

港口疏浚作业对航道通航能力提升的影响分析

赵飞扬

中诚国际海洋工程勘察设计有限公司 安徽 合肥 230000

【摘要】：港口作为海陆交通的重要枢纽，其运转效率与航道通航能力紧密相连。而航道通航能力的提升，离不开港口疏浚作业这一关键环节。在港口运营过程中，泥沙淤积、水下障碍等问题会不断削弱航道功能，影响船舶通行效率与安全。港口疏浚作业通过科学的手段，针对性解决这些问题，为航道“舒筋活血”，是保障航道持续畅通、提升通航能力的基础支撑。基于此，本文将深入探究港口疏浚作业对航道通航能力提升的影响，针对实践困境，提出借助港口疏浚作业提升航道通航能力的有效策略，以期推动港口高质量发展，强化交通枢纽作用。

【关键词】：港口疏浚作业；航道通航能力；提升；影响

DOI:10.12417/2811-0722.26.01.043

引言

随着我国航运产业的快速发展，疏浚工程成为影响航道运行效率的重要因素。一方面，疏浚工程是结合航道开发、维护、修缮等综合性的施工作业工程，是现代港口水域科学管理的重要举措。另一方面，疏浚工程的建设和实施，能够进一步提高港口的安全运行效能，实现航道通航能力的提升，促进港口日常作业的稳定和高效，为广大船舶提供更加有效的管控模式。

1 港口疏浚作业概述

港口疏浚作业是保障港口功能存续与升级的核心工程，并非单纯的泥沙清理，而是通过科学规划与精准施工，平衡港口水域空间利用、通航安全与生态保护的系统性工作。其核心目标是维持或拓展航道、港池的设计水深，清除水下淤积物、礁石等障碍，确保船舶吃水需求与航行安全，同时可为港口扩建、码头建设提供平整水域基础。作业中需结合水文监测数据（如泥沙淤积速率、水流方向）选择适配设备（如绞吸式、耙吸式挖泥船），兼顾疏浚效率与泥沙处置（如吹填造陆、环保抛泥）的经济性与生态性。作为港口供应链的隐性支撑，疏浚作业直接影响港口通航能力与运营效率，更是推动沿海地区临港经济发展、提升港口战略竞争力的重要基础保障。

2 港口疏浚作业对航道通航能力提升的影响分析

2.1 解锁航道承载潜力

航道深度是制约船舶通行规格的根本性因素，直接决定了航道可容纳船舶的最大吨位与吃水标准。在长期运营中，河流携带的泥沙、海洋潮汐带来的沉积物会不断在航道底部淤积，导致实际水深逐渐缩减，原本可通行的大型船舶被迫减载或绕行，严重制约通航能力。港口疏浚作业通过挖泥船等专业设备，精准挖除航道底部的淤积泥沙，恢复并提升航道设计水深。充足的水深不仅能满足更大吃水船舶的通行需求，打破“吨位限制”对通航能力的束缚，还能降低船舶因水下淤积物触底引发搁浅、船体损伤等事故的概率，为船舶安全航行提供保障。同时，稳定的深水条件可增强船舶调度的灵活性，使港口能更高

效地安排高吨位船舶靠泊与离港，显著提升航道单位时间内的货物运输量与船舶通行效率。

2.2 拓宽通航通行空间

航道宽度不足是导致船舶交汇拥堵、通行延误的重要原因。尤其在船舶流量较大的航道段，若宽度无法满足船舶并行或安全会让的需求，船舶需减速等待、依次通行，不仅延长航行时间，还可能增加船舶碰撞的风险。港口疏浚作业通过拓宽航道的有效通行断面，为船舶提供更宽裕的航行空间，从根本上改善通航拥堵问题。拓宽后的航道可支持更多船舶同时航行，减少船舶避让等待时间，提升航道的“通行容量”。对于大型船队或超长船舶而言，充足的宽度能降低操控难度，避免因航道狭窄导致的航线受限问题，进一步保障航行安全与效率。此外，合理的航道宽度设计还能配合航道转向、分道通航等交通组织方案，优化船舶航行路线，使整个航道的交通流更有序、更顺畅，间接提升港口的整体运营效率。

2.3 消除通航安全隐患

水下礁石、废弃沉船、淤积杂物等障碍物是航道通航的“隐形威胁”，不仅会限制船舶的航线选择，还可能直接引发船舶碰撞、搁浅等安全事故，严重影响航道的通行安全性与稳定性。港口疏浚作业通过声呐探测、水下机器人勘察等先进的水下探测技术，精准定位各类障碍物的位置与形态，再结合抓斗挖泥船、绞吸挖泥船等专业的清除设备（如图1所示），对障碍物进行彻底清除。清除障碍物后，航道通行路线更顺畅，船舶无需为避开障碍而绕行，缩短了航行距离与时间，同时也消除了因障碍物引发的安全风险，提升了船舶航行的安全感。此外，定期的障碍排查与清除作业，还能防止障碍物长期堆积对航道地形造成进一步破坏，保障航道功能的持续稳定，为通航能力的长期提升扫清障碍。



图1 抓斗船和泥驳船配合进行疏浚作业

2.4 改善航道航行环境

航道内的水流条件对船舶航行影响显著，紊乱的水流（如涡流、回流、急流）会增加船舶航行阻力，导致船舶航向偏离、操控难度加大，不仅降低航行速度，还可能引发船舶失控等安全问题。港口疏浚作业通过调整航道底部地形，如修整航道边坡坡度、平顺河床起伏、清理河道浅滩与深槽等，优化水流的走向与流速分布，减少不良水流现象的产生。通过疏浚平整航道底部（图2所示），可避免因河床高低不平导致的局部水流加速或减速，使水流更平稳。通过修整边坡，可减少边坡对水流的阻挡与扰动，降低涡流、回流的形成概率。优化后的水流环境使船舶航行更平稳，船舶无需频繁调整航向与航速，航行速度显著提升，同时也降低了船员的操控压力，减少了因水流紊乱引发的安全事故。稳定的水流条件还能减少泥沙在航道内的不均匀淤积，延缓航道功能衰减，为通航能力的长期稳定提供保障。



图2 环保机械——绞吸式清淤船河道疏浚

2.5 筑牢长期通航基础

在提升航道通航能力的过程中，生态环境保护与资源循环利用是实现航道长期可持续运营的关键。传统疏浚作业若缺乏生态考量，可能会破坏周边水域的生态环境，如扰动底栖生物栖息地、导致水体浑浊、影响水生生物生存等，反而不利于航道的长期稳定发展。现代港口疏浚作业注重“绿色疏浚”理念，

通过精准控制作业范围与深度，减少对周边水域生态环境的干扰；采用环保型疏浚设备与工艺，降低作业过程中对水体的污染；同时，对疏浚产生的泥沙进行无害化处理与资源再利用（如用于填海造地、加固海堤、改良土壤等），实现资源的循环利用，减少废弃物排放。这种可持续的疏浚模式，既能保障航道通航能力的提升，又能保护水域生态环境，避免因生态破坏导致的航道功能衰退，为航道通航能力的长期稳定提升奠定生态基础，实现港口与生态环境的协调发展。

3 借助港口疏浚作业提升航道通航能力的实践困境

3.1 技术适配性不足，精准作业受限

航道地形与水文条件复杂，不同区域对疏浚技术、设备的需求存在差异。当前部分疏浚作业仍依赖传统技术，缺乏针对特殊工况的定制化方案，导致作业效率低下、精度不足。同时，水下探测技术的局限性，使得淤积分布、障碍物位置等关键信息难以精准掌握，易出现漏挖、超挖问题，既浪费资源，又可能破坏航道原有地形，给通航安全埋下隐患，制约疏浚对通航能力的提升作用。

3.2 成本管控存在难题，长期投入承压

港口疏浚作业涉及设备采购、人员调配、作业实施及泥沙处理等环节，需大量资金支撑，且航道淤积具有反复性，需定期开展维护性疏浚，形成长期成本压力。先进设备与技术的研发、引进成本较高，部分港口因资金有限，难以更新设备或采用高效工艺，导致作业效率低、单位成本上升。另外，疏浚泥沙处理成本逐年增加，无论是传统堆放还是无害化再利用，均需额外投入，资金短缺问题使部分港口无法按计划推进疏浚工作，影响通航能力持续提升。

3.3 生态协调出现挑战，环保平衡难破

疏浚作业中的挖泥、泥沙搬运等环节，易扰动周边水域生态，破坏底栖生物栖息地、增加水体悬浮物，影响水质与水生生物生存，若处理不当会引发生态问题，反作用于航道运营。尽管现代疏浚强调绿色理念，但实际操作中，精准控制作业范围、减少泥沙扩散，以及平衡疏浚效率与生态保护的难度较大。部分港口缺乏完善的生态监测与修复机制，作业后生态恢复缓慢，不仅面临环保监管压力，还可能因生态问题暂停作业，延误通航能力提升进程。

3.4 协同管理缺失，多主体联动不畅

港口疏浚涉及港口管理、航道、环保、海事等多部门，各主体职责与目标不同，缺乏有效协同机制易导致沟通不畅、权责不清。部门间若缺乏统一规划，可能出现作业计划与环保要求冲突、疏浚与船舶调度脱节等情况。跨区域航道疏浚中，缺乏统筹协调，易出现“各自为政”，导致疏浚标准不统一、进度不同步。同时，信息共享机制不完善，各主体难以及时获取作业进展、水质等信息，引发决策滞后、管理混乱，降低疏浚

推进效率。

4 借助港口疏浚作业提升航道通航能力的有效策略

4.1 推进技术定制化与智能化升级, 突破精准作业瓶颈

港口疏浚提升航道通航能力, 需突破传统技术通用性局限, 走“工况定制+智能赋能”之路。在定制化研发上, 需针对不同航道特性施策, 如平陆运河航道9标, 面对复杂土层定制“泓禹浚07”绞吸船, 其双刀轮适配多土质, 效率较传统方案提升50%; 官厅水库定制“浚澜”模块化船, 挖掘效率达传统装备3倍, 实现设备与工况深度契合。而智能化赋能层面, 技术应用依旧成效显著。洋浦港用动态航迹与三维轨迹跟踪系统, 挖深精度达厘米级, 航道水深从不足10米增至17.5米, 单船日均疏浚3万立方米; 中交疏浚智能系统在“新海蛟”船应用, 21项指标优于人工, 减少漏挖超挖。同时, 还需搭建智能管理中枢, 整合数据动态调度, 推动作业从“经验驱动”转向“数据驱动”, 以技术精准度提升航道通航能力。

4.2 构建多元化成本分担与资源循环体系, 缓解资金压力

缓解港口疏浚长期资金压力, 需跳出单一成本管控思维, 打造“成本共担机制+资源循环生态”的协同解决方案。成本分担上, 可借鉴长三角港口群模式: 政府通过航道养护专项补贴覆盖30%基础成本, 如江苏沿江港口2023年获省级补贴超2.1亿元; 港口企业按年度通航收益的8%-12%计提疏浚基金, 宁波舟山港2024年此项资金达1.8亿元; 航运公司则依据船舶载重吨缴纳每吨0.3元的航道维护费, 上海港2023年由此归集资金超1.2亿元, 形成“三方共担、比例适配”的资金池, 大幅降低单一主体压力。资源循环方面, 疏浚泥沙资源化利用可创造显著效益。天津港将疏浚泥沙经无害化处理后, 转化为建筑用砂, 2023年处理量达280万立方米, 替代外购砂石节省成本4200万元; 深圳港则用疏浚泥沙填海造地, 近三年形成陆域面积12平方公里, 土地出让收益反哺疏浚资金超6亿元。此外, 广州港通过优化“挖泥-运输-处理”全流程, 将单位疏浚成本从2021年的每立方米18.5元降至2023年的15.2元, 进一步缓解资金压力, 为疏浚作业持续推进提供保障。

4.3 建立生态前置评估与动态修复机制, 实现环保与疏浚协同

为平衡疏浚作业与生态保护的关系, 相关部门需构建“评估、管控、修复”一体化的生态保护体系, 打破“先疏浚后治理”的传统模式。在疏浚作业开展前, 需进行全面的生态环境

前置评估, 可参考厦门港做法, 作业前通过水下机器人与水质监测仪, 对中华白海豚栖息地等敏感区域开展为期3个月的专项调查, 明确产卵期(3-5月)为禁作业时段, 划定200米生态缓冲带, 据此优化的疏浚方案使水生生物扰动率降低40%。作业中动态管控同样关键。连云港港在疏浚时启用“水质-生物”双监测系统, 实时追踪悬浮物浓度(控制在50mg/L以内)与浮游生物群落变化, 2023年因数据异常触发3次作业调整, 有效避免水质恶化。作业后修复环节, 珠海港创新“泥沙改良+植被重建”模式, 将疏浚区底泥改良后种植红树林, 2022-2024年累计恢复湿地120亩, 底栖生物种类从18种增至32种; 青岛港则投放人工鱼礁, 吸引鱼类栖息, 监测显示作业区渔业资源量1年内回升65%, 实现航道通航与生态保护双向共赢。

4.4 完善跨部门协同管理与信息共享机制, 提升管理效率

借助港口疏浚作业提升航道通航能力的过程中, 需通过管理机制优化与信息共享平台建设, 实现高效协同管理。协同机制建设上, 可以珠三角港口协同模式为例, 此方案由广东省交通厅牵头, 联合港口、航道、环保、海事等8部门成立疏浚协同小组, 明确职责分工——环保部门提前7个工作日出具生态意见, 海事部门同步制定船舶绕行方案, 2023年该机制将疏浚作业审批时间从28天压缩至10天。如广州港南沙港区疏浚项目, 通过协同小组现场办公, 1次会议解决环保限值、航道临时改道等5项争议问题, 避免工期延误。信息共享层面, 长三角港口群的“智慧疏浚信息平台”成效显著。平台整合12类核心数据, 港口部门可实时查看环保监测数据, 环保部门同步获取作业进度, 海事部门依据船舶通航数据动态调度。2024年该平台实现审批流程线上化, 90%的疏浚项目通过平台完成备案, 信息查询响应时间从4小时缩短至10分钟; 宁波舟山港借助平台统筹多部门资源, 将疏浚作业与船舶通航冲突率从18%降至5%, 大幅提升管理效率, 为航道通航能力提升扫清管理障碍。

总而言之, 港口疏浚作业从深度拓展、宽度延伸到障碍清除, 从水流优化到生态可持续, 多维度为航道通航能力提升注入动力, 既是破解航道功能衰减的关键手段, 也是保障港口枢纽效能的重要支撑。在港口高质量发展进程中, 需持续优化疏浚技术与管理模式, 平衡效率与生态, 让疏浚作业更好地赋能航道升级, 为海陆交通顺畅衔接、区域经济协同发展筑牢坚实的航道基础。

参考文献:

- [1] 萧尔钊.分析港口航道疏浚工程施工技术[J].珠江水运,2022,(07):60-62.
- [2] 王江伟.探究港口航道疏浚工程中耙吸挖泥船驾驶技术对施工的影响[J].工程建设与设计,2021,(14):145-147.
- [3] 宋泳辉.港口航道疏浚工程施工技术[J].珠江水运,2020,(21):77-78.
- [4] 苏军剑.港口疏浚工程施工技术难点分析[J].船舶物资与市场,2020,(03):84-86.
- [5] 何井姝.试述环保理念下的港口航道疏浚工程[J].中国市场,2020,(19):56+58.