

高等学校教材

# 运筹学

—— 经营管理决策数量方法  
(第三版)

张宝生 等编著



石油工业出版社

高等学校教材

# 运筹学

——经营管理决策数量方法

(第三版)

张宝生 等编著

石油工业出版社

## 内 容 提 要

本书系统地介绍了运筹学的线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、网络规划、网络分析、排队论、存储论、决策论、博弈论、模拟模型等各主要分支的理论和方法,包括基本理论与方法介绍及原理分析,以培养学生的建模思路、分析问题的能力、逻辑推理方法。

本书主要作为高等院校经济和管理类各专业的研究生和本科生的教材和参考书,也可作为其他专业学生、各类管理干部和职员以及科研与工程技术人员学习运筹学的自学及参考读物。

### 图书在版编目(CIP)数据

运筹学:经营管理决策数量方法/张宝生等编著.3版.

北京:石油工业出版社,2005.11

高等学校教材

ISBN 7-5021-4938-4

I. 运…

II. 张…

III. 运筹学-高等学校-教材

IV. 022

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第088315号

### 运筹学——经营管理决策数量方法(第三版)

张宝生等编著

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2005年11月第3版 2005年11月第4次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:18.5

字数:474千字 印数:4001—6000册

定价:28.00元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

## 第三版前言

本书是在《运筹学——经营管理决策的数量方法（第二版）》基础上修订而成的。第二版教材是中国石油天然气集团公司“九五”规划重点教材，自其2000年出版以来，深得广大读者的喜爱，已由石油工业出版社多次印刷。在第二版教材的使用过程中，教与学双方均从中受益颇多，本书主要作者教授的“运筹学”课程被评为石油大学（北京）首批“品牌课程”，该教材也被评为学校优秀教学成果一等奖。

我们根据最近几年在“运筹学”课程教学中的一些经验和体会，在保持第二版教材主要特点的基础上，对教材内容及章节安排等方面作了补充与修改，主要有以下几个方面：

- (1) 新增加了“非线性规划”的内容（第六章）；
- (2) 新增加了“网络分析”的内容（第八章）；
- (3) 修改了博弈论（第十三章）的部分内容；
- (4) 对书中一些例题和案例结合新的研究成果进行了修改补充。

修订后全书包括绪论在内共15章，主要特点是：

- (1) 保持并通过具体示例进一步加强了原版教材中“以经济管理问题分析为指导”这一特点；
- (2) 对各主要分支内容均以基本理论与方法介绍加原理分析的方式进行编排，由浅入深，逐步提高；
- (3) 尽量反映新的应用研究成果，演示基本方法的应用思路与过程。

本书主要作为高校经济管理类专业的教材和参考书，也可供其他专业的学生以及科研与工程技术人员学习和参考之用。作为教材，本书在设计上兼顾研究生和本科生两方面的要求。对本科生而言，若按48学时组织教学，以讲授绪论和第一、二、三、七、九、十、十一章的内容为基本要求；作为研究生学位课以60学时为宜，要求尽量讲授全书内容。对本科生以方法介绍为主，研究生则还需包括原理分析。

本教材的修订编写工作主要由张宝生完成，负责修订编写绪论和第一、二、三、四、五、六、七、九、十、十三、十四章。参加修订编写的有马义飞（第十一、十二章）、沈庆宁（第八章和部分习题）、郎灵（第十三章部分内容和部分习题）、张先美（第二章部分内容和部分习题）。此外，张志慧、董广明、王宝毅、李嘉、谭杨等博士生和硕士生在例题选取和初稿输入过程中给予了大力支持。全书由张宝生统稿；冯德田教授作了严格认真的审阅并提出了宝贵的修改意见和建议。此外，作者在教学过程中，曾多次得到许多学生和读者关于编写教材的褒奖与鼓励，在此，一并表示诚挚的感谢。

虽经过一定努力，但由于时间及水平所限，书中难免有不足和错误之处，诚望得到运筹学界人士和读者的指导与建议。

编著者

2005年8月

## 第二版前言

根据石油院校管理工程专业学生培养目标的要求,石油大学教授卢爱珠、王亚禧等人于1986年编写了教材《运筹学——经营管理决策的数量方法》。该教材是从经济管理的角度引导学生对运筹学模型的理解与运用,因而在十几年的教学应用中得到了学生和教师的好评。

当时因教学急需,一些重要的运筹学内容未及时收编于教材中,加之十几年来我国经济管理方面发生了巨大变化和飞跃发展,在新形势下,我们感到对这本教材作进一步修订和充实是十分必要和有意义的。这一建议得到了中国石油天然气集团公司高校教材编委会和石油工业出版社的热情支持,并列入了集团公司“九五”规划重点教材编写计划。我们根据最近几年在运筹学课程教学中的一些经验和体会,在保持原版教材受人欢迎的主要特点的基础上,对教材内容及章节安排等方面作了较大的修改和补充,主要有以下两个方面:

(1) 新增加了三章,即动态规划、目标规划、对策论;以整节的形式新增了改进单纯形法、灵敏度分析应用示例、0-1型整数规划、割平面法、效用理论等内容。

(2) 作了较全面的调整改动,即①原第二、第三章合并为一章,内容重新安排;②各章节内容均采用“以基本形式导入,向一般形式展开”的编写原则;③各有关部分的安排均以“先方法介绍,后原理分析”为原则;④各章节均加入了一些新的内容。

所以,这是一次等同于重新编写的全新化修订。修订后全书共13章,其主要特点是:

(1) 保持并通过具体示例进一步加强了原版教材中“以经济管理问题分析为引导”这一特点;

(2) 对各主要分支内容均以基本理论与方法介绍及原理分析的方式进行编排,由浅入深、逐步提高;

(3) 尽量反映新的应用研究成果,演示基本方法的应用思路与过程;

(4) 各章内容各有其侧重点,有的章节强调应用性介绍,有的章节注重原理性分析,总体上以培养学生的建模思路、分析问题的能力、逻辑推理方法为重点。

作为教材,本书在设计上兼顾研究生和本科生两方面的要求。对本科生而言,若按48学时组织教学,以第一、二、三、六、七、八、九章的内容为基本要求;作为研究生学位课以60学时为宜,要求尽量讲授全书内容。对本科生以方法介绍为主,研究生则还需包括原理分析。

本教材的修订编写工作主要由张宝生、马义飞和王亚禧完成。其中绪论及第一、二、三、四、五、六、七、八、十一章由张宝生编写,第九、十、十二章由马义飞编写,王亚禧教授作为原版教材的主要编写人之一负责选定原版教材保留内容。此外,张先美参与编写了第一章第六节和部分习题。全书由张宝生统稿。在编写过程中,张志慧、段海涛等给予了习题选编及书稿录入等多方面的帮助;冯德田教授对全书作了严格认真的审阅并提出了宝贵的修改意见和建议;此外,作者在教学过程中曾多次得到许多学生关于编写教材的鼓励,在此编著者对上述人员一并表示诚挚的感谢。

虽经过一定的努力,但由于时间及水平所限,书中难免有不足和错误之处,诚望得到运筹学界人士和读者的指导与建议。

编著者

1999年7月

## 第一版前言

由于计算机的发展及其应用的日益普遍，数学方法不可避免地渗透到经济管理问题的研究与决策之中。本教材的目的，在于根据石油工业高等院校管理工程专业培养目标，帮助学生应用数学模型和数量方法，研究现代经济管理的决策方法和技术。本教材包括了运筹学于现阶段在理论上较成熟、在经营管理中应用较多的模型，如线性规划、运输模型、存储模型、模拟技术等。在教材的广度与深度上，着重于培养学生基本的思考方法及使学生关心实际应用，而数学模型的论证则不作为重点。

本教材是在 1982 年编写的油印教材的基础上，吸收了在本科班、干部专修班等几次使用中的问题和经验修改编写的。第一、二、三、四、五、六、八章由卢爱珠执笔；第九、十、十一、十二章由王亚禧执笔；李学士编写了第七章及部分习题；史璞、张在旭等参加了附录中“运筹学计算机解题方法示例”的编写。全书由复旦大学薛华成审阅。

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者不吝指出。

编者

1986 年 3 月

# 目 录

绪论	(1)
第一章 线性规划与单纯形法	(8)
第一节 线性规划模型	(8)
第二节 线性规划问题的求解思路	(10)
第三节 单纯形法	(15)
第四节 单纯形法的进一步讨论	(25)
第五节 线性规划模型在经济管理中的应用举例	(36)
第六节 单纯形法的矩阵描述	(39)
第七节 改进单纯形法	(41)
习题	(46)
第二章 对偶理论与灵敏度分析	(50)
第一节 对偶问题的提出	(50)
第二节 线性规划的对偶理论	(51)
第三节 对偶单纯形法	(60)
第四节 灵敏度分析	(63)
第五节 线性规划及灵敏度分析的应用示例	(72)
习题	(77)
第三章 运输模型	(79)
第一节 运输问题的数学模型	(79)
第二节 运输模型求解	(81)
第三节 运输模型的进一步讨论	(87)
习题	(92)
第四章 目标规划	(95)
第一节 目标规划数学模型的构建	(95)
第二节 目标规划模型的求解	(97)
第三节 灵敏度分析	(101)
习题	(104)
第五章 整数规划	(106)
第一节 整数规划问题描述	(106)
第二节 整数规划问题求解	(106)
第三节 0-1型整数规划的解法	(111)
第四节 指派问题及其求解方法	(113)
习题	(118)
第六章 非线性规划	(120)
第一节 非线性规划问题的基本概念	(120)

第二节	无约束条件下单变量函数极值问题	(121)
第三节	无约束条件下多变量函数的寻优方法	(128)
第四节	有约束条件下多变量函数的非线性规划寻优方法	(135)
	习题	(146)
<b>第七章</b>	<b>动态规划</b>	(148)
第一节	动态规划基本方法	(148)
第二节	动态规划应用举例	(154)
	习题	(161)
<b>第八章</b>	<b>图与网络分析</b>	(163)
第一节	图与有向图	(163)
第二节	树及最小生成树问题	(164)
第三节	最短路问题	(166)
第四节	网络最大流问题	(170)
第五节	最小费用最大流问题	(175)
	习题	(180)
<b>第九章</b>	<b>网络计划</b>	(183)
第一节	工程项目管理的特点及网络计划技术的发展	(183)
第二节	网络图及其绘制	(184)
第三节	网络时间参数计算及关键路线确定	(186)
第四节	网络优化分析	(190)
第五节	计划评审技术	(196)
	习题	(198)
<b>第十章</b>	<b>排队论</b>	(200)
第一节	排队系统的组成及数量指标	(200)
第二节	到达时间及服务时间的分布	(205)
第三节	单服务台负指数分布排队系统分析	(208)
第四节	多服务台负指数分布排队系统分析	(216)
第五节	排队系统经济分析	(218)
第六节	M/G/1 排队模型	(221)
	习题	(222)
<b>第十一章</b>	<b>存储论</b>	(225)
第一节	基本概念	(225)
第二节	确定型存储模型	(226)
第三节	随机型存储模型	(234)
	习题	(239)
<b>第十二章</b>	<b>决策论</b>	(241)
第一节	概述	(241)
第二节	风险决策	(242)
第三节	效用理论	(250)
第四节	不确定型决策	(254)



习题	(257)
<b>第十三章 博弈论</b>	(259)
第一节 博弈论的基本概念	(259)
第二节 矩阵博弈的数学模型	(261)
第三节 矩阵博弈的混合策略	(266)
第四节 矩阵博弈的解法	(270)
习题	(273)
<b>第十四章 计算机模拟</b>	(275)
第一节 随机模拟的基本原理及分析步骤	(275)
第二节 随机变量的产生	(277)
第三节 模拟进程的控制方式	(282)
习题	(287)
<b>参考文献</b>	(288)

# 绪 论

运筹学属于为人和组织的决策提供一般方法的学科。在此研究它，目的在于将它用于企业经营决策中。因此，在研究运筹学方法及其应用之前，先说明管理决策的有关概念，并从运筹学的历史发展说明运筹学对管理科学发展的影响，分析运筹学方法在经营管理决策中的作用。

## 一、运筹学起源与发展

20 世纪初出现的边际分析、盈亏平衡分析、经济批量模型、产品质量的统计控制方法等，是数学方法用于经营管理决策的萌芽。在第二次世界大战中出现及在战后得到发展的运筹学，则为管理决策提供了一种科学的工具和手段，使经营管理的决策方法开始发生了质的变化。这表现在，第一、在管理决策中引入了“系统”的思考方法；第二、利用数学模型来解决问题。这一学科发展至今已包括许多分支，其应用的范围也日益广泛。

一般认为，运筹学起源于第二次世界大战（以下简称二战），但在这之前已有许多蕴涵运筹学思想和方法的书籍和论文出现，例如，原苏联数学家的《生产组织与管理中的数学方法》一书（属于运筹学中的规划论）出版于 1939 年；J. Von Neumann 所著《对策论和经济行为》一书（运筹学中对策论的创始作）成书前所发表的一系列论文在 1928 年就开始刊出；A. K. Erlang 关于用概率论理论研究电话服务的论文（属于运筹学中的排队论）发表于 1909 年。因此运筹学起源还能追溯到更早，只是西方的运筹研究或“运筹学”这一名词，确实出现在第二次世界大战期间。以运筹研究命名的、直接为战争服务的、跨学科的研究小组也是在这一时期才出现。1935 年，英国在东海岸，即泰晤士河入海处以南的 Bawdsey，组织研究一种探测敌军机的技术（后来称为雷达）；同时在离此不远的 Biggen Hill，应用无线电技术进行实验，研究有效截击敌机的方法。1937 年，上述两个研究系统合并，成立了一个科研小组，包括科学家、军官以及他们的助手等，工作性质逐步从“技术性的实验”转变为“寻求最优的战术”，目的是通过有效利用有限的军事资源，以最优的战术行动，保证英军在作战中取胜。1938 年，这个小组的领导人 A. P. Rowe 将这一工作命名为“Operational Research”，其含义是对战争行动的科学分析，即“Scientific Analysis of Operations”，中文译名为“运筹学”。这一科学方法由于使用成功和取得显著效果，很快传到了其它国家。例如 1942 年，美国大西洋舰队的将领 W. D. Baker 组织了运筹学小组，用于海军作战行动的筹划，使有限武器的效力得到充分发挥。在命名上，美国做了一点改变，即 Operations Reaserch。因此，从其起源来看，可以说，运筹学是在战争行动的决策需要之中产生和发展的。在第二次世界大战结束之后，由于运筹学方法本身的科学性，以及相应的客观条件（主要是电子计算机的出现和发展）的配合，这一科学方法除了继续应用于国防战略、武器规划的研究之外，逐步地开始在工农业等生产部门的管理中推广和应用。虽然从逻辑上说，运筹学与计算机并无一定的联系，但必须指出的是，运筹学方法之所以能在各部门中实际应用，实应归因于电子计算机的出现和发展。因为计算机技术巧合般地在运筹学需要它的时候应运而生并且迅速发展了。运筹学方法的实际应用，迅速地促进了它在理论上的发展和成熟，例

如美国数学家 George B. Dantzig 提出的单纯形法，使线性规划无论在理论上、应用上或是在计算方法上都达到了充分发展和成熟的水平。至今，运筹学已发展成为在世界范围内引起广泛兴趣和关注的一个重要学科。

二战后，运筹学的活动扩展到工业和政府等部门，其发展大致可分三个阶段：

(1) 创建时期 (1945 年到 50 年代初)。此阶段的特点是：人数不多，范围较小，出版物、学会等寥寥无几。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，取得了一些进展。1948 年，美国麻省理工学院把运筹学作为一门课程加以介绍；1950 年，英国伯明翰大学正式开设运筹学课程；1952 年，在美国克斯 (Case) 工业大学设立了运筹学的硕士学位和博士学位。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“美国运筹学会”于 1952 年成立，并于同年出版运筹学月刊 (Journal of ORSA)。

(2) 成长时期 (50 年代初到 50 年代末)。此阶段的特点是：①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，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。②有更多刊物、学会出现。从 1956 年到 1959 年就有法国、印度、日本、荷兰、比利时等十多个国家成立运筹学会，并又有 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，1959 年成立了国际运筹学会联合会 (International Federation of Operations Research Societies, IFORS)。

(3) 迅速发展与普及时期 (60 年代以来)。此阶段的特点是：运筹学进一步细分为各个分支，专业学术团体迅速增多，更多期刊创办，运筹学书籍大量出版，更多学校将运筹学课程纳入教学计划之中。第三代电子计算机的出现，促使运筹学得以用来研究一些大的复杂的系统，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，运筹学的方法已得到应用推广。除中国运筹学会外，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，特别是各经济管理类专业，已普遍把运筹学作为一门专业主干课程列入教学计划中。

## 二、运筹学的性质与特点

由上述运筹学的发展历史可知，运筹学是由军事、经济、生产等各个部门所提出的决策问题的推动而发展起来的一门新兴的学科分支。根据已有的文献，我们认为，运筹学所研究的问题是如何认识、处理和协调一个系统内的各项活动和作业，以求更好地实现预期目的。

运筹学所研究的是系统。系统是由相互联系、相互作用的若干要素组成的、具有特定目的和功能的有机整体。那么，运筹学研究的是怎样的系统呢？概括起来，可以这样说，运筹学所研究的系统是目前条件下能为人所控制和操纵的系统，存在多个行动方案可供选择而存在决策问题的系统，随一定时空条件而发展变化的动态系统，可以用数学模型来表达分析和优化的系统。

运筹学采用科学的方法来研究问题，方法的核心基础是数学方法。至今，作为一个学科，运筹学已经发展了它自己所特有的工具、技术和方法。所谓运筹学，可以说是一系列用以提高所研究系统的有效性的分析工具（主要指数学模型）的集合。它是人和组织进行合理决策的科学工具。

我国著名科学家钱学森曾将人类科学知识和科学技术体系划分为十大科学部门：自然科学、社会科学、数学科学、系统科学、思维科学、人体科学、文艺科学、军事科学、行为科学、地理科学，按照直接还是比较间接地改造客观世界的原则，每个科学部门划分为基础科学、技术科学和工程技术三个层次。科学技术体系的最高层次是哲学（辩证唯物主义），它通过十架桥梁与十大科学技术部门相联。十架桥梁分别概括十大科学部门中带有普遍性、原则性、规律性的东西，即各门科学的哲学，因而也是哲学的内容和基石。我们选出自然科学、社会科学和系统科学三个科学门类用图 1 表示。由图 1 可见，运筹学属于系统科学部门中的技术科学层次，是方法性科学。

运筹学与其它一些学科明显的区别在于它研究的对象是“事”而不是“物”。它揭示的是事的内在规律，研究的是如何把事办得更好。因此有人称运筹学为“事理科学”。在 20 世

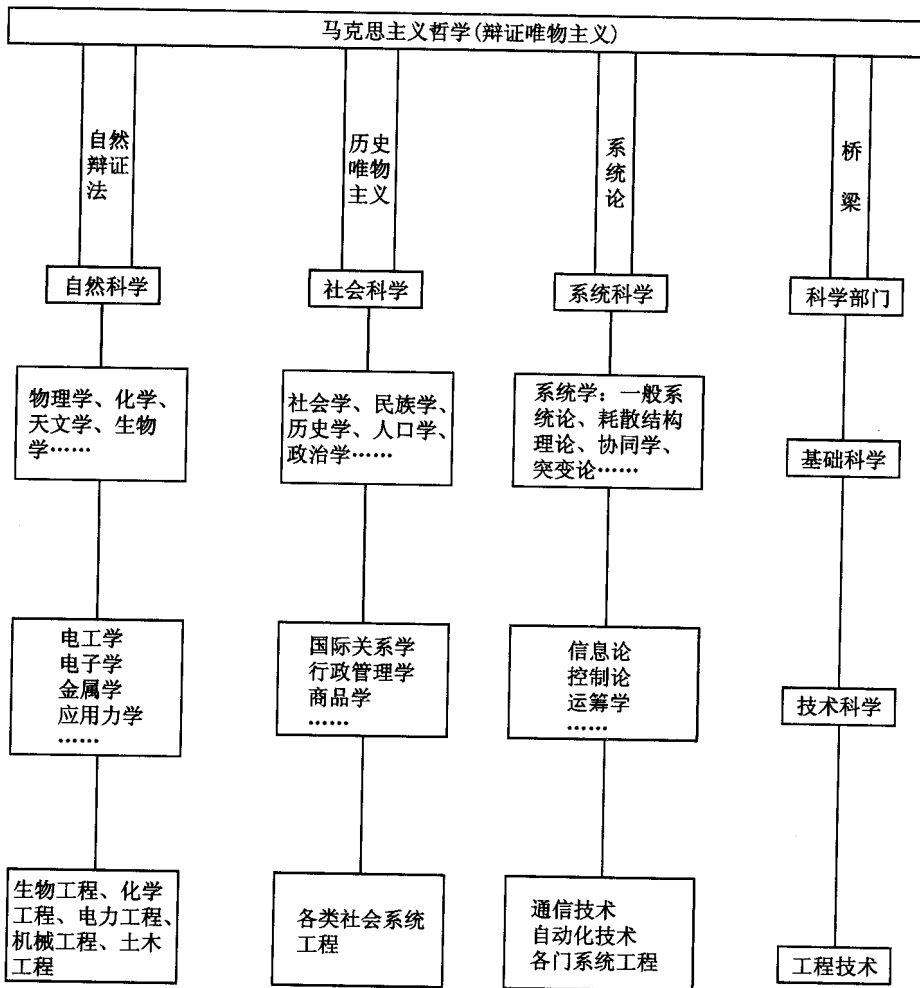


图 1 科学技术体系概图（部分内容）

纪之前，事的复杂性并不突出，人们也没有必要去寻找如何办事的科学。工业革命发生之后，由于科学技术的迅速发展，人们面临的事物越来越复杂，无法再凭单纯的经验对如此复杂的系统进行管理。这些因素促使人们寻找如何办事的科学，从而引出新的学科——运筹学的发展。

运筹学的特点可归结为如下几个方面：

### 1. 系统性

运筹学研究问题是从系统观点出发，研究全局性的问题，研究综合优化的规律，它是系统工程的基础。系统的整体优化是运筹学系统性的一个重要标志。一个系统（如企业经营管理系统）一般由很多子系统组成，运筹学不是对每一个子系统的每一个决策行为孤立进行评价，而是把相互影响的各方面作为统一体，从总体利益的观点出发，寻找一个优化协作方案。

### 2. 数学模型化

运筹学是一门以数学模型为主要工具基础、寻求各种问题最优方案的学科，所以是一门研究优化的科学。随着生产管理的规模日益庞大，其间的数量关系也更加复杂，引进数学研究方法对这些数量关系进行研究，是运筹学的一大特点。

### 3. 跨学科性（综合性）

由有关的各种专家组成的进行集体研究的运筹小组，综合应用多种学科知识来解决实际问题是早期军事运筹研究的一个重要特点。这种组织和这种特点一直在一些地方和一些部门以不同的形式保留下来，这往往是研究和解决实际问题的需要。从世界范围看，运筹学应用的成败及应用的广泛程度，无不与这样的研究组织及其工作水平有关。

### 4. 实践性

运筹学是一门实践的科学，离开实践，运筹学就失去了存在的意义。运筹学以实际问题为分析对象，通过鉴别问题的性质、系统的目标以及系统内的主要变量之间的关系，运用数学方法达到对系统进行优化的目的。更为重要的是，分析获得的结果要能被实践检验，并被用来指导实际系统运行。在运筹学术界，非常强调运筹学的实用性和对研究结果的执行。很多运筹学教科书中，在讲述从理论上求得最优解之后，还要讲述根据实际情况对所得解进行进一步的考察和进行灵敏度分析。

## 三、运筹学的主要内容

运筹学内容丰富，涉及面广，应用范围大，已形成一个相当庞大的学科。它的内容包括：线性规划、非线性规划、整数规划、动态规划、多目标规划、网络分析、网络计划、排队论、存储论、博弈论、决策论、模型论等等。它们中的每一个部分都可以独立成册，都有丰富的内容。

上述前五个部分统称为规划论，它们明显地表现为解决资源的最优配置问题，即：一个方面的问题是对于给定的人力、物力和财力，怎样才能发挥它们的最大效益；另一个方面的问题是对于给定的任务，怎样才能用最少的人力、物力和财力去完成它。这也是运筹学其他分支的意义所在。

网络分析主要是研究解决生产组织、计划管理中诸如最短路径问题、最小连接问题、最小费用流问题等；网络计划则主要解决工程项目计划管理问题。

排队现象在日常生活中屡见不鲜，如机器等待修理、船舶等待装卸、顾客等待服务等

等。它们有一个共同的问题，就是等待时间长，会影响生产任务的完成，或者顾客会自动离去而影响经济效益；如果增加修理工、装卸码头和服务台，固然能够解决等待时间过长的问題，但又会蒙受修理工、码头和服务台空闲的损失。这类问题的妥善解决是排队论的任务。

人们在生产和消费过程中，都必须储备一定数量的原材料、半成品或商品。存储少了会因停工待料或失去销售机会而遭受损失，存储多了又会造成资金积压、原材料及商品的损耗。因此，如何确定合理的存储量、购货批量和购货周期至关重要，这是存储论要解决的问题。

博弈论就是研究博弈行为中竞争各方是否存在着最合理的行动方案，以及如何找到这一合理方案的数学理论和方法。市场经济与竞争机制使博弈论与经济学及企业经营管理建立起了密切联系，在这一领域发挥着越来越重要的作用。

人们在着手实现某个预期目标时，出现了多种情况，有多种行动方案可供选择。决策者如何选择一最优方案，才能达到它的预期目标，这是决策论的研究任务。

模拟方法则重点分析研究具有复杂性和随机性的系统，以解决其他模型无法有效解决之问题。

#### 四、企业经营管理决策

现代企业经营规模庞大，在市场经济条件下，外部联系复杂，内部结构严密。其合理运营，有赖于科学的筹划和经营决策的正确。决策正确与否，是关系到整个企业的经营方向和效益的首要问题。可以说，企业经营管理之重心在于决策，决策科学化是企业管理科学化的前提。决策正确，生产就发展、效益就提高；决策错误，即使有最先进的技术和最高的作业效率，也可能导致亏损和失败。因此，企业的决策能力，是企业成败的关键。

企业的决策，是企业适应环境变化、发现问题、解决问题过程中所计划实施的一系列的经营管理决定和行动方案抉择。正确的决策需要有科学的决策程序来保证。

从较广的意义上看，我们应把决策理解为一个过程。它包括决策者及其目标、决策的内容和对象、决策的技术方法、决策信息等等。科学决策作为一个过程来说，包括以下几个步骤。

(1) 提出问题。提出问题是决策过程的关键性的第一步。决策人必须恰当地提出问题，并定出问题的界限，然后才谈得上寻求最优解。如果问题提错了，或问题的界限不适当，就只好谈如何求最优解了。

(2) 搜集决策所需的情报和数据。

(3) 设计解决问题的各种可能的办法和方案。决策问题之所以产生，是由于客观上存在着两种以上可能的、将导致不同结果的方案。提出若干个方案供分析对比，是科学决策过程中重要的一步。

(4) 根据一定的标准对方案进行衡量与评价。这里所说的标准，是指衡量事物价值的准则与评价方案效果的标准。

(5) 从诸方案中选择最优方案。有了以上各步骤的工作，本步骤的工作相对较为简单。各种优化技术就是用以解决这一问题的。

(6) 将所选方案付之实施。上述决策步骤的划分，是就解决问题的大体过程而言的。在实践中，这些步骤往往交错进行，有反馈作用。以上决策步骤（又称科学的决策程序）如图2所示。

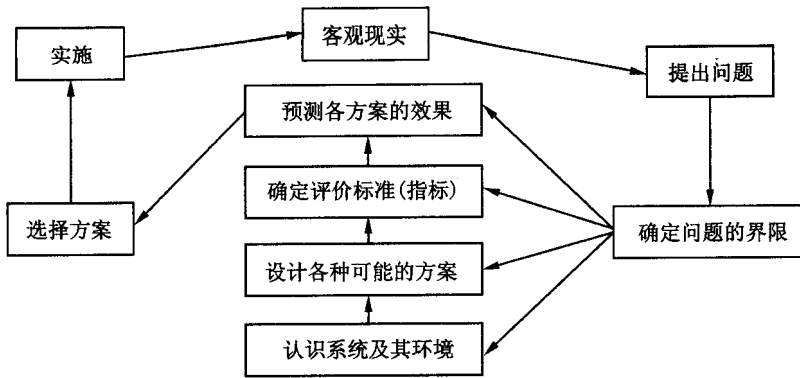


图2 决策一般过程

## 五、运筹学在管理科学发展中的作用

运筹学的研究和应用，对于管理学的发展，产生了重要的影响。正是由于运筹学的出现及其在管理中的应用，人们才开始称管理为科学。管理是一种客观的职能，其实质是决策，其任务是求效益。正是由于运筹学方法的研究与应用，使决策的方法和技术发生了质的变化。这里所谓质的变化，主要是指以下两个方面：一是决策中引入了系统的概念；二是利用了数学模型。因此可以说，运筹学的研究与应用使管理学的发展达到了一个新的水平。正因如此，今天的管理科学，已不再是一些零碎的知识，也不仅是一种经验总结，而是一套系统化的可传授的科学知识。

运筹学既是管理科学发展的需要，也是管理科学研究深化的标志。管理科学研究总结经济管理的规律，这是运筹学研究和提出问题的基础。但运筹学又在对问题进一步分析的基础上找出各种因素之间的本质联系，并对问题通过建模和求解，使人们对于管理问题的规律性认识进一步深化。例如，管理中有关库存问题的讨论，对最高和最低控制限的存储方法，过去只从定性上进行描述，而运筹学则进一步研究了在各种不同需求情况下最高与最低控制限的具体数值。又如计划的编制，过去习惯采用的甘特图（横道图）只是反映了工序的起止时间，反映不出它们相互之间的联系和制约。而运筹学中通过编制网络计划，从系统的观点揭示了工序间的联系和制约，为计划的调整优化提供了科学的依据。运筹学的研究应用已经为管理工作带来了大量的财富和节约。一般是问题的规模越大、越复杂，应用的效果越显著。

运筹学应用范围很广，以下主要对运筹学在某些重要的经济管理方面的应用给以简述，而非对应用全貌的概述。

(1) 市场营销：广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划制定等；

(2) 生产计划：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，还可用于生产作业计划、日程表的编排以及合理下料、配料、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和容量，比如停车场大小、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。目前新动向是：将库存理论与计算机化的物资管理信息系统相结合；

(4) 运输问题：空运飞行航班和飞行机组人员服务时间分配、水运中的船舶航运计划、港口装卸设备的配置和船到港后的运行安排，公路运输中除了汽车调度计划外，还有公路网

的分析和、市内公共汽车路线的选择及行车时刻表的安排、出租汽车的救助和停车场的设立及铁路运输等；

(5) 财政和会计：预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理等；

(6) 人事管理：人员的获得和需求估计、人才的开发（教育和训练）、人员的分配（指派问题）、各类人员的合理利用、人才的评价（如何测定一个人对组织、社会的贡献）、工资和津贴的确定等。

(7) 设备维修、更新和可靠性分析以及项目选择和评价等；

(8) 工程的优化设计；

(9) 计算机和信息系统：计算机的内存分配，不同排队规则对磁盘和磁鼓工作性能的影响，计算机信息系统自动设计等；

(10) 城市管理：各种紧急服务系统的设计和运用，如救护站、救护车、警车等分布点的设立，城市供水和污水处理系统的规划等等。

近年来，运筹学作为系统工程的重要方法，与系统分析及其他系统工程方法相结合，用以研究规模庞大和复杂的问题，如部门计划、区域经济规划等。

当然，运筹学作为一种数量分析的方法，本身也有局限性。社会经济现象是十分复杂的，很多时候，在现象与现象之间往往没有一个明确的界限，也不存在明确的函数关系。一方面，如果把复杂的难于定量化和精确化问题，不恰当地勉强用精确的数学模型来描述，结果是徒劳无益；另一方面，即使是最好的数学模型，也只能描述客观世界的状态及规律，而不可能代替人的改造客观世界的愿望。数学模型作为决策的一个工具，可以增进人们对现实世界的理解和认识，但是把客观世界改造成什么样，这是一种理想和观念。一个复杂问题的决策，涉及许多因素，它将取决于人的判断力和创造力。好的数学模型可在此方面给人以莫大的帮助。

我们应该注意到：一方面，现有的运筹学模型还远远描述不了复杂的管理现象，需要发展新的分支和模型；另一方面，在实际的管理问题中，社会、经济、技术、心理各种问题交织在一起，需要各方面的专业人员协同配合。总之，运筹学是在解决实际管理问题中发展起来的，而管理科学的发展又必将为运筹学的进一步研究发展开辟广阔的领域。



# 第一章 线性规划与单纯形法

线性规划是运筹学中重要而且非常成熟的一个分支。本章首先通过一个引例给出线性规划模型的一般形式，从简单的基本形式出发介绍线性规划问题的解法步骤，而后分析解法的原理，并对一般线性规划问题及其求解过程作进一步分析。

## 第一节 线性规划模型

### 一、问题的提出

在生产管理和经营活动中经常提出一类问题，即如何合理地利用有限的人力、物力、财力等资源，以便得到最好的经济效益。

**【例 1-1】** 某公司在计划时期内要安排生产甲、乙两种产品，生产单位产品所需的设备台班、生产单位产品所需的两种原料 A、B 的消耗量，公司现有资源量以及销售单位产品可获利情况如表 1-1 所示。问如何安排甲、乙两种产品的产量（即生产计划）使该公司获利最大？

表 1-1 例 1-1 的基础数据

项 目	产 品 甲	产 品 乙	资 源 量
设备	5	10	40 台班
材料 A	2	0	8t
材料 B	0	6	18t
单位利润, 千元	4	6	—

此问题可用以下数学模型来描述：设  $x_1$ ,  $x_2$  分别为计划时期内产品甲和产品乙的产量。因为公司现有可供利用的设备台班只有 40，所以在安排两种产品的产量时，应考虑不能超过这方面的现有资源量条件，用不等式可表示为：

$$5x_1 + 10x_2 \leq 40$$

同理，考虑不能超过材料 A 和材料 B 现有量条件，可得到以下不等式：

$$\text{材料 A: } 2x_1 \leq 8$$

$$\text{材料 B: } 6x_2 \leq 18$$

此外，产量不应为负值。该公司的目标是在不超过现有资源量的条件下，确定产量  $x_1$ ,  $x_2$  以得到最大的利润。用  $z$  来表示利润，则有  $z = 4x_1 + 6x_2$ 。综上所述，这一计划问题可用如下数学模型综合表示为：

$$\text{目标函数 (利润总和最大) max: } z = 4x_1 + 6x_2$$