



高等教育“十二五”应用型人才培养规划教材

Operations Research

运筹学

◆ 运筹帷幄，决胜千里

◎主 编/吴祈宗

运 筹 学

主 编	吴祈宗	
副主编	李 光	张东日
参 编	崔春生	李 伟
	刘小娟	马 健

内 容 简 介

本书主要包括线性规划、运输问题、目标规划、整数规划、动态规划、排队论、存贮论、图与网络分析及决策分析等内容。这些内容是管理、经济类本科学生应具备的必要知识。作为教材,本书内容着重阐述基本思想、分析思路和应用方法,力求做到深入浅出、通俗易懂,适于教学和自学。每一章末配有适当的习题,便于读者理解、消化书中的内容。为了支撑教师的教学,我们把在多年教学中积累的教学课件及有关软件使用说明等上传至北京理工大学出版社网站(<http://www.bitpress.com.cn>),奉献给读者特别是教师免费下载。

本书注重运筹学的实践应用指导,可作为管理、经济类专业本科和研究生阶段的教材,也可作为其他相关专业的本科、研究生教材或教学参考书。本书对于希望了解、认识及应用运筹学的各类人员都有一定的参考价值。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

运筹学 / 吴祈宗主编. —北京:北京理工大学出版社, 2011.6

ISBN 978 - 7 - 5640 - 4602 - 6

I. ①运… II. ①吴… III. ①运筹学 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 102248 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 22.25

字 数 / 519 千字

版 次 / 2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 42.00 元

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

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、存贮论、图与网络分析及决策分析等内容成为管理、经济类本科生所应具备的必要知识和学习其他相关课程的重要基础。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,出版部门和高等院校均对编写、出版针对应用型本科人才培养的运筹学教材给予了十分的关注。因此,如何编写一本针对管理、经济类本科学生,特别是面向培养应用型人才,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。本书是在这种情况下进行编著的。

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重专业知识的相关性,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,并特别安排了运筹学实践课指导的内容。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给出了思考题,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和有关软件的使用说明等上传至北京理工大学出版社网站(<http://www.bitpress.com.cn>),奉献给读者特别是教师免费下载。其中的内容不是教材的简单复制,我们这样做是为了扩大整个教学的信息量,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1,第2,第8,第9,第11章及课程实践S2由吴祈宗教授执笔,第3,第4,第5章及课程实践S1由李光执笔,第6,第7,第10章由张东日执笔。此外,崔春生、李伟、刘小娟、马健等参与了本教材的编写。

在本书的编著过程中,参考了大量的国内外有关文献书籍,它们对本书的成文起了重要作用。在此对所有给予我们支持和帮助的朋友、同事、有关人员及参考文献书籍的作者一并表示衷心感谢。

限于编著者水平,书中难免有不当或失误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

教学建议

运筹学包含的内容很多,涉及面也很广。如何选择合适的内容进行教学,是需要认真探讨的问题。这里,根据编著者的调研、分析,以及长期教学的体会、经验,结合本教材的结构,提出一些建议,仅供有关读者参考。

1 课程指导思想及定位

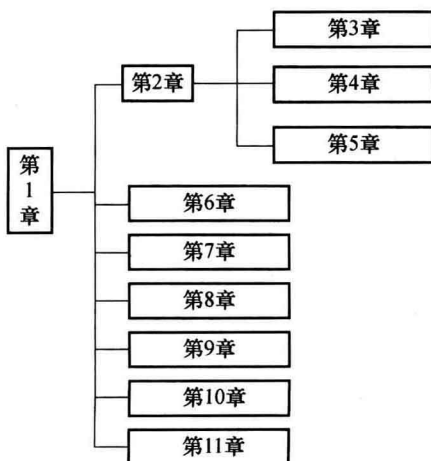
本课程是管理类、应用经济类专业的基础课,它将为学生学习有关专业课程打好基础,进而为学生毕业后在管理工作中运用模型技术、数量分析及优化方法打下良好的基础。本课程的主要任务是:

- (1) 要求学生掌握运筹学的基本概念、基本原理、基本方法和解题技巧。
- (2) 培养学生根据实际问题建立运筹学模型的能力及求解模型的能力。
- (3) 培养学生分析解题结果及经济评价的能力。
- (4) 培养学生理论联系实际的能力及自学能力。

由于运筹学课程本身具有理论性及应用性密切结合的特征,所以,要学好这门课程必须注重对运筹学本质性知识的掌握,只有这样才能为进一步学习其他有关课程,并在以后的实践中灵活运用运筹学的知识、理论去解决实际问题打下扎实的基础。做到这些是较为困难的,按照老的模式进行运筹学课程的教学远不能满足管理、经济方面人才的培养要求,教学改革迫在眉睫。本课程的教学内容安排及教学组织过程注意吸取国内外最新研究的教学与科研成果,从而有效地提高了运筹学课程的教学效果。

2 本书结构

在教材中,有些内容是独立的,即不需要学习本教材的其他内容,只需具有一定的高等数学和线性代数基础,就可以进一步学习;有些内容前后有一定的联系,需要按顺序来学习。内容结构如下:



教材中的课程实践 S1 是第 2, 第 3, 第 4, 第 5 章内容的实验及实践指导; 课程实践 S2 是第 6, 第 7, 第 8, 第 9, 第 10, 第 11 章内容的实验及实践指导。

3 各章内容的学习课时建议

教学内容	课时建议		可选内容
	最低学时	最高学时	
第 1 章	2	2	
第 2 章	6	10	低学时可以不讲单纯性算法
第 3 章	2	10	低学时可以只讲对偶及其意义
第 4 章	4	6	低学时可以不讲算法原理
第 5 章	4	6	低学时可以只讲建模与图解法
S1	6	12	例题的选择可以减少
第 6 章	4	8	低学时可以不讲算法
第 7 章	6	8	低学时可以适当减少例题讲解
第 8 章	4	8	低学时可以不讲公式推导和其他模型
第 9 章	4	8	低学时可以不讲公式推导
第 10 章	8	10	低学时可以不讲中国邮路问题
第 11 章	4	8	低学时可以不讲灵敏度分析和效用
S2	6	12	例题的选择可以减少
课时总计	60	108	

4 不同层次及学习课时的教学建议

由于各院校根据其具体情况对运筹学课程的安排不同, 目标有差异, 所以学时也有所不同。

在课程目标方面, 主要有两类:

(1) 以算法学习为主: 可以略去课程实践 S1, S2 的内容, 各章的学习选取最高学时学习。根据学时要求, 如果总学时不够可删去一些章节。

(2) 以应用性学习为主: 可以根据总学时的安排直接使用上面的学时建议。但是, 建议重视课程实践 S1, S2 的使用, 学时方面可以根据实际安排。

在学时安排方面: 有 32 学时、40 学时、48 学时、60 学时、64 学时, 也有分成两门课程, 安排到 80 学时以上的。还有一些作为介绍性的课程, 安排在 30 学时以下。

对于本教材, 第 1, 第 2, 第 3, 第 4 章是最基本的内容, 学时少的情况, 至少需要介绍这 4 章的内容。在这 4 章的基础上, 可在其余 7 章中进行选择, 略去哪一章都不会影响到整个课程学习的基本目标要求。

运筹学课程的学习, 若不是课时太少, 应在前 4 章的基础上, 另讲授 2 个以上的章节, 使学生能够对运筹学有更加全面的了解和认识。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 运筹学概况简述及学习建议	2
1.2 运筹学的内容及特点	7
第 2 章 线性规划概念、建模与求解	13
2.1 线性规划模型结构与建模	15
2.2 线性规划的图解法	24
2.3 线性规划解的概念与性质	28
2.4 线性规划单纯形法	35
习题	53
第 3 章 线性规划问题的对偶与灵敏度分析	56
3.1 线性规划的对偶问题	57
3.2 对偶单纯形法	67
3.3 灵敏度分析	71
习题	80
第 4 章 运输问题	83
4.1 运输问题模型及有关概念	84
4.2 运输问题求解——表上作业法	88
4.3 运输问题的应用	101
习题	105
第 5 章 目标规划	108
5.1 目标规划模型	108
5.2 目标规划的几何意义及图解法	112
5.3 求解目标规划的单纯形方法	114
习题	117
课程实践 S1 线性规划	119
S1.1 LINDO 软件求解线性规划导引	119
S1.2 对偶与灵敏度分析	125
S1.3 运输问题	128
S1.4 目标规划	132
第 6 章 整数规划	136
6.1 整数规划的数学模型及解的特点	137
6.2 Gomory 法求解整数规划问题	142

6.3 分枝定界法	146
6.4 0-1 整数规划问题的解法	148
6.5 指派问题	152
习题	160
第7章 动态规划	162
7.1 多阶段决策问题	163
7.2 动态规划的基本概念和基本原理	165
7.3 动态规划问题实例	169
习题	190
第8章 排队论	192
8.1 排队论基本概念	193
8.2 研究的基本问题与排队论问题求解思路	201
8.3 泊松输入——指数服务排队模型	208
8.4 其他模型选介	219
8.5 排队系统的优化目标与最优化问题	222
习题	226
第9章 存贮论	229
9.1 存贮论中的基本概念	230
9.2 确定型存贮模型	232
9.3 随机型存贮模型	243
习题	251
第10章 图与网络分析	252
10.1 图的基本概念	254
10.2 最短路问题	258
10.3 最小树问题	266
10.4 最大流问题	269
10.5 推销员及中国邮路问题	275
习题	279
第11章 决策分析	281
11.1 决策问题与决策	282
11.2 不确定型决策问题	286
11.3 风险型决策问题	290
11.4 灵敏度分析	295
11.5 效用理论在决策中的应用	297
习题	302
课程实践 S2 实验与案例分析	304
S2.1 整数规划问题	304

S2.2 动态规划问题	308
S2.3 排队论问题	320
S2.4 存贮论问题	324
S2.5 图与网络分析问题	328
S2.6 决策分析问题	335
网上配套资料内容清单	341
关键词汇索引	342
参考文献	346

第 1 章

绪 论

学习目标

通过本章的学习,了解运筹学的简史,运筹学的性质、特点、应用、发展前景,以及学习运筹学课程的意义。

关键词汇

运筹学 (Operations Research) 运筹学定义 (Definitions of Operations Research) 运筹学的分枝 (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 Model)。

案例导引

例一 某工厂生产 I, II, III 三种仪器,这三种仪器需在 A, B, C 三种机器设备上加工,每 60 台装一箱。每箱仪器在不同的机器上加工所需的时间如表 1-1 所示,一个月中可供使用的机器的时间: A 为 15 天; B 为 20 天; C 为 24 天。每箱仪器的利润: I 为 150 000 元; II 为 170 000 元; III 为 240 000 元。问:怎样安排生产,可使总的利润最大?

表 1-1 每箱仪器在不同的机器上加工所需的时间

天

项 目	机 器		
	A	B	C
仪器 I	2	6	1
仪器 II	3	2	2
仪器 III	5	2	—

进一步讨论：利润是否可以无限大？若不能，原因是什么？若要增加利润需要哪些方面的信息？

另外考虑：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，而准备将所有机器设备用于对外加工，收取加工费。这时，需要为每种机器设备单位时间（每天）的费用定价，问如何定价？

例二 某公司有2500台完好的机器可以在高速和低速两种不同的状态下进行生产，机器的生产状态在每年年初确定之后，一年内运行状态不再改变。在高速状态下进行生产时，平均每台机器每年可收入50万元，机器损坏率为40%；在低速状态下进行生产时，平均每台机器每年可收入30万元，机器损坏率为15%。该企业计划5年后将更换整个生产线，旧的机器全部淘汰。现在要求制定一个5年的使用计划方案，在每年开始时，确定如何分配完好的机器在两种不同状态下进行生产的数量，使在5年内总产值最高，并计算每年年初完好的机器台数。

例三 某市中心汽车加油站有3台加油泵，加油的汽车的到达是随机的，服从Poisson分布，平均每小时到达30辆。每台油泵为汽车加油的时间也是随机的，服从负指数分布，平均服务时间为3分钟。由于地处市中心，加油站内最多可停放汽车6辆，当汽车到达时，若已有6辆车，则自动离开去其他加油站加油。请讨论：

- (1) 加油站无车加油的可能性（概率）。
- (2) 汽车由于进不来而走掉的数量。
- (3) 加油站内等待加油的汽车平均有多少辆？
- (4) 加油站内平均有多少辆汽车（包括正在加油的和等待的）？
- (5) 汽车在加油站内平均的逗留时间。
- (6) 汽车在加油站内的平均等待时间。
- (7) 对加油站的状况进行评价。

案例思考题：

分别考虑上面3个例题，分析各问题的难点是什么？关键在哪里？从这里体会运筹学的内涵，理解运筹学学习的重要性。

1.1 运筹学概况简述及学习建议

运筹学是一门实践性很强的基础性应用学科，它主要是将实践中经济、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，然后利用科学的方法进行分析、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。

在软科学中，运筹学是“硬度”较大的一门学科，与数学和逻辑有较深的渊源，为系统科学、系统工程和现代管理科学提供重要的理论基础和不可缺少的方法、手段、工具。随着科学技术和生产的发展，运筹学的应用已经覆盖到各个领域，在现代化建设中发挥着极其重要的作用。

1.1.1 运筹学简史

运筹学的英文通用名称为“Operational Research”（英国）或者是“Operations Re-

search”(美国),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,运筹学作为一门学科,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。当时迫切需要把各项稀少的资源以有效的方式分配给各种不同的军事经营及在每一经营内的各项活动,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)经营进行研究,这些科学家小组就是最早的运筹小组。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。

P. M. Morse 与 G. E. Kimball 在他们的奠基作中给运筹学下的定义是:“运筹学是在实行管理的领域,运用数学方法,对需要进行管理的问题统筹规划、做出决策的一门应用科学。”运筹学的另一位创始人定义运筹学是:“管理系统的人为了获得关于系统运行的最优解而必须使用的一种科学方法。”它使用许多数学工具(包括概率统计、数理分析、线性代数等)和逻辑判断方法,来研究系统中人、财、物的组织管理、筹划调度等问题,以期发挥最大效益。

但是运筹学的思想或理念在古代就已经产生了。在我国汉朝时,汉高祖刘邦称赞张良“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”。当把“OR”学科引入我国时,人们根据“OR”的科学内涵,取其义而译为“运筹学”,这个译法是非常恰当的。

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闻名的: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;战国时期的《田忌赛马》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;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,运筹学思想成功应用于实践的历史可追溯到20世纪前叶: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,提出了存贮论的最优批量公式;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。

这一切都反映出,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、方法的运用能力。

运筹学(Operations Research, OR),作为科学名词出现在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,虽技术上没有问题,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,所以就称作“运作研究”。

第二次世界大战期间,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。第二次世界大战以后,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、战术方面的问题。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60年中,它无论在理论上还是在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,很难找出它没有涉及的领域。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枝,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,都得到了迅速发展。

20世纪50年代中期,著名的科学家钱学森、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50多年的历史。在这50多年中,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,其中最主要的是理论研究与应用实践结合问题,特别是如何创造性地、合理有效地解决我国在社会经济建设实践中存在的大量运筹学问题。

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。随着运筹学发展,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,特别是人直接参与决策,使得运筹学发展进入一个崭新阶段。

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 运筹学在我国的发展

运筹学经过几十年的发展,虽然历史不长,但其内容已相当丰富,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。

在我国,运筹学的广泛应用是在20世纪中期开始的,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。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。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。存贮论在我国应用较晚,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,并已与系统工程融为一体。改革开放以后,随着越来越广泛、深入地国际交流环境的形成,运筹学在国内的研究与应用快速发展,渗透各个领域,水平与世界很快接近。

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. Bondar)认为,运筹学应在三个领域发展:运筹学应用、运筹科学和运筹数学,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范围很长,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的细巧的数学模型很难解决那些非结构性的复杂问题。其实,用看起来简单和粗糙的方法,加上决策者的正确判断恰能解决实际问题。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,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三个方面:理念更新、实践为本、学科交融。

1.1.3 运筹学的应用

运筹学产生、发展的主要动力之一是实践中不断提出的应用需求。早期的应用主要在军事领域,第二次世界大战以后,运筹学的应用转向民用。经过几十年的发展,运筹学的研究成果涉及社会、政治、经济、军事、科学、技术等领域,发挥了巨大作用。运筹学的应用领域已渗透到诸如服务、库存、搜索、人口、对抗、控制、时间表、资源分配、厂址定位、能源、设计、生产、可靠性等各个方面。根据本教材的面向,这里选择几个管理方面的应用进行简单介绍。

(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、盈亏点分析法、价值分析法等。

(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。

1.1.4 运筹学学习建议

运筹学是一门基础性的应用学科,主要研究系统最优化的问题,通过对建立的模型求解,为管理人员作决策提供科学依据。本课程是管理类专业的必修基础课,为学习有关专业课打基础,进而为学生毕业后在管理工作中运用模型技术、数量分析及优化方法打下良好的基础。本课程的主要任务是:

- (1) 要求学生掌握运筹学的基本概念、基本原理、基本方法和解题技巧。
- (2) 培养学生根据实际问题建立运筹学模型的能力及求解模型的能力。
- (3) 培养学生分析解题结果及经济评价的能力。
- (4) 培养学生理论联系实际的能力及自学能力。

通过教学,培养学生严谨的学风及勤奋刻苦的学习态度和科学的协作精神。

为了帮助有关人员更好地学习运筹学,根据编著者多年的教学实践和体会,提出如下的一些建议,仅供参考。

学习运筹学要把重点放在分析、理解有关的概念、思路上。在学习过程中,应该多向自己提问,如一个方法的实质是什么、为什么这样做、怎么做等。

在认真听课的同时,学习或复习时要掌握以下三个重要环节。

(1) 认真阅读教材和参考资料,以指定教材为主,同时参考其他有关书籍。一般每一本运筹学教材都有自己的特点,但是基本原理、概念都是一致的。注意主从,参考资料会帮助你开阔思路,使学习深入。但是,把时间过多放在参考资料上,会导致思路分散,不利于学好。

(2) 要在理解了基本概念和理论的基础上研究例题, 注意例题是为了帮助你理解概念、理论, 提高应用的能力。作业练习的主要作用也是这样, 它同时还有让你自己检查自己学习状况的作用, 因此, 做题要有信心, 要独立完成, 不要怕出错, 特别是不能把习题解答当做学习指导。因为整个课程是一个整体, 各节内容有内在联系, 所以, 只要学到一定程度, 知识融会贯通起来, 对做题的正确性自己就有判断。

(3) 要学会做学习小结。每一节或一章学完后, 必须学会用精练的语言来概括该节或章所学内容。这样, 你才能够从较高的角度来看问题, 更深刻地理解有关知识和内容, 这就称作“把书读薄”。若能够结合自己参考大量文献后的深入理解, 把相关知识从更深入、广泛的角度进行论述, 则称之为“把书读厚”。



思考题

(1) 通过对运筹学的历史和现状的了解, 谈谈你对运筹学有哪些认识和做了哪些学习的思想准备。

(2) 从有关途径(参考资料、网络信息、各种媒体)进一步了解运筹学的应用情况, 提高学习运筹学的目的性和主动性。

(3) 体会、理解学习运筹学的特点和方法, 对比自己的学习习惯, 考虑在学习实践中改善学习方法。

1.2 运筹学的内容及特点

1.2.1 运筹学的定义及应用原则

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, 由于运筹学学科内涵较广, 具有复杂的应用科学特征, 所以很难建立统一、确切的严格定义。以下利用几个比较有影响的共识性描述来说明运筹学的性质和特点。

(1) 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(P. M. Morse 和 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的分析, 指出那些定性的因素。

(2) 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。

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“最”有些过分理想了, 在实际生活中很难实现。

(3) 运筹学是一种给出问题坏的答案的艺术, 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其在工商企业、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。运筹学具有很强的实践性,它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,并能够向决策者提供建设性意见,起到决策支持的作用。运筹学以整体最优为目标,从系统的观点出发,力图以整个系统最佳的方式来解决该系统各部门之间的利害冲突,对所研究的问题求出最优解,寻求最佳的行动方案,所以人们可以把它看成是一门优化技术,提供的是解决各类问题的优化方法。

由于运筹学的实践性特征,它的研究思路往往是从现实生活场合抽出本质的要素来构造数学模型,努力寻求与决策者目标有关的解。运筹学致力探索求解的结构并导出系统的求解过程,从可行方案中寻求系统的最优解法。

前英国运筹学学会会长托姆林森总结了人们应用运筹学解决实践中的问题时所遵循的规律,提出的下列六条原则,得到了众多运筹学工作者的认同。

- (1) 合伙原则:指运筹学工作者要和各方面人员,尤其是同实际部门工作者合作。
- (2) 催化原则:指在多学科共同解决某问题时,要引导人们改变一些常规的看法。
- (3) 互相渗透原则:要求多部门彼此渗透地考虑问题,而不是只局限于本部门。
- (4) 独立原则:在研究问题时,不应受某人或某部门的特殊政策所左右,应独立从事工作。
- (5) 宽容原则:解决问题的思路要宽,方法要多,而不是局限于某种特定的方法。
- (6) 平衡原则:要考虑各种矛盾的平衡、关系的平衡。

1.2.2 运筹学的分支

我国运筹学的创始人之一、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》一文提出了运筹学的三个来源: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。

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. Neumann)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。在运筹学的产生和发展过程中作出贡献的,有物理学家、经济学家、数学家、军事学家、社会学家,以及广大领域的专家、学者和各个行业的实际工作者。

运筹数学的飞快发展,促进了在分析理论基础上的规划论分支的发展。依据函数及参数的特征,规划论又分出了运筹学更细的分支,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。