

高密度电阻率法在山东泰安地区 抗旱打井工程中的应用

孟庆鲁¹,刘彦¹,赵法强²,胡安顺¹

(1. 山东省第五地质矿产勘查院,山东 泰安 271021;2. 山东省物化探勘查院,山东 济南 250013)

摘要:山东省泰安地区地下水类型主要为松散类孔隙水、变质岩火成岩裂隙水及碳酸岩裂隙岩溶水三大类。通过分析不同水文构造单元地质特征,采取不同的物探方法,测量岩石的电阻率差异分析推断其富水性,研究确定富水层位并通过钻探工程验证实现地质找水。在2010—2011年山东泰安地区抗旱打井工程中,利用高密度电阻率法在解决地质找水方面取得了重要成果。

关键词:高密度电阻率法;地质找水;抗旱打井;山东泰安
中图分类号:P642.26 **文献标识码:**B

2010年8月至2011年2月,山东省境内连续半年时间无灌溉有效降雨,出现百年一遇的特大干旱,农业生产及居民生活用水面临极大困难,大片农田庄稼枯萎甚至绝产。山东省第五地质矿产勘查院积极响应上级部门工作安排,组织扎实力量在泰安地区响应开展抗旱打井工作。在实际工作中,为提高打井成井率,采用物探先行,以高密度电阻率法为先导,配合选用多种物探方法,针对泰安不同地区的水文地质特点,合理解译异常和快速高效确定找水有利部位,成功验证井位50余口,均水量理想,成井率为100%,取得了泰安地区抗旱打井工程的重大成功,也在利用高密度电阻率等物探方法实现地质找水方面积累和总结了众多经验及成果。

1 区域地质

工作区主要位于山东省泰安市及周边地区,地层区划属华东地层区鲁西地层分区。区内地层分布较广:早古生代寒武纪-奥陶纪地层,呈条块状分布于区内;新太古代泰山岩群在东部山区出露较多;石炭系、二叠系和侏罗系、白垩系几乎无出露;古近纪地层有零星的露头。工作区北部地区侵入岩较发育,其中以新太古代、元古宙侵入岩最为发育。

工作区水文地质可分为松散类孔隙水区、变质

岩岩浆岩裂隙水区和碳酸盐岩裂隙岩溶水区3个水文地质单元^[1]。

2 成井模型及工作实例

2.1 工作原理及方法选择

电阻率法是以地壳中岩石和矿石的导电性差异为物理基础,通过观测和研究人工建立的地中电流场的分布规律进行找矿和解决地质问题的一种物探方法^[2]。在找水过程中,岩石的电阻率与岩石的矿物成分、结构、孔隙度、含水量及地下水的矿化度有关,通过测量岩石的电阻率值分析推断地质体的水文地质特征,从而解决有关地质问题^[3]。

不同地区的地质水文条件决定不同物探方法在该地区的有效性。在抗旱工程中,以高密度电阻率法为基础,与联合剖面、传统测深等多种物探方法相结合开展工作,不仅提高了定井效率,也保证了定井成功率。

2.2 松散岩类孔隙水区成井原理及找水实例

该类型水文地质单元主要位于工作区南部,以泰安市岱岳区道朗镇南和满庄汶口等地为例。该区地势平坦,第四系覆盖较厚,下伏古近系,以地表水为主要水源,其成井模型见图1。

收稿日期:2013-07-08;修订日期:2013-12-05;编辑:王秀元

作者简介:孟庆鲁(1986—),男,山东曲阜人,助理工程师,主要从事地球物理勘探工作;E-mail:mengql1986@qq.com。

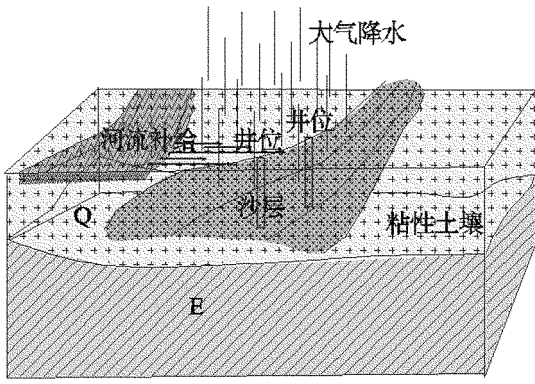


图1 松散岩类孔隙水成井模型

泰安市满庄镇姜家园村位于泰安市岱岳区南,位于大汶口盆地范围内。工作区内全部被第四系覆盖,覆盖层很厚,为全新世黄褐色粉质粘土,夹细中砂。下伏古近系为棕红色泥岩、页岩及含砾砂岩等。

根据场地的具体范围,经过实地踏勘确定测线位置。在姜家园村东北约1 km 布置高密度剖面1条,东西向布置,控制长度600 m。经过数据采集、处理得到该位置高密度测深断面图。

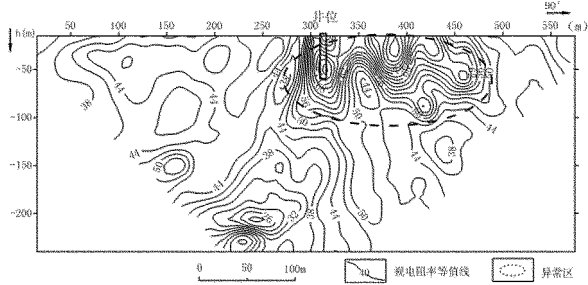


图2 泰安市满庄镇姜家园村高密度测深 ρ_a 断面图

由图2可见,该剖面地下视电阻率 ρ_a 数值具有一定成层性规律,但不是很明显,尤其是浅部,视电阻率数值变化较大, ρ_a 一般在 $30 \sim 80 \Omega \cdot m$ 。经过现场踏勘和地质资料收集,该处地表第四系覆盖厚度达30 m,下伏为古近系,含水性较差。在该处只能寻找古河道或湖泊沉积沙层作为地下水富水层。沙层与粘性土壤相比孔隙度高,导电性差。推断高阻区为古河道区,沙层高阻表现明显,表现在剖面控制范围300~480 m处。经过对比选择含沙较厚的位置作为井位位置,设计井位位于剖面420 m处,井孔设计为大口径,井深50 m。成井验证效果与推断成果相一致,涌水量可达 $5 \text{ m}^3/\text{h}$,达到成井要求。

2.3 变质岩岩浆岩裂隙水区及找水实例

该类型水是泰安市岱岳区主要类型水源,岱岳区北部侵入岩发育,大范围内NW向断裂发育,局部地区存在不同规模小型构造和裂隙,为当地寻找地下水源提供了水文地质基础^[4],其成井模型见图3。

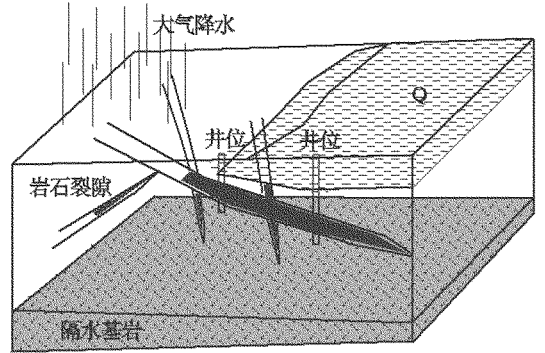


图3 变质岩岩浆岩裂隙水成井模型

泰安市焦北村,位于岱岳区祝阳镇西北。该村附近岩浆岩分布主要为蒙山超单元望府山单元英云闪长岩、傲徕山超单元松山单元二长花岗岩等。工作区范围无大型构造,局部存在较小NW向断裂,推断为富水有利位置。经过实地踏勘,该处岩石节理发育为NWW向,推断该处裂隙发育方向与节理方向相同,应垂直节理方向布置测线。最终选择在焦北村北布置高密度剖面1条,测线方向近南北向,测线控制长度600 m。

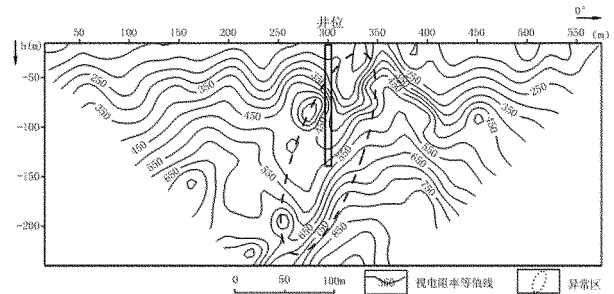


图4 泰安市祝阳镇焦北村高密度测深 ρ_a 断面图

由图4可见,测线控制范围两端视电阻率成层性较好,整体上随着深度的增加视电阻率值逐渐增大,反映地层相应的变化。在剖面250~340 m处存在一明显漏斗状低阻异常区,异常形态较明显,随着深度的增加向S倾,倾角较大。推断为断裂构造引起局部破碎造成富水性增强,具有较好成井条件。南端140~160 m处存在一较好漏斗状低阻异常区,

与测线中部异常相比较,该处异常深度浅,范围小,推断其具有一定富水性。两者相较,中部异常横向范围广、深度大,成井效果更好,确定井位在剖面控制300 m处,井深设计150 m。经验证该处成井效果良好,水量达 $10\text{ m}^3/\text{h}$ 。

2.4 碳酸盐岩裂隙岩溶水区及找水实例

泰安西部地区灰岩分布,从道朗镇西部经过肥城市至东平县,主要为寒武系。在该范围内,部分地区岩溶发育,下伏张夏组和馒头组底部部分灰岩水量大,水质好,出露的水量则很小^[5]。在寻找该类地下水源时,不同地层的埋藏情况和地层产状起到决定性的作用。其成井模型见图5。

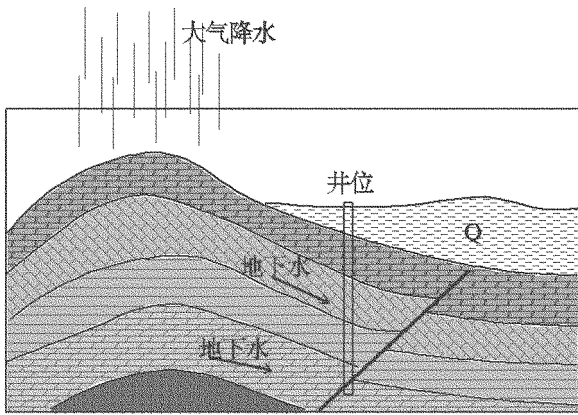


图5 岩溶水成井模型

泰安市二起楼村位于岱岳区道朗镇西南。自建国以来,该村已经连续打了多眼井没有出水,最深的已经打到约300 m亦未见水。该处出露地层主要有晚寒武纪凤山期炒米店组、崮山组,部分地区出露凤山组,少数地方第四系覆盖层。从地层上看,该区具有一定成井地理条件,但因其地势较高,为分水岭地形,无较好的储水条件,成井难度很大。经过实地踏勘和水文地质分析研究,只有在该处选择寻找具有一定规模的断裂构造作为运水及储水通道。

根据场地的具体范围,在二起楼村西部和南部共布置高密度剖面2条。1测线方向近EW向,测线控制长度600 m,该线同时进行联合剖面及高密度测深勘查。2测线在村南,以1线所得物探成果为基础,选在推断断裂带位置垂直其布设,主要目的是查明断裂带走向、倾向及其具体位置。

在1线320~380 m范围内存在一正交点异常区,随着深度的增加,正交点逐渐向北西移动,异常

整体倾向 45° ,倾角约 60° ,推断可能为规模较小断裂或裂隙引起的低阻异常(图6)。

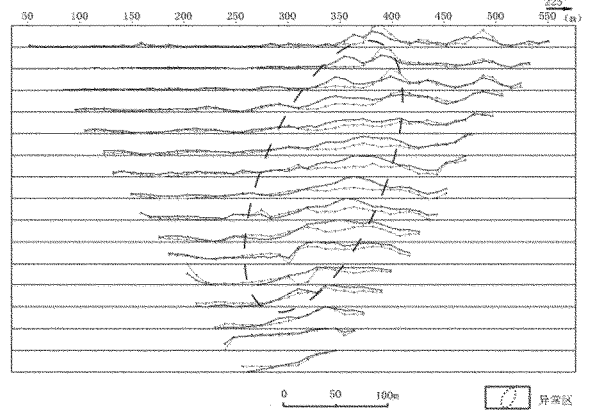


图6 泰安市道朗镇二起楼村联合剖面测量曲线图

测线控制范围整体电阻率成层性较差,随着深度的增加视电阻率值逐渐增大反映地层相应的变化,在剖面横向210~510 m处存在明显高低阻梯度带,异常形态较明显,北部视电阻率低,南部视电阻率高,随着深度的增加向NW倾,倾角较大,与联合剖面曲线相吻合。推断为断裂构造赋水所引起,此区段具有较好成井条件(图7)。

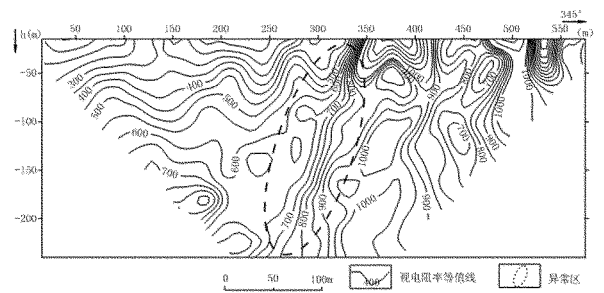


图7 泰安市道朗镇二起楼村1线高密度测深 ρ_a 断面图

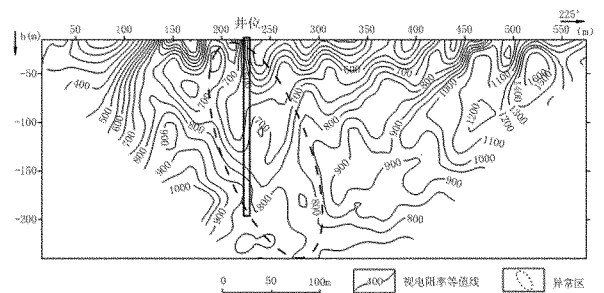


图8 泰安市道朗镇二起楼村2线高密度测深断面图

为验证1线高低阻梯度带异常,并最终确定其位置,以1线异常为研究对象,选取有利地形近垂直

该线布设2线,控制长度600 m。由图8看出,在该线200~260 m处存在明显低阻异常带,实地踏勘对应1线异常位置。推断为该位置断裂带造成富水增强引起,具有较好的成井地质条件。

最终井位选在2条剖面异常交会处,成井结果较好,解决了当地群众的基本用水问题。

3 结论

以此次工作为基础,进一步实践和提升了高密度电阻率法在地质找水工作中的有效性研究,具体是针对不同的水文地质条件,对高密度电阻率异常的分析研究和提出验证井位有所不同。

(1)如泰安市满庄镇姜家园村所在的松散岩类空隙水区,一般以寻找古河道或湖泊沉积沙层作为地下富水层,而这些区段一般在高密度电阻率异常中多表现为高阻异常,因此在类似情况下选择有一定厚度的高阻异常区确定找水验证井位较为合理,见水较好。

(2)如泰安市焦北村等所在的变质岩岩浆岩裂隙水区,应以寻找构造和裂隙充水为目标,这些区段

一般在高密度电阻率异常中多表现为漏斗状或具有一定倾向的线性低阻异常,针对这些区段确定布设找水验证井位较为有利。

(3)碳酸盐岩裂隙岩溶水区地下水成井条件由地层分布情况和地势条件等综合原因决定,定井难度相对较大,在前期踏勘和收集资料的基础上更需要多种物探方法结合,才能增加定井成功率。但在这些地区总体应以寻找与高密度电阻率低阻异常相对映的岩溶或构造裂隙富水区为主。

参考文献:

- [1] 肖长来,梁秀娟,王彪.水文地质学[M].北京:地质出版社,2010.
- [2] 陈仲候,王兴泰,杜世汉.工程与环境物探教程[M].北京:地质出版社,1993:226-242.
- [3] 李金铭.地电场与电法勘探[M].北京:地质出版社,2005:208-211.
- [4] 蒋辉.专门水文地质学[M].北京:地质出版社,2007:37-44.
- [5] 韩祥银.济南张夏组灰岩岩溶地下水供水潜力探讨[J].山东国土资源,2008,24(12):24-26.

Application of High - density Resistivity Method in Drought Drilling in Tai'an Area of Shandong Province

MENG Qinglu¹, LIU Yan¹, ZHAO Faqiang², HU Anshun¹

(1. No. 5 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Tai'an 271021, China; 2. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Main types of groundwater in Tai'an area of Shandong province are loose pore water type, metamorphic and igneous rock fissure water type and carbonate fracture - karst water type. Through analyzing hydrogeological characteristics of different tectonic units, by using different geophysical methods, resistivity differences of rocks have been measured, the watery has been conducted, rich water strata can be determined, and water exploration can be realized through geological drilling. During the period of drought drilling projects in Tai'an area in Shandong province in 2010—2011, by using high - density resistivity method, important achievements have been gained in water exploration.

Key words: High - density resistivity method; geological water exploration; drought drilling; Tai'an area in Shandong province