



无锡(江阴)港大型外贸铁矿石码头 扩能改造方案*

贾鹏鹏¹, 王为汉², 华江³

(1. 交通运输部规划研究院, 北京 100028; 2. 大连理工大学, 辽宁 大连 116024;

3. 江苏江阴港港口集团股份有限公司, 江苏 无锡 214000)

摘要: 针对无锡(江阴)港金属矿石外贸进港市场需求迫切、深水岸线资源不足、公用码头超负荷工作等问题, 提出港口集团 5[#] 码头扩能改造方案。将外档泊位提升至 15 万吨级, 内档泊位提升至 5 000 吨级; 内港池口门处的 2 个泊位改造为散货泊位, 新增专业散货运输系统, 设计年通过能力由 1 209 万 t 提升至 3 903 万 t。通过船舶自动识别系统分析、二维水流数学模型等方法, 从通航安全和洪水影响角度验证方案可行性。结果表明, 方案实施后基本不会影响航道自然条件, 对长江行洪、河势的影响也较小, 但会对江阴水道内其他船舶产生一定影响。经论证, 采取相关安全措施后, 方案可行。在不新增长江沿江岸线长度的情况下, 该方案可实现外贸进口铁矿石码头的扩能改造, 为类似码头的扩能升级提供参考。

关键词: 无锡(江阴)港; 码头扩能; 铁矿石码头; 自动识别系统; 二维水流数学模型

中图分类号: U652.7+2

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)09-0060-09

Expansion and renovation plan for large-scale iron ore terminal for foreign trade at Wuxi (Jiangyin) Port

JIA Pengpeng¹, WANG Weihang², HUA Jiang³

(1. Transport Planning and Research Institute Ministry of Transport, Beijing 100028, China;

2. Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 3. Jiangsu Jianyin Port Group Co., Ltd., Wuxi 214000, China)

Abstract: In response to the urgent demand for imported metal ore from Wuxi (Jiangyin) Port, insufficient deep-water shoreline resources, and overloading of public terminals, a plan for the expansion and renovation of Terminal 5[#] of the Port Group is proposed. The external berth will be upgraded to 150, 000-ton class, while the internal berth will be upgraded to 5, 000-ton class. Two berths at the entrance of the inner harbor basin will be transformed into bulk cargo berths, and a specialized bulk cargo transportation system will be added. The designed annual throughput capacity will be increased from 12.09 million tons to 39.03 million tons. The feasibility of the plan is verified from the perspectives of navigation safety and flood impact through methods such as ship AIS analysis and two-dimensional water flow mathematical models. The results show that the implementation of the plan will not significantly affect the natural conditions of the waterway, and the impact on the flood discharge and river regime of the Yangtze River is relatively small, but it will have a certain impact on other ships in the Jiangyin waterway. After argumentation, it is believed that the plan is feasible after taking relevant security measures. The plan can achieve the expansion and renovation of the imported iron ore terminal for foreign trade without increasing the shoreline length, which can provide reference for the expansion and upgrading of similar terminals.

Keywords: Wuxi (Jiangyin) Port; terminals expansion; iron ore terminal; automatic identification system (AIS); two-dimensional water flow mathematical model

收稿日期: 2024-12-04

*基金项目: 国家重点研发计划项目(2021YF132600700)

作者简介: 贾鹏鹏(1987—), 男, 博士, 从事水运规划与战略政策研究。

无锡(江阴)港港口集团5#码头(简称“5#码头”)临近长江江阴水道,得益于长江南京以下12.5 m深水航道的贯通,通航条件显著改善,码头吞吐量进一步增长,到港船舶大型化趋势明显。2022年,5#码头完成货物吞吐量6 022万t,运输货类以散杂货为主,是江阴港重要的散杂货码头。考虑到江阴港金属矿石外贸进港市场需求迫切,江阴港深水岸线资源不足,公用码头已处于超负荷状态等问题;对5#码头进行扩能改造方案研究,顺应船舶大型化的发展趋势,提高深水岸线的使用率,缓解江阴港大宗散货码头能力不足的问题,是十分有必要的。

近年来,随着世界经济全球化发展,港口吞吐量不断上升,我国部分码头规模已经不能满足需求^[1]。同时为响应国家号召,推动港口高质量发展,促进资源节约集约利用^[2],对现有码头扩能升级成为增加港口通过能力的主要手段。陈家渺^[3]、林清^[4]、吕威等^[5-6]、贾鹏鹏等^[7]对码头或港池进行改扩建方案研究,并分别因地制宜提出针对性的改扩建平面布置方案;王硕等^[8]面对油气化工码头改扩建工程的复杂边界条件,通过优化系缆布置确保平面布置的可行性和安全性;尹涛等^[9]分析老旧液体散货码头改扩建的设计特点,解决了工作平台布置复杂的难题;王伟利^[10]和王英^[11]对电厂煤码头的扩建工程效果和项目经济性评价进行了研究。刘培等^[12]对孖洲岛友联修船基地码头扩建方案进行比选论证,采用平面二维潮流泥沙数学模型论证方案可行性。温清洪^[13]对鼓浪屿内厝澳码头扩建工程进行规范性论证,对防止工程导致的水域通航环境恶化或诱发水上交通事故具有重要的意义。码头功能改造和能力提升是建设交通强国的重要方向之一,为进一步优化长三角地区铁矿石码头布局,增强江阴港外贸竞争力^[14-15],有必要对5#码头进行改扩建方案研究。

1 码头现状

工程位于长江下游江阴水道南岸申港河口及其下游长江岸段,下距上海吴淞口航道里程约165 km。

5#码头目前共9个生产性泊位,长江码头外档原结构段建设有2个4万吨级泊位、扩建段有1个2万吨级泊位;内档建设有2个2 000吨级泊位;码头平台连片式布置,通过3座垂直引桥与后方陆域衔接;内港池建设有4个5 000吨级泊位;此外,在内港池口门外建设有2座工作船浮码头,后方陆域建设有生产和生活辅助设施,并已投入使用多年。码头所在位置及泊位现状见图1。

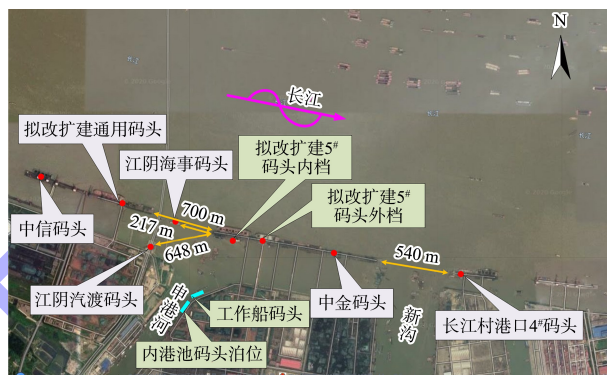


图1 工程所在位置及码头泊位现状

Fig.1 Location of the project and current situation of the terminal

根据申夏港区现状及发展形势分析,目前港区公用码头处于超负荷运转状态。为适应码头负荷率、腹地货物水运、船舶大型化发展趋势等需求,充分发挥长江黄金水道及宝贵的深水码头资源优势,践行长江经济带“生态优先、绿色发展理念”,满足港区20万吨级散货船常态化靠泊的使用要求,需对已建5#码头的泊位等级进行提升。

2 实施方案

1) 长江码头。外档泊位由2个4万吨级泊位和1个2万吨级泊位提升为2个15万吨级泊位(水工结构按照靠泊20万吨级散货船舶设计和建设),码头长度724 m;内档泊位等级统一提升为5 000吨级,泊位长度285.5 m。根据装卸需要,在现状码头平台下游端部新建转运站及17 m宽引桥1座,上方设置带式输送机廊道,引桥长度369.899 m。

2) 内港池。对靠近口门处的 2 个泊位进行专业化改造, 泊位等级、位置、设计船型不变, 仅新增装船机设备, 并在码头平台靠口门侧新建转运站 1 座, 以提高港区的散货出口能力。

3) 工作船码头。根据港区生产运营需要, 本工程设置工作船码头 2 座, 趸船结构形式(趸船利旧), 相邻布置于内港池码头口门外侧约 80 m 处。规划方案见图 2。

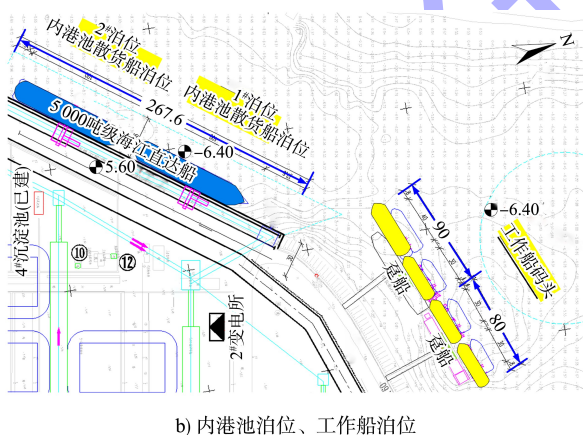
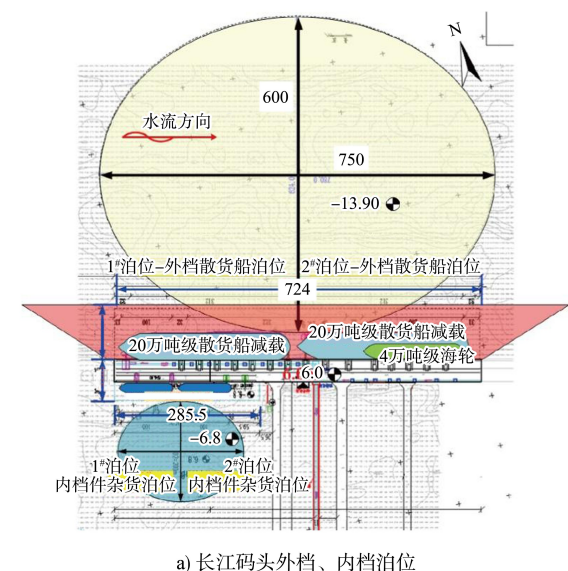


图 2 改扩建方案总平面布置 (单位: m)

Fig. 2 General layout of renovation and expansion plan (unit: m)

4) 装卸工艺设施。增加带式输送机接卸及输送系统; 堆场沿东西向布置 5 条斗轮机轨道基础, 配备 5 台堆取料机和带式输送机。完成升级改造后, 设计年通过能力由 1 209 万 t 提升至 3 903 万 t (不含未改造的 2 个内港池泊位)。

3 通航安全影响分析

3.1 对航道条件的影响评价

3.1.1 对水流、潮流条件的影响

1) 过水面积影响方面。工程建成后, 某一水位下工程占据有效过水面积与工程前相应水位的全断面有效过水面积之比称为工程对过水面积的占据率。占据率是体现临海工程影响河道过水能力的主要参数, 在工程区段水流条件相同的情况下, 过水面积占据率越大, 对流场影响就越大。改扩建方案仅在局部有所调整, 总阻水面积略有增加, 水工建筑物占据水域过水断面很少。因此改扩建工程对过水面积影响较小。

2) 河道水位影响方面。一般情况下, 码头建筑物壅水与上游来流流速大小平方成正比。由于改建部分位于已有码头上下游端的掩护区, 各水文条件下工程实施对长江左右岸水位基本无影响。水位影响的范围仅限于码头工程区域附近, 且变化的幅度很小, 一般在 1.0 cm 以内。因此, 码头改扩建工程对河道水位影响较小。

3) 河道近岸流速影响方面。由于码头扩建部分位于已有码头工程下游掩护区内, 工程实施后, 引起流速变化仅限于工程局部区域, 码头掩护区范围内涨落潮流速均略有减小, 影响范围集中在码头工程局部水域内。由此可见, 码头建设对河道近岸流速影响较小。

4) 深水航道流速影响方面。本段长江岸线开发利用程度很高, 码头前沿约 530 m 外为已开通 12.5 m 深水航道。本工程为码头改扩建工程, 在原有码头基础上增加涉水设施有限, 整体工程量相对较小, 工程影响仅限于局部工程区域, 工程改建对河道水位和水流的改变十分微弱, 基本不会改变原有流场形态, 航道内水流流速和流向无变化。可见, 工程建设对 12.5 m 深水航道内流速无影响。

3.1.2 对河床演变的影响

1) 河势影响方面。本码头工程实施后的影响仅限于工程附近局部区域, 工程实施后最大壅水在 0.01 m 内, 水动力影响范围大致集中在码头工

程局部范围内。同时, 码头工程实施后, 有利于工程附近区域岸线的稳定, 与前期实施的节点整治工程一同维护九龙港岸段的稳定性。

2) 河床冲淤影响方面。本工程为技术改造工程, 仅针对码头前沿水工结构进行平面布置。拟改扩建码头所占据过水面积小, 其结构阻水作用有限, 基本不会对工程附近局部水域的水动力条件产生影响。同时, 航道流态、主流带位置基本不改变, 结合该水域水深条件, 可以预测该工程建成后, 不会对工程水域的河床演变规律造成明

显影响。

3.2 对交通流、交通组织的影响分析

本工程位于长江下游江阴水道右岸申河港口及其下游长江岸段, 下游紧靠申夏港区中金码头, 上游为江阴汽渡和海事码头, 水域交通流较为复杂。因此, 采用自动识别系统(automatic identification system, AIS)数据分析技术绘制工程水域船舶 AIS 轨迹图, 选取江阴 2018 年通航船舶尺度流量信息, 以深入分析 5# 码头改扩建对交通流、交通组织以及港口设施、功能的影响, 见图 3。

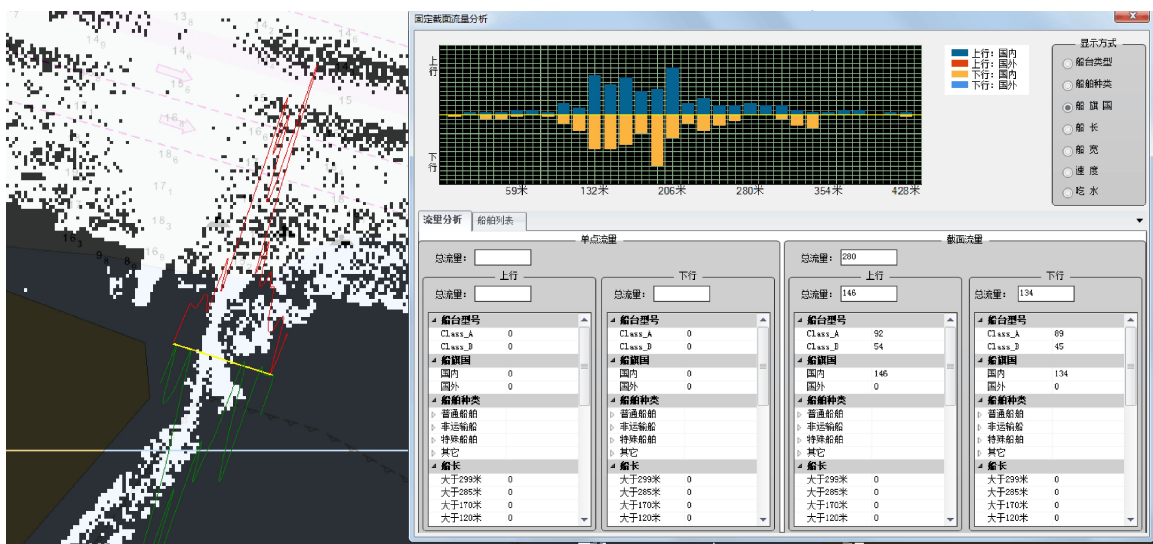


图 3 5# 码头前沿水域船舶 AIS 交通流

Fig. 3 AIS traffic flow of ships in the front water area of Terminal 5#

3.2.1 码头本身对船舶航行的影响

拟改扩建工程附近水域通航的船舶主要包括航道内船舶和航道外船舶。附近水域航道为上下行双向航道, 大型船舶沿主航道航行。同时, 吃水较小的船舶沿下行小型船舶推荐航路航行。

现状条件下, 码头工程水工建筑物及码头停泊水域、回旋水域未利用主航道且保持一定安全距离, 码头船舶回旋作业、停泊作业对航道内船舶基本没有影响。

3.2.2 船舶进出码头对船舶航行的影响

上行进港船舶靠近工程附近水域时, 船舶减速、左转穿越下行航路和下行小型船舶推荐航路驶向靠泊码头; 下行进港船舶沿下行航路航行, 近码头时右转穿越下行小型船舶推荐航路进港掉

头靠泊, 需加强瞭望, 注意与过往船舶密切联系, 及早减速等让。因此, 进港船舶对江阴水道内行驶船舶均有一定影响。

下行出港船舶穿越下行小型船舶推荐航路可直接进入江阴水道下行航路; 上行出港船舶需穿越小型船舶上行推荐航路和深水航道, 进入上行航路。因此, 出港船舶对江阴水道上、下行航路内行驶的船舶均有一定影响。

考虑船舶进港穿越航道所需时间, 对航道内其他船舶产生一定影响, 而船舶至码头前沿水域靠泊时, 对其他过往船舶影响较小。其中, 交通流高峰期, 小型船舶有时会利用深水航路航行, 大型船舶在进出江时避让困难, 容易发生碰撞事故。在复杂航段遇到小型船舶交通流高峰期时, 应密切关注小型

船舶的动态,提前做好现场维护等交通组织工作。

综合以上情况,无论码头船舶进港、出港,其上行、下行在穿越航道时将与过往船舶产生交叉会遇局面,均对江阴水道内船舶航行产生一定影响。因此,船舶在穿越航道时,如遇有航道内船舶,应主动用甚高频(very high frequency,VHF)无线电波与对方取得联系,以表明自己将穿越航道,并鸣放相应操纵信号。

3.2.3 工程对过往船舶交通流的影响分析

扩建完成后,码头等级提升,附近船舶航路不发生改变,进出码头船舶吨级增大,船舶交通流变化不明显。由于大型开普型船舶的阻塞作用,当开普型船舶进入江阴水道后,在局部时间内交通流有一定程度增加。总体而言,拟改扩建工程对工程河段船舶流量影响较小。

3.3 对港口设施、功能的相互影响

3.3.1 工程对码头的的影响

1) 中金码头。拟改扩建码头采用顺岸式布置方案,码头前沿线同下游申夏港区中金码头基本一致,码头前沿船舶交通流较大。工程建成营运后,设计代表船型船舶在进行靠离泊作业时,航经附近码头前沿水域和回旋水域,使得周围交通环境更加复杂。本工程与上游中金码头紧邻,由于距离较近,两个码头相邻泊位之间回旋水域距离较近,甚至可能出现重叠,见图4。并且工程水域船舶流量较大,拟改扩建码头船舶回旋进行靠离泊作业时,与中金码头靠离泊船舶相互之间存在一定影响。同时,中金码头离泊上行船舶很可能穿越本工程回旋水域,两者产生相互影响。



图4 码头回旋水域与周边码头回旋水域关系
Fig.4 Relationship between turning water areas
of the terminal and surrounding terminal

2) 6#通用码头。本工程距离6#通用码头约700 m,拟改扩建码头营运后,最大设计代表船型均为20万吨级散货船,船型尺度较大,船舶靠离泊作业操纵难度将进一步增大。

3) 申港河口港池码头。本工程船舶的进出港及靠离泊作业对进出申港河口、新沟河口港池泊位的小型船舶产生一定影响,交通流存在交叉,应密切注意周边小型船舶动向,注意避让,听从管理部门统一调度。

因此,本工程码头营运期间船舶在进出港及靠离时,应及时密切注意航道内及周围码头的航行船舶动态,提前感知操纵意图,与上游码头统一协调,避免相互影响,保障营运船舶和码头安全。

3.3.2 工程对轮渡的影响

拟改扩建码头上游约460 m处为江阴汽渡的轮渡线,会有汽渡船定期穿越长江航道,在南北两岸间航行。根据汽渡运营情况,8艘汽渡船全天在汽渡水域航行,每天250~260个单航次,约10 min/班。施工作业期间施工船进出施工作业区可能对汽渡产生影响;码头营运期间最大设计代表船型20万吨级散货船航行时会与汽渡船形成相遇局面,带来更多不安全因素。因此,鉴于大型船舶进入码头前沿水域和靠离泊所需时间较长,船舶引航员和船长宜及早与轮渡调度室取得联系,通过协调控制渡船发船频率,减少相互之间的影响。

3.3.3 工程对锚地、停泊区的影响

本工程距离No.14停泊区(江阴海轮锚地)约1.4 km,最大设计代表船型20万吨级散货船航经No.14、No.15停泊区时临近长江航道水域。同时,本工程距离锚地CJJS24#约4.0 km,距离锚地CJJS25#约1.4 km。本工程船舶航经上述停泊区域和锚地时,临近长江航道水域,进出停泊区、锚地船舶对靠离泊船舶通航产生一定影响。

因此,建议加强对船舶停泊、锚泊监管,20万吨级散货船在航经停泊区和锚地临近水域时,注意观察周围船舶动态。提前与停泊区、锚地调度部门取得联系,合理安排进出停泊区和锚地船舶,减少对长江主航道中船舶造成的影响,降低上行

通航分道中航行船舶与进出停泊区、锚地船舶间的碰撞风险。在大型船舶经过停泊区、锚地水域前,海事监管单位需对锚地船舶进行安全监管,禁止船舶穿越长江主航道。

4 洪水影响分析计算

4.1 二维水流数学模型

采用河道平面二维水流数学模型,进行码头改扩建、新建引桥等涉水建筑物对河道行洪水位和流场影响的计算,并对改扩建前后河道水位和流速等的变化进行分析。

计算河段为五峰山—肖山(长约 88 km),二维水动力数学模型采用非结构网格剖分计算区域,其主要优点在于能够很好地模拟自然边界和 underwater 地形,同时便于控制网格密度,易作修改和适应性调整。网格节点数 1.860 2 万个,非结构单元总数为 3.385 7 万个。本工程新建桩柱采用 MIKE21FM 中的桥墩建筑物模拟,并对工程附近局部模型网格进行加密,工程附近局部模型网格布置见图 5。由于灰场围堤的工程建设标准参照长江主江堤,围堤堤顶高程 6.00 m,挡浪墙高 1.0 m,挡浪墙顶高程 7.00 m。工程处的防洪设计水位 5.53 m,因此在防洪设计水位条件下灰场围堤起到挡水作用,数模计算的建模范围按照围堤挡水进行考虑和设定。

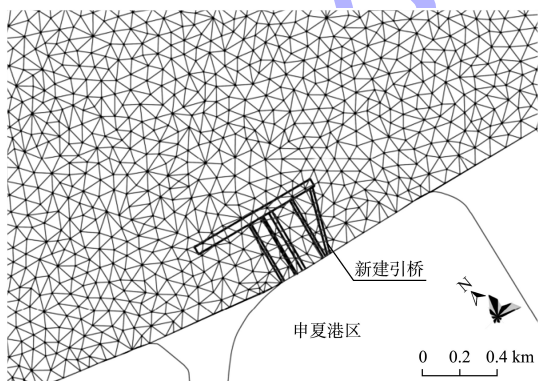


图 5 工程附近局部模型网格

Fig. 5 Local model mesh near the project

4.2 数学模型率定和验证计算

二维水流数学模型率定验证计算的主要目的是检验数学模型计算方法的可行性,率定模型相关参数,并检验模型的计算精度。主要验证内容

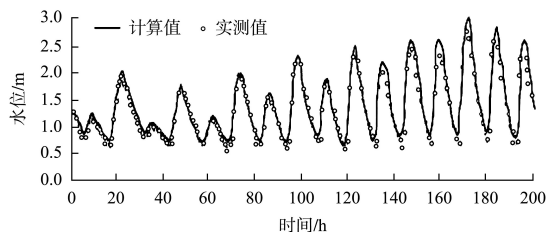
包括潮位过程、垂线点流速过程等。地形采用率定和验证时段的实测地形。

4.2.1 率定、验证计算条件

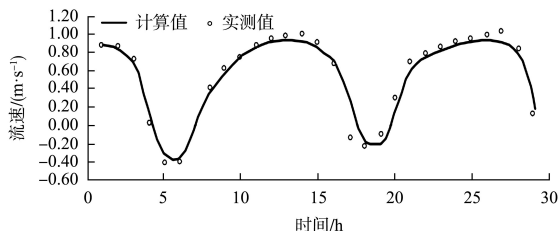
验证水文资料采用长江下游扬中河段 2005、2012 年水文同步现场水文测验资料。实测资料包括永安州北、永安州南、小决港、八桥、小泡沙等潮位站以及永安州北、永安州南、八桥、天星洲左右汉等实测流速测点。验证计算过程中,模型进口边界根据五峰山断面流量的时间序列给出,模型出口边界根据肖山站潮位时间序列给出。率定采用 2005 年 3 月实测各潮位站潮位资料和各测点流速过程。验证采用 2012 年 11 月实测大潮资料。

4.2.2 计算成果分析

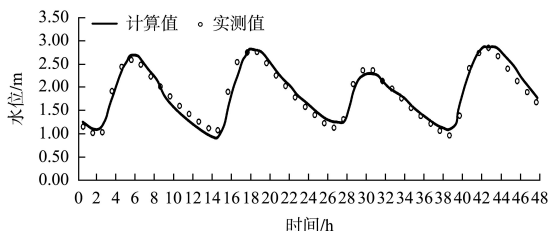
对 2005 年 3 月实测潮汐过程进行率定计算,各测站潮位过程计算值和实测值见图 6a),各测点流速实测值和计算值比较见图 6b),通过率定得到扬中河段糙率在 0.016~0.025。通过率定计算确定数学模型相关计算参数后,采用 2012 年 11 月实测大潮进行验证计算,潮位及流速验证计算结果见图 6c)、d)。



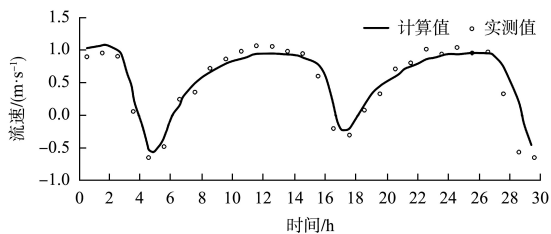
a) 2005年3月潮位验证,永安州北



b) 2005年3月流速验证,永安州5#



c) 2012年大潮潮位验证,扬中段K-6R



d) 2012年大潮流速验证, KAZ16-1+000

图 6 模型率定和验证计算部分结果
Fig. 6 Partial results of model calibration and validation calculations

4.3 工程影响计算分析

4.3.1 工程计算条件

工程河段为感潮河段，潮汐为非正规半日潮汐，汛期主要表现为单向流，枯期表现为双向流。为了较全面地反映拟建工程对河道水(潮)位和流速场的影响，本次计算分别选取防洪设计洪水、典型汛期大潮过程及枯期大潮过程共 3 组水流条件进行工程影响计算。工程计算工况见表 1。

表 1 工程影响计算水流条件
Tab. 1 Water flow conditions for engineering impact calculation

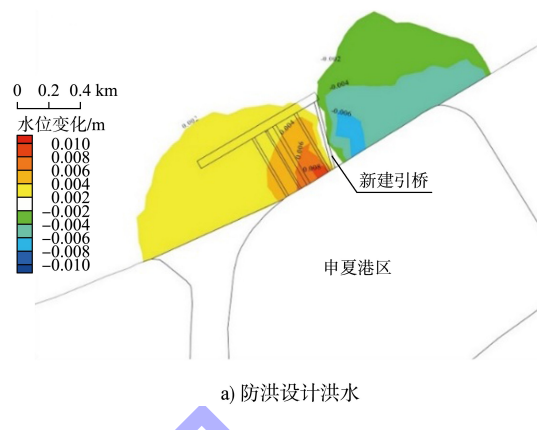
计算条件	典型时刻	流量/($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	肖山站潮位/m
防洪设计洪水	高潮位	100 400	5.31
	落急	115 000	3.67
汛期大潮过程	高潮位	61 800	4.12
	落急	73 200	1.76
枯期大潮过程	涨急	34 300	1.95
	落急	36 000	0.13

4.3.2 水位影响分析

相比落急条件，在防洪设计洪水高潮位、汛期大潮过程高潮位以及枯期大潮过程涨急条件下，工程对水位的影响相对更为显著，主要分析这 3 种计算条件下拟建工程对水位的影响。

拟建工程附近水位及流速变化见图 7。工程后水位变化最大值和影响范围见表 2。可以看出，工程后水位的变化主要集中在新建引桥上下游局部区域，主要表现为引桥上游局部区域水位壅高，引桥下游局部区域水位降低。由各组水流条件计算结果对比可知，一般当流量越大时，拟建工程阻水面积越大，工程后水位变化也越大。由此可见，工程修建后，水位影响主要位于拟建工程附

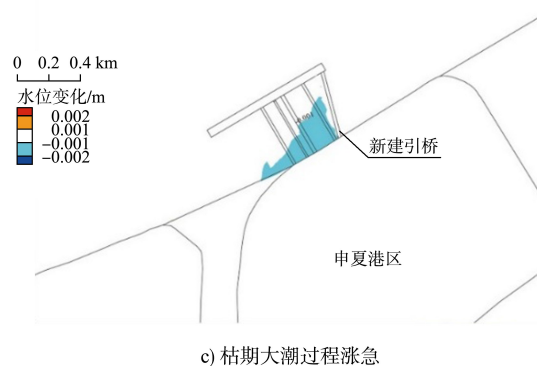
近局部区域，且水位变化相对较小，不会因工程建设降低工程范围内防洪大堤的防洪标准。



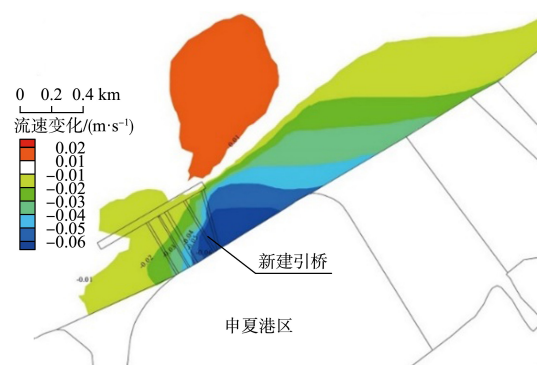
a) 防洪设计洪水



b) 汛期大潮过程高潮位



c) 枯期大潮过程涨急



d) 防洪设计洪水落急

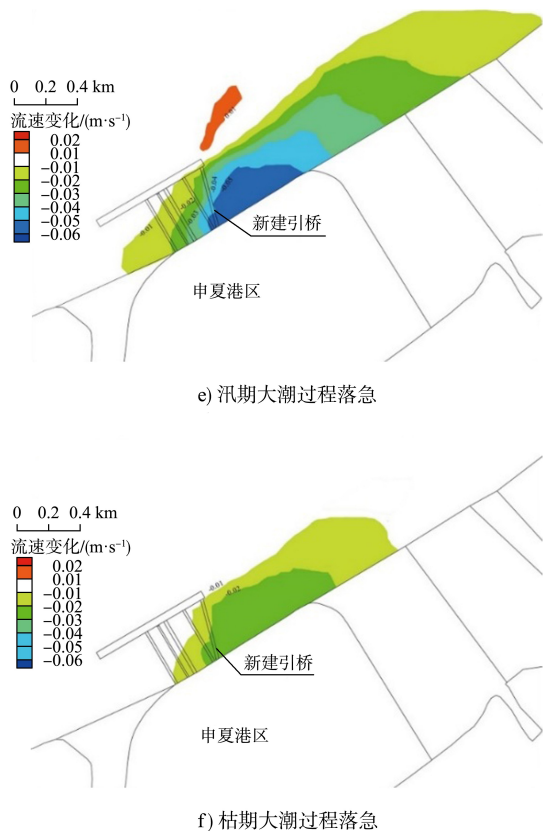


图 7 工程前后水位及流速变化
Fig. 7 Change of water level and flow velocity before and after the project

表 2 工程后水位变化最大值及影响范围
Tab. 2 The maximum value and impact range of water level change after the project

工况	水位影响值/cm		水位变化 ≥ 0.2 cm 范围/m	
	壅高最大	降低最大	距引桥上游	距引桥下游
防洪设计洪水	0.9	-0.7	1 105	883
汛期大潮高潮位	0.3	-0.2	270	444
枯期大潮涨急	0.1	-0.2	-	-

4.3.3 流速影响分析

相比高潮位和涨急条件,在防洪设计洪水落急、汛期大潮过程落急、枯期大潮过程落急条件下,工程对流速的影响相对更为显著,因此主要分析这 3 种条件下拟建工程对流速的影响。工程后流速变化最大值及影响范围见表 3。拟建工程对计算河段的整体流场影响不大,工程前后流速矢量基本无变化,工程后的流速变化主要位于拟建工程上、下游及外侧局部区域内,表现为拟建工程上游由于壅水影响流速减小,下游由于阻水扰流作用,水流扩散,阻力变大,流速也减小;由

于桥墩挤压水流,使引桥外侧局部区域内流速增大。各组水流条件下,一般流量越大,工程对流速的影响也越大。由此可见,拟建工程对长江的行洪及流场影响不大。

表 3 工程后流速变化最大值及影响范围
Tab. 3 The maximum value and impact range of flow velocity change after the project

工况	流速变化 最大值/($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)		增幅 ≥ 0.01 m/s 范围(引桥 外侧)/m	降幅 ≥ 0.01 m/s 范围/m	
	增加 最大	减小 最大		引桥 上游	引桥 下游
防洪设计落急	0.02	-0.07	908	863	2 427
汛期大潮落急	0.01	-0.06	332	603	2 090
枯期大潮落急	0.01	-0.02	-	284	1 128

5 结语

1) 5# 码头外档泊位等级提升为 15 万吨级, 水工结构按照靠泊 20 万吨级散货船舶设计和建设, 泊位长度满足 2 条 15 万吨级及以上散货船同时靠泊卸船; 内档 2 个泊位等级由 2 000 吨级提升为 5 000 吨级; 靠近内港池口门处的 2 个泊位改造为散货泊位, 增设装船机设备, 主要进行专业化散货出口作业。此外, 在提升泊位等级的基础上新增专业散货运输系统。

2) 工程上下游临近码头数量较多, 且距离拟改扩建码头较近。码头建成营运后, 设计代表船型进出港航行会与周围码头的靠离泊船舶产生相互影响。在采取相关安全措施后, 能够保证该水域船舶通航安全。因此, 从通航安全角度认为方案可行。建议建立协调机制, 各单位间应加强沟通, 统一调度指挥, 使船舶靠离泊作业有序进行, 确保安全。

3) 原有流场形态基本不变, 对河床形态及演变几乎没有影响; 对长江行洪水位影响较小, 不会因码头工程建设降低工程范围内防洪大堤的防洪标准; 造成附近水域流速变化较小, 对长江行洪、河势的影响较小。因此从洪水影响角度认为方案可行, 建议加强一定范围内河道地形和水文资料的观测及分析研究工作等。

4) 本文方案是适应长江南京以下 12.5 m 深水航道全线贯通, 满足船舶大型化的发展需要, 同时也是降低全社会物流成本, 减少碳排放, 满

足交通强国建设的需要。在不新增长江沿江岸线长度的情况下,实现外贸进口铁矿石码头的扩能改造,可为其他亟需扩能升级的码头提供参考。

参考文献:

- [1] 邱一君,章强.基于空间杜宾面板模型的中国港口溢出效应研究[J].上海海事大学学报,2024,45(3):65-74.
QIU Y J, ZHANG Q. Spillover effects of Chinese ports based on spatial Durbin panel model [J]. Journal of Shanghai Maritime University, 2024, 45(3): 65-74.
- [2] 本刊讯.五部门部署加快港口码头改扩建[J].中国航务周刊,2023(15):17.
China Shipping Gazette. Five departments deploy to accelerate port terminal reconstruction and expansion[J]. China shipping gazette, 2023(15): 17.
- [3] 陈家渺.东莞河口某散杂货码头改扩建平面布置研究[J].中国水运,2022(5):94-96.
CHEN J M. Study on layout of reconstruction and extension of a bulk cargo wharf in Dongguan Hekou[J]. China water transport, 2022(5): 94-96.
- [4] 林青.华南某油品码头改扩建平面方案研究[J].中国水运(下半月),2017(6):190-191,194.
LIN Q. Study on the plane scheme of reconstruction and expansion of an oil terminal in South China [J]. China water transport (the second half of the month), 2017(6): 190-191, 194.
- [5] 吕威,贝建忠,孙国辉.深厚泥炭质土软基条件下的老码头改扩建[J].水运工程,2024(2):66-71,130.
LYU W, BEI J Z, SUN G H. Reconstruction and expansion of existing wharf under condition of deep peaty soft soil foundation[J]. Port & waterway engineering, 2024 (2): 66-71, 130.
- [6] 吕威,崔维康.东非某港改扩建工程狭窄港池布置特点[J].水运工程,2024(4):82-87.
LYU W, CUI W K. Layout characteristic of narrow harbor basin for port expansion project in East Africa[J]. Port & waterway engineering, 2024(4): 82-87.
- [7] 贾鹏鹏,李蕊,孙朝阳,等.泰州港泰兴港区七圩作业区内港池扩建方案研究[J].水运工程,2024(10):51-55,89.
JIA P P, LI R, SUN C Y, et al. Expansion plan of port pond in Qiwei operation area of Taixing port area, Taizhou Port[J]. Port & waterway engineering, 2024(10): 51-55, 89.
- [8] 王硕,张鹏,田万青.连续蝶形多装卸区油气化工码头改扩建工程平面布置要素[J].水运工程,2023(2):80-86.
WANG S, ZHANG P, TIAN W Q. Layout elements of reconstruction and expansion project of liquid chemical wharf with continuous butterfly shaped multi loading and unloading area[J]. Port & waterway engineering, 2023(2): 80-86.
- [9] 尹涛,卓文雅,吴哲丰.老旧液体散货码头改扩建设计特点[J].水运工程,2021(10):222-228.
YIN T, ZHUO W Y, WU Z F. Design features of reconstruction and expansion of old liquid bulk wharf[J]. Port & waterway engineering, 2021(10): 222-228.
- [10] 王伟利.电煤船运码头扩建项目经济性评价模型[J].船舶与海洋工程,2019,35(4):73-78.
WANG W L. Economic evaluation model for coal wharf extension[J]. Naval architecture and ocean engineering, 2019, 35(4): 73-78.
- [11] 王英.广东珠江电厂煤码头扩建工程实施效果与思考[J].中国工程咨询,2016(11):42-43.
WANG Y. Implementation effect and thinking of coal wharf expansion project of Guangdong Pearl River Power Plant[J]. China consulting engineers, 2016(11): 42-43.
- [12] 刘培,刘悦轩,张艳艳.孖洲岛友联修船基地码头扩建方案比选论证[J].中国水运,2023(13):60-62.
LIU P, LIU Y X, ZHANG Y Y. Comparison and demonstration of wharf expansion schemes of Youlian ship repair base in Weizhou Island [J]. China water transport, 2023(13): 60-62.
- [13] 温清洪.鼓浪屿内厝澳码头扩建工程规范性论证[J].广州航海学院学报,2018,26(1):6-8,15.
WEN Q H. The criterion analysis of the extension project of Nei Cuo Ao wharf in Gulangyu [J]. Journal of Guangzhou Maritime University, 2018, 26(1): 6-8, 15.
- [14] 张梦天,王成金.我国港口铁矿石码头布局现状、问题及建议[J].综合运输,2015,37(10):11-14.
ZHANG M T, WANG C J. Iron ore terminal development in China: situation, problems and suggestions[J]. China transportation review, 2015, 37(10): 11-14.
- [15] 刘翠莲,郁艸兰,杨娟,等.铁矿石码头竞争力研究[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2011,30(5):1027-1030,1043.
LIU C L, YU T L, YANG J, et al. On competitiveness of iron-ore terminal [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University (natural science), 2011, 30(5): 1027-1030, 1043.

(本文编辑 王传瑜)