

我国东部三大城市群创新效率及影响因素对比研究

叶堂林, 李璐, 王雪莹

(首都经济贸易大学 城市经济与公共管理学院, 北京 100070)

摘要:基于超效率 BCC 模型,对 2010—2018 年我国东部三大城市群内部各城市及城市群整体创新效率进行测度,利用变异系数考察城市群内部创新效率差距,探寻内部差距对城市群整体创新效率的作用关系,并采用面板 Tobit 模型对创新效率的具体影响因素进行分析。结果表明:我国东部三大城市群创新效率普遍提升;长三角创新核心城市的创新效率相对不足,京津冀创新节点城市数量及效率均不足,三大城市群创新腹地存在创新投入不足问题;三大城市群创新效率差距经历由扩大到缩小的变化过程,城市群创新效率受城市群内部各城市创新效率差距的影响,城市群内各城市创新效率差距应保持适度,差距过大、过小均不利于城市群整体创新效率提升;我国东部三大城市群创新效率影响因素具有地域差异。

关键词:创新效率;东部三大城市群;区域差距;影响因素;面板 Tobit 模型

DOI: 10.6049/kjbydc.2020090674

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



中图分类号:F290

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2021)11-0036-10

Comparative Research on Innovation Efficiency and Influencing Factors of Three Eastern Urban Agglomerations in China

Ye Tanglin, Li Lu, Wang Xueying

(School of Urban Economics and Public Affairs, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China)

Abstract: Based on super-efficiency BCC model, measure the innovation efficiency of each city and the overall innovation efficiency within China's three eastern urban agglomerations from 2010 to 2018, investigate the innovation efficiency gap within urban agglomerations by using the coefficient of variation, so as to explore the relationship between the internal gap and the overall innovation efficiency of urban agglomerations, and use the panel Tobit model to analyze the specific factors affecting the innovation efficiency. The results showed that the innovation efficiency of the three urban agglomerations has been generally improved; the innovation efficiency of innovation core cities in the Yangtze River Delta urban agglomeration is relatively insufficient, the number and efficiency of innovation node cities in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration are both insufficient, and the innovation investment in the innovation hinterland of the three urban agglomerations is insufficient; the innovation efficiency gap of the three urban agglomerations goes through a changing process from expanding to narrowing, the innovation efficiency of urban agglomerations is affected by the innovation efficiency gap among cities within urban agglomerations, the innovation efficiency gap among cities in urban agglomerations should be kept moderate, which is not conducive to the improvement of the overall innovation efficiency of urban agglomerations if the gap is too large or too small; the factors affecting the innovation efficiency of the three urban agglomerations had regional differences.

Key Words: Innovation Efficiency; Three Eastern Urban Agglomerations; Regional Gap; Influencing Factors; Panel Tobit Model

0 引言

十九大报告指出,创新是引领发展的第一动力,必须加强国家创新体系建设、强化战略科技力量。从全

球层面看,逆全球化趋势愈演愈烈,新冠疫情在全球蔓延,使得各国经济社会发展面临的不确定性陡增,国家间竞争日益激烈,我国从外部获取技术的难度不断增加,提升创新效率成为应对这一现实挑战的关键。从

收稿日期:2020-09-22 修回日期:2021-01-11

基金项目:国家社会科学基金重大项目(17ZDA059)

作者简介:叶堂林(1972—),男,江西上饶人,博士,首都经济贸易大学特大城市经济社会发展研究院执行副院长、北京市经济社会发展政策研究基地执行主任、教授、博士生导师,研究方向为区域经济、京津冀协同发展;李璐(1997—),女,北京人,首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院硕士研究生,研究方向为区域经济;王雪莹(1988—),女,山东临沂人,首都经济贸易大学城市经济与公共管理学院博士研究生,研究方向为区域经济。本文通讯作者:李璐。

武汉大学区域经济研究中心 协办

国内层面看,我国正处于转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的关键时期,依靠传统要素驱动经济增长的发展模式已难以为继,创新成为引领经济高质量发展的核心驱动力,是增强我国国际竞争力的重要途径。为更加高效、合理地分配有限的创新资源,获得更大的效益,亟需全面提升创新效率。

城市群是加快创新型国家建设的重要空间载体,是国家参与全球竞争的主要地域单元,是增强我国综合竞争实力的增长极。在新一轮科技革命浪潮和国家创新驱动发展战略深入实施的大背景下,仅依靠单个城市创新发展已难以支撑创新型国家建设,而城市群作为城市发展成熟阶段所形成的空间组织形式,能够在区域内依托集聚经济和范围经济,有效整合并调动创新资源。城市群内各城市创新效率不同,其内部存在创新效率差距,内部差距变化直接影响城市群整体创新效率。当前,打造具有全球影响力的创新型城市群对于我国创新发展战略实施至关重要,研究城市群创新效率、城市群内部创新效率差距变化,深入探讨影响城市群创新效率的关键因素对我国建设创新型国家具有重要理论意义及现实价值。

东部三大城市群是我国区域经济发展的 3 个关键增长极,肩负着加快创新驱动发展的重要使命。在众多城市群中,三大城市群经济实力最为雄厚,创新要素最为集聚也最具创新发展潜力。其中,京津冀城市群定位是以首都为核心的世界级城市群,是全国创新驱动经济增长新引擎;长三角城市群是我国经济发展活跃、开放程度高、创新能力强的区域;珠三角城市群是外向度最高的经济区域和对外开放窗口,在改革开放、经济发展和融入全球化过程中都扮演着重要角色。新时期,东部三大城市群经济社会发展离不开创新的赋能,研究我国东部三大城市群创新效率对高效整合科技创新资源、推动区域创新发展具有重要意义。

本文其余部分内容安排如下:第二部分进行文献梳理;第三部分构建分析框架,并以假设形式提出关键问题;第四部分进行实证分析;第五部分为结语。

1 文献回顾

1.1 创新内涵

熊彼特^[1]于 1912 年发表的《经济发展理论》中最早明确了创新概念及内涵,即创新是对新生产要素和生产条件进行重新组合,投入到生产中以不断提高资源配置效率的过程,并进一步指出推动经济发展的核心不是资产与劳动力而是创新;以索洛、罗默为代表的新古典学派认为技术创新是经济增长的动力源泉;以柯茨纳^[2]为代表的新奥地利学派认为,创新是具有多样性的行为概念,创新主体除企业家外可进一步拓展到

家庭、科技工作者甚至消费者等;李政^[3]提出,创新主要来自两种渠道,一种是通过自主研发实现的内部创新,另一种是通过引进国外技术并利用外商技术外溢,进行技术引进消化吸收的外部创新;樊杰^[4]认为,未来区域发展格局变化取决于创新能力的区域分布,区域协调发展取决于创新在区域上的相对均衡程度;吴煜^[5]提出,不同城市具有不同创新地位,形成不同等级的创新极,其中最高等级可进行基础性创新研究,第二级为次级技术创新环境,第三级为技术生产地,第四级和第五级为配套加工生产,各地区应依据自身优势特点选择区域创新模式。

1.2 创新效率内涵

20 世纪 50 年代,Koopmans^[6]首次提出技术效率概念,认为技术有效是单个生产者当且仅当不减少任何产出或不增加任何投入的情况下,该生产者没有方法生产出更多产品;Afriat^[7]提出,技术创新效率是指在给定的创新投入下,创新产出与最大产出的距离;李政^[8]认为,创新效率是指创新活动投入产出比,即在一定创新环境及创新资源配置下,各创新主体单位创新投入所能达到的创新产出量,或是单位创新产出所需要的创新投入量,其数值体现区域创新活动的集约化水平;邬龙^[9]认为,技术效率是衡量一个产业或企业在等量要素投入条件下实际产出与最大产出的距离,创新效率包括知识创造和知识创新两个部分;许建红^[10]认为,科技创新是地区经济增长和产业转型升级的决定性因素,科技创新效率是区域运用和整合科技创新资源的能力。

1.3 创新效率测度

Farrell^[11]于 1957 年首次完成技术效率测度,衡量在一定要素投入的情况下,被评价企业产出与生产前沿决定的最大产出比值,或在一定产出情况下,被评价企业所使用的投入与生产前沿面决定的最小投入的比值。国内外学者对创新效率的测度方法大体可以分为参数法和非参数法。一是参数法,即随机前沿方法(SFA),通过设立随机前沿生产函数形式、随机误差分布形式以及其它相关假设条件,估计创新投入参数,测算创新效率。如刘俊等^[12]运用 SFA 方法研究中国内地 30 个省市城市化程度对创新效率影响的交互效应。二是非参数法,包括指数法和数据包络分析法(DEA)。指数法是指通过构建创新效率评价指标体系,运用主成分分析、聚类分析等方法对城市创新效率进行测评;数据包络分析法是多投入多产出的相对效率评价方法,不存在量化数据,因而更加客观准确。例如,朱尔茜^[13]采用 DEA 方法构建 BCC 模型和 Malmquist 指数模型,从时间和空间两个维度对文化金融服务体系的宏观效率进行静态与动态分析;白俊红^[14]应用三阶段

DEA 方法,在控制环境因素的基础上,考察我国区域创新效率问题;郑国洪^[15]运用超效率 DEA 方法和 DEA-Malmquist 指数法对国家中心城市创新效率进行比较分析。

1.4 创新效率差距分析

许多学者在创新效率测度的基础上,对创新效率差距进行研究,主要方法有 σ 收敛法、 β 收敛法等。 σ 收敛用于检验随着时间变化,不同地区间创新效率是否具有均等化趋势,常用方法主要有基尼系数、泰尔指数、变异系数等。 β 收敛是速率收敛,用以检测经济体从转型到稳态的追赶过程。张继良^[16]对江苏工业企业技术创新效率区域差异性问题进行检验,发现不同地区创新效率差距明显,但差距呈收敛性变化趋势,区域内部差距大于区域间差距;杨远^[17]运用泰尔熵指数,对 1997—2007 年中国能源效率地区差距进行测度,发现区域间能源效率差距显著增大;张涵^[18]基于 σ 收敛、 β 收敛以及俱乐部收敛 3 种判别方法,考察高技术产业基础研发效率和成果转化效率的收敛性特征,发现产业基础研发方面呈现收敛状态,而成果转化方面趋于发散。

1.5 创新效率影响因素

学者们采用随机前沿模型、Tobit 模型、空间计量模型等方法研究创新效率影响因素。李秦阳^[19]运用随机前沿分析方法,定量测度创新链接、创新意识、创新基础和熟练度对区域创新效率的影响,发现上述影响存在地区差异;桂黄宝^[20]采用混合 OLS、空间计量 SLM 及 SEM 模型对高技术产业创新效率影响因素进行分析,发现企业规模、劳动力投入、对外开放水平对创新效率具有显著正向影响;程广斌^[21]选用面板 Tobit 模型对技术研发效率和成果转化效率影响因素进行分析,发现劳动者素质、对外开放程度对技术研发效率具有显著正向影响,政府支持对成果转化效率具有显著正向影响。

1.6 文献述评

综合来看,学术界对创新效率测度及影响因素探究较为全面,以上成果为本文提供了重要参考,但由于创新效率受研究主体、研究方法等多重影响,还存在进一步拓展空间。首先,已有研究对创新效率主体选择具有一定局限性,大多对单一主体进行创新效率研究,例如对城市或单个城市群进行创新效率测度。由于数据获取工作量大、难度高等问题,鲜有以多个创新主体进行横向对比分析的研究;其次,创新效率不仅受外部因素影响,而且需要考虑创新主体自身特性,现有关于创新主体内部结构变化、差距变化对创新效率的影响研究不足。最后,新时代背景下,对创新效率提升路径需要进行深入探讨。

本文贡献和创新主要有两个方面:一是已有研究较少考虑城市群作为创新主体的系统性和复杂性对其创新效率的影响。因此,本文从城市群内部和三大城市群间两个层面进行创新效率分析,考察城市群内部各城市创新效率差距变化对城市群整体创新效率的影响。针对如何通过改变城市群自身创新效率差距提升城市群整体创新效率,本文通过图解方式呈现二者关系;二是在研究主体选择上,选取我国东部三大城市群作为研究对象,考虑政府政策、教育水平等外部因素对不同创新主体的异质性影响,分别对三大城市群创新效率影响因素进行分析,拓展本领域研究视角。

2 研究框架

本文运用超效率 BCC 模型对我国东部三大城市群内部各城市及城市群整体创新效率进行测度,采用变异系数法对三大城市群内部创新效率差距变化进行分析,揭示其对城市群创新效率的影响方式。同时,采用面板 Tobit 模型对创新效率的具体影响因素进行分析,探究城市群创新效率影响因素是否具有地域特征。

2.1 模型设定

2.1.1 超效率 BCC 模型

传统 BCC 模型被用于分析可变规模报酬条件下决策单元 DMU 的效率评估问题,而超效率 BCC 模型能够解决处于效率前沿面的 DMU 无法进行比较的问题,可以对所有 DMU 的相对效率水平进行排序。超效率 DEA 模型由 Banker 等^[22]提出,在此基础上,Andersen & Petersen^[23]提出修正数据包络法,将有效 DMU 从生产可能性集中剔除,以其余 DMU 为基础计算效率水平,一个有效的 DMU 可以使投入按比例增加,而其技术效率保持不变,投入增加比率即为超效率评价价值,超效率 BCC 模型可以表示为:

$$\begin{aligned} & \max \varphi_u^S \\ & s.t. \begin{cases} x_{iu} \geq \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq u}}^k \lambda_r x_{ir}, i = 1, 2, \dots, m, \\ \varphi_u^S y_{ju} \leq \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq u}}^k \lambda_r y_{jr}, j = 1, 2, \dots, n, \\ \sum_{\substack{r=1 \\ r \neq u}}^k \lambda_r = 1, \lambda_r \geq 0, r \neq u. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

其中, x_{iu} 、 y_{ju} 分别表示第 u 个决策单元 DMU_u 的第 i 个输入与第 j 个输出。该产出导向模型的目标函数是求解 φ_u^S 的最大值 $\max \varphi_u^S$, φ_u^S 的最优值记为 φ_u^{S*} 。如果 $\varphi_u^{S*} \leq 1$, 决策单元 DMU_u 在投入 X_u 保持不变时,其产出 Y_u 能够按照同样比例缩小至原来的 φ_u^{S*} 倍且保

持相对有效, 则被测决策单元 DMU_u 相对有效。如果决策单元 DMU_u 在投入 X_u 保持不变时, 其产出 Y_u 不能按同样比例缩小到原来的 φ_u^{S*} 倍, 则被测决策单元 DMU_u 相对非有效。如果 $\varphi_u^{S*} > 1$, 则决策单元 DMU_u 在投入 X_u 保持不变时, 需将产出 Y_u 按照同样比例增大至原来的 φ_u^{S*} 倍, 使其处于相对有效。

2.1.2 变异系数

变异系数法可用于比较不同时间和不同主体的不均等程度, 变异系数越大表示地区差异越大, 变异偏离程度越大, 均等化程度越低; 反之差异越小, 均等化程度越高。参照魏后凯^[24]、滕堂伟^[25]使用的变异系数公式如下:

$$CV = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

式中, n 为研究样本单元数; x_i 为样本 i 的属性值, 由大到小排列样本属性值, 所对应的 i 依次为 $1, 2, \dots, n$; \bar{x} 为全样本平均值。

地区差距问题是学术界研究的一大主题, 地区经济差距、区域创新效率差距等是研究热点。我国地区经济差距变动态势如何? 杨开忠^[26]认为, 经济差异大致呈倒“U”型变化, 沿海与内地经济差距变动大致呈“V”型; 高帆^[27]、孙亚男^[28]认为, 我国地区经济差距呈现先缩小后扩大再缩小的 N 型变动趋势。区域创新效率差距变动呈现何种态势? 李彦龙^[29]认为, 各地区创新效率差距缩小, 东、中、西三大地区内部差距缩小是其重要原因; 程时雄等(2020)认为, 各省份创新效率不平衡程度呈现先上升后下降的变动特征, 未实现创新效率平衡发展; Yong 等^[30]认为, 我国东部和西部创新资源存在较大差距, 地区差异和时间差异均对技术创新具有一定影响。以上学者从东中西部地区或省级层面对创新效率差距进行研究, 认为内部差距影响整体创新效率。本文重点探讨东部三大城市群间创新效率差距以及城市群整体创新效率与城市群内部各城市创新效率差距间的关系, 提出如下假设:

H_1 : 城市群间创新效率存在差距, 而且城市群创新效率受城市群内部各城市创新效率差距的影响。

2.1.3 影响因素回归模型

Tobit 模型也被称为受限因变量模型, 是因变量满足某种约束条件下取值的模型。本文数据为 2010—2018 年我国东部三大城市群平衡面板数据, 作为因变量的创新效率值是一种大于 0 的受限变量, 因而选择面板 Tobit 模型进行估计。面板 Tobit 模型具体形式如下:

$$y_{it} = \begin{cases} 0, & \text{若 } y_{it}^* \leq 0 \\ x_{it}\beta + \mu_i + \varepsilon_{it}, & \text{若 } y_{it}^* > 0 \end{cases} \quad (3)$$

其中, β 为回归参数向量, x_{it} 为解释变量向量, y_{it}^*

为被解释变量向量, y_{it} 为被解释变量取值向量, μ_i 为个体效应, 随机扰动项 ε_{it} 服从期望为 0、方差为 σ^2 的正态分布 $N(0, \sigma^2)$ 。创新效率影响因素分析模型最终形式如下:

$$EFF_{it} = c + \beta_1 GOV_{it} + \beta_2 EDU_{it} + \beta_3 STR_{it} + \beta_4 ECO_{it} + \beta_5 OPE_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

2.2 变量选取与数据来源

科学的指标体系是有效评价模型的基础, 在创新投入方面, 学者们普遍选取 R&D 人员折合全时当量(赵增耀^[31]、张涵^[18])、科技活动人员数(张继良^[16]、刘钊^[32])等指标衡量人员投入和 R&D 经费支出(李培哲^[33]、吕洪燕^[34]), 选取科技活动支出强度等指标衡量资本投入; 在创新产出方面, 以申请专利授权^[35]、有效发明专利数^[36]、新产品销售收入^[37]、技术市场成交额^[38]等作为创新产出考核指标。本文在借鉴国内研究成果的基础上, 构建我国东部三大城市群创新效率评价指标体系, 见表 1。选取 R&D 人员折合全时当量、R&D 经费内部支出作为创新效率投入指标, 选取专利授权数、新增计算机软著数作为创新效率产出指标。数据主要来源于各省份和地级市统计年鉴、统计公报、政府官方网站及龙信企业大数据, 缺失数据采用线性插值等方法进行处理。

表 1 创新效率投入产出指标选取

类别	具体指标	数据来源
投入指标	R&D 人员折合全时当量	地级市统计年鉴
	R&D 经费内部支出	地级市统计年鉴
产出指标	专利授权数	地级市统计年鉴
	新增计算机软著数	龙信大数据

通过对已有文献的系统梳理, 选取以下因素对我国三大城市群创新效率进行分析, 见表 2。在中国, 政府支持对区域创新活动具有深刻的影响(李政, 2018), 因而以财政科学技术支出占地方政府一般公共预算支出的比重反映政府政策扶持对城市创新效率的影响。新增长理论认为, 国际贸易加速了先进知识、技术和人力资本在世界范围的传递, 使参与贸易各国的知识、技术和人力资本水平得到迅速提升, 从而产生知识和技术溢出效应。因此, 本文选用实际利用外资金额反映地区对外开放程度, 选用财政教育支出占地方政府一般公共预算支出的比重作为教育水平的体现, 反映人力资本储备能力。产业现代化能够促进技术创新效率提升, 产业结构在合理化的基础上趋向高级化, 技术创新对经济增长的贡献愈发凸显^[39]。因此, 选取第三产业增加值占地区生产总值的比重反映产业结构对创新效率的影响。经济发展水平越高, 创新投入越多, 企业就越有能力进行创新生产活动(白俊红, 2011)。因此, 本文选取城镇居民人均可支配收入作为衡量指标, 反映城市经济发展水平对创新效率的影响。

在多主体或多阶段情况下的创新效率影响因素分析中,不同因素具有异质性作用,同一因素也会产生差异化影响。肖文(2014)发现,企业研发管理和行业外资比重仅对市场化导向的技术创新效率具有积极贡献,境外研发资金投入有利于非市场化导向的技术创新效率提升;吴传清^[39]对长江经济带上中下游地区分别进行创新效率影响因素回归,发现政府干预、产业结构高级化、城镇化与对外开放水平对长江经济带上中下游地区的影响差异显著;范德成^[40]对技术研发和经济转化两阶段效率的影响因素进行分析发现,企业规模与技术研发效率存在显著 U 型关系,与经济转化效率呈显著正相关关系,政府资金支持对技术研发效率具有显著负向影响,政府减税行为有利于经济转化效率提高。基于上述分析,针对促进我国东部三大城市群创新效率提升这一问题,本文提出以下假设:

H₂:我国东部三大城市群创新效率影响因素具有显著地域差异。

3 实证分析

3.1 创新效率测度结果与分析

本文主要关注单位创新投入所能达到的创新产出量,选择基于产出导向的超效率 BCC 模型,测算 2010—2018 年我国东部三大城市群 48 个城市创新效率和城市群整体创新效率。

3.1.1 东部三大城市群内部各城市创新效率

2010—2018 年,我国东部三大城市群内部各城市创新效率普遍提高,综合效率值由 0.29 升至 0.56。由于三大城市群内城市数量众多,创新发展体量不同,创新功能定位也不同,直接将城市群内各城市创新效率进行对比不尽合理,而专利授权数是反映创新能力的关键指标。因此,本文以 2018 年专利授权数为依据,将

三大城市群内各城市分为 3 个等级:创新核心城市(创新源)、创新节点城市以及创新腹地,对同一创新等级内城市创新效率进行比较和排序更具现实价值。创新核心城市(创新源)是指在城市群内部能够起到核心引领作用的城市,选取各城市群内专利授权数最多的城市,分别为深圳、北京、上海。创新节点城市由能有效支撑和辅助创新源的城市组成,选取各城市群内专利授权数达到 35 000 件以上的城市,京津冀城市群创新节点城市为天津;长三角城市群为苏州、杭州、宁波、南京、绍兴、无锡;珠三角城市群为广州、东莞、佛山。创新腹地是指能够接受创新要素辐射的城市,为三大城市群内其它城市。

从创新核心城市看,长三角城市群创新核心城市的创新效率相对不足。2018 年,北京、深圳专利授权数量分别为 123 496 件、140 202 件,而上海仅为 92 460 件。2010—2018 年,深圳创新效率值由 0.39 升至 1.34,排名由第 2 升至第 1;北京创新效率由 0.28 升至 1.13,排名由第 3 升至第 2;上海创新效率由 0.45 升至 0.85,排名由第 1 降至第 3(见表 3)。可见,深圳与北京竞争十分激烈,与二者相比,上海创新效率有待提升。

表 2 变量说明

变量	符号	单位	变量定义说明
因变量			
创新效率	EFF		创新效率值
自变量			
政府政策	GOV	%	财政科学技术支出占地方政府一般公共预算支出的比重
教育水平	EDU	%	财政教育支出占地方政府一般公共预算支出的比重
产业结构	STR	%	第三产业增加值占地区生产总值的比重
经济发展	ECO	百万元	城镇居民人均可支配收入
对外开放	OPE	十亿美元	实际利用外资金额

表 3 2010—2018 年创新核心城市创新效率值

城市	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	排位
深圳	0.39	0.39	0.45	0.44	0.47	0.62	0.64	0.84	1.34	1
北京	0.28	0.33	0.39	0.48	0.57	0.71	0.77	0.81	1.13	2
上海	0.45	0.43	0.46	0.42	0.44	0.52	0.54	0.65	0.85	3

从创新节点城市看,珠三角城市群和长三角城市群节点城市创新效率较高,而京津冀城市群节点城市数量和效率均不足。2018 年,珠三角城市群内的广州、东莞、佛山位居节点城市创新效率排名前 3,创新效率值分别为 1.08、0.97、0.74,见表 4。长三角城市群内的南京、苏州、杭州、绍兴位居第 4~7,宁波、无锡创新效率不足 0.60。京津冀城市群内的节点城市仅有天津,创新效率为 0.65,位居第 8,节点城市对核心城市的支撑能力相对不足。

从创新腹地看,三大城市群创新腹地的创新投入相对不足。创新腹地的创新效率普遍较低,南通、惠

州、镇江、常州、盐城、唐山、泰州、邯郸、铜陵、滁州、宣城等城市创新效率值均低于 0.40,见图 1。创新腹地的创新投入相对不足,以三大城市群创新腹地中 R&D 经费内部支出最多的城市为例,唐山仅为核心城市北京的 6.14%,为创新节点城市天津的 23.33%;合肥仅为核心城市上海的 18.88%,为创新节点城市苏州的 49.54%;珠海仅为核心城市深圳的 7.92%,为创新节点城市广州的 15.35%。可见,创新腹地需加大创新投入,包括人才投入、资金投入、平台投入等,同时也需提升与创新源和创新节点的链接程度,进而提升创新效率。

3.1.2 东部三大城市群整体创新效率

东部三大城市群创新效率排位发生变化, 京津冀城市群具有潜力。2010 年, 京津冀城市群、珠三角城市群创新效率值均为 1.00, 长三角城市群创新效率为 0.90, 见图 2; 2011—2015 年, 长三角城市群优势凸显, 创新效率值稳居第一, 京津冀城市群居末, 与长三角、

珠三角创新效率值差距较大但有所缩小; 2016—2017 年, 珠三角城市群创新效率超过长三角城市群; 2018 年, 长三角城市群、京津冀城市群、珠三角城市群创新效率值分别为 1.35、1.30、1.24, 三大城市群创新效率差距进一步缩小。总体来看, 我国东部三大城市群创新效率差距经历由扩大到缩小的变化过程。

表 4 2010—2018 年创新节点城市创新效率值

城市	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	排名
广州	0.34	0.35	0.35	0.38	0.36	0.48	0.63	1.24	1.08	1
东莞	0.63	0.49	0.49	0.45	0.38	0.48	0.52	1.00	0.97	2
佛山	0.40	0.32	0.30	0.31	0.32	0.49	0.49	0.62	0.74	3
南京	0.17	0.20	0.26	0.27	0.30	0.37	0.42	0.48	0.73	4
苏州	0.68	1.00	1.23	0.82	0.54	0.61	0.51	0.50	0.70	5
杭州	0.50	0.47	0.55	0.53	0.43	0.56	0.50	0.55	0.68	6
绍兴	0.33	0.24	0.31	0.36	0.38	0.69	0.55	0.48	0.67	7
天津	0.16	0.17	0.20	0.25	0.25	0.35	0.38	0.44	0.65	8
宁波	0.59	0.71	1.07	0.91	0.64	0.64	0.55	0.47	0.54	9
无锡	0.46	0.49	0.96	0.60	0.42	0.46	0.39	0.36	0.39	10

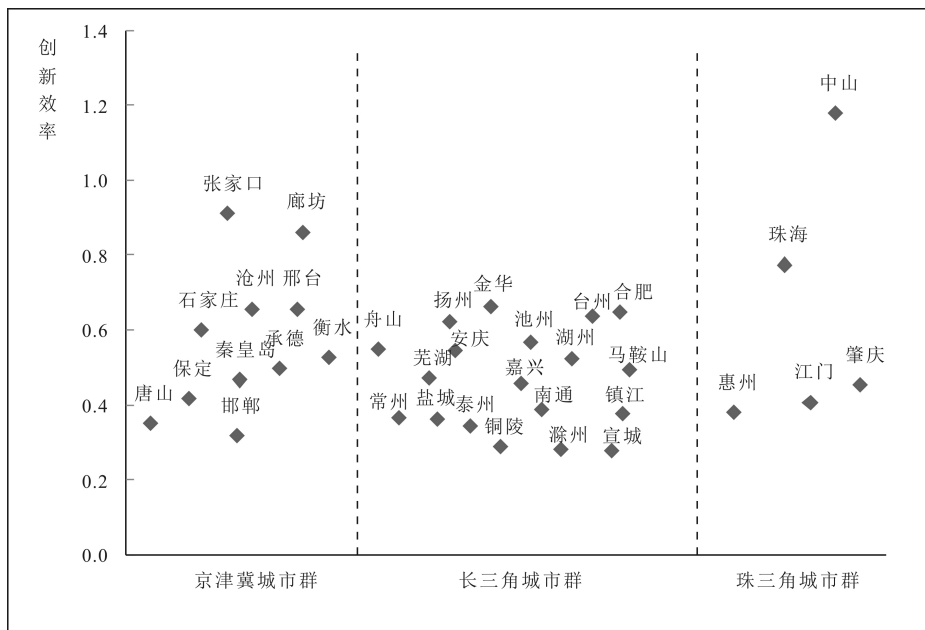


图 1 2018 年东部三大城市群创新腹地创新效率值

3.2 创新效率差距分析

我国东部三大城市群内各城市创新效率存在显著差异, 揭示内部差距变化与城市群整体创新效率的关系可以为我国东部三大城市群创新效率研究奠定基础。

3.2.1 城市群内部各城市创新效率差距变化

京津冀城市群内部各城市创新效率差距呈现先扩大后缩小的变化趋势, 2010—2012 年变异系数由 0.60 升至 0.79, 2013—2018 年变异系数不断减小, 由 0.53 降至 0.36。长三角城市群内部差距总体呈缩小态势, 变异系数由 0.54 降至 0.30。珠三角城市群内部差距变化较为平稳, 创新效率差距以 2014 年(0.28)为波谷, 向两侧缓慢扩大。综合来看, 京津冀城市群内部各城市创新效率差距较大, 长三角城市群、珠三角城市群次之,

2010—2018 年三大城市群内部各城市创新效率综合变异系数分别为 0.53、0.45、0.36, 见表 5。

3.2.2 创新效率差距变化与城市群整体创新效率的关系

城市群内部各城市创新效率差距变化对城市群整体创新效率具有差异化作用。京津冀城市群内各城市创新效率差距与城市群创新效率呈反向作用关系。2010—2012 年, 京津冀城市群内部各城市创新效率差距扩大, 变异系数由 0.60 升至 0.79, 而京津冀城市群创新效率值大幅下降, 由 1.00 降至 0.54; 2013—2016 年, 变异系数整体呈下降态势, 而创新效率值逐年上升; 2016—2018 年, 变异系数大幅下降, 而创新效率值显著提升, 见图 3。这反映出京津冀城市群整体创新效率提

升的关键在于缩小城市群内各城市创新效率差距,可通过强化京津冀城市群内部创新源对创新节点及其腹地的带动作用实现。长三角城市群内各城市创新效率差距与城市群创新效率呈倒 U 型关系,2014 年前为正向作用阶段,2014 年后为反向作用阶段。2010—2012 年,长三角城市群内部各城市创新效率差距扩大,变异系数由 0.54 升至 0.61,城市群创新效率值由 0.90 升至 1.16;2012—2014 年,变异系数由 0.61 降至 0.37,城市群创新效率值由 1.16 降至 0.77。2015—2017 年,各城市创新效率差距逐年扩大,由 0.38 升至 0.55,城市群创新效率值由 0.94 降至 0.84;2017—2018 年,创新效率差

距大幅下降,城市群创新效率值显著提升,跃居三大城市群之首,见图 4。相较于京津冀城市群,长三角城市群通过强化内部创新要素的集聚效应,打造优势领域的国际创新高地,提升整体创新效率。珠三角城市群内各城市创新效率差距与城市群创新效率整体呈正向作用关系,2010—2014 年,变异系数与城市群创新效率值均呈下降态势,2014—2017 年呈上升态势,2018 年创新效率差距缩小,城市群创新效率值提升,见图 5。总的来看,珠三角城市群应加强创新源建设,增强创新核心城市的辐射带动能力,进而提升城市群整体创新效率。

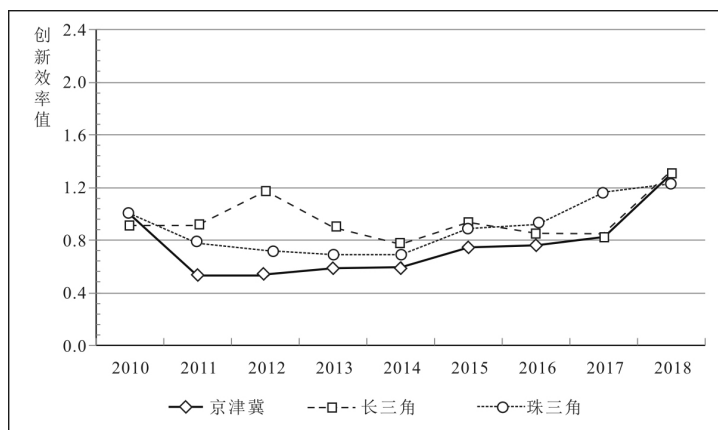


图 2 2010—2018 年我国东部三大城市群创新效率值

表 5 我国东部三大城市群内部各城市创新效率差距

年份	京津冀		长三角		珠三角	
	标准差	变异系数	标准差	变异系数	标准差	变异系数
2010	0.14	0.60	0.22	0.54	0.16	0.44
2011	0.17	0.79	0.24	0.56	0.11	0.34
2012	0.22	0.79	0.29	0.61	0.11	0.34
2013	0.15	0.53	0.19	0.44	0.10	0.31
2014	0.13	0.49	0.15	0.37	0.09	0.28
2015	0.20	0.50	0.18	0.38	0.14	0.34
2016	0.18	0.51	0.18	0.42	0.18	0.38
2017	0.16	0.39	0.24	0.55	0.35	0.45
2018	0.23	0.36	0.15	0.30	0.33	0.41
综合	0.17	0.53	0.20	0.45	0.15	0.36

经验证发现,我国东部三大城市群创新效率差距经历由扩大到缩小的变化过程;京津冀城市群内部创新效率差距过大,缩小其内部差距对城市群整体创新效率具有促进作用;珠三角城市群内部创新效率差距过小,适度扩大其内部差距对城市群整体创新效率具有正向作用;长三角城市群介于二者之间,城市群内部差距与城市群整体创新效率呈倒 U 型关系,第一阶段为正向作用阶段,第二阶段为反向作用阶段。因此,证实了 H₁,即我国东部三大城市群间创新效率存在差距,而且其创新效率受城市群内各城市创新效率差距的影响。城市群内各城市创新效率差距应保持适度,差距过大、过小均不利于城市群整体创新效率提升。

3.3 创新效率影响因素分析

利用软件 Stata15.0 对我国三大城市群创新效率影响因素进行回归分析。首先,作为参照系进行混合回归,对三大城市群创新效率的影响因素进行多重共线性检验,经检验证实不存在多重共线性问题,见表 6。

分别对三大城市群进行面板 Tobit 回归,考虑到固定效应的 Tobit 模型估计存在不一致问题,仅采用混合 Tobit 回归和随机效应的 Tobit 模型进行估计,同时使用面板数据回归作为相应参考,以保证回归结果的可靠性。对于京津冀城市群,首先使用聚类稳健标准误进行混合 Tobit 回归,其次使用随机效应的面板 Tobit 回归,经过 LR 检验强烈拒绝原假设,即存在个体效应,应使用随机效应的面板 Tobit 回归,见表 7。同时,采用

面板数据回归作为 Tobit 回归参考, 并使用固定效应模型进行回归, F 检验得出 P 值为 0.000 3, 故认为固定效应明显优于混合回归。进一步使用随机效应进行回归, 经过 LM 检验, 强烈拒绝不存在个体随机效应的原假设, 即应选择随机效应。通过豪斯曼检验, P 值为 0.537 5, 无法拒绝原假设, 即应使用随机效应。采用随

机效应模型进行 MLE 估计可以发现, MLE 估计与随机效应的面板 Tobit 回归估计系数和显著性结果一致。对于长三角城市群而言, 与上述步骤相同, 选择随机效应的面板 Tobit 回归, 见表 8。对于珠三角城市群, 经过 LR 检验发现应使用混合 Tobit 回归, 并采用面板数据回归作为参考, 见表 9。

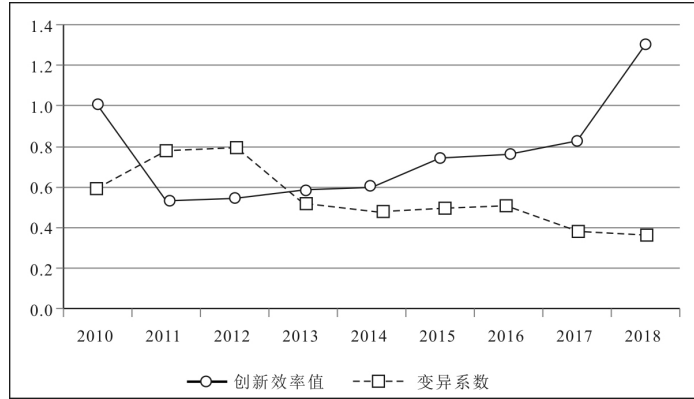


图 3 京津冀城市群创新效率及内部各城市差距变化

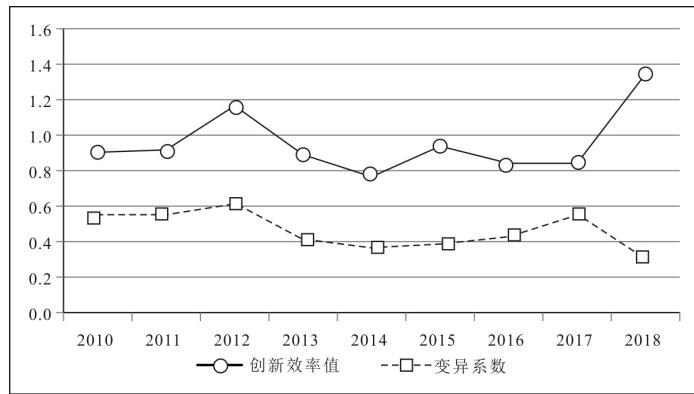


图 4 长三角城市群创新效率及内部各城市差距变化

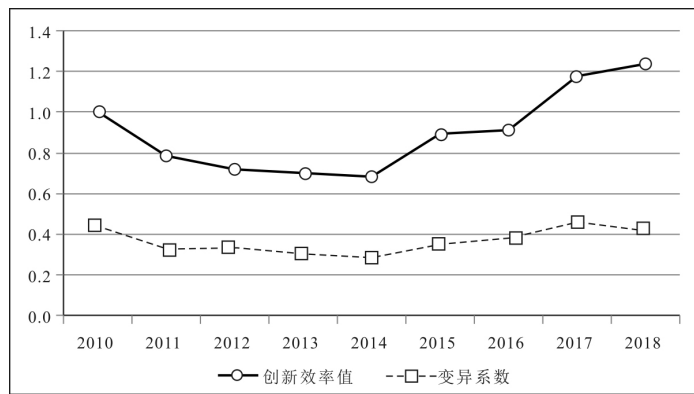


图 5 珠三角城市群创新效率及内部各城市差距变化

表 6 变量多重共线性检验结果

变量	VIF		
	京津冀	长三角	珠三角
GOV	2.51	1.06	1.72
EDU	1.48	1.02	1.71
STR	2.93	1.20	1.53
ECO	1.49	1.34	1.50
OPE	1.52	1.26	1.45
MeanVIF	1.98	1.18	1.58

表 7 京津冀城市群创新效率影响因素回归结果

变量	OLS	RE	MLE	TOBIT
GOV	-4.99***	-4.45**	-4.48**	-4.48**
EDU	-1.45**	-0.86	-0.91	-0.91
STR	1.24***	1.20***	1.20***	1.20***
ECO	2.83	3.23*	3.19*	3.19*
OPE	0.03	0.01	0.01	0.01
_cons	0.04	-0.07	-0.06	-0.06

注: **、*、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著水平上通过检验, 下同

产业结构高级化和经济发展水平提升对京津冀城市群创新效率具有显著促进作用。产业结构(STR)在1%的显著性水平下系数为1.20,经济发展水平(ECO)在10%的显著性水平下系数为3.19,政府政策(GOV)在5%的显著性水平下系数为-4.48。京津冀城市群的主要发展动力由传统要素驱动、区位驱动和政策驱动逐渐转变为创新驱动,经济发展水平提升能够有效增加城市创新驱动概率,同时产业结构高级化能够提升产业对创新的依赖程度,进而激发创新需求。政府政策可带来财政资金支持,但政府干预过多也会导致政策失灵,从而抑制创新效率提升。产业结构高级化对长三角城市群创新效率具有促进作用。产业结构(STR)在10%的显著性水平下系数为0.36。政府政策支持、产业结构高级化和经济发展水平提高对珠三角城市群创新效率具有显著正向作用。政府政策(GOV)、产业结构(STR)在1%的显著性水平下系数分别为8.17、0.75,经济发展水平(ECO)在10%的显著性水平下系数为3.59,对外开放程度(OPE)在5%的显著性水平下系数为-0.12。珠三角城市群企业创新活力充足,政府投入相对不足,政府政策支持对创新效率起显著促进作用。因此,聚焦科技前沿领域,加强基础研究和前瞻性研究,有利于城市群创新效率提升。同时,产业结构高级化和经济发展水平提高能够激发创新需求。珠三角作为改革开放程度最高的城市群,外资利用效用已处于边际效益递减阶段,增加外资在一定程度上会抑制创新效率提升。

表8 长三角城市群创新效率影响因素回归结果

变量	OLS	RE	MLE	TOBIT
GOV	-0.55	-0.6	-0.59	-0.59
EDU	0.88	0.79	0.79	0.79
STR	0.39*	0.36	0.36*	0.36*
ECO	0.13	1.83	1.79	1.79
OPE	0.02	0.01	0.01	0.01
_cons	0.14	0.12	0.12	0.12

表9 珠三角城市群创新效率影响因素回归结果

变量	OLS	FE	LSDV	TOBIT
GOV	8.17***	7.79***	7.79***	8.17***
EDU	0.73	-1.44*	-1.44	0.73
STR	0.75***	1.47**	1.47	0.75***
ECO	3.59	3.84	3.84	3.59*
OPE	-0.12*	-0.05	-0.05	-0.12**
_cons	-0.51	-0.43	-0.76	-0.51

综合来看,产业结构是我国东部三大城市群创新效率的重要影响因素;经济发展水平对京津冀、珠三角城市群创新效率具有显著促进作用;政府政策对“强政府、弱市场”的京津冀城市群具有一定抑制作用,对“强市场、弱政府”的珠三角城市群具有显著正向作用,而对介于二者间的长三角城市群的作用不显著。上述影响因素对我国东部三大城市群创新效率具有异质性作用。由此,验证了H₂,即我国东部三大城市群创新效率影响因素具有显著地域差异。可见,对于如何提升

我国东部三大城市群创新效率问题需要考虑地域特征,应在符合其地域特征的重点领域发力。

4 结语

4.1 结论

本文通过分析2010—2018年我国东部三大城市群及其内部48个城市创新效率,实证考察城市群内各城市创新效率差距对城市群创新效率的影响,同时分析政府政策、教育水平等外部因素对城市群创新效率的影响,得到如下主要结论:

(1)我国东部三大城市群创新效率普遍提升。相较于深圳和北京,上海作为长三角城市群的创新核心城市,其创新效率略有不足;珠三角城市群和长三角城市群创新节点城市,其创新效率较高,而京津冀城市群创新节点城市数量及效率均不足;三大城市群创新腹地均存在创新投入不足问题。从三大城市群创新效率排位看,长三角、珠三角城市群竞争激烈,京津冀城市群具有潜力。

(2)我国东部三大城市群创新效率差距经历由扩大到缩小的变化过程,城市群创新效率受其内部各城市创新效率差距的影响。城市群内各城市创新效率差距应保持适度,差距过大、过小均不利于城市群整体创新效率提升。缩小京津冀城市群内部差距,适度扩大珠三角城市群内部差距对城市群整体创新效率具有促进作用,而长三角城市群介于二者之间,其内部差距与整体创新效率呈倒U型关系。

(3)我国东部三大城市群创新效率影响因素具有显著地域差异。产业结构是我国东部三大城市群创新效率的重要影响因素,经济发展水平对京津冀、珠三角城市群创新效率具有显著促进作用,政府政策对“强政府、弱市场”的京津冀城市群创新效率具有一定抑制作用,对“强市场、弱政府”的珠三角城市群创新效率具有显著正向作用,对介于二者间的长三角城市群创新效率的作用则不显著。

4.2 对策建议

在创新效率方面,京津冀城市群应重点完善创新生态系统,在核心城市周边合理布局创新要素,突破创新源与创新腹地区间创新要素及成果流动的隐形壁垒,强化创新源对创新节点及创新腹地的带动作用:一是缩小城市群内各城市创新效率差距;二是提升城市群内部节点城市和经济腹地的发展水平与产业结构高级化程度,进而实现城市群整体创新效率跃升;三是强调产业链与创新链双向融合,推动形成以国内大循环为主体,国内国际双循环相互促进的产业与创新双轮驱动发展格局。

在创新效率方面,长三角城市群应重点强化作为创新源的核心城市对创新要素的集聚效应,通过促进创新要素向核心城市、节点城市集聚,以及加大创新腹地的

科技创新投入等方式构建完善的多中心创新网络: 一是应提升创新源能级, 打造高水平国际研发集聚区, 提升创新网络外向度; 二是推动产业结构高级化, 大力发展战略性新兴产业, 促进传统产业转型升级, 引导社会创新资本投入, 吸引创新要素在创新优势领域集聚。

在创新效率方面, 珠三角城市群应重点强化自身创新源建设: 一是加大对一流高校、一流学科建设的支持力度, 积极引进高水平研究机构和创新研究院, 进而提高城市群原始创新能力; 二是加大研发设计、品牌营销等环节在产业链结构中的比重, 实现产业结构高级化, 促进产业链和创新链融合发展。

参考文献:

- [1] SCHUMPETER J. The theory of economic development[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1934.
- [2] KIRZNER I M. Entrepreneurial discovery and the competitive market process: an Austrian approach[J]. Journal of Economic Literature, 1997, 35(1): 60-85.
- [3] 李政, 杨思莹, 何彬. FDI 抑制还是提升了中国区域创新效率——基于省际空间面板模型的分析[J]. 经济管理, 2017, 39(4): 6-19.
- [4] 樊杰, 刘汉初. “十三五”时期科技创新驱动对我国区域发展格局变化的影响与适应[J]. 经济地理, 2016, 36(1): 1-9.
- [5] 吴煜, 刘荣增. 新经济环境下的城市创新模式探讨——以沪宁城市带为例[J]. 人文地理, 2003, 18(1): 57-61.
- [6] KOOPMANS T. Activity analysis of production and allocation[M]. New York: Wiley, 1951.
- [7] AFRAIT S N. Efficiency estimation of production functions[J]. International Economic Review, 1972, 13(3): 568-598.
- [8] 李政, 杨思莹. 财政分权、政府创新偏好与区域创新效率[J]. 管理世界, 2018, 34(12): 29-42, 110, 193-194.
- [9] 邬龙, 张永安. 基于 SFA 的区域战略性新兴产业创新效率分析——以北京医药和信息技术产业为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2013, 34(10): 95-102.
- [10] 许建红, 梁玲, 孔令丞. 东部 12 省市科技创新效率的 DEA 测评与上海科创策略研究[J]. 上海对外经贸大学学报, 2019, 26(2): 59-68.
- [11] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253-290.
- [12] 刘俊, 白永秀, 韩先锋. 城市化对中国创新效率的影响——创新二阶段视角下的 SFA 模型检验[J]. 管理学报, 2017, 14(5): 704-712.
- [13] 朱尔茜, 刘嘉玮. 基于 DEA 方法的文化金融服务体系效率研究[J]. 管理世界, 2018, 34(11): 186-187.
- [14] 白俊红, 蒋伏心. 考虑环境因素的区域创新效率研究——基于三阶段 DEA 方法[J]. 财贸经济, 2011, 32(10): 104-112, 136.
- [15] 郑国洪. 国家中心城市创新效率比较与提升策略[J]. 河南社会科学, 2017, 25(4): 38-43.
- [16] 张继良, 张君华, 丁子和. 技术创新效率与差异变动分析——基于江苏实证[J]. 南京财经大学学报, 2012, 30(1): 13-20.
- [17] 杨远, 李林. 中国能源效率的地区差距——基于泰尔熵指数的综合评价[J]. 统计与决策, 2009, 25(17): 127-128.
- [18] 张涵, 杨晓昕. 创新环境约束下高技术产业区域创新效率及收敛性研究[J]. 科技进步与对策, 2018, 35(3): 43-51.
- [19] 李秦阳. 基于随机前沿方法的区域创新效率影响因素分析[J]. 统计与决策, 2019, 35(14): 108-111.
- [20] 桂黄宝. 我国高技术产业创新效率及其影响因素空间计量分析[J]. 经济地理, 2014, 34(6): 100-107.
- [21] 程广斌, 张雅琴. 丝绸之路经济带沿线省份科技创新效率及其影响因素[J]. 地域研究与开发, 2017, 36(2): 17-23.
- [22] BANKER R D, DAS S, DATAR S M. Analysis of cost variances for management control in hospitals[J]. Research in Governmental and Nonprofit Accounting, 1989(5): 268-291.
- [23] ANDERSEN P, PETERSEN N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. Management Science, 1993, 39(10): 1261-1264.
- [24] 魏后凯. 现代区域经济学[M]. 北京: 经济管理出版社, 2006.
- [25] 滕堂伟, 方文婷. 新长三角城市群创新空间格局演化与机理[J]. 经济地理, 2017, 37(4): 68-77.
- [26] 杨开忠. 中国区域经济差异变动研究[J]. 经济研究, 1994, 40(12): 28-33, 12.
- [27] 高帆. 中国地区经济差距的“空间”和“动力”双重因素分解[J]. 经济科学, 2012, 34(5): 5-17.
- [28] 孙亚男, 刘华军, 崔蓉. 中国地区经济差距的来源及其空间相关性影响: 区域协调发展视角[J]. 广东财经大学学报, 2016, 31(2): 4-15.
- [29] 李彦龙. 税收优惠政策与高技术产业创新效率[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(1): 60-76.
- [30] YONGLI Z, SANGGYUN N, JIANGUANG N, et al. The influencing factors, regional difference and temporal variation of industrial technology innovation: evidence with the FOA-GRNN model[J]. Sustainability, 2018, 10(2): 187.
- [31] 赵增耀, 章小波, 沈能. 区域协同创新效率的多维溢出效应[J]. 中国工业经济, 2015, 32(1): 32-44.
- [32] 刘钊, 邓明亮. 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, 2019, 36(24): 37-44.
- [33] 李培哲, 管利荣, 刘勇. 基于 DEA 与 Malmquist 指数的区域高技术产业创新效率评价研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(1): 27-34.
- [34] 吕洪燕, 乔朋华. 中国工业绿色创新效率地区差异及其驱动因素分析[J]. 华东经济管理, 2020, 34(1): 28-36.
- [35] 李梦琦, 胡树华, 王利军. 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.
- [36] 黄天航, 刘红煦, 曾明彬. 我国三大城市群科技要素分布与科技竞争力比较[J]. 科研管理, 2017, 38(S1): 525-535.
- [37] 席增雷, 袁青川, 徐伟. 基于 Malmquist-TFP 模型的京津冀地区科技创新经济效率评价[J]. 宏观经济研究, 2018, 40(7): 132-140.
- [38] 王聪, 朱先奇, 刘汀琳, 等. 京津冀协同发展中科技资源配置效率研究——基于超效率 DEA-面板 Tobit 两阶段法[J]. 科技进步与对策, 2017, 34(19): 47-52.
- [39] 吴传清, 黄磊, 文传浩. 长江经济带技术创新效率及其影响因素研究[J]. 中国软科学, 2017, 32(5): 160-170.
- [40] 范德成, 李盛楠. 考虑空间效应的高技术产业技术创新效率研究[J]. 科学学研究, 2018, 36(5): 901-912.

(责任编辑: 张悦)