



黄浦江陆家嘴弯段河势变化特征与航道布置

刘璐¹, 施友仁², 卢晓东¹, 曹慧江¹

(1. 中交上海航道勘察设计研究院有限公司, 上海 200120; 2. 上海市交通委员会执法总队, 上海 200063)

摘要: 黄浦江河道条件复杂, 弯道众多, 而陆家嘴弯道是黄浦江所有弯道中弯曲度最大、转弯半径最小的弯道。随着黄浦江通航的船舶数量快速增长, 近年来陆家嘴弯段近凸岸侧边滩淤积对过往船舶安全航行有一定影响。该段两岸为观景平台, 是上海市的城市会客厅, 一旦出现船舶安全事故, 影响非常恶劣。为此, 通过对黄浦江陆家嘴水道水文泥沙特征及历史河势变化、船舶通航特征、周边限制条件等进行详细分析, 提出了陆家嘴的航道布置和治理措施。结果表明, 通过对陆家嘴浦东侧凸岸浅滩进行切滩加宽可以解决弯道通航水域狭窄的问题, 能够改善弯道船舶通航环境。

关键词: 黄浦江; 陆家嘴弯段; 航道治理; 河势演变

中图分类号: U612

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)02-0157-07

River regime variation characteristics and waterway layout in Lujiazui Bend of Huangpu River

LIU Lu¹, SHI Youren², LU Xiaodong¹, CAO Huijiang¹

(1. Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China;

2. Law Enforcement Department of Shanghai Municipal Transportation Commission, Shanghai 200063, China)

Abstract: The riverway conditions of the Huangpu River are complicated with many river bends, while Lujiazui Bend owns the largest curvature together with the smallest turning radius of the waterway among all the river bends of Huangpu River. With the rapid growth of the number of navigable ships in the Huangpu River, the silting of the beach near the convex bank of the Lujiazui Bend has a certain influence on the safe navigation of passing ships in recent years. Viewing platforms, regarded as urban reception halls of Shanghai, are set along Lujiazui Bend. Adverse impacts will be resulted from safety incidents in case. Therefore, we analyze the hydrological and sediment characteristics of Lujiazui Bend of Huangpu River, and historical changes of river regime as well as navigation characteristics of ships and surrounding restrictions, and propose the waterway layout and regulation measures in Lujiazui. The results show that cutting and widening the convex bank shoals on the east side of Lujiazui can solve the narrow problem of navigable waters of the bend, and improve the bend navigation environment for ships.

Keywords: Huangpu River; Lujiazui Bend; waterway regulation; river regime evolution

黄浦江是支撑长三角经济发展、上海市城市建设、经济发展及周边地区物资转运的重要通道, 其中巨潮港以下至吴淞口灯塔 67.35 km 区段为沿海开放性航道。黄浦江是典型的狭长、多弯航道^[1], 陆家嘴河段上连董家渡弯道、下接汇山直

段, 浦西侧的深泓弯道曲率半径为 620 m, 浦东侧的凸嘴浅滩曲率半径仅为 300 m^[2], 是黄浦江所有弯道中弯曲度最大、航道转弯半径最小的弯道。

陆家嘴弯段深槽内水深良好, 深槽始终偏浦西凹岸, 水深基本在 7 m 以上, 8 m 深槽基本贯

收稿日期: 2024-04-26

作者简介: 刘璐 (1990—), 女, 硕士, 工程师, 从事航道工程设计与研究。

通。陆家嘴边滩位于黄浦江凸岸侧，弯道下游5 m浅滩宽度在200 m左右，将近占整个河槽的一半，该弯段河道曲率较大、水深较浅。随着黄浦江通航的船舶数量快速的增长，加之浦东侧浅滩距离黄浦江深水航道边线较近，对深水航道船舶的通航带来一定影响，大型船舶转弯半径较小，同时凸岸边滩留给小型船舶通航空间不足。两岸观景平台是上海市的城市会客厅，一旦出现船舶安全事故，影响恶劣。本文通过对黄浦江陆家嘴弯道水文泥沙特征及历史河势变化、船舶通航特征、周边限制条件等的分析，提出陆家嘴的航道布置和治理措施，旨在为后续黄浦江航道及类似航道的治理提供借鉴和参考。

1 航道概况

1.1 通航现状及航道维护

在黄浦江上游浮吊清退前，经吴淞口进出黄浦江的船舶流量约18.6万艘次/a。自上海市2015年7月启动“五违四必”区域环境综合整治工作以来，黄浦江上游浮吊逐步清退，黄浦江内小船流量大幅增加。2018年进出黄浦江的船舶流量达到29.3万艘次，2021年又进一步增长为34.4万艘次，其中1万吨级以上的大型船舶随着航运业大型化发展趋势逐步增多，2013—2021年累计增长1.3万艘次，年均增速达到10.6%。

同时1000吨级及以下的内河船舶在2013—2021年急剧增加，使得黄浦江内的通航环境更加复杂多变，增加了与大型船舶交汇的风险，还存在边滩行驶发生搁浅的风险。据统计，2019年1月—2021年9月，黄浦江共发生船舶碰擦滨江事故51起，包括2019年18起、2020年20起，2021年1—9月13起，其中核心段共有龙华嘴、董家渡、陆家嘴等3个航行受限弯道，共发生事故38起，占事故总量的74%。

近年来在黄浦江弯头水域发生了多起船舶间碰撞和船舶触碰码头事故。其主要原因是：黄浦江航道弯曲、狭窄、水深不一、水流流况变化较大^[3]。因此，须对陆家嘴弯段进行疏浚方案研究，

在两弯段边界条件允许的情况下，确定疏浚宽度和底高程。陆家嘴弯道所处的吴泾—张华浜段航道乘潮通航2万吨级海轮，目前航道维护水深8.0~8.3 m，航道维护宽度127~165 m。

1.2 通航空间特征

黄浦江航道沿线码头吞吐量明显呈现“两头大、中间小”的特点，各航段通航的船舶流量也符合该特征。根据船舶自动识别系统(automatic identification system, AIS)对黄浦江典型断面的船舶流量统计分析可知，张华浜港区附近由于分布的港区较多，船舶最为密集。经过杨浦大桥后货运船舶有明显减少，其中客船、轮渡、公务船等增加。对于陆家嘴断面的船舶流量较杨浦大桥断面有所增加，主要为观光游览船、轮渡和公务船等，其他通过核心段的船舶基本都驶向上游段的码头。

2 水文特征

2.1 径流

黄浦江径流来自淀山湖、浙江水网及浙皖天目山脉，水量充沛，常年较为稳定^[4]，年内分配较为均匀。根据松浦大桥近年水情资料，多年平均泄流量约为633 m³/s。从流量的年内季节性分布来看，冬季月均流量较大，夏季月均流量相对较小。

2.2 潮汐

黄浦江属湖源型平原潮汐河道，沿江地势平坦，河底坡降很小，呈现出显著正规半日潮特征^[5]，潮流界达淀山湖，潮区界可达苏、浙边界以上，并承接太湖流域来水。从河口往上游，涨潮历时、潮差逐渐减小，而落潮时间逐渐增长。

2.3 潮流

根据黄浦江上游松浦大桥多年平均涨潮量207.8亿m³，多年平均落潮量307.1亿m³，多年平均径流量99.3亿m³。由于黄浦江下游河段主要受长江口涨潮流上溯的影响，从河口往上游，涨、落潮流速逐渐减小，潮流为往复流^[6]。

2.4 泥沙

黄浦江的泥沙主要从吴淞口随涨潮流而进入，

悬移质含沙量一般是下游大于上游, 涨潮大于落潮^[7]。2013 年黄浦江各观测断面含沙量整体相对较大, 陆家嘴弯段约 0.30 kg/m^3 左右, 2014—2021 年年际间含沙量差别不大, 陆家嘴弯段含沙量在 0.15 kg/m^3 。

2.5 地质特征

根据黄浦江底质采样资料, 底质粒径比悬移质粗。干流底质中值粒径在 $0.009 \sim 0.049 \text{ mm}$, 近年来, 黄浦江底质变化不大, 平均中值粒径 0.023 mm 。2016 年以前黄浦江底质中黏土含量基本稳定在 13.5% 左右, 2016 年底质中黏土含量有所下降, 平均含量在 12.0% 左右。2018 年黏土含量明显增加, 平均含量在 15.0% 左右。

3 河势变化分析

3.1 历史情况

历史上(1974 年)陆家嘴弯段深槽偏浦西侧, 深槽水深在 $9 \sim 10 \text{ m}$, 浦东侧边滩水深基本浅于 5 m , 且滩面范围较大, 见图 1。1974—1999 年河段凹岸深槽大面积冲刷, 冲刷幅度在 $0.5 \sim 1.0 \text{ m}$, 浦东侧边滩淤积较为严重, 弯道下游淤积范围较广, 淤积幅度在 $1 \sim 2 \text{ m}$, 弯顶位置淤积幅度甚至超过 3 m , 见图 2。由于边滩淤积明显, 8、5 m 等深线均有较大变化, 其中边滩 8 m 等深线向江心最大推进幅度约 40 m , 变幅较大位置主要集中在外顶上下游; 5m 等深线整体向江心推进, 浅滩面积扩大, 见图 3。

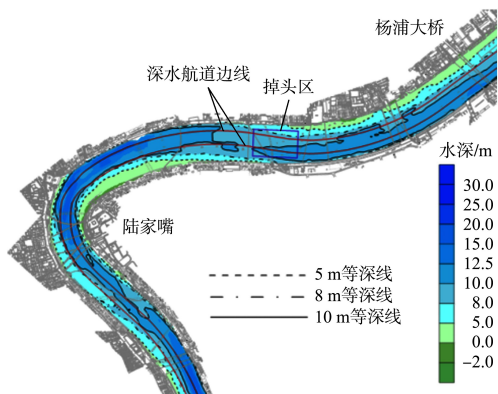
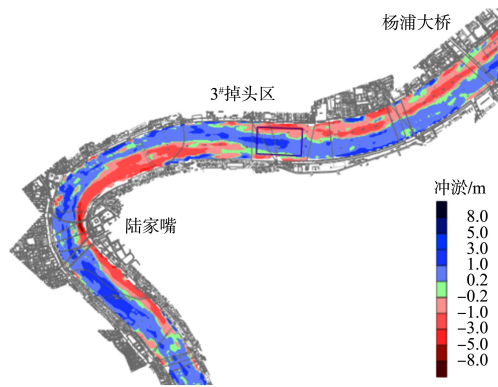


图 1 工程区段 1974 年水下地形
Fig. 1 Underwater topographic of project area in 1974



注: 冲刷为正, 淤积为负。

图 2 1974—1999 年工程区段冲淤
Fig. 2 Erosion and siltation in project area from 1974 to 1999

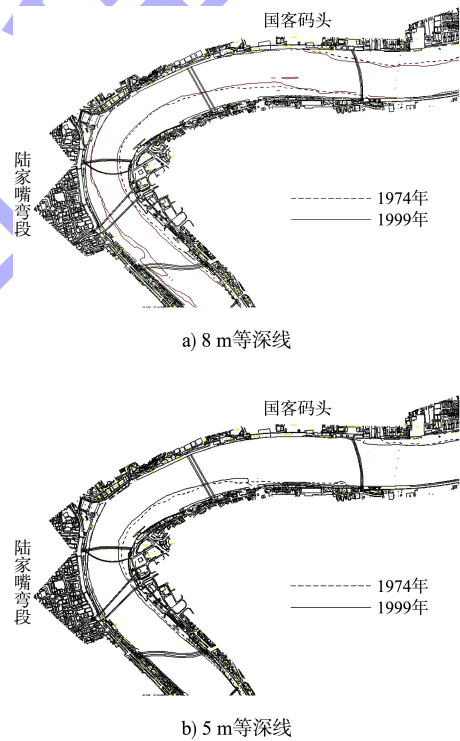


图 3 工程区段等深线变化
Fig. 3 Isobath variation in project area

3.2 断面变化

在陆家嘴弯段布置 5 个断面, 断面位置见图 4。可以看出, 该河段靠近弯顶断面呈“V”形, 深槽偏靠凹岸浦西侧边坡较陡, 凸岸浦东侧边坡较缓^[8], 深槽水深在 $14 \sim 20 \text{ m}$, 从历年变化来看, 深槽水深变幅不大, 边滩水深历年有所减小, 2023 年疏浚区域所在浦东侧边坡水深增深明显, 见图 5。

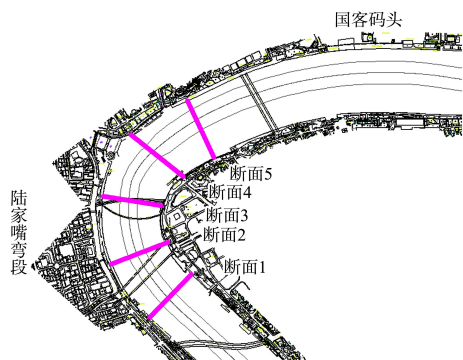


图 4 黄浦江陆家嘴航段断面位置
Fig. 4 Section position at Lujiazui bend in Huangpu River

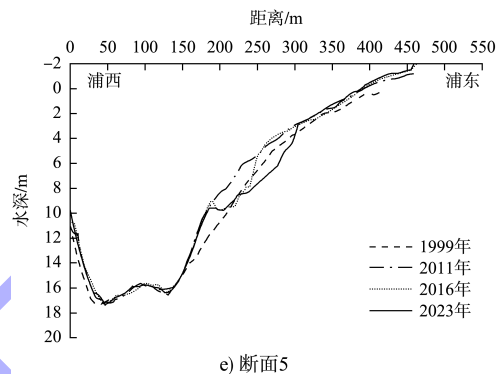
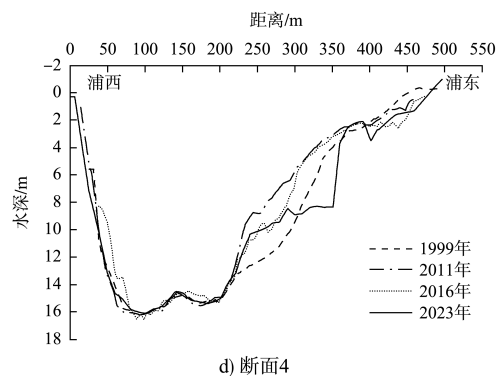
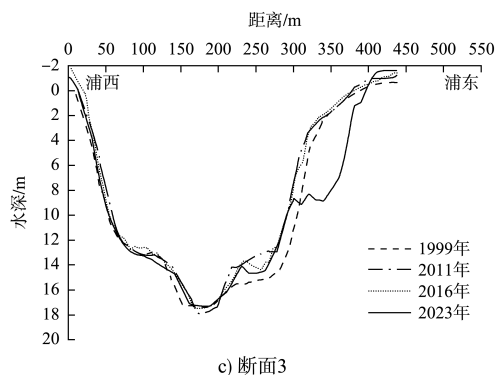
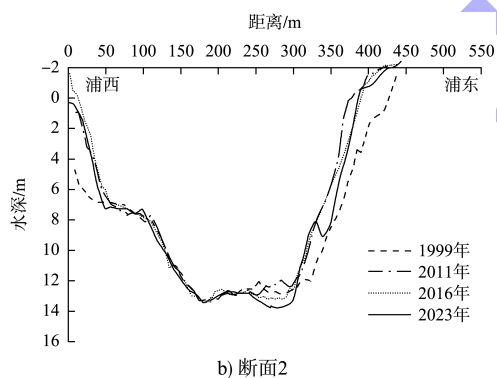
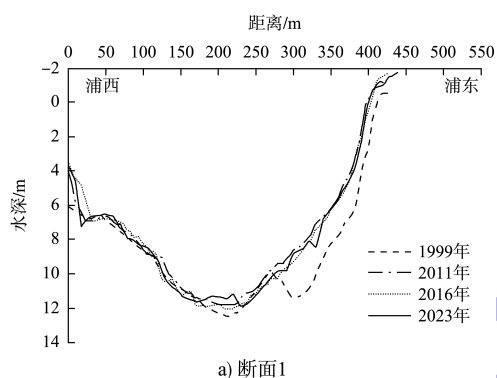


图 5 黄浦江陆家嘴航段断面
Fig. 5 Section at Lujiazui bend in Huangpu River

3.3 总体变化规律

2023 年，陆家嘴弯段河槽内水深良好，深槽始终偏凹岸，水深基本在 7 m 以上，浦西侧边滩工程疏浚范围水深 -2~2 m，见图 6。8 m 深槽基本贯通。1999 年以来 8、10 m 等深线宽度逐渐变窄，直至 2016 年后 8、10 m 等深线有所拓宽。2016 年以后 8、10 m 等深线变化较小，见图 7。该弯段深泓在上游基本位于河道中心，过弯顶水域后深泓偏向浦西侧。近年来深泓线变化幅度很小，见图 8。

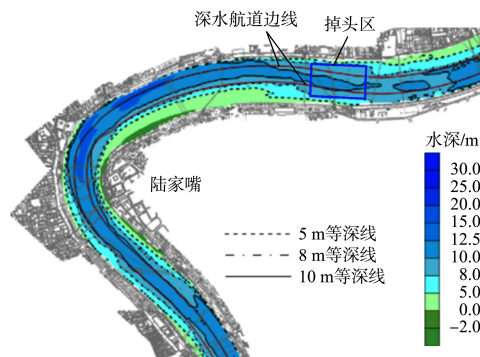
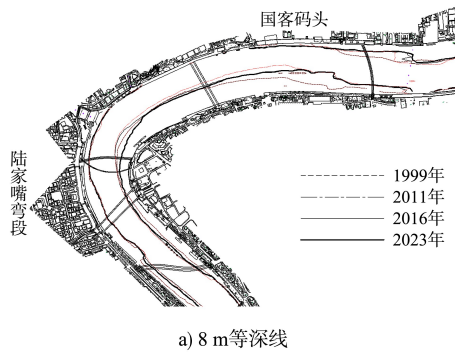
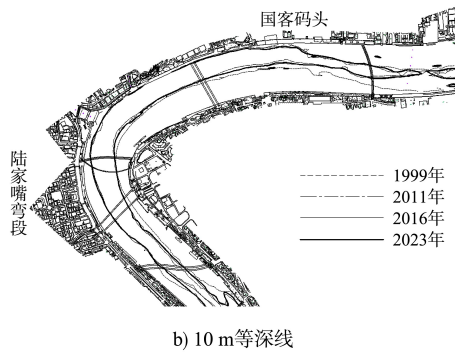


图 6 2023 年陆家嘴弯段水下地形
Fig. 6 Underwater topographic at Lujiazui bend in 2023



a) 8 m等深线



b) 10 m等深线

图 7 陆家嘴弯段等深线变化

Fig. 7 Isobath variation at Lujiazui bend

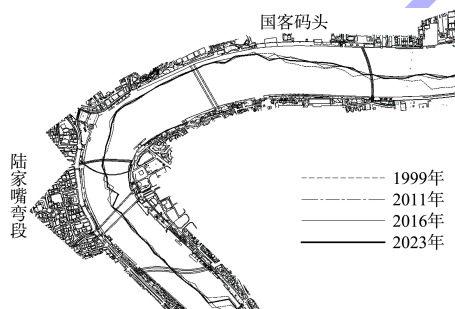
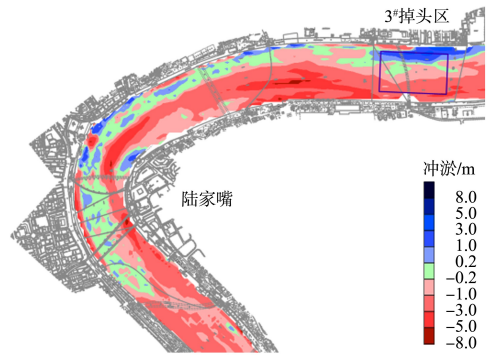


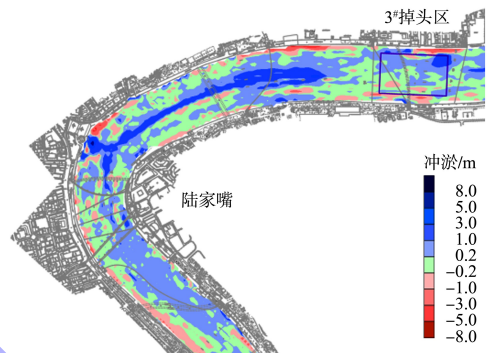
图 8 陆家嘴弯段近年深泓线变化

Fig. 8 Thalweg variation at Lujiazui bend in recent years

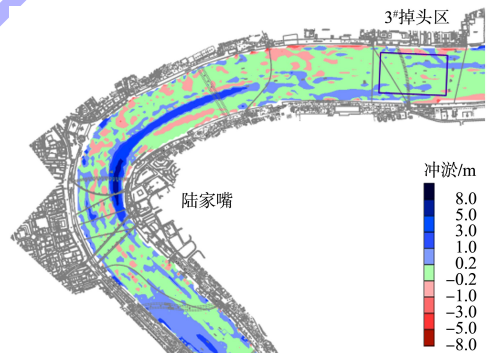
黄浦江下段属典型弯道河流, 河床调整遵循弯道演变规律, 总体呈“凹冲凸淤”趋势^[9]。1999—2011 年陆家嘴弯道整体以淤积为主, 其中维护区域下游淤积较为严重, 局部区域弯顶两岸以及下游浦西侧岸坡小幅冲刷; 2011—2016 年陆家嘴弯道由淤积转为冲刷, 因附近深水航道维护疏浚^[10], 维护区段水深显示有所增加; 2016—2023 年弯道大部分水域水深变化较小, 航道内有冲有淤。浦东侧边滩维护区段及其下游因维护疏浚水深增加, 见图 9。



a) 1999—2011年



b) 2011—2016年



c) 2016—2023年

图 9 黄浦江陆家嘴航段冲淤

Fig. 9 Erosion and siltation at Lujiazui bend of Huangpu River

总体上, 黄浦江河势变化不完全是自然过程, 还经历了近百年人工整治、改善和利用, 河道已基本稳定。今后, 在边界条件和水沙条件没有大的变化情况下, 平面形态已不太可能有较大变化。疏浚后在该区域水深增加, 深槽拓宽, 在深槽内可能小幅淤积, 在河流自身冲淤调整下, 河床将逐步趋于稳定。

3.4 弯段回淤情况

陆家嘴弯段往年回淤情况见表 1。可以看出，2019 年 12 月—2020 年 10 月，工程区域内回淤量 5.9 万 m³，回淤厚度 0.87 m；2021 年 6 月—2022 年 6 月，工程区域回淤量 6.1 万 m³，回淤厚度 0.78 m；2022 年 12 月—2023 年 6 月，工程区域回淤量 7.3 万 m³，回淤厚度 0.84 m。

表 1 黄浦江陆家嘴往年疏浚回淤厚度
Tab.1 Siltation thickness at Lujiazui bend in Huangpu River in past years

统计时间段	疏浚底高程/m	回淤工程量/万 m ³	回淤厚度/m
2019 年 12 月—2020 年 10 月	-5.5	5.9	0.87
2021 年 6 月—2022 年 6 月	-8.3~-7.6	6.1	0.78
2022 年 12 月—2023 年 6 月	-7.6	7.3	0.84

4 航道布置

4.1 布置思路

针对陆家嘴弯段特性和主要事故发生原因，应解决弯道通航水域狭窄的问题，需要通过优化航道平面、疏浚浅区，尽可能拓宽弯道通航水域，增加航道转弯段宽度，改善弯道船舶通航环境。

4.2 布置原则

- 1) 充分考虑船舶通航习惯，并有利于弯段航道通航条件的改善。
- 2) 因势利导，平面布置应利于河道的总体稳定健康发展。
- 3) 避免对周边临江、跨江设施产生不利影响。
- 4) 有利于黄浦江河道综合功能利用。
- 5) 方案布置宜便于施工，且对通航影响较小。

4.3 航道平面及设计尺度优化

弯道平面优化拟在保持与东方明珠游船码头一定安全距离的情况下，按照尽可能用足水域空间的原则，对陆家嘴浦东侧凸岸浅滩进行切滩加宽，见图 10。同时，考虑该弯段已有疏浚工程的良好治理效果，加宽区域结合已有疏浚工程范围布置，切滩上下游两端预留过渡段，其边线与现状深水航道边线平顺衔接，船舶可以提前转弯，提高船舶航行安全。通航设计底高程与黄浦江深水航道现状维护标准保持一致，取 -8.3 m，弯段切滩加宽后，增加通航宽度 0~113 m。

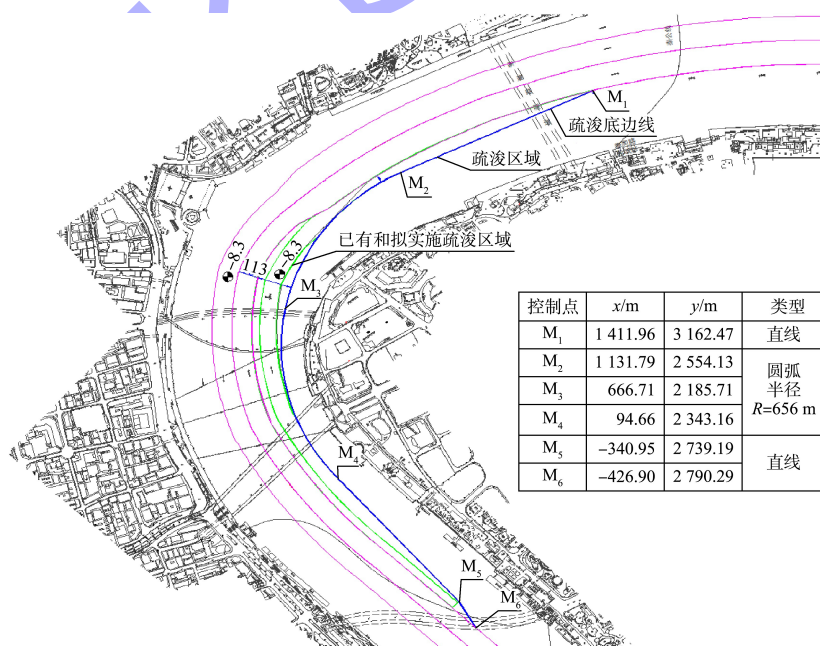


图 10 陆家嘴弯段维护平面布置 (单位: m)

Fig. 10 Maintenance layout at Lujiazui bend (unit: m)

根据《黄浦江航道陆家嘴、董家渡弯段维护疏浚实施方案》^[11],地层自上而下依次为淤泥、淤泥质粉质黏土和淤泥质黏土。根据 JTS 165—2013《海港总体设计规范》^[12]要求,并参考以往维护经验,设计边坡可取 1:7。

5 结语

1) 近年来陆家嘴弯道大部分水域水深变化较小,航道内有冲有淤。浦东侧边滩维护区段及其下游因维护疏浚水深增加。疏浚后在疏浚区域水深增加,深槽拓宽,在深槽内可能小幅淤积,在河流自身冲淤调整下,河床将逐步趋于稳定。

2) 针对陆家嘴弯段特性和主要事故发生原因,通过对陆家嘴浦东侧凸岸浅滩进行切滩加宽解决弯道通航水域狭窄问题,增加航道转弯段宽度,改善弯道船舶通航环境。

参考文献:

- [1] 姜琦,杜梦.黄浦江典型弯道河段河床演变研究[J].中国水运(下半月),2014,14(11):211-212,241.
JIANG Q, DU M. Study on riverbed evolution of typical curved section of Huangpu River [J]. China water transport(second half of month), 2014, 14(11): 211-212, 241.
- [2] 耿海玉.上海黄浦江陆家嘴区段的高滩疏浚清理工程[J].水运工程,2001(4):44-45.
GENG H Y. Shoal dredging and clearing engineering at Lujiazui section of Huangpujiang River in Shanghai [J]. Port & waterway engineering, 2001(4): 44-45.
- [3] 蒋卫东.黄浦江航道弯道水域通航措施研究[J].中国航海,2011,34(2):105-110.
JIANG W D. Research about the navigation safety measures for vessels passing through bending areas of Huangpu River, Shanghai [J]. Navigation of China, 2011, 34(2): 105-110.
- [4] 骆登强.黄浦江高桥嘴弯道河床演变分析[J].中国水运(下半月),2022,22(4):73-75.
LUO D Q. Analysis of riverbed evolution of Gaoqiaozi Bend in Huangpu River [J]. China water transport(second half of month), 2022, 22(4): 73-75.
- [5] 沈欢欢,李大刚.黄浦江干流水域潮汐特征分析[J].中国水运,2019(8):119-120.
SHEN H H, LI D G. Analysis of tidal characteristics of the main stream of Huangpu River [J]. China water transport, 2019(8): 119-120.
- [6] 刘宏,苗林浩.黄浦江干流水文特性定量分析[J].港口科技,2020(9):33-37,47.
LIU H, MIAO L H. Quantitative analysis of hydrological characteristics of the main stream of Huangpu River [J]. Port science & technology, 2020(9): 33-37, 47.
- [7] 郑金海,魏有兴.吴淞口至张华浜河段航道改善方案的初步研究[J].河海大学学报(自然科学版),2002,30(3):89-92.
ZHENG J H, WEI Y X. Channel improvement for Wusongkou-Zhanghuabang river section [J]. Journal of Hohai University (Natural science edition), 2002, 30(3): 89-92.
- [8] 陈维俭,于海.黄浦江陆家嘴弯道河段近期河床演变研究[J].中国水运(下半月),2009,9(8):157-158.
CHEN W J, YU H. Study on recent riverbed evolution of Lujiazui bend section of Huangpu River [J]. China water transport(second half of month), 2009, 9(8): 157-158.
- [9] 唐刚,杨晓坤.黄浦江吴淞口弯道河段近期冲淤分析[J].港口科技,2022(3):33-42.
TANG G, YANG X K. Analysis of recent erosion and deposition in Wusongkou bend section of Huangpu River [J]. Port science & technology, 2022(3): 33-42.
- [10] 吴彦,袁士彬,徐南.2016年黄浦江航道冲淤分析[C]//山东省测绘地理信息学会.第十九届华东六省一市测绘学会学术交流会议暨2017年海峡两岸测绘技术交流会论文集.济南:山东省测绘地理信息学会,2017:280-285.
WU Y, YUAN S B, XU N. Analysis of sediment transport in the Huangpu River navigation channel in 2016 [C]// Shandong Surveying, Mapping and Geographic Information Society. Proceedings of the 19th East China Six Provinces and One City Surveying and Mapping Society Academic Exchange Conference and 2017 Cross Strait Surveying and Mapping Technology Exchange Conference. Jinan: Shandong Surveying, Mapping and Geographic Information Society, 2017: 273-278.