

ERJI SHESHI WULIU PEISONG
WANGLUO YOUHUA

二级设施 物流配送网络优化

王 勇 刘 永 樊建新 著



西南交通大学出版社

ERJI SHESHI WULIU PEISONG
WANGLUO YOUHUA

二级设施 物流配送网络优化

王 勇 刘 永 樊建新 著

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内容简介

本书从二级设施物流配送网络优化的视角研究了现代城市物流配送网络优化问题。综观国内外研究概况,当前物流配送网络优化多集中在研究配送网络中的设施选址问题和车辆路径问题(Vehicle Routing Problem, VRP),而缺乏从整体的角度研究物流配送网络优化问题,为此本书构建了基于“设施选址-客户点聚类-配送区域划分-车辆路线优化”的二级设施物流配送网络优化框架,探讨了各环节之间的紧密联系,并结合实际案例和标准数据集进行了深入的计算、分析。

本书适合硕士生、博士生学习,也可以供相关研究机构和规划部门进行物流配送网络优化和现代城市物流规划时学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

二级设施物流配送网络优化 / 王勇, 刘永, 樊建新
著. —成都: 西南交通大学出版社, 2014.9
ISBN 978-7-5643-3489-5

I. ①二… II. ①王… ②刘… ③樊… III. ①物资配
送—网络化—最佳化 IV. ①F252.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 231810 号

二级设施物流配送网络优化

王勇 刘永 樊建新 著

*

责任编辑 周杨

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031

发行部电话: 028-87600564

<http://www.xnjdcbs.com>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 170 mm × 230 mm 印张: 8.25

字数: 170 千字

2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-3489-5

定价: 28.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

城市物流配送是现代物流业的一个重要内容,现代物流业是融合了仓储业、运输业、货代业和信息业等的复合型服务业,是国民经济的重要组成部分,在促进经济发展和增强国民经济竞争力等方面发挥着重要作用。《国民经济第十二个五年规划纲要》中指出:要大力发展现代物流业,加快建立社会化、专业化、信息化的现代物流服务体系,大力发展第三方物流,优化物流业发展的区域布局,支持物流园区、物流中心等物流功能集聚区有序发展。现代物流业的兴起,给城市的发展带来了新的商机和发展契机,城市的现代化必须以物流的现代化为依托,城市的发展离不开城市物流的发展和完善。当前我国物流费用占了货品总成本的 30%,运输成本比西方发达国家高出 3 倍,我国货运车辆的空驶率平均为 42%,其中有 17.2%的物流企业空驶率达 50%。另外,从产品的供应链结构来看,90%的时间消耗在流通环节,在生产环节的时间只占 10%。由此可见,物流配送业的发展具有巨大的潜力和广阔的前景,而二级设施配送网络是物流配送网络的组成部分,物流配送网络可以拆分为多个二级设施配送网络的形式。因此,对二级设施物流配送网络优化展开科学、合理的研究具有一定的必要性和重要性。

本书共分为 7 章,研究思路遵循提出问题、理论综述、建立模型和实例分析这一主要脉络,具体分述如下:

第 1 章构成了本书的研究基础和理论综述。阐述了二级设施配送网络优化研究的背景、意义、范围、目标和方法;同时对相关理论的研究现状和不足进行了阐述。

第 2 章提出了城市物流配送网络优化的框架,较为全面地阐释了城市物流配送网络的类型及其存在的配送形式,对二级设施配送网络优化进行了特征分析,并对智能算法理论和模糊逻辑方法的概念进行了深入分析。

第 3 章对二级设施配送网络优化的第一阶段——设施选址问题进行了系统分析和优化,建立了多设施选址的综合评价指标体系,设计了多设施选址优化流程,并结合实例进行了基于权重变化的选址方案敏感度分析。

第 4 章对二级设施配送网络优化的第二阶段——客户点聚类问题进行了研究,设计了基于客户点多重特性的聚类算法,并结合实例进行了比较、分析和优化。

第 5 章对二级设施物流配送网络优化的第三阶段——配送区域划分问题进行了深入研究,构建了二级设施配送网络中一级设施位置固定和二级设施位置不确定的数学规划模型,并设计了粒子群和遗传算法相结合的混合算法求解数学模型。

第 6 章对二级设施物流配送网络优化的第四阶段——车辆路线问题进行了深入研究,构建了带时间窗的配送和收集同时可拆分的车辆路径混合整数规划模型,设计了求解模型的两阶段启发式算法,并基于 Solomon 数据集进行了分析验证。

第 7 章对全书进行总结,提炼出全书的创新点,并对全书中存在的不足进行了分析,对后续研究进行了思考和展望。

本书研究的成果主要为:建立了基于群决策理论的多设施选址综合评价体系,提出基于区间数优度函数法的指标集成模型,并揭示了多设施选址弱偏好关系和强偏好关系的存在性,从而为二级设施配送网络优化找到了突破口;设计了基于公理模糊集理论的客户点聚类算法,提取聚类单元的模糊描述和进行聚类单元间的微调操作,进而为客户点聚类问题研究提供了新的研究思路;建立了二级设施配送网络区域划分的线性规划模型,揭示了多设施分布与模型构建的内在关联,从而大大降低了二级设施配送网络优化的复杂度;构建了带时间窗的配送和收集同时可拆分的车辆路径混合整数规划模型,并设计了求解模型的两阶段启发式算法,从而将现有研究向前推进了一小步。

希望通过上述研究工作,为物流配送网络优化和智能交通技术的发展提供理论依据和方法借鉴,从而减少设施规划不合理、物流配送空驶率和交错运输等现象,有效提升我国物流配送网络优化的效率。

本书的研究得到了国家自然科学基金——生鲜农产品冷链多中心共同配送收益分配优化研究(71402011),基于负效应极小化目标的大城市交通能源供应网络系统优化与管理(71471024),重庆市社会科学规划基金(2013YBJJ035)和重庆市教委科学技术研究项目(KJ1400307)的资助,本书的出版得到重庆交通大学管理科学与工程博士点基金和重庆交通大学博士启动基金项目的的大力支持,在此表示由衷的感谢!

王 勇

2014 年 9 月

目 录

1	绪 论	1
1.1	选题背景及研究意义	1
1.2	国内外研究概述	4
1.3	城市物流配送网络优化问题概述	16
1.4	主要研究内容和研究方法	21
1.5	本章小结	24
2	基于二级设施配送的城市物流配送网络优化框架研究	25
2.1	二级设施配送下城市物流配送网络优化的基础分析	25
2.2	基于二级设施配送的城市物流配送网络优化的特性分析	31
2.3	配送网络优化求解方法概述	35
2.4	本章小结	38
3	二级设施配送网络中多设施选址优化研究	39
3.1	概 述	39
3.2	设施选址综合评价指标体系	39
3.3	多设施选址问题的相关数学描述	40
3.4	多设施选址问题的优化方法	44
3.5	算例分析	48
3.6	本章小结	55
4	二级设施配送网络中客户点聚类问题优化研究	57
4.1	概 述	57
4.2	客户点聚类优化问题的数学描述	58
4.3	客户点聚类问题的优化算法	63
4.4	算例分析	66
4.5	本章小结	76
5	二级设施配送网络中物流配送区域划分优化研究	77
5.1	概 述	77
5.2	物流配送区域划分问题的数学模型	78

5.3	改进粒子群-遗传算法的混合算法	82
5.4	算例分析	84
5.5	本章小结	90
6	二级设施配送网络中需求可拆分的车辆路线问题研究	91
6.1	概 述	91
6.2	带时间窗集送货可拆分的车辆路线问题的数学描述	92
6.3	基于多目标规划模型的启发式算法	95
6.4	算例分析	100
6.5	本章小结	106
7	结论与展望	107
7.1	本书工作总结	107
7.2	本书主要创新点	109
7.3	研究展望	110
	参考文献	113

1 绪 论

1.1 选题背景及研究意义

1.1.1 选题背景

在全球经济一体化的进程中,物流是现代社会赖以存在的基本经济活动之一,被喻为“第三利润源泉”,并已成为当前企业“最重要的竞争领域”。随着全球经济的高速发展和知识经济时代的到来,市场竞争日益加剧,科学技术飞速发展,现代物流已成为国民经济在高起点上持续发展的基础动力,并为企业在激烈的市场竞争中把握竞争优势提供有效支撑。现代物流作为一种先进的组织方式和管理技术,被广泛认为是企业降低物资消耗和提高劳动生产率以外的重要利润源泉,并在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。因此,各国政府部门、企业和研究机构纷纷将注意力转向以信息化、系统化、敏捷化和顾客向导化为特征的现代化物流管理模式。

物流业是融合了仓储业、运输业、货代业和信息业等的复合型服务业,是国民经济的重要组成部分,在促进经济发展方式和增强国民经济竞争力等方面发挥着重要作用。物流业的兴起,给城市的发展带来了新的商机和发展契机,城市的现代化必须以物流的现代化为依托,城市的发展离不开城市物流的发展和完善。随着我国城市化进程的逐渐加快,城市将在我国经济和社会发展中发挥更大的作用,地区竞争日益表现为城市之间的竞争。由于现代城市拥有发达的工业体系,同时城市又具有较强的聚集力和辐射力,消费集中而且需求量大,将逐渐成为现代商品流通的中心,因此,城市物流业的发展具有巨大的潜力和广阔的前景。而在城市物流中,配送作为一种高效的现代物流方式和先进合理的社会化流通体制,配送体系与模式又直接决定着城市物流业的发展。

初期的物流配送出现在 20 世纪 60 年代初期,当时只是一种单一型、粗放型的活动,其特点是:活动范围小,规模也较小,主要是通过促销的形式



来发挥作用。到 20 世纪 60 年代中期,随着经济发展速度的逐渐加快,商品市场竞争日趋激烈,货物需求量的急剧增加,欧美发达国家开始组建配送中心或配送组织,并逐渐建立配送体系。20 世纪 80 年代以后,受多种社会及经济因素的影响,物流配送业有了长足的发展,配送区域进一步扩大,并且实施配送的国家已不限于发达国家,许多发达国家和发展中国家也按照流通社会化的要求实行了物流配送制,并积极开展物流配送。在全球范围内最具代表性的物流配送企业是美国的沃尔玛公司,沃尔玛公司是目前美国和世界上最大的连锁集团,2011 年度销售额达到了 4 190 亿美元,拥有连锁店 8 500 家,并且针对区域范围内连锁店的规模和数量,建立相应的区域物流中心和配送中心,开展相应的物流配送服务。

物流配送是现代城市物流的一项重要内容,它是我国现代市场经济体制、现代科学技术和现代物流思想的综合产物。同时,物流配送也是现代城市物流中一个重要的直接与消费者相连的环节,是按照各个用户的不同订货要求,在配送节点(商店、仓库、货运站、港口、物流中心、配送中心等)进行存储、分拣、加工和配货等作业,同时考虑配送货物的质量和体积,充分利用车辆的载重和容积进行车载货物的配装和配送线路的确定,并将配好的货物及时送交收货人的过程。此外,现代城市物流配送已根据客户需求变化的情况,从“少品种、大批量、少批次、长周期”向“多品种、小批量、多批次、短周期”转变。

据相关资料显示,2010 年我国工业企业流动资金周转率为 3.56 次/年,发达国家一般超过 15 次/年,社会物流总费用占国民生产总值的比重为 18%,高于国外发达国家一倍以上,而我国物流费用占了货品总成本的 30%,运输成本比西方发达国家高出 3 倍,我国货运车辆的空驶率平均为 49%,其中有 17.2%的物流企业空驶率达 50%。另外,从产品的供应链结构来看,90%的时间消耗在流通环节,在生产环节的时间只占 10%。我国物流业的发展一直落后于经济的发展,物流配送水平难以满足电子商务的需求,物流配送企业的规模小,物流配送系统运行效率低下,配送车辆的交错运输和空驶率较高,物流配送的时间性、安全性都难以得到有效保障,这些不仅带来较高的配送成本和低下的服务水平,影响着以物流配送为基础的综合运输业和电子商务的发展,而且带来了交通堵滞、环境恶化等负面效应。随着人民生活水平的提高、城市化进程的加快以及中国社会城市居民老龄化的到来,消费者要求商家提供便捷、周到的服务,对商品配送提出了更高的要求。此外,现有相关研究缺乏对城市物流配送网络优化问题进行系统全面的分析,因此,如何实现快速而准确的配送是现代城市物流在经营方面,同时也是物流配送网络

优化理论研究领域必须要解决的重要课题。

1.1.2 研究城市物流配送网络优化问题的意义

研究城市物流配送网络优化问题有利于建立商家与客户间的良好关系,进而增强企业的核心竞争力,提高城市物流配送水平,从而提高企业的经济效益和社会效益;建立高效的物流配送体系,有利于降低配送成本,促进现代物流业的进一步发展。具体表现在以下几方面:

(1) 有利于提高服务质量,增强企业竞争力。

优化城市物流配送网络有利于建立高效的物流配送体系,降低客户的风险,提高客户满意度,进而提高服务质量,从而促进现代物流业的进一步发展和增强企业的核心竞争力。

(2) 有利于提高城市物流配送水平,进而提高企业的经济效益和社会效益。

对于传统城市物流配送的决策问题,如配送中心选址、物流中心、配送中心等设施各自的配送范围、车辆配送的最佳线路等,还处于半人工决策状态,整个物流过程的技术支持比较落后。通过对城市物流配送网络进行优化研究,可以明确配送工作的每个环节,进一步完善物流配送技术体系,同时为物流发展提供坚实的理论和政策支持,进而提高企业的经济效益和社会效益。

(3) 有利于降低配送成本,提高配送效率。

传统的城市物流配送存在交易量小、客户数少等情况,针对这种情况,通过人工调度可以达到合理安排配送和降低成本的目的。一旦出现交易量增加、需求客户数增加、交易速度加快等情况,配送调度就会超出人工的能力范围,通过对城市物流配送网络进行优化研究,可以对大规模数据问题进行处理,并可提高工作效率和服务质量,同时降低配送成本。

(4) 有利于减轻城市交通负担,促进城市可持续发展。

用传统的物流配送调度方法处理大规模数据问题,会使配送的行车路线变长,导致配送车辆数目增加,从而增加城市的交通负担。通过对城市物流配送网络进行优化,可以使物流企业在完成配送工作量的前提下,减少车辆出行次数,减少车辆行驶里程数,增加车辆装载率,进而减轻对城市交通拥堵和交通环境产生的影响,促进城市可持续发展。

(5) 有利于优化网络结构,进一步完善理论研究。

对城市物流配送网络进行系统全面的研究,将构建分析复杂物流配送系统的适应能力,从而为城市物流配送系统研究提供新的视角和研究思路,并将进一步优化城市物流配送网络结构,同时填补当前理论研究的不足之处。



综上所述,本书研究从顺利实施城市物流配送网络优化的整体角度出发,基于系统综合评价理论、公理模糊集理论、运筹学理论、系统工程理论、模糊规划理论、数学规划理论、智能算法理论等,对城市物流配送网络及其各个子环节进行深入研究,搭建一个可以实现对城市物流配送网络系统进行整体优化的研究体系,从而为第三方物流企业和运输行业提供更好的理论和技术支撑,进而提高企业的服务质量、降低经营成本、增加经济效益和社会效益。因此,本书的研究选题具有较强的理论价值和现实意义。

1.2 国内外研究概述

国内外学者对城市物流配送网络优化问题的研究内容涉及物流设施选址问题、配送网络中的客户点聚类问题、配送区域划分问题和车辆路线问题等方面。特别是随着经济社会的发展和人民生活水平的提高,以及城市物流配送系统中问题的逐渐凸显,国内外学者对城市物流配送系统给予了高度关注并迅速展开了相关研究,也取得了一定的研究成果。

1.2.1 物流设施选址问题的研究现状

设施选址问题的研究在 20 世纪 60 年代中期开始兴起, Hakimi (1964) 研究了通信网络转接中心和高速公路警署的选址问题,确定设施在网络上的选址使得客户与最近设施间的总距离之和最小化。在那之后,选址问题吸引了众多国内外学者参与研究,并取得了许多成果。

1. 建立模型进行设施选址方面的相关研究

国外学者在建立模型求解设施选址问题方面已经取得了一系列的研究成果。Aikens (1985) 给出了九个基本的选址模型,包括简单选址模型、有容量限制的选址模型、需求变动的选址模型、动态选址模型等,其目标函数几乎都是使运输费用和固定选址投资费用最小。Syam (2002) 提出了一个基于物流成本的集成数学模型研究设施选址问题。Barahona 和 Jensen (1998) 用混合整数规划建立了仓库选址模型,除考虑了选址的固定费用、运输费用外,还考虑了库存费用,此模型用 Dantzig-Wolfe 分解算法进行了求解,并用次梯度优化方法来加速上述算法的收敛。Holmberg (1999) 考虑了非线性运输费用的选址问题,并用分枝定界法进行了求解。Owen 和 Daskin (1999) 考虑了设施选址问题的动态特性和需求的随机变动性,建立了动态选址模型和随

机选址模型。Aiken (1985) 给出了线性规划、0-1 整数规划、动态规划等基本形式的选址模型, 并指出目标函数一般是使总的选址费用最小, 不同的规划形式主要取决于费用函数的形式。Chiu (1986) 研究了连续需求情况下具有无限队列能力的单设施选址问题, 目标是使得平均响应时间最短。Ballou (1968) 进行了动态选址模型的研究, 欲解决的问题是: 确定一个仓库的位置, 使得系统在有限的、跨时间周期的规划内获得最大利润, 文章用静态、确定型优化方法来求解动态问题。Ballou 的模型在目标函数中没有考虑时间结构和成本因素, 而 Wesolowsky (1973) 则在目标函数用一个 0-1 整数变量将设施再选址成本考虑进来, 并采用结合分枝定界技术的枚举法求解模型的最优解, Drezner (1995) 对这个模型进行了进一步的修订, 新的模型用期望成本替代了原来的给定成本, 并将设施再选址的概率考虑了进来。Linda (2001) 研究了配送中心选址与设施建造的固定成本、库存成本、运输成本和客户服务质量之间的关系, 建立了选址目标函数, 并进行了实证研究。Sun (2008) 提出了一个双层混合整数规划模型用于优化配送中心选址位置, 其中, 上层模型最小化规划者的成本, 而下层模型则是最小化顾客的成本。Ajay (2008) 研究了配送中心服务范围、服务水平、成本信息等因素与选址的关系, 建立了双层规划模型, 并设计了启发式算法求解模型。Hande 等 (2011) 建立了一个基于博弈理论的双层整数非线性规划数学模型求解存在竞争性的设施选址问题, 其中, 目标函数同时最大化每个设施的利润和对客户的吸引力。

国内选址模型研究起步较晚。蔡希贤等于 20 世纪 80 年代中期对国外一些经典的选址模型进行了介绍, 包括 Baumol-Wolfe 模型、混合整数规划模型、有能力限制的设施选址问题等模型与相应的算法。在随后较长的一段时间内, 选址问题的模型研究并未引起国内学者的足够重视, 直到 90 年代中后期, 随着供应链管理和物流研究的兴起, 广大学者才开始关注选址问题。

国内选址问题的模型研究是从多目标选址问题开始的, 这体现了国内选址问题的模型研究较好地吸收了国外相关研究的先进成果, 能够在一个较高的起点上开展进一步的工作。常玉林等 (2000) 研究了有能力限制的单设施随机选址模型, 该模型考虑了紧急事件到达服从泊松分布的 M/G/1 排队系统在具有顾客损失的情况下, 实现服务-随机顾客的平均费用最小化的目标。杨波等 (2002) 提出了一个单设施随机选址模型, 通过计算 n 个备选设施地址的停止-损失值, 确定选址问题的停止-损失序, 采用最小值标准确定最优设施地址。孙会君等 (2003) 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的影响, 采用双层规划模型对物流配送中心选址问题展开研究。金莉等 (2010) 针对一个钢材销售企业三级物流网络中的两级设施进行选址, 采



用多站式运输方式计算运输成本,研究三级物流网络的选址-路径问题,并采用嵌入拉格朗日启发式算法的分枝定界方法来求解。郑称德等(2009)构建了一个包括生产商、物流中心、中转点及零售商等4类节点的多层物流网络,并以零售商需求驱动,根据自下而上的规划逻辑,建立了该网络选址规划的数学模型。汤希锋等(2009)将可靠性作为物流服务水平的一种测度,提出了配送中心系统可靠度的计算方法,建立了物流中心选址的多目标优化模型。王保华等(2009)在随机优化模型的基础上,构建了鲁棒优化模型研究了不确定环境下物流中心的选址优化问题。周爱莲等(2009)根据需求动态变化的特点,建立了多周期的企业分销物流中心随机机会约束稳健性选址模型,对现阶段物流中心选址问题进行研究。

2. 设计智能算法进行设施选址方面的相关研究

智能算法(Intelligent Algorithm)是近些年发展起来的计算方法,对求解大规模数据问题比较有效,包括人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)方法、模拟退火算法(Simulated Annealing, SA)、遗传算法(Genetic Algorithm, GA)、禁忌搜索算法(Tabu Search, TS)等。国内外学者应用智能算法进行设施选址方面已取得了一定的研究成果。

Holmberg等(1999)设计了一个拉格朗日启发式算法,并用此算法研究有能力限制的单设施选址问题。Zhou等(2003)提出了一个基于网络单纯形法和遗传算法的混合智能算法研究有能力限制的选址-分配问题。Liu等(2006)考虑了多种因素并应用地理信息系统和蚁群算法进行了新的消防站选址方面的研究。Shahin等(2004)提出了一个集成人工神经网络和模糊聚类算法的新方法研究数据划分问题,并对划分后的各组数据选择聚集点。Shi(2002)应用人工神经网络模型和模糊聚类方法研究了选址问题。Razavi等(2012)提出了一个混合数据融合方法,研究设施选址位置的可靠性。Gen和Syarif(2005)设计了混合遗传算法和优化模型,研究多产品和多周期下的设施选址和库存管理问题。

马良等(1997, 1998)对有约束的多目标平面选址问题进行了研究,采用模拟退火算法对模型进行求解。蒋良奎(1999)对他们的工作进行了改进,提出了一种将混沌优化方法与Dixon算法相结合的混合算法,该算法可以克服模拟退火算法最终解收敛于局部最优解的缺陷,同时具有较快的收敛速度。刘海燕等(2000)提出了基于benders分解思想的算法,研究了具有分段线性成本函数的物流配送中心选址问题。袁庆达等(2001)提出了优化区域公共物流中心规模和选址问题的二级非线性规划模型,设计了求解该模型的遗传



模拟退火算法,并给出了一个实际的算例。丁雪枫等(2009)设计了基于模拟植物生长的智能算法,用于求解易腐物品物流中心选址问题。

由上述研究成果可以看出,设计智能算法进行设施选址问题的研究主要分为三种情况:第一种情况是结合现代信息技术(如GIS技术、GPS技术等)和智能算法进行设施选址;第二种情况是与模糊方法、聚类方法等结合研究设施选址问题;第三种情况是针对精确数学方法(如动态规划法、分支定界法等)不能满足求解模型本身需要而设计智能算法来进一步求解模型研究设施选址问题。

3. 应用综合评价方法进行设施选址方面的相关研究

应用综合评价方法进行设施选址研究是物流中选址问题的延伸,它是运用定性和定量相结合的方法从若干备选方案中确定最终的最优选址方案。现有的评价方法主要有Delphi、AHP法、DEA法、灰色聚类法、模糊评价法和神经网络评价方法等。

Chu(2002)提出了一个基于一系列决策因素的模糊TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)模型用于研究设施选址问题。Ross和Jayaraman(2008)在供应链网络设计中应用一种启发式的评价方法进行配送中心选址优化,并将配送时间、服务能力、运作成本等作为评价对象进行研究。Ku(2011)应用组合评价方法进行多需求和不确定条件下的配送中心选址优化研究。Chou(2008)提出了一个集成短期和长期的多标准决策分析方法解决设施选址问题。Wey和Chang(2009)给出了一个混合层次分析法(AHP)和数据包络分析法(DEA)研究设施选址排序问题。Yu等(2011)应用基于模糊逻辑的层次分析法对多个潜在的城市公交中心位置进行评价排序研究。Awasthi等(2011)进行了城市物流配送中心选址的深入研究,以建造成本、环境影响、顾客便利性、可达性等作为选址的评价标准,并应用模糊评价方法进行了分析求解研究。

国内学者多应用模糊理论与评价方法相结合研究设施选址问题。陆华等(2002)运用模糊综合评判原理,建立了多准则的配送中心选址模型。韩世莲等(2004)运用多准则模糊层次分析法进行配送中心选址的综合评价与决策,并建立了由三层共15条准则构成的评价指标体系。韩庆兰等(2004)通过建立选址决策的模糊评价矩阵,利用BP人工神经网络避免了传统算法的不足,较客观地对多个选址方案的优劣进行评价。刘筱洁等(2007)建立了配送中心选址的模糊神经网络模型,并以专家评价价值作为期望的输出,训练网络,评价多个配送中心选址方案。王晓博等(2006)提出了定量化的启发式算法



与定性化的综合评价法相结合来确定电子商务环境下配送中心选址的方法。关志民等(2005)从供应链管理的实际需要出发,分析了影响配送中心选址的主要因素,建立了由公共设施、经营环境、交通运输、宏观环境及社会效益等五方面指标组成的评价指标体系,并给出了一种使定性和定量的方法有机结合的模糊多指标评价方法。李亚茹等(2010)分析了物流中心规划影响因素之后,构建了物流中心规划方案的评价指标体系,提出物流中心规划中可采用多种评价方法综合评价,避免单一评价方法带来的刚性,从而减轻决策失误。周爱莲(2009)等提出了一种基于模糊物元可拓的物流中心选址方案优度评价方法,进行物流中心选址方案评价问题的研究。崔广彬和李一军(2007)考虑到客户需求的模糊性,建立了多仓库单级物流配送系统中的设施选址、车辆运输路线安排、库存控制的集成优化模型,用来解决在给定的多个潜在设施点中选出一系列设施的位置,并给出了求解该模型的启发式算法。

应用综合评价方法进行设施选址可以将定性和定量的方法相结合进行问题研究,特别是对于一些因素无法用定量的方法直接表示时,可以用定性的方法予以表示,然后,应用模糊理论方法将定性的指标转化为定量的形式参与选址计算。因此,与模型方法和智能算法进行设施选址相比,综合评价方法有其特有的优势,特别是将综合评价方法与模型方法或智能算法相结合研究设施选址问题,更具实际意义。

1.2.2 客户点聚类问题的研究现状

人们对聚类问题的研究已经有相当长的历史,1963年由 Robert Sokal 和 Peter Sneath 合著的 *Principles of Numerical Taxonomy* 一书对聚类的研究起到了很大的推动作用。所谓聚类(clustering),就是将一群物理的或抽象的对象,根据它们之间的相似程度分为若干组,并使得同一个组内的数据对象具有较高的相似度,而不同组中的数据对象则是不相似的。目前的聚类算法很多,主要包括基于划分的聚类算法 K-means、基于层次的聚类算法 BIRCH、基于密度的聚类算法 DBSCAN、基于网格的聚类算法 WaveCluster、基于模型的聚类算法和模糊聚类算法等,但不同的算法有各自的特点:基于划分的聚类算法适用于类数固定、偏好球形的聚类;基于层次的算法则能得到不同力度上的多层次聚类结构;基于密度的聚类算法可以在含“噪声”的数据库中发现任意形状以及不同规模的聚类结果;基于网格的聚类算法处理数据的速度快,处理时间独立于数据对象的数目;基于模型的方法则适用于数据分布已知的聚类;模糊聚类算法则适用于数据集或其组成元素含有模糊性因素的聚类问

题。对于客户点聚类问题,国内外学者已经取得了一定的研究进展。

国外部分学者对客户点聚类问题进行了相关研究,Zakrzewska 和 Murlewski (2005) 基于银行客户数据,比较了 DBSCAN、K-mean 和两阶段聚类方法的实证效果,研究结果表明 K-means 算法对大数据集效果显著,但对于噪声数据的敏感性较强,而两阶段聚类算法虽然对噪声不敏感,但不适宜对大数据集的计算,同时 DBSCAN 对输入参数的要求较高,使得模型应用的代价过大。Zaiane 和 Lee (2002) 以 DBSCAN 算法为基础,将客户点数据模型化为一组多边形,借助这些多边形对数据空间进行划分,引入可视性和可视空间的概念,该算法处理凸多边形时效果良好,但对于凹多边形效果不佳。常见的客户点聚类问题研究集中在商业领域和通信领域的客户关系管理 (Customer Relationship Management, CRM) 问题中。Shin 和 Sohn (2004) 采用 K-means、SOM 和模糊 K-means 三种算法对股票交易客户进行细分,发现模糊 K-means 明显比其他两种方法稳健。Boone 和 Roehm (2002) 针对零售行业日益积累的海量客户数据,采用基于 Hopfield 网络的人工神经网络技术对客户进行了细分,研究结果表明该方法相比 K-means 算法,对初始条件的敏感性大大降低。Abascal 等 (2006) 从定性和定量研究相结合的角度出发,应用基于多因素多分析 (MFA) 的多准则聚类方法,对国外某电信公司数据仓库中的客户数据进行分析,并建立了性能较为优越的电信客户细分模型。Sheu (2007) 提出了一个混合模糊优化方法用于物流配送中的客户点聚类问题,该方法考虑客户点需求的变化进行相应的聚类操作。

客户点聚类是客户行为分析的一个重要分析手段,通过聚类操作把大量的客户聚成不同的类,在每个类里的客户拥有相似的属性,而不同类的客户具有的属性则不同,细致而切实可行的客户聚类对企业的经营策略有很大益处。国内学者对客户点聚类问题的研究也取得了一些研究成果。吴斌等 (2003) 提出了一种基于群体智能的客户行为分析聚类算法,该算法能够满足客户聚类 and 分类的要求,特别是在大客户分析以及一对一营销中特殊客户的分析方面,该算法具有直观、类别特征明显等特点。阎长顺等 (2007) 针对现有的模型聚类算法解决客户不确定性行为的不足,提出了基于云模型的动态客户细分分类模型,该模型引入了动态概念描述的思想,以隶属度高的类别被选中的概率大为程序设计原则,实现了客户点分类处理过程的动态性,并收到了良好的分类效果。范英等 (2004) 结合通信行业的实际情况,提出了应用 K-means 聚类算法实现通信行业客户细分,解决了通信行业缺乏客户细分手段的问题,提高了通信企业的效益和竞争力。王红军等 (2003) 综合应用响应曲面法、适应性关联分析技术和系统聚类法,提出了根据客户需求效用值



进行客户群聚类划分的新方法研究客户点聚类问题。陈智高等（2006）依据期货业客户管理特点，构建了期货业客户价值预测模型，并提出基于客户当前价值和增值价值的二维聚类细分方法研究期货业客户点聚类问题。

综观国内外相关文献可以看出，对物流配送网络中客户点聚类问题的研究较少，同时可以发现，在客户点聚类的实际应用研究中，可以根据不同的应用、数据类型和目的，选择合适的聚类方法或组合聚类方法研究问题。但是一般的聚类算法往往需要事先根据需求指定聚类数目进行聚类研究，而这样的聚类方法往往需要反复调整来确定合适的聚类数目，这也是现有的聚类算法存在的不足之处。

1.2.3 配送区域划分问题的研究现状

物流配送区域划分问题是一个多约束、多目标决策的组合优化问题，而对含有大规模客户点的配送区域划分问题的研究更具实际意义。国内外进行配送区域划分的研究主要是从以下两个方面进行，一是基于定位-路径问题的配送区域划分，二是基于算法和相关区域划分方法的配送区域划分。

1. 基于定位-路径问题的配送区域划分

定位-路径问题（The Location-Routing Problem, LRP）是城市物流配送系统中最关注的问题之一，而基于定位-路径问题的物流配送区域划分则是首先定位设施结点，然后对每个设施结点求解 VRP 问题或旅行商问题（Traveling Salesman Problem, TSP），进而得到每个设施所属的配送区域。研究这一问题需要考虑物流配送系统的整体性和前瞻性，因此，很多企业管理者对这一问题都倾向于用所获得的经验来进行决策。

国内外学者基于定位-路径问题的物流配送区域划分研究取得了一些研究成果。Chien（1993）对于定位-路径问题提出了一种路径长度估计的方法，并采用了一系列的启发式求解思想，首先通过改进的最近邻设施点方法寻找定位设施点的初始解，然后通过一系列的客户端路径更换操作进行路径优化，最后比较说明了提出方法的有效性。Nagy 和 Salhi（1998）应用禁忌搜索算法研究定位-路径问题，并基于定位设施点到客户的距离和来评价邻域的移动过程。Lin 等（2002）研究定位-路径问题允许车辆进行多次运输，首先确定需要的设施定位点最小数量，然后根据 VRP 求解方法对定位设施点的所有组合进行完备评价，通过评价所有的分配方案来分配运输的车辆，最后通过定位设施点确定服务客户点线路，进而得到各定位设施点的服务范围。Lopes 等