

21世纪本科应用型经管规划教材
物流与供应链管理

物流运筹学

LOGISTIC
OPERATION RESEARCH

胡列格 何其超 盛玉奎 编著
刘 中 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



21 世纪本科应用型经管规划教材 · 物流与供应链管理

物流运筹学

Logistic Operation Research

胡列格 何其超 盛玉奎 编 著

刘 中 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书从物流领域的研究与应用出发,归纳提取其中的典型问题,并运用运筹学的理论、方法对其进行分析和求解。本书既深入浅出地介绍了运筹学的思想,又理论联系实际地阐述了物流问题的数学建模方法。此外,为配合教学使用,作者结合多年从事物流学教学的实践经验,制作了供本书配套使用的电子教案和多媒体演示材料。

本书集中了物流系统中的要点问题,条理清晰,通俗易懂,适合作为物流工程、物流管理、管理工程、交通运输等专业的本科或研究生教材,亦可作为物流咨询公司、物流企业的物流从业者和其他企业物流部门管理人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

物流运筹学 / 胡列格主编. —北京:电子工业出版社, 2005.8

21 世纪本科应用型经管规划教材·物流与供应链管理

ISBN 7-121-01244-8

I. 物… II. 胡… III. 物流—物资管理—高等学校—教材 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 075632 号

责任编辑:杨洪军 特约编辑:贺 斐

印刷:北京市天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经销:各地新华书店

开本:787×980 1/16 印张:11.75 字数:230 千字

印次:2005 年 8 月第 1 次印刷

定价:18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

21 世纪本科应用型经管规划教材

编委会名单

鲍新中 (北京科技大学)

蔡淑琴 (华中科技大学)

戴庾先 (湖南大学)

董千里 (长安大学)

韩常青 (湖北经济学院)

胡列格 (长沙理工大学)

姜红玲 (上海交通大学)

李 菱 (常州工学院)

梁 军 (宁波工程学院)

刘 萍 (东北农业大学)

马新建 (东南大学)

徐中奇 (北京师范大学)

伊俊敏 (华东交通大学)

张昊民 (上海大学)

周占文 (太原大学)

宗蕴璋 (常州工学院)

出版说明

21 世纪既是一个竞争日益激烈的世纪，也是一个充满机遇的世纪。《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》指出：“当今世界，科学技术突飞猛进，知识经济已见端倪，国力竞争日趋激烈。教育在综合国力的形成中处于基础地位，国力的强弱越来越取决于劳动者的素质，取决于各类人才的质量和数量，这对于培养和造就我国 21 世纪的一代新人提出了更加迫切的要求。”为了密切配合国务院及教育部对我国教育改革的部署，更好地满足社会经济发展的需求，适应大跨度的生产技术以及不同地区发展区域对多种类型的人才需求，解决传统人才培养层次单一化与社会需求多样化的矛盾，我国高等教育的人才培养与教学模式正在发生着巨大的变化，有相当数量的高等院校正在由传统的学术研究型“精英教育”向实践应用型的“大众教育”转变，它们以培养面向生产、建设、管理、服务第一线的高素质应用型人才为主要目标，积极主动为地方经济建设、区域社会 and 行业发展服务，以本科教学和学生基本素质与工程技术与管理应用能力培养为主导，强调学用结合、学做结合，学创结合，产学研合作教育，培养多元化的实用型人才。

教材是教学的主要依据，也是教学改革的重要组成部分。教学改革的种种设想和试验，大多要通过教材建设来具体体现；教材建设反过来又推动和促进教学改革。面对高等教育对象的扩展、教学模式的变革、教材组织形式的变化和教学服务方式的转变，为了更好地适应当前我国高等教育这种大跨度发展的需要，满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求，电子工业出版社在 2003 年组织了全国近 100 所培养应用型人才为主的高等院校进行深入的研讨，确立了一系列应用型本科教材出版规划，21 世纪本科应用型经管规划教材就是其中之一。其指导思想和目标是新教材要体现教育思想和教育观念的转变，依据教学内容、教学方法和教学手段的现状和趋势精心策划，建设一批符合新型人才培养目标

的、适应新型人才培养模式的应用型系列精品教材。其具体特点是：

1. 强调教材为人才培养目标服务，与教学方法匹配。
2. 有明确的具有高等教育水平的技术能力及反映这些技术能力内涵的理论知识的目标系统。
3. 有完成理论教学、具有应用型教育特色的教学方法和达到一定运用能力的训练方法。
4. 在保证理论知识达到本科教育水平的基础上，注意使读者掌握基本概念和结论的实际意义，掌握基本方法，把重点放在概念、方法和结论的实际应用上。
5. 技术能力的掌握必须通过专门的实践训练，要有配合这类训练的案例或实训材料。
6. 教材内容紧随技术、经济发展变化或区域经济的需求而调整。
7. 教材内容具有一定的弹性，内容应尽量采用模块化组织。
8. 以问题引出概念与知识，多用具有实际应用价值的示例、案例，促进对概念方法的理解。
9. 文、图、表有机结合，使教材具有很强的可读性，同时便于学生理解与记忆。
10. 充分利用现代信息网络技术平台，以教材为中心，提供一个全方位的教学服务体系。配备分别面向教师教学与学生学习的支持性资源，为老师选书及购书提供便捷周到的服务。（可在电子工业出版社华信教学资源网 www.hxedu.com.cn 查询下载和提出需求）

编写高质量的教材是一项任重而道远的长期工作，我们希望全国高等院校的师生在教学实践中积极提出意见与建议，以便我们对已出版的教材不断修订，同时也欢迎工作在教学第一线的老师积极给我们投稿，使我们不断完善整个教材体系，为社会奉献更新更多更好的高质量教材。

21 世纪本科应用型经管规划教材出版编委会

E-mail: lmliu@phei.com.cn

前 言

物流是指物品实体在空间上的位移。我们的生活和生产每时每刻都离不开物流，可以讲，物流支撑着整个社会的发展。

尽管物流作为一种生产实践活动早已存在，但是，对于物流活动的科学管理，运用系统化的理论和方法指导物流实践活动则是近几十年的事情。第二次世界大战时期，美军开始系统地研究军事后勤保障问题和后勤服务中的物资和武器装备调运问题，向数学理论方向发展成为运筹学，向实际组织运作管理方向发展成为物流学。近几年来，随着我国物流科学研究的不断深入，大量的运筹学理论与方法又重新被运用到物流管理、物流控制和物流问题的研究中，交叉发展成为了物流运筹学，本书特别注重了这种一脉相承的关系。

本书将物流学科理论和运筹学方法相结合，对物流管理中的重点问题及其求解方法进行了较为深入的理论分析，并配合案例对如何运用理论进行了详细说明。读者不但能理解物流运筹学的理论，而且能学会如何运用理论解决实际问题。为了方便教师的教学及学生的学习，本书作者特别制作了每章主要内容的 PowerPoint 和习题参考答案，有需要者可到电子工业出版社的华信教育资源网（www.hxedu.cn）下载。

本书包括物流运筹学导论、物流需求预测、库存管理、运输最优化、货物配载、物流中心规划、物流决策和物流系统评价等 8 个部分，是对笔者多年从事物流专业教学与科研工作的归纳总结，也是对近年来国内外物流学科发展的一次梳理和汇总，因此本书对希望提升物流理论和实务水平的物流研究者和物流从业人员有着重要的参考价值。

本书第 1、3、8 章由胡列格执笔，第 2、5、6 章由何其超执笔，第 4、7 章由盛玉奎执笔。全书由胡列格统稿，刘中主审。另外，研究生刘兴旺、谢辉、吕楠、张利分、陈舟宇从使用者的角度给了一些很好的建议，在此表示衷心的感谢。在本书的编写过

程中，参考了大量的中外文献，在此我们谨向有关专家学者表示诚挚的谢意。本书的出版还得到了长沙理工大学的资助，特别感谢长沙理工大学的大力支持！

本书适合作为高等院校物流工程、物流管理、管理工程、交通运输等专业的本科或研究生教材，亦可作为物流咨询公司、物流企业和其他企业物流部门管理人员及物流从业人员科研和实践活动的参考用书。

由于时间仓促和作者水平有限，书中的不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

胡列格

2005年6月

目 录

第1章 物流运筹学导论 1

- 1.1 运筹学的概念及特点 1
- 1.2 运筹学的产生 1
- 1.3 运筹学在我国的发展 2
- 1.4 运筹学的研究思路 3
- 1.5 运筹学与物流 3

第2章 物流需求预测 6

- 2.1 物流需求预测的概念 7
- 2.2 物流需求预测的原则与类型 7
- 2.3 指数平滑预测法 11
- 2.4 回归分析预测法 17
- 本章小结 30
- 习题 30

第3章 库存管理 32

- 3.1 库存管理 33
- 3.2 随机性存储模型 36
- 3.3 确定型存储模型 38
- 本章小结 49
- 习题 49

第4章 运输最优化 51

- 4.1 线性规划与单纯形法简介 52
- 4.2 运输问题 58
- 4.3 指派问题 64
- 4.4 最短路问题 67
- 4.5 转运问题 73
- 4.6 中国邮递员问题 74
- 本章小结 77
- 习题 77

第5章 货物配载 79

- 5.1 配载问题的含义 80
- 5.2 层次分析法(AHP法) 80
- 5.3 配载中的层次分析法模型 81
- 本章小结 94
- 习题 94

第6章 物流中心规划 96

- 6.1 物流中心规模规划 97
- 6.2 物流中心选址模型与方法 99
- 6.3 物流中心设施布局规划 118

本章小结.....	119	习题.....	144
习题.....	119		
第7章 物流决策.....	120	第8章 物流系统评价.....	146
7.1 决策的概述.....	121	8.1 物流系统的评价概述.....	147
7.2 不确定型决策.....	124	8.2 物流系统评价指标体系.....	148
7.3 风险决策.....	129	8.3 评价指标的标准化处理.....	158
7.4 效用决策.....	136	8.4 物流系统评价方法.....	161
7.5 多目标决策.....	138	本章小结.....	173
7.6 定性决策.....	143	习题.....	174
本章小结.....	144	参考文献.....	175

第 1 章

物流运筹学导论

1.1 运筹学的概念及特点

运筹学是一门研究各种资源的运用、规划以及相关决策等问题的学科，其目的是根据问题的要求，通过数学的分析和运算，做出系统的、合理的优化安排，以便更经济、更有效地利用有限的资源。简略地说，运筹学是运用科学的数量方法（主要是数学模型）对人力、物力的合理规划和运用进行研究，寻求科学决策的综合性交叉学科。

运筹学强调最优决策，“最”是理想中的，在实际生活中往往用次优、满意或者非劣等概念代替最优。为了有效地应用运筹学，前英国运筹学学会会长托姆林森提出了 6 条原则：

- （1）合伙原则。是指运筹学工作者要和各方面的人，尤其是与实际部门的工作者合作。
- （2）催化原则。在多学科共同解决问题时，要引导人们改变一些常规的看法。
- （3）互相渗透原则。要求学科、部门之间彼此渗透，多角度考虑问题，而不是故步自封。
- （4）独立原则。在研究问题时，不应受某人或某部门的特殊政策所左右，应独立从事工作。
- （5）宽容原则。解决问题的思路要宽广，方法要多样，而不是局限于某种特定的方法。
- （6）平衡原则。要考虑各种矛盾、关系的平衡。

1.2 运筹学的产生

运筹学作为科学名词出现在 20 世纪 30 年代末，但作为运筹学的早期工作，其历史可

追溯到 1914 年兰彻斯特 (Lanchester) 提出的战斗方程。丹麦工程师爱尔朗 (Erlang) 于 1917 年在哥本哈根电话公司研究电话通信系统时提出了排队论的一些著名公式, 存储论的最优批量公式是在 20 世纪 20 年代初提出的, 列温逊在 20 世纪 30 年代已用运筹思想分析商业广告、顾客心理。在第二次世界大战时, 英、美等国组织了一些科学家进行关于作战控制技术的研究, 当时称之为“运用研究”(Operational Research)。为了进行运筹学研究, 在英、美的军队中成立了一些专门小组, 取得了显著的效果, 但当时研究和解决的问题都是短期性的和战术性的。

第二次世界大战后, 在英、美军队中相继成立了更为正式的运筹研究组织, 并以兰德公司 (Rand) 为首的一些部门开始着重研究战略性问题。例如美国空军的各种轰炸机系统, 讨论了未来的武器系统和未来战争的战略。他们还研究了前苏联的军事能力及其对未来的预报, 分析前苏联政治局计划的行动原则和将来的行动预测。除军事方面的应用研究以外, 运筹学相继在工业、农业、经济和社会问题等各领域都有了飞速的发展, 并形成了运筹学的许多分支, 如数学规划 (线性规划、非线性规则、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划等)、图论与网络、排队论 (随机服务系统理论)、存储论、对策论、决策论、维修更新理论、搜索论、可靠性和质量管理等。

最早建立运筹学会的国家是英国 (1948 年), 接着是美国 (1952 年)、法国 (1956 年)、日本和印度 (1957 年) 等。到 1986 年为止, 国际上已有 38 个国家和地区建立了运筹学会或类似的组织。我国的运筹学会成立于 1980 年。1959 年, 英、美、法三国的运筹学会发起成立了国际运筹学联合会 (IFORS), 以后各国的运筹学会纷纷加入, 我国于 1982 年加入该会。此外还有一些地区性运筹学研究组织, 如欧洲运筹学协会 (EURO) 成立于 1976 年, 亚太运筹学协会 (APORS) 成立于 1985 年。

1.3 运筹学在我国的发展

在我国, 运筹学在 1956 年曾称为运用学, 到 1957 年正式定名为运筹学, “运筹”一词出自《史记·高祖本纪》“运筹帷幄之中, 决胜千里之外”。运筹学在我国的发展始于 1955 年, 钱学森、许国志等教授结合我国的特点将运筹学由西方引入我国。那时, 有这样一个认识: 我国有计划按比例的经济建设十分需要运筹学。1956 年在中国科学院力学研究所建立了我国第一个运筹学研究组。1960 年年底, 中国科学院力学研究所与中国科学院数学研究所的两个运筹学研究室合并成为数学研究所的运筹学研究室。我国在 1957 年把运筹学的思想应用于建筑业和纺织业, 1958 年开始应用于交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面, 尤其是物流方面, 从物资调运、装卸到调度等。为解决粮食部门合理粮食调运的

问题,提出了“图上作业法”,我国的运筹学工作者从理论上证明了它的科学性。在解决邮递员合理投递路线的问题时,管梅谷提出了被国外称为“中国邮路问题”的解法。我国运筹学的应用范围不断扩大,在工业生产中推广了合理下料、机床负荷分配;在纺织业中曾用排队论方法解决细纱车间劳动组织、最优折布长度等问题;在农业中研究了作业布局、劳力分配和卖场设置等。著名数学家华罗庚教授从20世纪60年代初期起在我国大力推广“统筹法”和“优选法”,并将它们应用到许多行业中,取得了明显的效果。通过我国众多运筹学工作者几十年的辛勤工作,我国运筹学取得了举世瞩目的成就。

1.4 运筹学的研究思路

运筹学在解决大量实际问题的过程中逐渐形成了自己的研究思路。

(1) 提出和形成问题。即要弄清问题的目标、可能的约束、问题的可控变量以及有关参数,并搜集有关资料。

(2) 建立模型。即把问题中的可控变量、参数和目标与约束之间的关系用一定的模型表示出来。

(3) 求解。用各种手段(主要是数学方法,也可用其他方法)将模型求解。求出的解可以是最优解、次优解、满意解,复杂模型的求解需用计算机,解的精度要求可由决策者提出。

(4) 解的检验。首先检查求解步骤和程序有无错误,然后检查解是否反映现实问题。

(5) 解的控制。通过控制解的变化过程决定对解是否要做一定的改变。

(6) 解的实施。是指将解用到实际中必须考虑到实施的问题,如向实施人员讲清解的用法,在实施中可能产生的问题和修改等。

以上过程应反复进行,直到问题得到解决为止。

1.5 运筹学与物流

物流是一个古老的话题,自从人类从事产品交换就产生了物流活动。随着产品生产和流通规模与范围的不断扩大,物流也经历了由简单到复杂、由传统到现代的发展过程。

物流是与商流相伴而生的,商流是物流产生的客观基础,然而,远在商品流通出现之前,物流活动就已经存在了,物流活动在人类社会的生产活动和交易行为中始终存在。自从人类从事物流活动以来,就一直在寻求如何提高物流效率和节约物流成本,并在实践中积累了丰富的经验。近几十年,随着现代科学技术的发展,运筹学已被大量地应用在物流

活动中。在由国家质量技术监督局发布的《中华人民共和国国家标准物流术语》中规定：物流是物品从供应地向接受地实体流通的过程。根据实际需要，将运输、储存、装卸、搬运、包装、加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。从我国对物流的标准定义可以看出，物流各个基本功能的实施以及多个基本功能的综合运用都需要运筹谋划，无论它们是定性的还是定量的。物流的发展史，也是运筹学在物流中的应用史。

从物流的发展历史看，可以分为 4 个阶段。

1. 物流观念的启蒙与产生阶段（1901~1949 年）

对物流活动的认识，在理论上最初产生于 1901 年。约翰·F·格鲁威尔在美国政府报告《农产品流通产业委员会报告》中第一次论述了对农产品流通产生影响的各种因素和费用，从而揭开了人们对物流活动认识的序幕。1915 年阿奇·萧在《市场流通中的若干问题》一书中首先提出了“实物配送”（Physical Distribution）概念。在实践应用中，第二次世界大战期间，美国军事兵站后勤活动的开展，引发了人们对物流活动的研究以及实业界对物流活动的重视。

2. 物流理论体系的形成与实践推广阶段（1950~1978 年）

进入 20 世纪 50 年代以后，现代市场营销观念日渐成熟，并且深入人心。由此，人们对物流的重视程度和研究得到了飞跃性的发展。1954 年，在美国波士顿工商协会召开的第 26 次波士顿流通会议上，鲍尔·D·康柏斯发表了题为《市场营销的另一半》的演讲，对物流的研究和认识起到了巨大的推动作用。

1962 年，美国著名的管理学家彼得·德鲁克在《财富》杂志上发表了《经济的黑暗大陆》一文，强调应当高度重视流通以及流通过程中的物流管理，对实业界和理论界又起到了一次重大的推动作用。

从 20 世纪 50 年代到 70 年代末，很多有关物流的论文、著作、杂志大量出现，有关会议频繁召开，这些都极大地推动了物流学的发展以及物流实践的广泛应用。

3. 物流理论的成熟与物流管理现代化阶段（1978~1985 年）

20 世纪 70 年代末，一系列规制的缓和使物流活动的经营环境有了巨大变化，为物流的迅速发展提供了广阔的前景。这一时期 MRP、MRPII、MRPIII、DRP、DRPII、看板制以及 JIT（Just-in-Time）等先进管理方法的出现和在物流管理中的运用，使人们逐渐认识到需要从流通生产的全过程来把握物流管理，而计算机等现代科技的发展则为物流全面管理提供了物质基础和手段。

4. 物流理论、实践的纵深化发展阶段（1985年至今）

20世纪80年代中期以后，随着人们对物流管理认识的提高，物流理论和实践开始向纵深发展。尤其在物流实践方面，20世纪80年代后期电子计算机技术发展的日益加快，更加推动了现代物流实践的发展。

运筹学早期主要应用在军事领域，第二次世界大战结束之后，运筹学的应用逐渐转入民间。近几十年来，运筹学被大量地应用在各种物流活动中，主要体现在以下方面：

（1）生产计划。在总体计划方面，主要是从总体确定生产、存储和劳动力的配合等计划以适应波动的需求计划，此外还可用于生产作业计划、日程表的编排等。同时，还有在合理下料、配料问题、物料管理等方面的应用。

（2）库存管理。仓库存量的管理，确定某些设施或设备的容量，如仓库的储量大小、车辆的运输能力以及确定储存多少等，这样可以节省大量物资的存储费用和运费并减少管理人员。

（3）运输问题。货物的调运，运输车辆的安排、调度，运输路线的选择等。

（4）设备更新。物流设备何时更新经济效益最好，如配送车辆等。

（5）物流中心选址。选择物流中心不仅要考虑它的地理位置，还涉及社会、经济、文化等多方面的因素。

（6）市场销售。广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制定等方面。

第 2 章

物流需求预测

引导案例

当北京市民纷纷购买、佩戴 2008 年奥运会会徽的时候,在物流领域,一项关于 2008 年奥运物流市场的预测也被广泛关注。面对专家预测的超过 400 亿元的 2008 年奥运物流市场,中国哪些物流企业将能分食这块即将出炉的蛋糕?所谓奥运物流,是指为了举办奥运会所消耗的物品从供应地到接收地的实体流动过程,以及根据实际需求提供的延伸服务。业内人士指出,我国举办 2008 年奥运会,从最初的奥运场馆建设到最终的奥运会结束,需要庞大的物流体系支撑。这无疑将为我国的物流业带来千载难逢的商机,同时也将使我国的物流业面临前所未有的挑战。奥运会时间较短,面对短时间内的巨大商机,物流企业如果对需求估计不足,到时将失去盈利的机会;而如果对需求估计过大,过多的投入在奥运会后将造成企业资金的浪费。因此,面对诱人的物流市场,准确的物流需求预测是企业成功的第一步。

本章主要内容

- 物流需求预测的概念
- 物流需求预测的原则与类型

- 物流需求预测的常用方法

- 指数平滑预测法
- 回归分析预测法

2.1 物流需求预测的概念

预测是指对未来不确定事件的预见和推测。事件的范围十分广泛,有自然事件、科学事件、社会事件、经济事件等,所以有天文、地理、科学、技术、政治、军事、经济、文化等方面的事件预测。未来事件有确定型与不确定型之分,确定型事件是指该事件发展结果只会有一种状态;不确定型事件是指该事件发展过程和结果可能出现多种状态。

现代物流发展呈现出系统化、网络化、信息化的趋势,现代物流的发展和物流系统的复杂性都给物流规划和决策带来了一定的困难,需要有科学的决策手段作为支持,而预测作为决策的一个重要依据,在物流规划和管理决策中起着极其重要的作用。无论是正在运行的物流系统还是拟建的物流系统,其物流量的制定、库存量的预测、市场需求的预测分析等都直接关系到整个系统设计方案的规划、生产计划的制定、原材料的采购、人员配置的合理性。

所谓物流需求,是指各类企、事业单位和个体消费者在社会经济活动过程中,所伴随产生的运输、仓储、装卸搬运、配送等物流活动的需要情况。影响物流需求变化的主要因素有产业结构的变化、消费者需求的多样化、个性化、流通结构的变化等。

物流需求预测,就是利用历史的资料和市场信息,对未来的物流需求状况进行科学的分析、估算和推断,物流需求预测的意义在于指导和调节人们的物流管理活动,以便采取适当的策略和措施,谋求最大的利益。

2.2 物流需求预测的原则与类型

2.2.1 物流需求预测的原则

我们在进行物流需求预测时,预测方法的选择和预测模型的建立都是以预测的原则为依据的。在实际预测过程中往往是根据预测对象的特点,选择相应的预测原则而构造预测模型。当然,预测原则的使用是有一定的条件的,因此对预测原则的掌握是预测模型建立的基础。