

管理统计 决策分析

吴梅村 著



STATISTICS

西南财经大学出版社

管理统计决策分析

吴梅村 著

西南财经大学出版社出版

责任编辑：傅 虹

封面设计：章 恺

管理统计决策分析

吴梅村 著

西南财经大学出版社出版 西南财经大学出版社发行
四川省新华书店经销 成都教育印刷厂印刷

787×1092毫米 1/32 印张：7.0625 字数：120千字

1991年4月第一版 1991年4月第一次印刷

印数：1—2000册

书号：ISBN 7-81017-279-4/F·212 定价：1.90元

绪 论

第二次世界大战以来，由于科学技术的飞速发展，导致了生产规模的日益扩大和资本主义工商企业的竞争日趋激烈。为了适应社会经济的发展变化，在如何有效利用有限的资源和资金，如何组织协调人力物力，如何以最少的投资取得最大的经济效益，如何开发新技术、新产品等各个方面，都必须打破和抛弃以往的、不适应社会经济发展的经营管理观念和方法，以适应新的潮流。在这一背景下，一门新的管理学科，即管理决策学便应运而生并不断得到充实和完善。60年代初，美国管理学家赫伯特·阿·西蒙发表了他的名著《管理决策新科学》，从此使管理决策走上了科学化的道路，它应用的范围已由微观经济管理发展到宏观经济管理，由经济领域发展到政治、军事、科学技术等各个方面，由定性的决策分析发展到定量的决策分析。为了保证决策的科学化和最优化，充分利用现代通讯技术和电子计算机技术，从而形成了日趋完善的决策支持系统、咨询系统、评价系统和反馈系统。

新中国成立以来，在党和政府正确的路线、方针、政策指引下，我国的社会主义建设取得了光辉成就。但是，某些重大方针、政策的决策失误，也使我国的经济建设遭到了巨大损失。党的十一届三中全会以后，经过拨乱反正的深刻变革和贯彻执行改革、开放方针，我国开始重视并引进了在国内外行之有效又为我国社会主义建设所需要的现代管理科学，

从此，一门融自然科学和社会科学为一体的综合性学科——决策科学，在我国政府各部门和学术界得到了充分的重视。1986年7月底，在全国软科学研究工作座谈会上，万里同志发表了“决策民主化和科学化是政治体制改革的一个重要课题”的重要讲话，对“改变旧的不适应现代化要求的决策方法”，“促进决策民主化和科学化是领导者的重要责任”，“发展软科学需要良好的政治环境和必要的物质条件”等重要问题，作了深刻、精辟的阐述，推动了决策科学在我国的发展。1987年8月，中央组织部、宣传部以及中国科协等单位，邀请了部份专家学者，为我国司局级以上领导干部举办了“科学决策知识讲座”，以提高领导干部对决策科学化的认识，将决策科学的研究和应用推向一个新的阶段。

决策作为一门科学，在发达国家是近30年发展起来的，在我国更是一门新兴学科，基本理论体系和方法论都不成熟，尚有待于发展和充实。首先，对于什么是决策，学术界还存在不同的认识：一种意见认为，“决策就是决定，就是拍板定案”。这种认识着眼于决策者的主观判断能力，忽略了决策的必备条件。另一种意见认为，“管理就是决策”，把决策直接等同于管理实践的过程，与管理混为一谈。两种认识从不同的角度出发，都说到了决策的部分内涵和特点。如果把两种认识结合起来，便可形成较完整的决策概念，即决策是对未来行动的方向、目标、原则和方法所作的决定，是决策者见之于客观实践的主观判断能力，是管理的核心部分，不是管理的全过程。决策者的主观判断能力，不仅指决策者有最后作出决断的责任和权力，更重要的是指决策者对待决策事物的发展规律性已有充分认识并在掌握大量信息的基础

上，制定未来实践行动的方针和计划，用来控制和支配自己以及外部世界的能力。由于社会经济不断发展和科学技术的日益进步，需要决策者所必须具有的主观判断能力，已不是决策者个人所能完全具有和胜任的，必然要求决策由领导者个人决策转向集体决策，吸取更多决策参与者的智慧，即要求决策从领导者的个人“艺术”走向民主化和科学化。

在正确理解决策的内涵意义的基础上，什么是决策学，也就容易理解了。扼要言之，它是研究、探索作出正确决策的规律性的科学，是在主观判断能力与客观实践的矛盾统一中，着重研究决策者如何认识、反映和控制客观世界这一动态过程的理论和方法的科学，决策者掌握了这门科学，就能尽可能避免决策的重大失误，追求决策的最佳效果，以取得最大的效益。

科学的决策，首先要求决策要有科学的程序。进行一项决策大致有以下几个步骤：

1. 搜集和处理信息 现代社会被称为信息社会，这说明了信息来自自然和社会现象的广泛性和重要性。对于决策来说，信息来自决策系统内部和来自决策系统外部两方面。无论来自哪一方面的信息，都要求是正确的、充分的和及时的，它直接影响决策的质量，有如血液对于人体的重要。对于历史的和有关的信息资料要充分搜集，对事物未来的发展状态和要求达到的目标，要有充分可靠的预测资料，才能作出切合实际的决策。

2. 预测目标 决策是指未来要采取的行动，必须具有明确要求达到的目标。这个目标不是凭愿望确定的，必须根据事物发展的规律性和有关的信息资料，预测事物未来最可

能出现的状态，用来制定决策目标。目标定得愈明确，决策的行动方针、计划措施也就愈具体。作出的决策才更加有成效。

3. 设计备选方案 根据掌握的大量信息资料和制定的决策目标，要进行系统、全面的分析，在影响实现目标的复杂因素中，找出有关键作用的主要因素，进行定性的和定量的分析，如为定量分析，应找出相应于各因素变异的变量和参数，建立合适的数学模型，确定其符合要求的变异范围和极限值，根据不同情况和要求，制定出少数的几个备选方案，以供决策者优选，作为最后决策方案。

4. 评价和选择方案 各个备选方案，根据不同的要求和条件制定，有各自不同的特点和效果，即各个方案的优点和缺点尽量列举出来予以客观评估，决策者根据自己的主观判断、当前处境和对未来的展望，以及方案实施后在政治、经济和人民心理上的各种可能反映，作出方案的最后选择，经过这样评比出来的决策方案，才有可能做到最优化。

5. 反馈信息 决策在实施过程中，必然会产生各种各样大小不一的矛盾，阻碍决策方案的顺利实施，特别是决策方案与客观事物和环境不相适应的矛盾，可能使决策发生失误。决策方案的设计和选择，虽然经过科学的论证和评比，但它总是根据部分信息资料的主观产物。事物未来的发展变化，常受到不可预料的重大因素的影响，或者对未来状况预测信息的本身就不是很可靠，这就使得定型的决策方案不能适应客观事物和环境的发展变化，因此有必要将矛盾状况和不适应的信息资料，详尽的和及时的反馈给决策者和设计机构，以便及时调整、修正、或者重新设计方案，使得方案与

事物和环境保持最大的协调一致。随着事物和环境的动态变化，不断地反馈变化了的信息，这样的信息是最有效的现实信息，方案就可始终保持正确的方向，这样也才可能取得理想的效果。

决策的对象是广泛的，无论是自然现象、技术现象或社会经济现象，只要人们的行为所能触及和影响的事物，都可以是决策的对象。由于决策对象的广泛性，使得决策分析的方法也是多种多样的。大体来说，可以分为决策的定性分析方法和定量分析方法两大类，亦称软技术决策方法和硬技术决策方法。软技术决策方法，亦多种多样，新的方法不断涌现，主要的有专家评估法、智力激励法，特尔非法、哥顿法、系统分析法等方法，这些方法的主要特点是采用一定的组织程序，邀请一些有关专家参加，采用会面的或不会面的方式，对所要进行决策的问题充分表达自己的意见和看法，然后尽量集中专家们的智慧，形成决策方案，或者将问题按其组织结构的层次性，通过系统分析，对各个最基本的构成因素及其信息，进行合理的选择和综合，最后获得整个的最佳决策方案。这些方法在宏观经济建设和规划方面，企业的经营管理方面，都是行之有效的决策方法。

决策定量分析方法，是把待决策的事物规范化、数量化，运用数学模型和现代化计算工具，对事物进行模拟分析和制定、评选决策方案，使决策走上严格的科学化的道路。事物的数量表现有确定型的和不确定型的两类，它们使用的数量分析方法也是不同的。对于确定型的数量分析方法，即对事物的结构和未来可能发生的变化，掌握了充分信息，有了准确的了解，决策者只须根据事物的结构情况、条件和目

标，用合适的函数模型表述，以导出最优解，即得最优决策。这类决策方法，又有线性规划、非线性规划、动态规划等多种形式。

不确定型的数量分析方法，是指对事物的未来发展变化，即或搜集了大量信息资料，也不可能达到确定性的了解，特别是未来状况具有随机变异性，人们只能做到尽可能精确的了解。因此，所制定和评选的决策方案，没有必然成功的把握，要冒一定的风险，故不确定型的数量分析方法进行的决策又称为风险型决策，这种决策因事物未来的可能发展变化与概率密切联系，可改用概率和概率分布的模型予以表述，这就是本书所要讨论的统计决策。在现实世界中，不确定性的随机变异的事物，是大量存在的，所以统计决策有广阔的适用领域，特别是在社会经济领域中的现象，由于更为复杂因素的影响，其未来的发展变化，更是难以预料，统计决策分析是不可缺少的有效工具。

统计决策本是一种传统的统计方法，应用范围有较大的局限，50年代初，美国统计学家阿·瓦尔特(A·Wald)发表其名著《统计决策函数》，把统计决策扩大到多重决策和对策论决策。此后，由于现代管理科学的迅速发展，进一步将统计决策的原理和方法，与经济的运行机制和工商企业的经营管理紧密结合，大大扩大了统计决策的作用和应用范围，在决策科学系统内，形成了日益完善的管理统计决策学科。我国在社会主义建设中，发展有计划的商品经济，无论从宏观和微观角度出发，都要求加强现代化科学管理，作为管理核心的重要组成部分的统计决策分析，有其广阔的作用和前途。

对于未来发展变化具有随机性的事物，应用概率统计的

理论和方法进行决策分析，因事物性质和分析要求的不同，有多种不同的模式和类型。除将事物状态的可能变异拟合为概率分布的统计决策分析外，还有因事物状态在时间上的演变表述为马尔柯夫过程的决策分析，人们和事物的到达并接受服务的随机系统的决策分析等。本书将只就统计决策部分，进行较为全面、系统的讨论。

本书首先扼要介绍传统的统计决策理论和方法，在此基础上介绍了应用于现代经济管理中的各种统计决策。根据所掌握信息资料的来源和性质的不同，主要划分为三个部分进行讨论。第一部分是根据历史的或经验的先验信息资料进行的决策分析，包括第二、三、四章；第二部分是综合先验和抽样的信息资料形成为后验分布的决策分析，即第五至第十章；第三部分是关于竞争行为的对策论中最基本的决策分析方法，即第十一章。各章在整体上组成了较为完整的体系。目前，国内这方面的专著尚不多见，对笔者来说，撰写本书也是一种尝试。由于水平有限，疏忽和错误之处在所难免，敬请读者不吝赐教。

吴梅村谨识

1989年9月

目 录

绪 论

第一章 统计决策基本原理	(1)
一、统计决策的基本概念.....	(1)
二、统计决策的构成要素及其新解释.....	(6)
三、统计决策的分类.....	(8)
四、决策矩阵表.....	(9)
五、决策准则.....	(13)
第二章 离散的先验概率决策	(19)
一、先验概率的意义和性质.....	(19)
二、决策矩阵表的效果值.....	(21)
三、风险型决策准则.....	(25)
四、决策分析.....	(31)
五、完全信息期望值.....	(38)
第三章 连续的先验概率决策	(42)
一、连续概率的概述.....	(42)
二、正态分布参数的确定.....	(43)
三、正态分布下按边际分析准则进行决策 分析.....	(48)

四、完全信息期望值	(51)
第四章 效用概率决策	(59)
一、决策者的效用概念	(59)
二、效用的计量	(61)
三、效用函数曲线	(63)
四、效用概率决策分析	(71)
第五章 贝叶斯决策原理	(75)
一、后验概率分布	(75)
二、贝叶斯逆概率公式	(76)
三、贝叶斯估计理论	(77)
第六章 离散的后验二项分布决策	(80)
一、贝努里过程和二项分布	(80)
二、先验概率的修正	(82)
三、决策分析	(84)
四、决策的可能错误及其发生概率	(85)
五、完全信息期望值和抽样信息期望值	(88)
第七章 正态分布决策	(93)
一、总体平均数的贝叶斯估计	(93)
二、后验正态分布的推导和计算	(94)
三、决策分析	(103)
四、完全信息期望值	(105)
五、抽样信息期望值	(109)

第八章 Beta分布决策	(113)
一、 β 分布的基本概念.....	(113)
二、 β 分布的性质.....	(114)
三、先验 β 分布用二项分布修正.....	(118)
四、 β 分布决策分析.....	(121)
第九章 Gamma分布决策	(128)
一、波松分布的基本概念.....	(128)
二、 Γ 分布的基本概念和性质.....	(130)
三、用波松分布对先验 Γ 分布的贝叶斯修正...	(133)
四、 Γ 分布决策分析.....	(135)
第十章 决策树和多阶段决策	(143)
一、决策矩阵表的局限性.....	(143)
二、概率树简介.....	(144)
三、决策树及其构成.....	(147)
四、单阶段决策分析.....	(149)
五、多阶段决策分析.....	(152)
第十一章 对策论决策分析	(158)
一、对策论的基本概念、构成和种类.....	(158)
二、二人有限零和对策的决策.....	(162)
三、 2×2 混合策略对策矩阵的求解方法.....	(174)
四、非 2×2 对策矩阵的求解方法.....	(192)

附表

第一章 统计决策基本原理

一、统计决策的基本概念

在传统的统计理论中已有统计决策的概念。对总体参数 θ 的真值，常无法确切知道，只有通过试验或抽样观察，从总体中取得部分观测值作为样本，以样本统计量对未知总体参数 θ 进行点估计、区间估计或假设检验等方法，作出采取某种行动 a 的决定，这种决定就是传统的统计决策。例如要知道某未知总体参数 θ 对其指定值的差异是否显著，进行抽样检验，根据给定的可信程度设置相应的可信区间，如果抽样的样本统计量超越区间之外，就可以给定的可信程度认为差异是显著的，采取拒绝 θ 等于指定值的假设的行动；反之，如果样本统计量落入可信区间内，可认为差异并不显著，应采取接受 θ 等于指定值的假设的行动。这种拒绝或接受假设的判断行动，就是最常见的传统统计决策。例如工业生产中一批产品质量的验收检验，通常都是采取这种方法，来决定该批产品是否接受。

设随机抽取的样本观测值为 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ ，可以得到一个需要的样本统计量，以 $d(X)$ 表示，用 $d(X)$ 对总体参数 θ 作出某种判断或行动，叫做采取决策 a ，决策 a 是由样本观测值决定的，因此 a 可表述为样本观测值及其统计量的函数，通常用 $a = d(X) = d(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 表示，称为决策函数

或判决函数。由于样本观测值的随机变动，相应地决策函数 a 也可有多种可能变异，至少有两种可能变异，它们通常是可列举的，多个可列举的可能决策行动组成的集合 $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ ，称为行动空间，总体参数 θ 的可能取值所组成的集合 $S = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n)$ ，称为参数空间。

对于总体参数 θ 在参数空间中取某一可能值 θ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 的具体判断，总是相应地有某一决策行动 a_j ($j = 1, 2, \dots, m$) 可被选择或采用。需要有一定的理论，使能对各决策行动的优劣作出评价，以便选择一个最好的决策行动，使得因对总体参数 θ 判断的可能错误所导致的损失达到最少。为此需引入一个损失函数，用 $L(\theta, a)$ 表示，其意义是当参数取值 θ_i 时，采取决策行动 a_j 的条件下，所导致的损失为 L ，即 $L(\theta, a)$ 为 θ 和 a 的函数，同时也是一组样本观测值 (x_1, x_2, \dots, x_n) 及其统计量 $d(X)$ 的函数，即

$$L(\theta, a) = L[\theta, d(x_1, x_2, \dots, x_n)] = L[\theta, d(X)] \quad (1.1)$$

一组样本观测值 (x_1, x_2, \dots, x_n) 是有随机性的，因而样本统计量及其决策函数 $a = d(X)$ 也是有随机性的，根据样本统计量来判断参数 θ 所取的可能值，用以决定采取决策行动 a ，只有当判断 θ 真值完全准确，采取决策行动 a ，才不会带来损失，即 $L = 0$ ；但这种判断很难完全准确，常会产生可能错误，以致采取错误决策行动而带来一定损失；判断错误的可能程度有大有小，带来的损失也有大有小。当决策函数 $a = d(X)$ 愈接近 θ 真值，损失愈小，反之损失就愈大。因此，损失函数 $L(\theta, a) = L[\theta, d(X)]$ 为一非负实值函数。

损失函数 L 是 θ 各可能值和决策行动 a 相配合产生的结果，由于 θ 的真值是不知的，只有根据作为决策函数的样本统计量

$d(X)$ 近似估计, 而 $d(X)$ 又具有随机性, 因此很难直接根据 L 值的大小来判断决策行动 a 的优劣及其程度。解决的办法, 是求取 $L(\theta, a)$ 的期望值, 称为风险函数, 用 $R(\theta, a)$ 或 $R[\theta, d(X)]$ 表示, 即

$$R[\theta, d(X)] = E[L(\theta, a)] \quad (1.2)$$

风险函数的具体计算, 涉及 θ 和 $d(X)$ 的概率分布问题, 为了简单说明起见, 根据给定的可信程度或显著水平, 设置一临界值 K , 将样本统计量 d 的抽样分布划分为 S_1 和 S_2 两个区域, 相应地参数 θ 的可能值也分为 w_1 和 w_2 两个区域, 决策行动 a 分为 a_1 和 a_2 两个行动。 $S_1 \leq K$, $S_2 > K$, 当

d 落入 S_1 , 即 $d \in S_1$, 采取行动 a_1 ;

d 落入 S_2 , 即 $d \in S_2$, 采取行动 a_2 。

在 θ 取一定值之下, 采取行动 a_1 和 a_2 的条件概率, 可表示为

$$\begin{aligned} p(a_1) &= p(d \in S_1 / \theta) \\ p(a_2) &= p(d \in S_2 / \theta) \end{aligned} \quad (1.3)$$

称之为行动概率, 当考虑到 θ 可能落在 w_1 和 w_2 的任一区域时, 有如下四种条件概率:

$$\begin{array}{cc} \theta \in w_1 & \theta \in w_2 \\ d \in S_1 & p(d \in S_1 / \theta \in w_1) \quad p(d \in S_1 / \theta \in w_2) \\ d \in S_2 & p(d \in S_2 / \theta \in w_1) \quad p(d \in S_2 / \theta \in w_2) \end{array} \quad (1.4)$$

相应地损失函数 $L(\theta, a)$ 也有如下四种可能取值:

$$\begin{array}{cc} \theta \in w_1 & \theta \in w_2 \\ a_1 = d \in S_1 & L(w_1, a_1) \quad L(w_2, a_1) \\ a_2 = d \in S_2 & L(w_1, a_2) \quad L(w_2, a_2) \end{array} \quad (1.5)$$

根据 (1.5) 式的条件损失, 与 (1.4) 式的相应条件概率的乘积之和, 则可得风险函数的通式为:

$$R(\theta, a) = E[L(\theta, d(X))] \\ = \sum L(w_i, a_j) p(d \in s_j / \theta \in w_i) \quad (1.6)$$

式中 $i, j = 1, 2$ 。

(1.6) 式的损失函数中, 有 w_i 和 a_j 两个元素。当 $\theta \in w_1$ 固定在第一区域时, 则可求得样本统计量 d 分别落入可能区域 S_1 或 S_2 的期望值为

$$R(\theta \in w_1, a) = \sum L(w_1, a_j) p(d \in s_j / \theta \in w_1) \\ = L(w_1, a_1) p(d \in s_1 / \theta \in w_1) + L(w_1, a_2) \\ p(d \in s_2 / \theta \in w_1) \quad (1.7)$$

当 $\theta \in w_1$ 时, 产生的 $d \in s_1$, 从而采取正确的决策行动 a_1 , 则条件损失应是 $L(w_1, a_1) = 0$, 于是上式为

$$R(\theta \in w_1, a) = L(w_1, a_2) p(d \in s_2 / \theta \in w_1) \quad (1.8)$$

式中, a_2 为错误决策行动, $L(w_1, a_2) \neq 0$, $p(d \in s_2 / \theta \in w_1)$ 为错误概率。这就是说当 $\theta \in w_1$, 采取 a_1 较 a_2 为优, 因其条件损失及期望值为零或是最小的。

同理, 当 $\theta \in w_2$ 时, d 可能落入 S_1 或 S_2 的期望值为

$$R(\theta \in w_2, a) = \sum L(w_2, a_j) p(d \in s_j / \theta \in w_2) \\ = L(w_2, a_1) p(d \in s_1 / \theta \in w_2) + L(w_2, a_2) \\ p(d \in s_2 / \theta \in w_2) \quad (1.9)$$

上式第二项为正确决策行动, $L(w_2, a_2) = 0$, 则得

$$R(\theta \in w_2, a) = L(w_2, a_1) p(d \in s_1 / \theta \in w_2) \quad (1.10)$$

式中 a_1 为错误决策行动, $L(w_2, a_1) \neq 0$, $p(d \in s_1 / \theta \in w_2)$ 为错误概率。这时, 采取 a_2 较 a_1 的损失为小。

上述 (1.8) 式和 (1.10) 中的损失函数 $L(w_1, a_2)$ 和 $L(w_2, a_1)$ 常是不知道的, 合理的办法是使决策函数 $a =$