

# 初始因子与旋转后因子的异同

刘肇军<sup>1</sup>, 林海明<sup>2</sup>

(1. 贵州师范大学 经济与管理学院, 贵阳 550001; 2. 广东商学院 经济贸易与统计学院, 广州 510320)

**摘要:**文章运用因子分析新理论—因子分析模型 L 及其精确解, 通过对模型、准确解、有关结论、解决问题的步骤等方面的比较, 用表格和实例清晰地指出了初始因子与旋转后因子在理论和实证上的异同; 明示了初始因子、旋转后因子应用的一般性条件—因子分析结构简化规则; 提出了一些注意事项和有待进一步研究的问题。

**关键词:**因子; 初始; 旋转后; 异同

中图分类号: O212

文献标识码: A

文章编号: 1002-6487(2008)19-0021-03

## 0 引言

因子分析应用十分广泛, 常用的解有: 初始(未旋转)因子  $Z_m^0$ , 旋转后因子  $Z_m^c$  [1][2][3], 它们同是一个模型的解, 较相似。使用者较熟悉的是旋转后因子  $Z_m^c$ , 少见的是初始因子  $Z_m^0$ , 故有时出现不讲应用效果地使用旋转后因子  $Z_m^c$  的情况。现行教科书中如文献[1]~[4]等, 无一例外地给出旋转后因子  $Z_m^c$  来解释因子的实例, 这似乎成了一种主观习惯。从效果上讲, 因子分析有时更适宜使用初始因子  $Z_m^0$ 。这便带来了如下问题: 初始因子与旋转后因子有何异同。由于因子分析原模型和理论很不完善, 该问题一直没有解决, 且一些使用者出现了较多的错误 [4][6][7]。

文献[8]用因子分析模型 L 及其精确解求出了: 因子分析原模型的精确解(对原始变量总体相关阵而言)。说明了主成分法的广义 Thompson(1939)因子得分更好; 非零的 Bartlett(1937)因子得分不存在; 因子载荷阵的主因子解没有意义、非零的极大似然估计不存在; 因子分析原模型及其解的顺序不能降维, 即因子分析模型 L 及其解是更好的, 其能直接降维, 为因子分析正确模型、理论和方法的使用, 为因子分析的发展建立了精确解的理论基础。新理论和方法具有结构简单、特性好、使用方便等较全面的优势, 完善了因子分析的模型和理论。

本文应用因子分析新理论—因子分析模型 L 及其解, 通过模型的精确解、有关结论、解决问题的步骤等的比较, 通过 13 个标识, 用表格清晰地列示了初始因子与旋转后因子的具体异同, 其中从效果上给出了初始因子、旋转后因子应用的一般性条件—因子分析结构简化规则, 给出了初始因子比旋转后因子命名更清晰、决策相关性更高的实例。同时提出了一些注意事项和进一步待研究的问题。

## 1 初始因子与旋转后因子的异同

为便于得出初始因子与旋转后因子的异同, 先给出初始因子与旋转后因子的有关新结论。

设  $X=(x_1, \dots, x_p)'$  为正向化、标准化随机向量 ( $p \geq 2$ );  $R$  为变量  $X$  的相关系数矩阵,  $(x_{ij})_{n \times p}$  为样本观测矩阵,  $r = \text{秩}(R) \leq p$ ; 因子  $Z_m = (z_1, \dots, z_m)'$ ,  $m \leq r$ , 误差因子  $Z_e = (z_{m+1}, \dots, z_r)'$ ; 因子载荷阵  $B_m = (b_{ij})_{p \times m}$ , 误差因子载荷阵  $B_e = (b_{ij})_{p \times (r-m)}$ ; 因子  $z_j$  对  $X$  的方差贡献  $v_j = \sum_{i=1}^p b_{ij}^2$ ,  $j=1, \dots, r$ 。

### 1.1 因子分析模型 L [8]

求  $(B_m, B_e)$ ,  $Z_r = (Z_m', Z_e')$ , 使  $X = B_r Z_r = B_m Z_m + B_e Z_e$ ,  $\text{Var} Z_r = I_r$ , 达到最大(降维的自然要求),  $m \leq r$ 。其中  $m$  的选取以因子  $Z_m$  对  $X$  有代表性为前提,  $B_e Z_e$  称为误差项(随  $m$  的不同产生的变异)。

设  $R$  的非零特征值为  $\lambda_1, \dots, \lambda_r$ ,  $\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_r$  ( $\lambda_i$  达到降序排列最大化),  $A_r = (a_{ij})_{r \times r} = (\alpha_1, \dots, \alpha_r)$ 。这里  $R \alpha_i = \lambda_i \alpha_i$ ,  $i=1, \dots, r$ ,  $A_r' A_r = I_r$  (单位阵), 记  $\text{diag}(c_1, \dots, c_k)$  是以  $c_1, \dots, c_k$  为对角元素的对角矩阵。

### 1.2 定理 1 [8] 因子分析的解是标准化主成分及其载荷阵

即  $Z_r = [(Z_m^0)', \varepsilon_0']'$ ,  $B_r = (B_m^0, B_e^0)$ ,  $v_j = \lambda_j$ ,  $j=1, \dots, r$  ( $v_j$  达到降序排列最大化), 其中  $B_m^0 = (\alpha_1 \lambda_1^{-1/2}, \dots, \alpha_m \lambda_m^{-1/2})$ ,  $B_e^0 = (\alpha_{m+1} \lambda_{m+1}^{-1/2}, \dots, \alpha_r \lambda_r^{-1/2})$ ,  $Z_m^0 = \text{diag}(\lambda_1^{-1}, \lambda_2^{-1}, \dots, \lambda_m^{-1}) (B_m^0)' X$ ,  $\varepsilon_0 = \text{diag}(\lambda_{m+1}^{-1}, \dots, \lambda_r^{-1}) (B_e^0)' X$ 。

$Z_m^0$  称为初始因子,  $B_m^0$  称为初始因子载荷阵,  $\varepsilon_0$  称为误差公因子,  $B_e^0$  称为误差公因子载荷阵。

### 1.3 定理 2 因子分析模型 L 的解可旋转

设  $C$  为  $B_m^0$  的方差最大化正交旋转矩阵, 方差最大化正交旋转后的精确解是标准化主成分及其载荷阵的正交旋转, 即

$$Z_r = [(C Z_m^0)', \varepsilon_0']', B_r = (B_m^0 C, B_e^0), \sum_{j=1}^m v_j = \sum_{j=1}^m \lambda_j, v_j = \lambda_j, j=m+1, \dots, r。$$

其中  $Z_m^0, \varepsilon_0, B_m^0, B_e^0$  同定理 1。

$C Z_m^0$  称为旋转后因子, 记为  $Z_m^c$ ,  $B_m^0 C$  称为旋转后因子载

荷阵,记为  $B_m^c z_i^c$  对  $X$  的方差贡献记为  $v_i^c$ 。

#### 1.4 初始因子、旋转后因子的异同

相同之处:都是降维、可消除相关性的方法,方差都为 1;都是  $X$  的线性变换;前  $m$  个因子对  $X$  的累计方差贡献和相同、是最大化的;误差项都为  $B_e^0 \varepsilon_0$ ;解决问题的步骤基本一致。

不同之处:最大化方向、载荷阵、对  $X$  的方差贡献、综合因子及方差、应用条件等 13 项见表 1。

由表 1 有:初始因子与旋转后因子显著的不同是旋转。事实上,旋转使因子对变量  $X$  的方差贡献发生变化,导致初始因子与旋转后因子取值不同,综合因子的因子权数发生变化,  $\text{Var } z_{\text{综}}^0 > \text{Var } z_{\text{综}}^c$ ,这肯定了初始因子与旋转后因子的计量值不同。

结论:初始因子与旋转后因子两种解计量值不同,计量值混淆是绝对性错误。

## 2 异同的实证

例 1:2001 年广东卷烟工业企业广州卷烟一厂、广州卷烟二厂、韶关卷烟厂、南雄卷烟厂、梅州卷烟厂、南海卷烟厂、湛江卷烟厂和廉江卷烟厂( $n=8$ )的经济效益变量为: $x_1$ 总资产贡献率、 $x_2$ 资本保值增值率、 $x_3$ 资产负债率、 $x_4$ 流动资产周转率、 $x_5$ 成本费用利润率、 $x_6$ 全员劳动生产率、 $x_7$ 产品销售率( $p=7$ ),数据见表 2。对这些企业作经济效益综合评价。

#### 2.1 初始因子分析的实证

(1)正向化数据为表 2(将  $X_3$  正向化,公式为:  $-X_3$ ;中性指标  $X_7$  正向化,公式为:

$$\begin{cases} [x_{ij} - \min_i(x_{ij})] / [E_j - \min_i(x_{ij})] E_j \geq x_{ij} \\ [\max_i(x_{ij}) - x_{ij}] / [\max_i(x_{ij}) - E_j] E_j \leq x_{ij} \end{cases}$$

$E_j$  为公认最好的中性值,这里  $E_j=1$ ,其余是正向的。

(2)因子分析模型  $L$ (见 1.1)

表 2

原始数据正向化数据

卷烟企业	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
广州一厂	92.32	116.97	-29.95	2.9	15.49	983214	0.9333
广州二厂	109.41	130.01	-21.76	2.83	48.71	1575552	0.4667
韶关厂	60.01	131.38	-20.35	2.22	5.27	592871	1
南雄厂	29.89	99.96	-64.44	1.19	-1.11	130144	0
梅州厂	58.95	106.58	-55.62	2.08	1.9	353705	1
南海厂	76.04	117.99	-51.94	2.1	13.72	518535	0.9633
湛江厂	39.43	100.34	-53.8	2.03	0.15	405007	1
廉江厂	13.96	100.19	-86.32	0.55	1.04	58415	0

数据来源:梁琴,主成分分析法在企业经济效益综合评价中的应用[J].数学的实践与认识,2002 年第 5 期。

(3)启用 SPSS11.0 软件 Factor 过程进行因子分析,输入例 1 正向化表 2 的数据,得特征值表 3,初始因子载荷阵表 4,旋转后因子载荷阵表 5。

(4)表 4 的  $B_m^0$  与表 5 的  $B_m^c$  比较,  $B_m^0$  每列系数绝对值较往 0、1 两极分化,故使用初始因子(Rotation 后选择 None)。

(5)根据表 4 每行至少有一个绝对值足够大的元素  $b_{ij}^0$  表明变量  $x_i$  与因子  $z_i^0$  有显著相关的最小列数,确定因子个数  $m=2$ ,此时累计贡献率为 91.563%。

(6)因子的命名与正向化:初始因子设为  $z_1^0, z_2^0$ ,根据表 4,因子  $z_1^0$  与  $x_1$  总资产贡献率、 $x_2$  资本保值增值率、 $x_3$  资产负债率、 $x_4$  流动资产周转率、 $x_5$  成本费用利润率、 $x_6$  全员劳动生产率有较大相关性,故  $z_1^0$  称为内部效益因子;因子  $z_2^0$  与  $x_7$  产品

表 1

初始因子与旋转后因子的不同

区别项目	初始因子	旋转后因子
解表示	$Z_m^0 = (z_1^0, \dots, z_m^0) = \text{diag}(\lambda_1^{-1}, \lambda_2^{-1}, \dots, \lambda_m^{-1}) (B_m^0)^{-1} X$	$Z_m^c = C Z_m^0 = (z_1^c, \dots, z_m^c)$
载荷阵	$B_m^0 = (b_{ij}^0)_{p \times m} = (b_1^0, \dots, b_m^0) = (\alpha_1 \lambda_1^{1/2}, \dots, \alpha_m \lambda_m^{1/2})$	$B_m^c = B_m^0 C = (b_{ij}^c)_{p \times m} = (b_1^c, \dots, b_m^c)$ , $B_m^0$ 同左。
最大化	对 $X$ 的方差贡献 $\lambda_i$ 达到降序排列最大化。	$B_m^c$ 中每列元素的绝对值足够向 0、1 两极分化。
旋转	未旋转。	已旋转, $C$ 为 $B_m^0$ 方差最大化正交旋转矩阵。
载荷阵正交性	正交, $(B_m^0)^{-1} B_m^0 = \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_m)$	不正交, $(B_m^c)^{-1} B_m^c = C \text{diag}(\lambda_1, \dots, \lambda_m) C$
对 $X$ 的方差贡献	$\lambda_i$	$v_i^c = \sum_{k=1}^p (b_{ki}^c)^2, v_i^c \neq \lambda_i$ , 通常 $v_1 > \dots > \lambda_1$
相关系数	$r_{x_i x_j}^0 = \lambda_i^{-1/2} a_{ij}, \alpha_j = (\alpha_{1j}, \dots, \alpha_{pj})$	$r_{x_i x_j}^c = b_{ij}^c$
规则 1: $m$ 的选取	以 $B_m^0$ 每行至少有一个元素绝对值最靠近 1(建议 $\geq 0.6$ )中的最小列数确定是更好的 <sup>[8]</sup> 。	以 $B_m^c$ (多计算几个结果)每行至少有一个元素绝对值最靠近 1(建议 $\geq 0.6$ )中的最小列数确定是更好的。
规则 2: 应用条件	$B_m^0$ 中每列元素的绝对值足够向 0 或 1 两极分化。	$B_m^c$ 中每列元素的绝对值足够向 0 或 1 两极分化 <sup>[5]</sup>
命名	用 $B_m^0$ 第 $i$ 列 $b_i^0$ 绝对值大的对应变量归为 $z_i^0$ 一类,并由这类变量的意义对 $z_i^0$ 命名。	用 $B_m^c$ 第 $i$ 列 $b_i^c$ 绝对值大的对应变量归为 $z_i^c$ 一类,并由这类变量的意义对 $z_i^c$ 命名 <sup>[5]</sup> 。
正向化	如果 $b_i^0$ 是正向的, $z_i^0, b_i^0$ 不变符号;如果 $b_i^0$ 是逆向的, $z_i^0, b_i^0$ 同时乘上负号。	如果 $b_i^c$ 是正向的, $z_i^c, b_i^c$ 不变符号;如果 $b_i^c$ 是逆向的, $z_i^c, b_i^c$ 同时乘上负号。
样品值矩阵	$H_m^0 = (x_{ij})_{n \times p} B_m^0 \text{diag}(\lambda_1^{-1}, \lambda_2^{-1}, \dots, \lambda_m^{-1}) (b_{ij}^0)_{p \times m}^{-1}$	$H_m^c = H_m^0 C = (h_{ij}^c)_{n \times p} = (x_{ij})_{n \times p}$ 为样本观测阵。
综合评价函数及方差	$z_m^0 = \sum_{i=1}^m (\lambda_i / k) z_i^0$ $\text{Var } z_m^0 = \sum_{i=1}^m (\lambda_i^2 / k^2) \kappa = p$ 或 $\lambda_1 + \dots + \lambda_m$ 通常 $\text{Var } z_m^0 > \text{Var } z_m^c$ (见右), 即 $\text{Var } z_m^0$ 的取值范围通常比 $\text{Var } z_m^c$ 大。	$z_m^c = \sum_{i=1}^m (v_i^c / k) z_i^c$ , $v_i^c \neq \lambda_i$ (判据之一), $\text{Var } z_m^c = \sum_{i=1}^m (v_i^c)^2 / k^2, \kappa = p$ 或 $\lambda_1 + \dots + \lambda_m$ (旋转后因子对 $X$ 的方差贡献从 $\lambda_i$ 变为 $v_i^c$ , 因此权数应取为 $v_i^c / \kappa$ )。

表 3 特征值

	方差	比率	累计率
1	5.249	74.983	74.983
2	1.161	16.580	91.563

表 4 初始因子载荷阵

	Component	
	1	2
x1	0.965	-0.063
x2	0.872	-0.045
x3	0.929	0.156
x4	0.939	0.252
x5	0.812	-0.546
x6	0.940	-0.288
x7	0.520	0.828

表 5 旋转后因子载荷阵

	Component	
	1	2
x1	0.872	0.417
x2	0.783	0.387
x3	0.734	0.590
x4	0.695	0.679
x5	0.975	-0.079
x6	0.961	0.209
x7	0.094	0.977

销售率有较大相关性,故称  $z_2^0$  为外向效益因子。 $z_1^0$  与  $z_2^0$  为正向的。

(7)从表 6 得因子函数( $ZX_i$  是  $X_i$  的正向化、标准化变量):

$$z_1^0 = 0.184ZX_1 + 0.166ZX_2 + 0.177ZX_3 + 0.179ZX_4 + 0.155ZX_5 + 0.179ZX_6 + 0.1ZX_7$$

$$z_2^0 = -0.054ZX_1 - 0.039ZX_2 + 0.134ZX_3 + 0.218ZX_4 - 0.47ZX_5 - 0.248ZX_6 + 0.714ZX_7$$

(8)以初始因子贡献率为权数构造综合因子函数:

$$z_{\text{综}}^0 = 0.74983z_1^0 + 0.1658z_2^0 (\text{Var } z_{\text{综}}^0 = 0.5897)$$

(9)计算各企业因子值、综合因子值及排名见表 7。

(10)将表 6 中无相关性的数据  $z_1^0$ 、 $z_2^0$  作系统聚类分析,用欧氏距离、类平均法,取阈值为 0.75,企业分为如下四类:

第一类:广州卷烟二厂;

第二类:广州卷烟一厂、韶关卷烟厂、南海卷烟厂;

第三类:梅州卷烟厂、湛江卷烟厂;

第四类:南雄卷烟厂、廉江卷烟厂。

(11)结合聚类分析结果、表 6、表 7、表 2 进行第一类、第三类(其余类似)综合实证,提出建议。

评价中注意表 6: $x_5$  成本费用利润率既对内部效益因子  $z_1^0$  是好影响(影响系数为 0.155),又对外向效益因子  $z_2^0$  有较大的负影响(影响系数为-0.47)。

第一类:广州卷烟二厂,综合效益

$z_{\text{综}}^0$  排名为第 1(0.902),其中内部效益

因子  $z_1^0$  得分值最高(1.5671)排名为第

1,优势明显,但外向效益因子  $z_2^0$  (-1.646)为第 8,取值远低于平均水平,

原因为  $x_5$  成本费用利润率取值最高(48.71)、 $x_7$  产品销售率取值 (0.4667)列

表 6 初始因子系数矩阵

	Component	
	1	2
x1	0.184	-0.054
x2	0.166	-0.039
x3	0.177	0.134
x4	0.179	0.218
x5	0.155	-0.470
x6	0.179	-0.248
x7	0.099	0.714

表 7 初始因子、综合初始因子值及排名

卷烟企业	$z_1^0$	序	$z_2^0$	序	$z_{\text{综}}^0$	序
广州二厂	1.5671	1	-1.646	8	0.902	1
广州一厂	0.8347	2	0.36893	5	0.687	2
韶关厂	0.5301	3	0.84005	3	0.537	3
南海厂	0.2231	4	0.37241	4	0.229	4
梅州厂	-0.2144	5	0.88295	2	-0.01	5
湛江厂	-0.4004	6	0.95491	1	-0.14	6
南雄厂	-1.0650	7	-0.734	6	-0.92	7
廉江厂	-1.4752	8	-1.039	7	-1.28	8

第 6,属于利润高销售较弱的情况,这使得综合后内部效益因子  $z_1^0$  得分值从最高(1.5671\*0.75=1.175)被抵减(1.646\* 0.1658=0.273),综合效益  $z_{\text{综}}^0$  成为 0.902,万不可小视。

建议:广州卷烟二厂应继续保持发挥  $x_1$  总资产贡献率、 $x_2$  资本保值增值率、 $x_3$  资产负债率、 $x_4$  流动资产周转率、 $x_5$  成本费用利润率、 $x_6$  全员劳动生产率(内部效益因子  $z_1^0$ )已有优势的条件下,加强销售力度,提高  $x_7$  产品销售率(外向效益因子  $z_2^0$ ),定能进一步提高综合效益,增强竞争力。

第三类:梅州卷烟厂、湛江卷烟厂,综合效益  $z_{\text{综}}^0$  排名依次为第 5(-0.01)、第 6(-0.14),取值低于平均水平,其中内部效益因子  $z_1^0$  排名依次为第 5(-0.2144)、第 6(-0.4004),取值低于平均水平,外向效益因子  $z_2^0$  排名依次为第 2(0.883)、第 1(0.955),取值远高于平均水平,这一原因为原始数据  $x_5$  成本费用利润率分别取值 1.9(第 5)、0.15(第 7)、 $x_7$  产品销售率均为第 1,即该类企业做到了薄利促销。

建议:梅州卷烟厂、湛江卷烟厂应明确已有差距、挖掘内部管理与产品质量潜力,在既抓好自身已有立足的前提下,向省内外卷烟企业优点学习,提高综合经济效益。

## 2.2 旋转后因子分析的实证

原始正向化数据、有关计算结果见表 2、表 8、表 5、表 9、表 10。

以旋转后因子贡献率为权数构造综合因子函数:

$$z_{\text{综}}^c = 0.6102z_1^c + 0.3055z_2^c$$

$$\text{Var } z_{\text{综}}^c = 0.4656 < \text{Var } z_{\text{综}}^0 = 0.5897$$

由表 5,旋转后因子命名不清晰,不适宜应用旋转后因子进行分析和评价。

从以上初始因子与旋转因子实证的比较有:初始因子与变量的相关性较高,因子命名较清晰,便于抓住主要问题进行决策相关性分析。即应用初始因子进行实证分析效果较好。

## 3 注意事项

(1)因子分析应用中,使用具有结构简单、特性好、使用方便等优势因子分析模型 L 及其解;

(2)初始因子与旋转后因子显著的不同是旋转,故两者解的计量值不能混淆。

(3)因子个数的选取以表 1 中规则 1 确定更好;

(4)何时使用旋转后因子、初始因子由以表 1 中结构简化规则 2 确定更好。

## 4 待研究的问题

(1)以因子分析为基础的对应分析法<sup>[4]</sup>如何完善。

表 8 旋转后方差贡献

	方差	比率	累计率
1	4.271	61.018	61.018
2	2.138	30.545	91.563

表 9 旋转后因子系数矩阵

	Component	
	1	2
x1	0.187	0.043
x2	0.164	0.048
x3	0.089	0.204
x4	0.050	0.277
x5	0.365	-0.334
x6	0.278	-0.129
x7	-0.263	0.671

# 多元时序和滞后协整混合模型

王 红<sup>1</sup>,童恒庆<sup>2</sup>

(1.湖北工业大学 工程技术学院,武汉 430068;2.武汉理工大学,武汉 430070)

**摘 要:**文章将滞后分析、时序分析、滞后协整分析进行有机整合,建立了多元时序和滞后协整混合预测模型;此外,还提出了反映不同时期向量序列之间协整关系的滞后协整的概念,滞后协整概念的提出能为预测和决策提供更为广阔的思考空间。

**关键词:**多元时序和滞后协整混合模型;多元时间序列;滞后协整

中图分类号:F201

文献标识码:A

文章编号:1002-6487(2008)19-0024-02

在以往的预测研究中,通常要么考虑利用变量自身的历史信息,建立时间序列模型对目标变量进行预测;要么利用经济变量之间相互关系,建立回归模型进行预测。但是在实际经济系统中,经济变量往往既受到自身历史信息的影响,又会与其他经济变量相互联系,有的甚至与其他经济变量过去或将来的某一时刻的关系更为密切。这时单单用一种模型进行预测显然是不足的。

本文将滞后分析、时序分析、滞后协整分析进行有机整合,建立了多元时序和滞后协整混合预测模型。运用此方法建立多元时序和滞后协整混合模型进行预测克服了预测时仅仅局限于已有的样本观测值的缺陷,可以利用变量自身时间序列向前推移多期的值,根据实际需要可以对因变量进行向前多期点预测和区间预测。

## 1 模型构建

具体建模时,首先对参与模型的各经济变量进行

滞后分析;然后是变量间的时序分析和滞后协整分析;最后进行综合分析,建立多元时序和滞后协整混合模型。建模流程如图1所示。

### 1.1 滞后分析

在实际经济系统中,经济变量既受到自身历史信息的影响,又会与其他经济变量相互联系,有的甚至与其他经济变量过去或将来的某一时刻的关系更为密切。考虑到上述情况,本文在进行建模时对经济变量进行了滞后分析,以确定

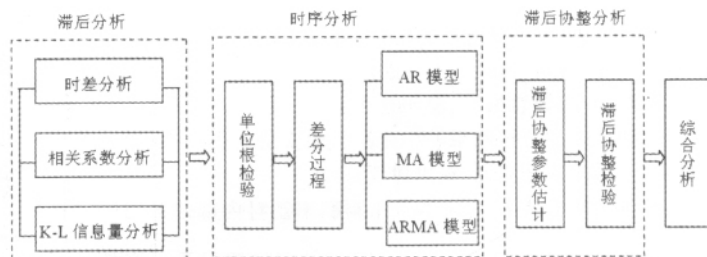


图1 多元时序和滞后协整混合模型建模流程

表 10 旋转后因子、旋转后综合因子得分值及排名

卷烟企业	$z_1^0$	序	$z_2^0$	序	$z_{12}^0$	序
广州二厂	2.17186	1	-0.6695	6	1.121	1
广州一厂	0.54769	2	0.72997	2	0.557	2
韶关厂	0.05163	3	0.99198	1	0.335	4
南海厂	0.01247	4	0.43393	5	0.140	3
梅州厂	-0.61881	6	0.66532	3	-0.17	5
湛江厂	-0.81619	8	0.63717	4	-0.30	6
南雄厂	-0.57008	5	-1.161	7	-0.70	7
廉江厂	-0.77857	7	-1.628	8	-0.97	8

(2)构造方程模型<sup>[2]</sup>与因子分析如何更好地结合应用。

(3)因子正负符号的确定(有序性)如何完善。

(4)定量与定性相结合的因子分析综合评价步骤结果如何进行必要的规范性综述。

(5)SPSS 等软件计算结果有时会出现初始因子载荷阵命名效果比旋转后因子载荷阵好的何原因。

(6)初始因子与主成分分析哪个方法更合理。

### 参考文献:

- [1]WJi-Qian F,et al. Medical Statistics and Computer Experiments[M]. 3th ed.Singapore:World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd,2005.
- [2]Richard A.Johnson Dean W.Wichern. Applied Multivariate Statistical Analysis(5th Ed)[M].China Statistics Press.2003.
- [3]卢纹岱等,吴喜之的审校.SPSS for Windows 统计分析(第3版)[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [4]于秀林,任雪松编著.多元统计分析[M].北京:中国统计出版社.1999.
- [5]李宝仁,王振蓉.我国上市公司盈利能力与资本结构的实证分析[J].数量经济技术经济研究,2003,(12).
- [6]梁零.运用多元统计分析法综合评价广东烟草工业经济效益[J].数学的实践与认识,2003,(10).
- [7]林海明,王翊.因子分析模型 L 及其解是更好的[J].统计研究,2007,(8).
- [8]林海明.对主成分分析法运用中十个问题的解析.统计与决策(理论版),2007,(8).

(责任编辑/亦 民)