

基于模糊物元的区域持续创新能力评价研究

——以江苏省为例

莫琦, 汪敏

(常州大学 经济管理学院, 江苏 常州 213164)

摘 要: 基于区域持续创新能力指标之间存在着多层次、复杂的特点, 将模糊物元与欧式贴适度结合起来, 并建立了基于模糊物元的欧式贴适度模型。在确定指标权重时引入熵值理论, 有效地确保了在评价指标权重时的主观性和不确定性的减小。最后, 以江苏省为实例, 评价江苏省的持续创新能力并为江苏省的持续创新提出相关对策建议。从江苏省的实例分析表明, 该方法实用、可行。

关键词: 区域持续创新能力; 模糊物元; 熵值

中图分类号: F207 **文献标识码:** A **文章编号:** 2095—042X (2014) 03—0033—04
doi: 10. 3969/j. issn. 2095—042X. 2014. 03. 008

要实现持续创新, 必须要具备持续创新的能力^[1]。向刚、汪应洛^[2]指出持续创新能力是在一个相当长的时间内, 能够持续不断地推出、实施创新项目, 并持续不断地实现创新经济绩效的能力。区域持续创新能力则是基于持续创新能力的能够反映一个地区持续创新水平, 它具有动态持续性、系统性^[3]、目的明确性和人本性等4个特征。区域持续创新是一个由若干多层次、复杂的要素组合成的指标体系。国内学者对区域持续创新能力研究多集中于定性研究。本文在相关研究的基础上, 对指标体系进行量化的构建, 运用模糊物元理论的相关方法, 对区域持续创新能力进行量化分析。在对指标权重确定时引入熵值理论。最后以江苏省为实例, 得出江苏省的持续创新能力并针对江苏省的持续创新能力中可能存在的问题提出相关对策建议。

一、区域持续创新能力评价指标体系的构建

在评价指标体系设计上, 本文把区域持续创新能力评价指标体系分为目标层、要素层、指标层3个层次的指标体系, 具体的指标体系见表1。

二、区域持续创新能力评价相关理论模型的构建

测度区域持续创新能力的大小是区域持续创新

能力评价相关理论模型构建的目的。而持续创新能力的这些指标之间存在着多层次、复杂的关系, 且各指标并不相容。^[4]

表1 区域持续创新能力指标体系

目标层	要素层	指标层
区域持续创新能力	持续创新环境支撑能力	人均地区生产总值 (元) C_1
		政府财政收入 (亿元) C_2
		教育经费支出 (亿元) C_3
		规模工业总产值 (亿元) C_4
		固定资产投资 (亿元) C_5
	持续创新投入能力	R&D 经费与 GDP 比重 (%) C_6
		科技活动中科学家、工程师人数 (万人) C_7
		R&D 投入 (亿元) C_8
		R&D 课题数 (项) C_9
	持续创新成果转化能力	三种专利授权量 (件) C_{10}
		技术市场成交额 (亿元) C_{11}
		开发区业务总收入 (亿元) C_{12}
	持续创新效益能力	高新技术产业产值 (亿元) C_{13}
		大中型企业新产品产值 (亿元) C_{14}
		工业固体废物综合利用率 (%) C_{15}
		邮电业务总量 (亿元) C_{16}
		固定宽带接入用户 (万户) C_{17}

物元分析理论^[5-6]能够有效解决现实中不相容的问题, 因此, 本文在关于指标权重的确定时引入熵值理论, 建立了基于模糊物元的区域持续创新能力评价模型。相比于此前学者对持续创新能力评价

* 收稿日期: 2014-03-08
作者简介: 莫琦 (1979—), 男, 江苏溧阳人, 博士, 副教授, 主要从事技术创新管理研究。
基金项目: 江苏省高校哲学社会科学基金项目 (09SJB630016)

所采用的层次分析法、专家打分以及模糊综合评价法等,有效地减小了在对于指标权重确定以及持续创新能力评价方面的主观性,更加客观全面的分析评价了区域持续创新能力,并且计算的结果直观明确,为评价区域持续创新能力的研究提供了一种新的思想。

(一) 模糊物元与复合模糊物元

事物 M 、特征 C 及其量值 v 是物元分析所描述的,由于其量值 v 的不确定性和模糊性的特征,所以称其为模糊物元。若事物 M 有 n 个特征 (C_1, C_2, \dots, C_n) 及其不确定的模糊的量值 (v_1, v_2, \dots, v_n),则可以称 R 为 n 维模糊元,记为 $R(M, C, v)$ 。若将 m 个事物的 n 维物元组合在一起,于是便构成了 m 个事物的 n 维复合物元,记为 R_{mn} :

$$R_{mn} = \begin{bmatrix} M_1 & M_2 & \cdots & M_m \\ C_1 & X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{m1} \\ C_2 & X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{m2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ C_n & X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

上式中: R_{mn} 表示 m 个事物的 n 维复合物元; M_i 表示第 i 个事物 ($i = 1, 2, \dots, m$); C_j 表示第 j 个特征 ($j = 1, 2, \dots, n$); X_{ij} 表示第 i 个事物的第 j 个特征所对应的模糊量值^[7]。

(二) 计算从优隶属度

对于收益型越大越优型指标 (正向指标) 计算公式如下:

$$u_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (2)$$

对于费用型越小越优型指标 (负向指标) 计算公式如下:

$$u_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (3)$$

式中: u_{ij} 为第 i 个事物第 j 个特征对应的模糊量值,即从优隶属度; x_{ij} 表示第 i 个事物的第 j 个特征的量值; $\max x_{ij}$ 、 $\min x_{ij}$ 表示各个评价指标的最大值与最小值。基于此,可构建从优隶属度模糊物元 \hat{R}_{mn} 。

(三) 标准模糊物元和差平方复合模糊物元

从优隶属度模糊物元 \hat{R}_{mn} 中的各个评价指标的最大值或最小值决定了标准模糊物元 R_{0n} 。若定义 $\eta_{ij} = (u_{0j} - u_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, n$),则可用 R_{0n} (标准模糊物元) 与 \hat{R}_{mn} (复合模糊物元) 各项差的平方

来表示 R_η (差平方复合模糊物元)。

(四) 熵值法确定指标权重

使用熵值法来确定评价指标的权重可以避免 AHP 法等会有主观因素形成的偏差,它在评价或计算指标权重时可以尽可能的消除或减轻人为因素的干扰,使得最终的评价的结果更加的与实际相符合。测算指标权重的步骤如下^[8]:

$$1) \text{ 计算熵值: } E(f_j) = -k \sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij} \quad (4)$$

$$2) \text{ 计算权重: } \theta_j = \frac{1 - E(f_j)}{n - \sum_{j=1}^n E(f_j)} \quad (5)$$

$$\text{式 (4) 中, } k = \frac{1}{\ln m}, f_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{j=1}^m u_{ij}};$$

$$\text{式 (5) 中, } \theta_j \in [0, 1], \sum_{j=1}^n \theta_j = 1$$

(五) 欧式贴近度

欧式贴近度的值越大表示被评价的样本与最优样本越接近,反之,则相差较远。由权重和差平方模糊物元即可计算欧式贴近度^[9]:

$$\rho H_i = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^n \theta_j \eta_{ij}} \quad (6)$$

式中, ρH_i 表示第 i 评价对象的欧式贴近度。

三、实例分析

本文以江苏省为例,将年份看作是待评价的事物 M_i ,评价指标为其特征 C_j ,对江苏省持续创新能力进行评价,以便说明上述模型的具体应用。

(一) 数据来源

本文研究遴选的 17 个能够表征区域持续创新能力的指标数据均来自于《中华人民共和国统计年鉴》(2003—2013)、《江苏省统计年鉴》(2003—2013)。因为本文研究的是持续创新能力,所以本文以 2002 年为基数,选取了 2003—2012 年 10 个年份作为评价对象。

(二) 模型建立

将上文中所述的理论与本文所要评价的指标结合,可建立起评价模型:

首先建立模糊物元和复合模糊物元,用 $M_1 - M_{10}$ 分别表示 2003—2012 年, $C_1 - C_{17}$ 分别表示能够反映江苏省持续创新能力的 17 个指标。

第二步,计算从优隶属度。鉴于本文的所有评价指标都是正向型的,所以本文在计算从优隶属度时采用的是式 (2) 所示的计算公式。

第三步,建立标准模糊物元和差平方复合模糊

物元。 R_{0n} 是根据各评价指标的从优隶属度的最大值或最小值来确定的，这里仅取最大值，即 $u_{0j} = 1(j = 1, 2, \cdots, n)$ ；根据上述计算出各年评价指标与标准状况指标之间差的平方 η_{ij} ，得到差平方复合模糊物元 R_{η} ，即：

$R_{\eta} =$

	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	M_6	M_7	M_8	M_9	M_{10}
C_1	0.914 0	0.801 2	0.656 4	0.544 2	0.408 7	0.275 5	0.199 2	0.825 3	0.012 6	0.000 0
C_2	0.928 7	0.893 3	0.769 4	0.666 6	0.479 6	0.335 1	0.232 3	0.538 6	0.002 9	0.000 0
C_3	0.916 4	0.797 7	0.667 9	0.646 0	0.471 9	0.342 6	0.259 0	0.131 5	0.029 2	0.000 0
C_4	0.923 1	0.804 2	0.676 8	0.548 8	0.395 3	0.242 5	0.195 0	0.069 8	0.013 7	0.000 0
C_5	0.896 1	0.797 6	0.679 7	0.603 2	0.486 9	0.357 1	0.209 7	0.130 5	0.037 5	0.000 0
C_6	0.742 2	0.534 0	0.427 5	0.315 3	0.250 0	0.095 4	0.037 0	0.031 3	0.010 0	0.000 0
C_7	0.882 6	0.959 0	0.729 3	0.676 3	0.461 2	0.149 3	0.643 3	0.574 3	0.228 2	0.000 0
C_8	0.931 0	0.830 0	0.745 2	0.638 4	0.529 4	0.356 0	0.234 5	0.133 1	0.033 6	0.000 0
C_9	0.971 0	0.788 6	0.756 6	0.705 9	0.623 4	0.474 7	0.147 4	0.108 8	0.056 0	0.000 0
C_{10}	0.983 0	0.971 1	0.954 9	0.912 4	0.824 2	0.737 8	0.484 8	0.251 5	0.071 5	0.000 0
C_{11}	0.902 7	0.830 4	0.772 5	0.957 5	0.892 2	0.808 0	0.734 9	0.197 1	0.039 1	0.000 0
C_{12}	0.939 5	0.870 1	0.796 6	0.671 4	0.562 6	0.435 0	0.316 9	0.168 2	0.041 1	0.000 0
C_{13}	0.974 5	0.881 7	0.762 1	0.667 5	0.509 7	0.392 6	0.294 1	0.119 3	0.024 6	0.000 0
C_{14}	0.959 5	0.866 5	0.831 6	0.756 7	0.558 1	0.401 4	0.340 2	0.188 6	0.026 1	0.000 0
C_{15}	0.473 2	0.394 6	0.143 4	0.207 0	0.066 7	0.000 0	0.039 1	0.064 2	0.140 4	0.561 8
C_{16}	0.932 3	0.851 1	0.743 4	0.588 5	0.443 9	0.313 4	0.000 0	0.118 5	0.601 0	0.523 7
C_{17}	0.885 2	0.843 6	0.896 5	0.671 9	0.528 2	0.394 4	0.194 3	0.116 0	0.033 6	0.000 0

第四步，用熵值法计算各个指标的权重。按照式（4）和式（5）分别计算出 $C_1 \sim C_{17}$ 的熵值 $E(f_i)$ 与权重 θ_j 分别为：

$E(f_i) = (0.892\ 4, 0.855\ 7, 0.884\ 8, 0.890\ 1, 0.889\ 6, 0.947\ 1, 0.848\ 3, 0.871\ 8, 0.854\ 4, 0.723\ 5, 0.745\ 4, 0.854\ 6, 0.852\ 2, 0.839\ 6, 0.968\ 1, 0.866\ 7, 0.856\ 9)$
 $\theta_j = (0.045\ 6, 0.061\ 2, 0.048\ 8, 0.046\ 6, 0.046\ 8, 0.022\ 5, 0.064\ 3, 0.054\ 4, 0.061\ 7, 0.117\ 2, 0.107\ 8, 0.061\ 6, 0.062\ 7, 0.068\ 0, 0.135\ 0, 0.056\ 5, 0.060\ 7)$

第五步，计算贴近度。由式（6）可得：

$R_{\rho H}$

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
2013	ρH_i	0.039 9	0.078 9	0.162 1	0.244 8	0.342 5	0.426 9	0.587 2	0.715 3	0.807 2

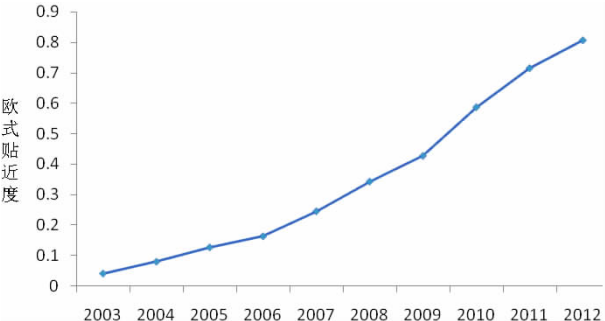
（三）结果分析

计算所得欧式贴近度按照江苏省持续创新能力从大到小排序为：2012，2011，2010，2009，2008，2007，2006，2005，2004，2003，表明江苏省持续创新能力与经济、社会和环境协调发展在逐步加强。图1显示了江苏省持续创新能力逐年增强。这与《中国区域创新能力报告2012》中江苏省区域创新能力已经连续四年排名第一的实际情况相符。

四、对策建议

以上分析表明，江苏省近几年的区域创新能力正在迅速提升，这一记过与其完善区域持续创新体

系有关。与其他地区相比，江苏省在环境支撑、投入、成果转化以及效益等方面有其特色和优势。要



年份	欧式贴近度
2003	0.04
2004	0.08
2005	0.12
2006	0.16
2007	0.24
2008	0.34
2009	0.43
2010	0.59
2011	0.72
2012	0.81

图1 江苏省持续创新能力

保持其区域持续创新能力全国强省地位,必须要保持其特色和优势。

其一,加大持续创新的环境支撑。2006 年,江苏省确立了“创业、创新、创优”的三创精神为江苏区域持续创新能力不断增强奠定了基础。在解决企业融资难、知识产权保护等问题上采取行之有效的对策;其二,增加持续创新投入。主要分为财力投入和人力方面的投入。资金的投入是持续创新的基础,可以适当的改革资金的配置方式,进而建立起更加合理的资金配置机制;科技人才投入则是持续创新的保障,在区域持续创新方面起到了重要的推动作用。其三,增强持续创新的成果转化与效益。区域持续创新的成果转化于效益有赖于产学研用的结合程度,因此加强与各科研院所以及高校之间的合作是必要的^[10]。通过加强区域内以企业为主体,将产学研用相结合的持续创新体系的建设,综合增强区域持续创新能力,增强区域科技成果转化能力并实现其效益。

五、结语

持续创新能力的评价需要考虑到多指标的属性,本文将模糊物元与欧式贴近度结合起来,并建立了基于模糊物元的欧式贴近度模型来评价持续创新能力,计算简单,概念清晰明确,所计算得到的结果和实际也较为相符,表明了模糊物元在评价区域持续创新能力方面是合理可行的。在对指标权重的确定方面采用了熵权法,从而有效地减小了在评价指标权重时的主观性和不确定性,使得权重的计算更加的客观合理。因此,本文所使用的评价方法具有

推广和实际应用的价值。

本研究也有一定的局限性。在选取评价区域持续创新能力的指标全部都是可以量化的,而忽略了一些定性的指标。因此,适应于评价区域持续创新能力的评价指标体系本文还需要进一步的完善。

参考文献:

- [1] 陈建军. 基于模块化和集群式创新融合的企业持续创新能力培育研究 [J]. 科技进步与对策, 2013 (15): 88—92.
- [2] 向刚, 汪应洛. 企业持续创新能力: 要素构成与评价模型 [J]. 中国管理科学, 2004 (6): 137—142.
- [3] 吴琨, 吴松强, 郑垂勇. 企业持续创新: 理论回顾与发展趋势展望 [J]. 现代管理科学, 2009 (1): 82—84.
- [4] 张立冬, 刘志彪, 吴先满. 江苏省区域创新能力动态评价分析: 2006—2010 年 [J]. 南京工业大学学报: 社会科学版, 2013 (2): 69—74.
- [5] 蔡文. 物元模型及其应用 [M]. 北京: 北京科学技术文献出版社, 1994: 130—178.
- [6] 张斌, 雍岐东, 肖芳淳. 模糊物元分析 [M]. 北京: 北京石油工业出版社, 1997: 150—165.
- [7] 周泰, 叶怀珍. 基于模糊物元欧式贴近度的区域物流能力量化模型 [J]. 系统工程, 2008 (6): 27—31.
- [8] 吴健妮. 熵权法筛选港口物流产业集群竞争力指标研究 [J]. 科技管理研究, 2013 (6): 45—50.
- [9] 陈鸿起, 汪妮, 申毅荣, 等. 基于欧式贴近度的模糊物元模型在水安全评价中的应用 [J]. 西安理工大学学报, 2007 (1): 37—42.
- [10] 王欣, 傅咏梅. 组织创新、制度创新与环境支撑——江苏区域创新体系研究 [J]. 中国社会科学院研究生院学报, 2010 (5): 13—18.

Evaluation of Regional Sustainable Innovation Ability Based on Fuzzy Matter Element

—Taking Jiangsu Province as an Example

MO Qi, WANG Min

(School of Economics and Management, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: Based on the multi-level and complexity of the indexes of regional sustainable innovation ability, this paper combines fuzzy matter element with Euclid approach degree and suggests a new model. By using entropy theory to determine the weight coefficient of the indexes could effectively reduce the subjectivity and uncertainty in the evaluation process. At last, this paper takes Jiangsu province as a practical example, evaluates its sustainable innovation ability and puts forward the related countermeasures for its sustainable innovation. The case study indicates that this method is applicable and feasible.

Key words: regional sustainable innovation ability; fuzzy matter element; entropy

(责任编辑: 刘志新)