

水利工程建设管理中的质量控制与安全管理研究

王锋

乌苏市兴源水务有限公司, 中国·新疆 乌苏 833000

摘要: 水利工程作为国家基础设施建设的核心组成部分, 承担着防洪减灾、水资源调配、水力发电及生态环境改善等重大战略任务。其建设规模宏大、技术复杂、周期长、投资大, 且往往涉及复杂的地质条件、恶劣的自然环境以及众多参建单位的协同作业。在这一背景下, 工程质量控制与安全管理构成了项目成功的双翼, 直接关系到工程能否按期交付、能否安全运行以及人民群众的生命财产安全。然而, 当前我国水利工程建设在快速发展过程中, 仍面临着质量通病频发、安全隐患突出、管理体系不健全、监管手段滞后等严峻挑战。

关键词: 水利工程; 建设管理; 质量控制; 安全管理; 风险防控; 全过程咨询; 数字化应用; 责任体系

Research on Quality Control and Safety Management in Water Conservancy Project Construction Management

Wang Feng

Wusu Xingyuan Water Affairs Co., Ltd., China Xinjiang Wusu 833000

Abstract: As a core component of national infrastructure construction, water conservancy projects undertake major strategic tasks such as flood control and disaster reduction, water resource allocation, hydropower generation, and ecological environment improvement. These projects are characterized by large-scale construction, complex technologies, long cycles, high investment, and often involve complex geological conditions, harsh natural environments, and collaborative work of numerous participating units. Against this background, project quality control and safety management constitute the two wings of project success, which are directly related to the on-time delivery, safe operation of the project, as well as the safety of people's lives and property. However, in the rapid development of water conservancy project construction in China, there are still severe challenges such as frequent common quality defects, prominent potential safety hazards, imperfect management systems, and backward supervision methods.

Keywords: Water conservancy project; Construction management; Quality control; Safety management; Risk prevention and control; Whole-process consultation; Digital application; Responsibility system

0 引言

水是生命之源、生产之要、生态之基。近年来, 随着国家“十四五”水安全保障规划的深入实施, 我国水利基础设施建设迎来了前所未有的发展机遇。南水北调后续工程、大型灌区续建配套与节水改造、流域防洪治理、水土保持及中小河流治理等重大工程相继启动或加速推进。这些工程不仅技术难度日益增大, 如超深埋隧洞、超高坝体、大跨度跨河桥梁等, 而且建设环境更加复杂, 往往穿越高山峡谷、富水断层、软土沉降区等地质敏感地带, 且多位于人口密集区或生态敏感区, 社会关注度极高。

1 水利工程建设中质量控制与安全管理的内在逻辑与耦合机制

理解质量与安全之间的辩证关系, 是构建有效管理体系的理论基础。两者并非孤立存在, 而是相互依存、相互

促进、互为因果的统一体。

1.1 质量与安全管理的辩证统一关系

质量是安全的基础, 安全是质量的保障。高质量的工程实体是安全生产的前提, 只有材料合格、工艺规范、结构稳固, 才能从根本上消除安全隐患, 避免坍塌、断裂等恶性事故。反之, 良好的安全管理能够确保施工过程有序进行, 防止因违章指挥、冒险作业导致的工程质量受损。例如, 若施工安全措施不到位, 可能导致脚手架坍塌、模板支撑失效, 进而直接破坏混凝土结构的完整性, 形成质量缺陷。同时, 质量事故的诱因往往也是安全事故的根源, 如地基处理不当引发的不均匀沉降, 既可能导致建筑物开裂(质量事故), 也可能诱发结构失稳倒塌(安全事故)。因此, 在水利工程建设管理中, 必须坚持“质量第一、安全第一”的理念, 将质量管控与安全监管融为一体, 实行

“双控”策略^[1]。

1.2 全生命周期视角下的风险传导与演变

水利工程建设是一个典型的长周期、多阶段系统工程,涵盖规划、勘察、设计、施工、监理、验收及运维等多个阶段。质量与安全风险在不同阶段呈现出不同的特征和传导规律。在勘察设计阶段,主要风险源于地质勘察精度不足、设计方案不合理,这为后续施工埋下了先天隐患;在施工阶段,风险主要集中在人员操作、设备运行、现场管理及外部环境变化,是质量安全事故的高发期;在验收及运维阶段,风险则表现为检测数据失真、隐蔽工程遗留问题爆发及长期运行维护不当。风险具有明显的传导性,前期阶段的微小疏忽可能在后期被放大,最终导致严重后果。因此,必须建立贯穿全生命周期的风险识别、评估、控制和预警机制,实现风险的源头治理和全过程闭环管理^[2]。

1.3 多方主体协同管理与责任体系的构建

水利工程建设涉及建设单位(业主)、勘察设计单位、施工单位、监理单位、检测机构及政府监管部门等多方主体。各方在质量安全管理中扮演着不同角色,承担相应责任。建设单位负总责,负责统筹协调和资金保障;勘察设计单位对设计质量和地质资料真实性负责;施工单位对施工过程和实体质量负直接责任;监理单位受委托对施工质量、安全进行旁站监督和验收;政府监管部门依法实施监督检查。然而,现实中常出现责任推诿、监管缺位、信息孤岛等问题。构建高效的协同管理机制,明确各方权责边界,建立利益共享、风险共担的责任共同体,是实现质量安全管理目标的关键。

2 水利工程建设全过程质量控制关键技术 with 实施路径

质量控制是水利工程的灵魂,必须从设计源头抓起,贯穿施工全过程,实施精细化管控。

2.1 设计源头优化与图纸会审的深度管控

设计是工程质量的蓝图。设计质量直接决定了工程的安全性、耐久性和经济性。在水利工程建设中,应推行“限额设计”与“可施工性审查”相结合的设计理念。在设计阶段,必须充分考虑地质条件的复杂性,合理选择坝型、闸型及输水方式,优化结构布置,避免因设计缺陷导致后期施工困难或安全隐患。同时,严格组织图纸会审与技术交底,由建设单位牵头,组织设计、施工、监理及专家对设计文件进行深度审查,重点排查设计中的错漏碰缺、标准适用性及构造合理性。对于重大技术方案,如高坝基础

处理、深基坑支护等,必须进行专项论证,确保设计方案科学可行。此外,建立设计变更严格审批制度,坚持“先论证、后变更”,严禁随意降低设计标准或简化施工工艺,确保设计意图得到准确落实^[3]。

2.2 原材料与构配件进场验收的“零容忍”机制

“巧妇难为无米之炊”,原材料质量是工程质量的基石。必须建立严格的材料准入与验收制度,实行“源头追溯、进场必检、不合格退场”的“零容忍”机制。首先,在招标阶段,应在招标文件中明确主要材料(如水泥、钢材、砂石骨料、止水材料、外加剂等)的品牌范围、技术参数及质量标准,并在合同中约定违约责任。其次,在施工准备阶段,建设单位应组织对供应商资质、生产许可证及检测报告进行严格审查,必要时进行驻厂监造或飞行检查。再次,在材料进场时,严格执行见证取样送检制度,由监理工程师全程旁站,对材料的外观、规格、性能指标进行高频次抽检,特别是钢筋力学性能、水泥安定性、混凝土配合比等关键指标。一旦发现不合格材料,立即责令清退出场,并追究相关单位责任,坚决杜绝劣质材料流入施工现场,从源头上遏制质量隐患^[4]。

2.3 关键工序与隐蔽工程的全过程旁站与验收

关键工序和隐蔽工程是质量控制的“咽喉”,一旦出现问题,往往难以修复且代价巨大。建设单位应制定详细的《关键工序质量控制清单》,明确混凝土浇筑、大坝填筑、防渗墙施工、金属结构安装、焊接、防腐等关键环节的控制要点。对于重要部位,如大坝基础灌浆、地下厂房开挖支护、隧洞衬砌等,应实施“全过程旁站”或“飞行检查”,不定时深入一线核查施工工艺是否符合规范、操作人员是否持证上岗、机械设备是否正常运行。特别是隐蔽工程,在覆盖前必须组织严格的联合验收,留存影像资料,签署验收记录,未经验收或验收不合格不得进行下一道工序。通过这种“步步为营”的管控方式,确保每一道工序都经得起检验,每一个环节都符合质量标准^[5]。

2.4 质量检测与试验验证的系统性评价

建立独立、公正、权威的质量检测体系,是验证工程质量的重要手段。应引入第三方检测机构,对工程实体质量进行平行检测或见证检测,确保检测数据的客观公正。重点加强对混凝土强度、抗渗等级、压实度、回填土密度、钢筋保护层厚度等关键指标的检测。利用无损检测技术(如超声波、雷达、回弹仪等)对工程内部缺陷进行探测,及时发现潜在质量问题。同时,建立质量大数据平台,对检测数据进行统计分析,生成质量趋势图,为管理层决策

提供科学依据。对于检测中发现的不合格项,必须建立整改台账,实行销号管理,确保问题彻底解决,不留后遗症。

3 水利工程建设安全风险分级管控与隐患排查治理体系

安全是发展的底线,必须构建科学严密的风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制。

3.1 风险辨识评估与分级管控机制

全面梳理水利工程建设中的各类风险源,建立风险清单。根据风险发生的可能性及后果严重程度,将风险划分为重大、较大、一般和低风险四个等级。针对重大风险源,如高边坡开挖、深基坑作业、隧洞掘进、爆破作业、起重吊装等,必须制定专项施工方案,并组织专家论证。实施分级管控,明确各级管理人员的管控责任,制定具体的管控措施和应急预案。对于重大风险,实行“领导包保”制度,由项目负责人亲自挂帅,定期开展现场检查,确保各项措施落实到位。同时,利用信息化手段,建立风险动态监测平台,实时掌握风险状态,实现风险的可视化、动态化管理。

3.2 隐患排查治理与闭环管理机制

坚持“预防为主、综合治理”的方针,建立健全隐患排查治理长效机制。定期组织开展综合性、专业性、季节性安全检查,重点排查施工现场的违章指挥、违章作业、违反劳动纪律行为,以及临时用电、消防设施、特种设备等方面的安全隐患。对排查出的隐患,建立台账,明确整改责任人、整改措施、整改时限和验收标准,实行“销号”管理,确保隐患彻底消除。对于重大隐患,必须立即停工整改,挂牌督办,整改到位并经复查合格后方可复工。同时,鼓励员工积极参与隐患排查,建立“吹哨人”制度,对发现重大隐患的人员给予奖励,形成全员参与、齐抓共管的良好氛围。

3.3 高危作业专项安全技术与应急管理

针对水利工程建设中的高危作业,必须采取针对性的安全技术措施。在高边坡开挖中,采用分层开挖、分级支护、排水加固等措施,防止滑坡崩塌;在深基坑作业中,加强监测预警,严格控制支护变形,防止坍塌;在隧洞施工中,做好超前地质预报,防范涌水突泥,加强通风排烟,防止中毒窒息;在爆破作业中,严格执行爆破安全规程,规范装药、起爆及警戒程序。同时,建立健全应急救援体系,组建专业应急救援队伍,配备必要的救援装备和物资。制定完善的应急预案,定期开展实战演练,提高应对突发事件的能力。加强与地方政府、消防、医疗等部门的联动,

形成应急合力,确保一旦发生事故,能够迅速响应、科学处置,最大限度减少损失。

4 数字化赋能与智能化管理在质量安全管控中的应用

面对水利工程建设点多线长、环境复杂、监管难度大的特点,必须借助数字化、智能化技术提升管理效能。

4.1 BIM技术与数字孪生在质量安全管理中的应用

建筑信息模型(BIM)技术为水利工程建设提供了可视化的管理工具。在设计阶段,利用BIM进行碰撞检查、方案模拟和优化,提前发现设计缺陷。在施工阶段,建立BIM施工管理平台,将施工进度、质量数据、安全信息、人员设备等信息集成到三维模型中,实现“虚实映射”。通过BIM技术,可以直观展示关键工序的施工过程,进行虚拟交底,指导现场作业。同时,结合物联网传感器,实时采集施工现场的温度、湿度、应力、位移等数据,上传至云端,形成数字孪生体。管理者可以通过终端设备,随时随地查看任意部位的施工状态和质量安全情况,实现远程监控和智能预警。

4.2 物联网与智能传感技术的实时监测

依托物联网技术,在施工现场部署各类智能传感器,实现对施工环境的实时感知。例如,在高边坡、深基坑布设位移计、测斜仪、渗压计等,实时监测变形和地下水变化;在塔吊、升降机等大型设备上安装黑匣子,实时监测运行状态和超载情况;在作业人员佩戴智能安全帽,实时监测位置、姿态及生命体征。这些数据通过5G网络实时传输至管理平台,利用大数据分析算法自动识别异常趋势,及时发出预警。此外,利用无人机巡检、高清视频监控等技术,可对偏远路段、危险区域进行全覆盖巡查,弥补人工监管盲区,提高监管效率。

4.3 大数据分析决策支持系统

汇聚工程建设过程中的海量数据,构建质量安全管理大数据平台。利用数据挖掘、机器学习等技术,对历史数据进行分析,总结质量通病的成因与规律,预测未来风险趋势,为管理层决策提供科学依据。例如,通过分析某标段混凝土强度的波动趋势,及时调整配合比或养护措施;通过分析违章作业的高频时段和区域,针对性加强安全教育和培训。同时,建立质量安全评分体系和信用评价模型,对参建单位进行量化考核,实行优胜劣汰,倒逼企业提升管理水平。

5 结语

水利工程建设管理是一项涉及多学科、多领域、多主

体的复杂系统工程。工程质量与安全生产是工程建设的生命线，直接关系到国家水安全、人民生命财产安全和社会稳定。本文通过深入分析水利工程建设中质量与安全管理的内在逻辑，系统探讨了从设计源头、材料控制、施工过程到竣工验收的全链条质量控制策略，以及基于风险分级管控和隐患排查治理的安全管理体系构建，并详细分析了数字化、智能化技术在提升管理效能中的应用前景。

参考文献：

[1] 黎洪林, 陈旭飞, 张振. 智慧工地的工程质量安全

动态监管体系研究[J]. 南方金属, 2026(02):202-205.

[2] 段嗣彪. 水利工程项目进度管理的关键因素分析[J]. 城市建设, 2026(05):53-55.

[3] 杨涛, 杨晨. 智能技术下的水利工程施工质量安全管理路径分析[J]. 中国品牌与防伪, 2026(06):218-220.

[4] 刘喜娟. 强化水利工程管理提升项目施工质量研究[J]. 乡镇企业导报, 2026(02):49-51.

[5] 邢会颖, 齐晓珣. 水利工程建设质量监督普遍性问题及对策分析[J]. 海河水利, 2025(12):58-61.