区污水的中州渠和城区河段,河渠淤积,垃圾堆放阻塞,水流缓,无衬砌,污染严重,成分复杂的河渠水通过侧渗和入渗污染地下水。

人类活动的废弃物(包括液、固、汽三种形式)通过污水灌溉、污水沟渠渗漏、施肥及大气污染干湿沉降等使污染物进入土壤,在土壤中进行过滤、生物分解、离子吸附与交换等化学作用,随下渗水进入地下水,造成水质恶化<sup>[6]</sup>。

## 3 结 语

大量开采地下水,不仅引起地下水动力条件变化,而且改变水文地球化学条件,从而导致地下水质的恶化。区内大量的工业、农业以及生活污染物以直接入渗、排入河流入渗、污灌入渗等形式进入地下水,进一步加剧地下水环境的恶化。研究发现,人类活动已成为现今控制地下水环境演化的主导力量,建议根据人类活动对地下水干扰的强度和特点,在地下水环境演化研究和地下水质量评价的基础上,进一步研究洛阳市水化学场的水质变化过程,并对其进行预测。

## 参考文献:

- [1] 河南省水利厅水资源处,郑州市地质工程勘察院. 河南省洛阳市城市地下水超采区评价成果报告[R]. 郑州:郑州市地质工程勘察院,2005.
- [2] 沈照理,朱宛华,钟佐荣,等. 水文地球化学基础[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [3] 王大纯,张人权,史毅虹,等. 水文地质学基础[M]. 北京:地质出版社,1995.
- [4] 王现国. 河南洛阳盆地孔隙地下水系统演化及调控[D]. 武汉:中国地质大学,2006.
- [5] 王现国,刘丕新,董永志,等. 浅层孔隙地下水水质演化机理研究[M]. 郑州:黄河水利出版社,2005.
- [6] 刘凌,王瑚,王则成,等. 污水灌溉过程中离子交换问题的研究[J]. 河海大学学报,1996(3):88-93.

【责任编辑 乔韵青】

(上接第 57 页)

(3)当测量导线接近并平行于高、低压输电线或通信电缆时,都会产生感应电动势,前者使指针抖动,后者使指针产生脉冲性偏转。主要消除方法,使测量线垂直于输电线,远离后再平行铺设。

## 2.4 极化不稳

金属电极与土壤接触时产生电极电位。土壤中的溶液性质或浓度改变都会引起电极电位变化,从而导致极化电位差发生变化。如电极打在流水中,则指针表现为随水流摆动;有时测量导线漏电,导线裸露部分在风的吹动下,使指针产生脉动式摆动。克服方法:①采用不极化电极;②清理电极附近的植物,防止风吹动时植物与电极接触;③严防测量导线漏电。

## 2.5 观测信号弱

激发极化法测量的二次场电位一般只有 1~3 mV,其计算式为

$$\Delta V_2 = \frac{\rho_s \eta I}{K} \quad (2)$$

式中: $\rho_s$  为岩石的电阻率; $I$  为供电电流; $K$  为装置系数。

对于四极对称激电测深,装置系数由下式确定:

$$K = \frac{\pi}{4} \frac{AB^2 - MN^2}{MN} \quad (3)$$

岩体的电阻率和极化率取决于岩土的性质,在观测中无法改变其大小。供电电流越大、装置系数越小,二次场电位  $\Delta V_2$  越大。

(1)采取措施加大供电电流。①在电源功率允许的条件

下,通过加大电压来加大电流;②采用串并联的电池组,截面大导电性强的导线,以减小供电电极的接地电阻,这一措施不但能使小功率电源获得大电流,而且还能减小漏电影响。

(2)减小供电电极距  $AB$ ,可减小装置系数,增大  $\Delta V_2$ 。加大  $MN$ ,可有效地减小装置系数  $K$ ,因而有效提高二次场电位  $\Delta V_2$ 。例:保持供电电极距  $AB/2 = 25 \text{ m}$  不变, $MN = 10 \text{ m}$ ,装置系数  $K = 188.4$ ;  $MN = 20 \text{ m}$ ,则装置系数  $K = 82.4$ ,可大大增强二次场信号。

## 3 结 语

激发极化法所要观测的二次场信号非常微弱,数值一般只有 1~3 mV,容易受到各种因素的干扰和影响。针对电磁耦合、不稳定地电场、感应电动势、观测信号弱、极化不稳、供电电流不稳等各种因素的干扰和影响,提出了相应的处理措施,实践证明效果非常明显。

## 参考文献:

- [1] 周天福. 工程物探[M]. 北京:中国水利水电出版社,1997.
- [2] 关建斌. 激发极化法找水实践[J]. 地下水,2006(5):73-74.
- [3] 王鑫春,蒋鹏飞,刘玉春,等. 吉林省四平辽源地区电法找水效果[J]. 吉林地质,2003(9):70-73.
- [4] 刘福臣,王启田,程兴奇. 激发极化法探测泰山群变质岩地下水[J]. 水文地质工程地质,2008(5):72-74.

【责任编辑 乔韵青】