

·航道及通航建筑物·



南槽航道治理二期工程对九段沙滩涂湿地影响评价

陈复奎

(交通运输部长江口航道管理局, 上海 200003)

摘要: 为了解南槽航道治理二期工程实施对邻近九段沙保护区的影响, 采用物理模型、数学模型和生物多样性影响评价模型等多种研究手段, 就拟建南槽航道治理二期工程对九段沙保护区的滩涂、湿地、生物多样性等影响进行研究。结果表明, 南槽航道治理二期工程实施有利于缓解九段沙保护区滩涂中部南沿的冲刷态势, 并能增加保护区湿地资源面积约 1.33 km²; 南槽航道治理二期工程扩滩堤建设和航道疏浚对九段沙保护区的水生生物资源无直接不利影响, 对九段沙保护区生物多样性影响程度为中低度。针对南槽航道治理二期工程造成的底栖生物的损失影响, 在工程实施及后续维护过程中需要开展增殖放流活动, 以弥补和丰富工程区域的生物资源。南槽航道治理二期工程对九段沙滩涂湿地影响总体较小, 工程建设可行。

关键词: 长江口; 南槽航道; 九段沙保护区; 滩涂湿地; 影响评价

中图分类号: U616

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)09-0108-06

Impact assessment of second phase of South Channel Regulation Project on Jiuduansha wetland

CHEN Fukui

(Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOT, Shanghai 200003, China)

Abstract: To understand the impact of the second phase of the South Channel Regulation Project on the nearby Jiuduansha Reserve, various research methods such as physical models, mathematical models, and biodiversity impact assessment models are adopted to study the impact of the proposed second phase of the South Channel Regulation Project on the tidal flats, wetlands, and biodiversity of the Jiuduansha Reserve. The results show that the implementation of the second phase of the South Channel Regulation Project is conducive to alleviating the erosion trend along the southern edge of the middle part of the tidal flats in the Jiuduansha Reserve and can increase the wetland resources in the reserve by approximately 1.33 km². The construction of the expansion embankment and channel dredging in the second phase of the South Channel Regulation Project have no direct adverse impact on the aquatic biological resources in the Jiuduansha Reserve, and the degree of impact on the biodiversity of the Jiuduansha Reserve is of medium to low intensity. To address the loss of benthic organisms caused by the second phase of the South Channel Regulation Project, it is necessary to carry out restocking activities during the project implementation and subsequent maintenance to replenish and enrich the biological resources in the project area. The second phase of the South Channel Regulation Project has a relatively small overall impact on the tidal flats and wetlands of Jiuduansha Reserve, and the project is feasible.

Keywords: Yangtze Estuary; the South Channel; Jiuduansha Reserve; tidal flat and wetland; impact assessment

收稿日期: 2024-12-24

*基金项目: 国家重点研发计划项目(2023YFC3208500)

作者简介: 陈复奎(1967—), 男, 高级工程师, 从事港口航道工程建设管理研究。

河口陆海交互，发育有丰富、独特的湿地生态系统。新世纪我国的河口海岸面临着入海泥沙量急剧减少、入海污染物质显著增加、滨海湿地丧失等多个方面的挑战^[1]。近年来，河口航道整治加深对口湿地生物多样性也造成一定的影响，如整治工程挤占河床底栖生物活动空间，改变局部水流运动，影响河床冲淤调整；疏浚航道扰动底床，增加水体混浊度，影响河口底栖和游泳生物的生活环境等。为缓解航道开发与生态保护的矛盾，近年来航道部门不断通过生态修复减缓工程对生态环境的影响，如长江口深水航道治理工程^[2]和南槽航道治理一期工程^[3]建设和养护期间，建立了动态环境监测机制、河口生态修复和生态补偿机制，持续开展增殖放流活动，取得了良好的社会、生态和经济效益。与此同时，针对河口生态环境问题，国内不少专家学者积极开展河口生态系统修复研究，构建形成了一整套完整的系统修复技术框架^[4-6]。

长江口平面呈三级分汊、四口入海态势，滩涂湿地资源和生物多样性十分丰富，有九段沙湿地国家级自然保护区、崇明东滩鸟类国家级自然保护区、中华鲟湿地自然保护区、青草沙水源保护区等。长江口南槽航道紧邻九段沙湿地国家级自然保护区。为统筹做好长江口南槽航道开发与九段沙湿地保护的关系，有必要开展南槽航道治理二期工程对九段沙滩涂湿地影响研究，为项目立项决策提供依据，并为后续类似河口航道的生态保护研究修复等提供参考。

1 九段沙和南槽二期工程概况

九段沙位于长江口第三级分汊河道南、北槽之间的拦门沙河段，是最年轻的新生沙洲和重要的河口湿地。2005年国务院批准设立了上海九段沙湿地国家级自然保护区，由上沙、中沙、下沙、江亚南沙及附近浅水水域组成，主要保护对象为河口型新生湿地生态系统、发育早期的河口沙洲地貌及其发育过程、重要经济水产动物种质资源、珍稀濒危的水生动物和鸟类种群以及水生动物产卵和育肥生境。近20 a来，随着长江流域来沙的减少，河口出现总体冲刷趋势^[7]，受此影响，江亚南沙和九段沙中部南侧均出现明显的冲刷^[8-9]。

长江口规划建设有“一主、二辅、一支”4条入海航道。南槽航道位于九段沙南侧，上起南北槽分流口圆圆沙灯船，下至口外南槽灯船，河段全长约86 km，规划航道水深8.0 m。2018年12月—2020年6月实施了南槽航道治理一期工程，新建16 km江亚南沙护滩堤，疏浚航道水深6.0 m、航道宽度600 m。拟建南槽航道治理二期工程位于长江口南槽中下段主槽、九段沙湿地国家级自然保护区边界外侧，未占用保护区范围内的滩涂湿地。工程采用“护滩+疏浚”的方式实施，其中，护滩导流堤自江亚南沙沙尾向下游布置全长约24 km，堤顶高程2.0 m；在原南槽航道治理一期工程600 m宽航道范围内，通过疏浚形成深8 m、宽400 m的南槽航道。工程与九段沙湿地国家级自然保护区位置关系见图1。

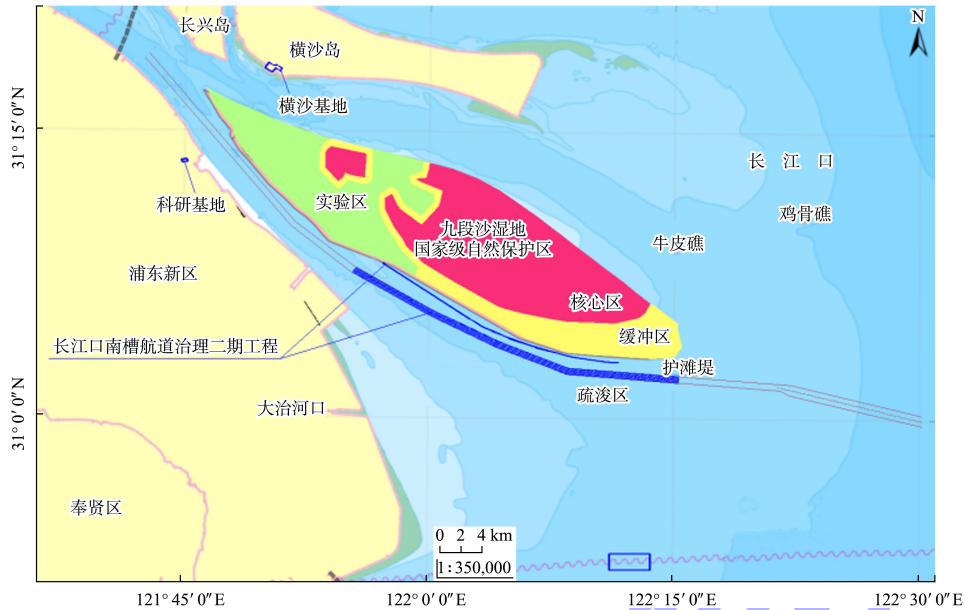


图 1 工程与九段沙湿地国家级自然保护区位置关系

Fig. 1 Location relationship between the project and Jiuduansha wetland national nature reserve

2 研究方法

针对工程实施可能对邻近的九段沙滩涂地貌和湿地生物的影响，本文采用物理模型、数学模型和生物多样性影响评价模型 3 种手段进行分析。

利用动床物理模型对工程实施后九段沙滩涂冲淤变化进行预测^[10]。物理模型平面比尺采用 1:2 000，垂直比尺取 1:150；选择密度 1.15 t/m³、中值粒径 0.35 mm 的桐木木粉作为动床模型沙，在验证基础上，预报护滩导流堤建设后 2 a 的河床地形冲淤变化。

工程悬浮物主要来源于疏浚作业。采用平面二维潮流数学模型，在率定和验证的基础上，模拟计算疏浚悬浮物的影响范围，用以评价疏浚工程对水生生物的影响^[11]。数学模型基建期疏浚作业船只最多为 8 艘，维护性疏浚船只数量小于基建期疏浚。限于篇幅，本文只给出最不利情况下基建期疏浚悬浮物最大影响结果。

按照 LY/T 2242—2014《自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范》^[12]，对九段沙湿地自然保护区生物多样性影响评价，选择 10 位专家，对景观/生态系统、生物群落、种群/物种、主要保护对象、生物安全以及社会因素 6 个一级指标的 26 个二级指标进行打分，然后按式(1)、(2)计算出

生物多样性影响指数 B_1 ，依据表 1 确定影响程度。

$$S_i = \sum_{j=1}^n N_j W_j \quad (1)$$

$$B_1 = \sum_{i=1}^6 S_i W_i \quad (2)$$

式中： S_i 为一级指标的分值； N_j 为二级指标的分值； W_i 为一级指标的权重值； W_j 为二级指标的权重值。

表 1 生物多样性影响程度分级

Tab. 1 Severity classification of biodiversity impact

影响级别	中低度	中高度	严重
B_1 值	$B_1 < 60$	$60 \leq B_1 < 80$	$B_1 \geq 80$

3 对滩涂湿地冲淤的影响

滩涂是长江口盐沼湿地生态系统的重要基底。近年来随着流域来沙的减少和南槽南岸工程实施岸线外推的影响等，江亚南沙头部和九段沙中部南沿受落潮流影响形成冲刷甬沟，造成九段沙滩涂湿地面积减少。南槽航道治理一期工程实施后，江亚南沙头部甬沟受到守护呈现恢复性淤积。

南槽航道治理二期工程护滩导流堤建设后，可能对邻近的滩涂湿地冲淤的产生影响。物理模型预测的地形冲淤变化见图 2。南槽航道治理二期工程护滩导流堤实施后，九段沙中部南沿呈现出淤积趋势，年淤积幅度大多在 0.5 m 左右。此外，

九段沙尾部局部低滩略有冲刷，冲刷区主要位于-6 m 以深的非湿地区域；护滩导流堤堤头与江亚南沙护滩堤堤尾之间局部有所冲刷，年冲刷幅度在 0.5 m 左右。工程实施 2 a 后，九段沙保护区

-6 m 以浅湿地面积较自然演变 2 a 增加约 1.33 km²。由此可见，工程实施后有利于缓解九段沙中部南沿此前的冲刷态势，对九段沙南沿滩面冲蚀起到保护作用，并能增加一定的湿地资源。

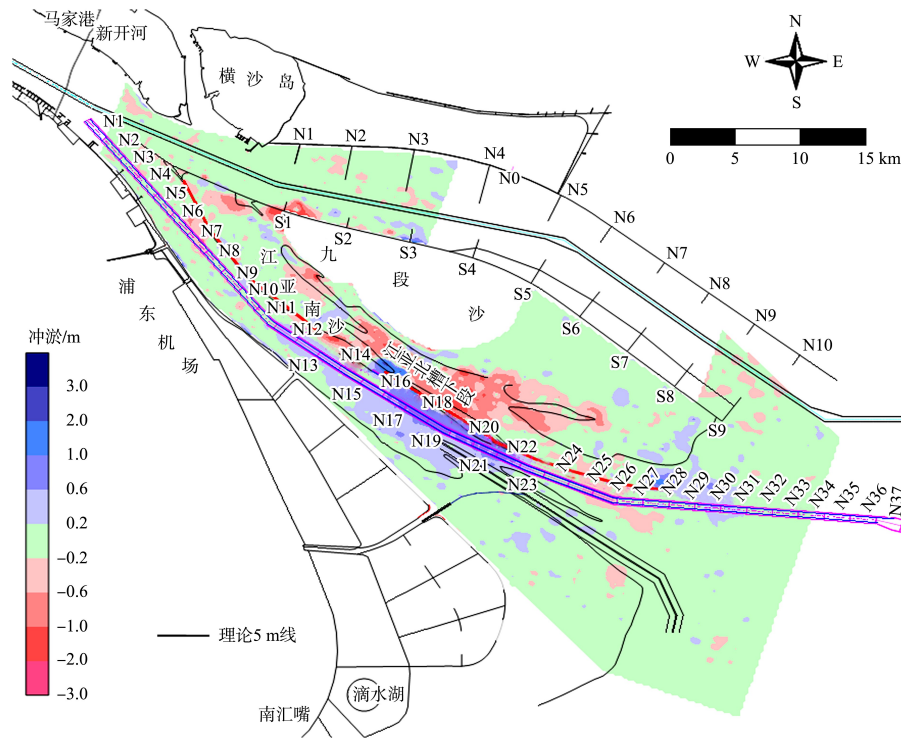


图 2 工程实施 2 a 后九段沙滩涂湿地冲淤变化

Fig. 2 Erosion and deposition changes in Jiuduansha tidal flat and wetland two years after project implementation

4 对水生生物的影响

航道疏浚引起局部水域悬浮物浓度增大，进而可能对水生生物生存造成一定影响。南槽航道治理二期工程拟采用耙吸船进行基建期及营运期疏浚施工，耙吸船耙头的挖掘会引起水体中悬浮泥沙的增加。基建期航道疏浚的作业船只高峰期 8 艘。营运期维护性疏浚的施工强度低于基建期，单个施工作业面一般配备 1 艘疏浚船在航道内作业。数学模型计算结果表明，单艘作业船 (1 个作业面) 疏浚悬浮物浓度增量 10 mg 包络线影响范围主要局限在船舶周边航道范围内。南槽航道治理二期工程护滩堤建成后，计算得到的基建期疏浚作业疏浚悬浮物最大可能影响范围见图 3。由图可知，南槽航道治理二期工程是在一期工程水深 6 m、宽 600 m 航道内加深，即使在基建期航道疏浚高峰期 8 艘耙吸船同步实施的最不利条

件下，疏浚悬浮物浓度增量 10 mg 包络线影响范围也未到达九段沙湿地自然保护区范围内。由此可知，南槽航道治理二期工程疏浚活动对九段沙湿地自然保护区的水生生物资源无直接不利影响。

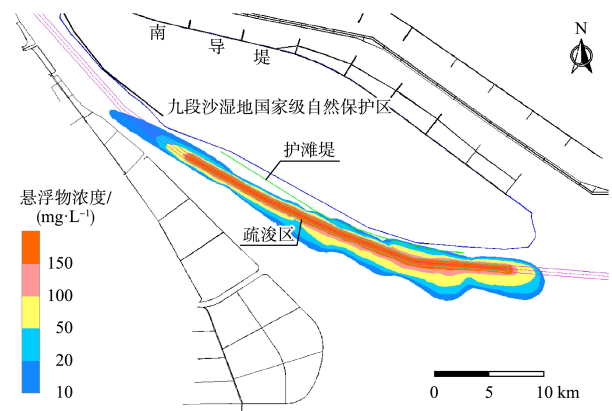


图 3 基建期疏浚悬浮物最大包络线影响范围
Fig. 3 Impact extent of maximum envelope of dredging-induced suspended sediments during construction phase

南槽航道治理二期工程护滩堤占用河口水域,直接影响受掩盖区域河床底栖生物的栖息生境;疏浚航道区的底栖生物也将随疏浚物被挖起后而完全被破坏。由于南槽航道治理二期工程局部航道区段需要常年维护性疏浚,该区域底栖生物难以形成稳定的种群。因此,护滩堤实施和疏浚工程会造成底栖生物的损失。由于护滩堤和航道疏浚均在九段沙保护区以外,工程实施不会直接影响九段沙保护区范围内的底栖生物资源。尽管如此,针对工程造成的对河口区的底栖生物影响,在工程环境影响评价中,应详细开展损失评估,制定并落实增殖放流等生态修复与保护措施,以

弥补并丰富工程区域的生物资源。

5 对湿地生物多样性影响

根据10位专家对生物多样性影响的26个二级指标打分结果,赋值代入式(1)、(2)进行计算,得出工程建设对保护区生物多样性的影响指数得分为53.26分,见表2。依据表1生物多样性影响程度分级,得出本工程建设对九段沙湿地自然保护区生物多样性的影响程度为“中低度影响”,表明工程的建设和运营对九段沙保护区景观/生态系统、生物群落、种群/物种、主要保护对象、生物安全以及社会因素等的影响总体较小。

表2 生物多样性影响指数计算
Tab. 2 Calculation of biodiversity impact index

一级指标	对景观/生态系统的影响	对生物群落的影响	对物种/种群的影响	对主要保护对象的影响	对生物安全的影响	对社会因素的影响	合计
S_i	52.0	54.0	56.0	53.0	51.20	51.40	
W_i	0.2	0.2	0.2	0.2	0.10	0.10	1.0
B_1	10.4	10.8	11.2	10.6	5.12	5.14	53.26

6 结语

1) 通过物理模型试验预测,南槽航道治理二期工程实施后,九段沙中部南沿呈现出淤积趋势,年淤积幅度大多在0.5 m左右,九段沙保护区湿地资源面积增加约1.33 km²。工程起到缓解九段沙中部南沿的冲刷态势、保护九段沙滩涂湿地的作用。

2) 扩滩堤建设和航道疏浚对九段沙保护区的水生生物资源无直接不利影响,但会造成工程区的底栖生物损失。通过生物多样性影响评分标准和评分体系测算,工程对九段沙保护区景观/生态系统、生物群落、种群/物种、主要保护对象、生物安全以及社会因素等的影响总体较小,对九段沙保护区生物多样性影响的综合评分为53.26分,为中低度影响。

3) 南槽航道治理二期工程对九段沙滩涂湿地

的影响总体较小,工程建设可行。在工程环境影响评价中,应详细开展底栖生物影响损失评估,制定并落实增殖放流等河口生态修复与生态保护措施,以弥补并丰富工程区域的生物资源。

参考文献:

- [1] 陈吉余,陈沈良. 中国河口海岸面临的挑战[J]. 海洋地质动态, 2002, 18(1): 1-5.
CHEN J Y, CHEN S L. Estuarine and coastal challenges in China[J]. Marine geology frontiers, 2002, 18(1): 1-5.
- [2] 交通运输部长江口航道管理局. 长江口深水航道治理工程实践与创新[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.
Yangtze Estuary Waterway Administration Bureau, MOT. Practice and innovation in the Yangtze Estuary deepwater channel improvement project[M]. Beijing: China Communications Press Co., Ltd., 2015.

- [3] 陈复奎, 石进, 刘杰, 等. 长江口南槽航道治理一期工程水生生态监测分析[C]//长江技术经济学会 2022 年学术年会暨长江保护与创新发 展 高 端 论 坛 论 文 集. 武 汉: 长 江 出 版 社, 2023: 276-283.
- CHEN F K, SHI J, LIU J, et al. Analysis of aquatic ecological monitoring for Phase I of South Channel Regulation Project in the Yangtze Estuary [C]// Proceedings of the 2022 Annual Academic Conference of the Yangtze River Technical Economy Society and the High-level Forum on Yangtze River Protection and Innovation Development. Wuhan: Changjiang Press, 2023: 276-283.
- [4] 董卫卫, 林桂兰. 河口区生态环境问题及生态修复对策探讨[J]. 环境保护科学, 2023, 49(5): 91-99.
- DONG W W, LIN G L. Discussion on ecological environment problems and ecological restoration countermeasures in estuary area[J]. Environmental protection science, 2023, 49(5): 91-99.
- [5] 沈新强, 晁敏, 全为民, 等. 长江河口生态系现状及修复研究[J]. 中国水产科学, 2006, 13(4): 624-630.
- SHEN X Q, CHAO M, QUAN W M, et al. The current situation and restoration research of the Yangtze River estuarine ecosystem [J]. Journal of fishery sciences of China, 2006, 13(4): 624-630.
- [6] 刘峰. 黄河三角洲湿地水生态系统污染、退化与湿地修复的初步研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2015.
- LIU F. Preliminary study of pollution and remediation in aquatic ecosystem of Yellow River delta wetland [D]. Qingdao: Ocean University of China, 2015.
- [7] 刘杰, 程海峰, 韩露, 等. 流域水沙变化和人类活动对长江口河槽演变的影响[J]. 水利水运工程学报, 2021(2): 1-9.
- LIU J, CHENG H F, HAN L, et al. New trends of river channel evolution of the Yangtze River estuary under the influences of inflow and sediment variations and human activities[J]. Hydro-science and engineering, 2021 (2): 1-9.
- [8] 程海峰, 辛沛, 刘杰, 等. 1959—2018 年九段沙地貌演化特征及动力机制[J]. 水科学进展, 2020, 31(4): 491-501.
- CHENG H F, XIN P, LIU J, et al. Morphological evolution and dynamic mechanics of the Jiuduansha Shoal (China) during 1959-2018[J]. Advances in water science, 2020, 31(4): 491-501.
- [9] 刘杰, 石进, 陈复奎, 等. 近年来九段沙地形地貌演变分析[C]//长江技术经济学会 2022 年学术年会暨长江保护与创新发 展 高 端 论 坛 论 文 集. 武 汉: 长 江 出 版 社, 2023: 92-97.
- LIU J, SHI J, CHEN F K, et al. Recent geomorphological evolution analysis of Jiuduansha Shoal [C]// Proceedings of the 2022 Annual Academic Conference of the Yangtze River Technical Economy Society and the High-level Forum on Yangtze River Protection and Innovation Development. Wuhan: Changjiang Press, 2023: 92-97.
- [10] 南京水利科学研究所. 长江口南槽航道治理二期工程方案物理模型试验专题研究报告[R]. 南京: 南京水利科学研究所, 2024.
- Nanjing Hydraulic Research Institute. Special report on physical model experiments for Phase II of South Channel Regulation Project in the Yangtze Estuary [R]. Nanjing: Nanjing Hydraulic Research Institute, 2024.
- [11] 中文第二航务工程勘察设计院有限公司. 长江口南槽航道治理二期工程环境影响报告书[R]. 武汉: 中交第二航务工程勘察设计院有限公司, 2024.
- CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd. Environmental impact statement for Phase II of South Channel Regulation Project in the Yangtze Estuary [R]. Wuhan: CCCC Second Harbor Consultants Co., Ltd., 2024.
- [12] 自然保护区建设项目生物多样性影响评价技术规范: LY/T 2242—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- Technical regulation for biodiversity impact assessment of construction project in nature reserve: LY/T 2242-2014[S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.