



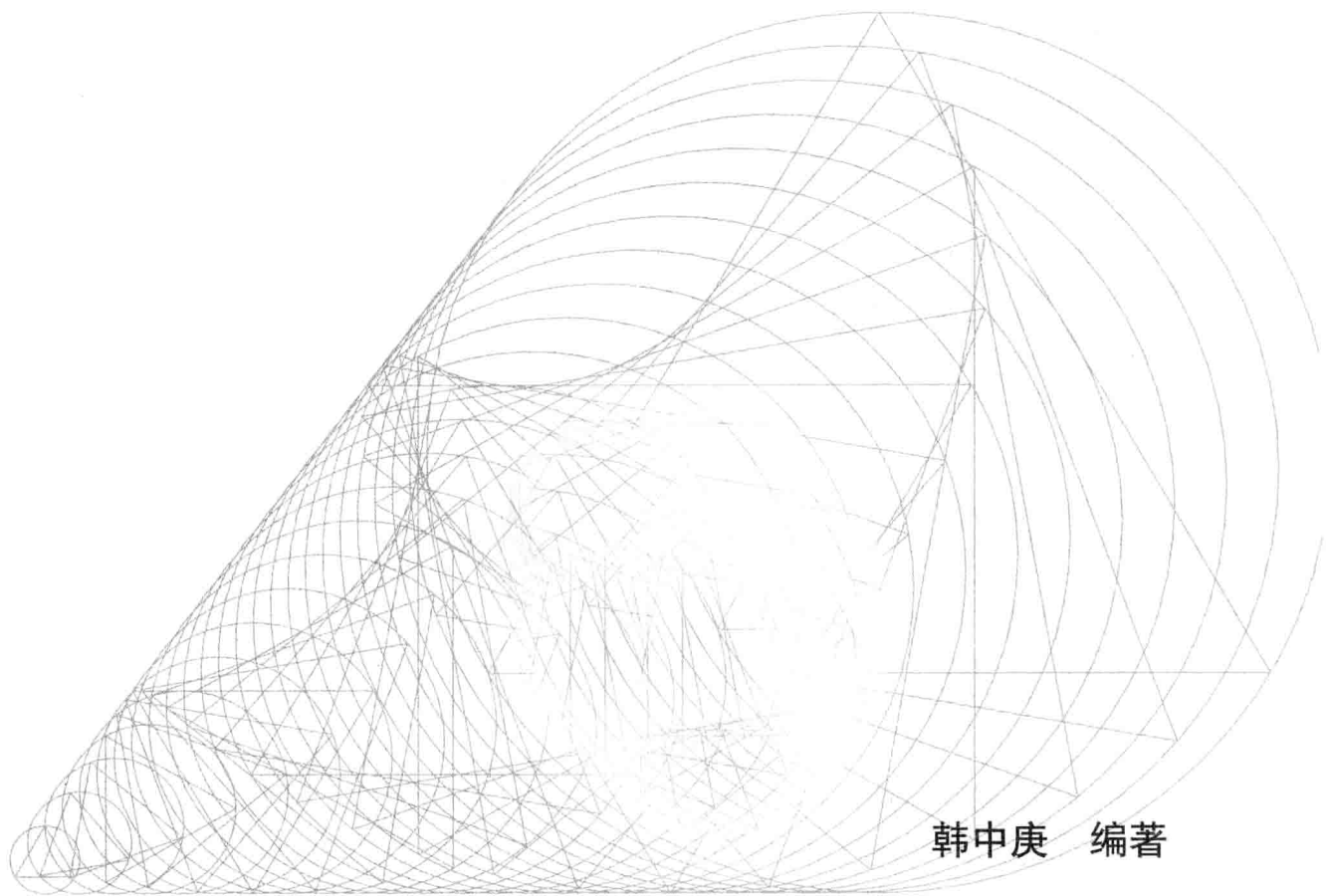
全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

韩中庚 编著

运筹学及其工程应用

<http://www.tup.com.cn>

清华大学出版社



韩中庚 编著

运筹学及其工程应用

清华大学出版社

内 容 简 介

该教材主要是针对全国工程硕士专业学位研究生运筹学课程教学所编写,主要内容包括:绪论、线性规划及其应用、运输规划及其应用、整数规划及其应用、目标规划及其应用、非线性规划及其应用、存储论及其应用、图论与网络优化及其应用、排队论及其应用、对策论及其应用和决策论及其应用等章节,其中每一章都包括问题的工程背景、问题的数学原理、问题的 LINGO 求解方法、应用案例分析和应用案例练习等内容,书中的所有案例和练习全部是来自各工程领域的实际问题,共包含 50 多个应用案例和 100 多个应用练习问题,最后给出了 LINGO 软件使用方法简介。

本书适合作为相关各工程领域的工程硕士专业学位研究生运筹学课程教材,也适合工科各专业的大学本科和非运筹学专业研究生的运筹学课程教学使用或作为参考教材,也可供从事相关研究工作的工程技术人员参考之用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

运筹学及其工程应用/韩中庚编者. —北京:清华大学出版社,2014

ISBN 978-7-302-36624-9

I. ①运… II. ①韩… III. ①运筹学 IV. ①O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 113761 号



责任编辑:刘颖

封面设计:常雪影

责任校对:赵丽敏

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印刷者:三河市君旺印务有限公司

装订者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:464千字

版 次:2014年7月第1版 印 次:2014年7月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00元

前 言

根据 21 世纪各工程领域对于人才的实际需求,全国工程专业学位研究生教育指导委员会提出了工程硕士课程教学改革设想和指导性意见,旨在提高工程硕士研究生的工程应用能力,提升其职业能力,为适应于服务产业、创新发展的需求,推动工程硕士的课程建设与教学改革,不断提高教学水平,为社会培养更多高素质的应用型人才.工程硕士应具备运用数学方法和计算工具解决工程领域实际问题的能力.数学课程教学的改革与创新要紧紧围绕这一核心目标,注重数学在工程中的应用案例教学,加强工程硕士研究生利用数学方法和计算机工具解决实际工程问题的能力培养.

运筹学作为工程硕士研究生的一门重要的数学课程,根据教指委的改革思路和总体要求,同时考虑到各相关工程领域课程教学的实际需求,该教材以介绍运筹学的基本内容为主线,重点是与实际应用联系比较密切的内容和应用的方法.主要包括线性规划、运输规划、整数规划、目标规划、非线性规划、图论与网络优化、存储论、排队论、对策论、决策论等相关内容的工程背景、基本概念与数学原理、数学模型与求解方法,以及 LINGO 软件的求解实现.通过相应的工程案例分析和工程案例练习,训练学生的工程实践能力,培养其应用意识,提升其解决工程领域实际问题的能力.

值得说明的是,该教材略去了通常运筹学中动态规划的相关内容,主要考虑到用动态规划的方法解决较复杂的问题在计算机上实现是困难的,而且实际中动态规划所涉及的很多问题都可以用静态规划或网络优化的方法解决.

该教材共有 11 章,除了第 1 章绪论外,其余各章都包括以下几个部分的内容:

(1) 工程背景——介绍相关问题的工程背景和应用问题,主要通过两至三个实际问题来介绍相关方法在工程领域的应用,包括问题的提出、问题的分析和问题的数学模型.

(2) 数学原理——介绍与解决问题相关的概念、给出问题的一般数学模型、介绍模型的求解思想或算法等.

(3) LINGO 的求解方法——介绍用 LINGO 求解相关数学模型的方法,并给出一般问题的 LINGO 模型.

(4) 应用案例分析——主要给出 3~5 个实际工程领域的应用案例,每一个案例都包括:问题的背景、问题的分析、问题的模型建立与求解、问题的结果分析等内容.

(5) 应用案例练习——每章都给出 8~10 个不等的实际工程问题,作为该章内容的综合应用练习.

LINGO 软件作为当今流行的专业优化软件,以结构简单、功能强大、运行速度快、计算精度高、使用方便而著称.该教材所有问题的求解全部基于 LINGO 软件系统平台,所有数学模型的求解均用 LINGO 软件实现,纯粹的手工计算问题及实现方法均不做要求,或不做介绍.这也充分体现了工程应用的特色,与现代工程应用的实际需求相一致.

运筹学作为一门实用性强、与实际联系密切的应用数学学科,如何从教学内容与方法上体现出时代特色和实际的需求?如何体现运筹学的实用地位和应用价值?怎么用最短的时间教会学生用运筹学的知识和方法来解决工程实践中的相关问题?基于此,该教材主要是针对全国工程硕士专业学位研究生的运筹学课程教学所编写,尤其针对各工程领域实际应用的特点,确定了这本教材的基本内容,其主导思想是:“了解背景、掌握概念、介绍原理、注重方法、强调模型、突出应用。”这也是该教材的主要特点,即介绍问题的工程背景、讲解基本概念和数学原理、简单介绍一般的数学理论和算法、强调建立数学模型的过程、淡化理论推导和纯粹的计算、重点讲授应用方法、借助于计算机和工具软件进行求解模型,特别突出解决实际工程问题的实用性。据此,该教材取名为《运筹学及其工程应用》。

该教材主要是针对全国工程硕士相关工程领域专业学位研究生的运筹学课程编写的,所适用的工程领域包括:机械工程、材料工程、电气工程、电子与通信工程、控制工程、软件工程、建筑与土木工程、水利工程、测绘工程、地质工程、矿业工程、冶金工程、石油工程、纺织工程、轻工技术与工程、交通运输工程、船舶与海洋工程、安全工程、兵器工程、航空工程、农业工程、林业工程、环境工程、化工工程、生物医药工程、食品工程、车辆工程、工业工程、工业设计工程、生物工程、项目管理、物流工程等。

该教材的基本内容和部分应用案例主要取材于由韩中庚主编的《实用运筹学——模型、方法与计算》(清华大学出版社)一书,在编写过程中该书的合作者郭晓丽、杜剑平和宋留勇老师都给予了积极的配合与支持。全国工程专业学位研究生教学指导委员会的领导和专家对本教材的编写工作给予了大力支持与资助,特别是教指委秘书处高彦芳主任和沈岩副主任提出了很多指导性意见;教指委数学组的专家华中科技大学齐欢教授、清华大学周杰教授、重庆大学易正俊教授、武汉大学李大美教授等也都对该教材提出了很多建设性意见;各相关工程领域的专家也都从不同的工程领域实际提出了很多好的建议。在该教材的编写和编辑出版过程中,得到了清华大学出版社理工分社张秋玲社长与刘颖编辑的有力支持和帮助。同时,该教材的编写工作得到了编者所在单位解放军信息工程大学训练部和研究生处,以及四院的大力支持。在此,编者以最诚挚的心情对所有为该教材的编写出版提供帮助和支持的领导、专家和学者一并表示衷心的感谢。

鉴于编者的水平有限,教材中肯定有不少的错漏和不当之处,恳请各位专家、同行和热心的读者不吝赐教。

韩中庚

2014年3月于郑州

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 运筹学的由来	1
1.2 运筹学的定义	2
1.3 运筹学的研究对象和目的	3
1.3.1 运筹学的研究对象.....	3
1.3.2 运筹学的研究目的.....	4
1.4 运筹学的研究理论	4
1.4.1 一般方法论.....	4
1.4.2 基础理论.....	4
1.4.3 基本理论.....	5
1.4.4 应用理论.....	5
1.5 运筹学的研究方法和步骤	6
1.5.1 运筹学模型的建立方法.....	6
1.5.2 运筹学的研究方法.....	7
1.5.3 运筹学的研究步骤.....	7
1.6 教学目标与教学建议	7
1.6.1 教学目标.....	7
1.6.2 教学建议.....	8
第 2 章 线性规划及其应用	10
2.1 线性规划的工程背景.....	10
2.1.1 生产计划的安排问题	10
2.1.2 合理配餐问题	11
2.1.3 作战计划安排问题	12
2.2 线性规划的数学原理.....	14
2.2.1 线性规划一般模型	14
2.2.2 线性规划解的概念与理论	15
2.2.3 线性规划的求解方法	16
2.2.4 线性规划的灵敏度分析	17
2.3 线性规划的 LINGO 求解方法	19

2.4	线性规划的应用案例分析	20
2.4.1	一维下料问题	20
2.4.2	连续组合投资问题	22
2.4.3	奶制品的加工计划问题	25
2.4.4	南水北调水指标的分配问题	28
2.5	线性规划的应用案例练习	33
第3章	运输规划及其应用	39
3.1	运输规划的工程背景	39
3.1.1	产销平衡的运输规划问题	39
3.1.2	产销不平衡的运输规划问题	40
3.2	运输规划的数学原理	41
3.2.1	产销不平衡问题的转化方法	41
3.2.2	运输规划模型的求解方法	42
3.3	运输规划的 LINGO 求解方法	43
3.4	运输规划的应用案例分析	44
3.4.1	救灾物资的调运问题	44
3.4.2	大型机械设备生产计划的安排问题	46
3.4.3	汽车租赁公司的车辆调度问题	49
3.5	运输规划的应用案例练习	51
第4章	整数规划及其应用	57
4.1	整数规划的工程背景	57
4.1.1	固定资源分配问题	57
4.1.2	一般的指派(或分派)问题	58
4.2	整数规划的数学原理	59
4.2.1	整数规划的模型与求解方法	59
4.2.2	0-1 规划的模型与求解方法	61
4.3	整数规划的 LINGO 求解方法	63
4.3.1	一般整数规划的解法	63
4.3.2	一般 0-1 规划的解法	64
4.3.3	一般指派问题的解法	64
4.4	整数规划的应用案例分析	65
4.4.1	动态生产计划安排问题	65
4.4.2	服装加工厂的采购与生产问题	67
4.4.3	连续值班安排问题	70
4.4.4	游泳队员的最优组合问题	72
4.4.5	兼职值班员问题	73
4.4.6	招聘公务员问题	76

4.5	整数规划的应用案例练习	79
第 5 章	目标规划及其应用	84
5.1	目标规划的工程背景	84
5.1.1	机器设备的生产计划问题	85
5.1.2	目标规划的一般问题	85
5.2	目标规划的数学原理	87
5.2.1	目标规划的一般模型	87
5.2.2	目标规划的求解方法	88
5.3	目标规划的 LINGO 求解方法	90
5.4	目标规划的应用案例分析	91
5.4.1	家用汽车的生产计划问题	91
5.4.2	DVD 的销售问题	94
5.4.3	节能灯具生产计划问题	98
5.5	目标规划的应用案例练习	100
第 6 章	非线性规划及其应用	105
6.1	非线性规划的工程背景	105
6.1.1	不确定收益的资源分配问题	105
6.1.2	复合系统的可靠性问题	106
6.1.3	物资储备仓库的选址问题	107
6.2	非线性规划的数学原理	108
6.2.1	非线性规划的一般模型	108
6.2.2	非线性规划的几种特殊情况	108
6.2.3	无约束非线性规划的求解方法	109
6.2.4	带约束非线性规划的求解方法	110
6.3	非线性规划的 LINGO 求解方法	113
6.4	非线性规划的应用案例分析	114
6.4.1	组合投资问题	114
6.4.2	发电机组的功率分配问题	117
6.4.3	采购加工计划安排问题	119
6.4.4	煤矿瓦斯和煤尘的监测与控制问题	121
6.5	非线性规划的应用案例练习	132
第 7 章	存储论及其应用	136
7.1	存储论的工程背景	136
7.1.1	存储论的基本概念	137
7.1.2	销售公司的经济订购与批量存储问题	137
7.1.3	企业的经济生产与批量存储问题	138

7.2	存储论的数学原理	139
7.2.1	经济订购批量存储模型	139
7.2.2	允许缺货的经济订购批量存储模型	142
7.2.3	带有约束的经济订购批量存储模型	144
7.2.4	带有约束允许缺货的 EOQ 模型	146
7.2.5	随机性存储模型	146
7.3	存储论问题的 LINGO 求解方法	149
7.4	存储论的应用案例分析	151
7.4.1	生产企业的订货策略问题	151
7.4.2	军工企业的订货存储策略问题	155
7.4.3	航空公司超额订票策略问题	159
7.5	存储论的应用案例练习	162
第 8 章	图论与网络优化及其应用	165
8.1	图论与网络优化的工程背景	165
8.1.1	网络优化的几类问题	165
8.1.2	城市间的最短路问题	166
8.1.3	最大运量的运输问题	167
8.2	图论与网络优化的数学原理	167
8.2.1	图的基本概念	168
8.2.2	图的存储结构	169
8.2.3	最短路问题	170
8.2.4	最大流问题	171
8.2.5	旅行商问题	173
8.2.6	最优连线问题	173
8.3	图论与网络优化的 LINGO 求解方法	175
8.4	图论与网络优化的应用案例分析	177
8.4.1	出租车的最短行驶路线问题	177
8.4.2	网络的数据传输问题	180
8.4.3	紧急救援信号的采集问题	183
8.5	图论与网络分析的应用案例练习	186
第 9 章	排队论及其应用	191
9.1	排队论的工程背景	191
9.1.1	常见的排队问题	191
9.1.2	排队系统的构成	192
9.1.3	排队系统的运行指标	193
9.2	排队论的数学原理	193
9.2.1	排队系统常用的概率分布	194

9.2.2	排队模型的一般形式及其分类	196
9.3	单服务台的排队模型	197
9.3.1	单服务台的标准型模型	197
9.3.2	单服务台系统容量有限的模型	199
9.3.3	单服务台顾客源有限的模型	200
9.3.4	一般服务时间的排队模型	201
9.4	多服务台的排队模型	202
9.4.1	多服务台的标准型模型	202
9.4.2	多服务台系统容量有限的模型	203
9.4.3	多服务台顾客源有限的模型	204
9.5	排队系统的最优化问题	205
9.5.1	排队模型的最优服务率	205
9.5.2	排队模型的最优服务台数	206
9.6	排队论的应用案例分析	206
9.6.1	自动取款机的设置问题	206
9.6.2	售后服务中心人员数量问题	208
9.6.3	机器设备维修管理问题	209
9.6.4	风景区旅馆建设规模问题	212
9.6.5	校园网的设计和调节收费问题	213
9.7	排队论的应用案例练习	217
第 10 章	对策论及其应用	219
10.1	对策论的工程背景	219
10.1.1	齐王与田忌赛马问题	220
10.1.2	同行业的市场竞争问题	221
10.2	对策论的数学原理	221
10.2.1	对策的一般概念	221
10.2.2	矩阵对策模型	223
10.2.3	矩阵对策的基本定理	225
10.2.4	双矩阵对策模型	226
10.3	对策问题的求解方法	229
10.3.1	矩阵对策的求解方法	229
10.3.2	非合作双矩阵对策的求解方法	230
10.3.3	对策问题的 LINGO 求解方法	231
10.4	对策论的应用案例分析	232
10.4.1	抢滩登岛问题	232
10.4.2	制导与反制导问题	233
10.4.3	再论齐王与田忌赛马问题	236
10.4.4	猜拳游戏问题	238

10.4.5	军备竞赛问题	240
10.5	对策论的应用案例练习	241
第 11 章	决策论及其应用	244
11.1	决策论的工程背景	244
11.1.1	决策论的基本问题	244
11.1.2	马拉松的决策问题	246
11.2	决策论的数学原理	247
11.2.1	决策问题的基本要素	247
11.2.2	确定型决策与模型	248
11.2.3	不确定型决策与模型	249
11.2.4	风险决策与模型	250
11.2.5	多目标决策与模型	252
11.3	多目标决策问题的求解方法	253
11.3.1	效用函数方法	253
11.3.2	层次分析方法	256
11.4	决策论的应用案例分析	259
11.4.1	小轿车的配置决策问题	259
11.4.2	选购电脑的决策问题	262
11.4.3	装备配件采购问题	266
11.4.4	部队战斗力评估问题	268
11.5	决策论的应用案例练习	270
附录	LINGO 软件使用简介	274
参考文献	295

绪 论

1.1 运筹学的由来

运筹学(Operational Research, 缩写 O. R.)中的“运筹”就是运算、筹划的意思. 实际上, 在现实生活中几乎在每个人的头脑中都自然地存在着一种朴素的“选优”和“求好”的思想. 例如, 当准备去完成一项任务或去做一件事情时, 人们脑子里自然地会产生一个想法, 就是在条件允许的范围内, 尽可能地找出一个“最好”的办法, 去把需要做的事情做好. 实际上这就是运筹学的基本思想.

运筹学作为一门科学最早出现在 20 世纪 30 年代末, 也就是 1938 年. 第二次世界大战前夕, 英国面临如何抵御德国飞机轰炸的问题, 当时德国拥有一支强大的空军, 而英国是一个岛国, 国内任何一个地方离海岸线都不超过 100km, 当时这段距离德国飞机仅需飞行 17min. 英国的飞机要在 17min 内完成预警、起飞、爬高、拦截等动作, 在当时技术条件下是非常困难的, 因此要求及早发现目标是非常必要的. 英国无线电专家沃森·瓦特研制出了雷达, 但是后来在几次演习中发现, 虽然雷达可以探测到 160km 以外的飞机, 可是由于没有一套快速传递、处理和显示信息的设备, 所探测到的信息无法提供给指挥员使用, 从而不能发挥雷达的作用. 当时英国的鲍德西雷达站负责人 A. P. 罗威建议马上开展对雷达系统运用方面的研究. 为区别于技术方面的研究, 他提出了“operational research”这个术语, 原意为“作战研究”. 他们后来的研究成果应用于实战取得了辉煌战果. 此后, 在英国和美国的军队中成立了一些专门的研究组织. 所研究的问题涉及护航舰队保护商船队的编队与防御问题、潜艇的搜索识别问题、反潜深水炸弹的合理爆炸深度问题等. 当时所研究和解决的问题都是短期的、战术性的问题, 第二次世界大战结束以后, 在英美两国的军队中相继成立了正式的运筹学研究组织, 并以兰德公司(RAND)为首的一些部门开始着重研究战略性问题. 例如, 未来的武器系统的设计和其合理运用的方法, 各种轰炸机系统的评价, 未来的武器系统和未来战争的战略部署, 以及苏联的军事能力和未来的发展预测等问题. 到了 20 世纪 50 年代, 伴随着多种洲际导弹的出现, 导弹系统到底向何处发展的的问题在运筹学界也引起了一场争论. 进入了 20 世纪 60 年代, 运筹学的研究转入了战略力量的构成和数量问题的研究, 同时除了军事领域的应用研究以外, 相继在工业、农业、经济和社会问题等各领域都得到应用. 与此同时, 运筹学的研究进入了快速发展阶段, 并形成了运筹学的许多新的应用分支.

值得一提的是, 作为运筹学的早期工作其历史可追溯到 1914 年, 英国的工程师兰彻斯

特(Lanchester)最早用微分方程来研究作战双方的兵力使用问题,被称为兰彻斯特战斗方程.1917年丹麦工程师爱尔朗(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(queueing theory)的一些著名公式,为排队论的形成和发展奠定了基础.存储论(inventory theory)的最优批量公式是在20世纪20年代初提出的.线性规划是丹齐格(G. D. Dantzig)1947年发表的研究成果,所解决的问题是美国空军做军事规划时提出的,并提出了求解线性规划问题的单纯形法.事实上早在1939年苏联的学者康托洛维奇(Kantorovich)在解决工业生产组织和计划问题时,就已提出了类似于线性规划的模型,并给出了“解乘法法”的求解方法.由于当时未引起领导层的重视,直到1960年康托洛维奇再次出版了《最佳资源利用的经济计算》一书后,才受到国内外科学界的一致重视.为此康托洛维奇获得了诺贝尔经济学奖.后来阿罗、萨缪尔逊、西蒙、多夫曼和胡尔威茨等也都是因为在这一领域的突出工作获得了诺贝尔经济学奖,并在运筹学某些领域中一直发挥着重要的作用.由此,我们也可以清楚地看到,在历史上为运筹学的创立和发展做出突出贡献的有物理学家、经济学家、数学家、军事学家,以及各行业的专家 and 实际工作者.

自20世纪50年代起,虽然欧美一些国家将这种用于作战研究的理论和方法广泛用于社会和经济各领域,并且仍沿用原词(operational research),但使其含义有了很大的扩展.O. R. 传入中国后,曾一度被译为“作业研究”或“运用研究”.1956年,中国学术界通过钱学森、许国志等科学家的介绍,在了解了这门学科后,有关专家就译名问题达成共识,即译为“运筹学”.其译意恰当地反映了运筹学既源于军事决策,又军民通用的特点,并且赋予其作为一门学科的含义.同时,相继有以华罗庚教授为首的一大批数学家加入到了运筹学的研究队伍,使中国运筹学研究的很多分支很快跟上国际水平,并结合我国的特点在国内进行了推广应用.特别是在经济领域,关于投入产出表的研究与应用、质量控制(质量管理)等方面的应用很有特色.

随着运筹学适用于军事领域的相关理论和方法应用的不断扩展,军事运筹理论研究工作得到了快速深入的发展,军事运筹理论逐步地成为一门独立的军事学科,亦称之为“军事运筹学”.

1.2 运筹学的定义

现在,虽然运筹学是大家公认的一门重要的应用学科,对于运筹学的性质、特点和作用都没有争议,但是运筹学作为一门学科至今还没有一个统一而又确切的定义.下面给出几种关于运筹学的描述.

著名学者莫尔斯和金博尔在《运筹学方法》一书中称:运筹学是“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.”

美国1978年出版的《运筹学手册》称:“运筹学是用科学方法去了解 and 解释运行系统的现象,它在自然界的范围内所选择的研究对象就是这些系统.”

联合国国际科学技术发展局在《系统分析和运筹学》一书中,对运筹学这样下的定义:“能帮助决策人解决那些可以用定量方法和有关理论来处理问题的方法.”

运筹学的权威丘奇曼(Churchman)称:“运筹学是运用科学的方法、技术和工具来处理一个系统运行中的问题,使系统的控制得到最优的解决方法.”

英国运筹学会称：“运筹学是把科学方法应用在指导和管理有关的人员、机器、物资以及工商业、政府和国防方面资金的大系统中所发生的各种问题，帮助主管人员科学地决定方针和政策。”

美国运筹学会称：“运筹学所研究的问题，通常是在要求分配有限资源的条件下，科学地决定如何最好地设计和运营人机系统。”

另外对运筹学还有许多不同的提法，如“应用的科学”、“量化的常识”、“决策的科学方法”、“管理的数学方法”、“作业的科学分析”等。

在我国关于运筹学的描述也有不同的说法。

(1) 运筹学是“运用系统科学方法，经由模型的建立与测试以便得到最优的决策。”

(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。”

(3) 在《中国管理百科全书》中写到：“运筹学是应用分析、试验、量化的方法，对经济管理系统中人力、物力、财力等资源进行统筹安排，为决策者提供有依据的最优方案，以实现最有效的管理。”

(4) 在《辞海》中写到：“主要研究经济活动和军事活动中能用数量来表达的有关运用、筹划与管理等方面的问题。它根据问题的要求，通过数学的分析与运用，做出综合性的合理安排，以达到较经济、较有效地使用人力物力的目的。”

上述所有关于运筹学定义的描述，均强调“最优决策”，其中最优的“最”是过分理想了，在实际生活中的很多问题往往很难做到最优，通常会用“次优”、“满意”等概念代替“最优”。因此，运筹学的定义又可描述为：“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。”

尽管关于运筹学定义的描述不尽相同，但都包含共同的内容，如“科学的”、“系统的”、“最优的”、“数量化的”、“决策”等。在理解上有很大的差异，因为运筹学是一门应用学科，涉及面太广，现在看来不可能用一两句话完整准确地概括出来，更不可能给它下一个严格的数学定义。

1.3 运筹学的研究对象和目的

1.3.1 运筹学的研究对象

运筹学的研究对象是社会、经济、生产管理、军事等活动中的决策优化问题。在这里所说的活动泛指在社会环境、经济基础、军事力量建设和运用中，为达到一定目的而进行的资源运用活动。而决策优化则在于寻求合理有效的资源运用方案或使方案得到最大改进。其资源包括各种活动中所使用的人力、物力、财力或时间等。因此，所说的决策优化可以是相关领域的科学管理中各个方面和各个层次的问题。

运筹学与其他的应用学科不同的地方就在于它是从决策优化的角度研究各种经济和军事等活动中的问题，且力求不仅从定性的方面，而且着重从定量的方面提供可操作的决策优化理论和方法。随着科学技术的发展，尤其是高科技在各个领域的应用，各种资源的建设和运用变得更加复杂，如果不深入地从业性和定量的两个方面来研究其决策问题，很难实现科

学的管理和决策.从这个意义上讲,运筹学以其特有的研究对象而成为一门重要的应用学科.运筹学是运用自然科学、社会科学、军事科学的相关理论,在研究分析社会、经济、军事领域问题的运用实践活动中产生的交叉学科.它与数学、物理学和计算机技术等都有密切的关系.

1.3.2 运筹学的研究目的

运筹学的研究目的包括对社会、经济、生产管理、军事等活动中决策问题的优化理论方法研究和依据研究结果提出决策方案两个方面.不论从哪一方面来说,其目的都是要实现决策的优化,即为决策者更好地做出运用各种资源的决策以提供有定量依据的决策方案.这个目的也充分说明了运筹学的研究方法和适用性的特点.下面从以下4个方面进一步说明:

(1) 运筹学的研究应明确决策目标,并能紧紧围绕着这一目标,强调目标的优化和实现这一目标行动方案的优化.

(2) 运筹学的研究成果,无论是要做出运用资源的最优行动方案,还是要做出这种行动方案的科学方法,其成效应当主要依靠改变资源的应用方式或方法,即能合理有效地运用资源.

(3) 运筹学的研究所给出的决策方案必须有定量的依据,且可操作性强.当然,在多数决策问题中,定量的表述不一定是问题的全部.诸如政治、传统、道义等方面的因素在有些问题中也是很重要的.因此,在做出行动方案时,除了定量依据外,也要尽可能地把所涉及的某些非定量的依据考虑进去.

(4) 运筹学的研究是为决策者做决策提出建议,因此,表达研究成果的技术是运筹学研究的重要组成部分.所有的科学成果都有向其他人员传达研究成果的信息.但是运筹学的研究成果通常是要传达给非科技人员的决策者,对于研究成果的表述要尽量做到通俗易懂,当然,也要求决策者尽可能地增强对运筹学研究的了解,以便更有效地发挥运筹学在决策中的作用.

1.4 运筹学的研究理论

运筹学是与自然科学、社会科学、军事科学相结合而发展起来的一门交叉性新兴学科,它的内容十分广泛,且在不断发展.目前,关于运筹学的理论体系还没有形成统一的看法,但大体上其理论主要包括一般方法论、基础理论、基本理论和应用理论4大部分内容.

1.4.1 一般方法论

它是解决相关决策问题的研究与实践的一般方法,主要包括:问题的定量描述方法;问题研究的一般步骤;研究工作的有效组织方法;情况调查和数据搜集方法;各种备选方案的运行实验和检验方法等.

1.4.2 基础理论

运筹学的基础理论是用科学方法来研究资源的运用活动规律而建立起来的,是可以应用于各种科学领域的一般性理论.这些理论是基于研究对象在一定程度上通过数学抽象而

建立起来的“数学模型”。按照数学模型对客观现象的反映深度,可以将基础理论分为3类:

(1) **经验模型理论** 它是由实验或观察数据而建立的经验或预测模型的理论方法。这类模型主要反映实际现象的行为特性,所用的工具主要是概率统计的知识。

(2) **解析模型理论** 它是针对专门的应用问题建立起来的解析模型及其求解的理论,能够充分地反映实际现象行为的深层机制。这类模型可以分为确定型、随机型和冲突型3类。对于确定性模型的理论有线性规划、整数规划、几何规划、非线性规划、目标规划、图论、网络分析和最优控制理论等;对于随机模型的理论有随机过程、排队论、存储论、决策分析等;对于冲突模型的理论有对策论等。

(3) **仿真模型理论** 它是从内在机制和外部行为两方面结合对所研究的实际现象或过程进行仿真分析的理论,如网络仿真模型、系统动力学模型、蒙特卡罗仿真模型等。

1.4.3 基本理论

概率论与数理统计——它是运筹学中最基本的数学工具,在运筹学的研究中广泛应用。概率论是从定量的角度研究随机现象,从而获得相应变化规律的理论;数理统计则是研究如何有效地搜集、利用随机数据,找出随机现象数量指标分布规律及其数字特征的理论。很多实际问题和基础数据均可运用上述理论进行描述或处理。

数学规划理论——研究如何将有限的人力、物力、财力和时间等资源进行最适当、最有效的分配和利用的理论,即研究某些可控因素在某些约束条件下寻求其决策目标(指标值)为最大(或最小)值的理论。根据问题的性质与处理方法的不同,它又可分为线性规划、非线性规划、整数规划、动态规划、多目标规划等不同的理论。

决策论——研究决策者如何有效地进行决策的理论和方法。决策论能够指导决策人员根据所获得系统的各种状态信息,按照一定的目标和衡量标准进行综合分析,使决策者的决策既符合科学原则,又能满足决策者的需求,从而促进决策的科学化。

排队论——研究关于公用服务系统的排队和拥挤现象的随机特性与规律的理论。排队论特别在军事领域常用于作战指挥、通信与后勤保障、C⁴I(Communication, Command, Control, Compute, Intelligence)系统的运行管理等领域的分析研究。

存储论——研究合理、经济地进行物资储备的控制策略的理论。在经济管理、军事后勤管理等领域都有广泛的应用。

网络优化——通过对系统的网络描述,应用网络优化理论研究系统并寻求系统优化方案的方法。广泛应用于交通运输、军事指挥、装备研制、后勤保障与管理等活动中的组织计划、控制协调等方面的运筹分析。

对策论——研究冲突现象和选择最优策略的一种理论。适用于各种经济行为、社会管理、军事外交等领域的对抗和冲突条件下决策策略等方面的运筹分析。

其他相关的理论与方法——在研究解决实际中有关决策的问题时,还经常用到一些相关理论和方法,如模糊数学、灰色系统理论、系统动力学、决策支持系统、计算机仿真与模拟等。

1.4.4 应用理论

随着自然科学、社会科学与军事科学的不断发展,运筹学在各相关领域中的应用研究日益广泛和深入,特别是在各专门科学领域应用实践的基础上,已经或正在形成一系列针对不

同层次、面向专门领域的理论和方法.其所涉及的应用领域有管理运筹应用理论、经济运筹应用理论、控制运筹应用理论、军事运筹应用理论、工程运筹应用理论等.

1.5 运筹学的研究方法和步骤

用运筹学在研究解决实际问题时,按研究对象不同可构造各种不同的模型.模型是研究者对客观现实经过思维抽象后用文字、图表、符号、关系式以及实体模型描述所认识到的客观对象.利用模型可以对实际问题进行适当的定量分析、帮助决策者做出预测和决策等.

1.5.1 运筹学模型的建立方法

通常的模型有3种基本形式:形象模型、模拟模型和数学模型.实际中,用得最多的是数学模型.数学模型的目标评价准则一般要求达到最佳(最大或最小)、适中或满意等,准则可以是单一的,也可以是多个的.约束条件可以没有,也可以有多个.当模型中无随机因素时,称它为确定性模型,否则称为随机模型.随机模型的评价准则可用期望值,也可用方差,还可用某种概率分布来表示.当可控变量只取离散值时,称为离散模型,否则称为连续模型.也可按使用的数学工具将模型分为:代数方程模型、微分方程模型、概率统计模型、逻辑模型等.若用求解方法来命名时,有最优化模型、数字模拟模型、启发式模型.也有按用途来命名的:如分配模型、运输模型、更新模型、排队模型、存储模型等.还可以用研究对象来命名:如能源模型、教育模型、对策模型、经济模型等.

构建数学模型的方法和思路一般认为有以下5类:

(1) **直接分析法** 按决策者对问题内在机理的认识和理解直接构造出相应的数学模型.运筹学中有很多成熟的数学模型,如线性规划模型、运输模型、分派模型、排队模型、存储模型、决策和对策模型等.这些模型都有很好的求解方法及求解的软件,但是,实际中使用这些模型研究问题时要有针对性地灵活运用,不能生搬硬套.

(2) **类比分析法** 有些问题可以用不同方法构造出模型,而这些模型的结构性质是类同的,这就可以互相类比,如物理学中的机械系统、气体动力学系统、水力学系统、热力学系统等.电路系统之间也有很多彼此雷同的现象,甚至有些经济、社会 and 军事系统等也可以与物理系统进行类比.在分析某些政治、经济、社会 and 军事的问题时,不同的国家之间、不同的团体之间、不同的组织之间在某些问题上都可能有些可类比的现象.

(3) **数据分析法** 由于实际中某些问题的机理尚未了解清楚,如果能搜集到与此问题密切相关的大量数据信息,或者通过某些试验获得大量的数据信息,那么就可以利用数据分析方法来建立问题的数学模型.

(4) **试验分析法** 实际中,往往是某些问题的机理并不清楚,而且又不能通过大量的试验来获取数据,这时为了要研究问题的需要,只能通过做某些局部的试验,采集一些相关数据,加上一定的分析来构造问题的数学模型.

(5) **逻辑分析法** 如果有些问题的机理不清,又缺少数据,同时又不能通过试验来获取数据时,例如,一些政治、社会、经济、军事领域的问题,那么人们只能在已有的知识、经验和某些研究的基础上,对于系统将来可能发生的变化情况做出逻辑上合理推断和描述.然后用已有的方法来构造相应的模型,并不断地进行修正和完善,直至比较满意为止.