

江苏高新技术产业创新能力的实证研究

马 澜

(南京中医药大学 经贸管理学院, 南京 210046)

摘要:江苏是高新技术产业大省,针对江苏高新技术产业的创新能力,本文从创新环境、创新投入和创新产出三个维度建立了创新能力评价指标体系,运用灰色关联法对江苏高新技术产业主要子行业的创新能力进行了综合评价,并在此基础上给出了江苏高新技术产业创新能力提升的相关建议。

关键词:灰色关联;江苏;高新技术产业;创新能力

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2012)11-0067-04

1 研究意义

创新驱动是江苏实现在全国率先基本建成创新型省份的核心战略。提升发展高新技术产业,大力增强自主创新能力,坚持高端化发展是江苏战略实施的主要方向。近年,江苏高新技术产业增长迅速,江苏省高新技术产业产值占工业产值的比重,从2004年的15%上升到2010年的39.8%,但高新技术产业效益优势不佳,主要表现为产值利润水平总体低下,各行业盈利能力差距明显,部分行业发展驻足不前。要解决这一问题的关键在于提升产业的创新能力。因此,对江苏高新技术产业各子行业的创新能力进行科学测度,全面准确地反映各子行业创新能力状况,对于江苏高新技术产业创新能力建设具有现实意义,可为江苏高新技术产业结构优化,转变生产方式,实现高端化发展提供决策参考。

近年,国内学者对高新技术产业创新能力评价问题关注较多。在产业创新能力的内涵和评价体系框架上基本达成共识。学者多从创新投入、创新产出和支撑环境3个方面建立评价指标体系^[1-5]。在评价方法和分析对象上,因子分析^[2,6]、熵值法^[7]、数据包络分析^[8]、灰色关联分析^[4]、主成分分析^[9]等诸多方法均被用于高新技术产业创新能力的区域性评价。然而,学术界对高新技术产业内部构成即其各子行业的创新能力状况鲜有研究,因此,本文选择江苏高新技术产业各子行业为对象进行创新能力的定量分析与评价。

2 评价指标体系的构建

评价产业的创新能力,需要建立一套科学、合理

的评价体系。鉴于前人的研究成果,本文认同创新投入、创新产出和支撑环境的分析框架,在指标体系的设计上遵循系统性、可获性、可比性、定性与定量相结合的原则,构建高新技术产业创新能力评价指标体系如表1所示。产业创新能力涵盖了从产业创新投入到产业创新产出的整个过程,要评价产业创新能力,必须全面评价该产业的创新投入能力和创新产出能力^[1]。此外,产业的投入和产出均会受到自动化水平、政策环境、科技环境等条件的制约,这些统称为创新环境。

3 综合评价的方法

高新技术产业的创新是一个复杂综合的系统,创新能力的评价因素会受到政治、经济、社会、文化等诸多方面的影响,且评价结果和评价因子之间具有不确定关系,因此系统具有“灰色”特征。考虑到灰色系统的分析方法可以克服大样本要求的缺陷,利用小样本数据建模,依据信息覆盖,通过序列生成寻求系统本身存在的规律,故本文采用灰色关联法分析评价高新技术产业创新能力。灰色关联分析的基本思想是根据对系统统计序列曲线几何形状的相似程度的比较,来刻画系统中多因素的关联程度。序列曲线的几何形状越接近,它们之间的关联度就越大。用灰色关联分析方法进行综合评价,基本思路就是先由样本资料确定一个最优参考序列,然后计算各样本序列与该参考序列的关联度,最后综合分析评价目标。这种方法的数学处理不太复杂,能使用样本所提供的全部信息,而且它等同对待各评价指标,可避免主观因素对评价结

收稿日期:2012-08-20

基金项目:南京中医药大学校哲社基金项目(11XSK03)

作者简介:马澜(1976—),女,浙江诸暨人,南京中医药大学经贸管理学院讲师,硕士,研究方向:区域经济学。

果的影响^[10]。综合评价步骤如下：

表 1 高新技术产业创新能力评价指标体系

一级指标	二级指标		指标说明
创新环境 C ₁	X ₁	R&D 仪器和设备支出占 R&D 经费内部支出比重	反映产业创新的硬件条件
	X ₂	R&D 人员的企业均值	反映科研创新活动的普及程度
	X ₃	R&D 经费内部支出中政府资金占比	反映政府部分的扶持程度
创新投入 C ₂	X ₄	R&D 经费占主营业务收入比重	R&D 经费投入强度反映企业自主创新活动的水平
	X ₅	R&D 研究人员占 R&D 人员比重	指标体现了对高级人才的投入强度
	X ₆	新产品开发经费支出占主营业务收入比重	反映出高新技术企业对创新的重视程度
	X ₇	R&D 活动人员折合全时当量的企业均值	反映研发活动人力投入
	X ₈	非 R&D 经费占企业主营业务收入比重	非 R&D 经费投入强度,非 R&D 经费包括国内技术、技术引进、改造与消化吸收 4 项经费,该指标反映了创新投入中对技术改造、吸收等的支持力度
创新产出 C ₃	X ₉	新产品产值占高新产业总值比重	创新成果上市速度
	X ₁₀	新产品销售收入占主营业务收入比重	判断新产品的创造收益能力
	X ₁₁	企业年均专利申请和拥有数	反映产业创新的科技成果
	X ₁₂	新产品出口销售收入占高新产品出口交货值比重	反映产业创新的出口竞争力

3.1 原始数据的无量纲化处理

设系统有 m 个待评价对象,有 n 个评价指标,形成 $n \times m$ 阶指标数值矩阵: $X = (x_{ij})_{n \times m}, x_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 为第 j 个评价对象在第 i 个评价指标下的指标数值。

即有原始数值矩阵

$$X = (x_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

为了消除指标量纲的影响,解决各指标不同量纲无法进行综合汇总的问题,需要对数据进行无量纲化处理,本文运用区间值化方法,将 x_{ij} 转化为取值在 $[0, 1]$ 区间的相对化数据,设转化后的指标值为 y_{ij} ,具体做法如下:

若评价指标 x_{ij} 为正指标,则

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \underset{j}{Min}x_{ij}}{\underset{j}{Max}x_{ij} - \underset{j}{Min}x_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2,$$

$\dots, m;$

若评价指标 x_{ij} 为逆指标,则

$$y_{ij} = \frac{\underset{j}{Max}x_{ij} - x_{ij}}{\underset{j}{Max}x_{ij} - \underset{j}{Min}x_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2,$$

$\dots, m;$

若评价指标 x_{ij} 为适度指标(即越接近某一标准值 u 越好的指标),则

$$y_{ij} = 1 - \frac{|\underset{m}{Max}_{j=1} |x_{ij} - u_i|}{|x_{ij} - u_i|}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1,$$

$2, \dots, m;$

原始数值矩阵 $X = (x_{ij})_{n \times m}$ 规范化处理后得

$$Y = (y_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdots & y_{nm} \end{bmatrix}$$

这样既消除了计量单位不同对指标综合的影响,又调整了指标方向,增强了可比性。

3.2 确定指标权重

确定权重的方法很多,有主观的也有客观的方法。为了避免主观因素对指标权重的影响,本文选用标准差系数法,即根据各项指标值的变异程度来确定指标的权重。具体计算方法如下:

先计算指标 Y_i 的标准差系数, $V(y_i) = \frac{\sigma_i}{\mu_i}$, 其中 μ_i 和 σ_i 分别为 Y_i 的均值和标准差。然后计算指标 Y_i 的权数, $w_i = V(y_i) / \sum_{i=1}^n V(y_i)$

3.3 灰色关联度分析

1) 确定数列的最优向量,由于进行无量纲化处理时已将所有指标调整为正指标,故最优向量为:

$$G = (g_1, g_2, \dots, g_n) = (y_{11} \vee y_{12} \vee \cdots \vee y_{1m}, y_{21} \vee y_{22} \vee \cdots \vee y_{2m}, y_{n1} \vee y_{n2} \vee \cdots \vee y_{nm})$$

上面符号 $\vee$ 为取大运算符。

2) 利用灰色关联系数公式计算第 j 个评价对象 Y_j 与最优向量 G 的关联系数 $\xi_i(Y_j, G)$:

$$\xi_i(Y_j, G) = \frac{\min_i \min_j |y_{ij} - g_i| + \rho \max_i \max_j |y_{ij} - g_i|}{|y_{ij} - g_i| + \rho \max_i \max_j |y_{ij} - g_i|}$$

其中, $\min_i \min_j |y_{ij} - g_i|$ 和 $\max_j \max_i |y_{ij} - g_i|$

分别为两级极小差和两级极大差, ρ 为分辨率(分辨系数), 一般取 0.5。

3) 计算第 j 个评价对象 Y_j 与最优向量 G 的关联度 $R(Y_j, G)$:

$$R(Y_j, G) = \sum_{i=1}^n w_i \times \xi_i(Y_j, G)$$

按照上述评价方法和步骤可进行多层次的综合评价, 最终得出各评价对象的优劣排序。

4 实证分析

江苏高技术产业各子行业发展状况按《中国高技术产业统计年鉴 2011》显示, 2010 年高技术产业中, 80.4% 的产值集中在电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业这 2 大子行业, 医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、航空航天制造业的产值比重较低, 依次是 8.7%、10.4%、0.5%。故本文选择江苏的电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业为样本来评价各行业 2010 年的创新能力。12 个统计指标数据见表 2。

表 2 评价指标数据^①

一级指标	二级指标	医药制造业	电子及通信设备制造业	电子计算机及办公设备制造业	医疗设备及仪器仪表制造业
C ₁	X ₁	0.145 172	0.158 851	0.036 369	0.137 186
	X ₂	12.412 7	13.821 58	49.599 39	9.444 834
	X ₃	0.039 627	0.025 532	0.000 395	0.058 631
C ₂	X ₄	0.016 557	0.009 824	0.003 897	0.010 943
	X ₅	0.357 243	0.268 824	0.131 882	0.400 797
	X ₆	0.015 923	0.013 663	0.005 456	0.014 24
	X ₇	10.57 2789	11.971 756	47.203 612	8.013 924 7
C ₃	X ₈	0.012 0887	0.006 084 8	0.001 893	0.008 651 3
	X ₉	0.2569 53	0.197 384	0.084 251	0.110 179
	X ₁₀	0.011 169	0.092 134	0.060 366	0.015 039
	X ₁₁	1.477 633	1.135 125	3.308 869	1.190 893
	X ₁₂	0.102 15	0.149 91	0.070 805	0.075 435

数据来源:《中国高技术产业统计年鉴 2011》相关统计数据加工。

4.1 一级综合评价

1) 创新环境的评价。对原始数据进行无量纲化得到规范矩阵

$$\begin{bmatrix} 0.888\ 318 & 1 & 0 & 0.823\ 117 \\ 0.073\ 911 & 0.108\ 997 & 1 & 0 \\ 0.673\ 673 & 0.431\ 64 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

依据标准差系数法计算指标权重为

$$w_1 = (0.219973\ 0.51957\ 0.260631)$$

确定创新环境的最优向量 $G_1 = (1\ 1\ 1\ 1)$

各行业在创新环境方面的灰色关联系数矩阵 $\xi_1 =$

$$\begin{bmatrix} 0.817\ 418 & 1 & 0.333\ 333 & 0.738\ 68 \\ 0.350\ 609 & 0.359\ 453 & 1 & 0.333\ 333 \\ 0.605\ 087 & 0.468\ 007 & 0.333\ 333 & 1 \end{bmatrix}$$

各行业在创新环境方面的灰色关联度 R_1 为

$$R_1 = \sum w_1 \times \xi_1 =$$

$$(0.519\ 68\ 0.528\ 711\ 0.679\ 771\ 0.596\ 31)$$

可见各行业在创新环境方面从优到劣的排列次序为: 电子计算机及办公设备制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、电子及通信设备制造业、医药制造业。

2) 创新投入和创新产出的评价。按照上述方法和步骤, 可以计算创新投入和创新产出方面的灰色关联度 R_2 、 R_3 分别为:

$$R_2 = \sum w_2 \times \xi_2 =$$

$$(0.734\ 437\ 0.470\ 335\ 0.564\ 879\ 0.58\ 184)$$

$$R_3 = \sum w_3 \times \xi_3 =$$

$$(0.510\ 707\ 0.705\ 242\ 0.597\ 448\ 0.348\ 585)$$

可见各行业在创新投入方面从优到劣的排列次序为: 医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业、电子计算机及办公设备制造业、电子及通信设备制造业。

可见各行业在创新产出方面从优到劣的排列次序为: 电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业、医药制造业、医疗设备及仪器仪表制造业。

4.2 二级综合评价

根据一级评价的结果, 可得规范化矩阵为

$$\begin{bmatrix} 0.519\ 68 & 0.528\ 711 & 0.679\ 771 & 0.596\ 31 \\ 0.734\ 437 & 0.470\ 335 & 0.564\ 879 & 0.581\ 84 \\ 0.510\ 707 & 0.705\ 242 & 0.597\ 448 & 0.348\ 585 \end{bmatrix}$$

依据标准差系数法计算指标权重为

$$w = (0.215\ 363\ 0.313\ 999\ 0.470\ 638)$$

确定创新能力的最优向量 $G = (0.679\ 771\ 0.734\ 437\ 0.705\ 242)$

各行业创新能力的灰色关联系数矩阵 ξ

$$\xi =$$

$$\begin{bmatrix} 0.833\ 333 & 0.841\ 242 & 1 & 0.905\ 578 \\ 1 & 0.833\ 333 & 0.886\ 208 & 0.896\ 411 \\ 0.901\ 642 & 1 & 0.942\ 999 & 0.833\ 333 \end{bmatrix}$$

注: ①医疗设备及仪器仪表制造业的专利申请数(件)和拥有发明专利数(件)两项指标采用 2009 年的数据, 因《中国高技术产业统计年鉴 2011》中该项统计缺失。

各行业创新能力的灰色关联度 R 为

$$R = \sum w \times \xi =$$

(0.917 815 0.913 476 0.937 442 0.868 699)

据此,对以上各行业创新能力进行综合评价,按照创新能力的优劣顺序依次为:电子计算机及办公设备制造业、医药制造业、电子及通信设备制造业、医疗设备 & 仪器仪表制造业。各级评价结果排名见表 3。

表 3 江苏高技术产业各子行业创新能力评价结果排名

排名 行业	创新 环境	创新 投入	创新 产出	综合创 新能力
医药制造业	4	1	3	2
电子及通信设备制造业	3	4	1	3
电子计算机及办公设备制造业	1	3	2	1
医疗设备 & 仪器仪表制造业	2	2	4	4

5 结论与建议

江苏高技术产业各子行业创新能力的灰色关联度 R 数值较为接近,说明从综合创新能力来看,各行业不分轩輊,总体水平相差无几。样本中的四个子行业,医药制造业和医疗设备 & 仪器仪表制造业 2 个行业虽然仅占江苏高技术产业 19.1% 的份额,但产业盈利能力较强。2010 年医药制造业平均产值利润率达 10.35%,医疗设备 & 仪器仪表制造业为 8.06%;远高于电子及通信设备制造业的 5.85% 和电子计算机及办公设备制造业的 3.64%。因此,江苏要提升高技术产业创新能力的整体实力,首先要从结构调整入手,在稳固电子计算机及办公设备制造业和电子及通信设备制造业传统优势的同时,聚焦医药制造业和医疗设备 & 仪器仪表制造业,适当提高其产业份额。

电子计算机及办公设备制造业是江苏传统的高新技术优势行业,其综合创新能力在四个行业中位居首位。但从创新投入和创新产出来看,该产业处于劣势,灰色关联度 R_2 、 R_3 仅为 0.56 和 0.60。创新投入和创新产出的状况势必影响到产业创新能力的后劲,目前该产业较低的产值利润水平正印证了这一事实。该产业的发展尤其需要加大 R&D 经费、非 R&D 经费、新产品开发经费的投入及高级人才的培养和引进,进而推进科技成果的上市进程。

医药制造业和医疗设备 & 仪器仪表制造业,尽管在创新投入上具有优势,但是创新产出不尽人意,灰

色关联度 R_3 仅为 0.51 和 0.35。江苏的医药产业对跨国企业依赖性很高,长期生产进口仿制药和依靠进口技术,新产品的开发投入少,匮乏新药新技术的自主创新,专利等创新成果较少,新产品上市慢,出口缺乏竞争力。为此,政策扶持的重点在于加大对新药新技术的研发力度。鼓励和保护企业积极实施新药新技术研发从仿制为主向创仿结合、以创新为主的转变。

电子及通信设备制造业,在创新环境和创新投入居于劣势的情况下,创新产出却排名最优,说明该行业的创新投入产出效率较高。2004—2009 年,江苏该行业的产值利润率一直停滞在 4%~5% 之间,2010 年该行业产值利润率有所提升,为 5.85%,这与江苏电子及通信设备制造业发展模式的转变不无关联。没有掌控关键技术和核心部件,产业必受制于人,仅依靠改善创新环境和增加创新投入无法实现高端化的发展目标。江苏电子及通信设备制造业应继续加紧产业共性关键技术攻关,突破一批制约产业发展的节点技术,以技术为先导来提升产业的层次。

6 结语

新材料制造业和新能源制造业是江苏高技术产业的重要组成部分^①,是江苏十二五规划重点发展的战略性新兴产业。囿于数据的可获性和行业分类目录的差异性,本文没有对这两大行业进行实证研究,此为本文的不足之处。

目前综合评价基础理论问题研究薄弱,特别是综合评价指标体系理论、综合评价标准、综合评价公理体系、综合评价保序性等理论问题的研究几近空白。基础理论研究上的空白也直接导致了综合评价方法使用上的混乱和综合评价结果的不稳定和争议^[10]。因此,本文所提出的指标体系尚需进一步完善。

本文所采用的灰色关联分析方法,经实践证明,具有效率高、所需数据少和揭示问题清晰等特点,在多指标综合评价分析时,既可用于横向数据比较也可用于时间序列的分析,不失为一种好的方法。

参考文献

[1] 胡海波. 产业自主创新能力评价指标体系构建及实证检验[J]. 财经问题研究, 2010(9): 28—32.

(下转第 121 页)

注:①按《2009 年江苏省高新技术产业主要数据统计公报》显示航空航天制造业占高新技术产业总产值的 0.24%;电子计算机及办公设备制造业占 10.05%;电子及通讯设备制造业占 25.78%;生物医药制造业占 5.76%;仪器仪表制造业占 4.99%;电气设备制造业占 19.99%;新材料制造业占 25.59%;新能源制造业占 7.60%。

The Present Situation and Problems Analysis of Small and Medium Enterprises in the Post-IT Age

PENG Yun-fang, CHEN Qiang-qiang

(School of Management, Shenzhen University, Shenzhen Guangdong 518060, China)

Abstract: We have stepped into a new age named post-IT age which presents new features. Small and medium enterprises are experiencing the unprecedented opportunity and challenge in the new age. This paper specially analyses the features of post-IT age and the problems happening in small and medium enterprises in this background, and then directly points out that the main reason is lack of integrate application of information resource. Basing on these problems, this paper presents small and medium enterprises should conduct micro-creative and deep innovation strategy which performs well in the post-IT age background.

Key words: post-IT age; small and medium enterprises; present situation; problems

(上接第 70 页)

[2] 杨屹,薛惠娟. 产业技术自主创新能力的区域差异性研究[J]. 中国工业经济, 2011(11): 68—76.

[3] 徐玲,武凤钗. 我国高技术产业技术创新能力评价[J]. 科技进步与对策, 2011(1): 128—132.

[4] 高达宏. 基于灰色关联的高技术产业创新能力分析[J]. 科技管理研究, 2010(16): 8—15.

[5] 陈红川. 高技术产业技术创新能力评价实证研究[J]. 科技管理研究, 2010(16): 20—21.

[6] 张贵,李俊林,韩彦清,路振田. 中国高技术产业自主创新能力评价——基于产业链为核心的视角[J]. 河北经贸大学学报, 2011(1): 72—79.

[7] 张目,周宗放. 我国高技术产业自主创新能力评价指标体系研究[J]. 科技管理研究, 2010(16): 46—49.

[8] 李巧,孔庆书. 高技术产业集群创新能力研究——以部分省会城市高新区为例[J]. 河北经贸大学学报, 2010(11): 42—45.

[9] 孙道军,王栋. 中国区域高新技术产业发展水平的实证研究[J]. 统计与决策, 2011(10): 123—126.

[10] 王其荣,黄建. 综合评价方法之评价[J]. 统计与决策, 2006(6): 137—138.

[11] 刘思峰,郭天榜,党耀国. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

[12] 郭秀云. 灰色关联法在区域竞争力评价中的应用[J]. 统计与决策, 2004(11): 55—56.

The Analysis on High-tech Industry Innovation Capability in Jiangsu

MA Lan

(Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210046, China)

Abstract: Product of Hi-tech Industry in Jiangsu is great. To find out the state of innovation capability in Jiangsu's Hi-tech Industry, we design an evaluation index system of high-technology industry's innovation capability from the perspective of innovation input, output and conditions. Grey Incidence Degrees model was employed to make synthetic estimation for high-technology industry's innovation capability in Jiangsu. On this basis, some suggestions on improving high-technology industry's innovation capability in Jiangsu are put forward.

Key words: degree of grey incidence; Jiangsu; hi-tech industry; innovation capability