

水利工程施工安全生产信息化管理体系构建

俞密密

(浙江省水利水电建筑监理有限公司, 浙江 杭州 310020)

摘要 水利工程施工场景兼具临水作业、空间分散与工序交织特征, 边坡扰动、设备运行、人员流动和环境波动相互叠加, 传统依赖巡查记录的管理方式难以及时应对高频变化的现场风险, 安全管理常处于信息分散与响应滞后的被动状态。依托感知终端、数据贯通与平台协同构建安全生产信息化管理体系, 可将风险发现、隐患流转、整改跟踪和调度联动纳入同一链条, 进而增强施工安全治理的连续性、精准性与现场响应强度。

关键词 水利工程; 施工安全; 信息化管理; 安全生产; 智慧施工

中图分类号: TV512; TP391.6

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.17.031

0 引言

水利工程建设常处于地形起伏明显、作业面持续迁移的条件下, 单点巡查往往只能覆盖局部时段, 隐患一旦跨工序、跨区域传递, 原有管理方式就难以稳定接续, 尤其在围堰转换、交叉施工与机械调配同步推进之际, 风险识别、信息传递和现场处置更容易出现脱节。伴随施工组织精细化要求不断加深, 安全管理更需要把现场状态、人员活动和设备信息放到统一视野中统筹研判, 进而把被动补救压缩到风险前端, 防止局部异常在传导过程中演变为连锁性安全问题。

1 水利工程施工安全生产的风险特征

1.1 自然环境扰动明显

水利工程多分布于河道沿线、库区边坡、山地沟谷及临水区域, 施工安全始终受水位涨落、强降雨、地质松动和风浪冲刷等外部条件牵动, 围堰稳定、基坑排水、边坡支护与施工道路通行状态都会随环境变化而重新波动^[1]。现场一旦遇到突发来水、局部塌岸或软弱夹层暴露, 原有作业安排就可能被迅速打乱, 安全风险不再停留于单一工点, 而是沿着临水面、运输线和作业面向周边区域扩散。

1.2 现场作业交叉频繁

水利工程施工往往不是单线推进, 土石方开挖、模板支设、钢筋绑扎、混凝土浇筑、设备吊装、材料运输和临时用电维护常在同一时段压茬展开, 不同班组围绕有限场地同步进入, 人与机械、车辆与构筑物之间的安全边界持续被压缩。特别是在坝体施工、闸室结构作业和机电安装并行推进之际, 吊装回转半径、运输通道占用、交叉作业落物和误入危险区域等问题

更易集中出现, 现场组织稍有失衡就会放大机械伤害、坠落和触电风险。

1.3 安全管理链条较长

大型水利工程建设周期普遍较长, 从导流围堰、基础处理到主体结构施工、金属结构安装和机电调试, 施工阶段持续转换, 参建队伍、作业人员、设备配置与风险重点也在动态调整, 安全管理很难依靠一次布置长期维持稳定状态^[2]。时间线一旦拉长, 隐患整改复核、责任交接、教育培训和制度执行就容易出现衔接空档, 早期形成的风险信息若未被完整保留并及时传递, 后续阶段就可能在工序介入后再次暴露出同类问题。

2 水利工程施工安全生产信息化管理的价值

2.1 强化动态感知

水利工程现场风险并不总以事故形态出现, 往往先表现为水位缓涨、边坡位移增大、设备振动异常或人员进入限制区域等细微信号。若仍依赖间断巡查和口头反馈, 异常状态常在记录、上报与核实之间被延迟识别, 班组换班或工序转换过程中还可能被忽略^[3]。依托信息化管理接入环境监测、视频识别和设备状态数据后, 管理端能够把分散信号放到同一界面连续对比, 风险由静态判断转为动态捕捉, 预警阈值、异常趋势和重点点位同步呈现, 高风险工点的持续盯控也更容易落细。

2.2 推动流程闭环

施工安全管理难点不仅在发现隐患, 更在于隐患从发现到销项往往跨越巡查、登记、派发、整改和复核多个环节, 任何一处交接模糊, 问题都可能停留在

作者简介: 俞密密 (1993-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 水利工程。

纸面记录层面，整改责任难以压实^[4]。将巡检任务、隐患描述、责任到岗、整改时限和复查结果纳入信息系统后，每项问题都会带着时间标记和流转轨迹向下推进，管理动作由分散留痕转向全过程留痕。逾期提醒、闭环校验和历史追溯嵌入日常业务，安全制度也由原则性要求转为可核验、可追踪的操作流程。

2.3 增强调度响应

水利工程施工作业面广、人员分布散，现场一旦出现围堰渗漏、边坡松动、吊装冲突或临电异常，管理成效往往取决于信息能否迅速传递到调度、监理和作业班组。尤其在夜间施工、交叉施工和恶劣天气叠加之际，响应迟缓容易放大局部险情。信息化管理将监测告警、视频画面、点位位置和责任单元同步推送后，值班人员能够依据异常等级组织停机避让、人员撤离和区域封控，现场响应由层层传话转为点对点联动，调度决策与处置指令更加贴近风险变化节奏。

2.4 支撑协同治理

水利工程安全治理涉及建设单位、监理单位、总包、分包及专业作业队伍，多主体同场运行之际，若安全信息仍停留在各自台账或微信群组中，责任边界容易模糊，交叉作业面的风险也难以及时识别^[5]。将巡查记录、整改进度、预警信息、教育培训和现场许可纳入统一平台后，各参与主体能够围绕同一数据口径开展会商、核查和联动处置，安全管理由各管一段转向协同接续，跨单位协作中的信息失真和责任悬空现象随之减少，联动处置节奏也更加稳定。

3 水利工程施工安全生产信息化管理体系构建路径

3.1 布设施工感知终端

施工感知终端布设不能按“设备有什么就装什么”的思路推进，而要先依托施工总平面、专项施工方案

和危险源清单把监测对象分层落位，临水临边、深基坑、围堰迎水面、高边坡、栈桥通道、拌和站、钢筋加工区、起重作业区和临时用电集中点应列为优先布设区域，其中水位、降雨量、边坡位移、基坑积水、视频画面、塔机回转区、门机运行状态和临电箱开闭情况需对应专门终端。布点时不宜只看单个工点，而应把“风险源—作业面—通行线”串成监测链，围堰段宜沿迎水侧、背水侧和上下游转角设置水位及渗压采集点，深基坑宜在坑顶、坑底与排水沟节点布设水位和位移终端，交通便道则把急弯、陡坡、会车口和材料堆场出入口纳入视频覆盖范围，使监测信号顺着施工组织路线连续展开。

终端安装完成后，还需把采集频率、供电方式、固定结构和巡检周期一并定实，露天点位宜采用防水防尘外壳并加设防撞护栏，边坡和围堰监测终端底座应避开松散土层与机械碾压带，视频设备安装高度要兼顾识别精度与检修便利，夜间作业面同步配置补光设施，防止回传画面失真。现场交付前应安排一次分区域联调，逐个核验点位编号、采样间隔、信号强度、画面角度和掉线报警规则，后续按“日常巡看+周度核校+工序转换复检”的节奏维护，遇到导流转换、作业面迁移或大型设备进场时同步调整监测点，避免终端停留在旧工位而脱离真实施工面，水利工程施工安全感知终端布设要点如表1所示。

3.2 搭建统一管理平台

统一管理平台搭建要先把管理边界划清，不宜把所有数据堆到同一页面，而应依照项目部、分部工程、作业区域和责任岗位建立四级管理视图，首页集中呈现总览数据，分区页面展开边坡、围堰、基坑、吊装、临电与交通组织等专题信息，值班室、项目部、监理部和分包负责人进入系统后各自看到与职责匹配的界面。平台结构宜按“总览看板—风险地图—设备状态—

表1 水利工程施工安全感知终端布设要点

施工区域	监测内容	终端类型	典型布设位置
围堰段	水位、渗压	水位监测终端 渗压监测终端	迎水侧、背水侧、转角处
深基坑	积水、水位、位移	水位监测终端 位移终端	坑顶、坑底、排水沟
高边坡	位移变化	位移监测终端	边坡顶部、坡脚
起重作业区	设备运行、作业范围	视频监控终端 设备终端	塔机回转区、门机区
栈桥与便道	通行状态	视频监控终端	急弯、陡坡、会车口
加工与拌和区	作业活动	视频监控终端	设备区、出入口
临时用电区	配电状态	临电监测终端	配电箱、用电集中点

隐患事项—处置指令—历史记录”展开，其中风险地图挂接施工平面图与电子围栏，点击工点即可调出视频画面、监测曲线、责任人名单和近期处理记录，值班人员无需在多个表格间反复切换，调度动作也能在同一界面完成。

平台功能配置需贴近日常管理动作，登录权限划分为查看、填报、审核、调度和系统维护几类，班组长负责现场上报，安全员负责核实派单，项目管理层负责阈值设置、停工指令和资源调配，监理单位侧重旁站核验与整改复核，权限划清之后责任链条便随界面流转稳定下来。系统运行初期宜先选围堰、基坑和起重设备三个高风险板块上线，待操作流程顺畅后再接入教育培训、进场验收和分包考核等内容，同时将短信提醒、平台弹窗与移动端推送分级设置，一般提醒由岗位端接收，预警事项同步推送项目负责人，触及停工条件的信号直接进入红色待办列表，使各层级在同一时刻获得一致信息并形成统一响应。

3.3 贯通多源数据链路

多源数据贯通的关键不在“接入数量多”，而在“数据口径一致、传输关系清楚、调用顺序稳定”，开工前应依托视频监控、环境监测、设备传感、门禁考勤、人员定位、移动巡检和隐患台账建立数据目录，为各类数据统一编码规则、时间格式、位置标识和责任单位，防止字段名称不一、时间戳混乱或点位命名随意致使系统匹配困难。传输链路宜按“前端采集—边缘网关—项目服务器—管理平台”展开，网络条件稳定区域采用光纤或工业交换机回传，边坡、弃渣场和临时便道等区域结合 4G、5G 或 LoRa 组网，数据先在边缘端完成去噪、压缩与时间校准，再进入平台数据库，防止高频原始数据直接堆积至主系统影响运行效率。

数据接通之后，还需把“同一事件的多源证据”串联使用，比如起重吊装出现异常时，平台调取内容不应停留于单一摄像头画面，而应联动设备运行参数、作业许可状态、现场定位信息和当班巡检记录，使调度人员能够迅速判断是指挥失误、设备超限还是人员误入吊装半径。为防止形成新的信息孤岛，项目部应建立数据映射表和接口维护清单，新设备或分包队伍进场时先完成接口测试、字段校核和权限绑定，再允许数据写入系统；日常运行安排专人核对离线点位、空值记录和异常跳变曲线，对失真数据及时标注并清洗，使查询、预警与统计始终建立在统一数据底盘之上。

3.4 嵌入安全业务模块

安全业务模块开发不能停留在“把纸质表单搬到电脑里”，而应围绕现场高频管理动作拆分功能，巡

查检查、隐患上报、整改派发、复查销项、作业许可、教育培训、机械验收、临电检查和应急处置宜形成独立模块，并嵌入固定字段、办理时限与流转节点。例如：隐患排查模块要求上传点位、照片、问题描述、风险等级、责任班组和完成时限，系统接收信息后生成整改单并推送责任人，处理完成再上传复原照片与措施说明，复查人员依同一记录核验，销项前任务不得关闭；作业许可模块则将吊装、动火、临时用电、有限空间和围堰迎水面作业等许可单设为电子流程，并与现场监测状态联动，条件不满足时无法提交审批。

模块真正落地还需把规则写入系统，而不是依赖口头提醒维持运转，隐患逾期未整改的事项自动进入催办序列，连续两次未按时闭环的班组转入重点监管名单，机械验收未完成的设备不得进入当日作业计划，教育培训未签到或考试未达标的人员无法激活门禁权限，此类控制逻辑嵌入平台后，现场管理不再依赖人工反复追问。应急模块宜单独设置事件分级、处置流程、物资调度和联系人库，围绕坍塌、涌水、触电、机械伤害及极端天气停工等情形预置处置卡，值班人员接警后点选事件类型，系统同步弹出处置步骤、撤离路线、联络对象和周边监控画面，使现场指挥、物资调用与信息报送在同一闭环内展开。

4 结束语

水利工程施工安全治理的关键，已不再停留于单点巡查和事后补救，而在于将分散于作业面、设备端、通行线和管理链条中的风险信号纳入统一运行逻辑，使监测、研判、处置和复核在同一时序中衔接，促使安全理由经验驱动转向数据支撑、由局部应对转向全过程控制。信息化体系落地后，现场管理的敏捷度、责任传导的清晰度和风险处置的前置性随之增强，水利工程施工安全由此更接近可感知、可追踪、可联动的常态治理状态。

参考文献：

- [1] 焦刘霞,吴云飞.基于信息化技术的水利工程施工质量安全管理方法[J].城市建设理论研究(电子版),2025(32):202-204.
- [2] 李春林.水利工程管理信息化的实践应用与未来发展[J].内蒙古水利,2025(03):94-95.
- [3] 汤磊,徐晖.基于信息化技术的水利工程施工质量安全管理方法[J].大众标准化,2025(03):170-172.
- [4] 杜广敏.水利工程施工项目质量控制与质量管理体系的构建[J].水上安全,2024(15):43-45.
- [5] 方根,张海龙,王大勇.信息化系统在水利工程安全管理中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(10):119-121.