基于水生态学的河道疏浚施工技术研究

周明媚

江苏江淮水利集团有限公司　江苏　宿迁　223600

摘　要：河道淤积是影响内陆水系水环境质量与水生态稳定的核心问题，长期淤积会造成水体流通不畅、内源污染物持续累积，逐步引发水体透明度下降、水生群落退化、河道自净能力衰减等一系列生态问题。本文以水生态学理论为基础，围绕生态优先、低扰动、可持续治理的核心思路，开展河道疏浚施工技术系统性研究，重点研究低扰动精准清淤、分层分级生态疏浚、施工水体控浊抑沙、底泥无害化处置与资源化利用等关键生态施工技术。

关键词：水生态学；河道；疏浚施工；技术

引言：长期以来，国内多数河道疏浚工程沿用传统粗放式施工模式，施工重点集中在土方清理与行洪能力提升，普遍忽视水生态系统的保护需求。大范围高强度的开挖作业会彻底改变河床原有地形结构，破坏水生植被生长基底与底栖生物栖息环境。施工扰动产生的悬浮泥沙会大范围扩散，降低水体透光性，抑制浮游生物与水生植物正常生长，造成短期水质恶化。简单的底泥外运堆放方式，也容易引发污染物二次扩散，无法实现工程治理的闭环管控。

1 基于水生态学的河道疏浚施工总体方案设计

1.1 生态疏浚施工总体设计思路

（1）在正式开展施工方案设计前，需要以水生态学理论为基础，全面摸排河道原有水生态结构与淤积现状。系统掌握河道底泥淤积厚度、污染程度、水生生物分布、植被覆盖以及水体循环状态等基础条件。结合河道自然演化规律，区分功能性淤积与污染性淤积，精准界定需要清理的淤积范围和施工区域，避免盲目大面积清淤对原生河道基底造成不可逆破坏，最大程度保留原有稳定的水生生态环境。（2）施工方案设计坚持精细化、低干扰的作业理念。严格控制疏浚作业的施工深度与施工范围，杜绝超深度、超范围施工[1]。通过分层分区的设计方式，针对不同淤积程度、不同生态敏感程度的河段制定差异化施工标准。对于生态群落密集、水体自净能力较强的区域，以轻度清淤、去除污染底泥为主。对于淤积严重、水体堵塞、污染超标的河段，在控制施工扰动的前提下完成标准化清淤作业。（3）整体设计全程贯彻动态保护与同步修复的思想，在规划疏浚施工流程的同时，同步配套施工期水质保护、生物防护、泥沙扰动控制等辅助措施，减少施工悬浮泥沙和作业噪音对水生生物的影响。施工设计不再单一追求清淤工程量，而是以重塑健康河道水生态系统为最终目标。通过科学合理的总体设计，实现河道淤积治理、水环境改善、生境保护与生态修复的有机统一，构建兼具防洪功能与生态活力的健康河道体系。

1.2 河道淤积现状勘察与生态本底调查

（1）淤积现状勘察重点掌握河道底泥空间分布特征。勘察过程需要采集不同位置底泥样本，获取淤积层厚度、底泥物理组分以及污染物质富集程度等相关信息。区分表层污染淤泥、过渡层以及原状河床基底，辨别功能性淤积和有害污染淤积的分布差异。勘察工作需要规避局部点位采样带来的数据片面问题，充分反映整条河道淤积的空间变化规律，为分层疏浚和分区施工提供依据。（2）生态本底调查围绕河道水生态系统各组成部分开展系统性摸排。调查内容涵盖水体理化指标、水生植被分布状况、底栖生物种群结构以及鱼类栖息活动区域。梳理河道内部生态敏感区域的分布情况，识别生物集中栖息繁育的关键地段。客观评价现有水体自净能力，掌握原有生态群落的发育现状，明确需要重点避让和重点保护的生境范围。（3）勘察与调查阶段需要注重多维度数据的融合比对，把淤积勘察结果和生态调查结果相互结合。不能孤立看待淤积数据而忽视生态保护的客观约束，也不能只强调生态保护而回避淤积带来的水环境风险。通过综合研判，划分出优先清淤区域、限制性施工区域以及禁止扰动区域。完整的勘察调查工作可以有效避免后期出现过度疏浚或者清淤不足的问题，让生态疏浚施工既能够消减底泥污染负荷，又最大限度保留河道原生生态条件，保障疏浚工程的生态效益可以长期稳定发挥。

1.3 生态疏浚深度、疏浚范围精准控制设计

（1）疏浚深度控制设计依托前期淤积勘察数据分层开展，摒弃统一深度施工的传统模式。河道底泥结构存在明显的分层特征，表层多为富集污染物的松软淤积层，中层为过渡性泥沙层，底层为结构稳定的原状河床层。设计过程中严格区分污染淤积层与原生河床结构，仅针对存在污染隐患、影响水质的表层淤泥开展清理作业。严格控制施工下挖尺度，杜绝超深度施工破坏稳定的河床基底，避免底层洁净土层被扰动，最大程度保留河道原有地形结构与生态基底。（2）疏浚范围的精准设计以生态本底调查结果为核心依据，实行分区管控的设计模式[2]。结合河道淤积分布特点与生态敏感区域分布，精准划定施工作业边界。对于淤积问题突出、水体污染严重的区域，完整划定疏浚施工范围，彻底清除区域性淤积污染。对于水生植被密集、生物群落稳定的生态敏感区域，适当收缩施工边界，采用局部点状清淤的方式处理重点污染区域，大范围保留原生生态栖息地。（3）整套精准控制设计始终遵循适度清淤、生态优先的核心原则，不再片面追求河道行洪断面的最大化。通过精细化的深度与范围管控，有效减少施工对水体的扰动范围和扰动强度，降低悬浮泥沙对水生环境的负面影响。既可以有效去除污染淤积、改善河道水环境，又能最大程度保护河道原有水生态结构，为疏浚后河道生态系统的自我修复与长效稳定运行奠定坚实基础。

2 水生态友好型河道疏浚关键施工技术

2.1 低扰动精准清淤施工技术

（1）该技术的核心施工逻辑是精准定位污染淤积层，实现靶向式清淤作业。结合前期河道淤积勘察与生态本底调查成果，明确河道表层污染淤泥的分布厚度和覆盖范围，区分污染淤积层、过渡泥沙层与原状河床结构。施工过程不再采用统一深度的整体开挖方式，而是根据不同河段的淤积实际状态动态调整作业深度。只针对存在污染富集、水质影响明显的软弱淤泥层进行清理，严格保留底层结构稳定的天然河床基底，从根源上避免超挖带来的生态破坏。（2）低扰动控制是该技术的关键施工亮点[3]。整套作业流程通过优化施工设备运行参数和作业节奏，放缓施工动作幅度，减少设备作业过程中对水体和底泥的冲击搅动。作业过程保持平稳匀速的运行状态，避免快速切割和大幅度搅动产生大量悬浮泥沙。有效控制施工浊度扩散范围，减少悬浮污染物在水体中的扩散蔓延，降低施工过程对周边水生植被、底栖生物以及浮游生物的生存影响，维持河道水体生态结构的基本稳定。（3）在精准控制层面，技术依托实时工况把控方式，全程监控清淤作业的施工深度与作业边界。及时纠正施工过程中出现的位置偏移和深度偏差问题，杜绝漏清、超清和范围越界等施工问题。通过精细化的过程管控，让清淤作业始终限定在预设的污染淤积区域内，兼顾清淤治理质量与生态保护效果。（4）相较于传统疏浚工艺，低扰动精准清淤施工技术真正实现了治理与保护的双向统筹。既可以有效清除河道内源污染底泥，改善河道淤积堵塞和水质恶化问题，又能最大程度保留原生水生生境，减少施工带来的生态损伤。为后续河道水体自净能力恢复和水生态系统重构创造良好基础，完全契合现代河道生态治理的建设要求。

2.2 分层分级生态疏浚施工工艺

（1）分层施工是该工艺的核心技术要点，主要依据底泥沉积规律和污染分布特征划分施工层级。河道表层淤泥长期接触水体，富集各类污染物，属于需要重点清理的淤积层。中层底泥污染程度相对较轻，泥沙结构相对稳定，可根据河段整体污染状况选择性清理[4]。深层原状河床土层结构紧实，基本不存在污染问题，同时承担稳固河道基底、维持水生生物栖息环境的作用，需要完全保留。施工过程按照由浅至深的顺序逐层作业，杜绝一次性超深开挖，精准剥离污染淤积部分，最大程度保留原生河床结构。（2）分级施工主要针对河道不同区段的生态条件与淤积现状进行差异化管控。结合前期生态本底调查结果，对全线河道进行施工等级划分。对于淤积问题突出、水质污染严重且生态敏感度较低的常规河段，可开展完整分层清淤作业，彻底消除内源污染隐患。对于水生生物分布集中、植被覆盖密集的生态敏感河段，降低施工强度，仅清理表层重度污染淤泥，减少作业频次与施工范围，避免大规模施工破坏稳定的生态群落。整套工艺在作业过程中同步把控施工节奏与作业强度，减少层间扰动带来的次生污染。每层施工完成后保持作业状态平稳，避免上层淤泥剥离后扰动下层洁净土体。通过分层剥离、分级管控的施工模式，有效解决了传统疏浚清淤过度或者清淤不彻底的弊端。

2.3 施工水体控浊、泥沙抑制技术

（1）该技术体系以源头控制为核心治理思路，优先从作业环节减少泥沙扬起现象。在常规疏浚施工流程基础上，优化设备作业姿态与施工节奏，采用平稳慢速的作业方式完成底泥剥离。避免设备快速切入河床、大幅度提拉淤泥等高强度扰动操作，从源头减少底泥翻涌和细颗粒泥沙悬浮的总量。通过规范标准化作业行为，有效降低局部水体浑浊程度，减少污染物再次释放，实现对水体环境的基础性保护。（2）在源头管控的基础

上，配套设置水体阻隔与沉降辅助措施，实现悬浮泥沙的区域化控制。通过物理阻隔方式限定浑浊水体的扩散范围，避免施工产生的浊水大范围蔓延至未施工河段。可以有效隔离生态敏感水域，防止悬浮泥沙进入生物栖息区域，保护周边稳定的水生植被与生物群落。同时利用水体静态沉降原理，让作业产生的细微悬浮泥沙在限定区域内逐步沉降恢复，持续改善施工水域的水体通透状态。（3）针对作业过程中难以避免的细微悬浮颗粒，技术体系结合水质动态变化开展持续性调控。细微泥沙悬浮周期更长，自然净化速度较慢，容易长期影响水体环境。通过温和的水质调理与泥沙促沉手段，加快悬浮颗粒的聚集沉降速度，缩短水体浑浊持续时间。整个调控过程遵循生态友好原则，不会对水体水质和水生生物造成额外伤害，能够在不破坏生态结构的前提下完成水体净化处理。

2.4 底泥无害化处置与资源化利用技术

（1）无害化处置是整套技术的基础环节，核心目标是稳定底泥内部的污染物质，阻断污染物迁移扩散路径。不同疏浚区域产出的底泥污染程度存在明显差异，需要先完成底泥分类甄别，按照污染负荷划分不同处理等级。针对污染程度较高的底泥，采用稳定固化处理手段，改变底泥内部污染物存在形态，降低污染物溶出释放的可能性，削弱污染物质向外迁移的能力。处理完成后的底泥满足环境安全标准，才可以开展后续堆放或者转运工序，避免底泥堆放过程中雨水冲刷带来的污染外泄问题。（2）经过无害化处理之后的底泥，在各项指标达标的前提下可以开展资源化利用[5]。底泥本身含有大量矿物质以及有机质，具备一定的资源属性，直接堆放会造成资源浪费。资源化利用需要严格遵循环境安全优先的原则，根据处理后底泥的理化性质匹配对应的利用途径。去除有害组分之后的底泥可以经过脱水改性处理，改善土体力学性能，改变含水率过高的固有缺陷，提升土体结构稳定性，为后续资源转化创造条件。（3）资源化利用过程需要建立完善的指标管控流程，全程跟踪底泥各项环境指标，杜绝处理不达标底泥投入再利用环节。严格把控加工处理的各个工序，防止处理过程产生二次废气废水，把环境风险控制在处理环节内部。同时兼顾处理成本与技术可行性，避免工艺过度复杂造成治理成本大幅攀升。

结束语

综上所述，通过精细化的疏浚范围与深度控制，可以有效区分污染淤积层与原生河床结构，杜绝超范围超深度施工带来的生态破坏。低扰动清淤、分层分级施工以及水体控浊抑沙技术，能够大幅降低施工过程的水体扰动强度，减少悬浮泥沙扩散与二次污染问题，最大限度保护河道原生水生生境与生物群落。配套的底泥无害化处置与资源化利用技术，完善了疏浚工程末端治理环节，实现疏浚废弃物减量化与循环化利用，提升工程整体绿色效益。

参考文献

[1] 温鹏, 吴金娜. 基于水生态学的河道疏浚施工技术研究 [J]. 安家,2026,(4):0268-0270.

[2] 史春宝. 基于水生态学的河道疏浚施工技术研究 [J]. 珠江水运,2025,(1):85-87.

[3] 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.

[4] 孙晓光. 水利工程中生态友好型护坡与河道整治施工技术体系研究 [J]. 水上安全,2026,(9):170-172.

[5] 武郭盛. 基于水生态学的河道疏浚施工技术优化分析 [J]. 科技创新与应用,2025,15(28):189-192.