决策分析理论

武小悦　编著

科学出版社
www.sciencep.com

决策分析理论

武小悦　编著

科学出版社

北　京

内 容 简 介

本书较为系统地介绍了现代决策分析的基本理论。全书共分为9章，内容包括：决策问题的分类，决策分析理论的应用与发展，Bayes决策理论，验前分布的确定，价值函数理论，效用理论，随机优势分析，多属性价值函数与效用函数，群体决策理论，Markov决策过程模型及求解方法，Bayes网络模型及其推理，影响图模型及求解方法，决策行为的影响因素，前景理论及累积前景理论，决策判断中的启发式与偏差等。

本书对决策理论的介绍系统深入、表述严谨，可作为高等院校管理类、信息类专业的高年级本科生和研究生教材，也可供决策分析领域的研究人员阅读参考。

图书在版编目（CIP）数据

决策分析理论/武小悦编著．—北京：科学出版社，2010
ISBN 978-7-03-029332-9

Ⅰ．①决…　Ⅱ．①武…　Ⅲ．①决策学　Ⅳ．①C934

中国版本图书馆CIP数据核字（2010）第207871号

责任编辑：马长芳　余　江／责任校对：林青梅
责任印制：张克忠／封面设计：耕者设计工作室

科学出版社 出版
北京东黄城根北街16号
邮政编码：100717
http：//www.sciencep.com

印刷

科学出版社发行　各地新华书店经销

*

2010年11月第　一　版　　开本：787×1092　1/16
2010年11月第一次印刷　　印张：17
印数：1—3 000　　字数：435 000

定价：36.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

前　言

决策分析是针对具有不确定性的复杂决策问题，在一定的条件、偏好、目标和方案等情况下，从可能的方案中进行选择的分析过程。决策分析是一门综合性学科，涉及数学、心理学、运筹学、经济学等多个领域。决策分析的最终目的是帮助决策者做出更好的决策，提高决策质量。

本书较为系统地介绍了现代决策分析的基本理论。全书共分为 9 章。内容包括：决策问题的分类，决策分析理论的应用与发展，Bayes 决策理论，验前分布的确定，价值函数理论，效用理论，随机优势分析，多属性价值函数与效用函数，群体决策理论，Markov 决策过程模型及求解方法，Bayes 网络模型及其推理，影响图模型及求解方法，决策行为的影响因素，前景理论及累积前景理论，决策判断中的启发式与偏差等。

决策分析理论涉及的内容十分广泛，国内外学术界对此尚未形成统一的认识。本书介绍的内容仅反映了作者对于决策分析理论体系的初步理解及看法，相信这种理解及看法将随着认识的深化而不断变化。特别需要说明的是，多目标决策、多属性决策等也是决策分析理论的重要组成部分。由于篇幅所限及其他方面的考虑，本书没有专门介绍这部分内容。国内外已出版了一些这方面的教材与专著，感兴趣的读者可以自行参阅。

本书主要面向管理类、信息类专业的高年级本科生和研究生，也可供决策分析领域的研究人员阅读参考。只要有高等数学、概率论与数理统计方面的基本知识，理解全书的大部分内容并不困难。书中排小字号的章节在初次阅读时可略去，不会影响其他章节主要内容的学习。

作者多次在国防科学技术大学为研究生和本科生讲授决策分析课程。历届选修课程的学员对决策分析课程学习表现出的热情和兴趣，增强了作者编写本书的责任感和紧迫感。本书的出版得到了国防科学技术大学研究生精品课程建设项目和研究生重点课程建设项目的资助。在此，感谢国防科学技术大学研究生院、信息系统与管理学院的支持。

在本书的写作过程中，作者得到了许多学者和朋友的无私帮助。其中，特别要感谢北方科技信息研究所田雨华研究员，太原理工大学轧刚教授，清华大学邵学军教授、王忠静教授，西南大学李玲教授，美国标美实业联盟（SMA/Shuimin AG）董事长张水民（Walter Zhang）博士等对作者的帮助和支持。

2010 年英国 Manchester 大学商学院杨剑波（Jian-Bo Yang）教授和美国 Stanford 大学管理科学与工程系 Ross D. Shachter 副教授应邀在国防科学技术大学讲授了决策分析课程，并与作者就有关问题进行了交流研讨，加深了作者对决策分析内容的理解。在此，向他们表示感谢。

作者在编写本书时，参考了大量国内外相关文献，主要的参考文献均已列出。作者多次使用了陈珽先生编写的《决策分析》和岳超源老师编写的《决策理论与方法》作为讲授决策分析课程的教学参考书。在此，向这些文献的作者表示敬意和感谢。同时感谢科学出版社编辑对于本书出版付出的辛勤劳动。

由于写作时间较紧，再加之作者水平有限，书中对一些理论的认识和理解难免有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

武小悦

2010 年 9 月于长沙

目　　录

前言
第 1 章　决策分析概述 …… 1
1.1　决策与决策问题 …… 1
1.1.1　决策 …… 1
1.1.2　决策问题的要素 …… 2
1.1.3　决策的特点 …… 3
1.1.4　决策问题的复杂性 …… 3
1.2　决策问题的分类 …… 5
1.2.1　按决策的层次划分 …… 5
1.2.2　按决策问题的规范性划分 …… 5
1.2.3　按决策者的数量划分 …… 6
1.2.4　按信息的不确定程度划分 …… 6
1.2.5　按决策过程的时序划分 …… 7
1.2.6　按决策的准则数量划分 …… 7
1.2.7　按决策问题的量化程度划分 …… 7
1.2.8　按决策问题的领域划分 …… 7
1.3　决策分析的概念及过程 …… 8
1.3.1　决策分析的概念 …… 8
1.3.2　决策分析的分类 …… 9
1.3.3　决策分析的过程 …… 9
1.4　决策分析的应用与发展 …… 12
1.4.1　决策分析的应用 …… 12
1.4.2　决策分析的发展历史 …… 13
1.4.3　相关学术杂志与活动 …… 17
1.4.4　决策分析的发展趋势 …… 19
第 2 章　Bayes 决策 …… 23
2.1　客观概率与主观概率 …… 23
2.1.1　概率的定义 …… 23
2.1.2　主观概率公理 …… 25
2.1.3　主观概率的估计 …… 34
2.2　统计决策 …… 36
2.2.1　统计决策问题的模型 …… 36
2.2.2　统计决策准则 …… 40
2.2.3　信息的价值 …… 42
*2.3　验前分布的确定 …… 43
2.3.1　确定验前分布的方法 …… 43
2.3.2　无信息先验 …… 44

2.3.3 共轭先验 …… 47
2.3.4 极大熵先验 …… 47
*2.4 统计决策的应用 …… 49
2.4.1 具有部分验前信息的 Bayes 决策 …… 49
2.4.2 导弹命中率的 Bayes 鉴定 …… 52
第 3 章 价值函数与期望效用理论 …… 54
3.1 相关的基本概念 …… 54
3.1.1 二元关系与序关系 …… 54
3.1.2 函数的凸性 …… 58
3.2 偏好序与价值函数 …… 59
3.2.1 偏好关系 …… 59
3.2.2 序数价值函数 …… 64
3.3 效用函数 …… 69
3.3.1 后果集为有限集的效用函数 …… 70
*3.3.2 后果集为连续集合时的期望效用函数 …… 73
3.4 风险态度及其度量 …… 82
3.4.1 决策者的风险态度 …… 82
3.4.2 局部风险厌恶 …… 84
3.4.3 风险厌恶程度的比较 …… 86
***第 4 章 随机优势分析** …… 89
4.1 随机优势的概念 …… 89
4.1.1 M-V 准则 …… 89
4.1.2 随机优势的提出 …… 90
4.1.3 三种效用函数类型 …… 91
4.1.4 随机优势的定义 …… 92
4.2 三类随机优势的性质 …… 92
4.2.1 一阶随机优势 …… 92
4.2.2 二阶随机优势 …… 94
4.2.3 三阶随机优势 …… 97
4.3 随机优势与 M-V 准则 …… 102
第 5 章 多属性价值函数与效用函数 …… 105
5.1 多属性价值函数 …… 105
5.1.1 两个属性的情形 …… 105
5.1.2 三个以上属性的情形 …… 109
5.1.3 价值函数的估计 …… 110
5.2 多属性效用函数 …… 111
5.2.1 两个属性时的情形 …… 111
5.2.2 多个属性时的情形 …… 118
5.2.3 多属性效用函数的估计 …… 122
第 6 章 群体决策 …… 126
6.1 群决策及其特点 …… 126
6.1.1 群体决策问题及其特点 …… 126
6.1.2 群体决策常见的问题 …… 127

6.1.3 常见的群体决策方法 …… 129
6.2 社会选择函数 …… 131
6.2.1 基本概念 …… 131
6.2.2 投票规则 …… 133
6.2.3 策略性投票 …… 140
*6.2.4 其他社会选择函数 …… 141
6.3 社会福利函数的性质 …… 145
6.3.1 两个方案的社会福利函数 …… 145
6.3.2 Arrow 不可能定理 …… 147
*6.3.3 社会偏好满足传递性的条件 …… 150
6.4 群价值函数与群效用函数 …… 154
6.4.1 群价值函数 …… 154
6.4.2 群效用函数 …… 155
第 7 章 Markov 决策过程 …… 158
7.1 Markov 链与 Markov 决策过程模型 …… 158
7.1.1 离散时间 Markov 链 …… 158
7.1.2 Markov 决策过程模型 …… 161
7.2 期望平均费用决策准则模型 …… 163
7.2.1 相关概念和性质 …… 163
7.2.2 策略迭代法 …… 166
*7.2.3 线性规划法 …… 170
7.2.4 值迭代法 …… 173
7.3 期望折扣费用决策准则模型 …… 176
7.3.1 函数方程 …… 177
7.3.2 策略改进法 …… 179
7.3.3 应用示例 …… 181
*7.4 最优停止问题 …… 183
7.4.1 正费用无贴现问题 …… 183
7.4.2 最优停止问题的求解 …… 184
第 8 章 Bayes 网络与影响图 …… 188
8.1 图论与概率基础 …… 188
8.1.1 图论的相关概念 …… 188
8.1.2 条件独立与 d-分隔 …… 190
8.2 决策树模型与求解 …… 192
8.2.1 决策树模型 …… 192
8.2.2 决策树的求解 …… 195
8.3 Bayes 网络及其推理 …… 198
8.3.1 Bayes 网络各的概念及性质 …… 198
8.3.2 Bayes 网络的推理 …… 201
8.4 影响图模型及其求解 …… 207
8.4.1 概述 …… 207
8.4.2 影响图的决策树求解法 …… 211
8.4.3 影响图的 Shachter 化简算法 …… 218

8.4.4 影响图的 Bayes 网络算法 …… 225
第 9 章 行为决策理论基础 …… 227
9.1 决策行为的影响因素 …… 227
9.1.1 决策行为的影响因素 …… 227
9.1.2 期望效用理论面临的问题 …… 234
9.2 前景理论 …… 240
9.2.1 前景理论模型 …… 241
9.2.2 前景理论的应用 …… 244
9.2.3 累积前景理论 …… 246
9.3 启发式与偏差 …… 252
9.3.1 代表性启发 …… 252
9.3.2 易得性启发式 …… 255
9.3.3 锚定与调整启发式 …… 257
9.3.4 决策判断中常见的陷阱 …… 258
参考文献 …… 261

第1章　决策分析概述

1.1　决策与决策问题

1.1.1　决策

决策(decision,decision making),就是在若干个可能的备选方案中进行选择(choice)。"decision making"是动名词,有做决策的含义。

我们每个人都具备决策能力。每天,我们都在做出大量的决策。我们的一生是由许许多多的决策构成的。有的决策较为简单,不需要认真思考就可以做出。例如,吃什么样的饭?去哪儿?走哪条路?有的决策问题则较为复杂。例如,上哪个学校?与谁结婚?从事什么工作?这些决策对我们的一生会有重要的影响。Albert Camus 指出:"一个人的一生就是其做出的选择的总和"。甚至可以说,人类的历史就等于所有人做出的决策的总和。有的学者认为:"谁做出决策?"、"如何做出决策?"决定了世界的秩序。

决策是管理中经常发生的一种活动。对于政府或组织,也有一系列的决策要做。例如,某城市是否需要兴建一个新的机场或火车站。有的决策具有重大的影响,与一个组织或国家的命运息息相关。例如,美国的曼哈顿计划,阿波罗登月工程,航天飞机项目等。中国的三峡工程、改革开放后兴办经济特区及中国载人航天工程等都是具有重大历史意义的决策。

按照 R. A. Howard 和 H. A. Simon 的观点,决策是对稀有资源和备选分配方案进行排序的过程。William Starbuck 指出,决策意味着停止思考(deliberation)而开始行动。通常认为,做出决策意味着决策者(decision maker)为达到预期的目标经过思考做出了对决策资源分配的不可逆的(irrevocable)选择。如果要重新进行选择,必然要付出代价。例如,我们决定购买一件商品,当购买之后,一般就难以全额退回。这一观点是有道理的,因为如果可以重新选择而不付出代价,你就可以任意进行选择,这样也就失去了做出决策的意义。

有的文献中,将决策(decision)与选择(choice)之间的区别进行了界定。认为选择是几乎不需要思考的,只需直觉就可以进行,而决策则需要认真的思考。此外,有的学者认为,对于决策有狭义理解和广义理解两种方式。狭义理解认为:决策就是做出决定,指从不同的行动方案中进行选择,也就是通常所说的"拍板"。广义理解认为:决策是一个过程。即,决策是以问题为导向,为实现一定的目标,决策主体(即决策者)在一定的环境与条件下,在占有一定的信息和经验的基础上,借助于一定的工具和方法对影响因素进行分析与评价,制定行动方案,在多个可能的方案中选取一个符合自己偏好的行动方案的过程。因而,决策是一个发现问题、提出问题、分析问题、解决问题的过程。

美国管理学教授 Paul C. Nutt 经过二十年的调查发现,决策占用了决策者几乎近一半的时间。企业领袖与政府官员时常面临各种决策问题的困扰。Nutt 通过研究发现,在各种决策中,有一半的决策是失败的。实际的失败率更高,因为很多组织可能有意掩盖了一些失败的决策。

美国著名管理学家,1978 年诺贝尔经济学奖获得者 H. A. Simon 认为:管理是由一系列决策组成的,决策是管理的核心,管理的首要职能是决策,管理就是决策。实际上,领导工作就是

决策。改进组织的决策能力对于组织的成功和可持续发展具有重要的作用。

1.1.2 决策问题的要素

决策问题的要素包括决策者、价值与决策目标、备选方案、决策环境等。

(1) 决策者

决策者是指做出决策的主体,决策者可以是个人、群体或组织。决策者有自己的认识水平、决策能力、价值观及偏爱等。

有的学者认为,一个好的决策者应具备如下几方面的素质。

1) 能透过问题的表象(symptoms)区分出实际问题(actual problem)。

2) 能清晰地向其他人表述问题。

3) 了解必须做出决策的时间及决策后果。

4) 能运用有限的信息并有效地处理不确定性(uncertainty)。

5) 较好地理解存在的风险及其后果。

6) 能有效地识别决策机会并生成决策方案。

7) 能应对复杂性(complexity)和不明确性(ambiguity)。

8) 能准确地评估实施决策所需的资源。

9) 具有实施决策方案的执行力。

(2) 价值与决策目标(values and objectives)

价值与决策目标是选择决策方案的依据,通常取决于决策者的个人偏好。

价值(value)通常是指决策者最为关注的东西。因此,决策者在做出决策时的根本出发点是其价值。在进行决策分析时,最为困难的是如何能正确理解决策者的价值。

目标(objective)是指期望的事物。没有目标,就难以选择决策方案。决策目标必须明确。所希望解决的问题也应明确。目标应具有可行性和可检验性。决策者在决策活动中,必须时刻牢记自己的决策目标。

(3) 备选方案(decisions to make,alternatives)

备选方案是指可供选择的行动方案。备选方案的制订是决策中极为重要的一个阶段。

在进行决策时,一般应提出多种决策方案以供评价与选择。管理学界有一句名言:“看来只有一条路可走时,这条路很可能是错误的”。能否提出具有创造性的决策方案对于解决困难的实际决策问题具有极其重要的作用。

(4) 决策环境(decision context)

决策环境指各种备选方案可能面临的自然状态和因素,它们是不以决策者的意志为转移的客观条件,但对决策结果有重大的影响。

决策环境通常具有不确定性、复杂性、动态性、竞争性、资源的有限性。实际中的许多重要决策必须在不确定的环境下做出。决策者通常难以准确地了解决策的后果将是什么。因此,“谋事在人,成事在天”。

识别决策时机是优秀决策者在面临复杂决策问题时能够表现出的重要特征。决策者在进行决策时,还必须考虑短期利益与长远利益之间的关系。但是,应考虑未来多长的时期,则是决策者需要把握的重要问题。

(5) 决策后果(outcomes,consequences)

决策后果是指在做出决策后实际发生的结果。决策者应努力搞清决策后果,当后果搞清

后，决策的实质就是选择决策后果。

(6) 决策信息(information)

决策信息的多少直接影响决策的质量。信息可以帮助消除决策时面临的不确定性，从而有利于做出正确的判断与选择。

1.1.3 决策的特点

根据对决策概念的理解，决策具有如下几个特点。

(1) 判断的主观性

决策是由人做出的，所以必然受到人的主观因素的影响。每一个人一般都有自己的价值标准和偏好。因此，不同的决策者，对于同一个决策问题，可能会做出不同的选择。

(2) 环境的不确定性

决策是面向尚未发生的事物进行的，决策者所了解的信息及未来环境的变化都具有不确定性。对方案进行事后选择已不再可能称为决策，只能称为进行分析和经验总结。

(3) 对信息的依赖性

做出决策需要掌握相关的信息，否则就变成了盲目选择。因此，尽可能地收集所需要的相关信息，并且对信息进行合理的分析是做出正确决策的前提。

(4) 条件的时效性

做出决策通常需要一定的时间。决策是在某一个时刻做出的，因此，决策的正确性依赖于决策者当时所处的环境与所了解的信息等条件。当时间发生变化后，影响决策的因素可能会发生变化，因此，当时正确的决策有可能已不再正确。

(5) 方案的可选择性

决策意味着必须做出选择。因此，决策问题必须有两个以上的可能后果，而且对决策者来说这些后果存在显著的差异。

1.1.4 决策问题的复杂性

对于重大决策问题，有时要做出决策是十分困难的，主要有如下几方面的因素。

(1) 不确定性(uncertainty)

决策是面向未来的，由于认知能力的局限及不确定性，决策者对未来的发展变化通常缺乏清晰的理解，因此，决策环境(decision environment)是不确定的。不确定性可能会给组织带来巨大的风险。由于决策的时间压力(决策必须在有限时间内做出，例如应急决策问题)或决策成本的局限(缺少足够的人力、资金用于收集信息和做出决策)，决策者不得不在不确定条件下做出决策。

(2) 多准则(multicriteria)

决策者在对不同决策方案进行选择时，通常需要考虑多个方面的因素。例如，若要购买一辆小汽车，需要考虑价格、速度、安全性、百公里油耗、外观、售后服务、品牌等因素。称这些需要考虑的因素为决策准则(criteria)。有时，这些准则之间存在矛盾，在某一个准则方面好，可能意味着另一个准则差。例如，汽车的价格与安全性之间通常就难以一致。价格越高的汽车，安全性通常越好。

(3) 后果难以公度

做出不同的决策后会出现不同的后果，这些决策后果可以用多个决策准则进行评价。但

是,决策准则的评价方法有多种。例如,汽车价格可以用货币单位度量,但汽车的安全性及外观则难以用货币直接度量。

(4) 多个决策者或利益相关者

对于重大决策问题,通常涉及多个利益相关者(multiple interested stakeholders)或多个决策者。对于同一个决策方案,这些利益相关者或决策者有时由于利益冲突和价值取向不同,具有不同的选择判断。

(5) 决策问题不明确

有时,决策者面临的决策问题是不明确的(ambiguity)。不明确的含义是指决策问题缺乏明确的决策目标,对决策方案及决策相关的因素没有清晰的了解。

根据 Ralph L. Keeney(1982)的论述,将决策问题的复杂性可归纳为以下几个方面。

1) 多目标(multiple objectives)。评价一个决策方案的优劣通常有多个评价准则。

2) 识别良好方案的困难(difficulty of identifying good alternatives)。由于影响方案评估的因素众多,因而寻找满意的方案十分困难。

3) 无形(intangibles)。团队的士气、顾客的情绪、环境美观的破坏程度等无形因素常常是决策时必须考虑的关键因素。但是,这些因素的度量十分困难。

4) 长远性(long-time horizon)。在许多情况下,决策的后果是难以在短期内感受到的。例如,有的建筑项目的寿命达 100 年,大型复杂工程系统的研制周期也常常达到 20 年。这样,就必须评估决策方案对未来的影响。但是,在未来的长期时间内,会有许多不确定因素影响方案的质量。

5) 多影响群体(many impacted groups)。许多决策会影响到不同的群体(如禁烟)。但是,不同群体的人会有不同的态度和价值观。

6) 风险和不确定性(risk and uncertainty)。对几乎所有的决策问题,决策后果都有一定的不确定性和风险。例如,一种广告方案可能失败,水库可能发生溃坝,一种新开发的产品可能销量不好。造成风险和不确定的因素很多。例如,发生地震和洪水等自然灾害,政府政策的变化等。许多重要决策问题(如大型水库的修建)的后果影响十分严重,可能涉及巨大生命财产损失或对环境的严重破坏。一些食品和药物管理、化学危险品管理等方面的决策问题涉及对人的生命和健康风险(risks to life and limb)的态度。这类问题在决策时必须考虑,但是处理较为困难。

7) 多学科性(interdisciplinary substance)。大型跨国公司的决策者不可能对法律、税务、会计、市场、生产等各个方面的知识都掌握得很好。因此,在决策时必须借助其他专业人员的帮助。由于没有全能的专家(no overall experts),在进行复杂决策时,不同学科和专业的人员都需要参与到决策过程中。

8) 多个决策者(several decision makers)。对于许多重要的决策问题,常常不是一个人说了算,而是由多个人共同做出决策。例如,公司的重要决策必须由董事会成员共同做出。

9) 价值权衡(value tradeoffs)。许多工程项目的决策涉及环境保护与经济发展的权衡、眼前利益与长远利益的权衡。

10) 风险态度(risk attitude)。决策者对待风险的态度将影响决策者的选择。例如,一个公司如果维持现状运行,则可能会面临市场份额的减少。如果开发新的产品或调整发展战略,可能会获得高额利润,但同时也会使公司面临破产的风险。若决策者富有冒险性,则可能会选择后者。

11）决策的序贯性（sequential nature of decisions）。许多决策之间是相互关联的。现在做出的决策可能影响今后决策的机会和质量。

1.2 决策问题的分类

可以从不同的角度出发，根据研究的目的对决策问题进行多种分类。以下仅介绍几种在文献中常见的分类。

1.2.1 按决策的层次划分

按照决策问题的层次，可将决策问题划分为战略决策、管理决策、业务决策。

（1）战略决策

战略决策（strategic decision）指有关组织的全局、关系到组织未来发展方向与远景的全局性和长远性利益的重大决策。例如，企业的投资方向、各级领导人的选择、组织的结构、产品的品种结构、新产品的开发和市场的开拓发展等问题。战略决策通常由组织的最高领导人做出。

随着生产规模的扩大，竞争的复杂化，原来以提高企业内部效率为基本内容的科学管理方法已不能满足要求。组织的管理者认识到，决定组织兴衰成败的关键是组织的战略决策，这比微观管理更为重要。组织的大方向错了，工作效率再高也没有用。有时，决策的执行效率越高，损失越大。

在战略决策中，对未来情况不易准确估计，资料难以收集，决策风险大，定量分析方法用得少。

（2）管理决策

管理决策（management decision，administrative decision）有时也称为战役决策。管理决策主要是指为了实现既定战略决策，解决如何配置组织内部资源的问题。例如，企业的生产计划、营销计划、设备更新改造等。管理决策主要由组织的中间层次的各级部门进行。

（3）业务决策

业务决策（process decision，operating decision）有时也称为战术决策，主要是指组织的日常业务活动中，为提高工作效率，合理组织业务活动的决策。例如，库存管理，营销管理，生产管理和技术管理等。业务决策的技术性强，作业性强，通常由组织的初级管理层进行。

1.2.2 按决策问题的规范性划分

按照决策问题的规范化程度划分，可将决策问题划分为规范性决策和非规范性决策。

（1）规范性决策

规范性决策（programmed decision）也称为程序性决策（routine decision，operational decision），指在管理活动中重复出现的、例行的、具有一定结构的，可以按常规的经验与方法，通过一定的程序加以解决的决策。如库存决策与订货策略。这种决策问题一般存在解决问题的确定方法，属于结构良好的决策问题。

规范性决策可采用运筹学的各种方法、计算机仿真技术和信息技术进行。对于规范性决策问题，多数情况下可以依据过去的方法进行处理，或由计算机自动完成。例如，教学计划的安排，生产计划的制定，车辆的调度，不及格学员的处理等。这些决策问题的处理方法都可以由具体的文件或流程规定，或用计算机软件进行辅助处理。

低层领导人一般面对大量的规范性决策问题。采用规范化决策有助于提高决策效率和质量。因此,只要有可能,就应将决策程序化。

(2) 非规范性决策

非规范性决策(nonprogrammed decision, non-routine decision, strategic decision)指首次出现或偶然出现的非重复性的决策问题。例如,我国三峡大坝的兴建决策,我国是否应加入WTO等。这类问题属于首次出现或者过于复杂,没有现成的决策程序和方法可以运用,而更多地需要人的判断、能力、经验等。这类决策通常只实施一次,时效性较强。高层领导面对的决策问题一般都是非规范性决策问题。

1.2.3 按决策者的数量划分

按照决策者的数量,可以将决策问题划分为个体决策与群决策问题。

个体决策(single person decision making)指在最后确定方案时,由最高首长决定的一种决策方式。个体决策的特点是决策快,责任明确,能充分发挥领导人的主观能动性。但决策的质量完全取决于个人的性格、胆识、经验等。

群决策(group decision making)指由两个以上的人组成的决策集体共同做出的决策。群决策可以集中群体的智慧,群体成员对群决策的后果共同承担责任。

群体决策是多数人共同参与的决策活动。群体决策应保证决策参与者所提的建议、议案在决策活动中真正发挥作用,使所有参与者均能为达成组织目标作出贡献,并分担决策责任。

Nutt教授指出,很多决策失败的原因是决策者很少愿意花时间考虑一些人的权利,而这些人又有可能受到决策结果的不利影响。明确决策的理由和动机、让潜在的反对者也参与决策,对于消除反对意见非常重要。成功的决策者常常在决策之前就强调多方参与决策过程,这样有利于决策的实施。

在决策实践中,有时形式上是群决策,但本质上不是群决策。例如,决策参与者与决策问题无关,事不关己;参与者提出的观点,决策负责人不予认真研究;参与者虽有自己的观点,但不愿表达,怕打击报复;各个决策者的观点相近。

目前,关于群决策理论与方法已有大量的研究成果。包括:群效用理论,社会选择理论,委员会决策理论,投票理论,对策论,群决策支持系统等。

1.2.4 按信息的不确定程度划分

按照决策信息的不确定程度,可以将决策问题划分为确定性决策(decision under certainty)、严格不确定性决策(decision under strict uncertainty)和风险决策(decisions with risk)问题。

确定性决策指在决策需要的各种情报资料完全掌握的情况下所做出的决策。对确定性决策中的任何一个方案,只有一个确定的结果。

由于决策未来状态是已知的,所以对确定性决策问题只需采用运筹学的方法(如线性规划、网络规划等)进行决策即可。

严格不确定性决策指决策所需的情报完全无法加以具体掌握的决策。决策者只知道有哪些后果及自然状态可能出现,但不知道出现的可能性。

风险决策指只掌握了进行决策所需的部分信息进行的决策,介于确定性决策与不确定性决策之间。决策者可以给出各种后果及自然状态出现的可能性。例如,给出各种后果或自然状态出现的概率。

1.2.5 按决策过程的时序划分

按照决策者做出的决策与决策之间的时序关系，可将决策问题划为单项决策（single step decision making）与序贯决策（sequential decision making）问题。

单项决策也称为静态决策，是指在某个时间点上做出的决策。序贯决策也称为动态决策，是指一系列在时间上有先后顺序的决策，前一决策的结果将影响后一个决策。因此，在进行决策时，需要考虑各个决策之间的相关性。

1.2.6 按决策的准则数量划分

属性（attributes）是事物的某些特点、性质或效能。例如，汽车的最高时速，飞机的最大飞行高度，产品的成本与价格。

目标（objectives）是决策者对事物的某种追求，通常表示决策者确定的努力方向。例如，最大化利润，减少环境污染。

准则（criteria）是决策有效性的某种度量，是评价事物的基础。在实际问题中可表现为属性（attribute）或目标（object）。

按照决策时考虑的决策准则的数量，可将决策问题划分为单准则决策与多准则决策问题。

1）单准则决策（single criteria decision making）是指决策时只需要考虑一个决策准则的决策。

2）多准则决策（multicriteria decision making，MCDM）是指决策时需要考虑多个决策准则的决策。有时，人们也将多准则决策称为多目标决策（multiobjective decision making，MODM）。

通常，多准则决策又分为多目标规划（multiple objective programming）及多属性决策（multiple attribute decision making，MADM）。多目标规划是指决策空间是连续的，有无限多个决策方案。多属性决策是指决策空间是离散的，只有有限多个决策方案。

1.2.7 按决策问题的量化程度划分

按决策问题的量化程度，可以将决策问题划分为定量决策与定性决策。

定量决策（quantitative decision）指决策的目标和变量可用数量表示的决策问题。如企业的生产计划决策，工程车间调度问题等。大多数定量决策问题可通过建立数学模型求解或运用计算机仿真等方法解决。

定性决策（qualitative decision）指决策的目标和变量难以用数量表示的决策问题。例如，组织机构的变革，工程项目的承建，医疗卫生体制改革的决策。这类决策问题一般很难建立决策分析模型，难以预测决策后果。通常主要依靠人的经验、直观判断等解决定性决策问题。

过去，人们过于强调定量决策方法的作用。因为许多复杂的决策因素难以由定量模型加以考虑，人们越来越认识到，要解决复杂的决策问题，仅依靠定量决策是不够的。正确的做法应当是定性与定量分析相结合，将人的经验、判断与智慧与各种定量决策技术相结合对复杂决策问题进行综合分析。

1.2.8 按决策问题的领域划分

按决策问题的所涉及的领域，可将决策划分为：个人事务决策（personal decision mak-

ing)，政治决策、公共政策决策(public policy decision making)，商业决策(business decision making)，军事决策(military decision making)和其他领域的决策等。

1.3 决策分析的概念及过程

1.3.1 决策分析的概念

决策科学是研究决策行为基本理论与方法的一门综合性学科。决策科学涉及心理学、数学、社会学、经济学和政治学等多个交叉学科领域，其研究对象是决策，研究目标是帮助人们理解决策行为、提高决策质量、减少决策时间和成本。

对于决策分析，许多学者已给出了各自的理解和表述。

Keeney 认为：决策分析可以在不同的层次上定义。决策分析直观上可理解为："解决复杂决策问题常识(common sense)的形式化(formalization)"。更为技术化的表述为："由一组公理、基于这些公理的一种方法论和系统化程序表述的原理，用于合理地分析决策问题的内在复杂性"。

Howard 认为：决策分析通过一系列的步骤，将不清晰的(opaque)决策问题转化为清晰的(transparent)决策问题。

Corner 和 Kirkwood 认为：决策分析是规范性(normative)的理论，而不是描述性(descriptive)的理论。决策分析主要提供一种如何更好地做出决策的途径，而不是描述决策是如何做出的。决策分析(decision analysis)是一组用于分析决策问题的定量方法，其基础是一组相容的选择公理(axioms of consistent choice)。决策分析特别面向具有不确定性(uncertainty)及多个冲突目标(multiple conflicting objectives)的决策问题。

Gregory(1988)将决策分析定义为：对决策者将采取的行动的选择过程。

本书将决策分析理解为：决策分析是决策科学的一个应用分支。决策分析是针对具有不确定性的复杂决策问题，帮助决策者在一定的条件、偏好、目标和方案等情况下，从可能的方案中进行选择的分析过程。

决策分析并不是直接给出决策的选择，也不是为了取代决策者。决策分析为决策者提供了一种分析决策问题的结构化的框架(framework)，决策分析通常是一种迭代的过程(iterative process)。通过进行决策分析，有助于产生富有创造性的方案，进行高质量的思考和有条理的讨论，阐明影响决策的关键因素、不确定性以及决策难点所在，帮助决策者更好地理解决策问题(包括：决策环境、决策目标、存在的决策机会、不确定性、决策者的偏好)，进行偏好权衡，给出行动方案(course of action)的建议，使决策者结合自身的直觉，在正确的时机进行合理的选择。

有一些学者将决策分析理解为 Bayes 决策。但是，Bayes 决策只是决策分析的一种分析方法。

决策的好坏是依据决策分析是否合理进行评价的。由于不确定性的存在以及决策问题的复杂性。一个好的决策(good decision)并不一定能保证得到好的结果(good outcome)。例如，若某个决策者面临以下两种抽奖(lottery)选择：

抽奖 A：以概率 20%确定性地获得 100 元，以概率 80%什么也没得到。

抽奖 B：以概率 10%确定性地获得 100 元，以概率 90%什么也没得到。

显然，明智的决策者应选择 A。由于不确定性，即便选择 A 也有可能什么也得不到，而选

择 B 也有可能因为幸运得到 100 元。

因此，尽管决策分析可以帮助决策者做好更好的选择，但并不能保证一定能获得好的决策结果。

如今人们面临的决策问题越来越复杂，运用决策分析的方法论，可以将运筹学、管理科学、系统分析方法与人的主观判断有机地结合起来，用以支持决策。决策分析的作用在于帮助理解决策问题，减少出现不期望后果的机会。通常，政府部门必须向公众，公司应向股东说明其决策行动的合理性，这时，运用决策分析有助于解释决策的合理性。

1.3.2 决策分析的分类

在文献中，通常将决策分析分为三类。

(1) 规范性决策分析

规范性决策分析(normative perspective)的出发点是一些基本假设和理性公理。这些假设或公理被认为是合理的，可以用来指导人们进行决策。规范性决策分析主要研究基于公理的规范模型(normative models)。

在不确定性或风险决策方面，理性选择的主流规范模型是：由 von Neumann 和 Morgenstern 于 1944 年给出的期望效用模型(expected utility model)与 Savage 于 1954 年给出的主观期望效用模型。

这类决策分析解决问题的特点是：用期望效用作为识别偏好方案(prefered decision alternative)的准则，确保在进行复杂决策时不会出现类似“偏好不满足传递性”(intransitivity of preference)等问题。人的主观判断在决策过程中发挥重要的作用。

(2) 描述性决策分析

描述性决策分析(descriptive perspective)主要研究在现实中人们是如何思考和行动的。在不确定决策方面，1979 年 Kahneman 和 Tversky 提出的前景理论(prospect theory)是主流的描述性决策模型。1992 年 Tversky 和 Kahneman 对该理论做了进一步的完善。运用前景理论，可以解释现实中人在进行决策时偏离期望效用理论的某些行为。

(3) 规定性决策分析

规定性决策分析(prescriptive perspective)是上述两种分析方法的结合，主要研究如何运用规范模型帮助人们做出更好的决策，但是考虑到了人的判断局限性和实际行为的偏离。例如，是否批准某个 R&D 项目时，可以先建立规范模型进行分析，但可能对很多因素进行了简化以便于建模与求解。描述性决策分析方法可用来帮助决策分析人员进一步对模型和结果进行分析。例如，分析模型输入估计的可信性，人在进行主观判断时可能出现的偏见等问题。

1.3.3 决策分析的过程

有的文献认为，决策分析过程大体可分为两种类型。

第一种是经典的决策分析过程，也称为辩护式的(advocacy-based)决策分析过程。决策分析者的作用类似于律师，而决策者的作用类似法官。由某一个权威人士提出需要解决的问题，然后决策分析人员接受任务，开展数据收集、选择方案、方案评估等一系列工作，最后向决策者提交决策建议。若决策分析的结果符合决策者的判断，则决策建议被采纳。否则，需要重新开展决策分析工作。

第二种是基于过程交互的(inquiry-based)决策分析过程。决策者与决策分析人员一道针对决策问题进行分析与评价。决策者需要参与决策分析的各个关键活动及确认每一步的结果。

典型的决策分析过程应当是一个不断迭代的过程。因此,可以将决策分析过程称为决策分析环(cycle)。决策分析本质上是一个决策信息的输入、加工处理、交换和输出的过程。具体地,包括发现问题、确定目标和方案制订、选择、实施、反馈、调整以及事前评价、事后评估等活动。

1982 年,Ralph L. Keeney 将决策分析过程分为如下四个步骤(如图 1.1 所示)。

1) 将决策问题结构化(structure the decision problem)。

2) 评估方案的可能影响(assess the possible impacts of different alternatives)。

3) 确定决策者的偏好(价值)(determine preferences/values to decision makers)。

4) 评价与比较方案(evaluate and compare alternatives)。

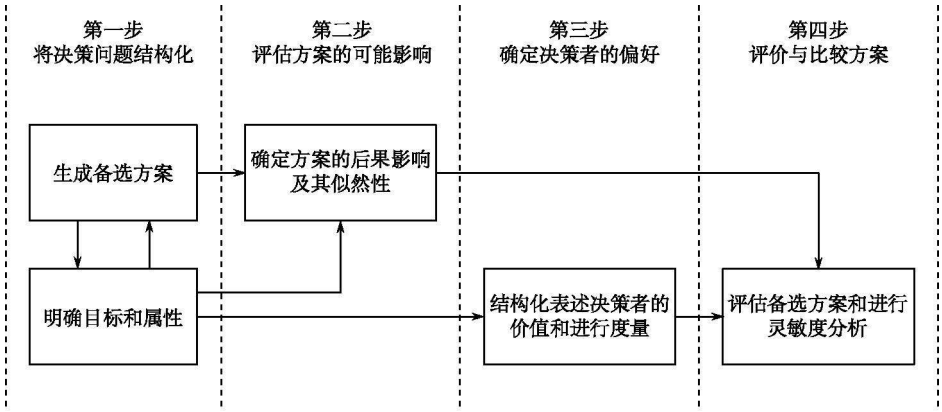

图 1.1　Keeney 给出的决策分析步骤

基于 Keeney 的论述,以下分别介绍这 4 个步骤。

1. 将决策问题结构化

这一步包括,明确决策问题和决策目标(objective),并生成备选方案(alternatives)。

决策是为了解决问题的,“问题”是指实际状态与期望状态之间出现了差异。包括:差异是否超过了一定的界限?是否有扩大的趋势?严重性如何?发现并分析问题是整个决策的基础。

发现问题后,要对问题进行分析,找出原因,以便有针对性地确定决策目标。如果问题确定错了,决策目标也就错了,从而导致决策失误。在进行决策活动时,一定要将主要精力放在正确的决策问题上。人们在进行决策时常犯的错误是不能正确识别所面临的真正问题,从而提出了一个错误的决策问题。这类错误称为“第三类错误”(error of the third kind)。如果从一个错误的决策问题入手,根本就不可能作出正确的选择。就像在高速公路上的旅行者,当得意于高速行驶时,根本没有意识到自己走错了路。

决策目标是为解决问题确定的。确定目标是决策过程中最重要的一个环节。目标确定好了,问题就解决了一半。目标必须明确。在决策中,正确理解决策目标是十分重要的。决策者

及决策分析人员都应认真审视和思索决策目标。有时,通过对决策目标的思考,可以发现新的决策方案。

明确决策目标时,首先生成决策方案的一系列可能后果,并对这些后果进行整理分类。例如,建设电厂的后果可以被分为环境影响、经济影响、社会影响、健康与安全、公众态度等大类。这样,就可以逐步构建出决策问题的目标层次结构。较低一层的目标可以说明上一层目标的具体含义,是实现上一层目标的途径(mean)。对于最底层的目标,应当确定一个属性,以度量目标达到的程度。例如,对于"利润最大化"这样的目标,可以用"万元"度量其实现的程度。然而,有些目标(如环境影响)是难以直接量化测度的。

在确定决策目标时,应考虑使决策目标与组织的总体战略相一致。可以用价值导向思维(value-focused thinking,VFT)辅助进行价值或目标体系的构建。

制订方案就是寻找实现决策目标的手段。要充分发挥咨询机构和专家的作用。例如,可以运用头脑风暴法生成新的决策方案。在生成决策方案时,需要考虑以下两个主要问题。

一种情况是有大量的可供选择的方案,但并不都是好的方案。因此,需要运用某种技术,从中消除那些与其他方案相比明显不好的方案。这时,可以先用较强的选择条件进行粗略的选择。例如,可以先建立一个确定型决策模型,剔除明显的劣解;然后,再对剩余的方案进行较详细的评价。

另一种情况是难以找到合理的备选方案。这时,应当根据决策目标,进行方案创新以满足目标要求。例如,如果要解决一个地区犯罪率上升的问题,则会考虑到要求配备更多的警力。这时,可能想到对配备不同数量的警力的方案进行决策分析。然而,由于决策目标是减少犯罪,可以考虑改善警用装备、改进治安工作、加强社区管理和教育等更广泛的决策方案。

2. 评估方案的可能影响

对于每一个决策方案,应当确定其可能出现的各种后果,以及每种后果出现的概率。即,进行概率评估(probability assessment),给出后果集合上的一个概率分布。

可以采用相应的专业模型对于各种类型的后果及其概率进行分析。有时,必须对专家的判断和概率估计进行量化。一种量化概率判断的方法是采用参数化方法,对事先给定分布类型的概率函数估计其参数。另一种常用的方法是分位数法(fractile method),直接估计累计概率密度函数上的点。第三种方法是直接给出对应于不同水平后果的概率。Tversky 和 Kahneman 指出,这种方法容易出现错误。但近期的研究表明,通过对专家进行训练可以改善其判断估计的正确性。

对于给定的备选方案,各个属性之间若存在概率相依性,则会使后果影响评估变得十分复杂。另一种复杂的情形是:有多个专家对同一事件进行判断,这些专家有不同的观点,并且难以找出差异的根源所在,而且由于各个专家的判断都是基于同一信息来源,因而是相关的。这一领域的研究至今依然是决策分析的前沿之一。

此外,还需要评估决策方案的长期影响,因此,必须考虑长远性因素。

在评估决策方案的影响时,可以采用影响图(influence digrams)或决策树(decision trees)等方法。决策树是描述决策不确定性的有效工具。对于实际决策问题,决策树通常很大。因此,可以用计算机软件辅助进行决策树的构建与分析。

3. 确定决策者的偏好

这一步主要是进行效用/价值评估(utility/value assessment)。首先确定决策者的偏好结构(the general preference structure) 。在此基础上,根据各种效用独立性假设,确定合理的效用函数形式。然后,评估单属性效用函数(assessing single-attribute utility functions) ,确定效用函数的标度常数(evaluating scaling constants),并进行效用函数的一致性检查(checking consistency)。当存在多个决策者时,还需要进行个人偏爱好的集结。

4. 评价和选择决策方案

在进行决策方案评价时, 要有合理的评价指标,还需要科学地选择评价方法。评价指标应能反映决策者的价值和偏好。

评价方案的优劣,首先要从决策目标出发,以实现决策目标为主要评价标准。同时,还要注意各种后果出现的可能性。效用函数可以用于描述风险态度,并进行相互冲突的各个目标之间的权衡。通常可以选择具有最大期望效用的决策方案。

常用的评价方法有:经验判断法、名义小组法(nominal group technique, NGT)、期望效用法、试验法等。如试验法是针对缺乏经验的新问题,先选定几个典型单位进行试点。

在对备选方案进行评价时,要注意方案的适应性。通常,还应进行灵敏度分析(sensitivity analysis),以考虑实施方案后,是否能够适应环境的变化和意外事变的干扰。应充分考虑各方面的因素,分析各种不确定因素的变化对决策方案选择的影响。

在方案选择时,要克服举棋不定的心理。做出决策后,还需要实施决策方案并监督决策方案的执行过程。为此,要制订实施计划,明确各个组织及成员的职责、任务、工作进度、任务要求和期限。在制订实施计划时,应做防范分析,对方案在执行过程中可能出现的问题及其影响进行考虑,准备一些应对措施。

在决策实施中,还要加强信息反馈,并对实施过程进行监督,及时对偏离决策目标的各种情况进行调整。若主客观条件发生了重大变化,则必须进行追踪决策(tracking decision)。

追踪决策是一种对于原有决策的根本性修正,具有一些不同于正常决策的性质。包括回溯分析、非零起点和心理效应等。

回溯分析是指从原来决策的起点开始,按原来的决策程序进行重新分析。非零起点,是指决策的条件与环境已发生了变化,因而必须考虑此时决策的条件已不是原来决策时的条件了。心理效应是指要再次以客观、公正和积极的心态进行决策。

1.4 决策分析的应用与发展

1.4.1 决策分析的应用

决策分析的最终目的是帮助决策者做出更好的决策。决策分析可用于个人决策、组织决策、公共决策等许多领域。据文献统计,在美国有 1/3 以上的大企业采用决策分析技术作为其制定政策的主要工具。决策问题越具有复杂性和不确定性,进行决策分析体现的作用越大。决策分析在应用中的主要任务是:确定决策问题框架,辅助进行决策方案生成,辅助确定决策目标,明确各个决策目标(objectives)的评价测度(evaluation measure),提取决策信息及决策

者的价值判断，对分析结果进行合理性解释。

1991 年，Corner 和 Kirkwood 对 1970～1989 年决策分析的应用文献进行了研究。2004 年，Keefer，Kirkwood 和 Corner 对 1990～2001 年决策分析的应用文献进行了研究。他们将决策分析的研究文献按以下几个应用领域进行了分类研究。

1）能源（energy）领域。包括：生产和项目选择（product and project selection），出价（bidding），环境风险分析（environment risk），法规或制度（regulation），技术选择（technology choice），选址（site selection）。例如，煤矿选址、核电站选址问题，石油勘探中油井的选址问题。

2）制造和服务（manufacturing and services）领域。包括：预算分配（budget allocation），财务（finance），生产计划（product planning），战略（strategy），研发（R&D）项目选择。

3）医疗（medical）。医疗决策是决策分析的重要应用领域。

4）军事（military）。

5）公共政策（public policy）。例如，环境污染标准的制定决策。

6）其他（general）。

当前，决策分析已成为解决公共决策问题、特别是医疗决策问题的重要工具。Smith 和 Winterfeldt 于 2004 年指出，目前决策分析方法并没有在企业中得到充分的应用。因此，决策分析研究者应当关注企业财务决策和金融市场决策研究。

为了使决策分析在应用中取得成功，需要决策分析人员（the decision analyst）和决策者（the decision makers）、专业人员进行良好的沟通，需要进行结构化的创新思维（structured creative thinking）和信息灵敏性分析，需要有一定的艺术和技术。

1.4.2 决策分析的发展历史

人类进行决策的历史是很长的。例如，中国的《二十四史》、《资治通鉴》、《孙子兵法》等都记载了人类在政治、军事、经济等领域的各种决策活动；另外，三国时代的诸葛亮的“空城计”，春秋战国时代的“齐王与田忌赛马”等。这些决策活动是十分有效的，其决策思想是科学的，但这些决策依赖于人的智慧与经验，取决于决策者的个人才能，故称为经验决策。

决策分析的发展是与主观概率及效用理论的发展密切相关的。

对于概率有几种解释，包括：经典的（classical）、频率主义者的（frequentist）、逻辑的（logical）和主观的（subjective）解释。概率的经典解释是由 Laplace 于 1814 年给出的。按 Laplace 的观点，所有的事件都应能够被化解为由等可能事件组成。某个事件的概率就是该事件中所含的等可能事件的数量在全部等可能事件数量中所占的比例。频率主义者的解释是由 J. Venn 于 1866 年给出的，他认为事件的概率是在一系列的随机试验中，该事件对应的结果在全部观测结果中所占的频率。逻辑解释是由 Keynes 于 1921 年给出的。按其观点，概率是命题（propositions）间的一种逻辑关系（logic relation）。

1713 年，Jakob Bernoulli 提出概率可以理解为对信念的度量（degree of belief）。之后，de Finetti（1931），Jeffreys（1961），Ramsey（1926），Savage（1954）等相继进行了主观概率方面的研究。其中，Ramsey 是最为倡导主观概率的学者。Fishburn 于 1986 年给出了主观概率的公理体系。

1713 年，Nicolas Bernoulli 提出了著名的“圣彼得堡悖论”（Saint Petersburg Paradox）。该悖论表明，如果人们是依据期望值最大原则进行赌博决策的，则可以构造一个赌局，使得赌

局的价值无穷大，因而人们应当愿意为参赌支付任意数额的金钱。1738 年，Deniel Bernoulli 运用效用理论解决了这一问题，提出效用值的概念及用概率反映不确定性的思想。他在一篇论文中指出，人们并不总是依据期望值最大原则进行赌博决策。他提出了具有对数函数形式的效用函数，指出金钱的效用是金钱数量的对数函数，因此效用的增量是递减的，效用是有界的。该论文为效用的概念及效用函数的可能形式奠定了基础，提出的效用模型解释了对期望价值模型的偏离行为。

1763 年，Thomas Bayes 给出了根据观测的结果对概率进行修正的方法，即概率理论中著名的 Bayes 定理。概率的主观解释是 Bayes 学派所持的观点。按这一观点，应将概率理解为对个人信念的一种测度。

1789 年，Bentham 在《道德与法律原则》(Principles of Morals and Legislation)中提出，快乐与痛苦(pleasure and pain)的效用可以用基数形式度量。

决策从经验发展为科学决策，开始于 20 世纪。现代化的大生产与科学技术的发展迫切需要科学决策理论，以减少决策失误和风险损失。现代科学的发展为决策理论提供了工具和方法。如，运筹学，系统工程，对策论，模糊数学等。信息论、控制论及系统论为决策理论提供了新的思维。现代计算机技术的发展为决策理论的实现提供了支持手段。

1921 年，Frank Knight 对风险(risk)和不确定性(uncertainty)进行了区分。指出风险是指结果发生的概率是已知的，而不确定性则是指结果发生的概率是未知的。

1931 年，Ramsey 首先认识到了概率与效用具有内在的相关性，可以通过人们对赌局的偏好推断主观概率与效用值。他提出应构建基于这两个概念的决策理论。为了表彰其做出的突出贡献，运筹学与管理学协会(Institute for Operations Research and the Management Sciences, INFORMS)的决策分析学会(Decision Analysis Society)专门设立了 Ramsey 奖牌(Frank P. Ramsey Medal)。

Kolmogorov 于 1933 年在《概率论基础》(Foundations of Probability)中，建立了现代概率论的公理体系。可以说，在第二次世界大战前，已基本建立了决策分析所用的概率理论基础。

1937 年，De Finetti 研究了如何根据人们对赌博的偏好来提取和表示主观概率，为主观概率的构建作出了重要贡献。

现代决策分析的基础是由 von Neumann 和 Morgenstern 于 1947 年、Savage 于 1954 年，Pratt 等于 1964 年建立的公理体系。这些公理体系提供了分析决策问题的基础。按照这些公理体系，决策方案的质量取决于两个方面：①可能出现的决策后果的似然性；②决策者对这些后果的偏好。因此，每个决策方案的评价都涉及主观判断，决策方案后果出现的似然性和偏好则分别由概率和效用函数描述。用概率和效用函数可以计算决策方案的期望效用。根据这些公理，决策者应当选择具有较大期望效用的决策方案。

1944 年，John Von Neumann 和 Oskar Morgenstern 出版了《博弈论与经济行为》(Theory of Games and Economic Behavior)一书。该书是决策分析发展史上的一个重要里程碑，奠定了现代决策分析的效用理论基础。1947 年，在该书的第二版中，给出了期望效用模型(expected utility model)的公理体系(即 EU 模型)。根据该公理体系，可以建立基数效用函数，使每个决策后果都具有一个效用值，决策者将选择期望效用最大的方案。

随后，Marschak(1950)在论文《理性行为，不确定性前景，可测效用》(Rational behavior, uncertain prospects, and measurable utility)，Abraham Wald 在《统计决策函数》(Statistical Decision Functions)(1950)中进一步阐述了效用理论。

1950 年，Columbia 大学的 A. Wald 提出了决策函数的概念和方法（statistic decision function），利用最大期望值的准则，作为风险决策的标准。1954 年，Blackwell 和 Girshick 等对主观概率与效用理论的结合作出了贡献。

20 世纪 50 年代，L. J. Savage 用统计方法研究决策问题，建立了 Bayes 决策理论。1954 年，Savage 出版了《统计学基础》（The Foundation of Statistics）。Savage 考虑了概率未知时的情况，对 Von Neumann 和 Morgenstern 的期望效用理论模型进行了扩展。Savage 给出了将主观概率与效用理论相结合的严格公理体系，建立了主观期望效用理论模型（subjective expected utility model），即 SEU 模型。

1951 年，K.J.Arrow 在其名著《社会选择与个人价值》（Social Choice and Individual Values）中，提出了著名的“不可能定理”（Impossibility Theorem）。Arrow 因此获得了 1972 年 Nobel 经济学奖。Keeney 于 1976 年证明，若采用基数效用（cardinal utility）而不是序数效用（ordinal utility），则可以找到满足 Arrow 公理体系的群效用函数。

1957 年，基于美国哥伦比亚大学（Columbia University）关于行为模型（behavioral model）研究课题的系列研讨，Luce 和 Raiffa 出版了《博弈与决策》（Games and Decisions）。

Allais 于 1953 年提出了一个著名的违犯效用公理体系的例子。该例子表明，许多人的偏好并不符合期望效用理论的公理体系。1954 年，Edwards 的论文《The theory of decision making》在心理学领域开拓了关于行为决策（behavioral decision making）的研究。此后，Clyde Coombs，Sarah Lichtenstein，Larry Phillips，Paul Slovic，Amos Tversky，Daniel Kahneman 等人也相继开展了关于判断与决策的偏见和启发式（biases and heuristics）方面的研究。

在 19 世纪 60 年代，基于主观期望效用模型和 Bayes 统计理论的决策分析得到了较大发展。哈佛商学院（the Harvard Business School）的 Robert Schlaifer，Howard Raiffa，John Pratt 等，以及 Stanford 大学的 Ronald Howard 逐步成为这方面研究的领军人物。Robert Schlaifer 出版了教材《不确定决策分析》（Analysis of Decisions under Uncertainty）。1959 年，Shlaifer 出版了《商业决策的概率与统计》（Probability and Statistics for Business Decisions），提出将 Bayes 理论和决策分析原则用于商业决策问题。

1961 年，Raiffa 和 Shlaifer 出版了《应用统计决策理论》（Applied Statistical Decision Theory），提出了应用统计决策的概念，讨论了 Bayes 统计模型。1964 年，Pratt 讨论了风险厌恶测度（measure of risk aversion）。1964 年，Pratt、Raiffa 和 Schlaifer 发表了论文《不确定性决策基础：简介》（The foundations of decision under uncertainty：An elementary exposition）。

Pratt、Raiffa 和 Schlaifer 于 1965 年出版了《统计决策理论引论》（Introduction to Statistical Decision Theory）一书。1965 年，Howard 发表了一篇《系统工程中的 Bayes 决策模型》（Bayesian decision models for systems engineering）的论文。

1966 年，美国 Stanford 大学教授 Ronald A. Howard 在第四届国际运筹学会议（Fourth International Conference Operations Research）上发表了一篇题为《决策分析：应用决策理论》（Decision analysis：Applied decision theory）的论文，首次提出了决策分析（decision analysis）的概念。1968 年，Howard 又发表了一篇题为《决策分析基础》（The foundation of decision analysis）的论文。Raiffa 于 1968 年出版了第一部书名为《决策分析：初级教程》（Decision Analysis：Introductory Lectures）的专著，主要论述了决策树，效用的提取方法，主观概率和群决策等问题。大约在这一时期，Howard 和 James Matheson 在 Stanford 研究所（the Stanford Research Institute，SRI）（现改称为 SRI International）建立了决策分析小组（the decision analy-

sis group)，专门提供管理决策咨询服务。战略决策组(strategic decisions group)等其他一些决策咨询组织也相继创建。

如何定义和构建效用函数一直是决策分析中研究的热点问题。测量(measurement)是指在被观察实体与数学结构之间建立一种对应关系。实际上，效用是一种对决策者偏好的测量。关于测量，有3卷著名的专著，分别是由Krantz，Luce，Suppes和Tversky于1971年出版的第1卷《可加性和多项式表示》(Additive and Polynomial Representations)；Suppes，Krantz，Luce和Tversky于1989年出版的第2卷《几何、门限、概率表示》(Geometrical，Threshold，and Probabilistic Representations)；Luce，Krantz，Suppes和Tversky于1990年出版的第3卷《表示，公理化和不变性》(Representation，Axiomatization and Invariance)。

代理属性(proxy attribute)是对于难以直接测度的目标或更为基本的属性达到程度的一种测度(measure)。例如，对应急反应系统(emergency system performance)性能的测度可以用其反应时间(response time)、获救人数(life saved)等作为代理属性。1976年，Keeney和Raiffa指出，由于决策者难以准确把握代理属性与更为基本的属性之间的关系，用代理属性进行效用评估可能会产生偏差。

P. C. Fishburn于1982年在《期望效用基础》(The Foundations of Expected Utility)一书中介绍了其在期望效用理论基础方面的研究成果。1988年，Weber等人研究了多属性效用函数的分解结构对其评估结果具有较大的影响。研究结果表明，人们通常会对分解较细的属性给予过大的权重。

过去的几十年来，决策行为方面的研究取得了丰富的成果。大量的实验和观察表明，现实中的决策者的行为并不完全与规范性决策理论预期的一致。1961年，Edwards在论文标题中首次使用了《行为决策理论》(Behavioral decision theory)。Herbert A. Simon教授在1947年提出了“有限理性”(bounded rationality)的概念，将行为科学引入决策分析理论。Simon提出用“满意准则”代替传统的“最优准则”。Simon认为：人的知识并不完备，人不可能掌握所有决策信息。由于复杂的决策环境、有限的决策时间、人脑计算能力的局限性使得现实中的决策者处于有限理性(bounded rationality)状态。人的计算能力、时间和记忆能力有限，不可能精确地描述决策问题所涉及的所有各种因素。人们在选择行动方案时，也不可能了解所有可能的方案，而常常只是在小部分备选方案中进行选择。

Daniel Kahnemann和Amos Tversky对人的判断启发式和偏见(heuristics and biases)进行了大量的开创性研究，在1979年提出了“前景理论”(Prospect Theory)。Kahneman和Tversky指出，即使人们拥有良好的信息，也会由于各种因素的影响而难以做出理性选择。由于与Tversky共同进行的对于不确定条件下行为决策理论的研究成果，Kahneman于2002年获得Nobel经济学奖。

1982年，美国国家科学基金会(the National Science Foundation)设立了决策与管理科学计划(the decision and management science program，DMS)，强调应当以与实际观察结果或经验结论保持一致为基础，结合社会学、行为科学方面的成果进行决策和管理研究。

20世纪70年代，Thomas Saaty提出了层次分析法(analytic hierarchy process，AHP)用于解决决策问题。但是，也有一些决策分析研究人员对AHP法持批评态度，认为AHP缺少充分的规范理论基础，需要决策者在决策过程中问答的问题不够清晰，并且Saaty于1986年提出的AHP公理体系与期望效用理论也不相容。例如，Dyer于1990年指出，AHP方法不满足“无关方案的独立性”原则。尽管如此，AHP决策方法依然在实际中得到了广泛的应用。

价值导向思维(value-focused thinking,VFT)是 Keeney 提出的一种决策分析方法。VFT 是对多属性效用和价值模型的一种扩展。VFT 采用价值(value)作为决策分析过程(包括方案生成和问题结构化表述等)的主要驱动。Keeney 于 1992 年出版了专著《价值导向思维:一种创新决策的途径》(Value-Focused Thinking: A Path to Creative Decision Making)详细论述了这一方法。VFT 在军事决策、战略决策、公共政策决策中已得到广泛的应用。

博弈论(game theory)与决策分析具有基本相同的理论基础。1944 年,von Neumann Morgenstern 的名著《博弈论与经济行为》(Games and Economics Behavior)对两者的理论基础都做了很好的论述。许多决策分析的著名人物,如 Duncan Luce,Howard Raiffa,最早也是从事博弈论研究的。由于基于 Bayesian 决策理论对"不完全信息博弈"研究的贡献,John Harsanyi 获得了 1994 年的 Nobel 经济学奖。近年来,许多学者开始研究在真实博弈中参与人的实际行为。2003 年,Colin Camerer 出版了《行为博弈论》(Behavioral Game Theory)。20 世纪 80 年代以来,竞争性决策(competitive decision making)、协商与冲突分析、不完全信息博弈理论等也有新的发展。近几十年来,诺贝尔经济学奖多次授予了对博弈论作出突出贡献的学者。例如,Nash,Harasanyi,Selton(1994 年获),Mirrlees,Vickery(1996 年获),Akerlof,Spence,Stiglitz(2001 年获),Schelling,Aummann(2005 年获),Hurwicz,Maskin,Myerson(2007 年获)等。

我国关于决策分析的较早的论文是在 20 世纪 70 年代和 80 年代。魏权龄、桂湘云,胡毓达、王浣尘、应玫茜等开展了对多目标决策的研究。陈珽、齐寅峰等分别在《系统工程理论和实践》、《系统工程》介绍了决策分析和多准则决策的理论。此外,顾基发、汪寿阳、汪应洛、席酉民、邱菀华、宣家骥、冯尚友等对多目标问题与群决策问题也进行了许多研究。

陈珽教授于 1987 年出版的《决策分析》是我国决策分析领域的一部奠基性的著作,该书较系统地介绍了决策分析的基本理论与方法,对我国决策分析理论与方法的研究及推广应用具有非常重要和深远的影响。2003 年,岳超源编写出版了《决策理论与方法》研究生教材。此后,徐玖平、徐泽水等学者也先后出版了《多属性决策的理论与方法》、《群决策理论与方法及实现》等专著,较系统深入地介绍了决策理论的相关分支。

1.4.3 相关学术杂志与活动

《Management Science》是决策分析研究领域顶级的国际杂志。根据 2004 年 Hopp 的研究结果,1954～2003 年,在《Management Science》上共发表了 590 篇决策分析的文章,约占该杂志文章总数的 12%,占该杂志被引用最多的文章总数的 17%。Keefer,Kirkwood 和 Corner 等人在 2004 年对 16 种期刊上决策分析应用文章的研究表明,决策分析应用的文章数量总体上呈现增长趋势。

Smith 和 Winterfeldt 于 2004 年对《Management Science》上决策分析的论文发表情况进行了研究。结果表明,从 20 世纪 60 年代到 80 年代中期,在该杂志上的相关论文数量呈现迅速增长趋势。在此之后,相关论文总体数量呈现下降趋势。但是,关于行为决策方面的研究论文数量却是增加的。

Don Kleimuntz 对 1994～1998 年发表的相关文献进行了研究,结果表明,在 369 种期刊中,共有 811 篇论文的题名、主题词或摘要等中有"decision analysis"。其中,60%的论文出现在医学类杂志中(约为 220 种),其他论文则分布在环境风险管理(environmental risk management)、工程、人工智能、心理学和管理类杂志中。表 1.1 列出了决策分析相关的一些重要期刊。

表 1.1　决策分析相关的一些重要期刊

序号	期刊名称
1	IEEE Transactions on Engineering Management
2	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics
3	Operations Research
4	Operations Research Letters
5	Management Science
6	Risk Analysis
7	Interfaces
8	Research, Technology Management
9	Theory and Decision
10	Reliability Engineering and System Safety
11	Military Operations Research
12	Journal of Multi-Criteria Decision Analysis
13	European Journal of Operations Research
14	Journal of the Operational Research Society
15	Omega
16	Decision Sciences
17	Decision Analysis
18	Journal of Behavioral Decision Making
19	Organizational Behavior and Human Decision Processes
20	Journal of Risk and Uncertainty
21	Medical Decision Making
22	Decision Support System
23	Econometrica
24	系统工程理论和实践
25	系统工程与电子技术
26	系统工程学报
27	系统工程
28	管理学报

Keefer,Kirkwood 和 Corner 等人指出,近年来,国际上的决策团体和咨询组织呈现减少趋势,并且缺少具有丰富实践经验与较强的学术背景的决策分析人员。

以下是若干决策分析相关的网站及学术奖励介绍。

决策教育基金会(Decision Education Foundation)主要致力于对高中生及其父母、老师进行决策方法教育。其网站为:http://www.decisioneducation.org。

决策分析爱好小组(Decision Analysis Affinity Group, DAAG)是 1995 年创立的,主要致力于决策分析在工业企业中的应用。自创立以来,每年召开一次年会(annual conference)。其网站为:http://www.daag.net。

1999 年,决策分析协会(Decision Analysis Society, DAS)设立了年度决策分析协会实践奖(decision analysis society practice award),以促进和表彰杰出的决策分析应用。

1.4.4 决策分析的发展趋势

决策分析是决策科学的一个分支,其发展与决策科学的发展是密不可分的。国际上对决策科学的研究大体可划分为以下几种途径。

1) 从运筹学角度,以数学为基本工具的研究决策问题。这类研究主要分布在各个大学的统计科学系或工商学院的决策科学系,以定量研究为主。

2) 从心理学、社会学、组织理论等角度的研究决策问题。研究决策者在做出决策时,如何受个性、情感、潜意识等的影响。此外,还研究社会环境对决策者的影响。这类研究主要集中在各个大学的心理学系。

3) 从各个专业领域的应用角度研究决策问题。这类研究主要分布在各个大学的经济系,政治学系、行政管理或公共管理系等。

有的学者按照决策采用的技术划分,将决策技术分为决策的硬技术与软技术。

决策的硬技术主要指数学化、计算机化、模型化的技术。包括:线性规划、动态规划、非线性规划、库存论、排队论、博弈分析等运筹学模型方法,Bayes 决策,仿真模型与方法等。决策的软技术指应用心理学、社会学、行为科学等方法和系统思想,借助于经验思维、逻辑思维、直觉思维,充分发挥专家知识的决策技术。例如,头脑风暴法、名义小组法(NGT)、Dephi 法、电子会议法等。

当前,决策分析的发展主要体现在以下几个方面。

1. 群决策

在过去的几十年中,关于群体动力学(group dynamics)和团队(team)理论的研究不断受到关注。Victor Vroom 和 Philip Yetton 研究了群体决策的环境要求。R. Meredith Belbin 研究了团队的组成问题。Howard Raiffa 给出了群体决策应如何运用好“仲裁员”(mediators)和“协调员”(facilitators)等来自外部的各种帮助。管理大师 Peter Drucker 指出:最重要的决策在于使用什么样的团队。

Irving Janis 于 1972 年提出了“群体思维”(group thinking)这一概念,用于描述群体成员由于受到“群体一致”的影响不能正确思考问题。美国前总统肯尼迪(Kennedy)的助手 Arthur Schlesinger 在其所著的《一千天》(A Thousand Day)中也指出,在策划“猪湾入侵”(the bay of pigs invasion)计划时,由于群体环境压力而未能阻止这一错误决策。

决策会议(decision conferencing)是一种在计算机支持下的进行的小组会议(group meeting)或研讨会(workshop)。决策会议的主要思想是:用结构化的方式生成和评价备选方案,用实时的定量分析方法帮助决策群体就决策方案达成共识,避免“群体思维”错误。决策会议通常都运用了多属性价值模型。决策会议通常持续 2 天左右,这种会议主要用于解决某一特定的决策问题,并且需要协调员的支持。决策会议的协调员应当具有较好的决策分析和小组管理技术(group facilitation technique)。决策会议已在公共决策、军事决策等领域得到应用。

目前,关于群决策的研究主要集中在:群决策的数学模型与方法,群决策的支持系统 GDSS,社会选择理论的研究等方面。然而,当前关于群决策的理论研究较多,实证研究少。而且,目前群决策理论主要研究的是静态的群偏好集结模型。实际上,群决策是一个多人通过

反复交流最终达成一致的过程，所以还需要加强对群决策过程的研究。

2. 行为决策

描述性决策分析(descriptive)主要研究人们实际上是按照什么准则、或以什么方式进行决策的。规范性决策分析(normative)则主要研究人们按照什么准则与以什么方式进行决策才是合理或理性的。

行为决策理论是采用行为科学的理论方法，对人的决策活动进行描述和预测的一门科学。行为决策理论主要采用实证的方法进行研究。研究范围包括：人的认知模式、效用估计、风险态度、偏离理性的行为分析等。

进入21世纪以来，人们越来越重视从理论上探讨人们在决策过程中的行为机理，特别是注意强调人的行为与心理在决策中的作用，如决策行为与决策心理分析、决策谋略、决策艺术等。

近年来，Malcolm Gladwell和Gary Klein出版了关于直觉(gut)的书《Blink》。一些学者对于直觉决策(gut decision making)表现出兴趣。Buchanan和O′Connell (2006)指出，在Merriam-Webster词典中，“gut”是指“内肠”。但是，Jack Welch在描述其“直觉”的领导风格时，指出，“gut”是情绪反应(emotional response)与坚韧(fortitude)或胆识(nerve)的混合。直觉是一种依赖于个人的，难以相传(nontransferable)的特性(attribute)。人们可以理解Welch，Lutz和Rudolph等管理大师的著作中的每一个字，但是无法复制到这些大师在决策时所运用的经验、思维模式和个人特征(traits)。

直觉决策通常用于危机决策情形。这时，决策时间紧迫，决策者没有足够的时间进行权衡分析和进行结果的概率估计。Henry Mintzberg指出，在进行战略决策时迫切需要进行创新思维和综合，因而战略决策较适合采用直觉决策方式。Gerd Gigerenzer建议：当由于时间和知识的局限性不得已时，可以通过掌握一些简单的启发式(heuristics)来进行决策。Daniel Kahneman，Robert Shiller，Richart Thaler等行为经济学家指出了人们在应用直觉决策时易犯的许多错误。

近年来，在组织中进行决策分析的程序和实施方法得到了越来越多的关注。20世纪80年代，一些决策分析研究团体对决策分析的组织过程开展了研究。以后，这方面的研究主要关注于如何对在决策分析人员、多个利益相关者之间的对话过程进行管理，并给出进行组织过程(organizational processes)的指南或建议。

3. 不确定性决策与智能决策

大脑的认知能力对于人的决策是十分关键的。人在完成一系列的复杂的动作时，并没有进行有意识的精确测量与有意识的计算，但依然可以做出良好的决策。例如，驾驶汽车、打乒乓球、骑自行车等。在这些情况下，人的大脑通常处理的是不确定信息，如事物发生的可能性，物体的大小、速度等。因此，研究大脑是如何用处理不确定性信息以支持决策具有重要的意义，这将有助于发展基于认知的理性决策(perception-based rational decision)理论方法。

有的文献提出：决策中的不确定性可分为软不确定性和硬不确定性。软不确定性是指不确定性可用可加性概率分布来表征；硬不确定性是指决策中的不确定性可用非可加性的概率分布或可能可加性的概率分布来表征。为了考虑更好地考虑不确定性，人们提出了一些新的决策分析理论。例如，英国Manchester大学商学院杨剑波(Jian-Bo Yang)教授提出了基于

Dempster-Shafer 证据理论(evidence theory)的决策分析方法。此外,还有灰色(gray)决策理论,模糊决策理论(fuzzy decision theory),粗糙集(rough set)决策理论,基于 Vague 集的决策理论等。

人工智能可能帮助人们理解人脑是如何做出决策的,并且可以扩展在组织中人的决策能力。因此,决策分析与人工智能(artificial intelligence, AI)之间的关系正逐渐得到关注。特别是涉及许多关于影响图(influence diagrams)与信念网(belief nets)方面的研究越来越多。规范系统(normative system)是指基于影响图与信念网构建的人工智能系统,已引起了人们研究的兴趣。要了解关于这方面更多的研究情况,请访问不确定性人工智能联合会(the Association for Uncertainty in Artificial Intelligence)的网站,网址为 http://www.auai.org。

4. 概率建模与随机决策

在实际决策问题中,常常要考虑不确定性因素的影响,因而需要研究对随机变量的概率及概率相依性(probabilistic dependencies)进行建模与评估的更好方法。

主观概率是进行决策分析的基础。在决策理论中,可以用 Bayes 定理根据新获得的信息对概率进行更新。在考虑专家判断时存在的各种心理启发式(psychological heuristics)和可能的偏见(biase)的条件下,如何可信地评估概率是决策分析中的重要问题。

Spetzler 和 Stael von Holstein 于 1975 年对主观概率评估方法进行了研究,利用所提出的方法,可以最大限度地避免出现判断偏见。目前,关于这方面的研究工作,越来越多地关注于如何评估各种不确定性之间的相关性,以及如何集结多个专家的判断,形成一致的概率分布。Morris 于 1977 年将如何构建多个专家之间的相依性模型称为未来最具挑战性的研究课题。Winkler 于 1968 年给出了多专家集结方面的研究成果。多年来,Moskowitz,Sarin, Wallsten, Budescu, Matheson, Harrison,Morris,Clemen,Myung,Hora,Keeney,Keefer,North 等学者对专家判断问题进行了大量的理论及应用研究。

Yi 和 Bier 于 1998 年,Clemen 和 Reilly 于 1999 年分别给出了 copulas 方法在决策分析中的应用。该方法采用称之为“copulas”的多变量函数来近似联合概率分布,其主要思想是利用各个单变量边际分布(marginal distribution)及相关性方面的信息对相依性进行刻画。

在进行决策时,通常会面对各种风险(risk)。一个组织要做出好的决策,就必须学会如何评估和管理风险。为了研究风险,人们开发了各种模型和工具,例如,实时期权(real options),金融衍生物(derivatives),商业预测模型(business forcasting),情景规划(scenario planning)等,但依然难以完全满足实际风险决策的要求。

由于金融业的发展,人们面对越来越多的随机环境下的动态决策或序贯决策问题。目前可运用解决这类问题的决策分析方法包括:实时期权(real-options)方法,动态规划(dynamic programming)、随机树(stochastic trees)、系统动力学法(system dynamics)。但是,在应用中主要的困难是模型的复杂性和规模过大。因此,一方面,需要继续开展进一步的研究,另一方面,需要计算机软件的支持。

随机树(stochastic trees)是对决策分析应用的重要发展。随机树的主要是用于辅助医疗决策。随机树结合了连续时间 Markov 链以及决策树的特点。

在考虑不确定性随时间消除的条件下,对于序贯决策的建模问题研究十分重要。期权思维(options thinking)与决策分析思想的结合可以更好地分析各类复杂的动态不确定性决策问题。Smith 等学者认为,决策分析者和金融专家可以相互借鉴各自求解问题的工具。

5. 决策支持系统技术

20 世纪 60 年代末出现了决策支持系统(decision support system,DSS)。DSS 以信息为支持,面对半结构化的决策问题,主要是面向管理人员服务的。这种技术在当时改进了业务层次的决策(operational decisions)。

1979 年,John Rochart 在《哈佛商业评论》(HBR)撰文指出:公司领导使用的系统应提供使公司成功必须做好的关键工作方面的数据。当前信息技术正在向支持战略决策方向发展,从而出现了"执行官信息系统"(executive information system)。

Buchanan 和 O'Connell(2006)指出,20 世纪 80 年代开始,决策支持系统与专家系统开始互相结合与渗透。专家系统的核心是知识库与推理机,侧重进行逻辑的定性分析,而决策支持系统的核心是模型与数据,定量分析是其主要内容。这种结合称为智能决策支持系统(intelligent decision support)。到 20 世纪 80 年代后期,又有人提出了"商业智能"(business intelligence)的概念,这种系统主要用于帮助了解公司的状况。同时,人们对于风险的关注越来越多,不少公司使用计算机仿真技术进行风险和机会评估。

20 世纪 90 年代后,随着计算机网络技术的发展,群体决策支持系统(group decisoin support system,GDSS),计算机支持协同工作(computer supported cooperative work,CSCW),电子会议系统(electronic meeting system,EMS)等技术得到重视和发展。对群体决策的支持包括:利用计算机消除通信障碍,加强成员间的交流,信息分发与共享。通过决策模型,辅助群体进行决策形势分析,合作求解问题。辅助非合作群体进行谈判。近年来,随着互联网应用越来越普及,人们在做出决策时越来越多地寻求互联网的支持。例如,2005 年,BizRate 公司指出,59%的网上购物者在做出购买决策前要访问不同的网站,以进行商品价格和特色的比较。

计算机技术的发展促进了各种决策方法的应用和决策软件的开发。决策分析软件可以为实际应用中出现的大规模影响图和决策树的分析提供支持。关于决策分析软件更多的情况,可访问决策分析学会的网址,或参见《今日运筹与管理》(OR/MS Today)对决策分析软件两年一度的综述。