

群决策理论、方法及其应用研究的综述与展望

朱佳俊 郑建国
(东华大学旭日工商管理学院)

摘要: 群决策是近年来决策理论研究的热点课题,它在现代政治、管理、军事和科技等重大决策问题中起到了越来越重要的作用。对群决策的定义与理论基础进行评述,分析群决策理论、方法及其应用研究的现状与存在的问题,最后展望群决策的发展方向与趋势。

关键词: 群决策; GDSS; 智能决策; 偏好

中图分类号: N94 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-884X(2009)08-1131-06

Theory, Method and Application of Group Decision-making:

Literature Review and Future Directions

ZHU Jiajun ZHENG Jianguo

(Donghua University, Shanghai, China)

Abstract: In recent years, group decision-making is a hot research topic in decision-making theory and is playing a more and more important role in the decision-making of major issues in modern political, managerial, military, scientific and technological fields. This paper analyzes the status quo and problems of group decision-making theory and application by reviewing its definition and fundamental theories. Finally, the future direction of study on group decision-making is discussed.

Key words: group decision-making; GDSS; intelligent decision-making; preferences

群决策的研究始于200多年前,1781年法国数学家BORDA提出了群体对方案排序的Borda数规则;1944年VON NEUMANN等提出了多人对策的效用函数;1951年美国经济学家ARROW提出了著名的不可能定理。群体决策以数学、经济学、社会学、行为学、心理学、信息科学等众多学科为基础,逐步形成了自己的理论体系与研究方法,成为现代决策理论的重要组成部分。

1 群决策的定义与理论基础

1.1 群体思维与群决策

20世纪70年代,群决策概念就被提出,但由于群决策内部的复杂性、学科的交叉性以及学者研究的角度不同,形成了群决策的各种研究模式,因此,对群决策的理解至今没有一个统一的定义。

群体思维提出,在一个凝聚力很强的群体中,成员们寻求一致的需要超过了合理评价备选方案的需要时所表现出的一种思维模式,并

给出了群体思维的理论分析框架;群体思维是未成熟的一致性思维,即发生在所有备选方案被现实地考察之前的一致性寻求;群体思维也被认为是一个涉及群体内外两部分相关变量的动态发展过程。从内部讲,它和群体中的个体特征、群体的发展过程和水平等涉及人的心理、行为因素的变量有关;从外部讲,它和群体所面临的环境(政治的、经济的、体制的、制度的等)特征、(决策)任务特性等涉及非心理因素的变量有关^[1]。

HWANG等^[2]认为,群决策是把不同成员的关于方案集合中各方案的偏好按某种规则集结为决策群体的一致或妥协的群体偏好序;LUCE等^[3]认为,群体决策问题是定义一个“公平”的方法集结个体的选择来达成一项社会决策;有学者认为群决策是研究多人如何做出统一的有效抉择;也有人认为,群是由群众选出的代表组成的各种各样的委员会,群体决策是集中各成员的意见以形成群的意见;李怀祖^[4]认为,群决策研究一个群体如何共同进行一项联

收稿日期:2008-04-16

基金项目:上海市哲学社会科学规划资助项目(2005BJB001);上海市自然科学基金资助项目(06ZR14004)

合行动抉择,通常这种联合行动是很复杂的,可以是合作的,也可以是竞争的,也可以是合作基础上的有限竞争等。

1.2 群决策的理论基础

(1) 社会选择理论 ARROW 的《社会选择与个人价值》是现代群体决策基础理论之一,也是现代经济学的重要发展成果之一,它分析了个人偏好和集体选择之间的关系,研究了可以对不同的社会状态进行公正的排序或以其他方式加以评价的方法,以调和个人价值与集体价值的冲突。社会选择理论是现代经济学的最新发展成果之一,也是群体决策发展的重要理论依据之一。

(2) 群体效用理论 VON NEUMANN 等^[5]的《对策论和经济行为》建立了决策的效用理论,将决策者的偏好结构用个体效用函数联合表达,成为现代效用理论和对策的基础。群体效用理论主要研究利用群体效用函数来表达决策群体的偏好结构,并据此做出群体决策,包括个体效用集结理论和群体效用生成方法。

(3) 行为决策理论 行为决策理论始于阿莱斯悖论和爱德华兹悖论的提出,是针对理性决策理论难以解决的问题发展起来的。行为决策理论从认知心理学的角度,研究决策者在判断和选择中信息的处理机制及其所受的内外环境的影响,进而提炼出理性决策理论所没有考虑到的行为变量,修正和完善理性决策模型。群体行为决策理论着重于决策的非理性行为的研究,对决策执行过程的影响是行为决策理论中关于群体决策研究的主要方向。

(4) 模糊决策理论 1965 年,美国控制论专家、数学家 Zadeh 发表了论文《模糊集合》,标志着模糊数学学科的诞生。20 世纪 80 年代以来,模糊决策理论得到了迅速的发展。由于模糊决策理论更接近于实际,故特别是对冲突的消除、群决策分析、近似推理、大系统问题等具有较好的效果。

(5) 谈判决策理论 谈判从本质上讲也属于群决策范畴。在谈判决策中的个人差异、互赖关系、冲突管理、目标策略等核心内容已经成为群决策研究的重要方面。

(6) 证据理论 1976 年 SHAFER 的《证据的数学理论》标志着证据理论的诞生。证据理论基于人们对客观世界的认识,根据人们掌握的知识和相关经验,对不确定性事件给出不确定性度量。这样使不确定性度量更加贴近人们的思维习惯,更适宜用于管理决策问题。将证据理

论描述不确定性的优点应用于群决策中,拓宽了群决策的研究范围。

2 国内外群决策的研究现状

从图 1 可以看到,国内外群决策理论、方法及其应用研究的现状和趋势。研究内容包括理论基础、理论核心、应用框架、应用系统,形成了系统、科学的研究思路、方法与过程。

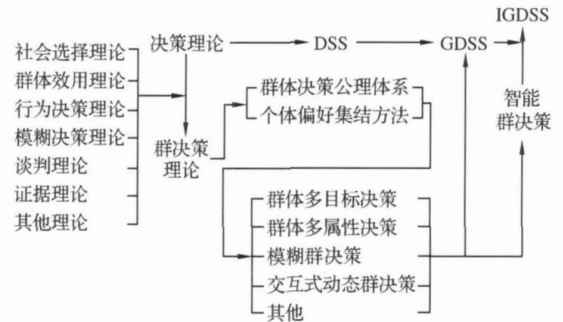


图1 群体决策研究现状图

2.1 群体理性与群体决策公理体系

目前提出的群体理性主要有 Arrow 理性、Bayesian 理性、模糊理性。Arrow 理性认为一个理性的群体能够建立备选方案的偏好序关系,且偏好序关系应该满足 2 个公理和 5 个合理性条件^[6]。Bayesian 理性则认为理性的群体应该选择使群体期望效用最大的方案。苏波等^[7]将群体理性定义为追求一致性极大化。群体决策公理体系的研究主要讨论群体决策问题的基本假设,研究集结个体偏好为群体偏好的映射应满足的基本条件及其存在性,构建群体决策研究的基本框架和理论基础。

有学者对 ARROW 的公理体系作了进一步研究,指出了 Arrow 公理体系中存在的缺乏偏好强度表达和个体间偏好比较以及独立性条件不具普遍性等问题。PLOTT^[8]总结了群体决策公理体系方面的研究工作,RA-MANATHAN 等^[9]从群体决策公理中提炼出了 4 个最一般的公理;BANERJER^[10]建立了模糊偏好公理体系;胡毓达等^[11,12]建立了群体决策偏差度公理体系、模糊群体决策公理体系和随机偏好群体决策公理体系;还有学者构建了基于格序关系的公理体系。

2.2 个体偏好集结方法

群体决策的主要任务就是将各个决策个体的偏好集结成为群体偏好,以便决策群体对备选方案进行偏好判断及排序择优。

VON NEUMANN 等^[5]将决策者的偏好结构用个体效用函数表达:群体效用函数是各个

决策个体的个体效用的映射,是个体效用的联合表达。常用的群体效用函数包括线性加权和、乘积形式等,还有基于群体价值判断的效用函数、基于委托过程的效用函数、Nash 谈判模型等。

社会选择理论中的社会选择函数是一种基于序数偏好意义下集结个体偏好的群体效用函数形式,包括 Condorcet 函数、Borda 函数、Nanson 函数、Eopeland 函数、nodgson 函数、Kemeny 函数等,不同形式的社会选择函数采用了不同的数量指标,反映了不同的集结规则。其中简单多数规则和 Borda 数规则是 2 种最常用规则^[13];胡毓达^[14]在 A-较多序和 K-较多序的基础上提出了群体决策的广义较多规则;COOK 等^[15]则根据一致性准则,构造了著名的 Cook-seiford 距离函数。

2.3 群体多目标决策

群体多目标决策是群体决策和多目标规划相交叉的一个研究方向,将决策的定量优化与定性描述相结合,研究决策群体按照其偏好关系,在既定目标下实现方案评价、选优及排序,在现代社会的重大决策中有着广阔的应用前景。

20 世纪 80 年代初, WELLDILL^[16]实现了多目标最优化和群体决策研究的有机结合,将群体决策的处理贯穿于整个多目标最优化过程,逐步形成了群体多目标决策的思想方法。将群体决策研究对象扩展到无限个备选方案的一般情形,从群体决策过程和多目标最优化过程的相互制约和相互反馈的关系出发,研究群体多目标决策的联合有效解、最优性条件^[17]、求解方法^[18]等。林铨云^[19]构造了基于目标规划的群体效用函数,给出了解的最优性条件;胡毓达^[20]通过在 Pareto 有效解集上引入偏好关系,提出了群体多目标决策问题的联合有效解类概念,并且给出了这类解要满足的 Kuhn-Tucke 必要条件。于丽英等^[21]又证明了联合有效解类的若干最优性充分条件。此外,NEVES^[22]研究了群组 AHP,扩展了 AHP 在群体多目标决策中的研究。

2.4 群体多属性决策

群体多属性决策是群体决策和多属性决策相交叉的新研究方向。它研究决策群体按照某种偏爱结构,对含有多个属性的问题进行选优、排序或评价的问题。在工程项目、社会管理、军事领域等具有较大的研究与应用价值。

XU 等^[23]提出了一种基于不确定语言有序

加权平均算子和不确定语言混合聚合算子的多属性群决策方法。YEH 等^[24]根据分级加权法的特点以及主观判断的不精确性,建立了基于三角模糊数的群多属性决策模型。WU 等^[25]研究在语义变量基础上决策偏好值的形式;LI^[26]引入排名指数概念,提出了基于折衷比值法的模糊多属性群决策模型。文献[27]运用线性梯形模糊数的语言方式来描述决策的主观性和不精确性,从而提高同质和异质专家群体用于处理模糊意见集的效果。SHIH^[28]通过标准化、测度、平均算子以及决策者的参数设定,改进了 TOP-SIS 法,实现了决策过程的统一。周荣喜等^[29]提出了基于离差最大化和 OWGA 算子的多属性群决策方法,充分发挥了离差最大法的客观赋权性和 OWGA 算子的有效集结性。龚本刚^[30]针对语言评价信息不完全的多属性群决策问题,运用 Dempster-Shafer 合成法则对不同属性下各焦元的基本概率分配函数值进行合成,通过计算信度函数和似真函数值对决策方案进行排序。

2.5 模糊群决策研究

模糊群体决策对于不确定偏好信息的处理方法是采用模糊数的形式表达不确定信息,建立模糊偏好关系。不少文献分别研究了模糊偏好信息与其他偏好信息或不同特性模糊偏好信息的集结问题,并提出了相应的一致化集结方法和最优化集结方法^[31]、语言集结算子^[32]。李荣钧^[33]在模糊优先关系的基础上,结合模糊集概念,提出了两类折衷型的多属性群决策方法。李庆国等^[34]针对水利工程的多指标半结构性评价问题,在模糊集理论基础上提出了将专家个人与群体意见综合的模糊评价方法,给出了有效的评价指标定量方法与专家意见和指标结果的集结方法。王中兴等^[35]研究了模糊群决策理想解法,提出了一种基于互补判断矩阵确定排序向量的方法。逢金辉等^[36]基于模糊不确定性理论,推广和改进了多属性群决策的 Bernardo 方法,给出了博弈联盟选择的模糊机会约束模型及求解方法。张肃等^[37]研究了属性值以直觉模糊值形式的多属性群决策,提出了基于证据理论的直觉模糊群决策方法。

2.6 交互式动态群决策

目前交互式群体决策的研究主要集中于群体交互的行为和心理特征研究、交互式决策程序、群体交互过程的偏好集结方法等方面。Delphi 法、名义群体法、头脑风暴法、Fishbowling 法、Synectics 法和一致性意见法等方法^[38]都是

应用广泛的交互式群体决策方法。

SALO^[39]提出了交互式的群体决策的辅助方法。胡毓达^[40]通过引进决策个体偏好强度函数和决策群体偏好强度函数的概念,给出了决策个体和决策群体的偏好排序规则,构造了求解多目标群体决策问题的交互规划方法。还有学者提出了偏爱强度法,并研究和改进了Tchebycheff范数法、递缩约束集法和T-V可行方向法等交互规划算法。通过交互过程使问题逐步细化和明晰,逐渐加深决策者对问题的理解,使方案生成更接近于群体偏好,能够以最大程度地从不确定信息或不完全信息中挖掘出有效的偏好信息^[41]。

随着基础理论研究的不断深入和信息技术的发展,群决策技术的研究内容与应用范围在不断拓展。最早的NGT法、Delphi法、AHP法,在处理群决策问题方面具有一定的客观性、科学性和收敛性,但也具有较大的局限性,主要应用于多准则、多属性的群决策。现代群决策技术通过学科知识的交叉、组合,对原有的群决策技术进行了改进与发展,逐步形成了群决策的理论与方法体系,实现了群决策的定量分析与定性评价相结合,专家经验与人工智能相结合,满足了在处理复杂、不确定、海量信息以及智能数据分析、挖掘方面的需要,使得群决策的研究与应用范围更加广泛,决策程序和方法更加科学、有效。

3 群决策支持系统

群决策支持系统(GDSS)以群体决策理论和规则为基础,将群体决策分析技术、计算机与通信技术融为一体,面向实际应用,能够帮助决策者完成偏好信息的表达、分析和调整,促进群体成员之间的信息沟通、共享,促进群体决策的交互过程,支持方案生成和评价,为群体决策提供良好技术支持,有效改进群体决策的绩效^[42],是一种先进的群体决策技术,并在各个领域得到广泛应用。

GDSS的研究内容主要包括决策支持系统框架的建立、系统开发、过程控制等。构建GDSS的框架包括明确GDSS的定义、功能、特征、组成、设计要素和作用原理等方面内容,其中信息交流和信息处理是重点^[43]。研究者们根据不同的问题类型开发了分布式GDSS^[44]、异步GDSS、基于语言处理的GDSS^[45]和基于互联网技术的GDSS^[46]等。除了构建系统外,CHUN等^[47]就GDSS对于群体决策过程控制与评估进行了大

量实证研究。

美国的IBM公司、亚利桑那州大学、乔治亚州大学等是世界上研究GDSS原型系统比较有影响的机构。成功的GDSS包括美国海军开发的指挥员指挥作战训练的VMESTEMAS和国防军事战略分析的RSAS军用指挥系统。西安交通大学、中南大学、北京航空航天大学等的GDSS实验室、中国科学院计算技术研究所智能科学实验室等在GDSS的研究与应用方面都取得了较大的成果。比较典型的是,中南大学陈晓红主持的国家自然科学基金“互联网环境下企业群体智能决策支持系统生成器的研究与开发”,建立了我国第一个具有自主知识产权的决策应用软件开发平台SmartDecision,并成功推广到政府办公决策、金融证券、电信、水利、旅游服务、交通运输等决策支持软件开发中。软件应用前景十分广阔。

智能GDSS是人工智能和DSS相结合,应用专家系统技术,在DSS系统中加入推理机和规则库,使DSS能够更充分地应用知识处理技术解决结构化和非结构化问题的决策支持系统,人工智能化是GDSS的发展方向。

4 群决策研究存在的问题

(1) 容易形成群体思维 在群决策中,权威决策者与一般决策者之间偏好的差异、权重的安排等都是不同的。由于群体成员之间普遍存在相互心理作用与影响,使得群体成员在交互过程中容易屈服于权威或大多数人的意见,形成“群体思维”。

(2) 意见冲突与不一致性 这是群体决策固有的特征,冲突与不一致性主要来源于成员的偏好差异和信息的不完善。在解决方法与手段上过分单一,缺乏定量的分析与验证。

(3) 保序性条件与判断矩阵的一致性判据间的相容性 在决策与评价过程中,增加或减少方案时,可能使原决策排序发生逆转或混乱,为此,许多学者研究判断矩阵的保序性条件。然而,保序性条件与判断矩阵的一致性判据间的相容性问题还没有得到很好的解决。

(4) 标度的选择及标度体系的机理 标度是决策者将定性的主观判断转化为一个定量判断的工具,是人们对事物比较的量化结果,因此所选标度能否客观反映人们的主观判断是能否做出正确决策的基础。目前关于标度选择对群体决策的影响程度、标度体系的机理等方面还缺乏深入研究。

(5) 海量信息的处理 由于计算机对复杂决策问题的快速处理,通道的传输容量,图文声综合处理能力等均不够理想,GDSS 支持技术还有待于进一步发展。尤其是决策过程中产生的大量信息的分类、分解与汇总等;分布式人工智能技术的具体实现;时空分离的决策群体中信息的传递、共享;决策过程的自动化控制等还需深入研究。

5 群决策研究发展与趋势分析

(1) 基于优化计算的群决策理论与应用研究 20 世纪 80 年代初期,产生了人工神经网络、遗传算法、蚁群优化算法等现代优化计算方法,并在一些领域及实际问题中得到了成功应用与发展。群决策技术的出现实现了集思广益的功效,但其复杂性、偏好的差异性也很大程度上影响了决策的效果,将现代优化计算方法与群决策理论相结合,实现群决策的优化是研究的重点之一。

(2) 基于知识转移的群决策理论与应用研究 知识转移是组织内或组织间跨越边界的知识共享,即知识以不同的方式在不同的组织或个体之间有目的、有计划地转移或传播。现代的群决策应是在知识共享、学习、传递的情况下进行的,这对于群决策的理论与应用又是一个重要的发展方向。

(3) 群决策过程中随机过程研究 随机理论与经验知识是解决决策过程中不确定的重要方法,尤其是存在对信息的明确解释框架,但信息量不够时,随机理论的重要性就得以体现。运用随机理论可以研究群决策过程中变量、参数以及数据的分布特性,这对于多轮群决策、交互式群决策、多目标群决策的研究具有重要的意义。

(4) 多智能群决策的研究与应用 认识科学和分布式人工智能的研究为认知群体求解问题提供了有力的工具。用分布式人工智能的理论研究 Agent 技术的应用,可以解决信息分布、处理分布和决策分布等 GDSS 中的一系列问题,深入研究群体决策中个人和群体的决策心理或认知过程及群体成员交换的影响,满足不同环境和组织的决策支持需要。Agent 技术与 GDSS 相结合是 GDSS 发展的必然趋势。

群体决策作为决策理论的研究热点之一,日益受到专家学者的关注,研究成果也在不断涌现。随着决策理论的发展、多学科的交叉、信息技术的应用,群体决策将会在现代政治、管

理、军事和科技等重大决策问题中发挥越来越重要的作用。

参 考 文 献

[1] 毕鹏程,席酉民.群体决策过程中的群体思维研究[J].管理科学学报,2002,5(1):25~34.

[2] HWANG C L,LIN M L.Group Decision Making under Multiple Criteria[M].New York:Springer-Verlag,1987.

[3] LUCE R D,HOWARD R.Games and Decision[M].New York:John Wiley & Sons Inc,1957.

[4] 李怀祖.决策理论导论[M].北京:机械工业出版社,1993.

[5] VON NUMANN J,MORGENSTERN O.Theory of Games and Economic Behavior[M].New Jersey:Princeton University Press,1944.

[6] ARROW K J.Social Choice and Individual Values[M].2nd ed.New York:Wiley,1963.

[7] 苏波,王浣尘.群决策研究的评述[J].决策与决策支持系统,1995,5(3):115~124.

[8] PLOTT C R.Axiomatic Social Choice Theory: An Overview and Interpretation[J].American Journal of Political Science,1976,20:511~596.

[9] RAMANATHAN R,GANESH L S.Group Preference Aggregation Methods Employed in AHP: An Evaluation and Mintrinsic Process for Deriving Members' Weightages[J].European J. of Oper. Res.,1994,79:249~265.

[10] BANERJEE A.Fuzzy Preferences and Arrow-type Problems in Social Choice[J].Social Choice and welfare,1994,11:121~130.

[11] 胡毓达,等.群体决策的模糊偏爱公理和不可能性定理[J].自然科学进展,2000,10(12):1094.

[12] 胡毓达.随机偏爱群体决策和不可能性定理[J].自然科学进展,2002,12(6):580~584.

[13] CRAVEN J.Majority Voting and Social Choice[J].Review of Economic Studies,1971,38:265~267.

[14] 胡毓达.向量空间的较多序类[J].数学年刊,1990,11A(3):269~280.

[15] COOK W D,SEIFORD L M.Priority Ranking and Consensus Formation[J].Mgmt Sci.,1978,24(16):1721~1732.

[16] WELLDILL R E.Multiple Objective Mathematical Programming with Respect to Multiple Decision Makers[J].Ops.Res,1980,28:1100~1111.

[17] MEKELVEY R D,WENDELL R E.Voting Equilibria in Multidimensional Choice Spaces[J].Mathematics of Operations Research,1976,1:144~158.

[18] DAVIES M A.A Multicriteria Decision Model Application for Managing Group Decision[J].Oper. Res.Soc,1994,45(1):47~58.

[19] 林铨云.多目标群体决策的最优性条件[J].南昌大

- 学报, 1995, 19(1): 43 ~ 50.
- [20] 胡毓达. 群体多目标决策联合有效解类及其最优性条件[J]. 上海交通大学学报, 1999, 33(6): 642 ~ 645.
- [21] 于丽英, 胡毓达. 群体多目标决策联合有效解类的几个最优性充分条件[J]. 运筹学学报, 2000, 4(4): 31 ~ 36.
- [22] NEVES J M D. Monitoring Consistency in Group Decision Making: An Empirical Study of the Analytic Hierarchy Process (Eigenvector, Prioritization, Model)[D]. University of Pennsylvania, 1984: 233 ~ 250.
- [23] XU Z S, CHEN J. An Interactive Method for Fuzzy Multiple Attribute Group Decision Making[J]. Information Sciences, 2007, (177): 248 ~ 263.
- [24] YE H C H, CHANG Y H. Modeling Subjective Evaluation for Fuzzy Group Multicriteria Decision Making[J]. European J. of Oper. Res., 2007, 12: 377 ~ 387.
- [25] WU Z, CHEN Y. The Maximizing Deviation Method for Group Multiple Attribute Decision Making under Linguistic Environment[J]. Fuzzy Sets and Systems, 2007, (158): 1608 ~ 1617.
- [26] LI D F. Compromise Ratio Method for Fuzzy Multi-attribute Group Decision Making[J]. Applied Soft Computing, 2007, (7): 807 ~ 817.
- [27] A. I. OLCER. An Integrated Multi-objective Optimization and Fuzzy Multi-attribute Group Decision-making Technique for Subdivision Arrangement of Ro-Ro Vessels[J]. Applied Soft Computing, 2006, (6): 221 ~ 243.
- [28] SHIH H S, SHYUR H J E, LEE S. An Extension of TOPSIS for Group Decision Making[J]. Mathematical and Computer Modeling, 2007, (45): 801 ~ 813.
- [29] 周荣喜, 徐建荣. 基于离差最大化和OWGA算子的多属性群决策方法[J]. 统计与决策, 2007(1): 132 ~ 133.
- [30] 龚本刚. 一种语言评价信息不完全的多属性群决策方法[J]. 中国管理科学, 2007, 15(2): 88 ~ 93.
- [31] CHIELANA F, HERRERA F, HERRERA-VIEDMA E. Integrating Three Representation Models in Fuzzy Multipurpose Decision Making Based in Fuzzy Preference Relations[J]. Fuzzy Sets and Systems, 1998, 107: 177 ~ 194.
- [32] BORDOGNA G, FEDRIZZI M, PASI G. A Linguistic Modeling of Consensus in Group Decision Making Based on OWA Operations[J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part A: Systems and Humans, 1997, 27(1): 132 ~ 142.
- [33] 李荣钧. 模糊群决策分析[J]. 华南理工大学学报: 自然科学版, 2002, 30(9): 6 ~ 9.
- [34] 李庆国, 陈守煜, 等. 多指标半结构性模糊群决策评价方法[J]. 水电能源科学, 2007, 25(1): 4 ~ 16.
- [35] 王中兴, 兰继斌, 徐玲. 模糊群决策的逼近于理想解排序法[J]. 模糊系统与数学, 2007, 21(2): 79 ~ 86.
- [36] 逢金辉, 张强. 基于模糊群决策理论的博弈联盟选择[J]. 北京理工大学学报, 2007, 27(7): 650 ~ 654.
- [37] 张肃, 申卯兴, 王颖龙. 基于证据组合的直觉模糊群决策方法[J]. 军事运筹与系统工程, 2007, 21(3): 39 ~ 42.
- [38] OLSEN S A. Group Planning and Problem Solving Methods in Engineering Management [M]. New York: John Wiley & sons, Inc., 1982.
- [39] SALO A A. Interactive Decision Aiding for Group Decision Support[J]. European J. of Oper. Res., 1995, 84(1): 134 ~ 149.
- [40] 胡毓达. 群体多目标决策联合有效解类的几何特性[J]. 运筹学学报, 2001, 5(3): 21 ~ 28.
- [41] KIM S H, AHN B S. Group Decision Making Procedure Considering Preference strength Under Incomplete Information[J]. Computers and Operations Research, 1997, 24(12): 1101 ~ 1112.
- [42] PERVAN G P. A Review of Research in Group Support Systems: Leaders, Approaches and Directions[J]. Decision Support Systems, 1998, 23(2): 149 ~ 159.
- [43] SAGE A R. An Overview of Group and Organizational Decision Support Systems[J]. IEEE Control System Magazine, 1991, 11(5): 29 ~ 33.
- [44] TUNG L, TURBAN E. A Proposed Research Framework for Distributed Group Support Systems[J]. Decision Support System, 1998, 23(2): 175 ~ 188.
- [45] CONLON S P, REITHEL B J, AIKEN M W, et al. A Natural Language Processing Based Group Decision Support System[J]. Decision Support Systems, 1994, 12(3): 181 ~ 188.
- [46] KARAEALPILIDIS N. Integrating New Information and Communication Technologies in a Group Decision Support System[J]. International Transactions in Operational Research, 2000, 7(6): 487 ~ 507.
- [47] CHUN K J, PARK H K. Examining the Conflicting Results of GDSS Research[J]. Information and Management, 1998, 33(6): 313 ~ 325.

(编辑 黎秋萍)

通讯作者: 郑建国(1962~), 男, 福建福州人。东华大学(上海市200051)管理学院经济控制研究所副所长、智能系统研究中心主任, 教授、博士研究生导师。研究方向为技术经济、智能技术、数据挖掘。E-mail: ZJG@dhu.edu.cn