

基于时序多目标方法的主权信用违约风险研究^①

寇纲¹, 娄春伟¹, 彭怡¹, 石勇^{2,3}

(1. 电子科技大学经济与管理学院, 成都 610054; 2. 中国科学院研究生院管理学院, 北京 100080;
3. 美国内布拉斯加大学信息科学与技术学院, 奥马哈 NE 68182)

摘要: 次贷危机所引发了冰岛、希腊等国主权债务危机使我们更加关注传统主权信用评级系统的滞后性问题. 提出基于时间序列的多目标决策模型, 通过对 1990—2006 年间 32 个国家相关经济数据的分析, 得到各国主权信用风险效用值的排序. 通过聚类分析得到高风险国家簇, 该结果与 2007 年美国次贷危机爆发后发生主权信用违约事件的国家一致, 表明该模型具有良好的预测性能, 文章最后对模型进行了敏感性分析.

关键词: 多目标决策; 主权信用违约风险; 层次分析法; 熵权; 聚类分析

中图分类号: F062.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2012)04-0081-07

0 引言

2007 年美国次级抵押贷款危机迅速席卷了全世界的金融市场, 各类型的金融机构都卷入了这场自 1930 年大萧条以来最严重的金融危机. 回顾危机的发生、发展和演变过程, 在经济和金融全球化、一体化的浪潮下, 金融危机已经不再是传统的模式, 变得更为多样, 融入到世界经济的各个环节之中^[1]. 复杂金融的出现, 使得金融创新与金融监管的博弈更为激烈, 银行间通过交叉持有债券, 在满足了《新巴塞尔协议》中对资本充足率的要求, 但仍然加大了系统风险^[2]. 伴随着现代金融与计算机技术的发展, 以主权信用违约为代表的国家风险变得更复杂, 更难于识别, 成为我国企业国际化过程中所面临的主要风险之一^[3]. 根据 Cosset^[4] 等的研究, 国家主权信用风险被定义为一个国家不能以外币向外国借贷人按期足额支付其外债的可能性. 传统国家风险评级可分为定性分析与定量分析两大流派, 定性分析以结构型报告为主, 具有标准的分

析框架和结构化内容. 定量研究的代表有 Jüttner 和 McCarthy, 他们选取 13 个经济变量的模型, 对全部市场和新兴市场、亚洲金融危机前后的国家风险分别进行了实证研究^[5]; 张金水等采用实际 GDP 增长率、外债、汇率等 4 个指标, 运用非线性变量的 Logit 模型对国家风险进行了研究^[6]. 实证研究结果表明通过宏观经济指标可对主权信用违约风险进行评估.

现实中, 穆迪、标普、惠誉结合定性与定量分析计算国家风险评级; 以 EIU (economist intelligence unit) 等为代表国际机构则是采用评分卡方法, 对影响国家风险大小的因素逐一打分以获得国家风险的大小排序^[7]. 但该方法存在评级滞后效应, 一方面评级机构不能及时对违约风险做出预警, 另一方面下调评级进一步加剧了危机的恶化. 由于传统方法难以有效地实现预警, 研究人员开始考虑采用新兴学科的方法进行定量分析预测主权信用违约风险, 如 UTADIS^[8] 方法, 神经网络, 机器学习, 模糊集和粗糙集等.

① 收稿日期: 2011-08-26; 修订日期: 2011-10-09.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70901011; 71173028); 教育部人文社科资助项目(09XJC630002).

作者简介: 寇纲(1975—), 男, 吉林人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: kougang@yahoo.com

Mondt 和 Despontin^[19] 于 1976 年提出了多目标线性规划——微扰法评价国家主权信用风险. Tang 和 Espinal^[10] 开发了多属性决策模型评估国家主权信用风险. 本研究在借鉴以往研究成果的基础上, 将时间序列与多目标决策方法相结合评估主权信用违约风险. 本文的创新之一是以国家历史宏观经济指标为基础分析, 对国家风险进行量化评估、排序, 并通过聚类得出风险最高的一类; 创新之二是运用二次加权的方法, 对时间序列数据做二次加权处理, 将时间因素融入模型, 考虑危机的累积效应, 从而提高模型预测的准确率.

1 多目标决策方法与主权信用违约评估

多目标决策方法在国家主权信用违约评估中的运用由来已久, Roy^[11] 将国家主权信用违约风险的多目标决策问题分为选择、分类、排序三大主要问题, 国家主权信用违约可根据国家风险的大小排序进行预测. TOPSIS 方法是多目标决策分析中一种有效的排序方法, 又称为优劣解距离法, 该方法减少了因评价者的不同或偏好的不同而引起的评价结果的不一致性. TOPSIS 方法由 Hwang^[12] 于 1981 年提出, 其基本原理是通过检测评价对象与最优解、最劣解的距离来进行排序. 所谓理想解是一设想的最优的解, 而负理想解是一设想的最劣的解. 排序规则是把各备选方案与理想解和负理想解之间的“距离”做比较, 若评价对象最靠近最优解同时又最远离最劣解, 则为最好, 反之则为最差. TOPSIS 方法已经被用于信用评估, 例如: 张目等^[13] 运用 TOPSIS 方法构建了企业信用评估模型并进行了实证检验. 综合已有的研究成果, 本文作者设计了图 1 的计算模型用以评估国家信用违约风险.

本模型的创新之一就是将与 TOPSIS 方法相结合, 构建了基于时间维度的 TOPSIS 模型, 简称动态 TOPSIS 模型, 模型计算分为以下四步:

第一 构建由 n 个评价指标 m 个评价对象的初始矩阵

$$X = (x_{ij})_{m \times n}$$

在现实世界中, 评价指标之间往往存在各种不同的单位和数量级. 标准化处理将消除不同指标在单位、量级上的差异信息. 对本研究中选用的指标采用下列公式做标准化处理.

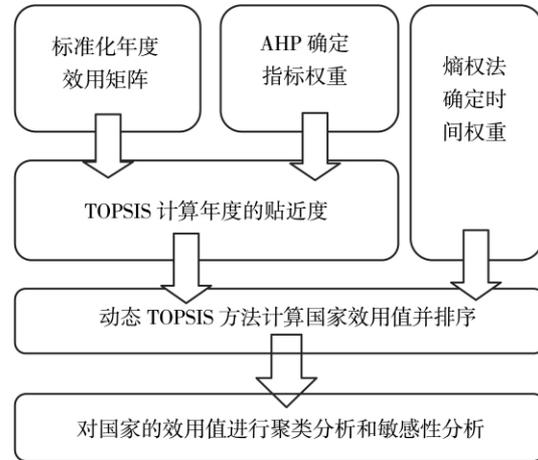


图 1 模型计算流程

Fig. 1 Computing process of the model

对于效益型指标

$$u_{ij}(x_{ij}) = \frac{x_{ij} - \min_i \{x_{ij}\}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}}$$

对于成本型指标

$$u_{ij}(x_{ij}) = \frac{\max_i \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_i \{x_{ij}\} - \min_i \{x_{ij}\}}$$

由此得到标准化矩阵

$$U = (u_{ij})_{m \times n}$$

标准化矩阵具有以下特征: 1) 所有的指标值都在 $[0, 1]$ 之间; 2) 指标标准化后, 值越大越好, 1 为最好 0 为最差; 3) 标准化后各类数量指标之间可以通过比较其效用值来判定其优劣程度.

第二, 确定评价指标权重:

用层次分析法 AHP(analytic hierarchy process) 确定各个评价指标之间的权重. AHP 方法是人类对复杂问题层次结构理解的形式化, 由 Saaty^[14] 首先提出, 是解决复杂多目标决策问题的常用方法之一, 该方法以其简洁、易懂、易用等优势为大家所接受而受到广泛重视. 研究表明使用 AHP 方法对复杂问题的递阶层次结构分析更具鲁棒性^[15]. AHP 方法是将所选指标进行两两比较, 得到其重要性比较矩阵, 矩阵中以 1-9 的数值大小代表其重要性, 具体数值含义

如表 1.

表 1 AHP 赋值及对应含义
Table 1 Value and meaning of the AHP

数值	含义
1	一样重要
3	重要
5	很重要
7	非常重要
9	极其重要
2/4/6/8/	分别对应不同重要性之间

由于 AHP 方法中的判别矩阵是通过指标间两两相互比较得到,所以可能出现由于人为主观性导致评价结果的不一致.为解决评价结果的不一致性, Saaty 提出了一致性检验的方法.

首先计算判断矩阵的一致性指标 CI (consistency index)

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

其中 λ_{\max} 是判断矩阵的最大特征根, n 为判断矩阵的阶数.

计算一致性比例 CR (consistency ratio)^[16]

$$CR = CI/RI$$

其中 RI 是平均随机一致性指标^[17]. 当一致性参数 CR 小于 0.1 时,认为判别矩阵通过一致性检验,才能接受该评价矩阵^[18].

第三 加权标准化矩阵:

依据上述第一、第二步得到标准化矩阵和相应指标的权重值,得到加权标准化矩阵

$$V = \begin{pmatrix} w_1 u_{11} & \cdots & w_n u_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 u_{m1} & \cdots & w_n u_{mn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & \cdots & v_{mn} \end{pmatrix}$$

根据标准化矩阵的特性和 TOPSIS 模型的定义,正理想解由每列的最大值构成,而负理想解由每列的最小值构成,由此定义得到以下正、负理想解为

$$V^+ = [v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+]$$

$$V^- = [v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-]$$

其中

$$v_j^+ = \max_i \{v_{ij}\}, v_j^- = \min_i \{v_{ij}\}$$

从上述定义可得各方案到正理想解的距离 L^+ 、负理想解的距离 L^- 的计算公式如下

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n)$$

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

$$(i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n)$$

理想解贴近度 C_i 定义为

$$C_i = L_i^- / (L_i^+ + L_i^-) \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

由理想解的贴近度定义可知,理想解的贴近度表示各方案到理想解的相对距离,理想解的贴近度取值在 0 和 1 之间,且值越大表明结果越优.

第四 考虑时间维度的处理:

金融危机的爆发是逐步累积的过程,因此必须考虑时间累积效应.运用熵权法确定时间的权重,对时间向量进行加权处理,以实现数据降维,减少高维数据带来的维数灾难,曾经有学者用模糊聚类的方法进行高维数据降维的处理^[19].

熵原本是热力学的概念,伴随信息论的发展,在管理学界得到广泛的应用.熵是对系统状态不确定性的一种度量.熵权法兼顾了样本点本身的客观信息,通过各评价对象在各个时间点上数据的总离差平方和来体现它们的差异,当离差平方和最大时,权重系数矩阵的代表性最好.熵权法不仅反映了各评价对象在某一时间上的差异,也反映了在所有时间点上各被评价对象的差异^[20].根据上述思想和信息熵权的定义,得到以下规划

$$\max \left[- \sum_{k=1}^p w_k \ln w_k \right]$$

s. t.

$$\lambda = - \sum_{k=1}^p \frac{p-k}{p-1} w_k$$

$$\sum_{k=1}^p w_k = 1, w_k \in [0, 1]$$

$$k = 1, 2, \dots, p$$

上述公式中 w_k 为各个时期的权重值, k 表示时期数, λ 表示时期重要性,取值在 $[0, 1]$ 之间,如 $\lambda = 0.9$ 时表示非常重视远期数据; $\lambda = 0.5$ 时表示各时期的数据具有一样的重要性; $\lambda = 0.1$ 时表示非常重视近期数据.根据主权信用违约风险的特点:越接近违约发生的时点,数据越重要,因此取 $\lambda = 0.1$, p 为时期数,这里取自 1990 年至 2006 年,即 $p = 17$.求解上述规划得到各年度的权重 $w = (0.0002, 0.0003, 0.0004, 0.0007, 0.0012,$

0.001 9 ,0.003 ,0.004 9 ,0.008 ,0.013 ,0.021 ,
0.034 ,0.055 3 ,0.089 9 ,0.145 6 ,0.236 6 ,0.384) .

2 实证分析

美国金融市场的次级抵押贷款是此次全球金融危机的始作俑者^[21]. 金融危机的爆发给欧洲和美洲等发达国家造成了极大的影响. 与历史上的其他经济危机不同,此次危机源自世界上最发达的美国金融市场,通过现代化的全球金融交易平台和日益紧密的经济联系迅速传播,发达国家是此次危机的主要受损对象. 基于此次危机的这一特性,在本研究中,主权信用违约风险的研究目标集中在发达国家和新兴市场国家,选取世界银行公布的 32 个国家,其中 17 个欧洲国家,7 个亚洲

国家,6 个美洲国家和 2 个澳洲国家. 研究期间为 1990 年至 2006 年,一共 17 年. 为了检验所提出方法的先验性,2007 年次贷危机爆发后的数据没有包括在本研究中. 综合国内外已有的研究成果^[22-24],本文选取以下 5 个效益型经济指标: 1. 经常性账户占 GDP 百分比 (current account balance % of GDP); 2. 出口年平均增长率 (export of growth rate); 3. 国外直接投资 (foreign direct investment); 4. 人均 GDP (GDP per capita ppp); 5. 人均 GDP 平均年增长率 (GDP per capita growth rate),以及 1 个成本型经济指标: 6. 进口年平均增长率 (imports of growth rate) 作为国家信用违约评价指标. 根据本模型提出的动态 TOPSIS 模型计算得到这些国家的效用值贴近度,其排序结果见表 2.

表 2 国家效用值贴近度排序

Table 2 Ordering by the utility value of countries

序号	国家	贴近度	序号	国家	贴近度
1	Iceland	0.224	17	India	0.499
2	New Zealand	0.290	18	Austria	0.501
3	Spain	0.308	19	Canada	0.525
4	Romania	0.319	20	Indonesia	0.529
5	Greece	0.323	21	Israel	0.544
6	U. S. A	0.348	22	Japan	0.550
7	Turkey	0.359	23	Denmark	0.564
8	Australia	0.362	24	Germany	0.568
9	U. K.	0.424	25	Belgium	0.570
10	Poland	0.425	26	Argentina	0.574
11	Ireland	0.431	27	Sweden	0.658
12	Italy	0.434	28	Finland	0.663
13	Colombia	0.442	29	China	0.668
14	Mexico	0.450	30	Malaysia	0.675
15	France	0.465	31	Switzerland	0.760
16	Brazil	0.497	32	Norway	0.807

表 2 中的贴近度表示各个国家信用违约风险的效用值大小及排序,根据 TOPSIS 模型对贴近度的定义,上述数值大小也表明了上述 32 个国家主权信用违约的可能性:数值越小,越容易发生违约. 分析排序结果,对数值型结果按照违约风险的高低分为风险高、风险较高、风险中、风险低 4 类,对表 2 中的数值分别做 K 均值聚类、EM 聚类和 X-means 聚类分析,通过多种聚类分析以获取最优分类方法. 以下对各类聚类方法做简要阐述:

1) K 均值聚类以距离为聚类划分的依据,能最直接的划分出结果,对于事先确定的分类数,具有良好的分类效果;

2) EM 聚类通过反复优化初始分类模型以适合数据,并通过数据点存在分类中的概率,确定数据归属类.

3) X-means 聚类算法是在一个指定的聚类数范围内找到一个最优聚类数,现实聚类划分,使得聚类分析的结果更具合理性.

通过以上不同的聚类算法,对上述国家的风险排序做聚类,从聚类的结果中分辨对高风险国家的辨别程度。

聚类分析得到如下表 3 的结果。

从上述不同方法的聚类算法得到的结果可以看出,目标国家中风险最大的 8 个国家和风险最低的 6 个国家始终被聚为一类,证明本研究提出的动态 TOPSIS 模型具有良好的稳定性,而仅在较高风险和中等风险的国家聚类上出现差异。具有高的主权违约风险的国家,有较大可能出现主权

信用风险违约,需要进一步对其风险进行分析和防范。对比次贷危机后主权信用违约发生的实际情况,可以看到几乎与模型结果一致的情况:冰岛最早发生国家主权信用危机,导致国家破产;希腊依靠欧盟和 IMF 等国际借贷以期渡过危机;西班牙也被降低国家信用等级,次贷危机所表现出来的主权信用危机情况与本研究得到的结论一致,说明了本文提出动态 TOPSIS 模型针对此次美国爆发的次级抵押贷款危机而引发的全球金融危机具有较强的预测能力。

表 3 聚类分析

Table 3 Clustering analysis

Kmeans 聚类结果					X-means 聚类结果				
风险	高	较高	中	低	风险	高	较高	中	低
数量	8	7	11	6	数量	8	8	10	6
质心	0.316	0.439	0.538	0.705	质心	0.316	0.457	0.553	0.705
百分比	25%	22%	34%	19%	百分比	25%	25%	31%	19%
EM 聚类结果									
风险	高	较高	中	低					
数量	8	6	12	6					
均值	0.318	0.434	0.530	0.696					
方差	0.044	0.009	0.036	0.066					
百分比	25%	19%	38%	19%					

3 敏感性分析

敏感性分析是经济评价中常用的一种研究不确定性的方法。通过敏感性分析可以进一步研究动态 TOPSIS 模型的权重参数的临界值,寻找关键指标的变化区间,对模型参数的适用性进行分析,提高该模型的鲁棒性。本研究中采用属性权重区间研究法,讨论动态 TOPSIS 模型权重的稳定区间,即在保持国家风险效用值排序不变的情况下,属性权重允许变化的最大范围。由于本文的动态 TOPSIS 模型权重值是归一化的,因而当任意一个

变化时,必使其他权重系数发生改变,因此,利用摄动法对动态 TOPSIS 模型进行敏感性分析,即改变单一权重后,其他参数的权重随之改变。计算得到指标变量权重的稳定区间见表 4。

表 4 说明了本文所提出的动态 TOPSIS 模型的参数权重在以上区间变化时不会影响模型排序的结果,以国外直接投资 (foreign direct investment) 为例,权重值敏感性分析得到的区间为 $[0.08, 1]$,即这区间内的取值将不影响其国家主权信用风险排序,其经济含义是国外直接投资不会降低本国的主权信用风险,属于模型中的非敏感参数。

表 4 权重稳定区间

Table 4 Weight stabilizing range

参数	经常性账户占 GDP 百分比	出口年平均增长率	国外直接投资	进口年平均增长率	人均 GDP	人均 GDP 平均年增长率
区间	0.24 - 0.6	0.05 - 0.54	≥ 0.08	≤ 0.29	≤ 0.936	≤ 0.17

4 结束语

针对由美国次级抵押贷款危机所引发的全球经济危机,提出了运用时间序列的多目标决策方法,对国家主权信用违约风险进行了定量分析.经济危机的爆发一般存在时间的累积效应,因此在模型中考虑时间因素更符合经济社会的发展规律.首先针对此次危机的特点和已有的研究成果,确定相应的经济指标,然后运用 TOPSIS 方法计算国家风险效用值,并依据效用值的大小进行排序,接着运用多种聚类分析将国家按照违约风险的大小划为高风险、较高风险、中等风险和低风险4类,得到的高危国家的簇(效用值最低).最后对本文提出的基于时序多目标模型进行了敏感性分析,验证了该模型具有良好的区分性能,预测结果具有较强的稳定性.从历史数据

计算得到的结论与现实情况具有很强的一致性:在高风险簇中,除冰岛外,希腊、西班牙、土耳其等国均先后出现主权违约风险,时值今日处于较高风险类的爱尔兰和意大利也相继出现了债务危机的风险,而遭遇评级下调.因此认为应密切关注被列入高风险和较高风险的欧洲发达国家的主权信用风险,以应对国际投资风险.

本研究源自2007年美国次级抵押贷款危机所引发的国家主权信用违约,因此在指标选取上均依据此次金融危机的特点.针对不同类型的经济危机,选取不同经济指标,以调整模型的适用性,是提高模型预测能力和鲁棒性的主要途径.所提出的基于时序多目标组合的国家主权风险预测模型对其他类型的经济危机的预测效果,特别是对源自发展中国家的经济危机的预测准确性是未来研究的主要方向.

参考文献:

- [1] Lou C, Kou G. Data-oriented early warning indicators of financial crisis [C]//Proceeding of International Conference on Computer Sciences and Convergence Information Technology. IEEE, 2009, 11: 552-557.
- [2] 毕玉升, 林建伟, 任学敏, 等. 银行间互相持有次级债券的风险分析[J]. 管理科学学报, 2010, 5(13): 62-70.
Bi Yusheng, Lin Jianwei, Ren Xuemin, et al. Risk analysis on banks' reciprocal holdings of subordinated bonds [J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 5(13): 62-70. (in Chinese)
- [3] 张宗成, 彭元, 胡江华. 基于含权与时序博弈的我国企业境外衍生品风险大单的形成与控制[J]. 管理学报, 2009, 6(3): 373-377.
Zhang Zongcheng, Peng Yuan, Hu Jianghua. Formation and control of the risky large over-sea derivative orders by chinese enterprises-based on the implied option and timing game [J]. Chinese Journal of Management, 2009, 6(3): 373-377. (in Chinese)
- [4] Cosset J C, Siskos Y, Zopounidis C. Evaluating country risk: A decision support approach [J]. Global Finance Journal, 1992, 3(1): 79-95.
- [5] Jüttner D J, McCarthy J. Modelling a Rating Crisis [R]. Mimeo, Sydney: Macquarie University, 1998.
- [6] 连秀花, 张金水. 国家风险与重新安排债务的概率——亚洲5国的实证研究[J]. 统计研究, 2005, 22(10): 50-56.
Lian xiuhua, Zhang jinshui. Country risks and possibility of debt rearrangement: The experimental analysis of 5 Asian countries [J]. Statistical Research, 2005, 22(10): 50-56. (in Chinese)
- [7] 张金水, 连秀花. 国家经济风险评价模型的一种改进[J]. 清华大学学报, 2005, 20(6): 70-74.
Zhang Jinshui, Lian Xiuhua. An improvement to country economic risk assessment model [J]. Journal of Tsinghua University, 2005, 20(6): 70-74. (in Chinese)
- [8] Devaud J M, Groussaud G, Jacquet-Lagrez E. UTADIS: One Méthode Deconstruction de Fonctions d'utilité Additives Rendant Compte de Jugements Globaux [M]. Bochum: European Working Group on Multicriteria Decision Aid, 1980.
- [9] Mondt K, Despontin M. Evaluation of Country Risk Using Multicriteria Analysis [R]. Technical Report, Vrije Universiteit Brussels, 1986.
- [10] Tang J C S, Espinal C G. A model to assess country risk [J]. Omega, 1989, 17(4): 363-367.
- [11] Roy B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding [M]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

- [12] Hwang C L, Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications [M]. New York: Springer-Verlag, 1981.
- [13] 张 目, 周宗放. 基于多目标规划和支持向量机的企业信用评估模型[J]. 中国软科学, 2009, 4: 185 - 190.
Zhang Mu, Zhou Zongfang. An evaluation model for credit risk of enterprise based on multi-objective programming and support vector machines [J]. China Soft Science, 2009, 4: 185 - 190. (in Chinese)
- [14] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [15] Paulson D, Zahir S. Consequences of uncertainty in the analytic hierarchy process: A simulation approach [J]. European Journal of Operational Research, 1995, 87(1): 45 - 56.
- [16] 徐玖平, 吴 巍. 多属性决策的理论与方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006, 8.
Xu Jiuping, Wu Wei. Multiple Attribute Decision Making Theory and Methods [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2006. (in Chinese)
- [17] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process [M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [18] Saaty T L. Modeling unstructured decision problems—the theory of analytical hierarchies [J]. Math Comput Simulation, 1978, 20: 147 - 158.
- [19] 张洪祥, 毛志忠. 基于多维时间序列的灰色模糊信用评价研究[J]. 管理科学学报, 2011, 1(14): 28 - 36.
Zhang Hongxiang, Mao Zhizhong. Research of multidimensional time series credit evaluation based on gray-fuzzy analysis model [J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 1(14): 28 - 36. (in Chinese)
- [20] 郭亚军, 姚 远, 易平涛. 一种动态综合评价方法及应用[J]. 系统工程理论与实践, 2007, 27(10): 154 - 158.
Guo Yajun, Yao Yuan, Yi Pingtao. A method and application of dynamic comprehensive evaluation [J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2007, 27(10): 154 - 158. (in Chinese)
- [21] 李自然, 汪寿阳. 全球金融海啸下中国面临的机遇、挑战和对策[J]. 管理评论, 2009, 21(2): 4 - 12.
Li Ziran, Wang Shouyang. China's challenge, opportunity and respective strategies during the global financial storm [J]. Management Review, 2009, 21(2): 4 - 12. (in Chinese)
- [22] Doumpos M, Zopounidis C. Assessing financial risks using a multicriteria sorting procedure: The case of country risk assessment [J]. Omega, 2000, 29(1): 97 - 109.
- [23] Doumpos M, Zopounidis C. On the use of a multicriteria hierarchical discrimination approach for country risk assessment [J]. Journal of Multi-criteria Decision Analysis, 2002, 11(4-5): 279 - 289.
- [24] Kou G, Peng Y, Shi Y, et al. Discovering credit cardholders' behavior by multiple criteria linear programming [J]. Annals of Operations Research, 2005, 135: 261 - 274.

A time series MCDM method for sovereign default risk evaluation

*KOU Gang*¹, *LOU Chun-wei*¹, *PENG Yi*¹, *SHI Yong*^{2 3}

1. School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, 610054, China;
2. CAS Research Center on Fictitious Economy and Data Sciences, Beijing 100080, China;
3. College of Information Science and Technology, University of Nebraska at Omaha, USA

Abstract: Subprime mortgage crisis has led to sovereign debt crisis in Iceland, Greece and some other countries. However, the existing sovereign credit ratings system can not response to crisis promptly. In this paper, a new time series based multi-objective decision-making method is proposed. The economic data of 32 countries between 1990 and 2006 is analyzed and the sovereign credit risk is ranked by the utility value. The identified high-risk countries cluster is the same as the countries sovereign debt crisis after 2007 the subprime mortgage crisis. The result shows the proposed model has good predictive performance.

Key words: MCDM; sovereign credit default risk; AHP; entropy weight; clustering analysis