

经营工程学丛书(19.20)

经营管理 运筹学

真壁肇 小岛政和 牧野都台

译 李成田

校 李睿田 吴景顺

销售学

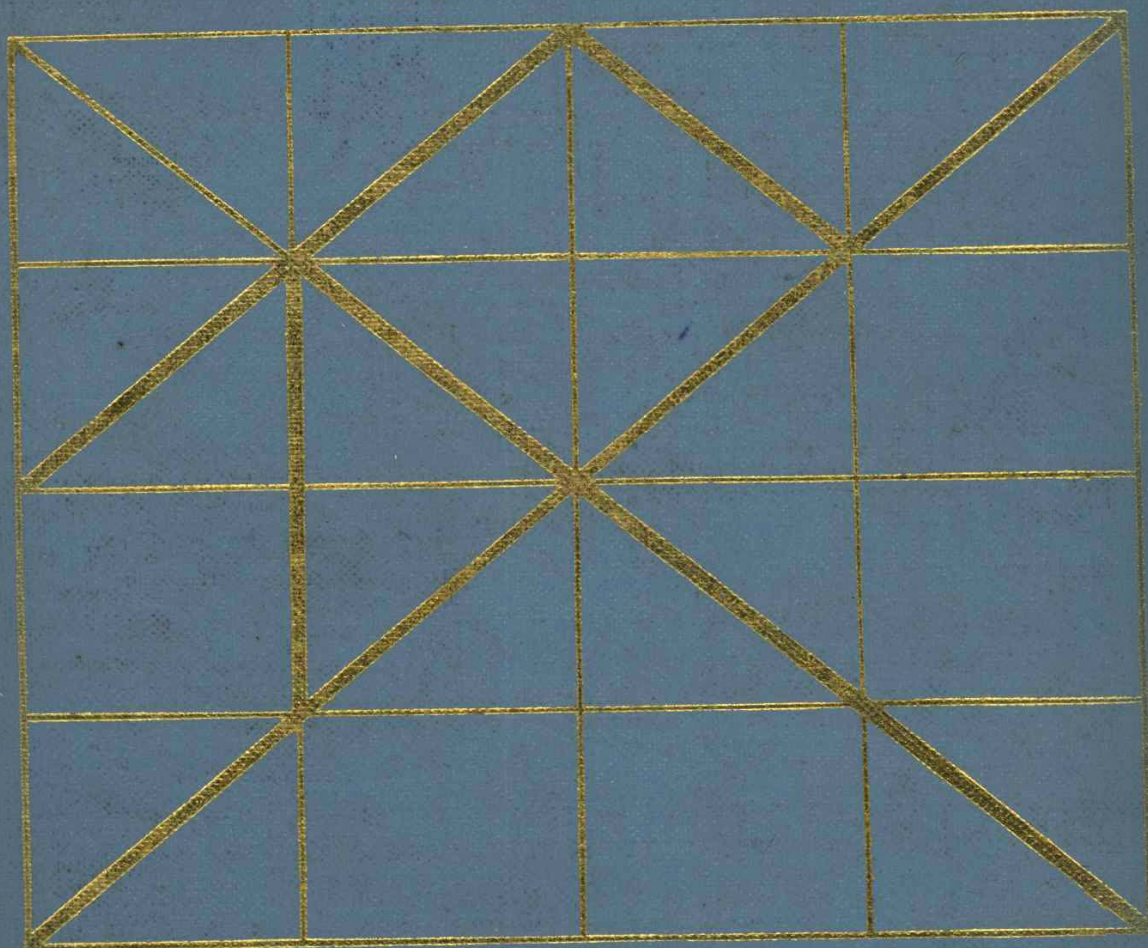
茅野健 稻川和男 后藤仁

小林和夫 铃木启祐

上原恒彦 江原弘

译 曾凡勇 赵纪元

校 廖明光



甘肃省质量能源标准化信息中心

经营工程学丛书 19~20

经营管理运筹学

〔日〕真壁 肇 等著

销 售 学

〔日〕茅野 健 等著

甘肃省质量能源标准化信息中心
甘肃省标准计量情报研究所 出版

1988·4 兰州

《经营工程学丛书》编译委员会

名誉主任	吴伯文	原国家标准总局	副局长
主任	钟明	国家标准局	副局长
副主任	王信祥	甘肃省经济委员会	主任
	张乃让	甘肃省经济委员会	副主任
	金林	甘肃省经济委员会	总工程师
	李春田	中国标准化综合研究所	所长
	李泰森	甘肃省标准计量情报研究所	所长
	孟鑑兴	新疆维吾尔自治区标准局	副局长
	常致贤	甘肃省经委节能技术服务中心	主任
总编辑	李泰森		

序

甘肃省促进技术进步编辑部的同志们在省经委和标准局的热情支持下，翻译出版了这套《经营工程学丛书》。无论是经济管理界的同志，还是标准化界的同志，对此都会感到由衷的高兴。

这套丛书是由日本规格协会组织了日本科技界、工程界、经济管理界、企业界、商务界、教育界等许多领域的近百名知名学者、教授、研究人员和企业家，在全面总结日本企业管理经验的同时，还广泛吸收了其他国家的先进管理技术、现代管理理论和管理方法的基础上精心编著的。1981年由日本规格协会出版后被译成多种文本，在许多国家出版。我国这次出版是根据1985年的最新版本翻译的。

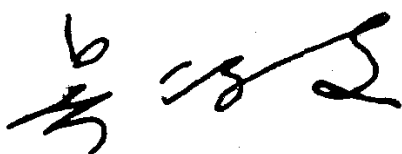
该书原版共20卷，囊括了管理工程学的多个领域，可以说它是一部企业管理的百科全书，同时它又是一套体系完整的教科书。

我做为一名标准化工作者尤为高兴的是这套丛书不仅把标准化做为管理科学的一个重要分支，专设了一个《标准化》卷，而且还把标准化的理论、成就和方法渗透到这套丛书的许多卷里。特别是在《生产管理》、《作业研究》、《人类工效》、《质量管理》、《劳务管理》、《研究开发》等卷都可看到，这些领域的管理方法、管理成果大都要通过标准的形式加以概括和肯定，并且还要以标准的形式加以推广和实施。从泰勒制订标准时间的作业管理，到当今运用计算机的大系统管理，不论管理的理论、方法、对象发生了怎样的变化，标准化总是必不可少的，而且愈往前发展，它们的关系愈加密切。这套丛书生动地告诉我们：积极推行标准化，并把它同多项管理紧密地结合起来，这是日本企业管理经济中很值得我们借鉴的成功经验。

由此，我们便不难理解为什么在日本的企业里开展的是“全

面标准化“并且同“全面质量管理”一样是全员性的管理活动。同时，也不难理解为什么日本规格协会肯于下力气编著这套工程浩大的管理丛书了。

为了加快我国的社会主义建设，我们有必要引进国外的先进技术。既要引进“硬技术”更应引进“软技术”。引进软技术不仅可以改变我们管理落后的局面，而且也是促进硬技术的消化、吸收并发挥作用的前提条件。这套丛书的翻译出版可以说就是为我国广大经济管理干部、高等学校师生、技术经济科学工作者和标准化工作者引进的一项软技术。我向广大读者推荐这套丛书，并希望读者本着取其精华、去其糟粕、洋为中用的态度，吸收、消化、创新，走出一条适合我国国情的企业管理道路。



一九八七年十一月

经营工程学丛书

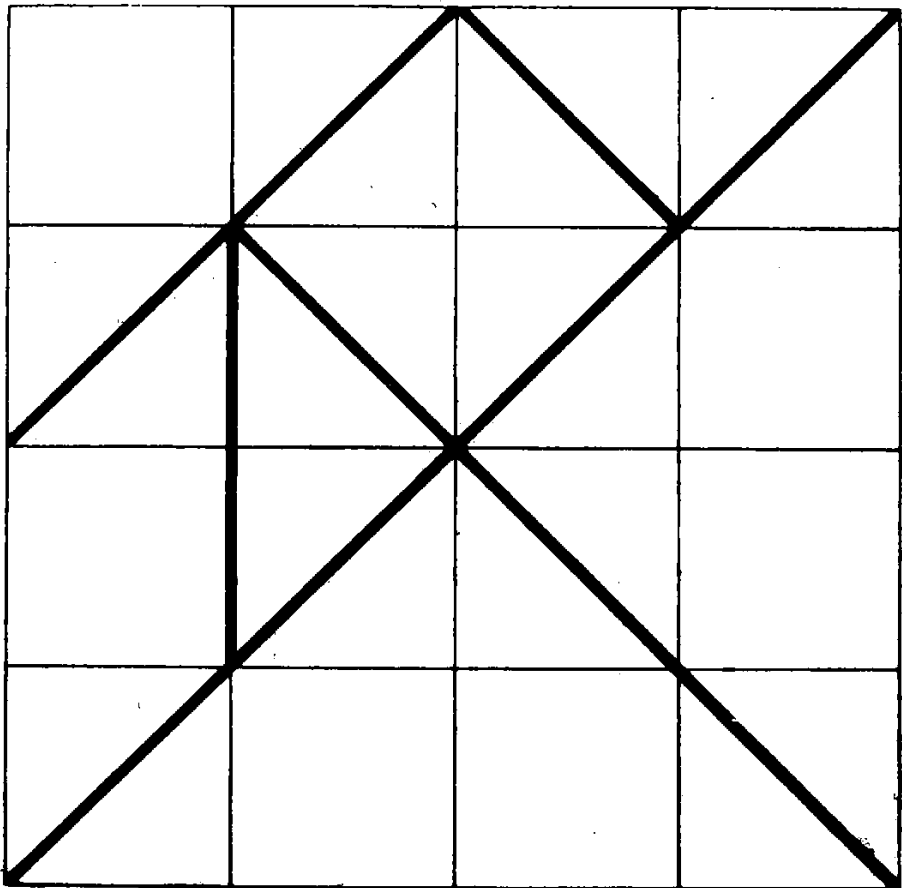
19

经营管理运筹学

(日) 真壁 肇 等著

译: 李成田

校: 李春田 吴景顺



经营管理工程学丛书 19

经营管理运筹学

责任编辑 吴景顺

出版 甘肃省质量能源标准化信息中心
甘肃省标准计量情报研究所
印刷 天水新华印刷厂

书号：甘出字总编009号（86）

开本：850×1168毫米（32开本）印张：8.25 字数：216,700 印数：1-1,300

1988年4月第1版第1次印刷

前 言

运筹学 (即OR: Operations Reserch) 从第二次世界大战时, 就开始用于军事作战计划研究。战后, 这种思想和方法应用于解决经营和社会问题。1957年成立了日本运筹学学会。此后, 该学会会员逐年增加, 现拥有2000人以上。

现在, 运筹学也被列为高等教育中。在设有经营工程学、管理工程专业率的大学里, 必须设置运筹学 (OR) 课程。在美国, 很多大学开设运筹学系 (Department of Operations Reserch) 或运筹学与工业工程学系 (Depatment of Operations Reserch and Industriat Engineering)。这种情况表明, 运筹学现在已经形成一个新的科学领域。

运筹学 (OR) 取得如此惊人的发展, 必将对经营科学、社会科学、工程学等以巨大的影响, 为实现科学地解决实际问题之目的, 必须灵活地运用运筹学 (OR)。由于OR建立的数字模拟, 通常用数式来解, 所以往往很容易将其看成是应用数学的一部分。不过, OR以研究如何容易解开难于解决的问题为目标。换言之, 假如以更简易的方法把问题的难点解释明白的话, 那么, 这便是对O R 的高度评价。

在本书中, 把方法的论述尽量放在后面。首先通过例子或者例题介绍实例, 然后读者在理解实例中掌握方法。因此, 翻开某节就立刻在后面出现例子, 所以有的读者会稍微感到惊异吧? 但是, 如果仔细读, 就会认识到, 这种布局是首先提出实例, 然后加以讲解, 从而更易于理解本书的意图。

在本书中, 例子和例题是交织在一起的。所以, 在此特将两者按以下的用途加以区别。原则上, 如果读例子下面的说明, 即使没有预备知识也是能理解的。另外, 对于例题, 如果阅读例

题前面的说明，主要的是要留心选择解题技巧。

其次，书中各素材的罗列方法不拘泥于以往运筹学（O R）教科书的惯例，而且考虑解决问题的步骤，依次加以排列的。为此，首先从O R的方法开始，之后是决定问题、模拟、数理规划法的关系等进行排列。各章当中，根据学习对象的特点，进行讲解的方法不尽相同。比如，第二章是根据对事例作解说的意向开始的。与此相反，第4章和第5章内容整个贯穿着程序的说明。这是因为考虑到根据对象，有改变方法的必要。

在本书编写过程中，各执笔者几次把原稿凑到一起，尽量使讲解等方面具有一定特点，同时，还力求整体的统一。我承担编辑工作，由于得到各位执笔者的多方帮助，才完成了整理工作。因此，本书之所以整理到这种程度，深信这不外乎是各执笔者热忱于O R教育的结果。在此，对各位给予的帮助谨表深切的谢意。

各章的执笔者如下：

第一章 牧野都治	第二章 牧野都治、真壁肇
第三章 森村英典	第四章 小岛政和
第五章 真壁肇	第六章 牧野都治
第七、八章 森村英典	

最后，对于本书的出版、校正给予大力协助的日本标准协会的各位人士深表谢意。

1980年4月18日

真壁 肇

凡 例

1. 本书章节系按系统要点划分,又根据需要进一步分为(1)、(2)、(3),……; (a)、(b)、(c)……等小项目。

2. 书中(→3.2节)所表示的,是各自参阅的地方。

3. 数式的序号,如(1.1)、(1.2)由两个数字组成,数字表示各章数式的顺序。

4. 表及图的序号,如表1.1、图1.1等数字表示各章的表及图的顺序。

5. 为了加深对内容的理解,本书分成例与例题。(例)中附有说明,〔例题〕中附有解答。

6. 与各章相关连的练习问题,在各章末刊载。

7. 关于本书的文献

① 文献一概刊于卷末。引用文献用书中上角附记的方形括弧来表示(例:〔1〕〔2〕);参考文献则以与正文相同大小的铅字表示(例:〔1〕、〔2〕)。

②文献的排列,按照以下次序

杂志:

作者姓名(发行年份):标题,杂志名称(欧文时,用欧文斜体字),卷数(期数),页。

单行本:

作者姓名(发行年份):书名(欧文时,用欧文时斜体字),发行单位。

目 录

序	(iii)
前言	(vii)
凡例	(ix)
第一章 运筹学 (OR)	(1)
1.1 运筹学 (OR)	(1)
1.1.1 运筹学 (OR) 的定义	(1)
1.1.2 运筹学 (OR) 的演变	(2)
1.1.3 开展运筹学 (OR) 的方法	(5)
1.2 模型构成	(7)
1.2.1 运筹学 (OR) 模型	(7)
1.2.2 运筹学 (OR) 的形式	(8)
1.2.3 模型的利弊	(11)
1.3 运筹学 (OR) 的方法	(12)
1.3.1 运筹学 (OR) 的常规方法	(12)
1.3.2 最佳化的一般方法	(13)
1.3.3 不确定性分析	(18)
1.3.4 按极限效用比较	(22)
练习题	(25)
第二章 决策论	(27)
2.1 决策基础	(27)
2.1.1 根据评分比较	(27)
2.1.2 票决法	(29)
2.1.3 有价证券的选择	(31)

2.2	决策和决策树	(33)
2.3	定义、意义	(35)
2.4	决策体系树与增益表	(40)
2.5	二人零和对策	(42)
2.6	极小极大解	(44)
2.6.1	极小极大解法实例	(44)
2.6.2	定义与意义	(45)
2.6.3	极小极大解的意义	(48)
2.7	由贝芝法产生的决策	(49)
	练习题	(52)
第三章 模拟		(53)
3.1	既定模型的模拟	(53)
3.2	随机数	(60)
3.3	库存模型的模拟	(65)
3.4	模拟与定式化	(69)
	练习题	(77)
第四章 线性规划		(80)
4.1	何谓线性规划	(80)
4.1.1	生产规划问题	(80)
4.1.2	饲料的混合问题	(83)
4.1.3	运输问题	(84)
4.1.4	有害物质的处理	(86)
4.1.5	固定付费问题	(87)
4.2	标准形、基本解	(88)
4.2.1	标准形	(88)
4.2.2	基本解	(91)
4.3	单纯形法…阶段 II	(93)
4.3.1	用消去法求解	(93)
4.3.2	单纯形表	(97)
4.3.3	一般化	(101)

4.3.4 Z_0 行的意义	(103)
4.4 单纯形法…阶段 I	(104)
4.4.1 人工变量的导入	(104)
4.4.2 阶段 I 的单纯形表	(106)
4.4.3 一般化	(108)
4.5 运输问题	(109)
4.5.1 运输问题的标准形	(109)
4.5.2 西北角规则	(111)
4.5.3 新基本解的求法	(114)
4.5.4 目标函数值的变化	(115)
4.5.5 阶段 II	(116)
4.6 改进单纯形法	(118)
4.6.1 主运算	(119)
4.6.2 主运算的实例	(120)
4.6.3 改进单纯形表	(123)
4.6.4 改进单纯形法的效率	(125)
4.7 线性规划的理论研究	(126)
4.7.1 最小基解本的存在	(126)
4.7.2 求最小基本解的充分必要条件	(126)
4.7.3 灵敏度的分析	(128)
4.7.4 对偶定理	(130)
练习题	(133)

第五章 动态规划

5.1 定式化	(135)
5.2 动态规划法的定义与意义	(138)
5.3 动态规划法的定式化 (之一)	(140)
5.4 以拉格朗日乘数法求解	(144)
5.5 动态规划法的定式化 (之二)	(146)
5.6 动态规划法的应用例	(148)
练习题	(151)

第六章 进度计划 (152)

6.1 编制车间进度计划的方法 (152)

6.1.1 甘特图表 (152)

6.1.2 约翰逊标准 (153)

6.1.3 加工时间零散の場合 (156)

6.2 计划评审法 (PERT) (158)

6.2.1 计划评审法 (PERT) 的探讨 (158)

6.2.2 最佳实施方案法 (160)

6.2.3 三点估计法 (162)

6.2.4 计划评审法 (PERT) 的应用 (165)

练习题 (168)

第七章 马尔可夫链 (171)

7.1 变迁图 (171)

7.2 马尔可夫链及基本术语 (172)

7.3 状态概率分布和稳定分布 (174)

7.4 吸收的马尔可夫链 (177)

7.5 定式化 (182)

练习题 (188)

第八章 排队论 (190)

8.1 等待的发生 (190)

8.2 定义 (194)

8.3 指数分布及其边界 (可尔可夫链的生成) (198)

8.3.1 泊松到达和标准到达 (198)

8.3.2 泊松到达和指数分布 (201)

8.3.3 系内数的马尔可夫链 (203)

8.3.4 M/M型排队的优点 (204)

8.3.5 爱尔朗分布 (205)

8.3.6 M/M型排队的优点 (续) (206)

8.4 M/M/s 型 排队系列 (206)

8.4.1	通过统计平衡导出平衡方程式	(206)
8.4.2	系内数的平衡分布	(209)
8.4.3	等待时间分布	(212)
8.4.4	多窗口的效率	(214)
8.4.5	图表的利用	(216)
8.4.6	损失系统的排队	(220)
8.4.7	有限呼源或机械修理问题	(223)
8.5	排队论的应用例	(226)
8.5.1	在收费道路收费所的排队	(226)
8.5.2	库存备件最佳量的核定	(230)
8.5.3	计算机系统效率的推定	(233)
8.6	平均值法则和M/G/I的平均等待时间	(238)
	练习题	(241)

文 献

第一章 运筹学 (OR)

当今社会被称为信息化社会。随着计算机的迅速发展和普及，人们正注视着计算机应用技术的开发。第二次世界大战中产生的运筹学 (OR)，目前面目为之一新，成为担负这项应用技术的支柱。即使没有计算机还可以谈运筹学 (OR)，但如果没有运筹学 (OR) 却不能谈计算机。运筹学 (OR) 对于向信息化社会迈进的确是必不可少的。如果通过它观察我们周围的事物，从前模糊不清的问题，也许会弄明白。

1.1 运筹学 (OR)

1.1.1 运筹学 (OR) 的定义

所谓OR，美国是Operations research (运筹学) 的缩写，而英国是Operational research (运筹学) 的缩写。第二次世界大战时，英国处于紧急的军事状态中。对保卫祖国具有责任感的人们头脑中，思虑的是下面的事项，即完全以军事问题为目标的事项。对此，物理学家、生物学家、数学家和其他受过高等专业水平教育的人，因处于此困难局面，也力求给人们作出些贡献。这些专家们参加军事研究不仅仅是由于紧迫的重大危机，可以说用与过去的军事经验无关的技术知识相继开发新兵器，更能加快研究的步伐。实际上，由于这些兵器以及兵器体系，在概念及设计方面也是很新的，所以新兵器的开发已经不是单纯地按原来的军事经验制定规划，而是要用运新的分析方法。这些方法就是建立OR理论基础的开端。

英国的此种活动很快就传到美国。接受美军的邀请，编成几个作战分析小组。其中由麻省理工学院的物理学家莫尔斯（P. M. Mores）组成的七人小组最为活跃。战后莫尔斯（P. M. Mores）和金布尔（G. E. Kimball）将小组取得的成果编写成《作战计划研究》单行本，作为广泛的介绍，在世界上最先著书出版。这本OR书在很多研究人员、实业家中阅读。所谓“莫尔斯和金布尔的书”，取得了永不衰竭的好名声。在书的开头写着：“所谓OR，对于执行部决定其管辖的作战计划，是给出计量基准的一种科学方法”。

介绍此书之后，在日本立即引起了对OR的关注。1957年日本运筹学学会开始活动，后来OR的研究与实践更加发展。经过这样的过程，1967年在日本工业标准中制定了“JIS Z 8121—1967 运筹学用语”。根据这个标准，所谓OR，是“将科学的方法及工具用于和系统的经营策略有关的问题，向决策者提供解决问题的技术”。

但是，关于“管理策略的问题”，假如从前只单单提出这个问题进行分析往往就认为够了。因而研制OR方法，主要为谋求各式各样最适用的方法，并可以广泛应用。但是，现今不仅是解决有关“管理策略的问题”，还包括与此相关的很多难题，也都应该成为分析对象。试举例再说明如下。

1. 1. 2 运筹学（OR）的演变

在莫尔斯和金布尔的书中，介绍几个有趣的故事，其中的一个是这样的：以美军的某个野战食堂为例，饭后食堂里洗各自餐具的士兵在排队，新任的OR工作人员看到这种现象的第一天，便向现场司令官指出了这种浪费。即那里放四个桶，两个用于洗餐具，其余两个用于漱口。OR工作人员经过观察，士兵洗自己餐具所用时间与漱口相比，平均起来需要三倍的时间。于是建议应该用三个桶洗餐具，一个桶用于漱口。此建议立即被