

决策理论和方法

程明熙 编著

东南大学出版社

决策理论和方法

程明熙 编著

东南大学出版社

(苏)新登字第 012 号

内 容 提 要

决策理论和方法是决策科学化和民主化的必备知识。本书介绍制定决策的有关基础理论和基本方法,包括决策分析基础、风险性决策、不定性决策、多目标决策、群决策和对策论等。内容通俗易懂,深入浅出,并列举了一些例题,以帮助读者理解。

本书可供各级管理干部、工程技术人员、科学工作者以及大专院校的管理专业、系统工程专业的师生阅读。

责任编辑 沐志成

封面设计 连立行

决策理论和方法

程明熙 编著

东南大学出版社出版发行

南京四牌楼 2 号

南京航空学院飞达印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 12.25 字数 318.3 千

1991 年 10 月第 1 版 1991 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—2500 册

C·14 ISBN 7—81023—550—8

定价: 5.90 元

前 言

决策科学化和民主化是我国有效地进行四化建设的重大课题。学习和研究决策理论和方法已成为社会各界的迫切需要。决策科学可以指导工业企业各级管理干部正确制定决策,提高各行各业的管理水平,卓有成效地进行现代化建设。

决策科学是一门年青的学科,许多领域尚是一片有待开垦的处女地。为了互相勉励,促进决策理论、方法和应用研究,推动决策分析方法的深入探讨,在十多年来教学实践和科学研究的基础上编撰了本书,以供读者共同讨论。

本书共分十章,第一、二章为决策分析的基本概念和理论;第三、四章介绍以统计决策理论为基础的风险性决策、不定性决策;第五章至第八章比较系统地介绍多目标决策的概念和方法;第九章介绍了具有多个决策者的群决策问题;第十章则介绍带有竞争或斗争性质的对策问题。

由于水平的限制,加之时间仓促,书中难免有错误和不足之处,尤其是本人提出的某些决策方法,更希望读者批评指正。

在本书编写过程中,曾得到了冯沪生教授、仇向洋和徐士钰副教授的大力支持和帮助,谨此致谢。此外,对陈珽、顾基发、王浣尘教授长期来给予的指教,也致以衷心的感谢。

程明熙

1991年4月

目 录

第一章 概论	1
§ 1-1 引言	1
§ 1-2 决策的概念	2
§ 1-3 决策问题的类型	6
§ 1-4 多目标决策问题	7
§ 1-5 群决策问题	9
第二章 决策分析基础	11
§ 2-1 优先	11
§ 2-2 确定性效用理论	14
§ 2-3 不定性效用理论	20
§ 2-4 主观概率	30
第三章 风险性决策	38
§ 3-1 期望值法	38
§ 3-2 期望值一方差法	41
§ 3-3 决策树法	43
§ 3-4 矩阵法	48
§ 3-5 多行为决策的报童模型	49
§ 3-6 渴望水平法	56
§ 3-7 有数据的贝叶斯法	58
§ 3-8 决策灵敏度分析	64
第四章 不定性决策	70
§ 4-1 引言	70
§ 4-2 乐观法	71
§ 4-3 悲观法	72
§ 4-4 乐观系数法	74

§ 4-5	歉函数法	76
§ 4-6	等可能性法	79
§ 4-7	二项式系数法	82
§ 4-8	综合法	88
§ 4-9	多重解的决策问题	93
第五章	多目标决策中的概念	99
§ 5-1	问题的提出	99
§ 5-2	多目标决策过程	101
§ 5-3	多属性效用函数	104
§ 5-4	非劣解	105
§ 5-5	向量目标的标量化	112
第六章	生成非劣解集的方法	116
§ 6-1	引言	116
§ 6-2	非劣性条件	117
§ 6-3	加权方法	120
§ 6-4	ϵ -约束方法	129
§ 6-5	自适应法	137
§ 6-6	恰当点法	140
第七章	离散型多目标决策	143
§ 7-1	引言	143
§ 7-2	方案的筛选方法	145
§ 7-3	主要目标法	148
§ 7-4	加权法	151
§ 7-5	权数的确定方法	153
§ 7-6	功效系数法	160
§ 7-7	优劣系数法	164
§ 7-8	词典式法	167
§ 7-9	无差异曲线(面)法	178
§ 7-10	折衷法	181

§ 7-11 理想点法	186
§ 7-12 ELECTRE 法	191
§ 7-13 多层次权重解析方法	218
第八章 连续型多目标决策	234
§ 8-1 引言	234
§ 8-2 目的规划法	235
§ 8-3 逐步法	245
§ 8-4 杰佛林(Geoffrion)方法	253
§ 8-5 协调规划法	259
§ 8-6 代理价值折衷法(SWT 法)	267
§ 8-7 交互式模型—目标协调法	274
第九章 群决策	280
§ 9-1 概念介绍	280
§ 9-2 Arrow 不可能性定理	284
§ 9-3 群效用函数	287
§ 9-4 加性效用	289
§ 9-5 Nash 谈判解法	293
§ 9-6 群价值判断的决策模型	295
§ 9-7 名义群体技术	299
§ 9-8 特尔斐法	300
§ 9-9 序数法	305
§ 9-10 基数法	314
§ 9-11 交互式解法	317
§ 9-12 交互式比较矩阵法	321
§ 9-13 群理想点满意支持度法	326
§ 9-14 群满意度法	331
§ 9-15 非劣解集交集法	334
第十章 对策论	339
§ 10-1 引言	339

§ 10-2	极大极小——极小极大纯策略	341
§ 10-3	混合策略和期望支付	343
§ 10-4	2×2 对策	346
§ 10-5	关联行和列	348
§ 10-6	优势	349
§ 10-7	$2 \times n$ 对策	353
§ 10-8	$m \times 2$ 对策	358
§ 10-9	$m \times n$ 对策	359
§ 10-10	连续对策	365
§ 10-11	微分对策	368
§ 10-12	线性二次追躲对策	370
§ 10-13	对策论在系统工程中的应用	376
参考文献		380

第一章 概 论

§ 1-1 引言

决策是现代管理的核心问题。可以说，个人、集团、社会和国家，乃至整个世界都离不开决策。无论是宏观的还是微观的社会、经济问题，都需要进行科学的决策。决策合理与否，关系到各项事业的成败。决策问题在规模上有大有小，在难度上有简单有复杂。如果说早先人们遇到的决策问题小而简单，容易作出较好的选择，那么随着社会、经济和科技的发展，人们面临的决策问题愈益庞大而复杂，出现了许多需要处理的新问题。在这种情况下，人们日益强烈地感到，在同样的条件下，决策水平的差异，会导致决策后果的极大不同。当今单凭经验进行决策，已难以保证决策的正确性，一时的失误往往会导致大量人力、物力、财力的浪费和损失。

现代社会、经济问题的复杂性，决定影响决策的因素相当错综复杂，致使当代各种问题的决策更加困难。为了避免决策失误，真正做到讲科学、讲效益，使决策科学化，人们逐步归纳和引入了许多科学的决策思想和方法，并在实践中不断地加以发展。各种科学的决策方法在最近二、三十年纷纷出现，到本世纪七十年代末和八十年代初，已出现了专门为领导作科学决策的决策室或辅助决策支持系统。这类系统中既装备了各种科学决策的软件，还有先进的电子计算机及通讯、显示装置。从近几年的发展趋势看，决策的科学理论和方法正在逐步形成一门独立的学科，国外称之为决策科学或决策学。

决策科学虽然其发展历史尚短，但决策的科学方法在各项经济管理中的推广应用，已显示出强大的生命力。目前，它在战略和政

策、工程设计和规划、企业管理、公用事业等领域，已得到日益广泛的应用，并取得了显著的效果。

§ 1-2 决策的概念

决策活动是管理活动的重要组成部分。在现代管理学中，决策一词有广义、狭义和最狭义三种解释。

决策的广义解释，是将决策理解为一个过程。它需要经过提出问题、搜集资料、确定目标、拟定方案、分析评价、最后选定等一系列活动环节。而在方案选定之后，还要检查和监督它的执行情况，以便发现偏差，加以纠正。

决策的狭义解释，是将决策理解为仅仅是行动方案的最终选择。因此，所谓决策是指从一组可行方案中按某种衡量准则选出一个最优方案。这里，决策仅仅理解为方案选定的阶段，而把确定目标、拟定与设计方案的阶段均视为决策之外的单独阶段。

决策的最狭义解释，仅指在不确定条件下的方案选择，不包括确定型决策。有人认为，确定型决策只要计算即可确定哪个方案最好，因为这类决策方案只有一种确定的结果，因此只能称为计算而不能称为决策。

决策科学中所说的决策属于研究决策全过程的广义解释；上述的狭义解释是从数学方法上研究决策问题的一种习惯，是不全面的；最狭义的解释则来源于基于概率统计的决策论。

一、决策过程

科学的决策分析，应从决策的目标出发，根据对自然状态的科学分析，合理地选择所采取的策略，这就是决策分析的过程。具体地说，它包括以下几个步骤。

1. 确定决策目标

所谓决策目标，就是决策所要达到的结果。例如，在选择某种产品的试制方案时，一般要达到的目标是希望该方案下产量高、质量好、试制周期短，同时要求造成的废渣、废气、废水污染小。如

果没有兼顾各方面的要求，往往会造成决策失误。因此，对决策目标的确定需要一个科学的分析过程。当具有多个目标时，应做到主次恰当，统筹兼顾。

2. 分析自然状态

决策分析所依据的状态或情况，一般是根据以往的统计资料作出分析，然后预测今后可能发生的情况，也就是说，要根据过去和现在的信息对未来进行预测。预测能为决策提供可靠的科学远景，是决策的前提。各种预测技术的应用，为决策提供未来的信息，使决策更加准确。

3. 提出拟用策略

有了决策目标，并对决策所依据的状态进行了分析之后，就要寻求达到决策目标的多种可能的策略。如果只提出一种策略供选择，那就无法从中选优。所以，提出的策略应在两个以上，以便通过比较，择优选取。拟定策略时，应以科学技术手段为基础，所选策略应是切实可行的，策略的可行性是决策的先决条件。

4. 评价策略的效果

评价策略的效果需要进行科学分析计算。评价决策效果应注意到：

定量与定性分析相结合。不便于用数量表示的内容，如政治因素、政策因素、人民的情绪、污染对人体健康的影响等，可用定性的分析方法，根据经验和主观判断来确定。决策时应将定性效果和定量效果综合起来考虑。

局部效果要服从整体效果。通常，系统的整体效果与各子系统的局部效果是一致的，但也有矛盾的情况。因此，在作各子系统的决策分析时，应从整体效果出发考虑，使子系统的局部效果服从系统的整体效果。在整体效果的前提下，尽量兼顾局部效果。

当前效果与长远效果相结合。当前效果与长远效果一致时，很容易作出决策。但两者有矛盾时，当前效果应服从长远效果。当然，有些策略虽然长远效果好，但由于投资或资源等条件的限制，

不如先采取当前效果好的策略，待取得一定效益，积累了一定投资，或创造了一定条件后再考虑长远效果好的策略。

5. 选择最优策略或满意策略

对单目标的决策问题，一般可找到一个最优策略。但对多目标的决策问题，通常找不到一个各个目标都是最优的策略，只能得到各个目标都较优的所谓满意策略，或叫满意解。

6. 作出决策

最优策略方案得到决策者的认可，拍板采纳，即为作出决策，随后决策将付之实施。

上述决策过程如图 1.1 所示。

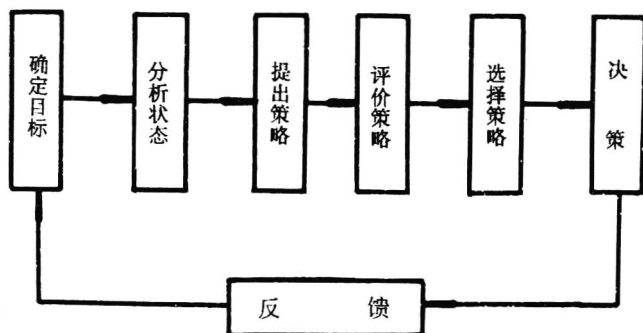


图 1.1 决策过程

决策的反馈过程，是指当作出决策之后，在决策实施过程中，将信息传递到决策过程的开始，分析是否实现了预定的目标，进行检验。一项正确的决策，常常需要经过不断地反馈，多次进行修正后才能得出。反馈过程的实质是人们实践、认识、再实践、再认识的过程。

二、决策模型

用于描述决策问题的各种形式即是决策模型。单目标决策问题可以将它表示成决策矩阵的形式，其构成包括备选方案、自然状

态、益损函数值三个要素。决策矩阵的一般形式如表 1.1 所示

表 1.1 决策矩阵的一般形式

自然状态 益损函数 备选方案	θ_1	θ_2	...	θ_n
	θ_1	θ_2	...	θ_n
a_1	L_{11}	L_{12}	...	L_{1n}
a_2	L_{21}	L_{22}	...	L_{2n}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$
a_m	L_{m1}	L_{m2}	...	L_{mn}

$a_1, a_2, \dots, a_m$ 分别表示根据决策目标要求而制订的 m 个备选方案，它们彼此独立而可相互替代。所有备选方案构成的集合 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ，称为决策空间。 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ 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。所有可能出现的自然状态的集合 $\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n\}$ ，称为状态空间。 $m \times n$ 个益损函数值 $L_{ij} (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$ ，它们分别表示选定备选方案 $a_i (i=1, 2, \dots, m)$ 在某种自然状态 $\theta_j (j=1, 2, \dots, n)$ 发生时所产生的后果。因此，益损值与方案和自然状态有关系，益损函数可表示成 $L_{ij}(a_i, \theta_j)$ 。

在决策问题中，备选方案是可控因素，自然状态是不可控因素。决策就是在某种决策规则下，选择后果最好的可行方案。决策规则可分为最优规则和满意规则两种。最优规则将所有可行方案排至完全有序，从而相对于某一准则总有一个最好的方案。满意规则仅仅寻找一个在某种意义下的满意方案。

§ 1-3 决策问题的类型

根据性质不同，决策问题可以分成四大类。

1. 确定性决策。自然状态已被弄清且完全确定，每个方案只引起一个后果。因此，它可按既定目标和评价准则选定行动方案。这类决策问题可用运筹学和其他数学方法加以解决。

2. 风险性决策。决策者面临可能出现的自然状态在两种以上，每个备选方案可能引起两个以上的后果，而发生自然状态的概率为已知，则称这种条件下的决策叫风险性决策。风险性决策也叫统计决策或随机性决策。

3. 不定性决策。决策者面临两种以上可能出现的自然状态，但其出现的概率无法预测而未知，这种条件下的决策叫不定性决策。

4. 竞争性决策。具有竞争对手的决策问题，决策者面临的不是客观的自然状态，而是竞争对手的策略。这类决策问题又叫对策问题。

按决策问题所包含的目标数来分，可分为单目标决策和多目标决策。

按决策问题所涉及的决策者数来分，可分为单人决策和多人决策。多人决策是集体决策，即群决策或委员会决策。

按完成决策所要作决定的次数来分，可分为一次性决策和重复性决策。重复性决策指决策决定后将重复实施足够多的次数。

按决策问题涉及面的宽窄来分，可分为战略决策、战术决策和日常事务性决策。战略决策是由高层领导部门制定的，涉及长期规划和总体战略方面的问题。战术决策是对周期性活动所采取的决策。日常事务性决策是基层的日常事务的管理决策。

决策理论和方法的研究起源于西方资本主义国家，其直接动因是根据占有资本的私人所偏好和追求的最高利润。因此，国外决策理论和方法的研究十分强调决策者的个人意志、时间偏好和风险偏好，决策者的个人价值观起着主导作用。我国是以公有制为基础的

社会主义国家，领导干部和管理干部的决策是受国家和集体的委托行使职权。他们的决策必须强调客观性和理性化，应当排除个人的感情色彩，正确处理好国家、集体和个人三者利益的协调关系，在决策过程中要充分依靠集体，走群众路线。所以，我们在学习国外决策理论的时候，应该借鉴其有益的部分，走自己的路，开发适合我国国情的各种科学的决策方法，促进我国决策的科学化和民主化。

§ 1-4 多目标决策问题

许多复杂的决策问题，目标往往不止一个，而是多个，对每一个备选方案的评价必须由多个指标来衡量。因此，多目标决策问题中，不仅有备选方案集，还有目标集。该目标集具有分层递阶结构，即是由总目标到具体目标所构成的多层次体系。如图 1.2 所示。

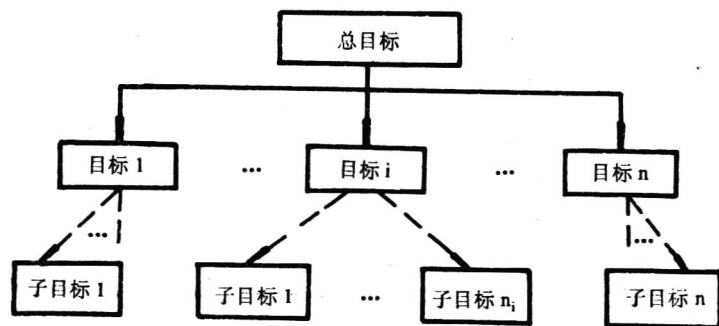


图 1.2 典型的递阶目标结构

这类目标结构的最高级一般表示广义的总目标，它们通常是比较笼统的，不易直接衡量和计算。当落实和分解到较低级时，分目标或子目标将更加具体，易于衡量和计算，它们可理解为达到较高级目标的手段。目标谱系中最低级的目标是最具体和最易于运算的。

为了便于运算，对最低级上的每一个目标都要赋予特征，其特征值应反映某一特定目标所达到的程度。为此，所赋特征应满足两个性质，即可理解性和可测性。可理解性指特征值能充分表明目标所满足的程度；可测性指能对目标在某种标尺下合理地赋予一个实际值。

多目标决策问题是目前决策科学中研究得比较多的一类问题。在多目标情况下，为了选择最好的可行备选方案，必须按照所有特征值所衡量的性能排出所有备选方案的优劣次序。为了便于排序将涉及到决策规则，目标的陈述常常隐含了决策规则，甚至完全规定了决策规则。但是，对于某些决策问题，决策规则必须明确指出。例如，一条河流的水质模型中，单目标可以为“改善河流的水质”，其特征是“毫克/公升为单位的 BOD 水平”（生化耗氧量），由它来衡量给定备选方案的性能。这种目标陈述并没有讲清楚如何对备选方案进行排序。于是，适于这种情况的决策规则可以是“选择具有低于 5 毫克/公升 BOD 水平的任何备选方案”。

多目标决策问题可以写成如下运算形式：

$$\underset{x \in X}{DR} [f_1(x), \dots, f_n(x)] \quad (1.1)$$

它可以解释为“应用决策规则按特征值 $f_1, \dots, f_n$ 在 X 中选择最好的备选方案。”式中 X 是备选方案集，它是决策变量 x 的 N 维向量集。

例：解以下形式的向量最优化问题：

$$\min_{x \in X} [f_1(x), \dots, f_n(x)] \quad (1.2)$$

这里的决策规则为最优化规则。求解 (1.2) 问题就要寻求非劣备选方案集 X^* ，若 X^* 是单一的，则它就是最终的决策。若 X^* 不是单一的，则要选择非劣解或最佳调和解，以最好地满足决策者。在一般情况下，多目标决策问题通常不存在使各目标都达到最

优的方案——最优解，而存在一个以上的非劣解。所谓非劣解是指这样的方案（记作 A），再也找不到各目标值都不劣于方案 A 的另一个方案 B，而且 B 至少有一个目标值比 A 优。求解多目标决策问题时，首先应当找出所有的非劣解，然后在非劣解中按某种决策规则找出一个最好方案，它称为最佳调和解。

为了从所有非劣方案中选择最佳调和解，需要一定的决策规则，不同的决策规则就形成不同的多目标决策方法。

§ 1-5 群决策问题

上述讨论的决策问题是由一个决策者按照某种决策规则从各种可行的备选方案中选择最优方案或满意方案。但是在现实世界中，社会上每个部门所制订的每一项决策必然会影响到一群人，群众的愿望和要求应当尽量给予满足，而群众的要求是通过他们的代表去反映的，重大决策往往由这些代表组成的群体来决定；另外，各层次的领导班子集体制订决策，加强决策的科学化和民主化，日益迫切；再说，近代知识信息量的极大增加，需要决策的问题愈益复杂，单凭个人的智慧已难以应付，因此产生了各种智囊团、咨询机构，辅助领导进行决策分析。如何发挥集体的智慧，形成群体的决策意见，落实决策科学化和民主化的方针，是当代迫切需要解决的问题。群决策正是研究如何集结多个成员的意见，集体制订决策，而应运而生的一种理论和方法。

由于每个成员有他自己的个性，如背景、文化、年龄、个人兴趣等，会导致他们对目标的偏好的差别。这些差别在决策过程中将产生影响。群决策的目的是尽可能充分考虑所有成员的要求或利益，以满足他们的要求，逐步消除他们之间的矛盾和分歧。通常，我们不能说集团中某些人的意见是正确的，或某些其他人的意见是错误的。所以，集体的判断必须基于所有个人的判断，应该综合地反映每个成员的意旨。这种综合可以描述为一集结函数 F ：

$$J = F(J^1, J^2, \dots, J^m) \quad (1.3)$$