

城市科技创新效率的空间差异研究

杨宏力 肖航 张明斗

(聊城大学 商学院,山东 聊城 252059; 山东大学 经济研究院,山东 济南 250100;
东北财经大学 公共管理学院,辽宁 大连 116025)

[摘要] 创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。本文选取2006-2015年中国大陆30个省市(区)地级以上城市,通过数据包络模型对科技创新效率进行测度,并分析其投入要素集约度。结果发现,2006-2015年间我国城市科技创新效率总体呈现出波浪式上升的趋势,2013-2014年出现快速上升的局面,2014年城市科技创新效率达到最高。就四大板块而言,其城市科技创新效率均呈现上升的趋势,且东部地区明显高于中西部和东北地区。依据城市科技创新效率值的大小,将其划分为高有效增长型、强有效增长型、弱有效增长型和低有效增长型等四种类型,其中安徽、湖北、湖南属于典型的低有效增长型区域,且均位于中部地区。2015年我国城市科技创新效率处于非有效性状态,并对非DEA有效单元的投入要素集约度进行全面测算,依据非集约度大小划分为低度非集约型、中度非集约型、高度非集约型和极度非集约型等四大类型;从空间分布来看,四大投入要素中处于极度和高度非集约的省区均集中于中部和西南地区。

[关键词] 城市科技创新; 创新效率; 空间差异; 要素集约度

[中图分类号]F293 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1003-4145 [2017]12-0129-06

DOI:10.14112/j.cnki.37-1053/c.2017.12.019

一、引言

党的十九大报告指出,创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。科技创新作为城市发展的核心动力,不仅越来越受到政府相关部门的高度重视,而且强化科技创新水平、提升科技创新效率已成为我国城市创新的重要内容。2016年,科技部、国家发改委联合制定的《建设创新型城市工作指引》,鼓励在有条件的地方建设若干具有强大带动力的创新型城市和区域创新中心。全方位落实国家城市发展的战略目标,就需要全面提升城市创新效率,而提升城市创新效率的关键就是要强化城市科技创新效率,进而推动创新型城市的实现。

有关创新型城市创新效率的研究,学者们倾注了极大的热情。章文光(2017)等从基础条件、创新投入、创新绩效、创新环境等四个部分建立了创新型城市创新效率评价指标体系,利用2013-2014年的数据分析了世界53个国家创新型试点城市的创新效率;^①郭凯(2014)基于灰色系统理论和模糊数学理论,结合专家评价法、AHP层次分析法和模糊综合评价方法,从创新基础环境、企业创新能力、政府创新支持与创新产出情况等四个维度构建了评价体系,建立创新型城市评价模型,并基于河南省洛阳市创新型城市建设展开实证

收稿日期:2017-10-20

作者简介:杨宏力,男,聊城大学商学院副教授,山东大学经济研究院博士后,主要研究方向:区域经济学。

肖航,女,东北财经大学公共管理学院硕士研究生。

张明斗,男,东北财经大学公共管理学院讲师,经济学博士,主要研究方向:城市经济。

基金项目:本文系国家星火计划项目“城乡交错区村镇可持续发展及治理关键技术示范”(编号:2015GA701009)、中国博士后科学基金项目“三权分置原则下农村土地收益分配制度改革研究”(编号:2015M572001)、山东省社科规划基金项目“我国农村土地收益分配的制度安排与路径优化研究”(编号:14CJJ02)、宁波市重大科技计划项目“村镇生态化治理及社区可持续发展研究集成示范”(编号:2015C110001);大连市社科联重点课题“大连城市竞争力的比较分析及提升策略研究”(编号:2016dlskzd049)的部分成果。

^①章文光、李伟《创新型城市创新效率评价与投入冗余分析》,《科技进步与对策》2017年第6期。

研究;①邹燕(2012)以创新型城市的内涵为基础构建了创新型城市评价指标体系,运用主成分分析法对国内23个重点城市的创新能力进行分类测评,将城市综合创新能力分解为知识创新能力、技术和产业创新能力、创新环境支撑能力三个评价模块,并结合聚类分析结果解析比较这些城市的创新能力结构。②还有学者对科技创新效率进行研究与评价,重点集中于企业、高校、农业、工业等层面。③樊华、周德群(2012)运用规模报酬可变的数据包络模型测度了2000-2007年中国省域层面科技创新效率并分析其收敛性和影响因素。④综合已有研究成果能够看出,学者们对城市创新效率和科技创新效率已有所关注,并展开相关研究。然而,这些研究多集中于宏观层面或是某一单纯的行业,并没有对城市科技创新效率进行深入的分析与研究。本文旨在通过探索城市科技创新效率的内涵,从城市科技创新投入和产出两大层面构建城市科技创新效率的评价体系,分析城市科技创新效率的时空演变特征,并通过全面测算和分解城市科技创新的纯技术效率和规模效率,甄别出空间差异,进而对各城市科技创新要素投入集约度进行归类,明确其冗余程度。在此基础上为提升城市科技创新效率提供决策参考和政策制定依据。

二、研究方法、指标体系构建与数据来源

(一)研究方法

本文研究方法为基于可变规模报酬的DEA-BCC模型,⑤并将综合效率分解为纯技术效率和规模效率两个维度,该模型基本形式为:

$$\begin{aligned} & \max_{\lambda, s^-, s^+} w = es^- + es^+ \\ & \text{s.t.} \begin{cases} s^- = \theta x_i - X\lambda \\ s^+ = y\lambda - y_i \\ \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \\ & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & \text{s.t.} \begin{cases} -y_i + Y\lambda \geq 0 \\ \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ \sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \\ \lambda \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

式中 s^-, s^+ 为模型中第 j_0 个决策单元的投入和产出的松弛变量, θ 为评价的决策单元效率值,如果 $\theta = 1$, 此时纯技术效率和规模效率均为 1, 即实现了 DEA 有效;如果 $\theta < 1$ 且纯技术效率或规模效率中的某个值为 1, 则实现了弱 DEA 有效;如果两者均小于 1, 说明是非 DEA 有效。

而对于非 DEA 有效单元,为寻找出投入要素存在的冗余变量,则需要测度其目标值,并测度出实际投入值和目标值之间的差额,建立“投影”模型:

设 $\lambda^0, s_0^-, s_0^+, \theta^0$ 是线性规划的最优解,令

$$\begin{cases} \hat{X}_0 = \theta_0 X_0 - s_0^- = \sum_{j=1}^n \lambda_j^0 X_j \\ \hat{Y}_0 = Y_0 + s_0^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j^0 Y_j \end{cases} \quad (2)$$

式中 s_0^-, s_0^+ 为模型中第 j_0 个决策单元的投入和产出松弛变量, (\hat{X}_0, \hat{Y}_0) 为评价单元 DMU_{j_0} 对应的 (X_0, Y_0) 在 DEA 的相对有效面上的“投影”。

(二)指标体系构建

本文基于城市科技创新效率的内在含义,依据投入产出分析法对城市科技创新效率进行评价,根据城市科技创新的投入系统和产出系统两大维度来构建相应的评价指标体系。将全国 30 个省市(区)(由于数据缺失,不包括西藏自治区、台湾省、香港特别行政区、澳门特别行政区)地级以上城市作为研究对象,对其科

①郭凯《基于灰色系统理论与模糊数学的洛阳创新型城市评价研究》,《科技管理研究》2014年第5期。

②邹燕《创新型城市评价指标体系与国内重点城市创新能力结构研究》,《管理评论》2012年第6期。

③李鸿禧、迟国泰《基于 DEA-t 检验的以企业为主体的科技创新效率评价》,《中国管理科学》2016年第11期;晏蒙、孟令杰《基于 DEA 方法的中国工业科技创新效率分析》,《中国管理科学》2015年第1期;张莉侠等《农业科技创新效率测算及比较研究》,《农业技术经济》2016年第12期。

④樊华、周德群《中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究》,《科研管理》2012年第1期。

⑤郭腾云等《基于 DEA 的中国特大城市资源效率及其变化》,《地理学报》2009年第4期;黄珂、张安录等《中国城市群农地城市流转效率研究——基于三阶段 DEA 与 Tobit 模型的实证分析》,《经济地理》2014年第11期。

技术创新效率进行动态、静态的综合测度,以明确城市技术创新效率的空间差异性。在综合既有研究成果的基础上,①遵循指标选取的科学性、系统性、可比性和可操作性等原则,选取每万名就业人员中 R&D 人员数、全社会 R&D 经费支出占地区生产总值的比重、企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重、科学技术财政支出占财政支出之比来构建城市科技创新投入评价体系;选取百万人口发明专利申请授权数、每万名 R&D 人员国际科技论文数、每万名 R&D 人员课题数量来构建城市科技创新的产出评价体系,如表 1 所示。

表 1 城市科技创新效率评价体系

城市科技创新效率评价体系	系统类型	指标层	单位
	投入系统		每万名就业人员中 R&D 人员数
		全社会 R&D 经费支出占地区生产总值的比重	%
		企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重	%
		科学技术财政支出占财政支出的比重	%
产出系统		百万人口发明专利申请授权数	件
		每万名 R&D 人员国际科技论文数	篇
		每万名 R&D 人员课题数量	项

(三)数据来源

基于数据的可得性和准确性,本文选取 2006-2015 年全国 30 个省市(区)地级及以上城市的相关数据,利用 DEAP2.1 和 ArcGIS10.2 软件进行定量分析和可视化表达。由于部分数据缺失,本文对 2006-2008 年的 R&D 人员数、2008 年的企业 R&D 经费支出采取线性估计法进行估算;其他数据均来源于 2007-2015 年《中国城市统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、中国科技数据库以及各省市(区)的统计年鉴。

三、城市科技创新效率的动态测度

为明确城市技术创新效率的空间差异状态和时间演化趋势,运用数据包络分析方法,借助于 DEAP2.1 计量软件对我国 30 个省市(区)地级及以上城市的科技创新效率进行动态测度,结果如表 2 所示。

表 2 2006-2015 年城市科技创新效率

省区	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	均值
北京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
天津	1.000	0.843	0.825	0.793	0.733	0.682	0.694	0.641	0.632	0.569	0.741
河北	0.728	0.814	0.862	0.930	0.921	0.995	0.887	0.954	0.968	1.000	0.906
山西	0.960	0.983	1.000	1.000	0.867	0.868	0.735	0.843	0.862	0.811	0.893
内蒙古	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
辽宁	0.803	0.700	0.708	0.680	0.665	0.676	0.630	0.721	0.714	0.724	0.702
吉林	0.683	0.929	0.917	0.787	0.898	0.807	0.790	0.689	0.646	0.658	0.780
黑龙江	0.603	0.686	0.681	0.772	0.692	0.733	0.718	0.715	1.000	0.872	0.747
上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.937	0.809	0.806	0.778	0.933
江苏	0.890	0.782	0.774	0.785	0.900	0.853	0.925	0.957	0.919	1.000	0.879
浙江	0.516	0.578	0.638	0.721	0.810	0.904	0.894	0.874	0.953	0.962	0.785
安徽	0.635	0.818	0.557	0.440	0.413	0.478	0.488	0.533	0.579	0.681	0.562
福建	0.429	0.487	0.563	0.622	0.582	0.767	0.813	0.760	0.808	0.706	0.654
江西	0.414	0.767	0.775	0.672	0.548	0.558	0.564	0.615	0.615	0.671	0.620
山东	0.796	0.795	0.801	0.861	0.845	0.780	0.888	0.846	0.864	0.848	0.832
河南	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
湖北	0.524	0.549	0.562	0.547	0.534	0.487	0.481	0.488	0.489	0.510	0.517
湖南	0.652	0.558	0.600	0.560	0.512	0.523	0.555	0.585	0.669	0.640	0.585
广东	0.797	0.795	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.972	0.949	0.951
广西	0.554	0.677	0.637	0.683	0.633	0.645	0.635	0.720	0.836	0.934	0.695
海南	1.000	1.000	1.000	0.943	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.896	0.984
重庆	0.530	0.567	0.623	0.648	0.692	0.693	0.817	0.767	0.781	0.719	0.684
四川	0.519	0.663	0.823	0.800	0.793	0.616	0.625	0.683	0.662	0.620	0.680
贵州	0.697	0.650	0.636	0.589	0.656	0.711	0.894	1.000	0.989	0.974	0.780
云南	0.662	0.740	0.728	0.664	0.629	0.760	0.688	0.783	0.736	0.598	0.699
陕西	0.608	0.892	0.999	0.835	0.961	0.856	1.000	1.000	1.000	0.651	0.880

①杨海泉等:《2001-2012 年中国三大城市群土地利用效率评价研究》,《地理科学》2015 年第 9 期。

续表

甘肃	0.402	0.613	0.706	0.681	0.624	0.452	0.603	0.653	0.727	0.690	0.615
青海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
宁夏	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
新疆	1.000	0.957	0.934	0.946	0.899	0.914	0.818	0.843	0.797	0.777	0.889
东部	0.816	0.809	0.846	0.866	0.879	0.898	0.904	0.884	0.892	0.871	0.866
中部	0.698	0.779	0.749	0.703	0.646	0.652	0.637	0.677	0.702	0.719	0.696
西部	0.725	0.796	0.826	0.804	0.808	0.786	0.825	0.859	0.866	0.815	0.811
东北	0.696	0.772	0.769	0.746	0.752	0.739	0.713	0.708	0.787	0.751	0.743
均值	0.747	0.795	0.812	0.799	0.794	0.792	0.803	0.816	0.834	0.808	0.800

表 2 显示,2006-2015 年间我国城市科技创新效率总体呈现出“上升→下降→上升→下降”的波浪式上升趋势,由 2006 年的 0.747 提升到 2015 年的 0.808。特别是在 2013-2014 年出现快速上升的局面,2014 年城市科技创新效率达到最高,为 0.834,这主要得益于国家系列性科技创新政策的制定和部分城市科技创新体系的建立,使得城市科技创新水平得到较大幅度的提升,创新效率较为显著。

2006-2015 年间,我国城市科技创新综合效率不高,尽管城市科技创新的投入和产出不断增加,但科技创新资源并没有很好的发挥作用,均值小于 1.000,并且在 2014 年达到峰值后,2015 年出现了下滑。规模效率呈现波动变化,在 2010 年到达低谷后上升,2014 年达到峰值,但 2015 年也出现了下滑,且在研究时段内规模效率值均小于 1.000,说明规模经济优势没有得到很好发挥,存在投入-产出配置不合理现象。10 年间,纯技术效率上下波动,说明城市科技创新能力不稳定;2008-2012 年间,纯技术效率高于规模效率,在这个时段内城市科技创新效率的提高主要依靠纯技术效率的提升,这说明科技创新投入能相对有效地转化为产出,要素投入过剩而导致效率下降的可能性相对较小,而要素投入规模的不足使得其生产规模与最优规模存在一定差距;其他年份城市科技创新效率的提高则主要依靠规模效率的上升。

(一) 城市科技创新效率的前沿面分析

2006-2015 年间,我国城市科技创新效率始终处于前沿面的省区主要包括北京、内蒙古、河南、青海和宁夏,表明这些地方在城市科技创新的过程中,一方面能够有效地将投入要素全部转化为产出要素,实现了投入产出的适配化;另一方面也展示出投入要素的适度规模性,有效避免了冗余要素和资源浪费现象的出现。上海、广东、海南三地大部分年份均处在城市科技创新效率的前沿面,表明该类型的地区在城市科技创新中基本能够实现投入要素的规模性和最佳使用效率。然而,多数的省区均处在非前沿面,意味着在城市科技创新中并没有达到投入产出的最佳比例状态,仍存在较大的发展空间。对于该类型的省区,在未来的城市科技创新中务必强化提升投入要素的使用效率,实现投入产出的最优化。

(二) 四大板块的城市科技创新效率比较分析

就四大板块而言,其城市科技创新效率均呈现上升的趋势,且东部地区明显高于中西部和东北地区,这主要是东部地区在城市科技创新的进程中,经济和科技基础雄厚,发达的经济水平以及科研院所云集和高新技术企业集聚为城市科技创新奠定了坚实的基础,强化了产学研合作力度;而且该地区市场化程度较高,能够通过促进人力资本的充分发挥和要素资源的合理配置,提升城市科技创新能力和创新效率。中部地区城市科技创新效率虽然也呈现上升的趋势,但依旧位于四大板块的末位,这是由于中部地区的科技从业人员占总从业人员的比例较低,且分布不均衡;外加专利水平、高新技术产品的滞后性以及高科技产品的缺失,势必会影响其科技创新效率。

就西部地区的城市科技创新效率而言,其变化趋势和规模程度与全国平均水平基本一致,也呈现出波动中上升的趋势,由 2006 年的 0.725 增加到 2015 年的 0.815,且在 2014 年达到制高点。这是由于以四川和重庆为代表的西部地区,无论是经济基础和市场化程度,还是科技水平和教育水平等都表现突出,彰显出城市科技创新的潜在力量,同时得益于西部大开发的政策红利以及国家政策的西部倾斜,均为城市科技创新效率的提升贡献了力量。对于东北地区而言,其城市科技创新效率由 2006 年的 0.696 上升到 2015 年的 0.751,主要还在于东北振兴战略的推动和实施,外加沈阳作为东北亚科技创新中心的建设以及大连生态科技城的完善,其辐射和引领作用的发挥能够全面提升创新效率。

(三) 城市科技创新效率的成长模式分析

表 2 给出了 30 个省市(区)地级以上城市的科技创新效率值,为进一步明确城市科技创新效率的运行

状态和成长模式,本文依据 2006-2015 年间城市科技创新效率的平均值,将其划分为低有效增长型、弱有效增长型、强有效增长型和高有效增长型四种类型,并对其进行可视化的空间分布处理。

表 3 城市科技创新效率的成长模式

增长类型	低有效增长型 ($E < 0.600$)	弱有效增长型 ($0.600 \leq E < 0.700$)	强有效增长型 ($0.700 \leq E < 0.800$)	高有效增长型 ($E \geq 0.800$)
决策单元	安徽、湖北、湖南	福建、江西、广西、四川、重庆、云南、甘肃	天津、辽宁、吉林、黑龙江、浙江、贵州	北京、河北、山西、内蒙古、上海、江苏、山东、河南、广东、海南、陕西、青海、宁夏、新疆

表 3 显示,处于城市科技创新效率高有效增长型的省区,其效率值均在 0.800 以上,主要集中于北京、上海和广东等地区,意味着城市科技创新投入水平能够在 80% 以上实现最优生产规模的数量和投入要素的最优利用效率,其冗余量相对偏低。处于强有效增长型的省区,主要集中于东部地区和东北地区,说明这些省区的科研人员、科研经费和科学技术支持等投入要素绝大多数能够转换为产出水平,但并没有实现较强的适度性。对于弱有效和低有效增长型的省区,城市科技创新效率值均在 0.700 以下,而且从空间分布来看,这些省区除福建以外全部集中于中西部地区,对这类区域来说,就需要在未来的城市科技创新中强化投入产出水平,全方位提升科技创新中关键要素资源的利用效率,进而高质量提高城市科技创新效率。

四、城市科技创新效率的静态测度

为更加明确城市科技创新效率的内涵,本文选用 2015 年中国 30 个省市(区)地级以上城市为研究样本,对其科技创新效率进行静态测度。

(一)城市科技创新效率的分解和规模报酬

通过 DEA-BCC 模型,得到城市科技创新的纯技术效率、规模效率和规模报酬。

1.城市科技创新的纯技术效率。结果显示,2015 年我国城市科技创新效率的均值为 0.861,处于非有效性状态,表明在城市科技创新的过程中仍存在着投入要素冗余或是利用效率低下的问题。但有 13 个省区的纯技术效率值为 1.000,其中东部地区 6 个,中部地区 1 个,西部地区 5 个,东北地区 1 个,表明这些省区均实现了纯技术效率的有效性,意味着按照当年的投入产出水平,投入要素实现了最优生产规模效率。然而,其余省区均处于纯技术效率的非有效性状态,说明在这些省区的城市科技创新进程中,投入要素并没有达到最优的利用状态,这也成为未来城市科技创新中需要重点关注的问题。

2.城市科技创新的规模效率。2015 年中国城市科技创新的规模效率值为 0.941,虽高于纯技术效率,但也处在非有效性的状态之中。从空间分布来看,处于规模效率有效性的主要有北京、河北等 7 个省区,其中东部地区 3 个,中部地区 1 个,西部地区 3 个,表明这些省区在城市科技创新过程中投入要素数量与最优规模之间还存在一定的差距。然而,以辽宁省为代表的东北地区,其规模效率并没有处于生产前沿面,全部位于非有效性状态,且明显低于总体水平,展示出东北地区要素投入的非适度性。

3.城市科技创新的规模报酬。2015 年城市科技创新效率处于规模报酬不变的省区有 10 个,其中东部地区 4 个,中部地区 2 个,西部地区 3 个,东北地区 1 个。其余的 20 个省区全部处于非有效性状态,规模报酬递增的有 14 个,说明这些省区在未来的城市科技创新中需要继续强化投入要素的规模和使用效率,以达到最优规模数量;规模报酬递减的有 6 个,且重点集中于东部地区,表明这些省区在城市科技创新中投入要素过多,没有达到最优的利用效率,出现要素冗余的现象,未来的发展中应当适度降低投入量,规避冗余现象或资源浪费现象的发生。

(二)城市科技创新的投入要素集约度测算

在上述评价系统中可以发现,并非所有省区的城市科技创新效率均处于 DEA 有效和弱 DEA 有效状态之中,而 20 个非 DEA 有效省区的投入要素集约度究竟如何,则需要进一步测度。在此,借助于决策单元在相对有效面上的“投影”,获取非 DEA 有效省区实际投入值与目标投入值的差额。通过“投影”模型的最终计算能够得到 20 个非 DEA 有效省区的城市科技创新的投入要素非集约值和非集约度:

$$\text{非集约度}(UI) = \text{非集约值} / \text{目标投入值} \times 100\% = \frac{\text{实际投入值} - \text{目标投入值}}{\text{目标投入值}} \times 100\%$$

并依据非集约度的大小对其进行空间的聚类规划,结果如表 4 所示:

表 4 非集约类型划定标准

投入要素类型	低度非集约型	中度非集约型	高度非集约型	极度非集约型
非集约度 UI	($0 < UI \leq 43\%$)	($44\% \leq UI < 58\%$)	($59\% \leq UI < 95\%$)	($UI \geq 96\%$)

通过对城市每万名就业人员中 R&D 人员数的集约度分布、全社会 R&D 经费支出占地区生产总值比重的集约度分布、企业 R&D 经费支出占主营业务收入比重的集约度分布、科学支出占公共支出比重的集约度分布的分析,我们发现,城市科技创新效率非 DEA 有效的省区均在每万名就业人员中 R&D 人员数、全社会 R&D 经费支出占地区生产总值的比重、企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重、科学支出占公共支出之比等某一方面或多个方面存在着非集约性,这也为解释城市科技创新效率的非有效性提供了理由。在每万名就业人员中 R&D 人员数方面,只有天津属于极度非集约型,非集约度为 190.09%,且处于规模报酬递减的状态,表明其存在投入要素过量现象。因此,在未来的发展中必须减少低效率的 R&D 人员投入数量,提升科研人员的利用效率,实现城市科技创新的高质量发展。对于处在低非集约型的甘肃、宁夏、陕西等省区而言,除浙江处于规模报酬递减状态以外,其余均在规模报酬递增状态。因此,除浙江外都需要增强 R&D 人员总投入量,改善科研人员不足的现状,实现与目标值的同步性。在全社会 R&D 经费支出占地区生产总值的比重方面,甘肃、四川、江西、湖北等省区属于极度非集约型,这就要求该类型的省区在适度缩减 R&D 经费支出的同时,为科研成果转化提供有利条件,加强产学研一体化进程,提升现有 R&D 经费支出效率。

在企业 R&D 经费支出占主营业务收入的比重方面,重庆、湖南属于极度非集约型,这与当地的发展实际相吻合,作为新兴的制造业大省,处于西部地区的重庆和中部地区的湖南担负着承接沿海制造业内迁和产业升级的双重任务,在政府政策支持和市场竞争力提升的动力驱动下,企业增加对 R&D 经费的投入属于常态化现象,但必须进一步提高 R&D 经费利用效率。在科学支出占公共支出之比方面,湖北、江西属于极度非集约型,表明该类型省区对于科学经费支出的利用存在低效率问题,财政对于科学支出的支持并没有使得当地的城市科技创新水平得到大幅度的提升,这可能与当地公共部门的效率相关,在未来的发展中,必须全方位提高公共财政的运行效率。上述实证结果表明,就城市科技创新效率提升而言,其效率的提升并不是投入要素越多越好,也不是越少越好,而是应当在实现与目标值适度匹配的前提下,达到利用的效率性;从空间分布来看,四大投入要素中处于极度和高度非集约的省区均集中于中部和西南地区,说明中部和西南地区还未形成城市科技创新水平不断提升的良好运行机制,当地政府和企业虽然增加了对科研的人力、物力投入,但没有提高要素的利用效率,进而导致城市科技创新效率偏低。

五、研究结论与政策建议

本文选取 2006-2015 年中国大陆 30 个省市(区)地级以上城市,通过数据包络模型对科技创新效率进行测度,并分析其投入要素集约度。研究表明:(1)2006-2015 年间我国城市科技创新效率总体呈现“上升→下降→上升→下降”的波浪式上升趋势,2013-2014 年出现快速上升的局面,2014 年城市科技创新效率达到最高;(2)在研究时段内,就四大板块而言,其城市科技创新效率均呈现上升的趋势,且东部地区明显高于中西部和东北地区;(3)依据城市科技创新效率值的大小,将其划分为高有效增长型、强有效增长型、弱有效增长型和低有效增长型等四种类型,其中安徽、湖北、湖南属于典型的低有效增长型,且均位于中部地区;(4)2015 年我国城市科技创新效率处于非有效性状态,表明在城市科技创新的过程中仍存在着投入要素冗余或是利用效率低下的问题;对非 DEA 有效单元的投入要素集约度进行全面测算,依据非集约度大小划分为低度非集约型、中度非集约型、高度非集约型和极度非集约型等四大类型;从空间分布来看,四大投入要素中处于极度和高度非集约型的省区均集中于中部和西南地区。

基于上述结论,在未来的发展中,若要提高城市科技创新效率,以下路径需要认真考虑:首先,建立多维度的城市科技创新效率考核体系,关注要素投入产出关系,提高要素利用效率,激励地方政府注重对创新资源的开发和高效使用,从政策上引导城市发展模式向创新型转变;其次,在国家层面上加强整合能力,发挥东部地区的科研优势,在强化东部地区城市科技创新效率的同时,需要针对东中西部城市科技创新效率的区域差异状况,从政策上引导和支持中西部的科技创新发展,加强科技创新在其城市经济、社会发展质量提升上的作用力度;再次,深化科技体制改革,建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系,加强对中小企业创新的支持,促进科技成果转化,进而为城市科技创新效率的提升提供体制机制保障。

(责任编辑:栾晓平)