



重庆大学经济与工商管理学院
School of
Economics and Business Administration
Chongqing University

重庆大学经济管理文库

供应链分销配送优化模型与算法研究

OPTIMIZING MODEL AND ALGORITHM FOR DISTRIBUTION IN SUPPLY CHAIN

李勇 ● 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

014005831

F252.14
03

供应链分销配送优化模型与 算法研究

OPTIMIZING MODEL AND ALGORITHM FOR DISTRIBUTION IN SUPPLY CHAIN

李勇●著



F252.14
03



北航

C1692613



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

供应链分销配送优化模型与算法研究/李勇著. —北京: 经济管理出版社, 2013.8
ISBN 978-7-5096-2580-4

I. ①供… II. ①李… III. ①供应链管理—分销 ②供应链管理—物资配送 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 173848 号

组稿编辑: 杨雅琳
责任编辑: 曹 靖 杨雅琳
责任印制: 杨国强
责任校对: 超 凡

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: www.E-mp.com.cn
电 话: (010) 51915602
印 刷: 三河市延风印装厂
经 销: 新华书店
开 本: 720mm × 1000mm/16
印 张: 15
字 数: 219 千字
版 次: 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-5096-2580-4
定 价: 38.00 元

·版权所有 翻印必究·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836



重庆大学经济与工商管理学院
School of
Economics and Business Administration
Chongqing University

重庆大学经济管理文库

《重庆大学经济管理文库》编委会

顾 问：陈传明 徐二明 高 闯

主 编：刘 星

编 委：王 钦 冉光和 龙 勇 孟卫东 杨 俊
杜莹芬 余 菁 但 斌 罗仲伟

《重庆大学经济管理文库》出版说明

《重庆大学经济管理文库》是重庆大学经济与工商管理学院和经济管理出版社组织出版的系列学术丛书。组织出版《重庆大学经济管理文库》，是重庆大学经济与工商管理学院进一步加强课题成果管理和学术成果出版的规范化、制度化建设的重要举措。

近年来，重庆大学经济与工商管理学院的广大教师和科研人员在社会主义市场经济、具有中国特色的管理理论等方面积极开展科学研究和实践探索工作，完成了大量的研究课题，推出了一批重要的研究成果，主要覆盖管理学和经济学门类的工商管理、管理科学与工程、应用经济学等学科。为了系统地总结和展示这些研究成果，从现在起，我们经过一定的评审程序，逐年从中选出一批通过各类别课题研究工作而完成的具有较高学术水平和一定代表性的著作，编入《重庆大学经济管理文库》出版。我们希望这将能够从一个侧面展示重庆大学经济与工商管理学院的科研状况和学术成就，同时，也为优秀学术成果的面世创造更好的条件。

重庆大学经济与工商管理学院

2012 年 11 月

序 言

供应链管理是一种以整体优化为目标,对从供应商、制造商、分销商、零售商直到顾客的整个网链结构上发生的物流、资金流和信息流进行综合、计划、控制及协调的一种现代管理技术,是一种强调横向整合、资源共享、伙伴合作共赢的先进管理模式。供应链管理是目前管理科学的重要研究领域,供应链优化问题是供应链管理中的核心问题之一。本书在分析和总结国内外研究资料的基础上,对供应链中分销配送优化模型及其求解算法展开了研究,重点进行了供应链中多级分销系统优化模型及其多目标混合遗传算法、物流配送优化模型及其多目标遗传算法两方面的研究。

本书包括七章:第一章对本书研究的问题背景和研究思路进行了概述;第二章和第三章在国内外现有研究资料基础上,对供应链管理和优化模型两方面的基本理论与实践进行了比较系统的梳理和总结,旨在奠定本书研究的理论方法基础;第四章围绕供应链中的分销配送优化问题进行了集中分析,提出将分销系统结构设计决策问题和分销系统运营库存控制问题整合为一个问题进行探讨,将分销物流配送问题中的车辆路线规划问题及车辆物品装载问题进行联合优化分析;第五章建立了分销系统设计和分销系统运营库存控制的整合优化模型,模型求解采用多目标遗传算法,分别设计了基于并列选择法的多目标遗传算法(Multiple Objective Genetic Algorithm, MOGA)和基于并列选择策略的多目标混合遗传算法(Multiple Objective Genetic Algorithm and Simulated Annealing, MOGASA),并



采用 C++ 语言实现了算法；第六章建立了物流配送的车辆路线规划问题和车辆物品装载问题联合优化模型，模型求解采用基于随机权重系数法的多目标遗传算法，并采用 C++ 语言实现了算法；第七章总结了本书研究的主要成果，并提出下一步的研究方向。

由于时间仓促及作者水平所限，本书错误及不足之处难免，敬请读者批评指正。

李 勇

2013 年 4 月

目 录

第一章 绪论 / 001

第一节 问题的提出 / 001

第二节 面向供应链的优化模型及算法研究现状 概述 / 004

一、供应链管理研究概述 / 004

二、供应链建模及其优化分析的研究 现状 / 005

三、供应链建模及其优化研究的发展 方向 / 010

第三节 研究的基本思路和基本框架 / 011

一、研究的基本思路 / 011

二、研究的基本框架 / 011

第四节 研究的主要内容 / 012

一、供应链多级分销系统优化模型及其多 目标混合遗传算法的研究 / 012

二、物流配送优化模型及其多目标遗传算 法的研究 / 013

第二章 供应链与供应链管理 / 015

第一节 供应链概述 / 015

一、供应链的概念 / 016

二、供应链的类型 / 017

三、供应链的特征 / 020

第二节 供应链与企业竞争战略 / 022

一、21 世纪全球竞争环境对企业管理模式的挑战 / 022

二、供应链条件下的企业竞争战略 / 023

第三节 供应链的构建 / 025

一、设计原则 / 026

二、设计策略 / 029

三、设计步骤 / 030

第四节 供应链管理的内容与方法 / 031

一、采购管理 / 031

二、库存管理 / 033

三、生产管理与控制 / 038

四、分销配送管理 / 039

五、客户关系管理 / 041

第五节 供应链管理系统 / 042

一、什么是供应链管理系统 / 042

二、供应链管理系统的主要功能 / 043

第 3 章 优化模型与方法的理论基础 / 045

第一节 优化理论概述 / 045

一、最优化问题 / 045

二、最优化问题的数学模型 / 046

三、最优化算法概述 / 048

第二节 线性规划 / 049

一、线性规划的基本概念 / 050

二、线性规划的基本定理 / 052

三、单纯形方法 / 053

四、线性规划的对偶理论 / 055

五、灵敏度分析 / 059

第三节 整数规划 / 060

- 一、整数规划的基本概念 / 060
- 二、整数规划的数学模型 / 061
- 三、割平面法 / 061
- 四、分枝定界法 / 062

第四节 多目标优化 / 063

- 一、多目标优化问题的基本概念 / 063
- 二、多目标优化问题的数学模型 / 064

第五节 遗传算法 / 068

- 一、遗传算法的基本概念与特点 / 068
- 二、遗传算法的原理 / 071
- 三、基本遗传算法的实现过程 / 073
- 四、应用遗传算法解决优化问题的方法 / 078

第六节 模拟退火算法 / 080

- 一、模拟退火算法的基本概念与特点 / 081
- 二、模拟退火算法的原理 / 083
- 三、基本模拟退火算法的实现过程 / 085
- 四、模拟退火算法的应用 / 088

第四章 供应链中的分销配送优化问题 / 091

第一节 供应链中的分销管理 / 091

第二节 分销系统设计和分销系统运营及其优化问题 / 092

第三节 物流配送及其优化问题 / 097

第五章 分销系统优化模型及其多目标混合遗传算法 / 101

第一节 基本假设 / 102

第二节 模型建立 / 103

- 一、参数及决策变量 / 103

- 二、零售商在 T 时间内订货次数的分析 / 104
- 三、分销系统设计优化子模型 / 105
- 四、分销系统运营库存控制子模型 / 106
- 五、分销系统设计和分销系统运营库存控制整合模型 / 109

第三节 模型算法 / 110

- 一、总体思路 / 110
- 二、算法描述 / 117
- 三、算法程序设计 / 120

第四节 算例分析 / 126

- 一、算例介绍 / 126
- 二、结果分析 / 129
- 三、算例最终求解结果 / 140
- 四、算法性能分析 / 141

第 6 章 物流配送优化模型及其多目标遗传算法 / 143

第一节 物流配送优化模型概述 / 143

第二节 模型假设 / 145

第三节 模型建立 / 147

- 一、决策变量 / 147
- 二、参数 / 148
- 三、目标函数 / 149
- 四、约束条件 / 150
- 五、模型说明 / 151
- 六、参数的获得 / 152

第四节 模型算法 / 153

- 一、总体思路 / 153
- 二、算法描述 / 157
- 三、算法程序设计 / 161

第五节 算例分析 / 166

一、算例介绍 / 166

二、处理过程 / 168

三、结果分析 / 172

四、算例最终求解结果 / 182

五、算法性能分析 / 183

第 6 章 结论与展望 / 185

第一节 主要结论 / 185

一、供应链多级分销系统优化模型及其多
目标混合遗传算法主要研究成果 / 185

二、物流配送优化模型及其多目标遗传
算法主要研究成果 / 187

第二节 后续研究工作的展望 / 189

附录 / 191

附录 A 分销系统优化模型的算法程序节选 / 191

附录 B 物流配送优化模型的算法程序节选 / 203

参考文献 / 215

后 记 / 231

第1章 绪论

第一节 问题的提出

随着全球竞争的加剧和科学技术的进步,现代管理思想和管理手段不断变革、发展,越来越多的企业开始运用供应链管理(Supply Chain Management, SCM)来达成企业内部环境和外部环境的协同、进行一体化管理,以提高客户的满意度、提升企业的核心竞争力。许多研究者认为,21 世纪的市场竞争将不再是企业与企业之间的竞争,而是供应链(Supply Chain)与供应链之间的竞争。供应链作为一种新的经营理念和管理模式,已经成为业界和理论界关注的热点。

传统的企业管理模式通常是所谓的“纵向一体化”模式,核心企业出于管理和控制上的目的,对为其提供原材料、半成品和零部件以及产品分销的其他企业采取投资自建、控股和兼并的方式形成一个统一的、以所有权为纽带的企业集团。我国的国有大中型企业更是这种模式的典型代表。在市场环境相对稳定的条件下,这种模式的优点是明显的,核心企业可以牢牢地控制原材料供应、产品制造、分销和零售等企业的关键环节,使企业在竞争中处于优势地位。但是,这种



“纵向一体化”、“大而全”的企业体系却无法适应 21 世纪全球竞争的市场环境。21 世纪的市场竞争特点主要表现在产品生命周期越来越短、产品品种多样化趋势加快、对交货期的要求越来越高、顾客对产品和服务的期望越来越高等方面,企业面临的来自内部环境和外部环境的不确定性大大增加,包括市场因素(顾客对产品品种、产量、质量、交货期的需求)的不确定性和企业经营目标(新产品战略、市场扩展战略等)的不确定性。在这种背景下,“横向一体化”思想兴起,即企业利用外部资源来达成自己的竞争目标。企业通过将非核心竞争优势的业务外包给最佳的其他专业企业,自身专注于核心竞争力的培育,从而形成一个由众多优势企业组成的一个动态的优势企业联盟,快速响应市场需求。在这个联盟中,相邻的节点企业表现出一种需求与供应的关系,把所有的相邻企业连接起来,便形成了供应链。供应链上的企业必须进行协同管理,才能使所有的成员都获益,于是产生了供应链管理这种新的企业经营管理模式。现代供应链管理的目标是成员企业的协同运作——“多赢”。供应链管理的具体内容通常包括以下几个方面:一是供应链合作伙伴管理;二是运作过程控制管理,主要包括生产计划与控制、采购与物流管理、销售管理、库存控制等关键环节的管理;三是供应链的结构设计及性能评价等。供应链的技术支撑环境是先进的互联网技术以及其他相关的信息技术在全球的普遍应用。^①

供应链管理包含着极其丰富的内涵,其中,过程控制是最关键的管理要件,即使采用了最先进的技术支持,过程控制不当,同样会使供应链的受益下降。学术界和业界对供应链中的供应、生产、分销等环节的管理优化与控制进行了广泛、深入且持续的研究,取得了丰富的研究成果。在这些研究中,提出了许多有效的管理策略,例如,多级库存控制与优化策略,共同管理库存策略(Jointly Managed Inventory, JMI),供应商管理库存策略(Vendor Managed Inventory,

^① 参见 Sunil Chopra, Peter Meindl (2003); 马士华, 林勇等 (2000); Laura Rock Kopczak, M. Eric Johnson (2003); Toshiya Kaihara (2001); C. Hicks, T. McGovern 等 (2003); 王大珂, 黄新生 (2008); 任文渊, 赵虹 (2008) 等文献。



VMI), 合作计划、预测与补给策略 (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, CPFR) 等; 研究了许多优化模型及其求解算法, 例如, 分布式多工厂、多分销商的供应链生产计划模型, 供应链分销系统双层优化模型, 制造商—零售商联合广告模型, 基于分布式工厂的供应链二级分销网络生产计划优化模型, 需求不确定条件下柔性供应链生产决策模型, 供应链网状结构中多级库存控制模型等。^①

由于供应链管理的特殊性质, 特别是管理范围的扩大——从单个企业扩大到多个企业、从单一节点扩大为网链结构, 管理目标的多样化——反应时间、产品质量、综合成本、服务水平、柔性以及绿色环保等, 对其中的优化决策问题研究提出许多新的要求, 目前的研究成果尚未很好地解决供应链过程控制优化中出现的各种新问题, 特别是在多目标的优化模型、不确定性条件下的优化模型、多级网络结构条件下的优化模型等方面值得继续进行深入的研究。随着集成化、敏捷化、虚拟化供应链逐步成为供应链发展的主流, 对供应链运营优化模型以及高性能的求解算法的研究与实现提出了更加迫切的需求。先进的管理理念、有效的优化决策模型及算法、先进的互联网及相关信息技术将成为未来建立智能化供应链的重要基础。

综上所述, 面向供应链的优化模型及算法研究具有重要的学术价值和实际意义。

^① 参见 Marshall L. Fisher (1997); Gerard P. Cachon, Martin A. Lariviere (1999); Gerard P. Cachon, Paul H. Zipkin (1999); Gerard P. Cachon, Martin A. Lariviere (2001); Sif. Selçuk Erengüç 等 (1999); S. Viswanathan, Rajesh Piplani (2001); Carlos J. Vidal, Marc Goetschalckx (1997); 彭禄斌, 赵林度 (2002); 张钦等 (2002); 徐章一, 江海军 (2006); 刘昱岗等 (2006) 等文献。

第二节 面向供应链的优化模型及算法研究现状概述

一、供应链管理研究概述^①

供应链管理领域出现了大量研究文献,对这些文献进行分析可知,供应链管理的研究主要从以下几个方面展开:第一,从供应链管理具体内容角度,主要包括供应链战略管理、供应链的规划与设计、供应链性能评价与优化、供应链中的需求与供给规划、供应链联合库存管理、供应链物流管理、供应链中联合生产计划管理、供应链中多级分销管理、供应链中联合质量管理、供应链信息管理及其支撑技术、伙伴选择问题等方面的研究。第二,供应链运行模式角度,主要包括敏捷供应链、集成供应链、虚拟供应链、基于产品的供应链、基于电子商务的供应链、绿色供应链等方面的研究。

对于未来供应链领域的发展方向,通过对相关文献的分析,可以得出以下几种看法:第一,供应链中的三个基本阶段(供应、制造和分销)仍存在大量值得进一步深入研究的问题。现有研究成果中考虑单个企业内部因素较全面,未来要重视在更广的范围内进行供应链各种问题的研究。第二,供应链三个阶段的集成将是未来非常重要的一个研究方向。例如,供应链各个阶段库存管理决策、联合生产计划决策、多级联合分销决策、联合质量控制决策等,目前这些方面的模型主要集中在单一阶段或至多两个阶段,未来研究应重点面向三阶段集成,从而找

^① 参见 Sunil Chopra, Peter Meindl (2003); 马士华等 (2000); Laura Rock Kopczak, M.Eric Johnson (2003); Toshiya Kaihara (2001); C. Hicks 等 (2003) Marshall L.Fisher (1997); 陈安, 刘鲁 (2002); 黄河等 (2001); 顾穗珊 (2008); 王洁 (2010) 等文献。