

无损检测技术在水利工程中的应用探究

秦 盼

甘肃科瑞水电工程试验检测有限公司 甘肃 兰州 730046

摘 要：水利工程对当今社会经济的发展和人们生活水平的提升有着极其重要的作用。加强工程质量检测可以及时发现并处理工程存在的问题，而无损检测技术在工程检测中发挥着重要作用，因此利用分析法等方法对无损检测技术在水利工程中的应用进行了探究。在探究过程中先对无损检测技术的内涵及特点进行了简要分析，之后探讨了该技术在水利工程中的价值及工程中常用的检测技术，最后探究了技术的应用策略。探究结果表明，灵活应用无损检测技术可以实现连续检测、减少对工程的影响，增强检测结果的准确性。

关键词：无损检测技术；水利工程；超声波检测

前言

加强水利工程建设可以增加经济效益与社会效益，近年来政府社会对水利工程质量的要求越来越高，无损检测技术可以为工程质量检测提供新的思路，所以需要结合水利工程的特点对无损检测技术进行深入探究并明确技术要点以及实施流程，为无损检测技术的应用提供参考。

1 无损检测技术的内涵及特点

1.1 内涵

无损检测技术指的是在不影响被检测对象使用性能以及内部组织的基础上利用物理或化学手段以及现代化设备对被检测对象的表面结构、内部状态、位置、尺寸、数量、形状等各方面情况进行检查和测试的技术^[1]。

1.2 特点

无损检测技术具有非破坏性、全面性以及全程性等特点，其中非破坏性指的是在检测过程中不会对被检测对象的性能造成破坏；全面性指的是可以对被检测对象进行100%的全面检测；全程性指的是不仅可以对被检测对象本身进行检测，也可以对其原材料进行检测。

2 无损检测技术在水利工程中的价值

2.1 可以实现连续检测

从实际情况来看，传统的有损检测技术需要进行抽样，可能会出现中断等情况，无法实现连续性的检测，这不仅会延长检测时间，也会影响检测结果的准确性。若在水利工程中应用这种技术手段会耗费大量的时间和精力，可能会影响到后续工作的开展。而无损检测技术可以在同一时间、同一地点连续采集并分析数据，有利于缩短检测时间、增强原始数据的准确性，继而增强检测结果的可靠性，所以应用无损检测技术具有重要意义^[2]。

2.2 可以减少对工程的影响

传统的有损检测技术需要从被检测对象中获取一定的样品，这就有可能会对水利工程造成一定的破坏和影响。而无损检测技术可以利用物质的声、光、磁、电、热等特性进行检测，不仅可以充分反映被检测对象的缺陷，也不会对被检测对象造成破坏，有利于保障水利工程的安全稳定运行。

2.3 可以实现远距离检测

传统的检测技术无法实现远距离检测，而无损检测技术可以通过遥控机械设备而实现远距离检测且可以将数据输送至检测中心，有利于降低水利工程的检测难度，增强检测结果的准确性。

3 水利工程中常用的无损检测技术

3.1 超声波检测技术

超声波检测技术是常用的无损检测技术，主要是根据材料及其缺陷的声学性能差异对超声波传播反射情况和穿透时间的能量变化，利用超声波检测仪这种设备检验材料内部是否存在缺陷，具有灵敏度高、成本低、效率高、周期短、对人体无害等优势。在应用该技术时需要做好检测前的准备工作，即熟悉被检测对象、选择合适的检测仪器与探头、做好仪器的校准与调整工作，之后再进行检测并分析检测结果。其次，在技术水平不断提升的背景下，逐渐出现了更先进的超声波检测技术，如超声波衍射时差技术、超声相控阵技术等。具有检测速度快、可靠性强、可发现各类缺陷、精度误差小等优势。所以应提高对这些技术的重视程度，充分发挥其在水利工程检测中的作用^[3]。

3.2 回弹法检测技术

回弹法是检测混凝土强度的无损检测技术，而混凝土在水利工程中的应用较广，所以回弹法在水利工程检测中具有重要作用。回弹法就是利用由弹簧驱动的重锤

通过弹击杆弹击混凝土的表面，并检测重锤被反弹回来的距离，之后通过回弹值分析混凝土的强度。这种方法是在混凝土的表面实施的，所以属于表面硬度法，具有设备简单、操作简单、测试速度快、检测成本低、不破坏混凝土性能等诸多优势，因此可以利用该技术检测混凝土质量，推断混凝土的强度是否符合要求。

3.3 电磁感应法检测技术

电磁感应无损检测基于法拉第电磁感应定律。当一个导体置于变化的磁场中时，会在导体内产生电流。这种电流称为涡电流，并在导体内形成自己的磁场，这个磁场反过来影响原磁场的变化。通过测量涡电流产生的磁场变化，可以推断出被测物体的物理性质、几何尺寸以及是否存在缺陷等信息。电磁感应法检测具有检测速度快、操作方便、经济性强等优势，可以为水利工程混凝土质量检测等环节提供支持。

3.4 磁粉检测技术

磁粉检测技术又被称之为磁粉探伤技术，指的是利用磁粉当作显示介质并对缺陷进行观察。实际情况表明，在不连续性存在的影响下，铁磁性材料工件一旦被磁化就会出现磁力线局部畸变的情况，之后会出现漏磁场这一现象且会吸附表面的磁粉，在一定的光照条件下会形成肉眼可见的磁痕，这就可以看到不连续性的位置、形状、大小以及严重程度^[4]。这种技术手段多被应用在水利工程的铁磁性材料检测中，在应用该技术时需要根据相关要求进行操作。

3.5 高应变法检测技术

高应变法检测技术也是无损检测技术，又被称之为应力波反射波检测法，是利用重锤冲击桩顶，之后检测桩顶附近或顶部的速度与力时程曲线，再进行波动理论分析，从而判断桩体的抗压承载力以及桩身的完整性是否符合要求。

3.6 沥青无核密度仪检测技术

沥青无核密度仪是一种无损检测设备，主要用于测试沥青混合料的密度和空隙率等指标。它的工作原理是利用射线通过被测物质，通过测量射线的衰减量得到被测物质的密度。在测试时，将待测的沥青混合料样品放在机器的测试台上，启动测试程序，机器就会射出一束X射线，经过样品后被接收器接收。机器会根据接收器接收到的X射线的衰减量计算出样品的密度和空隙率等指标。

4 无损检测技术在水利工程中的应用策略

4.1 在混凝土结构检测中的应用

水利工程中有大量的混凝土结构，若混凝土结构存

在缺陷就会影响到工程的安全稳定运行，为此需要利用合适的无损检测技术对混凝土结构进行质量检测。第一，强度检测。可以利用超声波检测技术检测混凝土的强度，例如若混凝土构件的面积较小就可以利用双面法进行检测，即在混凝土结构的两侧放置超声波发射探头与接收探头，在两侧不断移动探头并计算出相应的声波参数，根据参数明确混凝土结构的强度^[5]。第二，裂缝检测。若性能存在问题或养护工作没做好就可能会导致混凝土结构内部出现一些裂缝，因此需要利用无损检测技术进行裂缝检测。其中超声波检测技术可以通过混凝土结构内部发出的反射波与传播波明确裂缝的位置、深度以及大小，在应用该技术进行裂缝检测时需要合理布设发射探头与接收探头，尽可能地增强裂缝深度、宽度以及分布情况等检测结果的准确性，为结构检修提供支持。

4.2 在金属结构检测中的应用

金属结构在水利工程中的占比较大，但金属结构的焊缝质量以及锈蚀程度若不符合要求就可能会导致严重影响，为此可以利用无损检测技术进行金属结构的质量检测。第一，焊缝检测。一般情况下在金属结构焊接工作结束24小时后可以不进行焊缝检测，但若金属结构属于屈服点 > 620MPa的高强钢就需要在焊接48小时后再进行检测。且可以应用超声波检测技术，但在应用该技术时需要做好各个环节的工作。即检测前应检查焊缝的外形、外观以及尺寸等基础情况，判断这些方面是否符合要求，只有符合要求才可以检测。同时，检测前需要做好清理工作，确保检测区域不存在杂质，否则可能会影响检测结果。其次，在检测过程中需要确保超声波探头接触区域是光滑且平整的，增强检测结果的准确性。此外，检测后需要判断焊缝是否符合要求，从相关规定来看，若属于一类焊缝就需要达到B1等级，若属于二类焊缝就需要达到B2等级。第二，锈蚀检测。可以利用碳化检测这种无损检测技术判断钢筋的锈蚀程度，即在测量位置钻孔并向孔内注射1%的酚酞乙醇溶液，之后利用直线条卡尺检测变色面深度再分析锈蚀程度。

4.3 在管道检测中的应用

水利工程中有大量的管道，这些管道的质量对工程整体质量有较大影响，只有做好管道检测工作才能够减少水利工程运行中的故障，而自然电位法在管道检测中的应用较为广泛，为此可以利用这一技术进行管道检测。第一，在腐蚀环境中，管道防腐层与管道金属基体之间会产生电位差，这一电位差可以反映管道防腐层的状态，若电位差较小就说明管道防腐层状态较好且较为完整，若电位差较大就说明管道防腐层出现老化或破损

等问题。可以利用直流电位差法或交流电位差法,其中直流电位差法是在管道上利用直流电源施加电压,之后测量管道各点的电位差并计算防腐层的电阻值,具有精度高、结果稳定等优势,但操作较为复杂;交流电位差法是利用交流电源施加电压,具有操作简单等优势,但精度较低。无论应用哪种方法都需要先做好相应的准备工作,例如充分了解管道的材质、长度、直径以及防腐层类型等;选择合适的测量仪器以及电极;明确具体的测量点并合理把控测量点之间的距离。在测量过程中需要按照要求施加电压,之后打开测量仪器并通过合适的模式进行测量,最后根据电位差值计算防腐层的电阻值,判断防腐层是否完好。

4.4 在桩身检测中的应用

桩身与桩基质量会影响到水利工程的运行安全性,因此在进行无损检测时可以利用高应变法等技术手段对桩基与桩身进行全面检测。在应用这种方法时需要科学选择重锤,并做好高应变打桩分析仪的处理工作。同时,需要灵活应用CASE法、阻力系数法或波形拟合法进行数据分析。首先,在应用CASE法时需要先假设桩身为等截面桩,之后再通过波动理论计算检测数据,最后对计算结果与桩基设计值的要求进行对比分析,从而判断桩基竖向抗压承载力与桩身完整性是否符合要求。其次,阻力系数法是利用一维波动方程检测桩基周边岩土对桩基的支撑力,在应用这种方法时需要假设桩身与岩土呈等阻抗的状态;假设桩基周边岩土没有阻力,只有桩基顶部存在一些岩土的阻力;假设桩基只存在静阻力且应力波在传播过程中没有任何损耗,之后再将这三种假定的数值当作检测值^[6]。此外,波形拟合法是将检测到的应力波数据输送到计算机中,通过计算机进行计算并对桩基与周边岩土的离散模型进行模拟,明确具体的物理力学参数并求解出波形曲线,最后对计算出的曲线与检测出的曲线进行拟合,根据重合度的高低判断桩基的承载力以及桩身的完整性是否符合要求。

4.5 在沥青混凝土中的应用

沥青无核密度仪广泛应用于水利工程沥青混凝土心

墙坝检测等领域。在水库工程中,沥青混凝土心墙是重中之重,测量沥青混合料的密度和空隙率等指标是非常重要的,这些指标能够反映混合料的质量和性能。使用沥青无核密度仪进行测试可以有效地提高施工效率和准确度。此外,沥青无核密度仪还被应用于工程质量监督和控制,确保沥青混合料的生产和使用符合市场标准和质量要求。与传统的核密度计相比,沥青无核密度仪无需使用放射性物质,操作更加便捷和安全。此外,沥青无核密度仪可以实时监测和记录数据,避免了数据的误差和丢失,提高了测试的准确性和可靠性。

结语

相比于其他技术手段,无损检测技术具有较强的非破坏性、全面性以及全程性,在水利工程中具有较高的应用价值。水利工程常用的无损检测技术有超声波检测、回弹法检测、地质雷达检测、电磁感应法以及无核密度仪检测等,应加大对这些技术的研究力度,明确技术应用要点并通过这些技术进行混凝土结构检测、金属结构检测、管道检测、桩身检测以及沥青混合料检测,提高水利工程建设质量。

参考文献

- [1]许恒.超声波无损检测技术在桥梁工程中的应用分析[J].运输经理世界,2024,(07):71-73.
- [2]尚国枫.水利工程质量检测中无损检测技术的实践应用[J].中华建设,2024,(01):123-124.
- [3]孙丹丹,徐昕,刘昱,等.水利工程桩基无损检测技术研究与应用[J].水科学与工程技术,2023,(05):94-96.
- [4]刘秀云.无损检测技术在水利水电工程检测中的应用[J].中国高新科技,2023,(05):144-145+151.
- [5]赵鹏飞.无损检测技术在水利工程质量检测中的应用研究[J].低碳世界,2022,12(12):76-78.
- [6]杨述,王禹迪.浅析无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[C]//上海筱虞文化传播有限公司;中国水利水电科学研究院;北京中水科海利工程技术有限公司,2022:4.