

物探检测在某水利枢纽工程中的应用分析

叶剑龙

新疆水利水电勘测设计研究院勘测总队

DOI:10.12238/hwr.v6i3.4281

[摘要] 水利枢纽工程物探是工程建设、工程维护与安全隐患排查工作中依赖性最强的技术,通过不同物探技术的结合应用,能够更为全面、精准的采集具体工作开展所需要的数据,并利用数据对比分析,明确工程建设和运维工作开展要点,确保水利枢纽工程保持良好的运行状态。本文在明确当前物探检测方法分类及应用优势基础上,以某水利枢纽工程防渗加固处理物探检测为例,说明物探检测法的具体应用流程,并探讨物探检测法新型技术发展趋势,以此为后续工作改进提供参考,为提升水利工程建设管理实效起到积极的促进作用。

[关键词] 物探检测; 水利工程; 发展趋势

中图分类号: TV93 **文献标识码:** A

Analysis on Application of Geophysical Detection in a Water Conservancy Project

Jianlong Ye

Survey Corps of Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute

[Abstract] Geophysical exploration of water conservancy projects is the most dependent technology in engineering construction, engineering maintenance and safety hazard investigation. Through the combined application of different geophysical exploration technologies, the data required for specific work can be collected more comprehensively and accurately, and using the data for comparative analysis to clarify the key points of project construction, operation and maintenance work, so as to ensure that the water conservancy project maintains a good operating state. On the basis of clarifying the classification and application advantages of the current geophysical detection methods, this paper takes the geophysical detection of anti-seepage reinforcement treatment of a water conservancy project as an example to illustrate the specific application process of the geophysical detection method and discuss the development trend of new technologies of the geophysical detection method, so as to provide references for the improvement of the follow-up work and play a positive role in improving the effectiveness of water conservancy project construction management.

[Key words] geophysical detection; water conservancy project; development trend

在水利枢纽工程建设和运行管理体系中,安全隐患排查、防渗加固是日常工作开展的重要内容,是确保工程运行经济效益、社会效益和生态效益实现的重要基础。在当前物探技术不断发展、结合应用水平不断提升背景下,物探检测在水利工程运维管理中的应用水平也不断提升^[1]。基于现场条件和技术应用优势,选择不同的物探检测法或进行综合物探检测,能够更为精准的发现水利枢纽坝体、防渗墙、帷幕等不同位置的安全隐患,为防渗加固处理提供基本的数据参考依据,从而更好的提升整体工作精度。

1 物探检测方法的分类及应用优势

从物探检测方法运行原理进行划分,应用较为成熟的方法主要包括如下几种类型:(1)高密度电法,以地层内隐伏目标体

与周边介质及不同物性层面之间电性差异为界定标准,利用阵列式电极排列方式,进行面状的连续数据采集。通过在一个测点上进行不同电极排列组合获得多组测量参数,能够有效提升物探工作效率,提升测量结果精准度,在隐伏岩溶、构造破碎带及软弱结构面等不良地质体的防渗工程检测中,具有较好的应用优势。(2)单孔声波观察法,是通过对孔内岩体波速值进行速度分层,以准确测定分层结构完整性和强度的方法,结合已有资料,能够更好的分析低速层的性质及成因,准确界定灌浆处理重点部位。(3)钻孔电视观察法,基于彩色电视图像,能够更加准确、全面的分析孔壁岩体现状,对岩溶、构造破碎带各个结构面的发育密度、产状、性质等进行分析,并为灌浆施工作业方案优化提供参考,或结合相关试验对施工质量进行检测评价^[2]。(4)孔间

电磁波CT,其原理是基于不同介质间的电性差异,在进行扇形观测基础上构成细化的成像单元,并结合反演计算形成的图像和相关物探资料,对岩体的岩性和风化程度进行判断,以更好的界定不良地质体的分布区域和空间状态。

此外,在工程物探检测作业中,还有高精度实景建模以对混凝土外观缺陷进行检测、三维超声横波对混凝土内部缺陷进行检测、声呐检测对水下结构缺陷进行检测等新型方法。在实际应用中,为达到更好的检测结果,通常是将两种或两种以上的方法结合在一起进行处理,也就是采用综合物探法进行检测,为工程建设和运维管理提供精准参考。

2 物探检测在某水利枢纽工程中的应用

2.1 工程概况及防渗加固情况

某水利枢纽工程,具有防洪、农业灌溉、发电、城市供水及生态补水等多方面功能,总库容量1.031亿 m^3 ,控制流域面积80 km^2 ,在地方社会经济发展中承担重要作用。水库大坝原设计方案为黏土心墙坝,但是在实际施工中,坝体填筑材料变更为黏土和不均匀砾(碎)石混合料。在长期运行过程中,上游坝坡部分位置出现塌陷和松动现象,砌石有明显风化现象,部分位置压实度较低。在坝基岩基位置出现岩溶和多条断层破碎带现象,坝体和坝肩位置则出现不同程度的渗漏现象。为确保坝体后续运行安全,拟采用坝体防渗墙和坝基帷幕灌浆施工相结合的方式,对现有问题进行处理。在施工处理过程中,需采用综合物探检测法,对混凝土防渗墙的完整性和连续性、对帷幕灌浆效果进行探测,以确保施工质量达到设计方案要求。

2.2 现场检测试验

2.2.1 现场检测设备的准备

在本项目物探作业中,采用探地雷达法和高密度电法相结合的方式进行检测处理。其中探地雷达设备采用美国进口的地球物理测量系统,频率参数为40MHz~1.5GHz,分辨率为5ps,在作业过程中,为提升有效信号采集全面性和精准度,设定为全通滤波采集方式,并利用FIR带通方法进行数据处理,对多次波干扰进行压制,以有效提升雷达检测剖面信噪比。高密度电法检测设备采用国产三维高密度测量系统,主要有主机、分布式开关适配器、开关电缆和不锈钢电极、开关自检器、电法处理软件等^[3]。在进行测量时,能够基于自动采集和现场数据自动处理直接显示测定断面的分布图示。

2.2.2 现场测线布置情况

现场测线布置对设备运行性能、物探结果准确性和全面性等具有直接影响。结合本项目物探检测要求和现场情况,布置探地雷达法测线2条,均位于防渗墙顶部位置,布置高密度电法侧线4条,分别位于坝顶背水侧、坝后一级平台和二级平台、坝脚部位。探测作业期间水位约为93.33m。

2.2.3 探测结果及分析

基于探地雷达法探测结果显示,利用探地雷达法对坝顶防渗墙检测,80MHz雷达波同相轴呈总体连续状态,在探测范围内防渗墙具有良好的连续性和密实性。在40MHz天线检测中,由于

环境电磁干扰影响较大,在进行异常干扰处理后,可以看出在大坝两端防渗墙底部有两处信号异常现象,推测该部位可能存在渗水现象,也就是防渗墙局部密实度不足。

基于高密度电法探测结果显示,坝顶背水侧在高程100.0m至坝顶部位,未见明显低阻异常现象,土体成层性较好,而在70.0~100.0m之间,则有多个低阻异常区,说明该区域内土体含水量较高。在70.0m以下部位,视电阻率明显增加,该高程属于坝体与坝基结合部位,探测数据结果与基岩面的分布情况一致,说明探测结果较为准确。坝后一级平台测线高程为99.0m,在检测结果中显示有三处低阻异常区且分布较为广泛,说明该区域土体含水量较高。坝后二级平台测线高程为88.0m,在高程60.0m以上呈现为相对高阻,但是在60.0m以下部分桩号范围内呈现低阻异常,说明有土体含水量较高现象。坝脚测线高程为60.0m,在覆盖层电阻率整体较低,但是在测线两端部位电阻率有明显降低,说明土体含水量较高。

2.3 探测结果讨论

基于探测结果分析,该水利枢纽工程不同部位均有土体含水量较高的现象,说明在实际运行中,有较大可能出现渗漏现象,因此需要结合资料和现场钻探等方式进行验证。在防渗墙施工记录查询中,某桩号位置有溶洞现象,在岩溶裂隙发育作用下,会导致渗流现象。在进行帷幕灌浆作业时,有明显的冒浆现象,虽然采取待凝、复灌等施工措施,但是依然会存在帷幕灌浆不密实,从而出现雷达波异常^[4]。在某桩号位置由于输水管道与防渗墙结合部位只是采用灌浆处理,因此推测有接触渗漏现象。在某桩号位置,依据工程资料显示,曾由于滑坡现象进行重新填筑,在填筑作业中存在填料含水量大、碾压不密实现象,也会造成该区域含水量过高。

综合上述分析结果,在进行大坝除险加固时,应当重点做好异常部位和区域的处理,采取较为完善、对应的处理措施,尽量消除防渗墙墙体不密实或缺陷现象,有效控制渗漏现象,消除大坝运行安全隐患,为水利枢纽工程效益发挥奠定良好基础。

3 物探检测新型技术发展趋势

3.1 三维探测及建模分析技术

当前各种物探检测方法应用中,主要还是以二维形式为主,探测结果也只能显示为二维剖面,无法对检测结果进行精准化分析,无法满足水利工程建设和运营管理要求。在未来发展中,随着计算机三维技术的不断发展,探测设备也应当随之进行优化调整,实现真正意义上的三维探测,进而对探测目标或区域进行三维建模分析,更好的提升探测结果精准度,为水利工程施工和运维措施制定提供更加精准的依据。

3.2 无人机物探技术

在新时期水利枢纽工程项目功能更加多元化,工程线路覆盖地形地貌更加复杂情形下,常规的地面勘探技术已经无法满足实际工作开展需要,尤其是在陡崖和植被较为丰富区域,物探工作开展难度更是明显增加,因此借助无人机技术开展物探作业,也成为水利工程物探技术发展的重要方向。但是在当前无人

机技术体系中,续航不足、探测精度低,是限制物探技术应用的主要问题,将现有物探技术与无人机技术进行结合改进,针对水利枢纽工程建设的一般要求,对技术应用方式进行优化,是无人机物探技术发展应当关注的重点。

3.3 水域物探勘察及检测技术

水域物探勘察及检测技术是涵盖水地下层结构、河湖采砂探测、淤积层厚度探测、库坝水下渗漏探测、过水隧洞运营质量检测等各个方面的技术体系,当前实际应用中,也开发出水上地震、水上电法、浅剖和水上机器人等技术类型^[5]。但是相对于地表和孔中物探技术而言,这些技术应用受水文环境限制较为明显,技术体系也不够完善,存在应用范围狭窄、物探数据不够精准,检测性能不足等方面问题,还无法充分发挥出物探检测在水利工程建设运行中的指导作用。

3.4 时移物探监测技术

由于水利枢纽工程本身运行的动态性特征,使得物探作业也需要根据动态变化进行实时调整,因此开发具有良好性能的时移物探监测技术,在不同时间段对水利工程特定目标物性参数进行动态采集,并结合人工智能技术对数据运行特征进行分析,更为精准高效的实现目标物体安全隐患识别,是水利物探检测技术发展的重要方向。但是在当前实际应用中,时移控制技术相对较为滞后,与人工智能技术结合不够紧密,技术应用局限在堤防渗漏、溃堤等安全隐患排查方面,在水利工程安全运营保

障作用中的作用还未充分发挥出来。

4 结束语

物探检测作为水利枢纽建设、管理和运维工作开展的基础性技术,在未来必将与智能化技术有机结合,形成完善的技术应用体系,推动整体工作朝向数据化方向发展,以此才能够更好的提升水利枢纽运行水平,为经济效益、社会效益和生态效益水平提升起到积极的促进作用。

[参考文献]

- [1]尹剑,徐磊,陈爽,等.水利工程地球物理探测技术发展及展望[J].水利水电快报,2022,43(02):32-39+51.
- [2]谭显江,张志杰,杨磊,等.水利水电工程施工工期工程质量物探检测技术系统性应用分析[J].水利水电快报,2022,43(02):40-46.
- [3]王志豪,赵楠,代琦.综合物探在水利工程帷幕检测中的应用[J].海河水利,2019,(04):61-64.
- [4]田增彪.探析工程物探检测方法技术应用与展望[J].中国金属通报,2019,(03):287+289.
- [5]鲍伏旻.金沙水电站坝基岩体物探检测技术研究[J].企业科技与发展,2018,(10):112-113.

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。

中国知网数据库简介:

CNKI介绍

国家知识基础设施(National Knowledge Infrastructure, NKI)的概念由世界银行《1998年度世界发展报告》提出。1999年3月,以全面打通知识生产、传播、扩散与利用各环节信息通道,打造支持全国各行业知识创新、学习和应用的交流合作平台为总目标,王明亮提出建设中国知识基础设施工程(China National Knowledge Infrastructure, CNKI),并被列为清华大学重点项目。

CNKI 1.0

CNKI 1.0是在建成《中国知识资源总库》基础工程后,从文献信息服务转向知识服务的一个重要转型。CNKI1.0目标是面向特定行业领域知识需求进行系统化和定制化知识组织,构建基于内容内在关联的“知网节”、并进行基于知识发现的知识元及其关联关系挖掘,代表了中国知网服务知识创新与知识学习、支持科学决策的产业战略发展方向。

CNKI 2.0

在CNKI1.0基本建成以后,中国知网充分总结近五年行业知识服务的经验教训,以全面应用大数据与人工智能技术打造知识创新服务业为新起点,CNKI工程跨入了2.0时代。CNKI 2.0目标是将CNKI 1.0基于公共知识整合提供的知识服务,深化到与各行业机构知识创新的过程与结果相结合,通过更为精准、系统、完备的显性管理,以及嵌入工作与学习具体过程的隐性知识管理,提供面向问题的知识服务和激发群体智慧的协同研究平台。其重要标志是建成“世界知识大数据(WKBD)”、建成各单位充分利用“世界知识大数据”进行内外脑协同创新、协同学习的知识基础设施(NKI)、启动“百行知识创新服务工程”、全方位服务中国世界一流科技期刊建设及共建“双一流数字图书馆”。