

# The Study on the Indicator Weight of Financial Risk Based on the Improved Analytic Hierarchy Process\*

Leilei Ni<sup>1</sup>, Haiyan Xu<sup>1</sup>, Jie Du<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing

<sup>2</sup>College of Automation Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing

Email: lingdonglingyi@163.com

Received: May 14<sup>th</sup>, 2013; revised: Jun. 20<sup>th</sup>, 2013; accepted: Jun. 28<sup>th</sup>, 2013

Copyright © 2013 Leilei Ni et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Abstract:** The risk in the fiscal operation in Jiangsu has become more and more serious. It is important to build the early-warning system for financial risk and the system for financial risk analysis for Jiangsu. To realize the standardization, scientization, systematization and foresight for the management of the financial risk is particularly important. So we build the early-warning indicator system for financial risk, and use the improved Analytic Hierarchy Process (AHP) to measure the weight of each indicator. Building the relational matrix with three-demarcation method and getting the judgment matrix with the relational function are discussed in this paper. Matlab is used to solve the weight problem of indicator in each level respectively, which will lay the foundation for the subsequent establishment of system for financial risk analysis in Jiangsu.

**Keywords:** Finance; Risk; Indicator System; AHP

## 基于改进的 AHP 的财政风险预警指标权重的研究\*

倪磊磊<sup>1</sup>, 徐海燕<sup>1</sup>, 杜洁<sup>2</sup>

<sup>1</sup>南京航空航天大学经济与管理学院, 南京

<sup>2</sup>南京航空航天大学自动化学院, 南京

Email: lingdonglingyi@163.com

收稿日期: 2013 年 5 月 14 日; 修回日期: 2013 年 6 月 20 日; 录用日期: 2013 年 6 月 28 日

**摘要:** 江苏省财政运行状况中的风险问题日益严重, 建立江苏省财政风险预警体系, 构建符合江苏省实际情况的财政风险分析系统, 实现财政风险管理的规范化、科学化、系统化、前瞻性尤为重要。基于此建立了江苏省财政风险预警的指标体系, 运用改进的层次分析法(AHP)衡量指标体系中各指标的权重。运用三标度法构建关系矩阵, 同时通过建立的简单、易于编码的关系函数求出 AHP 的判断矩阵, 采用 matlab 分别对江苏省财政风险的一、二级指标的权重进行求解, 为后续建立江苏省财政风险分析系统工作奠定基础。

**关键词:** 财政; 风险; 指标体系; AHP

### 1. 引言

财政风险是一个国家或者一个省市地方经济安

\*基金项目: 江苏省高校哲学社会科学重点研究项目(2012ZDIXM014), 国家自然科学基金(71071076), 南京航空航天大学研究生创新基地(实验室)开放基金(kfj120127), 南航教改研究项目。

全的重要影响因素。自 Hana Polackova 围绕政府或有负债问题提出财政风险矩阵后, 财政风险得到了理论界和学术界的高度关注。国内学者从不同角度对财政风险的概念进行了界定<sup>[1-3]</sup>, 即财政风险的大小随经济

的不确定因素而不断变化。然而对财政收入风险的界定,一般认为其是财政运行中的一个环节,对其具体的概念和范畴的界定缺乏相关研究。

地方财政作为国家财政的基础,是整个国家财政良好发展的前提条件,因此地方政府的财政状况能够在很大程度上决定国家公共财政体系的稳定和发展。如何防范财政风险以及及时准确的对财政风险进行预警,已引起社会各方面的广泛关注。对于财政风险预警,目前的研究已经取得了相当的成就,主要是集中在预警方法的研究,对于预警前期的指标选取以及指标权重的确定方法的研究相对较少,但是正确的选取指标及合理的确定指标权重对于财政风险预警起着十分重要的影响。

层次分析法(AHP)是美国运筹学家、匹兹堡大学 T. L. Saaty 教授在 20 世纪 70 年代初期提出的,是对定性问题进行定量分析的一种简便、灵活而又实用的多准则方法。该方法自 1982 年被介绍到我国以来,以其定性与定量相结合地处理各种决策因素的特点,以及其系统灵活简洁的优点,迅速地在我国发展起来。目前很多研究已经将 AHP 模型的研究拓展到模糊层次分析模型<sup>[4]</sup>、DEA-AHP 模型<sup>[5]</sup>、BSC-AHP 模型<sup>[6]</sup>以及与云模型相结合<sup>[7]</sup>等领域,但是在 AHP 中判断矩阵的获得或是采用分析专家的观点,或是计算比较复杂,很难通过编程实现指标权重平台的建立。

因此,本文在此基础上,针对江苏省特有的情况,选取相应的指标,建立简单、易于编码的关系函数用于求解判断矩阵,对指标的权重进行求解,既减少了由于专家观点不一致而产生的偏差,同时便于采用 matlab 实现求解过程,以为后期的财政风险预警并建立财政风险预警平台提供良好的基础。

## 2. 财政风险预警指标体系的构建

反映财政风险的指标有很多,本文根据江苏省地方财政的实际情况,将影响江苏省地方财政风险的指标总结为四个一级指标<sup>[8]</sup>,这四个一级指标组,分别为反应宏观经济发展的指标组、反映财政收支的指标组、反应财政分配的指标组以及反应财政支出绩效的指标组。每个一级指标又分别包含多个二级指标:

1) 反映宏观经济总体态势的指标组:经济增长率  $X1(X1 = (\text{当年 GDP}/\text{上年 GDP}) - 1)$ 、失业率

$X2(X2 = \text{失业者人数}/\text{全体适宜劳动总人数})$ 、通货膨胀率  $X3(X3 = (\text{现今消费水平} - \text{去年消费水平})/\text{去年消费水平})$ ;

2) 反应财政收支状况的指标组:财政赤字率  $X4(X4 = \text{财政赤字或盈余}/\text{GDP})$ ;

3) 反映财政分配体制的指标组:江苏省财政收入占 GDP 比重  $X5(X5 = \text{江苏省财政收入}/\text{GDP})$ 、税收弹性  $X6(X6 = \text{税收增长百分比}/\text{GDP 增长百分比})$ 、预算收入占政府收入的比重  $X7(X7 = \text{预算内收入}/\text{政府收入})$ 、人均财政收入  $X8(X8 = \text{财政收入}/\text{年末平均总人口})$ ;

4) 反应财政支出绩效的指标组:财政支出对财政收入的弹性  $X9(X9 = \text{财政支出增长率}/\text{财政收入增长率})$ 、社会文教支出占财政支出的比重  $X10(X10 = \text{社会文教支出}/\text{财政支出})$

具体各年指标数据由表 1 可的:

通过比较表中数据的发展实际情况以及参考相关专家的意见,本文将影响江苏省财政收入风险的一级指标作如下重要性排序:反映宏观总体态势的指标 > 反映财政收支状况的指标 > 反映财政分配体制的指标 > 反应财政支出绩效的指标。同时查阅多篇参考靠文献,并结合江苏省的实际情况,将每个一级指标下的二级指标的重要性作如下排序:经济增长率 > 失业率 > 通货膨胀率;江苏省财政收入占 GDP 比重 > 税收弹性 > 预算收入占政府收入的比重;财政支出对财政收入的弹性 > 社会文教支出占财政支出的比重。

根据以上所构建的预警指标,我们将财政风险指标权重的确定问题分为 3 个层次,分别为目标层、标准层和决策层,得到如图 1 所示江苏省财政风险评估指标体系层次结构图。

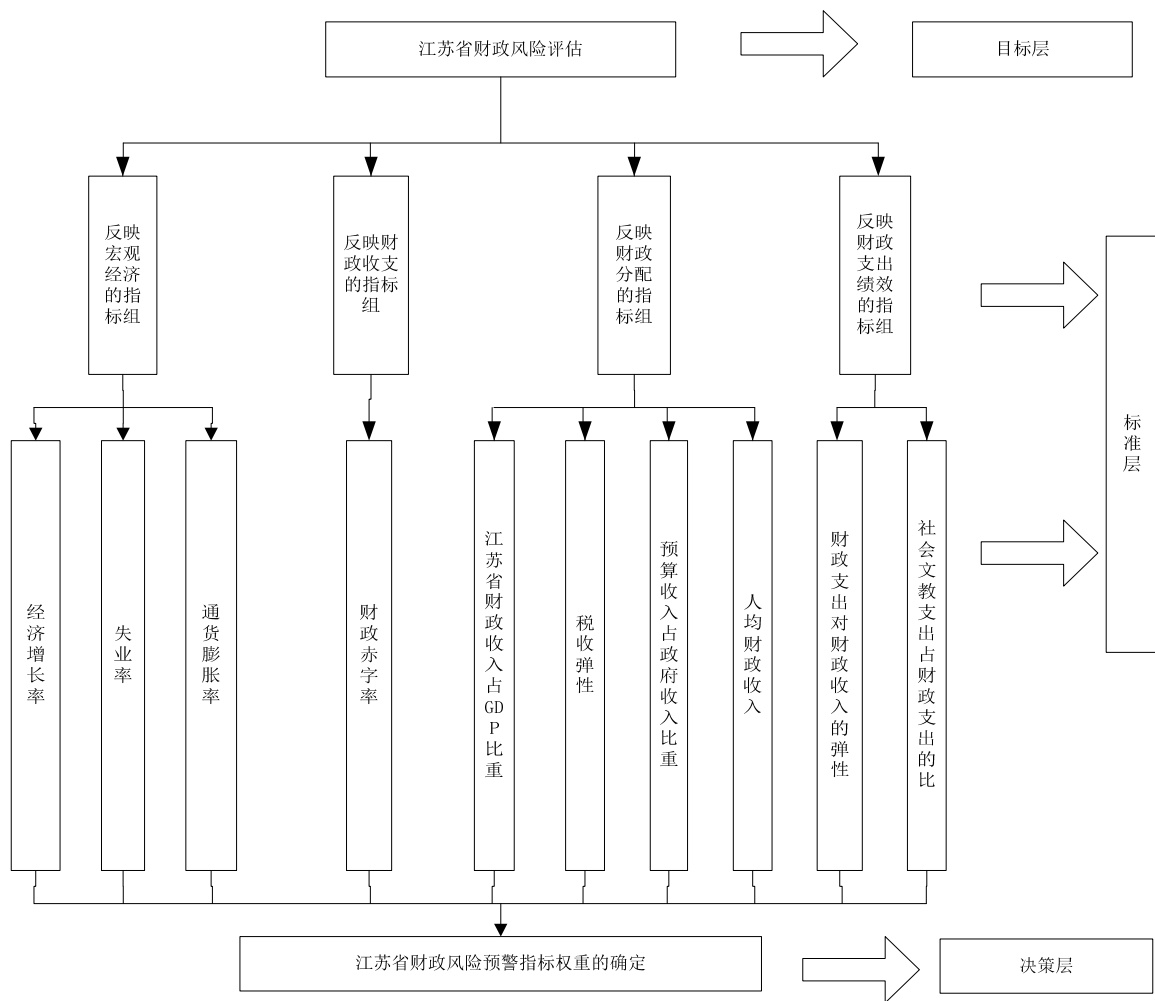
## 3. 改进的 AHP 法

层次分析法采用定性与定量相结合的方法,能够简化负责问题,使其更为方便的对问题进行分析。但是在 AHP 中,指标与指标之间的 1~9 标度的相对关系是通过分析相关专家的意见而得出的,由于不同专家对不同的指标存在一定的偏好问题,因此,在判断矩阵的构造中可能产生不同的意见,这使得我们在构造判断矩阵上可能存在较大的偏差。针对以上不足,

**Table 1. The indicator value**  
**表 1. 各指标近年的实际情况**

年份 \ 指标	X1(%)	X2(%)	X3(%)	X4(%)	X5(%)	X6	X7(%)	X8(%)	X9	X10(%)
2000	10.6	3.4	1.4	1.69	10.1	1.72	52	0.12	0.81	0.29
2001	10.2	3.6	0.6	1.72	11.3	2.48	54	0.14	1	0.28
2002	11.6	4.2	-0.9	2.02	14	2.18	43	0.2	0.46	0.27
2003	13.5	4.1	1.8	1.91	15.8	1.71	41	0.26	0.67	0.25
2004	14.9	3.9	4	2.27	14.7	0.7	44	0.3	1.98	0.24
2005	14.5	3.6	-1.92	1.87	16.8	2.98	42	0.41	0.68	0.23
2006	14.9	3.4	-0.49	-1.55	18.1	1.62	42	0.52	0.77	0.22
2007	14.8	3.19	2.66	-1.11	21.5	2.22	40	0.73	0.64	0.24
2008	12.5	3.25	1.05	-0.5	23	1.6	38	0.92	1	0.23
2009	12.4	3.22	-5.5	-0.1	24.4	1.06	38	1.08	1.32	0.22
2010	12.6	3.16	4.22	0.03	28.3	1.72	34	1.5	0.55	0.22

本表是根据《江苏省统计年鉴》中的相关数据计算可得。



**Figure 1. The structure of financial risk evaluation index system of Jiangsu**  
**图 1. 江苏省财政风险评估指标体系层次结构图**

基于容易编程的思想,对传统的 1~9 标度的 AHP 的方法加以改进,采用三标度的方法,首先对指标之间的关系进行大致比较,随后通过本文给出的指标的关系函数求出判断矩阵。改进的 AHP 包含以下步:

1) 建立指标大小关系矩阵  $A = (a_{ij})_{m \times m}$ , 其中  $i, j$  代表指标,  $a_{ij}$  表示指标  $i$  对于指标  $j$  的之间的关系<sup>[9]</sup>:

$$a_{ij} = \begin{cases} 2, z(i) > z(j) \\ 1, z(i) = z(j) \\ 0, z(i) < z(j) \end{cases} \quad (1)$$

式中,  $z(i), z(j)$  分别表示指标  $a_i$  和  $a_j$  的相对重要性。

2) 通过指标大小关系矩阵构建指标判断矩阵  $C = (c_{ij})$ , 其中:  $c_i = \sum_{k=1}^m a_{ik}$ , 根据模糊一致性矩阵的公式构造法以及对称性构建判断矩阵中的两指标之间的相对关系值可表示为:

$$c_{ij} = \begin{cases} \left( \frac{c_i - c_j}{2m} + 1 \right)^{-1}, & c_i \geq c_j \\ \frac{c_j - c_i}{2m} + 1, & c_i < c_j \end{cases} \quad (2)$$

其中,  $m$  表示待测量权重的指标的个数。

3) 求解权重向量, 并进行一致性检验。

一致性指标计算公式:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

当  $\lambda_{\max} = n, CI = 0$ , 则为完全一致的情况,  $C$  为一致性矩阵;  $CI$  值越大, 则判断矩阵  $C$  的一致性越差。一般只要  $CI \leq 0.1$ , 就可以认为判断矩阵  $C$  的一致性可以接受, 否则重新进行两两比较判断。

当判断矩阵的维数越大, 判断的一致性将越差, 故修正值  $RI$  见表 2。修正后的一致性指标为  $CR = \frac{CI}{RI}$ 。

3) 确定各指标的权重。

对于只有一级指标的权重向量可直接通过 matlab 求出判断矩阵  $C$  的特征向量, 并对其进行归一化处

理, 即可直接得出个指标的权重, 但对于多级指标, 则在计算出一级指标的权重后需要在此基础上判断二级指标在所有指标中的权重。例如存在两级指标, 我们已经得出第一级的  $m$  个指标的权重向量为:

$$\omega^{(1)} = (\omega_1^{(1)}, \omega_2^{(1)}, \dots, \omega_m^{(1)}), \sum_{i=1}^m \omega_i^{(1)} = 1, \text{ 以及第一级的第 } p \text{ 个指标下的 } n \text{ 个二级指标的权重}$$

$$\omega_p^{(2)} = (\omega_{p1}^{(2)}, \omega_{p2}^{(2)}, \dots, \omega_{pn}^{(2)}), \sum_{i=1}^n \omega_{pi}^{(2)} = 1,$$

则第  $p$  个一级指标的  $n$  个二级指标在所有指标中的权重刻表示为:

$$\omega_p = \omega_p^{(1)} \cdot \omega_p^{(2)} = \omega_p^{(1)} \cdot (\omega_{p1}^{(2)}, \omega_{p2}^{(2)}, \dots, \omega_{pn}^{(2)})。$$

#### 4. 江苏省财政风险预警权重的计算

对于一级指标组:

我们依据公式(1)和专家打分, 构造关系矩阵

$$A_0 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ 根据公式(2), 则其判断矩阵}$$

$$C_0 = \begin{pmatrix} 1 & 5/4 & 3/2 & 7/4 \\ 5/4 & 1 & 5/4 & 3/2 \\ 2/3 & 4/5 & 1 & 5/4 \\ 4/7 & 2/3 & 4/5 & 1 \end{pmatrix}。 \text{ 根据公式(3), 我们计算}$$

其一致性指标  $CI_0 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.00027$ , 修正后的一致

性指标  $CR_0 = \frac{CI_0}{RI} < 0.1$ , 满足一致性要求。

因此我们可以得到各指标组权重为

$$Q_0 = (0.3335 \quad 0.2742 \quad 0.2239 \quad 0.1684)。$$

对与一级指标组下的二级指标:

1) 反映宏观经济总体态势的指标组:

$$\text{我们构造关系矩阵 } A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \text{ 则其判断矩}$$

Table 2. Average random consistency index  
表 2. 平均随机一致性指标  $RI$

矩阵阶数	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

$$\text{阵 } C_1 = \begin{pmatrix} 1 & 5/4 & 3/2 \\ 4/5 & 1 & 5/4 \\ 2/3 & 4/5 & 1 \end{pmatrix}, \quad CI_0 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = 0.0001,$$

$CR_1 = \frac{CI_1}{RI} < 0.1$ , 满足一致性要求。

二级指标权重  $W_1 = (0.4051 \quad 0.3285 \quad 0.2664)$ ; 二级指标在所有指标中的权重为

$$Q_1 = W_1 \times Q_0(1) = (0.1351 \quad 0.1096 \quad 0.0888)。$$

2) 反应财政收支状况的指标:

因为该指标组中只有财政赤字率一个指标, 因此其指标权重  $Q_2 = Q_0(2) = 0.2742$ 。

3) 反映财政分配体制的指标组:

我们构造关系矩阵

$$A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 \\ 0 & 1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

则其判断矩阵

$$C_3 = \begin{pmatrix} 1 & 5/4 & 3/2 & 7/4 \\ 5/4 & 1 & 5/4 & 3/2 \\ 2/3 & 4/5 & 1 & 5/4 \\ 4/7 & 2/3 & 4/5 & 1 \end{pmatrix}$$

$$CI_3 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = 0.00027, \quad CR_3 = \frac{CI_3}{RI} < 0.1,$$

满足一致性要求。

二级指标权重为

$$W_3 = (0.3335 \quad 0.2742 \quad 0.2239 \quad 0.1684);$$

二级指标在所有指标中的权重为

$$Q_3 = W_3 \times Q_0(3) = (0.075 \quad 0.0614 \quad 0.0501 \quad 0.0377)。$$

4) 反应财政支出绩效的指标组:

关系矩阵  $A_4 = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ , 则其判断矩阵

$$C_4 = \begin{pmatrix} 1 & 5/4 \\ 4/5 & 1 \end{pmatrix}。 \quad CI_4 = CR_4 = 0, \quad \text{满足一致性要求。}$$

二级指标权重为  $W_4 = (0.5556 \quad 0.4444)$ 。二级指标在所有指标中的权重为

$$Q_4 = W_4 \times Q_0(4) = (0.0936 \quad 0.0745)。$$

综上所述, 在江苏省财政风险评估系统中的各指标权重如表 3 所示。

## 5. 结语

本文综合分析了江苏省地方财政风险的影响因素以及对近十年财政数据的分析, 建立了符合江苏地方特色的财政风险预警指标体系, 形成了江苏省财政风险评估指标体系层次结构, 同时对原始的 AHP 方法加以改进, 通过关系函数求解判断矩阵, 减弱了 AHP 对专家评价的依赖性, 增强了编程的可行性。通过对江苏财政风险预警指标各级权重的计算, 为以后风险预警平台的构建提供了可靠的依据。

Table 3. The financial risk early-warning index weight of Jiangsu  
表 3. 江苏省财政风险预警指标权重

一级指标	权重	二级指标	权重
宏观经济指标	0.3335	经济增长率	0.1351
		失业率	0.1096
		通货膨胀率	0.0888
财政收支指标	0.2742	财政赤字率	0.2742
		财政收入占 GDP 比重	0.075
财政分配指标	0.2239	税收弹性	0.0614
		预算收入占政府收入的比重	0.0501
		人均财政收入	0.0377
财政支出绩效指标	0.1684	财政支出对财政收入的弹性	0.0936
		社会文教支出占财政支出的比重	0.0745

## 参考文献 (References)

- [1] 刘尚希. 财政风险: 一个分析框架[J]. 经济研究, 2003, (5): 23-31.
- [2] 裴育. 我国财政风险预警系统研究[M]. 北京: 中国物资出版社, 2005.
- [3] 张志超. 财政风险及其定性、定量分析[J]. 经济学动态, 2003, (4): 20-25.
- [4] 温贻辉, 张莎莎等. 模糊层次分析法在管道穿越方案优选中的应用[J]. 施工技术, 2012, 331(10): 756-758.
- [5] 徐广业, 但斌, 肖剑. 交互式 DEA-AHP 模型及其应用[J]. 系统工程学报, 2011, 26(2): 262-268.
- [6] 邹香菊. 高校图书馆学科馆员绩效评估量化研究——BSC-AHP 模型及其应用[J]. 大学图书馆学报, 2011, 29(6): 19-22.
- [7] 孟天祥, 张友华, 余林生等. 基于 AHP 和云模型的中蜂囊状幼虫病风险评估方法研究[J]. 安徽农业大学学报, 2013, 40(3): 1-5.
- [8] 裴育. 构建我国财政风险预警系统的基本思路[J]. 经济学动态, 2003(9): 26-29.
- [9] 周二雄, 李凤婷, 朱贺. 基于改进层次分析法(AHP)的微网成本-效益评估[J]. 电力建设, 2013, 34(3): 1-6.