

水利工程质量检测研究

吕军库

银川衡正信诚检测有限公司 宁夏 银川 750011

摘要：水利工程质量检测是保障工程安全运行的关键环节。当前我国水利工程质量检测在取得一定成效的同时，仍存在检测标准执行不力、机构能力不足、技术更新缓慢及市场竞争不规范等问题。研究表明，无损检测技术、智能化检测技术及无线传感器网络、太赫兹成像等新技术的应用，可显著提升检测效率与精度。为此，需通过加强政策监管、提升机构能力、推动技术创新及规范市场竞争等对策，完善水利工程质量检测体系，为水利工程高质量发展提供技术支撑。

关键词：水利；工程；质量；检测

引言：水利工程作为国家基础设施的重要组成部分，在防洪抗旱、水资源调配、生态保护等领域发挥着不可替代的作用。工程质量直接关系到公共安全与民生福祉，而质量检测是把控工程建设各环节质量的核心手段。随着水利工程建设规模扩大与技术复杂度提升，传统检测方法在准确性、时效性及自动化程度上的局限性日益凸显，加之行业标准不统一、市场秩序混乱等问题，亟需通过技术创新与体系优化提升检测水平。本文基于水利工程质量检测的现实需求，系统分析行业现状与技术瓶颈，探讨新技术应用路径，并提出针对性发展对策，为行业升级提供理论参考。

1 水利工程质量检测概述

1.1 水利工程质量检测的含义

水利工程质量检测是指依据国家相关法律法规、技术标准及设计文件，运用科学的检测方法和专业设备，对水利工程建设过程中使用的原材料、中间产品、构配件及工程实体质量进行检验、测试和评定的活动。它贯穿工程规划、设计、施工到验收的全生命周期，涵盖混凝土强度检测、钢材性能测试、土方压实度测定等多个环节。通过对工程质量特性进行量化分析，判断其是否符合规定要求，为工程质量控制提供数据支撑。作为工程质量管理的重要技术手段，质量检测是保障水利工程安全可靠运行的关键防线，也是工程质量监督和验收的核心依据。

1.2 水利工程质量检测的重要性

水利工程质量检测对工程建设与运行具有不可替代的重要意义。从建设阶段看，严格的质量检测能够及时发现原材料不合格、施工工艺不达标等问题，避免质量隐患累积，降低工程返工成本，保障建设进度。在运行阶段，定期检测可实时监测工程结构健康状况，预警潜

在安全风险，为维护加固提供科学依据。此外，质量检测结果还是工程质量责任追溯的重要凭证，有助于明确参建各方责任，规范市场秩序。随着水利工程规模与技术难度不断提升，质量检测更是保障工程安全、延长使用寿命、发挥综合效益的核心保障，对维护人民生命财产安全和促进社会经济可持续发展具有深远意义^[1]。

2 水利工程质量检测现状及问题

2.1 检测标准执行不力

当前水利工程质量检测标准体系虽已逐步完善，但实际执行中存在诸多漏洞。部分检测机构为追求效率或降低成本，选择性执行标准，对复杂工艺或隐蔽工程的检测频次、方法随意缩减；部分施工单位甚至与检测机构串通，伪造检测数据，导致标准形同虚设。此外，不同地区、不同项目对同一标准的理解与执行存在差异，缺乏统一的监管与约束机制，严重削弱了检测结果的权威性与可靠性。

2.2 检测机构能力不足

我国水利工程质量检测机构能力参差不齐，部分机构设备陈旧、老化，无法满足高精度检测需求；专业技术人员数量短缺、知识结构老化，对新技术、新方法掌握不足，难以胜任复杂工程检测任务。部分检测机构受利益驱动，盲目扩大业务范围，在人员、设备和技术储备不足的情况下承接超出能力范围的项目，导致检测结果偏差大、质量难以保障。

2.3 检测技术更新缓慢

传统水利工程质量检测技术仍占主导地位，超声波、射线检测等新技术应用普及程度较低。一方面，检测机构缺乏技术创新动力，依赖成熟但低效的传统方法；另一方面，新技术研发与工程实际需求脱节，成果转化周期长，难以快速应用于工程实践。此外，行业内

缺乏新技术推广激励机制,导致检测技术迭代缓慢,无法适应水利工程现代化建设对质量检测的高精度、智能化要求。

2.4 市场竞争不规范

水利工程质量检测市场竞争激烈,但缺乏有效监管,恶意低价竞争、挂靠资质、违规分包等现象频发。部分检测机构为获取项目,通过压低价格抢占市场,压缩检测成本,降低服务质量;部分无资质或低资质机构通过挂靠高资质单位承接业务,扰乱市场秩序。同时,行业准入与退出机制不完善,劣币驱逐良币现象突出,阻碍了检测行业的健康发展。

3 水利工程质量检测新技术研究及应用

3.1 无损检测技术

3.1.1 超声波检测

超声波检测基于超声波在介质中传播时遇到缺陷产生反射、折射和散射的特性,通过接收信号分析判断材料或结构内部缺陷。检测时,将超声波探头与被检测物表面耦合,发射高频声波穿透物体,若存在裂缝、空洞等缺陷,声波会改变传播路径并产生回波信号。该技术具有操作简便、检测速度快、对人体无害等优势,可实现对混凝土、钢材等材料内部缺陷的快速筛查,尤其适用于大体积构件检测。在水利工程中,常用于大坝、水闸等混凝土结构的裂缝深度、内部空洞检测,能为工程安全评估提供关键数据。

3.1.2 射线检测

射线检测利用X射线或 γ 射线穿透被检测物体时,因缺陷与基体对射线吸收程度不同,在底片或探测器上形成影像差异来识别缺陷。当射线穿过含有气孔、夹渣等缺陷的材料时,缺陷区域吸收射线量少,在成像介质上表现为灰度差异,从而直观呈现缺陷位置、形状和大小。此技术检测精度高,可对缺陷进行定量分析,但对人体有辐射危害,需严格防护。在水利工程中,常用于金属管道、压力容器等焊接接头的质量检测,能有效发现内部未焊透、裂纹等问题,保障工程结构安全可靠。

3.1.3 磁粉检测

磁粉检测基于铁磁性材料被磁化后,表面或近表面缺陷处产生漏磁场吸附磁粉的原理进行检测。对铁磁性工件施加磁场使其磁化,若存在裂纹、折叠等缺陷,缺陷处磁力线逸出表面形成漏磁场,喷洒磁粉后,磁粉在漏磁场作用下聚集,清晰显示缺陷轮廓。该技术操作简单、检测灵敏度高,能直观显示缺陷位置和形状,但仅适用于铁磁性材料,且对深埋缺陷检测效果不佳。在水利工程中,常用于闸门、钢结构部件的表面及近表面缺

陷检测,可及时发现潜在隐患,避免结构失效风险^[2]。

3.2 智能化检测技术

3.2.1 神经网络算法

神经网络算法模拟人类大脑神经元工作模式,通过构建多层神经网络结构,对大量检测数据进行学习和训练,从而实现对水利工程质量的智能评估与预测。在质量检测中,该算法可将传感器采集的应力、应变、位移等数据作为输入,经过隐含层的权重调整和非线性变换,输出结构健康状态评估结果。其优势在于能够处理复杂的非线性关系,自动提取数据特征,无需人工进行繁琐的特征工程。例如在大坝安全监测中,神经网络算法可基于历史数据建立模型,实时预测大坝可能出现的裂缝、渗漏等问题,为工程维护提供精准预警,有效提升检测的及时性和准确性。

3.2.2 深度学习技术

深度学习技术作为神经网络的进阶形式,通过构建深度神经网络模型,如卷积神经网络(CNN)、循环神经网络(RNN)等,实现对数据特征的自动学习和提取。在水利工程质量检测领域,深度学习可用于图像识别与处理,例如对无人机拍摄的大坝表面图像进行分析,快速识别裂缝、剥落等病害;还可通过对声呐数据的处理,检测水下结构的缺陷。与传统方法相比,深度学习无需手动设计特征提取规则,能够从海量数据中自主学习更具代表性的特征,检测精度更高、适应性更强,尤其适用于复杂环境下的质量检测任务,为水利工程质量评估提供了更智能、高效的解决方案。

3.2.3 云计算平台与移动终端应用

云计算平台凭借强大的存储和计算能力,为水利工程质量检测数据的管理与分析提供了高效解决方案。检测人员可通过移动终端将现场采集的数据实时上传至云端,利用云计算平台进行大数据分析和处理,快速获取检测结果。同时,云计算平台支持多用户协同工作,便于检测团队、施工单位和监管部门之间的数据共享与沟通。移动终端则使检测工作更加灵活便捷,检测人员可随时随地利用手机、平板电脑等设备完成数据采集、现场记录、报告查看等操作,打破时间和空间限制,提升检测工作效率,实现水利工程质量检测的移动化、智能化和信息化管理。

3.3 其他新技术

3.3.1 无线传感器网络

无线传感器网络由大量部署在监测区域的微型传感器节点组成,这些节点通过无线通信方式自组织成网络,实时采集温度、湿度、应力、位移等物理参数,并

将数据传输至汇聚节点进行分析处理。在水利工程中,该技术可实现对大坝、堤防等建筑物的长期、实时监测。例如,将传感器节点植入大坝混凝土内部,可动态感知结构应力变化,及时发现潜在裂缝和变形;布置在河道堤防周边的传感器,能监测水位、土壤含水量等数据,预测洪涝灾害风险。其优势在于部署灵活、成本较低,且无需复杂布线,可有效解决传统监测方法布线困难、数据采集不连续等问题,为水利工程安全运行提供全面、准确的数据支持。

3.3.2 太赫兹成像技术

太赫兹成像技术利用太赫兹波与物质相互作用产生的反射、透射和吸收特性,获取物体内部结构信息并生成图像。太赫兹波具有穿透性强、对非金属材料敏感、成像分辨率高等特点,在水利工程质量检测中极具应用潜力。例如,针对混凝土结构内部缺陷检测,太赫兹波能够穿透混凝土表面,识别空洞、疏松等问题;对于防渗层、衬砌等隐蔽工程,可通过太赫兹成像判断其完整性和密实度。与传统检测技术相比,太赫兹成像技术检测速度快、非接触、对人体无害,可实现大面积快速扫描,尤其适用于难以直接接触或破坏性检测受限的场景,为水利工程质量检测提供了新的高效手段。

3.3.3 复合材料无损评价技术

随着复合材料在水利工程中应用日益广泛,如纤维增强复合材料用于水闸修复、防渗膜材料用于渠道建设等,其质量检测需求愈发迫切。复合材料无损评价技术通过超声导波、红外热成像、声发射等方法,在不破坏材料结构的前提下,检测复合材料内部缺陷、界面粘接质量和性能退化情况。例如,超声导波技术可通过分析波在复合材料中的传播特性,识别分层、脱粘等缺陷;红外热成像则利用缺陷区域与基体的热传导差异,直观显示缺陷位置和范围。这些技术能够精准评估复合材料的完整性和可靠性,确保其在水利工程中充分发挥性能优势,有效降低因材料失效引发的工程风险,保障水利工程长期稳定运行。

4 加强水利工程质量检测的对策

4.1 加强政策引导和监管

当前水利工程质量检测政策执行松散,需强化政策引导与监管力度。政府应细化质量检测标准实施细则,明确各环节检测要求与责任主体,建立动态监督机制,定期抽查项目检测数据与流程规范性。同时,完善质量检测信用体系,将违规操作、数据造假等行为纳入信用评价,对失信机构实施联合惩戒,通过政策约束与信用

威慑,确保检测标准严格落地,提升行业整体规范性。

4.2 提升检测机构能力

针对检测机构设备落后、人员不足的问题,需从硬件与软件双向提升机构能力。一方面,鼓励机构加大资金投入,更新高精度检测设备,建立设备定期维护与升级机制;另一方面,联合高校、科研院所开展定向人才培养,组织专业技术培训与新技术推广活动,提升人员专业素养与创新能力。此外,推行检测机构分级管理制度,依据技术实力分配业务范围,倒逼机构提升自身竞争力。

4.3 推动技术创新与应用

为解决检测技术更新缓慢的困境,需构建产学研协同创新体系。政府设立专项科研基金,支持高校、企业开展无损检测、智能化检测等新技术研发,并建立成果转化平台,加速新技术从实验室到工程实践的应用。同时,对采用新技术的检测项目给予政策补贴与税收优惠,激发市场主体应用积极性,推动水利工程质量检测向智能化、高效化方向发展。

4.4 规范市场竞争

市场竞争无序严重阻碍行业发展,需从准入与监管两方面规范市场秩序。严格检测机构资质审批流程,提高准入门槛,杜绝低资质或无资质机构挂靠行为;建立价格指导机制,遏制恶性低价竞争,保障检测服务质量。加强市场动态监管,定期开展专项整治行动,严厉打击违规分包、数据篡改等行为,营造公平、健康的市场竞争环境,促进检测行业良性发展^[1]。

结束语

水利工程质量检测关乎国计民生,其发展水平直接影响工程的安全与效益。面对当前行业存在的标准执行、机构能力、技术更新和市场竞争等问题,政策引导、技术创新与市场规范等对策的协同推进至关重要。随着无损检测、智能化检测等新技术的广泛应用,以及行业监管体系的逐步完善,水利工程质量检测将向更高效、智能、规范的方向迈进。

参考文献

- [1]梁剑宁,黄锦峰.水利工程质量检测行业存在的问题及对策研究[J].内江科技,2014,10:8-9+27.
- [2]郝晓庆.水利工程质量检测常见问题及预控措施初探[J].农业科技与信息,2015,05:100-101+103.
- [3]樊志远,黄海田.试论水利工程质量检测管理的改革与发展[J].建筑监督检测与造价,2010,08:42-46.