第 29 卷 第 3 期
Vol. 29 No. 3

控 制 与 决 策
Control and Decision

2014 年 3 月
Mar. 2014

文章编号: 1001-0920 (2014) 03-0494-05 **DOI:** 10.13195/j.kzyjc.2012.1670

一种基于变权的动态多属性决策方法

张小芝, 朱传喜, 朱 丽

(南昌大学 理学院，南昌 330031)

摘 要: 针对实际问题中决策信息不完全的动态多属性决策问题, 提出了广义优序法. 将决策问题转化为各方案的广义优序数矩阵问题, 并在此基础上引入逼近理想解的排序法思想, 提出了确定属性权重和时间权重的变权方法. 该方法体现了对决策属性、时间样本的重要性和决策者的主观偏好, 使得决策结果更加符合决策者的选择. 最后通过实例分析验证了所提出方法的科学性和有效性.

关键词: 动态多属性决策；变权方法；广义优序法；逼近理想解的排序法

中图分类号: C934 **文献标志码:** A

A method of dynamic multi-attribute decision making based on variable weight

ZHANG Xiao-zhi, *ZHU Chuan-xi*, *ZHU Li*

(School of Science，Nanchang University，Nanchang 330031，China．Correspondent：ZHU Chuan-xi，E-mail: chuanxizhu@126.com)

Abstract: An approach of generalized optimum ordering is proposed considering the problem of dynamic multi-attribute decision making with incomplete decision information in practice. The decision problem is transformed into the matrix problem of generalized optimum ordering number. Meanwhile, a new method of determining the dynamic weight including both attribute-weight and time-weight is given based on the idea of TOPSIS, which reflects the subjective preference of the decision maker and the importance of the attributes and time-samples, making the decision results coincident with the desire of decision makers. Finally, an example is given to show the feasibility and effectiveness of the proposed theory.

Key words: dynamic multi-attribute decision making；the method of dynamic weight；generalized optimum ordering method；technique for order preference by similarity to ideal solution

0 引 言

在社会经济系统中, 多属性决策问题已成为国内外决策分析领域研究的热点之一[1]. 近年来, 随着社会的发展和科技的进步, 人们所面临的决策问题有着更复杂的结构和更庞大的规模, 传统只考虑单个时期的决策信息并对其进行决策分析的多属性决策方法难以满足实际问题的需要. 事实上, 诸如对企业人员的绩效考核、对企业综合效益的动态评价等实际问题往往需要同时考虑从过去到现在多个时期的决策信息, 使得到的决策结果更为客观和科学. 这类问题在目标空间和决策空间的基础上增加了时间空间, 称为动态多属性决策问题, 目前已成为决策分析领域的研究热点[2-7]. 其研究方法主要有基于理想点的灰色关联度方法[2-3]、采用基于 TOWA 和 TOWGA 等决策算子的方法[4-6]、采用变权综合的研究方法[7]等. 但是, 这些方法大都基于决策信息以实数、区间数、模糊数等形式给出, 若在实际中无法完全得到这样的决策信息, 或者由于主客观原因有些信息不完全, 其研究方法则有待改进.

针对这类信息不完全的动态多属性决策问题, 本文基于优序法[8-9]的思想, 提出广义优序法来研究这类问题, 从而克服决策信息不完全所带来的障碍. 同时, 在动态多属性决策模型中, 随着时间序列的变化, 决策者的偏好往往也会随之发生变化, 因此属性权重也应相对改变[10-13]. 在此情形下, 本文借鉴 TOPSIS (technique for order preference by similarity to ideal

收稿日期: 2012-11-06；**修回日期:** 2013-03-19.

基金项目: 国家自然科学基金项目(11361042, 11071108)；江西省自然科学基金项目(20132BA201001, 2010GZS0147, 20114BAB201007).

作者简介: 张小芝(1981−), 女, 讲师, 博士生, 从事决策分析与管理科学的研究；朱传喜(1956−), 男, 教授, 博士生导师, 从事决策分析与管理科学等研究.

solution) 思想[13-16], 建立了一个确定属性权重的优化模型, 并在此基础上提出了时间序列权向量的确定方法.

1 广义优序法

设 $A=\{A_1,A_2,\cdots,A_s\}$ 为动态多属性决策问题中由 s 个方案组成的方案集, $G=\{g_1,g_2,\cdots,g_m\}$ 为由 m 个属性组成的属性集, $T=\{t_1,t_2,\cdots,t_p\}$ 为对可行性方案所考察的 p 个时间序列. 记

$$S=\{1,2,\cdots,s\},\ M=\{1,2,\cdots,m\},$$
$$P=\{1,2,\cdots,p\}.$$

$g_l(A_i)(t_k)$ 表示第 k 个时段第 i 个方案在第 l 个属性下的属性值, 若完全无法得到该信息, 则记

$$g_l(A_i)(t_k)=?,$$

若只能获取方案间优劣的序关系, 则以偏序偏好结构[17]的形式给出, 即

$$g_l(A_i)(t_k)Rg_l(A_j)(t_k),$$
$$R\in\{\succ,\prec,\approx,?\},\ i,j\in S,\ k\in P.$$

对于定量属性, 假设决策者根据需要将属性值划分为 n 个等级, 那么在 t_k 时段属性 g_l 下所划分等级的步长可以表示为

$$h_l(t_k)=\frac{\max\limits_{1\leqslant j\leqslant s}g_l(A_j)(t_k)-\min\limits_{1\leqslant j\leqslant s}g_l(A_j)(t_k)}{n}. \tag{1}$$

定义 1　设 G_1,G_2 分别为效益型属性和成本型属性 (固定型、区间型等其他形式的属性均可转化为效益型或成本型属性, 因此假设 $G=G_1\bigcup G_2$), 令

$$r_{ijl}(t_k)=\begin{cases}\dfrac{g_l(A_i)(t_k)-g_l(A_j)(t_k)}{h_l(t_k)},\ g_l\in G_1;\\[2mm] \dfrac{g_l(A_j)(t_k)-g_l(A_i)(t_k)}{h_l(t_k)},\ g_l\in G_2.\end{cases} \tag{2}$$

称 $r_{ijl}(t_k)$ 为在 t_k 时段属性 g_l 下方案 A_i 优于方案 A_j 的广义等级数.

注 1　当 $r_{ijl}(t_k)>0$ 时, 理解为在 t_k 时段属性 g_l 下方案 A_i 优于方案 $A_j r_{ijl}(t_k)$ 个等级, 记 $A_i\overset{r_{ijl}(t_k)}{\succ}A_j$; 当 $r_{ijl}(t_k)<0$ 时, 理解为在 t_k 时段属性 g_l 下方案 A_i 劣于方案 $A_j|r_{ijl}(t_k)|$ 个等级, 记 $A_i\overset{|r_{ijl}(t_k)|}{\prec}A_j$; 当 $r_{ijl}(t_k)=0$ 时, 在 t_k 时段属性 g_l 下方案 A_i 与方案 A_j 同样好, 记为 $A_i\approx A_j$. 这里无需对决策矩阵进行规范化处理.

注 2　本文提出的等级数不仅局限于整数等级, 分数型等级数将整数等级细化为所有实数情形, 极大地拓宽了应用范围, 符合人们的思维特征.

对于定性属性, 若利用决策信息能够区分两方案的优劣程度, 则等级数按定义 1 中的方法表示, 否则将两方案间的等级数看成最大等级数 n. 在 t_k 时段, 文献 [9] 将文献 [8] 中属性 g_l 下方案 A_i 优于方案 A_j 的优序数细化为如下形式:

$$a_{ijl}^{(1)}(t_k)=\begin{cases}1,\ \ g_l(A_i)(t_k)\overset{n}{\succ}g_l(A_j)(t_k);\\ \qquad\vdots\\ \dfrac{n}{2n-r},\ \ g_l(A_i)(t_k)\overset{r}{\succ}g_l(A_j)(t_k);\\ \qquad\vdots\\ \dfrac{n}{2n-1},\ \ g_l(A_i)(t_k)\overset{1}{\succ}g_l(A_j)(t_k);\\ 0.5,\ \ g_l(A_i)(t_k)\approx g_l(A_j)(t_k);\\ 0.375,\ \ g_l(A_i)(t_k)\ ?\ g_l(A_j)(t_k);\\ 0,\ \text{otherwise}.\end{cases} \tag{3}$$

其中: $i\neq j$; otherwise 表示 $g_l(A_i)(t_k)\overset{1}{\prec}g_l(A_j)(t_k)$, $\cdots,g_l(A_i)(t_k)\overset{n}{\prec}g_l(A_j)(t_k)(i,j\in S,i\neq j,l\in M)$ 和 $i=j$ 的情形. 式 (3) 中的 otherwise 包含情形较多, 如对于 $g_l(A_i)(t_k)\overset{1}{\prec}g_l(A_j)(t_k)$ 和 $g_l(A_i)(t_k)\overset{n}{\prec}g_l(A_e)(t_k)$, 对应的 $a_{ijl}^{(1)}(t_k)$ 与 $a_{iel}^{(1)}(t_k)$ 均为零. 实际上 $g_l(A_i)(t_k)$ 与 $g_l(A_e)(t_k)$ 的优劣关系更明显, 在式 (3) 中却没有体现出来, 表明上述确定优序数的准则还不够具体, 有待进一步完善. 为此, 当广义等级数为负数时, 本文另外考虑了等级偏好被占优关联系数

$$\xi_{\overset{n}{\prec}}(R)=\frac{\Delta_{\overset{n}{\prec}}\min+\rho\Delta_{\overset{n}{\prec}}\max}{d(R,\overset{n}{\prec})+\rho\Delta_{\overset{n}{\prec}}\max}. \tag{4}$$

其中

$$\Delta_{\overset{n}{\prec}}\max=\max\{d(R,\overset{n}{\prec})|R\in\{\overset{r}{\succ},\overset{r}{\prec},\approx,?\},r\in[0,n]\},$$
$$\Delta_{\overset{n}{\prec}}\min=\min\{d(R,\overset{n}{\prec})|R\in\{\overset{r}{\succ},\overset{r}{\prec},\approx,?\},r\in[0,n]\},$$

一般取 0.5. 则在 t_k 时段属性 g_l 下, 方案 A_i 比方案 A_j 劣 $r(r\in\boldsymbol{R}^+)$ 个等级时所对应的被占优关联系数为

$$\xi_{\overset{n}{\prec}}(\overset{r}{\prec})(t_k)=\frac{d(\overset{n}{\prec},\overset{n}{\prec})+0.5d(\overset{n}{\succ},\overset{n}{\prec})}{d(\overset{n}{\prec},\approx)-d(\overset{r}{\prec},\approx)+0.5d(\overset{n}{\succ},\overset{n}{\prec})}=\frac{0+0.5\times2a}{a-ra/n+0.5\times2a}=\frac{n}{2n-r}. \tag{5}$$

当 $g_l(A_i)(t_k)\overset{r}{\prec}g_l(A_j)(t_k)$ 时, 用式 (5) 中的被占优关联系数 $\xi_{\overset{n}{\prec}}(\overset{r}{\prec})(t_k)$ 替代 t_k 时段方案 A_i 相对于方案 A_j 的劣序数, 定义其广义优序数为

$$a_{ijl}(t_k)=-\xi_{\overset{n}{\prec}}(\overset{r}{\prec})(t_k)=-\frac{n}{2n-r}.$$

因此, 将优序数与劣序数综合考虑, 提出如下广义优序数的新概念.

定义 2　令

$$a_{ijl}(t_k)=$$

$$\begin{cases} 1,\ g_l(A_i)(t_k) \overset{n}{\succ} g_l(A_j)(t_k),\ i \neq j; \\ \dfrac{n}{2n-r},\ g_l(A_i)(t_k) \overset{r}{\succ} g_l(A_j)(t_k),\ \ i \neq j; \\ 0.5,\ g_l(A_i)(t_k) \approx g_l(A_j)(t_k),\ \ i \neq j; \\ 0.375,\ g_l(A_i)(t_k) ? g_l(A_j)(t_k),\ i \neq j; \\ 0,\ i = j; \\ -\dfrac{n}{2n-r},\ g_l(A_i)(t_k) \overset{r}{\prec} g_l(A_j)(t_k),\ i \neq j; \\ -1,\ g_l(A_i)(t_k) \overset{n}{\prec} g_l(A_j)(t_k),\ i \neq j. \end{cases} \tag{6}$$

其中: $i, j \in S$, $l \in M$, $k \in P$. 称 $a_{ijl}(t_k)$ 为 t_k 时段属性 g_l 下方案 A_i 相对于方案 A_j 的广义优序数.

注 3 将一个方案优(劣)于另一方案的等级数扩充至分数情形, 并对式(3)中的 otherwise 情形进行科学合理的补充与诠释, 更真实地反映出对决策者主观感觉的量化.

定义 3 令

$$a_{il}(t_k) = \sum_{j \in S} a_{ijl}(t_k),\ K_i(t_k) = \sum_{l \in M} a_{il}(t_k) w_l,$$

$$K_i = \sum_{k=1}^{p} K_i(t_k) v_k. \tag{7}$$

其中: $a_{il}(t_k)$ 为方案 A_i 在 t_k 时段属性 g_l 下的广义优序数, $K_i(t_k)$ 为方案 A_i 在 t_k 时段的广义优序数, K_i 为方案 A_i 的广义优序数.

广义优序数是一个方案优于另一方案程度的量化. 若一个方案的广义优序数越大, 则表明该方案越优于其他方案; 反之, 则表明该方案越劣于其他方案. 因此, 只要将所有的广义优序数按从大到小的顺序进行排序, 即可得到其对应方案从优到劣的优劣关系. 这种根据广义优序数的大小比较来对方案进行排序的方法称为广义优序法. 广义优序法解决了由于决策信息不完全而令决策者束手无策的难题, 且计算简便, 易于计算机操作. 接下来, 在上述广义优序数的基础上集成 TOPSIS 的思想, 研究不同时序下的属性变权和整个时序的变权问题.

2 基于 TOPSIS 的变权方法

由定义 3 得到如下 p 个广义优序数矩阵 $A(t_k)_{i\times l}$ $(k = 1, 2, \cdots, p)$:

$$A(t_k)_{i\times l} = \begin{bmatrix} a_{11}(t_k) & a_{12}(t_k) & \cdots & a_{1m}(t_k) \\ a_{21}(t_k) & a_{22}(t_k) & \cdots & a_{2m}(t_k) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{s1}(t_k) & a_{s2}(t_k) & \cdots & a_{sm}(t_k) \end{bmatrix}.$$

在广义优序数矩阵 $A(t_k)_{i\times l}$ 中分别选择 t_k 时段正、负理想方案对应的广义优序数

$$\mathrm{PID}(t_k) = \{P_1(t_k), P_2(t_k), \cdots, P_m(t_k)\} =$$
$$\{\max_{1\leqslant i\leqslant s} a_{i1}(t_k),\ \max_{1\leqslant i\leqslant s} a_{i2}(t_k), \cdots,\ \max_{1\leqslant i\leqslant s} a_{im}(t_k)\};$$

$$\mathrm{NID}(t_k) = \{N_1(t_k), N_2(t_k), \cdots, N_m(t_k)\} =$$
$$\{\min_{1\leqslant i\leqslant s} a_{i1}(t_k),\ \min_{1\leqslant i\leqslant s} a_{i2}(t_k), \cdots,\ \min_{1\leqslant i\leqslant s} a_{im}(t_k)\}.$$

计算 $A(t_k)_{i\times l}$ 中各行与 $\mathrm{PID}(t_k)$、$\mathrm{NID}(t_k)$ 之间的欧氏距离

$$r_i^+(t_k) = \sqrt{\sum_{l=1}^{m} w_l^2 |a_{il}(t_k) - P_l(t_k)|^2},$$

$$r_i^-(t_k) = \sqrt{\sum_{l=1}^{m} w_l^2 |a_{il}(t_k) - N_l(t_k)|^2}.$$

从而方案 A_i 与理想点的贴近度为

$$c_i(t_k) = \frac{r_i^-(t_k)}{r_i^+(t_k) + r_i^-(t_k)}.$$

属性权重的选择与确定应使其贴近度最大, 于是建立如下优化模型 $(M-1)$:

$$\max \sum_{i=1}^{s} c_i(t_k) = \sum_{i=1}^{s} \frac{r_i^-(t_k)}{r_i^+(t_k) + r_i^-(t_k)};$$

$$\text{s.t.} \sum_{i=1}^{s} w_i = 1,\ w_i \in [0, 1],\ i = 1, 2, \cdots, s. \tag{8}$$

求解上述规划模型, 即可确定 t_k 时段的属性权向量 $(w_1, w_2, \cdots, w_m)$.

属性变权确定后, 将广义优序数矩阵 $A(t_k)_{i\times l} = a_{il}(t_k)$ 进行加权得到 t_k 时段的加权广义优序数矩阵 $B(t_k)_{i\times l} = b_{il}(t_k)$, 其中 $b_{il}(t_k) = w_l(t_k) a_{il}(t_k)$. 记矩阵

$$B^+_{s\times m} = \{b^+_{il}\}_{s\times m} = \{\max_{1\leqslant k\leqslant p} b_{il}(t_k)\}_{s\times m},$$

$$B^-_{s\times m} = \{b^+_{il}\}_{s\times m} = \{\min_{1\leqslant k\leqslant p} b_{il}(t_k)\}_{s\times m} \tag{9}$$

分别为动态多属性决策问题正、负理想广义优序数矩阵. 计算各时间段的广义优序数矩阵 $A(t_k)_{i\times l}$ 与 B^+, B^- 的欧氏距离为

$$s_k^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{s} \sum_{l=1}^{m} |b_{il}(t_k) - b^+_{il}|^2},$$

$$s_k^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{s} \sum_{l=1}^{m} |b_{il}(t_k) - b^-_{il}|^2}.$$

进一步得到各时间序列的贴近度 $c_k = s_k^- / (s_k^+ + s_k^-)$. 贴近度越大, 表明决策方案越接近正理想点远离负理想点, 从而方案越优, 于是应赋予其较大的权重. 即时间序列权重与其贴近度成正比, 故其时间权重可由下式确定:

$$v_k = c_k \Big/ \sum_{k=1}^{p} c_k. \tag{10}$$

3 基于 TOPSIS 的广义优序法

根据上述分析研究和论证, 针对信息不完全的动态多属性决策问题, 首先按照广义优序法将其转化为广义优序数矩阵, 即将决策信息转化为广义优序数

(均为实数), 很好地弥补了决策信息不完全的缺陷. 在此基础上利用 TOPSIS 思想确定不同时序的属性变权和时间变权. 最后对各方案的广义优序数进行变权综合并从中选出最优方案. 具体步骤如下.

Step 1: 根据已知信息和决策者的偏好选择划分各属性下属性值的等级数 n, 并由式 (2) 得到同一属性下各方案在各时段 t_k 两两比较所得的等级数 $r_{ijl}(t_k)$.

Step 2: 由式 (6) 计算各属性下各方案在各时段 t_k 两两比较所得的广义优序数 $a_{ijl}(t_k)$, 进而得到各方案在各属性下各时段 t_k 的广义优序数 $a_{il}(t_k) = \sum\limits_{j\in S} a_{ijl}(t_k), i=1,2,\cdots,s$.

Step 3: 由优化模型 $(M-1)$ 确定不同时序下的属性权重 $(w_1(t_k), w_2(t_k),\cdots,w_m(t_k)), k=1,2,\cdots,p$.

Step 4: 由式 (10) 计算确定时序权向量 $(v_1, v_2, \cdots, v_p)$.

Step 5: 计算各方案的综合广义优序数 $K_i = \sum\limits_{k=1}^{p}\sum\limits_{l=1}^{m} v_k w_l(t_k) a_{il}(t_k)$, 并按 K_i 值由大到小对所有方案排序, 得到各方案间的优劣关系和优劣程度.

4　应用案例

随着人们生活水平的提高, 城镇居民基本都可以拥有一套属于自己的房子, 因此, 如何选择一套适合自己的房子至关重要. 现有一欲购房者观望了最近 3 个时期 (分别记为 t_1, t_2, t_3) 以来 4 个楼盘 (A_1, A_2, A_3, A_4) 的基本信息, 所衡量的指标主要有: 价格 g_1 (均价, 单位: 元/平方米), 质量 g_2 (十分制, 对于期房为主的楼盘则其质量未知), 距离 g_3 (距工作地点的距离, 单位: 千米), 配套设施 g_4 (学校、超市等, 十分制), 环境 g_5 (经济、人文、社会治安等方面的环境, 无法定量, 以偏序偏好形式给出). 购房者对各属性的权重偏好随时间的变化而有所变化, 详细信息见表 1. 将各属性下的属性值划分为 10 个等级, 根据式 (6) 和 (7)计算各时段下各方案在不同属性下的广义优序数矩阵, 见表 2～表 4.

表 1　住房指标的基本信息

		A_1	A_2	A_3	A_4
价格 g_1	t_1	8 775	8 900	8 550	8 250
	t_2	8 620	8 740	8 320	8 060
	t_3	8 425	8 750	8 250	8 075
质量 g_2	t_1	8	6	?	7
	t_2	9	7	?	8
	t_3	8	8	8	7
距离 g_3		10	8	9	11
设施 g_4	t_1	7	5	6	6
	t_2	8	6	6	7
	t_3	9	7	7	8
环境 g_5	t_1	$t_1: A_1 \approx A_3 \succ A_4 \succ A_2$			
	t_2	$t_2: A_3 \approx A_4 \succ A_2 \succ A_1$			
	t_3	$t_3: A_2 \succ A_1 \succ A_3 \succ A_4$			

表 2　t_1 时段各方案的广义优序数

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
$a_1(t_1)$	−0.890	2.042	−0.75	2.333	2.5
$a_2(t_1)$	−2.237	−1.292	2.35	−2.333	−3
$a_3(t_1)$	0.639	1.125	0.75	0.5	2.5
$a_4(t_1)$	2.006	0.375	−2.35	0.5	−1

表 3　t_2 时段各方案的广义优序数

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
$a_1(t_2)$	0.943	2.042	−0.75	2.667	−3
$a_2(t_2)$	−2.272	−1.292	2.35	−2.167	−1
$a_3(t_2)$	0.747	1.125	0.75	−2.167	2.5
$a_4(t_2)$	2.468	0.375	−2.35	0.667	2.5

表 4　t_3 时段各方案的广义优序数

	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5
$a_1(t_3)$	−0.591	2	−0.75	2.667	1
$a_2(t_3)$	−2.453	2	2.35	−1.167	3
$a_3(t_3)$	0.794	2	0.75	−1.167	−1
$a_4(t_3)$	2.249	−3	−2.35	0.667	−3

由优化模型 $(M-1)$, 通过 Matlab 确定不同时序下的属性权重为

$$w(t_1) = (0.01, 0.01, 0.035\,8, 0.01, 0.934\,2),$$

$$w(t_2) = (0.301\,1, 0.01, 0.01, 0.01, 0.668\,9),$$

$$w(t_3) = (0.01, 0.96, 0.01, 0.01, 0.01).$$

进而可得到式 (9) 中关于时序的正、负理想优序数矩阵分别为

$$B^+ = \begin{bmatrix} -0.005\,9 & 1.920\,0 & -0.007\,5 & 0.026\,7 & 2.335\,5 \\ -0.022\,4 & 1.920\,0 & 0.084\,1 & -0.011\,7 & 0.030\,0 \\ 0.192\,4 & 1.920\,0 & 0.026\,8 & 0.005\,0 & 2.335\,5 \\ 0.604\,0 & 0.003\,7 & -0.023\,5 & 0.006\,7 & -0.030\,0 \end{bmatrix},$$

$$B^- = \begin{bmatrix} -0.268\,0 & 0.020\,4 & -0.026\,8 & 0.023\,3 & 0.010\,0 \\ -0.673\,6 & -0.012\,9 & 0.023\,5 & -0.023\,3 & -2.802\,6 \\ 0.006\,4 & 0.011\,3 & 0.007\,5 & -0.011\,7 & -0.010\,0 \\ 0.020\,1 & -2.880\,0 & -0.084\,1 & 0.005\,0 & -0.934\,2 \end{bmatrix}.$$

由 Matlab 计算各加权优序数矩阵与正、负理想优序数矩阵的距离分别为

$$s_1^+ = 4.777\,2,\ s_2^+ = 4.693\,1,\ s_3^+ = 3.465\,3;$$

$$s_1^- = 2.883\,8,\ s_2^- = 3.793\,6,\ s_3^- = 5.426\,2.$$

各时间序列的贴近度分别为

$$c_1 = 0.376\,426,\ c_2 = 0.447\,005,\ c_3 = 0.610\,268.$$

故由式 (10) 可得到各时间序列的权重分别为

$$v_1 = 0.262\,6,\ v_2 = 0.311\,8,\ v_3 = 0.425\,6.$$

由 Step 5, 计算各方案的综合广义优序数为

$$K_1 = 1.891\,6,\ K_2 = -0.744\,1,$$

$$K_3 = 2.0296,\ K_4 = -1.5209.$$

即相应各楼盘的优劣关系为 $A_3 \succ A_1 \succ A_2 \succ A_4$.

5 结 论

本文针对动态多属性决策问题, 根据广义优序法的决策思想和方法, 将传统的优序法进行改进和拓展, 并基于TOPSIS思想进行集成创新, 提出了一种新的动态变权决策方法. 其优势在于随着决策者主观偏好的变化, 相应的权重随之变化, 得出的决策结果更符合决策者的意愿, 更能为决策者所接受, 更好地为经济、管理中实际的决策问题服务. 最后的实例分析表明, 所提出方法是有效的, 且易于Matlab编程计算.

参考文献(References)

[1] Tomas G, Thomas H. Nonessential objectives within network approaches for MCDM[J]. European J of Operational Research, 2006, 168(2):584-592.

[2] Wei G W. Grey relational analysis model for dynamic hybrid multiple attribute decision making[J]. Knowledge-based Systems, 2011, 24(5): 672-679.

[3] Lin Y H, Lee P C, Ting H I. Dynamic multi-attribute decision making model with grey number evaluations[J]. Expert Systems with Applications, 2008, 35(4): 1638-1644.

[4] Xu Z S. On multi-period multi-attribute decision making[J]. Knowledge-based Systems, 2008, 21(2): 164-171.

[5] 黄玮强, 姚爽, 郭亚军. 不完全指标偏好信息下的动态综合评价模型与应用[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2011, 32(6): 891-894.
(Huang W Q, Yao S, Guo Y J. Dynamic comprehensive evaluation model of incomplete index preference information and its application[J]. J of Northeastern University: Natural Science, 2011, 32(6): 891-894.)

[6] 郭亚军, 唐海勇, 曲道钢. 基于最小方差的动态综合评价方法及应用[J]. 系统工程与电子技术, 2010, 32(6): 1225-1228.
(Guo Y J, Tang H Y, Qu D G. Dynamic comprehensive evaluation method and its application based on minimal variability[J]. Systems Engineering and Electronics, 2010, 32(6): 1225-1228.)

[7] Xu Z S, Yager R R. Dynamic intuitionistic fuzzy multi-attribute decision making[J]. Int J of Approximate Reasoning, 2008, 48(1): 246-262.

[8] 金良超, 李为柱. 多目标决策的优序法及应用[J]. 系统工程理论与实践, 1984, 4(3): 9-16.
(Jin L C, Li W Z. Order number methods for MCDM and its applications[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 1984, 4(3): 9-16.)

[9] 陈春芳, 朱传喜, 黄先玖. 多属性决策的等级偏好优序法[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32(7): 1506-1516.
(Chen C F, Zhu C X, Huang X J. Rank preference optimal ordering method in the multi-attribute decision making[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2012, 32(7): 1506-1516.)

[10] Gang X, Zhang J L. Variable precision rough set for group decision-making: An application[J]. Int J of Approximate Reasoning, 2008, 49(2): 331-343.

[11] 章玲, 周德群. 基于 λ 模糊测度的变权关联多属性决策分析[J]. 控制与决策, 2008, 23(3): 267-272.
(Zhang L, Zhou D Q. Multi-attribute decision making with variable weight and relationship based on λ fuzzy measures[J]. Control and Decision, 2008, 23(3): 267-272.)

[12] 陈超, 沙基昌, 刘俊先, 等. 分组变权综合评估方法及应用[J]. 系统管理学报, 2007, 16(3): 341-344.
(Chen C, Sha J C, Liu J X, et al. Evaluation method of groupped variable weight sgnthesizing and its application[J]. J of Systems & Management, 2007, 16(3): 341-344.)

[13] 杨宝臣, 陈跃. 基于变权和TOPSIS方法的灰色关联决策模型[J]. 系统工程, 2011, 29(6): 106-112.
(Yang B C, Chen Y. Grey relational decision-making model based on variable weight and TOPSIS method[J]. Systems Engineering, 2011, 29(6): 106-112.)

[14] 兰蓉, 范九伦. 三参数区间值模糊集上的TOPSIS决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(2):129-136.
(Lan R, Fan J L. TOPSIS decision-making method on three parameters interval-valued fuzzy sets[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2009, 29(2): 129-136.)

[15] Yue Z L. Extension of TOPSIS to determine weight of decision maker for group decision making problems with uncertain information[J]. Expert Systems with Applications, 2012, 39(7): 6343-6350.

[16] Lin Y, Lee P, Chang T, et al. Multi-attribute group decision making model under the condition of uncertain information[J]. Automation in Construction, 2008, 17(6): 792-797.

[17] Slim B K, Jean-Marc M. A distance-based collective weak ordering[J]. Group Decision and Negotiation, 2001, 10(4): 317-329.

(责任编辑：郑晓蕾)