

The Group Evaluation Method with Structure Authority-Oriented in Partial Evaluation Environment

Fang Hou

School of Management, Shenyang University of Technology, Shenyang
Email: houfang1223@sina.com

Received: Jan. 4th, 2013; revised: Jan. 26th, 2013; accepted: Feb. 9th, 2013

Abstract: Traditional research in authority shows that the power is a kind of individual properties. This paper, based on the opinion of authority is a kind of relational properties, presents a group evaluation method which the partial evaluation environment is built by both authority, as a form of evaluation relations, and the experts information. We discuss the evaluation method, according to possible sources of authority, with authority-oriented in partial evaluation environment. The authority is quantified as the power relation by both the group subjective judgments and the group network structure. The group evaluation method with authority-oriented in partial evaluation environment introduces the authority information, and quantified the power relation. The method improves the flexibility and the objectivity of the comprehensive evaluation problem.

Keywords: Group Evaluation; Partial Evaluation Environment; Structure Authority Oriented; Power Relation

具有结构权力导向的群组评价方法研究

侯 芳

沈阳工业大学管理学院, 沈阳
Email: houfang1223@sina.com

收稿日期: 2013年1月4日; 修回日期: 2013年1月26日; 录用日期: 2013年2月9日

摘 要: 在群组评价问题中, 称评价参与者(即节点集)及参与者之间的评价关系构成群组评价局部环境, 即评价群体的网络结构。区别将权力视为个体属性的评价方法研究, 将结构权力作为关系属性即作为评价关系的一种表现形式与参与者节点信息共同构建局部评价环境。讨论了具有结构权力导向的局部评价环境构建及群组评价方法, 按照群组评价中可能的结构权力来源, 将结构权力量化为能够通过评价参与者之间主观判断和根据群组评价网络结构表示的权力关系。具有结构权力导向的局部评价环境群组评价方法将结构权力信息引入评价问题, 量化了权力关系, 在确保群组评价方法柔性的同时提高了结构权力因素参与的评价方法的客观性。

关键词: 群组评价; 评价局部环境; 结构权力导向; 权力关系

1. 引言

群组评价过程可以被解释为评价参与者之间互为主观性参照而使评价群体对被评价对象的认识趋近于客观的过程, 也可以被解释为评价参与者从具体个人的群聚向一个拥有集体意识和独特识别的抽象

实体变化的过程。参与者互为主观性强调了群组评价问题中协商互动的重要作用, 从具体个人的群聚向一个拥有集体意识和独特识别的抽象实体转化是在协商互动过程中实现的, 而协商互动本质上为参与者之间建立了基于评价问题的评价关系。正是通过评价关

系的建立、变更和叠加等才使得单一评价参与者聚集为具有群体性行为特征的评价群体。评价关系界定了群组评价过程中参与者之间的关联方式,是多种关系形式的叠加,并且将参与者集合在一个稳定和有序的群组评价行为模式之中。

评价关系是一类社会关系,受到评价环境和评价目标的限制,评价关系有其自身的特征:首先,评价关系存在于彼此之间存在协商互动的评价参与者之间(传统综合评价问题中,不同评价要素的关系不在考虑范围内);其次,评价关系的产生及发展伴随评价进程,对评价结论产生影响,当评价问题结束时,评价关系转化为参与者之间的社会关系,并以经验的形式进入其他问题;再次,评价关系是复合关系,既包括评价参与者对相互之间关系的偏好判断,也包括基于评价环境的结构性特征;最后,评价关系不能还原为参与者个体属性,不能复归为评价规则,不具备分离于个体和群体的行动之外的实体形态。结构权力关系是评价关系的应用形式之一,除上述特征外,结构权力关系还是一种工具性关系,是从目的的角度被构建出来的;结构权力关系是不具有传递性且不平衡的相互关系。目前具有结构权力特征的经典评价方法是通过将问题转化为单一评价者独裁的方式^[1-3]来解决的,涉及群体时主要的解决方法是将问题转换成领袖-跟随型^[4]评价问题或只分析具有结构权力优势^[5]的代表性参与者。这类分析方法形成的关键原因是不同研究者对于权力的理解不尽相同,认为权力是一种个体属性而非关系属性是将涉及权力特征的群组评价问题抽象为单一独裁者评价问题或只分析具有权力优势的代表性参与者的根本原因。

在群组评价问题中,称评价参与者(即节点集)与参与者之间的评价关系(即链接)构成评价局部环境(即评价群体网络结构)。具有结构权力导向的评价局部环境群组评价方法是在参与者和结构权力关系构建的局部评价环境下的群组评价方法。群组评价中参与者的结构权力来源主要有基于专业学科背景等产生的经验;基于参与者在评价群体网络结构的位置产生的结构权力,如由结构洞产生的“信息利益”和“控制利益”,即通过对信息传播及信息控制而产生的结构权力;基于评价规则的形式出现的结构权力,如确定网络结构类型的规范评价规则带来的结构权力。其

中基于经验产生的结构权力主要由参与者在协商互动过程识别,在评价关系构成要素确定时,通过参与者之间的主观判断予以呈现,这种途径产生的结构权力关系具有一定的稳定性;基于评价群体网络结构特征的结构权力具有一定的客观性、时效性和定向适应性(脱离具体评价问题会消失);基于评价规则形式出现的结构权力与评价规则设置相关,已另作讨论。具有结构权力导向的评价局部环境群组评价方法首先按照群组评价的结构权力来源,将权力关系量化为具有优先序的评价关系,其次根据具体评价问题选择具有优先序的权力关系,构建具有结构权力导向的评价局部环境,最后根据评价局部环境稳定状态选择群组评价方法并给出评价结论。

2. 相关研究评述

关系(主要是社会关系)广泛存在于社会生活的各个方面,是解释群体行为的主要特征数据之一。Emile Durkheim 将群体关系称为“内部社会环境”,认为这种内部环境界定了个体之间关联的方式。Radcliffe Brown 认为,人类行动是有目的和有权益的,当他们的利益存在一种相互适应或接合(coaptation)时,社会关系就存在于两个或更多的个体之间,任何社会关系都必须包括若干种类在参与者头脑之间的交流或思想交换。社会关系在一个社会中是一般和反复出现的,正是这种一般性,才给予无论在社会中什么地方出现的社会关系以一个普通的“结构形式”,社会关系的结构形式是导致“特定场合的变化”原因的“一般或规范的形式”。Georg Simmel 认为,社会不是一个物体,而是一个过程。那些存在于个体头脑之中、由社会生活内容和行动动机组成的共有思想和集体表征,必须被看做是在外形上表示的社会关系的客观形式。Georg Simmel 的交往形式(Vergesellschaftung)理论旨在以一种独立于它们的有形历史实现的纯粹和抽象方式来描述行动的模式,一些社会行动可能是将许多关系形式结合在一起,这些形式可能不是必须完全协调一致的,可能是个体之间的实际关系,表现了行动间的相互影响、相互依赖或相互缠绕(Wechselwirkung)。Max Webber 将社会关系看做是存在于那些只要两个或更多个体行动间存在“相互调整”的地方,这些个体因此而集合在一个持久稳固和

有秩序的联合行为模式之中。

权力现象是自然而又普遍存在的现象，美国政治学者 Robert A. Dahl^[6]认为任何权力现象，不论它产生于何种根源，不论它具有何种合法性，不论它具有怎样的目的，也不论它使用何种方法—从最广泛的层面来说—都蕴涵着一个人或一个群体对另一个人或另一些群体施加影响的可能性。有关权力概念的量化研究^[6]主要是对权力指数的研究，权力指数研究始于1954年 Shapley 和 Shubik 对于投票选举环境的分析，研究了委员会中个人在二元选择下权力分布的测算问题，随后的研究者在此基础上提出了一些改进的权力指数，如 Shapley-Shubik 指数，Banzhaf 指数，Deegan-packel 指数和 John-Edward 权力指数等。Kuroda^[7](1993)将权力指数应用于多阶段多智能体的决策过程，分析决策者的行为特征；杨雷，席酉民^[8](1996)提出了基于信息熵的权力指数，得到系统熵在群决策过程中单调减少，群决策结果受选民影响最大的结论。权力指数研究广泛存在于社会政治和经济领域，大多是基于实证研究的组织行为(如选举)分析，或股权对公司决策影响的研究等，一个群体的结构性特征确立并划定了该群体参与者之间的结构权力关系，对结构权力关系的实际范围加以限制，确定参与者之间相互协商的条件，使之适用于评价群体。尽管结构权力可以被理解为一种关系，而不是行动者的某种属性，但目前以关系表述结构权力的定量分析还未出现。

3. 结构权力导向评价局部环境分析

令评价参与者集，即节点集 $M = \{1, 2, \dots, m\}$ ，其中 m 是一个有限整数且达到使 M 具有统计意义的规模。令 $g_{ij} \in \{0, 1\}$ 是节点 i 和 j 之间的链接关系，若 i 和 j 之间存在某个联接，变量 g_{ij} 值为 1，否则值为 0，从 i 点出发，到达点 j 的途径记作 (i, j) -途径，其包含的线数叫做该途径的长度，其中最短者叫做该途径的距离，记作 $dist(i, j)$ 。令 α_{ij} 是节点间偏好相似性测度^[9]， $\alpha_{ij} = 1 - |\lambda_i - \lambda_j|$ 。评价群体对指标赋权的偏好判断集 $\Lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\}$ ，对任意 $\lambda \in \Lambda$ ，有 $\lambda = \sum_{j=1}^n (n-j)w_j / (n-1)$ ，其中 $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 为指标 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 权重向量， $y = \sum_{i=1}^n w_i x_i$ 是综合评价价值， $S = \{s_1, \dots, s_n\}$ 是被评价对象集。

定义 1 在局部评价环境下， τ_{ij} 是评价参与者之间的结构权力关系的程度，称为评价参与者之间的关系度

$$\tau_{ij}(g) = \frac{g_{ij}}{t_{ij}} + \frac{g_{ji}}{t_{ji}} \quad (1)$$

其中 g_{ij} (或 g_{ji}) 是局部评价环境下参与者 i, j 之间的链接，若 i 和 j 之间存在联接， g_{ij} 值为 1，否则值为 0。 t_{ij} (或 t_{ji}) 是参与者 i, j 之间关于相互关系程度给出的判断，且 t_{ij} 与 t_{ji} 不一定相等，若 t_{ij} (或 t_{ji}) = 1，则节点 i (或 j) 对与 j (或 i) 的关系没有意见， i 对 j 的影响一般，即 $t_{ij} > t_{ji}$ 。节点 i 越重视与 j 的关系， t_{ij} 越大， τ_{ij} 越小；若节点 j 对与 i 的关系没有意见， t_{ji} 被省略，将群体参与者链接的关系度归一化后对相应的偏好相似性测度 α_{ij} 进行调整(关系度越强的评价参与者之间的距离越近)。局部评价环境群体关系度的标度参考表见表 1。

定义 2^[9] 中间中心度

$$c_{B(dist)}(v) = \sum_{i \neq j \in M} \frac{1}{dist(i, j)} \times \frac{\sigma(i, j|v)}{\sigma(i, j)} \quad (2)$$

其中 $i \neq j \in M$ ， $dist(i, j)$ 是 i 和 j 的距离， $\sigma(i, j)$ 表示最短 (i, j) -途径的数目， $\sigma(i, j|v)$ 表示经过点 v 的最短 (i, j) -途径数目。由 Freeman(1979)，中间中心度指标可以用来测量行动者对网络资源的控制程度，中间中心度值越大，对应节点结构洞越多，越居于整个网络的核心，且网络中途径越长，节点控制能力和价值越小，因而以距离倒数进行加权 Brandes^[9](2008)。

定义 3 在局部评价环境下，称 σ'_{ij} 是评价参与者 i, j 的具有结构权力导向的结构权力关系中心性测度，简称为结构权力关系度

Table 1. Relationships degree of partial evaluation environmental reference table

表 1. 局部评价环境群体关系度的标度参考表

t_{ij}	定义
1	j 非常重视 i 的权力
3	j 较重视 i 的权力
5	i, j 同等重视相互之间的权力
7	i 较重视 j 的权力
9	i 非常重视 j 的权力
2; 4; 6; 8	对应以上两相邻判断的中间情况

$$\sigma'_{ij} = \frac{c_{B(\text{dist})}(i) + c_{B(\text{dist})}(j) - 1}{\sum_{i=1}^m c_{B(\text{dist})}(i)} \quad (3)$$

其中 $c_{B(\text{dist})}(i)$ (或 $c_{B(\text{dist})}(j)$) 是评价参与者 i (或 j) 的中间中心度, $i, j = 1, 2, \dots, m$, 结构权力关系度 σ'_{ij} 通过参与者 i, j 的结构洞状况测度了 i, j 的由网络结构产生的结构权力关系, 结构洞较多的参与者具有较重要的网络结构位置, 能较有利的控制网络信息流动, 对应的结构权力关系的链接重要性越大。

定义 4 在局部评价环境下, 称 $\langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle$ 是评价参与者 i, j 的一个权力关系, 其中: τ_{ij} 是参与者 i, j 的关系度, σ'_{ij} 是评价参与者 i, j 的结构权力关系度, α_{ij} 是这个关系对应的链接的长度, 在局部评价环境下由评价者对被评价对象态度偏好的相似性计算。对具有权力关系的链接, τ_{ij} 是评价者 i, j 对相互间结构权力关系的主观重要性判断的结构关系描述, σ'_{ij} 是从网络结构位置对这种结构关系描述, α_{ij} 是链接长度。

在具有结构权力导向的局部评价环境下, 权力关系 $\langle \tau, \sigma', \alpha \rangle$ 是具有优先序的, 关系度 τ 是参与者关于权力关系的主观偏好判断, 来源于专业、知识背景、经验、学习和参与者的理性分析, 是使得个体群聚转化为一个拥有集体意识和独特识别的抽象实体的核心因素; 结构权力关系度 σ' 是根据评价群体网络结构状态给出的, 而评价群体网络结构是由参与者和结构权力关系共同构建的, 因此结构权力关系度虽然是群体网络结构的客观属性, 但却以结构权力关系确立为存在前提; 偏好相似性测度 α 可以存在于任意参与者之间, 以参与者之间关系的确立为存在前提, 否则, 参与者由于不存在协商互动不可能协调他们的评价行为, 单个参与者的评价行为不会形成群体性行为。

4. 具有结构权力导向的群组评价方法

4.1. 结构权力关系

定义 5 按照 τ, σ', α 的优先性依次排序的关系组为 $\langle \tau_{1j}^*, \sigma_{1j}^{**}, \alpha_{1j}^* \rangle, \langle \tau_{2j}^*, \sigma_{2j}^{**}, \alpha_{2j}^* \rangle, \dots, \langle \tau_{mj}^*, \sigma_{mj}^{**}, \alpha_{mj}^* \rangle$, 即在评价群体中, 设 $\langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle$ 和 $\langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle$ 是两个结构权力关系, $i \neq k, j \neq l$,

- 1) 若 $\tau_{ij} > \tau_{kl}$, 则 $\langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle > \langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle$
- 2) 若 $\tau_{ij} = \tau_{kl}$, 则当 $\sigma'_{ij} > \sigma'_{kl}$ 时, $\langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle > \langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle$;

当 $\sigma'_{ij} = \sigma'_{kl}$ 时, 若 $\alpha_{ij} < \alpha_{kl}$, 则

$$\begin{aligned} & \langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle > \langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle; \\ & \text{若 } \alpha_{ij} = \alpha_{kl}, \text{ 则 } \langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle \sim \langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle; \\ & \text{若 } \alpha_{ij} > \alpha_{kl}, \text{ 则 } \langle \tau_{ij}, \sigma'_{ij}, \alpha_{ij} \rangle < \langle \tau_{kl}, \sigma'_{kl}, \alpha_{kl} \rangle; \\ & \text{得具有优先性的关系序} \\ & \langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \langle \tau_2^*, \sigma_2^{**}, \alpha_2^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle \\ & t \in [0, m(m-1)/2] \end{aligned}$$

定义 6 对结构权力关系组 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$, 按 τ_i 从小到大进行升序排序, 若存在 $\tau_i = \tau_j, i \neq j$, 则按 σ_i 从小到大进行升序排序, 若存在 $\sigma_i = \sigma_j, i \neq j$, 则按 α_i 从小到大进行升序排序, 对 τ_i 进行处理后, 结构权力关系数据 $\tau_i, \sigma_i, \alpha_i \in [0, 1]$, 得到结构权力关系优先序组 $B = (b_1, b_2, \dots, b_t)$, $b_j (j \in T)$ 为结构权力关系中第 j 大元素。对结构权力关系组 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$ 可类比得出结论。

结构权力关系优先权向量^[10,11] $\omega = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ 的分配函数为,

$$\omega_i = \frac{\beta_i(k_i/t)}{\sum_{i=1}^t \beta_i(k_i/t)} \quad (4)$$

式中, $\beta_i (\beta_i \geq 0)$ 为结构权力关系优先影响因子, $\sum_{i=1}^3 k_i = t$, k_1, k_2, k_3 分别是 τ, σ, α 对应的结构权力关系数据个数。

$$\beta_i = (k_i/t)^\phi, i = 1, 2, 3 \quad (5)$$

ϕ 为结构权力关系优先影响指数, $\phi \in (-\infty, \infty)$, $\beta_i \in (0, 1)$, 一般地 $\phi \in [-5, 5]$ 即可满足要求。

由于结构权力关系的引入, 局部评价环境具有了结构权力导向。在具体应用中, 根据实际问题又可以分为由关系度优先和由结构权力关系度优先两类局部评价环境。由关系度 τ 优先的结构权力关系构建的局部评价环境中, 结构权力导向体现为参与者根据各种外部因素累积形成的, 具有稳定性和延续性的结构权力特征, 常见的以独裁方式解决群体问题即属于这一类, 本文分析结构权力导向的评价方法与以独裁方式解决问题的不同之处在于将关系度和权力关系度按照优先顺序进行分析后都以关系数据类型进行评价问题分析。以关系度 τ 优先的结构权力关系构建的局部评价环境是注重参与者的主观判断的, 与之相对应, 局部评价环境也可以以结构权力关系度 σ' 优先的

结构权力关系进行构建, 结构权力导向体现为根据局部评价环境结构特征形成的, 具有针对性和时效性的结构权力特征。

定义 7 当 $\omega = (k_1/t, k_2/t, k_3/t)$ 时, 称 ω 为中性结构权力关系优先加权向量, 记 ω_{ave} ; 当 $\omega = (1, 0, 0)$ 时, 称 ω 为关系度 τ 优先结构权力关系优先加权向量, 记为 ω_{re} , 此时群组评价的结构权力关系完全由参与者的主观偏好判断确定, $\phi > 1$; 当 $\omega = (0, 1, 0)$ 时, 称 ω 为结构权力关系度 σ' 优先结构权力关系优先加权向量, 记为 ω_{str} , 此时群组评价的结构权力关系完全由参与者在评价群体网络结构中的位置确定, $\phi \in [-1, 1]$; 当 $\omega = (0, 0, 1)$ 时, 称 ω 为偏好相似性加权向量, 记为 ω_{sim} , 此时群组评价的结构权力关系仅由参与者的偏好相似性及群体协商互动行为确定, 参与者对相互之间的结构权力关系及评价群体网络结构不予考虑, $\phi < -1$ 。

结构权力关系优先影响指数反映了评价目标、评价准则及评价群体差异对评价问题的差异化处理, $\phi > 1$ 强调了对参与者知识背景、经验、学习和认知能力的重视, 是综合评价问题主客观信息集成中对主观信息的进一步加强, 是群组评价过程中参与者互为主观性参照的效用累积, 是形成关于被评价对象群体性认知的核心因素之一; $\phi \in [-1, 1]$ 强调了对评价群体网络结构形态的认识, 可以应用于当评价目标需要规避主观因素, 强调客观性的状态; $\phi < -1$ 是可以满足目前广泛存在的群体一致性标准的赋权参数, 应用于当评价目标包含强制性的群体一致性标准, 要求通过协商互动循环达成, 不强调参与者对结构权力关系的认知及结构权力关系形成的群体性认知等。

具有结构权力导向的评价局部环境群组评价方法:

步骤 1 以评价参与者为节点, 结构权力关系为链接构建局部评价环境;

由式(1)~(3), 在群体协商互动过程中, 评价参与者之间对相互的关系度信息 τ_{ij} 进行辨识并确定; 根据局部评价环境稳定状态, 计算评价参与者的中间中心度 $c_{B(dist)}(v)$ 和结构权力关系度 σ' ; 由评价参与者对被评价对象的偏好判断计算参与者之间的偏好相似性测度 α , 得到评价局部环境下的结构权力关系数据组。

步骤 2 根据实际评价问题的需要, 确定进行计算

的优先结构权力关系数据(如以关系度 τ 优先或以结构权力关系度 σ' 优先的结构权力关系数据), 并由式(4)、(5)计算结构权力关系优先权向量 ω ;

步骤 3 集结评价信息并给出评价结论。

4.2. 结构权力关系优先序算子

定义 8 对结构权力关系组 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$, 设 $POWA: R^n \rightarrow R$, 若

$$POWA_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle \right) = \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}} \zeta_j \sigma_j^{**} + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}} \zeta_l \alpha_l^* \quad (6)$$

其中, $k_1 + k_2 + k_3 = t$, $0 \leq t \leq m(m-1)/2$, ξ_i, ζ_j, ζ_l 是评价关系数据权重, τ_i^* 是当 $\tau_i > \tau_k, i \neq k$ 时, 具有优先性关系序 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \langle \tau_2^*, \sigma_2^{**}, \alpha_2^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 的第 i 个元素 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$ 的关系度; σ_i^{**} 是当 $\tau_j = \tau_k, \sigma_j > \sigma_k, j \neq k$ 时, 具有优先性关系序 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \langle \tau_2^*, \sigma_2^{**}, \alpha_2^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 的第 i 个元素 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$ 的局部链接中心性测度; α_i^* 是当 $\tau_l = \tau_k, \sigma_l = \sigma_k, \alpha_l > \alpha_k, l \neq k$ 时, 具有优先性关系序 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 的第 i 个元素 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$ 的偏好判断相似性测度。称 $POWA$ 为评价关系优先序算术平均算子, 也称为 $POWA$ 算子。

ξ_i, ζ_j, ζ_l 是评价关系 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$ 对应的权重, 其中 $i \in [0, k_1], j \in [0, k_2], l \in [0, k_3]$ 由于评价关系具有优先序, 参照 OWA 算子及其扩展算子权重向量^[8]确定方法可以得 ξ_i, ζ_j, ζ_l 。

定义 9 对关系组 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^{**}, \alpha_i^* \rangle$, 设 $POWG: R^n \rightarrow R$, 若

$$POWG_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle \right) = \omega_1 \prod_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}} (\tau_i^*)^{\xi_i} \cdot \omega_2 \prod_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}} (\sigma_j^{**})^{\zeta_j} \cdot \omega_3 \prod_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}} (\alpha_l^*)^{\zeta_l} \quad (7)$$

其中, 则称 $POWG$ 为评价关系优先序几何平均算子, 简称 $POWG$ 算子。定义 8 中字符含义与定义 7 相同

定义 10 局部评价环境下, 定义评价结果为二元组 (ε_j, y_j) , ε_j 是评价关系, y_j 是指标数据与评价者

偏好判断集结的评价值, $j = 1, 2, \dots, n$ 。

4.3. 结构权力关系优先序算子的性质

性质 1(置换不变性) 设 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots,$

$\langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 是任一评价关系数据向量, 若

$\langle \tau'_1, \sigma'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \tau'_t, \sigma'_t, \alpha'_t \rangle$ 是 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots,$

$\langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 的保证评价关系优先序不变的任一置换,

则

$$POWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle \right) = POWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau'_1, \sigma'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \tau'_t, \sigma'_t, \alpha'_t \rangle \right)$$

证明: 由式(5), 有

$$POWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle \right) = \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j^{**} + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^*$$

$$POWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau'_1, \sigma'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \tau'_t, \sigma'_t, \alpha'_t \rangle \right) = \omega_1 \sum_{\substack{\tau'_i > \tau'_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau'_i + \omega_2 \sum_{\substack{\tau'_j = \tau'_k \\ \sigma'_j > \sigma'_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma'_j + \omega_3 \sum_{\substack{\tau'_l = \tau'_k \\ \sigma'_l = \sigma'_k \\ \alpha'_l > \alpha'_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha'_l$$

又 $\langle \tau'_1, \sigma'_1, \alpha'_1 \rangle, \dots, \langle \tau'_t, \sigma'_t, \alpha'_t \rangle$ 是 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^{**}, \alpha_1^* \rangle, \dots,$
 $\langle \tau_t^*, \sigma_t^{**}, \alpha_t^* \rangle$ 的任一置换, 且评价关系优先序不变, 则有 $\tau'_j = \tau_j, \sigma'_j = \sigma_j, \alpha'_j = \alpha_j, j = 1, 2, \dots, t$, 故结论成立。

性质 2(幂等性) 设 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle$ 是任一评价关系数据向量, 若对 $\forall j \in T, T = 1, \dots, t$ 有

$$\begin{aligned} ROWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) &= \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j^* + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^* \\ &= \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \left(\underbrace{\tau, \dots, \tau}_{k_1} \right) + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \left(\underbrace{\sigma, \dots, \sigma}_{k_2} \right) + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \left(\underbrace{\alpha, \dots, \alpha}_{k_3} \right) \end{aligned}$$

其中, $k_1 + k_2 + k_3 = t$, 则对于满足定义 4 的任意 k_1, k_2, \dots 序列总有,

$$ROWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) = \langle \tau, \sigma, \alpha \rangle$$

成立。结论得证。

性质 3(介值性) 设 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle$ 是任一评价关系数据向量, 有

$$ROWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) = \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \omega_j \sigma_j^* + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^*$$

$$\leq \text{Max} \left(\omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \omega_j \sigma_j^* + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^* \right)$$

$$= \text{Max} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right)$$

$\langle \tau_j^*, \sigma_j^*, \alpha_j^* \rangle = \langle \tau, \sigma, \alpha \rangle$ 则

$$ROWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) = \langle \tau, \sigma, \alpha \rangle$$

证明: 对评价关系数据组 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots,$

$\langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle$ 中关系数据元素个数为 t 。

$$\text{Min} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right)$$

$$\leq ROWA_{\omega, \xi, \zeta, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right)$$

$$\leq \text{Max} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right)$$

证明: 对评价关系数据组

$\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle,$

$$\begin{aligned}
 ROWA_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) &= \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j^* + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^* \\
 &\geq \text{Min} \left(\omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j^* + \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^* \right) \\
 &= \text{Min} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) \\
 \text{Min} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) &\leq ROWA_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) \\
 &\leq \text{Max} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right)
 \end{aligned}$$

得证。

性质 4(单调性) 设 $\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle$ 和 $\langle \tau_1', \sigma_1', \alpha_1' \rangle, \dots, \langle \tau_t', \sigma_t', \alpha_t' \rangle$ 是任意两组从大到小排列的评价关系数据, 在权向量 ξ, ζ 不变的情况下, 若对 $\forall i$, 有 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^*, \alpha_i^* \rangle < \langle \tau_i', \sigma_i', \alpha_i' \rangle$, 则

$$\begin{aligned}
 &ROWA \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) \\
 &\leq ROWA \left(\langle \tau_1', \sigma_1', \alpha_1' \rangle, \dots, \langle \tau_t', \sigma_t', \alpha_t' \rangle \right)
 \end{aligned}$$

证明: 由已知

$$\begin{aligned}
 &ROWA_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) \\
 &= \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i^* + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j^* + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l^*
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &ROWA_{\omega, \xi, \zeta} \left(\langle \tau_1', \sigma_1', \alpha_1' \rangle, \dots, \langle \tau_t', \sigma_t', \alpha_t' \rangle \right) \\
 &= \omega_1 \sum_{\substack{\tau_i > \tau_k \\ i \neq k}}^{k_1} \xi_i \tau_i' + \omega_2 \sum_{\substack{\tau_j = \tau_k \\ \sigma_j > \sigma_k \\ j \neq k}}^{k_2} \zeta_j \sigma_j' + \omega_3 \sum_{\substack{\tau_l = \tau_k \\ \sigma_l = \sigma_k \\ \alpha_l > \alpha_k \\ l \neq k}}^{k_3} \zeta_l \alpha_l'
 \end{aligned}$$

因为对 $\forall i$, 均有 $\langle \tau_i^*, \sigma_i^*, \alpha_i^* \rangle < \langle \tau_i', \sigma_i', \alpha_i' \rangle$, 则有式(5)可知,

$$\begin{aligned}
 &ROWA \left(\langle \tau_1^*, \sigma_1^*, \alpha_1^* \rangle, \dots, \langle \tau_t^*, \sigma_t^*, \alpha_t^* \rangle \right) \\
 &\leq ROWA \left(\langle \tau_1', \sigma_1', \alpha_1' \rangle, \dots, \langle \tau_t', \sigma_t', \alpha_t' \rangle \right)
 \end{aligned}$$

可以证明, ROWG 算子也存在与 ROWA 算子类似的性质, 只是运算法则不同, 见文献[11]。

5. 算例分析

考虑某风险投资公司进行项目投资问题。现有一个 10 人评价小组对 5 个备选项目进行评选, 方案集

$S = \{s_1, s_2, \dots, s_5\}$, 从企业能力角度制定 7 项评价指标: 产品年销量—— x_1 , 产品生产能力和—— x_2 , 管理能力—— x_3 , 技术能力—— x_4 , 资金能力—— x_5 , 风险承受能力—— x_6 , 企业战略一致性—— x_7 。评价指标数据见文献[11]。

1) 评价关系转化

在局部评价环境下, 由定义 1-4, 32 个结构权力关系 $\langle \tau, \sigma, \alpha \rangle$ 数据初始信息见表 2, 其中, $t = 1, 2, \dots, 32$ 。

2) 评价关系优先权向量

由定义 5-7 及式(4)、(5)计算结构权力关系优先权向量, 见表 3。

3) 评价关系数据集结及评价结论

根据评价目的或评价群体的要求, 由表 4, 群组评价结论讨论如下:

若评价群体注重评价参与者对结构权力关系的主观判断, 即评价群体以参与者的既有结构权力为重, 则局部评价环境是以关系度 τ 优先的, 应用关系度 τ 优先结构权力关系优先加权向量 ω_{re} , $\phi > 1$, 序为 $s_5 \succ s_3 \succ s_4 \succ s_1 \succ s_2$;

若评价群体注重参与者在群体网络结构中的位置或作用, 即由于参与者所处网络位置形成的信息利益或控制利益, 则局部评价环境是以结构权力关系度 σ' 优先的, 应用结构权力关系度 σ' 优先结构权力关系优先加权向量 ω_{sr} , $\phi \in [-1, 1]$, 序为

$s_4 \succ s_5 \succ s_3 \succ s_2 \succ s_1$ 。

若评价群体注重评价参与者的偏好相似性, 则群体以偏好相似性加权向量 ω_{sim} 为主, 参与者对相互之间的评价关系及评价群体网络结构不予考虑, $\phi < -1$,

Table 2. Evaluation relationships table
表 2. 评价关系表

关系序号	对应节点	评价关系	关系序号	对应节点	关系
1	1, 3	(0.3334, 0.2917, 0.8908)	17	4, 6	(0.225, 0.3076, 0.9542)
2	1, 4	(0.1181, 0.3182, 0.8115)	18	4, 10	(0.1833, 0.1543, 0.5341)
3	1, 6	(0.375, 0.2216, 0.923)	19	5, 6	(0.2291, 0.3121, 0.9343)
4	1, 7	(0.3212, 0.2312, 0.868)	20	5, 7	(0.2381, 0.2067, 0.9419)
5	1, 8	(0.2916, 0.3468, 0.871)	21	5, 8	(0.225, 0.1467, 0.8562)
6	1, 9	(0.4161, 0.2519, 0.8251)	22	5, 9	(0.225, 0.1467, 0.9893)
7	2, 3	(0.1964, 0.2216, 0.6456)	23	5, 10	(0.5625, 0.1534, 0.8459)
8	2, 4	(0.1389, 0.1287, 0.7249)	24	6, 7	(0.1547, 0.2144, 0.9465)
9	2, 6	(0.2083, 0.1672, 0.6134)	25	6, 9	(0.1625, 0.1965, 0.9863)
10	2, 8	(0.1269, 0.2116, 0.6684)	26	6, 10	(0.2916, 0.0768, 0.8118)
11	3, 4	(0.1714, 0.0523, 0.632)	27	7, 8	(0.1458, 0.0876, 0.8244)
12	3, 5	(0.375, 0.2312, 0.887)	28	7, 9	(0.2083, 0.0543, 0.7462)
13	3, 6	(0.1806, 0.2743, 0.9986)	29	7, 10	(0.1547, 0.5232, 0.9678)
14	3, 7	(0.5714, 0.0425, 0.8303)	30	8, 9	(0.6533, 0.1847, 0.7735)
15	3, 8	(0.3214, 0.0425, 0.8251)	31	8, 10	(0.2616, 0.0423, 0.7647)
16	3, 9	(0.1269, 0.2526, 0.9435)	32	9, 10	(0.2916, 0.2166, 0.8274)

Table 3. Structure authority-oriented weights vector
表 3. 结构权力关系优先权向量

ϕ	ω	ϕ	ω
-5	0.0005, 0.0101, 0.9893	5	0.9492, 0.0502, 0.0005
-4	0.0024, 0.0249, 0.9727	4	0.9109, 0.0868, 0.0022
-3	0.0102, 0.0594, 0.9303	3	0.8457, 0.1451, 0.0092
-2	0.0408, 0.1323, 0.8269	2	0.7364, 0.2273, 0.0364
-1	0.1370, 0.3466, 0.5164	1	0.5625, 0.3125, 0.1250
0	0.3333, 0.3333, 0.3333		

Table 4. Group evaluation conclusion table
表 4. 群组评价结论表

方案	原始 y_j 排序	$\phi = -2$	$\phi = -1$	$\phi = 1$	$\phi = 2$	单一独裁者
s_1	3	4	5	5	4	3
s_2	4	3	4	4	5	4
s_3	5	5	3	3	2	5
s_4	1	1	1	1	3	1
s_5	2	2	2	2	1	2

评价方案序为 $s_4 \succ s_5 \succ s_2 \succ s_1 \succ s_3$

原例方案排序为 $s_4 \succ s_5 \succ s_1 \succ s_2 \succ s_3$ ，结论与评价群体具有单一独裁者的情形类似。

6. 结论

将结构权力作为关系属性即作为评价关系的一

种表现形式与参与者节点信息共同构建局部评价环境。讨论了具有结构权力导向的局部评价环境构建及群组评价方法，按照群组评价中可能的结构权力来源，将结构力量量化为能够通过评价参与者之间主观判断和根据群组评价网络结构表示的结构权力关系。具有结构权力导向的局部评价环境群组评价方法将

结构权力信息引入评价问题,量化了结构权力关系,在确保群组评价方法柔性的同时提高了结构权力因素参与的评价方法的客观性。

目前有关多主体导向性群组评价方法研究多集中于理论探讨阶段,主要通过演化经济学、制度经济学或政治生态学等相关学科理论与方法的引入进行分析。具有结构权力导向的群组评价方法分析适用于评价问题较为复杂,涉及评价参与者众多且评价具有连贯性和可持续性的大型群组评价问题,如涉及多样性选择主体共同参与的创新可持续性评价分析、由地方政府主导的具有导向性评价机制设计等问题。进一步的工作拟从实证分析入手,对群组评价问题结构权力导向方法设计理论进行验证和修正。拟通过案例追踪对评价方法进行修正,通过实证检验完善多主体协调的具有结构权力导向的群组评价方法设计,对多主体协调的目的和动因,政治、经济和社会的协调发展与制度后发优势的获得都具有一定的意义。

参考文献 (References)

- [1] F. Mata, L. Martinez and E. Herrera-Viedma. An adaptive consensus support model for group decision-making problems in a multigranular fuzzy linguistic context. *IEEE Transactions On Fuzzy Systems*, 2009, 17(2): 279-290.
- [2] C. Gläser, M. Heckmann, F. Joublin, et al. Combining auditory preprocessing and bayesian estimation for robust formant tracking. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 2010, 18(2): 224-236.
- [3] L. A. Patalano, Z. LeClair. The influence of group decision making on indecisiveness-related decisional confidence. *Judgment and Decision Making*, 2011, 6(2): 163-175.
- [4] G. Pasi, R. Yager. A majority guided aggregation operator in group decision making. Springer: Berlin/Heidelberg, 2011.
- [5] R. Yager. OWA aggregation over a continuous interval argument with applications to decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part B: Cybernetics*, 2004, 34(5): 1952-1963.
- [6] F. Denord. Social capital in the field of power: The case of Norway. *The Sociological Review*, 2011, 59(1): 86-108.
- [7] T. Kuroda. A power index for multistage and multiagent decision systems. *Behavioral Science*, 1993, 38(4): 255-272.
- [8] 杨雷, 席酉民. 群体决策的权力与权力指数[J]. *系统工程*, 1996, 2: 10-14.
- [9] U. Brandes. On variants of shortest-path betweenness centrality and their generic computation. *Social Network*, 2008, 30(2): 136-145.
- [10] 易平涛, 郭亚军. 广义实型密度加权评价中间算子及应用[J]. *系统工程学报*, 2010, 25(2): 192-202.
- [11] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [1] F. Mata, L. Martinez and E. Herrera-Viedma. An adaptive con-