

# 人力和资本要素的集聚与流动对区域创新效率的影响

张振山<sup>1,2</sup> 赵新力<sup>1,3</sup> 王丹<sup>1,4</sup>

(1. 哈尔滨工业大学管理学院, 黑龙江哈尔滨 150001;

2. 黑龙江科技大学经济学院, 黑龙江哈尔滨 150022;

3. 中国科学技术交流中心, 北京 100038;

4. 东北农业大学, 黑龙江哈尔滨 150030)

**摘要:** 创新效率是衡量一个区域创新绩效的重要指标, 要素的集聚和流动对区域创新效率影响显著。在梳理相关文献的基础上, 首先确定创新效率及要素集聚的测度方法, 然后利用空间杜宾模型(SDM)分析得出的结果是: 企业要素集聚对区域创新效率影响最大, 高校次之, 影响最小的是科研机构。要素集聚对各创新主体的区域外溢效应也各有不同, 外溢效应最大的是企业, 其次是高校, 而科研机构的要素集聚不具有区域间的外溢效应。区域间要素流动中, 研发人员流动对创新效率影响最大, 其次是研发资本流动。最后, 根据模型结果提出在区域内加强科研机构与高校的合作, 促进研发要素向企业流动。同时, 各区域应采取积极措施, 为要素区域间的流动提供有力环境, 以提高总体区域创新效率水平。

**关键词:** 要素集聚; 要素流动; 创新效率; 空间计量

中图分类号: F204

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2018.02.011

## Influence on Regional Innovation Efficiency by Agglomeration and Flow of Human Resource and Capital Factors

ZHANG Zhenshan<sup>1,2</sup>, ZHAO Xinli<sup>1,3</sup>, WANG Dan<sup>1,4</sup>

(1. School of Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001; 2. School of Economics, Heilongjiang University of Science and Technology, Harbin 150022; 3. China Science and Technology Exchange Center, Beijing 100038; 4. Northeast Agricultural University, Harbin 150030)

**Abstract:** Innovation efficiency is an important index to measure the innovation performance and the agglomeration and flows of innovation factors have significant influence on the regional innovation efficiency. Firstly, this paper determines the measurement methods of innovation efficiency and factor agglomeration. Using the Spatial Durbin Model, it is concluded that the most important factor is the agglomeration of enterprise factors, followed by universities and research institutions. The regional spillover effects of the factor agglomeration are different. The biggest spillover effect is the enterprise, followed by the university and research institutions. Among the movement, researchers have the greatest impact on innovation efficiency, then the R&D capital. According to the model, the cooperation between research institutions and universities should be strengthened. At the same time, all regions should take active measures to provide a good environment for the

**作者简介:** 张振山(1972—), 男, 哈尔滨工业大学管理学院博士研究生, 黑龙江科技大学讲师, 研究方向: 科技创新竞争力; 赵新力(1961—), 哈尔滨工业大学管理学院博士生导师, 中国科学技术交流中心副主任(通讯作者); 王丹(1982—), 女, 东北农业大学讲师, 研究方向: 科技创新。

**收稿时间:** 2017年12月10日。

flow of innovation factors among regions, so as to raise the efficiency level of regional innovation.

**Keywords:** agglomeration of innovation factors, movement of innovation factors, innovation efficiency, spatial econometrics

## 0 引言

近年来，随着各区域对科技创新投入的不断增加，创新要素的利用和配置及对区域创新效率影响问题越来越受到重视<sup>[1]</sup>。创新要素是指和创新相关的资源和能力的组合，通俗地讲，就是支持创新的人、财、物，以及将人、财、物组合的机制。本文重点讨论与创新有关的人力和资本（财、物）等创新要素的集聚与流动对区域创新效率的影响。创新效率是创新要素和创新主体的能动性体现。创新要素集聚是指人力和资本要素在各创新主体及区域间的集中。创新要素的流动主要是人力和资本在主体及区域间流动。人力的流动很好理解，资本的流动主要是指企业、高校或研究机构的区域内或区域间资本的给付，例如区域A的企业（研究机构、高校）委托或联合区域A或B的企业（高校或研究机构）攻关课题所产生的劳务补偿或科研设备的购置等。

目前相关研究文献主要集中在以下两个方面。一是区域间科技创新相互影响。张玉明、李凯<sup>[2]</sup>以专利数据作为衡量创新产出的指标，应用区域Gini系数和Moran's I指数，认为我国省际区域创新产出呈现不同层次创新集群。邬滋<sup>[3]</sup>利用空间计量模型研究了知识集聚对生产行为多样化和专业化的影响。王锐淇、张宗益<sup>[4]</sup>运用面板数据证明不同地域间的科技创新活动存在异质性。二是创新要素集聚为基础的协同创新研究成为另一个方向。陈劲、阳银娟<sup>[5]</sup>认为大学、研究机构、企业、政府等创新主体的跨界合作是协同创新的主要形式。何郁冰<sup>[6]</sup>认为推动企业与大学、研究机构的深入合作模式是实现我国自主创新的动力。许彩侠<sup>[7]</sup>从协同创新机制等方面提出包括政府在内的“四位一体”的区域协同创新体系。

以上研究将各区域看作独立的系统，区域间存在明显的不同，主要集中在区域间创新效果的相互作用。本文则系统研究创新要素在各直接创新主体的创新集聚对区域创新效率的影响，以及从创新要素区域间流动角度，考察创新要素的外溢对区域创新效率的影响。

## 1 理论框架

Freeman<sup>[8]</sup>认为，创新成果既有子系统内部的创新要素作用，又有系统间的动态流动。从区域内部要素集中来看，创新系统内部直接创新主体（高校、科研机构、企业）是创新要素的主要集聚的载体。创新要素的区域间流动有助于优化区域创新生产的要素结构、促进知识溢出、提高创新效率。才国伟、钱金保<sup>[9]</sup>认为创新的空间相关主要来源于经济要素的区域间流动。但总体来看，创新要素的流动对创新效率是正向的。创新要素的动态流动必然会对区域效率及创新活动产生影响。这种影响主要体现在以下两个方面：一是创新要素自身包含大量知识信息，创新要素的区域间流动也必定会产生知识溢出效应，进而促进区域创新绩效的提升。二是研发人员和研发资本的区域间流动能够优化区域创新系统的结构和规模。

## 2 区域创新效率及创新要素集中度测算

本文的研究对象为大陆31个省级行政区域。原始数据来源于2006—2015年各期的省域《中国科技统计年鉴》及《中国统计年鉴》。

### 2.1 区域创新效率测算

关于创新效率，投入产出指标选择依据KFP模型（知识生产函数）。该模型由Griliches<sup>[10]</sup>提出。同时，Griliches<sup>[11]</sup>指出由于很多创新活动并不是以专利形式存在，或者根本就没有申请专

利。因此，高校和科研机构科技创新产出变量以技术转让金额衡量，企业创新产出变量以新产品销售收入衡量。因此，对于创新效率的测算，本文选择DEA方法。为克服传统的DEA法容易出现判断误差缺陷，借鉴Henderson和Russell<sup>[12]</sup>的研究成果，根据“过去影响具有惯性”构建最佳前沿模型。结合吴延兵<sup>[13]</sup>的研究成果，核算采用永续盘存法，可得：

$$K_{it} = (1 - \delta) \times K_{i(t-1)} + E_{i(t-1)} \quad (1)$$

在式(1)中， $K_{it}$ 表示研发资本存量； $\delta$ 表示折旧率，吴延兵<sup>[13]</sup>认为 $\delta$ 取15%比较合适。较高的折旧率也意味着能够更快地更新创新资本。 $E_{i(t-1)}$ 为地区*i*在第*t-1*期的实际研发经费支出。

在此，区域创新效率可以根据上文的研究方法和投入与产出指标计算得出，限于篇幅，不一一给出。

### 2.2 创新要素的空间集中度测算

由于产业及创新主体的聚集性一般会导致创新要素聚集。通常认为创新要素聚集具有外部性，能够影响邻近区域的创新效率。Porter<sup>[14]</sup>指出，由于存在技术的重叠性，创新效率的提升可以通过相关产业和创新成果的技术流动来实现。本文借鉴Henderson<sup>[15]</sup>采用的测度空间聚集度方法来计算各直接创新主体（科研机构、高校、企业）的创新要素空间聚集度。具体的通用公式如下：

$$PS_{ij} = \frac{\frac{TI_{ij}}{\sum_i TI_{ij}}}{\frac{\sum_i TI_{ij}}{\sum_i \sum_j TI_{ij}}} \quad (2)$$

其中， $PS_{ij}$ 代表创新要素集中度， $TI_{ij}$ 代表第*i*地区在第*j*个创新主体总资本投入，由于各创新主

体都有各自的创新投入，因此，可以利用上述通用公式分别计算科研机构、高校及企业的创新要素集中度，分别用 $PSR_i$ 、 $PSU_i$ 、 $PSC_i$ 表示。

## 3 空间计量模型的建立与选择

### 3.1 空间权重矩阵的确定

由于影响区域技术创新扩散的主要因素是地区间人力资本存量的差异，因此，建立以下人力资本空间权重矩阵，以表征人力资本对创新活动的影响：

$$W = W_d \text{diag}(\bar{H}_1 / \bar{H}, \bar{H}_2 / \bar{H}, \dots, \bar{H}_n / \bar{H}) \quad (3)$$

其中， $W_d$ 为地理距离空间权重矩阵，用省会城市间的距离建立。 $\bar{H}_i = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} H_{it}$ 为第*i*区域考察期内人力资本平均存量值， $\bar{H} = \frac{1}{n(t_1 - t_0 + 1)} \sum_{i=1}^n \sum_{t=t_0}^{t_1} H_{it}$ 为考察期内总人力资本平均存量值， $t$ 为不同考察时期。

### 3.2 空间相关性分析

本文采用Moran's I统计量反映变量的空间相关性。表1是由Stata 14.0得出的2006—2015年我国各区域创新效率Morman's I检验结果。数据显示：各区域存在显著的空间自相关性。

### 3.3 变量的选择

本文主要研究的是创新要素的集聚与外溢效应对区域创新效率的影响。因此，因变量设定为区域创新效率 $\theta_{it}$ ；自变量包括对区域创新效率有影响的 $PSR_{it}$ 、 $PSU_{it}$ 、 $PSC_{it}$ 、 $L_{it}$ 、 $K_{it}$ 。其中， $PSR_{it}$ 、 $PSU_{it}$ 、 $PSC_{it}$ 分别表示第*i*地区的研究机构、高校、企业在第*t*年的要素集中度； $L_{it}$ 、 $K_{it}$ 表示区域*i*劳动力和资本在第*t*年的投入。

### 3.4 模型的设定与选择

鉴于各区域2006—2015年创新投入要素的可收集性，可以建立空间面板数据的模型。空间面

表1 中国各区域的Morman空间自相关检验结果(2006—2015)

年份/年	2006	2007	2008	2009	2010
Morman's I	0.252**	0.221**	0.232**	0.261**	0.271**
年份/年	2011	2012	2013	2014	2015
Morman's I	0.265**	0.274**	0.277**	0.282**	0.279**

板数据主要有空间滞后模型、空间误差模型和空间杜宾模型。通用形式如下：

$$\begin{cases} \theta_{it} = \rho w_i' \theta_i + X_i' \beta + d_i' X_i \delta + \alpha + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} = \lambda m_i' \varepsilon_i + v_{it} \end{cases} \quad (4)$$

其中， $X_i' = (PSR_i, PSU_i, PSC_i, L_i, K_i)$ ； $d_i' X_i \delta$ 表示解释变量的空间滞后， $d_i'$ 为相应空间权重矩阵D的第i行， $\alpha$ 为截距项；而 $m_i'$ 为扰动项空间权重矩阵M的第i行； $\delta$ 为误差项自回归系数。运用Stata1 3.0对本文构建的空间滞后模型和空间误差模型进行LM检验。检验结果见表2。可以看出，空间滞后模型和空间误差模型都没有通过检验，因此，本文采用空间杜宾模型。

空间面板数据SDM模型包括固定能够效应、

随机效应和混合效应3种形式。本文Hausman检验值为1.63，大于0.8864的临界值，因此，采用固定效应模型。

### 3.5 结果与讨论

表3是Stata1 3.0软件输出结果。空间自回归系数 $\rho$ 在1%水平上显著为正。可决系数R-sq等于0.7582，现有模型较好地拟合了各变量。主要解释变量均通过了显著性检验。其中，科研机构和高校的要素集中度虽然通过了检验，但要素集中度对区域内创新影响都很小。比较而言，企业的要素集中度对区域内及区域间的创新效率影响比较大，而且通过了显著性检验。在各创新主体要素集中度区域间外溢测算中，企业要素集中度空间外溢依然最显著，其次是高校，而研发机

表2 LM检验结果

检验值	SAC $H_0: \rho = \delta = 0$	SAR $H_0: \lambda = \delta = 0$	SDM $H_0: \lambda = 0$
LM值	6.7098** (0.017)	6.5253** (0.011)	1.1127 (0.1093)

注：\*\*分别表示5%的显著性水平；括号内的数据位卡方统计量的概率值。

表3 SDM输出结果

R-sq: within=0.7852; between=0.7217; overall=0.6674; Log-likelihood=54.6036						
$\theta$	Coef	Std. Err	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
Main						
PSR	-0.0770208	0.0411408	-1.87	0.093	-0.1576568	0.0036152
PSU	0.0925431	0.0383876	2.41	0.056	0.0173033	0.1677827
PSC	0.1200254	0.0590076	2.03	0.071	0.0043705	0.2356803
L	0.1701879	0.1020173	1.67	0.096	-0.0209766	0.3701418
K	0.3400381	0.0901703	3.77	0.000	0.1833043	0.5167719
cons	0.7634879	0.0530651	14.39	0.000	0.6594822	0.8674937
Wx						
PSR	0.0098457	0.0145405	0.68	0.498	-0.0186531	0.0383446
PSU	0.1160817	0.0698541	1.67	0.099	-0.0020871	0.2530349
PSC	0.2100356	0.0699136	3.01	0.009	0.0730049	0.3470663
L	0.1467497	0.0611757	2.40	0.057	0.0268453	0.2666540
K	0.0780276	0.0277031	2.82	0.031	0.0237295	0.1323257
Gov	0.0933245	0.0501793	1.86	0.094	-0.0050093	0.1916583
Spatial						
rho	0.4491608	0.0637359	7.05	0.000	0.3242407	0.5740811
Variance						
sigma2_e	0.0156031	0.0012741	12.24	0.000	0.0131059	0.0181011

构不具有区域间外溢效应。研发人员和资本的空间杜宾模型的参数分别是 0.1467 和 0.078, 且都通过 10% 显著性检验。这说明研发人员和研发资本在区域间的动态流动有利于知识的溢出, 对区域创新效率有促进作用。两者对创新效率的外溢效应影响方面, 由于研发人员的系数为 0.1467, 大于研发资本的系数 0.078, 说明研发人员的区域间动态流动对创新效率的促进作用大于资本的流动, 人员是创新效率的能动性因素。

#### 4 政策启示

根据分析及结论, 提出以下几个政策建议: 一是进一步建立新型科研机构, 由注重成果创新向服务创新和机制创新转变。鉴于体制问题导致的人员流动不够活跃, 在鼓励科研人员兼职及科研成果转化的大政策下, 各科研机构间可以采用“虚拟化”“网络化”甚至“跨国化”的合作模式, 实现科研机构与产业的对接, 明确运行机制及定位, 发挥科研机构的自身创新实力。二是组织各创新机构同行业间的研讨会。知识可以共享, 不同观点碰撞可以产生意想不到的收获。科研机构、高校、企业等创新主体可以通过正式或不正式的研讨会形式, 促进交流、模式共享, 以增加创新的外溢性。三是建立创新平台合作模式。创新平台类似于项目管理模式, 项目人员可以来自不同创新主体或机构, 不但可以快速完成目标, 同时为创新要素的交流创造良好环境。由于平台模式在我国尚无成型的模式, 相关项目既可以由政府自己提出, 也可以由有需求的研究机构、高校或企业提出。初期可以由相关政府机构为主导, 逐渐地过渡到各创新机(企业、高校、科研机构)构本身。四是破除区域间影响创新要素(研发人员与研发资本)流动的障碍, 发挥创新资源配置过程中的市场作用, 营造良好的外部环境, 以利于研发人员及研发资本在区域间的流动。在近期出台的鼓励科研人员兼职及成果转化等政策为科研人员及资本流动传递了较好的信息, 但仍需进一步在科研人员体制身份烙印上有所突破, 比如有的高校或科研单位采用在一定年限内保留相关

编制, 允许科研人员到企业任职或创业等。区域内完善研发人员工作条件、福利待遇, 降低研发资本的投资风险、拓宽投资渠道。

#### 参考文献

- [1] GUAN J C, LIU S Z. Comparing regional innovation capacity of P.R. China: based on data analysis of national patents[J]. *International Journal of Technology Management*, 2005, 32: 225-245.
- [2] 张玉明, 李凯. 省际区域创新产出的空间相关性研究[J]. *科学学研究*, 2008, 26(3): 659-665.
- [3] 邬滋. 集聚结构、知识溢出与区域创新绩效: 基于空间计量的分析[J]. *山西财经大学学报*, 2010, 32(3): 15-22.
- [4] 王锐淇, 张宗益. 区域创新能力影响因素的空间面板数据分析[J]. *科研管理*, 2010, 32(3): 17-21.
- [5] 陈劲, 阳银娟. 协同创新的理论基础与内涵[J]. *科学学研究*, 2012, 30(2): 161-164.
- [6] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式[J]. *科学学研究*, 2012, 30(2): 165-174.
- [7] 许彩侠. 区域协同创新机制研究: 基于创新驿站的再思考[J]. *科研管理*, 2012, 33(5): 19-25.
- [8] FREEMAN C. Technology policy and economic performance lesson from Japan[J]. *R&D Management*, 1989, 19(3): 278-279.
- [9] 才国伟, 钱金保. 解析空间相关的来源: 理论模型与经验证据[J]. *经济学(季刊)*, 2013, 12(3): 869-894.
- [10] GRILICHES Z. Issues in assessing the contributions of research and development to productivity growth[J]. *Bell Journal of Economics*, 1979(10): 92-116.
- [11] GRILICHES Z. The inconsistency of common scale estimators when output prices are unobserved and endogenous[J]. *Journal of Applied Econometrics*, 1996, 11(4): 89-95.
- [12] HENDERSON D L, RUSSELL R R. Human capital and convergence: a production frontier[J]. *Economic Review*, 2005, 46: 1167-1205.
- [13] 吴延兵. R&D 存量、知识函数与生产效率[J]. *经济学(季刊)*, 2006, 5(3): 1129-1156.
- [14] PORTER Michael E. Clusters and the new economics of competition[J]. *Harvard Business Review*, 1998, 76(6): 77-90.
- [15] HENDERSON J V. Will homeowners impose property taxes[J]. *Regional Science and Urban conomics*, 1995 (25): 153-181.