

# 电阻率测深法在云南省玉溪市 抗旱找水定井中的应用

宋希利<sup>1</sup>,林海<sup>2</sup>,姜春永<sup>3</sup>,赵玉祥<sup>1</sup>,程秀明<sup>1</sup>

(1. 山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014; 2. 山东省国土资源厅, 山东 济南 250013; 3. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013)

**摘要:**介绍了在云南玉溪抗旱找水定井的工作实例,在地质、水文地质调查工作的基础上,采用电阻率测深法在重点地段开展工作,在充分分析、研究含水层电性特征的基础上,对实测电阻率测深曲线进行对比解释,最后确定井位,通过所施工钻孔验证了物探推断成果符合实际,并且单井涌水量均大大超出当地所需水量,取得了良好的水文地质效果,得到了当地政府及群众的一致好评。同时,也为在高原地区基岩及“红层”找水积累了一定经验。

**关键词:**电阻率测深法;视电阻率;找水定井;云南玉溪

**中图分类号:**P631.3

**文献标识码:**B

2010年4月,山东抗旱找水专家组按照国土资源部驻云南协调组的安排,在云南玉溪市进行基岩与“红层”地区的找水定井工作。其具体任务是:根据物探成果提出钻井位置与井深建议,预测单井涌水量。通过施工钻孔,解决当地村民的饮水问题。工作区位于玉溪市的通海县、红塔区和江川县,区内地形、地质及水文地质条件复杂,加之以往地质资料缺乏,确定井位、井深及预测涌水量有一定困难。通过地质及水文地质调查,根据物探成果确定了井位并预测了单井涌水量,并经过钻探验证物探推断的含水层深度等符合实际,取得了较理想的水文地质效果,也为在高原地区基岩及“红层”找水积累了成功经验。

## 1 区域地质及水文地质概况

玉溪地区属高原山区,地形起伏大、地层复杂,需定井的区域大多被第四系覆盖,其下为巨厚的侏罗系、三叠系、二叠系和石炭系。侏罗系、三叠系在当地称为“红层”,其岩性以砂岩、页岩、泥岩、砾岩为主,是区域含水微弱或相对隔水层;二叠系的茅口组、栖霞组、倒石头组,岩性以灰岩、泥灰岩、白云岩

为主,是形成高原岩溶水的主要含水层。

玉溪地区断裂构造主要以NE、NW向压扭性断裂为主。根据地层、构造条件及地下水的赋存特征,工作区有:第四系松散岩类孔隙水含水岩组,侏罗系、三叠系碎屑岩类裂隙含水岩组,二叠系裂隙岩溶含水岩组3种含水岩组。

## 2 物探方法选择

西南地区抗旱找水任务紧,要求速度快、效率高,首先确定钻井位置,才能尽快施工钻孔。因此,确定井位成为首要任务,为此,以方法有效、速度快为基本原则,并根据定井区域高原裂隙岩溶水及“红层”区含水层基本特点,结合在山东贫水山区物探找水的一些成功经验,最后确定选用传统的电阻率测深法开展工作。

### 2.1 使用仪器

野外实测使用重庆地质仪器厂生产的新一代智能电阻率仪器DZD-6A多功能直流电法(激电)仪,可自动测量并存储电压、电流、视电阻率及自然电位参数。利用视电阻率法和激发极化法的有关参数,广泛用于寻找地下水、金属与非金属矿产资源勘

\* 收稿日期:2011-02-21;修订日期:2011-05-12;编辑:王秀元

作者简介:宋希利(1963—),男,山东济阳人,高级工程师,主要从事物探的生产与技术管理工作;E-mail:jn-sxl@163.com。

探、铁道及桥梁工程勘探等方面<sup>[1,2]</sup>。

## 2.2 技术参数

最小  $AB$  距为 20 m, 最大  $AB$  距为 1 000 m。采用  $AB:MN=5:1$  的对称四极等比装置。具体极距排列如下:

$AB(m) = 20, 28, 40, 56, 76, 100, 130, 160, 200, 260, 340, 440, 560, 700, 840, 1\ 000$

$MN(m) = AB/5$

施工中严格按 DZ/T0072-97《电阻率测深技术规程》及相关规范执行。

## 3 含水层异常特征

云南玉溪市为高原山区, 其基岩与“红层”区含水层的电性特征与一般地区相应地层具有共性, 但含水层的分布也具有其自身的规律性。

### 3.1 基岩地区含水层电性特征

基岩地区含水层是指二叠系裂隙岩溶含水岩组, 岩性以灰岩、泥灰岩、白云岩为主, 是形成高原岩溶水的主要含水层。在水位之下的裂隙岩溶发育地段, 其视电阻率值降低或数值较稳定, 在电测深曲线上的反映为平缓段, 曲线斜率明显变小。

### 3.2 “红层”区含水层电性特征

“红层”区含水层是指侏罗系、三叠系碎屑岩类裂隙含水岩组, 在高原山区出露较广, 在河谷地带埋藏于第四系之下, 岩性主要为紫红色砂岩、页岩、泥岩、砾岩, 其中的砂岩、砾岩是相对含水层, 其视电阻率值较高, 在电测深曲线上的反映为明显上升段, 曲线斜率明显变大。

## 4 井位确定实例分析

### 4.1 玉溪市通海县杨广镇义广哨村

#### 4.1.1 地质及地球物理特征

据野外现场地质、水文地质调查, 拟定井区域处于大石盆断裂与山口-华宁断裂之间的东南倾向的单斜构造单元<sup>[3]</sup>。地表出露的地层为坡积、湖积层, 近旁东北部单面山上为二叠系下统茅口组、栖霞组、倒石头组, 该处碳酸盐岩类区域厚度 200~600 m, 岩性以白云岩、石灰岩为主。第四系坡积、湖积层厚约 10~30 m, 地表为湖积棕褐色粉质粘土, 其电阻率较低, 一般 12~30  $\Omega \cdot m$ ; 其下伏二叠系下统

茅口组、栖霞组、倒石头组的白云岩、石灰岩, 其电阻率较高, 一般 100~800  $\Omega \cdot m$ , 在裂隙岩溶发育地段电阻率降低。

#### 4.1.2 物探资料分析

由于拟定井区域地形条件限制, 不能开展较多点的电测深工作, 以单条测深曲线分析如下(图 1):

曲线在上升过程中有 2 个较平缓的地段: ①  $AB/2=50 \sim 100$  m, 视电阻率变化范围为 43.6~55.8  $\Omega \cdot m$ ; ②  $AB/2=220 \sim 310$  m, 视电阻率变化范围为 128~167  $\Omega \cdot m$ 。推测以上 2 个深度区间岩石较破碎、裂隙岩溶相对发育。根据经验系数, 经深度校正后推测该点在垂向上的 2 个岩石破碎、裂隙岩溶发育位置为 43~90 m 和 190~273 m, 处于下伏二叠系下统茅口组、栖霞组、倒石头组的白云岩、石灰岩内, 并推测 43~90 m 裂隙岩溶发育段为主要含水层位置。

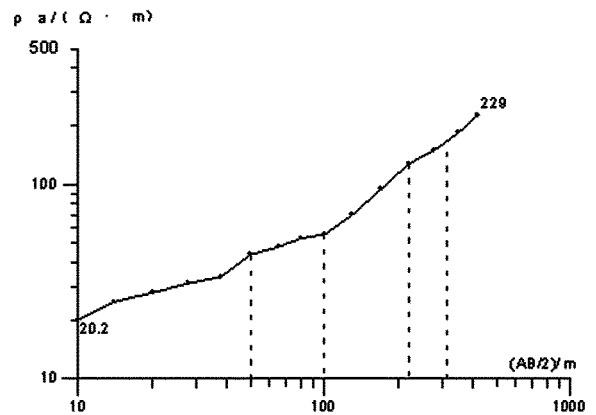


图1 通海县杨广镇义广哨村电阻率测深曲线

#### 4.1.3 井深建议及涌水量预测

建议孔深 300 m, 钻孔主要揭露地层为第四系粉质粘土及二叠系白云岩、石灰岩。预测单井涌水量 200  $m^3/d$ 。

#### 4.1.4 钻探验证

该井实际钻探深度 201 m(由于水量达到要求未继续钻进), 单井涌水量 350  $m^3/d$ , 揭露岩溶裂隙发育深度与物探推断吻合较好, 是专家组确定的第一眼高原石灰岩岩溶水井, 解决了 800 户村民、2 500 多人的饮水问题。

### 4.2 玉溪市江川县安化彝族乡招坝村

#### 4.2.1 地质及地球物理特征

为了方便群众使用, 拟在靠近村庄的地方施工探采结合井。据野外现场地质、水文地质调查, 该村

附近第四系覆盖层以下为侏罗系上统棕红色泥岩,厚度不明,如颗粒较粗的砂砾岩埋藏较深时,不易施工水井,易在颗粒较粗的砂砾岩埋藏较浅处布井。该区第四系厚5~30 m,其电阻率一般15~40  $\Omega \cdot m$ ,局部有砂砾石;侏罗系上统棕红色泥岩,其电阻率相对较低,一般35~45  $\Omega \cdot m$ ;相对含水层粗粒砂砾岩,其电阻率相对较高,一般45~100  $\Omega \cdot m$ 。

#### 4.2.2 物探资料分析

在水文地质调查认为较有利于地下水富集的招坝村地界内进行了3个物理点的电阻率测深工作,经物探资料分析,认为工作区域内,上覆侏罗系上统棕红色泥岩较厚,相对含水层粗粒砂砾岩的顶板埋藏深度较深,推测为298 m,经综合分析研究认为该地段内不宜于布井,应更换地点另选井位。

图2为2号点的电阻率测深曲线,整体上看曲线较平缓,AB/2=10~350 m深度,视电阻率变化不大,其值为32~43.6  $\Omega \cdot m$ ;AB/2>350 m时,曲线上升斜率开始变大,视电阻率值变高,是深部相对含水层砂岩、砂砾岩电性的综合反映。根据经验系数经深度校正后推测该点砂岩、砂砾岩的顶板埋藏深度为298 m。

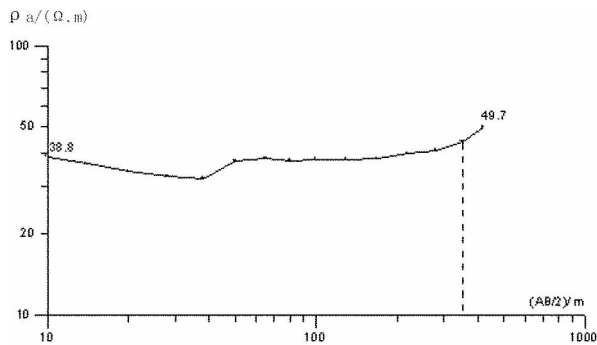


图2 江川县安化乡招坝村2号点电阻率测深曲线

#### 4.2.3 井深建议及涌水量预测

根据专家组在村边河流上游及附近地段踏勘结果,认为可在河流上游公路旁边山脚下的井2位置施工钻孔。推测该处相对含水层粗粒砂砾岩的顶板埋藏深度较浅,建议井深260 m,预测单井涌水量200  $m^3/d$ 。

#### 4.2.4 钻探验证

该孔实际钻探深度200 m(由于水量达到要求未继续钻进),单井涌水量达400  $m^3/d$ ,自流水头高出地面3 m,水质优良。不仅解决了184户、646人彝族村民的饮水问题,而且还能灌溉山坡上的菜地。

## 5 结语

(1)寻找高原岩溶水就是寻找地下复杂的岩溶裂隙发育带;寻找“红层”基岩裂隙水就是寻找断裂构造附近的砂砾岩的破碎带位置。

(2)实践证明,针对工作区不同含水层特点,只要物探方法选择得当,就能取得良好的地质及水文地质效果。该区利用电阻率测深资料确定井位效果显著。在不能充分掌握含水层电性特征的情况下,要进行激发极化法测量。

(3)物探与地质、水文地质调查工作紧密结合是成功、高效的有效途径。在地质、水文地质调查工作的基础上,选择重点区域布置物探工作,往往可以减少工作量,提高效率 and 定井成功率。

## 参考文献:

- [1] 长春地质学院. 水文地质工程地质物探教程[M]. 北京:地质出版社,1980.
- [2] 傅良魁. 应用地球物理教程——电法·放射性·地热[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [3] 程秀明,林海,姜春永,等. 云南玉溪抗旱找水定井典型实例分析[J]. 山东国土资源,2010,26(9):27-30.

## Application of Resistivity Sounding Method in Looking for Water and Wells Drilling in Yuxi City of Yunnan Province

SONG Xili<sup>1</sup>, LIN Hai<sup>2</sup>, JIANG Chunyong<sup>3</sup>, ZHAO Yuxiang<sup>1</sup>, CHENG Xiuming<sup>1</sup>

(1. Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China; 2. Shandong Department of Land and Resources, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Exploraton Bureau of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Practices of looking for water and wells drillings in Yuxi city of Yunan province has been introduced in this paper. On the basis of geological and hydrogeological investigation, by using resistivity sounding method in the

key areas, through analysis on electrical characteristics of the aquifer, the measured resistivity sounding curve has been interpreted and compared, the wells drilling spots have been determined as well. Through the construction drillings, it is verified that geophysical inference results are consistent with the actual condition, average single well water yield is far beyond the required water volume in local region. It has obtained a good hydrogeological effect, and praised by local government and the masses. It will also provide some references for looking for water in the bedrocks in the highlands and in the "red beds".

**Key words:** Resistivity sounding method; apparent resistivity; looking for water and wells drilling; Yuxi city in Yunnan province