

智能化技术在水利工程施工中的应用研究

张 蓓

汉中市汉江水利水电勘察设计有限公司 陕西 汉中 723000

摘 要: 本文围绕智能化技术在水利工程施工中的应用展开研究, 阐述智能化技术的核心内涵与发展现状, 结合水利工程施工的特殊性与传统模式痛点, 分析二者融合价值。重点探讨智能化技术在施工勘察设计、主体施工、安全质量管控及进度资源管理中的核心应用, 剖析当前应用中的技术、人才、管理层面问题及成因, 提出针对性优化对策, 为推动水利工程施工智能化转型、提升工程建设质量与效率提供理论参考与实践借鉴。

关键词: 智能化技术; 水利工程施工; 应用

引言: 水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分, 施工环境复杂、安全与精度要求高, 传统施工模式存在效率低下、质量管控不足、安全隐患突出等短板, 难以适配高质量发展需求。随着人工智能、物联网、大数据等技术的快速发展, 智能化转型成为破解行业痛点的关键路径。基于此, 本文聚焦智能化技术在水利工程施工中的应用, 系统探究其应用场景、现存问题及优化策略, 助力水利工程实现精细化、安全化、高效化建设。

1 智能化技术与水利工程施工相关概述

1.1 智能化技术核心内涵与发展现状

(1) 智能化技术定义与核心特征: 智能化技术是以人工智能、物联网、大数据等为核心, 融合感知、分析、决策、执行的综合技术, 核心特征体现为自主感知、智能决策、精准控制和高效协同, 可实现施工全流程的自动化、智能化管控。(2) 智能化技术在工程领域的发展历程: 从早期自动化设备应用, 逐步发展为多技术融合, 如今已进入数字化、智能化深度应用阶段, 实现了从单一设备智能化到全流程智能管控的跨越。(3) 当前主流智能化技术分类及应用趋势: 主要分为感知技术、大数据分析、智能控制等, 应用趋势向一体化、场景化、精细化发展, 适配各类工程施工场景需求。

1.2 水利工程施工的特点与现存痛点

(1) 水利工程施工的行业特殊性: 多为户外作业, 受水文、气象、地质条件影响大, 施工环境复杂, 作业范围广, 对施工精度和安全性要求极高。(2) 传统水利工程施工模式的核心短板: 依赖人工操作, 效率低下, 质量管控依赖经验, 精度不足, 安全隐患多, 且资源配置不合理, 难以适应复杂施工场景需求。(3) 水利工程施工智能化转型的必要性: 破解传统施工短板, 适配复杂施工环境, 提升施工规范性和安全性, 是推动水利工

程高质量发展的必然选择^[1]。

1.3 智能化技术与水利工程施工的融合价值

(1) 提升施工效率与质量管控水平: 替代人工繁琐操作, 缩短施工周期, 通过精准监测和智能调控, 减少施工误差, 保障工程质量。(2) 降低施工安全风险与人力成本: 减少高空、水下等危险作业的人工投入, 通过智能监测预警规避安全隐患, 同时节约人力成本。(3) 推动水利工程绿色低碳与精细化管理: 优化资源配置, 减少物料浪费和能源消耗, 实现施工全流程数据化管控, 助力水利工程绿色可持续发展。

2 智能化技术在水利工程施工中的核心应用

2.1 施工前期勘察与设计阶段的智能化应用

(1) 无人机遥感勘测与地形建模技术应用: 依托无人机遥感技术, 可快速覆盖水利工程全域施工区域, 精准采集地形、地貌、水文等基础数据, 规避人工勘察的局限性和安全风险。通过数据处理软件构建三维地形模型, 清晰呈现施工区域的高程、坡度等关键参数, 为勘察报告编制和施工方案设计提供精准的数据支撑, 大幅提升勘察效率和数据准确性。(2) BIM与数字孪生技术在施工设计中的应用: 将BIM技术应用于施工设计, 可构建三维可视化工程模型, 直观呈现工程结构、管线布局等细节, 便于设计人员发现设计漏洞, 优化设计方案。结合数字孪生技术, 实现设计模型与实际施工场景的实时联动, 提前模拟施工过程中的各类工况, 预判设计与施工的衔接问题, 为施工组织设计提供科学依据。(3) 智能地质勘察与风险预判系统应用: 借助智能地质勘察设备, 可深入探测施工区域的地质构造、岩土性质等, 结合大数据分析技术, 构建地质风险预判模型, 精准识别滑坡、渗漏等潜在地质风险, 提前制定防控措施, 降低施工过程中的地质灾害隐患, 保障施工安全。

2.2 主体工程施工过程中的智能化应用

(1) 混凝土施工智能化: 采用智能搅拌系统, 可根据施工需求自动精准配比混凝土原料, 实时调控搅拌时间和速度, 确保混凝土质量均匀稳定; 通过智能温控系统, 实时监测混凝土浇筑后的温度变化, 自动采取保温、降温措施, 规避温度裂缝; 智能碾压设备可自动调节碾压力度和速度, 实现混凝土浇筑后的高效碾压, 提升施工质量。(2) 土方开挖与支护智能化设备应用: 运用智能挖掘机、推土机等设备, 结合GPS定位和智能控制系统, 实现土方开挖的精准定位、定量开挖, 减少土方浪费和返工; 智能支护设备可根据地质条件自动调整支护参数, 实时监测支护结构的受力情况, 及时优化支护方案, 保障土方施工安全^[2]。(3) 水下工程智能化施工技术应用: 针对水下基坑开挖、桩基施工等复杂作业, 采用水下智能机器人、水下监测设备, 替代人工水下作业, 规避水下作业的安全风险。通过实时传输水下施工数据, 实现水下施工过程的远程监控和精准管控, 提升水下工程施工效率和质量。

2.3 施工安全与质量管控的智能化应用

(1) AI智能巡检与安全隐患自动识别: 利用AI智能巡检机器人和视频监控系统, 对施工区域进行24小时不间断巡检, 自动识别未佩戴安全防护用品、违规操作、设备故障等安全隐患, 及时发出预警信号, 通知工作人员及时处置, 降低安全事故发生率。(2) 物联网传感系统实时监测应用: 在施工结构、机械设备、施工现场等关键部位安装物联网传感器, 实时监测沉降、位移、振动、温湿度等参数, 将数据实时传输至管控平台, 一旦出现参数异常, 立即触发预警, 为安全管控和质量调整提供及时依据。(3) 施工质量智能检测与数据追溯: 采用智能检测设备, 对混凝土强度、钢筋间距、支护厚度等关键质量指标进行精准检测, 检测数据自动录入系统, 实现施工质量数据的全程追溯。同时, 通过大数据分析, 及时发现质量薄弱环节, 优化施工工艺, 提升工程质量管控水平^[3]。

2.4 施工进度与资源管理的智能化应用

(1) 智能进度管控与动态调度系统: 构建智能进度管控平台, 结合施工计划, 实时采集各工序施工进度数据, 对比分析实际进度与计划进度的偏差, 自动生成调度方案, 优化工序衔接, 确保施工进度按计划推进, 避免工期延误。(2) 施工人员与机械设备智能化管理: 通过人员定位系统和设备物联网监控, 实时掌握施工人员的在岗情况、作业位置和机械设备的运行状态、维护情况, 合理调配人力和设备资源, 提高资源利用率, 减少人力和设备闲置。(3) 施工物料智能管控与优化配置:

运用智能物料管理系统, 实时监测物料库存、消耗情况, 自动预警物料短缺或积压问题, 结合施工进度精准调配物料, 优化物料运输和存储方案, 降低物料损耗和资金占用, 实现物料的精细化管控。

3 智能化技术在水利工程施工应用中的现存问题与成因分析

3.1 智能化技术应用现存主要问题

(1) 技术集成度不足与数据共享不畅: 当前水利施工中各类智能化技术、设备多独立应用, 缺乏有效集成, 形成“信息孤岛”。不同系统的数据标准不统一, 无法实现勘察、施工、管控等全流程数据互通, 导致技术协同效能低下, 难以发挥智能化技术的整体优势。

(2) 智能化设备适配性与稳定性不足: 现有智能化设备多为通用型, 适配水利施工户外复杂、恶劣环境的能力较弱, 易受水文、地质条件影响出现故障。部分设备与传统施工工艺衔接不畅, 操作复杂, 降低了设备应用效果和稳定性。(3) 应用成本偏高与投入产出失衡: 智能化设备、技术研发及系统搭建的前期投入巨大, 加之设备维护成本较高, 导致多数施工企业难以承担。同时部分技术应用流于形式, 未充分发挥实际效用, 出现投入与产出不匹配的问题。

3.2 问题产生的核心成因

(1) 技术层面: 核心技术自主研发不足。我国水利施工智能化核心技术多依赖进口, 自主研发投入不足, 针对水利复杂场景的定制化技术较为匮乏, 技术瓶颈导致集成应用难度大, 数据共享缺乏技术支撑。(2) 人才层面: 复合型专业人才短缺。行业内多数从业人员仅掌握传统施工技术, 缺乏智能化操作、系统运维能力; 高校人才培养与行业需求脱节, 高端复合型人才储备不足, 难以支撑技术高效应用。(3) 管理层面: 行业标准与应用规范不健全。目前尚无统一的智能化技术应用标准, 设备选型、数据管理、应用流程缺乏规范指引, 导致企业应用混乱, 技术集成和数据共享受阻, 进一步加剧各类问题。

4 优化智能化技术在水利工程施工中应用的对策建议

4.1 技术层面: 强化核心技术研发与集成应用

(1) 加大关键智能化技术自主研发投入: 鼓励企业、科研机构联动, 聚焦智能传感、核心算法等短板领域, 加大研发资金投入, 重点研发适配水利施工复杂场景的定制化技术, 突破技术垄断, 提升核心技术自主可控水平, 减少对进口技术的依赖。(2) 推动多技术融合与数据互通共享: 建立统一的数据标准体系, 打破各智能化系统间的技术壁垒, 推动BIM、数字孪生、物联网

等技术深度融合,实现勘察、施工、管控等全流程数据互通,构建一体化智能管控平台,提升技术协同应用效能^[4]。(3)提升智能化设备适配性与可靠性:结合水利施工户外、复杂环境特点,优化设备设计,增强设备抗干扰、抗恶劣环境能力,提升设备稳定性;简化设备操作流程,推动设备与传统施工工艺高效衔接,确保设备能充分发挥智能化作用。

4.2 人才层面:构建复合型人才培养体系

(1)完善高校相关专业人才培养模式:高校优化水利工程、智能化相关专业设置,增设交叉学科课程,强化理论与实践结合,培养既懂水利施工又掌握智能化技术的复合型人才,为行业储备后备力量。(2)加强从业人员智能化技能培训:针对现有从业人员,开展分层分类培训,重点讲解智能化设备操作、系统应用等内容,提升从业人员智能化技能水平,确保能熟练运用智能化技术开展施工作业。(3)引进高端技术人才与建立激励机制:制定优惠政策,引进高端智能化技术人才和管理人才;建立健全人才激励机制,对技术创新、应用成效显著的人才给予表彰奖励,激发人才积极性和创造性。

4.3 管理层面:健全标准体系与保障机制

(1)制定统一的行业应用标准与规范:相关部门牵头,结合行业实际,制定智能化技术应用、设备选型、数据管理等方面的统一标准和规范,规范企业应用行为,实现智能化应用标准化、规范化。(2)加大政策扶持与资金投入力度:出台针对性扶持政策,引导企业加大智能化投入;设立专项扶持资金,对智能化技术研发、示范工程建设等给予补贴,降低企业应用成本,提升企业应用积极性。(3)建立智能化应用效果评价机制:构建科学的评价指标体系,从效率、质量、安全、成本等方面,对智能化技术应用效果进行全面评价,及时发现问题并优化调整,确保应用成效^[5]。

4.4 实践层面:加强示范工程建设与推广

(1)打造智能化施工示范工程:选取不同类型、不同规模的水利工程作为示范项目,全面应用智能化技术,探索适配不同场景的应用模式,打造可借鉴、可推广的示范标杆。(2)总结可复制的应用经验与模式:对示范工程的应用过程、成效进行全面总结,提炼可复制、可推广的应用经验和模式,梳理应用中的重点难点及解决办法,为行业提供参考。(3)推动智能化技术在不同类型水利工程中普及:通过现场观摩、经验交流等方式,推广示范工程经验,引导企业结合自身工程特点,合理应用智能化技术,推动智能化技术在各类水利工程中广泛普及。

结束语

综上所述,智能化技术与水利工程施工深度融合,是破解传统施工痛点、推动行业高质量发展的必然趋势,在勘察设计、主体施工、管控调度等环节作用突出。本文明确其应用价值与核心场景,剖析了当前应用的突出问题及成因,提出技术、人才、管理、实践层面的优化对策。未来需强化技术研发与人才培养,健全标准体系,推动其普及及应用,助力水利事业数字化、智能化转型。

参考文献

- [1]樊尊荣,霍利兵,李坤.水利施工中的智能化技术应用研究[J].水上安全.2024,13(6):75-77.
- [2]王良泽南.水利工程数字化与智能化发展趋势研究[J].长江工程职业技术学院学报.2023,40(3):136-139.
- [3]石昆鹏.信息化技术在农田水利施工中的运用分析[J].农业工程技术.2021,41(36):273-277.
- [4]权成林.水利智能信息化技术在灌区节水灌溉工程中的应用[J].智慧中国.2023,21(5):85-89.
- [5]黄银香.水利工程中的智能化技术应用与管理[J].城市建设理论研究.2024,18(25):57-59.