

智慧化管理在水利工程安全生产中的应用研究

曹旭逞

泰顺县水利局, 浙江 温州 325500

DOI:10.61369/ME.2024100013

摘 要 : 本文围绕智慧化管理在水利工程安全生产中的应用展开研究, 提出智慧化管理的重要意义, 包括提升风险预警能力、优化资源调度效率等方面, 而在对策建议部分, 重点阐述了推行风险分级管理、加强大数据分析应用等策略, 旨在通过技术与管理的深度融合, 构建科学高效的安全生产体系, 因此信息化、智能化技术在风险防控、应急响应、资源优化等环节的关键作用, 为水利工程安全生产的数字化转型提供了可行的路径参考, 对推动行业管理模式升级具有重要的借鉴意义。

关 键 词 : 智慧化管理; 水利工程; 安全生产

Research on the Application of Intelligent Management in the Safe Production of Water Conservancy Projects

Cao Xucheng

Taishun County Water Conservancy Bureau, Wenzhou, Zhejiang 325500

Abstract : This article conducts research on the application of intelligent management in the safe production of water conservancy projects, and puts forward the significant meaning of intelligent management, including enhancing risk early warning capabilities and optimizing resource scheduling efficiency. In the section on countermeasures and suggestions, it focuses on elaborating strategies such as implementing risk classification management and strengthening the application of big data analysis, aiming to achieve the deep integration of technology and management. Building a scientific and efficient safety production system, the key role of information technology and intelligent technology in risk prevention and control, emergency response, resource optimization and other links provides a feasible path reference for the digital transformation of safety production in water conservancy projects, and has important reference significance for promoting the upgrading of industry management models.

Keywords : intelligent management; water conservancy projects; work safety

近年来, 随着我国水利基础设施建设的不断推进, 水利工程的规模和复杂程度显著提升, 安全生产面临的风险因素日益多样化, 传统的安全管理模式多依赖人工巡检、经验判断, 存在信息滞后、反应不及时等问题, 难以满足现代化水利工程对高效、安全的需求。在人工智能技术快速发展的背景下, 智慧化管理理念逐步引入水利工程安全生产领域, 通过物联网、云计算等技术, 实现对工程运行状态的实时监测、风险预测、智能决策支持, 不仅提升了安全管理的科学性, 也为构建全天候、全方位、全流程的安全管理体系提供了坚实的技术保障, 成为推动水利工程安全生产现代化转型的重要驱动力。

一、水利工程安全生产的概念

水利工程安全生产是指在水利工程的规划、设计、施工、运行及维护全过程中, 遵循国家安全法律法规、技术规范, 采取系统化的风险防控措施, 确保人员安全、工程安全的综合性管理活动, 其核心目标是预防可能导致人员伤亡、工程破坏、环境污染的事故, 保障工程长期稳定运行。水利工程安全生产不仅涵盖施工期的安全防护, 还包括运行期的设备维护、结构检测等环节, 需要多部门协作与技术支持, 它强调“预防为主、防控结合”, 通过制度建设、技术应用、人员培训, 形成全员、全过程、全方

位的安全管理体系, 是水利事业可持续发展的重要基础^[1]。

二、智慧化管理在水利工程安全生产中应用的重要意义

(一) 提升风险预警能力

智慧化管理通过物联网传感器、视频监控等技术, 将水利工程的运行数据实时采集并传输至监控平台, 实现对水文、水位等关键参数的连续监控, 系统利用大数据分析, 对采集到的多维度信息进行综合研判, 一旦发现数据波动超出安全阈值, 即可自动

触发预警，提示管理人员采取措施，这大幅缩短了从隐患产生到发现的时间，避免了传统人工巡查中因周期长、覆盖面有限而导致的风险遗漏，为及时排查安全隐患提供了技术保障，显著提升了工程安全防控的前瞻性^[2]。智慧化管理平台能够基于历史运行数据、气象预报，利用人工智能算法建立风险预测模型，对潜在的洪水、渗漏等安全问题进行趋势分析，通过模拟不同工况，系统可提前给出风险等级、可能影响范围，为管理人员提供科学决策依据，这不仅能采取针对性防范措施，还能优化资源调配，避免因决策迟缓造成的损失，从而使水利工程安全生产管理由“事后应对”转变为“事前预防”，全面提升风险预警能力的效能。

（二）优化资源调度效率

智慧化管理依托大数据与云计算平台，将水利工程运行数据、物资库存信息等信息进行集中整合分析，系统可根据实时风险等级、任务优先级自动匹配所需的资源类型，实现资源的精准配置，例如在某段大坝出现结构异常时，系统可快速调配附近的检修人员、专用设备及应急物资，确保在最短时间到位处理，这打破了传统依赖人工判断的模式，显著减少了信息滞后与资源浪费，不仅提升了应急处置的速度，也提高了日常运维的工作效率。在水利工程安全生产中，资源调度往往涉及防汛、施工、设备维护等部门，智慧化管理平台通过建立统一的数据接口，实现各部门间资源与任务的实时互通，当出现突发事件时，平台可根据既定的调度规则，将任务、人员及设备同步派发至相关部门，并实时跟踪执行进度，这使信息传递更加高效透明，减少了重复调配，显著提升了应急响应速度，同时通过智能化的任务优先级排序，确保有限资源在关键时刻得到最合理利用，最大化保障工程安全运行。

（三）实现全周期监控

智慧化管理通过构建贯穿水利工程规划、设计、施工、运行、维护直至退役阶段的全周期监控体系，实现从源头到末端的全过程安全管理，在前期规划设计阶段，利用BIM等技术建立工程虚拟模型，对设计方案进行安全评估；施工阶段，通过传感器、视频监控系统实时监控作业环境，及时发现违规操作；在运行阶段，依托物联网监测网络分析，实现水文、结构及设备的全天候监测；在改造阶段，通过历史运行数据监测结果，为风险评估提供决策依据，这有助于在工程全寿命周期内持续保障安全生产^[3]。全周期监控不仅是实时监测，更注重信息的记录，智慧化管理平台可将工程各阶段的监控数据、检测报告等信息按时间顺序自动归档，形成动态更新的安全生产数据库，这一数据库能够为不同阶段的安全分析、事故调查提供详实的依据，实现安全管理的可追溯性，例如在某段闸门出现运行故障时，管理人员可迅速调取该部位从建设到运行的完整监控记录，分析问题成因，制定针对性解决方案，同时这种可追溯机制还能制定更科学的维护计划提供数据支持，从而在全生命周期内持续提升安全生产管理水平。

（四）增强应急处置能力

智慧化管理通过构建集成化的应急指挥平台，将实时监测数据、风险预警信息与应急资源调度系统有机结合，一旦发生突发

事件，如大坝渗漏、洪水暴发，平台能够立即启动应急响应流程，系统根据事件性质、影响范围，自动匹配最优处置方案，并将任务指令同步发送至相关部门，同时借助GIS地图定位功能，可在最短时间内调配就近的救援力量到达事发地点，这大幅缩短了从险情发现到处置落实的时间，有效减少事故损失，并提升应急处置的科学性^[4]。在水利工程安全生产应急处置中，往往需要防汛、工程、交通等多个部门协同配合，智慧化管理平台通过建立统一的指挥调度系统，实现跨部门的信息共享，确保各方在同一平台上获取一致的灾情信息，指挥中心可实时掌握各应急小组的行动进展，并根据现场反馈调整部署，同时系统内置的灾情模拟，可在平时帮助各部门熟悉流程，提高实战中的反应速度，这不仅提升了现场处置能力，还显著增强了决策的科学性，确保迅速恢复工程的安全稳定^[5]。

三、智慧化管理在水利工程安全生产中应用的对策建议

（一）推行风险分级管理

在水利工程安全生产智慧化管理中，推行风险分级管理应建立基于多源数据的风险评估模型，将工程结构健康监测数据、水文气象信息、施工与运行过程记录等进行集成分析，形成风险识别的动态数据库，通过引入物联网传感器、无人机巡检、视频监控等手段，持续采集关键部位的运行状态信息，确保风险数据的实时更新^[6]。针对不同类型的风险，制定科学的分级标准，将风险按照发生概率、影响范围、潜在危害程度等指标划分为不同等级，并在智慧管理平台内设定自动识别，实现对风险的快速分级归档，同时将分级管理标准与国家安全技术规范对接，确保分级依据的统一性。在实施过程中，水利工程应构建与风险等级相匹配的分级管控措施库，并将其嵌入智慧化管理系统，实现“风险分级一措施匹配一任务派发”的闭环管理模式，对于高等级风险，平台应自动生成应急预案，启动跨部门联动机制；对于中低等级风险，系统可推送日常巡检任务，确保在源头阶段进行控制，通过建立基于分级的资源调配规则，明确不同等级风险所需的人员、设备及物资优先级，借助平台实现精准化调度，同时完善分级管理的动态调整机制，根据工程运行情况、环境变化、历史事件分析结果，实时修订风险等级，通过智慧化平台的数据分析功能，对分级管理的执行情况进行周期性复盘，确保风险分级体系持续适应工程运行的实际需要^[7]。

（二）加强大数据分析应用

在智慧化管理中加强大数据分析应用，水利工程应构建统一的大数据平台，将水利工程的监测数据、施工与运维记录等多源数据进行标准化采集、清洗与存储，形成结构化与非结构化数据并行的综合数据库，水利工程可以制定统一的数据接入标准，确保不同监测系统之间的数据互联互通^[8]。通过引入分布式存储与高性能计算架构，满足海量数据的实时处理需求，在数据采集环节可以引入边缘计算技术，对关键节点的数据进行就地预处理，减少传输延迟，提高分析效率，同时建立数据质量管理制度，对

采集频率、精度、完整性进行动态检测，确保数据的准确性，为后续分析奠定坚实基础。在分析应用层面，水利工程应引入机器学习、深度学习等先进算法，对水利工程运行规律、风险演化趋势进行多维度建模，针对历史数据，开发可视化分析工具，实现对水情、工情等的关联分析，通过建立针对不同场景的分析模型库，例如洪水预警模型等，并在智慧化管理平台中实现模块化调用，水利工程可以推动数据分析结果与管理业务的深度融合，将分析结论自动转化为调度指令、巡检任务建议，因此水利工程可以定期组织数据分析模型的优化迭代，结合新采集的数据进行训练更新，不断提升分析精度^[9]。

（三）引入 AI 辅助决策

在智慧化管理中引入 AI 辅助决策，水利工程可以建立基于水利工程全生命周期数据的人工智能模型训练体系，将规划设计、施工建设等阶段的历史数据进行系统整合，形成多维度的训练样本库，通过引入深度学习、强化学习等技术，对工程结构健康监测、水文水情变化、设备运行参数及环境气象信息进行特征提取，构建适应不同场景的智能决策模型。针对日常运维、风险预警、应急调度等不同业务需求，开发相应的算法模块，实现 AI 对不同数据类型的自动分析，而在系统部署层面，将 AI 算法嵌入智慧化管理平台，实现与物联网监测系统、GIS 地理信息系统、大数据分析平台的无缝对接，确保 AI 决策建议能够在管理工作中被即时调用。在业务应用环节，工程师应针对水利工程安全生产的关键决策点，构建多层次的 AI 辅助决策方案，例如在风险预警方面，通过 AI 对多源数据进行综合分析，自动判定风险等级，生成防控策略建议；在应急调度方面，水利工程可以利用 AI 进行路径优化，给出最佳的人员与设备调配方案；在运维管理方面，基于 AI 的预测性维护模型可提前生成检修计划。为确保 AI 辅助决策的可持续优化，水利工程应建立决策结果的反馈，将执行效果、现场反馈数据回流至 AI 模型，持续改进算法的准确性。同时，水利工程可以设置多级人工干预接口，允许管理人员在 AI 给出的建议基础上进行调整优化，确保系统在不同运行条件下的灵活性^[10]。

（四）建立应急联动机制

在智慧化管理中建立应急联动机制，水利工程应构建统一的

应急指挥与协调平台，将防汛、防洪、施工安全等多领域的应急资源，实现跨部门、跨区域、跨层级的协同管理，水利工程应在平台中嵌入实时监测系统、风险预警系统与应急预案库，确保在险情或异常情况发生时，能够自动触发相应的应急预案并生成任务分配清单。制定统一的应急信息编码与传输标准，保证各参与单位在信息接收与处置上的一致性与准确性。引入 GIS 地理信息系统与视频会商系统，使指挥中心能够在第一时间掌握现场位置、风险范围及相关资源分布情况，从而快速启动应急响应流程。同时，应建立覆盖重点工程、关键岗位与核心设备的通讯网络，确保应急信息能够在任何情况下稳定传输。在运行管理层面，水利工程应根据水利工程的不同风险类型，建立分级、分领域的应急联动方案，并将其固化到智慧化平台的自动化调度模块中，高等级风险应启动多部门联合响应机制，包括防汛指挥、工程管理等多方力量的同步介入；中低等级风险则由相应责任部门独立处置，并在平台进行全过程记录；水利工程应制定应急资源共享，明确各单位在人员、设备、物资等方面的支援优先级；水利工程可以引入智能调度算法，根据实时道路状况、资源位置与任务紧急程度优化响应路径，在日常管理中，定期通过智慧化平台组织多场景应急演练，涵盖信息传递、任务分派、资源调配等环节，确保各参与方熟悉流程、精准执行，并在演练后结合数据分析结果修订应急联动方案，形成动态优化的应急协作体系。

四、结语

智慧化管理在水利工程安全生产中的应用，体现了现代信息技术与传统工程管理的深度融合，通过物联网、大数据、人工智能等手段，构建了覆盖全生命周期、全方位的安全管理体系，在这一过程中，风险分级管理、大数据分析、AI 辅助决策等策略相辅相成，实现了从风险识别、预警预测到应急处置的高效衔接与闭环运行，通过不断优化技术平台、完善管理机制不仅为水利工程安全生产提供了更加科学的技术支撑，也为今后水利行业的管理模式创新奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 李长锐. 基于智慧工地的施工安全管理技术及实践应用分析 [J]. 电子乐园, 2023(1): 0214-0216.
- [2] 徐驰, 薛颖迪, 王全, 等. 智慧工地在安全隐患排查和人员动态管理中的应用 [J]. 建筑安全, 2023, 38(4): 64-66.
- [3] 方湘萍. 互联网 + 云平台在施工安全管理的应用 [J]. 建筑安全, 2023, 38(12): 81-84.
- [4] 李文源, 郭文高, 高琰. 智慧化工园区建设的研究 [J]. 通信与信息技术, 2023(3): 79-82.
- [5] 杨锐, 刘禹杉, 刘艳华. 丽江市智慧水利工程建设现状分析与对策 [J]. 水利建设与管理, 2023, 43(S01): 10-14.
- [6] 张钰森. 水利工程智慧化管理系统设计探究 [J]. 户外装备, 2023: 149-150.
- [7] 任晓宇, 梁双龙, 董泽斌. 智慧化技术在水利工程中的应用 [J]. 电子技术, 2023(2): 248-249.
- [8] 胡汛训, 胡婷婷. 智慧水利在工程风险管理中的应用探析 [J]. 水电与新能源, 2023, 37(8): 38-41.
- [9] 田根生. 水利工程智慧化运行方法分析 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(15): 189-191.
- [10] 白成伟, 尹艳丽. 基于 "互联网 + 智慧水利" 的水利工程施工现场管理分析 [J]. 科技创新与应用, 2023, 13(11): 193-196.