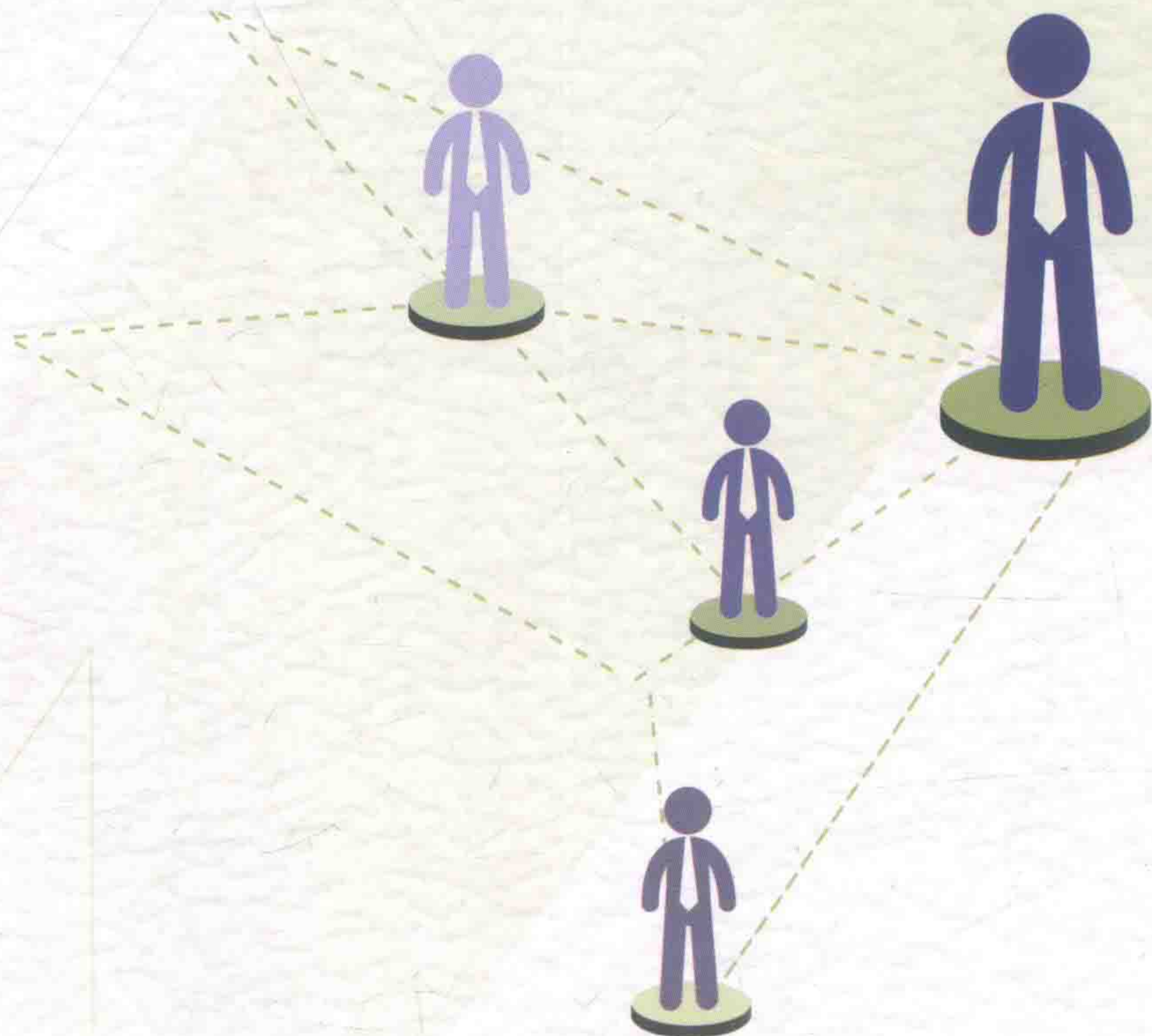


群体共识决策 理论与方法

Consensus Theory and Methods
for Group Decision Making

吴志彬 著



科学出版社

群体共识决策理论与方法

吴志彬 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

群体共识决策是群体决策的核心部分,已经成为近十年来决策分析研究的重点领域之一。本书系统研究了群体共识决策的理论与方法。全书共分11章:第1章介绍群体共识决策的概念;第2~5章研究判断矩阵形式下的共识决策理论;第6章探讨多属性决策框架下的共识决策方法;第7章研究犹豫语言偏好信息下的共识决策;第8章讨论多偏好结构下的共识模型;第9章介绍最小成本共识模型;第10章介绍大群体决策背景下的非合作行为;第11章讨论其他常见的共识决策方法,包括基于成员剔除的方法、变权共识、序关系共识、模糊意见最优共识。每一种方法均辅以详细的算例分析说明该方法的计算过程。每章末对相关研究的进展进行了评述和讨论。

本书可作为高等院校管理科学与工程、运筹学与控制论、工商管理、系统工程、信息科学及相关专业的高年级本科生和研究生的参考教材,也可供对决策分析感兴趣的研究人员、工程技术人员以及企业管理者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

群体共识决策理论与方法/吴志彬著. —北京:科学出版社, 2017.4
ISBN 978-7-03-052555-0

I. ①群… II. ①吴… III. ①决策学-研究 IV. ①C934

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 080849 号

责任编辑:张 展 黄 桥/责任校对:韩雨舟

责任印制:罗 科/封面设计:墨创文化

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>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年4月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2017年4月第一次印刷 印张:13

字数:300 000

定价:99.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

群体决策源于社会和管理实践。社会选择理论中的投票就是常见的群体决策形式，民主政治的主要形式是投票表决，而市场机制亦即货币投票，用于作经济决策。当今社会科技和经济日新月异，人们正经历着深刻的和前所未有的变革。在数字化时代和大数据时代，个人、企业和组织面临的选择日趋多样，需要决策的问题也越来越复杂。对事关重大的关键决策问题，为了避免个体判断的失误，这些决策问题通常都由决策相关各方指派的代表形成委员会通过群体决策方式来完成。群体决策可以兼顾多方面的利益，可以克服决策个体的知识经验、能力和信息等方面的不足。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，已经形成了独特的理论体系和研究方法，成为以管理科学为主要背景的交叉研究分支。群体决策作为一种基本的决策形式，其理论和方法在政治、经济、军事等各个领域的管理活动中都起着重要作用，得到了广泛的应用。

面对复杂的决策系统，单靠数据、信息和模型是不够的，钱学森提出采用综合集成的方法，把专家、决策者的意见综合进去。由于个体的社会经历、文化水准以及社会地位等方面的差异，对同一问题难免会产生不同的理解和看法，这些不同的意见有时甚至是完全相反的，因而个体所做出的选择也不尽相同甚至相反。本书中所指的个体是具有一般意义的代理人，该代理人可以指决策者、专家，也可以是普通的偏好信息提供者，比如社交网络上的个体。当某个子群体被视为整体提供偏好信息时，这个子群体也可以被视为个体。直接集结个体偏好为群体偏好可能导致决策结果与个体的预期差异较大而不被任何个体所接受。协调各种不同的看法和意见，以形成群体的看法和意见，成为群体决策研究的重点，这类决策问题称为群体共识问题，是近三十年来逐渐兴起的研究领域。特别是近十年来与共识决策相关的研究成果更为丰硕。

达成共识可以看成意见的综合或意见的收敛，有时也叫作寻求一致的过程。群体共识决策本质上是一种交互式决策，参与群体决策的个体可以根据决策规则选择与实际贴切的形式表达其偏好。个体偏好信息分为基数信息和序数信息。常见的判断矩阵和多属性决策矩阵是通过搜集单一对象及单一属性下的偏好信息组合而成。个体之间通过偏好信息的交互加强了联系，群体决策的结果应能体现出个体的影响力。交互式共识过程由一个协调者引导。协调者评估当前的共识水平并控制着决策的进程。共识过程隐含的假设是参与决策的个体认可共识决策的规则，愿意真实地表达他们的偏好，大多数个体认同共识结果，少数人虽然持有不同意见，但是这个少数群体的意见已经在决策过程中得到了较为合理的考虑。

个体偏好信息的收集、表示和处理成为群体共识决策的基础。不同的集结算子、共识度量、反馈机制形成了不同的共识决策理论。共识度量主要分为两个类别：一类是基于个体偏好与群体偏好之间的距离；另一类是基于个体偏好之间的距离。两种度量本质上是一致的，前者相对宽松，后者更为严格。反馈机制包括识别规则和修改引导规则。识别规则

识别需要修改的个体及个体偏好,修改引导规则为个体修改其偏好提供建议。修改时以某种偏好为参考来指导个体修改其偏好,并能够使共识水平增加或收敛到预期值。参考偏好的来源可以是当前的群体偏好,也可以是当前共识水平最高的个体所给的偏好,还可以是某种优化模型得到的偏好。个体偏好修改的策略有局部修改、全局修改。识别规则和修改引导规则根据偏好形式的不同可分别设计。以两两方案比较构成的判断矩阵为例,这些规则可以发生在方案对、方案、判断矩阵三个层次上,且三个层次的顺序可以组合。群体共识决策的结果可以是共识达成、极化或分裂。

全书共 11 章,主要研究了判断矩阵、多属性决策矩阵偏好表达下的共识决策理论与方法,对于序偏好下的共识方法也作了简要介绍。第 1 章介绍群体共识决策的概念和基本框架,讨论了群体心理现象和群体行为的影响因素。第 2~5 章主要研究传统的互反判断矩阵、互补判断矩阵及语言判断矩阵下的共识决策理论。第 6 章探讨多属性决策框架下的共识决策方法。第 7 章提出了犹豫语言偏好信息下的共识决策理论与方法。第 8 章介绍了多偏好结构下基于偏好信息转化的共识模型和基于排序位置差异的直接共识模型。第 9 章探讨了最小成本共识模型,并介绍了其对偶理论。第 10 章介绍了大群体背景下的共识决策理论,重点分析了群体决策中的非合作行为。第 11 章给出了文献中常见的其他共识决策方法,包括基于成员剔除的方法、变权共识、序关系共识、模糊意见最优共识。每一章的方法都给出了详细的算例分析,章末给出了延伸阅读的文献及评述。本书并未为对信任理论、效率与公平、社会网络中的意见动态等分支进行介绍,感兴趣的读者可查阅相关文献。

本书的写作得到了我的导师徐玖平教授的关心和指导,也得到了董玉成教授的热心帮助,在此向他们表示衷心的感谢。除作者自己的研究成果外,本书参考了国内外许多学者的论著,吸收了同行们的优秀劳动成果,谨向这些同行和专家致以诚挚的谢意。

本书的研究工作得到了国家自然科学基金项目(No. 71671118, No. 71301110)的资助,在此特向国家自然科学基金委表示感谢。

由于作者学术水平和能力的局限性,书中难免存在错误和纰漏之处,恳请广大读者和同行指正。意见和建议请发至: zhibinwu@scu.edu.cn.

吴志彬

2016 年 10 月于四川大学南园

目 录

第 1 章 群体共识决策概述	1
1.1 共识决策的基本框架	1
1.2 集结算子	3
1.2.1 常用算子	3
1.2.2 算子权重	5
1.3 群体心理	6
1.3.1 心理现象	6
1.3.2 领导与沟通的关键作用	8
1.3.3 冲突协调	9
延伸阅读	10
第 2 章 互反判断矩阵共识决策	11
2.1 个体一致性度量与改进	11
2.1.1 一致性度量	11
2.1.2 一致性改进	14
2.2 共识度量及其达成方法	16
2.2.1 共识定义及其性质	16
2.2.2 群体共识达成过程	17
2.3 群体决策支持模型	19
2.4 算例分析	20
延伸阅读	23
第 3 章 互补判断矩阵共识决策	24
3.1 互补判断矩阵的个体一致性	24
3.1.1 个体一致性度量	24
3.1.2 个体一致性控制	26
3.2 共识度量及其达成过程	26
3.2.1 共识达成过程	26
3.2.2 达成过程讨论	28
3.2.3 算法性质分析	29
3.3 算例分析	32
3.4 互补判断矩阵共识的最优化方法	36
3.4.1 个体一致性改进的优化模型	37
3.4.2 共识一致性改进的优化模型	39
3.5 算例分析	39

延伸阅读	40
第 4 章 语言判断矩阵共识决策	42
4.1 处理语言变量的计算模型	42
4.1.1 虚拟术语计算模型	43
4.1.2 二元语义计算模型	43
4.2 一致性与共识度量	44
4.2.1 距离形式	44
4.2.2 度量定义	45
4.3 两种群体共识模型	46
4.3.1 欧式距离共识模型	46
4.3.2 曼哈顿距离共识模型	50
4.4 算例分析	52
4.5 多粒度语言判断矩阵共识	54
4.5.1 统一语言信息	54
4.5.2 共识度计算	55
4.5.3 反馈机制	57
4.6 算例分析	59
延伸阅读	62
第 5 章 区间语言判断矩阵共识	64
5.1 区间语言变量	64
5.1.1 区间语言变量定义	64
5.1.2 区间语言集结算子	65
5.2 共识模型	65
5.2.1 共识测度	66
5.2.2 个体权重	66
5.2.3 共识模型	68
5.2.4 决策框架	71
5.3 算例分析	71
5.4 进一步讨论	75
延伸阅读	76
第 6 章 多属性共识决策	77
6.1 全局修改策略	77
6.2 基于数集共识策略的决策模型	79
6.2.1 数集共识策略	79
6.2.2 共识达成算法	82
6.3 算例分析	83
6.4 基于个体偏好集结的多属性共识决策	87

6.4.1 基于加型集结的共识方法	87
6.4.2 基于乘型集结的共识方法	89
6.5 算例分析	91
延伸阅读	94
第 7 章 犹豫语言偏好信息共识决策	95
7.1 犹豫语言术语集	95
7.2 犹豫语言偏好的可能性分布处理方法	96
7.3 犹豫语言判断矩阵共识	99
7.3.1 犹豫语言判断矩阵的个体一致性	99
7.3.2 犹豫语言判断矩阵的共识达成策略	104
7.4 算例分析	108
7.5 语言共识决策方法的比较	113
7.5.1 个体一致性改进过程比较	113
7.5.2 共识达成过程比较	114
延伸阅读	115
第 8 章 多偏好结构下的共识决策方法	116
8.1 基于偏好信息转化的共识模型	116
8.1.1 共识度量	117
8.1.2 反馈机制	118
8.2 算例分析	119
8.3 基于排序位置差异的直接共识方法	122
8.3.1 四种偏好结构对应的选择过程	123
8.3.2 共识过程	124
8.4 算例分析	129
延伸阅读	131
第 9 章 考虑成本的共识决策方法	132
9.1 最小成本原始算法	132
9.1.1 加权平均数和中位数	132
9.1.2 单准则下的最小成本共识算法	133
9.1.3 二次函数最小成本算法	137
9.2 ε 容忍度扩展算法	137
9.2.1 一次函数 ε 算法	138
9.2.2 二次函数 ε 算法	139
9.3 基于集结算子的优化模型	141
9.3.1 确定型集结算子优化模型	141
9.3.2 集结算子模型推广	144
9.4 最小成本共识模型的对偶模型	145

延伸阅读	149
第 10 章 大群体背景下的共识决策方法	150
10.1 大群体决策概述	150
10.2 基于聚类的大群体共识决策	151
10.2.1 共识过程描述	151
10.2.2 非合作行为的检查	153
10.2.3 非合作行为的处理	155
10.2.4 少数派意见	156
10.3 几种非合作行为的一般描述	156
10.3.1 非合作行为 I	157
10.3.2 非合作行为 II	158
10.3.3 非合作行为 III	158
10.4 算例分析	159
10.5 基于李克特量表的共识度量方法	161
10.5.1 共识与分歧的度量	162
10.5.2 共识度量的性质	164
延伸阅读	166
第 11 章 其他常见的共识决策方法	167
11.1 基于成员剔除的方法	167
11.2 算例分析	168
11.3 变权共识	170
11.4 算例分析	172
11.5 序关系共识决策	175
11.5.1 确定序关系	175
11.5.2 区间序关系	177
11.5.3 满意度方法	179
11.6 算例分析	181
11.7 基于模糊意见的最优共识	182
延伸阅读	186
参考文献	188

第1章 群体共识决策概述

群体决策源于社会选择和西方福利经济学，有着深刻的研究背景和广泛的应用领域。群体决策的本质是要获得群中成员满意的共识解。本章介绍群体共识决策的概念和基本框架，介绍在全书中应用的两类集结算子：算数平均类算子和有序平均类算子。最后讨论了群体心理现象以及其他对群体行为产生重要影响因素。

1.1 共识决策的基本框架

决策的本质是一个价值发现、价值判断的行为过程。个体的决策是不稳定和有风险，但通过个体偏好的集结，汇集各方面的信息，能减少决策所带来的风险。单个决策者由于知识和精力有限，往往对庞大而又复杂的决策问题，难以做出令人满意的决策，这时群体决策就更能显示出其优势。群体决策理论的研究可以追溯到18世纪对社会选择问题的探索。所谓社会选择就是将社会成员的偏好集结成为群体(社会)的偏好，从形式上看是典型的群体决策问题。在现实生活中，人们经常会面临各种各样的选择，由于每个人的社会经历、文化水准以及社会地位等方面的差异，对同一问题难免会产生不同的理解和看法，这些不同的想法有时甚至是完全相反的，因而所做出的选择也不尽相同甚至相反。如何协调各种不同的意见和看法，以形成社会(或团体、组织、群体)各成员对问题的总的看法和意见，是人们日常生活中经常遇到的问题。这类群体决策问题称为群体共识问题，已经成为目前决策分析研究的主要内容之一。

以项目管理为例。项目管理的目标是在规定的时间和规定的预算条件下，以规定的质量标准完成项目范围所规定的工作、产生项目的产品和服务。为了达到目标，项目团队必须要在一些相互冲突的要求中寻求平衡(鲁耀斌，2007)。项目涉及不同的干系人，包括项目业主、供应商、承包商、项目团队、项目所在的社区以及政府的相关部门，这些群体成员的要求和期望往往各不相同，甚至相互冲突。项目业主的需求和期望是以最小的投资来获得最大的利益；供应商的需求和期望是获得更多的销售利润；承包商的需求是以尽可能低的成本实现客户的质量要求；政府和社会的要求是社会的公共需求等。要解决干系人需求和期望的冲突，就需要在这些个体之间寻求平衡，取得共识。

共识(consensus)，根据牛津大学字典也叫意见一致。美国大百科全书，侧重从社会科学的角度来解释，把共识看成一个政治实体对某一个议题表现出来的一致状态，也可以用来表示某个社会的一致程度。从形式来看共识有三种(顾基发，2001)：①自发的(spontaneous)；②突发的(emergent)；③运作的(manipulated)。自发的共识，一般是在类似原始部落或某种变化慢的社会中出现问题时达成的。突发的共识出现在一些彼此有很多不同意见时，经过对意见的深化讨论，证据的收集，最后在权衡利弊后形成的新的共识。运作的共识是指既有可能出现突发的共识，又允许自由表达意见，再经过一些很好的信息沟通，将意见传到广大群众中，最后取得的共识。

从传统的群体决策研究到群体共识决策的研究其研究范式发生了改变。设 $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ 是 m 个决策者组成的集合，第 k 个决策者 e_k 的偏好记为 R_k ，其对应的策略行为记为 S_k ，群体偏好记 R_c 。

传统群体决策可以用如下的形式 1 和形式 2 来描述(罗云峰等, 2003)。

形式 1 要描述和解决的问题是要寻找一个从个体偏好到群体偏好的一个映射 f ，即

$$f: (R_1, R_2, \dots, R_m) \rightarrow R_c.$$

形式 2 要描述和解决的问题是要寻找定义在个体偏好及个体策略集上的一个映射 f ，即

$$f: (\langle R_1, S_1 \rangle, \langle R_2, S_2 \rangle, \dots, \langle R_m, S_m \rangle) \rightarrow R_c.$$

群体共识决策是在传统的群体决策中加入共识过程,可描述为如下的形式 3 和形式 4。

形式 3 群体共识过程记为 CRP 。所描述和解决的问题是要寻找定义在个体偏好上的一个映射 f ，即

$$f: (R_1, R_2, \dots, R_m) \xrightarrow{CRP} R_c.$$

形式 4 群体共识过程记为 CRP 。所描述和解决的问题是要寻找定义在个体偏好及个体策略集上的一个映射 f ，即

$$f: (\langle R_1, S_1 \rangle, \langle R_2, S_2 \rangle, \dots, \langle R_m, S_m \rangle) \xrightarrow{CRP} R_c.$$

本书主要探讨在给定的个体偏好下，群体达成共识的理论与方法。群体中的个体是广义上的决策参与者，可以是专家、决策者、代理人。为方便讨论，本书中有时称个体是专家或决策者。决策的环境可以是个体聚集在一起针对某个问题提供意见和偏好，也可以是个体异时异地表达自己的偏好。因此个体偏好的来源可以是现场得到的，也可以是从网络、社交媒体收集到的用户参与的数据。一般地，一个共识过程可以视为一个动态的交互性的群体讨论过程，如图 1.1 所示。此过程由一个决策协调者引导，决策协调者存在的主要目的是协助决策个体修改他们的意见获得共识。在共识达成过程的每一步中，协调者利用某种共识指标评估当前的共识水平。如果当前群体的共识水平没有达到预定阈值，则协调者宣布当前的决策进展，催促决策成员讨论他们的意见。否则，协调者会宣布共识过程完成，并进行下一阶段的方案选择过程，以获得最终的共识性的方案。

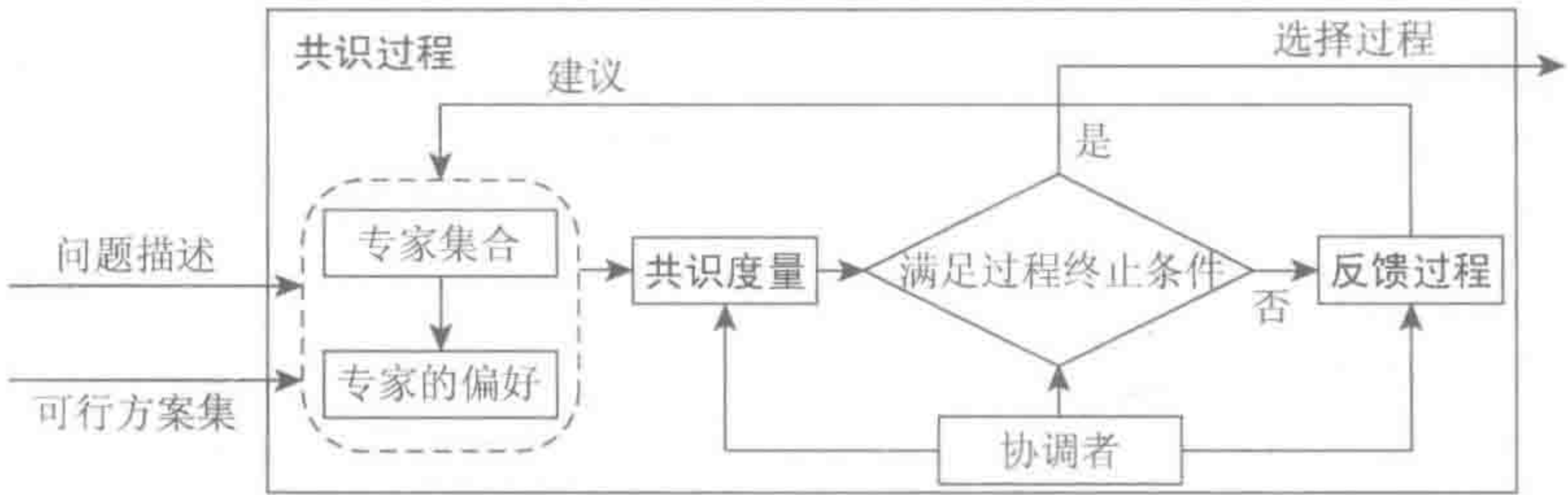


图 1.1 共识达成过程

不同的集结算子，不同的共识一致性度量(简称为共识度量)方法及不同的反馈机制形成了不同的共识达成方法。共识度量主要分为硬共识度量和软共识度量两类。硬共识度计

算出来的代表共识水平的值是一个 $[0, 1]$ 区间的数值。Bezdek 等(1978)把共识度计算为平均偏好矩阵与决策者提供的偏好矩阵的距离。Herrera-Viedma 等(2002)的共识模型中的共识度比较的是个体排序和群体排序的位置。Fairhurst 和 Rahman(2000)把共识度定义为在群体决策中对选择方案认同的专家个数与群体总人数的比值,给出了群体总人数是奇数或者偶数时计算共识度的方法。软共识度不是由精确的数字来度量而是用一个语言变量比如“大多数”来度量。这种软共识度事实上是用一个语言量化算子来帮助集结个体的偏好信息。Bordogna 等(1997)利用了如下表述,“大多数专家同意对方案 A 的评价”。语言变量“大多数”就是用作一个语言量化算子来集结专家的评价信息,而且此语言变量本身就代表了当前群体的共识水平。目前最常用的共识度量是硬共识度,即用 $[0, 1]$ 区间的某个数,如 γ 表示阈值,如果当前的共识度高于 γ ,则认为群体达到了预定的共识一致性水平。本书也采用硬共识度。反馈机制用于帮助个体修改其偏好,主要分为基于迭代的方法和基于优化的方法两类。两类反馈机制又可以进一步分为全局修改方法和离散修改方法。以判断矩阵为例,全局修改建议个体修改判断矩阵的每一个元素,而离散修改只建议个体修改一个元素或少数几个元素。这些方法将在具体的章节中详细论述。

1.2 集结算子

在群体决策中,集结算子用于集结个体偏好到群体偏好,也用于共识过程中共识度的计算及方案选择过程。不同的集结算子适用于不同的被集结变量。通过文献分析,可以发现常见的集结算子有取大算子、取小算子、算术平均算子、加权算术平均(WAA)算子、模糊加权平均(FWA)算子、几何平均算子、加权几何平均(WGA)算子、有序加权平均(OWA)算子、有序加权几何平均(OWGA)算子等。

1.2.1 常用算子

下面给出常用的集结算子的定义。令 $M = \{1, 2, \dots, m\}$ 及 $N = \{1, 2, \dots, n\}$, 令 $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 为一待集结的原始数据集。

定义 1.1 (Xu and Da, 2003) 令 $f: R^n \rightarrow R$, 如果

$$f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{i=1}^n w_i a_i,$$

其中, $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是对应于元素 $a_i (i \in N)$ 的加权向量, 满足 $0 \leq w_i \leq 1$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。

则称 f 为加权算术平均(WAA)算子。

定义 1.2 (Xu and Da, 2003) 令 $f: R^{+n} \rightarrow R^+$, 如果

$$f(a_1, a_2, \dots, a_n) = \prod_{i=1}^n a_i^{w_i},$$

其中, R^+ 是正实数构成的集合, $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是对应于元素 $a_i (i \in N)$ 的加权向量, 满足 $0 \leq w_i \leq 1$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。则称 f 为加权几何平均(WGA)算子。

定义 1.3 (Yager, 1988) 令 $f: R^n \rightarrow R, P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ 是一待集结的数据集, 如果

$$f(p_1, p_2, \dots, p_n) = \prod_{i=1}^n w_i p_{\sigma(i)},$$

其中, $\sigma: \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$ 是一个置换, 满足 $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)}, i = 1, 2, \dots, n-1$, 即 $p_{\sigma(i)}$ 是 P 中第 i 大的元素。式中 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是与 f 关联的加权向量, 满足 $0 \leq w_i \leq 1, \sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。

则称 f 为有序加权算术平均 (OWA) 算子。

类似地, 可以定义有序几何平均算子如下。

定义 1.4 (Xu and Da, 2003) 令 $f: R^{+n} \rightarrow R^+, P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ 是一待集结的数据集, 如果

$$f(p_1, p_2, \dots, p_n) = \prod_{i=1}^n p_{\sigma(i)}^{w_i},$$

其中, $\sigma: \{1, \dots, n\} \rightarrow \{1, \dots, n\}$ 是一个置换, 满足 $p_{\sigma(i)} \geq p_{\sigma(i+1)}, i = 1, 2, \dots, n-1$, 即 $p_{\sigma(i)}$ 是 P 中第 i 大的元素。式中 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 是与 f 关联的加权向量, 满足 $0 \leq w_i \leq 1, \sum_{i=1}^n w_i = 1$ 。

则称 f 为有序加权几何平均 (OWGA) 算子。

OWA 算子及 OWGA 算子的基本思想是, 对原始数据集按从大到小的顺序重新进行排序并使用加权集结, 元素 $p_{\sigma(i)}$ 与 w_i 没有任何联系, w_i 只与集结过程中的第 i 个位置有关。这两种算子都满足单调性、置换不变性、幂等性、有界性等性质。

根据被集结变量的不同, 以上算子可以直接推广到其他类型的变量集结中, 比如区间数、三角模糊数、语言变量、区间语言变量、直觉模糊变量等。比如, 在 OWA 算子的基础上, Yager (2004) 提出了连续型的 OWA 算子 (COWA 算子)。在 OWG 算子的基础上, Yager 和 Xu (2006) 提出了连续型的 OWG 算子 (COWG)。这两类算子可以用于被集结元素是连续区间即区间数的情形。这里是把区间数通过某种转换 (如考虑决策者的态度等) 转化成了实数, 按照集结实数的算子来进行计算的。

定义 1.5 (Yager, 2004) 一个连续的有序加权算术平均 (COWA) 算子是一个映射 $g: \Omega^+ \rightarrow R^+$ 。该映射关联于一个基本单位区间上的单调函数 (BUM) $Q: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, Q 满足: ① $Q(0) = 0$; ② $Q(1) = 1$; ③ $Q(x) \geq Q(y)$ 当且仅当 $x \geq y$, 使得

$$g_Q([a, b]) = \int_0^1 \frac{dQ(y)}{dy} (b - y(b - a)) dy,$$

其中, Ω^+ 是闭区间组成的集合, 所有这些闭区间的下限均为正的实数, R^+ 是正实数构成的集合, $[a, b]$ 是 Ω^+ 中的闭区间。

COWA 算子适用于集结区间型模糊偏好信息, 而不适用于集结区间乘积型即互反型偏好信息。为此, 定义一个对应的 COWG 算子如下。

定义 1.6 (Yager and Xu, 2006) 一个连续的有序加权几何平均 (COWG) 算子是一个映射 $g: \Omega^+ \rightarrow R^+$ 。该映射关联于一个 BUM 函数 $Q: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, Q 满足: ① $Q(0) = 0$;

② $Q(1)=1$; ③ $Q(x) \geq Q(y)$ 当且仅当 $x \geq y$, 使得

$$g_Q([a, b]) = b \cdot \left(\frac{a}{b} \right)^{\int_0^1 \frac{dQ(y)}{dy} y dy},$$

其中, Ω^+ , R^+ , $[a, b]$ 意义同定义 1.5。

1.2.2 算子权重

在使用集结算子时,除了选择合适的集结算子类型外,另一个关键点是选择相应的权重向量。下面介绍适合有序集结算子的比较常用的由学者 Yagger(1988)提出的一种权重确定方法。

Yagger 的方法要用到语言量化算子的概念。在模糊逻辑中,语言量化算子是指自然量词如“基本上所有”、“大多数”、“许多”等。语言量化算子又可分为绝对量化算子和比例量化算子两类。绝对量化算子跟计数的概念类似,比如“接近 2”和“多于 5”,而比例量化算子用来表示相对量比如“大多数”和“至少一半”。一个比例型语言量化算子能够用 $[0, 1]$ 中的一个模糊子集 Q 来表示,对任意的 r , $Q(r)$ 表示比例 r 与量化算子代表的语义相符的程度。一个比例量化算子 $Q: [0, 1] \rightarrow [0, 1]$, 满足 $Q(0)=0$, 存在 r 使得 $Q(r)=1$ 。一个非降的量化算子满足 $\forall a, b$, 如果 $a > b$, 则 $Q(a) \geq Q(b)$ 。非降的比例量化算子可以表示为, $\forall a, b, r \in [0, 1]$,

$$Q(r) = \begin{cases} 0, & r < a, \\ \frac{r-a}{b-a}, & a \leq r < b, \\ 1, & r \geq b. \end{cases} \quad (1.1)$$

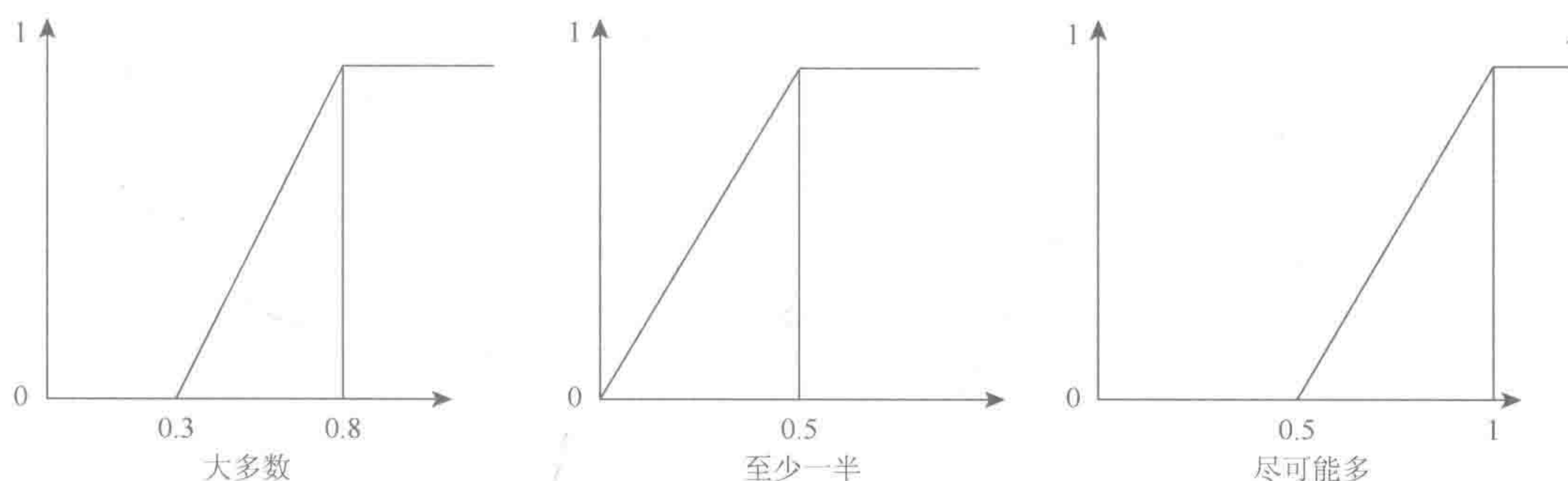


图 1.2 常见的量化算子

几个常用的比例算子见图 1.2。“大多数”，“至少一半”，“尽可能多”中参数 (a, b) 分别取值为 $(0.3, 0.8)$, $(0, 0.5)$ 和 $(0.5, 1)$ 。在确定了量化算子以后,OWA 算子的权重可利用下面的式子计算:

$$w_i = Q(i/n) - Q((i-1)/n), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1.2)$$

在不确定环境下(如各种模糊决策环境),本质上只需发展相应的不确定变量之间的比较及运算方法,就可以直接应用上述算子。文献对比研究发现,对不确定环境下的集结算子的研究通常只是形式上的改变,所得算子的性质和最初的原始的加权算术平均类(WAA-like)或者有序加权平均类(OWA-like)算子的性质并无差异。

1.3 群体心理

决策心理是指决策者在决策中的心理现象,包括个体心理和群体心理。群体是由互动的两个或两个以上的个体组成,共同的需要和目标促使群中的个体相互影响、相互依赖。群体具有以下特征:①各成员之间相互依附,在心理上彼此意识到对方的存在;②各成员之间在行为上有共同的规范,彼此相互影响;③各成员具有群体意识,即具有“我们同属于一群”是这个群体中的一员之感受;④各成员的心理与行为,以实现某种共同的目标为宗旨。群体倾向于由同质的成员组成,部分原因在于群体的社会规范要求人们服从。决策个体在群体中扮演的角色以及随之而来的行为的期望,都是个体在群体中情感和行为的强大决定因素。本节内容参见文献(吴志彬, 2012)。

1.3.1 心理现象

群体为了解决某个特定问题而存在,群体的聚集可能会产生特定的心理和行为现象,比如从众行为、群体思维等。

1. 从众行为

从众行为是指人们因为真实或臆想的他人影响而改变自己的行为。当某个决策个体在群体中与多数人的意见有分歧时,会感到群体的压力。有时这种压力会非常大,迫使群中个体违背自己的意愿产生完全相反的行为。环境因素和个性因素都会导致从众行为产生。然而把任何遵从群体意见的情况都看成顺从或从众并不正确。

社会心理学发现,从众行为的产生主要有两个原因:信息性社会影响与规范性社会影响(阿伦森等, 2005)。信息性社会影响发生在人们不知道怎样做怎么说是正确的或者最好的。人们会观察他人的行为并将其看成是重要的信息来源,并据此选择合适的行为方式。当环境模糊不清时,人们最有可能以他人作为相信的来源,这里人们是主动接受他人影响的。专家是强有力的影响因素,因为他们通常拥有做出合适反应的丰富信息。规范性社会影响发生作用的原因有所不同:个体改变自己行为与群体中他人保持一致,并不是因为其他人看来更了解情况,而是因为个人希望能够维持群体成员的身份,继续获得这种身份带来的好处,并避免遭到嘲笑和拒绝带来的痛苦。社会影响理论认为强度、接近性、群体的规模会影响到规范性社会影响是否会发挥作用。当群体对个人而言非常重要、群体成员在观点或行为方面保持一致、群体的成员数是 3~4 人时,群中的个体最可能出现从众行为。

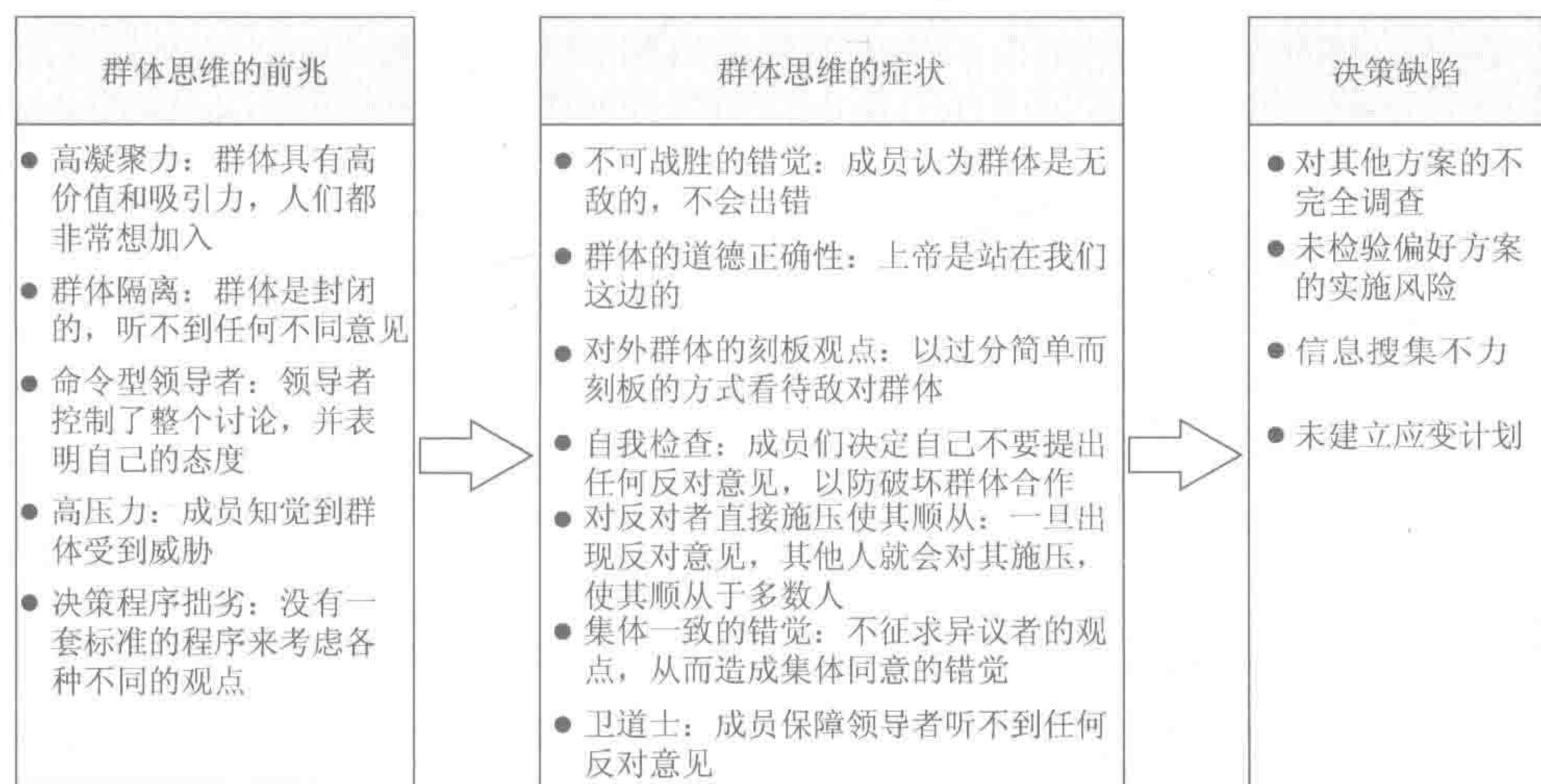


图 1.3 群体思维产生的原因(阿伦森等，2005)

2. 群体思维

联系紧密、凝聚力强的团体常常会出现群体思维的现象：对于群中的成员而言，维持群体的凝聚力和团结比务实的思考事实更重要。群体凝聚力指群体对其成员的吸引力，以及群体成员之间的相互吸引力两个方面。群体思维在前提条件符合的特定情况下很容易发生。危险的群体思维导致人们进行较差的决策过程，如图 1.3 所示。在群体思维出现时，群体并没有考虑到所有的可能方案，没有建立应变计划，而且没有充分考虑到偏好选择的风险。群体凝聚力本身不会增加群体思维发生的可能性，除非其他危险因素也同时存在。

为避免群体思维的出现，群体的组织者或领导者可以采取下面的方法：①保持中立，领导者不应该采取指挥者的角色，而应该保持中立；②寻找外界的观点，领导者应该邀请一些非群体成员来发表见解，因为这些人不太会去关心群体的凝聚力问题；③组建小组，领导者应该将团体分为几个小组，先各自讨论，然后再集体讨论他们的不同建议；④征求匿名意见，这可以通过采取不记名投票或者要求群体成员匿名写下他们的意见来实现，这可以保证群体成员提出其真实看法，不必害怕群体的谴责。

3. 群体极化

群体决策比先前的个人决策倾向更极端的现象，称为群体极化，具体表现为：如果个体先前的倾向是冒险的，则群体决策更具风险性；如果个体先前的倾向是保守的，则群体决策更为谨慎。群体极化发生的主要原因有两个(阿伦森等，2005)：第一，根据说服性辩论的观点，所有的成员为了支持自己先前的决策，在群体讨论时，都提出了一套论证观点，其中一些是其他成员单独决策时没有想到的；第二，根据社会比较理论的揭示，当人们在群体中讨论问题时，他们首先会了解其他人的感受，群体赞同的观点是怎么样的，是冒险还是保守，为了能够更受欢迎，许多人都会同意其他人的观点并表现得更极端一点。

在群体决策过程中，应当尽量避免从众行为、群体思维、群体极化等群体心理现象

的产生。这些心理现象的产生是由于群体决策的过程损失造成的。过程损失是指在群体交流过程中,导致无法达成最优解决方案的情况。这是因为最有能力的个人无法动摇群体中其他成员的想法。此外,群体通常把注意力集中在所有成员都了解的信息上,却忽略了独特信息。如果群体能够让不同的个体成员负责特定领域的信息,则这种情况就可能得以避免。如果群体成员善于共享信息并听取群体中的专家意见,则群体决策往往会优于个体决策。

1.3.2 领导与沟通的关键作用

领导常常在群体决策中发挥关键作用。许多研究发现人格与领导能力存在着微弱的关系,这表现在与非领导者相比,领导者似乎更聪明一点、更外向、比较容易被权力需求所驱使、社交能力较好等。然而,对于群体行为的理解,还必须把社会情境考虑在内。领导权变理论指出领导的有效性取决于领导者的风格是任务导向型还是关系导向型,取决于领导者对群体的控制和影响的程度。任务导向型领导更关心组织的任务是否完成,而不太关心成员的情感和人际关系;关系导向型领导主要关心员工的情感和人际关系。权变理论的核心在于没有哪类领导者永远比另一类领导者更为有效。它取决于情境因素,尤其是领导者对团体的控制和影响的程度。

在群体共识决策中,领导者通常扮演协调者的角色。领导者有权力干预群体决策的过程直至终止决策过程。共识决策中的领导者是使共识决策过程顺利开展的维护者,他是一个鼓励者,热心赞赏他人对群体的贡献;他是一个协调者,解决群体内冲突;他是一个折中者,协调不同意见,帮助群体成员制定大家都能接受的中庸决策;他还是一个监督者,保证每个人都有发表意见的机会,鼓动寡言的人,而压制支配者。

沟通、讨论、争论在群体共识决策中发挥着重要作用。对决策信息的沟通是决策的基础。人与人之间的沟通,主要是通过语言来进行的,不仅限于信息的交流,而且包括情感、思想、态度、观点等的交流。在人与人之间的沟通过程中,交流动机、目的、态度等心理因素有着重要的意义。无论组织如何努力地把有关对其成员期望的信息清晰明确地传递给成员,成员在感知这些信息的过程中,仍容易歪曲地理解这些信息。这一观点表明在群体决策中正确传达决策信息和沟通的重要性。

研究表明在合作的背景下争论对解决问题是有益的。争论包括三个方面:表述观点、寻求理解和整合观点(West, 2012)。建设性的争论有助于群体开展讨论使得群体更加投入到群体任务中。争论性讨论是指群体成员为了激发新思想或完善解决方案,对各种知识、概念和想法进行公开、自由的探讨、完善和拓展的系列行为。争论会使群体成员产生认知冲突、促使群体收集其他成员的观点信息和理解其观点的背后原因。如果群体缺乏争论,群体成员会产生观点被忽视的失败感。在群体具有共同目标的条件下,群体成员直接表达个人不同的观点、询问和了解他人的观点、形成新的方案等从而达到群体的一致性,最终使得群体能获得较高的绩效。但是争论性讨论经常会引发敌对的情绪和言语上的攻击,也会让群体成员感到不确定性。群体成员之间的独立思维、领导的角色和作用以及群体的开放氛围都有利于建设性争论出现(何铨, 2008)。