文章编号：1001-506X(2012)02-0337-05

基于差异驱动原理与均值关联度的动态多指标决策模型

钱吴永，党耀国，刘思峰
（南京航空航天大学经济与管理学院，江苏 南京 210016）

摘　要：针对现有的基于关联分析的动态多指标决策模型存在的不足，根据新信息优先原理，提出了基于矩阵范数的时序权重确定方法，并利用差异驱动原理，提出了指标权重的确定方法。在时序权重和指标权重确定的基础上，建立了基于方案均值关联度的动态多指标决策模型，并给出了该模型的计算步骤。通过对 4 种不同型号的武器装备系统的综合效能评估的实例分析，检验了文章所构造的动态多指标决策模型的有效性。

关键词：动态多指标决策；新信息优先原理；差异驱动原理；均值关联度
中图分类号：N 945　　**文献标志码**：A　　**DOI**：10.3969/j.issn.1001-506X.2012.02.23

Model of dynamic multiple index decision based on driving principle of difference and mean correlation degree

QIAN Wu-yong, DANG Yao-guo, LIU Si-feng
(*College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China*)

Abstract: For the shortage of the existing model of dynamic multiple index decision based on correlation analysis, according to the principle of giving priority to new information, this paper puts forward a time series weights determination method based on matrix norm, and according to the driving principle of difference, a index weights determination methods is also proposed. Based on the methods of the time series and index weights determination, the model of dynamic multiple index decision based on mean correlation degree is established, and the calculation steps are also given. Through the case analysis of the evaluation of the comprehensive effectiveness of four various types of weapon equipment system, the effectiveness of the model of dynamic multiple index decision is proved.

Keywords: dynamic multiple index decision; principle of new information priority; driving principle of difference; mean correlation degree

0　引　言

动态多指标决策是在决策空间和指标空间的基础上，增加时间维度，是对静态多指标决策的推广与拓展。动态多指标决策在经济、社会、管理、工程等领域有着广泛的应用背景，对动态多指标决策问题进行研究具有重要的理论意义与现实意义。国内许多学者在对动态多指标决策问题深入研究的基础上，提出了多种动态多指标决策方法。主要研究成果可以分为以下几类：① 基于正、负理想方案与TOPSIS思想的综合排序方法[1-5]；② 基于决策方案与期望最优方案的关联分析法与基于灰色关联思想的动态多指标决策方法[6-11]；③ 基于投影法的动态多指标决策方法[12-14]；④ 基于方案偏好信息的动态多指标决策方法[15-17]；⑤ 基于区间数的动态多指标决策方法[18-19]；⑥ 基于语言信息的动态多指标决策方法[20-21]。现有的研究成果有力地推动了动态多指标决策理论的发展，为解决具有方案、指标、时间的三维决策排序问题提供了方法支撑。但现有研究对动态多指标决策模型中的时序权重和指标权重的确定方法的研究尚不够深入。本文将在现有研究的基础上，根据新信息优先原理、信息差异原理，利用差异驱动原

收稿日期：2011－03－16；**修回日期**：2011－07－03。
基金项目：国家自然科学基金(71071077,70902026)；江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(CX10B－045R)；南京航空航天大学博士学位论文创新创优基金(BCXJ10－13)；南京航空航天大学基本科研业务费专项科研项目(NZ2010006)资助课题
作者简介：钱吴永(1979－)，男，博士研究生，主要研究方向为预测、决策方法研究。E-mail：qianyijiaemail@163.com

理、关联分析原理，构建基于均值关联度的动态多指标综合评价模型，以期优化完善动态多指标决策模型，丰富动态多指标决策方法。

1 基于差异驱动原理与均值关联度的动态多指标决策模型构建

设有动态多指标决策问题的指标为 $P_j(j=1,2,\cdots,n)$，其相应的权重为 $\omega_j(j=1,2,\cdots,n)$；时间样本点为 $T_i(i=1,2,\cdots,m)$，其相应的权重为 $\lambda_i(i=1,2,\cdots,m)$；决策方案为 $S_k(k=1,2,\cdots,q)$。权重 ω_j 和 λ_i 的确定方法有多种，常见的有德尔菲法、层次分析法、熵值法等。

设第 k 个决策方案 S_k 的原始数据矩阵为

$$\boldsymbol{A}^{(k)}=\begin{bmatrix} a_{11}^{(k)} & a_{12}^{(k)} & \cdots & a_{1n}^{(k)} \\ a_{21}^{(k)} & a_{22}^{(k)} & \cdots & a_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}^{(k)} & a_{m2}^{(k)} & \cdots & a_{mn}^{(k)} \end{bmatrix},\ k=1,2,\cdots,q \tag{1}$$

式中，$\boldsymbol{A}^{(k)}$ 的第 i 列元素代表第 k 个决策方案第 i 个分指标的时间序列，反映了该指标在决策时域内的演变情况。

决策矩阵中指标间的不同量纲会对决策结果产生不良影响，因此需要对决策矩阵中的指标值进行无量纲处理。对指标进行无量纲处理时需要根据指标类型选择相应的无量纲变换方法。常见的指标类型主要有 3 类：① 效益型指标，该类型的指标值是越大越好；② 成本型指标，该类型的指标值是越小越好；③ 区间型指标，该类型的指标以其值落在某一区间为佳。对 3 种不同类型的指标进行无量纲化处理方法如下：

(1) 效益型指标

$$x_{ij}^{(k)}=\frac{a_{ij}^{(k)}-\min\limits_k\min\limits_i a_{ij}^{(k)}}{\max\limits_k\max\limits_i a_{ij}^{(k)}-\min\limits_k\min\limits_i a_{ij}^{(k)}} \tag{2}$$

(2) 成本型指标

$$x_{ij}^{(k)}=\frac{\max\limits_i a_{ij}^{(k)}-a_{ij}^{(k)}}{\max\limits_i a_{ij}^{(k)}-\min\limits_i a_{ij}^{(k)}} \tag{3}$$

(3) 区间型指标

$$x_{ij}^{(k)}=\begin{cases} \dfrac{a_{ij}^{(k)}-\min\limits_k\min\limits_i a_{ij}^{(k)}}{a-\min\limits_k\min\limits_i a_{ij}^{(k)}},\ \min\limits_k\min\limits_i a_{ij}^{(k)}\leqslant a_{ij}^{(k)}<a \\ 1,\ a\leqslant a_{ij}^{(k)}\leqslant b \\ \dfrac{\max\limits_k\max\limits_i a_{ij}^{(k)}-a_{ij}^{(k)}}{\max\limits_k\max\limits_i a_{ij}^{(k)}-b},\ b<a_{ij}^{(k)}\leqslant\max\limits_k\max\limits_i a_{ij}^{(k)} \end{cases} \tag{4}$$

1.1 时序权重的确定

根据新信息优先原理：新信息对认知的作用大于老信息，可知应赋予新信息较大的权重，新信息优先原理是信息时效性的具体体现。为了体现新信息的重要性可对时间序列的权重加一个倍数序，令 $\dfrac{\lambda_t}{\lambda_{t-1}}=c_t\geqslant1\ (t=2,3,\cdots,m)$，使得越是近期的评价值在综合评价值中就越重要，也能够反映信息的重要性与指标的增长，使得综合评价结果更加符合实际情况。

设第 i 个时段的决策系数矩阵为

$$\boldsymbol{B}^{(i)}=\begin{bmatrix} b_{11}^{(i)} & b_{12}^{(i)} & \cdots & b_{1n}^{(i)} \\ b_{21}^{(i)} & b_{22}^{(i)} & \cdots & b_{2n}^{(i)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{q1}^{(i)} & b_{q2}^{(i)} & \cdots & b_{qn}^{(i)} \end{bmatrix},\ i=1,2,\cdots,m \tag{5}$$

记决策系数矩阵 $\boldsymbol{B}^{(i)}$ 的 1 范数为 $\|\boldsymbol{B}^{(i)}\|_1$，即 $\|\boldsymbol{B}^{(i)}\|_1=\sum\limits_{i=1}^{q}\sum\limits_{j=1}^{n}|b_{ij}^{(i)}|$。

定义 1 令 $\dfrac{\lambda_t}{\lambda_{t-1}}=c_t=\dfrac{\sum\limits_{i=1}^{t}\|\boldsymbol{B}^{(i)}\|_1}{\sum\limits_{i=1}^{t-1}\|\boldsymbol{B}^{(i)}\|_1}$，称 c_t 为时序权重增长系数。

若记

$$\boldsymbol{T}=\begin{bmatrix} 1 & -c_2 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -c_3 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -c_4 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 & -c_m \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

则满足 $\dfrac{\lambda_t}{\lambda_{t-1}}=c_t\geqslant1\ (t=2,3,\cdots,m)$ 的所有时间样本权重向量集合可表示为

$$\boldsymbol{C_T}=\{\boldsymbol{\lambda}=(\lambda_t,\lambda_{t-1},\cdots,\lambda_1)\mid \boldsymbol{T\lambda}\geqslant0,\sum_{i=1}^{t}\lambda_i=1,\lambda_i\geqslant0\} \tag{7}$$

时序权重的确定方法如下：首先给定初始时刻一个权重 λ_1，然后利用决策矩阵信息，根据定义 1 确定出初始时刻以外的其他时刻的权重，再将求出的各个时刻的权重进行归一化处理，即可确定各个时刻的权重。由此方法所确定的时序权重充分利用了决策矩阵中的决策信息，并体现了新信息的重要性。

1.2 指标权重的确定

在决策过程中，若某个指标的取值波动较大，则对决策结果的影响较大；反之，若某个指标的取值的波动较小，则对决策结果的影响就较小，这是指标取值的差异所致。基于差异驱动原理的指标赋权法的基本思想是：权重系数应是各指标在指标集中变异程度与对其他指标影响程度的测度，各指标所提供的信息量是赋权的原始信息的直接来源，并由其决定相应指标权重，减少主观因素的影响[22]。

基于差异驱动原理确定指标权重的方法如下：对决策方案 $S_k(k=1,2,\cdots,q)$ 的决策矩阵为

$$\boldsymbol{A}^{(k)}=\begin{bmatrix} a_{11}^{(k)} & a_{12}^{(k)} & \cdots & a_{1n}^{(k)} \\ a_{21}^{(k)} & a_{22}^{(k)} & \cdots & a_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1}^{(k)} & a_{m2}^{(k)} & \cdots & a_{mn}^{(k)} \end{bmatrix},\ k=1,2,\cdots,q \tag{8}$$

进行标准化处理得到的矩阵记为

$$\boldsymbol{X}^{(k)}=\begin{bmatrix} x_{11}^{(k)} & x_{12}^{(k)} & \cdots & x_{1n}^{(k)} \\ x_{21}^{(k)} & x_{22}^{(k)} & \cdots & x_{2n}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^{(k)} & x_{m2}^{(k)} & \cdots & x_{mn}^{(k)} \end{bmatrix},\ k=1,2,\cdots,q \tag{9}$$

令

$$y_i^{(k)}=\omega_1 x_{i1}^{(k)}+\omega_2 x_{i2}^{(k)}+\cdots+\omega_n x_{in}^{(k)},\quad i=1,2,\cdots,m;k=1,2,\cdots,q \tag{10}$$

记

$$\boldsymbol{Y}^{(k)}=(y_1^{(k)},y_2^{(k)},\cdots,y_m^{(k)})^{\mathrm{T}}$$

$$\boldsymbol{\omega}^{(k)}=(\omega_1^{(k)},\omega_2^{(k)},\cdots,\omega_n^{(k)})^{\mathrm{T}},\ k=1,2,\cdots,q \tag{11}$$

则有

$$\boldsymbol{Y}^{(k)}=\boldsymbol{X}^{(k)}\boldsymbol{\omega}^{(k)},\ k=1,2,\cdots,q \tag{12}$$

变量 $\boldsymbol{Y}^{(k)}=\boldsymbol{X}^{(k)}\boldsymbol{\omega}^{(k)}$ 的取值构成的样本方差为

$$S_k^2=\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(y_i^{(k)}-\bar{y}^{(k)})^2=\frac{1}{n}(\boldsymbol{Y}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{Y}^{(k)}-\bar{y}^{(k)} \tag{13}$$

式中,$\bar{y}^{(k)}$ 为 $y_i^{(k)}$ 的均值。

因为 $\boldsymbol{X}^{(k)}$ 中的数据为经过标准化处理得到的数据,于是有

$$mS_k^2=(\boldsymbol{Y}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{Y}^{(k)}=(\boldsymbol{\omega}^{(k)})^{\mathrm{T}}(\boldsymbol{X}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{X}^{(k)}\boldsymbol{\omega}^{(k)}=(\boldsymbol{\omega}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{H}^{(k)}\boldsymbol{\omega}^{(k)} \tag{14}$$

式中,$\boldsymbol{H}^{(k)}=(\boldsymbol{X}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{X}^{(k)}$。求得式(14)中的最大值就使得各指标之间的信息差异最大,从而实现差异驱动,于是有

$$\begin{cases}\max\ \boldsymbol{\omega}^{(k)}\boldsymbol{H}^{(k)}(\boldsymbol{\omega}^{(k)})^{\mathrm{T}}\\ \text{s. t. } (\boldsymbol{\omega}^{(k)})^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\omega}^{(k)}=1,\ \boldsymbol{\omega}^{(k)}>0\end{cases} \tag{15}$$

当 $\boldsymbol{H}^{(k)}$ 的元素大于 0 时,有唯一的最大特征值及其对应的特征向量。计算 $\boldsymbol{H}^{(k)}$ 的最大特征值对应的特征向量并归一化得到 $\boldsymbol{\omega}^{(k)}=(\omega_1^{(k)},\omega_2^{(k)},\cdots,\omega_n^{(k)})^{\mathrm{T}}$,即指标权重系数构成的向量。$\boldsymbol{\omega}^{(k)}$ 只是根据决策方案 S_k 的决策矩阵求出的指标的权重系数,可以利用同样的方法求出由其他决策方案对应的决策矩阵求出的指标权重系数 $\boldsymbol{\omega}^{(i)}(i=1,2,\cdots,q,i\neq k)$,则可令由各个决策方案对应的决策矩阵求出的指标权重的均值为各指标的权重,即各指标的权重为

$$\boldsymbol{\omega}=\left(\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q}\omega_1^{(i)},\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q}\omega_2^{(i)},\cdots,\frac{1}{q}\sum_{i=1}^{q}\omega_n^{(i)}\right)^{\mathrm{T}} \tag{16}$$

1.3　基于均值关联度的动态多指标决策模型

方案 S_k 里的指标 p_j 的平均值为 $E_j(S_k)=\sum_{i=1}^{m}\lambda_i\cdot x_{ij}^{(k)}$,其中 λ_i 表示第 i 个时段的权重,即时序权重,可由 1.1 节中的方法确定时序权重 λ_i。由 $E_j(S_k)(1\leqslant j\leqslant n)$ 组成方案 S_k 的平均值序列,不妨也记为 $\boldsymbol{S}_k$,即

$$\boldsymbol{S}_k=(E_1(S_k),E_2(S_k),\cdots,E_n(S_k)),\ 1\leqslant k\leqslant q$$

构造系统的理想决策方案和负理想决策方案分别为

$$\begin{cases}\boldsymbol{S}^+=(E_1^+(S_k),E_2^+(S_k),\cdots,E_n^+(S_k))\\ \boldsymbol{S}^-=(E_1^-(S_k),E_2^-(S_k),\cdots,E_n^-(S_k))\end{cases} \tag{17}$$

式中,$E_j^+(S_k)=\min\limits_k\{E_j(S_k)\}$,$E_j^-(S_k)=\min\limits_k\{E_j(S_k)\}$ $(j=1,2,\cdots,n)$。决策方案 S_k 与理想方案和负理想方案的灰色关联度分别为

$$\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^+)=\sum_{j=1}^{n}\omega_j\cdot\frac{\min\limits_j\min\limits_k\Delta_{kj}^+ +\rho\max\limits_j\max\limits_k\Delta_{kj}^+}{\Delta_{kj}^+ +\rho\max\limits_j\max\limits_k\Delta_{kj}^+} \tag{18}$$

$$\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^-)=\sum_{j=1}^{n}\omega_j\cdot\frac{\min\limits_j\min\limits_k\Delta_{kj}^- +\rho\max\limits_j\max\limits_k\Delta_{kj}^-}{\Delta_{kj}^- +\rho\max\limits_j\max\limits_k\Delta_{kj}^-} \tag{19}$$

式中,$\Delta_{kj}^+=|E_j(S_k)-E_j^+(S_k)|$;$\Delta_{kj}^-=|E_j(S_k)-E_j^-(S_k)|$;$0<\rho<1$,一般取 $\rho=0.5$;ω_j 为第 j 个指标的权重,可以按照 1.2 节中的方法求出。

由决策方案 S_k 与理想方案和负理想方案的灰色关联度的定义可知,$\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^+)$ 越大,则决策方案与理想方案越接近,方案越优;$\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^-)$ 越小,表示决策方案离负理想方案越远,方案越优。最优决策方案应是离理想决策方案最近同时离负理想方案最远。假设方案 S_k 以优属度 c_k 从属于理想方案,以优属度 $1-c_k$ 从属于负理想方案。通过确定最优从属度的序关系,即可确定方案优劣的序关系,进而得出决策结果。为确定 c_i 可以构造如下目标函数:

$$\min z=\sum_{k=1}^{q}[(1-c_k)\cdot\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^+)]^2+\sum_{k=1}^{q}[\boldsymbol{c}_k\cdot\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^-)]^2 \tag{20}$$

令 $\frac{\partial z}{\partial c_k}=0$,可得

$$c_k=\frac{1}{1+[\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^-)/\gamma(\boldsymbol{S}_k,\boldsymbol{S}^+)]^2},\ k=1,2,\cdots,q \tag{21}$$

且 c_k 越大则方案 S_k 越优。

2　计算步骤

基于差异驱动原理与均值关联度的动态多指标决策模型的计算步骤如下:

步骤 1　建立决策系数矩阵;

步骤 2　利用式(2)～式(4)对决策矩阵进行规范化处理;

步骤 3　利用 1.1 节中的方法确定时序权重;

步骤 4　利用 1.2 节中的方法确定指标权重;

步骤 5　求出各方案的指标均值序列,并构造理想方案与负理想方案;

步骤 6　利用式(18)、式(19)计算各方案与理想方案和负理想方案的灰色关联度;

步骤 7　利用式(21)计算出各方案的优属度;

步骤 8　根据优属度对方案集进行排序,确定方案的优劣。

3　应用实例

在武器装备引进过程中,需要对武器装备系统的综合效能进行评估,武器装备系统综合效能评估是考核武器装备系统效能优劣与选择武器装备系统的依据。武器装备系统综合效能评估是对各种武器装备系统在使用过程所表现

的各种性能综合量化分析的过程，武器装备系统评估本质上是一个动态多指标决策问题。采用本文构建的动态多指标决策模型对 4 种不同型号（X_1，X_2，X_3，X_4）的武器装备系统的综合效能进行评估。选取的评估指标为：目标容量、单发杀伤概率、反应时间、可靠性、杀伤因子、综合抗干扰因子、网络评价值。

（1）4 种型号的武器装备系统在 T_1，T_2，T_3 三段时间内使用过程中，各性能指标的测度值构成决策矩阵为

$$\boldsymbol{A}^{(1)}=\begin{bmatrix}4 & 0.53 & 60 & 18 & 12 & 2 & 23\\ 8 & 0.75 & 32 & 62 & 30 & 12 & 58\\ 6 & 0.81 & 35 & 60 & 46 & 13 & 55\\ 3 & 0.65 & 40 & 25 & 21 & 8 & 44\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{A}^{(2)}=\begin{bmatrix}2 & 0.59 & 62 & 15 & 9 & 3 & 20\\ 7 & 0.78 & 38 & 58 & 30 & 10 & 55\\ 5 & 0.76 & 40 & 56 & 40 & 11 & 50\\ 3 & 0.61 & 46 & 22 & 18 & 8 & 40\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{A}^{(3)}=\begin{bmatrix}2 & 0.55 & 59 & 19 & 10 & 2 & 20\\ 6 & 0.74 & 32 & 60 & 28 & 11 & 53\\ 5 & 0.80 & 37 & 62 & 42 & 12 & 57\\ 3 & 0.62 & 41 & 27 & 22 & 8 & 42\end{bmatrix}$$

（2）对上述决策矩阵进行规范化处理得

$$\boldsymbol{X}^{(1)}=\begin{bmatrix}0.33 & 0.00 & 0.07 & 0.06 & 0.08 & 0.00 & 0.08\\ 1.00 & 0.79 & 1.00 & 1.00 & 0.57 & 0.91 & 1.00\\ 0.67 & 1.00 & 0.57 & 0.96 & 1.00 & 1.00 & 0.92\\ 0.17 & 0.43 & 0.73 & 0.21 & 0.55 & 0.55 & 0.63\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{X}^{(2)}=\begin{bmatrix}0.00 & 0.21 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.09 & 0.00\\ 0.83 & 0.89 & 0.80 & 0.91 & 0.57 & 0.73 & 0.92\\ 0.50 & 0.82 & 0.73 & 0.87 & 0.84 & 0.83 & 0.79\\ 0.17 & 0.29 & 0.53 & 0.15 & 0.24 & 0.55 & 0.53\end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{X}^{(3)}=\begin{bmatrix}0.00 & 0.07 & 0.10 & 0.09 & 0.03 & 0.00 & 0.00\\ 0.67 & 0.75 & 1.00 & 0.96 & 0.51 & 0.82 & 0.87\\ 0.50 & 0.96 & 0.83 & 1.00 & 0.89 & 0.91 & 0.97\\ 0.17 & 0.32 & 0.70 & 0.26 & 0.35 & 0.55 & 0.58\end{bmatrix}$$

（3）根据 1.1 节中时序权重的确定方法求出 T_1，T_2，T_3 三个时段的权重系数分别为

$$\lambda_1=0.18,\ \lambda_2=0.33,\ \lambda_3=0.49$$

（4）利用 1.2 节中确定指标权重的方法求出指标目标容量、单发杀伤概率、反应时间、可靠性、杀伤因子、综合抗干扰因子、网络评价值的权重系数分别为

$$\omega_1=0.12,\ \omega_2=0.17,\ \omega_3=0.12,\ \omega_4=0.19,$$
$$\omega_5=0.18,\ \omega_6=0.11,\ \omega_7=0.11$$

（5）利用求出的时序权重和规范化决策矩阵可以构造出理想方案和负理想决策方案分别为

$$\boldsymbol{S}^{+}=\{0.65,1.03,1.29,1.13,0.87,1.11,1.19\}$$
$$\boldsymbol{S}^{-}=\{0.39,0.40,0.43,0.40,0.36,0.44,0.47\}$$

（6）计算各方案与理想决策方案和负理想决策方案的灰色关联分别为

$$\gamma(\boldsymbol{S}_1,\boldsymbol{S}^{+})=0.58,\ \gamma(\boldsymbol{S}_2,\boldsymbol{S}^{+})=0.72$$
$$\gamma(\boldsymbol{S}_3,\boldsymbol{S}^{+})=0.79,\ \gamma(\boldsymbol{S}_4,\boldsymbol{S}^{+})=0.66$$
$$\gamma(\boldsymbol{S}_1,\boldsymbol{S}^{-})=0.67,\ \gamma(\boldsymbol{S}_2,\boldsymbol{S}^{-})=0.62$$
$$\gamma(\boldsymbol{S}_3,\boldsymbol{S}^{-})=0.58,\ \gamma(\boldsymbol{S}_4,\boldsymbol{S}^{-})=0.64$$

（7）计算各方案的优属度分别为

$$c_1=0.43,c_2=0.57,c_3=0.65,c_4=0.52$$

（8）根据优属度值可知这 4 种型号的武器装备系统的综合效能从强到弱的顺序依次为：X_3，X_2，X_4，X_1。

4 结束语

文章对具有时间、指标、方案的动态多指标决策问题进行了研究。利用新信息优先原理，基于矩阵范数，提出了加倍数序的时序权重确定方法，该方法不仅体现了新信息的重要性，也充分利用了决策矩阵中的决策信息；并利用差异驱动原理提出了指标权重的确定方法，该方法充分体现了变异程度大的指标在决策中的重要性，充分利用了指标间的差异信息；在给出时序权重和指标权重确定方法的基础上，提出了基于方案期望值的均值关联动态多指标决策模型。该模型利用决策方案的均值序列构造出理想方案和负理想方案，利用灰色关联度测度各个决策方案和理想方案与负理想方案的接近度，并基于离理想方案最近同时离负理想方案最远为准则，构建与理想方案的优属度计算方法，根据各方案与理想方案的优属度的大小对方案进行排序。通过对 4 种不同型号武器装备系统的效能评估，检验了文章所构建的模型的有效性。

参考文献：

[1] 樊治平，肖四汉. 有时序多指标决策的理想矩阵法[J]. 系统工程，1993，11(1)：61－65.（Fan Z P，Xiao S H. An ideal matrix method for multiple attibute decision making with time series[J]. *Systems Engineering*，1993，11(1)：61－65.）

[2] 刘家学，郑昌义. 多阶段多指标决策的理想方案法[J]. 系统工程理论与实践，2001，21(1)：61－64.（Liu J X，Zheng C Y. The ideal scheme method for the multiple stage and multiple attribute decision making[J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*，2001，21(1)：61－64.）

[3] Kuo M S，Tzen G H，Huang W C. Group decision-making based on concepts of ideal and anti-ideal points in a fuzzy environment[J]. *Mathematical and Computer Modeling*，2007，45(4)：324－339.

[4] Wang Y J，Lee H S. Generalizing topsis for fuzzy multiple-criteria group decision-making[J]. *Computers and Mathematics with Applications*，2007，53 (11)：1762－1772.

[5] Opricovic S，Tzeng G H. Compromise solution by MCDM methods：a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS[J]. *European*

Journal of Operational Research, 2004, 156(2): 445－455.

[6] 杨益民. 动态多指标决策的一种新关联分析法[J]. 系统工程与电子技术, 1997, 19(11): 9－11. (Yang Y M. A new correlation degree analysis method for dynamic multiple attribute decision making[J]. *Systems Engineering and Electronics*, 1997, 19(11): 9－11.)

[7] 饶从军, 肖新平. 风险型动态混合多属性决策的灰矩阵关联度法[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(9): 1353－1357. (Rao C J, Xiao X P. Method of grey matrix relative degree for dynamic hybrid multi-attribute decision making under risk[J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2006, 28(9): 1353－1357.)

[8] 王坚强. "奖优罚劣"的动态多指标灰色关联度模型研究[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(3): 39－41. (Wang J Q. Research on decision making model of the dynamic multiple-attribute system for "rewarding good and punishing bad"[J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2002, 24(3): 39－41.)

[9] Olson D L, Wu D S. Simulation of fuzzy multiattribute model for grey relationships[J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 175(11): 111－120.

[10] Zhang J J, Wu D S, Olson D L. The method of grey related analysis to multiple attribute decision making problems with interval numbers[J]. *Mathematical and Computer Modeling*, 2005, 42(10): 991－998.

[11] Song J, Dang Y G, Wang Z X. The decision-making model of harden grey target based on interval number with preference information on alternatives[J]. *The Journal of Grey System*, 2009, 21(3): 291－300.

[12] 金菊良, 汪淑娟, 魏一鸣. 动态多指标决策问题的投影寻踪模型[J]. 中国管理科学, 2004, 12(1): 64－67. (Jin J L, Wang S J, Wei Y M. Projection pursuit model for dynamic multiple attribute decision problems[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2004, 12(1): 64－67.)

[13] Xu Z S. Projection method for uncertain multi-attribute decision making with preference information on alternatives[J]. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 2004, 3(3): 429－434.

[14] 胡启洲, 张卫华, 石琴. 多指标优化中的余弦决策法[J]. 系统工程理论方法应用, 2006, 15(3): 238－240. (Hu Q Z, Zhang W H, Shi Q. Cosinus method for multiple indexes optimization[J]. *Systems Engineering-Theory Application*, 2006, 15(3): 238－240.)

[15] 张旭梅, 李志威. 具有动态指标偏好的多指标决策方法[J]. 系统工程与电子技术, 2007, 29(4): 555－558. (Zhang X M, Li Z W. Method of multiple attribute decision with dynamic attribute preference[J]. *Systems Engineering and Electronics*, 2007, 29(4): 555－558.)

[16] Fan Z P, Hu G F, Xiao S H. A method for multiple attribute decision-making with the fuzzy preference relation on alternatives[J]. *Computers and Industrial Engineering*, 2004, 46(2): 321－327.

[17] Wang Y M, Parkam C. Multiple attribute decision making based on fuzzy preference information on alternatives: ranking and weighting[J]. *Fuzzy Sets and Systems*, 2005, 153(3): 331－346.

[18] Lin Y H, Lee P C, Ting H I. Dynamic multi-attribute decision making model with grey number evaluation[J]. *Expert System with Apllication*, 2008, 35(4): 1638－1644.

[19] XU Z S. On multi-period multi-attribute decision making[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2008, 21(2): 164－171.

[20] Xu Z S. Dynamic linguistic preference relations and their use in multi-periods decision making[C]// *Proc. of the 14th International Conference on Management Sciences and Engineers*, 2007: 345－350.

[21] Wei G W, Wang X R. Dynamic linguistic weighted geometric mean operator and its application to multiple periods decision making[C]// *Proc. of the 27th Chinese Control and Decision Conference*, 2008: 1909－1912.

[22] 马社强, 邵春福, 刘东, 等. 基于差异驱动原理的道路交通安全评价[J]. 吉林大学学报(工学版), 2010, 40(4): 981－985. (Ma S Q, Shao C F, Liu D, et al. Road traffic safety evaluation method based on discrepancy-driven theory[J]. *Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 2010, 40(4): 981－985.)