

水利工程质量检测的无损检测技术

兰上步¹ 宋 扬² 邢洛豪³

1. 杭州信立工程检测有限公司 浙江 杭州 311100

3. 杭州华泽工程检测技术有限公司 浙江 杭州 311100

摘要: 随着科技水平的提高,无损检测技术在水利工程质量检测领域得到广泛应用。该技术能够在不破坏水利工程结构的前提下,准确识别质量通病和隐患,对提升水利工程建设质量与综合效益具有重要意义。本文探讨了无损检测技术在水利工程质量检测中的应用,分析了其优势及发展趋势,旨在为提高水利工程质量检测水平提供参考,保障水利工程的安全与可靠运行。

关键词: 水利工程;质量检测;无损检测技术

引言:水利工程质量检测对于保障工程安全和可靠性至关重要。传统检测方法存在破坏性和局限性,难以满足现代水利工程质量管理的需要。无损检测技术作为一种先进的检测方法,以其非破坏性、高效性和准确性,在水利工程质量检测中展现出巨大潜力。本文深入探讨了无损检测技术在水利工程质量检测中的应用,以期为水利工程的质量管理提供有力支持。

1 无损检测技术概述

无损检测技术是一种在不破坏被检测物体的前提下,通过物理或化学方法对被检测物体的内部结构、缺陷、性质等进行检测的技术。这种技术利用声波、电磁波、射线等物理现象,当这些现象在被检测物体内部传播时,遇到缺陷或不同性质的材料会产生反射、折射、散射等现象,通过分析这些现象,可以判断被检测物体的内部结构和性质。无损检测技术具有检测速度快、准确性高、成本低廉等优点,广泛应用于航空、航天、核电、石油、化工、机械制造、建筑、汽车、电子等众多领域。常见的无损检测方法包括超声波检测、射线检测、磁粉检测、渗透检测、涡流检测等。随着现代制造业的发展,无损检测技术也在不断创新和完善,朝着检测设备专用化、自动化程度提升、超声成像化检测与信息技术相结合及多模态检测技术融合等方向发展,为现代制造业的健康快速发展提供了有力保障。

2 无损检测技术在水利工程中的应用优势

2.1 非破坏性

在水利工程中,许多结构如大坝、水闸、管道等,都是关键的水利设施,它们的稳定性和安全性直接关系到整个水利工程的运行效果。传统的检测方法往往需要对结构进行破坏性取样或测试,这不仅会对结构造成损害,还可能影响水利工程的正常运行^[1]。而无损检测技术

则能在不破坏结构的前提下,对其内部的质量、缺陷和性能进行检测,从而避免了因检测而导致的结构损伤和安全隐患。这种非破坏性的检测方式,使得水利工程的结构安全得到了更好的保障。无损检测技术还能在不影响水利工程正常运行的情况下进行检测。比如,在水库地质的稳定性检测中,传统的地质探测方法往往受限于观测点,无法全面准确地评估水库地质特征。而无损检测技术的应用,如地震波探测、电磁波探测等,可以在不破坏地质结构的情况下,探测水库地质的物理性质,如地层、岩性、裂缝等,为水库的建设和管理提供了重要的依据。

2.2 检测速度快

在水利工程中,时间就是效率,就是安全。无损检测技术以其快速的检测速度,为水利工程的检测工作带来了极大的便利。传统的检测方法往往需要耗费大量的时间进行取样、测试和数据分析,而无损检测技术则能在短时间内完成检测任务。无损检测技术还可以实现远程检测,进一步缩短了检测时间。在一些难以接近或危险的环境中,如水库大坝的内部结构检测中,传统的检测方法往往难以实施。而无损检测技术则可以通过远程操控的方式,对大坝内部结构进行实时监测和评估,从而避免了人员进入危险环境的风险,同时也提高了检测速度。

2.3 检测精度高

无损检测技术的另一个显著优势在于其高精度的检测能力。传统的检测方法往往存在误差较大、操作困难等问题,而无损检测技术则能够通过先进的物理或化学手段,对被检测物体的内部结构、缺陷和性质进行精确测量和分析。例如,在利用射线检测技术对水利工程的混凝土材质、墙体结构、管道形态和锚索等缺陷进行

检测时,可以发挥X射线的远程穿透力,把目标物体的内部形态结构进行影像化扫描,从而获得高精度的检测结果。无损检测技术还可以结合计算机信息处理技术,对检测结果进行可视化分析和处理,进一步提高了检测的精度和准确性。例如,在超声波无损检测技术的应用中,计算机信息处理技术可以对检测数据进行实时处理和分析,生成清晰的图像和报告,帮助工程师更直观地了解被检测物体的内部结构和缺陷情况。

2.4 可实现实时监测与长期跟踪

水利工程是一个长期运行的系统,其结构和性能会随着时间的推移而发生变化。因此,对水利工程进行实时监测和长期跟踪是非常重要的。无损检测技术以其独特的优势,能够实现这一需求。通过实时监测大坝内部的应力、变形和渗漏等参数,可以及时发现并排除隐患,确保大坝的安全运行^[2]。无损检测技术还可以用于水利工程的长期跟踪检测。通过对水利工程进行定期的无损检测,可以了解其结构和性能的变化情况,及时发现并处理潜在的问题。例如,在利用回弹法检测技术对水利工程的混凝土强度进行检测时,可以定期对混凝土表面进行敲击测试,通过测量弹簧的位移和回弹值,判断混凝土的强度和均匀程度。这种长期跟踪检测的方式,有助于及时发现并处理混凝土强度下降等潜在问题,确保水利工程的稳定性和安全性。

3 常见无损检测技术原理与在水利工程中的应用

3.1 超声检测技术

超声检测技术是利用超声波的物理特性进行检测的一种技术。超声波是一种频率高于20000赫兹的声波,人耳无法听到。在超声设备中,通过压电效应产生超声波。当电压施加到压电材料上时,材料会发生形变并产生声波。这些声波穿透物体组织,并在遇到不同密度的组织界面时发生反射。反射的声波回到探头,被探头捕捉并转换为电信号,这些信号经过放大、处理后形成图像,显示出不同组织或器官的形态和结构。在水利工程中,超声波主要用于检测材料的内部缺陷和结构的完整性。超声波在混凝土中的传播速度与其强度有关,因此可以通过测量超声波在混凝土中的传播速度来评估其强度。超声波检测技术可以检测钢焊缝中的缺陷,如裂纹、夹渣等,确保焊缝的质量。通过超声波的反射和透射,可以检测混凝土中的裂缝位置和大小,为修复提供准确信息。在水利工程中,超声波检测技术因其操作简单、精密度高、对结构无破坏等优点,被广泛应用于大坝、水闸、排涝泵站等设施的质量检测。

3.2 射线检测技术

射线检测技术是以X射线、 γ 射线等易于穿透物质的特性为基础的。射线在穿过物质的同时,由于受到物质的散射和吸收作用而使其强度衰减。强度衰减的程度取决于物体材料的性质、射线种类及其穿透距离。当把强度均匀的射线照射到物体上一个侧面,在物体的另一侧使透过的射线在照明底片上感光、显影后,就可得到与材料内部结构或内部缺陷相关的图像,从而评估被检测物体的内部质量。射线检测技术可以穿透混凝土和墙体,检测其内部的缺陷,如空洞、裂缝等。在水利工程中,管道和锚索是关键的重力和传输结构。射线检测技术可以检测这些结构的内部形态和缺陷,确保其安全性和可靠性。射线检测技术具有检测深度大、准确度高、适用范围广等优点,但设备成本较高,且对技术人员有一定的专业要求。在水利工程中,射线检测技术通常作为辅助手段,与其他无损检测技术结合使用,以提高检测的准确性和可靠性。

3.3 电磁检测技术

电磁检测技术是基于电磁感应原理的一种非接触式检测技术。当一个导体处于变化的磁场中时,导体内部会产生感应电动势,进而产生感应电流。如果被检测物体具有导电性或磁性,当检测线圈中通以交变电流时,会产生交变磁场,在被检测物体中就会产生感应电流(涡流),涡流又会产生自己的磁场,这个磁场会反过来影响检测线圈的电感、阻抗等参数。通过检测这些参数的变化,就可以获取被检测物体的相关信息。电磁检测技术可以检测金属材料内部的裂纹、气孔、夹杂物等缺陷,确保金属结构的完整性和安全性^[3]。在水利工程地质勘探中,电磁检测技术可以查明地质单元的空间结构、性质和状态,为工程设计和施工提供重要依据。电磁检测技术具有非接触、检测速度快、对金属敏感等优点,但在实际应用中,检测结果容易受到外界磁场、环境温度等因素的影响,需要进行有效的抗干扰处理。

3.4 红外检测技术

红外检测技术是利用红外辐射进行检测的一种技术。任何物体都会发出红外辐射,其强度与物体的温度有关。红外检测技术通过测量物体表面的红外辐射强度,可以推断出物体的温度分布,进而检测物体的内部缺陷和异常。在水利工程中,红外检测技术可以分辨原材料的使用状况,如水泥混凝土的固化程度、地面路基的压实度等。红外检测技术可以检测水利工程结构中的缺陷,如裂缝、渗漏等。通过测量结构表面的温度分布,可以推断出结构内部的缺陷位置和大小。红外检测技术具有成本较低、功能复合、检测速度快等优点,在

水利工程的质量检测中发挥着重要作用。它可以为水利工程的质量检测提供必要的的数据支撑,加快检测速率,提升检测精度。

4 无损检测技术在水利工程质量检测中的发展趋势

4.1 智能化与自动化趋势

随着人工智能、物联网和机器学习等技术的飞速发展,无损检测技术在水利工程质量检测中正展现出智能化与自动化的显著趋势。传统的无损检测技术往往需要人工操作,不仅检测效率低,还可能因人为因素导致检测结果的误差。而智能化与自动化的无损检测技术能够通过集成先进的传感器、数据分析算法和远程控制系统,实现对水利工程结构的实时监测和精确评估。例如,智能化的超声波检测设备能够自动扫描并分析混凝土结构中的缺陷,而无需人工干预。借助物联网技术,这些检测设备能够实时上传检测数据至云端服务器,供工程师远程分析和决策。这种智能化与自动化的趋势不仅提高检测效率,还增强了检测的准确性和可靠性,为水利工程的质量安全提供更为坚实的保障。

4.2 多技术融合趋势

在水利工程质量检测中,单一的无损检测技术往往难以满足复杂多变的检测需求。因此多技术融合成为无损检测技术发展的一个重要趋势。通过将超声波、射线、电磁、红外等多种无损检测技术相结合,可以实现对水利工程结构的多维度、全方位检测。例如,超声波检测技术可以检测材料内部的缺陷,而射线检测技术则可以揭示材料内部的密度分布。电磁检测技术能够检测金属材料的导电性和磁性异常,而红外检测技术则可以监测结构表面的温度分布^[4]。多技术融合不仅能够提高检测的准确性和全面性,还能够弥补单一技术的局限性,为水利工程质量检测提供更加精准和可靠的依据,随着3D打印、虚拟现实和增强现实等技术的不断进步,无损检测技术在未来还将与这些新兴技术深度融合,进一步拓展其应用范围和检测能力。

4.3 绿色环保趋势

在可持续发展和绿色制造的浪潮下,无损检测技术在水利工程质量检测中也正朝着绿色环保的方向发展。传统的无损检测技术可能涉及放射性物质或有害化学试剂的使用,对环境和人员健康构成潜在威胁。而现代的无损检测技术则更加注重环保和安全性,例如采用低能X射线或超声波等无污染的检测方法,随着无损检测技术的不断创新和完善,越来越多的环保型检测设备和技术被开发出来,如使用无害渗透液的磁粉检测技术和基于激光的无损检测技术等。这些环保型无损检测技术不仅能够保证检测精度的同时减少对环境的影响,还能够降低检测过程中的能耗和废物排放,符合绿色制造和可持续发展的理念。未来,随着社会对环保要求的不断提高和技术的不断进步,绿色环保的无损检测技术将成为水利工程质量检测领域的主流趋势之一。

结束语

无损检测技术在水利工程质量检测中发挥着举足轻重的作用,它不仅提高检测的准确性和效率,还保障水利工程的长期安全运行。随着技术的不断进步,无损检测技术将更加智能化、高效化和环保化,为水利工程质量检测带来革命性的变革。有理由相信,在未来的水利工程建设中,无损检测技术将继续发挥其独特优势,为水利事业的蓬勃发展贡献力量。

参考文献

- [1]韩文斌,陈希歌.水利工程质量检测的无损检测技术[J].建筑与装饰,2023(2):14-16.
- [2]李道健,曾岩.水利工程质量检测的无损检测技术探讨[J].中国房地产业,2023(20):178-181.DOI:10.12334/j.issn.1002-8536.2023.20.044.
- [3]陈薇,蒋科,张振忠,等.水利工程中常用无损检测方法分析[J].科技创新与应用.2022,12(22).DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2022.22.037.
- [4]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.2022,50(2).DOI:10.3969/j.issn.1007-7596.2022.02.050