

物探新技术在治黄工作中的应用

21
64-65168

冷元宝¹, 何 剑²

TV698-11 P42
TV882-1 P642

(1. 水利部黄委会设计研究院, 河南郑州 450003; 2. 中国核工业工程勘察院, 河南郑州 450002)

摘要:介绍瞬变电磁法、瞬态瑞雷面波、中间梯度法、高密度电阻率法的原理及其在黄河堤坝软弱层、裂缝、洞穴三种隐患探测中的实际应用效果; X-STAR 仪器对堤坝根石顶界面探测的有效性; 工程 CT 技术、堆石体密度测定的附加质量法在小浪底水库应用获得成功。这些物探新技术不仅适用于黄河, 对其它大江大河大湖的治理、病险水库的除险加固工程也同样适用。

关键词:物探技术; 堤坝; 根石; 防渗墙; 堆石体密度 黄河治理

中图分类号: TU317+.6

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2000)02-0064-02

1 堤防隐患探测技术

黄河下游堤防隐患探测问题, 是黄河防洪工程中的难题。1950~1991年间, 治黄机构及有关单位对堤防隐患探测问题的酝酿、考查、试验、研究工作, 基本上没有间断过, 历经诸多曲折、反复, 取得了一定成果, 但没有重大突破。1992年底, 堤防工程隐患探测理论及方法技术的研究纳入“八五”国家科技攻关项目, 经过几年的努力, 已有突破性的进展。研究成果 1996年4月通过鉴定, 1997年8月被国家科委列入“九五”国家科技成果推广项目。

1.1 堤防工程软弱层探测技术

软弱层硬度小、易液化, 在汛期洪峰季节可能会出现较大渗漏, 严重时导致决口, 故探测其分布位置及强度并进行加固处理非常必要。

岩土物性资料和实测结果表明, 大堤土抗剪强度及抗液化能力与其弹性波速有相关关系, 由此以弹性波为基础的物探方法探测堤身波速, 可确定各层相对强度, 圈定软弱层分布范围。

经反复试验, 最后确定采用瞬变电磁法快速普查软弱层分布范围; 用瞬态瑞雷面波对堤身相对强度、软弱层分布位置进行探测。

1.1.1 瞬变电磁探测技术

瞬变电磁法, 简称 TEM 法, 或称时间域电磁法。它是利用不接地回线或接地线源向地下发送一次脉冲磁场, 在一次脉冲磁场的间歇时间, 利用线圈或接地电极观测地下半空间 2 次涡流场的变化, 从而达到探测目的的方法。这种方法的主要优点是信噪比高,

分辨力强, 探测深度大, 探测速度快。在黄河九堡段探测中应用瞬变电磁探测技术, 取得了满意的结果。

1.1.2 瞬态瑞雷面波探测技术

面波探测技术是 80 年代中期开发的一种弹性波地面探测技术, 其理论依据是利用瑞雷面波的频散(波速随频率变化)特性达到探测深部构造的目的。在黄河下游九堡大堤老口门处用面波探测技术, 得到了较好的探测效果, 其频散曲线与钻孔资料有较好的对应关系。表 1 为两个点位测试曲线拟合反演结果。

表 1 拟合反演大堤物性参数

点号	层位	纵波速 $v_p/(m \cdot s^{-1})$	横波速 $v_s/(m \cdot s^{-1})$	密度 $\rho/(g \cdot cm^{-3})$	层厚度 h/m	泊松比 μ	动剪切模量 G_d/MPa	动压缩模量 E_d/MPa
2	1	300	146	1.745	8	0.34	37.2	100
号	2	595	107	1.391	7	0.48	15.9	47.2
15	1	300	129	1.571	7	0.39	26.1	72.5
号	2	595	107	1.391	6	0.48	15.9	47.2

测试结果表明, 当探测深度小于 30 m 时, 频散曲线与地层弹性界面有较好的对应关系, 可直接推断地层界面, 根据异常幅值大小, 可判断软弱层强度大小。

1.2 堤防裂缝电测技术

堤防裂缝电测技术主要用于确定堤坝裂缝位置、埋深、产状及规模。主要有两种方法:

a. 中间梯度法。中间梯度法是固定供电电极 A, B, 在中间 1/2 ~ 1/3 区间内, 根据设计的测量电极距移动 MN 电极, 逐点测量视电阻率值。

b. 高密度电阻率法。高密度电阻率法是日本地

质株式会社提出的,由于高密度电阻率法可以实现电阻率的快速测试并在现场进行数据处理,从而改变了电法勘探的工作模式使其和地震勘探的工作方式相类似,提高了工作效率,减轻了劳动强度.高密度电阻率法是电剖面与电测深的结合.现我们已采用三极测深装置结合覆盖电缆技术实现野外连续滚动式探测,数据密度是原来剖面装置的 2.07 倍,数据断面为矩形.

武陟沁河大堤新左堤裂缝隐患较多,1993 年我们对裂缝发育地段进行探测,运用了中间梯度法与高密度电阻率法.实测结果与河务部门湮水试验及灌浆试验结果相符合.

1.3 堤防工程洞穴探测技术

根据试验研究,高密度电阻率法是进行洞穴探测的有效方法.

保合寨险工位于黄河大堤邙金段 0+300—5+820,坝上獾鼠洞穴随处可见,洞径一般在 0.3 m 左右,最大一个洞口约 0.6 m.我们用高密度电阻率法,在保合寨险工裹护段南裹头里 30 m 处,顺坝走向布置测线,点距选择 0.5 m,剖面长度为 30 m.实测成果垂直于测线獾洞主要有两层 3 个,第一层分布于坝顶下约 1 m,洞径较小,第二层分布于坝顶下约 2.5 m,洞径较大.

1.4 堤防丁坝根石探测技术

险工和控导工程的丁坝、垛、护岸等是堤防的前卫,当受水流淘刷时,常常发生吊垫、坍塌、溃膛、滑动倾倒等险情.根石走失是出险的主要因素.因此,探测险工根石分布情况是防洪工作中掌握工程动态,预报险情的主要手段.目前常用的根石探测方法是锥探,不能满足防洪要求.为了更有效探测根石分布情况,“八五”期间曾采用过直流电法、声纳、地质雷达、瞬间电磁、反射等探测技术,均未取得突破.1997 年,黄河水利委员会引进美国新型 X-STAR 全谱扫频式数字剖面仪进行根石探测,取得了突破性进展,为今后堤防根石探测开辟了一条新路.

1.4.1 X-STAR 剖面仪特点

X-STAR 剖面仪是由高精度的宽频带、低噪音、低失真的模拟声波水下探测仪的头部和一个功能很强的 SPARC 工作站与一个 DSP 数字信号处理的信息流阵列协处理器结合在一起构成的.它含有的发射装置是宽频带发射阵列,拖鱼装置的挑选条件以水底所在地的条件、被测的地形情况和所需的穿透深度来确定,与以往所用直流电阻率法、地质雷达法、浅层反射法、瞬变电磁法和 SP-3 浅层地层剖面仪(声纳)相比,X-STAR 剖面仪具有以下优点:①有较强的方向性和较高的分辨率,且无空间分布的边

瓣效应;②有 4 组发射阵列和 4 组接收阵列,且带有先进的数字信号处理技术(DSP),可直接对所接收到的信号进行处理,分辨率较高;③使用了跟踪滤波相关技术和子波加权技术,其渐变形的谱使其具有不随穿透深度而变化的分辨率.

1.4.2 黄河大堤花园口险工根石探测

表 2 是花园口险工 90 号坝及 127 号坝根石仪器及人工探测结果比较.从测试结果看,两者基本一致.现该仪器已和 GPS 配套,可随时定位测取根石数据.

表 2 根石定点探测结果比较 m

坝号	点号	探测手段	水深	根石顶距水面距离	淤泥覆盖层
90	1 号位	仪器	5.30	7.19	1.89
		人工	5.40	7.40	2.00
	2 号位	仪器	3.93	3.95	0.02
		人工	3.95	3.95	0.00
127		仪器	1.28	7.18	5.90
		人工	1.20~1.30	7.20~7.30	6.00

2 工程 CT 检测技术

“工程 CT”是地球物理 CT 在工程探测中的应用技术,我国 80 年代后期才逐步发展起来.它的基本思路是借鉴于医学 CT,通过人为设置的某种射线(弹性波射线、电磁波射线等),穿过工程探测对象(工程地质体、工程结构等),从而达到探测其内部异常(物理异常)的一种地球物理反演成像技术.工程 CT 比医用 CT 有较大难度:①医学 CT 的射线信息可以全方位观测,工程 CT 则受到空间条件的限制,往往只能在某一个或少数方位观测信息;②医用 CT 射线的发射与接受位置可以测得很精确,工程 CT 因受观测条件限制精度没有医用 CT 高;③医用 CT 的探测对象内部的正常结构是已知的,工程 CT 探测对象内部结构往往是未知的.

近年来,我们已用弹性波 CT 技术,对黄河小浪底工程地下厂房厂址地质体、小浪底坝基混凝土防渗墙及黄河大堤截渗墙的工程质量作过探测,经验证效果较好.工程 CT 技术,有广阔的发展前景,仪器设备也有一定的保证,但目前对成像结果定量分析和物性的直接判读还需要进一步研究,提高其图像分辨率和扩大技术的适用范围是今后攻关的主要目标.

3 堆石体密度测定的附加质量法

应用堆石体密度测定的附加质量法,首先是将压板下的堆石体等效为单自由度线弹簧体系,用附加质量法求堆石体的参振质量 m_0 ; (下转第 68 页)

a. 水情、工情、灾情监控管理。对公司所辖水库、抽水站、排水渠、供水管道等水利工程的水情、工情、灾情实施自动化监控管理,是建立本计算机网络系统的主要目的之一。各水利工程的自动化监控系统都是能够相对独立运行的最小局域网络系统,通过 PSIN,以拨号方式进入 Cisco 2511 路由器与总公司主干网连接后,能够以图文并茂的生动、直观方式高速传输、处理、检索实时和历史的水情、工情、灾情、分析决策服务等信息,从而实现供水监控、防汛调度、安全监测信息化、自动化、高效率的水资源科学管理目标。

b. 与深圳市三防网、宝安区政府网互联。该系统与深圳市三防网互联后,可查询深圳市的工程信息(包括各水库、河道、堤防、泵站、水闸、水利工程加固等)、水文信息(包括雨情、水情、潮情、风情等),及时了解工程抢险物资、队伍及避险中心等分布情况和气象、卫星云图等信息资源。

宝安区政府网采用千兆以太网技术,是具有 VOD 视屏点播、桌面电视会议等集语音、图像、数据于一体的宽带 Intranet 平台。通过网络互联、文件共享等信息服务可实现真正意义上的无纸化办公,各类政府文件(包括通知、请示、报告、决定等)全方位无纸化传送,即网络办公和管理信息在本网络系统的快速流通及共享,从而大幅度地提高工作效率。

c. 物业管理。为充分利用现有水土资源,保护水库鱼场、果场及周边土地资源,提高经济效益,物业管理建立房屋出租、土地合同、果场合同、养鱼合同、石场合同等子系统,具有收费登记、资料查询、收租统计、查看合同及各式报表等功能,大大提高了物业合同的科学管理水平。

d. 智能 IC 卡人事考勤。通过办公室电脑(RS485 通讯)每天采集考勤钟数据,自动将考勤数据传入中心服务器,方便与财务工资管理直接挂勾。它全面、准确、快捷的统计功能将使人事管理员从烦琐的考勤统计中解脱出来,并且网上用户可实时查询个人考勤资料,真正实现人事考勤的自动化管理,

(上接第 65 页)

其次,令 m_0 的动能等于地面以下一定深度以内的堆石体连续介质振动动能的积分,从而导出堆石体密度的解析式;最后,通过测定参振质量 m_0 ,测定堆石体弹性纵波波长 λ ,从而求得堆石体密度 ρ 。

黄河小浪底工程堆石体密度测试研究中采用堆石体密度测定的附加质量法,所测得的介质密度 ρ_0 与坑测法结果基本一致,相对误差平均值为

从而极大地提高了员工积极性和工作效率。

e. 会计电算化。公司原先的《永信财务软件》,只能在 DOS 环境下工作。因此在组建水情信息网时,高起点地定位于国内主流财务软件《用友财务软件》。用友软件能在全面的会计核算基础上,进行凭证处理、帐簿管理、往来账核算、部门核算、项目核算和现金核算等,实现了“网络财务”会计电算化。

f. Internet 互联网连接。由 Internet 网络共享器充当网关,具有小型路由器功能,采用一条 ISDN“一线通”,一个拨号上网帐号,实现局域网上所有用户同时漫游 Internet 网,并且每个用户都拥有自己的免费电子邮箱,任何第一个用户拨号联接 Internet 后,其它用户即已连通 Internet,从而随时获取 Internet 所提供的庞大信息资源服务。

g. 网络传真。通过共享 Intel Station 内置 56k Modem,安装 Modem Finder 软件映象 Intel Station COM3 为工作站 Modem,应用 WinFax8.3 专业传真软件,实现所有工作站具有网络传真功能。网络传真是电子邮件的一个强有力的补充,克服了传统传真机易褪色、难管理的缺点。

3 结 语

迄今,本网络系统在深圳市西部供水工程中实际运行了三年,未发生任何事故,完全达到了设计目标,为本公司的管理和相关部门提供了实用、可靠、高效率的现代化信息资源服务,为区域性水资源科学管理探索了一条可行之路。

参考文献:

- [1] 李慧文. 网络工程布线[M]. 北京:科学技术出版社,1998.
- [2] 罗伯特 B,肖恩 R. 交换式以太网和快速以太网[M]. 肖文贵译,北京:电子工业出版社,1996.
- [3] 周明天,汪文勇. TCP/IP 网络原理与技术[M]. 北京:清华大学出版社,1993.

(收稿日期:2000-02-05 编辑:马敏峰)

3.82%。

堆石体密度测定的附加质量法是一种简便、快速、原位、非破坏性的土石密度测定新方法。黄河小浪底工程的实测资料证明,该方法的独特优点是:参于体积的大小具有人为可控性;测试结果的合理性、准确性较好。该方法有较强的实用性及广阔的应用前景。

(收稿日期:1998-11-10 编辑:张志琴)