



通过调整港区规划布局 改善既有大型开敞式码头区流场

丁 勐, 施 凌, 李元青

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 日照港岚山港区大型开敞式原油码头区, 规划建设4个30万吨级以上原油泊位。起步工程建成后试运行期间, 由于受到相邻作业区工程建设的影响, 码头水域流场发生变化, 不利于码头作业。为了改善既有大型开敞式码头区的流场, 调整了规划布局。利用码头后方陆域发挥导流作用, 导顺流场, 减小回流强度, 提升码头系靠泊的安全性。这种做法未对周边项目区域产生不利影响, 形成共赢态势。该项目的经验总结对将来类似项目可起到积极的借鉴作用。

关键词: 港口规划布局; 大型开敞式码头; 导流; 流场

中图分类号: U 651; U 658.5

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)10-0099-05

Improving flow field of large open wharf area by adjusting port planning and layout

DING Wei, SHI Ling, LI Yuan-qing

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

Abstract: The large open oil terminal area in Lanshan Port Area of Rizhao port is planned to build four berths over 300,000 DWT. During the trial operation period of the first project, due to the influence of the construction of the adjacent operation area, the flow field of the wharf area has changed, which is not conducive to the wharf operation. In order to improve the flow field of the existing large open wharf area, the planning layout is adjusted. The land area behind the wharf is used to play the role of diversion dike to guide the flow field, reduce the backflow intensity, and improve safety of berthing. This approach does not adversely affect the surrounding project areas and has formed a win-win situation. The experience summary of this project can be a positive reference for similar projects in the future.

Keywords: port planning and layout; large open wharf; diversion; flow field

日照港岚山港区中作业区原规划建设3个大型原油泊位, 规划的大型开敞式原油泊位通过栈桥和后方中四堤陆域相连^[1], 见图1。在规划实施建设过程中, 最西侧的30万吨级原油码头一期工程最先建成投入使用, 试运行期间反映良好。随后, 大型原油码头北侧的中区北港池北防波堤和南侧的南区东防波堤陆续建成。但南北侧防波堤建成后, 引

起大型开敞式码头水域流场变化, 导致30万吨级原油码头水域回流作用明显, 横流流速明显增大, 对船舶靠离泊及装卸作业均有较大影响。应港口方的委托, 开展调整规划布局的研究工作。目标是通过调整大型原油码头区规划布局, 确保在后续的港区建设过程中逐步导顺流场, 减弱不利影响, 保证大型开敞式原油码头靠离泊及装卸作业的安全。

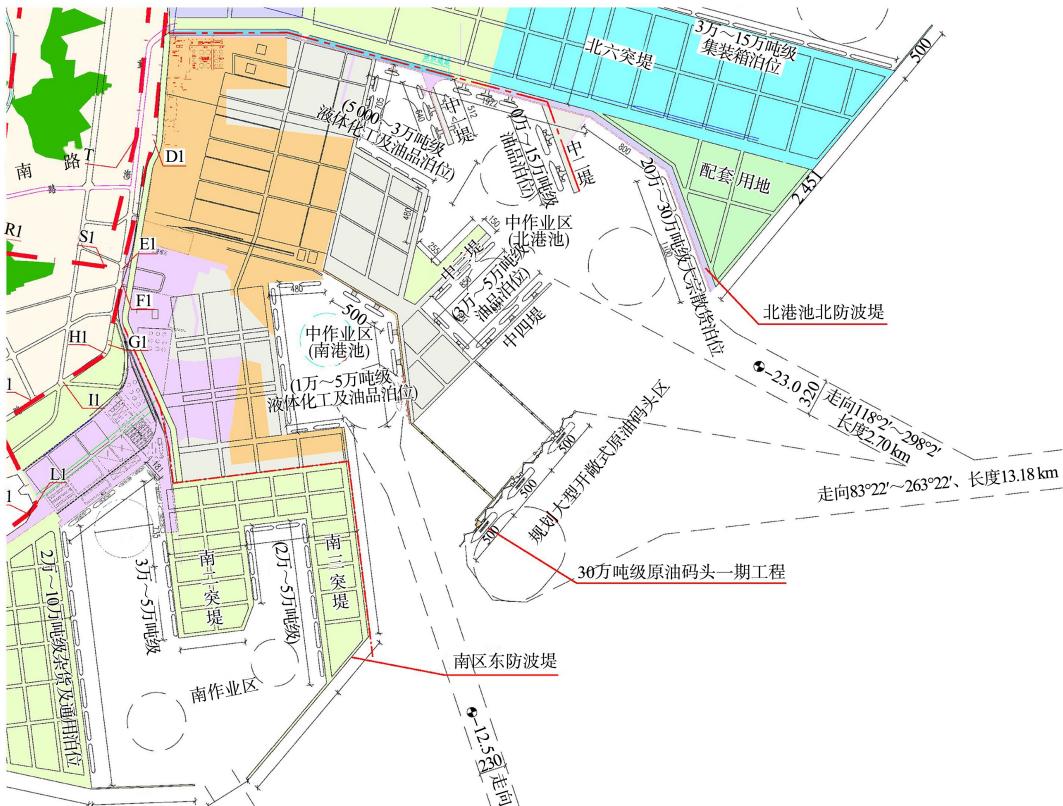


图 1 原规划布局 (单位: m)

1 流场变化的原因

1) 规划的原油码头工程区位于岚山港区中作业区的宽大口门区, 原油码头采取开敞式的布置形态。原油码头区北侧的中区北港池北防波堤和南侧的南区东防波堤等工程建设后, 有明显的挑流作用, 导致大型原油码头区涨、落急流态均变得不平顺, 出现较大的回流。

2) 规划的陆域边界距离码头前沿线较远, 且陆域形成尚未实施, 在码头后方形成了大面积的纳潮区, 导致在30万吨级原油码头水域出现回流, 主流向与码头轴线夹角较大, 横流作用明显, 对船舶操纵及泊稳不利。

3) 港区规划最终实现后, 规划的南、北作业区东侧护岸轴线与原油码头前沿线齐平, 有利于改善流场。但规划实施的周期过长, 短期内无法按照总体规划全面实现。而原油码头已经投入使用, 后续还将形成多个大型原油码头的泊位组。如果不采取适当的工程措施, 大型原油码头区将持续受到不良水流条件的影响。因此调整本区域规划布局是必要的, 应当研究采取科学可行的工程措施改善流场条件, 确保已建和拟建大型原油

码头的作业安全

2 港区自然条件

工程区域常风向为 N, 频率 9%; 强风向为 WSW, 实测最大风速 22 m/s, 6 级以上大风的频率为 12.6%, 全年各向风频率分布相对均匀。

常、强浪向均为 E, 频率 26.32%; 设计高水位时 50 a 一遇 $H_{1\%}$ 为 6.92 m, 波周期为 8.9 s。

水流情况：1) 南北防波堤未建时：本海域潮流性质属正规半日潮流。根据拟建港区 2004、2005 年实测海流资料^[2]，实测最大涨潮点流速为 1.42 m/s、流向 228°，最大落潮点流速为 0.90 m/s、流向 60°。2) 北侧防波堤建设后：2008 年 7 月 3 日—7 月 9 日及 2009 年 8 月 27 日—9 月 5 日在拟建工程附近布置了实测观测点进行大、中、小潮海流观测。原油码头水域实测最大流速为 45.6 cm/s、流向为 246°。规划的原油码头轴线走向为 40°~220°，流向夹角明显加大。3) 南侧防波堤建设后，进行了现状工况的潮流模拟试验^[3]，2011 年规划调整前既有条件下，工程海域涨、落急时刻流场见图 2。涨急时，北侧防波堤有明显挑流作用，背水侧有较强回流，回流形

态呈椭圆形, 回流区西南侧边缘在 30 万吨级原油码头引桥区附近; 落急时, 南作业区东防波堤有较明显挑流作用, 回流中心约在 30 万吨级原油 1# 码头前回旋水域。北区防波堤和南作业区东防波堤的

挑流作用, 使岚山港区中作业区原油码头区水域出现了较强的环流, 流速大且与码头轴线夹角较大, 横流作用明显, 不利于船舶靠离泊及装卸作业, 因此须尽快研究落实改善流场的技术措施。

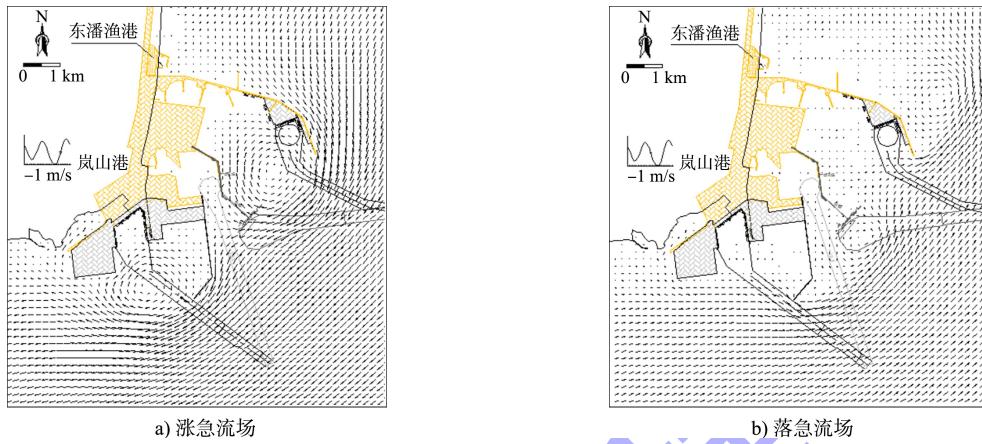


图 2 规划调整前工程海域流场

3 规划调整方案

结合港区整体规划、自然条件及相关工程的建设情况后, 提出调整大型开敞式原油码头区规划布局的技术方案^[4], 将原规划的中四堤向海侧平移, 加大陆域面积, 以减小原油码头后方纳潮量, 压缩回流尺度, 减小回流强度。同时将调整

后陆域边界护岸走向与已建 30 万吨级原油码头前沿线走向保持一致, 轴线走向 $40^\circ \sim 220^\circ$, 以期兼顾发挥导流堤作用, 导顺开敞式码头区流向, 改善系靠泊条件; 调整后的中四堤海侧护岸长约 1 330 m, 护岸距离大型原油码头前沿线约 300 m, 最终确定的规划调整方案见图 3。

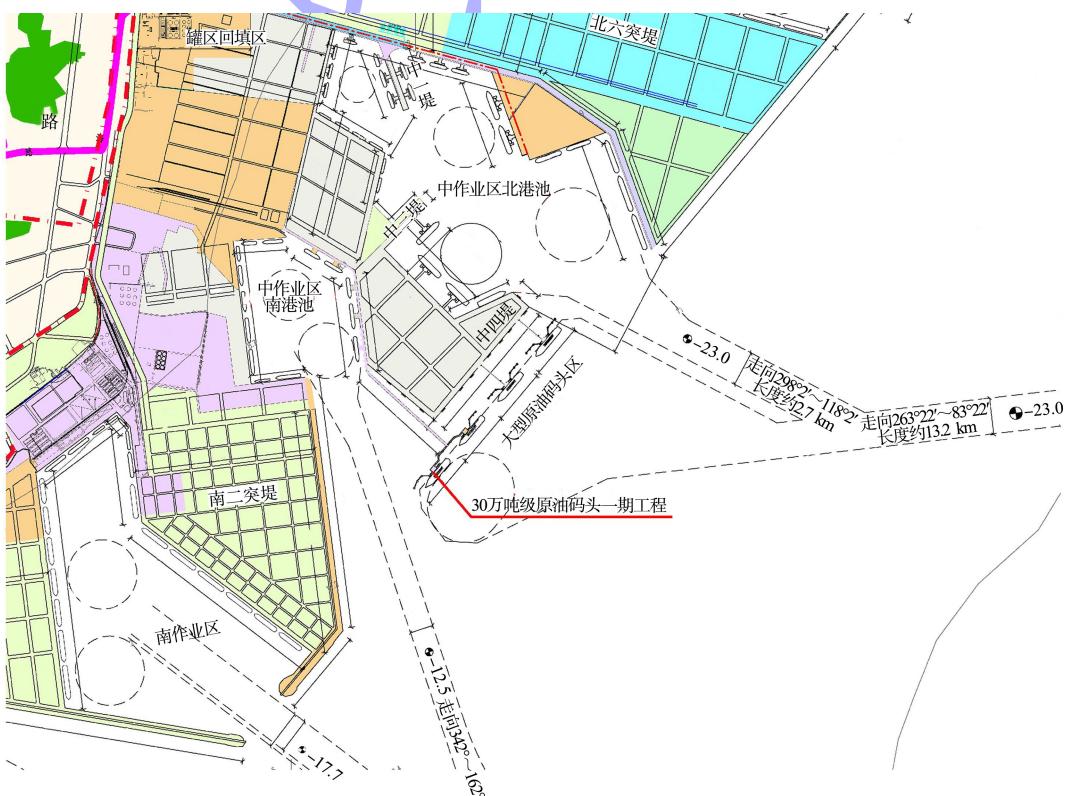


图 3 规划布局调整方案

4 规划调整对流场的影响分析

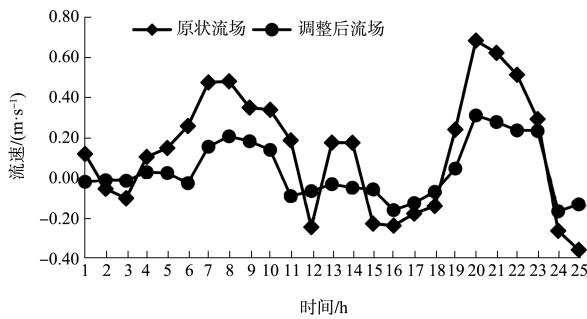
4.1 对原油码头区流场的影响

依据潮流数值模拟成果分析, 中作业区规划调整方案实施后, 大型开敞式码头区难以生成大范围回流, 对原油码头区流场改善显著。进一步分析规划布局调整方案对 4 个原油码头(由西向东依次为 1#~4#码头)^[5] 前沿及港池水域流场的改善效果、全潮过程中各方案下对应的码头前沿最大横流和最大纵流数值(表 1), 纵流分量最大流速有所增加, 说明流向归顺; 横流分量最大流速明显减小, 更有利于系靠泊作业。

表 1 原油码头前沿及港池全潮最大纵、横流情况

位置	极值流速分量/(m·s ⁻¹)			
	纵流		横流	
现状	规划调整后	现状	规划调整后	
1#码头	0.58	0.74	0.51	0.25
2#码头	0.73	0.78	0.63	0.25
3#码头	0.72	0.89	0.64	0.28
4#码头	0.73	0.82	0.68	0.31
回旋水域	1.66	1.45	0.64	0.66

进一步对比全潮过程中码头前沿区域的最大横流分量变化情况。规划调整后, 由于码头前沿流速下降, 流向与码头轴线的夹角减小。因此全潮过程中, 码头前沿最大横流分量明显减小, 见图 4。其中, 最大拢流分量流速由 0.68 m/s 降至 0.31 m/s, 最大开流分量流速由 0.36 m/s 降至 0.17 m/s。



注: 流速正值为拢流, 流速负值为开流。

图 4 规划调整前后全潮过程最大横流分量对比曲线

进一步对比分析大型原油泊位的靠泊时段(高平潮前后 2 h)拢流及开流分量最大值, 可见在规划调整后, 4 个大型原油码头在最为关键的靠泊时间段内, 码头前沿的横流减小, 无论是拢流还是

开流, 流速均明显下降, 见图 5。

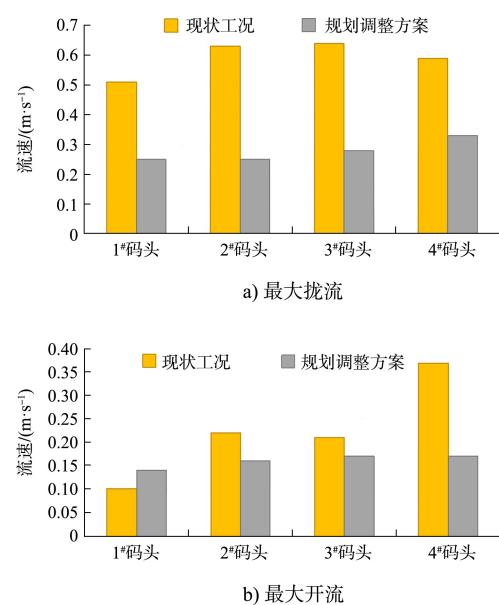


图 5 规划调整方案各泊位高潮前后流速比较

4.2 对周边工程流场的影响

本次规划调整范围为岚山港区中作业区原油码头区, 主要是岚山港区中区中三堤与中四堤之间的水、陆域及大型原油码头区。规划调整也将对周边工程区域的流场产生影响, 规划的调整不应只解决眼前问题, 绝不能牺牲周边工程的利益而改善本工程的条件。规划方案实施后对周边工程区的流场也起到了不同程度的改善作用, 见表 2。

表 2 周边水域的纵、横流极值

横、纵流	位置	极值流速/(m·s ⁻¹)	
		现状	规划调整后
纵流	中作业区北港池内航道	0.361	0.083
	中作业区北港池支航道	0.686	0.642
	岚桥矿石码头	0.467	0.160
	30 万吨级原油码头外航道	0.906	0.658
	10 万吨级油码头港池	0.139	0.091
	中作业区南港池支航道	0.775	0.539
横流	中作业区北港池内航道	0.612	0.123
	中作业区北港池支航道	1.293	1.005
	岚桥矿石码头	0.253	0.068
	30 万吨级原油码头外航道	0.693	0.696
	10 万吨级油码头港池	0.040	0.034
	中作业区南港池支航道	0.868	0.686

5 波浪影响分析

根据数模分析, 受到规划中四堤护岸的反射作用, 大型原油码头附近水域的波浪强度有所增

加。与既有条件比较, 50 a 一遇时波浪强度增加 3%~5%, 2 a 一遇时波浪增加 10% 左右。经统计, 规划调整后波浪影响船舶在港作业天数为 8.9 d, 与原规划方案的 8.5 d 比较, 变化不大, 对结构设计和泊稳影响甚微, 可以接受。

6 结论

1) 规划实施过程中, 要关注工程建设对自然环境条件的影响, 合理安排建设时序。

2) 本规划调整方案采取了综合的措施改善大型原油码头区流场, 规划布局调整后, 在全潮过程中大型原油码头前沿最大开流不超过 0.17 m/s、最大拢流不超过 0.31 m/s, 为大型船舶靠泊和装卸作业提供了安全的水流条件。

3) 针对本项目采取的流场改善措施, 还应注意其对周边码头、航道的影响, 本规划调整方案对周边工程流场均有改善作用, 说明这是一举多得的合理方案。

4) 码头后方陆域护岸与码头的距离要充分考虑波浪反射对于码头作业条件的影响, 在控制流场的同时综合分析论证, 避免顾此失彼。

5) 目前本港区已经按照规划调整方案推进建设, 陆续建成 4 座 30 万吨级开敞式原油码头。经过实践检验, 证实了本规划调整方案是科学合理的, 有效改善了大型开敞式原油码头区域及其周边的流场条件, 为日照港建设成为重要的国际原油中转基地奠定了坚实的基础。

参考文献:

- [1] 中交水运规划设计院有限公司. 日照港总体规划[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2008.
- [2] 国家海洋局北海预报中心. 日照港岚山港实华航道、码头海流调查分析报告[R]. 青岛: 国家海洋局北海预报中心, 2009.
- [3] 河海大学. 日照港岚山港区中作业区规划调整潮流数学模型研究报告[R]. 南京: 河海大学, 2012.
- [4] 中交水运规划设计院有限公司. 日照港岚山港区中作业区及南作业区规划方案调整报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2012.
- [5] 中交水运规划设计院有限公司. 日照港岚山港区 30 万吨级原油码头二期工程工程可行性研究报告[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2011.

(本文编辑 武亚庆)

(上接第 77 页)

3) 北侧铁路装卸区的排水方式分区块采用 W 形, 排水坡度均控制在 5‰ 以内, 避免远期 RMG 出现设备高低腿的情况。

4) 埋设 3 根 RMG 供电管线, 从绿化带穿至北侧铁路装卸区, 满足预留 3 台 RMG 的供电电缆敷设需求, 避免远期破除混凝土大板路面。

5) 该工程目前已验收移交肯尼亚铁路局, 运营良好, 可为同类型工程的设计提供参考。

参考文献:

- [1] 孙静霞. 肯尼亚既有米轨改造内罗毕铁路枢纽总图方

案研究[J]. 铁道运营技术, 2020, 26(1): 16-20.

- [2] 田钊, 陈孟茜. 肯尼亚既有米轨铁路功能探析[J]. 铁道运输与经济, 2020, 42(6): 110-114.
- [3] 李岳汶. 肯尼亚既有米轨铁路平面标准研究[J]. 工程技术研究, 2020, 5(19): 227-228.
- [4] 铁道第三勘察设计院集团有限公司. 铁路物流中心设计规范: Q/CR 9133—2016[S]. 北京: 中国铁道出版社, 2016.
- [5] 中交水运规划设计院有限公司, 中交第一航务工程勘察设计院有限公司. 海港总体设计规范: JTS 165—2013[S]. 北京: 人民交通出版社, 2014.

(本文编辑 王璁)