

文章编号: 1000-5862(2017)02-0189-04

新常态下我国工业技术进步的测度及影响研究 ——基于省际面板数据的实证分析

杨智勇¹ 李 想¹ 刘海英² 刘炎宝¹

(1. 江西师范大学数学与信息科学学院 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学国际教育学院 江西 南昌 330022)

摘要: 利用我国经济发展步入新常态时期的2012—2014年的工业数据,增加涵盖人口、环境变化的产出变量,使用DEA数据包络的Malmquist指数法测算我国各省市工业技术进步状况,并基于省际面板数据使用Cobb-Douglas生产函数估计工业技术进步对工业产出的影响,结果表明:2012—2014年期间我国工业技术年均进步5.3%,相比1999—2009年期间,我国工业技术进步平均增长率从4.5%提高了0.8%。采用固定效应模型和随机效应模型,估计技术进步对工业产出的弹性分别为0.35%和0.38%。

关键词: 技术进步; 测度; Malmquist指数; 新常态; 面板模型

中图分类号: O 212.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.02.15

0 引言

2011年以后,我国经济增长速度下行至7%左右,2015年国内生产总值增长率为6.9%,增速创25年新低,进入结构性减速发展时期,同时更具有持续性,即由过去的“快增长”步入“稳增长”的新常态。在新常态阶段里,将发生一系列全局性、长期性的新现象与新变化,这是伴随我国发展新常态大环境的改变而必然发生的。2013年中国服务业占GDP比例首次超过第2产业,但工业仍然是中国经济的主导力量,中国经济要实现稳增长,工业发展是关键,技术进步是核心。

从认识论的角度看,经济“新常态”实质上是关于经济发展某一阶段的长期现象和历史特征的现实描述和理论刻画^[1]。在经济新常态发展阶段我国面临着进出口贸易额持续降低、贸易顺差下降的局势^[2]。2015年1~7月,全国进出口总值累计额为22 244.47亿美元,同比下降7.2%。其中出口12 648.23亿美元,同比下降0.8%。

2016年是“十三五”规划开局之年,为了实现在2020年翻番的目标,保持6%~7%的GDP增长率是未来5年经济工作的核心指标。工业是经济转型的过渡领域,为了实现6%~7%的增长,工业增速不能下降太多、太快。所以在此阶段我国要紧紧把握工业转型和升级的良机,提高工业技术水平,未来出口的产品不断向中高端发展,降低我国制造业出口产品

的可替代性,为第2产业提供新兴市场空间,实现工业稳增长。

近年来,诸多研究围绕如何提高全要素生产率(TFP)的问题而展开。技术进步是全要素生产率提升的动因,全要素生产率也是衡量技术进步的工具。研究者们使用Solow余值法、随机前沿函数法(SFA)及数据包络分析法(DEA),从不同的角度测算了我国各阶段的技术进步率及全要素生产率。夏良科^[3]在研究人力资本与R&D对全要素生产率的影响中使用DEA计算2000—2007年21个工业行业生产进步率均值为0.4%,技术进步率为4.0%;张海洋^[4]测算1999—2002年34个工业行业TFP平均进步率为9.70%,技术进步率均值为9.45%;李胜文等^[5]使用SFA计算34个工业行业1996—2005年TFP平均增长率为1.62%;郭界秀^[6]利用DEA Malmquist指数法测算1999—2009年我国34个工业细分行业TFP平均增长率为8.3%,技术进步平均增长率为4.5%;S. Ozyurt^[7]使用Solow余值法计算工业整体行业1993—2005年TFP平均增长率为3.8%。上述研究结果差异的原因是所选取行业范围与规模不同,但均显示出工业TFP增长主要源于工业技术进步的贡献。

1 模型构建及 Malmquist 指数计算

1.1 模型构建

1953年,S. Malmquist提出了Malmquist指数;

收稿日期: 2016-11-15

基金项目: 国家社会科学基金(15BGL050)资助项目。

作者简介: 杨智勇(1976-),男,江西上饶人,副教授,博士,主要从事创新管理、产业经济及管理决策方面的研究。E-mail: 478610711@qq.com

D. W. Caves 等将这一指数应用于生产效率变化的测算; 基于 DEA 方法, R. Färe 等^[8]进一步将 Malmquist 指数进行了分解, 将指数分解成技术效率变动和技术进步, 其中技术效率变动又可分解为纯技术效率变动及规模效率变动. 通过比较以上不同指数的动态变化可以划分和分析投入产出效率的动因.

在 DEA 方法中, 最小投入即最优技术可表示为

$$L^t(y^t | C, S) = \{(x_1^t, x_2^t, \dots, x_N^t) : y_m^t \leq \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,m}^t, \\ m = 1, 2, \dots, M, \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,n}^t \leq x_n^t, n = 1, 2, \dots, N, \\ z_k^t \geq 0, k = 1, 2, \dots, K\},$$

其中 z_k 为横截面单位权重, 某横截面单位基于投入的 Farrell 技术效率由线性规划模型表示为

$$F_i^t(y^t, x^t | C, S) = \min \theta_k,$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} y_m^t \leq \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,m}^t, m = 1, 2, \dots, M, \\ \sum_{k=1}^K z_k^t y_{k,n}^t \leq x_n^t, n = 1, 2, \dots, N, \\ z_k^t \geq 0, k = 1, 2, \dots, K, \end{cases}$$

可以用 2 个指数表示基于投入的全要素生产率指数^[9]:

$$M_i^t = D_i^t(x^t, y^t) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1}),$$

$$M_i^{t+1} = D_i^{t+1}(x^t, y^t) / D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}),$$

其中 x, y 分别表示投入与产出, t 为时期, 距离函数 D 表示一个生产点与最优生产点的距离, $D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ 表示 $t+1$ 时期相对 t 时期的效率水平, M 测度了全要素生产率的变化.

R. Färe 等^[10]将 Malmquist 指数分解为技术效率变化和技术进步变化 2 部分:

$$M_i(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \{ [D_i^t(x^t, y^t) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})] \cdot [D_i^{t+1}(x^t, y^t) / D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})] \}^{1/2},$$

$$M_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = D_i^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}) / D_i^t(x^t, y^t) \cdot [D_i^t(x^t, y^t) / D_i^t(x^{t+1}, y^{t+1})]^{1/2},$$

其中技术效率变化指数代表 $t+1$ 时期相对 t 时期技术效率的进步变化, 其测度了 t 时期至 $t+1$ 时期每个决策单元至生产前沿面的追赶程度, 该指数大于 1 说明技术效率进步, 而其小于 1 说明技术效率退步. 技术进步变化指数代表了相对上一时期技术水平的进步程度, 它反映了技术的创新和提高, 技术进步指数大于 1 说明技术进步, 反之则说明技术退步.

技术效率变动 (E_c) 进一步分解为纯技术效率变动 (P_c) 与规模效率变动 (S_c):

$$E_c(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = P_c(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) \cdot$$

$$S_c(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t)$$

1.2 变量选取与 Malmquist 指数计算

本文考虑经济新常态诸特征^[11-14], 为充分反映

工业技术进步的内涵, 即生产效率、管理技术水平和环保能力, 所选投入变量包含规模以上工业企业资本投入(其为固定资产合计值与流动资产合计值之和)、年平均用工人数、管理费用与销售费用所占主营业务收入比例. 产出变量包括主营业务收入、每万 t 废气污染物排放、工业生产总产值. 数据来源 2012—2015 年《中国工业统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》及各个省市地区统计年鉴(由于部分省份数据巨大差异性或缺失, 所选单位不包括河北、内蒙古、西藏、甘肃和宁夏).

表 1 反映了各年份全国工业技术进步水平及全要素生产率变动情况. 技术进步 (T_c) 是在保持投入组合不变下产出的额外增长率, 不仅包括技术、工艺的创新和引进, 也包括制度改革带来的红利^[15]. 2012—2014 年的全国工业 TFP 分别为 2.6%、5.6% 及 3.2%, 这说明在步入经济发展新常态阶段时工业全要素生产率稳定提升. 2012 年及 2013 年全要素生产率的提升都依赖技术进步, 2014 年技术进步和规模效率的提高共同作用于全要素生产率, 这表明经济转型和升级的成效初现, 企业规模结构得到优化, 资源分配更趋于合理.

表 1 我国 2012—2014 年工业技术进步及相关指数

	E_c	T_c	P_c	S_c	TFP
2012	0.971	1.056	0.971	1.000	1.026
2013	0.996	1.061	1.020	0.983	1.056
2014	0.992	1.041	0.985	1.017	1.032

我国各省份 2012—2014 年各指数计算平均结果如表 2 所示.

表 2 表明在 2012—2014 年期间 26 个省市工业全要素生产率进步率平均为 3.8%, 在步入经济新常态阶段后, 平均技术进步为 5.3%, 平均技术效率为 0.986 且平均规模效率为 0.998, 在经济发展新常态时期工业技术效率年均降低约 14%, 其主要原因是纯技术效率的降低. TFP 增长主要得益于工业技术进步, 这表明技术进步是工业部门生产力提升的根本动力.

表 2 我国各省市 2012—2014 年年均工业技术进步及相关指数

	E_c	T_c	P_c	S_c	TFP
北京	1.000	1.139	1.000	1.000	1.139
天津	1.000	1.065	1.000	1.000	1.065
山西	0.945	1.051	0.946	0.999	0.993
辽宁	0.972	1.053	0.975	0.998	1.024
吉林	1.003	1.048	1.004	0.999	1.051
黑龙江	0.984	1.049	0.986	0.999	1.033
上海	0.973	1.045	0.963	1.010	1.016
江苏	1.000	1.106	1.000	1.000	1.106
浙江	0.973	1.037	0.982	0.992	1.008
安徽	0.989	1.038	0.987	1.002	1.026
福建	0.967	1.058	0.972	0.995	1.023

表 2(续)

	E_c	T_c	P_c	S_c	TFP
江西	1.000	1.047	1.000	1.000	1.047
山东	1.000	1.084	1.000	1.000	1.084
河南	0.954	1.012	1.025	0.941	0.965
湖北	1.003	1.044	1.004	0.998	1.047
湖南	0.947	1.046	0.958	0.988	0.990
广东	0.991	1.034	0.983	1.008	1.025
广西	1.033	1.031	1.031	1.001	1.064
海南	1.000	0.997	1.000	1.000	0.997
重庆	0.999	1.035	0.996	1.002	1.033
四川	0.978	1.041	0.976	1.003	1.017
贵州	1.016	1.052	1.010	1.007	1.068
云南	0.996	1.058	0.996	0.999	1.052
陕西	0.992	1.051	0.993	0.999	1.044
青海	0.961	1.074	1.037	1.058	1.031
新疆	0.967	1.074	0.970	0.997	1.038
均值	0.986	1.053	0.992	0.998	1.038

观察各个省市年均数据,只有海南省的工业技术退步(−0.3%),这是由于海南省以旅游服务业为发展主轴,且其地理位置特殊,与内陆隔海而望,不具备发展工业的自然条件。年均工业技术进步率为北京市(13.9%),其次为江苏省(10.6%)。这是由于北京及江苏地区具有创新资源丰富、高技术工业产业集中等独厚优势,且积极开展创新资源整合及低效高污染企业整改,这些因素都促进了地区工业技术提升。

2 技术进步对产出影响的回归分析

构建包含技术进步变量的 Cobb-Douglas 生产函数对数模型,并利用省际面板数据分析不同变量对经济增长的影响,表现形式为

$$\ln G_{it} = A + \alpha \ln C_{it} + \beta \ln L_{it} + \gamma \ln T_{it} + u_{it} \quad (10)$$

其中 i 为横截面单位(即 26 个省、自治区、直辖市样本), t 为时间序列单元(即 2012、2013、2014 年), G_{it} 为横截面样本 i 在 t 年的工业产出, C_{it} 为样本 i 在 t 时期的工业资本投入, L_{it} 为样本 i 在 t 时期工业从业人员数(即劳动力投入), T_{it} 为样本在 t 年基于其 2011 年技术水平的累计进步率, A 为模型估计的截距项, u_{it} 为模型随机扰动项, α 、 β 、 γ 分别为资本投入、劳动力投入和技术进步的回归系数。

在对面板数据模型分析前,使用 Hausman 检验选择要使用的模型。根据检验原理,原假设为随机效应模型,若检验值在统计学意义上不显著,则不能拒绝原假设,应当选择随机效应模型;反之,当原假设被拒绝时选择使用固定效应模型。Hausman 检验结果显示方差-协方差矩阵为非正定,这说明检验无效,因此分别给出了随机效应模型与固定效应模型回归结果(见表 3),并加以对比分析。

根据表 3 得出的结果,可以看出:

(i) 固定效应模型与随机效应模型的 R^2 分别为 85.78% 和 96.51%,并分别通过了 F 检验和 Wald χ^2 检验,这说明 2 种模型拟合度较高,且能够较好地反映出解释变量与被解释变量之间的关系。在 2 种回归模型中 3 个解释变量均在 1% 水平上统计学意义显著,回归结果均比较稳定。

(ii) γ 为 0.350 5 及 0.384 0,且在 1% 水平上统计学意义显著,这说明在工业产业中技术进步影响显著存在,以固定效应模型为例,技术进步每提升 1% 工业产出将增加约 0.35%。而在随机效应模型中,工业技术进步对工业产出影响更高,约为 0.38%。

(iii) 资本投入的影响系数在固定效应模型与随机效应模型中十分接近,分别为 0.478 8 和 0.480 4,这说明在工业生产中每增加 1% 的资本投入,工业产出增加约 0.48%;而劳动力投入对产出的影响在不同模型中差异较大,分别为 0.783 2 和 0.594 5,这表示劳动力投入每增加 1%,在 2 种模型中导致工业产出分别提高约 0.78% 及约 0.60%。

虽然采用不同的模型回归结果略有差异,但结论趋于一致。 α 、 β 和 γ 均为正,这表明工业产业劳动力投入、资本投入和技术进步的提高对工业产出都有促进效应。按投入产出弹性大小排序依次是劳动力投入、资本投入和技术进步,这反映在发展新常态初期我国工业产业依然偏向劳动力密集,产业总体技术水平还比较低,其中 $\alpha + \beta + \gamma > 1$,即我国现阶段工业产业处于规模报酬递增状态。

表 3 面板数据回归结果

解释变量	固定效应模型	随机效应模型
$\alpha(\ln C)$	0.478 8* (0.090 6)	0.480 4* (0.077 0)
$\beta(\ln L)$	0.783 2* (0.172 8)	0.594 5* (0.069 0)
$\gamma(\ln T)$	0.350 5* (0.128 6)	0.384 0* (0.124 5)
A	−0.521 2 (0.707 6)	0.321 5 (0.463 5)
R^2	0.857 8	0.965 1
F 检验	98.55* (0.000 0)	—
Wald χ^2 检验	—	945.95* (0.000 0)

注:括号内数值为标准差;*表示在 1% 的水平上显著。

3 结论及政策建议

根据上述研究,可得出如下结论:

1) 2012—2014 年我国经济迈入经济新常态的时期,我国工业产业全要素生产率仍然保持着稳定

的增长,年均增长率达到 3.8%。技术年均进步率为 5.3%,技术进步是现阶段推进中国工业产业全要素生产率增长最主要的内在动力。

2) 通过平衡面板数据回归分析,技术进步、劳动力投入及资本投入均对工业产出有显著正向影响。技术进步对工业产出增长影响与资本投入影响相当,其对确保我国在产业升级和转型阶段取得实质性进展和实现经济软着陆有重要意义。

结合上述结论,给出的政策建议有:转变经济增长方式,减少对劳动力等生产要素的依赖,实现创新驱动发展是我国在经济新常态阶段的重要改革方向,我国应加大力度整合创新资源、营造吸引高技能人才的良好环境并注重企业管理水平的提升。另一方面,科研应具有市场导向,工业创新能积极提升工业技术水平,工业产业要多创新也要形成有效创新,提高专利市场化率,促进创新转变为工业生产力。加强对知识产权的保护,更好地鼓励工业创新并促成对工业创新的需求。

4 参考文献

- [1] 金碚. 中国经济发展新常态研究 [J]. 中国工业经济, 2015(1): 5-18.
- [2] 卡尔·达尔曼,李罗莎. TPP 的前世今生 [J]. 中国经济报告, 2015(11): 18-22.
- [3] 夏良科. 人力资本与 R&D 如何影响全要素生产率: 基于中国大中型工业企业的经验分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2010(4): 78-94.
- [4] 张海洋. R&D 两面性、外资活动与中国工业生产率增长 [J]. 经济研究, 2005(5): 107-117.
- [5] 李胜文,李大胜. 中国工业全要素生产率的波动 (1986—2005) 基于细分行业的三投入随机前沿生产函数分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2008, 25(5): 43-54.
- [6] 郭界秀. 中国工业技术进步的分解及影响因素研究: 基于 DEA 的 Malmquist 指数法 [J]. 经济经纬, 2015(5): 79-84.
- [7] Ozyurt S. 中国工业的全要素生产率: 1952—2005 [J]. 世界经济文汇, 2009(5): 1-16.
- [8] Färe R, Norris M. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries: comment [J]. American Economic Review, 1997, 87(87): 1033-1039.
- [9] Caves D W, Christensen L R, Diewert W E. Multilateral-comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers [J]. Economic Journal, 1982, 92(365): 73-86.
- [10] 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(1): 85-101.
- [11] 李建民,周保民. 中国人口与发展关系的新格局和战略应对 [J]. 南开学报哲学社会科学版, 2013(6): 25-31.
- [12] 李建民. 中国的人口新常态与经济新常态 [J]. 人口研究, 2015, 39(1): 3-13.
- [13] 王班班,齐绍洲. 有偏技术进步、要素替代与中国工业能源强度 [J]. 经济研究, 2014(2): 115-127.
- [14] 刘畅,崔艳红. 中国能源消耗强度区域差异的动态关系比较研究: 基于省(市)面板数据模型的实证分析 [J]. 中国工业经济, 2008(4): 34-43.
- [15] 涂正革. 环境、资源与工业增长的协调性 [J]. 经济研究, 2008(2): 93-105.

The Research on the Measure and Influence of China's Industry Technology Progress in the New Normal ——An Empirical Study Based on Provincial Panel Data

YANG Zhiyong¹, LI Xiang¹, LIU Haiying², LIU Yanbao¹

(1. College of Mathematics and Informatics, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China;

2. College of International Education, Jiangxi Normal University, Nanchang Jiangxi 330022, China)

Abstract: The industrial technology progress of provinces and cities in China is measured by Chinese new normal phase industrial data from 2012 to 2014, including output difference of population and environment, and utilizing Malmquist Index method included in DEA data. The influence of industrial technological progress in industrial output is estimated by Cobb-Douglas production function on the panel data of provinces. The result shows that the average annual progress of China's industrial technology was 5.3% from 2012 to 2014, which is higher than the average annual progress from 1999 to 2009. The estimation of elasticity that industrial technological progress influenced on industrial output are 0.35% and 0.38% by fixed effect model and random effect model.

Key words: technology progress; measure; Malmquist index; the new normal; panel data

(责任编辑: 曾剑锋)