

文章编号: 1001-0920(2009)01-0035-04

区间型多属性决策的心态指标法

万 树 平

(江西财经大学 信息管理学院, 南昌 330013)

摘 要: 针对决策者偏好信息和属性值均为区间数的多属性决策问题, 提出一种新的决策方法. 该方法将区间型决策矩阵转化为带心态指标的决策矩阵, 通过求解主、客观偏好的总绝对偏差最小与各方案综合属性值差距最大的双目标规划问题, 客观地确定了属性的权重, 从而给出各方案的排序结果. 当决策者处于不同心态时, 可以通过调整其心态指标来进行决策, 因而更加符合实际. 应用实例表明了该方法的有效性和实用性.

关键词: 多属性决策; 区间数; 心态指标

中图分类号: C934 **文献标识码:** A

Method of attitude index for interval multi-attribute decision-making

WAN Shuping

(College of Information Management, Jiangxi University of Finance and Economic, Nanchang 330013, China. E-mail: shupingwan@163.com)

Abstract: For the problem of multi-attribute decision-making, in which the attribute values and the preference information are in the form of interval numbers, a new method is proposed. The interval decision matrix is transformed into the decision matrix with index of attitude. After solving the two objects programming of minimizing the total absolute deviation between the subjective and objective preference and maximizing the ranges of the comprehensive attribute values of alternatives, the weights of the attributes are obtained objectively. The priorities are given by the comprehensive attribute value of each alternative. When the decision maker is in different moods, the decision can be made by adjusting the index of attitude. The illustrative example shows the effectiveness and practicability of the proposed method.

Key words: Multi-attribute decision-making; Interval number; Index of attitude

1 引 言

多属性决策问题一直是决策科学中非常活跃的研究领域之一. 由于客观事物的复杂性和不确定性, 以及人类思维的模糊性, 人们所给出的决策信息往往不是以具体的数值来表达, 而是以区间数的形式来表示^[1-13]. 文献[1, 2]研究了属性值以及决策者对方案偏好信息均为区间数的多属性决策问题. 文献[3]指出, 区间数的大小与决策者的心态有关, 因此引入一个反映决策者心态的指标, 并给出了区间数的排序方法.

在实际决策问题中, 决策者由于自身条件和外界环境的不同会有不同的心态. 例如, 在时间紧、知

识或数据比较缺乏时, 决策者进行决策时往往会非常谨慎, 持悲观心态; 如果有关的信息资料比较充足, 决策者精力充沛, 信息处理能力较强, 此时决策者心态比较温和; 当决策者自认为是该决策问题方面的专家时, 决策者进行决策时往往持乐观或激进心态. 一般而言, 决策者的心态不同会导致不同的决策结果. 为此, 本文在属性权重完全未知的情况下, 引入心态指标, 提出一种新的区间型多属性决策方法.

2 区间型多属性决策方法

2.1 模型描述

令 $M = \{1, 2, \dots, m\}$, $N = \{1, 2, \dots, n\}$. 某一多

收稿日期: 2007-11-09; 修回日期: 2008-01-04.

基金项目: 国家自然科学基金项目(10626029); 江西省自然科学基金项目(0611082); 江西省教育厅科技项目(GJ08350).

作者简介: 万树平(1974—), 男, 副教授, 博士, 从事信息融合、决策分析等研究.

属性决策问题,其方案集 $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, 属性集 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_m\}$, 属性的权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 且满足 $w_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, m, \sum_{k=1}^m w_k = 1$. 对于方案 s_j 按属性 p_i 进行测度, 得到属性值为区间数 $\tilde{a}_{ij} = [a_{ij}^l, a_{ij}^u]$, 构成决策矩阵 $\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times m}$. 决策者对方案 s_j 的主观偏好信息用区间数 $v_j = [v_j^l, v_j^u]$ 来表示.

常见的属性类型有效益型和成本型. 设 I_1, I_2 分别表示效益型和成本型的下标集, 为消除不同物理量纲对决策结果的影响, 可采用文献[12]的规范化方法处理, 得到规范化矩阵为 $\tilde{R} = (r_{ij})_{m \times n}$. 其中 $r_{ij} = [r_{ij}^l, r_{ij}^u]$, 且

$$\begin{cases} r_{ij}^l = a_{ij}^l / \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{ij}^u)^2}, \\ r_{ij}^u = a_{ij}^u / \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{ij}^l)^2}, \\ i \in I_1, j \in N; \\ r_{ij}^l = (1/a_{ij}^u) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/a_{ij}^l)^2}, \\ r_{ij}^u = (1/a_{ij}^l) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/a_{ij}^u)^2}, \\ i \in I_2, j \in N. \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} r_{ij}^l = a_{ij}^l / \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{ij}^u)^2}, \\ r_{ij}^u = a_{ij}^u / \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_{ij}^l)^2}, \\ i \in I_1, j \in N; \\ r_{ij}^l = (1/a_{ij}^u) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/a_{ij}^l)^2}, \\ r_{ij}^u = (1/a_{ij}^l) / \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/a_{ij}^u)^2}, \\ i \in I_2, j \in N. \end{cases} \quad (2)$$

2.2 心态指标

首先给出心态指标的定义和区间数排序的方法^[3].

定义 1 对于区间数 $a = [a^l, a^u]$, 记 $M_a = 0.5(a^l + a^u), D_a = 0.5(a^u - a^l)$. 在 $[0, 1]$ 上定义函数 $F_a(\alpha) : [0, 1] \rightarrow [a^l, a^u], F_a(\alpha) = M_a + (2 - 1)\alpha D_a$, 称为决策者对区间数 $a = [a^l, a^u]$ 的心态指标.

显然, $F_a(\alpha)$ 是 $[0, 1]$ 上单调递增函数, 且:

- 1) 当 $\alpha = 0$ 时, $F_a(\alpha) = a^l$, 这时决策者持悲观心态或谨慎心态;
- 2) 当 $\alpha = 1$ 时, $F_a(\alpha) = a^u$, 这时决策者持乐观心态或激进心态;
- 3) 当 $\alpha = 0.5$ 时, $F_a(\alpha) = M_a$, 这时决策者持温和心态或中庸心态.

利用函数 $F_a(\alpha)$ 可以给出区间数的一种排序方法^[3].

定义 2 对于区间数 $a = [a^l, a^u], b = [b^l, b^u]$:

- 1) 若 $\forall \alpha \in [0, 1]$ 均有 $F_a(\alpha) \geq F_b(\alpha)$, 则称区间数 $a \geq b$;
- 2) 若 $\forall \alpha \in [0, 1]$ 均有 $F_a(\alpha) = F_b(\alpha)$, 则称区间数 $a = b$;

3) 若 $\forall \alpha \in [0, r] \subset [0, 1]$ 均有 $F_a(\alpha) \geq F_b(\alpha)$, 而 $\forall \alpha \in [r, 1] \subset [0, 1]$ 均有 $F_a(\alpha) \leq F_b(\alpha)$, 则对心态偏于谨慎者而言, 区间数 $a \geq b$; 对心态偏于激进者而言, 区间数 $a \leq b$.

根据上述定义, 利用心态指标, 将区间型决策矩阵转化为带心态指标的决策矩阵

$$F(\alpha) = (F_{ij}(\alpha))_{m \times n}, \quad (3)$$

其中

$$F_{ij}(\alpha) = M_{ij} + (2 - 1)\alpha D_{ij} = 0.5(a_{ij}^l + a_{ij}^u) + 0.5(2 - 1)\alpha(a_{ij}^u - a_{ij}^l).$$

$F_{ij}(\alpha)$ 可以看成是决策者在心态指标为 α 时, 属性 p_i 对方案 s_j 的客观偏好值.

主观偏好信息 $v_j = [v_j^l, v_j^u]$ 也可转化为带心态指标的主观偏好信息

$$v_j(\alpha) = 0.5(v_j^l + v_j^u) + 0.5(2 - 1)\alpha(v_j^u - v_j^l). \quad (4)$$

2.3 属性权重的确定

假设权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$ 已经得到, 则各方案的综合属性值

$$z_j(\alpha) = \sum_{i=1}^m [F_{ij}(\alpha) w_i], j \in N. \quad (5)$$

由于种种条件的制约, 决策者的主观偏好与客观偏好之间往往存在一定的偏差, 偏差平方用 $d_{ij}^2(\alpha) = [F_{ij}(\alpha) - v_j(\alpha)]^2$ 表示, 则方案 s_j 与主观偏好 $v_j(\alpha)$ 之间的偏差平方为 $d_j^2(\alpha) = \sum_{k=1}^m [d_{kj}^2(\alpha) w_k^2]$. 定义方案 s_i 与方案 s_j 的综合属性值的差距为 $d_{ij}(\alpha) = [F_{ki}(\alpha) - F_{kj}(\alpha)] / w_k$. 差距越大, 表明两方案之间的优劣区分程度越明显. 为使决策具有合理性, 属性权重的选择应使得所有方案的主观偏好与客观偏好的总偏差最小, 同时各方案之间的综合属性值差距最大. 为此, 建立双目标优化模型为

$$\left\{ \begin{aligned} & \max \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n \sum_{k=1}^m [F_{ki}(\alpha) - F_{kj}(\alpha)] / w_k, \\ & \min \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m [d_{kj}^2(\alpha) w_k^2], \\ & \text{s.t.} \sum_{k=1}^m w_k = 1, w_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \right.$$

利用折衷系数 $\theta \in [0, 1]$ 将上述问题转化为单目标线性规划问题, 即

$$\begin{aligned} & \max \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n \sum_{k=1}^m [F_{ki}(\alpha) - F_{kj}(\alpha)] / w_k - \right. \\ & \left. (1 - \theta) \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m [d_{kj}^2(\alpha) w_k^2] \right\}, \\ & \text{s.t.} \sum_{k=1}^m w_k = 1, w_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, m. \quad (6) \end{aligned}$$

为求解模型(6),作拉格朗日函数

$$L(W, \lambda, \mu) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n [| F_{ki}(\lambda) - F_{kj}(\lambda) | w_k] - \sum_{j=1}^n (1 - \lambda) \sum_{k=1}^m [\frac{2}{ij}(\lambda) w_k^2] + \sum_{k=1}^m (w_k - 1) - \sum_{k=1}^m \mu_k w_k,$$

其中 $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$. 根据 K-T 定理^[14],最优解 W 必需满足如下 K-T 条件:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n [| F_{ki}(\lambda) - F_{kj}(\lambda) | + \lambda_k - \mu_k - 2(1 - \lambda) \sum_{j=1}^n \frac{2}{ij}(\lambda) w_k = 0, \sum_{k=1}^m w_k = 1, \mu_k w_k = 0, \mu_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, m.$$

由上述条件解得

$$w_k = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n [| F_{ki}(\lambda) - F_{kj}(\lambda) |] + [2(1 - \lambda) \sum_{j=1}^n \frac{2}{ij}(\lambda)]}{2(1 - \lambda) - \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n [| F_{ki}(\lambda) - F_{kj}(\lambda) |]}{\sum_{j=1}^n \frac{2}{ij}(\lambda)}}, k = 1, 2, \dots, m. \tag{7}$$

2.4 基于心态指标的决策方法

综合上述分析,给出基于心态指标的区间型多属性决策方法. 具体步骤如下:

- 1) 由式(1), (2) 构造规范化的决策矩阵;
- 2) 根据式(3) 计算带心态指标的决策矩阵;
- 3) 由式(7) 得到各属性的权重向量;
- 4) 由式(5) 得到各方案的综合属性值;
- 5) 根据决策者的不同心态,按照综合属性值对各方案进行排序和择优,越大则越优.

3 实例分析

以文献[2] 的选拔干部例子来说明本文方法. 某单位对干部进行考核选拔时,首先制定了 6 项考核指标(属性) $P = \{ p_1, p_2, \dots, p_6 \}$, 分别是思想品德、工作态度、工作作风、文化水平和知识结构、领导能力以及开拓能力;然后由群众推荐、评议,对各项指标分别打分;最后进行统计处理,并从中确定了 5 名候选人 $S = \{ s_1, s_2, \dots, s_5 \}$. 由于群众对同一候选人所给出的指标值(属性值) 并不完全相同,经过统

计处理后的每个候选人在各指标(属性) 下的属性值是区间数形式给出的,具体见表 1. 设决策者的主观偏好值分别为

$$v_1 = [0.3, 0.5], v_2 = [0.5, 0.6], v_3 = [0.3, 0.4], v_4 = [0.4, 0.6], v_5 = [0.4, 0.5].$$

试确定最佳候选人.

采用本文的决策方法,首先利用式(1), (2) 得到规范化的决策矩阵为

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} [0.372 & 0.405] & [0.394 & 0.429] \\ [0.394 & 0.414] & [0.389 & 0.410] \\ [0.398 & 0.423] & [0.394 & 0.415] \\ [0.407 & 0.432] & [0.394 & 0.415] \\ [0.394 & 0.410] & [0.411 & 0.438] \\ [0.415 & 0.437] & [0.394 & 0.419] \\ [0.395 & 0.420] & [0.385 & 0.405] \\ [0.377 & 0.396] & [0.413 & 0.433] \\ [0.408 & 0.433] & [0.385 & 0.410] \\ [0.408 & 0.433] & [0.390 & 0.414] \\ [0.386 & 0.410] & [0.395 & 0.419] \\ [0.408 & 0.424] & [0.417 & 0.433] \\ [0.384 & 0.410] \\ [0.402 & 0.414] \\ [0.402 & 0.414] \\ [0.407 & 0.419] \\ [0.402 & 0.414] \\ [0.380 & 0.391] \end{bmatrix};$$

然后,根据式(3) 计算得到各方案的带心态指标的决策矩阵为

$$F(\lambda) = \begin{bmatrix} 0.372 + 0.033(2 - \lambda) & 0.4115 + 0.0175(2 - \lambda) \\ 0.404 + 0.01(2 - \lambda) & 0.3995 + 0.0105(2 - \lambda) \\ 0.4105 + 0.0125(2 - \lambda) & 0.4045 + 0.0105(2 - \lambda) \\ 0.4195 + 0.0125(2 - \lambda) & 0.4045 + 0.0105(2 - \lambda) \\ 0.402 + 0.008(2 - \lambda) & 0.4245 + 0.0135(2 - \lambda) \\ 0.426 + 0.011(2 - \lambda) & 0.4065 + 0.0125(2 - \lambda) \\ 0.4075 + 0.0125(2 - \lambda) & 0.395 + 0.01(2 - \lambda) \\ (0.3865 + 0.0095(2 - \lambda)) & 0.4232 + 0.01(2 - \lambda) \\ 0.4205 + 0.0125(2 - \lambda) & 0.3975 + 0.0125(2 - \lambda) \\ 0.4205 + 0.0125(2 - \lambda) & 0.402 + 0.012(2 - \lambda) \\ 0.398 + 0.012(2 - \lambda) & 0.407 + 0.012(2 - \lambda) \\ 0.416 + 0.008(2 - \lambda) & 0.425 + 0.008(2 - \lambda) \\ 0.397 + 0.013(2 - \lambda) \\ 0.408 + 0.006(2 - \lambda) \\ 0.408 + 0.006(2 - \lambda) \\ 0.413 + 0.006(2 - \lambda) \\ 0.408 + 0.006(2 - \lambda) \\ 0.3855 + 0.0055(2 - \lambda) \end{bmatrix};$$

表1 各候选人在各指标下的属性值

方案	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5	p_6
s_1	[0.85 0.90]	[0.90 0.92]	[0.91 0.94]	[0.93 0.96]	[0.90 0.91]	[0.95 0.97]
s_2	[0.90 0.95]	[0.89 0.91]	[0.90 0.92]	[0.90 0.92]	[0.94 0.97]	[0.90 0.93]
s_3	[0.88 0.91]	[0.84 0.86]	[0.91 0.94]	[0.91 0.94]	[0.86 0.89]	[0.91 0.92]
s_4	[0.85 0.87]	[0.91 0.93]	[0.85 0.88]	[0.86 0.89]	[0.87 0.90]	[0.92 0.93]
s_5	[0.86 0.89]	[0.90 0.92]	[0.90 0.95]	[0.91 0.93]	[0.90 0.92]	[0.85 0.87]

表2 不同心态下的方案排序结果

心态	属性权重向量	各方案综合属性值	方案排序
0.1	(0.4351, 0.2364, 0.0197, 0.1112, 0.0018, 0.1958)	0.3922, 0.3538, 0.3929, 0.3956, 0.3798	$s_4 > s_3 > s_1 > s_5 > s_2$
0.3	(0.3283, 0.3303, 0.0111, 0.1110, 0.2146, 0.0047)	0.3880, 0.4041, 0.3897, 0.4024, 0.4015	$s_2 > s_4 > s_5 > s_3 > s_1$
0.5	(0.0139, 0.2170, 0.1273, 0.2470, 0.0016, 0.3932)	0.4169, 0.4043, 0.4072, 0.3199, 0.4002	$s_1 > s_3 > s_2 > s_5 > s_4$
0.6	(0.2243, 0.1464, 0.0326, 0.0642, 0.1371, 0.3954)	0.4096, 0.4115, 0.4071, 0.3192, 0.3984	$s_2 > s_1 > s_3 > s_5 > s_4$
0.9	(0.2510, 0.0814, 0.2220, 0.3219, 0.1135, 0.0102)	0.4159, 0.4182, 0.4201, 0.4084, 0.4128	$s_3 > s_2 > s_1 > s_5 > s_4$

最后,假设折衷系数 $\alpha = 0.5$. 由式(4) ~ (7) 得到不同心态下的排序结果,如表2所示.

从表2可知,当决策者的心态指标从0.1递增至0.9时,各方案的综合属性值发生了变化,从而方案的排序结果也有所不同.当决策者的心态偏于谨慎时(如 $\alpha = 0.1$ 或 0.3),最佳候选人为 s_4 或 s_2 ;当决策者的心态比较温和时($\alpha = 0.5$),最佳候选人为 s_1 ;当决策者的心态偏于激进时($\alpha = 0.9$),最佳候选人为 s_3 .

由上述实例分析可见,决策者的心态指标对决策结果有着非常重要的影响.当决策者处于不同的心态时,可以通过调整其心态指标来进行决策.本文方法同时兼顾了不同决策者的不同心态指标,所以更加符合实际情况,具有可行性和合理性.

4 结 论

本文通过引入决策者的心态指标研究了区间型多属性决策问题,充分考虑了决策者的不同心态对决策方案的影响,更加符合实际.当然本文方法也可以推广到区间型多属性群决策问题,从而丰富多属性决策的理论方法.

参考文献(References)

- [1] 姜艳萍,樊治平. 给出方案偏好信息的区间数多指标决策方法[J]. 系统工程与电子技术, 2005, 27(2): 250-252.
(Jiang Y P, Fan Z P. Method for multiple attribute

decision making with attribute interval numbers and preference information on alternatives[J]. J of System Engineering and Electronics, 2005, 27(2): 250-252.)

- [2] 徐泽水. 求解不确定型多属性决策问题的一种新方法[J]. 系统工程学报, 2002, 17(2): 177-181.
(Xu Z S. New method for uncertain multi-attribute decision making problems[J]. J of System Engineering, 2002, 17(2): 177-181.)
- [3] 张兴芳,管恩瑞,孟广武. 区间值模糊综合评判及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 21(12): 81-84.
(Zhang X F, Guan E R, Meng G W. Interval valued fuzzy comprehensive evaluation and its application[J]. Systems Engineering Theory and Practice, 2001, 21(12): 81-84.)
- [4] Bryson N, Mobolurin A. An action learning evaluation procedure for multiple criteria decision making problems[J]. European J of Operational Research, 1996, 96(2): 379-386.
- [5] Kweku-Muata, Osei-Bryson. Evaluation of decision trees: A multi-criteria approach[J]. Computers and Operations Research, 2004, 31(11): 1933-1945.
- [6] Zhou H A, Liu S Y, Fang X R. Method for uncertain multi-attribute decision-making with preference information in the form of interval numbers complementary judgment matrix[J]. J of System Engineering and Electronics, 2005, 18(2): 265-269.

(下转第43页)

- [4] 卜广志, 张宇文. 基于三参数区间数的灰色模糊综合评判[J]. 系统工程与电子技术, 2001, 23(9): 43-46.
(Bu G Z, Zhang Y W. Grey fuzzy comprehensive evaluation method based on interval numbers of three parameters[J]. Systems Engineering and Electronics, 2001, 23(9): 43-46.)
- [5] 卜广志, 张宇文. 基于灰色模糊关系的灰色模糊综合评判[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(4): 141-144.
(Bu G Z, Zhang Y W. Grey fuzzy comprehensive evaluation based on the theory of grey fuzzy relation[J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2002, 22(4): 141-144.)
- [6] 朱绍强, 孟科, 张恒喜. 区间数灰色模糊综合评判及其应用[J]. 电子与控制, 2006, 13(3): 36-38.
(Zhu S Q, Meng K, Zhang H X. Interval numbers grey fuzzy comprehensive evaluation and its application[J]. Electronics Optics and Control, 2006, 13(3): 36-38.)
- [7] 寇进忠. 随机性方法与灰色性方法的互补问题[J]. 系统辩证学报, 1998, 6(2): 81-83.
(Kou J Z. On the mutual complementarity between random methods and grey methods[J]. J of Systemic Dialectics, 1998, 6(2): 81-83.)
- [8] 于义彬, 王本德, 柳澎, 等. 具有不确定信息的风险型多目标决策理论及应用[J]. 中国管理科学, 2003, 11(6): 9-13.
(Yu Y B, Wang B D, Liu P, et al. Risky multiobjective decision-making theory and its application[J]. Chinese J of Management Science, 2003, 11(6): 9-13.)
- [9] 罗党, 刘思峰. 灰色多指标风险型决策方法研究[J]. 系统工程与电子技术, 2004, 26(8): 1057-1060.
(Luo D, Liu S F. Research on grey multi-criteria risk decision-making method[J]. Systems Engineering and Electronics, 2004, 26(8): 1057-1060.)
- [10] 刘思峰, 郭天榜, 党耀国, 等. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.
(Liu S F, Guo T B, Dang Y G. Grey system theory and application[M]. Beijing: Science Press, 1999.)
- [11] 卫贵武. 权重信息不完全的区间数多属性决策 GRA 方法[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 12: 1834-1835.
(Wei G W. Grey relational analysis method for interval multiple attribute decision making with incomplete attribute weights [J]. Systems Engineering and Electronics, 2006, 12: 1834-1835.)
- [12] 徐泽水, 孙在东. 一类不确定型多属性决策问题的排序方法[J]. 管理科学学报, 2002, 5(3): 35-39.
(Xu Z S, Sun Z D. Priority method for a kind of multi-attribute decision-making problems [J]. J of Management Science in China, 2002, 5(3): 35-39.)
- [13] Guo-dong Lia, Daisuke Yamaguchia, Masatake Nagaib. A grey-based decision-making approach to the supplier selection problem [J]. Mathematical and Computer Modeling, 2007, 46(3/4): 573-581.

(上接第 38 页)

- [7] 达庆利, 徐泽水. 不确定多属性决策的单目标最优化模型[J]. 系统工程学报, 2002, 17(1): 50-55.
(Da Q L, Xu Z S. Single-objective optimization model in uncertain multi-attribute decision-making [J]. J of Systems Engineering, 2002, 17(1): 50-55.)
- [8] 张洪美, 徐泽水, 陈琦. 直觉模糊集的聚类方法研究[J]. 控制与决策, 2007, 22(8): 882-888.
(Zhang H M, Xu Z S, Chen Q. A new combination determining weights method for interval multi-attribute decision-making[J]. Control and Decision, 2007, 22(8): 882-888.)
- [9] 徐泽水, 达庆利. 区间数排序的可能度法及其应用[J]. 系统工程学报, 2003, 18(1): 67-70.
(Xu Z S, Da Q L. Possibility degree method for ranking interval numbers and its application[J]. J of Systems Engineering, 2003, 18(1): 67-70.)
- [10] 高峰记. 不完全信息下对方案有偏好信息的多指标决策[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(4): 94-97.
(Gao F J. Multiple attribute decision making on plans with alternative preference under incomplete information [J]. Systems Engineering Theory and Practice, 2000, 20(4): 94-97.)
- [11] 徐泽水. 区间直觉模糊信息的集成方法及其在决策中的应用[J]. 控制与决策, 2007, 22(2): 215-219.
(Xu Z S. Methods for aggregating interval-valued intuitionistic fuzzy information and their application to decision making [J]. Control and Decision, 2007, 22(2): 215-219.)
- [12] Goh C H, Tung Y C A, Cheng C H. A revised weighted sum decision model for robot selection[J]. Computers and Industrial Engineering, 1996, 30(2): 193-199.
- [13] 谭旭, 高妍方, 陈英武. 区间型多属性决策求解新方法[J]. 系统工程与电子技术, 2007, 28(12): 1082-1085.
(Tan X, Gao Y F, Chen Y W. New method for solving interval multi-attribute decision-making problem[J]. J of System Engineering and Electronics, 2007, 28(12): 1082-1085.)
- [14] Zeleny M. Multiple criteria decision making[M]. New York: McGraw-Hill, 1981.