

# 激发极化法找水实践

关建武

(陕西省澄城县地下水工作队, 陕西 澄城 715200)

**[摘要]** 本文通过激发极化法在陕西省澄城县北部黄龙山前地区的赵庄镇东高塬村机井施工过程中的成功应用, 说明该方法较电阻率法更能分辨出地下富水异常, 在山区电测找水中效果较好, 可与电阻率法结合运用。

**[关键词]** 激发极化法; 二次电场; 视激发比

**[中图分类号]** P631.3+24 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1004-1184(2006)05-0073-02

## 1 激发极化法找水原理

激发极化法是以岩、矿石的激电效应差异为基础而达到找矿或解决某些水文地质问题的一种电探方法。不同岩、矿石的激电效应主要表现在二次电场的大小及其随时间的变化上。在水文地质调查中主要依据表征二次电场衰减特征的参数, 如视激发比、视衰减度等的高值异常探测富水地段。由于该方法不受地形起伏干扰和围岩电性不均匀的影响, 因而在山区找水中具有一定的优势。

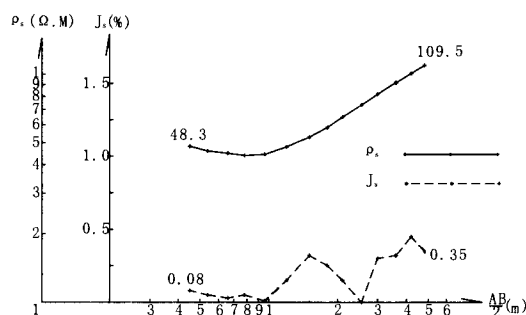
## 2 激发极化法仪器及野外布置

目前, 国产激发极化仪有许多, 如地矿部机械电子研究所生产的 MIR-1B 多功能直流电测仪、重庆奔腾数控技术研究所研制的 WDJ-1 多功能数字直流电测仪、山东聊城创通信息技术有限公司生产的 CTE-2 型智能激发极化仪及山西平遥水利电探仪器厂生产的 JJ-2B 型积分式激发电位仪等。这些仪器发射和接收一体化, 供电一次可测得视电阻率( $\rho_s$ )、视极化率( $\eta_s$ )、视激发比( $J_s$ )、视衰减度( $D_s$ )等多种参数, 除 JJ-2B 型仪器采用指针式仪表显示、手动自然电位和电极极化电位补偿外, 其他均为数字液晶显示, 自动自然电位、电极极化电位补偿。在水文地质调查中, 通常将激发极化法和视电阻率测深法结合起来运用, 即所谓激电测深法。电极采取等比对称四极布置,  $AB:MN=3:1$ 。

## 3 应用实例

### 3.1 基本情况

澄城县赵庄镇东高塬村地处黄龙山前洪积裙区的一条南北向梁岭上, 东、西、南三面沟谷环绕, 沟中偶见基岩露头, 塬上黄土覆盖, 第四纪松散层厚 60~90 m, 基岩为三叠系中下统纸坊群砂泥岩。含水层一般为第四系底部的少量冲洪积物或裂隙发育良好的基岩。在未经地面电法勘测论证的情况下, 在该村南部钻井, 揭露第四系厚 72 m, 至预计深度 174 m 后, 计划成井, 并进行小孔试水, 结果涌水量不足 5 m<sup>3</sup>/h, 远达不到当地用水要求, 随后, 在该钻井井位附近实施激电测深, 使用 JJ-2B 型激发电位仪, 最大供电电极距  $AB/2=480$  m, 一次电场  $\Delta V_1 \geq 40$  mv, 供电时间  $T=30$  s。实测曲线如下图所示。



### 3.2 资料解释

(1) 测深  $\rho_s$  曲线呈 H 型, 对应  $AB/2 \leq 96$  m 段反映第四系松散层, 厚约 70 m, 与电测前的钻井揭露吻合; 对应  $AB/2 > 96$  m 段反映电性均匀的基岩, 而无

**[收稿日期]** 2006-06-12

**[作者简介]** 关建武(1965—), 男, 陕西澄城人, 工程师, 主要从事工程及水文地质物理勘测工作。

有关富水异常反映。

(2) 测深  $J_s$  曲线背景值等于 0.15%, 对应  $AB/2 \leq 96$  m 段(松散层)无富水异常, 而在  $AB/2 = 150$  m 及 420 m 分别出现富水异常, 其中后一异常值较高, 为 0.45%, 反映深部有良好的基岩裂隙水存在, 经估算, 其埋深在 200 m 左右。

### 3.3 指导钻井情况

根据电测解释, 钻井队在原有深度基础上延深钻进, 结果在 197 m、207 m、215 m 处分别遇见发育良好的基岩裂隙, 且井液消耗量较大, 钻至 230 m 终孔, 进行试水, 涌水量可达 25 m<sup>3</sup>/h 左右, 满足了当地的用水要求, 遂成井, 使当地免受两万余元的经济损失。

## 4 结论与体会

(1) 运用激电测深法正确指导东高源村机井施工仅仅是澄城县农村地下水源科学开发过程中许多成

(上接第 54 页) 测定的吸湿曲线位于脱湿曲线之下, 表明了非饱和渗流毛管压力—含水率关系曲线具有下列基本特征: 渗流滞后现象。这种现象可用“瓶颈理论”解释。瓶颈理论假定包气带岩性较大孔隙构成以  $R$  为半径的瓶腔, 相对狭窄的  $r$  通道构成以  $P_r$  为半径的瓶颈。其附加压强分别为:  $P_R = 2a/R$   $P_r = 2a/r$ 。在脱湿过程中当附加压强接近  $P_r$  时, 瓶腔是充水的, 而吸湿过程中瓶腔是空的。故在同一个负压下, 脱湿过程的含水率总是大于吸湿过程含水率。根据实测曲线数据, 利用 Van Genuchten 提出的 S 形曲线模型对曲线进行拟合, 得出中砂土壤水分特征参数中  $a_d$  为 0.1305,  $a_w$  为 0.2208, 这与实际理论是统一的, 显示实验所测结果是可信的, 可以作为研究水分和污染物在非饱和土壤中运移问题提供土壤水分运动参数。

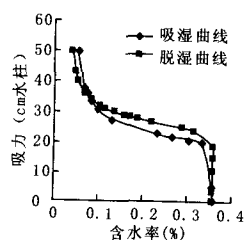


图4 中砂土壤水分特征曲线滞后效应图

## 4 结论

本实验利用砂性漏斗观测到中砂脱湿过程和吸湿过程的土壤水分特征曲线。实验结果表明:

功应用的一例, 多年的电测找水实践表明: 激发极化法曲线反映地下(埋深不超过 300 m)富水异常的能力明显优于视电阻率曲线。

(2) 激发极化法曲线不能反映地质体的电性差异, 而视电阻率曲线在电性分层、构造圈定等方面有较好的效果。

(3) 激发极化法虽不受地形起伏干扰, 却易受工业地电等干扰, 故在山区电测找水中用得较多, 效果较好。

(4) 激发极化法要求测量电极极化电位小而稳定。为了测得可靠的数据, 必须有足够大的供电电流(或一次电场), 而且应在极化电位相对稳定后进行极化补偿, 故该法测量成本较高, 效率较低, 只有做地下水详查时才结合运用。

(1) 当基质吸力不是很大时, 根据张力仪法原理设计的砂性漏斗实验装置可用于实验测定水—气两相的含水率—毛细压力曲线, 可同时完成吸湿过程和脱湿过程曲线的测定。

(2) 多孔介质中水—气两相脱湿过程和吸湿过程的含水率—毛细压力实测结果均能用 Van 公式进行较好的拟合, 从而为研究水分和污染物在非饱和土壤中运移问题提供土壤水分运动参数。

致谢: 本文撰写过程中得到吉林大学曹玉清教授的悉心指导, 在此表示衷心的感谢, 祝她身体健康。

### 参考文献

- [1] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1988: 227.
- [2] 叶自桐, 韩冰, 杨金忠, 等. 岩石裂隙毛管压力—饱和度关系曲线的试验研究[J]. 水科学进展, 1998, 9(6): 112—117.
- [3] Van Genuchten M TH, A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils [J]. Soil. Sci. Soc. Am. J., 1980, 44: 892—898.
- [4] 郑冰, 陈家军, 尉斌, 等. 多孔介质不溶混流体毛细压力与饱和度关系实验研究[J]. 水动力学研究与进展. 2005, 9(5): 665—672
- [5] 支银芳, 陈家军, 尉斌, 等. 多孔介质中毛细压力、饱和度和相对渗透率的确定方法[J]. 地质灾害与环境保护, 2005, 12(4): 410—414.
- [6] 雅贝尔著, 李竞生, 陈崇希译. 多孔介质流体动力学[M]. 北京: 中国建筑出版社, 1983: 357.