

区域经济评估指标 与三角隶属函数评估模型

刘思峰 朱永达

(河南农业大学系统工程研究室)

提 要 在已有研究基础上,运用灰色系统理论的“灰关联原理”对浩繁的区域经济评估指标进行删除、归并处理,得到一套可操作性较强且又简便易行的区域经济评估指标体系。这套指标体系共含经济指标、科技指标、结构指标和生活质量指标 4 大类 16 个分指标;针对人们在多指标综合评估中常用的综合指数法和评分法的缺陷或不足,吸收灰色系统理论的思想方法,提出了三角隶属函数评估模型,研究了该新模型的应用机理;结合河南省经济发展研究的需要,对河南省经济发展水平进行实证分析,指出了影响河南经济健康发展的根本症结。

关键词 区域经济 综合评估 指标体系 数学模型

1 区域经济评估指标体系

区域经济评估指标是对区域经济发展水平进行评价分析的具体标准,包括定性指标和定量指标。为便于综合分析,人们往往对定性指标进行适当的量化处理。一系列能够指示区域经济发展水平的主要特征指标,构成区域经济评估指标体系。

早在 1970 年,联合国社会发展研究所曾制定过一套区域经济水平评估指标体系,包括 7 个方面 21 个子类。这套指标偏重于评价居民生活质量和生活水平,仅按赤贫、贫困、小康、富裕 4 种情况分类,没有提出具体的数量标准^[1]。1990 年,联合国开发计划署出版的《人文发展报告》,仅用平均预期寿命、成人识字率和实际人均国民生产总值 3 个指标综合评价生活质量或人文发展状况。1991 年,笔者在《区域规划的理论与实践》一书的“区域综合规划”中,根据规划工作实际需要,提出了一套包括科技指标、经济指标、社会指标和生态环境指标 4 大类 25 个子类 100 多个分指标的指标体系^[2]。这套指标体系侧重于以现在为基础规划未来,用于区域经济评估则过于烦琐。1992 年第 1 期《中国社会科学》刊载中国社会科学院朱庆芳先生的“小康社会指标体系及 2000 年目标的综合评价”一文^[3],在这篇文章中,朱先生提出了两套指标体系。一套是按贫富区分的社会指标体系(国际标准),包括经济、社会结构、人口素质、生活质量 4 大类 21 个指标;一套是中国小康社会指标体系,包括社会结构、人口素质、经济效益、生活质量、社会分配结构、社会稳定和社会秩序 6 大类共 60 个指标。这一研究结果为中国经济社会发展目标的制订提供了科学依据,使中国各地的小康工程有了可资

收稿日期:1993-01-15

* 国家自然科学基金资助项目

参照的标准。

我们研究区域评估指标体系,旨在建立一套可操作的区域经济发展评价考核指标,对区域经济管理成效和区域经济发展水平作出科学的考核、诊断,提高区域经济管理水平。一个区域综合体,其经济发展水平是诸多因素共同作用的结果。区域评估指标不仅应当包括主要经济指标,同时还要有反映区域经济发展后劲或潜力的科学技术指标、反映区域现代化程度的社会结构指标和反映居民生活水平的生活质量指标。在经济指标、科技指标、结构指标和生活质量指标这4大类指标中,每一类指标又包含数十个反映该相应指标不同侧面发展状况的分指标。这样一个庞大的指标体系,实际运用于区域评估会有许多困难和不便。为简化指标体系,我们首先研究各个分指标与区域主要特征指标人均国内生产总值的关联度,取阈值 $\varepsilon_0=0.35$,当某分指标与人均国内生产总值的关联度小于0.35时,就将该指标删除。一批在现阶段对区域经济发展作用微弱或不起主导作用的分指标被删去。对于各类指标中保留下来的分指标,进一步运用灰色系统理论的“灰关联聚类原理”进行聚类,在同一个子类中选取一个具有代表性且数据较易获得的分指标作为这一子类的代表。最后得到一套能够较为全面地反映区域经济发展水平且又简便易行的指标体系。

根据中国共产党第十四次代表大会提出的全国小康目标和进入八十年代以来我国多数地区已摆脱贫困,逐步实现温饱,部分地区已开始从小康向宽裕迈进的实际情况,这里将区域经济发展水平划分为温饱、小康、宽裕三种不同的类型。所谓温饱、小康、宽裕实质上都是灰色概念,相应类型的划分亦是灰的。为选准每一灰类各分指标灰数的取数域并合理地确定各指标在综合评估中的权重,我们组织了三轮德尔菲调查。按专家意见,整理出如表1所示的结果。

表1 区域评估指标体系

Tab. 1 The index system in synthetic evaluation of regional economy

指标名称及序号	单位	代号	权重	温饱型	小康型	宽裕型
1. 人均国民生产总值	元	E_1	8	$500 \leq E_1(\otimes) < 1500$	$1500 \leq E_1(\otimes) < 3000$	$3000 \leq E_1(\otimes) < 7000$
2. 劳动生产率	元/人·年	E_2	6	$900 \leq E_2(\otimes) < 2600$	$2600 \leq E_2(\otimes) < 5400$	$5400 \leq E_2(\otimes) < 10000$
3. 万元工业资金税利率	元	E_3	6	$12 \leq E_3(\otimes) < 19$	$19 \leq E_3(\otimes) < 24$	$24 \leq E_3(\otimes) < 30$
4. 万元工业产值能耗	t	E_4	4	$5 < E_4(\otimes) \leq 9$	$2.5 < E_4(\otimes) \leq 5$	$1 < E_4(\otimes) \leq 2.5$
5. 人均占有粮食	kg	E_5	6	$320 \leq E_5(\otimes) < 370$	$370 \leq E_5(\otimes) < 400$	$400 \leq E_5(\otimes) < 450$
6. 成人识字率	%	ST_1	7	$40 \leq ST_1(\otimes) < 60$	$60 \leq ST_1(\otimes) < 75$	$75 \leq ST_1(\otimes) < 90$
7. 自然科技人员占社会劳动者比重	%	ST_2	7	$1 \leq ST_2(\otimes) < 1.8$	$1.8 \leq ST_2(\otimes) < 2.5$	$2.5 \leq ST_2(\otimes) < 3.6$
8. 科技进步贡献	%	ST_3	7	$25 \leq ST_3(\otimes) < 40$	$40 \leq ST_3(\otimes) < 55$	$55 \leq ST_3(\otimes) < 70$
9. 工业化程度	%	S_1	7	$35 \leq S_1(\otimes) < 50$	$50 \leq S_1(\otimes) < 75$	$75 \leq S_1(\otimes) < 95$
10. 信息化程度	%	S_2	7	$20 \leq S_2(\otimes) < 30$	$30 \leq S_2(\otimes) < 45$	$45 \leq S_2(\otimes) < 60$
11. 非农业劳动者占社会劳动者比重	%	S_3	6	$25 \leq S_3(\otimes) < 40$	$40 \leq S_3(\otimes) < 50$	$50 \leq S_3(\otimes) < 60$
12. 城镇人口比重	%	S_4	5	$20 \leq S_4(\otimes) < 35$	$35 \leq S_4(\otimes) < 50$	$50 \leq S_4(\otimes) < 65$
13. 恩格尔系数	%	LS_1	6	$50 < LS_1(\otimes) \leq 60$	$40 < LS_1(\otimes) \leq 50$	$25 < LS_1(\otimes) \leq 40$
14. 城市人均住房	m ²	LS_2	6	$4 \leq LS_2(\otimes) < 8$	$8 \leq LS_2(\otimes) < 11$	$11 \leq LS_2(\otimes) < 14$
15. 农村人均住房	m ²	LS_3	5	$15 \leq LS_3(\otimes) < 20$	$20 \leq LS_3(\otimes) < 22$	$22 \leq LS_3(\otimes) < 25$
16. 平均寿命	岁	LS_4	7	$60 \leq LS_4(\otimes) < 65$	$65 \leq LS_4(\otimes) < 70$	$70 \leq LS_4(\otimes) < 75$

在表 1 中,万元工业产值能耗 E_i 和恩格尔系数 LS_i 两个分指标为逆向变化指标,指标数值越小,区域经济水平越高。其余 14 个分指标皆为正向变化指标。其中工业化程度指标 S_1 取为工业总产值在工农业总产值中所占的比重,信息化程度指标 S_2 取为第三产业增加值占国民生产总值的比重,即

$$S_1 = \frac{\text{工业总产值}}{\text{工农业总产值}}$$

$$S_2 = \frac{\text{第三产业增加值}}{\text{国民生产总值}}$$

城镇人口比重 S_4 应以国家公布的统计数字为准,城镇人口一般指市镇辖区内所有人口,包括市辖区,街道和市辖镇、县辖镇的居民委员会总人口。

这里划分的温饱型、小康型、宽裕型 3 个灰类适合于中国现阶段和下一个世纪初的区域经济水平,若需对以前的区域经济历史状态进行评估,应在温饱型灰类之前再设一个贫困型灰类;如果要对未来的区域经济发展前景进行评估,则应在宽裕型灰类之后再设一个富裕型灰类。同时,各分指标灰数在每一灰类下的取数域亦需重新确定或调整。

2 三角隶属函数评估模型

要由若干个量纲不同且在绝对数量上差异悬殊的分指标得到一个能够反映区域经济发展水平的综合指标,需要有科学的综合评估方法。目前人们常常采用的综合指数法和评分法,皆存在难以弥补的缺陷,实际应用中有时会使评估结果的准确性受到影响。为此,本文以灰色聚类评估的思想方法为基础,提出“三角隶属函数法”,该方法能够避免综合指数法或评分法的不足,评估结论准确无误。

设有 m 个评估指标,对象 i 关于指标 j 的观测值为 x_{ij} , $j=1, 2, \dots, m$ 。我们要根据 x_{ij} , $j=1, 2, \dots, m$ 的值对相应的对象 i 进行评估、诊断,具体步骤:

第一步:按照评估

要求所需划分的灰类数 s ,将各个指标的取值范围亦相应地划分为 s 个灰类,比如将 j 指标的取值范围 $[a_1, a_{s+1}]$ 划分为 $[a_1, a_2], [a_2, a_3], \dots, [a_{k-1}, a_k], \dots, [a_{s-1}, a_s], [a_s, a_{s+1}]$;

第二步:令 $(a_k + a_{k+1})/2$ 属于第 k 个灰类的隶属度为 1,将点 $((a_k + a_{k+1})/2, 1)$ 与第 $k-1$ 个灰类的起点 a_{k-1} 和第 $k+1$ 个灰类的终点 a_{k+2} 连接起来,即得 j 指标关于灰类 k 的三角隶属函数 $f_j(\cdot)$, $j=1, 2, \dots, m; k=1, 2, \dots, s$ 。为得到 $f_1(\cdot), f_2(\cdot)$,可将 j 指标取数域向左、右分别延拓至 a_0, a_{s+2} (见图 1);

第三步:计算 i 对象关于灰类 k 的综合聚类系数 σ_i^k

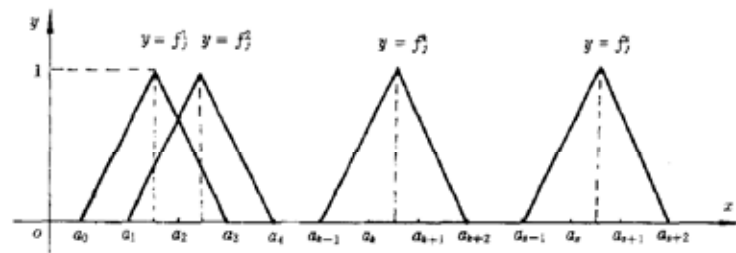


图 1 三角隶属函数曲线

Fig. 1 The curves of triangular subordinate function

$$\sigma_i^k = \sum_{j=1}^m f_j^k(x_{ij}) \cdot \eta_j, \quad k = 1, 2, \dots, s$$

其中 $f_j^k(x_{ij})$ 为 i 对象在 j 指标下属于灰类 k 的隶属度, η_j 为 j 指标在综合聚类中的权重;

第四步: 由 $\max_{1 \leq k \leq s} \{\sigma_i^k\} = \sigma_i^{k^*}$, 判定对象 i 属于灰类 k^* 。

在对多个对象进行评估并需要比较分析时, 常常会遇到若干个对象同属于一个灰类的情形, 此时可以根据综合聚类系数的大小确定出同一灰类中各个对象的优劣或位次。

3 河南经济评估分析

90 年代, 改革、开放步伐的加快和社会主义市场经济的发育成长, 使河南经济进入一个新的增长时期。区域经济系统与外部环境的关系, 区域经济系统内部各子系统之间的关系以及经济细胞与中观乃至宏观经济机体的关系, 逐步地由不协调走向协调。1992 年, 全省国内生产总值达到 1207 亿元, 比 1991 年增长 13.6%; 人均国内生产总值 1362 元, 比 1991 年增长 20.2%。社会经济结构不合理的矛盾有所缓和, 科学技术事业和人民群众的生活质量都有一定程度的提高。表 1 中所列 16 个区域经济评估指标, 1992 年实现的数值如表 2 所示。

表 2 1992 年河南主要经济评估指标数据

Tab. 2 Value of main regional economic appraisal indexes of Henan Province, 1992

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
代号	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	ST ₁	ST ₂	ST ₃	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	LS ₁	LS ₂	LS ₃	LS ₄
实现值	1362	2791	8.7	3.5	351	67	1.9	28	74	25	26	38	55	11	16.9	70

按表 1 评估灰类, 三角隶属函数的一般形式如图 2(注意: 逆向发展指标 f_j^1 与 f_j^3 换位)。

图 2 中 x_j^0 和 x_j^5 为延拓值。对于 j 指标的一个观测值 x , 可由

$$f_j^k(x) = \begin{cases} 0 & x \in [x_j^{k-1}, x_j^{k+2}] \\ \frac{x - x_j^{k-1}}{\lambda_j^k - x_j^{k-1}} & x \in [x_j^{k-2}, \lambda_j^k] \\ \frac{x_j^{k+2} - x}{x_j^{k+2} - \lambda_j^k} & x \in [\lambda_j^k, x_j^{k+2}] \end{cases}$$

计算出其属于灰类 $k(k=1, 2, 3)$ 的隶属度 $f_j^k(\cdot)$ 。

如对 $j=1$ 的情形, 分别将灰数取值范围延拓至 $x_1^0 = 200, x_1^5 = 10000$, 由 $x_1^1 = 500, x_1^2 = 1500, x_1^3 = 3000, x_1^4 = 7000$ 可得 $\lambda_1^1 = (x_1^1 + x_1^2)/2 = 2000/2 = 1000, \lambda_1^2 = (x_1^2 + x_1^3)/2 = 4500/2 = 2250, \lambda_1^3 = (x_1^3 + x_1^4)/2 = 10000/2 = 5000$, 对于 1992 年的人均国内生产总值 $E_1 = 1362$, 可算出其属于温饱型灰类

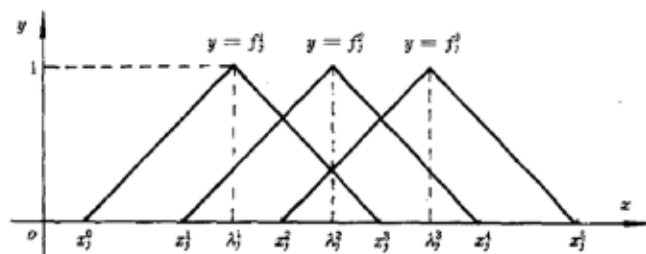


图 2 区域经济综合评估三角隶属函数曲线

Fig. 2 The curves of triangular subordination function in synthetic evaluation of regional economy

的隶属度 $f_1(1362) = (3000 - 1362)/2000 = 0.819$, 属于小康型灰类的隶属度 $f_2(1362) = (1362 - 500)/1750 = 0.493$, 属于宽裕型灰类的隶属度 $f_3(1362) = 0$ 。上述计算过程可由计算机完成。从所得结果可以看出, 就人均国内生产总值而言, 河南尚属于温饱型, 处于由温饱向小康迈进的过程中。

其余指标取数域延拓结果如表 3。

表 3 区域经济评估指标取数域延拓值

Tab. 3 The extended numbers of index value in synthetic evaluation of regional economy

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
代号	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	ST_1	ST_2	ST_3	S_1	S_2	S_3	S_4	LS_1	LS_2	LS_3	LS_4
x_j^1	200	400	6	0.7	260	25	0.5	15	20	10	15	10	20	2.5	10	55
x_j^2	10000	15000	35	12	500	98	4.5	80	97	70	70	80	70	16	30	80

类似地可以计算出其余各指标属于不同灰类的隶属度, 所得结果见表 4。

表 4 河南省主要经济指标的隶属度

Tab. 4 The subordinative degree of the main economic indexes of Henan Province

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$f_1(\cdot)$	0.819	0.715	0.284	0.222	0.891	0.68	0.455	0.743	0.031	1	0.629	0.467	1	0	0.92	0
$f_2(\cdot)$	0.493	0.610	0	0.909	0.477	0.982	0.783	0.133	0.646	0.286	0.05	0.8	0.333	0.667	0.317	0.667
$f_3(\cdot)$	0	0.037	0	0.538	0	0.311	0.08	0	0.686	0	0	0.133	0	0.667	0	0.667

于是有

$$\sigma_1^1 = \sum_{j=1}^{16} f_1^1(x_{1j}) \cdot \eta_j = 55.825$$

$$\sigma_1^2 = \sum_{j=1}^{16} f_2^2(x_{1j}) \cdot \eta_j = 50.466$$

$$\sigma_1^3 = \sum_{j=1}^{16} f_3^3(x_{1j}) \cdot \eta_j = 19.249$$

由 $\max_{1 \leq k \leq 3} \{\sigma_1^k\} = 55.825 = \sigma_1^1$, 可以认为河南经济尚属于温饱型; 但 $\sigma_1^2 = 50.466$ 与 σ_1^1 比较接近, 说明全省经济已经跨上了小康型的门坎, 经过努力, 可望在本世纪末完成全省小康建设工程。

从表 4 可以看出, 在 5 个经济指标中, 突出的问题是工业经济效益低下, 与温饱型经济的要求还有很大距离, 工业经济增长仍然靠资金和劳动力的高投入来勉强维持。这一问题若不及时解决, 势必对全省经济建设造成严重影响。另外, 粮食生产情况也不容乐观。河南农业抗御自然灾害的能力比较弱, 必须采取有力措施, 防灾减灾, 确保农业稳步发展。

科技指标中科学技术对经济增长的贡献份额不高, 主要原因是在生产中只强调资金和劳动力投入, 不重视科技投入, 科学技术是第一生产力的作用没有得到很好地发挥。

结构指标中有两个问题比较突出, 一是社会信息化程度低, 二是非农业劳动者所占比例

较低。大批农业劳动力堆积在有限的土地上难以发挥作用,这是长期以来困扰河南省经济发展的一大难题。充分运用市场机制和政策机制,引导农业劳动力向第三产业转移,可使上述两个问题同时得到解决。

食品支出占生活费支出的比重高达55%,这是比较典型的温饱水平,说明目前多数人仍然不能合理地安排衣着、居住环境美化和文娱娱乐方面的消费支出。我们要通过正确引导调整、改善居民的消费结构,但要从根本上解决问题靠的是社会经济水平的全面提高。

参 考 文 献

- 1 朱庆芳. 小康社会指标体系及2000年目标的综合评价. 中国社会科学, 1992(1): 103~120
- 2 元国瑞等. 区域规划的理论与实践. 北京: 中国展望出版社. 1991, 252~299
- 3 姚兴涛 朱永达等: 区域经济协调发展的动态多目标决策. 农业工程学报, 1991, 7(4): 1~6
- 4 刘思峰. 定权灰色聚类评估与应用. 灰色系统新方法与应用. 北京: 农业出版社. 1992, 104~110
- 5 Edgar M. Hoover. An Introduction to Regional Economics. New York: Alfred A. Knopf Inc. 1975
- 6 Liu Sifeng. Generalized Degree of Grey Incidence. Information and Systems. Dalian: DMU Publishing House. 1992, 213~216
- 7 Y. Long. Grey Relational Method for Discriminating Systems Factors. Grey System. Vol. 3, No. 1, 1991: 11~26

Study on Triangular Model and Indexes in Synthetic Evaluation of Regional Economy

Liu Sifeng Zhu Yongda

(Systems Engineering Research Institute of Henan
Agricultural University)

Abstract

(1) On the basis of what has already been achieved, the authors set up an index system for the synthetic evaluation of regional economy by applying the principle of grey incidence. The system consists of 4 synthetic indexes, the economic index, the scientific and technical index, the social structural index and the living quality index. There are altogether 16 subindexes in the system. (2) To counter with the shortcomings or deficiency of the compositing index method and marking method that had been used frequently in synthetic evaluation concerning multiindex, A triangular model is put forward based on the idea and method of grey system theory. Moreover, the mechanism of applying the new model has been studied. (3) Dealing with the realistic needs in the management of Henan economy, the authors have sized up the developing level of Henan economy. Factors that affected the development of Henan economy are discussed.

Key words Regional economy Synthetic evaluation Index system Mathematical model