

运筹与 决策基础

YUNCHOU YU JUECE JICHU

王明明 赵宝元 刘小峰 编著



中国林业出版社
LINYE CHUBANSHE

运筹与决策基础

王明明 赵宝元 刘小峰 编著



中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

运筹与决策基础/王明明、赵宝元、刘小峰编著. —北京:中国林业出版社,
2001. 4
ISBN 7-5038-2776-9

I. 运… II. 王… III. ①运筹学②决策论 IV. 022

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 18478 号

出版:中国林业出版社 (100009 北京市西城区刘海胡同 7 号)

E-mail: cfphz@public.bta.net.cn 电话: 66184477

发行:新华书店北京发行所

印刷:北京地质印刷厂

版次:2001 年 4 月第 1 版

印次:2001 年 4 月第 1 次

开本:850mm×1168mm 1/32

印张:5.5

字数:140 千字

印数:1~3000 册

定价:13.80 元

前 言

随着现代社会经济的发展,人们在实际工作和生活中,不可避免地会遇到大量的决策问题。在管理领域,那种只凭经验进行决策的时代早已过去,而对相关信息进行定量分析,以便从各种可行方案中选择最优的方案,已是管理决策过程的一个基本的方法和程序。

我们在教学和科研中,常常与各行业各层次的管理人员合作,深感他们中不少人由于缺乏基本的决策理论知识,遇到复杂问题时不知所措,不知道怎样应用数学模型进行定量分析,日常的决策仍处于较低的水平上;而一些非经济、管理类的大学生、研究生们相应的素质也有待提高。因此,为他们提供了解并掌握运筹与决策的基本理论和实践方法的入门和向导显得十分重要。鉴于现有介绍决策理论和实践的书籍大多过于偏数学化,因此,我们觉得编写一本主要旨在学习决策方法,提高建立相应模型和解决实际问题的能力,有较普遍适用性的书籍是很有意义的一件工作。本书内容的特点是不强调理论的推导,更注重方法的介绍,通过实例讲解方法的具体应用,从而提高读者建立模型和解决实际问题的能力。

我们编写此书的有关思考以及结构章节的安排,编写方法,表述的技巧等是否合理准确尚待实践的验证。由于我们学识有限,错误及不当之处希望读者批评指正。

本书的出版得到“北京化工大学化新教材建设基金”的资助。

编著者

2001.4

目 录

前言

绪论..... (1)

第一章 如何科学决策——决策的一般概念..... (5)

§ 1 决策准则 (5)

§ 2 从对策论的角度认识决策问题 (9)

§ 3 最优化问题中的决策问题 (12)

第二章 合理判断你的收益——决策分析 (15)

§ 1 主观概率 (15)

§ 2 赌徒悖论 (17)

§ 3 效用函数 (19)

§ 4 贝叶斯定理 (22)

第三章 如何排名次——群体决策方法 (25)

§ 1 排序法 (25)

§ 2 成对比较法 (29)

§ 3 递归法 (32)

第四章 复杂情况下的决策——层次分析法 (38)

§ 1 引言 (38)

§ 2 层次分析法的基本步骤 (39)

§ 3 层次分析法的数学背景 (40)

§ 4 层次分析法的特点及若干问题 (41)

§ 5 层次分析法应用举例 (46)

§ 6 待选方案的排序 (66)

第五章 确定各因素间的关系——层次结构模型(ISM)

..... (70)

§ 1 引言 (70)

§ 2	ISM 模型的计算步骤	(70)
§ 3	ISM 的应用实例	(74)
第六章 弄清复杂问题的结构——判断检验与评估实验方法		
	(Dematel 法)	(81)
§ 1	引言	(81)
§ 2	Dematel 法的数学背景及计算步骤	(82)
§ 3	Dematel 法的计算实例 1	(86)
§ 4	Dematel 法的计算实例 2	(90)
第七章 线性规划		
§ 1	引言	(94)
§ 2	线性规划基本问题	(95)
§ 3	线性规划基本问题的单纯形方法	(98)
§ 4	线性规划的对偶问题	(101)
§ 5	线性规划的灵敏度分析	(104)
§ 6	运输问题	(108)
§ 7	线性规划法的例题	(111)
第八章 多目标线性规划与目标规划		
§ 1	多目标线性规划法	(116)
§ 2	3 目标线性规划问题	(122)
§ 3	4 目标线性规划问题	(126)
§ 4	目标规划法	(128)
§ 5	目标规划法的例子	(132)
第九章 马尔可夫链		
§ 1	马尔可夫链	(136)
§ 2	马尔可夫链的简单例题	(138)
§ 3	马尔可夫链的应用实例 (交通流量分配)	(140)
§ 4	交通流量分配的例题	(143)
第十章 模糊理论及应用		
§ 1	引言	(149)

§ 2 模糊集	(150)
§ 3 模糊数与扩张原理	(153)
§ 4 模糊矩阵	(157)
§ 5 模糊方法的应用 1 (模糊综合评判)	(161)
§ 6 模糊方法的应用 2 (模糊积分)	(163)

参考文献

绪 论

作为一门应用科学，运筹学正得到越来越广泛的应用，它综合运用现有的科学技术和数学方法，解决实际中的专门问题，为决策者选择科学决策提供定量依据。运筹学的最主要任务是寻找最优或满意的决策。

决策这个词我们并不陌生，人们在进行各种活动之前经常要做出各种各样的决策。所谓决策是人们在政治、经济、技术及日常生活中一种选择方案的行为。决策就是决定的意思。

你有过这样的经历吗？面对升学、就业单位的选择而举棋不定；假日出游前，面对众多的旅游景点而犹豫不决；购车买房时左挑右选煞费苦心；为了物色某岗位的最恰当人选而一筹莫展；在诸如评职称、选举、评奖等排名次时，如何更加科学公正？如何利用现有资源，创造最大的效益？怎样搞清复杂问题的结构？

上述问题的解决要采用科学的决策方法，这也是本书的核心内容。日常生活中的决策失误会给人们带来程度不同的损失，在企业的经营活动中，管理者的决策失误会给企业带来重大的经济损失甚至导致企业破产，而作为国家部门的领导如果做出错误的决策，其后果有时甚至会影响到几代人。可见，学习并能运用科学的决策方法是非常重要的。

古今中外不少政治家、军事家、外交家、企业家曾做出过许多出色的决策，至今仍被人们传颂及借鉴。但是系统的科学的决策方法及理论直到 20 世纪 50 年代才形成。有关科学的决策涉及内容很多，如决策程序、决策方法、决策组织、决策经验的总结与提高，诸如数据库、管理信息系统、决策支持系统和专家系统等决策辅助装备的设计、建立及运用等。

一、决策的分类

1. 按性质不同, 可将决策分为战略决策、策略决策与执行决策。

战略决策是涉及某组织发展与生存的全局性长远问题的决策。如我国施行的计划生育政策、开发长江三峡的决策、工厂厂址的选择、确立新市场等。

策略决策是为完成战略决策所规定的目标而进行的决策。如企业产品规格、工艺及设备的选择等。

执行决策是根据策略决策的要求对执行方案的选择。如产品合格标准的选择、日常生产调度等。

2. 按决策的结构不同, 分为程序决策与非程序决策。

程序决策是一种有章可循的决策, 一般可重复, 可采用标准规程、运筹学中的定量方法以及管理信息系统等做出程序决策。

非程序决策一般无章可循, 一次性的, 通常可凭经验直觉, 借助人工智能与专家系统做出应变的决策。

3. 按定性和定量分为定性决策与定量决策。

当有关决策的指标可以量化时可采用定量决策, 否则只能用定性决策。实际中应尽可能把决策问题量化。

4. 按不同的决策环境, 分为确定型、风险型及不确定型决策问题。

确定型的决策指环境确定, 做出的选择的结果也是确定的。风险型的决策指决策环境不完全确定, 但其发生的概率是已知的。不确定型决策指决策者对将要发生的结果的概率一无所知, 只能凭主观倾向进行决策。

二、决策过程

实际操作中, 一般有以下几个步骤。首先要充分认识你所面临的问题, 确定争取达到的目标。然后是收集信息材料以扩大线

索,从而提出若干候选方案。下面要对各方案进行筛选与合并、整理,此项工作依赖于对方案的评价准则。在综合比较的基础上进行方案选优,最终决策后,还要对决策实施进行了解,收集反馈信息,以便下次决策时参考。

三、决策模型

决策模型包括以下一些要素。

1. 决策者,可以是个人或群体。
2. 可供选择的方案、行动或策略。有时需参谋人员为决策者提供各种可行方案,包括了解研究对象的属性,确定目的和目标。属性是对象的特性,是可以量度的客观存在,并且可由决策者主观选定。如选拔干部时,以其政治思想表现、文化业务水平、年龄身体情况等来刻画其属性。目的是表明选择属性的方向,如要大好还是小好,反映了决策者的愿望。目标是给出了参数值的目的。如目的是选择省油的汽车,那么可选取百公里耗油不超过 6 公升为目标。
3. 决策准则是衡量各方案及属性与目标的标准。决策时有单一准则和多准则。本书第二章将详细介绍若干决策准则。
4. 事件是指客观存在的将发生的状态。
5. 每一事件的发生将产生某种结果,如得到收益或损失。
6. 决策者的价值观,如承受风险的程度。

总之,我们的实际生活中会遇到各种各样的决策问题,科学的决策会给我们带来可观的社会及经济效益,反之,决策失误会导致不良后果甚至造成不可弥补的损失。当今世界形势复杂,市场经济瞬息万变,没有科学的决策方法必将寸步难行。尤其是各岗位的领导及管理者更应了解有关决策的概念,掌握科学的决策方法。

本书试图通过大量生动有趣的例子,向读者介绍决策的方法

与有关理论，展示决策应用的方方面面。在叙述上力求通俗易懂，不拘泥于理论的严谨。本书尝试用容易理解的方式介绍复杂的理论与方法，所举的应用实例具有代表性，读者借助本书能处理工作及生活中类似的问题并能有所创造地解决所遇到的决策问题。

第一章 如何科学决策

——决策的一般概念

本章作为决策的概论，说明决策准则，与决策论相关联的对策论及最优化问题中的决策问题等基本概念。

§1 决策准则

我们通过以下的例子阐述若干决策准则。

某公司经理 A 先生决定与家人一起度过这个周末。最近由于工作忙，A 先生很少和家人在一起，带着一定要补偿一下家人的想法，他开始筹划周末的日程。但到底怎样过个愉快的周末，还真得费些脑筋。在经过一番推敲之后，产生了如下四个方案。首先 A 方案是到郊外旅行的计划。到郊外的游乐场转一圈，返回的路上与家人一同再吃顿饭的话，那兴趣恐怕就更高了。B 方案是去看电影。这一方案的优点是不受气候的影响，眼下普遍关注的新片正在放映，看电影对开阔孩子的视野，提高素质会十分有益。C 方案是去海边玩，在那里可以享受一番海上运动的乐趣。这一方案的条件是要天气好，如果赶上刮风下雨，那可就扫兴到家了。最后的 D 方案是到山里去玩，在那里参加一些体育运动，在山中散散步，呼吸一下大自然的新鲜空气，无疑对健康是有益的。但本方案同 C 方案一样，天气的好坏严重影响着人的满足度。

那么，在上述方案中，让我们看一看究竟哪个方案是度周末的最佳方案呢？我们用数字 w_{ij} 来表示这些方案的满足度（收益值），其数值会因周末的天气不同发生很大的变化。把天气分为四种情况：晴，阴，雨，风，各种天气情况下不同方案的满足度列于表 1-1 中。希望通过这个表找出最恰当的科学的结论。该怎样做

才好呢？

表 1-1 满足度指数 w_{ij}

休闲方案 \ 天气情况	天气情况			
	晴	阴	雨	风
A 游乐场	40	40	20	50
B 看电影	35	35	35	35
C 海滨 (海上运动)	30	70	20	20
D 山里 (体育运动)	30	60	20	30

上述问题为不确定型决策问题，即决策者对环境情况一无所知，是根据自己的主观倾向进行决策。解决此类决策问题，根据决策者的主观态度不同可分为四种决策准则。它们分别为：等可能性准则（Laplace 准则），悲观主义决策准则（MaxMin 决策准则），折衷主义准则，最小机会损失准则。以下针对上述例子，分别说明这四种准则。

1. 等可能性准则

等可能性准则又称 Laplace 准则，是由十九世纪数学家拉普拉斯（Laplace）提出的。他认为当一个人面对若干事件，不能确定这一事件比那一事件有更多的机会时，只好认为各事件发生的机会是均等的。设事件总数为 m ，则每一事件发生的概率均为 $1/m$ 。决策者计算各个方案的收益期望值，然后选择最大者，以它对应的方案为最终决策方案。即令：

$$\begin{cases} W_L(a_i) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m w_{ij} \\ i=1, 2, \dots, n \\ j=1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (1.1)$$

按 Laplace 准则，选择 W_L 变为最大的方案 a_i 为决策方案。其中 i 表示方案序号， j 表示事件的序号。上例中， a_1 表示 A 方案， a_2 表示 B 方案， a_3 表示 C 方案， a_4 表示 D 方案， $j=1$ 表示晴， $j=2$ 表示阴， $j=3$ 表示雨， $j=4$ 表示风， $n=4$ ， $m=4$ 。 w_{ij} 为满足度或称为收益值。

计算结果如下：

$$A(a_1) : W_L(a_1) = \frac{1}{4} \times 40 + \frac{1}{4} \times 40 + \frac{1}{4} \times 20 + \frac{1}{4} \times 50 = 37.5$$

$$B(a_2) : W_L(a_2) = \frac{1}{4} \times 35 + \frac{1}{4} \times 35 + \frac{1}{4} \times 35 + \frac{1}{4} \times 35 = 35$$

$$C(a_3) : W_L(a_3) = \frac{1}{4} \times 30 + \frac{1}{4} \times 70 + \frac{1}{4} \times 20 + \frac{1}{4} \times 20 = 35$$

$$D(a_4) : W_L(a_4) = \frac{1}{4} \times 30 + \frac{1}{4} \times 60 + \frac{1}{4} \times 20 + \frac{1}{4} \times 30 = 35$$

于是选择了 $A(a_1)$ 方案。

2. 悲观主义决策准则 (MaxMin 决策准则)

悲观主义决策准则也称保守主义决策准则。决策者分析各种最坏的可能结果，从中选择最好者。即令：

$$\begin{cases} W_w(a_i) = \min_j w_{ij} \\ i=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1.2)$$

按悲观主义决策准则，选择使 W_w 最大的 a_i 为决策方案。本例中，决策者认为，将出现最坏的天气，计算结果如下：

$$A(a_1) : W_w(a_1) = 20$$

$$B(a_2) : W_w(a_2) = 35$$

$$C(a_3) : W_w(a_3) = 20$$

$$D(a_4) : W_w(a_4) = 20$$

因此按悲观主义决策准则，选择了 $B(a_2)$ 方案。与悲观主义准则相反，可考虑乐观主义准则，即考虑最好的可能结果，本例选择 $C(a_3)$ 方案。这两种准则也可看成以下折衷主义准则的特例。

3. 折衷主义准则

令

$$\begin{cases} W_H(a_i) = \alpha \max_j w_{ij} + (1-\alpha) \min_j w_{ij} \\ 0 \leq \alpha \leq 1 \\ i=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1.3)$$

其中 α 为乐观系数。按折衷主义准则，选择使 W_H 达到最大的

a_i 为决策方案。本准则综合了悲观和乐观的想法，特别 $\alpha=0$ 即为悲观主义决策准则， $\alpha=1$ 即为乐观主义决策准则。

本例的计算结果如下：

$$A(a_1): W_H(a_1) = 50\alpha + (1-\alpha) \times 20 = 30\alpha + 20$$

$$B(a_2): W_H(a_2) = 35\alpha + (1-\alpha) \times 35 = 35$$

$$C(a_3): W_H(a_3) = 70\alpha + (1-\alpha) \times 20 = 50\alpha + 20$$

$$D(a_4): W_H(a_4) = 60\alpha + (1-\alpha) \times 20 = 40\alpha + 20$$

于是 $\alpha > 0.3$ 时，选择 $C(a_3)$ 方案， $\alpha < 0.3$ 时，与悲观主义决策准则结果相同，选择 $B(a_2)$ 方案。

4. 最小机会损失决策准则

最小机会损失决策准则亦称最小遗憾值决策准则。首先计算各个机会损失值 v_{ij} ，其含义为当某情况发生时，由于决策者没有采用收益最大的方案，而形成的损失值。即 $v_{ij} = \max_k w_{kj} - w_{ij}$ 。从所有最大机会损失值中选择最小者，对应方案即为决策方案。

即令：

$$\begin{cases} W_s(a_i) = \max_j v_{ij} \\ v_{ij} = \max_k w_{kj} - w_{ij} \\ i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, m \end{cases} \quad (1.4)$$

按最小机会损失准则，选取使 W_s 最小的方案。对上述例子，计算各个机会损失值，列于表 1-2 中。

表 1-2 损失值 v_{ij}

天气情况 休闲方案	晴	阴	雨	风
A	0	30	15	0
B	5	35	0	15
C	10	0	15	30
D	10	10	15	20

于是得：

$$A(a_1) : W_s(a_1) = 30$$

$$B(a_2) : W_s(a_2) = 35$$

$$C(a_3) : W_s(a_3) = 30$$

$$D(a_4) : W_s(a_4) = 20$$

因此，选择 $D(a_4)$ 方案， $W_s(a_4)$ 最小。

基于以上四种决策准则，选择的决策方案互不相同。那么应如何选择决策准则呢？一般应注意以下二点。第一是由四种决策准则考虑问题的观点，即等概率、悲观的、乐观的、最大机会损失的观点，从中选择适当的，与决策者主观想法一致的决策准则。第二是认真研究各决策准则所特有的性质，根据所面对问题的具体情况，选择最切合实际的决策准则。

§ 2 从对策论的角度认识决策问题

二次大战结束前出版的《对策论与经济行动》一书可以看作是对策论创立的标志。该书由冯·诺依曼（美国数学家）和摩根斯顿（美国经济学家）合著，其内容是介绍对策论并以此来分析经济现象。从此，不仅有研究经济问题的竞争原理，对策理论也广泛应用于战争与军事方面，并且对行为科学和决策科学领域也有很大贡献。

对策论又称竞赛论或博弈论，是研究具有竞争性质现象的数学理论与方法。可以举出许多带有相互竞争性质的行为，如日常生活中的打牌、下棋、比赛；战争中的双方行为；外交政治方面的谈判；经济生活中各集团企业的竞争等。这种具有竞争或对抗性质的行为称为对策行为。参加竞争的双方为达到各自的目标和利益，必须考虑对手的各种可能的行动方案，力图选取对自己最为有利的方案。我国古代“齐王赛马”的故事就包含着这种对策论的思想，用下等马对上等马，中等马对下等马，上等马对中等马，可取得二胜一负的成绩。

下面通过例子介绍对策论中的决策问题。首先考虑对策论中

的最小最大原理。设有竞争的 A, B 双方, 各方采取的策略及获利与损失情况见表 1-3, 表中的数值是站在 A 方的角度给出的。要选择适当的策略, 使自己可能受到的损失尽量小。

表 1-3 策略与获利

		B 方	
		I	II
A 方	I	+2	+4
	II	-3	+3

A, B 双方有可能同时采用某一策略。如 A 方采用策略 I, B 方也采用策略 I, 则 A 方有了+2 的获利, 相反, B 方出现了-2 的损失。如 A 方还是采用策略 I, 而 B 方选择了策略 II, 则 A 方获利为+4, B 方损失为-4。另一方面, 如 A 方选择了策略 II, 这时, B 方选择策略 I 时, A 方损失-3, 相反, B 方获利+3, B 方选择策略 II 时, A 方获利+3, B 方损失-3。

上述情况下, 作为 A 方最希望的是: 在自己选择策略 I 时, B 方如能采用策略 II 的话, 自己就能有最大获利+4。不过 B 方是不会轻易选择策略 II 的, 因为此时, 不管 A 方选择 I 或 II, 对 B 方来说将出现-3 或-4 的损失。于是 B 方一定会采取策略 I, 这样 A 方就只有采用策略 I, 结局是 A 方获利+2, B 方损失-2, 双方都能接受。

以上是最小最大原理的一个例子。这里, 当考虑采用哪种方法的时候, 双方谁也不会相信对方, 说到底彼此的原则是利己主义。即便是搞错了, 也断然不会考虑为对方的利益做点什么的。战争的双方, 企业间竞争的双方往往都是遵循上述原则的。

不过, 这一理论用于人类的爱情问题上 (如果互不信任, 是不会有爱情的) 又会是什么结果呢? 实际上该原理也适用解决此类问题, 下面再讨论一个例子。