

工商管理(MBA)系列教程

管理运筹学



主 编 高鸿桢
副主编 郑应文

工商管理(MBA)系列教程



管理运筹学

主 编 高鸿桢

副主编 郑应文

江西人民出版社

(赣)新登字第001号

书 名：管理运筹学

作 者：高鸿桢主编

出 版：江西人民出版社（南昌市新魏路）

经 销：江西省新华书店

印 刷：江西新华印刷厂印刷

开 本：850×1168mm 1/32

印 张：12.5

字 数：300千

版 次：1994年6月第1版 第1次印刷

印 数：1—3000

定 价：9.80元

ISBN 7-210-01390-3/F·159

邮政编码：330002 电报挂号：3652 电话：321534

（赣人版图书凡属印刷、装订错误请随时向承印厂调换）

《工商管理系列教程》顾问

吴宣恭 葛家澍 余绪缨 邓子基 钱伯海 黄良文 陈永山
张亦春 胡培兆 Dr. Cecil L. Dipchand Dr. J. Colin Dodds
Dr. Yaghoub Shafai

《工商管理系列教程》编委会

主 编	吴世农	黄世忠				
副主编	林肇国	陈浪南				
编 委	黄世忠	陈少华	李若山	毛付根	陈箭深	林志军
	苏锡嘉	曲晓辉	吴世农	沈艺峰	赵 磊	孟林明
	潘威廉	黄维梁	俞建力	林 宇	吴 臻	林肇国
	高鸿楨	汪君奕	王美今	钱争鸣	庄宗明	刘 平
	陈 铿	陈浪南	廖秉文	林志扬		

序 言

随着我国改革、开放的深入和社会主义商品经济的发展,培养大批工商管理人才已成为近切的任务。为了加强和发展工商管理教育,不仅要有科学、完备的教学计划和大量优秀的教师,还必须在吸收国外先进的经济管理经验和总结我国成功经验的基础上,根据教学的要求,编写一批符合中国国情的工商管理新教材,系统全面地介绍工商管理各个领域的基本理论、基本知识和业务技术。多年来,我国各地曾经先后出版过一些有关工商管理的教材和书籍,填补了当时的空白,解决了教学的急需,发挥了一定的积极作用。但是,其中的一些教材和著作,或者基本上是翻译、摘编外国教科书而成,与中国的实际结合不紧;或者由于出版时间较早,只是初步介绍外国工商管理的基本常识,内容偏浅,只适应当时的水平,未能满足今日学习的进一步要求;或者虽名为系列教材,但内容参差不齐,不成体系,互不配套。总之,都不适宜作为工商管理专业学生,特别是高层次学生的教科书以及工商管理人员提高、进修的读物。

早在1986年,厦门大学经济学院就根据中国——加拿大工商管理教育合作项目建立了工商管理教育中心,并于翌年与加拿大达尔豪西大学、圣玛丽大学等院校合作,在我国率先正式招收工商管理硕士研究生(即 Master of Business Administration,简称 MBA)。该中心发挥厦门大学经济学院学科比较齐全的显著优势,组织雄厚的师资队伍,与国内外学术界和国内经济部门、企业界保持经常的密切的联系,重视理论结合实际,强调学用相辅,顺利地培养了六届一百多名工商管理硕士生,得到国内外来访学者的好

评,历届毕业生也深受工作单位的重用。1991年3月,国务院学位委员会和国家教委正式批准厦门大学为全国首批正式招收、培养工商管理硕士研究生的单位之一。厦大工商管理教育中心的教师除资深年长的教授外,多数曾在国外获得MBA学位,他们在教学过程中,深感建设一套中国式工商管理教科书的重要性和迫切性,在中心的组织和支持下,着手研究和编写新教材。在1988年至1991年间,他们编写了一套工商管理系列丛书,先后由中国对外经济贸易出版社出版。今年,中心的教师又在江西人民出版社的支持下,在过去研究的基础上,编写一套更能反映我国经济改革的发展状况,更具有中国特色,同社会主义市场经济的实际结合更加紧密的工商管理系列教程。这套教程共十本,即:《管理会计》、《国际会计》、《市场营销管理》、《市场研究概念》、《国际商务管理》、《运筹学》、《管理统计学》、《组织行为学》、《国际金融》、《管理信息系统》。现在奉献在读者面前的就是这一系列教程中的一部。

在编写中,这套教程的作者们力图使新编的教程内容全面、深入,既能吸收当前各该学科的最新成就,兼收国内外的科学方法和优秀理论,又能结合我国的实际,解决我国经济管理中的主要问题,使读者能够学以致用。这套教程主要作为工商管理硕士研究生(MBA)的基础课或必修课教材以及经济管理类本科高年级学生的选修课教材和参考书,也适合作为企业管理人员培训班的教材,同时还可以作为高等院校和财经专科学校教师的参考书以及中高级经济工作干部进修、提高的自学课本。

希望这套系列教程的出版、发行将会为我国工商管理教育水平的进一步提高作出新的贡献!

经济学教授、厦门大学中国加拿大
工商管理教育合作项目主任 吴宣恭

1992年10月

PREFACE

The Canada — China Management Education Program (CCMEP) is now in Phase I. The School of Business Administration, Dalhousie University, Halifax, Canada and The Economics College, Xiamen University, Xiamen, People's Republic of China have cooperated in management education under CCMEP since 1983. In Canada, St. Mary's University and other universities in Atlantic Canada have assisted Dalhousie University in the transfer of management technology to China. In China, Wuhan University and Shandong University have benefitted, along with Xiamen University, from CCMEP.

Under CCMEP, Phase I, twenty three teachers from The Economics College, Xiamen University received graduate training in business administration in Canada. Most of these students have returned to China and are in important university positions. These young Chinese (and Xiamen scholars) are making a great contribution in management education at Xiamen University on behalf of the people of China. Part of this contribution is scholarly writing and research in the various facets of management education. These serial publications reflect the high quality of Chinese scholars and set examples for others to follow. The

Chinese scholars are contributing to a growing body of knowledge on management education in china and abroad. The works of Chinese scholars will meet the growing demand for published materials in the classrooms of business and management education centres throughout china. Enterprise managers will find the serial publications of particular benefit to the management of their respective enterprises.

The newly established MBA Centre at Xiamen University and other management centres in China will benefit greatly from the serial publications. Chinese scholars who were trained under CCMEP are working with other Chinese scholars in this serial publications project. It is hoped the China (and Canada) will encourage this project and enlarge the scope of activities. Humanity, in general, will enjoy lasting benefits.

Dr. Cecil R. Dipchand
Professor of Finance
Faculty Coordinator, CCMEP
Dalhousie University
Halifax, Canada
November 14, 1989

前 言

运筹学产生于本世纪 40 年代第二次世界大战之中,曾在大战中发挥重大作用。战后为从事复建工作,被产业界应用于企业管理。由于工业的发展,产业间联系的加强,企业决策者需要有目标地、定量地作出决策以代替传统的经验方法,这就使得运筹学成为科学管理的有力支柱,特别是电子计算机的飞速发展使得运筹学的应用范围更为广泛。在企业管理中,可应用运筹学解决多方面的问题,诸如:确定最大利润与最小成本,资源的合理利用,分布系统设计,库存计划,资本分析,有价证券的选择等。目前有许多人把“运筹学”和“管理科学”这两个术语互换使用,运筹学已是管理人员不可缺少的知识。

本书是为工商管理硕士(MBA)学生而写的运筹学教本。考虑到 MBA 学生注重于应用,本书尽量以清晰和简炼的方式论述运筹学各分支的实际背景、数学原理、建模方法和求解过程,并用实例加以说明。读者只要学过初等微积分和矩阵运算,即可理解全书。运筹学涉及面广,所包含的分支很多。为课时所限,本书仅选取在管理中最为常用、又不与 MBA 其他课程重复的 8 个分支加以论述。

虽然本书的大部分内容已在厦门大学工商管理中心的研究生中多次试教过,并受到欢迎,但限于我们的水平,再加时间短促,错漏在所难免,欢迎读者批评指正。本书写作过程中参考了国内外大量文献,书末列出的参考书目仅是其中的一部分。在此,我们向这些文献的作者(包括未列出的)致以谢意。

本书第一、二、三、八章由高鸿桢撰写,第四、五、七章由郑应文撰写,第六章由甘松文撰写。厦门大学系统科学系李文清教授审阅了全书并提出许多宝贵意见;厦门大学工商管理中心吴世农主任、江西人民出版社胡习川先生在本书出版过程中给予大力支持,谨在此一并致谢。

高鸿桢

1993. 6. 于厦大海滨

目 录

第一章 线性规划	(1)
§ 1.1 线性规划模型及图解法	(1)
§ 1.2 线性规划的标准型	(8)
§ 1.3 单纯形法(1)	(10)
§ 1.4 单纯形法(2)——进一步研究	(19)
§ 1.5 对偶问题.....	(30)
§ 1.6 影子价格.....	(37)
§ 1.7 对偶单纯形法.....	(46)
§ 1.8 运输问题的表上作业法.....	(53)
§ 1.9 运输模型的活用.....	(72)
§ 1.10 分配问题	(81)
第二章 多目标规划	(96)
§ 2.1 多目标规划的解集与象集.....	(96)
§ 2.2 多目标规划的若干处理方法	(103)
§ 2.3 目标规划的图解法	(110)
§ 2.4 目标规划的单纯形法	(119)

§ 2.5	层序判据法与个别判据法	(128)
§ 2.6	目标规划模型的建立	(135)
第三章	对策论	(152)
§ 3.1	对策论的基本概念	(153)
§ 3.2	对策的展开形	(155)
§ 3.3	纯策略意义下的解	(165)
§ 3.4	混合策略意义下的解	(170)
§ 3.5	2×2 矩阵对策的解	(174)
§ 3.6	解的性质	(180)
§ 3.7	用图解法和线性规划法解矩阵对策	(187)
§ 3.8	二人非零和对策	(194)
第四章	动态规划	(213)
§ 4.1	动态规划的若干例子	(213)
§ 4.2	动态规划原理	(222)
§ 4.3	动态规划模型	(225)
第五章	网络分析	(238)
§ 5.1	图与网络	(238)
§ 5.2	最小生成树	(242)
§ 5.3	最短路	(248)
§ 5.4	最大流	(257)
§ 5.5	欧拉图	(269)
第六章	存储控制	(283)
§ 6.1	存储的基本概念	(283)
§ 6.2	经典经济订货量(EOQ)模型及非零提前期的	

EOQ 模型	(286)
§ 6.3 灵敏度分析	(292)
§ 6.4 有数量折扣的 EOQ 模型	(296)
§ 6.5 允许缺货的 EOQ 模型	(299)
§ 6.6 PLS 模型	(303)
§ 6.7 有约束的 EOQ 模型	(306)
§ 6.8 单周期概率性模型	(309)
第七章 排队论	(317)
§ 7.1 排队模型的基本结构	(317)
§ 7.2 单通道等候线模型	(326)
§ 7.3 多通道等候线模型	(340)
§ 7.4 等候线的经济分析	(346)
第八章 决策论	(355)
§ 8.1 不确定型决策	(355)
§ 8.2 决策法则的合理性	(363)
§ 3.3 风险决策	(366)
§ 3.4 决策树方法	(370)
§ 3.5 效用与决策	(378)
附录:主要参考书目	(388)

第一章 线性规划

线性规划是运筹学的一个重要分支,它已在军事、经济和社会问题中得到广泛的应用。在经济活动中人们经常利用线性规划模型求解资源的最优配置问题。随着电子计算机技术的发展,线性规划模型将在经济管理中发挥越来越大的作用。

§ 1.1 线性规划模型及图解法

本节先用一个简单的例子来说明线性规划的基本概念,然后再介绍线性规划的图解法。

[例 1]某厂在计划期内安排甲、乙两种产品的生产。甲产品每吨可得利润 6 千元,乙产品每吨可得利润 8 千元。生产这两种产品需要 A、B 两种原料,生产每吨甲产品需要 A 原料 30 吨,B 原料 5 桶;生产每吨乙产品需要 A 原料 20 吨,B 原料 10 桶。现在该厂在计划期内只有 A 原料 300 吨,B 原料 110 桶可供利用。问如何安排生产才能使该厂在计划期内能获得最大利润?

设在计划期内该厂生产甲产品 x_1 吨,乙产品 x_2 吨,那么可获利润

$$S=6x_1+8x_2(\text{千元})$$

由于原料 A 的限制,生产量必须满足

$$30x_1 + 20x_2 \leq 300$$

由于原料 B 的限制,生产量还须满足

$$5x_1 + 10x_2 \leq 110$$

当然,生产量不能是负数,即 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$ 。

综合以上式子我们可得:

$$\max S = 6x_1 + 8x_2 \quad (1)$$

$$\text{s. t. } 30x_1 + 20x_2 \leq 300 \quad (2)$$

$$5x_1 + 10x_2 \leq 110 \quad (3)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (4)$$

这是一个典型的线性规划模型:在(2)、(3)、(4)的限制下,使 S 取到最大值。我们把(1)称为目标函数 (“max”表示使目标函数取到最大值)。(2)、(3)、(4)各式称为约束条件 (s. t. 表示“约束于”)。约束条件(4)是许多线性规划问题所共有的,特称为“非负约束”。

所谓规划问题,是指在一组约束条件下使某个目标函数取到最大值(或最小值)的问题。我们这里的目标函数是线性函数(即 x_1 和 x_2 的一次函数,约束式是线性不等式(或等式)这样的规划问题就称为线性规划问题。一般的线性规划问题可写为如下形式

$$\max S = c_1x_1 + c_2x_2 + \cdots + c_nx_n$$

$$\text{s. t. } a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n (*) b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n (*) b_2$$

.....

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n (*) b_m$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \cdots, n)$$

其中, (*) 表示 “ $\geq$, $\leq$, $=$ ” 这三种关系之一。为方便见,我们经常使用向量、矩阵的形式,本书用 R^n 表示 n 维实向量空间,规定所有向量都是列向量,用右上角的 “T” 表示矩阵或

向量的转置。设 $x, y \in R^n$, $x \geq y$ 表示 x 的每一个分量均不小于 y 的对应分量。因为

$$f(x) \geq b \quad \text{相当于} \quad -f(x) \leq -b$$

$$f(x) = b \quad \text{相当于} \quad \begin{cases} f(x) \leq b \\ -f(x) \leq -b \end{cases}$$

因此,我们可以把线性规划的一般形式写为:

$$\max S = c^T x \quad (5)$$

$$\text{s. t. } Ax \leq b \quad (6)$$

$$x \geq 0 \quad (7)$$

或简记为: $\max \{S = c^T x \mid Ax \leq b, x \geq 0\}$

$$\text{其中, } c = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_n \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$$b^T = [b_1, b_2, \dots, b_m]$$

这样,求解线性规划问题就是去找一个向量 $x \in R^n$,使它满足(6)、(7)并使 S 取到最大值(或最小值)。我们把满足约束条件(6)、(7)的 x 称为可行解,由所有可行解组成的集合称为可行解集,记为 F ,即

$$F = \{x \in R^n \mid Ax \leq b, x \geq 0\}.$$

使 S 取到最大值(或最小值)的可行解称为最优解。

象例1这样只有两个决策变量的线性规划问题很容易用图解法求解。下面我们先研究二元线性不等式组所确定的平面区域。

由解析几何学可知,二元线性方程

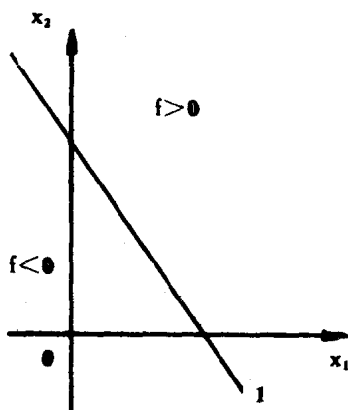
$$ax_1 + bx_2 + c = 0 \quad (8)$$

在 (x_1, x_2) 平面上确定一条直线 l 而不等式

$$ax_1 + bx_2 + c > 0 \quad (9)$$

$$\text{和 } ax_1 + bx_2 + c < 0 \quad (10)$$

在 (x_1, x_2) 平面上各自确定一个“半平面”。这就是说,在直线 l 上的点坐标满足(8),在 l 的一侧的点满足(9)式,在另一侧的满足(10)式(见图 1.1)。因此二元线性不等式组在 (x_1, x_2) 平面上所确定的区域就是若干半平面的交集。



[图 1.1]

现在以例 1 为例研究线性规划的图解法。在 (x_1, x_2) 平面上用 x_1 代表甲产品的产量, x_2 代表乙产品的产量(单位:吨)。那么非负约束就表示可行解集应在第一象限。约束条件(2)表示可行解集应在 l_1 的左方,约束条件(3)表示可行解集应在 l_2 的下方(短箭头所示方向);综合上述结果可知可行解集是图 1.2 中的四边形 OABC。

现在要在可行解集中找出使目标函数最大的点。为此,先给目标函数一个固定的值。例如, $S=48$,则得:

$$6x_1 + 8x_2 = 48$$

它在 (x_1, x_2) 平面上表示一条直线,这条直线上任意一点的坐标代入目标函数所得的值都是一样的,因此称它是目标函数的等值线。可以看出对于不同的 S 的值,各等值线互相平行,而且 S 的值越大,等值线与原点的距离也就越大。