



21世纪全国高职高专物流类规划教材

物流运筹学

WULIU YUNCHOUXUE

秦玉权 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内容简介

21 世纪全国高职高专物流类规划教材

物流运筹学

秦玉权 主编

管莉军 陈祥义
周 静 王瑞卿 副主编
贾俊龙

罗继秋 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

25.00元

010-62752054 电子邮箱: pku@pku.edu.cn

内 容 简 介

本书结合高职院校学生的特点和物流专业的要求,将运筹学与物流有机结合起来,系统介绍了从物流投资决策分析、物流中心规划到物流运作的运输、储存保管、包装、装卸搬运、流通加工、配送等各个具体环节中可能涉及的运筹学的定量分析方法,并详细介绍了 WinQSB 软件的操作步骤和应用方法。在满足适度、够用的前提下,着重提高高职学生利用计算机和相关软件进行高级管理工作的能力。

本书可以作为高等职业院校物流管理和交通运输类等专业的物流运筹学教材,也可作为企业管理人员和工程技术人员学习运筹学的自学或参考读物。

图书在版编目(CIP)数据

物流运筹学/秦玉权主编. —北京:北京大学出版社, 2008.6

(21世纪全国高职高专物流类规划教材)

ISBN 978-7-301-13345-3

I. 物… II. 秦… 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007691号

书 名: 物流运筹学

著作责任者: 秦玉权 主编

责任编辑: 梁 勇

标准书号: ISBN 978-7-301-13345-3/F·1836

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 14印张 305千字

2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

定 价: 25.00元

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

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

运筹学是一门研究如何有效地组织和管理人机系统的科学。运筹学在工商管理中的应用领域涉及生产计划、库存管理、运输问题、人事管理、市场营销、财务和会计、管理信息系统等方面，对于实际工作具有很强的指导意义和实用价值。许多本科院校管理类专业开设这门专业基础课。随着我国高职教育的迅速发展，越来越多的高职高专院校、成人院校的物流管理、交通运输、工程造价和其他管理类专业也开设了运筹学课程，运筹学的普及教育受到了高度重视。但是现有的运筹学教材大都过于强调理论、难度过高，难以适应高职学生的特点。不少高职院校的管理类专业苦于没有合适的教材，而不得不放弃了这门实用性很强的课程。针对这一情况，我们本着结合高职教育特点、切合高职教学实际的基本原则，编写了这一教材，以期满足各类高职高专院校运筹学课程教学的需要，达到培养学生必要的理论基础及分析问题、解决问题的能力。

本教材注重实用，以适度、够用为原则，结合经济管理专业实践，提出了解决大量实际问题的的工作步骤。各章在介绍了物流活动的各个环节所涉及的定量化的管理技术与方法的基础上，还详细介绍了运筹学软件 WinQSB 使用方法与相关步骤。通过本书的学习，学生可以对管理中可能遇到的各类定量决策问题建立模型，并利用计算机软件求解。

全书由秦玉权主编统稿，管莉军、陈祥义、周静、王瑞卿、贾俊龙副主编。其中第一、三、六章由山东交通职业学院的秦玉权编写，第二章由济南铁道职业技术学院的管莉军、刘浩编写，第四章由山东交通职业学院的李海民编写，第五章由山东英才学院的周静编写，第七章由青岛远洋船员学院的贾俊龙编写，第八、十章由山东科技职业学院的王瑞卿编写，第九章由山东交通职业学院的陈祥义编写。本书由山东商业职业技术学院的罗继秋主审。

由于编者水平有限，书中疏漏错误难免，恳请广大读者批评指正并提出建议。编者的电子邮箱为：qyquan0531@163.com。

编 者
2008.5

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 物流及其作用	1
1.1.1 物流	1
1.1.2 物流在国民经济中的作用	2
1.2 运筹学概述	4
1.3 运筹学的研究方法	5
1.3.1 定义和特点	5
1.3.2 运筹学的工作步骤	6
1.3.3 运筹学的模型	6
1.4 运筹学在物流管理中的应用	7
1.4.1 规划论	8
1.4.2 排队论	10
1.4.3 存储论	10
1.4.4 决策分析理论	11
1.4.5 对策论	12
1.4.6 质量控制	13
1.5 物流运筹学的前景	13
第 2 章 物流需求预测技术	15
2.1 物流需求预测的概念	15
2.2 物流需求预测的原则与类型	16
2.2.1 物流需求预测的基本原则	16
2.2.2 物流需求预测的类型	16
2.3 定性预测	18
2.3.1 市场调查预测法	18
2.3.2 专家调查法——德尔菲法	18
2.3.3 主观概率法	21
2.4 时间序列预测	25
2.4.1 平均数预测	26
2.4.2 移动平均法预测	27

2.4.3	指数平滑法预测	31
2.5	回归分析预测	36
2.5.1	一元线性回归	36
2.5.2	多元线性回归	41
2.6	上机练习	42
2.6.1	时间序列预测	42
2.6.2	一元线性回归预测	46
第3章	线性规划技术	52
3.1	线性规划的一般模型	52
3.1.1	线性规划问题举例	52
3.1.2	线性规划的一般模型	54
3.2	线性规划的图解法	54
3.3	线性规划问题的标准形	57
3.3.1	线性规划问题的标准形	57
3.3.2	线性规划问题的标准化(非标准形过渡到标准形)	57
3.3.3	线性规划问题的解	58
3.4	单纯形法	59
3.5	大M法和两阶段法	62
3.5.1	大M法	62
3.5.2	两阶段法	62
3.6	上机练习	63
第4章	物流存储技术	77
4.1	存储论概述	77
4.1.1	存储论研究的对象	78
4.1.2	存储论的基本概念	78
4.1.3	常用的存储策略	79
4.1.4	存储模型的类型	80
4.2	经济批量模型	81
4.2.1	经典经济批量模型	81
4.2.2	非瞬时进货的经济批量模型	83
4.2.3	允许缺货的经济批量模型	86
4.2.4	定价有折扣的经济批量模型	90
4.3	上机练习	93
第5章	运输与指派技术	100
5.1	运输问题的数学模型	100

5.2	表上作业法	102
5.2.1	初始基本可行解的确定	103
5.2.2	初始方案的检验	108
5.2.3	解的改进——闭回路调整法	111
5.2.4	表上作业法在计算中的问题	112
5.3	不平衡的物资调运问题	112
5.3.1	供应量大于需求量	113
5.3.2	需求量大于供应量	115
5.4	指派问题	117
5.4.1	指派问题的数学模型	118
5.4.2	指派问题模型与产销平衡运输问题模型之间关系	119
5.4.3	用匈牙利法求解指派问题	119
5.4	上机练习	121
5.4.1	一般运输问题	121
5.4.2	指派问题	124
第6章	图与网络优化技术	130
6.1	运输路线选择	130
6.1.1	对流	131
6.1.2	迂回	131
6.1.3	交通路线不成圈	132
6.1.4	交通路线成圈	133
6.2	最短路	135
6.2.1	有向图的狄克斯屈拉算法	135
6.2.2	无向图的狄克斯屈拉算法	138
6.3	最大流与最小割	140
6.4	上机练习	142
第7章	货物配载优化技术	148
7.1	配载问题的含义	148
7.1.1	基本概念	148
7.1.2	配载的原则	149
7.1.3	注意事项	149
7.1.4	配载方法	150
7.2	货物配载问题	150
7.2.1	线性规划数学模型求解的配载方法	150
7.2.2	列表手工计算方法进行的配载技术	153

501	7.3	品种混装问题	156
第8章 物流中心规划技术 160			
801	8.1	物流中心规模规划	160
111	8.1.1	物流中心及其功能设定	160
511	8.1.2	物流中心规划设计的原则	161
511	8.1.3	物流中心的规模设计	161
611	8.2	物流中心选址模型与方法	163
611	8.2.1	单一物流中心选址的模型与方法	163
511	8.2.2	多物流中心选址的模型与方法	167
811	8.3	物流中心设施布局规划	169
911	8.3.1	物流中心设施合理布局规划的目的	169
911	8.3.2	物流中心设施布局规划的原则	169
151	8.3.3	物流中心设施设计	170
151	8.3.4	物流中心软硬件设备系统的规划与设计	171
第9章 物流决策技术 172			
001	9.1	物流决策的基本问题	172
001	9.1.1	基本概念	172
101	9.1.2	决策分析的基本原则	173
101	9.1.3	决策分析的基本分类	174
501	9.1.4	物流决策的步骤	175
001	9.2	确定型和非确定型决策	176
001	9.2.1	确定型决策	176
001	9.2.2	非确定型决策	177
801	9.3	风险型决策	180
001	9.3.1	期望值准则	180
001	9.3.2	决策树法	181
801	9.4	效用理论	184
001	9.4.1	效用的概念	184
001	9.4.2	效用曲线的绘制	185
001	9.4.3	效用曲线的类型	186
001	9.4.4	效用曲线的应用	187
001	9.5	上机练习	188
001	9.5.1	效益表分析	188
001	9.5.2	决策树	190

第 10 章 物流系统评价技术.....	196
10.1 物流系统的评价概述.....	196
10.1.1 物流系统评价的对象.....	196
10.1.2 物流系统的评价因素和标准.....	197
10.2 物流系统的评价指标体系.....	197
10.2.1 物流系统评价指标的制定原则.....	197
10.2.2 制订物流系统特征值(评价指标)的标准.....	198
10.2.3 常用的物流系统评价指标.....	198
10.2.4 物流子系统的评价指标.....	200
10.3 物流系统的评价指标的标准化处理.....	201
10.3.1 定量指标的标准化处理.....	201
10.3.2 定性模糊指标的量化处理.....	203
10.4 物流系统评价方法.....	204
10.4.1 物流系统经济分析法.....	204
10.4.2 专家评价法.....	210
参考文献.....	214

第1章 导论

本章提要

- 物流及其作用;
- 运筹学概述;
- 运筹学在物流管理中的应用;
- 运筹学的研究方法。

物流运筹学是运用数学模型、统计方法与代数等数量研究方法与技术为物流决策提供支持的一门新兴学科,它要求以系统的观念来看待和解决物流系统中日趋复杂化和动态化的决策问题。根据问题的要求,通过数学的分析和运算,对各种广义资源的运用、筹划以及相关决策等问题做出综合性的、合理的优化安排,以便更经济、更有效地发挥有限资源的效益。

1.1 物流及其作用

人类社会的生存与发展离不开生产资料和生活资料的有效通道。人类社会的发展历史是一部“路”的历史,从远古时代,人类就聚集、繁衍在交通便捷的地方。从古代的丝绸之路到今天的欧亚大陆桥,无不东西方经济和文化的交流和繁荣作出过巨大的贡献。在人类形成“物流”这一概念之前,物流就已经成为促进人类社会稳定发展的必要条件。

1.1.1 物流

(1) 定义。物流是将物体从供应地向需求地转移的过程,主要包括运输、储存保管、包装、装卸搬运、配送、流通加工等活动,它是生产和消费的桥梁,为使物流各项活动高效率地运转,就必须借助各种科学技术管理的支撑。

(2) 物流的分类。一般可以分为采购物流、生产物流、销售物流、回收物流和废弃物流等。

其中,采购物流是指原材料、燃料等流入本企业时的物流;生产物流是指物品在本企业内部进行的流动;销售物流是指为了向顾客交货而进行的物流;回收物流是指退货、包

装物的回收时物品返回本企业时的物流。这种分类方式是以企业自身为中心的。商品从生产者流向消费者的流动路线称为动脉物流；回收物流的流动方向与通常的方向相反，称为静脉物流。

(3) 物流系统。物流系统是指在一定的时间和空间里，由所需位移的物资（包括安装设备、搬运装卸机械、运输工具、仓储设施和通讯联系等若干相互制约的动态要素）所组成的具有特定功能的有机整体。物流系统的目的是为了实现在物资的空间效益和时间效益，在保证社会再生产顺利进行的前提下，实现各种物流环节的合理衔接，并取得最佳的经济效益。

1.1.2 物流在国民经济中的作用

在经济日益全球化的今天，物流作为一种先进的组织方式和管理技术，已经成为继生产和营销之外的“第三利润源泉”。现代物流在全球范围内已经成长为一个充满生机并具有巨大发展潜力的新兴产业，成为构筑企业竞争优势的基础和源泉。物流发展水平也正成为衡量一个国家综合国力、经济运行质量和社会组织管理效率的重要指标之一。

(1) 物流的特点。物流服务相对于传统的运输方式来说，是一个革命性的突破。

第一，它是多种运输方式的集成，把传统运输方式下相互独立的海、陆、空的各个运输手段按照科学、合理的流程组织起来，从而使客户获得最佳的运输路线、最短的运输时间、最高的运输效率、最安全的运输保障和最低的运输成本，形成一种有效利用资源、保护环境的“绿色”服务体系。

第二，它打破了运输环节独立于生产环节之外的行业界限，通过供应链的概念建立起对企业供产销全过程的计划和控制，从整体上完成最优化的生产体系设计和运营，在利用现代信息技术的基础上，实现了货物流、资金流和信息流的有机统一，降低了社会生产总成本，使供应商、厂商、销售商、物流服务商及最终消费者达到皆赢的战略目的。

第三，它突破了运输服务的中心是运力的观点，强调了运输服务的宗旨是客户第一，客户的需求是运输服务的内容和方式，在生产趋向小批量、多样化和消费者需求趋向多元化、个性化的情况下，物流服务提供商需要发展专业化、个性化的服务项目。

第四，在各种运输要素中，物流更着眼于运输流程的管理和高科技信息情报。使传统运输的作业变为公开和透明的，有利于适应生产的节奏和产品销售的计划。

(2) 物流在发达国家国民经济中的作用。随着现代科学技术的迅猛发展，全球经济一体化的趋势加强，各国都面临着前所未有的机遇和挑战。现代物流作为一种先进的组织方式和管理技术，被广泛认为是企业在降低物资消耗、提高劳动生产率以外的重要利润源泉，在国民经济和社会发展中发挥着重要作用。大量数据表明，发达国家或地区的物流产值在国民经济中处于一个十分重要的地位。20世纪90年代中期以来，英国物流搬运中心多次进行的全国性调查表明：物流费用占整个国民经济总支出的39%；在生产和流通领域，物

流费用占总支出的63%，1996年英国物流产值占GDP的比重达到10.63%。从1996年《劳氏航运经济学家》这一权威杂志对世界主要地区的物流费用占GDP比重统计数字可以看出，物流支出在各国GDP中的比重占到11%以上，其中欧洲工业化国家，其社会物流总成本，虽因国家不同而略有出入，但一般相当于国民生产总值的12%左右，1996年美国的物流费用占GDP比重也达到了10.5%，日本占11.37%。

现代物流可以降低流通费用。随着物流管理的合理化，可以降低物流消耗。在70年代，美国物流成本平均相当于GDP的13.7%，1989年为11.1%，到1996年降到10.5%。根据全球物流费用的市场规模，物流产值占GDP的比重约为11%~15%，全球每天用于物流的费用高达3.43万亿美元。所以一些发达国家把降低流通费用，特别是物流费用作为利润开发的源泉，作为提高整个国民经济的重大措施。

(3) 物流在我国国民经济中的作用。在我国工商领域中，由于长期受计划经济的影响，采购、制造、运输、仓储、代理、配送，销售等环节彼此分割，造成一方面生产企业的原材料和产成品库存过大，占压资金过多，产品主产成本上升，另一方面而运输、仓储等企业有效货源不足，现有设施能力未能充分利用，并且运输环节不衔接造成成本上升。

近十年来，随着市场经济的发展和物流产业的兴起，我国不少企业已经开始改变上述状况，通过建设现代化的立体仓库、开展供应商供货标准化、库存管理自动化等活动以此推动物料配送系统的改革，提高了效率，降低了仓库管理费用。从全国来看，物流的潜力非常巨大，据统计，1998年底，列入国家统计局统计的18.2万家独立核算工业企业产成品库存6094亿元人民币，占其全年产品销售收入的9.6%；如果加上应收账款12315亿元，两项资金占用为产品销售收入的29.1%，同年这18.2万家企业流动资产周转次数仅为1.41次。可见，开发物流对于我国企业在压缩资金占用和加快资金周转方面具有重大的现实意义。

另一方面，从运输成本看，我国运输成本占国民经济总成本的30%，而发达国家仅为10%。也就是说，仅从运输来看，我们还有“20%”这样一个空间可以去努力。只要我们能够将现有运输成本仅降低10%左右，我们的国民经济总体水平就能出现一次新的飞跃，一次真正的飞跃。因此大力推进现代物流产业，把彼此分割的环节连接起来，优化企业物资供应链，是国民经济发展的迫切需要。

总之，无论是从发达国家来看，还是从中国这样一个发展中国家来说，发展物流业都将对国民经济发挥积极和重要的作用。

现代物流业是涉及运输、仓储、货代、联运、制造、贸易、信息等相关行业的新兴综合性产业，物流活动的内容纷繁复杂，供应链上的各个企业要科学合理地安排物流活动的各项内容，为降低物流成本，提高运作效率，不可避免地要运用各种定量管理的科学技术和方法，运筹学就是这其中最为主要的一门学科。

1.2 运筹学概述

运筹学的英文通用名称为“Operation Research”，简称 OR，原意为运作研究或作战研究。中国科学家把它译成“运筹学”，巧妙地借用了《史记·高祖本纪》中“运筹帷幄之中，决胜千里之外”的典故，鲜明地揭示出其与决策之间的关系。

运筹学的思想由来已久，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“田忌赛马”故事是博弈论的典型范例；刘邦、项羽在楚汉相争过程中，依靠张良等谋士的计谋，演出了一幕幕体现运用运筹学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学思想的实例，如北魏时期科学家贾思勰的《齐民要术》就是一部体现运筹学思想、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，如“一举而三役济”的“丁渭造宫”，水利方面如四川都江堰工程，无不体现了运筹思想的运用。

运筹学作为一门学科是近五十年来才逐步发展起来的，最早是由于军事上的需要而产生的。在第二次世界大战初期，英美两国的军事部门迫切需要研究如何将非常有限的人力和物力分配到各项军事活动中，以达到最好的作战效果。1935 年，英国为了对付德国空中力量越来越严重的威胁，英国防空科学调查委员会组织了一些科学家专门研究如何使用雷达来进行对空作战的问题，有效地遏制了德国空军的进攻。作战研究部主任 A. P. Rowe 把他们从事的工作称为 operational research，美国则称为 operations research（作战研究）。在第二次世界大战期间，运筹学成功地解决了许多重要作战问题，比较著名的有大西洋海战、不列颠空战等，显示了运筹学的巨大威力，使得运筹学在战后得以迅速发展。

第二次世界大战结束后，那些从事作战研究的人员纷纷转入工业生产部门和商业部门。由于组织内与日俱增的复杂性和专门化所产生的问题，使人们认识到这些问题本质上与战争中曾面临的问题极为相似，只是具有不同的现实环境而已。运筹学于是进入工商企业和其他部门，在 20 世纪 50 年代以后得到了广泛的应用。

20 世纪 50 年代后期，我国著名科学家钱学森、华罗庚、许国志等将运筹学引入中国，并结合我国的特点在国内推广应用。运筹学中著名的“打麦场的选址问题”和“中国邮递员问题”就是在那个时期提出的。华罗庚院士自 1965 年起与他的学生一道走出研究所，用十年的时间在全国推广“优选法”和“统筹法”，对中国运筹学的研究和应用起到了巨大的推动作用。电子计算机的问世、高速化发展与广泛普及，使得各行业从业人员能够运用这些先进的方法理论解决大量的大规模问题，从而促进了运筹学的发展和应用范围日益扩大。时至今日，运筹学已经成为各行各业进行管理决策的一个基本工具。经过半个多世纪的发展，运筹学的内容日趋成熟，逐渐形成了其理论与方法的基本框架，可以简单地概括为两技术、五规划和五论。

(1) 两技术。当遇到有多种备选方案或不确定的情况，可以用决策技术来选择最满意的战略；在很多时候，决策者都需要为工程制订计划，列出时间表，并对其进行管理，而工程往往是巨大的，包含很多工种、部门与员工等——这时网络计划技术可以帮助决策者完成工程时间表的制订与控制。

(2) 五规划。在一定约束条件下寻求某种目标最大或最小的方法就是规划方法要解决的问题，包括线性规划、整数规划、非线性规划、目标规划与动态规划。一个典型的应用就是企业在一定资源限制下寻求利润最大或成本最小。

(3) 五论。在决策过程中，首先要考虑的就是竞争对手的情况，这就需要应用对策论方法；企业必须维持一定的原料或产品的库存量以满足需求，同时为控制成本又必须压低库存，这就是库存论要解决的问题；而图论是用图形来描述问题，图形是由一些点以及一些点之间的连线表示，可用于解决运输设计、信息系统的设计以及工程时间表的设计；有时也需要解决各种服务系统在排队等待现象中的概率特性，这就需要排队论，而非常重要的产品、工程的可靠性问题就需要可靠性模型来解决；还有决策论。

以上就是运筹学的基本方法与技术。但是，在实际管理工作中，预测技术与模拟技术也是很重要的。预测是一项用来预测商业未来的技术。模拟是一项用来模拟系统运转的技术，这项技术使用计算机程序模拟运转过程，得出模拟结果。

1.3 运筹学的研究方法

1.3.1 定义和特点

莫斯 (P. M. Morse) 和金博尔 (G. B. Kimball) 对运筹学下的定义是：“为决策机构在对其控制下业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法。”它首先强调的是科学方法，其含义不单是某种研究方法的分散和偶然的应用，而是可用于整个一类问题上，并能传授和有组织的活动。它强调以量化为基础，必然要用数学，但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。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。另一种定义是：“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。”这个定义表明运筹学具有多学科交叉的特点，如综合运用数学、统计学、经济学、管理学、心理学等学科中的一些方法。运筹学是强调最优决策，“最优”是过分理想了，在实际生活中往往用次优、满意等概念代替最优。

为了有效地应用运筹学，英国运筹学学会前会长托姆林森提出以下六条原则。

(1) 合伙原则：是指运筹学工作者要和各方面人，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, 应从事独立工作。
- (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。

1.3.2 运筹学的工作步骤

运筹学在解决实际问题过程中形成了自己的工作步骤。

- (1) 提出和形成问题: 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, 搜集有关资料。
 - (2) 建立模型: 把问题中可控变量、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。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作一定的改变。
 - (6) 解的实施: 是指将解应用到实际中必须考虑到实施的问题。如向实际部门讲清楚解的用法, 在实施中可能产生的问题和修改。
- 以上过程应反复进行。

1.3.3 运筹学的模型

运筹学在解决问题时, 按研究对象不同可构造各种不同的模型。模型是研究者对客观现实经过思维抽象后用文字、图表、符号、关系式以及实体模样描述所认识到的客观对象。模型的有关参数和关系式较容易改变, 这样有助于分析和研究问题。利用模型可以进行一定预测、灵敏度分析等。

模型有三种基本形式: 形象模型, 模拟模型, 符号或数学模型。目前用得最多的是符号或数学模型。构造模型是一种创造性劳动, 成功的模型往往是科学和艺术的结晶, 构模的方法和思路有以下五种。

- (1) 直接分析法。按研究者对问题内在机理的认识直接构造出模型, 运筹学中已有不少现存的模型, 如线性规划模型、投入产出模型、排队模型、存贮模型、决策和对策模型等。这些模型都有很好的求解方法及求解的软件。但用这些现存的模型研究问题时, 要注意不能生搬硬套。

- (2) 类比法。有些问题可以用不同方法构造出模型; 而这些模型的结构性质是类同的,

这就可以互相类比。如物理学中的机械系统、气体动力学系统、水力学系统、热力学系统及电路系统之间就有不少彼此类同的现象。甚至有些经济、社会系统也可以用物理系统来类比。在分析有些经济、社会问题时，不同国家之间有时也可以找出某些类比的现象。

(3) 数据分析法。对有些问题的机理尚未了解清楚，若能搜集到与此问题密切有关的大量数据，或通过某些试验获得大量数据，这就可以用统计分析法建模。

(4) 试验分析法。当有些问题的机理不清，又不能作大量试验来获得数据，这时只能通过做局部试验的数据加上分析来构造模型。

(5) 想定（构想）法（Scenario）。当有些问题的机理不清，又缺少数据，又不能作试验来获得数据时，例如一些社会、经济、军事问题，人们只能在已有的知识、经验和某些研究的基础上，对于将来可能发生的情况给出逻辑上合理的设想和描述，然后用已有的方法构造模型，并不断修正完善，直至比较满意为止。

模型的一般数学形式可用下列表达式描述。

目标的评价准则：
$$U = f(x_i, y_i, \xi_k)$$

约束条件：
$$g(x_i, y_i, \xi_k) \geq 0$$

其中： x_i 为可控变量； y_i 为已知参数； ξ_k 为随机因素。

目标的评价准则一般要求达到最佳（最大或最小）、适中、满意等。准则可以是单一的，也可是多个的。约束条件可以没有，也可有多个。当 g 是等式时，即为平衡条件。

当模型中无随机因素时，称它为确定性模型，否则为随机模型。随机模型的评价准则可用期望值，也可用方差，还可用某种概率分布来表示。

当可控变量只取离散值时，称为离散模型，否则称为连续模型。

也可按使用的数学工具将模型分为：代数方程模型、微分方程模型、概率统计模型、逻辑模型等。

若用求解方法来命名，有直接最优化模型、数字模拟模型、启发式模型。

也有按用途来命名的，如分配模型、运输模型、更新模型、排队模型、存贮模型等。

还可以用研究对象来命名，如能源模型、教育模型、军事对策模型、宏观经济模型等。

1.4 运筹学在物流管理中的应用

物流起源于第二次世界大战期间的军事后勤，它与科学管理共同采用的一项主要工具就是运筹学方法，运筹学应用的典型案例大都是物流作业或管理。

运筹学与物流系统的关系如下。

从两者产生的时间来看，都是在二战时期为军事所重视并利用发展起来的，同时产生必然有他们的联系性。

从功能上来说, 运筹学是用来解决最优资源配置, 而物流系统的主要功能(目标)也正是追求一种快速、及时、节约、库存合理的物流服务, 这一点正好不谋而合。

为此, 两者从一开始到现在都密切地联系在一起, 并互相渗透和交叉发展。虽然后来一段时间, 物流发展相对滞后于运筹学, 但随着全球经济的不断发展, 物流系统中运筹学的运用不断扩大, 运筹学的作用不断凸显。

运筹学的主要分支有规划论、排队论和存储论和图论等, 它们在物流管理中都得到广泛的应用。

1.4.1 规划论

规划论主要研究计划管理工作中有关安排和估计的问题。一般可以归纳为在满足既定的要求下, 按某一衡量指标来寻求最优方案的问题。如果目标函数和约束条件的数学表达式都是线性的, 则称为“线性规划”; 否则称为“非线性规划”。如果所考虑的规划问题可按时间划为几个阶段求解, 则称为“动态规划”。

应用规划论的典型例子如“运输问题”, 即将已给定数量和单位运价的某种物资从供应站运送到消费站, 要求在供销平衡的同时, 定出流量与流向, 使总运输成本最小。我国曾运用线性规划进行水泥、粮食和钢材的合理调运, 取得了较好的经济效益。运用规划论方法还可以解决“合理选址”问题、“车辆调度”问题、“货物配装”问题、“物流资源(人员或设备)指派”问题、“投资分配”问题等。

【例 1.1】线性规划应用

一艘货船分前、中、后三个舱位, 它们的容积分别是 4000、5400 和 1500 立方米, 最大允许载重量分别为 2000、3000 和 1500 吨。现有三种货物待运, 相关数据见表 1-1。

表 1-1

商品	数量(件)	每件体积(m ³ /件)	每件重量(吨/件)	运价(元/件)
A	600	10	8	1000
B	1000	5	6	700
C	800	7	5	600

为了航运安全, 要求前、中、后舱在实际载重量上大体保持各舱最大允许载重量的比例关系。具体要求: 在前、后舱分别与中舱之间载重量比例上, 偏差不超过 15%, 前后舱之间不超过 10%。问该货轮应装载 A、B、C 各多少件, 运费收入为最大?

【例 1.2】物资调运规划应用

某公司有三个加工厂 A_1 , A_2 , A_3 生产某产品, 每日的产量分别为 7t, 4t, 9t, 该公司把这些产品分别运往四个销售点 B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , 各销售点的每日销量分别为 3t, 6t, 5t, 6t, 从各工厂到各销售点的单位运价见表 1-2。问该公司如何调运产品, 才能在满足各销售