

实用决策分析

姜青舫 编著

贵州人民出版社

责任编辑 唐光明
封面设计 金 钰
技术设计 荀新馨

实用决策分析

姜青舫

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

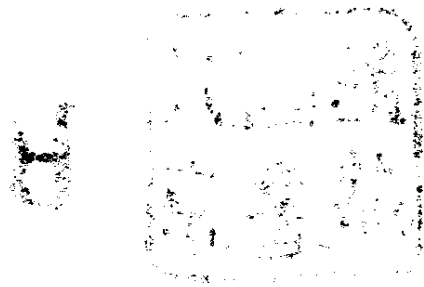
贵州工学院印刷厂印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 9.125印张 208千字

1985年7月第1版 1985年7月第1次印刷

印数1—8,000

书号 17115.65 定价 1.40元



序

在新技术革命面前，人们迫切需要学习一套科学的现代管理方法，那种仅凭经验和直觉进行管理与决策的做法与新的形势已经不能适应了。决策是现代管理的核心问题，亟待实现科学化。**决策分析**作为一门系统理论，向人们提供一组概念和系统的步骤，以便在复杂局面中和难于比较的诸行动方案中作出理性的选择。因此，它将受到广大管理者的欢迎而迅速被推广。

决策分析的基础最早是统计决策理论。在概率论与数理统计产生之后，欧美各国学者便尝试将它们应用于工商企业和行政机构的管理。这种应用在本世纪六十年代已初具规模，解决了在最大经济效果下选择最佳技术方案的问题。晚近的十几年，随着工业技术的进步，西方世界在经济繁荣的同时，也出现了自然资源枯竭的危机和环境、生态的退化。决策计算除了考虑经济和技术准则外，还必须引进另一方面的准则，即环境、社会要求的准则，于是涉及到多属性效用理论(MAUT)。统计决策论和多属性效用理论，成为了决策分析的重要内容。它们的基本思想和方法，对于我国的管理工作都是可借鉴的。但由于西方经济体制和管理体制与我国不同，我们不能照搬西方的理论，而应当结合我们的国情，建立一套社会主义制度下的决策分析理论和方法体系。

本书从我国管理工作的实际出发，研究和探讨了决策方案评价的本质，把决策问题的求解归结为选择效用最大的行动方案的问题，从而将统计决策论、多维价值准则的设计理论和其他决策分析理论及其方法统一到效用函数的计算上来，力图使这门学科更具系统性。书中关于效用函数的引入及其

计算公式是独特的，并据此编制了效用函数表；对于连续型随机变量的决策分析，运用经济学中的边际理论，使之较为直观与简明；将多属性效用理论作为多目标决策分析的基础，使各类方法之间有了联系的纽带并增强了逻辑性。此外，本书在写法上，始终遵循“实用”这一宗旨，力求用通俗易懂的词汇和简明的算式，深入浅出地论述决策分析的主要内容，并结合实例（包括宏观和微观的决策）加以说明，使广大读者不必耗费太多的精力，便可系统地而不是零碎地学到决策分析的基本知识。

作者学识有限，本书必有许多不足之处。其中不少观点、方法，只是作者一孔之见，仅作引玉之砖。书中疏漏及错误之处，望读者批评指正。

在写作本书过程中，作者得到中国人民大学外国经济管理研究所黄孟藩副教授的热情帮助，从初稿到成书，都得到过他的有益的指点；中国系统工程学会常务理事柴本良副研究员、西安交通大学系统工程研究所乐伟梁以及其他同志也曾给予帮助并提供有关资料，这里谨向他们表示深切的谢意。

姜 青 舫

1984年7月

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1 决策的科学概念.....	(1)
§ 2 决策问题的构成及其描述.....	(4)
§ 3 决策问题的类型与决策分析.....	(10)
§ 4 决策分析的内容及其特点.....	(15)
第二章 合理行为假设与效用函数	(19)
§ 1 合理行为假设.....	(19)
§ 2 效用与效用函数.....	(30)
§ 3 效用函数的导出方法.....	(36)
§ 4 效用函数表.....	(44)
§ 5 效用曲线的近似函数式.....	(51)
§ 6 实际应用中的效用曲线.....	(61)
第三章 单目标风险型决策	(66)
§ 1 备选方案评价模型.....	(66)
§ 2 一次性风险型决策.....	(68)
§ 3 重复性风险型决策.....	(72)
§ 4 决策树.....	(79)
§ 5 多级决策.....	(82)
§ 6 敏感度分析.....	(89)
§ 7 完善信息价值.....	(97)
§ 8 连续型随机变量的决策分析	(102)
第四章 单目标非确定型决策	(113)
§ 1 “坏中求好” 决策	(114)

§ 2 α 法决策	(115)
§ 3 “最小的最大后悔值” 决策	(118)
§ 4 等概率决策	(121)
第五章 多目标决策的评价准则	(125)
§ 1 问题的提出	(126)
§ 2 目标准则体系结构的分类与特尔菲咨询 ...	(130)
§ 3 评价准则与效用函数	(134)
§ 4 风险型和非确定型多目标决策评价准则 的处理	(136)
第六章 多维效用并合规则	(139)
§ 1 多目标决策的效用并合问题	(139)
§ 2 效用曲面与距离规则	(141)
§ 3 代换规则	(150)
§ 4 加法规则	(153)
§ 5 乘法规则	(157)
§ 6 混合规则	(160)
§ 7 效用并合规则应用实例	(163)
第七章 多目标决策的一些方法和技巧	(177)
§ 1 概述	(177)
§ 2 加法规则权系数的确定方法	(178)
§ 3 优劣系数法	(184)
§ 4 化多准则为单准则	(189)
第八章 多层次权重解析方法	(192)
§ 1 问题的引入	(192)
§ 2 AHP 法原理	(193)
§ 3 判断矩阵	(196)
§ 4 判断矩阵的求解	(202)

§ 5 递阶结构解析	(211)
第九章 案例两则	(223)
§ 1 我国沿海某地新港区选址的决策	(223)
§ 2 某省煤炭基地发展战略方针的决策	(240)
附录一 几个数学概念的简述	(255)
附录二 效用函数的计算公式推导及其计算程序 ...	(266)
附录三 效用函数值表	(275)
附录四 标准正态分布表	(281)
主要参考文献	(283)

第一章 概 论

§1 决策的科学概念

决策是现代管理的核心问题。可以说，涉及整个社会和经济的管理工作都离不开决策。一个国家、一个省区、一个城镇经济发展规划和各项政策的制定，一个工矿企业生产方向、产品销售、原料供应、技术革新、新产品研制，一个车间、班组的作业任务安排等等，所有这些无论是宏观的还是微观的社会问题和经济问题，都需要作出合理的决策。决策正确无误，各项事业就能按预期目标迅速发展，决策失误，本来可以成功的事业也会遭受失败。

随着现代社会的进步，特别是当前全球性新技术革命的兴起，我们面临了一种充满竞争而又富于挑战的环境。在这样的环境中，无论是高层制定战略规划或对策，中层对于经济建设或生产经营的管理，以及基层具体工作的安排等等，都有一个如何适应潮流，从而真正做到讲科学、讲效益的问题。完全依赖过去一套传统的办法和经验显然是不行的。推广一套既能适应现代科学技术发展、又合乎我国国情的管理决策科学方法，乃是当务之急。

决策的科学方法目前在发达国家的各项经济管理中已得到推广，并越来越多地被各公司、企业甚至行政部门所采用。早在本世纪初，被称为“科学管理之父”的美国人F. W. 泰勒首创了“科学管理”理论，但这一理论仅限于解决基层车间、班组如何提高工效的问题。作为管理核心问题的决策，在这种封闭系统式的管理中还不可能被提出。到三十

年代以后，才有学者把决策这一概念引入管理理论，但也只是用来说明局部问题。决策这一概念真正在管理学界流行起来则是六十年代的事情。而这和电子计算机的推广与应用有着密切联系。由于电子计算机的出现，信息论、系统论、控制论的产生，使得自然科学中那种严格的定量分析和推理论证方法有可能渗透到社会科学领域，并有可能解决一些社会科学本身所不能解决的复杂问题。这一切，为确立一套科学的决策方法奠定了基础。一九六〇年，美国卡内基-梅隆大学教授 H.A. 西蒙发表《管理决策新科学》一书，设想了电子计算机及新的方法论应用于社会组织 and 经济组织管理的可能性。一九七五年他修改再版此书，提出了一套管理决策的基础理论。西蒙由于对经济组织内的决策程序进行了开创性的研究而荣获一九七八年诺贝尔经济学奖。决策一词目前在欧美一些国家颇为流行，研究和推广决策科学方法的学派和机构越来越多。从近些年的发展趋势看，决策的科学理论和方法正逐步形成为一门独立的学科，国内外专家把这门学科称为决策科学或决策学。

我国对于决策科学的研究起步较晚。虽然自古以来就有人用“决策”一词表示决定计策的行为，但这种传统意义上的决策，其涉及对象只不过是政治或军事。而我们现在所谈的决策则是一门学科术语^①，它研究的内容主要是经济系统的管理和控制。由于经济问题在本质上应当是计量的，因此，对经济系统（无论是宏观的还是微观的）进行有效控制的决策，本质上也应当是定量计算的决策。这就是说，任何成功的决策，都应当具有一套能对社会系统和经济系统不仅进行定性分析而且也进行定量分析的方法和技术。事实上，自七

① 我们这里所讲的决策一词是从英语 Decision Making 翻译过来的。

十年代以来，决策已经越来越依赖于科学技术的最新成果如运筹学、计算机模拟和逻辑程序的运用等等。

显然，决策一词已属现代科学的范畴，它的科学概念，归纳起来，应当包括下述几点：

1. 所谓决策，是指在现代社会、经济的发展进程中，针对某些宏观的或微观的问题，按预期目标，采用一定的科学理论、方法和手段，制定若干可供选择的行动方案并从中选定最满意方案，实施方案，直至目标的实现。显然，决策是一个完整的动态过程。这一过程并不单是指对备选方案的选择，而是指制定方案、选定方案并实施方案直至目标的实现。当然，问题的重点仍然是对备选方案的选择。至于为什么选定方案指的是“最满意”方案而不是指“最佳”或“最优”方案，这是因为决策从根本上说是决策者主观意志的体现，在许多类型的决策问题中（尤其是存在着多种因素或不确定因素的决策问题中），客观上也许根本就不存在着理论上所指的那种“最佳”或“最优”方案，而只存在着对于决策者实现预期目标来说“比较满意”的方案。这样定义问题比较合乎实际，而又有利于在选定方案的实施过程中不断对原有决策加以修正。当然，不少决策问题都是存在着“最优”方案的，这时的“最优”或“最佳”方案也就是以上所指的“最满意”方案。

2. 决策虽然是人的主观意志的体现，但它却是老老实实地按照一般科学关于事物如何动作的客观规律，提出事物应当怎样动作的意见的。其正确与否和实施结果，很多时候都取决于采用最新科学理论、方法和手段的程度与技巧。这就意味着决策从本质上来说，应当是一种科学的行为而不应当是某种权力或其他性质的行为。分清这一点是很有必要的。它可以使人们自觉地意识到必须把决策建立在科学的基

础上。

3. 决策是管理的核心问题。管理功能实质上不过是决策方案实施过程的体现。从这种意义上说, 管理就是决策。凡有人类就有集体, 有集体就有管理, 就有决策。从宏观到微观, 从社会组织到经济组织, 无不存在着需要决策的问题。决策活动作为一种普遍存在的社会现象, 有它自身的规律。决策学作为一门学科, 研究并运用这些规律, 提出科学决策的理论、方法和手段, 实现决策的科学化。从这一点上看, 决策学与其他科学是没有区别的。决策科学的特点在于: 它不仅要解释或预测某个系统的行为, 而且更重要的是要用科学方法和手段最佳地改进这个系统的运行, 以便达到预期的目的。它不象许多自然科学那样研究事物现有的方式, 而是着重研究事物应有的方式。

我国是一个社会主义国家。计划经济体制较之西方资本主义制度更有利于对经济组织进行科学管理。结合我国实情应用决策学的理论和方法, 必将促进四化建设进程。

§2 决策问题的构成及其描述

在经济管理部门的日常工作中, 随时都可举出这样的一些决策事例: 例如要不要在某个原料基地建立加工厂, 厂址选在何处为好; 情报获悉某一项新技术在国外将要研制成功, 是等着引进(该国如不转让呢?) 还是不惜投资自己试验研究(该国如廉价转让呢?); 一个企业对于尚未投放市场从而无法预测其销路的新产品, 是改装原有设备小批量生产还是投资购进新设备大批量生产, 等等。回答并解决这些问题的过程就是决策。通常认为, 一个完整的决策过程应由下述四个阶段组成(图1.1):

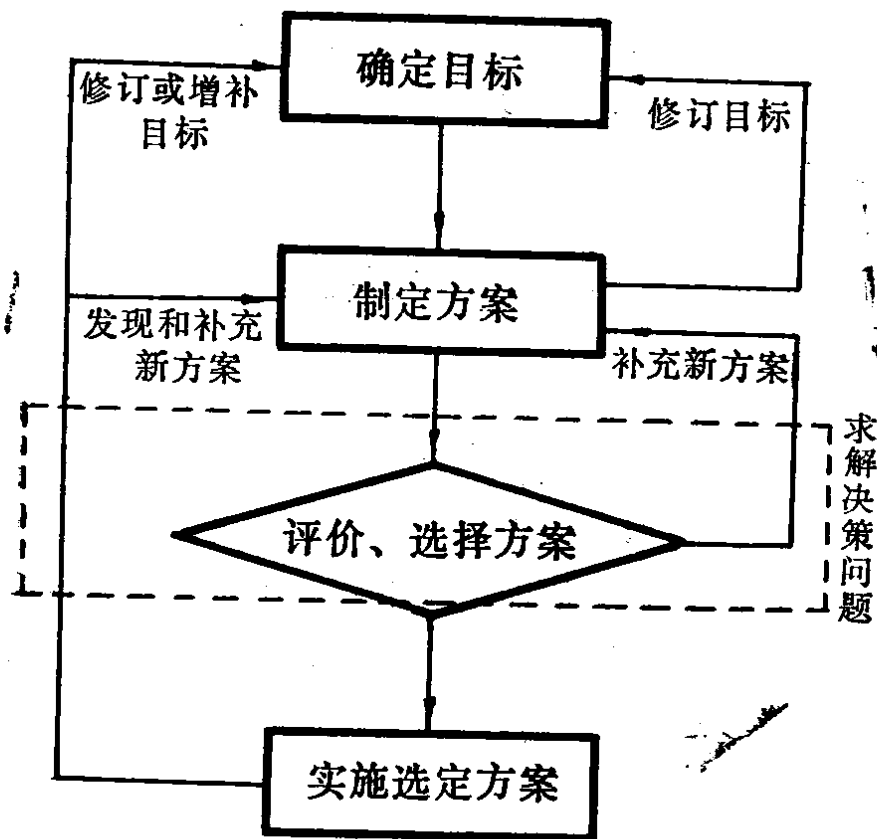


图1.1 决策的动态过程

1. 对决策环境进行认真的探查，确定问题之所在，提出决策的目标。这一阶段也称为“情报活动”阶段。

2. 寻找、制定甚至创造各种可能的行动方案。这一阶段可称为“设计活动”阶段。

3. 从各种可供利用的方案中选出最满意的方案。这一阶段可称为“抉择活动”阶段。

4. 实施选定的方案并在此过程中对原有决策进行检查或修正。这一阶段可称为“检查活动”阶段。

所谓决策分析，是整个决策过程中的关键一环，它是由分析人员会同决策者共同完成的，它是对已经描述出来的决策问题的求解。其主要工作应属于决策全过程的第三阶段（抉择活动阶段），即对备选方案进行评价与选优。这是在

决策目标及环境条件基本明确或被弄清，各种可能的行动方案已被找到或制定的情况下，由分析者采用合理的评价准则和模型，运用特有的数学方法或优化技术，选出一个或一组最满意的行动方案，供决策者最后抉择。因此，决策分析的主要任务，应归结为求解决策问题。

所谓决策问题，就是专指决策过程中已通过某种方式描述出来可提交分析者运用数学模型进行优化分析的问题。一个完整的决策问题，应由下述三个要素构成：

1. 决策者企图达到的目标。目标是决策的出发点和归宿。没有目标，就不能使所要解决的问题明确。一般来说，决策者的目的在于设法使他所控制的系统（或实体）能按应有方式动作，使事态进展能达到预期的结局。作为决策问题的目标，应能够通过一定方式化为可测的、能直接或间接数量化的指标。在决策问题中，有的问题只有一个目标，有的问题却需要同时满足多个目标。

2. 不依决策者主观意志为转移的客观环境条件，即自然状态（系统状态）。前面所举的几个例子中，如原料基地的有关情况；该国转让新技术和不转让新技术两种可能；新产品销路好、较好或不好等多种市场状态，都是我们所指的自然状态。自然状态不依决策者或分析者主观意志为转移，就是说，它在求解问题的过程中是客观存在的。决策分析人员在对可能方案进行评价和选优的过程中，不涉及改变自然状态的问题，只涉及如何对它们进行数学表述或预测它们出现概率的问题。当然，某些自然状态是可以改变的，例如产品销路就可以经过人为的努力而改变，但这已经不属于原有的决策问题而属于原有问题之外的另一个问题了。

3. 两个或两个以上可供选择的行动方案，即备选方案。解决某个问题，如果只有一个办法或一个方案，那就不需进

行决策分析，而只需照办就是了。故凡能构成决策问题的，总是存在着两个或多个备选方案。

利用下例可对决策问题的三个要素进一步加以说明。

某公路工程队承包铺设一段柏油路面的工程任务，限期五天完成，逾期受罚。按合同规定，逾期一天罚款1000元作为赔偿阻塞交通的损失。由于铺设路面时要用加热熔化的柏油浇注，故施工时气温必须保持在 10°C 以上，所以该工程队应当考虑工期后三天将可能出现的低温天气，从而采取对策。

这是一个较典型的决策问题。其中包括了决策目标、自然状态和备选方案三个要素。决策者要达到的目标，就是以最小的代价完成铺设路面的工程。是否达到这一预期目标，可用付出损失金额的多少来衡量；自然状态，指施工期间气温不低于 10°C 和低于 10°C 的各种情况，以及它们的出现概率；备选方案有几种可供选择：一是按部就班分五天施工，遇低气温则逾期受罚；其余则是把有可能降温的后几天的任务不同程度地提前到前几天加班完成，付出一定数目的加班费（设全队加一个班按300元计）。这就是本例决策问题的三个要素。其他各种各样的决策问题，也都可看成由上述这样三个要素构成。只是在有的问题中，三个要素较为明显，在有的问题中，三个要素较为隐晦。在对问题进行分析时，尤其要对后一种情形加以注意。

在这一问题中，我们还可以看到这样一个事实，这就是工程队可能采取的几种行动方案，其中的每一种都会因不确定的自然状态而存在着不同的结局（付出不同数目的损失金额）。因此，损失金额的多少实质上表示了实施方案接近或偏离预期目标的程度。如果把各种情况下的损失金额按一定顺序排列成一张表，则就有可能反映出问题的全貌。表1.1就是按这样的目的设计的。由于可供选择的全部方案都可用

加班的数目表示，故表中备选方案栏为全队加班数目（第一个方案“按部就班施工”就可表示为加班数目为零的方案）。自然状态可列出四种，它们的概率分别为 P_1, P_2, P_3, P_4 。各种情况下的损失金额可排为四行四列，十六个数值就表示十六种结局（结果）。

表1.1 决策矩阵

损失金额 数 目 (千元)	自然状态 种 类				
		五天均无低温 (概率 P_1)	有一天低温 (概率 P_2)	有二天低温 (概率 P_3)	有三天低温 (概率 P_4)
备选方案 (全队加班数目)					
0	(五天完工)	0.0	1.0	2.0	3.0
1	(四天完工)	0.3	0.3	1.3	2.3
2	(三天完工)	0.6	0.6	0.6	1.6
3	(二天完工)	0.9	0.9	0.9	0.9

一般来说，任何一个由上述三个要素构成的单目标决策均可用这样的一张表来描述。这种用于描述决策问题的表我们称之为**决策矩阵**。它的一般形式如表 1.2 所示。

表1.2中，自上而下竖直排列的 $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m$ 分别表示根据决策目标的要求而制定的 m 个备选方案，它们彼此独立而又能相互替代。所有备选方案构成的集合 $R = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ，称为决策空间。

表中自左向右横排的 $S_1, S_2, \dots, S_j, \dots, S_n$ ，分别表示各个备选方案可能遇到的客观环境条件，即自然状态。在不确定的情况下，它们往往是随机的， $P_1, P_2, \dots, P_j, \dots, P_n$ 分别表示它们出现的概率。由于每一种状态下发生这类事

表1.2 决策矩阵的一般形式

条件 结果 值 备选方案	自然 状态	S_1	S_2	.....	S_j	.....	S_n
		P_1	P_2	.....	P_j	.....	P_n
A_1		O_{11}	O_{12}	.....	O_{1j}	.....	O_{1n}
A_2		O_{21}	O_{22}	.....	O_{2j}	.....	O_{2n}
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
A_i		O_{i1}	O_{i2}	.....	O_{ij}	.....	O_{in}
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$
A_m		O_{m1}	O_{m2}	.....	O_{mj}	.....	O_{mn}

件的可能相互排斥，故 $\sum_{j=1}^n P_j = 1$ 。所有可能出现的自然状态的集合 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ ，称为状态空间。

表中的主要部分，是 $m \times n$ 个 O_{ij} ($i=1, 2, \dots, m$; $j=1, 2, \dots, n$)，它们分别表示选定方案 A_i ($i=1, 2, \dots, m$) 在已发生的某种自然状态 S_j ($j=1, 2, \dots, n$) 下，对于预期目标而言所产生的结果，简称为**条件结果**。以后将会看到，在对决策问题的分析中，我们就直接利用 O_{ij} 表示该结果的数量值，称为结果值①。其单位可以是货币，也可以是时间、距离等等。

当决策空间 $R = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ 、状态空间 $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 皆为有限集合时，单目标决策问题就由上列 $m \times n$ 的决策矩阵 (O_{ij}) 完全确定。

在多目标决策的情况下，上述一个决策矩阵就不够了。这时，可以把多个目标分别单独考虑。这就是说，可先用单

① 不能定量或不能直接定量的结果可通过特定的方法作数值化处理，参见第二章 § 3、第九章 § 1。

目标决策的办法，把备选方案对于每个目标准则而言的优越程度转化为单个数字，从而可以得到一组关于备选方案对于决策者提供价值大小的函数，称为**目标准则函数**，有多少个目标准则就有多少个这样的函数。

若用 $f_1(A)$, $f_2(A)$, $\dots$, $f_s(A)$ 分别表示 s 个目标准则函数，则多目标决策可以借用下列记号

$$\max_{A \in R} H(A) \quad (1.1)$$

来表述。其中 $H(A)$ 表示由 $f_1(A)$, $f_2(A)$, $\dots$, $f_s(A)$ 等 s 个分量经某种逻辑过程并合而得到的某一“总体”函数； $R = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, $A \in R$ 表示 A 在 m 个备选方案 A_1 , A_2 , $\dots$, A_m 之中选取，“ $\in$ ”表示“属于”；符号“ $\max$ ”表示使 $H(A)$ 整体上最优的某一方案 A 的求解。

关于多目标决策的这种表述，一般多在理论探讨时采用。在实际决策问题中，往往还要根据具体情况，围绕着目标准则体系将问题全部阐述清楚。

§3 决策问题的类型与决策分析

事物的类别往往可以按其结构特性进行划分。由三个要素构成的决策问题，就可根据决策目标和自然状态的特点予以分类。

按决策目标，决策问题可分为单目标决策和多目标决策两种。单目标决策是指所列问题只需围绕着单一目标来解决。例如商店经理的进货决策，一般认为只需围绕着利润最大的单一目标制定即可。多目标决策则是指所列问题同时考虑了两个或两个以上的目标，它的解必须同时满足这些目标的要求。例如，现代城市交通路线的规划问题，就要同时考虑诸如运输效率、方便市民、安全可靠、经济效益、美化市