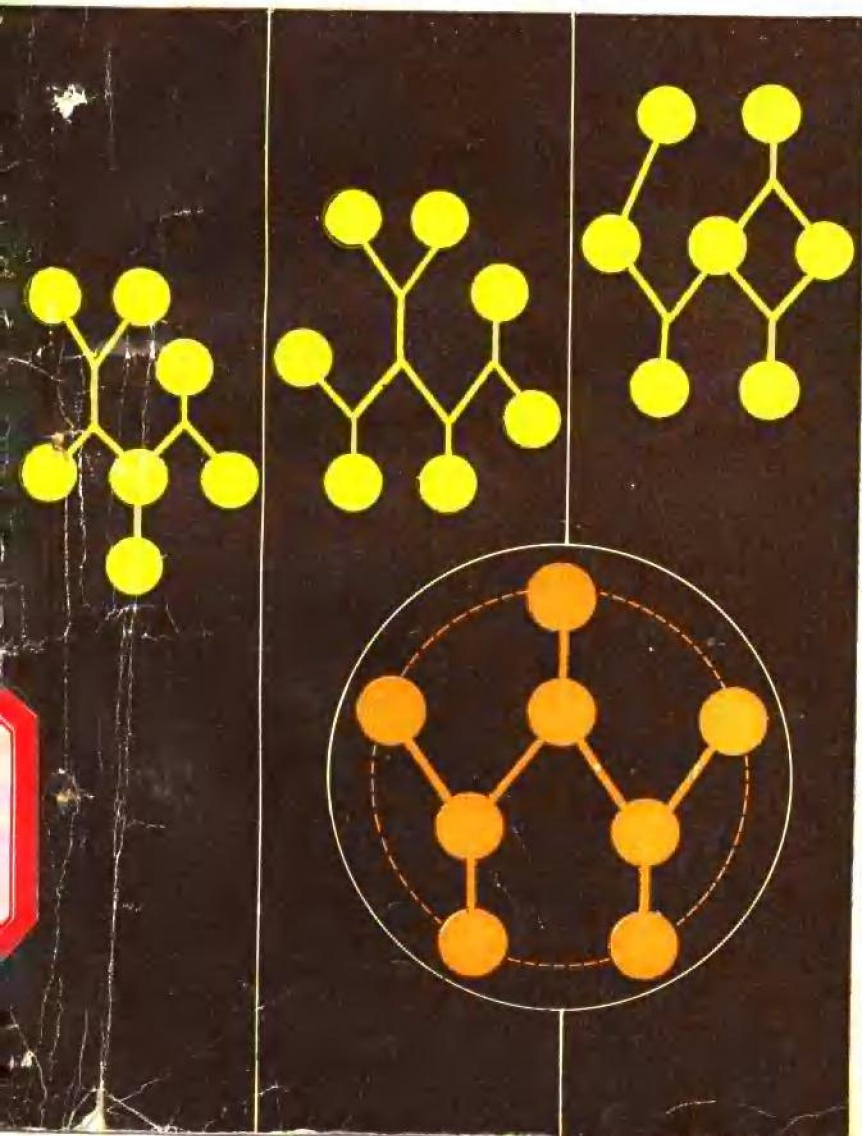


简明实用运筹学

■ 赵宏量 骆振华 齐国政编著

■ 西南师范大学出版社



OPERATIONS RESEARCH

简明实用运筹学

赵宏量 骆振华 齐国政编著

西南师范大学出版社

简明实用运筹学

赵宏量等 编著

西南师范大学出版社出版

(重庆 北碚)

新华书店重庆发行所经销

内江新华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 15.25 插页: 2 字数: 330千

1991年2月第一版

1991年2月第一次印刷

印数: 1—5000

ISBN 7—5621—0408—5/O·31

定价: 3.10元

1911/28/22

前 言

本书是我们三人长期随同华罗庚教授在全国各地开展优选法、统筹法与经济数学的推广、应用和研究工作中逐步学习、使用、分析、研究所获得的大量实例，加上在实践过程中广泛与生产相结合所搜集到的大量生动而富于启发性的成果。我们看到数学的许多分支，在生产建设中所发生的作用和效益，从而深切地体会到：知识分子与生产实际相结合，将会对国民经济产生多么大的成效！

近年来，通过数学与生产实际的结合，我们受到了很大的教育和启发，提高了对“群众性”和“实践性”的认识。我们决心将实际中常用到的数学理论和方法精选若干，写成此书。其中有些内容是一般教科书和专著中难予找到的，有些，本来就是我們亲身实践的总结。这些内容多数曾作为选修课教材使用，作为培训班教材使用，反映良好，这次又认真地进行了加工和修改。

运筹学是用定量化方法为管理决策提供科学依据的一门新兴学科，它把有关人类活动的管理系统首先归结成数学模型，然后用数学方法进行定量分析和比较，从而求得系统最优运行的方案，供人们在管理和决策方面作为参考，向管理人员和决策人员提供科学的依据。

运筹学是近四十年发展起来的一门新兴学科。它的应用极为广泛。它的许多分支目前还处于发展的阶段。线性规划、优选法、网络技术与统筹法、投入产出技术、预测与决策都是在实践中应用很广，极有成效的，因此本书用了较多的篇幅来介绍它们。

本书力求以各种实际问题为背景，导出各种类型的运筹学模型，然后尽可能通过对几何特征的分析和其他比较直观的手段，阐明求解方法的基本思想，同时在此基础上系统地给出了求解的方法。

由于本书的宗旨是以简明、实用为主，所以我们尽可能地避免难度较大的数学论证。但是考虑到目前和今后一段时间，学习运筹学的多数读者在微积分、线性代数、微分方程、概率论与数理统计、计算机等方面已具有的一些基本知识，因此，本书对运筹学中的基本概念、基本理论、数学运算和逻辑推理等仍给予应有的重视，以便加深读者对有关内容的理解和使用。

本书参考了全国运筹学教育与普及委员会1985年大连会议所修订的教学大纲；参考了国内外众多的运筹学教材和文献资料；其中第六章动态规划参考了彭太华同志所写的初稿，而且基本上采用了初稿的内容；同时又结合编著者们的亲身社会实践和多年教学经验，共同商讨几易其稿，经专家们审读后，又作了多次修改，在教学中经过了几年的试用，最终全书由赵宏量执笔作了全面加工和修订，统稿和定稿。

总的说来，本书各章内容自成体系，不囿于传统的框架，一切以简明实用为主，可以适应各种不同层次的需要。本科生、研究生可以使用全部内容；专科或其他企事业管理

工作者、经济工作者，可选择其中大部或部分内容；也可选用其中某一章，甚至某一节的内容。

本书以大量的应用实例来介绍运筹学在许多领域中的成功范例，这在当今同类书中也是少有的。本书还编入了我国运筹学方面的一个新成果——中外著名的华罗庚定理。这对于从事计划经济大范围最优化探索的读者来说，也是十分有益的，它也是本书的特色之一。

最后还要指出的是，西南师范大学的蒋一初老师参加过本教材部分内容的讲授工作，提出过一些好的意见。重庆建工学院的彭太华老师，内蒙古工学院管理工程系的李培平老师，以及福建厦门大学陈鹄汀老师，曾经对本书稿部分章、节的修改提出过十分有益的意见。在试用中西南师范大学数学系84、85、86级的学生普遍反映很有收益，一致认为不仅数学系的学生应该学，理科学生，甚至文科学生也应学习其中某些内容。

当然，限于编著者的水平，其中若有错误之处，敬请读者惠于指正。

编 著 者

1987年 初稿

1990年5月修改定稿

目 录

1 线性规划

1—1	线性规划的模型、图解法及基本定理	1
(1)	线性规划的数学模型	1
(2)	线性规划的图解法	2
(3)	线性规划的基本原理	4
1—2	单纯形法	6
(1)	单纯形法的基本原则和步骤	6
(2)	单纯形法的表格运算	7
(3)	单纯形法初始解的人工变量和惩罚法	9
(4)	改进的单纯形法	10
1—3	对偶原理	11
(1)	对偶问题的提出	11
(2)	对偶问题的基本性质	13
(3)	对偶单纯形法	14
1—4	卡玛卡 (Karmarkar) 算法	17
(1)	多项式算法概念的提出	17
(2)	卡玛卡模型及其算法	18
1—5	运输问题与分派问题的表上作业法	21
(1)	收发平衡的运输问题	21

(2)	收发不平衡的运输问题	26
(3)	分派问题 (<i>AP: Assignment problem</i>)	27
1—6	整数规划	28
(1)	分枝定界解法	29
(2)	整数化切割解法	31
(3)	0—1型整数规划的隐枚举解法	34
习题 1		36

2 优选法

2—1	优选法的历史及含义	39
2—2	单因素和双因素的优选法	43
(1)	黄金分割法 (简称0.618法)	43
(2)	分数法 (或 <i>Fibonacci</i> 法)	46
(3)	对分法 (或对半法)	48
(4)	抛物线法	49
(5)	纵横对分法	51
(6)	旋升法 (或交替法)	53
(7)	平行线法	54
(8)	陡度法	55
2—3	单纯形调优法 (翻筋斗法)	56
(1)	正规单纯形法	56
(2)	直角单纯形法	62
(3)	单纯形加速法	65
2—4	关于优选法的一些理论问题初探	71
(1)	好点会不会丢掉? (0.618法的可靠性)	71
(2)	关于试验精确度的估计	74

(3)	0.618法的由来	78
(4)	0.618法与分数法的关系	79
(5)	$\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ 的渐近分数	84
(6)	关于 F_n 的表达式问题	89
(7)	0.618法的优越性	93
(8)	关于试验次数已经决定的最佳安排	96
习题 2		99

3 统筹法

3—1	统筹法的发展概况	101
3—2	统筹图和关键路线	103
(1)	基本概念	103
(2)	统筹图的构成规则	105
(3)	统筹图的绘制	116
习题 3—1		118
3—3	统筹图的时间参数	123
(1)	工序时间的确定	123
(2)	工序与事项的时间参数	124
3—4	关键路线与时差	131
(1)	关键路线	131
(2)	工序的总时差	132
(3)	工序的单时差和干扰时差	134
(4)	关键路线的求法	136
(5)	时间参数算法	138
3—5	按某一固定期限完工的概率	142
(1)	非肯定型问题与其工期	142

(2)	非肯定型的关键路线问题	146
3—6	统筹网络的综合优化	148
(1)	经济赶工法	148
(2)	工程进度时间表和资源均衡利用	154
习题	3—2	160
*3—7	非肯定型网络的分析方法	168
(1)	不确定工序流量的概率分布	163
(2)	最可能临界路线及其若干充要条件	178

4 投入产出技术

4—1	投入产出及其发展概况	179
4—2	投入产出模型	180
(1)	投入产出表的构成	180
(2)	产出量和投入量的平衡关系	185
4—3	直接消耗系数	186
4—4	完全消耗系数	189
(1)	完全消耗的概念	189
(2)	完全消耗系数的定义及计算	190
(3)	完全需要系数	192
4—5	投入产出模型的建立	193
(1)	$(I - A)X = Y$	193
(2)	$(I - \hat{C})X = N$	193
(3)	中间产品流量模型	194
4—6	投入产出模型的类型	195
4—7	投入产出法的应用实例	196
(1)	投入产出法在经济分析中的应用	196
(2)	研究最终需求量的增量对各部门产量的影响	202

(3)	工资、税收变动对各部门产品价值的影响	202
(4)	利用投入产出模型制定国民经济计划	204
(5)	国民经济的综合平衡方法	210
习题 4		212

5 排队论

5—1	问题的提法与分类	215
(1)	排队系统的结构和特征	215
(2)	排队模型的分类	217
(3)	简单排队系统的主要评价指标	217
5—2	单服务台简单排队系统分析	219
(1)	$M/M/1/\infty/M/FCFS$	219
(2)	$M/M/1/N/\infty/FCFS$	222
(3)	$M/M/1/\infty/m/FCFS$	224
5—3	多服务台简单排队系统分析	227
(1)	$M/M/K/\infty/\infty/FCFS$	227
(2)	$M/M/K/N/\infty/FCFS$	230
(3)	$M/M/K/\infty/m/FCFS$	233
5—4	含非指数分布的排队模型	236
(1)	$M/G/1/\infty/\infty/FCFS$	237
(2)	$M/D/1/\infty/\infty/FCFS$	239
(3)	$M/E_k/1/\infty/\infty/FCFS$	240
5—5	排队系统的优化设计	242
(1)	最优服务率	243
(2)	最优服务台数	244
(3)	服务率与台数的最优综合	245
5—6	优先服务系统	246

(1) 一般优先服务系统	247
(2) 紧急优先服务系统	247
习题 5	250

6 动态规划

6—1 动态规划的基本概念及最短路问题	253
(1) 多阶段决策问题	253
(2) 最优化原理及其基本方程	259
习题 6—1	263
6—2 再生资源问题	264
6—3 资源的可回收多阶段配置问题	268
习题 6—2	273
6—4 资源分配问题	274
(1) 一种资源的分配问题	274
(2) 两种原料的分配问题	275
(3) 多种原料的分配问题	277
(4) 关于算法的讨论	278
习题 6—3	281
6—5 背包问题	282
习题 6—4	288
结束语	289

7 预测与决策

7—1 预测和决策的基本概念	290
(1) 预测的意义和根据	290
(2) 预测的分类和步骤	291

(3)	决策的三要素及决策过程	291
7—2	定性预测方法	292
(1)	专家评议的期望值法	292
(2)	专家评议的四分位法	294
7—3	定量预测方法	295
(1)	移动平均法	295
(2)	指数平滑法	296
(3)	季节预测法	298
(4)	回归分析与趋势外推法	298
(5)	灰色系统模型	304
7—4	概率预测方法	306
(1)	系统状态变化的马氏过程描述	306
(2)	状态转移的宏观预测	307
(3)	状态变化的微观预测	308
7—5	风险型决策	310
(1)	期望值法	310
(2)	决策树法	312
(3)	灵敏度分析	315
(4)	报童模型	316
7—6	非确定型决策	319
(1)	悲观值决策	319
(2)	乐观值决策	320
(3)	折衷值决策	320
(4)	平均值决策	321
(5)	后悔值决策	322
7—7	马尔科夫决策模型简介	323
7—8	多目标决策与目标规划	327
(1)	多目标决策的提法及基本解法	327

(2) 目标规划	330
习题 7	332

8 对策论

8—1 对策问题及其有关概念	335
8—2 矩阵对策	337
8—3 最优纯策略	337
8—4 混合策略	350
(1) 不稳定状态	350
(2) 混合策略	350
(3) 对策论基本定理	355
8—5 对策在混合策略中的线性规划解法	355
8—6 对策在混合策略中的解的性质	361
8—7 矩阵对策的一些特殊解法	366
(1) 以 2×2 矩阵为支付矩阵的对策的解	366
(2) 策略的优超与对策的简缩	367
(3) 用图解法求以 $2 \times n$ 或 $m \times 2$ 矩阵为支付矩阵的对策 的解	369
(4) 变换支付矩阵行或列求解	374
(5) 拉格朗日乘数法解法	376
8—8 非零和对策	379
习题 8	380

9 库存论

9—1 库存论的基本概念	385
(1) 库存问题的提出	385

(2)	库存的特点、功能及形态	386
9—2	库存控制模型的有关概念	389
(1)	生产准备成本	389
(2)	订购成本	389
(3)	保管成本	390
(4)	缺货成本	390
(5)	购运时间	390
(6)	安全库存量	390
9—3	存储策略	390
9—4	确定性存储模型	392
(1)	模型Ⅰ: 不允许缺货, 生产时间短	392
(2)	模型Ⅱ: 生产周期, 不允许缺货	394
(3)	模型Ⅲ: 立即补足贮存量, 允许缺货	396
(4)	模型Ⅳ: 生产周期, 允许缺货	399
9—5	随机性存储模型, 离散型	402
(1)	需要量不大于库存量的情形	402
(2)	需要量大于库存量的情形	402
(3)	需要量从 $0 \rightarrow \infty$ 的所有情形	402
习题	9	405

10 系统分析与可靠性研究

10—1	系统与系统分析的基本概念	409
(1)	系统及其分类与特征	409
(2)	系统分析及其准则	412
10—2	企业系统分析的某些方法	414
(1)	成本效益分析	414
(2)	盈亏转折分析	418

(3)	设备更新分析	424
10—3	可靠性概念及结构函数	424
(1)	可靠性的概念及度量指标	424
(2)	系统的功能关系的逻辑框图	427
(3)	系统的结构函数	428
10—4	不可修复系统的可靠性分析	430
(1)	不可修复的串联系统	430
(2)	不可修复的并联系统	432
(3)	不可修复的混联系统	433
(4)	不可修复的 n 取 k 系统	435
10—5	可修复系统的可靠性分析	436
(1)	一个单元的可修复系统	438
(2)	n 个单元串联的可修复系统	439
(3)	n 个单元并联的可修复系统	444
(4)	n 取 k 可修复系统	441
10—6	估计系统可靠性的边值法	442
(1)	网络系统的可靠性计算	442
(2)	可靠性界限估计的边值法	443
10—7	故障树分析	447
(1)	故障树的构造及代表表示	447
(2)	故障树的定性分析	450
(3)	故障树的定量分析	453
习题 10		455

11 计划经济大范围最优化方法简介

11—1	有关概念和Perron—Frobinuis定理	457
------	-------------------------------	-----

11—2 正特征矢量法 461

11—3 华罗庚定理 462

11—4 对生产系统应不断进行平衡 466

11—5 生产能力的上限与投入产出表格 468

11—6 更一般的数学模型 471

习题 11 472

* * * * *