

# 水利施工中的智能化技术应用研究

陈萍萍<sup>1</sup> 杨世强<sup>2</sup> 严明<sup>3</sup>

1. 诚通凯胜生态建设有限公司 浙江 宁波 315000

2. 浙江滕头水务建设有限公司 浙江 宁波 315000

3. 华北水利水电大学 河南 郑州 450045

**摘要:** 在水利工程高质量发展的背景下,传统水利施工模式面临效率低下、质量管控精准度不足、安全风险突出等瓶颈,智能化技术的快速发展为水利施工转型升级提供了重要支撑。本文界定智能化技术的定义与内涵,梳理水利施工智能化技术的体系架构与主要特点,系统介绍物联网、大数据与人工智能、BIM、无人机与机器人等常用智能化技术的核心功能,针对技术、人才、管理与资金层面存在的问题,提出针对性优化策略。研究旨在为水利施工中智能化技术的推广应用提供实践指导,推动水利施工行业向数字化、智能化转型,助力水利工程高质量建设。

**关键词:** 水利施工;智能化技术;应用研究

引言:水利工程作为保障国家水安全、优化水资源配置、防范水旱灾害的核心基础设施,其施工质量与效率直接关系行业发展与民生福祉。随着我国水利工程建设规模不断扩大,施工环境日趋复杂,传统粗放式施工模式已难以满足高质量发展需求。当前,智能化技术在水利施工中的应用已取得初步成效,但仍存在技术融合不足、人才短缺等问题。本文围绕水利施工中智能化技术的应用展开研究,梳理相关技术、分析应用效果、提出优化策略,为行业发展提供参考。

## 1 水利施工智能化技术概述

### 1.1 智能化技术的定义与内涵

智能化技术是依托计算机技术、物联网技术、大数据技术、人工智能技术等多学科融合发展形成的综合性技术体系,核心是通过各类智能设备实现对事物的自主感知、精准分析、智能决策与高效控制,打破传统人工操作的局限,提升工作效率与管控精度。在水利施工领域,智能化技术的内涵聚焦于将各类智能技术与水利施工全流程深度融合,覆盖施工准备、现场施工、竣工验收等各个环节,通过数据驱动实现施工过程的数字化、自动化与智能化管控,替代传统人工操作中繁琐、低效、高风险的环节,推动施工模式从粗放型向精准型、从经验型向科学型转型,为水利工程高质量建设提供技术支撑。

### 1.2 水利施工智能化技术的体系架构

水利施工智能化技术体系架构呈现多层次、协同化的特点,整体可分为感知层、传输层、数据层、应用层与决策层,各层级相互衔接、协同发力,构成完整的智能化管控体系。感知层作为体系的基础,通过传感器、智能穿戴设备、无人机、机器人等各类终端设备,实现对施

工现场人员、设备、工程实体、环境等各类要素的实时数据采集,为后续管控提供数据支撑。传输层承担数据传递功能,通过5G、物联网等通信技术,将感知层采集的海量数据快速、安全传输至数据层。数据层负责数据的存储、整理、清洗与分析,构建水利施工专属数据库,挖掘数据背后的规律与价值。应用层结合水利施工实际需求,开发各类智能化应用模块,实现施工进度、质量、安全、成本的精准管控<sup>[1]</sup>。决策层依托数据层的分析结果,通过智能算法实现施工决策的科学化、智能化,指导施工全过程有序推进。

### 1.3 水利施工智能化技术的主要特点

水利施工智能化技术结合水利施工的行业特性,形成了区别于其他领域智能化技术的鲜明特点。精准化是其核心特点之一,通过智能监测设备与精准控制技术,能够实现对施工工序、工程参数的精准把控,有效减少人工操作误差,提升施工质量与精度。自动化能够替代传统人工操作中高强度、高风险、重复性的工作,如无人机巡查、智能振捣、机器人焊接等,降低人工劳动强度,减少人为失误,同时提升施工效率。可视化通过BIM技术、三维建模等手段,将施工设计方案、现场施工过程转化为直观的三维模型,实现施工全过程的可视化管控,便于管理人员及时发现问题、优化方案。协同化能够实现施工现场各要素、各环节的数据共享与协同联动,打破部门之间的信息壁垒,提升施工组织与管理的协同效率,确保施工全过程有序衔接。

## 2 水利施工中常用的智能化技术

### 2.1 物联网技术

物联网技术是水利施工中应用最广泛的智能化技术

之一,核心是通过各类智能传感器、射频识别设备等终端,构建“万物互联”的感知网络,实现对施工现场各类要素的实时监测与数据传输。在水利施工中,物联网技术可应用于多个场景,通过水位、流速、沉降、位移等传感器,实时监测基坑、高边坡、大坝等工程实体的运行状态,及时捕捉异常数据并发出预警,防范安全风险。通过设备传感器对塔吊、挖掘机、拌合站等施工设备进行实时监控,监测设备运行状态、油耗、故障情况,实现设备的远程调度与维护,减少设备闲置与故障停机时间。通过环境传感器监测施工区域的噪音、粉尘、污水等环保指标,确保施工过程符合环保要求,助力绿色施工推进。

### 2.2 大数据与人工智能技术

大数据与人工智能技术在水利施工中的应用,实现了施工数据的深度挖掘与智能决策,为施工管理提供科学支撑。大数据技术能够整合施工过程中产生的海量数据,包括地质勘察数据、施工进度数据、质量检测数据、安全监测数据等,通过数据清洗、分析与挖掘,提炼数据背后的规律,为施工计划优化、质量缺陷识别、安全风险预测提供数据支撑<sup>[2]</sup>。人工智能技术依托机器学习、深度学习等算法,实现施工过程的智能管控,如通过图像识别技术自动识别混凝土裂缝、钢筋间距等质量缺陷,提升质量检测效率与精度;通过智能算法预测施工进度偏差,自动调整施工计划,确保工期目标实现;通过风险预警模型,提前识别基坑坍塌、突水等安全风险,为安全管控提供提前防范依据。

### 2.3 建筑信息模型(BIM)技术

建筑信息模型(BIM)技术以三维数字化建模为核心,将水利工程的设计、施工、管理等全流程信息整合到三维模型中,实现施工全过程的可视化、精细化管理。在水利施工准备阶段,通过BIM技术构建三维设计模型,开展碰撞检查,优化设计方案,减少设计变更与施工返工,降低施工成本。在施工实施阶段,将BIM模型与施工进度、质量、安全等数据关联,实现施工过程的可视化管控,管理人员可通过模型实时查看各工序施工进度、工程质量情况,及时发现并解决施工中的问题。在竣工验收阶段,构建竣工BIM模型,整合施工全过程数据,形成完整的竣工资料体系,实现工程信息的可追溯,为后续运营维护提供支撑。

### 2.4 无人机与机器人技术

无人机与机器人技术凭借灵活、高效、安全的优势,逐步替代传统人工操作,广泛应用于水利施工各环节。无人机技术主要用于地形测绘、进度核查、隐患排查与土

石方计量,能够快速获取施工区域的地形地貌数据,为前期勘察与设计提供支撑;通过无人机航拍实时核查施工进度,对比实际进度与计划进度的差异,便于及时调整施工计划;通过无人机巡查高边坡、深基坑等危险区域,及时发现安全隐患,避免人员进入危险区域作业,提升安全保障水平。机器人技术主要应用于混凝土浇筑、钢筋加工、焊接等工序,智能振捣机器人能够实现混凝土振捣的自动化控制,确保振捣密实均匀,提升混凝土施工质量;钢筋加工机器人可实现钢筋的自动切割、弯曲,提升加工效率与精度,减少人工劳动强度。

## 3 水利施工智能化技术的应用效果分析

### 3.1 提高施工效率

智能化技术的应用有效破解了传统水利施工效率低下的难题,通过自动化、智能化操作替代传统人工操作,大幅提升施工各环节的作业效率。无人机地形测绘相比传统人工测绘,能够缩短测绘周期,减少人工投入,尤其适用于地形复杂、交通不便的施工区域,可将原本需要数天的测绘工作缩短至数小时。智能施工设备的应用减少了人工操作环节,如智能拌合站实现混凝土配合比的自动调控与搅拌,避免人工操作误差,同时提升搅拌效率;机器人焊接、钢筋加工等自动化设备,大幅提升工序作业效率,减少工序衔接时间。智能化管理平台实现施工进度、资源配置的智能调控,避免资源浪费与窝工现象,确保施工全过程有序推进,整体提升施工效率。

### 3.2 提升施工质量

智能化技术通过精准化监测、自动化控制与数据化管理,有效提升水利施工质量,减少质量缺陷的产生。BIM技术的应用实现了设计方案的优化与施工过程的可视化管控,提前规避设计与施工中的冲突问题,减少施工返工,确保施工符合设计规范。智能监测技术实时监测混凝土温度、坍落度、钢筋间距等关键参数,及时发现施工中的质量隐患,便于管理人员及时整改,避免质量缺陷扩大<sup>[3]</sup>。大数据与人工智能技术通过分析质量检测数据,自动识别质量缺陷的类型与原因,为质量整改提供科学指导,同时形成质量追溯体系,确保工程质量可查、可控。各类智能化设备的标准化操作,减少人工操作误差,提升工序施工质量的稳定性。

### 3.3 增强施工安全保障

水利施工环境复杂、风险点多,智能化技术的应用有效降低施工安全风险,增强了施工安全保障水平。智能监测系统对基坑、高边坡、临时用电等危险环节进行实时监测,捕捉沉降、位移、电压等异常数据,及时发出预警信号,便于管理人员提前采取防控措施,防范安

全事故发生。无人机巡查替代人工巡查,能够进入高风险区域开展作业,避免人员伤亡风险,同时提升隐患排查的全面性与效率。智能穿戴设备实时监测作业人员的位置、生命体征与违章行为,一旦出现异常情况,立即发出提醒,规范作业人员操作行为,减少违章作业引发的安全事故。智能化技术构建的安全预警与管控体系,实现安全风险的提前防范、实时监测与快速处置,大幅提升施工安全水平。

#### 3.4 降低施工成本

智能化技术的应用通过提升效率、减少返工、优化资源配置等方式,有效降低水利施工成本,提升工程经济效益。自动化设备的应用减少人工投入,降低人工成本,同时减少人工操作误差引发的返工成本,如智能振捣机器人避免了混凝土振捣不密实导致的返工,节省人力与材料成本。BIM技术优化设计方案,减少设计变更,降低了因设计变更引发的额外成本支出;通过三维建模实现材料用量的精准计算,减少材料浪费,降低材料成本。智能化管理平台优化资源配置,合理调度人员、设备与物资,避免资源闲置与浪费,提升资源利用效率,降低资源投入成本。安全风险的有效防控,减少安全事故引发的经济损失,进一步降低施工总成本。

### 4 智能化技术在水利施工中的应用的优化策略

#### 4.1 技术层面优化策略

技术层面的优化是推动智能化技术在水利施工中高效应用的核心,需聚焦技术融合与技术创新,破解技术应用中的瓶颈。加快推动各类智能化技术的协同融合,打破不同技术之间的信息壁垒,搭建统一的数字化管理平台,实现物联网、大数据、BIM、无人机等技术的数据共享与协同联动,充分发挥技术的协同效应。加强智能化技术与水利施工工艺的深度融合,结合水利施工的特点与重难点,针对性开发智能化应用模块,提升技术应用的针对性与实用性。加大技术创新投入,鼓励企业与科研机构合作,开展水利施工专属智能化技术的研发,突破核心技术瓶颈,提升技术的成熟度与稳定性,同时积极引进先进的智能化技术与设备,推动技术升级。

#### 4.2 人才层面优化策略

高校与职业院校优化课程设置,增设水利施工与智能化技术融合相关课程,强化实践教学环节,培养兼具水利施工专业知识与智能化技术能力的复合型人才,满

足行业发展需求。企业建立常态化人才培养体系,针对现有管理人员与技术人员开展智能化技术培训,重点提升其智能化设备操作、数据解读与系统应用能力,适应智能化施工的需求<sup>[4]</sup>。加大人才引进力度,重点引进智能化技术、数字化管理等领域的专业人才,同时完善激励机制,将智能化技术应用成效与个人收入、晋升挂钩,调动人员学习与应用智能化技术的积极性,打造专业高效的人才队伍。

#### 4.3 管理与资金层面优化策略

完善智能化施工管理机制,建立健全智能化技术应用的管理制度、操作规范与考核评价体系,明确各岗位的职责分工,规范技术应用流程,确保智能化技术有序应用。加强施工企业管理层的思想引导,提升其对智能化技术应用价值的认识,树立智能化施工理念,推动企业主动开展智能化转型。加大资金投入力度,企业合理安排资金,重点投入智能化设备采购、系统搭建与技术研发;政府出台相关扶持政策,设立专项补贴资金,支持中小型施工企业开展智能化技术应用,同时鼓励金融机构加大对水利施工智能化项目的信贷支持,缓解企业资金压力,推动智能化技术广泛推广。

#### 结束语

智能化技术的应用为水利施工行业转型升级提供了重要机遇,有效破解了传统施工模式的诸多难题,在提高施工效率、提升施工质量、增强安全保障、降低施工成本等方面发挥重要作用。本水利施工智能化是行业高质量发展必然趋势,未来需持续推动技术融合与创新,加强人才培养,完善管理机制与资金保障,推动智能化技术与水利施工深度融合,不断提升水利施工智能化水平,助力我国水利工程建设实现更高质量的发展,为国家水安全提供坚实支撑。

#### 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(6):73-75.
- [2]刘志国.水利施工中的智能化技术应用研究[J].水上安全,2025(3):71-73.
- [3]王茹.水利施工中的智能化技术应用研究[J].中国图片,2024(6):169-171.
- [4]乔亮,张胜利.水利工程施工中的智能化技术应用研究[J].张江科技评论,2025(4):65-67.