

# 考虑信任与移情关系的大规模冲突主体共识偏好研究

胡礼梅<sup>1,2</sup>, 徐海燕<sup>1†</sup>, 刘瑞<sup>1</sup>

(1. 南京航空航天大学经济与管理学院, 南京 211106;

2. 安徽科技工程大学经济与管理学院, 安徽蚌埠 233030)

**摘要:** 针对大规模社会冲突中主体内部偏好异质化问题, 基于冲突分析图模型 (Graph Model for Conflict Resolution, GMCR) 框架, 构建了一种考虑信任与移情关系的共识偏好生成模型. 首先对大规模冲突主体进行子组划分, 量子子组间信任关系与移情权重; 进而建立融合信任网络与移情响应的共识迭代算法, 其中移情机制特别考量子组对群体综合排序的认同; 随后, 运用改进模糊序数优先权方法 (Fuzzy Ordinal Priority Approach, OPA-F) 实现异质偏好的序数聚合, 形成策略声明共识排序; 最后, 基于策略优先权排序法输出共识偏好结果. 案例应用、灵敏度分析与对比分析表明: 该模型能有效提升共识效率, 其生成的共识偏好可显著增强关键决策方的策略稳定性. 所提模型实现了从群体内部分歧到共识策略声明排序的转化, 为大规模社会冲突的共识性协调提供了可计算的分析框架.

**关键词:** 大规模冲突; 冲突分析图模型; 信任关系; 移情关系; 模糊序数优先权方法; 共识达成过程

中图分类号: C934 文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2025.1107

引用格式: 胡礼梅, 徐海燕, 刘瑞. 考虑信任与移情关系的大规模冲突主体共识偏好研究 [J]. 控制与决策, xxxx, x(x): xxxx-xxxx.

## A consensus preference model for large-scale conflict decision makers considering trust and empathy relationships

HU Li-mei<sup>1,2</sup>, XU Hai-yan<sup>1†</sup>, LIU Rui<sup>1</sup>

(1. College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 211106, China; 2. School of Economics and Management, Anhui Science and Technology University, Bengbu 233030, China)

**Abstract:** To address the issue of heterogeneous internal preferences among decision makers in large-scale social conflicts, this study develops a consensus preference generation model that integrates trust and empathy relationships, based on the Graph Model for Conflict Resolution (GMCR) framework. First, large-scale conflict decision makers are divided into subgroups to quantify trust relationships and empathy weights among them. Subsequently, a consensus iteration algorithm that integrates trust networks and empathy responses is established, in which the empathy mechanism specifically considers subgroups' identification with the group's overall ranking. Then, an improved Fuzzy Ordinal Priority Approach (OPA-F) is applied to achieve ordinal aggregation of heterogeneous preferences and form a consensus ranking of strategy statements. Finally, consensus preference outcomes are generated based on the strategy priority ranking method. Validation through case application, sensitivity analysis, and comparative analysis shows that the model can effectively improve consensus efficiency, and the generated consensus preferences significantly enhance the strategic stability of key decision makers. The proposed model achieves the transformation from intra-group disagreements to a consensus-based strategy statement ranking, thereby providing a computable analytical framework for consensus-based coordination in large-scale social conflicts.

**Keywords:** large-scale group conflicts; GMCR; trust relationship; empathy relationship; OPA-F method; consensus-reaching process

收稿日期: 2025-10-24; 录用日期: 2026-03-25.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (72471117, W2433175); 安徽省高校人文社会科学重点研究项目 (2024AH052388); 江苏省研究生科研与实践创新项目 (KYCX25\_0646, KYCX24\_0518); 安徽省高校哲学社会科学重大项目 (2023AH040269).

通信作者. E-mail: xuhaiyan@nuaa.edu.cn.

本文附带电子附录文件, 可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅读.

## 0 引言

食品安全是事关公众健康与社会稳定的重要基石. 此类事件不仅易引发直接的健康与经济损失, 还会加剧社会焦虑与信任危机, 对政府公信力和行业的可持续发展带来严峻挑战. 近年来, 随着食品产业形态的不断创新与消费场景的日益多元, 各类食品安全冲突事件持续显现. 以快速扩张的预制菜产业为例, 由于标准规范的缺失与监管滞后, 其在餐饮、零售等环节引发了涉及政府、企业、消费者等多主体的大规模复杂冲突问题. 从管理科学的视角来看, 此类冲突具有动态性、网络化交互与政策敏感性等, 使得传统分析模型难以适用, 亟需发展新的冲突建模理论与方法, 以揭示冲突内在演化规律, 为大规模复杂冲突协调与化解提供理论支撑与方法工具.

冲突分析图模型 (Graph Model for Conflict Resolution, GMCR)<sup>[1-2]</sup> 为系统分析此类问题提供了框架基础, 其仅需少量相对信息即可对多方冲突问题进行决策建模, 已在多个领域展现出广泛适用性<sup>[3-6]</sup>. 传统 GMCR 研究通常聚焦于有限决策者参与的小规模冲突. 为应对大规模参与者的复杂性, 学者们引入了数据驱动的聚类方法, 将识别出的决策群体视为内部偏好一致的单一行为体进行均衡分析<sup>[7-8]</sup>. 然而, 这类方法将聚类群体同质化处理, 忽视了同一宏观主体 (如“消费者群体”) 内部普遍存在的子组分化现象. 这种简化可能导致输入偏好失真, 进而削弱均衡解的现实解释力. 因此, 如何为内部异质的大规模群体生成高共识度的偏好排序, 成为支持后续冲突稳定性分析的关键前置问题.

共识形成是调和异质偏好的核心机制, 决策者通过信息交互动态调整自身立场以推动群体共识形成<sup>[9-12]</sup>. 将这一机制拓展至大规模群决策 (Large-scale group decision-making, LSGDM) 场景时, 社会网络关系成为解析群体互动的重要视角. 信任关系作为关键社会因素受到广泛关注<sup>[13-16]</sup>, 研究证实其在促进共识、减少冲突方面的重要作用. 除信任外, 移情作为另一种关键的社会心理机制, 也逐渐在共识建模研究中受到关注<sup>[17-19]</sup>. 移情是指个体感知、理解并响应他人情绪与观点的能力<sup>[20]</sup>, 文献 [21] 开创性地提出了基于移情的社会选择模型, 为移情网络在多准则决策中的应用奠定基础. 学者们陆续将移情机制引入大规模群体共识建模研究中<sup>[22-23]</sup>, 证明了其对共识的促进作用. 值得关注的是, 已有研究在小规模场景中同时考虑了信任与移情机制, 验证了双机制协同在提升共识方面的潜力<sup>[24]</sup>, 但其融合方式及在冲突序数偏好生成中的具体作用机制尚待深入探究.

综合而言, 在面向大规模社会冲突问题时, 现有研究存在三点局限: 1) 对主体内部偏好异质性刻画不足. 现有模型<sup>[7-8]</sup> 通过聚类将宏观群体视为偏好一致的“黑箱”单元, 未对群体内部的子组分化及其互动过程进行建模, 使得模型输入偏好与现实存在偏差. 2) 信任与移情双机制协同建模缺失. 尽管信任与移情机制在共识促进中的作用已分别被验证, 且在小规模合作中展现了协同潜力<sup>[24]</sup>, 但在大规模冲突中针对宏观主体内部偏好生成的双机制融合演化模型, 仍缺乏深入研究. 3) 共识演化到 GMCR 序数偏好的“方法接口”断层. 现有共识模型输出 (如连续观点) 与 GMCR 所需的离散策略声明序数偏好形式不一致, 缺乏将共识演化结果系统转化为冲突分析输入的衔接方法.

为弥补上述不足, 本文构建了一个面向大规模冲突的“信任—移情”双机制共识偏好生成模型, 主要贡献体现在三个方面: 1) 建模框架创新: 构建了“异质偏好→共识排序→冲突均衡”的完整分析路径. 通过识别内部异质子群体, 经双机制共识迭代生成策略声明排序, 再转化为状态点偏好, 突破了传统主体同质“黑箱”分析模式. 2) 核心方法创新: 提出了融合双机制与改进 OPA-F 的共识迭代方法. 构建信任关系与移情响应的协同演化模型以驱动子群体观点调整, 并改进 OPA-F 方法聚合异质模糊偏好, 生成高共识度的序数策略声明排序. 3) 应用验证创新: 通过预制菜安全冲突案例, 结合灵敏度与对比分析, 实证检验了模型的有效性. 验证了双机制融合在提升共识效率、增强冲突稳定性方面的作用, 为理解与干预大规模社会冲突提供了定量分析依据.

## 1 考虑信任与移情关系的大规模冲突主体共识偏好模型

针对大规模社会冲突中主体内部偏好异质化问题, 现有冲突分析通常将识别出的宏观主体视为偏好一致的决策单元, 忽略了其内部共识达成的关键过程. 为此, 本文从主体内部视角出发, 构建一个融合信任与移情双社会心理机制的共识偏好模型.

### 1.1 模型描述

假设大规模冲突问题的参与主体为  $DM = \{DM_1, DM_2, \dots, DM_n\}$ , 经分析识别出  $p$  个复合冲突主体  $CDM = \{CDM_1, CDM_2, \dots, CDM_p\}$ , 其对应的策略声明集合记为  $L_i = \{\Omega_i^1, \Omega_i^2, \dots, \Omega_i^{M_i}\}$ , 其中  $M_i$  为  $CDM_i$  的策略声明个数. 基于策略筛选规则, 可得可行状态点集合  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_g\}$ ,  $g$  为可行状态个数. 各复合主体参与人数记为  $C = \{c_1,$

$c_2, \dots, c_p\}$ , 满足  $\sum_{i=1}^p c_i = n$ . 设  $CDM_i$  对策略声明的初始排序为  $\Lambda_{ic}^{(0)} = \{r_{ic}^{1(0)}, r_{ic}^{2(0)}, \dots, r_{ic}^{M_i(0)}\}$ , 其中  $r_{ic}^{j(0)} (j \in \{1, 2, \dots, M_i\})$  为  $CDM_i$  对第  $j$  个声明  $\Omega_i^j$  在  $t=0$  时刻的综合排序值. 为刻画主观判断的模糊性与不确定性, 引入三角模糊数 (Triangular Fuzzy Number, TFN) 表征偏好. 根据文献 [25] 的语言变量转换规则, 声明初始排序对应模糊评价值为:  $\tilde{P}_{ic}^{(0)} = \{\tilde{p}_{ic}^{1(0)}, \tilde{p}_{ic}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{ic}^{M_i(0)}\}$ , 其中  $\tilde{p}_{ic}^{j(0)}$  是排序值  $r_{ic}^{j(0)}$  对应的 TFN, 表示为  $\tilde{p}_{ic}^{j(0)} = [l_{ic}^{j(0)}, m_{ic}^{j(0)}, u_{ic}^{j(0)}]$ , 满足  $0 \leq l_{ic}^{j(0)} \leq m_{ic}^{j(0)} \leq u_{ic}^{j(0)}$ . 任意两个 TFNs 的运算法则参见文献 [26].

## 1.2 复合冲突主体内部子群划分及信任与移情关系的量化

由于复合冲突主体内部存在偏好异质, 需先进行子群划分以识别代表性观点, 支撑后续融合信任与移情关系的共识研究. 采用文献 [7] 所验证的 K 均值聚类方法, 将  $CDM_i$  划分为  $k_i$  个子组, 记为  $CG_i = \{CG_{i1}, CG_{i2}, \dots, CG_{ik_i}\}$ , 其中  $CG_{iq}, q \in \{1, 2, \dots, k_i\}$  包含个体数为  $N_{iq}$ , 满足  $\sum_{q=1}^{k_i} N_{iq} = c_i, i \in \{1, 2, \dots, p\}$ .  $CG_{iq}$  对声明集合排序为  $\Lambda_{iq}^{(0)} = \{r_{iq}^{1(0)}, r_{iq}^{2(0)}, \dots, r_{iq}^{M_i(0)}\}$ , 其中  $r_{iq}^{j(0)} (j \in \{1, 2, \dots, M_i\})$  为  $CG_{iq}$  对声明  $\Omega_i^j$  在  $t=0$  时刻的排序值. 基于 TFN 转换规则 [25], 子组排序对应模糊评价值为  $\tilde{P}_{iq}^{(0)} = \{\tilde{p}_{iq}^{1(0)}, \tilde{p}_{iq}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{iq}^{M_i(0)}\}$ , 其中  $\tilde{p}_{iq}^{j(0)}$  是排序  $r_{iq}^{j(0)}$  对应的 TFN, 表示为  $\tilde{p}_{iq}^{j(0)} = [l_{iq}^{j(0)}, m_{iq}^{j(0)}, u_{iq}^{j(0)}]$ , 满足  $0 \leq l_{iq}^{j(0)} \leq m_{iq}^{j(0)} \leq u_{iq}^{j(0)}$ . 为开展考虑信任与移情关系的共识达成研究, 需对聚类后子组间信任与移情关系进行量化, 具体如下:

### (1) 信任关系获取

信任关系是基于长期互动积累形成的、对其他子组能力与可靠性的稳定信念. 子组间信任关系集合为  $T_i = \{\gamma_i^{qh} | q, h \in \{1, 2, \dots, k_i\}, q \neq h\}$ , 其中  $\gamma_i^{qh} \in [0, 1]$  表示  $CG_{iq}$  对  $CG_{ih}$  的信任程度, 各子组的自信度为  $\beta_i^q$ . 则  $CG_{iq}$  对  $CG_{ih}$  的归一化信任值为:

$$T_i^{qh} = \frac{\gamma_i^{qh}}{\sum_{h=1, h \neq q}^{k_i} \gamma_i^{qh}}, q \neq h. \quad (1)$$

满足  $\sum_{h=1, h \neq q}^{k_i} T_i^{qh} = 1$ .

### (2) 移情关系获取

移情关系反映个体对其他决策者偏好的关注程度. 本文在文献 [24] 基础上引入概率分布以刻画评

估等级的不确定性, 设计了一种移情权重计算方法. 该方法不仅量子组间相互理解程度, 还包含子组对综合排序的移情. 具体而言, 移情评分采用七级量表  $Y = \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ , 分别对应“非常不同意”至“非常同意”, 用于评估  $CG_{iq}, q \in \{1, 2, \dots, k_i\}$  与  $CG_{ih}, h \in \{1, 2, \dots, k_i, c\}$  (这里  $c$  表示综合排序) 之间的偏好契合度. 评分越高表明移情越强, 即更认同对方观点. 假设经统计  $CG_{iq}, q \in \{1, 2, \dots, k_i\}$  到  $CG_{ih}, h \in \{1, 2, \dots, k_i, c\}$  的概率移情评分为  $V_i^{qh} = \{v_i^{qh}(\varepsilon), \varepsilon \in Y\}$ , 则移情权重计算公式为:

$$\lambda_i^{qh} = \frac{\sum_{\varepsilon=-3}^3 (v_i^{qh}(\varepsilon) \cdot (\varepsilon + 4))}{\sum_{h=1}^{k_i+1} \sum_{\varepsilon=-3}^3 (v_i^{qh}(\varepsilon) \cdot (\varepsilon + 4))}. \quad (2)$$

其中, 当  $h = q$  时,  $\lambda_i^{qq}$  表示自循环权重, 反映子组  $CG_{iq}$  考虑自身偏好的程度. 当  $h = c$  时 (即  $h = k_i + 1$  的情形),  $\lambda_i^{qc}$  表示  $CG_{iq}$  对  $CDM_i$  综合排序的移情权重. 易验证  $\lambda_i^{qq} + \sum_{h=1, h \neq q}^{k_i} \lambda_i^{qh} + \lambda_i^{qc} = 1$ .

## 1.3 基于信任与移情关系的共识达成过程

为协调复合冲突主体内部异质子组立场, 生成高共识度策略声明排序, 本节构建一个融合信任与移情关系共识达成模型, 包括共识水平的测量与检验、融合信任与移情关系的观点演化分析以及基于改进 OPA-F 方法的策略声明共识排序生成三阶段.

### 1.3.1 共识水平的测量与检验

为检验子组与综合排序的共识度是否达到阈值, 需计算群体共识水平. 在计算共识度之前, 先确定各子组权重  $w_{iq}$ . 结合子组所包含主体数量, 遵循“人数越多, 排序越靠前”原则对子组进行优先级排序. 基于转换规则 [25],  $CDM_i$  各子组优先级可转换为  $\tilde{B}_i = \{\tilde{b}_{i1}, \tilde{b}_{i2}, \dots, \tilde{b}_{ik_i}\}$ , 其中  $\tilde{b}_{iq} (i = 1, 2, \dots, p; q = 1, 2, \dots, k_i)$  代表子组  $CG_{iq}$  排序对应的 TFN, 表示为  $\tilde{b}_{iq} = [l_{iq}, m_{iq}, u_{iq}], 0 \leq l_{iq} \leq m_{iq} \leq u_{iq}$ . 借鉴 OPA-F 方法 [25] 中属性权重的计算思路, 构建如下规划模型 (式 (3)) 求解子组  $CG_{iq}$  的模糊权重  $\tilde{w}_{iq}$ :

$$\begin{aligned} & \max \tilde{Z}_i \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \tilde{b}_{iq}^r (\tilde{w}_{iq}^r - \tilde{w}_{iq}^{r+1}) \geq \tilde{Z}_i, \forall q, r & (3-1) \\ \tilde{b}_{iq}^{k_i} \tilde{w}_{iq}^{k_i} \geq \tilde{Z}_i, \forall q & (3-2) \\ \sum_{q=1}^{k_i} \tilde{w}_{iq} = (0.8, 1, 1.2), & (3-3) \\ l_{iq}^{\tilde{w}} \leq m_{iq}^{\tilde{w}} \leq u_{iq}^{\tilde{w}}, \forall q & (3-4) \\ l_{iq}^{\tilde{w}} \geq 0, \forall q & (3-5) \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

其中,  $\tilde{Z}_i (\tilde{Z}_i = [l_i, m_i, u_i], 0 \leq l_i \leq m_i \leq u_i)$  代表  $CDM_i$  的模糊目标函数, 是一个不受限制的符号, 决策变量是一组模糊子组权重  $\tilde{w}_{iq} = [l_{iq}^{\tilde{w}}, m_{iq}^{\tilde{w}}, u_{iq}^{\tilde{w}}]$ , 它使得在  $CDM_i$  所有子组的优先关系下, 最不被满足的权重差异也能被最大化满足. 约束 (3-1) 确保更重要子组权重显著高于次要子组. 约束 (3-2) 确保最低优先级子组也被考虑到, 必须至少达到  $\tilde{Z}_i$  水平. 约束 (3-3) 是所有权重的模糊总和为一个近似于 1 的 TFN. 约束 (3-4) 定义子组模糊权重数学结构. 约束 (3-5) 是非负性约束, 即模糊权重下界必须非负.

模型 (3) 为 TFN 形式的线性规划问题, 在输入参数  $\tilde{b}_{iq}$  非负条件下, 存在可行解. 例如, 令  $\tilde{w}_{iq} = (0.8/k_i, 1/k_i, 1.2/k_i)$  且  $\tilde{Z}_i = (0, 0, 0)$ , 可直接验证其满足约束 (3-1) 至 (3-5), 表明可行域非空. 模型 (3) 可通过将模糊约束按 TFN 运算法则分解为清晰约束, 转化为常规线性规划进行求解<sup>[25]</sup>.

基于 TFN 分级平均积分表示法<sup>[27]</sup> 对模糊子组权重去模糊化为具体数值:

$$w_{iq} = \frac{l_{iq}^{\tilde{w}} + 4m_{iq}^{\tilde{w}} + u_{iq}^{\tilde{w}}}{6}, \forall q. \quad (4)$$

其中,  $l_{iq}^{\tilde{w}}, m_{iq}^{\tilde{w}}, u_{iq}^{\tilde{w}}$  分别表示  $\tilde{w}_{iq}$  的下界、中界和上界.  $w_{iq} \in [0, 1]$ , 满足  $\sum_{q=1}^{k_i} w_{iq} = 1, i = 1, 2, \dots, p$ .

进而计算各子组与主体综合排序的共识水平:

$$CL_{iq}^{(t)} = \frac{1}{M_i} \sum_{j=1}^{M_i} (1 - d(\tilde{p}_{iq}^{j(t)}, \tilde{p}_{ic}^{j(t)})). \quad (5)$$

这里, 第  $t$  轮第  $j$  个策略声明下第  $q$  子组排序的 TFN 与综合排序 TFN 之间的距离  $d(\tilde{p}_{iq}^{j(t)}, \tilde{p}_{ic}^{j(t)}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_{iq}^{j(t)} - l_{ic}^{j(t)})^2 + (m_{iq}^{j(t)} - m_{ic}^{j(t)})^2 + (u_{iq}^{j(t)} - u_{ic}^{j(t)})^2]}$ , 其中  $\tilde{p}_{iq}^{j(t)}$  与  $\tilde{p}_{ic}^{j(t)}$  分别代表第  $t$  轮时  $CG_{iq}$  与  $CDM_i$  对第  $j$  个策略声明的模糊评分.

则群体共识度计算公式为:

$$GCL_i^{(t)} = \sum_{q=1}^{k_i} w_{iq} CL_{iq}^{(t)} \quad (6)$$

若  $GCL_i^{(t)} \geq \xi$ , 则共识度达到阈值  $\xi$ , 说明综合排序可代表  $CDM_i$  观点; 否则需识别未达成共识的子组集合  $CG_{i,NC}^{(t)}$ , 定义为  $CG_{i,NC}^{(t)} = \{CG_{iq} | GCL_i^{(t)} < \xi \text{ 且 } CL_{iq}^{(t)} < \xi\}$ , 表示这些子组需要基于信任与移情关系调整其策略声明模糊评分.

### 1.3.2 融合信任与移情关系的观点演化分析

对于子组  $CG_{iq} (CG_{iq} \in CG_{i,NC}^{(t)})$ , 其观点调整融合信任与移情关系两种机制, 其中特别考量了子组对综合排序的移情响应. 此处,  $\tilde{p}_{iq}^{j(t)}, q \in \{1, 2,$

$\dots, k_i\}$  和  $\tilde{p}_{ic}^{j(t)}$  分别表示第  $t$  轮时  $CG_{iq}$  与  $CDM_i$  对声明  $\Omega_i^j$  的模糊评分. 具体分析过程如下:

#### (1) 基于信任关系的观点演化

观点演化旨在分析群体成员观点随时间变化的动态规律. 为模拟观点转变过程, 文献 [28] 提出了社会网络 DeGroot(SNDG) 模型. 本文根据子组自信度及子组间信任值开展融合 SNDG 模型的观点演化, 表达式如下:

$$\tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Tr} = \beta_i^q \cdot \tilde{p}_{iq}^{j(t)} + (1 - \beta_i^q) \cdot \sum_{h=1, h \neq q}^{k_i} T_i^{qh} \cdot \tilde{p}_{ih}^{j(t)}. \quad (7)$$

其中,  $T_i^{qh}$  表示  $CG_{iq}$  对  $CG_{ih}$  的归一化信任值,  $\beta_i^q$  代表  $CG_{iq}$  自信度,  $\tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Tr}$  表示在信任关系影响下  $CG_{iq}$  对声明  $\Omega_i^j$  在第  $t+1$  轮时的模糊评分.

#### (2) 基于移情关系的观点演化

移情关系表明决策者的最终偏好由其自身内部偏好和受其他决策者影响所产生的移情偏好共同形成. 在文献 [17] 基础上, 本文创新性考量了子组对综合排序的移情响应. 根据子组自循环移情权重  $\lambda_i^{qq}$ 、子组间移情权重  $\lambda_i^{qh} (h \neq q)$  及子组对综合排序移情权重  $\lambda_i^{qc}$ , 开展融合移情偏好调整规则的观点演化, 表达式如下:

$$\tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Em} = \lambda_i^{qq} \cdot \tilde{p}_{iq}^{j(t)} + \sum_{h=1, h \neq q}^{k_i} \lambda_i^{qh} \cdot \tilde{p}_{ih}^{j(t)} + \lambda_i^{qc} \cdot \tilde{p}_{ic}^{j(t)}. \quad (8)$$

这里,  $\tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Em}$  表示在移情关系影响下  $CG_{iq}$  对声明  $\Omega_i^j$  在第  $t+1$  轮时的模糊评分.

#### (3) 融合信任与移情关系演化的观点

信任与移情共同构成影响子组观点调整的社会网络. 为量化其综合效应并保持模型的可解释性, 引入可调节系数  $\delta_i, \delta_i \in [0, 1]$  以刻画两者在观点融合中的相对重要性. 由此,  $t+1$  轮子组的融合观点为:

$$\tilde{p}_{iq}^{j(t+1)} = \delta_i \cdot \tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Tr} + (1 - \delta_i) \cdot \tilde{p}_{iq}^{j(t+1),Em}. \quad (9)$$

其中,  $\delta_i$  为  $CDM_i$  观点融合加权系数. 当  $\delta_i = 1$  时, 表明观点演化完全由信任机制驱动; 当  $\delta_i = 0$  时, 则完全由移情机制驱动. 该线性融合模型结构简明, 参数意义清晰, 便于分析两种机制独立与联合效应.

### 1.3.3 基于改进 OPA-F 方法的策略声明共识排序生成

为有效聚合演化后仍具模糊性的序数偏好, 本文引入并改进 OPA-F 方法<sup>[25]</sup> 中方案权重计算思路, 构建如下规划模型 (式 (10)) 求解子组  $CG_{iq}$  在第  $t+1$  轮对第  $j$  个策略声明的模糊得分值  $\tilde{Q}_{iq}^{j(t+1)}$ :

$$\begin{aligned} \max \quad & \tilde{Z}_i^{(t+1)} \\ \text{s.t.} \quad & \begin{cases} \tilde{p}_{iq}^{j(t+1),r} \left( \tilde{Q}_{iq}^{j(t+1),r} - \tilde{Q}_{iq}^{j(t+1),r+1} \right) \geq \tilde{Z}_i^{(t+1)}, \\ \forall q, j, r & (10-1) \\ \tilde{p}_{iq}^{j(t+1),M_i} \tilde{Q}_{iq}^{j(t+1),M_i} \geq \tilde{Z}_i^{(t+1)}, \forall q, j & (10-2) \\ \sum_{q=1}^{k_i} \sum_{j=1}^{M_i} \tilde{Q}_{iq}^{j(t+1)} = (0.8, 1, 1.2), & (10-3) \\ l_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}} \leq m_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}} \leq u_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}}, \forall q, j & (10-4) \\ l_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}} \geq 0, \forall q, j & (10-5) \end{cases} \end{aligned} \quad (10)$$

其中,  $\tilde{Z}_i^{(t+1)} = [l_i^{(t+1)}, m_i^{(t+1)}, u_i^{(t+1)}]$  代表  $CDM_i$  在第  $t+1$  轮的模糊目标函数, 是一个不受限制的符号, 决策变量是每个策略声明的模糊得分值  $\tilde{Q}_{iq}^{j(t+1)} = [l_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}}, m_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}}, u_{iq}^{j(t+1),\tilde{Q}}]$ , 它使得在每个子组下, 声明的优先关系都能在最终得分中尽可能明显, 从而保证排序可靠性. 约束 (10-1) 确保在第  $t+1$  轮更重要声明得分显著高于次要声明, 并且在  $CDM_i$  所有子组看来都是成立的. 约束 (10-2) 确保在第  $t+1$  轮最低优先级的声明也被考虑到, 必须至少达到  $\tilde{Z}_i^{(t+1)}$  水平. 约束 (10-3) 是模糊环境下归一化条件. 约束 (10-4) 定义策略声明模糊得分数学结构. 约束 (10-5) 是非负性约束.

结合式 (3) 求解的子组权重值  $\tilde{w}_{iq}$ , 计算第  $t+1$  轮  $CDM_i$  对声明  $\Omega_i^j$  的综合模糊值  $\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)}$ :

$$\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)} = \sum_{q=1}^{k_i} \tilde{w}_{iq} \cdot \tilde{Q}_{iq}^{j(t+1)}, \forall i, j. \quad (11)$$

采用去模糊化公式计算第  $t+1$  轮声明得分值:

$$R(\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)}) = \frac{l_{ij}^{\tilde{T}Q} + 4m_{ij}^{\tilde{T}Q} + u_{ij}^{\tilde{T}Q}}{6}, \forall i, j. \quad (12)$$

$R(\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)})$  越大,  $r_{ic}^{j(t+1)}$  越小.  $r_{ic}^{j(t+1)}$  可定义为:

$$r_{ic}^{j(t+1)} = 1 + \sum_{j \neq x} II(R(\tilde{T}Q_{ic}^{x(t+1)}) > R(\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)})). \quad (13)$$

其中,  $II(\cdot)$  是指示函数, 当条件成立时取值为 1, 否则为 0.  $\sum_{j \neq x} II(R(\tilde{T}Q_{ic}^{x(t+1)}) > R(\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)}))$  表示比  $R(\tilde{T}Q_{ic}^{j(t+1)})$  大的声明数量. 基于以上步骤可得到  $t+1$  轮综合排序  $\Lambda_{ic}^{(t+1)} = \{r_{ic}^{1(t+1)}, r_{ic}^{2(t+1)}, \dots, r_{ic}^{M_i(t+1)}\}$ , 其对应 TFN 为  $\tilde{p}_{ic}^{j(t+1)} = [l_{ic}^{j(t+1)}, m_{ic}^{j(t+1)}, u_{ic}^{j(t+1)}]$ .

将第  $t+1$  轮综合观点与各子组演化观点值再次代入式 (5) 和式 (6), 计算各子组共识水平与群体共识度. 该过程持续迭代, 直至演化观点与综合观点共识度达到预设阈值. 随后, 根据策略声明的最终得分生成排序结果, 输出  $CDM_i$  具有高共识度的策略声

明排序  $\Lambda_{ic}^* = \{r_{ic}^{1*}, r_{ic}^{2*}, \dots, r_{ic}^{M_i^*}\}$ .

综上所述, 本节构建的共识达成过程是一个动态迭代的闭环系统. 具体执行流程见算法 1.

#### 算法1 基于信任与移情关系的共识达成过程

**输入:** 复合冲突主体  $CDM = \{CDM_1, CDM_2, \dots, CDM_p\}$ , 策略声明集合  $L_i = \{\Omega_i^1, \Omega_i^2, \dots, \Omega_i^{M_i}\}$ ; 初始排序  $\Lambda_{ic}^{(0)} = \{r_{ic}^{1(0)}, r_{ic}^{2(0)}, \dots, r_{ic}^{M_i(0)}\}$  及对应模糊评价价值  $\tilde{P}_{ic}^{(0)} = \{\tilde{p}_{ic}^{1(0)}, \tilde{p}_{ic}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{ic}^{M_i(0)}\}$ , 子组  $CG_i = \{CG_{i1}, CG_{i2}, \dots, CG_{ik_i}\}$ , 子组排序  $TFN\tilde{B}_i = \{\tilde{b}_{i1}, \tilde{b}_{i2}, \dots, \tilde{b}_{ik_i}\}$ , 子组声明排序  $\Lambda_{iq}^{(0)} = \{r_{iq}^{1(0)}, r_{iq}^{2(0)}, \dots, r_{iq}^{m_i(0)}\}$  及对应模糊评价价值  $\tilde{P}_{iq}^{(0)} = \{\tilde{p}_{iq}^{1(0)}, \tilde{p}_{iq}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{iq}^{m_i(0)}\}$ , 子组间信任值  $T_i^{qh}$  及自信度  $\beta_i^q$ , 子组自循环移情权重  $\lambda_i^{qq}$ 、子组间移情权重  $\lambda_i^{qh} (h \neq q)$  及子组对综合排序移情权重  $\lambda_i^{qc}$ ; 共识阈值  $\xi$ .

**输出:**  $CDM_i$  高共识度策略声明排序结果.

**Step 1:** 用  $t$  表示共识达成过程中共识调整计数器, 将其初始化为  $t = 0$ .

**Step 2:** 使用式(3), 求解  $CDM_i$  各子组模糊权重  $\tilde{w}_{iq}$ , 基于式(4)得到去模糊化的子组权重值  $w_{iq}$ .

**Step 3:** 使用式(5)和式(6), 计算  $CL_{iq}^{(t)}$  和群体共识度  $GCL_i^{(t)}$ .

**Step 4:** 如果  $GCL_i^{(t)} \geq \xi$ , 则转到 Step 7; 否则, 继续进行下一步.

**Step 5:** 依据式(7)至式(9), 对未达成共识的子组排序开展基于信任与移情关系的观点演化, 得到  $t+1$  轮子组融合观点  $\tilde{p}_{iq}^{j(t+1)}$ .

**Step 6:** 根据式(10), 计算  $t+1$  轮各子组策略声明的模糊值  $\tilde{Q}_{iq}^{j(t+1)}$ , 然后融合子组模糊权重  $\tilde{w}_{iq}$ , 基于式(11)至式(13)得到新一轮策略声明综合排序  $\Lambda_{ic}^{j(t+1)}$  及对应  $TFN\tilde{p}_{ic}^{j(t+1)}$ . 返回 Step 3.

**Step 7:** 得到  $CDM_i$  高共识度策略声明排序结果  $\Lambda_{ic}^*$ .

**Step 8:** 结束.

#### 1.4 基于策略优先权排序法的共识偏好排序

策略优先权排序法是由冲突主体根据期望目标, 对策略进行优先组合, 给出能够表达自身偏好若干有序语句, 进而得到偏好序列的一种方法. 对于任意状态  $s_\alpha, \alpha \in \{1, 2, \dots, g\}$ ,  $CDM_i$  某个策略声明  $\Omega_i^j(s_\alpha)$  只有满足和不满足两种情况. 若  $\Omega_i^j(s_\alpha)$  满足状态  $s_\alpha$  下  $CDM_i$  对某条策略的选择, 则  $\Omega_i^j(s_\alpha) = T$ ; 否则  $\Omega_i^j(s_\alpha) = F$ . 已知  $CDM_i$  的策略声明数量为  $M_i$ ,  $\psi_{ij}(s_\alpha)$  为状态点  $s_\alpha, \alpha \in \{1, 2, \dots, g\}$  基于声明  $\Omega_i^j(s_\alpha)$  的增分值,  $0 < j \leq M_i$ . 定义:

$$\psi_{ij}(s_\alpha) = \begin{cases} 2^{M_i - r_{ic}^{j*}}, & \text{如果 } \Omega_i^j(s_\alpha) = T \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (14)$$

则各状态分值为:

$$\psi_i(s_\alpha) = \sum_{j=1}^{M_i} \psi_{ij}(s_\alpha). \quad (15)$$

根据各状态点得分可得到 $CDM_i$ 的共识偏好排序结果,并据此求解考量四种基本稳定性(Nash, GMR, SMR 和 SEQ 稳定性)<sup>[1]</sup>的均衡解,分析得到冲突事件的均衡局势。

综上所述,本文考虑信任与移情关系的大规模冲突主体共识偏好模型的具体流程见算法2。

### 算法2 考虑信任与移情关系的大规模冲突主体共识偏好模型

**输入:** 复合冲突主体  $CDM = \{CDM_1, CDM_2, \dots, CDM_p\}$ , 策略声明集合  $L_i = \{\Omega_i^1, \Omega_i^2, \dots, \Omega_i^{M_i}\}$ ; 初始排序  $\Lambda_{ic}^{(0)} = \{r_{ic}^{1(0)}, r_{ic}^{2(0)}, \dots, r_{ic}^{M_i(0)}\}$  及对应模糊评价值  $\tilde{P}_{ic}^{(0)} = \{\tilde{p}_{ic}^{1(0)}, \tilde{p}_{ic}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{ic}^{M_i(0)}\}$ 。

**输出:**  $CDM_i$  共识偏好排序结果。

#### (1) 子组划分及信任与移情关系的量化

**Step 1:** 采用K均值聚类方法,对 $CDM_i$ 进行子组划分得到子组集合  $CG_i = \{CG_{i1}, CG_{i2}, \dots, CG_{ik_i}\}$  及其人数排序模糊值  $\tilde{B}_i = \{\tilde{b}_{i1}, \tilde{b}_{i2}, \dots, \tilde{b}_{ik_i}\}$ , 子组策略声明排序及对应模糊评价值分别为  $\Lambda_{iq}^{(0)} = \{r_{iq}^{1(0)}, r_{iq}^{2(0)}, \dots, r_{iq}^{m_i(0)}\}$  和  $\tilde{P}_{iq}^{(0)} = \{\tilde{p}_{iq}^{1(0)}, \tilde{p}_{iq}^{2(0)}, \dots, \tilde{p}_{iq}^{m_i(0)}\}$ 。

**Step 2:** 使用式(1)和式(2),分别求解得到 $CDM_i$ 子组间信任值  $T_i^{qh}$ 、自信度  $\beta_i^q$ 、子组自循环移情权重  $\lambda_i^{qq}$ 、子组间移情权重  $\lambda_i^{qh}$  ( $h \neq q$ ) 及子组对综合排序的移情权重  $\lambda_i^{qc}$ 。

#### (2) 基于信任与移情关系的共识达成过程

**Step 3:** 使用算法1,计算得到 $CDM_i$ 高共识度策略声明排序结果  $\Lambda_{ic}^*$ 。

#### (3) 基于策略优先权排序法的共识偏好排序

**Step 4:** 使用式(14)和式(15),计算得到 $CDM_i$ 关于各状态的分值  $\psi_i(s_\alpha)$ ,从而得到 $CDM_i$ 共识偏好排序结果。

**Step 5:** 结束。

## 2 案例分析

### 2.1 背景及问题描述

作为农食领域的新兴产业,预制菜贯穿了从农田到餐桌的完整产业链,是培育农业农村新质生产力的重要引擎。近年来,产业规模迅速扩张,餐饮企业已成为其核心销售渠道之一。然而,由于全链条质量检测体系尚不完善,行业标准与监管机制存在缺口,预制菜产业也引发了诸多食品安全问题。其中,“预制菜进餐馆”因相关标准规范缺失等问题,引发了广泛的社会争议,消费者通过多种渠道表达担忧,呼吁相关部门与餐饮企业予以回应。事件涉及政府部门、餐饮企业与消费者等多方主体,各方利益诉求差异形成了潜在的冲突态势。以“预制菜进餐馆”相

关新闻资讯及媒体评论为主要数据源,针对这一大规模冲突事件,通过文本分析与数据梳理,结合事件背景,提炼出三个主要的复合冲突主体:政府(CDM1)、消费者(CDM2)和餐饮企业(CDM3)。各主体可采取的策略总结如下:

#### (1) 政府(CDM1)策略:

a) 加强监管:明确预制菜进餐馆的准入标准,建立全流程可追溯系统; b) 禁止进餐馆:出台禁止预制菜进入餐馆的政策,回应消费者诉求。

#### (2) 消费者(CDM2)策略:

a) 抵制进餐馆:通过发布社交媒体话题等方式形成舆论压力; b) 参与监督:成立消费者监督小组,定期突击检查; c) 差异化供餐:要求餐饮企业同时提供“预制菜”与“现做餐”两种选项,保障消费者的知情权和选择权。

#### (3) 餐饮企业(CDM3)策略:

a) 透明化供餐:在后厨设置实时监控屏幕; b) 暂停引入:在舆论压力下暂停引入预制菜,以回应消费者的核心关切。

该冲突事件共涉及7种策略,每个主体对每项策略有“选择(Y)”或“不选择(N)”两种可能,所有主体策略选择组合构成一个冲突局势(状态)。借助软件 NUAAGMCR 可自动生成  $2^7$  种状态。剔除不可行状态后,最终剩下25种可行状态(见表1)。

根据案例冲突背景,结合数据分析结果,确定各复合冲突主体的策略声明及初始排序为:

CDM1: 1、6、4、5、2|F-6、-3、-7;

CDM2: 3、1、7、2、6、5|F6、4;

CDM3: -2、-3、5、6、7|FF2、-1|-4。

考虑到消费者(CDM2)群体规模较大、意见多元,具有较高的代表性,本文以CDM2为研究对象,基于所构建共识偏好模型开展共识达成分析。

### 2.2 基于信任与移情关系的共识偏好排序

#### 步骤一:子组划分及信任与移情关系的量化

采用K均值聚类对CDM2进行子群划分。经文本处理与TF-IDF向量化,依据轮廓系数将CDM2划分5个子组  $CG_2 = \{CG_{21}, CG_{22}, CG_{23}, CG_{24}, CG_{25}\}$ ,对应人数排序为:1、2、3、5、4。根据聚类结果并结合领域知识,分析得到各子组关于策略声明集合的排序结果为(可基于转换规则<sup>[25]</sup>得到对应TFN):

$CG_{21}$ : 3、2、4、5、7、1、6;

$CG_{22}$ : 1、4、3、2、7、5、6;

$CG_{23}$ : 3、4、1、2、5、6、7;

$CG_{24}$ : 3、1、4、2、6、7、5;

表1 “预制菜进餐馆”冲突的可行状态

主体	策略	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$	$s_6$	$s_7$	$s_8$	$s_9$	$s_{10}$	$s_{11}$	$s_{12}$	$s_{13}$
CDM1	1. 加强监管	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
	2. 禁止进餐馆	N	N	N	N	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y
	3. 抵制进餐馆	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	N	N	N
CDM2	4. 参与监督	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y
	5. 差异化供餐	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y
CDM3	6. 透明化供餐	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N
	7. 暂停引入	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

主体	策略	$s_{14}$	$s_{15}$	$s_{16}$	$s_{17}$	$s_{18}$	$s_{19}$	$s_{20}$	$s_{21}$	$s_{22}$	$s_{23}$	$s_{24}$	$s_{25}$
CDM1	1. 加强监管	N	N	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	—
	2. 禁止进餐馆	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	—
	3. 抵制进餐馆	N	Y	Y	N	N	N	N	N	N	Y	Y	—
CDM2	4. 参与监督	Y	N	N	N	N	Y	Y	Y	Y	N	N	—
	5. 差异化供餐	Y	N	N	Y	Y	N	N	Y	Y	N	N	—
CDM3	6. 透明化供餐	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N	Y	—
	7. 暂停引入	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Y

$CG_{25}$ : 1、6、4、3、5、2、7.

在获得 CDM2 的 5 个子组间信任关系后, 依据式 (1) 计算得到归一化信任值:

$$\begin{pmatrix} - & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0.2 \\ 0.2 & - & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0.1 & 0.4 & - & 0.3 & 0.2 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & - & 0.2 \\ 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0.2 & - \end{pmatrix}$$

各子组自信度依次为 0.5、0.4、0.4、0.3、0.3. 根据量表分析得到的子组间及子组与综合排序间移情数据, 基于式 (2) 计算出移情权重 (见表 2).

表2 CDM2 移情权重矩阵

$CG_2$	$CG_{21}$	$CG_{22}$	$CG_{23}$	$CG_{24}$	$CG_{25}$	CDM2 综合排序
$CG_{21}$	0.2682	0.1341	0.1609	0.1533	0.1226	0.1609
$CG_{22}$	0.1261	0.2102	0.1952	0.1742	0.1081	0.1862
$CG_{23}$	0.1250	0.1951	0.2134	0.1799	0.1250	0.1616
$CG_{24}$	0.1160	0.1912	0.1850	0.2194	0.1379	0.1505
$CG_{25}$	0.1293	0.1901	0.1521	0.1217	0.2662	0.1407

步骤二: 共识达成过程

设定共识阈值  $\xi = 0.88$ ,  $t = 0$ . 首先根据式 (3) 和 (4) 计算 CDM2 各子组权重值, 再依据式 (5) 和 (6) 计算 CDM2 群体共识度为  $GCL_2^{(0)} = 0.7503$ . 因为  $GCL_2^{(0)} < 0.88$ , 未达到共识阈值, 需进行观点调整. 由于所有子组共识水平 ( $CL_{21}^{(0)} = 0.7205$ ;  $CL_{22}^{(0)} = 0.8091$ ;  $CL_{23}^{(0)} = 0.8103$ ;  $CL_{24}^{(0)} = 0.7729$ ;  $CL_{25}^{(0)} = 0.7329$ ) 均低于 0.88, 因此需对其开展观点演化分析. 根据式 (7) 至 (9), 计算得到  $t = 1$  时刻融合观点值 (令  $\delta_2 = 0.5$ , 即 CDM2 认为信任与移情对观点演化的影响同等重要). 随后, 基于式 (10) 至 (13) 计算

$t = 1$  时刻综合排序结果. 将更新后观点代入式 (14) 和 (15), 计算  $t = 1$  时刻群体共识度为  $GCL_2^{(1)} = 0.864$ . 由于  $GCL_2^{(1)} < 0.88$ , 仍未达到共识阈值, 需继续进行观点调整. 此时所有子组共识水平仍低于 0.88, 因此需再次进行观点调整. 依据式 (7) 至 (9) 计算  $t = 2$  时刻融合观点值, 并再次使用式 (10) 至 (13) 计算  $t = 2$  时刻群体共识度为  $GCL_2^{(2)} = 0.8837$ . 由于  $GCL_2^{(2)} > 0.88$ , 共识达成, 迭代停止. 最终输出  $t = 2$  时刻 CDM2 的策略声明综合排序为  $\Lambda_{ic}^{(2)} = \{1, 3, 4, 2, 6, 5, 7\}$ .

步骤三: 共识偏好排序结果

根据 CDM1、CDM3 及 CDM2 高共识度策略声明排序, 基于式 (14) 和 (15) 计算得到各复合冲突主体状态点的偏好排序结果 (见表 3). 进而用于后续稳定性分析, 以预测冲突事件的均衡解.

2.3 灵敏度分析

本节通过改变加权系数  $\delta_2$ , 检验模型输出的稳

表3 各主体状态的偏好信息

主体	偏好排序
CDM1	$s_{22} \succ s_{20} \succ s_{18} \succ s_{24} \succ s_{21} \succ s_{19} \succ$
	$s_{17} \succ s_{23} \succ s_6 \sim s_{14} \succ s_4 \sim s_{12} \succ s_2 \sim$
	$s_{10} \succ s_8 \sim s_{16} \succ s_{13} \succ s_5 \succ s_{11} \succ s_3 \succ$
	$s_9 \succ s_1 \succ s_{15} \succ s_{25} \succ s_7$
CDM2	$s_{15} \succ s_{16} \succ s_{23} \succ s_{24} \succ s_7 \succ s_8 \succ$
	$s_{14} \succ s_{10} \succ s_{11} \sim s_{13} \succ s_9 \succ s_{12} \succ s_{22} \succ$
	$s_{18} \succ s_{19} \sim s_{21} \succ s_{17} \succ s_{20} \succ s_{25} \succ s_6 \succ$
	$s_2 \succ s_3 \sim s_5 \succ s_1 \succ s_4$
CDM3	$s_2 \sim s_6 \sim s_{18} \succ s_{22} \succ s_1 \sim s_5 \sim s_{17} \succ$
	$s_{21} \succ s_4 \succ s_{20} \succ s_3 \succ s_{19} \succ s_{25} \succ$
	$s_8 \sim s_{24} \succ s_7 \sim s_{23} \succ s_{10} \sim s_{14} \succ$
	$s_9 \sim s_{13} \succ s_{12} \succ s_{11} \succ s_{16} \succ s_{15}$

定性. 为评估其对排序结果的直接影响, 在定义域  $[0, 1]$  内选取典型值  $(0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, 1)$ , 并以第一轮迭代 ( $t=1$ ) 后的排名为观测窗口, 展示结果差异, 如图 1 所示.

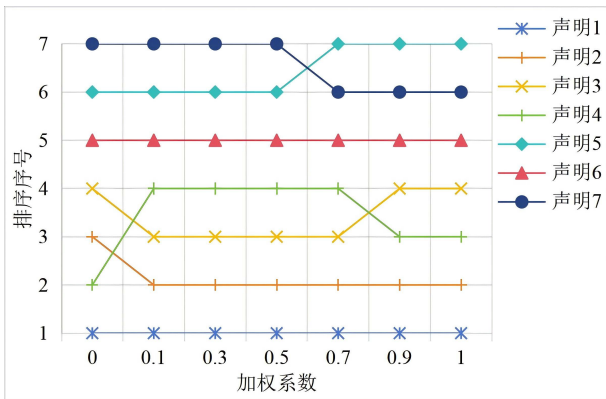


图1  $t = 1$ 时刻声明排序随加权系数 ( $\delta_2$ ) 变化情况

由图 1 可知, 声明 1 与 6 的排序始终固定 (分别为第 1 和第 5), 声明 5 与 7 亦稳定居于末两位. 当  $\delta_2 \geq 0.1$  时, 声明 2 稳定于第 2 位. 这表明群体对最优先与最次要议题的判断高度一致, 模型核心输出对信任与移情机制权重不敏感, 具有强鲁棒性. 此外, 参数变化会引发局部排序调整:  $\delta_2 \geq 0.7$  时声明 5 与 7 互换;  $\delta_2 \geq 0.9$  时声明 3 与 4 互换. 这说明信任与移情机制对部分次要议题的影响存在细微差异, 且仅在某一机制占绝对主导地位 ( $\delta_2$  值极高或极低) 时才会显现. 上述结果表明, 本模型既能提供稳定的共识排序, 又可通过调节机制权重模拟不同社会心理环境下次要议题的偏好演化, 为理解与引导共识形成提供动态分析依据.

### 2.4 对比分析

#### (1) 不同社会机制的效果对比

为了对比不同机制对共识形成影响, 基于案例数据分别模拟了依赖信任 ( $\delta_2 = 1$ )、依赖移情 ( $\delta_2 = 0$ ) 及两者融合机制 ( $\delta_2 = 0.5$ ) 三种情况. 经相同轮次迭代后的群体共识度变化如图 2 所示.

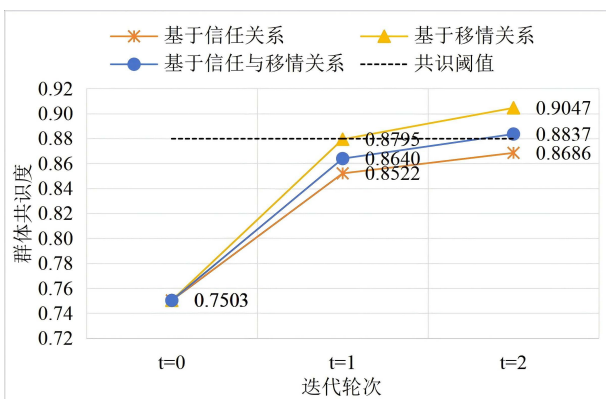


图2 不同  $\delta_2$  取值下群体共识度的变化情况

从图 2 可以看出, 相同轮次迭代后, 基于移情及融合机制的群体共识度均达到阈值, 而仅基于信任机制的共识度未达要求, 需继续演化至  $t = 7$  时才达到阈值, 说明其收敛速度最慢. 三种机制共识达成速度排序为: 信任最慢, 融合居中, 移情最快. 这一差异源于内在逻辑: 移情机制考量对综合排序响应, 提供了明确调整方向, 加速共识形成; 信任机制则因缺乏整体导向及观点相似的移情调整, 收敛缓慢. 融合机制兼顾二者优势, 在保持全面性的同时提升了收敛效率. 然而, 仅依赖移情机制虽速度最快, 却可能因过度追求一致而忽视少数意见, 影响共识稳健性; 信任机制虽效率较低, 但体现社会信赖基础, 价值不可替代. 本文提出的融合机制, 既通过移情加速共识进程, 又借助信任维护意见多样性, 在效率与合理性之间取得平衡, 体现出其在冲突协调中的重要意义.

#### (2) 与非共识偏好稳定性结果对比

为了分析共识达成过程对偏好排序及冲突均衡结果影响, 将基于共识策略声明生成的排序 (共识偏好) 与初始策略声明生成的排序 (非共识偏好) 进行对比. 通过比较两种情况下各状态点的偏好排序差异, 可以发现考量共识偏好改变了状态点的排序结果 (见表 4).

表4 CDM2 状态的偏好信息

两种情况	偏好排序
非共识偏好	$s_{24} \succ s_{23} \succ s_{16} \succ s_{15} \succ s_8 \succ s_7 \succ$ $s_{22} \succ s_{18} \succ s_{20} \succ s_{19} \sim s_{21} \succ s_{17} \succ s_{25} \succ$ $s_{14} \succ s_{10} \succ s_{12} \succ s_{11} \sim s_{13} \succ s_9 \succ s_6 \succ$ $s_2 \succ s_4 \succ s_3 \sim s_5 \succ s_1$
	$s_{15} \succ s_{16} \succ s_{23} \succ s_{24} \succ s_7 \succ s_8 \succ$ $s_{14} \succ s_{10} \succ s_{11} \sim s_{13} \succ s_9 \succ s_{12} \succ s_{22} \succ$ $s_{18} \succ s_{19} \sim s_{21} \succ s_{17} \succ s_{20} \succ s_{25} \succ s_6 \succ$ $s_2 \succ s_3 \sim s_5 \succ s_1 \succ s_4$
共识偏好	

为考察排序差异对稳定性预测的影响, 基于 NUAAGMCR 软件分别计算两种偏好下的四种基本稳定性均衡解. 对比分析表明, 共识机制虽未改变核心最优解 (状态  $s_{22}$ ) 在四种稳定性下的全局均衡, 但显著优化了 CDM2 自身的策略行为, 重塑了系统均衡结构. 具体而言, CDM2 内部形成共识后, 其个体稳定性增强, 尤其在 SEQ 稳定性 (强调理性反击行为) 下新增三个稳定状态 ( $s_9$ 、 $s_{10}$ 、 $s_{12}$ ). 这表明消费者群体在意见统一后, 行为模式更趋理性, 倾向于采取合作性回应而非对抗性报复, 从而有效抑制冲突升级. 尽管全局均衡解总数因个别状态 (如  $s_4$ ) 不再稳定而减少一个, 但这恰恰反映出共识机制能够净化策略空间, 消除内在脆弱的均衡, 使系统演化更集

中于真正稳健的解决方案。

### (3) 与其他方法的结构对比分析

为明确本研究的方法论定位,本节选取四篇代表性文献进行系统比较,分别涵盖面向大规模群体决策的共识演化模型(基于信任网络<sup>[13]</sup>;基于移情聚合<sup>[23]</sup>)与面向大规模冲突分析的图模型(基于权力不

对称<sup>[7]</sup>;基于三维偏好聚类<sup>[8]</sup>)。对比结果见表5,对比问题包括:Q1:是否面向大规模冲突问题?Q2:核心建模层次/单元是什么?Q3:模型处理的核心偏好类型是什么?Q4:是否对建模单元内部偏好异质性建模?Q5:考虑的社会心理关系要素是什么?Q6:偏好形成是否为动态过程?Q7:是否有共识测量与迭代反馈?

表5 不同方法的结构对比分析

方法	文献[13]	文献[23]	文献[7]	文献[8]	本文方法
Q1	否	否	是	是	是
Q2	个体决策者	个体决策者	聚类的同质决策主体	聚类的同质决策群组	决策主体内部的异质子群体
Q3	连续观点	连续观点	序数偏好	序数偏好	序数偏好
Q4	否	否	否	否	是
Q5	信任	移情	权力结构	信任、情感、相似度 (用于聚类)	信任与移情 (驱动观点演化)
Q6	是	否	是 (主体间,基于参数的调整)	否	是 (子群体间,基于网络的迭代演化)
Q7	是	否	否(有静态共识度测量,无迭代反馈)	否	是

由表5可知,现有研究在处理大规模群体决策与冲突分析问题上呈现不同侧重点。文献[13]和文献[23]聚焦通用LSGDM中的共识形成机制,分别通过信任网络与移情空间揭示单一社会心理机制的驱动作用。本文借鉴其社会网络驱动立场调整的核心思路,并进行三点关键拓展:一是将场景明确为冲突分析中的序数偏好生成;二是融合信任与移情双心理机制;三是设计包含共识测量与迭代反馈的闭环流程。文献[7]与文献[8]则直接面向冲突分析,均通过聚类对大规模群体降维,将识别出的宏观决策单元(主体或群组)预设为内部同质、偏好一致的“黑箱”单元,进而分析权力不对称<sup>[7]</sup>或多维偏好差异<sup>[8]</sup>。但此类方法默认偏好已知,或通过简单静态聚合获得,缺失对主体内部偏好形成机制的建模,忽视异质性与达成共识的动态过程。

相较于现有方法,本研究的核心优势在于通过精细化建模主体内部共识的动态生成过程,突破“主体同质化假设”。具体体现在三个方面:功能上,为GMCR提供高共识度序数偏好输入;视角上,打开“主体”黑箱,融合信任与移情双机制,模拟异质子群体间达成共识的迭代过程,更真实地反映复杂社会互动;方法上,通过改进OPA-F方法将动态演化的模糊偏好聚合为策略声明排序,实现从微观社会互动到宏观策略偏好的可靠转化。由此,本研究衔接了社会网络分析与GMCR,为理解与干预内部结构复杂的大规模冲突提供了更具解释力与操作性的分析工具。

## 2.5 结果讨论与管理启示

本研究通过“预制菜进餐馆”冲突案例分析,揭

示内部共识形成对冲突系统稳定性的影响。由此提出以下管理启示:

1) 关键群体内部共识达成有利于促进冲突系统均衡优化。案例中消费者群体内部达成共识后,其自身策略稳定性提升(SEQ均衡增加),冲突系统更趋均衡。这启示管理者,在多元冲突情境下,应优先推动关键利益群体内部充分沟通与意见整合,降低系统复杂性与对抗,为协商解决冲突创造条件。

2) 基于社会心理因素差异实施针对性管理策略。参数分析表明,社会心理因素在冲突不同阶段作用不同,管理者可据此进行针对性引导。冲突初期各方意见分歧较大,可通过提升信息透明度、加强沟通等方式培育移情以加速共识形成。冲突后期共识初步形成并进入执行阶段,信任成为保障共识有效落实的关键。管理者需建立健全制度规范,巩固信任关系,保障共识顺利执行,避免冲突反弹。

3) 模型可为干预措施评估提供系统性分析工具。本研究构建的模型实现了从社会心理演化到策略偏好生成的全过程模拟,为管理者评估不同干预措施(如政策引导、信息发布、协商机制设计)对群体共识及冲突均衡的潜在影响提供了一个系统性的分析工具,有助于增强管理决策预见性与科学性。

## 3 结论

针对大规模社会冲突中主体内部偏好异质化与社会心理关系复杂的挑战,本文构建了一个“信任—移情”双机制的共识偏好生成模型,并以“预制菜进餐馆”案例验证了有效性。本研究的主要结论如下: 1) 构建并验证了一个完整的“异质偏好→共识排序→

冲突均衡”分析框架. 该框架系统性实现了从异质子组划分、观点协同演化、到高共识度序数偏好生成、最终接入冲突均衡分析的完整流程, 为解决主体“黑箱化”问题提供了系统性方案. 2) 提出了信任与移情双机制融合及改进 OPA-F 聚合方法. 通过量子群体对群体综合排序的移情响应, 并与信任网络协同, 有效驱动了共识高效达成; 提出了改进的 OPA-F 方法, 有效聚合异质序数偏好, 生成高共识度的策略声明排序, 解决了共识输出与冲突分析输入的形式衔接难题. 3) 通过案例应用、灵敏度分析与对比分析, 验证了模型的有效性与应用价值. 实证分析表明: 基于模型生成的共识排序能引导冲突系统趋向更稳定、合作性更强的均衡结构, 为理解与干预大规模社会冲突提供了量化依据.

未来研究可从以下三个方面深化: 一是探索信任与移情更复杂的非线性交互或情境依赖的融合机制, 以更精细地刻画社会心理耦合效应; 二是利用在线交互等行为数据动态量化社会关系, 构建可实时演化的信任与移情网络; 三是拓展模型至强度偏好、混合偏好等更复杂的信息环境, 以增强其在多元现实冲突中的适用性与解释力.

#### 参考文献 (References)

- [1] Fang L, Hipel KW, Kilgour DM. A decision support system for interactive decision making: The graph model for conflict resolution[M]. New York: Wiley, 1993.
- [2] Xu H Y, Hipel K W, Kilgour D M, et al. Conflict Resolution Using the Graph Model: Strategic Interactions in Competition and Cooperation[M]. Cham: Springer International Publishing, 2018.
- [3] 韩瑜, 徐海燕, 陈璐. 基于图模型理论的决策者组合行为冲突分析[J]. 控制与决策, 2022, 37(7): 1894-1902. (Han Y, Xu H Y, Chen L. Conflict analysis of decision-makers' combinatorial behavior based on stability definitions[J]. *Control and Decision*, 2022, 37(7): 1894-1902.)
- [4] Sabino E R, Rêgo L C. Minimax regret stability in the graph model for conflict resolution[J]. *European Journal of Operational Research*, 2024, 314(3): 1087-1097.
- [5] 陈璐, 徐海燕, 张瑾木子, 等. 基于图模型理论的模糊权力不对称冲突研究[J]. 中国管理科学, 2024, 32(9): 59-69. (Chen L, Xu H Y, Zhang J, et al. Study on fuzzy power asymmetric conflict analysis based on the graph model[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2024, 32(9): 59-69.)
- [6] 赵士南, 徐海燕, 朱建军. 基于决策者共识偏好的冲突分析图模型[J]. 控制与决策, 2018, 33(8): 1497-1504. (Zhao S N, Xu H Y, Zhu J J. Graph model for conflict resolution with consistent preference and its application[J]. *Control and Decision*, 2018, 33(8): 1497-1504.)
- [7] Dai S F, Xu H Y, Jiang Y Z. A data-driven graph model for large-scale conflict resolution under power asymmetry[J]. *Information Sciences*, 2025, 719: 122471.
- [8] Zhang J, Chen L, Xu H Y, et al. Data-driven large-scale group graph model for conflict resolution under the three-dimensional preference[J]. *Information Fusion*, 2026, 125: 103485.
- [9] 徐泽水, 程晓婷, 缙迅杰. 公众参与应急管理中的大群体决策理论、方法及应用综述[J]. 控制与决策, 2025, 40(10): 2913-2932. (Xu Z S, Cheng X T, Gou X J. A review of theories, methods and applications of large-scale group decision-making with public participation in emergency management[J]. *Control and Decision*, 2025, 40(10): 2913-2932.)
- [10] 胡英杰, 朱建军. 考虑量子干涉的信任网络群体共识决策方法[J]. 控制与决策, 2024, 39(12): 4007-4016. (Hu Y J, Zhu J J. Group consensus decision-making method for trust networks considering quantum interference[J]. *Control and Decision*, 2024, 39(12): 4007-4016.)
- [11] Teng F, Liu X R, Liu P D, et al. Fuzzy opinion dynamics-driven consensus model within hybrid mesoscale structure in social trust network[J]. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2025, 33(7): 2295-2307.
- [12] Zhao S H, Wu S Q, Liang H M, et al. A novel ordinal consensus model for multiple attribute group decision making with incomplete social network trust preference relations[J]. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 2025, 55(9): 4270-4285.
- [13] Yang W, Wang Y Z. Adaptive personalized large-scale group decision-making model based on psychobehavior in comprehensive trust network[J]. *Expert Systems with Applications*, 2026, 299: 129863.
- [14] 闫书丽, 徐逸钊. 考虑风险偏好的量子群共识融合方法[J/OL]. 控制与决策, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2024.1066. ((Yan S L, Xu Y Z. A quantum group consensus fusion method considering risk preference[J/OL]. *Control and Decision*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2024.1066.)
- [15] Gong K X, Ma W M, Goh M. An ordinal-cardinal consensus model for three-way large-scale group decision-making considering co-opetition relations[J]. *Information Fusion*, 2025, 113: 102635.
- [16] Shen Y F, Ma X L, Zhang H J, et al. Fusion social network and regret theory for a consensus model with minority opinions in large-scale group decision making[J]. *Information Fusion*, 2024, 112: 102548.
- [17] 姚升保, 古淼. 移情关系影响下的群体共识决策模型研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(11): 203-214. (Yao S B, Gu M. A consensus model for group decision making under the influence of empathy[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(11): 203-214.)

- [18] Song H H, Gong Z W, Forrest J Y, et al. Social network utility consensus model with empathic and fuzzy interactions[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2023, 175: 108904.
- [19] 夏璇, 巩在武. 移情网络下有序回归残缺值估计和应急决策共识建模[J]. *控制与决策*, 2025, 40(7): 2203-2212.  
(Xia X, Gong Z W. Incomplete values ordinal regression estimation and consensus modeling for emergency decision-making under empathetic network[J]. *Control and Decision*, 2025, 40(7): 2203-2212.)
- [20] Beadle J N, Paradiso S, Kovach C, et al. Effects of age-related differences in empathy on social economic decision-making[J]. *International Psychogeriatrics*, 2012, 24(5): 822-833.
- [21] Salehi-Abari A, Boutilier C, Larson K. Empathetic decision making in social networks[J]. *Artificial Intelligence*, 2019, 275: 174-203.
- [22] 韩焯帆, 纪颖, 屈绍建. 概率语言移情网络下的机会约束鲁棒大规模群体共识决策[J]. *运筹与管理*, 2024, 33(8): 101-108.  
(Han Y F, Ji Y, Qu S J. Chance-constrained robust large-scale group consensus for probabilistic linguistic empathy network[J]. *Operations Research and Management Science*, 2024, 33(8): 101-108.)
- [23] Li X F, Liao H C. A large-scale group decision making method based on spatial information aggregation and empathetic relationships of experts[J]. *Information Sciences*, 2023, 632: 503-515.
- [24] Yang Y P, Liu J L, Meng W H, et al. An integrated consensus reaching process for product appearance design decision-making: Combining trust and empathy relationships[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2025, 67: 103562.
- [25] Mahmoudi A, Javed S A, Mardani A. Gresilient supplier selection through Fuzzy Ordinal Priority Approach: Decision-making in post-COVID era[J]. *Operations Management Research*, 2022, 15(1): 208-232.
- [26] Giachetti R E, Young R E. A parametric representation of fuzzy numbers and their arithmetic operators[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1997, 91(2): 185-202.
- [27] Chen S H, Hsieh C H. Representation, ranking, distance, and similarity of LR type fuzzy number and application[J]. *Australian Journal of Intelligent Processing Systems*, 2000, 6(4): 217-229.
- [28] Dong Y C, Ding Z G, Martínez L, et al. Managing consensus based on leadership in opinion dynamics[J]. *Information Sciences*, 2017, 397: 187-205.

#### 作者简介

胡礼梅 (1992-), 女, 副教授, 博士生, 主要研究方向为冲突分析、智能决策, E-mail: [hulimei@nuaa.edu.cn](mailto:hulimei@nuaa.edu.cn);

徐海燕 (1963-), 女, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为冲突分析、智能决策, E-mail: [xuhaiyan@nuaa.edu.cn](mailto:xuhaiyan@nuaa.edu.cn);

刘瑞 (1997-), 女, 博士生, 主要研究方向为智能决策, E-mail: [liur1142@nuaa.edu.cn](mailto:liur1142@nuaa.edu.cn).