

水利工程塑性混凝土防渗墙无损检测技术的应用分析

仇晓杰

甘肃省水利水电工程局有限责任公司 甘肃 兰州 730046

摘要:水利工程塑性混凝土防渗墙是非常重要的防渗措施,能够有效保护工程安全和稳定。然而,在使用过程中可能会出现一些问题,如开裂、渗漏等,需要及时了解和评估墙体的质量状况,并采取修复措施。无损检测技术作为一种非破坏性的检测手段,被广泛应用于水利工程中。本文首先介绍了无损检测技术的优势,接着介绍了水利工程中常用的无损检测技术,最后,详细阐述了无损检测技术在防渗墙质量控制中的应用。

关键词:无损检测;塑性混凝土;水利工程

水利工程建设质量是与国民利益息息相关的重要问题。为了确保水利工程在正常运行时具备良好的施工质量和安全性,需要进行有效的质量管理和监控。近年来,无损检测技术在水利工程建设中取得了迅猛发展,涌现出了一系列先进的无损检测方法,如探地雷达检测技术、弹性波CT检测技术、垂直发射法检测技术等。这些技术的应用使得水利工程的无损检测方法体系日益完善。在我国,许多大型水利水电工程已经采用了类似于CT弹性波探测的技术。随着无损检测技术的发展,相关的技术设备也具备了高智能化水平和较高的数字化水平。这些设备可以在同一时间内完成数据采集、整理、计算分析和信息处理等复杂任务,而且只需要携带一台便携式计算机就能进行智能操作。通过使用先进的无损检测技术和智能化设备,水利工程管理者能够有效监控施工过程的质量,并且交付高质量的工程。这为确保水利工程在恶劣天气条件下正常运行提供了保证,进而保障了国民的切身利益。

1 无损检测技术的应用优势

无损检测技术在水利工程塑性混凝土防渗墙的应用中具有多方面的优势。首先,无损检测技术是一种非破坏性的检测方法,不需要对结构物进行破坏性的采样或试验。这意味着在结构完整性不受影响的情况下,可以获取到准确的结构健康状况和性能参数信息,从而为工程师提供更全面的评估和决策依据。其次,无损检测技术具有快速和高效的特点。相对于传统的破坏性检测方法,无损检测技术可以在较短的时间内完成检测工作,提高了施工效率和工作周期。第三,无损检测技术具有较高的精准度。通过使用先进的设备和算法,无损检测技术能够提供准确的定量和定性分析结果,可以检测出墙体内部的缺陷、异物、空洞等问题,为工程师提供更准确的结构评估和维修建议。第四,无损检测技术具有多样性。根据具体的检测需求和条件,可以选择适用的

无损检测方法,如超声波、雷达、红外热像等,以提高检测的灵活性和适用性。最后,无损检测技术在经济上也具有优势。通过精细化的检测手段和数据分析技术,可以有效降低人力、物力和时间成本,减少不必要的拆除和修复工作,从而降低整体的检测和维修成本^[1]。

2 水利工程中常用的无损检测技术

2.1 探地雷达检测

这种方法通常采用电偶极激发雷达波,以电磁波为信号源,以高频电磁脉冲对信号的反射来探测建筑物的真实状态。在进行数据监测时,一般采用点取样的方式,对其进行持续或密集的数据采集。此法可用于地质成层条件、浸润线和地下水位线的分析,或用于特殊的工程质量检验,例如抗渗材料的完整性,隧道的溶洞等。探地雷达探测技术具有良好的实用价值,可以精确地获取各类被测对象的内部部件物质信息,然而,不同材质所产生的回声在雷达图像上所呈现出的效应却不尽相同。根据该原理,可以对不同地质石材间的接触面之间有无脱空进行检测,可以较为准确地判断出不同地质材料间的分界线位置^[2]。

水利工程中的探地雷达主要应用于以下几个方面。首先,它能够用于地质成层条件分析。通过探地雷达检测地下的反射信号,可以确定不同地层的性质和分界线位置,帮助工程师了解地下地质结构和成层情况。这对于水利工程的设计和施工至关重要,能够选择合适的施工方法和材料。其次,探地雷达可以用于浸润线和地下水位线的分析。它可以通过检测地下水与土壤的接触面来确定浸润线和地下水位线的位置。对于水利工程的水文分析和水资源管理而言,这是非常关键的,可以帮助合理规划水利设施并保护地下水资源。第三,探地雷达在工程质量检验方面有着重要的应用。它可以用于检测抗渗材料的完整性以及探测隧道溶洞等特殊情况。通过

精确获取材料或结构内部部件物质信息,可以判断工程质量是否符合要求,并提前发现潜在问题,采取有效的修复和加固措施。总之,探地雷达技术在水利工程中具有广泛的应用前景,能够提高工程建设的效率和质量,同时降低风险和成本。未来还可以结合改进和扩展探地雷达技术,进一步提升其在水利工程中的应用价值。

2.2 CT弹性波检测

CT弹性波检测作为一种无损检测技术,具有非破坏性、内部结构信息获取、快速高效和多功能性等优点,该检测方法是一种基于计算机断层成像(CT)技术和弹性波传播原理的无损检测方法。将弹性波在被测物体内部的传播情况与物体内部的结构和性质联系起来,通过测量和分析弹性波在物体内部的传播特征,获取物体的内部信息。CT弹性波检测的基本原理是利用传感器产生和接收弹性波信号,并对信号进行处理和分析。在检测过程中,传感器通过施加压力或振动来产生弹性波,然后接收波传播的路径和相应的波形信号。根据不同的物体结构和性质,弹性波在物体内部的传播速度和衰减情况会发生变化,这些变化可以通过对波形信号进行处理和解析来获得。此项技术已用于某水利工程的外墙,如塑性砼防渗墙,并获得了很高的评价^[3]。然而,因为塑性砼防渗墙本身的构造特点,这种方法在进行质量检验时有着一定的限制,因此在实践中很难进行操作。

2.3 垂直反射法检测

随着数字化技术装置和计算机技术的发展,地震反射技术在塑性砼防渗墙监测中得到了进一步的发展和完善。地震反射技术基于同一类型媒质中波速一致的原理,通过检测波的传播速率和振源振频来监测墙体质量。近年来,监测设备的精确性和计算机技术的进步使得监测技术更加准确。在塑性砼防渗墙的监测中,选择合适的监测设备来实施监测,并对监测结果进行分析和评估非常重要。地震反射技术可以消除建筑物部件中的波动,并利用波动的传播机理来处理收集到的数据,构建出反映建筑物部件品质的影像信息。这种方法不会对墙体内部造成损伤,成本

低,并且适应性强。地震反射技术具有高效率和操作方便的优势,可以与各类设备的软硬件配合使用,对墙体进行调查,综合判断和分析建筑构件的质量。然而,目前设备所收集到的数据的准确性和精度仍有待提高,因此在远程墙壁质量检测中存在一定限制^[4]。

在水利工程中,垂直反射法(Vertical Electrical Sounding,简称VES)检测是一种常用的电法勘探方法,用于了解地下的地质和水文情况。主要应用包括以下几个方面。首先,垂直反射法可以帮助确定水文地质条件,包括地下水的产出层、含水层的厚度、地下水位和水质情况等。通过测量不同深度的电阻率分布,可以绘制出地下水位线图和水文剖面,提供水利工程规划和水资源管理的依据。其次,垂直反射法可以用于检测地下水污染的程度和范围。通过测量不同深度的电阻率,可以获取地下水与污染物的相互作用情况,揭示污染源的位置和扩散路径,为水利工程的污染治理和保护提供参考。第三,垂直反射法可以用于评估地下岩土工程特性,如地层的厚度、岩石和土壤的堆积、岩体的稳定性等。通过测量不同深度的电阻率,可以推断地下土层的类型和性质,为水利工程的选址、设计和施工提供必要的地质信息。最后,垂直反射法在探测岩溶地区的地下水和地质条件方面具有一定的优势。通过测量不同深度的电阻率,可以揭示岩溶地形、洞穴和暗河等地下空腔的分布情况,为水利工程的岩溶地质破坏和工程安全评估提供参考^[5]。

3 无损检测技术在防渗墙质量控制中的应用

根据使用地质雷达探测技术获得的防渗墙岩心和岩心的详细资料,进行了质量检验。测试中,首先在不透水墙上钻一孔,并取得了岩心样本见表1、表2。接着,采用压水法对样本进行了测试。在测试过程中,共进行了两次钻孔,每次取得了4个岩心样本,覆盖了墙体的整个高度。通过检测发现,该水库的塑性砼防渗墙基本没有质量问题。墙体内部材料基本连续,孔隙裂缝蜂窝等问题较少,并且未发现大型的孔隙裂缝和孔洞。这表明防渗墙在质量上是符合要求的,能够有效地防止水的渗透。

表1 防渗墙芯墙检测数据

| 取样部位 | 取样深度 | 成墙类型 | 渗透系数 | | | 芯样抗压强度/MPa | | | |
|-------|--------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-----|-----|-------|
| | | | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 实验比降 |
| 4+570 | 1-2.2 | 水泥石 | 1.33×10^{-7} | 9.41×10^{-8} | 9.68×10^{-8} | 4.3 | 3.3 | 3.5 | > 101 |
| | 4-6.9 | 水泥石 | 1.24×10^{-7} | 8.13×10^{-8} | 1.12×10^{-7} | 4.6 | 3.5 | 3.9 | > 97 |
| | 9-11.4 | 水泥石 | 1.11×10^{-7} | 8.59×10^{-8} | 8.42×10^{-8} | 6.1 | 2.6 | 4.5 | > 95 |
| 4+420 | 2-3.4 | 水泥石 | 1.07×10^{-7} | 3.86×10^{-8} | 9.73×10^{-8} | 4.1 | 2.7 | 3.1 | > 99 |
| | 2-4.9 | 水泥石 | 1.25×10^{-7} | 8.54×10^{-8} | 9.77×10^{-8} | 4.2 | 3.2 | 3.6 | > 105 |
| | 5-7.6 | 水泥石 | 1.33×10^{-7} | 9.87×10^{-8} | 1.09×10^{-7} | 5.6 | 1.7 | 3.0 | > 96 |

续表:

| 取样部位 | 取样深度 | 成墙类型 | 渗透系数 | | | 芯样抗压强度/MPa | | | |
|-------|------|------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|-----|-----|------|
| | | | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 最大值 | 最小值 | 平均值 | 实验比降 |
| 4+920 | | 塑性 | 9.45×10^{-6} | 1.14×10^{-7} | 1.89×10^{-7} | 2.3 | 1.8 | 2.0 | > 70 |
| | | 混凝土 | | | | | | | |
| 4+972 | | 塑性 | 1.31×10^{-7} | 9.24×10^{-8} | 2.46×10^{-7} | 2.6 | 1.7 | 2.4 | > 83 |
| | | 混凝土 | | | | | | | |

表2 防渗墙钻孔防渗性能检测结果

| 桩号 | 成墙类型 | 墙厚/m | 墙深/m | 孔深/m | 孔径/m | 试段长度/m | 孔底水压力/m | 渗透系数/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$) | 水例坡降 | 试验结果 |
|-------|------|------|------|------|------|--------|---------|--|------|------|
| 5+041 | 水泥石 | 0.32 | 13 | 8.8 | 64 | 8.15 | 12.58 | 2.32×10^{-8} | 84.3 | 合格 |
| 4+382 | 水泥石 | 0.32 | 7 | 6.6 | 64 | 5.87 | 9.7 | 9.32×10^{-8} | 69.2 | 合格 |
| 4+612 | 塑性 | 0.30 | 10.5 | 5.28 | 58 | 4.48 | 9.3 | 3.63×10^{-7} | 78.4 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |
| 4+832 | 塑性 | 0.30 | 10.7 | 6.1 | 58 | 5.43 | 10.31 | 1.32×10^{-7} | 84.2 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |
| 5+424 | 塑性 | 0.30 | 15 | 5.2 | 58 | 4.82 | 9.5 | 1.82×10^{-7} | 81.2 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |
| 7+172 | 塑性 | 0.30 | 15 | 5.4 | 58 | 4.53 | 9.26 | 7.57×10^{-7} | 78.5 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |
| 7+625 | 塑性 | 0.30 | 15 | 5.5 | 58 | 5.23 | 9.9 | 3.26×10^{-8} | 82.1 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |
| 6+043 | 塑性 | 0.30 | 11 | 6.3 | 58 | 6.17 | 10.48 | 6.43×10^{-8} | 86.7 | 合格 |
| | 混凝土 | | | | | | | | | |

4 结语

综上所述, 目前, 在我国水利工程建设活动中, 采用塑性混凝土进行防渗墙体施工的情况也日益增多, 在这种情况下, 对塑性混凝土防渗墙体的质量检测也显得更加重要, 而伴随着应用需求的增长, 无损检测技术也在不断发展。当前所采用的各类非破坏性测试方法都存在着各自的优势与不足, 从整体上来说, 该方法的发展尚不完善, 还有待于进一步的完善与创新。对各类无损检测技术在实践中的使用情况进行深入地研究, 并从中找出这些技术中的不足之处, 从而为今后的无损检测技术的改进与创新, 积累更多的经验与思路。

参考文献

- [1]甄雷.水库工程中塑性混凝土防渗墙施工技术[J].价值工程,2023,42(23):150-152.
- [2]邹晨阳,张双喜,陈芳.混凝土防渗面板裂缝综合无损检测技术研究[J].水利水电科技进展,2023,43(02):89-95.
- [3]刘盼.弹性波CT无损检测法在水工混凝土防渗墙检测中的应用[J].黑龙江水利科技,2022,50(09):141-142+178.
- [4]黄祖元.浅谈水库混凝土防渗墙无损检测——超声波法的应用[J].湖南水利水电,2022(04):45-46.
- [5]扈本娜.弹性波CT在混凝土防渗墙无损检测中的应用[J].水科学与工程,2021(06):80-83.