

基于生态位适宜度的区域创新生态系统与创新效率研究

张 贵 吕长青

(河北工业大学经济管理学院, 天津 300401)

〔摘要〕由于区域内创新资源的有限性,区域创新生态系统中创新主体生态位之间的重叠程度对创新效率的影响愈发的显著,基于此本文运用生态位适宜度评价模型对我国30个省市2011~2015年的创新生态系统适宜度水平进行了测度,并分别与运用超效率数据包络分析法所测得的区域知识创新效率和产品创新效率进行了面板数据的回归分析。结果显示,区域创新生态系统的生态位适宜度对两个阶段的创新效率均具有正向的相关关系,但这种影响只具有短期的时间维度,并不存在两年及以上的相互作用。区域创新生态系统的对外开放会对产品创新阶段的创新效率产生负面影响,同时会促进知识创新阶段创新效率的提高。最后,在协调系统内部各生态位之间的发展关系时,应注重区域内经济发展水平对两个阶段创新效率的促进作用。

〔关键词〕区域创新生态系统 生态位 适宜度 创新效率 logistic 模型 超效率 DEA 法

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2017.10.002

〔中图分类号〕F127 〔文献标识码〕A

创新是经济发展的不竭动力,伴随着信息技术的快速发展,世界各国、各地区之间的技术与知识信息实现了快速流通,增强了技术创新对经济发展的推动作用。目前,我国经济发展正式进入了“新常态”,经济总量、发展形式以及产业结构都在发生着巨大的变化。在这种新形式下,唯有不断的创新才能保持我国经济持续健康的增长^[1]。

引 言

信息技术的发展、经济全球化的加深以及知识经济的到来,促使人们对创新理论的研究不断加深,上世纪七十年代,学术界开始使用生态系统理论来分析解决经济问题。Hannan和Freeman^[2]首次以生态学视角对企业发展的外部环境进行诠释。到上世纪九十年代,Ron Dvir^[3](1998)运用生态学观点构建了“创新生态学”理论,美国总统科技顾问委员会(PCAST)

于2003年从国家层面正式提出创新生态系统(Innovation Ecosystem)这一核心概念。Metcalf和Ramlogan^[4]在此基础上强化了创新生态系统的概念,即创新生态系统的形成是需要建立在创新主体与其它创新主体及周围环境之间形成广泛联系的基础之上。随着这一个概念的提出与发展,打开了人们使用生态学理论来研究区域创新问题的视角。自此国内外学者分别从区域创新生态系统的概念、特征、机理等角度对区域创新生态系统展开了大量研究,在区域创新生态系统的概念及内涵方面,周元^[5](2006)提出我国的创新生态系统研究是一个事前概念,他认为创新生态系统的研究应该从国家、产业、区域等多方面、多层次来共同分析创新生态系统的构建问题。黄鲁成^[6](2003)从生态学的角度对区域创新系统进行了特征性描述,即区域创新生态系统与自然生态系统类似,均具有整体性、层次性、耗散性、

收稿日期:2017-04-11

基金项目:国家社科基金重点项目“基于竞争优势转型的我国产业创新生态系统理论、机制与对策研究”(项目编号:14AJY006);河北省社会科学基金项目“京津冀协同创新发展背景下河北省以创新引领产业转型升级对策研究”(项目编号:HB16YJ004);天津市科技发展战略研究计划项目“推进天津市创新生态系统建设的机制与模式研究”(项目编号:16ZLXZF00340);河北省科技计划项目“基于生态视角的京津冀协同创新共同体建设及河北省对策”(项目编号:174576162D)。

作者简介:张贵,河北工业大学经济管理学院教授,博士生导师,河北工业大学京津冀发展研究中心、京津冀区域治理协同创新中心执行主任。研究方向:产业创新、区域经济。吕长青,河北工业大学经济管理学院硕士研究生。研究方向:区域经济。

动态性、稳定性、复杂性和调控性。在区域创新生态系统的特征方面,张运生^[7](2011)指出区域创新生态系统是以技术标准为纽带,促使高科技企业在区域范围内形成的具有技术创新模块化、系统成员多样化特征的创新体系。在区域创新生态系统的机理方面,杜静^[8](2007)从生态学视角提出区域创新生态系统的构建与发展应注重生态平衡、生态关系。但是,目前关于区域创新生态系统的研究,大都忽视了系统内各创新主体间的关系对系统发展所起到的推动作用。

生态位理论作为生态学中一项重要理论,早在1917年Grinnell^[9]就给出了具体的定义,即在生态系统中恰好被一个物种所占据的最终生存单位,为一个生态位。Hutchinson^[10](1967)提出了生态位的多维超体积模式,并结合数学中的点集理论将生态位抽象为物种生存条件的一个集合。这是学术界首次对生态位理论用数学的方法进行了抽象,同时也为生态学界对生态位的定量研究提供了具体的方法和理论依据。区域创新生态系统是一个复杂的生态体系,其中包含着不同的创新主体,创新主体会受到系统内外部环境的影响,并且这些创新主体与创新环境之间存在资源的交互过程,依据生态位的原理,创新生态系统中不同的创新主体都会存在属于自己的生态位,但是这些创新主体所构成的生态位宽度是不同的,再加上生态系统中资源具有稀缺性,所以创新主体生态位之间必然存在重叠的情况,这样区域创新生态系统生态位理论在生态学的基础上逐渐形成。在自然生态系统中,物种的生态位就是由多种生态因子构成的,在区域创新生态系统中的生态位同样也是由多种生态因子构成的,这些生态因子存在于系统的环境之中,并且与创新环境产生相互作用,最终影响系统内创新主体的创新效率。也就是说区域创新生态系统的生态位的发展与提升可以对系统内部的创新效率具有积极的推动作用;落后的生态位对于系统内部的创新效率会产生负面的影响。

截至目前,学术界对区域创新生态系统的内涵与外延已经形成了初步的认识,但是在整个生态系统之中,各创新主体如何利用互补性资产,各得

其所共同专业化,既积极争取自身的发展空间,提升自己的生态位,又提升整个生态系统的效率和核心竞争力,这成为区域创新生态系统在未来发展中所面临的主要问题^[11]。基于此,本文运用生态位适宜度理论对区域创新生态系统的发展状态进行了评价,并结合评价结果与系统的创新效率进行了相关性分析,意在为通过提高区域创新生态系统生态位适宜度水平来提升系统的创新效率提供依据,为区域创新生态系统的可持续健康发展提供现实依据。

1 研究框架、理论模型与指标选取

1.1 研究框架

区域创新生态系统是指各个区域内各个创新主体之间,以地区内的某些技术水平、人才供给、市场需求、产业结构、文化产出等共同的创新要素为基础而形成的,互相依赖、互利共生,并且具有一定的稳定性、独立性的一种区域生态网络体系。在区域创新生态系统中创新主体都占据着各自的生态位,与自然生态系统类似,由于系统内的创新资源是有限的,所以各创新主体之间为了争夺有限资源就会产生竞争的现象,这种现象就是由各创新主体生态位的重叠所引起的。依据生态学中生态位重叠理论,系统中生态位重叠所引起的竞争可以通过各主体之间的协调发展来减轻甚至消除。

基于生命周期理论,任何生态系统的发展都会经历:初始期、成长期、完善期,在完善期之后创新生态系统就会出现创新衰退或者持续创新的发展状态,为了避免创新生态系统的衰退,就需要创新生态系统内各创新主体协同创新以促进系统的可持续发展(如图1)。

为了更加详细地描述区域创新生态系统内创新主体间协同有利于系统的可持续发展,本文运用logistic模型对区域创新生态系统内创新主体间的竞争与协调演化机制进行了分析说明,logistic模型早在19世纪30年代由菲尔哈斯提出,主要应用于生态学问题的研究,当前随着创新生态系统理论的发展,logistic模型在经济领域的应用也逐渐广泛起来^[12]。为方便我们对问题从模型的角度进行说明,我们假设区域创新生态系统中只有A

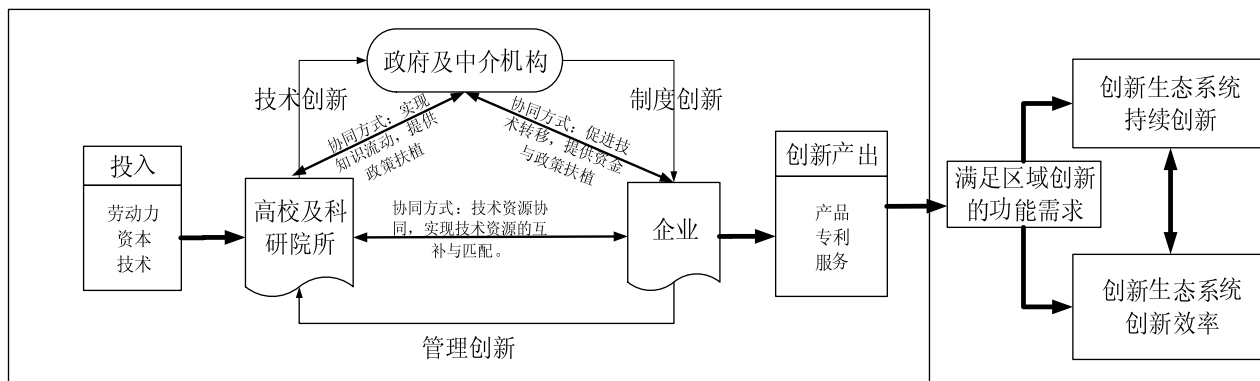


图 1 区域创新生态系统创新主体协同发展结构图

和 B 两个创新主体，A 和 B 两个创新主体的生态位存在重叠的情况，即 A 和 B 之间存在竞争关系。在系统规模一定的情况下，A 和 B 之间会争夺更多的资源以达到有利地位。假设 A 和 B 主体的 logistic 方程为：

$$\frac{dC_1}{dt} = \alpha_1 C_1 \left(\frac{M_1 - C_1}{M_1} \right); \quad \frac{dC_2}{dt} = \alpha_2 C_2 \left(\frac{M_2 - C_2}{M_2} \right) \quad (1)$$

方程中 C_1 和 C_2 分别表示 A 和 B 主体的实际创新产出水平， α_1 和 α_2 表示 A 和 B 两个创新主体所

$$\frac{dC_1}{dt} = \alpha_1 C_1 \left(\frac{M_1 - C_1 - \beta_1 C_2}{M_1} \right); \quad \frac{dC_2}{dt} = \alpha_2 C_2 \left(\frac{M_2 - C_2 - \beta_2 C_1}{M_2} \right) \quad (2)$$

当 $\frac{dC_1}{dt} = \alpha_1 C_1 \left(\frac{M_1 - C_1 - \beta_1 C_2}{M_1} \right) = \frac{dC_2}{dt} = \alpha_2 C_2 \left(\frac{M_2 - C_2 - \beta_2 C_1}{M_2} \right) = 0$ 时，创新主体 A 和 B 达到平衡状态，在 $0 < \beta_1, \beta_2 < 1$ 或者 $\beta_1, \beta_2 > 1$ 的条件下，其中 $C_1 = M_1, C_2 = 0$ 时，创新主体 A 淘汰了创新主体 B；当 $C_1 = 0, C_2 = M_2$ 时，创新主体 B 淘汰了创新主体 A；当 $C_1 = \frac{M_1(1-\beta_1)}{1-\beta_1\beta_2}$ ； $C_2 = \frac{M_2(1-\beta_2)}{1-\beta_1\beta_2}$ 时，创新主体 A 和 B 实现稳定共存。在 $0 < \beta_1 < 1, \beta_2 > 1$ 或者 $\lambda_1 > 1, 0 < \lambda_2 < 1$ 的条件下，系统中的两个

$$\frac{dC_1}{dt} = \alpha_1 C_1 \left(\frac{M_1 - C_1 + \beta_1 C_2}{M_1} \right); \quad \frac{dC_2}{dt} = \alpha_2 C_2 \left(\frac{M_2 - C_2 + \beta_2 C_1}{M_2} \right) \quad (3)$$

同理可以得到两个均衡点分别为：(0,0) 和 $\left(\frac{M_1(1+\beta_1)}{1-\beta_1\beta_2}, \frac{M_2(1+\beta_2)}{1-\beta_1\beta_2} \right)$ ，当两个创新主体达到稳定状态的条件为其产出水平一定大于零，即 $0 < \beta_1, \beta_2 < 1$ 。显然在均衡点上系统中的两个创新主体的实际产出水平为： $\frac{M_1(1+\beta_1)}{1-\beta_1\beta_2} > M_1$ ； $\frac{M_2(1+\beta_2)}{1-\beta_1\beta_2} > M_2$ ，此时创新主体的创新产出要大于其独立竞争时的产出水平，这时系统内创新主体间的协同发展对系统创

在创新系统的创新产出平均变化率， M_1 和 M_2 则表示 A 和 B 两个主体在创新生态系统中一定环境和资源条件下最理想的创新产水平。

由于创新主体之间存在竞争关系，所以在以上模型的基础上引入中间竞争模型（Lotka - Volterra 模型），在考虑到 A 和 B 主体之间的竞争程度，假设 β_1 和 β_2 分别表示主体 A 和主体 B 的竞争系数，用以表示 A 和 B 之间的竞争程度，此时可以得到新的 logistic 模型。即：

主体最终必然会由一个主体被淘汰。综上所述可得，当系统中相互竞争的两个创新主体同时存在并且达到均衡发展的状态时，创新主体的实际产出水平均小于理想状态的产出水平： $\frac{M_1(1-\beta_1)}{1-\beta_1\beta_2} < M_1$ ； $\frac{M_2(1-\beta_2)}{1-\beta_1\beta_2} < M_2$ ，当系统中两个创新主体之间是协同关系时，A 和 B 两个创新主体分别对对方的创新产出有积极的促进作用，这样的到 logistic 模型为：

新产出促进作用开始显现^[13]。经过以上的演化分析我们发现，区域创新生态系统中的创新主体之间的协同创新对于创新生态系统创新效率的提高以及系统的可持续发展具有重要意义。同时为区域创新生态系统的生态位适宜度水平与创新效率的关系研究提供了重要的理论支持，因为当创新生态系统生态位适宜度水平较低时，创新主体生态位就会出现严重的重叠现象，进而创新主体之

间就会发展过度竞争的现象,最终会阻碍区域创新生态系统的创新效率以及系统的健康可持续发展。

2.2 理论模型

本文以生态学中的生态位适宜度评价模型为基础,与区域创新系统理论相结合构建了适合评价区域创新系统创新适宜性的评价模型。该模型主要反映了整个区域创新生态系统内各创新主体在发生创新行为时所需要的创新资源的满足程度;即在一定程度上体现了区域创新生态系统的创新资源供给量与最适资源量的贴近程度。

生态位适宜度评价模型主要是从生态学上面引入到经济领域的,所以我们在运用生态位适宜度模型处理数据时,是和生态学上面的略有不同,我们参考覃荔荔^[14]、刘洪久^[15]、周青等人的研究结果之后,得出相应的数据处理方法。由于我们选取的指标的单位不同,我们要消除量纲的影响,所以需要我们对数据进行无量纲化处理,需要的公式是:

$$S_{ij}' = \frac{S_{ij} - S_{j\min}}{S_{j\max} - S_{j\min}} \quad (4)$$

即每一个变量与这个变量所属序列的最小值的差除以该序列最大值与最小值的差,这样就可以标准化变量,使得其最大值为1,最小值为0。 S_{ij} 表示变量, $S_{j\min}$ 表示第j个生态因子序列的最小值, $S_{j\max}$ 表示第j个生态因子序列的最大值。

假设生态因子的最佳生态位为: S_{aj} , S_{ij}' 表示第j个生态因子的现实生态位,而 S_{aj} 表示第j个生态因子的最理想的生态位。可以用公式表示 $S_{aj} = \text{MAX}(S_{ij}')$

创新生态适宜度采用如下公式计算:

$$SYD_i = \sum_{j=1}^n \varphi_j \frac{\min\{S_{ij}' - SF_{aj}\} + \varepsilon \max\{S_{ij}' - S_{aj}\}}{|S_{ij}' - S_{aj}| + \varepsilon \max\{S_{ij}' - S_{aj}\}} \quad (5)$$

在以上的公式中, SYD_i 表示的是第i个创新生态系统的生态位适宜度的大小。其中 φ_j 表示第j个生态因子的权重,主要是为了体现这个生态因子在生态系统的重要程度,本文 φ_j 的值是通过熵值法来确定的。 ε 在公式中表示的是参数,它的大小一般是根据 $SYD_i = 0.5$ 来确定的^[16]。

为了确定模型参数 ε ,我们参考了覃荔荔等

人的研究结果,得出以下的计算公式:

$$\begin{aligned} T_{ij} &= |S_{ij} - S_{aj}| (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n) \\ T_{\max} &= \max\{T_{ij}\}; T_{\min} = \min\{T_{ij}\} \\ \bar{T}_{ij} &= \frac{1}{mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n T_{ij}; \varepsilon = \frac{\bar{T}_{ij} - 2T_{\min}}{T_{\max}} \end{aligned} \quad (6)$$

最终可以确定模型的参数 ε 。

为了确定模型中的权重,本文假设 $a_{ij}(i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n)$ 表示第i个系统的第j生态因子的具体的统计指标,经过无量纲处理之后,得到 $a_{ij}' = \frac{a_{ij} - a_{j\min}}{a_{j\max} - a_{j\min}}$;在此基础上,可以进一步得到各生态因子的信息熵: $\chi_j = -\frac{\sum_{i=1}^m \alpha_{ij} \ln \alpha_{ij}}{\ln m}$ 其中 $\alpha_{ij} = \frac{a_{ij}'}{\sum_{i=1}^m a_{ij}'}$ (当 $\alpha_{ij} = 0$ 时,假设 $\alpha_{ij} \ln \alpha_{ij} = 0$),最终可以得出第j个生态因子的权重 φ_j ,即权重 φ_j 的基于熵值法的确定公式为:

$$\varphi_j = \frac{1 - \chi_j}{n - \sum_{j=1}^n \chi_j} \quad (7)$$

2.3 指标体系与数据来源

2.3.1 生态位适宜度指标体系

为了对区域创新生态系统生态位适宜度水平进行准确的判断,本文参考了覃荔荔、周青等人的相关研究成果,并结合黄鲁成教授关于区域创新生态系统的结构性描述,构建了包含创新主体要素、创新资源要素、创新环境要素的区域创新生态系统生态位适宜度评价指标体系(见表1),其中对创新主体的测度主要通过区域创新主体的数量来进行定量的描述;创新资源指标主要反映了系统内创新活动所消耗的资源量;创新环境的生态因子主要是借鉴了《中国城市创新创业环境评价研究报告》,从中选取了8个测度指标来对创新生态系统的创新环境进行评价。这些指标虽不能全面的代表区域创新生态系统构成要素的真实状况,但会在一定程度上反应出区域创新生态系统的适宜度水平,并能够对区域技术创新生态系统的发展状态进行客观评价。

2.3.2 创新效率指标体系

目前对于创新生态系统创新效率的测度方法主要包括以随机前沿分析为代表的参数法和以数

表1 评价指标体系

测度目标	测度要素	测度指标	生态因子指标
区域 创新 生态 系统 生态 位 适 宜 度	创新主体	企业	工业企业个数(个)
		研究机构	科研机构数量(个)
		高等院校	科研仪器费用支出(亿元)
	创新资源	创新投资	高等院校平均专任教师数量(人/校)
		创新经费	社会固定资产投资密度(%)
		居民收支水平	社会研发费用总支出(亿元)
	创新环境	交通运输状况	地方科技费用总投入(亿元)
		信息化程度	城镇居民人均可支配收入(元)
		创新成果数量	农村居民人均可支配收入(元)
		公共文化场所	城镇居民人均消费支出(元)
			农村居民人均消费支出(元)
			公路密度(公里/平方公里)
			铁路密度(公里/平方公里)

据包络分析为代表的非参数法。参数估计的方法主要是从主观的角度出发,所以对于测度结果可能会产生很大误差,为了保证测度结果的准确性,本文选取的是非参数分析方法,并从知识创新和产品创新两个阶段对区域创新生态系统创新效率进行了测度。作者参考了胡广^[17]等人的研究成果,分别从两个阶段的创新投入和创新产出构建了区域创新生态系统创新效率的测度指标体系(如表2)。

在知识创新阶段,创新主体是高校及科研机

构,创新投入主要包括高校及科研院所的研究经费投入和研究人力投入。创新产出则包括知识和技术产出,选用专利授权量和科技论文来进行测度。

在产品创新阶段,创新主体由区域内的科技型企业构成,创新投入主要是指知识创新阶段的创新成果转化为创新产出所需要的资本投入,分别选取R&D内部费用支出、专利申请授权件数以及产品研发经费作为测度指标;创新产出主要指的是新产品,所以选择区域内规模以上企业的新产品销售收入作为测度指标。

表2 区域创新生态系统内部创新效率评价指标体系

阶段	创新主体	投入指标	产出指标
知识创新	高校、科研机构	R&D从业人员全时当量(人年)	专利申请授权数(件)
		R&D内部费用支出(万元)	科技论文数量(篇)
		R&D内部费用支出(万元)	
产品创新	企业	专利申请授权数(件)	新产品销售收入(万元)
		R&D从业人员全时当量(人年)	

3 数据处理与实证分析

3.1 区域创新生态系统生态位适宜度评价

在对区域创新生态系统生态位适宜度进行测度时,为了保证数据的有效性与可比性,所有涉及测度的指标数据,均来自《中国科技统计年鉴》(2012~2016)、《中国科技统计年鉴》

(2012~2016)、以及各省市的从 2012~2016 年 5 个年度的统计年鉴。同时为了保证研究结果的可比性,本文选取了我国具有区域发展代表性的 30 个省市作为研究对象(其中西藏由于数据缺失,不包含在内)。具体测度结果如表 3。

表 3 区域创新系统生态位适宜度水平

城市	2011	2012	2013	2014	2015
河北	0.441	0.452	0.461	0.468	0.474
北京	0.666	0.707	0.748	0.784	0.825
天津	0.501	0.519	0.532	0.547	0.558
上海	0.665	0.696	0.748	0.769	0.798
山东	0.475	0.488	0.501	0.512	0.524
江苏	0.528	0.564	0.577	0.583	0.62
浙江	0.514	0.538	0.557	0.575	0.606
安徽	0.435	0.447	0.457	0.463	0.473
广东	0.537	0.565	0.599	0.617	0.636
福建	0.475	0.490	0.501	0.509	0.527
江西	0.428	0.435	0.444	0.450	0.460
湖南	0.436	0.445	0.451	0.458	0.465
重庆	0.443	0.454	0.459	0.467	0.476
四川	0.446	0.457	0.465	0.473	0.483
云南	0.425	0.433	0.442	0.446	0.453
湖北	0.450	0.459	0.468	0.482	0.491
河南	0.459	0.467	0.479	0.489	0.497
辽宁	0.469	0.476	0.486	0.499	0.502
黑龙江	0.444	0.450	0.457	0.464	0.467
新疆	0.434	0.439	0.446	0.456	0.459
广西	0.438	0.444	0.452	0.458	0.464
甘肃	0.430	0.434	0.440	0.446	0.451
山西	0.439	0.445	0.452	0.461	0.463
内蒙古	0.442	0.448	0.455	0.466	0.472
陕西	0.450	0.458	0.467	0.476	0.482
吉林	0.444	0.450	0.458	0.464	0.469
贵州	0.428	0.433	0.440	0.446	0.453
青海	0.426	0.430	0.435	0.442	0.446
宁夏	0.429	0.433	0.439	0.445	0.450
海南	0.430	0.436	0.442	0.447	0.452

3.2 区域创新生态系统创新效率测度

本文采用数据包络分析方法对我国 30 个省市的区域创新生态系统的知识创新效率值和产品创新效率值分别进行了分析测度,由于本文是从《中国统计年鉴》(2012~2016)和《中国科技统计年鉴》(2012~2016)选取的我国 30 个省市 2011~2015 年的数据进行的测度,其相关指标存

在着较大的差异,运用普通的 DEA 测度方法无法对测度样本进行有效的比较与排序,所以本文运用超效率 DEA 方法对数据进行测度分析^[18]。

在得到各地区创新效率值的基础上,我们用区域创新生态系统的生态位适宜度均值分别与各地区的知识创新阶段和产品创新阶段的效率均值进行了对比分析如(图 2~3)。发现区域创

新生态系统生态位适宜度水平与两阶段的创新效率均存在一定的相关性,但是也同时存在比

较明显的差异,尤其在生态位适宜度水平较低的地区。

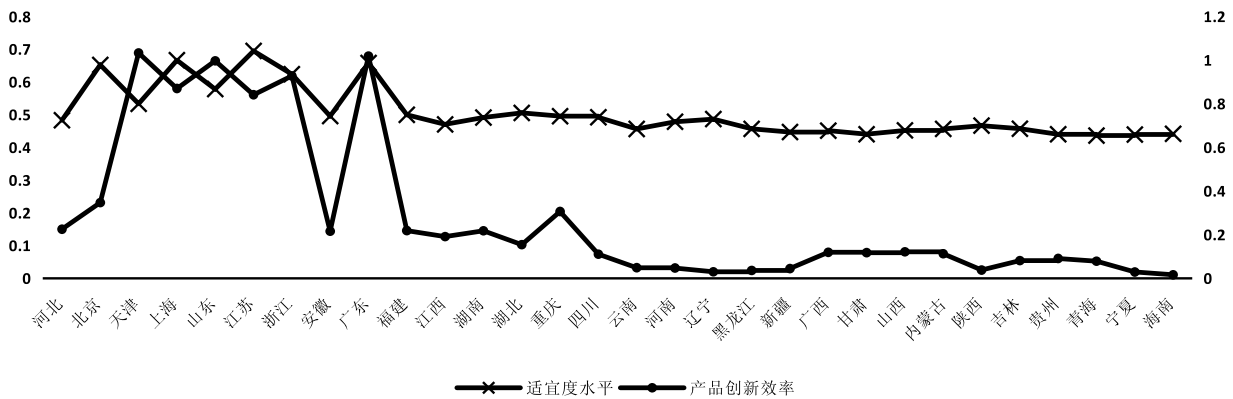


图2 生态位适宜度水平与产品创新效率的关系走势

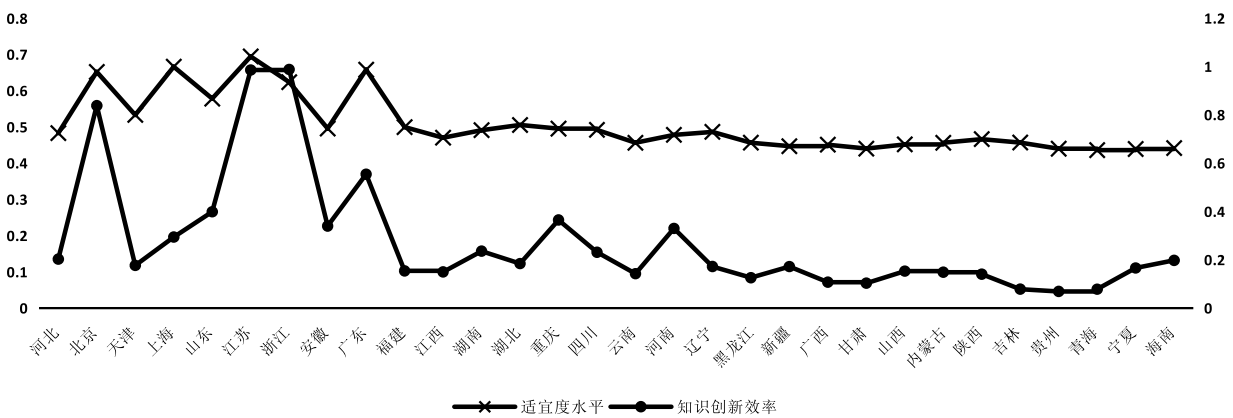


图3 生态位适宜度水平与知识创新效率的关系走势

根据以上的测度结果,为了更好的分析区域创新生态系统对创新效率的影响程度,本文在分析生态位适宜度的影响作用的同时,引入了区域创新生态系统开放度水平和经济发展水平作为控制变量。其中区域对外开放度水平(open)所采用的是货物经营所在地的进出口总额和当地GDP水平的比值,经济发展水平则是用当地人均GDP所表示的。

3.3 实证分析

本文采用我国30个省市2011~2015年的面

板数据分析了区域创新生态系统的生态位适宜度水平与知识产出和产品产出两个阶段的创新效率之间的作用关系。模型的被解释变量分别为知识创新阶段创新效率和产品创新阶段创新效率,解释变量运用的是滞后0~2期的区域创新生态系统的生态位适宜度测度值。由于模型中截面个数大于时间,所以模型运用的是一个短面板。本文通过huasman检验在固定效应模型和随机效应模型之间进行选择,检验结果如表4~5。

表4 产品创新阶段模型假设检验结果

滞后期	检验结果	检验结论
SYD 滞后0期	chi2(3)=16.14 Prob>chi2=0.0011	拒绝原假设,应建立固定效应模型
SYD 滞后1期	chi2(3)=10.46 Prob>chi2=0.0150	拒绝原假设,应建立固定效应模型
SYD 滞后2期	chi2(3)=5.40 Prob>chi2=0.0472	拒绝原假设,应建立固定效应模型

表 5 知识创新阶段模型假设检验结果

滞后期	检验结果	检验结论
SYD 滞后 0 期	chi2 (3) =2.62 Prob>chi2=0.4545	接受原假设, 应建立随机效应模型
SYD 滞后 1 期	chi2 (3) =3.57 Prob>chi2 =0.3122	接受原假设, 应建立随机效应模型
SYD 滞后 2 期	chi2 (3) =10.49 Prob>chi2 = 0.0148	拒绝原假设, 应建立固定效应模型

基于以上的分析结果, 我们分别选择对应的模型进行回归, 回归结果如表 6。区域创新生态系统的生态位适宜度对区域内知识创新阶段和产品创新阶段均有显著的促进作用, 其中生态位适宜度水平对企业的影响作用较高校及科研院所更为明显。这是因为在区域创新生态系统中, 企业创新群落内部主体之间的竞争关系较其他群落更为激烈。

当生态系统中资源需求达到满足, 即需求生态位水平接近最适值时, 系统内各主体生态位之

间的重叠度就会降低, 竞争减弱, 这时企业生态位就会得到更适宜的发展, 区域创新生态系统的产品产出效率得以提高。在区域创新生态系统生态位适宜度水平滞后一期时, 我们发现其对区域内两个阶段的创新效率影响作用减弱, 在滞后两期时影响作用已经不再显著, 这说明区域知识创新效率和产品创新效率会受到当期和前一期的生态位适宜度水平的影响, 但与前两期的生态位水平不产生相互作用。

表 6 回归结果

指标	知识创新阶段创新效率			产品创新阶段创新效率		
	系数值 (水平)	系数值 (SYD 滞后一期)	系数值 (SYD 滞后两期)	系数值 (水平)	系数值 (SYD 滞后一期)	系数值 (SYD 滞后两期)
C	-0.3167* (0.1848)	-0.1929 (0.1601)	0.2152 (0.2578)	-0.7889*** (0.2852)	-0.6833** (0.2998)	-1.048 (1.7967)
SYD	0.821** (0.4157)	0.7809** (0.3630)	0.1319 (0.5937)	2.3995*** (0.6893)	2.1070*** (0.6955)	3.7649 (4.1368)
L1.SYD						
L2.SYD	0.384** (0.1622)	0.1644 (0.1634)	-0.4166* (0.2255)	-0.1546* (0.1440)	-0.1331* (0.1578)	1.9291 (1.5711)
OPEN	2.04e-06* (1.41e-06)	8.26e-07 (1.30e-06)	3.18e-06* (1.77e-06)	2.01e-06* (2.36e-06)	1.91e-06 (2.49e-06)	-0.0028* (0.00123)

注: *, **, *** 分别表示 10%、5%、1% 下水下显著。

通过观测控制变量对知识创新阶段和产品创新阶段创新效率的影响发现, 地区经济发展水平对知识创新效率和产品创新效率均有正向的促进作用。随着地区经济的不断发展, 区域内高校和科研机构获得了更多的资金支持与人才供给; 同时有效的市场需求也在不断增多, 为企业的创新产出增添了更多活力。

区域的开放水平对区域内知识创新效率有

正向的影响, 而对产品创新效率会产生负向的影响。这是因为随着经济全球化进程的不断推进, 扩大区域对外开放水平已成为新形势下区域经济发展的必然选择, 然而在这种大环境下, 我国区域创新活动会在很大程度上受到来自外部因素的影响: (1) 随着我国对外开放水平的提高, 区域内各创新主体与外界产生了更多的信息交流与信息互换, 使得我国的高校与科研机构进一步受

到国外技术溢出的影响,增强了自身的创新能力,提高了区域知识产出效率;(2)由于国际中具有竞争力的科技企业大量进入我国市场,导致区域本土企业的生态位重叠度加深,在市场资源有限的情况下,进一步加大了本土企业的生存难度,导致了我国企业的创新动力不足,区域内产品创新效率疲乏。

4 主要结论与对策建议

本文将基于生态位理论的区域创新生态系统适宜度与区域创新效率纳入同一个框架之中进行分析,在利用生态位适宜度的理论对区域创新生态系统的发展水平进行评价基础之上,选取了我国30个省市2011~2015年的数据做为研究对象,构建了各个地区的面板数据回归模型对区域创新生态系统的生态位适宜度与区域知识创新阶段和产品创新阶段的创新效率的进行了相关分析,并得到以下结论:(1)区域创新生态系统生态位适宜度对知识创新阶段的创新效率和产品创新阶段的创新效率均具有促进作用,但是这种影响作用只存在短期的时间维度,并不存在两年及以上的作用关系。同时区域创新生态系统的生态位适宜度水平对产品创新效率的影响较知识创新效率更为显著;(2)区域创新生态系统的对外开放,对知识创新阶段创新效率产生了正向影响,但是会对产品创新阶段的创新效率产生一定的阻碍作用,增加了区域本土创新企业的生存难度;(3)区域创新生态系统的经济发展水平对两个阶段的创新效率均有一定的促进作用,这也提醒我们在促进生态系统内创新主体间协同发展的同时,应注重经济发展对各创新主体创新效率的影响作用。

基于以上结论和分析,提出如下对策建议:

(1)实现创新资源的多元化投入,优化创新生态系统的竞争格局。在区域创新生态系统中不同物种群体之间的利益诉求不同,发展模式迥异,并具有不同异质资源,通过实行多渠道的社会研发费用的投入政策,帮助各地区逐渐发展形成以政府投入为主导、企业投入为主体、金融服务机构投资为支持的多元化创新资源投入体系。以此促进各地资源实现合理分配,提高资源的利

用效率,拉近区域创新生态系统的资源需求生态位与最适生态位间的距离,以减轻各区域创新生态系统中创新主体间的竞争强度并在未来的创新活动中发挥自身优势,运用其他主体的资源和优势,最终形成利益共同体,增强区域整体的竞争优势;(2)构建创新主体合作渠道,激发系统创新活力。加快促进区域创新生态系统内企业与高校、研究机构之间形成优势互补、风险共担、利益共享的协同发展机制^[19]。积极鼓励高校与科研机构进驻企业建立技术研究中心,促使知识阶段的创新产出与企业产品创新阶段的技术需求形成良好的契合,增强企业的技术开发能力与水平。进一步加强信息服务平台的建设,促进科技信息资源的开放与共享,使得产学研之间形成多层次的、广泛的合作机制,为区域创新生态系统中不同类型的企业提供一个良好的创新环境,提高创新产出水平,实现区域创新生态系统的可持续发展;(3)加强区域科技信息的对外交流,提高创新成果转化效率。构建外向型的经济发展模式,适当设置技术门槛,有选择的引进适合本地区整体发展的先进技术、高技术产品以及尖端人才^[20]。帮助高校通过代培、访学以及合作办学的方式,引进国外先进的教育资源,培育具有国际竞争力的高端技术人才,推进科研机构的合作交流,提高本地区的学科建设水平,在此基础之上,大力整合现有孵化资源,助力高校及科研机构建设专业化孵化器,提高本土企业技术吸收能力,促进先进技术的吸收转化效率,最终实现区域创新生态系统的创新产出水平的提升。

参 考 文 献

- [1] 赵树宽,余海晴,姜红.技术标准、技术创新与经济增长关系研究——理论模型及实证分析[J].科学学研究,2012,30(9):1333~1341.
- [2] Hannan T, Freeman J. The Population Ecology of Organizations [J]. American Journal of Sociology, 1977, 82(5): 929~964.
- [3] RON ADER. Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem [J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 98~107.
- [4] Metcalfe S, Ramlogan R. Innovation Systems and the Competitive Process in Developing Economies [J]. Quarterly Review of Economics & Finance, 2005, 48(2): 433~446.

- [5] 周元, 王海燕. 关于我国区域自主创新的几点思考 [J]. 中国软科学, 2006, (1): 7~11.
- [6] 黄鲁成. 区域技术创新系统研究: 生态学的思考 [J]. 科学学, 2003, 21(2): 215~219.
- [7] 张运生, 邹思明, 张利飞. 基于定价的高科技企业创新生态系统治理模式研究 [J]. 中国软科学, 2011, (12): 157~165.
- [8] 杜静, 陆小成, 罗新星. 区域创新系统的生态化问题研究 [J]. 财经理论与实践, 2007, 28(3): 88~91.
- [9] Grinnell J. Field Tests of Theories Concerning Distributional Control [J]. The American Naturalist, 1917, 51 (Volume 51, Number 602): 115~128.
- [10] G.E. Hutchinson. Some Concluding Remarks [J]. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, 1957, 22(2): 415~427.
- [11] 吴金希. 创新生态体系论 [M]. 清华大学出版社, 2015.
- [12] 赵树宽, 郝陶群, 李金津. 基于 logistic 模型的企业生态系统演化分析 [J]. 工业技术经济, 2008, 27(10): 70~72.
- [13] 陈瑜, 谢富纪. 基于 Lotka-Voterra 模型的光伏产业生态创新系统演化路径的仿生学研究 [J]. 研究与发展管理, 2012, 24(3): 74~84.
- [14] 覃荔荔, 王道平, 周超. 综合生态位适宜度在区域创新系统可持续性评价中的应用 [J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31(5): 927~935.
- [15] 刘洪久, 胡彦蓉, 马卫民. 区域创新生态系统适宜度与经济发展的关系研究 [J]. 中国管理科学, 2013, (S2): 764~770.
- [16] 周青, 陈畴镛. 中国区域技术创新生态系统适宜度的实证研究 [J]. 科学学研究, 2008, 26(S1): 242~246.
- [17] 胡广. 二阶段价值链视角下我国区域创新效率的实证研究 [D]. 东北财经大学, 2015.
- [18] 陈志宗. 基于超效率-背景依赖 DEA 的区域创新系统评价 [J]. 科研管理, 2016, (S1): 362~370.
- [19] 张贵, 梁莹, 徐杨杨. 生态系统视阈下区域创新效率的多维溢出效应——对面板数据的空间计量分析 [J]. 科技进步与对策, 2016, 33(15): 30~37.
- [20] 齐亚伟. 区域创新环境对三大创新主体创新效率的影响比较研究 [J]. 科技进步与对策, 2015, (14): 41~46.

Research on Regional Innovation Ecosystem and Innovation Efficiency Based on Niche Adaptability

Zhang Gui Lv Changqing

(School of Economics and Management, Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China)

[Abstract] Due to the limited resources of the region, the degree of overlap between the innovation niche in the regional innovation ecosystem has become more and more significant. In this paper, the niche suitability evaluation model is used to measure the level of suitability of innovative ecosystems in 30 provinces and cities in China from 2011 to 2015, and the regional knowledge innovation efficiency and products measured by super-efficiency data envelopment analysis innovation efficiency of the panel data regression analysis. The results show that the niche suitability of regional innovation ecosystem has positive correlation with the innovation efficiency of the two stages, but this effect only has short-term time dimension, and there is no two-year or more interaction. The opening of regional innovation ecosystem will have a negative impact on the innovation efficiency of product innovation stage, and will promote the innovation efficiency of knowledge innovation stage. Finally, in the coordination of the development of the relationship between the various niches within the system, we should pay attention to the level of economic development in the region to promote the efficiency of the two stages of innovation.

[Key words] regional innovation ecosystem; niche; suitability; innovation efficiency; logistic model; super efficiency DEA method

(责任编辑: 史琳)