



现代经济与管理类规划教材

管理运筹学

(第2版)

茹少峰 申卯兴 编著

清华大学出版社 · 北京交通大学出版社



◇现代经济与管理类规划教材

管理运筹学

(第2版)

茹少峰 申卯兴 编 著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书共 16 章, 内容包括绪论、线性规划(模型及图解法、单纯形法、对偶模型、灵敏度分析、线性规划的应用)、运输问题、整数线性规划、目标规划、动态规划、图与网络分析、网络计划技术、决策分析、对策论、排队论、存储论。各章按照“问题—模型—求解—应用”这样的结构组织编写, 旨在突出运筹学定量管理的原理和方法。本书对基本概念、基本理论、基本算法做了系统的介绍, 对模型求解, 既重视基本算法的介绍, 又强化计算机软件包的使用, 通过例题介绍了运筹学在经济管理、金融工程、工商管理及工程优化设计等领域中的应用。各章后均附有习题, 以帮助学生复习基本知识和检查学习效果。

本书可作为高等院校经济管理类和理工类相关专业高年级本科生、研究生、MBA 的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

管理运筹学/茹少峰, 申卯兴编著. —2 版. —北京: 北京交通大学出版社: 清华大学出版社, 2017. 1

(现代经济与管理类规划教材)

ISBN 978-7-5121-2978-8

I. ①管… II. ①茹… ②申… III. ①管理学-运筹学-高等学校-教材 IV. ①C931.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 192071 号

管理运筹学

GUANLI YUNCHOUXUE

责任编辑: 吴嫦娥

出版发行: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414

印刷者: 北京交大印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 19.25 字数: 481 千字

版 次: 2017 年 1 月第 2 版 2017 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-2978-8/C·180

印 数: 1~3 000 册 定价: 39.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

管理运筹学是一门研究资源优化配置及其应用的学科,是数学、计算机、管理学、经济学等综合性交叉科学。该学科运用科学方法,特别是数学方法来解决工业、商业、政府部门及国防部门中有限资源统筹安排问题,为决策者提供最优决策方案,以实现科学管理。该学科具有显著的特点,强调定量性、系统性、交叉性、应用性与实践性。管理运筹学在管理活动中不仅可以帮助管理者解决战术层次的问题来降低成本、提高利润,也可以帮助管理者解决战略性的问题建立并保持长久的竞争优势。因此,运筹学课程已成为工商管理、管理科学与工程、金融工程、旅游、会计、应用经济学等本科专业的专业基础课,也是工商管理、技术经济学、应用经济学等硕士研究生的基础课。毫无疑问,通过此课程的学习,可以为培养学生的数学思维能力和定量决策能力打下扎实的基础。

本书编写的原则是:强化学生建模能力;用大量的实际例题来训练学生如何用数学语言描述管理决策问题;增加教材的可读性、可理解性和启发性;按照“问题—模型—求解—应用”这样的结构循序渐进组织编写,对一些概念做出了几何解释,便于学生理解;对于求解算法,通过例题来叙述;突出运筹学应用,在模型的求解中应用计算机软件包并加强对求解结果的分析,不过分强调数学原理,以免击垮学生的学习兴趣与信心。

本书从2008年3月第1次出版到2015年,7年多时间里先后印刷6次,累计2万多册,全国有70多所大学使用,深受广大读者喜欢,使编者深受鼓舞,同时深感责任重大。本次修订时,对各章公式、数字、图、表、文字等进行了校正、删减。对部分章节内容进行了删减与补充;第3章删去单纯形表中换基迭代和最优解检验的数学证明;第6章补充了数据包络分析的原理;第11章补充了逐次逼近算法;此外,对各章的习题也分别进行了增删。

本书共16章,第1版内容编写分工为:第1~14章由西北大学经济管理学院茹少峰编写;第15~16章由西京学院申卯兴教授编写;全书由茹少峰教授进行总纂。本次修订时,对教材使用过程中存在的问题进行了调研;西京学院申卯兴教授,西北工业大学柴华奇教授,西安交通大学徐寅峰教授、徐青川教授,西北大学数学学院张波副教授,西北大学经济管理学院张文明老师等提出了宝贵建议,之后在吸取各位同行意见基础上,由茹少峰教授完成章节内容的修改补充,各章习题补充由张文明老师完成。

在本书修订出版之际,感谢选择使用本书的教师和学生,感谢对本书的完善不吝赐教的运筹学同行,感谢他们的鼓励和无私的帮助,同时也要感谢北京交通大学出版社吴

嫦娥副编审。

一本高质量的教材一定是在不断吸取读者和同行的建议进行反复修改、适应时代要求不断开拓创新的过程中形成的，本书编者愿意执着地从事这一工作；但由于编者水平有限，书中不妥或错误之处，敬请读者提出宝贵意见。

茹少峰

2017年1月于西安

作者简介

茹少峰：博士，教授，博导。现任西北大学经济管理学院数理经济与经济统计系主任，陕西省运筹学学会副理事长，先后从事“管理运筹学”“概率论与数理统计”“数理经济学”“动态最优化”等课程的教学工作，主要开展生产率及其经济效率评价研究，先后发表论文50余篇，获中华人民共和国科学技术进步二等奖，获陕西省科学技术二等奖，获陕西省教学成果一等奖。曾参与国家“863”计划项目、国家自然科学基金项目，主持国家社会科学基金重大项目子课题和教育部科研项目多项。

申卯兴：博士，教授，博导。西北大学数学专业学士，西安交通大学管理科学与工程专业硕士，华中科技大学系统工程专业博士。空军首批高层次科技人才，军队院校育才奖获得者。现任西京学院应用统计学专业带头人，中国运筹学会理事，陕西省运筹学学会副理事长，中国运筹学会企业运筹分会理事等。先后承担“运筹学”“系统工程”“现代决策理论与方法”“最优化的向量空间方法”“灰色系统理论”“管理学原理”“项目管理”等课程教学。现主要从事运筹学、统计学、管理学、系统工程等的科研与教学工作。在国内外期刊及学术会议等发表学术论文160多篇，被SCI、EI、ISTP检索20余篇。出版专著、教材12部。主持或参加国家“863”计划项目、国家自然科学基金项目、高等学校骨干教师资助计划项目、国家航空科学基金项目等科研项目20余项，获军队科技进步奖、空军军事理论研究优秀成果奖等16项。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 运筹学的诞生和发展	2
1.2 运筹学的性质和特点	3
1.3 运筹学的主要研究内容	4
1.4 解决问题与制定决策	5
1.5 定量分析与制定决策	6
1.6 数学模型举例：成本、收益和利润	7
1.7 运筹学的应用	7
◇ 习题	8
第 2 章 线性规划模型和图解法	9
2.1 线性规划方法应用的典型情况	10
2.2 线性规划模型	10
2.3 简单最大化问题图解法	13
2.4 简单最小化问题图解法	16
2.5 图解法的特殊情况	17
2.6 线性规划模型及图解法的启示	19
2.7 QM 软件求解线性规划问题	20
◇ 习题	20
第 3 章 线性规划模型的单纯形法	25
3.1 线性规划数学模型的结构及特征	26
3.2 线性规划模型的标准形式	26
3.3 基、基本解、基本可行解	28
3.4 单纯形表法	31
3.5 人工变量法和单纯形表法计算步骤	39
3.6 QM 软件求解	44
◇ 习题	44
第 4 章 对偶模型	49
4.1 对偶模型的提出	50
4.2 原模型与对偶模型的关系	51
4.3 对偶模型的基本性质	55
4.4 对偶模型的经济意义——影子价格	56

4.5	原模型的最优解与对偶模型的最优解	57
4.6	对偶单纯形法	60
◇	习题	63
第5章	灵敏度分析	67
5.1	价值系数 c_j 的变化分析	68
5.2	常数项 b_i 的变化分析	71
5.3	添加新变量的分析	72
5.4	应用 QM 软件进行灵敏度分析	72
◇	习题	77
第6章	线性规划在工商管理中的应用	83
6.1	人力资源分配问题	84
6.2	生产计划问题	85
6.3	套裁下料问题	87
6.4	配料问题	88
6.5	投资问题	89
6.6	基于 DEA 线性规划模型的效率评价问题	91
6.7	收益管理问题	95
第7章	运输问题	99
7.1	运输问题及其数学模型	100
7.2	运输问题的求解——表上作业法	102
7.3	产销不平衡的运输问题	110
7.4	运输模型的应用	111
7.5	QM 软件求解	118
◇	习题	120
第8章	整数线性规划	123
8.1	整数线性规划模型	124
8.2	整数规划的图解法	125
8.3	整数线性规划模型的求解——割平面法	126
8.4	整数线性规划模型的求解——分支定界法	127
8.5	0-1 线性规划模型及其求解	129
8.6	指派问题	131
8.7	QM 软件求解	135
◇	习题	135
第9章	目标规划	139
9.1	多目标问题及其数学模型	140
9.2	目标规划的基本概念及其数学模型	141
9.3	目标规划的图解法	143
9.4	目标规划的单纯形表法	146
9.5	目标规划应用举例	149

◇ 习题	151
第 10 章 动态规划	155
10.1 多阶段决策问题	156
10.2 动态规划的有关概念	157
10.3 动态规划的基本思想和基本方程	158
10.4 动态规划模型的建立与求解	160
10.5 动态规划的应用	162
◇ 习题	170
第 11 章 图与网络分析	173
11.1 图与网络的基本概念	175
11.2 树与图的生成树	180
11.3 最短路线问题及其求解	182
11.4 最大流问题及其求解	188
11.5 最小费用最大流问题及其求解	195
11.6 QM 软件求解	197
◇ 习题	198
第 12 章 网络计划技术	203
12.1 网络图的基本概念	204
12.2 箭线式网络图的编绘	205
12.3 网络时间计算	208
12.4 时间计算举例	210
12.5 概率型网络图的时间参数计算	212
12.6 网络计划的优化	213
◇ 习题	218
第 13 章 决策分析	223
13.1 决策分析问题	224
13.2 决策分类和决策步骤	224
13.3 决策问题的基本要素	224
13.4 决策问题的数学模型	225
13.5 确定型决策	225
13.6 不确定型决策	226
13.7 风险型决策	228
13.8 贝叶斯决策及信息价值	233
13.9 效用理论在决策中的应用	238
13.10 层次分析法	240
◇ 习题	246
第 14 章 对策论	251
14.1 对策问题及其模型	252
14.2 矩阵对策最优纯策略	254

14.3	矩阵对策的最优混合策略.....	256
14.4	矩阵对策模型的求解.....	258
◇	习题.....	263
第 15 章	排队论	267
15.1	排队问题与排队论.....	268
15.2	排队论中常用的概率分布及最简单流.....	269
15.3	单服务台排队模型 $M/M/1$	270
15.4	多服务台排队模型 $M/M/n$	273
15.5	一般服务时间的排队模型 $M/G/1$	276
15.6	QM 软件求解.....	278
◇	习题.....	280
第 16 章	存储论	283
16.1	存储问题及其基本概念.....	284
16.2	确定型存储问题.....	286
16.3	单周期的随机存储模型.....	292
16.4	QM 软件求解.....	294
◇	习题.....	296
参考文献.....		299

第 1 章

本章要求明确运筹学的性质、特点和主要研究内容；理解定量决策和定性决策的区别和联系；掌握定量决策的过程和步骤；深刻认识定量决策的重要意义。

绪 论

运筹学 (operational research) 是近几十年发展起来的一门新兴的应用性学科, 是依靠定量方法进行决策的科学。运筹学是指通过运用科学方法研究某一系统的最优管理和控制, 或者分析研究某一系统的运行状况, 以及系统的管理问题和生产经营活动。其特点是研究方法的定量化和模型化, 特别是运用各种数学模型。运筹学的目的是基于所研究的系统, 力求获得一个合理运用人力、物力、财力和各种资源的最佳方案, 以使系统获得最优目标。科学技术的发展, 特别是计算机技术的高速发展, 赋予了运筹学新的生命力, 为应用运筹学解决实际问题提供了更新、更丰富的手段和方法。运筹学正在被广泛地应用到经济管理、工农业生产、商业金融、系统工程、国防科技等领域中, 并发挥着越来越重要的作用。

1.1 运筹学的诞生和发展

运筹学起源于第二次世界大战, 但在这之前已有许多蕴含运筹学思想和方法的案例。在我国古代文献中就有不少记载, 如田忌赛马、丁渭主持皇宫的修复等故事。田忌赛马的故事是讲齐王与田忌赛马, 规定双方各出上、中、下三个等级的马各一匹, 如果按同等级的马比赛, 齐王可获全胜, 但田忌采取的策略是以下马对齐王的上马, 以上马对齐王的中马, 以中马对齐王的下马, 结果田忌反而以二比一获胜。显然在这一故事中, 田忌要明白自己和齐王的马匹哪个是上、中、下, 这已包含了定量决策的思想。丁渭主持皇宫修复的故事发生在北宋时代, 皇宫因火灾烧毁, 由丁渭主持修复工作。他让人在宫前大街取土烧砖, 挖成大沟后灌水成渠, 利用水渠运来各种建筑材料, 工程完毕后再以建筑垃圾填沟修复大街, 做到了方便运输, 加快了工程进度。这一故事中包含了系统化、最优化、量化的管理思想。在国外, 19 世纪后期, 弗雷德里克·W. 泰勒 (Frederick W. Taylor, 1856—1915) 使工业管理成为科学, 由于他在这方面的巨大贡献, 被人们称为科学管理之父。泰勒 18 岁从一名学徒工开始, 先后被提拔为车间管理员、技师、小组长、工长、维修工长、设计室主任和总工程师, 他以现场操作工人动作的统计数据及相应统计分析为基础, 制定出相应的劳动定额和标准操作方法。泰勒的“铁铲研究”就是将定量科学方法用于管理问题的一个典型案例。铁铲研究是关于提高人们铲掘矿石和煤炭的生产率问题。管理部门认为大铁铲可以使一个人的装运量达到最大程度, 尽管看来似乎是一种合理的设想, 但是泰勒对此产生了疑问, 并设计了一系列实验去驳斥这样的设想。他认为铁铲太大, 工人就容易疲劳, 运转就缓慢; 铁铲太小, 就必须来回奔波。实验证明, 一个“一流的工人”当铲起的重量为 20.5 磅时效果最好。由于矿石的密度有很大的差异, 铁铲的大小应按每种矿石的种类来设计。经过这样的改革以后, 生产效率大幅度地提高了: 每人每日产量由 16 吨增加到 59 吨, 员工人数由 400~600 人减少到 140 人, 装煤成本由每吨 7 美元降至 3 美分, 日工资由 1.15 美元增至 1.88 美元。此外, 早期科学管理时代的另一位先驱者是亨利·L. 甘特, 他以对生产活动按时间表安排而著名。1917 年, 丹麦工程师埃尔郎在哥本哈根电话公司研究电话通信系统时, 提出了排队论的一些著名公式。存储论的最优批量公式是在 20 世纪 20 年代初提出来的。在商业方面, 列温逊在 20 世纪 30 年代用运筹学的思想分析商业广告、顾客心理。1939 年苏联学者康托洛维奇在解决工业生产组织和计划问题时, 提出了线性规划的模型, 并给出了“解乘法”的求解方法。由于当时未被领导重视, 直到 1960 年康托洛维奇出版了《最佳资源利用的经济计算》一书后, 才受到国内外的一致重视, 为此康托洛维奇获得了诺贝尔经济学奖。线性

规划是乔治·丹齐格 (George B. Dantzig) 在 1947 年发表的成果, 所解决的问题是美国空军军事规划时提出的, 并提出了求解线性规划模型的单纯形法。

在第二次世界大战期间, 英国空军就有了飞机定位和控制系统, 并在沿海设立了雷达站用来发现敌机, 但在一次防空演习中发现, 由这些雷达站送来的常常是互相矛盾的信息, 需要加以协调和关联才能改进作战效能。1938 年 7 月, 彼得塞雷达站的负责人罗伊提出立即进行整个防空作战系统运行的研究, 并且用 “operational research” 一词 (在美国称之为 “operations research”) 作为这一方面研究的描述。为此, 英国成立了专门的小组——空军运筹学小组。这一小组的成立标志着这一学科的诞生, 当时主要从事警报和控制系统的研究。1939—1940 年, 空军运筹学小组的任务扩大到包括防卫战斗机的布置, 并对未来的战斗进行预测, 以供决策之用。这个小组的工作对后来的不列颠空战的胜利起到了积极的作用。第二次世界大战中, 运筹学被广泛应用于军事系统工程中, 除英国外, 美国、加拿大等国也成立了军事运筹学小组, 研究并解决战争提出的运筹学课题。例如, 组织适当的护航编队使运输船队损失最小; 改进搜索方法, 及时发现敌军潜艇; 改进深水炸弹的起爆深度, 提高毁伤率; 合理安排飞机维修, 提高飞机的利用率等。这些运筹学成果对盟军大西洋海战的胜利起了十分重要的作用。战争结束后, 英、美及加拿大军队中运筹学工作者已超过了 700 人, 也正是由于战争的需要, 运筹学有了长足的发展。1948 年, 美国麻省理工学院率先开设了运筹学课程, 之后许多大学群起效法, 使得运筹学成为了一门学科, 内容也日益丰富。1950 年, 美国出版了第一份运筹学杂志; 1951 年, 莫尔斯和金伯尔出版了《运筹学方法》一书, 这是第一本以运筹学为名的专著, 书中总结了第二次世界大战中运筹学的军事应用, 并且给出了运筹学的一个著名的定义: 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依据的科学方法。

20 世纪 60 年代以来, 运筹学主要用于处理大型复杂问题, 诸如军事问题、教育问题、污染问题、交通运输问题、人力资源管理问题等, 还广泛应用于这样一些部门: 能源、预测、会计金融、销售、存储、计算机与信息、城市服务、保健与医疗等。

在我国, 运筹学的研究和应用起步较晚, 20 世纪 50 年代才由钱学森和许国志等人将运筹学从西方引入。在 1957 年将 “operational research” 翻译为运筹学, 源于《史记·高祖本纪》一书中的语句 “运筹帷幄之中, 决胜千里之外”, 包含运用、筹划、以谋略取胜等含义。

1.2 运筹学的性质和特点

对于运筹学, 目前尚没有一个统一的确切的定义。英国运筹学学会给运筹学下的定义是: 运筹学是运用科学方法 (特别是数学方法), 来解决工业、商业、政府部门及国防部门中有关的人员、机器、材料和资金等大型系统的指挥和管理方面出现的问题, 其目的是帮助管理者科学地决定其策略和行动。美国运筹学学会下的定义为: 运筹学是研究用科学方法在资源不充足的情况下如何最好地设计人一机系统, 并使之最好运行的一门科学。德国科学界相关定义是: 运筹学是从事决策模型的数学解法的一门科学。我国运筹学研究工作者认为: 运筹学是指应用系统的、科学的、数学分析的方法, 通过建立、分析、检验和求解数学模型, 而获得最优决策的科学。

综上所述,可见运筹学的研究领域非常广泛,强调定量性、系统性、交叉性、应用性与实践性。运筹学就是在系统思想指导下,面对客观现实系统中的资源环境,充分利用自然科学和技术科学的各种科学工具,以数学模型为中心,坚持量化方法为主导,为实现某个目标而进行优化或决策的技术方法,是一门综合性学科。运筹学处处体现着“又好又快又省”的高效率思想,是与人类改造自然、利用自然的主基调相符合的,是一门思想性、方法性学科。运筹学的特点表现为以下几个方面。

(1) 引进数学研究方法。运筹学是一门以数学为主要工具,寻求各种最优方案的学科。

(2) 系统性。运筹学研究问题时从系统的观点出发,研究全局性的问题,研究综合优化的规律,是系统工程的主要理论基础。

(3) 重视实际应用。在运筹学术界,有许多人强调运筹学的实用性和对研究结果的“执行”。把“执行”看成运筹学工作中的重要组成部分。

(4) 跨学科性。由有关专家组成的小组综合应用多种学科知识来解决实际问题,是运筹学应用的成败及应用广泛程度的关键。

(5) 理论和应用的发展相互促进。运筹学的各个分支,都是实际问题的需要或以一定的实际问题为背景逐渐发展起来的,新的理论逐渐出现,并指导实际问题的解决。

1.3 运筹学的主要研究内容

运筹学发展到现在,虽然只有五六十年的历史,但其内容丰富,涉及面广,应用范围大,已形成了一个相当庞大的学科。运筹学的主要分支有:线性规划(linear programming);整数规划(integer linear programming);目标规划(goal programming);动态规划(dynamic programming);网络模型(network models);工程计划(project scheduling, PERT/CPM);决策分析(decision analysis);对策论(games theory);排队论(queueing theory);存储模型(inventory models);仿真(simulation);预测(forecasting)。它们中的每一部分都可以独立成册,自成体系。

线性规划、整数规划、目标规划、动态规划统称为规划论,规划论研究两个方面的问题:一方面对于给定的人力、物力、财力,怎样才能发挥这些资源最大效益;另一方面对于给定的任务,怎样才能用最少的人力、物力和财力去完成。

网络模型主要研究生产组织、计划管理中最短路径问题、最小生成树问题、最大流问题、最小费用最大流问题等。

工程计划主要研究如何以网络图为工具来反映和制订某项工作的计划,选择最优的计划方案,如何根据网络计划来控制 and 调整各项工作的进度和资源的运用等问题,使总的工作按预定的目标最优完成。

决策分析研究如何根据预定目标,在几种不同的行动方案中作出抉择的一种过程,主要内容有:风险决策的决策树方法;贝叶斯决策及信息价值,效用曲线的决策方法;层次分析法的原理和方法。

对策论是研究具有利害冲突的各方,如何制定出对自己有利从而战胜对手的决策策略。

排队论研究如何将排队时间控制在一定的限度内,使排队系统的服务质量和成本达到平衡。

存储论研究的基本问题是,对于特定的需求类型,以怎样的方式进行补充,才能最好地

实现存储管理的目标。由于存储论研究中经常以存储策略的经济性作为存储管理的目标，所以费用分析是存储论研究的基本方法。

仿真模型主要研究对事物的变化过程如何建立模型来描述，然后通过对模型的研究来了解事物的变化规律。

预测论是指假设事物的发展变化是连续的，依据事物发展变化的历史数据和变化趋势研究未来的变化趋势或规律。

1.4 解决问题与制定决策

利用运筹学解决问题的一般步骤如图 1-1 所示。

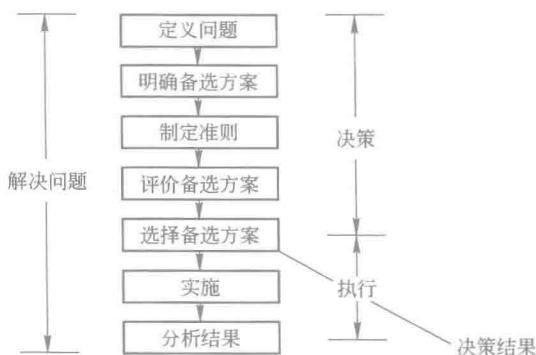


图 1-1 利用运筹学解决问题的步骤

- (1) 明确问题，定义问题；
- (2) 找出一组备选方案；
- (3) 制定分析这些备选方案所用的准则；
- (4) 评价这些备选方案；
- (5) 选择一种备选方案；
- (6) 实施；
- (7) 分析结果，检验是否达到预期的效果。

将解决问题的这 7 个步骤分为两个过程：决策过程和执行过程，其中前 5 步为决策过程，后 2 步为执行过程，在运筹学中我们只研究第一个过程，即学习如何进行决策。

现举例说明这一过程。假设你失业在家，希望找到一个有着辉煌前程的工作。经过几番求职以后，有 4 家公司答应录用你，其公司地址分别在北京、西安、上海、深圳。对于你来说，就有 4 种备选方案，如表 1-1 所示。

解决问题的第一步就是制定出分析备选方案所用的准则，也就是进行取舍。显然，公司提供的起薪是一项很重要的因素。如果你认为起薪是决定取舍的唯一准则，那么，你就选择起薪最高的公司。这种只依赖一个准则进行决策的问题通常称为单准则决策问题。但是，对于你来说工作的发展潜力和工作地点也很重要，那么，这两项就成为另外两个准则，在作决策时这三项准则都需要考虑。准则多于一个的决策问题称为多准则决策问题。

决策的下一步是按照制定的准则对备选方案进行评价。仅按照起薪进行分析很容易，因为数值之间的比较。但是，如果按照起薪、发展潜力和工作地点这些因素综合考虑进行取

舍就有困难，因为发展潜力、工作地点是定性的指标，需要进行量化，假设用一般、好、非常好这几个级别来衡量发展潜力和工作地点，将数据列于表 1-1 中。

表 1-1 4 种备选方案

备选方案	起薪/元	发展潜力	工作地点
北京	8 800	一般	好
西安	8 600	非常好	一般
上海	8 650	好	非常好
深圳	8 850	一般	好

现在要选择一种备选方案，或许对你很困难，因为这三个因素不是一样的重要，也没有一个方案在各个因素上都是最优的，有关的决策方法在后面介绍。

1.5 定量分析与制定决策

1. 决策过程的划分

仔细分析决策过程，可将前 3 个步骤称为“构造问题”，后 2 个步骤称为“分析问题”，如图 1-2 所示。

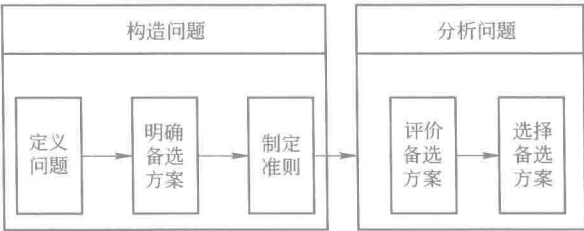


图 1-2 决策过程的划分

在构造问题阶段，要弄清问题的目标、可能的约束、问题的可控变量及有关参数，搜集有关资料。将笼统的问题转化为清晰明确的问题，当决策专家和管理者都认为构造问题已完毕时，就进入分析问题阶段。分析问题可利用两种基本形式：定性分析和定量分析。

决策时主要依靠管理者的主观判断、经验、直觉，这种形式是定性分析。在进行决策时，如果管理者有相似的经历，或遇到的问题较简单，应该首推这种分析方式。

定量分析是指首先从问题中提取量化资料和数据，对其进行分析后再用数学表达式把问题的目标、约束条件和其他关系表示出来，最后通过一种或多种定量的方法，得出决策结果。如果管理者缺乏经验，或研究的问题是复杂问题、特别重要的问题、新问题、重复性的问题等，定量方法就显得非常重要了，管理者应该予以重视。实际上，在解决具体问题时常常采用定性分析和定量分析相结合的方法。

2. 定量分析

(1) 建立模型。模型是对客观实体或事态的描述。它有不同的表现形式，其中数学模型就是把问题中可控因素、非可控因素、要达到的目标用数学表达式表示出来。数据准备是建立数学模型的首要任务，目前常利用数据库获取数据。

(2) 模型求解。模型求解是运筹学的核心内容。目前常采用计算机软件包进行求解,常用的软件包有 QM, LINDO, LINGO, QSB, Excel, Management Scientist, CPLEX 等。

1.6 数学模型举例: 成本、收益和利润

例 1-1 某塑料制品公司生产各种各样的塑料盒, 几种产品可以在同一生产线上制造。如果有新产品, 就需要对生产线改造, 这个成本称为建造成本 (固定成本)。已知塑料盒建造成本为 3 000 美元, 每生产一个塑料盒, 其劳动力和材料成本为 2 美元。

解 设生产塑料盒的数量为 x 个, 则成本数量模型为

$$c(x) = 3\,000 + 2x$$

$c(x)$ 的一阶导数 $c'(x)$ 就是边际成本 (marginal cost)。边际成本是指在产量变化时, 总成本的变化率。

设每个塑料盒的售价是 5 美元, 那么销售 x 个产品的收益模型为

$$r(x) = 5x$$

$r(x)$ 的一阶导数 $r'(x)$ 就是边际收益 (marginal revenue)。边际收益是指在销量变化时, 总收益的变化率。决策中重要的是利润, 管理者会依据利润进行决策。设生产 x 个产品全部售出, 则公司的利润模型为

$$\begin{aligned} p(x) &= r(x) - c(x) \\ &= 5x - (3\,000 + 2x) = -3\,000 + 3x \end{aligned}$$

如果公司售出 500 个, 则获得的利润为

$$p(500) = -3\,000 + 3 \times 500 = -1\,500$$

如果公司售出 1 800 个, 则获得的利润为

$$p(1\,800) = -3\,000 + 3 \times 1\,800 = 2\,400$$

将 $p(x) = 0$ 的 x 值称为盈亏平衡点 (breakeven point)。显然, 对于本题当 $x = 1\,000$ 时, $p(x) = 0$, 即盈亏平衡点是 1 000。盈亏平衡点是一个非常重要的量, 是管理者进行决策的重要参数。

以上这些模型就是数学模型, 而且是简单的数学模型。运筹学中的数学模型要复杂一些, 本书在后面的章节中会逐渐介绍。

1.7 运筹学的应用

在介绍运筹学的简史时, 我们发现运筹学在早期的研究和应用主要在军事领域。第二次世界大战后运筹学的应用才开始转向民用, 在社会经济、工农业生产等方面得到了长足的发展。下面是运筹学在经济管理中某些重要领域的应用。

(1) 生产计划。使用运筹学方法从总体上确定最优的生产、存储和劳动力安排计划, 以谋求最大的利润或最小的成本, 主要用线性规划、整数规划方法来解决此类问题。此外, 运筹学还可以应用在日程表的编排、合理下料、配料问题及物资管理等方面。

(2) 存储管理。存储论应用于多种物资库存的管理, 确定某些设备的合理能力或容量及

适当的库存方式和库存量。

(3) 运输问题。用运筹学中有关运输问题的方法，可以确定最小成本的运输路线、物资的调拨、运输工具的调度及建厂地址的选择等。

(4) 人力资源管理。可以用运筹学方法对人员的需求和获得情况进行预测；确定合适的人员编制；用指派问题对人员进行合理分配；用层次分析法来确定人才评价体系等。

(5) 市场营销。运筹学方法可用于广告预算和媒介的选择、竞争性的定价、新产品的开发、销售计划的制订等方面。

(6) 财务和会计。涉及预测、贷款、成本分析、定价、证券分析与管理、现金管理，使用较多的运筹学方法是统计分析、数学规划与控制决策分析。

(7) 网络流控制问题。用运筹学的网络流规划问题，解决网络系统中各流量的分配、控制，获得网络最佳设计和优化控制。

(8) 设备维修、更新和可靠性、项目选择和评价。

(9) 工程的优化设计。在建筑、电子、光学、机械和化工等领域有广泛的应用。

(10) 控制和管理。涉及路网运输的管理、控制和分配与分布，包括如何有效地疏散和集中人流，有效地利用时间，等等。

(11) 计算机和信息系统。运筹学用于计算机的内存分配，研究不同排队规则对计算机工作性能的影响。

(12) 城市管理。对各种紧急服务系统的设计和运用。如救火站、救护车分布点的设立。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设计等。



习题

- (1) 什么是运筹学？其特点有哪些？
- (2) 请列出应用运筹方法进行决策的步骤。
- (3) 简述定性决策和定量决策的异同。
- (4) 熟悉 QM, Excel 软件包。
- (5) 简述运筹学的应用。