

# 中国制造业技术引进与创新增长:促进还是抑制<sup>\*</sup>

## ——基于超越对数随机前沿模型实证考察

董景荣, 黄 令, 王亚飞

(重庆师范大学 经济与管理学院, 重庆 401331)

**摘要:**【目的】为了论证中国制造业技术引进与创新增长之间的关系:促进还是抑制?【方法】基于2004—2014年中国30个省(直辖市、自治区)的制造业面板数据,应用柯布-道格拉斯(C-D)生产函数形式的随机前沿模型进行研究,但鉴于随机前沿法存在的缺陷,将选择恰当的生产函数形式和适当的技术无效模型形式,引入劳动与资本的交叉项和二次项,并运用相关理论进行严格的检验;【结果】构建了超越对数随机前沿模型,实证考察了国内技术购买和国外技术引进这两种技术引进来源对中国制造业技术进步效率的影响。【结论】研究发现,就全国整体而言,国内技术购买与国外技术引进对制造业技术进步效率具有显著的正向促进效应,但这种效应在东部地区、中部地区和西部地区呈现出显著差异,国内、外技术引进对制造业创新效率的促进效应,西部地区最为显著、东部地区为正但不显著、中部地区显著为负。政府R&D投入、外商直接投资无论是全国层面还是区域层面对制造业技术进步效率都有正向促进作用。

**关键词:**国内技术购买;国外技术引进;创新效率

**中图分类号:**F415.2;TH16

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-6693(2017)06-0127-09

改革开放30多年来,凭借廉价劳动力、原材料和土地等比较优势,中国制造业实现了跨越式扩张,总量超越美国,使中国成为名副其实的制造业第一大国。然而,中国制造业企业在参与国际分工和全球竞争中,大多仍处于全球价值链低端。近些年来,随着原有的人口红利逐步消失,土地、原材料、能源等价格伴随着经济发展水平的提升而不断提高,资源环境的约束和低附加值产品出口空间逐步饱和,中国制造业原有的依托低成本比较优势实现数量扩张的发展模式难以为继,必须通过产业技术进步提升产品附加值和增强国际技术竞争优势。随着《中国制造业2025》和“十三五”时期“构建产业新体系,加快建设制造强国”等一系列国家顶层设计的出台,中国制造业技术进步和创新问题已经成为理论界和决策层持续关注的重大热点问题。

自Anthony等人<sup>[1]</sup>首次提出“适宜技术”思想之后,发展中国家产业技术进步的路径选择,逐步被看作是发展中国家能否实现与发达国家技术与经济收敛的关键因素。对于发达国家而言,凭借自身雄厚的资本和研发实力,占据世界前沿技术,技术进步的方式主要通过自主创新来实现;而对于发展中国家来说,实现技术进步的方式除了自主研发外,技术引进无疑是成本较低的技术变迁方式<sup>[2]</sup>。然而,技术引进的技术变迁方式是否有效促进了中国制造业创新效率的提高?技术引进对中国制造业创新效率的作用,是否因不同的技术引进来源(国内和国外)、不同区域经济发展水平呈现出典型的异质性?这些问题的答案仍不够清晰,迫切需要基于最新的数据资料进一步开展深入研究。

国内外学者对技术引进与创新效率关系的研究结论不尽相同,主要观点分类如下:1)技术引进对创新效率有显著的正向影响。Hu等人<sup>[3]</sup>对大中型制造企业的研究、李光泗等人<sup>[4]</sup>对30个省市大中型工业企业的研究、吴延兵<sup>[5]</sup>对中国地区工业的研究、韩晶<sup>[6]</sup>对中国制造业的研究、杨善奇等人<sup>[7]</sup>对制造业29个子行业大中型企业的研究均表明技术引进对于制造业创新效率有着明显的正向影响。2)技术引进对创新效率有显著的负向影响。于明超等人<sup>[8]</sup>在研究中国地区工业企业创新效率时,指出国外技术引进具有负的影响;张海洋等

\* 收稿日期:2017-03-08 修回日期:2017-05-17 网络出版时间:2017-11-10 15:40

资助项目:国家社会科学基金(No.14AJL015;No.13XMZ085);重庆市教委人文社会科学重点项目(No.14SKE02);重庆市教委人文社会科学重点项目(No.2013PYYJ11);重庆市研究生科研创新项目(No.CYS17180);重庆市研究生科研创新项目(No.CYB14003);国家旅游局研究型英才培养项目(No.WMYC20151128)

第一作者简介:董景荣,男,教授,博士,研究方向为技术创新,E-mail:missileyp@163.com;通信作者:王亚飞,教授,E-mail:393722946@qq.com

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20171110.1540.034.html>

人<sup>[9]</sup>对中国省际工业新产品技术效率研究结果表明技术引进对创新效率的提升具有抑制作用;陈凯华等人<sup>[10]</sup>发现中国高技术产业的创新效率水平不佳,且逐年下降,并且技术引进经费投入冗余严重,而在以新产品销售的产出上又存在产出不足。3) 技术引进对创新效率没有显著影响。何永达<sup>[11]</sup>对中国制造业的研究显示:随着制造业的创新效率不断提升,技术引进对中国制造业创新效率并不显著;陈国宏和邵赞<sup>[12]</sup>、李光泗和徐翔<sup>[4]</sup>、唐清泉和卢博科<sup>[13]</sup>的研究都表明中国制造业一直存在“消化不良”的现象,国外技术引进与国内技术购买费用的增加对制造业创新效率的提高没有显著影响。4) 还有部分学者认为,技术引进对地区创新能力的影响需要全面分析,不能用简单的促进或者阻碍程度来分析。范新全<sup>[14]</sup>用索罗余值法和柯布-道格拉斯(C-D)模型对中国高技术产业进行实证研究,结果显示:国内技术购买(国外技术引进)成 U 型(倒 U 型)关系,即对创新效率的影响一开始为负(正),随着费用支出加大,负(正)效应加速变小(减速变大),达到临界点后,正(负)效应加速变大(减速变小)。

上述成果在研究思路、研究方法上具有重要的借鉴价值,但仍有值得改善的空间。其一,从流量的角度分析技术引进对创新效率的影响,这忽视了创新效率的提升,不能仅靠几个时期的投入来实现。因此,采用流量衡量方法可能会造成实证结果出现偏差。其二,现有文献大多从中国整体来探讨技术引进与制造业创新效率之间的关系,忽略了中国制造业在不同区域发展的非平衡性以及不同区域要素禀赋的差异性,是否会显著影响技术引进对中国制造业创新效率的提升。为此,本研究将采用永续盘存法测量国外技术引进费用存量与国内购买技术费用存量,将以上变量纳入超越对数随机前沿模型,以此来研究中国(东部、中部、西部)技术引进对制造业创新效率的影响以及进一步揭示国内技术引进和国外技术引进的内在关系。

## 2 模型与数据

### 2.1 模型设定

Aigner 等人<sup>[15]</sup>提出了一般形式的随机前沿(SFA)模型:

$$Y_{it} = (X_{it}, \beta) \exp(V_{it} - U_{it}) \quad (1)$$

其中: $i$  表示省份, $i=1,2,\dots,n$ ;  $t$  表示时间, $t=1,2,\dots,n$ ;  $Y_{it}$  表示创新效率;  $X_{it}$  表示生产要素组合;  $\beta$  表示未知参数向量;  $V_{it} - U_{it}$  为复合结构,  $V_{it}$  表示随机误差,  $V_{it} \sim N(0, \delta_v^2)$ ;  $U_{it}$  表示技术非效率项,通常假定  $V_{it}$  与  $U_{it}$  相互独立,并且这两种误差与  $X_{it}$  中的解释变量是不相关的;如果  $V_{it} - U_{it} > 0$  即噪声影响与技术无效率效应之和为正,表示观测产出位于生产前沿确定值之上,反之则位于生产前沿确定值之下。

鉴于随机前沿模型(SFA)分析法存在的缺点,本研究在构建测算中国区域制造业的创新效率的 SFA 模型时,将选择恰当的生产函数形式和适当的技术无效模型形式,并运用相关理论进行严格的检验。同时,要考虑到单独探究区域制造业劳动投入和资本投入的技术效应过于理想化,并且劳动和资本投入这两个变量中的任意一个变量对创新效率的影响都会受另一个解释变量的影响以及形成的规模效应。本研究将以 C-D 生产函数为基础,建立超越对数形式的技术无效率效应的随机前沿模型,并在模型中引入劳动和资本的交叉项以及他们各自的二次项,具体形式如下:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln f_{rdp_{it}} + \beta_2 \ln f_{ste_{it}} + \frac{1}{2} \beta_3 (\ln f_{rdp_{it}})^2 + \frac{1}{2} \beta_4 (\ln f_{ste_{it}})^2 + \beta_5 (\ln f_{rdp_{it}})(\ln f_{ste_{it}}) + V_{it} - U_{it} \quad (2)$$

其中, $Y_{it}$  表示创新效率;  $f_{rdp_{it}}$  和  $f_{ste_{it}}$  分别表示人员和资本投入;  $(\ln f_{rdp_{it}})^2$ ,  $(\ln f_{ste_{it}})^2$  和  $(\ln f_{rdp_{it}})(\ln f_{ste_{it}})$  分别表示人员投入和资本投入的二次项及两者的交叉项;  $\beta$  表示相应变量的系数。

为了进一步考察各区域制造业购买国内技术费用支出( $f_{dti}$ )和引进国外技术费用支出( $f_{fii}$ )对创新效率的贡献率,根据 Battese 等人<sup>[16]</sup>的研究,可在(2)式的基础上引入技术非效率函数,如(3)式。

$$U_{it} = \gamma_1 \ln f_{dti_{it}} + \gamma_2 \ln f_{fii_{it}} + \gamma_i \epsilon + W_{it} \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{\delta_u^2}{\delta_u^2 + \delta_v^2} \quad (4)$$

在(3)式中, $f_{dti_{it}}$  为各地区制造业购买国内技术经费支出额;  $f_{fii_{it}}$  为各地区制造业引进国外技术额;  $\epsilon$  为综合控制变量,包括政府 R&D 投入、外商直接投资等;  $\gamma_i$  分别表示相应投入的产出弹性;  $W_{it}$  为随机误差项。在(4)式中  $\gamma$

表示误差项中技术非效率项占用的比重。

根据产出导向技术,各区域制造业的技术效率定义为相应随机前沿产出与可观测产出之比,即:

$$f_{TE_{it}} = \exp[\ln f(X_{it}, \beta) + V_{it}] = \frac{\exp\left(\beta_0 + \beta_1 \ln f_{rdp_{it}} + \beta_2 \ln f_{ste_{it}} + \frac{1}{2}\beta_3 (\ln f_{rdp_{it}})^2 + \frac{1}{2}\beta_4 (\ln f_{ste_{it}})^2 + \beta_5 (\ln f_{rdp_{it}})(\ln f_{ste_{it}}) + V_{it} - U_{it}\right)}{\exp\left(\beta_0 + \beta_1 \ln f_{rdp_{it}} + \beta_2 \ln f_{ste_{it}} + \frac{1}{2}\beta_3 (\ln f_{rdp_{it}})^2 + \frac{1}{2}\beta_4 (\ln f_{ste_{it}})^2 + \beta_5 (\ln f_{rdp_{it}})(\ln f_{ste_{it}}) + V_{it}\right)} \exp(-U_{it}) \quad (5)$$

因此  $U_{it}$  是一个非负的随机变量,所以各区域制造业的技术效率( $f_{TE_{it}}$ )的预测值都是介于 0 和 1 之间,取值为 1 时,表示完全技术效率,反之,取 0 则表示完全技术无效率。

### 2.2 模型检验

前面设定了用于测算区域制造业的创新效率的 SFA 模型,但模型设定是否正确还待进行一系列假设检验。

具体模型设定如下, $\beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ ,即采用 C-D 函数, $\beta_3 = \beta_4 = 0$ ,即不存在劳动和资本的二次项, $\gamma = 0$ ,即不存在技术无效效应。

根据似然比统计量( $f_{LR}$ )进行检验,似然比统计量  $f_{LR} = -2(\ln L_{LR} - \ln L_{LR}) - x_2(J)$ ,  $\ln L_{LR}$  和  $\ln L_{LR}$  分别表示模型无约束和受约束的似然函数值, $J$  表示约束个数。如果临界值低于似然比统计量,那么就显著地拒绝了原假设,否则反之。具体检验结果如表 1 所示。

表 1 模型设定检验结果

Tab. 1 Setting test results

	原假设	似然比统计量 $f_{LR}$	5%临界值水平	检验结果
1	$B_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$	127.78	2.10	拒绝
2	$B_3 = \beta_4 = 0$	14.24	2.01	拒绝
3	$r = 0$	3.09	0.42	拒绝

基于此,从模型设定的检验结果可知,各区域制造业的创新效率分析模型应采用超越对数形式的生产函数形式,模型中应包含资本和劳动的二次项形式,并且模型中存在技术非效率效应。

### 2.3 变量与数据

鉴于研究的可行性、数据的可得性及统计指标的一致性,本研究将选取 2004—2014 年中国 30 个省、自治区、直辖市(香港、澳门、台湾地区及西藏自治区除外)的新产品销售收入、研发人员、科技费用支出、政府 R&D 内部支出、外商直接投资、国内技术购买和国外技术引进费用支出共计 330 个观测样本进行实证研究,数据来源于《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》和《中国统计公报》。在具体测算中,需要对以下变量数据进行界定。

1) 创新效率。衡量制造业创新效率的指标一般采用新产品销售收入、专利申请量、专利授权量,本研究将选取新产品销售收入( $f_{snp}$ )作为研究制造业创新效率的指标,而未采取专利,这是因为专利具有一定的滞后性。

2) 人员投入( $f_{rdp}$ )和资本投入( $f_{ste}$ )。国内外学者普遍采用研发人员和研发费用来衡量,由于研发费用包括基础研究、应用研究和实验发展等 3 方面,不能准确地反映资本投入,因此本研究将进一步细化分别用 R&D 人员和科技费用支出(财政在科技方面的支出)来表示。同时由于部分统计年鉴发生了改版及指标数据的缺失,本研究将用两年相邻的平均值来代替。

3) 国内技术引进和国外技术引进。本研究借鉴吴延兵<sup>[5]</sup>、白俊红等人<sup>[17]</sup>采用购买国内技术引进费用支出额和引进国外技术费用支出额。但由于国内技术引进( $f_{dti}$ )、国外技术引进( $f_{fti}$ )对当期的制造业的创新效率有影响,对以后的若干时期的创新效率也有影响,因此需要核算国内外技术引进的存量。核算国内外技术引进存量<sup>[6]</sup>一般采用永续盘存法(Peretual Inventory method, PLM)。测算公式为:

$$D_{i,t} = f_{dti,t} + (1 - \delta)D_{i,t-1}, \quad (6)$$

$$F_{i,t} = f_{fti,t} + (1 - \delta)F_{i,t-1}. \quad (7)$$

核算国内外基期存量的公式为:

$$D_{i,1} = f_{dti_1} (1 + \rho)(\rho + \delta), \quad (8)$$

$$F_{i,1} = f_{fti_1} (1 + \rho)(\rho + \delta). \quad (9)$$

沿袭已有文献, Pakes 等人<sup>[18]</sup>和 Hall 等人<sup>[19]</sup>将制造业技术引进存量的折旧率  $\delta$  为 15%, 平均增长率  $\rho$  为 5%, 为此得出 2004—2014 年的各区域制造业的国内外技术引进存量。

4) 政府 R&D 投入( $f_{R\&D}$ )和外商直接投资( $f_{fdi}$ )。作为本研究的控制变量, 分别采用政府研发费用内部支出和外商直接投资额<sup>[20]</sup>。

### 3 实证分析

沿袭吴延兵<sup>[5]</sup>的分析框架, 运用 STATA 软件对随机前沿模型中所需的参数进行估计。首先从全国样本上探讨技术引进对创新效率的影响。其次, 分东部地区、中部地区、西部地区进行实证分析各区域制造业的创新效率的影响因素及其差异。

#### 3.1 全国样本实证结果及分析

表 2 显示的是全国以新产品销售收入作为产出的随机前沿模型估计结果。其中模型 7 是纳入全部解释变量的中国区域制造业技术引进的回归估计结果; 模型 1 和模型 4 分别揭示的是购买国内技术费用支出和引进国外技术费用支出的回归估计结果; 模型 2, 3, 5, 6 分别是研发人员、科技费用支出对国内技术购买和国外技术引进的回归估计结果。

从技术非效率函数的估计结果来看, 国内技术购买与国外技术购买的回归系数均为正, 分别为 0.15 和 0.22, 且在 1% 显著性水平下通过检验, 这说明中国区域制造业技术引进(国内技术购买和国外技术引进)均能正向显著地促进创新效率的提高。这在一定程度上说明, 中国作为最大的发展中国家, 除了通过自主创新来提升行业创新效率之外, 技术引进尤其是国外技术引进方式仍然是中国制造业实现创新发展的路径选择。技术引进对创新效率的促进作用离不开制造业企业自身的技术积累和消化吸收能力。技术引进对制造业创新效率的正向促进作用也进一步印证了中国制造业经过改革开放 30 多年的历练后, 技术吸收、模仿和创新能力得到了显著增强。

模型 2, 3, 5, 6 揭示了制造业研发人员和科技费用支出正向显著地影响了国内外技术引进。这也说明研发人员和资金存量投入越高, 自身技术消化吸收能力越强, 对国内、国外技术引进的需求越强烈。因此, 研发人员增加或财政在科技方面的支出增加, 有利于增加制造业企业对技术引进的偏好, 从而在国内技术购买经费和引进国外技术经费方面也会得到相应的增长。

从技术非效率函数的其他控制变量来看, 模型 1~6 中政府 R&D 投入、外商直接投资对创新效率的提高影响显著且稳定。政府 R&D 投入的系数值在 0.43~0.50 之间, 外商直接投资( $f_{fdi}$ )的系数值在 0.19~0.23 之间, 表明政府 R&D 投入和外商直接投资( $f_{fdi}$ )对制造业技术创新效率有显著的正向影响。可能的原因是: 政府 R&D 投入有利于强化制造业企业的技术水平和技术积累, 这有利于增强制造业企业对技术引进的消化吸收能力, 从而有利于企业创新效率的提升; 外商直接投资( $f_{fdi}$ )对中国制造业企业的技术进步具有较强的溢出效应。

从超越对数的前沿生产函数的估计结果来看, 模型 1~7 中, 研发人员和科技费用支出对新产品销售收入影响并不显著, 模型 7 中二者的系数分别为 0.08 和 0.05。可能的原因有 3 点: 1) 鉴于数据的可得性, 与已往文献一致, 本研究对研发人员投入仍然是从数量上来衡量的, 但忽视了其中“质”的存在, 这也可能低估了研发人员对新产品销售收入的实际产出贡献, 以及创新产出的资本投入采用科技费用支出来代替, 而科技费用支出金额本文只采用了地方财政对科学技术方面的投入, 这也可能低估了资本对新产品销售收入的实际产出贡献; 2) 区域制造业技术引进过程中存在研发人员投入和资金投入未形成有效匹配, 资金未发挥应有的价值, 进而影响了创新效率的低下; 3) 大多数省份采用衡量创新效率的指标不一致。本研究还发现科技费用支出与研发人员的弹性之和均小于 1, 表明创新效率产出规模报酬递减。原因可能是因为某种资源的稀缺, 比如创新产出中核心技术人才、地方财政对科学技术资本投入的缺乏等, 导致投入不能按比例的增加, 进而导致规模报酬递减。这一解释也得到了部分学者的验证<sup>[5]</sup>。

模型 2, 3, 5, 6 也揭示了: 国内技术购买和国外技术引进不仅可以直接提高制造业技术创新效率, 还可以通过增强其与研发人员、资金存量之间的交互作用, 进而提高创新效率。

表 2 全国以新产品销售收入作为产出的随机前沿模型估计结果

Tab. 2 Estimation results of stochastic frontier model with sales revenue of new products in China

项目	参数	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7
前沿 生产 函数	常数项	5.11*** (3.59)	5.64*** (3.89)	5.4*** (3.85)	5.30*** (3.83)	5.66*** (3.9)	5.22*** (3.81)	5.34*** (3.72)
	$\ln f_{rdp}$	0.09 (0.46)	0.02 (0.08)	0.07 (0.38)	0.08 (0.45)	0.09 (0.48)	0.09 (0.47)	0.08 (0.44)
	$\ln f_{ste}$	0.05 (0.8)	0.04 (0.76)	0.05 (0.87)	0.05 (0.9)	-0.01 (-0.2)	0.04 (0.50)	0.05 (0.80)
	常数项	8.23*** (4.37)	7.27*** (3.89)	8.13*** (4.28)	8.00*** (4.54)	8.13*** (4.65)	6.79*** (3.84)	9.12*** (5.09)
技术 非常 率函 数	$\ln f_{dti}$	0.28*** (6.61)						0.15*** (3.18)
	$\ln f_{fti}$				0.27*** (8.44)			0.22*** (5.94)
	$\ln f_{rdp} \times \ln f_{dti}$		0.03*** (4.91)					
	$\ln f_{ste} \times \ln f_{dti}$			0.02*** (6.40)				
	$\ln f_{rdp} \times \ln f_{fti}$					0.03*** (8.01)		
	$\ln f_{ste} \times \ln f_{fti}$						0.03*** (7.98)	
	$(\ln f_{rdp})^2$	-0.04 (-1.64)	-0.06** (-2.26)		-0.10*** (-3.84)	-0.09*** (-4.11)		-0.08*** (-3.00)
	$\ln f_{rdp} \times \ln f_{ste}$	0.07** (2.38)	0.06** (2.19)	0.01 (0.57)	-0.12*** (-4.03)	-0.86*** (-3.31)	-0.01 (-0.41)	-0.12*** (-3.99)
	$(\ln f_{ste})^2$	0.01 (1.00)		0.01 (1.07)	-0.01 (-0.40)		-0.001 (-0.12)	0.001 (0.14)
	$\ln f_{R\&D}$	0.47*** (8.78)	0.46*** (9.06)	0.46*** (8.21)	0.48*** (9.71)	0.49*** (11.17)	0.50*** (10.09)	0.43*** (8.40)
$\ln f_{fdi}$	0.23 (7.13)	0.23*** (7.29)	0.23*** (7.32)	0.20*** (6.23)	0.19*** (5.84)	0.21*** (6.65)	0.19*** (6.15)	
统计 量	$\delta_u^2$	0.000 4	0.000 3	0.027 7	0.000 2	0.000 4	0.000 4	0.000 4
	$\delta^2$	0.270 5	0.286 2	0.277 9	0.251 8	0.257 2	0.261 8	0.244 4
	$\gamma$	0.001 4	0.001 0	0.099 6	0.000 7	0.001 6	0.001 5	0.001 6

注:括号内为 Z 值,\*、\*\*、\*\*\* 分别表示显著性水平为 10%、5%、1%(双侧)。

### 3.2 分区域实证结果及分析

中国经济发展水平差异较大,特别是东、中、西部经济水平、地理因素和资源禀赋有很大差异。自 1978 年改革开放以来,东部地区的经济发展水平一直优于中西部地区,导致了各区域制造业的技术引进能力和水平具有差异。因此,为了揭示技术引进对创新效率影响的区域差异性,本研究分东、中、西进一步做细化分析。由于东北地区数据的缺失以及西部地区西藏数据的不完整,本研究根据中国地理区划(东部地区:天津、北京、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南;中部地区:山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南;西部地区:内蒙古、广西、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、重庆)选取其中的 27 个省、市、自治区按照东中西划分,运用超越对数随机前沿方法分别对其进行回归估计,结果如表 2 所示,为节省篇幅,表 2 只给出了东、中、西部地区的技术引进对创新效率的回归分析以及国内技术购买和国外技术引进两种引进方式同时存在时与各区域制造业创新效率之间的关系。

表 3 中,模型 1、模型 4、模型 7 揭示的是国内技术购买对制造业创新效率的回归估计结果,模型 2、模型 5、模型 8 表示的是国外技术引进对制造业创新效率提升的影响,模型 3、模型 6、模型 9 反映的是国内技术购买与国外技术引进两种引进方式同时存在时对区域制造业的影响。

东部地区:模型 1~3 都显示,国内技术购买和国外技术引进与东部地区制造业创新效率提高正相关,模型 3 中国内技术购买和国外技术引进的系数分别为 0.01 和 0.16。具体而言,国内技术购买对东部制造业创新效率的提升作用不显著,在 10% 的显著性水平下没有通过检验,国外技术引进对东部制造业创新效率的正向影响在 10% 的显著性水平下通过检验,但在 5% 的显著性水平下没有通过。这在一定程度上说明,改革开放以来,东部地区充分利用改革红利、人口红利、资源红利以及全球化红利等优势,并借助独有的区位优势,制造业技术水平得到了显著提高,在较多的关键技术领域已经接近或达到世界领先水平,如深圳的华为、中兴通讯的优秀制造业企业。对于东部地区制造业来说,技术引进尤其是国内技术引进的技术进步路径已经接近或走到了尽头,通过技术引进来发挥技术追赶的后发优势已经变得不明显了,当前的选择是应加大自主创新力度,抢占制造业技术创新的制高点。

中部地区:模型 4~6 都显示,中部地区国内技术购买和国外技术引进对制造业技术创新效率的影响系数为负,模型 6 中国内、外两种技术引进来源的系数分别为 -0.24 和 -0.20,且国内技术购买的影响系数在 5% 的显著性水平下通过检验。这在一定程度上说明了国内技术购买和国外技术引进这两种技术进步路径选择不仅不能有效提升中部制造业技术进步效率,还抑制了该地区制造业创新效率的提高。如果排除了数据收集和处理等方面可能造成的实证结果偏差,可能的原因有:1) 中部地区制造业的技术消化、吸收能力不足,使得难以发挥技术引进的技术创新效应。这一推论也得到了肖利平的佐证<sup>[21]</sup>:技术引进对本土制造业的技术创新效应既有互补效应又有替代效应,哪一种效应占优取决于产业或企业技术吸收能力;由于技术吸收能力的异质性,技术引进对本土制造业创新增长呈现不同的效应。2) 中部地区制造业技术引进与本地区要素禀赋之间存在较大的“适配度”问题,即技术引进成果过度超前或滞后于中部制造业对技术的现实需求,导致技术引进的创新增长效应难以显现。这一研究推论也得到了部分学者的佐证。林毅夫、欧阳晓等主张的要素禀赋学说也强调技术引进应与本土的要素禀赋、生产条件、制度环境等相适应,才能有效提升技术引进的技术进步效应。

西部地区:模型 7~9 都显示,西部地区国内技术购买和国外技术引进对制造业技术创新效率的影响系数为正,模型 9 中国内、外两种技术引进来源的系数分别为 0.19 和 0.24,且分别在 5% 和 1% 的显著性水平下通过检验。这充分说明了西部地区制造业通过国内、外技术引进显著提升了自身的技术创新效率。究其原因,笔者的解释是:西部地区的重庆、四川、甘肃和陕西等省(直辖市)是中国重要的制造业基地和国防科研基地,经过上世纪 50~60 年代国家的三线建设和西部大开发等相关政策扶持,西部地区制造业尤其是装备制造业已经具有较强的技术吸收能力,通过技术引进能有效释放西部地区技术追赶的后发优势,从而能显著提升地区制造业技术进步效率。

与全国以新产品销售收入为产出的估计结果相一致的是:3 个区域的政府 R&D 投入、外商直接投资对创新效率的提升具有显著正向促进作用,基于篇幅考虑,在这里不做进一步深入阐释。

表 3 分地区以新产品销售收入作为产出的随机前沿模型估计结果

Tab. 3 Estimation results of stochastic frontier model with new product sales revenue as output

项目	参数	东部地区			中部地区			西部地区			
		模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9	
前沿 生产 函数	常数项	11.14*** (3.78)	8.95*** (2.71)	10.27*** (2.88)	-2.54 (-0.56)	-2.90 (-0.54)	-2.55 (-0.46)	2.89 (0.60)	0.17 (0.04)	2.72 (0.56)	
	$\ln f_{rdp}$	0.30 (0.53)	-0.61 (-0.80)	-0.62 (-0.82)	4.61*** (4.67)	5.28*** (4.78)	5.19*** (4.94)	0.32 (0.55)	0.86 (1.56)	0.54 (0.95)	
	$\ln f_{ste}$	-1.00*** (-3.00)	-1.17*** (-3.82)	-1.14*** (-3.38)	-1.62** (-2.08)	-1.65** (-2.34)	-1.57** (-2.34)	-0.80 (-0.84)	-1.27 (-1.35)	(-1.52) -1.62	
技术 非效 率函 数	常数项	8.60*** (3.43)	12.58*** (3.90)	12.48* (3.81)	-5.05 (-1.01)	-4.53 (-0.01)	-5.74 (-0.25)	6.11 (1.15)	7.01 (1.36)	9.61* (1.84)	
	$\ln f_{dii}$	0.05 (0.62)		0.01 (0.17)	-0.27*** (-3.12)		-0.24*** (-2.70)	0.41*** (5.92)		0.19** (2.00)	
	$\ln f_{fii}$		0.16* (1.90)	0.16* (1.81)	-0.29** (-2.10)	-0.20 (-1.47)			0.35*** (6.59)	0.24*** (3.27)	
	$(\ln f_{rdp})^2$	-0.07 (-1.35)	-0.04 (-0.72)	-0.03 (-0.61)	-0.26** (-2.40)	-0.29** (-2.55)	-0.29*** (-2.64)	-0.10** (-2.48)	-0.11*** (-2.44)	-0.10*** (-2.73)	
	$\ln f_{rdp} \times \ln f_{ste}$	0.08** (2.17)	0.01*** (2.95)	0.10** (2.51)	0.04 (0.30)	0.04 (0.32)	0.04 (0.31)	0.11 (1.47)	0.09 (1.29)	0.10 (1.46)	
	$(\ln f_{ste})^2$	0.01 (1.01)	0.01 (1.07)	0.01 (1.08)	0.06* (1.92)	0.05* (1.82)	0.05* (1.88)	-0.01 (-0.15)	0.02 (0.42)	0.03 (0.54)	
	$\ln f_{R\&D}$	0.52*** (6.58)	0.54*** (7.83)	0.54*** (6.85)	0.73*** (7.60)	0.65*** (6.21)	0.69*** (6.86)	0.56*** (4.52)	0.48*** (3.61)	0.44*** (3.38)	
	$\ln f_{fdi}$	0.38*** (4.00)	0.35*** (3.82)	0.35*** (3.680)	0.17*** (3.85)	0.14*** (3.13)	0.17*** (3.94)	0.15*** (3.03)	0.13*** (2.59)	0.13*** (2.73)	
	统计 量	$\delta_u^2$	0.000 4	0.000 2	0.000 3	0.000 6	0.000 5	0.000 5	0.000 4	0.000 5	0.000 4
		$\delta^2$	0.125 6	0.121 9	0.121 9	0.044 5	0.047 7	0.043 0	0.290 3	0.275 8	0.266 8
$\gamma$		0.003 2	0.001 6	0.002 5	0.013 5	0.010 4	0.011 6	0.001 4	0.001 8	0.001 5	

注:括号内为 Z 值;\* , \*\* , \*\*\* 分别表示显著性水平为 10% , 5% , 1% 。

#### 4 结论与建议

本研究基于 2004—2014 年中国 30 个省(直辖市、自治区)的制造业面板数据,应用超越对数随机前沿模型实证考察了国内技术购买和国外技术引进这两种技术引进来源对中国制造业技术进步效率的影响。研究发现,就全国整体而言,国内技术购买与国外技术引进对制造业技术进步效率具有显著的正向促进效应,但这种效应在东部地区、中部地区和西部地区呈现出显著性的区域差异,国内技术购买、国外技术引进对制造业创新效率的促进效应,西部地区最为显著并正向促进、东部地区为正但不显著、而中部地区技术引进却对创新效率的提升具

有显著的抑制作用。政府 R&D 投入、外商直接投资等控制变量无论是全国层面还是区域层面对制造业技术进步效率都有正向促进作用。

基于此,为了更好地促进中国制造业技术进步以提升创新效率,本研究提出如下建议:1) 中国制造业整体技术水平与欧美、日等制造业强国相比仍然具有一定的梯度差距。为了更好促进中国制造业技术创新效率,理性的选择是:在强调自主研发对创新效率提升作用的同时,应继续发挥好国外技术引进的作用,整合和平衡好各种技术渠道投入,发挥不同技术进步路径的协同效应和互补效应。2) 中国制造业创新增长与发展具有典型的区域非均衡特质。东部地区制造业整体上已经具有较高的技术发展水平,在选取技术进步路径时,东部地区应适时进行技术进步路径转换,逐步从技术引进与模仿为主的路径依赖中走出来,主动谋求聚合全球创新资源和高端要素,着重走自主研发之路,从而强化原始创新,在一些关键技术领域和基础研究等方面掌握制造点,增强源头供给,提升创新产出的国际竞争优势;中、西部地区制造业技术发展整体水平与制造业强国乃至东部地区相比仍然具有明显的技术“鸿沟”,在相当长一段时间内国内技术购买和国外技术引进仍然是中西部地区实现技术追赶的必然选择,在强化技术引进和吸引外商直接投资的同时,应整合有限的技术研发资源,不断增强技术消化、吸收能力,充分发挥技术追赶的后发优势,同时,要应积极支持有条件的制造企业逐步走上自主创新之路,构建各具特色的区域创新发展格局。3) 充分利用国内产业转型升级和供给侧改革之机,围绕制造业转型升级,形成一批制造业创新中心,逐步淘汰制造业落后产能,推动行业结构调整和战略重组,并通过体制、机制创新促进技术人才、研发要素等创新资源在细分行业之间、上下游之间、区域之间顺畅流动,实现创新资源与高端要素的优化配置,培育和改善有利于技术引进和自主创新的环境和条件,增强技术研发能力和优质产品的创新能力。

#### 参考文献:

- [1] ANTHONY B A, JOSEPH E S. A new view of technological change[J]. *Economic Journal*, 1969, 79(315): 573-578.
- [2] 林毅夫, 张鹏飞. 适宜技术、技术选择和发展中国的经济增长[J]. *经济学(季刊)*, 2006, 5(3): 985-1006.  
LIN Y F, ZHANG P F. Appropriate technology, technology choices and economic growth in developing countries [J]. *Economics(Quarterly)*, 2006, 5(3): 985-1006.
- [3] HU A G Z, JEFFERSON G H, QIAN J. R&D and technology transfer: firm-level evidence from Chinese industry[J]. *Review of Economics & Statistics*, 2006, 87(4): 780-786.
- [4] 李光泗, 徐翔. 技术引进、自主创新对江苏省技术进步影响的实证研究[J]. *南京农业大学学报(社会科学版)*, 2006, 6(3): 34-38.  
LI G S, XU X. An empirical study on the influence of technological innovation and independent innovation on Jiangsu Province's technological progress [J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Science Edition)*, 2006, 6(3): 34-38.
- [5] 吴延兵. 自主研发、技术引进与生产率—基于中国地区工业的实证研究[J]. *经济研究*, 2008(8): 51-64.  
WU Y B. Independent research and development, technology introduction and productivity-based on the empirical study of China's regional industry [J]. *Economic Research*, 2008(8): 51-64.
- [6] 韩晶. 基于 SFA 方法的中国制造业创新效率研究[J]. *北京师范大学学报(社会科学版)*, 2010(6): 115-122.  
HAN J. Study on innovation efficiency of Chinese manufacturing industry based on SFA method [J]. *Journal of Beijing Normal University (Social Science Edition)*, 2010(6): 115-122.
- [7] 杨善奇, 谈镇. 提升中国制造业自主创新效率研究[J]. *经济与管理*, 2015, 29(1): 54-59.  
YANG S Q, TAN Z. Study on the efficiency of independent innovation of China's manufacturing industry [J]. *Economic and Management*, 2015, 29(1): 54-59.
- [8] 于明超, 申俊喜. 区域异质性与创新效率—基于随机前沿模型的分析[J]. *中国软科学*, 2010(11): 182-192.  
YU M C, SHEN J X. Regional heterogeneity and innovation efficiency: an analysis based on stochastic frontier model [J]. *China Soft Science*, 2010(11): 182-192.
- [9] 张海洋, 史晋川. 中国省际工业新产品技术效率研究[J]. *经济研究*, 2011(1): 83-96.  
ZHANG H Y, SHI J C. China's inter-provincial industrial technology research on new products [J]. *Economic Research*, 2011(1): 83-96.
- [10] 陈凯华, 官建成, 寇明婷. 中国高技术产业“高产出、低效益”的症结与对策研究—基于技术创新效率角度的探索[J]. *管理评论*, 2012, 24(4): 55-68.  
CHEN K H, GUAN J C, KOU M T. China's high-tech industry "high output, low efficiency" of the crux of the problem and countermeasures-based on the perspective of technological innovation efficiency [J]. *Management Review*, 2012, 24(4): 55-68.
- [11] 何永达. R&D 投入、技术引进与制造业技术进步实证研究[J]. *企业经济*, 2008(10): 19-22.  
HE Y D. Experimental research on R & D input, technology

- gy introduction and technological progress of manufacturing industry[J]. *Enterprises Economy*, 2008 (10): 19-22.
- [12] 陈国宏, 邵潜. 技术引进与我国工业技术进步关系研究[J]. *科研管理*, 2001, 22(3): 35-42.
- CHEN G H, SHAO Z. Technology research and the relationship between China's industrial technology research [J]. *Research of Scientific Research*, 2001, 22(3): 35-42.
- [13] 唐清泉, 卢博科. 创新效率、行业间差异及其影响因素[J]. *中山大学学报(社会科学版)*, 2009, 49(6): 187-196.
- TANG Q Q, LU B K. Innovation efficiency, industry differences and their influencing factors[J]. *Journal of Sun Yat-sen University (Social Science Edition)*, 2009, 49(6): 187-196.
- [14] 范新垒. 原始创新、二次创新与技术创新效率—来自高技术产业的经验证据[J]. *中南财经政法大学学报*, 2014(5): 56-63.
- FAN X L. Original innovation, second innovation and technological innovation efficiency—empirical evidence from high-tech industry[J]. *Journal of Southwest University of Economics and Law*, 2014(5): 56-63.
- [15] AIGNER D, LOVELL C P, SCHMIDT P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. *Journal of Risk & Insurance*, 2012, 79(1): 105-128.
- [16] BATTESE G E, COELLI T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325-32.
- [17] 白俊红, 李婧. 政府 R&D 资助与企业技术创新—基于效率视角的实证分析[J]. *金融研究*, 2011(6): 181-193.
- BAI J H, LI J. Government R & D grants and enterprise technology innovation—an empirical analysis based on efficiency[J]. *Finance Research*, 2011(6): 181-193.
- [18] PAKES A, SCHANKERMAN M A. An exploration into the determinants of research intensity[J]. *Working Papers*, 1980, 5: 1-54.
- [19] HALL B H, MAIRESSE J. Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms[J]. *Journal of Econometrics*, 1995, 65(1): 263-293.
- [20] 张倩肖. 外商直接投资对国内投资的替代互补效应分析[J]. *经济学家*, 2004(6): 77-83.
- ZHANG Q X. An analysis of the alternative complementary effects of foreign direct investment on domestic investment [J]. *The Economist*, 2004 (6): 77-83.
- [21] 肖利平, 谢丹阳. 国外技术引进与本土创新增长: 互补还是替代—基于异质吸收能力的视角[J]. *中国工业经济*, 2016 (9): 75-92.
- XIAO L P, XIE D Y. Foreign technology import and local innovation growth: complementary or alternative—Based on the perspective of heterogeneous absorptive capacity [J]. *China Industrial Economy*, 2016 (9): 75-92.

## An Empirical Analysis Based on Beyond Logarithmic SFA Model

DONG Jingrong, HUANG Ling, WANG Yafei

(College of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China)

**Abstract:** [Purposes] To demonstrate the relationship between technology import and innovation growth in China's manufacturing industry: promotion or inhibition? [Methods] Based on the 2004 - 2014 China 30 provinces (municipalities and autonomous regions) panel data of manufacturing industry, the application of Cobb Douglas (C-D) model of stochastic frontier production function, but in view of the defects of stochastic frontier method, will choose the appropriate form of production function and appropriate technical inefficiency model the introduction of labor and capital, the cross term and two items, and strict inspection by the relevant theory; [Findings] It constructed translog stochastic frontier model, investigated the influence of domestic and foreign technology purchase technology which introduced these two kinds of technology import source of Chinese manufacturing technical progress efficiency. [Conclusions] The study found that, on the whole country, the domestic purchase of technology and the introduction of foreign technology to the manufacturing industry technological progress efficiency has remarkable positive effect, but the effect in the eastern region, central region and the western region showed significant difference, the domestic and foreign technology promoting effect on manufacturing innovation efficiency, the most significantly, the eastern region is positive but not significant, the central region is significantly negative. Government R&D investment and foreign direct investment (FDI) both in the national level and regional level have positive effects on the technological progress efficiency of the manufacturing industry.

**Keywords:** technological purchases; technology imports; innovation efficiency

(责任编辑 游中胜)