



罗泾集装箱码头岸线利用方案研究

刘涛¹, 梁子宁², 沈树茂¹

(1. 上海国际港务(集团)股份有限公司, 上海 200080; 2. 中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 在全球港口智能化升级不断加速的背景下, 针对传统散货码头向自动化集装箱码头转型所面临的岸线资源高效利用和平面布局优化调整等关键问题, 以上海港罗泾港区集装箱码头改造一期工程为研究对象, 进行满足未来发展需求、适应港口智能化发展的岸线利用方案研究。紧密结合港区现有岸线条件, 系统识别并深入分析影响岸线布置的核心因素, 对港区的功能定位、建设规模及船型等进行分析预测, 提出口门保留与口门封闭两种岸线利用方案, 从岸线资源利用水平、业务模式适应性、自动化适应性、运营效率及管理等方面对方案进行综合对比。结果表明, 口门保留方案更适合工程特点及发展要求。

关键词: 罗泾港区; 集装箱码头; 岸线利用

中图分类号: U651+.4

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2025)S1-0014-06

Shoreline utilization scheme of container terminal in Luojing

LIU Tao¹, LIANG Zining², SHEN Shumao¹

(1. Shanghai International Port(Group) Co., Ltd., Shanghai 200080, China;

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

Abstract: With the accelerating global trend towards intelligent port upgrades, in view of the key problems of critical challenges of efficient shoreline resource utilization and optimized layout adjustment encountered during the transformation of traditional bulk cargo terminals into automated container terminals, phase I container terminal renovation project in Luojing port area of Shanghai Port is focused on, and shoreline utilization schemes that meet future development demands and align with port intelligent upgrades are studied. The core factors influencing berth layout are systematically identified and thoroughly analyzed by closely integrating the port area's existing conditions with the specific technical requirements of automated container terminal layouts. Detailed analysis and projections are conducted regarding the port area's functional positioning, construction scale, and vessel types. Two distinct berth utilization schemes including the retained basin entrance plan and the closed basin entrance plan are proposed. A comprehensive comparative assessment is carried out encompassing shoreline resource utilization efficiency, adaptability to operation, suitability for automation, operational efficiency and management implications. The results show that the retained basin entrance plan is better suited to the specific characteristics and developmental requirements of this project.

Keywords: Luojing port area; container terminal; shoreline utilization

在全球港口绿色化与智慧化发展的背景下, 传统散货码头向集装箱码头转型已成为提升岸线资源利用效率、适应航运业高质量发展的重要趋势。散货码头因其功能定位与工艺特点, 通常存

在岸线利用率低、环境影响大等问题, 而集装箱码头凭借自动化、标准化和高密度的作业模式, 能够显著优化岸线利用方式, 提升港口岸线的吞吐能力与经济效益。

收稿日期: 2025-05-15

作者简介: 刘涛(1978—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 从事港口工程管理工作。

近年来,国内外学者针对此类码头改造工程及自动化集装箱码头工程的关键技术问题开展研究,主要集中在岸线布局重构、装卸工艺自动化以及智能化管理系统等方面。这些研究表明^[1-5],散货码头改造需要重点突破原有设施与集装箱作业需求的适配矛盾,包括岸线功能分区调整、堆场空间再规划、装卸工艺转型等方面。

2023 年,上海港完成集装箱吞吐量 4 916 万 TEU,连续 14 a 位居全球首位,彰显了其在全球供应链中的核心地位^[6]。然而,持续的快速增长已使现有港口资源承载能力趋于饱和,集装箱码头普遍处于超负荷运营状态。罗泾港区凭借靠近长江腹地的区位优势 and 优良的水深条件,具备与上海港长江战略布局码头形成协同联动的独特优势,在承接内外贸

集装箱业务方面蕴藏着巨大潜力。将原有散货码头改造升级为现代化全自动化集装箱码头后,将有力支撑长江经济带内贸集装箱运输的发展需求。

1 工程概况

上海港罗泾港区位于上海市宝山区长江口南支河段南岸,由 1997 年建成投产的罗泾一期工程 and 2007 年竣工的罗泾二期工程组成,总建设跨度达 10 a。港区原定位为综合性散货枢纽,主要承担矿石、煤炭、炼钢辅料、钢铁产成品、机电设备及大型钢构件等多货种转运功能,共配置生产性泊位 40 个,形成码头岸线约 6.5 km,年综合通过能力达 5 800 万 t。罗泾港区改造前各码头的平面布置见图 1。

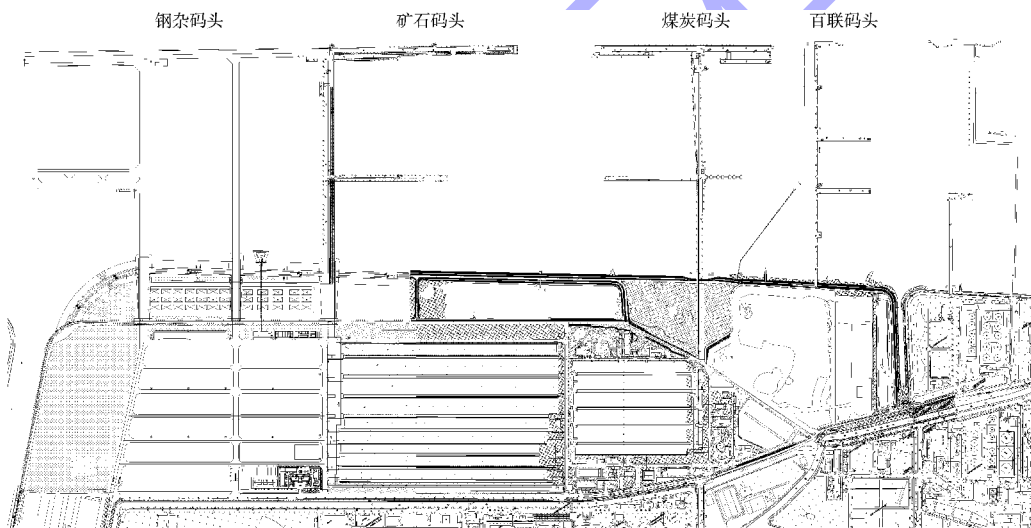


图 1 罗泾港区原状

Fig. 1 Previous condition of Luojing port area

作为长三角外贸矿石减载进江的核心节点,罗泾港区依托其毗邻长江口 12.5 m 深水航道的区位优势,长期服务于长江沿线钢厂的外贸铁矿石中转运输,成为大宗散货运输综合成本最小的作业区之一。然而,随着上海市城市空间扩展与生态环境保护要求的提升,港区煤炭及矿石码头分别于 2017 与 2019 年全面停运,码头设施及岸线资源处于闲置状态。罗泾港区亟需进行转型升级,在充分发挥既有基础设施潜力的基础上,探索功能转型与资源再开发的新路径。

2 自动化集装箱码头岸线布置的影响因素

集装箱码头岸线的布置能够直接影响码头的装卸效率和运营的经济效益。影响集装箱码头岸线布置的因素复杂多样,需要综合考虑自然条件、到港船型、功能定位、吞吐量需求、集疏运条件、装卸工艺、政策法规等多方面因素^[7-9]。

针对罗泾港区集装箱码头改造工程,在全自动化模式下规划码头岸线利用方案时,主要考虑以下因素:岸线资源的充分利用,以及工程的功能定位与靠泊船型要求;全自动化港区模式下车

流组织、运营管理和系统开发的具体要求；岸线布置方案与改造工程分期实施之间的适应性要求。

本文岸线利用方案在分析码头功能定位、吞吐量及到港船型预测的基础上，从岸线资源利用情况、不同岸线利用方案下码头潜在能力、业务模式适应性、自动化模式下适应性以及运营效率等方面进行综合分析。

3 罗泾港区集装箱码头岸线的布置分析

3.1 罗泾港区功能定位

上海港作为全球领先的国际航运中心，其集装箱码头主要分布于洋山、外高桥和吴淞 3 大港区。洋山港区按照深水深用的原则，主要面向国际航线建设大型集装箱泊位，不适于承担内贸集装箱的运输；外高桥港区也以外贸及内支航线运输为主。黄浦江下游港区逐渐被城市包围，已无

继续开发的岸线和陆域资源，且与城市发展的矛盾冲突日益严峻，作业能力已充分发挥。

根据港区规划方案，结合主要运输系统布局 and 罗泾港区岸线资源优势，罗泾港区未来发展定位是以集装箱和件杂货运输为主，其中集装箱业务以服务内贸运输为主、兼顾近洋运输，是上海港集装箱运输重要组成部分。

3.2 吞吐量需求

从近期看，上海港“十四五”集装箱吞吐量目标为 5 000 万 TEU，考虑码头综合利用率等因素，目前能力缺口约 700 万 TEU。在小洋山北侧港区建成前，上海港可新增的能力供给主要通过洋山四期、外高桥四期能力释放、罗泾码头改造三项措施填补。根据上海港现有建设及设备购置周期，“十四五”期间上海港集装箱能力增长趋势见表 1。其中，罗泾港区需要在 2025 年形成吞吐能力 350 万 TEU。

表 1 上海港“十四五”期间集装箱吞吐能力增长各年度分配

Tab. 1 Shanghai Port's annual breakdown of container throughput capacity growth during "14th Five-Year Plan"

年份	2021	2022	2023	2024	2025
能力增长/万 TEU	洋山四期 50	外高桥四期 70, 洋山四期 50	洋山四期 180	-	罗泾港区 350

从远期看，目前全球集装箱吞吐量排名第 2 的新加坡港，将形成 6 500 万 TEU 吞吐能力，上海港全港吞吐能力远期应不低于 6 500 万 TEU^[10]。综合考虑外高桥、罗泾、黄浦江及洋山港区各自设施能力及黄浦江内生产岸线向生活岸线调整的趋势，上海港吞吐能力及服务航线空间布局逐步优化，罗泾港区远期吞吐能力不可小于 500 万 TEU。2035 年上海港各集装箱港区吞吐能力及服务航线分配见表 2。

表 2 2035 年上海港集装箱吞吐量及服务航线分配

Tab. 2 Shanghai Port's container throughput capacity and service routes breakdown in 2035

港区	吞吐量/万 TEU	服务航线
罗泾	500	内贸为主, 兼顾近洋
外高桥	2 000	近洋为主, 兼顾内贸
洋山	4 000	南侧远洋为主, 北侧近洋及江/河海支线

3.3 船型预测

根据对上海港内贸集装箱码头运营情况的调查，上海港内贸集装箱到港船舶船型最大为 4 万吨级，比例最高的是 1 万吨级以内以及 1 万~2 万吨级船舶。从长江中上游沿线港口主流船型来看，均以 1 万吨级以内集装箱船舶为主。通过国内主要船舶公司了解到，近洋外贸航线最大船型为 7 万~10 万吨级。

综合考虑长江干线船舶大型化趋势以及“班轮”形式逐步引入长江沿线的集装箱运输，罗泾港区到港江船大型化趋势也将十分明显。结合罗泾港区所处的地理区位、航线距离以及上海港货源情况，未来随着长江航道等级的提升、货源的集聚和规模效益的提升，内贸集装箱船将存在一定的大型化趋势。但受长江总体船型上限的影响，1 万吨级以内和 1 万~2 万吨级集装箱船舶在

“十四五”期间仍然是上海港内贸集装箱船的主要船型。外贸近洋航线主流船型为 5 万~7 万吨级，最大达到 10 万吨级。综合上述船型分析，罗泾港区改造后的到港船型为 3 000~10 万吨级集装箱船。

3.4 岸线利用方案

3.4.1 口门保留方案

通过对罗泾港区功能定位、到港船型、吞吐量预测的研究分析，结合港区自然条件、原有码

头结构、自动化运营方案，形成口门保留与口门封闭两种岸线利用方案。

矿石码头和煤炭码头之间现有 300 m 口门保持不变，新增百联码头岸线，沿现有煤炭码头向下游延伸，下游侧口门宽度约 290 m。共形成码头总长度 3 957 m，其中大码头长度 1 441 m、小码头长度 2 331 m，工作船舶泊位长度 185 m，码头年通过能力 700 万~750 万 TEU。口门保留方案的平面布置见图 2。

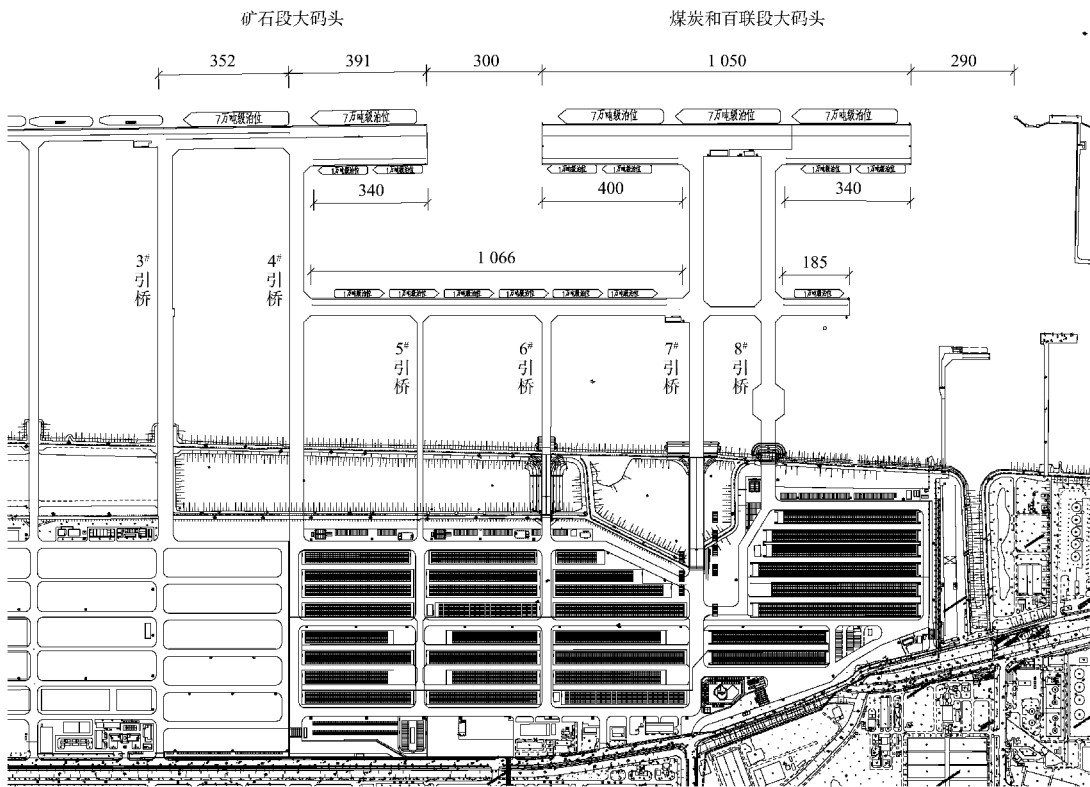


图 2 口门保留方案 (单位: m)

Fig. 2 Retained basin entrance plan (unit: m)

1) 矿石段大码头平面布置。大码头长度 743 m，外档布置 1 个 10 万吨级和 1 个 7 万吨级集装箱泊位，码头结构均按靠泊 10 万吨级集装箱船设计。在现有 3# 引桥下游侧 352 m 处增加 1 座 4# 引桥。4# 引桥下游段码头双侧靠船作业，背侧布置 2 个 1 万吨级集装箱泊位，长度 340 m。

2) 煤炭和百联段大码头平面布置。煤炭和百联段大码头总长度 1 050 m，下游侧口门宽度约 290 m。

布置 3 个 7 万~10 万吨级集装箱泊位，码头结构均按靠泊 10 万吨级集装箱船设计。

7# 引桥下游侧新增 1 座 8# 引桥。7# 引桥上游侧码头长度约 400 m，8# 引桥下游侧码头长度约 340 m，两段大码头均采用双侧靠船作业。码头背侧分别各布置 2 个 1 万吨级集装箱泊位。

3) 小码头平面布置。矿石和煤炭内港池小码头长度约 1 066 m，共布置 6 个 1 万吨级集装箱泊

位。百联码头下游内港池小码头长度 185 m，布置 1 个 1 万吨级集装箱泊位，下游侧布置工作船舶位。

3.4.2 口门封闭方案

前档大码头通长布置，仅在百联岸线下游侧

设置口门，口门宽度约 290 m。共形成码头总长度 2 478 m，其中大码头长度 1 768 m、小码头长度 525 m，工作船舶位长度 185 m，码头年通过能力 550 万~600 万 TEU。口门封闭方案的平面布置见图 3。

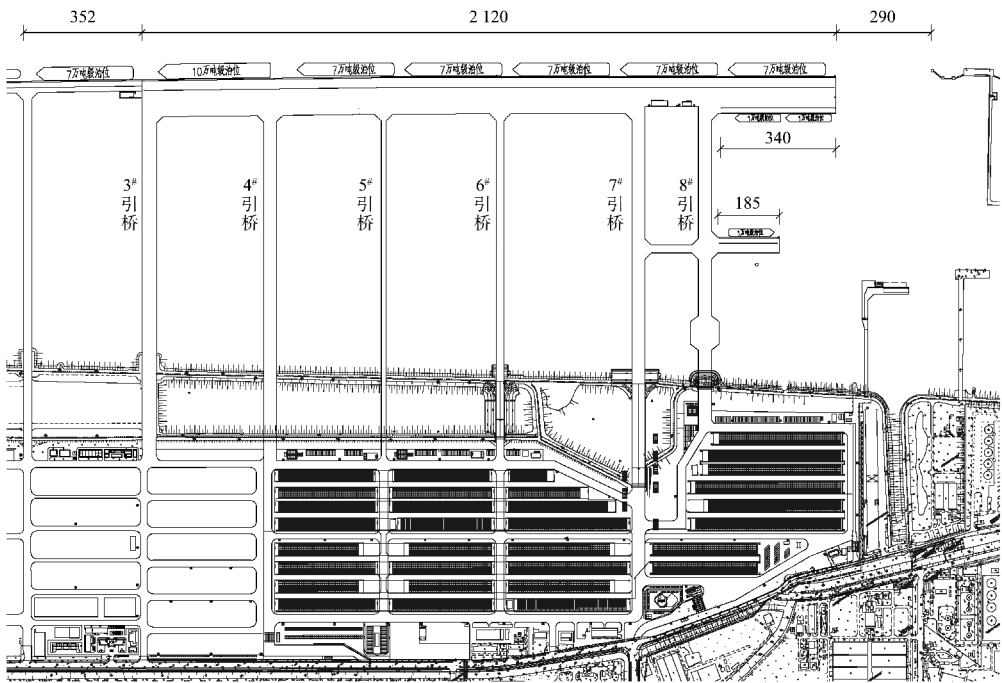


图 3 口门封闭方案 (单位: m)

Fig. 3 Closed basin entrance plan (unit: m)

1) 大码头平面布置。大码头泊位长度为 2 120 m，共形成 6 个 7 万~10 万吨级集装箱泊位，其中矿石码头上游侧第 1 个泊位长度约 352 m，兼顾杂货功能。码头结构均按靠泊 10 万吨级集装箱船设计。8#引桥下游段码头双侧靠船作业，背侧布置 2 个 1 万吨级集装箱泊位，码头长度 340 m。

2) 小码头平面布置。百联码头下游内港池小码头长度 185 m，布置 1 个 1 万吨级集装箱泊位，下游侧布置工作船舶位。

3.5 岸线利用方案对比分析

口门保留方案的岸线资源得到充分利用，与罗泾港区特点及上港集团发展需求适应性好，港区综合通过能力高，便于改造工程的分期实施。

口门封闭方案的大码头岸线采用连片式布置，利于大码头岸线的发挥，但口门内岸线资源利用不充分，港区综合通过能力稍低。两种岸线利用方案对比见表 3。

在自动化模式视角下，口门封闭方案在车流组织、运营管理和系统开发上有一定优势，但根据目前自动化技术的发展和项目经验，口门保留方案通过加宽码头、引桥，同样可以实现全自动化运营方案。

综合考虑罗泾港区区位、岸线资源特点、功能定位、吞吐量发展需求、到港船型特点等因素，口门保留的岸线利用方案更适合工程特点及要求。

表 3 岸线利用方案对比
Tab. 3 Comparison of shoreline utilization plans

方案	岸线资源利用、业务模式适应性	自动化模式下适应性	运营效率、运营管理
口门保留	罗泾岸线资源得到充分利用,可形成 3 957 m 可用岸线(1 441 m+2 331 m+185 m),相应码头具备的潜在能力高(700 万~750 万 TEU/a),未来后方陆域用地可纳入港区使用后,港区仍有发展空间; 业务模式适应性方面,口门保留方案能较好适应水水中转运营模式,沿海、近洋航线与内支线航线相互匹配、作业分工好	大码头车流无法与堆场车流形成环路,码头车流局部存在交叉,需要通过加宽码头、引桥解决交叉问题,自动化控制系统的复杂度稍高,实现难度也稍大,对自动化系统开发要求高	大码头分离式布置,大码头岸线、设备统筹使用效果稍差,且车流局部存在交叉,对码头效率、能力发挥有一定影响; 口门内港池运营期有一定淤积、需要定期维护,口门内船舶交通组织需要进行专项研究; 水水中转比例高的情况下,大船在大码头作业、小船在港池内作业,互不影响
口门封闭	口门封闭方案大码头岸线资源利用充分,口门内小码头岸线未充分利用,可形成 2 478 m 可用岸线(1 768 m+525 m+185 m),相应码头具备的潜在能力低(550 万~600 万 TEU/a); 口门封闭模式适应以沿海及近洋航线为主,少量兼顾内支线航线模式	智能转运车(automated intelligent vehicle, AIV)在码头作业时不需要掉头回到原引桥,大码头车流与堆场车流形成环路,在码头生产调度、AIV 交通流组织、岸桥协同作业等方面均相对简单,可降低自动化控制系统的复杂度,更容易实现自动化作业	码头车流可与堆场车流形成环路,运营统筹效果好,大码头岸线利用率、设备利用率高,利于更好发挥大码头效率和能力; 水水中转比例高的情况下,大小船均在大码头作业、小船占用大码头岸线,不利于大码头能力充分发挥

4 结语

1) 在全球港口绿色化与智慧化转型的浪潮下,上海港罗泾港区从传统散货码头向全自动化集装箱码头的功能重塑,不仅是破解岸线资源瓶颈的关键路径,更是服务国家长江经济带战略、支撑上海国际航运中心高质量发展的战略性举措。

2) 改造后的罗泾港区依托内贸为主、近洋为辅的功能定位,将成为长江流域集装箱江海联运的核心节点。

3) 通过多维度评估,口门保留方案可形成 3 957 m 可用岸线,码头年吞吐能力可达 700 万~750 万 TEU,相比口门封闭方案能力提升 25% 以上,在资源利用效率、分期实施灵活性及港区综合能力上显著优于口门封闭方案。

4) 在零新增岸线、零围填海的前提下,通过改造工程实现岸线资源“一线三用”,将煤炭码头转变为绿色低碳、高货值的全自动化集装箱码头,提升集装箱处理能力,完善集疏运体系,推动长江经济带高质量发展,可为全球传统散货码头升级改造提供可复用的技术范例。

参考文献:

[1] 倪敏敏,夏剑. 多岸线下多式联运自动化集装箱码头总平面布置与装卸工艺设计[J]. 水运工程, 2023(7): 95-100.
NI M M, XIA J. General layout and handling technology design of automated container terminal for multimodal transport under multi-shoreline [J]. Port & waterway engineering, 2023(7): 95-100.

[2] 刘广红,程泽坤,罗勋杰,等. 洋山四期工程全自动化集装箱码头总体布置[J]. 水运工程, 2016(9): 46-51.
LIU G H, CHENG Z K, LUO X J, et al. General layout of fully automated container terminal in phase IV of Yangshan project [J]. Port & waterway engineering, 2016(9): 46-51.

[3] 麦宇雄,刘洋,梁浩. 自动化集装箱码头平面与工艺总体布局现状与发展趋势[J]. 水运工程, 2022(10): 1-7.
MAI Y X, LIU Y, LIANG H. Current status and development trend of plane and process overall layout for automated container terminals [J]. Port & waterway engineering, 2022(10): 1-7.

[4] 高鹏,刘全兴. 自动化集装箱码头解决方案与布置特点[J]. 水运工程, 2022(9): 35-40, 127.
GAO P, LIU Q X. Solutions for automatic container terminals and their layout characteristics [J]. Port & waterway engineering, 2022(9): 35-40, 127.

(下转第 68 页)