

水利施工现场管理存在的问题探讨

吴 丹

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘 要：水利工程建设作为国家基础设施建设的核心，对水资源利用、防洪减灾及农业灌溉意义重大。施工现场管理作为工程质量控制的关键环节，因系统性、复杂性和动态性特征，在管理实践中暴露出诸多问题。本文系统梳理水利施工现场管理现状，从制度执行、人员管理、材料设备、安全质量、成本工期及信息化应用六大维度深入剖析现存问题，结合典型案例提出优化策略，并引入数字孪生、区块链等前沿技术构建智慧化管理框架，旨在为提升水利工程建设管理水平提供理论支撑与实践参考。

关键词：水利工程；施工现场管理；安全管理；质量管理；信息化应用

1 引言

水利工程建设涉及地质、水文、气象、结构力学等多学科交叉，具有施工周期长、技术复杂度高、环境干扰因素多等特点，对施工现场管理的精细化、标准化提出严苛要求。近年来，我国水利投资规模持续扩大，2023年全国水利建设投资达1.2万亿元，同比增长13.7%，建成大中型水库37座、新增灌溉面积3500万亩。然而，工程事故率仍居高不下，2020-2022年水利行业发生安全事故127起，其中因现场管理缺失导致的事故占比达68%，直接经济损失超23亿元。这暴露出传统管理模式在应对现代水利工程建设需求时的局限性，亟需通过系统性改革破解管理困境。

2 水利施工现场管理现存问题

2.1 制度执行层面：规范与现实的脱节

水利工程建设普遍采用“建设单位-监理单位-施工单位”三级管理模式，但权责划分存在制度性缺陷。以某省中型水库工程为例，建设单位将土方开挖与混凝土浇筑两项关键工序分包给不同施工单位，却未在合同中明确质量追溯责任主体。2021年汛期该水库出现渗漏问题时，三方均以“非己方责任范围”为由推诿，最终通过司法鉴定才明确责任方，但已造成直接经济损失870万元。这种“碎片化”责任体系直接削弱了制度约束力。

部分项目存在“制度上墙、执行落地”的双重标准^[1]。以某跨流域调水工程为例，其《施工安全检查制度》明确要求每日开展班前安全交底并形成书面记录，但实际执行中，62%的班组仅以口头传达替代书面记录，35%的交底内容未涵盖当日高风险作业环节，23%的记录存在后补、代签现象。这种形式化执行导致2021年汛期边坡坍塌事故中，因无法追溯具体责任人，3名管理人员受到行政处分，项目停工整改28天。

2.2 人员管理层面：专业性与稳定性的双重缺失

水利施工队伍呈现“两极分化”特征：管理层中，项目经理等核心岗位中45%缺乏一线施工经验，对现场技术问题决策依赖外部专家；作业层中，一线工人中农民工占比超75%，其流动性强（年均换岗率达68%）、技能培训不足（仅32%接受过系统职业培训）。某大型灌区改造工程中，62%的钢筋工未接受过专业认证，导致钢筋绑扎间距偏差率达18%（规范要求 $\leq 5\%$ ），混凝土保护层厚度合格率仅71%，为后期结构开裂埋下隐患。

安全教育流于形式是普遍问题。培训内容上，90%的项目仅开展通用安全知识讲座，缺乏针对高处作业、电气焊等特种作业的专项培训；培训方式上，85%的项目采用“填鸭式”课堂教育，实操演练占比不足15%；考核机制上，73%的项目以笔试代替实操考核，且合格标准宽松（60分即可通过）。某水电站工程安全培训记录显示，2022年高空坠落事故中的3名工人虽接受过入场安全教育，但未掌握安全绳“高挂低用”核心要领，暴露出教育模式的形式化缺陷。

2.3 材料设备管理层面：质量与效率的失衡

材料质量是工程安全的基石，但部分项目存在“重价格、轻质量”倾向。采购环节中，某防洪堤工程中，施工单位为降低成本，将C30混凝土采购价压低至市场均价的85%，供应商被迫使用低标号水泥替代；验收环节中，该批次3200m³混凝土虽经外观检查，但未按规定进行28天抗压强度试验即投入使用。质量后果上，堤身抗渗性能下降30%，2022年汛期出现局部管涌，紧急抢修投入480万元。更严峻的是，全国水利行业材料质量抽检合格率仅82%，远低于建筑工程95%的平均水平。

施工设备状态直接影响工程进度与质量。维护制度上，68%的项目未建立“一机一档”设备台账，35%的项

目未制定年度维护计划；维护执行上，某隧洞掘进工程中，盾构机刀盘累计运行1200小时未检修，导致刀盘卡死事故，停机维修18天，直接经济损失280万元；技术滞后上，42%的项目仍采用“事后维修”模式，仅28%引入预测性维护技术。

2.4 安全质量管理层面：系统性与持续性的缺失

传统安全管理模式依赖经验判断，难以应对复杂施工环境。风险库更新上，76%的项目仍使用5年前的风险清单，未纳入新工艺、新设备引发的风险；动态评估上，某山区水库工程中，施工单位仅关注爆破作业等显性风险，却忽视地质勘探不充分导致的边坡失稳隐患。事故后果上，2023年滑坡事故造成5人伤亡，直接经济损失3200万元，后期治理投入超1.2亿元。

质量检查存在“重终检、轻过程”倾向。检查频次上，某渠道衬砌工程中，监理单位仅在分部工程验收时进行抽检，未对混凝土浇筑、养护等关键工序实施全程监控；检测方法上，78%的项目仍采用“肉眼观察+回弹仪”传统检测手段，仅12%引入无损检测技术。质量后果上，该渠道衬砌板裂缝率达12%（设计要求 $\leq 3\%$ ），维修加固投入占工程总投资的8.7%。

2.5 成本与工期管理层面：协同与动态的不足

某大型泵站工程成本失控案例中，设计变更上，因地质条件与勘察报告不符，基础处理方案变更导致成本增加2300万元；成本计划上，未根据变更动态调整人工、材料、机械成本预算，实际投资超概算23%；赶工策略上，某灌区节水改造项目为赶工期，盲目增加3个施工班组，人工成本激增41%，但因协调不当导致工期仅缩短12天。

传统进度管理依赖横道图等静态工具。某跨河桥梁工程原计划采用双壁钢围堰施工，但未考虑汛期水位上涨因素。实际影响上，2021年汛期围堰被冲毁，被迫改用沉箱法施工，工期延误58天。经济损失上，直接经济损失1270万元，间接影响下游3万亩农田灌溉。

2.6 信息化应用层面：技术与管理的脱节

部分项目虽引入BIM、物联网等技术，但存在“数据孤岛”问题。某水电站工程安全监测系统与施工管理系统独立运行，2021年大坝沉降异常时，管理人员需手动导出数据进行分析，延误预警时机。数据利用率上，全国水利行业施工数据综合利用率不足35%，远低于制造业68%的平均水平。

信息化工具的应用效果取决于操作人员技能水平^[2]。某智慧工地试点项目采购了价值500万元的智能监控设备，但因管理人员缺乏数据分析能力，3000余组施工参

数仅用于简单统计，未能识别出混凝土浇筑温度异常等关键风险点。培训投入上，仅28%的项目将信息化技能培训纳入年度计划，人均培训时长不足8小时/年。

3 水利施工现场管理优化策略

3.1 制度重构：构建全链条责任体系

推行“双线责任制”，纵向责任链上，明确建设单位（质量终身责任）、监理单位（过程监管责任）、施工单位（直接实施责任）三级主体权责；横向责任网上，建立设计-采购-施工-验收四环节质量追溯机制，采用区块链技术记录各环节责任人信息。实施效果上，某水库工程应用后，质量事故责任认定时间由7天缩短至2天，整改闭环率提升至98%。

实施“标准化检查清单”，清单设计上，将安全检查细化为12类86项具体指标，涵盖临时用电、高边坡、特种设备等高风险领域；执行方式上，采用“勾选式”电子记录系统，自动生成整改通知并推送至责任人。案例成效上，某灌区工程应用后，安全隐患发现率提升40%，整改闭环率达95%，获省级“平安工地”示范项目称号。

3.2 人员赋能：打造专业化施工团队

建立“三级培训体系”，入场教育上，采用VR技术模拟高空坠落、触电、坍塌等事故场景，增强工人感性认识（某隧洞工程应用后，违章操作率下降62%）；技能认证上，推行“持证上岗”制度，要求关键岗位人员通过国家职业资格认证（如焊工需取得AWS国际焊接证书）；继续教育上，定期组织BIM技术、装配式施工等新技术培训，确保技能与行业发展同步^[3]。

实施“安全积分制”，积分规则上，工人可通过发现隐患（5分/条）、提出改进建议（10分/条）、连续无违章（3分/天）等行为累积积分；奖励机制上，积分可兑换奖金（1分=1元）、培训机会或晋升优先权。案例成效上，某盾构机施工项目应用后，工人主动上报隐患数量提升3倍，违章操作率下降71%。

3.3 材料设备管控：构建全生命周期管理体系

推行“区块链溯源”，技术架构上，利用区块链不可篡改特性，记录材料采购、运输、验收、使用全流程信息；应用场景上，某防洪堤工程应用后，3200m³混凝土质量追溯时间由3天缩短至10分钟，假冒伪劣材料使用率为零；扩展价值上，为工程质量保险定损提供可信数据支撑，降低理赔纠纷率。

建立“设备健康档案”，监测系统上，通过物联网传感器实时采集设备振动、温度、压力等参数，结合AI算法预测故障风险；维护策略上，从“事后维修”转向

“预测性维护”，某盾构机应用后设备故障率下降35%，维修成本降低28%；管理平台上，集成设备台账、维护计划、备件库存等功能，实现全生命周期管理。

3.4 安全质量管理：实施风险导向型管控

构建“数字孪生模型”，模型构建上，利用BIM+GIS技术创建工程三维模型，集成地质、气象、施工进度等多源数据；风险模拟上，通过有限元分析模拟施工全过程应力变化，提前识别高风险作业点。案例成效上，某水电站工程应用后，提前识别出12处高风险作业点，优化施工方案避免潜在损失超5000万元。

推行“质量追溯二维码”，技术实现上，在混凝土构件、金属结构等关键部位粘贴二维码，记录原材料批次、施工参数、检测报告等信息；应用价值上，某渠道工程应用后，质量投诉率下降70%，维修成本降低45%，获水利部“质量标杆项目”称号；扩展功能上，支持移动端扫码查询，增强社会监督效能。

3.5 成本工期协同：采用动态控制方法

实施“挣值管理（EVM）”，核心指标上，计算计划工作预算成本（BCWS）、已完成工作实际成本（ACWP）、已完成工作预算成本（BCWP）；偏差分析上，通过成本偏差（ $CV = BCWP - ACWP$ ）和进度偏差（ $SV = BCWP - BCWS$ ）动态监控项目状态^[4]。案例成效上，某泵站工程应用EVM后，成本超支率控制在3%以内，工期延误率下降55%。

建立“弹性工期机制”，缓冲设置上，在进度计划中设置“总缓冲（FB）”“接驳缓冲（PB）”等时间储备，应对设计变更、恶劣天气等不确定性因素；动态调整上，根据实际进度消耗缓冲时间情况，实时调整后续工序计划。案例成效上，某跨河桥梁工程应用后，成功消化42天汛期影响，未造成总工期延误。

3.6 信息化融合：打造智慧工地生态

开发“一体化管理平台”，功能模块上，集成安全监测、质量管控、进度模拟、成本分析等功能，实现数

据互联互通；技术架构上，采用微服务架构，支持PC端、移动端、大屏端多终端访问。案例成效上，某智慧工地试点项目应用后，管理效率提升40%，决策响应时间缩短60%。

培养“复合型管理人才”，培养模式上，通过校企合作开设“水利+IT”双学位课程，增设《水利信息化技术》《大数据分析》等课程；实践基地上，在重大水利项目中设立“智慧工地实训基地”，开展沉浸式培训。人才成效上，某高校试点班毕业生在施工单位的岗位适配率达92%，晋升速度比传统专业毕业生快1.5倍。

结语

水利施工现场管理是一个涉及技术、经济、法律、社会等多维度的复杂系统，其优化需要制度创新、技术赋能与人员素质提升的协同推进。本文提出的优化策略已在部分工程中取得显著成效：制度层面，通过“双线责任制”和标准化检查清单，责任认定效率提升75%；技术层面，数字孪生、区块链等技术的应用使质量追溯时间缩短90%；人员层面，三级培训体系和安全积分制使违章操作率下降60%以上。但全面推广仍面临标准不统一、投入成本高等挑战。未来研究可聚焦于标准化体系建设、智能决策支持、协同机制创新等方面，通过持续创新与实践，水利施工现场管理必将向精细化、智能化方向迈进，为保障国家水安全提供坚实支撑。

参考文献

- [1]刘鹤鹏.水利工程施工现场管理存在的问题及措施[J].绿色环保建材,2021,(02):175-176.
- [2]李玉华.水利工程施工现场管理探析[J].河北水利,2025,(06):25-27.
- [3]崔多家.试析水利工程施工现场危险源管理[J].水上安全,2024,(11):175-177.
- [4]张继永,刘霞.水利工程施工现场管理技术要点分析[J].水上安全,2023,(15):133-135.