

基于因子分析的广州城市创新能力评价研究

解旭霞, 刘明广

(华南师范大学 公共管理学院, 广州 510006)

摘要:以城市创新能力为研究对象,通过构建城市创新能力指标体系,运用因子分析法对广州创新能力进行实证研究。计算结果表明:2000—2013年,广州创新能力呈逐年上升趋势,特别是创新环境和创新产出增长迅速,但创新投入变化相对稳定。

关键词:城市创新能力;指标体系;因子分析

中图分类号:F293.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)05-0078-05

创新能力是一个国家经济发展最重要的动力源泉,建设创新型国家成为“十三五”乃至今后一个时期的战略任务。作为广东省乃至全国经济重镇的广州,理应成为珠三角地区自主创新的前沿阵地,担负起创新排头兵、经济新引擎的重任。研究城市创新能力对于推动广州经济发展,带动珠三角乃至全国经济具有重要的指导意义和现实价值。本文通过构建城市创新能力指标体系,以2000—2013年统计数据为依据,运用因子分析法对广州创新能力进行实证研究,为相关部门制定政策提供参考。

1 文献综述

关于城市创新能力的研究,国内外学者主要从以下3个角度进行评价。

1)从创新构成要素角度。如魏江、刘怡等在《杭州市创新型城市建设对策》中将城市创新能力细分为创新资源、创新主体、创新绩效、创新环境4个一级指标,资金投入、企业创新能力、基础设施、政府支持等9个二级指标,省级及以上高新技术企业数量、每万人授权专利数、R&D经费占GDP比重、科技活动经费占GDP比重、高新技术产业化指数等24个三级指标^[1]。

2)从创新投入产出角度。如马岳红在《基于因子分析的城市创新能力评价》中从技术创新支出、配置能力、产出能力等5个方面,并进一步细分为技术创

新配置能力、技术创新支持能力、技术创新产出能力等5个二级指标,更进一步细分为技术市场交易额占GDP比重、财政科技拨款占GDP比重、重大科技成果综述、专利授权量等三级指标构建城市创新能力评价指标体系^[2]。

3)从创新系统角度。如Charles Landry在《The Creative City》中提出从公共基础设施、开放性企业文化、具有创新意识的人、城市的发展空间等核心系统入手构建城市创新能力评价指标体系^[3]。

2 城市创新能力评价体系

2.1 指标选取原则

本文选取指标时遵循以下原则:①科学性原则。指标要科学、客观地反映城市创新能力的主要特点,尽可能选取反映城市创新能力的核心指标进行评价;②系统性原则。指标要能够系统、全面地反映城市创新能力的各个方面,追求整体与局部、长期与短期的平衡;③可操作性原则。指标要易于获取,尽量选择《广州统计年鉴》、《广州科技统计年鉴》、《广东省统计年鉴》等公开的数据。

2.2 构建评价体系

在查阅相关文献基础上,从投入产出角度出发,从创新环境、创新投入、创新产出三个维度构建城市创新能力指标评价体系,如表1所示。

收稿日期:2015-12-23

基金项目:广州市科技计划软科学研究(201510020010);广东省科技计划项目(2014A080803009)。

作者简介:解旭霞(1989—),女,山西平陆人,华南师范大学公共管理学院,2013级科学技术哲学专业硕士研究生,研究方向:系统理论与系统管理;刘明广(1977—),男,安徽宿县人,华南师范大学公共管理学院,副教授,硕士生导师,天津大学博士,研究方向:创新管理等。

表 1 城市创新能力指标评价体系

指标	指标代码、名称及单位	
创新环境	X ₁ : 全市人均 GDP(元)	X ₂ : 固定资产投资(万元)
	X ₃ : 居民消费水平(元/人)	X ₄ : 移动电话用户(万户)
	X ₅ : 国际互联网用户(万户)	X ₆ : 认定的高新技术企业数(家)
创新投入	X ₇ : R&D 经费投入(亿元)	X ₈ : 地方财政科技经费支出(亿元)
	X ₉ : 每万人普通高校在校学生数(人/万人)	X ₁₀ : 每万人口城镇单位专业技术人员数(人/万人)
创新产出	X ₁₁ : 全市专利申请数(件)	X ₁₂ : 全市专利授权数(件)
	X ₁₃ : 成交技术合同金额(亿元)	X ₁₄ : 获省级以上科技成果奖励数(项)
	X ₁₅ : 工业总产值(亿元)	X ₁₆ : 万元 GDP 综合能耗(吨标准煤/万元)

2.3 评价方法

城市创新能力评价方法根据对变量赋权方式不同分为两类:一类是主观赋权法,如层次分析法、模糊综合评判法等,主要是依靠专家从不同角度对研究对象进行评分确定权重系数,往往因人为主观因素存在较大偏差;另一类是客观赋权法,如主成分分析法、聚类分析法等,主要是依据各指标间的相关关系或差异程度确定权重系数,避免了主观因素的影响,具有较强的客观性。为保证指标数据和所得结果能够客观反映样本间的真实关系,本文以广州为例,运用因子分析法进行城市创新能力的实证研究。

3 实证研究

3.1 数据来源

文中所有数据均来源于 2000—2013 年的《广州统计年鉴》、《广州科技统计年鉴》、广州国民经济和社会发展统计公报,所用软件为 SPSS 22.0。

3.2 数据采集与标准化

为避免量纲和数量级的影响,采用标准差标准化法对原始数据进行标准化处理,公式为:

$$X_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S} \tag{1}$$

其中, $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, $S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$, X_i 为指标标准化值, x_i 为指标原始值, \bar{x} 为指标原始平均值, S 为指标原始标准差值, n 为样本数。按照公式(1)将原始数据标准化后数据如表 2 所示。

表 2 广州创新能力评价指标标准化后数据

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₇	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅
2000	-1.342 4	-1.062 7	-1.141 0	-1.568 0	-1.221 4	-1.162 9	-1.693 5	-0.758 3	-1.024 6	-0.940 4	-1.007 4	0.215 2	-1.223 3
2001	-1.245 5	-1.015 6	-1.055 3	-1.278 2	-1.034 5	-1.107 1	-1.436 5	-1.285 7	-0.978 5	-0.919 5	-0.948 3	-2.035 2	-1.168 9
2002	-1.118 9	-0.988 9	-0.961 2	-1.070 9	-0.300 1	-1.022 2	-1.204 8	-1.881 9	-0.860 8	-0.876 5	-0.778 5	-2.035 2	-1.095 5
2003	-0.917 2	-0.845 6	-0.824 3	-0.714 7	-0.090 4	-0.897 2	-0.874 9	-0.643 7	-0.685 8	-0.692 5	-0.714 3	-0.776 5	-0.925 4
2004	-0.667 2	-0.695 7	-0.701 2	-0.682 1	-0.413 5	-0.759 3	-0.530 2	-0.620 7	-0.683 7	-0.623	-1.144 5	0.367 8	-0.728 6
2005	-0.404 1	-0.548 7	-0.495 7	-0.330 9	-0.512 8	-0.564 9	-0.156 1	-0.552	-0.429 9	-0.597 5	-0.358 8	-0.242 5	-0.542 8
2006	-0.114 9	-0.395 7	-0.355 2	0.003 9	-0.484 3	-0.353 3	0.089 2	-0.345 6	-0.312 7	-0.506 4	-0.559 7	0.863 7	-0.293 4
2007	0.124 1	-0.251 6	-0.149 4	0.084 5	-0.676 2	-0.017	0.329 3	0.434 0	-0.334 5	-0.219 8	-0.258 6	1.054 4	0.033 8
2008	0.349 3	-0.042 6	0.044 9	0.300 7	-0.476 9	0.342 3	0.492 6	0.640 4	-0.158 2	-0.279 5	0.235 5	1.130 7	0.329 2
2009	0.447 3	0.435 9	0.241 1	0.444 0	-0.258 8	0.418 9	0.696 7	0.548 7	0.073 5	0.127 1	0.244 6	0.100 8	0.493 8
2010	0.716 2	0.957 0	0.747 5	0.700 5	0.436 4	0.663 9	0.843 0	0.869 7	0.463 3	0.666 1	0.688 8	-0.013 6	0.880 4
2011	1.053 4	1.085 3	1.188 4	0.966 8	1.403 3	1.185 8	1.015 4	1.030 2	1.128 7	1.105 2	1.053 6	0.711 1	1.285 8
2012	1.330 4	1.384 1	1.540 0	1.496 2	1.519 3	1.469 5	1.151 8	1.282 4	1.611 3	1.597 7	1.492 6	0.367 8	1.372 2
2013	1.789 4	1.985 0	1.921 6	1.648 2	2.109 9	1.803 5	1.278 0	1.282 4	2.191 9	2.158 8	2.055 1	0.291 5	1.582 6

3.3 评价指标因子分析

将标准化后数据输入 SPSS 22.0,发现指标 X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₇、X₉、X₁₀、X₁₁、X₁₂、X₁₃、X₁₄、X₁₅ 满足因子分析条件,指标 X₆、X₈、X₁₆ 与上述指标有较高相关度,需要从初始指标中去除,如表 3、表 4 所示。

表 3 KMO 检验与 Bartlett 球形检验

指标	数值
KMO 统计量	0.833
Bartlett 球形检验	419.972
df	78
显著性	0.000

表 4 高度相关指标及相关系数

指标 A	指标 B	相关系数
X ₆	X ₉	0.962
X ₈	X ₁₃	0.966
X ₁₆	X ₇	-0.987

由指标 X₁—X₅、X₇、X₉—X₁₅ 得到方差分析贡献表、主成分荷载矩阵,如表 5、表 6 所示。

表 5 方差分析(Total Variance Explained)

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11.603	89.257	89.257	11.603	89.257	89.257
2	1.034	7.956	97.212	1.034	7.956	97.212
3	0.179	1.378	98.590			
4	0.100	0.767	99.357			
5	0.034	0.258	99.615			
6	0.022	0.172	99.787			
7	0.015	0.117	99.904			
8	0.007	0.052	99.956			
9	0.002	0.015	99.971			
10	0.002	0.014	99.985			
11	0.001	0.011	99.996			
12	0.000	0.003	99.999			
13	0.000	0.001	100.000			

表 6 旋转后主成分荷载矩阵(Rotated Component Matrix)

指标变量	Component	
	F ₁	F ₂
X ₁	0.872	0.480
X ₂	0.937	0.330
X ₃	0.937	0.346
X ₄	0.872	0.463
X ₅	0.960	0.062
X ₇	0.904	0.418
X ₉	0.772	0.583
X ₁₀	0.727	0.655
X ₁₁	0.956	0.258
X ₁₂	0.959	0.246
X ₁₃	0.949	0.273
X ₁₄	0.126	0.968
X ₁₅	0.880	0.460

由表 6 可知,2 个主因子概括了广州创新能力的主要方面。由 X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₇、X₁₁、X₁₂、X₁₃、X₁₅ 构成主因子 F₁,由于主要因子为 X₂、X₃、X₅、X₁₁、X₁₂、X₁₃(X₂、X₃、X₅ 为创新环境指标,X₁₁、X₁₂、X₁₃ 为创新产出指标),因此将主因子 F₁ 命名为环境与产出因子;由 X₉、X₁₀、X₁₄(X₉、X₁₀ 为创新投入指

标,X₁₄ 为获省级以上科技成果奖励数指标)构成主因子 F₂,因此将主因子 F₂ 命名为投入与奖励因子。计算 F₁、F₂ 的公式为:

$$F_1 = 0.872X_1 + 0.937X_2 + 0.937X_3 + 0.872X_4 + 0.960X_5 + 0.904X_7 + 0.956X_{11} + 0.959X_{12} + 0.949X_{13} + 0.880X_{15} \quad (1)$$

$$F_2 = 0.583X_9 + 0.655X_{10} + 0.968X_{14} \quad (2)$$

公式(2)、(3)中 X₁—X₅、X₇、X₉—X₁₅ 为指标标准化后数据。

3.4 广州创新能力计算结果

将表 5 中的 2 个主成分方差贡献率归一化后,可得权重系数 ω₁ = 0.918 16,ω₂ = 0.081 84。根据各主成分方差贡献率和各主成分荷载系数,则广州创新能力公式为:

$$F = \sum_{i=1}^2 \omega_i F_i = \omega_1 F_1 + \omega_2 F_2 \quad (4)$$

其中 F_i(i = 1,2) 为第 i 个主成分得分,ω_i(i = 1,2) 为第 i 个主成分对应的权重系数。同时,将原始数据转换为 Z 分数时,出现了负数和带小数点的值,实际使用不方便。为便于对比,需要对 Z 分数进行线性转化,则广州创新能力转化后得分为:

$$T = 10 * Z + 50 \quad (5)$$

按照公式(2)–(5)计算出 2000—2013 年广州创新能力得分如表 7 所示,并由此可得广州创新能力得分(如图 1)、广州创新能力主因子和创新能力(如图 2)。

表 7 2000—2013 年广州创新能力得分

年份	F ₁	F ₂	F	T
	(环境与产出因子)	(投入与奖励因子)	(创新能力)	(创新能力转化后得分)
2000	-10.740 4	-1.275 7	-9.965 8	-49.66
2001	-9.880 9	-3.649 7	-9.370 9	-43.71
2002	-8.315 2	-3.905 1	-7.954 3	-29.54
2003	-6.697 5	-1.683 3	-6.287 2	-12.87
2004	-6.547 2	-0.359 6	-6.040 8	-10.41
2005	-4.424 6	-0.687 3	-4.118 8	8.81
2006	-3.158 6	0.661 7	-2.846 0	21.54
2007	-1.604 6	1.496 9	-1.350 8	36.49
2008	0.514 5	1.801 2	0.619 8	56.20
2009	2.400 6	0.863 1	2.274 8	72.75
2010	6.361 7	1.048 0	5.926 8	109.27
2011	10.581 5	1.955 1	9.875 5	148.76
2012	13.688 2	1.867 5	12.720 8	177.21
2013	17.822 7	1.867 2	16.516 9	215.17

3.5 评价与分析

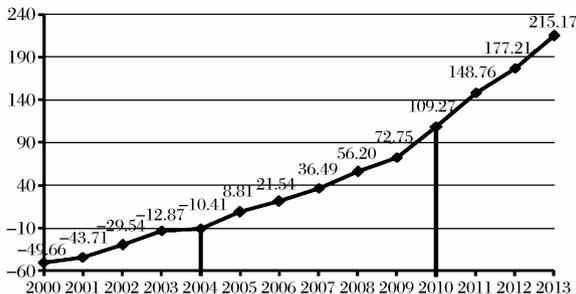


图1 2000—2013年广州创新能力得分

由图1可知,2000—2013年,广州创新能力逐年提高,从2000年的-49.66增加到2013年215.17。从创新能力轨迹可以看出,广州创新能力发展分为三个阶段:第一阶段为低速发展阶段(2000—2004年),广州创新能力得分均小于0,从2000年的-49.66增加到2004年的-10.41,每年平均增长9.81;第二阶段为中速发展阶段(2005—2009年),广州创新能力得分在0—100之间,从2005年的8.81增加到2009年的72.75,每年平均增长15.99;第三阶段为高速发展阶段(2010—2013年),广州创新能力得分大于100,从2010年的109.27增加到2013年的215.17,每年平均增长35.30。

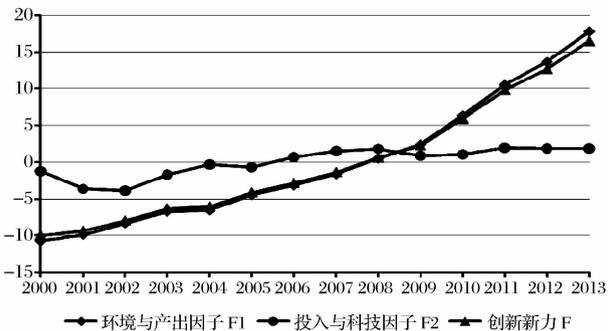


图2 2000—2013年广州创新能力主因子和创新能力

由图2可知,2000—2013年,广州创新能力F、环境与产出因子F₁逐年提高,创新能力F和环境与产出因子F₁变化趋势一致,且两者均于2008年后大于0;创新能力F从2000年的-9.97增加到2013年的16.52,每年平均增长2.037,广州环境与产出因子F₁从2000年的-10.74增加到2013年的17.82,每年平均增长2.197。投入与成果因子F₂变化相对稳定,基本在0附近波动,于2006年后大于0,可见创新投入和科技成果变化相对稳定,处于缓慢变化中。

3.6 评价结论

综上所述,2000—2013年,广州创新能力、创新环境和创新产出均呈现逐年上升趋势,可见广州创新环境不断改善,创新产出显著提高,创新能力持续提升。但投入与成果因子F₂变化相对稳定,可见广州创新投入基本稳定。改善创新环境、加大创新投入、提高创新产出可以提升广州创新能力,其中改善创新环境(如增加固定资产投资、提高居民消费水平、普及国际互联网),提高创新产出(如增加专利申请数、专利授权数、成交技术合同金额等)是提升广州创新能力的最有效途径。

4 对策建议

4.1 整合创新资源,优化创新基础

通过加快企业研发中心、高新技术开发区、科研机构、高等院校等建设,努力形成一批能够开展高起点应用基础研究、培养高层次科技人才和促进高水平学术交流的实验基地和研发中心,积聚科技创新核心力量,实现科技突破^[4];消除区域、体制和行业阻隔,充分整合高校和科研机构创新资源,搭建企业、高校、科研机构三位一体的创新共享平台,建立健全企业为主体,高校和科研机构为辅助的产学研合作机制和技术开发联合体,实现资源共享、优势互补、共同发展;加大创新投入,建立创新经费专项专用制度,着力改善创新条件、引进创新技术、培养创新人才,不断优化创新基础,夯实创新根基。

4.2 推进创新活动,提升创新能力

立足经济发展需要,成立政府主导,企业高校参与的重大科研难题攻关小组,对事关广州经济发展和制约城市改革创新重大问题、共性难题进行专项研究,对有利于推动产业转型升级和提高企业核心竞争力的核心技术、关键技术进行重点攻关,提升广州乃至珠三角地区的整体创新能力^[5];着眼长远发展,开发特色产业,在电子信息、生物医药、新材料、新能源等领域部署重大技术攻关课题,开发具有自主知识产权的前沿高新技术,推动创新技术向增加高新技术产品、提高高新技术产值、形成高新技术产业链的转化^[6],提高广州的高新技术研发和转化能力;对发明专利和以出口为目的专利申请进行适当资助,对专利持有人给予一定年限的专利权保护,鼓励企业依据行业标准、国家标准和国际标准研发具有自主知识产权的技术和产品,引导企事业单位利用专利信息检索,借鉴国内外先进技术,加强技术和专利的二次开发,提高再创新与开发能力^[7];加强对专利知识的宣传,完善专利申请及保护制度,为企业申请专利提供更加

便捷的渠道,继续做好专利的保护工作,切实维护专利申请人的合法权利。

4.3 完善创新体系,增强创新活力

围绕提高城市支柱产业和重点产业技术创新能力,鼓励民营科技型企业和中小型企业继续增强创新意识,形成科技型企业和创新型企业的创新机制,支持和鼓励中小企业和民营企业的创新,进一步增强企业自主创新活力;地方政府和相关部门应制定和完善与国家(省)科技法律法规和技术创新政策相配套的地方性政府规章及有关规范性文件,进一步完善地方科技创新法规体系,加大对知识产权的保护力度,依法严厉查处打击侵犯知识产权的各种行为,保护创新者的合法权益不受侵犯,形成良好的创新法制环境^[8]。

参考文献

[1] 魏江,刘怡. 杭州市创新型城市建设对策研究[J]. 决策参考,

2007(3):33-36.

- [2] 马岳红. 基于因子分析的城市创新能力评价[D]. 南京:东南大学,2008.
- [3] LANDRY C. The creative city: a toolkit for urban innovators [M]. London: Earthscan Publications, 2000.
- [4] 罗珊,安宁. “泛珠三角”区域科技资源配置的现状、问题及对策[J]. 科研管理, 2007(1): 181-187.
- [5] 倪芝青,林晔,沈悦林,徐燕椿,徐克庄. 城市创新指数指标选择研究——以杭州为例[J]. 科技进步与对策, 2011(6): 123-126.
- [6] 陈晶. 我国区域创新空间结构及影响因素[J]. 系统工程, 2011(7): 41-49.
- [7] 刘明广. 区域创新系统绩效评价的影响因素实证研究[J]. 工业技术经济, 2013(7): 52-59.
- [8] 蒋玉涛,郑海涛. 创新型城市建设路径及模式比较研究——以广州、深圳为例[J]. 科技管理研究, 2013(14): 24-30.

Study on City Innovation Capacity of Guangzhou Based on the Factor Analysis

XIE Xu-xia, LIU Ming-guang

(School of Public Administration, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: Taking the city innovation capacity as research example, this paper conducts empirical analysis on Guangzhou by adopting factor analysis method and establishing the index system of city innovation capacity. The results show that innovation capacity of Guangzhou is rising from 2000 to 2013, especially the innovation environment and innovation output are increasing rapidly year by year. However, the innovation input is stable relatively.

Key words: city innovation capacity; index system; factor analysis