产业梯度转移促进技术势能集聚的驱动机制与空间效应

陶长琪[1],彭永樟[2],李富强[3]

(1. 江西财经大学 统计学院,江西　南昌　330013;2. 东华理工大学　经济与管理学院,江西　南昌　330000;
3. 中国社会科学院　数量经济与技术经济研究所,北京　100732)

摘　要:本文从创新行为的前端视角出发,综合创新环境、创新意愿和创新要素吸引力三个维度界定了技术势能集聚的概念;从动态演化的视角理论解析了产业梯度转移促进技术势能集聚的内在机理,并以中国区域创新过程中的技术势能集聚为案例,采用一般嵌套模型(GNS)对其空间效应进行实证检验。研究表明:中国区域技术势能集聚水平具有在时间维度上不断增长、在空间维度上从东北往西南方向扩散的"传导式"演化模式。产业梯度转移通过对技术势能三个维度的作用,能显著促进其集聚水平的提升,但在地区技术共享意愿和要素再配置效应不确定性的影响下,其空间溢出效应的方向也存在不确定性。

关键词:产业梯度转移;技术势能集聚;驱动机制;空间效应

中图分类号:F062.4　　**文献标识码:**A　　**文章编号:**1005-0566(2019)11-0017-14

Driving Mechanism and Spatial Effect of Industrial Gradient Transfer Promoting Technology Potential Energy Agglomeration

TAO Chang-qi[1], PENG Yong-zhang[2], LI Fu-qiang[3]

(1. *Statistics School of Jiangxi University of Finance and Economics*, *Nanchang* 330013, *China*;
2. *Economics and Management School of East China University of Technology*, *Nanchang* 330000, *China*;
3. *Quantitative & Technical Economics Institute of Chinese Academy of Social Sciences*, *Beijing* 100732, *China*)

Abstract: From the front view of innovation behavior, this paper defines the concept of technology potential agglomeration based on three dimensions: comprehensive innovation environment, innovation intention and attraction of innovation factors; theoretically analyzes the internal mechanism of industrial gradient transfer promoting technology potential energy agglomeration from the perspective of dynamic evolution; taking the agglomeration of technological potential energy in the process of regional innovation in China as an example, empirically testes its spatial effect with the GNS model. Results shows that: The level of technical potential energy accumulation in China continually grows in the time dimension and exhibits different characteristics at different stages of economic development; in the spatial dimension, it shows that the "transmission" development pattern, and further spreads along the northeast to the southwest. Industrial gradient transfer can significantly promote technology potential energy concentration, but under the

收稿日期:2019-01-06　　**修回日期:**2019-07-08

基金项目:国家自然科学基金项目"区际产业梯度转移与升级中的技术势能集聚、转换及空间效应研究"(71773041)的阶段性成果、国家自然科学基金项目"基于知识溢出的区域技术创新驱动与产业结构优化升级耦联机制研究"(71473109)、国家自然科学基金项目"制造业高质量发展视阈下创新要素的再配置机理及优化策略研究"(71973055)。

作者简介:陶长琪(1967-),男,江西临川人,江西财经大学统计学院教授、博士生导师,研究方向:技术创新的数量分析。

中国科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn

influence of uncertainty of regional technology sharing willingness and factor reallocation effect, the direction of its spatial spillover effect is also uncertain.

Key words: industrial gradient transfer; technology potential energy agglomeration; driving mechanism; spatial effects

一、问题提出及文献评述

近年来,随着我国经济的不断发展,依靠基础要素投入的传统发展模式所带来的发展动能逐渐减弱,而由其所带来的诸如资源消耗、环境污染、区域发展不均衡等负面问题却日益突出。面对区域发展的非均衡问题,通过产业梯度转移来促进承接地的技术创新能力提升是打破原有经济发展模式的制约、推动我国经济长期稳定可持续发展的有效手段。为促进产业梯度转移顺利推进,推动承接地的技术创新潜在能力的提升,我国投入了巨大的人力、物力、财力。2016 年财政部、商务部产业扶持入库计划中,中西部地区超过 60%,扶持资金超过 6500 亿元。然而,根据《中国区域创新能力评价报告 2015》,虽然我国创新能力稳步上升,但创新能力由东向西递减的分布格局并未发生改变。上述情况表明在区域产业梯度转移过程中,中西部地区对国家巨量投入有效创新要素(人力、资金、技术等)的吸收和转化能力不强,导致我国在产业梯度转移过程中创新要素的投入与产出并未有效匹配。在此背景下,深入剖析技术创新的阶段特征,探究产业梯度转移推动技术创新前端即技术创新潜在能力积累内在驱动机制和空间效应,对于强化产业梯度转移效应、推动创新潜在能力提升、促进地区经济保量提质具有重要的理论和现实意义。

梯度转移理论,最早源于 Vernon(1966)[1] 提出的生命周期理论,区域经济学家将这一理论引入到区域经济学中,形成了区域经济发展梯度转移理论。自从改革开放以来,我国经济得到了 30 年的快速持续发展,区域间不均衡发展的问题一直困扰着我们,特别是近些年,东西部发展的差距越发明显。为缩小东西部发展差距,加快引导东部沿海产业向中西部地区转移被认为是解决该问题的一条行之有效的重要途径,然而产业梯度转移并非是一个简单的问题,它会促使承接地人力、资本、政策等诸多要素发生变动,其过程中必然会产生诸多问题,这导致我国大规模产业转移至今还未出现[2-4]。实际上,当企业进行投资区位决策时,不仅要考虑到要素禀赋所形成的优势,而且要考虑产业组织、交易成本等因素所产生的优势。发达地区产业链条上下游企业所产生的聚集可以带来成本的下降,企业更愿意留在集群程度较高的发达地区而不愿意去往集群分散的欠发达地区[5-6]。产业由高梯度地区向低梯度地区转移的是产业链上的低端环节或落后环节,产业转移的结果不仅无法解决低梯度地区的技术落后状况,而且还会导致区域技术差距进一步拉大。所以,当前来看,东西部转移主要以资源密集型为主,技术密集型产业大范围转移还未出现[7-8]。要解决梯度转移中出现的问题,很大程度上还是需要通过技术引进和吸收,促进承接地自身技术创新能力提升进而改变承接地的技术落后局面。

然而,单纯技术引进带来的技术创新并不能显著提升区域经济水平,更应强调对技术转化吸收后的技术创新,在产业集群下的技术创新网络可以有效提高技术吸收效率,促进技术创新和产业升级[9-10]。在开放经济下,技术创新可以由多种方式促成,如技术的扩散、转移、吸收、引进等。明晰上述可能促成技术创新的方式内在详细作用机理,对分析技术创新的整体脉络会有巨大帮助。因此,近年来国内外学者对这些有诸多研究。有学者认为技术转移是承接地区技术创新潜能提升的一个重要源泉,但其发挥作用需要具备一些条件。一方面,接受地的教育和研发水平必须要有一定水平才可以引进技术促进生产率提高;另一方面,引进技术还在于吸收,如果单纯的引进技术而没有吸收,这也不能促进经济增长[11]。与技术转移概念类似的技术扩散也是创新过程不可分割的一个部分。但是它的影响因素较为复杂,一般来说应包括新技术的特性与创新企业行为,同时连接技术输出和接收双方的传播渠道也是扩散成败的关键[12-13]。技术引进对全要素生产率提升,

中国软科学杂志唯一官方网址 www.cssm.com.cn

进而促进技术创新也有积极作用。陶长琪等(2010)[14]检测了技术创新与外资技术溢出对全要素生产率的影响。多位学者应用相关数据对技术引进对于中国高新技术产业发展、工业绿色产出以及自主创新效率所起作用进行了实证分析[15-18]。

产业梯度的转移是个十分复杂的过程,一方面会使得承接地政策环境、创新要素等朝着有利于技术创新的方向变动,另一方面,转移的过程中也必会引起转移地和承接地之间技术的转移、扩散、吸收、溢出等,而这些过程可以直接或者间接促进区域产业技术创新潜能的空间集聚[19],进而推动区域创新水平的提升。通过梳理可知,上述文献对产业梯度转移以及技术在转移地与承接地之间转移、扩散、吸收、溢出的相关理论有较多研究,而产业梯度转移对创新要素的具体影响,以及产业梯度转移对技术创新潜能提升的作用机理在当前文献中并不多见。当前,我国经济已经步入新常态,正处于动力转换过程中,区域经济与技术发展不平衡的问题亟待解决。基于现实问题的紧迫性、重要性和已有文献研究的缺憾,本文将从技术创新行为的前端视角出发,明确提出技术势能集聚的概念,在此基础上解析产业梯度转移促进技术势能集聚的驱动机制和空间效应。本文的目标贡献包括以下几个方面:①适当拓展技术创新理论,从创新环境、创新意愿与创新要素吸引力三个维度出发,提出并明确技术势能集聚的概念与内涵;②从动态演化的视角出发,明确产业梯度转移促进技术势能集聚的内在机理;③紧扣技术势能的概念与内涵,借鉴物理学相关知识构建区域技术势能集聚水平的测算指标,从时间和空间维度挖掘测算结果的分布特征,清晰、明确地把握技术势能集聚水平的时空分布格局;④借助包含空间效应的一般嵌套模型(GNS),实证剖析产业梯度转移对技术势能集聚的直接作用和空间效应。

二、产业梯度转移促进技术势能集聚的机理解析

在梯度差作用下,产业从转移地转到承接地,此过程与产业发展配套设施和政策环境的变化密切相关,还涉及了产业布局的动态调整,这将加快资本、信息、劳动力、技术和其他资源与要素在区域内部和区域之间的自由流动,从而实现创新要素的二次配置和结构重组,可以提高区域技术势能的集聚水平。本文从技术势能的三个维度出发明确产业梯度转移促进技术势能集聚的作用路径,并采用动态演化的方法探究其内在机理。

(一)技术势能的概念界定

本文旨在探究产业梯度转移对区域技术创新潜在水平的内在驱动机理,具体而言,就是要探究进行产业梯度转移后,相关地区产业布局与发展形势的变化对该地区可能取得的最大创新成果的影响效应,由于创新成果转化过程的复杂性,地区技术创新的潜在水平与最终的实际技术创新水平是有差异的。基于此,本文关注的创新主要是指从做出创新决策起至取得创新成果的过程,但不包括创新成果的转化阶段。

现有关于技术势能的研究尚未形成统一的概念,魏仁兴和朱宝荣[20]从技术创新的本质出发,明确指出创新的事物所具有的潜在能力与动力,应包括域、势、能三个方面,并依次对这三个方面进行深入分析,充分肯定了环境、能动性以及吸附与凝聚力对技术创新潜在能力的重要作用。基于此,本文将物理学中“重力场”与重力势能的概念进行引申,结合创新主体意愿、创新的内外部环境和参与主体创新要素的潜在创新与吸收能力这三个维度,提出技术势能的定义。在物理学概念体系下,重力势能等于物体质量、重力加速度与相对高度三者之积,其中质量代表着其本身特性,重力加速度反映物质所处的环境特征,高度则表征物质的潜在水平特征,能反映其势能的“加速能力”,即势能提升的潜能;也就是说,物体的重力势能是由它本身的特征、所处环境的特征和潜在的水平特征共同决定的。基于此,本文将技术势能的概念界定为:技术势能,是指系统内的各创新主体在自身创新意愿、内外部创新环境和创新要素吸引力三大维度的约束下通过自主研发、协同创新等不同形式的创新活动所能实现的最大技术提升,是该创新主体潜在的最大创新能力,是在现有条

中国科学杂志社二维码官方网址 www.cssm.com.cn

件下的技术进步上限。在创新决策行为中,创新主体需要按照自身意愿安排研发活动、结合创新环境优化资源配置,在发挥环境优势、突破环境约束的同时,充分利用自身的创新要素吸引力,一方面努力自主研发、另一方面尽可能多地吸收外来先进技术,从而形成技术势能(图 1)。当这一系列环节的决策都能够实现最优化结果时,就能够实现技术进步的上限,将自身创新潜能完全转换为实际创新能力,实现技术势能的完全转化。事实上,在复杂的创新活动中,技术势能并不能全部转化为实际创新动力,转化损耗必然存在。

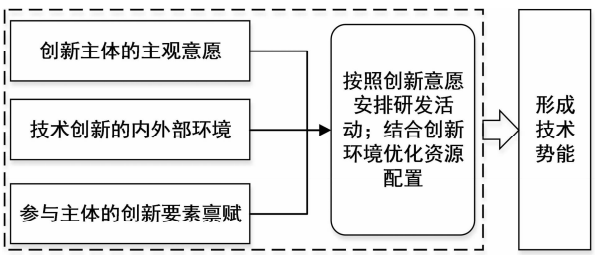

图 1　技术势能形成过程示意图

技术势能是创新主体技术创新综合潜能水平的最直观表现。技术势能水平越高,意味着该主体所能够掌握的创新要素在种类和数量上更具优势、要素配置结构也更为合理,且由其主观意愿引导的创新行为更适应内外部的创新环境,进而能更有效地利用诸如金融支持、政策制度等带来的创新环境外部性红利,在整个创新系统的运作过程中,该创新主体能够实现的创新价值增长自然更大。

(二)和已有理论假说的区别与联系

本文提出的技术势能,是基于“技术创新能量场”而存在的,反映了地区技术创新的潜在水平。这里的“技术创新能量场”,是对物理学“重力场”的引申,更是对“知识场”的拓展。Nonaka[21] 首次在研究知识能动创造过程中提出“知识场”理论,形成以“知识场”为基础研究知识流动的雏形,并同时提出 SECI 模型全面进行阐述。TH Rubin[22] 研究企业内部知识流动,运用了场理论分析知识流动规律与路径,并对澳洲和以色列地区的数据进行了实证分析。知识场中内在动力机制较为复杂,许多学者以辩证的角度,结合物理学知识对“知识场”内部基于知识位势造成知识扩散的路径进行了研究,认为以“知识位势差”为基础的知识传播不会停止,直到整个社会知识水平提高[23-24]。“知识场”是描述知识吸收、转移、传播、扩散等活动相关的场所、参与主体及其内在流动规律与路径的理论概念;而“技术创新能量场”,则是描述技术以及与技术创新相关的要素在转移、吸收、传播、扩散等过程中所涉及到的参与主体、参与主体之间关联关系与内在作用规律的理论概念。由于知识是开展技术创新活动的核心要素,本文认为“技术创新能量场”是比“知识场”更大的一个理论概念,“知识场”是“技术创新能量”场的组成部分。

本文提出的技术势能,是从技术创新环境、技术创新意愿和创新要素吸引力三个维度入手,度量技术创新潜在能力水平的概念,刻画的是技术创新的内在可能性。在此之前,余泳泽等(2010,2011)[25-26] 也提出过“技术势能”假说,在其研究中提出的“技术势能”,描述的是在引进外商投资过程中,由于两国技术差距带来的技术溢出对东道国技术进步的潜在推动力,其影响因素是内外企业间的技术差距和外商投资企业的进入程度,关注的是一方对另一方的作用。本文提出的技术势能与他们的研究既有联系又有区别。联系在于,两者都是对重力势能概念的引申运用,且都是与技术进步相关的潜在能力水平;区别则主要体现在以下方面:其一,对重力势能概念引申的完备性有区别。本文提出的技术势能概念,在细分维度上能够很好地与重力势能概念相对应,因此引申具有良好的完备性。其二,两者存在的条件有区别。本文提出的技术势能,描述的是某一地区在其自身客观的创新环境和主观的创新意愿作用下,假设该地区能够充分发挥其创新要素的吸收和凝聚能力条件下能够获取的最大创新潜力,是不依赖于技术差距而存在的,即不论该地区与其他地区是否具有技术差异,它都具有技术创新的潜在能力;而在余泳泽等的“技术势能”假说中,“技术势能”的存在是依赖于技术差距的,只有当

中国软科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn

两国之间存在技术差距时,“技术势能”才存在,当两国之间技术水平一致时,“技术势能”为0,即技术进步潜力为0。其三,两者的侧重点和适用范围有区别。本文提出的技术势能概念,侧重于刻画主体的潜在技术创新能力,不仅适用于宏观区域层面技术创新问题的相关研究,也同样适用于中观行业层面以及微观企业层面的大部分与创新相关的问题研究。余泳泽等的“技术势能”假说则侧重于A、B间的技术溢出对B的技术进步具有的潜在推动力,适用范围相对具有局限性。

综合以上分析,本文在研究产业梯度转移对技术创新潜在能力的内在作用时,基于“技术创新能量场”,提出一个有别于前人研究的技术势能概念,是十分有必要的。

(三)产业梯度转移促进技术势能集聚的演化机制

根据前文分析,产业梯度转移能够促进技术势能集聚,并在达到阶段性成长上限后实现系统的平衡状态,本部分通过演化模型的分析验证技术势能集聚系统均衡点的存在性。假设产业梯度转移中技术势能集聚系统反馈路径的起点即产业政策、创新要素配置、产业布局和技术势能的三个维度分别构成产业梯度转移促进技术势能集聚的非线性驱动力系统,那么可得如下演化方程。

$$\frac{dx(t)}{dt}=f(x_1,\ x_2,\cdots,\ x_n),\ k=1,2,\cdots,\ n \quad (1)$$

其中,$f(x_1,\ x_2,\cdots,\ x_n)$是$x_k$的非线性函数,其在$x=0$处的Taylor级数展开式如下。

$$f(x_1,\ x_2,\cdots,\ x_n)=f(0)+\sum_{k=1}^{n}a_kx_k+\theta(x_1,\ x_2,\cdots,\ x_n),\ k=1,2,\cdots,\ n \quad (2)$$

其中,$f(0)=0$,a_k为对应的偏导数,$\theta(x_1,\ x_2,\cdots,\ x_n)$是不小于二次方的解析函数。基于此,根据李雅普诺夫稳定性定理,将(2)式的高次项剔除,即可得出如下近似系统。

$$\frac{dx(t)}{dt}=\sum_{k=1}^{n}a_kx_k,\ k=1,2,\cdots,\ n \quad (3)$$

于是,分别构建如下产业梯度转移促进技术势能集聚的内部驱动力系统和外部驱动力系统。

$$f(IN)=\sum_{m=1}^{3}a_mx_m,\ m=1,2,3 \quad (4)$$

$$f(EX)=\sum_{n=1}^{3}a_nx_n,\ n=1,2,3 \quad (5)$$

式(4)中的x_m依次表示产业政策、创新要素配置以及产业布局的状态,a_m是x_m对应的权重,而式(5)中的x_n则依次为技术创新意愿、技术创新环境和创新要素吸引力,a_n是x_n的对应权重。各驱动因素下的内在驱动体系$f(IN)$和外在驱动体系$f(EX)$协同互动,组成了产业在区域间的梯度转移促进技术势能集聚的驱动系统。因此,根据Bertalanffy系统理论[27],把上述驱动系统里的$f(IN)$和$f(EX)$作为产业转移对技术势能集聚驱动系统的主要角色,从而推出式(6)和式(7)。

$$A=\frac{df(IN)}{dt}=a_1f(IN)+a_2f(EX) \quad (6)$$

$$B=\frac{df(EX)}{dt}=b_1f(IN)+b_2f(EX) \quad (7)$$

式(6)和式(7)中的A和B分别是产业梯度转移促进技术势能集聚驱动系统的内外部演变状况。假设A与B相互作用,其中任意子系统的改变都会影响到整个系统的演变状况,从而得到A和B对应的演化速度。

$$V_A=dA/dt \quad (8)$$

$$V_B=dB/dt \quad (9)$$

根据以上分析,式(8)和式(9)的协调性是保障驱动系统整体协调关系的基本要求,将产业梯度转移促进技术势能集聚的整体驱动系统的演变速度V设为V_A和V_B的函数,则有$V=l(V_A,\ V_B)$。因此,本文将通过V_A和V_B的影响效应来探究产业梯度转移促进技术势能集聚整体驱动系统稳定状态和影响因素。

在内部驱动力系统$f(IN)$与外部驱动力系统$f(EX)$的交互共生中,推动产业梯度转移促进技术势能集聚驱动系统的演变和发展,于是本文分别构建$f(IN)$和$f(EX)$两个关于演化速度V_A和V_B的共生Logistic演化模型。

$$\begin{cases}\dfrac{dV_A}{dt}=r_AV_A(1-\dfrac{V_A}{N_A}+\dfrac{\delta_1V_B}{N_B}),\\ V_A(0)=V_{A0},0<r_A、\ \delta_1<1,\ N_A、\ V_{A0}>0\\ \dfrac{dV_B}{dt}=r_BV_B(1-\dfrac{V_B}{N_B}+\dfrac{\delta_1V_A}{N_A}),\\ V_B(0)=V_{B0},0<r_B、\ \delta_2<1,\ N_B、\ V_{B0}>0\end{cases} \quad (10)$$

上式中，r_A表示V_A的固定增长率，V_A的初始值和最大值分别是V_{A0}和N_A，δ_1则代表了共生模式下 V_B 对 V_A 的影响系数；r_B表示 V_B 的固定增长率，V_B 的初始值和最大速度则分别是V_{B0}和N_B，δ_2表示共生模式下 V_A 对 V_B 的影响系数。于是，在内外驱动子系统均达到共生稳态的情况下，不难推出微分方程组如下式。

$$\begin{cases} f(V_A,\ V_B)=\dfrac{dV_A}{dt}=r_AV_A(1-\dfrac{V_A}{N_A}+\dfrac{\delta_1V_B}{N_B})=0 \\ g(V_A,\ V_B)=\dfrac{dV_B}{dt}=r_BV_B(1-\dfrac{V_B}{N_B}+\dfrac{\delta_1V_A}{N_A})=0 \end{cases} \tag{11}$$

设$(V_A^*,\ V_B^*)$为上式中方程组的均衡解，则内部驱动力子系统和外部驱动力子系统的最优化演变速度如下所示。

$$V_A^*=\frac{N_A(1+\delta_1)}{1-\delta_1\delta_2}>N_A \tag{12}$$

$$V_B^*=\frac{N_B(1+\delta_2)}{1-\delta_1\delta_2}>N_B \tag{13}$$

于是可得式(10)所代表的产业梯度转移促进技术势能集聚驱动力系统的雅格比矩阵，如下。

$$J=\begin{bmatrix} f_{V_A} & f_{V_B} \\ g_{V_A} & g_{V_B} \end{bmatrix}=$$

$$\begin{bmatrix} r_A(1+\delta_1\dfrac{V_B}{N_B}-2\dfrac{V_A}{N_A}) & -\dfrac{r_AV_A\delta_1}{N_B} \\ -\dfrac{r_BV_B\delta_2}{N_A} & r_B(1+\delta_1\dfrac{V_A}{N_A}-2\dfrac{V_B}{N_B}) \end{bmatrix} \tag{14}$$

代入均衡点，有如下矩阵。

$$A_{Balance}=\begin{bmatrix} -r_A\dfrac{1+\delta_1}{1-\delta_1\delta_2} & -r_A\dfrac{N_A}{N_B}\dfrac{\delta_1(1+\delta_1)}{1-\delta_1\delta_2} \\ -r_B\dfrac{N_B}{N_A}\dfrac{\delta_2(1+\delta_2)}{1-\delta_1\delta_2} & -r_B\dfrac{1+\delta_2}{1-\delta_1\delta_2} \end{bmatrix} \tag{15}$$

于是得到系统的稳定结点 $P\left[\dfrac{r_A(1+\delta_1)+r_B(1+\delta_2)}{1-\delta_1\delta_2},\ \dfrac{r_Ar_B(1+\delta_1)\times(1+\delta_2)}{1-\delta_1\delta_2}\right]$。

基于以上分析，产业梯度转移促进技术势能集聚系统存在稳定节点。这表明区域产业梯度转移促进技术势能集聚系统是在创新要素吸引力等内驱动力和产业布局等外驱动力的共同作用下实现整体协同演变的，并且在长期存在系统均衡点即稳定结点。

三、各地区技术势能集聚水平的测算

为进一步探究产业梯度转移促进技术势能集聚的现实机制，本文从技术创新环境、创新主体意愿和创新要素吸引力三个维度出发，综合运用主成分分析、EG 集聚指数等方法对技术势能和技术势能集聚水平进行定量分析。参照重力势能的计算公式，本文将技术势能的计算公式设定为 $TP=TI\times TE\times AIF$，其中 TP 为技术势能；TI 表示技术创新意愿，反映创新主体自身的特征；TE 为技术创新环境，反映技术创新的环境特征；AIF 为创新要素吸引力，反映技术创新潜在的水平特征。只要分别量化技术势能的三个维度，就能够完成区域技术势能的测度；而产业梯度系数则可通过区位商和比较劳动生产率计算得到。

(一)数据来源

本文原始数据从《中国统计年鉴》、《中国司法行政年鉴》、《中国科技统计年鉴》、中经网统计数据库、EPS 数据库以及各省市相应统计年鉴中整理得到，时间区间为 2001 - 2015 年，地区为中国除港、澳、台和西藏外的 30 个省、市、自治区。对于个别在少数年份缺失的指标数据，采用移动平均法进行补齐，并以 2001 年为基期对数据进行价格指数折算，剔除价格因素对指标的影响。

(二)技术势能的测算

1. 技术创新意愿

技术创新意愿指的是创新主体对外界或内部的创新激励做出的创新选择，其表现形式为创新主体的主观意愿，由决策者针对创新行为或成果制定的激励机制直接影响。Zhang L 等(2008)[28]的研究表明，良好的激励机制有助于提升组织中的知识交流效率，反之，不公正的激励机制则会对知识转移构成障碍。基于此，本文采用地区规模以上工业企业研发经费投入占规模以上工业企业增加值的比重作为量化创新意愿的指标。

2. 技术创新环境

技术创新环境指的是进行技术创新活动的环

中国软科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn

境,包括制度政策方面的软环境和产学研机构情况、技术创新综合服务体系等硬环境。其中,软环境主要包括人才引进制度、知识产权保护制度和产业扶持政策,硬环境则包括高等教育资源、科研机构布局、科技综合服务设施和科技产业规模等方面。

本文选择主成分分析(PCA)方法来测算技术创新环境。技术创新环境是由多个因素组成的复杂总体,主成分分析方法是对这种复杂系统进行综合评价的常用方法,如樊纲等(2003)[29]在研究市场化指数时采用的就是 PCA 方法。基于 PCA 方法建立的技术创新环境综合指标体系如表 1 所示。

表 1　技术创新环境综合评价指标体系

综合指标	一级指标	二级指标	拟采用的数据指标
技术创新环境[30-31]	软环境	人才引进制度	人才引进力度
		知识产权保护制度	知识产权相关官司数
	硬环境	产业扶持政策	产业扶持力度
		高等教育资源	地区高校教师数
		科研机构布局	地区科研机构数
		科技基础设施	科技支出占地区总支出的比重
		科技产业规模	高技术产业产值占地区生产总值的比重

3. 创新要素吸引力

创新要素的吸引力决定了地区对外来创新要素的吸收能力和对本地区创新要素的凝聚能力,较高的创新要素吸收能力和凝聚能力最终都体现为创新要素在地区上具有较高的集聚水平。基于此,本文采用地区创新要素集聚水平来表示创新要素吸引力。参照 Ellison 等(1997)[32]提出的 EG 集聚指数进行创新要素集聚的量化。设经济系统中共有 N 个地区,M 类创新要素,时间跨度为 T。RF_{ijt}表示第 t 年第 j 类创新要素在地区 i 的集聚度:

$$RF_{ijt} = \frac{GN_{ijt} - [1-(x_{ijt})^2]H_{ijt}}{[1-(x_{ijt})^2](1-H_{ijt})},$$

$$x_{ijt} = \frac{F_{ijt}}{\sum_i F_{ijt}},\ H_{ijt} = \frac{F_{ijt}}{\sum_t F_{ijt}} \tag{16}$$

GN_{ijt}表示基尼系数,参照文玫(2004)[33]的做法,计算公式如下:

$$GN_{ijt} = \frac{1}{2N^2\bar{x}_t}\sum_{k=1}^{N}\sum_{l=1}^{N}\left|F_{ljt}/\sum_i F_{ijt} - F_{kjt}/\sum_i F_{ijt}\right|,$$

$$\bar{x}_t = \sum_t x_{ijt}/n \tag{17}$$

其中,$i=1,2,3,\cdots,N$; $j=1,2,3,\cdots,M$; $t=1,2,3,\cdots,T$,F_{ijt}表示第 t 年地区 i 中创新要素 j 的拥有量。

为衡量所有创新要素在地区上的综合集聚水平,以各创新要素对创新的贡献度CD_j为权重对地区 i 上各创新要素的集聚度进行加权求和,以此完成创新要素吸引力的量化。

CD_j可根据创新生产过程推出。不妨设创新生产过程中各创新要素对创新产出的作用是内生且弹性为α_j的,则创新产出为:

$$C = \prod_{j=1}^{M} F_j^{\alpha_j} \tag{18}$$

创新要素 j 对创新的贡献度为:

$$CD_j = \alpha_j \ln F_j / \sum_j \alpha_j \ln F_j \tag{19}$$

综上,得到创新要素吸引力为:

$$AIF_i = \sum_{j=1}^{M} CD_j RF_{ij} \tag{20}$$

4. 技术势能测度

区域 i 的技术势能为$TP_i = TI_i \times TE_i \times AIF_i$,基于此,根据前文方法测算技术势能三大维度,将结果代入技术势能计算式,即可得到各地区技术势能的发展水平①。

(三)区域技术势能集聚水平

本文采用修正的 Getis - Ord 统计量来测算技术势能集聚水平[34]。用前面测算的技术势能替换传统 Getis - Ord 统计量中的经济增长指标,即得到了技术势能集聚水平。

$$TG_i = \frac{\left(\sum_j w_{ij}TP_j - W_i TP^*\right) - \left(TP_i - TP^*\right)}{s\left[\left(nS_i - W_i^2\right)/(n-1)\right]^{\frac{1}{2}}} \tag{21}$$

其中w_{ij}是空间权重矩阵的元素,其值为两地区间距离的倒数,$W_i = \sum_{i \neq j} w_{ij}$,$S_i = \sum_j w_{ij}^2$,$s$ 为技术势能

① 限于篇幅,技术势能的测算结果未列出。

中国科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn

的方差，TP^*为技术势能的均值。

TG_i值越大说明地区 i 技术势能的集聚水平越高，对周边地区的影响也越大，这符合节点势能越大对其他节点产生势能流动的可能性越大的特征。

根据前文所述的方法，得到我国区域技术势能集聚水平的测算结果（见表 2）。

表 2 给出了 30 个地区历年技术势能集聚水平的计算结果以及在 2015 年的排名情况。根据简单计算，2001 年中国区域技术势能的平均集聚水平是 0.2521，2005 年的平均集聚水平为 0.3319，2010 年技术势能平均集聚水平达到 0.4279，到 2015 年底，区域技术势能集聚水平的平均值提高至 0.5810；在 2001—2015 的 15 年中，中国区域技术势能集聚水平的增长幅度高逾 130%，从 5 年为单位的时间区段来看，21 世纪前 5 年的年平均增长率为 5.65%，接下来的两个时间区段年增长率分别为 5.21% 和 6.31%。

总体而言，中国 30 个地区技术势能集聚水平在时间维度上呈现持续增长的态势，且增长速度表现为增减交替的阶段性特征。

为更直观分析我国区域技术势能集聚水平的时空演变趋势，本文依次选取 2001 年、2005 年、2010 年及 2015 年末技术势能集聚的测算结果序列，据此绘制了我国区域技术势能集聚的时空演变示意图（见图 2）。

表 2　2001—2015 年我国各地区技术势能集聚水平一览表

年份 / 省份	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015	排名
北京	0.4066	0.4621	0.5119	0.5900	0.6604	0.6729	0.7778	0.8174	1
天津	0.4204	0.4606	0.5132	0.5736	0.6072	0.6820	0.7698	0.7883	3
河北	0.2178	0.2580	0.2773	0.2905	0.3546	0.3732	0.4099	0.5018	25
山西	0.2198	0.2444	0.2789	0.2916	0.3182	0.3902	0.3988	0.5339	19
内蒙古	0.2344	0.2582	0.2831	0.2994	0.3448	0.3904	0.4077	0.5983	15
辽宁	0.3069	0.3626	0.3817	0.4102	0.4548	0.5045	0.5806	0.6341	9
吉林	0.2099	0.2603	0.3215	0.3406	0.4012	0.4627	0.5203	0.6010	14
黑龙江	0.2593	0.3106	0.3335	0.3679	0.4193	0.4540	0.4863	0.5610	17
上海	0.3827	0.4657	0.5023	0.5602	0.5660	0.6625	0.7079	0.7920	2
江苏	0.2505	0.2662	0.3425	0.3525	0.4385	0.4854	0.5585	0.6797	4
浙江	0.2527	0.2878	0.3038	0.3530	0.3613	0.4049	0.4996	0.6599	6
安徽	0.2287	0.2332	0.2721	0.3149	0.3404	0.3671	0.3846	0.5522	18
福建	0.2011	0.2679	0.3273	0.3626	0.4439	0.4964	0.5896	0.6450	8
江西	0.2524	0.2693	0.3440	0.3675	0.4123	0.4472	0.4818	0.5175	23
山东	0.2762	0.3266	0.3728	0.4242	0.4381	0.4615	0.5332	0.6186	10
河南	0.2215	0.2632	0.2996	0.3228	0.3675	0.3994	0.4198	0.5285	20
湖北	0.2161	0.3055	0.3403	0.3718	0.4352	0.4531	0.5702	0.6107	12
湖南	0.1974	0.2449	0.2764	0.2956	0.4127	0.4564	0.5111	0.5787	16
广东	0.3389	0.3779	0.3866	0.4360	0.4855	0.5884	0.6240	0.6689	5
广西	0.2414	0.2506	0.3085	0.3251	0.3426	0.3912	0.4407	0.4912	27
海南	0.2054	0.2631	0.2908	0.3063	0.3573	0.3833	0.4553	0.4960	26
重庆	0.2189	0.2565	0.2984	0.3254	0.4216	0.5171	0.5695	0.6164	11
四川	0.2550	0.2856	0.3191	0.3574	0.4075	0.4781	0.5711	0.6068	13
贵州	0.2194	0.2230	0.2585	0.2717	0.3142	0.3795	0.4312	0.4352	30
云南	0.2183	0.2682	0.2933	0.3132	0.3212	0.3833	0.4332	0.4807	28
陕西	0.2504	0.2961	0.3585	0.4012	0.4108	0.4655	0.5804	0.6507	7
甘肃	0.2087	0.2309	0.2768	0.3010	0.3051	0.3656	0.4052	0.5058	24
青海	0.2020	0.2146	0.2696	0.3166	0.3324	0.3700	0.3981	0.5218	22
宁夏	0.2050	0.2529	0.3118	0.3302	0.3577	0.4272	0.4971	0.5238	21
新疆	0.2460	0.2651	0.3057	0.3275	0.3747	0.4113	0.4194	0.4757	29

注：限于篇幅，只给出了技术势能集聚水平在奇数年的测算结果；排名是 2015 年各地区技术势能集聚水平的排名情况。

中国软科学杂志唯一官方网址 www.cssm.com.cn

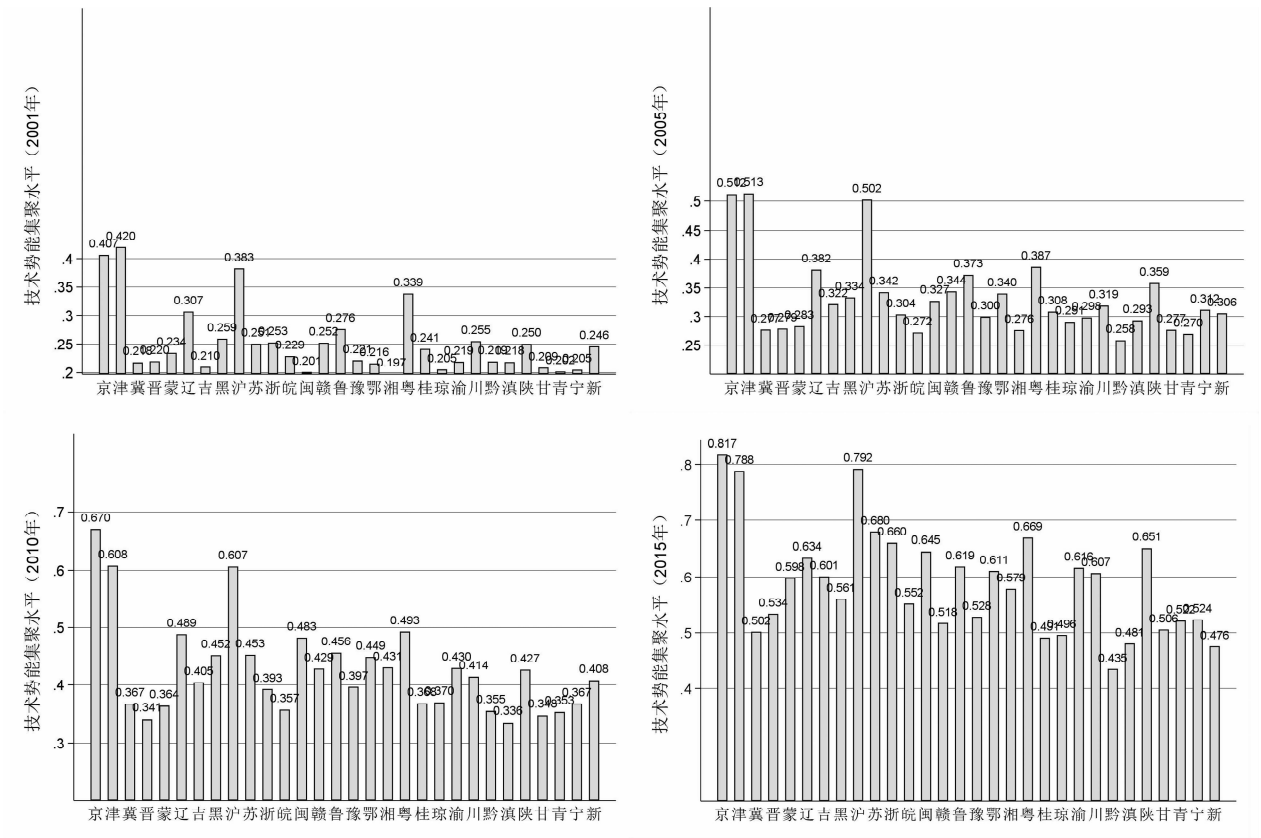

图 2　我国区域技术势能集聚水平时空演变示意图

图 2 清晰表现了技术势能集聚水平的空间分布状况，其集聚中心有上海、江苏、浙江和天津等沿海地区以及北京市和陕西省这两个内陆区域，这些地区的技术势能集聚一直保持领先水平，东北地区、大西北地区、西南沿海以及黄河中游经济区的技术势能集聚水平则始终处于全国中下游；此外，在 2001—2015 年间，我国各地区技术势能集聚水平均随时间递增，然而，由于区域间的创新意愿、创新环境和资源禀赋各不相同，同时其吸引和凝聚高水平创新要素的能力所有差异，这些因素都使得技术势能集聚水平存在显著区域差异。在 2001—2005 年间，增长显著的只有京、津、沪、苏、浙等地区，它们具有更强的创新要素吸引力，开始成为中国技术势能的集聚中心；随后的 5 年中，得益于京、沪、苏等省市技术势能的高速增长，在空间溢出作用下，因此产生的外部性效应不断影响周边城市，东部沿海地区技术势能集聚水平有明显提升；近年来，随着创新驱动经济发展战略的提出，全国范围内均对技术势能的培育更为重视，各地区技术势能呈现普涨格局。

总体而言，我国地区技术势能集聚在时间维度上不断增长，并在不同的经济发展阶段表现出差异化的特征；在空间维度上，则呈现出一种从东北往西南方向扩散的“传导式”演化模式，其中东、北部沿海地区和京、津地区为集聚中心。

四、实证与结果分析

区域产业梯度转移能够诱发创新环境与创新意愿的潮涌现象，同时还会带来创新要素的空间集群，最终引致区域内和区域间的知识共享以及技术溢出。这种溢出效应在具有较强空间关联的地区之间表现的尤为明显，并通过空间溢出效应实现中低技术产业的高技术化和高技术产业自身的效率改善，最终促进技术势能集聚。本文将利用区域技术势能集聚水平、产业梯度转移系数等指标的面板数据，构建空间计量模型实证检验产业梯度转移系数对技术势能集聚的直接与间接效应。

（一）计量模型设定

本文运用一般嵌套空间模型（GNS）来进行产

中国科技科学学会 www.cssm.com.cn

业梯度转移系数对技术势能集聚空间溢出效应的实证检验。包含所有交互效应的 GNS 模型[35-36]如下：

$$Y = \rho WY + X\beta + XW\theta + \alpha\iota_N + u$$
$$u = \lambda Wu + \varepsilon \tag{22}$$

其中，WY、XW 和 Wu 分别表示被解释变量、解释变量以及扰动项之间的交互效应，前两者是空间溢出效应的主要部分，后者不包含空间溢出的信息[37]。ρ 是空间自回归系数，θ 和 β 是有待估计的参数向量，W 是空间权重矩阵。将上式进行简化，可得：

$$Y = (1-\rho W)^{-1}(X\beta + XW\theta) + R \tag{23}$$

其中，$R = (1-\rho W)-1(\alpha\iota_N + u)$，包含截距项和误差项的多余项。通过对 ρ、θ 和 β 施加一定的限制条件，GNS 可以转化为 SAR、SDM、SLX 及 SDEM 等各类空间计量模型。

邻接矩阵和地理距离矩阵是目前最常使用的空间权重矩阵。其中，邻接矩阵只考察空间中的个体相邻与否（有公共顶点或边）这一个条件来判别其空间关系，无法反映区位相近但并不相连的区域之间的空间影响；地理距离矩阵能有效弥补邻接矩阵的缺陷，但仍然无法较为全面地反映产业梯度及技术势能的空间关联性。旧有空间权重矩阵的不足要求我们对其进行新的思考。地区之间的产业梯度和技术层级除了受地理区位的影响外，还与它们的制度水平存在直接关联：两个制度都较为包容开放的地区之间总是更容易进行产业互动和技术交流合作的，而两个制度规范差别较大的地区则往往难以形成有效的产业合作与技术交流。基于此，本文采用引力模型（侯新烁等，2013）[38]构建了基于地理区位和制度关联的综合权重矩阵。

$$W_{ij} = \begin{cases} 0 & i = j \\ (SQ_i \times SQ_j)/d_{ij}^2 & i \neq j \end{cases} \tag{24}$$

其中，SQ_i 和 SQ_j 分别表示两个地区的制度质量①。

（二）变量选取与计算方法

本部分研究所涉及的变量可以分为被解释变量、核心解释变量及其他控制变量三个部分，模型中各个变量的具体计算方法如表 3 所示。

技术势能反映了地区可能获取的技术水平，企业想利用地区技术势能实现自我的技术突破，资金支持必不可少，金融机构可以在短期内为企业筹集充足的资金，并进一步拓展企业融资渠道，因此，引入金融支持（*Fin*）作为模型的一个控制变量。除了金融支持外，地区经济发展水平（*Eco*）、政府行为（*Gov*）、产业结构（*Is*）、外贸依存度（*Dft*）等因素在技术势能集聚中也具有不可替代的作用，因此，本文引入上述变量作为控制变量，着重考察产业梯度转移系数对技术势能集聚的作用。

表 3　变量计算方法

变量分类	变量名称	变量计算方法
被解释变量	技术势能集聚水平（*TG*）	在前文中测算得到，结果见表 2
核心解释变量	产业梯度转移系数（*IG*）	采用各地区第二产业的产业梯度系数表示[39]
控制变量	金融支持（*Fin*）	金融机构从业人数占总人口比重
	经济发展水平（*Eco*）	地区人均 GDP
	政府行为（*Gov*）	地区科技支出② 占总支出的比重
	产业结构水平（*Is*）	第二、三产业产值占总产值的比重
	外贸依存度（*Dft*）	地区进出口贸易总额占 GDP 的比重

（三）空间相关性检验

在进行空间计量分析之前，需要先检验地区技术势能集聚是否存在空间相关关系，本文采用 *Moran's I* 来检验其空间相关性。

利用 2001—2015 年间我国 30 个省市的技术势能集聚水平相关数据，计算得到其 *Moran' I* 及统计量见表 4。

① 制度质量的测度方法参考：周璇．知识溢出下区域技术创新驱动产业结构优化升级的空间效应研究［D］．江西财经大学，2017.

② 政府科技支出在 2006 年前后的统计口径不一致，在 2006 及以前，统计指标为科技三项费用，2007 年之后统计指标为政府支出中的科学技术支出，为保持数据连续性，本文对科技三项费用指标作了相应统计处理：先根据 2007—2015 年的数据求得各地区科技支出年均增长率，再以 2007 年科技支出及年均增长率为基础推算 2006 年科技支出，然后对 2000—2006 年的序列进行调整，使其相对大小不变，2006 年绝对量为推算值。

中国软科学杂志社—官方网站 www.cssm.com.cn

表 4　技术势能集聚水平的空间相关性检验

时间	Moran－I	Z 统计量	时间	Moran－I	Z 统计量
2001	0.352	2.398	2009	0.272	2.300
2002	0.238	2.539	2010	0.278	2.501
2003	0.305	2.030	2011	0.279	2.096
2004	0.372	2.411	2012	0.344	2.249
2005	0.300	2.333	2013	0.289	2.230
2006	0.295	2.555	2014	0.374	2.391
2007	0.360	2.253	2015	0.336	2.017
2008	0.282	2.016	—	—	—

表 4 中，技术势能集聚水平的所有 *Moran' I* 指数在 5% 置信水平下是均显著（统计量 Z 值大于 1.96），这表明技术势能的集聚在空间上具有显著的空间依赖性（正自相关关系）。也就是说，我国技术势能集聚水平在空间上的有较强的关联性，具有相似技术势能集聚水平的地区在空间上趋于集聚。

（四）空间计量模型估计结果

本文的研究目标为探究产业梯度转移系数对技术势能集聚的空间溢出作用，因此将重点研究 SAR、SEM、SLX、SDEM 与 SDM 模型，并选择最优估计模型。为获得一致性的参数估计，本文采用最大似然法进行模型估计，模型的估计结果如表 5 所示。

表 5　空间计量模型的估计结果

	SDM	SDEM	SLX	SAR	SEM	OLS
$\ln IG$	0.8661 *** (3.016)	0.8053 *** (3.183)	0.7530 *** (2.905)	0.8735 *** (2.994)	0.7739 *** (3.024)	0.8868 *** (2.964)
$\ln Fin$	0.5782 ** (2.276)	0.6329 * (1.867)	0.6010 ** (2.017)	0.6027 * (1.799)	0.6072 (1.597)	0.6509 * (1.913)
$\ln Eco$	0.1114 *** (4.398)	0.1317 * (1.989)	0.1199 *** (3.307)	0.1399 *** (2.699)	0.1434 ** (2.214)	0.1370 *** (4.323)
$\ln Gov$	－0.0300 * (－1.676)	－0.0266 (－1.533)	－0.0303 ** (－2.143)	－0.0344 * (－1.829)	－0.0272 * (－1.889)	－0.0314 * (－1.896)
$\ln Is$	0.0040 (0.109)	－0.0051 (－0.099)	0.0463 (－0.093)	－0.0061 (－0.101)	－0.0456 (－0.111)	0.0483 (0.101)
$\ln Dft$	0.2117 *** (2.772)	0.1872 * (1.858)	0.1934 ** (2.291)	0.2039 ** (2.429)	0.1979 ** (2.026)	0.2253 ** (2.738)
ρ	0.2430 *** (3.131)			0.2568 *** (2.844)		
λ		0.3044 *** (3.918)			0.2992 *** (3.762)	
$W\times\ln IG$	2.0539 *** (6.479)	1.9120 *** (5.944)	1.9963 *** (6.559)			
$W\times\ln Fin$	1.6332 ** (2.170)	1.6894 ** (2.010)	1.6905 * (1.950)			
$W\times\ln Eco$	0.2333 *** (3.222)	0.3511 ** (2.554)	0.3831 *** (2.721)			
$W\times\ln Gov$	－0.0669 ** (－2.028)	－0.0544 (－1.365)	－0.1106 * (－1.669)			
$W\times\ln Is$	0.0093 (0.325)	－0.0149 (－0.330)	0.0180 (－0.456)			
$W\times\ln Dft$	0.6645 ** (2.118)	0.4952 ** (2.032)	0.5143 * (1.754)			
R^2	0.8334	0.7382	0.6618	0.6765	0.7621	0.6902
Log－like	1176.52	1218.33	933.61	983.60	1270.72	909.58

注：括号内为 t 值，*、**、*** 分别表示在 10%、5% 及 1% 水平下显著，Log－like 为 Log－likelihood。

表 5 中所有模型的估计结果均表明，区域产业梯度转移系数在 1% 的水平下对技术势能集聚具有显著正向作用，即区域产业梯度转移系数能够显著促进技术势能的集聚。从 SDM 模型的参数估计值来看，区域产业梯度转移系数水平每提升 1%，就能够促进该地区技术势能集聚水平提升 0.8661%，可见产业梯度转移系数是技术势能集聚的主要驱动因素。产业梯度转移系数对技术势能集聚的促进作用主要体现在：随着产业梯度转移系数水平的提高，地区的技术创新环境得以改善、创新主体的创新意愿被有效激发、对创新要素的吸收能力和凝聚能力也有了进一步的提升，本地区的高技术产业立足于更优良的创新环境下，与更富有创新意愿的创新主体协同合作，借助于更强的创新要素吸引力有针对性地引进先进技术、挖掘高端人才，从而构成技术势能集聚的强大助力。作为技术创新的前端，产业梯度转移的优势在于，它具有与技术势能集聚相匹配的革新能力，又能够避免区域创新要素禀赋的局限性，有助于改善内外部创新环境、激发各主体创新意愿并培育创新要素吸引力，最终促进技术势能集聚水平的提升。

从控制变量的参数估计结果来看，地区产业结构水平对技术势能集聚的影响不稳定且不显著，在不同的模型下，产业结构对技术势能集聚的作用均很小且不显著，方向也是不稳定的，两者之间并没有实质关联。在 5% 的显著性水平下，外贸依存度和地区经济发展水平对技术势能集聚的影响显著为正，而金融支持对技术势能集聚的影响在 10% 的水平下显著为正，这三者对区域技术势能集聚水平的提升有积极影响。这种积极效应主要受益于资金的积累，其中金融支持直接拓展了创新要素积累的融资渠道，区域经济发展水平和对外贸易依存度则提升了地区收入总量，流入到技术势能储备的资金也会相应增加，更多的资金意味着在人才等创新要素的区域竞争中占据更有利的地位，从而促进了技术势能的集聚。在 10% 的显著水平下，政府行为对于区域技术势能的集聚具有显著的负效应，这表明在市场经济环境下，过多的政府干预不利于技术势能集聚水平持续、稳定地增长，独立自主的决策模式是技术势能有

中国科学报志摩一后方网址 www.cssn.cn

效集聚的先决条件。

本文综合拟合优度和自然对数函数值等统计量对上述空间计量模型进行最优模型的选择与判断,结果显示,SDM 模型的拟合优度和对数似然值最大、参数的显著性也最优,因此,SDM 模型是本文实证研究的最优模型①。表 5 中各模型的空间自回归系数ρ和空间自相关系数λ均在 1% 水平下显著为正,这表明各地区的技术势能集聚水平在内生效应和随机冲击的空间交互作用下具有显著的空间依赖关系。进一步观察各模型空间自回归系数ρ的估计值易知,SDM 模型中的估计值明显小于 SAR 模型,这意味着忽视解释变量的空间滞后项会使内生交互效应被高估。为更精准地判断各个变量对技术势能集聚的空间溢出效应,本文根据表 5 的参数估计结果,基于 SDM 模型对所有解释变量的间接效应进行了估算,刻画了空间邻近地区产业梯度转移系数对本地区技术势能集聚的影响,反映了产业梯度转移系数的空间溢出效应,结果如下表所示。

表 6　解释变量对技术势能集聚的空间溢出效应

(基于 SDM 模型)

	ln *IG*	ln *Fin*	ln *Eco*	ln *Gov*	ln *Is*	ln *Dft*
空间溢出效应	−0.2348 **	0.1823 ***	0.0084 **	0.0559 ***	0.0014	0.1966
	(−1.972)	(3.429)	(2.145)	(2.609)	0.096	0.587

注:括号内为 t 值,*、**、*** 分别表示在 10%、5% 及 1% 水平下显著。

表 6 给出了所有解释变量对技术势能集聚的空间溢出效应。其中,邻近区域的产业结构和外贸依存度对本地区技术势能的集聚并没有显著的空间溢出作用。邻近区域的经济增长能够显著促进本地区技术势能集聚,但作用力度并不大,周边区域经济每 1% 的增长仅能带来本地区技术势能集聚水平 0.0084% 的增幅。金融机构对技术势能集聚的促进作用不受空间区位的限制,邻近区域的金融支持力度提升 1%,能促进本地区技术势能集聚水平提升 0.1823%。在示范效应的作用下,本地区政府行为将会根据周边地区的政府行为进行调整与修正,从而减少或避免不必要的政府干预,因此,政府行为对技术势能集聚的空间效应并非如预期那般不显著或显著为负,而是有显著的正向空间溢出效应。产业梯度转移系数对技术势能集聚的空间溢出作用也是不符合预期的,邻近区域的产业梯度转移系数水平每提高 1%,本地区技术势能集聚水平就会降低 0.2348%,这一现象的原因可能是:①我国各省级区域对自身的核心技术管理较为严苛,未参与产业梯度转移的地区技术共享意愿不高;②技术创新潜能的培育更多地依赖于自主研发,产业梯度转移带来的技术交流与要素再配置未能充分发挥空间溢出作用。在这两个原因的共同作用下,不同地区之间自然形成了技术创新潜能培育的竞争关系,同时,能用于核心技术研发的创新要素资源是有限的,周边地区产业梯度转移系数水平提升意味着周边地区占有的创新要素资源增加了,相应的本地区占有的创新要素资源就会减少,从而阻碍本地区技术势能的集聚。

五、研究展望与主要结论

(一)研究的局限与展望

本文的研究目标是探究产业梯度转移对区域技术创新潜在能力集聚水平的内在作用机理和空间效应,基于对技术势能概念尝试性、探索性的界定,利用定性研究与定量分析相结合的方法,本文取得了一定的研究成果。但是,在实际研究中,本文对一些相关问题并没有进行更深入论证,还存在一定的局限性。

(1)受限于数据可得性,本文在进行技术势能集聚水平的测度以及后续的定量研究过程中,只能把研究尺度确定为区域层面,存在研究尺度过大的局限性,研究结论暂时无法推广到中观和微观的情形。不论是中观行业层面还是微观企业层面,论文定量分析与实证研究中的一些关键指标变量暂时无法获取有效数据,比如在测算行业(或

① 除了拟合优度和自然对数值最高之外,还有一些原因让我们将 SDM 模型视为最优模型:SAR、SEM 和 SLX 模型对空间权重矩阵 W 的非对称性要求和对空间自回归系数等参数的限制使模型的参数估计过程异常复杂,容易影响其方差估计的准确性;OLS 模型的假设过于严格,会影响参数估计结果的可靠性;而 SDM 和 SDEM 模型同时从内生和外生交互效应的角度描述变量的空间特征,使得估计结果对模型空间含义的解释更加多元化。

中国软科学杂志社 www.cssn.com.cn 官方网站

企业)的创新要素吸引力时,目前无法获取行业(或企业)对各类创新要素的拥有量,从而不能得到其创新要素吸引力的有效测算结果,最终导致行业(或企业)技术势能的定量分析与相关实证研究无法顺利开展。综上所述,由于在行业和企业层面受到数据可得性的限制,本文存在研究尺度过大的局限性。

(2)在对产业梯度转移促进技术势能集聚驱动机制这一问题的研究中,本文实际上存在一个创新系统不具有开放性的隐性假设,即在理论和实证分析过程中暂不考虑其他国家与中国各地区之间的技术溢出、技术合作等与技术创新相关的交互影响,从而暂未考虑知识、技术的封闭性与开放性差异对此驱动机制可能存在的影响,也没有考虑 FDI 对此驱动机制可能存在的影响,从这个层面来说,本文存在研究不够深入的局限性。

随着知识结构和科研手段的进步,在后续研究中,将针对上述问题,注意从中、微观的角度选择更详细的数据进行研究,以得出更细致的结果,并且选择更先进的计量经济学方法,使得估计结果更详实。

(二)主要结论

本文在归纳已有研究的基础上,从技术创新的前端视角入手,着重研究了技术势能在产业梯度转移作用下的集聚机制。在从技术创新环境、技术创新意愿和创新要素新引力三个维度界定了技术势能的涵义之后,本文采用动态演化方法探究了产业梯度转移促进技术势能集聚的内在机理和作用路径;提出了技术势能集聚水平的测算方法,并根据测算结果通过 GNS 模型的估计结果剖析了产业梯度转移系数对区域技术势能集聚水平的直接作用和空间效应。

研究发现:中国区域技术势能集聚水平在时间维度上不断增长,并在不同的经济发展阶段表现出差异化的特征,在空间维度上,则呈现出一种从东北往西南方向扩散的“传导式”演化模式,其中东、北部沿海地区和京、津地区为集聚中心;过多的政府干预不利于技术势能集聚水平持续、稳定地增长;金融支持、对外贸易和区域经济增长带来的资金积累能够有效推动地区技术势能的集聚;产业梯度转移是高技术产业发展的主要驱动因素,它能够显著促进技术势能集聚,但其空间溢出效应的方向具有不确定性,一方面,产业转移带来的技术流动能促进周边地区技术势能集聚,另一方面,在地区技术共享意愿不高且对要素再配置效应利用不充分时,不同地区之间自然形成了技术创新潜能培育的竞争关系,周边地区产业梯度转移系数水平提升意味着周边地区占有的创新要素资源增加了,相应的本地区占有的创新要素资源就会减少,从而阻碍本地区技术势能的集聚。

参考文献:

[1] VERNON R. International investment and international trade in the product cycle [J]. The quarterly journal of economics,1966,80(2):190-207.

[2] MARTIN P, GIANMARCO I, P OTTAVIANO. Growing locations: Industry location in a model of endogenous growth [J]. European Economic Review,1996,43(2):281-302.

[3]刘友金,吕　政. 梯度陷阱、升级阻滞与承接产业转移模式创新[J]. 经济学动态,2012(11):21-27.

[4]靳卫东,王林杉,徐银良. 区域产业转移的定量测度与政策适用性研究[J]. 中国软科学,2016(10):71-89.

[5] MARTIN P, ROGERS C A. Industrial location and public infrastructure[J]. Journal of International Economics,1995,39(3):335-351.

[6] MARTIN R, MUûLS M, DE PREUX L B, et al. Industry compensation under relocation risk: A firm-level analysis of the EU emissions trading scheme [J]. The American Economic Review,2014,104(8):2482-2508.

[7]李占国,孙久文. 我国产业区域转移滞缓的空间经济学解释及其加速途径研究[J]. 经济问题,2011(1):27-30+64.

[8]ZHENG S, SUN C, QI Y, et al. The evolving geography of China's industrial production: Implications for pollution dynamics and urban quality of life [J]. Journal of Economic Surveys,2014,28(4):709-724.

[9] CHATTERJEE D, SAHASRANAMAM S. Technological innovation research in China and India: A bibliometric analysis for the period 1991 - 2015 [J]. Management and Organization Review,2018,14(1):179-221.

[10] FLOR M L, COOPER S Y, OLTRA M J. External knowledge search, absorptive capacity and radical innovation

中国软科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn

in high-technology firms[J]. European Management Journal, 2018,36(2):183-194.

[11] KELLER W. Multinational enterprises, international trade, and productivity growth: Firm-level evidence from the United States[J]. The Review of Economics and Statistics, 2009,91(4):821-831.

[12]DELRE S A,JAGER W,et al. Will it spread or not? The effects of social influences and network topology on innovation diffusion[J]. Journal of Product Innovation Management, 2010,27(2):267-282.

[13]SHIN S K,KOOK W. Can knowledge be more accessible in a virtual network: Collective dynamics of knowledge transfer in a virtual knowledge organization network[J]. Decision Support Systems,2014,59(8):180-189.

[14]陶长琪,齐亚伟. 中国全要素生产率的空间差异及其成因分析[J]. 数量经济技术经济研究,2010(1):19-32.

[15]储德银,张同斌. 自主研发、技术引进与高新技术产业成长[J]. 科研管理,2013(11):53-60+113.

[16]张江雪,蔡　宁,毛建素,等. 自主研发、技术引进与中国工业绿色增长——基于行业异质性的实证研究[J]. 科学学研究,2015(2):185-194+271.

[17]汤　萱. 技术引进影响自主创新的机理及实证研究——基于中国制造业面板数据的实证检验[J]. 中国软科学,2016(5):119-132.

[18] RICCARDO C, ANDRÉS R P, MICHAEL S. The territorial dynamics of innovation in China and India[J]. Journal of Economic Geography, 2012(12):1055-1085.

[19]王　燕,王志强,汪涛武. 中国制造业创新活动的空间集聚:趋势与成因[J]. 统计与决策,2019,35(5):126-130.

[20]魏仁兴,朱宝荣. 技术创新的域、势、能[J]. 自然辩证法研究,2007,23(3):88-91.

[21] NONAKA I, TAKEUCHI H. The knowledge creation company: How Japanese companies create the dynamics of innovation[M]. New York:Oxford University Press,1995.

[22] RUBIN T H, AAS T H, STEAD A. Knowledge flow in technological business incubators: Evidence from Australia and Israel[J]. Technovation,2015(41):11-24.

[23]陈国宏,王吓忠. 技术创新、技术扩散与技术进步关系新论[J]. 科学学研究,1995,13(4):68-73.

[24]党兴华,李　莉,薛伟贤. 企业技术创新合作中的知识创造[J]. 经济管理,2006(5):36-39.

[25]余泳泽,武　鹏. FDI、技术势能与技术外溢——来自我国高技术产业的实证研究[J]. 金融研究,2010(11):60-76.

[26]余泳泽、段文斌. FDI、技术势能与国内投资的挤出(入)效应——来自我国高技术产业的实证研究[J]. 世界经济研究,2011(3):69-74+80+89.

[27]BERTALANFFY L V. Clean coal technologies: A status report[J]. Electrical World,1992(2):37-42.

[28]ZHANG L,ZHENG X,LI J. A way to improve knowledge sharing: From the perspective of knowledge potential[J]. Journal of Service Science and Management, 2008, 1(3): 218-226.

[29]樊　纲,王小鲁,张立文,等. 中国各地区市场化相对进程报告[J]. 经济研究,2003(3):9-18.

[30]吴玉鸣. 大学知识创新与区域创新环境的空间变系数计量分析[J]. 科研管理,2010,31(5):116-123.

[31]陈　搏. 创新参与者视角的创新环境评价研究[J]. 科研管理,2015,36(S1):84-93.

[32]ELLISON G,GLAESER E L. Geographic concentration in U. S. Manufacturing industries: A dartboard approach[J]. Journal of Political Economy,1997,105(5):889-927.

[33]文　玫. 中国工业在区域上的重新定位和聚集[J]. 经济研究,2004(2):84-94.

[34] ORD J K, GETIS A. Local spatial autocorrelation statistics: Distributional issues and an application[J]. Geographical Analysis,1995,27(4):286-306.

[35]LESAGE J P,FISCHER M M. Spatial growth regressions: Model specification, estimation and interpretation[J]. Spatial Economic Analysis,2008,3(3):275-304.

[36]ELHORST J P. Spatial panel data models[M]. Spatial Econometrics:Springer Berlin Heidelberg,2014. 37-93.

[37]HALLECK VEGA S,ELHORST J P. The SLX model[J]. Journal of Regional Science,2015,55(3):339-363.

[38]侯新烁,张宗益,周靖祥. 中国经济结构的增长效应及作用路径研究[J]. 世界经济,2013(5):88-111.

[39]戴宏伟. 加快"大北京"经济圈生产要素流动促进产业梯度转移[J]. 经济与管理,2003(6):5-6.

(本文责编:王延芳)

中国软科学杂志唯一官方网站 www.cssm.com.cn