

经管

高等学校经济与管理专业系列教材

Operations Research



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

主 编 马 良  
副主编 王 波  
主 审 王龙德

(第二版)

基础运筹学教程

高等教育出版社

经管

高等学校经济与管理专业系列教材

Operations Research



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

主 编 马 良  
副主编 王 波  
主 审 王龙德

(第二版)

# 基础运筹学教程

JICHU YUNCHOUXUE JIAOCHENG

高等教育出版社·北京

## 图书在版编目(CIP)数据

基础运筹学教程 / 马良主编. —2 版. —北京: 高等教育出版社, 2014. 3

ISBN 978-7-04-039172-5

I. ①基… II. ①马… III. ①运筹学—高等学校—教材 IV. ①022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 317940 号

策划编辑 刘自挥 责任编辑 刘自挥 王驰宇 封面设计 吴昊 责任印制 蔡敏燕

---

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
邮政编码	100120		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
印 刷	上海华教印务有限公司		<a href="http://www.hepsh.com">http://www.hepsh.com</a>
开 本	787mm×1092mm 1/16	网上订购	<a href="http://www.landrac.com">http://www.landrac.com</a>
印 张	19.5		<a href="http://www.landrac.com.cn">http://www.landrac.com.cn</a>
字 数	423 千字	版 次	2006 年 7 月第 1 版 2014 年 3 月第 2 版
购书热线	010-58581118	印 次	2014 年 3 月第 1 次印刷
	021-56717287	定 价	34.00 元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 39172-00

## 第二版前言

运筹学这门诞生于70多年前那场史无前例的人类战争时期的新兴学科,在一系列卓越先驱者杰出贡献的基础上,经过大量著名专家、学者以及无数默默无闻的实际工作者们的辛勤研究和不断实践,目前已发展成一个跨越多个学科门类的交叉性、综合性学科。相关的思想、原理和技术方法也已日臻成熟和完善,并且随着时代的进步,新的理论和方法正不断渗透和进入这个领域。

本书自第一版面世以来的7年间,已先后为管理类、经济类专业本科生的128学时、64学时、48学时“运筹学”课程用作教材。此外,还为非经济管理类专业32学时的本科“运筹学”公共选修课以及个别专业的硕士研究生和MBA相关课程用作教材,配套的教学课件也已作了多次更新。

本次修订的主要内容包括:对书中的部分文字作了修改和增删;改正了“网络计划技术”章节中的一个虚线印刷错误;增写了智能优化方法中的两个新内容;改写和增加了软件介绍部分的相关内容。

感谢修读本课程的各届学生对本书内容及教学方式所提出的各类意见和建议;感谢部分同行专家所提出的有益意见;感谢“管理科学与工程”上海市一流学科建设项目对本书第二版的支持。

参加本书第二版修订工作的人员还有:刘勇(博士后)、张惠珍(博士后),在此一并致谢。

编者

2014年1月

# 第一版前言

运筹学诞生于第二次世界大战时期的英国,战后在美国发展起来,其应用范围从军事领域延伸到广泛的民用领域,在企业经营、生产管理、工程设计、经济规划、交通运输、能源开发、城市布局、环境保护、农田种植、科学实验等各个方面,得到了大量富有成效的应用。

运筹学是研究如何合理运用、安排各种资源(如人力和物力等),以寻求尽可能好的决策方案的一门综合性学科,其目的是为决策者作出优化决策和行动提供科学依据。

目前,运筹学已成为大专院校中管理类专业最基本的核心课程,也是许多理工类专业的重要专业基础课程。

本书的撰写是在多年教学实践基础上,参考各种现行教材以及有关专业材料,集体合作完成的。在教材内容和形式的处理上,力求精练,突出建模,着重方法和软件使用,配有案例,适当增加趣味性,其中部分内容体现了作者近年来在教学与科研上的某些心得和成果。

鉴于本书的性质主要是面向本科学生的入门教材,并非专门的学术研究著作,因此,各章之后开列的少量参考文献皆为中文文献,略去了所有有关的外文资料。

本书可作管理类专业64学时“运筹学”课程的教材之用,其中,第4章、第10章、第11章和第12章为选讲内容,各章最后的补充阅读材料则可供学生课外提高和一般了解之用。本书附有相关的软件及有关材料的光盘,可作配套选用。

本书内容曾作为教材为校内各种学时的管理类专业和部分其他专业本科生以及个别专业的研究生使用多年,并先后得到学校和上海市教委的重点课程建设以及上海市重点学科建设项目

## 第一版前言

的资助。

在此,感谢上海市教委以及上海理工大学对我们工作的理解和支持;感谢老一辈学者为我们所奠定的基础以及所提供的有关材料;感谢所有曾经修读过这门课程的学生。我们在与学生多年的教学相长中获得了有益的反馈,并从学生们身上感受到新一代年轻人的敏锐和智慧。

同时,也向所有被我们直接或间接引用的文献资料的作者致以由衷的谢意和敬意。

鉴于我们学识有限,书中可能存在的谬误疏忽之处,敬请读者指正,以便将来作进一步的修改和补充。

参加本书编写工作的人员有:王波教授撰写第10章、朱自强教授撰写第3章和案例部分、姚俭教授撰写第9章、宁爱兵博士撰写第11章、王周緬博士撰写附录部分,马良教授撰写其余章节并统一全书文字。高岩教授对本书若干章节内容的修正和补充提供了建设性的意见。王龙德教授负责书稿的审阅和修改工作。

编者

2006年4月

# 目 录

绪 论	001
第一节 发展历史概述	001
第二节 学科性质与分支	004
参考文献	007
第一章 线性规划	008
第一节 数学模型	009
第二节 图解法	014
第三节 单纯形法	017
第四节 对偶规划	035
第五节 灵敏度分析	044
第六节 运输问题	050
第七节 补充阅读材料——内点算法	058
参考文献	060
习题一	060
第二章 整数规划	065
第一节 分枝定界法	066
第二节 0-1 规划	068
第三节 分配问题	074
第四节 补充阅读材料——割平面法	079
参考文献	080
习题二	081
第三章 目标规划	083
第一节 数学模型	084
第二节 图解法	088
第三节 扩展单纯形法	090
第四节 补充阅读材料——反射 $P$ 空间法	093
参考文献	095
习题三	095
第四章 动态规划	097
第一节 多阶段决策问题	098
第二节 动态规划基本概念	099

第三节 补充阅读材料——工件排序问题·····	107
参考文献·····	109
习题四·····	109
第五章 图论与网络优化·····	110
第一节 图论问题·····	110
第二节 图论基本概念·····	112
第三节 树及其优化问题·····	115
第四节 最短路问题·····	118
第五节 最大流问题·····	123
第六节 最小费用流问题·····	127
第七节 中国邮递员问题·····	130
第八节 补充阅读材料——旅行商问题及其算法·····	132
参考文献·····	134
习题五·····	134
第六章 网络计划技术·····	138
第一节 网络计划技术基本概念·····	139
第二节 网络图绘制·····	142
第三节 参数计算·····	144
第四节 补充阅读材料——网络计划成本优化·····	148
参考文献·····	154
习题六·····	154
第七章 决策论·····	156
第一节 决策论基本概念·····	157
第二节 不确定型决策·····	160
第三节 风险型决策·····	164
第四节 灵敏度分析·····	171
第五节 多目标决策·····	172
第六节 补充阅读材料——模糊综合评判与层次分析法·····	175
参考文献·····	178
习题七·····	179
第八章 对策论·····	181
第一节 对策论基本概念·····	182
第二节 纯策略对策·····	183
第三节 混合策略对策·····	187
第四节 矩阵对策求解方法·····	189
第五节 非零和对策·····	196
第六节 补充阅读材料——博弈论与当代经济学·····	198



参考文献	201
习题八	201
<b>第九章 排队论</b>	203
第一节 排队论基本概念	204
第二节 Poisson 排队系统	209
第三节 非 Poisson 排队系统	214
第四节 补充阅读材料——排队系统成本分析	216
参考文献	217
习题九	218
<b>第十章 库存论</b>	219
第一节 库存论基本概念	220
第二节 确定性定量订货库存模型	221
第三节 补充阅读材料——随机性需求库存模型	229
参考文献	232
习题十	232
<b>第十一章 运筹学中的智能优化方法</b>	234
第一节 遗传算法	235
第二节 模拟退火法	241
第三节 禁忌搜索法	242
第四节 蚂蚁算法	245
第五节 补充阅读材料——其他现代优化思想与方法	247
参考文献	251
<b>第十二章 案例</b>	253
第一节 住房分配问题	253
第二节 玻璃下料问题	258
第三节 曲线拟合问题	262
第四节 投资决策问题(A)	264
第五节 投资决策问题(B)	266
第六节 年度配矿计划问题	270
第七节 环保投资比重问题	274
第八节 人员雇用问题	277
<b>附录一 LINDO 系列软件及其使用</b>	279
<b>附录二 MATLAB 软件及其使用</b>	284
<b>附录三 其他运筹学软件</b>	293
<b>附录四 中英文专业名词对照表</b>	294
<b>部分习题答案</b>	297
<b>教学资源索取单</b>	

# 绪 论

不慕古，不留今；

与时变，与俗化。

——《管子·正世》

## 第一节 发展历史概述

### 一、早期萌芽

运筹学的早期朴素思想在东西方都各有其雏形，如：公元前3世纪，古希腊的Syracuke、Hieren曾要求当时的学生阿基米德制定了抵制罗马海军的围城计划，体现了当时西方人的运筹智慧；而我国春秋时期著名军事家孙武留下的《孙子兵法》则是最早体现我国古代军事运筹思想的经典著作；战国时期的孙臧帮助齐将田忌赢得赛马胜利的故事业已成为一个脍炙人口的著名范例；另外，当时的“围魏救赵”等著名事件都充分体现了选择最佳时机、集中优势兵力、以小制大的运筹思维；公元前3世纪的楚汉相争，为汉高祖刘邦造就了一位“运筹帷幄之中，决胜千里之外”的著名谋士张良，为西汉王朝的创建立下了不朽功勋；三国时期的赤壁之战，给后人留下了诸葛亮、周瑜等人于“谈笑间，檣櫓灰飞烟灭”中以弱胜强的又一个不朽战例；北魏时期由贾思勰写成的《齐民要术》一书，不仅是我国古代农业科学的杰出著作，也是一部蕴含丰富运筹思想的宝贵文献。

## 二、与运筹学有关的前期理论与技术

1738年, D. Bernoulli 最早提出了“效用”的概念, 并以此作为决策的标准. 1777年, Buffon 发现了用随机投针试验来计算  $\pi$  的方法, 这是随机模拟方法 (Monte-Carlo 法) 最古老的试验. 1896年, V. Pareto 首次从数学角度提出多目标优化问题, 并引进了 Pareto 最优的概念. 1909年, 丹麦电话工程师 A. K. Erlang 开展了关于电话局中继线数目的话务理论研究, 并发表了将概率论应用于电话话务理论的研究论文“概率论与电话会话”, 开排队论研究的先河. 1912年, E. Zermelo 率先用数学方法来研究对策问题. 1915年, F. W. Harris 对商业库存问题的研究是库存论方面最早的工作. 1916年, F. W. Lanchester 发展起了关于战争中兵力部署的理论, 这是现代军事运筹最早提出的战争模型. 1921年, E. Borel 引进了对策论中最优策略的概念, 对某些对策问题证明了最优策略的存在. 1926年, T. H. Boruvka 最早发现了拟阵与组合优化算法之间的关系.

## 三、运筹学的诞生

尽管原始的运筹学思想起源可以追溯到古老的年代, 但真正意义上的运筹学, 一般认为是诞生在第二次世界大战初期. 1935年, 德国的空中力量对英国构成了越来越严重的威胁, 当时, 英国一个迫切的任务就是如何把极其紧缺的资源更为有效地应用于军事活动中, 因此, 军事部门集中了一大批各学科的专家, 研究用科学的方法处理各种军事战略和战术上的问题. 1940年, 英国最早组成了从事军事“作业研究”(operational research) 或“运作分析<sup>①</sup>”的被称为“Blackett 马戏团”的研究小组, 由 Manchester 大学教授 P. M. S. Blackett 领导. 该运筹小组由三位生理学家、两位数学物理学家、一位天体物理学家、一位陆军军官、一位测量员、一位普通物理学家和两位数学家组成, 并由此初步形成了现代意义上的运筹学. 1942年, 加拿大皇家空军也组织了 3 个小组, 并采用运筹学思想来为战争服务. 同年, 在美国也出现了类似的研究组织, 并将他们的工作命名为“Operations Research”. 这些军事运筹研究小组的工作从雷达系统的运行开始, 在战斗机群的拦截战术、空军作战的战术评价、建立有效的空防预警系统、反潜战中深水炸弹的效能及护航舰队保护商船队的编队等问题上都起了十分重要的作用, 对英、美等国赢得英伦三岛空战、太平洋岛屿战以及北大西洋战争的胜利都做出了重要的贡献. 可以看出, 当时的运筹学主要是为了应付日益紧迫的战争运行问题而诞生的, 但却为运筹学这门新兴学科的萌芽和发展做出了不可磨灭的历史性贡献.

## 四、运筹学的发展

1939年, 苏联的 Л. В. Канторович 基于其对生产组织的研究, 写成《生产组织

---

<sup>①</sup> 我国曾先后用过“统筹学”、“作业研究”、“运作研究”、“操作研究”和“运筹学”等名称, 最后统一为“运筹学”, 但我国港台地区仍部分沿用了“作业研究”等早期名称.

与计划中的数学方法》一书,是最早将线性规划应用于工业生产问题的经典著作. 1944年, J. Von Neumann 与 O. Morgenstern 的《对策论与经济行为》一书出版, 标志着公理化对策论的形成, 其中也为近代决策效用理论奠定了数学基础. 1946年, Von Neumann 等人在电子计算机上模拟了中子连锁反应, 并称之为 Monte-Carlo 方法(也称随机模拟法). 1947年, G. B. Dantzig 提出了单纯形法, 使得线性规划迅速成为一个独立的分支. 1948年, 英国运筹学会成立. 第二次世界大战胜利后, 美、英各国不但在军事部门继续保留了运筹学的研究核心, 而且在研究人员、组织的配备及研究范围和水平上, 都得到了进一步的扩大和发展, 同时运筹学方法也向政府和工业等部门扩展. 随着战后社会的发展与经济的繁荣, 很多从事军事运筹学研究的科学家转向工业和经济发展等新的领域.

1949年, 著名的兰德公司成立. 1950年, 英国的 *Operational Research Quarterly* 创刊(后更名为 *Journal of the Operational Research Society*). 1950年, P. M. Morse 和 G. E. Kimball 出版了对战时整个运筹学工作给出系统专业叙述的著作《运筹学方法》(*Methods of Operations Research*). 同年, H. W. Kuhn 与 A. W. Tucker 提出了 Kuhn-Tucker 条件, 标志着非线性规划理论的初步形成. T. C. Koopmans 考虑了生产和分配效率分析中的多目标优化, 引进了有效解的概念并得到某些结果, 为多目标优化分支奠定了初步基础.

1952年5月, 美国运筹学会成立, 并创刊 *Operations Research*. 1953年, D. G. Kendall 发表的排队论经典论文, 标志着现代排队论分支的形成. R. Bellman 提出动态规划并阐述了最优化原理. L. S. Shaply 研究了 Markov 决策过程. J. Kiefer 首次提出优选的分数法与 0.618 法(黄金分割法). 1954年, 美国的 *Management Science* 与 *Naval Research Logistics Quarterly*(后更名为 *Naval Research Logistics*) 创刊. 1956年, 法国运筹学会成立, 并创刊 *Revue Francaise de Recherche Operationnelle*(后更名为 *RAIRO: Recherche Operationnelle*). 德国的 *Unternehmensforschung* 创刊(1972年更名为 *Zeitschrift für Operations Research*, 1996年又更名为 *Mathematical Methods of Operations Research*). 同年, L. R. Ford Jr. 与 D. R. Fulkerson 提出并解决了网络最大流问题. 1957年5月, 日本运筹学会成立, 并创刊 *Journal of the Operations Research Society of Japan*. 1958年, 美国杜邦公司在生产中首先运用 CPM(关键路线法), 同时, PERT(计划评审技术)也独立地在美国海军北极星潜艇项目中开始发展起来. 1959年, 国际运筹学联合会(IFORS)正式成立.

到20世纪50年代末, 诸多标准的运筹学方法, 如动态规划、排队论、库存论等都已发展得基本成熟, 促进这一时期运筹学蓬勃发展的另一因素是计算机的发展, 因为运筹学中很多复杂问题需要大量的计算, 很多情况下, 这些计算用手工进行处理是根本不可能的, 因此, 能够快速处理大量计算任务的电子计算机的出现和发展, 大大促进了运筹学的迅速成长和发展.

运筹学引进中国是在20世纪50年代中期, 1957年, 经中国科学院力学研究所所长钱学森的倡导, 在该所成立了由许国志领导的国内第一个运筹学研究组, 从此在我国开始了现代运筹学的研究. 后来, 包括华罗庚在内的一大批中国学者在推

广运筹学及其应用作了大量工作,并取得了出色成绩,在世界上也产生了一定的影响.1980年,中国数学会运筹学会成立(后于1991年升格为独立的一级学会“中国运筹学会”).1982年,创办了我国第一份运筹学专业期刊《运筹学杂志》(1997年更名为《运筹学学报》).1992年,学会的另一份刊物《运筹与管理》创刊.

经过近50年的发展,目前的运筹学已成为一个门类齐全、理论完善、有着重要应用前景的综合性、交叉性学科.

## 第二节 学科性质与分支

### 一、学科性质

英国运筹学会曾经对运筹学给出如下的定义:

运筹学是运用科学的方法,解决工业、商业、政府和国防事业中,由人、机器、材料、资金等构成的大型系统管理中所出现的复杂问题的一门学科.它的一个显著特点是科学地建立系统模型和对机会与风险的评价体系去预测和比较不同的决策策略与控制方法的结果,其目的是帮助管理者科学地确定其政策和行动.

美国运筹学会则给出一个更为简单的定义:

运筹学是一门在紧缺资源的情况下,如何设计与运行一个人—机系统的决策科学.

P. M. Morse 和 G. E. Kimball 对运筹学的定义是:

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.

此外,在一些教科书中还有其他一些定义,如:“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.”等.

从这些定义不难看出,运筹学具有如下几个明显的特点:

- (1) 以研究事物内在规律,探求把事情办得更好的一门事理科学;
- (2) 在有限资源条件下,研究人一机系统各种资源使用优化的一种科学方法;
- (3) 通过建立系统的数学模型,进行定量研究的一种分析方法;
- (4) 是多学科交叉,解决系统总体优化的系统方法;
- (5) 是解决复杂系统活动与组织管理中出现的实际问题的理论与方法;
- (6) 是评价、比较决策方案优劣的一种数量化决策方法.

总之,科学性、综合性、系统性和实践性是运筹学这门学科的四大大特点.当然,运筹学也有其自身的弱点和局限性,主要问题是,在建立数学模型时,为了能够进行数学上的处理,常常要对实际情况进行简化或假设,因此,如果这种简化超过一定程度,假设过于失真,就会使模型偏离实际甚远,从而失去它的实用价值.

此外,运筹学的研究对象主要是那些“结构良好”的问题,使用的理性工具是为定量描述而引入的数学模型,通常所追求的是最优解.而在面对现实中那些“结构不良”的问题,其局限性就逐步暴露出来了.这个尖锐的问题导致了运筹学的一个

重要发展方向:软化,即开始于英国学者 Checkland 的所谓“软运筹学”。“软运筹学”研究的是议题,即在社会发展的现实过程中人们不断“构建”的、本身存在争议的问题,甚至是一团乱麻似的堆题(问题堆)。使用的理性工具除了数学模型,还包括为理清思路而引入的概念模型,追求的是满意解或可行而满意的行动。目前,“软运筹学”尚处于探索的初始阶段,各种观点纷纭迭出。

## 二、运筹学与系统工程

随着人类各种活动的日益多样化、复杂化和高级化,为实现人类的某些目标,往往需要大量的人与设备等资源的高度组织和配合,这种组织的集合体就是实现特定目标的人造系统或复合系统。在这样的系统中,包含着人和物的多层次复杂关系,它们之间相互作用、相互影响、相互制约。如果把它们机械地凑合在一起,系统只能是个别事物的集合,丧失了应有的功能而成为一堆废物。如果将它们有机地组合起来,协调它们之间的关系,则能使系统中各元素、各部分不仅完成本身应担负的任务,还可与其他元素和部分有效地配合,以优化的方式达到整个系统的目标。

系统工程学就是为了研究多个子系统构成的整体系统所具有的多种不同目标的相互协调,以期系统功能的最优化,并最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学。它是一种设计、规划、建立一个最优化系统的科学方法,是一种为了有效地运用系统而采取的各种组织管理技术的总称。

早在数千年前,系统工程的思想就已经在埃及的金字塔、我国的都江堰水利工程等的实施中有所体现,但近代的系统工程可以认为是在 19 世纪初才起源于美国。美国的贝尔电话公司于 1940 年正式采用了“系统工程”的名称,他们在发展美国微波通讯网时应用了一套系统工程的方法论,并取得了良好的效果。第二次世界大战期间出现的运筹学,更为系统工程奠定了理论基础,并提供了解决实际问题的有效方法。

实施系统工程的一般程序和步骤为:

(1) 问题定义,通过收集有关资料和数据,提出所要解决的问题,弄清问题的本质。

(2) 评价系统设计,提出为解决问题所应达到的目标,并按照预期的目标提出应采取的政策、行动和控制方法,制定考核目标完成程度的评价标准。

(3) 系统综合,将能够达到目标的政策、行动和控制方法综合成整个系统的概念,形成方案。

(4) 系统分析,通过建立模型,对系统方案进行分析,研究各种参数、行动方案的变化对达到系统目标所产生的影响。

(5) 最优化,精心选择系统参数和行动方案的最佳配合,寻找达到系统目标最优的方案。

(6) 决策运作,进行系统开发。

(7) 计划实施,将选定的最优方案付诸实施,并在实践中不断修改。

从系统工程解决问题的思路与步骤可以看出,运筹学与系统工程的关系极为

密切,它是系统工程的主要理论基础.早期的有关系统工程理论的教科书大多都以教授运筹学为其主要内容,尽管20世纪90年代以后,系统工程中结构化模型技术、系统分析、系统评价、系统仿真等技术已发展得较为成熟而自成体系,但运筹学的各个分支如数学规划、网络分析、库存论、排队论、决策论、对策论等仍然是处理系统优化的主要技术手段.

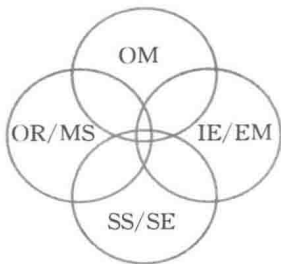


图 0-1 运筹学与其他学科关系

就广义的理解,运筹学与管理科学(OR/MS)、系统科学/系统工程(SS/SE)、工业工程/工程管理(IE/EM)、运作管理(OM)等彼此都有着密切的联系(图 0-1),甚至在一些国家和地区,运筹学与管理科学以及系统工程都没有明确的区分.而狭义的理解,则运筹学就仅仅是所谓的运筹数学(mathematics of OR),包含了规划论、对策论等具体优化技术.

### 三、运筹学的主要分支

运筹学是由解决不同领域优化问题的理论与方法构成的,其主要分支有:

(1) 规划论,这是运筹学的一个主要分支,包括线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划等.它是在满足给定约束条件下,按一个或多个目标来寻找最优方案的数学方法,其应用领域十分广泛,在工业、农业、商业、交通运输业、军事、经济计划和管理决策中都可以发挥重要作用.

(2) 图论与网络优化,图是研究离散事物之间关系的一种分析模型,具有形象化的特点,因此更容易为人们所理解.由于求解网络模型已有成熟的特殊解法,它在解决交通网、管道网、通讯网等方面的优化问题上具有明显的优势,因此,其应用领域也在不断扩大.最小支撑树问题、最短路问题、最大流、最小费用流问题、中国邮递员问题、旅行商问题、网络计划等都是网络优化中的重要组成部分,而且应用也十分广泛.

(3) 排队论,是一种研究公共服务系统运行与优化的数学理论与方法,通过对随机服务现象的统计研究,找出反映这些随机现象的平均特性,从而研究提高服务系统水平和工作效率的方法.

(4) 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,其目的是为了科学决策的水平,减少决策失误的风险,主要应用于经营管理工作中高层决策中.

(5) 库存论,又称存贮论,是研究经营生产中各种物资应在什么时间、以多少数量来补充库存,才能使库存和采购的总费用最小的一门学科,在提高系统工作效率、降低产品成本上有重要作用.

(6) 对策论,又称博弈论,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、军事活动中,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,竞争双方为了达到各自的利益和目标,必须考虑对方可能采取的各种行动方案,然后选取一种对自己最有利的行动策略.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.

此外,运筹学中还包括了模拟/仿真实论、可靠性理论、多目标规划、随机规划、组合优化、搜索理论、最优控制理论等,甚至还有模糊系统理论、管理信息系统/决策支持系统、人工智能理论与技术等来自其他学科的思想方法.



## 参 考 文 献

---

- [1] 司马迁. 史记[M]. 北京:中华书局,1982.
- [2] 陈寿. 三国志[M]. 北京:中华书局,1982.
- [3] 摩特,爱尔玛拉巴. 运筹学手册——基础和基本原理[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987.
- [4] 莫尔斯,金博尔. 运筹学方法[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [5] 希勒,利伯曼. 运筹学(作业研究)导论[M]. 台湾:晓园出版社,1995.
- [6] 许国志,杨晓光. 运筹学历史的回顾[M]//系统研究. 杭州:浙江教育出版社,1996:79-99.
- [7] 顾基发,唐锡晋. 软系统工程方法论与软运筹学[M]//系统研究. 杭州:浙江教育出版社,1996:170-178.
- [8] 中国运筹学会. 中国运筹学发展研究报告[J]. 运筹学学报,2012,16(3).



# 第一章

## 线性规划

见微以知萌，见端以知末。

——《韩非子·说林上》

为了提高企业的经济效益，一项很重要的任务就是要搞好企业的现代化管理，包括用科学的方法来规划生产。人们希望充分利用企业的各种有限资源（诸如人力、物力、能源、设备、资金及时间等），最大限度地完成各项指标，以获得最佳经济收益（如成本最低、产值最高与利润最大等）。例如，在制定物资调运计划时，需要考虑如何合理调度车辆，尽量减少车辆的空驶，提高车辆的里程利用率；或如何合理调运物资，使总的运费最省等。这样的问题广泛出现在生产组织、交通运输、城市规划、投资决策与国防工业等国民经济的许多领域中。线性规划主要就是研究诸如此类问题的运筹学的一个重要分支，它是在多项竞争着的活动中分配有限资源并给出最优方案的一种数学方法。

线性规划从 20 世纪 40 年代前后创始至今，其理论的完整、方法的多样、应用的广泛，都远较运筹学的其他分支来得成熟。求解线性规划最常用的方法——单纯形法，由美国数学家 G. B. Dantzig 于 1947 年提出，迄今为止，仍是通常意义下实际求解线性规划最有效的方法，被誉为 20 世纪最好的 10 个算法之一。尽管后来又陆续出现一系列新的方法，如椭球法（Хачиян 法）以及以 Karmarkar 算法为基础的内点法等，但在实用上仍未完全取代单纯形法。目前，线性规划的发展几乎已被人们认为是 20 世纪中叶最重要的科学进步之一，且在应用领域中已成为一种标准的