

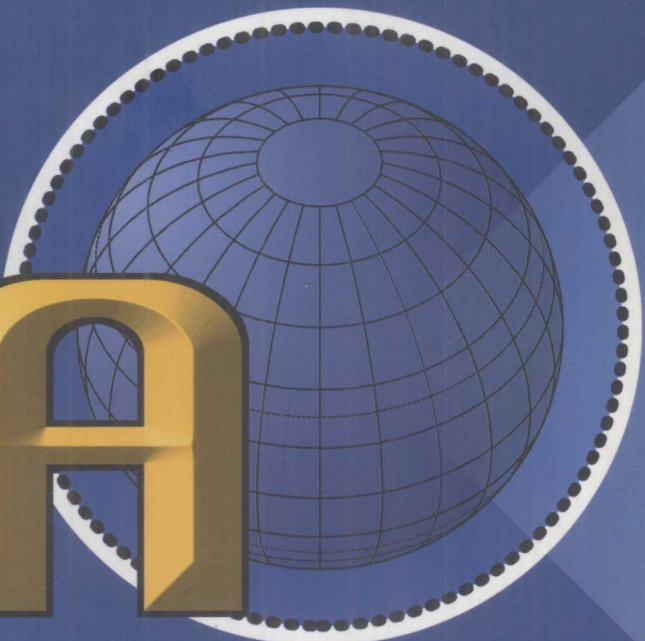
工商管理硕士 (MBA) 系列教材

管理运筹学

韩大卫 / 编著

- 信息前沿
- 应用导向
- 结合国情
- 博采众长
- 哈佛学不到!

MBA



大连理工大学出版社

Dalian University of Technology Press

工商管理硕士(MBA)系列教材

管理运筹学

韩大卫 编著

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

管理运筹学/韩大卫编著. —3版. —大连:大连理工大学出版社, 2001. 6(2001. 12 重印)

工商管理硕士(MBA)系列教材

ISBN 7-5611-1487-7

I. 国… II. 韩… III. 运筹学-应用-管理学 IV. C931.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 12234 号

大连理工大学出版社出版发行

大连市凌水河 邮政编码 116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466

E-mail:dutp@mail.dlptt.ln.cn

URL:http://www.dutp.com.cn

大连理工印刷有限公司印刷

开本:787毫米×960毫米 1/16 字数:420千字 印张:23.125

印数:24001—30000册

1998年6月第1版

2001年6月第3版

2001年12月第5次印刷

责任编辑:刘杰

责任校对:王强元

封面设计:孙宝福

版式设计:娄华

定价:27.00元

总结经验，联系国情，
博采众长，努力开发
我国工商管理教材。

袁宝华

一九八二年四月

工商管理硕士(MBA) 系列教材编委会

名誉顾问 袁宝华
成思危
威廉·H·纽曼

顾问 (按姓氏笔画排列)
王众托 杨锡山
郑绍濂 赵纯均
殷起鸣 黄梯云

主 编 余凯成

副主编 栾庆伟

编 委 (按姓氏笔画排列)
王海山 汤正如 仲秋雁
汪克夷 肖洪钧 武春友
金 镛 侯铁珊 原毅军
韩大卫 蒋中权 戴大双

总策划 刘 杰



工商管理硕士(MBA)教育制度是由美国首创的。经过几十年的发展与改进,已经成为一套相当完整的教育体系。尽管它仍有其不足,目前正根据新的信息时代及经济全球化的发展在继续调整、更新与改善之中,但它已成为美国乃至几乎整个发达国家培养高级企业管理人才的有效手段,已成为不争的事实。

MBA教育的特点,首先在于它具有鲜明而独特的目标,即造就高级综合管理(General Management)人才。它不同于以培养高级研究专家为主的其他硕士教育制度,是职业培养性的,因而具有明确的应用与实践的导向性。其培养对象是有一定管理实践阅历的中、青年管理者,经二至三年MBA系统深造,仍回到企业管理的岗位中去,因此是“从企业来,回企业去的”。因为目标是造就位于决策层的、跨职能的高层经理,它讲授的管理理论广而不深,但却十分强调可操作的具体管理技能的培训。基于上述独特目标,MBA教育发展了相应的教学方法论原则及与之配套的一系列亲验性教学方法,或称参与式、行动式教学法,在传统的课堂系统讲授之外,大量使用案例教学、角色扮演、模拟练习等新型教学活动。

MBA制度引入我国,始于80年代初。为适应改革开放的新形势,邓小平以无产阶级战略家的远见与胆识,早在1978年末访美时,就亲自向当时的美国总统卡特提出,由美方派遣管理教育专家来华,培训我国企业管理干部。此建议得到卡特及其继任里根与布什总统的积极响应。大连理工大学有幸被双方选中为建立中美合作进行高级管理培训的单位,于1980年成立了“中国工业科技管理大连培训中心”,并被指定为引进美国管理理论、技术及教育制度的正式窗口。在中美合作的头五年,办起了学制为八个月的“厂长/经理讲习班”。它是按照MBA教育的框架设计的,涵盖MBA教育中所有的核心课程,被称为“迷你型”(或袖珍型)MBA,是MBA制度的理念与实践引入我国之始。在实行这一制度时,数以千计的高级管理干部被现代管理理论与技术武装起来,分赴全国不同岗位,对改革开放起了重大推动作用。1984年起,根据美国教授在大连讲学的记录而整理出版的一套现代企业管理系列教材,发行逾百万册,对广大读者起了重大的启蒙作用。当时国家指派了来自许多其他院校的大量管理教师来我校,一方面协助教学工作的开展,另一方面也受到了初步的现代管理教育,成为各校的骨干教研力量。

中美在大连合作进入第二个五年的1984年,国家又决定在我校引入正式的

MBA 制度。在两国政府支持下,办起了大连理工大学与美国布法罗纽约州立大学合作的 MBA 班,于八年中共办了五期三年制的 MBA 班,培养了 216 名中国首批 MBA 毕业生,他们正在各个岗位上发挥着积极作用。

根据我国经济发展的需要,经过试点与探索,MBA 教育制度正在蓬勃发展。从今年起,将有 56 所管理学院被批准举办 MBA 教育,因此,迫切需要系统的 MBA 成套教材。作为最早接触与引进现代 MBA 制度的大连理工大学,通过“请进来,派出去”的方式,已培养出一批既了解世界企业管理前沿知识,又熟悉中国国情的师资队伍,因此我们编写出版这套“MBA 系列教材”是有很好基础的。

这套系列教材力求做到整体统一、信息前沿、应用导向、目标明确、突出重点、博采众长、结合国情,内容与方法相辅相成。

我们恳请这套丛书的使用者——广大管理教师、学员与读者向我们提出批评与建议,以便再版时日臻完善,是所至盼。

余凯成

1998 年 4 月



前言

运筹学是本世纪40年代前后发展起来的一门新兴学科。在半个世纪的历程中,它发展迅速、应用广泛、成效显著,已经成为一门独立的基础科学和应用科学,是当今社会现代化科学管理必不可少的强有力工具。

运筹学运用科学方法,尤其是数学方法,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,其独特之处在于为现实或未来系统建立数学模型,并据以进行定量分析,从而求得系统最优运行或最优设计的方案,以帮助管理者科学地决策。

本书是为工商管理硕士(MBA)“运筹学”课程编写的教材,也可作为管理学类、经济学类其他层次学生的参考书。因此本书注意从管理学和经济学的角度介绍运筹学的基本知识。考虑到MBA通才教育、成人教育的特点,本书试图以各种实际问题为背景,引出运筹学若干主要分支的基本概念、基本模型和基本方法,并且侧重各种方法及其应用,而对其理论一般不作证明,对许多数学公式也回避繁复的数学推导。对于复杂的运筹学算法,大都尽量运用直观手段和通俗语言来说明其基本思想,并辅以较丰富的算例和实例来说明求解的步骤,以便于读者自学。本书每章末都配有适当的习题供读者练习,以便巩固学识、加深理解、融汇贯通、可资应用。书末附有习题答案,以便解后参照;还附有两篇案例,供案例教学选用。

本书是在作者所著《管理运筹学》(大连理工大学出版社,1995年)的基础上删减缩写而成。原书及其各种版本的前身已在校内外延用多年,历经数次修改。这次付印前,又经多处修正,希望避谬。然而由于作者水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者不吝批评指正。

作者

1998年2月于大连理工大学



目 录

序	1
第一章 线性规划基本性质	1
第一节 线性规划的一般模型	1
一、线性规划问题之例	1
二、线性规划的一般模型	3
第二节 线性规划的图解法	4
一、图解法的基本步骤	4
二、几点说明	6
三、几种可能结果	7
第三节 线性规划的标准形式	8
一、线性规划问题的标准形式	8
二、非标准形 LP 问题的标准化	9
第四节 线性规划的解及其性质	12
一、线性规划的解的概念	12
二、凸性的几个基本概念	16
三、线性规划的解的性质	17
第五节 线性规划的应用模型	19
一、生产计划问题	19
二、食谱问题	20
三、产品配套问题	21
四、下料问题	23
五、配料问题	24
习题一	27
第二章 单纯形法	31
第一节 单纯形法的基本思想	31
一、方程组形式的单纯形法	31

二、单纯形法的几何意义	36
第二节 单纯形法的计算过程	36
一、单纯形表	36
二、单纯形法的计算步骤	37
三、单纯形法计算之例	38
第三节 人工变量法	41
一、大 M 法	42
二、两阶段法	43
第四节 单纯形法补遗	45
一、进基变量的相持及其突破	45
二、离基变量的相持及其突破——退化情形	46
三、多重最优解	49
习题二	51
第三章 对偶原理	53
第一节 线性规划的对偶关系	53
一、对偶问题	53
二、对偶关系	54
第二节 线性规划的对偶性质	58
第三节 对偶关系的经济解释	63
一、对偶变量的经济解释	63
二、对偶问题的经济解释	64
三、互补松弛性的经济解释	65
第四节 对偶单纯形法	66
一、规范对偶单纯形法	66
二、人工对偶单纯形法	68
第五节 交替单纯形法	71
习题三	74
第四章 灵敏度分析	77
第一节 引言	77
第二节 参数的影响范围	78
一、参数 b_i 的影响范围	79
二、参数 c_j 的影响范围	81

三、参数 a_{ij} 的影响范围	84
第三节 灵敏度分析的程序	85
一、改变各 b_i	86
二、改变一个非基变量的系数	88
三、改变一个基变量的系数	90
四、增加一个约束条件	94
习题四	96
第五章 运输模型	100
第一节 运输问题及其数学模型	100
第二节 表上作业法	104
一、初始方案的确定	104
二、最优性检验	111
三、非最优方案的调整	115
四、产销不平衡问题的解法	118
第三节 运输模型的应用	120
一、短缺资源的分配问题	120
二、转运问题	123
三、生产调度问题	126
习题五	128
第六章 整数规划	130
第一节 整数规划问题及其数学模型	130
一、问题的提出	130
二、整数规划的图解法	132
三、整数规划的几个典型问题及其模型	132
第二节 整数规划的一般解法	134
一、分支定界法	134
二、割平面法	138
第三节 0-1 规划的分支定界法	143
第四节 指派问题及其解法	146
一、指派问题及其数学模型	146
二、指派问题的解法——匈牙利法	147
三、非标准形指派模型的标准化的	151
习题六	152
第七章 动态规划	156
第一节 引言	156
一、多阶段决策问题	156

二、动态规划的基本特性	157
第二节 基本概念	159
一、动态规划的基本概念	159
二、动态规划的基本方程	162
第三节 离散确定型典例	163
一、定价问题	163
二、资源分配问题	164
三、生产调度问题	167
第四节 其他典例	170
一、机器负荷分配问题(连续确定型典例)	170
二、采购问题(离散随机型典例)	171
三、试制品批量问题(离散随机型典例)	174
习题七	175
第八章 网络分析	178
第一节 图的基本概念与模型	178
一、图及其图解	178
二、几个基本概念	179
三、图的模型	182
第二节 最小树问题	184
一、基本概念	184
二、最小树的求法	185
第三节 最短路问题	186
一、狄克斯屈标号法	187
二、距离矩阵幂乘法	190
三、网络的中心和重心	196
第四节 最大流问题	198
一、基本概念	198
二、基本原理	201
三、求网络最大流的标号法	202
习题八	207
第九章 决策论	211
第一节 基本概念	211
一、决策要素	211

二、基本模型	214
第二节 基本方法	217
一、不确定型决策的基本准则与方法	217
二、概率型决策的基本准则与方法	219
三、典型问题	221
第三节 信息分析	225
一、先验概率	225
二、信息的价值	228
第四节 效用决策	232
一、问题的提出	232
二、效用函数与效用准则	232
三、效用曲线	234
四、效用函数的评定	235
五、效用决策举例	237
习题九	238
第十章 矩阵对策	242
第一节 基本概念	242
一、引言	242
二、纯策略	245
三、混合策略	247
第二节 特殊方法	252
一、矩阵对策的特殊解法	252
二、特殊矩阵对策的化简	258
第三节 线性规划法	263
一、基本方法	263
二、化简方法	265
习题十	268
第十一章 排队论	270
第一节 基本概念	270
一、排队系统及其基本结构	270
二、排队系统的三个基本特征	272
三、排队论的常用术语与记号	273
四、输入与输出	276
第二节 泊松输入——指数服务排队模型	279
一、 $M/M/s/\infty$ 系统	279

二、 $M/M/s/r$ 系统	282
三、 $M/M/s/m/m$ 系统	285
第三节 其他模型选介	289
一、 $M/G/1$ 排队系统	289
二、排队系统的优化设计	291
习题十一	294
第十二章 存贮论	297
第一节 基本概念	297
一、存贮系统	297
二、存贮策略	298
三、运营费用	299
第二节 确定性存贮系统的基本模型	300
一、模型 I——经典经济批量模型	300
二、模型 II——非即时补充的经济批量模型	303
三、模型 III——允许缺货的经济批量模型	305
第三节 其他模型选介	309
一、模型 IV——允许缺货、非即时补充的经济批量模型	309
二、模型 V——订价有折扣的存贮模型	312
三、模型 VI—— (t_0, α, S) 策略模型	314
习题十二	321
第十三章 目标规划	323
第一节 目标规划问题及其数学模型	323
一、问题的提出	323
二、基本概念	324
三、目标规划模型	326
第二节 目标规划的解法	327
一、目标规划的图解法	327
二、目标规划的单纯形法	329
第三节 目标规划的应用	334
一、目标规划在目标管理中的应用	334
二、目标规划在人事管理中的应用	337
三、目标规划在库存管理中的应用	339
习题十三	342
6 习题答案	345



第一章 线性规划基本性质

线性规划(Linear programming, 简记 LP)是数学规划与运筹学的一个分支,是运筹学中最重要的一种数量方法。主要用于研究解决有限资源的最佳分配问题,即如何对有限的资源做出最佳方式的调配和最有利的使用,以便最充分地发挥资源的效能去获取最佳经济效益。为叙述简便,以后我们常把“线性规划”一词用其世界通用略语 LP 代替。

第一节 线性规划的一般模型

一、线性规划问题之例

本段将举两个简单实例,说明如何根据实际问题经过抽象来建立线性规划的数学模型。

【例 1】 产品配比问题(范例)

某厂拟生产甲、乙两种适销产品,每件利润分别为 3,5 百元。甲、乙产品的部件各自在 A, B 两个车间分别生产,每件甲、乙产品的部件分别需要 A, B 车间的生产能力 1,2 工时;两种产品的部件最后都要在 C 车间装配,装配每件甲、乙产品分别需要 3,4 工时。A, B, C 三个车间每天可用于生产这两种产品的工时分别为 8,12,36,应如何安排生产这两种产品才能获利最多?

解 这是一个典型的产品配比问题。因为甲、乙两种产品需要争用 C 车间的有限能力。因此就有一个如何搭配两种产品的产量,才能充分发挥生产能力而获利最多的问题。

现在建立这个问题的数学模型。设 x_1, x_2 分别为甲、乙产品的日产量, z 为这两种产品每天总的利润。

下面先列出该问题的数据表:

表 1-1

车 间 \ 产 品	单耗(工时/件)		生产能力 (工时/天)
	甲 x_1	乙 x_2	
A	1	0	8
B	0	2	12
C	3	4	36
利润(百元/件)	3	5	

根据表 1-1 易于建立该问题的数学模型。

据表 1-1 易知, 甲乙两种产品每天总的利润是

$$z = 3x_1 + 5x_2 \quad \textcircled{1}$$

使总利润值 z 达到最大是该厂追求的目标, 因此称 ① 式为目标函数, 而变量 x_1, x_2 的值需要该厂决策部门加以确定, 故称之为决策变量。

因为生产甲、乙产品要消耗三个车间的生产能力, 而三个车间每天工时均为有限, 所以据表 1-1 可知, 决策变量 x_1, x_2 的值还须满足以下三个限制条件:

$$x_1 \leq 8 \quad \textcircled{1}$$

$$2x_2 \leq 12 \quad \textcircled{2}$$

$$3x_1 + 4x_2 \leq 36 \quad \textcircled{3}$$

由于这三个不等式的左端都是关于变量 x_1, x_2 的函数, 因此称之为函数约束。

又因甲、乙产品的产量不能为负值, 故 x_1, x_2 的取值还须满足以下限制条件:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \quad \textcircled{4}$$

称之为非负性约束。

① ~ ④ 式统称为约束条件。

这样, 该问题的数学模型可归结为: 在 ① ~ ④ 这一组约束条件下, 确定变量 x_1, x_2 的数值, 使目标函数 ① 式的函数值 z 达到最大。为描述简便起见, 可将上述数学模型简记为

$$\max z = 3x_1 + 5x_2 \quad \textcircled{1}$$

$$\text{s. t.} \begin{cases} x_1 \leq 8 & \textcircled{1} \\ 2x_2 \leq 12 & \textcircled{2} \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 36 & \textcircled{3} \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 & \textcircled{4} \end{cases}$$

其中 \max 是英文 maximize(最大化) 的缩写; s. t. 是英文 subject to(受约束于) 的缩写。

我们把例 1 称为范例, 一方面是因为产品配比问题是人们最早研究的, 较有代表性的线性规划问题类型之一, 另一方面是因本篇的基本概念与方法多以它为示范。

【例 2】配料问题

某化工厂根据一项合同要为用户生产一种用甲、乙两种原料混合配制而成的特殊产品。甲、乙两种原料都含有 A, B, C 三种化学成分, 其含量(%) 是: 甲为 12, 2, 3; 乙为 3, 3, 15。按合同规定, 产品中三种化学成分的含量(%) 不得低于 4, 2, 5。甲、乙原料成本为每千克 3, 2 元。厂方希望总成本达到最小, 则应如何配制该产品?

解 设每千克该产品用 x_1 千克甲原料和 x_2 千克乙原料配制而成, 每千克产品成本为 z 元。则

$$x_1 + x_2 = 1$$

这是配料平衡条件。

再据题意列出该例的数据表:

表 1-2

原 化 学 成 分 料	成分含量(%)		产 品 成 分 最低含量(%)
	甲 x_1	乙 x_2	
A	12	3	4
B	2	3	2
C	3	15	5
成本(元/千克)	3	2	

据表 1-2 再列出产品所含成分的约束条件,以及所要求总成本最小的目标函数,就可构成该例的数学模型:

$$\min z = 3x_1 + 2x_2 \quad \text{s. t.} \quad \begin{cases} 12x_1 + 3x_2 \geq 4 \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 2 \\ 3x_1 + 15x_2 \geq 5 \\ x_1 + x_2 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

其中 min 是英文 minimize(最小化)的缩写。

二、线性规划的一般模型

具体分析一下例 1、例 2,可将这类问题归结为以下共同要点:

(1) 可用一些变量表示这类问题的待定方案,这些变量的一组定值就代表一个具体方案。因此可将这些变量称为决策变量,并往往要求它们为非负。

(2) 存在一定的约束条件,这些约束条件都能用关于决策变量的线性不等式或等式来表示。

(3) 有一个期望达到的目标,这个目标能以某种确定的数量指标刻画出来,而这种数量指标可表示为关于决策变量的线性函数,按所考虑问题的不同,要求该函数数值最大化或最小化。

这类问题就是线性规划问题。而线性规划就是研究并解决这类问题的一门理论和方法。像前两例那样所列出的一组包括目标函数、约束条件的线性表达式,就是线性规划问题的数学模型,简称线性规划模型。一般 LP 模型可表示如下:

$$\text{opt } z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \cdots + c_n x_n \quad (1-1)$$

其中 opt 是英文 optimize(最优化)的缩写。按问题要求不同,可表示为 max 或 min;
 \leq 表示 \leq , 或 $=$, 或 \geq 。