

# 直觉模糊集在装备采购中的应用

张琳<sup>1</sup>, 石磊<sup>2</sup>, 唐晓兵<sup>1</sup>, 汪文峰<sup>1</sup>, 周峰<sup>1</sup>

(1. 空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800; 2. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

**摘要:**在装备采购中,存在多个装备供应商可供选择,对供应商资格评价和准则定义的理论研究是供应商选择的关键问题。针对这一问题,基于直觉模糊集并加以改进,提出一种新的多属性决策综合评判模型,为装备采购决策者提供一定的定量分析依据,做出正确的决策,以及在招标中就供应商的选择提供具有参考价值的建议。运用此理论,使模糊多属性决策问题研究结果更合理、更科学。讨论供应商的评判问题,通过直觉模糊集理论,结合供应商选择问题,首先,构建改进型直觉模糊集决策矩阵,然后确定直觉模糊正理想解,再计算各备选方案到直觉模糊正理想解 $A^+$ 的距离,最后按照综合评价指数 $K$ 确定最佳供应商。算例分析表明了该方法的有效性和优越性。

**关键词:**多属性决策;直觉模糊集;供应商;集决策

**中图分类号:** O159 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2008)04-0087-04

直觉模糊集的特点是同时考虑非空集元素隶属度与非隶属度两方面的信息,这使得直觉模糊集在处理不确定性信息时比传统的模糊集有更强的表达能力,更有灵活性,比模糊集更适合用来处理现实中的实际问题<sup>[1]</sup>,比如说在某新型装备采购中,存在多个装备供应商可供选择,过去一般采用层次分析法进行评判,常常造成计算量大、决策过程较为烦琐等。直觉模糊集能较好地解决比较评价这些供应商这一问题,为装备采购决策者提供一定的定量分析依据。

## 1 直觉模糊集

**定义1** 设 $X$ 是一个非空经典集合, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , $X$ 上形如 $A = \{ \langle \mu_A(x), v_A(x), O_A(x), \pi_A(x), g_A(x) | x \in X \rangle$ 的多重组称为 $X$ 上的一个直觉模糊集。其中 $\mu_A, v_A, O_A, \pi_A, g_A, (X \rightarrow [0, 1])$ 均为 $X$ 上的隶属函数,且 $0 \leq \mu_A(x) + v_A(x) + O_A(x) + \pi_A(x) + g_A(x) \leq 1$ 。

例如 $[\mu_A(x), v_A(x), O_A(x), \pi_A(x), g_A)] = [0.2, 0.1, 0.2, 0.3, 0.2]$ 在投票模型中这可解释为在10人中有2人投评语集中的 $V_1$ (非常合理),有1人投评语集中的 $V_2$ (很合理),有2人投评语集中的 $V_3$ (合理),有3人投评语集中的 $V_4$ (一般),有两人投评语集的 $V_5$ (不合理)。令 $\text{IFS}[X]$ 表示 $X$ 上所有直觉模糊集构成的集合<sup>[2-7]</sup>。

**定义2** 设非空经典集合 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n), A, B \in \text{IFS}[X]$ 且 $A = \{ \langle \mu_A(x), v_A(x), O_A(x), \pi_A(x), g_A(x) | x \in X \rangle, B = \{ \langle \mu_B(x), v_B(x), O_B(x), \pi_B(x), g_B(x) | x \in X \rangle$ ,不妨设 $F_A^i$ 为 $A$ 的第 $i$ 个指标的得分 $F_A^i = (\mu_A(x_i)V_1 + v_A(x_i)V_2 + O_A(x_i)V_3 + \pi_A(x_i)V_4 + g_A(x_i)V_5)$ 。

直觉模糊集 $A, B$ 之间的距离定义为

$$d_{\text{IFS}[X]}(A, B) = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{i=1}^n (F_A^i - F_B^i)^2}$$

收稿日期:2007-01-23

作者简介:张琳(1975-),男,安徽铜陵人,博士,主要从事防空反导运筹分析. E-mail:csdmmsh0@163.com

## 2 基于直觉模糊集的评判模型

### 2.1 建立评价组织,确定评价对象

在装备采购中,往往都采用投标的表示来选择入围单位。对于招标过程中的评标而言,评价组织一般为评标委员会,评价对象为参加投标而且初审合格(俗称入围)的投标单位,设有  $m$  个:  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , 即论域(被评价对象的所有元素的全体,又称全域、全集或空间)  $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ 。

### 2.2 选择评价指标,确立评价尺度

选定评价指标的原则:一是要有利于全面反映系统的特征,实现系统的目标;二是评价项目和层次应尽可能少,便于分析和计算;三是须具体问题具体分析,具有充分的灵活性。评价指标集  $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ , 其中每一个指标  $c_i$  都可看成论域  $U$  的一个模糊集合<sup>[6]</sup>。

评价尺度是对各层次评价指标的一种语言描述,它是评审人员对各评价指标所给出的评价集合,本文案例中评价尺度分为非常合理、很合理、合理、一般和不合理 5 个等级,设评价尺度集  $V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5)$ 。如表 1 所示。

表 1 评语集

Tab. 1 Remark collection

评语集	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$	$V_5$
打分	09	07	05	03	01

然后进行专家评语。这里的专家评语是指请一批相关领域的专家对指标打分。打分时并不要求给出具体数值,而是在 5 个评语级别:“非常合理、很合理、合理、一般、不合理”上选择最合适的级别即可。打分时给出相关资料。请各位专家予以参阅,力求打分客观、公正。

最后,将各位专家对各指标的打分表分别进行汇总,取其均值作为所求的隶属度。

因为有  $\tau$  评价尺度,所以对第  $i$  个评价指标  $C_i$  有一个相应的隶属度向量,比如在对第  $k$  个供应商进行打分,共有  $\sigma$  个专家,分别对该供应商的  $n$  个指标进行打分,统计结果  $\mu_{ij}^k$  表示有  $\mu_{ij}^k$  个专家认为第  $k$  供应商的  $C_i$  指标是属于评价集中  $V_i$ 。

### 2.3 构建改进型直觉模糊集决策矩阵

在信息不完全的模糊环境下,候选方案  $a_i$  的第  $j$  个指标的评价值可用直觉模糊值  $\tilde{x}_{ij}$  表示,这样更能准确地描述各方案评价指标所包含的模糊信息。模糊多属性决策问题可表示为如下直觉模糊集决策矩阵形式:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}, \omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$$

其中  $\tilde{x}_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}, O_{ij}, \pi_{ij}, g_{ij})$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ , 且  $0 \leq \mu_{ij}, v_{ij}, O_{ij}, \pi_{ij}, g_{ij} \leq 1$ ,  $\tilde{x}_{ij} = (0 \leq \mu_{ij} + v_{ij} + O_{ij} + \pi_{ij} + g_{ij} \leq 1)$ ,  $\omega$  表示评价指标  $(c_1, c_2, \dots, c_n)$  的权重,  $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ 。由直觉模糊集的定义可知,此时直觉模糊集决策矩阵已是规范化的决策矩阵。

### 2.4 确定直觉模糊正理想解

设直觉模糊正理想解  $A^+$  为  $A^+ = (r_1^+, r_2^+, \dots, r_n^+)$ , 其中  $r_j^+ = (\mu_j^+, v_j^+, O_j^+, \pi_j^+, g_j^+)$ 。

$$\text{对于直觉模糊正理想解 } A^+ : r_j^+ \rightarrow \begin{cases} \mu_j^+ = \max \mu_{ij} \\ v_j^+ = \max v_{ij} \\ O_j^+ = \max O_{ij} \\ \pi_j^+ = \max \pi_{ij} \\ g_j^+ = \max g_{ij} \end{cases}$$

正理想解的得分  $F_{A^+} : F_{A^+} = (F_{A^+}^1, F_{A^+}^2, \dots, F_{A^+}^n)$

### 2.5 计算各备选方案到直觉模糊正理想解 $A^+$ 的距离

每一个备选方案  $a_i$  到直觉模糊集正理想解  $A^+$  的距离:

$$d_{i,A^+} = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{j=1}^n (F_i^j - F_{A^+}^j)^2}$$

若考虑评价指标  $(c_1, c_2, \dots, c_n)$  的权重  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)$  时,且  $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$ , 上述加权的直觉模糊集距

$$d_{i,A^+} = \sqrt{\frac{1}{5} \sum_{j=1}^n (\omega_j (F_i^j - F_{A^+}^j)^2)}$$

### 2.6 计算各备选方案的综合评价指数

计算各备选方案综合评价指数:  $K_i = 1/d_{(i,A^+)}$

按照综合评价指数  $K_i$  由大到小排列各备选方案的优劣次序,  $K_i$  值越大,其对应的方案越优。

## 3 算例分析

某型军用装备邀请招标,已经投标入围的有3家供应商  $A_1, A_2, A_3$ ,但合同仅授予其中的一家。当时特邀10名专家,对入围的3家供应商进行评判,先现将当时的评价指标工程造价、工期、配套设备、技术能力、信誉、各指标权重、评价区间、打分情况予以保留,再采用改进型直觉模糊集综合评判模型的方法进行评判<sup>[8]</sup>。

根据上面给的供应商的评价指标,同时确定评价尺度为5级,如表1所示,然后专家按评价尺度对入围的供应商的各评价指标进行评价,在评价时不需要给出该供应商的某项指标的具体值,只需在相对应的地方打勾,这样更客观,公正。表2、3、4分别给出了入围的3家供应商的专家打分值<sup>[8-10]</sup>。

表2 供应商  $A_1$  的打分情况表

Tab. 2 Mark list of the provide businessman  $A_1$

评价指标	工程造价	工期	配套设备	技术能力	信誉
权重	0.3	0.25	0.2	0.2	0.05
评价尺度	09	3	4	1	2
	07	2	3	2	3
	05	2	2	3	2
	03	2	1	3	1
	01	1	0	1	1

表3 供应商  $A_2$  的打分情况表

Tab. 3 Mark list of the provide businessman  $A_2$

评价指标	工程造价	工期	配套设备	技术能力	信誉
权重	0.3	0.25	0.2	0.2	0.05
评价尺度	09	3	2	3	3
	07	2	2	4	3
	05	2	3	1	2
	03	1	2	1	1
	01	2	1	1	1

表4 供应商  $A_3$  的打分情况表

Tab. 4 Mark list of the provide businessman  $A_3$

评价指标	工程造价	工期	配套设备	技术能力	信誉
权重	0.3	0.25	0.2	0.2	0.05
评价尺度	09	2	3	2	1
	07	1	3	2	2
	05	2	2	2	3
	03	3	1	3	4
	01	2	1	1	0

正理想解  $A^+$  的得分为

$$F_{A^+} = (6.2, 7.9, 8.0, 7.6, 6.8)$$

各供应商  $A$  的得分为

$$F_{A_1} = (5.8, 7.0, 4.8, 5.8, 5.0); F_{A_2} = (5.6, 5.4, 6.4, 6.2, 5.0); F_{A_3} = (4.6, 6.2, 5.2, 5.0, 5.2)$$

各供应商  $A$  到正理想解的距离为

$$d_{(A_1,A^+)} = 0.7884, \quad d_{(A_2,A^+)} = 0.7397, \quad d_{(A_3,A^+)} = 0.8601$$

各方案的综合评价指数为

$$K_1 = 1.2684, \quad K_2 = 1.3519, \quad K_3 = 1.1627$$

根据各供应商的综合评价指数  $K_2 > K_1 > K_3$ , 供应商  $A_2$  最优, 供应商  $A_1$  次之, 供应商  $A_3$  最差。

## 4 结束语

直觉模糊集作为模糊集的扩展及一般化形式,运用此理论,使模糊多属性决策问题研究结果更合理、更科学。而供应商的评价准则从单一的成本准则转向以质量、服务、准时交货、柔性、信息等多准则方向发展,军队与供应商的关系由敌对状态转变为友好协作的“战略伙伴关系”。因此,对供应商资格评价和准则定义的理论研究是供应商选择的关键问题。本文就讨论供应商的评判问题,通过直觉模糊集理论,实例阐明了该方法的有效性和优越性,为在招标中的供应商的选择提供具有参考价值的建议。

### 参考文献:

- [ 1 ] Zadeh L A. Fuzzy Sets[J]. *Inform and Control*, 1995, 8:338 - 356.
- [ 2 ] Bellman R E, Zadeh L A. Decision - making in A Fuzzy Environment[J]. *Management Sci*, 1970, 17(4) :141 - 164.
- [ 3 ] Hong D J, Choi C H. Multicriteria Fuzzy Decision - making Problems Based on Vague Set Theory[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 2000, 114: 103 - 113.
- [ 4 ] Bustince H, Burillo P. Vague Sets are Intuitionistic Fuzzy Sets[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1996, 79:403 - 405.
- [ 5 ] Herrera F, Herrera Viedma E, Chiclana F. Multiperson Decision - making Based on Multiplicative Preference Relations [M]. Paris: *European Journal of Operational Research*, 2001.
- [ 6 ] 王汉功,甘茂治,陈学楚,等. 装备全系统全寿命周期管理[M]. 北京:国防工业出版社,2003.  
WANG Hangong, GAN Maozhi, CHEN Xuechu, et al. *Management on The Full System and Life Cycle of Equipment* [M]. Beijing: National Industry Press, 2003. (in Chinese)
- [ 7 ] 雷英杰,王涛. 直觉模糊匹配的语义距离与贴适度[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2005, 6(1) :69 - 72.  
LEI Yingjie, WANG Tao. Meaning and Close to Degree of Suited Instinct Fuzzy[J]. *Journal of Air Force Engineering University: Natural Science Edition*, 2005, 6(1) :69 - 72. (in Chinese)
- [ 8 ] 刘晓,李海越,王成恩,等. 供应商选择模型与方法综述[J]. 中国管理科学, 2004, 2:79 - 82.  
LIU Xiao, LI Haiyue, WANG Chengen, et al. *The Summarize on Model and Measure of The Provide Businessman Choosing* [J]. *China Science of Management*, 2004, 2:79 - 82. (in Chinese)
- [ 9 ] 王进发. 对军品供应商评价指标体系建设的构想[J]. 国防技术基础, 2005, (5) :92 - 96.  
WANG Jinfa. *The Conceit on Building of The Martial Provide Businessman Judging Index System*[J]. *The Basic of Technique in National Defence*, 2005(5) :92 - 96. (in Chinese)
- [ 10 ] 张江,林华. 统一集论和人工智能[J]. 中国工程科学, 2002, 4(3) :40 - 47.  
ZHANG Jiang, LIN Hua. *United Collection Theory and Artificial Intelligence*[J]. *China Engineering Science*, 2002, 4(3) :40 - 47. (in Chinese)

(编辑:田新华)

## The Application of Instinct Fuzzy Sets to Equipment Purchasing

ZHANG Lin<sup>1</sup>, SHI Lei<sup>2</sup>, TANG Xiao - bing<sup>1</sup>, WANG Wen - feng<sup>1</sup>, ZHOU Feng<sup>1</sup>

(1. Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, Shaanxi, China; 2. Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

**Abstracts:** There are several suppliers we can choose in purchasing equipment. The study of the theory in qualification judging and standard defining for suppliers is the key to choosing a supplier. Based on the instinct fuzzy set and the improvement on it, this paper presents a synthesis judging model of multi - attribute decision - making, which will provide a basis of quantitative analysis for the equipment purchase decision - makers and help them make a right decision, and also can offer some valuable advice on the problem of supplier choosing in the invite public bidding. The application of this theory makes the results of the synthesis judging model of multi - attribute decision - making become more reasonable and scientific. In a word, this paper discusses the problem of the supplier qualification judging based on the theory of the instinct fuzzy set, then gives an example of the supplier choosing, and the results indicate the validity and feasibility of the model.

**Key words:** multi - attribute decision - making; instinct fuzzy set; the supplier; set decision - making