

# 探地雷达技术在水利工程质量检测中的运用

刘铖 王伟

江苏禹衡工程质量检测有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i10.5779

**[摘要]** 探地雷达技术,凭借其非破坏性、高分辨率和实时监测的优势,在水利工程的渗漏检测、结构完整性分析、地质结构勘测、施工质量监控以及维护与修复决策支持等方面发挥了重要作用,通过对雷达探测得到的数据分析,可以及时发现水利工程中存在的隐患,如裂缝、空洞、渗漏等问题,并为修复和加固提供决策依据。基于此,本文首先对在水利工程质量检测中探地雷达技术的概述进行简要分析,随后阐述在水利工程质量检测中运用探地雷达技术的作用,最后详细描述了探地雷达技术在水利工程质量检测中的应用,以供相关人士交流参考。

**[关键词]** 探地雷达技术; 水利工程; 质量检测; 运用

中图分类号: TV 文献标识码: A

## Application of Ground Penetrating Radar Technology in Quality Inspection of Water Conservancy Engineering

Cheng Liu Wei Wang

Jiangsu Yuheng Engineering Quality Inspection Co., Ltd

**[Abstract]** Ground penetrating radar technology, with its advantages of non-destructive, high-resolution, and real-time monitoring, has played an important role in leakage detection, structural integrity analysis, geological structure survey, construction quality monitoring, and maintenance and repair decision support in water conservancy projects. By analyzing the data detected by radar, hidden dangers such as cracks, voids, leaks, etc. can be timely discovered in water conservancy projects, and decision basis can be provided for repair and reinforcement. Based on this, this article first briefly analyzes the overview of ground penetrating radar technology in water conservancy project quality inspection, then elaborates on the role of using ground penetrating radar technology in water conservancy project quality inspection, and finally describes in detail the application of ground penetrating radar technology in water conservancy project quality inspection, for relevant personnel to use. Exchange reference.

**[Key words]** Ground penetrating radar technology; Water conservancy engineering; Quality inspection; apply

### 引言

在水利工程的建设和管理过程中,质量检测是一个不可或缺的环节,它直接关系到工程的安全性、可靠性以及长久的运行稳定性,并且随着科技的发展,探地雷达技术作为一种高效的无损检测技术,已经被广泛应用于水利工程的质量检测中。该技术通过发射和接收反射回来的电磁波,能够探测地下或水下结构的详细信息,为工程师提供了一种新的检测手段。探地雷达技术的运用,不仅提高了检测工作的效率,也使得检测结果更加精确,有助于预防和减少水利工程中可能出现的风险。

### 1 在水利工程质量检测中探地雷达技术的概述

#### 1.1 探地雷达技术原理

探地雷达技术是一种高频电磁波探测方法,广泛应用于水利

工程质量检测中,该技术通过发射天线发射高频电磁脉冲信号,这些信号穿透地表,当遇到地下介质的界面时会产生反射。反射回来的信号被接收天线捕获,并由数据采集系统记录下来,由于不同介质的电磁特性存在差异,反射回来的电磁波信号会表现出不同的时间延迟和振幅变化,通过分析这些变化,可以推断地下结构和介质的分布情况。探地雷达技术的优势在于其非破坏性、高分辨率和实时性,能够在不破坏地面和结构本身的情况下,快速获取地下情况的详细信息。此外,该技术具有很好的穿透力,可以用于检测水利工程中的混凝土结构、土壤层、岩石层等,以及它们之间可能存在的缺陷,如裂缝、空洞等,通过对探地雷达图像的详细分析,工程师可以对水利工程的质量进行准确评估,及时发现潜在问题并采取措施,从而确保工程的安全性和可靠性。

## 1.2 探地雷达技术发展历程

探地雷达技术,作为一种地球物理勘探手段,其发展历程标志着地球探测技术的进步,这项技术起源于20世纪60年代,最初用于军事领域,用于探测地下的掩体和隧道。随着技术的进步和应用需求的增加,探地雷达逐渐被引入到民用领域,尤其是在水利工程质量检测中得到了广泛的应用。在水利工程领域,探地雷达技术的发展经历了从简单的脉冲回波探测到现代的高分辨率成像技术。早期的探地雷达系统操作复杂,数据处理能力有限,限制了其在水利工程中的大规模应用,然而随着计算机技术的发展,特别是数字信号处理技术的进步,探地雷达技术变得更加高效和精确。现代探地雷达系统能够提供高分辨率的地下结构图像,使得工程师能够更加清晰地识别地下的裂缝、空洞以及其他缺陷。此外,探地雷达技术在数据处理和解释方面也取得了显著进步,通过结合地理信息系统(GIS)和其他地球物理数据,探地雷达图像可以与地表特征和其他地下结构数据相结合,提供更全面的地下情况分析,这些进步不仅提高了探地雷达技术的实用性,也拓宽了其在水利工程质量检测中的应用范围,使其成为一项不可或缺的工具<sup>[1]</sup>。

## 2 在水利工程质量检测中运用探地雷达技术的作用

在水利工程质量检测中,探地雷达技术作为一种高效的无损检测手段,能够穿透各种材料,如混凝土、土壤和岩石,提供关于水利工程结构的详细信息。探地雷达技术的应用,使得工程师能够在不破坏结构的情况下,检测到潜在的缺陷和问题,如混凝土内部的裂缝、空隙、分层以及土壤的湿度分布等,这些信息对于评估结构的完整性和安全性至关重要。此外,探地雷达技术在监测水利工程的施工过程中也显示出巨大价值,它可以实时监控施工质量,确保工程按照设计规范进行。例如,在大坝建设中,探地雷达可以用于检测坝体的均匀性和密实度,及时发现施工过程中可能出现的问题,并采取相应措施进行修正。探地雷达技术还广泛应用于水利工程的维护和管理。通过对水利设施定期进行探地雷达检测,可以及时发现老化、损坏等问题,从而提前规划维修和加固工作,延长工程的使用寿命,同时这项技术在灾害评估和应急响应中也发挥着重要作用,特别是在洪水、地震等自然灾害发生后,探地雷达技术能够快速评估水利工程的受损情况,为灾后重建和修复提供决策支持。总之,探地雷达技术在水利工程质量检测中的作用是多方面的,它不仅提高了检测的效率和准确性,还有助于保障水利工程的安全运行和长期稳定,是现代水利工程不可或缺的技术手段<sup>[2]</sup>。

## 3 探地雷达技术在水利工程质量检测中的应用

### 3.1 渗漏检测与评估

探地雷达技术在水利工程质量检测中扮演着至关重要的角色,尤其是在渗漏检测与评估方面,其中水利工程如大坝、水库、运河等在长时间运行过程中,可能会因为结构老化、施工缺陷或外部环境因素出现渗漏问题,这些问题若不及时检测和处理,可能会对工程安全造成严重威胁。探地雷达技术通过发射和接收反射回来的电磁波,能够有效地探测到水在地下的异常流动,识

别出渗漏的路径和范围。该技术能够在不同深度和广度上进行扫描,对地下结构进行细致的透视,从而精确地定位渗漏点,并且在实际应用中,探地雷达技术可以对水利工程的防渗层、排水系统等关键部位进行定期检测,及时发现并评估渗漏情况,通过对雷达图像的分析,工程师可以判断渗漏的严重程度,制定相应的维修方案。此外,探地雷达技术的高分辨率特性使其在细微渗漏的检测中也表现出色,能够捕捉到初期的渗漏迹象,实现早期预警,这对于防止小问题演变成大故障具有重要意义,与传统的渗漏检测方法相比,探地雷达技术具有速度快、效率高、无损探测等优点,极大地提高了水利工程渗漏检测的质量和效率,通过这种方式,探地雷达技术为水利工程的维护和管理提供了强有力的技术支持,确保了工程的长期稳定运行。

### 3.2 结构完整性分析

探地雷达技术在水利工程质量检测中的应用也体现在结构完整性分析上,这项技术能够穿透混凝土、土壤和其他材料,提供关于水利工程结构的详细信息,帮助检测人员评估结构的完整性和稳定性,通过分析反射回来的雷达信号,可以识别出结构内部可能存在的缺陷,如裂缝、空洞、蜂窝和接缝不良等,这些都是影响水利工程安全运行的关键因素。在结构完整性分析中,探地雷达技术的应用不仅限于表面检测,还能深入到材料内部进行探测,这项技术可以测量结构的厚度,评估材料的均匀性,以及检测隐藏在水下或地下结构的状况,对于大坝、水库、河堤等关键水利设施,定期使用探地雷达进行结构完整性分析是确保其长期稳定运行的重要手段。此外,探地雷达技术的实时监测能力为结构完整性的持续评估提供了可能,与传统的检测方法相比,探地雷达技术能够更加快速、准确地提供检测结果,从而为工程维护和修复决策提供科学依据,通过对雷达图像的详细分析,可以预测结构的退化趋势,及时采取措施防止潜在的安全问题,这对于保障人民生命财产安全和水资源的可持续利用具有重要意义<sup>[3]</sup>。

### 3.3 地质结构勘测

探地雷达技术在地质结构勘测方面发挥着重要作用,特别是在水利工程的规划和施工阶段,这项技术能够对地下的地质情况进行详细的探测,帮助工程师了解土壤层、岩石层以及其他地下结构的分布情况,通过对地下结构的精确勘测,可以为工程设计提供关键的地质信息,确保水利工程的稳固性和安全性。探地雷达技术的应用使得勘测工作更加高效和精确,与传统的地质勘探方法相比,探地雷达技术能够以非破坏性的方式快速获取地下结构的图像,避免了大规模挖掘和钻探带来的成本和时间消耗,这项技术能够探测到地下的异常结构,如溶洞、裂缝带以及其他可能影响工程稳定性的地质问题,从而在施工前就能够采取措施进行规避或加固。此外,探地雷达技术还能够用于监测水利工程周边地区的地质变化,及时发现可能对工程安全造成威胁的因素。例如,在水库建设过程中,探地雷达可以用来监测库区的地质稳定性,预防滑坡和其他地质灾害的发生,通过这

种方式,探地雷达技术不仅提高了水利工程的建设质量,也为工程的长期运行提供了保障<sup>[4]</sup>。

### 3.4 施工质量监控

探地雷达技术在水利工程的施工质量监控中扮演着关键角色,为施工过程中的质量管理提供了一种有效的科学手段,而且这项技术能够实时监测施工材料的铺设情况,确保施工的每一步骤都符合设计规范和质量标准。在水利工程中,混凝土的浇筑、防渗层的铺设、土石坝的压实等关键施工环节,都需要严格的质量控制。利用探地雷达技术,施工团队可以在施工过程中对混凝土的均匀性和密实度进行检测,及时发现可能存在的缺陷,如裂缝、空隙或不均匀的混合料,此外探地雷达还能够对防渗层的连续性和完整性进行评估,确保防渗层能够有效阻止水分渗透,维持工程的稳定性和安全性。探地雷达技术的非破坏性和高分辨率特点,使其成为施工质量监控的理想选择,与传统的钻芯取样等破坏性检测方法相比,探地雷达技术不会对施工结构造成损害,同时能够提供更为精确和细致的检测结果,这项技术的应用大大提高了施工质量监控的效率和准确性,有助于降低工程风险,缩短工期,节约成本。通过探地雷达技术的应用,施工团队能够对水利工程的施工质量进行全面的监控和管理,确保工程的每一个细节都达到预期的质量要求,这种先进的监控手段对于提升水利工程的整体质量,保障工程的长期稳定运行具有重要意义。

### 3.5 维护与修复决策支持

探地雷达技术在水利工程的维护与修复决策支持方面发挥着至关重要的作用,这项技术能够为工程的定期检查、维护和紧急修复提供科学依据,确保水利工程的长期稳定运行,通过对水利工程结构进行定期的探地雷达检测,可以及时发现结构老化、损坏或其他潜在问题,从而在问题恶化前制定相应的维护和修复计划。探地雷达技术的应用,使得维护工作更加有的放矢,它能够精确定位问题区域,比如识别混凝土结构中的裂缝发展情况或检查水库坝体的渗漏问题,这些信息对于制定修复方案至关重要,可以避免无效的大面积维修,节约成本和资源。此外,探地雷达技术还可以用于监测修复工程的效果,而且在进行修

复后,通过再次使用探地雷达技术检测,可以评估修复措施的有效性,确保问题得到彻底解决,这种监测不仅有助于提高修复工作的质量和效率,也为未来的维护工作提供了宝贵的经验和数据支持。总之,探地雷达技术在水利工程的维护与修复决策中提供了强有力的技术支持,它通过提供准确的检测数据,帮助工程师做出更加明智的决策,从而确保水利工程的安全性和功能性,延长工程的使用寿命,保障水资源的合理利用和分配<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

综上所述,探地雷达技术作为一种先进的检测手段,在水利工程质量检测中扮演着不可替代的角色,从渗漏检测与评估到结构完整性分析,从地质结构勘测到施工质量监控,再到维护与修复决策支持,探地雷达技术的应用贯穿了水利工程建设和运营的全过程,它以其非破坏性、高效率和高精度的特点,为水利工程的安全性、稳定性和耐久性提供了有力保障。通过探地雷达技术的应用,工程团队能够及时发现和解决潜在的结构问题,优化施工过程,提高工程质量,同时也为工程的长期维护和管理提供了科学依据。随着技术的不断发展和创新,探地雷达技术在水利工程中的应用将更加广泛,其功能和性能也将得到进一步提升,为水利工程的可持续发展做出更大的贡献。

## [参考文献]

- [1]刘强,王超.探地雷达技术在水利工程质量检测中的应用研究[J].工程技术研究,2022,7(20):20-22.
- [2]邱宏光.探地雷达技术在矿山地质检测中的应用[J].石油石化物资采购,2023,(17):95-97.
- [3]丁涛.探地雷达技术在水利工程质量检测中的应用[J].黑龙江水利科技,2022,(002):050.
- [4]宋丽月.探地雷达检测技术在水利工程检测中的应用[J].黑龙江水利科技,2022,(003):050.
- [5]熊鹏.探地雷达及其在水利工程质量检测中的应用[J].四川水泥,2023,(2):156-159.

## 作者简介:

刘铖(1986-),男,汉族,江苏高邮人,本科,工程师,水利工程。