

中国国家高新区创新效率增长的空间差异及影响因素研究

张路娜¹, 孙红军¹, 胡贝贝²

(1. 中国科学院大学 公共政策与管理学院, 北京 100049; 2. 中国科学院 科技战略咨询研究院, 北京 100190)

摘要: 基于2011—2018年83个国家高新区的面板数据, 依次采用超越对数生产函数的随机前沿模型、K-R方差分解、面板数据固定效应模型实证考察了国家高新区的创新效率增长的空间差异及其影响因素。研究发现: ①国家高新区总体创新效率呈现先降后升的态势, 且存在明显的空间差异, 东部国家高新区创新效率增长最快, 中部国家高新区次之, 西部国家高新区最慢; ②规模效率变化差异是国家高新区创新效率增长差异的主要来源; ③经济发展水平对国家高新区创新效率增长具有显著的负向影响, 人力资本、产业结构、国际化等则具有显著的正向影响。基于研究结论, 提出了促进国家高新区创新效率协同提升和均衡发展的对策建议。

关键词: 国家高新区; 创新效率增长; 随机前沿生产函数; 空间差异; 影响因素

中图分类号: F127 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2021)06—0001—08

一、引言

在中国当前深入实施创新驱动发展战略, 加快促进经济高质量发展的背景下, 创新发展的区域均衡问题成为重要命题。内生经济增长理论将经济增长归结为全社会创新要素积累所支撑的技术创新活动(Romer, 1990; Barro 和 Wlee, 1994)。Krugman(1994)在分析东亚地区经济发展的研究中也指出, 一个区域经济增长如果单纯依靠增加要素投入, 那么这个区域的经济增长必然是短期行为, 是不可持续的和低质量的, 所以区域经济高质量发展的根源在于效率改进和技术创新。由此可见, 创新是实现经济高质量、可持续发展的关键动能, 本质上属于经济增长问题的范畴。而新经济地理学中的空间外部性与非均衡理论均指出经济增长存在区域差距并非偶然现象, 实际上是由不同区域创新发展循环累积形成的结果。其背后机制是创新资源相对密集和创新活动相对活跃的区域或空间将率先实现经济增长, 这些区域将较早形成经济增长极, 而增长极将凭借其空间报酬递增效应的优势, 进一步吸引和集聚关联区域的创新资源, 造成资源流出区域经济衰退与资源流入区域经济繁荣的分化, 由此循环累积, 便会产生强者更强, 弱者更弱的“马太效应”, 区际间的经济差距由此形成, 即产生所谓的“极化现象”(Perroux, 1950; 刘华军等, 2018; 崔婷婷和陈宪, 2020)。因此, 区域经

济差异在很大程度上是由创新发展的空间差异引致的。中国是一个典型的大国经济体, 其创新发展的地区差异问题十分显著, 且近年来区域创新发展不均衡问题有加趋势, 引发学术界关注并形成了富有参考价值的成果。这些成果都在积极尝试通过理论分析与模型预测来揭示我国不同区域层面创新发展的空间差距特征及其影响因素, 进而提出推动创新均衡发展的举措, 促进国家整体创新能力及经济质量的提升。然而, 总体来看, 现有文献大多聚焦于省份、城市等较为宏观区域层面的研究, 由于省市等层面的区域单元本身就存在诸如“自身体量规模较大、管理复杂度较高、区内政策协调难度较大”等问题, 导致这些研究的政策针对性相对较差, 实际应用价值会受到限制。因此需要寻找更加微观的区域单元展开进一步研究。国家高新区是落实创新驱动发展战略的重要经济单元, 是区域创新发展的增长极, 现已成为科技与经济深度融合, 实现高质量发展的示范区。据统计, 2018年全国国家高新区的生产总值相当于全国GDP的12.3%; 企业R&D经费内部支出占全国的48.9%; 企业R&D人员全时当量占全国的40.4%; 企业发明专利授权数占全国的33.1%。然而, 国家高新区分布于全国不同地区, 不同高新区在创新政策、创新投入、创新成效等方面存在较大差距。例如, 2018年东部、中部、西部地区的国家高新区企业

收稿日期: 2020—05—14

基金项目: 国家自然科学基金青年基金“数字化创业生态系统的演化机理与治理模式研究”(72002212)

作者简介: 张路娜, 中国科学院大学公共政策与管理学院博士研究生, 研究方向: 创新管理、创新政策; 孙红军, 中国科学院大学公共政策与管理学院博士后, 研究方向: 创新管理; 胡贝贝, 博士, 中国科学院科技战略咨询研究院助理研究员, 研究方向: 创新管理、区域政策。

R&D经费内部支出平均值分别为1.6亿元、0.8亿元、0.6亿元;R&D人员全时当量数平均值分别为70.2万人年、31.7万人年、24.2万人年;企业发明专利授权数平均值分别为1406件、605件、374件。鉴于此,本文将研究对象由省市层面转向国家高新区层面,研究的主要问题有:国家高新区创新效率水平究竟如何?创新效率增长的空间差异及其分布特征是什么?空间差异的影响因素有哪些?这对于深度把握中国区域创新发展的空间特征,尤其是微观经济功能区的基本情况,指导创新资源合理布局,支撑差异化创新政策制定和执行,促进区域间创新效率协同提升具有重要的意义。

二、文献回顾

国家高新区创新效率是衡量国家高新区单位创新总投入实现的创新总产出的效率指标,本质上反映了国家高新区创新活动的高质量发展程度。目前关于区域创新效率的研究主要涉及以下3个方面。

(1)就研究对象而言,现有文献主要聚焦于省、市层面的创新效率研究(白俊红等,2009;郭磊等,2011;樊华和周德群,2012;李梦琦等,2016),而目前仅有的少量有关国家高新区创新效率的研究也存在一些不足,一是现有文献研究国家高新区的样本量较少(张立峰等,2018;王飞航和李友顺,2019),难以全面有效反映国家高新区创新效率增长的整体情况;二是样本考察周期较短,较难进一步揭示高质量发展阶段国家高新区创新效率增长呈现出的新特征、新态势(谢子远,2011;李荣,2018)。为丰富相关研究,本文将研究对象由国家、省市层面扩展到国家高新区层面,并选取2011—2018年83个国家高新区为研究对象。

(2)就测算方法而言,目前学术界主要利用以数据包络分析法(DEA)为代表的非参数法和以随机前沿分析法(SFA)为代表的参数法对创新效率进行测量。由于非参数方法简便易行,许多学者采用该方法测算国家高新区创新效率(例如,范硕和何彬,2018;张冀新和李雪蓉,2019;刘钊和邓明亮,2019)。然而,非参数方法存在着一些限制条件:一是对数据和算法要求极为严格;二是没有对模型进行事前检验和未考虑随机误差对模型估计的影响,会造成估计结果的较大误差(Gong和Sickles,1991;李双杰和范超,2009;牛泽东和张倩肖,2012)。因此,为避免使用非参数方法时的限制和不足(程郁和陈雪,2013),本文采用SFA方法测算国家高新区创新效率。

(3)就影响因素而言,大多数文献关注外部因素对创新效率的影响,很少关注内部构成因素,即使已经关注内部构成因素对创新效率影响的研究也主要采用直观比较法来进行分析,即通过分析各内部构成因素的数值大小来确定主要来源,但这种方法并不能真实反映变量数据之间的时间演变态势,为了有效避免上述问题,本文将采用K-R方差分解进行分析。此外,现有文献关注的外部影响因素主要有高新区地理区位、所处城市级别和科技资源禀赋、产业集群、创新市场环境、创新激励政策等(白雪洁等,2014;谢子远和鞠芳辉,2011;蔡姝莎等,2018),鉴于国家高新区的特殊性,本文加入了更有针对性的影响因素,如创新平台、政府财政科技支出占比等。

综上所述,为了进一步完善相关研究,本文以2011—2018年83家国家高新区为研究对象,首先,采用超越对数生产函数的随机前沿模型分析国家高新区的创新效率增长情况,并探究了创新效率增长的空间差异特征;其次,利用K-R方差分解分析了内部构成因素对创新效率增长差距的贡献;再次,利用面板数据固定效应回归模型分析主要的外部影响因素;最后,获得研究结论和政策启示。

三、研究方法 with 对象

(一)随机前沿分析模型

本文选取参数法,即超越对数随机前沿生产函数模型对国家高新区创新效率增长水平进行测量,设定了以下生产函数模型,如公式(1)所示:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_K \ln K_{it} + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_T t + \beta_{KK} (\ln k_{it})^2 + \beta_{KL} \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_{KT} t \ln K_{it} + \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + \beta_{LT} t \ln L_{it} + \beta_{TT} t^2 + v_{it} - u_{it} \quad (1)$$

其中: Y_{it} 表示*i*高新区在*t*年的实际创新产出; L_{it} 表示*i*高新区在*t*年的研发人员投入; K_{it} 表示*i*高新区在*t*年的研发经费投入; t 表示技术进步的时间演变项;所有的 α 、 β 均表示待估参数。 α_0 为常数项; α_K 为研究经费投入的参数; α_L 为研发人员投入的参数; α_T 为时间的参数; β_{KK} 为研发经费投入平方项的参数; β_{KL} 为研发经费投入和研发人员投入乘积的参数; β_{KT} 为研发经费投入和时间乘积的参数; β_{LL} 为研发人员投入平方项的参数; β_{LT} 为研发人员投入和时间乘积的参数; β_{TT} 为时间平方项的参数; v_{it} 表示随机误差项; u_{it} 表示技术无效率项。

本文参照Kumbhakar(1990)提出的公式对全要素生产率增长率进行分解,具体分解公式为

$$TFP_{it} = TC_{it} + TEC_{it} + SEC_{it} \quad (2)$$

其中: TFP_{it} 表示*i*地区在*t*年的全要素生产率增长率; TC_{it} 表示*i*地区在*t*年的技术进步率; TEC_{it} 表示*i*地区在*t*年的技术效率变化率; SEC_{it} 表示*i*地区在*t*年要素规模效率变化率。

由以上可知,测算创新的TFP增长水平,需要用到创新产出、创新投入。有关创新产出,官建成和何颖(2005)、刘伟等(2013)等学者选用发明专利相关指标来表征,本文也选取发明专利授权量表示创新产出;关于创新投入,许多学者采用R&D经费支出表示资本投入,R&D人员表示人力投入(冯根福等,2006;刘伟,2013;易明等,2019),本文也选用R&D经费支出和R&D人员全时当量来表征创新投入。其中,R&D经费支出反映了年度内实际研发资金投入,是一项流量指标。因此,准确测算R&D经费存量显得十分关键。

本文采用永续盘存法来核算R&D经费存量,第*t*年第*i*个高新区的R&D经费存量可以表示为

$$K_{it} = K_{i,t-1}(1 - \delta) + I_{it} \quad (3)$$

其中: K_{it} 和 $K_{i,t-1}$ 表示*i*高新区*t*时期和*t-1*时期的研发经费存量; I_{it} 表示*i*高新区*t*时期的实际研发经费支出; δ 表示R&D经费折旧率,参照吴延兵(2008)、Corrado et al(2013)的做法,将R&D经费折旧率设定为15%。

本文以2011年为基期,结合各国家高新区所属的省份的GDP平减指数,计算得到实际研发经费支出数据 I_{it} ,基期资本存量按照式(4)计算:

$$K_0 = \frac{I_0(1+g)}{\delta+g} \quad (4)$$

其中: K_0 表示基期资本存量; I_0 表示基期实际R&D经费支出; g 表示考察期内实际R&D经费支出的年均增长率。据此,可以计算出各期各高新区的R&D资本存量。

(二)K-R 方差分解

根据式(2),将全要素生产率增长的地区差距成因贡献的方差分解写成式(5):

$$\begin{aligned} VAR(TFP) &= COV(TFP, TC + TEC + SEC) = \\ &COV(TFP, TC) + COV(TFP, TEC) + COV(TFP, SEC) \end{aligned} \quad (5)$$

将式(5)两边同时除以 $VAR(TFP)$ 可变形为式(6):

$$1 = \frac{COV(TFP, TC)}{VAR(TFP)} + \frac{COV(TFP, TEC)}{VAR(TFP)} + \frac{COV(TFP, SEC)}{VAR(TFP)} \quad (6)$$

其中: VAR 表示方差; COV 表示协方差。

式(5)表明全要素生产率的区域差距的成因分解为技术进步差距、技术效率差距及规模效率差距,式(6)则衡量的是技术进步差距、技术效率差距及规模效率差距对全要素生产率的地区差距的贡献份额。

(三)研究对象

根据数据的准确性和可获得性,并考虑中国的发展阶段,结合国家高新区的空间分布,从“十二五”时期为起点,选取2011—2018年83个国家高新区为研究对象,并按照各国家高新区所属区域划分为东部、中部、西部国家高新区。具体划分结果见表1。

表1 83个国家高新区

分类	高新区名称
东部国家高新区 (45个)	鞍山高新区、保定高新区、北京中关村、常州高新区、大连高新区、东莞松山湖高新区、佛山高新区、福州高新区、广州高新区、海南高新区、杭州高新区、惠州仲恺高新区、济南高新区、济宁高新区、江门高新区、江阴高新区、昆山高新区、辽阳高新区、临沂高新区、南京高新区、宁波高新区、青岛高新区、泉州高新区、厦门高新区、上海张江高新区、上海紫竹高新区、绍兴高新区、深圳高新区、沈阳高新区、石家庄高新区、苏州高新区、苏州工业园、泰州高新区、唐山高新区、天津高新区、威海高新区、潍坊高新区、无锡高新区、烟台高新区、燕郊高新区、营口高新区、肇庆高新区、中山高新区、珠海高新区、淄博高新区
中部国家高新区 (21个)	武汉东湖高新区、合肥高新区、长春高新区、郑州高新区、长沙高新区、哈尔滨高新区、南昌高新区、湘潭高新区、株洲高新区、新余高新区、襄阳高新区、芜湖高新区、蚌埠高新区、洛阳高新区、景德镇高新区、大庆高新区、益阳高新区、宜昌高新区、南阳高新区、太原高新区、安阳高新区
西部国家高新区 (17个)	成都高新区、西安高新区、重庆高新区、南宁高新区、宝鸡高新区、贵阳高新区、绵阳高新区、桂林高新区、包头稀土高新区、柳州高新区、自贡高新区、昆明高新区、兰州高新区、乌鲁木齐高新区、白银高新区、杨凌农业高新区、渭南高新区

四、实证结果分析

(一)TFP测算结果

基于2011—2018年83个国家高新区面板数据,构建了超越对数生产函数的随机前沿模型,并对模型的适用性进行检验。测算结果显示,技术非效率项 u_{it} 随着时间增加而递减,技术效率随时间不断改善,技术效

率时间趋势较为明显,这也通过了 1% 的显著性水平检验;控制了投入要素和其他不可控要素后,总误差中的至少 60% 以上是由于存在技术无效率而造成的,即采用随机前沿分析较传统 OLS 回归更能有效解释国家高新区生产活动中技术效率及其变化。从以上检验结果可以判定,本文构造的随机前沿生产函数模型是合适的。

1. 国家高新区总体创新效率增长情况

表 2 汇报了国家高新区总体创新效率增长及其分解结果,由表 2 可知,就创新效率而言,国家高新区创新 TFP 增长率整体呈现出下降态势,2012 年为 21.1497%,2013 年大幅下降至 2.5945%,2014 年和 2015 年均均为 14% 左右,2016 年为 7.4971%,2017 年和 2018 年稳定在 11% 左右,2012—2018 年均值为 11.7382%。这表明总体上国家高新区经过多年的创新要素集聚和创新生态营造,创新效率逐年提升且增

表 2 全国国家高新区创新效率增长及其分解结果

年份	TC(%)	TEC(%)	SEC(%)	TFP(%)
2012	4.5271	13.3742	3.2484	21.1497
2013	4.3005	12.4225	-14.1285	2.5945
2014	3.9705	11.5381	-1.9342	13.5744
2015	3.4809	10.7165	0.7737	14.9710
2016	3.2647	9.9531	-5.7206	7.4971
2017	3.0387	9.2438	-0.9642	11.3183
2018	2.6602	8.5849	-0.1826	11.0626
均值	3.6061	10.8333	-2.7011	11.7382

速日益平稳,进一步揭示了总体国家高新区创新活动日益趋向高质量发展,高质量创新驱动发展的特征更加突出。从内部构成因素来看,技术进步率(TC)呈现了持续下滑态势,2012 年和 2013 年高于 4%,2014 年到 2017 年分布于 3%~4%,2018 年降至 2.6602%,2012—2018 年的平均增长率为 3.6061%;技术效率变化率(TEC)也呈现出持续下降趋势,由 2012 年的 13.3742% 下降至 2018 年的 8.5859%,2012—2018 年的平均增长率为 10.8333%;要素规模效率变化率(SEC)在 2012—2018 年表现较差,7 年的平均增长率为 -2.7011%。这进一步表明当前国家高新区创新要素投入已经产生了规模不经济现象,即持续增加创新要素投入并不会带来创新效率的增长,甚至会抑制创新效率增长,正是由于技术进步与技术效率对创新效率增长的促进作用弥补了规模效率对创新效率增长的阻滞效应才能推动创新效率持续增长。

2. 分区域国家高新区创新效率增长情况

不同地区国家高新区创新效率增长及其分解结果见表 3。由表 3 可知,就创新效率而言,2012—2015 年,东部国家高新区和西部国家高新区创新 TFP 增长率均是先降后升,中部国家高新区则相对平稳,2016 年 3 个地区的国家高新区创新 TFP 增长率均出现较大降幅,2016—2018 年,东部国家高新区和中部国家高新区稳步提升,西部国家高新区则先升后降;从 2012—2018 年的平均增长率来看,东部国家高新区创新 TFP 增长最快(13.2766%),中部国家高新区次之(11.5329%),西部国家高新区最慢(8.201%)。就内部构成因素而言,东部、中部及西部国家高新区 TC 均呈现出下降态势,从 7 年均值来看,东部国家高新区技术进步最明显,中部国家高新区次之,西部国家高新区相对不明显;同时,东部、中部及西部国家高新区的 TEC 呈现出下降态势,从 2012—2018 年均值看,西部国家高新区技术效率增长最快,东部国家高新区次之,中部高新区最慢;此外,3 个地区的国家高新区的 SEC 均呈先降后升趋势,从 7 年均值看,东部国家高新区最高,中部国家高新区次之,西部国家高新区最低。总之,国家高新区创新效率增长呈现出了明显的空间差异特征,即东部国家高新区创新 TFP 增长最快,中部国家高新区次之,西部国家高新区最慢。结果说明东部地区的国家高新区在营造创新生态,提高创新效率方面走在全国前列,需要发挥示范作用,更多地带动中部和西部地区的国家高新区。呈现上述空间分布态势的一个重要原因在于国家高新区创新政策的区域差异,根据对科技部火炬高技术产业开发中心调查问卷的统计可知,国家高新区出台的创新政策主要集中在支持创新创业、促进科技成果转化、促进科技服务体系建设、发展科技金融、引进人才、支持高新技术企业发展、激励和保护知识产权、促进

表 3 不同地区国家高新区创新效率增长及其分解结果

年份	东部国家高新区				中部国家高新区				西部国家高新区			
	TC(%)	TEC(%)	SEC(%)	TFP(%)	TC(%)	TEC(%)	SEC(%)	TFP(%)	TC(%)	TEC(%)	SEC(%)	TFP(%)
2012	4.6183	13.2825	4.4549	22.3557	4.5681	13.2744	-4.3159	13.5266	4.2349	13.7402	9.3992	29.3423
2013	4.3225	12.3373	-6.0492	10.6106	4.2707	12.3298	-4.0313	12.5692	4.2792	12.7623	-47.9878	-30.9463
2014	4.0162	11.4590	-1.8623	13.6129	4.0360	11.4521	-2.5888	12.8994	3.7687	11.8537	-1.3159	14.3064
2015	3.5335	10.6430	0.9425	15.1190	3.5382	10.6366	-1.3965	12.7784	3.2707	11.0094	3.0076	17.2878
2016	3.2997	9.8849	-3.4970	9.6876	3.3157	9.8790	-6.1229	7.0718	3.1087	10.2251	-11.1095	2.2243
2017	3.0694	9.1805	-1.7524	10.4975	3.1631	9.1750	-1.6300	10.7081	2.8038	9.4964	1.9445	14.2448
2018	2.7388	8.5261	-0.2122	11.0527	2.6633	8.5211	-0.0077	11.1767	2.4485	8.8195	-0.3201	10.9479
均值	3.6569	10.7590	-1.1394	13.2766	3.6507	10.7526	-2.8704	11.5329	3.4164	11.1295	-6.6260	8.2010

国际化等8个方面,结合本文数据样本,其中东部国家高新区中,共有76%的高新区在这8个方面均出台了相关政策以支持园区的创新发展,中部国家高新区中,这一比例为69%,西部国家中,这一比例为47%。

3. 内部构成要素对国家高新区创新效率增长的影响

表4为内部构成因素对 TFP 增长空间差异的贡献率,由表4可知,技术进步、技术效率、规模效率对创新 TFP 增长空间差异的贡献率分别为-0.5845%、4.3155%、96.2690%。这说明当前国家高新区创新效率增长的空间差异主要是由于创新投入要素的规模效应差异引起的,而技术进步和技术效率尚未成为引起创新效率空间差异的主要来源。同时,这进一步揭示了当前国家高新区仍然通过持续增加创新要素投入来提升创新效率,引起了创新效率增长的空间差异,虽然在前文中已经得出,当前阶段持续增加创新投入已经产生了规模不经济现象,然而,国家高新区总体依然在延续传统的做法。此外,测算结果也说明当前国家高新区不够重视创新活动的技术进步与技术效率,忽视两者对创新效率增长空间差异的重要作用。因此,各国家高新区未来要致力于促进技术进步与改善技术效率,推动国家高新区创新效率增长的竞争焦点由要素规模效率转向技术进步与技术效率。

(二) 累积创新效率指数

为进一步反映创新效率累计变化情况,以2011年为基期对 TFP 指数进行了累积处理。总体、东部、中部及西部国家高新区的累积创新 TFP 指数的变化情况见表5。由表5可知,就总体国家高新区而言,总体国家高新区2013年累积创新 TFP 指数较2012年略有下降,2014—2018年呈持续增大的趋势,增长率分别为16.15%、17.33%、10.09%、10.98%、11.50%。就不同地区国家高新区而言,东部、中部国家高新区累积创新 TFP 在2012—2018年均呈持续增长的趋势,西部国家高新区2013年较2012年下降较大,从2014年之后持续稳步提升。此外,从增长幅度看,东部和中部国家高新区均分为两个阶段,2013—2015年增幅持续加大,2016年出现下降,随后又持续加大,西部国家高新区2014年和2015年增幅较大,2015年之后相对较低。总之,东部国家高新区累积创新 TFP 指数略高于中部国家高新区,中部国家高新区累积创新 TFP 指数明显高于西部国家高新区,如图1所示。

(三) 影响因素分析

为了进一步解释国家高新区创新 TFP 变化趋势特征和空间差异性,本文将以 TFP 为因变量,构建多因素影响分析模型。参照樊华和周德群(2012)¹²、谢子远(2011)³³的研究,本文选取经济发展水平、要素禀赋结构、人力资本、创新平台、产业结构、国际化、科技政策支持等作为控制变量。具体而言,采用人均增加值衡量国家高新区经济发展水平($PGDP$),劳均资本衡量国家高新区要素禀赋结构(K/L)。其中,均采用以2012年为基期,国家高新区所在省份的GDP平减指数进行平减。采用本科以上学历人员占从业人员比例衡量国家高新区人力资本(HUM),国家级研发机构数衡量国家高新区创新平台(PLA),以高新技术企业占企业总数比例衡量国家高新区产业结构(STR),以园区出口总额占营业收入比例衡量国家高新区国际化(INT),以园区

表4 内部构成因素对创新 TFP 增长差异贡献率

年份	TC 贡献率(%)	TEC 贡献率(%)	SEC 贡献率(%)
2012	-0.5156	3.2361	97.2795
2013	0.0277	-0.4770	100.4494
2014	-0.0282	11.9593	88.0689
2015	-0.4769	4.6155	95.8614
2016	-0.2858	-0.3566	100.6424
2017	-1.3647	9.3506	92.0141
2018	-1.4482	1.8808	99.5674
均值	-0.5845	4.3155	96.2690

表5 国家高新区累积创新 TFP 指数

年份	总体国家高新区	东部国家高新区	中部国家高新区	西部国家高新区
2012	1.2115	1.2236	1.1353	1.2737
2013	1.1334	1.3059	1.2796	0.4959
2014	1.3164	1.4915	1.4501	0.6876
2015	1.5445	1.7267	1.6471	0.9352
2016	1.7003	1.8987	1.7961	1.0568
2017	1.8871	2.0849	2.0130	1.2079
2018	2.1040	2.3398	2.2365	1.3161

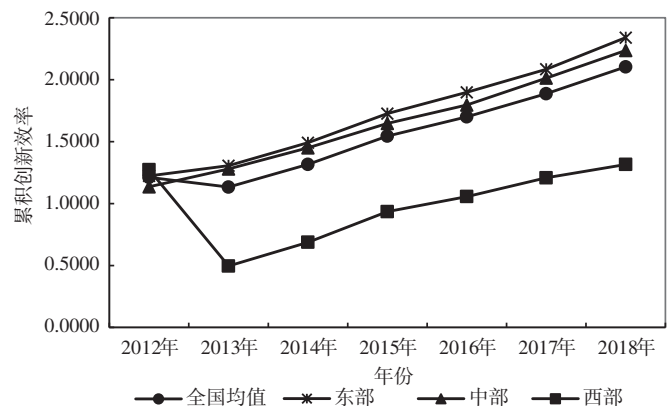


图1 各地区国家高新区累积创新效率图

财政科技支出占总支出比例衡量国家高新区科技政策支持(GOV)。鉴于上述影响因素,本文构建面板回归模型:

$$TFP_{it} = \alpha + \beta_1 \ln PGDP_{it} + \beta_2 \ln(K/L)_{it} + \beta_3 HUM_{it} + \beta_4 \ln PLA_{it} + \beta_5 STR_{it} + \beta_6 INT_{it} + \beta_7 GOV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

上述被解释变量、解释变量和各控制变量的具体含义与计算方式见表6。测算数据全部来自于国家统计局与国家科技部火炬高技术产业开发中心火炬计划的统计数据。

表6 各类变量的含义及计算方式

变量类型	名称	符号及具体含义
被解释变量	TFP	Y_{it} :发明专利授权量
		K_{it} :研发经费内部支出存量
		L_{it} :R&D人员全时当量,R&D全时人员数加非全时人员按工作量折算成全时人员数的总和
解释变量	经济发展水平	$PGDP_{it}$:人均增加值,园区增加值/年末从业人员
	要素禀赋结构	$(K/L)_{it}$:劳均资本,反映资本和劳动投入比例,年末资产总计/年末从业人员
	人力资本	HUM_{it} :企业从业人员的基本素质,本科以上从业人员/年末从业人员
	创新平台	PLA_{it} :国家级研发机构数(科研院所+国家级重点实验室、国家级企业技术中心、国家级博士后工作站、国家工程研究中心、国家工程技术研究中心)
	产业结构	STR_{it} :高新技术企业数/企业总数
	国际化水平	INT_{it} :出口总额/营业收入
	政府专项支持	GOV_{it} :管委会对创新活动的支持力度,高新区财政科技支出/高新区财政总支出

由于采用面板回归模型需要确定使用固定效应还是随机效应,本文将通过辅助回归的聚类稳健标准误检验来确定到底采用何种效应模型。检验结果显示: $\chi^2 = 45.397, p=0.000$,这表明拒绝随机效应原假设,故认为应该使用固定效应模型。面板数据固定效应回归结果见表7。

由表7可知,经济发展水平($\ln PGDP$)的系数为-1.024,且通过1%的显著性水平检验,这表明经济发展水平对创新效率增长具有显著的负向影响作用,这与王维国和范丹(2012)、朱天星等(2017)的研究结论类似,原因在于在经济发展水平较高的国家高新区,会率先实现创新驱动发展,进而导致创新效率增长放缓,而经济发展相对落后国家高新区正处于创新快速发展阶段,其创新效率增长相对较快。人力资本(HUM)的系数为4.908,且通过1%的显著性水平检验,这表明人力资本对创新效率增长具有显著的正向影响作用,这与谢子远(2011)⁵⁵的研究结论不一致,谢子远(2011)⁵⁵主要采用大专以上学历人员进行检验,本文主要采用本科以上学历人员,本科以上学历人数是开展创新活动的主体,高素质劳动力越多,创新效率增长越快,这与白俊红等(2009)⁵⁹的研究结论类似。产业结构(STR)的系数为0.834,且通过1%的显著性水平检验,这表明产业结构对创新效率增长具有显著的正向影响作用,这与刘钊和邓明亮(2019)⁴的研究结果相类似。国际化(HUM)的系数为1.763,且通过1%的显著性水平检验,这表明国际化对创新效率增长具有显著的正向影响作用,主要在于通过国际合作,高新区可加强技术、人才、管理经验等方面的学习和吸收,一定程度促进了创新活动的开展和创新效率的提升,白雪洁等(2014)³²也研究得出国际化水平与创新效率正相关。此外,还可发现,创新平台(PLA)创新效率增长具有负向影响,科技政策支持(GOV)对创新效率增长具有正向影响,但在统计上均不显著。综上所述,人力资本、产业结构、国际化能够显著提升国家高新区创新效率,后续将主要围绕这3个方面提出对策建议。

表7 面板数据固定效应回归结果

变量	系数	标准误	t	p
$\ln PGDP$	-1.024	0.221	-4.64	0.000
$\ln(K/L)$	0.120	0.143	0.84	0.406
HUM	4.908	0.841	5.84	0.000
$\ln PLA$	-0.368	0.258	-1.43	0.157
STR	0.834	0.302	2.76	0.007
INT	1.763	0.739	2.39	0.019
GOV	-0.079	0.094	-0.84	0.402
常数项	3.491	1.289	2.71	0.008

五、结论与启示

基于2011—2018年的83个国家高新区的面板数据,依次采用超越对数生产函数的随机前沿模型、K-R方差分解、面板数据固定效应模型实证考察了国家高新区的创新效率增长的空间差异及其影响因素。研究发现:①总体国家高新区创新效率呈现出了先降后升的态势,且存在明显的空间差异特征,东部国家高新区创新效率增长最快,中部国家高新区次之,西部国家高新区最慢;②从内部构成因素看,K-R方差分解结果显示,规模效率变化差异是创新效率增长差异的主要来源,而技术效率变化与技术进步率差异对创新效率增长

差异解释力度很小;③从外部影响因素看,经济发展水平对创新效率增长具有显著的负向影响,人力资本、产业结构、国际化对国家高新区创新效率增长具有显著的正向影响。

根据以上结论,本文得出以下启示:

第一,对于西部地区创新TFP增长水平较低的国家高新区,应当积极探索适应本地区的创新模式,一方面加快制订并出台系统化的创新政策,在支持建设创新平台、加强知识产权保护、促进科技成果转化、加大研发补贴等方面加大力度,突出区域特色,探索生态优势转为科技和经济优势的新路径。另一方面强化对标学习,并充分借助先进高新区的科技力量,探索“柔性引才”“异地孵化”“建立产业合作联盟”等多样化的合作模式,加快提升创新水平;对于创新TFP增长较高的东部国家高新区,应充分发挥其示范效应,通过共建创新联合体、产业协同创新中心、跨区域产业技术创新战略联盟等方式,加强与中西部国家高新区的创新合作,促进创新资源共享,增强辐射带动作用。三是国家高新区管理部门应高度重视和推进不同地区高新区的创新合作,建立统一的国家高新区资源交流平台,定期召开全国高新区创新合作交流活动,组织“结对帮扶”“资源对接”等活动,从而逐步缩小全国国家高新区创新效率增长的区域差异,实现协同、均衡的创新发展。

第二,本文研究得出当前国家高新区创新要素投入已经产生了规模不经济现象。因此未来国家高新区在加大研发人员和研发经费等创新要素的数量投入的同时,更要加强对创新要素的质量把控及要素的优化配置。通过打造高质量的前沿性、战略性创新平台(国家实验室、产业创新中心等),强化新建创新平台引导和监督,培养科技中介机构,开展线上线下产学研对接活动等,促进创新资源流动,营造有活力、高效率的升级版创新生态,提升技术效率,推动技术进步,增强创新效率。尤其是对于创新TFP增长水平较低的国家高新区而言,更要精准施策,更好地整合有限的技术、人才、资金等创新资源,实现效率最大化。

第三,根据影响因素分析结果,为提升国家高新区创新效率,尤其对于创新效率增长较低的高新区而言,应重点从三方面着手,一是持续优化园区人才结构,制订优惠政策吸引高端科技领军人才,同时支持建设二级学院、实训基地、互联网培训平台,支持园区企业与高校合作培养,加强在职在岗人员培训,不断提高园区从业人员技能,形成高素质的人才队伍;二是大力培育高新技术企业,构建链条式高企成长服务体系,完善高企认定奖励政策,不断充实高企后备资源库等,支持高企成长壮大,增加园区科技型企业,提高技术密集型产业的占比,促进产业结构不断优化;三是加强国际合作,通过搭建国际科技交流平台、设立海外孵化器、推动企业“抱团出海”等,推动开放式创新,提高国际化水平,进而促进创新TFP的增长。

参考文献

- [1] 白俊红,江可申,李婧,2009.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(10):51-61.
- [2] 白雪洁,闫文凯,孙溪悦,2014.源于区位与城市政治级别差异的经营效率及创新效率背反——基于SBM模型的我国国家级高新区效率解构[J].科技进步与对策,31(9):28-33.
- [3] 蔡姝莎,欧光军,赵林龙,等,2018.高新技术开发区创新体系生态质量评价研究——以湖北省高新区为实证[J].科研管理,39(S1):87-94.
- [4] 程郁,陈雪,2013.创新驱动的经济增长——高新区全要素生产率增长的分解[J].中国软科学(11):26-39.
- [5] 崔婷婷,陈宪,2020.创新效率对地区间经济差距的影响途径研究[J].上海大学学报(社会科学版),37(3):96-106.
- [6] 范硕,何彬,2018.创新激励政策是否能提升高新区的创新效率[J].中国科技论坛(7):45-55,63.
- [7] 樊华,周德群,2012.中国省域科技创新效率演化及其影响因素研究[J].科研管理,33(1):10-18,26.
- [8] 冯根福,刘军虎,徐志霖,2006.中国工业部门研发效率及其影响因素实证分析[J].中国工业经济(11):46-51.
- [9] 官建成,何颖,2005.基于DEA方法的区域创新系统的评价[J].科学学研究(2):265-272.
- [10] 郭磊,刘志迎,周志翔,2011.基于DEA交叉效率模型的区域技术创新效率评价研究[J].科学学与科学技术管理,32(11):138-143.
- [11] 李梦琦,胡树华,王利军,2016.基于DEA模型的长江中游城市群创新效率研究[J].软科学,2016,30(4):17-21,45.
- [12] 李荣,2018.国家高新区创新能力差异实证分析[J].经济体制改革(6):45-50.
- [13] 李双杰,范超,2009.随机前沿分析与数据包络分析方法的评析与比较[J].统计与决策(7):25-28.
- [14] 刘钊,邓明亮,2019.国家高新区对外贸易、高新技术企业占比影响创新效率的实证研究[J].科技进步与对策(12):1-7.
- [15] 刘华军,彭莹,裴延峰,等,2018.全要素生产率是否已经成为中国地区经济差距的决定力量?[J].财经研究,44(6):50-63.
- [16] 刘伟,2013.基于Bootstrap-Malmquist指数的高新技术产业技术创新效率分析[J].经济学动态(3):42-52.

- [17] 刘伟, 陈菁泉, 李星星, 2013. 中国省际高新技术产业技术创新的 TFP 测算及收敛趋势研究[J]. 经济理论与经济管理 (1): 36-50.
- [18] 牛泽东, 张倩肖, 2012. 中国装备制造业的技术创新效率[J]. 数量经济技术经济研究, 29(11): 51-67.
- [19] 王飞航, 李友顺, 2019. 基于三阶段数据包络分析模型的我国西部地区国家级高新区创新效率评价[J]. 科技管理研究, 39(1): 55-60.
- [20] 王维国, 范丹, 2012. 中国区域全要素能源效率收敛性及影响因素分析——基于 Malmquist-Luenberger 指数法[J]. 资源科学, 34(10): 1816-1824.
- [21] 吴延兵, 2008. 中国地区工业知识生产效率测算[J]. 财经研究(10): 4-14.
- [22] 谢子远, 2011. 国家高新区技术创新效率影响因素研究[J]. 科研管理, 32(11): 52-58.
- [23] 谢子远, 鞠芳辉, 2011. 产业集群对我国区域创新效率的影响——来自国家高新区的证据[J]. 科学学与科学技术管理, 32(7): 69-73.
- [24] 易明, 彭甲超, 吴超, 2019. 基于 SFA 方法的中国高新技术产业创新效率研究[J]. 科研管理, 40(11): 22-31.
- [25] 张冀新, 李雪蓉, 2019. 企业类型差异对国家高新区技术效率影响研究[J]. 经济体制改革(3): 46-53.
- [26] 张立峰, 郭爱英, 董晓宏, 2018. 京津冀国家级高新区创新效率及影响因素——基于随机前沿模型的实证研究[J]. 商业经济研究(16): 153-155.
- [27] 朱天星, 陈晨, 于鑫洋, 等, 2017. 亚洲一带一路国家科技研发效率及其影响因素研究——基于 DEA 和累积 TFP 指数[J]. 工业技术经济, 36(12): 148-154.
- [28] BARRO R J, WLEE J, 1994. Sources of economic growth[J]. Quarterly Journal of Economics, 7: 422-454.
- [29] CORRADO C, HASKEL J, JONA-LASINIO C, et al, 2013. Innovation and intangible investment in Europe, Japan, and the United States[J]. Oxford Review of Economic Policy, 29(2): 261-286.
- [30] GONG B H, SICKLES R C, 1991. Finite sample evidence on the performance of stochastic frontiers and data envelopment analysis using panel data[J]. Working Papers, 51(1-2): 259-284.
- [31] KRUGMAN P, 1994. The myth of East Asia's miracle[J]. Foreign Affairs, 73(6): 62-78.
- [32] KUMBHAKAR S C, 1990. Production frontiers, panel data, and time-varying technical inefficiency [J]. Journal of Econometrics, 46(1-2): 201-211.
- [33] PERROUX F, 1950. Economic space: Theory and applications[J]. The Quarterly Journal of Economics, 64(1): 89-104.
- [34] ROMER P, 1990. Endogenous technological change[J]. Journal of Political Economy, 98: 71-102.

Research on the Spatial Differences and Influencing Factors of Innovation Efficiency Growth in China's National High-tech Zones

Zhang Luna¹, Sun Hongjun¹, Hu Beibei²

(1. School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 2. Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: Based on the panel data of 83 national high-tech zones from 2011 to 2018, the spatial differences and its influencing factors of innovation efficiency growth in national high-tech zones are investigated by utilizing the stochastic frontier model, K-R variance decomposition and panel data fixed effect model. The results show as follows. The innovation efficiency of national high-tech zones shows a trend of first decreasing and then increasing, and the spatial differences are obvious, the innovation efficiency of eastern national high-tech zones growing fastest, followed by central national high-tech zones, and western national high-tech zones growing slowest. The difference of scale efficiency is the main source of the difference of innovation efficiency growth in national high-tech zones. The level of economic development has a significant negative impact on the innovation efficiency growth of national high-tech zones, while human capital, industrial structure and internationalization have significant positive impacts on innovation efficiency growth. Based on the research conclusion, some suggestions are put forward to promote the collaborative improvement and balanced development of innovation efficiency of national high-tech zones.

Keywords: national high-tech zones; innovation efficiency growth; stochastic frontier production function model; spatial differences; influencing factors