

综合物探法在水库渗漏隐患排查中的应用分析

叶剑龙

新疆水利水电勘测设计研究院勘测总队

DOI:10.12238/hwr.v6i1.4171

[摘要] 在我国水利事业发展中,水库安全隐患排查和处理是日常工作体系的重要组成部分,也是实际工作开展较为薄弱的环节。受制于技术条件和客观因素影响,单纯采用某一种方式,通常无法有效进行水库渗漏隐患排查,将各种方法有机组合,利用综合物探法进行排查处理,对安全管理工作成效具有直接影响。本文在简要概述综合物探法相关概念和原理基础上,对具体应用流程和形式进行说明,并探析技术和设备层面的发展趋势,以此为水利管理事业发展做出应有贡献。

[关键词] 综合物探法; 水库; 渗漏; 隐患排查

中图分类号: TV697.3 **文献标识码:** A

Analysis on Application of Comprehensive Geophysical Exploration Method in the Investigation of Reservoir Leakage Hidden Danger

Jianlong Ye

Survey Corps of Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey, Design and Research Institute

[Abstract] In the development of China's water conservancy undertakings, the investigation and treatment of reservoir safety hazards are important parts of the daily work system, and are also relatively weak links in the actual work. Subject to the influence of technical conditions and objective factors, it is usually impossible to effectively investigate the potential leakage of reservoirs by simply adopting a certain method. The organic combination of various methods and the use of comprehensive geophysical exploration methods for investigation and treatment have a direct impact on the effectiveness of safety management. Based on a brief overview of the relevant concepts and principles of comprehensive geophysical exploration methods, this paper explains the specific application process and form, and analyzes the development trend of technology and equipment, so as to make due contributions to the development of water conservancy management undertaking.

[Key words] comprehensive geophysical exploration method; reservoir; leakage; investigation of hidden danger

前言

水库渗漏隐患排查是确保坝体等各个部位运行安全的重要保障,也是日常工作的重点内容,在我国水利事业发展中,大部分水库建设运行年限都在20年以上,并且以土石坝类型为主。在自然环境作用下,部分管理维护不到位的环节会出现坝体渗漏、金属结构锈蚀和结构缺陷等方面问题。以此不仅对水库运行安全造成较大隐患,还会对周边群众生产生活带来不利影响。利用综合物探法做好水库渗漏隐患排查,已经成为当前水库安全管理的重要形式。

1 综合物探法概述

1.1 综合物探法的概念和工作原理

基于字面含义出发,综合物探法是采用两种或两种以上的物探方法组合,对目标工程进行多角度探测的方法。但是就实际应用而言,综合物探法是在综合考虑物探数据采集要求、现场环境、物探方法应用条件和人力设备等各个因素情形下,对物探方法进行优化组合的工作方式^[1]。综合物探法的应用,首先需要明确不同物性参数要求,确保探测参数的全面性和准确性,尽量提升探测精度。其次是要遵循“深浅结合”原则,

确保不同方法应用的精度与深度都能够全面覆盖,以获取更加丰富、完整的探测信息,为渗漏现象的精准排查提供基本依据。

1.2 综合物探法的应用优势

在水库渗漏隐患排查处理中,高效应用综合物探法做好前期物探工作,具有如下方面的应用优势。首先来说,综合物探法的应用具有数据探测精准度高、误差小等方面优势,能够将误差控制在厘米甚至是毫米级范围内,有效提升隐患排查工作水平。其次是具有探测效率高、耗时短等特征,能够充分发挥不同物

表1 水库土石坝渗漏成因

渗漏部位	成因
坝体	墙体裂缝及漏水现象; 加固改造中新老坝体接触面处理不到位; 填筑料质量不合格、设计抗剪指标选用不当造成渗漏隐患; 鼠害及白蚁洞穴隐患
坝基	基底清除不合理; 铺盖裂缝造成渗漏; 冲刷渗漏; 岩溶坝基渗漏
绕坝	透水层出露; 岸坡位置出现岩溶通道; 清基不彻底; 岸坡洞穴现象
输水设施	衬砌砂浆不饱满; 黏土夯压或回填灌浆不密实; 闸门破损、止水失效

探方法的技术优势,有针对性的做好某些方面的数据采集,更好的提升整体工作效率^[2]。再次是具有适用范围广、经济效益高等特征,通过不同物探技术的结合应用,能够在有效控制作业成本基础上,完成各种复杂场景的水库物探作业要求,提升隐患排查水平,为水库综合管理能力提升起到积极的促进作用。

1.3 综合物探常见应用方法

当前物探检测在各种工程建设中都有较为广泛的应用,综合物探则是将这些方法有机结合,充分发挥各自优势,并对检测数据进行对比分析,并实现参数精细化控制的技术体系。在水库渗漏隐患排查作业中,较为常用的物探检测方法主要有如下几种形式:(1)高密度电阻率法,其原理是基于物探对象或区域中不同地质成分介质导电性能差异,进行阵列勘探的方法。在物探作业中,高密度电阻法具有采集数据量大、勘探准确度高,应用范围广等特征,并且技术应用较为成熟,是应用频率最高的技术类型^[3]。(2)浅层地震反射法,其原理是利用爆炸等技术形式,促使浅层地表发生轻微振动,依据振动幅度和波频等信息的采集,分析地质组分,在基岩埋深较大及地质密度有较大差异的勘测工程中,具有较好的应用效果。(3)探测雷达法,主要是基于不同物质电磁波差异实现对物质类型的准确勘测,在垂直分布的工程基础地层勘测中具有良好应用效果,但是能够探测的位置较浅,应用范围较为受限。

2 综合物探法在水库渗漏隐患排查中的应用

2.1 水库大坝渗漏成因

水库大坝渗漏是水利工程运维体系中较为常见的问题,做好渗漏成因分析,是确保物探检测高效推进和除险加固措施制定的基本依据。结合当前水库大坝管理工作与资料总结,土石坝不同部位渗透现象成因如表1所示。

2.2 技术应用流程说明

利用综合物探法进行水库渗漏隐患排查,具体实施过程主要包括如下流程:(1)资料搜集,资料内容包括水库建设和运行管理资料,水库大坝除险加固的检测资料、渗漏位置及最新得水文资料等^[3]。通过全面的资料分析,为具体方法选择提供依据。(2)方法组合,根据资料分析、现场条件及不同物探法所具有的优势,对具体方法组合形式进行优化。(3)测线布置,针对坝体防渗墙、坝基帷幕及坝体轴线等部位,对存在隐患的裂缝、渗漏通道、洞穴及松软层的部位,采用“三横一纵”的方式进行基准布线,并结合现场情况适当增加测线,尽量提升物探精度。(4)资料解释,主要是基于物探成果图件,对不同物探方法在相同位置和深度物探效果进行对比分析,结合可能存在的问题,对相应的异常现象进行性质界定,以对隐患现象做出合理的推断。(5)钻探验证,针对某一特殊点进行钻探,对综合物探法得出的结论进行验证,更为精准的判断隐患现象的性质、规模和发育情况,对物探解释精度进行判定。

2.3 工程概况

新疆地区某水利工程项目,是集灌溉、防洪与城市供水相结合的综合性生活水利,水库总库容7374万m³,正常蓄水

位1394.5m,实际库容6534万m³,拦河坝最高为78.75m。大坝为2级建筑物,黏土心砂砾石坝。根据工程项目运维工作要求,需要对工程项目大坝进行渗漏探测。结合探测目标要求和现有工作条件,以自然电场法和为随机流场拟合法,在库区范围内进行综合物探普查,并对异常区域进行加密测试,确定渗漏区域和路径,对渗漏部位进行技术处理,基于电阻测试确定处理效果,确保水库保持良好运行状态。

2.4 工作布置

基于技术和管理资料,结合水库大坝现场条件,综合物探工作布置内容如下:探测剖面布置数量为30个,其中自然电场法剖面25个,伪随机流畅拟合法剖面为3个,测点间距均为7m,测点布置主要位于水库区、大坝、量水坝和坝肩等位置,基本要求为从左至右、从上至下、交错分布。此外在大坝两侧布置2条测线,其中一条对电磁法探测路线相吻合,另一条基于高密度电法探测,在大坝左半区呈斜线形分布。两条测线设定长度为300m,电极数量60个,间隔均为5m。

2.5 物探结果分析

基于物探综合分析,得出如下结果:(1)在水库区内左坝位置,有2处渗漏现象,其中1处为线条状渗漏通道,1处为点状渗漏;(2)左坝为主要渗漏路径,并且基岩位置渗漏较为明显,基于地质资料推断渗漏通道位于岩溶位置。两处渗水现象都较为明显,在背水面无其他渗漏现象。

2.6 钻探抽芯验证

为确保综合物探法检测结果的准确性,在可能存在泄露的异常位置进行钻探抽芯验证。在钻探过程中,每隔2m取原状土进行土工实验,每隔5m进行注水实验。基于实验结果显示,在左坝位置中有较为明显的中等透水现象,土质呈饱和湿润状态,推测在异常部位坝体由于长时期渗透压力作用出现渗漏通道和渗漏点。钻探抽芯结果与物探成果较为吻合,并且能够提供较为准确的地质类型数据,初步判断渗漏通道位置,以此为后续处理工作开展提供参考,为确保水库安全

稳定运行奠定良好基础。

3 综合物探法应用要求和发展趋势

3.1 综合物探法应用要求

3.1.1 做好前期资料收集整理

在水利工程建设运行体系中,各个环节都会保留工程施工资料、运维技术、除险加固资料等,这些资料是确定综合物探法实施的基本依据。通过对前期资料分析,结合水库运行现状基本勘察工作,能够更好的确定渗漏隐患排查重点部位,并初步分析渗漏现象存在形式,以此为具体方法选择、工作计划制定、人力和物力资源投入等提供应有参考^[4]。因此在水库相关管理部门日常工作体系中,要严格依照规范要求做好资料整理与备份工作,在具体工作开始前做好工程地质和水文情况勘察工作,为物探检测工作开展奠定良好基础。

3.1.2 选择合适的方法组合

不同的物探法在技术原理上有明显差异,适应地质条件和场景也有明显不足,都具有各自的应用优势和不足。因此在利用综合物探法进行水库渗漏隐患排查时,应当结合资料分析和不同物探法所具有的优势,选择最为合适的组合方法。以此在确保检测结果准确性基础上,

有效控制运行成本,切实提升除险加固处理效益水平。

3.1.3 做好数据处理和验证

由于不同物探法得出的数据精度有所差异,与隐患分布和发育情况有所偏差,因此在具体实施过程中,还需要借助设备和计算机系统对数据进行处理,以达到各种方法应用相互补充相互验证要求,利用钻探抽芯的方式进行验证,以确保探测深度和探测精度基本要求^[5]。

3.2 综合物探法发展趋势

虽然综合物探法当前已经得以快速发展应用,但是依然只能获取渗漏位置和渗漏源的定性空间信息,在空间位置、规模大小和渗漏量等定量信息方面还有所不足,因此在未来发展中,综合物探法还需要在技术和设备方面朝向更高水平发展。就技术层面而言,主要是朝向智能化方向发展、朝向连续自动采集技术方向发展,以此能够获取更多、更为精准的数据。而在设备方面,则是要确保设备具有良好的防尘、防震和防潮方面发展,从单一性专用化功能朝向多功能方向发展,以此能够实现更为复杂场景下的应用,为定量分析提供完善的数据支撑。

4 结束语

利用综合物探法进行水库渗漏隐患排查,在实际应用中具有较为明显的应用优势,因此对相关技术人员来说,必须强化对技术应用的理论研究,优化综合物探法的具体应用形式,以此更为精准的判定渗漏隐患状态,为水库加固处理措施制定奠定良好基础。

[参考文献]

[1]安鑫.综合物探法在水库防渗墙渗漏检测中的应用[J].广西水利水电,2021,(01):21-24.

[2]姚纪华,罗仕军,宋文杰,等.综合物探在水库渗漏探测中的应用[J].物探与化探,2020,44(02):456-462.

[3]蒋甫伟,王森,丁浩,等.综合物探方法在大坝渗漏探测中的应用分析[J].陕西水利,2020,(01):28-30.

[4]王平.综合物探法在大坝渗漏探测中的应用探析[J].陕西水利,2019,(6):44-45+50.

[5]任众.综合物探法在水库大坝渗漏探测中的应用与展望[J].陕西水利,2019,(02):38-39.

作者简介:

叶剑龙(1987--),男,汉族,陕西蒲城人,本科,工程师,从事工作:水利水电工程物探勘察及物探检测工作。