

综合物探在水利工程勘察中的应用

安鑫

新疆水利水电勘测设计研究院

DOI:10.12238/hwr.v6i1.4176

[摘要] 水利工程物探方法在工程勘察中的应用是以相邻地层的地球物理特征差异为前提的,单一的物探方法存在多解性,对于物性差异小的地层用综合物探的方法能够大幅度提高物探工作的精度。通过阐述高密度电法和面波波速剖面综合法在水利工程小型空洞勘察中的应用,并结合钻孔验证结果说明综合物探法在小型空洞的勘查中是一种可行的方法。

[关键词] 高密度电法; 面波波速剖面; 小型空洞; 异常验证

中图分类号: TU **文献标识码:** A

Application of Integrated Geophysical Prospecting in Exploration of Water Conservancy Project

Xin An

Water Conservancy and Hydropower Survey Design and Research Institute of Xinjiang

[Abstract] The application of geophysical prospecting method in water conservancy project is based on the difference of geophysics characteristics of adjacent stratum, due to the multiple solutions of a single geophysical prospecting method, the accuracy of geophysical prospecting can be greatly improved by using the method of integrated geophysical prospecting for the stratum with small physical property difference. In this paper, the application of high density resistivity method and comprehensive method of profile of the wave velocity in the investigation of small cavities in water conservancy project is expounded, and the result of drilling verification shows that comprehensive geophysical exploration method is a feasible method in small cavities exploration.

[Key words] high density resistivity method; profile of the wave velocity; small cavities; anomaly verification

前言

进入新时代,人民的生活水平日益提高,各种配套的惠民水利工程也越来越完善,对于水利工程勘察的精度也越来越高。有些工程地质条件复杂的区域,单一的物探方法很难满足勘察精度的要求,需两种以上的物探方法才能提高物探工作的精度,为工程的后续建设提供准确的资料。

1 水利工程中空洞的地球物理特征

1.1 水利工程中空洞的电性特征

在水利工程勘察中空洞的形状比较规则且未注水时,空洞在电阻率剖面上呈相对高阻反应,形态为比较规则的同心圆;当空洞塌陷且未注水时,在电阻率剖面也会呈相对高阻反应,形态不规则;当空洞充水时,空洞在电阻率剖面上将呈相

对低阻反应,且由于水的作用,空洞的形态一般会受到破坏,故形态不规则^[1]。

1.2 水利工程中空洞的弹性波特征

地震波的传播过程中如遇不同的介质界面,会产生反射、折射和透射现象。当地震波传播至空洞附近时,波的旅行时和速度会受到很大的影响,同相轴发生畸变异常波阻抗界面明显存在。特别是当空洞未塌陷时,面波的频散曲线在空洞附近会出现反转甚至趋近到0附近。

本次水利工程勘探选用高密度电阻率法和面波波速剖面法进行综合勘探,能够避免单一的物探方法的多解性和物性条件差小的问题,两种方法相互印证,能够有效的提高物探工作的解释精度,从而为工程的建设提供有效的信息。

2 水利工程物探方法和仪器介绍

2.1 高密度电法

本次高密度电法测试采用重庆地质仪器厂生产的DUK-4型高密度电法仪,数据采集电极距选根据实际情况选用2~10m,采集层位可视勘测深度选择,120个电极最大扫描层位一般可以达到39层,如果测试剖面较长,可选择滚动测量模式,从而达到延长测试剖面的目的。高密度数据资料解释用瑞典RES2DINV二维反演计算机程序进行处理,首先对原始观测数据进行非值剔除修正,降低边界效应,然后对修正数据进行最小二乘法反演处理,得到厚度与电阻率的对应关系,最后输出视电阻率等值线剖面图。根据等值线剖面图在横向和纵向的电性差异,寻找独立的圈闭(高阻体或低阻体),大概圈定异常范围,然后结合已有的资料进行综合分析,最后布置钻孔验证^[2]。

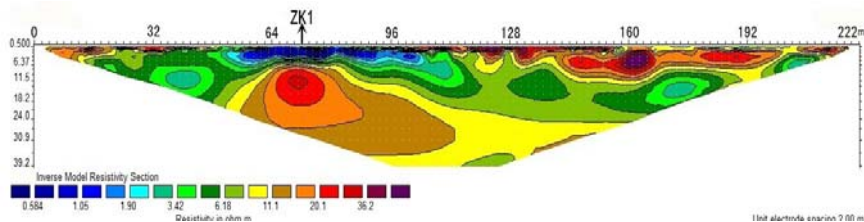


图1 1-1剖面高密度电法剖面测试成果

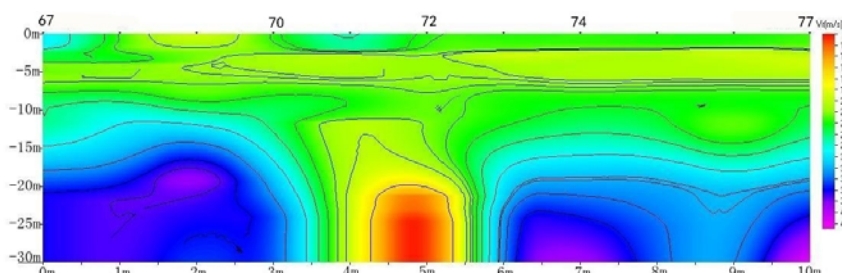


图2 1-1剖面0+067~0+077桩号段面波波速剖面

2.2 地震仪

面波数据采集使用北京水电物探研究所研发的SWS-6A型工程勘探与工程检测仪,面波测试使用2m道间距,4Hz检波器,同一排列的检波器之间的自然频率差小于0.1Hz,灵敏度和阻尼系数差别小于10%,检波器按竖直方向安插,与地面(或被测介质表面)接触紧密。激发采用重锤锤击激发,根据探测深度的要求采用15~30米的偏移距。

对多道瞬态面波资料的处理一般分为两阶段,第一阶段是野外处理,即在现场对所采集的记录进行预处理(主要检测资料是否达到勘察深度),发现未满足勘察目的,立即补测,严格控制第一手资料的质量^[3]。第二阶段对所采集的资料用CCSWIN及CCSWMAP专用计算机软件处理。最后进行综合归纳总结并绘制等速度彩色剖面图,并做出地质剖面与解释成果。

当面波的勘探深度与地下空洞、空腔及其掩埋物的深度相当时,频散曲线出现异常跳跃、极低值,绘制成面波波速剖面时,在剖面上形成孤立的低速带,据此可以确定其埋深及范围,再结合其他方法物探方法和已有资料进行综合分析,最后布置钻孔进行验证。

3 水利工程勘察实例

新疆某引水工程的的渠道施工过程中发现煤渣,后经查阅资料和当地走访

发现该段在清朝时曾进行过煤炭开采,且开采规模较小,距现在的时间较长,无可靠的资料可查,该段引水渠道如不进行处理,会威胁到后期渠道质量和附近居民的生命和财产安全。为了查明该段渠道下方是否存在采煤巷道或采空区,进行了物探测试工作。测区位于山前丘陵区,地形起伏较大,出露的岩性表层为第四系全新统粉土,下部基岩岩性为侏罗系上统砾岩、砂岩、泥岩互层及煤层。测区采煤巷道一般存在于砂岩、砂砾岩层中,规模较小,宽在1~2米,高2米左右。

3.1 1-1剖面测试成果

1-1剖面平行引水渠道沿渠道以北的砂砾石连接路左侧东西向布置,测试电极距2m,电极数112根,扫描层数37层,根据高密度点法测试成果,在剖面桩号0+072段地表下11~13米左右处存在一明显相对高阻异常,该异常中心电阻率30~40 $\Omega \cdot m$,是相邻岩体电阻率值的3~5倍,疑似小型空洞;剖面桩号0+162附近的高阻异常深度较浅,该段地表的岩性为砂岩,施工现场有大型机械碾压振动,推测该段高阻由地表岩性变化所致,其余测试端的视电阻率在5~20 $\Omega \cdot m$,地层比较均匀(详见图1)。

为验证1-1剖面桩号0+072处的异常,以0+072桩号为中心,向东西向各延伸10m布置面波波速剖面,面波点的间距根据高密度电法测试成果选择1m,从测试

面波波速剖面图可知,0~8m地层比较均匀,地层横波速度180~270m/s;剖面桩号0+000~0+004、0+005.5~0+010段地层均匀,埋深8~30m地层横波波速300~450m/s;剖面桩号0+004~0+005.5段地层的横波速度明显的低于两侧地层,地层横波波速90~150m/s(详见图2)。

1-1剖面测试成果,推测高密度电法剖面桩号0+071~0+072段极有可能存在小型空洞,后经钻孔揭露孔深0~4m岩性为碎石土;4~20m岩性为泥岩,局部含砂岩段,在孔深12.3m取出岩性中可见5cm呈柱状的木块,孔深12.7~14.3m出现易钻、不返水现象(岩性为泥岩),和物探测试异常位置一致,经地质和设计人员推测为采煤巷道支护。

3.2 2-2剖面测试成果

2-2剖面起点位于引水渠道以北的渠堤东西向布置,测试电极距5m,电极数120根,扫描层数39层,根据高密度点法测试成果,剖面桩号0+132.5、0+287.5地表下埋深22~34m处存在一相对高阻异常,异常中心的电阻率值在异常电阻率30~50 $\Omega \cdot m$,是相邻岩体电阻率值的2~4倍;剖面桩号0+507.5段地表下埋深10~15m处存在一相对高阻异常,该异常电阻率30~40 $\Omega \cdot m$,是相邻岩体电阻率值的3~4倍;其余桩号段表层的高阻异常是由岩性变化所致,深部地层视电阻率在3~35 $\Omega \cdot m$ 之间,未见明显的异常岩体存在。

为验证2-2剖面所测的相对高阻异常是否是由空洞引起,以2-2剖面桩号0+132.5和0+507.5为中心,向东西向各延伸10m布置面波波速剖面,面波点的间距根据高密度电法测试成果选择1~2m。

该剖面以高密度电法剖面桩号0+132.5为中心进行布置,向东西向各延伸10m布置面波波速剖面,面波点的间距根据高密度电法测试成果选择1~2m,从测试面波波速剖面图可知,0~8.5m地层比较均匀,地层横波速度170~350m/s;埋深8.5~20m范围内地层的横波速度左高右低,剖面桩号0+000~0+009段地层的横波速度400~800m/s,剖面桩号0+009~0+022.5段地层的横波速度350~500m/s(详见图4)。

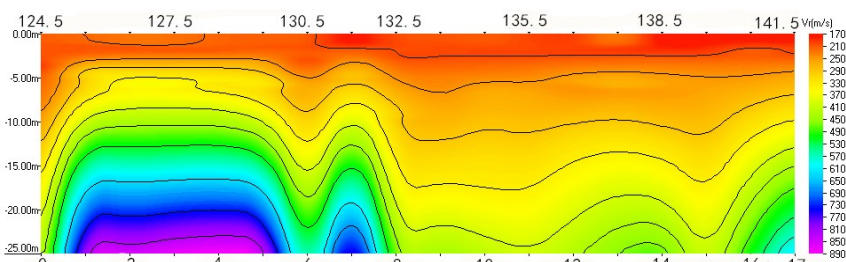


图3 2-2剖面高密度电法剖面测试结果

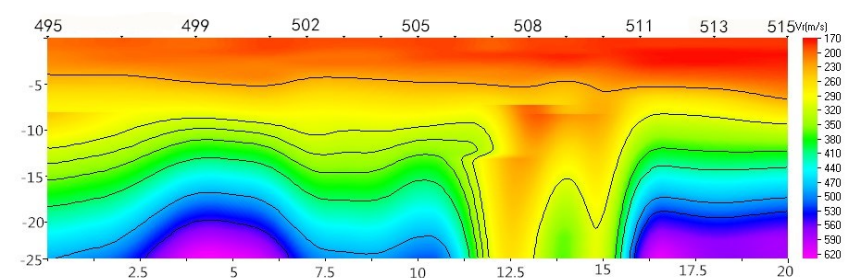


图4 2-2剖面0+124.5~0+141.5桩号段面波波速剖面

该剖面以高密度电法剖面桩号0+507.5m为中心进行布置,向东西向各延伸10m布置面波波速剖面,面波点的间距根据高密度电法测试结果选择1~2m,从测试面波波速剖面图可知,0~10m地层比较均匀,地层横波速度170~300m/s;剖面桩号0+000~0+012、0+015~0+020段埋深10~25m地层均匀,横波速度较高,地层横波波速300~650m/s;剖面桩号0+012~0+015段地层的横波速度明显的低于两侧地层,地层横波波速200~300m/s(详见图5)。

2-2剖面测试结果,高密度电法剖面显示,剖面桩号0+132.5、0+287.5、0+507.5m下部地层存在高阻异常,且异常中心电阻率明显高于围岩电阻率,推测可能存在高阻异常;根据面波波速剖面测试结果,剖面桩号0+132.5m处的异常左侧波速低,右侧波速高,推测为左右两侧的岩性发生变化所引起的,0+507.5m处的异常中心波速明显高于两侧,推测为岩性局部变化(透镜体或夹层)所致。为验证物探测试成果的精度,在高密度电法剖面桩号0+132.5m布置钻孔ZK2,钻孔揭露孔深25~30m岩性为砂泥岩互层,未

发现空洞;剖面桩号0+507.5m布置钻孔ZK3,钻孔揭露孔深7m以上岩性为泥岩;7~16.5m岩性为较完整砂岩;16.5~23.1m岩性为较完整的泥岩,未发现空洞,与物探测试成果一致。

4 结论

在水利工程勘察中单一的物探方法具有多解性,对于地物条件复杂,异常规模较小异常体的判断,单一的物探方法解释更容易造成假异常,用两种以上的物探方法进行综合解释,能明显提高物探解释工作的精度,无论是对于后期的钻孔验证还是后续处理工作,都经济高效的解决工程勘察中遇到的问题,为水利工程的勘探开发提供可靠的一手资料,值得推广。

[参考文献]

- [1]于国明,李静,韩革命.综合物探方法在深部煤层采空区检测中的应用研究[J].陕西地质,2003,21(2):62-69.
- [2]安鑫.关于高密度电法勘探精度探讨[J].广东水利水电,2019,(1):58-61.
- [3]郭红梅.地微动法在某地铁区勘察中的应用[C].智慧城市与轨道交通2018.中央民族大学出版社,2018:287-291.

作者简介:

安鑫(1988--),男,汉族,甘肃庆阳人,学士,工程师,从事水利水电工程物探勘察与检测工作。