

基于无损检测技术的水利水电工程质量评估

贺晨光

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要：无损检测技术在水利水电工程质量评估中发挥着重要作用。该技术通过声波、电磁波等手段，在不破坏被检测物体的情况下，对其内部结构、缺陷等进行检测。本文概述了无损检测技术的基本原理，并分析了其在水利工程中的重要性及其优势，并详细探讨了回弹法、超声法、焊缝检测、钢筋锈蚀检测和抽芯法等无损检测技术在水利工程质量检测中的具体应用。这些技术为水利水电工程的安全性和可靠性提供了有力保障。

关键词：无损检测技术；水利水电工程；质量评估

引言

水利水电工程是国民经济和社会发展的基石，其质量直接关系到人民生命财产安全及国家经济发展。为确保工程质量，无损检测技术应运而生。该技术凭借不破坏检测对象、高效快速、精确度高等优势，在水利水电工程质量评估中扮演了重要角色。本文旨在详细阐述无损检测技术在水利水电工程中的应用，分析其优势，以期工程质量的精准评估提供有力支持，进一步推动水利水电事业的健康发展。

1 无损检测技术的概述

无损检测技术诞生于20世纪初期，自其出现后便踏上了持续改进与优化的征程，这一系列的发展使得该技术在应用范围方面不断拓展，从最初的有限领域逐渐延伸至更多领域，功能也日益丰富多样^[1]。这种发展趋势推动无损检测技术成功进入施工质量检测领域。在建设施工领域，无损检测技术展现出独特优势。对于结构件，尤其是关键部位的结构件而言，传统检测技术可能会对其造成破坏，影响结构的完整性和性能。而无损检测技术完全避免了这一问题，它能够在不损害检测对象的前提下完成质量检测。与传统检测技术相比，无损检测技术具有显著优势。在检测效率上，无损检测技术实现了大幅提升，能够在更短的时间内完成检测任务。在检测结果准确性方面，它与传统检测方式不相上下，都能为质量评估提供可靠依据。此外，随着智能技术在无损检测技术中的应用，其信息处理和交流功能得到了极大增强。这使得无损检测技术能够更高效地处理检测数据，并实现便捷的信息交流，这一优势是传统检测技术所不具备的。基于这些优势，无损检测技术在检测行业的应用前景十分广阔，未来其在检测行业总体应用场景中的占比必然会持续增加。

2 无损检测技术在水利工程中的重要性

水利工程作为我国基础设施建设的关键组成部分，对我国经济和社会的稳定发展有着至关重要的作用。其建设规模和复杂程度都很高，因此确保工程质量安全是重中之重。（1）在当前水利工程的检测环节中，无损检测技术得到了极为广泛的应用。这一技术为水利工程带来了多方面的积极影响。首先，它能够对工程的整体结构进行优化。水利工程结构往往庞大复杂，存在一些潜在问题可能难以通过常规方式发现，而无损检测技术可以深入探测结构内部，精准定位诸如裂缝、空洞等隐患，进而采取针对性措施加以改善，增强结构的稳定性。（2）无损检测技术为水利工程的安全运行提供了坚实保障。水利工程一旦出现质量问题，可能会引发严重的安全事故，如溃坝、渗漏等，而通过无损检测能够及时发现并解决这些潜在的安全威胁，确保工程顺利运作。（3）无损检测技术的现场性特征使其能够在实际工程环境中便捷地开展检测工作。更重要的是，它可以在一定距离外进行检测作业，这种非接触式的检测方式，不仅提高了检测效率，还能避免对工程结构造成不必要的干扰。而且，其“无损”这一独特优势，是其他多数检测技术和设备所欠缺的。这一特性对于水利工程这种需要长期稳定运行且结构复杂的大型工程来说意义非凡，能最大程度地保护工程结构的完整性，延长工程使用寿命。

3 优势分析

3.1 连续性好

无损检测技术的连续性优势在其应用中具有关键意义。所谓连续性好，是指该技术能够在特定时间范围内于同一地点持续获取检测数据。这种不间断的数据采集方式具有多重益处。在实际应用场景中，它首先确保了检测数据的实时性。对于建设项目而言，实时数据就像工程质量的“晴雨表”，能及时反映工程当下的状态，让施工方或检测人员迅速掌握结构是否存在异常变化。

这种连续性保障了检测的高效性,无需多次重复准备检测环境和设备,减少了因间断检测可能带来的时间和资源浪费。更为重要的是,连续获取的数据为建设项目的质量评价和预测分析创造了良好条件。通过长时间的数据积累和分析,可以更准确地评估项目质量水平,并且依据数据变化趋势预测潜在问题,从而提前采取措施,保障建设项目的质量和安全。

3.2 测验距离远

无损检测技术的远距离检测能力是其显著优势之一。在建设工程领域,传统检测方法往往受到距离的限制,需要检测人员近距离接触检测对象,这在一些复杂环境或危险场景下存在诸多不便。而无损检测技术突破了这一局限,能够在较远的距离外对建设质量进行检测。在大型水利工程的大坝检测中,有些部位可能因地埋条件或安全因素难以靠近,但无损检测技术可通过如雷达检测、超声检测等方式,在安全距离外就对大坝内部结构进行探测。对于高空桥梁结构、深山隧道等建设项目,远距离检测同样能发挥巨大作用,避免检测人员处于危险境地。这种远距离检测的特性从根本上解决了传统检测方法的不足,极大地拓展了检测范围和灵活性。

3.3 物理特性

无损检测作为基于物理量的检测手段,在水利工程质量检测中有着独特价值,在检测过程中,通过利用如超声波、电磁波等物理现象与被检测物体相互作用,然后经过系统的推算分析,得出检测结果^[2]。由于整个检测过程是基于物理原理,并不会对检测对象造成任何形式的损坏。这种非侵入性的检测方式对水利工程意义重大。一方面,工程的各个结构部分,无论是大坝的混凝土结构、输水管道,还是水闸的金属与混凝土结合部位等,都能在检测过程中得到有效保护,维持其原有的结构完整性和性能。另一方面,无损检测能及时输出结果,这些结果为工程质量把控提供了关键依据。可以根据检测数据判断工程中是否存在裂缝、空洞等缺陷,进而对材料用量进行合理控制,避免过度或不足使用材料。

4 水利工程质量检测中无损检测的具体应用

4.1 回弹法

回弹法在水利工程混凝土质量强度检测中的应用具有一定的复杂性。虽然一般情况下,在混凝土质量强度检测中并不提倡使用回弹法,这是因为该方法在实施过程中可能会对构件质量产生损害,进而导致检测结果出现偏差。(1)回弹法也有其自身的优势。它具有快捷方便的特点,对操作人员的技术要求相对较低。在实际操作时,能够对混凝土质量强度进行较为准确的估算。具

体操作是在混凝土构件中设定一定的回弹测试范围,然后使用取芯机进行取样。通过这种方式,可以有效检测单轴抗压的力度强度。在获取相关数据后,需要对这些数据进行细致的核算分析。(2)在核算分析过程中,要充分考虑各种可能影响结果的因素。混凝土表面的平整度、湿度等因素都可能对回弹值产生影响。对于不平整的表面,可能会导致回弹仪与混凝土的接触不均匀,从而使回弹值出现波动。而湿度不同,混凝土的内部结构和性能也会有所变化,进而影响回弹结果的准确性。在使用回弹法时,尽管存在一定的局限性,但如果能够严格控制检测条件,并结合其他检测方法对结果进行相互验证,仍然可以为水利工程混凝土质量强度检测提供有价值的参考信息,辅助判断混凝土质量是否符合工程要求。

4.2 超声法

回弹综合法(超声法)在水利工程质量检测中有着重要地位。合理利用数字超声仪是发挥这一技术优势的关键所在。要想让超声法在检测中真正发挥作用,就必须严格遵循相关的操作规程。(1)回弹测试区的合理划分对于超声法的应用至关重要。由于检测部位通常位于建筑物内部,这就使得这种划分具有了特殊意义。如果测试区划分不合理,可能无法准确获取反映混凝土真实状态的数据,进而影响整个检测结果。所以,必须依据科学的方法和标准来划分测试区,确保检测能够有效覆盖关键部位,以此来决定是否能够顺利应用该技术进行强度检测。(2)在面对复杂的检测情况时,仅仅依靠单一的超声仪可能无法满足需求。这时,就需要结合具体情况,同时使用超声仪和声波控制器。当遇到结构复杂、内部存在多种介质或有特殊构造的建筑部分时,两者配合使用可以更全面、准确地探测混凝土内部的情况。(3)在超声声速值和混凝土强度测算过程中,熟练掌握计算机及数据处理工具是不可或缺的。这些工具能够帮助检测人员对采集到的大量数据进行高效处理和分析。通过准确的计算和科学的数据分析方法,保证检测结果的精准度和可靠性,从而为水利工程质量评估提供有力支持。

4.3 焊缝检测

焊缝检测作为一项专项检测技术,在水利工程质量检测中有着不可或缺的地位。它主要聚焦于对焊缝位置的探伤,通过深入分析探伤结果以及焊缝截面信息,以此来获取金属结构的质量详情。(1)在实际检测工作中,数字探伤仪和斜波法超声检测是常用的手段。斜波法超声检测对于焊缝缺陷有着独特的呈现效果,其能够使焊缝缺陷的特异性十分显著地展现出来。利用这种方

法,可以较为全面地展示焊接截面的基本状况,包括焊缝内部是否存在气孔、夹渣、未熔合等缺陷,以及焊缝的熔深、熔宽等参数是否符合要求。这对于判断焊缝质量的好坏、评估焊接工艺的合理性具有关键意义。(2)当遇到构件结构比较复杂的情况时,单一的斜波法超声检测可能无法满足检测需求。这时,可以应用磁粉或者射线法进行检测。磁粉检测对于表面和近表面的缺陷检测效果良好,通过在焊缝表面撒上磁粉,利用缺陷处的漏磁场吸附磁粉形成磁痕,从而直观地显示出缺陷的位置和形状。射线法则可以穿透焊缝,根据焊缝对射线吸收程度的不同,在成像板或探测器上形成影像,清晰地呈现出焊缝内部的缺陷情况。

4.4 钢筋锈蚀检测

(1)碳化深度检测在工程领域中极为常见,是衡量工程质量的重要方法之一,在实际操作中,首先要使用电锤仪在被检测位置打孔,打孔过程需注意操作规范,保证孔的质量,打孔完成后,要及时清除产生的粉末,这一步骤至关重要,因为粉末残留可能会影响后续检测结果^[3]。向小孔内注入1%的酚酞酒精溶液。综合运用游标卡尺和碳化深度仪来测量孔深与变色表面之间的距离,这个读取到的测量数值就是碳化深度。通过碳化深度的测量,可以了解混凝土的碳化情况,因为碳化会使混凝土碱性降低,从而影响钢筋的钝化膜,进而与钢筋锈蚀情况相关。对保护层厚度和碳化程度的检测,能够为评估钢筋锈蚀风险提供关键数据。(2)自然电位法在无损检测技术中应用广泛。在使用该方法时,需要用到高内阻自然电位仪。其原理是基于在被检测界面上存在双层电的电位差,以此作为判别钢筋内部锈蚀情况的依据。在检测某水库水闸钢筋锈蚀状况时,要确保硫酸铜电极在闸门面板上处于饱和状态,然后通过移动电极来实时记录数据的变化情况。这种检测技术的优势在于它能够明确那些不易观察到的阴影处钢筋的锈蚀状况。

4.5 抽芯法

抽芯法在水利工程质量检验中是一种具有独特价值的方法。其显著优点在于检验结果的稳定性和准确性。

当使用抽芯法时,通过从被检测结构中取出芯样,可以直接观察芯样的内部结构、材质状况等,所获取的数据能够真实反映结构内部的实际情况。由于这种直接获取样本的方式,其检测结果相对可靠,一般不需要再进行额外的核验工作,这为工程质量评估提供了有力依据。抽芯法也存在一定的局限性。它所适用的检测对象规模不能过大。因为抽芯法是一种对检测对象有一定破坏性的检测方式,如果检测对象过大,就需要抽取大量的芯样才能全面了解结构情况,这不仅会对结构造成较多破坏,还会极大地影响检测效率。在大型水利大坝的质量检测中,如果全面使用抽芯法,可能需要抽取大量芯样,这既不现实也会对大坝结构产生不良影响,所以抽芯法更适用于少量特定对象的检测。抽芯法对于存在裂缝且裂缝情况不断扩大的结构适用性较差。当裂缝发展较为严重时,抽取的芯样可能会在裂缝处断裂或受到裂缝影响,导致芯样不能准确代表结构的整体质量状况。而且裂缝的存在可能会使抽芯过程更加困难,甚至无法顺利取出完整的芯样,从而影响检测结果的准确性和可靠性,使得抽芯法在这种情况下无法有效发挥其检测功能。

结语

无损检测技术在水利水电工程质量评估中的应用,不仅提升了检测效率,更确保了评估结果的准确性。通过回弹法、超声法等多种技术手段,该技术能够全面、细致地检测工程内部结构与材料性能,及时发现潜在问题。其连续性好、测验距离远及物理特性强的优势,为水利工程的长期安全运行提供了坚实保障。未来,随着技术的不断进步,无损检测将在水利水电领域发挥更加广泛而深入的作用。

参考文献

- [1]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(5):144-145.
- [2]李增军.无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用[J].水电水利,2023,7(12):1-3.
- [3]潘顺起.水利水电工程中无损检测技术的具体应用[J].工程技术发展,2022,3(8):35-37.