

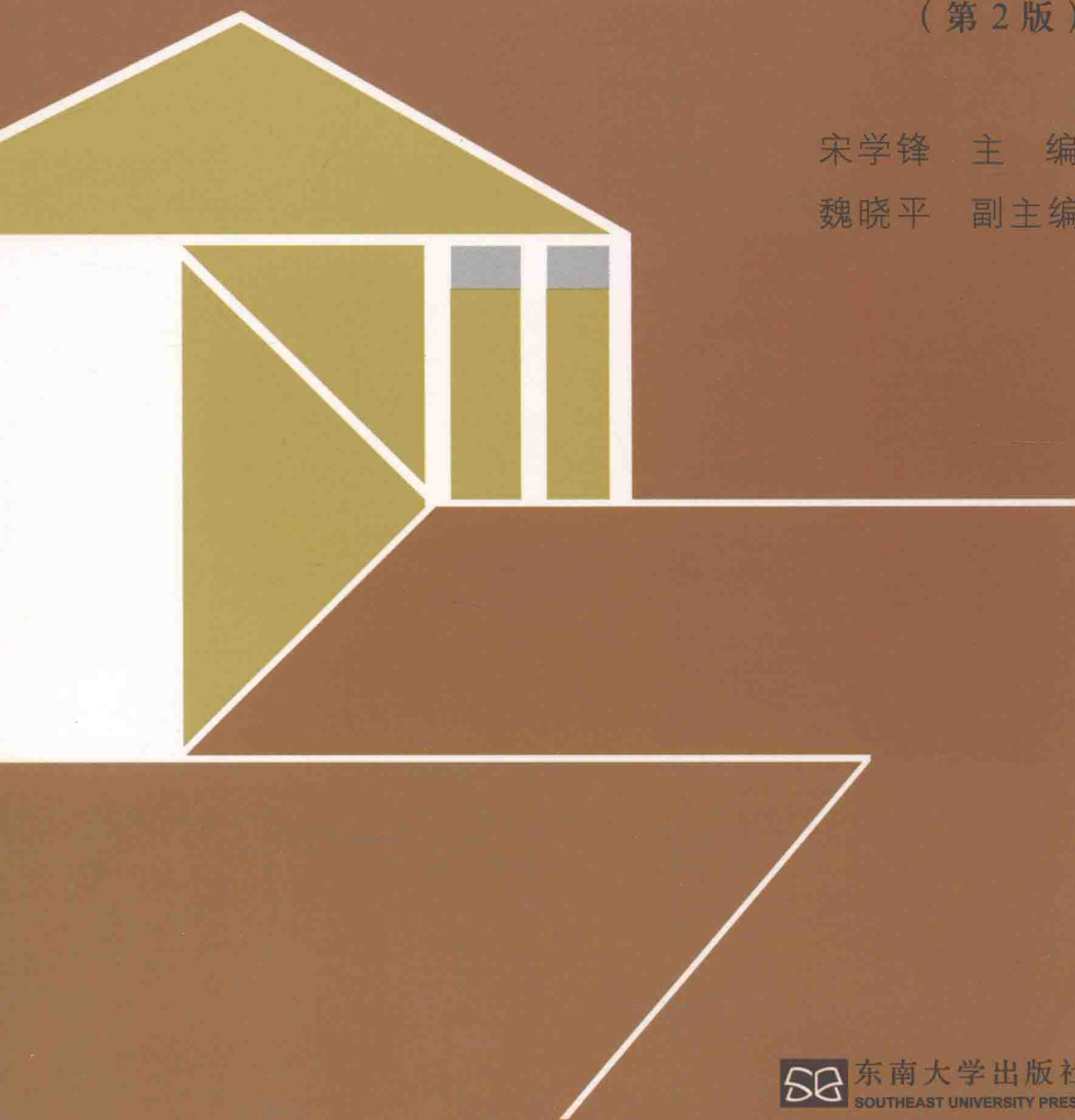
运筹学

OPERATIONS RESEARCH

(第2版)

宋学锋 主 编

魏晓平 副主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

运筹学

(第2版)

主 编	宋学锋	
副主编	魏晓平	
编 写	宋学锋	魏晓平
	戴 槟	刘志强
	吴瑞明	樊世清

东南大学出版社

内 容 提 要

运筹学是一门关于优化技术的科学,应用极为广泛。本书讲述了运筹学主要分支的基本原理与方法,包括:线性规划、目标规划、整数规划、动态规划、对策论、存储论、排队论、决策论、图论与网络计划技术等理论与方法,并附有相应的应用案例。适合高等院校经济管理、工程管理等专业作为教材使用,也可以作为有关科教人员的学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

运筹学/宋学锋主编.—2版.—南京:东南大学出版社,
2016.2

ISBN 978-7-5641-6338-9

I. ①运… II. ①宋… III. ①运筹学 IV. O22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 015109 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:江建中

江苏省新华书店经销 南京京新印刷厂印刷

开本:700mm×1000mm 1/16 印张:22 字数:436 千字

2016 年 2 月第 2 版 2016 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5641-6338-9

印数:1—3000 册 定价:36.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向营销部调换。电话:025-83791830)

编写委员会名单

主任委员 成 虎 盛承懋

副主任委员 (以姓氏笔画为序)

王元钢 王卓甫 刘碧云

李启明 宋学锋 陆军令

陆惠民 杨鼎久

委 员 (以姓氏笔画为序)

刘钟莹 许 敏 连永安

周 云 黄月华 黄安永

黄有亮 温作民

第2版前言

运筹学(Operations Research)是第二次世界大战以后发展起来的一门新兴科学。它在生产管理、工程管理、军事作战、财政经济以及社会科学中都得到了极为广泛的应用。随着我国社会主义市场经济体制改革的深入,管理运筹学方法的研究和应用日益受到广大工程管理和经济管理研究人员和实际工作者的重视,很多院校都加强了这方面的教学和研究工作。这有助于提高学生定量分析和解决实际问题的能力,为决策提供科学依据。为此,我们在近十几年运筹学教学和研究的基础上,参照国内外有关资料,编写了本教材,以满足工程技术与管理类各本科专业,以及 MBA 运筹学课程教学的需要。

本书共分 13 章,内容包括:线性规划、整数规划、目标规划、非线性规划、动态规划、矩阵对策、网络计划技术、存贮论、排队论、单目标决策和多目标决策等运筹学的主要内容。对于财会班、进修班等的管理数学或运筹学课程,因学时数较少,可以选其中的基本内容进行教学。

本教材第 1 章、第 11 章至第 12 章,由南京财经大学宋学锋教授编写;第 2 章至第 5 章由中国矿业大学魏晓平教授编写;第 6 章至第 7 章由南京工业大学戴槿教授编写;第 8 章和第 9 章,由中国矿业大学刘志强教授编写;第 10 章,由中国矿业大学樊世清副教授编写;第 13 章由上海交通大学吴瑞明副教授编写。全书由宋学锋教授总纂。

本书在编写过程中力求通俗易懂,避免过于繁琐的数学推导;注重结合工程与经济管理中的案例讲解有关原理和方法。

本教材自 2003 年出版以来,得到了不少高校的欢迎和采用,虽然经过多次的重印,仍不能满足需求。本次重版,修订了原教材中的个别疏漏和错误。鉴于我们水平所限,本书如有不当和疏漏之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2015 年 12 月

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 运筹学的定义	(1)
1.2 运筹学的起源与发展情况	(1)
1.3 运筹学研究的基本特点与步骤	(3)
1.4 运筹学的主要内容	(6)
1.5 运筹学的应用	(7)
1.6 我国运筹学发展简况	(9)
2 线性规划	(10)
2.1 线性规划问题及其数学模型	(10)
2.2 线性规划问题的解及其几何意义	(17)
2.3 单纯形法	(24)
2.4 确定初始基本可行解的 M 大法与两阶段法	(35)
2.5 解的退化、循环和防止循环的方法	(40)
2.6 线性规划应用	(43)
2.7 线性规划的基本理论	(46)
习 题	(51)
3 对偶理论与灵敏度分析	(56)
3.1 线性规划的对偶问题	(56)
3.2 对偶单纯形法	(66)
3.3 灵敏度分析	(73)
习 题	(82)
4 特殊的线性规划问题	(86)
4.1 运输问题的数学模型	(86)
4.2 表上作业法	(89)
4.3 产销不平衡问题	(101)
4.4 转运问题	(104)
习 题	(106)

5 目标规划	(108)
5.1 目标规划的数学模型	(108)
5.2 目标规划的图解法	(113)
5.3 目标规划的单纯形法	(114)
5.4 目标规划的应用	(116)
习 题	(122)
6 整数规划	(124)
6.1 整数规划问题的提出	(124)
6.2 整数规划的求解方法	(126)
6.3 整数规划应用举例	(134)
6.4 整数规划案例分析	(143)
习 题	(148)
7 动态规划	(151)
7.1 动态规划的基本概念	(152)
7.2 最优化原理	(157)
7.3 动态规划的求解	(157)
7.4 动态规划应用举例	(160)
7.5 动态规划案例分析	(180)
习 题	(185)
8 图与网络分析	(188)
8.1 图的基本概念	(189)
8.2 树和最小支撑树	(192)
8.3 最短路问题	(198)
8.4 网络最大流	(203)
8.5 中国邮递员问题	(213)
8.6 应用举例	(216)
习 题	(223)
9 网络计划技术	(227)
9.1 网络图	(227)
9.2 网络计划的时间参数	(232)
9.3 网络计划的关键线路	(237)

9.4	网络计划的优化	(240)
9.5	应用举例	(247)
	习 题	(259)
10	存贮论	(261)
10.1	存贮论的基本理论	(261)
10.2	确定性存贮模型	(264)
10.3	随机性存贮模型	(274)
10.4	其他类型的存贮问题	(283)
	习 题	(291)
11	矩阵对策	(295)
11.1	引言	(295)
11.2	对策论的基本概念	(296)
11.3	矩阵对策得概念及模型	(297)
11.4	矩阵对策的纯策略解(鞍点解)	(298)
11.5	矩阵对策的混合策略解	(301)
11.6	矩阵对策的解法	(303)
	习 题	(313)
12	决策论	(314)
12.1	决策的基本概念及分类	(314)
12.2	随机型决策	(315)
12.3	不确定型决策	(323)
	习 题	(326)
13	排队论	(329)
13.1	排队论的基本知识	(329)
13.2	M/M/1 排队模型	(332)
13.3	M/M/C 排队模型	(335)
13.4	M/G/1 排队模型	(338)
	参考文献	(340)

1 绪 论

1.1 运筹学的定义

运筹学一词的英文原名为 Operations Research(缩写为 OR),可直译为“运用研究”或“作业研究”.1957 年我国学者从“夫运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”这句古语中摘取“运筹”二字,将 Operations Research 正式译作运筹学.

运筹学一词虽然起源于 20 世纪 30 年代,但目前尚没有统一的定义.据《大英百科全书》释义,“运筹学是一门应用于管理有组织系统的科学”,“运筹学为掌管这类系统的人提供决策目标和数量分析的工具”.

P.M.Morse 和 G.E.Kimball 认为:“运筹学是为执行部门对它们控制下的业务活动采取决策提供定量根据的科学方法”.

我国《辞海》(1979 年版)中有关运筹学条目的释义为,“运筹学主要研究经济活动与军事活动中能用数量来表达有关运用、筹划与管理方面的问题,它根据问题的要求,通过数学的分析与运算,作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.”

《中国企业管理百科全书》(1984 年版)中的释义为,“运筹学应用分析、试验、量化的方法,对经济管理系统中人、财、物等有限资源进行统筹安排,为决策者提供有依据的解决方案,以实现最有效的管理.”

由于运筹学涉及的主要领域是管理问题,因此,国外称运筹学为管理科学.研究的基本手段是建立数学模型,并比较多地运用各种数学工具,因此,国内曾有人将运筹学称作“管理数学”.

1.2 运筹学的起源与发展情况

运筹学最初是由于第二次世界大战的军事需要而发展起来的,在军事上,它有时称为运筹分析或运筹评估(有时是武器系统评估).虽然最初运筹学的系统应用主要是在军事方面,但如今还广泛应用于工业与政府.运筹学是一种科学方法.它是一种以定量的研究方法去研究优化问题并寻求其确定解答的方法体系.

运筹学这个名词的正式使用是在 1938 年,当时英国为解决空袭的早期预警,做好反侵略战争准备,而积极进行“雷达”的研究.但随着雷达性能的改善和配置数量的增多,出现了来自不同雷达站的信息以及雷达站同整个防空作战系统的协调配合问题.1938 年 7 月,波得塞(Bawadsey)雷达站的负责人罗伊(A. P. Rowe)提出立即进行整个防空作战系统运行的研究,并用“Operational Research”一词作为这方面研究的描述,这就是 OR(运筹学)这个名词的起源.运筹学小组的活动,开始局限于对空军战术的研究,以后扩展到海军和陆军,并参与战略决策的研究.

这种研究在美国、加拿大等国很快得到效仿.二次世界大战中,各国的运筹学小组进行了提高轰炸效果或侦察效果,用水雷有效封锁敌方海面等方面的分析研究,为取得反法西斯战争的胜利做出了贡献.1939 年前苏联学者康托洛维奇出版了《生产组织与计划中的数学方法》一书,对列宁格勒胶合板厂的计划任务建立了一个线性规划的模型,并提出了求解方法,为数学与管理科学的结合做出了开创性的工作.战后,运筹学的活动扩展到工业和政府等部门,它的发展大致可以分成四个阶段:

1) 初创阶段

从 1945 年到 20 世纪 50 年代初,被称为创建时期.此阶段的特点是人数不多,范围较小,出版物、学会等寥寥无几.最初英国一些战时从事运筹学研究的人积极讨论如何将运筹学方法应用于民用部门,于 1948 年成立“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.1948 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(Case)工业大学设立了运筹学的硕士和博士点.第一本运筹学杂志《运筹学季刊》(O. R. Quarterly)于 1950 年在英国创刊,第一个运筹学会——美国运筹学会于 1952 年成立,并于同年出版了《运筹学学报》(Journal of ORSA).

2) 成长阶段

自 20 世纪 50 年代初期到 50 年代末期,被认为是运筹学的成长时期.此阶段的一个特点是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.另一个特点是出现了更多刊物、学会.

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(International Federation of Operations Research Societies, IFORS).

3) 应用普及阶段

20 世纪 60 年代至今,被认为是运筹学迅速发展和开始普及的时期.此阶段

的特点是运筹学进一步细分为各个分支,专业学术团体迅速增多,更多期刊的创办,运筹学书籍的大量出版,以及更多学校将运筹学课程纳入教学计划.第三代电子数字计算机的出现,促使运筹学得以用来研究一些大的复杂的系统,如城市交通、环境污染、国民经济计划等.

我国第一个运筹学小组于1956年在中国科学院力学研究所成立,1958年建立了运筹学研究室,1960年在山东济南召开全国应用运筹学的经验交流和推广会议,1962年和1978年先后在北京和成都召开了全国运筹学专业学术会议,1980年4月成立中国运筹学会.在农林、交通运输、建筑、机械、冶金、石油化工、水利、邮电、纺织等部门,运筹学的方法已开始得到应用推广,并取得了突出的成绩.例如:中国科学院系统科学研究所已故研究员王毓云于1988年获得了国际运筹学奖;第15届国际运筹学大会于1999年在北京召开.

另外,中国运筹学会、中国系统工程学会以及与国民经济各部门有关的专业学会,也都把运筹学应用作为重要的研究领域.我国各高等院校,特别是各经济管理类专业中已普遍把运筹学作为一门专业的主干课程列入教学计划之中.总之,运筹学知识在我国得到了广泛的普及和应用.

4) 发展阶段

目前,运筹学仍在蓬勃发展之中,各个分支无论是从内容上还是从理论方法上,都在不断拓展和深入发展之中.如:非线性多目标规划、整体优化、随机规划、递阶对策,以及算法复杂性等方面的研究方兴未艾.

值得说明的是,由于运筹学在经济管理方面的广泛应用,引发了管理学科的快速发展,使管理学科大约在20世纪60年代进入了管理科学时代.因此,在管理学科中,运筹学又被称为管理科学.只是管理学科注重运筹学理论与方法的实际应用研究,而应用数学学科注重运筹学的理论研究,比如研究各种运筹学问题最优解的存在性、求解的计算方法、计算复杂性等等.

1.3 运筹学研究的基本特点与步骤

运筹学是一门应用科学.运筹学研究的基本特点是:量化、模型化、最优化.量化就是对所研究的问题进行分析,找出问题影响因素间的定量关系;模型化就是根据所研究问题的性质与类型,选取适当的运筹学模型描述,并使模型准确反映问题的本质;最优化就是在模型的基础上通过运算求出问题的最优解,即在可行方案中找出最优方案的过程.

如果说辅助决策是运筹学应用的目的,那么正确建立模型则是运筹学方法的核心,也是求出最优解的前提.

围绕着模型的建立、修正与应用,运筹学的研究可划分为以下步骤:

1) 分析与表述问题

首先对研究的问题进行系统的观察分析,归纳出决策的目标及制订决策时在行动和时间等各方面的限制,分析时可以先提出一个初步的目标,通过对系统的各种因素和相互关系的研究,使这个目标进一步明确化;此外还需要与有关人员进一步讨论,明确有关研究问题的过去与未来,问题的边界、环境以及包含这个问题在内的更大系统的有关情况,以便在对问题的表述中确定问题中哪些是可控的决策变量,哪些是不可控的变量,确定限制变量取值的工艺技术条件及对目标的有效度量;另外,还要收集有关的数据,确定问题各要素间的定量关系,各要素变量的取值范围等。

2) 建立模型

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、关系式以及实体模样描述所认识到的客观对象。模型表达了问题包含的各种变量间的相互关系。模型的正确建立是运筹学研究中的关键一步,对模型的研制是一项艺术,它是将实际问题、经验、科学方法三者有机结合的创造性的工作。

运筹学在解决问题时,按研究对象不同可构造各种不同的模型。模型的基本形式有形象模型、模拟模型和数学模型。目前用得最多的是数学模型。构造模型是一种创造性劳动,成功的模型往往是科学和艺术的结晶,构建模型的方法和思路有以下五种:

(1) 直接分析法 按研究者对问题内在机理的认识直接构造出模型。运筹学中已有不少现存的模型,如线性规划模型、投入产出模型、排队模型、存贮模型、决策和对策模型等等。这些模型都有很好的求解方法及求解的软件,但用这些现存的模型研究问题时,要注意不能生搬硬套。

(2) 类比法 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、热力学系统及电路系统之间就有不少彼此类同的现象。甚至有些经济、社会系统也可以用物理系统来类比。在分析有些经济、社会问题时,不同国家之间有时也可以找出某些类比的现象。

(3) 数据分析法 对有些问题的机理尚未了解清楚,若能搜集到与此问题密切相关的大量数据,或通过某些试验获得大量数据,这就可以用统计分析方法建立模型。

(4) 试验分析法 当有些问题的机理不清,又不能做大量试验来获得数据时,就只能通过对局部试验的数据加以分析来构造模型。

(5) 构想法 当有些问题的机理不清,缺少数据,又不能做试验来获得数据时,例如一些社会、经济、军事问题,人们只能在已有的知识、经验和某些研究的基

基础上,对于将来可能发生的情况给出逻辑上合理的设想和描述,然后用已有的方法构造模型,并不断修正完善,直至比较满意为止。

建立模型的好处,一是使问题的描述高度规范化,如管理中对人力、设备、材料、资金的利用安排都可以归纳为所谓资源的分配利用问题,可建立起一个统一的规划模型,而对规划模型的研究代替了对一个个具体问题的分析研究;二是建立模型后,可以通过输入各种数据资料,分析各种因素同系统整体目标之间的因果关系,从而确立一套逻辑的分析问题的程序方法;三是建立系统的模型为应用电子计算机来解决实际问题架设起桥梁。建立模型时既要尽可能包含系统的各种信息资料,又要抓住本质的因素。

3) 对问题求解

用数学方法或其他工具对模型求解。根据问题的要求可分别求出最优解、次最优解或满意解;依据对解的精度要求及算法上实现的可能性,又可区分为精确解和近似解等。求解模型可以借助计算机工具,标准的运筹学模型基本都有现成的软件包可以使用,例如:中国矿业大学管理学院运用 VB 编制的基于 Windows 界面的软件包。

4) 对模型解进行检验

将实际问题的数据资料代入模型,找出的精确的或近似的解毕竟是模型的解。为了检验得到的解是否正确,常采用回溯的方法。即将历史的资料输入模型,研究得到的解与历史实际的符合程度,以判断模型是否正确。当发现有较大误差时,要将实际问题同模型重新对比,检查实际问题中的重要因素在模型中是否已考虑到,检查模型中各公式的表达是否前后一致,以及检查模型中各参数取极值情况时问题的解,以便发现问题进行修正。

5) 确定解的适用范围

任何模型都有一定的适用范围,模型的解是否有效首先要注意模型是否继续有效,并依据灵敏度分析的方法,确定最优解保持稳定时的参数变化范围。一旦外界条件参数变化超出这个范围,就要及时对模型及导出的解进行修正。

6) 解(方案)的实施

方案的实施是运筹学研究的最终目的,要向实际应用部门讲清方案的用法,以及在实际中可能产生的困难和克服困难的措施与方法等。

为了有效地应用运筹学,前英国运筹学学会会长托姆林森提出了六条原则:

- ① 合伙原则。是指运筹学工作者要和各方面人,尤其是要同实际部门工作者合作。
- ② 催化原则。是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。

1.4 运筹学的主要内容

运筹学经过半个多世纪的发展，目前已经形成了丰富的内容，产生了众多的分支。按所解决问题性质和模型的特点划分，运筹学的主要分支和基本内容有以下几个方面：

1) 线性规划

经营管理中如何有效地利用现有人力物力完成更多的任务，或在预定的任务目标下，如何耗用最少的人力物力去实现。这类问题可以用数学语言表达，即先根据问题要达到的目标选取适当的变量，问题的目标通过用变量的函数形式表示（称为目标函数），对问题的限制条件用有关变量的等式或不等式表达（称为约束条件）。当变量连续取值，且目标函数和约束条件均为线性时，称这类模型为线性规划的模型。有关对线性规划问题建模、求解和应用的研究构成了运筹学中的线性规划分支。

2) 非线性规划

如果上述模型中目标函数或约束条件不全是线性的，对这类模型的研究便构成了非线性规划的分支。

3) 动态规划

有些经营管理活动由一系列阶段组成，在每个阶段依次进行决策，而且各阶段的决策之间互相关联，因而构成一个多阶段的决策过程。动态规划则是研究一个多阶段决策过程总体优化的问题。

4) 图与网络分析

生产及工程管理中经常碰到工序间的合理衔接搭配问题，设计中经常碰到研究各种管道、线路的通过能力以及仓库、附属设施的布局等问题。运筹学中把一些研究的对象用节点表示，对象之间的联系用连线（边）表示，点边的集合构成图。如果给图中各边赋予某些具体的权数，并指定了起点和终点，称这样的图为网络图。图与网络分析这一分支通过对图与网络性质及优化的研究，解决设计与管理中的实际问题。

5) 存贮论

为了保证企业生产正常进行，需一定数量材料和物资的储备。存贮论则是研究在各种供应和需求条件下，应当在什么时间，提出多大的订货批量来补充储备，使得用于采购、贮存和可能发生的短缺的费用损失的总和为最少等问题的运筹学分支。

6) 对策论

一种用来研究具有对抗性局势的模型。在这类模型中,参与对抗的各方均有一组策略可供选择,对策论的研究为对抗各方提供为获取对自己有利的结局应采取的最优策略。对策论内容也很广泛,如:零和对策与非零和对策;合作对策与非合作对策;静态对策与微分对策;以及主从对策,等等。

7) 决策论

在一个管理系统中,采用不同的策略会得到不同的结局和效果。由于系统状态和决策准则的差别,对效果的度量和决策的选择也有差异。决策论通过对系统状态的性质、采取的策略及效果的度量进行综合研究,以便确定决策准则,并选择最优的决策方案。决策论又包括单目标决策和多目标决策。

8) 排队论

一种研究排队服务系统工作过程优化的运筹学理论和方法。在这类系统中,服务对象何时到达,以及系统对每个对象的服务时间是随机的。排队论通过找出这类系统工作特征的数值,为设计新的服务系统和改进现有系统提供数量依据。工业企业生产中多台设备的看管、机修服务等都属于这类服务系统。

9) 其他

随着运筹学的不断发展,运筹学除了上述基本内容以外,还有不少后来发展起来的分支,如:随机规划、模糊规划、层次分析方法(AHP)、DEA方法、总体优化方法,等等。

1.5 运筹学的应用

运筹学早期的应用主要在军事领域。二次大战后运筹学的应用转向民用,特别是在经济管理领域应用十分广泛,大大促进了管理学科的发展,形成了管理科学理论与方法。从生产出现分工开始就有管理,但管理作为一门科学则开始于20世纪初。随着生产规模的日益扩大和分工的越来越细,要求生产组织高度的合理性、高度的计划性和高度的经济性,促使人们不仅研究生产的个别部门,而且要研究它们相互之间的联系,要将它们当作一个整体研究,并在已有方案基础上寻求更优的方案,从而促进了运筹学的发展和应用。

运筹学的诞生既是管理科学发展的需要,也是管理科学研究深化的标志。管理科学是研究人类管理活动的规律及其应用的一门综合性交叉科学,这是运筹学研究 and 提出问题的基础。但运筹学又在对问题进一步分析的基础上找出各种因素之间的本质联系,并对问题通过建模和求解,使人们对管理活动的规律性认识进一步深化。例如管理中有关库存问题的讨论,对最高和最低控制限的存贮方法,过去

只从定性上进行描述,而运筹学则进一步研究了在各种不同需求情况下最高与最低控制限的具体数值.又如计划的编制,过去习惯采用的甘特图只是反映了各道工序的起止时间,反映不出它们相互之间的联系和制约.而运筹学中通过编制网络计划,从系统的观点揭示了这种工序间的联系和制约,为计划的调整优化提供了科学的依据.

运筹学在经济管理中的应用主要有以下几个方面:

(1) 工程管理与优化设计 网络计划技术以及优化方法在建筑工程与工业工程管理、电子、光学与机械设计等方面都有重要的应用.

(2) 生产计划与管理 在总体计划方面主要是从总体确定生产、存贮和劳动力的配合等计划以适应波动多变的市场需求计划,主要用线性规划和模拟方法等.还可用于生产作业计划、日程表的编排等.

(3) 市场营销管理 在广告预算和媒介的选择、竞争性定价、新产品开发、销售计划的制定等方面都需要运用运筹学进行定量分析,确定最优方案.

(4) 库存管理 主要应用于多种物资库存量的管理,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大小、合理的水库容量等.目前国际新动向是:将库存理论与计算机的物资管理信息系统相结合,建立管理信息系统,如MRPII等.美国西电公司,从1971年起用五年时间建立了“西电物资管理系统”,使公司节省了大量物资存贮费用和运费,而且减少了管理人员.

(5) 会计与财务分析及管理 主要涉及预算、贷款、成本分析、定价、投资、证券管理、现金管理等.用得较多的方法是:统计分析、数学规划、决策分析.此外还有盈亏点分析法、价值分析法等.

(6) 人力资源管理 人员的需求估计;人才的开发,即进行教育和训练;人员的分配,主要是各种指派问题;各类人员的合理利用;人才的评价,其中有如何测定一个人对组织、社会的贡献;工资和津贴的确定;以及激励与约束方法等.

(7) 设备维修、更新和可靠性、项目选择和评价等.

(8) 物流管理与交通运输问题 涉及空运、水运、公路运输、铁路运输、管道运输、厂内运输;空运问题涉及飞行航班和飞行机组人员服务时间安排等;水运有船舶航运计划、港口装卸设备的配置和船到港后的运行安排;公路运输除了汽车调度计划外,还有公路网的设计和分析,市内公共汽车路线的选择和行车时刻表的安排,出租汽车的调度和停车场的设立;铁路运输方面的应用就更多了.

(9) 城市管理 各种紧急服务系统的设计和运用,如救火站、救护车、警车等分布点的设立.美国曾用排队论方法来确定纽约市紧急电话站的值班人数.加拿大曾研究一城市的警车的配置和负责范围,出事故后警车应定的路线等.此外,还有城市垃圾的清扫、搬运和处理,城市供水和污水处理系统的规划等等.

1.6 我国运筹学发展简况

我国运筹学的研究始于 20 世纪 50 年代.1956 年,在钱学森和许国志先生的推动下中国科学院力学研究所成立了中国第一个运筹学小组.1959 年,中国第二个运筹学小组在中国科学院数学所成立,主要研究方向为排队论、非线性规划和图论.1963 年,中国科技大学在国内率先开设运筹学课程.1965 年,著名数学家华罗庚先生率队在全国传授、推广与应用优化技术和统筹方法.中国运筹学会于“文化大革命”之后的 1980 年成立,华罗庚当选为第一届理事长,许国志和越民义教授任副理事长.1982 年,中国运筹学会成为国际运筹学联合会(IFORS)的成员.1992 年,中国运筹学会从中国数学会独立出来,成为国家一级学会.1999 年,第十五届 IFORS 大会在北京成功举行.

在应用方面,从 1958 年开始运筹学在交通运输、工业、农业、水利建设、邮电等方面,尤其是在运输方面,从物资调运、装卸到调度等都有应用.粮食部门为解决合理粮食调运问题,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,管梅谷提出了国外称之为“中国邮路问题”的解法.在工业生产中推广了合理下料,机床负荷分配方法.在纺织业中曾用排队论方法解决细纱车间劳动组织等问题.在农业中研究了作业布局、劳力分配和麦场设置等问题.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可喜的进展.从 1970 年起在全国大部分省、市和部门推广优选法,其应用范围有配方及配比的选择、生产工艺条件的选择、工艺参数的确定、工程设计参数的选择、仪器仪表的调试等.在 20 世纪 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.从 20 世纪 70 年代中期排队论开始应用于矿山、港口电讯等方面.在 20 世纪 80 年代,运筹学与系统工程理论与方法在我国很快普及,并在各个领域得到了越来越广泛的应用.我国运筹学家章祥荪、崔晋川和陈锡康等分别于 1996 年和 1999 年荣获 IFORS 为发展中国家设立的运筹学进展奖.

运筹学知识目前已经成为工程管理、经济管理与工程设计人员最常用的定量分析的基本工具和方法.