

# 无损检测技术在水利工程质量检测中的应用研究

常春荣

陕西水务发展集团有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i2.7167

**[摘要]** 水利工程作为一项非常重要的民生基础设施,其不仅在防洪排涝工作中发挥着至关重要的作用,而且对区域农业经济发展具有很好的推动效果。为了不断提高水利工程建设质量,确保其后期使用过程中安全性和稳固性,需科学运用无损检测技术对水利工程建设质量实施检测评价。但实际检测过程中需结合项目建设要求及现场具体情况,科学确定技术方案,提升无损检测技术水平,为水利工程的正常运行提供可靠的保障,推动我国水利工程行业的稳步发展。基于此,本文首先对无损检测技术的作用原理及优越性进行了简要分析,然后详细论述其在水利工程质量检测中的具体应用,旨在能为相关人士提供一定的借鉴。

**[关键词]** 无损检测技术; 水利工程; 质量检测; 应用

**中图分类号:** TV **文献标识码:** A

## Application research of non-destructive testing technology in quality inspection of water conservancy engineering

Chunrong Chang

Shaanxi Water Development Group Co., Ltd

**[Abstract]** Water conservancy engineering, as a very important infrastructure for people's livelihood, not only plays a crucial role in flood control and drainage work, but also has a good promoting effect on regional agricultural economic development. In order to continuously improve the quality of water conservancy engineering construction and ensure the safety and stability of its later use, it is necessary to scientifically apply non-destructive testing technology to carry out testing and evaluation of the quality of water conservancy engineering construction. However, in the actual testing process, it is necessary to combine the requirements of project construction and the specific situation on site, scientifically determine the technical scheme, improve the level of non-destructive testing technology, provide reliable guarantees for the normal operation of water conservancy projects, and promote the steady development of China's water conservancy industry. Based on this, this article first briefly analyzes the working principle and advantages of non-destructive testing technology, and then elaborates on its specific application in water conservancy engineering quality inspection, aiming to provide some reference for relevant personnel.

**[Key words]** non-destructive testing technology; Water conservancy engineering; Quality inspection; application

### 引言

水利工程作为国民经济发展的基础设施,其质量直接关系到人民群众的生命财产安全和国家的稳定发展。然而传统的检测方法往往会对工程结构造成破坏,难以满足现代水利工程对质量检测的精细化和全面化需求。无损检测技术作为一种新型的检测方法,具有非破坏性、高精度、高效率等优势,逐渐成为水利工程质量检测的重要手段,科学应用无损检测技术可以实现对水利工程的全面、快速、准确检测,及时发现和处理潜在的质量问题,提高工程的可靠性和耐久性。近些年随着水利工

程建设规模的不断扩大和技术要求的不断提高,无损检测技术在水利工程质量检测中的应用前景将更加广阔。

### 1 无损检测技术概述

#### 1.1 原理

无损检测技术主要是基于物理学中的热、光、电等效应,通过测量和分析材料在无损状态下的物理特性变化,来推断其内部结构和质量状况。即利用特定的检测仪器和设备,在不破坏水利工程结构和材料的前提下,对其进行非接触式或接触式的检测。这些设备能够发射和接收各种形式的能量波(如超声波、

电磁波等),当这些能量波在材料内部传播时,会受到材料结构、缺陷或密度变化的影响,进而产生反射、折射、衰减等物理现象。检测仪器通过捕捉这些物理现象的信号,经过放大、处理和分析,可以提取出与材料内部状态相关的信息<sup>[1]</sup>。例如,在超声波检测中,通过分析超声波在材料中传播的速度、衰减程度和反射波形等参数,可以判断材料是否存在裂纹、疏松等缺陷,并对其进行定位和定量评估。

### 1.2 优越性

(1) 无损性。无损检测技术能够在不破坏工程结构和材料的前提下进行检测,从而保证了工程结构的完整性和原有性能。相较于传统的破坏性检测方式,无损检测无需在检测后对被测物体进行修复或替换,大大降低了检测成本,也避免了可能因修复工作引入的新问题。

(2) 高精度。无损检测技术通常利用先进的物理原理和高精度的检测仪器,能够精确捕捉材料内部的微小变化,如裂纹、气孔、夹杂物等。通过精确测量和分析这些变化,可以准确判断工程质量的优劣,为质量评估提供可靠的依据。

(3) 高效率。无损检测技术通常具有较快的检测速度,能够在短时间内完成大量检测任务。这不仅提高了检测效率,也降低了检测成本。同时无损检测还可以实现自动化和智能化,进一步提高了检测效率和质量<sup>[2]</sup>。

(4) 连续性。无损检测技术在检测过程中可以连续不断地进行数据采集和处理,从而实现对工程质量的实时监控和动态评估,有助于及时发现和处理潜在的质量问题,避免质量事故的发生。

(5) 远距离检测。无损检测技术通常具有远距离检测的能力,可以在不接触被测物体的情况下进行检测。这使得无损检测在水利工程这种大型、复杂的结构中具有独特的优势,能够实现难以接近或难以直接观察部位的检测,提高了检测的全面性和准确性。

## 2 无损检测技术在水利工程质量检测中的应用

### 2.1 回弹法检测技术

回弹法检测技术在水利工程质量检测中的应用原理主要是基于混凝土的表面硬度与其抗压强度之间的密切关系。实际检测中,利用回弹仪(其包含一个由弹簧驱动的重锤),重锤通过弹击杆对混凝土的表面进行敲击。由于混凝土的表面硬度与回弹高度之间存在一定的比例关系,重锤被反弹回来的距离(即回弹值)能够反映出混凝土的表面硬度。然后进行一系列的实验和校准,可以建立起回弹值与混凝土抗压强度之间的对应关系。实际检测中只需测得混凝土的回弹值,就可以根据这种对应关系推算出混凝土的抗压强度。

回弹法检测技术具有无损、快速、简便的优点,能够在不破坏混凝土结构的前提下,对混凝土的强度进行准确评估。因此,在水利工程质量检测中,回弹法检测技术得到了广泛地应用,为工程质量的评估和控制提供了有效的手段。

需要注意的是,回弹法检测的结果可能受到混凝土表面状

态、龄期、碳化深度等因素的影响,因此实际应用中需综合考虑各种因素,确保检测结果的准确性和可靠性。回弹法检测多适用于混凝土表面较为平整且无明显缺陷的情况,对于表面状况较差的混凝土,可能需要进行适当的处理或采用其他检测方法进行补充。

### 2.2 超声波检测技术

#### 2.2.1 混凝土强度检测

超声波是一种频率高于人耳可听范围的声波,其不同介质中的传播速度会受到介质性质的影响。在混凝土结构中,超声波的传播速度会受到混凝土的密度、弹性模量以及内部缺陷等因素的影响。特别是混凝土的强度,它与混凝土的弹性模量有着直接的关系,因此也会影响超声波的传播速度。水利工程混凝土强度检测过程中,工作人员可利用超声波检测仪器发射超声波,超声波通过混凝土传播并被接收传感器接收,相关仪器会记录下超声波在混凝土中的传播时间,根据传播时间和两个传感器之间的距离便可以计算出超声波在混凝土中的传播速度。由于超声波在混凝土中的传播速度与混凝土的强度有直接关系,因此,通过测量超声波的传播速度即可推断出混凝土的强度<sup>[3]</sup>。在实际应用中,通常会根据大量的实验数据,建立超声波传播速度与混凝土强度之间的对应关系曲线或公式,以便在实际检测中快速、准确地判断混凝土的强度。

#### 2.2.2 混凝土裂缝检测

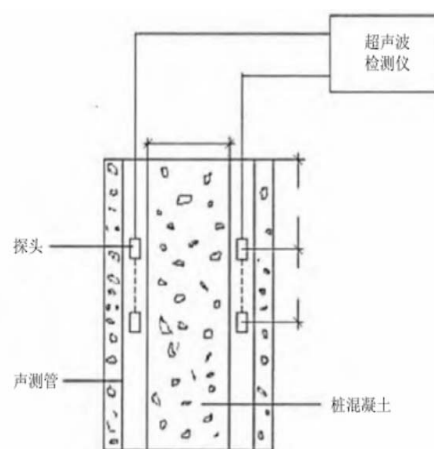


图1 超声波检测示意图

当超声波在混凝土中传播时,如果遇到裂缝,由于裂缝形成的不连续界面,超声波会发生反射、折射或绕射等物理现象。这些现象会导致超声波的传播路径发生变化,传播时间延长,波幅减小,甚至可能无法接收到信号。根据这些变化便可以分析出混凝土中是否存在裂缝,并初步判断裂缝的位置,同时分析测量超声波在混凝土中传播的时间,并结合混凝土的材料性质、配合比和龄期等因素,可以推测出裂缝的深度。这是因为裂缝的存在会破坏混凝土的整体性,使超声波的传播路径变长,传播时间增加,从而可以根据时间差异来判断裂缝的深度。此外,通过分析接收到的超声波信号的波形、频率和幅值等参数,进一步了解裂缝的

性质和特征,如裂缝的走向、宽度以及是否伴随有空洞或疏松区域等。

### 2.2.3 钢焊缝质量检测

当超声波通过钢焊缝时,其传播特性会受到焊缝内部结构、缺陷以及材料特性的影响。如果焊缝中存在缺陷,如裂纹、未熔合、夹渣等,这些缺陷会导致超声波在传播过程中发生反射、散射或衰减等现象。通过捕捉这些超声波信号的变化,可以判断焊缝的质量状况。具体来说,超声波检测仪器会发射高频超声波束,这些超声波束穿透焊缝,并在焊缝内部传播,当超声波遇到焊缝中的缺陷时,部分声波会被缺陷反射回来,被检测仪器接收,根据反射波的强度、时间和方向等信息,可以判断缺陷的位置、类型和大小<sup>[4]</sup>。此外,进一步分析研究透射波的变化还可以评估焊缝的质量,如果焊缝质量良好,超声波能够顺利穿过焊缝,透射波的强度会相对较高;如果焊缝存在缺陷,透射波的强度会减弱或发生畸变。

实际应用中,超声波检测技术通常与计算机技术和信号处理技术相结合,实现自动化、智能化检测。通过对检测数据的处理和分析,可以实现对焊缝质量的快速、准确评估,为水利工程钢结构的安全性和可靠性提供有力保障。

### 2.3 自然电位法检测技术

地球上的电场是由地球与大气之间的电荷分布差异所形成的,地下水体中的溶解物质和岩石中的矿物质会影响地下水的导电性,从而改变地下水体的电位分布。自然电位法正是利用这种电位差来推测地下水体的性质和分布情况。水利工程质量检测中,自然电位法通过测量地表上的电位差来推测地下水体的性质,进而判断水利工程的稳定性和安全性。例如,如果水利工程所在地存在渗漏或裂缝等问题,这些问题会导致地下水体的电位分布发生变化,从而在地表上产生可测量的电位差。通过分析这些电位差的变化,可以判断水利工程是否存在潜在的质量问题。自然电位法还可用于检测水利工程中的金属结构或管道。金属在地下水中会受到电化学腐蚀的影响,产生腐蚀电位。通过测量金属结构或管道上的电位差可以判断其腐蚀程度,为水利工程的维护和修复提供依据<sup>[5]</sup>。

自然电位法虽然具有无损、简便等优点,但其检测结果可能受到多种因素的影响,如地下水的流动、温度、盐度等。因此,在实际应用中需综合考虑多种因素,结合其他检测方法和技术进行综合分析和判断。

### 2.4 地质雷达法检测技术

地质雷达检测主要是基于电磁波在介质中的传播和反射特性,当电磁波遇到不同介质时,由于介质的电性差异,部分电

磁波会在界面处发生反射,部分则继续传播。反射回来的电磁波被地质雷达的天线接收,并转化为电信号进行记录和分析,通过分析接收到的反射波信号,可以获取地下介质的结构、层位、缺陷等信息。反射波的强度、传播时间、波形特征等参数,能够反映地下介质的性质、分布情况以及存在的异常。水利工程质量检测中,地质雷达法可以用于检测混凝土内部的裂缝、空洞、疏松区域等缺陷,评估混凝土的质量和完整性。同时还可以用于探测水库大坝、堤防、渠道等水利工程的渗漏隐患,查找坝体、堤防内部的裂缝、断层、软弱带等潜在危险区域。此外,地质雷达法还可以应用于水利工程的地下水探测、地下管道检测、岩石层划分等方面,为水利工程的规划、设计、施工和运营管理提供重要的技术支持。

需要注意的是,地质雷达法的应用受到多种因素的影响,如地下介质的电性差异、电磁波的频率和穿透深度、环境条件等。因此,在实际应用中应根据具体情况选择合适的雷达设备、参数和方法,并进行综合分析和解释,以确保检测结果的准确性和可靠性。

## 3 结束语

总而言之,无损检测技术在水利工程质量检测中的应用,在不破坏工程结构的情况下实现对水利工程质量的高效、准确检测。在混凝土强度检测中,无损检测技术能够迅速评估混凝土的抗压强度,为工程的安全性提供有力保障。在裂缝检测方面,该技术能够精确定位裂缝位置,判断裂缝深度,为及时修复提供重要依据。此外,无损检测技术还可应用于金属焊缝质量检测,有效发现焊缝中的缺陷,提高水利工程结构的稳定性和耐久性。可见,无损检测技术在水利工程质量检测中的应用不仅提高了检测效率,降低了检测成本,更为水利工程的安全运行和质量管理提供了坚实的技术支撑,为水利事业的可持续发展做出了积极贡献。

### [参考文献]

- [1]刘黔.基于地质雷达技术的水利工程检测方法[J].中国新技术新产品,2022,(18):108-110.
- [2]刘岩松.基于水利工程的竣工验收检测评价研究[J].黑龙江水利科技,2022,50(02):211-214.
- [3]郭广明.水利工程塑性混凝土防渗墙无损检测技术研究[J].海河水利,2021,(04):83-85.
- [4]毛卓良.水利工程质量检测新方法研究[J].低碳世界,2021,11(06):111-112.
- [5]唐嘉洪.低应变在混凝土桩基础无损检测中的应用研究[J].四川水泥,2021,(02):36-37.