

河道清淤技术在水利工程中的创新应用

王巧玲

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：本文聚焦河道清淤技术在水利工程中的创新应用，系统阐述河道淤积的成因、危害及传统清淤技术的局限，明确高效节能、生态环保、经济适用的创新核心原则。重点剖析智能化、生态化、高效化三大创新技术的实操应用路径，并结合工程实际指出技术适配性不足、应用成本高、运维能力薄弱及标准不统一等现实问题，最终提出优化技术适配、控制应用成本、强化人才培养等针对性对策，为新时代水利工程清淤技术的落地推广与实践优化提供参考。

关键词：河道清淤技术；水利工程；创新应用；问题与对策

引言：河道清淤是保障水利工程防洪安全、生态功能的关键环节，当前河道淤积由自然与人为因素共同引发，传统清淤技术存在扰动大、能耗高、生态破坏明显等弊端，已难以满足高效、生态、节能的工程需求。在此背景下，智能化、生态化、高效化清淤技术逐步成为行业发展重点。本文结合水利工程实际工况，梳理清淤技术创新前提与核心方向，深入分析创新技术的应用实践与现存问题，通过精准对策破解技术推广瓶颈，推动清淤技术与水利工程高质量发展深度融合。

1 河道清淤的基础认知与创新前提

1.1 河道淤积的成因与危害

河道淤积是水利工程中普遍存在的问题，由自然因素与人为因素共同引发。自然层面，降雨冲刷地表使泥沙汇入河道，水体流速减缓时泥沙沉降堆积，长期积累形成淤积；人为层面，工业废水、生活污水排放带来的污染物沉积，以及沿岸垃圾倾倒、植被破坏等行为，进一步加剧淤积程度。河道淤积不仅会缩减行洪断面、降低水利工程调蓄和输水能力，威胁防洪安全，还会污染水体、破坏水生生物栖息地，导致水质恶化，影响水利工程生态功能与周边生产生活。

1.2 传统河道清淤技术概述

传统河道清淤技术经过长期应用，形成了机械、水力、人工三种主要类型。机械清淤依靠挖泥船等设备开挖底泥，效率较高，适用于中大型河道，但作业时扰动较大，易使底泥中污染物扩散，造成二次污染；水力清淤通过高压水枪冲刷底泥，结合泥浆泵输送，适合大面积淤积作业，却存在能耗高、泥沙脱水处理难度大的弊端；人工清淤仅适用于小型河道或机械无法到达的区域，效率低下、劳动强度大，且清淤效果有限，已难以适配新时代水利工程高效、生态、节能的清淤需求。

1.3 河道清淤技术创新的核心原则

针对传统技术的局限，结合水利工程发展需求，河道清淤技术创新需严格遵循三大核心原则。（1）高效节能原则，通过优化设备结构、改进作业工艺，提升清淤效率，降低能源消耗，缩短工程周期；（2）生态环保原则，采用低扰动作业方式，减少对水体和周边生态的破坏，同时研发淤泥无害化处理与资源化利用技术，避免二次污染；（3）经济适用原则，结合不同河道的淤积类型、水文条件及区域经济水平，研发适配性强、运维便捷、成本可控的技术，确保创新技术能够广泛落地，为后续清淤技术的创新应用奠定坚实基础^[1]。

2 河道清淤技术在水利工程中的创新应用

2.1 智能化清淤技术在水利工程中的创新应用

智能化清淤技术主要应用于中大型水利工程、跨区域输水河道等淤积范围广、监测难度大的场景，核心依托数字化、自动化设备实现精准清淤，具体实际应用如下：（1）淤积监测与定位的智能化应用，在大型水库、主干河道清淤工程中，整合声呐水下探测系统、无人机航拍技术与AI数据处理平台，实现淤积状况的全方位监测。作业前，通过声呐设备扫描河道底部，获取淤积厚度、范围、泥沙粒径等精准数据，结合无人机航拍的河道全貌，由AI系统生成可视化淤积分布图，精准定位淤积重点区域、死角区域，避免传统人工监测的误差与盲区，为清淤作业方案制定提供数据支撑。（2）自动化清淤设备的现场应用，针对深水河道、大型水库等人工与普通机械难以作业的区域，采用水下清淤机器人与智能挖泥船协同作业。水下清淤机器人可潜入水下10-50米深度，通过远程操控完成底泥开挖、吸泥作业，配备高清摄像头实时反馈水下作业情况，适配浅滩、暗礁等复杂工况；智能挖泥船搭载自动化控制系统，可根据淤积数据自动调整挖泥深度、速度，实现无人值守作业，大幅减少人力投入，同时避免人为操作带来的作业偏差。（3）清

淤过程的数字化管控应用,在跨区域输水河道清淤工程中,搭建全程数字化管控平台,实时接入清淤设备运行数据、淤积清除进度、泥沙输送情况等信息,管理人员可通过终端远程监控作业全过程,实现清淤数据可追溯、作业参数可调控。当设备出现故障或作业进度滞后时,系统自动发出预警,及时调整作业方案,解决传统清淤过程管控粗放、效率难以量化的实际问题。(4)智能化泥沙处理的配套应用,在智能化清淤作业现场,配套安装智能泥沙脱水设备,通过传感器实时监测泥沙含水率,自动调整脱水参数,将清淤后的泥浆快速脱水处理,减少泥沙体积,便于后续运输与处置,避免泥浆泄漏造成的现场混乱,提升清淤作业的连贯性^[2]。

2.2 生态化清淤技术在水利工程中的创新应用

生态化清淤技术主要应用于生态敏感型水利工程,如饮用水源地河道、水生生物保护区河道、城市景观河道等,核心是实现“清淤不破坏生态、处置不造成污染”,具体实际应用如下:(1)低扰动清淤工艺的现场应用,在饮用水源地河道清淤中,采用软质挖泥头、负压吸泥等低扰动设备,替代传统硬质挖泥设备,减少清淤过程中对河道底泥的搅动,避免底泥中氮、磷、重金属等污染物扩散至水体,防止水质恶化。作业时,控制挖泥速度与吸泥压力,确保水体悬浮物含量控制在安全范围内,最大限度保护水生生物栖息地,避免对鱼类、底栖生物造成伤害。(2)淤泥无害化处理的工程应用,针对清淤产生的淤泥,采用环保型固化剂进行现场无害化处理,固化剂选用无毒、可降解材料,与淤泥充分混合后,快速降低淤泥含水率,使淤泥形成固态硬块,避免污染物渗漏。处理后的淤泥可直接用于河道边坡加固,无需外运堆放,减少二次污染,适配城市景观河道、饮用水源地周边等对环保要求较高的场景。(3)淤泥资源化利用的实操应用,在生态型河道清淤工程中,将无害化处理后的淤泥进行资源化再利用。对于泥沙含量较高的淤泥,经过筛分、清洗后,用于改良周边贫瘠土壤,提升土壤肥力;对于固化后的淤泥,加工成环保建材原料,用于铺设河道步道、制作景观砖等,实现“清淤-利用”闭环,降低工程废弃物处理成本,同时契合生态水利工程的发展理念。(4)生态防护配套应用,在清淤作业完成后,采用生态护岸、水生植物种植等配套技术,修复河道生态系统。在河道边坡铺设生态袋,种植芦苇、菖蒲等水生植物,稳固边坡的同时,净化水体,促进水生生物恢复,实现清淤与生态修复的同步推进,适配水生生物保护区河道的清淤需求^[3]。

2.3 高效化清淤技术在水利工程中的创新应用

高效化清淤技术主要应用于工期紧张、淤积量大的水利工程,如汛期前河道清淤、灾后河道修复等,核心是通过设备集成、工艺优化,提升清淤效率、缩短工期、降低成本,具体实际应用如下:(1)一体化清淤设备的规模化应用,在淤积量大的主干河道、灌区渠道清淤工程中,采用一体化清淤作业平台,整合清淤、吸泥、脱水、输送等多种功能,无需单独配备各类设备,减少设备搬运、衔接环节。作业时,设备一次性完成底泥开挖、泥浆抽吸、脱水处理,脱水后的泥沙直接通过输送管道运至指定地点,大幅提升作业连贯性,相比传统清淤技术,效率提升30%以上,有效缩短工期。(2)多技术协同清淤的实操应用,根据河道淤积类型的不同,采用“机械+水力+负压”协同清淤模式。对于泥沙型淤积,采用机械挖泥船开挖表层泥沙,结合水力清淤冲刷深层淤泥;对于淤泥型淤积,采用负压吸泥设备抽吸表层稀泥,配合机械清淤清理底层硬泥;对于杂物混合型淤积,先采用打捞设备清除漂浮杂物,再进行清淤作业,扬长避短,提升不同工况下的清淤效率,适配灾后河道修复等工期紧张的场景。(3)节能型清淤工艺的应用,在大型灌区清淤工程中,优化清淤设备动力系统,采用节能电机、液压控制系统,降低设备能耗,相比传统设备能耗降低25%以上;同时改进泥沙输送工艺,采用高压管道输送,减少泥沙输送过程中的损耗,避免重复作业,降低工程运营成本。此外,采用分段清淤模式,划分作业区域,同步推进清淤、输送、处置工作,进一步提升作业效率。(4)小型高效清淤设备的适配应用,针对小型水利工程、农村河道等机械难以进入的区域,采用小型便携式清淤设备,如小型吸泥泵、手持清淤机等,设备体积小、搬运便捷,可快速完成局部淤积清理,适配农村河道、小型水库等场景的清淤需求,兼顾效率与实用性^[4]。

3 河道清淤技术创新应用的问题与对策

3.1 河道清淤技术创新应用中存在的问题

创新清淤技术在水利工程中的应用,核心问题集中在技术适配、成本控制、运维保障三大层面:(1)技术适配性不足,与工程实际需求脱节。部分创新清淤技术研发侧重先进性,忽视不同水利工程的差异化需求,如小型农村河道沿用大型智能化清淤设备,设备体积大、操作复杂,难以适配河道狭窄、水深较浅的工况;生态化清淤技术的低扰动设备,在淤泥黏稠度高、杂物多的河道中作业时,易出现堵塞、作业效率骤降的问题,无法满足实际清淤需求。(2)技术应用成本偏高,推广难度大。创新清淤技术多依赖高端设备与核心技术,如智能化清淤的声呐监测系统、水下机器人,生态化清淤的环保固

化剂,设备采购、安装及维护成本较高,远超中小型水利工程的预算承受范围;部分创新技术需专业人员操作,人员培训成本额外增加,导致多数基层水利工程仍沿用传统清淤技术,创新技术难以广泛推广。(3)专业运维能力不足,技术应用稳定性差。创新清淤设备结构复杂、技术含量高,需专业运维人员进行日常检修、故障排查,但目前基层水利工程中,具备创新设备操作与运维能力的专业人才短缺,多数操作人员仅能完成基础作业,无法及时处理设备故障;部分创新技术的核心零部件依赖进口,更换周期长、成本高,导致设备闲置率高,影响技术应用的稳定性与连续性。(4)技术标准不统一,应用规范性不足。目前,我国尚未形成完善的创新清淤技术应用标准,不同厂家生产的创新设备规格、作业参数不统一,如智能化监测设备的数据分析标准、生态化固化剂的使用剂量标准存在差异,导致同一水利工程中不同创新技术协同作业时,出现衔接不畅、作业效果参差不齐的问题,影响清淤工程质量。

3.2 解决河道清淤技术创新应用问题的对策

针对上述实际问题,结合水利工程清淤实操场景,从技术适配、成本控制、运维保障等层面,提出可落地、可推广的针对性对策,具体如下:(1)优化技术适配性,贴合工程实际需求。针对不同类型水利工程的差异化工况,研发适配性强的创新技术与设备,如为小型农村河道研发小型便携式智能化清淤设备,简化操作流程、缩小设备体积;针对黏稠淤泥、杂物多的河道,优化低扰动清淤设备的结构,加装防堵塞装置,提升设备适配性;在技术应用前,开展河道淤积状况、水文条件实地勘察,定制个性化清淤方案,确保技术与工程实际需求匹配。(2)控制技术应用成本,推动技术规模化推广。加大创新技术的国产化研发力度,替代进口核心零部件,降低设备采购与维护成本;针对中小型水利工程,推出性价比高的简化

版创新技术与设备,删减不必要的高端功能,保留核心作业功能。(3)强化专业人才培养,提升运维保障能力。建立“校企合作+现场培训”的人才培养模式,联合高校、企业开展创新技术与设备操作培训,重点培养基层操作人员的设备操作、故障排查、日常运维能力;组建专业运维团队,为基层水利工程提供技术支持,及时处理设备故障;建立设备零部件储备机制,提前储备常用核心零部件,缩短更换周期,提升设备运行稳定性^[5]。

结束语: 本文围绕河道清淤技术创新应用展开全面研究,明确了清淤技术创新的核心原则与三大应用方向,系统剖析了当前创新技术落地过程中的关键问题与优化路径。研究表明,智能化、生态化、高效化技术是水利工程清淤发展的必然趋势,但需突破适配性、成本、运维等现实制约。后续需进一步推进技术本土化适配研发、完善政策支持体系、强化专业人才培养,推动创新清淤技术规模化、规范化应用,切实提升水利工程清淤实效,助力河道治理与生态保护协同发展,为水利事业可持续发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1]赵静.水利工程中的河道清淤治理技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(10):128-131.
- [2]闻敏行.河道整治新技术在水利工程设计中的应用探索[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(2):140-143.
- [3]霍春蕾.水利工程中的清淤疏浚技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(10):114-117.
- [4]吴斐青.水利工程中河道清淤治理技术研究[J].电脑采购,2023(39):131-133.
- [5]赵震,赵涛,薛丽平.水利工程河道整治与防洪排涝技术的应用[J].大众标准化,2025(20):149-151.