

中国棉花全要素生产率的国际比较与收敛性

孙鲁云^{1,2} 王力^{1,2*}

(1. 石河子大学 经济与管理学院,新疆 石河子 832003;
2. 石河子大学 棉花经济研究中心,新疆 石河子 832003)

摘要 基于中国、美国、印度三国 26 个棉区 1998—2017 年的面板数据,运用非参数估计方法测算中美印三国棉花全要素生产率,采用 Dagum 基尼系数及其分解方法分析三国棉花全要素生产率的差异及其来源,并对棉花全要素生产率的收敛性进行研究。结果表明:1999—2017 年,中国棉花全要素生产率具有明显的波动性,但总体呈负增长态势,落后于美国和印度;中国三大棉区棉花全要素生产率增长有差异,黄河流域棉区增长率最高,但仍为负增长,西北内陆棉区纯技术效率较有优势;中美印三国棉花全要素生产率变动的总体差异呈缩小趋势,但波动特征明显;国家间差异是三国各棉区棉花全要素生产率差异的主要来源;整体上来看,棉花全要素生产率增长率存在 α 收敛和绝对 β 收敛,不存在条件 β 收敛,但各国收敛性不尽相同。

关键词 棉花; 全要素生产率; 高质量发展; Dagum 基尼系数; 收敛性

中图分类号 F310 **文章编号** 1007-4333(2020)10-0202-14 **文献标志码** A

International comparison and convergence of total factor productivity of cotton in China

SUN Luyun^{1,2}, WANG Li^{1,2*}

(1. School of Economics and Management, Shihezi University, Shihezi 832003, China;
2. Cotton Economic Research Center, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Abstract Based on the panel data of 26 cotton areas in China, the United States and India from 1998 to 2017, this study uses DEA Malmquist method to measure the total factor productivity (TFP) of cotton, and then uses Dagum Gini coefficient and its decomposition method to analyze the differences and sources of cotton TFP in the three countries. On this basis, the convergence of cotton TFP is also analyzed. The results show that: From 1999 to 2017, China's cotton TFP of has obvious volatility, but the overall growth is negative, which lags behind the United States and India; There are differences in the growth of cotton TFP in China's three major cotton regions; The Yellow River basin has the highest growth rate, but it is still negative growth, and the northwest inland cotton region has the most advantage in pure technical efficiency; The overall difference of TFP among China, the United States and India displays a trend of narrowing, but the fluctuation characteristics are obvious; The differences between countries are the main sources of the differences in TFP of cotton regions; On the whole, there are α convergence and absolute β convergence in the growth rate of TFP, but there is no conditional β convergence, but the national differences in convergence are obvious.

Keywords cotton; TFP; high quality development; Dagum Gini coefficient; convergence

推动高质量发展是中国当前和今后一个时期的根本要求。习近平总书记在十九大报告中指出,中

国经济已由高速增长阶段转向高质量发展阶段。按照中央关于高质量发展的战略部署和要求,新时代

收稿日期: 2020-02-01

基金项目: 新疆生产建设兵团重大科技项目(项目编号:2016AA001-4)

第一作者: 孙鲁云, 博士研究生, E-mail: louissuen@163.com

通讯作者: 王力, 教授, 主要从事农业经济理论与政策、棉花产业经济研究, E-mail: wl2745@shzu.edu.cn

中国棉业将面临产业重塑、高质量发展的重大机遇^[1]。中国棉花经济的高质量发展关键在于提高棉花全要素生产率,培育棉花经济发展新动能。在此背景下,深入分析中国棉花全要素生产率变化,并与世界主要产棉国进行比较分析,对于促进中国棉花供给侧改革、推动棉花高质量发展具有重要的理论和现实意义。

1 文献综述

棉花效率和全要素生产率一直是棉花经济领域研究的热点问题之一。效率和生产率是棉花核心竞争力的集中体现。效率反映了同一时期最大可能技术水平的利用或实现程度,全要素生产率反映了跨期过程中实际技术水平的提高程度^[2]。对中国棉花生产率较早的研究主要是运用传统计量模型(C-D 生产函数、索罗余值法等)测度投入变量、技术进步对棉花生产的贡献^[3-4]。此后,运用非参数 DEA 方法、随机前沿生产函数来研究棉花效率和全要素生产率的文献越来越多。通过分析已有文献,可以发现:

第一,就样本选择而言,已有文献在考察期和棉花主产省份选择上大有不同。大部分文献研究 1990 年以后中国不同棉区的棉花全要素生产率^[5-6],但具体考察期有较大差别。此外,文献大都基于中国省级面板数据研究中国棉花整体状况,区别在于涉及的样本省份数量。本研究考虑到 1998 年中国棉花开始市场化改革,因此选取 1998 年以来中国 12 个棉花主产省份的投入产出数据对中国棉花全要素生产率进行测算。此外,已有研究往往仅基于国内棉区来测算中国棉花全要素生产率,缺乏国际比较的视角,因此,本研究在样本选择上增加了美国、印度的主要棉区进行比较。

第二,就变量选择而言,已有文献均将棉花产量作为产出变量。诚然,产量是棉花产出的重要方面,但棉花产值更能全面地反映棉花产出。对于棉花投入而言,有的文献选取劳动用工和物质投入总额^[7],有的文献选取更为细致的指标:单位面积平均用工数量、单位面积平均农药费、单位面积平均化肥用量及其他物质费用^[5]。本研究从生产要素大类划分的角度,用物质、机械和劳动来反映棉花投入。具体地,使用单位面积平均种子费用、肥料费用、农药费用、地膜费用之和作为物质投入,使用单位面积平均机械作业费用衡量机械投入,使用单位面积平均人

工成本衡量劳动投入。

第三,就研究方法而言,DEA-Malmquist 方法和随机前沿方法是测度棉花全要素生产率最常用的方法,两者各有优劣。相比而言,DEA-Malmquist 方法无需预先设定前沿生产函数,且能够将全要素生产率增长率进行分解,可以获得关于棉花经济增长方面更为丰富的信息,具有方法上的“比较优势”。本研究综合考虑,选择 DEA-Malmquist 方法进行测算。

第四,就研究内容而言,现有研究大多侧重于全要素生产率水平的分析,对不同棉区的区域差异和收敛性研究还显不足。就研究结论而言,对全国棉花 TFP 发展态势,有文献认为呈增长态势^[8-9],也有文献认为呈负增长态势^[10-11];对国内棉区棉花 TFP 增速的比较上,一种观点认为新疆棉区>黄河流域棉区>长江流域棉区^[9],另一种观点则认为黄河流域棉区>新疆棉区>长江流域棉区^[11]。究其原因,一方面源于研究考察期的不同,另一方面与投入产出指标的选取密切相关。

综上所述,已有研究取得了丰硕的成果,但还存在一些不足,例如缺乏国际比较视角、产出指标的选取不能全面反映产出等。为此,本研究在国际比较视角下对中国棉花全要素生产率进行重新测算,并与世界主要产棉国(美国、印度)进行比较分析,然后通过 Dagum 基尼系数测度了中美印三国棉区棉花全要素生产率差异大小及其来源,最后对棉花全要素生产率的收敛性进行研究,以期为我国棉花高质量发展提供政策参考。

2 研究方法 with 变量

2.1 全要素生产率的测度

全要素生产率(Total factor productivity, TFP)是指在各种要素投入水平一定的情况下,通过提高投入要素的使用效率所达到的额外生产效率^[12]。本研究采用 DEA-Malmquist 方法测算中国、美国、印度棉花全要素生产率。DEA-Malmquist 模型是运用面板数据来计算全要素生产率变化、技术变化(技术进步)、技术效率变化和规模效率变化的指数。与增长核算法、随机前沿法相比,该方法不需要设定生产函数的具体形式,同时能够对全要素生产率增长进行因素分解,已被广泛应用。

2.2 Dagum 基尼系数分解

本研究采用 Dagum 基尼系数分解方法实证揭

示中国、美国和印度棉花全要素生产率增长的空间差异,并探究其背后深层次的原因。Dagum 基尼系数及其分解方法是 Dagum 提出的一种测度地区发展差异的方法^[13]。Dagum 基尼系数越大,表示区域差异性越大、区域协同性越弱;反之,基尼系数越小则意味着区域差异性越小、区域协同性越强。与 Theil 指数和传统基尼系数相比,该方法具有较大的优势,能够把区域间的不平衡分解为区域内差异的贡献 G_w 、区域间差异的贡献 G_{nb} 、超变密度的贡献 G_t 三部分。其中,超变密度(Intensity of transvariation)是指由于区域间的重叠引起的区域不平衡^[14]。

根据 Dagum 的定义和本研究的研究内容,基尼系数的定义为:

$$G = \sum_{j=1}^k \sum_{h=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / 2n^2 \bar{y} \quad (1)$$

其中, G 为总体基尼系数; $y_{ji}(y_{hr})$ 是第 $j(h)$ 个国家中 $i(r)$ 棉区的 TFP; n 为棉区的个数, k 为国家的个数,这里即为 3, $n_j(n_h)$ 是 $j(h)$ 国家内棉区的个数; \bar{y} 是各个国家 TFP 的平均值。

在对基尼系数进行分解时,首先要根据 TFP 均值的大小对国家进行排序,然后将基尼系数 G 分解为三部分,即 $G = G_w + G_{nb} + G_t$ 。

j 区域的基尼系数 G_{jj} 和区域内差异的贡献 G_w 分别如式(2)和(3)所示。 j 和 h 地区的区域间基尼系数 G_{jh} 和区域间差异的贡献 G_{nb} 分别如式(4)和(5)所示,超变密度的贡献 G_t 如式(6)所示。

$$G_{jj} = \frac{1}{2\bar{Y}_j} \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_j} |y_{ji} - y_{jr}| / n_j^2 \quad (2)$$

$$G_w = \sum_{j=1}^k G_{jj} p_j s_j \quad (3)$$

$$G_{jh} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{r=1}^{n_h} |y_{ji} - y_{hr}| / n_j n_h (\bar{Y}_j + \bar{Y}_h) \quad (4)$$

$$G_{nb} = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) D_{jh} \quad (5)$$

$$G_t = \sum_{j=2}^k \sum_{h=1}^{j-1} G_{jh} (p_j s_h + p_h s_j) (1 - D_{jh}) \quad (6)$$

其中: $p_j = n_j/n$, $s_j = n_j \bar{Y}_j / n \bar{Y}$, $j = 1, 2, \dots, k$; D_{jh} 为 j 、 h 区域之间 TFP 的相对影响,其定义如式(7)所示; d_{jh} 为区域之间 TFP 的差值,其定义如式(8)所示,反映了第 j 、 h 区域内所有 $y_{ji} - y_{hr} > 0$ 的样本值加总的数学期望; p_{jh} 定义为超变一阶矩,如式(9)所示,表示 j 、 h 区域内所有 $y_{hr} - y_{ji} > 0$ 的样本值加总的数学期望。

$$D_{jh} = (d_{jh} - p_{jh}) / (d_{jh} + p_{jh}) \quad (7)$$

$$d_{jh} = \int_0^\infty dF_i(y) \int_0^y (y-x) dF_h(x) \quad (8)$$

$$p_{jh} = \int_0^\infty dF_h(y) \int_0^y (y-x) dF_j(x) \quad (9)$$

其中, $F_j(F_h)$ 为 $j(h)$ 区域的 TFP 累积密度分布函数。

2.3 收敛模型

全要素生产率的收敛性是指随着时间的推移全要素生产率的差距呈现逐渐缩小的特征。在新古典理论中,一般有两种不同的收敛方式: σ 收敛和 β 收敛。

1) σ 收敛。 σ 收敛是指不同地区全要素生产率的差异随时间的变化呈现不断下降的趋势,通常可以采用总体标准差、变异系数来测度。本研究采用变异系数 σ 来衡量,若满足 $\sigma_{t+1} < \sigma_t$,则表示存在 σ 收敛。

2) β 收敛。 β 收敛是指初始全要素生产率低的棉区相比全要素生产率高的棉区具有较快的增长速度,不同棉区全要素生产率的增长率与其初始水平呈负相关。 β 收敛可进一步分为绝对 β 收敛和条件 β 收敛。绝对 β 收敛表示不同棉区收敛到相同的稳态水平,检验模型如式(10)所示。

$$(\ln X_{iT} - \ln X_{i0}) / T = \alpha + \beta \ln X_{i0} + \epsilon \quad (10)$$

式中: $\ln X_{iT}$ 和 $\ln X_{i0}$ 分别为 i 棉区期末和期初的 TFP 的自然对数, T 为考察期的时间跨度, α 和 β 为待估计参数, ϵ 为随机干扰项。本研究考察期 1999—2017 年, $T=19$ 。

条件 β 收敛表示不同棉区可以收敛到各自的稳态水平,本研究借鉴 Miller 等^[15],使用个体时点固定效应模型进行条件 β 收敛。该方法控制不同个体的具体效应,可以避免解释变量的主观选择和遗漏、解释变量过多导致的多重共线性问题^[16]。检验模型如式(11)所示。

$$g_{i,t} = \ln X_{i,t} - \ln X_{i,t-1} = \alpha + \beta \ln X_{i,t-1} + \epsilon_{i,t} \quad (11)$$

式中: $g_{i,t}$ 表示棉区 i 的 X 指标从 $t-1$ 期到 t 期的增长率(对数差分近似), $X_{i,t}$ 为棉区 i 的 X 指标在 t 期的值, α 和 β 为待估参数, $\epsilon_{i,t}$ 为随机误差。若收敛系数 β 显著为负数,且绝对值在 $0 \sim 1$,则表示全要素生产率存在条件收敛;若 β 的符号为正,表示存在发散特征;而当 β 的绝对值 > 1 时,表示存在偏离基准水平的波动(振荡)^[17]。

2.4 样本与指标选取

本研究时间区间为1998—2017年,研究对象为中国、美国和印度棉花主产区。中国棉花主产省份包括河北、山西、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、陕西、甘肃和新疆等12省(自治区)^①;美国棉花主产区包括南部沿海地区、草原门户地区、密西西比河岸、中部地区和肥沃边缘地带等5个地区;印度棉花主产区包括哈里亚纳邦、旁遮普邦、拉贾斯坦邦、安得拉邦、卡纳塔克邦、泰米尔纳德邦、古吉拉特邦、中央邦和马哈拉施特拉邦等9个地区^②。

考察期确定为1998—2017年,是因为1998年中国开始实施棉花流通体制改革,棉花产业由计划经济转向市场化。选择美国、印度作为比较国,主要基于以下考虑:第一,美国、印度无论在棉花产量还是出口量方面都位列世界前三^③。第二,美国、印度棉花成本收益汇编数据具有可得性和连续性。美国棉花成本收益数据来自美国农业部经济研究中心(USDA ERS)网站,印度棉花成本收益数据来自印度农业、合作与农民福利部经济与统计局网站^④。此外,中国棉花成本收益数据来自1999—2018年《全国农产品成本收益资料汇编》^[18]。

1)产出指标。采用单位面积平均棉花总产值表示产出,相对于产量,产值反映总产出更加全面。棉花总产值为主产品产值和副产品产值之和。

2)投入指标。投入指标包括劳动、机械和物质投入。劳动投入采用单位面积平均人工成本来衡量,为雇工费用和家庭用工折价之和。机械投入采用单位面积平均机械作业费用来衡量。物质投入为棉花直接生产过程中消耗的主要农业生产资料费用,本研究包括种子费、化肥费、农家肥费、农药费和农膜费五部分。

考虑到不同年份、国家指标的可比性,本研究将各项指标换算为1990年为基期的可比价,其中棉花产值通过农产品生产价格指数进行折算,棉花生产

投入指标通过农业生产资料价格指数进行折算。以上指标均通过汇率转换成以人民币为计价单位。生产价格指数、汇率数据来自中国国家统计局数据库、世界银行WDI数据库。

3 中国棉花全要素生产率的测算与国际比较

运用1998—2017年中国、美国、印度三国26个棉区的棉花投入—产出数据,根据产出导向的Malmquist-DEA模型,计算各决策单元的Malmquist指数(全要素生产率变化)及其分解后的技术效率变化、技术变化等指标。所有的指数都是相对上一年而言的,平均值均采用几何平均数,测算结果如表1所示。

3.1 中美印三国棉花全要素生产率的总体比较

从表1可以发现:第一,1999年以来中国棉花全要素生产率总体表现为负增长,落后于美国、印度。1999—2007年,中国棉花全要素生产率指数为0.955,即年均增长率为-4.5%,而美国棉花全要素生产率呈现持续增长的态势,棉花全要素生产率指数为1.009,明显高于中国、印度。印度棉花全要素生产率虽表现为负增长,全要素生产率指数为0.999,也高于中国。

第二,中国棉花全要素生产率负增长的原因是技术效率弱化和技术进步弱化的双重叠加。棉花全要素生产率增长既没有表现出向生产前沿边界的“追赶”,也没有表现出生产前沿边界的“外移”。根据TFP的分解,中国棉花全要素生产率增长中技术效率指数和技术变化指数分别为0.986和0.968,均表现为负增长,其中技术进步的恶化程度超过技术效率指数。对技术效率指数的再分解结果同样表明,中国棉花纯技术效率变化和规模效率变化同步在弱化。美国棉花全要素生产率的持续增长源于技术效率和技术进步的双重增强,技术效率指数和技

① 河北、山西、山东、河南、陕西省属于黄河流域棉区,江西、湖北、湖南省属于长江流域棉区,江苏、安徽省横跨黄河流域棉区和长江流域棉区,新疆、甘肃省(自治区)属于西北内陆棉区。

② 哈里亚纳邦、旁遮普邦、拉贾斯坦邦属于北部棉区,古吉拉特邦、中央邦、马哈拉施特拉邦属于中部棉区,安得拉邦、卡纳塔克邦、泰米尔纳德邦属于南部棉区。

③ 2017年,印度皮棉产量631.4万t,占世界皮棉产量的23.4%,出口量112.8万t,占世界皮棉出口量的12.6%;美国皮棉产量455.6万t,占世界皮棉产量的16.9%,出口量345.0万t,占世界皮棉出口量的38.7%;中国、美国、印度三国皮棉总产量为1685.7万t,占世界产量的62.6%,三国皮棉总出口460.6万t,占世界出口量的51.6%。

④ 特别说明的是,澳大利亚棉花在全球棉花市场中占有重要地位,在中国棉花进口量的位置仅次于美国和印度,位居第三位;此外,澳棉也因“品质高端”在全球棉花市场具有较好口碑,理应纳入本研究的样本进行考察。但连续性的澳棉生产成本收益数据并未被披露,使得本研究样本并不包括澳大利亚。

术进步指数分别为 1.006 和 1.003。印度棉花全要素生产率增长表现出技术效率变化增强、技术进步弱化的特点,技术效率指数和技术进步指数分别为 1.008 和 0.990。值得说明的是,中国棉花总体上出现了技术倒退现象,这与石晶等^[10]、岳会等^[19]的研究结果相同,但与宋玉兰等^[11]、王力等^[9]的研究结果不同。对于这一认识,本研究认为是可理解的。根据前沿分析方法的思想,前沿技术的进步是由各决策单元(本研究为棉区)最佳实践者的投入—产出数据所构建的最佳实践面的外移和内陷决定^[20]。受国内外经济形势的影响,中国棉花生产的产出—投入比普遍下降,棉花生产的比较效益持续降低。此

时,以棉花生产最佳实践者的产出—投入比所支撑的最佳实践面外移变得困难,进而在一些年份出现技术倒退的现象。

第三,中国棉花全要素生产率增长不是稳定不变,而是呈现明显的波动性,且伴随着时间的推移,振幅呈收窄态势(见图 1)。中国棉花全要素生产率在 2004、2008 和 2011 年 3 个年份出现较为极端的下降。从指数分解结果来看,这些极端低值大都与技术出现倒退有密切关系。这一结果与已有研究^[9,11]相比,既有共性也有差异。共性之处在于一些年份下降的趋势相似,但幅度较本研究研究结果较小。一个重要的原因是本研究以棉花产值为产出

表 1 1999—2017 年中国、美国、印度棉花 TFP 指数及其因素分解

Table 1 Index and factor decomposition of cotton TFP in China, the US and India from 1999 to 2017

年份 Year	全要素生产率变化 Tfpch			技术效率变化 Effch			技术变化 Techch		
	中国 China	美国 the US	印度 India	中国 China	美国 the US	印度 India	中国 China	美国 the US	印度 India
1999	0.851	0.827	0.935	1.006	0.990	1.146	0.845	0.836	0.816
2000	1.434	1.116	0.966	0.935	0.841	0.575	1.534	1.327	1.680
2001	0.818	0.663	1.166	0.838	0.882	1.322	0.975	0.751	0.882
2002	1.216	1.143	0.706	1.263	1.199	0.751	0.962	0.954	0.940
2003	1.108	1.707	1.490	0.919	1.100	1.207	1.205	1.552	1.234
2004	0.529	0.902	1.101	0.975	0.980	1.476	0.542	0.921	0.745
2005	1.256	0.902	0.769	1.107	1.074	0.858	1.135	0.840	0.896
2006	1.008	0.844	1.018	0.983	0.935	0.981	1.025	0.903	1.038
2007	0.914	1.523	1.099	1.018	1.170	1.144	0.898	1.302	0.960
2008	0.710	0.804	1.131	0.784	0.907	1.122	0.906	0.886	1.009
2009	1.279	0.858	0.926	1.200	1.033	0.909	1.066	0.830	1.018
2010	1.286	1.643	1.082	1.005	1.092	0.837	1.280	1.504	1.292
2011	0.537	0.820	1.276	0.609	0.830	1.074	0.882	0.988	1.188
2012	1.082	0.988	0.714	1.325	1.041	0.922	0.816	0.950	0.774
2013	0.943	1.000	0.875	1.089	1.064	1.064	0.867	0.940	0.823
2014	0.780	0.921	1.092	0.882	1.044	1.163	0.884	0.882	0.938
2015	0.917	1.181	0.737	1.076	0.970	0.908	0.852	1.218	0.813
2016	1.194	0.968	0.916	1.136	1.035	0.889	1.052	0.936	1.030
2017	0.921	0.977	1.391	0.871	1.023	1.235	1.057	0.955	1.126
平均 Mean	0.955	1.009	0.999	0.986	1.006	1.008	0.968	1.003	0.990

注:限于篇幅,本表省略了纯技术效率变化和规模效率变化指数。

Note: Due to space limitation, the change indexes of pure technical efficiency and scale efficiency are omitted in this table.

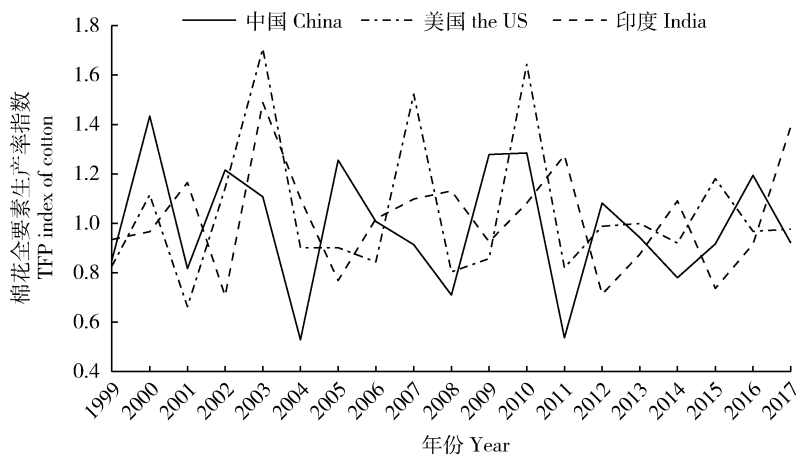


图 1 1999—2017 年中国、美国、印度棉花全要素生产率指数

Fig. 1 TFP index of cotton in China, the US and India from 1999 to 2017

指标,对棉花市场波动更为敏感,对棉花产出的反映更为全面。回看中国棉花在这三年的表现,可以发现,在这些年份前后棉花价格出现大幅波动,使得整个棉花产业严重受创。在 2003 年棉花年度内,棉花价格从最高点的 18 000 元/t,下降到 7 月份的 13 000 元/t。棉花价格大幅波动对棉花产业造成的伤害,在当时被称为是棉花市场开放以来,也是建国以来最大的一年^[21]。2008 年,受国际金融危机的影响,中国棉花外部需求减少,棉花价格出现大幅下跌,纺织品服装出口出现负增长。2011 年,国内外棉花价格剧烈波动,出现暴涨暴跌,后期受收储政策支撑使得国内棉价跌势趋稳。美国、印度棉花全要素生产率波动性同样明显,而且在一些时间节点上同中国棉花 TFP 走势有趋同性。

第四,2012 年以来,中国、美国棉花全要素生产率增长率的振幅开始收窄,印度棉花全要素生产率增长率振幅收窄态势不明显,表现出较为强劲的增长趋势。

3.2 中美印三国棉花全要素生产率的棉区比较

考虑到中国、美国、印度 3 个国家不同棉区发展水平和资源禀赋条件的差异,表 2 给出了 3 个国家不同棉区棉花全要素生产率变动及其分解。可以发现:第一,1999—2017 年中国三大棉花主产区全要素生产率均呈负增长态势,与全国整体相一致,表现为技术效率和技术进步的双重弱化。三大棉花主产区中,黄河流域棉区全要素生产率指数最大,为 0.978,其次为西北内陆棉区、长江流域棉区。值得注意的是,西北内陆棉区棉花纯技术效率变化指数

为 1.002, >1,说明西北内陆地区技术运用水平带来了效率的提升,促进了棉花全要素生产率的增长。第二,美国大部分棉区棉花全要素生产率都呈现出持续增长态势。五大棉区中,富饶的边缘地带棉花全要素生产率指数最高,为 1.025,其次为草原门户地区、密西西比州门户地区、南部沿海地区,仅中心地带棉区的棉花全要素生产率指数 <1。富饶的边缘地带棉花全要素生产率增长的主要来源是技术效率变化,草原门户地区和密西西比州门户地区棉花全要素生产率增长的主要来源是技术进步与技术效率的双重提升,而南部沿海地区棉花全要素生产率增长更多地依靠技术进步。第三,印度北部棉区棉花全要素生产率呈现持续增长态势,年均增长 3.0%,明显优于南部棉区和中部棉区。印度北部棉区棉花全要素生产率的增长得益于技术效率的变化,包括纯技术效率和规模效率变化。从以上可以看出,中国棉花无论在技术效率还是技术进步方面,都与美国、印度棉区有较大差距,棉花高质量发展之路任重而道远。

4 棉花全要素生产率增长率的区域差异及其来源

基于中国、美国、印度棉花全要素生产率指数的测度数据,采用 Dagum 基尼系数及其分解方法对 1999—2017 年中美印三国棉花全要素生产率的不平衡和棉区差异进行测度,并通过系数分解来探究差异的来源,测算结果如表 3 所示。

4.1 棉花全要素生产率增长率的总体差异

为了揭示中国、美国、印度棉花全要素生产率指

表2 1999—2017年中国、美国、印度不同棉区棉花 TFP 变动及其分解

Table 2 Changes and decomposition of cotton TFP in different cotton regions of China, the US and India from 1999 to 2017

国家 Country	棉区 Cotton region	TFP 变化 Tfpch	技术效率变化 Effch	技术变化 Techch	纯技术效率变化 Pech	规模效率变化 Sech
中国 China	黄河流域棉区 Yellow River basin	0.978	0.990	0.987	0.994	0.996
	长江流域棉区 Yangtze River basin	0.924	0.984	0.939	0.988	0.996
	西北内陆棉区 Northwest inland	0.963	0.984	0.978	1.002	0.982
美国 the US	南部沿海地区 Southern seaboard	1.008	1.000	1.008	1.000	1.000
	草原门户地区 Prairie gateway	1.014	1.002	1.013	1.000	1.002
	密西西比州门户 Mississippi portal	1.009	1.003	1.006	1.000	1.003
	中心地带 Heartland	0.988	0.998	0.989	1.000	0.998
	富饶的边缘地带 Fruitful rim	1.025	1.029	0.996	1.028	1.001
印度 India	北部棉区 Northern region	1.030	1.035	0.995	1.031	1.005
	南部棉区 Southern region	0.994	0.999	0.994	0.997	0.994
	中部棉区 Central region	0.973	0.991	0.982	0.990	0.973

数的总体差异及其演变趋势,绘制了图2。可以发现,1999—2017年,中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动的总体差异有缩小的演变趋势,但波动特征明显,表现为先上升后下降再上升。从演变过程来看,总体差异由1999年的0.111上升到2003年的0.247,达到考察期内的最大值,再下降到2010年的0.124,随后迅速上升到2011年的0.243,此后总体差异波动幅度相对降低,总体基尼系数保持在0.12左右。如前所述,2004、2011年国内外棉花价格剧烈波动,出现暴涨暴跌,对全球棉花产业造成打击。不同棉区抵御风险的能力不同,市

场的巨幅波动势必加大不同棉区棉花全要素生产率的差异。

4.2 棉花全要素生产率增长率的国内内部差异

图3描述了1999—2017年中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动的国内内部差异及其演变趋势。可以发现棉花全要素生产率变动在3个国家内部差异的特征:第一,从基尼系数数值大小来看,1999—2017年印度国内棉花全要素生产率变动的不平衡程度最大,平均基尼系数为0.143,高于中国(0.104)和美国(0.095),而中美两国棉花全要素生产率变动的国内不平衡程度相差不大。第二,从演

变趋势来看,中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动的基尼系数在波动中总体呈现下降趋势,但

下降的程度不同,其中印度的下降趋势最为明显,其次是美国,而美国相对平缓。从图中也可以看出印

表 3 全要素生产率变动的基尼系数及其分解

Table 3 Gini coefficient of TFP and its decomposition

年份 Year	总体基尼系数 Overall Gini coefficient	国家内基尼系数 Gini coefficient within the country			国家间基尼系数 Gini coefficient between countries			贡献率/% Contribution rate		
		中国 China	美国 the US	印度 India	中—美 China— the US	中—印 China— India	美—印 the US— India	国家内 G_w Within the country	国家间 G_{nb} Between countries	超变密度 G_t Intensity of transvariation
1999	0.111	0.098	0.111	0.104	0.110	0.114	0.129	33.94	23.93	42.13
2000	0.157	0.092	0.042	0.201	0.135	0.216	0.165	28.28	52.50	19.22
2001	0.203	0.086	0.059	0.250	0.117	0.317	0.317	28.42	66.43	5.16
2002	0.172	0.113	0.094	0.218	0.110	0.243	0.212	29.60	56.85	13.55
2003	0.246	0.122	0.125	0.319	0.226	0.301	0.256	29.03	43.32	27.66
2004	0.211	0.151	0.156	0.164	0.207	0.283	0.186	26.46	61.75	11.79
2005	0.236	0.258	0.065	0.125	0.242	0.297	0.122	35.40	59.92	4.67
2006	0.154	0.110	0.089	0.213	0.118	0.172	0.181	35.09	27.97	36.94
2007	0.154	0.094	0.115	0.121	0.248	0.131	0.182	24.22	65.66	10.11
2008	0.146	0.057	0.150	0.051	0.156	0.228	0.154	15.71	75.93	8.36
2009	0.146	0.096	0.085	0.079	0.220	0.189	0.089	24.12	64.79	11.09
2010	0.124	0.097	0.091	0.063	0.144	0.114	0.211	25.42	65.11	9.47
2011	0.242	0.165	0.156	0.072	0.268	0.384	0.193	17.08	79.14	3.78
2012	0.139	0.098	0.083	0.078	0.105	0.208	0.164	24.87	66.51	8.62
2013	0.085	0.066	0.076	0.088	0.085	0.090	0.104	31.92	30.56	37.52
2014	0.114	0.073	0.029	0.099	0.088	0.173	0.101	25.01	71.81	3.18
2015	0.148	0.068	0.172	0.135	0.173	0.136	0.255	24.45	62.71	12.84
2016	0.096	0.049	0.059	0.107	0.110	0.124	0.091	26.23	59.17	14.60
2017	0.181	0.069	0.039	0.231	0.059	0.258	0.238	27.53	64.30	8.17

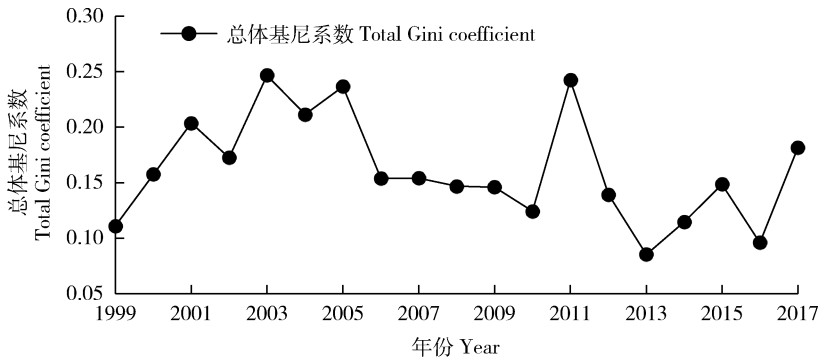


图 2 中美印三国棉花全要素生产率指数总体基尼系数的演变

Fig. 2 Evolution of the total Gini coefficient of TFP index of China, the US and India

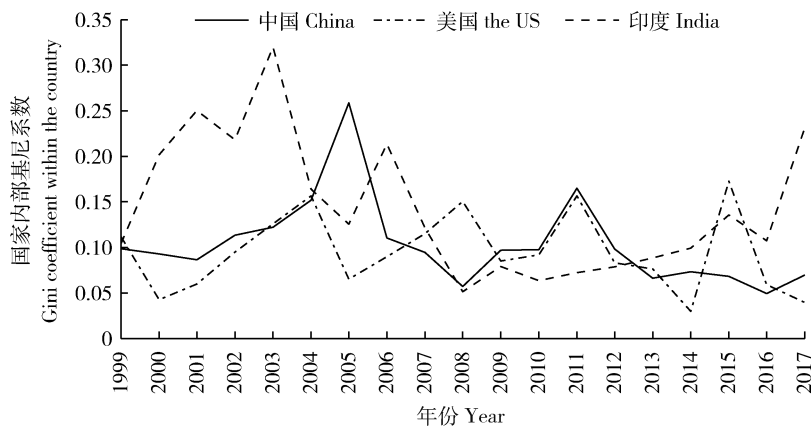


图3 中国、美国、印度棉花全要素生产率变动的国家内部差异

Fig. 3 Intra country differences of TFP changes of cotton in China, the US and India

度棉花全要素生产率变动的基尼系数存在阶段性特征,第一阶段为1999—2008年,基尼系数在波动中呈现下降趋势,基尼系数从1999年的0.104下降到2008年的0.052,年均下降7.5%;第二阶段为2009—2017年,基尼系数在波动中呈现上升趋势,由2008年的0.052上升到2017年的0.231,年均增长率为18.1%。若以1999年为基期,2017年中国、美国棉花全要素生产率变动的国内差距年均分别下降1.9%、5.6%,而印度棉花全要素生产率变动的国内差距年均增长4.5%。

4.3 棉花全要素生产率增长率的国际间差异

图4描述了中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动的国家间差距及其演变趋势。可以发现:第一,棉花全要素生产率变动的国家间差距呈现明显的波动态势,在样本考察期内整体上看有轻微的

下降趋势。从国家间差异的大小来看,考察期内国家间棉花全要素生产率变动差异最大的是中国和印度,其次是美国 and 印度、中国和美国。第二,从国家间差异的演变过程来看,中国和印度的国家间差距由1999年的0.114持续上升到2001年的0.318,随后在波动中下降到2010年的0.114,并迅速上升到2011年的0.384,达到考察期内最大值后继续保持震荡。中国和美国的国家间差距在1999—2012年期间低位运行,随后开始较为大幅的波动,一直持续到2011年,达到考察期内的最高位0.268,随后在震荡中下降,2017年达到考察期内最低值0.060。美国和印度的国家间差距的演变同中国和印度的国家间差距相似,由1999年的低位0.130持续上涨到2001年的高位0.318,随后在波动中下降,一直到2014年0.102,之后继续保持震荡,在2017年达到0.238。

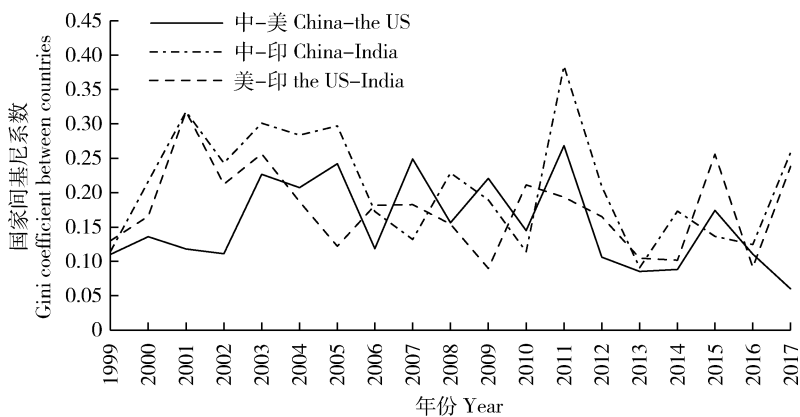


图4 中国、美国、印度棉花全要素生产率变动的国家间差异

Fig. 4 Differences of TFP changes among China, the US and India

4.4 棉花全要素生产率增长率的棉区差距的来源及其贡献率

通过 Dagum 基尼系数的分解,可以直观地展现棉区间差距的来源。根据 Dagum 的分解,差距来源分为 3 种,包括国家内部的不平衡、国家之间的不平衡和超变密度。图 5 描述了中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动总体差距的三大来源及其贡献率。由图 5 可以发现:第一,中国、美国、印度三国棉区棉花全要素生产率变动的差异的主要来源是国家间差异,其次是国家内差异和超变密度。在样本考察期内三者的平均贡献分别为 57.8%、27.0% 和 15.2%。第二,就贡献率的演变过程来看,国家内差异的贡献基本稳定,维持在 15%~35%。国家间差

异和超变密度的贡献率波动较为明显,彼此消长,且存在周期性特征。具体来看,可分为 3 个阶段:1999—2006 年、2006—2013 年和 2013—2017 年。在每一阶段,国家间差异的贡献率都呈现“M”字形走势,而超变密度的贡献率呈现“W”字形走势。2006 年和 2013 年是重要的拐点,在这两年,超变密度的贡献高于国家间差距和国家内差距的贡献,构成了中美印三国棉区棉花全要素生产率变动差异的主要来源。超变密度可以识别国家间的交叉重叠现象,例如美国棉花全要素生产率变动明显优于中国,但美国棉花全要素生产率增长率较低的某些棉区可能低于中国棉花全要素生产率较高的棉区。超变密度贡献率的提高,说明这种交叉重叠现象较为明显,跨国差距在减弱。

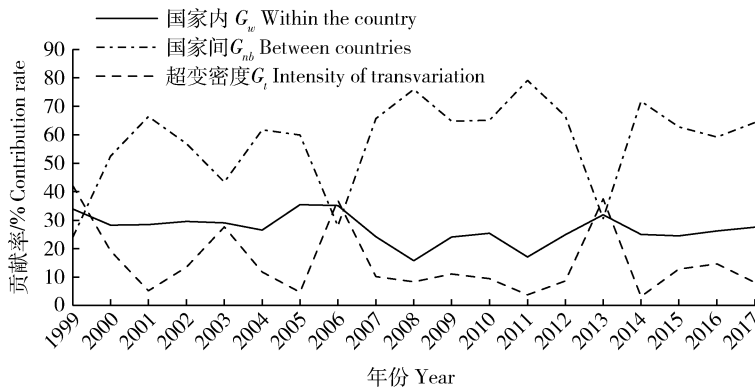


图 5 中国、美国、印度棉花全要素生产率变动的差贡献的演变趋势

Fig. 5 Evolution trend of the difference contribution of the change of TFP of cotton in China, the US and India

5 收敛还是发散:棉花全要素生产率的变动趋势

本研究前一部分采用 Dagum 基尼系数衡量了中国、美国、印度三国棉花全要素生产率的棉区差异,接下来的问题是:随着时间的推移,棉花全要素生产率的的空间差异在持续扩大还是渐趋缩小?为此,本研究采用 σ 收敛、绝对 β 收敛和条件 β 收敛对棉花全要素生产率增长率的收敛性进行检验。

5.1 α 收敛检验

根据 α 收敛检验方法,本研究测度了 1999—2017 年中国、美国、印度三国整体以及各国棉花全要素生产率增长率的收敛系数。图 6 展示了中美印三国整体以及各国棉花全要素生产率增长率收敛系数的演变趋势。从 α 收敛系数的演变趋势来看,中美印三国整体、中国、印度棉区在样本考察期内总体呈现下降趋势,说明三国整体、中国、印度的全要素

生产率增长率存在收敛趋势,棉区间差距在逐渐缩小。但印度棉区的全要素生产率增长的收敛存在阶段性特征:以 2008 年为分界点,1999—2008 年期间呈现收敛态势,2008—2017 年表现为发散态势。美国棉区的 α 收敛系数没有明显的上升或下降趋势,说明美国棉花全要素生产率增长率没有呈现明显的收敛或发散态势。

5.2 绝对 β 收敛检验

利用式(10)对全要素生产增长率的绝对 β 收敛进行检验,判断全要素生产率增长率是否收敛到同一个稳态值。在运用截面数据进行收敛性分析时,所得结论对样本考察期较为敏感^[22],为此,本研究除了考察整个时期之外,还以 2008 年为界,把整个时期划分为 1999—2008 年和 2009—2017 年 2 个阶段,时间跨度 T 分别为 10 和 9。

检验结果(表 4)显示,从中国、美国、印度三国整体来看,3 个时期的 β 系数均为负,且分阶段的检

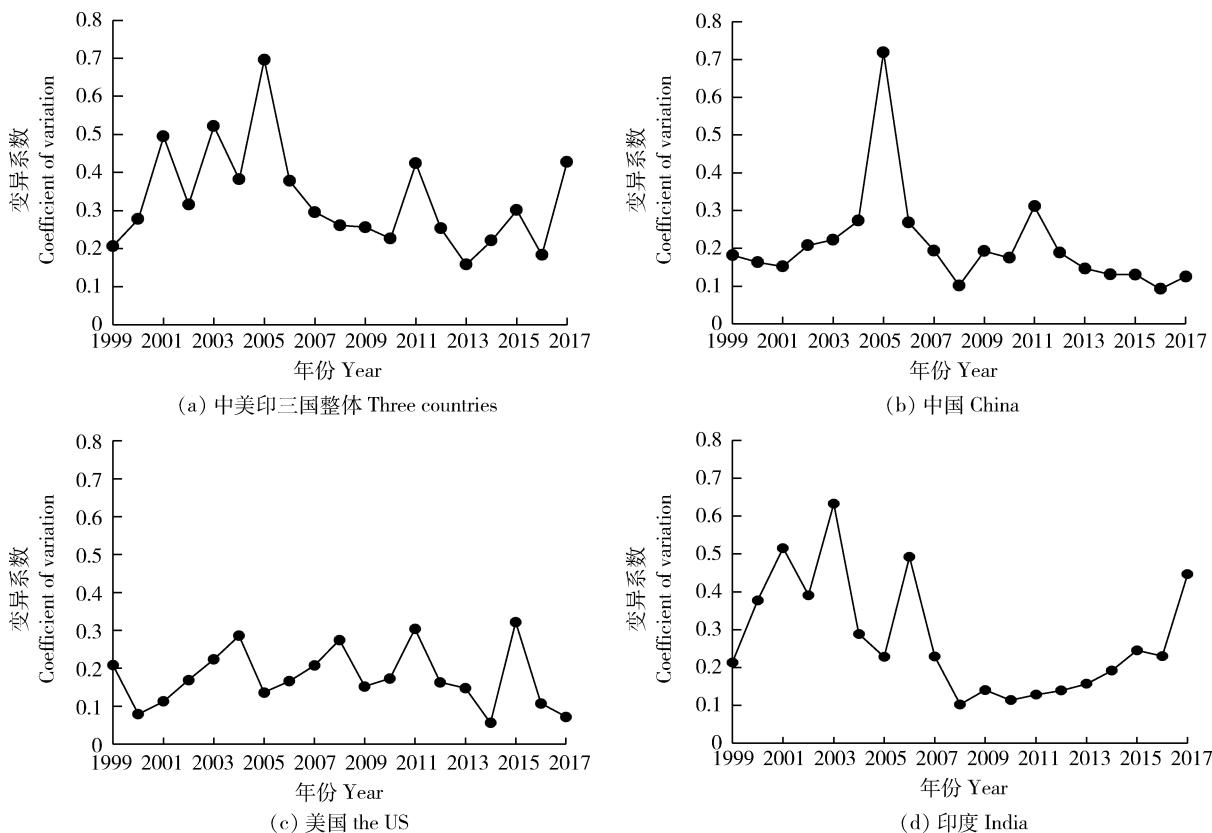
图6 1999—2017年中国、美国、印度三国棉花全要素生产率增长率的 σ 收敛

Fig. 6 Convergence of growth rate of total cotton productivity in China, the US and India from 1999 to 2017

表4 绝对 β 收敛回归结果(TFP增长率)Table 4 Absolute β convergence regression results (TFP growth rate)

样本 Sample	1999—2017年		1999—2008年		2009—2017年	
	β	R^2	β	R^2	β	R^2
全样本 All	-0.021 (0.016)	0.071	-0.096*** (0.027)	0.339	-0.129*** (0.027)	0.488
中国 China	-0.040*** (0.011)	0.544	-0.098*** (0.018)	0.746	-0.086*** (0.017)	0.706
美国 the US	-0.064*** (0.008)	0.947	-0.207** (0.061)	0.792	-0.127** (0.028)	0.868
印度 India	-0.008 (0.035)	0.008	-0.100*** (0.018)	0.813	-0.030 (0.111)	0.010

注:括号内数字为标准误; *、**、*** 分别表示在10%、5%、1%水平下通过显著性检验。

Note: The figures in brackets are standard errors; *, ** and *** are significant at the level of 10%, 5% and 1%, respectively.

验系数在1%的水平下显著,说明三国整体上存在 β 绝对收敛。分国家来看,中国、美国在3个时期中的 β 系数均显著为负,意味着中国、美国全要素生产率增长率存在绝对 β 收敛,TFP增长同初始水平存在

显著的负向关系,国家内部棉区全要素生产率的增速正在趋同。印度的 β 系数在1999—2008年这一时期显著为负,2009年之后不再显著,说明印度棉花全要素生产率增速的收敛弱化。

5.3 条件 β 收敛检验

利用式(11)对全要素生产率检验条件 β 收敛, 结果如表 5 所示。可以发现, 无论是整体上, 还是中国、美国、印度 3 个国家内部 β 条件收敛系数都在

1%的水平下显著为负数, 然而 $|\beta| > 1$, 表明并不存在 β 条件收敛^[15], 全要素生产率增长率难以收敛到各自不同的稳态水平。

表 5 条件 β 收敛回归结果(TFP 增长率)

Table 5 Conditional β convergence regression results (TFP growth rate)

项目 Item	全样本 All		中国 China		美国 the US		印度 India	
	系数 Coeff	标准误 Std err	系数 Coeff	标准误 Std err	系数 Coeff	标准误 Std err	系数 Coeff	标准误 Std err
β	-1.337***	0.045	-1.291***	0.066	-1.352***	0.101	-1.394***	0.080
t	-0.006**	0.003	-0.010**	0.004	0.001	0.006	-0.005	0.005
常数项 Constant	0.046	0.033	0.059	0.047	0.025	0.068	0.041	0.059
F 统计量 F statistics	433.07		189.43		90.55		153.92	
R -squared	0.659		0.648		0.685		0.669	
样本量 Sample size	468		216		90		162	

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著。

Note: *, ** and *** are significant at the level of 10%, 5% and 1%, respectively.

6 结论与政策启示

提高棉花全要素生产率是中国棉花实现高质量发展的根本出路。本研究基于中国、美国、印度三国 26 个棉区 1998—2017 年数据样本, 运用 DEA-Malmquist 方法测算了三国棉花全要素生产率; 随后运用 Dagum 基尼系数及其分解方法分析了中美印三国棉花全要素生产率的棉区差异, 并揭示了差异的来源; 最后采用 α 收敛、 β 收敛模型对三国棉花全要素生产率的收敛性进行分析。本研究主要得出以下结论:

第一, 1999—2017 年, 中国棉花全要素生产率具有明显的波动性, 但总体为负增长, Malmquist 指数为 0.955, 落后于美国(1.009)和印度(0.999)。技术效率和技术进步的双重弱化是导致中国棉花全要素生产率下降的原因, 其中技术进步滞后更为突出。中国三大棉区棉花全要素生产率增长有差异, 黄河流域棉区增长率最高, 但仍为负增长, 西北内陆

棉区纯技术效率较有优势。美国大部分棉区全要素生产率都呈现持续增长态势, 其中富饶的边缘地带棉区最高, 仅中心地带棉区全要素生产率为负增长。印度北部棉区棉花全要素生产率年均增长 3.0%, 优于南部棉区和中部棉区。

第二, 中国、美国、印度三国棉花全要素生产率变动的总体差异有缩小的态势, 但波动特征明显, 表现为先上升后下降再上升。中国国内棉花全要素生产率变动的基尼系数为 0.104, 国内棉区不平衡程度介于印度(0.143)和美国(0.095)之间。国家间差异的大小依次是中国和印度、美国和印度、中国和美国。中国、美国、印度三国棉区棉花全要素生产率变动的差异的主要来源是国家间差异, 其次是国家内差异和超变密度。国家内差异的贡献基本稳定, 维持在 15%~35%。国家间差异和超变密度的贡献率波动较为明显, 彼此消长, 且存在周期性特征。

第三, 中国、美国、印度三国整体上来看, 棉花全要素生产率增长率存在 α 收敛和绝对 β 收敛, 不存

在条件 β 收敛,但收敛性存在国家差异,具体表现为:中国存在 α 收敛和绝对 β 收敛,美国仅存在绝对 β 收敛,印度具有随时间先收敛(α 收敛和绝对 β 收敛)后发散的特点。

根据以上研究结论,本研究得出以下启示:

第一,1999年以来,中国棉花无论在技术效率还是技术进步方面,都与美国、印度棉区有较大差距,棉花高质量发展之路任重而道远。为此,中国应明确棉花高质量发展的出路是进一步激活技术创新和组织创新,为全要素生产率增长创造更好的条件。不同棉区应各有侧重:以新疆为主的西北内陆棉区继续发挥技术运用水平带来的纯技术效率优势,并进一步提升规模效率水平;内地棉区应着力推动棉花生产技术的提高,通过棉花技术进步来提高棉花全要素生产率。

第二,切实稳定国内棉花市场价格,提高棉花抵御市场风险的能力。在国内外棉花价格剧烈波动时期,中国棉花全要素生产率都出现较为极端的下降,而美国、印度棉花全要素生产率受到的影响相对较小。为此,应积极运用保险、期货等金融工具,开展多层次棉花“保险+期货”试点,为抵御棉花价格波动风险提供有力保障。

第三,优先扶持和发展棉花生产保护区,打造棉花高质量发展的先行区和示范区。国家间差距是中美印三国棉区棉花全要素生产率差距的主要来源,国家内差异的贡献基本稳定。为尽快缩小中国与美国、印度棉花全要素生产率的差距,在制定棉花支持政策时,可分别在新疆棉区和内地棉区打造棉花全要素生产率增长的高地,为全国棉花高质量发展提供鲜活的改革经验。

参考文献 References

- [1] 程国强. 中国棉业:迈向高质量发展的逻辑与选择[J]. 中国棉麻产业经济研究, 2018(1): 15-16
Cheng G Q. China's cotton industry: Logic and choice towards high-quality development[J]. *Chinese Cotton & Linen Industry Economic Research Journal*, 2018(1): 15-16 (in Chinese)
- [2] 姜永宏, 蒋伟杰. 中国上市商业银行效率和全要素生产率研究:基于 Hicks-Moorsteen TFP 指数的一个分析框架[J]. 中国工业经济, 2014(9): 109-121
Jiang Y H, Jiang W J. Study on efficiency and productivity of the listed commercial banks in China: Based on Hicks-Moorsteen TFP index[J]. *China Industrial Economics*, 2014(9): 109-121 (in Chinese)
- [3] 谭砚文, 凌远云, 李崇光. 我国棉花技术进步贡献率的测度与分析[J]. 农业现代化研究, 2002(5): 344-346
Tan Y W, Ling Y Y, Li C G. Measurement and analysis of contribution rate of cotton technological advancement in China [J]. *Research of Agricultural Modernization*, 2002(5): 344-346 (in Chinese)
- [4] 朱希刚, 张社梅, 赵芝俊. 我国棉花生产率变动分析[J]. 农业经济问题, 2007(4): 9-13, 110
Zhu X G, Zhang S M, Zhao Z J. Analysis on China's cotton production efficiency change in recent years [J]. *Issues in Agricultural Economy*, 2007(4): 9-13, 110 (in Chinese)
- [5] 关建波, 谭砚文. 良种补贴对中国棉花生产效率的影响分析[J]. 农业技术经济, 2014(3): 49-56
Guan J B, Tan Y W. Analysis of the effect of improved seed subsidy on cotton production efficiency in China[J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2014(3): 49-56 (in Chinese)
- [6] 王力, 李婕. 中国棉花产业全要素生产率的差异及时空演化: 基于 Hicks-Moorsteen 指数框架[J]. 价格理论与实践, 2019(1): 137-140
Wang L, Li J. The differences and spatiotemporal evolution of total factor productivity in China's cotton industry: Based on the Hicks-Moorsteen index framework[J]. *Price: Theory & Practice*, 2019(1): 137-140 (in Chinese)
- [7] 庞英, 孙巍. 基于非参数方法的中国棉花产出规模效率时空特征[J]. 长江流域资源与环境, 2008(1): 88-92
Pang Y, Sun W. Temporal-spatial characteristics of efficiency of large-scale cotton production in China based on non-parametric productivity approach [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2008(1): 88-92 (in Chinese)
- [8] 田伟, 谭朵朵. 中国棉花 TFP 增长率的波动与地区差异分析: 基于随机前沿分析方法[J]. 农业技术经济, 2011(5): 110-118
Tian W, Tan D D. Analysis on fluctuation and regional difference of growth rate of cotton TFP in China: Based on stochastic frontier analysis method [J]. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2011(5): 110-118 (in Chinese)
- [9] 王力, 韩亚丽. 中国棉花全要素生产率及其影响因素的区域性差异分析[J]. 华中农业大学学报: 社会科学版, 2016(5): 36-46, 144
Wang L, Han Y L. Regional difference analysis on China cotton TFP and its influencing factors [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University: Social Sciences Edition*, 2016(5): 36-46, 144 (in Chinese)
- [10] 石晶, 李林. 我国棉花主产区全要素生产率测算及收敛性分析[J]. 统计与决策, 2014(4): 120-123
Shi J, Li L. Calculation and convergence analysis of TFP in China's main cotton producing areas [J]. *Statistics & Decision*, 2014(4): 120-123 (in Chinese)
- [11] 宋玉兰, 周应恒, 张宇青. 中国棉花技术进步效率差异分析[J]. 统计与决策, 2013(10): 91-95

- Song Y L, Zhou Y H, Zhang Y Q. Analysis of the differences in the efficiency of China's cotton technological progress[J]. *Statistics & Decision*, 2013(10): 91-95 (in Chinese)
- [12] 蔡昉. 中国经济增长如何转向全要素生产率驱动型[J]. *中国社会科学*, 2013(1): 56-71, 206
Cai F. How can Chinese economy achieve the transition toward total factor productivity growth[J]. *Social Sciences in China*, 2013(1): 56-71, 206 (in Chinese)
- [13] Dagum C. A new approach to the decomposition of the Gini income inequality ratio[J]. *Empirical Economics*, 1997(22): 515-531
- [14] 刘帅. 中国经济增长质量的地区差异与随机收敛[J]. *数量经济技术经济研究*, 2019, 36(9): 24-41
Liu S. Research on the regional differences decomposition and convergence mechanism of economic quality in China[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2019, 36(9): 24-41 (in Chinese)
- [15] Miller S M, Upadhyay M P. Total factor productivity and the convergence hypothesis [J]. *Journal of Macroeconomics*, 2002, 24(2): 267-286
- [16] 彭国华. 中国地区收入差距、全要素生产率及其收敛分析[J]. *经济研究*, 2005(9): 19-29
Peng G H. The disparity of income, TFP and the convergence hypothesis in Chinese provinces [J]. *Economic Research Journal*, 2005(9): 19-29 (in Chinese)
- [17] Kitenge E, Alam M R, Sameem S. Convergence of US suicide rates: What does it imply[J]. *Economic Analysis and Policy*, 2019, 62(6): 300-306
- [18] 国家发展和改革委员会价格司. 全国农产品成本收益资料汇编, 1999—2018[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999—2018
- Price Department of National Development and Reform Commission. *China Agricultural Products Cost-Benefit Compilation of Information, 1999 - 2018* [M]. Beijing: China Statistics Press, 1999—2018 (in Chinese)
- [19] 岳会, 于法稳. 我国棉花全要素生产率研究: 基于 DEA-Malmquist 指数法的分析[J]. *价格理论与实践*, 2019(8): 141-144
Yue H, Yu F W. Research on cotton total factor productivity in China: Analysis based on DEA-Malmquist index method [J]. *Price: Theory & Practice*, 2019(8): 141-144 (in Chinese)
- [20] 匡远凤, 彭代彦. 中国环境生产效率与环境全要素生产率分析[J]. *经济研究*, 2012, 47(7): 62-74
Kuang Y F, Peng D Y. Analysis of environmental production efficiency and environmental total factor productivity in China [J]. *Economic Research Journal*, 2012, 47(7): 62-74 (in Chinese)
- [21] 中国棉花协会秘书处. 2004 年棉花行业大事记[J]. *中国棉麻流通经济*, 2005(1): 2-4
Secretariat of China Cotton Association. Cotton industry memorabilia of China in 2004 [J]. *Chinese Cotton & Linen Industry Economic Research Journal*, 2005(1): 2-4 (in Chinese)
- [22] 刘兴凯, 张诚. 中国服务业全要素生产率增长及其收敛分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2010, 27(3): 55-67, 95
Liu X K, Zhang C. The total factor productivity growth and convergence analysis for China's service industry [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2010, 27(3): 55-67, 95 (in Chinese)

责任编辑：王岩