



高职高专
物流管理专业 系列教材



物流运筹学

Wuliu Yunchouxue

主 编 沈艳萍



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

WULIU 高职高专物流管理专业系列教材

物流运筹学

Wuliu Yunchouxue

沈艳萍 主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要内容有运筹学概述、线性规划、动态规划、整数规划、运输问题、存储论、排队论、物流决策分析等。这些内容系统介绍了运筹学的基本原理和方法,注重结合管理、经济类学生专业实际,力求做到深入浅出,通俗易懂。书中每章后附有案例分析和习题,便于学生理解、消化书中的内容。

本书可作为高职高专物流管理专业学生的教材,也可作为希望了解、认识和应用运筹学的各类人员的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物流运筹学/沈艳萍主编. —重庆:重庆大学出版社,
2008.7

(高职高专物流管理专业系列教材)

ISBN 978-7-5624-4459-6

I. 物… II. 沈… III. 物流—物资管理—高等学校:技
术学校—教材 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 031225 号

高职高专物流管理专业系列教材

物流运筹学

沈艳萍 主编

责任编辑:梁 涛 姚正坤 版式设计:梁 涛
责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×960 1/16 印张:12.75 字数:228千

2008 年 7 月第 1 版 2008 年 7 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4459-6 定价:21.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

物流是很独特的:在一年的 52 个周、一周的 7 天和一天的 24 小时内物流始终存在,从来也没有停止过。物流是指物质资料的流动,它存在于社会经济的各个方面和环节中。在社会经济的活动中,物流不仅能够创造时间和空间价值,而且也能够创造信息价值,实现价值增值。物流活动在企业经营中一向是十分重要的,它对现代经济的影响也正日益扩大。企业物流是许多观念、原理和方法的综合,这些观念、原理和方法既有来自传统的市场营销、生产、会计、采购和运输等领域的,也有来自应用数学、计算机网络技术、组织行为学和经济学科等的。

物流运筹既为物流企业决策者在作决策时提供科学依据,同时也是满足顾客服务的重要因素,它对企业实施竞争战略具有举足轻重的作用。物流运筹学包括实物分配、动态规划、线性规划、运输问题、排队论、决策分析和供应链管理等内容。而企业物流运筹活动则包括成本、运输、存储、物料搬运、包装、流通加工、信息、顾客服务标准规划和物流量筹划等内容。

物流运筹学在物流管理学、物流工程技术生产实践、经济建设及现代化管理中有着重要的意义。物流运筹学是管理类、经济类、工程技术类学生所应具备的必要知识和学习其他课程的重要基础。

本书目的旨在通过研究企业物流管理运筹活动的内在联系,阐明物流运筹学的概念、原理,以及建立模型和求解过程的方法与技巧,并介绍其在商贸企业和生产企业中的应用及工业化国家转向服务导向型经济的发展趋势,以使之成为开发企业第三利润的重要工具。物流线性规划、物流运输问题、物流决策分析等新概念的应用会给企业的经营带来巨大的经济效益,物流正成为重要的产业部门和经济增长点。为适应高职高专教育教学的需要,本书除系统地阐述物流运筹学的基本理论之外,还注重了知识的实践运用,每章内容结束部分所附的练习题,都强调了理论与实践的结合和基于理论的实践创新。

本书可作为高职高专物流管理专业、电子商务专业、涉外商务专业等的专业教材,也可以作为管理类、经济类和其他相关专业开设物流运筹学课程的教材,还可以作为从事物流管理工作人员的参考书。

全书共分8章,第1章为物流绪论,第2章为物流线性规划,第3章为对偶规划,第4章为物流运输问题,第5章为整数规划,第6章为排队论,第7章为决策分析,第8章为存贮论。本教材建议学时为64学时,其中:第1章4学时,第2章10学时,第3章10学时,第4章10学时,第5章8学时,第6章8学时,第7章7学时,第8章7学时。

全书由沈艳萍教授担任主编,付学德、庄嘉琳任副主编。其中第1章、第4章、第7章由沈艳萍执笔;第2章、第3章、第5章由付学德执笔;第6章、第8章庄嘉琳执笔,王杰惠参加编写了第6章。本书在编写过程中,学习和借鉴了物流界各位同行的理论研究成果,在此深表感谢。

由于编者水平有限,成稿时间仓促,书中难免有不妥之处,真诚地希望得到广大读者的批评、指正。

沈艳萍

2007年11月

第1章 绪 论	1
1.1 运筹学概述	2
1.2 物流运筹学的内容及特点	6
1.3 物流运筹学的应用	9
1.4 物流运筹学的模型	11
复习思考题	12
第2章 线性规划	13
2.1 线性规划的数学模型	14
2.2 线性规划问题的标准形式及其解	17
2.3 线性规划问题的求解方法	19
案例	29
复习思考题	31
第3章 对偶规划	33
3.1 线性规划的对偶问题	34
3.2 对偶规划理论	38
3.3 对偶单纯形法	40
3.4 灵敏度分析	45
案例	50
复习思考题	51

第4章 物流运输问题	53
4.1 物流运输问题有关概念	54
4.2 物流运输问题的模型	68
4.3 物流运输问题求解——表上作业法	73
4.4 物流运输问题的应用	99
案例	103
复习思考题	105
第5章 整数规划	109
5.1 分枝定界法	110
5.2 割平面法	114
5.3 0—1 规划	115
案例	118
复习思考题	120
第6章 排队论	122
6.1 基本概念	123
6.2 排队系统的常见分布	127
6.3 典型排队模型分析	129
6.4 其他排队模型	136
6.5 排队系统的优化目标与最优化问题	138
案例	141
复习思考题	141
第7章 物流决策分析	143
7.1 决策的分类与过程	144
7.2 确定型决策问题	146
7.3 不确定型决策问题	150
7.4 风险型决策问题	158
7.5 灵敏度分析	163
7.6 效用理论在决策中的应用	164
案例	169
复习思考题	170

第8章 存储论	172
8.1 存储论基本概念	173
8.2 确定性存储模型	175
8.3 随机存储模型	188
8.4 其他存储模型	190
案例	191
复习思考题	191
参考文献	193

第 1 章

绪 论

【本章导读】

本章主要介绍运筹学的发展历史,解释运筹学作为一门学科的性质、特点、应用、工作步骤及其建模的一般思路。

1.1 运筹学概述

1.1.1 学习物流运筹学的现实意义

当今,物流作为“第三利润源泉”的重要性已日益为人们认识和重视,现代物流已成为经济发展中的热点,也是企业利润的新的增长点。物流运筹学作为物流业的一门应用科学,已越来越受到人们的关注,很多专家、学者和企业管理者都对物流的运筹表现出极大的热忱。物流业在我国是一个方兴未艾的行业,它为社会提供了巨大的经济效益和社会效益,已成为经济发展的一个重要组成部分。而物流运筹学就是为物流业的发展提供其科学的催化剂。

物流的本质是以最低的物流成本向用户提供满意的物流服务,即在需要的时间,将所需要的物品按照指定的时间送达所需要的场所。这也是物流最基本的目标。为完成其基本目标,必须对物流活动进行计划、组织、协调和控制,物流运筹学就为此提供了有助于解决大量实际物流问题的思路和方法。

现代物流认为,物流不仅仅是运输、储存、装卸搬运等活动的简单叠加,而是为完成共同的目标的各物流要素有机结合而形成成为一个有机系统,构成系统的功能要素之间存在着相互联系、相互作用的关系。因此,在考虑物流管理最优化和物流成本最小化时,应从系统的角度出发,树立系统化观念,通过物流功能的最佳组合来实现物流整体的最优化目标。而物流运筹学就是一门应用学科,它主要研究物流系统最优化的问题,通过对建立的模型求解,为决策者进行决策提供科学依据。

1.1.2 运筹学发展简史

运筹学的英文通用名称为“Logistics Operations Research”简称 LOR,按照原意应译为运作研究或作战研究。在我国汉朝时,汉高祖刘邦称赞张良用了“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”的话,人们取其义把它译为“运筹学”。国内外许多学者公认,这个译法非常恰当。事实上,运筹学的思想出现得很早。我国历史上在军事和科学技术方面对运筹思想的运用是世界闻名的:公元前 6 世纪春秋时期著名的《孙子兵法》中处处体现了军事运筹的思想;战国时期的“田忌齐王赛马”故事是对策论的典型范例;刘邦、项羽在楚汉相争

过程中,依靠张良等谋士的计谋,演出一幕又一幕体现运筹思想的作战战例;三国时期的战争中更可以举出很多运用运筹思想取得战争胜利的例子。除军事方面,在我国古代农业、运输、工程技术等方面也有大量体现运筹思想的实例,如北魏时期科学家贾思勰的《齐民要术》一书就是一部体现运筹思想,合理策划农事的宝贵文献;古代的粮食和物资的调运,都市的规划建设,水利方面如四川都江堰工程等,亦处处反映了运筹思想的运用。

在欧美,运筹学早期工作的历史可追溯到20世纪前叶:1914年,提出了军事运筹学中的兰彻斯特(Lanchester)战斗方程;1917年,排队论的先驱者丹麦工程师爱尔朗(Erlang)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;20世纪20年代初,提出了存储论的最优批量公式;20世纪30年代,列温逊则已经运用运筹思想来分析商业广告和顾客心理等。

这些都反映出运筹学注意系统数据采集、分析并研究优化方案的思想是一种朴素、自然的思想。在实际上,很多人都在自觉、不自觉地运用这个思想。另一方面,我们常说“道高一尺,魔高一丈”,在竞争中各方共同运用这些思想解决问题时,就表现为对运筹学内涵的研究、运用能力。

运筹学作为科学名字最早出现在20世纪30年代末。当时英、美使用雷达作为防空系统的一部分在军事上对付德国的空袭,在技术上没有问题,但是在实际运用中效果并不理想。为此,一些有关领域的科学家把“如何合理运用雷达”作为一类新的问题进行研究。由于它与研究技术问题不同,于是就称作“运作研究”。第二次世界大战期间,英、美军队中成立了一些专门组,面对一些实际问题开展了短期的和战术性的研究。例如,雷达系统有效防空问题,研究设计将雷达信息传送给指挥系统及武器系统的最佳方式、雷达与防空武器的最佳配置等;护航舰队保护商船队的编队问题,研究当船队遭受德国军队攻击时如何使船队减少损失等;大西洋反潜战问题,研究如何设计反潜舰艇或飞机投掷深水炸弹的最佳方案等。研究了反潜深水炸弹的合理爆炸深度后,使德国潜艇被摧毁数增加到400%;研究了船只在受敌机攻击时,提出大船应急转向和小船应缓慢转向的逃避方法,研究结果使船只在受敌机攻击时,中弹数由47%降到29%。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,以兰德公司(LAND)为首的一些部门开始着重研究战略性问题。例如,为美国空军评价各种轰炸机系统,讨论未来的武器系统和未来战争的战略等;研究前苏联的军事能力及未来的预报,分析前苏联政治局计划的行动原则和将来的行动预测等。总的来说,在这段时间里运筹学的研究与应用范围主要是与战争相关的战略、战术方面的问题。随着世界性战争的结束,各国的经济建设迅速发展,世界范围内的激烈

竞争也体现在经济、技术方面,运筹学的研究发展也向这些方面拓展。由于运筹学适应了时代的要求,在近 60 年中,它无论从理论上还是应用上都得到了快速的发展。在应用方面,今天运筹学已经涉及服务、管理、规划、决策、组织、生产、建设等诸多方面,甚至可以说,很难找出它涉及不到的领域。在理论方面,由于运筹学的需要和刺激而发展起来的一些数学分支,如数学规划、应用概率与统计、应用组合数学、对策论、数理经济学、系统科学等,都得到迅速发展。

20 世纪 50 年代中期,我国著名的科学家钱学森、许国志等将运筹学从西方引入我国,并结合我国实际在国内推广应用。自从引入以来,运筹学在我国已有 40 多年的历史。经过这 40 多年来,运筹学在我国有了很大的发展,确立了它在经济建设中的地位。但是,运筹学在我国的发展状况与世界其他国家相比,尚有不小的差距,其中最主要的是认识与基础的问题。

随着科学技术的发展,特别是信息社会的到来,运筹学的内涵不断扩大,涉及的数学及其他基础学科的知识越来越多,于是熟练掌握并运用这门学科有效解决实际问题的难度也逐渐加大。在运筹学的发展过程中,数学、计算机科学及其他新兴学科的最新知识、技术都很快地融合到其中,使得运筹学发展更进入一个崭新的阶段。

为了加强运筹学的研究与应用,国内外成立了许多学术性的组织。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 年等。

1.1.3 运筹学的应用

运筹学的早期应用主要是在军事领域,第二次世界大战后运筹学的应用才转向民用。经过几十年的发展,运筹学的应用已经深入到社会、政治、经济、军事、科学、技术等各个领域,发挥了巨大作用。它强调以量化为基础,这里选择几个管理方面的应用给予简单介绍。

1) 生产运作

生产总体计划要求从总体确定生产、存贮和劳动力的配合规划,以适应

波动的需求计划。运筹学的应用主要在生产作业的计划、日程表的编排、合理下料、配料问题、物料管理等方面。

2) 库存管理

多种物资库存的系统组织与安排管理,确定某些设备的能力或容量,如停车场的大小、新增发电设备的容量、电子计算机的内存量、合理的水库容量等。将库存理论与计算机的物资管理信息系统相结合,确定合理的库存方式,计算最佳的库存量等。

3) 运输问题

空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输、厂内运输常常涉及班次和人员服务时间安排等,并需要确定最小成本的运输线路、物资的调拨、运输工具的调度等。

4) 人事管理

对人员的需求和使用方面的预测,确定人员编制、人员合理分配,建立人才评价体系,以及人才开发的规划、激励机制的研究等。

5) 市场营销

广告预算、媒介选择、产品定价、新产品的引入和开发、销售计划制订、市场模拟研究等。

6) 财务管理和会计

各经济项目的预测、预算,贷款、成本分析、证券管理、现金管理等。常使用的方法有统计分析、数学规划、决策分析、盈亏点分析法、价值分析法等。

7) 计算机应用和信息系统开发

运筹学中的数学规划方法、网络图论、排队论、存储论、模拟与仿真方法等对其均起到巨大作用。

8) 城市管理

各种紧急服务系统的设计和运用,城市垃圾的清扫、搬运和处理,城市供水和污水处理系统的规划、区域规划、市区交通网络的规划与管理等。

1.1.4 运筹学的发展

随着运筹学应用范围的不断扩大,众多有识之士对运筹学将向哪个方向发展、如何发展的问题进行了广泛和深入的研究。美国前运筹学会主席邦特(S. Bondar)认为,运筹学应在3个领域发展:运筹学应用、运筹科学和运筹数学,并强调发展前两者,从整体讲应协调发展。目前,运筹学工作者面临的大量新问题是:经济、技术、社会、生态和政治等因素交叉在一起的复杂系统。因此,早在20世纪70年代末至80年代初就有不少运筹学家提出,要注意研究大系统,注意运筹学与系统分析相结合。美国科学院国际开发署写了一本书,其书名就是把系统分析和运筹学并列。有的运筹学家在所提出的从运筹学到系统分析的报告中认为,由于研究新问题的时间范围很长,因此必须与未来学紧密结合;由于面临的问题大多是涉及技术、经济、社会、生态、政治等综合因素的研究,在运筹学中除常用的数学方法以外,还必须引入一些非经典数学的方法和理论等。美国运筹学家沙旦(T. L. Saaty)在20世纪70年代末提出了层次分析法(AHP),并认为过去过分强调细巧的数学模型,可是它很难解决那些非结构性的复杂问题。因此,宁可用看起来是简单和粗糙,但加上决策者的正确判断恰能解决实际问题的方法。切克兰特(P. B. Checkland)把传统的运筹学方法称为硬系统思考,它适用于解决那种结构明确的系统以及战术和技术性问题。硬系统思考方法对于结构不明确的、有人参与活动的系统无法很好地处理,这就应采用软系统思考方法:它相应的一些概念和方法都应有所变化,如将过分理想化的“最优解”换成“满意解”等。

目前,运筹学领域的工作者比较一致的共识是运筹学的发展应注重以下三个方面:理念更新、实践为本、学科交融。

1.2 物流运筹学的内容及特点

1.2.1 物流运筹学的分支

我国运筹学的老前辈、中国工程院院士许国志教授曾在1992年《运筹与管理》杂志创刊号发表的“运筹学的ABC”一文提出了运筹学的3个来源是:军事、管理和经济,同时还讨论了运筹学的3个组成部分:运用分析理论、竞争理论和随机服务理论即排队论。

由于运筹学所广泛涉及的应用和有关的学科领域,经历数十年来的发展都形成了各学科自身的分支。

线性规划是由美国运筹学工作者丹捷格(G. B. Dantzig)在1947年发表的成果,它当时所解决的问题是由美国空军在军事规划时提出的。丹捷格提出了求解线性规划问题的单纯形法。列昂节夫约在1932年提出了投入-产出模型;冯·诺伊曼(Von. Neumman)和摩根斯坦(O. Morgenstern)合著的《对策论与经济行为》(1944年)是对策论的奠基作,同时该书已隐约地指出了对策论与线性规划对偶理论的紧密联系。回顾历史,为运筹学的建立和发展作出贡献的有物理学家、经济学家、数学家、其他专业的学者、军官和行业的实际工作者。

运筹数学的飞快发展,促使并形成了物流运筹学的许多分支。通常提到的有:

- 线性规划;
- 非线性规划;
- 整数规划;
- 目标规划;
- 动态规划;
- 随机规划;
- 模糊规划等。

以上人们常常统称之为数学规划,此外还有:

- 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;
- 搜索论;
- 维修更新理论;
- 排序与统筹方法等。

1.2.2 物流运筹学的定义及原则

为了更好地研究和应用,人们希望对物流运筹学给出一个确切的定义,以便更加深入地明确它的性质和特点。但是,由于本学科复杂的应用科学特征,至今还没有统一且确切的定义。我们利用以下几个比较有影响的定义来说明物流运筹学的性质和特点。

(1)为决策机构在对其控制下的业务活动进行决策时,提供以数量化为基础的科学方法(P. M. Morse & G. E. Kimball)。

这个定义首先强调的是科学方法,要求某种研究方法能够用于整个一类问题上,并能够控制和进行有组织的活动,而不单是这些研究方法分散和偶然的应用;另一方面,它强调以量化为基础,必然要用到数学理论和成果。我们知道,任何决策都包含定量和定性两方面,而定性方面又不能简单地用数学表示,如政治、社会等因素,只有综合多种因素的决策才是全面的。在这里,物流运筹学工作者的职责是为决策者提供可以量化的分析,指出那些定性的因素。

(2)物流运筹学是一门应用科学,它广泛应用现有的科学技术知识和数学方法,解决实际中提出的专门问题,为决策者选择最优决策提供定量依据。

这个定义表明了物流运筹学具有多学科交叉的特点,例如综合运用数学、经济学、心理学、物理学、化学等的一些方法。物流运筹学强调最优决策,但是这个“最”过分理想了,在实际生活中往往用次优、满意等概念代替最优。因此,物流运筹学又一个定义是:物流运筹学是一种给出问题坏的答案的艺术,否则的话问题的结果会更坏。

这个定义表明物流运筹学强调最优决策过分理想,在现实中很难实现,于是用次优、满意等概念来代替最优。

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的下列六条原则,得到众多物流运筹学工作者的认同:

①合伙原则。是指运筹学工作者要和各方面人士,尤其是同实际部门工作者合作。

②催化原则。在多学科共同解决某问题时,要引导人们改变一些常规的看法。

③互相渗透原则。要求多部门彼此渗透地考虑问题,而不是只局限于本部门。

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,方法要多,而不是局限于某种特定的方法。

⑥平衡原则。要考虑各种矛盾的平衡、关系的平衡。

1.3 物流运筹学的应用

虽然物流运筹学涉及许多学科领域,但是在解决大量实际问题过程中也形成了自己的工作步骤:

1) 目标的规定

确定决策者期望从方案中得到什么。这个目标不应限制在过分狭小的范围内,也要避免把研究目标作不必要的扩大化。

2) 提出和形成问题

在弄清问题的目标后,要对可能的约束、问题的可控变量以及有关参数,获取有关资料,为问题的表述提供基础。

3) 方案计划的研制

实施一项物流运筹学研究的过程常常是一个创造性过程,计划的实质是规定出要完成某些子任务的时间,然后创造性地按时完成这一系列子任务。这样做能够推动物流运筹学分析者作出结论,有助于方案的成功。若对计划任意延期和误时,会导致分析者的消极工作和管理者的漠不关心。

4) 问题的表述

这项工作需要工作者搜集大量的有效数据,如:与管理人员深入讨论,经常包括与其他职员和业务员的接触和相关数据的采集,以便了解问题的本质、历史及未来、问题各个变量之间的关系。这项任务的目的是为研究中的问题的内容提供一个模型框架并为全部以后的工作确立方向。在这里,第一,要考虑的是问题是否能够分解为若干串行或并行的子问题;第二,要确定模型建立的细节,如问题尺度的确定、可控制决策变量的确定、不可控制状态变量的确定、有效性度量的确定和各类参数、常数的确定。

5) 模型的研制

模型是对各变量关系的描述,是正确研制成功解决问题的关键。构成模型的关系有几种类型,常用的有定义的关系、经验关系和规范关系等。