

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2022.03.010

中国工业生产效率评价及影响因素研究

张鑫, 王向前, 耿杰

(安徽理工大学 经济与管理学院, 安徽 淮南 232001)

摘要: 为了解我国工业生产效率情况, 促进我国工业发展, 选取 2009—2019 年相关数据, 使用 SBM-Undesirable 模型和 Malmquist-Luenberger 模型对中国的 30 个省市自治区工业生产效率进行测度, 结果表明: 中国大部分省市自治区工业生产效率未达到有效状态; 从空间分布看, 中国工业生产效率区域差异明显, 呈东高西低分布; 从影响因素来看, 技术进步促进中国工业全要素生产效率的增长。为提高工业生产效率, 完善区域发展战略, 缩小东西部发展差距, 提议促进经济转型和完善产业结构, 积极探索环境友好型经济发展模式; 加强区域协作, 合理规划生产资料的跨区域流动, 促进区域协调发展; 加大研发投入, 强化产学研深度融合, 以科技进步推动生产效率的提高。

关键词: SBM-Undesirable 模型; Malmquist-Luenberger 模型; 效率分析; 工业生产效率

中图分类号: F42

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2022)03-0070-07

引文格式: 张鑫, 王向前, 耿杰. 中国工业生产效率评价及影响因素研究 [J]. 湖南工业大学学报, 2022, 36(3): 70-76.

Study on the Evaluation of China's Industrial Production Efficiency with Its Influencing Factors

ZHANG Xin, WANG Xiangqian, GENG Jie

(School of Economics and Management, Anhui University of Science & Technology, Huainan Anhui 232001, China)

Abstract: In view of a mastery of the situation of China's industrial production efficiency so as to promote China's industrial development, a selection has been made of the relevant data from 2009 to 2019 to evaluate the industrial production efficiency of 30 provinces, municipalities and autonomous regions in China. The results show that the industrial production efficiency of most provinces and autonomous regions in China failed to reach an effective state; from the perspective of spatial distribution, China's industrial production efficiency is characterized with a distinct regional disparity, with a higher distribution in the east and a lower distribution in the west. From the perspective of influencing factors, technological progress helps to promote the growth of China's industrial total factor production efficiency. In order to improve the efficiency of industrial production, further perfect the regional development strategy and narrow the development gap between the East and the West, it is proposed to promote economic transformation and improve the industrial structure, actively explore an environment-friendly economic development model, strengthen regional cooperation, rationally plan the cross-regional flow of means of production, stimulate the coordinated development of regions, increase investment in R & D, consolidate the integration of industry, university and research,

收稿日期: 2021-03-05

基金项目: 国家自然科学基金项目资助 (51874003, 51474007); 安徽省自然科学基金资助面上项目 (1808085MG221)

作者简介: 张鑫 (1996-), 男, 江苏连云港人, 安徽理工大学硕士生, 主要研究方向为工业效率评价,

E-mail: 1786378263@qq.com

通信作者: 王向前 (1981-), 男, 安徽阜阳人, 安徽理工大学教授, 博士, 主要研究方向为管理信息系统与工业效率评价,

E-mail: xqwaust@163.com

thus promoting the improvement of production efficiency with the advancement of science and technology.

Keywords: SBM-Undesirable model; Malmquist-Luenberger model; efficiency analysis; industrial production efficiency

0 引言

工业水平是一个国家综合实力的重要标志。当前中国工业发展正走在“新型工业化道路”^[1]上,然而即使我国工业当前正处于新型工业化阶段,工业体系较为完善,但工业生产效率仍然相对落后。我国工业的局限在快速发展的同时日益显现:投入产出比较低、能源消耗量较大、劳动成本较高,这使得我国工业的生产效率低下,而高污染、高排放的粗放型工业经济发展模式较多,导致环境恶化、资源枯竭的情况日益严重^[2]。这种发展模式极其不利于我国工业经济长期健康发展,也导致我国工业企业在与国外同行业竞争时处于不利地位。工业生产效率是反映工业发展质量的一个重要指标,所以加强对工业生产效率的研究,科学测度工业生产效率,探索其影响因素,以努力使我国工业不仅在数量上,而且在生产质量与绩效方面都处于国际领先地位,具有重要意义。

田泽等^[3]运用三阶段数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)模型对东部沿海地区装备制造业生产效率进行了实证研究,发现我国东部沿海地区装备制造业生产效率较高,但考虑环境因素后结果会发生显著变化;杜康等^[4]选取从业人员年平均值、固定资产净值年均余额作为投入指标,工业总产值为产出指标,运用DEA-Malmquist方法对安徽省大中型企业生产效率进行了测度,探讨了全要素生产率的影响因素;郭亚军^[5]采用各地区工业固定资产投资、各地区工业劳动力就业人数、各地区工业科研投入为投入指标,各地区工业生产总产值为产出指标,采用DEA三阶段模型对我国工业生产效率水平进行了实证研究,结果表明,资源利用水平、人均居民消费、人均国内生产总值、财政支出占生产总值的比例、民营资本所占份额和对外开放水平等环境变量对工业生产效率有显著影响;徐冬冬等^[6]选取劳动力年度总人数与固定资产投资作为投入要素,以工业生产总产值作为产出要素,运用随机前沿生产函数模型测度2001—2013年各县域工业生产效率,并结合GIS空间分析技术分析了生产效率与空间格局特征间的关系;李健等^[7]选取资本投入、各地区工业从业人员人数、平均受教育年限为投入指标,工业总产值为产出指标,采用Malmquist模型对中国

1998—2011年30个省份的工业全要素生产效率进行了测度。上述文献中研究者对工业生产效率的测度所用方法各不相同,但都未考虑投入与产出的松弛性问题,所用方法都不能将全部松弛变量进行衡量,为更加精确地衡量效率水平,可利用SBM(slacks-based measurement)模型弥补这一问题。SBM是一种非射线模型,具有非角度和非径向性,能充分考虑投入与产出的松弛性问题,属于较为完整的DEA拓展模型。且在现实工业生产活动中,非期望产出是不可避免的问题,采用SBM-Undesirable模型会使非期望产出问题迎刃而解,因此本文选用SBM-Undesirable模型,对中国工业生产效率进行测算,改进已有文献的测度方法。并结合Malmquist-Luenberger模型对中国工业全要素生产效率进行测算,由点及面,动态分析与静态分析结合。

1 模型介绍与构建

1.1 SBM-Undesirable 模型

DEA是由A. Charnes等^[8]于1978年提出的一种对多投入多产出的评价相对有效性的线性规划方法,保持投入不变,通过判断各决策单元与生产前沿面的偏离程度来测算效率值或者评价是否有效。但是传统DEA方法没有将产出变量的松弛问题考虑在内,会对效率值的测算产生偏差。因此Tone K.^[9]在传统DEA的基础上提出了基于非径向、非角度并引进非期望产出的SBM模型,用以弥补传统DEA径向与角度对测算效率值造成的误差。

本文采用SBM-Undesirable模型对中国的30个省市自治区(由于西藏的数据严重缺失,港澳台地区的数据不可得,所以本文未予考虑)的工业生产效率进行测算,以空气污染物二氧化硫作为“坏产出”纳入分析评价体系。在生产效率评价模型中,每个省市自治区的工业生产部门都是一个决策单元DMU。对 n 个DMU,每个DMU中包含 m 个投入、 S_1 种期望产出 Y^g (g 为期望产出相关项)、 S_2 种非期望产出 Y^b (b 为非期望产出相关项)。变量向量矩阵如下:

$$X = [x_1, x_2, \dots, x_n] \in \mathbf{R}^{m \times n};$$

$$Y^g = [y_1^g, y_2^g, \dots, y_n^g] \in \mathbf{R}^{S_1 \times n};$$

$$Y^b = [y_1^b, y_2^b, \dots, y_n^b] \in \mathbf{R}^{S_2 \times n};$$

式中： X 为投入变量； Y 为产出变量，且

$$X > 0, Y^g > 0, Y^b > 0。$$

根据 K. Tone 提出的加入非期望产出的 SBM 模型，其公式为

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{i0}}}{1 + \frac{I}{S_1 + S_2} \left(\sum_{r=1}^{S_1} \frac{S_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{S_2} \frac{S_r^b}{y_{r0}^b} \right)},$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} X_0 = X\lambda + S^- \\ y_0^g = Y^g - S^g; y_0^b = Y^b - S^b \\ S^- \geq 0, S^g \geq 0, S^b \geq 0, \lambda \geq 0 \end{cases}。$$

式中： ρ^* 为效率值， S^- 、 S^g 、 S^b 为松弛变量； λ 为变量权重。

当且仅当 $S^- = 0$ 、 $S^g = 0$ 、 $S^b = 0$ 时， $\rho^* = 1$ ，表明决策单元完全有效；当 $0 < \rho^* < 1$ 时，表明决策单元存在效率损失，在投入产出上需要改进。

1.2 Malmquist-Luenberger 模型

1953年，瑞典数学家 S. Malmquist 提出了 M 指数分析法，进行消费分析^[10]。1978年，Chanmes 首次将 DEA 模型与 Malmquist 指数分析法相结合，该方法适用于多个地区跨时期的样本分析，被广泛应用于效率测度与评价方面^[11]。Malmquist 指数最大的优势是全要素生产率可进一步分解为技术效率变化指数与技术变化指数，据此可以推断出生产率变化的主要影响因素。但是 Malmquist 指数没有考虑非期望产出，所以 Chung Y. 等^[12]在 Malmquist 模型的基础上提出了 Malmquist-Luenberger (M-L) 模型。

本研究构建的 M-L 指数模型如下：

$$\gamma_{MLt}^{t+1} = \gamma_{ECt}^{t+1} \times \gamma_{TCt}^{t+1} =$$

$$\frac{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \times$$

$$\left[\frac{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \times \frac{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}},$$

$$\gamma_{TCt}^{t+1} = \left[\frac{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \times \frac{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \right]^{\frac{1}{2}},$$

$$\gamma_{ECt}^{t+1} = \frac{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})}。$$

式中： γ_{MLt}^{t+1} 、 γ_{ECt}^{t+1} 、 γ_{TCt}^{t+1} 分别为第 K 个决策单元从 t 到 $t+1$ 时期的全要素生产率变动指数、技术效率变化指数和技术进步变动指数。

本文中的 γ_{ML} 指数大小表示各省市的工业生产效率变动情况。若 $\gamma_{MLt}^{t+1} > 0$ ，则该 DMU 在 $t+1$ 期的工业生产效率相比于 t 期是提升的；若 $\gamma_{MLt}^{t+1} = 0$ ，则该 DMU 效率保持不变；若 $\gamma_{MLt}^{t+1} < 0$ ，则该 DMU 在 $t+1$ 期的工业生产效率相比于 t 期是下降的。

同理， γ_{EC} 和 γ_{TC} 大于 1 分别代表技术效率改善和技术进步；反之，则表示技术效率恶化、技术退步。

2 投入产出变量与数据来源

根据对近年来相关文献的学习与研究，得知专家学者采用数据包络分析对工业生产效率进行分析时，所采用的投入、产出指标如表 1 所示。

表 1 工业生产效率相关研究投入、产出指标统计表

Table 1 Statistical table of input and output indicators of relevant research concerning industrial production efficiency

| 文献 | 投入指标 | 产出指标 | 研究对象 |
|------|----------------------------|--|----------------|
| [13] | 固定资产净值、劳动从 业人数、能源消耗 | 地区工业增加值、 工业 SO ₂ 排放量 | 全国规模以 上工业企业 |
| [14] | 工业企业资产总额、工 业劳动投入、工业“三废” | 工业增加值 | 西北地区工 业企业 |
| [15] | 工业从业人数、资本存 量、煤耗量及电力消耗 | 工业增加值、工业 “三废”排放量 | |
| [16] | 工业从业人数、固定资 产合计、能源消耗总量 | 地区生产总值、销 售产值、专利申请 数、新产品销售产 值、工业“三废” | 全国规模以 上工业企业 |
| [17] | 固定资产合计、工业从 业人数、能源消费总量 | 工业销售产值、 SO ₂ 排放量 | |
| [18] | 工业从业人数、固定资 产投资净额、能源消耗量 | 工业生产总产值、工 业 CO ₂ 排放量 | |

根据以上各研究投入产出变量的选取，本文依据数据可获得性原则等，并针对本文研究主题，最后选取 3 个投入变量和 3 个产出变量，对我国各地区工业生产效率进行测算和分析。

2.1 投入产出变量

1) 从投入角度看，本研究选取的 3 个投入变量分别代表人力、资本、资源 3 方面投入。工业从业人数代表劳动投入，衡量劳动要素投入；固定资产净值代表资本投入，该指标常被研究者作为工业生产效率测算投入指标，本文中有些固定资产净值由于无直接

数据来源,故采取固定资产投资减去折旧作为固定资产净值;工业生产中消耗的大多是化石能源,因此本文能源消费总量以化石能源换算成万t标准煤表示。

2)从产出角度看,本文的3个产出变量分为期望产出与非期望产出两类。其中期望产出2个,非期望产出1个。利润总额与工业生产总产值作为期望产出,利润总额能直接反映我国工业企业的盈利能力,企业只有获得最大利润,才能不断积蓄力量。工业生产总产值是指工业企业在报告期内以货币形式表现的工业生产活动的最终成果。因此利润总额与工业生产总产值都是测算工业生产效率的重要工业经济产出变量。因近年来环境问题越来越受到公众关注,且空气中的SO₂主要来自工业生产过程,所以选用SO₂作为非期望产出中工业污染物的代表。

2.2 数据来源

考虑到数据统计的滞后性与数据的可得性,本文选取2009—2019年中国的30个省份(西藏、香港、澳门和台湾地区未予考虑)的数据加以研究。本文所

涉及指标数据均选自《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国能源统计年鉴》,以及各省市统计年鉴,部分数据来自国家数据网。

观测数取330时,各变量的描述统计见表2。

表2 投入与产出变量的描述统计表

Table 2 Descriptive statistics of input and output variables

| 变 量 | 均值 | 最小值 | 最大值 | 方差 |
|------------|-----------|---------|-----------|----------|
| 利润总额/亿元 | 1 846.45 | 0.13 | 10 603.40 | 2 028.28 |
| 工业生产总产值/亿元 | 7 653.34 | 278.37 | 35 301.33 | 6 881.02 |
| 二氧化硫排放量/万t | 65.09 | 1.40 | 182.74 | 41.73 |
| 固定资产净值/亿元 | 8 415.73 | 491.47 | 3 854.00 | 6 902.09 |
| 能源消费总量/万t | 13 685.77 | 1016.00 | 38 899.00 | 8 314.07 |
| 工业从业人数/万人 | 305.13 | 11.00 | 1 568.00 | 330.95 |

3 中国工业生产效率实证分析

3.1 中国工业生产静态效率分析

采取DEA Solver Pro软件对我国30个省市自治区2009—2019年的工业生产效率进行测算(结果见表3),并对所得结果进行评价与分析。

表3 2009—2019年各省市自治区工业生产静态效率值

Table 3 Static efficiency of industrial production in provinces and autonomous regions from 2009 to 2019

| 地区 | 年 份 | | | | | | | | | | | 综合 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| 北京市 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 天津市 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 河北省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.65 | 0.65 | 0.73 | 0.39 | 0.58 | 0.83 | 0.80 |
| 山西省 | 0.35 | 0.42 | 0.45 | 0.37 | 0.29 | 0.16 | 0.30 | 0.18 | 0.22 | 0.29 | 0.33 | 0.31 |
| 内蒙古自治区 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.23 | 0.70 | 0.66 | 0.87 |
| 辽宁省 | 0.58 | 0.68 | 0.79 | 1 | 0.83 | 0.55 | 1 | 0.28 | 0.29 | 1 | 0.38 | 0.67 |
| 吉林省 | 0.65 | 0.71 | 0.72 | 0.72 | 0.76 | 0.70 | 0.66 | 0.65 | 0.45 | 0.67 | 0.56 | 0.66 |
| 黑龙江省 | 0.75 | 1 | 1 | 0.58 | 0.56 | 0.43 | 0.35 | 0.28 | 0.22 | 0.73 | 0.71 | 0.60 |
| 上海市 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.99 |
| 江苏省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 浙江省 | 0.84 | 0.90 | 1 | 0.84 | 1 | 0.83 | 0.83 | 1 | 0.77 | 0.73 | 1 | 0.89 |
| 安徽省 | 0.62 | 0.71 | 0.72 | 0.73 | 0.70 | 0.66 | 0.64 | 0.66 | 0.56 | 0.59 | 0.61 | 0.65 |
| 福建省 | 0.84 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.99 |
| 江西省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.92 | 1 | 0.99 |
| 山东省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.47 | 0.55 | 1 | 0.91 |
| 河南省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.81 | 0.64 | 0.62 | 0.65 | 0.53 | 0.79 | 0.81 | 0.80 |
| 湖北省 | 0.59 | 0.68 | 0.81 | 1 | 0.77 | 0.79 | 0.88 | 1 | 0.57 | 0.63 | 0.88 | 0.78 |
| 湖南省 | 0.72 | 0.76 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.65 | 0.63 | 1 | 0.89 |
| 广东省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 广西壮族自治区 | 0.56 | 0.67 | 0.85 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.54 | 0.41 | 0.70 | 0.79 |
| 海南省 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 重庆市 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0.77 | 0.65 | 0.67 | 0.58 | 0.54 | 0.46 | 0.59 | 0.75 |
| 四川省 | 0.58 | 0.61 | 0.68 | 0.85 | 0.70 | 0.56 | 0.57 | 0.53 | 0.38 | 0.49 | 0.52 | 0.59 |
| 贵州省 | 0.35 | 0.34 | 0.35 | 0.38 | 0.40 | 0.43 | 0.45 | 0.47 | 0.41 | 0.41 | 0.39 | 0.40 |
| 云南省 | 0.52 | 0.52 | 0.46 | 0.44 | 0.41 | 0.38 | 0.38 | 0.33 | 0.30 | 0.33 | 0.32 | 0.40 |
| 陕西省 | 0.80 | 1 | 0.73 | 1 | 1 | 0.58 | 0.56 | 0.56 | 0.01 | 0.44 | 0.60 | 0.66 |
| 甘肃省 | 0.37 | 0.36 | 0.38 | 0.35 | 0.38 | 0.28 | 0.36 | 0.18 | 0.19 | 0.17 | 0.30 | 0.30 |
| 青海省 | 0.54 | 0.53 | 0.62 | 0.55 | 0.52 | 0.41 | 0.35 | 0.37 | 0.35 | 0.65 | 0.68 | 0.51 |
| 宁夏回族自治区 | 0.40 | 0.40 | 0.36 | 0.33 | 0.35 | 0.32 | 0.29 | 0.34 | 0.19 | 0.16 | 0.21 | 0.30 |
| 新疆维吾尔自治区 | 0.78 | 1 | 0.66 | 0.48 | 0.44 | 0.34 | 0.29 | 0.27 | 0.09 | 0.49 | 0.61 | 0.50 |

3.1.1 分省份分析

将 30 个省份单独进行观察,有助于对中国工业生产效率的理解和分析。化整为零,是为了更加透彻和深入地剖析我国各省市自治区工业生产有效或者无效的原因,由点到面,全面了解我国近几年工业生产效率状况。

从表 3 中可以得知北京市、天津市、江苏省、广东省及海南省的工业生产效率高,均为 1,表明从 2009—2019 年,这几个省市的工业生产过程中投入少、产出多且污染物排放量低,证明其工业处于生产技术前沿面,工业生产完全有效,同时也表明这些地区的工业注重劳动、资本、能源的合理配置。工业生产效率高在 0.8~1 之间的有上海市、福建省、江西省、山东省、浙江省、湖南省、内蒙古自治区、河北省、河南省,其中大于 0.9 的有内蒙古自治区、上海市、福建省、江西省、山东省,且上海市、福建省、江西省的工业生产效率高均为 0.99;山东省次之,为 0.91。上海市、福建省和江西省 2009—2019 年的工业生产效率高都仅有 1 年的效率值没有达到 1。均值为 0.6~0.8 的有广西壮族自治区、湖北省、重庆市、辽宁省、吉林省、陕西省、安徽省、黑龙江省,以上 8 个地区的工业生产综合效率值处于我国工业生产效率高率的第三序列。东北三省尤为明显,以上地区工业发展规模都较大,工业经济效益处于中上等,但资源投入量较大,属于明显的高投入、高产出的粗放式工业生产,其中的非期望产出也较高。最后是工业生产效率高率为 0.3~0.6 的,分别是四川省、青海省、新疆维吾尔自治区、贵州省、云南省、山西省、甘肃省、宁夏回族自治区,其中山西省是中国煤炭能源的重要产地,污染严重,是其工业生产效率高率低的主要原因;贵州省、云南省、甘肃省、青海省、宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区的工业化程度较低,交通运输能力较差、工业经济规模较小都是其工业生产效率高率低下的一个重要影响因素。

3.1.2 分区域分析

区域的划分标准会直接影响对工业生产效率高率的分析,因为我国工业体系的分布各有特点,比如我国东北地区是以钢铁、机械、化工、石油为生产核心;而华北地区是以燃料动力、钢铁为生产主体。为了更加深入地我国工业生产效率高率的空间分布特征,本文参照国家统计局国家数据网将全国区域划分为东部、中部、西部 3 个地区。东部地区的工业平均效率值为 0.93,中部地区为 0.73,西部地区为 0.49,整体呈现东高西低的梯形分布。生产效率为 1 的北京市、天津市、江苏省、广东省、海南省 5 个地区均在我国

东部地区,而生产效率低于 0.6 的 8 个省份中,有 7 个属于西部地区,占总数的 87.5%,可见,我国东西部发展不平衡,区域差距明显。

3.2 中国工业生产动态效率分析

上文使用 SBM-Undesirable 模型对我国 30 个省份 2009—2019 年的面板数据进行了测算,从静态层面对我国工业生产效率高率情况进行分析。为了更深入地探究我国工业生产效率高率的时间维度上的表现,使用 Malmquist-Luenberger 模型对我国 30 个省市自治区 2009—2019 年的工业生产效率高率进行测算,从动态层面考察我国工业生产效率高率的变动趋势以及变动原因,所得测算结果见表 4 和图 1。

表 4 中国工业生产效率高率指数及其分解指数的演化趋势
Table 4 Evolution trend of China's industrial production efficiency index with its decomposition index

| 时间段 | $\gamma_{ML}^{(t-1,t)}$ | $\gamma_{EC}^{(t-1,t)}$ | $\gamma_{TC}^{(t-1,t)}$ |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2009—2010 | 1.36 | 1.06 | 1.28 |
| 2010—2011 | 1.28 | 1.00 | 1.29 |
| 2011—2012 | 1.00 | 0.94 | 1.07 |
| 2012—2013 | 0.96 | 1.00 | 0.96 |
| 2013—2014 | 0.95 | 0.88 | 1.07 |
| 2014—2015 | 1.05 | 1.01 | 1.03 |
| 2015—2016 | 1.01 | 0.94 | 1.07 |
| 2016—2017 | 1.20 | 0.76 | 1.62 |
| 2017—2018 | 1.20 | 0.73 | 1.65 |
| 2018—2019 | 1.40 | 0.70 | 1.83 |
| 平均值 | 1.141 | 0.927 | 1.246 |

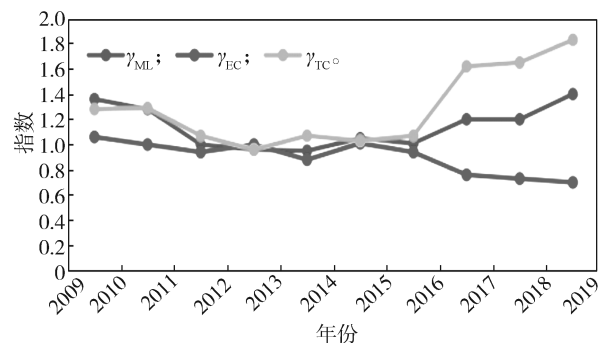


图 1 中国工业生产效率高率指数及其分解指数折线图

Fig. 1 Broken line chart of China's industrial production efficiency index with its decomposition index

由表 4 可知,30 个省份的工业全要素生产效率指数 γ_{ML} 的平均值为 1.141,技术进步指数 γ_{TC} 的平均值为 1.246,而效率改进指数 γ_{EC} 的平均值仅为 0.927。这表明技术进步发展状况良好,对全要素生产效率起着促进作用,而技术效率改进较为欠缺。

观察图 1 可以发现, γ_{ML} 与 γ_{TC} 的变化趋势大多一致,但 γ_{TC} 的波动幅度较为强烈,带动了 γ_{ML} 的变动,这说明 γ_{TC} 是影响 γ_{ML} 的重要因素,技术进步对全要

素生产效率的提高有着显著的促进作用。

观察图1可知, γ_{ML} 、 γ_{EC} 、 γ_{TC} 都呈现上下波动的变化趋势, 其中 γ_{ML} 的年平均增长率为 0.29%, γ_{TC} 的年平均增长率为 3.64%, 总体呈现上升趋势, 而 γ_{EC} 的年平均增长率为 -4.1%, 总体呈下降趋势。中国工业生产效率指数 γ_{ML} 在 2009—2016 间振幅较小, 而在 2016—2019 间振幅较大。在 2009—2013 期间呈下降趋势, 究其原因, 是因为受次贷危机的影响, 工业产业的复苏需要经历一个曲折而缓慢的过程, 外需萎缩短期内难以根本改观, 消费对经济增长带动性不够, 中国面临的生产要素综合成本上升、资源环境约束增强等情况都制约着工业生产效率的增长。而 γ_{ML} 增长的拐点出现在 2015—2016 年, 国务院在 2015 年 5 月 8 号印发了《中国制造 2025》的通知, 该通知将“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”作为基本方针。中华人民共和国国家发展和改革委员会和环境保护部联合发布的《清洁生产审核办法》于 2016 年 7 月 1 日起正式实施, 该办法鼓励企业自愿开展清洁生产审核。国家一系列的政策指导企业不断创新, 努力增产减排, 这不仅促进了我国工业生产效率的提高, 更是对全国工业整体的发展产生了积极的影响。

4 结论与建议

本文以我国 30 个省份的工业发展情况作为研究对象, 利用 SBM-Undesirable 模型以及 Malmquist-Luenberger 模型对其 2009—2019 年的数据进行了测度与分析, 得出如下结论:

1) 在研究的 30 个省市自治区中, 有 5 个省市工业生产有效, 占总体的 16%, 而生产效率低于 0.6 的有 8 个省市自治区, 占总数的 26%。这说明我国大部分省市自治区都存在投入冗余和期望产出不足、生产投入要素利用率低、资源浪费及生态污染现象。

2) 我国工业的地区发展不平衡, 区域差异明显, 呈现出东高西低的阶梯状分布。工业生产有效的省份集中在东部地区, 而工业生产效率较低的省份则主要集中在西部地区。这是由于东部地区有着悠久的工业发展历史, 优越的区位优势, 雄厚的资金实力, 而这些又带来了先进的生产技术, 使得资源被更加有效地利用。

3) 我国工业 γ_{ML} 呈上下波动, 在研究期间内, 其平均值为 1.141, γ_{TC} 的平均值为 1.246, 而 γ_{EC} 的平均值为 0.927, 这说明我国工业全要素生产有效, 技术也得到了发展, 但是效率的改进并未达到最佳

状态。

4) 全要素生产效率与技术进步指数总体都呈现增长趋势, 且两者变动趋势相似, 这表明技术进步促进了全要素生产效率的增长, 且国家政策与经济环境会对工业生产效率产生明显影响。

综上所述, 从我国基本国情出发, 为提高工业生产效率, 促进我国工业又快又好地发展, 完善区域发展战略, 缩小东西部发展差距, 提出以下建议:

1) 促进经济转型和完善产业结构。我国大部分省份的生产效率偏低, 传统的粗放型经济增长模式使得资源与生态都承受着巨大的压力, 特别是我国中西部地区要处理好资源储量与经济发展之间的不平衡, 要“生态保护”与“经济增长”双管齐下, 积极探索“绿水青山就是金山银山”的环境友好型经济发展模式。

2) 加强区域协作, 促进区域协调发展。国家应注重不同地区之间的资源调配, 合理规划生产资源的跨区域流动, 充分发挥市场对产品的引导作用, 推进区域开放度, 加强区域之间的交流合作。地区层面则应该加强顶层设计, 因地制宜, 根据地区特点制定相应的发展战略, 强化对投入产出的控制, 减少冗余。

3) 加大研发投入, 以科技进步推动生产效率提高。强化产学研深度融合, 推进核心技术攻关, 促进科技成果转化成为生产力。科技是第一生产力, 长期来看, 科学技术的发展可降低成本、增加产出, 解决投入与产出冗余或者不足的问题。

参考文献:

- [1] 王泽宇. 新型工业化: 新内涵、新优势与新路径[J]. 质量与市场, 2021(5): 109-111, 114.
WANG Zeyu. New Industrialization: New Connotation, New Advantage and New Path[J]. Quality and Market, 2021(5): 109-111, 114.
- [2] 陈承红. 循环经济: 实施可持续发展战略的重要保障[J]. 生产力研究, 2006(5): 125-126.
CHEN Chenghong. Circular Economy: An Important Guarantee for Implementing Sustainable Development Strategy[J]. Productivity Research, 2006(5): 125-126.
- [3] 田泽, 程飞. 我国东部沿海地区装备制造业生产效率研究: 基于三阶段 DEA 模型[J]. 工业技术经济, 2017, 36(5): 13-20.
TIAN Ze, CHENG Fei. Research on the Production Efficiency of Equipment Manufacturing Industry in the East Coastal Areas of China: Based on Three-Stage DEA Model[J]. Journal of Industrial Technological & Economics, 2017, 36(5): 13-20.
- [4] 杜康, 袁宏俊, 郑亚男. 安徽省大中型工业企业全

- 要素生产率及影响因素研究: 基于 DEA-Malmquist 生产率指数法 [J]. 科技管理研究, 2019, 39(6): 41-48.
- DU Kang, YUAN Hongjun, ZHENG Yanan. A Study on Total Factor Productivity and Influencing Factors of the Industrial Enterprises in Anhui Province: Based on the DEA-Malmquist Productivity Index Method[J]. Science and Technology Management Research, 2019, 39(6): 41-48.
- [5] 郭亚军. 基于三阶段 DEA 模型的工业生产效率研究 [J]. 科研管理, 2012, 33(11): 16-23.
- GUO Yajun. Industrial Production Efficiency Based on a Three-Stage DEA Model[J]. Science Research Management, 2012, 33(11): 16-23.
- [6] 徐冬冬, 黄震方, 倪金星, 等. 江苏省工业生产效率的空间格局演化与影响因素 [J]. 经济地理, 2017, 37(6): 114-121.
- XU Dongdong, HUANG Zhenfang, NI Jinxing, et al. Spatial Pattern Evolution and Influencing Factors of Industrial Production Efficiency in Jiangsu[J]. Economic Geography, 2017, 37(6): 114-121.
- [7] 李健, 卫平, 付军明. 中国地区工业生产率增长差异及收敛性研究: 基于三投入 DEA 实证分析 [J]. 产业经济研究, 2015(5): 21-30.
- LI Jian, WEI Ping, FU Junming. The Disparity and Convergence of Industrial TFP Growth in Chinese Provinces: Based on the Three-Input DEA Model Study[J]. Industrial Economics Research, 2015(5): 21-30.
- [8] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429-444.
- [9] TONE K. Dealing with Undesirable Outputs in DEA: A Slacks-Based Measure (SBM) Approach[C]// 日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集. Toronto: North American Productivity Workshop, 2004: 44-45.
- [10] MALMQUIST S. Index Numbers and Indifference Surfaces[J]. Trabajos de Estadística, 1953(2): 209.
- [11] ZHOU P, ANG B W, HAN J Y. Total Factor Carbon Emission Performance: A Malmquist Index Analysis[J]. Energy Economics, 2010, 32(1): 194-201.
- [12] CHUNG Y, FARE R. Productivity and Undesirable Outputs: A Directional Distance Function Approach[J]. Microeconomics, 1995, 51(3): 229-240.
- [13] 涂正革, 刘磊珂. 考虑能源、环境因素的中国工业效率评价: 基于 SBM 模型的省级数据分析 [J]. 经济评论, 2011(2): 55-65.
- TU Zhengge, LIU Leike. Efficiency Evaluation of Industrial Sectors in China Accounting for the Energy and Environment Factors: Based on Provincial Data by a SBM Approach[J]. Economic Review, 2011(2): 55-65.
- [14] 朱庆武, 张小盟. 环境约束下的西北地区工业效率评价及影响因素 [J]. 宁夏大学学报(人文社会科学版), 2017, 39(1): 128-134.
- ZHU Qingwu, ZHANG Xiaomeng. Evaluation and Influencing Factors of Industrial Efficiency in Northwest China Under Environmental Constraints[J]. Journal of Ningxia University (Humanities and Social Sciences Edition), 2017, 39(1): 128-134.
- [15] 王艳, 苏怡, 刚翠翠. 中国工业增长质量测度及影响因素分析 [J]. 生产力研究, 2020(7): 77-81.
- WANG Yan, SU Yi, GANG Cuicui. China Industrial Growth Quality Measurement and Influence Factors Analysis[J]. Productivity Research, 2020(7): 77-81.
- [16] 李晓钟, 高娇娇. 中国工业绿色发展效率时空差异比较研究 [J]. 杭州电子科技大学学报(社会科学版), 2020, 16(4): 1-8.
- LI Xiaozhong, GAO Jiaojiao. A Comparative Study on Spatial and Temporal Differences of Green Development Efficiency of China's Industry[J]. Journal of Hangzhou Dianzi University (Social Sciences), 2020, 16(4): 1-8.
- [17] 张鹏飞. 基于 SBM 模型的中国工业效率评价 [D]. 昆明: 云南财经大学, 2017.
- ZHANG Pengfei. Evaluation of China's Industrial Efficiency Based on SBM Model[D]. Kunming: Yunnan University of Finance and Economics, 2017.
- [18] 徐洪成. 基于超效率 DEA 模型下中国工业生产效率影响因素研究 [D]. 重庆: 重庆理工大学, 2020.
- XU Hongcheng. Study on the Influencing Factors of China's Industrial Production Efficiency Based on Super Efficiency DEA Model[D]. Chongqing: Chongqing University of Technology, 2020.

(责任编辑: 廖友媛)