

基于地下物流系统的洋山港海铁联运 优化策略研究

鲁 斌, 张梦霞

[上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092]

摘要: 随着全球气候变化加剧和“双碳”目标提出, 洋山港亟需优化海铁联运组织模式, 提升运营效率, 实现绿色低碳发展。在分析洋山港海铁联运发展现状与问题的基础上, 探讨地下物流系统在提升洋山港海铁联运水平中的作用机理, 并从实现港区直达运输、分担公路运输压力、降低运输成本、提升联运可靠性等方面, 提出基于地下物流系统的洋山港海铁联运优化策略。近期方案将强化临港集疏运中心和芦潮港集装箱中心站的地下货运通道建设; 中期方案将通道延伸至四团站, 构建覆盖关键物流节点的地下货运网络; 远期方案将构建辐射长三角地区的Y形智慧地下物流网络, 最终实现港区高效、规模化、自动化运作。同时, 充分利用地下物流的运价优势完善海铁联运价格机制, 利用灵活调度提高海铁联运时间可靠性, 以期洋山港集疏运模式低碳转型、可持续发展提供决策参考。

关键词: 洋山港; 海铁联运; 地下物流; 低碳港口

中图分类号: U169

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)04-0239-05

Research on Optimization Strategies for Sea-rail Intermodal Transportation of Yangshan Port Based on Underground Logistics System

LU Bin, ZHANG Mengxia

[Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China]

Abstract: With the aggravation of global climate change and the proposal of the "dual-carbon" goal, it is urgent to optimize the organizational model of sea-rail intermodal transportation in Yangshan Port in order to improve the operational efficiency and achieve the green low-carbon development. Based on the analysis of the current situation and problems of the development of sea-rail intermodal transportation in Yangshan Port, the mechanism of the role of the underground logistics system in improving the level of sea-rail intermodal transportation in Yangshan Port is discussed, and an optimization strategy for sea-rail intermodal transportation in Yangshan Port based on the underground logistics system is put forward from the aspects of realizing the direct transportation in the port area, sharing the pressure of highway transportation, reducing the transportation costs and improving the reliability of intermodal transportation. The short-term scheme will strengthen the construction of underground freight channels in the Lingang Collection and Distribution Center and Luchaogang Container Central Station. The medium-term scheme will extend the channel to Situan Station in order to build an underground freight network covering the key logistics nodes. The long-term scheme will build a "Y"-shaped smart underground logistics network radiating the Yangtze River Delta region. Finally, the efficient, large-scale and automated operation of the port area is realized. At the same time, the price mechanism of sea-rail intermodal transportation can be improved by fully using the price advantage of underground logistics, and the flexible scheduling is adopted to improve the time reliability of sea-rail intermodal transportation in order to provide the decision-making references for the low-carbon transformation and sustainable development of the collection and distribution mode of Yangshan Port.

Keywords: Yangshan Port; sea-rail intermodal transportation; underground logistics; low-carbon port

收稿日期: 2024-04-08

基金项目: 上海市青年科技启明星计划项目(21QB1404800)

作者简介: 鲁斌(1987—), 男, 博士, 高级工程师, 从事地下物流规划工作。

通信作者: 张梦霞(1993—), 女, 硕士, 工程师, 从事地下空间规划工作。电子邮箱: zhangmx23@aliyun.com

0 引言

当前, 全球气候变化日益严峻, 我国提出“双碳”发展目标, 致力于在2030年前实现碳达峰, 2060年前实现碳中和^[1]。交通运输行业作为碳排放的主要

来源之一,肩负着推进低碳转型的重要使命。港口作为交通运输网络的关键节点,在实现“双碳”目标中扮演着至关重要的角色。洋山港作为上海国际航运中心的核心组成部分,如何通过优化运输组织模式,提升港口运营效率,减少碳排放,实现绿色低碳发展,已成为亟待解决的现实课题。

海铁联运因其运量大、能耗低、污染少等优势^[2],被认为是实现港口低碳运营的重要抓手。大力发展海铁联运,不仅有利于缓解港口集疏运压力,降低运输成本,还可以显著减少碳排放,对于推进港口的绿色转型具有重要意义。然而,受制于疏港铁路建设滞后、港站衔接不畅等因素,目前洋山港的海铁联运尚未得到充分发展,在港口集疏运体系中的比重仍然较低,2020年公路集疏运占比约50%,而海铁联运比例仅占1.24%^[3]。为了进一步提升洋山港的海铁联运水平,优化港口集疏运模式,急需在基础设施建设、运输组织、物流技术等方面进行系统性研究和创新探索。

地下物流系统作为一种新兴的物流技术,通过利用地下空间,构建连接港口、铁路场站、城市配送中心等关键物流节点的地下运输网络,具有高效、环保、安全等特点。将地下物流系统引入港口集疏运领域,创新海铁联运组织模式,有望破解当前制约海铁联运发展的诸多瓶颈,推进洋山港集疏运模式的低碳转型,对于实现港口的可持续发展具有重要的理论与实践意义。

本文将结合洋山港的实际情况,系统分析地下物流系统在优化洋山港海铁联运中的作用机理与实现路径,以期洋山港高质量发展提供决策参考。

1 洋山港海铁联运发展现状与问题

1.1 洋山港海铁联运的发展现状

洋山港地处长江口,由陆域和群岛构成,是上海国际航运中心的核心组成部分。近年来,洋山港积极推进集装箱运输向大型化、专业化方向发展,集装箱吞吐量持续增长,2023年集装箱吞吐量突破2 500万TEU^[4],预计到2035年,吞吐量将达4 000万TEU^[5]。

在集装箱运输快速增长的背景下,洋山港高度重视海铁联运的发展,把海铁联运作为优化集疏运体系、提升港口综合竞争力的重要抓手^[6]。

洋山港海铁联运设施现状见图1。芦潮港集装箱中心站位于上海临港新片区,与浦东铁路四团站



图1 洋山港海铁联运设施现状

接轨,是洋山港核心的海铁联运节点。芦潮港集装箱中心站占地约65万 m^2 ,到发场设5股道,共8条装卸线,目前已开行前往苏州、海安等多地的固定集装箱班列^[7]。2020年,海铁联运业务量达到23.08万TEU,同比增长146.1%^[8]。

四团站为浦东铁路在洋山港区的重要车站,承担客货运职能。四团站正在建设中,预计2025年建成后将建成物流中心、集装箱办理站,有力支撑洋山港的海铁联运^[9]。未来四团站还将通过规划铁路连接江苏、浙江等地,为洋山港重要的海铁联运门户。

1.2 洋山港海铁联运存在的主要问题

尽管洋山港海铁联运近年来取得了长足进展,但与世界先进港口相比,在基础设施、交通组织、运输价格、联运时效等方面还存在一定差距,制约了海铁联运的进一步发展。主要问题包括。

(1) 港站衔接低效,“最后一公里”成瓶颈

芦潮港集装箱中心站是洋山港海铁联运最为关键的节点,其位于洋山港区西北方向约32 km,通过铁路专用线与浦东铁路相连。但芦潮港集装箱中心站与洋山港之间目前未实现铁路直达,铁路集装箱需通过公路短驳至洋山港码头装卸。短驳主要依赖运力有限且常年拥堵的东海大桥,且短驳需采用燃料驱动的集卡车辆,导致产生额外的碳排放。这种“港铁分离”格局导致海铁联运存在“最后一公里”问题,既增加环节和成本,也影响运输时间稳定性。

(2) 东海大桥交通拥堵,制约海铁联运发展

造成东海大桥交通拥堵的原因主要为港口开港时间有限,货主提箱集中,且集卡通过唯一通道——东海大桥涌向港区,导致交通拥堵。东海大桥的实际日均车流量已达到2万辆以上,极端情况将面临超负荷运营^[10]。此外,拥堵导致车辆长时间排放废气,加剧了碳排放。

(3) 铁路运价优势不明显,竞争力有限

上海港主要腹地为长三角地区,距洋山港 300 km 内,属中短距离运输范畴,在此范围内,公路运输成本优势明显。铁路运价优势主要体现在长距离运输上,但上海港 80% 以上吞吐量来自长三角地区^[11],不利于发挥铁路运距经济优势。公路运输无需中转,点对点运输成本更低。且公路运价市场化程度高,价格更灵活,而铁路运价改革进展缓慢,价格改革滞后。运价优势不明显也影响铁路部门开行固定班列的积极性。甚至运量不足时,运营成本更难覆盖,增加了运营压力。

(4) 海铁联运时效性差,可靠性有待提升

洋山港区海铁联运的铁路货源主要来自长三角地区,开行“五定”班列对提升海铁联运时间可靠性非常重要。所谓“五定”班列,是指有固定时刻表、班次、车组、线路和品种的班列。此类班列可明确运输时间,提升铁路运输可靠性。芦潮港集装箱中心站曾在 2009 年开行过通往苏州、南昌、合肥的海铁联运班列,但开行效果并不理想^[12]。

综上所述,洋山港海铁联运在取得积极进展的同时,还面临诸多方面的问题与挑战。破解上述瓶颈,优化海铁联运组织模式,提升集疏运效率,已成为洋山港实现高质量发展的当务之急。

2 地下物流系统在港口集疏运中的功能和特点

地下物流系统可利用地下空间,建设连接港口与腹地的智能化物流运输网络。通过在港区及城市地下修建专用轨道或管廊,采用自动化、智能化的运载设备,实现集装箱在港口与场站之间的高效流动和中转。地下物流系统有望解决传统港口集疏运模式面临的“最后一公里”低效、集疏运瓶颈、成本高、时效差等问题,对于提升港口货物集疏运效率、优化海铁联运组织模式具有重要作用。

2.1 实现港区直达运输

由于洋山港目前尚未开通铁路,集装箱需要在芦潮港集装箱中心站和洋山港码头之间进行一次中转,导致了“最后一公里”运输的瓶颈问题,对港口集疏运效率产生了制约。

地下物流系统可在港区及城市地下建设专用轨道,利用轨道车或智能 AGV 等设备实现集装箱在港口与场站之间的直达运输,实现“最后一公里”的打通,使海铁联运做到“一次装车、直达腹地”,大幅压缩装卸、中转等非生产性作业环节,显著提升港口集

疏运的时效性。

2.2 缓解公路交通压力

洋山港与内陆腹地的连接主要依托东海大桥,而该桥梁设计之初主要考虑公路交通功能,受制于桥体强度及线路容量,已成为制约洋山港海铁联运发展的主要瓶颈。

地下物流系统可在港口与场站之间修建海底隧道,形成与东海大桥并行的第二通道。既可缓解东海大桥的运量压力、提高桥梁安全性,又可充分利用海铁联运的运能潜力。

2.3 降低铁路运输成本

当前,洋山港海铁联运对公路运输的成本优势不明显,主要原因是一方面岛内铁路运价水平偏高,另一方面集装箱在港站之间往往需经公路甩挂等方式中转,导致综合物流成本居高不下。

地下物流系统可充分发挥铁路运输的规模经济效应,通过大幅度提高列车货运频次,实现港区与后方场站的定时定班运行,在保持较高时效性的同时有效摊薄铁路运营成本。同时,地下物流通道直接替代岛外公路短驳,取消中转环节产生的装卸搬运费用。

2.4 提升海铁联运可靠性

港口集疏运效率的高低不仅取决于港口物流基础设施的硬件条件,也受到铁路列车开行计划、货物信息传递等供应链协同因素的影响。

地下物流系统依托智慧调度平台,通过集装箱全程物流信息的采集、共享和智能分析,可实现港站之间的协同调度,对列车开行计划、箱货流向进行精准预测和动态优化,减少信息延迟,提高列车正点率,保障“五定”班列的开行。同时,运用北斗导航、GIS 地理信息系统等先进技术,强化列车运行实时监测和全程可视化调度,加强铁路运输韧性和时效性。

3 洋山港地下物流提升海铁联运机制与策略

3.1 地下物流提升海铁联运的机制

洋山港海铁联运面临诸多挑战,地下物流系统能够发挥其独特功能与优势,从多角度有效提升洋山港的海铁联运水平。

(1) 优化港口与内陆场站间的运输布局。地下物流系统可以直接连接港区与场站,实现“点对点”直达运输,绕开地面交通限制、缩短运输时间、提升运输效率。

(2) 分担进出港口的陆路运力压力。地下物流

系统可以承担部分进出港货运量,避免公路交通超负荷运转。

(3)形成运输成本优势。地下物流系统运营自动化程度高,可降低运营费用,转化为运输价格优势,增强海铁联运价格竞争力。

(4)提升运输组织的可靠性。地下物流系统运能充足,可大幅提高运输班次,有利于开行时刻稳定的班列服务,保证运输时间的可靠性。

3.2 地下物流提升海铁联运策略

(1)建设连接港口和铁路货运站的专用地下通道

当前,针对洋山港海铁联运的“最后一公里”环节,需通过公路短驳方式进行中转,降低了运输效率。为解决该问题,可以建设洋山港与内陆集装箱中心站之间的地下运输通道。考虑到全线建设难度及投资风险较大,需要分期实施该方案,既可降低单期建设难度,也可与港区节点建设计划衔接,并通过分期积累经验,提高系统运输效率和可靠性。

近期方案以强化临港集疏运中心和芦潮港集装箱中心站为方案出发点,提高洋山港海铁联运效率。利用临港集疏运中心,进一步延伸服务,补齐海铁联运最后一公里。

在近期方案中,引入地下物流系统,在港区、临港集疏运中心和芦潮港集装箱中心站之间建设地下货运通道和货运站,利用自动化输送设备实现集装箱的高效转运。地下货运通道可与地面集卡专用道相结合,形成立体化的集疏运网络。在港区内部,建设地下自动化集装箱调度中心,实现集装箱在堆场与码头间的自动化转运。通过地下物流系统,洋山港区集疏运能力可有效提升,同时,地下货运通道可有效分流地面交通压力,缓解集疏运过度依赖公路运输所导致的道路拥堵问题。

中期方案结合四团站在上海市货运体系中的定位,将集装箱专用通道由芦潮港集装箱中心站延伸至四团站,进一步提高海铁联运作业能力。在中期方案中,进一步拓展地下物流系统,建设连接洋山港、临港集疏运中心、芦潮港集装箱中心站和四团站的地下货运网络。在四团站,建设地下货运综合体,集中实现公路、铁路的货物集散与中转。中期方案的地下物流系统可将洋山港区集疏运能力进行大幅提升,有效延伸港口腹地范围。

远期方案将在前期方案的基础上,进一步拓展地下物流系统的覆盖范围,构建辐射长三角地区的

Y形智慧地下物流网络。依托上海市域北、东、南面的铁路、公路交通廊道,打造全方位连接上海主要港区、集疏运枢纽以及腹地之间的地下物流通道体系。同时,预留通道向江苏、浙江等周边省份延伸对接的接口,为区域一体化物流运作创造条件。远期方案将促进洋山港集疏运模式向全自动化、智能化方向升级,以Y形地下集疏运网络为支撑,实现港口地下物流系统的网络化布局,支撑港口高效、规模化、低碳化运作。Y形地下物流系统方案见图2。



图2 Y形地下物流系统方案

(2)发挥地下物流系统运价优势,完善洋山港海铁联运价格机制

针对洋山港300 km腹地范围内,铁路运输价格优势不明显的问题,可发挥地下物流在建设和运营成本上的优势,采取运价竞争策略完善海铁联运价格机制。地下物流系统可避开地面资源占用和拥堵影响,利用自动化运营大幅降低人力成本,从而形成运营成本优势。同时,通过规划最佳地下运输线路,可压缩洋山港与内陆节点间的运距,降低铁路线路使用费和能源消耗。并且,高密度和高效率的地下运输可提升运输周转次数,在运量不变情况下分散固定成本投入。地下物流系统提供更好的服务质量,可提升铁路运输的价值,促进运价从成本向价值转变,使铁路价格更市场化。以上策略可发挥地下物流在成本、运输距离、周转效率等方面的优势,形成运价竞争力,完善洋山港海铁联运的价格机制,促进海铁联运的可持续发展。

(3)利用地下物流系统灵活安排“五定”班列,提升海铁联运运输时间可靠性

针对洋山港海铁联运目前运输时间可靠性不足的问题,可以充分利用地下物流系统的优势来提升海铁联运的时间精准性与稳定性。一方面,规划建设专用于海铁联运的地下货运通道,避开地面交通影响,保证运输能力充足。另一方面,使用智能调度

系统优化地下运输组织,通过实时监控和快速响应,保证出现异常情况时能灵活调配,最小化对运输时间的影响。地下物流实现港区集装箱的直达式快速运输,整体上可缩短海铁联运时间,减少因中转造成的不确定性。

4 结 语

洋山港对于提升上海国际航运中心竞争力、服务国家战略实施具有重要意义。面对新形势下“双碳”目标要求和港口运营效率提升需求,洋山港亟需创新优化海铁联运组织模式,破解制约海铁联运发展的瓶颈。本文提出引入新兴的地下物流系统,通过构建连接港口与内陆场站的地下货运网络,实现集装箱高效流动和一体化中转,可有效解决洋山港“最后一公里”低效、集疏运瓶颈、铁路运价竞争力不足、海铁联运时效性差等突出问题。近、中、远期三个阶段的地下物流系统建设方案,与洋山港未来发展规划相衔接,既可发挥示范引领作用,又可分步推进,控制实施风险。地下物流系统可发挥自身高效率、灵活性强等优势,完善洋山港海铁联运价格机制,提升班列时间可靠性,增强港口整体竞争实力。随着洋山港地下物流体系的构建,将港口打造成高效率、大规模、全自动化的世界级枢纽港,助力上海国际航运中心迈向更高水平,为全国海铁联运高质量发展提供“洋山方案”。

参考文献:

- [1] 人民网.习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话[EB/OL].(2020-09-23)[2024-04-07].<http://politics.people.com.cn/n1/2020/0923/c1024-31871247.html>.
- [2] 欧国立,宁静.促进我国公路运输绿色低碳发展的政策与路径[J].可持续发展经济导刊,2022(7):39-42.
- [3] 刘艺,鲁斌,游克思,等.集装箱运输专用通道研究——以上海港为例[J].物流技术,2023(5):28-32.
- [4] 中新社.2023年洋山深水港集装箱吞吐量突破2500万标准箱[EB/OL].(2024-01-03)[2024-04-07].<https://www.chinanews.com.cn/cj/2024/01-03/10140059.shtml>.
- [5] 上海市交通发展研究中心,上海市工程设计研究总院(集团)有限公司,上海市隧道工程轨道交通设计研究院,等.集装箱专用通道方案研究[R].上海:上海市交通发展研究中心,2022.
- [6] 中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会.中国(上海)自由贸易试验区临港新片区综合交通规划(2019—2035)[R].上海:中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会,2019.
- [7] 张弦.上海临港地区海铁联运发展对策探讨[J].铁道货运,2021,39(7):53-58.
- [8] 黄海东,沈景文.对上海港推进长三角港口一体化 通关与物流服务升级发展的思考[N].航运交易公报,2021(17).
- [9] 上海市人民政府,中国(上海)自由贸易试验区临港新片区管理委员会.上海市人民政府关于印发《中国(上海)自由贸易试验区临港新片区发展“十四五”规划》的通知[EB/OL].(2021-08-12)[2024-04-07].<https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20210812/bd6b7c5e895d42ac8885362bd0ae6e0c.html>.
- [10] 中国气象.团雾导致上海最长跨海大桥能见度不足百米!如何实现“0事故”?[EB/OL].(2024-01-03)[2024-04-07].https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_25884124.
- [11] 杨晨,韩洁,王忠强,等.上海港海铁联运发展的若干对策建议[J].交通与港航,2017,4(1):39-43;76.
- [12] 张戎,秦明霞,艾彩娟.芦潮港集装箱中心站海铁联运发展对策研究[J].铁道货运,2010,28(10):12-16.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadfloodbridge@163.com

