

高密度电法在地下暗河勘探中的应用

黄小军^{1,2}, 王 鹏¹, 董 亮¹

(1. 水利部 长江勘测技术研究所, 湖北 武汉 430011; 2. 中南大学, 湖南 长沙 410012)

摘 要:白水塘水库为云南省泸西县一中型水库, 为地区灌溉、防洪发挥了重要作用, 但由于库底岩溶发育, 一直存在渗漏问题, 2009年云南省遭受极端干旱自然灾害, 库区几近干涸, 造成很大的经济损失。介绍利用高密度电法勘探库区岩溶发育规律及地下暗河的走向, 为水库除险加固提供依据。

关键词: 岩溶; 地下暗河; 高密度电法; 白水塘水库

中图分类号: P631.3⁺2; P642.25

文献标识码: B

文章编号: 1671-1211(2012)01-0066-03

1 工程概况

白水塘水库位于云南省泸西县白水镇善导村, 是一座以防洪、灌溉为主, 兼顾蓄水、发电等功能的中型水利枢纽。2009年下半年—2010年上半年期间, 云南省遭受极端干旱自然灾害, 白水塘水库受上游来水减少及水库岩溶渗漏等原因, 水库几近干涸, 在2010年4月份库容仅为15万m³, 为总库容的1/200。由于水库无水可供, 对附近村庄的农田灌溉、1322户居民生活用水、水库水产养殖及下游电站发电等都产生巨大影响, 造成了很大的经济损失^[1]。

2 工程地质与地球物理条件

测区地处滇东高原山区, 地质构造运动较为频繁, 断裂及破碎带较为发育, 出露的主要地层为三叠系个旧组(T₂gb-T₂gd)灰岩、白云岩、泥质白云岩, 局部为砂岩、页岩等, 大部分为可溶性碳酸盐岩。从调查结果来看, 测区内岩溶极为发育, 主要沿着岩层走向、裂隙发育方向延伸, 局部由于重力作用形成塌陷区、落水洞, 存在较多的大型岩溶洞穴, 并发育地下暗河。

一般情况下, 充水的溶洞、泥质或其它物质充填的溶洞呈现相对低阻的物性特征; 岩溶洞穴为空或干时, 由于空气导电性能差, 则呈现高阻的物性特征。测区内主要岩土体电阻率特征值见表1。

3 工作方法^[2]

根据区域地质及地表勘察, 大致确定此测区为岩溶发育带, 高密度测线沿垂直岩溶发育带布置, 为了追踪地下暗河的延伸方向, 平行布置多条测线。测试仪器为重庆奔腾自动化研究所生产的WGMD-3型多功

表1 测区岩土介质电阻率特征值表

Table 1 Eigenvalue of media resistivity of rock in survey area

序号	名称	电阻率 $\rho(\Omega \cdot m)$
1	粘土夹碎石	$<3 \times 10^2$
2	灰岩	$6 \times 10^2 \sim 6 \times 10^3$
3	地下水	<100
5	空气	∞

能电测仪, 实测中采用温纳—施伦贝谢($\alpha 2$)装置, 测试点距5m。

4 资料处理与成果分析

4.1 资料处理

野外采集的原始数据先进行坏点切除和圆滑平均预处理, 再用高密度电法处理程序进行计算和反演, 生成电阻率剖面图。

4.2 成果分析

测线W1-1': 测线视电阻率等值线图见图1。根据电阻率剖面(如图2), 共圈出5处低阻异常, 第1、2处分别位于桩号40m、180m, 高程1750m左右, 异常体电阻率在100~300 $\Omega \cdot m$, 推测2处异常均为充填土夹碎石的溶洞; 第3处位于桩号320~360m, 高程1690~1720m, 异常体规模较大, 异常部位视电阻率值在50~100 $\Omega \cdot m$, 视电阻率等值线呈封闭缓倾型, 综合相关资料和物探特征, 推测该处异常为地下暗河; 第4、5处位于桩号460m、480m, 接近地表, 异常体电阻率 $<100 \Omega \cdot m$, 异常附近地表有多个落水洞出现, 推测为充填粘土的溶洞。桩号480m处两侧视电阻率曲线不连续, 综合地质情况和物探异常特征, 推测该处为一断层, 断层走向NE14°, 倾角65°。

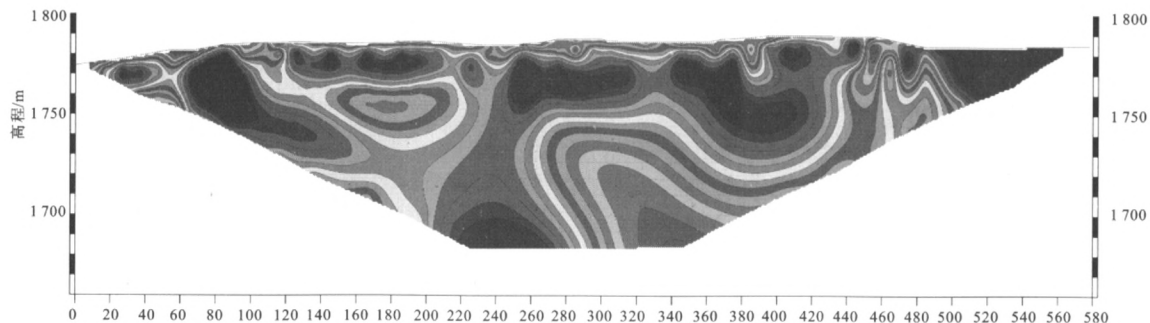


图1 测线 W1-1' 视电阻率等值线图

Fig. 1 Contour map of apparent resistivity of W1-1' survey line

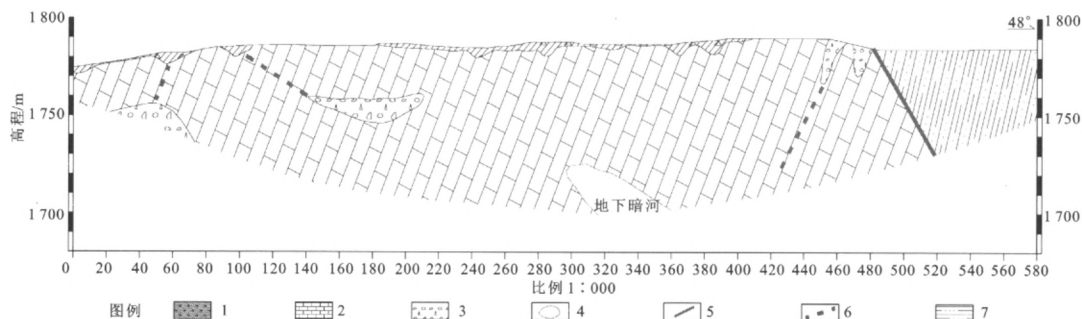


图2 测线 W1-1' 地质推断解释剖面图

Fig. 2 Profile of geologic interpretation of W1-1' survey line

1. 粘土夹碎石; 2. 灰岩; 3. 溶洞 (填充型); 4. 溶洞 (非填充型); 5. 断层 (推断); 6. 溶蚀带; 7. 砂岩。

测线 W2-2': 测线视电阻率等值线图如图 3。根据电阻率剖面 (如图 4), 共圈出 2 处主要低阻异常, 第 1 处位于桩号 190 ~ 230 m, 高程 1 700 ~ 1 720 m, 异常体规模较大, 视电阻率在 50 ~ 120 $\Omega \cdot m$, 该异常与测线 W1-1' 上第 3 处异常在高程及规模大小上大致相同, 推

测为同一地下暗河; 第 2 处位于桩号 300 ~ 310 m, 高程 1 740 ~ 1 760 m, 异常部位视电阻率 < 100 $\Omega \cdot m$, 视电阻率曲线呈封闭缓倾型, 推测该处异常为充填粘土及碎石的溶洞。桩号 570 m 处两侧视电阻率曲线不连续, 推测为断层, 与测线 W1-1' 所推测断层为同一组。

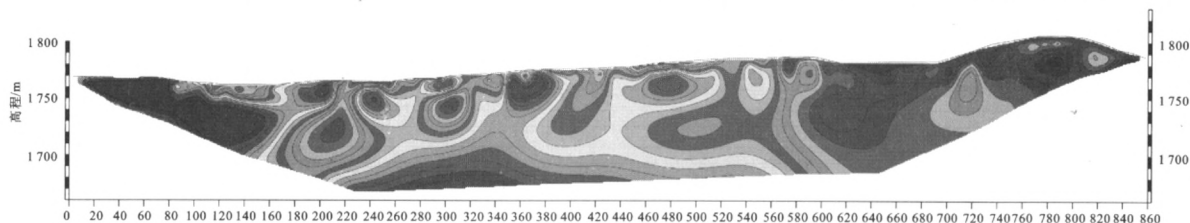


图3 测线 W2-2' 视电阻率等值线图

Fig. 3 Contour map of apparent resistivity of W2-2' survey line

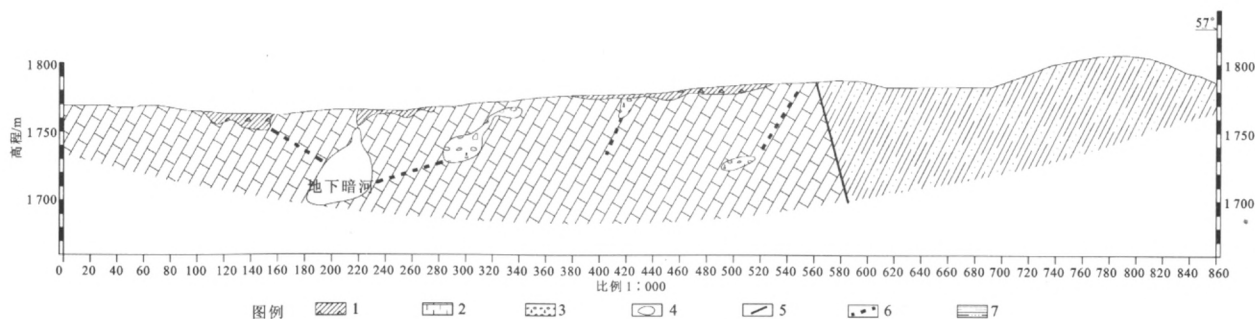


图4 测线 W2-2' 地质推断解释剖面图

Fig. 4 Profile of geologic interpretation of W2-2' survey line

1. 粘土夹碎石; 2. 灰岩; 3. 溶洞 (填充型); 4. 溶洞 (非填充型); 5. 断层 (推测); 6. 溶蚀带; 7. 砂岩。

根据上述两条测线,即能推断地下暗河在两测线间的走向,大致为 NW350°,高程在 1 700 m 左右,如果把所有测线中推测的地下暗河位置展绘出来,就能推断出整个库区内地下暗河的具体走向。根据后期进一步地质工作,上述推断结果已被证实。

5 结论

(1) 高密度电法在探测岩溶发育及地下暗河走向是可行的,能较直观、形象地反映断面岩溶的形态。

(2) 高密度电法勘探的原理基于普通电法,因此

存在其固有的制约因素,如对地下暗河规模还不能做到精确的定量分析。

参考文献:

- [1] 中国水利电力物探科技信息网,编著.工程物探手册[S].北京:中国水利电力出版社,2011.
- [2] 刘崧.物探方法在岩溶勘查中的应用综述[J].地质科技情报,1997,16(2).

(责任编辑:潘 潇)

Application of High Density Resistivity Method on the Underground River Exploration

HUANG Xiaojun^{1,2}, WANG Peng¹, DONG Liang¹

(1. Changjiang Research Institute of Geotechnique & Survey, MRW, Wuhan, Hubei 430011; 2. Central South University, Changsha, Hunan 410012)

Abstract: The Baishuitang reservoir located in Luxi county of Yunnan province is a medium-sized reservoir, plays an important role in irrigation for the region and flood control, while karst development in reservoir area, has existed a leaking problem. Yunnan province encountered extreme drought natural disaster in 2009, the reservoir was nearly dried up which cause huge economic loss. The paper provides measures for strengthening and eliminating dangers by making use of high density resistivity method to explore karst development and the trend of underground river in the reservoir area.

Key words: karst; underground river; high density resistivity method; Baishuitang reservoir

本刊“国际地质新动态”栏目征稿启事

本刊“国际新动态栏目”自 2007 年 6 月开栏以来,得到了广大读者,尤其是科技工作者的喜爱和好评。为了扩充及丰富“国际地质新动态”栏目的内容,给读者提供更多更有价值的国际地质前沿动态信息,《资源环境与工程》编辑部拟向广大具有一定英文基础的地质科技工作者及爱好者征集稿件。

1. 稿件内容 要求翻译与地质矿产专业相关的国际当前最新的动态信息,比如石油、天然气、煤、铜、铁、铅锌、镍、铝、金、银、锰、钾盐等矿产的新研究、新发现、新技术、新方法。

2. 注意事项 注明英文原文的来源信息,如书名或网址、作者、刊登时间或公布时间等;可对原文进行适当删减,不需逐字逐句地翻译;译文要求简洁明了、专业性强,字数在 400 ~ 1 000。

3. 来稿约定 编辑部可对来稿进行适当删改,一经刊登即付稿酬:60 元/篇。

4. 联系方式 E-mail: zyhyjgcbjb@yahoo. com. cn 或 ree@ hbdk. gov. cn; 电话: 027-83592400; 联系人: 潘潇。