

ZHONGQINGNIAN JINGJIXUEJIA WENKU

中青年

经济学家文库



群体决策理论与应用

——群体决策中的个体偏好集结方法研究

杨 雷 / 著

THEORY AND APPLICATION OF
GROUP DECISION MAKING

—— STUDY ON THE METHODS OF INDIVIDUAL PREFERENCE
AGGREGATION FOR GROUP DECISION MAKING



经济科学出版社

中青年经济学家文库

群体决策理论与应用

——群体决策中的个体偏好集结方法研究

Theory and Application of Group Decision Making

——Study on the Methods of Individual Preference

Aggregation for Group Decision Making

杨 雷/著

经济科学出版社

内 容 摘 要

尽管群体决策 (group decision making, GDM) 已有 200 多年研究的历史, 众多的研究者为此做出了大量的贡献。但是, 群体决策的理论和方法还不尽完善, 实际中还有很多问题未能解决。例如, 对群体决策的概念、分类、研究思路和方法缺乏系统的、清晰的描述; 对一些特定偏好还缺乏有效的集结模型; 已有的偏好集结方法忽视了排序中的平局问题; 对决策中的公平与效率的矛盾, 专家决策权的测评与修正等问题, 也缺乏有效的解决思路和方法。本书重点研究了群体决策中的个体偏好集结方法和与之相关的一些技术难题。

在分析群体决策特性基础上, 本书首先建立了区别于个体决策的群体决策过程模型, 把群体决策分成群体交互过程和个体偏好集结过程两个阶段, 该模型表现了群体决策是行为集结和数量集结相结合的特征。本书对群体决策进行了系统分类, 总结了群体决策研究的方法论, 给出并从逻辑上证明了几个基本假设, 把群体决策

与个体决策进行绩效比较。

其次，从群体决策两个准则：群体效用最大化准则和群体决策一致性准则，确定了分类研究的思路。针对单准则存在不可分辨方案子集（平局问题），本书提出了群体决策复合准则的思想和方法，在科技成果多专家评奖问题中得到比较成功的应用。

接着，本书分别探讨了概率偏好、模糊偏好、二分偏好集结成为群体一致意见的途径和方法。沿着 Condorcet 评审理论、Bayesian 最优决策规则和 Young 最大似然估计定理，构建个体概率偏好不同的集结形式，通过模型揭示群体极端性转移效应；将 KS 模型中贴近度方法与模糊集理论结合，解决群体决策中模糊偏好序的集结问题；运用多学科交叉渗透方法，将工程上的信号检测理论（SDT）应用于描述、分析和模拟个体二分偏好信息集结问题，探索了一种新的研究技术手段。

本书最后深入研究了偏好集结中一些关键性技术难题。（1）试图从两个方面解决公平与效率的权衡问题：第一，把群体决策分解成群体内部决策和群体外部决策，内部决策解决公平问题，外部决策解决效率问题；第二，引入群体决策的背弃成本和时间成本两个概念，按成本最小的思想实现公平、效率和效果三者的平衡。（2）从三个方面解决专家决策权的测评与修正：第一，基于信息熵，测评群体序列决策中不同决策者的权力指数；第二，通过对决策成员施加刺激，从各成员对刺激的反应信息确定决策权重；第三，在专家极优决策权重

基础上,进一步提出更接近专家实际决策能力的双极决策权的思想和迭代算法。将这种方法应用于博士论文评审问题,为建立更科学的博士论文评审制度提供建议。(3)发展了在群体一致化中应用最广泛的 Borda—Kendall 方法;把严格线性序的一致性运算问题描述成一个网络模型,解决了大规模 Kemeny—Snell 模型的求解问题。

本研究对完善群体决策理论、改进偏好集结方法、指导实际的群体决策活动、促进现实社会经济决策的科学化和民主化有一定的理论和现实意义。

Abstract

In the past 200 years, various scholars have made a great of contribution for group decision making (GDM). However, the theory and method for GDM are not perfect as we expected, and many questions in this area are still unsolved. For example, the lack of systematic and clear description for the concept of GDM, classification and research methodology, the lack of efficient aggregation model on some specific preference, the ignorance of ties in ranking for preference aggregation and the lack of efficient resolution for the paradox of fairness and efficiency the measurement and modification of the experts' decision weight. In this dissertation, the methods of individual preference aggregation for GDM and some relative problems are investigated.

Based on the property analysis of GDM, the dissertation builds up a process model to describe the GDM, which differs from the process of individual decision making (DM). GDM process is decomposed into two phases in our model: One is the interaction phase and the other is the aggregation phase. The GDM process model combines aspects of both mathematical and behavioral aggregation. The

present dissertation shows three assumptions for GDM research, sums up the main taxonomies and methodologies for GDM, and compares the performances of GDM and IDM. We decide two ways of study according to the following two rules of GDM: the maximum expected utility of the group and the maximum preference consensus. In accordance with ties preferences in the single rule, a compound rule for GDM is developed. Employing the compound rule, a real problem of GDM about determining the award of science and technology research by multi-experts (jury) is successfully solved.

The procedures and approaches of preference aggregation based on three kinds preference, i. e. probability Preference, fuzzy preference and dichotomous preference are discussed, to obtain a group consensus option following the Condorcet Jury Theorem, Bayesian Optimal Decision Rule and Young Maximum Likelihood Theorem, we report several important models and formulas on aggregating individual probability. The group polarization hypothesis that individual attitudes tend to become more extreme is supported by one of the models. An improved approach of realizing the combination of the nearness measure of KS model and fuzzy set theory is developed. The dissertation presents an analysis and simulation model for the dichotomous group decision making using signal detection theory (SDT). It is a new technology means of GDM research.

Several key problems of preference aggregation are investigated.

(1) To deal with the balance between fairness and efficiency from two aspects. First, the dissertation decomposes the group decision into internal decision and external decision. The former is decision about fairness, and the latter is decision about efficiency. Second, by introducing concepts of "disagreement cost" and "time cost", the ap-

proach captures the balance among the fairness, efficiency and effectiveness by minimizing the total cost. (2) The measure, evaluation and modification about experts' decision competence coefficient are presented from three aspects. The first is the power index of decision makers. Based on the concept of the entropy of information, an index of power is proposed, which measures the distribution of power among the decision makers who commit themselves to a decision at different stages in the hierarchical decision systems. The second is the weight of decision makers. We get it according to their response to an incentive. Third, the principle and repeated algorithm of the two-way extreme decision weights are presented based on the principle of the single extreme decision weights. The two-way extreme decision weights can measure the experts' competence more accurately. By applying this method in the evaluation of dissertation, we make a suggestion on the establishment of more scientific regulation on dissertation evaluation. (3) The Borda-Kendall (BK) method, because of its computational simplicity, is probably the most widely used technique in any practical situation for determining a consensus ordering. The BK method is modified in this dissertation, so that it allows ties. We use the network model to describe the consensus problems of strict linear ranking. The present dissertation shows that if one concentrates on strict linear orderings (no ties allowed in the consensus x), The KS consensus formation problem can be modeled as a generalized network. Since very efficient computer codes are available for such network models, one can therefore now solve the much large consensus problem quickly and efficiently.

The research in this dissertation has a great significance on academic research in this field as well as practical experience. It makes

contributions to perfect the theory of GDM , to improve the method of preference aggregation , to make a guide for the practical GDM and to promote the level of practical social and economic decision making.

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 文献回顾与问题背景	(1)
1.1.1 决策者之间的交互影响	(2)
1.1.2 偏好的数量集结	(4)
1.1.3 决策的公平性与有效性	(6)
1.1.4 决策权的测评	(7)
1.2 研究问题与研究思路	(9)
1.3 研究内容与研究框架	(9)
第 2 章 群体决策的基本理论	(11)
2.1 群体决策的概念	(12)
2.2 群体决策的分类	(15)
2.3 群体决策的绩效	(16)
2.4 群体决策的基本假设	(18)
2.5 群体决策的方法论	(20)
2.6 群体决策研究中的问题	(21)
2.7 小结	(23)
第 3 章 群体决策的准则	(24)
3.1 群体决策过程模型	(24)

3.2 群体决策的交互过程	(26)
3.3 群体决策准则	(28)
3.3.1 一致性准则	(28)
3.3.2 效用最大化准则	(30)
3.4 群体决策复合准则策略	(31)
3.5 小结	(35)

第4章 个体概率偏好信息集结研究

(37)

4.1 引言	(37)
4.2 概率偏好集结的理论概述	(40)
4.2.1 广义 Condorcet 评审理论	(41)
4.2.2 Bayesian 最优决策规则	(43)
4.2.3 Young—Borda 最大似然估计理论	(43)
4.3 个体概率集结	(44)
4.3.1 加性集结	(44)
4.3.2 乘积集结	(46)
4.3.3 Bayes 集结	(50)
4.3.4 Delphi 方法	(51)
4.4 个体偏好集结函数的讨论	(52)
4.5 小结	(53)

第5章 信号检测理论与二分群体决策

(55)

5.1 引言	(55)
5.2 二分群体决策	(57)
5.3 信号检测原理	(59)
5.4 群体决策模拟	(62)
5.5 群体决策绩效	(64)
5.6 小结	(66)

第 6 章 个体模糊偏好信息集结研究	(68)
6.1 引言	(68)
6.2 模糊偏好的表示	(69)
6.2.1 模糊选择集	(69)
6.2.2 模糊偏好关系	(70)
6.2.3 模糊效用函数	(71)
6.3 模糊偏好和非模糊偏好的关系	(72)
6.3.1 模糊选择集与非模糊效用函数的比较	(72)
6.3.2 模糊偏好关系与非模糊效用函数	(72)
6.3.3 模糊偏好关系与非模糊偏好关系	(73)
6.3.4 模糊偏好关系与非模糊选择集	(73)
6.4 个体模糊偏好条件下的群体决策	(74)
6.4.1 基于个体模糊选择集的群体决策	(74)
6.4.2 群体非模糊选择集	(74)
6.4.3 群体模糊选择集	(75)
6.4.4 群体模糊偏好关系	(75)
6.4.5 基于个体模糊效用函数的群体决策	(76)
6.5 模糊偏好集结方法	(77)
6.5.1 贴近度法	(77)
6.5.2 多数规则法	(80)
6.5.3 实例	(82)
6.6 小结	(84)
第 7 章 个体偏好序集结的一致化方法	(86)
7.1 引言	(86)
7.2 偏好集结函数	(88)
7.2.1 二元关系 R 的性质	(88)

7.2.2	偏好集结函数	(89)
7.2.3	偏好集结函数的性质	(93)
7.3	对 Borda—Kendall 方法的改进	(94)
7.3.1	最小方差法的图示	(95)
7.3.2	最小方差方法的求解	(99)
7.4	偏好序的网络模型	(103)
7.4.1	解释结构模型	(103)
7.4.2	非负偏好矩阵	(104)
7.4.3	偏好网络模型	(106)
7.5	不一致性的模糊度量	(109)
7.6	小结	(112)
第 8 章	群体决策权的配置、度量与修正	(114)
8.1	引言	(114)
8.2	群体决策的权重	(115)
8.2.1	按相对需求确定权重	(115)
8.2.2	委托过程确定权重	(117)
8.3	权力指数	(119)
8.3.1	Shapley—Shubik 权力指数	(120)
8.3.2	Banzhaf 权力指数	(120)
8.4	基于信息熵的权力指数	(121)
8.4.1	决策权力与权力指数	(122)
8.4.2	群体序列决策的熵变化	(123)
8.4.3	权力指数的确定	(125)
8.5	从专家的反应信息确定权重	(127)
8.5.1	加权集结函数	(127)
8.5.2	通过专家的反应信息确定权重	(129)
8.5.3	案例：博士学位论文评审问题	(134)

8.6 小结	(137)
第9章 群体决策中的公平与效率	(139)
9.1 引言	(139)
9.2 基本的分析模型	(140)
9.2.1 群体决策的问题分解	(141)
9.2.2 风险规避函数	(143)
9.3 群体决策的有效性与公平性	(144)
9.3.1 Pareto 效率	(144)
9.3.2 群体决策的公平性	(147)
9.4 案例	(148)
9.5 群体决策的最优赞同比	(151)
9.5.1 群体决策的背异成本	(151)
9.5.2 群体决策的时间成本	(153)
9.5.3 群体决策的最优赞同比	(154)
9.6 小结	(155)
第10章 结束语	(157)
10.1 本研究的主要贡献和创新	(157)
10.2 进一步的研究工作	(159)
附录1	(161)
附录2	(164)
参考文献	(165)
后记	(178)

第 1 章

绪 论

1.1

文献回顾与问题背景

现实生活中重大的决策问题都应该进行群体决策。这是因为，第一，任何重大的决策结果都会影响到众多人的利益。因此，从公正和民主的角度来讲，这类决策应该由受决策结果影响的公众共同完成，或者由这些公众的代表或委员会进行群体决策；第二，现代社会的发展使决策问题更加复杂化，单凭一个人的知识、经验、能力和掌握的信息，要作出正确的决策非常困难。群体决策可以集合不同专家的知识和信息，借助众人的智慧弥补个人才智和经验的不足。可见，群体决策研究对促进现实社会中社会经济决策的科学化和民主化有重要的理论和现实意义。

“群体决策”（group decision making）这个术语最早是由 Black 在 1948 年首次提出，但是，群体决策的研究却开始于 200 多年前，法国两名数学家 Borda（1781）和 Condorcet（1785）分别提出了群体对方案排序的规则，指出投票中的悖论。Black（1948）发现了避免投票悖论的单峰条件，Farris & Sage

(1975)、Mckelvey (1979) 对此做了进一步研究和推广。群体决策研究中一个重大的突破是 Arrow (1951) 在《社会选择与个人价值》一书中提出的不可能性定理, 从数学上证明对给定的合理性假设下, 没有任何决策过程是公正的。不可能性定理是群体决策研究的一个里程碑, 成为群体决策研究的经典结论。随后的一些研究者试图通过减弱 Arrow 的合理性条件而得出可应用的决策规则 (Kendall, 1962; Young, 1977; Cook, 1978)。当前, 群体决策已成为数学家、经济学家、社会心理学家、政治学家和决策研究者共同感兴趣的研究主题。

Arrow 不可能性定理发表以后, 研究文献大量集中在探讨偏好一致性集结形成方面 (Davis, 1972; Young, 1977; Bacharach, 1975)。20 世纪 70 年代以后, 群体决策研究分别沿两条不同的途径在进行: 一条途径是社会心理学家通过实验方法观察分析群体相互作用 (mutual influence) 对选择 (偏好) 转移的影响; 另一条研究途径是对个体偏好进行数量集结 (mathematical methods of aggregation) (Planning, 1986)。这两种研究途径不可避免地要涉及决策中的公平与效率问题, 决策权的测评与配置问题。下面简要回顾前人在这几个方面已做的工作, 还存在哪些问题未解决, 指出本研究要解决的问题。

1.1.1 决策者之间的交互影响

社会心理学家的研究思路是企图通过群体交互, 改变决策者的行为, 获得群体一致的结果。研究表明, 群体的交互 (interactive) 会系统地改变个体的态度, 使决策者可能改变其初始偏好结构, Granovetter (1978) 建立的“行为感染模型” (behavioral contagion model) 就是一个证明的实例。

1. 交互的影响因素。通过交互对群体决策绩效和决策结果

的影响因素很多, Stoner (1968) 观察发现, 群体决策受文化价值的影响比个体决策大, 因此, 一些研究结论在不同国家 (或不同文化背景) 中, 可能发生变化。特别是中、西方差别较大的文化背景中更是如此 (杨雷、席酉民, 1996a)。另外一些研究发现, 成员之间的交流形式也会影响决策质量 (Innami, 1994)。例如, 成员分享的信息与他们在交流网络中的位置有关 (Rogers & Kincaid, 1981); McGrath (1984) 的实验表明, 面对面 (face-to-face) 交流群体产生的主意相对于匿名要少。很多社会选择理论的研究广泛分析了群体决策规范过程 (Panning, 1985; Grofman, 1980), 发现结构化的决策过程比非结构化的决策过程更有效 (Vroom, 1969; Lewis, 1993)。总之, 群体行为交互是一个社会心理过程, 受多种因素影响, 除了上述讨论的因素外, 还受权力极差、时间压力、传播媒体的影响。研究普遍认为行为集结应该控制在一定程度上, 以减少消除社会心理因素对群体决策的作用。

2. 群体判断。大量文献讨论了群体判断 (group judgement) 问题, 群体判断的研究重点在于对判断准确度 (judgment accuracy) 的考虑。Grofman et al. (1983) 分析了群体判断的准确度受三个因素的影响: 成员的判断能力 (judgment competence)、集结过程 (aggregation process)、群体规模 (group size)。群体准确度是成员判断能力的正向函数 (Shaw, 1976; Hoffman, 1979), 也是群体规模的正向函数。但是, 随着规模的增大, 群体协作的复杂性增大, 过程损失也相应增大 (Steiner, 1972)。将群体判断准确度与个体判断进行对比 (Einhorn, 1977; Hastie, 1986), Henry 对此做了大量研究, 提出了改善群体判断准确度的两种途径: 确定最优成员和分享信息。Henry (1995) 认为, 可以确定群体中准确度最优的成员。Snizek & Henry (1989) 得出结论: 群体决策比个体判断更准确。