

水利施工管理中的安全与质量控制研究

宋 宁

阳谷县水利局 山东 聊城 252300

摘 要：水利工程规模庞大、环境复杂，对施工安全与质量控制提出高要求。本文聚焦水利施工管理，深入剖析安全管理理论框架，涵盖核心要素、控制方法及文化培育；系统阐述质量控制理论框架，涉及关键维度、保证体系与协同机制。同时，分析安全与质量控制的交互影响，构建动态平衡模型。此外，探讨数字化、智能化技术应用及组织管理创新方向，为提升水利施工管理水平、保障工程效益提供理论支撑与实践参考。

关键词：水利施工管理；安全管理理论；质量控制理论；交互影响；创新方向

引言：水利工程建设关乎国计民生，其施工管理中的安全与质量是工程效益的关键保障。施工环境复杂多变，地质、水文、气候等因素交织，使安全风险具有隐蔽性、突发性和动态性，风险传递易引发连锁反应。同时，材料、设备、工艺等因素影响施工质量稳定性。安全与质量管理既相互促进又存在冲突，传统管理模式难以满足需求。因此，深入研究水利施工管理中的安全与质量控制，构建科学理论框架与创新管理模式，具有重要的现实意义。

1 水利施工安全管理理论框架

1.1 安全管理的核心要素

风险识别与动态监控是水利施工安全管理的前置环节，需依托系统的勘测与监测手段，全面捕捉施工全周期内的各类潜在风险^[1]。施工环境中风险源具有隐蔽性、突发性和动态性特征，地质条件的复杂变化、水文情势的波动起伏以及气候因素的随机变化，均可能成为引发安全隐患的关键诱因。风险传递遵循阶段性关联与因素叠加规律，某一环节的风险隐患若未及时管控，会逐步传导至后续施工工序，形成连锁反应，放大安全事故的影响范围与危害程度。安全责任体系构建是安全管理落地的核心支撑，需建立科学的层级化责任分配模型，明确业主、监理、施工方各自的安全管理职责，形成权责清晰、协同高效的管控格局。责任追溯与闭环管理机制贯穿施工全过程，通过规范的流程设计与管控措施，实现安全隐患从发现、整改到复核的全流程管控，确保各项安全责任落到实处，有效规避责任虚化与管理脱节问题。

1.2 安全控制方法论

预防性控制策略是水利施工安全管理的核心导向，强调将安全管控前置，通过前瞻性设计与管控措施降低安全风险发生概率。基于过程的安全设计聚焦施工全

流程，注重临时设施的稳定性优化与作业流程的科学化调整，从设计层面规避施工过程中的安全隐患，实现安全管控与施工流程的深度融合。安全冗余设计作为预防性控制的重要补充，通过备用电源部署、应急通道合理规划等措施，提升施工安全系统的抗干扰能力与容错能力，为施工安全提供双重保障，应对施工过程中的各类突发异常情况。实时控制技术依托现代信息技术实现安全管控的精准化与高效化，物联网技术在施工安全监测中的应用已成为水利施工行业发展趋势，通过各类传感器与数据采集设备，实现对施工环境、设备状态、人员作业的实时监测与数据传输，打破传统人工监测的局限性。智能预警系统构建完善的逻辑架构，整合数据采集、分析处理、预警发布等核心模块，能够对各类异常情况进行及时识别与快速响应，为安全管控提供及时有效的技术支撑，推动安全管控从被动处置向主动预警转变。

1.3 安全文化培育

行为安全观察作为安全文化培育的重要实践方式，通过系统化的观察与引导，规范施工人员的作业行为，及时纠正违规操作，推动安全作业习惯的养成。行为安全观察需结合施工岗位实际，聚焦高风险作业环节，通过常态化观察、针对性引导，逐步规范施工人员操作行为。安全意识内化机制的构建需结合分层分类的培训体系与科学的激励机制，培训工作需贴合施工岗位实际，提升施工人员的安全认知与操作技能，覆盖风险识别、隐患处置、应急处置等核心内容。激励机制通过奖优罚劣的导向，调动施工人员参与安全管理的主动性与积极性，推动安全理念从外在要求转化为内在自觉，构建全员参与、全员负责的安全文化氛围。

2 水利施工质量控制理论框架

2.1 质量控制的关键维度

材料与设备质量管控是水利施工质量控制的基础前

提,直接决定施工成果的耐久性与稳定性。原材料性能稳定性需满足水利工程长期运行需求,混凝土抗渗性需适配水下及潮湿环境作业要求,钢筋延展性需符合结构承载与抗裂标准,各类原材料质量指标需严格契合行业规范要求。施工设备精度与可靠性需达到施工工艺标准,设备运行状态的稳定性的管控,是避免因设备偏差导致施工质量隐患的重要环节^[2]。工艺质量标准化是提升施工质量一致性的核心路径,需围绕关键工序建立明确的质量阈值管控体系,大坝浇筑温度控制需结合环境条件与结构设计要求,合理界定温度控制范围。工艺参数动态调整模型依托施工过程中的实时数据,结合施工环境变化与质量检测结果,对工艺参数进行科学调整,实现工艺质量的精准管控,规避因参数固定导致的质量波动问题。

2.2 质量保证体系

全过程质量控制逻辑贯穿水利施工全周期,形成闭环式管控体系。施工前准备工作聚焦图纸审核与技术交底,图纸审核需全面排查设计疏漏与不合理之处,技术交底需确保施工人员准确把握施工要求与质量标准。施工中监控侧重实时检测与数据反馈,通过精准检测捕捉施工环节的质量偏差,及时将数据反馈至管控环节,为质量调整提供依据。施工后验收通过无损检测、功能测试等方式,全面核查施工质量是否符合设计标准与使用需求。质量信息流管理是质量保证体系高效运行的关键,多源数据融合与决策支持系统整合施工全过程各类质量数据,实现数据的集中管理与深度分析,为质量管控决策提供科学支撑。质量问题的溯源与改进闭环,通过规范的流程设计,精准定位质量问题产生的环节与原因,制定针对性改进措施,完成改进后的复核工作,确保质量问题得到彻底解决,推动质量管控水平持续提升。

2.3 质量与安全的协同机制

资源分配的平衡策略是质量与安全协同管控的核心前提,需结合施工进度、管控重点与工程实际需求,合理分配人力、物力、财力资源,避免资源投入失衡导致管控漏洞。安全投入与质量投入的优先级需根据施工环节的风险等级、质量要求与工程进度动态调整,兼顾安全管控与质量提升的双重需求,实现资源投入的最优配置。冲突化解模型针对施工过程中可能出现的质量与安全管控冲突,建立科学的协调机制,明确管控重点与调整方向,实现二者的良性衔接。安全措施与施工效率的矛盾协调方法,通过优化施工方案与安全管控流程,在严格落实安全措施的基础上,提升施工效率,实现安全、质量与效率的协同推进,保障水利施工有序开展。

3 安全与质量控制的交互影响分析

3.1 正向协同效应

安全措施与质量控制之间存在显著的互补性,二者通过资源整合与流程优化形成良性互动。从安全措施对质量的促进作用来看,完善的防护体系能够为施工操作提供稳定环境,进而减少人为误差^[3]。例如,在混凝土浇筑环节,脚手架的稳固性直接关系到模板的定位精度,而防坠落网的设置可避免高空作业对下方工序的干扰,从而保障结构尺寸的准确性。此外,安全培训中强调的操作规范往往与质量标准高度重合,如起重设备操作人员对荷载限制的遵守,既规避了超载风险,也确保了构件吊装位置的精确性。质量标准对安全风险的抑制作用则体现在结构可靠性层面。当设计强度、材料性能等指标达到规范要求时,工程实体本身即具备抵御外部荷载的能力。例如,大坝抗滑稳定系数满足设计值时,可有效降低因基础失稳引发的整体坍塌概率;隧道衬砌厚度达标时,能显著减少围岩变形导致的支护结构破坏风险。这种内在关联性使得质量控制成为安全管理的物质基础,二者在目标上形成统一。

3.2 负向冲突场景

过度追求安全管控可能引发质量成本上升与效率损耗。安全检查和频次与深度需与工程风险等级匹配,若对低风险工序实施冗余检测,如对常规钢筋绑扎进行逐根探伤,不仅会延长作业周期,还可能因反复拆卸导致构件损伤。此外,安全防护设施的过度设置可能占用有限施工空间,例如在狭窄基坑内增设多层防护棚,可能阻碍材料运输与设备操作,进而迫使施工单位调整工艺路线,增加质量波动风险。质量优先策略下的安全隐患则源于资源分配失衡。当施工单位为满足高标准质量要求而压缩安全投入时,可能引发连锁反应。例如,为追求混凝土表面平整度而延长振捣时间,可能导致模板侧压力增大,若未同步加强支撑体系,易引发胀模事故;又如,为抢抓工期完成高精度安装任务,可能减少安全交底时间,使作业人员对危险源认知不足,增加触电、机械伤害等事故概率。

3.3 动态平衡模型

实现安全与质量的动态平衡需构建多目标优化框架,将进度、成本等要素纳入决策系统。该模型以工程整体效益最大化为目标,通过量化各指标间的制约关系,生成帕累托最优解集。例如,在资源有限条件下,可通过调整安全检查周期与质量控制点密度,使二者对工期的占用趋于均衡;或通过优化施工顺序,将高风险工序与质量关键环节错峰安排,降低资源冲突概率。权

重分配的敏感性分析是动态平衡的关键技术。不同工程阶段对安全与质量的侧重存在差异,基础施工期应提高地质风险防控权重,主体结构施工期则需强化结构强度指标优先级。通过建立权重调整矩阵,可模拟不同参数组合下的系统稳定性,为管理者提供决策依据。例如,当安全投入增加5%时,若质量缺陷率下降幅度超过成本增幅,则该调整具备经济合理性;反之则需重新优化资源配置方案。这种量化分析方法使安全与质量控制从经验驱动转向数据驱动,提升了管理决策的科学性。

4 水利施工管理与控制的创新方向

4.1 数字化技术应用

建筑信息模型在安全与质量规划中的集成,是水利施工数字化转型的核心抓手,依托三维建模技术整合施工全周期各类信息,实现安全与质量规划的可视化、精细化管控^[4]。通过建筑信息模型搭建的协同平台,可提前排查施工过程中可能出现的安全隐患与质量冲突,优化管控方案,提升规划的科学性与前瞻性,打破传统规划模式的局限性,推动安全与质量管控从被动应对向主动预防转变。数字孪生技术通过构建与实体工程高度一致的虚拟模型,实现对施工过程的精准模拟与动态优化。虚拟模型可实时映射实体施工的各项状态,捕捉施工环节的偏差与隐患,通过模拟不同施工方案的实施效果,优化施工流程与管控策略。数字孪生技术的应用能够实现施工过程的全流程追溯与动态调整,为安全与质量管控提供精准的数据支撑,提升管控效率与管控精度。

4.2 智能化控制手段

人工智能技术在风险预测与质量缺陷识别中的应用,推动水利施工管控向智能化升级。依托大数据分析 with 算法模型,人工智能可对施工环境、施工流程中的各类数据进行深度挖掘,精准识别潜在安全风险与质量缺陷,提前发出预警信号,为管控措施的落实争取时间,降低安全事故与质量问题的发生概率,弥补传统人工管控的局限性。自主式施工设备的安全与质量协同控制,是智能化施工的重要体现。自主式施工设备依托自动化控制技术与感知技术,实现作业过程的自主运行与精准管控,同步兼顾安全操作与质量达标要求。通过设备自

身的感知与调控系统,可实时规避安全风险,确保施工精度符合质量标准,减少人为操作带来的偏差,推动施工过程的安全化、标准化与高效化。

4.3 组织管理创新

扁平化管理模式通过精简管理层级,缩短信息传递路径,显著提升信息传递效率,避免信息在传递过程中的失真与滞后。这种管理模式能够让管控指令快速落地,施工过程中的安全与质量信息及时反馈至决策层,为管控决策的快速调整提供保障,提升整体管理效率,适配水利施工复杂多变的管控需求。跨部门协作机制的优化聚焦安全部与质量部的联动配合,打破部门之间的管理壁垒,实现安全管控与质量管控的协同推进^[5]。通过建立常态化的沟通与协作流程,实现安全与质量信息的共享,协同排查管控过程中的各类问题,制定针对性的协同管控措施,避免部门独立管控导致的疏漏与冲突,推动安全与质量管控形成合力,提升整体管控水平。

结束语

水利施工管理中的安全与质量控制是一个复杂的系统工程,涉及多维度因素与多方面利益。通过构建安全与质量控制理论框架,深入分析二者的交互影响并建立动态平衡模型,能够为施工管理提供科学的指导。同时,数字化、智能化技术的应用以及组织管理创新,为提升安全与质量控制水平注入新动力。在实际施工中,需综合运用这些理论与技术,不断优化管理模式,以实现水利施工安全、质量与效益的有机统一。

参考文献

- [1]胡群群.水利施工管理中的安全与质量控制研究[J].中国科技纵横,2025(10):103-105.
- [2]古力米热·依力哈木.探究水利施工管理中的安全与质量控制[J].建筑工程技术与设计,2022,10(15):154-156.
- [3]王明时.水利工程施工中的质量控制与安全管理研究[J].水上安全,2025(3):83-85.
- [4]翁浪周.水利工程施工质量管理和安全控制研究[J].水上安全,2025(22):154-156.
- [5]张仁政,丁仕龙.水利工程施工安全管理与质量控制研究[J].水上安全,2025(14):163-165.