

水利工程施工技术管理与建筑工程质量控制的协同研究

洪 亮

四川省泸州市江阳区水务局 四川泸州 646000

摘 要：近年来，我国水利工程建设规模持续扩张，从南水北调跨流域调水到白鹤滩世界级水电站落成，技术创新与工程质量的协同发展成为行业焦点。本文就水利工程施工技术管理与建筑工程质量控制的协同研究，研究成果旨在为破解水利工程建设中的技术与质量割裂难题提供理论支撑，对推动行业智能化转型与可持续发展具有实践指导价值。

关键词：水利工程；施工技术管理；建筑工程质量控制；协同

一、水利工程概述

水利工程作为国民经济基础设施的重要组成部分，承担着防洪、灌溉、供水、发电及生态调节等多重功能，其建设质量直接关系国计民生与社会可持续发展。从功能维度看，大型水利枢纽如三峡工程通过拦蓄洪水、调节径流，有效保障了长江中下游地区的防洪安全；而南水北调工程则以跨流域调水缓解区域水资源供需矛盾。技术层面，现代水利工程融合了岩土力学、流体力学、材料科学等多学科成果，从传统土石坝施工到新型碾压混凝土筑坝技术，从渠道防渗到智能泵站系统，技术迭代显著提升工程效率与耐久性。在施工管理方面，水利工程具有周期长、环境复杂、地质条件多变等特点，需兼顾水文气象、生态保护与移民安置等多重约束，其技术管理体系涵盖施工组织设计、质量检测、安全管控等全流程。当前，随着“智慧水利”战略推进，BIM技术、物联网监测、无人机巡检等数字化手段逐步应用，推动施工技术管理向精细化、智能化转型。值得注意的是，水利工程质量控制不仅关乎工程自身寿命，更与生态环境、公共安全深度关联，因此亟需通过技术管理与质量控制的协同优化，实现工程效益与社会效益的有机统一。

二、水利工程施工技术管理与质量控制的现状分析

水利工程施工技术管理与质量控制的协同水平直接影响工程全生命周期效益。当前行业发展呈现技术升级与管理滞后并存的特征，具体现状可从三方面剖析：第一，管理体系碎片化，协同机制亟待完善。现行水利工程管理多沿用传统分段模式，技术管理与质量控制分属不同职能部门。技术交底环节常由施工方单向传递，缺乏质量管控方的前置参与，导致技术标准与验收规范存在执行偏差。例如，某大型水闸工程因施工组织设计未

充分纳入质量风险评估，施工中临时变更导流方案，最终因基础防渗处理技术参数调整未同步更新质量检测指标，引发渗水隐患。此外，项目管理数字化转型进程缓慢，多数中小工程仍依赖纸质台账与人工巡检，BIM协同平台、物联网监测系统仅在部分示范项目应用，数据孤岛现象突出，难以实现施工进度、技术参数与质量数据的实时联动分析。第二，技术应用两极分化，创新转化存在梗阻。大型水利枢纽已广泛采用智能碾压、混凝土温控仿真等前沿技术，例如白鹤滩水电站通过数字孪生平台实现大坝浇筑全过程温度应力实时监测。但中小流域治理、灌区改造等项目仍以传统工艺为主，新型生态护坡技术、智能灌浆设备应用率不足30%。技术管理与质量控制的协同创新机制缺失：一方面，施工单位对新技术适应性研究投入不足，某河道整治工程盲目引进生态袋护坡技术，因未结合地质条件优化施工参数，导致边坡稳定性不达标；另一方面，质量标准更新滞后于技术迭代，如装配式水工结构尚无统一质量验收细则，检测方法仍沿用现浇结构规范，制约新技术推广。第三，质量监管效能不足，责任链条存在断点。现行质量监管体系依赖“政府抽检+第三方监理”的被动模式，抽检覆盖率不足工程总量的15%，且检测标准存在地域差异。某堤防加固项目因省级与地方检测机构对压实度评定方法理解不同，导致返工整改成本增加20%。技术管理与质量控制责任边界模糊，隐蔽工程验收常出现“技术方案通过但实体质量不达标”的矛盾。综上，水利工程施工技术管理与质量控制的协同困境，本质上源于管理体系的结构性矛盾、技术创新的适配性缺失及监管机制的系统性不足。破解这一难题需构建全链条协同框架，推动技术标准与质量规范的动态融合，方能实现工程效益

与社会效益的平衡。

三、水利工程施工技术管理与建筑工程质量

1. 加强施工技术人才队伍建设

加强施工技术人才队伍建设是提升水利工程施工技术管理与建筑工程质量的核心支撑。当前行业面临人才结构失衡、创新能力不足等问题，需从“引育用留”全链条发力。一方面，优化人才引进机制，重点吸纳掌握BIM建模、智能监测等数字化技术的复合型人才，同时与高校共建“水利工程卓越工程师”培养计划，强化岩土力学、流体仿真等专业实践教学。另一方面，完善人才培养体系，建立分层分类培训机制：针对基层技术人员开展新工艺标准化操作培训，为技术骨干开设“技术管理与质量控制协同创新”研修班，推动理论知识与工程实践深度融合。此外，构建动态激励机制，将技术创新成果与质量管控成效纳入绩效考核，设立“质量技术标兵”专项奖励，形成“以项目练队伍、以成果促提升”的良性循环。通过搭建产学研用协同平台，打造一支既精通智能建造技术又具备质量全过程管控能力的高素质人才队伍，为水利工程高质量发展提供持久动力。

2. 建立协同管理机制

建立协同管理机制是破解水利工程施工技术管理与质量控制脱节问题的关键。需构建“组织-流程-技术”三位一体的协同体系：在组织架构层面，设立跨部门联合工作组，由技术总工、质量总监、施工项目经理共同牵头，打破职能壁垒，实现技术方案编制与质量标准制定同步论证；流程优化方面，建立“技术交底-施工执行-质量验收”闭环管理，将质量风险评估前置至技术方案设计阶段，运用PDCA循环动态调整施工参数与检测指标。例如，在混凝土温控施工中，技术部门实

时监测浇筑温度，质量部门同步验证温控措施效果，确保技术方案与质量要求动态匹配。技术支撑上，依托BIM+GIS数字孪生平台，集成施工进度、技术参数、质量检测数据，实现多方在线协同决策；开发移动端质量追溯系统，贯通原材料进场、工序验收、缺陷整改全流程，确保技术指令与质量反馈即时互通。通过制度保障、流程再造与技术赋能，形成技术管理驱动质量提升、质量控制反哺技术优化的协同生态，最终实现水利工程建设效率与品质的双重突破。

3. 完善施工技术与质量控制的协调流程

完善施工技术与质量控制的协调流程需以系统化思维重构全周期管理链条。首先，在前期策划阶段，建立技术方案与质量标准的联合评审机制，组织设计、施工、监理三方对导流方案、防渗工艺等关键技术进行质量风险预判，同步制定检测指标与验收细则。施工过程中，推行“技术-质量双清单”管理：技术部门编制工序操作指南，明确工艺参数与技术难点；质量部门对应制定质量控制点清单，标注隐蔽工程验收节点、原材料抽检频次等要求。通过BIM5D平台实现技术参数与质量数据的实时关联，例如混凝土浇筑时，施工进度与温度监测数据自动比对，超限即触发预警并联动技术方案调整。验收环节建立“双向反馈”机制：质量问题回溯技术方案漏洞，技术改进同步更新质量验收标准。引入区块链技术实现质量数据不可篡改存证，确保施工日志、检测报告与技术交底文件可追溯。针对变更管理，设置技术方案调整与质量验证的并行审批通道，避免因流程滞后影响施工连续性。通过全流程节点的深度耦合，形成技术创新驱动质量提升、质量管控反哺技术优化的良性循环，最终实现水利工程施工的精细化与标准化。



图1 水利工程质量控制管理体系

4. 建筑工程质量控制的核心方法

建筑工程质量控制的核心方法需贯穿“人、机、料、法、环”全要素，构建系统化管控体系。首先，依托PDCA循环实施动态管理：计划阶段结合技术方案编制质量策划书，明确关键工序验收标准；执行阶段推行“三检制”，辅以BIM模型进行施工模拟预控。其次，强化原材料全生命周期管理，运用区块链技术实现砂石、水泥等物资从采购、进场检验到使用的溯源追踪，严控材料性能指标与批次稳定性。在工艺控制方面，针对混凝土浇筑、基础灌浆等关键环节，部署智能监测设备实时采集温度、压力数据，结合数字孪生平台进行质量趋势分析，超限即时预警并启动纠偏。此外，建立质量风险分级管控机制，对深基坑支护、高边坡处理等高危工序实施专家论证与驻点督导。验收阶段采用无损检测、三维激光扫描等先进手段进行实体质量复核，利用大数据分析历史质量缺陷案例，形成预防措施知识库。通过技术手段与管理流程的深度融合，将质量控制从被动验收转向主动预防，确保水利工程实体质量满足设计标准与运行安全需求。

5. 信息化技术在水利工程施工质量安全管理中的具体应用

信息化技术通过数据驱动与智能决策，重构水利工程施工质量安全管理模式。在质量管控方面，BIM技术可整合设计模型与施工方案，模拟导流、浇筑等复杂工艺，提前预判质量风险；结合物联网传感器实时采集混凝土强度、坝体沉降等数据，经AI算法分析生成质量趋势报告，实现缺陷预警与精准整改。例如，通过埋设光纤栅传感器监测大坝温度场，系统自动调整温控措施，降低裂缝风险。安全管理层面，GIS与无人机巡检结合，构建工程三维地理信息数据库，动态识别高边坡、深基坑等危险区域；智能安全帽搭载定位与生命体征监测模块，实时传输人员位置及健康数据，遇突发状况触发应急响应。此外，区块链技术应用于安全隐患整改流程，确保问题上报、处理、验收的全流程数据不可篡改，压实责任链条。数字化平台整合质量与安全管理模块，形成“监测-分析-决策-执行”闭环。信息化技术的深度应用，推动水利工程质量安全管理从经验驱动转向数据驱动，显著提升风险防控能力与管理效率。

6. 协同管理的实施策略

协同管理的实施需以组织架构重塑为基础，技术平台搭建为支撑，制度流程优化为保障。首先，构建矩阵

式协同组织，设立由技术、质量、安全等部门组成的联合指挥部，打破职能壁垒，实现技术方案编制与质量标准制定的同步决策。其次，依托BIM+GIS+物联网搭建数字孪生管理平台，集成施工进度、技术参数、质量检测等多源数据，通过数据中台实现信息实时共享与智能分析，例如自动比对混凝土浇筑温度与设计参数，超限即触发技术方案与质量管控措施的联动调整。流程层面，推行“双轨并行”机制：技术部门制定工序操作指南时嵌入质量风险点，质量部门同步细化检测标准与验收流程；建立变更快速响应通道，确保技术方案调整与质量验证同步审批。在实施过程中，应特别注重以下几个关键点：技术方案的质量可行性分析、施工过程的质量技术双控制、质量问题的技术根源分析等。同时，要建立有效的激励机制，鼓励技术创新和质量改进的协同推进。

结语

综上所述，水利工程施工技术管理与质量控制的协同是实现工程效益与安全的核心路径。BIM+物联网技术的深度应用，不仅提升了施工参数与质量数据的实时联动能力，更推动管理模式从经验驱动向数据驱动转型。未来，随着智能建造技术迭代与“双碳”目标深化，需进一步探索绿色施工技术与质量控制的协同创新，完善动态监测与风险预警体系。建议后续研究聚焦复杂地质条件下的协同管理难点，以及新型材料、装配式工艺的质量标准适配，持续为水利工程高质量发展提供理论与实践支撑。

参考文献

- [1]曾志强.基于BIM技术的水利工程施工全过程协同管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023(24):31-33.
- [2]黄灿新,王团乐,施炎,等.基于BIM的水利水电灌浆工程管理系统研发与应用[J].人民长江,2022(009):053.
- [3]刘罗养.水利工程施工各阶段技术管理研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(22):148-150.
- [4]李攀.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2024(26):205-207.
- [5]刘钊.水利工程施工中的质量控制与安全隐患管理[J].水上安全,2024(16):157-159.