

区域创新系统内主体间创新溢出效应研究

——以长江经济带为例

王儒奇¹, 胡绪华²

(1. 南京师范大学商学院, 江苏 南京 210023; 2. 江苏大学产业经济研究院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 构建以多主体共同参与、相互作用为特征的区域创新系统, 是促进我国制造业“新旧动能转换”的动力源泉。基于2008—2017年长江经济带108个城市的面板数据, 利用空间计量分析技术, 深入探讨区域创新系统内主体间创新溢出效应, 并利用广义空间三阶段回归(GS3SLS)进一步检验。研究结果表明: (1) 在同主体跨区域协同创新过程中, 产学研三类主体均表现出明显的空间集聚特征, 其中企业创新能力的空间自相关性最强, 高校次之, 科研机构居于末位。(2) 在同区域多主体协同创新过程中, 产学研三类创新主体间均表现出显著的正向溢出效应。(3) 在跨区域多主体协同创新过程中, 科研机构与高校对企业创新能力产生显著的促进作用, 但企业对“学研”的反馈机制还有待完善。

关键词: 区域创新系统; 创新主体; 溢出效应; 长江经济带

中图分类号: F127; F290 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6049(2022)03-0012-11

一、引言

党的十九大提出“培育若干世界级先进制造业集群”, 其本质是构建具有较强自主核心技术创新能力的现代化区域创新体系。与过往的线性技术创新活动不同, 当前的技术创新往往表现为依托制造业集群的复杂区域关系网络的非线性创新活动, 形成由集群内部多类创新主体共同参与的区域创新系统^[1-2]。系统中各类主体的创新成果通过多种渠道相互溢出, 不断渗透蔓延, 推动区域创新系统持续升级。如果将全国看作一个大的创新系统, 则各地区可以看作区域创新系统^[3]。在我国行政区域体制背景下, 区域经济与创新活动表现出较强的保护性与独立性^[4], 但随着开放发展理念的不断深化, 各主体开始主动突破行政壁垒进行跨区域合作, 各类主体的创新活动既具有较强的空间边界性, 又在一定程度上保持跨行政区域的外部关联。特别是对于具有紧密空间关联的长江经济带, 各类要素和信息流通迅捷, 创新溢出效应同时表现出区域内(行政区内)和区域间(行政区间)两种现象^[5]。若进一步考虑参与创新活动的主体差异性, 可将协同创新模式分为同主体跨区域协同创新、同区域多主体协同创新和跨区域多主体协同创新三类^[6]。这三类模式基本涵盖了系统内不同创新主体间的协同创新关系。那么, 这三种模式对区域创新绩效的作用机理是什么? 现实中对于区域创新绩效的提

收稿日期: 2021-08-10; 修回日期: 2022-04-20

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“非对称货币权力下国际经济金融制裁与反制裁效果研究”(19AGJ011); 国家社会科学基金一般项目“制造业集群技术创新系统的主体关系演变与跨越式升级对策研究”(18BJY105); 江苏省研究生科研创新计划项目“数字经济如何影响实体经济发展——机制分析与中国经验”(KYCX22_1386)

作者简介: 王儒奇(1996—), 男, 江苏连云港人, 南京师范大学商学院博士研究生, 研究方向为技术创新、数字经济; 胡绪华(1978—), 男, 江苏连云港人, 江苏大学产业经济研究院教授, 博士生导师, 研究方向为产业集群与创新。

升效果如何?怎样有针对性地制定创新策略,合理高效地利用这三种模式来推动区域创新系统的协调发展?回答这些问题有利于我们正确认识我国区域创新系统内协同创新的运行机制,对于科学制定区域创新发展战略具有重要的现实意义。

目前,关于区域创新系统以及协同创新的研究已经逐步兴起,学者们主要从区域创新系统内部的运行机制以及各系统之间联结关系等方面进行了理论探讨。顾新^[7]认为创新活动很大程度上依赖于主体间的知识流动,各行为主体提供其独占性资源,促进了创新要素的重组并加强了彼此间的合作关系。刘骅和谢科范^[8]运用系统理论研究了区域自主创新系统中的三条关系链,发现集成创新是促进区域创新系统稳定运行的重要动力。Omta and Fortuin^[9]认为创新活动是区域创新系统运行的动力源泉,伴随着系统内部的学习互动,增强了主体间的交流速度,降低创新成本。有关区域创新系统之间联结关系的研究中,白俊红和蒋伏心^[3]认为在知识溢出的作用下,各系统之间存在着有机联系和相互作用,呈现出地理空间上的联结关系,致使创新活动存在显著的空间集聚态势。知识溢出主要表现为区域间人才流动与合作研发过程中产生的无意识知识传播^[10],随着距离的增加,这种知识的传播可能会失真和衰减^[11]。杨贵彬和李婉红^[12]则认为由于技术发展的阶段、空间传播方式的改进等,地理邻近与知识溢出的关系并不明显。

既有研究提供了丰富而深刻的见解,但整体来说,学者们大多聚焦于区域内的产学研协同创新,而从区域间视角出发,对产学研协同创新的研究还有待深入,这也使得过往研究存在一定的局限性,不利于全面解析协同创新在提高区域创新系统的创新绩效过程中所发挥的作用;另一方面,有关区域创新系统中主体间协同创新的研究大多从内涵、运行机制以及评估体系等理论层面展开,从实证的角度来看,尚缺乏严谨的计量检验。因此,本文的边际贡献主要体现在以下两个方面:(1)在研究视角方面,充分考虑区域内主体间的协同关系和各区域间的联结关系,分别检验同主体跨区域协同创新、同区域多主体协同创新和跨区域多主体协同创新三类协同创新模式,为深刻认识和推进产学研协同创新提供新的理论依据。(2)在实证研究方面,充分考虑空间相关性特征,利用空间计量模型检验高校、科研机构与企业的空间协同创新机制,对空间溢出效应做出具体测度。同时,考虑到产学研三类主体在创新过程中存在着空间上的相互影响,通过构建空间面板联立方程模型,采用广义空间三阶段最小二乘法(GS3SLS),克服了以往研究中可能存在的内生性问题。此外,在研究对象的选择上,考虑到长江经济带一体化战略对于实现东中西互动合作、沿海沿江沿边全面协调发展具有重大战略意义,故将研究视角聚焦长江经济带沿线,以期区域决策者制定更具针对性的政策方针和提高区域创新能力提供理论依据。

二、机理分析

外溢是技术创新的一个重要特点^[13],科学知识的传播扩散和消化吸收自然成为影响协同创新的重要因素,知识的共享能够有效帮助产学研三类创新主体在价值链的不同环节实现合作和互补,是改进自身短板,推动知识应用和创新,进而提升合作绩效的重要手段^[14-16]。协同创新往往需要多种创新资源和要素,除了依靠区域内部的积累,还离不开对区域外创新要素的利用,资源的有限性迫使产学研等创新主体从系统外部寻求自身所需的资源。因此,各区域的协同创新活动并不局限于当地,还会对邻近区域内其他主体产生影响。故本文在现有研究的基础上,从同主体跨区域协同创新、同区域多主体协同创新和跨区域多主体协同创新三个视角分别检验多主体协同创新的溢出效应。

(一) 同主体跨区域协同创新研究

所谓同主体跨区域协同创新是指产学研三类主体各自协同创新的行为,即“企业—企业”“科研机构—科研机构”以及“高校—高校”间的跨区域协同创新活动。第一,企业是我国区域经济发展的生力军,只有不断提高自身的创新能力,努力成为驱动创新的主体,才能适应当前复杂多变的经济形势。企业在独立创新过程中遇到无法独立解决的难题时,便会设法打破地理边界限制,获取区域外其他企业的互补性研究成果。第二,科研机构具备较强的科创研发能力,承担着研究开发的职责,但长江经济带内许多城市的科研机构数量明显偏少、创新能力相对有限,相互间的空间集聚性可能相对较弱。

第三,高校作为知识的生产者,在技术创新过程中发挥着不可替代的作用,不同区域的高校间通过知识的溢出效应,维持整个创新系统的正常运作,有时为了应对国家(或某个区域)的发展需求,离不开多所高校围绕特定问题的跨区域协同合作。基于此,提出假说 H1。

假说 H1: 不同区域(城市)的各类创新主体(企业、科研机构 and 高校)会在空间上表现出地理集聚的特征,但各类主体的空间集聚强度可能会存在一定的差异。

(二) 区域内产学研协同创新研究

国内有关产学研协同创新的研究始于 20 世纪 90 年代,其中产学研协同创新的内涵^[1,3]、模式与理论框架^[17]等研究已经较为成熟。在以科学新发现为导向的协同创新过程中,各主体主要通过共建协同创新平台、参与协同创新活动以及获取互补性资源等方式,提升新技术的研发效率和成功率^[18-19]。如图 1 所示,企业将自身所需的理论知识、科学技术和研发经费传递给区域内的“学研”部门^[20-21],高校和科研机构则凭借自身在掌

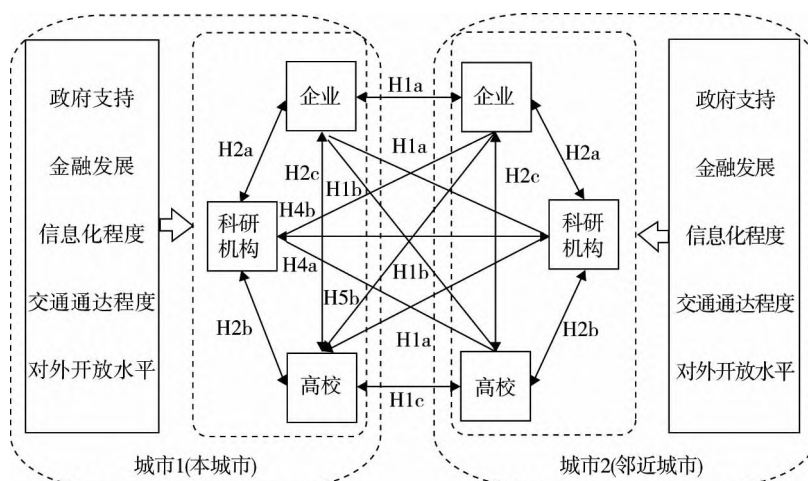


图 1 机理分析

握创新规律与研发人才等方面的特有优势进行知识创新和应用创新,将最新的成果反馈给企业,进而解决企业在产品创新过程中可能遇到的困难和瓶颈。因此,协同创新能够较好地打破不同主体间的封闭意识,充分发挥各自的能力优势。基于此,提出假说 H2。

假说 H2: 同一区域内的产学研三类主体间存在着显著的正向溢出效应,即每一类主体的创新能力,均会显著受到区域内另外两类主体带来的影响。

(三) 区域间产学研协同创新研究

区域创新系统具有开放性特征,运行过程中往往伴随着与外界的相互作用^[21],主要表现为各类主体在系统间进行资源、信息和技术的交换,并在空间上产生明显的溢出效应。在资源有限性的驱动下,创新资源和要素可能会打破地理空间的限制,出现跨越系统边界的流动。因此,本节从空间外溢的视角出发,深入研究区域间产学研协同创新的空间溢出机制,具体如下:

1. 以企业为主导的产品创新环节

企业的创新活动离不开高校和科研机构在知识创新环节的研发成果,企业提供研发环节所需的科研经费和机器设备,主动吸收高校和科研机构在理论研发领域的最新成果,并结合自身熟悉市场的独特优势,加快创新成果的市场化进程。但如果区域内高校与科研机构的研发能力相对有限,企业可能会考虑和邻近区域具有较强创新能力的学研机构进行合作。因此,企业不仅会受到城市内其他创新主体(高校和科研机构)的影响,还会受到邻近城市高校和科研机构的外溢影响。基于此,提出假说 H3a 和 H3b。

假说 H3a: 企业会受到邻近区域科研机构空间外溢效应的影响。

假说 H3b: 企业会受到邻近区域高校空间外溢效应的影响。

2. 以科研机构为主导的科研创新环节

考虑到知识本身存在外溢性,科研机构在研发创新的过程中除了要及时吸收区域内高校的最新理论成果,还要主动关注邻近地区高校最前沿的研究进展,上述过程将会通过空间溢出效应作用于科研机构的创新能力。基于此,提出假说 H4a。

假说 H4a: 科研机构的创新能力会受到来自邻近区域高校的促进作用。

除此之外, 科研机构的研发创新不仅要满足当地企业的相关需求, 更应努力解决整个市场在产品创新环境可能面临的困难, 但考虑到我国目前的后向关联较弱^[22], 故提出假说 H4b。

假说 H4b: 科研机构的创新能力尚未受到邻近区域企业的显著影响。

3. 以高校为主导的知识创新环节

随着产学研协同模式的逐渐成熟, 同一区域的高校和企业间已经形成了较为密切的协同合作关系, 但考虑到空间距离等因素, 两者开展跨区域协同创新活动可能还存在一定的困难, 导致创新价值链后端(产品创新)对前端(知识创新)的关联效应相对较弱^[22]。基于此, 提出假说 H5a。

假说 H5a: 企业尚未形成对邻近城市高校创新能力的反馈作用。

科研机构 and 高校在价值追求等方面存在一定的同质性, 科研机构在影响同区域高校创新能力的同时, 还有可能通过外溢效应影响邻近区域高校的创新能力。基于此, 提出假说 H5b。

假说 H5b: 高校会受到来自邻近区域科研机构的影响。

三、数据来源与模型设定

(一) 数据来源与变量说明

选择 2008—2017 年我国长江经济带 108 个地级市(巢湖行政区划发生过变动, 贵州省铜仁市和毕节市数据缺失严重)为面板数据, 数据来源为 2009—2018 年《中国城市统计年鉴》和各省(市)统计年鉴、专利数据来自国家知识产权局, 为了消除数据的异方差性, 对部分变量的数据进行了对数化处理。

1. 核心变量

(1) 企业创新能力 (*ENT*)。(2) 科研机构创新能力 (*INS*)。(3) 高校创新能力 (*C&U*)。尽管目前许多学者使用专利授权数量来衡量创新能力, 但考虑到不同城市人口差异带来的影响, 单纯使用专利授权量来衡量创新能力会存在一定的片面性, 故选取万人拥有专利数来衡量创新能力^[23]。因此本文首先在国家知识产权局检索城市内的全部专利授权量, 在此基础上按照申请人的性质进行分类, 分别统计产学研三类创新主体的专利申请授权量。

2. 控制变量

从政府支持、金融发展、交通通达度、信息通达度和外商投资水平五个方面选取控制变量: (1) 政府支持 (*GOV*), 政府对于创新活动的支持有利于为创新主体营造良好的创新环境, 其中包括对创新活动的资金支持, 因此采用科学技术

表 1 各变量描述性统计

变量类型	变量名称	变量指标	平均值	标准差	最小值	最大值	观测值
核心变量	企业创新能力	<i>ENT</i>	9.017	18.080	0.000	183.651	1 080
	科研机构创新能力	<i>INS</i>	0.386	0.880	0.000	5.915	1 080
	高校创新能力	<i>C&U</i>	1.642	3.858	0.000	36.110	1 080
控制变量	政府支持	<i>GOV</i>	0.018	0.016	0.002	0.163	1 080
	金融发展	<i>FIN</i>	1.670	0.438	0.141	3.460	1 080
	信息化程度	<i>INT</i>	0.154	0.176	0.009	3.663	1 080
	交通通达程度	<i>STR</i>	24.723	28.205	1.406	335.816	1 080
	外商投资水平	<i>FDI</i>	10.189	1.813	1.099	14.431	1 080

支出占公共财政支出的比重来衡量^[24]。(2) 金融发展 (*FIN*), 金融系统可以有效地聚集全社会的闲散资金, 并根据实际需求将资金进行合理配置, 一般采用金融机构存贷款之和占 GDP 的比重来衡量金融发展水平, 但考虑到 2018 年城市年鉴中 GDP 的统计口径发生改变, 故使用金融机构存款余额与贷款余额的比值来衡量^[25]。(3) 信息化程度 (*INT*), 在信息化时代, 互联网普及率的提升将加速创新主体间的交流合作, 进而提升各类主体的创新能力, 通过互联网宽带接入户占城市总人口的比重来衡量^[26]。(4) 交通通达程度 (*TRA*), 便捷的交通将有效加速创新主体间的交流融合, 使用城市公路客运量与地区总人口的比值来刻画。(5) 外商投资水平 (*FDI*), 为消除异方差带来的影响, 采用实际利用外资金额的对数来衡量^[27]。各变量的描述性统计如表 1 所示。

(二) 计量模型的设定

在实践中, 各个城市无论是在地理还是经济上一定会存在某种程度的空间联系。因此, 在分别测

算产学研三类主体创新能力 Moran's I 指数的基础上,构建更具有一般性的空间杜宾模型(SDM)来实证研究系统内各主体创新能力的外溢效应。依据豪斯曼检验的结果,选择固定效应下的 SDM 模型来解释各类主体创新能力间的溢出效应,具体模型设定如下。

1. 企业创新能力的空间杜宾模型:

$$ENT_{it} = \alpha_0 + \rho W \cdot ENT_{it} + \alpha_1 \times INS_{it} + \alpha_2 \times C\&U_{it} + \sum_{i=1}^5 \beta_i Controls_{it} + \lambda_1 W \times INS_{it} + \lambda_2 W \times C\&U_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

2. 科研机构创新能力的空间杜宾模型:

$$INS_{it} = \alpha_0 + \rho W \cdot INS_{it} + \alpha_1 \times ENT_{it} + \alpha_2 \times C\&U_{it} + \sum_{i=1}^5 \beta_i Controls_{it} + \lambda_1 W \times ENT_{it} + \lambda_2 W \times C\&U_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

3. 高校创新能力的空间杜宾模型:

$$C\&U_{it} = \alpha_0 + \rho W \cdot C\&U_{it} + \alpha_1 \times ENT_{it} + \alpha_2 \times INS_{it} + \sum_{i=1}^5 \beta_i Controls_{it} + \lambda_1 W \times ENT_{it} + \lambda_2 W \times INS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, ENT_{it} 、 INS_{it} 和 $C\&U_{it}$ 分别表示企业、科研机构和高校的创新能力, W 为空间权重矩阵, ρ 表示空间自回归系数, $\sum_{i=1}^5 \beta_i Controls_{it}$ 表示文中设定的五个控制变量,分别为政府支持(GOV_{it})、金融发展(FIN_{it})、信息化水平(INT_{it})、交通通达程度(STR_{it})和外商投资水平(FDI_{it}), ε_{it} 表示随机误差项。

四、实证结果与分析

(一) 各主体创新能力的空间相关性分析

为了探索长江经济带内 108 个城市三类主体创新能力的空间相关性,研究不同城市间的同一创新主体的空间关联特征及空间集聚效应,本文通过测算 Moran's I 指数进行全局自相关检验。由于本文的考场样本为长江经济带内 108 个城市,简单计算各年份截面数据的 Moran's I 指数可能导致结果出现偏误,因此对权重矩阵进行

表 2 企业、科研机构和高校创新能力的 Moran's I 指数值

变量	企业	科研机构	高校
Moran's I	0.586 ***	0.097 ***	0.167 ***
Z	29.451	4.875	8.425
P	0.000	0.000	0.000

注:***、**和* 分别表示变量在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著。

处理,构建 $108 \times 108 \times 10$ (时期)的面板矩阵计算整个考察期内产学研三类创新主体各自的 Moran's I 指数。由表 2 中产学研三类主体创新能力的 Moran's I 指数测算结果可知,经济带内 108 个城市的三类创新主体均表现出显著的空间相关性,相较而言科研机构的指数值最小,表明科研机构间的正向空间自相关性明显弱于企业和高校,这与长江经济带上游和中游许多城市科研机构相对匮乏、创新能力相对较弱的现状是较为符合的,有效地验证了假说 H1。

(二) 空间计量模型结果

按照前文设定模型,采用极大似然估计法(MLE)对样本数据进行拟合分析,从而规避普通最小二乘法(OLS)对于空间计量模型的拟合结果造成的有偏性。为了方便对比,分别给出了最小二乘估计结果和空间杜宾模型固定效应估计结果,拟合结果如表 3 所示。

由表 3 模型 1 中固定效应的回归结果可知, INS 项和 $C\&U$ 项的系数分别为 4.546 和 0.677 且通过显著性检验,说明科研机构和高校对本地区企业的创新能力产生了显著的促进作用;与之相类似的,根据模型 2 和模型 3 的拟合结果可知,科研机构和高校同样也受到了来自其他两类主体的正向溢出效应。由此可知,产学研三类创新主体在同区域协同创新过程中已经形成了较好的协同创新关系。控制变量的拟合结果也基本符合预期,其中政府支持的力度每提高 1 个单位,将分别促进企业和高校的创新能力提升 112.722 和 8.79 个单位,但并未对科研机构的创新能力产生显著影响,这充分体现了产学研三类创新主体间的差异性,政府资金的支持将在很大程度上促进企业创新能力的提升,但科

研机构作为相对独立的研究机构,尚未受到显著影响;金融发展对企业和科研机构创新能力带来的影响尚不显著;信息化水平的提升将会加速城市间的交流与合作,能够有效促进企业和高校创新能力的提升;便捷的交通虽然能够方便各城市间的交流合作,但随着高铁的快速发展,公路已经很难满足当今的需要,因此未能显著的提升各主体的创新能力;外资利用强度促进了高校创新能力的提高,但是企业和科研机构对于外资的利用还有待加强。

此外,就空间外溢的视角来看,三个模型的空间自回归项系数 ρ 均通过了显著性检验,说明邻近城市间的各创新主体存在显著的空间依赖性,即各城市在提高自己城市内三个创新主体创新能力的同时,还将不可避免地邻近城市内产学研三个主体的创新能力存在相互影响,形成空间依赖效应。虽然,回归结果中解释变量的系数能够在一定程度上反映各主体创新能力的相互影响,但是考虑到空间效应的存在,表3的回归结果中报告的解释变量系数并非准确结果,不能非常有效地反映解释变量的经济含义。故本文在现有研究的基础上,借鉴 Lesage^[28]的研究方法,采用偏微分方法将其进一步分解为直接效应与间接效应^[29],其中,直接效应的回归系数用于描述解释变量对于本城市产生的影响,即同区域产学研协同创新;间接效应则用于解释本城市解释变量对邻近城市带来的影响,即跨区域产学研协同创新,回归结果如表4所示。

表3 空间计量模型的回归结果

变量	模型1(企业创新能力)		模型2(科研机构创新能力)		模型3(高校创新能力)	
	OLS	SDM-FE	OLS	SDM-FE	OLS	SDM-FE
<i>ENT</i>			0.008 *** (6.15)	0.008 *** (5.86)	0.008 (1.48)	0.023 *** (4.06)
<i>INS</i>	4.372 *** (6.15)	4.546 *** (6.93)			2.751 *** (26.65)	2.571 *** (28.15)
<i>C&U</i>	0.245 (1.48)	0.677 *** (4.02)	0.145 *** (26.65)	0.165 *** (28.13)		
<i>GOV</i>	411.984 *** (13.32)	112.722 *** (4.48)	1.083 (0.77)	1.091 (0.95)	11.141 * (1.82)	8.790 * (1.94)
<i>FIN</i>	0.632 (0.61)	1.728 (1.34)	-0.030 (-0.68)	-0.081 (-1.39)	-0.053 (-0.28)	0.707 *** (3.06)
<i>INT</i>	18.438 *** (6.71)	6.124 *** (3.74)	0.471 *** (4.01)	-0.182 ** (-2.44)	2.915 *** (5.74)	2.092 *** (7.25)
<i>TRA</i>	0.002 (0.13)	0.001 (0.06)	0.002 *** (3.22)	-0.000 2 (-0.53)	-0.005 ** (-2.04)	-0.005 *** (-2.65)
<i>FDI</i>	1.103 *** (4.15)	-0.297 (-0.93)	-0.013 (-1.15)	0.007 (0.51)	0.215 *** (4.39)	0.098 * (1.73)
$W \times ENT$				0.003 (1.31)		-0.010 (-1.33)
$W \times INS$		-0.430 (0.42)				0.297 * (1.73)
$W \times C\&U$		0.788 ** (2.55)		-0.032 ** (-2.30)		
<i>cons</i>	-15.866 *** (-4.49)		0.122 (0.81)		-2.125 *** (-3.26)	
ρ		0.523 *** (17.93)		-0.061 * (-1.64)		0.136 *** (3.30)
σ^2		38.282 *** (22.63)		0.079 *** (23.23)		1.232 *** (23.19)
<i>Likelihood</i>		-3543.25		-162.11		-1647.58
<i>Obs</i>	1080	1080	1080	1080	1080	1080
R^2	0.5328	0.6053	0.6482	0.6497	0.6525	0.6313

注:***、**和* 分别表示变量在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

(三) 空间杜宾模型分解效应结果

从表4中三个模型直接效应的估计结果可知,每一类主体的创新能力,均会显著受到同一城市内另外两类主体带来的正向溢出作用,说明目前我国同一个城市内的产学研三类主体间已经形成了较为密切的协同创新关系,有效地验证了假说H2。从间接效应的结果来看,科研机构 and 高校创新能力的提升通过空间外溢效应显著提升了邻近城市企业的创新能力,这在一定程度上说明无论是同一城市内还是不同城市间,由“研学”到“产”的传导过程均较为顺畅;然而,企业创新能力的提升未能促进邻近区域科研机构与高校的创新能力的提高,可见当前我国跨区域产学研合作中,企业创新能力对科研机构和高校创新能力的提升尚未形成明显的反馈作用,即由“产”到“研学”的传导过程颇为不畅。当前关于产学研协同创新的研究多聚焦于同区域内企业、高校、科研机构等创新主体间的联结关系,较少地考虑多主体跨区域协同创新问题,因此下文将着重分析三个模型间接效应的估计结果。

表4 分解效应的估计结果

变量	模型4-企业创新能力		模型5-科研机构创新能力		模型6-高校创新能力	
	直接效应	间接效应	直接效应	间接效应	直接效应	间接效应
ENT			0.008*** (5.65)	0.002 (1.00)	0.022*** (4.03)	-0.009 (-1.05)
INS	5.050*** (6.78)	5.314*** (2.74)			2.589*** (28.53)	0.736*** (3.91)
C&U	0.867*** (4.70)	2.207*** (4.09)	0.165*** (28.68)	-0.039*** (-3.29)		
GOV	125.829*** (4.79)	115.415*** (4.25)	1.210 (1.09)	-0.071 (-0.80)	9.297** (2.12)	1.384* (1.73)
FIN	1.886 (1.37)	1.725 (1.36)	-0.081 (-1.42)	0.005 (0.98)	0.710*** (3.12)	0.108** (2.07)
INT	6.695*** (3.92)	6.147*** (3.59)	-0.182** (-2.58)	0.011 (1.34)	2.101*** (7.66)	0.318*** (2.82)
TRA	0.001 (0.12)	0.001 (0.13)	-0.0002 (-0.48)	0.0001 (0.41)	-0.004*** (-2.64)	-0.0007* (-1.90)
FDI	-0.330 (-0.93)	-0.305 (-0.92)	0.007 (0.49)	-0.0005 (-0.42)	0.098* (1.68)	0.014 (1.45)

注:***、**和* 分别表示变量在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为t值。

从企业创新能力的回归结果可以看出,一个城市科研机构和高校的创新能力均会对邻近城市的企业产生显著的正向溢出效应,科研机构和高校的创新能力每提高1个单位,将分别促进邻近城市企业的创新能力提升5.314和2.207个单位,说明我国企业在产品的研发和生产过程中,开始强化对科研机构和高校创新成果的吸收利用,科研机构和高校创新能力的提升通过空间外溢效应带动了邻近城市企业创新能力的提升,验证了假说H3a和H3b。

从科研机构创新能力的回归结果来看,高校创新能力的提升未能促进邻近城市科研机构创新能力的提升,究其原因在于我国科研机构与高校都相对独立地完成各自的科研工作^[29],二者具有相似的研究背景与方式,因此高校对科研机构的互补性不明显,没有很好地实现互动,加之不同区域间的高校和科研机构间由于组织边界、地理边界以及制度边界等因素的存在,最终导致了高校创新能力未能带动邻近城市科研机构创新能力的提升,未能验证假说H4a。企业创新能力虽然能对邻近城市科研机构的创新能力产生正向影响,但尚不显著,由前文的分析可知,同一城市内的企业和科研机构之间已经逐步形成了较为良好的互动,但目前企业创新能力的提升更多地作用于同一城市的科研机构,对于邻近城市科研机构的创新能力未能产生明显的带动作用,验证了假说H4b。

从高校创新能力的回归结果来看,科研机构创新能力每提高 1 个单位,将促进邻近城市高校的创新能力提升 0.736 个单位,这说明科研机构创新能力通过空间外溢效应显著地促进了邻近区域高校创新能力的提升,验证了假说 H5b。而企业创新能力对邻近区域高校的创新能力的提升并未形成明显的带动作用,造成这一现象的主要原因在于,我国高校过分关注知识原理的创新,忽略了对市场产品的关注^[22],同时在空间距离等因素的作用下,跨区域协同创新的难度被加大,因此企业创新能力对邻近城市高校创新能力的反馈作用尚未形成,验证了假说 H5a。

五、稳健性检验

前文从多个视角研究了我国长江经济带 108 个地级市的产学研协同创新效应,考虑到三类主体在创新过程中相互影响,创新能力的溢出效应可能会存在一定内生性,为避免这一问题导致研究结果产生偏误,故构建空间面板联立模型来进一步检验^[30],为保证检验结果的准确性和有效性,各变量的选取与空间矩阵的设置均与前文一致。

为避免“联立内生性”和“空间相关性”造成联立方程的回归结果存在误差,本文选用广义空间三阶段最小二乘法(GS3SLS)对长江经济带的样本数据进行实证分析。首先,选取所有解释变量和空间滞后项为工具变量,通过 2SLS 进行估计且计算得到残差项;其次,由于前一步计算得到的残差并未考虑扰动项的空间自相关性,故利用 GMM 对残差项进行空间自回归估计,并利用“空间Cochrane-Orcutt变换”消除空间自相关问题;最后,对经过处理的方程再次进行 2SLS 估计,得到表 5 所示的回归结果。可以发现:第一,产学研三类主体间存在着显著的正向溢出效应;第二,由 $W\sigma$ 项的系数可知,高校和科研机构对企业创新能力的提升产生了显著的空间溢出效应,但由“产”向“学研”的反馈过程中,空间溢出效应尚不显著。因此,除了系数略有变化外,实证结果与前文的分析结果基本保持一致。

表 5 空间面板联立方程的回归结果

变量	企业 - 科研机构		科研机构 - 高校		高校 - 企业	
	企业	科研机构	科研机构	高校	高校	企业
ENT		0.046*** (5.67)			0.153*** (3.61)	
INS	6.682*** (5.83)			3.385*** (13.52)		
C&U			0.234*** (13.59)			1.423*** (3.56)
GOV	165.627*** (5.00)	2.569 (0.91)	2.402 (1.34)	4.649 (0.60)	16.755 (1.22)	182.674*** (4.79)
FIN	-0.222 (-0.23)	-0.082 (-1.33)	-0.040 (-0.83)	0.118 (0.54)	-0.222 (-0.88)	-0.204 (-0.21)
INT	4.246 (1.33)	1.207*** (5.94)	0.008 (0.04)	1.748** (2.49)	6.305*** (7.17)	0.937 (0.22)
TRA	0.025** (2.12)	-0.00004 (-0.05)	0.002*** (2.80)	-0.006** (-2.17)	-0.006* (-1.75)	0.038*** (3.04)
FDI	0.120 (0.44)	0.014 (0.78)	-0.043*** (-2.64)	0.244*** (3.73)	0.264*** (3.79)	0.127 (0.45)
$W\sigma$	0.806*** (122.38)	-0.044 (0.12)	-0.153 (1.62)	-0.099 (0.48)	0.178 (0.37)	1.183*** (77.52)
cons	-4.090 (-1.09)	0.068 (0.28)	0.485** (2.33)	-2.697*** (-3.11)	-2.159** (-2.25)	-3.254 (-0.88)
Obs	1080	1080	1080	1080	1080	1080
R ²	0.6765	0.3372	0.5582	0.6346	0.3808	0.6245

注:***、**和* 分别表示变量在 1%、5%和 10%的显著性水平下显著,括号内为 t 值。

前文的实证中选取城市人均专利申请授权量来衡量城市创新能力,为了保证实证结果的稳健性,本文再次选用含金量更高的发明专利授权量,考虑到各城市间人口的差异性,同样选取万人发明专利申请授权量作为衡量指标,由于篇幅限制仅给出分解后的回归结果。表6的回归结果可知,除了系数的大小存在差异外,各变量的作用方向和前文保持一致,证明本文设定的模型是稳健的。

表6 稳健性检验结果

变量	模型10 – 企业创新能力		模型11 – 科研机构创新能力		模型12 – 高校创新能力	
	直接效应	间接效应	直接效应	间接效应	直接效应	间接效应
<i>ENT</i>			0.018 *** (7.13)	0.008 ** (2.02)	0.052 *** (5.92)	-0.021 (-1.48)
<i>INS</i>	3.439 *** (8.52)	2.528 *** (2.91)			2.161 *** (24.01)	0.813 *** (4.00)
<i>C&U</i>	0.711 *** (6.49)	1.382 *** (4.95)	0.167 *** (24.77)	-0.087 *** (-5.75)		
<i>GOV</i>	82.285 *** (7.16)	67.025 *** (5.56)	0.397 (0.41)	-0.005 (-0.14)	4.435 (1.26)	1.371 (1.21)
<i>FIN</i>	0.751 (1.24)	0.609 (1.23)	-0.130 *** (-2.87)	0.002 (0.40)	0.763 *** (4.61)	0.240 *** (3.26)
<i>INT</i>	2.279 *** (3.12)	1.858 *** (2.91)	-0.009 (-0.17)	0.000 1 (0.08)	0.785 *** (3.99)	0.245 *** (3.16)
<i>TRA</i>	-0.005 (-1.20)	-0.004 (-1.17)	0.000 1 (0.22)	-1.03e-06 (-0.09)	-0.004 *** (-3.19)	-0.001 *** (-2.62)
<i>FDI</i>	-0.075 (-0.49)	-0.063 (-0.49)	-0.002 (-0.18)	-3.75e-06 (-0.01)	0.101 ** (2.40)	0.031 ** (2.19)

注:***、**和* 分别表示变量在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

六、结论与建议

本文选取长江经济带为研究样本,通过构建空间杜宾模型、空间面板联立方程模型,并使用广义空间三阶段最小二乘法(GS3SLS),深入考察了同主体跨区域协同创新、同区域多主体协同创新和跨区域多主体协同创新三类协同创新模式。研究发现:(1)产学研三类主体的创新能力均表现出明显的空间集聚特征,其中企业创新能力的空间自相关性最强,高校次之,科研机构居于末位。(2)随着产学研协同创新体系的建设,企业对于同一城市内科研机构 and 高校创新能力的溢出效应已经充分彰显,但城市间产学研协同创新的逆向反馈路径尚未形成。(3)以科研机构为主体的科研创新环节,在城市内和城市间协同创新过程中均很好地发挥了承上启下的作用,相较而言,对同一城市高校创新能力的提升作用明显大于邻近城市。(4)以高校为主体的知识创新能够对邻近城市企业的创新能力产生显著的促进作用,但尚未促进邻近城市科研机构创新能力的提升。

在创新热潮不断兴起的背景下,为进一步发挥产学研协同创新的“优势互补”和“知识溢出”效应,提升长江经济带技术创新能力,本文提出如下建议:(1)空间距离、利益壁垒以及信息不对称是制约产学研协同创新最主要的难题。长江经济带11个省市在跨区域产学研合作的过程中,需在顶层设计上加以推动,实现长江经济带上中下游的互动联通,通过区域间的带状条形辐射不断扩充要素辐射的次中心和相对落后城市。各地方政府基于优势互补与资源共享的原则,以增强自主创新能力和打造核心竞争优势为目标,共同完善协同创新的制度环境,积极构建产学研协同创新平台,突破区域间人员、资本和信息等要素在流动过程中的体制障碍与地理阻隔,实现以点带线,逐步促进整个长江经济带乃至更大区域内形成协同创新发展新格局。(2)高校一直以来都是基础研究与人才培养的核心支柱,但由于长期受到人才考核机制的影响,目前部分高校的科研成果还存在着与市场脱节的问题。要让高校科研走出“象牙塔”,需重视创新成果实用性的提升,破除“五唯”痼疾,发挥其在人才培养与基础研究过程中的优势。一方面,基础性研究对高新技术产业的发展和建设将起到愈发重要的作用,高校应持续加强对基础性研究的投入,夯实创新基础,以理论成果指导区域创新发展;另一方

面,高校应以项目合作为依托,加强与企业和科研机构的交流与互动,结合市场需求,开展跨区域的人才交流。(3) 科研机构作为技术开发与产业化的重要载体,拥有先进的科研仪器设备,掌握着前沿知识与技术,但只有在基础研究的支持与市场信息的引导下,这些优势才能转化为现实生产力,所以科研机构在整个创新过程中发挥了承上启下的连接作用。但是地方行政边界阻碍了科研机构与企业、高校间的信息传递,区域间科研同质化现象愈发明显,跨区域合作强度还有很大提升空间。对于科研机构而言,可采用战略联盟的合作形式去弱化同质竞争、破除信任危机、加强跨区域合作。此外,还需加强建设高校与企业之间的双向选择和信息共享机制,进一步完善长江经济带内各城市在合作研发和共性技术研发过程中的资源共享和利益分配机制。(4) 对企业来说,合作研发是一个交织着选择和适应的组织学习与变革的过程,其目标在于增强自身核心竞争力。企业在与同区域科研机构 and 高校展开交流合作的同时,还应主动寻求与上海、南京和武汉等城市一流科研机构和高校的联合研发。相比于高校与科研机构,企业在联系市场与了解需求等方面更具优势。因此,企业要充分发挥市场导向作用,根据市场需求制定有针对性的技术引进策略并加强应用研究,构建长江经济带创新成果市场化促进机制,激发各类企业自主创新的活力和积极性,逐步完善由“产”向“学研”的反馈机制,进而推动长江经济带协同创新体系的建设。

参考文献:

- [1] 陈劲,阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵 [J]. 科学学研究, 2012(2): 161 - 164.
- [2] ETZKOWITZ H. The triple helix: University-Industry-Government innovation in action [M]. London: Routledge, 2008.
- [3] 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.
- [4] 唐为,王媛. 行政区划调整与人口城市化: 来自撤县设区的经验证据 [J]. 经济研究, 2015(9): 72 - 85.
- [5] 卞元超,白俊红. 区域创新系统研究进展: 基于系统内部主体之间以及系统之间关系的视角 [J]. 中国科技论坛, 2015(10): 92 - 97.
- [6] 崔新健,崔志新. 多区域协同创新演化路径研究——构建 3 × 3 区域协同创新模式 [J]. 经济社会体制比较, 2018(3): 53 - 62.
- [7] 顾新. 区域创新系统论 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2005.
- [8] 刘骅,谢科范. 区域自主创新平台构建中的系统机理分析 [J]. 科学学与科学技术管理, 2009(2): 84 - 87.
- [9] OMTA S W F, FORTUIN F T J M. The effectiveness of cluster organizations in facilitating open innovation in regional innovation systems: the case of food valley in the Netherlands [M]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2013.
- [10] 魏守华,顾佳佳,姜悦. 多维视角下知识溢出机制与测度的研究述评 [J]. 研究与发展管理, 2019(3): 121 - 133.
- [11] 周成,魏红芹. 产业集群、距离衰减与知识溢出模式研究 [J]. 情报杂志, 2018(11): 203 - 207 + 191.
- [12] 杨贵彬,李婉红. 知识溢出、地理邻近与区域异质性的空间关系 [J]. 系统工程学报, 2018(2): 182 - 196.
- [13] ROMER P M. Increasing returns and long-run growth [J]. Journal of political economy, 1986, 94(5): 1002 - 1037.
- [14] LIUX, BUCK T. Innovation performance and channels for international technology spillovers: evidence from Chinese high-tech industries [J]. Research policy, 2007, 36(3): 355 - 366.
- [15] 薛澜,姜李丹,黄颖,等. 资源异质性、知识流动与产学研协同创新——以人工智能产业为例 [J]. 科学学研究, 2019(12): 2241 - 2251.
- [16] KETOKIVI M. Point-counterpoint: resource heterogeneity, performance, and competitive advantage [J]. Journal of operations management, 2016, 41: 75 - 76.
- [17] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式 [J]. 科学学研究, 2012(2): 165 - 174.
- [18] 洪银兴. 产学研协同创新的经济学分析 [J]. 经济科学, 2014(1): 56 - 64.
- [19] 马文聪,叶阳平,徐梦丹,等. “两情相悦”还是“门当户对”: 产学研合作伙伴匹配性及其对知识共享和合作绩效的影响机制 [J]. 南开管理评论, 2018(6): 95 - 106.

- [20] ASHEIM B T, COENEN L. Knowledge bases and regional innovation systems: comparing Nordic clusters [J]. Research policy, 2005, 34(8): 1173 - 1190.
- [21] 王松,胡树华,牟仁艳. 区域创新体系理论溯源与框架 [J]. 科学学研究, 2013(3): 344 - 349 + 436.
- [22] 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(1): 32 - 44.
- [23] 卢洪友,刘启明,徐欣欣,等. 环境保护税能实现“减污”和“增长”么? ——基于中国排污费征收标准变迁视角 [J]. 中国人口·资源与环境, 2019(6): 130 - 137.
- [24] 邵汉华,周磊. 长江经济创新驱动带的空间关联网络结构及效应分析——以国家高新区为例 [J]. 中国科技论坛, 2019(5): 107 - 115.
- [25] 陶长琪,据泽霞. 金融发展视角下环境规制对技术创新的门槛效应——基于价值链理论的两阶段分析 [J]. 研究与发展管理, 2016(1): 95 - 102.
- [26] 王儒奇,胡绪华. 长江经济带一体化战略对城市创新能力的影响 [J]. 华东经济管理, 2021(10): 29 - 38.
- [27] 姜松,王钊. 中国城镇化与房价变动的空间计量分析 [J]. 科研管理, 2014(11): 163 - 170.
- [28] LESAGE J P, FISCHER M M. Spatial growth regressions: model specification, estimation and interpretation [J]. Spatial economic analysis, 2008, 3(3): 275 - 304.
- [29] 余泳泽,刘大勇. 我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究 [J]. 管理世界, 2013(7): 6 - 20 + 70 + 187.
- [30] 邓慧慧,杨露鑫. 雾霾治理、地方竞争与工业绿色转型 [J]. 中国工业经济, 2019(10): 118 - 136.

(责任编辑: 陈 春; 英文校对: 葛秋颖)

Spillover Effect of Innovation among Subjects in Regional Innovation System: Taking the Yangtze River Economic Belt as an Example WANG Ruqi¹, HU Xuhua²

(1. School of Business, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China;

2. Institute of Industrial Economics, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: The construction of regional innovation system characterized by multi-agent participation and related role is the power source to promote the “transformation of old and new kinetic energy” of China’s manufacturing industry. Based on the panel data of 108 cities in the Yangtze River Economic Belt from 2008 to 2017, using spatial econometric analysis technology, this paper deeply discusses innovation spillover effect among subjects in the regional innovation system, and further tests it by using generalized spatial three-stage regression (GS3SLS). The results show that: (1) in the process of cross regional collaborative innovation of the same subject, the three types of subjects of industry, university and research all show obvious spatial agglomeration characteristics, among which the spatial autocorrelation of enterprise innovation ability is the strongest, followed by colleges and universities, and scientific research institutions are the last. (2) In the process of multi-agent collaborative innovation in the same region, there are significant positive spillover effects among the three types of innovation subjects. (3) In the process of cross regional and multi-agent collaborative innovation, scientific research institutions and universities play a significant role in promoting the innovation ability of enterprises, but the feedback mechanism of enterprises to “learning and research” needs to be improved.

Key words: regional innovation system; innovation subject; spillover effect; the Yangtze River Economic Belt