

高等院校经贸与管理规划教材

■ YUNCHOUXUE

运 筹 学

主编 余克艰 副主编 黄玉英



中国商务出版社
CHINA COMMERCE AND TRADE PRESS

高等院校经贸与管理规划教材

运 筹 学

主 编 余克艰
副主编 黄玉英

中国商务出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

运筹学 / 余克艰 主编, 黄玉英 副主编. —北京: 中国商务出版社, 2006. 3
高等院校经贸与管理规划教材
ISBN 7-80181-517-3

I. 运... II. ①余... ②黄... III. 运筹学—高等学校—教材 IV. 022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 023089 号

高等院校经贸与管理规划教材

运 筹 学

主 编 余克艰

副主编 黄玉英

中国商务出版社出版

(北京市安定门外大街东后巷 28 号)

邮政编码: 100710

电话: 010—64269744 (编辑室)

010—64220120 (发行二部)

网址: www.cctpress.com

Email: cctpress@cctpress.com

新华书店北京发行所发行

北京密兴印刷厂印刷

787×980 毫米 16 开本

14.75 印张 282 千字

2006 年 3 月 第 1 版

2006 年 3 月 第 1 次印刷

印数: 4000 册

ISBN 7-80181-517-3

F·885

定价: 22.00 元

版权专有 侵权必究

举报电话: (010) 64212247

前言

早在两千多年前，孙武在他著名的《孙子兵法》中提出了“上兵伐谋”的重要原则。“谋”是指“谋略”，而所谓“谋略”，可以理解决策以及由一系列决策构成的策略。1978年诺贝尔经济学奖得主赫伯格·西蒙在其代表作《管理决策新科学》中提出，“管理就是决策。”可见从古到今，人们对于决策活动的重视，也足见决策对于政治、军事、经济乃至社会活动各个方面的重要意义。我们更从市场经济实践中体会到，由于计划和管理不当，在时间、人力资源、物力和资金等方面造成了极大的浪费，从而承担了不必要的损失。

运筹学是近几十年来发展起来的一门学科。自创立以来，它发展迅速、应用广泛、成效显著。其目的是为决策者提供科学决策的依据，是当代最主要的决策工具之一。运筹学被广泛运用于经营决策、生产管理、工程技术、军事活动、科学试验以及其他社会科学和自然科学领域。

运筹学在分析和解决问题时，注重从全局出发，通过建立模型，如数学模型或模拟模型，研究各种运行系统中发生的各种复杂问题，对要求解的问题得到最合理的决策。在建立模型和求解过程中，往往需要运用一些数学方法和技巧。因此许多早期的运筹学研究者来自数学专业，这也使得较早期的运筹学论著与论文多偏重数学方法和数学技巧，这一方面促进了学科的快速发展，同时也制约了它的推广与应用。目前《运筹学》是高等学校经济管理类专业的重要专业基础课程，在整个专业知识教育和能力结构培养中有特殊的地位。目前高校的运筹学教材大致有两种倾向：一种是强调课程学习对学生思维习惯和能力的训练培养，在内容选择和编排上以原理为主，一般较深、较抽象；另一种则是强调课程的工具性质，内容以应用为主，引进计算机程序，将原理过分

简化甚至不安排原理的介绍。我们认为这两种安排都不利于经济类和管理类专业学生的学习。

本书编写的指导思想是用必要的原理来支持方法,即用适当深度的原理支持解决问题的工具,以实例和归纳的形式给出数学原理,以培养学生的思考习惯;同时,也强调应用。此外,在内容的选择上,选取对管理学科最直接的运筹学分支,以此达到能力培养和方法学习的双重目的。在写作上追求简洁和具有可读性。

在编写过程中,我们力图综合当前有关运筹学、管理科学方法的各家学说和最新发展动态,并试图对运筹学及其理论,特别是应用的发展进行前瞻性的探索;突出和强调了学科基础,并注重与本套系列教材之间的协调与配合,因此对内容作了较大的取舍。本书适用于管理、财会、贸易、营销等专业的高等院校师生以及对管理感兴趣的各阶层人士学习研究,并对企业管理人员和政府主管人员具有重要的参考价值。

但是,作为分支众多,各分支发展不平衡的学科,部分相关领域的理论探索和实务研究目前仍然非常匮乏,缺乏更具深度和完整性的理论背景,也缺乏典型的应用案例。本书在整合理论体系的基础上向读者提出一些建设性和探索性的观点和意见的同时,难免存在一些偏颇。所以,我们衷心希望广大读者为我们提出宝贵意见和建议,剖析和斧正存在的问题;我们真正的目的在于启迪大家在运筹学及其应用领域投入更多的关注与思考,并为大家提供一个用以继续研究和探讨的理论平台。

本书由余克艰任主编并确定总体框架,黄玉英任副主编。各章作者分别是:绪论、第二章、第六章、第八章由余克艰编撰,第一章、第七章由黄玉英编撰,第三章由王卫编撰,第四章由姜文杰编撰,第五章由潘瑞玉编撰;余克艰负责统稿和总纂。

最后,我们要感谢每一位在本书写作和出版过程中给予我们支持和鼓励的朋友。

编 者

2006 年 1 月 于杭州

目 录

绪论	(1)
第一节 运筹学的产生和发展	(1)
第二节 运筹学的研究对象与方法	(6)
第三节 运筹学的主要内容	(7)
第一章 线性规划与单纯形法	(10)
第一节 线性规划问题的数学模型	(11)
第二节 线性规划问题的标准型	(13)
第三节 线性规划问题的解	(15)
第四节 单纯形法	(21)
第五节 初始可行基的求法	(29)
第六节 应用举例	(36)
习题	(39)
第二章 线性规划的进一步研究	(42)
第一节 对偶问题	(42)
第二节 对偶理论	(47)
第三节 对偶单纯形法	(53)
第四节 灵敏度分析	(59)
习题	(71)
第三章 运输问题	(74)
第一节 运输问题的数学模型	(74)
第二节 表上作业法	(78)
习题	(94)
第四章 动态规划	(96)
第一节 多阶段决策问题	(96)

第二节 动态规划的基本概念和最优化原理	(100)
第三节 动态规划模型及解方法	(101)
第四节 动态规划的应用	(109)
习题	(114)
第五章 存储论	(116)
第一节 存储问题的提出	(116)
第二节 存储模型的基本概念	(118)
第三节 确定性存储模型	(119)
第四节 随机性存储模型	(131)
习题	(134)
第六章 排队论	(136)
第一节 排队论概述	(136)
第二节 顾客到达流分布和服务时间分布	(140)
第三节 单服务台排队系统	(147)
第四节 多服务台排队系统	(156)
习题	(160)
第七章 决策论	(161)
第一节 决策论的基本问题	(161)
第二节 风险型决策方法	(165)
第三节 不确定型决策方法	(172)
第四节 效用函数方法	(176)
习题	(180)
第八章 网络计划	(182)
第一节 网络图	(183)
第二节 时间参数的计算	(189)
第三节 网络计划优化	(198)
第四节 实施计划管理	(207)
习题	(209)
习题参考答案	(213)
参考文献	(227)

绪 论

[内容提要]

本章概要介绍运筹学的产生、发展和学科体系。作为优化决策的学说，古代就有相关的朴素思想和精彩的事例；作为系统学科的运筹学，产生于近代，第二次世界大战中，军事和政治的需要，促成了运筹学的产生；战后经济和商业的竞争，又使其研究和应用向更深、更广的领域发展。经过数十年的发展，运筹学已经成为一门交叉综合、体系完备、应用广泛的学科，全球有众多的研究机构。运筹学是运用数学模型对经济、管理、军事等问题进行运用筹划，以作出优化的决策。主要分支有：线性规划、非线性规划、动态规划等数学规划；图论与网络分析；存储论；排队论；对策论；决策论等等。

第一节 运筹学的产生和发展

运筹学，英国称 Operational Research，美国称 Operations Research，直译作“作业研究”或“运用研究”，简称 OR。中文“运筹”二字取自《史记·高祖本记》中，刘邦“夫运筹帷幄之中，决胜于千里之外，吾不如子房”。由此可见，它是一门决策科学，优化科学。

《辞海》对运筹学解释为：“二十世纪四十年代开始形成的一门科学，主要研究经济活动与军事活动中能用数量来表达的有关运用，筹划与管理方面的问题，它根据问题的要求，通过数学的分析与运算，作出综合性的合理安排，以达到较经济、较有效地使用人力、物力。近年来，它在理论与应用方面都有较大发展。其主要分支有规划论、对策论、排队论及质量控制等。”

一、运筹学的历史

运筹学的精粹可归纳为“优化决策”，而优化决策古已有之，作为完整、系统的学科，运筹学产生于20世纪，古代优化决策对现代运筹学的产生有着积极的影响。

（一）朴素的优化思想

从史料来看，最早将决策理论化、系统化的应该是中国。《孙子兵法》、《孙臆兵法》、《三十六计》等均为较系统化的优化决策理论。历史上许多精彩而不朽的实例，也给我们以启发。

1. 赛马与桂陵之战

“田忌赛马”是家喻户晓的历史故事。战国时齐威王与齐相田忌赛马，双方各出三匹马比赛，每胜一场赢得一千金。由于王府的马比相府的马好，所以田忌每天都要输掉三千金。

后来田忌的谋士孙臆献了一计：在每次开赛前要求对方先报马名，由此区分对方参赛的是上马、中马还是下马；然后以自己的上马对对方的中马、自己的中马对对方的下马、自己的下马对对方的上马。这样，两胜一负每天赢得一千金。

不久，即公元前354年，魏国以庞涓为将率军伐赵，兵围邯郸。次年，邯郸在久困之下已岌岌可危，而魏军因久攻不下，损失也很大。齐国应赵国的要求，以田忌为将，孙臆为军师，率军击魏救赵。孙臆令一部轻兵乘虚直趋魏都大梁，而以主力埋伏于庞涓大军归途必经的桂陵之地。魏国因主力远征，都城十分空虚。魏惠王见齐军逼近，急令庞涓回师自救。刚刚攻下邯郸的庞涓闻大梁告急，急率疲惫之师回救。

相传当时庞涓将魏军分为上、中、下三军扑向齐军。田忌想起赛马的事，打算用同样的办法迎敌。孙臆说，作战不是赛马只需拼个输赢，而是要消灭敌人的有生力量。于是，他把齐军也分成三队，以中军对战魏国的上军，下军对战魏国的中军，这两军主不急于决战，主要是牵制对手；以自己上军的优势兵力对战魏国的下军，速战速决；得胜后的上军会同下军会战魏国的中军并将其歼灭；最后，将得胜的上军和下军与中军合兵一处决战魏国的上军。桂陵会战，魏军遭到齐军迎头痛击，几乎全军覆灭，庞涓侥幸逃脱。这便是历史上著名的“桂陵之战”。

2. 晋国公重建皇城

距今约1000年前，开封一场大火，北宋皇城毁于一旦。宋真宗命晋国公丁渭，主持重建全部宫室殿宇。

当时，皇城都是砖木结构的，建筑材料必须从远地通过汴水运来。由于时间紧、任务重，按一般的操作法肯定不能按时完成。丁渭深思熟虑，规划并实施了一个至今令人拍案叫绝的施工方案：先在皇宫前的大道上挖土烧砖备料；待把大道挖成深沟后，引进城外汴水，使之与汴水连通成为“临时运河”，用船把其他建筑材料直接运入工地；等到皇宫修复后，将碎砖石填入河道，修复原来皇宫前的大道。按照这一方案，挖街取土，就地烧砖，渠成引水，运送建材（本地砖瓦和外地石木），宫殿完工，渣土回填，恢复街道。这就巧妙地解决了取土之难，运输之难，清场之难，可谓“一石三鸟”，使重建皇城事半功倍。

晋国公重建皇城的施工方案，体现了运筹学的朴素思想。要使重建工程的各个工序，在时间、空间上彼此协调，环环相扣，就需要运用行列式的相关知识，进行精确计算。

（二）运筹学的产生

运筹学是一门运用科学，它本身是在运用中产生与发展的，产生的背景为第二次世界大战。

1. “OR”一词的提出

“运筹学”这个名称正式使用是在1938年，当时英国为解决空袭的早期预警，作好反侵略战争准备，积极进行“雷达”的研究。但随着雷达性能的改善和配置数量的增多，出现了来自不同雷达站的信息以及雷达站同整个防空作战系统的协调配合问题。1938年7月，波得塞（Bawdsey）雷达站的负责人罗伊（A. P. Rowe）提出立即进行整个防空作战系统运行的研究，并用“Operational Research”一词作为这方面研究的描述，这就是O. R.（运筹学）这个名词的起源。1940年9月英国成立了由物理学家布莱克特（P. M. S. Blackett）领导的第一个运筹学小组，后来发展到每一个英军指挥部都成立运筹学小组。1942年美国 and 加拿大也都相继成立运筹学小组，这些小组在确定扩建舰队规模、开展反潜艇战的侦察和组织有效的对敌轰炸等方面作了大量研究，为取得反法西斯战争的胜利及运筹学有关分支的建立作出了贡献。

2. 不列颠之战

1941年，希特勒为了实施在英伦三岛登陆的计划，命令德国空军轮番对英国进行狂轰滥炸。当时英国皇家空军以一比七的数量劣势迎战，为此需要尽可能地保持飞机处于飞行状态。于是，空军司令部规定保持70%的飞机在天上巡逻。但是，英军很快发现要保持这么高的飞行比例有困难，因为有飞机被击落的、有需要维修的，飞行员也有伤亡。这一决策的后果是在空中飞行的飞机数量越来越少。那么，究竟保持多大比例的飞机在巡逻才能持久作战呢？

OR 小组的数学家、物理学家纷纷研究这个问题。出乎意料的是，这个问题最后被生物学家康顿解决了。他根据计算生物平均寿命的方法，运用飞机飞行时间、维修时间、空战特点和飞机被击落击伤状况等数据，得出的结论是：只要保持 35% 的飞机在飞行状态，就能使全部飞机的飞行战斗时间最多。这一研究成果为取得不列颠之战的胜利作出了贡献。

3. 盟军封锁直布罗陀海峡（猎潜战例）

1944 年年初，为帮助美国海军在连接大西洋和地中海的直布罗陀海峡封锁过往的德军潜艇，美军 OR 小组的约翰·佩芝姆博士提出了一种“屏障巡逻”飞行战术，即在深水航道的最窄处划出一个 4 英里长、1 英里宽的长方形，两架飞机保持在长方形两边线的对称位置上，同时以 115 英里/小时的速度绕长方形飞行。这样，在长方形上的每一点，每隔 3 分钟就有一架飞机巡逻通过。潜艇通过这个区域时，巡逻的飞机至少有两次机会去发现它。就这样，在 2 月 24 日到 3 月 16 日短短三个星期内，一个巡逻机中队击沉击伤德军潜艇 3 艘，自己无一伤亡。

（三）运筹学的发展

第二次世界大战后 OR 技术被广泛用于经济领域，并得到了很大的发展。它的发展大致可分三个阶段：

1. 从 1945 年到 20 世纪 50 年代初，被称为创建时期。此阶段的特点是从事运筹学研究的人数不多，范围较小，运筹学的出版物、研究组织等寥寥无几。最早英国一些战时从事运筹学研究的人积极讨论如何将运筹学方法应用于民用部门，于 1948 年成立“运筹学俱乐部”，在煤炭、电力等部门推广应用运筹学取得一些进展。1948 年美国麻省理工学院把运筹学作为一门课程介绍，1950 年英国伯明翰大学正式开设运筹学课程，1952 年在美国卡斯（Case）工业大学设立了运筹学的硕士和博士学位。第一本运筹学杂志《运筹学季刊》（O. R. Quarterly）1950 年于英国创刊，第一个运筹学学会——美国运筹学学会于 1952 年成立，并于同年出版运筹学学报（Journal of ORSA）。1947 年丹捷格（G. B. Danzig）在研究美国空军资源的优化配置时提出了线性规划及其通用解法——单纯形法。50 年代初用电子计算机求解线性规划获得成功，1951 年莫尔斯（P. M. Morse）和金博尔（G. E. Kimball）合著的《运筹学方法》一书正式出版。所有这些，标志着运筹学这门学科基本形成。

2. 从 20 世纪 50 年代初期到 50 年代末期，被认为是运筹学的成长时期。此阶段的一个特点是电子计算机技术的迅速发展，使得运筹学中一些方法如单纯形法、动态规划方法等，得以用来解决实际管理系统中的优化问题，促进了运筹学的推广应用。50 年代末，美国大约有半数的大公司在自己的经营管理

中应用运筹学,如用于制订生产计划、物资储备、资源分配、设备更新等方面的决策。另一个特点是有更多刊物、学会的出现。从1956年到1959年就有法国、印度、日本、荷兰、比利时等10个国家成立运筹学学会,又有6种运筹学刊物问世。1957年在英国牛津大学召开了第一次国际运筹学会议,以后每3年举行一次。1959年成立国际运筹学联合会(International Federation of Operations Research Societies, IFORS)。

3. 自20世纪60年代以来,被认为是运筹学开始普及和迅速发展的时期。此阶段的特点是运筹学进一步细分为各个分支,专业学术团体的迅速增多,更多期刊的创办,运筹学书籍的大量出版,以及更多学校将运筹学课程纳入教学计划之中。第三代电子数字计算机的出现,促使运筹学得以用来研究一些大的复杂的系统并用于服务业与公共事业,如城市交通、环境污染、国民经济计划等。

我国第一个运筹学小组于1956年在中国科学院力学研究所成立,1958年建立了运筹学研究室。1960年在山东济南召开全国应用运筹学的经验交流和推广会议,1962年和1978年先后在北京和成都召开了全国运筹学专业学术会议,1980年4月成立中国运筹学学会。在农林、交通运输、建筑、机械、冶金、石油化工、水利、邮电、纺织等部门,运筹学的方法已开始得到应用推广。中国对运筹学的研究和应用也作出了自己的贡献,主要有:优选法(0.618法)、运输问题图上作业法、中国邮递员问题等等。除中国运筹学学会外,中国系统工程学会以及与国民经济各部门有关的专业学会,也都把运筹学应用作为重要的研究领域。我国各高等院校,特别是在各经济管理类专业中已普遍把运筹学作为一门专业的主干课程列入教学计划之中。

由于运筹学在提高组织机构的效率方面已取得显著成效,它的影响还在继续扩展。据美国劳动局在20世纪90年代初做的预测,认为从1991年到2005年间运筹学将是美国高校毕业生第三位增长最快的职业选择。目前国际上著名的运筹学刊物有:Management Science, Operations Research, Interfaces, Journal of Operational Research Society, European Journal of Operations Research等。

二、运筹学发展动态

作为系统工程的重要基础理论之一,运筹学的发展和应用与系统工程的发展紧密相连、相辅相成。由于当今学科交叉渗透越来越普遍,运筹学也成为一门多学科交叉并向众多领域渗透的综合性应用科学。第一,运筹学已被广泛应用于工商企业、军事部门、民政事业等研究组织内的统筹协调问题,故其应用不受行业、部门之限制;运筹学既对各种经营进行创造性的科学研究,又涉及

组织的实际管理问题,它具有很强的实践性,最终应能向决策者提供建设性意见,并应收到实效;第二,运筹学的理论日益成熟,现代信息技术又大大促进了它的发展,从而能够致力于解决更为复杂的、大型的问题,与计算机系统的结合已经成为运筹学的另一显著特点;第三,全球有众多的研究机构与学会对运筹学展开研究,使其在理论和应用方面向更深、更广的方向发展。

当今运筹学呈现出的特点,可归结为一种“双向趋势”,即同时存在两个倾向:第一,研究的“深化”,研究复杂问题,运用更多知识,涉及更深的层次;第二,操作的“浅化”,操作越来越程序化,开发了众多应用软件,便于运用,即使数学水平不太高的人也能方便地使用,因而也越来越普及。

第二节 运筹学的研究对象与方法

一、对象和特点

运筹学研究对象存在于各个领域,可以从两个角度归纳。第一是从应用角度,具体说从管理学角度,可以有两种情况:一是在确定条件下,使系统效益最大;二是在确定目标下,如何以最小代价来实现。第二是从方法角度,具体说是从数学的角度,也有两方面:一是求解各类条件极值;二是用模拟方法、统计方法处理随机过程。

运筹学研究有三个特点:

第一,总体的最优化,即系统优化。运筹学模型得到的结论是在被研究的系统内总体优化而不是局部优化的。

第二,多学科的配合。运筹学采用数学方法进行分析,因此涉及数学分析、线性代数、概率论与数理统计、数值分析等;运筹学方法程序化,重复与循环多,运用计算机求解十分有利,因此,它也涉及计算机科学;管理学、组织学、心理学、经济学等既是运筹学的基础,也是运筹学的应用对象。

第三,模型化,即以各种模型为研究手段。运筹学模型呈现多样性,有离散模型与连续模型、确定性模型与随机性模型、静态模型与动态模型,还有参数型模型等等。

二、运筹学模型

模型是运筹学的最基本工具,或者说,运筹学方法的实质在于模型的建立与使用。模型是对现实事务的抽象与数学描述,有三个属性:

第一, 现实性。也称真实性, 由被分析总问题的主要因素构成能反映本质, 有足够精度。

第二, 简洁性。只对现实事物中某局部进行反映, 往往是在删除了不相关或相关性小的因素后得到的, 因而比实物更简单。

第三, 适应性。既反映各因素的逻辑关系, 又反映数量关系, 并且有标准形式。

运筹学模型建立的运用一般分以下五个步骤:

1. 提出和形成问题;
2. 建模;
3. 求解模型;
4. 检验与评价模型的解;
5. 应用模型的解。

第三节 运筹学的主要内容

一、运筹学的主要内容

运筹学按所解决问题性质的差别, 将实际的问题归结为不同类型的数学模型。这些不同类型的数学模型构成了运筹学的各个分支。主要的分支有:

(一) 线性规划 (Linear Programming)

经营管理中如何有效地利用现有人力、物力完成更多的任务, 或在预定的任务目标下, 如何耗用最少的人力、物力去实现目标。这类统筹规划的问题用数学语言表达, 先根据问题要达到的目标选取适当的变量, 问题的目标通过用变量的函数形式表示 (称为目标函数), 对问题的限制条件用有关变量的等式或不等式表达 (称为约束条件)。当变量连续取值, 且目标函数和约束条件均为线性时, 称这类模型为线性规划模型。有关对线性规划问题建模、求解和应用的研究构成了运筹学中线性规划分支。线性规划建模相对简单, 有通用算法和计算机软件, 是运筹学中应用最为广泛的一个分支。用线性规划求解的典型问题有运输问题、生产计划问题、下料问题、混合配料问题等。有些规划问题的目标函数是非线性的, 但往往可以采用分段线性化等方法, 转化为线性规划问题。

(二) 非线性规划 (Nonlinear Programming)

如线性规划模型中目标函数或约束条件不全是线性的, 对这类模型的研究构成非线性规划分支。由于大多数工程物理量的表达式是非线性的, 因此非线

性规划在各类工程的优化设计中得到较多应用，它是优化设计的有力工具。

（三）动态规划（Dynamic Programming）

动态规划是研究多阶段决策过程最优化的运筹学分支。有些经营管理活动由一系列相互关联的阶段组成，在每个阶段依次进行决策，而且上一阶段的输出状态就是下一阶段的输入状态，各阶段决策之间互相关联，因而构成一个多阶段的决策过程。动态规划研究多阶段决策过程的总体优化，即从系统总体出发，要求各阶段决策所构成的决策序列使目标函数值达到最优。

（四）图论与网络分析（Graph Theory and Network Analysis）

生产管理中经常遇到工序间的合理衔接搭配问题，设计中经常遇到研究各种管道、线路的通过能力，以及仓库、附属设施的布局等问题。运筹学中把一些研究的对象用节点表示，对象之间的联系用连线（边）表示，用点、边的集合构成图。图论是研究由节点和边所组成图形的数学理论和方法。图是网络分析的基础，根据研究的具体网络对象（如铁路网、电力网、通信网等），赋予图中各边某个具体的参数，如时间、流量、费用、距离等，规定图中各节点代表具体网络中任何一种流动的起点、中转点或终点，然后利用图论方法来研究各类网络结构和流量的优化分析。网络分析还包括利用网络图形来描述一项工程中各项作业的进度和结构关系，以便对工程进度进行优化控制。

（五）存贮论（Inventory Theory）

一种研究最优存贮策略的理论和方法。如为了保证企业生产的正常进行，需要有一定数量原材料和零部件的储备，以调节供需之间的不平衡。实际问题中，需求量可以是常数，也可以是服从某一分布的随机变量。每次订货需一定费用，提出订货后，货物可以一次到达，也可能分批到达。从提出订货到货物的到达可能是即时的，也可能需要一个周期（订货提前期）。某些情况下允许缺货，有些情况不允许缺货。存贮策略研究在不同需求，供货及到达方式等情况下，确定在什么时间点及一次提出多大批量的订货，使用于订购、贮存和可能发生短缺的费用的总和为最少。

（六）排队论（Queuing Theory or Waiting Line）

生产和生活中存在大量有形和无形的拥挤和排队现象。排队系统由服务机构（服务员）及被服务的对象（顾客）组成。一般顾客的到达及服务员用于对每名顾客的服务时间是随机的，服务员可以是一个或多个，多个情况下又分平行或串联排列。排队按一定规则进行，如分为等待制、损失制、混合制等。排队论研究顾客不同输入、各类服务时间的分布、不同服务员数及不同排队规则情况下，排队系统的工作性能和状态，为设计新的排队系统及改进现有系统

的性能提供数量依据。

(七) 对策论 (Game Theory)

对策论也称博弈论,用于研究具有对抗局势的模型。在这类模型中,参与对抗的各方称为局中人,每个局中人均有一组策略可供选择,当各局中人分别采取不同策略时,对应一个收益或需要支付的函数。在社会、经济、管理等与人类活动有关的系统中,各局中人都按各自的利益和知识进行对策,每个人都力求扩大自己的利益,但又无法精确预测其他局中人的行为,无法取得必要的信息,他们之间还可能玩弄花招,制造假象。对策论为局中人在这种高度不确定和充满竞争的环境中,提供一套完整的、定量化和程序化的选择策略的理论和方法。对策论已应用于商品、消费者、生产者之间的供求平衡分析,利益集团间的协商和谈判,以及军事上各种作战模型的研究等。

(八) 决策论 (Decision Theory)

决策是指为最优地达到目标,依据一定准则,对若干备选行动的方案进行的抉择。随着科学技术的发展,生产规模和人类社会活动的扩大,要求用科学的决策替代经验决策。即实行科学的决策程序,采用科学的决策技术和具有科学的思维方法。决策过程一般是指:形成决策问题,包括提出方案,确定目标及效果的度量;确定各方案对应的结局及出现的概率;确定决策者对不同结局的效用值;综合评价,决定方案的取舍。决策论是对整个决策过程中涉及方案目标选取、度量、概率值确定、效用值计算,一直到最优方案和策略选取的有关科学理论。

二、本书的安排

考虑到运筹学各分支的实际应用频度以及与本套系列教材内容和体系上的配合,本书在内容上作了较大的取舍,具体安排如下:

绪论,介绍运筹学的理论体系和发展历史;

第一章,线性规划与单纯形法;

第二章,线性规划的进一步研究,讨论对偶理论及灵敏度分析;

第三章,运输问题;

第四章,动态规划;

第五章,存储论;

第六章,排队论;

第七章,决策论;

第八章,网络计划。

在每章最后都安排了习题,并提供了参考答案,以便读者练习对照。

第一章 线性规划与单纯形法

[内容提要]

线性规划是运筹学中发展最早、理论与方法最成熟的分支，应用十分广泛。本章介绍线性规划最基本的概念、原理和方法。其中，重要概念有线性规划问题和基，“基”是指基本身及其基相关的一组概念，对于求解线性规划具有重要意义；求解过程包括建立线性规划模型、求可行解、最优性检验和方案调整等步骤；单纯形法是求解线性规划的基本方法，其基本思路为：从线性规划的一个可行方案出发，通过有限次改进，达到最优解。

线性规划是运筹学的重要分支，英语称 Linear Programming，简称 LP。

最早提出这类问题在 20 世纪 30 年代，前苏联数学家康特洛维奇为解决生产组织中若干问题时提出线性规划问题，当时提出了“乘数解法”。40 年代至 50 年代美国独立发展了线性规划，1947 年由丹捷格 (G. B. Dantzig) 提出了单纯形法，并且将这类问题称作 Linear Programming。接着又有了“修正单纯形法”、“对偶理论”，线性规划迅速发展并被广泛应用。70 年代后，线性规划求解又有了许多新方法，如前苏联学者提出“椭球法”、“多项式法”等。

我国于 1958 年开始研究并应用线性规划，对其中的运输问题作出了重大贡献。

尽管线性规划求解法很多，但单纯形法体系最完整，求解程序化，适合于用计算机求解，因而是最主要的方法。

线性规划要解决两类问题：

第一，给定任务，以最小代价实现；

第二，给定条件，使之产生最大效益。

有一类特殊的线性规划——运输问题，因性质与解法的独特性，而相对独