

# 城区科技进步指标综合评价模型的建立

刘 颖

(沈阳理工大学 经济管理学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘 要: 科技进步指标体系的建立, 可以通过分析影响科技进步的种种因素, 从细节上寻找问题、解决问题, 但难以综合比较, 难以从总量上对科技进步的速度及其对经济社会的影响进行评价。因而, 需要借助一定的数学方法, 综合科技进步统计指标, 求算标志科技进步水平的综合指数。

关键词: 城区经济; 科技进步指标; 经济体系

中图分类号: F290

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2007) 11- 0069- 3

## 1 评价指标无量纲标准化处理

对于已选定的综合评价指标体系, 由于各个指标的计

量单位不同且数量级相差较大, 所以一般不能综合计算, 必须先将各指标进行无量纲化处理, 变换为无量纲的指数化数值或分值, 再进行综合计算。由于本文的综合研究对象包括两个方面: 一是对各城区的科技进步状况进行评

综合以上对科学素质较好单位的分析, 可以提出提高行政干部科学素质的 5 条建议:

(1) 尽早完成新老交替, 及时补充一些年轻有为的新鲜血液。

(2) 文化程度较低的行政干部可以利用工作空余时间去充电, 来丰富自己的知识。

(3) 相关单位可以为行政干部订阅一些科普报纸和杂志, 有条件的还可以为每位干部配备一台电脑, 以便通过因特网获取科学知识。

(4) 定期邀请相关专家为行政干部做知识讲座, 定期组织行政干部到相关科普场所进行参观学习。

(5) 积极培养各种兴趣, 努力提高自身综合素质。

最后, 本文所构建的科学素质评价模型不仅可以为相关部门实施“2049”计划提供科学的依据, 而且本文综合使用 AHP 和聚类分析来解决问题的方法, 可以应用到项目

管理、供应链管理、物流等方面, 具有一定的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 许树柏. 层次分析法原理[M]. 天津: 天津大学出版社, 1988.
- [2] 运筹学教材编写组. 运筹学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [3] 林振锦. 层次分析法及其在油田招标中的应用[D]. 盘锦会议, 2004.
- [4] 姜启源. 数学模型(第2版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [5] 何平. 数理统计与多元统计[M]. 西南交通大学出版社, 2004.
- [6] 陈平. 层次分析法在半导体物理试验课成绩评分中的应用[J], 数学实践与认识, 2004, 34(7): 12- 18

(责任编辑: 来 扬)

## Evaluation Model of Scientific Diathesis Based on AHP and Clustering Analysis and Its Empirical Study

Abstract: This paper is based on the questionnaires which related to 2192 political members in some areas in Chengdu. We use AHP to set modeling and order from high to low based on the scientific diathesis of political members in 74 different departments, then we use clustering analysis and former ordering to get the better genus. At last, we do some further research in the better genus, and get some good characters. After analyzing these characters, we give some constructive suggestions in age configuration, knowledge degree, getting knowledge and so on.

Key Words: scientific diathesis; descriptive statistics; AHP; clustering analysis

收稿日期: 2006- 11- 15

作者简介: 刘颖(1958-), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 沈阳理工大学经济管理学院教授, 研究方向为管理经济学、市场营销。

价, 主要是对同一年度不同城区科技进步状况的比较; 二是对同一城区不同年度的科技进步状况进行评价, 主要侧重于对各城区科技进步状况的动态评价。因此, 在对它们进行综合评价时需要分别选择不同的标准化处理方法。

(1) 对于各城区科技进步状况的动态评价应用指数变换法, 根据各指标当年和上一年的指标值, 计算各指标的指数。

$$Z_i = \frac{x_{i,t}}{x_{i,t-1}} \times 100\%$$

其中:  $x_{i,t}$  为  $i$  城区第  $t$  年度的指标值;  $x_{i,t-1}$  为  $i$  城区第  $t-1$  年度的指标值。将  $Z$  作为各指标的评价值, 再综合评价各城区科技进步状况相对于上一年的进步水平。

(2) 对各城区之间科技进步状况的综合评价。根据功效系数法, 计算各城区功效系数评价值, 然后综合评价和比较各城区的科技进步状况。功效系数评价值的计算方法为:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{sj}}{x_{ij} - x_{sj}} \times 60 + 50$$

其中:  $Z_{ij}$  为第  $i$  城区第  $j$  项指标的功效系数标准值;  $x_{ij}$  为第  $i$  城区第  $j$  项指标值;  $x_{ij}$  为第  $j$  项指标的满意值;  $x_{sj}$  为第  $j$  项指标的不允许值。

其中, 将功效系数乘以 60 再加上 50 是为了使所得到的标准值更有利于层次的划分。

## 2 城区科技进步指标权重的确定

指标权重是各指标相对重要程度的量值, 其测定方法较多, 在此采用层次分析法。

### 2.1 建立层次结构模型

本指标体系分为 4 个层次: 目标层: 表示解决问题所要达到的目标; 准则层: 分解总目标所遵循的准则; 要素层: 合成准则层指标的各种要素; 指标层: 可分解的最基层指标。

### 2.2 构造判断矩阵

判断矩阵表示对于上一层次的某元素来说, 本层次有关元素之间的相对重要性。假定  $A$  层中元素  $A_k$  与下一层元素  $B_1, B_2, \dots, B_n$  之间有某种关联, 则判断矩阵可取如图 1 的形式。

$A_k$	$B_1$	$B_2$	...	$B_j$	...	$B_n$
$B_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1j}$	...	$b_{1n}$
$B_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2j}$	...	$b_{2n}$
...	...	...	...	...	...	...
$B_j$	$b_{j1}$	$b_{j2}$	...	$b_{jj}$	...	$b_{jn}$
...	...	...	...	...	...	...
$B_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	...	$b_{nj}$	...	$b_{nn}$

图 1

其中  $b_{ij}$  表示对于  $A_k$  来说,  $B_i$  对  $B_j$  相对重要性的数值表现, 通常可取 1, 2, ..., 9 以及它们的倒数, 其含义为: 1 表示  $B_i$  与  $B_j$  同等重要; 3 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要一点; 5 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要; 7 表示  $B_i$  比  $B_j$  重要得多; 9 表示  $B_i$  与  $B_j$  相比极端

重要; 2, 4, 6, 8 表示上述相邻判断的中值。  $b_{ij}=1, b_{ji}=1/b_{ij}$

采用专家评审法, 根据上述原则对各因素进行两两比较, 将判断定量化, 构造出判断矩阵。

### 2.3 层次单排序

层次单排序可归结为求判断矩阵的特征值和特征向量的问题, 即对判断矩阵  $Y$  计算:

$$YW = \lambda_{\max} W$$

求出  $Y$  的最大特征值  $\lambda_{\max}$  和特征向量  $W$ , 特征向量  $W$  的分量  $W_i$  即是相应元素单排序的权值。

最大特征值及其特征向量可通过计算机运算求得, 其计算步骤为:

(1) 任取与  $Y$  同阶的正规化初始向量  $W^{k+1} = (1/n, 1/n, \dots, 1/n)^T$

(2) 计算  $\bar{W}^{k+1} = YW^k$  ( $k=0, 1, 2, \dots$ )

(3) 令  $\beta = \sum W_i^{k+1}$ , 计算  $W^{k+1} = (1/\beta) \bar{W}^{k+1}$  ( $k=0, 1, 2, \dots$ )

(4) 对预先给定的精度  $\varepsilon$ , 当  $|W_i^{k+1} - W_i^k| < \varepsilon$  对所有的  $i=1, 2, \dots, n$  皆成立时, 则  $W=W^{k+1}$  为所求特征向量。  $\lambda_{\max}$  可由下式求得:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{W_i^{k+1}}{nW_i^k}$$

其中,  $n$  为矩阵阶数,  $W_i^k$  为向量  $W^k$  的第  $i$  个分量。

也可应用下面的算术平均法求得判断矩阵  $Y$  的最大特征值及特征向量。其步骤为:

(1) 将判断矩阵每一列正规化。

$$\bar{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{k=1}^n b_{kj}} \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

(2) 每一列经正规化后的判断矩阵按行加总并归一化 (除以  $n$ )。

$$W_{ij} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n \bar{b}_{ij} \quad (i, j=1, 2, \dots, n)$$

(3) 计算判断矩阵的最大特征根。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(YW)_i}{nW_i}$$

式中  $(YW)_i$  为向量  $YW$  中的第  $i$  个分量。

### 2.4 一致性检验

当判断矩阵中的元素满足  $b_{ij}=b_{ik}/b_{jk}$  时, 我们称该矩阵为完全一致性矩阵。当矩阵中相互之间的比较确定时, 它是完全一致性。但在实际问题中, 难以精确地判断  $W_i/W_j$  的值, 只能是一个估计, 有偏差就会破坏矩阵的完全一致性。完全一致性还说明一个问题, 即  $A, B, C$  三者进行比较, 如果  $A$  比  $B$  重要 2 倍,  $B$  比  $C$  重要 3 倍,  $A$  比  $C$  一定重要 6 倍。如果是不完全一致性, 可能出现  $A$  比  $B$  重要,  $B$  比  $C$  重要,  $C$  又比  $A$  重要这种自相矛盾的结果。可以证明, 当判断矩阵完全一致时,  $\lambda_{\max}=N$ , 对不完全一致的判断矩阵有  $\lambda_{\max}>N$ , 利用平均值:  $CI = (\lambda_{\max} - N)/(N - 1)$ , 可作为一致性检

验指标。式中  $N$  为判断矩阵的阶数。当完全一致时,  $CI=0$ , 不一致性越严重, 则  $CI$  越大。

为了检查判断矩阵是否有满意的一致性, 我们引入随机一致性指标  $RI$ , 它是在判断矩阵中随机输入 1-9 及其倒数时计算得到的一致性指标  $CI$  的平均值。对于 1-10 阶矩阵的值如图 2:

$N$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0	0.58	0.91	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.53

图 2

我们规定, 当  $CR=CI/RI < 0.1$  时, 判断矩阵具有满意的一致性。当  $CR>0.1$  时, 需要重新审查并适当调整判断矩阵的赋值, 重新计算。

根据上述方法, 计算各矩阵  $CR$  值如图 3:

判断矩阵	$CR$	判断矩阵	$CR$
A-B	0.0053	$C_{21}-D_{21}$	0
$B_1-C_{11}$	0	$C_{22}-D_{22}$	0.004
$B_2-C_2$	0	$C_{31}-D_{31}$	0.0079
$B_3-C_3$	0	$C_{32}-D_{32}$	0
$B_4-C_4$	0.0079	$C_{41}-D_{41}$	0.004
$C_{11}-D_{11}$	0	$C_{42}-D_{42}$	0
$C_{12}-D_{12}$	0	$C_{43}-D_{43}$	0.0079
$C_{13}-D_{13}$	0		

图 3

从表 3 中可以看出, 各矩阵的  $CR<0.1$ , 因而具有满意的一致性。

### 2.5 层次总排序

利用同一层次中各元素单排序的计算结果, 合成对应上一层次元素的权重, 形成本层次所有元素相对重要性权重, 这一过程就是层次总排序。总排序要从上到下逐层进行计算, 最高层的下一层, 其单排序即为总排序, 由此逐层往下计算。

假设上一层所有元素  $A_1, A_2, \dots, A_m$  的总排序已完成, 得到的权重分别为  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , 其相邻下一层的所有元素为  $B_1, B_2, \dots, B_n$ , 它对应于上层元素  $A_i$  的单排序计算结果为  $b_1^i, b_2^i, \dots, b_n^i$ 。若  $B_j$  与  $A_i$  无关, 则  $b_j^i=0$ , 则 B 层总排序计算如图 4:

A 层	$A_1$	$A_2$	...	$A_i$	...	$A_m$	B 层总排序
B 层	$a_1$	$a_2$		$a_i$		$a_m$	
$B_1$	$b_1^1$	$b_2^1$	...	$b_1^i$	...	$b_1^m$	$\sum_{i=1}^m a_i b_1^i$
$B_2$	$b_2^1$	$b_2^2$	...	$b_2^i$		$b_2^m$	$\sum_{i=1}^m a_i b_2^i$
$B_j$	$b_j^1$	$b_j^2$	...	$b_j^i$	...	$b_j^m$	$\sum_{i=1}^m a_i b_j^i$
$B_n$	$b_n^1$	$b_n^2$	...	$b_n^i$	...	$b_n^m$	$\sum_{i=1}^m a_i b_n^i$

图 4

通过上述方法计算可得各指标总排序。

## 3 城区科技进步指标综合评价模型的建立

根据各指标的标准值和权重, 按照评价模型计算得出综合评价分值, 就可以对各城区的科技进步状况进行综合评价。其评价模型为:

$$X = \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n a_{ijk} b_{ijk}$$

其中:  $X$  为综合评价分值;  $a_{ijk}$  为第  $i$  大类第  $j$  类第  $k$  项指标的标准值;  $b_{ijk}$  为第  $i$  大类第  $j$  类第  $k$  项的基础指标权重;  $l$  为指标体系中的大类指标数;  $m$  为各大类指标中的指标数。

(责任编辑: 高建平)

# Construction of Comprehensive Evaluation Model of Technology Improvement Index System

Abstract: In order to set up index system of technology improvement, you can analyze various factors which can affect technology improvement, searching questions and solving problems are difficult to compare synthetically, and they are also difficult to evaluate the speed of technology improvement. Thus, we must calculate synthesis index which represents the level of technology improvement in virtue of definite mathematics method and statistic index.

Key Words: city; technology improvement; economic system; index evaluation