

文章编号:1005-9679(2018)02-0001-08

中国三大都市圈创新资源配置效率影响因素研究

陈红军^{1,2} 谢富纪¹

(1. 上海交通大学 安泰经济与管理学院, 上海 200030;

2. 北京经济管理职业学院 管理学院, 北京 100102)

摘要: 由于随机前沿分析方法在测量多投入、多产出创新效率问题的不足, 本文结合投影寻踪模型降维的特点, 构建了有效评测创新效率的随机前沿改进模型。基于 2005—2013 年各区域数据, 对我国长三角、珠三角、京津冀三大都市圈创新资源配置效率进行了实证分析。研究表明: (1) 在创新资源配置效率方面, 珠三角与长三角创新资源配置效率明显高于京津冀都市圈; (2) 从创新资源要素产出弹性的变化趋势来看, 创新人力资源要素产出弹性高于创新财力资源要素产出弹性, 创新人力资源要素对创新产出呈正“U”型关系; (3) 国际贸易强度、地方政府对科技活动的支持力度、企业 R&D 支出等均对创新资源配置效率起到了积极显著的正向作用。教育重视程度对创新有正向作用, 但不显著。GDP 的增长对创新的影响需视具体情况而定。

关键词: 都市圈创新系统; 资源配置效率; 投影寻踪方法(PP); 随机前沿分析法(SFA)

中图分类号: F 061.5 **文献标志码:** A

Research on the Influencing Factors of Innovation Resource Allocation Efficiency of China's Three Metropolitan Areas

CHEN Hongjun^{1,2} XIE Fuji¹

(1. Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;

2. College of Business Administration, Beijing Institute of Economics and Management, Beijing 100102, China)

Abstract: Due to the shortage of multi-input and multi-output measuring innovation efficiency in stochastic frontier analysis, this paper explores a stochastic frontier improvement model combined with the characters of projection pursuit model, which can reduce the dimensionality of multidimensional data. Based on the data of regions from 2005 to 2013, this study empirically explicates the efficiency of resource allocation in the three metropolitan areas of Yangtze River Delta, Pearl River Delta and Beijing-Tianjin-Hebei. The results show that the allocation efficiency of innovation resources in the Pearl River Delta and the Yangtze River Delta are significantly higher than that of the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area, the output elasticity of human resource is higher than capital resources, and human resources are positively "U" type relations with innovation output. Moreover, we find which has played a positive and significant role in the efficiency of the innovation allocation, such as the support of local governments for science and technology activities, international trade intensity and the R&D expenditure of enterprises. The degree of education plays a positive effect on innovation, but not significant. The impact of GDP needs to be determined on a case-by-case.

收稿日期: 2018-01-16

基金项目: 教育部哲学社会科学重大课题攻关项目(15JZD017); 国家自然科学基金项目(71373158); 国家社会科学基金项目(15CGL008)。

作者简介: 陈红军(1972—), 男, 山东临沂人, 副教授, 博士研究生, 研究方向为技术创新管理与区域经济, E-mail: chen hongjun@sztu.edu.cn; 谢富纪(1962—), 男, 山东日照人, 教授, 博士, 研究方向为技术创新与战略管理。

Key words: metropolitan area innovation system; efficiency; projection pursuit model (PP); stochastic frontier analysis model (SFA)

1 文献综述

都市圈创新体系是指由不同行政区域内的参与技术创新和扩散的企业、高等院校、研究机构、中介服务机构组成的,多个地方政府协调互动的,为创造、储备、使用和转让知识、技能和新产品的相互作用的网络系统。创新是追求效率的,我国虽然已经成为世界第二大经济体,但人均经济规模还较小,还属于发展中国家,特别要注重考虑创新资源的投入产出问题。创新资源要素主要包括直接要素和间接要素。直接要素主要是指和技术创新直接相关的资源,包括企业、高校、科研机构等的研发成果等技术、人力资本和资金;间接要素主要是指和都市圈技术创新密切相关的资源,包括基础设施、社会环境和宏观政策等。本文将主要考虑直接创新要素,即资金、人力资本和技术等要素在长三角、珠三角和京津冀三大都市圈的资源配置。区域创新资源配置的差异主要取决于它的效率,也就是所有的区域是否能够在既定的资源投入下实现产出的最大化,即所有区域的创新资源配置是否都技术有效(Farrell, 1957)。创新资源配置贯穿从创新资源投入到创新产出的全生命周期,每一个环节都会影响整个创新活动的最终效果。目前,国内外学者对创新效率的测量研究方法主要分为参数方法和非参数方法两大类。参数方法主要采用确定性生产函数和最小二乘法等对影响区域科技资源配置效率的要素进行计量分析。非参数方法主要通过主成份分析法、泰尔指数法和数据包络分析法(DEA)等对资源配置效率进行评价。前者以随机前沿分析(stochastic frontier analysis,下文简称 SFA)为代表,后者以数据包络分析(data envelope analysis,下文简称 DEA)为代表。用 DEA 方法测度效率时,不需要设定具体函数形式,可直接测量多产出的效率度,避免了人为主观设定函数的影响。因此,很多国内外学者均运用该方法对创新效率进行评测。但 DEA 也存在缺点,它无法直接对创新效率的影响因素进行分析。以随机前沿分析(SFA)为代表的参数方法,将实际创新产出分为生产函数、随机扰动因素和技术无效率项三部分,同时考虑了技术非效率和随机扰动因素对个体差异的影响,弥补了 DEA 方法的不足,能够直接对影响创新效率的因素进行分析。因此,白

俊红(2009)等许多国内外学者采用此方法进行研究。但上述学者均基于 SFA 模型测算单产出创新效率问题,而创新活动的产出成果往往是多种产出,只用一个方面的产出进行衡量,会影响评测创新效率的客观、有效性。基于 SFA 方法测度创新效率的优点和不足,本文引入了将多维数据进行降维的投影寻踪方法(projection pursuit,以下简称 PP),将创新产出的多维数据通过最佳投影方向转化成一维数据。付强和赵晓勇、曹霞和于娟等学者均采用投影寻踪方法来分析多维数据问题,而且评价效果较好。

基于以上分析,本文结合 PP 模型,对 SFA 模型无法测度多产出创新效率进行了改进,构建优于 DEA 和 SFA 的评测创新效率的模型,采用中国 2005—2013 年三大都市圈实际面板数据作为样本,对三大都市圈创新效率进行评测。同时,揭示国际贸易程度、地方财政政府支持等因素对创新产出效率的影响,以期为建立有效的都市圈协同创新生态体系提供具有实践指导性的政策建议,也为我国其他区域经济的发展提供借鉴和参考。

2 数据与变量

2.1 变量选取

2.1.1 产出变量

傅家骥(2007)指出,创新系统的产出应该反映两个方面:创新主体素质的“科技成果产出”和经济效益的“产业成果产出”。专利数据能较全面地反映各地区发明和创新信息,因此常用专利作为衡量创新系统“科技成果产出”的指标。发表论文数量反映了一个地区创新主体的素质,而高新技术产业新产品销售和技术市场成交额反映出一个地区的创新成果商业化应用和创新产品的市场成功,可作为“产业成果产出”指标。依据指标合理性与数据可获得性两个原则,本文选用国外三大检索系统收录我国科技论文发表数、专利申请受理数量、高新技术企业新产品销售收入和技术市场交易额四个指标来综合衡量我国都市圈创新活动产出水平。

2.1.2 投入变量

对于投入指标,国内外学者(白俊红,2009)多选用 R&D 人员投入和 R&D 经费支出表征 R&D 创新活动的投入。鉴于 R&D 资源投入具有时滞性和累积性,因而用 R&D 资本存量能更好地表征省城

的创新实力和潜力。

本文选取 R&D 人员全时当量 L_{it} 和 R&D 资本存量 R_{it} 作为衡量指标。

2.1.3 影响因素变量

创新效率受很多因素影响,本文主要考虑国际贸易强度、地方政府支持强度、教育水平、企业研发投入、地方经济水平等因素考虑对三大都市圈创新效率的影响。各指标说明如表 1 所示。

表 1 变量指标说明

变量	指标说明
$Trade_{it}$	进出口贸易额与 GDP 的百分比
Gov_{it}	地方财政科技拨款占地方财政支出的比重
Edu_{it}	大专以上学历人数比例
Erd_{it}	规模以上工业企业 R&D 经费内部支出占企业主营业务收入的比例
GDP_{it}	总产出(即 GDP 总额,社会产品和服务的产出总额)/总人口。以此表征对于新技术的生产能力(包括创新系统自主生产新技术和对系统外新技术)的购买

2.2 数据

数据全部来自 2005—2013 年《中国科技统计年鉴》和《中国统计年鉴》数据。最新数据可以查到 2014 年,但是由于国外三大检索系统收录中国科技论文数比其他指标数据晚 1 年,作为重要产出指标之一,科技论文数只能查到 2013 年。因此,本文主要选取 2005—2013 年的面板数据对三大都市圈的创新效率进行测度并对其影响因素进行分析。

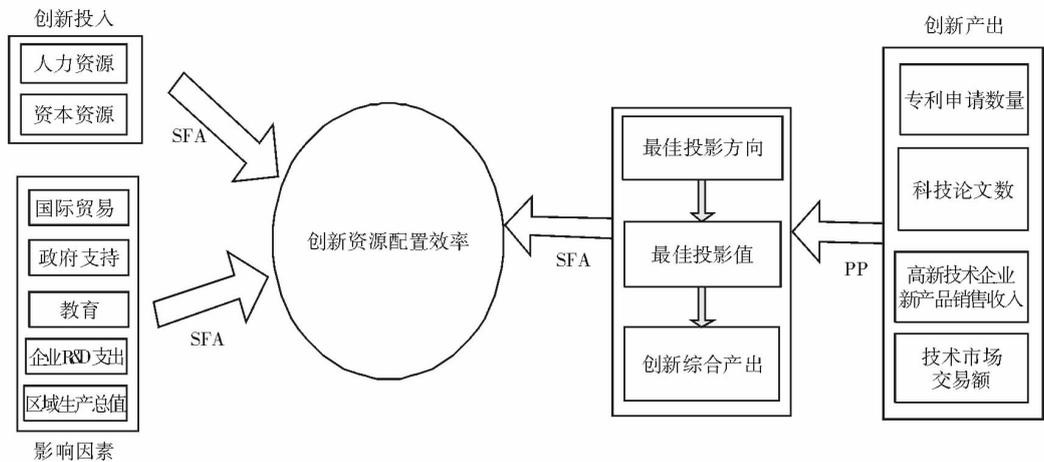


图 1 模型求解框架图

3.2 投影寻踪模型

本文都市圈区域创新综合产出利用投影寻踪模型进行测算。具体步骤如下:

(1) 数据归一化处理

为消除原始数据的量纲差异和由此产生的对分析结果的偏差,在进行综合分析之前先对各年的原始数据分别进行归一化处理,计算公式为

本文中,长三角都市圈主要包含由以上海为核心、联系紧密的多个城市组成,主要包括上海市,江苏省的南京、无锡、常州、苏州、南通、盐城、扬州、镇江、泰州,浙江省的杭州、宁波、嘉兴、湖州、绍兴、金华、舟山、台州等 18 市,珠三角都市圈主要包括广州、深圳、珠海、佛山、东莞、中山、江门、肇庆、惠州、清远、云浮、阳江、河源、汕尾等 14 个城市,京津冀都市圈主要包括北京市、天津市以及河北省的保定、廊坊、唐山、张家口、承德、秦皇岛、沧州、衡水、邢台、邯郸、石家庄等 13 个城市,这些城市的 GDP 基本占据了全省的 95% 以上。根据科学性、一致性与数据可获得性的原则,长三角都市圈采用上海市、江苏省、浙江省的数据,京津冀采用北京市、天津市、河北省的数据,珠三角都市圈采用广东省的数据来进行三大都市圈的实证分析。

3 研究模型

3.1 模型求解框架

以国外三大检索系统收录我国科技论文数、专利申请受理、高新技术企业新产品销售收入和技术市场交易额 4 个变量衡量创新产出,借助降维技术将多维分析问题转化成为一维问题进行分析。因此,结合投影寻踪方法对创新的 4 个产出进行投影降维,再运用超越对数生产函数的随机前沿模型分析各省域的创新效率及影响因素(见图 1)。

$$x(i, j)'_t = \frac{X^*(i, j)_t - X_{\min}(j)_t}{X_{\max}(j)_t - X_{\min}(j)_t} \quad (1)$$

$$x(i, j)'_t = \frac{X_{\max}(j)_t - X^*(i, j)_t}{X_{\max}(j)_t - X_{\min}(j)_t} \quad (2)$$

式 1 和式(2)中: $X^*(i, j)_t$ 表示第 t 年第 i 个地区第 j 个变量值, $t = 1, 2, \dots, 9, i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, 9; X_{\max}(j)_t, X_{\min}(j)_t$ 分别为第 t 年 n 个区域

第 j 个变量的最大值和最小值; $x(i, j)_t'$ 为变量无量纲化后的数据。

对于式(1)、式(2)无量纲化后的数据会出现 0。因此,为消除 0 的影响,将坐标进行平移:

$$x(i, j)_t = x(i, j)_t' + A$$

式中: $x(i, j)_t$ 为无量纲数据平移后指标值; A 为平移幅度,令 $A = 0.0001$ 。由于数据较多,文章篇幅限制,故在此不加以赘述无量纲化处理的数据。

(2)构造投影指标函数

设 $a = (a_1, a_2, \Lambda, a_m)$ 为单位投影方向向量,将 $x(i, j)_t$ 按下式进行线性投影为一维投影特征值 $z(i)_t$, 即

$$z(i)_t = \sum_{j=1}^m a(j)_t x(i, j)_t \quad (i=1, 2, L, n; j=1, 2, L, m) \quad (3)$$

式中: $a(j)_t$ 表示式第 t 年 n 个区域第 j 个变量的投影方向; $j = 1, 2, 3, 4$; $x(i, j)_t$ 为 4 个产出变量无量纲化平移后的数据。

然后,根据 z_i 的一维分布图进行分类,投影指标函数可构造为

$$Q = s(a) \cdot d(a) \quad (4)$$

式中: $s(a)$ 为类间距,即投影值 $z(i)_t$ 的标准差, $d(a)$ 为类密度,表达式分别为

$$s(a) = \left[\sum_{i=1}^n (z(i)_t - \bar{z})^2 / (n-1) \right]^{1/2} \quad (5)$$

$$d(a) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (R - r_{ij}) \cdot f(R - r_{ij}) \quad (6)$$

式中 \bar{z} 为系列 z_i 的均值, R 为密度窗口半径,其选取既要使包含在窗口内的投影点的平均个数不能太少,避免滑动平均偏差太大,又不能使它随着 n 的增大而增加太高,本研究取 $R = 0.1 \cdot s(a)$; 距离 $r_{ij} = |z(i)_t - z(j)_t|$ ($i, j = 1, 2, \Lambda, n$), $f(R - r_{ij})$ 为单位阶跃函数,当 $|R - r_{ij}|$ 时, $|f(R - r_{ij})| = 1$, 反之为 0。

(3)优化投影指标函数

当样本量确定时,投影指标函数 Q 只随投影方向的变化而变化。因而,可以通过求解投影指标函数最大化问题估计最佳投影方向:

$$\max Q = s(a) \cdot d(a) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n a^2(j)_t = 1 \quad (8)$$

式(7)、(8)是一个以 a_j 为变量的多约束优化问题。后文中将采用一种改进的复合形法,来解决这个多约束全局寻优的问题。

(4)指标权重的获取

优化得到最优投影方向向量 a_i^* 反映了各个因素的不同重要程度,而且满足 $\sum_1^m a^*(j)_t^2 = 1$ 。因此,可以将 $\omega = (a_1^2, a_2^2, \Lambda, a_m^2)$ 作为各影响因素的权重。

(5)样本投影特征值计算

根据优化得到的 a_i^* , 代入公式 $z(i)_t = \sum_{j=1}^4 a^*(j)_t x(i, j)_t$, $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, 3, 4$, 即可求得 9 年创新综合产出变量的投影特征值 $z(i)_t$ 。

3.3 随机前沿模型

本文采用超越对数生产函数来测度创新效率,它与柯布一道格拉斯生产函数相比,在形式上更加灵活,且能够较好地规避因函数形式误设而产生的估计误差。参照 Battese 和 Coelli(1995),构建实证模型如式(9)、(10)、(11)、(12)、(13)、(14)。各指标说明如表 2 所示。

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln L_{it} + \beta_2 \ln R_{it} + \beta_3 (\ln L_{it})^2 + \beta_4 (\ln R_{it})^2 + \beta_5 \ln R_{it} \ln L_{it} + V_{it} - U_{it} \quad (9)$$

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_1 (Trade_{it}) + \delta_2 (Gov_{it}) + \delta_3 (Edu_{it}) + \delta_4 (Erd_{it}) + \delta_5 (Gdp_{it}) + W_{it} \quad (10)$$

$$TE_{it} = \exp(-u_{it}) \quad (11)$$

$$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2) \quad (12)$$

表 2 随机前沿变量指标说明

变量	指标说明
下标 i	代表省市 ($i = 1, 2, \dots, 29$)
下标 t :	代表时期 ($t = 1, 2, \dots, 9$)
Y_{it}	表示第 i 个地区在第 t 年的综合创新产出
L_{it}	表示第 i 地区在第 t 年的创新人员全时当量(万人年)
R_{it}	表示第 i 地区在第 t 年的创新资本存量(亿元)
$Trade_{it}$	表示第 i 地区在第 t 年的进出口贸易额与 GDP 的百分比
GOV_{it}	表示第 i 地区在第 t 年的地方财政科技拨款占地方财政支出的比重;
EDU_{it}	大专以上学历人数比例
Erd_{it}	规模以上工业企业 R&D 经费内部支出占企业主营业务收入的比重
GDP	表示第 i 地区在第 t 年的人均 GDP
β	为被估计的未知参数;
V_{it}	表示第 i 地区在第 t 期的随机误差项并服从正态分布,即 $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ iid, 且与 U_{it} 的分布相互独立
U_{it}	代表生产技术无效率的非负值随机变量,并假设其为具独立的分布特性,服从截断正态分布

上述公式的创新人力资源和创新资本存量的产出弹性可以表示为

$$E_L = \beta_1 + 2\beta_3 \ln L_{it} + \beta_5 \ln R_{it} \quad (13)$$

$$E_R = \beta_2 + 2\beta_4 \ln R_{it} + \beta_5 \ln L_{it} \quad (14)$$

4 实证分析

4.1 基于投影寻踪的创新综合产出的测算

根据投影寻踪模型,基于 2005—2013 年 29 个省市自治区(青海、西藏除外)的数据,通过 Mat-

lab7.0 软件编程对我国三大都市圈创新产出水平进行综合测算,得出专利申请受理数、技术市场成交额、高新技术企业新产品销售收入、国外三大期刊检索论文四个创新产出变量的最佳投影方向,如表 3 所示。

表 3 所得是创新产出变量各年的最佳投影方向,将表 3 中最佳投影方向值代入公式(6)中,可计算出中国 2005—2013 年三大都市圈的创新综合产出投影值,即创新综合产出水平,如表 4 所示。

表 3 创新产出的最佳投影方向

变量	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
专利申请受理量	0.5002	0.4850	0.7043	0.7043	0.5377	0.8004	0.6424	0.6853	0.7542
技术市场成交额	0.5929	0.1524	0.2007	0.2007	0.4742	0.4231	0.5991	0.4071	0.4862
高新技术企业新产品销售收入	0.6133	0.8351	0.6350	0.6350	0.6421	0.3855	0.4067	0.5956	0.3945
国外三大期刊检索论文	0.1486	0.2100	0.2459	0.2459	0.2715	0.1781	0.2510	0.1000	0.1982

表 4 2005—2013 年三大都市圈创新产出的投影值

区域		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
京津冀	北京	1.0305	0.6709	1.1512	1.2189	1.1406	0.8804	1.0743	0.7307	0.9300
	天津	0.4819	0.5063	0.4455	0.3329	0.2441	0.1982	0.2020	0.1927	0.2400
	河北	0.0702	0.0639	0.0822	0.0779	0.0762	0.0672	0.0619	0.0570	0.0666
长三角	上海	1.0305	0.9823	0.9746	0.8780	0.7002	0.5158	0.4740	0.3097	0.3415
	江苏	0.5982	0.6709	1.1512	1.2189	1.1406	1.1135	1.1402	1.2120	1.1965
	浙江	0.4819	0.5123	0.7001	0.5827	0.6074	0.5158	0.4805	0.4971	0.5791
珠三角	广东	1.2735	1.3832	1.4191	1.2269	1.0375	1.0091	0.9165	1.0135	0.9299

4.2 创新效率测度结果与影响因素分析

运用投影寻踪方法测算的创新综合产出值(见表 4),代入随机前沿分析模型中,应用 Froniter4.1 软件测度和分析中国 2005—2013 年三大都市圈的创新效率及影响因素(见表 5)。

表 5 随机前沿生产函数和效率方程参数估计值

变量	待估计的参数及统计量	系数	标准差	t 统计量
常数项	beta 0	-11.74***	2.40	-4.89
Ln(L)	beta 1	-2.57**	1.54	-1.67
Ln(R)	beta 2	3.82***	1.21	3.15
Ln(L) * Ln(L)	beta 3	-0.73***	0.28	-2.62
Ln(R) * Ln(R)	beta 4	-0.43***	0.16	-2.72
Ln(L) * Ln(R)	beta 5	0.96***	0.41	2.32
常数项	delta 0	1.65***	0.21	8.01
Trade	delta 1	-1.40***	0.44	-3.15
Gov	delta 2	-0.69***	0.08	-8.54
Edu	delta 3	-1.20	1.28	-0.93
Erd	delta 4	-11.46***	5.63	-2.04
Gdp	delta 5	0.32***	0.04	7.53
	σ^2	0.24***	0.02	10.53
	γ	0.32***	0.08	4.22

对数似然函数值 log likelihood function = -174.31

LR 单边检验 LR test of the one-sided error = 179.54

时期数:9 横截面个数:29 总观测值个数:261 mean efficiency = 0.393

注:① *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著,LR 为似然比检验统计量,此处它符合混合卡方分布;② 无效率函数中的负号表示变量对效率具有正影响,反之亦然。

4.2.1 创新效率测度结果分析

$\gamma = 0.32 > 0$, 并且似然比检验统计量 $LR = 179.54$ 在 1% 水平下是统计显著,表明 32% 的误差主要是由于技术非效率性引起的,传统方法无法进行估计。因此,使用 SFA 方法估计是必要的。对数似然函数为 -174.31,说明极大似然估计的效果较好;单边 LR 检验值为 179.54,表明整体估计有效。由表 5 还可得知,中国 2005—2013 年创新效率平均值为 0.393,表明中国创新活动约有 60% 以上的改善空间。

4.2.2 创新资源要素弹性分析

由表 6 和表 7 可以看出,我国三大都市圈创新人力资源要素产出弹性处于不断上升的趋势,而创新资本存量要素产出则处于不断下降的趋势,这说明人才在创新过程中起着不可替代的主导作用;从我国创新资源要素产出弹性均值来看,创新人力资源要素产出弹性高于创新资本存量要素产出弹性,创新人力资源的产出弹性系数是创新资本存量要素的 2.23 倍,表明创新人员对创新产出的推动作用大于 R&D 经费,说明我国创新产出的增长越来越依赖于人力资源的投入。R&D 人员全时当量一次项系数 $\beta_1 < 0$,二次项 $\beta_3 > 0$,表明创新人力资源与创新产出呈显著的正“U”型关系,说明我国已完成创新起飞阶段,进入

基本稳定阶段,现阶段人力资源规模大而不强,缺乏创新型人才。必须进一步加以改善体制机制,调整人力资源结构,为创新提供人力智力保障。

4.2.3 三大都市圈创新效率影响因素分析

根据表 5 中无效率方程的参数估计结果,可以发现:

(1)国际贸易强度 $Trade_{it}$ 的系数 $\delta 1 = -1.40$,为负且高度显著,表明国际贸易的相对规模增长对于创新资源配置效率的增长有着积极显著的作用,说

明进出口贸易活跃的区域更利于技术扩散,创新资源配置效率更高。我国在经济上已经位居世界第二大,正在由“中国制造”转变为“中国创造”,正在由世界的制造中心转变为世界的创新中心,国际科技合作不仅能提高科学研究的质量、效率和效果,还能分担研究成本。国际合作已经成为促进创新的重要途径,我国政府必须加强国际开放程度,加大商品自由贸易和知识产权保护力度,从而提高我国商品进出口贸易额。

表 6 我国三大都市圈人力资源弹性要素产出弹性

区域		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
京津冀	北京	0.3344	0.4731	0.4398	0.5380	0.6532	0.7883	0.7636	0.7836	0.8713
	天津	0.9542	1.0000	0.9209	1.0408	1.1291	1.1599	1.0414	0.9783	1.0110
	河北	0.4752	0.5937	0.7183	0.8689	0.7615	0.7905	0.7536	0.8410	0.8245
	合计	0.5880	0.6889	0.6930	0.8159	0.8479	0.9129	0.8529	0.8676	0.9023
长三角	上海	1.0583	0.9515	0.9398	1.0138	0.6826	0.8075	0.8327	0.9380	0.9706
	江苏	0.2634	0.3372	0.3242	0.2644	-0.0139	-0.0190	0.0676	0.0342	-0.0019
	浙江	0.4888	0.3307	0.2051	0.1040	0.0728	-0.0110	-0.0072	0.0453	0.0486
	合计	0.6035	0.5398	0.4897	0.4607	0.2472	0.2592	0.2977	0.3392	0.3391
珠三角	广东	0.2507	0.1439	-0.0864	-0.1363	-0.1639	-0.2299	-0.2586	-0.3168	-0.1562
全国	平均	0.6132	0.6615	0.6710	0.7221	0.6836	0.7548	0.8066	0.8434	0.9035

表 7 我国三大都市圈资本存量弹性要素产出弹性

区域		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
京津冀	北京	0.2625	0.1442	0.1369	0.0458	-0.0608	-0.1846	-0.2018	-0.2471	-0.3348
	天津	0.2678	0.1902	0.1965	0.0647	-0.0392	-0.1087	-0.0829	-0.0906	-0.1580
	河北	0.6189	0.4973	0.3739	0.2331	0.2600	0.2008	0.1796	0.0769	0.0468
	合计	0.3830	0.2772	0.2358	0.1145	0.0533	-0.0308	-0.0350	-0.0869	-0.1486
长三角	上海	-0.0627	-0.0289	-0.0582	-0.1426	0.0383	-0.0784	-0.1334	-0.2383	-0.2939
	江苏	0.4247	0.3310	0.2933	0.2795	0.4128	0.3680	0.2627	0.2382	0.2197
	浙江	0.3839	0.4395	0.4729	0.4914	0.4686	0.4789	0.4322	0.3541	0.3129
	合计	0.2486	0.2472	0.2360	0.2094	0.3065	0.2562	0.1872	0.1180	0.0796
珠三角	广东	0.4597	0.4834	0.5848	0.5681	0.5337	0.5260	0.4916	0.4817	0.3322
全国	平均	0.5978	0.5235	0.4731	0.3925	0.3663	0.2720	0.1903	0.1208	0.0406

(2)地方政府对科技活动的支持力度 GOV_{it} 的系数 $\delta 2 = -0.69$,为负且高度显著,表明加大地方财政科技拨款的比例对区域创新资源配置效率起到了积极的正向作用。这种作用可能主要来源于两点:一是直接作用。地方政府财政科技拨款直接增加了区域创新经费投入,从而增加了区域创新资本存量。2013年,在全国研究与试验发展(R&D)经费中,基础研究、应用研究和试验发展经费占比分别为4.7%、10.7%和84.6%。基础研究的比例相较美国国家低十几个百分点,提高我国自主创新水平一定要加强对基础研究的支持。二是间接作用。地方政府财政科技拨款配套政策可进一步刺激企业加大研发活动投入的力度,在其明确的利益取向和价值目标的指引下,可以高效配置其创新资源。我国的

政府科技经费由多部门管理,科技项目申报中存在权力寻租和腐败行为等问题。政府应该通过公开统一的国家科技管理平台,依托专业机构管理科技项目,构建新的具有中国特色的科技计划管理体系。政府科技管理部门通过规划、政策等方式统筹协调,加强制度化的监督,更好地谋划和更有力度地推动科技发展、促进创新,切实完成科技管理职能的转变。

(3)高等教育重视程度 EDU_{it} 的系数 $\delta 3 = -1.20$,为负且高度显著,表明政府对教育的重视程度与创新效率存在正相关。重视和支持教育发展的地区,劳动者的综合素质相对较高,而高素质的劳动者是开展研发创新活动的基石,能主导区域创新能力不断向更高水平迈进。因此,地方政府应该加大对教育事业的支持力度,努力提高地区的劳动者素

质,为研发创新能力提供人才保障。

(4)企业研发投入(Erd_i)的系数 $\delta_4 = -11.46$,为负且高度显著,表明企业加大 R&D 经费的支出将促进创新效率的提升。企业是创新的主体,但是目前各区域企业的创新投入还比较少,所以政府应加大对企业的政策支持力度,鼓励企业进行创新的投入。

(5)人均 GDP 水平(GDP_i)为正且高度显著。一般情况下,GDP 表征对于新技术的生产能力(包括创新系统自主生产新技术和对系统外新技术的购买),但由于资源充沛导致冗余产生时,GDP 的提高同样可以导致资源配置效率降低,故 GDP 对创新效率的影响需要视具体情况而定。

4.3 三大都市圈创新资源配置效率异质性分析

由表 8 可知,在 2005—2013 年期间,珠三角创新资源配置效率平均为 0.94、长三角配置效率为 0.80,京津冀创新资源配置效率仅为 0.55,三大都市圈创新资源配置效率高于全国平均值 0.3739。珠三角、长三角、京津冀区域创新资源配置效率整体上呈递减分布,虽然三大都市圈的创新资源配置效率都高于全国平均值,但是京津冀与珠三角、长三角差距比较大,各地的平均资源配置效率从高到低依次为上海、广东、北京、江苏、天津、浙江、河北。

珠三角大都市圈的市场体制、机制和政策环境都有助于创新效率,且外向型特征明显。随着外资的大量进入,造就了东莞之类的 IT 制造名城。当然,经济发展的同时,珠三角地区也显示出相当高的创新水准,无论是科技投入,还是专利申请量,都在全国名列前茅,2015 年深圳专利申请量接近全国总

量的一半。长三角大都市圈是我国经济最为发达的地区,经济实力雄厚,发展潜力巨大,人均 GDP、开放度、创新能力都在全国名列前茅。而经过上文的分析,也可以看出在三大都市圈中长三角大都市圈的区位竞争力最强。上海作为中心城市,经济发展态势良好,且周边地区的发展成熟度也较高,形成了一些协作配套的高科技产业集群。长三角大都市圈的产业体系日趋完备,区域合作也日渐加深,可以预见这一地区在建设创新国家中的强大支撑作用。应该说,长三角创新体系建设近年来已经取得很大进展,从技术、人力资本和资金等具体创新要素方面,各地联合互动的趋势越来越明显。城市之间只有密切合作、协调发展,创造要素流通的完善环境,才能让大都市圈发挥其应有的功能,实现区域内的规模经济和集聚效应,增强区域经济竞争力,同时各个城市也能在分工协作中享受要素整合带来的利益。

京津冀大都市圈的总体经济发展水平处于全国的上游,但是其外向型和开放度方面远不及长三角和珠三角两个大都市圈,它在吸引和利用外资方面也是三大都市圈里面最少的。同时,京津冀大都市圈内地区间的发展差距较大,地区间协作联系也较松懈,并没有明显地体现出区域整体性运作、协作联系的特征,北京和天津并没有显示出对其他城市很强的辐射能力。但是,随着对区域经济合作的日益重视与国家京津冀协同规划发展战略的实施,北京非首都功能疏解的进一步调整,京津冀大都市圈将在技术交易、人才一体化建设和金融合作方面日益加深,已经初步显示出较强的集聚竞争力。

表 8 经过计算得出的 2005—2013 年三大都市圈创新资源配置效率

区域		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	平均值
京津冀	北京	0.8666	0.8533	0.9206	0.9199	0.8978	0.8908	0.8672	0.7818	0.8337	0.8702
	天津	0.9393	0.9395	0.9055	0.7759	0.5551	0.4213	0.3531	0.3058	0.3330	0.6143
	河北	0.2289	0.1957	0.2120	0.1937	0.1695	0.1417	0.1122	0.1030	0.1076	0.1627
	平均值	0.6783	0.6628	0.6794	0.6298	0.5408	0.4846	0.4442	0.3968	0.4248	0.5491
长三角	上海	0.9620	0.9616	0.9575	0.9539	0.9487	0.9340	0.9153	0.8787	0.8527	0.9294
	江苏	0.8681	0.8830	0.9137	0.9063	0.8930	0.8900	0.8932	0.8990	0.8908	0.8930
	浙江	0.7584	0.7286	0.7172	0.5950	0.5998	0.4717	0.4326	0.4522	0.4917	0.5830
	平均值	0.8628	0.8577	0.8628	0.8184	0.8138	0.7653	0.7470	0.7433	0.7451	0.8018
珠三角	广东	0.9561	0.9548	0.9489	0.9374	0.9356	0.9377	0.9226	0.9349	0.9421	0.9411
全国平均值		0.4953	0.4480	0.4562	0.4135	0.3555	0.3231	0.3031	0.2743	0.2961	0.3739

5 结论与建议

本文以中国 2005—2013 年三大都市圈的面板数据为样本,将投影寻踪与随机前沿分析方法相结

合,对各区域创新效率进行测度,结果表明:

(1)三大都市圈各省域创新效率均值与地区实际创新实力及发展情况相一致,与中国实际发展更相吻合。虽然创新效率相比其他研究略有提高,但

平均效率仅为 0.3739,处于较低水平,尚有 60% 以上的提升空间。因此,不仅要注重创新资源量的投入,更要讲求对创新资源的利用。

(2)三大都市圈的创新资源配置效率差异比较大,从创新资源要素产出弹性的变化趋势来看,创新人力资源要素产出弹性高于创新财力资源要素产出弹性。珠三角与长三角创新资源配置效率明显高于京津冀都市圈,各都市圈城市间的差异更大。因此,必须建立和完善都市圈合作机制,建立跨行政管理协调机构,促进区域统一创新要素市场的形成,减少市场运作的障碍,发挥各地区比较优势。要积极引导资源合理配置,激励优势地区继续发挥自身优势,增强创新能力,并鼓励其积极与国际接轨,引进先进技术和管理经验。为了实现技术资源共享,大都市圈的各级科技部门应该协商投入使用方式,避免重复投入,各创新主体应共建科技设备、信息、标准的网络共享平台,相互开放各自的重点实验室、先进实验设备等。要切实推行都市圈协同创新发展战略,增强都市圈的协同创新能力。

(3)国际贸易强度、地方政府对科技活动的支持力度、地方教育重视程度、企业 R&D 的投入均是创新效率提升的重要因素,与中国实际情况相吻合。因此,政府要重视区域人才整合,组建都市圈内部统一的区域人才市场,实现人才供需信息的公开共享,重视人才的教育培训。同时,政府应出台相应的财政和税收政策,鼓励创新主体加大创新资源的投入,重视资源的合理利用,激发创新主体创新的积极性,增强创新实力,提高创新效率,真正实现都市圈内部区域均衡协调发展。

本文从都市圈协同创新的角度出发,结合投影寻踪模型处理高维数据的特点,对随机前沿模型进行了改进,并得到相关结论。下一步将针对特定的都市圈区域特点,分析影响创新效率的其他因素及各因素之间的交互作用,以此提出提升都市圈创新资源配置效率的具体策略和建议,这是未来需深入研究的重点。

参考文献:

- [1] 于晓宇,谢富纪,徐恒敏.大都市圈创新体系理论框架与前沿问题研究[J].科学管理研究,2009,27(3):6-11.
- [2] 柳卸林.中国区域创新能力评价报告[M].北京:科学

技术文献出版社,2005;2013.

- [3] 程开明,庄燕杰.中国中部地区城市体系规模分布及演进机制探析[J].地理科学,2013,33(12):1421-1427.
- [4] 吕拉昌,梁政骥,黄茹.中国主要城市间的创新联系研究[J].地理科学,2016,35(1):30-37.
- [5] 谢富纪,肖敏,于晓宇.创新型国家建设的 R&D 资源配置[M].北京:经济科学出版社,2011:10.
- [6] 于晓宇,谢富纪.基于 DEA-Tobit 的区域创新系统资源配置优化策略研究[J].研究与发展管理,2011(2):1-10.
- [7] 范斐,杜德斌,李恒.区域科技资源配置效率及比较优势分析[J].科学学研究,2012(8).
- [8] 谢富纪.中国都市圈创新体系[M].上海:上海格致出版社,上海人民出版社,2009.
- [9] 吴贵生,杨德林,王毅.区域技术创新体系建设:以北京区域技术创新体系为例[J].中国地质大学学报(社会科学版),2003,3(4):18-21.
- [10] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, Series A (General), 1957(120): 253-290.
- [11] 池仁勇,唐根年.基于投入与绩效评价的区域技术创新效率研究[J].科研管理,2004(4):23-27.
- [12] 虞晓芬,李正卫,池仁勇,等.我国区域技术创新效率:现状与原因[J].科学学研究,2005(2):258-264.
- [13] 李建华,刘玲利,盛丽.我国区域研发资源配置效率测度实证研究[J].工业技术经济,2007(5):33-36.
- [14] 官建成,何颖.基于 DEA 方法的区域创新系统的评价[J].科学学研究,2005(2):265-272.
- [15] 赵文平,杨海珍.基于 DEA 的西部区域创新网络效率评价[J].科研管理,2016,34(12).
- [16] SIBEL S, SIBEL A, URSALIOGLU. Analysis of the determinants of universities efficiency in Turkey: application of the data envelopment analysis and yanel to-bit model[J]. Yrocedia Social and 13 ehavioral Sciences, 2013(89).
- [17] 白俊红,江可申,李婧.应用随机前沿模型评测中国区域研发创新效率[J].管理世界,2009(10):51-61.
- [18] 付强,赵小勇.投影寻踪模型原理及其应用[M].北京:科学出版社,2006.
- [19] 曹霞,于娟.创新驱动视角下中国省域研发创新效率研究——基于投影寻踪和随机前沿的实证分析[J].科学与科学技术管理,2015,36(4):124-132.
- [20] 傅家骥,施培公.技术积累与企业技术创新[J].数量经济技术经济研究,1996(11):70-73.
- [21] 傅家骥.技术创新学[M].北京:清华大学出版社,2007.