

# 检验检疫背景符合性条件风险严重度评价研究 ——基于证据理论

戴云徽<sup>1,2</sup>; 韩之俊<sup>1,2</sup>; 王雪荣<sup>2,3</sup>

(1. 南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094; 2. 江苏检验检疫质量研究中心, 南京 210001;

3. 南京财经大学 会计学院, 南京 210046)

**摘 要:**针对检验检疫背景符合性条件风险严重度综合评价的特点,即多指标、多层次、评价标准模糊、属性复杂等,建立了综合风险严重度评价体系,提出了基于证据理论的动态综合模糊评价方法,并给出了具体的评价步骤:按指标属性将评价指标分为定性和定量两类;对各指标进行量化、一致性和无量纲化处理;从评价体系指标层开始进行动态立体综合评价;逐层合成综合绩效值。

**关键词:**检验检疫;风险严重度;评价指标体系;证据理论;动态综合评价

**中图分类号:**F204;G311 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2008)11-0049-05

近年来,我国进出口贸易总额在世界上的排名不断提升。2003—2006 年期间,我国货物进出口连续 4 年快速增长,年均增长率为 29.8%,其中,年均出口增长率为 31.3%,年均进口增长率为 28%。2002 年,我国货物进出口总额为 6208 亿美元;2004 年突破万亿美元大关;2006 年继续快速增长,达 17604 亿美元,是 2002 年的 2.8 倍。据世界贸易组织(WTO)统计,2004 年我国货物进出口总额的世界排名由 2002 年的第 5 位上升至第 3 位,2005 年至今稳居第 3;我国货物贸易进出口总额在世界贸易中所占的比重由 2002 年的 4.7% 上升到 2006 年的 7.2%:这确立了我国为国际贸易大国的地位。

对外贸易的迅速发展,导致对出入境检验检疫的需求快速增长。为了提高检验检疫工作的科学性、规范性,用有限的检验检疫资源对无限的检验检疫对象进行有效管理,保障国家经济运行的安全,必须对待检对象的背景符合性条件进行风险分析和筛选,其中很关键的问题是,如何选择背景符合性条件风险分析模型和如何进行风险发生严重度的综合评价。就综合评价研究来说,国际上此方面的研究较早也较成熟,国内的研究多是跟踪研究和具体性、经验性的总结<sup>[1]</sup>。目前,许多中外学者对各类社会经济系统的综合评价问题提出了许多新的研究思路,总结为以下几种:系统模拟与仿真评价方法<sup>[2]</sup>,该法

可实现动态评价,解决具有高阶次、非线性等复杂特征的系统评价;信息论方法<sup>[3]</sup>,该法可排除人为因素、风险因素等方面的干扰,反映评价对象的客观信息;灰色系统理论与灰色评价<sup>[4]</sup>,该法由中国学者邓聚龙教授首次提出,主要优点是能够处理信息部分明确、部分不明确的灰色系统,刘思峰教授对灰色综合聚类方法做了进一步研究<sup>[5]</sup>;智能化方法,主要是对 ANN 算法的改进;动态评价方法,它是由“时序立体数据表”<sup>[6]</sup>支持的综合评价方法,它的时间参数是动态的;交互式多目标的评价方法<sup>[7]</sup>,该法主要解决评价的主客观结合、评价专家知识获取、评价样本积累和决策的柔性化问题<sup>[8]</sup>;基于粗糙集理论的评价方法,它是波兰学者 Pawlak 首次提出的一种处理模糊性和不确定性的数学工具<sup>[9]</sup>。本文在背景符合性条件风险发生严重度综合评价中首次提出基于证据理论的定性指标量化方法,它较科学地解决了风险分析与评价领域中存在的评价对象特征集具有不确定性(以概率形式出现)、专家评语较模糊且由多名专家评语构成的模糊评语集需要合成(该问题用基于证据理论的 Dempster-shafer 信度函数合成公式可以较好解决)、各专家评语置信度不同等问题。其次,该方法体现了当前评价领域的研究趋势和热点问题:方法的模糊化和灰化。西蒙提出,管理从“最优化”到“满意度”的转变<sup>[10]</sup>,使得评价对

收稿日期:2008-08-08

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划课题(2006BAK10B02)

**作者简介:**戴云徽(1966—),男,江苏人,江苏检验检疫质量研究中心主任,南京理工大学经济管理学院博士研究生,研究方向:管理科学与工程;韩之俊(1943—),男,江苏人,南京理工大学经济管理学院教授,博士生导师,研究方向:管理统计与质量控制;王雪荣(1967—),女,新疆人,南京财经大学会计学院副教授,硕士生导师,博士后,研究方向:综合评价方法、项目决策与预测。

象会发生机制不清楚、行为信息不完全、决策目标具有模糊性且难以量化等问题。在背景符合性条件风险严重度评价中就大量存在类似问题。对此,本文运用基于证据理论的信度函数可较好解决量化难的问题。 评价要素集成化。本文用专家群模糊评价和主客观集成赋权的方法,解决了检验检疫领域风险重要度评价中含有软指标或结构不良评价对象时,评语模糊不一致且专家置信度不同和评价对象权值难以解决的问题。

1 背景符合性条件严重度评价体系的建立

我国应开展适合我国国情的进出境符合性条件风险分析智能系统的研究,建立背景符合性条件信息集成系统平台,使用故障模式与影响分析(failure mode and effect analysis, FMEA)模型,从背景符合性条件中筛选出目标符合性条件,实现对全系统检验检疫符合性检查的统一规范的智能导航,从而增强检验检疫工作的科学性、规范性,并提高海关检验检疫执法的效率。

FMEA 可以根据现有的资料 and 客户需求分析系统的结构,鉴别系统的每一个潜在的故障模式,分析引起故障的原因,建立一份完整的“故障模式分析表格”,然后利用一定的统计方法,估算故障发生时的严重度(severity, S)、发生度(occurrence, O)及难检度(detection, D)等因素,计算风险优先度(risk priority number, RPN),根据 RPN 的大小判断是否有必要进行改进或确定改进的轻重缓急程度,从而以较低的成本减少事后损失,提高系统的可靠性。

由上述基本思路,目标符合性条件筛选需要解决的主要问题包括: 确定风险发生度( $P_1$ ); 确定风险严重度( $P_2$ ); 确定风险预警度( $P_3$ )。则风险优先度可表示为: $RPN = (P_1) \times (P_2) \times (P_3)$ 。

那么,检验检疫背景符合性条件筛选需要解决的关键问题是确定  $P_1$ 、 $P_2$  和  $P_3$ 。本文只给出 RPN 中的背景符合性条件风险严重度( $P_2$ )的详细评价过程,对于发生度和预警度的确定另述。

风险严重度( $P_2$ )指某项背景符合性条件出现问题、带来危害的严重程度。考虑到研究的可操作性,本文认为,对于有分类目录的符合性条件,如有害生物及病毒分类、农药毒性分类等,则按照分类目录对其危害严重度进行等级划分;如果没有分类目录,则要对其危害严重度进行评价后再进行等级划分,严重度等级划分有严重、重大、中等、轻微、没有

共 5 个等级,并设定划分的标准。

对于评价问题,并非评价指标越多越好,也并非越少越好;一般原则是,以尽量少的“主要”评价指标用于实际评价,可以通过帕累托曲线图等多种手段进行指标筛选。考虑到背景符合性条件的严重度、不可检测度的评价多为主观评价,故放弃常用的“最小均方差法”和“极小极大离差法”,而选择“专家调研法”。

专家调研法(Delphi)是一种向专家发函、征求意见的调研方法:评价者可根据评价目标及评价对象的特征在所设计的调查表中列出一系列的评价指标,分别征询专家对所设计评价指标的意见;然后进行统计处理,并反馈咨询结果;经几轮咨询后,如果专家意见趋于集中,则由最后一次咨询确定出具体的评价指标体系。

笔者通过查阅国内外大量相关文献,并基于多年的实践经验,综合考虑商品检验检疫的风险特征,提出严重度评价指标体系,见表 1。在具体的实践操作过程中,对于不同的检验检疫对象,可在此基础上做适当调整。

表 1 风险严重度评价指标体系

| 评价总目标 | 一级指标   | 二级指标                        |
|-------|--------|-----------------------------|
| 风险严重度 | 经济性危害  | 直接经济损失<br>间接经济损失            |
|       | 生命安全危害 | 危险危害品危害<br>疫病疫情危害<br>卫生防疫危害 |
|       | 社会危害   | 社会稳定危害<br>民众心理危害            |
|       | 环境危害   | 生物性危害<br>化学污染危害             |
|       | 政治影响   | 声誉危害<br>贸易危害                |

2 评价方法的确定

综合评价结果的可靠性和准确性依赖于选取指标的合理性、定性指标的量化、指标权重的分配(权重可随因素的状态和时间而变化)、综合评价的合成算子以及知识表示与模型选择等。对背景符合性条件风险严重度综合评价本质进行分析可看出:该综合评价属于多属性、多层次群决策问题;定性指标的属性特征值和专家评语均采用模糊值;要求评价过程具有透明性和再现性;评价结果尽量客观、公正且能反映评价对象之间的差异。目前,有关多目标、多属性综合评价方法的研究大多是在 DEA 法、模糊综合评价法、改进的 AHP 法等多目标决策方法的

基础上进行一些改进和综合。而这些方法一般存在下列问题:判断矩阵的一致性难以满足(如 AHP 法);专家对指标属性值或隶属度值难以确定;理论方法研究同实际应用之间的衔接问题;评价的主观性和客观性的结合问题;评价专家知识经验获取偏差和评价样本积累等问题;最主要的是,未从动态角度来看问题,同时评价中没有考虑信息的不完全性的影响。以上问题或多或少影响了评价结果的合理性、正确性及适用性。

综上所述,本文提出用基于证据理论的指标量化新方法评价商品检验检疫背景符合性条件筛选风险严重度。与其他评价方法相比,该评价方法的优点与创新之处在于:本方法通过基于证据理论<sup>[11]</sup>的数据自定义评价属性等级和模糊评语等级,解决了评价等级难以确定的问题;通过对专家评语的置信度进行修正,以解决各个专家由于在知识、理解和偏好上存在差异而出现的各个专家给出的评估意见不一定完全可靠的问题;通过采用基于 Mass 函数的 Dempster-Shafer (D-S) 合成方法(其优点在于只要不是完全冲突就能进行合成),解决了管理领域中专家评语(评语意见通常分歧较大)量化困难的问题;D-S 合成方法使合成结果的不确定性信息减少,符合人们对综合结果的要求,同时由合成公式产生新的 Mass 函数可进一步用于层次综合,对多层次决策问题有更大的适用性。此外,本方法还可以对背景符合性条件风险严重度进行动态评价分析,其动态性主要从 3 个方面反映:横向评价,即与同类同期其他检验检疫部门的检测结果进行比较,确立本单位在整个检验检疫系统中的预测和抵制风险的能力;纵向评价,即从时间维上考虑本单位在各不同时间段中预测和抵制风险的能力的提高率,以确定本单位预测和抵制风险的能力的最佳改进途径;纵横向评价,即既考虑不同的组织、又考虑不同时间段预测和抵制风险的能力的评价。

## 2.1 评价指标赋值

在背景符合性条件风险严重度综合评价中,有些指标是可直接测量的定量指标,而大部分指标是评价人根据经验给出的一种主观判断,如对于某一背景符合性条件,如果不检而出现风险所带来的经济危害、贸易危害、疫病危害等指标均属于定性描述性指标,在评价前必须进行量化。不同的定性指标量化方法将对综合评价结果产生重要影响,甚至可以得出与现实相反的结果。本文提出使用证据理论来进行指标量化。

在许多主观评估中,评委们对于许多指标的评判多依赖于知识、经验和同类比较而采用“大致”、“可能”、“比较”、“相当”等较模糊的词语来表述,这种表述正好体现了专家对问题的准确理解,也更符合客观实际和人们的表达方式,因此应采用模糊运算合成对定性指标进行量化。

基于证据理论,本文将评语集定义为  $E = \{\text{肯定, 很可能, 大致可能, 可能, 大致不可能, 不可能, 绝对不可能}\}$ , 用这 7 个分类来表示各模糊评语,并为其进行非排他性赋值(见表 2)<sup>[12-13]</sup>。定义特征集  $\Omega$  并赋值:  $\Omega = \{\text{高}(1 > A_1 \geq 0.8), \text{较高}(0.8 > A_2 \geq 0.6), \text{一般高}(0.6 > A_3 \geq 0.4), \text{较低}(0.4 > A_4 \geq 0.2), \text{低}(0.2 > A_5 \geq 0)\}$ 。将特征值作为对评价结果的表达,将专家评委所给出的模糊评语映射到特征集  $\Omega$  上(特征集定义见表 3)<sup>[12-13]</sup>,通过模糊处理,达到量化的目的。

表 2 模糊评语集定义

| $E(x_{ij})$ | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 肯定          | 1    | 0.75 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 很可能         | 0.25 | 1    | 0.75 | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 大致可能        | 0    | 0.25 | 1    | 0.75 | 0    | 0    | 0    |
| 可能          | 0    | 0    | 0.5  | 1    | 0.5  | 0    | 0    |
| 大致不可能       | 0    | 0    | 0    | 0.75 | 1    | 0.25 | 0    |
| 不可能         | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.75 | 1    | 0.25 |
| 绝对不可能       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.75 | 1    |

表 3 特征集定义

| $E_s(A_k)$   | 分值                     | 1 | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 7 |
|--------------|------------------------|---|------|------|------|-----|------|---|
| 高( $A_1$ )   | $(1 > A_1 \geq 0.8)$   | 1 | 0.75 | 0    | 0    | 0   | 0    | 0 |
| 较高( $A_2$ )  | $(0.8 > A_1 \geq 0.6)$ | 0 | 0.25 | 1    | 0.5  | 0   | 0    | 0 |
| 一般高( $A_3$ ) | $(0.6 > A_1 \geq 0.4)$ | 0 | 0    | 0.25 | 1    | 0.5 | 0    | 0 |
| 较低( $A_4$ )  | $(0.4 > A_1 \geq 0.2)$ | 0 | 0    | 0    | 0.25 | 1   | 0.5  | 0 |
| 低( $A_5$ )   | $(0.2 > A_1 \geq 0)$   | 0 | 0    | 0    | 0    | 0   | 0.75 | 1 |

$l$  个专家评委  $\{p_1, p_2, \dots, p_l\}$  对指标  $x_{ij}(t_k)$  (为书写方便,以下记  $x_{ij}(t_k)$  为  $x_{ij}$ ) 进行模糊评语。定义:专家  $q$  对指标  $x_{ij}$  的模糊评语到  $\Omega$  中的每个等级的广义贴近度函数为:

$$E_q^{(x_{ij})}(A_k) = \frac{\sum_{s=1}^7 [E_{\Phi}^{(x_{ij})} E_s(A_k)]}{\sum_{s=1}^7 [E_{\Phi}^{(x_{ij})} E_s(A_k)]}$$

( $i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; s = 1, 2, \dots, 7; k = 1, 2, \dots, 5; q = 1, 2, \dots, l$ )。

式(1)中,  $\min$  表示  $\min$  运算;  $\max$  表示  $\max$  运算。式(1)含义为:模糊评语与  $\Omega$  中每个等级的匹配程度一定有  $0 \leq E_q^{(x_{ij})}(A_k) \leq 1$ 。模糊评语的定义不具有排他性,因而可能有  $\sum_{k=1}^5 E_q^{(x_{ij})}(A_k) \neq 1$ , 因此将其做归一化处理:

$$E_q^{*(x_{ij})}(A_k) = E_q^{(x_{ij})}(A_k) / \sum_{k=1}^5 E_q^{(x_{ij})}(A_k) \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, 5; q = 1, 2, \dots, l; j = 1, 2, \dots, m) \quad (2)$$

这时,  $E_q^{*(x_{ij})}(A_k)$  ( $k = 1, 2, \dots, 5$ ) 仍反映了专家的评估意见属于高、较高、一般高、较低、低等各等级的程度, 记为  $P_q^{(x_{ij})} = \{E_q^{(x_{ij})}(A_1), E_q^{(x_{ij})}(A_2), \dots, E_q^{(x_{ij})}(A_5)\}$

由于专家的知识水平和权威性不同, 因此应对每个专家所给出的评语可靠度予以修正。用  $G_l$  法给出  $l$  个专家的评语置信度的权重分别为  $(\lambda_1^{(x_{ij})}, \lambda_2^{(x_{ij})}, \dots, \lambda_l^{(x_{ij})})$ ,  $\sum_{q=1}^l \lambda_q^{(x_{ij})} = 1$ 。因此, 定义专家评判的相对可靠度为:

$$\beta_q^{(x_{ij})} = \alpha_q^{(x_{ij})} \cdot [1 - (\lambda_{\max}^{(x_{ij})} - \lambda_q^{(x_{ij})})] \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m; q = 1, 2, \dots, l) \quad (3)$$

式(3)中,  $\lambda_{\max}^{(x_{ij})} = \max_{1 \leq q \leq l} \lambda_q^{(x_{ij})}$ ,  $\alpha_q^{(x_{ij})}$  是专家评语可靠度修正系数, 一般取  $0.9 \leq \alpha_q^{(x_{ij})} \leq 1$ 。显然,  $0 \leq \beta_q^{(x_{ij})} \leq 1$ 。由于专家意见存在某种程度的不可靠, 那么专家  $q$  对指标  $x_{ij}$  的评估意见的隶属度需要打个折扣, 即:

$$p_q^{*(x_{ij})} = \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})} \quad (4)$$

这时,  $\sum_{k=1}^5 \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_k) \leq 1$ , 而  $1 - \sum_{k=1}^5 \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_k)$  为专家评估中不知道的信息, 仍记  $p_q^{*(x_{ij})}$  为  $p_q^{(x_{ij})}$ 。

根据证据理论构造 Mass 函数对上述具有不确定信息的专家意见进行表示。将特征集  $\Omega$  作为假设空间, 按照 Mass 函数的定义, 专家  $q$  对指标  $x_{ij}$  的评估意见的 Mass 函数为:

$$m_q^{(x_{ij})}(A_k) = \begin{cases} \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_1) & A = \{A_1\} \\ \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_2) & A = \{A_2\} \\ \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_3) & A = \{A_3\} \\ \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_4) & A = \{A_4\} \\ \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_5) & A = \{A_5\} \\ 1 - \sum_{k=1}^5 \beta_q^{(x_{ij})} \cdot p_q^{(x_{ij})}(A_k) & A = \Omega \end{cases} \quad (5)$$

将其记成矢量形式为:

$$m_q^{(x_{ij})} = (m_q^{(x_{ij})}(A_1), m_q^{(x_{ij})}(A_2), m_q^{(x_{ij})}(A_3), m_q^{(x_{ij})}(A_4), m_q^{(x_{ij})}(A_5), m_q^{(x_{ij})}(\Omega)) \quad (q = 1, 2, \dots, l) \quad (6)$$

式(6)中,  $m_q^{(x_{ij})}$  表示综合各指标  $x_{ij}$  属于  $A_k$  等级的信任程度。

对专家的不确定性评价意见进行综合, 必须根据专家意见的表示方法选择合适的合成公式。由于专家评估意见的隶属度用的是 Mass 函数, 所以基于证据理论的 Mass 函数合成, 选用 Dempster-Shafer 合成公式进行合成:

设  $m_1, m_2, \dots, m_n$  是  $\Omega$  上的  $n$  个 Mass 函数, 则  $m(\varphi) = 0$  及

$$m(A) = m_1(A) \otimes m_2(A) \otimes \dots \otimes m_n(A) = \frac{1}{N} \sum_{\substack{B \subseteq A \\ |B| \geq 1}} \prod_{i=1}^n m_i(B_i) \quad (7)$$

其中,

$$N = \sum_{\substack{B \subseteq \Omega \\ |B| \geq 1}} \prod_{i=1}^n m_i(B_i) \quad (8)$$

$N$  度量了  $n$  个信任函数冲突的程度, Dempster-Shafer 合成公式对  $n$  个完全冲突的证据不能合成。D-S 合成方法使合成结果的不确定性信息减少, 符合人们对综合结果精确表述的要求, 同时由合成公式产生的新的 Mass 函数, 可进一步用于下一层次综合, 对多层次决策问题有更大的适用性。

再根据各等级赋值的中心值合成得到指标  $x_{ij}$  的量化值, 即:

$$x_{ij} = 0.9m_q^{(x_{ij})}(A_1) + 0.7m_q^{(x_{ij})}(A_2) + 0.5m_q^{(x_{ij})}(A_3) + 0.3m_q^{(x_{ij})}(A_4) + 0.1m_q^{(x_{ij})}(A_5) \quad (9)$$

另外, 还需用数学方法对指标进行一致化、无量纲化处理(为满足后期客观赋权需要, 采用标准化方法来进行无量纲化)。

## 2.2 综合评价函数的建立

由于严重度评价指标体系中各评价指标相互独立, 此时各评价指标对综合评价水平的贡献彼此没有什么影响, 所以多个评价指标运用线性加权综合法来进行综合评价并求值, 即用如下线性模型:

$$y = \sum_{j=1}^m w_j x_j \quad (10)$$

式(10)中,  $y$  为评价对象的综合评价值,  $w_j$  是与评价指标对应的待定权重系数 ( $0 \leq w_j \leq 1; j = 1, 2, \dots, m; \sum_{j=1}^m w_j = 1$ )。

## 2.3 评价指标赋权

对于综合待权值  $\omega_j^*$  (采取主、客观赋权有机结合的方法对指标进行赋权处理), 有

这样做既兼顾主观意见, 又基于数据本身所包含信息的客观存在, 从而克服了因为主观臆断性和只强调数据本身而使评价只在理论上成立而评价值与实际不符、失去评价方法实用性的问题。

$$\omega_j^* = v_j + \omega_j. \quad (11)$$

式(11)中,  $v_j$  为驱于“功能性”特定权值;  $\omega_j$  为“差异性”特定权值<sup>[14]</sup>。

驱于“功能性”确定权重系数  $v_j$  的原则主要是:根据各指标对上一层目标值的相对重要性赋权。其赋权方法有许多,常用的有德尔菲法、层次分析法、集值迭代法、特征根法、 $G_1$ 法和 $G_2$ 法。本文在此评价中采用集值迭代法求权重  $v_j$  ( $v_j \geq 0; \sum_j v_j = 1$ )。

驱于“差异性”确定权重系数  $\omega_j$  的原则主要是:在时序立体数据表  $\{x_{ij}(t_k)\}$  上最大可能地体现出各被评价对象之间的差异,而  $S_1, S_2, \dots, S_n$  在时序立体数据表上的这种整体差异可用总离差平方和  $\sigma^2 = \sum_k \sum_i [y_i(t_k) - \bar{y}]^2$  来表示。由于对原始数据进行了标准化处理,因此有  $\bar{y} = 0$ , 从而,

$$\sigma^2 = \sum_k \sum_i [y_i(t_k) - \bar{y}]^2 = \sum_k \sum_i [y_i(t_k)]^2 = \sum_k [\omega^T \cdot H \cdot \omega] = \omega^T \sum_k H_k \cdot \omega = \omega^T \cdot H \cdot \omega. \quad (12)$$

式(12)中:  $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n)^T$ ;  $H = \sum_k H_k$ , 为  $m \times n$  阶对称矩阵;  $H_k = A_k^T \cdot A_k$  ( $k = 1, 2, \dots, N$ ), 且

$$A = \begin{bmatrix} x_{11}(t_k) & \dots & x_{1m}(t_k) \\ \dots & & \dots \\ x_{n1}(t_k) & \dots & x_{nm}(t_k) \end{bmatrix}$$

( $k = 1, 2, \dots, N$ )。 (13)

限定  $\omega^T \omega = 1$ 。当取  $\omega$  为矩阵  $H$  的最大特征值  $\lambda_{\max}(H)$  所对应的(标准)特征向量时,  $\sigma^2$  取最大值,且有  $\max_{\omega=1} \omega^T \cdot H \cdot \omega = \lambda_{\max}(H)$ , 此时的  $\omega$  即为所求的权重系数向量。如果所求的  $\omega$  中有某个分量是负的,那么  $\omega$  可由下面的规划问题解出:

把解出的  $\omega_j$  和  $v_j$  代入式(11),即求出待定综合权重系数  $\omega_j^*$ ,再代入式(10),求出  $c_{ij}^{(2)}$  的评价值  $y_i(t_k)$ ,进而求出总目标  $c_i^{(1)}$  的综合评价值  $y_i$ 。用这种方法求出的  $y_i$  既体现了各指标对总评价目标贡献率的大小,又充分挖掘了原始数据所包含的信息,同时还隐含了时间因素  $t_k$  的影响,且考虑了信息的不完全性、专家评语的模糊性及专家的置信度问题。

## 2.4 基本评价程序

背景符合性条件风险严重度评价的基本步骤如图1所示。根据评价结果可以对背景符合性条件风险严重度进行分类、排序、聚类分析和预警等,同时可以结合确定的发生度和预警度来进一步计算风险

优先度。

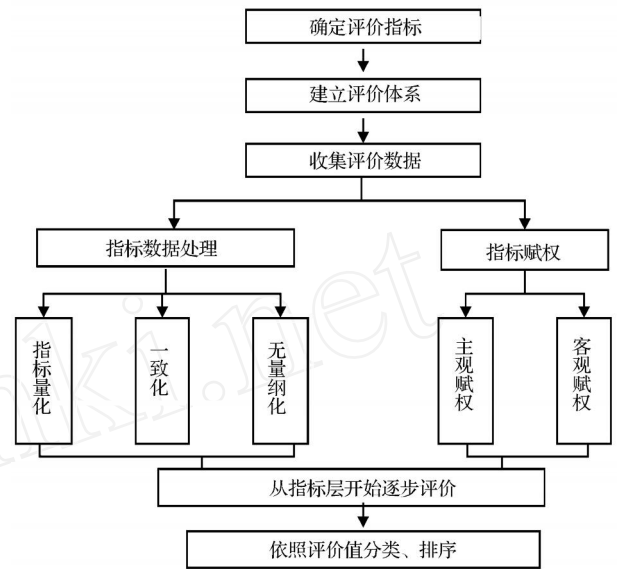


图1 风险严重度评价基本步骤

## 3 结束语

本文用基于证据理论的指标量化方法来解决检验检疫领域背景符合性条件风险严重度评价体系中的软指标多、指标特征集不确定、评价标准难确定、评语模糊、模糊评语集需要合成及专家置信度不同等问题,同时运用了主客观集成赋权的动态评价模型来对检验检疫背景符合性条件风险严重度进行评价,并基于动态观点计算出各时间段的评价值,便于进一步分析各时间段风险检测和预警能力的变化量,从而确定提高风险检测和预警能力的最佳途径,给决策者提供较多科学的、实用的信息。下一步的研究拟通过对我国进口大豆背景符合性条件进行风险评价和预警模拟,来检验该评价方法的科学实用性、客观性、动态可比性和评价过程透明性。

有待于进一步研究的是:如何合理、科学地选择时间贴现因子,把各个检验检疫单位几年的评价值再进一步合成成为一个总的评价值,以便反映整个系统在较长时间段内总的输出——综合风险检测和预警能力。

## 参考文献

- [1] 陈衍泰,陈国宏,李美娟.综合评价方法分类及研究进展[J].管理科学学报,2004(2):69-79.
- [2] KITTOCK J E. Emergent conventions and the structure of multi-agent system[M]//NADEL L,STEIN D. The economy as an evolving complex system. New Mexico: Addison Wesley Press,1993:371-383.

(下转第127页)

[15] 谢东梅. 中国农村收入分配、经济增长的贫困变动效应

[J]. 中国农学通报, 2008, 24(4): 496-501.

## Analysis on Change in Poverty of China's Rural Low income Group and Its Influencing Factor :

Based on Grouped Data about Income of Rural Residents in Fujian Province

Xie Dongmei

(School of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract :** This paper aims to study the dynamic changes in poverty of China's rural low-income group in long time series to explore quantitative relationships and internal relations between economic growth as well as income distribution and poverty index. Based on the General Quadratic model and Beta model of Lorenz curve, it uses the decomposable FGT index and the grouped Panel Data about income of rural residents in Fujian province from 1990 to 2006, and respectively simulates H, P, G and SPG index as well as poverty elasticity of low-income group based on four low-income standard lines. The empirical results show that economic growth effectively reduces the absolute amount of low-income population, but the enlarged gap of income distribution decreases their potential benefits, which affects the relative rural poverty reduction.

**Key words :** low-income group; poverty index; poverty elasticity; coequal poverty function; Lorenz curve

(上接第 53 页)

- [3] JIANG L. Economic entropy and its application to the structure of the transport system—quality and quantity [J]. International Journal of Methodology, 1996, 30(2): 161-171.
- [4] 邓聚龙. 灰色控制系统[M]. 北京: 科学出版社, 1993: 46-85.
- [5] 党耀国, 刘思峰, 刘斌, 等. 聚类系数无显著性差异下的灰色综合聚类方法研究[J]. 中国管理科学, 2005(4): 69-73.
- [6] GEORGE W R G. Terranova M collaborative decision weights in choice under uncertainty [J]. Management Science, 1999, 45(1): 74-85.
- [7] 徐泽水. 一种交互式多目标决策新方法[J]. 系统工程理论与实践, 2002(2): 104-108.
- [8] 王宗军. 综合评价的方法、问题及其研究趋势[J]. 管理科学学报, 1998(1): 75-79.
- [9] PAWLAK Z. Rough sets and intelligent data analysis [J]. Information Science, 2002, 147: 1-12.
- [10] SIMON H A. The New Science of Management Decision [M]. New York: Harper and Row, 1977.
- [11] SHAFER G. A Mathematical Theory of Evidence [M]. Princeton: Princeton University Press, 1976.
- [12] 王雪荣, 韩之俊. 一种可持续发展能力评价新方法[J]. 数量经济技术经济研究, 2006(1): 148-154.
- [13] 王雪荣. 基于证据理论的综合绩效评价方法及实证研究[J]. 中国管理科学, 2006(4): 138-146.
- [14] 郭亚军, 钟田丽. 兼顾“功能性”与“均衡性”的综合评价方法及应用[J]. 中国软科学, 2001(6): 104-106.

## Study on Comprehensive Evaluation on Risk Severity of Conformity Factor in Inspection and Quarantine :Based on Evidential Theory

Dai Yunhui<sup>1,2</sup>, Han Zhijun<sup>1,2</sup>, Wang Xuerong<sup>2,3</sup>

(1. School of Economics and Management, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China;

2. Jiangsu Inspection and Quarantine Institute of Quality, Nanjing 210001, China;

3. School of Accounting, Nanjing University of Economics and Finance, Nanjing 210046, China)

**Abstract :** According to the characteristics of comprehensive evaluation on risk severity of conformity factor in inspection and quarantine, such as multi-index, multi-layer, the incertitude of evaluation criterion and complicated attribute, this paper establishes the comprehensive evaluation index system on risk severity of conformity factor in inspection and quarantine, and proposes a new dynamic comprehensive fuzzy evaluation method based on the evidential theory. The evaluation steps are as follow: firstly, all of evaluation indexes are divided into two parts of qualitative items and quantitative items; secondly, each item is normalized; thirdly, each item of evaluation index system is analyzed dynamically and comprehensively; finally, the synthetical evaluated compositor is got by integrating each evaluation.

**Key words :** inspection and quarantine; risk severity; evaluation index system; evidential theory; dynamic comprehensive evaluation