

绿色发展背景下港口航道工程施工研究

宋柔嘉

江苏通航建设工程有限公司, 江苏 南通 226001

[摘要]港口航道工程作为综合交通运输体系的重要组成部分,在支撑区域经济发展的同时,也面临着资源消耗大、生态扰动明显、碳排放较高等突出问题。文中立足于绿色发展理念,系统分析了当前港口航道工程施工中存在的全过程绿色管理意识与智能化应用不足、疏浚施工生态扰动控制效果不佳、能源消耗与机械设备排放较高、建筑废弃物及施工废水资源化利用不足四方面问题,并针对性地提出建立全过程绿色施工管理与智慧化监测体系、优化疏浚施工工艺与生态保护措施、推广节能环保设备与清洁能源应用、加强施工废弃物与水资源循环利用等优化措施。研究表明,将绿色发展理念贯穿于港口航道工程施工全过程,是实现工程效益与生态保护协调统一的关键路径。

[关键词]港口航道工程;绿色施工;生态保护;节能减排;资源循环利用

DOI: 10.33142/ec.v9i7.20048

中图分类号: U652

文献标识码: A

Research on Port and Waterway Engineering Construction under the Background of Green Development

SONG Roujia

Jiangsu Tonghang Construction & Engineering Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226001, China

Abstract: As an important component of the comprehensive transportation system, port and waterway engineering not only supports regional economic development, but also faces prominent problems such as high resource consumption, significant ecological disturbance, and high carbon emissions. Based on the concept of green development, this article systematically analyzes four problems in the current construction of port and waterway engineering, including insufficient awareness and intelligent application of green management throughout the entire process, poor ecological disturbance control effect in dredging construction, high energy consumption and mechanical equipment emissions, and insufficient resource utilization of construction waste and construction wastewater. Targeted optimization measures are proposed, including establishing a green construction management and intelligent monitoring system throughout the entire process, optimizing dredging construction technology and ecological protection measures, promoting energy-saving and environmental protection equipment and clean energy applications, and strengthening the recycling of construction waste and water resources. Research has shown that incorporating the concept of green development throughout the entire process of port and waterway engineering construction is a key path to achieving the coordination and unity of engineering benefits and ecological protection.

Keywords: port and waterway engineering; green construction; ecological protection; energy-saving and emission reducing; resource recycling and utilization

引言

伴随着国家碳达峰碳中和战略不断推进,交通运输基础设施建设的绿色低碳转型也成了行业发展的必然趋势。2025 年政府工作报告中提出完善支持绿色低碳发展的政策和标准体系,加强废弃物循环利用。港口航道工程是水运交通的骨干工程,港口航道工程的建设过程中存在大量的土石方开挖、疏浚吹填、混凝土浇筑等作业,会对周边

生态环境造成较大的影响。交通运输部等有关单位明确提出航道工程建设要坚持生态优先、绿色发展。但是目前港口航道工程施工还存在着绿色管理意识薄弱、施工工艺粗糙、资源利用率低等问题,需要从理念、技术、管理等方面推动港口航道工程施工的绿色化转型。本文主要对港口航道工程绿色施工存在的主要问题进行了梳理,并提出相应的优化措施,为港口航道工程绿色低碳发展提供一定的借鉴。

1 绿色施工对港口航道工程的重要意义

绿色施工是在工程建设过程中,在保证质量、安全等基本要求的基础上,通过科学管理、技术进步,最大限度地节约资源、减少对环境影响的施工活动。对于港口航道工程而言,绿色施工的意义尤为突出。从生态保护角度来讲,港口航道工程一般处于江河湖海沿岸,施工区域常常牵涉到湿地、滩涂、水产种质资源保护区这些生态敏感区域,推行绿色施工可以有效地削减施工活动给水生态系统、底栖生物群落和周边环境带来的干扰和破坏,维持区域生态平衡。从资源节约的角度来说,港口航道工程体量大,单个项目消耗大量的钢材、水泥、砂石等建筑材料,疏浚产生的巨量土方如果不加以利用就会造成资源浪费,绿色施工重视资源的高效利用和循环再生,有利于降低工程成本、提高资源利用率。从碳排放控制的角度来说,港口航道工程施工期间大量使用柴油驱动的大型施工机械,能耗大、排放集中,根据测算可知,6台纯电装载机代替柴油装载机,每年可减少柴油消耗约150t,削减二氧化碳排放近500t。从行业发展趋势来看,交通运输部已经系统地构建并推广了水运工程绿色建造的“3-5-2”技术体系,即源头减碳、过程降碳、末端固碳三个方向,使绿色低碳的要求渗透到设计、施工和交付的全过程。绿色施工能力已经成为港口航道建设企业核心竞争力的重要组成。

2 港口航道工程绿色施工存在的问题

2.1 绿色施工全过程管理理念与智能化应用不足

目前港口航道工程建设过程中,绿色施工管理思想还没有完全渗透到工程的全过程之中。项目前期策划阶段很多建设单位没有编制系统的绿色低碳专项实施方案;设计阶段对施工期碳排放缺乏充分的测算;施工阶段虽然部分企业编制了绿色施工方案,但是大多只是一味地强调形式上的绿色施工,缺少可操作性以及动态调整的机制。中交水运规划设计院已经率先制定出水运工程建设期碳排放测算标准、水运工程碳排放测算定额,对排放分类、边界范围、测算方法进行明确,并形成包含材料、施工机械台班、运输装备周转等全过程的“碳数据底座”。但是大多数项目还没有系统地应用这些标准^[1]。数字化智慧化应用的深度和广度都存在着不足之处,施工过程能耗监测、环境数据采集等很多依靠人工记录的方式,没有得到实时、精准的数字化管控手段的支撑,从而导致无法及时发现并纠正施工过程中出现的环境违规行为。

2.2 疏浚施工生态扰动控制效果不佳

疏浚作业是港口航道工程中最关键、最易产生生态影响的施工环节。施工期间,由于挖泥船对底质的开挖扰

动造成大量的悬浮物扩散,给水生生物栖息地造成了严重的危害。疏浚段作业对河床扰动大,底栖生物活动能力低,生存受环境变化影响较大,最直接的影响就是航道疏浚导致底泥减少造成航槽内底栖生物的损失。传统疏浚工艺中,挖泥船下游悬浮物浓度峰值一直很高,超标时间很长,施工后底栖动物恢复过程缓慢。另外一些施工单位为了赶工期,在鱼类繁殖期仍然进行大规模的疏浚工作,加重了生态破坏。目前行业内广泛使用的绞吸式、耙吸式挖泥船虽然施工效率高,但是悬浮物扩散控制、底栖生物保护等方面还存在着明显的不足,环保型疏浚工艺的推广力度远远不够,施工过程中坚持“慢、细、静”的原则,采用低速分层施工、定量控制等精细化手段,最大限度地减少水体扰动的做法还没有成为行业常态。

2.3 能源消耗与机械设备排放较高

港口航道工程施工属于典型的能源密集型作业,大量使用挖掘机、装载机、打桩船、挖泥船、运输车辆等柴油驱动机械设备,这些设备燃油消耗量大、排放集中,港口施工机械的碳排放量在工程总碳排放中占有相当比重。另外,大多数港口航道工程所用施工机械设备为老式高污染的,传统的柴油机有黑烟、废气、噪音等污染。能源结构上,可再生能源、清洁能源在施工机械中应用很少,太阳能、风能等清洁能源只用于项目部生活区或者辅助设施,没有进入施工动力系统。六部委联合发布的《关于推动内河航运高质量发展的意见》中明确提出要加快港口绿色低碳技术的应用,推进港作机械、港内运输装备使用绿电、氢、LNG等新能源和清洁能源。但是由于充电基础设施不健全、电动施工机械种类少、初始投资大等原因,电能替代柴油的速度非常缓慢。

2.4 建筑废弃物及施工废水资源化利用不足

港口航道工程施工产生的废弃物种类繁多、数量巨大,主要分为疏浚土方、灌注桩泥浆、混凝土废料、废旧模板、施工废水等,目前这些废弃物的资源化利用率较低。疏浚土方面,大量的疏浚土被直接外抛或者堆放,不但占用土地资源,而且还会对倾倒区水底栖生物生存环境造成二次污染。灌注桩施工中传统的泥浆外运处理方式费用高、运输途中有漏失造成海域、道路二次污染。施工废水中基坑降水、设备冷却水、混凝土养护水等不经处理直接排放,既浪费了水资源,又会对周边水体造成污染。国内首个无废港口建设指南团体标准以“减量化、资源化、无害化”为建设目标,主要对总体要求、基础设施建设、源头减量、收集贮存、资源化利用处置和运行管理六个方面进行阐述^[2]。但是该标准发布不久,行业整体的废弃物资源化利

用水平仍然很低,缺少系统性的分类收集、运输、处理和再利用体系,政策引导和市场机制还不完善。

3 绿色发展背景下港口航道工程施工优化措施

3.1 建立全过程绿色施工管理与智慧化监测体系

解决绿色管理意识缺乏、智能化应用不足问题,核心就是创建起涵盖工程全生命周期的绿色施工管理体系,并且将数字化技术深度融合进去。从管理体系上讲,把绿色施工的要求融入工程的招投标、设计、施工和验收等各个环节中去,使绿色低碳的要求渗透到设计、施工和交付的全过程之中。另外,创建绿色施工责任制度,把绿色施工成效当作项目考核、人员评定的标准,从而产生自上而下的推动作用。智慧化监测上应该大力推行物联网、大数据、人工智能等技术,创建起智慧工地管理平台。中交天航北海项目部已经提出了打造“北海航道生态驾驶舱”的设想,将施工数据和环境监测信息整合起来,从而达到对环保指标进行可视化管理的目的。另外,连申线黄响河到淮河入海水道段绿色智慧航道科技示范工程正在使用 DeepSeek 等大模型技术,对项目全周期、全领域内的各种各样的数据进行整合,创建出港航工程建设行业特有的垂直知识库和知识图谱。采用数字化手段对能耗数据进行自动采集,环境指标实施实时预警,碳排放开展动态核算,促使绿色施工管理由依靠经验的管理方式转变为依靠数据的管理方式。

3.2 优化疏浚施工工艺与生态保护措施

疏浚施工生态扰动大时,要从工艺优化和生态保护两个方面共同入手。工艺优化上应该优先选择低扰动、高精度的疏浚设备和工艺,赤水河航道绿色养护工程在施工过程中严格把控疏浚精准度,在作业挖机臂精准标定尺度标识,全程控制挖掘深度,保证淤积清理彻底,不给河床生态带来额外扰动。施工时间安排上要避开鱼类产卵期、洄游期等生态敏感时段,减少水下作业时间。在生态保护上,在施工区域设置防污帷幕、悬浮物沉淀池等防护设施,惠州港东联作业区进港航道扩建工程采用物理阻隔的方式,用防污帘构建起一道环保的水上防线,形成隔绝施工水域和天然水域的坚固屏障^[3]。12.5m 深水航道维护项目从生态风险源头入手,创建起全链条的绿色管理体系,对施工船舶实行常态化的安全环保交底和专项培训,把绿色规范落实到船、到岗、到人。对于不可避免的生态损害,要制订系统的生态修复方案,实行“边施工、边保护、边修复”的绿色施工模式。

3.3 推广节能环保设备与清洁能源应用

解决能源消耗高、排放大的问题,主要途径就是加快

施工设备节能环保升级和能源结构调整。设备更新方面应该选择技术先进、能耗低、污染少的施工机械,逐步淘汰高排放的老旧设备。连云港新苏港码头公司开展非道路移动机械“油改电”项目,6 台徐工纯电装载机正式投入使用到码头物料装卸作业中,代替了老旧的柴油装载机,是港口移动源污染防治由末端治理向源头替代转变的重要一步。本次入列的新能源装载机额定功率都是 320kW,每小时可以完成 650t 物料装卸,作业效率完全媲美传统的柴油车辆,配合 300kW 直流快充桩,从 30%电量充到满电只需要 65min。6 台设备每年可以减少柴油消耗 150t,削减二氧化碳排放近 500t,氮氧化物、颗粒物零排放。在能源结构优化上,要积极引进太阳能、风能等可再生能源给施工临时设施供电,上海港罗泾港区自动化集装箱码头依靠集约化布置、疏浚土吹填造陆等方式来改善土地和岸线的利用率。另外还要对施工组织设计进行优化,减少设备空转、怠速时间,科学调度提高设备利用率,从管理角度降低能耗。下表为传统柴油施工机械和新能源纯电装载机主要参数的直观对比表。

表 1 为传统柴油施工机械和新能源施工机械主要参数对比表

对比维度	传统柴油装载机	纯电装载机
单台额定功率	—	320kW
单机作业效率	—	650t/h
年柴油消耗	约 25t/台	0t
年 CO ₂ 排放	约 80t/台	0t
尾气排放	黑烟、NO _x 、颗粒物	零尾气、零颗粒物
噪声污染	高噪声	显著降低
补能方式	柴油加注	直流快充, 65min 充满
综合能耗成本	基准值	约为燃油车的 65%

3.4 加强施工废弃物与水资源循环利用

解决废弃物、水资源利用不足问题要创建起系统的分类收集、处理、再利用体系。在废弃物处理上要遵循“减量化、资源化、无害化”的方针,对各种废弃物实行循环利用。疏浚土方可以被用作填方工程、生态礁体的构建、建筑材料的生产等用途,镇江是江苏省沿江首个疏浚砂综合利用试点城市,长江镇江段航道与锚地疏浚砂综合利用项目将航道疏浚与水运资源深度融合,2020 年至今累计完成疏浚砂上岸超过 2100 万 t,带动地方经济发展超过 10 亿元。灌注桩泥浆是施工中遇到的突出难题,可以参照南通金牛码头项目采用压滤机处理废泥浆的做法,钻机产生的废泥浆通过管道进入压滤机,经挤压变成干硬的“泥饼”,分离出的水无害排放,泥饼晾晒后用作回填土方。不但可以防止泥浆进入大海,而且可以节省传统外运方式下高达 200 多万元的处理费用以及 31 万车次的运输

量^[4]。黄骅港煤五期项目建设中建筑垃圾约 1.2 万 m³ 被用作临时道路填筑。在水资源循环利用上要创建施工废水收集、处理和回用体系，南通金牛码头项目生活废水经三级沉淀后再用作工地绿植的浇灌用水，基坑降水回收后用作洒水降尘。

4 结语

绿色发展成为港口航道工程建设的必然走向。目前港口航道工程绿色施工还存在着管理理念落后、生态扰动大、能耗排放高、资源利用率低等问题，需要从全过程管理、工艺改进、设备更新、资源循环等各方面入手加以推进。交通运输部发布的近零碳交通设施技术要求系列标准中，对港口作业区的总体要求、场地布置、能源结构调整、建筑节能、设施设备节能以及碳排放管理等都做出了规定。随着《水运工程建设期碳排放测算标准》、无废港口建设指南等一系列标准规范的相继出台并实施，港口航道工程绿色施工将会渐渐地趋向于标准化、规范化、智能化。行

业企业要抓住绿色转型的契机，加大科技创新的投入，推进港口航道工程建设由传统的资源消耗型向绿色低碳型转变，使工程效益、生态效益和社会效益三者相协调，为交通强国和美丽中国建设提供港航力量。

[参考文献]

- [1]沈俊杰.老旧港口航道升级改造工程施工要点与创新[J].珠江水运,2026,8(4):37-39.
- [2]邵帅.港口航道等级提升对区域物流网络的优化[J].中国航务周刊,2026,10(13):60-62.
- [3]杨咏梅.港口航道疏浚工程中绿色施工技术应用研究[J].运输经理世界,2025,20(35):156-158.
- [4]吴健.港口航道疏浚工程中的绿色施工技术[J].中国科技信息,2025,8(15):114-116.

作者简介：宋柔嘉（1993—），女，汉族，江苏南通人，助理工程师，淮海工学院港口航道与海岸工程专业毕业，现就职于江苏通航建设工程有限公司，从事港口航道施工工作。