

河道清淤疏浚施工技术与控制方法探究

林森森

江苏江淮水利集团有限公司 江苏 宿迁 223600

摘要：针对当前河道清淤疏浚施工中普遍存在的水下作业精度难把控、施工扰动管控不到位、成型质量稳定性不足等共性问题，本文系统梳理了河道淤积持续性、分层性、不均匀性的核心特征，对比分析绞吸式、抓斗式、水力冲挖三类主流清淤技术的工况适配边界，明确施工过程中超挖欠挖、底泥污染物扩散、成型断面规整度不足三类常见质量问题的形成机理。从前期勘测方案管控、现场过程精准控制、收尾成型质量核验三个维度，构建全流程精细化施工控制体系，为中小型河道清淤疏浚工程的标准化实施提供可落地的技术管控依据，助力提升河道行洪输水能力与水生态保护水平。

关键词：河道工程；清淤疏浚；施工技术；质量控制；方法探究

引言：河道淤积是影响流域水文连通性、削弱河道行洪输水能力的普遍工程问题，长期累积的分层淤积不仅会压缩河道过流断面，还可能富集水体污染物，加剧区域水环境风险。传统粗放式清淤施工普遍存在技术选型与工况不匹配、过程管控精度不足的问题，易引发超挖破坏原生河床、底泥无序扩散造成二次污染等次生缺陷，难以同时满足淤积清除、河床规整与水生态保护的多重要求。本文结合水下隐蔽施工的作业特性，系统梳理河道淤积特征与主流清淤技术的适用边界，排查施工全流程的常见质量隐患，构建覆盖前期、中期、后期的全链条精细化控制方法，为河道清淤疏浚工程的规范化实施提供技术支撑。

1 河道淤积特征与疏浚施工技术特点

河道淤积具备持续性、分层性、不均匀性的显著特征。自然状态下，流域来沙随水流沿程输移，在水流流速放缓区域、河道弯道区域、浅滩区域，水流挟沙能力同步下降，泥沙沉降堆积更为明显，易形成局部厚层淤积。受水动力条件、沉积时长、物质组分差异共同影响，淤积层多分为表层悬浮淤泥、中层软塑底泥、底层固结泥沙，不同分层的密实度、含水率、杂质含量差异较大，部分河段淤积层中还混杂有生活垃圾、建筑垃圾、腐殖质等外来杂物，对施工技术选择与施工管控提出不同要求^[1]。

河道清淤疏浚施工属于水下隐蔽性施工，施工过程可视性差、作业干扰因素多。施工期间，水流波动、水位变化、河床土质不均都会直接影响施工定位精度与开挖深度控制，常规陆上施工的直接测量手段难以完全覆盖水下作业全流程。同时，疏浚施工兼具成型改造与水体保护双重属性，不仅需要完成淤积清除、规整河床

断面，恢复河道行洪与输水能力，还需严格控制施工扰动范围与扰动强度，避免底泥污染物扩散、水体浑浊加剧、原生河床结构破坏等次生问题。施工全过程需同步兼顾开挖精度控制、淤积物料处置、水环境影响防控三类核心目标，施工技术精度、过程控制细致度要求远高于常规陆上施工。

2 河道清淤疏浚核心施工技术

2.1 机械绞吸式清淤技术

绞吸式清淤技术是河道疏浚中适用性较广的核心技术，核心设备为绞吸式疏浚船或陆上定位绞吸清淤平台，通过前端绞刀匀速旋转扰动河床淤积泥沙，将固结底泥、松散淤泥破碎搅拌为均匀泥浆，再依托设备配套的离心泵送系统将泥浆通过密闭管道输送至指定堆存区域。该技术集成泥沙破碎、吸取、长距离输送一体化作业，施工连续性强，无需分段停水断流作业，可适配多数中小型河道、浅水深淤积河道的常态化疏浚施工。施工过程中通过动态调整绞刀转速、泵送功率、横移行进速度，可适配不同厚度、不同密实度的淤积层，能够均匀清除河道表层与中层淤积泥沙，精准控制开挖深度，保留原生河床硬质结构，避免过度开挖造成的河床基体破坏。整体作业机械化程度高，单船单日疏浚方量稳定，作业流程连贯，清淤过程中泥浆全程密闭输送，无散落遗撒风险，对河道整体水系流通性干扰较小。

2.2 抓斗式清淤技术

抓斗式清淤技术以履带式陆上抓斗设备或浮式抓斗疏浚船为核心作业载体，配套不同斗容与齿型的机械抓斗，通过定位系统引导抓斗下放至河床指定深度，直接抓取河床淤积泥沙、大块杂物、固结泥块，完成定点淤积清除作业。该技术作业方式灵活、设备工况适配性

强,不受常规水深范围、水流小幅波动的直接影响,尤其适配淤积厚度不均、局部固结严重、存在大块建筑垃圾或杂物堆积的复杂河道工况,同时适用于河道边角、岸边护脚、穿河管线与构筑物周边等常规设备难以覆盖的精细化作业区域的清淤施工。抓斗式清淤可针对性处理局部厚层淤积与硬质淤积结块,精准清理局部淤积缺陷区域,施工靶向性强。该技术以定点抓取、分段流水作业为主要实施模式,施工灵活度高,设备进场便捷,无需布设长距离输送管线等复杂前置流程,进场调试周期短,能够适配各类空间受限、作业面狭窄的城镇河道与乡村沟渠施工场景,也可作为辅助工艺配合绞吸式、水力冲挖式清淤技术完成特殊区域的补充清淤作业,补齐整体疏浚施工的作业盲区^[2]。

2.3 水力冲挖清淤技术

水力冲挖清淤技术依托高压水流冲击作用,将河床淤积泥沙冲刷稀释为悬浮泥浆,再通过预设集流沟槽、大流量潜污泵等抽排设备将泥浆通过密闭管路统一输送至指定淤泥处置区域。该技术核心原理是利用高压水射流的持续冲击力破碎松散淤泥,破坏底泥颗粒间的粘结结构,实现淤积层整体松散稀释,适配浅层均匀淤积、土质松散、大块杂质含量低的平原缓流河道工况。水力冲挖设备结构简单、作业覆盖面广,单套设备可覆盖数百平方米的连续作业面,施工扰动相对柔和,无绞刀、抓斗等硬质机械构件直接撞击河床,不会对原生硬质河床、河道生态边坡结构造成刚性机械破坏,适合对河床完整性、边坡稳定性要求较高的生态型河道治理施工。整体施工成本可控,作业推进均匀,浅层清淤成型平整度好,可通过动态调整水枪喷射压力、作业移动步距、射流角度精准控制清淤深度,清淤深度误差可控制在设计允许范围内,能够有效规整河床表层形态,避免局部过度清淤或清淤不到位的问题,清淤后河床表层无明显机械扰动痕迹。

3 河道清淤疏浚施工常见质量问题及成因

3.1 清淤精度不足,存在超挖欠挖缺陷

水下隐蔽施工的特性导致清淤作业可视性差,施工过程中难以精准把控开挖深度与开挖范围,极易出现欠挖与超挖问题。欠挖主要表现为局部淤积残留、淤积厚度不达标,多由施工行进速度过快、设备作业深度把控不准、局部淤积识别不清导致,会造成河道清淤不彻底,残留淤泥后续快速沉降,再次形成淤积堆积。超挖主要表现为过度开挖原生河床基体,破坏河床原有高程与断面形态,多为设备操作把控不当、深度调控不精准、分层施工管控缺失引发,超挖会造成河床结构受损、断面

形态紊乱,影响河道原有水文稳定性。

3.2 施工扰动引发水体扩散与二次污染

各类机械清淤作业都会对河床底泥产生不同程度扰动,底泥中悬浮颗粒、污染物质被搅动后快速扩散,造成大范围水体浑浊。若施工过程扰动控制不当,会出现淤泥无序扩散、污染物游离扩散的问题,扩大水体浑浊范围。同时,施工过程中泥浆输送、堆存管控不规范,易出现泥浆渗漏、回流现象,回流泥浆再次进入河道后会形成二次淤积,大幅降低清淤施工成效。粗放式作业导致的底泥扰动与泥浆回流,是河道清淤施工中最普遍的质量缺陷,直接影响施工洁净度与治理效果^[3]。

3.3 成型河床断面规整度差,稳定性不足

清淤施工完成后,部分河道存在河床平整度差、断面坡度不均、边坡残留淤泥等问题,整体成型质量参差不齐。主要成因在于施工过程未按照设计断面形态精细化作业,分段施工衔接不顺畅,不同作业区段清淤深度、清淤范围不统一,造成河床高低起伏、断面不规则。同时,施工收尾修整作业缺失,忽视边角、边坡、衔接区域的精细化清理,导致局部淤积残留、断面形态偏差。成型断面不规整会造成河道水流流速分布不均,后续水流紊乱易引发局部泥沙快速沉降,加速河道再次淤积。

4 河道清淤疏浚施工精细化控制方法

4.1 强化施工前期勘测与方案管控

施工前期开展多维度精细化河道勘测,采用水下地形测量、原状钻孔取样、分层密度检测相结合的方式,全面掌握河道水深分布、河床原始高程、淤积厚度空间分布、土质物理力学特性、淤积分层结构、杂物集中分布区域等基础数据,精准识别厚层淤积区、固结淤积区、构筑物周边复杂边角区域等特殊工况。基于全量勘测数据制定针对性专项施工方案,结合不同区段的淤积特征合理匹配清淤施工技术,明确分段施工范围、分层开挖深度、流水作业顺序、设备额定运行参数,规避技术适配不当引发的施工质量问题。提前划分标准化施工区段,统一各区段清淤控制标准,明确开挖后断面成型参数、边坡坡比控制指标、分层清淤厚度标准,从源头规避超挖、欠挖、开挖后断面不规整等常见施工缺陷。同时,进场前完成全流程施工设备调试,对深度定位控制系统、泥浆泵送系统、作业操控系统逐一校准校验,保障设备作业精度符合设计要求,为后续标准化连续施工奠定基础^[4]。

4.2 规范现场施工过程精准化控制

施工阶段落实全过程精细化作业管控,严格把控设

备作业参数与施工推进节奏,根据现场实时勘测的淤积厚度、土质密实度变化动态调整绞刀转速、抓斗下放深度、冲挖射流压力、设备行进速度,实现均匀、适度清淤,从作业执行层面杜绝超挖欠挖问题。强化水下作业动态监测,采用实时水下高程探测、断面扫测设备,持续核对河床开挖后高程、实时清淤深度、成型断面形态,及时修正施工偏差,保障各区段施工控制标准统一。严控施工扰动范围,优化作业推进路径,减少底泥无序搅动,针对悬浮淤泥扩散问题,采用分段布设防污围挡、分区独立作业、泥浆定向抽排的方式,约束泥浆扩散范围,降低施工区域周边水体浑浊度。规范泥浆输送与收集流程,全程采用密闭管线输送、指定区域集中堆存处置,杜绝泥浆渗漏、作业面无序回流,从施工过程中规避二次淤积与水体污染问题。细化河道边角、边坡护脚、穿河构筑物周边的精细化清淤作业,采用适配小型作业设备补充清淤,消除常规设备覆盖不到的施工盲区,保障整体清淤作业均匀性。

4.3 完善施工收尾与成型质量管控

施工收尾阶段开展全面精细化修整作业,针对河床凹凸部位、边坡残留淤泥、不同施工区段衔接处的质量偏差进行统一修整,规整河床整体断面形态,保障河床平整度、坡度、高程均匀统一,恢复河道设计标准水文断面形态。组织专项质量排查,逐段排查残留淤积、局部开挖缺陷、成型断面偏差等问题,对不合格区域第一时间标记并制定返工整改方案,采用适配小型清淤设备完成补充作业。施工完成后设置合理静置观测周期,跟踪观测水体泥沙沉降状态,及时清理水面漂浮杂物与表层悬浮淤泥,避免残留悬浮泥沙无序沉降形成二次淤积。完成清淤作业后,采用水下地形扫测、钻孔取样核验相结合的方式开展全域质量核验,逐段核查清淤深度、淤积清除程度、断面成型精度,所有指标满足设计

要求后方可完成工序交接。同步建立成型河道短期保护管控机制,施工完成后一定周期内禁止重型作业设备进入作业河段,避免外力扰动成型河床,保障清淤施工成果稳定留存,提升河道疏浚整体施工质量与长期治理效果^[5]。

结束语

河道清淤疏浚是恢复河道水文功能、提升流域水环境韧性的核心工程环节,其施工管控精度直接决定河道治理的长期成效。不同于常规陆上工程,水下隐蔽施工的作业特性决定了清淤管控必须突破传统粗放作业模式,建立从前期勘测到后期核验的全流程精细化管控体系。只有结合不同河段的淤积特征精准匹配施工技术,严格把控每一个作业环节的参数标准,才能在彻底清除有害淤积的同时,避免破坏原生河床结构、防控底泥污染扩散,实现河道行洪安全与水生态保护的双重目标。后续工程实践中,可进一步融合数字化水下监测技术,持续提升清淤作业的智能化管控水平,推动河道疏浚施工向高质量、低扰动的方向发展。

参考文献

- [1]王政涵.河道清淤疏浚施工技术与控制方法探究[J].科技资讯,2026,24(4):198-200.
- [2]孙怡蕊.城市河道清淤疏浚施工技术改进与淤泥资源化利用[J].中国科技期刊数据 工业B,2026,(2):081-084
- [3]潘剑锋.水利水电工程库区清淤疏浚施工处理对策研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2026,(6):047-050
- [4]陈兵,蒋锋,刘记.河道整治施工环节现场管控措施应用探究[J].中国科技期刊数据库 工业A,2026,(6):107-110
- [5]陈莉邦.水利工程中的河道生态护坡施工技术研究[J].大众科学,2026,47(4):136-138.