

# 要素投入结构与主产区粮食全要素生产率的增长

——基于1978—2017年粮食主产区的投入产出面板数据

赵亮, 余康\*

(浙江农林大学 经济管理学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 基于1978—2017年粮食主产区的投入产出面板数据和O'Donnell提出的加总数量框架, 采用Hicks—Moorsteen指数将粮食全要素生产率(TFP)增长彻底分解为技术进步、技术效率、规模效率和混合效率, 通过测度混合效率对主产区粮食TFP增长的贡献, 进而评估要素投入结构对主产区粮食TFP增长的影响效应。结果显示: 技术进步是主产区粮食TFP增长的最主要驱动因素, 而要素投入结构对主产区粮食TFP增长的影响存在较大的异质性。1978—2004年内蒙古、河南、辽宁和吉林的要素投入结构变化促进了粮食TFP的增长, 而其余省份则阻碍了粮食TFP的增长; 2005—2017年黑龙江、吉林、河北和安徽的要素投入结构变化推动了粮食TFP的增长, 而其余省份则相反。

**关键词:** 要素投入结构; 粮食全要素生产率; 粮食主产区

中图分类号: F323

文献标志码: A

文章编号: 1009-2013(2019)05-0008-06

## Factor input structure and growth of total factor productivity in the main grain-producing areas: Based on input-output panel data of the main grain-producing areas from 1978 to 2017

ZHAO Liang, YU Kang\*

(College of Economics and Management, Zhejiang A&F University, Lin'an 311300, China)

**Abstract:** Using the input-output panel data of the main grain-producing areas from 1978 to 2017, this paper applies the Hicks-Moorsteen index to decompose the total factor productivity (TFP) growth of the areas into technical progress, technical efficiency, scale efficiency and mixing efficiency. By measuring the contribution of mixing efficiency to the TFP growth of the areas, this paper tries to assess the effect of the factor input structure on the TFP growth. The result shows that technical progress is the most important driving factor for the TFP growth, and the effect of factor input structure on the TFP growth is relatively heterogeneous. The change to the factor input structure in such areas like Inner Mongolia, Henan, Liaoning, and Jilin in 1978—2004 has contributed to their TFP growth, while the remaining provinces have experienced a hindered TFP growth for the same period; from 2005 to 2017, the change to the factor input structure in Heilongjiang, Jilin, Hebei and Anhui has promoted their TFP growth, while it has had a contrary effect on the remaining provinces.

**Keyword:** factor input structure; grain total factor productivity; main grain-producing area

### 一、问题的提出

粮食安全一直是社会各界普遍关注的问题。

2004年以来,我国粮食产量虽然实现了“十二”连增,粮食基本实现供给平衡,但随着人口增长和人民生活水平的不断提高,未来粮食需求量会进一步增加<sup>[1]</sup>。理论上粮食产量的增长主要源于两个方面:一是增加粮食生产要素特别是现代农用工业品的投入数量;二是提高粮食全要素生产率(TFP),包括技术进步、专业化分工和效率增进等。然而,

收稿日期: 2019-09-23

基金项目: 国家自然科学基金项目(71773116)

作者简介: 赵亮(1992—),男,山东济南人,硕士研究生,主要研究方向为农村经济发展。\*为通信作者。

从我国的国情看,农业的生态环境系统面临着前所未有的压力,我国每公顷土地的化肥施用量是世界平均水平的 4 倍;每年农药施用量约 180 万吨,但有效利用率不到 30%;塑料薄膜用量 240 多万吨,却只有不到 140 万吨能够回收<sup>[2]</sup>。再加上要素边际报酬递减规律的约束,靠增加要素投入发展农业的余地已越来越小<sup>[3]</sup>,不断提高粮食 TFP 才是确保未来粮食安全的关键<sup>[1]</sup>。

在多投入的情况下,技术进步、技术效率、规模效率和混合效率是驱动 TFP 增长的主要因素<sup>[4]</sup>。所谓混合效率(基于投入导向)是指在总产出不变与技术可行的条件下,由于要素投入结构的改变,使得总投入发生变化,这一过程产生的效率称为混合效率。这意味着可通过优化要素投入结构降低总投入,提高混合效率进而推动 TFP 增长。改革开放以来,我国粮食主产区要素投入结构发生了巨大变化,机械投入增长了 7 倍,化肥投入增长了 219.6%,有效灌溉面积增长了 54.0%,播种面积增长了 10.8%,劳动力投入下降了 45.7%<sup>①</sup>。要素投入结构的这种变化是否促进了主产区粮食 TFP 增长?其影响到底有多大?

以往研究对广义农业 TFP 增长及其驱动因素关注较多<sup>[5-15]</sup>,这些研究普遍发现技术进步是广义农业 TFP 增长的主要驱动力,而技术效率、规模效率对广义农业 TFP 增长的影响,在不同时期不同地区既存在促进作用,又存在抑制作用。也有研究关注农业子产业 TFP 增长及其驱动因素,如粮食、棉花、大豆、玉米、林业、渔业、畜牧业等<sup>[16-24]</sup>,这些研究仍主要聚焦于技术进步、技术效率变化和规模效率变化对农业子产业 TFP 增长的影响。上述研究采用的方法主要有以下两种:一是基于数据包络分析的 Malmquist 指数法。该方法的恰当使用与技术的规模报酬性质密切相关,如果技术的规模报酬是可变的,用 Malmquist 指数测度与分解 TFP 增长存在系统偏差<sup>[25]</sup>;如果技术的规模报酬是不变的,用 Malmquist 指数对 TFP 增长的测算与分解才是正确的<sup>[25,26]</sup>,这时 TFP 增长的驱动因素中不存在混合效率这个因素。二是随机前沿分析法(Stochastic Frontier Analysis, SFA),在投入价格不变的假定下, SFA 可将 TFP 分解为技术进步、技术效率、规模效率和要素配置效率<sup>[27]</sup>。总之,以上两种方法都无法

识别与测度混合效率对 TFP 增长的贡献,也就无法评估要素投入结构对 TFP 增长的影响。这使得现有文献无法明确回答要素投入结构是否促进了主产区粮食 TFP 增长。有鉴于此,本文基于 O'Donnell<sup>[28]</sup>提出的加总数量框架,采用乘积完备的 TFP 指数,将 TFP 增长彻底分解为技术进步、技术效率、规模效率和混合效率,通过测度混合效率对主产区粮食 TFP 增长的贡献评估要素投入结构对主产区粮食 TFP 增长的影响效应,该方法无需假定技术的规模报酬性质。

## 二、研究方法

假定  $Q(q_t)$ 、 $X(x_t)$  为生产单位  $t$  期的总产出和总投入,  $q_t \in R_+^N$ 、 $x_t \in R_+^M$  分别为产出和投入向量,则生产单位  $t$  期的 TFP 可表示为:  $TFP_t = Q(q_t)/X(x_t)$ <sup>[29]</sup>。生产单位  $s$  期到  $t$  期的 TFP 指数:  $TFP_{st} = TEP_t / TEP_s = Q_{st}/X_{st}$ , 其中,  $Q_{st} = Q(q_t)/Q(q_s)$  为产出数量指数,  $X_{st} = X(x_t)/X(x_s)$  为投入数量指数,即 TFP 指数可表示为产出数量指数与投入数量指数之比。如果加总函数  $Q(\bullet)$  和  $X(\bullet)$  是具有非负、非递减和线性齐次性的函数,则称该 TFP 指数是乘积完备的<sup>[28]</sup>。

O'Donnell<sup>[28]</sup>用 TFP 之比定义效率。图 1 中曲线 I、II 分别表示投入结构不变和投入结构可变的生产前沿线。直线 AB 表示总产出一定,在此前提下定义的效率,即所谓投入导向的效率。

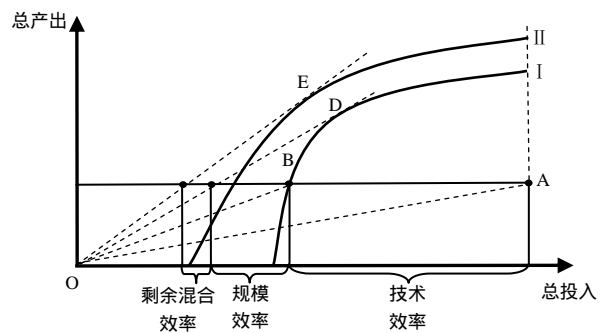


图 1 基于投入导向的效率

A 点生产单位  $t$  期的技术效率 (ITE):

$$ITE_t = \frac{OA \text{斜率}}{OB \text{斜率}} \quad (1)$$

A 点生产单位  $t$  期的规模效率 (ISE):

$$ISE_t = \frac{OB \text{斜率}}{OD \text{斜率}} \quad (2)$$

混合效率 (IME) 是本文关注的重点。假设生产单位仅使用 2 种投入,总投入为

$X(x_t) = a_1x_{1t} + a_2x_{2t}$ 。图 2 中曲线为生产前沿，表示具有技术效率的所有投入组合  $(x_{1t}, x_{2t})$ ，虚线为等投入线。如果投入结构不变，总投入从 A 点下降到 B 点，即技术效率  $ITE_t = \|OB\|/\|OA\|$ 。如果投入结构可变，总投入可沿着从 B 点进一步降低到 D 点，即混合效率  $IME_t = \|OD\|/\|OE\|$ ，即为图 1 中的 D 点与 E 点的 TFP 之比，O'Donnell<sup>[28]</sup>也将其称为剩余混合效率 (RME)。

$$IME_t = \frac{OD \text{斜率}}{OE \text{斜率}} \quad (3)$$

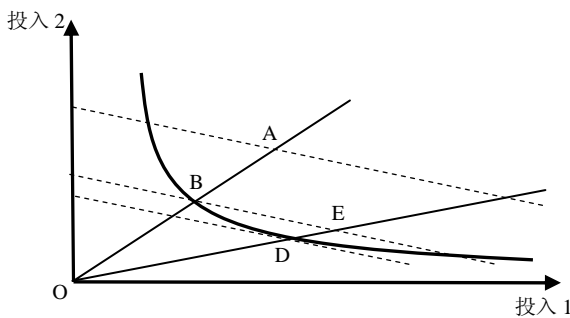


图 2 基于投入导向的混合效率

A 点 TFP 与 E 点可行技术下最大 TFP\* 之比为 t 期生产单位总效率 (TFPE)。

$$TFPE_t = \frac{TFP_t}{TFP_t^*} = \frac{OA \text{斜率}}{OE \text{斜率}} = \frac{OA \text{斜率}}{OB \text{斜率}} \times \frac{OB \text{斜率}}{OD \text{斜率}} \times \frac{OD \text{斜率}}{OE \text{斜率}} = ITE_t \times ISE_t \times RME_t \quad (4)$$

生产单位 t 期的 TFP 可表示为：

$$TFP_t = TFP_t^* \times (ITE_t \times ISE_t \times RME_t) \quad (5)$$

同理，生产单位 s 期的 TFP 可表示为：

$$TFP_s = TFP_s^* \times (ITE_s \times ISE_s \times RME_s) \quad (6)$$

则生产单位 s 期与 t 期的 TFP 之比为 TFP 指数：

$$TFP_{st} = \frac{TFP_t}{TFP_s} \times \left[ \frac{ITE_t}{ITE_s} \times \frac{ISE_t}{ISE_s} \times \frac{RME_t}{RME_s} \right] \quad (7)$$

其中，等号右边第 1 项表示技术进步，方括号内的效率指数分别为技术效率指数、规模效率指数和剩余混合效率指数。

乘积完备的 TFP 指数还有另一个分解路径<sup>[28]</sup>：

$$TFP_{st} = \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \times \left[ \frac{ITE_t}{ITE_s} \times \frac{RISE_t}{RISE_s} \times \frac{IME_t}{IME_s} \right] \quad (8)$$

其中，方括号内的效率指数分别为技术效率指数、剩余规模效率指数和混合效率指数。

考虑到乘积完备的 TFP 指数有 2 个分解路径，若仅根据一个分解路径测度与分解 TFP 增长可能存在偏差。因此，本文将 2 个分解进行了几何平均。

$$TFP_{st} = \frac{TFP_t^*}{TFP_s^*} \times \left[ \frac{ITE_t}{ITE_s} \times \sqrt{\frac{ISE_t}{ISE_s} \times \frac{RISE_t}{RISE_s}} \times \sqrt{\frac{IME_t}{IME_s} \times \frac{RME_t}{RME_s}} \right] \quad (9)$$

如果技术进步与效率指数大于 1，则技术进步与效率提高了 TFP 指数，即促进了 TFP 增长。若混合效率指数大于 1，即表明要素投入结构变化促进了 TFP 增长，反之，则抑制了 TFP 的增长。

本文采用 Hicks—Moorsteen TFP 指数，设定产出数量指数为：

$$Q_{st}^M = \left[ \frac{D_o^t(x_t, q_t) D_o^s(x_s, q_t)}{D_o^t(x_t, q_s) D_o^s(x_s, q_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

投入数量指数为：

$$X_{st}^M = \left[ \frac{D_l^t(x_t, q_t) D_l^s(x_t, q_s)}{D_l^t(x_s, q_t) D_l^s(x_s, q_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

Hicks—Moorsteen TFP 指数为以上两个数量指数之比：

$$TFP_{st}^{HM} = \frac{Q_{st}^M}{X_{st}^M} = \left[ \frac{D_o^t(x_t, q_t) D_o^s(x_s, q_t) D_l^t(x_t, q_t) D_l^s(x_s, q_s)}{D_o^t(x_t, q_s) D_o^s(x_s, q_s) D_l^t(x_t, q_t) D_l^s(x_s, q_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (12)$$

因为，投入、产出的加总函数采用了距离函数  $D(x, q)$ ，该函数具有非负性、非递减性和线性齐次性。所以，Hicks—Moorsteen 指数是乘积完备的。

本文的产出变量用年度粮食总产量来表征 (万吨)。投入变量包括土地投入、劳动力投入、化肥投入、有效灌溉面积投入、机械投入。除土地投入外，其他粮食生产要素投入采用马文杰<sup>[30]</sup>的处理方法。土地投入用粮食播种面积 (千公顷) 表征。劳动力投入 (万人) 表征为：

$$\text{劳动力投入} = \text{农林牧渔从业人员数} \times \frac{\text{农业产值}}{\text{农林牧渔总产值}} \times \frac{\text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}}$$

化肥投入 (万吨) 表征为：

$$\text{化肥投入} = \text{农业化肥投入} \times \frac{\text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}}$$

有效灌溉面积投入 (千公顷) 表征为：

$$\text{有效灌溉面积投入} = \text{有效灌溉面积投入} \times \frac{\text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}}$$

机械投入 (万千瓦时) 表征为：

$$\text{机械投入} = \text{农业机械投入} \times \frac{\text{粮食播种面积}}{\text{农作物总播种面积}}$$

### 三、数据来源及结果分析

本文数据为 1978—2017 年我国粮食主产区的投入产出面板数据,具体包括河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南和四川,其中将重庆市并入四川省。基本数据来源于 1978—2017 年《中国农村统计年鉴》。

2004 年以后国家实施了粮食补贴、农业机械购置补贴、农资综合补贴、良种补贴等一系列惠农政策,其对粮食生产的要素投入结构产生了一定的影响,故本文分 1978—2004 年和 2005—2017 年 2 个阶段进行讨论(表 1)。

表 1 主产区投入要素比较分析

要素	1978—2004 年		2005—2017 年	
	净增量	变化率/%	净增量	变化率/%
劳动力投入	-5 370.53	-45.46	133.20	2.12
机械投入	24 403.40	371.18	20 596.78	60.20
化肥投入	1 225.38	130.47	727.15	31.97
有效灌溉面积	2 232.05	9.34	9 806.43	36.36
作物播种面积	-9 040.64	-11.03	15 496.35	20.59

1978—2004 年,5 种投入要素变动差异较为明显,主要以机械投入和化肥投入变动为主,机械投入增长 24403.4 万千瓦时,增长近 4 倍,化肥投入增长 1225.38 万吨,增长 130.47%。其余要素变动幅度相对较小,其中劳动力投入下降 45.46%、播种面积下降 11.03%、有效灌溉面积增长 9.34%。该期间,投入要素变动幅度差距较大,有明显的变动不均衡。其中,机械投入和化肥投入大量增加,播种面积减少较多,这种投入结构的变化对粮食 TFP 增长产生了怎样的影响?

2005—2017 年,国家实施的惠农政策保障了农民的粮食生产积极性,优化了粮食投入结构,并有力地减少了投入要素变化量的差异性,要素之间的变化较为均衡。其中,劳动力投入增长 133.2 万人、增长了 2.12%,机械投入增长 20596.78 万千瓦时、增长了 60.2%,化肥投入增长 727.15 万吨、增长了 31.97%,有效灌溉面积投入增长了 9806.43 千公顷、增长了 36.36%,作物播种面积投入增长了 15496.35 千公顷、增长了 20.59%。这种投入结构变动对粮食 TFP 增长是否较上一阶段有所改进?

本文运用 DPIN3.0 软件对主产区粮食 TFP 进行了测度与分解,结果如表 2 所示。

表 2 主产区粮食 TFP 指数测度与分解结果

年份	省份	TFP	混合效率	技术进步	技术效率	规模效率
1978	内蒙古	1.055	1.005	1.007	1.020	1.021
2004	河南	1.012	1.004	1.007	1.009	0.993
	辽宁	1.029	1.003	1.030	0.994	1.002
	吉林	1.027	1.001	1.028	0.997	1.000
	河北	1.014	1.000	1.022	0.992	1.000
	湖南	1.007	0.998	1.013	0.993	1.002
	湖北	1.015	0.997	1.022	0.993	1.004
	黑龙江	1.012	0.997	1.032	0.999	0.985
	山东	1.013	0.996	1.012	1.004	1.001
	安徽	1.000	0.993	1.028	0.987	0.993
	江西	0.996	0.991	1.018	0.990	0.998
	四川	1.000	0.974	1.072	1.000	0.958
	江苏	1.027	0.969	1.073	1.000	0.989
	平均值	1.016	0.994	1.028	0.998	0.996
	2005	黑龙江	1.030	1.047	1.000	1.003
2017	吉林	1.036	1.009	1.028	1.000	1.000
	河北	1.025	1.002	1.002	1.021	1.000
	安徽	1.017	1.001	1.002	1.010	1.004
	湖南	1.005	0.999	1.002	1.004	1.000
	辽宁	1.017	0.998	1.015	1.006	0.998
	山东	1.013	0.996	1.012	1.004	1.001
	江苏	1.015	0.996	1.018	0.990	1.010
	江西	1.017	0.995	1.005	1.013	1.003
	湖北	1.007	0.995	1.021	0.996	0.995
	四川	1.008	0.993	1.008	0.996	1.010
	内蒙古	1.025	0.992	1.031	1.001	1.002
河南	1.022	0.973	1.030	1.007	1.013	
平均值	1.018	1.000	1.013	1.004	1.001	

#### 1. 投入结构对主产区粮食 TFP 增长的总体影响

1978—2004 年,粮食 TFP 年均上升 1.6%,其中,技术进步是粮食 TFP 增长的唯一驱动力,年均增长 2.8%。混合效率年均下降 0.6%,表明混合效率对粮食 TFP 增长的贡献为负,即这期间要素投入结构的变化阻碍了粮食 TFP 增长。这可能是由于农机购置补贴、农资综合直补和减免化肥生产企业税收等政策的实施,使得农业机械和化肥的投入增长较快(表 1),农业机械和化肥的投入增长率明显高于另外 3 种投入要素(劳动力、有效灌溉面积和作物播种面积),造成要素投入结构不尽合理,从而导致投入结构的变化并未带来粮食 TFP 的增长。另外,技术效率和规模效率出现了年均下降,意味着

技术效率和规模效率均抑制了粮食 TFP 增长。

2005—2017 年, 粮食 TFP 年均上升 1.8%, 其中, 技术进步是粮食 TFP 增长最主要推动力, 年均增长 1.3%。混合效率年均增长几乎为 0, 说明这期间要素投入结构的变化未影响粮食 TFP 增长。这可能是由于灌区末级渠系日益完善、耕地红线保护政策及良种补贴政策的实施, 使得劳动力、有效灌溉面积及作物播种面积的投入增长显著增加(表 1), 而农业机械和化肥的投入增长相对减缓, 优化了要素投入结构, 从而减少了对粮食 TFP 增长的抑制作用。此外, 技术效率和规模效率呈现年均正增长, 表明技术效率和规模效率带来了粮食 TFP 增长。

## 2. 投入结构对单个主产区粮食 TFP 增长的影响

1978—2004 年, 除江西粮食 TFP 年均下降 0.4% 外, 其他主产区粮食 TFP 均呈现不同程度的增长, 尤其内蒙古增长最快, 年均增长 5.5%。除内蒙古外, 技术进步是其他 12 个主产省粮食 TFP 增长的最主要推动力。内蒙古、河南、辽宁、吉林的混合效率呈现正增长, 表明这些主产区的要素投入结构变化促进了粮食 TFP 的增长。河北的混合效率增长几乎为零, 表明其要素投入结构变化对粮食 TFP 增长几乎没有影响。而湖南、湖北、黑龙江、山东、安徽、江西、四川和江苏的混合效率均为负增长, 意味着这些主产省的要素投入结构变化阻碍了粮食 TFP 的增长。而主产区的技术效率和规模效率对粮食 TFP 增长的影响同样存在着较大的异质性。

2005—2017 年, 13 个主产区的粮食 TFP 均呈现不同程度的增长, 其中吉林省粮食 TFP 增长最快, 年均增长 3.6%。除了安徽、湖南和四川, 技术进步是其他 10 个主产区粮食 TFP 增长的最主要推动力。黑龙江、吉林、河北和安徽混合效率呈正增长, 即要素投入结构变化促进了粮食 TFP 的增长。而河南、山东、辽宁、湖南、湖北、江苏、江西、四川、内蒙古混合效率呈负增长, 即要素投入结构变化阻碍了粮食 TFP 的增长。主产区的技术效率和规模效率对粮食 TFP 增长的影响存在着较大的差异性, 即在有的地区为促进作用, 而在有的地区为抑制作用。

## 四、结论及其启示

上述研究结果表明: 1978—2017 年技术进步为

粮食主产区粮食 TFP 增长的主要推动力, 但要素投入结构变化对粮食 TFP 增长存在时空差异。从总体影响来看, 1978—2004 年混合效率负增长, 即这期间要素投入结构变化阻碍了粮食 TFP 增长, 而 2005—2017 年混合效率增长接近于 0, 表明该期间要素投入结构变化较协调, 未阻碍粮食 TFP 增长。从主产区的影响来看, 1978—2004 年内蒙古、河南、辽宁和吉林的要素投入结构变化促进了其粮食 TFP 的增长, 而其余省份则阻碍了粮食 TFP 的增长; 2005—2017 年黑龙江、吉林、河北和安徽的要素投入结构变化带来了其粮食 TFP 的增长, 而其余省份则抑制了粮食 TFP 的增长。

从要素投入结构变化是否促进了粮食 TFP 增长看, 2004 年以后国家实施的一系列惠农政策, 如粮食补贴、农机购置补贴、农资综合补贴、良种补贴等, 保护了农民种粮积极性, 降低了粮食生产成本, 激励了农民增加粮食生产投入, 优化了粮食生产投入结构, 进而促进了粮食 TFP 增长。通过进一步分析发现, 对粮食生产规模化程度较高的主产区而言, 这些政策措施有效改善了要素投入结构, 进而推动了粮食 TFP 增长。这意味着对粮食生产来说, 同样的政策措施, 区域经营规模越大, 越有利于优化投入结构, 从而越有助于不断提高粮食 TFP。

注释:

① 粮食生产各投入要素数据来自本文的测算。

参考文献:

- [1] 贺大兴. 农业生产率与中国粮食安全[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2015, 15(6): 68-77, 138.
- [2] 陈锡文. 中国农业发展形势及面临的挑战[J]. 农村经济, 2015(1): 3-7.
- [3] 陈锡文. 加快发展现代农业[J]. 求是, 2013(2): 38-40.
- [4] Balk B M. Scale efficiency and productivity change[J]. Journal of Productivity Analysis, 2001, 15(3): 159-183.
- [5] Mao W, Koo W. Productivity growth, technological progress, and efficiency change in Chinese agriculture after rural economic reforms: A DEA approach[J]. China Economic Review, 1997(8): 157-174.
- [6] Lambert D K, Parker. Productivity in Chinese provincial agriculture[J]. Journal of Agricultural Economics, 1998, 49(3): 378-392.
- [7] Wu S X, David W, Stephen D, et al. Productivity growth and its components in Chinese agriculture after reforms[J]. Review of Development Economics, 2001,

- 5(3) : 375-391 .
- [8] 顾海, 孟令杰. 中国农业 TFP 的增长及其构成[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(10) : 15-18 .
- [9] Hsu, S H, Ming M Y, Chang C C. An analysis of total factor productivity growth in China's agricultural sector[R]. Montreal : American Agricultural Economics Association Annual Meeting . 2003 .
- [10] 江激宇, 李静, 孟令杰. 中国农业生产率的增长趋势 : 1978—2002[J]. 南京农业大学学报(社会科学版) 2005, 28(3) : 113-118 .
- [11] 陈卫平. 中国农业生产率增长、技术进步与效率变化 : 1990—2003 年[J]. 中国农村观察, 2006(1) : 18-23 .
- [12] 李谷成. 技术效率、技术进步与中国农业生产率增长[J]. 经济评论, 2009(1) : 60-68 .
- [13] 方福前, 张艳丽. 中国农业全要素生产率的变化及其影响因素分析——基于 1991—2008 年 Malmquist 指数方法[J]. 经济理论与经济管理, 2010(9) : 5-12 .
- [14] 李谷成, 范丽霞, 成刚, 等. 农业全要素生产率增长 : 基于一种新的窗式 DEA 生产率指数的再估计[J]. 农业技术经济, 2013(5) : 4-17 .
- [15] 张海霞, 韩佩珺. 农业全要素生产率测度及收敛性分析——基于 Hicks-Moorsteen 指数[J]. 农村经济, 2018(6) : 55-61 .
- [16] 席利卿, 彭可茂. 技术进步、技术效率与中国渔业增长分析[J]. 中国科技论坛, 2010(3) : 124-128, 138 .
- [17] 司伟, 王济民. 中国大豆生产全要素生产率及其变化[J]. 中国农村经济, 2011(10) : 16-25 .
- [18] 闵锐. 粮食全要素生产率 : 基于序列 DEA 与湖北主产区县域面板数据的实证分析[J]. 农业技术经济, 2012(1) : 47-55 .
- [19] 张乐, 曹静. 中国农业全要素生产率增长 : 配置效率变化的引入——基于随机前沿生产函数法的实证分析[J]. 中国农村经济, 2013(3) : 4-15 .
- [20] 陈昭玖, 胡雯. 要素供给与中国粳稻生产效率增长 : 技术推动抑或效率驱动——基于 DEA-Tobit 模型[J]. 农业经济与管理, 2016(6) : 35-42 .
- [21] 王力, 韩亚丽. 中国棉花全要素生产率增长的实证分析——基于随机前沿分析法[J]. 农业技术经济, 2016(11) : 95-105 .
- [22] 范丽霞. 中国粮食全要素生产率的分布动态与趋势演进——基于 1978 ~ 2012 年省级面板数据的实证[J]. 农村经济, 2017(3) : 49-54 .
- [23] 史常亮, 揭昌亮, 石峰, 等. 中国林业技术效率与全要素生产率增长分解——基于 SFA-Malmquist 方法的估计[J]. 林业科学, 2017, 53(12) : 126-135 .
- [24] 于占民, 唐增, 高晶, 等. 我国畜牧业全要素生产率的动态分析——基于 DEA 模型的 Malmquist 指数方法[J]. 中国畜牧杂志, 2017, 53(5) : 132-136 .
- [25] Grifell-Tatje E, Lovell C A K. A note on the malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 1995, 47 : 169-175 .
- [26] Pastor J T, Lovell C K. A global malmquist productivity index[J]. Economics Letters, 2005, 88(2) : 266-271 .
- [27] Kumbhakar S C, Lovell C A K. Stochastic Frontier Analysis[M] London:Cambridge University Press 2000 .
- [28] O'Donnell C J. Measuring and decomposing agricultural productivity and profitability change[J]. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 2010, 54(4) : 527-560 .
- [29] Jorgenson D W, Griliches Z. The explanation of productivity change[J]. The Review of Economic Studies, 1967, 34(3) : 249-283 .
- [30] 马文杰. 中国粮食综合生产能力研究[M]. 北京 : 科学出版社, 2010 : 6-59 .

责任编辑: 李东辉