

区域经济高质量发展的驱动力效率分解 与 TFP 变化收敛性分析

周 宾

(陕西省社会科学院经济研究所,陕西 西安 710065)

[摘 要] 首先,基于 Super-SBM 模型计算和测度了 2011-2017 年我国 21 个省区市的技术效率及其构成要素,进而对其技术效率的时序变化和所属各区域的效率值进行矩阵分布研究,结果表明,上海、广东等东部发达地区的技术效率值较高,中西部地区的效率值偏低,且技术效率与经济发展程度存在一定的正相关关系,全域技术效率逐渐抬升,部分地区变动较大;其次,运用 DEA-Malmquist 指数模型计算了各评价单元的 TFP 变化,并对区域 TFP 变化进行了时序分解,结果表明,全域 TFP 变化的数值处于大于 1 的波动态势,部分中部地区和一些东部发达地区的 TFP 变化与经济增速均较高;最后,对评价区域的 TFP 变化分别进行了 σ 和 β 的收敛性研究,结果显示,全域整体 TFP 变化存在弱的 σ 收敛,且多数评价区域的绝对 β 收敛模型不显著,经过增加影响因素后,全域和华东、华中的条件 β 收敛模型具有显著性。

[关键词] 高质量发展;技术效率;全要素生产率;收敛性检验

[DOI 编码] 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2020.02.013

[中图分类号]F127 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2020)02-0133-16

一、引言

实现“十三五”末全面建成小康社会这个“第一个一百年”奋斗目标的重点和难点之一在于解决好我国区域经济发展的不平衡问题。自供给侧结构性改革实施以来,尽管我国通过加快结构调整和实施创新驱动,各地积极推动产业转型与技术升级,但中西部地区受经济基础与发展条件等所限,距离东部发达地区仍有一定差距,这种区域发展不平衡的问题依然存在。对照《全面建成小康社会统计监测指标体系(全国)》研究发现,截止 2017 年,湖北、河南、重庆、四川、陕西等中西部省市在“人均 GDP 指标”方面,除重庆已达标外,其余四省均未达标,且四川、河南较全国分别偏低 22.4% 和 7.9%;尤其,在科技创新方面,五省市“R&D 经费支出占 GDP 比重”和“万人发明专利数”两项指标均不达标且均低于全国平均水平,其中,四川分别达到全国平均水平的 81.1% 和 46.6%,河南分别达到全国平均水平的 61.8% 和 23.6%,反映出,这些地区的科技投入与产出均较全国平均水平偏低,地区经济发展的科技创新驱动力偏弱。

[基金项目] 国家社会科学基金项目“西部地区传统制造业转型升级能力评测及路径优化研究”(14BJL098);陕西省社会科学基金“基于供给侧结构性改革的陕西工业转型升级路径选择研究”(2018D30)

[作者简介] 周宾(1978-),男,河南南阳人,陕西省社会科学院经济研究所副研究员,博士(后)。主要研究方向:循环经济与绿色发展。

研究认为,对近年来我国区域经济发展指标的阶段性测评仅能静态地显示出区域经济发展的现状和距离目标的差距,而不能反映出区域经济发展的驱动力效率及其结构变化,也不能解释科技创新驱动力中技术进步与全要素生产率变化的态势。此外,对于我国东部发达地区而言,尽管其科技创新驱动力优势相对明显,但其要素投入与业绩产出是否均达到有效以及哪些指标有效等问题都需要通过有效性评价方法进行定量分析。

过分依赖传统生产要素高投入进而刺激地区经济增长的路径偏好已不能适应经济高质量发展的新要求。在科技创新已成为我国经济高质量发展的主要驱动力背景下,选用适当的DEA模型与检验方法对区域经济高质量发展的主要驱动力效率及全要素生产率变化进行研究很有必要。

二、相关理论与实证文献

Charnes、Cooper 和 Rhodes 等基于投入产出数据相对有效性评价提出数据包络分析(DEA)至今,因其能够对多投入与多产出指标进行相对效率和规模收益的分析,且对数据的量纲不做统一要求,适于对未做权重假设和不明多输入和多输出的评价单元(DMU)之间函数关系的有效性评价^{[1][2]},而被广泛应用于DUM效率研究之中。随着DEA模型理论研究与应用不断深入,从早期的CCR、BCC等基础模型逐渐发展到包括对DUM改进的CCW和CCWY模型和对决策权重改进的CCWH、CCWHL模型等,其中,基于径向距离函数DEA模型对投入(产出)等比例改进之外的松弛变量改进部分并未充分考虑。基于此,Tone Kaoru(2001)提出了SBM模型^[3],该模型中,径向CRS效率值可被分解为径向VRS效率值与规模效率值(规模效应),即, $TE = PTE \times SE$ 。由于SBM模型自身存在着从距离函数角度出发和待评价DUM的投影点是前沿面上距离其最远点的局限,在具体应用时,若投入(产出)指标数量较多,则无法对可能出现多个效率值为1的DUM之间的有效性进行比较^[4]。鉴于此,在Andersen和Petersen(1993)提出对评价有效DUM的改进方法径向超效率模型后^[5],Tone Kaoru(2002)又进一步提出Super-SBM模型^[6],其较好地解决了上述问题。此外,对区域生产率变化研究更多地运用Fretell(1957)的效率理论^[7]和多采用Malmquist生产率指数(MPI)^[8]。随着对技术进步测度与效率变化估计的全要素生产率(TFP)研究的深入,因非参数DEA-Malmquist指数模型通过线性规划在构建前沿函数的过程中,不需要过多考虑投入(产出)指标之间的函数关系和假设条件,其常被作为与随机前沿参数分析(SFA)并列的主要研究TFP变化的方法之一^[9]。

近年来,国外相关研究如,Cook等(2009)^[10]运用改进的超效率DEA模型对超效率模型下不可行的高效DUM进行了分析得到了表征输入和输出超效率程度的分值;Nordin等(2012)^[11]运用超效率SBM模型估计了企业技术效率并识别出规模效益最高的企业;Chiu等(2008)^[12]用Malmquist衡量银行资本全要素生产率变化对面板数据的影响;Daskovska等(2010)^[12]对MPI静态分析方法做了改进,提出基于循环性假设的MPI动态预测方法并进行了实证;Diewer等(2010)^[14]利用MPI和Törnqvist生产函数指数估算企业生产率;Chia-Yen等(2015)^[15]将MPI指数用于测度具有与效率相关的生产函数和与有效性相关的规模截面生产函数之间的差异性特征明显的规模报酬;Emrouznejad等(2016)^[16]构建了基于方向距离函数Malmquist-Luenberger生产率指标的全球MLP指数并对中国轻工业CO₂减排效率进行了分

析;Arabi 等(2017)^[17]通过构建集成基于松弛方法与反映物质守恒的物质平衡条件下增强的 Malmquist Luenberger 指数模型并与采用权衡法的 MBP 模型在发电厂生产率和生态效率趋势测度方面进行了实证比较;Barro 等(1992)^[18]构建了经济增长模型并对其收敛性进行了研究等。国外对 DEA 模型及其效率研究集中于模型假设与适用条件的数量分析,且多应用于企业绩效和金融资本等技术效率评价,对于投入产出之间数量关系的研究较多,也常用径向距离函数与非径向距离函数的 DEA 模型机理来解释区域经济增长。

国内相关研究如,袁晓玲等(2010)^[19]运用超效率 DEA 模型对 1978—2007 年我国省级区域经济发展效率进行了测度;李海东等(2013)^[20]运用超效率 DEA 模型对我国各省市经济发展效率进行评价;周泽炯等(2013)^[21]运用考虑非期望产出的 Super-SBM 模型对中原经济区 2008—2011 年低碳经济的发展进行了测评;周宾(2015)^[22]基于 VRS 条件下非角度的超效率 SBM 模型对中国军民融合产业示范基地的经济效率进行了测评;张卫东等(2015)^[23]利用 SBM 方向性距离函数测算出 2006—2012 年四川经济增长各 DUM 生产无效率值后构建 Luenberger 全要素生产率指标并对其进行了分解;马晓君等(2018)^[24]用超效率 SBM 模型测算了 2011—2015 年我国各省区市的生态效率并用 Malmquist 指数考察了全要素生产率与生态效率的动态变动关系;崔志新等(2019)^[25]基于 Malmquist 指数模型测度并比较了 2006—2016 年我国京津冀和长三角区域的技术协同创新效率及其演变趋势;楚尔鸣等(2014)^[26]从 TFP 增长率角度研究了 2000—2011 年我国八大区域经济增长质量动态变化及其收敛性。对国内相关文献归纳认为,DEA 方法实证应用较多地体现在区域经济发展、环境保护、产业升级等方面的评价单元排序比较,而对评价单元的技术效率与经济指标之间关系以及对区域经济模型的收敛性研究尚显不足。

此外,分析还发现,与科技创新推动经济高质量发展相关的技术效率和全要素效率研究多集中于供给侧结构性改革之前,而对供给侧改革后且融入创新驱动等要素指标的技术效率和全要素效率分解与区域分析以及结合相关的收敛性研究非常必要,尤其对区域经济发展的 TFP 变化收敛性研究需要加强。鉴于此,本研究针对供给侧改革前后我国主要省级行政单元和七大区域的经济高质量发展驱动要素的技术效率和 TFP 变化进行测度,并对主要区域的 TFP 变化收敛性模型进行了研究。

三、理论模型与检验方法

(一) Super-SBM 模型

由于我国区域经济发展的不均衡性以及同一区域供给侧改革前后经济发展的动能转化并存,可能会出现 DUM 规模收益变化的情况,需要考虑可变规模收益(VRS)因素。基于相关文献研究,采用角度(Oriented)的 DEA 方法侧重于投入或者产出的某一个角度考虑建模,在我国供给侧结构性改革背景下,需重点考虑在供给要素既定条件下增加期望产出,即,在不增加投入条件下,以期望增加产出作为提高效率的主要途径。因此,本研究选用产出导向(output-oriented)的 Super-SBM 模型计算 DMU 的技术效率,计算公式为^[4]:

$$\min \rho_{SE} = \frac{1}{1 - \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s s_r^+ / y_{rk}} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & \sum_{j=1, j \neq k}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{ik} \\ & \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{ij} \lambda_j + s_r^+ \geq y_{ik} \\ & \lambda, s^+ \geq 0 \end{aligned}$$

$$i=1, 2, \dots, m; r=1, 2, \dots, q; j=1, 2, \dots, n(j \neq k)$$

式(1)中, ρ_{SE} 为 DMU 的效率值, s 表示投入和产出的松弛量, s^+ 表示产出的松弛量, λ 为 DUM 的线性组合系数, x_{ik} 为第 k 个 DMU 的 i 项投入, y_{rk} 为 k 个 DMU 的 r 项产出。

(二) 基于 DEA-Malmquist 模型的 TFP 变化指数

DEA-Malmquist 模型是利用线性规划方法对每个 DMU 的生产力变化进行的估算, 其可不需要对生产函数模型进行假设, 且具备对面板数据分析的功能。基于 DEA-Malmquist 模型的 TFP 变化指数 (TFPCH) 可表示为^[27]:

$$M(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[\frac{D_t(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_t(x_t, y_t)} \times \frac{D_{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{D_{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

式(2)中 TFPCH 表示技术效率变化 (EFFCH) 与技术进步变化 (TECHCH) 之积, EFFCH 是纯技术效率变化 (PECH) 与规模效率变化 (SECH) 之积的函数。(2) 式可进一步简化表示为:

$$TFPCH = TECHCH \times (PECH \times SECH) \quad (3)$$

式中, TECHCH 指技术边界从 t 到 $t+1$ 时期的“增长效应”情况, 当 $TECHCH > 1$ 时, 表明技术进步显著; 反之, 则表示技术进步停滞或衰退; 当 $EFFCH > 1$ 时, 表明 DMU 更接近最优生产状态, 相对技术效率正在提升; 反之, 则说明技术效率不变或降低; 若 $TFPCH > 1$ 表示 $t+1$ 较 t 时期的 TFP 有所提高; 反之, 其不变或下降。

(三) σ 和 β 收敛性模型

目前对收敛性研究主要包括 σ 收敛性、 β 收敛性和俱乐部收敛性, 其中, β 收敛性又分为, 绝对 β 收敛性和条件 β 收敛性。这里主要选用 σ 收敛性模型和 β 收敛性模型进行研究。满足 σ 收敛, 表明不同经济系统间评价要素的离差随时序变化而下降; 满足 β 收敛, 则说明发展水平较低的经济系统其评价要素具有更快的增速, 而不同经济系统其评价要素的增速与要素的初期水平呈负相关^[28]。

σ 收敛公式为^{[28][29]}:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{it} - \bar{y}_t)^2} \quad (4)$$

式(4)中, y_{it} 为评价要素, 本研究为 TFP 变化, i 为评价单元个数, t 为评价期。当 $\sigma_{t+1} < \sigma_t$ 时, 表明评价要素存在显著的 σ 收敛。

绝对 β 收敛公式为^[30]:

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_{it+T}}{Y_{it}} \right) = \alpha + \beta \ln Y_{it} + \varepsilon_{i,t,t+T} \quad (5)$$

式(5)中, T 为评价期时间间隔, α , β 分别为变量的参数, ε 为残差。

条件 β 收敛公式为^[30]：

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{Y_{it+T}}{Y_{it}} \right) = \alpha + \beta \ln Y_{it} + \psi_{\tau} X_{\tau, i, t} + \varepsilon_{i, t, t+T} \quad (6)$$

式(6)中, ψ 为 X 的系数, X 为若干条件影响因素, τ 为条件影响因素的个数。

对 TFP 变化模型的 β 收敛性分析有助于对 TFP 变化是否具有趋近或发散特征的考察, 若模型具有显著的 β 收敛性则说明研究区内 TFP 较低的地区具有向 TFP 较高地区逼近的趋势, 即, 在很大程度上反映出, 研究区内经济发展驱动力的“势差”在缩小; 反之, 则说明研究区内的较高和较低 TFP 变化在扩大, 即, 经济发展的驱动力“势差”在扩大。前者, 对于区域经济高质量发展和区域协调具有正向促进作用; 而后者则反映出区域经济发展具有的不平衡性仍在持续或者扩大。

四、评价指标、数据来源与评价单元

(一) 评价指标

为进一步考察科技创新对区域经济发展的贡献, 并结合既有文献^{[31][32]}和对区域经济高质量发展的主要驱动力的辨识, 从科技创新相关的投入产出角度选取包括, 各地区规上工业企业有 R&D 活动的企业数(百个)、各地区规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量(千人年)、各地区规上工业企业 R&D 经费内部支出(十亿元)、各地区规上工业企业技术改造经费支出(十亿元)、各地区高技术产业投资额(十亿元)等作为投入指标(I), 以各地区规上工业企业新产品销售收入(十亿元)、各地区规上工业企业有效发明专利数(万件)、各地区高技术产品出口贸易额(亿美元)等作为产出指标(O)。

(二) 数据来源

本研究中所用到的基础数据主要来源于历年(2011–2017 年)《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》等, 同时结合中国国家科技部《国家高新区创新能力评价报告》以及相关省市区统计年鉴和其他统计资料作为补充。在进行技术效率和全要素生产率测度评价研究时, 为便于进行数据观察, 对同一指标下的各数据进行了同比例缩放^[33]。

(三) 评价单元(DUM)

这里选取我国内地 21 个省市自治区作为基础样本, 即, 省级评价单元, 并将其按照传统区域划分分别归为相应的区域评价单元, 具体包括, 华北的北京、天津、河北、山西; 东北的辽宁、吉林; 华东的山东、上海、江苏、浙江、福建; 华中的安徽、河南、湖北、湖南、江西; 华南的广东、广西; 西南的重庆、四川和西北的陕西, 并以上述区域平均值代表我国区域整体水平(简称“全域”)。

五、模型实证与结果分析

(一) 基于 Super-SBM 模型的技术效率分解

1. 驱动力技术效率分解与 TE 变化统计

根据基于产出角度的 Super-SBM 模型构建的主要省级 DUM 技术效率方程(1)式, 计算出技术效率(TE)及其分解后得到的纯技术效率(PTE)和规模效率(SE)数值(表 1), 并绘制出各省区市的历年 TE 变化箱图(图 1)。由表 1 可知, 2011–2017 整个评价期而言, 以广东、上海、北京为中心的珠三角、长三角和环渤海地区的技术效率相对较高, 重庆、浙江、天津等也具有较

高的技术效率,而中部地区、东北老工业基地的辽宁、西北等地区技术效率相对偏低。结合图 1 分析发现,广东、上海、北京等地随时间推移基本保持了较高的技术效率;浙江、江苏、福建与山东的历年的 TE 效率分别整体稳定在高位($TE > 1.0$)、中位($TE \in [0.471, 1.0]$)、低位($TE < 0.471$);广西、陕西、山西等地的技术效率呈现整体增长态势;尽管河北的 TE 值变化不大,但在整个评价期内其技术效率排序则呈下降态势。由图 1 进一步可看出,中位数 Q2 大于全域 TE 均值(0.471)的省级单元主要包括京、津、沪、苏、浙、粤、吉、川、渝,这些地区基本为经济发达地区或科研基础较好地区,尤其,广东、上海、北京、吉林和浙江五省市的 TE 效率的下限值(离群值、异常值除外)均大于 1.0,其中,广东和上海两地的离群值(图 1 中“o”表示,R 大于 1.5 倍的上四分位数 Q1 与下四分位数 Q3 之差)甚至接近 2.0;北京、吉林和浙江虽均有异端值(图 1 中“*”表示 R 大于 3 倍的上四分位数与下四分位数之差)小于 1.0,但整体 TE 下限值均高于 1.0;超过半数的评价单元中的省市区,尤其是我国中西部省区的 TE 的 Q2 低于全域均值。此外,广西、安徽、湖南等地的 Q2 低于全域均值且 Q3 值与 Q1 差值较大,表明,2011–2017 年上述地区的 TE 变化波动较大,进一步分析发现,广西 PTE 基本保持稳定,其 TE 主要受 SE 影响较大(两者相关系数为 1),反映出,近年来广西的实际生产规模距离最优生产规模的差距在逐渐缩小,这促使该地区的技术效率不断提高,但就整个评价期而言,仍较东部发达地区偏低;而安徽和湖南的 PTE 对 TE 的贡献度均较 SE 偏大(PTE 与 TE 的相关系数分别达到 0.999 和 0.596,SE 与 TE 的相关系数分别为 0.801 和 0.445),反映出,这两个省的技术效率高低主要受所在地区经济管理与技术提升因素变化的影响。

表 1 2011、2013、2015、2017 年主要省级 DUM 的效率分解与 TE 排序

所属 区域	省级 DUM	2011 年				2013 年				2015 年				2017 年				2011–2017 年均值			
		TE	PTE	SE	位序	TE	PTE	SE	位序	TE	PTE	SE	位序	TE	PTE	SE	位序	TE	PTE	SE	位序
华北	北京	0.574	1.013	0.567	8	1.163	1.000	1.163	3	1.196	1.000	1.196	3	1.120	1.215	0.921	4	1.041	1.030	1.010	3
	天津	0.507	0.692	0.732	9	1.067	1.067	1.000	4	1.098	1.000	1.098	5	1.007	2.162	0.466	7	0.864	0.990	0.872	6
	河北	0.206	0.240	0.858	16	0.149	0.173	0.862	19	0.118	0.128	0.919	21	0.106	0.113	0.933	21	0.135	0.151	0.894	21
	山西	0.122	1.000	0.122	19	0.366	1.000	0.366	12	0.508	1.000	0.508	13	0.525	1.000	0.525	12	0.376	1.000	0.376	12
东北	辽宁	0.316	0.369	0.855	11	0.221	0.248	0.892	16	0.253	0.307	0.825	19	0.291	0.331	0.881	17	0.257	0.347	0.741	17
	吉林	1.137	1.000	1.137	3	0.080	1.000	0.080	21	1.153	1.000	1.153	4	1.187	1.000	1.187	3	0.788	1.000	0.788	7
华东	山东	0.233	1.033	0.226	13	0.197	1.055	0.187	17	0.198	0.288	0.686	20	0.213	0.228	0.932	19	0.207	0.562	0.369	19
	上海	1.494	1.532	0.975	2	1.371	1.371	1.000	2	1.400	1.416	0.989	2	1.936	1.964	0.986	1	1.521	1.551	0.981	2
	江苏	0.628	1.037	0.605	7	0.641	1.041	0.616	9	0.663	1.027	0.645	11	0.630	0.630	1.000	10	0.651	0.902	0.721	9
	浙江	1.076	1.084	0.992	4	1.043	1.090	0.957	5	1.091	1.112	0.982	6	1.062	1.066	0.996	5	0.865	1.082	0.800	5
	福建	0.376	0.498	0.755	10	0.376	0.420	0.894	11	0.360	0.391	0.918	16	0.364	0.376	0.968	15	0.368	0.407	0.906	13
华中	安徽	0.061	0.073	0.831	20	0.142	0.162	0.880	20	1.013	1.014	1.000	8	0.335	0.337	0.994	16	0.267	0.286	0.930	16
	河南	0.216	0.230	0.938	15	0.422	0.456	0.926	10	0.459	0.481	0.954	14	0.467	0.483	0.965	13	0.389	0.413	0.941	11
	湖北	0.186	0.204	0.911	17	0.186	0.206	0.901	18	0.260	0.287	0.905	18	0.409	0.479	0.855	14	0.242	0.279	0.867	18
	湖南	0.051	0.063	0.811	21	1.023	1.023	1.000	6	1.011	1.033	0.979	9	0.126	0.129	0.978	20	0.186	0.353	0.526	20
	江西	0.277	0.412	0.674	12	0.276	0.490	0.563	15	0.355	0.579	0.613	17	0.279	0.393	0.708	18	0.301	0.562	0.536	15
华南	广东	1.929	2.380	0.810	1	1.462	2.350	0.622	1	1.586	2.903	0.546	1	1.467	2.186	0.671	2	1.613	2.526	0.639	1
	广西	0.139	1.000	0.139	18	0.276	1.000	0.276	14	1.002	1.000	1.002	10	1.054	1.000	1.054	6	0.435	1.000	0.435	10
西南	重庆	1.016	1.000	1.016	5	1.000	1.140	0.878	7	1.089	1.119	0.973	7	0.658	1.012	0.650	9	0.918	1.094	0.840	4
	四川	1.012	1.110	0.911	6	0.702	0.849	0.826	8	0.619	0.696	0.889	12	0.692	0.723	0.956	8	0.718	0.818	0.878	8
西北	陕西	0.230	1.000	0.230	14	0.290	0.481	0.602	13	0.390	0.464	0.841	15	0.608	1.049	0.580	11	0.353	0.736	0.479	14
全域均值		0.361	0.585	0.617	–	0.431	0.675	0.638	–	0.609	0.704	0.865	–	0.536	0.636	0.844	–	0.471	0.667	0.707	–

注:本表仅列出 2011、2013、2015、2017 四年的效率测度结果,全域均值和历年均值均为 2011–2017 年的几何均值。

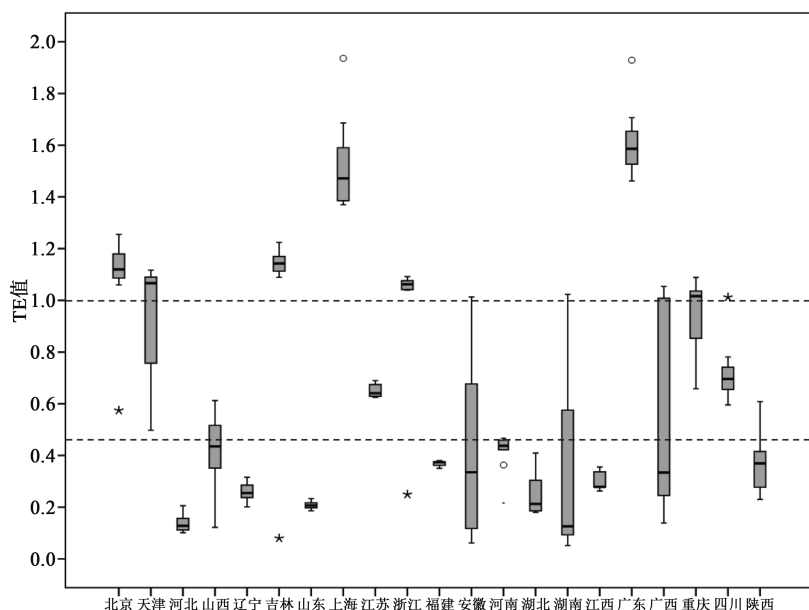


图1 2011-2017年省级DUM的TE变化统计

进一步对样本单元所在区域观察其时序变化的特征(图2)。由图2可看出,在评价期内,全域均值随时间推移而抬升,反映出全国整体技术效率存在逐步提高的趋势,其中,华南、西北地区TE值整体抬升较明显;华北地区TE值基本保持稳定且呈现弱抬升态势;2011-2017年,华南、华东的TE值整体高于全域平均水平,西南地区整体有所下降但也高于全域平均水平,这三个区域主要还是得益于区域内技术驱动优势明显;东北地区2013年TE值明显下降远低于其他区域,分析可知主要缘于受吉林新产品销售收入严重下滑等产出不足影响;而华中地区在整个评价期内虽逐渐有抬升趋势,但区域内多数省份的技术效率普遍始终偏低(除2013年高于东北和西北地区外),至2017年该区域TE值仍较全域平均值偏低0.26。

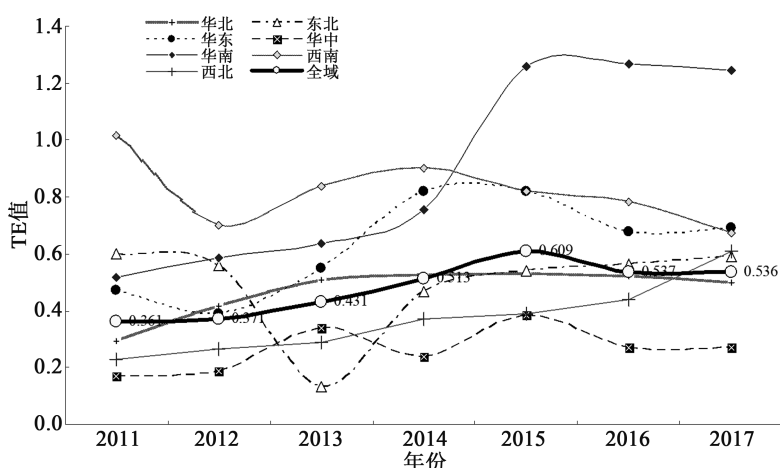


图2 2011-2017年主要区域的TE时序变化

2.评价单元的经济发展质量-TE 矩阵

基于对评价期内主要省级单元TE值的统计研究,结合评价期内各省级评价单元经济发

展质量与相应的年均 TE 值进行散点绘制,以观察各省级 DUM 的经济发展水平-TE 矩阵分布特征(图 3)。由图 3 可看出,以计算结果的年均几何均值为参考线划分,位于第 I 象限的主要为东部发达地区,相对较多的省级评价单元主要集中于第 III 象限,年人均 GDP 和年均 TE 值均较低,这部分地区主要为中西部地区。此外,西南地区的人均经济发展程度虽不高,但其技术效率却高于整体平均水平,这与人均经济发展相对较高的福建、山东等东部地区形成反差;同处于东北地区的吉林与辽宁,其各自的人均经济发展程度与技术效率形成高低互逆。这在一定程度上反映出,地区经济发展与技术效率总体存在正相关关系,总体而言地区技术效率的提升空间仍较大,中西部相对欠发达地区技术效率与人均经济发展程度较为接近,随着技术效率增长和经济发展程度提升,这种空间分异更加明显。

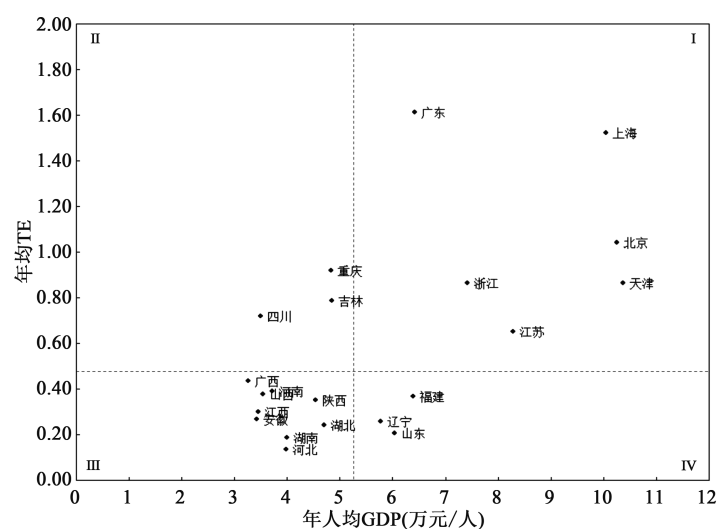


图 3 2011-2017 年主要省级 DUM 的经济发展水平-TE 矩阵分布

3.投入(产出)的目标有效性改进分析

对 DUM 的 TE 测度结果还显示出,TE 值较低省区市的产出松弛变量均较大,即距离目标有效的提升空间较大。这里,以 2017 年 TE 值最高的上海和最低的河北为例(表 2),分析可知,上海的投入量均相对有效,其产出量均高于目标有效值,说明上海的产投效率较高,尤其在对外贸易出口额和新产品销售收入方面,揭示出,其作为中国经济中心的地位,外向型经济比较明显、以科技创新为驱动的产出效益较为可观;而河北在科技资源投入方面除 R&D 内部经费支出实现目标有效外,技改经费投入、R&D 活动企业和 R&D 人员全时当量、高技术产业投资等方面均未实现有效,其中,高技术产业投资的松弛量占比超过 85%,同时,新产品销售收入、有效发明专利、出口贸易额的松弛量占比也比较高,这反映出,河北在资源投入方面相对有效目标的过剩和无效率而产出效益又远低于目标有效值,这种本地区科技资源投入相对的低效和过剩与科技成果效益相对不足的“剪刀差”是制约地区经济高质量发展的主要因素之一,在从资源投入大于产出向创新驱动所必需的投入与产出实现有效均衡转换完成之前,这种经济发展的动能乏力仍将持续。

(二)基于 DEA-Malmquist 指数的 TFP 研究

1.区域 TFP 变化测度与结构分解

基于 DEA-Malmquist 指数模型式(2)和(3)可计算出,评价期间各 DUM 的 TFP 变化及其构成(表 3),并根据各 DUM 所属区域绘制相应的 TFP 变化时序图(图 4)。

表 2 2017 年上海与河北的投入产出目标有效性与松弛量对比

投入(I)/产出(O)指标	上海(TE=1.936)				河北(TE=0.106)			
	I/O 初始值	目标有效值	松弛量	松弛量占比	I/O 初始值	目标有效值	松弛量	松弛量占比
(I)R&D 经费内部支出(十亿元)	54.000	54.000	0.000	0.00%	35.097	35.097	0.000	0.00%
(I)技术改造经费支出(十亿元)	16.160	16.160	0.000	0.00%	12.624	10.503	-2.121	-16.80%
(I)有 R&D 活动的企业数(万个)	20.570	20.570	0.000	0.00%	22.180	13.369	-8.811	-39.72%
(I)R&D 人员折合全时当量(千人年)	88.967	88.967	0.000	0.00%	79.135	57.824	-21.311	-26.93%
(I)高技术产业投资额(十亿元)	23.298	23.298	0.000	0.00%	102.899	15.142	-87.757	-85.28%
(O)新产品销售收入(十亿元)	1006.815	477.200	-529.615	-52.60%	466.233	654.377	188.144	40.35%
(O)有效发明专利数(万件)	4.342	3.996	-0.345	-7.95%	1.475	2.822	1.347	91.31%
(O)高技术产品出口贸易额(亿美元)	845.339	131.128	-714.211	-84.49%	21.903	549.426	527.523	999.90%

表 3 评价期间主要省级 DUM 的 TFP 变化构成与排序

省级单元	EFFCH	TECHCH	PECH	SECH	TFPCH	TFPCH 位序
北京	1.000	1.207	1.000	1.000	1.207	2
天津	1.013	1.078	1.008	1.006	1.092	9
河北	1.051	1.102	1.051	1.000	1.159	3
山西	0.945	1.080	0.999	0.946	1.021	17
辽宁	0.997	1.108	0.985	1.012	1.105	7
吉林	1.000	1.100	1.000	1.000	1.100	8
山东	0.983	1.104	1.000	0.983	1.085	10
上海	1.000	1.065	1.000	1.000	1.065	13
江苏	1.000	1.064	0.995	1.005	1.064	14
浙江	1.000	1.126	1.000	1.000	1.126	5
福建	0.960	1.046	0.999	0.961	1.004	19
安徽	1.000	1.223	1.000	1.000	1.223	1
河南	1.004	1.077	1.022	0.982	1.081	12
湖北	1.000	1.147	1.000	1.000	1.147	4
湖南	1.000	1.063	1.000	1.000	1.063	15
江西	1.053	1.027	1.029	1.023	1.081	11
广东	1.000	1.111	1.000	1.000	1.111	6
广西	1.000	0.986	1.000	1.000	0.986	21
重庆	1.000	0.993	1.000	1.000	0.993	20
四川	1.000	1.051	1.000	1.000	1.051	16
陕西	1.000	1.019	1.000	1.000	1.019	18
地区均值	1.000	1.083	1.004	0.996	1.083	-

由图 4 可知,2011-2017 年全域 TFP 变化呈现“下降-上升-下降”的波动态势,其中,华中、华东和华北地区的 TFP 变化与全域基本吻合;东北地区的 TFP 变化在 2015 年与全域的变化趋势基本一致,且波幅最大,2015 年之后其呈现上升态势;西南与华南的 TFP 变化态势基本一致;西北地区 TFP 变化自 2012 年之后逐渐上升,至期末其 TFPCH 变化值达到 1.089 仅次于东北地区。进一步观察发现,华北、华中和东北的 TFP 变化的年均增长率较高,分别为 13.3%、12.8%、12.8%,是全域 TFP 变化的主要正向驱动力来源,西南和西北的 TFP 年均增长率最小,分别为 2.8%和 2.4%。

此外,对全域 TFP 变化指标进行分解(图 5),从该指标构成上看,就 TFP 变化的整体时序变化而言,全域整体的全要素生产率变化(TFPCH)与技术进步变化(TECHCH)关联性较高,

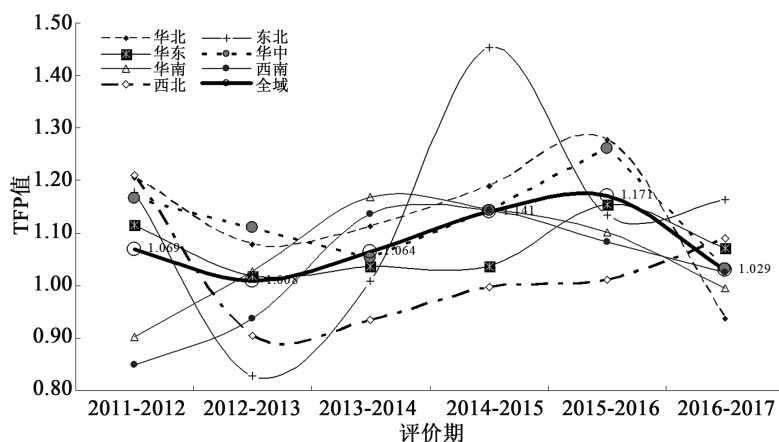


图4 评价期间主要区域的TFP变化时序变化

二者呈现正相关,相关系数为0.92,同时,前者还受到技术效率变化(EFFCH)一定程度的影响,二者呈现负相关,相关系数为-0.51。研究结果进一步揭示出,由于受TECHCH的影响,在2011-2017年间,全域整体TFP变化呈现较大波动,2013-2016年上升,2016年之后呈现下降态势,EFFCH在2014年之后波动较小,其中,纯技术效率变化(PECH)同期表现比较稳定。近年来,我国整体全要素生产率主要依赖于技术进步,而自2016年以来,这种全要素生产率的整体技术进步有减退的迹象。

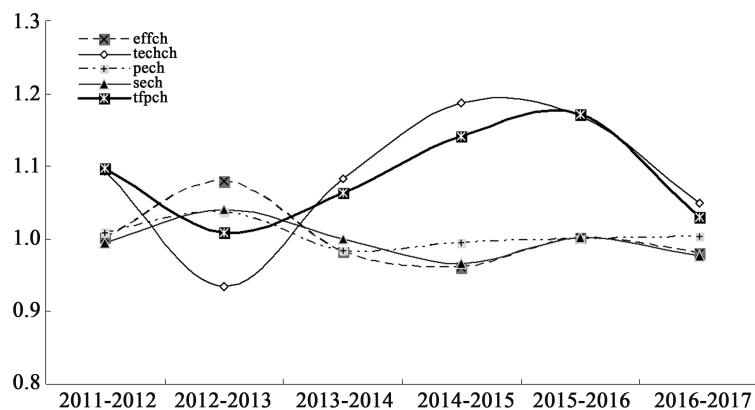


图5 评价期间全域的TFP变化构成的时序分解

2.DUM的经济增速-TFP变化矩阵

结合相关省区市的经济增速与各省级DUM的TFP变化,绘制经济增速-TFP变化矩阵图(图6),评价期内,“年人均GDP增速-年均TFP变化”图中数据的整体分布较“年人均GDP-年均TE”图更为集中(因图2与图6的坐标刻度细分有差异),以计算结果的年均几何均值为参考辅助线划分,安徽、北京、湖北、浙江、广东的人均GDP增速和TFP变化值均较高(图6中第I象限),其TFP变化均值排序靠前,对应的技术进步变化值也较高,体现了上述地区技术进步变化明显,这与该地区的经济和科研基础、政策和市场环境紧密相关;多数中西部地区的年人均GDP增速集中于7%-10%,其年均TFP变化率集中于1.00-1.08(图6中第IV象限),且除广西和重庆的TECHCH略小于1外,其余省市的TECHCH均大于1,反映出,我国技术进

步变化较高的地区主要还是集中于长三角、环渤海、珠三角三大区域,而中部的长江中游地区的安徽和湖北近年来的技术进步变化也非常明显。此外,就全部评价单元而言,整体全要素生产率的年均增长率为 8.3%,主要来源于技术进步的增长。技术效率变化中,纯技术效率年均增长 0.4%,是主要的正向驱动力,而规模效率年均增长-0.4%,没有起到正向促进作用。

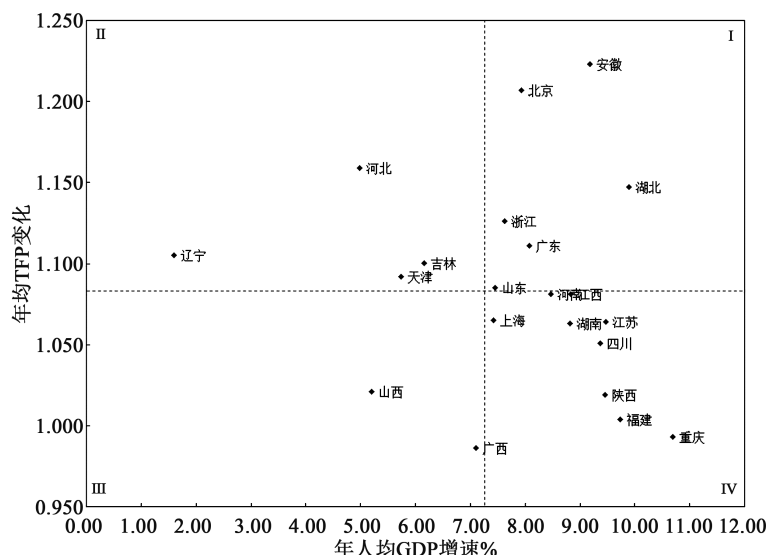


图 6 2011-2017 年主要省级 DUM 的经济增速-TFP 变化矩阵分布

3. 区域 TFP 变化的收敛性检验

(1) σ 收敛性检验

根据式(4)分别计算出各主要区域(因西北地区只有一个 DUM,暂不计)和全域的 TFP 变化的 σ 值并绘制相应的时序变化图(图 7)。

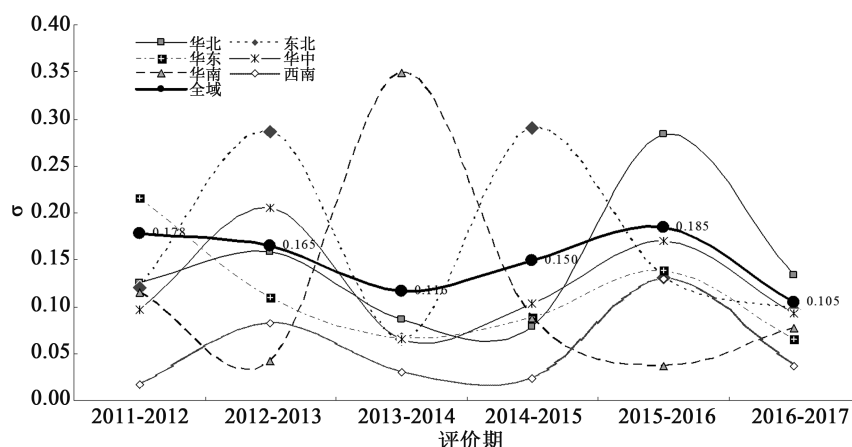


图 7 评价期间主要区域 TFP 变化的 σ 收敛性检验

由图 7 分析可知,除少数区域外,多数区域的 $\sigma_{t+1} - \sigma_t < 0$ 的趋势并不明显,即其离散系数减小的趋势并不明显,具体而言,在 2011-2017 年,华南、东北和华北地区的 TFP 变化 σ 值波动较大,这表明,在此期间,全域和东北、华南地区的内部的 TFP 变化呈现发散状态;华北、西南地区的 TFP 变化的 σ 值在 2014-2016 年期间有扩大趋势;而华东、华中地区的 TFP 变化在

评价期内则呈现较弱的收敛性;在评价期内,2014年之前,东北与华中的TFP变化趋势相近,东北波幅稍大一些;评价期内,华南的TFP变化波幅最大,反映出该区内地区之间的TFP变化的差异性最为明显;西南地区的TFP变化 σ 值在2015-2016年有增大的趋势,反映出,在该时期区内地区间的TFP变化有进一步发散的趋势。总之,在2011-2017年,我国整体的TFP变化的收敛性表现较弱,部分区域内的省级单元之间的TFP变化有加剧扩大的趋势。此外, σ 收敛性检验提供了对评价对象TFP变化的横向比较的初步判断,但由于未能体现研究对象TFP变化的自身纵向比较,也未能体现影响因素构成及其对TFP变化的程度,故需要进一步做 β 收敛性检验。

(2) β 收敛性检验

相对于 σ 收敛侧重于研究对象的横向对比而言, β 收敛则更突出其纵向比较。这里,根据式(5)对主要区域的TFP变化进行绝对 β 收敛性检验(表4),观察各评价区域的TFP变化的自身演变状态。由表4中的结果可看出,对于绝对 β 收敛而言,只有华东地区TFP变化的收敛模型通过了t检验,且 $\beta < 0$,模型方程的拟合度较好,表明华东的TFP变化趋势符合绝对 β 收敛特征,存在 β 收敛;西北地区的 β 值较为显著;而东北、华北、华南、西南的 β 值显著性一般,华中、全域平均的 β 值没有通过10%的水平检验,即没有出现明显的绝对 β 收敛迹象。因此,结合 σ 收敛性检验的结果也可看出,在评价期间的各主要区域中,只有华东地区的TFP变化会趋于某一稳定水平。

为进一步提高模型的 β 收敛显著性,根据式(6)增加区域高新技术产业投资增速(X_1)和各区区域GDP增速(X_2)两个自变量,与之对应的系数分别以 ψ_1 、 ψ_2 表示,进而改变原有绝对 β 收敛模型为条件 β 收敛模型并进一步观察各评价区域的收敛性(表4)。由表4中条件 β 收敛检验结果可知,多数模型的收敛性明显增强,其中,全域、华中、华东的模型收敛性增强最为显著,且均通过相应的t检验,且方程的拟合度较好。以全域模型为例, β 为-2.136,表明 $\ln(TFP_{i,t})$ 提高1%时, $\ln(TFP_{i,t+1}/TFP_{i,t})$ 下降2.136%;西北和西南的收敛模型的 β 和 ψ_1 的数值分别通过了1%和5%的t检验;华北的收敛模型中只有 β 通过了10%的检验;华南的收敛模型中的各变量系数没有明显的水平显著,且方程拟合程度较差。因此。在增加了经济增长和高技术产业投入因素后,多数模型的整体收敛性表现更加显著,全域、华中、华东的TFP变化存在条件 β 收敛,全域模型的系数 $\beta < 0$ 且其绝对值最大,相应地条件 β 收敛性表现最为明显;西北和西南地区的模型拟合度也较好,尽管其 α 值显著性不明显,但是其系数 $\beta < 0$ 显著性较强。对于全域和华东、华中而言,TFP变化正趋于各自的稳定水平,且只有华东地区的收敛模型均通过了绝对 β 收敛性检验和条件 β 收敛性检验,反映出,华东地区的TFP变化收敛性模型最优。研究结果还表明,全域、华东和华中的高技术产业投入影响因素(X_1)对TFP变化表现出正的弹性($\psi_1 > 0$),高技术产业投入对TFP变化具有促进作用;而其各自的地区经济增速影响因素(X_2)对TFP变化表现出负的弹性($\psi_2 < 0$),反映出,地区经济增速的变化并没有对TFP变化起到正向促进作用。研究结果揭示出,随着经济结构调整和经济发展由速度规模型向质量效益型转型过程中,通过强化科技投入和发展高技术产业对区域TFP变化趋向稳态水平将起到积极的促进作用,也将有利于地区经济实现高质量发展。

表 4 评价期间主要区域 TFP 变化的 β 收敛性模型的变量系数与检验结果

评价 区域	绝对 β 收敛情况				条件 β 收敛情况(考虑 X_T 条件的影响)					
	α	β	Adj-R ²	F	α	β	ψ_1	ψ_2	Adj-R ²	F
华北	0.256 (0.140)	-1.949* (0.834)	0.528	5.466	0.541 (0.275)	-1.908* (0.840)	-0.653 (1.036)	-3.761 (2.259)	0.628	3.252
东北	0.099 (0.120)	-1.050* (0.574)	0.370	3.349	0.217 (0.352)	-1.348 (0.757)	-0.319 (2.242)	-1.869 (10.359)	0.066	1.094
华东	0.118** (0.038)	-1.402*** (0.329)	0.811	18.203	0.248*** (0.049)	-1.429*** (0.221)	0.394* (0.174)	-2.148** (0.652)	0.960	32.593
华中	0.111 (0.074)	-1.156 (0.597)	0.407	3.745	0.611*** (0.039)	-1.166*** (0.083)	0.277*** (0.040)	-6.474*** (0.510)	0.990	131.318
华南	0.068 (0.041)	-0.779* (0.360)	0.479	4.679	1.132 (1.349)	-1.889 (1.514)	-1.263 (1.351)	-8.709 (11.789)	0.202	1.336
西南	0.052 (0.035)	-0.634* (0.295)	0.474	4.605	0.411 (0.267)	-1.556** (0.455)	-0.745** (0.236)	-1.747 (2.606)	0.857	8.964
西北	-0.014 (0.035)	-1.214** (0.348)	0.736	12.171	0.031 (0.040)	-1.395*** (0.111)	-0.224*** (0.037)	0.506 (0.503)	0.986	95.487
全域	0.080 (0.067)	-1.023 (0.637)	0.283	2.582	0.786*** (0.045)	-2.136*** (0.094)	0.505*** (0.079)	-8.655*** (0.625)	0.992	175.607

注:***、**、*依次分别表示 1%、5%和 10%水平显著;括号内为标准误差。

六、结论与启示

本研究运用 Super-SBM 模型与 DEA-Malmquist 指数模型对将科技创新作为经济发展主要驱动力的我国 21 个省级评价单元以及所属区域在 2011-2017 年其投入产出的 TE 与 TFP 变化进行了测度与分析,进而用 σ 收敛性模型和 β 收敛性模型对各区域的 TFP 变化分别进行了检验,结果表明:

1.评价期内,沪、粤、京三地的 TE 均值整体明显高于其他省区市,尤其,沪、粤的 TE 均值高于其他地区 30%以上;而冀、湘、鲁的 TE 均值明显偏低,且湘呈现明显波动,鲁维持低位稳定,冀呈现逐步下降趋势;此外,TE 波动较大的还有桂、皖、津,而其波动不明显的还有闽、苏和赣。从区域层面看,全域 TE 呈缓慢爬升态势,华南、华东 TE 变化态势与全域相近;华北 TE 先抬升后基本保持稳定;西南先下降后整体仍保持较高位小幅波动;西北则持续稳步上升;华中保持低位波动;东北经历 2013 年陡降后恢复至与期初相当水平。至期末,华中 TE 值较全域明显偏低约 50%,华北略低于全域均值,其余则高于全域均值,且华南较全域偏高约 50%。

2.由 DUM 的经济发展水平-TE 矩阵分布可知,东部发达地区处于第 I 象限,多数中西部地区处于第 III 象限,反映出,地区的技术效率与经济发展具有较为明显的正相关关系。此外,从投入/产出目标有效性松弛变量也可以看出,TE 值较高的地区起科技产出有效性明显,相对于有效目标而言,投入冗余与产出不足是导致 TE 值较低的部分 DUM 的 I/O 松弛量较大的直接原因。

3.评价期内,皖、京、冀的 TFP 变化均值较高,而桂、渝、闽较低,且全部 DUM 中只有前两者的 TFP 变化小于 1;从区域层面看,在评价期内,全域 TFP 变化呈现“下降-上升-下降”的波动态势,且 TFP 变化均值大于 1,其中,华北和华中的 TFP 变化与全域的态势基本吻合,且年均增长率较高,分别达到 13.3%和 12.8%,是全域 TFP 变化的主要正向驱动力来源,而西南与西北的 TFP 年均增长率最小;就 TFP 变化的构成而言,全域整体 TPF 变化受 TECHCH 影响较大,

TECHCH 对 TFP 变化的贡献率达到 92%。

4.由经济增速-TFP 变化矩阵分布可知,中部的皖、鄂与东部的京、浙、粤的经济增速和 TFP 变化均较高,位于经济增速-TFP 变化矩阵图的第 I 象限,而晋、桂位于第 III 象限,多数中西部地区位于第 IV 象限,揭示出,少数地区正强化科技创新驱动优势促进地区经济转型和加快实现高质量发展,但对于多数地区而言这种趋势尚不显著,从而导致了在矩阵分布中存在较明显的区域分异。

5.区域 σ 收敛性结果表明,评价期内,全域整体的 TFP 变化的收敛性表现不强,其中,只有华东和华中地区的 TFP 变化在评价期内则呈现较弱的收敛性,其他区域没有明显的收敛趋势。 β 收敛性结果表明,只有华东地区的 TFP 收敛模型通过绝对 β 收敛性检验,表明该区内 DUM 的 TFP 变化有趋于某一稳定水平的迹象;在考虑了高技术产业投资和地区经济增速因素后的条件 β 收敛性检验结果表明,全域、华东和华中地区的条件 β 收敛模型的相关系数显著,即该区域的 TFP 变化趋于稳态水平,且高技术产业投资增速影响因素对 TFP 变化具有正向弹性,即对其趋于稳态水平具有促进作用。

以科技创新为主要驱动力促进区域经济协调发展,是实现高质量发展的重要战略。基于研究结论,可得到如下启示:

1.珠三角、长三角、环渤海等东部地区的技术引领优势尚存,但随着内陆地区一些科技工业大省加速产业结构升级和技术效率提升,这种优势将会受到挑战。依托科技创新优势,谋求产业与资本融合、加快融入区域联动将成为新的战略机遇。

2.京、津地区的技术优势虽然明显,但其技术溢出的外部性尚未发挥。重视以雄安新区建设等为契机,辐射带动河北、山西等周边地区加快技术进步,促进区内全要素生产率变化趋向稳定水平,将有助于区域经济的协调发展。

3.加快产业转型、提升技术效率已成为东北和华中地区实现经济高质量发展的关键。除进一步加大科技资源投入外,更需要在科技企业孵化、成果转化和产业化方面创造良好的市场环境,推动其尽快形成地区经济发展新动能。

4.为实现我国全面建成小康社会的经济发展目标,对于在科技创新相关指标方面存在明显短板的西部广大地区而言,加大科技资源投入、推动技术进步,以及培育和壮大高新技术产业发展等方面是弥补该短板的重要举措之一。

参考文献:

- [1] 魏权龄. 评价相对有效性的数据包络分析模型—DEA 和网络 DEA[M]. 北京:中国人民大学出版社, 2012.
- [2] 杨国梁. DEA 模型与规模收益研究综述[J]. 中国管理科学, 2015, (S1): 64-71.
- [3] Tone K. A slack-based measure of efficiency in context-dependent data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001, 130(3): 498-509.
- [4] 成刚. 数据包络分析方法与 MAXDEA 软件[M]. 北京:知识产权出版社, 2014.
- [5] Andersen P, Petersen N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis [M]. TN-FORMS, 1993.

- [6] Tone K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002,143(1):32-41.
- [7] Farrell M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3):253-290.
- [8] 孙巍.基于非参数投入前沿面的 Malmquist 生产率指数研究[J].中国管理科学, 2000,(01):22-26.
- [9] 孟令杰,李静.中国全要素生产率的变动趋势——基于非参数的 Malmquist 指数方法[J].产业经济评论, 2004,(02):187-198.
- [10] Cook W D, Liang L, Zha Y, et al. A modified super-efficiency dea model for infeasibility [J]. Journal of the Operational Research Society, 2009,60(2):276-281.
- [11] Nordin H, Fatimah M, Said. Using super-efficient dea model to evaluate the business performance in malaysia [J]. Pediatric Neurology, 2012,11(1):71.
- [12] Chiu Y H, Jan C, Shen D B, et al. Efficiency and capital adequacy in Taiwan banking: BCC and super-DEA estimation[J]. Service Industries Journal, 2008,28(4):479-496.
- [13] Daskovska A, Léopold Simar and Sébastien Van Belleghem. Forecasting the malmquist productivity index [J]. Journal of Productivity Analysis, 2010,33(2):97-107.
- [14] Diewert W E, Fox K J. Malmquist and törnqvist productivity indexes: Returns to scale and technical progress with imperfect competition [J]. Journal of Economics, 2010,101(1):73-95.
- [15] Chia-Yen Lee, Andrew L. Johnson. Effective production: Measuring of the sales effect using data envelopment analysis [J]. Annals of Operations Research, 2015,235(1):453-486.
- [16] Emrouznejad A, Yang G L. CO₂ emissions reduction of chinese light manufacturing industries: A novel ram-based global malmquist-luenberger productivity index [J]. Energy Policy, 2016,96(9):397-410.
- [17] Arabi B, Doraisamy S M, Emrouznejad A, et al. Eco-efficiency measurement and material balance principle: An application in power plants malmquist-luenberger index [J]. Annals of Operations Research, 2017,255(1-2):221-239.
- [18] Barro R J, Mankiw N G. Capital mobility in neoclassical models of growth [J]. New Haven Connecticut Yale University Economic Growth Center Mar, 1992,85(1):103-115.
- [19] 袁晓玲,仲云云.我国区域经济发展效率的时空变化及影响因素分析——基于超效率 DEA 模型的实证分析[J].商业经济与管理,2010,(07):81-90.
- [20] 李海东,吴波亮.中国各省经济效率研究:基于超效率 DEA 三阶段模型[J].贵州财经大学学报, 2013,(03):14-22.
- [21] 周泽炯,胡建辉.基于 Super-SBM 模型的低碳经济发展绩效评价研究[J].资源科学,2013,(12):2457-2466.
- [22] 周宾.基于 SE-SBM 的中国军民融合产业示范基地的经济效率测评[J].西安财经学院学报,2015,(05):66-71.
- [23] 张卫东,赵士红,龙海霞,等.基于 SBM 方法和全要素生产率分解的经济增长效率——以四川省为例[J].财经科学,2015,(08):100-111.
- [24] 马晓君,李煜东,王常欣,等.约束条件下中国循环经济发展中的生态效率——基于优化的超效率 SBM-Malmquist-Tobit 模型[J].中国环境科学,2018,(09):3584-3593.
- [25] 崔志新,陈耀.区域技术协同创新效率测度及其演变特征研究——以京津冀和长三角区域为例[J].

当代经济管理, 2019, (03): 61-66.

[26] 楚尔鸣, 马永军. 区域经济增长质量的动态变化及收敛性检验——基于全要素生产率增长率的分析[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2014, (01): 20-25.

[27] Fare R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity growth, technical progress, and efficiency Change in industrialized countries [J]. American Economic Review, 1994, 84(1): 66-83.

[28] 林光平, 龙志和, 吴梅. 中国地区经济 σ -收敛的空间计量实证分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2006(04): 14-21+69.

[29] Barro R J, Sala-i-Martin X. Technological diffusion, convergence and growth[J]. Economics Working Papers, 1995, 2(1): 1-26.

[30] Xavier X, Sala-i-Martin. The Classical approach to convergence analysis [J]. The Economic Journal, 1996, 106(6): 1019-1036.

[31] 戴志敏, 曾宇航, 郭露. 华东地区工业生态效率面板数据研究——基于整合超效率 DEA 模型分析[J]. 软科学, 2016, (07): 35-39.

[32] 向小东, 林健. 中国工业企业创新全要素生产率评价——基于双前沿面网络 DEA-Malmquist 指数模型[J]. 工业技术经济, 2017, (09): 93-103.

[33] 肖渡, 胡汉辉, 朱卓宇. DEA 模型的不变性研究[J]. 系统工程理论方法应用, 1995, (04): 45-48.

(责任编辑: 刘 军)

Efficiency Decomposition of Driving Force for Regional Economy High Quality Development and the Convergence Test of TFP Change

ZHOU Bin

(Economy Research Institute, Shaanxi Academy of Social Sciences, Xi'an 710065, China)

Abstract: Based on the Super-SBM model, the technical efficiency and constituent elements of 21 provinces in China are calculated and measured from 2011 to 2017, and then the time sequence changes of the DUMs' technical efficiency values are compared and analyzed by Matrix distribution. The results show higher technical efficiency in Shanghai, Guangdong and other eastern developed regions and lower efficiency value in the Mid-west, and the technical efficiency is related positively to the level of economic development. The average technical efficiency of the whole regions is gradually increasing except for some areas changing greatly. Then, the TFP change of every DUM is calculated by the DEA-Malmquist index model to decompose the regional TFP changes in time sequence, and the results show that the value of the whole region's TFP change is more than 1 and stays in fluctuation trend, and the TFP change and economic growth rates are higher in some central regions and eastern developed regions. Lastly, the convergence of σ and β for the TFP changes of the evaluated regions are studied, and the results show that the whole region's TFP change has weak σ convergence and the absolute β convergence models in most evaluated regions are not significant. However, after adding influencing factors in the models, the conditional β convergence models in the whole region and east and central regions are significant.

Key Words: High quality development; Technical efficiency; Total factor productivity; Convergence test