

刘蓉 熊海鸥 主编

运筹学

(第2版)

OPERATIONS
RESEARCH

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

运筹学 (第2版)

主 编 刘 蓉 熊海鸥
副主编 宋 静 唐献全

内 容 简 介

本书系统地介绍了运筹学中规划论、图论、存储论、排队论、决策论、对策论及其各分支的主要理论和方法,并通过具体案例介绍了各类模型在管理实际中的应用。作为教材,本书各章均有知识要点、核心概念、典型案例、知识总结及自测练习,便于读者理解、消化。

为了支撑教师的教学工作,我们把在多年教学中积累的教学课件及教案等上传至北京理工大学出版社网站(<http://www.bitpress.com.cn>),给读者特别是教师免费下载使用。

本书注重运筹学的实践应用指导,可作为高等院校管理类、工程类专业的运筹学课程教材,也可供从事实际工作的管理人员、企业家和经营者等学习参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

运筹学/刘蓉,熊海鸥主编.—2版.—北京:北京理工大学出版社,2018.1

ISBN 978-7-5682-5197-6

I. ①运… II. ①刘…②熊… III. ①运筹学-高等学校-教材 IV. ①O22

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第009382号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市华骏印务包装有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/17

字 数/400千字

版 次/2018年1月第2版 2018年1月第1次印刷

定 价/64.80元

责任编辑/孟雯雯

文案编辑/多海鹏

责任校对/周瑞红

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

运筹学在自然科学、社会科学、生产实践和现代化管理中有着重要的意义。作为运筹学的重要组成部分——线性规划、运输问题、整数规划、存储论、排队论、决策分析、网络分析及对策论等内容是经济、管理类本科生所应具备的必要知识和学习其他相应课程的重要基础。

作为有一定针对性的教材，我们在内容的选择、案例或例题的安排等方面注意了专业知识的相关性，每一章均通过“典型案例”导入，具体知识内容一般都围绕典型案例来展开，目的是激发学生的学习兴趣、引导学生思考、帮助学生理论结合实际；部分章节中插入“知识链接”，引导有兴趣的学生更深入的思考；最后通过“知识总结”来梳理知识。

本书由刘蓉、熊海鸥任主编，宋静、唐献全任副主编；由郭升仲担任本书的审稿人。参加本书编写工作的人员分工如下：宋静编写第1和第4章；屠琳恒编写第2章；刘蓉编写第3、第5和第10章；余洁编写第6章；唐献全编写第7章；周艳编写第8章；熊海鸥编写第9和第11章。同时，杨娥对本书的统稿及校对做了部分工作。

特别感谢张成科老师对本书的指导和支持。

本书在编写过程中参考了大量的国内外文献资料，在此谨对已列或漏列的文献作者表示衷心的感谢，并对给予支持与帮助的院校领导和出版社同志表示崇高的敬意。

由于编者水平有限，且时间较为仓促，书中难免有不妥疏漏之处，敬请同行、专家和广大读者给予批评指正，以便做进一步修改和完善。

编 者

第 1 章 导论	(1)
1.1 运筹学的含义和发展	(1)
1.1.1 运筹学的含义	(1)
1.1.2 运筹学的发展	(2)
1.2 运筹学的特点和分析步骤	(2)
1.2.1 运筹学的特点	(2)
1.2.2 运筹学的分析步骤	(3)
1.3 运筹学的研究内容	(4)
1.4 运筹学的应用	(6)
第 2 章 线性规划	(9)
2.1 线性规划基础	(9)
2.1.1 线性规划问题及其数学模型	(9)
2.1.2 线性规划问题的标准型	(11)
2.2 图解线性规划	(14)
2.2.1 线性规划问题的图解法	(14)
2.2.2 线性规划问题的基本概念	(16)
2.3 单纯形法	(18)
2.3.1 单纯形法的基本思想	(18)
2.3.2 单纯形表	(21)
2.4 单纯形法的进一步讨论 (大 M 法和二阶段法)	(27)
2.4.1 大 M 法	(27)
2.4.2 二阶段法	(30)
2.5 改进的单纯形法	(36)
2.5.1 矩阵形式的单纯形法	(36)
2.5.2 改进单纯形法的步骤	(38)

2.6 应用举例	(43)
2.7 Excel 的应用	(46)
第3章 线性规划对偶理论及其应用	(50)
3.1 线性规划对偶问题的提出	(51)
3.1.1 对偶问题的提出	(51)
3.1.2 对偶问题的形式	(52)
3.2 对偶问题的基本性质	(57)
3.2.1 对称性定理	(57)
3.2.2 弱对偶性定理	(57)
3.2.3 最优性定理	(58)
3.2.4 强对偶性定理 (或称对偶定理)	(58)
3.2.5 互补松弛定理	(58)
3.3 影子价格	(61)
3.3.1 影子价格的概念	(61)
3.3.2 影子价格的经济含义	(61)
3.4 对偶单纯形法	(62)
3.4.1 对偶单纯形法的基本思想	(62)
3.4.2 对偶单纯形法的主要步骤	(62)
3.5 灵敏度分析	(64)
3.5.1 目标函数系数 c_j 变化	(65)
3.5.2 约束条件右端向量 b 的变化	(66)
3.5.3 增加一种新产品	(67)
3.5.4 增加一个新的约束条件	(68)
3.5.5 约束条件系数 a_{ij} 的变化	(69)
第4章 运输问题	(73)
4.1 运输问题的典型数学模型	(74)
4.1.1 问题的提出	(74)
4.1.2 运输问题的典型数学模型	(74)
4.2 表上作业法	(76)
4.2.1 确定初始基可行解	(77)
4.2.2 最优解的判别	(80)
4.2.3 解的改进——闭回路调整法	(83)
4.3 产销不平衡运输问题	(84)
4.3.1 一般产销不平衡运输问题	(84)
4.3.2 带弹性需求的产销不平衡运输问题	(86)
第5章 整数规划	(91)
5.1 整数规划的数学模型	(92)

5.1.1 整数规划问题的提出	(92)
5.1.2 整数规划的一般模型	(94)
5.2 分支定界法	(95)
5.3 割平面法	(98)
5.3.1 割平面法的基本思想	(98)
5.3.2 割平面法的计算步骤	(100)
5.4 0—1 型整数规划	(102)
5.4.1 0—1 型整数规划的建模方法	(102)
5.4.2 0—1 型整数规划的解法	(106)
5.5 指派问题	(109)
5.5.1 指派问题的标准形式及应用举例	(109)
5.5.2 指派问题的匈牙利解法	(110)
5.5.3 非标准形式的指派问题	(114)
第 6 章 决策论	(119)
6.1 决策的基本概念	(120)
6.1.1 决策的定义	(120)
6.1.2 决策的要素	(120)
6.1.3 决策的分类	(121)
6.1.4 决策的基本步骤	(121)
6.1.5 决策中的几个问题	(122)
6.2 不确定型决策	(123)
6.2.1 乐观准则	(123)
6.2.2 悲观准则	(124)
6.2.3 折中准则	(124)
6.2.4 等可能性决策准则	(125)
6.2.5 最小后悔值准则	(125)
6.3 风险型决策	(126)
6.3.1 最大可能法	(127)
6.3.2 期望值准则法	(127)
6.4 效用决策	(133)
6.4.1 效用和效用值	(134)
6.4.2 效用曲线	(134)
6.4.3 效用曲线的应用	(136)
6.5 多目标决策	(137)
6.5.1 化多目标为单目标法	(137)
6.5.2 目标分层法	(140)
6.5.3 功效系数法	(141)

第7章 排队论	(146)
7.1 排队论的提出	(147)
7.1.1 排队论概述	(147)
7.1.2 排队论的发展	(147)
7.1.3 排队论的运用	(148)
7.2 排队论的基本概念	(148)
7.2.1 排队系统构成要素	(148)
7.2.2 排队系统模型分类	(152)
7.2.3 排队系统的数量指标	(153)
7.3 到达间隔分布和服务时间分布	(154)
7.3.1 经验分布	(154)
7.3.2 理论分布	(156)
7.4 简单的排队系统模型	(157)
7.4.1 到达率与服务时间不变的基本排队服务系统	(157)
7.4.2 单服务台排队服务系统	(158)
7.4.3 简单的多服务台排队服务系统	(162)
7.5 排队系统的优化目标与最优化问题	(166)
7.5.1 排队系统的优化目标	(166)
7.5.2 排队系统的最优化问题	(167)
第8章 存储论	(171)
8.1 存储论概述	(171)
8.1.1 存储问题的要素	(172)
8.1.2 存储系统	(173)
8.2 ABC 管理	(175)
8.2.1 ABC 分类法的基本思想	(175)
8.2.2 ABC 分类实施的步骤	(176)
8.2.3 ABC 分类管理的措施	(178)
8.3 库存控制技术	(179)
8.3.1 定量订货法	(179)
8.3.2 定期订货法	(183)
8.4 瞬时进货模型	(185)
8.4.1 瞬时进货、不允许缺货模型	(185)
8.4.2 瞬时进货、允许缺货模型	(187)
8.5 逐渐进货模型	(190)
8.5.1 逐渐进货、不允许缺货模型	(190)
8.5.2 逐渐进货、允许缺货模型	(192)
8.6 随机存储模型	(194)

8.6.1	(T, s, S) 型混合策略	(195)
8.6.2	报童问题	(197)
第 9 章 图与网络分析		(202)
9.1	图与网络分析的基本问题	(203)
9.2	最短路径问题	(203)
9.2.1	最短路径问题概述	(203)
9.2.2	Dijkstra 标号法	(203)
9.2.3	Floyd 标号法	(205)
9.3	最大流问题	(208)
9.3.1	最大流的基本概念	(208)
9.3.2	网络最大流的标号法	(209)
9.4	最小费用最大流问题	(211)
9.5	中国邮递员问题	(213)
9.5.1	一笔画问题的基本定理	(213)
9.5.2	奇偶点图上作业法	(214)
9.5.3	旅行商问题	(215)
9.6	利用 Excel 上机解决物流路径问题	(216)
9.6.1	用 Excel 求解最短路问题	(216)
9.6.2	用 Excel 求解最大流问题	(218)
第 10 章 网络计划技术		(221)
10.1	网络计划概述	(222)
10.2	网络图	(222)
10.2.1	网络图中的元素	(223)
10.2.2	网络图中工序之间可能存在的关系	(224)
10.2.3	网络图的绘制原则	(224)
10.2.4	网络图的绘制步骤	(225)
10.3	网络图的关键路线以及时间参数	(227)
10.3.1	关键路线	(227)
10.3.2	时间参数	(227)
10.4	网络计划优化	(235)
10.4.1	时间优化	(235)
10.4.2	时间—费用优化	(236)
10.4.3	时间—资源优化	(237)
第 11 章 对策论		(244)
11.1	对策论的基本概念	(244)
11.1.1	对策论的基本概念	(244)

11.1.2	对策行为的基本要素	(245)
11.1.3	对策行为的分类	(246)
11.2	矩阵对策	(246)
11.2.1	矩阵对策的数学模型	(246)
11.2.2	矩阵对策的策略	(247)
11.2.3	矩阵对策的混合策略	(249)
11.3	非零和对策	(253)
11.3.1	纳什均衡 (NASH EQUILIBRIUM)	(253)
11.3.2	无均衡对策	(254)
参考文献		(259)

导 论

知识要点

了解运筹学的含义、发展及其应用；理解运筹学的特点和分析步骤；掌握运筹学研究的主要内容。

核心概念

运筹学 (Operations Research)

典型案例

丁谓修宫：宋真宗年间，皇宫失火，大片宫室楼台变成了废墟。宋真宗命令丁谓负责修复皇宫。这项重大建筑工程需要解决三大难题：一是去郊区取土困难，路途太远；二是相关的物资运输问题；三是大片废墟垃圾的处理问题。丁谓的施工方案是：先将修复工程——皇宫前的一条大街挖成一条大沟，将大沟与汴水相通。使用挖出的土就地制宜，令与汴水相连形成的河道承担繁重的运输任务；修复工程完成后，实施大沟排水，并将原废墟物回填，修复成原来的大街。丁谓将取材、生产、运输及废墟物的处理用“一沟三用”的方法巧妙地解决了。此方案不仅取得了“一举而三役济”的效果，而且“省费以亿万计”，还大大缩短了工期。

思考：丁谓所设计的方案，其思想与如今运筹学中的统筹方法是否一致？

1.1 运筹学的含义和发展

1.1.1 运筹学的含义

运筹学是 20 世纪 40 年代开始形成的一门学科，起源于第二次世界大战期间英、美等国的军事运筹小组，主要用于研究军事活动。第二次世界大战后，运筹学主要转向经济活动的研究，研究活动中能用数字量化的有关运用、筹划与管理等方面的问题，通过建立模型的方法或数学定量方法，使问题在量化的基础上达到科学、合理的解决，并使活动系统中的人、

财、物和信息得到最有效的利用,使系统的投入和产出实现最佳的配置,即所谓“最优化”问题。

运筹学的英文名称是 Operations Research,简称 O.R,直译为“作业研究”“运用研究”。据《大英国百科全书》释义,“运筹学是一门应用于管理、有组织系统的科学”,“运筹学为掌管这类系统的人提供决策目标和数量分析的工具”。《中国大百科全书》的释义为,运筹学是“用数学方法研究经济、民政和国防等部门在内外环境的约束条件下合理分配人力、物力、财力等资源,使实际系统有效运行的技术科学,它可以用来预测发展趋势、制定行动规划或优选可行方案”。中国学者把这门学科意译为“运筹学”,就是取自古语“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”,其意为运算筹划,出谋献策,以最佳策略取胜。这就极为恰当地概括了这门学科的精髓。

1.1.2 运筹学的发展

在人类历史的长河中,运筹谋划的思想俯拾皆是,经典的运筹谋划案例也不鲜见。像《孙子兵法》就是用运筹学思维凝结成的一部伟大的军事名著,诸葛亮更是家喻户晓的一代军事运筹大师。然而,把“运筹学”真正当成一门科学来研究,则还只是近几十年来的事。第二次世界大战中,英、美等国抽调各方面的专家参与各种战略、战术的优化研究工作,获得了显著的成功,大大推进了胜利的进程。第二次世界大战后,从事这些活动的许多专家转到了民用部门,使运筹学很快推广到了工业企业和政府工作的各个方面,从而促进了运筹学有关理论与方法的研究和实践,使运筹学迅速发展并逐步成熟起来。

运筹学概念虽然起源于欧美,但在学科研究方面,我国并不落后。在20世纪50年代,著名科学家钱学森与运筹学专家许志国等人,全面介绍并推广应用这门学科,为运筹学的发展和应用做出了突出贡献。20世纪60年代,著名数学家华罗庚亲自指导青年科技工作者在全国推广应用运筹学方法,华罗庚的“优选法”和“统筹方法”被各部门采用,取得了很好的效果,受到中央领导的好评。他们还为管理人员编写了通俗易懂的普及性读物,让更多的人学习和运用运筹学方法。改革开放以来,运筹学的应用更为普遍,特别是在流通领域应用更为广泛。例如运用线性规划进行全国范围粮食、钢材的合理调运,广东水泥的合理调运等;许多企业的作业调配、工序安排和场地选择等,也使用了运筹学方法,并取得了显著的效果。与此同时,还创造了简单易行的“图上作业法”和“表上作业法”。被国外普遍认可的“中国邮递员问题”就是运筹学家管梅谷教授解决的一个世界性的运筹学问题。

现在,企业管理领域正在大力开发和应用信息系统,许多企业把运筹学融合在管理信息系统中,增加了辅助决策功能,取得了明显的经济效益,提高了企业的管理水平,受到企业决策层和主管部门的重视。

1.2 运筹学的特点和分析步骤

1.2.1 运筹学的特点

运筹学的特点主要体现在三个方面:系统的整体观念、多学科的综合及模型方面的应用。

1. 系统的整体观念

所谓系统可以理解为由相互关联、相互制约、相互作用的一些部分组成的具有某种功能

的有机整体。例如一个企业的经营管理由很多子系统组成,包括生产、技术、供应、销售和财务等,各个子系统工作的好坏,直接影响企业经营管理的好坏。但各子系统的目标往往不一致,生产部门为提高劳动生产率,希望增大产品批量;销售部门为了满足市场用户需求,要求生产小批量、多品种适销对路的产品;财务部门强调减少库存,加速资金周转,以降低成本等。运筹学研究中不是对各子系统的决策行为孤立评价,而是把有关子系统相互关联的决策结合起来考虑,把相互影响和制约的各个方面作为一个统一体,从系统整体利益出发,寻找一个优化协调的方案。

2. 多学科的综合

一个组织或系统的有效管理涉及很多方面,运筹学研究中吸收来自不同领域、具有不同经验和技能的专家。由于专家们来自不同的学科领域,具有不同的经历和经验,故增强了发挥小组集体智慧及提出问题和解决问题的能力。这种多学科的协调配合在研究初期,在分析和确定问题的主要方面及选定和探索解决问题的途径时,显得尤为重要。

3. 模型方面的应用

在各门学科的研究中广泛应用试验的方法,但运筹学研究的系统往往不能搬到实验室来,代替的办法是建立这个问题的数学模型或模拟模型。应当指出,为制定决策提供科学依据是运筹学应用的核心,而建立模型则是运筹学方法的精髓。学习运筹学要掌握的最重要的技巧就是提高对运筹学数学模型的表达、运算和分析的能力。

1.2.2 运筹学的分析步骤

运筹学作为一门用来解决实际管理问题的学科,在处理大量千差万别的实际问题中形成了自己的工作步骤:

1. 系统分析和问题描述

运筹学分析的第一步是分析问题和提出问题,它是从对现有系统的详细分析开始的,通过分析找到影响系统的最主要问题。另外,通过分析,还要明确系统或组织的主要目标,找出系统的主要变量和参数,弄清它们的变化范围、相互关系以及对目标的影响。问题提出后,还要分析解决该问题的可能性和可行性。一般需要进行以下分析:

- (1) 技术可行性——有没有现成的运筹学方法可以用来解决存在的问题;
- (2) 经济可行性——研究的成本是多少,需要投入什么样的资源,预期效果如何;
- (3) 操作可行性——研究的人员和组织是否落实,各方面的配合如何,研究能否顺利进行。

通过以上分析,可对研究的困难程度、可能发生的成本、可能获得的成功和收益做到心中有数,使研究的目的更加明确。

2. 模型的建立和修改

模型建立是运筹学分析的关键步骤。运筹学模型一般是数学模型或模拟模型,并以数学模型为主。模型是对现实世界的一种抽象和映射。由于实际问题的复杂性,模型不可能完全准确地反映现实世界或实际问题,人们在构造模型时,往往要根据一些理论的假设或设立一些前提条件来对模型进行必要的抽象和简化。人们对问题的理解不同,根据的理论不同,设立的前提条件不同,则构造的模型也会不同。因此,模型构造是一门基于经验的艺术,既要

有理论作指导,又要靠不断的实践来积累建模的经验。模型建立不是一个一次性的过程,由于实际问题与人们对它的认识之间存在的差异,模型往往要经过多次修改才能在允许的限度内符合实际情况。

一个典型的模型包括以下组成部分:

- (1) 一组需要通过求解模型确定的决策变量;
- (2) 一个反映决策目标的目标函数;
- (3) 一组反映系统复杂逻辑和约束关系的约束方程;
- (4) 模型要使用的各种参数。

简单的模型可以用一般的数学公式表示;复杂的模型由于必须借助于计算机求解,故必须表达为相应的计算机程序。

3. 模型的求解和检验

模型建成之后,它所依赖的理论和假设条件合理性以及模型结构的正确性都要通过试验进行检验。通过对模型的试验求解,人们可以发现模型的结构和逻辑错误,并通过一个反馈环节退回到模型建立和修改阶段,有时甚至还需要退回到系统分析阶段。模型结构和逻辑上的问题解决之后,通过收集数据、数据处理、模型生成、模型求解等过程得到了模型的最优解。值得强调的是,由于模型和实际之间存在的差异,模型的最优解并不一定是真实问题的最优解,只有模型相当准确地反映实际问题时,该解才趋近于实际最优解。

4. 结果分析与实施

运筹学分析的最后一步是获取分析的结果并将之付诸实施。运筹学研究的最终目的是提高被研究系统的效率,因此,这一步也是最重要的一步。绝不能把运筹学分析的结果理解为仅仅是一个或一组最优解,它也包括获得了获得这些解的方法和步骤,以及支持这些结果的管理理论和方法。通过分析,要使管理人员与运筹学分析人员对问题取得共识,并使管理人员了解分析的全过程,掌握分析的方法和理论,并能独立完成日常的分析工作,这样才能保证研究分析成果的真正实施。

1.3 运筹学的研究内容

随着科学技术和生产的发展,运筹学已渗入很多学科领域里,并发挥了非常重要的作用。运筹学是一门多分支的应用性学科,其主要分支有:规划论、决策论、排队论、存储论、图与网络论、对策论等。

1. 规划论

规划论主要包括线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划和动态规划。研究内容与生产活动中有限资源的分配有关,在组织生产的经营管理活动中,具有极为重要的地位和作用。它们解决的问题都有一个共同特点,即在给定的条件下,按照某一衡量指标来寻找最优方案,求解约束条件下目标函数的极值(极大值或极小值)问题。具体来讲,线性规划可解决物资调运、配送和人员分派等问题;整数规划可以求解完成工作所需的人数、机器设备台数和厂、库的选址等;动态规划可用来解决诸如最优路径、资源分配、生产调度、库存控制和设备更新等问题。

2. 决策论

决策论是为了科学地解决带有不确定性和风险性决策问题所发展的一套系统分析方法，其目的是提高科学决策的水平，减少决策失误的风险。它广泛地应用于经营管理工作的高中层决策中。决策多种多样，有的复杂、有的简单，按照不同的标准可划分为很多种类型，其中按决策问题目标的多少可分为单目标决策和多目标决策。单目标决策目标单一，相对简单，求解方法也很多，如线性规划、非线性规划、动态规划等。多目标决策相对而言要复杂得多，如要开发一块土地建设物流中心，既要考虑设施的配套性、先进性，还要考虑投资大小等问题，这些目标有时会相互冲突，这时就要综合考虑。解决这类复杂的多目标决策问题现行用得较多的、行之有效的方法之一是层次分析法，即一种将定性和定量相结合的方法。

3. 排队论

排队论又称随机服务系统理论。排队论主要研究各种系统的排队队长、排队的等待时间及所提供的服务等参数，以便求得更好的服务。它是研究系统随机聚散现象的理论，很多日常生产问题都会或多或少地涉及排队。只要在生产过程中存在随机分布现象，就肯定会产生排队。各种库存实际上就是对排队的缓冲（完全的均衡分布在现实中是不存在的）。在这一类问题中，会在随机不定的时间间隔内遇到需要某种服务的人、部件或机器。为满足这种服务所需要的活动，往往会花长短不一的时间。在一定到达率和服务率的条件下，可以运用数学方法计算并安排排队问题。在当代，排队分析被广泛应用在诸如通信系统、交通系统、生产系统以及计算机管理系统等服务系统上。排队论提供了一种数学手段，能够预测某个特定排队的大概长度和大概延误时间以及其他相关重要数据，包括排队场地安排、优先服务处理、排队成本控制、排队长短与发生事故的关系，等等。掌握这些信息，会使人们更有针对性地解决相关的随机分布问题，做出明智的决策。

4. 存储论

存储论又称库存论，主要是研究物资库存策略的理论，即确定物资库存量、补货频率和一次补货量。合理的库存是生产和生活顺利进行的必要保障，可以减少资金的占用、减少费用支出和不必要的周转环节、缩短物资流通周期、加速再生产的过程等。在物流领域中的各节点——工厂、港口、配送中心、物流中心、仓库、零售店等都或多或少地保有库存，为了实现物流活动总成本最小或利益最大化，大多数人都运用了存储理论的相关知识，以辅助决策，并且在各种情况下都能灵活套用相应的模型求解，如常见的库存控制模型分确定型存储模型和随机型存储模型，其中确定型存储模型又可分为几种情况：不允许缺货，一次性补货；不允许缺货，连续补货；允许缺货，一次性补货；允许缺货，连续补货。随机存储模型也可分为：一次性订货的离散型随机存储模型和一次性订货的连续型随机存储模型。常见的库存补货策略也可分为以下四种基本情况：连续检查，固定订货量，固定订货点的（Q，R）策略；连续检查固定订货点，最大库存的（R，S）策略；周期性检查的（T，S）策略；综合库存的（T，R，S）策略。针对库存物资的特性，选用相应的库存控制模型和补货策略，制定一个包含合理存储量、合理存储时间、合理存储结构和合理存储网络的存储系统。

5. 图与网络论

图论是一个古老但又十分活跃的分支，它是网络技术的基础。图论的创始人是数学家欧拉。1736年，他发表了图论方面的第一篇论文，解决了著名的哥尼斯堡七桥难题。自从20

世纪 50 年代以后,其被广泛应用于解决工程系统和管理问题。通过自身的构模能力,把复杂的问题转化成图形直观地表现出来,能更有效地解决问题。在物流系统中最明显的应用是运输问题、物流网点间的物资调运和车辆调度时运输路线的选择、配送中心的送货、逆向物流中产品的回收等,运用了图论中的最小生成树、最短路、最大流、最小费用等知识,求得运输所需时间最少或路线最短或费用最省的路线。另外,工厂、仓库、配送中心等物流设施的选址问题,物流网点内部工种、任务、人员的指派问题,设备更新问题,也可运用图论的知识辅助决策者进行最优的安排。

6. 对策论(又称博弈论)

对策论是一种研究在竞争环境下决策者行为的数学方法。在社会政治经济、军事活动以及日常生活中都有很多竞争或斗争性质的场合与现象。在这种形势下,竞争双方为了达到自己的利益和目标,都必须考虑对方可能采取的各种可能行动方案,然后选择一种对自己最有利的行动方案。对策论就是研究双方是否都有最合乎理性的行动方案,以及如何确定合理行动方案的理论与方法。

1.4 运筹学的应用

在介绍运筹学的发展时,已简要提到运筹学早期的应用主要在军事领域。然而,第二次世界大战之后,运筹学的应用转向民用,这里对某些重要领域予以简述。

1. 市场销售

主要应用在广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制订等方面。如美国杜邦公司在 20 世纪 50 年代起就非常重视将运筹学用于研究如何做好广告工作、产品定价和新产品的引入等方面。

2. 生产计划

在计划方面主要用于确定总体生产、存储和劳动力的配合等计划,以适应波动需求(用线性规划和模拟方法等)。如巴基斯坦某一重型制造厂用线性规划安排生产计划,节省了 10% 的生产费用。还可用于生产作业计划、日程表的编排等。此外,还可用于合理下料、配料及物料管理等方面。

3. 库存管理

主要应用于多种物资库存量的管理,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大小、电子计算机的内存量、合理的水库容量等。美国某机器制造公司应用存储论后,节省了 18% 的费用。目前国外新动向是将库存理论与计算机的物资管理信息系统相结合。如美国西电公司,从 1971 年起用 5 年时间建立了“西电物资管理系统”,使公司节省了大量物资存储费用和运费,而且减少了管理人员。

4. 运输问题

这涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输和场内运输等。空运问题涉及飞行航班和飞行机组人员服务时间安排等。为此在国际运筹学协会中设有航空组,用于专门研究空运中的运筹学问题。水运方面有船舶航运计划、港口装卸设备的配置和船到港口后的运行安排。公路运输方面除了汽车调度计划外,还有公路网的设计和分析、市内公共汽车路线的选择

和行车时刻表的安排、出租汽车的调度和停车场的设立。铁路运输方面的应用就更多了。

5. 财政和会计

这里涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理、现金管理等。用得较多的方法是统计分析、数学规划、决策分析,此外还有盈亏分析法和价值分析法等。

6. 人事管理

人事管理涉及六个方面,第一是人员的获得和需求估计;第二是人才的开发,即进行教育和训练;第三是人员的分配,主要是各种指派问题;第四是各类问题的合理利用;第五是人才的评价,其中有如何测定一个人对组织、社会的贡献;第六是工资和津贴的确定等。

7. 城市管理

城市管理包括各种紧急服务系统的设计和运用,如救火站、救护车、警车等分布点的设立。美国曾用排队论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数;加拿大曾研究一城市警车的配置和负责范围及出现事故后警车应走的路线等。此外还有城市垃圾的清扫、搬运和处理,城市供水和污水处理系统的规划等,均会用到运筹学的知识。

我国运筹学的应用是在1957年始于建筑业和纺织业。在理论联系实际的指导思想下,从1958年开始,运筹学在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面进行应用。在粮食部门,为解决粮食的合理调运问题,提出了“表上作业法”,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时,管梅谷提出了国外称为“中国邮路问题”的解法。从20世纪60年代起,我国的运筹学工作者在钢铁和石油部门开展较全面和深入的应用,投入产出法在钢铁部门首先得到应用。从1965年起,统筹法的应用在建筑业、大型设备维修计划等方面取得了可喜的进展。从1970年起,在全国大部分省、市和部门推广优选法,其应用范围有配方和配比的选择、生产工艺条件的选择、工艺参数的确定、工程设计参数的选择、仪器仪表的调试等。在20世纪70年代中期,最优化方法在工程设计界得到了广泛的重视。存储论在我国应用较晚,20世纪70年代末在汽车工业和其他部门取得成功。近年来,运筹学的应用已趋向研究规模大和复杂的问题,如部门计划、区域经济规划等,并且与系统工程的结合更加紧密。

知识拓展

运筹学在物流领域中的应用

运筹学广泛应用于生产生活的各个领域,下面对其在物流领域中的进一步运用和发展作了一些思考。

1. 运筹学理论结合物流实践

虽然运筹学的理论知识很成熟,并在物流领域中的很多方面都有实用性,可现行许多物流企业,特别是中、小型物流企业,并没有重视运筹学理论的实际应用,理论归理论,遇到实际问题时许多还是凭几个管理者的主观臆断,并没有运用相关的数学、运筹学知识加以科学的计算、论证、辅助决策。因此,对于当前许多企业、部门,应该加强对管理者、决策者的理论实践教学,使之意识到运筹学这门有用的决策工具。

2. 扩大运筹学在物流领域中的应用范围

现行的运筹学知识在物流领域中的应用主要集中在运输和仓储方面,而运筹学作为一门已经比较成熟的理论,应该让其在物流领域中发挥更大的作用,进一步探索,尽量把物流领