

水工建筑工程检测： 基于水利水电工程的技术管理路径

陈远彪

广东丰源建设工程检测有限公司，广东 河源 517000

DOI:10.61369/WCEST.2025110002

摘要：本文围绕水工建筑工程检测展开，阐述其特殊性，强调在水利水电工程技术管理框架下，应综合运用多种技术手段及管理方法。通过实证分析，验证基于水利水电工程的技术管理路径成效，同时指出当前智能检测装备集成和多源数据融合的不足，展望区块链技术应用前景。

关键词：水工建筑工程检测；技术管理路径；智能检测设备

Hydraulic Engineering Construction Inspection: A Technical Management Approach Based on Water Conservancy and Hydropower Projects

Chen Yuanbiao

Guangdong Fengyuan Construction Engineering Testing Co., LTD., Heyuan, Guangdong 517000

Abstract : This paper focuses on the inspection of hydraulic construction projects, elaborates on its particularity, and emphasizes that under the framework of water conservancy and hydropower engineering technology management, multiple technical means and management methods should be comprehensively applied. Through empirical analysis, the effectiveness of the technical management path based on water conservancy and hydropower projects is verified. At the same time, the deficiencies of the current integration of intelligent detection equipment and the fusion of multi-source data are pointed out, and the application prospects of blockchain technology are prospected.

Keywords : **hydraulic engineering construction inspection; technical management path; intelligent detection equipment**

引言

随着水利工程建设的不断推进，水工建筑工程检测的重要性日益凸显。2008年颁布的《水利工程质量检测管理规定》进一步强调了规范检测行为、保障工程质量的要求。水工建筑结构因材料、荷载及环境的特殊性，在质量控制上需专门标准与方法。其工程检测技术特征复杂，管理需求贯穿全生命周期。从智能检测设备应用到质量控制体系构建，从技术管理路径优化到实证分析等多方面，都致力于提升检测的科学性与可靠性。尽管已取得成效，但仍存在智能检测装备集成及多源数据融合等不足，未来可借助新技术如区块链实现突破。

一、水工建筑工程检测的技术特征与管理需求

(一) 水工建筑结构的特殊性分析

水工建筑结构具有诸多特殊性。从材料特性看，水工建筑常需承受水压力、水流冲刷等，对材料的抗渗性、耐久性要求极高，如大坝需采用抗渗性良好的混凝土材料^[1]。在荷载方面，除常规重力荷载外，水压力、渗透压力等动态荷载不可忽视，其变化复杂，对结构稳定性影响大。以大坝为例，水位涨落带来的水压力变化频繁，要求结构能适应这种动态荷载。就环境适应性而言，水工建筑长期处于水下或潮湿环境，需抵抗水的侵蚀、冻融循环等，这与传统建筑工程所处环境差异显著。这种特殊性使得

水工建筑在质量控制上不能照搬传统建筑工程模式，需针对其材料、荷载、环境特点，制定专门的质量控制标准与方法，以确保工程的安全性与可靠性。

(二) 水利水电工程技术管理框架

水工建筑工程检测处于水利水电工程技术管理框架之中，其技术特征体现为检测涉及水工结构的各个方面，需综合运用多种专业技术手段，如无损检测、材料性能检测等，精准获取工程结构状态信息。管理需求层面，设计审查阶段要依据水工建筑工程特点，对检测方案、技术标准进行严格审核，确保检测能为设计优化提供可靠依据^[2]。施工监控阶段，需实时把控检测数据，保障施工质量符合设计要求。运维检测阶段，通过长期监测数据的

分析，及时发现潜在安全隐患，为运维决策提供支撑。各阶段相互关联，共同致力于提升水工建筑工程的安全性与可靠性，构建完善的全生命周期技术管理体系。

二、工程检测技术的关键管理路径

(一) 数字化检测技术应用

在水工建筑工程检测中，智能检测设备如超声波探伤、三维激光扫描等在混凝土缺陷识别方面有着重要作用。超声波探伤通过发射超声波穿透混凝土结构，依据反射波特性判断内部缺陷，能精准定位缺陷位置、大小等信息，为工程质量评估提供关键依据^[3]。三维激光扫描可快速获取混凝土表面的三维数据，构建高精度模型，直观呈现表面形态及潜在缺陷。针对这些数字化检测技术，需严格管理数据标准。确保数据采集的规范性，明确各项参数设置要求；保证数据处理的准确性，制定科学的算法与流程；注重数据存储与传输的安全性，防止数据丢失或泄露，以此提升水工建筑工程检测的科学性与可靠性。

(二) 检测过程的质量控制体系

在水工建筑工程检测中，检测过程的质量控制体系至关重要。建立覆盖人员资质、设备校验、检测流程、数据复核的四级质量控制节点。人员资质方面，确保参与检测的人员具备专业知识与技能，持有相应资格证书。设备校验环节，对检测所需的仪器设备按规定周期进行校准与维护，保证其精度与可靠性。检测流程要严格遵循标准规范，保证操作的准确性和一致性。数据复核则对检测所得数据进行再次审核，杜绝错误与疏漏。此外，针对异常数据处理，应提出明确管理规范，规定如何分析异常原因、采取何种纠正措施等^[4]。通过这样完善的质量控制体系，保障水工建筑工程检测结果的准确性和可靠性。

三、技术管理路径的优化策略

(一) 检测技术创新与管理协同机制

1.BIM技术与检测数据融合

在水工建筑工程检测基于水利水电工程的技术管理路径优化中，BIM技术与检测数据融合是关键策略。通过将BIM技术集成到检测流程，能够实现检测结果的可视化呈现，让复杂的检测数据以直观、易懂的三维模型形式展现，帮助管理人员与技术人员快速理解结构状态。同时，借助BIM技术对检测数据的深度分析，可有效进行结构安全预判。如结合实时监测数据与BIM模型，运用数据分析算法，提前预测结构可能出现的安全隐患，为及时采取加固、维修措施提供依据。这种融合能打破技术与管理之间的壁垒，促进检测技术创新与管理的协同，提升水利水电工程检测的整体效率与质量^[5]。

2.风险预警决策支持系统

在水工建筑工程检测的技术管理路径优化中，检测技术创新与管理协同机制至关重要。一方面，通过不断创新检测技术，如采用先进的无损检测手段、智能传感器等，提高检测数据的准确

性与时效性。另一方面，要加强管理协同，打破部门壁垒，确保检测技术成果能迅速应用于实际管理流程。在风险预警决策支持系统方面，基于检测大数据构建风险评估模型。利用大数据分析技术挖掘潜在风险特征，精准设置预警阈值。当风险指标接近阈值时，启动相应的管理响应机制，如及时安排维护、调整工程运行参数等^[6]。这种优化策略能有效提升水工建筑工程检测的整体效能，保障水利水电工程安全稳定运行。

(二) 管理流程标准化建设

1.多层次检测档案管理系统

在水工建筑工程检测基于水利水电工程的技术管理路径中，管理流程标准化建设与多层次检测档案管理系统至关重要。对于管理流程标准化，应全面梳理检测各环节，从检测方案制定到结果报告，依据水利行业标准明确每一步骤的操作规范、质量要求与时间节点，确保流程统一、高效。在多层次检测档案管理系统方面，设计符合水利行业标准的电子化档案存储架构，该架构应具备分层分类存储功能，方便不同层级人员访问与管理。同时制定数据追溯与共享管理规范^[7]，数据追溯可精准定位每一项检测数据的来源、修改记录等，保障数据准确性与可靠性；共享管理规范则明确不同层级人员的数据使用权限，在保证数据安全的前提下实现高效共享，提升整体技术管理水平。

2.跨部门协同管理平台

技术管理路径的优化策略需注重管理流程标准化建设与跨部门协同管理平台搭建。在管理流程标准化建设方面，应明确设计、施工、监理、检测四方在各个环节的工作标准与规范，比如对检测指标、数据记录方式、报告格式等制定统一标准，确保各方工作有序衔接，减少因标准差异产生的问题^[8]。搭建跨部门协同管理平台，实现设计、施工、监理、检测四方的实时信息交互，打破部门间信息壁垒。平台可设置专门板块供各方上传和共享资料、发布工作进展、提出问题与解决方案，同时基于此平台落实责任追溯制度，通过记录各方操作与信息交互，在出现问题时能快速精准定位责任主体，从而提升水工建筑工程检测技术管理整体效能。

四、管理路径实践验证与改进

(一) 典型工程应用案例分析

1.大坝安全检测项目实证

在大坝安全检测项目实证中，选取重力坝检测数据具有重要意义。通过对重力坝渗流监测数据的分析，可清晰观察到管理路径在实际应用中对渗流状态把握的精准度，判断渗流是否处于安全可控范围，确保大坝不因渗流问题而引发安全隐患。在结构稳定性评估方面，依据管理路径所采用的方法，利用重力坝的结构参数及相关监测数据进行计算与分析，能准确评估重力坝在不同工况下的稳定性。结果表明，基于水利水电工程的技术管理路径在重力坝渗流监测与结构稳定性评估中应用效果良好，但也发现一些细节可优化。基于此实证分析，为管理路径的进一步改进提供了数据支撑与方向指引，以更好地保障水工建筑工程安全^[9]。

2. 输水隧洞检测管理实践

在输水隧洞检测管理实践中，着重分析管片错台检测数据管理流程。通过对实际工程输水隧洞管片错台检测数据的收集、整理与分析，构建起科学合理的数据管理流程^[10]。在此过程中，详细记录每一处管片错台的具体数值、位置等信息，运用专业软件进行数据处理与可视化展示。基于此流程，评估基于水利水电工程的技术管理路径对施工质量控制的提升作用。结果显示，该技术管理路径使得施工人员能精准掌握管片错台情况，及时发现潜在质量问题并采取针对性措施，显著提高了输水隧洞施工质量，有效保障了隧洞结构稳定性与运行安全性，为类似水工建筑工程检测管理提供了可靠的实践参考。

(二) 管理成效综合评价体系

1. 多维评价指标构建

在水工建筑工程检测基于水利水电工程的技术管理路径中，多维评价指标构建极为关键。检测效率作为重要指标，衡量检测工作开展的速度，快速完成检测任务能保障工程进度；数据准确率关乎检测质量，准确的数据是后续工程决策的依据，哪怕微小的数据偏差都可能导致严重后果；问题整改率反映对检测出问题的处理力度，及时且高效的整改才能真正提升工程质量。将这些因子纳入综合评估模型，能从不同维度全面、客观地评价管理成效，为后续管理路径的实践验证与改进提供量化依据，助力水利水电工程技术管理水平不断提升，确保水工建筑工程的安全与稳定运行。

2. 模糊综合评价法应用

在水工建筑工程检测的管理成效综合评价体系中，模糊综合评价法具有重要应用。针对某流域水电工程检测管理体系，先构建评价因素集，涵盖诸如检测技术准确性、人员操作规范性、设备运行稳定性等多个方面。接着确定评语集，例如优秀、良好、一般、较差等不同等级。运用专家权重法为各评价因素赋予权重，以反映其在整体体系中的重要程度。在此基础上，依据模糊数学原理，通过隶属度函数确定各因素对不同评语的隶属程度，进而得到模糊评价矩阵。将权重向量与模糊评价矩阵进行合成运算，得出综合评价结果，直观呈现该水电工程检测管理体系的实际成效。根据此结果，可针对性地对管理路径进行实践验证，发现不足并加以改进，提升水工建筑工程检测的技术管理水平。

(三) 持续改进机制设计

1. PDCA 循环管理应用

在水工建筑工程检测中应用 PDCA 循环管理，计划阶段，依

据水利水电工程特点与相关标准，制定详细检测计划，明确检测指标、方法与频率。执行阶段，检测人员严格按计划开展工作，如实记录检测数据。检查阶段，对检测数据深度分析，对比标准判断工程质量状况，查找偏差与潜在问题。处理阶段，针对发现的问题，分析原因并制定纠正措施，将成功经验标准化，用于指导后续检测工作。通过不断循环，实现检测管理的持续改进，提升水工建筑工程检测的准确性与可靠性，为水利水电工程质量提供坚实保障。

2. 动态调整策略研究

针对新型建筑材料和施工工艺，要设计一套科学合理的持续改进机制。该机制需以定期评估检测标准的适应性为基础，分析在水工建筑工程实际检测中，现有标准是否准确反映材料和工艺特性，是否满足水利水电工程的质量安全需求。同时，开展动态调整策略研究。一方面，关注行业前沿技术发展，了解新型建筑材料和施工工艺的最新动态，以便及时将相关技术要点融入检测标准；另一方面，结合水工建筑工程检测实践反馈，对标准进行有针对性的调整，确保检测标准能紧跟材料与工艺变化，为水利水电工程技术管理提供精准有效的支撑，推动水工建筑工程检测工作不断完善和优化。

五、总结

在水工建筑工程检测中，基于水利水电工程的技术管理路径已取得显著实施效果。通过对检测流程的优化、人员专业能力的提升以及先进技术的应用，提高了检测的准确性与效率，为水工建筑的质量与安全提供了有力保障。然而，当前研究仍存在一些不足。智能检测装备集成方面，各类设备之间的兼容性与协同性有待加强，未能充分发挥整体效能；多源数据融合也面临挑战，不同类型数据的融合精度和效率较低，影响检测结果的全面性与深度。未来，区块链技术有望在检测数据可信管理中大放异彩。其分布式账本、加密算法等特性，可确保检测数据的真实性、不可篡改，提升数据管理的安全性与可信度，为水工建筑工程检测技术管理开辟新路径。

参考文献

- [1] 张朕. 基于行为隐空间功构映射的智能视觉检测装备设计研究 [D]. 东华大学, 2023.
- [2] 黄体文. 基于 BIM 的水利建筑工程概预算编制研究 [D]. 华北水利水电大学, 2022.
- [3] 李淑婧. 东深供水工程线性水利遗产研究 [D]. 华南理工大学, 2022.
- [4] 杨蕴鹏. 基于图像处理的水工结构钢表面锈蚀特征检测与评估 [D]. 三峡大学, 2021.
- [5] 许凯飞. 基于倾斜圆路径的机床误差检测研究 [D]. 杭州电子科技大学, 2023.
- [6] 张胜利. 水利水电工程施工技术管理研究 [J]. 你好成都 (中英文), 2023, (33):0232-0234.
- [7] 曾德升. 水利水电工程施工技术管理研究 [J]. 价值工程, 2021, 40(23):54-56.
- [8] 王振伟. 试论水利水电工程混凝土施工技术管理 [J]. 砖瓦世界, 2021(13):299.
- [9] 彭光玉. 试论水利水电工程混凝土施工技术管理 [J]. 科技风, 2021(9):190-191.
- [10] 侯万军, 侯博超. 水利水电工程施工技术管理研究 [J]. 水利水电科技进展, 2021, 41(5):10002.