

# 安徽高新技术产业创新能力综合评价研究

王俊 王艳

(安徽省科学技术情报研究所, 安徽合肥 230011)

**摘要:** 在国内外研究的基础上, 结合安徽省的基本情况, 建立了一套高新技术产业创新能力综合评价体系。采用主成分分析和聚类分析, 对安徽省高新技术产业创新能力水平进行评价。评价结果表明, “合芜蚌”自创区和国家级创新型城市辐射带动了全省高新技术产业创新水平, “皖南”“皖北”城市产业和环境发展呈现两极化态势。后发地区的创新投入力度明显大于其他城市, 为城市提高高新技术产业创新水平提供了参考依据。

**关键词:** 安徽省; 高新技术产业; 主成分分析; 聚类分析; 创新能力评价; 评价体系

中图分类号: C8

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2020.02.015

## Research on Comprehensive Evaluation of Innovation Ability of Anhui High-tech Industry

WANG Jun, WANG Yan

(Scientific and Technological Information Institute of Anhui Province, Hefei 230011)

**Abstract:** On the basis of domestic and foreign research, combined with the basic situation in Anhui province, this paper establishes a set of evaluation system, and use principal component analysis and cluster analysis to evaluate the level of innovation capabilities of high-tech industries in various cities in Anhui province. The evaluation results show that the “He-Wu-Beng” test-area and the state-level innovative urban radiation have driven the overall level of high-tech industries in the province, and that the industrial and environmental development of the cities in “Southern Anhui” and “Northern Anhui” have shown a situation of polarization. The investment of innovation in backward area is better than that of the other cities, which provides a reference basis for cities to raise the level of innovation in high-tech industries.

**Keywords:** Anhui province, high-tech industries, principal component analysis, cluster analysis, innovation capability evaluation, evaluation system

“十三五”以来, 安徽省抢抓国家促进中部崛起和长三角一体化发展战略机遇, 安徽省高新技术产业保持稳中有进的发展态势, 对全省工业增长贡献程度逐步加大, 逐渐成为全省国民经济中的支柱和先导产业, 为建设现代化美好安徽提

供战略支撑<sup>[1-6]</sup>。新时代下, 正确、客观、有效地评价安徽省各市高新技术产业创新能力尤为重要。主成分分析法是一种降维的思想, 就是考虑各指标间的相互关系, 从观测变量中用数学方式抽取较少且相互独立的成分以便简化解释复杂

**作者简介:** 王俊 (1985—), 女, 安徽省科学技术情报研究所助理研究员, 主要研究方向: 科技统计 (通信作者); 王艳 (1977—), 女, 安徽省科学技术情报研究所副研究员, 主要研究方向: 科技统计。

**基金项目:** 安徽省科技创新战略与软科学研究“安徽高新技术产业及相关企业创新能力提升研究”(1706a02020005); 安徽省重点研究和开发计划项目“基于科技大数据的安徽省高新技术产业分析及应用研究”(1804a09020059)。

收稿日期: 2019年8月23日。

的测量数据<sup>[7]</sup>,即把多个指标转换成较少的几个互不相关的综合指标,从而进一步使研究变得简单的一种统计方法<sup>[8]</sup>。本文通过构建科学合理的指标体系,运用主成分分析法对建立的指标体系进行降维,并对全省16个市的高新技术产业创新能力进行排名并分类,全面地评价全省高新技术产业发展情况。

## 1 评价指标体系

国内学者对高新技术产业创新能力主要影响因素进行了研究<sup>[9-12]</sup>。比较这些研究成果,本研究认为,影响高新技术产业创新能力的因素包括以下4个方面。

(1) 创新投入:反映创新资源在高新技术产业领域的配置和使用情况,通常包括人员、经费等方面的投入。创新投入的数量和质量决定高新技术产业领域相关企业掌握创新资源并开展研发、生产、销售、服务等方面活动的的能力。

(2) 创新产出:反映创新投入带动高新技术产业的直接成果和绩效情况,通常包括知识产权、技术性收入、税收等方面的产出。创新产出的水平和层次能够体现高新技术产业领域相关企业利用创新投入获得相应成果和效益的能力。

(3) 创新环境:反映区域配置和使用创新

资源的效率和便捷情况,通常包括高新技术企业(以下简称“高企”)结构、高新区高企、高新区经营等方面。创新环境的优劣在很大程度上影响着创新投入带动创新产出能力的大小。

(4) 产业发展:反映高新技术产业创新带来的经济效益情况,通常包括高新技术产业产值和增加值、高新技术产业增加值占规模以上工业的比重、高新区工业产值等方面。产业发展水平可以说明高新技术产业创新服务经济社会发展的能力。

由此确立了一套由4个一级指标和16个二级指标组成的高新技术产业创新能力综合评价指标体系(表1),并以安徽省为例开展实证分析。

数据主要来源于安徽省统计年鉴和安徽省科技统计公报。利用SPSS软件,采用主成分分析法<sup>[13]</sup>和聚类分析法,对全省16个市高新技术产业的创新能力进行评价。

## 2 主成分分析

### 2.1 可行性检验

采用KMO检验、Bartlett球形检验、变量共同度3种方法对原变量能否进行因子分析进行检验。KMO统计量是通过比较各变量间简单相关系数和偏相关系数的大小判断变量间的相关性。

表1 评价指标体系

一级指标	二级指标	指标单位
创新投入	高企从事科技活动人员占全部从业人员的比例 $X_1$	%
	高企科技活动经费支出与营业收入之比 $X_2$	%
	高企固定资产投资额 $X_3$	亿元
	高企减免税额 $X_4$	亿元
创新产出	高企发明专利授权数 $X_5$	件
	高企技术性收入占营业性收入的比重 $X_6$	%
	高企技术合同成交额 $X_7$	亿元
	高企高新技术产品出口额占总出口额的比例 $X_8$	%
创新环境	高新技术企业数与规模以上工业企业的比例 $X_9$	%
	科技企业孵化器数 $X_{10}$	家
	高新区拥有高企数 $X_{11}$	家
	科技企业孵化器在孵企业数 $X_{12}$	家
产业发展	高新技术产业总产值占全省的比例 $X_{13}$	%
	高新技术产业增加值占全省的比例 $X_{14}$	%
	高新区工业总产值 $X_{15}$	亿元
	高企营业性收入占地区GDP比重 $X_{16}$	%

KMO值越接近1，原变量越适合做因子分析。Bartlett球形检验用于检验相关阵是否是单位阵，即各变量是否独立。如果Bartlett球形检验的统计量数值较大，且对应的相伴概率值小于用户给定的显著性水平，则表示原变量适合做因子分析。变量共同度则反应了所有公共因子对原变量方差（变异）的解释度<sup>[14]</sup>。

分别将获得的原始数据输入SPSS软件，KMO值达到0.856，Bartlett检验的统计量值为374.524，相伴概率等于0.000，且16项指标的共同度都在0.775以上，这表明提取的公因子可以解释原来的变量。

## 2.2 提取公因子

提取公因子的原则是：采用主成分分析法，提取特征值大于等于1的因子为公因子；再利用因子载荷矩阵的不唯一性，使用最大正交旋转法进行旋转，得到公因子变量，输出因子得分。得到的公因子变量可以代替原变量数据，是原变量信息的综合，进而实现降维并简化问题<sup>[15]</sup>。

利用SPSS软件进行主成分分析法，如表2所示的总方差解释，通过因子分析得到 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  3个公因子，且这3个公因子对所有变量的累积方差贡献率达93%，高于90%，则表明原变量93%可很好地由所提取的3个公因子来解释。

由表3可得，3个公因子在不同的指标中各有侧重， $F_1$ 在 $X_9$ 、 $X_{11}$ 、 $X_{12}$ 、 $X_{13}$ 、 $X_{14}$ 、 $X_{15}$ 和 $X_{16}$ 上相对有高荷载，这7个指标从不同角度反映了一个地区创新环境和产业发展的总量水平，可称之为“产业与环境因子”； $F_2$ 在 $X_1$ 和 $X_2$ 上相对有高荷载，这两个指标分别从不同的角度反映了一个地区创新投入力度，可称之为“创新投入因子”； $F_3$ 在 $X_6$ 上相对有高荷载，这个指标反映了一个地区创新产出情况，可称之为“创新产出因子”。

## 2.3 因子得分

利用SPSS软件可以计算出各市在3个公因子上的得分，再通过特征值归一化，得到一个综合得分 $F$ 。 $F$ 的计算公式是：

$$F = 0.4920 \times F_1 + 0.3416 \times F_2 + 0.1663 \times F_3$$

表4是各市的因子得分及综合得分，从表4的得分结果可以得到以下结论。

第一，“合芜蚌”示范区及国家级创新型城市辐射带动着全省高新技术产业总体创新水平。合肥、芜湖、蚌埠三市依托自主创新试验区的政策优势及地域优势，在高新技术产业创新能力综合指标 $F$ 处于领先地位。近年来，从总体上看，合芜蚌试验区辐射带动了全省经济发展，尤其在促进全省高新技术产业发展上，起到了当龙头、

表2 总方差解释

成分	起始特征值			提取荷载平方和			旋转荷载平方和		
	总计	方差百分比/%	累计/%	总计	方差百分比/%	累计/%	总计	方差百分比/%	累计/%
1	12.482	78.014	78.014	12.482	78.014	78.014	7.324	45.776	45.776
2	1.379	8.621	86.635	1.379	8.621	86.635	5.085	31.779	77.555
3	1.023	6.395	93.029	1.023	6.395	93.029	2.476	15.475	93.029
4	0.398	2.488	95.517						
5	0.268	1.675	97.192						
6	0.179	1.116	98.308						
7	0.114	0.711	99.019						
8	0.095	0.594	99.613						
9	0.034	0.215	99.828						
10	0.011	0.067	99.895						
11	0.009	0.057	99.952						
12	0.006	0.039	99.991						
13	0.001	0.006	99.997						
14	0.000	0.002	99.999						
15	$9.904 \times 10^{-5}$	0.001	100.000						
16	$1.914 \times 10^{-16}$	$1.196 \times 10^{-15}$	100.000						

表3 旋转后因子荷载矩阵

指标	成分		
	1	2	3
高新技术产业总产值占全省的比例	0.885		
高新技术产业增加值占全省比例	0.872	0.437	
高企营业收入占地区GDP比重	0.861		
高企固定资产投资额	0.842	0.461	
高企减免税额	0.824	0.489	
高企发明专利授权量	0.780	0.562	
高新区工业总产值	0.742	0.551	
科技企业孵化器在孵企业数	0.732	0.593	
高新区拥有高企数	0.703	0.636	
科技企业孵化器数	0.670	0.527	0.431
高新技术企业数与规上工业企业的比例	0.635	0.611	
高企从事科技活动人员占全部从业人员的比例		0.889	
高企科技活动经费支出占营业收入的比重		0.853	
高企技术合同成交额	0.586	0.762	
高企高新技术产品出口额占出口额的比例			-0.928
高企技术性收入占营业收入的比重			0.785

表4 各市因子得分及综合得分情况

序号	地市	$F_1$		$F_2$		$F_3$		$F$	
		得分	排名	得分	排名	得分	排名	得分	排名
1	合肥	2.3086	1	2.4797	1	0.5178	4	2.0691	1
2	淮北	0.4582	4	-1.4792	16	-0.0784	8	-0.2929	12
3	亳州	-0.2045	8	-0.6380	12	-0.5115	10	-0.4036	16
4	宿州	-0.6960	13	0.3882	4	-1.0125	15	-0.3783	15
5	蚌埠	-0.8410	14	1.6926	2	-0.4885	9	0.0831	4
6	阜阳	-0.1239	6	-0.1695	8	-0.6843	13	-0.2327	9
7	淮南	-0.9675	15	0.3257	5	0.5693	2	-0.2701	10
8	滁州	1.0306	3	-1.0547	15	-1.0174	16	-0.0225	5
9	六安	-0.6165	12	-0.1842	9	0.3955	5	-0.3005	13
10	马鞍山	-0.4309	10	-0.5255	11	3.0894	1	0.1224	3
11	芜湖	1.9621	2	-0.8266	14	0.5366	3	0.7723	2
12	宣城	0.3258	5	-0.7033	13	-0.6334	12	-0.1853	7
13	铜陵	-0.1479	7	0.1959	6	-0.7225	14	-0.1260	6
14	池州	-0.5861	11	-0.2702	10	0.3506	6	-0.3224	14
15	安庆	-0.3860	9	0.1628	7	-0.5363	11	-0.2235	8
16	黄山	-1.0850	16	0.6064	3	0.2256	7	-0.2892	11

扛大头、走前头的先导作用,各项指标均处于全省前列。其中,依托合肥综合性国家科学中心,合肥市的高新技术产业发展情况一直保持稳定发展势头,创新能力也是位居全省首位,其产业与环境因子 $F_1$ 、创新投入因子 $F_2$ 均位居全省首位。作为国家级创新型城市的芜湖和马鞍山综合指标 $F$ 分别位居全省第二和第三,尤其在创新产出因子 $F_3$ 上,芜湖和马鞍山位居全省前三。在合肥、

芜湖、马鞍山、蚌埠4个城市中发展水平最均衡的是合肥市,其他3个市均有一定程度的弱点,表现比较突出的是芜湖和蚌埠。芜湖的创新投入因子 $F_2$ 居全省第14位,说明芜湖的创新投入力度仍有待提升;蚌埠的产业与环境因子 $F_1$ 居全省第14位,说明蚌埠的高新技术产业仍有待发展、创新环境有待进一步优化。

第二,“皖南”“皖北”城市产业和环境发

展情况均呈现两级分化的局面。合肥、芜湖、滁州、淮北、宣城、阜阳、铜陵、亳州分别位于全省前八。在“皖南”城市中，合肥、芜湖、滁州、宣城、铜陵等由于其创新基础较好、传统产业改造升级起步早、创新环境较好，导致其产业与环境因子 $F_1$ 得分较高；而池州、黄山等“皖南”城市受限于地方的产业结构，其 $F_1$ 得分较低，分别位居全省第11位和第16位。在“皖北”城市中，淮北、阜阳、亳州三市在产业与环境因子 $F_1$ 上表现不俗，这与“皖北”城市近年来重视调整产业结构、致力于优化创新环境分不开的；但也有个别“皖北”城市在这方面仍有待提升，比如宿州、蚌埠、淮南，其“产业与环境因子” $F_1$ 得分仅位居全省第13位、第14位、第15位，说明其产业结构和环境环境仍有待优化。

第三，后发地区的创新投入较其他城市强劲。与“皖南”城市相比，“皖北”“皖西”等后开发的地区由于经济发展缓慢、传统产业转型升级缓慢而落后。然而，近年来，后发地区的创新意识逐步增强、创新投入力度也逐年加大。黄山、宿州、淮南、安庆、阜阳、六安创新投入因子 $F_2$ 得分分别位居全省前九，高于池州、马鞍山、宣城、芜湖等城市。值得一提的是安庆，作为皖西部城市，三项因子得分都比较均衡，分别居全省第9位、第7位、第11位，总体得分居全省第8位，成为“皖西”城市高新技术产业创新能力的排头兵。

### 3 聚类分析

#### 3.1 类别数目

利用SPSS软件对全省16个市样本数据进行聚类分析。采用快速聚类(K-Means Cluster)的聚类方式对前文中主成分分析得到的3个公因子进行聚类分析。经过四次迭代过程，得到的聚类结果见表5所示。

#### 3.2 聚类结果

第一类：创新能力综合领先型。作为省会城市的合肥，依托合肥综合性国家科学中心，拥有较好的创新资源和创新基础，在智能语音、量

表5 各市分类情况

类别	包含地市
第一类	合肥
第二类	芜湖、滁州、淮北、宣城、亳州
第三类	蚌埠、黄山、宿州、淮南、铜陵、安庆、阜阳、六安、池州
第四类	马鞍山

子通讯、新型显示等高技术产业带动下，合肥高新技术产业创新能力在全省中表现较为突出。其综合指标 $F$ 得分居全省第一，遥遥领先于其他各市，且三项公因子中有两项都排在全省首位。由此可见，其高新技术产业创新能力综合实力和创新能力内在结构均优于全省其他各市。

第二类：产业及创新环境领先型。此类主要城市有芜湖、滁州、淮北、宣城、亳州。这5个城市“产业及环境因子” $F_1$ 分别居全省第2位、第3位、第4位、第5位、第8位，但其“创新投入因子” $F_2$ 均处于全省的落后水平。在这5个城市中既有“皖江带”城市，又有“皖北”城市，地域横跨全省，具有一定的代表性。

第三类：创新投入领先型。此类主要有蚌埠、黄山、宿州、淮南、铜陵、安庆、阜阳、六安、池州。这9个城市的“创新投入因子” $F_2$ 分别居全省第2位至第10位，且“产业及环境因子” $F_1$ 落后于第二类城市，甚至处于全省的落后水平。

第四类：创新产出领先型。此类只有马鞍山，其“创新产出因子” $F_3$ 得分位居全国第一，且具体得分远高于第2位的淮南，但其“产业及环境因子” $F_1$ 和“创新投入因子” $F_2$ 仅位居全省第10位、第11位。由于其“创新产出因子” $F_3$ 表现不俗，导致其综合因子 $F$ 位居全省第3。

### 4 结论与建议

本文选取了16个指标，使用主成分分析法和聚类分析法，对创新综合能力进行测算、评价。最终评价结果表明：全省16个市高新技术产业创新水平可划分为四大类，“合芜蚌”示范区及国家级创新型城市，辐射带动着全省高新技术产业总体创新水平，“皖南”“皖北”城市产业

和环境发展均呈现两级分化的局面,后发地区创新投入力度优于其他地区城市。

安徽省是全国第二个获批开展创新型省份建设的省份,全省各市应该抓住现有的创新机遇,继续推进全面改革创新,努力提高各地高新技术产业创新能力。对此,本文提出以下几点建议。

第一,优化科技投入结构,引领企业加大研发投入。从创新投入来看,全省各市创新投入仍有薄弱的地方,在今后相当长的一段时期内,安徽省高新技术产业发展仍需坚持质量和效益同步提高的方针。一方面,逐步加大政府科技投入,提高财政支出中科技经费投入的比例;另一方面,鼓励引导企业加大研发投入力度,从而提高企业的核心竞争力。

第二,以重点区域为中心,促进全省高新技术产业区域协调发展。一是继续加大“合芜蚌”示范区及国家级创新型城市的建设,使其继续发挥核心载体功能和辐射带动作用。二是“皖北”等高新技术产业发展薄弱的市要积极探索自身优势,学习先进地区的经验和做法,合理调整高新技术产业发展规划,优化和升级各地区产业结构。三是加强对县域科技创新系统的设计和引导,推动县域科技创新政策落实,促进各地发展特色和支柱产业。

第三,加强产学研结合,促进科技成果转化。一是要明确相关管理机构和职能,建立完善科技成果转移转化重大事项领导班子集体决策制度,符合科技成果转移转化特点的岗位管理、考核评价和奖励制度。将科技成果转化情况作为高校、科研院所绩效考评的评价指标。二是要不断优化高质量科技成果有效供给和引进,加快承接国家重点科技项目和实施省重大科技专项,加强核心技术攻关。三是要加快全省科技成果转化体系建设和科技企业孵化培育体系,建立重大成果转化数据库,促进企业技术研发和重大科技成果转化,充分发挥资本对创新创业推动作用。

第四,多项并举,优化高新技术产业创新环境。一是全面落实高新技术产业发展的人才、财

税、金融、土地、环保等已有政策,加大推进普惠制创新政策,研究制定“高精尖”产业优惠扶持政策,给予新业态特殊政策。二是鼓励和支持高新技术产业发展,高新技术产业具有高效益和高利润,形成具有较强竞争力、具有一定规模的骨干产业,从而带动其他相关产业快速发展。三是通过集聚创新创业要素、不断完善创新载体建设,促进传统产业向高新技术产业转变、资源驱动向创新驱动转变,进一步提升高新技术产业创新能力,加大高新技术产业对区域经济的贡献。

### 参考文献

- [1] 杨楠.河南省高新技术产业自主创新能力评价[J].科学管理研究,2012,30(1):27-31.
- [2] 邓和.我国高新技术产业及新兴产业发展的政策思考[J].软科学,2011,25(5):65-68.
- [3] 李晓伟,臧树伟.我国高技术产业区域发展对策研究[J].科技进步与对策,2012,29(24):67-71.
- [4] 高武.河北省高技术产业持续创新能力评价及分析[D].石家庄:河北科技大学,2015.
- [5] 陈红川.高新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):20-22.
- [6] 王俊.2017年安徽省高新技术产业发展情况分析[J].安徽科技,2018(4):10-11.
- [7] 何国民.应用统计学案例教程[M].武汉:华中科技大学出版社,2013:264-266.
- [8] 何晓群.应用回归分析[M].3版.北京:中国人民大学出版社,2011:188-189.
- [9] 张海生,周江华.滨海新区生物医药产业发展现状与对策[J].中国科技投资,2007(9):35-37.
- [10] 王昌林.提升高技术产业核心竞争力研究[M].北京:中国计划出版社,2009.
- [11] 肖泽磊,项喜章,刘虹,等.高新技术产业创新群构成要素及优势分析:以“武汉·中国光谷”为例[J].中国软科学,2010(7):103-108.
- [12] 徐廷廷,徐长乐,司桂霞,等.时空维度下上海高新技术产业创新能力评价研究[J].华东经济管理,2013(7):5-8.
- [13] 卢纹岱.SPSS统计分析[M].北京:电子工业出版社,2003:472-473.
- [14] 王俊.安徽省各市创新能力综合水平评价研究[J].河南科学,2016(1):1012-1016.