

农村饮水安全工程渗漏隐患检测方法探讨

邓中俊^{1,2}, 姚成林^{1,2}, 贾永梅², 杨安辉², 张新沂², 王会宾²

(1. 中国地质大学(北京)地球物理与信息技术学院, 北京 100083;

2. 中国水利水电科学研究院工程安全监测中心, 北京 100038)

摘要:针对农村饮水安全工程中蓄水和调节设施渗漏隐患检测尚无有效的技术手段的现状,总结了农村饮水安全工程渗漏检测的特点,对蓄水设施和水源调节设施两类工程渗漏隐患检测技术与方法进行了对比分析,提出了适用的渗漏检测方法,并通过在某小型水库开展现场检测试验,验证了该检测方法的有效性。

关键词:农村饮水安全工程;渗漏隐患;检测方法

中图分类号:TV698.2+1

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2012)S2-0112-03

农村饮水安全工程的蓄水和调节设施主要有小型水库、水塘、蓄水池、水渠、渡槽、涵管、暗渠等,蓄水设施存在的渗漏隐患主要是指小型水库、塘坝等挡水建筑物内部存在的渗漏通道等,部分渗漏通道在蓄水时和输水过程中水的渗漏通过肉眼观察即可找到,而部分隐患由于隐蔽在地下,这些不宜直接观察发现的渗漏隐患,只有采用专门的检测仪器设备才能探测清楚。国内对于农村饮水安全蓄水及调节设施(土石坝、水池、输水隧洞和涵管)渗漏检测所适用的检测技术与仪器,尚未进行过系统的比较试验研究。由于各种安全隐患自身的特殊性和每种地球物理方法的局限性、多解性,无法适用于各种不同设施的渗漏检测^[1-3],如何利用综合物探方法优选仪器组合,是一个值得深入研究的课题。

1 农村饮水安全工程渗漏检测的特点

由于修筑条件限制,农村小型水库、塘坝、涵管、暗渠等农村饮水安全工程设施的质量较差,经过多年运行,存在水力冲刷带走细颗粒土、基础塌陷造成不均匀沉降和生物侵害等问题,致使存在多种渗漏隐患,有的隐患存在于坝体内,也有的存在于覆盖层和浅层基础内。由于这些缺陷深浅不知,位置不定,设施出现漏水后,在地表面难以发现准确的渗漏位置,因此对检测技术和检测仪器提出如下的要求:

①无损检测;②灵敏度高,能探测到微弱异常信号;

③分辨率高,能探测出体积小的目标;④重量轻,便于移动;⑤操作简便,一般技术人员经短期培训能独立操作;⑥探测结果出图快,结果容易判别^[4-5]。

现有的部分堤防和大坝隐患探测方法和仪器一般能满足上述渗漏检测要求,但各种检测方法与仪器均有其适用性与优缺点,需根据农村饮水安全工程检测的特点和具体情况,进行有针对性的检测技术与仪器比选,确定适当的检测方案,以提高检测结果解读的准确性。

2 农村饮水安全工程渗漏检测方法对比分析

在常用的工程物探方法中,自然电场法和弹性波法适合于大体积的目标体探测,而且检测方法相对较复杂,而一般的农村饮水安全工程均为小型水利工程,所以这两种方法不适合于农村饮水安全工程的渗漏检测。而直流电阻率法、瞬变电磁法和探地雷达法由于检测方式相对简单,准确度较高,则可用于农村饮水安全工程的渗漏快速检测。

2.1 蓄水设施渗漏检测技术

针对小型水库、塘坝等有坝蓄水设施选取探地雷达、瞬变电磁仪、大地电导率仪3种检测仪器进行对比分析,结果如表1所示。

根据表1对比分析,农村饮水安全工程蓄水设施渗漏检测,可首先采用人工巡查方法,除了用肉眼观察外,检查人员还可以用脚感知是否出现水温低

基金项目:水利部公益性行业科研专项(201101035)

作者简介:邓中俊(1982—),男,湖北武汉人,工程师,博士研究生,主要从事工程物探研究。E-mail:dengzj@iwhr.com

的异常现象。在条件允许时,可以采取以大地电导率仪为主,瞬变电磁仪和地质雷达为辅的综合物探检测,这样便可检测出有坝蓄水设施中的渗漏位置。

表 1 蓄水设施检测技术对比分析

仪器	优点	缺点
探地雷达	位置分辨率高,检测速度很快,适合于土石坝浅层检测	检测深度浅(一般小于10 m),非屏蔽线圈受干扰影响较大
瞬变电磁法	位置分辨率高,探测深度较大,深层分辨率较高,对渗漏位置反应清晰,技术成熟	易受探测对象内盐和金属的干扰,或受环境电磁干扰
大地电导率仪	探测深度为几十米,可直接显示地层电导率,容易发现渗漏位置	易受环境电磁干扰,深度分辨率相对较低

2.2 水源调节设施渗漏检测技术

针对涵管、暗渠等隐蔽的水源调节设施,选取高密度电法仪、红外线成像仪和探地雷达 3 种检测仪器和方法进行对比分析,结果见表 2。

表 2 水源调节设施检测技术对比分析

仪器	优点	缺点
高密度电法仪	位置分辨率高,可识别渗漏点	需将电极插入地下,容易受环境电磁干扰,现场检测效率低。
红外线成像仪	探测效率高,实时显示成像结果,可在夜间探测	对操作技术要求较高
探地雷达	检测速度较快,对结构缺陷反应	无法准确定位地下渗漏点

针对农村饮水安全工程水源调节设施渗漏检测,在出现渗漏以后,可首先采用人工观察方法,直接找到漏水点。在条件允许时,可以采取以红外线成像仪为主,地质雷达为辅的综合物探检测,这样便可快速查找水源调节设施中的渗漏点,为后续修补方案的制定提供技术支撑。

3 现场检测应用

为验证上述检测方案的有效性,笔者在江西某农村山区小型水库进行了现场验证试验。该水库主要用于给周边山区农村居民提供饮用水源,采用探地雷达、瞬变电磁法和大地电导率仪对该水库大坝进行检测对比试验。为了查明大坝坝体、坝基渗漏情况,布置了 4 条测线:测线 1 和测线 2 布置在坝顶,测线 1 沿坝轴线布置,测线 2 在测线 1 后 2 m 处,与测线 1 平行;测线 3 布置在坝前坡马道上;测线 4 布置在坝后坡马道上。下面着重介绍比较典型的检测结果。

图 1 为 GDP-32^{II}型瞬变电磁仪在测线 2 检测结果,显示桩号 0~0+010 和 0+090~0+110 范围内,信号出现异常,表明该范围内覆盖层含水量大于其他部位。

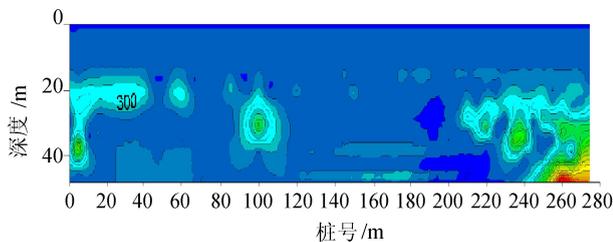


图 1 GDP-32^{II}型瞬变电磁仪测线 2 检测结果

图 2 为探地雷达在测线 2 检测结果。桩号 0+008~0+03、深度 2~6 m 范围内,桩号 0+064~0+080、深度 4~8 m 范围内,桩号 0+104~0+124、深度 3~7 m 范围内,桩号 0+140~0+148、深度 3~7 m 范围内,桩号 0+168~0+184、深度 3~7 m 范围内,桩号 0+196~0+224、深度 2~6 m 范围内,出现反射信号,表明该处坝体填料不均匀。其余地方未见明显异常。

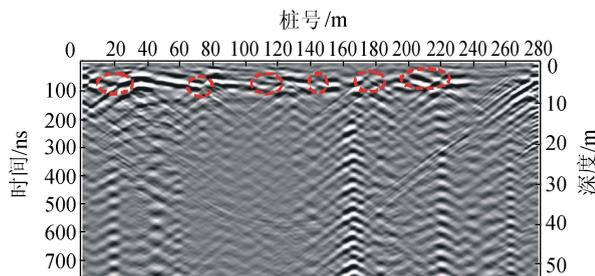


图 2 探地雷达测线 2 检测结果

图 3 为 EM34-3 型大地电导率仪在测线 4 检测结果。桩号 0+053~0+083 范围内,7.5 m 测深曲线显示电导率异常,表明下游马道在该范围内含细颗粒土较多,15 m 测深曲线显示电导率低于 30 m 测深曲线电导率出现明显异常,表明该处填料不均匀。桩号 0+135~0+155 范围内,7.5 m,15 m,30 m,60 m 4 条测深曲线显示电导率异常,电导率偏低,3 条曲线其余部分较平稳,表明坝体及其基础不存在渗漏通道。

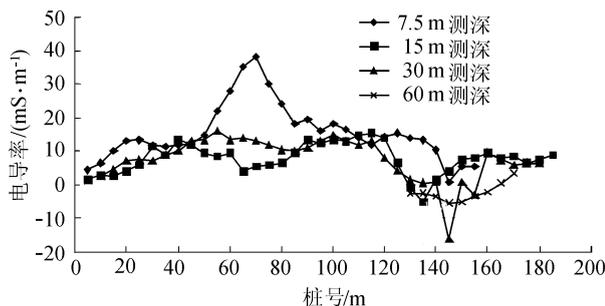


图 3 EM34-3 型大地电导率仪测线 4 检测结果

图 4 为探地雷达在测线 4 检测结果。图中显示在桩号 0~0+008、深度 2~10 m 范围内,桩号 0+028~0+048、深度 2~8 m 范围内,桩号 0+090~0+120、深度 2~14 m 范围内,出现反射信号,表明该处填料

不均匀。其余地方未见明显异常。

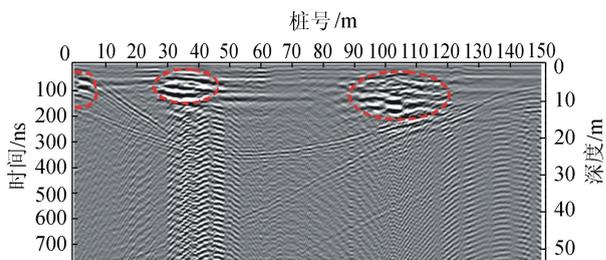


图4 探地雷达测线4检测结果

综上,通过采用大地电导率仪、瞬变电磁仪和探地雷达等方法对某农村饮水安全工程中的小型水库大坝进行了综合物探检测,检测结果发现:坝体内存在多处填料不均匀区,其中下游马道附近存在两处较大范围填料不均匀区,该处可能存在渗漏隐患。检测结果经业主方进行施工资料复核和验证,表明检测结果是准确的。

4 结 语

目前,由于农村饮水安全工程虽然一般工程规模小,但由于其直接影响到农村的饮水安全,其渗漏

隐患检测逐渐引起相关部门的重视。本文分析了小型水库、塘坝等蓄水设施和涵管、暗渠等水源调节设施的渗漏隐患探测方法,通过检测方法的对比分析,确定了适当的检测仪器,并通过在某小型水库开展现场检测试验,检验了该渗漏检测方法的适用性和可靠性。虽然方法有效,但检测成本相对较高,效率偏低,下一步需要研究更为便捷、高效且适合农村饮水安全工程基层技术人员使用的技术手段。

参考文献:

- [1] 李富强,王钊. 堤坝隐患探测技术综述[J]. 人民黄河, 2004,26(10):15-17.
- [2] 葛双成,沈水土. 海塘工程隐患探测技术应用实例简述[J]. 浙江水利科技,2008(9):33-35
- [3] 王仁钟,大坝隐患探测与安全评价[J]. 中国水利,2008(20):41-44.
- [4] 房纯纲,姚成林. 堤坝隐患及渗漏无损检测技术与仪器[M]. 北京:中国水利水电出版社,2011.
- [5] 穆秋冬. 农村饮水安全与工程管理[J]. 黑龙江水利科技,2008(3):177

(收稿日期:2012-07-25 编辑:熊水斌)

(上接第111页)

2009年在广东省恩平马山水库除险加固工程自动化监测项目中实施的大坝安全遥测系统,由于水库坝体所在位置距离监控管理中心较远、分散且无电源供电,如进行远程集中供电,费用太高且存在诸多不稳定因素,因此也采用基于本文介绍的方法设计及选用太阳能光伏发电系统进行供电,现场布置3套无线遥测采集终端实现对大坝渗压信号的采集,无线遥测采集终端选用输出功率为20W的太阳能光伏电池方阵和容量为38A·h 阀控式密封铅酸蓄电池,大坝安全遥测系统至今在连续工作的条件下,没有因为电源问题而中断工作。

4 结 语

太阳能光伏发电系统作为遥测遥控系统的能源,具有可靠性高、安装运行简单、易于运输、不产生任何污染和噪声等优点。选用一套经济实用又可靠稳定的太阳能光伏发电系统,解决遥测遥控系统在运行中出现容量不够或容量过大问题,可保证水利工程的安全运行,为安全监测、分析和数据管理提供及时、可靠、稳定的数据。

参考文献:

- [1] 张建云,唐镇松,姚永熙. 水文自动测报系统应用技术

[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005.

- [2] 孙增义,吴跃. 水文自动测报系统技术基础及其应用[M]. 北京:中国水利水电出版社,1999.
- [3] 施继祥. 太阳能电源在水情遥测自动化系统中的应用[J]. 黑龙江水利科技, 2007, 35(3):9-20.
- [4] 王义忠. 太阳能在水情自动测报系统中的应用[J]. 电信科学,1996,12(5):33-38.

(收稿日期:2012-07-10 编辑:熊水斌)

