

港口航道疏浚工程中的环保技术研究

文 / 侯振弼 中国铁建港航局集团有限公司第三工程分公司

摘要：随着全球经济的持续发展，港口作为重要的交通枢纽，其规模不断扩大，航道疏浚工程日益频繁。港口航道疏浚工程旨在加深、拓宽航道，保障船舶的安全通行与高效运营。然而，疏浚作业过程不可避免地会对周边水域环境、底栖生态以及水动力条件等产生诸多影响，例如悬浮物扩散、水质恶化、底栖生物栖息地破坏等问题。基于此，本文首先阐述港口航道疏浚工程中的环保技术应用优势，其次分析一个港口航道疏浚工程中的环保技术应用案例，最后提出几条港口航道疏浚工程中的环保技术应用策略，以供参考。

关键词：港口航道；疏浚工程；环保技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.056

引言

港口航道作为港口的重要基础设施，对我国的外贸经济发展有着不可替代的作用。进入新世纪，绿色和环保越来越被人们所关注，成为时代的发展要求。港口航道疏浚工程作为一项长周期、大工程量的系统工程，施工时容易造成周围水体的生态破坏，有悖绿色环保的时代要求，因此需要进行改革。在实施疏浚工程的过程中，应坚持环保理念，切实增强对生态环境的保护工作，这是航道建设者必须牢固树立的理念和认真面对的课题。

一、港口航道疏浚工程中的环保技术应用优势

（一）减少对水域生态系统的破坏

在港口航道疏浚工程中，传统的疏浚方式往往在挖掘过程中会大量搅动水底的沉积物，致使悬浮物大量扩散到水体里导致水体透明度急剧下降，进而干扰整个水生植物群落的生长与繁衍。而且，过多的悬浮物还可能堵塞浮游生物的滤食器官，改变浮游生物的生存状态，动摇整个食物链的基础。而环保技术中的高效低扰动挖泥船凭借精准的定位和控制功能把控挖掘深度与范围，能够最大程度减少不必要的底泥搅动，从源头上降低悬浮物的产生量。同时，封闭式疏浚系统在挖泥、输送环节形成相对封闭的环境，让挖掘出的底泥通过密封管道运输，避免其与外界水体大面积接触，防止悬浮物肆意扩散到周边水体。另外，对于底栖生物而言，传统疏浚方式会直接破坏它们赖以生存的底质环境，使得底栖生物群落结构遭到破坏，生物多样性锐减。但如今一些环保技术在疏浚后会采用生态修复手段，为底栖生物以及众多鱼类等水生生物提供了栖息、觅食和繁殖的场所，保持其应有的生机与活力。

（二）提升资源利用效率

港口航道疏浚工程中环保技术的应用在提升资源利用效率方面展现出了独特优势。以往疏浚土往往被当作废弃物处理，大量的疏浚土被随意堆放在岸边造成二次污染，要么就是被简单地丢弃到海里严重海洋环境造。而现在，一部分符合要求的疏浚土经过筛选、分类后成为填海造地的优质材料，在沿海地区的发展中发挥重要作用。比如在一些沿海城市进行港口扩建或者新的沿海开发项目时，疏

浚土可以作为填筑物料节省从陆地取土的高昂成本以及运输成本，同时也避免了因取土对陆地生态环境造成的破坏。不仅如此，有的疏浚土中蕴含的黏土成分经过专业的处理，能够成为具有良好强度和保温隔热性能的建筑材料，减少了对天然黏土等自然资源的开采。

（三）增强工程的可持续发展能力

港口航道疏浚工程中的环保技术应用对于增强工程的可持续发展能力有着至关重要的作用。从长远来看，传统的疏浚模式只注重当下航道的疏通和港口的短期运营需求，往往忽略了后续对环境的持续影响以及工程自身未来的发展空间。而应用环保技术在工程前期规划阶段就能决定好采用何种环保疏浚设备以及生态修复方案，在保证疏浚效率的同时降低能源消耗，减少了对不可再生能源的依赖。在施工过程中，施工单位利用环保技术合理处置疏浚土，避免了因疏浚土处置不当带来的环境问题以及资源浪费问题，为后续港口及航道周边区域的进一步发展奠定良好基础。例如无害化处理后的疏浚土即便不能作为资源再利用也不会成为污染环境的隐患，拓展了整个区域的发展潜力。并且在工程结束后，施工单位应用投放人工鱼礁、恢复水生植被等生态修复技术，能够快速恢复水域的生态功能，吸引更多的生物资源汇聚，这对于发展生态旅游等可持续的经济产业有着积极意义。

（四）优化周边环境质量

传统疏浚工程作业期间缺乏有效的环保措施，重金属、有机物等会在挖掘搅动过程中重新释放到水体中，使得水体变得浑浊且含有大量有害物质，不仅会改变水体的化学性质，还会通过食物链的传递影响到整个生态系统以及周边居民的健康。然而，环保技术中的疏浚土无害化处理技术能够将其中的重金属等污染物牢牢固定在土壤颗粒内部，使其迁移性和生物可利用性大大降低。同时，生物修复方法则让其代谢作用去分解转化疏浚土中的有机污染物，将其逐步变成无害的二氧化碳和水等物质，确保疏浚土在后续的堆放或者利用过程中不会对周边环境造成二次污染。而且，在疏浚工程后实施的生态修复技术，对于优化周边环境质量也起着关键作用。在淡水区域种植芦苇、菖蒲等挺水植物的根系在水底纵

横交错能够吸附水中的悬浮颗粒,吸收多余的营养物质,让水体变得清澈透明。

二、港口航道疏浚工程中的环保技术应用案例

(一) 案例背景：湛江港内航道疏浚维护工程

湛江港是中国南方的重要港口，其内航道由于泥沙

淤积影响了大型船舶的通航。为此，湛江港开展了航道疏浚维护工程，计划疏浚总量约为500万立方米，施工周期预计为6个月。鉴于工程规模大、施工区域环境敏感，项目在设计 and 实施过程中高度重视环保技术的应用。

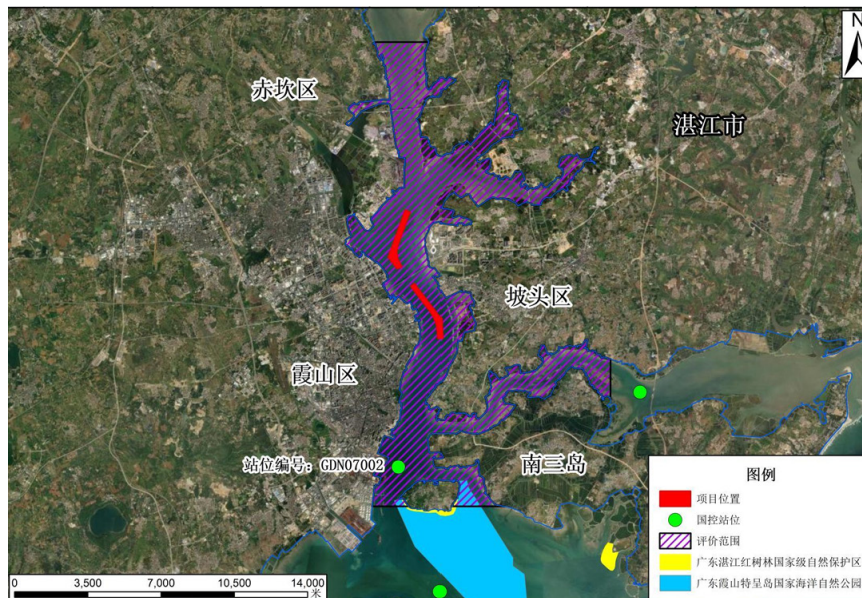


图1 项目与周边环境保护目标位置关系示意图

(二) 环保技术应用措施

1. 环保疏浚设备的选用

为减少疏浚过程中对水体的扰动，项目选用了低浊度环保绞吸式挖泥船，并配备了先进的泥浆控制系统，能够有效降低悬浮物浓度，减少对水质的影响。具体参数如下：

设备名称	型号	最大挖深(米)	最大生产能力(立方米/小时)	悬浮物控制效率(%)
环保绞吸式挖泥船	XYZ-2000	25	2000	90

2. 泥浆输送与处理

疏浚产生的泥浆通过全封闭管道输送至指定的吹填区，避免了泥浆外泄对周边水体的污染。在吹填区设置了三级沉淀池，对泥浆进行固液分离，确保排放水质符合国家标准。沉淀池设计参数如下：

沉淀池级别	容积(立方米)	停留时间(小时)	出水悬浮物浓度(毫克/升)
一级沉淀池	5000	2	≤ 100
二级沉淀池	3000	1.5	≤ 50
三级沉淀池	2000	1	≤ 30

3. 施工期水质监测

在施工过程中，项目组建立了完善的水质监测体系，并在施工区域及周边布设了多个监测点实时监测水体的pH值、溶解氧、悬浮物等关键指标。监测点位及监测频率如下：

监测点位	距离施工区距离(米)	监测指标	监测频率
A点	100	pH值、溶解氧、悬浮物	每日两次
B点	500	pH值、溶解氧、悬浮物	每日一次
C点	1000	pH值、溶解氧、悬浮物	每周三次

(三) 效果评估

通过上述环保技术的应用，湛江港内航道疏浚维护工程取得了显著的环境保护效果：

水质保护：施工期间，监测数据显示，施工区域水质指标均保持在国家二类水质标准以内，未出现明显波动。

生态影响：由于采用了低扰动的环保疏浚设备，施工对水生生物的影响降至最低，未发现大规模生物死亡或迁移现象。

社会反馈：当地居民和相关利益方对工程的环保措施表示认可，未出现环境投诉事件。

(四) 结论

湛江港内航道疏浚维护工程通过选用环保疏浚设备、优化泥浆处理流程、强化施工期水质监测等措施，实现了工程建设与环境保护的协调统一。该案例为其他港口航道疏浚工程提供了有益的参考，体现了环保技术在工程实践中的重要价值。

三、港口航道疏浚工程中的环保技术应用策略

(一) 环保疏浚设备的精细化选型策略

在港口航道疏浚工程中，环保疏浚设备的选型不能仅仅局限于常规的几款设备，而是要依据具体工程的详细地理特征、水文状况以及生态敏感程度来进行精细化挑选。比如对于那些处于生态极为脆弱的近海区域、周边存在珍稀水生生物栖息地的航道，除了考虑像低浊度环保绞吸式挖泥船这类常见设备还应评估一些采用新型动力源的疏浚设备，从源头上降低对周边水体和大气环境的污染可能性。同时，有的航道底部

泥沙颗粒细小且粘性大，常规的绞吸设备可能无法高效搅匀吸出，这就需要去筛选配备有特殊绞刀结构、能产生特定剪切力和吸力的挖泥船。而且，也需权衡设备的尺寸和机动性方，对于狭窄且弯曲较多的航道，小型灵活且易于操控的疏浚设备可以在复杂的航道环境中精准作业，避免不必要的水体扰动范围扩大。此外，施工单位在疏浚作业时产生的噪音可能会干扰周边水域生物的正常生活习性，因此要选用一些具备先进降噪技术的设备，减少对水生生物的声环境干扰。

（二）泥浆输送管道的优化与创新应用

传统的全封闭管道虽能防止泥浆外泄，但在输送效率和稳定性上仍有提升空间，因此，施工单位可以采用具有自清洁功能的管道材料，减少泥浆在输送过程中的附着堆积，避免因长时间积累导致管道堵塞，进而保障泥浆输送的连续性和稳定性。在管道的布局方面，施工单位要运用地理信息系统（GIS）和计算机模拟技术。根据施工区域的地形地貌、水流走向以及周边环境敏感区分布等情况，设计管道的走向和坡度，使泥浆能够顺着自然地势和水流助力更顺畅地输送至吹填区，减少额外的动力消耗，同时降低因管道压力不均衡造成的破裂风险。而且，施工单位还可在管道上设置智能节点，实时监测泥浆的流量、流速、温度等参数，一旦某个节点检测到异常情况能迅速将信息反馈至控制中心，方便及时采取措施调整输送状态或者进行管道维护。

（三）吹填区生态化改造与泥浆处理协同

施工单位在吹填区的规划设计初期就应融入生态理念，改变以往单纯作为泥浆堆放地的做法。比如依据吹填区的面积、地形和周边生态环境特点合理划分不同功能区。生态缓冲区种植一些耐盐碱、耐水淹的水生植物进一步吸附和过滤从沉淀区可能渗出的细小悬浮物，起到二次净化水质的作用。在泥浆处理方面，除了现有的三级沉淀池设置施工单位还可以引入微生物强化处理技术，往泥浆中投放特定的微生物菌群分解泥浆中的有机成分，加快泥浆的腐熟和固液分离速度，使沉淀后的泥浆更加稳定，减少后续可能产生的二次污染风险。同时，施工单位还可采用分层排水和生态过滤相结合的方式，上层排水经过生态缓冲区的植物和土壤过滤后再排出，下层排水则通过铺设特殊的过滤材料和设置小型净化池进行处理，确保最终排放到周边水域的水在水质上完全符合甚至优于国家标准，实现吹填区从单纯的泥浆处理场所向生态化、可持续的区域转变。

（四）施工期水质实时监测与预警的智能化升级

施工期水质监测不能仅仅停留在定期采集数据的层面，要朝着智能化实时监测与预警方向升级。施工单位要借助先进的传感器技术，开发小型化、高精度且具备多参数监测能力的水质传感器精准测量水体的 pH

值、溶解氧、悬浮物、重金属含量等多项关键指标，并且可以长时间稳定工作，将其广泛布设在施工区域及周边水域的不同深度和位置，从而形成一个密集的水质监测网络。同时，施工单位还要运用大数据分析和云计算技术搭建水质监测数据分析平台，快速分析处理各个传感器收集到的海量数据并实时传输至该平台，准确识别水质指标的细微变化趋势，依据预设的水质标准阈值和变化速率模型，提前预判水质恶化的风险及时发出预警信息。比如当溶解氧含量下降速度过快或者悬浮物浓度即将超出警戒值时，系统会第一时间通知施工方采取相应的应急措施，避免水质出现严重污染情况。

（五）基于生态修复的后续环境管理策略

港口航道疏浚工程结束后，施工单位不能忽视后续的生态修复和环境管理工作，对于施工过程中受到扰动的水域底质和岸线区域要投放适合当地水域环境的底栖生物幼体，这些生物一方面通过自身的滤食作用进一步净化水体，另一方面其活动有助于改善底质的物理结构，促进底质的生态恢复。在岸线修复方面施工单位要采用生态护岸技术，种植水生植物、放置生态石笼等方式构建具有生态功能的岸线。水生植物的根系可以固土护坡，防止水土流失，同时为鱼类、两栖动物等提供栖息和繁殖场所，生态石笼既能起到一定的加固岸线作用，其空隙又可供水生生物穿梭栖息。

结语

综上所述，港口航道疏浚工程对环境有着多方面的影响，而环保技术在其中的应用涉及疏浚设备优化、疏浚土处置以及生态修复等多个环节。在未来随着科技的不断进步以及环保理念的深入人心，相信港口航道疏浚工程中的环保技术将更加成熟、高效，为全球海洋生态环境的保护以及海洋经济的繁荣贡献更大的力量。

参考文献

- [1] 周允谦，杨明哲. 基于环保理念的港口航道疏浚工程探讨 [J]. 珠江水运, 2021, (21): 110-111.
 - [2] 池大勇. 港口航道疏浚工程施工技术研究 [J]. 珠江水运, 2021, (20): 44-45.
 - [3] 王冶. 环保理念下的港口航道疏浚工程浅析 [J]. 珠江水运, 2015, (15): 68-69.
 - [4] 冯超. 浅谈环保理念下的港口航道疏浚工程 [J]. 黑龙江科技信息, 2015, (22): 262.
 - [5] 蒋毅. 浅谈环保理念下的港口航道疏浚工程 [J]. 城市建筑, 2013, (12): 163.
 - [6] 牟际宏. 港口航道疏浚工程的造价优化与成本控制策略研究 [J]. 珠江水运, 2024, (22): 94-96.
- 作者简介：侯振弼（1996.02），男，蒙古族，辽宁省法库县，助理工程师，学士学位，研究方向：港口与航道工程现场施工技术管理方向。