防渗墙质量TEM 检测技术研究及试验结果

杜庆丰[1,2]，管志宁[1]，何朝明[2]
（1. 中国地质大学，北京 100083；2. 中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所，河北 廊坊 065000）

摘要：防渗墙在堤坝上呈垂向分布，墙体薄，虽具高阻特征，但相对于相对低阻的坝体而言，其比例较小，加之坝体可供检测的工作面狭窄，致使许多电法工作都难以将墙体的电阻率差异信息提取上来，防渗墙的检测因此成为一个难题。我们根据TEM 方法的特点，设计研制了适用于防渗墙检测的专用能量聚焦装置，开发了弱信息TEM 信号增强处理和反演程序，并在长江大堤典型堤段的快速检测试验中获得良好的应用效果。

关键词：防渗墙检测；能量聚焦装置；弱信息增强处理；瞬变电磁法
中图分类号：631.3+25　　文献标识码：B

Abstract: The anti-seepage wall is distributed in vertical and the thickness of the wall is thinner than the dam. Even though the high resistivity but the rate of the wall volume is smaller than the rate of the dam that is with low resistivity, which results in the difficult to obtain the differential information of the resistivity of the wall by the common electric methods. So the quality inspection of anti-seepage wall is a difficult problem. Based on the features of TEM a specific energy-focused installation is designed to inspect the anti-seepage wall, and a program for the enhanced process of weak TEM response and the inverse is developed, which were used to the fast inspection of the typical dam sections along Yangtze River and favorable results have been obtained.

Key words: inspection of anti-seepage wall; energy-focused installation; enhanced process for weak signal; transient electromagnetic method (TEM)

1 引言

防渗墙检测长期以来被称作工程物探的难题之一，原因在于：首先，防渗墙虽具有高阻特性，与坝体存在电性差异，但因其墙体薄，墙体质量引起的电阻率变化过于微弱，为此很难提取墙体的电阻率差异信息；同时，因坝体可供检测的工作面狭窄，给工作带来一定难度；再则，由于江、河等的防渗墙一般较长，工作量大，这就要求检测手段不仅有效，而且应当快速。正由于这诸多因素，防渗墙的检测工作在很长时间内未获突破性进展。

根据瞬变电磁（TEM）方法的特点，通过设计能量聚焦装置，开发弱信息增强处理程序的办法基本上解决了这一难题，并在数段不同类型的剖面试验中获得良好的应用效果。

2 防渗墙质量TEM 检测技术

2.1 瞬变电磁（TEM）方法的特点

这里主要介绍在堤坝检测中，所应用到的TEM 方法的技术特点。

（1）TEM 方法对电阻率变化灵敏度高；

（2）观测的为绝对二次场，因此其发射与接收可以同点；

（3）TEM 为磁穿透方式，功率勘深比优；

（4）发射、接收为磁偶合，不受接地条件限制；

（5）快速、轻便、廉价。

2.2 能量聚焦装置

由于防渗墙的墙体薄，TEM 的常规装置与其它电法手段一样，很难有效获得墙体质量差异所引起电阻率变化的信息，为此，根据TEM 方法的特点，结合防渗墙墙体的结构情况，设计了能量聚焦于墙体的TEM 装置。

该装置的核心思路是实现侧向激发，即相对墙体而言为面激发，从而使能量有效地集中于墙体，最大程度地提高装置与墙体的耦合度。

设计的装置接收回线主要接收装置正下方的信息，即以墙体信息为主，而对旁侧的堤土信息基本不予接收，即实现了有选择性的接收。

正是由于此装置耦合度的大大提高，它可将墙

收稿日期：2005-04-21；修订日期：2005-07-20
作者简介：杜庆丰（1963-），男（汉族），河北廊坊人，博士生，高级工程师.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

体电阻率变化信息提取上来，而堤土介质的影响得到最大程度的压制，因此，它所采集的信息在反映墙体质量变化时灵敏度较高。

为实现快速检测的目的，此装置的另一个特点是轻便，一个台班（2人）按2m的点距一天可完成500个物理点的观测工作量。

2.3 弱信息增强处理及快速反演

虽然能量聚焦装置可最大程度地耦合墙体，并已尽可能地获取了反映墙体质量的有关信息，但就墙体的开岔、落淤、吊帘、夹泥等情况而言，客观上其感应电动势的差异往往仍不非常明显，如何有效地去除干扰，突出有效信息，显然十分必要。

为此，开发了专门的防渗墙TEM组合滤波处理程序，该程序滤波原则为：对早中期道为低阻异常，而中晚期道无明显异常的局部异常作增强处理；对各测点作衰减趋势滤波；对各测点同时弱圆滑处理；对各测道亦作弱圆滑处理。即根据墙体质量差异所产生的异常特征，自动对此类异常信息进行增强处理，并同时压制其它干扰信息。

滤波后的信息，经过快速反演处理，可直接绘制出墙体的高分辨率电阻率剖面图。

3 试验效果

为试验该防渗墙检测系统的有效性，我们应长江水利委员会地球物理研究院的邀请，前往长江大堤典型堤段进行试验，被指定的三段墙体的深度及施工工艺不同，墙体质量问题的类型亦不同。

3.1 湖北公安县裕公段（交错搅拌桩）

该处防渗墙位于湖北公安县裕公段，具体位置为长江大堤611km+ 832m至612km处，此段采用的是连续交错搅拌桩，桩长8m，墙体有效厚度为0.3m，试验工作共完成85个测点，点距2m（下述二剖面点距亦均为2m）。该剖面共发现三处明显的单点异常，并均解释为墙体开岔，见图1。

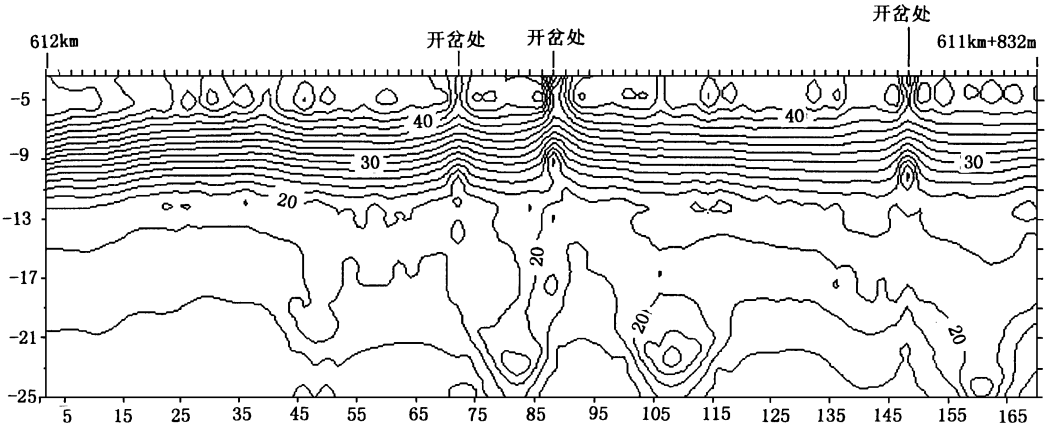


图1 裕公段TEM视电阻率剖面图

3.2 湖北石首县高陵岗段一（沉槽灌浆）

该试验段位于湖北石首县高陵岗段，具体位置为579km+ 750m至579km+ 852m处，墙体采用的是沉槽灌浆工艺，墙体设计深度为29m，墙体厚度为0.3m，该剖面亦发现三处较明显异常，其中图中左侧的第一个异常为单点异常，解释为墙体开岔，另两处非单点异常解释为落淤，见图2。

3.3 湖北石首县高陵岗段二（沉槽灌浆）

该试验段亦位于湖北石首县高陵岗段，具体位置为579km+ 320m至579km+ 380m处，墙体同样是沉槽灌浆工艺，墙体设计深度为14m，厚度为0.3m，与别处不同的是该处有22万伏的高压线垂直横穿大堤，且距离地面较近，但仪器装置几乎未受其影响与干扰，顺利地完成了该段的试验检测工作，见图3。

由于长江大堤防渗墙很多均建在城镇附近，装置的抗干扰能力在检测工作中非常重要。

3.4 试验效果综述

三段试验剖面均由长委会地球物理研究院的数位专家亲自于现场指定，试验工作完全采取背靠背的方式进行，野外工作完毕后，即在现场处理资料并于当天给出解释结果。

对试验结果，长委会地球物理研究院的领导及专家们给予了充分肯定，认为：试验结果完全正确。

4 结论与建议

(1) 我国江、河、湖泊、水库等众多，防渗墙是其主要的防渗手段，因此对防渗墙墙体质量进行

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

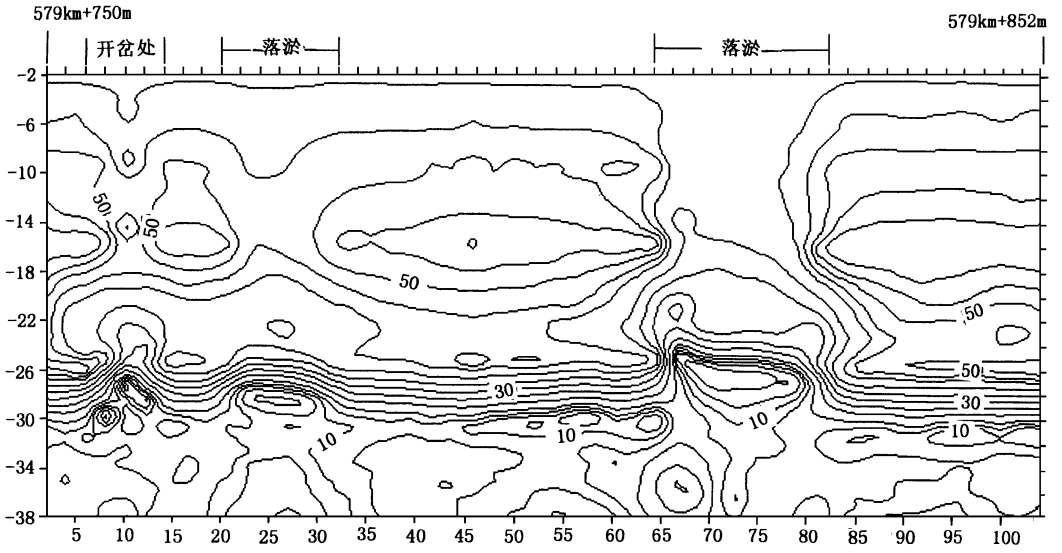


图 2　高陵岗段一 TEM 视电阻率剖面图

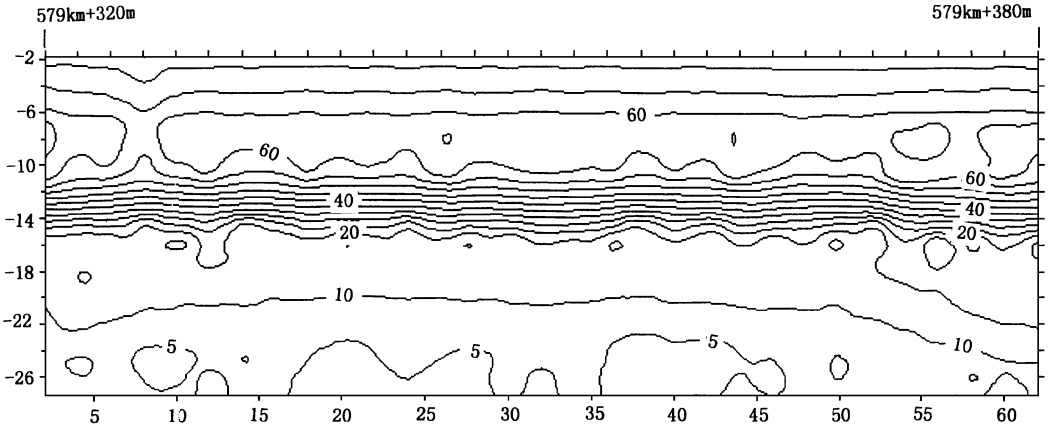


图 3　高陵岗段二 TEM 视电阻率剖面图

有效的检测意义重大;

(2) 通过试验, 该检测技术在几种不同类型的防渗墙剖面检测工作中均获良好试验效果, 因此, 认为防渗墙质量 TEM 检测技术研究是成功的, 试验效果可以肯定;

(3) 该套检测技术装置轻便、抗干扰能力强、灵敏度高、工作效率高, 实用性较好, 具有良好的推广应用前景;

(4) 希望该检测技术能在更多类型的防渗墙检测应用中得以不断完善, 为防渗墙检测工作发挥重要作用。

参 考 文 献

[1] 杜庆丰. 瞬变电磁 (TEM) 数据组合滤波. 地质与勘探, 2002, 增刊: 129~ 131.

[2] 蒋邦远. 实用近区磁源瞬变电磁法勘探. 北京: 地质出版社, 1998.

[3] 米萨克, N. 纳比吉安. 勘查地球物理电磁法第一卷. 北京: 地质出版社, 1992.

[4] G. 布塞利. 瞬变场法野外工作方法和数据解释手册. 北京: 地质出版社, 1992.

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net