

技术空间外溢对地区产业结构变迁的影响研究

——基于中国省级面板数据的分析

郑玉

(南京大学商学院,江苏南京 210093)

摘要:采用2000—2014年中国省级面板数据,基于“R&D溢出距离衰减性”的既定前提,评估技术空间溢出对地区产业结构变迁的影响。运用面板矩估计(GMM)方法,回归结果显示,技术空间外溢对以结构偏离度衡量的产业结构合理性和以第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量的产业结构高级化均有积极推动作用。考虑到距离对技术溢出的不同影响,通过不同的相对距离加权方法来度量省域间的R&D溢出,回归结果依然显著,表明研究结论是可信的。

关键词:技术空间外溢;产业结构变迁;面板矩估计(GMM)方法

中图分类号:F264 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-6049(2017)01-0025-10

一、引言

内生经济增长理论学派^[1]一直强调经济持续增长的内在动力源于技术创新和技术进步,而实现技术进步的主要途径是对研究与开发(R&D)活动的投入、技术知识和人力资本的高效利用,并指出由于其技术知识的非竞争性与部分排他性的特征,技术开创者可能无法独占其收益,产生大量的技术溢出现象。即R&D活动有直接与间接两重效应,直接效应就是指企业通过自主研发创新显著地提升了市场份额与利润;而间接效应就是指其他企业能够学习与模仿相关企业的前沿技术知识,从而大大提升了企业的经济绩效。另外,Howitt^[2]指出,技术溢出是经济增长收敛的另一主要途径,是落后经济体追赶发达经济体的重要动力源泉。落后地区或国家在不必承担开发新技术的全部成本与风险的前提下,通过采用技术领先国的先进技术,经济获得了跳跃式发展,极大地缩小了与发达地区或国家之间的差距,这就是所谓的后发优势^[3-4]。大量实证研究也表明,相邻地区的R&D活动对本地区的创新产出乃至经济增长具有显著的推动作用。改革开放30多年来,中国正是有效利用其后发优势,通过对发达国家先进技术的引进、学习和模仿,实现了现代经济的快速发展和人民生活水平的极大提升,中国落后的产业结构经历了跨地区、跨部门的调整。

技术溢出得到许多国内外学者的关注。最早技术溢出被Romer^[1]作为一种生产要素纳入生产函数,拓展了内生增长模型,由此开创了包含技术溢出的内生经济增长模型。在此基础上技术溢出最初的研究对象以微观企业为主,使用Griliches-Jaff知识生产函数分析知识生产与溢出。20世纪90年代以来,技术溢出的研究单元从微观企业转向中观产业部门和宏观区域空间。这方面的研究主要集中在三个方面:一是技术溢出存在性的理论机制^[5]。二是基于Romer等内生增长理论或Griliches-Jaff知识生产函数,研究技术溢出对经济的贡献(比如创新产出、生产率、区域经济增长或收入分配),尤其

收稿日期:2016-11-16

作者简介:郑玉(1990—),女,安徽安庆人,南京大学博士研究生,研究方向为产业经济学。

是研究创新投入与国际技术溢出渠道(国际贸易、FDI、OFDI、技术引进)对东道国创新绩效或经济增长的影响^[6-8]。这方面以实证研究居多,大量文献从不同层面包括产业内溢出^[9]、产业间溢出^[10-12]以及国家间或区域间溢出^[13-14]都肯定了技术溢出效应的存在。三是技术溢出的影响因素分析,现有文献表明技术差距、吸收能力(知识水平、人力资本、制度环境与金融发展水平等)、技术一致性以及地理距离是影响技术溢出的四大重要因素。

虽然已有文献大都已经证明了技术空间溢出对创新产出、全要素生产率或劳动生产率以及区域经济增长的促进作用,但其对产业结构变动的研究还比较缺乏。产业结构调整转型的一个重要动力就在于生产技术进步率的差异^[15-18]。生产率的差异使得各部门产品生产成本存在显著不同,一方面引起要素的重新配置,投入要素从低生产率或者低生产率增长率的部门向高生产率或者高生产率增长率的部门流动,提高了资源的配置效率,相应部门产出发生变动;另一方面导致产品的相对价格发生变化,消费者的最优选择也会发生相应变动,相应部门产出规模出现扩张或收缩,从而产业结构发生变动。

本文在已有研究的基础上,基于“R&D溢出具有距离衰减性”的假设前提,运用中国2000—2014年省级面板数据,采用面板矩估计(GMM)方法评估技术空间溢出对地区产业结构变迁的影响。回归结果显示,技术空间外溢对以结构偏离度衡量的产业结构合理性和以第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量的产业结构高级化均有积极推动作用。同时为了验证结果的稳健性,采用不同的相对距离加权方法来度量省域间的R&D溢出,回归结果基本不变,表明我们的研究结论是稳健的。

二、理论模型

(一) 地区生产函数

假设某一地区整个经济中有 n 个部门,该地区总体产出由代表性厂商以不变替代弹性的CES生产技术将经济中 n 个行业的最终产品加总而成。生产技术呈现规模报酬不变,且满足凹性特征与稻田条件。某一地区最终产品部门生产函数具体如下:

$$Y_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i Y_{it}^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (1)$$

其中 Y_t 是最终产品; Y_{it} 表示第 i 个行业的最终产品;参数 φ_i 表示第 i 个行业最终产品的重要性程度,且 $\varphi_i > 0$ 与 $\sum_{i=1}^n \varphi_i = 1$;行业最终产品之间的替代弹性 $\delta = \frac{1}{1-\rho}$ 。

(二) 行业最终产品部门厂商

行业最终产品部门使用资本与劳动力来生产产品,生产技术呈现规模报酬不变,满足凹性特征与稻田条件。具体函数形式如下:

$$Y_{it} = L_{it}^{1-\alpha} K_{it}^\alpha \exp(\mu_i) t \quad (2)$$

L_{it} 是用于行业 i 最终产品生产的劳动投入量; K_{it} 是用于行业 i 最终产品生产的资本存量; α 表示行业 i 的资本份额,此处假设每个部门的资本份额相同^①; μ_i 表示行业最终产品部门 i 技术进步增长率,即 $\frac{A_{it}}{A_{it-1}} = \mu_i$;假设行业最终产品市场处于完全竞争状态,同样劳动力市场与资本市场也是完全竞争市场,资本与劳动力在各部门之间可以自由充分流动。

(三) 产业结构变迁

1. 行业最终产品部门厂商行为。第 i 个行业的代表性厂商在既定的劳动要素名义工资水平 W_{it} 和资本要素价格 R_{it} 下,通过选择最优的劳动与资本投入量,实现利润最大化。其最优的目标函数如下:

$$\text{Max}_{L_{it}, K_{it}} P_{it} Y_{it} - W_{it} L_{it} - R_{it} K_{it} = P_{it} L_{it}^{1-\alpha} K_{it}^\alpha \exp(\mu_i) t - W_{it} L_{it} - R_{it} K_{it} \quad (3)$$

^①假设资本的份额保持不变,一是为了简化模型,另外更重要的是限制资本深化过程中部门不均衡增长问题。本文则主要是研究部门间技术溢出对产业结构及就业结构的影响,这样会使研究问题更加集中和明晰。

一阶最优条件满足:

$$W_{it} = (1 - \alpha) P_{it} L_{it}^{1-\alpha} K_{it}^{\alpha} \exp(\mu_i) t \quad (4)$$

$$R_{it} = \alpha P_{it} L_{it}^{1-\alpha} K_{it}^{\alpha-1} \exp(\mu_i) t \quad (5)$$

由于资本与劳动力可以自由流动,因此均衡时,各个行业最终产品部门的劳动力工资与资本利率价格相等,即 $W_{it} = W_t, R_{it} = R_t$ 。将(4)式与(5)式相除,得到均衡时各个行业最终产品部门所使用的人均资本存量相同,即 $\frac{W_t}{R_t} = \frac{1 - \alpha K_{it}}{\alpha L_{it}} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} K_{it}$ 。

2. 地区最终产品部门厂商行为。地区最终产品部门代表性厂商在各个最终行业产品部门价格 P_{it} 既定的情况下,通过选择最优的行业产品投入来实现利润最大化,其目标函数如下:

$$\text{Max} Y_{it} \quad i=1, 2, \dots, n \quad P_t Y_t - \sum_{i=1}^n P_{it} Y_{it} = P_t \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i Y_{it}^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} - \sum_{i=1}^n P_{it} Y_{it} \quad (6)$$

一阶条件得:

$$P_t \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i Y_{it}^{\rho} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \varphi_i Y_{it}^{\rho-1} - P_{it} = 0 \quad (7)$$

$$P_{it} = P_t Y_t^{1-\rho} \varphi_i Y_{it}^{\rho-1} = P_t \varphi_i \left(\frac{Y_{it}}{Y_t} \right)^{\rho-1} \quad (8)$$

对(8)式进行变化得到行业最终产品部门生产:

$$Y_{it} = \left(\frac{P_t \varphi_i}{P_{it}} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} Y_t \quad (9)$$

将(9)式代入通用产品部门生产函数(1)式中,得到其生产函数如下:

$$Y_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i \left[\left(\frac{P_t \varphi_i}{P_{it}} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \right]^{\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad (10)$$

对(10)式进行整理得出通用产品价格与行业最终产品价格之间的关系:

$$P_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} P_{it}^{\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \quad (11)$$

3. 产业结构变迁。产业结构转型是指经济活动在部门间的重新配置,可以用部门产出结构或就业结构来度量^[19-20]。就行业间的产出结构来看,由(9)式可得:

$$\frac{Y_{it}}{Y_{jt}} = \frac{\left(\frac{P_t \varphi_i}{P_{it}} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} Y_t}{\left(\frac{P_t \varphi_j}{P_{jt}} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} Y_t} = \left(\frac{P_{jt} \varphi_i}{P_{it} \varphi_j} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \quad (12)$$

由最终行业部门生产函数(2)式可知:

$$\frac{L_{it}^{1-\alpha} K_{it}^{\alpha} \exp(\mu_i) t}{L_{jt}^{1-\alpha} K_{jt}^{\alpha} \exp(\mu_j) t} = \frac{L_{it} \exp(\mu_i) t}{L_{jt} \exp(\mu_j) t} = \left(\frac{P_{jt} \varphi_i}{P_{it} \varphi_j} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \quad (13)$$

又因为均衡时,各部门的劳动力工资与资本利率相等,因此由(4)式或(5)式得出:

$$\frac{P_{it}}{P_{jt}} = \frac{\exp(\mu_j) t}{\exp(\mu_i) t} \quad (14)$$

(13)式与(14)式之所以成立都是因为均衡时各部门所使用的人均资本存量相等。

由(12)式、(13)式与(14)式得出就业结构关系:

$$\frac{L_{it}}{L_{jt}} = \left(\frac{\exp(\mu_i) t}{\exp(\mu_j) t} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(\frac{\varphi_i}{\varphi_j} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} \quad (15)$$

$$\frac{P'_{it}}{P_{it}} - \frac{P'_{jt}}{P_{jt}} = (\mu_j - \mu_i) \quad (16)$$

将(14)式与(15)式分别取自然对数,然后对时间求导,得出行业最终部门间相对价格的增长率与劳动力在行业间的转移:

$$\frac{L'_{iu}}{L_{iu}} - \frac{L'_{ju}}{L_{ju}} = \frac{-\rho}{1-\rho} [(\mu_j - \mu_i)] = (1 - \delta) [(\mu_j - \mu_i)] \quad (17)$$

对(12)式取自然对数,然后对时间求导,得出产业结构变动:

$$\frac{Y'_{iu}}{Y_{iu}} - \frac{Y'_{ju}}{Y_{ju}} = \frac{1}{1-\rho} [(\mu_j - \mu_i)] = (-\delta) [(\mu_j - \mu_i)] \quad (18)$$

命题一:当不存在产业间技术溢出时,劳动力在行业间的转移以及部门产值变动依赖于自身的外生给定的技术进步增长率。

4. 产业结构变迁与经济增长。由(15)式整理可得:

$$L_{ju} = \left(\frac{\exp(\mu_i) t}{\exp(\mu_j) t} \right)^{\frac{\rho}{1-\rho}} \left(\frac{\varphi_i}{\varphi_j} \right)^{\frac{1}{1-\rho}} L_{iu} \quad (19)$$

劳动力市场实现出清:

$$\sum_{i=1}^n L_{ju} = L \quad (20)$$

得出劳动力份额:

$$L_{iu} = \frac{L_{iu}}{L} = \frac{\varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}}}{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}}} \quad (21)$$

由于劳动力市场与资本市场是完全竞争的,资本与劳动力在部门间可以自由充分流动,导致各行业最终产品生产部门所使用的人力资本相等,即 $\frac{K_{iu}}{L_{iu}} = \frac{K}{L} = k$ 。K与L分别为经济中的资本禀赋与劳动力禀赋,假设保持不变。

基于此,行业最终产品部门可以简化为 $Y_{iu} = L_{iu} k_i^\alpha \exp(\mu_i) t$,代入地区最终产品部门生产函数(1)式得出: $Y_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i [L_{iu} \exp(\mu_i) t]^\rho \right)^{\frac{1}{\rho}} k_i^\alpha$ 。将(21)式得到 L_{iu} 的表达式代入到上式 Y_t 的表达式可得:

$$Y_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} K_i^\alpha L \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \quad (22)$$

定义 $A_t = \left(\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} \right)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{\dot{A}_t}{A_t} = g_t$ 为经济中总的技术进步率。则产出为:

$$Y_t = A_t k_i^\alpha \quad (23)$$

由于劳动力禀赋不变,且经济达到稳态时,人均资本存量不发生变动,因此产出总量增长率等于人均产出增长率,且都等于 $\frac{\dot{A}_t}{A_t} = g_t$ 。

由 A_t 的表达式得出:

$$A_t^{\frac{\rho}{1-\rho}} = \sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} \quad (24)$$

在等式两边对时间求导得出:

$$A_t^{\frac{\rho}{1-\rho}} g_t = \sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i + \tau_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} (\mu_i) \quad (25)$$

$$g_t = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} (\mu_i)}{A_t^{\frac{\rho}{1-\rho}}} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}} (\mu_i)}{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{\frac{\rho}{1-\rho}}} = \sum_{i=1}^n L_{iu} \mu_i \quad (26)$$

命题二:某一地区经济总体增长率或技术进步率取决于自身的外生给定的技术进步增长率的加权平均和,权重为各行业最终产品部门的劳动力份额。

三、存在技术溢出

技术进步来自于研究与开发活动,而 Grossman & Helpman^[21]指出,每一个研究项目都会对公共技

术知识存量做出贡献,而这一资本存量会极大地有利于后来创新者的研发活动。也就是说,行业创新者不仅能从本行业进行的研发活动中受益,还能从其他行业所进行的创新活动中学得相应的技术知识。假设创新者无法监督其公共知识的使用或者监督成本太高,也不能实施完全的产权保护,则可以将技术知识资本作为行业研究与开发活动的公共要素来投入。基于此,本文假设某一行业*i*生产技术进步主要来自对前沿技术的学习模仿以及在自身技术知识存量基础上的自主创新。借鉴 Aghion et al^[22] 行业*i*的技术演进遵循如下等式:

$$\dot{A}_i = \theta_i(\bar{A}_i - A_i) + \gamma_i A_i \tag{27}$$

\bar{A}_i 表示时期*t*行业*i*所获得的外部技术知识,外部知识可能包含最先进的技术知识; θ_i 表示行业*i*在*t*期的技术吸收效率; γ_i 表示其研发创新效率。Harabi^[23]和 Agrawal^[24]指出,由于各行业自身的知识存量与吸收能力不一样,而吸收溢出知识的效率高低与自身知识存量以及吸收能力密切相关,因此每个行业通过吸收溢出知识所取得的技术进步率会有很大差异。行业人力资本越丰富且为吸收溢出知识的投资越多,该行业的技术吸收能力越强,技术溢出促进技术进步也就越显著。由(27)式可以得出,当 $\bar{A}_i = A_i$,则行业*i*将不会吸收任何公共技术知识,此时其部门技术进步完全来自自主研发。特别的,当行业*i*的技术知识水平越落后于公共技术知识水平时,其技术进步速度可能越快,这取决于其技术吸收效率 θ_i 。如果 θ_i 较大,行业*i*的技术进步速度则较快,因为行业*i*可以学习吸收到的技术知识更多。(27)式暗示行业技术进步一方面得益于技术扩散,一方面也依赖在自身知识存量上的自主研发。假设公共技术知识存量 \bar{A}_i 满足如下等式:

$$\bar{A}_i = \sum_{j \neq i}^n (\beta_j A_j | j = 1, 2, \dots, n) \tag{28}$$

β_j ($0 < \beta < 1$) 表示行业知识溢出因子。一般来说,产业间的投入结构相似度、专利保护程度、知识流动市场的摩擦程度、地理距离等都会影响到 β 的大小。

行业*i*的技术进步增长率变为:

$$\mu_i = \frac{\dot{A}_i}{A_i} = \theta_i \left(\frac{\bar{A}_i}{A_i} - 1 \right) + \gamma_i \tag{29}$$

定义 $d_i = \frac{\bar{A}_i}{A_i}$ 。由以上分析可知,当存在跨部门的技术溢出时,(17)式和(18)式分别为:

$$\frac{L'_i}{L_i} - \frac{L'_j}{L_j} = (\delta - 1)(\mu_j - \mu_i) = (\delta - 1) \left\{ \left[\delta_i \left(\frac{\bar{A}_i}{A_i} - 1 \right) + \gamma_i \right] - \left[\delta_j \left(\frac{\bar{A}_j}{A_j} - 1 \right) + \gamma_j \right] \right\} \tag{30}$$

$$\frac{Y'_i}{Y_i} - \frac{Y'_j}{Y_j} = \delta \left[(\mu_i - \mu_j) \right] = \delta \left\{ \left[\delta_i \left(\frac{\bar{A}_i}{A_i} - 1 \right) + \gamma_i \right] - \left[\delta_j \left(\frac{\bar{A}_j}{A_j} - 1 \right) + \gamma_j \right] \right\} \tag{31}$$

地区经济总体增长率(26)式变为:

$$\begin{aligned} g_t &= \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{1-\rho} (\mu_i)}{A_i^{\frac{\rho}{1-\rho}}} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{1-\rho} (\mu_i)}{\sum_{i=1}^n \varphi_i^{\frac{1}{1-\rho}} [\exp(\mu_i) t]^{1-\rho}} = \sum_{i=1}^n L_i \mu_i \\ &= \sum_{i=1}^n L_i \theta_i \left(\frac{\bar{A}_i}{A_i} - 1 \right) + \gamma_i \end{aligned} \tag{32}$$

命题三:劳动力在行业间的转移依赖于行业间产品的替代弹性 δ ,行业通过技术吸收效率来获得外部技术知识以及自有技术知识,行业间产值变动同样与上述因素相关。

通过理论模型分析得出:行业间的产出结构或就业结构与通过技术外溢所获得的技术进步增长率差异密切相关。通过地区行业间的模仿学习、人才流动、逆向工程、专利引用等技术溢出渠道所获得的知识资本,直接有利于提升企业的技术水平,生产技术的差异会导致部门间生产成本变动幅度不一样,一方面引起要素的重新配置,提高了资源的配置效率,促进产出增加;另一方面导致部门间的产

品相对价格发生改变,相对价格的变化会影响消费者的最优需求,引起消费结构发生变化,产业结构随之变动。

四、技术空间溢出效应

(一) 计量模型设定

基于上述理论分析,运用2000—2014年全国31个省级面板数据,通过如下面板计量模型来验证技术空间溢出对各地区产值变动的影响。

$$SCi_{it} = \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 IED_{it} + \beta_3 X_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (i = 1, 2, \dots, 31; t = 2000, \dots, 2014) \quad (33)$$

被解释变量 SCi_{it} 用来衡量地区的产业结构变迁;解释变量 RD_{it} 与 IED_{it} 分别表示第 t 年 i 地区自身直接的技术知识与该地区从其他地区所获得的间接的外部技术知识; X_{it} 为控制变量,代表地区产业结构变迁的其他影响因素; μ_i 表示不可观测到的地区固定效应; γ_t 表示时间固定效应; ε_{it} 表示随机误差项。

(二) 数据来源与变量选取

被解释变量:产业结构指标 SCi_{it} 。从产业结构理论出发,产业结构变迁是指推动产业结构合理化与高度化的发展过程。本文将从这两个维度来衡量地区产业结构变迁,产业结构合理化是指提升产业之间的协调配套能力与经济技术联系,一方面反映了产业之间投入产出的协调程度,另一方面折射出资源有效利用的程度。一般来说,要素投入结构与产出结构之间的聚合程度越高,产业结构就越合理。因此,相关文献一般采用结构偏离度来衡量产业结构是否合理,偏离度越小,产业结构就越合理。其公式为:

$$ESCi_{it} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i/L_i}{Y/L} - 1 \right| = \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i/Y}{L_i/L} - 1 \right| \quad (34)$$

式中, $ESCi_{it}$ 表示 i 产业在 t 年的结构偏离度; Y 表示整体经济增加值; L 表示总体就业人数; n 表示产业部门数; Y_i/Y 表示产出结构; L_i/L 表示就业结构。因此,上式同时也反映出产出结构和就业结构的耦合程度(各地区2000—2014年三次产业的增加值与就业人数来自《中国统计年鉴》与各省统计年鉴)^①。

产业结构高级化主要是指产业结构从低水平状态向高水平状态的发展,是一个动态过程。相关文献的传统做法是依据配第-克拉克定律,采用非农业产值比重或就业比重来衡量产业结构高度化。但是这种衡量方法无法反映如今“经济服务化”的趋势,而在当今信息化时代,实现经济向服务业的顺利过渡是产业结构升级的一个重要特征。因此,本文借鉴干春晖等^[25]研究,采用第三产业产值与第二产业产值之比(简记为TS)来度量产业结构高级化,该值越大说明第三产业占比越高,“经济服务化”趋势越明显。

解释变量:(1)直接R&D投入(RD_{it})。由于技术知识是一个很宽泛的概念,包含的内容很多,但由于其无形性、数据的难以获得以及技术方法的限制,很难衡量某一个行业或地区到底使用了多少技术知识。因此在现有文献中,大都采用R&D经费投入作为其技术知识的代理变量。现有数据中一个行业的R&D投入是个流量指标,但大部分文献表明R&D存量指标能更好地刻画出R&D投入的经济效应。另外,借鉴朱平方^[26]的研究方法,取固定资产投资指数的权为45%与消费者价格指数的权为55%构建R&D价格指数,对当年价的R&D投入支出数据进行缩减(2000年为基期),按照永续盘存法的计算方式得到各个地区2000—2014年的R&D存量数据。其计算公式为:

$$RDS_{it} = RDS_{i,t-1} \times (1 - \delta) + RD_{it} \quad (35)$$

$$RDS_{i,2000} = \frac{RD_{i,2000}}{g_i + \delta} \quad (36)$$

RDS_{it} 表示第 t 年 i 行业的R&D资本存量; RD_{it} 为第 t 年 i 行业的实际R&D经费支出总额; $RDS_{i,2000}$

^①由于数据的限制,本文计算的结构偏离度指数采用的是全国各地区三次产业的相关数据。

为行业 i 基期(2000年)的 R&D 资本存量; δ 为折旧率,这里取 15%; $RD_{i,2000}$ 为各省 2000 年的实际 R&D 支出; g_t 为 2000—2014 年各地区的平均研发支出增长率(各地区 R&D 经费投入支出数据均来自《中国科技统计年鉴》)。

(2) 技术溢出(IRD_{it})。从现有的文献来看^[27-28],几乎都认为距离是影响地区间技术溢出的主要因素,知识溢出具有局域化特征。地区间距离越近,越有可能发生经济贸易、交流以及劳动力等生产要素的流动,则获取到技术(知识)外溢的机会自然就会增加。因此,基于“知识溢出具有距离衰减性”,本文仿照 Coe & Helpman^[6]、Keller^[27]、孙早^[28],将距离以指数形式代替贸易比重衡量地区间 R&D 溢出的相对重要性,地区间技术溢出的衡量公式为:

$$IRD_{it} = \sum_{g \neq i}^N e^{-\theta D_{ig}} RD_{it} \quad (37)$$

D_{ig} 表示两地间的直线距离; θ 表示距离对技术溢出的影响程度,该值越大,表明技术溢出对距离的依赖程度越强,知识溢出越可能发生在较小距离范围内。在 Keller^[27] 的基础模型估计中, θ 取值在 1 左右,本文则分别取 $\theta = 1$ 或 2,以检验计量结果的稳健性。

(3) 控制变量 X_{it} 。为更加准确地识别出两者之间的关系,必须考虑到其他影响因素,将其作为控制变量纳入模型。但产业结构变动的影响因素很多(供给因素、需求因素、国际贸易因素等),为了避免控制变量过度及选择的随意性,我们不直接选用控制变量,而是借鉴 Frank^[29] 的做法,将产业结构与技术外溢的交互项作为控制变量加入到计量模型中,具体公式如下:

$$ESCi_{it} = \beta_0 + \beta_1 RD_{it} + \beta_2 IRD_{it} + \beta_3 SCi_{it} \times RD_{it} + \beta_4 SCi_{it} \times IRD_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (38)$$

$$TS_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln RD_{it} + \alpha_2 \ln IRD_{it} + \alpha_3 TS_{it} \times \ln RD_{it} + \alpha_4 TS_{it} \times \ln IRD_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (39)$$

经过检测,在 TS 模型中各解释变量取自然对数更加合理。

(三) 实证结果与分析

1. 估计方法与实证结果。模型估计可能存在内生性问题,导致传统的 OLS 估计会出现偏误。首先, Hausman 检验结果表明,模型采用固定效应更合理;其次,利用 Davidson-MacKinnon(1993) 提出的方法检验模型是否存在内生性问题,该检验的原假设是模型不存在显著的内生性问题。表 1 结果显示, Davidson-MacKinnon 检验统计量分别为 3.23 与 20.62,相对应的 P 值分别为 0.0406 与 $2.5e-15$ 。结果表明原假设均被拒绝,即以产业结构合理化与产业结构高级化衡量产业结构变迁的模型中均存在内生性偏误。

对于 RD_{it} 与 IRD_{it} 的内生性问题,本文采用 RD_{it} 的一期与二期滞后项以及 IRD_{it} 的一期与二期滞后项作为工具变量。该方法假定残差项与不同期的解释变量是不相关的,同时考虑到广义矩估计(GMM)方法的有效性不受随机误差项的异方差性和序列相关性的影响,模型最终采用面板固定效应 GMM 估计方法进行估计。由表 1 可知, Sargan-Hansen 检验统计量的 P 值分别为 0.0946 与 0.1544,表明工具变量的选取是比较合理的。为了便于对比分析,本文将未经过内生性处理的面板固定效应估计结果和 GMM 估计结果一起列出(表 1)。

从表 1 可以看出,相比于最小二乘估计结果,采用 GMM 估计的 ESC 模型与 TS 模型中, RD 与 $\ln RD$ 的回归系数仍在 1% 的显著性水平下为负,只是系数大小明显降低。表明从目前来看,各地区直接的 R&D 投入对本地区的产业结构变迁反而起到消极阻碍作用,这与预期相反,但与与李小平、朱钟棣^[30] 的研究结果比较相一致。原因可能是由于目前国内市场环境尚不完善,未能建立完善及高效运转的市场经济体制,使得企业的 R&D 投入与使用无法得到有效配置,资源的分配效应受到扭曲,从而导致企业 R&D 投入对全要素生产率产生消极影响。技术进步是产业结构变迁最主要的因素之一,技术水平的差异在很大程度上决定了比较劳动生产率的高低,而经济主体比较生产率的差异推动了产业结构的变化,表现为生产要素从比较生产率低的部门流向比较生产率高的部门。因此,技术进步速

① 经过检测,在 TS 模型中各解释变量取自然对数更加合理。

度的下降会不利于产业结构的转换与升级。*IRD* 与 \lnIRD 的系数仍为正数,但 *IRD* 的回归系数变化不大,而 \lnIRD 的回归系数明显提升,两者都通过了 1% 的显著性水平检验,表明从地区间获得的技术外溢对本地区产业结构变迁的推动作用明显,这也证实了本文的研究目的。张先锋^[31]运用中国 1998—2008 年 25 个省级面板数据,实证研究也发现 R&D 溢出对地区全要素生产率水平的提升作用大于本地 R&D 投入。最小二乘与 GMM 的估计中解释变量与被解释变量交互性的回归系数的变化与解释变量自身回归系数的变化相一致。

表 1 技术外溢对地区产业结构变迁的影响

变量	组内最小二乘估计		GMM 估计	
	<i>ESC</i>	<i>TS</i>	<i>ESC</i>	<i>TS</i>
<i>c</i>	2.010 2*** (23.14)	0.778 1*** (18.12)		
<i>RD</i>	-0.004 7*** (-12.04)		-0.005 2*** (-10.89)	
$\ln RD$		-0.134 6*** (-7.75)		-0.208 4*** (-9.03)
<i>IRD</i>	0.011 6*** (6.06)		0.011 3*** (4.77)	
\lnIRD		0.038 0** (2.07)		0.131 0*** (5.10)
<i>ESC</i> × <i>RD</i>	0.003 6*** (12.48)		0.004 0*** (11.70)	
<i>ESC</i> × <i>IRD</i>	-0.008 6*** (-6.15)		-0.008 3*** (-4.88)	
<i>TS</i> × $\ln RD$		0.212 1*** (47.10)		0.250 9*** (29.67)
<i>TS</i> × \lnIRD		-0.112 4*** (-21.71)		-0.163 4*** (-16.10)
<i>F</i>	39.40	1011.93	34.67	633.89
<i>N</i>	461	461	461	461
Davidson-MacKinnon 检验(<i>P</i>)			3.232 4 (0.040 6)	20.62 (2.5e-15)
Sargan-Hansen 检验(<i>P</i>)			4.715 3 (0.094 6)	3.735 5 (0.154 4)

注:***、**、* 分别表示通过 1%、5% 和 10% 的显著性水平检验,括号内为 *Z* 值。

2. 稳健性检验。通过前文对技术外溢与地区产业结构变迁之间关系的深入研究,我们证实了本文的研究假设。但为了验证本文结论的可信度,一般都要对结论进行稳健性分析。鉴于前文在对技术外溢进行衡量时,提出 θ (表示距离对技术溢出的影响程度) 有不同的取值,因此主要从不同的相对距离加权方法度量地区间的技术外溢与模型的估计方法两个方面展开稳健性分析。

在初步回归中,我们直接应用已有研究的结论,即 R&D 溢出具有距离衰减性,并根据 Keller^[27] 的结论取 $\theta = 1$ 。我们对 θ 重新取值,取 $\theta = 2$ 时以进一步检验距离对溢出的影响不同时估计结果的稳健性。表 2 中内生性检验与过度识别检验表明,模型估计结果依然是合理的。将表 2 的回归结果与表 1 的相关结果进行对比,发现其回归结果的符号与显著性水平没有明显变化。这意味着,不论距离对技术溢出的影响程度如何,技术溢出对产业结构变迁的作用效果与前文估计结果基本相一致,表明本文的实证结果是稳健可靠的。

五、结论与建议

技术空间溢出是落后地区追赶发达地区并缩小与其经济差距的主要途径。Wang and Szirmai^[32] 认为,从长期来看,中国各地区之间经济发展有收敛趋势,在经济发展过程中必然会伴随其产业结构的变动。通过地区间模仿学习、人才流动、逆向工程、专利引用等技术溢出渠道所获得的知识资本,直

接有利于提升企业的技术水平,生产技术的差异会导致部门间生产成本变动幅度不一致,一方面引起要素的重新配置,投入要素从低生产率或者低生产率增长率的部门向高生产率或者高生产率增长率的部门流动,提高了资源的配置效率,促进产出增加;另一方面导致部门间的产品相对价格发生改变,相对价格的变化又会影响消费者的最优需求,使消费结构发生变化,产业结构随之变动。基于 2000—2014 年中国省级面板数据,根据“R&D 溢出距离衰减性”的既定前提,运用面板矩估计(GMM)方法,估计了技术空间溢出在地区产业结构变迁中的作用效果。结果显示,技术空间外溢对以结构偏离度衡

表 2 技术外溢对地区产业结构变迁的影响(稳健性检验)

变量	组内最小二乘估计		GMM 估计	
	ESC	TS	ESC	TS
<i>RD</i>	-0.003 9*** (-11.00)		-0.004 4*** (-10.31)	
<i>lnRD</i>		-0.098 7*** (-7.72)		-0.119 3*** (-8.70)
<i>IRD</i>	0.032 6*** (3.84)		0.028 4*** (2.80)	
<i>lnIRD</i>		0.005 3 (0.39)		0.035 0** (2.34)
<i>ESC × RD</i>	0.003 1*** (11.25)		0.003 5*** (10.88)	
<i>ESC × IRD</i>	-0.024 4*** (-3.74)		-0.211 3 (-2.73)	
<i>TS × lnRD</i>		0.152 8*** (78.25)		0.153 6 (67.98)
<i>TS × lnIRD</i>		-0.052 3*** (-30.72)		-0.057 2*** (-26.09)
<i>F</i>	32.09	1 572.73	29.64	1 298.21
<i>N</i>	465	465	403	403
Davidson-MacKinnon 检验(<i>P</i>)		4.282 0 (0.031 5)		14.678 3 (4.0e-11)
Sargan-Hansen 检验(<i>P</i>)		3.418 2 (0.133 2)		3.072 3 (0.154 3)

注:***、**、* 分别表示通过 1%、5% 和 10% 水平的显著性水平检验,括号内为 Z 值。

量的产业结构合理性和以第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量的产业结构高级化均有积极推动作用。并且在利用不同的相对距离加权方法来度量省域间的 R&D 溢出以及模型估计方法的稳健性检验中,其作用效果依然是稳健可靠的。

进入“新常态”以来,“调结构、转方式、促发展”成为宏观调控的首要任务。而如何有效顺利地促进当前我国产业结构的调整升级,实现经济的可持续发展,避免陷入“中等收入危机”是当前我国经济发展的首要目标。本文的建议是在提升企业内部 R&D 效率的同时,进一步建立国内开放统一的大市场,消除知识、人才等高级生产要素在区域间流动、扩散的障碍,加强各地区间的经济交流,实现技术进步与产业结构的转换升级。

参考文献:

[1]ROMER P M. Increasing returns and long-run growth[J]. The Journal of Political Economy, 1986: 1002-1037.
 [2]HOWITT P. Endogenous growth and cross-country income differences[J]. American Economic Review, 2000: 829-846.
 [3]GERSCHENKRON A. Economic backwardness in historical perspective: a book of essays [M]. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University, 1962.
 [4]ABRAMOVITZ M. Catching up, forging ahead and falling behind[J]. The Journal of Economic History, 1986, 46(2): 385-406.
 [5]AUDRETSCH D B, FELDMAN M P. Knowledge spillovers and the geography of innovation [J]. Handbook of regional and urban economics, 2004, 4: 2713-2739.
 [6]COE D T, HELPMAN E. International R&D spillovers [J]. European Economic Review, 1995, 39(5): 859-887.
 [7]牛泽东, 张倩肖. FDI 创新溢出与门槛效应——基于非线性面板平滑转换回归模型的分析 [J]. 产业经济研究, 2011 (6): 53-62.

- [8]黄繁华,王晶晶.服务业 FDI、吸收能力与国际 R&D 溢出效应——一项跨国经验研究[J].国际贸易问题 2014(5):95-104.
- [9]BERNSTEIN J I ,NADIRI M I. Research and development and intra-industry spillovers: an empirical application of dynamic duality[J]. The Review of Economic Studies ,1989 56(2) :249-267.
- [10]尹静,平新乔.中国地区(制造业行业)间的技术溢出分析[J].产业经济研究 2006(1):1-10.
- [11]GIRMA S ,WAKELIN K. Local productivity spillovers from foreign direct investment in the UK electronics industry[J]. Regional Science and Urban Economics 2007 37(3) :399-412.
- [12]赵迪,张宗庆.服务贸易进口、知识外溢效应与本土服务部门效率提升——基于我国跨行业数据的实证[J].产经评论 2016 7(2) :27-36.
- [13]FUNKE M ,NIEBUHR A. Regional geographic research and development spillovers and economic growth: evidence from West Germany[J]. Regional Studies 2005 39(1) :143-153.
- [14]WANG L ,MEIJERS H ,SZIRMAI A. Technological spillovers and industrial growth in Chinese regions[J]. Merit Working Papers 2013 44(1) :33-51.
- [15]BAUMOL W J. Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis[J]. The American Economic Review , 1967 57(3) :415-426.
- [16]NGAI L R ,PISSARIDES C A. Structural change in a multisector model of growth[J]. The American Economic Review , 2007 97(1) :429-443.
- [17]陈体标.经济结构变化和经济增长[J].经济学:季刊 2007 6(4) :1053-1074.
- [18]黄亮雄,安苑,刘淑琳.中国的产业结构调整:基于企业兴衰演变的考察[J].产业经济研究 2016(1):49-59.
- [19]KUZNETS S S ,MURPHY J T. Modern economic growth: rate ,structure ,and spread [M]. New Haven: Yale University Press ,1966.
- [20]HERRENDORF B ,ROGERSON R ,VALENTINYI Á. Growth and structural transformation [R]. National Bureau of Economic Research 2013.
- [21]GROSSMAN G M ,HELPMAN E. Trade ,innovation ,and growth [J]. The American Economic Review ,1990 ,80(2) :86-91.
- [22]AGHION P ,BLUNDELL R ,GRIFFITH R ,et al. The effects of entry on incumbent innovation and productivity [J]. The Review of Economics and Statistics 2009 91(1) :20-32.
- [23]HARABI N. Channels of R&D spillovers: an empirical investigation of swiss firms [J]. Technovation ,1997 ,17(11) :627-635.
- [24]AGRAWAL A. Innovation growth theory and the role of knowledge spillovers[J]. Innovation Analysis Bulletin 2002 4(3) :3-6.
- [25]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.
- [26]朱平芳,徐伟民.政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响——上海市的实证研究 [J]. 经济研究 2003(6) :45-53.
- [27]KELLER W. Geographic localization of international technology diffusion [J]. The American Economic Review 2002 92(1) :120-142.
- [28]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.
- [29]FRANK M W. Income inequality and economic growth in the US: a panel cointegration approach [C]. Sam Houston State University Working Paper 2005:3-5.
- [30]李小平,朱钟棣.国际贸易、R&D 溢出和生产率增长[J].经济研究 2006(2):31-43.
- [31]张先锋,丁亚娟,王红.中国区域全要素生产率的影响因素分析——基于地理溢出效应的视角[J].经济地理, 2010 30(12) :1955-1960.
- [32]WANG L ,SZIRMAI A. The unexpected convergence of regional productivity in Chinese industry ,1978—2005 [J]. Oxford Development Studies 2013 41(1) :29-53.

(责任编辑:康兰媛;英文校对:曹姗姗)

(下转第 44 页)

The Fiscal Decentralization and Innovation Efficiency from
the Perspective of Innovation Value Chain:
Based on the Analysis of the Three Stage DEA and Tobit Model

XUAN Ye , FENG Tao , KONG Kaige

(Nanjing University of Finance and Economics , Nanjing 210023 , China)

Abstract: The innovative process is divided into three stages in the perspective of the innovation value chain: the knowledge innovation , the research innovation and product innovation. This paper surveys the innovation efficiency of the national 31 provinces and cities autonomous region during 2010 – 2012 by three-stage DEA model and finds that the efficiencies of innovation value are different and the regional innovation efficiency varies considerably as well. Then based on two levels and two dimensions , we construct four fiscal decentralization indices and use the Tobit Model to study the influence of fiscal decentralization on the various stages of the innovation efficiency and find that the fiscal decentralization promotes the innovation efficiency in general. Based on all above , we put forward relevant policy suggestions.

Key words: innovation efficiency; the three stage DEA; the fiscal decentralization

.....
(上接第 34 页)

The Impact of Space Technology Spillover on Industrial Structure Changes:
Based on Chinese Provincial Panel Data Analysis

ZHENG Yu

(School of Business , Nanjing University , Nanjing 210093 , China)

Abstract: using the China's provincial panel data from 2000—2014 , this paper assess the effect of technical space spillover on the Industrial Structure Changes based on the established premise of the size of R&D spillover effect decreasing in distance. The result shows that the technical space spillover have an positive effect on the Rational Industry Structure measured by Structural Deviation Degree and the high-class Industry Structure measured by the tertiary industry value added/secondary industry value added. Weighing the different impact of technological spillover influenced by distance , the paper uses different methods to measure the provincial R&D spillover. Regression results are still significant indicating that our findings are worth credible.

Key words: technology space spillover; industrial structure changes; Panel GMM estimation