

地雷达技术在水利工程检测中的应用研究

陈智贵 陆爽 吴晶晶

江苏省水利科学研究院 江苏 扬州 225000

摘要: 地质雷达也称为探地雷达, 是使用来自界面的电磁波的高频反射来确定目标位置的一种方法。地雷达测量发射的电磁波只能在岩石内部传播, 由于岩层具有吸收强、衰减大、探测距离短的优势, 因此被广泛用作水利工程检测, 理想地反映了快速、无损和精确的特性, 并促进了水利工程建设。

关键词: 地雷达技术; 水利工程检测; 应用研究

水利工程检测是保证水利工程安全可靠运行的重要手段, 探地雷达作为一种重要的检测手段, 具有无损检测特性、分辨率高、检测效率高等特点, 本文对探地雷达在水利工程检测中的具体应用进行了探讨。

1 探地雷达技术工作原理

探地雷达技术利用高频(超高频)电磁波来探测物体或界面, 遵守波反射定律, 主要由两部分组成: 发射(天线、发射机)和接收(接收器)。雷达工作时, 雷达主机控制脉冲源向发射器发送周期信号, 产生电磁频率, 由发射天线发射, 然后行进地下或深处, 被地面反射, 然后对接收到的电磁波进行信号处理, 分析电磁波的形状、幅度和传播时间, 从而确定物体的大小、位置和深度, 获得对物体运动的准确定义。当电磁信号通过介质传播时并出现在电流差异很大的中间界面时, 电磁波信号会被反射、透射和折射。两种介质的介电常数差异越大, 反射的电磁波强度越高, 从而提高检测能力。反之, 识别效果差。这些反射电磁波的速度特性被雷达主机准确记录下来, 对技术信号进行处理, 产生全断面的扫描图像。通过解读和判读雷达图像, 工程师和技术人员可以评估目标物的实际结构情况^[1]。

2 探地雷达技术的分类

2.1 调频式探地雷达

频率调制的地面雷达通过控制电磁波发射器, 定期检查雷达系统发射的电磁波的频率, 并分析特定时间的发射频率和接收频率之间的差异, 以计算穿透地层深处的待探测物体与雷达天线探头之间的距离。调频雷达适用于检测小型单个目标, 同时物品也应该在地表浅层。多层物质系统的结构使得后续的数据分析变得非常困难, 因为反射回来的信号是由接收天线接收的, 给后期数据分析带来很大的困难。

2.2 步进式探地雷达

与调频式探地雷达相同, 地雷达相位测量也监测频率, 但发射波的频率不是连续的而是变化的。地雷达探头级根据固定的频段获取雷达的相位和幅度, 可以通过使用逆傅立叶变换将信号返回到时域信号来计算时延。

2.3 脉冲式探地雷达

脉冲雷达是目前技术研究和检测中应用最广泛的雷达检测系统。当雷达穿透地表时, 脉冲雷达通过天线将电磁波穿

过空域发射到通道的内部结构中, 在那里电磁波被该区域的两种材料。如果路径的内部结构有许多与不同组件连接的区域, 则从天线接收到的信号包含由每个连接反射的不同电磁波。在延迟脉冲中, 接收信号延迟是双向信号在接口之间传播所需的时间。通过对这些数据进行分析和汇总, 可以计算出道路内部结构层大小。脉冲很容易穿透地面, 雷达系统也有一种简单的信号处理技术, 适用于识别具有多个良好表面的探测物质测定。因此, 脉冲雷达被广泛应用于各个领域。

3 地雷达技术在水利工程检测中的应用

3.1 在裂缝探测中的应用

长期运营下, 水利工程难免出现裂缝, 常见的裂缝按其形成原因分为收缩裂缝、温度裂缝、层间裂缝和沉降裂缝。裂缝, 尤其是贯穿裂缝, 受结构力的影响很大, 可能对结构的稳定性构成严重威胁。裂缝通常充满空气截止, 其环境介电常数显著不同, 子空间顶部和底部的中间也有很大的物理差异。因此, 当雷达检测到裂缝时, 裂缝周围的非电介质会对波形产生深远的影响, 导致电磁波被反射。因此, 可以通过改变反射电磁波的形状来检测裂缝。对于短距离和长距离, 在雷达图像中观察到同轴不平衡, 导致波长更短, 高频物体撞击坑底并产生积极影响。对空间与地雷达表示的图像之间的关系分析如下: (1) 不均匀沉降裂缝。地雷达探测图像中由于不均匀妥协引起的裂缝往往是永久性的, 当地下水相对渗透率较低时, 雷达同轴完整性较好, 起伏变化比较小。(2) 滑坡裂缝。由于比较宽, 电磁波在宽缝中会有比较强的反射, 这可能会导致雷达图像中的波跟踪出现一些不连续性。同时, 滑坡还可能会导致下部土层发生较大位移, 雷达波会出现明显错位、移动和上抬现象。

3.2 堤坝渗漏的检测

(1) 大坝和水库设计、坝基、坝体和其他支撑结构暴露于水。大坝渗漏的原因是复杂的。在正常情况下, 大坝渗漏很可能与土壤质量和初级结构有关, 也可能与大坝对坝体和坝体材料的投入不足有关, 有与设计相关的其他因素。如果大坝的进水量低且进水量低且不影响大坝的稳定性, 则大坝是安全的。(2) 检测地雷达潜在危害检测在潜在危害分布小于20m时提高测试结果, 但当潜在危害显著时应与其他检测方法结合使用。在研究过程中, 波浪空间在水生环境的影

响下发生了显著变化。检测面的图像变得更清晰, 泄漏通道的位置发生变化, 可以确定危险的级别和严重性[2]。

3.3 在渗漏探测中的应用

渗漏是土壤和酸性化合物的常见问题, 因为代表着隐蔽损伤。一旦发现, 往往会因泄漏而造成损坏。泄漏造成损坏的原因有很多, 如: 强透水性地基处理不当, 基础防渗处理不良或防渗设施失效。混凝土结构渗漏是一种新型裂缝, 是在水压作用下形成的。土壤结构的裂缝是由于材料选择不当和施工质量问题造成的, 土壤中携带着大量的废水颗粒。在没有穿透结构损坏的情况下, 雷达波形具有连续同轴平滑波的特征。如果发生渗漏破坏, 排气口和周围材料变得饱和, 在水的影响下可以获得介电常数和电导率, 使高频信号大大衰减, 冲击波的频率降低, 即信号“变胖”。随波长拉伸, 与不渗漏部位产生明显交界面, 并显示出明显的反射区域。水的介电常数非常高, 大约为80。万一发生泄漏或船闸底座损坏, 雷达上会形成清晰的投影区。渗漏损坏显著增加了雷达剖面的开波强度, 因此由此产生的纹波通常具有明显的间歇性或部分连续性同轴不平衡的影响, 雷达图像有明显的不规则性。深度1.7m处出现明显的强反射区, 在上部高反射区有一个重叠和应力消除, 主要是由于基础内空洞、裂缝和松散区域引起的。

3.4 内部隐患探测

节水工程主要包括干、湿、动、静态水库, 水闸, 大坝建设和供水工程, 对建筑质量存在各种风险。在探测水利工程的隐藏威胁时, 雷达穿透方法与其他地球物理探测方法相比具有明显优势, 具有分辨率高、效率高等特点。

3.5 内部隐患探测

在雷达介电常数的技术分析中发现的物体的理论渗透率与实际耦合常数不太匹配, 这种理论和实际误差往往会影响到雷达探测的准确性。解决这个问题的主要方法是针对不同区

域设置参数, 在详细了解项目实际情况后, 对不同区域的雷达信号进行检测和分析。设置多个对比后, 理论介电常数和实际介电常数越来越接近、误差越来越小。

4 检测存在问题及解决途径

4.1 理论介电常数的适用性问题

说到水利枢纽工程中的雷达探测, 在工程设计阶段通常无法对材料进行波速调整, 波速很难确定。为了解决这个问题, 可以选择一个具有增强雷达图像检测的钢筋混凝土场地, 进行波速的调节, 使得校准波速的精度通常很高。

4.2 定型检测缺陷的问题

在特定测试期间, 雷达图像可能会显示不同的检测错误, 并且在许多情况下会显示相同的问题图像。因此, 在解析检测错误时存在几个分析错误。有效解决这些问题的最重要的解决方案是研究分析项目的实际设计, 清楚地了解项目的施工情况, 以及图像传输分析的定义。为了充分验证和分析影响图像的其他因素, 按照上述措施, 如果研究结果尚不明确, 可能需要请在雷达领域具有丰富经验的专家和专家参与进来, 基于雷达探测器定义结果得出更合理的结论。

5 结论

探地雷达检测技术具有分辨率高、检测速度快、结果稳定等特点。与常规检测方法相比, 探地雷达检测技术的检测结果更加高效准确, 因此被广泛应用于研究中。地雷达探测技术提供快速的细节和水利工程的质量精度, 并提高水利工程的质量。

参考文献:

- [1]丁浩.探地雷达技术在水利工程检测中的应用[J].水利规划与设计,2018,(06):148-152.
- [2]孙学成.地质雷达技术在地下工程检测中的应用[D].石家庄铁道大学,2015.

