

五极纵轴测深法在龙岩灰岩地区 寻找岩溶水的应用*

杨庆镰

(福建省第八地质大队,福建 龙岩 364000)

摘要:曲潭测区内地形较平坦,多为第四系覆盖,表层土质较均匀,接地条件较好,选择五极纵轴电测深法在区内寻找岩溶地下水,通过视电阻率及激电二次场的测量,对物探异常的解译和深部钻孔验证,成功找到日出水量达千吨以上的岩溶地下水,为今后在灰岩地区寻找岩溶地下水提供借鉴意义。采用物探方法寻找岩溶地下水是一种不可替代的勘查方法,可以减少单纯钻探成井的盲目性,提高找水的成功率。

关键词:五极纵轴电测深;异常特征;岩溶水;龙岩市曲潭村;福建省

中图分类号:P631;TV221.2

文献标识码:B

龙岩市曲潭村原有一口水井,出水量约300 t/d左右,供当地村民生活饮用水源,但随着龙岩市东肖经济开发区的设立及开发,作为开发区所在地的曲潭村其水资源量不足现象也日显突出,为此,该村委托福建省第八地质大队在曲潭村内寻找地下水资源,该队曾在没有开展物探工作的情况下施工了ZK₁、ZK₂ 2个钻孔,孔深分别为184 m和136 m,均未见破碎带及含水层(仅见厚约4 m多的灰岩),后应要求投入了物探工作,根据其地质特征、地形地貌特点选择五极纵轴电测深法,测量视电阻率及激电二次场,以寻找岩溶地下水,测区内布置了大量的五极纵轴测深点,在分析对比之后,通过钻孔验证,达到预期目的,取得较好的地质成果和社会经济效益。

1 测区地质及地球物理场特征

1.1 地层及水文地质条件

测区位于龙岩盆地的南西边缘,地表大多为第四系所覆盖,局部出露的地层为二叠纪栖霞组、文笔山组和童子岩组,岩性主要为文笔山组的粉砂岩、泥质粉砂岩和泥岩,童子岩组的粉砂质泥岩、泥岩、炭质泥岩及煤(线)层,栖霞组的灰岩、燧石条带灰岩

等,这些岩性中除灰岩局部含岩溶地下水外,其他均属富水性弱的岩组,而栖霞组灰岩的富水性强弱则取决于其岩溶的发育程度。

1.2 地球物理场特征

通过该测区物理场特征收集资料的分析与研究对比得出:该测区第四系覆盖层视电阻率(ρ_s) 在100~180 $\Omega \cdot m$ 之间;粉砂岩、泥岩视电阻率为500 $\Omega \cdot m$ 左右;破碎、岩溶发育的灰岩视电阻率一般为500~1 000 $\Omega \cdot m$,新鲜完整的灰岩视电阻率在1 000 $\Omega \cdot m$ 以上,测区内衰减度(D)以30%为背景值,小于30%不含水(或弱含水),大于30%为含水或富水层;半衰时(TH)以700 ms为背景值,小于700 ms为不含水或弱含水,大于700 ms为含水层。

2 物探方法选择及工作原理

2.1 物探方法选择

由于测区位于龙岩盆地边缘,地表多为第四系覆盖,查明地下灰岩的分布范围、岩溶发育程度、构造破碎带发育程度是寻找地下水资源的关键。因此,利用物探方法是一种快捷有效的手段。根据测区内地形较平坦,第四系覆盖,表层土质较均匀、接

* 收稿日期:2010-06-23;修订日期:2010-07-28;编辑:陶卫卫

作者简介:杨庆镰(1958—),男,福建莆田人,工程师,主要从事物探找矿及技术管理工作;E-mail:yql5810@126.com。

①福建省区域地质调查队,1:5万龙岩幅地质图说明书,1982年。

地条件较好等条件,选择了五极纵轴电测深作为物探测量的方法。

2.2 工作原理

五极纵轴测深是以地面测深点 A 为原点设置直角坐标系,中心供电电极 A 处电流强度为 $+I$ (电流正极),供电电极 B 极沿 X 轴布置,以 A 点为中心,两侧对称处布置供电电极 B_1 和 B_2 ,供电电流强度为 $-\frac{I}{2}$ (即电流负极的一半),测量电极 M, N 沿以测量 A 点为原点的纵轴 Y 逐点观测(图1)。五极纵轴测深装置的 K 值为:

$$K = \frac{2\pi}{\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1 \cdot Y_2} - \frac{1}{\sqrt{L^2 + Y_1^2}} + \frac{1}{\sqrt{L^2 + Y_2^2}}}$$

该次物探测量按一定的网度在测区内布置五极纵轴电测深点,测量装置选择 $AB_1 = AB_2 = 190\text{ m}$, $MN = 3\text{ m}$,测量点距为 3 m ,测量视电阻率及极化率(η)、半衰时(TH)、衰减度(D)。

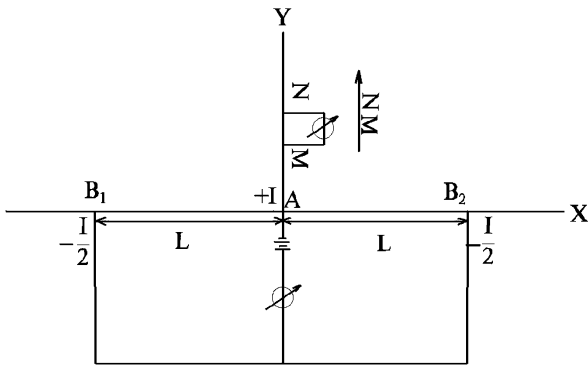


图1 五极纵轴电测深装置简图

3 物探成果及异常解释

测区经一定网度的五极纵轴测深测量,发现了较多异常点,其中以2/0号点(即 ZK_3 孔)反应最好,图2所示的为该点五极纵轴电测深的视电阻率(ρ_s)、衰减度(D)、半衰时(TH)曲线,从视电阻率(ρ_s)的分布情况看,由上至下, ρ_s 值总体呈逐渐增大的趋势,由浅部的 $98\ \Omega \cdot \text{m}$ 增大至深部的 $1\ 396\ \Omega \cdot \text{m}$,但在 $\frac{Y_1 + Y_2}{2}$ 分别为 10.5 m , $40.5 \sim 46.5\text{ m}$; 58.5 m 和 73.5 m 处 ρ_s 曲线则出现明显的凹陷(拐

点),为低阻层的表现,根据地质特征, $\frac{Y_1 + Y_2}{2}$ 为 10.50 m 处的凹陷点(拐点)推测系为第四系残坡积层与基岩交界面的反映,而 $40.5 \sim 46.5\text{ m}$, 58.5 m 和 73.5 m 处的凹陷点(拐点)则推测为破碎带或岩溶分布范围。

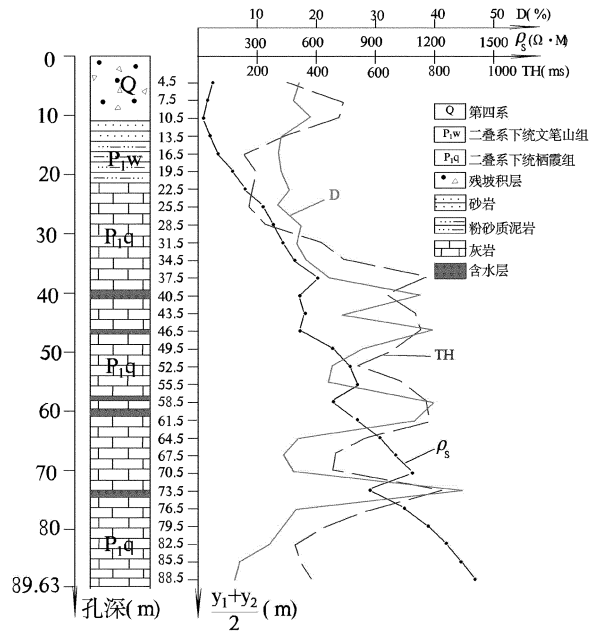


图2 ZK_3 五极纵轴电测深成果图

从衰减度(D)曲线和半衰时(TH)曲线分布特征看,该测深点各极距测量点的 D 值普遍较低,多小于 20% ,仅在为 40.5 m , 46.5 m , 58.5 m 和 73.5 m 处曲线出现单峰高值异常, D 值多大于 30% ,最大为 42% ;同时各极距测量点的 TH 值也普遍较低,一般多在 400 ms 之下,但于 D 曲线出现单峰高值异常处 TH 也相应出现的单峰高值异常,一般为 700 ms 以上,最高为 850 ms 。通常情况下激电二次 D , TH 值与地层的富水程度关系密切,一般 D , TH 值愈高,反映的富水程度愈好。根据区内激电二次场的测量情况,确定衰减度(D)以 30% 为背景值,小于 30% 为不含水(或弱含水),大于 30% 为含水或富水层;半衰时(TH)以 700 ms 为背景值,小于 700 ms 为不含水或弱含水,大于 700 ms 为含水层,由此推测上述系由地下含水层引起的,从 D , TH 单峰高值异常所处的部位与视电阻率(ρ_s)曲线凹陷点(拐点)的分布范围基本一致,因此,认为该测深点上视电阻率(ρ_s)曲线凹陷点(拐点)的分布范围与 D , TH 单峰高值异常所处的部位,为位于二叠系下统栖霞组

富含地下水的破碎带或岩溶所引起的。

4 钻孔验证

依据上述五极纵轴测深的视电阻率(ρ_s)、衰减度(D)、半衰时(TH)异常特征资料分析,选择在2/0号测深点上布置了ZK₃钻孔,孔深89.63 m,孔径219 mm,经钻探验证:分别在孔深39.86 m,46.41 m,57.74~60.80 m,73.37~74.10 m等处共发现8层大小不一的含水破碎带或岩溶发育带,这与物探解译成果是十分吻合的。

5 结语

通过五极纵轴测深手段及解译资料,在2/0号点实施并进行了抽水试验,抽水试验结果:水位降深5.46 m,其钻孔涌水量为1 237 m³/d,水位恢复时间仅为18 min。解决了当地村民目前生活用水的需求。

物探方法找水是一种不可替代的勘查方法。通过该次应用实践,五极纵轴测深法在龙岩岩溶地区勘查岩溶地区地下水是行之有效的,对其他地区找水具有借鉴意义,还可以充分发挥其他物探方法,互相验证,能产生更好的效果,对寻找岩溶地下水也是十分必要的。

物探工作开展前进行各地质体地球物理参数测试是不可缺少的一个重要环节,应最大限度地利用已知资料获取这些参数,确保物探成果的正确解释。

参考文献:

- [1] 直流电法工作规范(附录11)[M].北京:地质出版社,1984,10.
- [2] 傅良魁.应用地球物理教程[M].北京:地质出版社,1991.
- [3] 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.
- [4] 武毅,郭建强,曹福祥,孙晟.多种物探技术勘查宁南深层岩溶水的组合试验[J].物探与化探,2002,26(2):113-117.

Application of Five - pole Vertical Electrical Sounding In Search Karst Water in Limestone Areas of Longyan District

YANG Qinglian

(No.8 Geological Brigade in Fujian Province, Fujian Longyan 364000, China)

Abstract: Based on the flat terrain, quaternary covering, uniform surface soil and good grounding conditions of Qutan survey area, a new geophysical measuring method with the use of five - pole vertical electrical sounding has been applied to look for underground karst water. By measuring visual resistivity and induced polarization of the secondary field, as well as interpreting the anomalous features of geophysical prospecting and verifying the boreholes in deep sections, an underground karst water source with the daily capacity of over 1000 tons has been successfully found in the edge of Longyan Basin within the Permian Qixia stratum, which achieved good geological results and provided an useful reference for more underground karst water discoveries in limestone areas in the future. The application of geophysical methods is irreplaceable in the discovery of underground karst water. It can effectively reduce the cecity of only using drills to dig wells and improve the success rate of water discovery.

Key words: Five - pole vertical electrical sounding; anomalous features; karst water; Qutan village in Longyan city; Fujian province