

多轮次群体决策中动态专家权重研究

张 雷¹, 常天庆¹, 王庆胜², 杨国振¹

(1 装甲兵工程学院, 北京 100072; 2 91204 部队, 北京 100161)

摘 要: 在分析和总结已有群体决策中专家权重确定方法的基础上, 提出了群体决策中动态专家权重的通用模型, 并重点研究了反应专家各轮次间自信度和受群体影响程度的权重修正量 $\gamma^{(i)}$, 分专家返回权向量型、专家返回评价分值型和专家返回评价矩阵型三种情况, 具体讨论了 $\gamma^{(i)}$ 计算过程和修正后个体专家判断值; 最后, 通过一个算例证明了方法的有效性, 并得出权重修正量需综合考虑的结论。

关键词: 群体决策; 专家权重; 动态权重

中图分类号: TP31

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)02-0074-04

Dynamic Weights of Experts in Multiple-Round Group Decision-Making

ZHANG Lei¹, CHANG Tian-qing¹, WANG Qing-sheng², YANG Guo-zhen¹

(1 Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072, China;
2 91204 Group, Beijing 100161, China)

Abstract: Based on analyzing and summarizing the method of experts' weights in group decision-making, a universal experts' weights model is brought out. Focus on the character of multiple-round decision-making, rectification parameters $\gamma^{(i)}$ reflecting experts' self-confidence and effect produced by others for experts' weights is studied carefully in returning vector, evaluation data, and evaluation matrix circumstances. at last, this method is illustrated by an example, and a conclusion about how to adjust weights is discussed.

Key words: group decision-making; experts' weights; dynamic weights

1 引言

群体决策一般先由个体专家提出自己判断信息, 然后通过某种方式集结, 如达到群体满意度要求, 则得到群体判断结论; 相反, 则需要往复交互。过程中, 个体判断信息集结是一个重要步骤, 而如何确定每个专家在群体决策中的权重, 又是个体判断信息集结的关键因素。根据数据来源不同, 群决策中专家权重确定方法主要分为主观赋权法和客观赋权法。其中, 主观赋权法重点依据决策者的能力水平、知名度、职位高低、对决策问题的熟悉程度等确定权重^[1-3], 代表性方法是通过参与决策专家相互比较形成判断矩阵, 求解特征向量和特征值确定各专家权

重, 这类方法因受专家之间熟悉程度等主观因素影响, 受到广泛质疑, 进而产生了客观赋权方法。客观赋权方法是近年来的研究热点, 通过考察参与专家判断结论的个体一致性和群体一致性, 逆判个体专家权重。文献[3]综合考虑判断矩阵与其余判断矩阵间的一致性、相似程度提出一种新方法。梁樑等^[4]对专家客观权重作了较深入的研究, 将专家客观权重分为个体可信度权值和群体可信度权值; 通过提取各专家判断矩阵的全部信息, 得出各专家判断的个体一致程度, 确定个体可信度权值; 通过比较各专家判断矩阵之间的相似程度, 得到各专家判断的群组一致程度, 确定其群体可信度权值; 最后通过信息合成, 确定综合客观权重。针对多轮次交互式群体决策

收稿日期: 2011-05-23; **修回日期:** 2011-07-27

基金项目: 国防预研基金项目(9140A09050708JB3503)

过程,通过引入时间序列概念,客观权重又推广至动态客观权重^[5-6].从文献检索看,目前动态专家权重研究集中在专家返回互反式判断矩阵情况,对于专家返回其他判断值情况研究甚少;而且对轮次间专家判断值的动态调整过程并无太多关注.

因此,本文在全面分析群决策专家权重各影响因素的基础上,分三种情况着重探讨了轮次间专家判断值动态变化所产生的个体权重修正量.

2 动态群体决策中专家权重模型

设由时间、专家和判断对象构成三维空间 A , 则 $x(t)_{ij}$ 为三维空间 A 中的点. 如何将三维空间中的点映射到一维直线上, 根据映射方式不同可得到三种方式; 以确定客观专家权重为目标, 则分为两种.

(1) 专家和决策对象先组合, 得到每一时间平面数据矩阵, 实现动态决策过程的静态化. 该数据矩阵反映了某时刻专家和决策对象之间的静态数据关系, 进而可以获得决策数据一致性和相似性结论, 作为该时刻专家权重的修正依据, 然后综合时间维, 权重修正量作为反馈影响轮次间判断结论. 此类方法文献较多^[5-6].

(2) 优先组合时间维和专家维, 分析时间维上专家意见的变异情况, 并以此确定个体专家权重修正量, 是本文研究重点. 进而得到如下群决策中专家权重各影响因素完整描述.

定义 1 动态群体判断中专家权重可用下述数学函数表示,

$$\begin{aligned} \varphi^{(t)} &= f^{(t)}(\alpha^{(t)}, \beta^{(t)}, \gamma^{(t)}, \delta), t > 0, \\ \gamma^{(t)} &= 0 \quad (\text{当且仅当 } t=1 \text{ 时}) \end{aligned} \quad (1)$$

式中, $\varphi^{(t)}$ 表示 t 时刻的专家权重合成结果. $f^{(t)}$ 表示 t 时刻专家权重的合成函数, δ 表示决策者能力水平、知名度、职位高低、权威性及对决策问题熟悉程度等情况所决定的主观权重, 其大小为一定值, 表现形式为一常数; $\alpha^{(t)}$ 表示个体专家 t 时刻结论与群体结论的相近程度或相似度所决定的客观权重, $\beta^{(t)}$ 表示个体专家 t 时刻对所有判断多向量结论的一致性程度所决定的客观权重, 即个体是否采用同一种判断尺度对各判断单元进行比较量化, 反映个体专家的认真程度; $\gamma^{(t)}$ 表示个体专家 t 时刻结论与前 $t-1$ 轮次结论偏差和所决定的权重, 反映了个体专家前 t 时刻的自信度和受群体专家的影响程度. $\alpha^{(t)}, \beta^{(t)}, \gamma^{(t)}$ 总体随时刻的变化而变化, 体现了群体判断中专家客观权重的动态性.

3 个体专家权重修正量 $\gamma^{(t)}$

设第 i 个专家 S_i 对第 j 个被评目标 B_j 的判断值为

$$x_{ij} (x=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$$

这样就构成了 $m \times n$ 阶第 t 时刻判断矩阵 $\mathbf{X}^{(t)}$ 和第 $t+1$ 时刻判断矩阵 $\mathbf{X}^{(t+1)}$.

$$\mathbf{X}^{(t)} = (x(t)_{ij})_{m \times n}$$

$$= \begin{bmatrix} x(t)_{11} & x(t)_{12} & \cdots & x(t)_{1n} \\ x(t)_{21} & x(t)_{22} & \cdots & x(t)_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x(t)_{m1} & x(t)_{m2} & \cdots & x(t)_{mn} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{X}^{(t+1)} = (x(t+1)_{ij})_{m \times n}$$

$$= \begin{bmatrix} x(t+1)_{11} & x(t+1)_{12} & \cdots & x(t+1)_{1n} \\ x(t+1)_{21} & x(t+1)_{22} & \cdots & x(t+1)_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x(t+1)_{m1} & x(t+1)_{m2} & \cdots & x(t+1)_{mn} \end{bmatrix}$$

因专家返回信息形式不同, 决策具体实施方法有所不同, 下面具体分专家返回权向量型、专家返回判断分值型和专家返回判断矩阵型讨论权重修正量 $\gamma^{(t)}$ 的确定过程. 判断值偏差量为工程应用的简洁性, 选择绝对值距离表示.

3.1 返回权向量型

对于第 j 个指标, 第 i 个专家在第 $t+1$ 轮次和第 t 轮次的判断值的绝对偏差量为

$$\mu(t+1)_{ij} = |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}| \quad (2)$$

相对偏差量为

$$\theta(t+1)_{ij} = \frac{|x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}|}{x(t)_{ij}} \quad (3)$$

则前 $t+1$ 轮次, 第 i 个专家对第 j 个指标的判断值的绝对偏差量和为

$$\sum_{t=1}^t \mu(t+1)_{ij} = \sum_{t=1}^t |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}| \quad (4)$$

同样可以获得, 前 $t+1$ 轮次, 第 i 个专家对 n 个指标的判断值的绝对偏差量和为

$$\sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^t \mu(t+1)_{ij} = \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^t |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}| \quad (5)$$

设前 $t+1$ 轮次, 第 i 个专家对 n 个指标的判断值的相对偏差量和为 $\Delta(t+1)_i$,

$$\Delta(t+1)_i = \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^t \frac{|x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}|}{x(t)_{ij}} \quad (6)$$

$\Delta(t+1)_i$ 反映了第 i 个专家对于所有 n 个判断对象在第 $t+1$ 轮和第 t 轮之间权向量的总偏差量,

反映了第 i 个专家的自信程度和受群体影响程度。 $\Delta(t+1)_i$ 越大反映该专家受影响程度越大, 其自信度就越小, 所以其决策权重就应该越小. 反之, $\Delta(t+1)_i$ 越小, 其受影响程度越小, 其自信度就越大, 所以其决策权重就应该越大. 为此, 定义如下第 $t+1$ 轮第 i 个专家权重修正函数.

定义 2 第 $t+1$ 轮第 i 个专家权重修正量为 $\omega(t+1)_i$,

$$\omega(t+1)_i = \frac{1}{1 + \Delta(t+1)_i} \quad (7)$$

显然

$$\omega(t+1) > 0, \omega(t+1) < 1, \text{ 且 } \sum_{i=1}^m \omega(t+1) = 1.$$

对于 n 个判断对象, 通过上式就可获得第 $t+1$ 轮次经过专家权重修正后的群体判断向量为

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (8)$$

其中, 对于第 j 个判断对象, 为

$$y_j = \sum_{i=1}^m \omega(t+1)_i x(t+1)_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$$

3.2 返回判断分值型和返回判断矩阵型

(1) 返回判断分值型

因为各位专家的认真程度和评分偏好可能有较大差异, 所以不能直接用判断值的绝对偏差和相对偏差来描述个体专家的判断变异程度. 该情况下, 专家所给的评分值和意见差异不体现在分值的高低, 而是体现在判断对象的名次, 所以应该通过比较个体专家判断值和平均判断值之间的相似程度来确定个体专家的自信度. 也因此, 个体专家的权重修正量只能针对某一项指标, 而不是对所有判断对象产生一个修正量, 即该专家对每一个判断对象都有一个动态的权重修正量.

对于第 j 个判断对象, 第 i 个专家在第 $t+1$ 轮次和第 t 轮次的判断值的绝对偏差量为

$$\mu(t+1)_{ij} = |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}| \quad (9)$$

前 $t+1$ 轮次绝对偏差量和为

$$\sum_{i=1}^t \mu(t+1)_{ij} = \sum_{i=1}^t |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}| \quad (10)$$

在第 $t+1$ 轮次和第 t 轮次之间, 对于第 j 个判断对象, m 个专家的判断偏差平均值为

$$\overline{\mu(t+1)_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^m |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}|}{m} \quad (11)$$

前 $t+1$ 轮次 m 个专家的判断偏差平均值偏差

量和为

$$\sum_{i=1}^t \overline{\mu(t+1)_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^m |x(t+1)_{ij} - x(t)_{ij}|}{m} \quad (12)$$

在第 $t+1$ 轮次和第 t 轮次之间, 对于第 j 个判断对象, 第 i 个专家的判断与平均值之间的绝对偏差量为

$$\Delta(t+1)_{ij}^* = |\mu(t+1)_{ij} - \overline{\mu(t+1)_{ij}}| \quad (13)$$

相对偏差量为

$$\Delta(t+1)_{ij} = \frac{|\mu(t+1)_{ij} - \overline{\mu(t+1)_{ij}}|}{\max(|\mu(t+1)_{ij} - \overline{\mu(t+1)_{ij}}|)} \quad (14)$$

总体相对偏差为

$$\epsilon(t+1)_{ij} = \frac{|\sum_{i=1}^t \mu(t+1)_{ij} - \sum_{i=1}^t \overline{\mu(t+1)_{ij}}|}{\max |\sum_{i=1}^t \mu(t+1)_{ij} - \sum_{i=1}^t \overline{\mu(t+1)_{ij}}|} \quad (15)$$

$\epsilon(t+1)_{ij}$ 反映了第 i 个专家对于第 j 个判断对象在第 $t+1$ 轮和第 t 轮之间判断分值的总偏差量, 反映了第 i 个专家的自信程度和受群体影响程度. $\epsilon(t+1)_{ij}$ 越大反映该专家受影响程度越大, 其自信度就越小, 所以其决策权重就应该越小. 反之, $\epsilon(t+1)_{ij}$ 越小, 其受影响程度越小, 其自信度就越大, 所以其决策权重就应该越大. 为此, 定义如下第 $t+1$ 轮第 i 个专家对于第 j 个对象权重修正函数.

定义 3 第 $t+1$ 轮第 i 个专家对第 j 个判断对象, 权重修正量为 $\omega(t+1)_{ij}$,

$$\omega(t+1)_{ij} = \frac{1}{1 + \epsilon(t+1)_{ij}} \quad (16)$$

显然

$$\omega(t+1) > 0, \omega(t+1) < 1, \text{ 且 } \sum_{i=1}^m \omega(t+1)_{ij} = 1.$$

对于 n 个判断对象, 通过上式就可获得第 $t+1$ 轮次经过专家权重修正后的群体判断值为

$$y = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (17)$$

其中, 对于第 j 个判断对象为

$$y_j = \sum_{i=1}^m \omega(t+1)_{ij} x(t+1)_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$$

(2) 返回判断矩阵型

对于返回的 M 个判断矩阵,最直接的做法是化为各个权向量进行分析,这样就等同于 3.1 节中的返回权向量型.至于返回值是互反判断矩阵,可采用文献[5-6]等介绍方法求得权重修正量.

3.3 应用分析

例 1 考虑一个 3 人专家小组

$G=\{S_1,S_2,S_3\}$ 对某个工程项目 $X=\{x_1,x_2,\cdots,x_n\}$ 进行判断,其中被判断对象 n 个.针对第一个判断对象 x_1 经过 4 轮判断,各位专家达成共识.相应的判断矩阵为 A ,决策者初始权重均等,观察专家权重经过修正前后, x_1 的群体判断值的收敛程度变化.针对第一个判断对象 x_1 ,具体数据详见表 1 和表 2.

$$A=\begin{bmatrix} 4 & 2 & 2 \\ 3 & 5 & 4 \\ 3 & 4 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

解:

修正后专家权重由式(7)获得,权重修正后群体判断值由式(8)获得.数据分系统见图 1 权重修正前后判断值对照表见表 1,从图 1 中我们可以分析出各专家最后意见一致在给该判断对象判断值为 3,专家 1 自第二轮就已认定该判断结果应为 3,而专家 3 和专家 2 分别是在第三轮和第四轮得出结论为 3,所以反映在表 2 中各专家在不同轮次上权重不等.

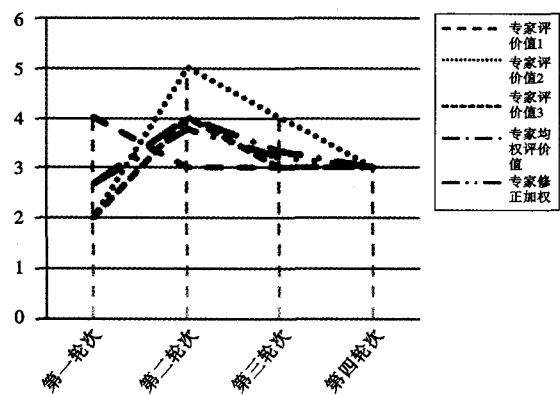


图 1 判断过程曲线图

表 1 权重修正前后判断值对照表

判断轮次	专家给定判断值			专家均权 群体判断值	权重修正后 群体判断值
	专家 1	专家 2	专家 3		
第一轮次	4	2	2	2.67	2.67
第二轮次	3	5	4	4	3.77
第三轮次	3	4	3	3.33	3.2
第四轮次	3	3	3	3	3

表 2 修正后专家权重表

判断轮次	修正后专家的权重		
	专家 1	专家 2	专家 3
第二轮次	0.46	0.23	0.31
第三轮次	0.4	0.2	0.4
第四轮次	0.4	0.2	0.4

上述数据说明如果某位专家自信度高,不受群体判断值的影响,加大其所在群判断中的权重,将有利于判断结果的收敛.

获得上述结论有一个前提,即该位专家坚持的结论最后将与群判断结论相一致.否则,将阻碍群判断得到一致性结论的进程,并出现冲突.若出现此种状况,需先解决冲突问题,然后再修正专家权重[7].

4 结束语

在总结现有群体决策中个体专家权重确定方法基础上,重点分析了反映个体专家不同轮次间自信程度和受群体影响程度的权重修正量 $\gamma^{(i)}$,分三种情况介绍了权重修正量确定过程,最后以一个算例说明了方法的有效性.

参考文献:

[1] Rauranathan, R/Ganesh L S. Group preference aggregation methods employed in AHP: An evaluation and intrinsic process for driving member's weightages[J]. European Journal of Operational Research,1994(79): 249-265.

[2] 孟波,付微.一种有限方案多目标群决策方法[J].系统工程,1998,16(4):48-51.

[3] 宋兴光,邹平.多属性群决策中决策者权重的确定方法[J].系统工程,2001,19(4):84-89.

[4] 梁樑,熊立,王国华.一种群决策中确定专家判断可信度的改进方法[J].系统工程,2004,6(6):91-94.

[5] 陈侠,樊治平.基于不同偏好信息的评价专家水平研究[J].系统工程理论与实践,2007,27(2):27-35.

[6] 李焱,洪志国,范植华,等.战略决策评估模型的研究与应用[J].微电子学与计算机,2004,21(2):51-54.

[7] 张选平,秦国强,杜玉平,等.基于多 Agent 偏好的决策信息融合[J].微电子学与计算机,2005,22(5):102-105.

作者简介:

张雷 男,(1974—),博士,讲师.研究方向为武器系统诊断与评估.

常天庆 男,(1963—),教授.研究方向为智能武器系统.