

水利工程施工质量控制技术与管理

葛琳

阜城县水利局, 河北 衡水 053700

DOI:10.61369/WCEST.2025080013

摘 要 : 为健全水利工程质量管理体系, 防范安全风险, 延长使用寿命, 降低后续运维成本。文章着眼水利工程施工特性, 运用文献资料研究等方法, 系统分析施工环境、专业要求及任务协同的主要特点, 从工程勘察、材料管控、工艺优化及过程监测等维度出发, 完善施工质量控制技术体系, 健全施工质量管理体系, 持续提升区域水资源调控能力。

关 键 词 : 水利工程; 施工质量; 控制技术; 管理策略

Quality Control Technology and Management of Hydraulic Engineering Construction

Ge Lin

Fucheng County Water Resources Bureau, Hengshui, Hebei 053700

Abstract : To enhance the quality management system of water conservancy projects, mitigate safety risks, extend service life, and reduce subsequent operation and maintenance costs, this paper examines the construction characteristics of water conservancy projects. Through literature review and other research methods, it systematically analyzes the key features of construction environments, professional requirements, and task coordination. By focusing on engineering surveys, material control, process optimization, and process monitoring, the study aims to improve the construction quality control technology system, refine the construction quality management framework, and continuously enhance regional water resource regulation capabilities.

Keywords : water conservancy project; construction quality; control technology; management strategy

前言

水利工程在水文、地质以及气候等因素的影响下, 建筑结构出现渗漏、开裂等质量问题的机率较高。文章从多个层面出发, 创新水利工程施工质量控制技术, 构建科学高效质量管理体系, 确保防洪灌溉、蓄能发电等功能的实现, 降低后期维护成本, 旨在为工程质量管控提供的可行性方案, 推动水利工程建设行业的高质量发展。

一、水利工程施工主要特点

(一) 施工环境的复杂性

水利工程建设选址多与水域紧密关联, 常分布于江河沿岸、湖泊周边及水库区域, 这些区域的水文条件呈现出显著的动态变化特征。例如, 在汛期时段, 水位短时间内急剧上升, 水流速度加快, 不仅会干扰正常施工进度, 还可能对施工临时设施造成冲击; 进入枯水期后, 河床大面积裸露, 土层结构松散, 给地基开挖作业带来极大挑战^[1]。同时, 施工区域的地质状况差异明显, 部分工程穿越软土路基、岩石断层等复杂地质构造, 极易引发基坑坍塌、地基不均匀沉降等安全隐患。以广西平陆运河工程为例, 该工程始于南宁横州市西津库区平塘江口, 经钦州灵山县

陆屋镇沿钦江进入北部湾, 沿线地质涵盖河谷冲积层、风化岩层等多种复杂构造, 且青年枢纽等关键区域处于咸淡水交汇环境, 地下水位受潮汐影响频繁波动。施工团队针对性采用“分段降水+固化处理”组合方案, 对河床段软土地基进行深层搅拌桩加固, 仅地质勘察与基础处理方案的专项论证和实施就耗时5个月, 充分体现施工环境复杂性对水利工程建设的影响。

(二) 施工要求的专业性

水利工程承担着防洪排涝、农业灌溉、城市供水、水力发电等多项重要功能, 不同功能定位对工程结构设计和施工技术提出了极为严格的专业标准。在防渗工程施工中, 根据工程的防渗等级和实际工况选择适宜的技术方案^[2]。以土石坝防渗体施工为例, 为确保防渗效果, 将土料压实度严格控制在95%以上, 且每

层压实厚度不得超过30cm。混凝土防渗墙施工时，墙体垂直度偏差必须控制在1/1000以内，墙体连接部位采用接头管法或拔管注浆工艺进行处理，有效避免渗漏通道的形成。在水利工程金属结构安装环节，闸门、启闭机等设备的安装精度要求极高，施工过程中借助全站仪、水准仪等高精度测量仪器进行定位校准，同时要求施工人员必须具备金属结构安装专业资质证书，熟练掌握设备安装工艺流程和质量验收规范。

（三）施工任务的综合性

水利工程施工并非单一工种或工序的独立作业，而是涵盖土建施工、设备安装、电气调试、生态保护等多个领域的综合性系统工程，需要多个专业施工团队协同配合、交叉作业。以平陆运河工程为例，作为西部陆海新通道骨干工程，其建设涵盖马道、企石、青年三个梯级枢纽，施工任务既包括134.2公里航道的土石方开挖、船闸主体混凝土浇筑等土建工程，涉及总重量超6万吨的金属结构制造安装，其中仅青年枢纽安装4扇645吨级人字门，且同步开展通航调度系统调试、咸淡水区域防腐处理等专项作业。在施工衔接中，船闸混凝土浇筑精准预留金属结构埋件安装位置，埋件安装精度又直接影响后续闸门调试效果，土建与金结团队每日召开协同会议核对进度，仅首扇人字门安装就要协调制造、运输、吊装、测量等8个专业班组配合。

二、水利工程施工质量控制技术应用路径

（一）工程施工勘察技术

工程施工勘察是水利工程质量控制的首要环节，其核心目的是全面、准确掌握施工区域的自然条件和地质状况，为工程设计方案制定和施工技术选择提供可靠的数据支撑^[3]。在勘察工作开展过程中，根据工程类型、规模和施工要要求，灵活运用多种勘察技术手段。对于河道整治、跨河桥梁等河床段水利工程，采用地质雷达探测技术，该技术能够对河床覆盖层厚度、地层岩性分布情况进行无损检测，分辨率可达厘米级，有效识别地下空洞、软弱夹层等潜在地质隐患。针对大坝、水电站等重要建筑物的坝基勘察，采用钻孔取芯与原位测试相结合的方式，通过压水试验检测岩体渗透性，确定坝基防渗处理的范围和深度。

（二）施工材料管控技术

施工材料质量是决定水利工程质量的关键因素，从材料采购、进场验收、存储保管到现场使用的全流程实施严格管控。在材料采购环节，建立完善的供应商准入机制，对水泥、钢筋、砂石等主要建筑材料的供应商进行资质审核和实地考察，优先选择具备生产许可证、产品质量检测报告齐全且市场信誉良好的供应商^[4]。材料进场时，严格执行“抽检+见证取样”双重检测制度，钢筋进场后，施工企业要检测屈服强度、抗拉强度、伸长率等力学性能指标，砂石料检测颗粒级配、含泥量、有机质含量等指标，对于检测不合格的材料，坚决禁止入场使用。在材料存储管理方面，根据材料特性采取分类存储措施，水泥应存储在防雨、防潮的密闭仓库中，堆放高度不得超过10袋，防止水泥受潮结块影响强度。砂石料采用分区隔离堆放方式，不同粒径的砂石

料之间设置隔离墙，避免出现混杂现象。例如，施工企业建立了材料二维码追溯系统，如图1所示：

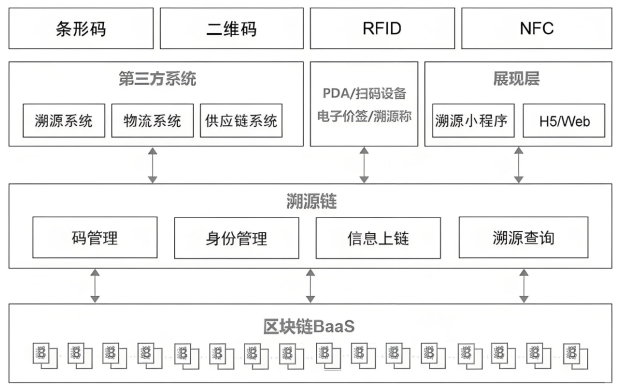


图1 建筑材料二维码追溯系统示意图

将材料采购合同、质量检测报告、使用部位等信息录入系统，管理人员通过扫描二维码即可快速查询材料全生命周期信息，实现了材料质量的可追溯管控。

（三）关键工艺控制技术

关键施工工艺的质量控制直接关系到水利工程结构安全和使用性能，要针对不同施工工艺的特点制定专项质量控制方案。在混凝土浇筑施工中，应严格遵循“分层浇筑、振捣密实”的施工原则，根据混凝土初凝时间确定合理的分层厚度，一般控制在30–50cm之间，同时采用插入式振捣器进行振捣作业，振捣时间以混凝土表面出现浮浆、不再下沉为宜，有效避免因漏振或过振导致的蜂窝、麻面、露筋等质量缺陷^[5]。对于大坝、溢洪道等大体积混凝土施工，重点做好温度控制工作，通过在混凝土内部预埋冷却水管、浇筑完成后覆盖保温被等措施，将混凝土内外温差控制在25℃以内，防止因温度应力引发裂缝。在防渗墙施工过程中，采用液压抓斗成槽技术，严格控制成槽速度和槽段垂直度，槽段接头处采用铣削工艺进行处理，确保接头部位混凝土结合紧密。以华东某堤防加固工程为例，通过采用上述防渗墙施工工艺，使防渗墙渗透系数降至 10^{-7} cm/s以下，完全满足工程防渗要求。

（四）施工过程监测技术

施工过程监测是及时发现质量隐患、保障水利工程施工质量的重要手段，通过实时采集施工过程中的各类数据，实现对工程质量风险的动态管控。在边坡工程施工监测中，采用GNSS位移监测与测斜仪相结合的监测方式，GNSS监测点根据边坡长度和地形条件合理布设，间距一般为50–100m，实时监测边坡水平位移和垂直位移情况，当位移量超过预警值时，立即启动应急处置措施。测斜仪埋设于边坡内部不同深度位置，用于监测深层土体位移变化，准确判断边坡稳定性状态。在混凝土结构施工监测中，利用无线传感器网络技术，在混凝土内部预埋温度传感器、应变传感器，实时采集混凝土养护温度、结构应力变化数据，通过对监测数据的分析处理，及时调整养护措施和施工参数，确保混凝土强度满足设计要求。以华中某渡槽工程为例，施工单位在渡槽混凝土浇筑过程中布设了200余个无线传感器，实现了对混凝土温度和应变的实时监测，根据监测数据及时调整浇筑速度和养护方案，有效避免了渡槽结构出现温度裂缝。

三、水利工程施工质量管理的基本方法

（一）健全质量管理体系

施工企业结合水利工程建设特点和相关法律法规、技术标准，明确各参与方的质量职责和管理流程。建立“建设单位主导、施工单位负责、监理单位监督、设计单位配合”的质量管理体系，签订质量责任状，将质量目标分解落实到各个部门和岗位，例如施工单位项目经理作为工程质量第一责任人，对工程质量负全面责任，监理工程师对混凝土浇筑、防渗工程等关键工序进行旁站监督，只有在监理工程师签字确认合格后，方可进入下一道工序施工。制定完善的质量管理制度，依托《施工质量验收细则》《质量问题整改管理办法》《隐蔽工程验收制度》等文件，明确质量验收标准、检测频率和问题整改流程，例如隐蔽工程验收经过施工单位自检、监理单位验收、建设单位复核三级审核确认，确保隐蔽工程质量可追溯。

（二）加强管理人员培训

为提升管理人员的专业能力和质量意识，施工企业构建分层分类的管理人员培训体系，全面提升管理人员综合素质。针对项目管理层，重点开展质量管理体系、相关法律法规和项目管理能力培训，组织学习系列政策文件，邀请行业专家进行质量风险管控案例讲解，提升管理层的统筹协调能力和质量风险决策能力。对于现场技术管理人员，侧重于专业技术和质量检测技能培训，开设混凝土配合比设计、防渗工程施工工艺、质量检测仪器操作等实操课程，通过现场演示、实操考核等方式，确保技术管理人员熟练掌握质量控制要点和检测方法。建立培训考核与岗位任用挂钩机制，将培训考核成绩作为管理人员岗位晋升、绩效评定的

重要依据，充分激发管理人员的学习积极性和主动性。

（三）提升风险管控能力

在水利工程施工过程中，施工企业应当建立“风险识别－风险评估－风险应对－风险监控”的全流程风险管控机制，提前防范和化解质量风险。在风险识别阶段，结合工程地质条件、施工工艺特点、环境因素等，采用专家调查法、故障树分析法等方法，全面梳理可能存在的质量风险点，建立详细的风险清单。在风险评估阶段，采用定性与定量相结合的方式，对识别出的风险进行发生概率和影响程度评估，划分风险等级，针对不同等级的风险制定专项应对措施，对于重大风险，施工企业需要制定详细的应急预案，配备充足的应急物资和设备，一般风险则制定日常管控措施；在风险监控阶段，建立风险动态监测台账，定期更新风险状态，对高等级风险进行重点跟踪监测，确保风险始终处于可控范围内。

四、结语

水利工程施工质量控制是一项系统性、复杂性的工作，要充分结合工程施工特点，以先进的技术手段为支撑，以科学的管理方法为保障，实现对工程质量的全流程、全方位管控。文章深入分析水利工程施工环境、专业要求和任务协同的主要特点，从工程勘察、材料管控、关键工艺控制和施工过程监测四个维度梳理了施工质量控制技术应用路径，同时提出了健全质量管理体系、加强管理人员培训、提升风险管控能力的质量管理基本方法，为水利工程施工质量管控提供了切实可行的实践方案。

参考文献

- [1] 张守成. 水利工程施工质量控制技术研究 [J]. 人民黄河, 2024 (2): 147-148.
- [2] 张双娟. 水利工程施工中的质量控制与管理措施探讨 [J]. 工程建设与技术, 2024 (12): 96-99.
- [3] 林素婷. 新时代背景下水利工程施工管理特点及质量控制措施 [J]. 工程与建设, 2025 (3): 715-716.
- [4] 夏坚, 饶品涛, 吴琼. 水利工程施工质量管理与控制体系研究 [J]. 水利电力技术与应用, 2025 (7): 201-202.
- [5] 曹如, 张志闯, 宗海军. 水利工程施工技术难点和质量控制对策 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2023 (4): 31-33.