

高密度电法在坝体渗漏勘察中的应用

紫 民

耿东青

(海军第一工程建筑处,北京 100073)

(中建国际建设公司,北京 100026)

【摘 要】 介绍了高密度电法在北京怀柔凯甲坟水库坝体渗漏勘察中应用,阐述了高密度电法勘察的基本原理、应用和资料的分析,指出了高密度电法在勘察中的广泛应用。

【关键词】 高密度电法; 坝体渗漏; 勘察

【中图分类号】 P 631.3

The Application of High-density Resistivity Method in Embankment Seepage Reconnaissance

【Abstract】 Introducing the application of High-density Resistivity Method(HDRM) in Kaijiafen embankment seepage reconnaissance in Huairou county, Beijing. Expounding the fundamental principle, application and data analysis of HDRM. According to the analysis of this article, HDRM is widely used in reconnaissance.

【Key words】 high-density resistivity method; embankment seepage; reconnaissance

0 引言

在电法勘探中,为了解决不同的地质问题常采用不同的装置。所谓装置是指一定的电极排列方式和移动方式,常用的装置类型有电阻率剖面法、中间梯度法和电测深法。本次采用电阻率剖面法简称电剖面法。它包括多种分支装置:二极装置、三极装置、联合剖面装置、对称四极装置和偶极装置。这些装置的共同特点是各电极间保持一定距离,同时沿着测线移动,逐点观测电位差 ΔV 、供电电流 I ,并算出视电阻率 ρ_s 。沿测线绘得的 ρ_s 曲线是测线下面一定深度范围内地电断面的综合反映^[1]。

1 基本原理

高密度电阻率法与常规电阻率法原理完全一样,它是以岩石的电性差异为物理前提,通过一定的电极装置测得视电阻率异常的分布规律,达到认识地下地质体电性结构的目

的。最常见的装置为四极三电位排列的下列三种装置(见图1)。

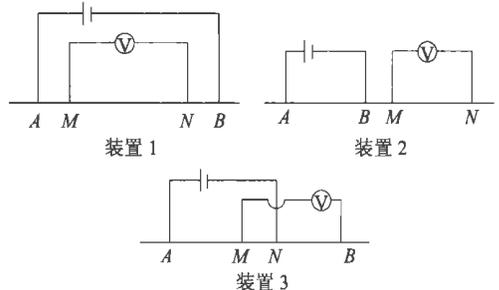


图1 三电位电极系的电极排列

设采用装置1,岩性为均质各向同性的,向地表下通过电流时,电流线的分布见图2。

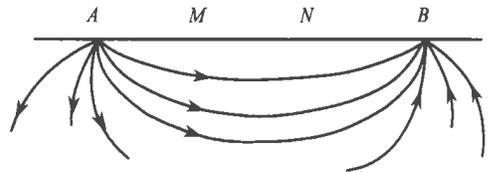


图2 均匀介质中电流线分布图

A 、 B 为供电电极, M 、 N 为测量电电极, 用仪器测出电流 I 和 MN 处的电位差 ΔV , 电阻率按下式计算:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

式中: ρ ——岩层的电阻率, $\Omega \cdot \text{m}$;

ΔV ——测得 的电位差, V ;

I ——测得 的电流, A ;

K ——装置系数, 与供电和测量电极间距有关。

在实际遇到的地层既不均质又不同性, 所得的电阻率非真电阻率, 它是不均质体的综合反映, 此为视电阻率 ρ_s 。供电电极间距的不同, 可得到不同深度的视电阻率, 通过视电阻率的分布规律, 可了解物性变化^[2]。

2 高密度电阻率法的方法与技术应用

高密度电法在北京市怀柔区凯甲坟水库坝体渗漏勘察中取得明显效果。本坝长 120 m、

坝高 3 ~ 6 m, 坝轴走向近南北, 坝体为均一的土料。根据工区的地形、地质概况和勘察目的, 采用电法中的温纳装置, 本装置特点: A 、 B 、 M 、 N 四个电极布置在一条直线上, 电极排列顺序同装置 1, 电极间是等间距, A 、 B 是供电电极, M 、 N 是接收电极。使用的仪器为重庆地质仪器厂生产的 DUK-1 型高密度电法观测系统。

供电电源为 130 V 干电池;

一次性排列电极数 60 根(其中一次 30 根);

电极距 1 m;

最小隔离系数 $n_{\min} = 1$;

最大隔离系数 $n_{\max} = 16$ (其中一次 9)。

在上述参数下, 共完成 8 条测线, 累加长度 450 m。

3 资料整理方法

资料处理流程框图见图 3。

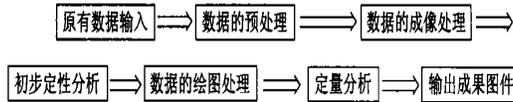


图 3 资料处理流程图

4 资料的解释

在坝顶沿坝轴线方向的高密度电阻率法

断面图见图 4。

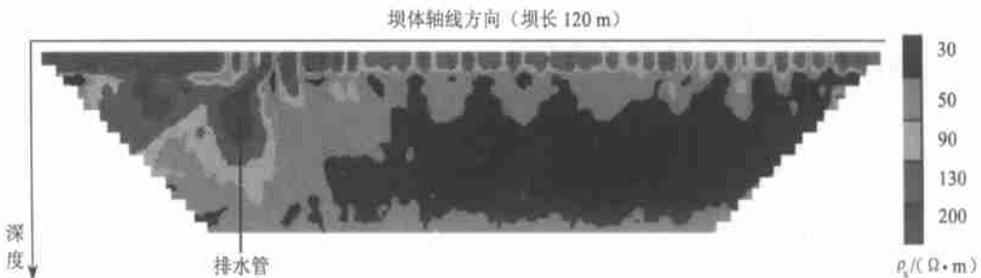


图 4 凯甲坟水库高密度电阻率法纵断面图

从图 4 可清晰看出视电阻率分布具有规律性。在距零点 28 m、深 5 m 处呈现一圆形高阻区 $\rho_s > 200 \Omega \cdot \text{m}$, 实际中此处为水泥制的排水管, 周围是均一土体, 此处呈高阻与实际相符, 同时也证实测试结果的准确、可靠。总体看, 表层和左坝肩为高阻分布, 表层高阻区厚度 2 m

左右, $\rho_s > 90 \Omega \cdot \text{m}$ 。排水管左边为基岩为高阻区向左逐渐变厚。排水管右侧 12 m、深 8 m 处开始出现 $\rho_s = 30 \sim 50 \Omega \cdot \text{m}$ 的低阻区并向右低阻区上界面逐渐上升, 厚度随之变厚, 此区为饱和区, 根据地质情况推测是坝基渗水所致。在排水管周围无低阻区分布, 说明排水管周围无

渗漏,而在左坝肩基岩处距零点4 m、深2 m左右出现小面积的低阻区 $\rho_s = 30 \sim 50 \Omega \cdot m$,在排水管左下方基岩里也零星出现 $\rho_s = 30 \sim$

$50 \Omega \cdot m$ 低阻区,推测可能为坝肩岩体渗漏。为此在左坝岩体表面近似垂直坝轴方向补充了一条30根电极、1 m极距的测线,其成果见图5。

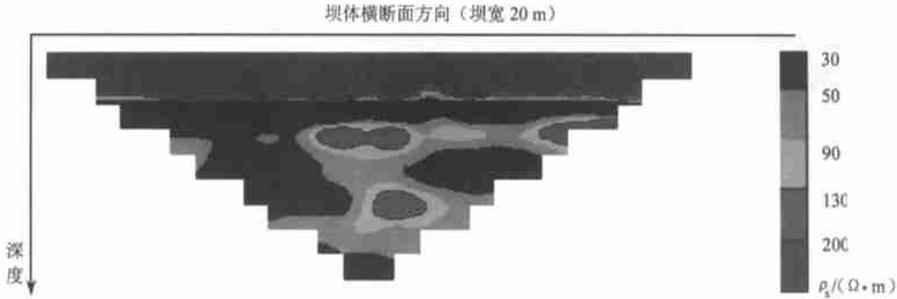


图5 凯甲坟水库高密度电阻法横断面图

由图5可知,表层0~2 m为高阻区 $\rho_s > 200 \Omega \cdot m$,2 m以下基岩中出现大面积的低阻区 $\rho_s = 30 \sim 50 \Omega \cdot m$,同样的岩性有如此大的视电阻率差异,说明低阻区的岩体中是饱水的,同时这也证明了推测坝肩岩体渗漏是正确的。

通过物探电法成果分析可知库水渗漏部位和区域大小(见图6)。由图6可分析出该坝体沿坝体轴线方向渗漏的区域为坝体两侧坝肩部分渗漏,从图中可明确看出坝肩部分视电阻率 ρ_s 较小,视电阻率值为 $\rho_s = 10 \sim 50 \Omega \cdot m$,为明显低阻区,为坝肩渗漏提供有力的证据。

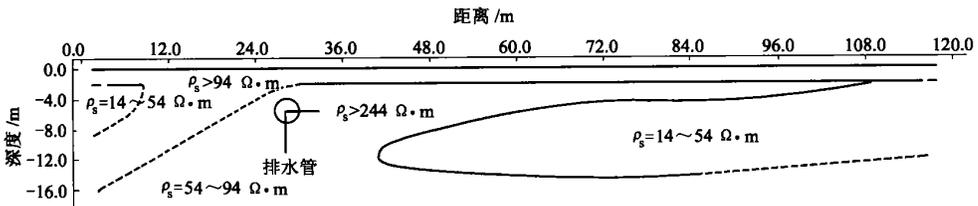


图6 凯甲坟水库坝体高密度电阻法纵向物性剖面图

坝体高密度电阻法横向物性剖面可分析出该坝体横断面方向渗漏的区域为坝基部分渗漏(见图7),从图中可明确看出坝基部分视

电阻率 ρ_s 较小,视电阻率值为 $\rho_s = 30 \sim 50 \Omega \cdot m$,为明显低阻区,为坝基渗漏提供有力的证据。

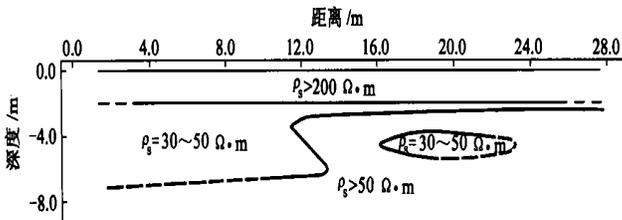


图7 凯甲坟水库坝体高密度电阻法横向物性剖面图

在这次勘察中,物探数据准确、可靠,图件清晰,充分体现了高密度电法在坝体渗漏勘察

中的高效性和直观性,为判断渗漏原因和设计处理渗漏方案提供丰富的信息,达到了预期勘

察的目的。

5 结 论

高密度电阻率法与常规电法相比而言,其基本原理是相同的,从具体应用来讲高密度电阻率法有自己的特点:

1) 一次测量可布设几十到上百个电极,通过转换开关实现各个电极的测量,既提高了观测速度,又避免了因电极布设而引起的故障或干扰。

2) 测量系统的多电位电极系再配以电极转换装置,能进行多种电极装置的视电阻率测定,获得多种参数,从不同侧面反映地下地电结构的地质信息,可进行多种参数解释。

3) 实测数据的采集、收录全部实现自动化,使野外施工时间大大缩短,也避免了人为的操作失误。

4) 实施了资料的现场实时处理或脱机处

理,在施工现场用便携机就可打印原始数据或绘制基本图件,直观反映出观测结果,对可疑处可立即采取相应处理手段。

5) 该方法点距较密,极距变化多,因此对浅部的信息反映灵敏,再加上其智能化程度高、效率高、信息丰富和解释方便等特点,使它在工程勘测中有着广阔的应用前景。

根据其原理和上述特点,高密度电阻率法可以广泛的应用于寻找地下水、水文工程、环境地质勘探、工程地质勘探、金属与非金属矿产资源勘探、能源勘探、城市物探、铁道及桥梁工程勘探、地热勘探。

参 考 文 献

- 1 DL 5010—92 水利水电工程物探规程
- 2 常士骝主编. 工程地质手册(第三版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1995. 114 ~ 130

收稿日期: 2003-05-20

(上接第 267 页)

力显著下降的因素,对井架基础做加固处理,或改进井架的设计调整井架的变形。

3) 对于城市地下建筑如隧道、地铁深基坑支护,为不影响已有相邻建筑和上部建筑,建议对冻融土地基做准确的设计,采取措施减小冻胀量和融沉量及沉降量。可以采用压密注浆法等加固。

参 考 文 献

- 1 童长江,管枫年. 土的冻胀与建筑物冻害防治. 北京: 水利电力出版社, 1985. 17

- 2 王建平,王文顺,史天生等. 人工冻结土体冻胀融沉的模型试验. 中国矿业大学学报, 1999, 28(4): 303~306
- 3 陈瑞杰,程国栋等. 人工地层冻结应用研究和展望. 岩土工程学报, 2000, 22(1): 40~44
- 4 朱林楠,李冬庆,郭兴民. 无外荷载作用下冻土模型试验的相似分析. 冰川冻土, 1993, 15(1): 166~169
- 5 翁家杰. 井巷特殊施工. 北京: 煤炭工业出版社, 1991. 29~33
- 6 夏才初,李永盛. 地下工程测试理论与监测技术. 上海: 同济大学出版, 1999. 94~100

收稿日期: 2003-06-20