

华南农业大学国家重点学科“农业经济管理”系列丛书

经济组织与制度经济学系列 罗必良 主编

JINGJI ZUZHI YU ZHIDU JINGJIXUE XILIE

配送中心配货 作业方法研究

王雄志 [著]

PEISONG ZHONGXIN
PEIHUO ZUOYE FANGFA
YANJIU



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

华南农业大学国家重点学科“农业经济管理”系列丛书

●经济组织与制度经济学系列

■罗必良 主编

配送中心配货作业 方法研究

王雄志 著



中国经济出版社

CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

配送中心配货作业方法研究/王雄志著. - 北京: 中国经济出版社, 2008. 7

ISBN 978 - 7 - 5017 - 8635 - 0

I. 配… II. 王… III. 物流—配送中心—作业—方法—研究 IV. F253

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 075665 号

出版发行: 中国经济出版社 (100037 · 北京市西城区百万庄北街 3 号)

网 址: www.economyph.com

责任编辑: 张淑玲 (电话: 13910084005)

责任印制: 石星岳

封面设计: 白长江

经 销: 各地新华书店

承 印: 北京东光印刷厂

开 本: 850mm × 1168mm 印张: 6 字数: 128 千字

版 次: 2008 年 7 月第 1 版 印次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5017 - 8635 - 0/F · 7619 定价: 20.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 由我社发行部门负责调换, 电话: 68330607

版权所有 盗版必究 举报电话: 68359418 68319282

国家版权局反盗版举报中心电话: 12390

服务热线: 68344225 68341878

作者简介

王雄志，男，管理学博士，讲师。1979年9月出生於湖北省黄冈市。2007年6月毕业于暨南大学管理学院，获管理学博士学位。2007年7月至今，在华南农业大学经济管理学院从事教学、科研工作。主要研究方向为现代物流与供应链管理。迄今为止，在《系统工程理论与实践》、《系统工程》、《工业工程》等核心期刊以及国际会议发表论文10余篇，主持华南农业大学校长科学基金一项，参与国家自然科学基金、教育部十五规划基金等国家及省部级课题多项。

序 言

华南农业大学经济管理学院是一所融农业经济、产业经济、工商管理、金融、贸易、财会诸学科为一体，具有博士后、博士、硕士、本科等多层次，多规格人才培养能力，实行人才培养、科学研究和社会服务相结合，在国内外具有一定影响的学院。

经过多年的建设，学院已经形成了以农业经济管理工作为核心的复合型学科群，其主要研究方向包括：农村经济发展与政策、农村经济组织与制度经济、农村产业集群与中小企业管理、农产品市场与国际贸易、农村金融与公共投资等。本学科的总体水平在国内同类学科及广东省经济管理类学科中排名均处于前列。1997年被列为华南农业大学“211工程”建设重点学科之一，1999年被遴选为广东省重点学科，并被评为广东省经济管理类三个A类重点学科之一，2001年被评为国家重点学科，2006年5月再次被评为国家重点学科。

为了有效地实施重点学科的建设计划，经济管理

学院于2002年决定出版“国家重点学科农业经济管理系列丛书”，集中出版以反映我院学科特色、具有较高质量的标志性成果。该系列丛书由教材、研究专著及部分优秀博士论文组成。分为四个子系列：经济发展与政策系列、经济组织与制度经济学系列、外向型经济与企业管理系列、国际贸易与金融系列。

制度经济学的研究，已经成为华南农业大学经济管理学院学科发展的重要方向之一。在近些年中，学院的部分老师和研究生为深化有关方面的研究做出不懈的努力，并为这一研究方向的成长做出了他们的贡献。先后在《经济研究》、《经济学家》、《经济科学》、《中国社会科学季刊》等重要刊物发表论文与研究报告400余篇，出版了《市场化进程中的组织制度创新》、《经济组织的制度逻辑》、《经济发展中的制度变迁》、《目标、效率与治理结构选择》、《技术创新、制度创新与中国农村经济发展》、《技术、制度与发展》、《新制度经济学》等多部专著和教材。

作为华南农业大学经济管理学院主持的国家重点学科“农业经济管理”系列丛书中的一部分，“经济组织与制度经济学”子系列除了出版有关的教材外，还致力于经济组织效率的制度经济学研究。主要内容涉及：经济组织的契约性质、经济组织的效率生成、经济组织与环境的相容性、不同经济组织的比较优势

与作用范围、制度变迁的逻辑与演化路径、经济组织的激励机制设计、产权制度与政府行为等。

本系列已经出版的著作有：

1. 罗兴良等：《农业产业组织：演进、比较与创新——基于分工维度的制度经济学研究》，2002；

2. 曹正汉：《信念、效率与制度变迁——广东省中山市崖口村公社制度研究（1980~1999）》，2002；

3. 郭守前：《资源特性与制度安排》，2004；

4. 吴剑辉：《经济组织的治理逻辑》，2005；

5. 马乐新：《中国药品管制的制度经济学研究》，2005；

6. 傅晨：《中国农业合作经济：组织形式与制度变迁》，2006；

7. 万俊毅：《机构投资者：理论、实践与政策》，2006；

8. 王京安：《企业规模决定论——基于信息和知识的解释》，2006；

9. 易法敏：《核心能力导向的企业知识转移与创新研究》，2006；

10. 张日新：《人力资本与中国高等教育体制改革研究》，2006；

11. 林关证：《水资源的管制放松与水权制度》，2007；

12. 李明月：《我国城市土地资源配置的市场化研究》，2007；

13. 文晓巍：《易变质商品供应链库存研究》，2007；

14. 马亚男：《知识联盟组织间技术知识共享的风险控制》，2008；

15. 罗兴良主编：《产权制度与经济组织》，2003；

16. 罗兴良主编：《政府、市场及意识形态——新制度经济学的解析》，2003；

17. 罗兴良主编：《农村经济组织的创新与绩效——新制度经济学的解析》，2003。

（后三本由中国数字化出版社出版）

本书亦是该系列中的一种。

作为国内首例制度经济学本土化研究的系列丛书，存在不足是难免的。因此，我们期待着社会和学界的关注、批评与呵护，同时希望此系列成为华南农业大学经济管理学院学科成长的台阶与标志。

罗必良

2008年4月20日于广州

内 容 提 要

配送中心或现代仓储是现代物流系统中的重要环节,它的主要功能是接收物品、储存物品和按照顾客订单配发货物(Order Picking)等,其中后者是配送中心的基本功能。配货拣选(又称拣货),它是配送中心根据客户订货单所规定的商品种类、数量和储存位置,将商品从货垛或货架上取出,并分放在指定集货位上,完成用户配货要求的作业活动。在配送中心所有在库作业活动中,配货是配送中心最费力费时的作业活动。据统计调查,配货作业所消耗的劳动和时间占据配送中心全部劳动和时间消耗的比例高达60%。配货作业运作方法的研究及应用对于提高配送中心的运作效率,降低劳动消耗具有很强的实际意义,特别是在客户订单的数量小型化、订货次数频繁的情况下实际意义更加显著。本书在系统整理、总结与介绍国内外仓库配货作业运作研究成果和实地调研国内现代配送中心运作的基础上,根据配送中心中存储区、拣选作业区的划分、货架的摆放方式、通道设计、搬运设备配备等一系列因素提炼出典型的配送中心配置模式。分别研究单元荷载系统、MOB配货系统和多旋转货架系统配置下的配货顺序或路径优化问题,继而探讨订单具有交货期属性下的分批配货问题和静态并行分区配货问题。根据这些问题中不同配货作业规则和优化目标,分析其特点建立数学

规划模型，并设计多项式精确算法或启发式算法求解，最后对有关运作模型及算法的有效性进行模拟测试，为运作方法的选择和应用提供可靠的依据。

关键词：运筹学；最优算法；启发式算法；配货作业；配送中心

ABSTRACT

Distribution Centers (DC) or warehouses is an essential component of any logistics system, major roles including: receiving material, storage them and order picking according to the customers' requests in which the latter part is the most basic function in distribution center. Order picking—the process of retrieving products from storage or buffer areas in response to a specific customer request—has long been identified as the most labor – intensive and costly activity for almost every distribution center. The cost of order picking is estimated to be as much as 60% of the total distribution center expense presented by Tompkins, 2004. Any underperformance in order picking can lead to unsatisfactory service and high operational cost for the distribution centers which are the environment of much smaller order and more frequently request, and consequently for the logistics system. In order to operate efficiently, the order picking process needs to be robustly designed and optimally controlled. This paper bring forwards the special mode of DC's configuration after introducing and summarizing the researches foretime as well as investigating order picking operations of some modern distribution centers. Three kinds of problem formed: routing/sequencing (under the configuration of Unit Load

A
B
S
T
R
A
C
T

AS/RS, MOB AS/RS and Carousels System), batching picking and zoning picking problem owing to the key factors of configuration, including picking area, storage policies, rack/aisle layout and picking machine et al. Due to different picking operations strategy and optimization objectives, these problems come into being different mode with different traits. We focus on modeling some of these problems and presenting an exact polynomial algorithm for "easy" ones and heuristics algorithm for the "hard" ones. At last, all these solvable algorithms will be simulated or experimented for its performance so that implemented successfully in practice in logistics system.

Key Words: Operations Research; Optimization Algorithm; Heuristics; Order Picking; Distribution Center

前 言

配送中心或现代仓储是现代物流系统中的重要环节,按照顾客订单配发货物 (Order Picking) 是配送中心的基本功能。配货拣选 (又称拣货), 它是配送中心根据客户订货单所规定的商品品名、数量和储存仓位, 将商品从货垛或货架上取出, 并分放在指定货位, 完成用户的配货要求的活动。在配送中心的所有在库作业活动中, 配货是配送中心最费力气时的作业活动。据国外的调查, 配货作业所消耗的劳动和时间占配送中心全部劳动和时间消耗的比例高达 60%。配货作业运作方法的研究及应用对于提高配送中心的运作效率, 降低劳动消耗具有很强的实际意义, 特别是在客户订单的数量小型化、订货次数频繁的情况下实际意义更加显著。另一方面, 随着现代物流技术的发展, 配送中心配置在不断变化, 特别是现代货架、传送带、自动分拣系统的应用, 形成了一系列新的配货作业模式, 也为配货作业运作提出了许多新的课题。同时, 信息技术在物流系统运作与管理中的广泛应用, 则为先进运作方法的应用奠定了良好的基础。但由于我们对现代化配送中心的内涵与特点的认识还十分有限, 管理方法粗放, 运作效率低下, 也极大地影响了物流系统的整体表现。配送中心优化作业方法的相关研究几乎还是空白, 本书的研究工作将有力地推动国内在这一领域的研究工作, 并为配送中心的管理实践提供一定的方法支持。本书在系统整理、总

结与介绍要配货作业计划的理论与方法基础上研究新的配货问题,提出有效的解决方法。本书共分六章:第一章是引言部分,主要介绍了配货作业内涵及其在配送中心的地位与作用,配货作业问题描述与一些主要求解理论方法,如多项式算法、动态规划算法、分支定界算法、启发式算法和智能算法等。第二章在配货作业问题分类描述与应用状况介绍的基础上,对国内外配货作业问题的研究现状进行了文献综述,从配货顺序或路径优化、分批配货与分区配货三个角度展开讨论。第三章详细分析不同典型系统配置的配货顺序或路径最优问题,如单元荷载配货系统路径优化、MOB 配货系统配货顺序优化和旋转货架系统的配货顺序优化等三类问题,提出相应的有效解算方法。第四章在第三章基础上提出多个订单的分批配货问题,对在订单具有交货期属性下如何联合分批与分拣的顺序安排问题作了探讨。第五章则从辅助配货作业的角度考虑如何安排分拣区中物品的储存位置使后续的配货作业时间更短,提出并行分区配货作业问题。主要讨论静态并行分区中物品均衡储存以达到配货人员工作作业活动平衡化目的,从而使订单配货时间最短。所有研究问题的主要思路为:首先根据典型的配送中心的配置模式,以及相应的作业规则,按照不同的优化目标,如行走路线最短、总配货作业时间最小、配货作业延误时间最短等,分别建立优化作业模型;然后分析模型的特点,寻找问题所具备的性质或属性,设计模型的精确算法或启发式算法;最后对有关运作模型及算法的有效性进行模拟测试,为运作方法的选择和应用提供可靠的依据。最后一章对配货作业问题的研究作了总结,并提出未来的研究展望等。

目 录

序 言	1
内容提要	1
ABSTRACT	3
前 言	1
第一章 绪 论	1
第一节 配送中心基础概述	1
第二节 配货作业	6
第三节 配货作业问题求解方法概述	14
一、最优化方法	14
二、近似/启发式方法	17
三、神经网络方法与人工智能方法	21
第四节 本章小结	22
第二章 配货作业问题文献综述	23
第一节 配货作业问题	23
一、配货路径或顺序优化问题描述	23
二、分批配货问题描述	24
三、分区配货问题描述	25

第二节 配货作业问题文献综述	28
一、路径或顺序优化问题	28
二、分批配货问题	41
三、分区配货问题	46
第三节 本章小结	48
第三章 配货路径或顺序优化问题	49
第一节 单元荷载系统配货路径优化问题	49
一、集货方式指定、Rectilinear norm 移动模 式的配货路径优化问题	53
二、集货方式指定、移动方式任意的配货 路径优化问题	61
三、柔性集货配货路径优化问题	71
第二节 MOB 系统配货路径优化问题	88
一、MOB 系统配货路径优化问题描述	89
二、MOB 系统配货路径优化问题求解	90
三、算法性能评估	96
第三节 旋转货架系统配货作业优化问题	98
一、问题描述	99
二、模型建立	101
三、问题解算	103
四、算法性能评估	112
五、算例	114
第四节 本章小结	115

第四章 分批配货问题	117
第一节 分批配货概述	117
第二节 问题描述与模型建立	119
第三节 JBS 启发式算法	123
第四节 遗传算法	125
第五节 算法性能评估	130
第六节 本章小节	133
第五章 分区配货问题	134
第一节 并行分区配货问题	134
第二节 挖掘物品需求相关关系	136
第三节 物品均衡储存模型	141
第四节 ASPH 启发式算法	142
第五节 算法模拟测试	144
第六节 本章小结	146
第六章 结束语	148
参考文献	
后 记	