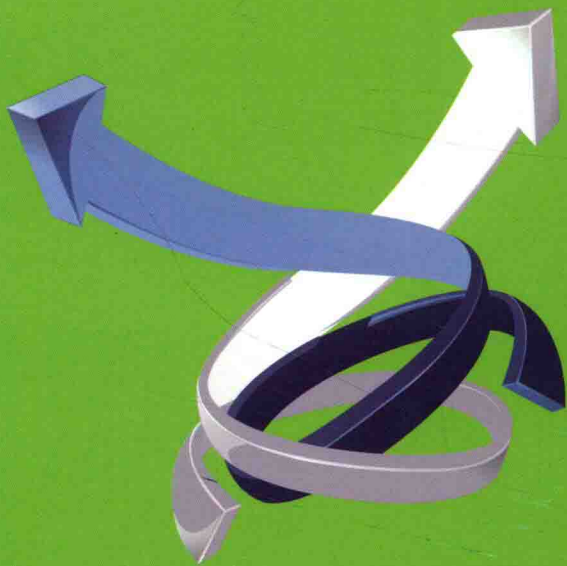


双向流通体系下的 城乡一体化物流配送网络建模与优化

王雪峰 杨 芳◎著



中国财富出版社
CHINA FORTUNE PRESS

双向流通体系下的城乡一体化 物流配送网络建模与优化

王雪峰 杨 芳 著

中国财富出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

双向流通体系下的城乡一体化物流配送网络建模与优化/王雪峰, 杨芳著.
—北京: 中国财富出版社, 2017. 6

ISBN 978 - 7 - 5047 - 6475 - 1

I. ①双… II. ①王… ②杨… III. ①城乡物资交流—网络系统—研究
IV. ①F252. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 145861 号

策划编辑	王淑珍	责任编辑	戴海林	黄正丽	
责任印制	石 雷	责任校对	杨小静	胡世勋	责任发行 敬 东

出版发行 中国财富出版社

社 址 北京市丰台区南四环西路 188 号 5 区 20 楼 邮政编码 100070

电 话 010 - 52227588 转 2048/2028 (发行部) 010 - 52227588 转 307 (总编室)
010 - 68589540 (读者服务部) 010 - 52227588 转 305 (质检部)

网 址 <http://www.cfpress.com.cn>

经 销 新华书店

印 刷 北京九州迅驰传媒文化有限公司

书 号 ISBN 978 - 7 - 5047 - 6475 - 1/F · 2782

开 本 710mm × 1000mm 1/16

版 次 2017 年 7 月第 1 版

印 张 13.5

印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷

字 数 194 千字

定 价 68.00 元

版权所有 · 侵权必究 · 印装差错 · 负责调换

本书由国家自然科学基金项目“城乡双向物流配送系统中的选址—路径—库存问题研究”（编号：71162012）资助。

教育部人文社科基金项目“双向流通体系下的城乡一体化物流配送网络建模与优化”（编号：10YJC630255）资助。

江西财经大学工商管理学院“互联网+供应链”科研团队建设经费资助。

国家留学基金项目（编号：201508360158）资助。

前 言

目前,我国社会经济仍呈现典型的城乡二元结构特征,即以社会化大生产为主要特点的城市经济和以小生产为主要特点的农村经济并存的经济结构,城乡二元经济失衡的非良性互动状态制约了经济社会持续、健康的发展。当前城乡商贸流通体系割裂以及相对落后的农村商贸流通业是我国城乡统筹发展的瓶颈。城乡对立、城乡分隔、城乡二元结构表现在物流上就是城市物流与农村物流的对立、分隔。如何打破城乡二元格局,建立城乡统筹视角下促进各类要素双向流动的商贸流通体系,从而实现商流、物流、价值流和信息流在城乡之间双向流动,是城乡一体化和扩大需求、促进经济发展的关键,也是深化农村流通体制改革的长期重要目标。我国政府高度重视城乡现代流通体系及物流配送系统的建设,以促进我国的社会主义新农村建设,强调以连锁、配送等现代经营方式为主导,以各类市场为平台,以生产、生活资料下乡和农产品进城双向交流为特色,建设遍布乡村的经营服务网络为基础的农村现代流通服务体系。我国在“十二五”规划中强调,推进农业现代化,加快社会主义新农村建设,农产品进城和农资、日用工业品下乡形成的“双向物流”网络将成为重点建设内容。在“十三五”规划中进一步强调,加强物流基础设施建设、大力发展城乡配送,加快新型城镇化步伐,提高社会主义新农村建设水平,努力缩小城乡发展差距,推进城乡发展一体化。

本书的研究目标为城乡一体化双向流通背景下物流配送网络的合理构造及其高效运营。本书结合了我 国城乡流通的当前实践、主要特点及未来发展趋势,并基于物流系统集成优化理论,针对物流配送系统规划中面临



的四个方面的决策,即客户服务目标决策、战略层设施选址决策、战术层库存控制策略决策和作业层车辆路线决策之间存在的密切关系及广泛的效益悖反关系,依据物流配送网络运作主体、用户、网络结构及运作方式等特点,对实际物流配送网络的多个决策层面集成规划建模及求解算法进行了分析研究。

本书是作者在其所承担的国家自然科学基金项目、教育部人文社科项目、企业协作项目,及其所撰写的博士论文等研究成果的基础上整理出来的,其中沉淀和集聚了团队成员集体研究工作。本书主要特点包括:

(1) 针对城乡双向流通中典型运作主体——连锁经营企业,考虑到其所构建的物流配送系统中包含两类不同性质的设施,即非竞争性设施——配送中心与竞争性设施——门店,以及库存在物流运作中的重要性,研究考虑门店选址、配送网络设计及多层库存控制的物流配送系统选址—库存集成规划模型。

(2) 从连锁经营企业实际发展出发,考虑到其本身存在不断实施本地区和跨地区发展的规模性内在驱动,以及在发展过程中与其他企业之间的竞争性和客户服务性需求,研究考虑弹性客户需求及拥挤效应的多周期连锁经营企业物流配送系统选址—库存的双层集成规划模型。

(3) 从选址、库存、车辆路线三要素集成的角度出发,对配送中心选址、库存控制策略和车辆路线进行决策,研究连锁经营企业物流配送系统的选址—库存—车辆路线集成规划模型。

(4) 在总结提炼城乡双向物流的内涵及特征基础上,提出城乡双向物流配送网络的设计要求。考虑物流企业所服务的城乡两个市场所具有的不同物流需求服务特点,从配送中心选址和车辆路线联合决策角度,研究确定性需求和不确定性需求下第三方物流企业的城乡双向物流配送网络集成规划模型。

本书为多个研究项目及博士论文研究的成果结晶,本人负责研究思路



的设计、研究框架的构建以及研究成果的审阅；作为本书的副主笔，杨芳博士也参与了本书总体框架的构建工作。本书撰写的具体分工如下：第1章、第3章、第4章、第5章、第8章由王雪峰负责撰写；第2章、第6章、第7章由杨芳负责撰写。

由于本书成稿时间仓促，课题研究时间跨度大，再加上研究水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者批评与赐教。我们希望能通过此书与广大读者交流，在得到读者的宝贵意见后，继续开展后续研究工作。

尽管书中所用的参考文献已经在书末尽最大可能一一列出，但是，由于时间跨度，所涉理论领域较宽，从而有一些重要参考文献由于疏漏而没有一一列入，在此也请各位同人理解和谅解。

王雪峰

2016年12月于江西财经大学蛟桥校区

目 录

1 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的及意义	6
1.3 研究内容	6
1.4 研究思路和研究方法	9
1.5 本章小结	11
2 国内外的研究现状	12
2.1 引言	12
2.2 设施选址问题研究	12
2.3 设施选址—库存集成规划问题研究	22
2.4 设施选址—车辆路线安排问题 (LRP) 研究现状	23
2.5 同时供货和取货的车辆路线安排问题 (VRPSPD) 研究现状	37
2.6 研究现状评述	41
2.7 本章小结	42
3 连锁经营企业及城乡双向物流配送网络分析	44
3.1 引言	44
3.2 连锁经营企业概述	44
3.3 连锁经营企业物流配送系统	46

3.4 城乡双向物流内涵及特征	49
3.5 本章小结	53
4 连锁经营企业物流配送系统选址—库存集成规划模型 及算法研究	54
4.1 引言	54
4.2 问题描述及模型的建立	56
4.3 模型的求解	64
4.4 算例求解及分析	71
4.5 本章小结	75
5 考虑弹性需求及拥挤效应的多周期连锁经营企业物流 配送系统选址—库存集成规划模型及算法研究	77
5.1 引言	77
5.2 问题描述及模型的建立	79
5.3 算法描述	91
5.4 算例求解及分析	97
5.5 本章小结	100
6 连锁经营企业物流配送系统选址—库存—车辆路线集成规划 模型及算法研究	102
6.1 引言	102
6.2 问题描述及模型的建立	104
6.3 模型的求解	108
6.4 算例求解及分析	125
6.5 本章小结	129



7 城乡双向物流配送网络多目标优化设计	130
7.1 引言	130
7.2 确定性需求下城乡双向物流配送网络多目标优化设计	131
7.3 不确定性需求下城乡双向物流配送网络多目标优化设计	160
7.4 本章小结	177
8 总结与展望	179
8.1 总结	179
8.2 展望	180
参考文献	183

1 绪 论

1.1 研究背景

如何打破城乡二元格局，建立促进各类要素双向流动的城乡统筹视角下的商贸流通体系，从而实现商流、物流、价值流和信息流在城乡之间双向流动，是城乡一体化和扩大需求、促进经济发展的关键，也是深化农村流通体制改革的长期重要目标。城乡双向流通的发展目标不是消除城乡市场差异，而是加强城乡商贸资源的统筹配置，实现城乡商贸的相互融合与双向互动。由于目前我国农村经济发展现状还不足以内生出具有辐射城市市场能力的流通主体，因此，城乡双向流通系统的建立有赖于城市流通企业面向农村市场的经营行为，其中发挥重要作用的城市流通企业包括连锁经营、批发、物流企业等流通业态（张如意，2011）。

我国当前正致力于建设农村现代流通体系，以促进我国的社会主义新农村建设，强调以连锁、配送等现代经营方式为主导，以各类市场为平台，以生产、生活资料下乡和农产品进城的双向交流为特色，建设遍布乡村的经营服务网络为基础的农村现代流通服务体系。2009年12月31日中央一号文件《中共中央国务院关于加大统筹城乡发展力度 进一步夯实农业农村发展基础的若干意见》中明确指出大力发展物流配送、连锁超市、电子商务等现代流通方式，支持商贸、邮政等企业向农村延伸服务，建设日用消费品、农产品、生产资料等经营网点，继续支持供销合作社新农村



现代流通网络工程建设,提升“万村千乡”超市和农家店服务功能质量。商务部于2005年正式启动“万村千乡”市场工程,引导城市连锁店和超市等流通企业向农村延伸发展“农家店”,形成以城区店为龙头、以乡镇店为骨干、以村级店为基础的农村现代流通网络,以改善农村消费环境,满足农民生产生活需求,逐步缩小城乡消费差距。例如,作为“万村千乡市场工程”优秀试点企业的苏果超市有限公司,采取业态组合、低成本扩张、开拓农村市场、区域集中发展、直营加盟双轮驱动五大战略,使企业取得了超常规发展。2010年年底,苏果网点总数已达1905家,网点覆盖江苏、安徽、山东、湖北、河北、河南六个省份,实现销售收入368亿元;其大多数店铺设在县城及县以下农村,大部分销售是在农村市场实现的。向农村市场进行拓展采取了梯度推进的农村市场开发战略,特许连锁经营和直营店形式。在苏果农村店铺网络与城市店铺网络形成一体化后,苏果通过加强与农产品生产基地、流通企业和加工企业之间的合作等方式,其连锁网络不仅可以将高质消费品输送到农村市场,还为优质农产品输送到城市市场提供了基本条件,也降低了物流配送成本。到“十一五”末期,全国建成农村超市52万个,覆盖了全国80%乡镇和65%行政村。全国农村超市商业面积达4500万平方米,平均单店面积87平方米;平均单店品种400多种,经营品种大幅增长。以连锁经营、物流配送和电子商务为代表的现代流通方式在我国农村市场快速发展,以城区店为龙头、以乡镇店为骨干、以村级店为基础的农村现代流通网络正在形成。全覆盖、多层次的农村商品配送体系也初步形成,正逐步破解开拓农村市场的难题,“十一五”末期,“万村千乡市场工程”在农村建设了2667个物流配送中心,每个县平均拥有1个,配送中心面积达1700万平方米。农村物流基础设施大幅增加,不仅提高了农村商品配送率,也大大缓解了农村物流成本高的问题。为了减少农产品流通环节,促进农民增收,商务部从2007年开始着手探索农产品流通新模式,组织了山东家家悦、家乐福等国内外大型连锁



超市与农产品专业合作社直接对接,建立农产品直接采购基地,开展农产品“农超对接”。由超市和农产品流通企业确定农产品生产的质量标准、数量和品种,农产品专业合作社组织农民在超市和农产品流通企业技术指导下,按要求生产出合格的农产品,直接进入超市和流通企业的冷链和物流配送系统,再送往各销售终端门店进行销售。“农超对接”推动农产品流通成本平均降低 10% ~ 15%。全国有 2000 多家零售企业不同程度地开展了“农超对接”,物美、家家悦、沃尔玛、家乐福农超对接的蔬菜比例超过 50%。从上述分析和数据可以看出,基于城乡双向配送的农村物流业务拥有巨大的发展空间。

作为连锁经营核心技术之一的物流配送技术,是连锁经营的重要基础与保证,已成为保证连锁体系正常运营的基本条件,我国大部分连锁经营企业都拥有配送中心,对其销售的产品实行统一配送。连锁经营企业若是想要在激烈的市场竞争环境中发展,就必须在加强企业扩展规模的同时提高企业的绩效,降低运营成本。物流配送系统的高效运营是企业降低成本、获得竞争优势、获得经营利润和满足顾客需要的关键。物流对连锁经营企业竞争优势的贡献主要体现在物流服务差异化优势和物流成本领先优势上。连锁经营企业物流配送系统具有一般物流系统所共有的特点,即整体性、相关性、目的性、环境适应性,同时具有规模庞大、结构复杂、目标众多等大系统所具有的特征。连锁经营企业物流配送系统规划中的关键决策内容包括:①确定需要设立的配送中心及门店的数量、位置和容量,即配送中心和门店的选址决策;②确定配送中心与中心仓库及门店的对应关系,即物流业务的分派决策;③构建配送中心至其服务区域内门店的运输网络,即车辆路线决策;④确定系统的库存控制策略。然而,当前我国连锁经营企业的物流配送体系建设及其运营方式还不能适应形势的发展,这成为影响连锁经营企业进一步发展的巨大障碍。存在上述问题的根本原因是我们忽视了物流配送系统各决策要素之间存在广泛的效益悖反关系,



双向流通体系下的城乡一体化物流配送网络建模与优化

即采用传统物流规划的方法将上述决策问题分解为战略层的选址一分配问题、战术层的库存控制问题和运作层的车辆路线问题进行单独研究,难以满足现代物流向系统化、集成化、网络化发展的需要。为改变上述不合理的现象,当务之急是采用集成规划的思想在多个层面,包括战略层、战术层面及运作层,对连锁经营企业物流配送系统进行科学、有效地规划,在保持一定的客户服务水平基础上,进一步提高物流配送系统的运作效率,从而增强连锁经营企业的市场竞争力。

同时,我国各地积极鼓励物流企业构建城乡物流配送网络体系。例如,浙江省衢州市打造以集约型“城乡物流集结网”、便利型“城乡商贸综合物流连锁网”、快捷型“小件快运网”的“三网合一”“三型并进”的城乡双向物流发展模式,使农村物流成本降低15%。将乡镇客运站、交管站、连锁超市、邮政、供销、医药、烟草、报刊配送网络及避灾中心、服务中心这十个网点整合成客货运综合站或城乡物流配送站。在浙江省安吉,交通邮政部门首次合作共建城乡物流配送网络,整合了交通和邮政两方的资源,构建由市、县物流配送中心、片区物流配送中心、农村物流配送站点组成的农村物流配送三级网络节点,使农副产品进城、农资下乡和农村生活消费品下乡更为快捷。

我国在“十二五”规划中进一步强调,推进农业现代化,加快社会主义新农村建设,农产品进城和农资、日用工业品下乡所形成的双向物流网络将成为重点建设内容。城乡双向流通内容包括商流一体化、物流一体化、价值流一体化、信息流一体化。其中,城乡物流一体化应包括:城乡物流基础建设的一体化、城乡物流环节的一体化、城乡物流运输资源一体化、城乡仓储一体化。农村物流是一个相对于城市物流的概念,是指为农村居民的生产、生活以及其他经济活动提供的一切物流及其相关活动的总称。而城市物流是指为城市服务的物流,满足城市社会、经济、文化、技术等方面发展对物流的需求。



城乡物流一体化就是要破解城市物流与农村物流二元物流之间的分隔、分离问题,实现城乡物流有机衔接,发展创新城乡物流对接模式,保证整个物流体系和各环节的顺畅。要实现城乡物流环节一体化,应培养联盟或供应链核心企业,通过纵向约束手段,密切各环节主体之间的协作,统筹安排好“工业品下乡”与“农产品进城”的双向物流,实现城乡物流的无缝连接。通过建设基于双向流通体系下的城乡双向物流配送网络,可实现合理、高效的物流配送,从而进一步降低物流成本和农产品在运输、储存等环节中的损耗率,提高物流效率和物流服务水平,以实现“工业品下乡”及“农产品进城”,进一步落实商务部所提出的“万村千乡市场工程”“家电下乡”及“农超对接”等政策措施。因此,城乡双向流通体系的建立有赖于城乡双向物流配送网络的合理构造及其高效运营。

城乡双向物流配送网络不同于单独关注城市市场或农村市场的物流配送网络。由于其服务市场、服务需求、服务对象特性上更具复杂性,设计时应着重关注物流配送网络的各决策要素之间存在广泛的效益悖反关系。为实现企业赢利最大化,必须在相关资源约束下,重点考虑城乡双向物流配送网络优化中的两个彼此之间存在相互依赖、相互影响关系的关键决策:设施选址—配给问题和车辆路线安排问题,从系统整体优化、集成的角度,研究城乡双向物流配送网络设计中的设施选址—车辆路线安排集成规划问题(Location—Routing Problem, LRP)。该科学问题可表述为:给定一系列潜在设施点(包括销售终端、物流配送中心),根据城乡客户需求信息、外部竞争信息及商品的不同特性,为实现双向物流配送,在满足一定约束条件下,确定销售终端、物流配送中心设施的选址和数量及车辆路线安排决策,实现一定的目标(如系统总成本最小、市场份额最大等)。根据问题的实际背景,约束条件包括可用资金、设施容量、车辆容量、车辆持续行驶里程、时间窗等约束。



1.2 研究目的及意义

本书旨在现有研究基础上,总结提炼城乡双向物流的内涵及特征,提出物流配送网络的设计要求,明确本书研究思路和视角。根据适合于连锁经营企业和第三方物流企业的城乡双向物流配送网络的组织结构及运作方式特点,研究适用于各类情形的物流配送网络集成建模与优化,为城乡双向物流配送网络的合理构建及运营提供理论指导与实践支持,帮助连锁经营企业和第三方物流企业增强在日益激烈竞争环境中的赢利能力和核心竞争力。

本书研究的现实意义体现在:当前城乡物流发展水平的不平衡性严重制约了城乡双向流通体系的发展,依据我国城乡物流发展实际情况来研究城乡双向物流配送网络的集成建模与求解,可为我国连锁经营企业和第三方物流企业所依托的城乡双向物流配送网络的构建及运作提供科学决策依据,实现合理、高效的双向物流配送,从而进一步降低物流成本,提高物流效率和物流服务水平,具有很强的现实意义和应用前景。

本书研究的理论意义体现在:城乡双向物流配送网络设计建模及求解本身属于物流研究领域前沿,依据我国当前城乡双向物流发展现状进行研究是该理论研究领域的进一步拓展,重点体现在问题建模及优化中考虑了具有复杂的服务市场、服务需求、服务对象特性,进一步考虑了网络终端选址及扩展决策的物流配送网络设计。

1.3 研究内容

本书涵盖两大部分内容:第一部分是关于连锁经营企业物流配送网络建模与优化;第二部分是关于第三方物流企业的城乡双向物流配送网络建模与优化。具体研究内容包括:



第1章, 绪论。简要介绍了本书的研究背景、研究目的及意义、研究内容以及研究思路、方法和主要观点。

第2章, 对连锁经营企业物流配送系统规划模型及算法研究状况和发展趋势进行综述; 回顾分析了国内外有关设施选址—库存集成规划问题(LIP)、设施选址—车辆路线安排问题(LRP)、同时供货和取货的车辆路线安排问题(VRPSPD)的研究现状, 指出了现有研究存在的不足之处, 进而提出了本书的研究思路。

第3章, 对连锁经营的产生及其特点、连锁经营物流配送系统的现状及存在问题进行了分析; 在总结提炼城乡双向物流的内涵及特征基础上, 提出城乡双向物流配送网络的设计要求。

第4章, 连锁物流配送系统选址—库存集成规划模型及算法研究。首先建立了分析门店所获市场份额的离散静态竞争性设施选址模型, 基于二倍数规则(POT)多级库存控制策略详细分析了系统多级库存成本, 建立了物流配送系统选址—库存集成规划模型; 其次给出基于次梯度优化的拉格朗日松弛启发式算法; 最后通过算例的仿真验证了模型及算法的有效性, 并分析模型参数变化对解的影响。

第5章, 考虑弹性客户需求及拥挤效应的多周期连锁经营企业物流配送系统选址—库存集成规划模型及算法研究。建立了基于双层规划的多周期物流配送系统选址—库存集成模型, 其中上层模型为多周期模块化容量的设施选址模型, 下层模型为考虑弹性需求的随机用户均衡分配数学规划模型; 采用M/M/m队列系统地分析了各门店的客户服务时间成本; 设计了求解非线性混合整数双层规划模型的遗传算法, 并与随机搜索方法和交叉规划的求解结果进行对比, 计算的结果表明算法是有效的。

第6章, 连锁经营企业物流配送系统选址—库存—车辆路线集成规划模型及算法研究。建立了集成考虑风险池效应的配送网络设计问题和多仓库车辆路线问题的物流配送系统选址—库存—车辆路线集成规划模型; 给