

# 水利河道治理工程智能施工方法

魏超南

河北金浩供应链管理有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:** 为破解传统水利河道治理施工效率低、精度差、管控难等痛点,推动河道治理工程向智能化转型,本文围绕水利河道治理工程智能施工方法展开研究。阐述了河道治理核心内涵与智能施工特征,分析了数字孪生、物联网等关键支撑技术,详细探讨了智能施工前期准备、核心环节及过程管控的具体实施方法,剖析了当前智能施工存在的技术、管理、实践层面问题并提出优化对策。研究表明,智能施工技术可有效提升河道治理的精细化与自动化水平,为水利河道治理工程高质量推进提供可靠的技术与方法支撑。

**关键词:** 水利河道治理; 智能施工; 支撑技术; 全流程实施方法

引言: 水利河道治理是保障水资源安全、改善水生态环境的基础性工程,传统施工模式依赖人工操作,存在效率低下、数据滞后、安全风险高、生态保护不足等问题,已难以适配现代河道治理的高质量需求。随着信息技术与工程技术的深度融合,智能施工成为破解上述难题的重要路径。基于此,本文聚焦水利河道治理工程智能施工方法,系统研究智能施工的支撑技术、全流程实施方法及现存问题与优化对策,为智能施工技术在河道治理中的推广应用提供理论与实践参考。

## 1 水利河道治理工程智能施工概述

### 1.1 水利河道治理工程核心内涵

水利河道治理工程是保障水资源合理利用、改善水生态环境、防范水灾害的基础性工程,核心内涵围绕河道功能修复、生态保护与安全保障展开。其核心任务包括河道清淤疏浚、岸坡加固防护、水体污染治理、生态系统修复等,旨在解决河道淤积、岸坡坍塌、水体恶化等突出问题,恢复河道行洪、灌溉、航运等综合功能,实现人与自然和谐共生。相较于传统水利工程,现代河道治理更注重生态优先,强调在治理过程中减少对周边生态环境的破坏,兼顾工程实用性与生态可持续性,为区域经济社会发展提供坚实的水利保障。

### 1.2 智能施工的定义与核心特征

智能施工是依托现代信息技术、智能装备与工程技术深度融合,实现施工全流程自动化、智能化、精细化管理的新型施工模式,在水利河道治理工程中,其核心是通过技术赋能,破解传统施工效率低、精度差、管控难等痛点。其核心特征体现在三方面:一是智能化感知,借助物联网、无人机等技术,实时采集河道地形、水文、施工参数等数据,实现施工环境全面感知;二是智能化决策,通过大数据、人工智能分析处理采集数据,为施工

方案优化、参数调整提供科学支撑;三是自动化作业,依托无人化设备、智能控制系统,实现清淤、碾压等核心工序自动化操作,提升施工精度与效率,同时降低人力成本与安全风险<sup>[1]</sup>。

## 2 水利河道治理工程智能施工关键支撑技术

智能施工技术在水利河道治理工程中的落地应用,离不开以下核心技术的支撑:(1)数字孪生与BIM技术。二者协同构建河道治理数字化底座,BIM技术可精准建模河道地形、岸坡结构、施工设备等核心要素,实现施工方案的三维可视化设计与碰撞检测,提前规避施工冲突;数字孪生技术则依托实时数据,构建物理河道与虚拟河道的双向映射,动态模拟清淤、岸坡加固等施工过程,实时反馈施工偏差,为施工参数调整提供精准依据,同时实现施工全流程可追溯、可管控,适配河道治理复杂的地形与水文条件。(2)物联网(IoT)与感知监测技术。作为智能施工的数据采集核心,通过在河道全域部署水位、流速、淤泥厚度、施工设备运行状态等各类传感器,结合无人机遥感技术,实现施工环境、施工过程的全方位、全天候感知。数据通过无线传输技术实时上传至管控平台,打破传统人工监测的局限性,解决河道施工中水下监测难、数据滞后等问题,为后续数据分析与决策提供真实、精准的基础数据支撑。(3)人工智能与大数据分析技术。针对河道治理中海量监测数据,通过大数据技术实现数据分类、存储与整理,结合人工智能算法,对施工参数、水文变化、质量隐患等进行智能分析,精准识别施工中的质量缺陷、安全隐患及进度偏差,自动生成预警信息与优化建议,例如通过算法优化清淤设备运行参数,提升清淤效率与效果,实现施工决策的智能化、科学化。(4)无人化施工与智能控制技术。聚焦河道治理核心工序,依托无人清淤船、智能碾压机等无人

化设备,结合智能控制系统,实现清淤、岸坡碾压、生态材料铺设等工序的自动化作业,减少人工投入,降低高空、水下作业的安全风险。同时,通过远程操控与自主导航技术,确保施工精度符合规范要求,有效提升施工效率,适配河道治理中复杂、恶劣的施工环境<sup>[2]</sup>。

### 3 水利河道治理工程智能施工全流程实施方法

#### 3.1 水利河道治理智能施工前期准备方法

前期准备是智能施工顺利推进的基础,核心是通过智能技术实现勘察、设计、资源配置的精准化,为后续施工奠定基础,实施方法如下:(1)智能勘察与数据采集。采用无人机遥感技术对河道全域进行航拍扫描,快速获取河道地形、岸坡坡度、淤积范围等基础数据,结合水下智能探测设备,精准采集河床淤泥厚度、水体流速、水质参数等水下数据,解决传统人工勘察效率低、水下监测难度大的问题;将采集到的各类数据导入BIM建模软件,构建河道三维可视化模型,清晰呈现河道地质、水文及周边环境,为施工方案设计提供精准数据支撑。(2)智能设计与方案优化。基于BIM三维模型开展协同设计,明确清淤、岸坡加固、生态修复等各工序的施工参数、施工顺序,通过碰撞检测功能,提前排查施工过程中可能出现的设备冲突、工序衔接问题;结合大数据分析技术,对比同类河道治理工程的施工案例,优化施工方案,确定最优施工参数,例如根据淤泥厚度数据优化清淤设备的运行功率、作业路径,提升施工针对性。(3)智能资源配置。搭建智能资源管控平台,录入施工机械设备、人力、物资等相关信息,通过平台实现资源的动态调配;对挖掘机、清淤船等施工设备进行智能化改造,安装定位与状态监测模块,实时掌握设备位置、运行状态,合理调度设备进场、退场时间,避免设备闲置;根据施工进度智能调配人力与物资,确保各工序物资供应及时、人力配置合理,降低资源浪费<sup>[3]</sup>。

#### 3.2 水利河道治理核心环节智能施工方法

核心环节智能施工直接决定河道治理效果,重点围绕清淤、岸坡加固、生态修复三大核心工序:(1)河道清淤智能施工。采用无人化清淤船作业,通过GNSS精准定位预设作业路径、搭载PLC智能控制系统,实现清淤过程的全自动化操作,船体配备超声波淤泥厚度监测传感器,实时反馈清淤深度,自动调整吸污泵功率与作业速度,确保清淤深度符合设计规范;同步启用激光淤泥密度与含沙量智能监测设备,实时采集清淤过程中的淤泥参数,通过数据闭环反馈自动修正施工参数,避免出现清淤不彻底或过度清淤的问题,清淤后的淤泥通过智能输送管道与压滤设备联动转运至指定处置地点,实现“清

淤-输送-处置”闭环管控。(2)河道岸坡智能施工。采用智能碾压机、边坡开挖机器人等专用设备,结合BIM三维模型的空间定位引导与路径规划,实现岸坡开挖、碾压的精准作业;通过安装在设备上的倾角传感器、压力传感器,实时采集开挖坡度、碾压强度等关键参数,数据经5G模块实时上传至智能管控平台,若出现参数偏差,系统自动发出声光预警并联动调整设备运行参数;岸坡支护阶段,采用智能喷射机械手,通过流量传感器与压力传感器精准控制支护材料的喷射厚度与均匀度,提升岸坡支护结构的稳定性与耐久性。(3)河道生态修复智能施工。针对水体净化,采用智能水质在线监测与调控一体化设备,实时监测水体COD、氨氮等污染物浓度,基于PID控制算法自动投放净化药剂,精准控制药剂投放量与投放时机,避免二次污染;生态岸坡铺设过程中,采用智能铺设设备,根据BIM模型预设的铺设路径、厚度及间距,实现生态袋、水生植被的规范化铺设,同步通过无人机遥感与土壤墒情传感器监测植被成活率,及时调整灌溉、施肥等养护参数,确保生态修复效果达到设计标准。

#### 3.3 水利河道治理智能施工过程管控方法

施工过程管控核心是通过智能技术实现进度、质量、安全的全方位、实时化管控,确保施工有序推进,具体实施方法如下:(1)施工进度智能管控。基于数字孪生技术构建施工进度可视化模型,将施工计划录入系统,结合施工现场的实时监测数据,动态呈现各工序的施工进度;通过大数据分析对比计划进度与实际进度,精准识别进度偏差,自动生成预警信息,并结合施工实际提出进度调整建议,例如优化工序衔接、增加设备投入,确保施工进度按计划推进。(2)施工质量智能管控。在各施工工序关键节点部署质量监测传感器,实时采集施工参数,例如清淤深度、碾压强度、支护厚度等,数据实时上传至管控平台,系统自动对比规范标准,若出现质量隐患,立即发出预警并锁定相关工序,通知工作人员及时处理;采用人工智能图像识别技术,对施工成品进行智能检测,精准识别质量缺陷,确保施工质量符合规范要求。(3)施工安全智能管控。在施工现场部署智能监控设备、人员定位设备,实时监测施工现场人员行为、设备运行状态,智能识别违规操作、设备故障等安全隐患,及时发出声光预警;对高空、水下等危险作业区域,采用无人化设备替代人工操作,降低安全风险;通过智能平台实现安全隐患的闭环管理,记录隐患排查、整改全过程,确保施工安全<sup>[4]</sup>。

#### 4 水利河道治理智能施工现存问题与优化对策

#### 4.1 水利河道治理智能施工现存问题

水利河道治理智能施工现存问题集中在技术、管理、实践三个层面，具体如下：（1）技术层面，智能技术协同性不足，各技术独立应用形成“信息孤岛”；智能设备适配性差，复杂水文、恶劣天气下易故障、数据精度不足；新型技术成熟度不够，缺乏统一应用标准，场景适配性不强。（2）管理层面，复合型人才短缺，智能设备利用率低、技术应用不规范；智能施工相关管理制度不健全，管控标准不统一，易出现管理混乱、责任不清问题。（3）实践层面，智能施工成本偏高，限制中小型项目推广；河道复杂地形及特殊水下环境，导致部分智能技术难以正常发挥作用。

#### 4.2 水利河道治理智能施工优化对策

针对上述现存问题，结合施工实际，从技术、管理、实践三个维度制定优化对策，确保智能施工技术高效落地，具体如下：（1）技术优化对策。一是加强技术协同融合，搭建统一的智能施工管控平台，实现数字孪生、BIM、物联网等技术的数据互通、协同联动，打破信息孤岛；二是优化智能设备性能，针对河道复杂施工环境，研发适配性更强的智能设备，提升设备稳定性和数据监测精度，定期对设备进行校准和维护；三是完善技术应用标准，结合不同河道治理场景，制定针对性的智能施工技术规范，推动技术标准化、规范化应用。（2）管理优化对策。一是强化人才培养，开展复合型人才培训，重点培养施工人员的智能设备操作、信息技术应用能力，同时引进专业技术人才，补齐人才短板；二是健全管理制度，制定完善的智能施工设备管理、数据管理、安全管理制度，明确管理责任，规范施工全流程管控，提升管理

精细化水平。（3）实践优化对策。一是优化成本管控，加大智能施工技术研发投入，降低设备采购和维护成本，推出适配中小型项目的经济型智能施工方案；二是优化施工适配，结合河道地形、水文条件，针对性调整智能施工技术和设备参数，提升技术在复杂环境下的适配能力，确保施工顺利推进<sup>[5]</sup>。

结束语：本文围绕水利河道治理工程智能施工方法，完成了从理论到实践的系统研究，明确了智能施工的核心内涵、支撑技术及全流程实施要点，针对现存问题提出了针对性优化对策，实现了智能技术与河道治理施工的深度结合。智能施工模式有效弥补了传统施工的短板，提升了施工效率、质量与安全水平。后续可进一步聚焦复杂河道场景的智能技术适配性研究，不断完善技术应用标准，推动智能施工技术在水利河道治理领域的规模化、规范化应用，助力水利工程高质量发展。

#### 参考文献：

- [1]朱佳辉,张鑫伟,韩毅.水利工程项目中施工质量控制智能化方法[J].科学技术创新,2026(2):161-164.
- [2]周杨鹏.水利围堰工程河道智能化施工技术分析[J].张江科技评论,2025(6):108-110.
- [3]乔亮,张胜利.水利围堰工程河道智能化施工技术研究[J].张江科技评论,2025(7):114-116.
- [4]田昊.复杂工况下水利工程河道治理多元综合施工技术[J].四川水利,2025,46(5):101-105+117.
- [5]杨亮,赵玉昆,姬永立,杨明杰,李扬帆,李璇,孙凯,张宏洋.长距离河道治理工程智慧化施工体系研究[J].水利规划与设计,2026(2):154-158.