

水利工程检测质量的影响因素与控制措施

董文华

云南融跃检测技术有限公司，云南昆明，650201；

摘要：水利工程作为保障国计民生的核心基础设施，其质量安全直接关乎防洪减灾、水资源优化配置等关键功能的有效发挥，而检测工作是筑牢工程质量防线的核心环节。本文结合水利工程检测全生命周期实践场景，系统厘清影响检测质量的五大核心因素，即人员专业素养与责任意识、检测设备精度与运维管理、检测方法适配性与技术规范性、复杂环境干扰及检测数据管理规范性，结合某水库除险加固工程、某灌区节水改造工程等典型案例展开实证分析，提出精准化人员培育管控、设备全生命周期精细化管理、检测技术创新与规范应用、环境干扰动态防控及数字化质量追溯体系构建等创新性控制措施，为提升水利工程检测质量、保障工程安全稳定运行提供理论支撑与实践指引。

关键词：水利工程检测；质量影响因素；控制措施；数字化管控

DOI：10.69979/3060-8767.26.03.039

引言

伴随国内水利工程建造朝大规模、复杂化、智能方向转变，工程质量管控要求变得越发严格，检测任务作为工程质量评价的关键“度量工具”，贯穿于工程规划、建造、验收以及运行维护整个周期，其质量可信程度直接左右工程质量判断的科学性和准确度，近些年，不少地方出现由于检测信息不真实带来的工程安全风险，比方说某小型水库由于坝体防渗层检测信息存在误差，造成防渗问题没能及时处理，最终引起渗漏事故，带来直接经济损失和安全威胁，突显了检测质量管控的重要性和紧迫性。目前，水利工程检测领域仍旧面对人员技能高低不一、新式检测手段运用不够充分、复杂环境干扰应对不足等实际困难，急需系统整理左右检测质量的关键问题，寻找科学有效的控制办法。

1 对水利工程检测质量产生影响的原因探讨

1.1 人员专业素养与责任意识

检测人员构成检测任务的核心执行力量，其专业素养与责任意识直接左右检测过程的规范程度和检测结论的可靠程度，就专业素养而言，水利工程检测涉及土工试验、混凝土结构检测、金属结构探伤等多项专门领域，对检测人员的知识积累和动手能力提出相当高的要求，目前一些基层检测单位面临人手不够、不同专业顶替上岗等现象，专业水平同岗位要求难以对应，例如，某灌区节水改造项目里，检测人员由于缺少渠道衬砌专用材料检测的全面知识，错误地把合格的高密度聚乙烯

防渗膜判断为不合格材料，这直接造成工程重新施工推迟，增加了项目开支。就责任观念来说，责任心不足容易引起人为差错，比如检测数据弄虚作假、关键步骤简化等不合规做法，某水库除险加固项目中，检测人员为追赶进度，没有依照规定对坝体填土压实度进行平行检测，只用单一检测数据代替，致使后期坝体产生不均匀下沉，埋下了安全风险。

1.2 检测设备精度与运维管理

检测设备是拿到准确检测数据的核心工具，它的精度水平、检定校准情况以及日常维护管理的好坏对检测结果的可信度起着关键作用，一部分检测机构因为资金投入有限，还在使用老旧、精度达不到要求的检测设备，这些设备的性能很难满足当前规范的标准，比如某个基层检测单位用了精度等级不够的压力传感器来做混凝土强度检测，造成检测数据偏差超过了规范允许的范围，直接影响了结构强度的判断，设备检定校准和维护管理做得不到位的问题也很明显，根据行业规定，检测设备需要定期送到有法定资质的机构进行检定校准，但有些机构为了节省开支，私自延长检定校准间隔，甚至存在没有检定校准就直接投入使用的现象。例如，某家检测单位的混凝土回弹仪没有按季度进行校准，导致检测出的混凝土强度数据普遍偏高，错误地引导了工程质量的评估。设备在运输和存放过程中如果缺乏必要的保护措施，也会影响其精度的稳定性，比如在山区水利工程检测中，超声波检测仪没有采取防震保护，运输途中探头受损，直接造成了检测数据不真实。

1.3 检测方法适用性与技术规范性

检测方式的选择跟工程情况是否匹配以及技术操作是不是规范,是保证检测质量的核心环节,就工程实际场景这一方面来说,水利工程结构种类多、材料特点差别大,需要根据具体工程状况来有针对性地挑选检测方法,假如检测方式跟工程实际对不上,容易引起检测数据出现误差,比方说在混凝土大坝裂缝检测里,要是没有结合裂缝实际宽度去选择合适频率的探头,随便用上常规的超声波检测法,会造成裂缝深度测量结果偏离较大,难以准确判断缺陷的严重程度,就操作规范这一方面来说,检测人员没有严格照着标准操作步骤去做检测,也是干扰质量的一个主要因素。某个水闸工程金属结构检测过程中,检测人员没有按照规范对钢闸门表面锈蚀层做完全清除,直接进行了超声波探伤,使得检测信号受到铁锈影响,没能准确发现焊缝内部存在的细小裂纹缺陷。

1.4 复杂环境的干扰作用

水利工程大多位于野外复杂环境里,气候条件、地质状况以及场地条件等环境因素容易对检测工作带来明显干扰,在气候环境这一方面,高温、严寒、雨雪等极端天气会直接影响到检测设备性能与检测过程稳定性,比如夏季高温环境下进行混凝土坍落度检测时,水分快速蒸发造成检测结果偏离实际数值;冬季严寒天气里,土工试验土样容易冻结,这会直接影响到含水率检测的准确性,就地质与场地环境而言,山区水利工程地形复杂,检测设备搬运与调试难度较大,容易出现设备调试不到位的情况;基坑检测过程中,地下水位突然上升、边坡坍塌风险等突发状况,会干扰检测工作正常开展。例如某水电站厂房基础检测里,由于持续降雨导致地下水位突升,地基承载力检测工作不得不中断,复工检测之后数据出现明显波动,这影响了质量判定的科学性。

1.5 检测数据管理的规范性

检测数据的记录、整理、分析与归档这些全流程的管理工作,构成了保证检测质量能够追溯、能够验证的重要根基,现在,一部分检测机构还在沿用传统的手工记录方式,容易出现数据记录遗漏、笔迹错误等情况;与此同时,数据整理与分析缺少统一规范,不同检测人员对数据的分析方法各有不同,造成同一检测对象得出的结论也不一致,对质量评估的统一性带来影响,数据归档管理也不够规范,没有建立起全流程的追溯系统,

当检测质量出现争议时,没有办法精准回溯检测过程的每个环节,加大了问题排查的难度。某水利枢纽工程在验收阶段,由于关键结构检测数据记录不完整,部分质量指标无法得到验证,导致工程验收工作不得不推迟。

2 水利工程检测质量的控制办法

2.1 构建精准化人员培育与管控体系

面对人员专业素养不够、责任意识薄弱这一核心难题,需要打造“精准培养加严格管理”的双重支撑架构,就精准培养这一方面,建立分层分类的针对性培养系统,联系水利工程检测领域的新技术新规范,定期安排土工、混凝土、金属结构等专项技能训练,约请行业资深专家围绕典型工程案例讲解检测技术难点。比如某检测机构针对山区水利工程检测的特殊情况,专门设置“复杂地形下混凝土结构检测技术实操训练”,借助理论讲解跟现场实操结合的办法,明显增强检测人员的现场应对水平,就严格管理这一方面,健全人员考核与激励约束机制,把检测人员的专业资质、检测结果准确性、规范操作执行状况等放进量化考核系统,对表现突出的人员提供职称晋升、绩效奖励等激励,对违规操作、数据造假等做法实行“一票否决”并严格追责,这有助于建立全流程人员责任追溯制度,明确各检测环节的责任主体,保证检测过程可追溯、责任可倒查。

2.2 实施设备全生命周期精细化管理

围绕设备精度稳定性保障这一中心,推行全生命周期精细化管理模式。加大检测设备更新改造方面的资金投入,逐步淘汰老旧、精度不达标的设备,带进无人机遥感检测系统、超声波相控阵检测仪、混凝土雷达检测仪等智能化、高精度设备,提升检测效率与数据精准程度,某大型水库工程借助无人机遥感检测系统对坝体表面进行全覆盖检测,顺利找到传统人工检测未能发现的3处微小裂缝,为坝体安全隐患处置给出精准依据,建立标准化的设备检定校准与维护体系,明确各类设备的检定校准周期、检定校准机构资质要求及维护责任人,借助信息化管理系统实时记录设备检定校准、维护、使用全流程信息,确保设备始终处于合格状态,强化设备运输与存放环节的防护管理,根据设备特性制定专项防护方案,例如对精密检测仪器配备防震、防潮专用运输箱与存放库房,避免设备因外界环境影响造成精度下降。

2.3 推动检测方法创新与规范应用

围绕工程实际场景里的需要,带动检测手段的创新

使用与规范落实,就一个方面来说,设置检测手段适配性选型评估流程,面对不同工程结构种类、材料特点以及检测目标,组织专家评审队伍对检测手段的适用性加以论证,保证检测手段科学得当。举例来说在装配式水利构件检测里,运用“超声波检测+回弹法+钻芯取样”联合检测计划,借助多手段数据互相补充验证,有力填补单一检测手段的不足,提高检测结果的准确程度,就另一个方面来说,大力推广使用新型检测技术和智能化方式,比如把BIM技术和检测数据深入结合,借助BIM模型直接展示检测数据的空间分布特点,达成质量问题的可视化发现;依靠物联网技术建立检测过程实时监控体系,对检测操作步骤进行完整追溯,确保检测动作完全按照规范执行,某个灌区节水改造项目里,借助BIM技术整合管道检测数据,准确找到12处管道接口渗漏问题,给工程整改给出明确目标,显著提高整改速度。

2.4 建立环境干扰动态防控机制

面对野外复杂环境里不可预知的干扰因素,需要构建一套动态的防控与应急处理机制,第一步,加强检测之前的环境勘察与评估工作,系统性地梳理工程所在区域的气候特点、地质状况、场地平整程度等环境要素,再结合检测项目的具体特征来制定有针对性的环境干扰防控方案,举例来说,高温天气下进行混凝土检测时,可以采取搭建遮阳棚、对检测用水做恒温控制等降温手段,以保证检测环境温度满足规范要求;山区水利工程检测开始前,对检测场地实施平整加固,并搭设临时设备防护棚,确保设备能够稳定运行。第二步,配备环境参数实时监测装置,对检测环境的温度、湿度、风速等关键指标进行全过程的动态监控,一旦指标超出规范允许的范围,系统自动发出预警并暂停检测活动,等到环境条件符合标准后再继续检测,同时,针对暴雨、台风、寒潮等极端天气,提前制定应急处置预案,做好检测设备的转移防护与数据备份安排,避免设备受损和检测数据丢失。

2.5 构建数字化质量追溯管理平台

借助数字和智能手段,搭建覆盖全过程的检测质量追溯管理平台,推动检测数据实现规范化和可追溯的管理,平台要能够整合检测人员、设备运行情况、检测手

段、环境条件、原始记录等所有关键信息,配备检测任务在线分配、检测数据即时上传、检测结果自动解析、报告在线形成与存档等能力。带进区块链手段对检测原始记录做加密保存,保证数据无法被改动,维护数据的真实与可靠;借助大数据解析手段对检测数据做深入挖掘,达成质量风险的早期警示和准确判断,某水利枢纽项目引入数字化质量追溯管理平台之后,检测数据错误比例下降八成以上,检测报告形成速度加快五成,有效保障项目验收工作顺利推进,建立跨部门数据互通机制,实现检测数据与项目设计、施工、运维等环节的数据相互连通,为项目全周期质量管控给出数据支持。

3 结束语

水利工程检测质量管控是一个涉及很多方面、覆盖全部流程的系统性工作,受到检测人员、设备精准程度、方法匹配程度、环境干扰以及数据管理等多个因素共同影响。在水利工程朝着高质量方向发展的现阶段,想要提高检测质量就需要突破以往管控方式的限制,借助建设精准化人员培养管控体系、开展设备从投入到报废的细致管理、带动检测技术更新与规范使用、设立环境干扰动态预防机制以及构建数字化质量追踪平台,达成检测质量对全部流程、所有方面的闭环式管控,这篇文章联系实际工程例子给出的控制办法,给行业检测质量提高带来了能够具体操作的实践想法。往后,还要结合人工智能、大数据这些新技术的进展方向,不断调整优化管控办法,带动检测技术与管理方式创新,持续提升水利工程检测质量水准,只有把检测质量这条防线建牢固,才可以从根源上确保水利工程的安全稳定运转,充分展现它在防洪减灾、水资源支撑、生态维护这些方面的关键作用,为经济社会向高质量发展迈进提供牢固基础。

参考文献

- [1] 杨依珂. 水利工程检测质量的影响因素与控制措施分析[J]. 水利电力技术与应用, 2025(18).
- [2] 张贵贤. 水利工程检测质量的影响因素与控制措施分析[J]. 安家, 2022(7): 0139-0141.
- [3] 余强. 水利工程检测质量的影响因素与控制措施浅析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(12): 4.