

# 一种基于结构方程模型的模糊综合评价算法的改进与系统实施

庄伟卿, 刘震宇

(厦门大学管理学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:**现阶段各种模糊综合评价方法缺乏在各因子与各指标构成的整体系统框架下考虑其复杂关系而得到客观权数计算的依据。文章基于结构方程模型的特点,对模糊综合评价方法进行改进,实现了在确定因子与指标的显性(直接)与隐性(间接)关系影响的环境下整体上系统上考察指标的客观权重,从而实现系统客观的评价。

**关键词:**结构方程模型;模糊综合评价;算法改进;评价系统平台

**中图分类号:** O245      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-6487(2013)12-0011-03

## 0 引言

模糊综合评价方法在实际应用中非常广泛,而关于权数的确定又是非常重要的,量化的权数确定可以减少主观判断的偏差,因而客观的权数确定方法被广泛地研究与应用。常用的权数确定方法一般分为两类<sup>[1]</sup>:一类是主观赋值法,其原始数据主要由专家根据经验主观判断得到,如层次分析法、专家调查法、综合评分法、模糊评价法等;

另一类是客观赋值法,其主要由原始数据确定各指标之间的相关关系与变异程度,如离差最大化法、主成分分析法、熵值法、灰色关联分析法、神经网络分析法、联合分析方法等。不管是主观赋值法还是客观赋值法,一方面存在对原始数据特点的局限性与主观干扰,即缺少由一种方法可以对各种不同类型原始数据的客观评价;另一方面缺少整体上系统上考察指标的权重,即无法确定因子(变量)与指标、因子与因子、指标与指标的显性(直接)或隐性(间接)关系,而在各种复杂关系影响的环境下所衡量出来指标的

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(G021004;70372070);福建省重大专项、福建省科技厅资助项目(2004HZ02);福建省教育厅项目(JA12065S)

**作者简介:**庄伟卿(1981-),男,福建惠安人,博士,研究方向:组织际信息系统。

刘震宇(1961-),男,福建龙岩人,教授,博士生导师,研究方向:组织际信息系统。

自的转换方程随机扰动项存在个体的序列相关性,同时转换方程之间的随机扰动项也存在交叉的序列相关性,与模型的理论设计相一致。说明货币供应量与物价之间的永久性成分、暂时性成分存在着相互的随机扰动冲击。

第二,货币供应量与物价的永久性成分满足I(1)过程,存在协整关系,在长期均衡中货币供应量永久性成分对物价影响很大,其影响系数高达0.889;而在短期中货币供应量的永久性成分对物价的永久性成分偏离均衡位置时能实现有效的动态调整,将其从偏均衡状态调整到均衡状态。另外货币供应量与物价的暂时性成分满足I(0)过程,货币供应量、物价的暂时性成分波动并不是造成对方波动的Granger因果关系。

通货膨胀“魔咒”贯穿了整个改革开放以来的经济发展历程,实际上为了维持经济的高速增长,货币供应量的长期增发不可避免,因此货币供应量的永久性成分对物价的永久性成分影响较大,体现出了协整及误差修正机制,因此长期中以货币供应量为货币政策中介有一定的科学依据,这个研究发现应当引起政策决策部门的高度重视。但通货膨胀“魔咒”的存在不仅仅在于货币供应量的长期

增发,因为从货币供应量的暂时性成分来看,它并不是物价暂时性成分波动的Granger因果关系,这从最近几年的通货膨胀发生的来源,如内部粮食、食品价格的攀升,外部大宗商品价格的快速增长等都为通货膨胀的发生带来变数中得到了一些经验验证,因此短期中以货币供应量为货币政策中介则会存在不确定性风险。

## 参考文献:

- [1]Harvey, A.C.Trends and Cycles in Macroeconomic Time Series[J]. Journal of Business and Economic Statistics,1985,(3).
- [2]Clark,P.K.The Cyclical Component of U.S. Economic Activity[J].Quarterly Journal of Economics,1987,(3).
- [3]James Morley, Charles Nelson, Eric Zivot.Why are Beveridge-Nelson and Unobserved Component Decompositions of GDP So Different? [C].Working Papers UWEC-2002-01, University of Washington, Department of Economics,2002.
- [4]Gregory Chow. Money, Price Level and Output in the Chinese Macro Economy[J].Asia Pacific Journal of Accounting and Economics,2006,(1).

(责任编辑/亦 民)

权重就更准确与客观。而结构方程模型方法可以很好解决这些不足,因此本文提出以结构方程模型方法确定权重的思路,通过探索性因子分析(EFA)与验证性因子分析(CFA)两个步骤来检验因子(变量)关系与确定因子(变量)与指标的权重,最后通过得到的权重应用于模糊综合评价中,得到理想客观的评价结果。另一方面,本文根据改进的模糊综合评价法设计与开发成评价系统平台。系统平台不存在原始数据的局限,对统计汇总或问卷采集的宏观数据,时间序列的非时间序列的,都可以运行评价。

### 1 结构方程模型(SEM)

结构方程模型(SEM)由测量方程和结构方程构成,测量方程描述潜变量与指标之间的关系,结构方程描述潜变量之间的关系<sup>[1]</sup>。

#### 1.1 符号说明

$x$ :外源指标组成的向量; $y$ :内生指标组成的向量; $\Lambda_x$ :外源指标与外源潜变量之间的关系,是外源指标在外源潜变量上的因子负荷矩阵; $\Lambda_y$ :内生指标与内生潜变量之间的关系,是内生指标在内生潜变量上的因子负荷矩阵; $\xi$ :外源潜变量组成的向量; $\eta$ :内生潜变量组成的向量; $\delta$ 、 $\epsilon$ :表示测量方程的残差项; $B$ :内生潜变量间的关系; $\Gamma$ :外源潜变量对内生潜变量的影响; $\zeta$ :表示结构方程的残差项。

#### 1.2 测量方程

$$\begin{cases} x = \Lambda_x \xi + \delta \\ y = \Lambda_y \eta + \epsilon \end{cases} \quad (1)$$

#### 1.3 结构方程

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (2)$$

通过构建各内生与外源变量及相对应的衡量指标的整体相互关系,即结构方程模型,目的是在整体、系统环境下(即因子或指标的显性(直接)与隐性(间接)关系)模拟运算出 $\Lambda_x$ 、 $\Lambda_y$ ,得到指标与变量之间的关系,这比不考虑整体环境下的单一衡量变量与指标的关系来得更合理。因此通过结构方程模型运算出的关系系数进而计算指标对变量的权重就更合理、准确。

## 2 基于结构方程模型的模糊综合评价算法

### 2.1 数据采集与确定评语等级论域

根据Katiusia Manzon<sup>[2]</sup>(2004)的构建评价方法,将等级设定如式3。采用多项式评定方法可以对定性问题进行更本质地描述(Nickell et al., 2000)<sup>[3]</sup>,从而构成等级集合,每一个等级可对应一个模糊子集。如判定 $Y_{ij}^* \in [\gamma_{k-1}, \gamma_k]$ 时,即第*i*个调查对象(或第*i*份数据)的对应变量第*j*指标的状态 $Y_{ij}^*$ 处于 $[\gamma_{k-1}, \gamma_k]$ 期间所相应的 $RATING_k$ 值。

$$RATING_k = \begin{cases} 1 & \text{if } Y_{ij}^* < \gamma_1 \\ 2 & \text{if } \gamma_1 \leq Y_{ij}^* < \gamma_2 \\ 3 & \text{if } \gamma_2 \leq Y_{ij}^* < \gamma_3 \\ \dots & \\ l & \text{if } Y_{ij}^* \geq \gamma_{l-1} \end{cases} \quad (3)$$

### 2.2 探索性因子分析——确定评价对象的因素论域

通过探索性因子分析,确定指标与因子之间的关系,探索因子的个数与类型 $v_f$ , $v_f \in [v_1, v_p]$ , $v_f$ 代表第*f*个因子,全部因子应小于等于*p*个指标。这样下来就可以确定指标与因子(变量)的构成情况,即所谓的一级指标、二级指标、三级指标等的确定。如给定*p*个评价指标: $u = \{u_1, u_2, \dots, u_p\}$ , $u_j$ 代表第*j*指标。

### 2.3 验证性因子分析并确定关系矩阵

构建结构方程模型目的是检验指标是否与其所设计的因子有显著的载荷,并与其不相干的因子没有显著的载荷,即进行验证性因子分析。一方面,通过构建式1、式2模型,运行所采集的数据,得到因子与指标的路径系数,为步4计算权重做准备。另一方面,建立模糊关系矩阵*R*,在构造了等级模糊子集后,要逐个对被评对象从每个指标 $u_j(j=1, 2, \dots, p)$ 上进行量化,即确定从单指标来看被评对象对等级模糊子集的隶属度( $R|u_j$ ),进而得到模糊关系矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} R|u_1 & u_1 \\ R|u_2 & u_2 \\ \dots & \dots \\ R|u_p & u_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

矩阵*R*中第*j*行第*i*列元素 $r_{ji}$ ,表示某个被评对象从因素 $u_j$ 来看对 $RATING$ 等级模糊子集的隶属度。

### 2.4 确定结构方程模型的回归权重

在模糊综合评价中,确定评价因素的权向量: $A = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_p)$ 。本文计算规则如下:各级指标权重的确定是根据因子与指标路径系数,再进行加权平均得到各个下级指标对上级指标的权重。具体规则如下:

第一步,设下级指标对上级指标作用系数 $\alpha$ ,权重 $\eta$ 。 $\alpha_i$ 表示第*i*个指标对上级指标的作用系数,系数来自于结构方程模型路径系数; $\eta_i$ 表示第*i*个指标的权重。

第二步,计算 $\eta_j = \alpha_j / \sum \alpha_j$ 。

其性质满足, $\sum_{j=1}^p \eta_j = 1, \eta_j \geq 0, j=1, 2, \dots, p$ 。

### 2.5 合成模糊综合评价结果向量

利用合适的算子将*A*与各被评对象的*R*进行合成,得到各被评对象的模糊综合评价结果向量*C*。即:

$$A \circ R = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_p) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pn} \end{bmatrix} = (c_1, c_2, \dots, c_n) = C \quad (5)$$

其中 $c_1$ 是由*A*与*R*的 $r_{ji}$ 第*i*列运算得到的,它表示被评对象从整体上看对 $RATING$ 等级模糊子集的隶属程度。

2.6 结果分析与变换

其一,提出使用加权平均求隶属等级的方法,对于多个被评对象并可以依据其等级位置进行排序;其二,根据研究需要,对被评对象进行分类汇总并进行模糊评价,可以得到更多的评价结果,实现更多的研究目标。

3 系统实施

本文进一步对改进的模糊综合评价法进行设计与开发成评价系统平台,系统采用VB+ACCESS工具进行开发。

3.1 系统流程图设计

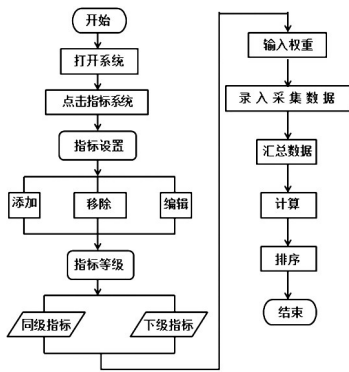


图1 系统流程图

3.2 逻辑设计

(1)置  $RATING \in [1, l]$ , 执行,

For  $i = 1$  To  $n$

For  $j = 1$  To  $p$

确定  $Y_{ij}^*$  的 RATING 值

执行-结束

(2)进行探索性因子分析,对  $1 \rightarrow p, 1 \rightarrow n$

执行

因子抽取(主成份法)、旋转(最大方差法)

得旋转成份矩阵

确定因子个数与类型。

执行-结束

(3)进行验证性因子分析,对  $1 \rightarrow p, 1 \rightarrow n$

执行

最大似然估计法运算

$\rightarrow \Lambda_x, \Lambda_y$

构造模糊关系矩阵  $R$

执行-结束

(4)置  $\Lambda_x, \Lambda_y$ , 执行

For  $i = 1$  To  $f$

For  $j = 1$  To  $p$

计算,  $\eta_j = \alpha_j / \sum \alpha_j$

执行-结束

(5)对  $1 \rightarrow n$ , 执行

$$A \circ R = (\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_p) \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{p1} & r_{p2} & \dots & r_{pn} \end{bmatrix} = (c_1, c_2, \dots, c_n) = C$$

执行-结束

(6)输出得分、排序结果。

3.3 主要程序

采用模糊变换方式进行评判,主要程序如下<sup>[4]</sup>:

.....

Public Sub Model1(A, R, B)

Dim M As Integer, N As Integer

Dim I As Integer, J As Integer

N = UBound(R, 1) : M = UBound(R, 2)

For J = 1 To M

For I = 1 To N

If A(I) < R(I, J) Then

R(I, J) = A(I)

Next I

Next J

For J = 1 To M

B(J) = 0

For I = 1 To N

If B(J) < R(I, J) Then

B(J) = R(I, J)

Next I

Next J

End Sub

.....

4 结论

基于结构方程模型的模糊综合评价方法较好地改进一般模糊综合评价法的缺陷,实现了整体上系统上考察指标的客观权重,确定因子与指标、因子与因子、指标与指标的显性(直接)或隐性(间接)关系对指标权重的影响,从而存在各种复杂关系影响的环境下所衡量出来指标的权重就更准确与客观。

另一方面,根据改进的模糊综合评价法开发成评价系统平台具有较好的可靠性与稳定性,能很好对各类现实问题进行客观评价。其特点是:系统平台的不存在原始数据的局限,对统计汇总或问卷采集的宏微观数据,时间序列的非时间序列的,都可以运行评价。

参考文献:

[1]侯杰泰,温忠麟,成子娟.结构方程模型及其应用[M].北京:教育科学出版社,2004.  
 [2]Katuscia Manzoni. Modeling Eurobond Credit Ratings and Forecasting Downgrade Probability[J]. International Review of Financial Analysis(1057-5219), 2004, (13).  
 [3]Nickell, P., Perraudin, W., Varotto, S. Stability of Rating Transitions [J]. Journal of Banking and Finance(0378-4266), 2000, 24(1~2).  
 [4]李鸿吉.模糊数学基础及实用算法[M].北京:科学出版社,2005.

(责任编辑/亦 民)