

水利工程质量检测现状与检测管理

张 磊 吴小磊

江苏鼎信检测技术有限公司 江苏 泰州 225300

摘要: 水利工程质量检测是保障工程安全的重要环节,当前检测技术向无损化、智能化方向发展,检测内容覆盖全周期,设备更新与人员素质提升显著。但检测技术仍存在局限性,管理机制不完善,人员配置不合理。本文提出通过技术创新与标准完善、管理机制精细化、人员队伍专业化建设等策略,优化检测流程,强化数据安全与质量管控,解决现存问题,提升检测行业整体水平,为水利工程建设提供可靠技术支撑。

关键词: 水利工程质量检测;无损检测技术;检测管理优化;人员能力建设

引言:水利工程作为国家基础设施的核心,其质量直接关系到防洪安全、水资源利用及生态保护。随着水利工程建设规模扩大与技术复杂度提升,质量检测成为保障工程安全的关键环节。当前检测技术向无损化、智能化方向发展,检测内容覆盖原材料、半成品及成品全周期,设备智能化水平显著提高。然而,检测行业仍面临技术标准滞后、管理机制不健全、人员能力参差不齐等问题,制约了检测结果的准确性与可靠性。系统分析检测现状并提出优化策略,对提升水利工程质量检测效能具有重要意义。

1 水利工程质量检测现状

1.1 检测技术发展

传统检测技术以物理性能测试与化学分析为核心,通过实验室环境下的标准化操作验证材料与结构性能。物理性能检测涵盖强度、密度、渗透性等指标,化学分析则聚焦于成分含量与腐蚀性物质检测^[1]。随着技术迭代,无损检测技术逐步渗透至水利工程质量管控领域,超声检测通过声波传播特性识别混凝土内部缺陷,射线检测利用穿透性原理检测金属构件裂纹,红外热成像技术通过温度场分布定位渗漏通道。智能传感技术的引入实现了检测数据实时采集与动态分析,分布式光纤传感器可连续监测大坝应力应变,物联网平台通过多参数融合分析提升隐患识别效率。技术更新显著缩短了检测周期,无损检测较传统破坏性试验效率提升数倍,智能算法的应用使数据误差率降低。

1.2 检测内容覆盖

原材料检测贯穿水利工程建设全周期,水泥检测侧重凝结时间与强度发展规律,砂石检测关注级配与含泥量对混凝土工作性的影响,金属材料检测重点评估抗拉强度与延展性。半成品检测聚焦混凝土拌合物性能调控,通过坍落度试验与含气量测试优化施工配合比,预制构件检测强

调尺寸偏差与预埋件定位精度。成品检测针对主体结构功能完整性,大坝检测重点关注坝体渗流场分布与接缝止水效果,堤防工程侧重坡面稳定性与护砌层完整性,输水建筑物检测聚焦过流能力与结构耐久性。

1.3 检测设备与仪器

力学试验设备包含万能试验机与压力试验机,通过闭环控制系统实现荷载精准施加与数据自动采集,试验机量程选择需匹配试件破坏荷载,一般取试件预估破坏荷载的1.2-1.5倍。化学分析仪器涵盖光谱仪与色谱仪,高精度传感器可检测ppm级杂质含量,检测限应低于规范允许值的50%。当前设备更新呈现智能化趋势,全自动混凝土抗渗仪实现压力梯度自动调节,压力调节精度为 $\pm 0.01\text{MPa}$,便携式土壤密度仪通过核子射线法实现现场快速检测,检测时间缩短至5-10分钟。维护管理方面,定期校准制度保障设备量值溯源,校准周期一般为6-12个月,预防性维护计划延长关键部件使用寿命,关键部件更换周期根据使用频率确定,通常为2-3年。

1.4 检测人员素质

专业背景要求检测人员具备材料科学与工程力学基础,掌握试验标准解读与异常数据处理能力,需通过2-3门专业课程考核。技能培养体系包含理论授课与实操训练,理论授课时长不少于40学时,实操训练需完成10-15个模拟试验项目,通过模拟试验场景强化仪器操作规范性。继续教育机制推动知识更新,定期组织新技术培训与标准规范宣贯,每年继续教育学时不少于32学时。职业道德建设强调数据真实性承诺,检测人员需签署责任书确保原始记录可追溯,责任书有效期与项目检测周期一致。责任意识培养通过质量事故案例分析强化风险认知,建立检测结论终身负责制提升职业敬畏感,每个检测项目需明确2-3名主要责任人。

2 水利工程质量检测管理

2.1 检测机构管理

检测机构资质认定依据技术能力与设备配置水平实施分级管理,高等级机构可承担大型水利工程关键部位检测任务。内部组织架构设置技术管理层与执行层,技术负责人统筹方法验证与结果审定,质量负责人监督体系运行有效性^[2]。质量管理体系构建遵循PDCA循环原理,通过文件化程序规范检测全流程,定期开展内审与管理评审确保体系持续改进。人员配置强调专业匹配度,建立常态化培训考核机制,定期组织技术人员开展新标准、新方法学习,关键岗位持证人员比例需满足规范要求,设备配置实行台账化管理,按规范完成检定校准并做好状态标识,技术档案管理制度保障检测过程可追溯性,对检测场所实行分区管控,划分操作区、留样区等功能区域,从机构资质到人员配置,全方位夯实检测管理基础。

2.2 检测流程管理

检测任务承接前需核验委托方资质与工程合法性,签订书面合同明确检测范围与技术要求,合同条款数量不少于15-20条,对委托检测内容进行合规性审查,杜绝超资质范围承接检测任务。检测方案编制结合工程特点确定检测项目与频次,检测项目数量根据工程规模确定,一般为10-20项,审核环节重点验证方法适用性与抽样代表性,抽样数量需满足统计学要求,一般不少于3-5组。现场检测实施建立双人操作制度,严格执行现场安全管理规定,配备必要的防护用具与应急物资,原始记录实时填写并经校对人员复核,电子数据同步备份防止篡改,备份频率为每1小时1次。检测报告编制执行三级审核制度,技术负责人对结论准确性负责,报告签发后限期归档保存,归档期限为1-2周,确保报告信息完整、数据准确、结论明确,通过标准化流程确保检测结果的可信度与可追溯性。

2.3 检测数据管理

数据采集采用标准化记录表格,对人工采集数据实行双人核对制,关键参数实现电子化自动采集以减少人为误差,采集设备定期进行精度校验。传输过程实施加密处理,专用网络通道保障数据传输完整性,杜绝非授权设备接入数据传输链路。存储系统构建分级访问权限,根据岗位职责分配数据查看、修改、导出权限,云端存储与本地备份同步实施防范数据丢失,备份介质定期进行有效性验证。数据分析运用统计技术识别异常值,通过建立控制图监控检测过程稳定性,对异常数据启动溯源核查程序。追溯机制通过唯一性标识实现全链条数据关联,共享平台设置差异化访问权限满足多方需

求,实现数据采集、传输、存储、分析的全流程留痕,从数据采集到共享,形成闭环管理链条,保障数据安全与可用性。

2.4 检测质量管理

平行检测通过独立抽样验证结果可靠性,见证检测由第三方监督人员全程参与确保程序合规,对检测全过程实行可追溯性管控,留存影像与文字记录。质量监督采用定期巡查与专项检查结合方式,建立监督检查台账,对检查发现的问题分类梳理、限期整改,重点核查设备校准状态与人员操作规范性。质量问题处理建立闭环管理流程,原因分析需追溯至管理环节或技术要素,组织专业人员制定针对性整改方案,明确整改责任人与完成时限,整改措施实施后需重新验证有效性。持续改进策略包含技术方法优化与管理流程再造,通过质量目标考核推动检测能力提升,行业对标学习引入先进管理经验,建立质量信息反馈机制,收集工程各方对检测工作的意见建议,以动态质量管理机制适应水利工程建设需求变化。

3 水利工程质量检测现存问题

3.1 技术层面问题

针对复杂异形结构与新型复合材料,现有检测技术存在明显局限性^[3]。超高性能混凝土内部缺陷识别缺乏有效手段,纤维增强复合材料界面性能检测尚未形成标准方法。技术标准化进程滞后于工程实践需求,不同检测机构对同一参数的测试方法存在差异,导致检测结果可比性不足。部分领域存在标准空白,智能传感技术应用缺乏配套规范指导。技术创新能力受制于研发投入强度,产学研协同机制尚未健全,关键检测设备依赖进口的现象仍未根本转变,自主研发的检测仪器在精度与稳定性方面与国际先进水平存在差距,成为制约检测技术升级的核心障碍。

3.2 管理层面问题

检测市场准入机制不完善导致机构数量与质量失衡,部分机构通过压低价格抢占市场,忽视技术能力建设与质量控制。检测流程执行存在弹性空间,任务委托环节资质审核流于形式,现场检测操作未按标准程序实施,数据记录存在后补或修改现象。数据管理体系存在安全漏洞,电子数据未实施加密存储,数据传输过程缺乏完整性验证,部分机构存在人为筛选数据以迎合委托方需求的情况。质量管控体系运行效能不足,内部审核走过场,管理评审输入信息不完整,对发现的问题整改措施落实不到位,质量目标考核机制未有效建立,导致管理漏洞成为质量风险的温床。

3.3 人员层面问题

检测人员配置与工程规模增长不匹配,高峰期检测任务集中导致人力紧张,部分机构临时抽调非专业人员参与检测工作。专业能力结构呈现两极分化,传统检测项目人员过剩,而掌握无损检测、智能监测等新技术的人员短缺,复合型技术人才尤为匮乏。人员培养机制不健全,岗前培训内容与实际需求脱节,继续教育覆盖面不足,部分检测人员对最新标准规范掌握滞后。职业发展空间有限导致人才流失严重,关键岗位人员变动频繁影响检测工作连贯性,新入职人员经验积累周期长制约整体检测水平提升,人员问题成为制约检测行业可持续发展的关键因素。

4 水利工程质量检测管理优化策略

4.1 技术创新与推广

针对复杂水利工程结构与新型建筑材料,需构建多层次技术研发体系^[4]。设立专项科研基金支持超高性能混凝土内部缺陷检测、纤维增强复合材料界面性能评估等关键技术攻关,推动产学研联合实验室建设以加速成果转化。在技术引进层面,重点消化吸收无损检测领域前沿成果,通过技术许可或联合研发方式掌握分布式光纤传感、相控阵超声检测等核心技术知识产权。建立动态更新的检测技术标准库,组织行业专家对新兴技术进行适用性评估,将成熟方法及时纳入标准体系,对滞后于技术发展的现行规范启动修订程序。鼓励检测机构参与国际标准制定,提升我国检测技术的国际话语权,推动检测认证结果国际互认,以技术创新引领检测行业升级。

4.2 完善管理机制

构建分级分类的检测机构监管体系,依据技术能力、设备配置、人员资质等要素实施差异化监管,对高等级机构实行信用承诺制管理,对低等级机构加强现场核查频次。建立行业信用评价平台,将恶性竞争、数据造假等违规行为纳入信用记录,实施跨部门联合惩戒。在流程管控方面,开发数字化检测管理平台,实现任务承接、方案编制、现场检测、报告出具全流程线上留痕,通过电子签章与区块链技术确保流程不可篡改。数据管理领域推行"三分离"机制,即数据采集、存储、分析由不同人员负责,建立异地容灾备份系统与访问权限矩阵,定期开展数据完整性校验。质量管理体系建设需强化过程控制,将平行检测比例提升至10%以上,关键项目实施双盲检测,建立质量问

题溯源倒查机制,对重复出现的质量缺陷启动管理评审,以精细化管理提升检测质量。

4.3 加强人员队伍建设

实施检测人力资源动态规划,根据区域水利建设规模预测人员需求,建立省级检测人员储备库,通过政府购买服务方式缓解短期人力缺口。构建"基础培训+专项提升+前沿研修"三级培训体系,基础课程涵盖最新标准规范解读,专项培训针对无损检测、智能监测等新技术,前沿研修聚焦国际检测技术发展趋势。推行职业资格认证与岗位津贴挂钩制度,对取得注册结构工程师、无损检测三级资格等高含金量证书的人员给予专项补贴。建立技术骨干培养计划,选拔优秀人员参与重大工程检测项目,通过导师制加速经验传承^[5]。优化人才发展环境,设立技术创新奖与质量贡献奖,对突破关键技术或避免重大质量事故的团队给予重奖,建立技术职称与行政职务双通道晋升机制,增强职业吸引力,以人才强基推动检测行业高质量发展。

结束语

水利工程质量检测的优化需以技术创新为驱动,完善管理机制为保障,强化人员队伍为支撑。通过构建多层次技术研发体系、推行数字化管理平台、实施分级分类监管,可突破技术瓶颈,规范检测流程,提升数据安全。同时建立动态人员储备库、完善三级培训体系、优化人才激励机制,能够解决人力短缺与能力断层问题。多维度协同发力将推动检测行业向标准化、智能化、专业化方向发展,为水利工程建设质量提供坚实保障,助力行业高质量发展。

参考文献

- [1]余春勇,许方安,张可.水利工程质量检测行业现状及对策研究[J].建筑经济,2023,44(10):20-25.
- [2]张侗侗,郭帅帅,毛成宾.水利工程质量检测工作现状与发展[J].科海故事博览,2024(10):73-75.
- [3]白勇强.新时期水利工程项目质量监督管理分析[J].工程建设与设计,2025(2):249-251.
- [4]宋崇能,张鹏雄,张云发.四川省水利质量安全监督工作现状及展望[J].四川水利,2022,43(3):5-6,55.
- [5]韦茜茜.水利工程质量检测中的质量控制与管理策略[J].数字化用户,2024(41):13-14.