

智能化技术在水利水电工程施工管理中的应用

马旭辉

平凉市宏建建设工程质量检测有限责任公司 甘肃平凉

【摘要】智能化技术在水利水电工程施工管理中发挥着关键作用，涵盖施工流程优化、风险控制、质量管理及技术创新等多个方面。通过引入 BIM、物联网、大数据分析等手段，提升了施工效率与资源配置水平，构建了动态响应的风险防控机制，并实现了质量监管的精细化与自动化。实践表明，创新技术的应用不仅增强了工程运行的稳定性，也为项目全生命周期管理提供了有效支撑，有力推动了行业数字化转型进程。

【关键词】智能化施工管理；水利水电工程；施工效率；风险管理；技术创新

【收稿日期】2025 年 5 月 15 日

【出刊日期】2025 年 6 月 6 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250289

Application of intelligent technologies in construction management of water conservancy and hydropower projects

Xvhui Ma

Pingliang Hongjian Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd, Pingliang, Gansu

【Abstract】 Intelligent technologies play a crucial role in the construction management of water conservancy and hydropower projects, covering multiple aspects such as optimization of construction processes, risk control, quality management, and technological innovation. The introduction of tools such as BIM (Building Information Modeling), the Internet of Things (IoT), and big data analysis has improved construction efficiency and resource allocation, established a dynamically responsive risk prevention and control mechanism, and enabled refined and automated quality supervision. Practical applications demonstrate that these innovative technologies enhance the stability of engineering operations and provide effective support for the entire lifecycle management of projects, significantly promoting the digital transformation of the industry.

【Keywords】 Intelligent construction management; Water conservancy and hydropower projects; Construction efficiency; Risk management; Technological innovation

引言

水利水电工程具有规模庞大、施工环境复杂、管理难度高等特点，传统管理方式已难以满足现代工程对效率与安全的双重需求。近年来，智能化技术的快速发展为施工管理带来了新的变革契机。从施工调度到质量控制，从风险预警到运维管理，各项技术正逐步渗透至工程建设的各个环节，成为提升整体管理水平的重要驱动力。探索智能化技术的应用路径，对于促进水利水电工程高质量建设具有重要意义。

1 智能化技术在施工流程优化中的作用

水利水电工程施工管理涉及多个环节，包括进度安排、资源配置、工序衔接以及现场调度等。随着工程规模的不断扩大和施工环境的日益复杂，传统管理模式在效率与精度方面逐渐暴露出局限性。智能化技术的应用为施工流程的优化提供了新的技术支持，显著

提升了施工管理的科学性和系统性。在施工进度控制方面，智能化技术通过引入 BIM（建筑信息模型）与 GIS（地理信息系统），实现了对工程整体进度的可视化管理。借助三维建模与数据集成，施工方可以实时掌握各阶段任务完成情况，并基于动态数据进行调整，从而提高工期控制的精准度。

智能算法还可用于施工计划的自动排程，通过对人力、机械、材料等资源的智能匹配，减少因资源配置不当导致的工期延误。在施工现场管理中，物联网技术发挥了重要作用。通过部署传感器网络，能够对施工设备运行状态、人员分布及作业环境进行实时监测。这些数据被传输至中央管理系统后，可自动生成预警信息，及时发现潜在风险，避免安全事故的发生。无人机巡检与视频监控系统的结合，也使管理人员能够在不进入高危区域的情况下，全面了解施工现场状况，提升管理

的覆盖面与响应速度。在施工质量管理方面,智能化手段同样具有显著优势。

利用自动化检测设备与 AI 图像识别技术,可对混凝土强度、钢筋布置等关键质量指标进行非接触式检测,大幅提高了检测效率和准确性。基于大数据分析的质量反馈机制,有助于快速定位质量问题根源,推动施工工艺持续改进。资源调度与成本控制也是智能化技术发挥作用的重要领域^[1]。通过构建统一的数据平台,实现对物资采购、运输、存储与使用的全过程追踪,有效减少了材料浪费与库存积压现象。与此智能决策系统可根据历史数据与当前施工需求,提供最优的资金使用方案,降低项目整体运营成本。

2 水利水电工程施工管理的风险控制策略

在水利水电工程的施工过程中,由于项目规模大、建设周期长、地质条件复杂以及外部环境多变,各类风险因素交织存在,给施工安全、质量与进度带来较大挑战。建立科学有效的风险控制体系成为保障工程顺利推进的关键环节。当前,随着信息化和智能化手段的不断发展,传统的风险管理方式正逐步向系统化、动态化、数据驱动的方向演进。风险识别是风险控制的第一步,也是制定应对策略的基础。在实际施工中,风险来源广泛,涵盖自然环境、技术工艺、设备运行、人员操作及供应链等多个方面。

借助大数据分析和人工智能技术,可以对历史工程数据进行挖掘,提炼出常见风险类型及其发生规律,从而实现对潜在风险的高效识别。结合 BIM 模型与 GIS 空间分析功能,可对施工现场进行三维模拟,提前预判可能发生的地质灾害、结构失稳等风险点。在风险评估阶段,传统定性判断已难以满足现代工程管理的需要,定量评估方法的应用日益广泛。基于概率统计与模糊综合评价模型,能够对各类风险发生的可能性与影响程度进行量化分析,并据此划分风险等级。这种评估方式不仅提高了决策的科学性,也为后续资源分配与优先级设定提供了依据。引入风险指数模型,将多个风险因子整合为统一指标,有助于管理人员快速掌握整体风险态势。风险预警机制的建立是提升响应效率的重要手段。

通过部署智能监测系统,实时采集施工过程中的关键参数,如边坡位移、水压变化、混凝土温度等,结合阈值设定与异常检测算法,一旦发现偏离正常范围的数据,系统可立即触发预警信号。该机制不仅能有效缩短应急响应时间,还可通过自动推送处置建议,辅助现场管理人员迅速采取干预措施,防止风险升级。针对

不同类别的风险,应制定差异化的应对策略^[2]。对于可规避的风险,应在前期规划阶段予以调整或排除;对于可转移的风险,可通过保险机制或合同条款进行责任分摊;而对于必须面对的技术性风险,则需强化施工组织设计与应急预案编制,确保在突发情况下具备足够的处置能力。构建全过程风险反馈机制,将施工中出现的问题及时归档分析,为后续工程提供经验支持。信息共享与协同管理在风险控制中同样不可忽视。

3 基于智能化技术的质量管理体系构建

在水利水电工程施工过程中,质量管理是确保工程安全与使用寿命的核心环节。传统质量管理模式依赖人工检测与经验判断,存在效率低、误差大、响应慢等问题,难以满足现代大型复杂工程的高标准要求。随着智能化技术的发展,将信息技术、自动控制与数据分析手段融入质量管理体系,已成为提升工程质量控制水平的重要路径。构建基于智能化技术的质量管理体系,首先体现在数据采集方式的升级。

通过部署高精度传感器、智能监测设备和远程视频监控系统,能够对施工过程中的关键质量参数进行实时采集。这些参数包括混凝土强度发展、钢筋布置密度、土石方压实度等,数据可直接上传至云端平台,形成动态更新的质量数据库,为后续分析提供基础支撑。在数据处理与分析层面,智能化系统利用大数据挖掘与人工智能算法,对采集到的质量信息进行深度处理。通过对历史数据与当前状态的对比分析,系统可以识别出潜在的质量波动趋势,并对异常情况进行自动标记。结合机器学习模型,系统能够不断优化质量评估标准,提高判断的准确性和适应性,使质量管理由被动应对转向主动干预^[3-5]。智能化质量管理体系还强调全过程的闭环控制。从原材料进场检验、施工工艺执行到成品验收,每个环节都设置相应的质量节点,并通过信息化平台实现流程化管理。

一旦某个节点出现偏差,系统即可触发预警机制,并联动相关控制模块进行调整。这种闭环运行模式不仅提升了质量问题的响应速度,也增强了各工序之间的协同能力。BIM(建筑信息模型)技术的引入进一步丰富了质量管理体系的技术支撑。借助 BIM 模型,可对施工图纸与实际施工情况进行比对,及时发现设计与实施之间的偏差。BIM 还可集成施工日志、检测记录与整改情况,实现质量信息的可视化追踪,便于管理人员全面掌握工程整体质量状况。质量信息的共享与协同也是智能化体系的重要组成部分。

4 创新技术在水利水电工程项目中的实践

随着现代工程技术的不断进步,水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,正逐步引入一系列创新技术,以提升施工效率、优化资源配置并增强工程整体运行的稳定性。这些创新技术不仅涵盖施工阶段的技术应用,也延伸至项目全生命周期的管理与运维,推动了传统水利水电工程向智能化、数字化和绿色化方向发展。在施工组织与现场管理方面,基于物联网的智能调度系统正在被广泛应用于大型水利水电工程中。通过集成各类传感设备与通信模块,实现对机械设备、施工人员、物料流动等关键要素的实时监控与动态调配。这种高度集成的管理模式有效提升了施工现场的协调性,减少了因信息滞后或调度不当造成的资源浪费与进度延误。

BIM(建筑信息模型)技术的应用为工程设计与施工的协同提供了强有力的支持。借助BIM平台,各专业设计数据得以整合,并在施工前进行虚拟建造模拟,提前发现可能存在的冲突问题,优化施工方案。在施工过程中,BIM还可与GIS(地理信息系统)结合,实现对复杂地形条件下工程结构的精确定位与调整,提高施工精度和安全性^[6-8]。在水资源调控与工程运维方面,数字孪生技术开始进入实际应用阶段。该技术通过对物理工程实体建立高精度的虚拟模型,并与真实工程保持实时数据同步,从而实现对工程运行状态的全面感知与预测分析。基于数字孪生平台,可进行洪水模拟、结构健康监测、能耗优化等多维度分析,为工程决策提供科学依据,延长工程使用寿命。

绿色施工技术也是当前水利水电工程实践中的重要发展方向。新型环保材料的使用、节能型施工设备的推广以及废弃物回收系统的构建,构成了绿色施工的核心内容。结合人工智能算法的能源管理系统,能够根据施工负荷变化自动调节电力分配,降低能耗水平,推动工程项目向低碳环保目标迈进。远程监控与智能巡检系统的部署,进一步提升了工程运维的自动化程度。通过无人机、机器人及高清摄像头组成的巡检网络,可对大坝、泄洪设施、输水管道等关键部位进行全天候监测,及时发现裂缝、渗漏等潜在隐患。配合图像识别与边缘计算技术,系统能够自动生成检测报告并提出维

修建议,大幅减少人工巡检频率与安全风险。

5 结语

智能化技术在水利水电工程施工管理中的应用,正在推动传统管理模式向高效、精准、安全和可持续方向转变。通过施工流程优化、风险控制体系完善、质量管理水平提升以及创新技术的广泛应用,工程项目的整体效能得到显著增强。随着数字孪生、人工智能与物联网等前沿技术的不断成熟,未来水利水电工程建设将进一步实现全过程智能化管理,为行业高质量发展提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 王禹.智能化技术在农田水利工程中的应用[J].新农村,2025,(12):43-45.
- [2] 丁宝民.智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用研究[J].水上安全,2025,(07):93-95.
- [3] 张志军.智能化节水灌溉技术在农田水利工程中的应用[J].河北农机,2025,(06):145-147.
- [4] 赵杰.智能化技术在洞庭湖区水利工程管理中的应用[J].湖南水利水电,2025,(02):72-73.
- [5] 谷文静.智能化技术在农田水利工程中的应用研究[J].农业科技创新,2025,(06):56-58.
- [6] 曾文樱.水利水电工程质量策略研究[J].水上安全,2024,(23):40-42.
- [7] 张忠惠.智能化在水利水电工程管理中的应用[J].大众标准化,2024,(16):170-172.
- [8] 陈启春,洪盛荣,邓仕路,等.水利水电库区漂浮物智能化综合治理技术进展[J].工程研究——跨学科视野中的工程,2024,16(04):390-402.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

