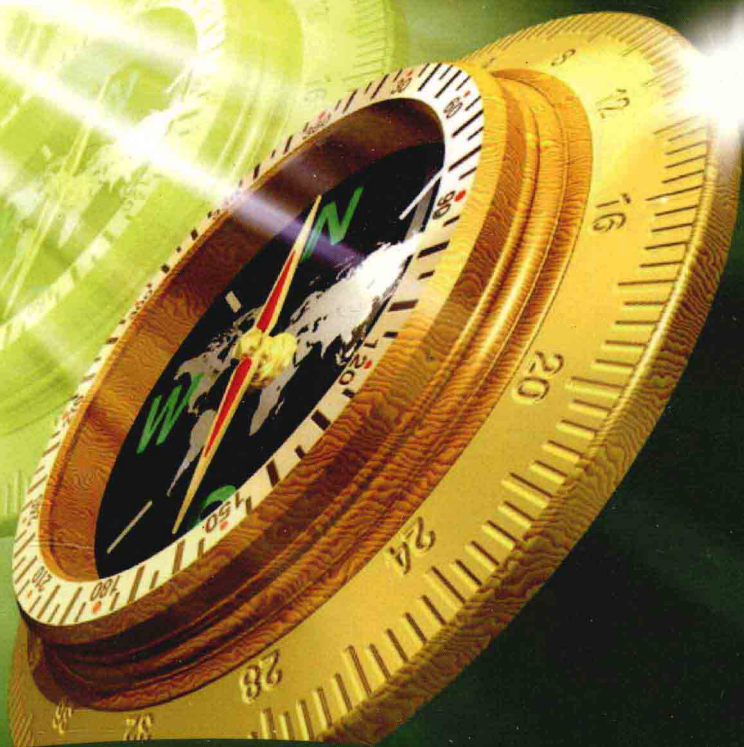




普通高等教育高级应用型人才培养规划教材



运筹学

Yun

Chou

Xue

主编 吴祈宗



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS





普通高等教育高级应用型人才培养规划教材

运筹学

Yun Chou Xue

主 编 吴祈宗

副主编 李 光 崔春生



暨南大学出版社

HUNAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

运筹学/吴祈宗主编. —广州:暨南大学出版社, 2009. 12

(普通高等教育高级应用型人才培养规划教材)

ISBN 978 - 7 - 81135 - 118 - 7

I. 运… II. 吴… III. 运筹学—中国—高等学校—教材 IV. O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 200039 号

出版发行:暨南大学出版社

地 址:中国广州暨南大学

电 话:总编室(8620) 85221601

营销部(8620) 85225284 85228291 85220693 (邮购)

传 真:(8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编:510630

网 址:<http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版:广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷:广州市怡升印刷有限公司

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:20

字 数:474 千

版 次:2009 年 12 月第 1 版

印 次:2009 年 12 月第 1 次

印 数:1—3000 册

定 价:36.00 元 (附送光盘一张)

(暨大版图书如有印装质量问题,请与出版社总编室联系调换)



普通高等教育高级应用型
人才培养规划教材

总 序

我国社会经济发展的新阶段，亟须具有一定实践能力和创新精神的高级应用型人才。培养满足社会经济发展需要的人才，是高等院校的崇高职责。

在备课、授课、练习、考评几个教学环节中，教材是基本的依据，它对教学方式、教学质量有十分重要的影响。不同的教学类型和人才培养目标，需要不同的教材。我们根据教学型院校经济管理专业人才培养目标的要求，组织优秀作者队伍，编写了这套普通高校经管类专业高级应用型人才规划教材。

传统的经管类本科教材具有明显的优点，即理论的系统性强、层次结构清晰，但也存在着明显的缺陷。传统经管类教材编写的特点是从理论开始，如概念、特征、功能、公式等，再用例子说明、证明，复习题往往是书中小标题后面加“？”，形成“理论+例证”的编写模式。这种模式的教材介绍的理论知识缺乏从感性到理性的认识过程，而且复习题主要是为了让学生记住介绍的理论知识，缺乏实际操作的训练。因此，在教学中使用这样的教材，往往会形成“老师讲、学生听”的“授受型讲课、接受型学习”的教学特征，学生难以真正理解和掌握所学的理论知识，更难以运用。

编写普通高等教育高级应用型人才规划教材，不能重复传统的编写模式，应在新的教学理论、教学模式的指导下，采用新的编写方式。我们尝试采取“实例—理论—实训”的模式来编写本规划教材。

遵照普通高等教育高级应用型人才培养目标，本规划教材除了要求框架结构新、汇集相关研究成果新、资料数据新之外，还力求将职业道德、实践训练、创新精神贯穿全书。在写作方式上，每章开头撰写一个引例，在介绍有关理论时，由实例中包含的“知识点”引申出相关理论，或将相关理论与实例糅合在一起，并在重点、难点、有争议、理论前沿等地方，插入小案例、讨论题等，以便在教学中让学生感受到理论在实际中是如何呈现，又是如何从感性认识上升到理性认识的，并通过课程实训（实验）和专业实训（实验）去解决实际问题，从而使实践能力和创新能力得到培养和提高。

练习题是教材十分重要的组成部分，它不仅起着复习所学课程理论知识的作用，还

是提高教学质量、实现人才培养目标的重要手段和途径，题目要体现职业道德、实践训练和创新精神。复习题不搞对号入座，要前后对照，联系实际，综合地复习所学知识，横向可将几个概念、几种方法进行对比，如几种决策方法的比较；纵向可将前后知识联系起来，将历史知识和知识的历史相联系，如产品的整体概念与营销观念的变化，与营销策略的关系等。思考题要联系实际，有探索性，有利于创新精神的训练，如在不同收入、年龄等人群中需求层次的不同表现，如何激励或如何营销等。讨论题和辩论题要针对实际中存在的不同观念，容易引起争论和讨论的问题出题，如房价猛涨是暴利还是市场供求反映等。实践性练习题，学生必须通过调查、实践才能完成。案例分析题要能训练学生发现问题、分析问题、解决问题的能力等。

通过以上的尝试和努力，我们力求编写出有如下特点的教材：

- (1) 紧扣人才培养目标，贯穿职业道德、实践训练、创新精神等素质教育的主线；
- (2) 突出实践性知识的介绍和实践能力的训练；
- (3) 汇集新的研究成果，形成新的专业知识结构；
- (4) 各门课程既参照撰写模式，又体现出自身特点及个性。

本规划教材适合于普通高校经管专业本科、独立学院本科、高职高专以及企业管理干部培训使用。我们希望通过传统经管教材的改革，为经管课程的教学改革及教学质量的提高作出贡献。

邓志阳

广东外语外贸大学教授

2008 年 1 月



普通高等教育高级应用型
人才培养规划教材

前言

运筹学在自然科学、社会科学、工程技术、生产实践、经济建设及现代化管理中有着重要的意义。随着科学技术和社会经济建设的不断发展进步,运筹学得到迅速的发展和广泛的应用。作为运筹学的重要组成部分——线性规划、运输问题、目标规划、整数规划、动态规划、排队论、存储论、决策分析及图与网络分析等内容成为管理、经济类本科学生所应具备的必要知识和学习其他相应课程的重要基础。本书根据管理、经济类本科生知识结构的需要,系统地介绍了上述内容的基本思想、分析思路及应用方法。内容尽力体现新颖、实用,力求跟上时代步伐。

在管理、经济类本科专业,运筹学课程的地位越来越重要,但是对于培养应用型本科人才有较好针对性的运筹学教材却几乎没有。如何编写一本对管理、经济类本科学生适用,既能够满足学科专业的需要,又便于学生很好地吸收的运筹学教材成为有关学科、专业建设的迫切需求,面对这种情况我们编著了本教材。

本书的编著者都具有长期从事运筹学教学与科研的经历,在教学中积累了丰富的经验。本书的编写还参考了国内外的大量有关资料文献,吸取了有关兄弟院校的宝贵经验,可以说,本教材的编写是集体智慧的结晶。本书努力讲清各部分内容的基本思想,分析问题的基本思路及应用方法的求解过程,力求做到深入浅出、通俗易懂,适于教学和自学。

作为有一定针对性的教材,我们在内容的选择、例题的安排等方面注意专业知识的相关性,在每一章末配置了适当的习题,便于读者理解、消化书中的内容。为了给读者提供深入学习、理解教材的条件,我们在每一节内容后面提供了思考题;在每一章后给出小结。为了支撑教师的教学,我们还把多年教学中积累的教学课件做成光盘,奉献给读者,特别是教师。其中的内容不是教材的简单复制,而是为了扩大整个教学的信息量,作为附件仅供教师与其他读者参考。

本书的编著由多人协作完成,其中第一、七、八章由吴祈宗教授执笔;第二、三、四、五章由李光执笔;第六、九、十、十一章由崔春生执笔。

在本书的编著过程中,我们参考了大量的国内外有关文献,它们对本书的成文起了

重要作用。在此对一切给予我们支持和帮助的朋友、同事、有关人员以及参考文献的作者一并表示衷心感谢。

限于编著者的水平，书中难免有不当或失误之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

2009 年 9 月



普通高等教育高级应用型
人才培养规划教材

目 录

总 序	(1)
前 言	(1)
第一章 绪 论	(1)
1.1 运筹学概述	(2)
1.2 运筹学的内容及特点	(6)
1.3 运筹学的学习与应用	(8)
第二章 线性规划建模及单纯形法	(12)
2.1 线性规划的概念	(13)
2.2 线性规划解的概念、性质及图解法	(19)
2.3 单纯形法	(29)
2.4 线性规划应用	(49)
习 题	(57)
第三章 线性规划问题的对偶与灵敏度分析	(61)
3.1 线性规划的对偶问题	(62)
3.2 对偶单纯形法	(73)
3.3 灵敏度分析	(77)
习 题	(87)
第四章 运输问题	(91)
4.1 运输问题模型及有关概念	(92)
4.2 运输问题求解——表上作业法	(97)
4.3 运输问题的应用	(111)
习 题	(116)

第五章 目标规划	(120)
5.1 目标规划模型	(121)
5.2 目标规划的几何意义及图解法	(124)
5.3 求解目标规划的单纯形法	(127)
习 题	(131)
第六章 整数规划	(134)
6.1 整数规划问题的提出	(135)
6.2 分枝定界法	(138)
6.3 割平面法	(142)
6.4 0—1 规划及隐枚举法	(147)
6.5 分派问题	(149)
习 题	(158)
第七章 动态规划	(161)
7.1 多阶段决策过程的最优化	(162)
7.2 动态规划的基本概念和求解思路	(166)
7.3 离散型动态规划问题	(173)
7.4 连续型动态规划问题	(180)
7.5 动态规划方法应用举例	(186)
习 题	(193)
第八章 排队论	(198)
8.1 排队论概述	(199)
8.2 研究的基本问题与排队论问题求解思路	(207)
8.3 泊松输入——指数服务排队模型	(215)
8.4 其他模型选介	(227)
8.5 排队系统的优化目标与最优化问题	(230)
习 题	(234)
第九章 存储论	(238)
9.1 存储论中的基本概念	(238)
9.2 不允许缺货的批量订购问题	(240)
9.3 不允许缺货的批量生产问题	(243)
9.4 允许缺货的批量订购问题	(246)
9.5 允许缺货的批量生产问题	(248)
9.6 需求为随机的单一周期进货问题	(251)
9.7 其他类型的存储问题	(257)
习 题	(260)
第十章 决策分析	(262)
10.1 决策的程序和分类	(263)
10.2 确定型决策问题	(264)

10.3	不确定型决策问题	(265)
10.4	风险型决策问题	(268)
10.5	灵敏度分析	(274)
10.6	效用理论在决策中的应用	(275)
	习 题	(279)
第十一章	图与网络分析	(282)
11.1	图的基本概念与基本定理	(283)
11.2	树和最小支撑树	(286)
11.3	最短路问题	(290)
11.4	网络系统最大流问题	(292)
11.5	网络系统中的最小费用最大流问题	(298)
11.6	中国邮递员问题	(302)
	习 题	(305)
	参考文献	(308)

绪 论

本章要点

本章主要介绍运筹学的简史，运筹学的性质、特点、应用及其发展前景。

本章核心概念

运筹学 Operations Research

运筹学定义 Definitions of Operations Research

运筹学的分支 Components of Operations Research

运筹学工作步骤 The Phases of an Operations Research Project

建模思路 The Construction of Mathematical Mode

案例

〔例一〕某工厂拥有 A, B, C 三种类型的设备，生产甲、乙两种产品。每件产品在生产中需要占用的设备机时数，每件产品可以获得的利润以及三种设备可利用的机时数如下表所示：

	产品甲	产品乙	设备能力（小时）
设备 A	3	2	65
设备 B	2	1	40
设备 C	0	3	75
利润（元/件）	1 500	2 500	

考虑工厂应如何安排生产可获得最大的总利润？

进一步考虑，如果产品的销售情况不容乐观，那么工厂决策者会考虑不安排生产，

而准备将所有设备出租,收取租费。这时,需要了解每种设备的台时费用情况,从而确定出租设备的每台时报价。

[例二] 某奶牛站希望通过投资来扩大牛群数,开始只有 5 000 元资金。现已知可购入 A 或 B 两种奶牛,对 A 每投入 1 000 元,当年及以后每年可获得 500 元钱和 2 头小牛;对 B 每投入 1 000 元可获 200 元钱和 3 头小牛。问如何规划使 4 年后牛的总数最大?

[例三] 某重要设施是由三道防线组成的防空系统。第一道防线上配备两座武器;第二道防线上配备三座武器;第三道防线上配备一座武器。所有的武器类型一样。武器对来犯敌人的射击时间服从 $\mu=1$ (架/分钟) 的指数分布,敌机来犯服从 $\lambda=2$ (架/分钟) 的泊松流。试估计该防空系统的有效率。

[例四] 益民食品批发部为附近 200 多家食品零售店提供某品牌方便面的货源。为了满足顾客的需求,批发部几乎每月进一次货并存入仓库,当发现货物快售完时,及时调整进货。如此每年需花费在存储和订货的费用约 37 000 元。负责人如何使这笔费用下降,达到最好的运营效果?

1.1 运筹学概述

运筹学是一门基础性的应用学科,主要是将社会经济建设实践中经济、军事、生产、管理、组织等事件中出现的一些带有普遍性的运筹问题加以提炼,然后利用科学方法进行分析、求解等。前者提供模型,后者提供理论和方法。运筹学主要研究系统最优化的问题,通过对建立的模型求解,为决策者进行决策提供科学依据。

随着科学技术和生产的发展,运筹学已渗入很多领域,发挥了越来越重要的作用。运筹学是软科学中“硬度”较大的一门学科,兼有逻辑的数学和数学的逻辑的性质,是系统工程学和现代管理科学中的一种基础理论和不可缺少的方法、手段和工具。运筹学已被应用于广泛的领域,在现代化建设中发挥着重要作用。

1.1.1 运筹学简史

运筹学的英文通用名称为“Operations Research”,简称 OR,按照原意应译为运作研究或作战研究。现代运筹学的起源可以追溯到几十年前,普遍认为,运筹学作为一门现代科学,是在第二次世界大战期间首先在英美两国发展起来的,运筹学的活动是从第二次世界大战初期的军事任务开始的。当时迫切需把各项稀少的资源以有效的方式分配给各种不同的军事运作及在每一运作中的各项活动,所以美国及随后美国的军事管理当局都号召大批科学家运用科学手段来处理战略与战术问题,实际上这便是要求他们对种种(军事)运作进行研究,这些科学家小组正是最早的运筹小组。第二次世界大战期间,“OR”成功地解决了许多重要的作战问题,显示了科学的巨大物质威力,为“OR”后来的发展铺平了道路。

在我国汉朝时,汉高祖刘邦称赞张良时用了“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”的话,人们取其义把它译为“运筹学”。国内外许多学者公认,这个译法非常恰当。

事实上,运筹学的思想出现得很早。我国历史上在军事和科学技术方面对运筹思想

的运用是世界著名的：公元6世纪春秋时期著名的《孙子兵法》中处处体现了军事运筹的思想；战国时期“田忌齐王赛马”的故事是对策论的典型范例；刘邦、项羽在楚汉相争过程中，依靠张良等谋士的计谋，演出了一幕又一幕体现运筹思想的作战战例；在三国时期的战争中更可以举出很多运用运筹思想取得战争胜利的例子。除军事方面，在我国古代农业、运输、工程技术等方面也有大量体现运筹思想的实例，如北魏时期科学家贾思勰的《齐民要术》一书就是一部体现运筹思想合理策划农事的宝贵文献；古代的粮食和物资的调运、都市的规划建设、水利方面如四川都江堰工程等亦处处反映了运筹思想的运用。

在欧美，运筹学早期工作的历史可追溯到20世纪前叶，在1914年提出了军事运筹学中的兰彻斯特（Lanchester）战斗方程；1917年排队论的先驱者丹麦工程师爱尔朗（Erlang）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；20世纪20年代初提出了存储论的最优批量公式；20世纪30年代，在商业方面列温逊已经运用运筹思想来分析商业广告和顾客心理等。

这反映出，运筹学注意系统数据采集，分析并研究优化方案的思想是一种朴素、自然的思想。实际上，很多人都在自觉、不自觉地运用这个思想。另一方面，我们常说“道高一尺，魔高一丈”，在竞争中各方共同运用这些思想解决问题时，就表现为对运筹学内涵的研究、运用能力。

运筹学，作为科学名词是出现在20世纪30年代末。当时英、美使用雷达作为防空系统的一部分在军事上对付德国的空袭，在技术上没有问题，但是在实际运用中效果不理想。为此，一些有关领域的科学家把“如何合理运用雷达”作为一类新的问题进行研究。由于它与研究技术问题不同，于是就称作“运作研究”。

“二战”期间，英、美军队中成立了一些专门小组，面对一些实际问题开展了短期的和战术性的研究。例如，雷达系统有效防空问题，研究设计将雷达信息传送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等；护航舰队保护商船队的编队问题，研究当船队遭受德国军队攻击时如何使船队减少损失等；大西洋反潜战问题，研究如何设计反潜舰艇或飞机投掷深水炸弹的最佳方案等。“二战”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（Land）为首的一些部门开始着重研究战略性问题。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等；研究苏联的军事能力及未来的预报等。总的来说，在这段时间里运筹学的研究与应用范围主要是与战争相关的战略、战术方面问题。随着世界性战争的结束，各国的经济建设迅速发展，世界范围内的激烈竞争也体现在经济、技术方面，运筹学的研究发展也向这些方面拓展。由于运筹学适应时代的要求，在近六十年中，它无论在理论上还是应用上都得到了快速的发展。在应用方面，今天运筹学已经涉及服务、管理、规划、决策、组织、生产、建设等诸多方面，甚至可以说，很难找出它不涉及的领域。在理论方面，由于运筹学的需要和刺激而发展起来的一些数学分支，如数学规划、应用概率与统计、应用组合数学、对策论、数理经济学、系统科学等，都得到迅速发展。

20世纪50年代中期，我国著名科学家钱学森、许国志等将运筹学从西方引入我国，并结合我国的特点在国内推广应用。自从引入以来，运筹学在我国已有五十多年的

历史。经过这五十多年，运筹学在我国有了很大的发展，确立了它在经济建设中的地位。但是，运筹学在我国的发展状况与世界其他国家相比，尚有不小的差距，其中最主要的是认识与基础的问题。

随着科学技术的发展，特别是信息社会的到来，运筹学的内涵不断扩大，涉及的数学及其他基础科学的知识越来越多，于是熟练掌握并运用这门学科有效解决实际问题的难度也逐渐加大。根据运筹学的发展，数学、计算机科学及其他新兴学科的最新知识、技术都能很快融合到其中，特别是人的直接参与决策，使得运筹学的发展更进入一个崭新阶段。

为了加强运筹学的研究与应用，国内外成立了许多学术性的组织。最早建立运筹学会的国家是英国（1948年），接着是美国（1952年）、法国（1956年）、日本和印度（1957年）等，到1986年为止，国际上已有38个国家和地区建立了运筹学会或类似的组织。我国的运筹学会成立于1980年。1959年英、美、法三国的运筹学会发起成立了国际运筹学联合会（IFORS），以后各国的运筹学会纷纷加入，我国于1982年加入该会。此外还有一些地区性组织如欧洲运筹学协会（EURO）成立于1976年，亚太运筹学协会（APORS）成立于1985年等。

1.1.2 运筹学的应用

运筹学在早期的应用主要在军事领域，“二战”后运筹学的应用转向民用。经过几十年的发展，运筹学的应用已经深入到社会、政治、经济、军事、科学、技术等各个领域，发挥了巨大作用。这里选择几个管理方面的应用给予简单介绍。

（1）生产运作：生产总体计划要求从总体确定生产、存储和劳动力的配合规划以适应波动的需求计划。运筹学的应用主要在生产作业的计划、日程表的编排、合理下料、配料问题、物料管理等方面。

（2）物资库存管理：多种物资库存的系统组织与安排管理，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、电子计算机的内存量、合理的水库容量等。将库存理论与计算机的物资管理信息系统相结合，确定合理的库存方式，计算最佳的库存量等。

（3）物资运输问题：涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输、厂内运输。常常涉及班次和人员服务的时间安排等，需要确定最小成本的运输线路、物资的调拨、运输工具的调度等。

（4）组织人事管理：对人员的需求和使用方面的预测，确定人员编制、人员合理分配，建立人才评价体系、人才开发的规划、激励机制的研究等。

（5）市场营销：广告预算、媒介选择、产品定价、新产品的引入和开发、销售计划的制订、市场模拟研究等。

（6）财务管理和会计：各经济项目的预测、预算、贷款、成本分析、证券管理、现金管理等。常使用的方法有统计分析、数学规划、决策分析、盈亏点分析、价值分析等。

（7）计算机应用和信息系统开发：运筹学中的数学规划方法、网络图论、排队论、存储论、模拟与仿真方法等均起到巨大作用。

(8) 城市管理: 各种紧急服务系统的设计和运用, 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, 区域规划, 市区交通网络的规划与管理等。

1.1.3 运筹学的发展

运筹学经过几十年的发展, 虽然历史不长, 其内容已相当丰富, 所涉及的领域也十分广泛。以《运筹学国际文摘》收集的各国运筹学论文的内容为例, 按技术分类就有 50 多种。现在这门新兴学科的应用已深入到国民经济的各个领域, 成为促进国民经济多快好省, 健康协调发展的有效方法。

我国运筹学的应用是在 1957 年始于建筑业和纺织业。1958 年开始在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面都有应用, 尤其是运输方面, 提出了“图上作业法”, 并从理论上证明了其科学性。在解决邮递员合理投递路线问题时, 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, 运筹学在我国的钢铁和石油部门得到了全面和深入的应用。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进展。从 20 世纪 70 年代起, 在全国大部分省市推广优选法。70 年代中期最优化方法在工程设计界得到广泛的重视。在光学设计、船舶设计、飞机设计、变压器设计、电子线路设计、建筑结构设计和化工过程设计等方面都有成果。70 年代中期的排队论开始应用于研究港口、矿山、电信和计算机设计等方面。图论曾被用于线路布置和计算机设计、化学物品的存放等。存储论在我国应用较晚, 70 年代末在汽车工业和物资部门取得成功, 近年来运筹学的应用已趋于研究规模大和复杂的问题, 如部门计划、区域经济规划等, 并已与系统工程难以分解。

随着运筹学的应用越来越广泛和深入, 众多有识之士对运筹学将向哪个方向发展、如何发展的问题进行了广泛和深入的研究。美国前运筹学会主席邦特 (S. Bonder) 认为, 运筹学应在运筹学应用、运筹科学和运筹数学三个领域发展; 并强调发展前两者, 从整体讲应协调发展。目前运筹学工作者面临的大量新问题是: 经济、技术、社会、生态和政治等因素交叉在一起的复杂系统。因此, 早在 20 世纪 70 年代末 80 年代初就有不少运筹学家提出: 要注意研究大系统, 注意运筹学与系统分析相结合。美国科学院国际开发署写了一本书, 其书名就把系统分析和运筹学并列。有的运筹学家提出了从运筹学到系统分析的报告, 认为由于研究新问题的时间很长, 因此必须与未来学紧密结合; 由于面临的问题大多是涉及技术、经济、社会、心理等综合因素的研究, 在运筹学中除常用的数学方法以外, 还必须引入一些非经典数学的方法和理论等。美国运筹学家沙旦 (T. L. Saaty) 在 20 世纪 70 年代末提出了层次分析法 (AHP), 并认为过去过分强调精巧的数学模型, 可是它很难解决那些非结构性的复杂问题。因此宁可看起来是简单和粗糙的方法, 加上决策者的正确判断就能解决实际问题。切克兰特 (P. B. Checkland) 把传统的运筹学方法称为硬系统思考, 它适用于解决那种结构明确的系统以及战术和技术性问题。硬系统思考方法对于结构不明确的, 有人参与活动的系统无法很好地处理, 这就应采用软系统思考方法: 与它相应的一些概念和方法都应有所变化, 如将过分理想化的“最优解”换成“满意解”等。借助电子计算机, 研究软系统的概念和运用方法应是今后运筹学发展的一个方向。

目前, 运筹学领域工作者比较一致的共识是运筹学的发展应注重以下三个方面: 理

念更新、实践为本、学科交融。

1.2 运筹学的内容及特点

1.2.1 运筹学的分支

我国运筹学的老前辈、中国工程院院士许国志教授等在 1992 年《运筹与管理》杂志创刊号发表的《运筹学的 ABC》一文提出的运筹学的三个来源是：军事、管理和经济，同时还讨论了运筹学的三个组成部分：运用分析理论、竞争理论和随机服务理论即排队论。

由于运筹学涉及广泛的应用和有关的学科领域，经历数十年的发展形成了其自身的各个分支。

线性规划是由美国运筹学工作者丹捷格（G. B. Dantzig）在 1947 年发表的成果，它当时所解决的问题是美国空军在军事规划时提出的。丹捷格提出了求解线性规划问题的单纯形法。列昂节夫约在 1932 年提出了投入产出模型；冯·诺伊曼（Von. Neumman）和摩根斯坦（O. Morgenstern）合著的《对策论与经济行为》（1944 年）是对策论的奠基作，同时该书已隐约地指出了对策论与线性规划对偶理论的紧密联系。回顾历史，为运筹学的建立和发展作出贡献的有物理学家、经济学家、数学家、其他专业的学者、军官和各个行业的实际工作者。

运筹数学的飞快发展，促使运筹学形成了许多分支。通常提到的有：线性规划、非线性规划、整数规划、目标规划、动态规划、随机规划、模糊规划等，这些人们常常统称为数学规划。此外还有：图论与网络、排队论（随机服务系统理论）、存储论、对策论、决策论、搜索论、维修更新理论、排序与统筹方法、可靠性和质量管理等。

数学规划解决的主要问题形式是在给定条件下，按某一衡量指标来寻找安排的最优方案。它可以表示成求函数在满足约束条件下的极大极小值问题。

一个数学规划问题，如果约束条件和目标函数都是线性函数，就叫线性规划。要解决线性规划问题，从理论上讲要求解线性方程组。因此解线性方程组的方法，以及关于行列式、矩阵的知识，就是线性规划中非常必要的工具。

非线性规划是线性规划的进一步发展和继续。许多实际问题如设计问题、经济平衡问题都属于非线性规划的范畴。非线性规划扩大了数学规划的应用范围，同时也给数学工作者提出了许多基本理论问题，使数学中的如凸分析、数值分析等也得到了发展。还有一种规划问题和时间有关，叫做“动态规划”。近年来在工程控制、技术物理和通信中的最佳控制问题中，它已经成为经常使用的重要工具。

排队论，又称随机服务系统理论。它的研究目的是要回答如何改进服务机构或组织被服务的对象，使得某种指标达到最优的问题。比如一个港口应该有多少个码头，一个工厂应该有多少维修人员等。

排队论最初是在 20 世纪初由丹麦工程师爱尔朗关于电话交换机的效率研究开始的，在“二战”中为了对飞机场跑道的容纳量进行估算，它得到了进一步的发展，其相应的学科更新论、可靠性理论等也都发展起来。

排队论在日常生活中的应用是相当广泛的，比如水库水量的调节、生产流水线的安排、铁路分成场的调度、电网的设计等。

对策论也叫博弈论，众所周知的田忌赛马就是典型的博弈论问题。作为运筹学的一个分支，博弈论的发展也只有几十年的历史。系统地创建这门学科的数学家，现在一般公认为是美籍匈牙利数学家、计算机之父——冯·诺依曼。

用数学方法研究博弈论是从国际象棋中开始的——如何确定取胜的着法。由于是研究双方冲突、制胜对策的问题，所以这门学科在军事方面有着十分重要的应用。近年来，数学家还对水雷和舰艇、歼击机和轰炸机之间的作战、追踪等问题进行了研究，提出了追逃双方都能自主决策的数学理论。近年来，随着人工智能研究的进一步发展，对博弈论提出了更多新的要求。

搜索论是由于“二战”中战争的需要而出现的运筹学分支。主要研究在资源和探测手段受到限制的情况下，如何设计寻找某种目标的最优方案，并加以实施的理论和方法。它是在“二战”中，同盟国的空军和海军在研究如何针对轴心国的潜艇活动、舰队运输和兵力部署等进行甄别的过程中产生的。搜索论在实际应用中也取得了不少成效，例如 20 世纪 60 年代，美国寻找在大西洋失踪的核潜艇“打谷者号”和“蝎子号”，以及在地中海寻找丢失的氢弹，都是依据搜索论获得成功的。

1.2.2 运筹学的定义及原则

为了更好地研究和应用，人们希望对运筹学给出一个确切定义，以便更加深入地明确它的性质和特点。但是，由于本学科复杂的应用科学特征，至今还没有统一且确切的定义。我们利用以下几个比较有影响的定义来说明运筹学的性质和特点。

(1) 运筹学为决策机构在对其控制下业务活动进行决策时，提供以数量化为基础的科学方法 (P. M. Morse & G. E. Kimball)。

这个定义首先强调的是科学方法，重视某种研究方法要可以用于整个一类问题上，并能够控制和进行有组织的活动，而不单是这些研究方法分散和偶然的应用。另一方面，它强调以量化为基础，必然要用到数学理论和成果。我们知道，任何决策都包含定量和定性两方面，而定性方面又不能简单地用数学表示，如政治、社会等因素，只有综合多种因素的决策才是全面的。在这里，运筹学工作者的职责是为决策者提供可以量化方面的分析，指出那些定性的因素。

(2) 运筹学是一门应用科学，它利用现有的科学技术知识和数学方法，解决实际问题中提出的专门问题，为决策者选择最优决策提供定量依据。

这个定义表明运筹学具有多学科交叉的特点，例如：综合运用数学、经济学、心理学、物理学、化学等的一些方法。运筹学强调最优决策，但是这个理想化了，在实际生活中很难实现。

(3) 运筹学是一种给出坏的问题的答案的艺术，否则的话问题的结果会更坏。

这个定义表明运筹学强调最优决策过分理想，在现实中很难实现，于是用次优、满意等概念来代替最优。

运筹学本身的特点决定了它在工商企业、军事部门、民政事业等研究组织内的统筹协调问题方面的广泛应用，所以运筹学的应用不受行业、部门的限制。运筹学具有很强