



横沙东滩圈围八期工程实施对周边河势的影响初步研究^{*}

张国庆^{1,2}, 韩 露¹, 刘 杰¹, 张志林³, 王元叶¹

(1. 上海河口海岸科学研究中心, 上海 201201; 2. 上海河口海岸工程咨询有限公司, 上海 201201;
3. 长江水利委员会 长江口水文水资源勘测局, 上海 200136)

摘要: 针对横沙东滩圈围八期工程实施对工程附近水域产生的影响, 采用河势分析方法对工程实施后的 2017—2021 年水沙及地形冲淤变化进行定量分析。结果表明: 1) 洪季北港落潮分流比介于 52.4%~55.9%, 总体无趋势性变化; 2) 北槽、北港中下段主槽及横沙浅滩延续 2010 年以来冲淤态势; 3) 北港下段主槽深泓有所南偏且更加平顺; 4) 横沙通道容积保持稳定。此外, N₂₃ 潜堤头部及临近潜堤的横沙浅滩北沿冲刷明显, 需继续关注。

关键词: 横沙东滩圈围八期工程; 北港中下段主槽; 横沙浅滩

中图分类号: U617

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2023)07-0120-05

Influence of Hengsha east siltation and reclamation phase 8 project on surrounding river regime

ZHANG Guoqing^{1,2}, HAN Lu¹, LIU Jie¹, ZHANG Zhilin³, WANG Yuanye¹

(1. Shanghai Estuarine and Coastal Science Research Center, Shanghai 201201, China;
2. Shanghai Estuary Coastal Engineering Consulting Co., Ltd., Shanghai 201201, China;
3. The Survey Bureau of Hydrology and Water Resources of Changjiang Estuary,
Changjiang Water Resources Commission, Shanghai 200136, China)

Abstract: In view of the impact of the implementation of the Hengsha east siltation and reclamation Phase 8 project on the nearby waters, the river regime analysis method is used to quantitatively analyze the changes of water, sediment and topographic erosion and deposition during 2017-2021 after the implementation of the project. The results show as follows: 1) In the flood season, the diversion ratio of ebb tide in the North Passage is between 52.4% and 55.9%, and there is no overall trend change. 2) North Passage, the lower section of North Channel and Hengsha Shoal continue the erosion and deposition trend since 2010. 3) The thalweg of the lower section of North Channel is southward and smoother. 4) Hengsha channel volume remains stable. In addition, the head of the N23 submerged breakwater and the northern edge of the Hengsha shoal near the submerged breakwater are scoured obviously, which requires continued attention.

Keywords: Hengsha east siltation and reclamation phase 8 project; lower section of North Channel; Hengsha Shoal

长江口自徐六泾河段至入海口, 全长约 181.8 km, 平面呈“三级分汊、四口入海”态势, 共有北支、

北港、北槽和南槽 4 个人海通道。近年来, 长江口水域先后实施了河道整治、航道治理、水源地

收稿日期: 2022-09-16

*基金项目: 上海市科学技术委员会科研计划项目 (21DZ1201700, 21DZ1201002)

作者简介: 张国庆 (1991—), 男, 助理工程师, 从事河口海岸工程水文、泥沙勘测工作。

建设、圈围造地等一系列工程。其中, 位于长江口横沙岛以东的北槽与北港之间水域的横沙东滩(圈围工程)拥有区位、土地资源、超深航道和港口、建立自由港等优势, 为浦东新区发展提供广阔、优质的国土空间资源^[1]。

横沙东滩圈围工程 2003 年开工, 2020 年完工, 圈围面积 105.3 km²。工程建设共分为 8 期, 其中一、二、四、五期为堤岸或促淤工程, 三、六、七和八期为圈围工程(图 1)。其中, 圈围八期工程为位于三期圈围区以东、六期和七期圈围区以北、N23 护滩堤以西的区域, 面积约 42.4 km², 建设时段为 2016 年 9 月—2020 年 12 月, 圈围大堤合龙时间为 2017 年 3 月 26 日。横沙东滩圈围工程具有建设规模大、实施周期长等特点, 工程实施对周边水域河势及水动力的影响一直被重点关注。陈海英等^[2]分析了横沙东滩一~六期的工程建设效果, 指出工程建设实施缩窄了河宽、稳定了北港河槽深泓, 同时横沙东滩滩涂淤涨抬高、植被面积增大, 也改善了局部自然环境; 赵恩宝等^[3]借助三维潮流泥沙数学模型模拟圈围(七期)工程实施对北槽潮流的影响; 武云龙等^[4]认为横沙东滩圈围工程实施会直接影响北港下段盐度锋面变化; 匡翠萍等^[5]借助 MIKE3 模拟出横沙东滩圈围工程建设将引起北港滞留点下移。

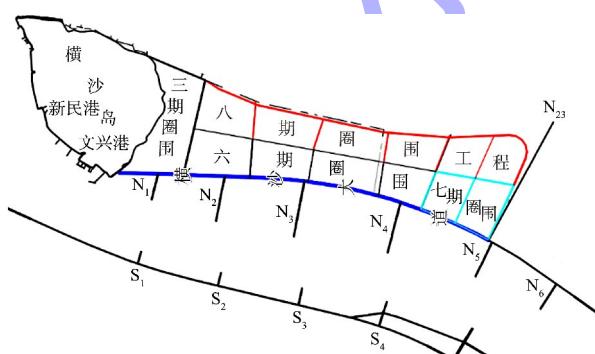


图 1 横沙东滩圈围工程平面

本文搜集了横沙东滩圈围八期工程实施期间 2017 年以来流域来水沙、主要汊道分流分沙比、北港主槽及横沙浅滩水沙以及北港主槽、横沙浅滩及横沙通道、北槽等水域河床地形等现场实测资料, 通过分析圈围八期工程附近水域水沙特征

与河床冲淤变化, 研究了工程实施对北槽、北港中下段主槽、横沙浅滩及横沙通道的影响, 旨在为圈围八期工程实施效果评估提供参考。水文测验点位见图 2。

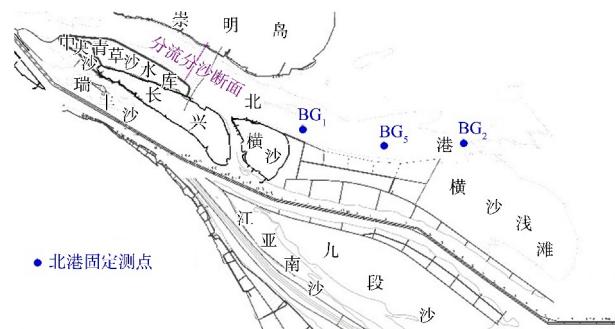


图 2 工程附近水域水文测验点位

1 工程附近水域水沙特征

1.1 北港分流分沙比

长江来水量多年保持相对稳定, 年际间存在一定波动变化。2010 年以来, 大通站年径流量平均值 8 968 亿 m³; 同期, 大通站年输沙量维持不足 2 亿 t 的较低值。南、北港是长江口第二级分汊, 多年来北港落潮分流、分沙比总体稳定在 50% 以上。2017—2021 年洪季北港落潮分流比介于 52.4% ~ 55.9%、分沙比介于 53.4% ~ 59.9%, 见表 1。表 2 为测验大潮期径流、潮差条件。

表 1 流域来水来沙及主要汊道分流分沙比

年份	大通径流量/亿 m ³	大通输沙量/亿 t	北港洪季分流比/%	北港洪季分沙比/%	分沙比/分流比
2017	9 378	1.04	52.4	54.7	1.04
2018	8 028	0.83	55.9	53.4	0.96
2019	9 334	1.05	53.8	58.5	1.09
2020	11 180	1.64	55.2	59.9	1.09
2021	9 646	1.02	53.0	53.8	1.02

注: 大通径流量与输沙量数据来源于《长江泥沙公报》。

表 2 北港分流分沙比测验大潮期径流、潮差条件

日期	横沙站平均潮差/m	大通站流量/(万 m ³ ·s ⁻¹)
2017 年 7 月 9—10 日	2.78	6.155
2018 年 8 月 10—11 日	3.48	4.105
2019 年 8 月 1—2 日	3.45	5.960
2020 年 8 月 7—8 日	2.82	7.290
2021 年 8 月 22—23 日	3.39	4.050

1.2 北港中下段主槽水沙特征

2017—2021 年长江口北港中下段主槽共开展 5 次洪季大潮期水文测验, 测验期边界条件见表 3。

表 3 北港固定垂线水文测验大潮期径流、潮差条件

日期	共青圩站 平均潮差/m	大通站流量/ (万 $m^3 \cdot s^{-1}$)
2017 年 7 月 9—10 日	2.53	6.155
2018 年 8 月 10—11 日	3.19	4.105
2019 年 8 月 2—3 日	3.35	5.855
2020 年 8 月 5—6 日	2.75	7.390
2021 年 8 月 11—12 日	3.21	4.125

注: 2020 年 8 月 4 日“黑格比”登陆浙江乐清沿海, 5 日由江苏盐城进入黄海海域。

从图 3 北港中下段主槽洪季大潮期流速玫瑰图来看, 北港中下段沿程水动力逐渐增强, 拦门沙滩顶附近涨、落潮流速最大, 各垂线基本呈往复流特征。由图 4 可知, 各垂线涨落急流速在 $0.73\sim2.18\text{ m/s}$, 落潮流速与落潮历时大于涨潮流速与涨潮历时, 水流总体呈落潮优势。同期, 北港中下段主槽含沙量总体为 $BG_1 < BG_5 < BG_2$ 。横沙圈围三期工程北侧 BG_1 垂线平均含沙量在 $0.23\sim0.26\text{ kg/m}^3$, 横沙圈围八期工程北侧 BG_5 含沙量在 $0.24\sim0.49\text{ kg/m}^3$, 横沙浅滩北侧 BG_2 垂线平均含沙量在 $0.43\sim1.03\text{ kg/m}^3$ 。如表 4 所示, 2017—2019 年, 各垂线涨落潮流向变化不大, 但涨落潮流速略有增加, BG_5 和 BG_2 垂线含沙量有所增大, 但总体与测验期潮差变化趋势较为一致。

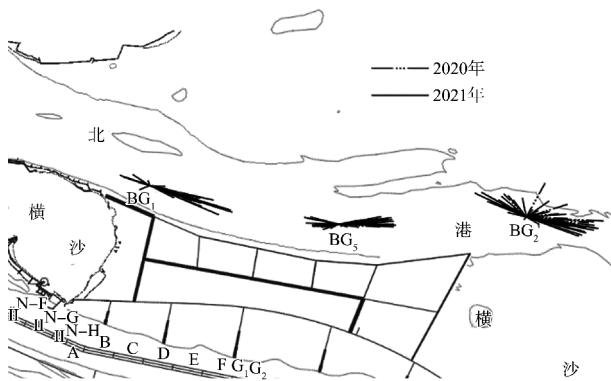


图 3 北港中下段主槽洪季大潮期流速玫瑰图

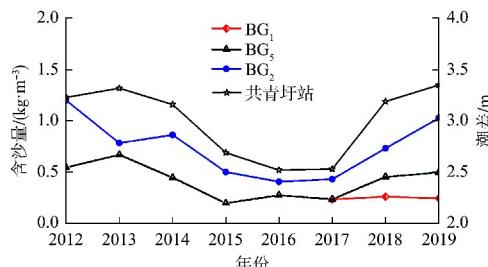


图 4 北港中下段主槽洪季大潮平均含沙量

表 4 北港中下段洪季大潮动力特征值

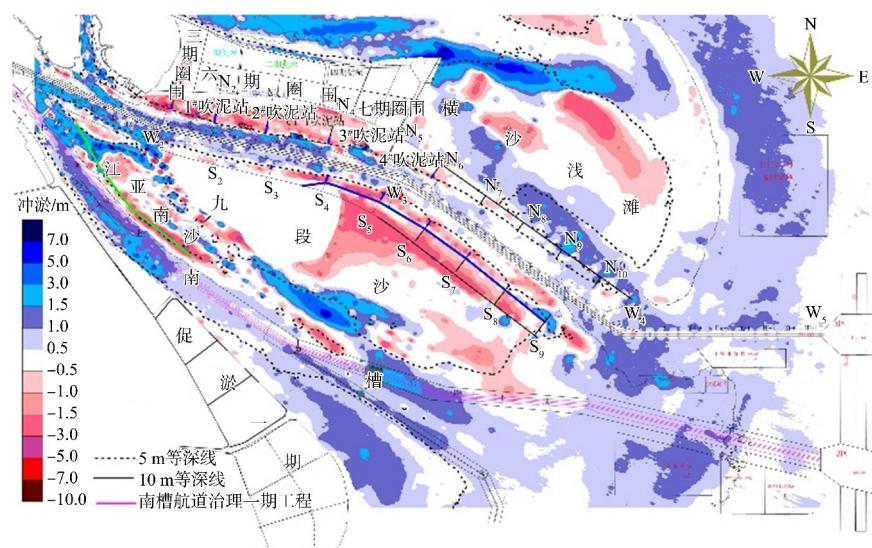
年份	垂线号	流速/(m·s ⁻¹)		平均流速/(m·s ⁻¹)		平均历时/h	
		涨急	落急	涨潮	落潮	涨潮	落潮
2017	BG_1	0.73	1.71	0.43	1.10	3.71	8.92
	BG_5	0.97	1.67	0.49	1.04	4.27	8.05
	BG_2	1.48	2.18	0.77	1.19	4.53	7.64
2018	BG_1	1.22	2.02	0.63	1.14	4.28	8.14
	BG_5	1.19	2.14	0.69	1.20	5.08	7.35
	BG_2	1.90	1.69	0.98	1.23	4.70	7.79
2019	BG_1	1.13	1.71	0.63	1.16	4.32	8.04
	BG_5	1.36	2.07	0.79	1.34	4.67	7.68
	BG_2	2.17	2.95	1.20	1.73	4.61	7.60
2020	BG_1	0.66	2.87	0.32	1.55	2.48	9.67
	BG_5	0.80	1.87	0.43	1.14	3.83	8.50
	BG_2	1.46	2.56	0.87	1.49	4.51	7.79
2021	BG_1	1.03	2.48	0.58	1.40	3.74	8.57
	BG_5	1.16	1.80	0.68	1.15	4.55	7.73
	BG_2	1.88	2.42	0.89	1.38	4.06	8.29

2 工程附近水域河床冲淤变化

近 20 a 长江口河势滩槽格局保持稳定, 但受流域减沙及涉水工程建设影响, 河口发生由净淤积向净冲刷的转换, 口内河槽容积扩大, 口外海滨段整体冲刷, 河口拦门沙浅滩长度缩短^[6-7]。其中, 北港上段青草沙外沙“上冲下淤”, 下段主槽发展; 北港北沙南沿冲刷, 北港串沟萎缩; 横沙浅滩北沿及北导堤北侧滩面冲刷。

2.1 北槽河段

2010 年以来北槽落潮分流比整体维持在 43% 左右。北槽河床调整总体表现为“槽冲滩淤”, 河床总容积基本维持稳定, 其中北槽进口段冲刷, 中上段主槽冲刷、北侧坝田淤积, 下段主槽微冲、南坝田淤积明显(图 5)。2017—2019 年, 北槽主槽总容积介于 18.5 亿~18.7 亿 m^3 , 坝田区总容积介于 7.0 亿~7.4 亿 m^3 , 无明显趋势性变化(图 6)。



注:“+”为冲刷,“-”为淤积。

图 5 2010—2019 年北槽地形冲淤变化

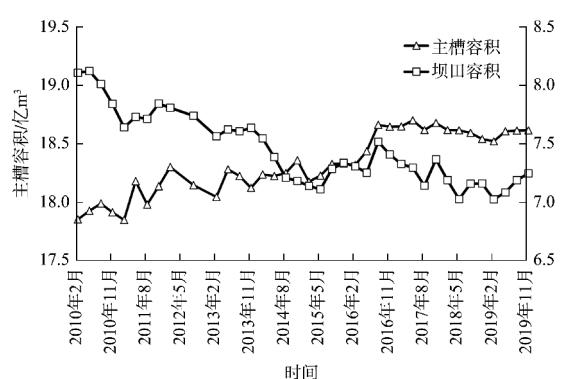
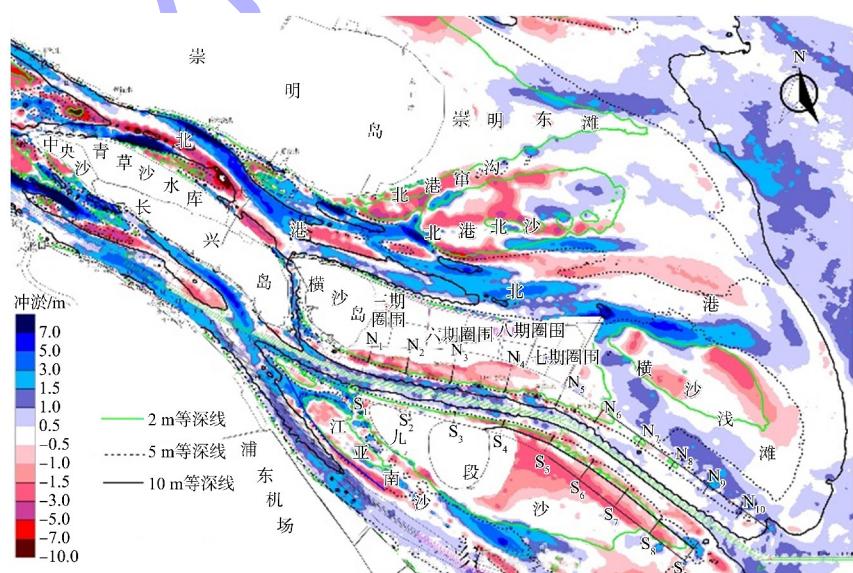


图 6 2010 年以来北槽容积变化

2.2 北港河段

圈围八期工程实施以来, 北港中下段主槽延续 2010 年以来的以冲刷为主的演变态势。其中, 下扁担沙沙尾持续淤积并向下延伸, 新桥通道与新桥水道深泓汇流点下移; 北港上段主槽“北冲南淤”、青草沙外沙“上冲下淤”; 横沙岛下的北港中下段主槽冲刷、深槽、贴南下延(图 7)。结合北港深泓平面变化来看, 横沙东滩圈围八期工程实施以来, 北港下段主槽局部深泓南偏约 1.5 km (图 8), 调整后的深泓线总体更为平顺。



注:“+”为冲刷,“-”为淤积。

图 7 2010—2019 年北港地形冲淤变化



图 8 2016 年以来北港深泓线变化

2.3 横沙浅滩

圈围八期工程实施以来, N_{23} 以东横沙浅滩保持 2010 年 8 月以来的冲刷侵蚀态势(图 9), 冲刷部位相对集中在横沙浅滩 N_{23} 潜堤以下的北沿及北导堤北侧滩面涨潮槽(图 10)。 N_{23} 潜堤以下的横沙浅滩北沿邻近圈围八期工程, 近年来局部明显冲刷可能与圈围工程引起的局部水动力增强有关。

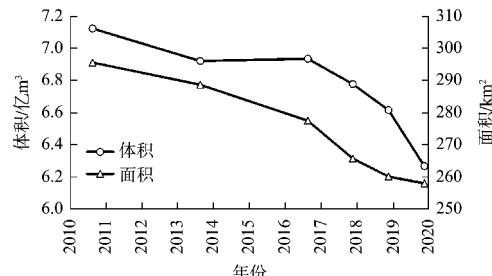
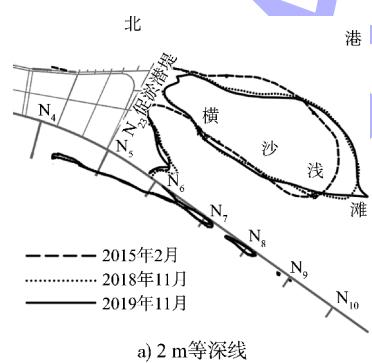
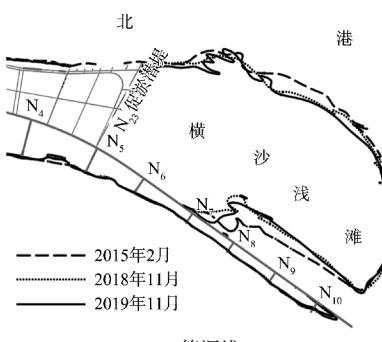


图 9 横沙浅滩 5 m 以浅沙体体积和面积变化



a) 2 m等深线



b) 5 m等深线

图 10 横沙浅滩等深线变化

2.4 横沙通道

2016—2019 年, 横沙通道河槽总体稳定(图 11), 10 m 河槽容积年际略有波动(图 12)。其中, 2016 年 8 月—2017 年 11 月 10 m 河槽容积基本相当; 2017 年 11 月—2018 年 11 月 10 m 河槽略有淤积、容积减小约 300 万 m^3 ; 2018 年 11 月—2019 年 11 月保持稳定; 2019 年 11 月—2020 年 11 月 10 m 河槽略有冲刷, 容积增大约 200 万 m^3 。

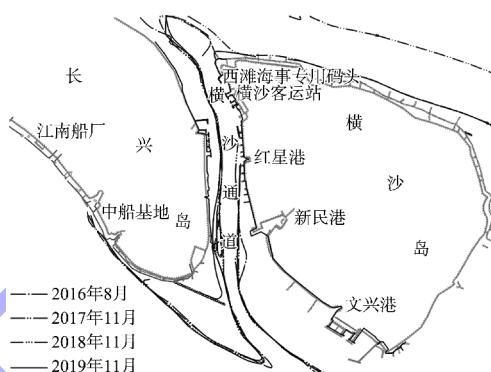


图 11 2016—2019 年横沙通道 10 m 等深线变化

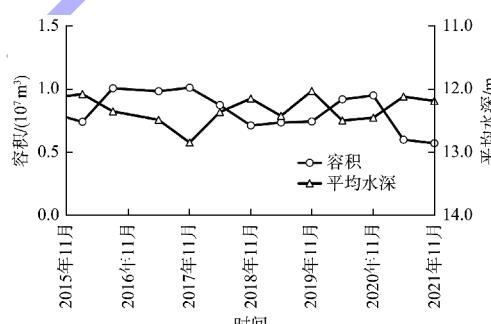


图 12 横沙通道 10 m 以下河槽容积变化

3 结论

- 1) 北港分流分沙比基本稳定; 北港主槽主要监测站点涨、落潮流速无明显趋势性变化, 受测验期潮差不同影响量值有所波动。
- 2) 北槽及横沙北港主槽、横沙浅滩北沿及北导堤北侧滩面延续 2010 年以来冲刷态势。
- 3) 北港下段主槽局部深泓南偏。
- 4) 横沙通道河槽容积保持稳定, 无明显趋势性变化。
- 5) 近年来横沙浅滩 N_{23} 潜堤头部及邻近潜堤的横沙浅滩北沿局部冲刷明显, 是后续河势跟踪分析关注的重点。

(下转第 132 页)