

基于评价者信服力的群体评价方法

宫诚举, 郭亚军, 郑红, 李伟伟

(东北大学工商管理学院, 辽宁沈阳 110169)

摘 要: 针对群体评价中专家权重的计算问题, 从对专家信息重视程度的角度出发, 提出一种基于评价者信服力的群体评价方法, 旨在探讨提高群体评价结果可信度的方法. 结果表明, 该方法在保证评价者评价信息完整性的同时能够综合评价者的经验信息和评价过程中的信息, 从而保证评价结果的准确性. 首先设定评价情景并提出研究假设, 并对评价支持者和评价需求者进行区分; 然后构建评价者信服力的计算模型并对模型的有效性进行说明; 最后利用非线性规划模型计算各被评价对象的评价结果.

关 键 词: 群体评价; 评价者信服力; 经验信息; 评价需求者; 非线性规划模型

中图分类号: C 934 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-3026(2018)05-0746-04

A Group Evaluation Method Based on the Convincing Force of Evaluators

GONG Cheng-ju, GUO Ya-jun, ZHENG Hong, LI Wei-wei

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: GONG Cheng-ju, E-mail: cj_gong_neu@163.com)

Abstract: Aimed at how to determine expert weights in group evaluation, a group evaluation method based on the convincing force of evaluators was proposed from the perspective of the attention degree of expert information in order to improve the credibility of evaluation results. It was found that this method not only guarantees the completeness of evaluators' evaluation information, but also integrates evaluators' experience information and other information in the evaluation process to ensure the accuracy of evaluation results. Firstly, the evaluation context was set and the research hypotheses were made, and then a distinction between evaluators and evaluation requestors was made. Secondly, the computational model of convincing force was constructed and its validity was expounded upon. Finally, a nonlinear programming model was used to calculate the final evaluation result of every evaluated object.

Key words: group evaluation; convincing force of evaluators; experience information; evaluation requestor; nonlinear programming model

到目前为止,关于综合评价的研究已有丰硕的研究成果^[1-4].对一类复杂而且重要的问题(或系统)进行评价时,通常需要综合多个评价者或专家的意见信息等提高评价结果的准确性,因此,群体评价^[5-8]的应用越来越广泛.目前用于群体评价中评价者权重确定的基本方法主要是层次分析法(AHP法)^[9]和序关系分析法(G1法)^[10].与层次分析法相比,序关系分析法是对多个评价者按其给出的评价信息的重要程度进行排序,然后计算各评价者的权重,且无需构造一致性判断矩阵,简单直观并具有保序性等特点,因此更为直观简便.当无法对多个评价者的评价信息的重要程度进行排序时,层次分析法更为适用.还有很多学者从不同的角度探讨群体评价中如何对各评价者进行赋权的问题.但目前的研究依然存在以下三方面的问题:①将评价需求者与评价支持者视为一体;②在评价者权重确定方法的研究中忽视了评价者先验信息的重要性;③需要在评价的过程

中体现出评价需求者的风险态度。

评价需求者不同于评价者是指整个评价流程和评价结果的服务对象. 在评价的过程中, 评价需求者根据实际问题以及自身的特点会有不同的风险态度, 因此在评价的过程中必须将二者区分开来, 并充分考虑评价需求者的风险态度才能更好地确定评价者的权重.

本文提出一种基于评价者信服力的专家权重确定方法, 该方法在保留各评价者最初的评价意愿及评价信息的同时, 综合考虑评价者在不同时间段的经验信息以及在当前评价活动中的信息, 并在评价的过程引入评价需求者的风险意识, 能够实现大幅度提高评价者权重确定的被接受程度以及最终评价结果的被接受程度.

1 问题与假设

1.1 问题描述

针对群体评价问题, 设评价者的集合 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$, 被评价对象的集合为 $O = \{o_1, o_2, \dots, o_p\}$, $Y_i = \{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ip}\}$ 为评价者 s_i 在本次评价中得出的各被评价对象的综合评价值的集合, 并已在群体评价的过程中, 需要确定不同评价者的权重系数, 进而对不同评价者的评价信息进行集结, 以得到最终的评价结果. 设已取定 k 位评价者在过去 t_z 时刻评价结果可信度的打分成绩为 $g_i(t_z)$, 其中, $i = 1, 2, \dots, k, j = 1, 2, \dots, p, z = 1, 2, \dots, n$. 不失一般性, 令 $k, p, z \geq 3$, $g_i(t_z)$ 可根据过去各时刻各评价者参与评价活动的评价结果与最终达成一致的评价结果的相差程度来确定, 如采用十分制的打分形式等.

本文拟从衡量评价者信服力的角度确定各评价者的权重系数, 从而集结各评价者的评价结果.

1.2 假设条件

- 1) 评价者具有专业的评价知识和丰富的实践经验, 可以获取各评价者不同时间段的评价信息;
- 2) 评价者在此次评价过程中对评价问题具有深入的认识和理解;
- 3) 评价结果的合理性与准确性取决于评价群体的信服力, 评价群体的信服力取决于各评价者的信服力.

2 基于评价者信服力的评价方法

2.1 评价者信服力的计算

本文用信服力来衡量评价者在某专业领域评

价群体中的影响力, 借此确定各评价者的权重, 具体过程如下.

1) 各评价者参与此次评价活动后的信服力大小的计算. 记 η_i 表示评价者 $s_i (i = 1, 2, \dots, k)$ 在参与此次评价活动后的信服力的大小, 其计算公式为

$$\eta_i = \lambda_1 \frac{\eta_i^0}{\sum_{i=1}^k \eta_i^0} + \lambda_2 \frac{\eta_i^1}{\sum_{i=1}^k \eta_i^1}. \quad (1)$$

式中: η_i^0 为此次评价前评价者 s_i 在该评价领域中信服力大小的初值, 可以为评价者的选择作参考; η_i^1 为此次评价过程中评价者 s_i 的信服力大小, 反映的是评价者在本次评价活动中的影响力; λ_1 和 λ_2 为风险因子, 反映评价需求者面对风险的态度, 且 $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$. 当 $\lambda_1 > \lambda_2$ 时为风险规避型, 表示评价需求者更注重评价者过去的动态信息, 认为在过去的评价活动中评价更准确的评价者在本次的评价中应得到更多的信任; 当 $\lambda_1 < \lambda_2$ 时为风险偏好型, 表示评价需求者更注重评价者本次评价的信息, 认为各评价者在此次评价活动中的表现更为重要; 当 $\lambda_1 = \lambda_2 = 0.5$ 时为风险中立型.

2) 各评价者初始信服力大小的计算. 对于评价者 s_i 的信服力大小的初值 η_i^0 , 其计算公式为

$$\eta_i^0 = \sum_{z=1}^n \pi_z g_i(t_z). \quad (2)$$

式中, $\pi_z (z = 1, 2, \dots, n)$ 为评价者 t_z 时刻参与评价活动的表现(打分值)的权重, 用于体现对各评价者在过去评价活动中的表现, 反映评价者评价水平信息的侧重程度. 根据评价者的专业水平随着时间的推移不断提升从而导致信服力增加的原理, 按照如下规划求解 π_z 的值^[11], 该规划模型的具体含义请参考文献[11]. 其中“时间度”的值可参照文献[11]选取, 为体现“厚今薄古”的思想, 建议“时间度”的值小于 0.5.

$$\left. \begin{aligned} \max & \left(- \sum_{z=1}^n \pi_z \ln \pi_z \right), \\ \text{s. t. } \varepsilon &= \sum_{z=1}^n \frac{n-z}{n-1} \pi_z, \\ \sum_{z=1}^n \pi_z &= 1, \pi_z = [0, 1], z = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

3) 本次评价活动中各评价者的信服力大小的计算. 对于评价者 s_i 在本次评价过程中的信服力 η_i^1 , 有

$$\eta_i^1 = a [1 + \exp(1 - \delta_i)]. \quad (4)$$

其中: a 为本次评价中评价需求者所要求的评价者信服力大小的阈值, 同样可以起到对评价者筛

选的作用; $\delta_i = \frac{\sum_{j=1}^p |y_{ij} - \bar{y}_j|}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^p |y_{ij} - \bar{y}_j|}$, 表示的是评

价者 s_i 在本次评价活动中对被评价对象 o_j 的评价值与各评价者给出的被评价对象 o_j 在本次评价中评价值均值的偏离程度. 其中各评价者给出的被评价对象 o_j 在本次评价中评价值的均值 $\bar{y}_j = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k y_{ij}$. 式(4)表示对于 δ_i 越小的评价者, 赋予更高的信服力的值, 并且不同评价者的 δ_i 值之间的差距越大, 评价者之间的信服力值的差距也越大.

2.2 各被评价对象最终评价结果的计算

设 u_j 为被评价对象 o_j 的最终的评价结果, 设考虑各评价者的信服力之后的各被评价对象的评价结果 $\omega_i y_{jk}$ 与各被评价对象最终的评价结果 u_j 的偏差为

$$d_i = \| \omega_i y_{jk} - u_j \|^2 = \sum_{j=1}^p (\omega_i y_{jk} - u_j)^2. \tag{5}$$

其中: y_{jk} 为评价者 s_i 给出的被评价对象 o_j 的评价值; $\omega_i (i=1, 2, \dots, k)$ 的值由式(6)确定:

$$\omega_i = \eta_i. \tag{6}$$

表示各评价者给出的各被评价对象的评价值在此次评价活动中的权重系数, 由各评价者参与此次评价活动后的胜任力大小决定.

以考虑各评价者的信服力后的各被评价对象的评价结果与最终的各被评价对象的评价结果的偏差总和最小为目标, 建立非线性规划模型:

$$\left. \begin{aligned} \min D &= \sum_{i=1}^k d_i = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^p (\omega_i y_{jk} - u_j)^2, \\ \text{s. t.} \quad & \left. \begin{aligned} u_j &\geq \min_k \{y_{jk}\}, \\ u_j &\leq \max_k \{y_{jk}\}, \\ j &= 1, 2, \dots, p. \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \tag{7}$$

定理 1 非线性规划式(7)具有唯一最优解.

证明 分别对非线性规划模型式(7)做二次偏导, 以计算目标函数的 Hessian 矩阵, 计算结果

$$\nabla^2 D = \begin{pmatrix} \frac{\partial^2 D}{\partial u_1^2} & \frac{\partial^2 D}{\partial u_1 \partial u_2} & \dots & \frac{\partial^2 D}{\partial u_1 \partial u_p} \\ \frac{\partial^2 D}{\partial u_2 \partial u_1} & \frac{\partial^2 D}{\partial u_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 D}{\partial u_2 \partial u_p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 D}{\partial u_p \partial u_1} & \frac{\partial^2 D}{\partial u_p \partial u_2} & \dots & \frac{\partial^2 D}{\partial u_p^2} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 2k & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 2k & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 2k \end{bmatrix}.$$

由于 $k > 0$, 故矩阵 $\nabla^2 D$ 是一个正定阵. 因此, 规划求解式(7)中的约束条件构成一个凸集, 所以模型式(7)是一个具有唯一最优解的凸非线性规划.

由非线性规划模型式(7)解得的 $u_j (j=1, 2, \dots, p)$ 即为考虑评价者胜任力之后的各被评价对象的评价值, 对 u_j 的值按照大小关系进行排序及分类, 以求得各被评价对象最终的评价结果.

2.3 方法的应用步骤

步骤 1 获取所有参与此次评价活动的评价者在过去不同时间段参与评价活动的评价信息, 并对其合理性进行打分(按照同一方法).

步骤 2 请各评价者给出各被评价对象的评价结果, 并对评价结果按照一定的规则做规范化处理(如归一化处理).

步骤 3 根据规划求解式(3)计算 π_i 的值, 并按照式(2)计算各评价者的初始信服力 η_i^0 的大小.

步骤 4 按照式(4)计算本次评价过程中各评价者信服力 η_i^1 的大小, 并根据评价需求者的风险态度确定风险因子 λ_1 和 λ_2 的值, 依据式(1)计算各评价者参与此次评价后的信服力 η_i 的大小.

步骤 5 根据式(6)计算各评价者的权重 ω_i , 并根据规划求解式(7)计算出各被评价对象最终的综合评价结果 u_j .

2.4 模型说明

式(1)结合了评价者过去不同时刻的经验信息, 综合考虑了评价者过去评价的动态信息和当前评价过程中的信息, 并引入风险因子 λ_1 和 λ_2 , 用以反映评价需求者在评价过程中面对风险的态度.

式(2)通过设置“时间度 ε ”可以实现对各评价者过去时刻参与评价活动表现的不同偏好. 基于专家的专业知识不断提升的原理, 采用“厚今薄古”的思想确定计算评价者初始信服力大小时的权重.

式(4)通过引入或调整评价者在此次评价过程中信服力大小的初值 a , 可以起到对参与评价的评价者进行筛选的作用, 以进一步提高评价结果的准确性.

式(7)通过非线性规划求解计算各被评价对象最终的评价值, 是一个多信息融合的过程, 综合了评价者的信服力、各评价者给出的各被评价对象的评价结果等多种信息, 考虑的信息更加全面, 有利于提高评价结果的被接受程度.

3 应用算例

某投资公司拟对 5 家企业 o_1, o_2, \dots, o_5 进行投资,现抽取 4 个指标 x_1, x_2, x_3, x_4 , 其中 x_1 和 x_2 为极大型, x_3 和 x_4 为极小型. 现邀请 5 位专家根据自身的专业水平等对 5 家企业进行评价, 各专家得到的评价结果也不尽相同. 相关数据见表 1、表 2.

表 1 5 位专家的评价结果
Table 1 Evaluation results of 5 experts

专家	o_1	o_2	o_3	o_4	o_5
s_1	0.285	0.688	0.600	0.203	0.924
s_2	0.451	0.541	0.450	0.443	0.471
s_3	0.558	0.116	0.195	0.489	0.587
s_4	0.249	0.553	0.827	0.180	0.462
s_5	0.356	0.639	0.508	0.200	0.194

应用本文的方法得到如下计算结果, 其中 $\lambda_1 = \lambda_2 = 0.5, \varepsilon = 0.4, a = 3$.

评价者初始信服力 $\eta_i^0 = (5.001, 6.274, 5.780, 5.498, 6.957)$; 本次评价过程中各专家的信服力大小为 $\eta_i^1 = (9.275, 10.320, 8.939, 9.908, 10.040)$; 5 位专家在本次评价后的信服力为 $\eta_i = (0.180, 0.213, 0.190, 0.195, 0.221)$; 5 家企业最终的综合评价值为 $u_j = (0.249, 0.104, 0.195, 0.051, 0.194)$, 5 家企业的排序为 $o_1 > o_3 > o_5 > o_2 > o_4$.

表 2 对 5 位专家过去 5 次评价活动的打分
Table 2 Past 5 evaluation scores of five experts

专家	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5
s_1	7	5	3	8	3
s_2	8	4	5	7	7
s_3	6	8	5	7	4
s_4	4	9	8	5	3
s_5	7	7	8	6	7

本文提出群体评价方法兼顾评价者的经验信息及评价过程中的实际影响力, 综合分析参与评价的评价者的专业能力等, 在评价的过程中融合了多种评价信息, 因此, 得到的评价结果可信度更高, 更容易被各方接受.

4 结 论

- 1) 本文提出的赋权方法能够体现对背景不同的评价者的不同关注程度.
- 2) 将评价者和评价需求者进行区分, 改变现有研究将评价者和评价支持者视为一体的做法.
- 3) 该方法较为全面地综合了评价支持者的经验信息和评价过程中的信息, 并针对评价需求者面对风险的态度引入风险偏好, 因而考虑的信息更加全面.
- 4) 可以为选择参与此次评价的评价者提供依据, 并能够起到筛选评价者的作用.

参考文献:

[1] Guo Y J. Comprehensive evaluation theory, methods and application[M]. Beijing: Science Press, 2007.

[2] Jiang W Q. Sensibility and alternative COP analysis of dimensionless methods on effect of attribute weight [J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2012, 34 (12): 2520 – 2523.

[3] Lourenzutti R, Krohling R A. A generalized TOPSIS method for group decision making with heterogeneous information in a dynamic environment[J]. *Information Sciences*, 2016, 330: 1 – 18.

[4] Yi P T, Li W W, Guo Y J. Structure stability analysis of linear dimensionless methods [J]. *Journal of System & Management*, 2014, 23 (1): 104 – 110.

[5] West R E, Williams G S, Williams D D. Improving problem-based learning in creative communities through effective group evaluation [J]. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2013, 7 (2): 5 – 12.

[6] Saaty T L. Decision making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary [J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 145 (1): 85 – 91.

[7] Xu Z. Approaches to multiple attribute group decision making based on intuitionistic fuzzy power aggregation operators[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2011, 24 (6): 749 – 760.

[8] Krohling R A, Campanharo V C. Fuzzy TOPSIS for group decision making: a case study for accidents with oil spill in the sea[J]. *Expert Systems with Applications*, 2011, 38 (4): 4190 – 4197.

[9] Wang X J, Zhang Y. Non-uniform grey relational method based on AHP and DEA[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2011, 31 (7): 1222 – 1229.

[10] Wang X J, Guo Y J. Analyzing the consistency of comparison matrix based on GI method [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2006, 14 (3): 65 – 70.

[11] Guo Y J, Yao S, Yi P T. A method and application of dynamic comprehensive evaluation [J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2007, 27 (10): 154 – 158.