

# 水工建筑工程质量检测关键技术与管理实践研究

黄平

广东 河源 517000

DOI:10.61369/ME.2025110009

**摘 要：** 本文围绕水工建筑工程质量检测展开，阐述国内外技术发展，指出质量管理体系问题。介绍超声、雷达等检测技术创新应用，以及大数据分析作用。强调从建立预防控制、动态监控、检测参数和作业程序标准化体系等方面保障质量，通过实际案例说明技术应用，构建经济性分析模型并评估管理效能与创新价值，点明成果与提升方向。

**关 键 词：** 水工建筑工程；质量检测；管理实践

## Research on Key Technology and Management Practice of Hydraulic Construction Engineering Quality Inspection

Huang Ping

Heyuan, Guangdong 517000

**Abstract：** This paper focuses on the quality inspection of hydraulic construction engineering, expounds the technical development at home and abroad, and points out the problems of quality management system. This paper introduces the innovative application of ultrasonic, radar and other detection technologies, as well as the role of big data analysis. It emphasizes the quality assurance from the establishment of prevention and control, dynamic monitoring, detection parameters and operation procedure standardization system, illustrates the technology application through actual cases, constructs the economic analysis model, evaluates the management efficiency and innovation value, and points out the achievements and improvement direction.

**Keywords：** hydraulic construction engineering; quality inspection; management practice

### 引言

2021年颁布的《水利工程质量检测管理规定》旨在进一步规范水工建筑工程质量检测工作，提升工程质量。在此背景下，国内外水工建筑工程质量检测技术发展各具特色，我国虽起步晚但发展快且成果显著。不过现行质量管理体系存在制度、执行、标准等方面问题。先进非破坏性检测技术、大数据分析技术在检测中发挥重要作用，建立事前预防、事中监控及标准化体系，优化作业程序等管理实践也至关重要，还应进行经济性分析及管理效能评估。虽已取得成果，但仍有提升空间，未来需推动水工建筑工程质量检测与管理持续进步。

### 一、水工建筑工程质量检测现状分析

#### （一）国内外检测技术发展概况

在水工建筑工程质量检测领域，国内外检测技术发展历程各有特点。国外起步相对较早，凭借先进的科技和工业基础，在无损检测技术如超声、雷达等应用方面发展迅速，形成了较为成熟的技术标准与规范体系<sup>[1]</sup>。随着计算机技术和传感器技术的不断进步，其检测设备朝着高精度、智能化方向发展。我国水利工程检测技术虽起步较晚，但发展迅猛，结合自身国情和水利建设需求，走出了一条特色技术路径。一方面积极引进吸收国外先进技术，另一方面加大自主研发力度，在大坝安全监测、基桩检测等方面取得显著成果。例如，研发出适合复杂地质条件的新型检测

设备，构建了具有中国特色的水利工程质量检测技术标准和质量管理体系，为保障水工建筑工程质量提供了坚实技术支撑。

#### （二）现行质量管理体系存在问题

现行质量管理体系存在诸多问题。在制度建设方面，相关质量管理制度不够完善，部分条款陈旧，未能及时结合新技术、新环境更新，难以全面覆盖水工建筑工程中复杂多样的情况<sup>[2]</sup>。执行力度不足是另一大问题，实际检测工作中，一些单位对质量管理体系执行不严格，存在走过场、敷衍了事的现象，对违规行为惩处力度不够，导致质量管理体系无法有效约束检测行为。技术标准方面，不同地区、不同部门的技术标准存在差异，缺乏统一规范，使得检测人员在操作过程中易产生困惑，影响检测结果的准确性和可比性，进而阻碍了水工建筑工程质量检测工作的高效

开展与质量提升。

## 二、质量检测关键技术体系研究

### （一）非破坏性检测技术方法

在水工建筑工程质量检测中，超声波检测与雷达检测等先进非破坏性检测技术（NDT）在评估水工混凝土结构完整性方面有诸多创新应用。超声波检测通过分析超声波在混凝土中的传播速度、波幅和频率等参数，能精准探测内部缺陷，如裂缝、空洞等。不同频率的超声波适用于不同深度和规模的缺陷检测，对于微小裂缝和浅层缺陷，高频超声波可提供高分辨率信息；低频超声波则更适合深层缺陷的探测<sup>[9]</sup>。雷达检测利用电磁波与混凝土相互作用产生的反射特性，可快速获取结构内部的分层、钢筋分布等情况。其对不同材质界面的识别能力，能有效判断混凝土与其他材料结合处是否存在脱空等缺陷，为水工混凝土结构完整性评估提供全面且准确的数据支持。

### （二）大数据分析技术应用

大数据分析技术在水工建筑工程质量检测中发挥着重要作用。通过构建基于 BIM 的质量数据云平台，可整合各类质量检测数据，实现数据的高效存储与共享<sup>[4]</sup>。利用该平台，海量的质量检测数据得以有序管理，为后续深入分析奠定基础。同时，机器学习算法在检测数据分析领域大显身手。针对检测数据特点，开发预测模型至关重要。借助机器学习强大的数据分析与模式识别能力，挖掘数据背后隐藏的规律，预测可能出现的质量问题，提前采取应对措施，提升工程质量。如此，大数据分析技术与 BIM 及机器学习算法深度融合，为水工建筑工程质量检测提供精准、高效的技术支持。

## 三、质量检测管理体系构建

### （一）全过程质量管理模式

#### 1. 事前预防控制体系

在水工建筑工程中，建立事前预防控制体系对保障工程质量至关重要。一方面要建立材料准入制度，对进入施工现场的各类水工建筑材料，从供应商资质审核，到材料的规格、性能指标检测等，都进行严格把控。只有符合相关标准和工程设计要求的材料才能准入，从源头上避免因材料问题引发的质量隐患<sup>[9]</sup>。另一方面，施工方案预审机制同样关键。施工前，专业技术人员和质量管理人員要对施工方案进行全面细致的审查，考量方案的可行性、合理性以及对工程质量的保障措施，评估其是否符合水工建筑工程的特点和规范要求。通过这两个策略，实现质量管控的有效前移，为后续工程施工奠定坚实基础，确保水工建筑工程的质量。

#### 2. 事中动态监控机制

事中动态监控机制旨在对水工建筑工程施工过程进行实时、全面的把控。借助基于物联网的实时质量监测系统，在施工现场布置各类传感器，如应力应变传感器、温度传感器等，全方位收集工程数据，涵盖混凝土浇筑温度、钢筋应力变化等关键参数。

系统将这些实时数据传输至监控中心，通过数据分析模型进行实时分析评估。一旦发现数据异常，立即触发异常响应流程<sup>[6]</sup>。专业技术人员迅速介入，依据异常情况展开调查，判断问题严重程度，及时采取针对性的处理措施，如调整施工工艺、暂停施工整改等，确保工程质量始终处于受控状态，避免质量问题进一步恶化，保障水工建筑工程的顺利推进。

### （二）标准化检测流程构建

#### 1. 检测参数标准化体系

构建检测参数标准化体系对水工建筑工程质量检测至关重要。针对不同水工建筑物类型，要深入研究并制定核心检测指标与阈值规范<sup>[7]</sup>。例如对于大坝，渗流量、坝体变形等是关键检测参数，需明确其精准的测量方法、频率以及合理阈值范围，为判断大坝运行状态提供科学依据。又如水闸，闸室结构应力、止水效果等参数的检测标准需细致规定，包括检测仪器精度要求、操作流程等，确保检测结果准确可靠。通过这样全面且针对性强的参数标准化体系建设，使水工建筑工程质量检测工作更具科学性与规范性，有力保障工程的安全稳定运行。

#### 2. 作业程序标准化管理

在水工建筑工程质量检测中，作业程序标准化管理至关重要。建立全流程标准操作程序，从取样环节开始，要明确规定取样的部位、数量、频率及方法等，确保所取样本具有代表性和真实性。在测试环节，需规范各类检测仪器的操作步骤、校准要求及数据记录方式，保证测试数据的准确性和可靠性。对于报告环节，统一报告的格式、内容框架与结论表述形式，使检测报告清晰、规范且具备权威性<sup>[8]</sup>。通过对取样、测试、报告等各环节的标准化管 理，实现作业程序的标准化，从而有效提升水工建筑工程质量检测的整体水平，为工程质量提供坚实保障。

## 四、管理实践与工程验证

### （一）水库枢纽工程应用

#### 1. 坝体渗漏检测案例

在某水库枢纽工程中，为有效检测坝体渗漏情况，应用分布式光纤监测技术。该技术利用光纤的光时域反射原理，实时感知坝体温度变化，进而精准定位渗漏位置。在工程现场，沿着坝体关键部位合理铺设光纤，构建起全面的监测网络。实际运行期间，一旦坝体出现渗漏，渗漏处的水温变化会引起光纤中光信号的改变，系统迅速捕捉并分析这些信号。经实践验证，该技术能够及时、准确地检测到坝体渗漏，相比传统检测方法，具有更高的灵敏度和全面性<sup>[9]</sup>。此次应用为坝体渗漏检测提供了可靠的技术手段，有力保障了水库枢纽工程的安全稳定运行，也为同类工程的渗漏检测提供了有益参考。

#### 2. 质量追溯系统建设

在水库枢纽工程应用中，质量追溯系统建设至关重要。利用区块链技术搭建质量追溯系统，对建材从采购、运输到使用的全过程进行信息记录与管理。采购环节，详细录入建材供应商、批次、规格等基础信息；运输阶段，跟踪运输路径、时间及运输条

件等；使用过程中，记录建材具体应用部位、施工人员等。这些信息以加密形式存储于区块链，不可篡改且可随时追溯<sup>[10]</sup>。通过该系统，一旦发现质量问题，能够快速定位问题源头，是供应商产品问题，还是运输环节受损，亦或是施工使用不当等，以便及时采取有效措施解决，确保水库枢纽工程质量，提升工程管理效率与水平，保障工程长期安全稳定运行。

### （二）河道整治工程实践

#### 1. 护岸结构检测方案

在河道整治工程实践中，针对护岸结构的检测方案至关重要。先对护岸结构进行全面勘察，了解其材料、结构形式等基本信息。运用快速检测车，通过车载无损检测设备，如地质雷达、超声检测仪等，快速获取护岸内部结构的完整性数据。利用先进的传感器技术，实时监测护岸在水流、风浪等作用下的位移、应力变化情况。同时，结合现场取样分析，对护岸材料的物理力学性能进行检测。基于获取的数据，采用所开发的评估方法，对护岸结构的稳定性、耐久性等科学评估，判断是否满足工程质量要求，为后续护岸的维护、修复或加固提供准确依据，确保河道整治工程中护岸结构的安全性与可靠性。

#### 2. 移动检测平台应用

在河道整治工程实践的移动检测平台应用中，采用搭载多光谱相机的无人机作为移动检测平台具有重要意义。无人机可凭借其灵活机动性，快速抵达河道各区域，克服传统人工检测在复杂地形和偏远区域的不便。多光谱相机能从多个光谱波段获取图像信息，通过分析不同波段的反射特性，精准识别河道水体污染状况、河岸植被覆盖情况以及工程设施的潜在病害。例如，对于水体富营养化导致的藻类聚集，多光谱图像可清晰呈现异常区域。通过这种移动检测平台应用，能够实时、全面且高效地对河道整治工程进行质量检测，及时发现问题并反馈，为后续工程调整与完善提供有力依据，切实保障河道整治工程质量，推动水工建筑工程管理实践的发展。

### （三）检测管理效能评估

#### 1. 经济性分析模型

建立水工建筑工程质量检测经济性分析模型，旨在精准量化检测投入与质量效益的关系。模型构建时，需全面考量多项关键参

数，比如检测技术的选用成本，不同检测手段所需的设备购置、维护及人工费用等，这些构成检测投入要素。而质量效益方面，将工程交付后的使用寿命延长、维修频次降低、安全事故减少等所带来的经济收益纳入考量。通过科学的函数关系设定，将投入与效益要素关联起来。运用该模型，能直观呈现不同检测策略下投入产出比，辅助管理者依据工程实际需求和预算限制，优化检测方案，在保障工程质量的同时，实现资源合理配置与经济效益最大化，为水工建筑工程质量检测的经济决策提供有力支撑。

#### 2. 管理创新价值评估

在水工建筑工程中，对检测管理效能及管理创新价值进行评估意义重大。通过典型工程数据分析管理优化带来的质量提升幅度，可从多方面着手。从检测管理效能评估看，可分析检测流程优化后，检测数据的准确性、及时性提升情况，评估能否及时发现质量隐患，减少因检测延误或失误导致的质量问题。针对管理创新价值评估，可考量引入新的管理理念、方法或技术，如数字化管理平台、智能检测设备等，对工程整体质量、成本控制、进度推进的积极影响。例如新的检测技术可能提高了检测效率，减少了人力成本，同时提升了检测精度，从而保障工程质量，这些都是管理创新所带来的价值，全面评估能为后续水工建筑工程质量检测管理提供有力参考。

## 五、总结

水工建筑工程质量检测关键技术与管理实践的研究，取得了一系列成果。在技术体系方面，形成了涵盖原材料、施工过程及成品等多环节的全面检测技术，为工程质量提供坚实技术支撑。管理模式上，创新采用信息化、智能化手段，提高管理效率与精准度。然而，仍存在一些可提升之处。智能检测设备研发尚待加强，需加大投入以提升设备性能与适用性；全过程质量链管理的研究也有待深化，确保各环节紧密衔接。建立检测-管理-决策联动机制尤为关键，它能实现信息实时共享与高效流转，助力水利工程全生命周期质量提升。未来，应持续关注这些方面，推动水工建筑工程质量检测与管理不断进步。

## 参考文献

- [1] 刘有为. 建筑工程质量检测行业规范性评价及其改进研究 [D]. 重庆大学, 2021.
- [2] 李阳. 建筑企业给排水工程质量管理研究 [D]. 吉林大学, 2024.
- [3] 石新禹. 全过程工程咨询工程质量检测实施细则研究及工程应用 [D]. 郑州大学, 2021.
- [4] 赵东菊. 民用建筑防水工程质量影响因素研究 [D]. 重庆大学, 2022.
- [5] 陶鉴. 基于机器视觉的建筑模板安装质量检测系统设计 [D]. 武汉理工大学, 2022.
- [6] 张进云. 工程质量检测在建筑工程管理中的实践探究 [J]. 建材发展导向, 2024, 22(09): 18-21.
- [7] 江莉. 建筑工程材料质量检测及管理措施 [J]. 城市情报, 2022, (16): 184-186.
- [8] 刘晓林. 建筑工程质量检测及管理措施 [J]. 建材发展导向, 2023, 21(05): 62-64.
- [9] 许伟. 建筑工程质量检测及管理措施 [J]. 建筑与装饰, 2022, (01): 1-3.
- [10] 任宪峰. 建设工程质量管理的实践与探索 [J]. 区域治理, 2018, (09): 78-78.