

# 电法勘探在黄河北地质环境承载力调查中的应用研究

沈礼锋

山东泰山资源勘查有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v3i5.869

**[摘要]** 介绍了电法勘探在黄河北地质环境承载力调查中的应用。本次电法勘探工作结合地质条件、钻孔资料、电剖面曲线、电测深曲线推断了地下浅层含水层咸、淡水分界面及地下水矿化度变化情况,为地质环境承载力评价提供了重要信息,并对电法勘探在探测地下咸水体中存在的问题及前景做了简要分析。

**[关键词]** 电法勘探; 含水层矿化度; 地质环境承载力

**中图分类号:** P631.3 **文献标识码:** A

黄河北矿区地处黄泛平原,位于济南都市圈、中原经济区山东先行区范围内,为济南都市圈拟规划开发的一处大型煤炭基地,国家重点项目“南水北调”东线工程从本矿区南部穿过,矿区的开发建设在带动周边区域经济发展等方面将发挥着重要作用。了解矿区地质环境承载力现状,维持地质生态系统的完整性和稳定性,协调煤炭资源开发与生态环境保护之间的关系,将煤炭资源的开发利用强度控制在区域资源环境承载力范围内,实现环境效益与经济效益的统一是黄河北矿区开发面临的一项重要任务。

众所周知,作为应用地球物理学重要分支的电法勘探,是寻找地下水资源的有力手段,在地址环境调查中亦能发挥重要作用,直流电法中的电剖面法与电阻率测深法更是电法勘探的常用手段,其具有简单、直观、经济的优点<sup>[1-3]</sup>。

## 1 工作区地质地球物理特征

工作区属华北地层区鲁西地层分区济宁地层小区,地表均被第四系覆盖。下伏地层主要有:寒武-奥陶系、石炭系-二叠系及新生界古近系和第四系。自中生代以来地壳运动总的趋势以下降为主,堆积了巨厚的新生界地层。第四系厚度超过280m,其中全新统厚度一般在20m左右,主要为冲积及湖积相沉积物,较松散,更新统主要为一氧化物-还原交替沉积物,较全新统地层密实,新第三系属

内湖相沉积,地层密度良好。

工作区主要赋存松散岩类孔隙水,其次为碎屑岩类裂隙水和碳酸盐岩岩溶水。饱含液体岩石的电阻率通常主要取决于相互连通的岩石孔隙中所含液体的数量多少和化学性质。随着水中的金属元素和离子浓度的增大,饱和度的增大,或者说孔隙水矿化程度的增大,将使地下含水岩石的电阻率减小,呈现低阻导电特征。

根据综合测井资料成果,结合工作区地质、水文地质资料进行综合分析后,对地层物性参数进行了统计整理,结果见表1。

表1 地下介电电性参数一览表

岩性	$\rho / (\Omega \cdot m)$	矿化度/(g/L)	备注
粉土	5-15	<1	含淡水
砂质黏土	0.5-10	>2	含咸水
细砂	5-15	>2	含咸水
砂质黏土	15-25	<1	含淡水
中砂	10-15	>2	含咸水
含沙砾	30-40	<1	含淡水
含砂砾	5-15	>2	含咸水
盐渍土	0.5-10	>2	地表面

由表1数据可知,该区第四系介质电阻率变化的主导因素是地下水矿化度的高、低,其次是松散物颗粒大小。同一介质因矿化度不同,其电阻率相差3倍左右,且水质矿化度越高,差距越大;这一电性特征给电阻率法划分咸、淡水分界面提

供了良好的物性条件。因此,将 $\rho = 15 \Omega \cdot m$ 作为划分咸、淡水的分界线。

## 2 工作方法与技术

本次工作采用对称四级剖面法和对称四级测深法,通过电剖面法确定含水层矿化度在平面上的变化,电测深法确定含水层矿化度在垂向上的变化。

使用仪器为WDJD-4型多功能数字直流激电仪,采用联合剖面法和对称四级测深装置,剖面测量点距40米,记录点O为MN的中点,AO等于280m,MN等于40m,无穷远极垂直于测线方向布置,CO等于1200m;电测深最大AB距等于600米,认真记录各极距点的测量值。

## 3 成果分析

### 3.1 电剖面曲线分析

表2 含水层水质化验一览表

孔号	颜色	游离二氧化碳(mg/l)	矿化度(mg/l)
G1	无色	有酚酞碱度	1559.83
G2	无色	有酚酞碱度	2371.16
G3	无色	有酚酞碱度	839.41
G4	无色	有酚酞碱度	715.635
G5	无色	有酚酞碱度	740.175

如图1视电阻率剖面曲线所示,在测线100m至3500m位置处视电阻率阻值在 $20 \Omega \cdot m$ 左右,在4500m至5500m位置处,阻值降到 $10 \Omega \cdot m$ 上下,在6000m至6500m位置处视电阻率在 $15 \Omega \cdot m$ 左右。其曲线变化趋势和G1—G5钻孔位置含水层

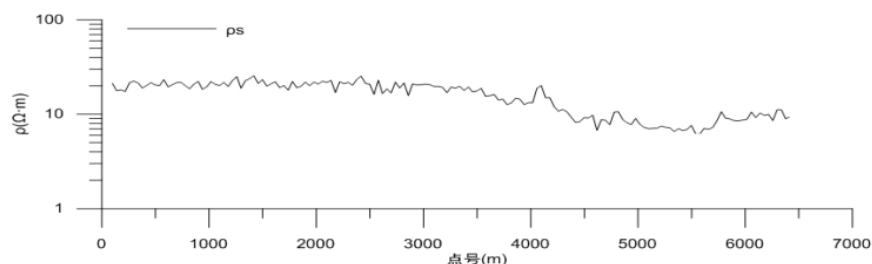


图1 视电阻率剖面曲线图

水质化验的矿化度结果吻合较好。表2为工程钻孔取出的含水层水样化验一览表,其中,G1-G5号钻孔位置分别为6000m,5100m,4200m,3000m和1500m。

### 3.2 电阻率测深曲线特征

根据本次工程钻探资料,工作区内地下水主要为第四系孔隙潜水,地下稳定水位埋深一般在1.50~18.70m,绝对标高一般在15.00~35.60m。

上层含水层岩性松散,颗粒较细,砂层多呈带状富集,具有良好的蓄水空间。在50m深度内有一层埋藏较稳定的砂层,一般单层厚度大于10m,顶板埋深在10~15m,底板埋深在35~45m。浅层咸水一般出现在古河道间带和地形低洼的地区。地层岩性多为粘性土夹有薄层粉砂、粉细砂,矿化度均大于2g/L。水化学类型为氯化物型水,其富水性较差,一般小于500m<sup>3</sup>/d。浅层咸水以降水入渗补给为主,其与下层咸水无明显的界线。

下层含水岩组中深层地下水以咸水为主体,区域分布广泛,其顶板埋深60~260m,它与浅层咸水除水力性质不同外,在水化学垂直变化上是一种自然延续的形式接触,矿化度一般在2~5g/L之间。

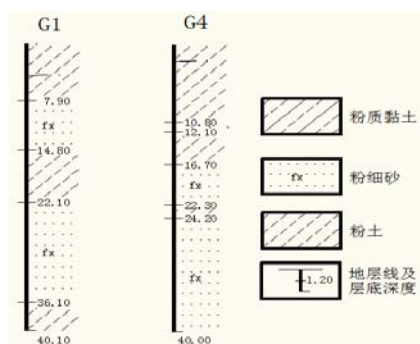


图2 G1, G4钻孔柱状图

第四系表层的粉土、耕植土与上层含水岩组在电阻率上一般表现为低—高一低,在视电阻率曲线上,多为H或AK型,当地下水埋藏较深,且浅层水矿化度叫低时,底层电阻率表现为高一低—低,在视电阻率曲线上,多为D或Q型<sup>[4-5]</sup>。

如图3所示,该曲线为H型曲线,曲线首支电阻率约12 Ω·m,电阻率上升到30 Ω·m后,下降到约22 Ω·m没有取得尾支渐近线。通过钻探资料(图2)知道,该位置处地下水稳定水位在1.5m,曲线中间部分电阻率升高到约30 Ω·m,推断上、下层含水层之间存在隔水层。

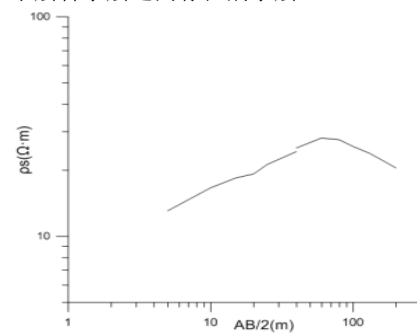


图3 3000点视电阻率测深曲线

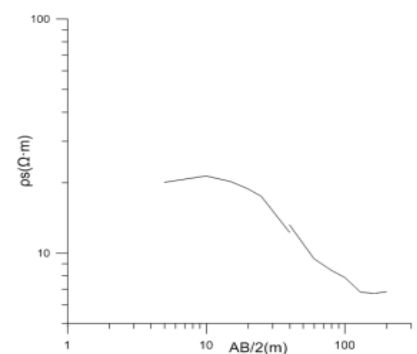


图4 6000点视电阻率测深曲线

如图4所示,曲线类型为D型,曲线首支电阻率约22 Ω·m,尾支渐近线电阻率阻值约8 Ω·m。根据工程钻探(图2)知道,该

处地下水稳定水位为14.7m,第四系表层粉土富水性较差,故在电性上反应为视电阻率阻值较高,随着粉细砂富水性增大,视电阻率阻值逐渐降低,尾支渐近线阻值约8 Ω·m,说明地下含水层矿化度较高。

## 4 存在的问题及应用前景

电法勘探探测地下咸淡水取决于含水孔隙岩石与含咸水体的孔隙岩石之间的物性差异。应用中最关键的技术问题是如何提高电法勘探探测地下咸水体的分辨能力,取决于下面几个条件:①物性差异明显,高于仪器观测界限;②能结合其它手段分辨出岩性变化;③能分辨或去除小的不均匀电性体的干扰。目前,探测地下咸水体的电法探测技术无论从方法技术,还是数据处理解释水平,要求都较高,难度较大,再加上任何单一的电法都具有多解性,因此,工作时应尽量根据实际情况多选择几种方法同时测量。

总之,电法勘探具有操作简单、经济易行等特点,随着勘探精度的提高,在解决划分咸、淡水层等水文地质问题上具有一定的应用效果及前景。

### [参考文献]

- [1]刘得福,吕旭红,任多魁.综合电法在祁连山前缺水地区寻找地下水的应用[J].物探与化探,2006,30(1):41-44.
- [2]杨斌,雷慈坤.物探直流电法在林州地区找水中的应用[J].西部探矿工程,2006,(5):96-97.
- [3]杨湘生.综合电法在黄花国际机场后勤基地找水中的应用[J].物探与化探,2009,33(4):403-405.
- [4]李保国.电反射系数(k)法在解释地质效果中的应用[J].水文地质工程地质,2001,28(6):66-67.
- [5]龙凡,韩天成.赤峰地区玄武岩地下水赋存类型及其地电特征[J].水文地质工程地质,2002,29(6):60-63.

### 作者简介:

沈礼锋(1985—),男,汉族,河南固始人,本科,山东科技大学,研究方向:地球物理勘探。