

浅谈水利工程质量管理及其控制措施

于生蛟 刁明全 田海威

江苏扬子工程质量检测有限公司 江苏 扬州 225004

摘要:水利工程质量需构建系统化体系,通过目标分解与责任落实实现全要素管控。本文从质量管理体系构建、人员管理、材料设备管理及施工环境管理四方面阐述基础要素,分析设计、施工、验收阶段的质量控制关键环节,提出过程监控、质量改进及技术创新应用等技术措施,并从组织、文化、持续改进机制三维度探讨保障体系。研究强调全生命周期动态管控与多方协同的重要性,为提升水利工程质量管理水平提供理论支撑与实践路径。

关键词:水利工程;质量管理;过程监控;技术创新;持续改进

引言:水利工程作为国家基础设施的重要组成部分,其质量直接关系到防洪安全、水资源利用效率及生态环境保护。随着工程建设规模扩大与技术复杂度提升,传统质量管理模式面临挑战。当前水利工程质量需突破单一环节管控,转向覆盖设计、施工、验收全生命周期的系统化管理。通过构建分级责任网络、强化过程监控技术、推动新材料新工艺应用,形成技术与管理深度融合的质量控制体系。研究水利工程质量及其控制措施,对保障工程安全、延长使用寿命及实现可持续发展具有重要意义。

1 水利工程质量基础要素

1.1 质量管理体系构建

水利工程质量需以系统化思维构建管理体系,通过目标分解与责任落实实现全要素管控。质量目标设定应兼顾工程功能需求与行业规范要求,形成涵盖结构安全、耐久性 & 运行效能的多维度指标体系^[1]。分级管理责任机制通过纵向层级划分与横向职能界定,构建覆盖建设单位、设计团队、施工班组及监理机构的全链条责任网络。全流程标准化建设以设计阶段为起点,贯穿施工实施与竣工验收,通过制定标准化作业手册明确各环节技术要求与操作规范。管理策略动态优化机制依托工程进展数据采集与质量风险分析,针对关键节点与薄弱环节实施管理重心调整,确保质量管控措施与工程实际需求高度适配。

1.2 人员管理

专业能力匹配是保障工程质量的核心前提。设计人员需具备工程水文计算、结构力学分析等专项能力,施工人员应掌握混凝土浇筑、金属结构安装等实操技能,监理人员则需兼具工程检测技术与质量管理经验。不同岗位人员具备相应专业能力,是保证各环节工作质量的基础,对整体工程质量起着关键作用。质量意识培养通过分层培

训体系实现,针对管理人员侧重质量法规与责任制度解读,面向一线工人开展工艺标准与操作规范实操训练。分层培训能够根据不同人员的特点和需求,有针对性地提升质量意识和操作技能。跨部门协作平台建设打破职能壁垒,通过定期联席会议与技术交底会建立信息共享机制,运用BIM协同平台实现设计模型与施工方案的实时交互,确保各参与方在质量管控目标上达成共识。

1.3 材料与设备管理

材料质量管控建立三级检验制度,原材料进场前核查质量证明文件,入库时实施抽样复验,使用前进行状态确认,重点管控水泥安定性、钢筋力学性能等关键指标。构配件存储实施分类分区管理,设置防潮、防锈专用仓储设施,建立材料流转追溯系统。设备管理推行全生命周期维护模式,编制施工机械维护手册明确保养周期与技术标准,配置专业计量人员对测量仪器实施周期校准,建立设备故障预警机制通过振动监测、油液分析等技术手段提前识别隐患。供应商管理建立动态评价机制,从供货能力、质量稳定性、售后服务响应速度等维度进行量化评分,定期淘汰不合格供应商。

1.4 施工环境管理

自然环境应对需采取针对性策略。针对软土地基,采用换填夯实或桩基加固技术提升地基承载力;汛期来临前完成导流明渠施工,确保排水系统畅通;高温季节调整混凝土浇筑时段至早晚低温时段,并添加抗裂剂降低温度裂缝风险。作业环境优化通过科学规划施工总平面图实现,合理划分材料堆放区、设备停放区与作业通道,设置标准化安全防护设施,如临边护栏、洞口盖板,减少高空坠落、物体打击等事故隐患。生态保护方案强调环保措施与工程建设周期深度融合,规划施工废水处理系统、表土剥离保存区及临时绿化带,选用低噪声设备与封闭式物料运输减少扬尘污染,工程结束后按

设计要求实施生态修复,恢复区域生态功能。

2 水利工程质量控制关键环节

2.1 设计阶段控制

水利工程设计精准性直接决定项目全生命周期质量。功能定位需深度融合区域水文特征与使用需求,通过多维度参数分析确定工程规模与结构形式,例如灌溉工程需结合作物需水规律与水源保障能力确定渠系布局^[2]。技术方案比选建立量化评估模型,从施工难度、材料消耗、运维成本等维度进行加权评分,优先选用技术成熟度高的工艺体系。图纸审核推行交叉验证机制,结构工程师重点核查承载能力计算书,水工专业人员复核过流能力与消能设计,机电工程师确认设备布置合理性,通过多轮迭代消除专业接口矛盾。设计文件深度控制需满足施工可行性要求,节点详图应标注材料规格、连接方式及施工误差允许范围,避免因设计模糊导致质量隐患。

2.2 施工阶段控制

工序管理实施分级管控策略,依据质量影响程度划分关键工序与一般工序,对混凝土浇筑、土石方填筑等质量敏感环节设置停检点。技术交底构建三维传递体系,项目总工向施工队长进行方案解读,技术员通过动画演示向班组说明操作要点,班组长结合现场条件进行二次细化,确保每名作业人员掌握质量标准。过程检查采用“双随机”抽查机制,监理人员不定期巡查与施工单位自检相结合,重点监控钢筋绑扎间距、混凝土振捣密实度等过程参数。隐蔽工程验收实施举证制度,施工单位需提前提交影像资料与检测报告,验收人员通过钻孔取芯、无损检测等方式进行复核,验收记录当场签字确认并同步上传质量管理平台。

2.3 验收阶段控制

分部分项验收遵循“成熟一项、验收一项”原则,基础处理工程需完成承载力试验后方可进入主体施工,金属结构安装需通过防腐层厚度检测与启闭试验。整体验收前开展模拟运行测试,连续72小时监测水位变化、结构变形等指标,验证工程是否达到设计流量与防洪标准。资料归档建立全要素追溯体系,施工记录应包含原材料批次号、检测报告编号及验收人员信息,设计变更文件需附原设计对比图与计算书,监理日志需完整记录质量整改闭环情况。电子档案与纸质文件同步保存,采用区块链技术确保数据不可篡改,为后期运维提供可靠的质量依据。验收结论形成专项报告,详细说明质量评定依据与存在问题整改要求,作为工程交付使用的重要法律文件。

3 水利工程质量控制技术措施

3.1 过程监控技术

水利工程过程监控正经历从人工经验判断向数字化感知的深刻转变^[3]。实时监测系统通过部署于工程各部位的传感器网络,实现对温度、应力、位移等关键参数的连续采集,物联网技术将分散的监测点连接成有机整体,使质量特征信息能够实时汇聚至管理平台。数据采集与分析系统不再局限于静态记录,而是通过建立质量参数时序模型,动态捕捉施工过程中的异常波动,当监测值偏离合理区间时,系统会自动触发预警机制并推送处置建议,为管理人员提供决策支持。可视化管理借助BIM模型构建数字孪生场景,将质量检测数据与三维模型深度融合,通过可视化渲染直观展示工程实体质量状态,管理人员可穿透模型查看任意构件的检测记录,实现质量管控从局部抽检向全局感知的升级。

3.2 质量改进技术

质量问题处置已形成完整的闭环管理体系。根因分析采用系统化思维方法,从材料性能、工艺执行、环境影响等多维度展开追溯,通过构建因果关系图识别关键影响因素,例如混凝土表面缺陷可能涉及原材料质量、振捣工艺、养护条件等环节的连锁反应。纠正措施制定坚持问题导向原则,针对不同类型的质量缺陷制定差异化处置方案,结构性问题需通过加固补强恢复承载能力,非结构性问题则采用修补、打磨等表面处理工艺,所有整改过程均需留存完整记录以备追溯。预防机制构建基于风险思维的质量管控模式,通过梳理历史质量数据识别共性问题,针对高风险工序提前制定控制要点,例如在大体积混凝土施工中预设冷却系统降低水化热影响,将质量隐患消除在萌芽状态。

3.3 技术创新应用

新材料应用为提升工程耐久性开辟新路径。高性能混凝土通过优化胶凝材料体系与骨料级配,显著改善抗渗、抗裂性能,在恶劣水文环境下仍能保持长期稳定性;纳米改性防腐涂料在金属结构表面形成致密防护层,有效隔绝腐蚀介质侵入,大幅延长结构使用寿命。新工艺试点推动建造方式变革,装配式渠道施工采用工厂预制与现场拼装相结合的方式,既保证构件质量又缩短现场工期;3D打印技术突破传统模板限制,可直接将数字模型转化为实体构件,为复杂结构施工提供全新解决方案^[4]。智能化升级重塑质量管控模式,AI图像识别系统可自动检测钢筋间距、保护层厚度等参数,通过深度学习算法持续优化识别精度;智能检测设备集成多种无损检测技术,能够快速获取混凝土内部质量信息,为质

量评定提供科学依据。

4 水利工程质量保障机制

4.1 组织保障

水利工程质量保障需构建多方协同的立体化组织架构。项目参建各方应依据合同约定建立权责匹配的管理体系,设计单位需组建专项质量保障小组,对设计成果的合规性、适用性进行双重校验,确保图纸深度满足施工要求;施工单位应设立层级分明的质量管控网络,项目部配置专职质检员,施工班组设置质量监督岗,形成"班组自检、工序交接检、项目专检"的三级检查机制;监理单位须建立全过程监督体系,针对关键工序实施旁站监理,对隐蔽工程验收实行"举牌验收"制度,确保质量责任可追溯。应急响应机制应制定分级处置预案,对于一般质量缺陷,要求施工单位在限定时间内完成整改并提交分析报告;对于涉及结构安全的重大问题,应立即启动应急预案,组织参建各方及行业专家进行联合会诊,制定加固处理方案并监督实施,处置过程需全程记录并报水利主管部门备案。

4.2 文化保障

质量文化建设需融入水利工程行业特性。通过开展"质量月"主题活动、组织质量法规专题培训等方式,强化从业人员对《水利工程质量管理规定》等法规的理解,使质量意识转化为具体行为准则。经验共享平台应突出水利专业特色,建立涵盖堤防工程、水闸施工、泵站建设等领域的案例库,通过三维动画还原质量事故发生过程,配以专家点评与处置要点说明;定期举办水利工程质量技术论坛,邀请行业领军企业分享大体积混凝土温控、高边坡支护等关键技术的管理经验,促进先进做法在行业内推广。激励机制设计要注重精神引领与物质激励相结合,设立"水利工匠"评选制度,对在质量管控中表现突出的技术人员给予专项奖励,并在职称评审、技能等级认定中予以加分;推行质量责任追溯制度,将个人质量表现与职业信用档案挂钩,形成"重质量、讲诚信"的行业氛围。

4.3 持续改进机制

定期复盘机制应聚焦水利工程建设特点。在完成导流洞贯通、大坝填筑等关键节点后,组织参建各方开展

质量回溯分析,重点排查混凝土温控、地基处理等专项施工方案执行情况,形成包含问题清单、整改措施、预防方案的复盘报告^[5]。反馈闭环管理要建立"发现-分析-整改-验证"的完整链条,对检测发现的质量缺陷,要求施工单位在48小时内提交整改方案,监理单位在3个工作日内完成审核;整改完成后需经第三方检测机构复检,出具合格报告后方可进入下道工序,确保质量问题得到根本解决。优化迭代机制应保持与行业发展的同步性,根据《水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准》等规范修订情况,每年组织管理流程与技术标准更新工作;建立水利工程质量创新实验室,针对深水基础施工、生态护坡等新技术开展专项研究,将成熟成果纳入企业标准体系,推动质量管理水平持续提升。通过持续改进机制的运行,使水利工程质量管理体系始终适应行业发展需求,为工程安全运行提供坚实保障。

结束语

水利工程质量保障是技术集成与管理创新的综合体现,需依托标准化体系构建、智能化技术赋能与多方协同机制,实现工程全要素质量管控。动态优化管理策略,加强全过程数据采集与分析,建立完善的质量责任追溯体系,可切实提升工程实体建设质量。伴随行业数字化转型不断深入,水利工程质量管控模式正由传统人工经验主导,逐步转向数据智能驱动。这就要求管理人员不断更新专业知识,推动质量管理朝着精细化、科学化升级。始终坚守质量首要原则,方能夯实水利工程安全根基,为社会经济平稳发展提供可靠支撑。

参考文献

- [1]张燕娥.水利工程中混凝土施工管理及其质量控制措施[J].中国水泥,2025(8):95-97.
- [2]王征.水利工程混凝土施工技术及其设备质量控制措施研究[J].中国设备工程,2026(5):217-219.
- [3]孔雷,赵群群,陈雪梅.探究水利工程施工管理特点及质量控制措施[J].工程与建设,2024,38(3):722-723,726.
- [4]黄思磷.水利工程中混凝土的施工管理与质量控制探讨[J].建材与装饰,2025,21(25):139-141.
- [5]曾国伟.水利工程施工管理特点及质量控制的措施[J].房地产导刊,2021(33):173-174.