

工业绿色全要素生产率变化的实证分析

——基于长江经济带 11 个省市的面板数据

胡立和 商勇 王欢芳¹

【摘要】：采用 DEA-Malmquist 指数模型，测算 2009~2016 年长江经济带 11 个省市的工业绿色全要素生产率及其分解项，分析其工业绿色全要素生产率 (GTFP) 变化趋势。通过计算 2009~2016 年长江经济带 11 个省市传统工业 TFP 和工业 GTFP 的均值，分析 GTFP 地区间的差异特征。结果表明：传统工业 TFP 值始终高于工业 GTFP 值，工业 GTFP 总体处于下降趋势，而技术进步是工业 GTFP 增长的主要驱动力；11 个省市绿色发展水平较不均衡，呈现从东部地区至西部地区依次降低的变化特征。

【关键词】：长江经济带 绿色全要素生产率 Malmquist 指数模型 技术进步

【中图分类号】:F061.5 **【文献标识码】**:A **【文章编号】**:1009-5675(2019)04-108-07

一、引言

改革开放 40 年来，我国经济实现高速增长，工业化和城市化进程得到了快速推进，创造了世界瞩目的成就。然而，巨大成就的背后是经济发展和生态环境之间的矛盾不断加深，以高投入、高耗能为主的粗放型增长方式导致资源短缺和环境恶化，严重阻碍了我国经济可持续发展进程。为了避免重蹈西方国家“先污染、后治理”的覆辙，政府提出转变经济发展方式，转向高质量发展阶段，并提出“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念，表明绿色创新发展已成为未来经济发展的风向标。如何正确处理经济高速增长与可持续之间的关系，探索出一条资源环境友好型发展道路，是当前迫切需要解决的问题。而如何科学客观评价工业绿色发展水平和技术创新效率，为企业转型升级和政府政策制定提供依据，对于实现经济绿色可持续发展具有极大的现实意义。

全要素增长率 (TFP) 也称为索洛残差，是用来衡量生产效率的指标，它来源于效率改善、技术进步及规模效应。上个世纪 50 年代美国经济学家索洛提出这一概念，并将技术进步在经济增长中所起的作用分离出来，对每个评价单元 (国家、地区、企业) 的技术进步增长率进行估算^[1]。Stiglitz (1974) 计算了美国制造业的全要素生产率^[2]。Charnes (1978) 年建立数据包络法 (DEA) 用于测算 TFP^[3]。TFP 不仅是推动经济增长的重要因素，同时也是评判经济增长质量的重要标准之一，在分析推动经济增长的动力源泉方面具有其他分析方法不可比拟的优越性，能够突出反映各种投入要素对经济增长的贡献程度。但是，传统的 TFP 没有讨论资源 and 环境等相关变量，忽视了能源作为投入所带来的“不被期望”的产出，也无法判断环境污染对生产率的影响，因此对生产率的估算还不够全面^[4]。上世纪 80 年代以来，已有不少学者开始在生产效率研究中引入资源和环境变量，并提出了绿色全要素生产率 (GTFP) 概念，不仅考虑经济量之间的关系，还考虑了经济发展与环境之间的关系^[5]。

从已有的文献来看，关于绿色全要素生产率的研究视角主要集中在省际、产业层面。在省际层面，丰晓旭、朱春辉等 (2017) 基于熵值法和 SBMDDF 方法分别测算了四川省 21 个市 (州) 2005~2016 年不同产业的绿色全要素生产率^[6]；胡晓珍 (2018) 采用 DEA-Malmquist 指数模型测度了 2006~2014 年中国 11 个沿海省市的海洋绿色全要素生产率，分析了环渤海、长三角、泛珠三角三

¹**基金项目**：国家社科青年基金项目 (编号：14CJY038)，湖南省社科基金项目 (编号：17YBA140)，湖南省自然科学基金项目 (编号：2019JJ50124)，湖南省社科智库课题 (编号：ZK2019001)，湖南省教育厅优秀青年项目 (编号：18B308)。

作者简介：胡立和，湖南工业大学商学院教授，硕士研究生导师，湖南株洲，412000；商勇，湖南工业大学商学院在读硕士，湖南株洲，412000；王欢芳，湖南工业大学商学院教授，博士，硕士研究生导师，湖南株洲，412000。

大经济区海洋经济增长的差距及原因^[7]。在产业层面,王奇、王会等(2012)基于随机前沿分析方法对1992~2010年中国农业绿色全要素的变化规律展开研究,并与传统全要素生产率进行比较分析^[8];李斌、彭星等(2013)采用SBM模型和ML生产指数测算了中国36个工业行业的绿色技术效率和绿色全要素生产率,并分析了环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式的关系^[9]。在绿色全要素生产率的测算方法上,主要有DEA-Malmquist指数模型法、索洛残差法^[1]、Levinsohn~Petrin半参数法和随机前沿生产函数法(SFA)等,目前国内大多数研究采用数据包络法(DEA)和随机前沿分析法进行测算。肖攀、李连友(2013)等基于DEA模型测算了2003~2010年中国286个城市的环境全要素生产率^[10];张虎、宫舒文(2017)基于DEA-Malmquist指数方法测算了2000~2013年湖北省工业绿色全要素生产率^[11];谌莹、张捷(2016)通过构建随机前沿分析法中的超越对数生产函数,实证分析了碳排放、绿色全要素生产率与经济增长之间的关系^[12]。

以往国内关于绿色全要素生产率的研究并不多,且主要侧重于中国省际以及行业层面,区域比较分析才刚刚起步。同时大多数研究在构建评价模型时仅考虑了资本和劳动带来的“期望”产出,或者仅选取单一的环境变量作为“非期望”产出,而欠缺对于资源和环境变量的综合考虑,不能较全面地体现工业发展带来的环境问题。基于此,本文将工业生产中的能源消耗量与工业“三废”指标纳入评价模型,并选取长江经济带11个省市的面板数据进行实证分析,研究更具有综合性和实用性。长江经济带作为我国“十三五”期间经济发展的重要区域,覆盖了上海、江苏、浙江等11个省市,第二产业GDP占全国42.3%,是我国最重要的工业走廊之一,是推动中国经济可持续增长,践行绿色、创新发展理念的新支撑带。本文以长江经济带11个省市为研究对象,通过定量方法和比较分析,探讨长江经济带沿线11个省市工业绿色全要素生产率的分布差异,旨在为建立区域协调发展机制、推动区域经济绿色可持续发展提供理论依据和政策建议。

二、模型选择与数据来源

(一)模型选择

DEA~Malmquist指数模型是目前比较常见的测算全要素生产率的非参数模型,能够利用线性规划的方法测算随时间变化的全要素生产率的变化速率。同时DEA方法不限制产出变量个数,可以输入多个投入产出变量,符合本文测算工业绿色全要素生产率时需要将能源消耗作为生产投入、环境污染作为非期望产出纳入模型计算的要求。

假设对于投入 $X \in R^n$,产出 $Y \in R^q$,在时刻 t 的生产可能集 S^t 可以定义为:

$$S^t = \{ (X, Y) \mid \text{在 } t \text{ 期, } X \text{ 生 } Y \} \quad (1)$$

S^t 由 t 时所有的投入产出组合构成。

根据Shephard(1970), t 时的产出距离函数定义在生产可能集之上,其定义式为^[14]:

$$D_i^t(X^t, Y^t) = \inf \{ \theta \mid (X^t, Y^t / \theta) \in S^t \} = (\sup \{ \theta \mid (X^t, \theta Y^t) \in S^t \})^{-1} \quad (2)$$

式中,下标 i 表示距离函数是基于产出定义的。由定义 $D_i^t(X^t, Y^t) \leq 1$ 等价于 $(X^t, Y^t) \in S^t$,当 $D_i^t(X^t, Y^t) = 1$ 时, (X^t, Y^t) 为生产前沿面上的点,即生产在技术上是最高效率的,既定的投入实现了最大产出(胡晓珍,2011)^{[13][15]}。而涉及两个不同时刻的距离函数

$D_i^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 则表示在 t 时刻的技术水平下, (X^{t+1}, Y^{t+1}) 所能达到的最大可能产出和时间产出之比, 也即:

$$D_i^t(X^{t+1}, Y^{t+1}) = \inf\{\theta : (X^{t+1}, Y^{t+1})/\theta \in S^t\} \quad (3)$$

因此, t 时刻基于产出的 Malmquist 函数可定义为:

$$M_i^t = D_i^t(X^{t+1}, Y^{t+1}) / D_i^t(X^t, Y^t) \quad (4)$$

同理, $D_i^{t+1}(X^t, Y^t)$ 表示在 $t+1$ 时刻的技术水平下, (X^t, Y^t) 所能达到的最大可能产出和时间产出之比, 因此 $t+1$ 时刻的 Malmquist 函数可定义为:

$$M_i^{t+1} = D_i^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1}) / D_i^{t+1}(X^t, Y^t) \quad (5)$$

因此, 根据 Fisher(1922) 理想指数思想, 可基于 t 和 $t+1$ 时刻 Malmquist 指数的几何平均值来计算全要素生产率的变化^[16]:

$$\begin{aligned} ML(X^t, Y^t, X^{t+1}, Y^{t+1}) &= \\ &= \left[\frac{D_i^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_i^t(X^t, Y^t)} \times \frac{D_i^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_i^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2} \\ &= TEC(X^{t+1}, Y^{t+1}) \times EFF(X^{t+1}, Y^{t+1}) \\ &= \frac{D_i^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_i^{t+1}(X^t, Y^t)} \left[\left(\frac{D_i^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_i^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right) \left(\frac{D_i^t(X^t, Y^t)}{D_i^{t+1}(X^t, Y^t)} \right) \right]^{1/2} \\ &= TEC \times PEC \times SEC \end{aligned} \quad (6)$$

其中, ML 指数表示全要素生产率的变化率(TFP), 为了与绿色全要素生产率进行区分, 本文用 GTFP 表示考虑了“非期望产出”的绿色全要素生产率变化率。TEC 表示技术变化(Techch), EFF 表示技术效率变化(Effch)。进一步分解技术效率(EFF), 得到纯技术效率变动率(PEC)和规模效率变动率(SEC)。

式中, 对于每一个观测样本, 若 TFP、TEC 和 EFF 值大于(小于)1, 分别表示从 t 到 $t+1$ 期间全要素生产率提升(下降), 技术进步(退步), 技术效率改进(后退)。技术进步说明自主创新或技术引进为工业生产带来的促进作用。技术效率改进指的是政策和制度改革提高了资源配置效率, 进而产生“追赶效应”, 提升了工业生产力水平。技术效率分解项纯技术效率是指管理水平、制度和技术等影响因素的生产率, 而规模效率指的是生产规模扩张或缩减影响的生产率。

(二)表达式

本文通过使用上述方法测算长江经济带 11 个省市 2009~2016 年的 ML 指数。假定有 $K=1, 2, \dots, K$ 个省市在时刻 $t=1, 2, \dots, T$, 使用 $n=1, 2, \dots, N$ 种投入, 生产 $m=1, 2, \dots, M$ 种产出, 可得到 t 时刻生产前沿 S^t 的计算公式:

$$S^t = \left\{ (X^t, Y^t) : Y_m^t \leq \sum_{k=1}^K Z_k^t Y_{k,m}^t; \sum_{k=1}^K Z_k^t X_{k,n}^t \leq X_n^t; Z_k^t \geq 0 \right\} \quad (7)$$

式中, Z_k^t 表示每一个决策单元(省市)观测值的权重。

测算 K 省以 t 时刻为基期 $t+1$ 时刻的 ML 指数, 需要求解 $D_k^t(X^t, Y^t)$ 、 $D_k^{t+1}(X^t, Y^t)$ 、 $D_k^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 及 $D_k^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 。其中, $D_k^t(X^t, Y^t)$ 的线性规划表达式为:

$$\begin{aligned} [D_k^t(X_k^t, Y_k^t)]^{-1} &= \max \theta^k \\ \text{s.t.} \quad \theta^k Y_{K,m}^t &\leq \sum_{k=1}^K Z_k^t Y_{k,m}^t \quad m=1, 2, \dots, M \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^K Z_k^t X_{k,n}^t &\leq X_n^t \quad n=1, 2, \dots, N \\ Z_k^t &\geq 0 \quad k=1, 2, \dots, K \end{aligned}$$

以此类推, 可得 $D_k^{t+1}(X^t, Y^t)$ 、 $D_k^t(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 及 $D_k^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})$ 的线性规划表达式。

(三)变量定义与数据来源

本文以 2009~2016 年长江经济带 11 个省市的工业绿色全要素生产率为研究样本, 基于构建的 DEA~Malmquist 指数模型, 以各个省市工业的资本投入、劳动力投入和能源消耗作为投入变量, 工业生产总产值和工业污染物作为产出变量, 其中工业生产总产值为期望产出, 工业污染物指标为非期望产出。

1. 投入变量

(1) 工业资本。资本投入反映的是为服务于工业生产而直接或间接的资金总投入, 但由于目前统计资料中没有公布相关指标的数据, 本文以各个省市每年的工业资本存量为工业资本投入, 并借鉴孔庆洋(2008)、陈诗一(2012)的方法采用永续盘存法对各个省市的工业资本存量进行估算^{[17][18]}。

$$K_{it} = K_{i,t-1}(1 - \theta_{it}) + I_{it} \quad (9)$$

各省市工业固定资本存量以 2008 年为基期, 基期资本存量, 采用 2008 年规模以上工业行业的固定资产原价; 投资额 I_{it} 以各个省市相邻两年的工业固定资产净值差额为行业投资额, 并用固定资产投资价格指数进行平减处理。折旧率 θ_{it} 参考陈诗一 (2012)、岳鸿飞 (2018) 的方法, 按照公式 (6) 对各个省市工业行业折旧率进行估算^{[17][19]}。相关数据来自 2008~2017 年《中国工业经济统计年鉴》和各省统计年鉴。

$$\begin{aligned} \text{累计折旧}_t &= \text{固定资产原值}_t - \text{固定资产净值}_t, \\ \text{本年折旧}_t &= \text{累计折旧}_t - \text{累计折旧}_{t-1}, \\ \text{折旧率}_t &= \text{本年折旧}_t / \text{固定资产原值}_{t-1} \end{aligned} \quad (10)$$

(2) 劳动力。劳动力投入是指在工业生产中劳动的投入状况, 目前绝大多数学者测算生产率时采用的是第二产业从业人员总数。本文在选用工业行业指标时大多采用的规模以上工业行业的数据, 因此, 借鉴岳鸿飞 (2018) 的做法, 采用规模以上工业行业年平均用工人数作为劳动力投入指标^[19]。相关数据来自 2008~2016 年《中国工业经济统计年鉴》和各省统计年鉴。

(3) 能源资源。能源投入是反映工业生产绿色化的重要指标之一, 引入该变量能够反映出资源利用状况对生产率的影响程度, 突出工业绿色发展中的低碳内涵。本文采取工业行业能源消费总量作为能源资源投入指标, 以万吨标准煤为单位。相关数据来自 2008~2016 年《中国工业经济统计年鉴》和各省统计年鉴。

2. 产出变量

(1) 期望产出。期望产出是指经营者在投资生产过程中希望能够以较少的投入得到最大产出。本文选取各个省市规模以上工业企业的工业生产总值作为期望产出, 数据来源于各省统计年鉴。

(2) 非期望产出。传统的全要素生产率测算中没有非期望产出变量, 在工业绿色全要素生产率的估算中为了突出环境污染对生产率的影响以及工业生产绿色化程度, 引入工业行业污染物的产生和排放为非期望产出。本文选取了规模以上工业企业的工业废水排放总量、工业二氧化硫排放总量和一般工业固体废弃物的产生量为非期望产出指标。数据来源于各省统计年鉴和环境保护统计公报。

三、实证分析

(一) 描述性统计分析

从表 1 可以看出, 从 2009~2016 年间, 11 个省市的工业发展无论是资源投入、经济产出还是污染排放, 都存在较大差距。表明长江经济带沿线省市经济发展水平和速度较不均衡, 也表明各个省份的工业绿色发展水平存在较大差异, 工业生产造成的资源消耗和环境污染程度也不同。因此有必要将资源环境变量纳入工业绿色全要素生产率的测算模型。

表 1 投入产出指标的描述性统计

最小值	最大值	均值	标准差
-----	-----	----	-----

工业资本存量（亿元）	3400.43	72697.71	16741.21	13526.72
劳动力投入（万人）	74.97	1153.88	361.18	295.45
能源消耗总量（万吨标准煤）	2767.01	23456.02	9398.35	5076.38
工业生产总产值（亿元）	3426.69	157640.23	35664.48	32633.88
工业废水排放量（亿吨）	1.35	26.74	8.43	6.05
工业二氧化硫排放（万吨）	6.74	107.41	55.78	22.40
工业固体废弃物产生量（万吨）	1680.10	17552.43	8154.36	3927.18

（二）测算结果分析

本文运用 DEAP2.1 软件计算了 2009~2016 年长江经济带 11 个省市的绿色全要素生产率及分解项,为了更好的突出环境污染对生产率的影响程度,还对不包含非期望产出的传统全要素生产率进行了估算,两种测算结果的对比分析如下:

1. 工业绿色全要素生产率变化趋势分析。从表 2 可以看出,长江经济带 11 个省市历年的工业 GTFP 均值始终比工业 TFP 均值低,未考虑资源环境因素的传统工业 TFP 均值始终大于 1。而工业 GTFP 均值除了 2009~2010、2010~2011 和 2014~2015 这三个区间的值大于 1 外,其他年份都小于 1,其变化规律呈现 2 个上升高峰和 1 个下降波谷的倒 W 特征。这说明工业生产所造成的环境污染在一定程度上抑制了工业 GTFP 的提升,长江经济带的工业绿色发展水平仍有待提高。一直以来长江经济带作为我国重要的工业走廊之一,其工业生产总产值几乎占到全国工业生产总产值的一半,过去为了实现经济快速增长,大力发展重工业和“三高”行业,导致长江经济带的资源和环境承载能力达到极限。

表 2 2009~2016 年长江经济带 11 个省市工业 GTFP 及各分解项均值

年份区间	考虑非期望产出					Tfpch
	Effch	Techch	Pech	Sech	Gtfpch	
2009-2010	0.994	1.054	1.005	0.989	1.048	1.159
2010-2011	1.006	1.090	1.005	1.001	1.097	1.157
2011-2012	0.990	0.970	0.997	0.993	0.961	1.017
2012-2013	1.007	0.970	1.000	1.007	0.976	1.032
2013-2014	0.994	0.975	0.998	0.996	0.969	1.030
2014-2015	1.013	0.992	1.004	1.008	1.005	1.019
2015-2016	1.004	0.945	1.000	1.004	0.949	1.044
均值	1.001	0.998	1.001	1.000	0.999	1.064

进一步分解 GTFP 可知,技术变动(TEC)、技术效率变化率(EFF)与绿色全要素生产率变动的方向保持基本一致。其中技术变动值从 2012 年起始终小于 1,说明这期间出现技术退步,并且导致绿色全要素生产率随之下降。而技术效率变化率变动幅度较小,基本趋近于 1,纯技术效率和规模效率共同影响技术效率。说明样本期内该区域通过制度改进、规模扩张等方式,优化资源配置效率,在一定程度上缓解了资源环境与经济发展之间的矛盾。但绿色全要素生产率仍处于退步趋势,可见技术退步是绿色全要素生产率下降的主要原因。因此为了提升工业绿色全要素生产率,推动长江经济带沿线工业行业转型升级,实现绿色发展。必须加快技术创新,发展战略性新兴产业和高技术产业,污染防范和环境治理双管齐下。同时政府应当不断加强环境规制与污染治理力度,促使企业在追求经济效益的同时,注重环境保护与资源合理利用,提高企业的社会效益。

2. 地区差异比较分析。本文计算了 2009~2016 年长江经济带 11 个省市传统工业 TFP 和工业 GTFP 的均值, 进一步分析各个省市 GTFP 的地区差异特征, 结果如表 3 所示:

表 3 2009~2016 年长江经济带 11 个省市工业 GTFP 及各分解

城市	考虑非期望产出					Tfpch
	Effch	Techch	Pech	Sech	Gtfpch	
上海	1.000	1.060	1.000	1.000	1.060	1.063
江苏	1.000	1.037	1.000	1.000	1.037	1.042
浙江	0.994	0.972	1.000	0.994	0.966	1.007
安徽	1.010	1.061	1.007	1.003	1.072	1.078
江西	1.000	0.961	1.000	1.000	0.961	1.031
湖北	1.011	1.047	1.010	1.002	1.059	1.118
湖南	1.000	0.951	1.000	1.000	0.951	1.039
重庆	1.000	0.913	1.000	1.000	0.913	1.039
四川	0.998	1.047	1.000	0.998	1.045	1.076
云南	1.000	1.012	1.000	1.000	1.012	1.095
贵州	1.000	0.934	1.000	1.000	0.934	1.121
均值	1.000	0.998	1.001	1.000	0.999	1.064

从 11 个省市样本期内的工业 TFP 和工业 GTFP 平均值来看, 2009~2016 年 11 个省市的传统工业 TFP 较高, 各个省市的 TFP 均值都大于 1, 说明全要素生产率在持续增长, 但增长幅度波动较大。可见虽然国内经济受到 2008 年美国金融危机的影响, 增长速度有所减缓, 但在政府积极的财政政策刺激下, 在国家经济建设“十一五”、“十二五”期间, 长江经济带沿线省市牢牢把握住了发展机遇, 大力推进城镇化和工业化进程, 加强区域之间的联动合作, 充分发挥区域协调发展效应, 共同推动经济高速增长。

但研究发现, 在样本期内各个省市的工业 GTFP 值均小于传统工业 TFP 值, 说明资源消耗和环境污染因素抑制了工业 GTFP 的提升。同时 11 个省市的工业绿色全要素生产率变化情况有差异, 其中上海、江苏、安徽、湖北、四川、云南等 6 个省市历年 GTFP 均值大于 1, 说明其工业绿色全要素生产率有所提升。而浙江、江西、湖南、重庆、贵州 5 个省市历年 GTFP 均值小于 1, 说明其工业绿色全要素生产率有所下降, 可见区域内各个省市的绿色发展水平极不平衡, 这可能与各省市的工业和经济发展水平相关。本文按照一般意义上的区域划分法将上海、浙江、江苏归为东部地区, 安徽、江西、湖北、湖南归为中部地区, 重庆、四川、云南、贵州归为西部地区, 进一步分析长江经济带沿线省市工业 GTFP 的区域差异, 发现其变化规律呈现“东部地区>中部地区>西部地区”的特征, 其中东部地区的 GTFP 均值为 1.021, 中部地区均值为 1.011, 西部地区均值为 0.981, 说明东部地区的城市经济发展与资源环境之间的关系更为协调, 而西部地区的经济发展与资源环境问题更加突出, 这也可以看出经济发展水平越高的地区, 其工业绿色发展水平越高^[13]。

进一步分解 GTFP, 发现技术进步变化率(Techch)与绿色全要素生产率变化率(GTFP)变动的方向一致, 且长江经济带三个区域的技术进步变化率(Techch)的平均水平也呈现“东部地区>中部地区>西部地区”的特征。说明东中西三个区域的产业结构存在较大差异, 东部地区作为沿海城市开放程度更高, 产业基础较好, 工业产业已逐步实现转型升级。而中西部地区正处于追赶阶段, 近年来东部沿海城市逐步将转型升级过程中被淘汰的产业转移到中西部城市, 中西部城市处于新兴产业与落后产业共同发展的阶段, 因此技术进步水平和绿色发展水平较东部地区低, 但从数据上看区域差距在逐步缩小, 说明还有其他因素在影响绿色 GTFP。结果显示技术效率和规模效率均值基本等于 1 或趋近于 1, 说明各个区域的城市在工业生产资源的投入分配上较为合理, 同时政府不断加强环境规制力度, 在一定程度上提升了城市工业 GTFP。

四、结论与启示

本文通过 DEA 模型对 2009~2016 年我国长江经济带 11 个省市的绿色全要素生产率进行测算, 并利用 Malmquist 指数函数的分解项重点分析了技术进步对提升中国工业绿色发展水平的突出贡献。研究结论如下:

1. 从长江经济带总体特征来看, 在样本期内工业绿色全要素生产率变化率与传统工业全要素生产率变化率相比较低, 且变化波动较大, 呈现倒 W 型变动特征, 说明长江经济带区域经济发展在一定程度上受到资源环境因素约束, 尚未形成稳定的资源环境友好型发展模式。从 GTFP 的分解项来看, 技术进步变化率的变动是绿色全要素生产率变动的主要源泉。自 2011 年以来, 出现技术进步增长不足现象, 由于世界各国受到金融危机和国内经济衰退的影响, 对外贸易保护主义开始抬头, 借鉴和引进国外先进技术难度增大, 而国内企业自主创新能力尚且不足, 而技术效率及其分解项纯技术效率和规模效率的变动较小, 呈缓慢增长趋势, 表明虽然外部经济环境比较恶劣, 政府依然采取比较积极的财政政策, 优化资源配置效率, 使经济增长动力从“技术驱动”向“制度优势”和“效率红利”转变。但从长远来看, 政府调控只能作为维持市场稳定发展的一种辅助手段。加快提升企业自主创新能力, 提高劳动力、土地、资本、技术等各种生产要素的利用效率, 优化产业结构, 才是我国经济实现可持续高质量发展的必然选择。

2. 从地区分布差异来看, 各个省市的工业绿色发展水平发展较不均衡, 工业 GTFP 呈现从东部至西部逐渐降低的变化趋势。这是因为我国区域经济发展不协调, 地区差异较大。自我国实施东部崛起和西部大开发战略以来, 中西部的经济发展水平有了极大的提高, 但从产业结构和经济发展质量来说, 中西部承接了由东部城市转移而来的重工业和“三高”产业, 在带动经济快速增长的同时, 也付出了较大的资源和环境代价^[20]。因此需要地方政府企业在引进新的产业项目时综合考虑是否适合本地区的经济与社会共同发展。同时必须建立区域协调发展机制, 缩小地区差距。在秉持可持续发展理念的前提下, 继续保持东部地区经济较好发展, 为促进中西部经济快速发展提供政策资源, 进而实现区域经济可持续协调发展。

参考文献:

- [1] 吴雷, 曾卫明. 基于索洛余值法的装备制造业原始创新能力对经济增长的贡献率测度[J]. 科技进步与对策, 2012(03): 70-73.
- [2] Stiglitz, G. E. Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths[J]. Review of Economic Studies, 1974(128): 123-152.
- [3] Charnes A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978(6): 429-444.
- [4] 孙燕铭, 孙晓琦. 长三角城市群工业绿色全要素生产率的测度及空间分异研究[J]. 江淮论坛, 2018(06): 60-67.
- [5] 武义青. 京津冀绿色全要素生产率研究报告简介[N]. 人民政协报, 2018-12-21(006).
- [6] 丰晓旭, 朱春辉, 岳鸿飞. 四川省产业绿色增长测度——基于全省 21 个市(州)的城市面板数据分析[J]. 财经科学, 2017(09): 72-83.
- [7] 胡晓珍. 中国海洋经济绿色全要素生产率区域增长差异及收敛性分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(17): 137-140.
- [8] 王奇, 王会, 陈海丹. 中国农业绿色全要素生产率变化研究: 1992-2010 年[J]. 经济评论, 2012(05): 24-33.

-
- [9]李斌, 彭星, 欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013(04): 56-68.
- [10]肖攀, 李连友, 唐李伟, 苏静. 中国城市环境全要素生产率及其影响因素分析[J]. 管理学报, 2013(11): 1681-1689.
- [11]张虎, 宫舒文. 基于 DEA-Malmquist 的工业绿色全要素生产率测算及分析——以湖北省为例[J]. 江西师范大学学报(自然科学版), 2017(05): 531-537.
- [12]谌莹, 张捷. 碳排放、绿色全要素生产率和经济增长[J]. 数量经济技术经济研究, 2016(08): 47-63.
- [13]章祥荪, 贵斌威. 中国全要素生产率分析: Malmquist 指数法评述与应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2008(06): 111-122.
- [14]Shephard, R. W., 1970, Theory of Cost and Production Functions [M]. Princeton: Princeton University Press.
- [15]胡晓珍, 杨龙. 中国区域绿色全要素生产率增长差异及收敛分析[J]. 财经研究, 2011(04): 123-134.
- [16]Fisher, I., The Making of Index Numbers[M]. Boston: Houghton Mifflin. 1922.
- [17]陈诗一. 中国工业分行业统计数据估算: 1980—2008[J]. 经济学(季刊), 2011(03): 735-776.
- [18]孔庆洋, 余妙志. 中国各地区工业资本存量的估算[J]. 经济问题探索, 2008(04): 6-10.
- [19]岳鸿飞, 徐颖, 周静. 中国工业绿色全要素生产率及技术创新贡献测评[J]. 上海经济研究, 2018(04): 52-61.
- [20]易明, 李纲, 彭甲超, 陈文磊. 长江经济带绿色全要素生产率的时空分异特征研究[J]. 管理世界, 2018(11): 178-179.
- [21]卢丽文, 宋德勇, 黄璨. 长江经济带城市绿色全要素生产率测度——以长江经济带的 108 个城市为例[J]. 城市问题, 2017(01): 61-67.
- [22]Fare, R., Grosskopf, S., Norris, M., and Zhang, Z., 1994b, Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries[J]. American Economic Review, 84, 66-83.
- [23]Fare, R., Grosskopf, S., and Norris, M., 1997, Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries: Reply[J]. American Economic Review, 87, 1040-1043.
- [24]杨文举, 龙睿赞. 中国地区工业绿色全要素生产率增长: ——基于方向性距离函数的经验分析[J]. 上海经济研究, 2012(07): 3-13+21.