

## 考虑偏好冲突的多类评价信息群体决策方法

余高锋<sup>1</sup>, 李登峰<sup>2</sup>, 邱锦明<sup>1</sup>, 叶银芳<sup>2</sup>

(1. 三明学院 福建省农业物联网重点实验室, 福建 三明 365004; 2. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350108)

**摘要:** 研究一种基于多目标决策的决策者偏好冲突且属性权重信息未知的多类评价信息群体决策方法. 首先, 建立以决策方案相对贴近度和决策成员偏好冲突程度为目标函数的多目标决策模型; 然后, 利用极小极大方法求解该多目标决策模型, 得到各方案的属性权重和决策成员权重, 根据计算各个方案的相对贴近度确立方案优劣排序和最优方案; 最后, 通过数值案例的计算分析验证了决策方法的有效性和合理性.

**关键词:** 偏好冲突; 多目标决策; 群体决策; 评价方法; 数学规划

中图分类号: C934

文献标志码: A

## Multi-attribute group decision making method for preference conflicting with different kinds of information

YU Gao-feng<sup>1</sup>, LI Deng-feng<sup>2</sup>, QIU Jin-ming<sup>1</sup>, YE Yin-fang<sup>2</sup>

(1. Fujian Key Lab of Agriculture IOA Application, Sanming University, Sanming 365004, China; 2. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China. Correspondent: LI Deng-feng, E-mail: lidengfeng@fzu.edu.cn)

**Abstract:** Aiming at the multi-attribute group decision making method which has the characters that the decision preference is conflicting and the weight information is unknown, a decision making method is proposed based on multi-objective decision making. Firstly, the multi-objective decision model which takes the decision scheme relative closeness and members of the decision making preference conflict degree as the goals is proposed. Then, the attribute weights and decision makers weights are obtained by using the minimax method for solving the multi-objective decision model, and the optimal scheme is established. Finally, a numerical example is given to illustrate the effectiveness of the proposed approach.

**Keywords:** preference conflicting; multi-objective decision making; group decision making; evaluation method; mathematical programming

## 0 引言

群决策即一个决策群体进行联合行动抉择, 各个决策个体针对共同的决策问题给出各自的偏好信息, 然后将各个决策个体的偏好信息按照某种算子集结成为群体的偏好, 再根据群的偏好进行方案排序或优选. 由于群决策在社会、经济、军事、管理及工程等各个领域有着广泛的实际背景, 有关群体决策理论与方法的研究一直是管理科学和系统工程领域中一个非常重要的研究方向. Atanassov 等<sup>[1-2]</sup>于 1986 年提出了更全面反映信息的直觉模糊集概念, 并且得到了广泛关注; 文献[3]提出了基于三角模糊直觉模糊数集成算子的多属性决策方法; 文献[4]建立了基于线性规

划的直觉模糊决策模型; 文献[5]提出了基于折衷型变权向量的直觉模糊语言决策模型; 文献[6]定义了一类直觉模糊线性规划及其在证券投资中的应用; 文献[7-8]提出了基于区间直觉模糊信息的集成算子和决策方法; 文献[9-10]利用非线性规划、贴近度和 TOPSIS 等数学方法建立了区间直觉模糊集多属性决策求解模型; 文献[11]提出了基于决策者 Vague 信心度的模糊多准则方法; 文献[12]建立了基于模糊 LINMAP 法的具有不同类型信息的混合型多属性决策; 文献[13]提出了直觉模糊线性规划的异质多属性决策方法; 文献[14]建立了基于模糊异质群决策方法的外包服务商选择.

收稿日期: 2015-07-24; 修回日期: 2016-01-08.

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(71231003); 国家自然科学基金项目(71171055, 11401341); 福建省自然科学基金项目(2015J01287); 福建省省属高校科研项目(JK2015044); 福建省教育厅科技项目(JA14295).

作者简介: 余高锋(1986—), 男, 讲师, 硕士, 从事模糊决策、电子商务的研究; 李登峰(1965—), 男, 教授, 博士生导师, 从事模糊决策与对策等研究.

综上所述, 目前主要研究成果只能粗略表示某一个特定模糊概念. 在人们的决策过程中, 同时涉及定性和定量评价指标, 即评价信息经常是以多类评价信息给出的. 同时, 不同决策成员在决策时会存在一定的冲突. 因此, 本文提出一种同时涉及定性和定量的评价指标, 决策者存在偏好冲突的群体决策方法, 该方法可有效解决此类复杂群体决策问题.

## 1 问题描述

设某一个决策问题有  $m$  个决策方案, 构成的方案集  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ ,  $n$  个决策属性  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ ,  $p$  个专家构成的决策群体. 决策方案关于各个评价指标的实际水平信息具有模糊性和不确定性. 利用实数、区间数、三角模糊数等表示定量指标评价信息, 用语言短语、直觉模糊数等表示定性评价信息. 将评价指标信息集分别写成  $C = C_1 \cup C_2 \cup C_3 \cup C_4 \cup C_5$ . 其中:  $C_i \cap C_j = \emptyset (i, j = 1, 2, 3, 4, 5, i \neq j)$ ,  $C_i (i = 1, 2, 3, 4, 5)$  表示评价信息分别为实数、区间数、三角模糊数、语言变量和直觉模糊数所对应的指标集;  $\emptyset$  为空集. 设  $C_i^b$  和  $C_i^c$  分别表示  $C_i$  的效益型和成本型属性集合, 满足  $C_i^b \cup C_i^c = C_i, C_i^b \cap C_i^c = \emptyset$ .

设决策者对指标  $c_h$  的评价值为

$$e_{ih} = \begin{cases} d_{ih}, & h \in C_1; \\ [e_{ih}, \bar{e}_{ih}], & h \in C_2; \\ (a_{ih}, b_{ih}, c_{ih}), & h \in C_3; \\ s_{ih} \in S_h, & h \in C_4; \\ \langle \mu_{ih}, v_{ih} \rangle, & h \in C_5. \end{cases} \quad (1)$$

其中  $S_h = \{s_0^h, s_1^h, \dots, s_{N_h}^h\}$  为关于指标  $c_h$  的语言标记集. 第  $l$  专家对第  $j$  个方案中第  $i$  个属性的决策评价记为  $F_{ij}^l$ , 即  $F_j^l = \langle x_{ij}^l \rangle_{n \times m}$ . 其中:  $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, l = 1, 2, \dots, p$ . 称向量  $F_j = (x_{11}^j, x_{12}^j, \dots, x_{1n}^j)$  为决策群体对第  $j$  个属性的偏好向量.

## 2 决策方法

### 2.1 基础理论

为了消除不同物理量纲对决策结果的影响, 采用类似文献 [14] 的方法对各指标的评价信息规范化, 以  $e_{ih}$  为例说明规范化方法. 实数  $x_{ih} = d_{ih} (h \in C_1)$  规范化为

$$l_{ih} = \begin{cases} \frac{d_{ih}}{d_{\max h}}, & h \in C_1^b; \\ 1 - \frac{d_{ih}}{d_{\max h}}, & h \in C_1^c. \end{cases} \quad (2)$$

其中  $d_{\max h} = \max\{d_{ih} | i = 1, 2, \dots, m\}$ .

区间数  $x_{ih} = [e_{ih}, \bar{e}_{ih}] (h \in C_2)$  规范化为

$$l_{ih} = \begin{cases} \left[ \frac{e_{ih}}{e_{\max h}}, \frac{\bar{e}_{ih}}{e_{\max h}} \right], & h \in C_2^b; \\ \left[ 1 - \frac{\bar{e}_{ih}}{e_{\max h}}, 1 - \frac{e_{ih}}{e_{\max h}} \right], & h \in C_2^c. \end{cases} \quad (3)$$

其中  $e_{\max h} = \max\{e_{ih} | i = 1, 2, \dots, m\}$ .

三角模糊数  $x_{ih} = (a_{ih}, b_{ih}, c_{ih}) (h \in C_3)$  规范化后表示为

$$l_{ih} = \begin{cases} \left[ \frac{a_{ih}}{c_{\max h}}, \frac{b_{ih}}{c_{\max h}}, \frac{c_{ih}}{c_{\max h}} \right], & h \in C_3^b; \\ \left[ 1 - \frac{c_{ih}}{c_{\max h}}, 1 - \frac{b_{ih}}{c_{\max h}}, 1 - \frac{a_{ih}}{c_{\max h}} \right], & h \in C_3^c. \end{cases} \quad (4)$$

其中  $c_{\max h} = \max\{c_{ih} | i = 1, 2, \dots, m\}$ .

设基本语言标记集为  $S_0 = \{s_1, s_2, \dots, s_L\}$ , 其中  $e_{ih} \in S_1 (h \in C_4)$  规范化为

$$l_{ih} = \begin{cases} a_{ih}, & h \in C_4^b; \\ \text{Neg}(a_{ih}), & h \in C_4^c. \end{cases} \quad (5)$$

直觉模糊数  $x_{ih} = \langle \mu_{ih}, v_{ih} \rangle (h \in C_5)$  无需规范化, 这样根据式 (2)~(5) 可将  $e_{ih}$  规范化为  $l_{ih}$ .

针对多类评价信息, 定义两个规范化多类评价信息的距离, 即  $r_{ih}$  与  $e_{ih}$  的距离  $d(r_{jh}, e_{ih})$  为:

1) 若  $r_{ih}$  和  $e_{ih}$  都为实数, 则

$$d(r_{jh}, e_{ih}) = d(g_{jh}, d_{ih}) = (g_{jh} - d_{ih})^2;$$

2) 若  $r_{ih}$  和  $e_{ih}$  都为区间数, 则

$$d(r_{jh}, e_{ih}) = \frac{1}{2}((r_{jh} - e_{ih})^2 + (\bar{r}_{jh} - \bar{e}_{ih})^2),$$

其中  $p > 0$  为距离参数;

3) 若  $r_{ih}$  和  $e_{ih}$  都为三角模糊数, 则

$$d(r_{jh}, e_{ih}) = \frac{1}{3}[(p_{jh} - a_{ih})^2 + (q_{jh} - b_{ih})^2 + (t_{jh} - c_{ih})^2];$$

4) 若  $r_{ih}$  和  $e_{ih}$  都为语言变量, 则

$$d(r_{jh}, e_{ih}) = |\Delta^{-1}(r_{jh}, 0) - \Delta^{-1}(e_{jh}, 0)|;$$

5) 若  $r_{ih}$  和  $e_{ih}$  都为直觉模糊数, 则

$$d(r_{jh}, e_{ih}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(t_{jh} - \mu_{ih})^2 + (f_{jh} - v_{ih})^2 + (\gamma_{jh} - \pi_{ih})^2]}.$$

其中:  $\gamma_{jh} = 1 - t_{jh} - f_{jh}, \pi_{ih} = 1 - \mu_{ih} - v_{ih}$  表示犹豫度.

为了进行方案之间的比较, 选择两参考点, 称为多类型评价信息的正、负理想解, 分别记为  $x^+ = (x_1^+, x_2^+, \dots, x_n^+)$  和  $x^- = (x_1^-, x_2^-, \dots, x_n^-)$ .

当  $i \in C_1$  时,  $x_i^+ = d_i^+$  和  $x_i^- = d_i^-$  是实数, 即

$$d_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{d_{ij}^l\}, \quad d_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{d_{ij}^l\};$$

当  $i \in C_2$  时,  $x_i^+ = [e_i^+, \bar{e}_i^+]$  和  $x_i^- = [e_i^-, \bar{e}_i^-]$  是区间数, 即

$$e_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{e_{ij}^l\}, \quad \bar{e}_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{\bar{e}_{ij}^l\},$$

$$e_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{e_{ij}^l\}, \quad \bar{e}_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{\bar{e}_{ij}^l\};$$

当  $i \in C_3$  时,  $x_i^+ = (a_i^+, b_i^+, c_i^+)$  和  $x_i^- = (a_i^-, b_i^-, c_i^-)$ ,

$c_i^-$ ) 是三角模糊数, 即

$$a_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{a_{ij}^l\}, b_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{b_{ij}^l\}, c_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{c_{ij}^l\},$$

$$a_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{a_{ij}^l\}, b_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{b_{ij}^l\}, c_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{c_{ij}^l\};$$

当  $i \in C_4$  时,  $x_i^+ = s_i^+$  和  $x_i^- = s_i^-$  是语言变量, 即

$$s_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{s_{ij}^l\}, s_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{s_{ij}^l\};$$

当  $i \in C_5$  时,  $x_i^+ = \langle \mu_i^+, v_i^+ \rangle, x_i^- = \langle \mu_i^-, v_i^- \rangle$ , 即

$$\mu_i^+ = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{\mu_{ij}^l\}, v_i^+ = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{v_{ij}^l\},$$

$$\mu_i^- = \min_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{\mu_{ij}^l\}, v_i^- = \max_{\substack{0 \leq j \leq n \\ 0 \leq l \leq p}} \{v_{ij}^l\}.$$

## 2.2 决策成员权重确定方法

设决策者  $l(l = 1, 2, \dots, p)$  对方案  $j(j = 1, 2, \dots, m)$  的各个属性权重向量  $w_j^l = (w_{j1}^l, w_{j2}^l, \dots, w_{jn}^l)$ . 其中:  $\sum_{j=1}^n w_{ij}^l = 1, 0 \leq w_{ij}^l \leq 1$ , 记属性权重集合为  $w_j^l \in \Omega_1$ . 决策者  $l$  对方案  $i$  的决策偏好关于多类评价信息正理想解的相对贴近度为

$$z_i^l = \sum_{j=1}^n w_{ij}^l \frac{d(x_{ij}^l, x^+)}{d(x_{ij}^l, x^+) + d(x_{ij}^l, x^+)}. \quad (6)$$

其中:  $d(x_{ij}^l, x^+), d(x_{ij}^l, x^-)$  表示决策成员  $l(i = 1, 2, \dots, p)$  对方案  $i(i = 1, 2, \dots, n)$  的各个属性值与  $x^+, x^-$  的距离, 即

$$d(x_{ij}^l, x^+) = \begin{cases} (d_{ij}^l - d_i^+)^2, & i \in C_1; \\ \frac{1}{2}[(d_{ij}^l - \underline{e}_i^+)^2 + (d_{ij}^l - \bar{e}_i^+)^2], & i \in C_2; \\ \frac{1}{3}[(a_{ij}^l - a_i^+)^2 + (b_{ij}^l - b_i^+)^2 + (c_{ij}^l - c_i^+)^2], & i \in C_3; \\ \frac{1}{L^2}(\Delta^{-1}(x_{ij}^l, 0) - \Delta^{-1}(x^+, 0))^2, & i \in C_4; \\ \frac{1}{3}[(\mu_{ij}^l - \mu_i^+)^2 + (v_{ij}^l - v_i^+)^2 + (\pi_{ij}^l - \pi_i^+)^2], & i \in C_5. \end{cases} \quad (7)$$

$$d(x_{ij}^l, x^-) = \begin{cases} (d_{ij}^l - d_i^-)^2, & i \in C_1; \\ \frac{1}{2}[(d_{ij}^l - \underline{e}_i^-)^2 + (d_{ij}^l - \bar{e}_i^-)^2], & i \in C_2; \\ \frac{1}{3}[(a_{ij}^l - a_i^-)^2 + (b_{ij}^l - b_i^-)^2 + (c_{ij}^l - c_i^-)^2], & i \in C_3; \\ \frac{1}{L^2}(\Delta^{-1}(x_{ij}^l, 0) - \Delta^{-1}(x^-, 0))^2, & i \in C_4; \\ \frac{1}{3}[(\mu_{ij}^l - \mu_i^-)^2 + (v_{ij}^l - v_i^-)^2 + (\pi_{ij}^l - \pi_i^-)^2], & i \in C_5. \end{cases} \quad (8)$$

决策成员  $l(l = 1, 2, \dots, p)$  关于各个方案的决策偏好向量  $z^l = (z^{1l}, z^{2l}, \dots, z^{pl})$ . 因此, 决策成员  $l$  的偏好总相对贴近度如下:

$$z^l = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n z_i^l, l = 1, 2, \dots, p. \quad (9)$$

相对贴近度反映决策成员对各决策方案的偏好与正理想解的贴近程度, 相对贴近度越小表示与正理想点越靠近. 确定属性权重就是使所有属性对于各方案与正理想解的相对贴近度程度达到最小, 因此, 建立如下模型:

$$\min T(z) = \frac{1}{pm} \sum_{l=1}^p \sum_{i=1}^m z_i^l. \quad (10)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} \varepsilon \leq w_{ij}^l \leq 1; \\ \sum_{j=1}^n w_{ij}^l = 1; \\ i = 1, 2, \dots, m, l = 1, 2, \dots, p. \end{cases}$$

其中:  $\varepsilon > 0$  是充分小的正数, 保证所确定的权重不会等于 0.

## 2.3 决策者权重确定方法

由第 2.2 节可知, 决策者  $l(l = 1, 2, \dots, p)$  对各个方案的决策偏好相对贴近度向量  $z^l = (z_1^l, z_2^l, \dots, z_m^l)$ , 由于同一决策成员在不同方案下的权重不同, 设决策成员  $l(l = 1, 2, \dots, p)$  在各方案下的权重为  $w^l = (w_1^l, w_2^l, \dots, w_m^l)$ , 对所有方案的加权决策偏好向量  $Z^l =$

$$\left( w_1^l \sum_{j=1}^n w_j^{1l} z_{1j}^l, w_2^l \sum_{j=1}^n w_j^{2l} z_{2j}^l, \dots, w_m^l \sum_{j=1}^n w_j^{ml} z_{mj}^l \right).$$

决策成员  $l_1$  和决策成员  $l_2$  对所有方案加权决策偏好冲突程度为

$$d(Z^{l_1}, Z^{l_2}) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left| w_i^{l_1} \sum_{j=1}^n w_{ij}^{l_1} z_{ij}^{l_1} - w_i^{l_2} \sum_{j=1}^n w_{ij}^{l_2} z_{ij}^{l_2} \right|. \quad (11)$$

其中:  $l_1 \neq l_2, l_1, l_2 = 1, 2, \dots, p$ .

群体偏好的冲突程度越小越好, 因此建立各个决策成员在各方案下的权重求解模型, 即

$$\min D(z) = \frac{1}{p^2} \sum_{l_1=1}^p \sum_{l_2=1}^p d(z^{l_1}, z^{l_2}). \quad (12)$$

综上所述, 提出一种基于多目标决策的偏好冲突下多类评价信息的群体决策方法, 具体步骤如下:

**Step 1:** 识别、确定待评价的所有方案、属性和决策成员, 记方案集、属性集和决策成员集分别为

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}, C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\},$$

$$S = \{S_1, S_2, \dots, S_p\}.$$

**Step 2:** 采用专家问卷调查、统计方法与语言变量法, 第  $l$  专家对第  $j$  个方案中第  $i$  个属性的决策评价价值记为  $F_{ij}^l$ , 即

$$F_j^l = \langle x_{ij}^l \rangle_{n \times m}.$$

其中:  $i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n, l = 1, 2, \dots, p$ .

Step 3: 利用式 (3)~(5) 将评价信息去量纲.

Step 4: 根据式 (10) 和 (12) 建立差异度和偏好冲突度求解模型, 得到决策者权重和属性权重的关系.

Step 5: 根据 Step 4 建立一种基于多目标决策的偏好冲突的直觉模糊多属性决策求解模型如下:

$$\begin{aligned} & \min(T(z^i), D(z)); \\ & \text{s.t.} \begin{cases} \sum_{j=1}^n w_{ij}^l = 1, \\ \sum_{i=1}^p w_i^l = 1, \\ 0 \leq w_i^l \leq 1, \\ 0 \leq w_{ij}^l \leq 1. \end{cases} \end{aligned} \quad (13)$$

Step 6: 利用极小极大值方法求解属性权重和决策成员权重, 建立如下模型:

$$\begin{aligned} & \max \alpha; \\ & \text{s.t.} \begin{cases} T(z) \geq \alpha, \\ D(z) \geq \alpha, \\ \sum_{j=1}^n w_{ij}^l = 1, \\ \sum_{i=1}^p w_i^l = 1, \\ 0 \leq w_i^l \leq 1, \\ 0 \leq w_{ij}^l \leq 1. \end{cases} \end{aligned} \quad (14)$$

Step 7: 用数学软件求解各方案的属性权重和各决策成员权重, 决策群体对方案的决策偏好为

$$z = \left( \sum_{i=1}^m w_i^1 \sum_{j=1}^n w_{ij}^1 f_{ij}^1, \sum_{i=1}^m w_i^2 \sum_{j=1}^n w_{ij}^2 f_{ij}^2, \dots, \sum_{i=1}^m w_i^p \sum_{j=1}^n w_{ij}^p f_{ij}^p \right). \quad (15)$$

Step 8: 利用式 (15), 结合直觉模糊数的得分函数和失分函数方法, 得到最终方案排序结果.

### 3 实例计算与分析

#### 3.1 实例计算

某一地区为了农村电子商务发展选择了 5 个乡镇对其农村电子商务基础设施发展水平进行评估. 选定 5 个评估指标  $\{x_1, x_2, \dots, x_5\}$  进行评价, 分别是农村信息应用宏观保障水平  $x_1$ 、农村信息基础设施水平  $x_2$ 、农村信息应用水平  $x_3$ 、农村信息主体水平  $x_4$  和农村信息消费水平  $x_5$ , 这些属性都是效益型指标. 农村电子商务的农村信息应用宏观保障水平评价存在两部分, 分别为满意度和不满意度, 即可以用直觉模糊数表示; 农村信息基础设施水平用区间数表示; 由于农村信息应用水平是定性指标, 采用语言变

量表示; 农村信息主体水平采用区间数表示; 农村信息消费水平采用实数表示.

$$F^1 = \begin{bmatrix} \langle 0.5, 0.3 \rangle & \langle 0.6, 0.2 \rangle & \langle 0.4, 0.4 \rangle \\ (70, 91, 82) & (30, 85, 90) & (50, 75, 85) \\ [4, 10] & [7, 9] & [4, 9] \rightarrow \\ s_1 & s_2 & s_4 \\ 119 & 110 & 120 \end{bmatrix},$$

$$\leftarrow \begin{bmatrix} \langle 0.7, 0.1 \rangle & \langle 0.3, 0.6 \rangle \\ (75, 85, 90) & (85, 90, 95) \\ [6, 10] & [2, 8] \\ s_5 & s_3 \\ 118 & 100 \end{bmatrix},$$

$$F^2 = \begin{bmatrix} \langle 0.4, 0.5 \rangle & \langle 0.3, 0.6 \rangle & \langle 0.6, 0.3 \rangle \\ (80, 90, 95) & (50, 75, 85) & (30, 85, 90) \\ [4, 7] & [8, 5] & [3, 6] \rightarrow \\ s_1 & s_4 & s_3 \\ 120 & 118 & 115 \end{bmatrix},$$

$$\leftarrow \begin{bmatrix} \langle 0.6, 0.3 \rangle & \langle 0.2, 0.7 \rangle \\ (75, 85, 95) & (70, 91, 92) \\ [7, 9] & [8, 10] \\ s_5 & s_2 \\ 108 & 119 \end{bmatrix},$$

$$F^3 = \begin{bmatrix} \langle 0.2, 0.3 \rangle & \langle 0.5, 0.4 \rangle & \langle 0.6, 0.2 \rangle \\ (72, 90, 95) & (50, 75, 85) & (74, 82, 85) \\ [6, 8] & [6, 8] & [7, 10] \rightarrow \\ s_3 & s_4 & s_2 \\ 111 & 116 & 110 \end{bmatrix},$$

$$\leftarrow \begin{bmatrix} \langle 0.7, 0.1 \rangle & \langle 0.5, 0.3 \rangle \\ (65, 78, 81) & (82, 89, 92) \\ [5, 7] & [3, 6] \\ s_4 & s_5 \\ 120 & 105 \end{bmatrix}.$$

1) 根据式 (1)~(4) 决策矩阵进行规范化, 得到

$$F^1 = \begin{bmatrix} \langle 0.5, 0.3 \rangle & \langle 0.6, 0.2 \rangle \\ (0.74, 0.96, .97) & (0.32, .90, .95) \\ [0.4, 1] & [0.7, 0.9] \rightarrow \\ (s_1, 0) & (s_2, 0) \\ 0.0083 & 0.0083 \end{bmatrix},$$

$$\leftarrow \begin{bmatrix} \langle 0.4, 0.4 \rangle & \langle 0.7, 0.1 \rangle & \langle 0.3, 0.6 \rangle \\ (0.53, 0.80, 0.90) & (0.80, 0.90, 0.95) & (0.90, 0.95, 1) \\ [0.4, 0.9] & [0.6, 1] & [0.2, 0.8] \\ (s_4, 0) & (s_5, 0) & (s_3, 0) \\ 0 & 0.0167 & 0.1667 \end{bmatrix},$$

$$F^2 =$$



2) 决策成员在不同方案下不同属性赋予不同权重和决策成员在不同方案下不同权重, 减少了极端决策成员的极端偏好对群体决策偏好的影响程度, 增加了各个决策成员对最终群决策偏好的接受程度; 3) 文献[15]仅考虑了定性评价信息(语言型、直觉模糊数和区间直觉模糊数), 并且统一转化为区间直觉模糊数, 而本文不仅考虑了定性评价信息, 也考虑了定量评价信息, 建立了基于多目标决策的决策模型, 相对文献[15]减少了有用信息的丢失。

#### 4 结 论

本文针对考虑偏好冲突的多类评价群体决策问题提出了一种多目标决策的求解方法。该方法的优点体现在: 1) 建立了以决策方案相对贴近度和决策成员偏好冲突程度为目标的多目标决策模型; 2) 利用极大极小方法求解该多目标决策模型, 充分考虑了相对贴近度和偏好冲突度之间的均衡性。

#### 参考文献(References)

- [1] Atanassov K T. Intuitionistic fuzzy sets[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1986, 20(1): 87-96.
- [2] Atanassov K T, Gargov G. Interval valued intuitionistic fuzzy sets[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 1989, 31(3): 343-349.
- [3] Zhang X, Liu P D. Method for aggregating triangular fuzzy intuitionistic fuzzy information and its application to decision making[J]. *Technological and Economic Development of Economy*, 2010, 16(2): 280-290.
- [4] Li D F, Chen G H, Huang Z G. Linear programming method for multiattribute group decision making using IF sets[J]. *Information Sciences*, 2010, 180(9): 1591-1609.
- [5] 余高锋, 刘文奇, 李登峰. 基于折衷型变权向量的直觉语言决策方法[J]. *控制与决策*, 2015, 30(12): 2233-2240.  
(Yu G F, Liu W Q, Li D F. Compromise type variable weight vector based method Intuitionistic linguistic making decision[J]. *Control and Decision*, 2015, 30(12): 2233-2240.)
- [6] 余高锋, 李登峰, 邱锦明. 一类直觉模糊线性规划的求解及其应用[J]. *控制与决策*, 2015, 30(4): 640-644.  
(Yu G F, Li D F, Qiu J M. Solution to intuitionistic fuzzy linear programming and its application[J]. *Control and Decision*, 2015, 30(4): 640-644.)
- [7] 徐泽水, 陈剑. 一种基于区间直觉判断矩阵的群决策方法[J]. *系统工程理论与实践*, 2007, 27(4): 126-133.  
(Xu Z S, Chen J. An approach to group decision making based on interval valued intuitionistic judgment matrices[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2007, 27(4): 126-133.)
- [8] 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.)
- [9] Li D F. Closeness coefficient based nonlinear programming method for interval valued intuitionistic fuzzy multiattribute decision making with incomplete preference information[J]. *Applied Soft Computing*, 2011, 11(4): 3402-3418.
- [10] Li D F. TOPSIS based nonlinear-programming methodology for multiattribute decision making with interval valued intuitionistic fuzzy sets[J]. *IEEE Trans on Fuzzy Systems*, 2010, 18(2): 299-231.
- [11] 王坚强, 张红宇, 秦育智. 基于决策者 Vague 信心度的模糊多准则方法[J]. *系统工程学报*, 2011, 26(1): 17-22.  
(Wang J Q, Zhang H Y, Qin Y Z. Fuzzy multi-criteria decision-making method based on decision maker's Vague confidence[J]. *J of Systems Engineering*, 2011, 26(1): 17-22.)
- [12] Wan S P, Li D F. Fuzzy LINMAP approach to heterogeneous MADM considering the comparisons of alternatives with hesitation degrees[J]. *The Int J of Management Science*, 2013, 41(6): 925-940.
- [13] Wan S P, Li D F. Atanassov's intuitionistic fuzzy programming method for heterogeneous multi-attribute group decision making with Atanassov's intuitionistic fuzzy truth degrees[J]. *IEEE Trans on Fuzzy Systems*, 2014, 22(2): 300-312.
- [14] Li D F, Wan S P. A fuzzy inhomogenous multi-attribute group decision making approach to outsourcing provider selection problems[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2014, 41(6): 71-89.
- [15] 戚筱雯, 梁昌勇, 黄永青, 等. 基于混合型评价矩阵的多属性群决策方法[J]. *系统工程理论与实践*, 2013, 33(2): 473-481.  
(Qi X W, Liang C Y, Huang Y Q, et al. Multi-attribute group decision making method based on hybrid evaluation matrix[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2013, 33(2): 473-481.)