

文章编号 1000-5013(2004)02-0210-05

江苏省城市化物元模型综合评价

张丽霞 施国庆

(南京河海大学经济学院, 江苏 南京 210098)

摘要 城市化现已成为世界关注的问题,城市化水平的测度也成为许多学者研究的重要内容.很多学者用许多方法对城市化水平进行了评价,物元模型方法是一种新的数据分析方法.根据已经建立的城市化指标体系,用物元模型进行城市化综合评价,其中各指标权重的确定采用改进的层次分析法(AHP),不需要进行一致性检验.该方法评价结果科学客观,与被研究地区实际情况相符,成为一种新的城市化水平评价方法.

关键词 城市化,物元模型,层次分析法,综合评价,江苏省

中图分类号 O 212 F 291.1(553)

文献标识码 A

1 城市化评价指标体系的建立

城市化水平是一个国家或地区经济、社会、科技等各方面发展的综合反映.通常认为,这些因素之间存在着正相关关系,即一个国家或地区的经济、社会、科技越发达,其城市化水平相应的也就越高.根据选取指标简单可行的原则,借鉴张耕田《关于建立城市化水平指标体系的探讨》中的指标体系^[1],并作一定调整.其准则层可从人口、经济结构、社会发展和科技能力等方面,构建出反映各地区城市化水平高低的指标(图 1).

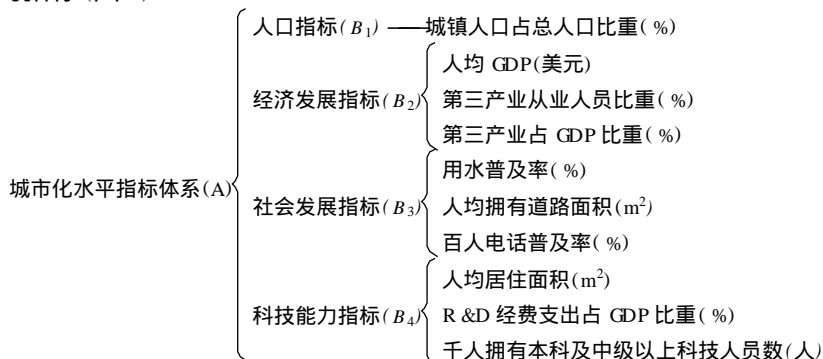


图 1 城市化水平综合评价指标体系

物元模型方法是一种新的数据分析方法,目前比较多地运用于水资源综合评价^[2]、水质评价^[3]、环境空气质量综合评价^[4]等的综合评价中.已经另有论文针对城市化评价进行详细讨论,现不赘述.需要提到的是改进的层次分析法,用来确定各准则层、指标层的权重.

2 改进的层次分析法^[5]

层次分析法是系统工程中对非定量事件作定量分析的一种简便方法.也就是说,对人们的主观判断作客观描述的一种手段.利用层次分析法计算评价指标的权数分配,可较大幅度地减少主观因素.把复杂的问题分解成各个特征指标,并将这些特征指标按支配关系分组形成有序的递阶层次结构,通过两两

收稿日期 2003-10-24

作者简介 张丽霞(1976-),女,博士研究生,主要从事城市安全的研究. E-mail: xjzlx@sina.com

比较方式确定层次中各指标的相对重要性. 然后, 综合人们的判断, 以决定诸特征指标的相对重要性总排序. 新的 AHP 法标度采用 - 1, 0, 1, 避免了不宜选定标度的困难. 同时, 采用自调节方式建立比较矩阵. 然后通过最优传递矩阵, 再将其转化为一一致性判断矩阵, 不需要进行一致性检验.

设某一评价体系 A 有 $B_i (i = 1, 2, \dots, t)$ 个准则层, 每一准则层有不同指标. 设某一准则层 $B_i (i = 1, 2, \dots, t)$, 有 n 个指标 G_1, G_2, \dots, G_n . 其相应的权重, 分别为 WG_1, WG_2, \dots, WG_n , 且 $WG_1 + WG_2 + \dots + WG_n = 1$. 为了构造判断矩阵, 首先根据指标层建立比较矩阵为

$$C^i = \begin{bmatrix} \frac{G_1}{G_1} & \frac{G_1}{G_2} & \cdots & \frac{G_1}{G_n} \\ \frac{G_2}{G_1} & \frac{G_2}{G_2} & \cdots & \frac{G_2}{G_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{G_n}{G_1} & \frac{G_n}{G_2} & \cdots & \frac{G_n}{G_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} \end{bmatrix} = (C_{jk})_{nn}. \tag{1}$$

即对每个准则层 B_i , 通过相应两两指标比较, 用三标度法建立. 式中

$$C_{jk}^i = \begin{cases} 1 & \text{在准则 } B_i \text{ 下, 指标 } G_j \text{ 比指标 } G_k \text{ 重要,} \\ 0 & \text{在准则 } B_i \text{ 下, 指标 } G_j \text{ 与指标 } G_k \text{ 同样重要,} \\ -1 & \text{在准则 } B_i \text{ 下, 指标 } G_j \text{ 没有指标 } G_k \text{ 重要.} \end{cases}$$

上述 3 种标度矩阵除了表示各指标间的重要性关系外, 还可通过数学换算求出在准则层 B_i 下各指标的权重程度. (1) 求出 C^i 的最优传递矩阵 O^i 为

$$O^i = \begin{bmatrix} O_{11} & O_{12} & \cdots & O_{1n} \\ O_{21} & O_{22} & \cdots & O_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ O_{j1} & O_{j2} & \cdots & O_{jn} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ O_{n1} & O_{n2} & \cdots & O_{nn} \end{bmatrix} = (O_{jk})_{nn}, \tag{2}$$

其中 $O_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (C_{jt} + C_{tk})$. (2) 把矩阵 O^i 转化为一一致性矩阵 D^i 为

$$D^i = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix} = (d_{jk})_{nn}, \tag{3}$$

其中 $d_{jk} = \exp\{O_{jk}\}$, 一致性矩阵 D^i 也称在准则层 B_i 下的判断矩阵. (3) 求 D^i 的特征向量 W^i . 用方根法可得 $W^i = [W_1^i, W_2^i, \dots, W_n^i]^T$, 其中

$$W_j^i = \frac{\sqrt[n]{\prod_{k=1}^n d_{jk}}}{\sum_{j=1}^n \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n d_{jk}}}. \tag{4}$$

所求得特征向量 W^i , 可作为在准则层 B_i 下各指标的权重. 同样的方法, 也可以计算出各准则层相对于评价体系的权重.

3 江苏省城市化水平物元模型综合评价

江苏是经济发达地区之一, 2002 年人均 GDP 达到 14 397 元人民币. 在 1998 年以来的 5 年中, 年均增速达 9%, 比全国的 5.6% 高出 3.4 个百分点, 比全国平均水平 7 997 元高出 80%. 在我国推进城市化水平的浪潮下, 江苏省的城市化水平处于何位置. 本文采用综合评判的物元模型对江苏省城市化水平进行综合评估, 同时也说明物元模型在城市化评价中的具体应用.

3.1 城市化水平综合评价指标

指标体系框架如前所述,选取研究的指标包括人口指标、经济指标、社会发展指标、科技能力指标在内的 4 个一级指标和 10 个二级指标.

3.2 确定经典域和节域

普遍认为,城市化发展需经过 3 个阶段.城市化初期阶段,即加速发展阶段,终级阶段^[6].因此,我们把城市化水平的各评价指标由低到高分为一、二、三级,在这 3 个等级中,一级代表研究地区处于城市化初期阶段,二级代表研究地区处于城市化加速发展阶段,三级代表研究地区处于城市化终级阶段从而可以方便利用物元模型对地区城市化水平进行评价.城镇人口占总人口比重指标的规律性.认为 1979 年,美国地理学家诺瑟姆发现了城镇人口占总人口比重指标的规律性.认为对于各国城市化发展过程所经历的轨迹,可概括为一条稍被拉平的“S”型曲线.一般认为城市化水平在 30% 以下为初期阶段,30% ~ 70% 为加速阶段,70% 以上为后期阶段.以此作为该指标各经典域的取值范围.城市化发展到中期阶段,一般以人口城市化水平达到 30% 左右,人均国民生产总值(GDP)达到 300 美元左右为界.城市化发展到后期阶段,一般以人口城市化水平达到 70%,人均国民生产总值达到 1 000 美元以上为界^[7].根据《世界发展报告》中发达国家与发展中国家的城市化情况,确定其余各指标的经典域,取得一定结果.在人口指标下,各等级的经典域为 $R_{01} = [\{\text{一级}\}, c_1^0, (0, 30)]$, $R_{02} = [\{\text{二级}\}, c_1^0, (30, 70)]$, $R_{03} = [\{\text{三级}\}, c_1^0, (70, 100)]$.节域 $R_{p1} = [\{\text{人口指标}\}]$.为 $R_{p1} = [c_1, (0, 100)]$,式中 c_1^0 代表城镇人口占总人口比重.在经济指标下,各等级的经典域为

$$R_{01} = \begin{bmatrix} c_1^1 & (0 \sim 300) \\ c_2^1 & (0 \sim 30) \\ c_3^1 & (0 \sim 30) \end{bmatrix}; \quad R_{02} = \begin{bmatrix} c_1^1 & (300 \sim 1\,000) \\ c_2^1 & (30 \sim 60) \end{bmatrix}; \quad R_{03} = \begin{bmatrix} c_1^1 & (1\,000 \sim 3\,000) \\ c_2^1 & (60 \sim 100) \\ c_3^1 & (60 \sim 100) \end{bmatrix}.$$

节域 $R_{p2}[\{\text{经济指标}\}]$ 为

$$R_{p2} = \begin{bmatrix} c_1^1 & (0 \sim 3\,000) \\ c_2^1 & (0 \sim 100) \\ c_3^1 & (0 \sim 100) \end{bmatrix},$$

式中 c_1^0 , c_2^0 和 c_3^0 , 分别为人均 GDP、第三产业从业人员比重和第三产业占 GDP 比重.在社会发展指标下,各等级的经典域为

$$R_{01} = \begin{bmatrix} c_1^2 & (0 \sim 33) \\ c_2^2 & (0 \sim 10) \\ c_3^2 & (0 \sim 30) \\ c_4^2 & (0 \sim 15) \end{bmatrix}; \quad R_{02} = \begin{bmatrix} c_1^2 & (33 \sim 66) \\ c_2^2 & (10 \sim 20) \\ c_3^2 & (30 \sim 60) \\ c_4^2 & (15 \sim 30) \end{bmatrix}; \quad R_{03} = \begin{bmatrix} c_1^2 & (6 \sim 100) \\ c_2^2 & (20 \sim 30) \\ c_3^2 & (60 \sim 100) \\ c_4^2 & (30 \sim 50) \end{bmatrix}.$$

节域 $R_{p3}[\{\text{社会发展指标}\}]$ 为

$$R_{p3} = \begin{bmatrix} c_1^2 & (0 \sim 100) \\ c_2^2 & (0 \sim 30) \\ c_3^2 & (0 \sim 100) \\ c_4^2 & (0 \sim 50) \end{bmatrix},$$

式中 c_1^1 , c_2^1 , c_3^1 和 c_4^1 , 分别指用水普及率、人均拥有道路面积、百人电话普及率和人均居住面积.在科技能力指标下,各等级的经典域为

$$R_{01} = \begin{bmatrix} c_1^3 & (0 \sim 1) \\ c_2^3 & (0 \sim 100) \end{bmatrix}; \quad R_{02} = \begin{bmatrix} c_1^3 & (1 \sim 2) \\ c_2^3 & (100 \sim 200) \end{bmatrix}; \quad R_{03} = \begin{bmatrix} c_1^3 & (2 \sim 3) \\ c_2^3 & (200 \sim 300) \end{bmatrix}.$$

节域 $R_{p4}[\{\text{科技能力指标}\}]$ 为

$$R_{p4} = \begin{bmatrix} c_1^3 & (0 \sim 3) \\ c_2^3 & (0 \sim 300) \end{bmatrix},$$

式中 c_1^2 为指千人拥有大学本科及中级以上科技人员数, c_2^2 为 R &D 经费支出占 GDP 比重.

3.3 确定待评物元

待评物元,系指江苏省城市化水平综合评价.它以根据《江苏省统计局关于 2002 年国民经济和社会发展的统计公报》、《江苏省城市设施水平(全社会)》,描述所建立的城市化指标体系.从而,得到江苏省 2002 年城市化发展相关指标量值,如表 1 所示.

表 1 江苏省城市化水平评价指标及相关量值

准则层	WB_i	指 标	量 值	WG_i	i
人口指标 (B_1)	0.27	城镇人口占总人口比重 (G_1)	44.70	1.00	0.27
		人均 GDP (G_1) (美元)	1 783.80	0.42	0.11
经济指标 (B_2)	0.27	第三产业从业人员比重 (G_2)	26.30	0.16	0.04
		第三产业占 GDP 比重 (G_3)	37.30	0.42	0.11
		用水普及率 (%) (G_1)	99.10	0.45	0.12
		人均拥有道路面积 (m^2) (G_2)	10.24	0.17	0.05
社会发展指标 (B_3)	0.27	百人电话普及率 (G_3)	42.60	0.28	0.08
		人均居住面积 (m^2) (G_4)	10.44	0.10	0.03
		R &D 经费支出占 GDP 比重 (G_1)	1.00	0.73	0.14
科技力指标 (B_4)	0.19	千人拥有本科及中级以上专业技术人员 (G_2)	20.00	0.27	0.05

3.4 确定待评事物各指标关于各等级的关联度

根据物元模型中城市化各指标关于各等级的关联度的计算公式

$$K_j(x_i) = \begin{cases} \frac{(x_i, x_{0ji})}{(x_i, x_{pi}) - (x_i, x_{0ji})}, & (x_i, x_{pi}) - (x_i, x_{0ji}) = 0, \\ - \frac{(x_i, x_{0ji})}{(x_i, x_{0ji}) - 1}, & (x_i, x_{pi}) - (x_i, x_{0ji}) = 0, \end{cases} \tag{5}$$

$$(x_i, x_{0ji}) = \left| x_i - \frac{1}{2}(a_{0ji} + b_{0ji}) \right| - \frac{1}{2}(b_{0ji} - a_{0ji}), \tag{6}$$

$$(x_i, x_{pi}) = \left| x_i - \frac{1}{2}(a_{pi} + b_{pi}) \right| - \frac{1}{2}(b_{pi} - a_{pi}). \tag{7}$$

在式(5)~(7)中, (x_i, x_{0ji}) , (x_i, x_{pi}) , 分别是点(各指标量值)与区间(各经典域、节域)的距; (x_i, x_{0ji}) 表示 x_i (指标量值)点与区间 x_{0ji} (节域)的距; (x_i, x_{pi}) 表示点 x_i (指标量值)与区间 x_{pi} (经典域)的距. a_{0ji} , b_{0ji} 分别表示准则层各指标关于各等级的经典域; a_{pi} , b_{pi} 分别表示准则层各指标的节域.可以得到城市化水平指标体系下,准则层各指标关于各评价等级 j 的归属程度(表2).从表中可以看出,各

表 2 准则层各指标关于各等级类别的关联度 ($K_j(x_i)$)

j 值	人 口		经 济		社 会			科 技	
	$i = 1$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$	$i = 4$	$i = 1$ $i = 2$
1	- 0.247	- 0.533	0.164	- 0.164	- 0.987	- 0.023	- 0.228	0.776	0.0 19.0
2	0.490	- 0.369	- 0.123	0.243	- 0.974	0.024	0.420	- 0.304	0.0 - 0.8
3	- 0.361	1.414	- 0.558	- 0.378	0.100	- 0.488	- 0.290	- 0.652	- 0.5 - 0.9

评价指标关于各评价等级的关联度总有一个非负值,即每一指标总会属于一个评价等级.以经济发展指标中第三产业占 GDP 比重为例 ($i = 3$), $K_1(x_3) = - 0.164$, $K_3(x_3) = - 0.378$,说明待评事物的指标不属于等级一和等级三,而是属于等级二. $K_2(x_3) = 0.243$,关联度值同时还表征了评价指标属于某一等级的程度.

3.5 确定待评事物关于各等级的关联度

准则层的人口、经济结构、社会发展和科技能力各指标,关于等级 $j(j = 1, 2, 3)$ 的关联度评价模型为 $K_j(p) = \sum_{i=1}^n WG_i K_j(x_i)$. WG_i 为准则层各指标关于一级指标的权重值, $K_j(x_i)$ 为准则层各指标关于各等级类别的关联度.对城市化综合状况等级评定的模型为 $K_j(p) = \sum_{i=1}^n i K_j(x_i)$, 其中 i 为准则层各指标的综合权重值.于是,得到的评价结果如表 3.从表中的结果可以知道,江苏省城市化水平综合评价为一级,即城市化发展处于初期阶段.它相应的下一层次人口指标、经济结构指标、社会发展指标、科

技能指标其评价等级分别为二、三、三、一。也就是说,江苏省城市化发展很不协调。从人口指标看,城市化发展处于加速发展时期。但从经济指标和社会发 展指标看,江苏省的城市化已经达到发达国家水平,而科技能力则反映出江苏省城市化发展的弱势。经济结构指标、社会发展指标虽然同属于第三级。但从表 3 的 j^* 可以看出,它们向相邻级别二偏离的程度非常大(2.402,2.075),即这两个指标客观上更接近于第二等级。这进一步说明了江苏省的经济社会发展尚处于快速增长时期,而非终级时期。同时人口

表 3 江苏省城市化水平评价结果

$K_j(p)$	一级	二级	三级	max	j_0	j^*
人 口	- 0.247	0.490	- 0.361	0.490	2	1.943
经济结构	- 0.267	- 0.726	0.346	0.346	3	2.402
社会发展	- 0.434	- 0.347	- 0.184	- 0.184	3	2.075
科技能力	5.130	- 0.216	- 0.608	5.130	1	1.115
综合状况	0.719	0.264	- 0.169	0.719	1	1.701

指标向级别一偏离的程度小说,它明江苏省的人口城市化接近快速增长时期,与实际情况相吻合。同样,科技能力指标偏离等级一的程度不大。从各指标综合的结果看,虽然江苏省社会经济发展很快,但由于人口指标的权重比较大,加上科技能力水平不高,江苏全省尚处于城市化发展初期阶段,城市化发展形势不容乐观。

4 结 束 语

利用物元模型对城市化水平进行评价,得到的结果与研究区实际情况比较相符,其中对研究地区城市化水平综合评价结论也是可信的。引用改进的层次分析法对评价的各指标确定权重值,不需要进行一致性检验。利用物元模型不但可以对准则层进行等级判定,而且对研究地区的综合状况进行总体评价,为决策者提供有利决策依据。

参 考 文 献

1 张耕田. 关于建立城市化水平指标体系的探讨[J]. 城市问题,1998,(1):6~9

2 门宝辉,王志良,梁 川等. 物元模型在区域地下水资源承载力综合评价中的应用[J]. 四川大学学报(工程科学版),2003,35(1):34~37

3 朱继业,窦贻俭,方红松. 动态系统物元模型在综合水质预报中的研究和应用[J]. 城市环境与城市生态,1999,12(1):51~54

4 樊文艳. 物元分析与灰色聚类法相结合的环境空气质量综合评价模型[J]. 资源节约和综合利用,1999,(4):23~26

5 张丽霞,侍克斌. 施工网络进度计划的多目标优化[J]. 系统工程理论与实践,2003,23(1):56~61

6 沈建国. 世界城市化的基本规律[J]. 城市发展研究,2000,(1):6~14

7 马 慧. 适度集中以提高质量——论我国目前城市化发展的方向[J]. 西安联合大学学报,2001,4(3):25~27

Comprehensively Evaluating the Urbanization of
Jiangsu Province by Matter-Element Model

Zhang Lixia Shi Guoqing

(College of Economics, Hehai Univ., 210098, Nanjing, China)

Abstract Urbanization has become problem of popular concern in the world, the measurement of urbanization level has also become important content in many scholars' studies. They use a lot of methods to evaluate urbanization level. The method of matter-element model is a new method of data analysis. Based on the established index system of urbanization, the authors use matter-element model to evaluate urbanization comprehensively. The weights of all indexes are determined by adopting the improved method of step analysis which needs not consistency check. The method of matter-element model has become a new method for evaluating urbanization level. Its results of evaluation are scientific and objective. They conform to actual situation of Jiangsu province.

Keywords urbanization, matter-element model, method of step analysis, comprehensive evaluation, Jiangsu Province