

创新环境、网络外部性与城市群创新能力 ——来自长三角城市群的经验研究

高丽娜¹ 华冬芳²¹

(1. 南京中医药大学 卫生经济管理学院, 江苏 南京 210023;

2. 无锡科技职业学院 商学院, 江苏 无锡 214121)

【摘要】城市群是我国实现高质量发展的重要空间载体。文章基于长三角城市群2005-2018年面板数据,分析创新环境、网络外部性等因素对城市群创新能力的动态影响。实证结果表明:从创新环境因素来说,城市的金融支持、产业基础等条件对创新能力存在显著的正向影响,而科技服务条件产生显著的负向影响,城市开放度因素发挥着不确定的影响;网络外部性因素在城市群创新网络形成过程中发挥着显著影响,存在距离衰减效应。因此,应从完善创新环境、缩短城际时空距离等方面进一步强化创新网络效应,促进城市群协调发展。

【关键词】创新环境 网络外部性 创新能力

【中图分类号】 F124.3; F290 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1007-5097 (2020) 09-0055-06

一、引言

我国经济发展进入新阶段,主要矛盾的动态变化驱动着发展路径转换,根本动力在于创新,这也是长期促成区域发展分异的根本性因素。伴随交通、通讯基础设施建设的快速化、网络化及经济一体化进程的深化,城市集群化发展日益成为世界城市化发展的趋势,成为参与国际劳动分工、区域竞争的重要功能区域。我国“十一五”规划首次提出城市群战略后,其逐渐成为推进新型城镇化进程的主体空间形态,也是新时代拓展国民经济发展空间、助推发展动能转换的重要载体。根据中国发展研究基金会发布的《中国城市群一体化报告》,2015年长三角、京津冀、珠三角等12个大型城市群GDP总量占全国的比重达到82.03%,人口占比达到63.07%,而且呈现出逐年上升趋势^[1]。

从长期来看,城市及城市群在国民经济发展中的战略地位,根本上是由创新能力构成的内生发展动力决定的。创新能力的高低在很大程度上直接影响城市群竞争力,也是新阶段区域发展实现动能转换的内在要求。城市、城市群都是集聚经济的产物,要素、经济活动集聚的产业间、空间组合及其在此基础上形成的关联模式,不断改变着城市群创新生态系统,影响创新效率。因此,对城市群内的城市来说,自身内部的创新环境及由一体化发展形成的城市间网络环境,共同构成单个城市的创新生态环境。创新环境对创新系统的良性运转起到支撑作用^[2],是影响创新主体行为、创新效率的重要基础条件。现代经济发展实践表明,

¹**作者简介:**高丽娜(1978),女,江苏徐州人,副教授,硕士生导师,博士,研究方向:区域创新,区域经济发展;华冬芳(1980),女,江苏无锡人,副教授,博士,通讯作者,研究方向:技术经济与管理。

基金项目:国家自然科学基金青年基金项目“城市群协同创新系统绩效评价研究”(71603133);教育部人文社会科学规划项目“医药制造业创新技术溢出、吸收能力及其对产出效率的影响研究”(15YJA630031);“生物医药产业创新集群演化的动力机制与发展路径研究”(19YJA630034)。

在多样性知识向不同规模等级城市及城市群集聚时，互补性知识实现了异质性组织间的传递与扩散，是加速新知识创造的重要机制。因此，从某种程度上来说，城市群系统创新网络形成于演化的过程是多主体协同博弈^[3]过程，伴随开放程度的加深，经济、社会多样性带来知识和思想交换，都促进了创新的产生^[4]。基于传统的投入—产出分工模式逐渐向协同创新网络基础上的创新分工演化^[5]，这些进程都在不同程度上重塑区域创新生态系统。而城市群内创新环境差异与其整体产业竞争力密切相关，尤其是高技术产业表现更为明显^[6]。因此，有效识别城市化区域与学习外部性有关的动态集聚经济性的形成机理^[7]，一方面，可以解释城市群内部创新环境差异的形成基础；另一方面，有助于探索要素—产业—空间“三维”协同的实现路径，实现以协同创新牵引城市群一体化发展。

二、创新环境、网络外部性与城市群创新能力的关联机理

城市群，从本质上来说，是集聚经济作用下专业化分工与合作的产物，表现为要素、产业等的空间集中，尤其是在工业化经济阶段规模经济机制的内在驱动下，形成城市规模等级的差异化，并基于城市间要素流动的关联网络形成城市群系统。产业结构优化升级与空间结构演化的耦合，不断重塑专业化与空间格局异质性特征明显的城市群系统，从而建构了创新活动的系统环境。目前关于创新能力影响因素的研究，大多从企业、产业、单个城市或区域等不同视角切入，研究成果较为丰富。城市群作为一复杂巨系统，并非是各类主体与活动的简单加总，由网络化进程带来的整体性、系统性特征日益显现，强调不同主体间相互作用过程及其空间依赖形成的系统自组织机制，表现为城市系统内部、城市系统间异质性集聚效应与溢出效应的交互过程，而且具有明显的自我强化特征，形成循环累积因果效应。要素与产业的空间集聚为城市创新过程提供了专业化部门与多样化知识源，成为触发创新活动的先决有利条件，在城市规模不断扩张的同时，由于正反馈机制的存在不断驱动集聚的自我强化过程。而空间关联的强化，促成网络协同效应日益显现，通过多种途径不断重塑创新生态系统、重构城市群发展格局。

从创新环境动态变化对城市群创新能力的影响来看，伴随城市群要素市场一体化进程加速，城市群系统内要素的流动形成差异化空间分布格局。人口密集的城市环境，因接触机会、速度的提高而学习机会更多，同时，面对面接触有利于多种创造性活动的展开。因此，往往在大城市获得的工作经验会获得更高的工资溢价，并获得更快的工资增长^[8-9]。城市集聚经济的规模与结构在很大程度上决定着系统环境的多样化程度，影响区域创新过程中创新需求空间结构与创新生产的相互作用模式^[10]。由于企业 R&D 部门、高校与科研机构和各类人力资本、风险资本等为代表的创新要素往往具有较明显的城市化偏好，源于城市往往是创新活动所需的金融服务、科技服务配套条件优良空间，同时城市产业集聚创造的产业基础亦构成技术市场环境的重要部分。而创新要素的分布格局与创新地理具有极强的耦合性，因此，城市群成为创新集聚空间载体具有内在必然性。从产业环境来说，一方面，地方化经济引致产业链企业集聚，即形成地方专业化；另一方面，城市化经济可以促进从事不同产业的企业空间集聚，形成多样化外部性^[11]。城市集聚过程不断重塑系统环境，通过两种路径作用于创新过程：一是专业化企业集聚有助于实现专业化要素、知识的共享，如专业化金融服务、科技服务等的空间集聚，可以有效降低搜寻成本、加速匹配过程，同时集聚过程中的知识溢出显著影响创新；二是多样化集聚为互补性产业间的知识传递营造了良好的生态环境，加速创新分工与合作的实现。因此，企业创新水平在较大程度上与城市、城市群提供的环境条件紧密相关。在创新要素流动过程中，有效提升城市集聚力的因素是多方面的，与城市金融支持、科技服务配套、产业基础等紧密相关。另外，系统开放性也是促成创新要素集聚的重要因素，城市群一体化发展进程因空间相互作用的存在，也推动系统中单个城市创新环境的不断演化。

网络外部性的作用机理，从根本上来说源于创新溢出。在全球化、区域一体化发展深化的背景下，城市嵌入国际、区域网络的程度日益加深，知识溢出效应的存在使城市全球联系程度对其创新能力有重要影响^[12]。创新系统的开放度与深度通过影响创新主体从组织间、区域间获取创新要素的种类、规模、合作强度等，进而影响企业创新过程和城市群系统创新能力。因此，从城市层面来说，嵌入区域网络的规模与程度，即所处城市群系统创新核心的创新能力及其相互关联程度，直接影响城市创新系统外部环境。这一影响程度与城市由要素集聚、网络关联广度与深度等共同构成的创新生态系统有关。对于城市群系统来说，创新能力提升的区域分异推动城市功能及系统定位的演化，空间依赖性也进一步促成技术扩散中的地方化特征^[13]，因空间邻近更有利于实现组织间知识传递，充分发挥学习效应，进而有效降低创新过程中因不确定性产生的交易成本，尤其有利于构建隐性知识传递的信任基础，这是推动城市群创新网络形成与演化的重要先决机制。而且，这种创新溢出存在差异化的边界效应，

即这一过程并非均衡发生于各个方向，而是由于区域技术发展存在较为明显的“俱乐部”收敛现象，在城市群系统内，不同城市板块相互作用产生差异化动态联动效应^[14]。也有研究表明，城市群网络外部性有利于提高系统内城市经济效益，尤其是对集聚水平偏低的中小城市作用更明显^[15]。从创新经济维度来说，集聚过程使具有多样性、独立性、分散性特征的知识因分工与合作深化而逐渐连接成网络，使开放式创新的多形式发展成为可能。因此，从某种程度上来说，聚集为结网创造了条件，但对于创新活动来说，更为关键的环节在于协同创新网络的形成，通过网络效应真正发挥规模效应。

三、创新环境、网络外部性对长三角城市群创新能力影响的实证检验

（一）计量模型设定

根据创新产出是创新投入函数的基本假设，基于 Griliches 和 Jaffe 提出的知识生产函数，构建城市群创新生产函数的基本模型：

$$\text{innov}_i = A_i (\text{input}_i)^\beta$$

其中， innov_i 表示城市 i 的创新产出； A 为系数； input_i 表示城市创新投入，主要包含创新经费投入（ rdk ）和人力资本投入（ rdl ）； β 为各创新投入要素的产出弹性。同时，在本研究中，考虑以城市规模（ size ）作为控制变量，由此构建基础计量模型：

$$\ln \text{innov}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{rdk}_{it} + \beta_2 \ln \text{rdl}_{it} + \beta_3 \ln \text{size}_{it} + \varepsilon_{it}$$

（二）变量定义、统计描述与数据来源

1. 被解释变量

被解释变量为城市创新能力（ innov_{it} ），目前有多种方法衡量创新能力，综合来看，专利数据是区域创新能力衡量中最常用、简单有效的指标。因此，本文以各城市国内专利申请授权数衡量被解释变量。

2. 核心解释变量

（1）创新环境因子。主要从城市金融支持环境（ fin_{it} ）、科技服务支持环境（ tec_{it} ）、产业环境（ indus_{it} ）、开放环境（ open_{it} ）等维度加以考察。城市提供的金融服务、科技服务是构成城市创新生态环境的基础变量，分别使用金融保险业产业人员数、城市科研综合技术服务业从业人员数加以衡量；城市工业化发展水平是影响创新能力的重要产业环境因素，以城市第二产业增加值占比衡量；城市的开放环境，以城市实际利用外资指标加以衡量。在对外开放过程中，外资企业的进入成为区内主体实现与国际市场接轨的重要渠道，外资进入规模在较大程度上可以体现出城市经济融入国际市场的程度，也从一定程度上反映城市的包容程度，对于长三角城市群来说，不同城市对外开放度存在显著差异，同时也构成城市发展环境的重要组成部分。

（2）网络外部性因子。城市群系统网络外部性（ NW-spill_{it} ）是在城市群系统创新要素流动基础上形成的、从核心城市向外围城市的创新溢出。创新溢出强弱由空间距离及创新核心的创新能力决定，在给定其他条件情况下，创新溢出强度往往与空间距离负相关，而与创新核心的创新能力正相关，网络外部性因子计算公式为：

$$NW - spill_{it} = innov_{c,t-1} / d_{ic}$$

其中, $innov_{c,t-1}$ 表示创新核心的创新能力; d_{ic} 表示城市 i 与创新核心间的距离。长三角城市群一体化进程已进入较高阶段, 伴随多中心极化与扩散趋势形成, 推动创新空间格局演化。相关研究表明, 长三角城市群内外围城市对毗邻中心城市的技术依赖性日益增强, 而对首位城市的技术依赖性趋于下降^[16], 这种效应是否稳定发挥作用还有待于进一步的经验证。因此, 对于多中心化发展的长三角城市群来说, 首位城市上海、区域核心城市南京和杭州可能发挥着差异化的系统节点功能, 从首位城市 (NW_{sh}-spillit)、区域核心城市 (NW_{ss}-spillit) 两个尺度分别考察网络外部性因素的影响, 创新核心的创新能力则分别取上海、南京、杭州三市滞后一期专利授权数来衡量。为考察网络外部性强弱是否与城市自身吸收能力有关, 引入网络外部性与城市吸收能力交互项 (NW_{Xsh}-spillit), 城市吸收能力以各城市高等学校在校生数加以衡量, 是城市科教发展水平的重要表征。

3. 控制变量

创新经费投入 (rdk_{it}) 和人力资本投入 (rdl_{it}) 是反映创新投入特征的基本变量。其中, 创新经费的支持是创新过程持续不可或缺的关键因素之一, 本文使用城市科学事业费支出加以衡量; 人力资本状况不仅直接影响城市创新产出, 也是城市吸收能力高低的重要影响因素, 而城市工资水平的高低在很大程度上影响着城市对人力资本的吸引力, 使用城市平均工资水平加以衡量; 使用城市人口密度指标衡量城市人口集聚的程度, 控制城市规模 ($size_{it}$)。

变量描述性统计分析结果见表 1 所列。

表 1 变量定义及其自然对数描述性统计

变量	定义	观察值	均值	标准差
rdkit	城市科技事业费支出	224	11.734	1.315
rdlit	城市平均工资	224	10.784	0.453
sizeit	城市人口密度	224	6.792	0.470
finit	城市金融业从业人员数	224	3.305	0.842
tecit	城市科研综合技术服务业从业人员数	224	2.381	1.170
indusit	城市第二产业增加值比重	224	3.915	0.149
openit	城市实际利用外资额	224	12.052	1.159
NW _{sh} -spillit	首位城市创新外部性	224	6.163	0.976
NW _{Xsh} -spillit	首位城市创新辐射吸收能力交互	224	8.426	1.793
NW _{ss} -spillit	区域核心城市创新外部性	224	5.723	1.412

本文数据主要来源于 2006-2018 年《中国城市统计年鉴》, 其中各指标的 2018 年数据、各年份专利数据来自相关年份的《上海统计年鉴》《江苏统计年鉴》和《浙江统计年鉴》。需要说明的是, 本文中涉及的距离 (d) 并非城市间空间直线距离, 而是凸显对通达性的考察。长三角城市群基础设施体系相对完善, 跨江等地理因素的阻隔作用虽减弱但仍有影响, 因此使用城市间最短交通时间来衡量空间距离, 着重突出高铁等快速交通设施缩短城际距离产生的影响, 而由于长江等的阻隔影响。对南通等城市与上海之间的空间距离测度采取公路与高铁复合交通方式计算时间的方法, 计算过程中涉及的相关数据分别来源于铁路 12306 系统与城市汽车运行时刻查询系统。

(三) 实证结果与分析

在进行模型估计之前, 对面板数据进行单位根检验, 从而判定数据的平稳性条件是否可以满足面板数据模型拟合要求。通过 LLC 检验数据序列是否平稳, 相关结果见表 2 所列, 可以看出, 在 5% 的显著性水平下, 变量 tecit、indusit、NWss-spillit 等为非平稳序列, 经一阶差分后再检验皆为无单位根的平稳序列, 其他变量均为平稳序列。采用广义最小二乘法对面板模型加以估计, 相关结果见表 2 所列。

表 2 面板单位根检验结果

变量		Levin-Lin-Chu test		是否平 稳
		t 值	p 值	
被解释变 量	innovit	-8.003	0.000	是
	rdkit	-9.031	0.000	是
	rdlit	-8.992	0.000	是
	sizeit	-12.029	0.000	是
	finit	-9.797	0.000	是
	tecit	-5.623	0.379	否
	indusit	-3.059	0.946	否
	openit	-8.144	0.000	是
	NWsh-spillit	-15.275	0.000	是
	NWXsh-spillit	-6.337	0.000	是
	NWss-spillit	-1.445	1.000	否

从基准模型统计结果来看, 变量创新经费投入 (rdk_{it})、人力资本投入 (rdl_{it}) 模型估计系数为正、且统计显著, 系数分别为 0.967 和 0.289, 表明城市创新经费投入和人力资本投入对创新能力产生显著的正向促进作用, 这与相关理论及经验验证所得观点相符。创新经费投入是影响创新产出的关键基础因素之一, 是新知识、新技术产生的重要先决条件, 尤其是随着现代技术特征向复杂化、分工细化演化, 创新过程的高投入化趋势日益明显, 得到诸多研究结果的证实。从人力资本要素的作用来看, 工资水平的上升对创新过程的影响表现为作用力相反的两个方面: 其一是提高企业用工成本; 其二是在城市工资水平提高的同时有利于加速人力资本集聚。相对更快的产出增长来说, 可能带来成本的下降, 从而有利于提高创新产出。从模型估计结果来看, 城市平均工资水平的提高, 在 1% 显著水平上正向促进长三角城市群创新产出。城市规模 ($size_{it}$) 对创新能力产生显著的负向影响, 说明伴随城市化进程推进, 城市人口集聚度水平的提高尚未对创新产出形成正向促进作用, 可能的原因在于整体上城市人口集聚的结构以生产型人口为主有关, 虽然规模扩张, 但对创新能力无法形成积极影响。

当考虑了城市创新基础环境要素后, 创新经费投入 (rdk_{it})、人力资本 (rdl_{it}) 对创新能力的影响统计上仍显著为正; 从创新支撑环境来说, 金融服务环境 ($finit$)、产业基础环境 ($indus_{it}$) 因素都在 1% 水平上对创新能力产生显著正向影响。科技服务环境 ($tecit$) 因素的影响具有一定的不确定性, 说明城市科技中介服务优势可能尚未发挥出来, 没有如理论预期那样对创新能力产生促进作用, 对于创新系统来说, 产学研合作有待深化, 要推动科技与经济的深度融合发展, 增强城市创新能力。从产业环境因素的影响来看, 长三角城市群是我国工业化水平较高的典型区域, 运用信息化技术推动新型工业化发展的内在动力强劲, 互联网、大数据、人工智能等新技术不断实现与制造业的深度融合, 重构城市群产业范式, 雄厚的产业基础既为创新提供了土壤, 同时也为实现产业向价值链中高端升级提供内在需求动力。从开放环境 ($open_{it}$) 因素对城市创新能力的影响来看, 以 FDI

作为衡量指标的模型估计结果统计上不显著，说明近十几年来外资投入强度难以对城市创新能力发挥促进作用。2008年金融危机冲击后，长三角城市群除了上海、杭州、南通和嘉兴外，其余城市2012年前后实际外商直接投资均经历了先增后降的变化，外资进入产生的学习效应日渐弱化，创新过程的内生化、自主性特征日渐显现。

估计模型引入网络外部性因子后，各因素的作用方向、显著性程度整体上变化不大。网络外部性的影响，从整体来看，首位城市创新能力及距离创新核心的远近对城市创新能力的影响统计上显著，同时与区域创新中心的创新能力强弱及其距离显著相关，即距离创新核心越近、创新核心的创新能力越强，网络外部性的作用越明显，也更加有利于提升城市创新能力，验证了之前的理论分析。

这一估计结果说明，在“地方空间”向“流动空间”转变的背景下^[17]，城市群网络节点位置的重要性凸显，尤其是对处于特定城市集群网络的单个城市来说，创新核心的创新能力及城市所处节点空间位置交互作用产生的网络外部性发挥着重要影响，节点位置既与空间距离有关，也与城际连接方式即基础设施发展状况有关。因此，对于特定的城市来说，空间位置并非固定变量，而是可以通过改善城际连接方式实现“接近”创新核心的目的。另外，从吸收能力与网络外部性交互项的作用来看，估计系数虽为正，但统计上不显著，从一定程度上说明长三角城市群较为普遍地存在科教资源优势尚未有效转化为创新要素优势，影响城市群网络外部性效应的发挥。

四、结论及政策启示

本文基于长三角城市群2005-2018年面板数据，探寻创新环境、网络外部性等因素对城市群创新能力的影响，主要得出以下结论：各因素对城市群创新能力发挥的影响存在异质性，创新经费投入、人力资本投入、良好的融资条件、产业基础等与创新能力显著正相关；城市规模要素、科技服务环境要素等则产生显著的消极影响，一定程度上说明城市集群化发展过程中，存在部分短板领域；网络外部性因素作用明显，同时也验证了距离衰减效应的存在，这一分析框架对城市群创新效率空间差异形成的解释力较强。新的发展阶段，由要素驱动向创新驱动的发展动力转换，对区域创新能力提出了迫切的现实需求。在城市群一体化发展过程中，优化创新生态系统，从重塑创新环境、放大网络外部性效应等着手，具有较强的政策启示。

首先，需进一步完善支持创新的生态环境，降低创新过程中的交易成本，尤其是要完善政府创新支持政策体系，创造创新要素自由流动的市场环境，激励创新活动及不同创新主体协同创新过程，从而实现要素的充分利用。因囿于行政区利益最大化的内在约束、“边界效应”存在^[18]的影响，地方政府对区域要素流动的不同类型市场分割化政策，阻碍统一市场的形成、扭曲要素价格，这可能也是科技服务难以发挥正向促进作用的原因之一。在创新要素空间分布与行政区层级体系耦合背景下，创新要素产业、空间维度的组合方式与效率呈现出显著的差异性，由此构成创新能力差异明显的城市群系统。这一发展阶段特征是城市群创新系统分工格局产生及其特征形成的底层逻辑，也是相关政策设计的着力点，即在遵循空间异质性前提下，不同类型城市、城市群发展的不同阶段应因地制宜制定相关创新政策，完善创新环境，聚焦于激发创新主体活力，促成合理的创新分工格局。

其次，网络外部性效应的发挥存在距离衰减，空间临近性机制影响着创新网络形成与演化过程，对不同城市、不同主体耦合结网呈现异质性影响，进一步凸显缩短城际时空距离的价值。长三角城市群的基础设施体系处于领先地位，但从城市群系统看，仍存在着诸多制约性因素，如从自然条件的约束来看，长江的天然阻隔作用，使江苏省扬州、泰州、南通三市在强化与核心城市空间经济联系、获取网络外部效应等方面存在一定障碍，难以最大化享受城市群一体化发展带来的成本节约效应、创新溢出效应，一定程度上降低了协同发展效果。因此，应切实完善城市群快速交通网络体系，有针对性地降低空间通达性给城市群系统空间格局优化产生的制约。另外，还应关注城市群、城市系统内次区域的通达性问题，完善系统网络，为产业结构升级拓展空间。

需要指出的是，创新能力提升最终需落脚于区域发展动能转换，对处于不同发展阶段、发展特征差异化的城市来说，具有

不同的涵义，需兼顾协调发展的的问题。对于系统内发展差异较大的城市群来说，需要有效协调城际、城乡等的发展失衡问题。因此，在制定相关政策时，应充分考虑多维目标的协同，这些都有待于进一步的深入研究。

参考文献：

- [1]中国发展研究基金会.《中国城市群一体化报告》:12个城市群占全国GDP比重持续提升[EB/OL].(2019-03-21)[2020-02-10]http://district.ce.cn/zg/201903/21/t20190321_31719757.shtml.
- [2]赵彦飞，陈凯华，李雨晨.创新环境评估研究综述：概念、指标与方法[J].科学学与科学技术管理，2019(1):89-99.
- [3]刘爱君，晏敬东.基于交流演化的城市群创新主体协同博弈研究[J].科技进步与对策，2015,32(14):47-50.
- [4]RUTTEN R. Openness Values and Regional Innovation:A Set-analysis[J]. Journal of Economic Geography, 2018(11):1-22.
- [5]高丽娜，张惠东.集聚经济、创新溢出与区域创新绩效[J].工业技术经济，2015(1):70-77.
- [6]叶堂林，毛若冲，李国梁.城市群内创新环境差异与高技术产业竞争力的关系研究[J].经济与管理，2020(1):10-17.
- [7]PETERS J C. Dynamic Agglomeration Economies and Learning by Working in Specialized Region[J]. Journal of Economic Geography, 2019(5):1-23.
- [8]ANDERSSON M, KLAESSON J, LARSSON J P. The Sources of the Urban Wage Premium by Worker Skills: Spatial Sorting or Agglomeration Economies? [J]. Papers in Regional Science, 2014, 93(4):727-747.
- [9]DE LA ROCA J, PUGA D. Learning by Working in Big Cities[J]. The Review of Economic Studies, 2017, 84(1):106-142.
- [10]齐亚伟，陶长琪.环境约束下要素集聚对区域创新能力的影响--基于GWR模型的实证分析[J].科研管理，2014, 35(9):17-24.
- [11]赖永剑.集聚、空间动态外部性与企业创新绩效[J].产业经济研究，2012(2):9-17.
- [12]倪鹏飞，白晶，杨旭.城市创新系统的关键因素及其影响机制[J].中国工业经济，2011(2):16-25.
- [13]BRESCHI S, LISSONI F. Mobility of Skilled Workers and Co-invention Networks:An Anatomy of Localized Knowledge Flows[J]. Journal of Economic Geography, 2009, 9(4):1-30.
- [14]沈能.区域一体化与技术水平的“俱乐部”收敛性研究[J].科学学与科学技术管理，2009(1):108-114.
- [15]姚常成，宋冬林.借用规模、网络外部性与城市群集聚经济[J].产业经济研究，2019(2):76-87.
- [16]洪银兴，吴俊.长三角区域的多中心化趋势和一体化的新路径[J].学术月刊，2012, 44(5):94-100.

[17]周灿, 曾刚, 尚勇敏. 演化经济地理学视角下创新网络研究进展与展望[J]. 经济地理, 2019, 39(5):27-36.

[18]吴俊, 杨青. 长三角扩容与经济一体化边界效应[J]. 当代财经, 2015(7):86-97.