

无损检测技术在水利水电工程质量检测中运用分析

翟 豪 李存文 李发伟

青海省水利水电科学研究院有限公司 青海 西宁 810000

摘 要: 本文聚焦无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用。先阐述其核心特性与非破坏性、检测效率高、精度高、适用性广等优势,接着详细介绍在混凝土结构、钢结构、岩土体质量检测中的具体运用。随后分析运用中存在的检测技术选用不合理、检测人员专业素养不足、检测设备维护管理不到位等问题。最后提出科学选用检测技术、提升检测人员专业素养、加强检测设备维护管理等优化措施,以提升无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用效果,保障工程质量。

关键词: 无损检测技术; 水利水电工程; 质量检测; 技术运用; 优化措施

引言: 水利水电工程作为国家基础设施建设的关键部分,其质量关乎国计民生。无损检测技术凭借非破坏性、全面性、精准性等核心特性,以及高效、适用性广等优势,在水利水电工程质量检测中发挥着不可替代的作用。它不仅能精准检测混凝土结构、钢结构、岩土体等的质量,为工程安全提供保障,还能适应复杂多变的施工环境。然而,在实际运用中,该技术仍存在检测技术选用不合理、检测人员专业素养不足、检测设备维护与管理不到位等问题。深入探讨无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用,分析现存问题并提出优化措施,对提升工程质量、保障工程安全运行具有重要的现实意义。

1 无损检测技术的核心特性及应用优势

无损检测技术是在不损害被检测对象结构完整性及使用性能的前提下,借助物理、化学手段检测评估工程结构内部缺陷、材料性能及施工质量的技术,在水利水电工程质量检测领域至关重要,是不可或缺的检测手段。

其核心特性为非破坏性、全面性与精准性,与传统检测技术相比优势突出。首先,非破坏性是首要优势。检测时不会对水利水电工程中的混凝土结构、钢结构、岩土体等造成损伤,能在不影响施工进度和结构安全的情况下顺利开展检测,全方位完成任务,避免破坏性检测引发结构损坏及成本增加。其次,检测效率高。该技术操作简便、检测快捷,可大规模、批量化作业,极大缩短检测周期。这与水利水电工程施工工期紧张、检测范围广的特点高度契合,为工程按时推进提供保障。再者,检测精度高。能精准识别工程内部细微缺陷,像混凝土裂缝、钢结构腐蚀、岩土体空洞等,为质量评估和缺陷整改提供精确可靠的数据,有助于及时发现并消除质量隐患。最后,适用性广泛。可满足水利水电工程不同结构、

部位的检测需求,全面覆盖混凝土浇筑、钢结构安装、岩土体开挖等多个施工环节,应用场景丰富,为工程质量检测提供全方位技术支持^[1]。

2 无损检测技术在水利水电工程质量检测中的具体运用

2.1 混凝土结构质量检测中的运用

在水利水电工程质量检测领域,无损检测技术对于混凝土结构质量检测意义重大且应用广泛。混凝土结构作为水利水电工程的核心部分,大坝、溢洪道、涵闸、输水管道等关键部位均由其构成,其质量决定着工程的承载能力与抗渗性能。(1) 普通混凝土无损检测。在普通混凝土检测中,有多种成熟的无损检测技术。超声波检测技术堪称检测混凝土内部缺陷的“利器”。它借助向混凝土发射超声波并接收反射信号,通过分析信号传播速度和幅值的变化,精准判断混凝土内部裂缝、空洞以及密实度不足等缺陷的位置、大小和形态,且整个过程不会对混凝土结构造成任何损伤。回弹法主要针对混凝土强度检测,通过测量混凝土表面回弹值并结合碳化深度,依据特定公式换算出抗压强度。该方法操作简便、检测迅速,非常适合大面积混凝土的强度检测。钻芯法则是回弹法的有效补充,通过钻取混凝土芯样直接检测实际强度,能最大程度保证检测结果的准确性,尤其适用于对混凝土强度要求极高的关键部位。(2) 沥青混凝土无损检测。在水利水电工程中,沥青混凝土常用于心墙、斜墙等防渗结构,其质量对工程防渗性能至关重要。核子密度仪法是常用的沥青混凝土无损检测手段之一,它利用放射性元素射线穿过沥青混凝土时衰减程度与密度相关的原理,通过接收衰减后的射线信号换算出密度值,检测速度快且能实时监控施工质量,但使用时需做好辐射防护。无核密度仪法基于电磁感应原理,

不使用放射性元素,安全性高、操作简便、无污染,但对沥青混凝土的含水量和温度敏感。超声波法也可用于检测沥青混凝土内部缺陷,通过分析超声波传播参数变化判断是否存在裂缝、孔洞等缺陷,能及时发现潜在质量问题,不过由于沥青混凝土材质特性,需进一步优化检测参数和分析方法以提高准确性。

2.2 钢结构质量检测中的运用

在水利水电工程中,钢结构广泛应用于闸门、启闭设备、厂房框架等关键部位,其质量状况对工程的运行安全起着决定性作用。无损检测技术凭借自身优势,可高效、精准地检测钢结构的焊接质量、腐蚀程度以及结构缺陷,为工程安全保驾护航。(1)常用的无损检测技术中,磁粉检测技术主要针对钢结构表面及近表面的缺陷展开检测。在检测时,对钢结构施加磁场,若有焊接裂纹、气孔、夹渣等缺陷存在,钢结构表面会产生磁粉堆积,从而直观呈现出缺陷的位置和形态。该技术检测灵敏度高,尤其适用于钢结构焊接接头的细致检测。(2)渗透检测技术擅长检测钢结构表面的细微裂纹。操作时,先将渗透剂均匀涂抹在钢结构表面,渗透剂会渗入裂纹之中,随后清除表面多余的渗透剂并施加显像剂,裂纹便会清晰显现。此方法操作简便,成本相对较低。(3)超声波检测技术则聚焦于钢结构内部焊接缺陷的检测,如未焊透、未熔合等。它能够精准判断缺陷的深度和大小,为保障钢结构的焊接质量和承载能力提供可靠依据^[2]。

2.3 岩土体质量检测中的运用

在水利水电工程里,岩土体作为工程的基础,其稳定性与承载力对工程整体安全有着直接且关键的影响。无损检测技术能够高效且精准地检测岩土体的密实度、含水量、孔隙率等重要指标,为工程基础设计和施工提供坚实可靠的数据支撑。(1)常用的无损检测技术中,地质雷达检测技术是重要手段之一。它借助发射高频电磁波,接收地下岩土体反射回来的信号,通过对信号特征的细致分析,准确判断岩土体的分层状况,以及是否存在空洞、裂隙等缺陷。该技术检测深度较大、分辨率高,尤其适用于大坝基础、基坑开挖等部位的岩土体检测。(2)声波透射法主要聚焦于检测岩土体的完整性和强度。通过在岩土体中合理布置声波发射和接收装置,测量声波在其中的传播速度,进而分析岩土体的密实度和缺陷情况。(3)瞬态瑞雷波法可快速检测岩土体的剪切波速度,并依据相关原理换算出岩土体的承载力和密实度。此方法检测效率高、适应性强,能够满足大面积岩土体质量检测的需求,为工程质量的把控提供有力保障。

3 无损检测技术在水利水电工程质量检测中运用存

在的问题

3.1 检测技术选用不合理

水利水电工程结构复杂、检测部位多样,不同检测技术的适用范围、检测精度和检测条件存在差异,当前部分检测工作中存在检测技术选用不合理的问题。部分检测人员对各类无损检测技术的特性、适用场景了解不深入,未结合检测部位、检测需求和工程实际情况,盲目选用检测技术,导致检测结果不准确、检测效率低下。例如,在检测混凝土内部深层缺陷时,选用回弹法而非超声波检测技术,无法精准识别深层缺陷;在检测钢结构表面细微裂纹时,选用超声波检测技术而非渗透检测技术,导致检测遗漏。此外,部分检测工作中仅选用单一检测技术,未结合多种检测技术进行互补验证,难以全面、准确地反映工程质量状况。

3.2 检测人员专业素养不足

无损检测技术的运用对检测人员的专业素养要求较高,需要检测人员熟练掌握各类检测技术的原理、操作流程和数据解读方法,同时具备水利水电工程结构、材料等相关专业知识。当前,部分检测人员专业素养参差不齐,缺乏系统的专业培训,对检测设备的操作不熟练,难以规范完成检测流程,导致检测数据出现偏差。部分检测人员对检测数据的解读能力不足,无法根据检测数据准确判断工程缺陷的类型、严重程度及影响范围,甚至出现误判、漏判的情况,影响检测结果的可靠性。此外,部分检测人员责任意识不强,在检测过程中敷衍了事,未严格按照检测规范操作,进一步降低了检测质量^[3]。

3.3 检测设备维护与管理不到位

检测设备的性能直接影响无损检测结果的准确性和可靠性,水利水电工程检测环境复杂,多处于户外、潮湿、多粉尘的环境中,对检测设备的损耗较大,需要加强设备的维护与管理。当前,部分检测工作中存在检测设备维护与管理不到位的问题,部分检测设备长期使用后未及时进行校准、维修和保养,导致设备性能下降,检测精度降低,出现检测数据偏差。部分检测设备的储存环境不符合要求,潮湿、粉尘等因素导致设备零部件损坏、老化,影响设备的正常使用。此外,部分检测单位缺乏完善的设备管理制度,对设备的领用、使用、维护、报废等环节缺乏有效管控,导致设备闲置、浪费,或因设备故障影响检测工作的正常推进。

4 优化无损检测技术在水利水电工程质量检测中运用的措施

4.1 科学选用检测技术

科学选用检测技术对优化无损检测技术在水利水电

工程质量检测中的应用十分关键。当前检测技术选用不合理,影响结果准确性与可靠性,需结合工程实际改进。(1)检测人员需全面深入了解各类无损检测技术的特性、适用范围及检测精度。依据检测部位状况、实际需求、工程结构类型和施工环境特点,制定科学合理的检测方案,明确技术选用标准与流程。例如,检测混凝土内部缺陷优先用超声波检测技术;测混凝土强度可结合回弹法与钻芯法;检测钢结构表面裂纹,渗透和磁粉检测技术是优选。(2)推行多种检测技术互补验证模式很有必要。针对关键部位和重要环节,综合运用两种及以上检测技术开展检测,对比分析不同技术获取的数据,能有效提高检测结果准确性,最大程度避免单一检测技术可能出现的误判、漏判,保障工程质量。

4.2 提升检测人员专业素养

提升检测人员专业素养是优化无损检测技术在水利水电工程质量检测中运用的关键,需强化培训与管理以打造专业高效队伍。(1)建立完备培训体系。定期组织专业培训,内容涵盖无损检测技术的基础知识,如原理、操作流程、设备使用与数据解读等,同时结合水利水电工程结构特点与检测难点开展专项培训,提升检测人员专业技能,使其能应对实际工作中的各类问题。(2)加强考核管理。构建科学合理的考核机制,全面考核检测人员的专业技能、操作规范程度及责任意识等。考核不合格者严禁参与检测工作,以此保证检测人员专业能力达标,确保无损检测工作质量与准确性。此外,鼓励检测人员主动学习先进技术与方法,积累经验,持续提升专业素养与业务能力。

4.3 加强检测设备维护与管理

加强检测设备维护与管理,对于保障无损检测技术在水利水电工程质量检测中的有效应用至关重要,它能确保检测设备正常运行,提升检测精度,推动检测工作顺利开展。(1)要构建完善的检测设备管理制度,清晰

界定设备在领用、使用、维护、校准、报废等各环节的管理规范,安排专人负责设备管理工作,详细记录设备使用和维护情况,实现设备管理的规范化与制度化。(2)定期对检测设备开展校准和维修工作,依据设备的使用频率与性能状况,制定科学合理的校准、维修计划,及时排查并解决设备潜在问题,保证设备性能始终满足检测要求。(3)优化设备储存环境,防止潮湿、粉尘、高温等不良因素损害设备,做好防潮、防尘、防晒措施,延长设备使用寿命。此外,根据检测需求和工程规模,合理配置检测设备,确保设备数量充足,避免出现设备闲置或短缺的情况,提高设备的使用效率^[4]。

结束语

无损检测技术在水利水电工程质量检测中具有不可替代的重要价值。尽管当前在应用过程中面临检测技术选用、人员素养、设备管理等方面的挑战,但通过科学选用检测技术、提升检测人员专业素养、加强检测设备维护与管理等优化措施,能够有效提升检测结果的准确性与可靠性。未来,随着科技的不断进步,无损检测技术将持续创新与发展,为水利水电工程质量检测提供更强大、更精准的技术支持。我们应不断探索与实践,充分发挥无损检测技术的优势,为水利水电工程的高质量建设与安全运行筑牢坚实防线,推动行业持续健康发展。

参考文献

- [1]刘玉筑.无损检测技术在水利水电工程质量检测中的应用分析[J].现代工程科技,2023,2(6):101-104.
- [2]陈遵兵.无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J].中国科技期刊数据库 工业A,2023(12):21-24.
- [3]余志林.探讨无损检测技术在水利工程质量检测中的应用[J].行车指南,2023(7):0162-0163.
- [4]刘玉玺.工程检验检测在水利工程质量控制中的作用及措施探究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):19-22.