

赵培忻 著

现代物流管理模型、 方法与应用

Models, Methods and Applications of
Modern Logistics Management



北京交通大学出版社

<http://press.bjtu.edu.cn>

现代物流管理模型、 方法与应用

赵培忻 著

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

物流科学是一门新兴的综合性学科,它对国民经济的发展和生产经营水平的提高起着极为重要的作用。随着社会经济与科学技术水平的提高,物流已被认为是继降低原材料消耗和提高劳动生产率之后的“第三利润源”。如何有效地优化和配置物流运作,降低物流成本,无论是对于增强企业的国际竞争能力,还是促进整个国民经济的快速发展,都具有十分重要的意义。在此背景下,本书以物流优化管理的基本理论和方法为基础,分别研究了物流系统中的多个优化问题,内容涉及易腐物品的经济订购批量、随机需求条件下兼有资金与库容约束的订购批量、随机装卸工问题、基于新型聚类的选址和排程问题、反向物流系统的优化调整、物流管理中的绩效评价等。

本书是物流优化管理模型与方法的专著,将理论研究和实际问题相结合,内容实际,应用性强,适合作为普通高等院校管理科学与工程领域的本科高年级学生和研究生教材,也可供该领域的高等院校教师和研究机构工作人员参考。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代物流管理模型、方法与应用/赵培忻著. —北京:北京交通大学出版社, 2012. 12

ISBN 978 - 7 - 5121 - 1330 - 5

I. ① 现… II. ① 赵… III. ① 物流-物资管理-研究 IV. ① F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 313323 号

策划编辑:田秀青 责任编辑:杨 硕 田秀青

出版发行:北京交通大学出版社 电话:010-51686414

北京市海淀区高粱桥斜街 44 号 邮编:100044

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:140×203 印张:8.875 字数:210 千字

版 次:2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978 - 7 - 5121 - 1330 - 5/F · 1127

印 数:1~500 册 定价:35.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。

投诉电话:010-51686043; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

物流是指物质实体从供应者向需求者的物理移动，由一系列创造时间价值和空间价值的经济活动组成，包括运输、保管、配送、包装、装卸、流通加工及物流信息处理等多项基本活动。物流对国民经济的发展和生产经营水平的提高起着极为重要的作用。自 20 世纪 80 年代以来，以集约化、一体化、信息化、智能化等为主要特征的现代物流得到快速发展，如何有效优化和配置物流运作，降低物流成本，无论是对于增强企业的国际竞争力，还是促进整个国民经济的快速发展，都具有十分重要的意义。

本书是物流优化管理模型与方法的专著，通过构建和扩展各种优化模型和算法对相关物流管理问题进行深入的研究，丰富优化管理的理论和方法。全书共七章，内容涉及易腐物品的经济订购批量、随机需求条件下兼有资金与库容约束的订购批量、随机装卸工问题、基于新型聚类的选址和排程问题、反向物流系统的优化调整、物流管理中的绩效评价等。本书将理论研究和实际问题相结合，内容实际，应用性强。适合作为普通高等院校管理科学与工程领域的本科生、研究生和 MBA 学员的教

前 言

学读本，也可供该领域的高等院校教师和研究机构工作人员参考。

本书是作者近年来部分研究工作的成果，也是作者主持的若干科学基金项目研究过程中的应用总结。这些基金包括教育部人文社科基金项目（12YJCZH303）、中国博士后科学基金项目（2011M501149）、山东省博士后创新项目（201103061）山东大学自主创新基金项目人文社会科学类专项（IFW12109）等。

本书的出版得到了北京交通大学出版社田秀青女士的大力支持和帮助，在此深表感谢。

赵培忻
2012 年 12 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 物流基本概念及分类	5
1.3 理论基础	7
1.4 研究方法与研究内容概述	20
第 2 章 易腐物品 EOQ 改进模型	25
2.1 引言	25
2.2 一类时变需求且部分拖后易腐物品的改进模型	32
2.3 一类变库存费且存货影响销售率的 EOQ 模型	39
2.4 一类变变质率的库存策略	47
第 3 章 随机需求下多品种多库型的 EOQ 模型与算法	61
3.1 引言	61
3.2 兼有资金和库容约束的期望值模型	62
3.3 允许资金借贷的期望值模型	69
3.4 一种求解优化问题的新型混合遗传算法	77
3.5 新型混合遗传算法在多品种多库型存储问题中的应用	86
3.6 经济批量排程问题的单亲遗传算法	90
第 4 章 随机装卸工问题及其算法研究	97
4.1 引言	97

目 录

4.2	随机装卸工问题及其求解策略	100
4.3	随机装卸工问题的 Lagrange 松弛启发式算法	103
4.4	随机装卸工问题的新型变异蚁群算法	106
4.5	随机装卸工问题的粒子群算法	113
4.6	数值算例	118
第 5 章	基于新型图论聚类的联合补货及 选址问题	122
5.1	引言	122
5.2	一种新型图论聚类算法	124
5.3	新型聚类算法在联合补货中的应用	128
5.4	基于新型聚类的多设施选址问题	133
第 6 章	反向物流系统的优化调整模型与算法	140
6.1	引言	140
6.2	不变反向物流系统的优化调整模型与算法	143
6.3	可变反向物流系统的优化调整模型与算法	151
6.4	数值算例	157
第 7 章	物流管理中的绩效评价研究	161
7.1	引言	161
7.2	物流客户服务水平的模糊评价方法	164
7.3	企业低碳物流水平的评价体系与方法	171
7.4	物流绩效评价的网络层次分析法	188
附录 1		198
附录 2		212
附录 3		238
参考文献		250

第 1 章

绪 论

1.1 引 言

物流科学是一门新兴的综合学科，它对国民经济的发展和企业综合实力的提高起着极为重要的作用。随着社会经济与科学技术水平的提高，物流科学的内涵也在不断丰富和发展，因此如何正确把握物流科学内涵的变化本质，正确地将现代物流研究的成果应用于实践，已日益受到企业界和学术界的高度重视。

物流（Physical Distribution）一词最早出现于美国，1915 年阿奇·萧在《市场流通中的若干问题》一书中就提到物流一词，并指出“物流是与创造需求不同的一个问题”。因为在 20 世纪初，西方一些国家已出现生产大量过剩、购买力严重不足的经济危机，企业因此提出了销售和物流的问题，此时的物流指的是销售过程中的物流。

在第二次世界大战期间，围绕战争供应，美国军队建立了“后勤”（Logistics）理论，并将其应用于战争活动中。其中所提出的“后勤”是指将战时物资生产、采购、运输、配给等活动作为一个整体进行统一布置，以求战略物资补给的费用更低、速度更快、服务更好。第二次世界大战期间积累的大量军事物流保障理论、经验，形成和丰富了运筹学（Operations Research）的理论与方法，并且这些理论与方法在战后被很多国家运用到了民用领域，促进了20世纪60—70年代世界经济的发展，也促使了物流学（Logistics）理论的形成与发展。

发达国家物流产业发展迅速，已形成了适合本国国情的现代化流通体系，其中以美国和日本尤为突出。资料显示^[1]，2001年美国物流产业规模为9000亿美元，几乎为高新技术产业的两倍之多，占美国国内生产总值的10%以上；其物流产业合同金额为342亿美元，并以年平均20%以上的速度增长。日本政府非常重视物流产业的发展，拟定了《仓库业法》；1997年4月又根据商品流通过费用在全国范围内达40兆日元，约占国内生产总值的8.4%的现实和商业销售费用的50%是物流费用的事实，着手拟定了《综合物流施策大纲》作为改革国家经济进程的重要一环，并提出了“综合物流管理”这一观点，即将生产及生产以前的过程，物理性的流通过程、售后服务、销毁回收等全过程，设定为一个系统过程进行综合管理，使日本物流业的现代化进程更进一步。

20 世纪 70 年代以前, 我国的经济研究中几乎没有使用过“物流”一词。自 20 世纪 80 年代初由日本引入物流概念之后, 开始了对物流的研究。经过近三十年的发展, 物流已成为我国经济发展的重要因素, 并成为企业创造利润的源泉。但同时也应看到, 在对物流的研究及应用上, 与发达国家相比还有一定距离: 我国物流费用占 GDP 的比重比发达国家高出约一倍左右。通过大力发展物流业, 实现货物及时、准时、安全的实体位移, 压缩库存和运输成本, 特别是压缩库存, 将大幅度地降低物流成本。我国物流成本如果降低 1%, 就可产生利润 150 亿元左右。这是继降低物资消耗、提高劳动生产率之后可供发掘的“第三利润源”。我国 2000 年库存商品高达 4 万亿元, 占当年 GDP 的 50%, 与国际公认的发达国家商品库存一般不超过 1%、发展中国家不超过 5% 的比例有着巨大差距。欧洲第三方物流市场占有率达 30% 以上、市场规模 850 亿欧元, 而我国第三方物流市场占有率仅 2%、市场规模 43 亿美元。据国家公布的《物流业调整和振兴规划》披露, 2008 年我国社会物流总额达 89.9 万亿元, 比 2000 年增长 4.2 倍, 年均增长 23%。据中国物流与采购联合会数据显示, 2011 年全国社会物流总额已达到 158.4 万亿元。从以上数字看, 我国物流业还存在着巨大的发展潜力。

近年来国家产业政策的出台, 为物流产业的发展提供了难得的机遇。2006 年, 全国十届人大四次会议通过

的《国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》中，“大力发展现代物流业”的描述，标志着现代物流的产业地位在国家规划层面第一次得以确立。随后，国家《关于促进服务业加快发展的若干意见》，也将物流业发展列入重点发展领域。2009年2月25日，国务院常务会议审议并原则通过的“物流业调整振兴规划”，正式将“物流业”列入国家十大振兴产业之一。2006—2010年，全社会物流总额复合增长率为20.44%，全国物流业增加值复合增长率为17.59%，反映了中国物流总需求的强劲增长态势。其中2010年全社会物流总额达125.4万亿元，按可比价格计算，同比增长15%。2011年，在经济持续较快增长和一系列政策措施的推动下，中国物流业发展取得了新进展。全年社会物流总额可达160万亿元，伴随社会物流总额的增加，我国社会物流费用也快速增长，2010年我国全社会物流总费用为7.1万亿元，2011年为8.4万亿元，与GDP的比率升至18%，略高于上年水平。

综上所述，物流业已成为21世纪我国经济发展的一个新的经济增长点，发展物流事业是建立和完善社会主义市场经济的一项重要内容，如何有效地优化和配置物流运作，降低物流成本，无论是对于增强企业的国际竞争能力，还是促进整个国民经济的快速发展，都具有十分重要的意义。

1.2 物流基本概念及分类

1.2.1 物流

随着物流概念的国际化 and 物流含义的发展,国内外出现了很多物流的定义。1998 年美国物流管理协会 (CLM) 对物流的最新定义是:“物流是供应链流程的一部分,是为了满足客户需求而对商品、服务及相关信息从原产地到消费地的高效率、高效益的正向和反向流动及储存进行的计划、实施与控制过程。”

1992 年日本物流系统协会 (JILS) 将物流定义为“一种对原材料、半成品和成品有效流动进行规划、实施和管理的思路,它同时协调供应、生产和销售各部门的个别利益,最终达到满足顾客的需求。”换言之,“物流”意味着按要求的数量、质量,以最低的成本送达到要求的地点,以满足顾客的需要作为基本目标。

我国 2001 年 4 月 17 日颁布的《物流术语标准》^[2] 对物流的定义:物流是“物品从供应地向接收地的实体流动过程。根据实际需要,将运输、储存、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合”。

从上面的这些定义来看,物流的实质是通过产品与

服务及其相关信息在供给点与消费点之间的加工、运输与交换，以低成本提供用户满意的服务，从而实现价值，是密切市场经济中供求关系的网络组织。

1.2.2 物流系统

物流系统就是指在企业活动中的各种物流功能，随着采购、生产、销售活动而发生，使物的流通效率提高的系统。这种系统大致可由作业系统和信息系统两个系统组成。

1. 物流作业系统

在运输、保管、搬运、包装、流通加工等作业中使用种种先进技能和技术，并使生产据点、物流据点、运输配送路线、运输手段等网络化，以提高物流活动的效率。

2. 物流信息系统

在保证订货、进货、库存、出货、配送等信息通畅的基础上，使通信据点、通信线路、通信手段网络化，提高物流作业系统的效率。

1.2.3 物流分类^[3]

对于社会经济领域中各个领域的物流，虽然其基本要

第 1 章 绪 论

素都存在且相同,但由于物流对象、目的及范围的不同,形成了不同的物流类型。主要的几种分类方式如表 1-1 所示。

表 1-1 物流的四种分类方式

第一种分类方式		第二种分类方式		第三种分类方式		第四种分类方式	
宏观物流	微观物流	社会物流	企业物流	国际物流	国内物流	一般物流	特殊物流
国家物流发展规划、法律法规及政策制定、物流布局、物流理论研究;知识普及、人才培养、物流基础设施和信息平台构筑;经济手段支持、引导	供应物流 生产物流 销售物流 回收物流 废弃物物流	第三方物流;运输、仓储等专业化物流;企业物流及铁路、公路、港口、码头、物流园区、仓库、配送中心等物流活动	供应物流 生产物流 销售物流 回收物流 废弃物物流	外贸物流 国际联运 远洋运输 国际航空 国际邮件 口岸物流 大陆桥物流	经济圈、经济带物流;城市及城市外圈物流及邻近地区具有互补条件的自然区物流;本地区物流	带有普遍性、通用性和共同性的物流活动;或无特殊要求的物流活动	危险品,易燃易爆、易腐蚀、剧毒、易变质物品物流;对速度等条件有特殊要求的物流,如文件、贵重物品、动植物运输等

1.3 理 论 基 础

本部分内容介绍与本书研究相关的一些基础理论知识。其中涉及组合最优化、计算复杂性、启发式算法及

随机规划等内容。

1.3.1 组合最优化

定义 1-1^[7] 组合最优化 (Combinatorial Optimization) 是通过对数学方法的研究寻找离散事件的最优编排、分组、次序或筛选等, 是运筹学中的一个经典而且重要的分支, 所研究的问题涉及信息技术、经济管理、工业工程、交通运输、通信网络等诸多领域。

组合优化问题可用数学模型描述为:

$$\begin{aligned} & \min f(x) \\ \text{s. t. } & \begin{cases} g(x) \geq 0, \\ x \in D, \end{cases} \end{aligned}$$

其中: $f(x)$ ——目标函数;

$g(x)$ ——约束函数;

x ——决策变量;

D ——有限个点组成的集合。

一个组合最优化问题可以用三参数 (D, F, f) 表示, 其中 D 表示决策变量的定义域, F 表示可行解区域 $F = \{x \mid x \in D, g(x) \geq 0\}$, F 中的任何一个元素成为该问题的可行解, f 表示目标函数, 满足 $f(x^*) = \min \{f(x) \mid x \in F\}$ 的可行解 x^* 称为该问题的最优解。组合最优化的特点是可行解集合为有限点集, 故只要将 D 中有限个点逐一判别是否满足 $g(x)$ 的约束和比较目标值的大小, 该问题的

最优解一定存在且可以找到。因为现实生活中的大量优化问题是从有限个状态中选取最好的，故大量的实际优化问题是组合最优化问题。

1.3.2 算法与计算复杂性^[8]

定义 1-2 算法是能被机械地执行的动作（或称规则、指令）的有穷集合，一个动作的一次执行称为一步。能够用算法来求解的函数或问题称为可计算函数或可计算问题。

算法有如下五大特征。

(1) 输入

算法的输入量是算法所要求的初始信息，它们取自某一特定的集合。

(2) 确定性

算法的每一步骤都必须有确定的含义，动作不能有二义性。

(3) 有限性

一个算法对任一合法输入都必须在执行有限步后终止。

(4) 输出

一个算法有一个或多个输出信息，它们常是与输入信息有特定联系的量。

(5) 可执行性

算法中的所有动作必须是相当基本的,也就是说,每一步至少在原理上能由人在有限的时间内用笔和纸来完成。

考察一个规模为 n 的输入,对不同的输入,算法的行为可能不同,把其中的最坏行为定义为该算法关于规模为 n 的复杂性。故算法或问题的复杂性一般是问题规模 n 的函数。设 $f(n)$, $g(n)$ 是定义在正整数上的正实值函数,如果存在正常数 $c > 0$,使得当 n 足够大时,有 $f(n) \leq cg(n)$,记 $f(n) = O(g(n))$ 。在分析问题复杂性时,可以求出算法的复杂性函数 $f(n)$,也可以方便地用复杂性函数的阶 $O(g(n))$ 。

定义 1-3 如果算法的复杂性函数 $f(n)$ 或 $\{g(n) | f(n) = O(g(n))\}$ 是多项式函数,则称该算法为多项式时间算法。复杂性高于多项式的算法为指数算法。

当输入规模不断增大时,任意一个多项式算法终将变得比任何指数算法更有效。但有少数最坏情况下复杂度为指数函数的算法,在实践中证明是有效的算法,如线性规划中的单纯形算法就是一个突出的例子,它有指数时间复杂度,可是实践表明其运行时间相当快,原因就在于这些算法的平均性态良好。因此,在具体选择算法时,应根据算法的时间和空间复杂度,结合具体因素(如问题大小、机器容量、平均性态等),选择使用更好的算法。