

江苏省工业经济高质量绿色发展评价研究

——基于 Super-SBM 和 Malmquist-Luenberger 指数模型

耿刘利,王琦,黎娜

(滁州学院 经济与管理学院,安徽 滁州 239000)

摘要:运用非角度非径向 Super-SBM 和 Malmquist-Luenberger 指数模型对江苏省工业经济高质量发展水平进行了较为全面的评价,得出如下结论:2013-2018 年江苏省不考虑非期望产出的工业发展效率均值为 1.049,而考虑非期望产出的工业绿色发展效率均值为 1.020,比不考虑非期望产出的工业发展效率平均低 0.029,更能反映高质量要求下工业经济发展的质量水平。各年江苏省工业绿色全要素生产率均低于传统的全要素生产率,且二者呈现出较为一致的变动趋势,即以 2016 年作为拐点呈现“先下降后上升”的趋势,从平均值来看平均相差 -0.126。江苏省三大区域工业绿色全要素生产率(GTFPCH)平均值大小排序为:苏南>苏中>苏北,这个与其经济发展和科技创新水平情况较为相符。根据实证分析结论提出对策建议:统筹规划,制定差异化政策措施,促进工业经济均衡发展;推动江苏省工业科技自主创新与运用,提升工业科技与管理水平;优化工业各项资源要素的合理配置,推动工业资源高效集约利用,促进工业结构转型与升级。

关键词:江苏省工业经济;高质量;绿色全要素生产率;Malmquist-Luenberger 指数

中图分类号:F224 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-7192(2021)02-0050-12

工业是国民经济的重要命脉,支撑和推动社会进步和人民生活水平的不断提高。2018 年我国国内生产总值达到 919 281.1 亿元,江苏省作为经济大省,其地区生产总值高达 92 595.40 亿元,占国内生产总值 10.07%,较 2017 年同比增长 7.83%。工业在促进江苏省国民经济快速发展中功不可没。江苏省从 2008 年以来实现连续十余年较为快速的增长且工业经济规模总量多年位居全国首位,2018 年江苏省地区工业总产值达到 36 111.64 亿元,占江苏省地区总产值比例 39%,第一产业对江苏省地区总产值的贡献率仅达到 1.3%,工业在拉动江苏省地区经济发展中作用较为明显。然而江苏省工业经济规模在不断扩大、总体保持较快平稳增长的同时,其可持续发展也面临资源投入和环境污染的双重制约。以高耗能、高投入和高污染为特征的发展模式虽然能够推动工业规模经济增长,但也使得资源环境约束日益加剧,影响着江苏省工业经济健

康持续发展。江苏省 2017 年规模以上工业企业能源消费总量为 23 325.09 万吨标准煤,2018 年工业二氧化硫排放量为 26.41 万吨,工业氮氧化物排放量为 40.93 万吨,工业烟(粉)尘排放量为 28.97 万吨。可见,江苏省作为工业经济大省,工业发展面临着巨大的节能减排和环境污染治理压力。江苏省“十三五”工业绿色发展规划指出,要适应工业化后期发展形势,推动循环工业经济体系建立与完善,努力促进工业以“质量效应”为特征的集约型增长,促进绿色和低碳制造,推动工业经济绿色增长。在当前江苏省工业能源资源需求日益扩大,生态环境约束不断加剧的背景下,采用数据包络分析法对江苏省工业发展效率与工业全要素生产率进行全面测度与评价,揭示江苏省工业发展现状及存在的问题,并提出推动江苏省工业经济高质量绿色发展的对策建议,对于推动江苏省工业经济实现高质量转型发展具有重要的参考价值。

收稿日期:2020-06-11

基金项目:安徽高校人文社科重点研究基地重点项目“‘一带一路战略’中江淮分水岭区域企业‘走出去’过程中的税务风险规避与税收筹划的研究”(SK2018A0429);安徽省创新发展攻关项目“安徽省农村一二三产业融合发展:评价、农民增收促进机理与检验”(2020CX058)

作者简介:耿刘利(1989-),男,滁州学院经济与管理学院讲师,硕士,研究方向为经济高质量发展;王琦(1974-),男,滁州学院经济与管理学院教授,硕士,研究方向为税务会计、税收筹划。E-mail:1197854753@qq.com

一、文献研究

测算和估计全要素生产率的定量方法总体上来说主要有三种:第一类是增长核算法, Cobb C W 等^[1]曾在 1928 年采用 C - D 生产函数对生产率与经济增长进行量化研究。Tinbergen^[2]在 C - D 函数的基础之上引入了时间变量。Solow^[3]首次将技术进步对生产率的增长影响分离出来后期被称为“索洛余值”。第二类是前沿函数法(SFA),主要代表的学者有 Farrell^[4]、Aigner 等^[5]和 Meeusen W 等^[6]。第三类是非参数生产率指数法, Caves^[7]创造性的采用 Malmquist 指数来测算生产率, Fare R, Grosskopf S^[8]基于 DEA-Malmquist 模型对生产率增长进行估算,并将其进一步分解成技术效率变化和前沿面技术进步两个方面。Chung 等^[9]运用 Malmquist-Luenberger 指数模型来研究环境约束下全要素生产率。

诸多学者围绕着工业全要素生产率进行了研究。国内关于工业全要素生产率研究较早的是陈宽^[10]。涂正革等^[11]采用随机前沿生产模型对我国工业 1995 - 2002 年的全要素生产率进行测算,并将其主要分解为资源配置效率、规模经济性、前沿技术效率变化以及前沿技术进步四个方面。张虎等^[12]基于 DEA-Malmquist 指数模型对湖北省工业全要素生产率进行估算并运用 VAR 模型分析了其影响因素。吴军^[12]基于 Malmquist-Luenberger 指数模型对我国 1998 - 2007 工业全要素生产率及其收敛性进行检验。岳鸿飞等^[13]基于 SBM-DDF-Luenberger 模型对我国工业 2016 - 2015 年环境全要素生产率进行全面估算与深入分析。袁宝龙等^[14]采用改进的 CDM 模型对中国工业行业环境规制、创新行为与全要素生产率进行了研究。周五七^[15]运用 Super-SBM 模型和 Global Malmquist-Luenberger 指数对长三角地区工业绿色全要素生产率测算并分析了其驱动因素。许冬兰等^[16]基于动态 EBM-MI 指数模型对中国工业低碳全要素生产率进行测算得出其 2000 - 2015 年平均增长 4.3%。杨文涛^[17]通过研究得出行业竞争对工业企业全要素生产率显著影响,但是二者关系是非线性的。

通过文献研究可以发现,国内外学者围绕着工业全要素生产率进行了较为丰富的研究,但是其仍然存在很大的研究空间,现有的关于工业绿色全要素生产率的研究主要集中在全国层面、经济区域层面或者行业细分层面,鲜有专门针对江苏省工业绿色全要素生产率的研究。很多研究针对环境污染变量主要是采用将污染变量取倒数或者将污染物直接作为投入要素来处理,这往往容易破坏污染物的原始数据或不符合生产的真实过程。鉴于此,本文尝试从以下几个方面来进行拓展:(1)基于江苏省 13 个市规模以上工业数据,专门针对江苏省工业绿色全要素生产率进行测度、分解与评价;(2)将碳排放量这一主要污染物作为非期望产出考虑到江苏省工业绿色全要素生产率的测算研究之中;(3)综合运用 Super-SBM 模型和基于方向距离函数的 Malmquist-Luenberger 指数模型对江苏工业绿色全要素生产率从静态和动态两个层面进行全面分析与评价。

二、模型建立与指标数据选取

1. 评价模型

(1)超效率 SBM 模型(Super-SBM 模型)。Super-SBM 模型即超效率 SBM 模型是 Tone^[18]在 SBM 模型基础之上创新提出的,此模型能够对用 SBM 模型测算得出有效决策单元进行第二次测算和排序。主要分为两步:第一步是基于 SBM 模型对所有决策单元的相对效率进行测度;第二步,针对有效决策单元运用 Super-SBM 模型开展进一步估算。本文假设江苏省整个工业经济活动系统中共有 n 个独立的决策单元(此处把江苏省下辖的 13 个地级市视为 13 个独立的决策单元)即称 $DMU_j, j = 1, 2, 3 \cdots n; n = 13$, 每个工业决策单元中有 m 种工业投入 $x_i, i = 1, 2, 3 \cdots m$, 有 q_1 种工业期望产出 $y_r^g, r = 1, 2, 3, \cdots, q_1$, 有 q_2 种工业非期望产出 $y_t^b, t = 1, 2, 3 \cdots q_2$ 。模型构建时定义工业投入矩阵 $X = [x_1, x_2, x_3, \cdots, x_n] \in R^{m \times n}$, 工业期望产出矩阵 $Y^g = [y_1^g, y_2^g, y_3^g, \cdots, y_n^g] \in R^{q_1 \times n}$, 工业非期望产出矩阵, $Y^b = [y_1^b, y_2^b, y_3^b, \cdots, y_n^b] \in R^{q_2 \times n}$ 。 $s_i^-, s_r^{g+}, s_t^{b-}$ 分别表示江苏省工业经济活动投入松弛、期望产出松弛和非期望产出松弛调整变

量。包含非期望产出的生产可能性集合则可以表示为 $P = \{ (x, y^g, y^b) \mid x \geq X\lambda, y^g \leq Y^g\lambda, y^b \geq Y^b\lambda \}$, 其中 λ 为权重参数向量。考虑非期望产出 y_t^b 的 SBM 模型则可以用以下线性规划进行表达:

$$\min \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m s_i^- / x_{ik}}{1 + \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} s_r^{g+} / y_{rk}^g + \sum_{t=1}^{q_2} s_t^{b-} / y_{tk}^b \right)}$$

$$\text{s. t.} \quad \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{ik} \\ \sum_{j=1}^n y_{rj}^g \lambda_j - s_r^{g+} = y_{rk}^g \\ \sum_{j=1}^n y_{tj}^b \lambda_j + s_t^{b-} = y_{tk}^b \\ s_i^-, s_r^{g+}, s_t^{b-}, \lambda_j \geq 0 \end{cases} \quad \text{模型(1)}$$

上述模型的最优解用 ρ^* 来进行表示, 取值情况反映被评价决策单元的效率值大小, $0 < \rho^* < 1$, 说明当前决策单元处于 DEA 无效状况, $\rho^* = 1$, 说明当前决策单元处于 DEA 有效状况。

在模型(1)测算结果的基础之上进一步使用 Super-SBM 模型对有效单元进行测算, 考虑非期望产出的 Super-SBM 模型可以表示如下:

$$\min \rho = \frac{1 + \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m S_i^+ / x_{ik}}{1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} s_r^{g+} / y_{rk}^g + \sum_{t=1}^{q_2} s_t^{b-} / y_{tk}^b \right)}$$

$$\text{s. t.} \quad \begin{cases} \sum_{j=1, j \neq k}^m x_{ij} \lambda_j - s_i^- \leq x_{ik} \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{rj}^g \lambda_j + s_r^{g+} \geq y_{rk}^g \\ \sum_{j=1, j \neq k}^n y_{tj}^b \lambda_j + s_t^{b-} \leq y_{tk}^b \\ 1 - \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} s_r^{g+} / y_{rk}^g + \sum_{t=1}^{q_2} s_t^{b-} / y_{tk}^b \right) > 0 \\ \lambda_j, s_i^-, s_r^{g+}, s_t^{b-} \geq 0 \end{cases} \quad \text{模型(2)}$$

ρ_{SE}^* 为此模型的最优解, $\rho_{SE}^* \geq 1$ 时, 表明该决策单元为有效。本文联合运用模型(1)和模型(2)来测算江苏省工业经济发展效率水平。

(2) Malmquist-Luenberger (M-L) 模型。首先定义一个包含非期望产出(非合意产出)的环境技术模型。假设江苏省各地区工业经济活动系统共有

用 m 种工业活动要素投入 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_m) \in R_m^+$, q_1 种工业期望产出 $y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_{q_1}) \in R_{q_1}^+$, q_2 种非期望产出 $b = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_{q_2}) \in R_{q_2}^+$ 。 t 时期的投入产出向量可以表示为 (x_t, y_t, b_t) , t 期生产可能集可以表示为:

$$p_t(x_t) = \{ (x_t, y_t, b_t) \mid x_t \rightarrow (y_t, b_t) : \sum_{j=1}^n x_{tj} \lambda_{tj} \leq x_{tj0}, \sum_{j=1}^n y_{tj} \lambda_{tj} \geq y_{tj0}, \sum_{j=1}^n b_{tj} \lambda_{tj} = b_{tj0}, \lambda_{tj} \geq 0 \}$$

式中, λ_{tj} 表示权重向量, 若 $\sum_{j=1}^n \lambda_{tj} = 1$ 时, 环境生产技术规模报酬可变, 若 $0 \leq \sum_{j=1}^n \lambda_{tj} < 1$ 时, 环境生产技术规模报酬不变。

可以在生产可能集合 $p_t(x_t)$ 上定义方向距离函数, 其表示为:

$$\vec{D}_t(x_t, y_t, b_t; g) = \sup \{ \beta : (y_t, b_t) + \beta g_t \in p(x_t) \}$$

式中, g_t 为 t 时期产出变化的方向向量, 本文根据 Chung 等^[9]对 g_t 的设定, 设定为 $g_t = (y_t, -b_t)$ 表示期望产出的增加的方向以及非期望产出减少的方向。 β 表示某一决策单元沿着 $g_t = (y_t, -b_t)$ 能够扩展的最大倍数, 客观反映着当前决策单元实际产出与最佳前沿面的距离。 β 越小表明决策单元距离前沿越近, 意味着效率越高, 反之, 效率水平越低。Shephard 产出距离函数与方向性距离函数关系可以表示如下:

$$D_t(x_t, y_t, b_t) = 1 / [1 + \vec{D}_t(x_t, y_t, b_t; g)]$$

基于 $\vec{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$ 、 $\vec{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, b_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})$ 、 $\vec{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$ 、 $\vec{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, b_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})$ 四个距离函数来构造 Malmquist-Luenberger (ML) 生产率指数, 进而来测算工业全要素生产率的变化。以上四个方向距离函数需要构造四个线性规划式进行分别求解。其中两个为 t 或 $t+1$ 时期决策单元分别参考各自 t 或 $t+1$ 时期的技术前沿水平。例如, 假设第 j_0 个决策单元在 t 时期的投入与产出组合为 $(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t)$, 那么 $\vec{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$ 可以通过以下线性规划进行求解。

$$\vec{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t) = \max \beta$$

$$\text{s. t} \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij}^t \lambda_j^t \leq x_{ij}^t \\ \sum_{j=1}^n y_{r1}^t \lambda_j^t \geq (1 + \beta) y_{r1j_0}^t \\ \sum_{j=1}^n y_{r2}^t \lambda_j^t \geq (1 - \beta) y_{r2j_0}^t \\ \lambda_j^t \geq 0 \end{cases}$$

式中, $i = 1, 2, 3, \dots, m, r_1 = 1, 2, 3, \dots, q_1, r_2 = 1, 2, 3, \dots, q_2, t = 1, 2, 3, \dots, T, \lambda_j^t \geq 0$, 表示在 t 时期横截面的观测值权重。

另外两个距离函数为混合距离函数, 涉及跨期参比效率的问题, 例如 $\overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{r1j_0}^t, b_{r2j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$ 可以通过以下线性规划进行求解。

$$\begin{aligned} ML_t^{t+1} &= \left[\frac{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})} \cdot \frac{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})} \cdot \left[\frac{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)} \cdot \right. \\ &\quad \left. \frac{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})}{1 + \overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}} \\ &= EFFCH_t^{t+1} \cdot TECH_t^{t+1} \end{aligned} \quad \text{模型(3)}$$

式中, $\overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$, $\overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})$ 分别表示 t 期和 $t+1$ 期的方向距离函数; $\overrightarrow{D}_{j_0}^t(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})$, $\overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, y_{j_0}^t; b_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)$ 分别表示基于 t 期前沿技术的 $t+1$ 期决策单元的混合距离函数以及基于 $t+1$ 期前沿技术的 t 期决策单元的混合距离函数。 ML_t^{t+1} 在本文中表示从 t 到 $t+1$ 时期江苏省工业全要素生产率变动指数。 $ML_t^{t+1} > 1$, 表示江苏省工业全要素生产率进步, $ML_t^{t+1} < 1$, 表示江苏省工业全要素生产率下降。 $EFFCH_t^{t+1}$ 在本文中表示从 t 到 $t+1$ 时期江苏省工业技术效率变化指数, 反映着江苏省整个工业前沿技术的整体变化情况, $TECH_t^{t+1} > 1$ 表示整体工业技术进步, $TECH_t^{t+1} < 1$ 表示整体工业技术衰退。 $EFFCH_t^{t+1}$ 反映着决策单元距离其前沿面距离的变

$$SECH_t^{t+1} = \frac{1 + \overrightarrow{D}_v^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, b_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})}{1 + \overrightarrow{D}_c^{t+1}(x_{j_0}^{t+1}, y_{j_0}^{t+1}, b_{j_0}^{t+1}; y_{j_0}^{t+1}, -b_{j_0}^{t+1})} \cdot \frac{1 + \overrightarrow{D}_c^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}{1 + \overrightarrow{D}_v^t(x_{j_0}^t, y_{j_0}^t, b_{j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t)}$$

式中, \overrightarrow{D}_v 和 \overrightarrow{D}_c 分别规模报酬可变和规模报酬不变条件下的方向性距离函数。 $SECH_t^{t+1}$ 表示规模效应的

$$\overrightarrow{D}_{j_0}^{t+1}(x_{j_0}^t, y_{r1j_0}^t, b_{r2j_0}^t; y_{j_0}^t, -b_{j_0}^t) = \max \beta$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij}^{t+1} \lambda_j^{t+1} \leq x_{ij_0}^t \\ \sum_{j=1}^n y_{r1}^{t+1} \lambda_j^{t+1} \geq (1 + \beta) y_{r1j_0}^t \\ \sum_{j=1}^n y_{r2}^{t+1} \lambda_j^{t+1} \geq (1 - \beta) y_{r2j_0}^t \\ \lambda_j^{t+1} \geq 0 \end{cases}$$

式中, $\lambda_j^{t+1} \geq 0$, 表示在 $t+1$ 时期横截面的观测值权重。

基于前面所构建的四个距离函数, 第 j_0 个决策单元 t 到 $t+1$ 时期的 Malmquist-Luenberger 指数:

化情况, 也反映着决策单元对前沿技术的追赶效应, 反映决策单元对生产技术的利用情况, 逼近“最佳实践者”的情况。 $EFFCH_t^{t+1} > 1$, 表示决策单元从 t 到 $t+1$ 期更加靠近当期技术前沿面, 工业技术效率有所提升。 $EFFCH_t^{t+1} < 1$, 表示决策单元从 t 到 $t+1$ 期更加远离当期技术前沿面, 工业技术效率有所下降。

技术效率变动指数 ($EFFCH_t^{t+1}$) 能够分解为纯技术效率变动指数 (PECH) 和规模效率变化指数 (SECH) 两个变量。即, $EFFCH_t^{t+1} = PECH_t^{t+1} \cdot SECH_t^{t+1}$, 故有:

$$MT_t^{t+1} = PECH_t^{t+1} \cdot SECH_t^{t+1} \cdot TECH_t^{t+1}$$

模型(4)

其中,

变化情况。 $SECH_t^{t+1} > 1$, 表示规模效应水平上升, $SECH_t^{t+1} < 1$, 表示规模效应水平下降。 $PECH_t^{t+1}$ 表

示纯技术效率水平的变化情况, $PECH_t^{t+1} > 1$, 表示纯技术效率水平提高, $PECH_t^{t+1} < 1$, 表示纯技术效率水平下降。考虑环境约束即非期望产出的工业全要素生产率及其分解指标, 本文在对应的指标前加上前缀 G 以示区分。GTFPCH、GTECH、GEFFCH、GPECH、GSECH 分别表示绿色(环境)全要素生产率的变化、绿色(环境)技术进步、绿色(环境)技术效率变化、绿色(环境)纯技术效率变化和绿色(环境)规模效率变化。

2. 指标选取与数据来源

基于数据包络分析法对江苏省工业经济发展效率和全要素生产率变化进行测度与评价必须正确合理地确定工业经济活动投入与产出相关评价指标。参考学界以前相关研究成果同时考虑相关数据获取的可得性, 主要从工业经济投入、工业经济期望产出和工业经济非期望产出三个方面综合确定江苏省工业经济活动评价指标。江苏省工业经济活动投入要素指标主要参考周五七^[15]、李苏苏等^[19]等学者研究成果, 选取劳动力投入、资本投入和企业单位个数三个指标作为工业活动投入要素指标。其中劳动力投入采用规模以上工业全年平均从业人数来进行替代。工业活动资本投入采用借鉴赵春雨等^[20]的方法以工业固定资产净值来衡量, 但是由于其无法完整获取, 采用规模以上工业资产总额来替代工业固定资产净值。企业单位个数则采取规模以上工业企业单位个数。考虑环

境约束的江苏省工业经济活动产出指标可以分为期望产出指标和非期望产出指标。以规模以上工业总产值作为工业活动期望产出指标, 并根据工业产品出厂价格进行平减处理。参考谭涛^[21]以碳排放量作为环境约束的重要考量, 纳入工业绿色效率的测算, 以单位工业增加值碳排放量作为非期望产出指标, 主要是根据单位工业增加值能耗乘以标准煤碳排放系数值 2.736^[22]得到。

以上规模以上工业企业相关指标数据均来自 2013—2018 年江苏省《统计年鉴》, 并根据式(1)对各指标进行无量纲化处理, 以确保基础指标数据的科学合理。

$$H_{ij} = 0.1 + 0.9 \times (h_{ij} - \min_{1 \leq j \leq n} h_{ij}) / (\max_{1 \leq j \leq n} h_{ij} - \min_{1 \leq j \leq n} h_{ij}) \quad (1)$$

式中, $\min_{1 \leq j \leq n} h_{ij}$ 和 $\max_{1 \leq j \leq n} h_{ij}$ 分别表示第 i 项指标的最小值与最大值。 h_{ij} 表示第 j 个决策单元第 i 项指标。经过转化之后的各指标 $H_{ij} \in [0, 1, 1]$ 。

三、江苏省工业高质量绿色发展测评结果与分析

1. 江苏省工业发展静态效率分析

根据超效率 SBM 模型前述模型(1)和模型(2)运用 MAXDEA8.0PRO 软件测算对江苏省 13 个城市 2013—2018 年进行工业发展静态效率测算分析, 具体测算结果如表 1 和表 2 所示。

表 1 2013—2018 年江苏省各市工业发展效率

地区	2013	2014	2015	2016	2017	2018	均值	排序
苏州	1.990	2.035	2.102	2.079	2.114	1.711	2.005	1
南京	1.303	1.420	1.373	1.358	1.268	1.189	1.319	2
连云港	1.263	1.239	1.181	1.082	1.034	1.283	1.180	3
常州	1.071	1.089	1.093	1.073	1.112	1.086	1.087	4
南通	1.306	1.253	1.259	0.865	0.825	0.675	1.031	5
淮安	1.011	0.830	1.034	1.073	1.092	1.140	1.030	6
镇江	1.037	1.075	1.062	1.081	1.066	0.843	1.027	7
扬州	1.030	1.012	0.943	1.034	1.004	0.735	0.960	8
宿迁	1.086	1.042	1.012	0.600	0.616	1.084	0.907	9
泰州	0.824	0.786	1.125	0.773	0.823	0.698	0.838	10
盐城	0.820	0.763	0.757	0.831	0.854	0.706	0.789	11
无锡	1.007	0.842	0.779	0.750	0.652	0.482	0.752	12
徐州	0.780	0.753	0.752	0.682	0.719	0.549	0.706	13
均值	1.118	1.088	1.113	1.022	1.014	0.937	1.049	—
苏南	1.282	1.292	1.282	1.268	1.242	1.062	1.238	1
苏中	1.053	1.017	1.109	0.891	0.884	0.703	0.943	2
苏北	0.992	0.925	0.947	0.854	0.863	0.952	0.922	3

注: 以上结果是根据不包含非期望产出的超效率 SBM 模型测算得出。

表 2 2013 - 2018 年 江苏省各市工业绿色发展效率

地区	2013	2014	2015	2016	2017	2018	均值	排序
苏州	1.331	1.341	1.355	1.350	1.358	1.262	1.333	1
南京	1.306	1.423	1.373	1.358	1.268	1.189	1.320	2
南通	1.210	1.204	1.149	1.044	1.039	1.045	1.115	3
连云港	1.163	1.130	1.092	1.050	1.034	1.132	1.100	4
盐城	1.153	1.027	1.013	1.058	1.102	1.054	1.068	5
常州	1.045	1.054	1.066	1.048	1.060	1.106	1.063	6
镇江	1.081	1.121	1.104	1.091	1.067	0.817	1.047	7
淮安	1.011	0.802	1.034	1.073	1.094	1.140	1.026	8
扬州	1.034	1.014	1.045	1.070	1.048	0.784	0.999	9
徐州	1.019	1.036	1.024	0.682	0.858	0.592	0.869	10
宿迁	1.086	1.012	0.912	0.376	0.418	1.041	0.808	11
泰州	0.724	0.703	1.119	0.731	0.793	0.698	0.795	12
无锡	1.009	0.837	0.743	0.707	0.564	0.434	0.716	13
均值	1.090	1.054	1.079	0.972	0.977	0.946	1.020	-
苏南	1.154	1.155	1.128	1.111	1.063	0.962	1.096	1
苏中	0.989	0.974	1.104	0.948	0.960	0.842	0.970	3
苏北	1.086	1.001	1.015	0.848	0.901	0.992	0.974	2

注:此表是根据包含非期望产出的超效率 SBM 模型测算得出。

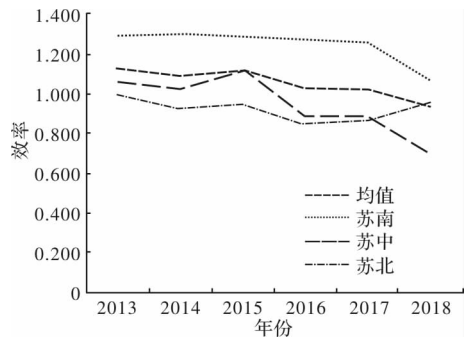


图 1 2013 - 2018 年江苏省工业经济

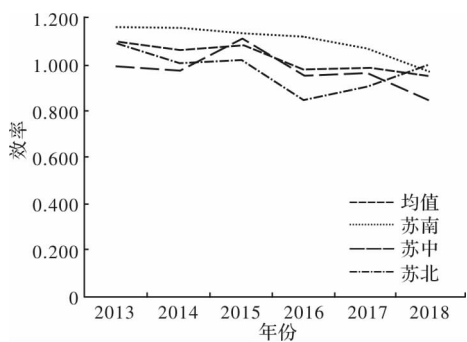


图 2 2013 - 2018 年江苏省工业经济绿色发展效率均值

(1)由表 1 可知,不考虑非期望产出的 2013 - 2018 年江苏省工业经济发展效率大于 1 的有 7 个地区,依次是苏州、南京、连云港、常州、南通、淮安和镇江。其中,苏州的工业经济发展效率水平最高,均值为 2.005,虽然 2018 年有所下降,但是整体上呈现上升趋势。这主要是与苏州市工业基础雄

厚,交通十分便利,工业园区经济发展较好,工业总产值增长较快有较大关系。2014 年来苏州市大力推动工业经济升级,努力培育苏州自主品牌,提升工业企业全员劳动生产率,重点推进战略新兴产业和高兴技术产业发展。其次是南京市,2013 - 2018 年工业经济发展效率一直大于 1,处于 DEA 相对有效,均值为 1.319。南京工业发展基础夯实,政策优势明显,工业产业结构不断优化,产业集群效应显著,工业质量效益不断得以提高。扬州、宿迁、泰州、盐城、无锡和徐州地区 2013 - 2018 年工业经济发展效率均值小于 1,尚未达到 DEA 有效,其中泰州、盐城和徐州 3 个地区 2013 - 2018 年一直处于 DEA 无效,其他地区工业发展效率值有所波动。徐州工业经济发展效率处于江苏省内最低水平,说明徐州作为传统资源型城市工业转型发展较为缓慢。推动徐州传统产业转型升级,振兴徐州工业基地仍然需要走很长一段路。

(2)从江苏省工业经济整体发展效率来看,2013 - 2018 年工业发展效率均值为 1.049,除了 2018 年工业经济发展效率为 0.937,有所下降且未达到 DEA 有效,总体上来看工业发展效率较为平稳,达到了 DEA 相对有效。从表 1 和图 1 可以发现,江苏省三大区域工业发展效率差异十分明显,江苏省内区域工业经济发展不够平衡。苏南地区

2013—2018年工业经济发展效率水平处于省内领先水平,各年效率值均大于1,6年均值为1.049,整体达到了DEA有效,这主要是由于苏南地区地理位置优越紧邻上海地区,依托长三角经济带,工业经济和科技发展水平较高。苏中地区工业经济发展效率次之,2015年以来不断处于下降,均值为0.943。苏北地区工业经济发展效率处于三大区域最低水平,2013—2018年苏北地区工业发展效率值都小于1,表明整体来看苏北地区工业发展效率未达到DEA有效,工业经济发展相对较为落后,因此必须进一步加大工业先进科技自主创新与研发,深入推进产业结构的深度优化与调整,促进苏北工业经济发展。

(3)由表2可知,江苏省2013—2018年工业绿色发展效率均值来看总体上呈现波动且略微下降的趋势,虽然从六年整体均值来看,江苏省工业绿色发展效率为1.020,达到了DEA相对有效,但是2016—2018年工业绿色发展效率值均都小于1,未达到DEA有效,说明江苏省工业绿色发展效率水平面临着下降的风险,因此需要强化工业绿色科技投入、研发与创新,进一步推动红色绿色转型发展。具体来说,苏州、南京、南通、连云港在工业发展效率和绿色发展效率都表现出较为明显的优势,而盐城虽然2013—2018年工业经济发展效率处于0.706~0.854,均值为0.789,未达到DEA有效,其省内效率排名第11位,较为靠后,但是其工业绿色发展效率值处于1.013~1.153,均值为1.068,达到了DEA有效,省内绿色效率排名第5位,说明盐城市在工业绿色集约发展和绿色制造方面工作成效较为明显。徐州、宿迁、泰州、无锡四个地区的工业绿色发展效率值排名靠后,这与其在未考虑非期望产出的工业经济发展效率排名情况大体一致,位于省内较低水平,说明这几个地区在推动工业规模经济增长的同

时,需要更加关注节能减排与工业污染治理,推动工业经济绿色高质量发展。

(4)由表2和图2可以看出,江苏省三大区域仅有苏南地区工业绿色发展效率一直保持在1以上,均值为1.096,高于江苏省工业绿色发展效率均值1.020,表明苏南地区地区受到长三角经济带辐射效果明显,在降低工业能耗和污染治理、推动工业经济绿色转型发展方面表现出较为明显的优势。而苏中、苏北工业绿色发展效率均小于1,未达到DEA有效。三大区域工业绿色发展效率值排名依次为苏南>苏北>苏中,与未考虑期望产出的传统工业发展效率排名未保持一致。苏州地区的工业绿色发展效率除了2015年(1.104)之外,其他年份的工业绿色发展效率均值都小于1,说明苏州地区在工业节能减排方面面临着压力仍然较大。2013—2018年,考虑非期望产出的江苏省工业绿色发展效率与未考虑非期望产出的传统工业发展效率总体体现出较为一致变动趋势特征,但是二者在取值上体现出较为明显的差异。除了2018年以外,不考虑非期望产出的工业经济发展效率均高于江苏省考虑非期望产出的工业绿色发展效率,平均高出了0.029。苏南地区高出了0.0142。这说明不考虑环境约束工业发展效率在一定程度上会高估了工业经济发展的实际水平,不能充分反映高质量发展要求下工业经济发展的质量水平。在工业经济发展过程中只有推动资源高效利用,加强工业环境污染治理,推动工业绿色转型才能实现江苏省工业经济可持续发展。

2. 江苏省工业绿色全要素生产率结果与分析

根据基于方向性距离函数的Malmquist-Luenberger模型即前述模型(3)和模型(4)。利用MAX-DEA8.0PRO软件对江苏省及其各市工业全要素生产率与分解指数项进行测算,结果如表3和表4。

表3 2014—2018年江苏省平均全要素生产率及其分解

年份	未考虑环境约束					考虑环境约束				
	TECH	EFFCH	PECH	SECH	TFPCH	GTECH	GEFFCH	GPECH	GSECH	GTFPCH
2014	1.025	1.115	1.018	1.095	1.143	1.025	0.967	0.959	1.008	0.991
2015	1.012	1.076	1.000	1.076	1.089	1.010	0.959	0.950	1.010	0.969
2016	0.995	0.999	0.942	1.061	0.994	1.002	0.895	0.885	1.011	0.897
2017	1.033	1.013	0.974	1.040	1.046	1.017	0.922	0.919	1.004	0.938
2018	1.234	0.902	0.943	0.957	1.114	1.147	0.854	0.877	0.974	0.980
均值	1.060	1.020	0.975	1.046	1.081	1.040	0.918	0.916	1.002	0.955

表 4 2014 - 2018 年江苏省各地区工业平均绿色全要素

生产率及其分解

地区	GTECH	GEFFCH	GPECH	GSECH	GTFPCH
南京	1.031	1.103	1.16	0.951	1.137
常州	1.104	0.963	1.044	0.922	1.063
苏州	1.022	1.032	1.038	0.994	1.055
镇江	1.034	0.97	1.025	0.946	1.003
扬州	1.05	0.948	0.958	0.99	0.995
无锡	0.993	0.998	0.936	1.066	0.991
南通	1.021	0.97	0.879	1.103	0.99
连云港	0.985	0.996	0.91	1.094	0.981
淮安	0.983	0.985	0.964	1.022	0.968
泰州	0.998	0.959	0.935	1.026	0.957
宿迁	0.987	0.918	0.898	1.023	0.906
盐城	0.953	0.921	0.91	1.012	0.878
徐州	0.969	0.902	0.908	0.998	0.874
苏南	1.037	1.013	1.041	0.976	1.05
苏中	1.023	0.959	0.924	1.04	0.981
苏北	0.975	0.944	0.918	1.03	0.921

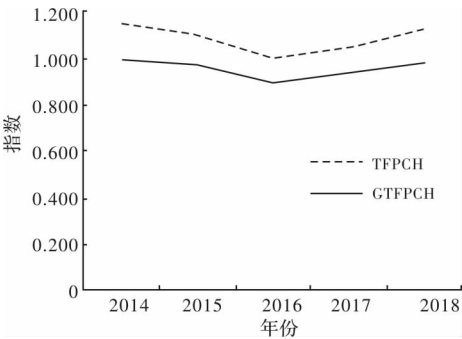


图 3 2014 - 2018 年江苏省工业 ML 生产率指数

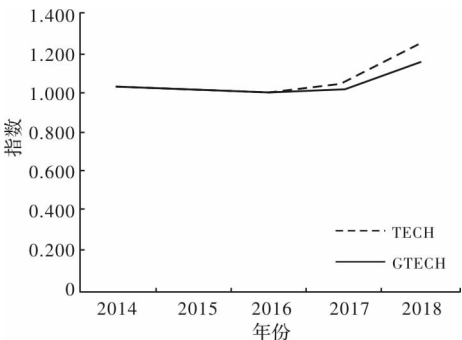


图 4 2014 - 2018 年江苏省工业技术进步指数

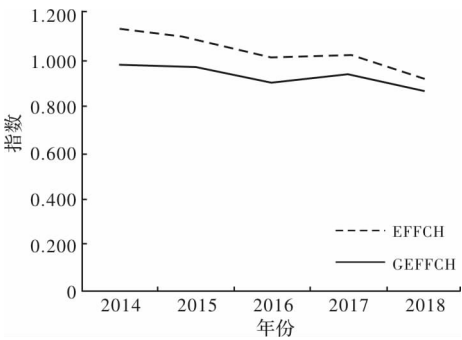


图 5 2014 - 2018 年江苏省工业技术效率变化指数

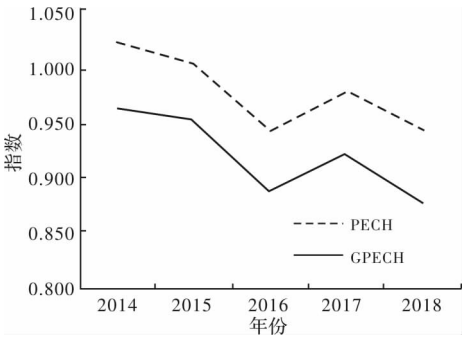


图 6 2014 - 2018 年江苏省工业纯技术效率变化指数

(1)工业绿色全要素生产率指数(GTFPCH)分析。由表 3 和图 3 可知,未考虑环境约束的工业全要素生产率指数(TFPCH)除 2016 年(0.994)之外,其他年度工业全要素生产率均大于 1,5 年均值为 1.081,说明江苏省工业全要素生产率五年平均增长了 8.1%,这主要是由于江苏省工业技术进步 6.0%和规模效应提升 4.6%共同作用所致,而工业纯技术效率下降 2.5%限制了工业全要素生产率的有效提升。而考虑环境约束的江苏省各年工业绿色全要素生产率指数(GTFPCH)均小于 1,均值为 0.955,说明考虑环境约束的工业绿色全要素生产率平均下降了 4.5%,这主要是由于受到工业绿色技术效率(GEFFCH)下降 8.2%的影响,而工业绿色技术进步增加了 4.0%能对江苏省工业绿色全要素生产率的提升起到一定的促进作用。进一步分析可知,工业纯技术效率(GPECH)下降 8.4%是造成工业绿色技术效率下降的主要原因,而绿色规模效应(GSECH)提升 0.2%对工业绿色全要素生产率的下降起到一定的限制作用。因此江苏省在未来应该在合理确定工业资源投入、优化工业资源配置的同时,重点加强在工业科技方面的自主创新,加大科技尤其是绿色工业技术的创新投入与内部管理创新,推动江苏省工业绿色技术效率的提升。2014 - 2018 年江苏省工业 GTFPCH 均低于 TFPCH,且二者呈现出较为一致的变动趋势即以 2016 年作为拐点呈现“先下降后上升”的趋势,从平均值来看平均相差 -0.126,这说明非期望产出会造成工业全要素生产率一定的缺失,碳排放等工业污染产出会影响着工业 GTFPCH 的提升。

(2)工业绿色技术进步指数分析(GTECH)。由表 3 和图 4 可以看出,江苏省工业技术进步指数(TECH)和工业绿色技术进步指数(GTECH)是能够

对江苏省 TFPCH 和 GTFPCH 产生正向促进作用的重要因素,二者在 2014 - 2017 年水平相差不大,而 2018 年 GTECH 却比 TECH 小 0.087,差距相对较大,因此未来要特别注重进一步推动工业绿色生产和清洁生产技术创新。从整体上来看 2014 - 2018 年 GTECH 要比 TECH 小 0.020。5 年江苏省 GTECH 均值为 1.040,说明江苏省 2013 - 2018 年工业绿色技术水平平均增长了 4.0%,江苏省整个工业环境生产技术前沿面向前发生了显著移动,成为推动绿色全要素生产率提升的重要因素。

(3) 工业绿色技术效率变化(GEFFCH)分析。由表 3 和图 5 可以看出,江苏省 2014 - 2018 年不考虑环境约束的工业技术效率变化指数(EFFCH)与考虑环境约束的工业绿色技术效率变化指数(GEFFCH)具有相同的变动趋势,整体上来看具有明显的下降趋势,EFFCH 和 GEFFCH 最大值都是在 2014 年分别是 1.115 和 0.967,最小值都是在 2018 年分别是 0.902 和 0.854。江苏省 2014 - 2018 年未考虑环境约束的传统工业技术效率变动指数要比考虑环境约束的工业绿色技术效率变化指数大,平均值来看两者相差 0.102。纯技术效率变动指数(PECH)和纯技术效率绿色变动指数(GPECH)两者在 2014 - 2018 年呈现出较为一致的变动方向,与 EFFCH 和 GEFFCH 两个指标的变动趋势具有较强的相似性,表明 PECH 和 GPECH 分别是影响 EFFCH 和 GEFFCH 变化的重要驱动因素。2014 - 2018 年江苏省工业绿色纯技术效率变动指数均明显低于其传统的工业纯技术效率变动指数,二者均值相差 0.059,这表明工业纯技术效率由于受到非期望产出的影响有所缺失。考虑环境约束的江苏省工业 GEFFCH 取值为 0.895 ~ 0.976,其平均值为 0.918,表明江苏省工业绿色技术效率平均下降了 8.2%,进一步分析可知造成 GEFFCH 下降的主要原因是江苏省工业 GPECH 平均下降了 8.4%,而江苏省工业绿色规模效应(GSECH)除 2018 年(0.974)之外,其他年份都大于 1,平均值为 1.002,表明总体来看江苏省工业经济绿色规模效应有所提升,对工业绿色技术效率和工业绿色全要素生产率的提升具有重要的促进效应。以上分析说明,江苏省工业经济在发展过程中仍然对资源规模投入依赖现象仍然较强,传统的粗放型工业发展模式尚未得以完全改变,对工业技

术尤其是绿色生产技术的创新和有效使用仍然需要进一步加强。应该在合理配置工业经济投入要素,推动工业资源高效和循环利用的同时,加强工业企业内部流程创新与改造,坚持以工业前沿技术引领企业转型发展,培育和壮大战略性新兴产业和高新技术产业。

(4) 由表 4 可以看出,江苏省辖市(13 个市) 2014 - 2018 年工业绿色全要素生产率及其分解指标水平情况。考虑环境约束的江苏省工业绿色全要素生产率指数(GTFPCH)排名前四的依次分别是南京、常州、苏州和镇江,其工业 GTFPCH 大于 1,说明这 4 个地区的工业绿色全要素生产率在 2014 - 2018 年平均来看有所提升,这与苏南地区经济发展水平较高、工业资本丰富、工业技术创新与利用水平高密切相关。其中南京工业 GTFPCH 处于省内最高水平为 1.137,这主要是由于南京工业技术进步(GTECH)和工业绿色技术效率变化指数(GEFFCH)提升共同作用引起的。导致 GEFFCH 提升的主要原因是工业绿色纯技术效率(GPECH)水平的提升。江苏省其他地区的工业 GTFPCH 处于 0.874 ~ 0.995,取值均小于 1,处于这说明江苏省大部分地区考虑环境约束的工业绿色全要素生产率在 2014 - 2018 年均有一定程度的下降。淮安、泰州、宿迁、盐城和徐州是江苏省内工业绿色全要素生产率排名靠后的 5 个地区,其中 4 个地区为苏北地区,这 5 个地区的各年工业 GTECH 和 GEFFCH 均小于 1 是导致这 5 个地区工业 GTFPCH 小于 1 的两个重要因素。纯技术效率变动指数(PECH)较低是导致这 5 个地区工业绿色技术效率下降的主要因素,而规模效应变动指数(SECH)上升对这 5 个地区的工业绿色全要素生产率的下降起到一定的限制作用,也说明这 5 个地区工业 GTFPCH 对工业规模技术变动依赖性较强。

江苏省三大工业绿色全要素生产率(GTFPCH)平均值大小排序为苏南 > 苏中 > 苏北,这与三大区域经济发展水平和科技创新水平情况较为相符。苏南地区工业 GTFPCH 平均增长 5%,工业 GTECH 平均增长 3.7%,工业 GEFFCH 平均增长 1.3%,工业 GPECH 平均增长 4.1%,工业 GTFPCH 平均增长 5%,表明苏南地区工业绿色全要素生产率有所提升,这主要是得益于长三角经济带辐射效应,工业

资本和科技创新水平较高,向低污染低能耗战略新兴产业转型效果较好。苏中地区工业虽然 GTECH 平均增长 2.3%,工业 GSECH 平均增长 4%,但是由于工业 GPECH 下降 7.6% 导致 GEFFCH 小于 1,进而造成工业 GTFPCH 平均下降 1.9%,说明苏中地区科技技术进步和规模效应提升对工业 GTFPCH 水平的提升具有显著的促进效应,但是工业 GPECH 对工业生产率提升的推动作用明显不足。苏北地区工业 GTECH 下降 2.5%,工业 GPECH 下降 8.2%,工业 GSECH 提升 3.0%,工业 GTFPCH 下降 7.9%,这说明苏北地区工业绿色全要素生产率下降的主要原因是工业技术创新贡献不足,对工业前沿技术的追赶效应不够。苏北地区工业经济增长目前仍然是靠工业规模效应的拉动。可见,江苏省省内工业经济发展失衡,总体上来说,苏北地区工业经济相对较为落后,工业经济增长动能和活力不足,工业生产效率相对较低。因此,未来应该统筹规划,推动区域合作,合理调整和优化工业资源投入,坚持工业技术进步与绿色技术效率提升双重驱动。

四、研究结论与启示

基于 2013—2018 年江苏省规模以上工业企业产出与投入指标数据,综合运用 SBM 超效率模型和基于方向性距离函数的 Malmquist-Luenberger 指数模型对江苏省工业发展效率和动态全要素生产率进行了比较全面的评价与分析,得出如下结论。

第一,2013—2018 年江苏省不考虑非期望产出的工业发展效率均值为 1.049,除 2018 年工业经济发展效率为 0.937,总体上来看工业发展效率较为平稳,达到了 DEA 相对有效。考虑非期望产出的工业绿色发展效率总体来看呈现波动且略微下降的态势,均值为 1.020,平均比不考虑非期望产出的工业发展效率低 1.029,更能反映高质量要求下工业经济发展的质量水平。

第二,江苏省三大区域工业发展效率差异十分明显,江苏省内区域工业经济发展不够平衡。三大区域工业绿色发展效率值排名依次为苏南 > 苏北 > 苏中,与未考虑期望产出的工业发展效率排名未保持一致。

第三,江苏省工业全要素生产率五年平均增长了 8.1%,这主要是由于江苏省工业技术进步 6.0%

和规模效应提升 4.6% 共同作用所致,而工业纯技术效率下降 2.5% 限制了工业全要素生产率的提升。江苏省三大区域工业绿色全要素生产率(GTFPCH)平均值大小排序为苏南 > 苏中 > 苏北,这与三大区域经济发展水平和科技创新水平情况较为相符。

为了进一步促进江苏省工业经济高质量发展,根据以上分析结果提出以下建议。

第一,统筹规划,制定差异化政策措施。应该立足于推动江苏省整体工业经济高质量发展,促进长三角一体化发展的战略视角,促进区域合作与共同发展,推动科技、资本和人力等工业要素资源合理有效流动,减少区域间发展壁垒与差异,促进工业经济均衡发展。苏南地区工业经济发展优势明显,应该加强对工业前沿科技尤其是绿色制造技术的创新与研发。苏中地区应加强企业制造流程管理与创新,进一步提升对工业绿色技术利用效率。苏北地区作为江苏工业经济新的增长力量,应该加强同苏南、苏中和其他工业经济发展水平较高的城市之间的科技与产业合作,加强对工业科技前沿技术的引进与运用,进一步发挥自身优势推动传统产业改造升级与产业转移承接相结合。

第二,推动江苏省工业科技自主创新与运用,提升工业科技与内部管理水平。以高质量发展为导向坚持科技创新驱动,以工业科技创新引领工业科技进步与运用。加强对工业前沿制造技术的创新,深入开展对工业基础理论研究,努力推动绿色制造、清洁生产与节能装备制造水平的提升,有序对制造业进行绿色化改造。深入推进工业企业再制造规模化工程,推动江苏省工业化与信息化技术的深度融合发展。

第三,充分发挥工业经济增长规模效应,优化工业各项资源要素的合理配置,推动工业资源高效集约利用。要进一步促进产业结构调整与优化,集中优势工业资源重点推进战略新兴产业发展,积极发展低碳绿色产业,合理控制钢铁和水泥等传统产业规模,控制和缩减高耗能和高污染产业的产能,积极推动绿色低碳循环产业的快速发展,促进价值链高端产业发展。

参 考 文 献

- [1] COBB C W, DOUGLAS P H. A theory of production

- [J]. American Economic Review, 1928, 18(1): 139 - 165.
- [2] TINBERGEN J. Critical remarks on some business cycle theories[J]. Econometrica, 1942, X(2): 129 - 146.
- [3] SOLOW R M. Technical change and the aggregate production function[J]. Review of Economics & Statistics, 1957, 39(3): 554 - 562.
- [4] FARRELL M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253 - 290.
- [5] AIGNER D, LOVELL C A, SCHMIDT P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. Journal of Econometrics, 1977, 6(1): 21 - 37.
- [6] MEEUSEN W, JULIEN V D. Efficiency estimation from cobb-douglas production functions with composed error[J]. International Economic Review, 1977, 18(2): 435.
- [7] CAVES D W, DIEWERT L R. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity[J]. Econometrica, 1982, 50(6): 1393 - 1414.
- [8] FARE R, GROSSKOPF S, LINDGREN B, et al. Productivity developments in swedish hospitals: a malmquist output index approach[J]. Data Envelopment Analysis Theory Methodology & Applications, 1994.
- [9] CHUNG Y H, FARE R, GROSSKOPF S. Productivity and Undesirable outputs: a directional distance function-approach[J]. Microeconomics, 1997, 51(3): 229 - 240.
- [10] 陈宽, 谢千里, T·罗斯基, 等. 中国国营工业生产率变动趋势研究[J]. 中国社会科学, 1988(4): 37 - 44.
- [11] 涂正革, 肖耿. 中国的工业生产力革命——用随机前沿生产模型对中国大中型工业企业全要素生产率增长的分解及分析[J]. 经济研究, 2005(3): 4 - 15.
- [12] 吴军. 环境约束下中国地区工业全要素生产率增长及收敛分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2009, 26(11): 17 - 27.
- [13] 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(4): 52 - 61.
- [14] 袁宝龙, 李琛. 环境规制政策下创新驱动中国工业绿色全要素生产率研究[J]. 产业经济研究, 2018(5): 101 - 113.
- [15] 周五七. 长三角工业绿色全要素生产率增长及其驱动力研究[J]. 经济与管理, 2019, 33(1): 36 - 42.
- [16] 许冬兰, 张敏. 中国工业低碳全要素生产率主率的测算及分解——基于动态 EBM-MI 指数模型[J]. 青岛科技大学学报(社会科学版), 2018(4): 19 - 24.
- [17] 杨文溥. 行业竞争对企业全要素生产率的影响——基于中国工业企业的经验研究[J]. 南京财经大学学报, 2020(1): 33 - 41.
- [18] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32 - 41.
- [19] 李苏苏, 叶祥松, 张少华. 中国制造业企业全要素生产率测度研究[J]. 学术研究, 2020(3): 105 - 113.
- [20] 赵春雨, 朱承亮, 安树伟. 生产率增长、要素重置与中国经济增长——基于分行业的经验研究[J]. 中国工业经济, 2011(8): 79 - 88.
- [21] 谭涛, 吴江, 王旻轲, 等. 四川省工业绿色全要素生产率评价研究——基于 Malmquist-Luenberger 指数[J]. 宜宾学院学报, 2019, 19(2): 58 - 69.
- [22] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究, 2009(4): 41 - 55.

An Evaluation Research on the High-quality Green Development of Industrial Economy in Jiangsu Province

——Based on Super-SBM and Malmquist-Luenberger index model

GENG Liu-li, WANG Qi, LI Na

(School of Economics and Management, Chuzhou University, Chuzhou Anhui, 239000, China)

Abstract: This paper mainly uses the non-angle and non-radial Super-SBM model and Malmquist Luenberger index to evaluate more generally the high-quality development level of industrial economy in Jiangsu Province. It comes to the conclusion that the average efficiency of industrial development without considering the undesired output in 2013 - 2018 is 1.049, while that of green industrial development taking the undesired output into account is 1.020,

(下转第93页)

- [18] 齐美尔. 时尚的哲学[M]. 费勇, 译. 北京: 文化艺术出版社, 2001.
- [19] 西美尔. 金钱、性别、现代生活风格[M]. 顾仁明, 译. 上海: 学林出版社, 2000.
- [20] 杨恩寰. 美学引论[M]. 北京: 人民出版社, 2005.
- [21] 杨恩寰, 梅宝树. 艺术学[M]. 北京: 人民出版社, 2001.
- [22] 李泽厚. 美的历程[M]. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2009.

The Practice of Somaesthetics: a Brief Discussion of Tattoo Art in the Tang Dynasty

WEI Shuan-xi, LIU Jing

(School of Language, Literature and Law, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: Displaying the glamor of the human body by an attached beauty of ornaments, tattoo art can be seen as a unique practice of somaesthetics. Not until the middle and late Tang Dynasty has Tattoo developed from an original totem symbol or a primitive penalty mark into the body decoration art. Whether it is to highlight an aesthetic taste, or to release resenting emotions, or to pose as a lover of art, tattoo customs have become an aesthetic fashion of the times that the masses chase after due to the thriving of social thoughts, culture and economy in the Tang Dynasty. It also meets the psychological need of every class for group identity and self-identification on different levels. Taking the human body as a direct aesthetic carrier or field to shape, demonstrate and appreciate beauty, tattoo in the Tang Dynasty turns itself from a punishment of branding one's face into the practice of somaesthetics. Starting the aesthetic observation and artistic shaping of the human body, Tattoo is metaphorized as not only the discipline of the physical body to those ancient Chinese who intende to rebel against political ethics, but also the inner impulse and possibilities to seek the freedom of life and the liberty of the body.

Key words: somaesthetics; Tang Dynasty; tattoo

【编辑 王思齐】

(上接第60页)

0.029 lower than the former ratio. This reflects the quality level of industrial economic development under high quality requirements. In each year, the green total factor productivity is lower than the traditional total factor productivity in the industry of Jiangsu Province, though there is a relatively consistent trend of changing in the two. Namely, the year of 2016 as a turning point witnesses the trend of "decline firstly and then rise" with a difference of -0.126 on average. The average value of industrial green total factor productivity (GTFPCH) in three major regions of Jiangsu Province is sorted as follows: South Jiangsu > Central Jiangsu > North Jiangsu, which corresponds nearly with its economic development and technological innovation level. According to the conclusion of empirical analysis, the paper puts forward countermeasures and suggestions such as formulating an overall plan of differentiated policies and measures to motivate the balanced development of industrial economy, accelerating the independent innovation and application in industrial science and technology in Jiangsu Province to upgrade industrial technology and management, optimizing the rational allocation to promote the efficient and intensive utilization of industrial resources and as well as the transformation and upgrading of industrial structure.

Key words: Jiangsu Province; High quality; green total factor productivity; Malmquist-Luenberger; index

【编辑 吴晓利】