

集装箱海铁联运箱位分配与 动态定价决策优化

刘 迪 著



中南大学出版社

集装箱海铁联运箱位分配与 动态定价决策优化

刘 迪 著



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP) 数据

集装箱海铁联运箱位分配与动态定价决策优化/刘迪著.

—长沙: 中南大学出版社, 2016. 7

ISBN 978 - 7 - 5487 - 2408 - 7

I. 集... II. 刘... III. 集装箱运输 - 多式联运 - 定价决策 - 研究
IV. U169

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016) 第 169512 号

集装箱海铁联运箱位分配与动态定价决策优化

刘 迪 著

☐责任编辑 刘颖维

☐责任印制 易建国

☐出版发行 中南大学出版社

社址: 长沙市麓山南路

邮编: 410083

发行科电话: 0731-88876770

传真: 0731-88710482

☐印 装 湖南雅嘉彩色印刷有限公司

☐开 本 720 × 1000 1/16 ☐印张 7.75 ☐字数 152 千字

☐版 次 2016 年 7 月第 1 版 ☐印次 2016 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978 - 7 - 5487 - 2408 - 7

☐定 价 68.00 元

图书出现印装问题, 请与经销商调换

内容简介

Introduction

本书基于收益管理理论和方法，从联运经营人的角度，对集装箱海铁联运运营管理中的箱位分配和动态定价决策优化进行了研究。本书主要包括：集装箱海铁联运的理想运营机制，收益管理在集装箱海铁联运中的适用性，多节点集装箱海铁联运箱位分配优化，单起讫点集装箱海铁联运动态定价和箱位分配联合决策优化，多节点集装箱海铁联运动态定价和箱位分配联合决策优化。

本书可供高等院校交通运输规划与管理、物流工程、物流管理等相关专业的学生及研究人员阅读和参考，对集装箱运输业的经营管理人员也具有一定的参考价值。

前言

Foreword

随着我国融入经济全球化以及产业升级和经济结构调整步伐的加快,我国对外贸易快速增长,港口集装箱吞吐量连年攀升,港口经济腹地范围向中西部地区深入拓展。集装箱海铁联运以其全天候、运量大、运距长、安全、环保、节能等优势,正在成为港口集疏运实务的主流,也为理论界提出了一系列崭新的热点和难点课题。近年来,我国出台了一系列促进海铁联运发展的政策和措施,其宏观发展环境和基础设施条件逐步改善,海铁联运市场也日趋成熟。本书从联运经营人运营管理的微观技术层面进行理论研究和实务探索,希望能将笔者在集装箱海铁联运运营管理研究中获得的心得反映出来,给读者一点参考。

本书基于收益管理理论和方法,从联运经营人的角度,主要研究集装箱海铁联运运营管理中的箱位分配与动态定价决策优化问题,包括以下几个方面:

第一,从运营主体、组织模式和运价形成机制三个方面分析集装箱海铁联运的理想运营机制,作为收益管理理论应用和优化模型研究的必要前提。

第二,根据收益管理的基本理论,结合集装箱海铁联运的应用背景,分析集装箱海铁联运业开展收益管理的可行性和特殊性,继而提出集装箱海铁联运收益管理的概念模型及其核心内容。

第三,研究概念模型中的集装箱海铁联运箱位分配优化问题。针对多节点集装箱海铁联运线路形成的多 OD 市场,充分考虑协议货主、普通货主和加急货主的市场细分,在运价确定的条件下,建立面向各 OD 市场各货主类型的箱位分配优化模型。考虑需求的随机性,探讨模型的求解方法,并通过算例验证模型和求解方法的可行性,以及考虑货主细分的箱位分配策略的有效性。

第四,研究概念模型中的集装箱海铁联运动态定价优化问题。以协议货主的箱位分配和零散货主分时段的动态定价为决策,建立不确定需求下集装箱海铁联运动态定价和箱位分配联合决策优化模型。在海铁联运线路形式上,首先,针对简单的单起讫点线路,建立基本模型,并考虑需求的不确定性讨论模型的鲁棒优化求解方法。然后,将单起讫点模型扩展到多节点线路情况,在模型构建时,增加对多个 OD 市场上需求和箱位资源的联合容量约束,以及对货流不平衡引起的空箱调运问题的处理;在模型求解时,增加对两种不同的不确定性需求函数表达下模型鲁棒优化求解方法的讨论。最后,通过算例验证各个模型和求解方法的可行性,以及采用两阶段箱位分配和动态定价策略的有效性。

本书是以作者的博士学位论文为基础,按出版要求进行了增删和修改而完成的,由辽宁省教育厅科学技术研究项目(L2014179)和大连交通大学学术著作出版基金资助出版。在写作过程中,参阅了大量国内外专著、论文,对这些文献的作者表示诚挚的谢意。书中的研究内容主要是探索性和尝试性的,可能有些观点需进一步发展和完善,希望读者提出宝贵意见。

刘 迪
2016 年 6 月

目录

Contents

第 1 章 绪论	(1)
1.1 研究背景	(1)
1.2 研究目标和意义	(5)
1.2.1 研究目标	(5)
1.2.2 研究意义	(5)
1.3 相关研究综述	(6)
1.3.1 集装箱海铁联运系统研究	(6)
1.3.2 收益管理理论与关键技术研究	(9)
1.3.3 集装箱货运业的舱位分配和定价研究	(14)
1.3.4 研究现状评述	(17)
1.4 研究内容和结构框架	(18)
1.4.1 研究内容	(18)
1.4.2 结构框架	(19)
第 2 章 集装箱海铁联运的运营机制分析	(21)
2.1 集装箱海铁联运的含义及特征	(21)
2.2 集装箱海铁联运的参与方及运营主体分析	(22)
2.2.1 集装箱海铁联运的参与方	(22)
2.2.2 集装箱海铁联运的运营主体分析	(24)
2.3 集装箱海铁联运的组织模式分析	(25)
2.3.1 集装箱海铁联运的资源配置模式	(25)
2.3.2 集装箱海铁联运的业务组织过程	(28)
2.4 集装箱海铁联运的运价形成机制分析	(29)
2.4.1 当前集装箱海铁联运的运价形成机制	(30)
2.4.2 当前集装箱海铁联运运价形成机制的弊端	(31)
2.4.3 集装箱海铁联运的市场化运价形成机制	(32)

- 2.5 本章小结 (33)
- 第 3 章 收益管理在集装箱海铁联运中的适用性研究 (34)
- 3.1 收益管理概述 (34)
- 3.1.1 收益管理的基本概念 (34)
- 3.1.2 收益管理的应用特征 (35)
- 3.1.3 收益管理的关键技术 (36)
- 3.2 集装箱海铁联运开展收益管理的可行性 (37)
- 3.2.1 宏观环境有利于收益管理的应用 (37)
- 3.2.2 运营主体具备实施收益管理的基本条件 (39)
- 3.2.3 行业特征符合收益管理的应用要求 (40)
- 3.3 集装箱海铁联运开展收益管理的特殊性 (41)
- 3.4 集装箱海铁联运收益管理的概念模型 (42)
- 3.4.1 系统构成要素 (43)
- 3.4.2 核心内容 (46)
- 3.5 本章小结 (48)
- 第 4 章 多节点集装箱海铁联运箱位分配优化模型研究 (49)
- 4.1 线路及问题描述 (49)
- 4.1.1 线路及 OD 流描述..... (49)
- 4.1.2 问题描述 (50)
- 4.2 模型构建 (51)
- 4.2.1 符号说明和模型假设 (52)
- 4.2.2 第一阶段模型 (53)
- 4.2.3 第二阶段模型 (54)
- 4.3 模型求解 (55)
- 4.3.1 第一阶段模型求解 (55)
- 4.3.2 第二阶段模型求解 (56)
- 4.4 算例分析 (58)
- 4.5 本章小结 (61)
- 第 5 章 单起讫点集装箱海铁联运动态定价和箱位分配联合决策优化模型研究
..... (62)
- 5.1 线路及问题描述 (62)
- 5.2 模型构建 (64)

5.2.1	符号说明和模型假设	(64)
5.2.2	第一阶段模型	(65)
5.2.3	第二阶段模型	(65)
5.3	模型求解	(66)
5.3.1	第一阶段模型求解	(66)
5.3.2	第二阶段模型求解	(67)
5.4	算例分析	(71)
5.5	本章小结	(73)

第 6 章 多节点集装箱海铁联运动态定价和箱位分配联合决策优化模型研究

		(75)
6.1	线路及问题描述	(75)
6.2	模型构建	(76)
6.2.1	符号说明和模型假设	(77)
6.2.2	第一阶段模型	(79)
6.2.3	第二阶段模型	(80)
6.3	模型求解	(82)
6.3.1	第一阶段模型求解	(82)
6.3.2	第二阶段模型求解	(83)
6.4	算例分析	(93)
6.4.1	需求函数形式 I 下的算例	(93)
6.4.2	需求函数形式 II 下的算例	(97)
6.5	本章小结	(100)

第 7 章 研究结论与展望

7.1	本书主要研究工作和成果总结	(101)
7.2	本书的局限性及研究展望	(103)

参考文献

第1章 绪论

1.1 研究背景

近年来,随着经济全球化步伐的不断加快,我国对外贸易快速增长,加上我国产业升级和经济结构调整的阶段性成果,我国中部和西部的经济得到了飞速的发展,沿海港口的经济腹地得到了大范围的延伸,港口集装箱的吞吐量也呈现出了逐年上升的趋势(如图1-1)。2015年,全国港口完成集装箱吞吐量2.11亿TEU,同比增长4.3%。港口集装箱吞吐量维持高位运行,对港口集疏运系统的要求越来越高。

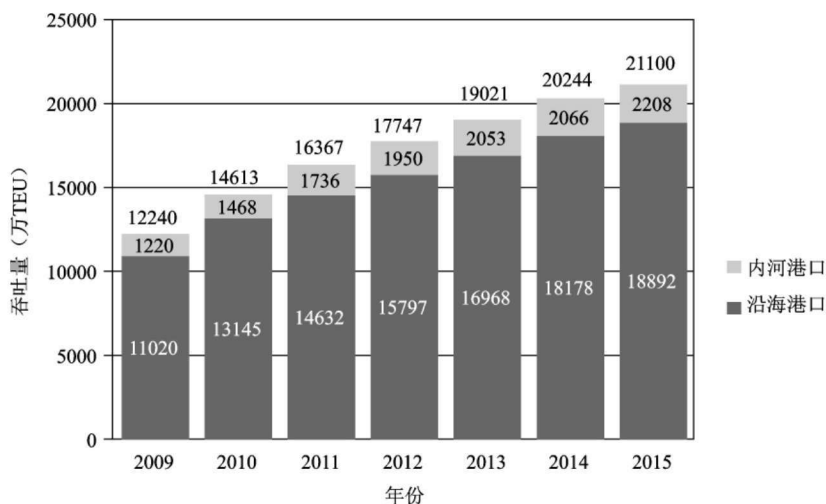


图1-1 2009—2015年全国港口集装箱吞吐量走势情况

在港口集疏运方式中,海铁联运是一种重要的形式。所谓海铁联运,就是用港口将铁路和海运连接在一起,港口腹地的货物首先由铁路集装箱运输方式集运

至港口，然后转换成海路运输，实现国际化的贸易流程。由于铁路运输的运量大，且在长距离运输上具有安全、环保、节能等优势，应该在港口集疏运中发挥重大作用^[1]，但实际情况却并非如此。现阶段，我国港口的集装箱集疏运主要是通过集卡运输的形式，海公联运所占的比率为84%，水水联运的比率为14%，但海铁联运的比率仅仅为2%^[2]。而在发达国家，海铁联运的比例通常在20%~25%，美国的部分港口达到49%，法国的部分港口达到40%，英国的部分港口达到30%。在发展中国家印度的部分港口也可达到35%^[3]。在港口集疏运输方式中，我国铁路集装箱运输的比例非常低(表1-2)，远远落后于欧美等发达地区(图1-2)。

表 1-2 2015 年我国主要港口海铁联运集装箱吞吐量

港口	集装箱吞吐量(万 TEU)	海铁联运箱量(万 TEU)	所占比例(%)
大连	944.86	34.9	3.69
青岛	1743.56	30	1.72
天津	1411.1	22.3	1.58
宁波	2063	17	0.82
深圳	2421	17.21	0.71
上海	3653.7	17.9	0.49
厦门	918.28	3.39	0.37

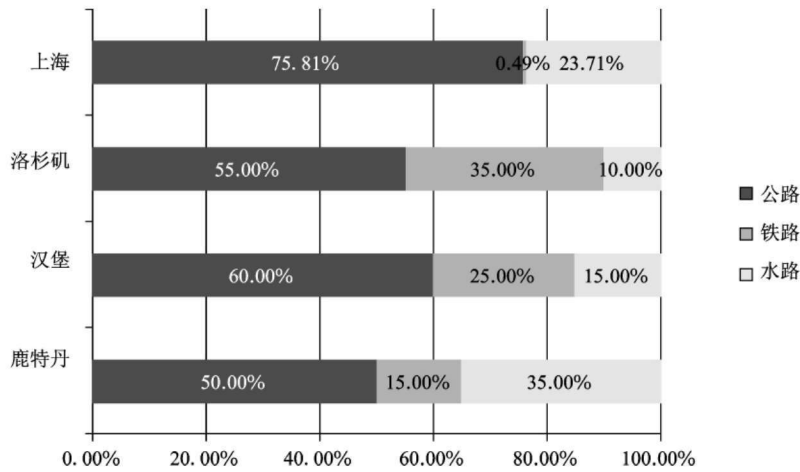


图 1-2 国内外主要港口集疏运结构

一直以来,我国集装箱海铁联运发展相对缓慢,其制约因素是多方面的。

第一,管理体制存在明显障碍。过去水路由交通运输部主管,铁路由原铁道部主管,分割管理的体制使得集装箱海铁联运在运输能力、基础设施、信息交流等诸多方面存在不协调问题,造成两种运输方式之间的转换和衔接很不顺畅;国际集装箱运输还涉及海关、检验检疫等监管部门和金融机构,这些并行的政府主管部门在管理规定、管理方法、管理手段以及系统运行等方面的做法和特点都有明显不同。

第二,基础设施建设严重滞后。集装箱港口缺乏海铁联运枢纽或功能不完善,许多集装箱港区没有铁路装卸线,铁路场站与集装箱码头分离的现象导致铁路和海运之间无法实现无缝对接,运输效率大受影响;铁路干线运输能力紧张的状况制约了铁路集装箱运输实现快速、准时的目标。

第三,运输组织缺乏有效协调。我国路、港、船、货等各环节自成一体,信息系统相互割裂,信息传递阻滞和重复手工操作现象严重,尤其是铁路体系与集装箱海运体系在运票、运价和违约补偿等方面明显不一致,单据、货票和业务信息内容等尚未统一,集装箱海铁联运运输组织缺乏有效协调。

第四,服务市场尚未完全建立。集装箱生成量东多西少,铁路运输成本不占优势;内陆地区发展滞后于沿海地区,导致发展海铁联运动力不足;目前,绝大多数船公司和多式联运经营人在内陆没有代理机构,而内陆的很多公司又没有国际货运代理权限,由于缺乏合适的中介机构,多式联运经营人很难报出“一口价”,也很难进行各方面的衔接;缺乏海铁联运企业市场合作机制,参与企业合作衔接协调不足,难以发挥海铁联运的综合效率和效益。

第五,价格体系不适应市场竞争。过去铁路政企合一的管理机制使得铁路并未真正融入市场竞争;铁路运价调整机制不灵活及运价结构不合理影响了海铁联运规模优势的发挥。

为了解决上述问题,推进海铁联运发展,优化运输组织结构,近年来,我国出台了一系列的政策和措施,极力为集装箱海铁联运创造良好的发展环境。

交通运输部在“十二五”规划中提出,要不断地健全和完善综合运输体制,增强基础设施之间的衔接,充分发挥综合运输的优越性。同时明确指出,强化铁路和港口之间设施衔接,积极促进铁水联运的发展;增加集装箱铁海联运的试点,增加五定班列的数量和应用范围;加强对多式联运市场的引导和规范。

交通运输部和原铁道部于2011年5月共同签署了《关于共同推进铁水联运发展合作协议》。同年10月,6个集装箱铁水联运示范通道项目首次获批,6条通道分别是大连至东北,天津至华北、西北,青岛至郑州、陇海沿线,连云港至阿拉山口,宁波至华东,以及深圳至华南、西南^[4]。铁水联运项目的不断推进有助于提升我国海铁联运的发展速度,拉动了相关项目的有序开展。

2013年3月,根据国务院的改革规定和职能转换要求,我国的铁路正式进行政企分开改革。交通运输部承担原铁道部的部分行政职责,包括拟定铁路相关发展规划和政策决定;新建立的国家铁路局也划归交通运输部统一管理;设立中国铁路总公司,成为铁路运输企业。这一改革既有利于交通运输部进一步健全海铁联运的管理体制和协调机制,同时也意味着铁路经营在发展思路、管理体制、经营手段、货运组织方面的市场化改革将陆续展开,从而为集装箱海铁联运带来新的发展契机。

与此同时,我国铁路的基础设施建设也进入了高速发展时期。原铁道部在《中长期铁路网规划》中提出统一规划建设18个大型铁路集装箱中心站,截至目前,上海、昆明、成都等11个铁路集装箱中心站已建成并投入运营,其他7个中心站也正在加速建设中,以18个中心站为内陆枢纽的集装箱海铁联运现代化场站网络即将形成。随着高速铁路专线的大范围建设和运营,铁路既有线路的运输压力得到了很好的缓解,大能力的货物运输通道不断增加,铁路在港口货物集疏运输过程中的作用将会得到很大的发展和提升。

随着西部大开发、中部崛起、东北振兴和优先发展东部政策的实施和发展,东部、中部和西部之间的经济联系不断加强,呈现出沿海经济圈向中西部梯度推进的产业转移态势。特别是在2014年博鳌亚洲论坛年会上提出的“一带一路”发展战略规划,必将带动新一轮全球化的产业转移。我国的外贸进出口业务将迎来良好的发展势头,港口的经济腹地正在逐渐向中西部地区扩展,集装箱的内陆运输距离逐渐增长,具有中长距离运输优势的铁路集装箱运输将成为未来一段时期我国港口集疏运最主要的发展方向。显然,产业转移必将带动集装箱海铁联运需求的持续增长,为其带来前所未有的发展机遇。

由上述一系列的政策措施可以看出,集装箱海铁联运的发展已经得到了充分重视,我国集装箱海铁联运的宏观发展条件和技术能力正在不断的提升和完善,集装箱海铁联运市场逐步走向成熟。在新形势下,从微观技术操作层面进行集装箱海铁联运的运营组织优化将成为当下关注的焦点问题。特别是对于海铁联运经营人来说,如何将承包采购的海运和铁路两种运输方式的箱位资源进行合理分配,以满足未来快速增长并呈现多样化特征的市场需求,同时提高经营效益和效率,将成为集装箱海铁联运微观运营组织的一个巨大挑战。

而收益管理正是一种微观的管理工具,它以捕捉市场的收益机会为核心,通过对客户行为的动态预测来实现资源的有效分配,使企业的生产能力同市场需求相匹配,并通过优化产品的价格和可获得性达到收益最大化的目的。鉴于收益管理在航空客运业和酒店业的资源配置问题上已经获得了广泛且成功的应用,笔者萌发了将收益管理理论应用在集装箱海铁联运业的设想,提出了基于收益管理的

集装箱海铁联运箱位分配和动态定价优化问题。

1.2 研究目标和意义

1.2.1 研究目标

在集装箱海铁联运中,作为全程运输组织者的联运经营人并不直接拥有运力资源,因此,其资源配置过程包括两个方面:一是面向实际承运人的运力资源采购;二是面向货主的运力分配。本书研究的是后者,即联运经营人已完成运力资源采购条件下的面向货主的运力分配问题。

为此,本书的研究目标是,首先从总体运营机制上分析集装箱海铁联运的理想资源配置模式和运价形成机制,然后以此为前提,站在联运经营人的角度,运用收益管理的思想,研究其面向货主的箱位分配和动态定价两方面的核心决策,即以市场需求为导向,研究如何在适当的时候将合适的箱位资源以合适的运价销售给合适的货主,以实现收益最大化的目标。

1.2.2 研究意义

本书的研究意义主要体现在以下两个方面。

(1) 理论意义

本书的研究内容是集装箱海铁联运系统研究的前沿问题,同时也是集装箱海铁联运运营组织在收益管理应用上的前瞻性探索,本书的研究对于集装箱海铁联运系统理论不断深入发展具有重要的推动作用。

同时,本书的研究又是收益管理理论和方法在一个全新领域中的应用尝试。由于集装箱海铁联运具有多级承运人、多运输方式、线路结构形式复杂、集装箱多维属性、空箱调运、多细分市场、需求不确定性等独特性,其箱位分配和动态定价优化过程涉及多种约束条件和复杂的反馈关系,这造成了更为复杂的收益管理应用环境。因此,本书对于拓展收益管理理论和方法的应用具有重要的科学研究价值。

(2) 实践意义

对于整个集装箱海铁联运系统来说,本书的研究为提高集装箱海铁联运系统的整体效率和效益提供了新的管理视角和科学的技术支持,对我国集装箱海铁联运的实践发展具有重要的指导意义,同时将在优化运输组织结构、完善综合运输体系、提高运输效率和服务水平、降低物流成本、促进节能减排等方面带来巨大的经济效益和社会效益。

对于联运经营人企业而言,本书研究的理想运营机制下的运力分配问题,以及基于收益管理的一系列箱位分配和动态定价优化模型,将为其实际运营组织提供科学的理论依据和决策支持,有助于提高联运经营人企业的运营组织效率,在满足货主需求的同时实现收益最大化,在激烈的市场竞争中立于不败之地。

此外,本书的研究内容对于其他集装箱多式联运方式(如公铁联运、水水联运等)的运力分配问题和收益管理应用问题也具有一定的参考和借鉴价值,对提高集装箱多式联运整体效率和效益同样具有重要的实践指导意义,具有广阔的应用前景。

1.3 相关研究综述

由于本书的研究对象涉及集装箱海铁联运领域,方法论是收益管理理论,研究点是箱位分配和动态定价优化决策,因此,本节首先对集装箱海铁联运系统的研究状况进行全面总结,然后对收益管理关键技术研究发展状况进行梳理,最后对集装箱货运管理中的舱位分配和定价研究进行评述。通过回顾前人的研究成果并进行适当的分析评价,阐述本书所要解决的研究问题。

1.3.1 集装箱海铁联运系统研究

1.3.1.1 国外对集装箱海铁联运系统的研究

集装箱海铁联运作为国际多式联运的重要形式,在欧美等发达国家已经得到普遍应用。纵横交错的运输线路、遍布多个地区的优良港口、完善的基础运输设施、先进的运输设备、健全的法律法规体系、高效的服务管理水平、充足的海铁联运需求,这些便利条件为欧美等发达国家集装箱海铁联运的发展奠定了很好的基础。经过近半个世纪的管理运营实践,国外集装箱海铁联运的运行情况较好,大多数国家的海铁联运经营和管理工作都统一由交通运输部门负责,并且形成了完善的综合运输系统。所以,国外学者的研究大部分放在协调铁路和港口之间的衔接、扩大海铁联运市场、创新铁路运输方式和组织方式、优化联运网络和路径等具体的运营组织问题上。

Bostel 和 Dejax^[5]研究了集装箱海铁联运堆场的作业优化问题,以减少集装箱在港口的不必要移动为目标建立堆场作业优化模型,并提出了优化算法。Roso 等^[6]对利用铁路将海港与内陆腹地相连接的干港理论进行扩展,认为干港有助于将内陆货流从公路转向更低碳节能的铁路方式,以减轻海港拥堵、改善托运人在海港腹地的物流解决方案。Woodburn^[7]深入调查了英国联运市场的铁路货运量,

结果显示大部分运量增长来自于海港和内陆腹地之间的运输通道,发展海铁联运有助于扩大铁路货运在联运市场上的份额。Woodburn^[8]调查了英国南安普顿港口至西米德兰兹郡通道上铁路集装箱列车的运力供给和装载因素,指出在标准铁路货车上装载9'6"高集装箱的举措大大地增加了铁路运输效率,同时增加了南安普顿港集装箱集疏运中铁路模式的份额。Johan 和 Bergqvist^[9]以哥德堡港和斯堪的纳维亚半岛腹地之间的海铁联运为实例,探讨了铁路载运集装箱和半挂车的两种驮背运输形式,通过运输服务市场、面临的竞争和运作技术原则等方面的对比分析,指出铁路载运集装箱的形式更有竞争力,但在欧洲港口内陆腹地开展铁路载运半挂车的形式仍有巨大的获利机会。

Fan 等^[10]基于线性规划思想,以总成本最小为目标,研究了美国进口集装箱海铁联运网络的优化问题,设置的决策变量包括船舶规模、航线选择、港口和内陆的运输线路、铁路运输的距离、数量、始发终到站等。Kozan^[11]探讨了影响多式联运效率的相关因素,提出了基于多式联运的集装箱码头网络优化模型。Ziliaskopoulos 和 Wardell^[12]建立了以运输时间最短为目标的多式联运路径求解模型,并提出了多式联运最佳路径算法。Riessen 等^[13]研究了鹿特丹港和西北欧内陆点之间的海铁联运网络规划问题,考虑逾期交货的处罚,结合自营和转包服务,建立了路径组合和网络最小流相结合的网络规划模型。

1.3.1.2 国内对集装箱海铁联运系统的研究

我国集装箱海铁联运起步较晚,直到20世纪80年代初才开始逐步开展国内和国际集装箱海铁联运。由于集装箱海铁联运具有快速、安全、运能大、成本低、低碳环保等突出优势,加之我国优化交通运输结构、港口腹地扩张、中西部地区经济发展、国民经济和对外贸易发展等需要,近年来,集装箱海铁联运在我国开展得如火如荼,这也引起了国内众多学者的关注。国内关于集装箱海铁联运系统的研究较为丰富,国内学者围绕我国集装箱海铁联运系统的总体发展和对策、系统运作和组织、节点和线网优化等方面做了大量的理论和应用研究。

(1) 总体发展和对策

这类研究主要阐述的是中国集装箱海铁联运系统的总体发展状况,分析存在的问题和机遇,论述制约发展的影响因素,提出相应的发展对策。按研究方法可分为定性和定量两类研究。

1) 定性研究

吴铁锋^[2]指出,中国集装箱海铁联运存在有机制不健全、枢纽建设滞后、服务市场欠缺和标准不统一等问题,并有针对性地提出了发展策略和方案。穆智良和李振福^[14]分析了我国集装箱海铁联运发展的内部条件和外部环境,提出了成

立综合协调机构、突破港航和铁路信息瓶颈、加快基础设施建设、扩大集装箱中心站建设范围等发展策略。刘鹏^[3]认为,制约海铁联运发展的影响因素包括基础设施建设滞后、配套政策及交通管理体制改革滞后、市场合作机制和经营体制尚未建立等,为此,提出了整合和完善海铁联运“点、线、面”能力、加快管理体制改革的配套制度建设、促进协调发展等策略。

2) 定量研究

武慧荣和朱晓宁^[15, 16]应用系统动力学方法描述了集装箱海铁联运发展与腹地经济、装备技术、其他集疏运方式、环境、安全、运输政策及运输价格等内外部影响因素间的因果反馈关系,构建了集装箱海铁联运系统发展 SD 模型,并提出了集装箱海铁联运发展的相关对策和建议。顾磊等^[17]提出了集装箱海铁联运发展制约因素的分析框架,并运用结构方程模型和问卷调查方法,分析了各制约因素对集装箱海铁联运发展的影响,指出集装箱运输系统本身的内部运作、服务质量和价格、部门之间的协调等因素对于集装箱海铁联运的发展具有重要的负向影响,对此提出发展集装箱海铁联运的建议。

(2) 系统运作和组织

这类文献主要围绕集装箱海铁联运服务链条上的各类运营主体,针对集装箱海铁联运的运作模式、各相关经济主体的作用、地位及相互间关系、流程优化、运量预测、空箱组织、铁路班列组织等实际问题,进行具体的研究。

在运作模式和经济主体协调关系方面,马彩雯^[18]以集装箱海铁联运为背景,研究了基于 Agent 的多式联运虚拟企业运作模式,包括其结构模式、管理框架和信息集成框架。张戎和闫攀宇^[19]将海铁联运系统抽象为由公司 Agent 和资源 Agent 组成的多 Agent 系统,建立基于多 Agent 的集装箱海铁联运系统模型。汪涛^[20]提出了基于多 Agent 的海铁联运企业结盟运作模式,研究了基于组合方法的海铁联运结盟企业优选模型和利润分配方法。

在流程优化方面,王云鹏等^[21]利用扩展的 Petri 网,对海铁联运业务流程进行了建模和仿真,找出系统的瓶颈,提出海铁多式联运流程优化方案。王占中等^[22]运用 BPEL4WS(Business Process Execution Language for Web Service) 语言描述了 Web 服务下的海铁多式联运流程建模。张述能^[23]结合 ESIA 流程优化方法和业务流程再造理论,对铁水联运港站集装箱运输组织流程进行创新设计。

在运量预测方面,张戎和闫攀宇^[24]结合海铁联运运输链的特点,建立多项 Logit 运输链选择模型,从而预测腹地至港口各条运输链未来年份的市场份额。陈燕琴^[25]建立了 GM(1, 1) 模型与 BP 神经网络相结合的集装箱海铁联运运量预测模型,并以厦门港为例,预测未来 4 年厦门港集装箱海铁联运运量。武慧荣等^[26]建立了集装箱海铁联运系统的 SD(System Dynamics) 模型,并应用该模型对大连