

高密度电法在堤防工程渗漏检测中的应用

汤红英¹, 邹晨阳^{1,2}, 陈芳^{1,2}

(1. 江西省水利科学研究院, 江西 南昌 330029;
2. 江西省水工安全工程技术研究中心, 江西 南昌 330029)

摘要: 各种自然或人为因素导致堤防工程普遍存在渗漏隐患, 汛时易导致险情发生, 因此有必要进行隐患探测. 高密度电法作为一种无损检测手段, 能够有效对堤防渗漏段进行勘察. 文中以江西某堤防工程为例, 通过分析视电阻率剖面, 发现可能存在的渗漏通道, 极大提高了现场检测工作效率. 实践证明, 采用高密度电法能快速、准确探测渗漏通道情况, 可推广使用.

关键词: 高密度电法; 隐患探测; 渗漏通道; 堤防

中图分类号: TV871 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2016)06-0424-05

0 引言

堤防是重要的防洪工程, 由于大多数堤坝是在旧堤坝基础上加高培厚而成, 因此堤身建筑质量较低. 另外, 由于自然或人为等各种因素所造成的各类堤坝隐患众多, 当遇洪水时极易发生管涌、滑坡等险情, 严重时导致大堤溃决. 利用传统的地质钻探法检测渗漏隐患的成本高、破坏性强、施工难度大. 因此如何快速、准确的探测堤防工程存在的隐患问题, 有的放矢地对工程进行除险加固处理, 一直是堤防工程管理的重要内容.

高密度电法是一种阵列勘探方法, 其原理是利用地下介质导电性的差异, 在人工施加电场的作用下, 不同介质传导电流的变化, 引起电阻率值在不同的区域间变化, 反演推断地下地质情况. 野外测量时只需将全部电极(几十至上百根)置于测点上, 然后利用程控电极转换开关和微机工程电测仪便可实现数据的快速和自动采集, 并且能够进行现场数据处理、分析和成图, 然后根据成果图来判断隐患的具体位置.

本文以江西省某堤防工程为例, 具体介绍了高密度电法技术在堤防工程渗漏探测中的应用, 通过高密度电法对出现渗漏的堤坝段进行勘察, 查找可能存在的渗漏通道.

1 检测依据及工作方法

1.1 检测依据

- (1)《水利水电工程物探规程》(SL326-2005);
- (2)《水利水电工程施工测量规范》(SL52-2015).

2.2 工作方法

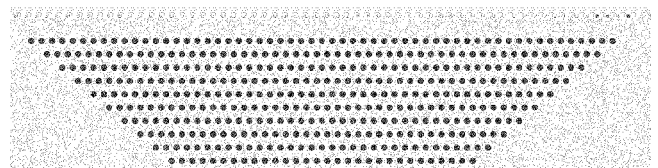


图1 温纳排列装置测量跑极示意图

本次工作利用分布式 DUK-4 型分布式高密度电法仪, 选用 12 根 10 道电缆, 共 120 道电极. 实际使用电缆数及道间距根据现场情况做出调整. 断面测量时所有电极一次性铺设完成, 为确保电极接地良好、各电极接地电阻均一, 剖面测量前对所有电极进行接地电阻检查, 采取浇盐水等手段保证各电极接地电阻均小于 7 kΩ. 采集过程中供电电压 200 V ~ 400 V. 为了充分利用每个排列的观测数据和保证测量数据的横向和垂向

反演精度,我们选用了温纳排列装置(见图1)。测量时,AM = MN = NB 为一个电极间距,A、B、M、N 逐点同时向右移动,得到另一条剖面线;这样不断扫描测量下去,得到倒梯形断面。

为找到某堤防工程堤身下可能存在的渗漏通道,在桩号 5 + 512 至 5 + 350、5 + 288 至 5 + 000、4 + 855 至 4 + 695 的堤身背水坡上沿堤轴线方向处布置高密度电法测线,桩号 5 + 512 至 5 + 350 共布置测线 3 条,测线

总长 360 m;桩号 5 + 288 至 5 + 000 共布置测线 1 条,测线总长 150 m;4 + 855 至 4 + 695 处共布置测线 1 条,测线总长 160 m。具体测点布置如表 1。

在数据采集完成后,通过二维高密度电法分析软件将原始数据转换为反演文件需要的特定格式文件,再通过 RESdinv 软件进行数据拼接、坏点编辑、地形改正等前期处理,然后进行最小二乘法反演,最终绘制生成色谱填充的视电阻率剖面图,供分析解释。

表 1 高密度电法测点布置表

桩号	编号	起点桩号	终点桩号	道间距/m	电极数	长度/m	高程/m
5 + 512 ~ 5 + 350	1	5 + 512	5 + 392	1.0	120	120	56.80
	2	5 + 496	5 + 376	1.0	120	120	56.80
	3	5 + 496	5 + 376	1.0	120	120	55.80
5 + 288 ~ 5 + 000	1	5 + 288	5 + 000	1.5	100	150	55.80
4 + 855 ~ 4 + 695	1	4 + 855	4 + 695	2.0	80	160	55.80

2 检测成果及分析

2.1 堤防工程概况

文中所述堤防堤身为新填均质第四纪红色粘土,堤基防渗主要采用射水造墙防渗,建筑物穿堤部位采用高喷(摆喷)灌浆。

2.2 桩号 5 + 512 至 5 + 350 处探测结果分析

2.2.1 第 1 条测线结果分析

该剖面位于背水坡中部,沿堤轴线布置。从图 2 可以看出,该剖面成层性较好,从整体上看,呈现顶层视电阻率高、基底视电阻率低的特点。推测顶层高阻为较干燥的堤身,基底为含水性较大的中砂层。其中,测线横坐标 86 m 处(桩号 5 + 426)出现视电阻率低阻闭合圈,与此处有电排站穿堤涵(穿堤涵内水位较高)相吻合。电排站左侧,测线横坐标 64 ~ 72 m(桩号 5 + 440 ~ 5 + 448)及横坐标 40 ~ 48(桩号 5 + 464 ~ 5 + 472)处,出现两组低阻异常带(电阻率约为 $30 \Omega \cdot \text{m}$ 至 $90 \Omega \cdot \text{m}$),推断该两处可能为隐伏的渗漏通道。

2.2.2 第 2 条测线结果分析

从图 3 看出,电排站穿堤涵(桩号 5 + 426)位于测线横坐标 70 m 处,视电阻率低,电排站左侧,测线横坐标 54 ~ 59 m 处及横坐标 39 ~ 45 m 处出现两组低阻异

常带(电阻率约为 $30 \Omega \cdot \text{m}$ 至 $90 \Omega \cdot \text{m}$),与测线 1 结果吻合。

2.2.3 第 3 条测线结果分析

为进一步验证测线 1 和测线 2 的探测结果,测线 3 起始及终点桩号与测线 2 保持不变,高程降低 1 m。从图 4 可以看出,两处低阻异常桩号基本与测线 1 和测线 2 相对应,电阻率约为 $40 \Omega \cdot \text{m}$ 。

综上所述:桩号 5 + 512 ~ 5 + 350 处,在 5 + 438 ~ 5 + 448 及 5 + 452 ~ 5 + 465 附近有极大可能存在隐伏渗漏通道,通道深度距堤顶 8 m ~ 10 m。

2.3 桩号 5 + 288 至 5 + 000 处探测结果分析

从图 5 可以看出,在测线横坐标 36 及 51(桩号 5 + 252 及 5 + 237 附近)出现明显低阻异常(电阻率约为 $60 \Omega \cdot \text{m}$ 至 $120 \Omega \cdot \text{m}$),推断可能是含水量偏大的中砂层。深度约为堤顶以下 10 ~ 13 m。在横坐标 60 至 130(桩号 5 + 228 ~ 5 + 158)之间,测线下方深度 4 m 至 6 m,出现低阻带(电阻率约为 $90 \Omega \cdot \text{m}$ 至 $200 \Omega \cdot \text{m}$),推断可能是含水量偏大的中砂层。

2.4 桩号 4 + 855 至 4 + 695 处探测结果分析

从图 6 可以看出,测线下方深度 4 m 至 6 m,出现低阻带(电阻率约为 $90 \Omega \cdot \text{m}$ 至 $200 \Omega \cdot \text{m}$),推断可能是含水量偏大的中砂层。

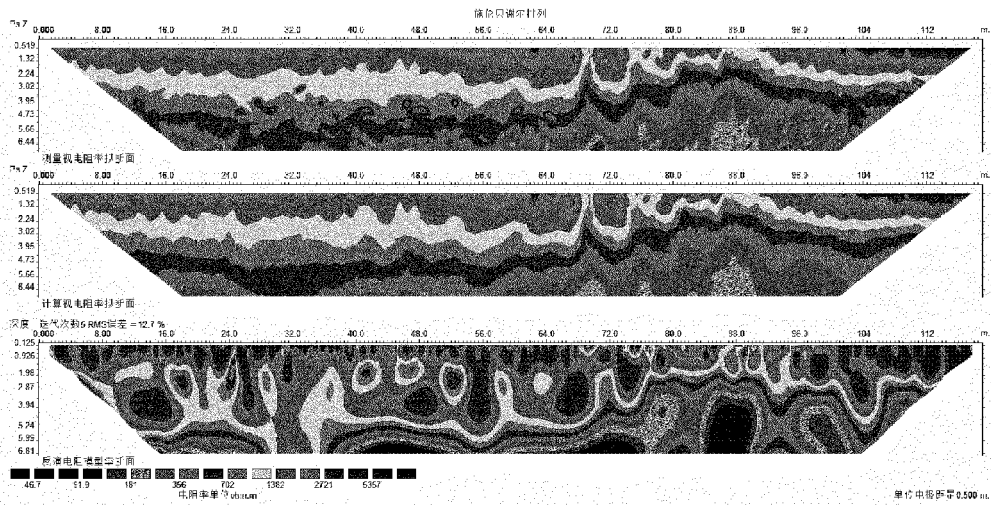


图2 桩号5+512~5+350处测线1高密度电法反演电阻率剖面图

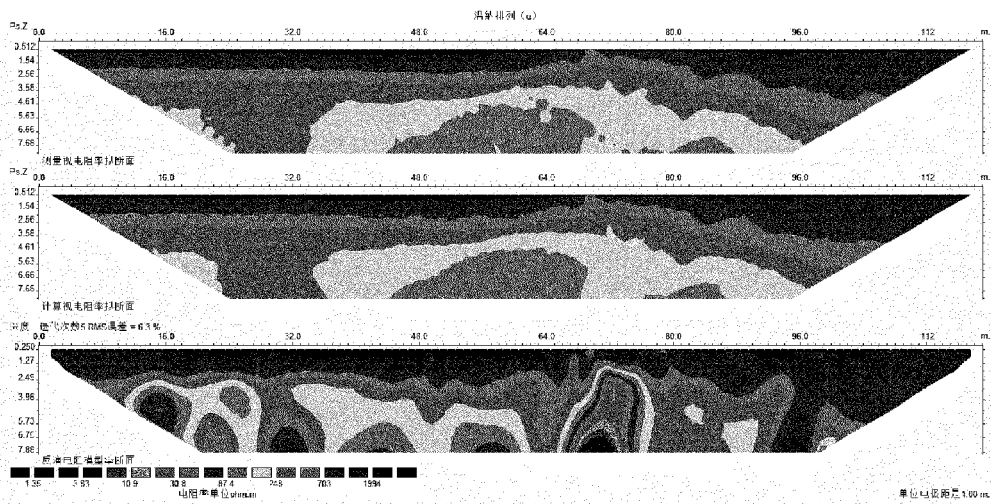


图3 桩号5+512~5+350处测线2高密度电法反演电阻率剖面图

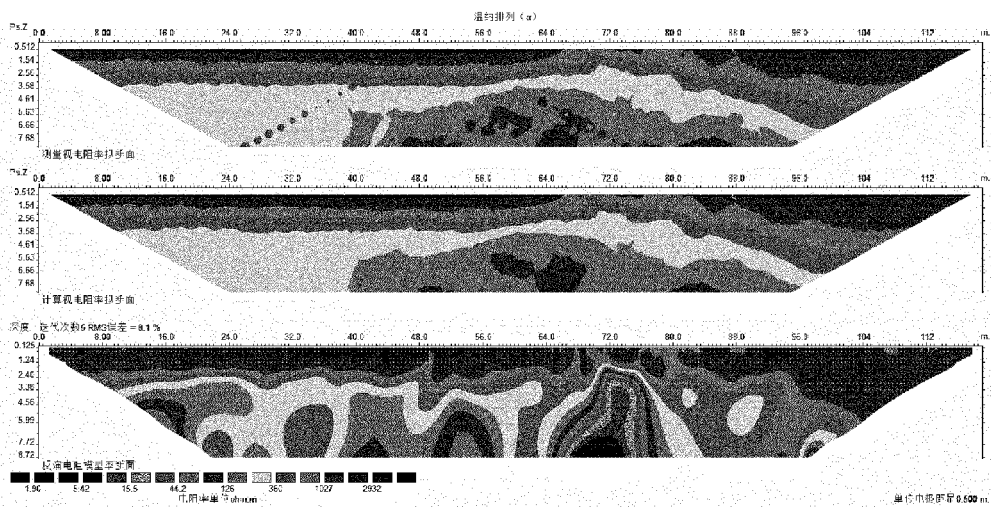


图4 桩号5+512~5+350处测线3高密度电法反演电阻率剖面图

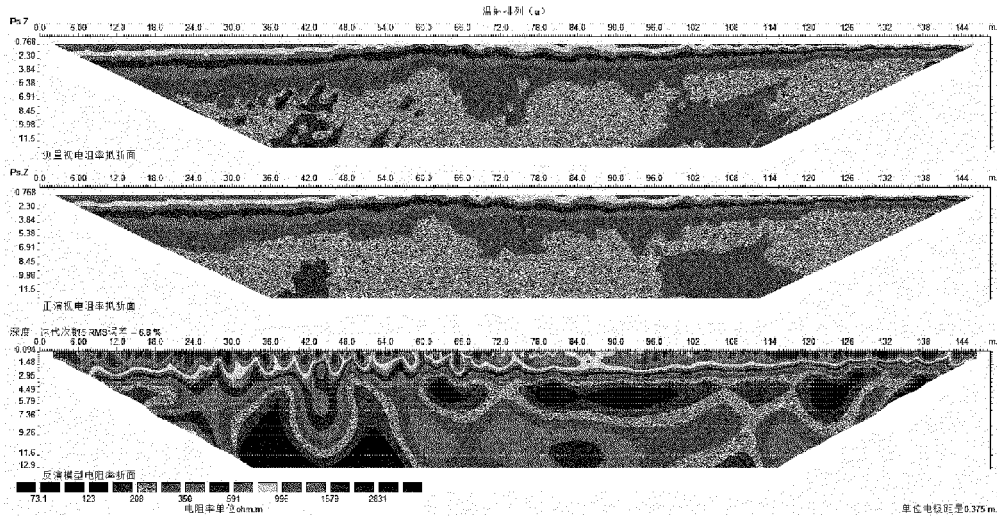


图 5 桩号 5 + 288 ~ 5 + 000 处高密度电法反演电阻率剖面图

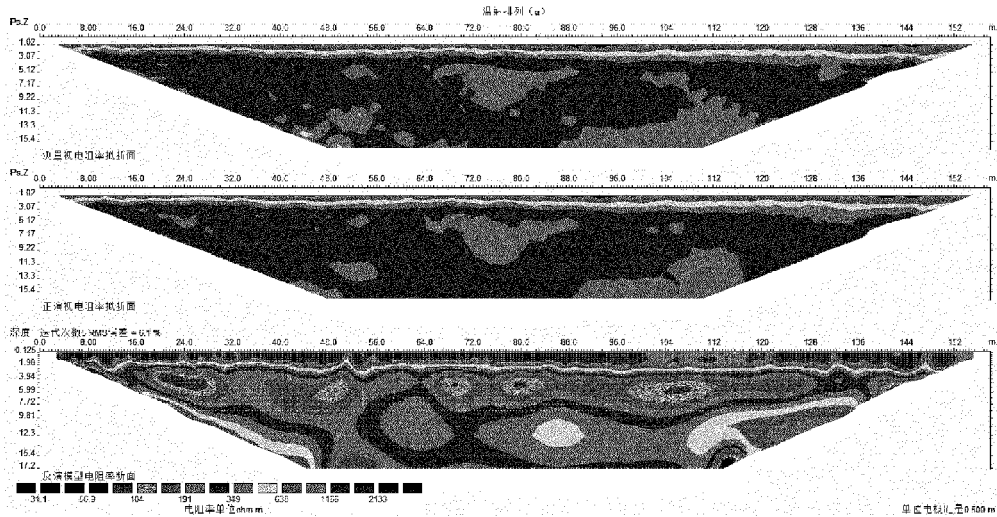


图 6 桩号 4 + 855 ~ 4 + 695 处高密度电法反演电阻率剖面图

3 结论与建议

本次在某堤防进行的高密度电法探测,是依据含水的堤身一般视电阻率低的特点,在堤身显示高视电阻率的背景下,通过寻找相对低视电阻率异常,进而推测堤身的渗漏问题。通过分析本次的高密度电阻率法所得到的视电阻率等值剖面图,并结合现场情况可以发现,剖面顶层的高阻与堤身上部对应、基层低阻与堤身下部的黏土层、中砂层等含水性高的岩土层对应。桩号 5 + 512 至 5 + 350 处隐伏的渗漏通道位于 5 + 438 ~ 5 + 448 及 5 + 452 ~ 5 + 465 附近,深度在堤顶以下 8 m ~ 10 m 左右。桩号 5 + 288 至 5 + 000 处及桩号 4 + 855 至 4 +

695 处探测到的低阻带推测为含水量偏大的中砂层,未发现渗漏通道。

从堤防工程现场检测中可以看出,高密度电法能快速、准确探测渗漏通道情况,可推广使用。考虑到周围构筑物、环境对探测结果的影响,建议在推广过程中,对各疑似缺陷或者渗漏通道的部位应增大测线密度,以提高探测分辨率,准确查明堤身隐患分布,或者结合钻孔资料进行综合分析。

参考文献:

- [1] 汪海滨. 高密度电阻率法在堤防隐患探测中的应用[J]. 浙江水利水电专科学校学报, 2010, 22(2): 31 ~ 34.
- [2] 宋洪伟, 张翼龙, 夏凡, 等. 超高密度电法和激电法在河北某地找水实例分析[J]. 南水北调与水利科技, 2011(04): 60 ~ 62.

- [3] 李顺明,杨力容. 高密度电阻率法在四川某滑坡工程地质勘查中的应用[J]. 勘察科学技术,2012(02):54~56.
- [4] 朱瑞,潘纪顺,任云峰,等. 高密度电法在水库坝址区勘察中的应用[J]. CT理论与应用研究,2015(01):21~28.
- [5] 邓居智,刘庆成,莫撼. 高密度电阻率法在探测水坝隐患中的应用[J]. 东华理工大学学报(自然科学版),2001(04):282~285.
- [6] SL326-2005 水利水电工程物探规程[S].
- [7] SL52-2015 水利水电工程施工测量规范[S].

编辑:张绍付

Application of the high – density electrical method in the embankment seepage detection

TANG Hongying¹, ZOU chenyang^{1,2}, CHEN Fang^{1,2}

(1. Jiangxi Provincial Institute of Water Sciences, Nanchang 330029, China;

2. Jiangxi Provincial Research Center on Hydraulic Structures, Nanchang 330029, China)

Abstract: Numerous natural and human factors can cause hidden defects in embankments, resulting in dangerous situation during flood period, hence it's necessary to conduct hazard detection. High – density electrical method as a non – destructive testing technique can effectively investigate the leakage section of the embankment. It's utilized in this paper the high – density electrical method to search for the possible leakage passage in a certain embankment in Jiangxi and the practice shows that this method can effectively and accurately detect the passage and well worth promotion.

Key words: High – density electrical method; Hazard detection; Leakage passage; Embankment

翻译:邹晨阳

王纯副厅长率队督查鹰潭市水利项目建设

2016年9月27-28日,省水利厅王纯副厅长率领厅水保处、省水保院组成的督查组,对鹰潭市水利建设情况进行了督查,同时作为省防总防台工作组指导协助鹰潭市做好17号台风防御工作。

督查组重点实地查看了余江县高公寨水库新建工程、贵溪市城市防洪工程(花园里堤段)、贵溪市农发水土保持工程等项目建设现场,并与鹰潭市、相关县市、乡政府及水利部门的同志进行了座谈。

在听取鹰潭市2016年水利项目建设情况汇报后,王纯副厅长指出,近年来,水利工程项目多,建设任务重,从鹰潭市各地完成的项目和投资计划执行情况看,部分项目还存在滞后现象,特别是重点工程投资完成率不高。他强调:一、要仔细梳理各项水利建设项目,落实责任分工到位,对一些投资大的水库建设项目,市局要加强督导,确保项目的有序推进;二、目前水利项目任务重,时间紧,我们要适应新形势、新常态,不能按部就班,要超前谋划,抓住机遇,提前做好项目的前期准备工作,以免影响项目实施进度;三、要重视水利项目信息填报工作,市县水利部门要落实专人,主要领导要亲自过问,分管领导要认真审核。

鹰潭市政府李力副市长表示,要明确任务找差距,强化措施补短板,改进方法转作风,严肃纪律,严格落实水利建设责任制。努力完成2016年水利建设任务目标。

(江西省水土保持科学研究院 钱 堃)