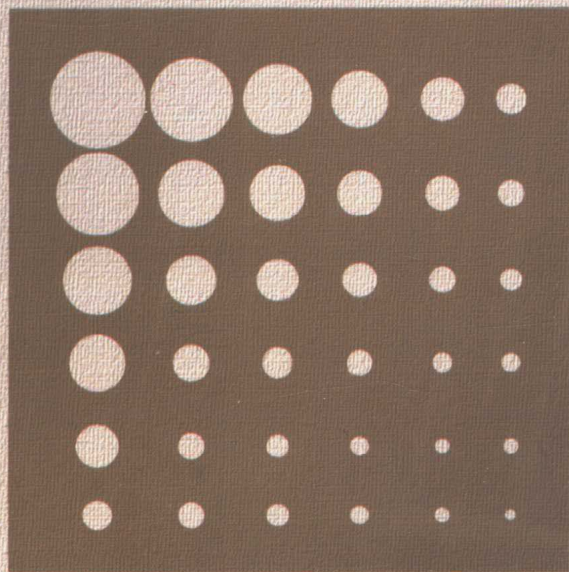


中国防卫科技学院系列教材

卢保亮 姜 洋【主编】

实用运筹学

SHIYONG YUNCHOUXUE



白山出版社

中国防卫科技学院系列教材

实用运筹学

卢保亮 姜 洋 主 编

白 山 出 版 社

图书在版编目 (C I P) 数据

实用运筹学 / 卢保亮, 姜洋主编. — 沈阳: 白山出版社, 2003.9

ISBN 7-80687-094-6

I. 实… II. ①卢…②姜… III. 运筹学—应用
IV. 022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 070426 号

出版发行: **白山出版社**

地 址: 沈阳市沈河区二纬路 23 号

邮 编: 110013

电 话: 024-23065667

特聘编辑: 陈乃兆

责任编辑: 朱忠义

封面设计: 赵连志

责任校对: 李国宽 彭和群

印 刷: 佳麟彩印厂

开 本: 850 × 1168 毫米 1/32

印 张: 10.375

字 数: 290 千字

版 次: 2003 年 9 月第 1 版

出版时间: 2003 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1-3000 册

书 号: ISBN 7-80687-094-6 / H·1

定 价: 22.00 元

《实用运筹学》编委会

主 编

卢保亮 姜 洋

副主编

朱殿国 张占军 王守泰

编 委

卢保亮 姜 洋 朱殿国 张占军
王守泰 周天元 初晓东 王晓凤

前 言

运筹学是 20 世纪 40 年代前后发展起来的一门新兴学科。在 60 多年的发展历程中，它广泛应用于军事、工业、农业、商业、金融业、保险业等多个领域，成效显著，已经成为一门独立的基础学科和应用学科，是当今社会解决经济、管理等难题必不可少的强有力工具。

运筹学是将数学等基础学科与经济、管理等应用学科联系起来的桥梁和纽带。它运用现代科学方法，特别是数学方法，去研究客观世界的各种运行系统中所发生的各种复杂问题，其独特之处在于采用定量分析与定性分析相结合、定量分析为主的综合分析方法，寻求经济、管理等领域中系统的最优运行或最优设计的方案，以帮助领导者和各类管理人员实施科学决策。

本书以提供实用方法、解决工作生活中各类实际问题为出发点，以培养读者科学、理性的思维品质为主线，以提高读者的决策水平为根本目的，科学筹划了本书的内容体系。它打破了传统教材按运筹学的各个数学分支来安排内容的惯例，采用按照解决实际问

题的一般步骤合理设计内容的方法，紧密结合经济、管理问题，安排各章节内容。其中古代运筹思想在现代经济管理中运用，重在古为今用，培养读者针对问题合理谋划、巧妙算计的思想；统筹制定工作计划，重在培养读者从整体的角度考虑问题，统一筹划、合理安排，理顺工作思路；预测方法的科学运用，重在培养读者遇事冷静思考，预见事物发展趋势，力求胸中有数的思想；实现经济管理决策最优化，重在培养读者控制风险、合理决断、提高效率的意识和能力；对策论与商业竞争，重在培养读者多方案择优，在残酷竞争中立于不败之地的思想；管理信息系统的构建，重在培养读者利用计算机对信息进行分析、处理、储存，从而利用信息科学决策的思想。

本书突出“实用”这一特点，采用通俗易懂的语言和易于理解的事例，按照由浅入深、循序渐进的思路编排书中内容，既适合具有高中水平的读者，掌握其中的基本思想和基本知识，又可供经济、管理等专业的本、专科学生教学使用。

作 者

2003年6月

目 录

前言	(1)
第一章 绪 论	(1)
第一节 运筹学的历史与发展	(1)
一、运筹学的形成阶段	(1)
二、运筹学的成长阶段	(3)
三、运筹学的发展阶段	(4)
四、运筹学在我国的发展	(5)
第二节 运筹学的概念、特征及内容体系	(6)
一、运筹学的概念	(6)
二、运筹学的主要特征	(8)
三、运筹学的主要内容体系	(9)
第三节 运筹学的应用步骤及范围	(11)
一、运筹学的应用步骤	(11)
二、运筹学的简要应用	(13)
第四节 运筹学的学习方法	(14)
一、运筹实验方法	(14)
二、总结运筹实践经验方法	(14)
三、人机结合方法	(15)
第二章 古代运筹思想及在现代经济管理中的运用	(16)
第一节 古代运筹思想主要内容及与运筹学比较	(16)

一、古代军事运筹思想	(16)
二、古代经济管理运筹思想	(19)
三、我国古代运筹思想与现代运筹学的比较	(22)
第二节 古代运筹思想在企业管理中的运用	(22)
一、巧用估算选好厂址是企业经营成功的第一步	(23)
二、做好预算,量力而行	(24)
三、巧妙筹划,追求效益的最大化	(26)
四、周密计算,间接实现预定目的	(27)
第三节 古代运筹思想在金融保险业中的运用	(28)
一、古代运筹思想在证券市场中的运用	(28)
二、古代运筹思想在保险业中的运用	(31)
第四节 古代运筹思想在经济与贸易中的运用	(32)
一、伺敌之隙乘间取利	(32)
二、坚持到底就是胜利	(33)
三、狭路相逢勇者胜	(35)
四、巧妙算计达目的	(35)
第三章 运筹学计算基础	(39)
第一节 概率论基础	(39)
一、概率的基本概念	(39)
二、概率的计算方法	(43)
三、随机变量	(47)
第二节 数理统计基础	(51)
一、随机样本和统计量	(51)
二、点估计	(53)
三、区间估计	(53)
第三节 矩阵基础	(54)
一、矩阵的概念	(54)
二、矩阵的计算	(55)
第四章 统筹制定工作计划	(59)

第一节 统筹方法基本知识	(59)
一、历史沿革	(59)
二、计划及统筹计划的特点	(61)
三、统筹图的基本构成	(63)
第二节 统筹图的画法	(68)
一、统筹图的基本画法	(68)
二、几种特殊情况下画法	(73)
三、简化与合并统筹图	(74)
第三节 一般统筹图的拟制	(76)
一、拟制统筹图的一般步骤	(76)
二、实际事例	(81)
第四节 统筹图时间参数的计算	(82)
一、工作持续时间 $T(i,j)$ 的确定	(83)
二、节点时间参数的计算	(86)
三、工作参数的计算	(90)
第五节 关键线路的确定与非肯定型计划	(94)
一、穷举法	(94)
二、利用工作的总机动时间来确定	(95)
三、利用节点的机动时间确定	(95)
四、破圈法确定关键线路	(96)
五、非肯定计划实现概率计算	(98)
第六节 统筹计划的优化	(101)
一、绘制带时间比例尺的统筹图	(101)
二、时间优化	(103)
三、资源调优	(106)
四、费用优化	(110)
第七节 统筹案例介绍	(115)
一、合肥开关电气有限公司用统筹法 缩短投资回收期	(115)

二、某机械厂新产品生产定型统筹计划的制定	(116)
第五章 预测方法的科学运用	(126)
第一节 预测的概念及分类	(126)
一、预测的概念	(126)
二、预测的分类	(127)
三、选择预测方法应把握的问题	(128)
四、预测误差	(129)
第二节 定性预测方法	(130)
一、德尔菲法	(131)
二、征询法	(136)
三、主观概率法	(137)
第三节 定量预测方法	(139)
一、简单移动平均数法	(140)
二、一元线性回归分析法	(141)
三、时间序列预测的分解方法	(144)
第四节 层次分析法	(149)
一、建立递阶层次结构模型	(150)
二、构造两两比较矩阵	(151)
第五节 预测方法在企业管理中的运用	(153)
一、市场需求预测	(153)
二、销售预测	(156)
三、对市场现有品种有无参加生产必要的预测	(157)
四、新品种的预测	(158)
第六节 预测方法在人力资源管理中的运用	(159)
一、人力资源的需求预测	(159)
二、人力资源供给预测	(164)
第七节 预测方法在金融证券业中的运用	(167)
一、资金需求量的预测	(167)
二、运用移动平均的方法进行股市预测	(169)

第六章 实现经济管理决策最优化	(173)
第一节 决策的概念及程序	(173)
一、决策的基本概念	(173)
二、决策的分类	(175)
三、决策的原则	(175)
四、决策的程序	(176)
第二节 线性规划方法及在企业管理中的运用	(177)
一、线性规划模型的建立	(178)
二、图解法求解	(180)
三、企业管理中的线性规划模型	(184)
第三节 风险决策及在企业管理中的运用	(197)
一、风险型决策	(197)
二、不确定型决策	(201)
三、在企业管理中的应用	(204)
第四节 信息分析、效用决策及在商业中的运用	(206)
一、信息在决策中的使用	(206)
二、效用在决策中的使用	(212)
三、信息分析、效用决策的商业运用	(219)
第五节 物流中的运输问题及库存问题	(226)
一、物流概述	(226)
二、运输问题	(228)
三、物流中的库存问题	(238)
第七章 对策论与商业竞争	(253)
第一节 对策的基本概念	(253)
一、引言	(253)
二、对策行为的基本要素	(255)
第二节 矩阵对策	(257)
一、矩阵对策基本模型	(257)
二、有鞍点矩阵对策	(259)

三、无鞍点矩阵对策	(262)
四、矩阵对策的化简	(271)
第三节 矩阵对策中的合作问题	(273)
第四节 对策论在商业竞争中的运用	(276)
第八章 管理信息系统 (MIS) 的构建	(286)
第一节 管理信息系统的概念特点与构成	(287)
一、管理信息系统的概念	(287)
二、管理信息系统的功能	(289)
三、管理信息系统的特性	(290)
四、管理信息系统的构成	(291)
五、我国企业管理信息系统的现状	(295)
第二节 管理信息系统的软件设计及开发方法	(296)
一、管理信息系统的软件设计	(296)
二、系统的开发	(304)
第三节 企业管理信息系统的技术开发实例分析	(306)
一、长岭计算机网络管理信息系统	(306)
二、大连机车车辆工厂企业管理信息系统	(309)
附录 1 合肥开关电气有限公司统筹图	(313)
附录 2 新产品生产定型统筹图	(314)
附录 3 标准正态分布表	(315)
附录 4 参考文献	(318)

第一章 绪 论

任何一门科学都不是突然诞生的，运筹学也不例外。朴素的运筹思想，可以追溯到二千多年前的古代，它和人类实践活动的各种决策并存。但直到 20 世纪初，并延续到 20 世纪 30 年代末和 40 年代初，在烽火硝烟的战争中，才正式诞生了运筹学。

第一节 运筹学的历史与发展

运筹学的早期工作可追溯到 1914 年，当时英国汽车工程师兰彻斯特提出军事运筹学的战斗方程。1917 年，排队论的先驱者丹麦工程师埃尔朗在哥本哈根电话公司研究电话通信系统时，提出了排队论的一些著名公式。存储论的最优批量公式是在 20 世纪 20 年代初提出的。在商业方面，列温逊在 20 世纪 30 年代已用运筹思想分析商业广告、顾客心理。线性规划是丹捷格在 1947 年发表的成果，所解决的问题是美国空军军事规划问题，创造性地提出了求解线性规划问题的单纯形方法。早在 1939 年，苏联学者康托洛维奇在解决工业生产组织和计划问题时，已提出了类似线性规划模型，并给出了“解乘法”的求解方法，可惜当时未被重视。

一、运筹学的形成阶段

运筹学作为一门学科诞生于 20 世纪 30 年代末期，通常认为

运筹学的活动是第二次世界大战早期从军事部门开始的。当时，德国内部民族沙文主义及纳粹主义日渐抬头，以希特勒为首的纳粹势力夺取了政权，开始为以战争扩充版图、以武力称霸世界的构想作战争准备。欧洲上空战云密布。英国海军大臣丘吉尔反对主政者的“绥靖”政策，认为英德之战不可避免，而且已日益临近。他在自己的权力范围内作着迎战德国的准备，其中最重要、最有成效之一是英国本土防空准备。

1935年，英国科学家沃森·瓦特发明了雷达。丘吉尔敏锐地认识到它的重要意义，并下令在英国东海岸的鲍德西建立了一个秘密的雷达站。当时，德国已拥有一支强大的空军，起飞17分钟即可到达英国。在如此短的时间内，如何预警及做好拦截，做到在本土之外或海上拦截德机，就成为一大难题。雷达技术帮助了英国，即使在当时的演习中就已经可以探测到160公里之外的飞机，但空防中仍有许多漏洞。1939年，由曼彻斯特大学物理学家、英国战斗机司令部科学顾问、战后获诺贝尔奖金的P.M.S.布莱克特为首，组织了一个小组，代号为“布莱克特马戏团”，专门就改进空防系统进行研究。这个小组包括三名心理学家、两名数学家、两名应用数学家、一名天文物理学家、一名普通物理学家、一名海军军官、一名陆军军官及一名测量人员。研究的问题是：设计将雷达信息传给指挥系统及武器系统的最佳方式；雷达与防空武器的最佳配置；对探测、信息传递、作战指挥、战斗机与防空火力的协调，作了系统的研究，并获得了成功，从而大大提高了英国本土防空能力，在以后不久德国对英伦三岛的狂轰滥炸中，发挥了极大的作用。二战史专家评论说，如果没有这项技术及研究，英国就不可能赢得这场战争，甚至在一开始就被击败。

“布莱克特马戏团”是世界上第一个运筹学小组。在他们就此项研究所写的秘密报告中，使用了“Operational Research”（简称“OR”）一词，意指“作战研究”或“运用研究”。他们研究诸如护航舰队保护商船队的编队问题；当船队遭受德国潜艇攻击时，

如何使船队损失最小的问题；反潜深水炸弹的合理起爆深度问题；稀有资源在军队中的分配问题等。研究了船只受到敌机攻击时应采取的策略，它们提出了大船应急转向，小船应缓慢转向的躲避方法，该研究成果使船只的中弹率由 47% 降到 29%。研究了反潜深水炸弹的合理起爆深度后，将起爆深度从水下 70 米减少到水下 30 米后，使皇家海军摧毁德国潜艇的成功概率增加了 3 倍。此后，英国的陆军、海军也都相继成立了运筹分析小组，专门从事军事运筹的理论和应用研究，如当时的英国空中战斗、太平洋岛屿战斗、大西洋北部战斗等一系列战斗的胜利，被公认为与运筹学密切相关。当了解到英军运筹小组卓有成效的工作后，美国也成立了由莫尔斯领导的美国海军反潜运筹小组，主要研究反潜作战效果等问题。如 1943 年的研究表明，单机夜间出动 B-29 飞机布雷效果最好，其飞机损失率由 10%~15% 降低到 1%~1.5%。

到战争结束时，美、英两国从事运筹工作的科学技术人员，保守地估计也远不止 700 名。他们运用自然科学的方法评估空军和海军的战斗行动效能，提供一系列有关战术革新和战术计划的建议，为取得战争胜利作出了重要贡献。

这一时期运筹研究的主要特点是：主要集中在军事作战领域，研究在短期、战术性作战急需的问题上使用实战统计数据；结果直接提供给作战指挥人员并可立即得到实践检验等。

二、运筹学的成长阶段（二战后至 60 年代中期）

运筹学在军事上的显著成功，引起了人们广泛的关注，第二次世界大战结束后，运筹学很快深入到工业、商业、政府部门等，并得到了迅速发展。战后，在英、美军队中相继成立了更为正式的运筹研究组织。以兰德公司 (RAND) 为首的一些部门开始着重研究战略性问题，如未来的武器系统的设计及其可能合理运用的方法。例如，为美国空军评价各种轰炸机系统，讨论未来的武器系统和未来战争的战略。到 20 世纪 50 年代，由于开发了各种洲际导弹，究竟发展哪种导弹，运筹学界也投入了争论；到 20 世纪 60 年代，参

与了战略力量的构成和数量问题研究等。

从 1945 年到 50 年代初，参与运筹学研究的人数不多，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员积极讨论如何将运筹学方法应用于民用部门，于 1948 年成立了“运筹学俱乐部”，在煤炭、电力等部门推广应用运筹学并取得了一些进展。1958 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 年在美国喀斯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》1950 年于英国创刊，第一个运筹学会美国运筹学会于 1952 年成立，并于同年出版运筹学学报。从 50 年代初期到 60 年代初期，随着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。

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 年成立国际运筹学会。

三、运筹学的发展阶段（60 年代到现在）

从 60 年代开始，除了军事方面的应用之外，运筹学相继在工业、农业、经济和社会问题等各领域进行广泛应用，并形成了运筹学的各个分支。如研究优化模型的规划论，研究排队（或服务）模型的排队论，研究对策模型的对策论（或博弈论）是运筹学最早的三个重要分支，人称运筹学早期的三大支柱。随着学科的发展，现在分支更细，名目更多，例如，线性与整数规划、图与网络、组合优化、非线性规划、多目标规划、动态规划、随机规划、对策论、随机服务系统（排队论）、库存论、可靠性理论、决策分析、马尔柯夫决策过程、搜索论、随机模拟、管理信息系统等基础学科分支。计算运筹学、工程技术运筹学、管理运筹学、工业运筹学、农

业运筹学、交通运输运筹学、军事运筹学等交叉与应用学科分支也都已先后形成。

这一阶段的主要特点是，研究队伍的规模越来越大，所研究问题的层次不断提高，其应用范围已由局部的、具体的问题发展到宏观的、带有战略性的问题，研究的内容也不断深入。

四、运筹学在我国的发展

在 20 世纪 50 年代中期，钱学森、许国志等教授从国外归来，开始全面介绍运筹学，并结合我国的特点在国内推广应用。OR 传入中国后，曾一度译为“作业研究”、“运用研究”，1956 年，清华大学周华章教授建议将 OR 译为“运筹学”，立即得到我国有关专家的认可。这个译意，恰当地反映了该词源于军事谋划又军民通用的特点，并赋予了作为一门学科的含义。1957 年，我国在建筑业和纺织业中首先应用运筹学；从 1958 年开始在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面陆续得到推广应用。比如，粮食部门为解决粮食的合理调运问题，提出了“图上作业法”，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，管梅谷教授提出了国外称之为“中国邮路问题”的解法。从 20 世纪 60 年代起，运筹学在钢铁和石油部门开始得到了比较全面、深入的应用。从 1965 年起统筹法在建筑业、大型设备维修计划等方面的应用取得可喜的进展；1970 年在全国大部分省、市和部门推广优选法；70 年代中期，最优化方法在工程设计界受到了广泛的重视，并在许多方面取得成果；排队论开始应用于矿山、港口、电信及计算机设计等方面；图论用于线路布置、计算机设计、化学物品的存放等；70 年代后期，存储论在应用汽车工业等方面获得成功。

从 70 年代到 80 年代，运筹学已趋向研究和解决规模更大、更复杂的问题，并与系统工程紧密结合。在此期间，以华罗庚教授为首的一大批数学家加入到运筹学的研究队伍，使运筹学的很多分支很快跟上当时的国际水平。