

水利工程监理对施工安全的监督作用研究

胡金鹏¹, 刁强^{1*}, 徐民顺², 牛晓君²

(1. 山东恒浩水利工程有限公司, 山东 东营 257000;

2. 金正建设咨询集团有限公司, 山东 济南 250014)

摘 要 为提升水利工程施工安全管理水平, 本研究系统分析了监理安全监督的作用机制与实施路径。通过构建时间—强度—范围三维理论模型, 阐明了监理审查、巡查、验收三层职责体系及“信息采集—风险识别—指令下达—整改验证—持续改进”的闭环传导机制; 梳理了准备期、实施期、收尾期全过程监督框架, 提炼了深基坑、高边坡、模板支撑等关键环节控制要点; 提出了网格化精准管控、分级能力培训、智能技术应用、制度保障完善等强化策略, 以期完善水利工程安全监管体系、提升监理履职效能提供参考。研究表明, 监理通过否决权、停工权、报告权的有效行使, 可以将被动应对转化为主动预防, 形成对施工安全风险的全方位管控。

关键词 水利工程监理; 施工安全; 监督作用

中图分类号: TV5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.031

0 引言

水利工程具有施工周期长、技术难度高、作业环境复杂等显著特征, 深基坑开挖、高边坡处理、水下作业等高危工序贯穿施工全过程, 安全风险管控难度大。监理作为工程建设领域的第三方监督力量, 在施工安全管理中承担着重要职责, 但当前监理监督作用发挥仍存在职责边界模糊、技术手段滞后、制度保障不足等问题, 导致安全隐患识别不及时、整改措施落实不到位的现象时有发生。因此, 系统研究监理安全监督的作用机制与实施路径, 探索技术手段创新与管理体系优化方向, 对于构建科学高效的水利工程安全监管体系、降低施工安全事故发生率具有重要的理论价值与现实意义。

1 监理对施工安全的监督作用机制

1.1 监理安全监督的职责定位

监理在水利工程施工安全监督中承担审查、巡查、验收三层核心职责。审查职责体现在施工组织设计、专项安全方案、应急预案的技术把关, 通过对方案可行性与风险预控措施充分性的评估, 将安全隐患阻断于施工前端。巡查职责贯穿施工全过程, 监理人员采用定时检查与随机抽查相结合的方式, 对现场安全防护设施、作业人员操作规范、危险源动态变化实施持续跟踪, 及时发现并责令整改违规行为。验收职责聚

焦隐蔽工程、分部分项工程及关键工序完成节点, 通过实体质量与安全措施双重验收, 确保每道工序符合规范标准方可进入下一阶段^[1]。

1.2 监督作用的传导路径

监理安全监督作用遵循“信息采集—风险识别—指令下达—整改验证—持续改进”的闭环传导路径。监理人员通过现场巡视、旁站监督、影像记录等手段获取施工动态信息, 结合施工方案与规范标准进行对比分析, 识别出潜在安全风险点。风险识别后立即启动分级响应机制, 一般隐患以监理通知单形式要求限期整改, 重大隐患通过监理工程师通知单责令停工整改, 紧急情况下直接行使安全否决权并向建设单位报告。施工单位接收指令后组织整改, 监理对整改过程实施跟踪监督, 通过现场复查与资料审核双重验证整改效果。验证合格后解除管控措施, 不合格则重新进入整改循环。整改数据汇总分析后形成安全月报与专题报告, 为后续监督策略调整提供依据。

1.3 监督作用理论模型构建

基于系统论与控制论, 建立水利工程监理安全监督作用的三维理论模型。横轴为时间维度, 划分为施工准备期、施工实施期、竣工验收期三个阶段, 不同阶段监理监督重点存在差异性转移。纵轴为监督强度维度, 根据工程危险性等级与施工难度设定常规监督、

作者简介: 胡金鹏 (1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程。

***通信作者**: 刁强 (1992-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程。E-mail: 708832166@qq.com

重点监督、旁站监督三级强度梯度,高风险作业区段自动触发强度升级机制。纵深轴为监督范围维度,涵盖人员资质审查、设备设施检验、施工方案论证、现场作业管控、应急演练评估五个监督领域,各领域通过检查清单实现标准化覆盖。模型核心引入反馈调节机制,将安全检查发现问题数量、整改闭合率、事故事件发生频次作为动态输入参数,当某项参数超出预警阈值时,系统自动提升该区域监督强度或扩大监督范围。通过建立时间—强度—范围的立体监督网络,监理能够根据工程实际动态调整监督策略,避免重点失焦与资源浪费,实现有限监理力量的最优配置,形成对施工安全风险的全方位、全过程管控格局^[2]。

2 监理安全监督的实施体系与方法

2.1 全过程监督体系框架

监理安全监督体系按照施工时序构建准备期审查、实施期管控、收尾期验收三段式架构。准备期监督聚焦资质审核与方案把关,监理组建专项审查小组,对施工单位安全生产许可证、项目经理及安全员资格证书、特种作业人员操作证进行逐一核验,对施工组织设计中安全技术措施的针对性与可操作性开展技术评审,重点审查深基坑支护、高边坡防护、大体积混凝土浇筑等专项方案的计算依据与应急预案完备性。实施期监督建立日常巡查、专项检查、旁站监理三级管控网络,日常巡查覆盖全施工区域,专项检查针对基坑开挖、脚手架搭设、起重吊装等危险性较大作业,旁站监理锁定混凝土浇筑、水下作业、爆破施工等关键工序。收尾期监督强化隐蔽工程验收与安全设施拆除管理,监理对已完工程的安全防护措施保留情况进行检查,确保后续维护检修通道安全可靠,对临时用电线路拆除、脚手架拆卸等作业实施全程旁站,防止赶工期导致的违规操作^[3]。

2.2 关键环节监督控制要点

深基坑施工监督要点在于支护结构验收与变形监测,监理在基坑开挖前核查支护桩施工记录与混凝土强度报告,开挖过程中每日检查坡顶裂缝发展、支撑轴力变化,降水井水位与周边建筑沉降数据超过设计预警值时立即发出停工指令。高边坡施工监督侧重锚杆锚索检测与坡面防护质量,监理现场见证锚杆拉拔试验,抽检数量不少于总数的5%,对喷射混凝土厚度采用钻孔取芯验证,确保坡面防护层与岩体结合紧密。模板支撑系统监督把控立杆间距、水平杆步距、扫地杆设置三项核心参数,监理使用钢卷尺逐跨测量架体尺寸,检查扣件紧固力矩是否达到规范要求,大跨度梁

板模板安装完成后组织预压试验,观测支撑体系变形情况。起重吊装作业监督关注吊装方案执行与作业区域警戒,监理核实起重机械检验合格证与司机持证情况,吊装前检查钢丝绳磨损程度、吊钩保险装置完好性,吊装过程中监督警戒范围设置与监护人员到位情况。

2.3 监督技术手段与工具

视频监控系统在施工现场主要出入口、塔吊作业区、深基坑周边布设高清摄像头,监理通过监控中心实时查看现场动态,AI识别算法自动捕捉未佩戴安全帽、高处作业无防护等违规行为并触发报警。无人机巡查技术应用于大型水利枢纽工程,监理每周开展一次航拍作业,获取施工全景影像与高边坡三维模型,通过前后期影像对比分析边坡变形趋势,发现人工巡查难以到达区域的安全隐患。物联网传感器布设于基坑支护结构、边坡锚索、大坝廊道等部位,实时采集位移、应力、渗压数据并传输至监理监控平台,数据异常时系统自动推送预警信息至监理手机终端。BIM技术在施工方案审查阶段发挥作用,监理将施工单位提交的脚手架、模板支撑方案导入BIM平台进行三维建模,模拟荷载作用下的结构受力状态,直观判断方案安全性。移动检测设备包括混凝土回弹仪、钢筋保护层厚度测定仪、接地电阻测试仪等,监理携带设备开展现场抽检,检测数据即时录入平板电脑形成电子台账^[4]。

3 监理安全监督作用的强化策略

3.1 监督体系优化路径

将传统分散式监督转化为网格化精准管控模式,按照施工区域划分若干监督网格,每个网格配备责任监理工程师,网格边界根据基坑、边坡、高边坡等危险源分布进行动态调整。建立网格监督电子台账,记录每日巡查路线、发现问题、整改验证全过程,监理总监通过移动终端实时查看各网格监督动态,发现某网格问题高发时立即增派监督力量。开发安全监督信息管理平台,接入视频监控、传感器监测、无人机航拍等数据源,平台自动生成施工现场安全风险热力图,红色区域表示高风险需加强监督,黄色区域表示中等风险需定期检查,绿色区域为常规巡查区域。监理根据热力图调整日常巡查频次与重点,将有限人力精准投放至高风险作业面。建立监督效能量化评估机制,以隐患发现率、整改闭合率、安全事故控制率三项指标考核监理履职情况,评估结果与监理费支付挂钩,倒逼监理提升监督质量。网格化管理与数据驱动决策相结合,监督工作从粗放式覆盖转向精细化管控,监理人员工作量减少但监督效能提升。

3.2 监督能力提升措施

实施监理人员分级培训计划,总监理工程师参加水利工程安全生产标准化培训,掌握危险性较大工程专项方案审查要点与应急处置流程;专业监理工程师针对混凝土工程、土石方工程、起重吊装等专业领域开展技术培训,学习最新施工规范与安全技术措施;监理员接受现场安全检查实操训练,熟悉脚手架、模板支撑、临时用电等常见隐患识别方法。建立监理专家库,吸纳具有一级建造师、注册安全工程师资质且有大型水利工程经验的人员,在基坑开挖、高边坡处理、围堰拆除等高危作业前,邀请专家库成员到场指导监理开展专项检查。推行案例教学法,定期组织监理人员分析典型安全事故,从监理监督角度剖析事故发生前哪些环节存在监督盲区,哪些隐患未被及时发现,总结监督工作改进措施并编制案例手册。开展跨项目交流学习,监理单位选派人员到已完工的优质工程观摩安全监督台账、旁站记录、监理日志等资料,学习成熟的监督方法与经验。通过理论培训、实操演练、案例分析、经验借鉴多维度能力建设,监理人员风险识别准确率与处置能力显著提高。

3.3 监督技术创新方向

研发基于计算机视觉的违规行为自动识别系统,在施工现场部署边缘计算摄像头,实时识别人员未佩戴安全帽、高处作业无安全带、机械作业区域有人穿越等违规行为,识别到违规行为后系统自动截取现场照片并推送至监理手机,监理根据推送信息立即到场核实处理,识别准确率达 85% 以上时可替代部分人工巡查。应用倾斜摄影测量技术建立施工现场三维实景模型,监理每周通过无人机采集影像数据更新模型,将实景模型与 BIM 设计模型叠加比对,自动识别边坡开挖是否超挖、回填是否到位、临边防护是否缺失,比对结果以差异云图形式呈现,红色区域即为需整改部位。引入可穿戴设备监测作业人员生理状态,在高温、高海拔施工环境下,作业人员佩戴智能手环监测心率、血氧、体温等参数,数据超过安全阈值时设备自动报警并通知监理,监理要求作业人员撤离休息,避免疲劳作业引发事故。开发监理移动检查终端,集成混凝土强度检测、钢筋保护层厚度测量、接地电阻测试等功能,检测数据自动上传云端形成电子台账,替代传统纸质记录,数据可追溯性与准确性大幅提升。技术创新将人工经验判断与智能算法分析结合,监督工作从依赖个人能力转向技术赋能^[5]。

3.4 制度保障机制完善

制定监理安全监督负面清单,明确列举监理不得实施的行为,包括未经审查批准施工组织设计即允许开工、发现重大安全隐患未及时下达停工令、对施工单位拒不整改行为未向建设单位报告等,对违反清单内容的监理人员及监理单位承担相应法律责任。建立监理安全监督免责机制,监理已按规范要求履行审查、巡查、验收职责并留存完整记录,因施工单位违规操作或隐瞒事实导致安全事故的,监理可免除连带责任,该机制通过合同条款明确约定并报行业主管部门备案。完善监理费动态调整办法,根据工程规模、技术难度、危险性等级确定基准监理费,对安全监督效果突出的监理单位在下一年度招标中给予加分,对发生安全事故的监理单位扣减当期监理费并列入行业黑名单。推行监理安全监督报告公示制度,监理每月向建设单位提交的安全监督报告同步上传至工程所在地水利主管部门监管平台,接受行业监管与社会监督,报告内容包括检查次数、发现问题、整改情况、事故隐患等,公示倒逼监理认真履职。制度层面的约束与激励双向发力,监理安全监督的规范性与主动性持续增强,监督作用得到制度化保障。

4 结束语

深基坑、高边坡等关键环节的量化控制标准,视频监控、无人机、物联网等技术手段的综合应用,以及网格化管理、分级培训、智能识别等创新措施的提出,为监理安全监督效能提升提供了可行路径。未来应进一步深化人工智能在隐患识别中的应用研究,探索监理、施工、建设多方协同的安全管理新模式,完善监理法律责任与激励机制,推动水利工程安全监督向数字化、智能化、精准化方向发展,为保障水利工程建设安全、促进行业高质量发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 周明月. 水利水电工程施工安全监理工作分析[J]. 居舍, 2021(11):126-127.
- [2] 赵华安, 陈崇德. 水利工程建设施工监理安全检查及其评价方法[J]. 水电与新能源, 2020, 34(08):44-48.
- [3] 张帅. 水利水电工程施工安全管理研究[J]. 水上安全, 2025(07):157-159.
- [4] 郑洁婷. 多议水利水电工程施工安全监理工作要点[J]. 中华建设, 2023(07):74-76.
- [5] 王发兵. 水利水电工程施工安全监理工作分析[J]. 大众标准化, 2021(15):195-197.