

# 创新要素流动对城市群协同创新的影响

## ——基于长三角城市群与长江中游城市群的实证

李琳 刘瑞<sup>1</sup>

(湖南大学 经济与贸易学院, 湖南 长沙 410012)

**【摘要】:** 利用 2006-2017 年长三角城市群和长江中游城市群共 41 个地级市面板数据, 首先, 运用拓展 DEA 法对两大城市群协同创新水平进行测度, 然后, 采用空间计量模型实证考察创新要素流动对城市群协同创新的影响, 进一步以互联网发展水平为门限变量, 构建门限模型, 探析互联网发展对创新要素在城市群流动的协同创新效应是否存在门限效应。研究发现: 创新要素流动对城市群协同创新影响的总效应显著为正, 空间正向溢出效应显著, 且存在群际差异; 在两大城市群内, 创新要素流动对城市群协同创新影响呈现非线性, 创新人员流动对城市群协同创新影响呈“倒 U 型”特征, 创新资本流动对城市群协同创新影响呈“U 型”关系, 相应拐点在不同城市群呈现异质性。

**【关键词】:** 创新要素流动 空间面板 城市群协同创新 门限模型

**【中图分类号】:** F290 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2020)16-0056-08

### 0 引言

我国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段, 创新成为高质量发展的第一推动力, 城市群成为创新高质量发展的主体形态。与此同时, 长江经济带作为我国经济发展新阶段下的主要轴带, 在推动我国经济高质量发展中具有重要战略地位。2014 年, 《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》强调, 通过实施创新驱动战略将长江经济带建设成为东中西互动合作的协调发展带; 2016 年印发的《长江经济带创新驱动产业转型升级方案》, 明确将长江经济带定位为创新驱动引领带、区域协同示范带。至此, 协同创新成为长江经济带发展的重要战略选择。由于覆盖我国多个典型城市群, 增强区域经济协调性, 充分发挥创新“第一动力”作用, 以城市群为空间单元, 着力打造协同创新共同体, 实现城市群协同创新, 势必成为驱动长江经济带创新高质量发展的有效路径。已有研究认为, 创新要素集聚与扩散是推动城市群协同创新网络形成的根本机制<sup>[1]</sup>, 通过推动创新要素在城际间以及城市内不同主体间高效流动, 实现创新要素在空间范围内优化配置, 最大限度发挥创新要素智力功效, 对于长江经济带城市群实现创新高质量发展具有重要作用。因此, 从创新要素流动视角探究长江经济带城市群协同创新论题具有重要意义。

### 1 文献综述

在创新以前所未有的姿态全面引领高质量发展的今天, 加快推动城市群空间尺度上的协同创新成为新时代全面落实创新驱动发展战略的关键举措。区域协同创新过程复杂性决定了其影响因素多样性, 因而吸引了不少学者的关注。一些学者从理论出发进行了相关探索, 如科万(Cowan)等<sup>[2]</sup>认为, 协同创新是创新主体所拥有的知识重新组合, 其成功在一定程度上取决于创新主体之

<sup>1</sup>**作者简介:** 李琳(1965-), 女, 湖南涟源人, 博士, 湖南大学经济与贸易学院教授、博士生导师, 研究方向为城市创新与区域发展; 刘瑞(1994-), 女, 湖北黄冈人, 湖南大学经济与贸易学院硕士研究生, 研究方向为城市创新与区域发展。

**基金项目:** 国家社会科学基金后期资助项目(16FJL009); 湖南省智库专项重大项目(18ZWA20); 湖南省科技创新决策咨询暨软科学重点项目(2017ZK3051)。

间知识相互补充的程度;费歇尔(Fischer)<sup>[3]</sup>认为,刺激要素充分流动,加快知识扩散速度,有利于实现区域创新系统优化;王卫东<sup>[4]</sup>认为,创新经济基础、创新环境水平、创新投入能力及创新产出能力是影响协同创新能力的4个主要因素;崔新建和崔志新<sup>[5]</sup>探讨了创新主体之间沟通难度大、地理因素限制多、制度化程度较低等协同障碍对于协同创新的多元影响。也有学者从企业和区域角度进行了相关实证研究,如水常青<sup>[6]</sup>从协同的渊源出发,实证发现项目负责人的经验协调能力、高层领导重视能力以及项目成员间相互信任度有利于企业协同创新;解学梅<sup>[7]</sup>基于长三角制造业企业问卷调查数据,研究发现主体支撑、政策环境、协同机制和关系网络等企业协同创新影响因素与协同程度之间基本呈现正相关关系;白俊红、卞元超<sup>[8]</sup>利用2004-2013年我国内地30个省份面板数据,在厘清政府支持影响产学研协同创新内在机理的基础上,通过建立产学研复合系统协同度模型,测算产学研协同创新复合系统协同度,考察政府支持是否促进产学研协同创新;毛磊等<sup>[9]</sup>从跨区域协同创新实践背景出发,借助协同创新理论,以长三角地区苏州、上海和杭州企业为例,通过问卷调查,对216份有效样本数据进行模型拟合,发现认知邻近、地理邻近、组织与社会邻近、制度邻近对跨区域协同创新影响强度依次减弱;李星宇等<sup>[10]</sup>构建新兴技术企业协同创新影响因素模型,基于湖南省长株潭地区282家新兴技术企业调查问卷数据,运用结构方程模型进行实证研究,发现创新能力、合作关系、协同机制、创新环境都对企业协同度产生积极影响,协同机制与创新环境对协同度的部分影响通过协同创新平台发挥作用。

可见,区域协同创新影响因素相关研究较为丰富,这些研究为本文提供了有益借鉴,但仍有几个问题需深入探讨:①区域协同创新研究视角有待进一步扩展。针对协同创新,已有文献更多关注企业与企业之间或者企业、政府与高校之间的协同,从区域系统内部出发,研究区域系统内部各个子系统间协同创新,但是,区(城)际协同创新未受到重视。事实上,区(城)际协同创新同样具有重要研究价值,对其进行分析能够增强对于不同空间单元之间协同创新现状的认知,为协同创新提供一个新的研究维度;②需要进一步揭示创新要素流动与区域协同创新的关系。已有文献探讨要素流动与区域协同创新较多停留于定性分析,相关定量研究仍较少;③提高对城市群协同创新的关注。已有文献中,以城市群为对象的实证研究较少。城市群协同发展逐渐成为学者关注的热点之一,如京津冀协同发展、长三角一体化战略。因此,本文针对城市群协同创新进行实证研究,弥补现有研究不足。从区(城)际协同创新角度,基于创新要素流动对城市群协同创新影响相关理论研究,以长三角城市群和长江中游城市群为研究对象,运用扩展DEA模型和引力模型,分别对2006-2017年城市群协同创新水平和创新要素流动进行度量,并利用空间计量模型实证检验创新要素流动对城市群协同创新的影响,探析不同城市群内创新要素流动对城市群协同创新影响的异质性,并根据结论给出相应政策启示。

## 2 创新要素流动对城市群协同创新的影响机制

### 2.1 城市群协同创新内涵

城市群协同创新系统是区域协同创新系统的一个更高级形态,是指不同城市之间以及城市群系统间协作与共生,物质、知识、信息、技术产品、创新人才在不同城市之间以及城市群系统间自由流动,通过资源整合,实现系统从无序到有序、从低级到高级的状态。因此,城市群协同创新是一个自组织过程,在这个过程中,不同城市创新主体以城市为载体,以创新能力为基础,实现各种创新要素联系与整合,产生空间溢出效应,最终实现“1+1>2”的城市群协同创新整体效益。

### 2.2 影响机制分析

创新要素流动对城市群协同创新的影响机制复杂多样,具体表现在资源配置效应、学习效应和规模效应3个维度。

#### (1) 资源配置效应。

由于地域和市场限制,我国要素扭曲、资源错配现象较为突出,由此导致企业间资源错配,影响企业决策,从而引致全要素生产率损失<sup>[11]</sup>。相关研究指出,要素市场扭曲确实会抑制创新效率提升,要素自由流动可以使得这一现象得到改善<sup>[12-14]</sup>。对于城市群协同创新来说,创新要素流动显得尤为重要。创新要素自由流动加快了区域协同创新网络形成,促进多元创新主体互动、创新合

作和创新效应扩散。城市群系统的知识交流和信息传递更为便捷,创新人员能够找到自己合适的岗位发挥所长,创新资本在具有研发价值的项目上迸发活力,创新资源得到合理配置<sup>[16]</sup>,城市群创新系统运转效率得以提高。同时,创新要素在城市群内不同城市间与创新主体间流动和整合,对资金、技术等关键要素进行重新分配与利用,在交换过程中要素结构进一步优化,提升了创新要素组合效应,使得城市群系统创新活动从分散无序状态向高度平衡状态转化。简言之,创新要素在城市群内自由流动可以有效配置研发资源,实现整个城市群技术创新帕累托最优,最终城市群协同创新水平得以提升。

## (2) 学习效应。

随着“互联网+”行动计划的提出,互联网和信息技术全面渗透城市发展各个方面,人才、资金等创新要素流动更为便捷<sup>[16]</sup>。要素远距离的空间联系不再受时空、地域限制,不同空间的要素可以根据需要进行快捷高效的联结和重组,促进非邻近创新的产生<sup>[17]</sup>。与传统要素相比,创新要素携带更多知识和技术,其在各区际间流动更有利于创新知识在空间范围传播与扩散,是城市群协同创新过程形成的关键机制<sup>[18]</sup>。一方面,创新要素在趋利性特征支配下自由流动,使得创新水平较高的地区不断利用科研优势,吸引更多高素质研发人员流入,优质创新资本得以积累,以推动创新能力进一步提升,与落后地区间创新差距扩大,地区间创新水平趋于发散;另一方面,创新要素本身携带知识和技术,其区际流动会带来一定的知识溢出效应,知识溢出获益者通过知识溢出获得其他人的先进知识,减少自身学习成本,创新能力得以提升,与创新水平较高地区差距缩小,实现创新效率收敛,最终形成区域创新系统协同发展<sup>[19-20]</sup>。

## (3) 规模效应。

创新要素在创新网络中流动,总是会从边际收益率低的区域流向边际收益率高的区域<sup>[21]</sup>,导致创新要素向某地集中,这一活动持续进行,达到一定规模后空间集聚,形成规模经济,产生规模效应,区域创新能力大幅度提升。根据区域经济梯度推移理论,由于科技进步创新活动,如新产品、新技术以及新的管理方法和经验等首先发生在高梯度地区,随着经济发展,逐步由高梯度地区向低梯度地区推移<sup>[22]</sup>。大量创新要素集聚的地区必然是创新发生的高频区域,随后,创新活动从发源地向周边相邻城市推移,对周边地区产生辐射作用,地区间创新收益增加,有助于城市群协同创新水平提升。

# 3 城市群协同创新度测度

## 3.1 城市群协同创新度评价标准

由城市群协同创新内涵可知,城市群协同创新强调开放与资源共享,自组织过程实质上是任意城市个体依托自身及其它城市创新资源投入,互助共联,进而实现产学研协同并逐渐缩减城市间创新水平差距的过程。基于这一思路,参考李琳、龚胜<sup>[23]</sup>的评价方式,构建基于投入产出思路的协同创新测度框架。首先,参考已有研究,产出指标采用技术相近性指数和联合专利指数加以衡量<sup>[24]</sup>。其中,技术相近性指数用于表征城市间技术协同水平,而联合专利指数表征城市协同创新更为直接的产出成果,综合两者可以较大程度反映城市群协同创新程度。具体地,联合专利指数为联合专利占三项专利(发明专利、外观设计和实用新型)申请受理量的比重。技术相近性指数  $TCI_i$  计算公式如下:

$$TCI_i = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j \neq i} \left( \frac{OVHT_i}{ASIOV_i} - \frac{OVHT_j}{ASIOV_j} \right)^2} \quad (1)$$

其中,OVHT为城市个体的高新技术产业产值,ASIOV为城市个体规模以上工业总产值,i与j表示任意两个不同城市,n为城市数量。计算结果  $TCI_i$  用于衡量城市 i 与其它城市的技术差距,其值越小,城市间技术差距越小,技术协同水平越高,故计算结果通过取倒数作逆向处理。

城市群协同创新投入指标主要考虑创新资源和创新环境两个方面,综合体现城市群内每个城市的创新资源禀赋优势。通常来看,人力资本和科技投入是服务于协同创新的主要创新资源,本文采用科研人员与城镇从业人员数量比表征人力资本,用科学支出与政府财政支出比表征科技投入,鉴于二者对创新产出同等重要,权重均为 0.5;从市场环境和投资环境两个方面考量创新环境,同样权重各取 0.5。市场环境为社会零售消费总额占地区生产总值比重,投资环境为各地区实际利用外商投资占地区生产总值的比例。最后,城市群协同创新过程的动态性由投入—产出分析法体现。

### 3.2 城市群协同创新度评估:基于扩展的 DEA 方法

本文城市群协同创新关注系统间协同创新有效,可以借鉴扩展的 DEA 方法进行测度。由已有研究可知,扩展 DEA 模型通过构建系统间交叉输出输入表对各子系统之间协同进行测度,其综合有效性为系统内部或系统间技术有效性和规模有效性的乘积,在城市群协同创新系统演进过程中,协同和创新相互促进、缺一不可<sup>[25-26]</sup>。因此,定义系统协同创新综合有效程度为协同有效程度和创新有效程度的乘积。

(1) 子系统 A 对子系统 B 协同创新综合有效计算。

$h_e(A/B)$ 表示子系统 A 对子系统 B 的协同有效程度, $f_e(A/B)$ 表示子系统 A 对子系统 B 的创新有效程度,则 A 对 B 的协同创新综合有效  $zh_e(A/B)$  计算公式为:

$$\begin{aligned} zh_e(A/B) &= h_e(A/B) * f_e(A/B) & (2) \\ zh_e(A/B) &\neq zh_e(B/A) \end{aligned}$$

(2) 两个子系统之间的协同创新有效程度计算公式如下:

$$h_e(A, B) = \frac{\min[h_e(A/B), h_e(B/A)]}{\max[h_e(A/B), h_e(B/A)]} \quad (3)$$

$$f_e(A, B) = \frac{\min[f_e(A/B), f_e(B/A)]}{\max[f_e(A/B), f_e(B/A)]} \quad (4)$$

$$zh_e(A, B) = h_e(A, B) * f_e(A, B) \quad (5)$$

### 3.3 数据来源

根据 2016 年《长江三角洲城市群发展规划》,长三角城市群主要包括上海市,以及江苏、浙江、安徽各 8 个地级市及以上城市;长江中游城市群主要涉及武汉城市圈、环长株潭城市群、环鄱阳湖城市群。同时,基于数据可得性,剔除盐城、铜陵、安庆、池州、宣城、宜春、上饶、萍乡、吉安,最后确定 41 个地级市作为研究对象,对城市群协同创新水平进行测度。相关数据来源于《中国城市统计年鉴》、《中国区域经济统计年鉴》以及国家知识产权局官网,部分缺失数据通过查阅各地级市当年统计年鉴和统计公报进行填补。

### 3.4 协同创新度测度结果

长三角城市群和长江中游城市群 2006-2017 年间协同创新度测度结果如图 1 所示。从两大城市群协同创新水平的相对位置来看,2006-2008,长三角城市群整体协同创新水平低于长江中游城市群;2008-2013,长三角城市群协同创新水平逐渐超越长江

中游城市群,两者差距较为明显;2013年以后,长江中游城市群建设进入到全面推进阶段,其整体协同创新增速明显快于长三角城市群,二者协同创新差距逐渐缩小。从整体趋势来看,长三角城市群整体协同创新水平呈波动上升之势,说明长三角城市群协同创新发展趋势良好,而长江中游城市群整体协同创新水平波动幅度反复,长江中游城市群协同创新发展趋势尚不明朗。并且,二者整体协同创新度均值皆低于0.5,与前沿有效相距较远,说明二者整体还处于协同创新初级阶段。

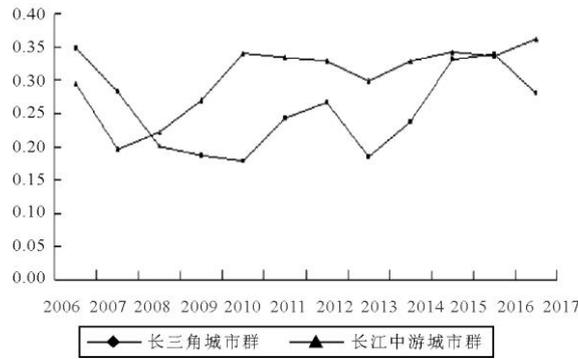


图1 2006-2017年长三角城市群和长江中游城市群协同创新均值

## 4 实证分析

### 4.1 计量模型构建与数据来源

#### 4.1.1 计量模型构建

某个城市创新要素流动量可能受到其它城市经济行为的影响,并且创新要素流动存在一定的空间相关性<sup>[27]</sup>,而空间计量能够将这一特性考虑在内。基于此,本文选用空间计量模型考察创新要素流动对城市群协同创新的影响。根据城市群协同创新内涵可知,城市群协同创新不仅受本地区创新要素影响,还依赖周边城市创新要素的影响,即城市群协同创新存在空间交互作用,空间杜宾模型假设条件是区域*i*的被解释变量依赖其邻居的自变量,即考虑空间交互作用。通过LR检验,最终选择设立如下模型:

$$SY_{it} = \alpha_0 + \rho WSY_{it} + \beta_1 X_{it} + \beta_2 WX_{it} + \epsilon_{it} \quad (6)$$

其中,被解释变量SY为城市群协同创新水平,X为解释变量,在实证研究中,分别采用创新人员流动PF、创新资本流动CF作为核心解释变量;将控制变量对外开放水平OPEN、产业结构STRU、地方保护GOV、城镇化水平CITY纳入模型,为了消除异方差,在回归过程中变量均作取对数处理。 $\alpha_0$ 是常数项,W是邻接权重矩阵,WSY<sub>it</sub>和WX<sub>it</sub>考虑了被解释变量和解释变量的空间依赖性。

#### 4.1.2 变量说明及数据处理

创新要素包括创新人员和创新资本,一般由人员和经费指标得出,由于城市层面的人员和经费数据难以获取。所以,参考康海媛等(2018)的研究,采用科研、技术服务行业人员与城市财政支出中的科学事业费支出进行替代,创新要素流动测度参考王钺、刘秉镰<sup>[28]</sup>的处理方法,通过引力模型对创新要素流动进行估算。

控制变量说明。一个地区的对外开放程度能够通过影响其吸收先进地区的技术扩散和知识溢出能力,从而对协同创新产生一定影响,可以采用各地区进出口总额占该地区生产总值比重对其进行核算;产业结构决定了一个地区技术创新复杂性,其对协同

创新存在重要影响,本文采用二、三产业增加值与地区生产总值的比值衡量;地方保护在一定程度上可以反映行政壁垒对协同创新的影响,其衡量指标是财政收入与地区生产总值的比值<sup>[29]</sup>;城镇化水平差异在一定程度上导致协同创新差异,限于城市数据可获得性,本文参考卞元超等<sup>[30]</sup>的处理方式,采用各地区城市建设用地面积占辖区面积的比例表征。

#### 4.2 实证结果分析

根据相关理论研究和计量模型构建,分别对长三角城市群和长江中游城市群进行回归。城市群协同创新空间相关系数通过显著性检验,说明城市群协同创新存在空间相关性;城市之间创新人员流动和创新资本流动的空间滞后项系数均显著为正,由此说明在长三角城市群内城市创新人员流动和创新资本流动促进周边城市协同创新。由于空间杜宾模型既有因变量的空间滞后项又有自变量的空间滞后项,不能直接反映自变量对因变量的边际作用,可利用效应分解方法将总效应分解为直接效应和间接效应,直接效应反映本地区创新要素流动对协同创新水平的平均影响,间接效应反映本地区创新要素流动对其它区域协同创新水平的平均影响,而总效应反映创新要素流动对全部区域协同创新的平均影响。

从本文关键变量即创新要素流动回归结果来看,长三角城市群和长江中游城市群创新要素流动总效应回归系数均显著为正,表明创新要素流动对提高城市群协同创新具有积极作用。直接效应回归系数均不显著,但间接效应显著,也就是说,创新要素流动直接对本地区的作用尚不明显,创新要素流动所带来的空间溢出效应有利于促进邻近城市群协同创新。这个与预期相悖的结论可能正好反映了我国创新要素流动过程中的诸多问题,我国经济进入新常态以来,政府越来越重视区域创新能力对地区经济增长的驱动作用,在这种大背景下,各地区根据自身比较优势,制定各种优惠政策,创造有利条件吸引各类创新要素流入本地区以增强创新实力,提升创新绩效,过度的政府支持扭曲了市场配置机制,吸引大量创新要素在某地集聚,造成创新要素拥堵,降低研发资源配置效率<sup>[15]</sup>,并且创新要素跨区域流动存在一定的摩擦,最终降低了创新要素应该发挥的协同创新效应。从实证结果可以看出,长三角城市群创新要素流动空间溢出效应高于长江中游城市群创新要素流动空间溢出效应,这个结论基本与现实相吻合。长三角地理区位优势,对优质创新要素资源的虹吸效应较强,是优质创新要素集聚高地,所以其空间溢出效应较大。为了保证实证结果稳健性,本文利用人均GDP和滞后一期城市财政支出中的科学事业费支出计算创新要素流动,实证结果基本与前面保持一致。

#### 4.3 进一步讨论

互联网的出现会加快创新要素流动,那么,在互联网发展的影响下,创新要素在城市群自由流动的协同创新效应如何变动呢?基于此,本文构建面板门限模型,实证考察互联网发展对创新要素在城市群流动的协同创新效应的非线性调节作用。参考汉森(Hansen)<sup>[31]</sup>的门限模型,选择各地级市互联网发展水平(IDS)作为门限变量,建立门限面板回归模型。

$$\begin{aligned} \ln SY_{it} = & \mu_{it} + \alpha_{11} \ln PF_{it} (\ln IDS_{it} \leq \gamma_1) + \alpha_{12} \ln PF_{it} (\gamma_1 < \ln IDS_{it} \leq \gamma_2) + \dots \\ & + \alpha_{1,n-1} \ln PF_{it} (\gamma_{n-1} < \ln IDS_{it} \leq \gamma_n) + \alpha_{1,n} \ln PF_{it} (\gamma_n < \ln IDS_{it}) \\ & + \alpha_{21} \ln CF_{it} (\ln IDS_{it} \leq \gamma_1) + \alpha_{22} \ln CF_{it} (\gamma_1 < \ln IDS_{it} \leq \gamma_2) + \dots \\ & + \alpha_{2,n-1} \ln CF_{it} (\gamma_{n-1} < \ln IDS_{it} \leq \gamma_n) + \alpha_{2,n} \ln CF_{it} (\gamma_n < \ln IDS_{it}) + \theta_{it} X_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (11)$$

式中,  $SY_{it}$  为城市群协同创新水平,创新人员流动  $PF_{it}$ 、创新资本流动  $CF_{it}$  为核心解释变量;  $IDS_{it}$  表示互联网发展水平,采用互联网用户数占总人口比例进行衡量<sup>[32]</sup>;  $X_{it}$  为控制变量,同上文;为了消除异方差,在回归过程中变量均作取对数处理。

##### 4.3.1 门限效应检验

本文首先对门限效应进行检验所示,以互联网发展水平为门限变量,长三角城市群和长江中游城市群单一门限效应及双重门限效应均显著,说明两大城市群单一门限和双重门限假设均通过检验。

#### 4.3.2 门限回归结果分析

随后,本文进行门限模型回归,在不同的互联网发展水平下,创新要素流动对城市群协同创新的影响表现出显著的门限特征。即无论是在长三角城市群还是在长江中游城市群中,都存在一个拐点,使得创新要素流动对城市群协同创新的影响并非单调递增或者递减:创新人员流动对城市群协同创新的影响呈现倒U型特征,创新资本流动对城市群协同创新影响呈现U型特征。

此外,针对门限模型拐点差异的对比发现,对于创新人员流动而言,长三角城市群和长江中游城市群互联网发展水平的拐点分别为0.537、0.059;对于创新资本流动,长三角城市群和长江中游城市群互联网发展水平的拐点分别为0.111、0.059。结合资本与人员流动的不同曲线效应,在互联网门限效应下,长三角城市群创新人员流动的正向促进效应更持久,而长江中游城市群创新资本流动带来的正向促进作用时点早于长三角城市群。这一结果部分解释了长三角城市群协同创新水平保持相对较高水平的原因,也一定程度上解释了近年来长江中游城市群协同创新效应增长较快的原因。

根据回归结果可知,互联网发展对创新要素在城市群自由流动的协同创新效应的门限效应具体表现为:当互联网发展水平较低时,创新人员流动有利于城市群协同创新的实现,创新资本的流动反而会阻碍城市群协同创新;当互联网水平进一步提升时,创新人员流动对城市群协同创新的积极影响减弱,创新资本流动对城市群协同创新产生积极影响;当互联网发展水平跨越更高门槛时,创新人员流动对城市群协同创新产生负面影响,创新资本流动对城市群协同创新的积极影响仍旧显著。可能的解释是:知识溢出对实现城市群协同创新十分重要,对创新人员来说,在互联网发展水平较低时,知识溢出载体主要是创新人员流动,而在隐性知识溢出过程中,创新人员流动作用更强,所以,创新人员流动对城市群协同创新的影响显著为正;随着互联网的普及和高水平发展,知识溢出对创新人员流动的依赖性减弱,“虚拟研发团队”等新组织形式的大量出现降低了人员流动对城市群协同创新的影响。对于创新资本来说,互联网金融的效率和风险取决于互联网虚拟共同体(社区)信任关系,而创新活动本身不确定性极高,信息不对称所引发的道德风险与逆向选择的存在使得投资过程风险性增加,谨慎的投资者往往选择规避风险<sup>[33]</sup>。所以,在互联网发展初期,风险控制不够完善,信息不对称引发的道德风险与逆向选择导致研发投资不足,不利于城市群协同创新水平提高;随着信息技术发展,在互联网发展水平进一步提升过程中,风险控制技术相对成熟,同时,互联网金融的兴起为创新资本流动提供了便捷途径,使得创新资本流动对城市群协同创新产生一定的积极作用。

## 5 结论及政策启示

### 5.1 结论

本文在解析创新要素流动对城市群协同创新影响机制的基础上,利用2006-2017年长三角城市群和长江中游城市群共41个地级市面板数据,基于空间面板模型,实证考察了创新要素流动对城市群协同创新的影响,并将空间效应进行分解,观察创新要素流动对城市群协同创新影响的直接效应和间接效应。研究发现,创新要素流动对城市群协同创新水平影响的总效应十分显著,直接效应尚不显著,间接效应显著为正,说明创新要素流动对于本地区协同创新水平的影响作用尚未凸显。创新要素流动伴随的空间溢出效应有利于促进周边地区协同创新水平提高,并且溢出效应存在群际差异。

本文以互联网发展水平为门限变量,构建创新要素流动影响城市群协同创新的门限模型,发现在两大城市群中,创新要素流动对城市群协同创新的影响均为非线性,创新人员流动对城市群协同创新的影响呈现倒U型特征,创新资本流动对城市群协同创新影响呈现U型特征:互联网发展水平较低时,创新人员流动对城市群协同创新产生正向作用,而创新资本流动对城市群协同创新的影响为负,当互联网进一步发展达到更高水平时,创新人员流动不利于城市群协同创新,创新资本流动对城市群协同创新产生积极影响,并且,门限变量的拐点在两大城市群有所差异。

## 5.2 政策启示

创新要素是城市群协同创新的主要动力,上述结论对于科学合理地引导创新要素流动,将长三角城市群、长江中游城市群打造成创新增长极,推动长江经济带协同创新高质量发展具有一定启示作用。

(1) 强化区域联动,深化跨区域协同创新,推进城市群协同创新网络体系建设。就长江经济带整体发展来看,要充分发挥城市群在长江经济带中的创新辐射作用,各城市群城市主体应该积极参与到城市群协同创新建设中,深化跨区域协同创新,推进城市群协同创新网络建设,促进创新要素自由有序流动,实现研发资源合理配置,提高城市群协同创新水平。对于长三角城市群来说,政府在积极推进长三角一体化进程中,要牢固树立“一体化”意识和“一盘棋”思想,以协同创新平台为依托,加强长三角中心区城市间合作联动,强化分工合作、错位发展,提升区域发展整体水平和效率。对于长江中游城市群来说,长江中游城市群跨区域创新系统协同还处于起步阶段,创新主体是影响协同创新进程的主导序参量。因此,长江中游城市群应该跨越行政约束、冲破体制机制障碍,从科技合作、资源共享等多方面全方位加强城市间,尤其是重点推进三大中心城市创新合作,通过中心城市辐射带动作用推动城市群创新系统协同发展。

(2) 构建切实可行的知识溢出补偿机制,保障自主创新积极性。创新要素流动存在空间溢出效应,创新落后地区可以借助知识溢出以较低成本和较快速度吸收先进知识,提高创新能力,缩小与其它地区的差距。但是,落后地区存在搭便车行为,某种程度上会挫伤发达地区创新积极性,使其减少创新投入,或者采取创新保护措施,最终降低整个社会创新效率。因此,在各城市创新能力和资源各异条件下,有必要协商好利益分配以及知识溢出补偿机制,以打造协同创新共同体理念,积极引导创新主体合作交流,实现城市群协同创新,如创新水平落后地区可以通过相应资金补偿,获得创新水平发达地区的先进技术、人才等。

(3) 因“群”施策,放大互联网的创新要素优化配置效应。当前,科研数据开放平台、资源共享平台相对分散,依托互联网搭建全方位协同创新系统,将大大减少沟通成本和信息成本,加速科研信息流转与传递、科研知识共享与利用,从而实现跨组织、跨部门、跨地域的无障碍交流<sup>[34]</sup>。结合门限效应异质性分析,为进一步提升城市群协同创新水平,在互联网发展水平较高的长三角城市群<sup>[35]</sup>,一方面,政府应该与其它地区达成战略联盟,向外输送高技术人才,避免研发资源拥堵;另一方面,各创新主体要利用好互联网媒介工具,加快科技资源共享服务平台优化升级,实现科技资源合理流动与开放共享。在互联网发展水平相对较低的长江中游城市群,加大互联网、大数据、人工智能等技术应用于金融体系风险防范力度,打造安全高效的互联网金融体系,科学引导创新资本合理流动。

## 5.3 不足与展望

尽管本文拓展了研究视野,进一步厘清了创新要素流动与城市群协同创新关系,但以下方面仍有待完善:创新要素流动仅涉及人员和资本,然而城市群协同创新过程中必不可少地涉及技术和信息等高级创新要素流动,但是实际中很难对其真实情况进行测算,未来研究能否通过仿真实验构建动态模型,探究其对城市群协同创新的影响有待进一步探索;本文研究采用地级市数据,相关城市科技协同数据查找难度较大,有些指标只能采用代理变量,如果能够获取直接指标数据,以中国目前已较为成熟的13个典型城市群作为研究样本,则研究更有意义。

### 参考文献:

[1] 高丽娜,宋慧勇,张惠东.城市群协同创新形成机理及其对系统绩效的影响研究[J].江苏师范大学学报(哲学社会科学版),2018(1).

[2] COWAN R, JONARD N, ZIMMERMANN J B. Bilateral collaboration and the emergence of innovation networks[J]. Management Science, 2007, 53(7):1051-1067.

- 
- [3] FISCHER S T. Collaborative innovation in ubiquitous systems[J]. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2007, 18(5): 599-615.
- [4] 王卫东. 长三角城市群协同创新发展机制研究[J]. *企业经济*, 2011(12): 125-128.
- [5] 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(5).
- [6] 水常青, 郑刚, 许庆瑞. 影响中国大中型工业企业协同创新要素的实证研究[J]. *科学学与科学技术管理*, 2004, 25(12): 44-48.
- [7] 解学梅. 企业协同创新影响因素与协同程度多维关系实证研究[J]. *科研管理*, 2015, 36(2): 69-78.
- [8] 白俊红, 卞元超. 政府支持是否促进了产学研协同创新[J]. *统计研究*, 2015, 32(11): 43-50.
- [9] 毛磊, 谢富纪, 凌峰. 多维邻近视角下跨区域协同创新影响因素实证研究[J]. *科技进步与对策*, 2017, 34(8): 37-44.
- [10] 李星宇, 曹兴, 马慧. 长株潭地区新兴技术企业间协同创新影响因素与机制研究[J]. *经济地理*, 2017, 37(6): 122-128.
- [11] 戴小勇. 资源错配视角下全要素生产率损失的形成机理与测算[J]. *当代经济科学*, 2018(5): 103-116.
- [12] 张杰, 周晓艳, 李勇. 要素市场扭曲抑制了中国企业 R&D[J]. *经济研究*, 2011(8): 78-91.
- [13] 白俊红, 卞元超. 要素市场扭曲与中国创新生产的效率损失[J]. *中国工业经济*, 2016(11): 39-55.
- [14] 戴魁早, 刘友金. 要素市场扭曲与创新效率——对中国高技术产业发展的经验分析[J]. *经济研究*, 2016(7).
- [15] 邵汉华, 钟琪. 研发要素空间流动与区域协同创新效率[J]. *软科学*, 2018, 32(11).
- [16] 熊励, 孙文灿. “互联网+”背景下创新要素流动对城市能级提升的动力机制研究——以上海数据和模型仿真为例[J]. *科技进步与对策*, 2016, 33(20): 43-49.
- [17] 张旭亮, 史晋川, 李仙德, 等. 互联网对中国区域创新的作用机理与效应[J]. *经济地理*, 2017, 37(12): 129-137.
- [18] AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. R&D spillovers and the geography of innovation and production[J]. *American Economic Review*, 1996, 86(3): 630-640.
- [19] 王钺, 白俊红, 张煜晖. 研发人员的流动是否促进了地区创新的收敛[J]. *情报杂志*, 2016, 35(3): 195-202.
- [20] 王钺, 白俊红. 资本流动与区域创新的动态空间收敛[J]. *管理学报*, 2016, 13(9): 1374-1382.
- [21] 杨省贵, 顾新. 区域创新体系间创新要素流动研究[J]. *科技进步与对策*, 2011, 28(23): 60-65.
- [22] 郝寿义, 安虎森. *区域经济学*[M]北京: 经济科学出版社, 2015.

- 
- [23]李琳,龚胜.长江中游城市群协同创新度动态评估与比较[J].科技进步与对策,2015,32(23):118-124.
- [24]党兴华,弓志刚.多维邻近性对跨区域技术创新合作的影响——基于中国共同专利数据的实证分析[J].科学学研究,2013,31(10):1590-1600.
- [25]穆东,杜志平.系统协同发展程度的DEA评价研究[J].运筹与管理,2005,14(1):75-81.
- [26]李琳,吴珊.基于DEA的我国区域经济协同发展水平动态评价与比较[J].华东经济管理,2014(1):65-68.
- [27]白俊红,王钺,蒋伏心,等.研发要素流动、空间知识溢出与经济增长[J].经济研究,2017(7):111-125.
- [28]王钺,刘秉镰.创新要素的流动为何如此重要——基于全要素生产率的视角[J].中国软科学,2017(8):91-101.
- [29]孙早,刘李华,孙亚政.市场化程度、地方保护主义与R&D的溢出效应——来自中国工业的经验证据[J].管理世界,2014(8):78-89.
- [30]卞元超,吴利华,白俊红.高铁开通、要素流动与区域经济差距[J].财贸经济,2018,39(6):149-163.
- [31]HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Econ., 1993, 93:345-368.
- [32]王曙光.互联网金融带来的变革[J].中国金融家,2013(12):95-96.
- [33]熊小刚.“中三角”跨区域创新系统的协同发展研究[J].中国科技论坛,2014(4):39-44.
- [34]张绍丽,郑晓齐,张辉.互联网环境下国家“开放-共享-协同”创新体系研究[J].科技进步与对策,2016,33(19):1-7.
- [35]李琳,刘琛.互联网、禀赋结构与长江经济带工业绿色全要素生产率——基于三大城市群108个城市的实证分析[J].华东经济管理,2018,32(7):7-13.