

# 激电测深法在浅层找水中的应用研究

闫超

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.32629/hwr.v10i3.6903

**[摘要]** 某引水工程距离长,穿越戈壁、沙漠等,为满足该工程沿线标段的工程及生活用水,本文提出了激电测深法在大石头水源地及柳树泉水源地的探测应用,通过探测资料指导钻孔布置,并进行钻孔验证剖面测试成果。研究表明,激电测深法在浅层找水中能够准确查明地下水埋深、含水层及隔水层的分布,为后期水井的布置提供依据,满足沿线工程及生活用水。

**[关键词]** 激电测深法; 找水; 含水层; 电阻率

**中图分类号:** P631.3+22 **文献标识码:** A

## Application research of electromagnetic sounding method in shallow water exploration

Chao Yan

Xinjiang water resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd.

**[Abstract]** The water conveyance project in Xinjiang is far away, crossing the Gobi Desert, etc., in order to meet the engineering and domestic water of the project section along the line, this paper proposes the application of the electromagnetic sounding method in the exploration of the Big Stone Spring water source and the Willow Spring water source, guides the drilling layout through the exploration data, and carries out drilling verification section test results. The study shows that the electromagnetic sounding method can accurately identify the groundwater burial depth, aqu and aquiclude distribution in shallow water exploration, and provide the basis for the later arrangement of water wells, meeting the engineering and domestic water demand along the line.

**[Key words]** Electrical sounding method; water search; aquifer; resistivity

### 引言

为大力发展新疆水利工程,面临着工期紧,任务重的工作难点。新疆水资源分布不均,前期工程勘察中为服务工程及生活用水,在工程周边进行地下水探测,布置水井解决工程及生活用水。探明地下水的分布,常用的手段有水文地质调查<sup>[1-2]</sup>、物探测试<sup>[3]</sup>、水井测试<sup>[4]</sup>等。水文地质调查通常在最早期进行地下水的普查,了解周边地下水情况,通过观察周边水井、地下水揭露等情况,需辅以物探方法或水井等进行综合分析。水井探测成本较高、耗费人力物力较大,而且周期较长。物探测试经济实惠、周期短并能较精准查明地下水分布情况。常用的物探方法有高密度电法<sup>[5-6]</sup>、电磁法、微动法、直流电法<sup>[7]</sup>等。通过分析测区的地质分布情况及测试环境,选择合适的测试方法能够高效快捷的完成探测任务,地下水主要分布为基岩裂隙水(破碎带内)、孔隙水(砂砾石层)、岩溶区。对于埋藏较深、地形复杂的情况下多数选择综合物探测试方法进行探测,而对于浅层地下水的探测一般选择常规的物探方法。本文以浅层地下水的探明为例,采用激电测深法<sup>[8]</sup>进行介绍其工作方法与技术,进行实例分析

探测结果,为类似工程提供依据。

### 1 工程概况

#### 1.1 地形、地质简况

为满足新疆某引水工程的多个标段工程及生活用水,本文以大石头及柳树泉为研究背景,解决沿线标段供水需求,进行激电测深探测。大石头水源地为低山丘陵区、地形平坦,地表植被覆盖;局部有基岩裸露,基岩为花岗岩及凝灰岩。柳树泉供水水源为低山丘陵区、地形较平坦,地表有少量植被,东西剖面西端植被茂盛,地表为含碱的砂石土;南北剖面为北高南低,南端为胡杨林,植被茂盛,有简易砂石路可到达。

#### 1.2 地球物理特征

大石头水源地 $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物电阻率在150~900 $\Omega\cdot m$ ,含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)电阻率在30~150 $\Omega\cdot m$ ,隔水层基岩电阻率在300~1400 $\Omega\cdot m$ 。柳树泉供水水源地砂砾石层电阻率在100~600 $\Omega\cdot m$ ,含水砂砾石层(局部胶结)电阻率在40~240 $\Omega\cdot m$ ,隔水层基岩电阻率在240~760 $\Omega\cdot m$ 。

### 2 激电测深的方法、布置



图 1 I - I 剖面电阻率-地质剖面图

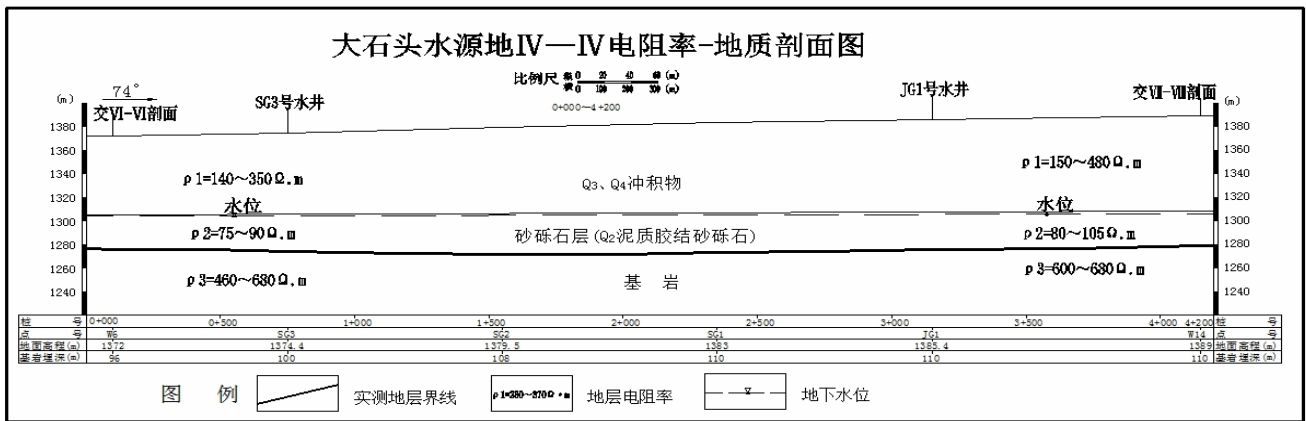


图 2 IV-IV 剖面电阻率-地质剖面图

2.1 激电测深方法

激电测深工作采用四极对称温纳尔装置, MN / AB = 1/3 ~ 1/5, 最小 AB/2 为 3.0m, 最大 AB/2 以充分反映目的层和曲线完整为原则, 一般为 100m ≤ AB/2 ≤ 300m。测量电极使用不极化电极, 野外测量方法采用单次读数法, 为保证曲线质量, 对曲线畸变点进行重复观测, 重复观测的相对误差小于 5%, 并对测区进行了不少于总工作量 5% 的检查观测, 测区均方相对误差 M < 1.0%。

2.2 激电测深平面布置

(1) 北塔山牧场大石头水源地布置物探剖面 7 条, 近东西向布置 5 条 (I - I、II - II、III - III、IV - IV 和 V - V) 物探剖面, 剖面方向分别为 74°, 剖面长分别为 4.2km; 近南北向布置 2 条 (VI - VI 和 VII - VII) 物探剖面, 剖面方向分别为 344°, 剖面长分别为 3.4km。布置验证水井 2 口、分别为 SG3 和 SG12 号水井, 其余水井为后续施工进行布设。(2) 柳树泉供水水源地布置 2 条物探剖面, 由于没有地形图, 因此在剖面两端给出坐标, 东西向 VIII - VIII 剖面, 剖面长度 5km; 南北 IX - IX 剖面, 剖面长度 4km。

3 激电测深的资料解释应用

3.1 大石头水源地的资料解释应用

大石头水源地: 首先确定曲线类型进行定性分析, 本测区曲

线类型为 H 型; 电测深曲线反映表层冲积物电阻率在 150 ~ 900 Ω · m, 中间层 (含水层) 砂砾石层电阻率在 30 ~ 150 Ω · m, 为相对低阻, 下伏地层 (隔水层) 基岩电阻率在 300 ~ 1600 Ω · m, 为相对高阻地层; 根据曲线类型采用二层、三层量板法进行定量解释获取地层电阻率及深度, 电测深解释成果如果存在误差较大的情况, 和地质人员沟通反馈钻孔地质资料后, 对资料进行校正重新解释; 激电测试工作视极化率等参数对地下水的反映效果较差, 通过对测试点电阻率、视极化率曲线等参数的分析及结合前期 JG1 号水井、本阶段 SG3、SG12 号水井的水位以及地质人员反馈的水位资料进行综合分析, 宏观判断给出测区剖面地下水位。

3.2 柳树泉水源地的资料解释应用

柳树泉供水水源: 首先确定曲线类型进行定性分析, 本测区曲线类型为 H 型; 电测深曲线反映表层砂砾石层电阻率在 120 ~ 460 Ω · m, 中间层 (含水层) 砂砾石层 (局部胶结) 电阻率在 45 ~ 240 Ω · m, 为相对低阻, 下伏地层 (隔水层) 基岩电阻率在 240 ~ 760 Ω · m, 为相对高阻地层; 根据曲线类型采用二层、三层量板法进行定量解释获取地层电阻率及深度, 地下水位经过地质人员反馈的水井水位资料进行综合分析, 宏观判断给出测区剖面地下水位。

4 测试成果质量评价

## 4.1 大石头水源地测试成果

如图1所示, I-I剖面基岩埋深80~95m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在54~70m, 电阻率150~370  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在26m左右, 电阻率40~100  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在300~1600  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1299~1301m, 隔水层(基岩)顶板高程在1240~1246m。

II-II剖面基岩埋深90~115m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在40~70m, 电阻率120~400  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在35~45m, 电阻率40~80  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在300~850  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1301.5~1302.5m, 隔水层(基岩)顶板高程在1237~1254m。

III-III剖面基岩埋深90~120m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在55~85m, 电阻率150~450  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在35m左右, 电阻率50~70  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在420~520  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1303.5~1304.5m, 隔水层(基岩)顶板高程在1241~1271m。

如图2所示, IV-IV剖面基岩埋深96~110m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在70~80m, 电阻率150~480  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在30m左右, 电阻率75~105  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在460~680  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1304~1306m, 隔水层(基岩)顶板高程在1271~1279m。

V-V剖面基岩埋深110m左右,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在76m左右, 电阻率120~700  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在24m左右, 电阻率70~130  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在460~1200  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1306~1307m, 隔水层(基岩)顶板高程在1280~1298m。

VI-VI剖面基岩埋深82~108m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在55~80m, 电阻率120~320  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在30m左右, 电阻率60~80  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在460~1400  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1306~1299m, 隔水层(基岩)顶板高程在1246~1280m。

VII-VII剖面基岩埋深95~110m,  $Q_3$ 、 $Q_4$ 冲积物厚度在60~75m, 电阻率120~480  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层( $Q_2$ 泥质胶结砂砾石)厚度在35m左右, 电阻率40~120  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在300~660  $\Omega \cdot m$ 。0+000~4+200桩号段地下水位高程在1307~1301m, 隔水层(基岩)顶板高程在1242~1300m。

## 4.2 柳树泉水源地测试成果

VIII-VIII剖面地势西高东低, 基岩埋深5~30m, 砂砾石厚度在2~5m, 电阻率40~580  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层(局部胶结)厚度在2~16m, 电阻率80~240  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在240~760  $\Omega \cdot m$ 。0+000(西端)~5+000(东端)桩号段地下水位高程在1025~995m, 隔水层(基岩)顶板高程在999~990m。

IX-IX剖面地势北高南低, 基岩埋深42~7m, 砂砾石厚度在25~3m, 电阻率150~460  $\Omega \cdot m$ ; 含水砂砾石层(局部胶结)厚度在12~6m, 电阻率40~105  $\Omega \cdot m$ ; 隔水层基岩电阻率在260~760  $\Omega \cdot m$ 。0+000(北端)~4+000(南端)桩号段地下水位高程在

1035~977m, 隔水层(基岩)顶板高程在1027~972m。

## 4.3 质量评价

北塔山牧场大石头水源地基岩埋深在80~120m, 地下水位高程在1299~1307m, 隔水层(基岩)顶板高程在1237~1301m。

柳树泉供水水源VIII-VIII物探剖面基岩埋深在5~30m, 地下水位高程在1025~995m, 隔水层(基岩)顶板高程在999~990m; IX-IX物探剖面基岩在7~42m, 地下水位高程在1035~977m, 隔水层(基岩)顶板高程在1027~972m。

通过激电测深剖面在大石头水源地布置了SG3和SG12水井、进行剖面验证, 验证结果表明: 剖面测试精度大于90%, 有效的探明了地下水埋深、含水层与隔水层的界线, 如表1所示。

表1 测试成果与水井揭露精度统计表

孔号	剖面测试含水层埋深(m)	水井测试含水层埋深(m)	解释精度(%)	含水层厚度(m)	地下水位高程(m)
SG3	72	70	>90	30	1304.4
SG12	35	34		61	1000.3

## 5 结论

激电测深法技术成熟、稳定性好, 周边环境对其影响较小, 方法使用较为简单, 容易上手, 属于常规物探方法。通过激电测深法快速便捷的探明了大石头和柳树泉水源地的地下水埋深、划分了含水层及隔水层的界线, 节约了探测成本, 针对工程周期短、工期紧, 能够迅速完成探测任务, 为后续水井的布置提供理论依据, 通过水井进行佐证剖面的准确性。

## 【参考文献】

- [1]高欢.水文地质调查与综合物探在找水中的应用[J].水利科技与经济,2022,28(07):79-84.
- [2]杨传伟,刘启蒙,王琳琳,等.水文地质调查与物探在岩浆岩地区找水中的应用——以田黄镇律庄村地下水勘查为例[J].地下水,2024,46(01):133-135.
- [3]刘春伟,王重,胡彩萍,等.综合物探方法在胶东岩浆岩缺水山区找水中的应用[J].物探与化探,2023,47(02):512-522.
- [4]李大建,陆红军,郑刚,等.低产液量水平井快速找水技术与试验[J].钻采工艺,2023,46(03):72-77.
- [5]陈新党,付波,项龙云.高密度电法在赣南地区找水中的应用[J].江西煤炭科技,2021(02):137-140.
- [6]刘圣博,刘盼.高密度电法在赣南地区不同地下水赋存类型的探测研究[J].工程地球物理学报,2024,21(2):256-266.
- [7]唐志刚.直流电法在阳山县岩溶地区找水中的应用[J].工程建设与设计,2024(10):29-31.
- [8]何清立,蒙凯.激电测深方法在东北地区松散岩类地下水探查中的应用[J].工程地球物理学报,2024,21(04):636-644.

## 作者简介:

闫超(1993—),男,汉族,甘肃酒泉人,本科,工程师,从事于地质勘探工作。