



电子商务环境下 物流配送网络优化方法研究

刘 静 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

“机电汽车”

湖北省优势特色学科群开放基金资助项目 (XKQ2018014)



电子商务环境下 物流配送网络优化方法研究

刘静 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

电子商务环境下物流配送网络优化方法研究 / 刘静著 . — 北京 : 知识产权出版社 , 2018.9
ISBN 978-7-5130-5816-2

I . ①电… II . ①刘… III . ①物资配送—网络化—最佳化—研究 IV . ① F252.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 201161 号

内容提要

本书从第三方物流企业的角度对终端配送网络构建时所面临的几个关键环节进行深入研究,构建相关优化模型与算法,为第三方物流企业顺利完成网络商品的终端配送提供必要的理论和技术支撑。

责任编辑:阴海燕

责任印制:刘译文

电子商务环境下物流配送网络优化方法研究

DIANZI SHANGWU HUANJINGXIA WULIU PEISONG WANGLUO YOUHUA FANGFA YANJIU

刘静 著

出版发行: **知识产权出版社** 有限责任公司 网 址: <http://www.ipph.cn>

电 话: 010-82004826 <http://www.laichushu.com>

社 址: 北京市海淀区气象路 50 号院 邮 编: 100081

责编电话: 010-82000860 转 8693 责编邮箱: yinhaiyan@cnipr.com

发行电话: 010-82000860 转 8101 发行传真: 010-82000893

印 刷: 三河市国英印务有限公司 经 销: 各大网上书店、新华书店及相关专业书店

开 本: 787mm×1092mm 1 / 16 印 张: 10.75

版 次: 2018 年 9 月第 1 版 印 次: 2018 年 9 月第 1 次印刷

字 数: 170 千字 定 价: 49.00 元

ISBN 978-7-5130-5816-2

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

前 言

随着计算机技术、信息技术、网络技术的快速发展,互联网网络基础设施以及数字签名、电子加密等相关技术的日益成熟,电子商务的应用得到不断普及与深入,在工业、农业、商贸流通、交通运输、金融、旅游以及城乡消费等领域的应用水平不断提高。虽然相关技术的发展为实现电子商务中信息流、商流、资金流电子化打下了强有力的基础,但作为电子商务中最特殊的一环——物流,却未全部实现电子化。除了音乐、软件、电子读物等部分商品外,大多数商品都需要电子商务企业负责商品的配送服务。因此,物流配送是实现电子商务业务的重要组成部分,配送服务水平高低更是影响顾客会否再次光顾的关键因素。

目前,我国电子商务企业物流配送体系构建大多采用自营仓库与终端配送外包相结合的方式,因此负责终端配送的第三方物流企业的配送服务水平成为电子商务成功实施的关键。如何构建高效的物流配送网络成为第三方物流企业面临的重要课题,为此,本书试图从第三方物流企业的角度对终端配送网络构建时所面临的几个关键环节进行深入研究,构建相关优化模型与算法,为第三方物流企业顺利完成网络商品的终端配送提供必要的理论和技术支撑。各章的主要研究内容如下:

第一章,绪论。首先,从电子商务行业发展现状及问题出发,阐明本书的研究具有很强的时代背景和应用价值;其次,分别从物流设施选址、终端配送路径与策略问题、定位-路径联合决策问题等角度入手,分析当前研究存在的问题,从而总结出现有研究的不足,为本书研究的创新切入点提供了思路;最后,对本书研究对象及问题进行界定,进而提出本书的研究内容与思路。

第二章,电子商务及其物流配送网络设计框架研究。首先,从电子商务的内涵、分类、实施组织与对象入手,分析电子商务的基础特点;然后,从电子商务配送内涵、特征、策略及渠道四个方面分析电子商务环境物流配送

特性；接着，分析电子商务物流配送网络内涵、结构及构建模式；最后，对第三方物流企业物流配送网络优化的特征进行分析，并提炼出配送过程中面临的挑战。

第三章，电子商务环境下区域配送中心选址优化研究。区域配送中心选址问题是第三方物流企业终端配送网络优化时面临的首要问题。针对网购商品配送时效性高的特点，以设施内部运作时间与运输时间两部分构成的配送提前期作为配送服务水平的一种度量，并将时间成本引入模型成本结构中，同时允许跨层直接配送，构建了多渠道配送模式下物流配送网络的优化模型。针对标准遗传算法寻优缺点，引入了四个局部搜索算法与扰动变异策略，设计了求解模型的改进型混合遗传算法。结合实验结果并与遗传算法、贪婪启发式算法的计算结果进行比较分析，验证本算法的有效性。

第四章，电子商务环境下城市配送站多属性决策优化研究。鉴于城市配送站选址问题的特殊性，在借鉴其他学者研究成果基础上，构建出城市配送站选址决策的评价指标体系；比较多属性决策问题的求解方法，选择区间可拓评价方法来评价备选方案，从而确定较为合理的选址方案。

第五章，电子商务环境下双层静态定位-路径问题优化研究。以区域配送中心选址问题研究为基础，研究电子商务环境下第三方物流企业的城市内静态型物流配送网络优化问题。首先，以带时间窗的双层静态选址-路径问题（LRPTW-2E）为研究对象，同时考虑顾客自取与送货上门两种终端配送方式，构建了以配送成本最小化为优化目标的数学规划模型。模型考虑两种不同的车型分别应用配送网络第一、第二层的配送服务，同时采用顾客无时间窗限制与有时间窗限制来表示顾客自取与送货上门两种终端配送模式。然后，针对模型特点提出了融合 C-W 节约算法与变邻域下降算法的两阶段混合遗传算法。同时针对以往车辆路径问题采用“先分组、后路径”的求解思路时时间与空间特性无法调和的缺点，提出了基于时空距离的分组测度方法。最后，选取改进型 Ngugen's LRP-2E 算例进行优化计算，并与其他算法进行对比分析，从而验证模型与算法的有效性。

第六章，电子商务环境下双层动态定位-路径问题优化研究。以区域配送中心选址问题研究为基础，应用动态规划法研究电子商务环境下第三方

物流企业的城市内多周期物流配送网络优化问题。基于网购商品配送需求量增加时需要动态调整配送网络结构的现状,建立同时优化配送站选址、商品流分派、车辆路径等诸多决策的带时间窗的双层动态选址-路径优化模型(DLRPTW-2E),以此来确定各周期内配送站的建设数量与位置以及在线顾客的配送路径,并设计基于动态规划的混合遗传算法。通过构建改进型Ngugen's LRP-2E算例并与基于最近邻算法的混合遗传算法及传统多周期规划算法的计算结果进行比较分析,为解决多周期物流配送网络规划问题提供了一种新尝试。

第七章,电子商务环境下考虑退货处理的城市物流配送网络优化研究。基于网购商品退货率高的特点,研究考虑退货的第三方物流企业城市内物流配送网络优化研究。以顾客送货方式的退货政策为研究对象,研究第三方物流企业参与退货处理对企业配送运作效率与经济收益的影响。首先,将退货便捷度作为退货服务水平的一种测度,提出配送网络退货便捷度的计算方法;然后,配送车辆采用巡回路径配送的方式并应用分级聚类算法估算单位配送费用,在此基础上构建以顾客退货便捷度最大化与第三方物流企业配送收益最大化为目标的退货物流网络优化模型,并设计适用于该问题的混合遗传算法;最后,基于Nguyen's LRP-2E算例分析第三方物流企业参与退货处理对企业经济收益的影响。

第八章,总结与展望。在对本书的主要内容进行梳理的基础上,对研究的创新点进行了总结。针对现有研究的不足,提出下一步研究的构想。

本书在写作过程中得到了很多同行学者、朋友和同门的帮助,在此特别感谢授业导师、东南大学毛海军教授及其科研团队的教授、博士。同时,本书有幸出版,得到了教育部人文社会科学研究青年基金项目“基于行为运筹的生鲜电商订单履行集成优化研究”(项目批准号:17YJC630084)、湖北文理学院博士科研基金项目“城市物流配送网络优化研究”(项目批准号:2015B001)、“机电汽车”湖北省优势特色学科群开放基金项目(项目批准号:XKQ2018014)等的资助。

由于笔者专业视野和学术水平有限,书中难免存在不足之处,望广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 研究的背景与意义	1
第二节 国内外研究进展	3
第三节 研究问题界定	14
第四节 研究内容与思路	18
第五节 本章小结	22
第二章 电子商务及其物流配送网络设计框架研究	23
第一节 电子商务基础分析	23
第二节 电子商务环境下物流配送特性分析	26
第三节 电子商务物流配送网络	32
第四节 第三方物流企业物流配送网络优化的特征分析	43
第五节 本章小结	46
第三章 电子商务环境下区域配送中心选址优化研究	47
第一节 引言	47
第二节 选址优化模型	49
第三节 算法分析	54
第四节 算例分析	61
第五节 本章小结	68
第四章 电子商务环境下城市配送站多属性决策优化研究	69
第一节 引言	69
第二节 城市配送站选址评价指标体系	71
第三节 区间可拓决策模型	72
第四节 实例分析	76

第五节 本章小结	79
第五章 电子商务环境下双层静态定位 - 路径问题优化研究	81
第一节 引言	81
第二节 问题描述与假设	82
第三节 时空距离	85
第四节 模型构建	89
第五节 算法设计	92
第六节 算例分析	100
第七节 本章小结	109
第六章 电子商务环境下双层动态定位 - 路径问题优化研究	111
第一节 引言	111
第二节 问题描述与假设	112
第三节 模型构建	113
第四节 算法设计	117
第五节 算例分析	120
第六节 本章小结	124
第七章 电子商务环境下考虑退货处理的城市物流配送网络优化研究	125
第一节 引言	125
第二节 问题描述与假设	127
第三节 优化模型	129
第四节 模型求解	134
第五节 算例分析	136
第六节 本章小结	140
第八章 总结与展望	141
第一节 总结	141
第二节 展望	145
参考文献	147

第一章 绪 论

第一节 研究的背景与意义

一、研究背景

作为现代服务业中的重要产业,有“朝阳产业、绿色产业”之称的电子商务随着信息技术、计算机技术、网络技术先进技术的发展而逐步发展起来,并于 20 世纪 90 年代中期迅速走向普及化,逐步从大学、科研机构走向企业和百姓家庭,其功能也从信息共享变为一种大众化的信息传播工具与商业方式。1997 年年底在加拿大温哥华举行的第五次亚太经合组织非正式首脑会议(APEC)上,时任美国总统克林顿提出敦促各国共同促进电子商务发展的议案,引起了全球首脑的关注,IBM、HP 和 Sun 等国际著名的信息技术厂商同时宣布 1998 年为电子商务年。进入 21 世纪以来,我国电子商务也进入了快速发展期。据测算,2013 年中国电子商务市场交易规模约达 10 万亿元,其中网络零售交易额约为 1.85 万亿元,2009—2013 年平均增速为 80%。如图 1-1 所示。

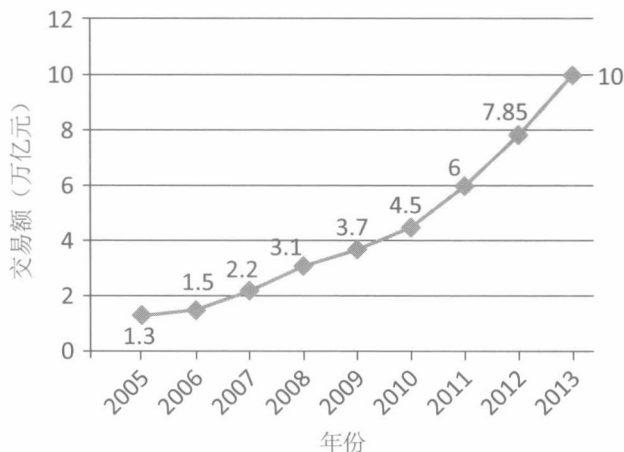


图 1-1 中国电子商务市场历年交易额变化曲线

与传统商务相比,电子商务的优势在于能提供更多、更及时的信息,降低消费者的搜寻成本,同时提供更广泛的产品选择。其中电子商务零售(企业对消费者或消费者对消费者)作为一种面向终端顾客服务的商务模式的优势在于贴近消费者;消费者可以获得更丰富的购物体验;产品可以送货上门交付;同时它直接为顾客提供商品,免除了许多中间环节、降低了经营成本;可以使终端客户享受价格实惠。除此之外,电子商务零售渠道还具有一些传统零售渠道难以比拟的优势,如制造企业可以直接接触消费者,对消费者的需求信息了解更为及时准确,且可降低牛鞭效应对供应链的影响。我国电子商务行业已成为 21 世纪经济社会中重要的贸易方式。

二、研究意义

电子商务改变了大部分交易活动的实施方式,如商品搜索、价格谈判、下订单、支付款项等都可以通过网络来完成,但唯独商品配送环节,除了数字产品可直接从网络下载外,任何实体商品都必须通过物流网络来实施配送。一旦顾客通过网络订购商品,电子商务企业必须通过各种工具、各种手段将商品配送到顾客所在地,这也被称为电子商务的“最后一公里”。没有物流配送系统强有力的支撑,电子商务企业是不可能成功的^[1]。从当前电子商务企业发展现状来看,配送服务已成为企业成功实施电子商务的最大瓶颈^[2]。

随着电子商务销售额的增长,小件商品配送的需求与日俱增,这将对网络商家的配送系统提出巨大挑战^[3]。Huppertz^[4]研究表明市场环境的改变将对供应链结构产生影响,针对网络订单的小批量、高频次的特点,物流配送企业不得不改变传统的配送手段。另外,据 ReturnBuy^[5]的统计,电子销售的退货率远远高于传统销售渠道产生的退货率,一般商品方面达到 20%~30%,而一些书刊杂志出版行业甚至达到 50%^[6]。退货便捷性已成为顾客衡量电子商务企业服务水平的重要指标,构建退货物流系统也是电子商务企业所面临的紧要课题。

网络订单的履行需要配送体系的高效运作,如果没有完善的配送系统支撑,电子商务业务根本无法开展,因此对于电子商务企业而言,完善的物流配送系统是其实施电子商务的生命线。目前,关于电子商务物流配送系统的

研究主要集中在电子商务对供应链结构、物流配送方式的影响,电子渠道与传统渠道间相互作用等方面,对电子商务物流配送系统的选址决策、库存控制、配送路径选择等配送系统构建中几个关键方面的研究还相对较少。这也不难理解为何即使在发达的欧美国家的节假日也有大约 67% 的网上订单不能按预订时间送达,而 12% 的圣诞节货品不能及时接收^[7]。

综上所述,如何提高网购商品物流配送水平是电子商务企业与相关物流企业所面临的共同课题。当前,我国网购商品终端配送的主要实施主体为第三方物流企业,构建高效的物流配送网络是其承担网购商品终端配送的基础。基于此,本书将对电子商务环境下物流配送系统的特征进行分析,以配送效率与服务水平为归结点,深入研究第三方物流企业的物流配送网络优化问题,构建相关的决策模型与算法,为企业成功实施电子商务提供必要的理论和技术支撑,从而达到推动我国电子商务快速发展的目的。另外,《物流业发展中长期规划(2014—2020 年)》也明确提出要加快电子商务物流发展,建立快速便捷的城乡配送物流体系。因此,本书的研究选题具有很强的时代背景和应用价值。

第二节 国内外研究进展

自 20 世纪 90 年代起,电子商务在国外逐步进入商业领域,围绕电子商务物流方面的研究引起学界与企业界的注意,也取得了一定的研究成果。电子商务环境下物流配送系统的自身特征,形成了有别于传统商务环境下的物流配送系统。可以说,电子商务物流是一般物流的具体表现,两者既有区别也有同性。从这个意义上来看,现有的传统物流的研究成果可以作为电子商务物流研究的基础。

电子商务物流配送网络优化问题作为电子商务物流系统研究的重要分支,许多学者对其给予了高度关注,进行了相关的研究工作。国内外学者对电子商务物流配送网络优化问题研究内容主要集中在设施选址问题、车辆路径问题、定位-路径问题等方面,并取得了一定的研究成果。

一、物流设施选址的研究现状

(一) 物流设施选址问题的研究现状

设施选址问题的研究起源于 20 世纪 60 年代中期, 由 Hakimi^[8] 在研究通信网络转接中心和高速公路警署的选址问题时首次提出。此后, 选址问题吸引了国内外学者的参与, 并取得了比较丰硕的研究成果。

国外学者在设施选址问题研究方面已经取得了一系列的研究成果, Aikens^[9] 对选址模型进行分类, 如简单选址模型、有容量限制的选址模型、需求变动的选址模型等九种选址模型。Magnanti 等^[10] 回顾了 1984 年以前关于网络优化问题的研究成果, 并指出网络优化问题大体上可分为四个问题: 最小生成树问题、最短路问题、车辆路径问题、设施选址问题, 并对设施选址模型的研究成果进行了梳理。Minoux^[11] 探讨了以最小成本为优化目标、类似树的多产品网络等形式的优化问题, 并综述了相关的解决模型与算法。Balakrishnen 等^[12] 在上述研究成果的基础上对 1985 年至 1997 年间的网络优化研究成果进行了综述性研究, 其主要聚焦点为无容量限制网络设计、有容量限制网络设计、网络负载问题、网络恢复问题四个方面。Owen 等^[13] 从战略本质方面对设施选址问题进行综述性研究, 主要探讨设施选址时的随机性与动态性的优化方法与模型, 其中后者又从可能性分布与情境规划两种方法入手进行了系统阐述。Snyder^[14] 从物流设施选址的不确定性角度进行综述性研究, 其目的主要有两个: 一是描述不确定条件的优化方法与其关注的参数; 二是研究优化方法的在选址问题上的应用。Melo 等^[15] 对供应链环境下物流设施选址问题进行综述性研究, 对模型特性、选址与库存控制、路径选择的联合决策问题、逆向物流网络选址问题以及供应链优化方法的应用等重要问题进行了阐述。Pokharel 等^[16] 利用搜索工具、书籍及会议纪要等各种手段对逆向物流系统进行了综述性研究, 指出当前数学优化模型主要集中在确定性问题, 在由再制造产品的需求与顾客回收产品所引起随机性问题研究方面比较有限。

国内关于设施选址问题研究起步较晚, 蔡希贤等^[17] 于 20 世纪 80 年代对国外关于经典选址模型的研究成果进行了介绍, 开启了我国学者关于设施

选址问题研究的先河。但此后一段时间相关研究工作一度处于停滞状态,直到 20 世纪末,随着供应链管理与物流业的发展,广大学者又关注物流设施选址问题的研究,并取得一定的研究成果。杨波等^[18]对照传统的物流配送中心选址问题提出了一个随机化的模型,并从数学角度对该模型进行分析,提出了单配送中心选址问题的一个量化的处理方法。孙会君等^[19]在充分考虑物流规划部门与客户双方利益及选址地点对路线安排影响的基础上,应用双层规划法对物流配送中心的选址问题进行了研究。崔小燕等^[20]以网络运输总成本和固定设施费用之和为最小化目标函数,建立了具有较少变量的混合整数线性规划模型,应用并行蚁群算法对模型进行求解。汤希峰等^[21]以配送时间可靠性作为物流水平的一种测度,并提出了可靠度计算方法,构建了物流中心选址的多目标选址模型。

上述国内外物流设施选址问题的研究主要针对传统商务活动下物流活动,其物流设施选址问题研究大多基于顾客只能被邻近的上层设施实施配送的假设,这种假设在许多供应链问题中是不合理的^[22]。基于此,部分学者对允许跨层直接配送的网络优化问题进行了研究。Netessine 等^[23]从供应链管理协调角度研究了直接配送(drop-shipping)的影响,构建了由一个批发商与多个零售商组成的两层结构的供应链的博弈模型,分析了单周期内与库存风险分担有关的平衡问题及其对最佳渠道选择的影响。Canel 等^[24]综合考虑多层次物流网络的复杂性,建立了多周期、多商品、多层次的物流设施选址模型,模型考虑了同层间商品流动以及跨层商品配送,并设计了融合分支定界法与动态规划法的启发式算法。Troncoso 等^[25]以森林工业为研究背景,提出了整数规划动态模型,并考虑了供给地到需求地的直接运输,最后利用 Lingo 软件进行求解获得设施的战略选址。Eskigun 等^[26]以汽车行业为背景,探讨了考虑提前期、分销设施定位、配送模式等的外向供应链网络设计问题,且设计了拉格朗日启发式求解算法。Melo 等^[27]聚焦供应链网络战略设计,考虑网络设施选址中的库存、多周期、多商品、同层运输、跨层运输、投资总额限制、设施仓储限制等多个方面的因素,构建了多层供应链网络的优化模型。Farahani 等^[28]以军事物流系统为背景,研究了支援中心定位问题,以数量最小化与质量最大化为优化目标构建了三层网络优化模型,

模型考虑了第一层与第三层间的直接运输,并设计了多阶段算法对其进行了求解。Lee 等^[29]针对电脑回收过程的特点,构建了融合正向销售物流与逆向回收物流的确定性三层物流网络规划模型,其中正逆向物流都允许 OEM 与顾客间的直接配送,并设计了两阶段启发式算法对其进行求解。Lin 等^[30]研究四层供应链网络,并允许物流设施间跨层配送,设计的混合进化算法被应用于包含 60 个顾客的算例中。Pishvae 等^[31]分两种情况研究了多阶段多渠道网络设计问题,分别为允许工厂直运与禁止工厂直运两种运输模式。针对两种情况相应构建了两个混合整数规划模型,并提出了基于图论的启发式算法,最后用案例验证了模型与算法的有效性。Tancrez 等^[32]研究了三层供应链网络的选址-库存问题,构建了非线性连续模型,并设计了一个可适用于大规模网络模型的迭代启发式算法。

总体而言,允许直接配送的设施选址问题是传统设施选址问题的扩展,国内对此类问题研究较少。国外学者虽然对这类问题进行了一定程度的研究,但大多优化指标以配送成本为主,对配送时间考虑不够。

(二) 电子商务环境下物流设施选址问题的研究现状

电子商务环境下的物流配送具有小批量、多批次、退货率高、配送服务要求高等特点,因此电子商务环境下物流设施选址问题具有一定的特殊性,国内外学者在电子商务环境下设施选址优化问题方面取得了一定的研究成果。Alptekinoglu 等^[33]研究了一个单产品、多仓库、多零售点的配送模型,以总期望配送成本为优化目标确定了可实施交叉配送的仓库的订单处理与分配策略,并比较了零售点实施配送与配送中心配送的效果。Xu^[34]以网络订单总配送次数最小为优化目标,应用两阶段启发式算法求解电子商务环境下订单流分配问题。Min 等^[35]以电子商务订单退货网络成本最小化为优化目标,建立非线性混合整数规划模型,并设计了 GA 算法,求解最优选址与数量。Wang 等^[36]基于中国 B2C 电子商务市场顾客购物的特点,以由一个电子商务企业、数个配送中心及顾客构成的分销网络为研究对象,建立了以企业利润最大化为优化目标的选址-库存的联合决策模型,并设计了遗传算法求解最优选址与数量。Lim^[37]在其博士论文中应用仿真方法研究了网络订单

包裹流增加对物流配送网络的影响,以经济效益与时间可靠性为优化目标,应用实际数据对三种决策情景进行仿真分析,得出的结论是现有的配送网络可能会逐步向集中式网络结构转变。Mahar 等^[38]以延迟网络订单履行为切入点,研究“准动态”分配问题,以库存成本、运送成本、顾客等待成本组成的总成本期望值最小化为目标建立优化模型,求解确定一段时间内积累的网络订单的履行仓库的位置与数量。Mahar 等^[39]考虑有限规划期内,以运输成本、库存成本、运作成本等构成总成本最小为优化目标,运用数学规划方法求解同时满足网络订单与传统购物需求且受容量限制的区域仓库的最优数量与位置。Lau 等^[40]应用模糊集理论,构建了 B2C 电子商务环境下包括运输成本、库存成本、配送成本等构成的总成本最小化为目标的模糊模型,应用可能度理论与霍尔维茨定理将模糊模型转化为确定性模型,并设计了改进的粒子群—遗传算法,通过实例验证了所提出的模型与算法的有效性。Lu 等^[41]基于对淘宝网的实际调查,提出了网店选址的多标准决策方法,该方法分为两个阶段:第一阶段主要分析网店性质,确定候选地址;第二阶段利用模糊理论结合专家评定意见确定最优选址。其中采用模糊数来处理决策所涉及的不确定数据。Mahar 等^[42]从传统零售商的角度出发,研究当引入网络销售渠道后,零售商如何在众多零售店中选择网络顾客取货点问题,提出了一个融合实时数据的动态取货点决策策略,计算表明该策略可减少包括持有成本、延期成本、失去销售成本、分拣成本的总成本。

随着电子商务在我国快速发展,国内学者对电子商务物流设施的选址也进行了一定的研究。尹秋菊等^[43]分析电子商务环境下物流特点,提出了物流系统的评价指标体系,并给出模糊评定法的流程。姚卫新^[44]建立了闭环供应链优化模型,并对电子商务环境下闭环供应链的各种原子模型进行了分析比较。蒋忠中等^[45]基于 B2C 电子商务企业顾客需求特点,利用分级聚类法模糊估计各个顾客的单位商品配送运输费用,建立 B2C 电子商务中物流配送中心优化模型,并提出采用嵌入表上作业法的遗传算法求解。姚卫新^[46]研究电子商务环境下正向供应链和逆向供应链一体化时的网络优化问题,提出了面向闭环供应链物流网络成本模型,并采用连续逼近法进行求解。蒋忠中等^[47]在考虑商品供应成本因素的基础上,结合 B2C 电子商务企

业物流配送网络的特点,建立了混合 0-1 整数规划的配送中心选址优化模型,并开发了嵌入表上作业法的遗传算法。白韶波^[48]提出了基于竞争的物流配送中心选址的双层规划模型,并讨论了模型的求解算法,设计了遗传算法,通过与蒙特卡洛模拟退化算法比较得出该算法具有计算优势。蒋忠中等^[49]针对经营多类商品的 B2C 电子商务企业顾客需求总量小、品种多、位置分散等特点,提出用分级聚类法将顾客分类,并模糊估计每类顾客单位重量商品配送运输费用,建立了 B2C 电子商务中多商品配送中心优化设计的模糊规划模型,并设计了嵌入单纯性法的遗传算法对其求解。王晓博等^[50]针对电子商务环境下物流配送特殊性,构建了电子商务环境下物流配送中心选址模型,其中对变动费用与时间约束进行了修改,并提出了量化的启发式算法与定性化的综合评价法相结合方法。聂规划等^[51]建立了基于成本最小化的配送选址模型,确定费用最小化时配送中心数量及资源点与配送中心、配送中心与用户的供需关系。廖栩栩^[52]分析电子商务环境下物流的特点,建立配送中心选址模型,并采用节约法和层次分析法进行求解。刘芬^[53]考虑电子商务环境下客户分布地区广泛的特点,建立了以物流成本最小和配送时间最短为目标的两级配送系统的优化模型,并采用功效系数法进行了求解。刘开军等^[54]考虑一个传统供应链将市场由单一实体店零售扩大到互联网销售,为满足新增在线零售需求,供应商如何设计新增容量的分配方案。张炎^[55]在其博士论文中分析生鲜农产品物流系统的特点,考虑多种配送渠道模式同时存在时,分别以时间可靠性与品质可靠性为优化目标,构建农产品物流网络的数学模型,并设计了相关算法。周若虹等^[56]以变分不等式理论为基础,构造了由制造商、零售商、消费者与回收公司组成的闭环供应链网络均衡模型,并考虑了网络交易形式,讨论了网络中各层决策者的独立行为及其相互作用,获得了该系统达到均衡的条件。

从上述国内外学者关于电子商务环境下物流设施选址问题的研究成果来看,国内外学者关于电子商务环境下物流设施选址问题的研究对象包括区域分拨(配送)中心、服务网购商品配送的零售店、配送站、顾客自取点、退货收集点等设施。但整体而言,关于电子商务环境下物流设施选址问题的研

究成果还较少,特别是设施内部运作时间、设施建设成本随服务顾客数增加而随之变化等因素很少有文献涉及。在求解算法方面,比较常见的包括综合评价法、精确算法、启发式算法等,但在混合算法设计方面研究不够。特别是应用精确算法与启发式算法相结合的算法研究多周期设施选址问题更具有现实意义。

二、终端配送路径与策略问题的研究现状

电子商务环境下终端配送路径与策略主要研究城市内部配送问题,国外学者对此问题进行了不同程度的研究,并取得了一些研究成果。Punakivi 等^[57, 58, 59]比较了顾客参与配送及不参与配送的运输成本,评价了时间窗长度的影响,得出的结论是宽松的时间限制有利于效率提高,且顾客不参与配送方式相比顾客参与可节省三分之一成本。Lin 等^[60]利用仿真方法评估了不同的配送策略对电子商务食品企业的运作影响,结果表明通过对时间窗的实施严格控制可有效平衡配送成本与顾客服务水平。Robuste 等^[61]利用连续近似法建立了时间窗对配送效率的影响模型,结果表明配送车辆容量的增加会使时间窗影响力增加。Du 等^[62]针对 B2C 电子商务环境下顾客订单具有数量庞大、不可预期性、实时动态性等特征,设计了动态车辆路径问题的三阶段算法,实验表明三阶段算法在行驶距离、配送时间优化等方面要优于单阶段算法。Hsu 等^[63]研究了从配送提前期的角度寻求平衡配送成本与服务水平的思路,提出了一个非线性利润优化模型,且成本考虑了采购成本、运输成本与仓储成本,案例验算表明差异化战略优于一致性战略。Braysy^[64]研究了家庭护理中便当送货上门问题,构建了带时间窗的多旅行商问题的优化模型,对比使用该模型前后的效用,得出该模型可有效降低车辆运输距离与数量的结论。Asdemir 等^[65]针对食品网络销售行业配送频率高、利润薄的特点,基于马尔科夫过程建立了动态配送价格决策模型,主要考虑配送车辆容量利用率与最方便配送时间的平衡,该模型根据顾客订单到达时间与顾客选择来动态调整配送价格。Fiegl 等^[66]以医院为背景,构建动态集送货任务的优化模型,以平均加权流动时间为优化目标,并基于经典调度理论设计了算法,实例表明算法具有较高效率。Klundert 等^[67]针对零担运输车辆容量