

我国本土技术创新对工业 TFP 的影响研究

常春梅, 姚笑秋, 刘 信

(浙江省科技信息研究院, 杭州 310000)

摘 要 本文通过 Malmquist TFP 指数测算分析我国工业 2008—2017 年 TFP 指数技术效率、技术进步, 通过分步回归计量模型研究了我国本土技术创新对工业技术进步的影响。结果显示, 我国 TFP 指数的进步源自技术进步的影响; 我国本土技术创新投入对工业技术进步的影响程度仅为 2.6%。我国工业仍处于吸收模仿的中低端水平, 并未充分利用已有资源进行自主科技创新。

关键词: 工业 TFP; 技术进步; 技术创新; 分步回归

中图分类号: F424.7 **文献标识码**: A **DOI**: 10.3772/j.issn.1009-8623.2020.12.003

新中国成立 70 多年来, 我国经济进入高速发展时期, 经济总量迅速扩张, 居全球第二, 目前我国经济已由高速增长转向高质量发展阶段, 正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期, 工业由劳动密集型、单一结构向技术密集型、综合性格局转变, 由低端产业链向经济全球化产业链条的中高端前行。近几年工业增加值占国内生产总值比重达 40% 左右, 工业作为国民经济的主导产业之一, 其重要性不言而喻。

中共十九大提出要坚持质量第一, 效益优先, 以供给侧结构性改革为主, 推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革, 提高全要素生产率 (TFP)。TFP 对工业及整个国民经济的提质增效具有重要意义和作用, 中国经济日益凸显的问题再次表明中国需走集约化发展道路, TFP 作为经济持续增长的源泉, 已成为国内外众多学者研究的热点。众多学者不仅通过测算 TFP 变动分析我国经济的变化轨迹, 而且也对影响 TFP 变化的各种外部因素进行了相

关研究。技术进步作为 TFP 增长的关键, 其实现过程就是经济增长的过程, 对促进社会进步与增强综合国力有巨大推进作用。我国作为最大的发展中国家, 其技术进步主要有两个途径: 一是我国本土自主研发; 二是通过技术引进或吸引外商直接投资 (FDI) 进行技术模仿来获取技术外溢。伴随着我国改革开放步入国际化路程, 技术外溢在很大程度上推动我国企业技术进步和生产创新, 因此过去十几年我国学者对外商直接投资技术外溢和工业 TFP 以及经济增长关系研究颇多。改革开放以来, 中国经过 40 年的技术引进模仿吸收, 世界留给中国的创新空间已日益压缩, 未来只有靠中国自主研发和技术创新才能持续推动工业高质量发展。

基于以上研究背景, 本文通过测算我国工业 TFP 并进行分解, 研究其趋势收敛性以及东西部差异, 建立我国本土技术创新与工业 TFP 之间的关系模型, 并进行实证研究, 最后总结并提出政策建议。

第一作者简介: 常春梅 (1991—), 女, 硕士, 主要研究方向为金融学、技术经济。

通讯作者简介: 姚笑秋 (1982—), 女, 硕士, 主要研究方向为科学研究管理与经济统计。

项目来源: 浙江省科技计划项目“创新型省份建设评价体系及动态监测研究” (2018F10034); 浙江省科技计划项目“2021 年浙江省创新决策研究与服务支撑” (X2021D015); 浙江省科技计划项目“2020 年‘智江南’智库建设” (2020zjn03)。

收稿日期: 2020-10-29

1 文献回顾

中国经济的高速发展引起众多国外学者开展对中国的相关研究,以Chow^[1]的研究为起点,Jefferson等^[2]通过索洛余值法测算了我国1998—2005年规上工业企业TFP,且认为技术及效率已在我国工业部门内进行扩散,企业的进入和退出机制促进中国工业TFP增长,同时加快了内陆省份对沿海地区TFP的追赶。Coe等^[3]将研究与开发(R&D)费用、外商直接投资、人力资本及经济规模作为推动TFP增长的重要因素。Dominique等^[4]在经济合作与发展组织(OECD)的报告中研究探讨了R&D对多要素生产率增长的长期影响作用,运用计量经济学模型对R&D的溢出效应进行测算,得出企业R&D投入每增加1%,生产力增长0.13%。随着绿色工业革命的兴起,众多国外学者开始将环境因素(如污染物的排放指标等)纳入到工业TFP的测算中^[5,6]。Du等^[7]基于新的方向性距离函数提出了修正的Malmquist-Luenberger指数模型,并测算了中国1999—2012年TFP增长率。

郑兵云等^[8]通过实证分析得出我国1996—2007年TFP呈逐步上升态势,且TFP增长85.5%源自技术进步的贡献。李春米等^[9]运用DEA-Malmquist方法研究环境制约下西部工业TFP变动情况,结果显示西部地区污染排放效率提升缓慢制约了工业TFP的提高。纪红军^[10]运用非参数DEA、三阶段DEA模型测得外商直接投资对工业TFP和环境的影响大小及方向。吴传清等^[11]实证分析表明工业化水平、科技、教育、产权、结构效率、环境因素是导致工业TFP地区差异性的主要原因。李琳^[12]运用因子分析及聚类分析研究了区域经济发展水平与科技创新发展水平、科技投入之间的相关性,且运用面板模型和格兰杰因果检验进一步分析了科技投入、科技创新与区域之间的作用方式和因果关系。陈超凡^[13]运用方向性距离函数及ML指数,测算出中国工业绿色TFP的增长出现倒退且不具收敛特征,技术水平、合理的产权结构能提高TFP,而资本深化、不合理的能源结构则阻碍绿色TFP增长。王兵等^[14]基于Luenberger-Hicks-Moorsteen生产率指标,研究结果显示资源环境约束下1981—2015年中国工业行业的TFP年均

增长率为1.38%,技术进步是主要驱动因素。

对于工业TFP的研究,上述文献中多数学者考虑工业环境污染带来的负外部性,工业发展急需转变发展方式,因此考虑环境因素的工业TFP将具有现实意义。以上学者的研究主要集中于技术创新对经济增长的影响,对于技术创新与TFP之间关系以及工业技术进步的研究很少,且国内对于外商直接投资的技术外溢研究也比较成熟,而本土自主研发才是我国持续发展的不竭动力,但这方面研究相对欠缺,本文旨在突破局限,将本土技术创新纳入研究框架。

2 我国工业企业TFP的测度及分析

2.1 TFP指数模型及指标介绍

2.1.1 测度方法

目前TFP指数的测度方法主要有增长核算法(索洛余值法)、代数指数法、随机前沿生产函数法(SFA)以及数据包络分析方法(DEA)。索洛余值假设完全竞争市场及利润最大化,这与中国实际情况不完全相符,且其将TFP进步完全归因于技术进步的影响作用,并未考虑技术效率的变化。代数指数法隐含着资本和劳动力完全替代、边际生产力不变的理论假设,较少用于实证分析。随机前沿生产函数法则需假定函数的具体形式,由于认知的局限性,这种假定也缺乏完美性。DEA方法运用线性规划方法来评价各决策单元(DMU)相对效率,Malmquist TFP指数即在DEA方法基础上构建而成,假设有时期 t 和时期 $t+1$ 的前沿,Färe R等^[15]将两个Malmquist指数值的几何平均作为DMU的Malmquist TFP指数,即

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)}} \sqrt{\frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t)}} \\ = \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t)} \sqrt{\frac{E^t(x^t, y^t) \cdot E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t) \cdot E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}} \quad (1)$$

即TFP指数=技术效率指数(EC)×技术进步指数(TC),简写为MI=EC·TC。Färe R等^[16]将VRS Malmquist和CRS Malmquist对比相除得出不同效率的变化值,并将Malmquist TFP指数分解成MI=PEC·SEC·TC,其中PEC、SEC分别表示纯技术效率进步、规模效率进步。若TFP指数、PEC、SEC、TC值大于1,表明该指标值是进步的,

若等于 1, 表明无变化, 小于 1 则表示退步。由于规模效率往往与技术创新之间并无多大关联^[17], 因此本文采用 DEAP 2.1 软件进行测算 TFP, 并分解为 EC 和 TC 两部分。

2.1.2 指标选取及数据来源

劳动投入指标: 选取我国 30 省份 (西藏部分数据缺失, 本文研究剔除) 2008—2017 规模以上工业企业年均从业人员数指标, 少数年份少数省份数据缺失, 采用前后两年均值作为当年值。

资本投入指标: 选取我国 30 省份 2008—2017 规模以上工业企业固定资产累计折旧, 并按各年固定资产投资价格指数进行平减, 累计折旧值更能准确反映固投资本当年耗用量。

环境治理投入指标: 对于生产过程中产生的污染物等副产物, 目前主要的处理方法有距离函数法、数据转函数处理法、投入要素处理法。本文将环境治污因素作为投入指标考察, 选取我国 30 省份 2008—2017 规模以上工业企业治理污染完成投资额指标, 并以各年固定资产投资价格指数平减。

产出指标: 选取 30 省份 2008—2017 年工业增

加值指标, 并以各年工业生产者出厂价格指数进行平减。

本文所采用数据均来自中国统计局网站、《中国统计年鉴》和《中国工业经济统计年鉴》。

2.2 测量结果及分析

2.2.1 各省份工业 TFP 值

我国各省份工业 TFP 指数年平均增长为 3.2%, 且各省份增长速度不一致, 北京以年平均增长 10.7% 的速度位居第一, 其次是天津 9.4%, 贵州 8.5%, 江苏 6.6%, 四川 5.6% (见表 1)。绝大部分省份都实现了 TFP 的正增长, 仅宁夏、广西、河南 TFP 倒退, 这三个省份工业经济亟需走出弱势。江西、山西、黑龙江、浙江 TFP 年均增长率仅分别为 0.9%、0.5%、0.5%、0.2%, 江西工业基础本身比较落后, 在加快产业发展的同时也要注意可持续发展, 保持 TFP 的正增长; 山西作为中国能源大省, 工业发展需转变生产方式, 淘汰落后低效生产; 黑龙江近几年面临着 GDP 增速全国垫底、结构调整任务艰巨、深化国企改革重组困难重重、装备制造业持续发展缓慢等诸多问题, 振兴东北老工业基地将是一项复

表 1 我国各省份 2008—2017 工业 TFP 指数

地区	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017	平均值
北京	1.279	1.688	1.525	0.646	1.056	0.921	0.946	1.157	1.106	1.107
天津	1.015	1.055	1.162	1.146	1.021	0.976	1.086	1.191	1.223	1.094
河北	1.103	1.020	0.972	1.085	0.969	0.960	1.010	1.136	0.971	1.023
山西	0.889	1.063	1.126	0.972	0.980	1.026	0.900	0.968	1.152	1.005
内蒙古	1.110	1.038	1.047	1.137	0.972	0.959	1.084	0.979	0.847	1.015
辽宁	1.046	1.112	1.295	1.001	0.847	0.957	1.408	0.736	1.050	1.032
吉林	1.143	1.074	1.186	1.101	0.972	0.901	1.127	1.081	1.114	1.074
黑龙江	1.103	1.186	1.017	1.140	0.655	1.016	1.003	1.012	1.023	1.005
上海	1.204	1.028	1.299	0.905	1.273	0.726	0.968	0.978	1.114	1.040
江苏	1.222	1.315	0.807	1.007	0.939	1.119	1.014	1.055	1.208	1.066
浙江	0.880	1.380	0.934	0.895	0.871	1.026	1.030	1.076	1.015	1.002
安徽	1.099	1.306	0.913	1.000	0.895	1.126	0.985	1.001	1.112	1.042
福建	1.074	1.078	1.092	0.926	0.934	0.991	0.966	1.055	1.028	1.014
江西	1.387	0.972	0.894	1.229	0.643	1.066	0.975	1.036	1.061	1.009

续表

地区	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017	平均值
山东	1.044	1.006	1.022	1.037	0.929	0.973	1.102	0.982	1.065	1.017
河南	1.070	1.016	0.862	1.111	0.731	0.949	1.039	0.911	1.051	0.964
湖北	1.043	1.057	1.348	0.965	0.823	1.044	1.348	0.907	1.050	1.052
湖南	1.156	0.957	1.034	0.971	0.955	1.126	0.929	1.095	1.105	1.033
广东	1.320	0.908	1.529	0.737	0.932	0.986	1.039	1.269	0.878	1.041
广西	1.011	1.007	1.056	0.980	0.942	1.047	1.007	1.044	0.795	0.984
海南	1.071	1.045	0.982	0.973	0.851	1.053	1.211	0.990	1.066	1.023
重庆	1.076	1.026	1.115	1.082	0.733	1.188	0.958	1.424	0.890	1.039
四川	1.162	1.285	0.843	1.182	0.945	0.956	1.172	1.016	1.020	1.056
贵州	1.018	1.076	1.071	1.127	1.124	1.063	1.008	1.146	1.138	1.085
云南	1.057	1.022	1.061	1.044	1.021	0.991	1.004	1.010	0.954	1.018
陕西	0.965	1.027	1.019	1.026	1.109	0.889	1.032	1.092	1.043	1.021
甘肃	1.109	1.062	1.060	0.985	1.110	0.995	1.367	0.887	0.962	1.052
青海	0.873	1.336	1.102	1.148	0.931	0.984	1.084	1.031	0.821	1.024
宁夏	0.951	1.010	1.084	0.949	0.945	0.986	0.987	1.038	0.922	0.985
新疆	0.963	1.148	1.018	1.103	0.913	1.009	1.170	1.044	1.082	1.047
平均值	1.075	1.100	1.070	1.012	0.924	0.997	1.059	1.038	1.023	1.032

杂和艰巨的工作；浙江在数字经济、互联网、人工智能领域发展迅速，但工业 TFP 却未实现有效增长，值得引起重视。工业高质发展需合理利用资源，改善效率，实现 TFP 的稳定增长。

2.2.2 我国工业 TFP 的东西部差异

我国东部 TFP 平均值年增长约为 4.2%，中部

为 2.3%，西部 3.0%（见表 2），这与东中西部经济发展水平紧密相关，TFP 的增长促进工业经济发展，反过来经济的发展也会促进资本知识的积累，以此推动 TFP 的增长。近几年西部地区 GDP 增长较快，中部地区黑龙江、吉林等省份 GDP 增速全国垫底，一定程度上拖累了中部工业发展，导致中

表 2 东中西部 TFP 差异比较

地区	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017	平均
东部	1.114	1.149	1.147	0.942	0.966	0.972	1.071	1.057	1.066	1.042
中部	1.111	1.079	1.048	1.061	0.832	1.032	1.038	1.001	1.084	1.023
西部	1.027	1.094	1.043	1.069	0.977	1.006	1.079	1.065	0.952	1.030
全国	1.075	1.100	1.070	1.012	0.924	0.997	1.059	1.038	1.023	1.032

注：我国东部为 11 省份（北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南）；中部 8 省份（山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南）；西部 12 省份（内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆），实证分析剔除西藏。

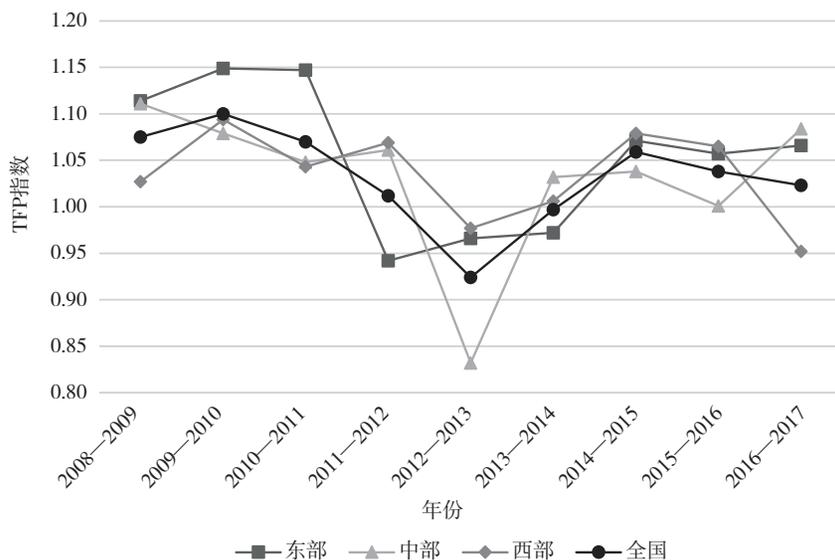


图 1 TFP 指数时间趋势图

部工业发展弱于西部, 但东中西部 TFP 指数总体差异较小。由图 1 的趋势图可看出我国各区域 TFP 指数呈现波动状态, 但东中西部仍表现为收敛一致, 各地区差异逐渐缩小。由于 2008 年金融危机的波及, 以及从 2011 年开始的全球次贷危机的爆发以及经济形势的放缓, 钢铁企业产能严重过剩, 制造业发展不景气, 工业 TFP 指数全面下滑, 这与整个经济环境背景紧密相连。我国工业 TFP 从 2011 年开始均呈现下滑现象, 中部地区在 2012—2013 年降幅最大, 但 2013 年迅速反弹, 其他地区均从金融危机中走出来, 实现了 TFP 的增长, 金融危机带给中国的影响逐渐消退。除 2016—2017 年西部工业 TFP 下滑外, 我国东中西部工业 TFP 指数变化趋势逐渐收敛, 区域差异性逐渐缩小, 工业 TFP 基本协同, 这也与我国大力开发中西部、振兴东北老工业基地的政策息息相关。

2.2.3 我国工业技术进步及对 TFP 增长的贡献度

TFP 指数可以分解为技术效率进步 (EC) 指数和技术进步 (TC) 指数, 我国工业年平均技术进步值为 4.8%, 东部 5.3%、中部 4.1%、西部 5.1% (见表 3、表 4), 这与上面的 TFP 值东中西部差异保持一致, 中部技术进步指数低于西部, 但总体差异较小。我国工业技术进步对工业 TFP 增长的贡献度为 101.6%, 即工业 TFP 的增长完全是由技术进步影响推动的, 而 EC 指数呈现微弱下降趋势

(见表 5), 其中东部 101.1%、中部 101.8%、西部 102.0%, 技术进步对工业 TFP 有巨大推进作用, 而东部因资源集聚, 在吸引人才、科技、知识、投资等方面有诸多优势, 其科技创新成果显著, 但由人口红利下降、制造成本上升导致部分制造产业转移至内陆, 其内部技术外溢在一定程度上推动中西部工业创新发展, 通过时间及科技市场促进整个地区产业的技术进步, 因而东中西部 TFP 指数、TC 指数虽存在微小差距, 但总体上呈收敛状态, 技术进步带来的 TFP 增长才是经济持久发展的源泉。

2.3 小结

工业 TFP 增长是工业经济实现可持续发展的灵魂, 也是转变工业经济发展模式的必经之路。我国工业技术进步对工业 TFP 增长起到 101.6% 的贡献力度, 虽然东中西部存在微小的差异, 但是其在时间序列演化中逐渐趋同。技术进步的发展完全代表了工业 TFP 的增长, 而我国工业技术创新投入到底在多大程度上推动工业技术进步, 创新资源投入转化效率如何, 第 3 部分将解决这些问题。

3 我国工业技术创新与工业技术进步关系的实证研究

3.1 模型及变量平稳性检验

3.1.1 计量模型设定

本文采取一般性原则, 设定基于面板数据的模

表 3 TFP 指数及其分解

地区	TFP 指数	EC 指数	TC 指数	地区	TFP 指数	EC 指数	TC 指数
北京	1.107	0.998	1.109	湖北	1.052	1.002	1.050
天津	1.094	1.013	1.080	湖南	1.033	1.017	1.016
河北	1.023	0.980	1.044	广东	1.041	0.997	1.044
山西	1.005	0.994	1.011	广西	0.984	0.976	1.008
内蒙古	1.015	0.953	1.066	海南	1.023	0.965	1.060
辽宁	1.032	0.972	1.062	重庆	1.039	0.998	1.041
吉林	1.074	0.977	1.100	四川	1.056	1.004	1.052
黑龙江	1.005	0.930	1.081	贵州	1.085	1.059	1.025
上海	1.040	0.987	1.053	云南	1.018	0.992	1.026
江苏	1.066	0.994	1.072	陕西	1.021	0.970	1.052
浙江	1.002	0.976	1.027	甘肃	1.052	0.979	1.075
安徽	1.042	1.008	1.033	青海	1.024	0.936	1.094
福建	1.014	1.016	0.999	宁夏	0.985	0.966	1.019
江西	1.009	0.978	1.033	新疆	1.047	0.953	1.099
山东	1.017	0.983	1.035	全国	1.032	0.984	1.048
河南	0.964	0.963	1.001				

表 4 工业技术进步值

地区	2008—2009	2009—2010	2010—2011	2011—2012	2012—2013	2013—2014	2014—2015	2015—2016	2016—2017	平均
东部	1.097	1.062	1.128	1.033	0.904	0.990	1.040	1.146	1.136	1.053
中部	1.073	1.018	1.066	1.042	0.900	1.027	1.019	1.125	1.132	1.041
西部	1.068	1.011	1.074	1.089	0.910	1.016	1.062	1.102	1.168	1.051
平均值	1.079	1.030	1.088	1.052	0.901	1.007	1.041	1.117	1.142	1.048

表 5 工业技术进步对工业 TFP 的贡献度

地区	TFP 指数	EC 指数	TC 指数	技术进步贡献率 (%)
东部	1.042	0.989	1.053	101.1
中部	1.023	0.984	1.041	101.8
西部	1.030	0.981	1.051	102.0
全国	1.032	0.984	1.048	101.6

型如下:

$$tech_{it} = \beta_0 + \beta_1 \log(x_{1it}) + \beta_2 \log(x_{2it}) + \beta_3 \log(x_{3it}) + \beta_4 \log(x_{4it}) + \beta_5 \log(x_{5it}) + \beta_6 \log(x_{6it}) + u_{it} \quad (2)$$

式中, $tech$ 代表技术进步, β_1, \dots, β_6 分别代表各自变量对因变量的影响系数, $i=1, 2, \dots, 30$, 代表全国 30 个省(剔除西藏), $t=1, 2, \dots, 9$, 代表 2008 到 2016 共 9 年的时间跨度, 因为 2008—2009, \dots 2016—2017 年期间共 9 年的技术进步指数, 控制变量数值取值滞后一期更合理。 X_1 代表我国工业研发投入强度 = 规上工业 R&D/ 规上工业主营业务收入, 反映我国工业企业技术创新水平; X_2 代表我国各省份教育情况, 指标选取的是每百人中高等教育人数; X_3 代表地方财政科技支出占 GDP 比重; X_4 代表私营工业企业资产总额占工业企业资产总额的百分比, 表示我国工业企业所有权结构; X_5 代表外商直接投资工业企业资产总额占工业企业资产总额的百分比, 表示我国外商投资带来的技术外溢影响; X_6 代表工业增加值占地方 GDP 的比重, 表示产业结构。2010 年规上 R&D 经费支出

采用中大工业企业主营业务收入占比规上工业主营业务收入进行换算。面板模型中为消除变量的波动性, 使计量结果更稳健, 自变量均取对数, 以平滑数据波动, 而因变量 $tech$ 代表技术进步指数, 本身即为相对变量概念, 故数据较平稳。数据均根据中国统计局网站整理所得。

3.1.2 变量平稳性检验

对面板模型进行变量的平稳性检验(采用 Eviews 10 软件), 结果见表 6。本文采用 LLC 检验和 ADF 检验, 如果在两种检验中均拒绝存在单位根的原假设, 则认为此序列是平稳的, 反之则不平稳。ADF 检验在只有截距、截距和趋势项都有、都无情况下任一个拒绝原假设, 即可认为该变量为平稳序列。平稳性结果显示只有研发投入强度、财政科技支出占比、技术进步指数为平稳序列, 其余均为非平稳序列。考虑到本文的时间跨度为 9 年, 数据量较少, 且因变量为平稳序列, 不会出现伪回归现象, 故本文仍将 6 个自变量纳入计量模型分析中。

表 6 变量平稳性检验

	只有截距		截距和趋势项		都无		结果
	LLC	ADF	LLC	ADF	LLC	ADF	
tech	-1.856**	5.286*	-2.236**	2.480	0.216	0.679	平稳
$\log(x_1)$	2.485	0.014	-2.063**	2.421	-2.020**	5.941*	平稳
$\log(x_2)$	-2.595***	2.655	-0.943	2.749	1.233	0.193	不平稳
$\log(x_3)$	-1.100	1.018	-1.211	0.795	-1.729**	4.945*	平稳
$\log(x_4)$	-1.989**	2.821	-2.229**	2.369	-1.273	3.454	不平稳
$\log(x_5)$	-0.672	1.181	8.937	0.353	0.707	0.341	不平稳
$\log(x_6)$	0.471	0.200	-0.866	0.486	1.744	0.071	不平稳

注: ***, **, * 分别代表 1%、5%、10% 显著性水平(下同)。

3.2 实证分析

采用 Eviews 10 进行相关变量的因果关系分析。Hasuman 检验 Chi-Sq Statistic 为 0.00, P 值为 1.00, 接受随机效应的假设, 即采用随机效应模型, 通过 F 统计值计算后, 应采用混合模型, 并采用 Period SUR 方法, 即类似似乎不相关回归, 修正

序列相关及异方差等带来的不利影响, 结果更加稳健, 见表 7。

为提高分析结果的有效性, 采用分步计量法, 可得出对我国工业技术进步有显著正向影响指标有研发投入强度、教育程度、外商投资占比、工业产值占比, 有显著负向影响的指标为地方财政

科学技术支出、私有经济占比，这表明我国工业发展中，地方财政科技支出引导并未有效促进工业技术进步，市场化经济体制也未充分释放活力。所有回归模型均通过 F 统计量检验，说明模型整体是显著的，只有研发投入强度作为解释变量的模型可决系数为 2.6%，可得知我国本土技术创新对工业技术进步的解釋力为 2.6%，最优模型可决系数达到 95.0%，模型总体显著。在此我们提出一个最优模型（见表 8）：

$$\text{tech}_{it} = -28.087 + 0.392\log(x_{1it}) + 4.255\log(x_{2it}) - 0.906\log(x_{3it}) - 0.911\log(x_{4it}) + 1.59\log(x_{5it}) + 0.448\log(x_{6it}) + u_{it} \quad (3)$$

我国本土工业技术创新和外商投资带来的技术外溢均对我国工业技术进步有显著的正向促进作用，但现阶段技术外溢的促进力度（模型四中可决系数 93.0%—模型三中 71.1%=21.9%）远超本土技术创新的促进力度 2.6%。2015 年国务院公布中国版“工业 4.0”规划，提出力争用 10 年时间迈入制造强国行列。工业是国民经济的主导产业，未来工业强国之路必然要在吸收外来先进技术经验基础上不断促进本土自主创新，加强基础教育建设，不断培育高尖端优质人才，不断增强科技转为现实生产力的能力，将工业发展转移到依靠科技创新、技术进步和提高劳动生产率的轨道上

表 7 工业技术进步的影响因素分析

模型	最简模型	一	二	三	四	五
常数项	1.791***	2.524*	-10.857***	-15.332***	-27.11***	-28.087***
β_1	0.122***	0.158*	0.157**	0.353***	0.057**	0.392***
β_2		-0.072	0.987***	1.819***	3.785***	4.255***
β_3			-1.015***	-0.569***	-0.812***	-0.906***
β_4				-0.897***	-0.857***	-0.911***
β_5					1.396***	1.590***
β_6						0.448***
调整的 R^2	2.6%	2.4%	16.4%	71.1%	93.0%	95.0%
F 统计值	8.242	4.238	18.650	166.678	719.042	860.393
P 值	0.004	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000

表 8 最优模型计量结果

变量	系数	t 值	P 值	相关统计量	
C	-28.087***	-40.792	0.000		
研发投入强度	0.392***	10.200	0.000	可决系数	95.2%
教育程度	4.255***	47.434	0.000	调整的可决系数	95.0%
财政科技支出占比	-0.906***	-23.184	0.000	F 值	860.393
私有经济占比	-0.911***	-52.403	0.000	Prob(F)	0.000
外商经济占比	1.590***	35.461	0.000		
工业产业占比	0.448***	10.399	0.000		

来,这也是我国工业可持续发展的必由之路。

3.3 小结

我国本土技术创新对工业技术进步只有 2.6% 的解释力度,说明我国创新投入推动技术进步作用较弱;技术进步对于工业 TFP 的贡献度为 101.6%,因此我国本土技术创新对工业 TFP 的影响程度为 2.64%,科学技术作为第一生产力的目标还远远没有达到,技术成果转化成为实际生产力是一条漫长的路程,需要合理充分发挥有效资源并实现地方政府政策的正确引导,以此形成技术创新与工业技术进步的长期稳态均衡关系。

4 结论与政策建议

(1) 我国工业技术进步对工业 TFP 增长起到 101.6% 的贡献力度,虽然东中西部存在微小的差异,但是其在时间序列演化中逐渐趋同。通过计量模型分析所知,我国本土技术创新投入对工业技术进步只有 2.6% 的解释力度,本土技术创新投入对工业 TFP 的影响程度为 2.64%,现阶段技术外溢的促进力度远超本土技术创新的促进力度。说明我国工业仍处于吸收模仿的中低端水平,并未充分发挥已有资源优势进行自主研发,进而推动工业 TFP 的增长。

(2) 科技人才是技术创新的载体,应充分发挥高等教育对创新的孵化作用,加强科技创新与人才培养的有机结合,加强劳动素质技能培养。国家要鼓励企业聘用高层次科技人才,并予以政策支持。我国特色创新体系建设要以企业为研发主体,搭建平台、形成产学研相结合的技术创新体系,要促进科研院所之间、科研院所与高等院校之间的资源有效集成,以此形成科技引导中国发展的良好体系。

(3) 我国必须加大工业科学研究和技术改造的投入,政府必须起有效引领作用,完善法律法规制度建设,推动高层级服务平台建设。同时落实好研发费用加计扣除、高新技术企业所得税减免等税收优惠政策,并对符合国家发展产业政策的科技型中小微企业予以贷款贴息及补助,加大科学技术支出,促进高技术产业的发展,以此推动工业企业改良落后设备、更新无效率产能,鼓励工业企业技术

创新,以推动工业 TFP 的健康可持续发展。

(4) 工业企业在制造业不景气、结构性失调背景下,需合理配置劳动力和资本,转移过剩劳动力,开拓新型产品线,不断提升企业投入产出效益。同时加强劳动者职业技能培训,重视技术创新,不断提升企业 TFP,以创新驱动发展,将科技成果转化为促进工业健康发展的引导力。技术创新只有高效地推动工业技术进步,才能长久稳定地促进工业结构优化,实现工业绿色发展。■

参考文献:

- [1] Chow G. Capital formation and economic growth in China[J]. Quarterly Journal of Economics, 1993, 108(3): 23-27.
- [2] Jefferson G H, Rawski T G, Zhang Y F. Productivity growth and convergence across: China's industrial economy[J]. Journal of Chinese Economic and Business Studies, 2008, 6(2): 121-140.
- [3] Coe D, Helpman E. International R&D spillovers[J]. European Economic Review, 1995, 39(5): 859-870.
- [4] Dominique G, Bruno V P. R&D and Productivity Growth: Panel Data Analysis of 16 OECD Countries[R]. Paris: OECD, 2001.
- [5] Chen S, Golley J. Green productivity growth in China's industrial economy[J]. Energy Economics, 2014(44): 89-98.
- [6] Zhao L, Lin J, Zhu J. Green total factor productivity of hog breeding in China: Application of SE-SBM model and grey relation matrix[J]. Polish Journal of Environmental Studies, 2015, 24(1): 403-412.
- [7] Du J, Chen Y, Huang Y. A modified Malmquist-Luenberger productivity index: Assessing environmental productivity performance in China[J]. European Journal of Operational Research, 2018, 269(1): 171-187.
- [8] 郑兵云, 陈圻. 转型期中国工业全要素生产率与效率——基于细分行业的随机前沿模型分析[J]. 数理统计与管理, 2010, 29(3): 480-490.
- [9] 李春米, 毕超. 环境规制下的西部地区工业全要素生产率变动分析[J]. 西安交通大学学报, 2012, 32(1): 18-24.

- [10] 纪红军. FDI 引入对中国区域工业 TFP 和环境绩效影响的对比研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2011.
- [11] 吴传清, 董旭. 长江经济带工业全要素生产率分析 [J]. 武汉大学学报, 2014, 67 (4): 30-36.
- [12] 李琳. 科技投入、科技创新与区域经济作用机理及实证研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [13] 陈超凡. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于 ML 生产率指数及动态面板模型的实证研究 [J]. 统计研究, 2016, 33 (3): 53-62.
- [14] 王兵, 杨欣怡. 中国工业行业全要素生产率分析 (1981—2015): 波特假说的验证 [J]. 产经评论, 2019, 10 (6): 87-107.
- [15] Färe R, Grosskopf S, Lindgren B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: A non-parametric Malmquist approach [J]. Journal of Productivity Analysis, 1992(3): 85-101.
- [16] Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries [J]. American Economic Review, 1994(84): 66-83.
- [17] 常春梅. 基于科技金融背景下的我国技术创新对工业生产率的影响研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2016.

Research on the Influence of China's Indigenous Technology Innovation on the Industrial Total Factor Productivity

CHANG Chun-mei, YAO Xiao-qiu, LIU Xin

(Zhejiang Science and Technology Information Research Institute, Hangzhou 310000)

Abstract: By Malmquist index of TFP, this paper calculates the changes on China's industrial TFP index, technical efficiency, technical progress from 2008 to 2017 and analyses its composition, then through step by step regression econometric model, the paper studies the relationship between the technology innovation and industrial technological progress. The results show that the progress of China's TFP index originated from the influence of technological progress. The impact of China's indigenous technological innovation input on industrial technological progress was only 2.6%. China's industry is still at the low and middle level of absorption and imitation, and has not made full use of existing resources for independent scientific and technological innovation.

Key words: industrial TFP; technological progress; technology innovation; step by step regression