

Review on optimization and development strategies of multimodal transport systems

Kexing Yan

Dalian Maritime University, Dalian, Liaoning, 116000, China

Abstract

Multimodal transport plays a vital role in world trade and logistics transportation, and has become an important research direction of transportation discipline. This paper is committed to systematically review the research and practice of multimodal transport in the three dimensions of system optimization, influencing factors and development strategies, and reveal the key focus of current research and existing problems. By using the comprehensive method of literature review and case study, the multi-dimensional characteristics and effective experience of multimodal transport system optimization are summarized. According to research, the existing literature mostly focuses on local system optimization, pays insufficient attention to cross-system coordination mechanism and overall efficiency improvement, studies on regional matching of the system are insufficient, and there are problems such as lagging information platform construction for intelligent application. Based on this, this paper proposes that future research should pay more attention to the collaborative development of multimodal transport and the optimization of the whole process, and deepen the application of intelligent technology in the optimization of multimodal transport, so as to provide direction guidance and research reference for the theoretical improvement and practical development of multimodal transport.

Keywords

multimodal transport; Multimodal transport system optimization; Transport mode; Development analysis

多式联运系统优化与发展策略研究

闫柯兴

大连海事大学, 中国·辽宁 大连 116000

摘要

多式联运在世界贸易和物流运输中扮演着至关重要的角色,已成为运输学科的重要研究方向。本文致力于系统性梳理多式联运在系统优化、影响因素与发展策略三大维度的研究与实践,揭示当前研究的关键焦点及现存问题。采用文献综述与案例研究的综合方法,归纳并总结了多式联运系统优化的多维特征及有效经验。据研究,现有文献多聚焦于局部系统优化,对跨系统协调机制与整体效能提升关注不足,对系统区域匹配研究不充分,智能化应用存在信息平台建设滞后等问题。基于此,本文提出未来研究应增加对多式联运协同发展和全流程优化的关注,深化智能化技术在多式联运优化中的应用,以期多式联运的理论完善和实践发展提供方向指导和研究参考。

关键词

多式联运; 多式联运系统优化; 运输模式; 发展分析

1 引言

多式联运是一种现代化的物流运输方式,其核心在于不同运输模式的衔接和整个运输过程的统一责任,它通过整合公路、铁路、水路和航空等多种运输模式,由一位多式联运经营人全面负责整个运输流程,实现“门到门”运输服务,提高运输效率与服务质量,既能保留传统运输方式在不同运段的优势,又较之具有运输效率高、运输成本低、灵活性高、低碳环保等特点,成为支撑全球产业链协同的关键基础设施。随着全球贸易规模持续扩张,运输需求日益增长,

多式联运已成为世界货物贸易的主要方式,各国专家学者越来越重视多式联运的发展与优化研究,围绕多式联运优化,考虑不同运输方式组合的特点、运输网络与运输方式选择、基础设施建设、政策法规等多方面因素,从不同领域给出了多式联运系统优化的建议与方案。

目前,关于多式联运发展及系统优化的文献较为丰富,有文献整理国外多式联运发展历程,对比分析国内外多式联运实践的异同,为我国多式联运发展提供了启示,也有文献针对不同情境构建了多式联运网络优化、调度优化等模型,设计相应算法对模型求解,为多式联运优化实践提供了参考。然而,现有多式联运系统优化方法综述的研究文献相对较少,缺乏对影响多式联运发展因素及发展策略的整理分析。因此,本文将从系统优化、影响因素、发展策略3个角

【作者简介】闫柯兴(2004-),女,中国山西朔州人,本科,从事海上交通运输研究。

度出发,结合现有多式联运实践案例,对多式联运系统优化与发展问题展开综述研究。

2 多式联运系统优化

2.1 多式联运网络优化方法

多式联运网络优化是提高多式联运运输效率、降低成本和减少碳排放的重要方法,张得志等^[1]从低碳视角出发,构建了基于政府层和用户层的水路联运物流网络优化模型,并设计了改进的 NSGA- II 算法进行实证研究;施振等^[2]依据碳排放 ISO14083 国际标准计算方法,以运输成本和碳排放量作为主要优化目标,进行了多式联运路径优化。

2.2 运输组织与调度优化

多式联运的组织与调度在不同运输方式的快速衔接中具有重要作用,目前调度优化通常涉及运输方式选择、转运时间协调和成本优化等方面,曹建^[3]基于联运枢纽的协同调度优化,构建了多设备调度优化模型,针对性地设计混合遗传算法进行优化求解;闫淑贤^[4]创新性地提出广义物流成本的概念,并以广义物流成本和碳排放量为优化目标,构建低碳多式联运路径选择模型,提出基于贪婪-遗传的混合式启发算法求解方法。

2.3 运输工具设施优化

多式联运的发展运作离不开基础设施和运载工具的优化和规范,其中以集装箱标准化和智能物流设备协同为代表,2022年我国国务院办公厅印发《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案》,旨在优化多式联运运输结构,提出推广标准化托盘(1200mm×1000mm)应用,加快技术装备研发;何明珂等^[5]从多式联运物流系统接口角度,探讨基础硬件、操作服务、组织管理等结构并建立物流系统接口模型,得出通过标准化协议,可以有效提高物流效率,改善衔接以降低成本。

2.4 信息化与数字化优化

随着技术革新,信息化、数字化技术在多式联运优化中占据了重要地位。马妙明^[6]探讨了我国多式联运信息集成平台的定位、构建思路、功能设计等,指出区块链技术的安全性好、可溯源等优势,提出基于区块链的多式联运数据共享机制;人工智能调度基于机器学习方法,能够打破传统“离线”决策,在运输执行过程中为单个集装箱做出决策,实现有效应对不可预见事件,从而助力公司降低运输成本。

3 多式联运影响因素

3.1 基础设施建设与衔接问题

目前全球多式联运发展面临的主要瓶颈之一是基础联运设施的建设仍不完善,集中体现在铁路枢纽、港口转运设施以及内河与航道等地方,“最后一公里”问题亟待解决。以我国为例,近年来铁路运输量呈逐年上升趋势,其占比却在逐年下降,铁路运输难以发挥其高效率低成本的优势,运输动力不足,且我国多式联运标准体系未完全成型,难以实

现无缝衔接,多式联运枢纽的基础设施存在设计单一、缺乏专业化等问题,导致多式联运的效率提升缓慢。

3.2 运输组织与管理协调

由于多式联运流程往往涉及多项运输环节及多个经营主体,且缺乏统一的协调机制和管理程序,难以解决全程运输载具和路径的组织调度及优化问题,运输环节的衔接与经营主体间的合作效果均受到影响。目前我国多式联运发展的制约因素之一就是多式联运经营人不足,真正具备对不同运输方式进行全程运输组织和管理协调、提供一站式全程多式联运服务能力的专业多式联运经营人规模较小。

3.3 物流信息共享与技术创新

信息共享和即时物流跟踪平台等技术的应用匮乏也对多式联运的发展产生了显著影响。各运输环节与经营主体间信息共享的不足与滞后,阻碍了实时物流信息的追踪及上下游运输链协同管理的实现,难以保证多式联运全过程的畅通和实时透明,不利于多式联运经营人和交易双方的信息获取。同时,区块链技术、云计算、数字孪生以及信息网络等先进技术尚未在多式联运中得到充分应用,目前的智能化水平仍有很大的提升潜力。

3.4 相关政策与法规支持

尽管目前多个国家和地区已出台多项相关政策与法规以支持和鼓励多式联运发展,如美国冰茶法案,欧盟的多式联运白皮书,我国的《推进多式联运发展优化调整运输结构工作方案(2021—2025年)》等,但由于多式联运涉及不同地区和国家,现有国际公约和法律对多式联运相关的调整不足,整体较为粗糙,对多式联运规范和统一的约束以及实际指导仍然难以落实^[8],地区间政策与法规的差异性同样使多式联运发展面临着难题。

3.5 经济成本与市场需求

经济成本与市场需求是多式联运发展的内在驱动力。与单一运输方式相比,多式联运具有更高的运输效率、更低的运输成本和资源损耗,但与之相对的是初始建设资金需求较大,不同运输环节衔接所需成本较高,建立完整的多式联运供应链仍然任重道远。另一方面,经济全球化带来了电商及物流运输的快速发展,多式联运的市场需求逐年增长,“一带一路”等国家战略同样促进了多式联运发展,为其提供了新的机遇。

4 多式联运发展策略

4.1 多式联运发展模式分析

多式联运涉及多种运输方式的有机组合,对基础运输设施、交通网络、物流信息平台等要求较高,同时与地区经济和港口腹地具有密切关系,运输流程依赖多式联运经营人的全程规划与风险管控,各个环节连续运作,共同完成物流运输。目前,多式联运发展模式较为多样,以公铁联运、海铁联运和空陆联运为主,并基于地区特点和运输方式衍生出适用于不同场景的驮背运输、鱼背运输、鸟背运输及路桥运

输等模式,缩短运输时间,提高运输效率及服务水平。

4.2 政府监管与政策扶持

多式联运涉及到多个运输环节和多个经营主体,目前尚未有标准化规范化的多式联运经营体系,运载单元、运输单证及转运设备等尚未统一标准,难以实现“一单到底”“一票到底”全流程运输优势。以我国湖南省岳阳市为例,多式联运体系存在总体规划滞后、运营标准不统一等问题,因此政府需加强对多式联运关键运输环节的监管,推动运营标准统一,明确多式联运经营人代理及承运的权利与义务标准,鼓励扶持多式联运经营企业,建设多式联运示范工程,发挥地区经济特长,推动多式联运健康发展。

4.3 企业合作与市场机制优化

相较于传统运输市场的代理人、承运人的责任划分和规则约束,多式联运经营人需要承担全程的运输责任并组织协调不同运输方式的货物转运和衔接,具有跨越物流环节的整合能力^[9],对物流运输企业提出了更高的要求,单一公司难以满足国际经营网络、国际集装箱场站、信息管理和资金等条件,无法直接承担多式联运经营人的责任。因此,面对多式联运经营人短缺而多式联运处于快速发展期的运输市场,企业应当增强多方面合作交流,探索建立稳定互信共赢的多式联运企业联盟,促进多式联运市场公开公平公正,鼓励专业化运输领域的良性竞争。

4.4 数字化与智能化技术应用

物流信息共享是制约多式联运发展的主要因素之一,各个运输环节的货运信息往往独立于各自的物流信息平台,且在技术兼容和信息更新等方面存在障碍,缺乏统一的多式联运信息平台提供全程运输监测和实时物流跟踪。未来需要加强多式联运经营主体的信息共享水平,利用云计算、大数据及物联网等串联物流信息,以数据驱动服务,如甘肃兰州致力于提供数字化服务,实现软件平台、订单共享和数据平台三位一体,拓展“一脸通、一码通、一证通”智慧物流。

4.5 绿色低碳与可持续发展路径

多式联运的优势之一体现在无缝衔接带来的低碳环保与可持续发展,但相较于世界发达国家,我国的多式联运枢纽仍未完善,“铁路运输进港口”并未得到广泛应用,多式联运流程中存在因考虑经济与时间成本而选择频繁转运的现象,进而增加了碳排放和能源损耗。我国即将迈入“十五五”规划时期,需要推动多式联运枢纽场站、仓储设施、运输载具等升级改造,进一步推动生产企业采用绿色运输方式,加快建设环境友好型运输枢纽,通过优化运输路线、合理堆存集装箱、使用清洁能源等途径减少碳排放。

5 结论与建议

本文从多式联运系统优化、影响因素、发展策略的角度对多式联运优化研究进行了文献综述与案例分析,总结了既有文献与案例在上述3个角度的研究情况:

1) 在多式联运系统优化方面,既有文献对网络优化和

组织调度优化的关注较多,且多从运输成本和时间出发,设定情景建立模型求解,对其他影响因素考虑较少。同时,既有文献未能合理关注到运输工具设施优化和数字化优化,设施标准化实践案例缺乏、政策推行困难,物流信息平台等数字化建设缺少理论指导。

2) 在多式联运影响因素方面,现有文献及案例大多围绕基础设施建设和多式联运枢纽,从多式联运经营人的角度考虑协调管理,对多式联运的技术创新应用、政策规范与支持、市场需求等方面的研究并不深入,未能在分析多式联运现状时进一步探讨新兴技术在多式联运实践的应用,关于政策法规和市场需求的研究较为浅薄。

3) 在多式联运发展策略方面,现有文献关注并分析了多式联运的政策规范、多式联运经营人市场、可持续发展路径等角度的发展前景,提出建议,但对于数字化智能化技术的现实应用分析较少,且现有案例大多重在推进地区物流信息共享平台建设,缺乏与临近地区的合作协调。

针对上述文献及案例综述总结,本文对后续多式联运系统优化研究提出建议:

1) 从多目标优化角度综合考虑运输成本、时间、碳排放、用户需求等影响因素,进行多式联运网络优化与调度优化;进一步讨论运输工具设施优化方向和数字化信息化技术的应用场景,为信息平台建设、区块链及大数据的应用推广提供理论指导。

2) 深入分析在信息革命和人工智能时代背景下,数字化技术的应用对多式联运产生的影响;结合多式联运发展现状,从多个层面分析政策法规对多式联运的规范引导作用,以及市场需求对多式联运发展方向的影响作用。

3) 以现有技术应用案例为基础,深入讨论数字化智能化技术在多式联运系统中的应用方式、预期效果、优势与挑战等,分析临近地区物流信息共享和平台数据互通的可行性,提出发展策略。

参考文献

- [1] 张得志,万卓群,李双艳,等.低碳视角下多式联运网络设计优化问题研究[J].铁道科学与工程学报,2024,21(05):1793-1804.
- [2] 施振,程兆麟.考虑碳排放的多式联运路径优化综述[J].交通节能与环保,2024,20(05):33-36.
- [3] 曹健.多式联运枢纽物流资源协同调度优化[D].中南大学,2023.
- [4] 闫淑贤.基于多班期和运输能力限制的低碳多式联运路径选择研究[D].大连海事大学,2022.
- [5] 何明珂,涂超,王泽鹏.基于物流系统接口模型的多式联运运输优化研究[J].工业技术经济,2016,35(12):11-18.
- [6] 马妙明.多式联运信息集成平台的构建[J].微型电脑应用,2022,38(03):52-54.
- [7] 崔艳萍.自贸区多式联运“一单制”的实践与思考[J].东北亚经济研究,2025,9(01):63-74.
- [8] 田勇立,梁爽,王屏东.国内经济大循环背景下多式联运经营人发展路径及模式研究[J].物流科技,2023,46(18):63-65+79.