

Study on the Balance between the Development of Water Transport Engineering and the Sustainable Development of Ecological Environment

Juanjuan Wu

Zhejiang Hengzexi Transportation Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 311200, China

Abstract

Driven by China's national strategy to build a strong transportation sector and the "dual carbon" goals, water transport projects—core components of the integrated transportation system—are experiencing a wave of large-scale development. Grounded in ecosystem service theory and sustainable development principles, this study examines the fundamental conflicts between water transport projects and ecological environments through case studies like the Pinglu Canal and Yangtze River Upper Reclamation Project. By analyzing the entire lifecycle from planning to operation, it proposes a balanced development approach emphasizing ecological priority, technological empowerment, and institutional safeguards. The findings provide theoretical support and practical guidance for advancing high-quality development of water transport projects while protecting the ecological environment.

Keywords

water transport engineering; ecological environment; sustainable development; balance study

水运工程发展与生态环境可持续发展的平衡研究

吴娟娟

浙江恒则熙交通科技有限公司, 中国·浙江 杭州 311200

摘要

在交通强国战略与“双碳”目标双重驱动下,水运工程作为综合交通运输体系的核心组成部分,迎来规模化建设浪潮。本研究基于生态系统服务理论与可持续发展理念,结合平陆运河、长江上游航道整治等典型工程实践,系统分析水运工程与生态环境的核心矛盾,从规划、施工、运营全生命周期视角,提出生态优先、技术赋能、制度保障的平衡发展路径,为水运工程高质量发展与生态环境保护协同推进提供理论支撑与实践参考。

关键词

水运工程; 生态环境; 可持续发展; 平衡研究

1 引言

水运工程作为大型基础设施的一种,涉及面较广而且影响范围大,很容易对周边环境产生影响。而且水运工程主要任务是实现水资源的调节,所以后续的作业也会对周边环境产生很大的影响,和环境关系密切。而随着社会的发展,环保的理念逐渐深入人心,可持续发展也成为水运工程建设的指导理念。近年来,从中央到地方,推动水运绿色转型的顶层设计与实践探索同步加速^[1]。然而,传统水运工程的建设与运营,如航道疏浚、港口作业、船舶航行等,长期伴随着水体扰动、岸线占用、大气与噪声污染、生物栖息地破坏等一系列生态环境问题,这与生态文明建设和“美丽中国”

的宏伟目标形成了尖锐矛盾。因此,如何破解发展与保护的的对立,寻求水运工程与生态环境系统的动态平衡与协同共生,已成为行业亟待破解的时代命题。2025年,交通运输部等六部门联合发布《关于推动内河航运高质量发展的意见》^[2],将“加快绿色低碳转型”列为核心任务,明确提出了发展新能源船舶、打造绿色港口、建设绿色美丽航道的系统部署。与此同时,从世纪工程平陆运河的生态觉醒,到宿迁“电化运河”的先行先试,再到泸州、金华等地的全域治理,一系列创新实践正在为中国乃至世界的内河航运可持续发展绘制生动的“施工图”^[3]。在此背景下,本研究旨在分析水运工程发展与生态环境可持续发展的平衡新路径,为相关体系构建提供理论指导及实践参考。

2 水运工程发展的生态挑战与转型必要性分析

传统水运模式在生态环境方面面临的挑战是多方面且累积性的。在基础设施建设阶段,航道的开挖整治会直接引

【作者简介】吴娟娟(1982-),女,中国江苏南通人,本科,助理,从事交通行业安全技术咨询研究。

起河床形态和水动力条件的改变,可能会引起局部水域浑浊度增加、底栖生物群落受到毁灭性打击,以及造成珍稀鱼类洄游通道被截断。处于运输装备阶段,采用柴油动力的船舶是移动污染源,所排放的硫氧化物、氮氧化物和颗粒物极大影响了沿岸空气质量,而含油污水、生活污水若潜在排放会直接威胁到水体安全。就港口运营层面而言,散货装卸所产生的粉尘、集疏运车辆引致的尾气和噪声现象,以及岸上辅助设施的高能耗导致港口往往成为区域性的污染集中点^[1]。

应对严峻的生态约束跟国家“双碳”战略目标,水运工程做绿色转型已不是“可选项”,而是牵扯行业未来生存与竞争实力的必选题,促成这一转型的动力出自三个方面:一是政策法规的有力倒逼,不断收紧的环保标准与监管,像船舶排放控制区、强制实施岸电使用等情况抬高了传统模式的环境开支;二是重新构建市场竞争力的内在需求,绿色低碳正成为全球供应链甄选物流服务商的主要标准,实施绿色航运是提升我国航运业国际竞争力的关键;三是技术革命创造的历史契机,新能源、新材料、智慧技术、生态工程技术实现的突破,为成体系解决航运污染问题提供了前所未有的技术途径。

3 水运工程发展与生态环境的核心矛盾

3.1 水系格局改变与生态系统稳定的冲突

水运工程建设势必会阻碍天然水系的自然演化进程。如航道疏浚、截弯取直的工程会对河道形态加以改变,引起水流速度、水深、水温等水文条件的变动,进而影响到水体自净的能力。平陆运河进行建设时规划的不同等级梯级航运枢纽虽能对水位落差进行调节保障通航,但会让水流速度减慢,增高水质出现富营养化现象的风险。枢纽工程的兴建还会阻碍鱼类的洄游通道,对水生生物多样性构成极大危害。如湘江衡阳段作为四大家鱼关键的产卵区域,土谷塘航电枢纽建设刚开始时,造成洄游鱼类繁殖受阻;汉江兴隆至蔡甸段航道整治工程施工所在区域为国家级水产种质资源保护区,直接影响着四大家鱼的栖息以及产卵。运河开通还会引发盐水入侵,平陆运河青年枢纽因与茅尾海紧邻,船闸运作中海水跟淡水的交换也会引发氯盐侵蚀,对水工结构耐久性以及周边取水的安全产生作用。

3.2 工程建设与生物栖息地保护的矛盾

水运工程施工阶段的疏浚、炸礁、抛石等作业会直接损害底栖生物的生存栖息地。传统抛石护岸工艺的精度欠佳,石块入水瞬间冲击能量大,而且让材料出现了浪费,还会损害鱼类的栖息环境,在长江上游航道整治工程实施前期,部分河段因为施工扰动,引起底栖生物多样性降低,鱼类种群数量出现一定减少。其次,港口的建造以及航道的拓宽还会占用湿地、滩涂等生态敏感区域,引起生态系统服务功能减退。在北部湾地区部分港口实施建设的过程中,围填海工程占用了红树林的湿地,影响着候鸟栖息地和海洋生物的生存状态与环境,施工出现的悬浮物会对水生植物光合作

用形成遮蔽,噪声及振动会干扰水生生物开展繁殖行为;汉江航道整治工作时发现,炸礁作业引起的震动会造成鱼卵和幼鱼大量死去^[2]。

3.3 运营期间内污染排放与环境承载力的矛盾情形

水运工程运营阶段,污染排放主要来自船舶运输和港口作业,船舶尾气中诸如二氧化硫、氮氧化物等污染物会影响空气质量,若把生活污水、含油污水直排,会污染水体环境。当前,即便我国已大力推进船舶环保改造,然而到2024年这个节点,仍有部分老旧船舶的污染排放量超过了标准。与此同时,港口作业时货物的装卸、堆存会造成粉尘污染,集装箱运输中的柴油集卡会引起碳排放的上升。从泸州港的数据可知,传统燃油集卡的碳排放可达300吨以上,然而港口岸电设施的普及度和使用率还有提升空间,一些港口存在“有设施却闲置一旁”的现象,影响了污染减排的实际成效,船舶运输的危险物品或许会出现泄漏现象,给生态环境造成极刻的风险。

4 水运工程发展与生态环境可持续发展的平衡机制

4.1 顶层设计与生态优先的规划策略

新时期背景下,平衡水运工程发展与生态环境可持续发展应重视从规划开始起步,必须把“生态保护红线”作为水运工程规划建设的强硬约束。在项目可行性研究阶段便开展全面深入的生态环境本底调查及影响预测,规划理念应从单一的通航效率最大化思路转向航运—生态、经济、社会多重效益协同优化模式。在航道线路比选的环节中,优先避开生态敏感地带;在开展港口布局事宜时激励采用集约化、集群化的发展途径,削减对自然岸线的切割与占用量。国家政策明确要求,在发展过程中要将生态环保理念贯穿水运工程全阶段,而且要严格做好港口岸线资源审批管理,夯实非法码头整治的成效。

4.2 技术创新与绿色工程的建设策略

在工程建设的这个阶段,体现生态友好的新技术、新工艺、新材料是降低环境干扰的核心要点,这主要体现为两个方面的内容:其一体现为生态航道技术,推进采用生态护岸、人工鱼巢、增殖放流等生境修复技术。如平陆运河项目把生态护岸率增至86%,远超行业既定的50%标准界限,且创造性地重新构建了中断66年的钦江鱼类洄游通道,依靠“竖缝式+鳗鱼道”双通道设计达成,成功监测到众多鱼类往上和往下游移动。岷江公司在山区河流整治实践里,研发了航道通航跟生态保护协同的整套工艺,采用多“V”形整治建筑物、彩石护滩等举措,减小了对鱼类栖息地的影响程度^[3]。二是资源循环往复利用技术,带动疏浚土、工程弃渣的综合利用,平陆运河项目采用创新的土石方利用模式,把挖掘的3.15亿立方米土石方用在抬填造地、矿坑修复等用途上,为当地额外净增1.39万亩耕地,实现了让废弃的土石方发挥新价值,见表1。

表1 技术创新与绿色工程建设数据

技术领域	主要指标	数据/效果	应用案例
生态航道建设	生态护岸率	86%	平陆运河
船舶污染物治理	船舶垃圾、生活污水转运处置率	98%	泸州“绿水绿航”行动
新能源船舶应用	电动货船运用成本降低	50%	宿迁“电化运河”

4.3 清洁能源与全链条治理的运营策略

运营阶段开展绿色转型是降低碳排放与污染物排放的关键环节，该策略可以总结为“动力清洁化、港口低碳化、治理闭环化”，具体可以从以下几个方面进行开展。一是船舶动力清洁化。相关部门可以加速推进纯电动、LNG（液化天然气）、甲醇、氢燃料电池等新能源及清洁能源船舶的发展。如借鉴宿迁市实施的“电化运河”计划，推行电动货船，其运营成本可降低到原来的50%以下，实现航行安静零排污；泸州已建成一批LNG动力船和纯电动客渡船，从根源处减轻船舶引起的大气污染。二是港口码头低碳化。打造“近零碳”口岸，这包括实施大规模岸电设施的搭建工程，强制或者鼓励船舶靠港时用岸电，替换掉辅机发电；推进港口作业机械及集疏运车辆实施油改电、油改氢。如泸州港大规模采用新能源无人驾驶集卡，作业能耗成本削减超50%；构建“光伏+港口”分布式能源体系，做到绿电的自给自足，诸如金华罗洋作业区规划实施光伏项目。三是污染物治理闭环化。相关部门可以搭建覆盖“接收—转运—处置”全阶段的船舶污染物治理体系。如泸州借助专用接收船“泸碧水1

号”以及智能接收装置，做到船舶垃圾、生活污水、含油污水不直排，处置率稳定停留在98%以上，朱码船闸采用的智能污染物接收装置，依靠扫码投放、自动称重以及数据联网，达成了监管的全流程闭环。

4.4 智慧赋能与精细化管理的监管策略

数字技术是实现精细型、智能型环保监管的催化剂。可持续发展可以凭借打造智慧航道及智慧港口，采用物联网、北斗、数字孪生、人工智能等技术，可实现对环境指标和污染源的即时监测、智能分析与预警判定。如平陆运河所打造的全国首个全生命周期数字孪生智慧运河系统，可以整合卫星遥感以及BIM模型，实现72小时水位精准预估与智能化工程管理；在金华兰溪市建成的“绿色矿山-智能廊道-智控装船”全链条模式，采用视频监控与智能计量，实现了运料无扬尘现象的绿色运输目的；太湖采用的全球首创“太湖之光”生态清淤平台，采用全工艺智能分析系统对清淤、脱水与余水处理实施全流程的智能调控，实现了无二次污染的处理模式，见表2。

表2 智慧赋能与精细化管理建设数据

技术领域	主要指标	数据/效果	应用案例
环保工程技术	生态清淤平台余水处理标准	达到地表湖库III类水质标准	“太湖之光”清淤平台
智慧绿色港口	新能源无人驾驶集卡作业能耗成本节省	50%	泸州港
智慧赋能与精细化管理监管	自动化码头年集装箱吞吐量	突破700万标准箱	上海洋山深水港码头

5 结语

综上所述，水运工程发展与生态环境可持续发展的核心矛盾集中于水系格局改变、栖息地破坏和污染排放三大方面，平衡发展的关键在于构建“规划源头管控、施工技术赋能、运营精细管控”的全生命周期体系。实践证明，坚持生态优先理念，运用技术创新、制度保障、协同治理等手段，可实现水运工程发展与生态保护的良性互动。

参考文献

- [1] 万云刚,王树南,贾佳佳,等.基于PDCA的水运工程施工环境保护管理方法探索[J].珠江水运,2025,(21):55-57.
- [2] 姚成二.“全力做好发挥引江济淮工程综合效益这篇‘大文章’”——对话安徽省引江济淮工程领导小组办公室副主任胡再生[J].决策,2022,(12):21-24.
- [3] 董晔中.积极推进黄河干流分段通航与旅游通航——甘肃省内河水运发展思考[J].交通企业管理,2022,37(06):45-47.