

亚洲一带一路国家科技研发效率及其影响因素研究

——基于 DEA 和累积 TFP 指数

朱天星¹ 陈晨¹ 于鑫洋² 汪剑清¹

¹(沈阳工业大学经济学院, 沈阳 110870) ²(香港浸会大学商务统计与运筹系, 香港 999077)

〔摘要〕 研究不同国家间的科技研发效率及其影响因素对于比较不同国家间的科技资源配置效率、制定科技研发效率提高的相关政策具有指导意义。本文利用亚洲 12 个一带一路国家科技研发的两投入、两产出指标测算这些国家的科技研发效率及其影响因素。结果表明: 这些国家技术进步率的提高带动了科技研发效率的上升; 发展中国家科技研发表现出明显的后发优势。经济规模与科技研发效率之间呈现“U”型关系, 金融深化程度、人力资本水平、健康人力资本和产业结构与科技研发效率之间存在显著的正相关。最后本文提出对策建议。

〔关键词〕 一带一路 研发效率 Malmquist 指数 累积全要素生产率指数 DEA 模型 技术进步

DOI: 10.3969/j.issn.1004-910X.2017.12.020

〔中图分类号〕 F113 **〔文献标识码〕** A

引言

进入 21 世纪以来, 世界各国增加科技研发投入, 增强自主创新实力。深入分析一个国家的研发投入效率以及影响因素对于国家提高科技投入产出效率、有针对性地制定科技产业政策具有非常重要意义。

我国作为“一带一路”倡议的发起者和倡导者, 科技研发投入增长较快。从研发投入强度看, 我国的科技研发投入占 GDP 的比重从 2000 年的 0.89% 增加到 2015 年的 2.15% (世界银行数据库, 以下同), 在一带一路的亚洲国家中仅次于以色列和新加坡, 二者 2015 年科技研发投入占 GDP 的比重分别为 4.11% 和 2.21%; 从研发从业人员数量看, 我国 2013 年的百万人口研发人员数量为 1113 人, 在一带一路的亚洲国家中居于第 4 位, 位于前三位的分别是新加坡、马来西亚和土耳其, 三者 2014 年百万人口研发人员数量分别为 6658、2051 和 1156。从专利申请表示的研发产出看, 我国的专利申请数量在一带一路的亚洲国家中居于首位, 从 2000 年的 51906 例增加到 2015

年的 1101864 例, 年均增长 21.04%。以色列的同期专利申请数量从 6802 例增加到 6908 例, 新加坡的专利申请数量从 8236 例增加到 10814 例。

由上可见, 我国研发投入强度逐年提高, 研发产出快速增长, 亚洲其他的一带一路国家也都在提高研发投入, 但是一带一路国家中的发展中国家, 如何在资源稀缺、财力有限的前提下提高研发效率, 即在相同研发投入条件下, 获得较高的研发产出。

1 文献综述

国内外学者对于科技研发效率进行广泛和深入的研究。从研究方法看大致分为 2 类: (1) 一是非参数方法, 该方法的典型代表是数据包络分析 (DEA), 其采用数学规划法, 无需建立变量之间的严格函数关系, 在多投入多产出的效率度量上具有优势^[1]。肖静, 程如烟, 姜桂兴 (2009) 运用 OECD 主要指标及超效率 DEA 方法, 测算我国、八国集团和韩国十国 2002~2004 年的研发效率并进行比较^[2]。张秀峰, 陈光华, 杨国梁 (2016) 以广东省部分产学研合作研发项目为例, 采用三

收稿日期: 2017-07-09

基金项目: 辽宁社科规划基金 (项目编号: L17BJY001); 辽宁省百千万人才工程 [2015] 50 号基金以及沈阳市社科联课题 (项目编号: SYSK2017-05-05)。

作者简介: 朱天星, 经济学博士, 沈阳工业大学经济学院副教授。研究方向: 数量经济。陈晨, 沈阳工业大学经济学院硕士研究生。研究方向: 计量经济。于鑫洋, 香港浸会大学商务统计与运筹系本科生。研究方向: 应用统计。汪剑清, 沈阳工业大学经济学院硕士研究生。研究方向: 产业组织与政策。

阶段 DEA 方法, 分析了由不同所有制形式企业主导的产学研合作研发项目的研发效率^[3]; (2) 参数方法, 该方法的典型代表是随机前沿分析(SFA)。SFA 通过假定数据的随机性, 采用计量方法估计前沿生产函数, 并可判断模型拟合质量, 提供各种统计检验值^[4]。岳书敬(2008)通过随机前沿函数模型研究我国区域研发效率差异及其影响因素^[5]。邹文杰(2012)运用随机前沿生产函数模型, 测算福建省高技术产业研发效率以及市场结构、企业规模、政府扶持等因素对福建省高技术产业研发效率的影响^[6]。

从研究对象看, 大致分为3个层面: (1) 国家层面, 测算不同国家的科技研发效率并进行比较。如肖静, 程如烟, 姜桂兴测算我国、八国集团和韩国十个国家的研发效率并比较; (2) 从区域层面分析我国不同区域的研发效率。刘和东(2011)研究我国30个省市的研发效率并且测算金融支持、FDI对研发效率的影响。岳书敬(2008)通过面板数据测算我国29个省市的研发效率, 并且测算对外贸易、FDI等与研发效率的关系; (3) 从部门和产业层面分析研发效率。刘云, 杨湘浩(2012)研究了29个省份高技术产业的研发效率及其影响因素^[7], Jaffe(2006)应用中国大中型制造企业面板数据进行研究, 发现我国研发要素集聚、研发支出强度对新产品销售收入份额有显著正效应^[8]。

现有关于科技研发效率及其影响因素的研究

$$M_t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)}, M_{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (1)$$

根据理想指数的思想, 定义它们的几何平均为综合生产率指数^[9]:

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = (M_t \times M_{t+1})^{1/2} = \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(x^t, y^t)} \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

对于式(2)综合生产率指数的分解, 大多数学者公认的观点为RD(Ray和Deslu)分解,

$$M(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^t(x^t, y^t)} \times \left[\frac{D_v^t(x^t, y^t)}{D_v^{t+1}(x^t, y^t)} \frac{D_v^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \right]^{1/2} \times \left[\frac{D_c^t(x^{t+1}, y^{t+1})/D_c^t(x^t, y^t)}{D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})/D_c^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \\ = \text{Pech} \times \text{Techch} \times \text{Sech} \quad (3)$$

其中: Pech为纯技术效率的变化, 是在变动

大多集中于行业和产业层面, 尤其是研究高新技术产业的研发效率居多, 因为这些行业的主要特征是从事新技术和新产品的研发; 还有一些文献研究我国国内的区域研发效率, 但是研究国家层面的研发效率的文献并不多, 本文在Griliches, Jaffe提出的基本知识生产函数基础上, 将专利申请数量和科技论文数量作为科技研发的产出变量、将研发资金存量 and 科技研发人员数量作为科技研发的投入变量, 利用两投入、两产出的DEA-Malmquist模型测算我国一带一路战略涉及的12个亚洲国家的科技研发效率, 并分析其影响因素, 为各国提高科技研发效率、制定对策提供参考。

2 Malmquist 理论、数据来源及指标变量选取

2.1 Malmquist 理论

基于DEA的Malmquist指数是基于距离函数定义的生产率指数, 通过线性优化方法测算每个决策单元的边界生产函数, 并对效率变化和技术进步等指标进行测度, 并利用多投入与产出变量, 不需要成本最小化和利润最大化条件。

令: (X_t, Y_t) 和 (X_{t+1}, Y_{t+1}) 分别表示第t期和第t+1期的投入产出关系, 投入产出关系从 (X_t, Y_t) 向 (X_{t+1}, Y_{t+1}) 的变化为生产率变化, 其不仅来自技术水平的影响, 也来自于技术效率的影响。

$D_c^t(x^t, y^t)$ 、 $D_c^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 为距离函数, 基于t和t+1期参照技术的Malmquist生产率指数分别为:

为综合生产率指数^[9]:

本文也采用RD分解模型:

规模报酬假定下的技术效率变化, Techch为技术

变化,反映生产前沿面的移动对生产率变化的贡献程度;Sech为规模效率的变化,表明规模经济对生产率的影响。

2.2 数据来源和指标变量选取

我国一带一路倡议包含亚洲、独联体和中东欧国家共计65个。除中国之外,还包括东盟10国、西亚18国、南亚8国、中亚5国、独联体7国和中东欧16国。本文重点研究亚洲一带一路国家的科技研发效率,受到数据可获得性限制,最后确定12个一带一路亚洲国家作为研究对象,分别是:希腊、伊朗、土耳其、哈萨克斯坦、巴基斯坦、印度尼西亚、马来西亚、菲律宾、斯里兰卡、泰国、新加坡以及中国。

本文的指标选取参照联合国教科文组织(2001)统计分析报告中世界各国的主要科技指标,以及Griliches, Jaffe构建的知识函数包含的指标变量,选取科技研发活动的投入指标:(1)各国的R&D研发支出存量(K), (2)各国的R&D研发投入人员数量(L);科技研发活动的产出指标:(1)各国的居民和非居民专利申请数量之和(Pat), (2)各国的科技论文发表数量(sci)。本文所有数据来源于世界银行以及国际劳工组织数据库。

(1) 缺失数据的插补。数据插补是对重要变量缺失数值的补充,数据插补方法主要包括确定性插补和随机性插补。其中确定性插补又包括推理插补、回归插补以及最邻近值插补^[10]。由于缺失数值较多变量的国家已经从样本中剔除,剩下的12个一带一路国家科技研发的R&D研发支出、R&D研发投入人员数量,个别国家缺失数值大致分为两类:一是中间数值缺失。例如泰国的缺失2000、2001、2003、2005、2007年份的R&D研发投入人员数量,对于这类中间值缺失的国家数据采用最邻近插补原则进行插补;二是两端数值缺失。从世界银行数据库查询到的所选择的12个一带一路亚洲国家的R&D研发人员数量更新截止到2013年,本文采用人工神经网络方法进行外推插补。

(2) R&D研发支出存量的测算。各国的R&D研发支出存量计算过程如下:由于世界银

行数据库给出的各国不同年份R&D研发支出数据为占各国GDP的比例值,首先根据世界银行数据库提供的各国GDP平减因子对各国以当期美元计价的GDP数据进行平减(2000为基期),其次利用各国R&D研发支出的比例数乘以平减后的以2000年为基期的GDP数据就可以得到各国R&D研发支出的流量指标;最后利用永续盘存法测算各国R&D研发支出的存量。采用公式如下:

$$RDE_{i,t} = (1-\delta) * RDE_{i,t-1} + E_{i,t-1} \quad (4)$$

其中: $RDE_{i,t}$ 、 $RDE_{i,t-1}$ 分别表示第*i*个国家第*t*年和第*t-1*年的研发资本存量, $E_{i,t-1}$ 为第*i*个国家第*t-1*年折现后的研发经费投入。 $RDE_{i0} = E_{i0} / (g + \delta)$, g 为E的年均增长率, δ 为折旧率,参照Hu, Albert和Gary(2004)及刘和东(2011)取 $\delta = 15\%$,本文选折旧率 δ 为15%。

3 DEA模型和Malmquist指数研发效率变化测算

根据2.2选择的科技投入产出变量,分别对12个国家的科技研发两投入变量:各国居民和非居民专利申请数量之和和科技论文发表数量取对数,分别记为:Lnpat和Lnsci;两产出变量:各国R&D研发支出存量、各国的R&D研发投入人员数量取对数,分别记为:Lnk和Lnl,并建立两投入、两产出的线性规划模型:

$$\begin{aligned} & \max_{z, \theta} \theta^{k^i} \quad (5) \\ & \text{s.t. } \theta^{k^i} \text{Lnpat}^{k^i} \leq \sum_{k=1}^K z^{ki} \text{Lnpat}^{ki}, \\ & \theta^{k^i} \text{Lnsci}^{k^i} \leq \sum_{k=1}^K z^{ki} \ln sci^{ki}, \sum_{k=1}^K z^{ki} \text{Lnk}^{ki} \leq \text{Lnk}^{k^i}, \\ & \sum_{k=1}^K z^{ki} \text{Lnl}^{ki} \leq \text{Lnl}^{k^i}, z^{ki} \geq 0, k = 1, \dots, K, \end{aligned}$$

其中, Lnpat^{ki} 和 Lnsci^{ki} 表示第*k*个决策单元在第*i*时期的居民和非居民申请专利数量的对数和科技论文发表数量的对数。根据DEAP2.1软件可以对上述两个线性规划模型进行数据包络分析,计算出各年份的技术效率和技术进步以及通过Malmquist指数对全要素生产率(TFP)进行分解。结果见表1。

表1中列出了12个国家2000~2001、2004~2005、2009~2010、2014~2015以及这些国家年度

表1 一带一路12个亚洲国家科技研发效率 Malmquist 指数

	2000-2001			2004-2005			2009-2010			2014-2015			年度平均值		
	effch	techch	tfpch	effch	techch	tfpch	effch	techch	tfpch	effch	techch	tfpch	effch	techch	tfpch
希腊	1.06	0.98	1.039	0.966	1.09	1.054	1.017	0.988	1.005	0.98	1.017	0.997	1.005	0.996	1.001
印度尼西亚	1.03	0.984	1.014	0.971	1.089	1.057	1.01	0.991	1.001	0.987	1.018	1.005	1.002	0.998	1.000
伊朗	1.03	0.981	1.01	0.975	1.108	1.08	1.001	0.992	0.993	0.993	1.021	1.014	1.002	1.001	1.003
哈萨克斯坦	1.025	0.981	1.005	0.991	1.126	1.116	1.002	0.993	0.995	1.002	1.023	1.024	1.002	1.005	1.007
马来西亚	1.006	1.184	1.191	1	1.121	1.121	0.994	0.987	0.98	1.005	1.035	1.04	1.001	1.019	1.020
巴基斯坦	0.994	1.182	1.175	1.015	1.118	1.135	0.997	0.987	0.984	1.001	1.037	1.037	0.998	1.020	1.020
菲律宾	0.989	1.183	1.17	1.002	1.119	1.122	1.003	0.993	0.996	1.003	1.041	1.044	1.000	1.023	1.023
新加坡	0.966	1.182	1.141	0.98	1.136	1.113	1	1	1	0.998	1.052	1.05	1.000	1.028	1.028
斯里兰卡	0.975	1.183	1.153	0.991	1.158	1.148	0.819	0.979	0.802	1.041	1.089	1.133	1.004	1.034	1.038
泰国	0.989	1.187	1.174	1.004	1.173	1.177	0.834	0.981	0.818	1.03	1.094	1.126	1.003	1.037	1.040
土耳其	0.992	1.187	1.177	1	1.167	1.166	0.821	0.986	0.809	1.015	1.1	1.117	1.003	1.039	1.043
中国	1	1.188	1.188	1	1.192	1.192	0.798	0.987	0.788	1	1.098	1.098	1.004	1.041	1.045

平均的效率的变化值 (effch)、技术进步率 (techch) 以及全要素生产率的变化值 (tfpch)。从年度平均值看, 12个国家效率提高的国家有9个: 希腊、印度尼西亚、伊朗、哈萨克斯坦、马来西亚、斯里兰卡、泰国、土耳其和中国, 其中效率提高水平居于前三位的是希腊、中国和斯里兰卡, 分别提高5.1%、4.3%和4.1%; 效率下降的国家是巴基斯坦; 效率基本保持不变的国家有: 菲律宾和新加坡。技术进步率提高的国家有10个: 伊朗、哈萨克斯坦、马来西亚、巴基斯坦、菲律宾、新加坡、斯里兰卡、泰国、土耳其和中国, 其中技术进步率居于前三位的是: 中国、土耳其和泰国, 分别提高4.1%、3.9%和3.7%。12个国家中除了印度尼西亚的全要素生产率均有所提高, 其中提高幅度居于前三位的分别是: 中国、土耳其和泰国, 分别提高: 4.5%、4.3%和4%。

纵观表1的分析结果, 我们发现: (1) 技术进步率的提高带动全要素生产率的提高。由于技术效率的变化率 (effch)、技术进步率 (techch) 以及全要素生产率的变化率 (tfpch) 之间满足如下的关系: $effch \times techch = tfpch$, 尽管一些国家的效率水平基本没变或略有下降, 但是技术进步率提高使得全要素生产率提高, 如: 巴基斯坦、菲律宾和新加坡; (2) 体现了发展中国家的后发优势。在这12个国家中, 除了新加坡和希腊, 其余10

个国家都是发展中国家 (2005年名义人均GDP测算), 而且这10个国家中有9个国家的科技研发全要素生产率的增加超过希腊, 有4个国家的科技研发全要素生产率的增加超过新加坡。

4 基于累积全要素生产率指数科技研发效率影响因素分析

通过分析表1中的结果发现, 技术进步在一定程度上会影响科技研发的全要素生产率。通过分析现有大部分文献, 学者对于研发效率影响因素没有统一的看法。关于行业和产业层面研发效率的影响因素, 大致分为内部因素和外部因素。内部因素主要有: 企业性质、企业制度、企业规模、人力资本以及企业研发强度等 (虞晓芬、池仁勇、唐根年等)^[11,12]; 外部因素主要有: 市场结构、产业集群、支持、国有企业及外资企业比重等因素 (朱有为、徐康宁; 刘玲利、李建华; 肖敏、谢富纪)^[13,14]。关于区域层面的研发效率的影响因素, 大致可以包括: 人力资本 (劳动者素质)、基础设施、市场化进程 (白俊红, 江可申, 李婧; 周晓艳, 葛健, 马丽仪)^[15,16]; 政府支持、金融支持以及FDI等 (刘和东; 刘云, 杨湘浩)。

因此本文选择如下指标量: (1) 经济发展规模。经济发展规模与全要素生产率之间存在一定的“U”型关系 (王兵, 吴延瑞, 颜鹏飞 (2010) 以及王维国、范丹 (2012))^[17,18]。本文利用实

际人均 GDP 表示经济发展规模,将各国的人均 GDP 进行价格平减,然后取对数,记为 LnSE; (2) 外国直接投资: FDI 净流入会加速技术的传播,通过技术溢出效应显著促进研发效率的改善(朱承亮, 2011)^[19], 本文用各国当年的 FDI 净流入量占当年 GDP 比重表示; (3) 人力资本水平。人力资本与科技研发效率的之间存在正相关关系(周凡磐, 2011)^[20], 本文利用各国中学毛入学率代表各国的人力资本水平, 记为 HR; (4) 金融支持。科技研发活动是典型的风险驱动型创新活动, 与金融支持紧密相关(薛庆根, 2012)^[21]。用金融深化指标代替: 贷款总额占 GDP 比重, 记为 FD; (5) 健康人力资本: 健康人力资本是人力资本重要组成部分, 其通过提高科技研发效率提高经济增长(郝金磊, 姜诗尧, 2016)^[22], 本文利用各国健康支出占政府支出之比表示健康人力资本水平, 记为 HHR; (6) 产业结构: 产业结构调整在一定程度上决定研发投入的强度(Griffith,

周彩霞)^[23,24], 进而会影响研发投入效率。本文利用各国工业增加值占 GDP 比重作为产业结构的代理变量, 记为 INS。

研究创新效率(全要素生产率)影响因素的方法大致分为 2 类: (1) 利用 tobit 模型研究所选择的各种因素对全要素生产率变化的影响^[25,26]。但是 tobit 模型回归条件比较苛刻, 其依赖于背后潜变量满足正态性和同方差性假定; (2) 利用累积 ML 指数测算全要素生产率的影响因素^[27,18], 该方法可以避免利用全要素生产率变化出现负值(下降)情况。

本文参照王维国、胡根华等学者的研究方法, 将公式(3)、(5)测算的各国研发投入——产出测算的 Malmquist 指数进行变化: 将原始科技研发全要素生产率(tfp)指数进行连乘处理转换为以 2000 年效率指数为 1, 以后年份以 2000 年为基期变换的累积效率指数(CML)(见图 1)。构建如下的面板数据模型:

$$CML_{it} = \alpha + \beta_1 LnSE_{it} + \beta_2 (LnSE_{it})^2 + \beta_3 FD_{it} + \beta_4 HR_{it} + \beta_5 HHR_{it} + \beta_6 INS_{it} + \mu_{it} \quad (6)$$

其中: CML_{it} 表示第 i 个国家第 t 年的累积全要素生产率指数; $LnSE_{it}$ 表示第 i 个国家第 t 年的实际人均 GDP 对数; FD_{it} 表示第 i 个国家第 t 年的贷款总额占 GDP 比重; FDI_{it} 表示第 i 个国家第 t 年的 FDI 净流入量占当年 GDP 比重; HR_{it} 表示第 i 个国家第 t 年中学毛入学率; HHR_{it} 表示第 i 个国家第 t 年健康支出占政府支出之比; INS_{it} 表示第 i 个国家第 t 年工业增加值占 GDP 比重。

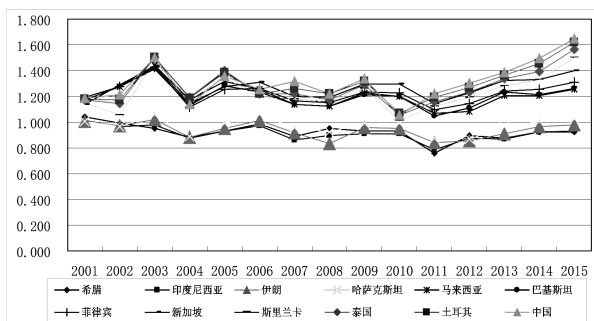


图 1 一带一路 12 个亚洲国家累积 TFP 指数

通过分析图 1 发现, 在 2001~2015 年期间, 一带一路 12 个亚洲国家中科技研发的累积 TFP 指数一直在 1 左右徘徊的有 4 个国家, 分别是希腊、伊朗、哈萨克斯坦以及印度尼西亚; 其余的

8 个国家的科技研发累积 TFP 指数在 1.2 左右徘徊, 其中中国、泰国、土耳其和斯里兰卡的科技研发累积 TFP 指数在 2010 年开始逐渐上升, 上升最快的是中国, 其次是土耳其。

由于这 12 个亚洲一带一路国家的人均 GDP 和金融深化等指标存在较大差异以及经济增长惯性, 分别采用 Wald 检验和 WooldridgeF- 检验分析样本数据是否存在组间异方差和组内自相关, 结果 Wald 检验统计量为 10.35, 在 1% 水平下统计显著, WooldridgeF- 检验统计量为 215.36, 在 5% 水平下统计显著, 表明样本不但存在组间异方差, 也存在组内自相关。因此本文采用 EGLS 方法对公式(6)进行估计以控制异方差和序列相关。根据 Hausman 和似然比检验结果模型应采用个体固定效应模型。估计结果见表 2。

通过分析表 2 发现: 一带一路 12 个亚洲国家科技研发效率影响因素中, 经济规模与研发效率之间显著负相关, 但是经济规模平方项与科技研发效率之间显著正相关, 表明这些国家的实际人均收入与科技研发效率之间存在“U”型关系, 与王维国等人对国内的不同区域全要素生产率的

表 2 一带一路 12 个亚洲国家科技研发效率影响因素估计结果

变量	估计结果	t- 统计量	变量	估计结果	t- 统计量
α	1.39 ^a	10.62	FDI	-0.09 ^a	-3.28
LnSE	-1.4 ^a	-4.06	HR	0.23 ^a	16.5
(LnSE) ²	0.52 ^b	2.16	HHR	0.3 ^a	3.82
FD	0.12 ^a	19.34	INS	0.64 ^a	6.45
个体固定效应					
希腊	-0.122	马来西亚	0.49	斯里兰卡	0.6
印度尼西亚	-0.276	巴基斯坦	0.19	泰国	0.35
伊朗	-0.288	菲律宾	0.076	土耳其	0.18
哈萨克斯坦	-0.198	新加坡	0.273	中国	0.17

注: a,b,c 分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下统计显著。

研究结论类似;此外,金融深化程度、人力资本水平、健康人力资本和产业结构与科技研发效率之间存在显著的正相关,金融深化程度、人力资本水平、健康人力资本和产业结构这些比率指标水平提高 1%,这些国家的科技研发效率分别提高 0.12%、0.23%、0.3% 和 0.64%。但是 FDI 对这些国家科技研发效率的影响为显著负相关,或许因为这 12 个一带一路亚洲国家多数为发展中国家,国内的基础设施以及消化吸收能力较弱有关。

5 结论和对策建议

5.1 主要结论

本文利用一带一路 12 个亚洲国家的科技研发的两投入、两产出变量测算科技研发效率及其影响因素,从 Malmquist 指数年度平均值看:(1) 技术进步率的变化影响了全要素生产率的变化。技术进步率的提高带动了全要素生产率的上升,技术进步率的下降带动了全要素生产率的下降;(2) 发展中国家的后发优势明显。在这 12 个国家中有 4 个国家的科技研发全要素生产率高于新加坡,这应该与发展中国家具有明显的资本后发优势以及较高的资本边际报酬有关。从科技研发累积全要素生产率的影响因素看,经济规模与科技研发效率之间呈现“U”型关系,金融深化程度、人力资本水平、健康人力资本和产业结构与科技研发效率之间存在显著的正相关。

5.2 对策建议

随着经济全球化步伐加快,亚洲大部分发展中国家的科技资源配置和研发效率有了较大程度提高,但是在科技资源使用效率和技术进步方面

还有很大的改善空间:(1) 增加人力资本方面的投入。从 12 个国家的中学毛入学率看,最高的是希腊,100.53%,其次是哈萨克斯坦,99.32%,最低的是巴基斯坦,仅为 32.87%,我国的中学毛入学率为 77.49%,增加师资力量和扩大办学规模有利于提高中学毛入学率;从 12 个国家的公共健康支出占政府支出的比重看,最高的是伊朗,13.24%,其次是泰国,12.58%,最低的是巴基斯坦,4.49%,提高该地区国家的公共健康支出也可以提高人力资本水平;(2) 加强基础设施建设,加快科技研发的软硬环境建设。从本文的科技研发效率的影响因素看,FDI 的影响是负向,说明大部分发展中国家 FDI 还没有发挥知识和技术溢出作用,因此增强科技软硬环境建设对于消化和吸收 FDI 的技术溢出具有积极作用。

参 考 文 献

- [1] 刘和东. 中国区域研发效率及其影响因素研究 [J]. 科学学研究, 2011, (4): 548~557.
- [2] 肖静,程如烟,姜桂兴. 基于超效率 DEA 方法的研发效率国际比较研究 [J]. 情报杂志, 2009, (6): 89~94.
- [3] 张秀峰,陈光华,杨国梁. 基于 DEA 模型的产学研合作研发效率研究 [J]. 研究与发展管理, 2016, (5): 82~91.
- [4] 朱有为,徐康宁. 中国高技术产业研发效率的实证研究 [J]. 中国工业经济, 2006, (11): 38~48.
- [5] 岳书敬. 中国区域研发效率差异及其影响因素——基于省级区域面板数据的经验研究 [J]. 科研管理, 2008, (9): 173~179.
- [6] 邹文杰. 基于随机前沿生产函数的福建省高技术产业研发效率研究 [J]. 福建师范大学学报, 2012, (6): 38~43.
- [7] 刘云,杨湘浩. 中国高技术产业的区域研发效率——基于省级面板数据的实证分析 [J]. 中国管理科学, 2012, (11): 653~658.

- [8] Jaffe A B, Trajtenberg M, Henderson R. Geographic; Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations [J]. Quarterly Journal of Economic, 2006, (108): 577~598.
- [9] 马海良, 黄德春, 姚惠泽. 中国三大经济区域全要素能源效率研究——基于超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数 [J]. 中国人口·资源与环境, 2011, (11): 38~43.
- [10] 于力超, 金勇进, 王俊. 缺失数据插补方法探讨——基于最近邻插补法和关联规则法 [J]. 统计与信息论坛, 2015, (1): 35~40.
- [11] 虞晓芬, 等我国区域技术创新效率: 现状与原因 [J]. 科学学研究, 2005, 23(2): 258~264.
- [12] 池仁勇, 唐根年. 基于投入与绩效评价的区域技术创新效率研究 [J]. 科研管理, 2004, 25(4): 23~27.
- [13] 刘玲利, 李建华. 基于随机前沿分析的我国区域研发资源配置效率实证研究 [J]. 科学学与科学技术管理, 2007, (12): 39~44.
- [14] 肖敏, 谢富纪. 我国区域 R&D 资源配置效率差异及其影响因素分析 [J]. 软科学, 2009, (10): 1~5.
- [15] 白俊红, 江可申, 李靖. 应用随机前沿模型评测中国区域研发创新效率 [J]. 管理世界, 2009, (10): 51~61.
- [16] 周晓艳, 葛健, 马丽仪. 基于动态面板数据模型的中国区域创新体系效率实证 [J]. 经济管理, 2009, (3): 28~32.
- [17] 王兵, 吴廷瑞, 颜鹏飞. 中国区域环境效率与环境全要素生产率增长 [J]. 经济研究, 2010, (5): 95~108.
- [18] 王维国, 范丹. 中国区域全要素能源效率收敛性及影响因素分析 [J]. 资源科学, 2012, 34(10): 1817~1823.
- [19] 朱承亮. FDI、人力资本及其结构与研发创新效率 [J]. 科学学与科学技术管理, 2011, 32(9): 37~44.
- [20] 周凡馨. 人力资本、人力资本结构与区域创新效率的随机前沿分析 [J]. 情报杂志, 2011, (12): 282~285.
- [21] 薛庆根. 金融支持、政府与企业投入的科技研发效率研究 [J]. 科技管理研究, 2012, (13): 15~19.
- [22] 郝金磊, 姜诗尧. 健康人力资本、科技研发效率与经济增长 [J]. 西安电子科技大学学报(社会科学版), 2016, 26(1): 52~58.
- [23] Griffith R, Harrison R. Understanding the UK's Poor Technological Performance [EB/OL]. IFS Briefing Note NO.37. 2003. 2009.6; <http://www.ifs.org.uk/bns/bn37.pdf>.
- [24] 周彩霞. R&D 强度差异: 基于产业结构的分析 [J]. 南京大学学报(哲学·人文科学·社会科学), 2006, (3): 13~23.
- [25] 胡根华, 秦嗣毅. “金砖国家”全要素能源效率的比较研究——基于 DEA-Tobit 模型 [J]. 软科学, 2012, 34(2): 532~539.
- [26] 臧洪, 丰超, 周肖肖. 绿色生产技术、规模、管理与能源利用效率——基于全局 DEA 的实证研究 [J]. 工业技术经济, 2015, 34(01): 145~154.
- [27] 王喜平, 姜晔. 碳排放约束下我国工业行业全要素能源效率及其影响因素研究 [J]. 资源科学, 2012, 26(2): 73~78.
- [28] 姜国庆, 居润林. 科技投入与东北地区经济增长关系的实证分析 [J]. 沈阳工业大学学报(社会科学版), 2017, 10(1): 37~42.

A Study on R&D Efficiency and Its Influencing Factors in One Belt and One Road in ASIA

——Based on DEA and Cumulative TFP Index

Zhu Tianxing¹ Chen Chen¹ Yu Xinyang² Wang Jianqing¹

(1. Economic School Shenyang University of Technology, Shenyang 110870, China;

2. Bsc Stat&Or Hong Kong BAPTIST University, Hong Kong 999077, China)

[Abstract] It is of great instructive significant for us to study R&D efficiency and its influencing factors between different countries so as to compare allocative efficiency of science and technology in different countries and make related policies on enhancing research and development efficiency. This paper employs two inputs and two outputs indexes of R&D of science and technology in 12 One Belt And One Road nations of Asian to measure the efficiency and its influencing factors in these countries. The results show that the improvement of technological progress in these countries has led to a rise in the total factor productivity of R&D. The development of science and technology in developing countries shows obvious advantages. The relationship between Economy scale and R&D efficiency of science and technology presents “U” shape. There exists significantly positive correlation between R&D efficiency of science and technology and such indexes as financial deepening, the human capital level, health human capital and industrial structure. At last, we puts forward countermeasures and suggestions.

[Key words] One Belt and One Road; R&D efficiency; Malmquist index; cumulative total factor productivity index; DEA Model; technological progress

(责任编辑: 王平)