

# 经济集聚下技术创新强度 对产业结构升级的空间效应分析

陶长琪, 彭永樟

(江西财经大学 统计学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**经济集聚的外部性导致知识溢出,知识溢出会使技术创新对区域产业结构升级产生空间效应。通过基于结构偏离度的 Hamming 贴近度、夹角余弦法、PCA 等测度了产业结构“两化”水平和技术创新强度,构建了基于经济集聚度的空间权重矩阵,并利用 1997—2014 年间 30 个省市(西藏除外)的面板数据进行 SDM 实证检验,结果表明:技术创新强度对我国“两化”发展具有显著为正的空间效应;经济集聚是促进创新对高级化空间效应的必要条件,它能将创新对合理化的空间效应放大近 4 倍;就合理化维度而言,东部地区创新的边际收益高,中部地区集聚的边际收益高,西部地区依赖政府调控,技术创新强度对西部地区产业结构合理化的空间效应不显著。

**关键词:**经济集聚;技术创新强度;产业结构合理化;产业结构高级化;空间效应

**中图分类号:**F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-9301(2017)03-0091-13

## 一、引言与文献综述

创新是经济发展的核心驱动,技术中心的崛起能带来经济的飞跃式发展。当前,中国经济步入新的发展阶段,探寻符合国情的发展模式以深化工业进程、维持经济稳定增长成为当务之急,在“三期叠加”(即经济增长速度换挡期、结构调整阵痛期、前期刺激政策消化期)的新形势下,想要有效化解过剩产能、发展战略性新兴产业、实现产业结构的优化升级,就必须立足于技术创新,提升产业素质,发挥区域经济的集聚效应与技术创新的溢出效应。

经济在地理空间上的集聚是工业化进程中的一个显著特征,经济的高度集聚是区域技术创新和产业发展的极大助力。经济集聚对技术创新、技术创新对产业结构升级具有显著的促进作用,这似乎已经成为学界共识。那么,在“三期叠加”的基调下,技术创新对产业结构具有怎样的空间效应?经济集聚又对此空间效应有何影响?本文将分别从产业结构合理化、产业结构高级化两个维度出发,探寻实现产业结构升级的有效途径,细致分析技术创新对产业结构升级的空间效应,这也是区域与产业经济研究中的重要方向。

技术创新与产业结构的关系一直是学界研究的热点,技术创新带来的需求结构变动与劳动生产率变革,是区域产业结构升级的重要驱动力<sup>[1-2]</sup>;产业的调整与升级会加强产业内与产业间的知识交流和创新合作,有利于完善创新网络,提升技术强度,激发技术革新,实现有效的技术选择与合理的

收稿日期:2017-01-23;修回日期:2017-03-30

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,研究方向为数量经济学;彭永樟(1990—),男,江西吉安人,江西财经大学统计学院博士研究生,研究方向为数量经济。

基金项目:国家自然科学基金项目(71273122);国家自然科学基金项目(71473109);国家自然科学基金项目(41461025);江西省创新课题(YC2016-B058)

资本深化,进而再次促进产业结构升级<sup>[3-5]</sup>。随着研究的深入,人们发现,单一的自主创新只能促进产业结构趋于合理,创新合作在产业融合与产业结构升级过程中有显著作用<sup>[6-7]</sup>。

经济集聚是经济发展的一种形态,代表经济活动在地理与空间上的集中现象,是经济发展中的一个普遍现象。经济集聚的概念由 Marshall<sup>[8]</sup> 最早提出,他认为同质企业的集聚能加强员工的交流与学习,从而促进知识溢出和技术创新,形成规模经济的外部性。经济集聚深刻影响着技术创新强度,“马歇尔外部性”认为其动力来自行业内知识溢出,而“雅格布斯外部性”则认为技术创新主要源自行业间知识溢出<sup>[9]</sup>,经济集聚对技术创新的这两种外部性均得到了实证支撑<sup>[10-11]</sup>。

创新与经济集聚相互依存、相互促进<sup>[12-13]</sup>。行业合作是经济集聚的重要方面,它能进一步强化知识与技能的溢出作用,有助于降低创新风险,提高技术创新的成功率,加速技术创新成果扩散,缩短技术创新周期,给技术创新带来积极的影响,影响的程度因企业自身知识存量及研发投入不同而存在差异<sup>[14-15]</sup>;此外,基于行业合作的产业集聚对企业创新决策及新产品生产均有显著促进作用<sup>[16]</sup>。集聚经济对技术创新强度全要素生产率及要素价格与需求的影响,能够有效激发“创新补偿效应”,知识溢出与技术创新水平的提高是产业集聚正外部性的重要表现<sup>[17-18]</sup>。此外,随着技术创新、物质资本等相关要素在地理空间上的不断集中,产业升级水平也会持续提升<sup>[19-20]</sup>。

已有关于技术创新对产业结构升级空间效应的研究较少,而在现实的经济社会中,技术创新强度对产业结构升级的空间影响客观存在,在经济集聚背景下研究技术创新对产业结构的空间效应既有助于理解现实经济现象,探寻以技术创新驱动产业结构升级的可行路径,又能完善创新价值链、产业升级等相关理论。因此,本文力求从以下几个方面做出努力:(1)将经济集聚、技术创新与产业结构升级三者纳入统一的分析框架,理论阐释经济集聚背景下技术创新强度对产业结构升级空间效应的作用机理;(2)将产业结构升级划分为合理化与高级化两个维度,构建既能兼顾产出结构与就业结构,又能体现产业间差异性的评价指标;(3)结合创新价值链的阶段特征,构建区域技术创新强度的评价指标体系,深入分析技术创新强度对产业结构“两化”的影响;(4)构建基于经济集聚度的空间权重矩阵,据此实证分析经济集聚下技术创新强度对产业结构升级的空间效应。

## 二、理论基础与模型设定

### (一) 理论基础

随着创新理论不断发展,学界对技术创新与经济发展关系的研究日益深入。余泳泽等<sup>[21]</sup>以内生技术能力假设条件<sup>[22-23]</sup>和创新价值链理论<sup>[24]</sup>为基础,将创新划分为“知识创新、科研创新和产品创新”三个阶段,认为技术创新能力是地区经济增长的内生动力,由这三个阶段的要素投入  $h$ 、 $r$ 、 $p$  共同决定,其构建的技术创新能力内生化的生产模型如下:

$$F(X, I) = Ae^{\alpha} X^{\beta} I(h, r, p) \quad (1)$$

其中,  $F$  表示区域经济总产出,  $A$  表示区域生产条件(外生常量),  $\alpha$  表示外生技术进步,  $X$  表示要素投入,  $\beta$  表示要素弹性,  $I(h, r, p)$  表示内生化处理后的技术创新,  $h$ 、 $r$ 、 $p$  三者共同构成技术创新过程的投入。

本文借鉴其技术创新能力内生化的研究框架,建立包含普通和高级两个产业部门的经济增长模型,着重探究区域经济集聚、技术创新强度与产业结构三者间的理论关联。其中,高级产业部门只生产具有高附加值的产品,其他产品由普通产业部门生产,两个产业部门的实际产出分别为  $F_h$  和  $F_o$ 。

技术创新活动是基于多重要素投入,以获取研发成果、实现新产品生产为目的的价值转移过程,是推动产业结构升级的有效途径。本文认为,区域技术创新强度的变化,是贯穿于创新价值链始终的,能够同时影响“知识创新、科研创新和产品创新”这三个阶段的要素投入。基于此,提出假设 1。

**假设 1:** 区域技术创新强度的提升能够同时强化“知识创新、科研创新和产品创新”三个阶段的要素投入,继而提升区域技术创新能力。

为了模型的简化处理,设地区创新能力与技术创新强度之间具有线性关系  $I = \lambda \times ITA$ , 其中,

$ITA$  表示技术创新强度,其转换为实际创新能力的转换系数为  $\lambda$ ,设内生化的技术创新产出弹性为  $\gamma$ ,则区域总产出为:

$$F = Ae^{\alpha} X^{\beta} (\lambda \times ITA)^{\gamma} \quad (2)$$

在高级产业部门中,为保证产出都具有较高附加值,必须使该部门对技术创新强度的利用能力高于平均水平;反之,由于普通产业部门不具有高附加值产品的生产能力,其对技术创新强度的利用能力必然低于平均水平。据此可提出假设 2。

**假设 2:**高级产业部门对创新的转换系数和产出弹性(分别用  $\lambda_h$ 、 $\gamma_h$  表示)高于地区平均水平,普通产业部门对创新的转换系数和产出弹性(分别用  $\lambda_o$ 、 $\gamma_o$  表示)低于地区平均水平,即  $0 < \lambda_o < \lambda < \lambda_h < 1, 0 < \gamma_o < \gamma < \gamma_h < 1$ 。

产业结构升级的最终目标是提高现有经济结构中的总产品附加值,因此,可将高级产业部门产出占地区经济总产出的比值作为产业结构升级  $IS$  的一个评价指标,即:

$$IS = F_h/F = \frac{A_h}{A} e^{\alpha} \left( \frac{X_h}{X} \right)^{\beta} \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} (ITA)^{\gamma_h - \gamma} \quad (3)$$

设两个产业部门的生产要素投入分别为  $X_h$  和  $X_o$ ,对应的要素价格为  $\omega_h$  和  $\omega_o$ ,为了促进产业结构升级,地区经济中高级产业部门会愿意支付更高的要素价格以在要素竞争中获取优势,因此有  $\omega_h > \omega_o$ ;此外,在要素市场的长期均衡下,等式  $\omega_h X_h = \omega_o X_o$  成立,又由于  $X = X_h + X_o$ ,从而有:

$$IS = F_h/F = \frac{A_h}{A} e^{\alpha} \left( \frac{\omega_h}{\omega_o} + 1 \right)^{\beta} \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} (ITA)^{\gamma_h - \gamma} \quad (4)$$

经济集聚水平的提升会对区域经济、技术发展带来外部性红利,由于高级产业部门具有技术水平高、协同能力强的优势,在吸收经济集聚的外部性效应时能占据较大份额,因此,提出假设 3。

**假设 3:**经济集聚的外部性红利能够提升要素生产率、降低要素价格并强化技术创新<sup>[17]</sup>。设经济集聚对高级产业部门和普通产业部门的正向影响分别为  $\Delta u_h$  和  $\Delta u_o$ ,则  $\Delta u = \Delta u_h - \Delta u_o > 0$ 。

在长期均衡下,经济集聚会带来要素获取能力及利用效率的提升,为简化研究,设经济的集聚效应均表现为简单的线性关系,它对要素获取能力和利用效率的提升系数分别为  $p$ 、 $q$ ,  $0 < p, q < 1$ ,则有:

$$IS = F_h/F = \frac{A_h}{A} e^{\alpha} \left( \frac{\omega_h}{\omega_o} + p\Delta u + 1 \right)^{\beta} \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} (ITA)^{\gamma_h - \gamma + q\Delta u} \quad (5)$$

在(5)式中, $A$  为外生变量,设  $A(h) = A_h/A$ , $\alpha$  表示外生技术进步,进行等价变换就能得到经济集聚、技术创新强度和产业结构升级三者之间的关系式:

$$\ln IS = \ln A(h) + \alpha t + \beta \ln \left( \frac{\omega_h}{\omega_o} + p\Delta u + 1 \right) + (\gamma_h - \gamma + q\Delta u) \ln \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} ITA \quad (6)$$

对(6)式进行等价变换,得到地区  $i$  产业结构升级的动力模型:

$$IS_i = A(h) e^{\alpha} \left( \frac{\omega_h}{\omega_o} + p\Delta u_i + 1 \right)^{\beta} \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} (ITA_i)^{\gamma_h - \gamma + q\Delta u_i} \quad (7)$$

上述分析过程中,并未考虑技术创新的空间效应。本文假设地区间技术创新外溢的“冰山成本”(即溢出损耗)为  $\eta$ ,  $0 < \eta < 1$ ,在考虑技术扩散的情况下,(7)式可改写为:

$$IS_i = A(h) e^{\alpha} \left( \frac{\omega_h}{\omega_o} + p\Delta u_i + 1 \right)^{\beta} \frac{\lambda_h^{\gamma_h}}{\lambda^{\gamma}} [ITA_i + (1 - \eta)ITA_j]^{\gamma_h - \gamma + q\Delta u_i} \quad (8)$$

其中  $j \neq i$ ,  $(1 - \eta)ITA_j$  表示地区  $j$  的技术溢出被地区  $i$  吸收的部分,它能作用于地区  $i$  的产业结构升级。由(8)式不难得出:

$$\frac{\partial IS_i}{\partial ITA_j} = (\gamma_h - \gamma + q\Delta u_i) \times IS_i > 0; \quad \frac{\partial^2 IS_i}{\partial ITA_j \partial u_i} > 0 \quad (9)$$

基于上述分析,提出本文命题:当地区生产、创新的外在条件保持不变时,技术创新强度对产业结构升级具有显著的空间效应,此空间效应与地区高级产业部门对技术创新强度的产出弹性正相关,与地区经济对创新的平均产出弹性负相关;此外,这一空间效应能在经济集聚的作用下进一步强化,强化程度与经济集聚对要素利用效率的提升系数正相关。

## (二) 模型设定

### 1. 实证模型设定

根据(6)式中经济集聚水平及技术创新对产业结构升级影响作用的理论模型,结合SDM模型的一般形式<sup>[25]</sup>,本文将实证模型设定为:

$$\begin{aligned} \ln IS_{it} = & c + \rho \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln IS_{it} + \beta_1 \ln ITA_{it} + \beta_2 \ln I_{it} + \beta_3 \ln TR_{it} + \beta_4 \ln FDI_{it} \\ & + \beta_5 \ln G_{it} + \theta_1 \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln ITA_{it} + \theta_2 \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln I_{it} + \theta_3 \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln TR_{it} \\ & + \theta_4 \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln FDI_{it} + \theta_5 \sum_{i \neq j} w_{ij} \ln G_{it} + \mu_i + \lambda_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (10)$$

其中,被解释变量  $IS_{it}$  表示产业结构发展水平,包括产业结构合理化、产业结构高级化两个维度;解释变量  $ITA_{it}$  表示技术创新强度;控制变量  $I_{it}$ 、 $TR_{it}$ 、 $FDI_{it}$  和  $G_{it}$  分别表示固定资产投资(地区固定资产投资完成额)<sup>[26-27]</sup>、国际贸易(地区进出口总额)<sup>[27-28]</sup>、外商直接投资<sup>[21,27]</sup> 和政府消费支出比重(政府消费支出占GDP的比重)<sup>[28-29]</sup>;  $w_{ij}$  表示空间权重矩阵。

### 2. 基于经济集聚度的空间权重矩阵

经济主体的发展状况和它在地理空间上的位置关联紧密。空间区位相近的经济主体之间,创新强度往往具有较强相关性。空间节点的邻接矩阵能够反映不同主体之间是否存在关联,但同时也将相邻主体间的影响程度视为无差异的,这显然不能客观反映区域间技术创新的现实关联。因此,有些学者尝试通过地理距离标准构造空间权重矩阵,这也符合“邻近事物之间联系的紧密程度与地理距离成反比”这一地理学定律的观点。

随着信息技术的发展,地理距离在技术创新强度中所起的作用越来越小,基于地理距离的空间权重矩阵也不再适用,因此需要从其他角度出发构建空间权重矩阵。本文的研究命题是经济集聚下技术创新强度对产业结构升级的空间效应,是以经济的集聚现象为背景的,同时,经济集聚程度相似的两个地区,相应的行业经济行为、要素的集聚与配置方式、研发模式也会趋同,这就使得经济集聚水平相似的地区之间技术创新及产业结构发展的联系也会更加紧密,基于此现实背景,本文构建了基于经济集聚度的空间权重矩阵  $W$ 。 $W$  矩阵的元素为:

$$w_{ij} = \frac{1}{[1 + \text{abs}(R_i - R_j)]}$$

其中  $R_i$  表示地区  $i$  在 1997—2014 年间的平均经济集聚度,本文引用地理集中度指数来代表地区经济集聚度。地理集中度指数综合考虑了事物的集中程度及其所处的区域大小,能有效反映经济集聚的实际水平。其计算公式为:

$$R_i = \frac{X_i / \sum_{i=1}^N X_i}{TER_i / \sum_{i=1}^N TER_i} \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad (11)$$

其中  $X_i$  指地区  $i$  的生产总值,  $TER_i$  指地区  $i$  的建成区面积,  $N$  为地区数量。

## 三、数据说明与指标测算

### (一) 数据说明

本文所用的数据是 1997—2014 年我国 30 个省市(除港、澳、台和西藏)各指标对应数据。个别指标

存在少数年份数据缺失的情况,缺失值用移动平均法补齐,并选择 1997 年作为基期,用其价格指数折算后得到不包含价格因素的中间数据。原始数据选自《中国统计年鉴》《中国金融统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、Wind 资讯数据库、EPS 数据库以及各省市相应统计年鉴,数据在实证前做了对数变换。

## (二) 技术创新强度测度

为测算我国各地区技术创新强度 (*ITA*),本文构建了如表 1 所示的综合评价指标体系,采用 PCA 方法对数据进行分析,以求出的综合得分作为技术创新强度的综合水平。

根据累计方差贡献率大于 90% 的准则,测算得到我国各地区技术创新强度综合得分,为方便比较分析,本文对综合得分做了归一化处理,结果如表 2 所示。

从时间维度来看,1997—2014 年间,我国各地区均表现出技术创新强度不断提升的趋势,其中广东、江苏、浙江、北京、上海等地区技术创新强度已处于较高水平,因此年均增长率不高;甘肃、宁夏、青海等地区技术创新不够活跃,强度低因而增长率较高。从区域维度来看,2014 年我国技术创新强度存在较大差异,整体呈现出东部大于中部、中部大于西部的格局。

## (三) 产业结构升级指标测度

### (1) 产业结构合理化 (*RIS*)

产业结构合理化可分为产业间投入和产出结构的合理化,是对产业间要素配置结构与产出结构匹配情况的概括。多数学者采用结构偏离度来衡量产业结构合理化水平<sup>[32-34]</sup>,结构偏离度能反映产业产出结构与就业结构的耦合情况,但该指标认为各个产业在经济中的地位同等重要,显然不够恰当。因此有些学者运用 Hamming 贴近度方法将现有产业产出结构与国际标准结构的贴近程度作为产业结构合理化指标<sup>[35-36]</sup>,这又忽视了产业就业结构的合理性,且国际标准结构的可参照性会随时间推移不断减弱,这就要求我们在测度产业结构合理化时做出新的尝试。

本文结合结构偏离度指标与 Hamming 贴近度方法来测度产业结构的合理化水平,将一般的 Hamming 贴近度模型中国际标准模式三次产业的产出结构替换成当期产业间就业结构,如此既能兼顾产出结构与就业结构,又能体现产业间的差异性。具体公式为:

表 1 技术创新强度综合评价指标体系

| 创新阶段                  | 指标                                   | 符号  |
|-----------------------|--------------------------------------|-----|
| 创新研发投入                | R&D 经费内部支出 <sup>[23,30]</sup>        | X1  |
|                       | R&D 全时人员当量 <sup>[23,30]</sup>        | X2  |
|                       | 新产品开发经费支出 <sup>[30-31]</sup>         | X3  |
|                       | 科技支出占财政支出比重 <sup>[31]</sup>          | X4  |
| 技术创新强度 ( <i>ITA</i> ) | 技术市场成交合同数 <sup>[30-31]</sup>         | X5  |
|                       | SCI、EI、ISTP 科技论文数 <sup>[23,31]</sup> | X6  |
|                       | 专利申请受理数 <sup>[23,30]</sup>           | X7  |
| 创新成果转化                | 专利授权数 <sup>[23,30]</sup>             | X8  |
|                       | 高新技术产业主营业务收入 <sup>[23,31]</sup>      | X9  |
|                       | 新产品销售收入 <sup>[23,31]</sup>           | X10 |

表 2 我国各地区技术创新强度综合得分、排名一览表

|          | 1998  | 2002  | 2006  | 2010  | 2014  | 排名 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 北京市      | 0.470 | 0.508 | 0.574 | 0.695 | 0.948 | 3  |
| 天津市      | 0.471 | 0.466 | 0.499 | 0.624 | 0.910 | 6  |
| 河北省      | 0.447 | 0.419 | 0.534 | 0.646 | 0.786 | 26 |
| 山西省      | 0.456 | 0.476 | 0.506 | 0.651 | 0.861 | 19 |
| 内蒙古自治区   | 0.443 | 0.438 | 0.546 | 0.699 | 0.869 | 18 |
| 辽宁省      | 0.474 | 0.433 | 0.488 | 0.685 | 0.901 | 10 |
| 吉林省      | 0.516 | 0.476 | 0.547 | 0.630 | 0.889 | 15 |
| 黑龙江省     | 0.471 | 0.486 | 0.549 | 0.711 | 0.895 | 12 |
| 上海市      | 0.560 | 0.542 | 0.553 | 0.709 | 0.931 | 4  |
| 江苏省      | 0.504 | 0.483 | 0.552 | 0.621 | 0.956 | 2  |
| 浙江省      | 0.443 | 0.427 | 0.473 | 0.647 | 0.925 | 5  |
| 安徽省      | 0.460 | 0.488 | 0.511 | 0.652 | 0.884 | 17 |
| 福建省      | 0.398 | 0.445 | 0.529 | 0.637 | 0.907 | 8  |
| 江西省      | 0.456 | 0.465 | 0.486 | 0.637 | 0.855 | 21 |
| 山东省      | 0.381 | 0.457 | 0.520 | 0.706 | 0.908 | 7  |
| 河南省      | 0.446 | 0.469 | 0.492 | 0.683 | 0.841 | 24 |
| 湖北省      | 0.437 | 0.423 | 0.516 | 0.684 | 0.906 | 9  |
| 湖南省      | 0.414 | 0.485 | 0.502 | 0.660 | 0.886 | 16 |
| 广东省      | 0.458 | 0.478 | 0.527 | 0.720 | 0.970 | 1  |
| 广西壮族自治区  | 0.405 | 0.489 | 0.531 | 0.615 | 0.781 | 28 |
| 海南省      | 0.388 | 0.463 | 0.517 | 0.646 | 0.857 | 20 |
| 重庆市      | 0.484 | 0.448 | 0.471 | 0.637 | 0.890 | 13 |
| 四川省      | 0.503 | 0.454 | 0.501 | 0.637 | 0.889 | 14 |
| 贵州省      | 0.493 | 0.455 | 0.521 | 0.614 | 0.726 | 30 |
| 云南省      | 0.488 | 0.476 | 0.518 | 0.671 | 0.745 | 29 |
| 陕西省      | 0.459 | 0.423 | 0.479 | 0.627 | 0.898 | 11 |
| 甘肃省      | 0.455 | 0.466 | 0.499 | 0.673 | 0.847 | 23 |
| 青海省      | 0.471 | 0.490 | 0.492 | 0.606 | 0.801 | 25 |
| 宁夏回族自治区  | 0.480 | 0.474 | 0.479 | 0.620 | 0.847 | 22 |
| 新疆维吾尔自治区 | 0.363 | 0.487 | 0.551 | 0.689 | 0.781 | 27 |

注:限于篇幅,未给出所有年份技术创新强度综合得分,排名为 2014 年得分排名。

$$RIS = 1 - \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 |S_i^y - S_i^l| \quad (12)$$

其中,  $S_i^y = Y_i/Y$  和  $S_i^l = L_i/L$  分别代表区域产业结构中各产业的产值比重与就业比重。 $RIS$  越大, 表明现有产业产出结构与就业结构越贴近, 经济体结构模式越合理。

根据(12)式, 测算得到 1997—2014 年间我国各地区的产业结构合理化水平( $RIS$ )。其中, 我国产业结构合理化平均水平的发展情况如图 1 所示。

由图 1 可知, 我国产业结构合理化在时间维度上稳步提升, 且存在一定的阶段性。1997 年以来, 改革开放初显成效, 我国产业结构合理化水平震荡上升; 2000—2007 年间, 受益于积极的财政政策及西部大开发战略等一系列宏观规划, 我国开始大力调整优化产业结构, 合理化水平不断上升; 2008—2010 年间, 我国产业结构合理化水平停滞不前甚至出现倒退, 这是由于全球金融危机对我国经济带来的冲击, 抵消了 2007 年开始的强势发展趋势; 2011 年之后, 金融危机的影响减弱, 我国产业结构合理化水平再次向前迈进。

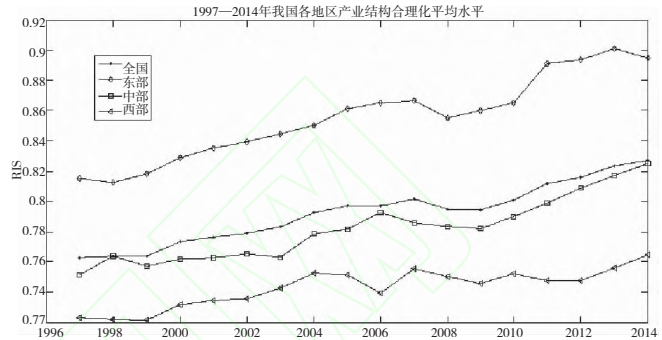


图 1 1997—2014 年间我国各地区产业结构合理化平均水平

此外, 由表 3 可知东部地区产业结构合理化水平最高, 其均值为 0.856, 接下来依次是中部地区 0.782 和西部地区 0.743, 全国的平均水平为 0.792, 高于中西部而低于东部, 这表明我国中、西部产业结构合理化水平还存在较大的提升空间, 尤其是西部地区, 资源型产业比重过高, 产业结构布局有待进一步改善。总体而言, 我国产业结构合理化水平表现为东部大于中部、中部大于西部的格局。

表 3 我国东、中、西部地区产业结构合理化水平

| 时间   | 东部均值  | 中部均值  | 西部均值  | 时间   | 东部均值  | 中部均值  | 西部均值  |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1997 | 0.815 | 0.752 | 0.723 | 2006 | 0.865 | 0.793 | 0.740 |
| 1998 | 0.813 | 0.764 | 0.722 | 2007 | 0.867 | 0.786 | 0.756 |
| 1999 | 0.818 | 0.757 | 0.722 | 2008 | 0.855 | 0.783 | 0.750 |
| 2000 | 0.829 | 0.762 | 0.732 | 2009 | 0.860 | 0.782 | 0.746 |
| 2001 | 0.835 | 0.763 | 0.734 | 2010 | 0.865 | 0.790 | 0.752 |
| 2002 | 0.840 | 0.765 | 0.736 | 2011 | 0.891 | 0.799 | 0.748 |
| 2003 | 0.845 | 0.763 | 0.743 | 2012 | 0.894 | 0.809 | 0.748 |
| 2004 | 0.850 | 0.779 | 0.753 | 2013 | 0.901 | 0.817 | 0.756 |
| 2005 | 0.861 | 0.782 | 0.752 | 2014 | 0.895 | 0.825 | 0.765 |

## (2) 产业结构高级化(AIS)

通过比较现有产业结构高级化度量指标的相关文献, 本文采用付凌晖<sup>[37]</sup>等学者的一般做法即夹角余弦法来构建产业结构的高级化指标(AIS)。

本文不同于其他学者的做法在于综合考虑了产业产值结构和就业结构的高级化: 根据各产业产值结构及就业结构相关数据, 利用因子分析方法求出两者的因子得分, 分别为 0.305 和 0.714, 计算得到  $AIS_y$  和  $AIS_l$  之后, 以因子得分为权重加权求和, 得到产业结构高级化综合水平  $AIS = 0.305AIS_y + 0.714AIS_l$ 。我国产业结构高级化平均水平如图 2 所示。

图 2 反映了我国产业结构高级化在时间维度上的发展情况, 由图 2 可知, 我国产业结构高级化水平除个别时间有所震荡外, 其他时间都表现出近似匀速的稳定增长态势。

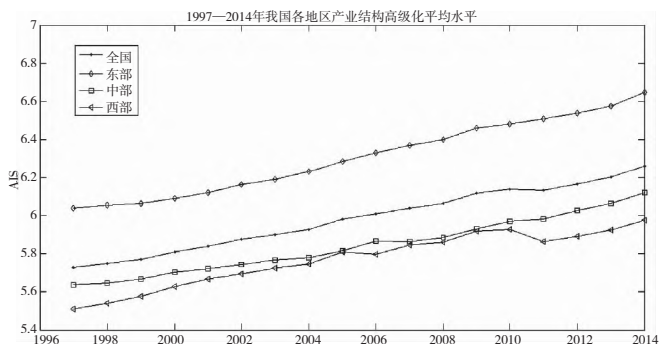


图 2 1997—2014 年间我国各地区产业结构高级化平均水平

就区域维度而言,我国各地区产业结构高级化水平逐年提升,其中东部地区高级化水平最高,均值为 6.309,高于全国平均水平(5.984),中、西部地区情况相当,分别为 5.843 和 5.772,均低于全国平均水平;在东部沿海服务业大力发展、中部工业化进程深入、西部大开发战略成功实施的背景下,产业结构高级化水平仍呈现出东部大于中部、中部大于西部的格局。

表 4 我国东、中、西部地区产业结构高级化水平

| 时间   | 东部地区  | 中部地区  | 西部地区  | 时间   | 东部地区  | 中部地区  | 西部地区  |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1997 | 6.040 | 5.638 | 5.510 | 2006 | 6.331 | 5.866 | 5.797 |
| 1998 | 6.055 | 5.646 | 5.540 | 2007 | 6.370 | 5.863 | 5.845 |
| 1999 | 6.063 | 5.668 | 5.577 | 2008 | 6.400 | 5.885 | 5.859 |
| 2000 | 6.090 | 5.702 | 5.627 | 2009 | 6.460 | 5.929 | 5.917 |
| 2001 | 6.119 | 5.720 | 5.667 | 2010 | 6.482 | 5.968 | 5.926 |
| 2002 | 6.161 | 5.744 | 5.694 | 2011 | 6.510 | 5.980 | 5.864 |
| 2003 | 6.189 | 5.766 | 5.724 | 2012 | 6.541 | 6.025 | 5.890 |
| 2004 | 6.231 | 5.780 | 5.745 | 2013 | 6.577 | 6.064 | 5.922 |
| 2005 | 6.287 | 5.815 | 5.809 | 2014 | 6.649 | 6.119 | 5.977 |

#### 四、实证与结果分析

##### (一) 空间自相关检验<sup>①</sup>

在运用 SDM 模型进行实证分析之前,需要检验产业结构指标的空间自相关性。利用 1997—2014 年间我国 30 个省市的产业结构合理化和产业结构高级化指标数据,计算得到两者的 *Moran'I* 及统计量,见表 5。

表 5 中,产业结构合理化的所有 *Moran'I* 指数以及大部分产业结构高级化的 *Moran'I* 指数在 5% 置信水平下是显著的(统计量 *Z* 值大于 1.96),这表明产业结构合理化、产业结构高级化在空间上具有显著的空间依赖性(正自相关关系)。也就是说,我国产业结构的合理化、高级化情况在空间上的分布并非是完全随机的,而是表现为具有相似产业结构发展水平的地区在空间上趋于集聚。

##### (二) 实证分析

经检验,技术创新与产业结构升级之间存在空间相关关系,因此,采用前文设定的空间杜宾模型进行实证分析。

##### 1. 经济集聚下技术创新对产业结构合理化的空间效应

为研究技术创新对产业结构合理化的空间效应,将模型(10)中的产业结构水平 *IS* 设为 *RIS*,用 MATLAB R2013a 完成空间计量模型的分析。模型选用的效应为常系数固定效应(FE)。估计结果见表 6。

从全局看,首先,在 1% 和 5% 的显著性水平下,各变量对产业结构合理化均有显著影响。其中,国内投资及国际贸易对我国产业结构合理化的发展起阻碍作用,这与我国一直以来“以市场换技术”的政策有关,更重要的是,在开放的贸易环境下,外资企业常处于比较优势的地位,这些企业获取较大比例的市场份额后,将本土企业挤迫到产业链的低端位置,且市场对国内投资的引导也因此发生结构性偏差,产业建设及资金流向均与合理的结构相悖,从而限制了我国的产业结构合理化发展。其次,技术创新强度、外商直接投资和政府消费支出的系数显著为正,共同构成了产业结构合理化发展

表 5 1997—2014 年中国 30 个省域产业结构合理化、高级化 *Moran'I* 及其 *Z* 值

| 时间   | 产业结构合理化<br><i>Moran'I</i> 值 | 统计量 <i>Z(I)</i> | 产业结构高级化<br><i>Moran'I</i> 值 | 统计量 <i>Z(I)</i> |
|------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| 1997 | 0.405                       | 2.726           | 0.233                       | 2.404           |
| 1998 | 0.297                       | 2.883           | 0.217                       | 2.084           |
| 1999 | 0.357                       | 2.536           | 0.259                       | 2.313           |
| 2000 | 0.455                       | 2.855           | 0.203                       | 2.705           |
| 2001 | 0.339                       | 2.635           | 0.266                       | 2.907           |
| 2002 | 0.365                       | 2.883           | 0.235                       | 2.669           |
| 2003 | 0.407                       | 2.687           | 0.285                       | 2.635           |
| 2004 | 0.324                       | 2.505           | 0.324                       | 2.147           |
| 2005 | 0.300                       | 2.696           | 0.309                       | 2.637           |
| 2006 | 0.326                       | 2.612           | 0.255                       | 2.945           |
| 2007 | 0.320                       | 2.826           | 0.279                       | 2.349           |
| 2008 | 0.326                       | 2.638           | 0.258                       | 2.098           |
| 2009 | 0.394                       | 2.549           | 0.245                       | 2.553           |
| 2010 | 0.337                       | 2.577           | 0.275                       | 2.240           |
| 2011 | 0.433                       | 2.882           | 0.289                       | 2.317           |
| 2012 | 0.393                       | 2.497           | 0.312                       | 2.845           |
| 2013 | 0.432                       | 2.564           | 0.272                       | 2.001           |
| 2014 | 0.366                       | 2.587           | 0.217                       | 2.155           |

的核心动力,产业结构合理化对这三个变量的增长弹性依次为0.040 6、0.013 1和0.026 9,外商直接投资和政府消费支出有助于从宏观上引导产业结构向更为正确合理的方向调整,技术创新强度作为核心动力,通过优化产业运作模式、提升产业全要素生产率、催生高效新兴产业等具体方面来驱动产业的合理化发展。最后,经济的集聚效应在化解国内投资及国际贸易对产业结构合理化的负面影响、取代政府消费支出作用的同时,也激发了技术创新强度对产业结构合理化的空间溢出效应,使其影响系数大幅提升。经济的集聚不仅意味着产业间及产业内各部门之间的集聚,它还能带来各种生产要素在空间上的集聚,促使知识、科研设备、科研人才、科研成果等技术创新价值链的方方面面深化交流合作,得益于此,知识、技术、创新研发成果的空间溢出与渗透效应在经济集聚背景下得到显著强化,产业结构合理化发展从中受益良多。

从区域层面来看,东部地区在产业结构合理化的建设过程中既充分发掘了技术创新强度、外商直接投资和政府消费支出的积极作用,也成功规避了国际贸易的负面影响,同时,由于其产业的合理化发展已经处于较高水平,市场对国内投资的引导得到修正,国内市场投资对产业结构合理化开始发挥正向积极作用;中部地区产业结构合理化对技术创新强度的增长弹性最大,表明其正处于高速发展阶段,这期间需加强对负面影响的规避;西部地区除了政府消费支出外的其他变量对产业结构合理化的影响均不显著,这表明西部地区产业结构的合理化发展主要依赖政府的调控,没能实现经济集聚下产业升级和技术创新强度的空间联动。实证结果显示,我国东部地区产业结构合理化处于较高水平,中部地区处于高速发展阶段,西部地区产业结构合理化水平低,这与前文的测算结果是一致的。

根据SDM模型的估计结果,本文进一步测算了经济集聚下技术创新强度对产业结构合理化的空间效应,结果如表7所示。

就全国范围而言,经济集聚下技术创新强度对产业结构合理化的空间效应显著为正,其中直接效应为0.020 3,间接效应为0.094 5,间接效应是直接效应的4倍,这表明经济集聚对技术创新强度与产业结构合理化之间的空间效应具有重要的影响。就地区而言,东部地区集聚已经成熟,技术对产业结构合理化的间接效应不再显著,技术的直接效应显著,这提示我们在东部地区要坚持以技术创新来指导产业结构合理化

表6 经济集聚下产业结构合理化与技术创新强度的SDM模型估计结果

|                | 产业结构合理化 RIS             |                       |                        |                        |
|----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                | 全国                      | 东部地区                  | 中部地区                   | 西部地区                   |
| lnITA          | 0.040 6 ***<br>(6.96)   | 0.036 5 ***<br>(3.35) | 0.063 3 ***<br>(3.21)  | 0.029 8<br>(1.26)      |
| lnI            | -0.034 1 **<br>(-2.66)  | 0.047 8 *<br>(1.99)   | -0.038 8 **<br>(-2.54) | 0.000 172<br>(0.01)    |
| lnTR           | -0.029 9 ***<br>(-3.41) | -0.002 24<br>(-0.24)  | 0.012 8<br>(0.49)      | -0.007 77<br>(-0.49)   |
| lnFDI          | 0.013 1 **<br>(2.71)    | 0.034 1 *<br>(2.28)   | 0.072 4 ***<br>(6.94)  | 0.003 62<br>(0.49)     |
| lnG            | 0.026 9 ***<br>(4.53)   | 0.032 7 ***<br>(4.14) | 0.025 3<br>(0.43)      | 0.031 1 ***<br>(4.96)  |
| W × lnITA      | 0.742 ***<br>(4.95)     | 0.222 *<br>(2.22)     | 0.449 *<br>(2.39)      | 0.301<br>(1.34)        |
| W × lnI        | -0.602<br>(-1.86)       | 0.328<br>(1.37)       | -0.218<br>(-0.91)      | 0.342<br>(1.20)        |
| W × lnTR       | -0.092 3<br>(-0.46)     | -0.047 8<br>(-0.52)   | 0.080 2<br>(0.48)      | -0.060 4<br>(-0.39)    |
| W × lnFDI      | 0.284 *<br>(2.34)       | 0.346 **<br>(2.75)    | 0.426 ***<br>(6.28)    | 0.049 4<br>(0.73)      |
| W × lnG        | -0.454<br>(-0.59)       | -0.419<br>(-0.80)     | -0.157<br>(-0.41)      | 2.973 ***<br>(5.09)    |
| $\rho$         | -5.849 ***<br>(-7.14)   | -3.974 ***<br>(-9.68) | -3.602 ***<br>(-11.44) | -5.009 ***<br>(-13.18) |
| R <sup>2</sup> | 0.853                   | 0.762                 | 0.786                  | 0.694                  |
| Log Likelihood | 1 182.23                | 1 216.91              | 1 224.65               | 1 175.24               |

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

表7 经济集聚下技术创新对产业结构合理化的空间效应

|      | 全国                    | 东部地区                  | 中部地区               | 西部地区                |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| 直接效应 | 0.020 3 ***<br>(5.03) | 0.025 0 ***<br>(4.66) | 0.005 56<br>(0.61) | 0.000 277<br>(0.03) |
| 间接效应 | 0.094 5 ***<br>(3.92) | 0.026 5<br>(1.28)     | 0.106 *<br>(2.45)  | 0.053 9<br>(1.34)   |
| 总效应  | 0.115 ***<br>(4.80)   | 0.051 5 *<br>(2.37)   | 0.111 *<br>(2.25)  | 0.054 2<br>(1.31)   |

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



发展;中部地区则表现为间接效应显著,提升中部地区产业结构合理化的有效途径是加强集聚经济区的建设;西部地区空间效应不显著,在发展西部产业时既要注重集聚经济区的建设,又要提高技术创新强度,发挥东、中部地区的先动优势,带动西部地区协同发展。

## 2. 经济集聚下技术创新对产业结构高级化的空间效应

为分析技术创新强度对产业结构高级化的空间效应,将模型(10)中的产业结构水平  $IS$  设为  $AIS$ ,估计结果见表8。

根据表8的结果,首先,国内投资及国际贸易的估计系数仍表现为负向,但在统计上不再显著,这表明全球贸易开放带来的低端产业链和结构偏离对产业结构的影响并未涉及到高级化的内容,就全国的平均水平而言,国内投资及国际贸易对产业结构高级化没有显著影响。其次,技术创新强度、外商直接投资也是产业结构高级化发展的核心动力,产业结构高级化对它们的增长弹性依次为0.036 2、0.039 7,外商直接投资倾向于服务化产业,这能显著提升产业结构的高级化水平,技术创新强度高的行业多为服务业内部行业,且其同样能通过前述产业模式、生产率、新兴产业等具体方面促进产业结构高级化。政府近年来提倡发展制造业,而制造业多为第二产业,其中也包含一些新兴的服务化行业,这导致政府消费支出对产业结构高级化影响不显著。最后,与产业结构合理化的情况类似,经济集聚同样能显著强化技术创新强度对产业结构高级化的影响。

从区域层面看,技术创新强度、投资、国际贸易等都是东部地区产业结构高级化的驱动因素,而中部地区产业结构高级化则受到技术创新强度和国际贸易的推动,在经济集聚的条件下,西部地区产业结构高级化能享受到技术创新的外溢助力。总体来看,经济集聚下技术创新强度对我国产业结构高级化的促进作用也表现为东部大于中部、中部大于西部的格局。

经济集聚下技术创新强度对产业结构高级化的空间效应如表9所示。经济集聚下,技术创新强度对产业结构高级化的空间效应有一个明显的特征,即不论是全国还是东、中、西部地区,都表现为:间接效应接近总效应;直接效应不显著或者是在10%的显著性水平下显著;即使是显著的情况,其直接效应也很小。这说明经济集聚是促进技术创新对产业结构高级化空间效应的最主要动因,离开了经济集聚,创新对产业结构高级化的空间效应就难以为继。

表8 经济集聚下产业结构高级化与技术创新强度的SDM模型估计结果

|                    | 产业结构高级化 AIS           |                        |                        |                        |
|--------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                    | 全国                    | 东部地区                   | 中部地区                   | 西部地区                   |
| $\ln ITA$          | 0.036 2 **<br>(2.61)  | 0.052 4 *<br>(2.14)    | 0.048 0 **<br>(3.21)   | 0.042 4 *<br>(2.48)    |
| $\ln I$            | -0.001 35<br>(-0.04)  | 0.148 **<br>(2.74)     | 0.003 28<br>(0.04)     | -0.091 3<br>(-1.01)    |
| $\ln TR$           | -0.040 9<br>(-1.94)   | 0.083 6 ***<br>(3.92)  | 0.304 ***<br>(5.69)    | -0.008 08<br>(-0.18)   |
| $\ln FDI$          | 0.039 7 ***<br>(3.42) | 0.065 8<br>(1.94)      | -0.001 98<br>(-0.10)   | 0.003 54<br>(0.17)     |
| $\ln G$            | -0.039 7<br>(-0.52)   | 0.184<br>(1.04)        | -0.080 0<br>(-0.67)    | -0.224<br>(-1.24)      |
| $W \times \ln ITA$ | 0.917 **<br>(2.61)    | 0.701 **<br>(3.11)     | 0.320 **<br>(3.28)     | 0.424 **<br>(2.62)     |
| $W \times \ln I$   | -0.510<br>(-0.67)     | 1.238 *<br>(2.30)      | -0.140<br>(-0.28)      | -1.350<br>(-1.65)      |
| $W \times \ln TR$  | -1.364 *<br>(-2.50)   | 0.542 **<br>(2.61)     | 1.862 ***<br>(5.48)    | -0.079 9<br>(-0.18)    |
| $W \times \ln FDI$ | 0.987 ***<br>(3.41)   | 0.721 *<br>(2.49)      | -0.037 5<br>(-0.28)    | 0.023 6<br>(0.12)      |
| $W \times \ln G$   | -1.207<br>(-0.65)     | -0.135<br>(-0.08)      | -0.084 6<br>(-0.11)    | -1.478<br>(-0.88)      |
| $\rho$             | -7.261 ***<br>(-8.92) | -4.262 ***<br>(-10.24) | -4.219 ***<br>(-16.25) | -4.785 ***<br>(-11.47) |
| $R^2$              | 0.843                 | 0.804                  | 0.765                  | 0.732                  |
| Log Likelihood     | 1 151.18              | 1 275.76               | 1 059.54               | 1 158.32               |

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

表9 经济集聚下技术创新对产业结构高级化的空间效应

|      | 全国                   | 东部地区                | 中部地区                  | 西部地区                 |
|------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| 直接效应 | 0.006 56 *<br>(1.98) | -0.024 7<br>(-1.94) | 0.006 25<br>(1.29)    | 0.001 69<br>(0.27)   |
| 间接效应 | 0.109 *<br>(2.27)    | 0.168 ***<br>(3.58) | 0.063 7 ***<br>(3.31) | 0.075 8 **<br>(2.64) |
| 总效应  | 0.116 **<br>(2.55)   | 0.143 **<br>(2.91)  | 0.070 0 ***<br>(3.29) | 0.080 2 **<br>(2.58) |

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

### 3. 内生性检验

在上述 SDM 模型的估计过程中, 双向或逆向因果关系的存在会导致模型产生内生性问题, 由于技术创新与产业结构升级之间存在双向因果关系, 需要进行内生性检验。系统 GMM 估计法是内生性检验常用的方法, 它将内生解释变量的差分滞后项设为工具变量, 能够较好地解决模型估计的有偏及不一致问题, 且能够克服一阶差分 GMM 的弱变量问题<sup>[38-39]</sup>, 因此本文采用系统 GMM 估计法进行模型内生性检验, 检验结果见表 10 和表 11。

表 10 和表 11 的结果表明, 各个模型的工具变量均通过了 Sargan 检验, 说明工具变量是有效的。此外, 系统 GMM 估计得到的系数与表 6 和表 8 各变量系数方向一致, 进一步验证了区域技术创新强度是推动产业结构合理化、高级化发展的核心动能, 技术创新是产业发展的关键动力。

### 4. 稳健性检验

本文选择调整实证模型的方式来检验技术创新强度对产业结构升级“两化”的促进作用及经济集聚对其空间效应影响的稳健性, 共有模型(1)~(4)四种方式。其中模型(1)是在原有模型的基础上增加了个体消费(居民消费)这一控制变量的 SDM 模型; 模型(2)为空间动态面板模型(SDPD), 其被解释变量、解释变量、控制变量和空间权重矩阵与原模型一致; 模型(3)是静态面板模型, 变量与原模型一致; 模型(4)是在模型(3)的基础上, 将解释变量替换为经济集聚与技术创新强度的交叉项。稳健性检验的结果见表 12 和表 13。

对照表 6 和表 8 中全国样本的估计结果, 上述模型(1)~(4)中解释变量的估计系数方向和显著性均与原模型一致, 这验证了技术创新强度对产业结构合理化和高级化的正向空间效应是稳健的。此外, 根据模型(4)中  $R \times \ln ITA$  项的系数估计结果, 经济集聚对这一空间效应的推动作用也是稳健的。由此可知, 本文关于经济集聚下技术创新强度对产业结构升级空间效应的实证结果是稳健的。

## 五、主要结论与建议

本文在归纳已有研究的基础上, 从理论和实证两个方面对技术创新与产业结构相关研究进行了拓展与补充。首先, 从理论上阐述了经济集聚背景下技术创新强度对产业结构升级空间效应的作用机理; 其次, 在实证方面从产值和就业协同的角度构建了产业结构合理化、产业结构高级化以及技术创新强度的评价指标, 并利用 1997—2014 年间我国的省级面板数据完成测算; 此外, 考虑到经济集聚对技术创新和产业结构转型的重要作用, 本文还提出了基于经济集聚度的空间权重矩阵, 据此构建 SDM 模型, 依次实证分析了经济集聚下技术创新强度对产业结构合理化及产业结构高级化的溢出效应, 且针对东、中、西部地区的差异性进行了区域比较。

表 10 产业结构合理化模型内生性检验

|                 | 产业结构合理化 RIS             |                      |                       |                        |
|-----------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
|                 | 全国                      | 东部地区                 | 中部地区                  | 西部地区                   |
| <i>L. RIS</i>   | 0.642 ***<br>(16.71)    | 0.750 ***<br>(12.22) | 0.617 ***<br>(9.75)   | 0.642 ***<br>(11.00)   |
| <i>D. lnITA</i> | 0.020 4 ***<br>(4.02)   | 0.031 2 **<br>(2.83) | 0.071 9 **<br>(3.16)  | 0.023 3<br>(1.09)      |
| <i>D. lnI</i>   | -0.031 7 ***<br>(-3.83) | 0.027 8<br>(1.75)    | -0.036 3<br>(-1.27)   | -0.033 8 **<br>(-2.62) |
| <i>D. lnTR</i>  | -0.033 8 ***<br>(-3.82) | -0.001 60<br>(-0.13) | -0.012 2<br>(-0.77)   | -0.028 2<br>(-0.53)    |
| <i>D. lnFDI</i> | 0.006 40<br>(1.57)      | 0.037 2 *<br>(2.39)  | 0.062 2 ***<br>(5.09) | 0.007 54<br>(1.34)     |
| <i>D. lnG</i>   | -0.010 2<br>(-2.38)     | 0.197 **<br>(3.25)   | 0.102<br>(1.44)       | 0.126 **<br>(2.82)     |
| <i>AR(2)</i>    | 0.149                   | 0.125                | 0.138                 | 0.068                  |
| Sargan          | 0.695                   | 0.523                | 0.233                 | 0.148                  |

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

表 11 产业结构高级化模型内生性检验

|                 | 产业结构高级化 AIS            |                       |                      |                      |
|-----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
|                 | 全国                     | 东部地区                  | 中部地区                 | 西部地区                 |
| <i>L. RIS</i>   | 0.593 ***<br>(15.46)   | 0.869 ***<br>(17.70)  | 0.669 ***<br>(11.96) | 0.674 ***<br>(13.69) |
| <i>D. lnITA</i> | 0.031 2 ***<br>(4.85)  | 0.043 8 **<br>(3.29)  | 0.032 7 *<br>(1.97)  | 0.038 4 **<br>(3.22) |
| <i>D. lnI</i>   | -0.069 9 **<br>(-3.13) | 0.042 6 *<br>(2.01)   | 0.275 **<br>(3.14)   | 0.019 8<br>(0.38)    |
| <i>D. lnTR</i>  | -0.020 8<br>(-1.46)    | 0.076 3 ***<br>(3.98) | 0.053 6 **<br>(3.07) | -0.045 3<br>(-1.39)  |
| <i>D. lnFDI</i> | 0.014 8 *<br>(2.49)    | 0.092 5 ***<br>(4.32) | 0.015 9<br>(0.57)    | 0.014 5<br>(0.48)    |
| <i>D. lnG</i>   | -0.175 *<br>(-2.09)    | -0.145<br>(-1.22)     | -0.252<br>(-1.10)    | 0.185<br>(0.39)      |
| <i>AR(2)</i>    | 0.183                  | 0.176                 | 0.137                | 0.065                |
| Sargan          | 0.537                  | 0.362                 | 0.316                | 0.278                |

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

表 12 产业结构合理化模型稳健性检验

|                         | 产业结构合理化 <i>RIS</i>      |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                         | 模型(1)                   | 模型(2)                   | 模型(3)                   | 模型(4)                   |
| <i>lnITA</i>            | 0.025 0 **<br>(3.28)    | 0.044 0 ***<br>(7.10)   | 0.025 4 ***<br>(4.49)   |                         |
| <i>lnI</i>              | -0.045 7 ***<br>(-3.34) | -0.017 6 ***<br>(-3.92) | -0.033 6 ***<br>(-5.32) | -0.028 9 ***<br>(-5.88) |
| <i>lnTR</i>             | -0.039 5 ***<br>(-4.28) | -0.042 8 *<br>(-2.09)   | -0.021 0 ***<br>(-4.97) | -0.018 5 ***<br>(-5.67) |
| <i>lnFDI</i>            | 0.005 23<br>(0.97)      | 0.002 10<br>(0.09)      | 0.018 8 *<br>(2.53)     | 0.014 6 **<br>(2.92)    |
| <i>lnG</i>              | -0.022 4<br>(-0.66)     | -0.024 9<br>(-0.18)     | 0.003 75<br>(0.19)      | 0.003 04<br>(0.20)      |
| $W \times \ln RIS$      |                         | 0.621 ***<br>(4.14)     |                         |                         |
| $\ln RIS_{-1}$          |                         | 0.654 ***<br>(4.76)     |                         |                         |
| $W \times \ln RIS_{-1}$ |                         | 0.542 ***<br>(3.53)     |                         |                         |
| $R \times \ln ITA$      |                         |                         |                         | 0.228 ***<br>(3.58)     |
| $\rho$                  | -5.849 ***<br>(-7.14)   |                         |                         |                         |
| $R^2$                   | 0.871 2                 | 0.804 3                 | 0.768 3                 | 0.748 6                 |

注:括号内为 *t* 值,\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 及 1% 水平下显著;以上模型均以全国范围为样本,限于篇幅,对应的东、中、西部地区样本下的结果及模型(1)部分结果未列出。

表 13 产业结构高级化模型稳健性检验

|                         | 产业结构高级化 <i>AIS</i>      |                         |                         |                       |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                         | 模型(1)                   | 模型(2)                   | 模型(3)                   | 模型(4)                 |
| <i>lnITA</i>            | 0.084 6 ***<br>(4.57)   | 0.082 7 ***<br>(4.04)   | 0.051 7 **<br>(3.20)    |                       |
| <i>lnI</i>              | -0.066 7 *<br>(-2.02)   | -0.029 3 **<br>(-2.79)  | -0.037 8<br>(-0.70)     | -0.012 8<br>(-0.12)   |
| <i>lnTR</i>             | -0.075 5 ***<br>(-3.35) | -0.032 2 *<br>(-2.35)   | -0.032 6 ***<br>(-3.70) | 0.032 0<br>(0.59)     |
| <i>lnFDI</i>            | 0.016 2<br>(1.24)       | 0.015 0<br>(2.05)       | 0.012 4<br>(0.49)       | 0.012 4<br>(0.56)     |
| <i>lnG</i>              | -0.184 *<br>(-2.22)     | -0.057 9 ***<br>(-3.38) | -0.016 7<br>(0.11)      | -0.266<br>(-1.42)     |
| $W \times \ln AIS$      |                         | 0.758 **<br>(2.39)      |                         |                       |
| $\ln AIS_{-1}$          |                         | 0.792 ***<br>(5.15)     |                         |                       |
| $W \times \ln AIS_{-1}$ |                         | 0.620 ***<br>(4.02)     |                         |                       |
| $R \times \ln ITA$      |                         |                         |                         | 0.043 9 ***<br>(4.55) |
| <i>lnRC</i>             | 0.370 ***<br>(4.89)     |                         |                         |                       |
| $W \times \ln ITA$      | 1.831 ***<br>(3.91)     |                         |                         |                       |
| $\rho$                  | -6.817 ***<br>(-7.58)   |                         |                         |                       |
| $R^2$                   | 0.876                   | 0.854 4                 | 0.740 8                 | 0.715 7               |

注:括号内为 *t* 值,\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5% 及 1% 水平下显著;以上模型均以全国范围为样本,限于篇幅,对应的东、中、西部地区样本下的结果及模型(1)部分结果未列出。

研究表明:我国产业结构“两化”与技术创新强度的时空演变情况趋同,都是在时间维度上逐步提升、区域维度上呈现出东部大于中部、中部大于西部的格局;北京、江苏、浙江、上海、广东是我国最主要的经济集聚与技术溢出中心,其技术外溢对周边地区产业发展的扩散与渗透能力最强;地区之间产业结构合理化的空间关联强于高级化;创新强度对产业结构“两化”发展具有显著为正的溢出效应;对于产业结构的合理化发展,东部地区技术的边际收益高、中部地区集聚的边际收益高、西部地区主要依赖政府的调控,技术创新强度对西部产业合理化的空间作用不明显;经济集聚是技术创新强度对产业结构合理化空间效应的关键催动要素,它能将空间效应放大近 4 倍;经济集聚是促进技术创新对产业结构高级化空间效应的最主要动因,离开了经济集聚,创新对产业结构高级化的空间效应就难以为继。

本文对于促进经济集聚、技术创新与产业结构合理化及高级化协同发展具有如下启示:地区产业结构的“两化”发展要以技术创新为中心,大力发展集聚经济,并在此基础上兼顾政府调控;在东部地区要坚持以技术创新来指导产业结构合理化发展;提升中部地区产业结构合理化的最有效途径是加强集聚经济区的建设;在发展西部产业时既要注重集聚经济区的建设,又要提高技术创新强度,发挥东、中部地区的先动优势,带动西部地区协同发展。

#### 注释:

①限于篇幅,仅给出全局空间自相关检验的结果。本文还对产业结构合理化及高级化指标做了局部空间自相关检验,检验结果表明:北京、江苏、浙江、上海、广东是我国主要的经济集聚与技术溢出中心,其技术外溢对周边地区产业发展的扩散与渗透能力最强;产业结构合理化局部空间相关性强于产业结构高级化。

## 参考文献:

- [1] PENEDER M. Industrial structure and aggregate growth [J]. *Structural change and economic dynamics*, 2003, 14(4): 427 - 448.
- [2] GREUNZ L. Industrial structure and innovation-evidence from European regions [J]. *Journal of evolutionary economics*, 2004, 14(5): 563 - 592.
- [3] MOTOHASHI K, YUN X. China's innovation system reform and growing industry and science linkages [J]. *Research policy*, 2007, 36(8): 1251 - 1260.
- [4] ALTENBURG T, SCHMITZ H, STAMM A. Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation [J]. *World development*, 2008, 36(2): 325 - 344.
- [5] 黄茂兴,李建军. 技术选择、产业结构升级与经济增长[J]. *经济研究*,2009(7):143 - 151.
- [6] 付宏,毛蕴诗,宋来胜. 创新对产业结构高级化影响的实证研究——基于2000—2011年的省际面板数据[J]. *中国工业经济*,2013(9):56 - 68.
- [7] 陶长琪,周璇. 产业融合下的产业结构优化升级效应分析——基于信息产业与制造业耦联的实证研究[J]. *产业经济研究*,2015(3):21 - 31 + 110.
- [8] MARSHALL A. *Principles of economics*[M]. London: Macmillan,1920.
- [9] JACOBS J. *The economy of cities* [M]. UK: Vintage books, 1970.
- [10] 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.
- [11] HENDERSON J V. Marshall's scale economies [J]. *Journal of urban economics*, 2003, 53(1): 1 - 28.
- [12] AUDRETSCH D B. Agglomeration and the location of innovation activity [J]. *Oxford review of economic policy*,1998, 14(2): 18 - 29.
- [13] GORDON I R, MCCANN P. Innovation, agglomeration, and regional development [J]. *Journal of economic geography*, 2005, 5(5): 523 - 543.
- [14] CUSMANO L. Technology policy and cooperative R&D: the role of relational research capacity [Z]. Danish research unit for industrial dynamics working paper, 2000, No. 00 - 3.
- [15] FORNAHL D, BRENNER T. Geographic concentration of innovative activities in Germany [J]. *Structural change and economic dynamics*, 2009, 20(3): 163 - 182.
- [16] 杜威剑,李梦洁. 产业集聚会促进企业产品创新吗? ——基于中国工业企业数据库的实证研究[J]. *产业经济研究*,2015(4):1 - 9 + 20.
- [17] 张丽华,林善浪,汪达钦. 我国技术创新活动的集聚效应分析[J]. *数量经济技术经济研究*,2011(1):3 - 18.
- [18] 原毅军,谢荣辉. 产业集聚、技术创新与环境污染的内在联系[J]. *科学学研究*,2015(9):1340 - 1347.
- [19] 刘启华,樊飞,戈海军,等. 技术科学与产业结构变迁相关性统计研究[J]. *科学学研究*,2005(2):160 - 168.
- [20] 陶长琪,周璇. 要素集聚下技术创新与产业结构优化升级的非线性和溢出效应研究[J]. *当代财经*,2016(1):83 - 94.
- [21] 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.
- [22] LÖÖF H, HESHMATI A. Knowledge capital and performance heterogeneity: a firm level innovation study [J]. *International journal of production economics*, 2002, 76(1): 61 - 85.
- [23] MAIRESSE J, SASSENOU M. R&D and productivity: a survey of econometric studies at the firm level in science technology [Z]. *Science-technology- industry review*, Paris: OECD, 1991(8): 9 - 43.
- [24] HANSEN M T, BIRKINSHAW J. The innovation value chain [J]. *Harvard business review*, 2007, 85(6): 121 - 130,142.
- [25] LESAGE J P. An introduction to spatial econometrics [J]. *Revue d'économie industrielle*, 2008, 123(3): 19 - 44.
- [26] 冯白,葛扬. 资本投向、产权性质与区域产业结构调整[J]. *产业经济研究*,2016(1):1 - 10.
- [27] 闫海洲. 长三角地区产业结构高级化及影响因素[J]. *财经科学*,2010(12):50 - 57.
- [28] 高远东,张卫国,阳琴. 中国产业结构高级化的影响因素研究[J]. *经济地理*,2015(6):96 - 101 + 108.

- [29] 查华超. 地方政府支出的产业结构升级效应研究——基于空间计量模型的分析[J]. 南京财经大学学报, 2016(5): 25-32.
- [30] 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(9): 17-24.
- [31] 唐炎钊. 区域科技创新能力的模糊综合评估模型及应用研究——2001 年广东省科技创新能力的综合分析[J]. 系统工程理论与实践, 2004(2): 37-43.
- [32] 张大儒. 我国政府投资与产业结构合理化的实证分析[J]. 经济体制改革, 2013(4): 128-132.
- [33] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J]. 经济研究, 2011(5): 4-16+31.
- [34] 程莉. 产业结构的合理化、高级化会否缩小城乡收入差距——基于 1985—2011 年中国省级面板数据的经验分析[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2014(11): 82-92.
- [35] 田新民, 韩端. 产业结构效应的度量与实证——以北京为案例的比较分析[J]. 经济学动态, 2012(9): 74-82.
- [36] 龚轶, 王铮, 顾高翔. 技术创新与产业结构优化——一个基于自主体的模拟[J]. 科研管理, 2015(8): 44-51.
- [37] 付凌晖. 我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究[J]. 统计研究, 2010(8): 79-81.
- [38] ARELLANO M, BOVER O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models [J]. Journal of econometrics, 1995, 68(1): 29-51.
- [39] BLUNDELL R, BOND S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models [J]. Journal of econometrics, 1998, 87(1): 115-143.

(责任编辑:木子)

## Spatial effects of technological innovation intensity on the upgrading of industrial structure under economic agglomeration

TAO Changqi, PENG Yongzhang

(School of Statistics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** The externality of economic agglomeration leads to knowledge spillover, which will make technological innovation have spatial effect on regional industrial upgrading. Using the Hamming closeness method based on the structural deviation degree, the angle cosine method and PCA, we measure the rationalization and supererogation level of industrial structure, and the intensity of technology innovation. Then we construct the spatial weight matrix based on economic agglomeration degree, and employs the SDM method to empirically test the effects of the technology innovation intensity on the rationalization and supererogation level of industrial structure, using the panel data of 30 provinces (except Tibet) in China during 1997—2014. The results show that the intensity of technological innovation has a significant positive effect on the rationalization and supererogation level in China. Economic agglomeration is a necessary condition to promote the spatial effect of innovation on supererogation, and can amplify the spatial effect of innovation on rationalization level of industrial structure nearly 4 times. In terms of rationalization dimension, innovation has the highest marginal revenue for eastern regions, economic agglomeration for middle regions. However, west regions depend on government regulation, and its technological innovation intensity has no significant spatial effect on the rationalization of industrial structure.

**Key words:** economic agglomeration; technological innovation intensity; rationalization of industrial structure; industrial structure supererogation; spatial effect