

区域创新效率研究进展与展望

盛广耀 孙聪丽¹

【摘要】 作为区域创新能力的关键性因素，区域创新效率的提高对于深入实施创新驱动发展战略、转变经济发展方式具有重要意义。国内外文献从多种角度对省域、经济区、城市群、城市等层面的区域创新效率进行了考察。为明确当前研究的进展和今后研究的重点，文章对区域创新效率的研究进行了全面梳理，比较了已有区域创新效率具体测度方法的思路和特点，从创新环境、创新主体和特定因素三个角度归纳了影响区域创新效率的因素，并对有关区域创新效率空间效应的研究进行了总结。最后，从基础理论、研究视角、研究方法和政策应用四个方面进行分析，指出未来区域创新效率研究进一步深入的方向与重点。

【关键词】 区域创新效率 区域创新系统 影响因素 空间效应

【中图分类号】 F124.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1006-5024(2021)06-0111-09

一、引言

创新正逐渐成为国家和区域发展最主要的驱动力。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》明确提出，要“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑”，强调了创新驱动发展战略的重要地位。在我国大力推动科技创新、深入实施创新驱动发展战略的进程中，如何科学组织和优化配置创新资源进而提升创新效率，是一个必须重视的现实议题。事实上，自 20 世纪 80 年代以来，各国学者就已经开始关注创新对区域经济发展的影响，并逐渐在学术界建立了一系列涵盖创新思想的区域经济发展理论，经过不断地探索和深入，相关领域的研究日渐成熟并大体可划分为技术创新和制度创新两个分支^[1]。在技术创新方面，长期以来对效率的忽略导致了创新资源投入与创新产出提高、创新能力增强难以匹配的现象，这也使得人们逐渐认识到提升创新效率的重要性。而创新效率概念，有学者认为其与早期的技术效率概念类似^[2-3]。也有学者认为，创新效率代表的是在给定创新资源投入的前提下，实际产出和最优创新产出之间的关系，能够反映创新资源的配置情况，若以较少的创新投入取得相对较多的产出，则该投入产出关系称为生产前沿面，这种情况下的创新效率最佳^[4]。就区域而言，则表现为创新资源能得到有效配置和高效率使用，区域发展实现了较高水平的经济效率^[5]。

创新效率的高低决定了一国或某一地区的创新能力。创新能力的提升不能仅依赖于创新资源的投入，更要重视其效率问题。就中国而言，近些年来创新资源投入的力度不断加大，据《中国科技统计年鉴 2020》数据显示，2000-2019 年全国研发经费内部支出由 896 亿元增加到 22144 亿元，R&D 人员全时当量增长了 4.2 倍。虽然我国区域经济发展的创新速度和质量不断提高，但仍然存在着资源配置能力低、创新管理机制不健全、支撑体系不配套等一系列问题，导致创新效率低、区域差异大，部分地区的实际创新产出与最优产出水平偏离较远。在此情形下，区域创新效率问题必须受到高度重视。辨析造成区域创新效率差异的主要原因，探寻提升区域创新效率的途径，不仅能丰富区域创新理论体系，而且对于制定区域创新发展战略、加快区域经济新旧动能转换也具有重要的实践意义。

目前创新效率领域的学术成果较为丰富，学者们分别从省域、经济区、城市群、城市等区域尺度入手，对创新效率的衡量

¹作者简介：盛广耀，中国社会科学院生态文明研究所研究员，研究方向为城市与区域发展；（北京 100710）

孙聪丽，中国社会科学院大学（研究生院）城市发展与环境研究系硕士生，研究方向为城市经济。（北京 102488）

基金项目：中国社会科学院创新工程项目“新时代中国城市群发展理论创新与实证研究”（项目编号：2020STSB01）

指标、测度方法、时空分异、影响因素、空间效应和提升路径等进行了较为详细的探讨。由于各项研究的侧重点和方法有所不同，因此有必要对其进行详细梳理，以明确当前的研究进展和今后的研究重点。基于上述分析，本文重点关注了区域创新系统理论框架下的创新效率研究，并围绕上述几方面对已有文献进行系统地评述。鉴于学术界普遍认为区域创新效率与区域创新发展绩效的本质是重合的，因此本文对两者不作区分，视为同一概念。

二、区域创新系统及其效率的理论研究

创新系统理论最早可追溯至 1987 年 Freeman 所提出的国家创新系统概念。在此基础上，部分学者逐渐将研究视角聚焦于国家创新模式的探索以及创新能力、研发效率的评估^[6-7]。此后不久，Cooke (1992) 提出了区域创新系统这一概念^[8]。由于当前国家竞争呈现区域化发展态势，区域逐渐代表国家成为参与全球国际竞争的新单元，且各区域的劳动力市场、企业网络、教育和研发机构等情况均存在较大差异，因此，从区域层面对创新系统加以探讨，有利于获得更加准确的结论。但到目前为止，国内外文献对区域创新系统的定义尚未完全达成一致。通常研究认为，区域创新系统是由各类创新主体与创新环境相互联系、共同作用构成的区域性组织体系^[9-10]。其中，企业、高校和科研机构是直接参与研发活动的主体；金融机构等中介服务部门和政府为间接主体，主要是通过信贷融资、制定法律法规、财政拨款、税收优惠等措施，在区域创新系统中扮演重要角色^[10]；区域创新环境则是创新系统的有效载体^[11]，对于区域整体创新活动的成功起着关键性作用。

区域创新系统以加强区域内创新活动为主要目标，而要实现创新的持续性，则必须通过良性的运行机制提供动力。因此，只有明确区域创新系统的运行机制，才能全面揭示其要素组织和协调方式，为提高整体创新能力提供抓手。不少学者对此进行了相关探讨，如从定性角度，任胜钢等（2007）通过总结国内外研究成果后认为，区域创新系统的运行机制主要涵盖动力机制、整合机制、激励机制、学习机制和控制机制等^[12]；王焕祥和孙斐（2009）认为区域创新系统的动力机制可以从竞争合作机制、网络效应和知识外溢机制三个角度来展开分析^[13]；关云飞和詹湘东（2009）、杨剑等（2010）则分别提出了基于知识管理和系统动力学的区域创新系统运行机制^[14-15]。此后，也有一些学者从定量角度探讨了区域创新系统内部以及系统之间的联结关系对创新绩效的影响，更好地揭示了区域创新系统的运行机制，使研究结论更具说服力。如白俊红和蒋伏心（2015）认为，区域创新系统通过两种方式组织和协调创新要素，分别是系统内部各主体间的协同创新和创新活动在不同系统之间的关联效应，并将这两种方式纳入统一的研究框架，从理论和实证两个方面揭示了区域创新系统的运行机制^[16]。

区域创新效率反映了区域创新系统的创新能力和绩效水平。在区域创新系统的研究过程中，其效率问题逐渐成为学术界关注的重点。区域创新系统的效率衡量的是通过系统内外各创新要素间的相互作用而形成的创新产出的多少。国外学者对区域创新系统的内涵、分类等进行过深入探讨^[17-18]，采用了多种定量研究方法来测度区域创新效率水平，并分析其影响因素^[19-21]。国内最早关于区域创新系统的研究可追溯到 20 世纪 90 年代，较多研究者都明确提出应重点关注创新系统的效率问题。如黄鲁成（2000）提出区域创新系统目标之一是效率目标，表现为对创新资源投入要素的有效配置和使用^[5]；官建成和刘顺忠（2003）也提到应关注对区域创新系统创新绩效评价理论的研究，并综合考虑知识流动、创新环境等与创新绩效紧密相关的因素^[22]；还有学者对城市创新系统理论进行了探讨，认为城市创新系统作为区域创新系统的一种形式，基本可以沿用区域创新系统的理论脉络^[23-24]。此后，国内陆续出现了大量有关区域和城市创新资源配置效率的研究。

三、区域创新效率的测度研究

（一）指标选取

区域创新效率的测度需要明确创新投入和创新产出的指标。对于创新投入，研究者通常从人力资源和研发资金两个角度来衡量，而创新产出指标则包含了技术效益、经济效益和社会效益等方面。需要说明的是，某些指标虽然易于获取且得到了广泛使用，但仍存在不足之处。例如，专利申请和授权数量并不能全面地反映一个地区的创新活动产出，原因在于专利并不能完全代表由技术转化为产品的成果，且有些企业为了防止创新知识外泄会主动放弃申请专利。再如，R&D 从业人员相比 R&D 人员全时

当量,没有涵盖劳动强度信息。另外,仅使用 R&D 经费支出这一指标难以反映已经积累的知识存量对创新活动的影响。在已有研究中,创新投入和产出指标的设置得到了不断完善,如越来越多的学者开始考虑二者之间存在的滞后效应^{[20][25]},也逐渐关注到各区域早期累积的知识存量可能发挥的作用,如将 R&D 资本存量等要素纳入到创新投入产出指标体系之中^{[10][26-27]}。此外,以往部分研究仅以技术产出作为创新产出的衡量指标,忽略了经济和社会效益,而近年来一些学者逐步采取了改进措施,如通过将创新过程分为多个阶段来分析多种类型的创新产出^[28-29]。

(二) 测度方法

由于创新效率概念的提出最初借鉴的是技术效率的相关研究,因此其测度方法也与技术效率的测算相类似,主要包括参数分析法和非参数分析法。参数分析法以随机前沿分析法(Stochastic Frontier Analysis, SFA)为主,该方法能够将随机因素和技术效率对实际产出水平的影响纳入同一框架来予以考虑^[30-31]。在区域创新效率问题的研究中,学者们一般基于知识生产函数建立随机前沿模型,并在此基础上进行效率的测算。在非参数方法中,较常使用的是数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA),该方法是采用线性规划方法来建立观测数据的非参数分段曲面(或前沿),然后相对于该前沿面来计算效率^[32-33]。整理了近 10 年来部分国内外研究关于区域创新效率的测算方法、创新投入和产出指标选取等方面的情况。相较之下, SFA 具有明确的经济理论基础,且考虑了随机因素,可以定量分析各种相关因素对个体效率差异的具体影响,但其测算结果准确与否完全依赖于生产函数的模型设定,而 DEA 则不需要主观预设生产函数的具体形式,且可用于多投入多产出的效率评估,但这种方法忽视了随机因素的影响,对影响效率的原因需要进一步考察^[10]。

(三) 方法改进与拓展分析

近年来,很多学者在传统创新效率测量方法上进行了创新。如,在对我国省域创新效率进行评价的过程中,Chen 和 Guan (2012) 采用了关联网数据包络模型^[26];赵凯旭等(2019)应用 SUPER-SBM 模型,避免了使用传统 DEA 时因未考虑投入和产出松弛而导致的效率值高估问题^[28]。此外,还有学者使用了改进的三阶段 EBM-Windows 模型^[37],该方法相对于传统 DEA 的优点是能够剔除环境因素和随机因素的干扰,并体现各区域创新效率在时间纵向上的动态变化。

为了更全面地认识不同空间层面创新效率的相对大小及变化情况,许多学者对区域创新效率的测算结果开展了进一步分析,有些学者关注创新效率的时空格局和演变特征,认为我国省域创新效率总体水平较低,但处于上升阶段,在空间分布上呈现出“东-中-西”阶梯式递减状态,并由分散趋于集中^{[20][36][38]};也有些学者依据测算结果对各区域创新效率进行对比、分类及收敛性分析等^{[27][39]}或采用 DEA 计算综合效率后,进一步对创新资源投入产出的纯技术效率和规模效率展开讨论^[40];还有些学者在传统分析框架中纳入环境破坏等非期望产出,用以衡量城市绿色创新效率等^[41]。

四、区域创新效率的影响因素研究

区域创新效率受到许多因素的影响。对区域创新效率的测算和量化固然重要,但剖析其影响因素并明确区际效率存在差异的原因,从而解决区域创新发展过程中的问题,才是区域创新效率研究的所在。归纳了部分文献所关注的影响区域创新效率的主要因素,由表中内容可知,虽然已有研究的关注点各有侧重,但多数文献都是从创新环境和创新主体两个方面展开,也有一些研究重点关注某一特定因素对区域创新效率的促进作用。

(一) 以创新环境为影响因素

创新环境对区域创新效率具有十分重要的影响。国内外学者对创新环境所包含内容的界定并不统一,《中国区域创新能力报告》将创新环境划分为基础设施、市场环境、劳动者素质、金融市场和创业水平 5 个维度。由于基础设施、金融支撑和教育投入等硬环境是进行创新活动的重要基础,良好的创新文化氛围和制度作为一种软环境,可以激发各创新主体的积极性,并为各

主体间的互动与合作创造条件，因此有的学者尝试将人文环境、文化制度或开放集聚性等更多的内容纳入创新环境的研究中；还有的学者更倾向于将创新主体所处地理范围内的由不同要素结合而衍生出的各种关联称为创新环境^[47]。这种关联可以激发集体学习行动，形成相互依赖与合作的发展模式，尤其是对区域内缺乏创新资源的中小企业来说，它们能够依托良好的创新环境下形成的平台和服务，提升自身开展创新活动的的能力，进而实现区域整体创新效率的提高。

基于上述分析可知，许多学者通过实证研究量化了各类创新环境因素对区域创新效率的影响程度。从表 2 可以看出，学者们研究使用的具体方法存在区别，有的学者将创新环境因素纳入效率函数中，进而回归得出其对区域创新效率的影响程度；有的学者则是将创新效率值作为被解释变量，将创新环境作为解释变量来进行研究。其中，对于创新环境变量的处理也有所不同，有些是通过建立指标体系得出综合创新环境水平，还有些是将多个创新环境因素同时作为解释变量纳入到分析模型之中。虽然学者们选择用于衡量创新环境的指标不同，但仍然存在许多相似之处，如这些研究普遍认为劳动者素质、产业结构、金融发展规模、基础设施建设等环境变量是影响区域创新效率的重要因素。

（二）以创新主体为影响因素

创新过程具有明显的分工特征，因此较多文献从创新主体的角度考察了对区域创新效率的影响。除了各创新主体自身能力之外，主体间的交互作用也是影响创新效率的重要方面，即区域内各主体间创新资源的协调整合以及知识的扩散与传播。这具体表现为：高校和科研机构拥有创新活动所必备的专业知识与人才，企业拥有将技术产业化的资金、设备和市场等条件，而政府和中介机构可以提供必要的政策支持与服务。这种跨主体的协作能够实现优势互补和利益共享，有利于优化创新资源配置、刺激新知识的产生，进而提高区域创新活动效率。在相关实证研究中，有的学者主要关注了创新主体自身的创新能力和各主体之间的合作互动对区域整体或某一部门创新效率的作用^{[10][20][44]}，有的学者分析了创新主体及其交互作用对区域创新效率的影响差异^[45]。总体而言，已有研究普遍认为创新主体自身效率的提高以及主体间合作分工的细化是提升整体区域创新效率的重要渠道。对于创新主体之间的联结程度，既有以各主体间的资金往来关系来表征的^{[10][20]}，也有通过引入各主体变量的交互项来代表主体交互作用的^[45]，还有关注不同主体的协调发展程度对区域创新效率影响的^[44]。

（三）其他特定影响因素

除对创新主体和创新环境两类影响因素的研究外，还有部分学者将某一特定因素作为核心解释变量，用来估计该要素对区域创新效率的作用大小，如产业专业化程度^[2]、合作式研发补助^[21]、创新网络规模和公共研发投入^[29]、互联网^[46]和金融支持^[48]等。在当前我国区域创新效率水平普遍不高、区域间创新能力差异显著的情况下，各种影响创新效率的因素在不同发展阶段、不同区域，对于区域创新系统的重要程度不同。从区域差异角度来看，由于特定地区存在条件限制，同一因素对创新效率的影响具有空间异质性。因此，研究各区域、各阶段的创新系统应该有所侧重，因地制宜地选择创新效率提升方案。

五、区域创新效率的空间效应研究

随着创新理论的考察对象由企业层面逐渐转为区域层面，空间效应便成为区域创新理论和实证研究中不可忽视的重要内容。区域创新系统内部的创新主体由于空间上邻近，可以方便地进行各类交易以及促进要素流动，还能通过经常性地面对面接触与交流来获取知识，进而影响区域创新能力的大小。对于不同的区域创新系统来说，各系统之间的联系由于信息技术的发展以及基础设施的完善日益密切，使得创新活动同时受到系统内部和其他系统的双重影响。因此，在区域创新效率测算和影响因素的研究中，学者们通过各种方式将空间因素纳入模型中，以验证区域创新效率是否存在空间关联以及空间溢出现象。如，有的研究仅使用区域自身属性对其溢出水平进行评价，而不考虑不同区域之间地理距离等因素的影响^[49]；也有的研究通过纳入虚拟变量来表征区域差异^[19]。虽然这些方法能够通过控制不同区域的特征来提高创新效率测算及进一步回归的准确性，但其与真正意义上的空间经济学方法还存在很大的不同。

空间经济学方法中的空间效应更多关注区域内和区域间的知识溢出联系，通过人才流动、研发合作、贸易投资等要素转移来对各地创新活动产生影响，相对于关注各区域自身静态特征的研究来说，更偏向于一种空间互动关系的研究。已有研究表明，知识溢出会对区域创新活动产生较大影响^[50-51]，且溢出程度会因空间距离的不同而发生改变^[52]。具体到创新效率领域，许多学者通过实证检验证明了区域创新效率存在空间自相关^{[28][43][53]}，并在此基础上引入空间计量经济学模型来衡量区域创新效率及其影响因素的空间关联效应。具体包括以下几种研究类型：一是在测算过程中纳入空间关联要素。如李婧等（2011）在测算中国部分省市区创新效率时，将创新产出与空间邻接矩阵相乘作为空间解释变量，纳入到随机生产前沿模型之中，进而得出包含空间因素的区域创新效率值^[54]。这是对以往将各地区看成独立个体来测算创新效率的研究的改进。二是在测算创新效率时并没有纳入空间要素，而是在影响因素研究中考虑了区域创新效率或其影响因素的空间关联。如Fritsch和Slavtchev(2011)、卢英敏和逢亚男（2020）在区域创新效率的影响模型中，均考虑了不同地区之间的空间相关性^{[20][43]}；刁明明（2019）在构建长江经济带创新环境对创新效率的影响模型时，同时考虑了二者的空间关联性^[53]；盛彦文等（2020）证实了创新效率本身的空间溢出效应对整体创新效率的提升有明显促进作用，而创新效率的影响因素也同样具备一定的空间依赖特征^[27]。三是在分析创新效率收敛性时纳入了空间因素^[39]。总之，将空间关联效应纳入到区域创新效率研究中，有助于得到更准确的效率评价结果，也有助于明确空间效应对创新效率的影响程度。

此外，随着基于生产函数的知识溢出测度方法不断改进，空间层面的知识溢出测度取得明显进展^[55]，更有学者建立了能够分离区域内和区域间溢出效应的精炼知识生产函数，以及兼顾地理溢出和技术溢出的混合知识生产函数模型^[56-57]。这些成果为进一步研究区域创新效率的溢出效应提供了新的视角和思路。

六、总结与研究展望

（一）总结

区域创新效率问题已经越来越受到学者们的关注。本文聚焦于区域创新系统理论下的创新效率问题研究，对国内外相关文献进行了梳理和总结：一是对区域创新效率的研究主要是在区域创新系统理论和运行机制的研究基础上展开的，目前的研究成果主要集中在区域创新效率的测度、影响因素及其空间效应等方面。二是对区域创新效率的测度研究方法逐渐成熟，一般采用效率估计的随机前沿分析（SFA）或数据包络分析（DEA），但也有部分研究进行了方法上的创新和改进。三是区域创新效率影响因素的研究逐渐丰富，多数研究从创新环境和创新主体两个方面展开，也有一些研究已开始深入探究某一特定因素对创新效率的重要影响及其内在机制。四是区域创新效率的空间效应研究开始受到学者重视，主要方法是在具体分析模型中以不同的方式纳入空间要素，以验证区域创新效率或其影响因素的空间关联性。总之，已有文献关于这些问题所开展的相关研究，对于探寻提升区域创新效率的重要因素及其作用机制，找出区域创新效率存在差异的原因，进而制定适合各地实际的创新发展战略具有一定的参考价值。

（二）研究展望

总体来看，国内关于区域创新效率的研究成果较为丰富，但仍有所欠缺，有待进一步拓展和深化。今后应从基础理论、研究视角、研究方法和政策应用四个方面，推动区域创新效率研究地深入。

1. 加强区域创新系统及创新效率的理论研究

近年来，国内的研究文献多为基于实证分析的经验研究，局限于对实际经验的总结和对国外理论的检验，基础性的理论研究不足，特别是缺乏适合我国社会经济体制和转型发展特征的区域创新系统理论。区域创新效率的研究主要是定量分析，但定量分析不能完全替代定性分析和理论探究，只有将有效的定量分析方法与科学合理的理论逻辑相融合，才能产生更为科学、客观的研究成果。今后应加强对区域创新效率理论基础的研究，重点是对区域创新效率影响因素的作用机制，尤其是从微观机理

开展更深入地探讨，为区域创新效率研究的深化以及有效政策的制定提供理论支撑。

2. 拓展区域创新效率研究的视角和内容

现有研究主要集中于运用模型测算创新效率和分析区域创新效率的影响因素两个方面。创新效率测算的也主要是研发效率，而对经济效率测算的很少或仅涉及部分内容。影响因素研究的视角也有拓展空间，一些重要因素尚未得到足够重视，如组织因素、外部环境因素、网络效应等，欠缺创新主体之间的关系及互动研究，如创新政策与管理体制、区域之间联系与协同创新、产业专业化与多样化等，对区域创新效率的影响及作用机理的研究也存在着不足。此外，以区域创新效率作为解释变量，考察区域创新效率对于创新资源集聚、产业发展与转型、区域经济增长、绿色发展等方面作用的相关研究还十分缺乏。在当前我国推进创新驱动发展战略的背景下，基于创新效率与经济发展关系的区域创新发展理论亟待开展和深入。

3. 进一步改进和挖掘区域创新效率研究的方法和数据

现有实证研究所选择的模型和变量依赖于数据的易获得性，其研究结果的准确性和解释效力受到影响。比如，在区域创新效率测算的研究中，关于创新产出指标的争议较大，相关研究广泛采用的地区专利指标在严格意义上仅能表征为研发产出，部分研究增加了新产品销售收入，但其经济效益含义的覆盖面有限，难以代表区域整体的创新经济产出。在创新效率影响因素的研究中，目前所采取的计量方法和数据对某些重要影响因素，如知识溢出、组织因素等与创新效率之间的关系，还难以做到很好的解释和量化测度。今后区域创新效率研究的深入，需要在数据、方法方面进行充分的挖掘和进一步改进，创新性运用新的指标或综合性指标以及多种分析方法。

4. 重视区域创新效率提升的相关政策和管理体制研究

区域创新效率研究既属于理论研究，又属于与实践和政策紧密联系的应用研究。如何提高区域创新效率，进而更好地推进区域创新驱动发展战略，是区域创新体系和创新效率研究不可避免的问题。当前关于区域创新效率提升的政策研究还未得到应有的重视，现有研究成果针对区域创新政策的制定和创新实践的指导性不足。区域创新效率研究的主要目标是探究区域创新效率的提升路径，服务于区域创新驱动发展战略的实施。提高区域创新效率应当作为区域创新政策的重要内容并成为今后研究的重点课题，要逐步加强相关政策体系和创新管理体制的研究，对所研究区域如何提高创新效率给予更加科学的回答。

参考文献:

[1]杨春柏, 金彪, 李辉. 区域经济发展中的创新机制研究[J]. 湖北社会科学, 2017, (1):86-91.

[2]Fritsch M, Slavtchev V.. How does Industry Specialization Affect the Efficiency of Regional Innovation Systems?[J].Annals of Regional Science, 2010, 45(1):87-108.

[3]Farrell M J.. The Measurement of Productive Efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3):253-290.

[4]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.

[5]黄鲁成. 关于区域创新系统研究内容的探讨[J]. 科研管理, 2000, (2):43-48.

[6]Furman J L, Porter M E, Stern S.. The Determinants of National Innovative Capacity[J].Research Policy, 2002,

31 (6):899-933.

[7]Nasierowski W, Arcelus F J.. On the Efficiency of National Innovation Systems[J].Socio-economic Planning Sciences, 2003, 37(3):215-234.

[8]Cooke P.. Regional Innovation Systems:Competitive Regulation in the New Europe[J].Geoforum, 1992, 23(3):365-382.

[9]任胜钢, 关涛. 区域创新系统内涵、研究框架探讨[J]. 软科学, 2006, (4):90-94.

[10]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.

[11]丁焕峰. 论区域创新系统[J]. 科研管理, 2001, (6):1-8.

[12]任胜钢, 李焱, 彭建华. 区域创新系统组织结构与运行机制的评价与比较研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2007, (6):81-85+151.

[13]王焕祥, 孙斐. 区域创新系统的动力机制分析[J]. 中国科技论坛, 2009, (1):36-40.

[14]关云飞, 詹湘东. 基于知识管理的区域创新系统运行机制研究[J]. 技术经济与管理研究, 2009, (6):59-62.

[15]杨剑, 杨锋, 王树恩. 基于系统动力学的区域创新系统运行机制研究[J]. 科学管理研究, 2010, (4):1-6.

[16]白俊红, 蒋伏心. 协同创新、空间关联与区域创新绩效[J]. 经济研究, 2015, (7):174-187.

[17]Isaksen A.. Building Regional Innovations Systems:Is Endogenous Industrial Development Possible in the Global Economy?[J].Canadian Journal of Regional Science, 2001, 24(1):27-33.

[18]Doloreux D.. What We should Know about Regional Systems of Innovation[J].Technology in Society,2002, 24(3):243-263.

[19]Fritsch M.. Cooperation and the Efficiency of Regional R&D Activities[J].Cambridge Journal of Economics, 2004, 28(6):829-846.

[20]Fritsch M, Slavtchev V.. Determinants of the Efficiency of Regional Innovation Systems[J].Regional Studies, 2011, 45(7):905-918.

[21]Broekel T.. Do Cooperative Research and Development (R&D) Subsidies Stimulate Regional Innovation Efficiency? Evidence from Germany[J].Regional Studies, 2015, 49(7):1087-1110.

[22]官建成, 刘顺忠. 区域创新系统测度的研究框架和内容[J]. 中国科技论坛, 2003, (2):24-26.

[23]赵黎明, 冷晓明, 等. 城市创新系统[M]. 天津: 天津大学出版社, 2002.

-
- [24]倪鹏飞, 白晶, 杨旭. 城市创新系统的关键因素及其影响机制——基于全球 436 个城市数据的结构化方程模型[J]. 中国工业经济, 2011, (2):16-25.
- [25]Barra C, Zotti R.. Regional Innovation System(in)Efficiency and Its Determinants:An Empirical Evidence from Italian Regions[J].Mpra Paper,2015.
- [26]Chen K, Guan J.. Measuring the Efficiency of China' s Regional Innovation Systems:Application of Network Data Envelopment Analysis(DEA) [J].Regional Studies,2012,46(3):355-377.
- [27]盛彦文, 骆华松, 宋金平, 等. 中国东部沿海五大城市群创新效率、影响因素及空间溢出效应[J]. 地理研究, 2020, (2):257-271.
- [28]赵凯旭, 杨永春, 李恩龙, 等. 中国区域创新效率时空演变及其影响因素研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2019, (3):437-448.
- [29]Min S, Kim J, Sawng Y W.. The Effect of Innovation Network Size and Public R&D Investment on Regional Innovation Efficiency[J].Technological Forecasting&Social Change,2020,155.
- [30]Aigner D J, Lovell C A K, Schmidt P.. Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models[J]. Journal of Econometrics,1977, (6):21-37.
- [31]Meeusen W, Broeck J vanden. Efficiency Estimation from Cobb-douglas Production Functions With Composed Error[J].International Economic Review,1977, (18):435-444.
- [32]Charnes A,Cooper W W, Rhodes E.. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J].European Journal of Operational Research,1978, (2):429-444.
- [33][澳]蒂莫西·J·科埃利, 著.王忠玉, 译.效率与生产率分析引论[M].北京:中国人民大学出版社, 2008.
- [34]Thomas V, Sharma S, Jain S K.. Using Patents and Publications to Assess R&D Efficiency in the States of the USA[J].World Patent Information,2011,33(1):4-10.
- [35]罗颖, 罗传建, 彭甲超. 基于三阶段 DEA 的长江经济带创新效率测算及其时空分异特征[J]. 管理学报, 2019, (9):1385-1393.
- [36]兰海霞, 赵雪雁. 中国区域创新效率的时空演变及创新环境影响因素[J]. 经济地理, 2020, (2):97-107.
- [37]范建平, 连嘉琪, 吴美琴. 中国区域科技创新效率研究——基于三阶段 EBM-Windows 模型[J]. 中国科技论坛, 2019, (11):113-122.
- [38]朱丽霞, 贺容, 郑文升, 等. 长江中游城市群城市创新效率的时空格局及其驱动因素[J]. 长江流域资源与环境, 2019, (10):2279-2288.

-
- [39]韩兆洲, 操咏慧. 我国区域创新效率测度及收敛性研究[J]. 数学的实践与认识, 2019, (17):63-76.
- [40]曹贤忠, 曾刚, 邹琳. 长三角城市群 R&D 资源投入产出效率分析及空间分异[J]. 经济地理, 2015, (1):104-111.
- [41]易明, 程晓曼. 长江经济带城市绿色创新效率时空分异及其影响因素[J]. 城市问题, 2018, (8):31-39.
- [42]李习保. 区域创新环境对创新活动效率影响的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2007, (8):13-24.
- [43]卢英敏, 逢亚男. 创新环境对区域创新效率的影响——基于空间面板 Tobit 模型的分析[J]. 长白学刊, 2020, (1):94-102.
- [44]李林, 傅庆. 产学研主体创新效率对区域创新的影响研究[J]. 科技进步与对策, 2014, (5):45-49.
- [45]高月姣, 吴和成. 创新主体及交互作用对区域创新效率影响的实证研究[J]. 软科学, 2015, (12):45-48.
- [46]韩先锋, 宋文飞, 李勃昕. 互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J]. 中国工业经济, 2019, (7):119-136.
- [47]王郁蓉, 师萍. 创新环境研究综述[J]. 科学管理研究, 2014, (4):52-55.
- [48]王栋, 赵志宏. 金融科技发展对区域创新绩效的作用研究[J]. 科学学研究, 2019, (1):45-56.
- [49]王崇锋. 知识溢出对区域创新效率的调节机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, (7):77-83.
- [50]Lim U.. The Spatial Distribution of Innovative Activity in U.S. Metropolitan Areas:Evidence from Patent Data[J]. Journal of Regional Analysis and Policy, 2003, 33(2):97-126.
- [51]Bode E.. The Spatial Pattern of Localized R&D Spillovers:An Empirical Investigation for Germany[J]. Journal of Economic Geography, 2004, 4(1):43-64.
- [52]Paci R, Usai S.. Knowledge Flows across European Regions[J]. The Annals of Regional Science, 2009, 43(3):669-690.
- [53]习明明. 长江经济带创新环境对科技创新效率影响的实证研究[J]. 江西财经大学学报, 2019, (3):19-29.
- [54]李婧, 白俊红, 谭清美. 考虑空间效应的区域创新效率测评[J]. 研究与发展管理, 2011, (1):17-22.
- [55]Jaffe A.. Real Effects of Academic Research[J]. American Economic Review, 1989, 79(5):957-970.
- [56]Fischer M M, Varga A.. Spatial Knowledge Spillovers and University Research:Evidence from Austria[J]. The Annals of Regional Science, 2003, 37(2):303-322.
- [57]Greunz L.. Geographically and Technologically Mediated Knowledge Spillovers between European Regions[J]. The Annals of Regional Science, 2003, 37(4):657-680.