

科技创新促进湖北工业高质量发展

效率评价研究

邹蔚^{1, 2} 彭锐²¹

(1 武汉城市圈制造业发展研究中心, 武汉 430056;

2 江汉大学商学院, 武汉 430056)

【摘要】: 中国经济步入“新常态”，科技创新对工业高质量发展具有重要意义。基于柯布-道格拉斯生产函数，计算 2011—2017 年全国各地区全社会和科技创新两个工业全要素生产率，分析科技创新对我国及湖北工业全要素生产率的作用；采用 DEA-Malmquist 模型分析湖北工业各行业科技创新效率及其变化；认为湖北应提升工业科技创新效率、实现高质量发展。

【关键词】: 工业高质量发展 科技创新 全要素生产率 科技创新效率

0 引言

党的十九大和中央经济工作会议做出了“中国特色社会主义进入了新时代，我国经济发展也进入了新时代”的重大论断，新时代我国经济发展的基本特征就是由高速增长阶段转向高质量发展阶段。高质量发展是站在新的历史方位上，适应社会主要矛盾变化而提出的战略，是推动新时代国家现代化建设必须长期遵循的战略^[1]。

随着劳动力成本上升和资源消耗增加，传统的经济发展模式遇到了较大瓶颈，如何利用创新驱动产业升级成为现阶段的重要任务。因此，评价科技创新对工业高质量发展的作用及其效率具有重要的理论和现实意义。

1 理论基础

全要素生产率 (Total Factor Productivity, TFP) 指全部生产要素的投入量都不变时而生产量仍能增加的部分，其来源一般包括技术进步、规模效应、效率提高等，所以 TFP 常被作为衡量一个国家、地区或产业的技术进步水平的指标。

唐龙从产业的竞争与融合、产业结构的空间布局、高技术产业的引领作用、科技创新为核心的动能转变、产业的绿色低碳导向等方面解释了工业高质量发展^[2]。陈诗一等认为经济增长质量是指经济增长的效率或效益，通常用 TFP 或劳动生产率来衡量和测度^[3]。高睿璇等认为 TFP 是经济高质量发展的根本动力，高质量发展即通过优化资本、劳动力等生产要素的配置，提高 TFP，促使经济增长方式由要素投入驱动转为 TFP 驱动^[4]。有学者选用 DEA 或随机前沿分析等方法，分析制造业行业科技创新效率及其

基金项目: 湖北省社会科学基金项目——“改革开放 40 年湖北工业经济发展研究” (项目编号: 2018025; 项目负责人: 邹蔚) 成果之一。

作者简介: 邹蔚，管理学博士，武汉城市圈制造业发展研究中心 (湖北省人文社会科学重点研究基地) 主任，江汉大学商学院教授，研究方向: 创新管理; 彭锐，江汉大学商学院硕士研究生，研究方向: 创新管理。

影响因素^[5,6,7]。孙海燕等通过构建系统动力学模型对创新能力影响因素进行系统仿真研究,以寻求提高制造业技术创新能力的措施^[8]。有学者提出,可通过科技的渗透作用放大各生产要素的生产力,促进科技成果向现实生产力转化,以创新驱动提高劳动生产率,充分释放其劳动生产率增长效应^[9,10];尚勇敏等基于“技术-组织-区域”三位一体理论,对科技创新促进区域经济发展模式转型的作用和机制进行了分析,并运用 Malmquist 指数,研究科技创新在我国区域经济发展模式转型中的作用^[11]。王家庭等通过分析各省份以及分行业劳动生产率增长的驱动力,发现其增长的动能正逐步由资本驱动转向技术驱动^[12]。

Solow 研究美国 1909—1949 年技术进步对经济增长的贡献率为 80%^[13]。杨文举基于索罗扩展模型对我国地区工业绿色经济增长进行核算^[14]。武运波等采用 DEA-Malmquist 对反映我国工业 TFP 的各项指标进行了测算^[15]。

2 区域科技创新促进工业高质量发展研究

2.1 全要素生产率测算方法、模型与指标的选择

假设我国各地区在时期 t 的生产函数为:

$$Q_{it} = A_{it} L_{it}^{\alpha_i} K_{it}^{\beta_i} \quad (1)$$

其中 Q_{it} 、 L_{it} 、 K_{it} 分别表示地区 i 在时期 t 内的产出、劳动力投入和资本投入, α_i 和 β_i 分别表示地区 i 的劳动和资本产出弹性;通过对生产函数两边取对数,采用面板数据模型进行回归,求得各地区的生产函数。进一步可求得由 TFP 引起的产量增长率为:

$$\frac{\Delta Q'_{it}}{Q'_{it}} = \frac{\Delta Q_{it}}{Q_{it}} - \alpha_i \times \frac{\Delta L_{it}}{L_{it}} - \beta_i \times \frac{\Delta K_{it}}{K_{it}} \quad (2)$$

本文将构建工业企业的全社会和科技创新两个生产函数模型,分析比较两模型的 TFP 和各地区各要素引起的产量增长率。

全社会工业产出、劳动力和资本分别用各地区工业企业主营业务收入 (Q_1)、从业人员 (L_1)、主营业务成本(包括销售费用、管理费用、财务费用等, K_1) 来表示;科技创新的产出、劳动力和资本分别用各地区规模以上工业企业新产品销售收入 (Q_2)、R&D 人员 (L_2)、R&D 内部经费支出 (K_2) 来表示,构成两个面板模型。

利用 Eviews10 对 2011—2017 年各地区上述指标的自然对数进行单位根检验,所有变量水平值平稳,因此可进行协整检验;再进行 F 检验,分别求得 F_1 和 F_2 ,两个面板数据都选择变系数模型;最后根据 Hausman 检验,均为固定效应变系数模型。

2.2 各地区科技创新对 TFP 的影响研究

采用最小二乘法得到两个回归模型的统计量结果和各系数回归值, R^2 分别为 0.999933 和 0.994765。其中,劳动产出弹性 α_1 、 α_2 和资本产出弹性 β_1 、 β_2 为变截距模型求得。

就全社会模型而言,其他投入不变,资本和劳动投入每增加 1 个百分点,产出增加 0.964 和 0.021 个百分点,资本产出弹性远高于劳动产出弹性,说明我国工业发展更偏向于资本导向模式;劳动产出弹性为负的地区,可能存在劳动力冗余或投入效率较低; $\ln A_1$ 的全国平均值为 0.896,且绝大多数地区(除西藏、吉林、浙江和广东 4 个地区外)为正数,说明 TFP 在全社会工业发

展中具有正向促进作用。

就科技创新模型而言，其他投入不变，资本和劳动投入每增加 1 个百分点，产出增加 0.604 和 0.527 个百分点，资本产出弹性略大于劳动产出弹性。绝大多数地区(除广东、重庆、河北、安徽、贵州、广西、内蒙古等 7 个地区外)的 $\ln A_2$ 都为正数，且全国平均值为 11.02，说明 TFP 在工业科技创新中具有重要正向促进作用。

对比两个模型的产出弹性，科技创新的劳动产出弹性较全社会高，说明增加高水平人才投入不仅能提升劳动力投入效率，还能减轻对资本的过度依靠。

从全国平均 $\ln A_1$ 和 $\ln A_2$ 可见，工业科技创新的 TFP 远大于全社会的 TFP(重庆、陕西、河北、安徽、贵州、广西、内蒙古等 7 个地区除外)，说明工业科技创新对 TFP 具有重要的促进作用，应加大技术进步，进而提高要素投入效率。

2.3 湖北工业 TFP 引起的产量变化研究

图 1 中 L_1 、 K_1 、 TFP_1 和 Q_1 分别表示未考虑科技创新时湖北工业投入产出情况。资本投入对工业产量增长率影响最大，且总产量的增长率与资本投入引起的增长率趋势相近，说明湖北工业发展资本导向较为严重；随着近年工业资本投入增速放缓，资本投入引起的产量增长率下降，总产量增长率也随之减少，2017 年甚至出现了负增长；劳动力投入对工业产量增长率影响较小；湖北工业 TFP_1 引起的增长率也很低，但有上升趋势，2017 年工业总产量增长率为负时 TFP_1 所引起的增长率为正，说明 TFP_1 对转变工业经济发展方式、实现高质量发展具有重要作用。

图 1 中 L_2 、 K_2 、 TFP_2 和 Q_2 分别表示考虑科技创新时湖北工业投入产出情况。资本投入对科技创新产量增长率影响也最大；相较于全社会的资本导向，科技创新的各要素影响更为均衡；科技创新资本投入增长率逐年减少，但总产量增长率仍保持在一定水平，说明科技创新条件下经济增长对资本投入依赖程度较小；科技创新中劳动力投入所引起的增长率明显大于全社会的，说明高水平人才的投入对经济增长的作用更为显著；科技创新 TFP_2 引起的产量变化与总产量变化趋势相近，说明工业经济发展呈现以 TFP_2 为动力的高质量发展模式。

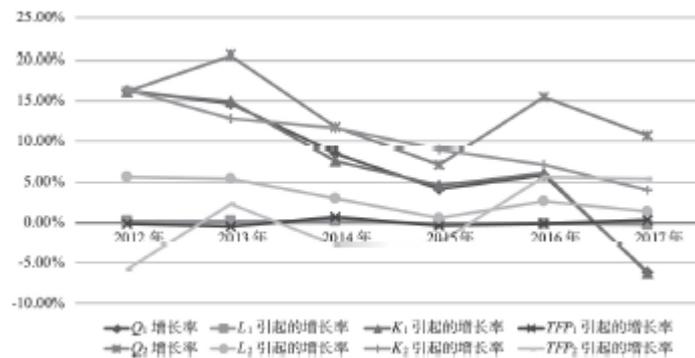


图 1 不同情况下各要素引起的工业产量增长率

3 湖北工业行业科技创新效率及其变化研究

3.1 科技创新效率测算方法、模型与指标的选择

用 (X_i^t, Y_i^t) 和 (X_i^{t+1}, Y_i^{t+1}) 分别表示行业 i 在时期 t 和 $t+1$ 的投入和产出， $D^t(X_i^t, Y_i^t)$ 和 $D^t(X_i^{t+1}, Y_i^{t+1})$ 分别表示以时期 t 的 i 行业

技术效率为参照的时期 t 和 $t+1$ 的生产点距离函数, 时期 t 和 $t+1$ 的 Malmquist 指数分别为:

$$M_0^t = \frac{D_0^t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_0^t(X_t, Y_t)}$$

$$M_0^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_0^{t+1}(X_t, Y_t)}$$

为解决生产技术参照系的选择随意性问题, Fare 等(1994)以两个时期技术 Malmquist 指数的几何平均值作为 Malmquist 指数:

$$M_0 = \left[\frac{D_0^t(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_0^t(X_t, Y_t)} \times \frac{D_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})}{D_0^{t+1}(X_t, Y_t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Nishimuzu 和 Page(1982)用生产函数法将 TFP 变化分解为技术效率变化和技术进步变化两部分。Fare 证明 Malmquist 指数可分解为规模报酬不变时技术效率变化指数(EC)和技术进步指数(TP)两部分;规模报酬变化时技术效率变化指数进一步分解为纯技术效率指数和规模效率指数, 即:

$$M_0 = PC \times SC \times TP \quad (4)$$

3.2 湖北工业科技创新效率的行业评价

选取 2011—2017 年湖北 32 个工业行业的固定资产净值、R&D 经费支出、R&D 人员、有 R&D 活动企业数作为投入指标, 工业总产值和新产品销售收入作为产出指标, 采用 DEA-Malmquist 方法, 运用 DEAP2.1 软件, 采用投入导向型的 DEA 模型, 计算湖北工业行业的科技创新效率(见图 2)。

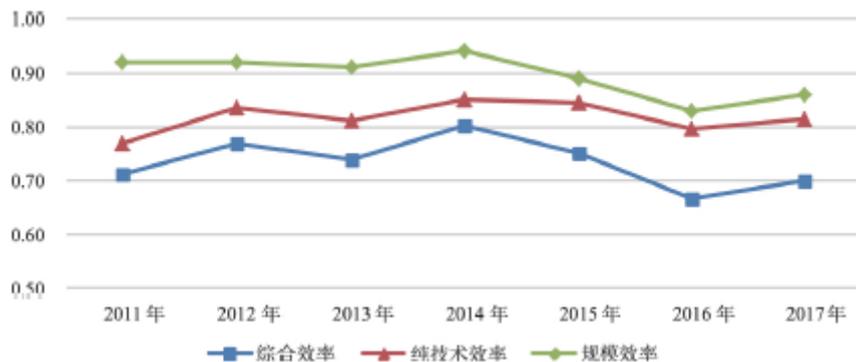


图 2 湖北工业科技创新效率评价指标平均值

一是总体效率有待提高。2011—2017 年综合效率平均值为 0.65~0.80, 效率较低且呈下降趋势, 主要源于纯技术效率不

足;2011—2014年综合效率的变动主要受纯技术效率变动的影响;2014年综合效率达到最高值0.801后呈下降态势,源于规模效率的下降。

二是始终有效行业较少。效率较高的行业只有烟草制品业,石油加工、炼焦和核燃料加工业以及电力、热力生产和供应业等3个行业,且一直DEA有效。一直DEA无效的有纺织业等14个行业,占44%,存在投入利用不足等问题;汽车制造业等6个行业多数年份DEA有效,需通过提高技术水平、加强管理、调整规模等措施提高科技创新效率。

三是综合效率差距明显。2011—2017年综合效率值最高为1.000,最低的医药制造业2016年仅为0.343。

3.3 湖北工业科技创新 TFP 的行业特征分析

2011—2017年TFP变动指数高于均值0.985的行业共有17个,其中有14个行业的TFP呈增长状态、且指数大于1。金属制品、机械和设备修理业的TFP提升最快(变动指数为1.445),主要源自技术进步(变动指数为1.215)和技术效率(变动指数为1.189)的较大提升。

非金属矿采选业的科技创新TFP下降最多(变动指数为0.754),主要源于技术进步不足(变动指数为0.790)和技术效率下降(变动指数为0.954),主要是规模效率下降所致(变动指数为0.961)。因此提升科技创新TFP,须加大科技投入以促进技术进步,提高规模效率来促进发展。

3.4 湖北工业科技创新 TFP 的变动研究

2012—2013年、2014—2015年、2016—2017年TFP变动指数小于1.000,即TFP呈下降趋势,分别下降11.5%、11.8%和6.4%;最终表现为年均下降1.5%;技术进步变动指数仅在2013—2014年、2015—2016年呈增长态势,最终表现为年均下降1.5%;技术效率变动指数的均值为1.011,较为稳定;TFP下降的主要原因是技术进步水平的下降。

2011—2017年湖北工业科技创新TFP呈小幅波动状态。其中,2011—2015年TFP波动与技术效率变化一致,技术进步变动幅度较小,技术效率变化是影响TFP变化的主要原因。2015—2017年TFP波动与技术进步变化一致,而技术效率却相反,工业科技创新TFP变化主要源自技术进步。因此推动技术进步是提高湖北工业科技创新TFP的关键,此外还需平衡技术进步与技术效率之间的关系。

4 结论及建议

我国工业发展对资本的依赖程度较高,属于资本导向模式;劳动力投入效率较低,促进作用不大;要实现高质量发展,须提升科技创新能力,均衡资本与劳动的产出弹性,提高劳动力投入效率。资本对湖北工业发展影响较大;提高湖北工业科技创新能力,能够增强工业TFP对经济发展的促进作用,从而实现以TFP为动力的高质量发展。提高湖北工业科技创新TFP的关键是技术进步,同时要平衡技术进步与技术效率之间的关系。

参考文献:

[1]张军扩,侯永志,刘培林,等.高质量发展的目标要求和战略路径[J].管理世界,2019,35(7):1-7.

[2]唐龙.五方面发力推进制造业高质量发展[N].经济参考报,2019-08-07(007).

-
- [3]陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2):20-34.
- [4]高睿璇, 刘刚, 毛美玲. 高质量发展背景下山东省全要素生产率的研究——理论机理和实证检验[J]. 华东经济管理, 2019, 33(5):20-25.
- [5]王文, 牛泽东. 中国装备制造业技术创新的静态与动态效率——基于二位数行业数据的分析[J]. 经济管理, 2014, 36(5):24-36.
- [6]隆云滔, 裴瑞敏, 杨国梁. 电子及通信设备制造业区域创新绩效演化研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(16):162-168.
- [7]肖泽磊, 范如国, 王松. 考虑技术异质性的湖北制造业创新绩效测度与影响因素研究[J]. 湖北社会科学, 2019(3):53-61.
- [8]孙海燕, 王荣, 王冉. 基于系统动力学仿真的江苏省装备制造业技术创新能力实证研究[J]. 科技视界, 2017(26):18-20.
- [9]陈彬. 高质量发展阶段提升我国劳动生产率的思考[J]. 中国物价, 2018(5):6-9.
- [10]蔡玉蓉, 汪慧玲. 科技创新、产业集聚与地区劳动生产率[J]. 经济问题探索, 2018(10):59-69.
- [11]尚勇敏, 曾刚. 科技创新推动区域经济发展模式转型:作用和机制[J]. 地理研究, 2017, 36(12):2279-2290.
- [12]王家庭, 李艳旭, 马洪福, 等. 中国制造业劳动生产率增长动能转换:资本驱动还是技术驱动[J]. 中国工业经济, 2019(15):99-117.
- [13] SOLOW R M. Technical change and the aggregate production function[J]. Review of Economics and Statistics, 1957, 39(3):312-320.
- [14]杨文举. 基于索洛扩展模型的中国地区工业绿色经济增长核算[J]. 统计与决策, 2015(19):13-17.
- [15]武运波, 高志刚. 能源价格、全要素生产率与工业能源强度关系的实证检验[J]. 统计与决策, 2019(16):125-128.