

生态用海在长江口水利工程中的实践与探讨

姜 浩

(上海市堤防泵闸建设运行中心, 上海市 200080)

摘 要: 随着生态文明建设的持续推进和海洋生态环境保护举措的逐步落实, 生态用海被纳入具体的管理要求。基于长江口特殊的河口海洋动力环境和丰富的滩涂湿地资源, 水利整治工程建设中贯彻生态用海理念, 促进河口海域资源高效保护和利用。基于长江河口海域重叠区域管理的政策背景下, 分析了生态用海相关政策及规范要求, 提出水利工程的实践理念与思路, 结合已建水利工程的成功经验, 对生态化平面设计、生态化堤坝建设和生境提升措施等关键技术研究 and 应用进行总结, 针对性提出分析建议, 为类似水利工程建设提供较好的借鉴与经验。

关键词: 河口海域重叠区; 生态用海; 平面布置连通性; 建筑物结构生态化; 生境提升; 动态适应性管理

中图分类号: X145

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)11-0206-04

Practice and Discussion on Ecological Sea Use in Yangtze River Estuary Water Conservancy Project

JIANG Hao

(Shanghai Embankment, Pump and Gate Construction and Operation Center, Shanghai 200080, China)

Abstract: With the continuous advancement of ecological civilization construction and the gradual implementation of marine ecological environment protection measures, the ecological use of the sea has been incorporated into specific management requirement. Based on the special estuarine marine dynamic environment and rich tidal flat wetland resources in the Yangtze River estuary, the concept of ecological sea use is implemented in the construction of water conservancy improvement projects to promote the efficient protection and utilization of estuarine sea resources. Based on the policy background of the management of overlapping areas in the Yangtze estuary, the relevant policies and norms of ecological sea use are analyzed and the practical concept and ideas of the hydraulic engineering are proposed. Combined with the successful experience of the built hydraulic engineering, the research and application of key technologies such as ecological graphic design, ecological dam construction and habitat improvement measures are summarized, and the targeted analysis and suggestions are put forward, which provide better reference and experience for the construction of similar hydraulic engineering.

Keywords: overlapping area of estuarine sea; ecological sea use; layout connectivity; ecological structure of buildings; habitat upgrading; dynamic adaptive management

0 引 言

海域与海岸线作为珍贵的海洋空间资产, 是推动海洋经济增长与维护海洋生态平衡的关键依托^[1]。长江口拥有复杂的河口海湾地貌与丰富的滩涂湿地资源, 不仅是上海市重要的生态屏障, 也是鱼类洄游与鸟类栖息的关键生态节点^[2]。

自《长江口综合整治开发规划》^[3]实施以来, 一系列整治工程在稳定河势方面成效显著, 但也对河口生态系统造成了不同程度的影响^[4]。近年来, 随

着“长江大保护”战略的深入实施及重叠区域管理政策的落地, 在水利工程中贯彻“生态优先、保护为主”的用海理念, 实现工程建设与生态保护的协同增效, 已成为行业共识与发展必然^[4-5]。

本文以长江口典型整治工程为研究对象, 旨在: (1) 梳理生态用海的政策体系与技术要求; (2) 分析生态工程措施在水动力调控与生态恢复中的作用机制; (3) 总结可推广的工程经验与管理路径, 为未来河口区域的生态型水利建设提供科学参考。

1 生态用海相关政策及规范演进

我国生态用海政策体系以 2017 年为关键节点。国家海洋局相继出台了《海岸线保护与利用管理办

收稿日期: 2025-09-23

作者简介: 姜浩(1981—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事水利工程建设管理、设施运行管理等工作。

法》等一系列纲领性文件,确立了以“自然岸线保有率”为核心的生态优先管控原则。此后的技术标准,如《围填海工程生态建设技术指南》等,则从操作层面倡导离岸人工岛、透水构筑物等生态友好型平面设计,标志着生态用海从原则性要求走向具体的技术实施阶段。

综合分析,生态用海旨在从海洋生态系统保护出发,优化海洋利用布局结构,推动海域资源立体化综合开发,坚持在开发中保护、在保护中开发,着力提升资源利用的综合效率与产出价值,以确保海域开发利用始终在经济、社会与生态协调统一的轨道上^[7]。

2 实践理念与思路

2.1 聚焦问题目标,精准生态护岸

长江口因上游来沙骤减,正经历着剧烈的冲蚀与河道形态重塑,主要表现为岸线冲刷后退、主槽扩深及江心沙洲萎缩。这一演变过程,已直接危及河口的防洪、供水、航运及湿地生态等多重安全。研究^[8-9]表明,针对长江口局部未受控制的自然沙体,扁担沙、横沙浅滩等关键敏感区域的生态保滩护岸工程,必须基于精准的河势演变预测,在关键时机介入,以实现“事半功倍”的治理效果。这一思路强调了科学预警与精准干预的紧密结合。

2.2 践行长江大保护,保滩与生态协同增效

为落实长江大保护,工程布局的核心转向维持水系连通性。控制潜堤高程、预留生态通道等技术手段,在保持水体连通,不改变滩涂自然属性的情况下,不仅可实现保滩护滩,同时促进区域生境维护与提升,体现了从“单一工程结构”向“生态系统工程师”角色的转变。

2.3 精准规划,动态优化

因长江口滩槽变化及当地敏感的生态环境,工程项目在前期应运用河演分析、数学和物理模型等多种方法,从不同角度开展科学分析论证。同时,应充分考虑过度的工程干预对环境可能造成的不利影响,宜在总体规划布局下分阶段推进实施。同时,过程中应加强跟踪监测和动态评估,根据阶段性的实施效果,对工程方案进行必要的优化,从而形成“监测-评估-优化”的管理闭环。体现了从静态蓝图式规划向动态适应性管理的转变。

2.4 采用生态措施,营造多元生境

在预留必要生态通道的基础上,对滩面进行有

效防护,利用疏浚土就近上滩利用,结合自然淤积和自然护滩保育,有序、合理营造适宜高程条件,整体形成以潮间带-潮下带地貌格局为主要特征的生态基底^[10],同时积极应用多孔隙生态结构、采取有效措施营造多元化生境,提高生物资源总量和生物多样性,锚固工程区生态基底。生态结构的应用兼顾保滩挡流和生态提升,实现一海多用。

3 典型技术研究与应用

3.1 生态化平面设计

3.1.1 先促后围、多促少围

上海滩涂资源主要分布于长江口三大自然保护区以及横沙东滩、南汇东滩、崇明北沿和杭州湾北岸等区域。其中横沙东滩整治工程建设中采用先促淤后整治成陆的分期推进方式,由西向东、由南向北共分八期实施(见图1、图2);一期、二期和四期为促淤工程,按照城市发展需求和来沙量变化,综合考虑工程经济性等因素分期实施圈围整治工程,保障了上海市滩涂资源总量基本保持动态平衡。

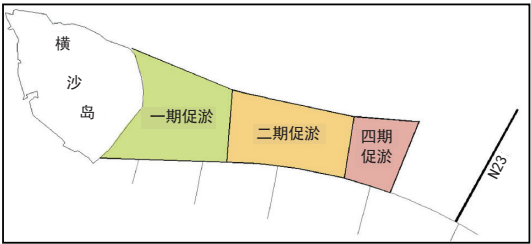


图1 横沙东滩治理与保护促淤工程示意图

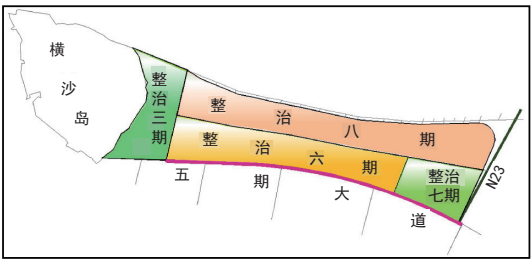


图2 横沙东滩治理与保护整治工程示意图

3.1.2 科学分区、开敞用海

南汇东滩促淤整治工程中,综合考虑保滩、促淤、结构安全以及水体连通等方面综合效果,对整个整治区域进行合理分区。该工程大治河以北促淤区面积为60.7 km²,规模相当大,类似工程大多采用多仓方案,如已建的南汇一期(促淤面积39.2 km²)、二期(促淤面积33.9 km²)促淤工程。在方案研究中,在推荐的纳潮口式促淤方式的基础上,分仓方式初拟了1仓、3仓和4仓等方案进行比选,经数模计算研究,多仓布置方式利于促淤区内部形成环流流态,增

加促淤效果;同时从工程区内流速变化、潮差变化以及纳潮口流速控制等角度,对纳潮口高程和宽度进行比选,纳潮口底高程一般略高于当地平均低潮位0.2~0.3 m较佳;纳潮口宽度需适中,既要满足口门控制流速要求,又要保证其两侧的顺坝能对隔坝形成足够掩护^[11]。

该方案通过合理分区,采用预留纳潮口式促淤方式,口门的布设大致直面涨落潮的主流方向,达到“浑水进、清水出”的目标,同时尽量维持区域水体连通,促进区域生境维护与提升。目前南汇东滩整治区基本在0 m高程以上,中低滩不断淤涨^[12]。

3.1.3 堤线后退、预留空间

横沙东滩八期工程北堤设计中,因地制宜,考虑现状已建促淤坝及其两侧冲刷串沟情况,新建堤坝轴线后退布置,一方面避开现状冲刷串沟,降低新建堤坝工程费用和施工难度;同时新建堤坝退后已建促淤坝180 m布置,构建复合生态堤防(见图3)。施工期间已建促淤坝可发挥消浪、挡流作用,为北堤施工创造较好条件;建成后促淤坝继续发挥挡浪促淤作用,新建堤坝坡脚前形成淤积环境,在自然条件下不断淤涨形成中、低滩湿地,构建了多样化生境。



图3 复合生态海堤

构建复合生态堤防技术在类似工程中得到推广应用,如横沙浅滩先行段建设中,横沙大道建设轴线南退已建深水航道北导堤约100 m,取得了较好的经济效益和生态效益。

3.2 生态化堤坝建设

综合考虑上海地区的地质、风浪等条件,保滩堤坝主要采用砂石斜坡式结构。设计中建筑物结构按照生态化海堤的建设要求进行优化^[5],主要体现在以下几个方面:

3.2.1 生态化结构型式

断面型式宜优先选择斜坡式或多级斜坡混合式结构堤型,实现缓坡入海,增加堤身生态空间,促进海陆生态系统的有效连通。上海地区常用海塘结构采用斜坡式断面结构,护面斜坡段坡比约1:2,坡脚

处设置抛石护底,复合坡比接近1:5,满足海堤生态化建设控制指标的要求。

3.2.2 生态化筑堤材料

筑堤材料采用绿色环保、适宜当地海域生态系统的无害化建筑材料,以利于植物生长和藻类、贝类附着,促进生物多样性恢复。护面材料宜按以下顺序选定:生物类、天然石料类、人工块体类。根据本工程建设条件,主要建筑材料采用砂石料及混凝土预制构件,均为生态材料。

3.2.3 大孔隙率人工块体护面

护面结构结合断面结构型式、堤前岸滩形态、海岸动力条件等,采用人工块体等护面,护面空隙率在40%以上,保障生物的生境空间。如常用护面采用预制扭王字块,堆放安装后形成孔隙率达到50%以上,相互勾连,保障安全性的同时具备大孔隙率,构建类似“人工生态礁体”群。

3.2.4 连续坡脚结构

本工程构筑物堤前采用大块石抛石+软体排护底,下部护脚与天然滩面缓坡衔接,随着潮汐的涨落形成连续的、稳定的生态防护结构,兼具安全性与生态性。

3.3 生境提升与修复技术

充分考虑当地现状、生态禀赋、海洋灾害等自然条件,整体形成以潮间带—潮下带地貌格局为主要特征的生态基底,生态提升以提高生物多样性和鱼类增殖功能为目标,采用构建生态牡蛎礁系统和建设人工鱼礁等工程措施。

3.3.1 生态空心潜堤

在南汇东滩整治工程中,采用空心块体抛填形成生态空心潜堤。经物理模型试验研究,透空式潜堤既满足消浪要求,也能对潜堤后方水域起到很好的保护作用。同时生态潜堤布置结合生态礁体的选址要求,利用礁体结构作为堤身,兼顾挡沙缓流和生态提升作用。

3.3.2 人工鱼礁建设

“十四五”期间上海市持续实施水生生物增殖放流,在杭州湾、长江口等重要水域放流各类苗种近5.5亿尾(只),救护各类水生野生动物近千尾(只),建设人工鱼礁5.4万空方,河口海洋生物多样性得到保护。

人工鱼礁建设够形成局部缓流区域、阴影区域、中空结构和凸起结构等特殊环境,能够为一些特定种类尤其是岩礁性种类提供其喜好的产卵、避敌、育

成等栖息场所,从而在原有泥地生境的基础上,实现具有岩礁特性生境的所造,加大海域生物栖息地类型多样性和空间异质性。

在横沙浅滩项目中选址在在横沙大道东端的北侧区域建设人工鱼礁。该区域地形平坦,水深在-8~-12 m,底质较硬,流速、水质均较为适合。同时可实现护底保滩作用,降低串沟出口区域流速,实现护底保滩、生态提升“一海多用”。结合类似工程经验,本次采用镂空式箱型钢筋混凝土礁体(见图4)。



图4 人工鱼礁示意图

3.3.3 生物种青与湿地修复

十四五期间上海市累计实施生物种青约28.7 km²,主要分布于崇明岛崇头及北沿、南汇东滩、横沙东滩坝田区等区域,主要种植物种为芦苇、海三棱藨草和红树植物,加强了滩涂生态修复和自然繁育,营造良好滩涂生境,维护河口健康^[13]。

4 探讨与建议

4.1 顶层策划,融合多行业管控

当前涉水规划种类繁多,导致规划间衔接不够,规划执行不严的局面。既有涉海类海洋功能区划、海岸带综合保护与利用总体规划等,还有港航、环境、渔业、旅游等行业发展规划。多头规划导致规划间存在相互冲突,规划管控的效率低下^[14]。目前管理部门和专家学者多从水利、交通、海洋、环保等单一行业或领域进行政策、条例或规范等的制定,如防洪法、航道法、环境保护法、海域使用管理法等法律,还有洪水影响评价、通航影响评价以及环境影响评价等制度管理要求,从项目建设资源要素保障、资源综合管理使用等研究不多。

4.2 加强自适应动态管理,做到效益最优

长江口区域水文条件复杂,滩势河势易动;周边工程关系复杂,区位敏感。短期工程效果不等于长期安全与生态稳定。因此必须建立长效监测-评估-决策机制,将后期监测数据真正用于指导工程的优化调整与运维,推动项目管理从“项目竣工验收”向“全生命周期生态系统绩效管理”升级。

4.3 加快疏浚土资源利用,锚固生态基底

2020年3月国家发展改革委、自然资源部、水利部等联合印发了《关于促进砂石行业健康有序发展的指导意见》,以加大河道航道疏浚砂利用力度。

上海市横沙东滩整治过程中,长江口航道疏浚土的资源化利用水平实现跨越式增长,利用率从10%提高到60%以上,累计有超过1.8亿立方米的疏浚土被用于吹填成陆工程。从而实现了航道畅通、资源利用等综合效益^[15]。当前长江口滩涂面对日益严峻的侵蚀态势,泥沙资源日益稀缺。未来需加强疏浚土用于潮汐串沟修复、侵蚀滩面补沙等生态锚固技术的精细化研究,将泥沙资源管理深度融入河口生态系统修复的整体战略中。

5 结论与展望

生态用海理念在长江口水利整治工程中的实施,通过水动力调控与生态结构构建,显著改善了滩涂系统稳定性与生态功能,实现了生态、经济与防护效益的统一。建立了“生态用海—水动力协同—生态基底构建”的综合机制模型,为类似河口区生态型水利工程提供了科学参考。未来应从制度顶层设计、动态监测管理与疏浚资源循环利用三方面推进生态用海体系化建设。

参考文献:

- [1] 刘麒. 山东省海域综合管理中生态用海的对策研究[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(增刊2): 49-52.
- [2] 上海市海岸带及海洋空间规划(2021—2035)(草案公示稿), 上海市规划和自然资源局, 上海市海洋局, 2021年4月.
- [3] 韩玉芳, 窦希萍. 长江口综合治理历程及思考[J]. 海洋工程, 2020, 38(4): 11-18.
- [4] 赵德招, 刘杰, 张俊勇, 程海峰, 王珍珍. 长江口河势近15年变化特征及其对河口治理的启示[J]. 长江科学院院报, 2014, 31(7): 1-6; 20.
- [5] 程海燕. 广西海域综合管理生态用海的对策探析[J]. 低碳世界, 2017(24): 265-266.
- [6] 石萍, 严淑青, 吴玲玲. 海域使用论证中生态用海理念的逐步深化分析[J]. 海洋湖沼通报, 2022, 44(5): 123-127.
- [7] T/CAOE 1—2020, 围填海工程海堤生态化建设标准[S].
- [8] 何方, 黎思恒, 唐晓, 等. 关于立体集约生态用海的案例借鉴与制度探索[J]. 海洋开发与管理, 2022, 39(7): 113-118.
- [9] 胡春宏, 张晓明. 我国江河演变新格局与系统保护治理[J]. 中国水利, 2024(7): 1-8+16.
- [10] 楼飞, 季岚, 周海. 长江大保护战略下河口滩涂的保护对策研究[J]. 水运工程, 2020(8): 1-7.
- [11] 崔冬, 刘新成, 俞相成. 潮汐河口大型中低滩促淤工程内部布局研究[J]. 水利水运工程学报, 2012(2): 27-33.

(下转第229页)