

刘其涛. 低碳经济视域下中国粮食全要素生产率变化实证研究[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(10): 524–527.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.10.149

低碳经济视域下中国粮食全要素生产率变化实证研究

刘其涛

(许昌学院商学院, 河南许昌 461000)

摘要:基于低碳经济视角,利用中国省际面板数据,将碳排放作为“坏产出”指标纳入粮食全要素生产率测算中,采用 Malmquist–Luenberger 指数分析 2001—2012 年考虑碳排放因素下中国除了香港、澳门、台湾、西藏以外的 30 个省(市、区)的粮食全要素生产率及其分解。结果表明,是否考虑碳排放因素对粮食全要素生产率的核算结果具有显著影响,中国粮食全要素生产率总体上呈增长趋势,其动力主要来源于技术进步;无论是否考虑碳排放因素,我国东部地区粮食全要素生产率均高于中部和西部地区;东部省(市、区)在推动中国粮食全要素生产率的增长方面发挥了重要作用,中西部省(市、区)则面临粮食增长与资源、环境协调发展的艰巨任务。

关键词:低碳经济;粮食全要素生产率;Malmquist–Luenberger 生产率指数;碳排放;政策启示

中图分类号: F326.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2016)10-0524-04

1 问题的提出

粮食安全问题是国家安全的重点。“无农不稳,无粮则乱”,特别是对人口众多、人均耕地资源相对匮乏的我国来说,粮食安全问题永远是工作的重点。近年来,我国粮食生产取得了举世瞩目的成绩,2013 年全国粮食总产量首次突破 6 亿 t 大关,实现 10 年连续增产;但是目前粮食安全面临多方面的挑战,增长已无弹性可言,粮食增长面临着诸多挑战,出现了增产、资源与环境相互制约的情况。一方面,随着我国工业化、城镇化的推进,耕地面积不断减少,严重危及 1.2 亿 hm^2 耕地红线,导致粮食播种面积出现下降,同时农业生产要素发生转移,土地和劳动力这 2 个生产要素流向效益更高的生产领域,对粮食发展形成制约,造成农业用地减少和农业劳动力流出。另一方面,生产环境问题更加严重,在粮食生产过程中传统生产要素如农药、化肥、农膜等投入不断增加,造成土壤肥力下降、化肥农药依赖、水源污染等问题,如何促进粮食增长与资源、环境的协调发展已成为迫切需要解决的难题。

作为粮食发展的重要动力,全要素生产率的增长引起了许多经济学家的关注。然而,传统的粮食全要素生产率的测量仅考虑了“好”产出,而忽略了“坏”产出——环境污染,如庞英等基于非参数生产前沿面理论,将资源配置效率分解为规模效率、纯技术效率和要素可处置度,分析中国粮食流通体制市场化以来,粮食生产资源配置效率及其时空特征、变化态势以及主要制约因素^[1]。肖红波等针对 21 世纪以来我国粮

食连续 7 年增产的现实,采用数据包络分析结合 Malmquist 指数,测算了 10 年来我国粮食综合技术效率和全要素生产率的变化,揭示了我国粮食生产增长的源泉及存在的问题^[2]。周明华以我国 29 个省(市、区)的粮食投入产出面板数据,运用 DEA–Malmquist 生产率指数法,对粮食生产的全要素生产率进行测算与分解,发现我国粮食全要素生产率总体呈现上升趋势^[3]。显然,在当前我国提出发展低碳农业的形势下,忽略环境因素是不够的;因此,必须在科学发展指导下从低碳经济视角重新审视我国粮食全要素生产率的增长情况。现有文献将环境因素纳入到效率分析框架中研究中国粮食增长的很少。闵锐等利用 1978—2010 年国内省域面板数据,在使用单元调查评估法计算各省(市、区)粮食生产污染排放量的基础上,利用方向性距离函数和序列 DEA 技术,测度了中国粮食生产是否考虑环境因素 2 种情形下的全要素生产率指数,并进一步分解为技术效率变化和技术进步,研究结果表明,是否考虑环境污染成本对于测算结果有较大影响,全要素生产率增长贡献有限,主要靠技术进步单独贡献,并存在技术进步与效率损失并存的现象^[4]。杨璐嘉运用 Malmquist–Luenberger 生产率指数,测算和分析了考虑碳排放因素下的中国 13 个粮食主产区 2002—2011 年农业全要素生产率,发现中国目前粮食主产区的农业生产方式仍然简单粗放^[5]。闵锐等采用 1978—2010 年湖北省粮食生产及其污染排放面板数据,利用环境污染因素的方向性距离函数模型和序列 DEA 方法,将湖北省粮食绿色全要素生产率增长分解为技术进步与技术效率变化,结果显示湖北省粮食生产的全要素生产率增长率有所提高,粮食生产中“两型农业”理念运行绩效表现良好,但未体现其粮食生产优势地位^[6]。

综上,可以发现已有一些文献开始从低碳经济视角测算中国粮食全要素生产率,但还存在一定的不足,主要表现在考虑“坏”产出时选择“面源污染物”指标者较多,而忽略了粮食生产过程中产生的二氧化碳排放。众多研究表明,农业是温室气体重要排放源,因此,本研究基于低碳经济视角,将“坏”产出(CO_2)纳入分析框架,运用 Malmquist–Luenberger 生产

收稿日期:2015–11–05

基金项目:河南省科技厅软科学项目(编号:162400410494);河南省教育厅人文社会科学研究项目(编号:2016–gh–252);河南省教育厅科学技术研究重点项目(编号:14A630062);许昌学院优秀青年骨干教师资助项目。

作者简介:刘其涛(1976—),男,河南西华人,副教授,主要从事产业经济、农业经济和区域经济研究。E-mail:qिताol@126.com。

率指数法测算 2001—2012 年中国粮食全要素生产率,分析中国粮食生产践行“两型”理念的绩效及增长的源泉。从理论和现实意义上来说,这不仅保障了我国粮食安全,也为我国“两型农业”理念提供了替代性分析框架。

2 方法与模型

2.1 方向性距离函数

为了在粮食全要素生产率分析框架中纳入“坏”产出,则需要构造一个生产可能性集,既包含“好”产出,又包含“坏”产出,即环境技术。假设每个地区使用 N 种投入 $x = (x_1, \dots, x_N) \in R_N^+$ 生产出 M 种“好”产出 $y = (y_1, \dots, y_M) \in R_M^+$, 以及 I 种“坏”产出 $b = (b_1, \dots, b_I) \in R_I^+$, 在每个时期 $t = 1, \dots, T$ 个时期, $k = 1, \dots, K$ 个地区的投入和产出值为 $(x^{k,t}, y^{k,t}, b^{k,t})$ 。运用数据包络分析 (DEA) 表达环境技术模型如下:

$$P^t(x^t) = \{(y^t, b^t) : \sum_{k=1}^K z_k^t y_{km}^t \geq y_{km}^t, m = 1, \dots, M; \sum_{k=1}^K z_k^t b_{ki}^t = b_{ki}^t, i = 1, \dots, I; \sum_{k=1}^K z_k^t x_{kn}^t \leq x_{kn}^t, n = 1, \dots, N; z_k^t \geq 0, k = 1, \dots, K\} \quad (1)$$

式中: z_k^t 表示每个横截面观察值的权重,其值为正表明该技术结构满足不变规模报酬假设。

减少污染(“坏”产出)、保持经济增长(“好”产出)是环境技术的最终目标。为了将这样的生产过程模型化,需要引入 Shephard 提出的产出距离函数,即方向性距离函数^[7]。基于产出的方向性距离函数具体形式为:

$$\vec{D}_0(x, y, b; g) = \sup \{\beta : (y, b) + \beta g \in P(x)\} \quad (2)$$

式中: $g = (g_y, g_b)$ 是产出扩张的方向向量。通过“坏”产出在技术上体现出的强弱可处置性,方向性距离函数需要选择不同的方向向量。如果方向向量是 $g = (y, -b)$, 且“坏”产出在技术上是弱可处置性,则增加“好”产出的同时同比例减少“坏”产出。使用 DEA 来解方向性距离函数,需要解下面的线性规划:

$$\vec{D}_0^t(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'}; y^{t,k'}, -b^{t,k'}) = \max \beta s. t. \sum_{k=1}^K z_k^t y_{km}^t \geq (1 + \beta) y_{km}^t, m = 1, \dots, M; \sum_{k=1}^K z_k^t b_{ki}^t = (1 - \beta) b_{ki}^t, i = 1, \dots, I; \sum_{k=1}^K z_k^t x_{kn}^t \leq x_{kn}^t, n = 1, \dots, N; z_k^t \geq 0, k = 1, \dots, K. \quad (3)$$

2.2 Malmquist - Luenberger 生产率指数

根据 Chung 等的研究^[8], 面向产出的 Malmquist - Luenberger (ML) t 期到 $t+1$ 期粮食全要素生产率指数为:

$$ML_{it}^{t+1} = \left\{ \frac{[1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + \vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \times \frac{[1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \right\}^{1/2} \quad (4)$$

ML 指数可以分解为技术效率变化指数 (MLEFFCH) 和技术进步指数 (MLTECH), 即

$$ML = MLEFFCH \times MLTECH. \quad (5)$$

$$MLEFFCH_{it}^{t+1} = \frac{1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)}{1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})} \quad (6)$$

$$MLTECH_{it}^{t+1} = \left\{ \frac{[1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^t, y^t, b^t; g^t)]}{[1 + \vec{D}_0^t(x^t, y^t, b^t; g^t)]} \times \frac{[1 + \vec{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]}{[1 + \vec{D}_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^{t+1})]} \right\}^{1/2} \quad (7)$$

技术进步指数说明技术前沿在 t 时期到 $t+1$ 时期之间的

变动情况;技术效率变化指数反映技术落后地区对生产可能性前沿追赶先进者的程度;ML、MLEFFCH 和 MLTECH 大于 (小于) 1 时, 分别表示全要素生产率增长 (下降)、效率改善 (恶化) 和技术进步 (退步)。

3 变量界定及数据处理

本研究选择 2001—2012 年中国除了香港、澳门、台湾、西藏以外的 30 个省 (市、区) (考虑数据的可获性和 DEA 方法对异常数据的敏感性, 不包括西藏自治区) 的粮食投入产出数据。数据资料主要来自历年的《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业年鉴》《中国环境统计年鉴》《新中国五十年农业统计资料》。从低碳经济视角研究中国粮食全要素生产率, 将“坏”产出 (CO_2) 纳入统一框架, 考察中国粮食全要素生产率, 确定的投入和产出变量如下:

投入指标包括劳动、土地、机械动力、化肥、役畜和灌溉等 6 类变量。劳动投入以三次产业中第一产业从业总人数计算; 土地投入以粮食总播种面积而不是可耕地面积计算, 可以真实反映出用于粮食生产的土地投入; 机械动力投入以农业机械总动力来表示; 化肥投入以化肥施用量按折纯量计算; 役畜投入以拥有的农用役畜总数量为准, 核算粮食生产耕作、运输等役畜投入; 灌溉投入以各省实际有效灌溉面积计算。

产出指标包括“好”产出和“坏”产出。“好”产出选取粮食总产量; “坏”产出选取粮食生产过程中的二氧化碳排放量。一般来讲, 粮食碳排放量主要来自化肥、农药、农膜、柴油、翻耕和灌溉等 6 个方面所形成的碳排放, 碳排放的计算公式为:

$$E = \sum E_i = \sum T_i \delta_i \quad (8)$$

式中: E 表示粮食碳排放总量; E_i 表示各种碳源的碳排放量; T_i 表示各碳排放源的量; δ_i 表示各碳排放源的碳排放系数。各碳排放源的碳排放系数借鉴李波等的研究^[9], 从而计算出各省 (市、区) 的粮食碳排放总量。

4 实证结果分析

根据上述研究方法及相关统计数据, 测算了低碳经济视角下中国粮食 Malmquist - Luenberger 生产率指数及其分解情况; 为了检验碳排放对粮食全要素生产率的影响, 也测算了传统的 Malmquist 生产率指数及其分解情况, 具体分析结果如下。

4.1 粮食全要素生产率增长与源泉变化

如表 1 所示, 整体来看, 考察期内不考虑碳排放约束的中国粮食全要素生产率明显高于考虑碳排放约束的粮食全要素生产率。不考虑碳排放约束的中国粮食全要素生产率 (M 指数) 年均增长 0.6%, 考虑碳排放约束的中国粮食全要素生产率 (ML 指数) 年均增长 0.4%, 比传统全要素生产率指数低 0.2 百分点。二者之间的差距反映了碳排放因素对粮食全要素生产率及粮食增长的影响程度。造成这种差距的原因是粮食生产所产生的成本, 即物质生产要素的直接使用成本对环境产生的污染与治理成本方面的间接机会成本。二者差距越大, 说明粮食安全保障成本越高; 另外, 作为粮食生产的载体, 资源、环境又是经济增长的内生变量, 二者之间的差距越小, 说明生态与环境影响粮食生产力越小, 资源、环境与粮食增长越协调。

从增长源泉来看, 2 种类型的粮食全要素增长主要由前沿技术驱动, 而技术效率改善相对滞后 (表 1)。说明中

表 1 2001—2012 年中国粮食全要素生产率及其分解

年份	考虑碳排放约束			不考虑碳排放约束		
	MLEFFCH	MLTECH	ML 指数	EFFCH	TECH	M 指数
2001—2002	0.977	1.014	0.991	0.944	1.058	0.998
2002—2003	0.993	0.977	0.969	0.996	0.975	0.971
2003—2004	0.984	1.031	1.015	1.032	1.009	1.041
2004—2005	0.958	1.065	1.020	0.974	1.017	0.991
2005—2006	0.994	0.970	0.965	0.939	1.051	0.987
2006—2007	1.076	0.954	1.026	1.130	0.912	1.031
2007—2008	0.981	1.001	0.982	0.946	1.086	1.027
2008—2009	1.036	0.956	0.990	1.075	0.910	0.979
2009—2010	0.939	1.066	1.000	0.931	1.078	1.004
2010—2011	0.998	1.029	1.027	0.961	1.068	1.026
2011—2012	1.006	1.054	1.060	0.991	1.028	1.019
均值	0.994	1.010	1.004	0.991	1.016	1.006

国粮食增长是一种典型的技术推动型增长模式,而粮食全要素生产率增长的理想模式是由技术进步与技术效率共同推动,因此今后需要加强对技术效率的改善,否则将会导致粮食技术成果闲置和区域发展失衡。

从其分解结果(表 1)来看,第一,技术进步指数变化情况。无论是否考虑碳排放因素,2 种类型的技术进步指数增长均为正值,其中传统的技术进步指数年均增长为 1.6%,考虑碳排放因素的技术进步指数年均增长为 1%,低于传统类型的技术进步指数。说明传统的全要素生产率测算高估了技术进步指数。技术进步对粮食经济增长的促进作用,其主要表现为劳动、资本等生产要素投入质量的提高,这一效用表现在物化生产要素的质量改善上,因希克斯中性特质出现在传统全要素生产率的核算中,导致提高生产要素投入质量发挥的作用无法有效地与抽象的纯技术进步效应完全剥离出来。第二,技术效率变化情况。2001—2012 年我国粮食 2 种类型的技术效率指数均出现负增长情况,其中传统的 EFFCH 年均增长为 -0.9%,考虑碳排放因素的 MLEFFCH 年均增长为 -0.6%,二者之间的差距说明粮食生产者使用环境保护技术的意愿程度。由于保护农业生态环境能够极大促进粮食生产的可持续发展;因此,粮食生产者采纳环境保护技术的行为是更多考虑了粮田环境可持续发展的长期种粮行为,而放弃了追求粮食产量最大化的短期行为。二者差距越小,说明粮食安全指数越高。

4.2 粮食全要素生产率增长的区域差异分析

图 1、图 2 分别显示不考虑碳排放约束与考虑碳排放约束下我国东、中、西三大地区(三大地区按传统的区域划分方法)平均粮食全要素生产率指数、技术进步指数和技术效率变化指数。

由图 1、图 2 可知,无论是否考虑碳排放因素,我国粮食全要素生产率均呈现东部、中部和西部地区依次递减态势。2001—2012 年不考虑碳排放约束的东、中、西部地区粮食全要素生产率年均增长率分别为 1.4%、1.1%、-0.3%,同期考虑碳排放约束的东、中、西部地区粮食全要素生产率年均增长率分别为 1.3%、0.7%、-0.7%。因此,我国东部地区主导了中国粮食全要素生产率的增长,而中部和西部地区在粮食经济发展中呈现出和资源、环境的“双重恶化”现象,主要是因为经济发展水平越高的地区,对粮食生产的先进技术、管理技术的消化和吸收能力就越强,同时,经济发展水平较高也

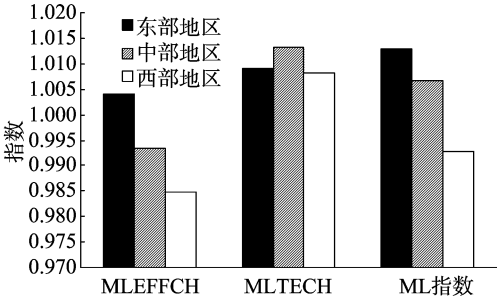


图1 不考虑碳排放约束的中国三大地区粮食全要素生产率及其分解

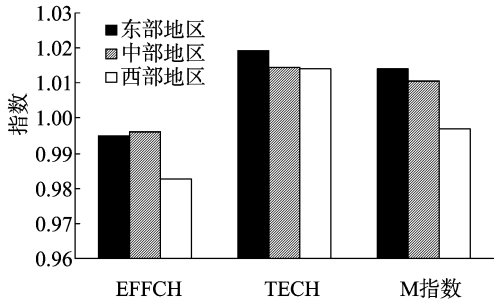


图2 考虑碳排放约束的中国三大地区粮食全要素生产率及其分解

使得粮食生产者对生态环境保护意识增强。

4.3 粮食全要素生产率增长的省际差异分析

上述对我国三大区域的分析无法揭示各省(市、区)粮食全要素生产率之间的差异性,因此需要考察各省(市、区)的具体变动情况,从而分析碳排放对各省粮食全要素生产率的影响。表 2 列出了 2001—2012 年我国各省(市、区)考虑与不考虑碳排放约束的粮食全要素生产率及其分解。

由表 2 可见:(1)不考虑碳排放约束下,2001—2012 年间我国各省(市、区)粮食全要素生产率排名前 5 的分别为山西、辽宁、河北、陕西、黑龙江,排名后 5 的分别是上海、青海、四川、重庆、贵州。粮食全要素生产率高于全国平均水平的省(市、区)有 15 个,其中多为东部地区,其余 15 个省(市、区)的粮食全要素生产率则低于全国平均水平。同时,除重庆市外,其余 29 个省(市、区)的技术进步指数均大于 1,而绝大多数省(市、区)的技术效率指数均出现了不同程度的恶化,说明技术进步是推动我国各省(市、区)粮食全要素生产率增长的主要动力。(2)考虑碳排放约束下,2001—2012 年间我国各省(市、区)粮食全要素生产率排名前 5 的分别为海南、北京、山东、甘肃、河南,排名后 5 的分别是陕西、云南、四川、重庆、贵州。粮食全要素生产率高于全国平均水平的有 13 个省(市、区),其余 17 个省(市、区)的粮食全要素生产率则低于全国平均水平,说明我国绝大多数省(市、区)没有实现粮食经济增长与资源、环境的协调发展。同时,除海南省、重庆市、四川省和贵州省外,其余省(市、区)的技术进步指数均大于 1,而技术效率指数绝大多数省(市、区)均小于 1,原因可能是地方政府片面追求前沿技术进步,对环境污染的关注相对较少,从而造成了农业资源的浪费和生产的无效。(3)与不考虑碳排放的粮食全要素生产率相比,考虑碳排放约束下我国各省(市、区)粮食全要素生产率排名出现了变化。绝大多数省

表 2 2001—2012 年中国各省(市、区)粮食全要素生产率及其分解

省 (市、区)	考虑碳排放约束			不考虑碳排放约束		
	MLEFFCH	MLTECH	ML 指数	EFFCH	TECH	M 指数
北京	1.013	1.010	1.023	1.006	1.008	1.014
天津	0.989	1.011	1.000	0.990	1.018	1.007
河北	1.000	1.014	1.014	1.001	1.025	1.026
山西	0.991	1.007	0.999	1.020	1.016	1.036
内蒙古	0.984	1.018	1.002	0.989	1.010	0.999
辽宁	1.003	1.011	1.013	1.002	1.029	1.031
吉林	1.000	1.010	1.010	1.000	1.012	1.012
黑龙江	1.000	1.007	1.007	1.000	1.022	1.022
上海	1.000	1.012	1.012	0.990	1.004	0.994
江苏	0.993	1.019	1.013	0.991	1.020	1.012
浙江	0.994	1.010	1.004	0.990	1.012	1.002
安徽	0.992	1.016	1.008	0.990	1.023	1.013
福建	1.011	1.002	1.012	1.002	1.007	1.008
江西	0.993	1.012	1.005	0.986	1.023	1.009
山东	1.006	1.011	1.017	1.001	1.013	1.014
河南	1.000	1.015	1.015	0.998	1.016	1.014
湖北	0.985	1.019	1.004	0.981	1.021	1.001
湖南	0.987	1.019	1.006	0.985	1.021	1.005
广东	0.997	1.005	1.003	0.992	1.008	0.999
广西	0.994	1.015	1.008	0.989	1.018	1.007
海南	1.037	0.994	1.031	0.994	1.016	1.010
重庆	0.982	0.986	0.968	0.982	0.986	0.969
四川	0.984	0.996	0.980	0.981	1.003	0.983
贵州	0.967	0.999	0.965	0.956	1.011	0.967
云南	0.971	1.011	0.983	0.971	1.028	0.999
陕西	0.989	1.002	0.991	0.999	1.025	1.024
甘肃	1.000	1.017	1.017	0.999	1.012	1.011
青海	0.985	1.013	0.998	0.974	1.013	0.986
宁夏	0.987	1.016	1.003	0.987	1.027	1.014
新疆	0.991	1.017	1.007	0.984	1.024	1.008

(市、区)的排名都出现了下滑,如山西、辽宁、河北、陕西、黑龙江、宁夏、安徽、云南等省区,下降幅度最大的是山西省,下降了 23 位。北京、上海、山东、海南、河南、福建、广西、甘肃等省(市、区)排名出现了上升,其中上升最多的是上海市,上升了 16 位。根据 Fare 等的研究结果,2 种全要素生产率排名的变化反映出各省(市、区)“好”产出与“坏”产出相对增长率的大小,排名上升的省(市、区)说明粮食增长带来的“好”产出的增长幅度高于粮食生产产生碳排放的减少幅度,相反排名下降的省(市、区)则粮食生产产生碳排放的减少幅度高于粮食“好”产出的增长幅度^[10]。由此可见,目前我国东部省(市、区)粮食总产量的增长幅度高于碳排放的减少幅度,资源、环境与粮食增长较为协调;而中部省(市、区)以及西部偏远省(市、区)则表现出资源、环境与粮食增长不协调。

5 结论与启示

针对传统粮食全要素生产率测算的缺陷,本研究基于低碳经济视角,将环境污染(CO₂)纳入粮食全要素生产率的分析框架中,运用方向性距离函数构建 ML 生产率指数测算 2001—2012 年间中国 30 个省(市、区)粮食全要素生产率的增长情况,得出以下主要结论:(1)2001—2012 年,考虑碳排放约束的中国粮食全要素生产率明显低于不考虑碳排放约束的传统粮食全要素生产率,说明忽视碳排放约束而进行的农业全要素生产率评价是失真的。2 种类型的粮食全要素增长主要由前沿技术进步驱动,而技术效率改善相对滞后。同时

不考虑碳排放约束将会高估技术进步对粮食全要素生产率的贡献,也会高估技术效率的恶化程度,从而对粮食全要素生产率的增长模式及其政策含义产生影响。(2)分区域来看,无论是否考虑碳排放因素,东部地区粮食全要素生产率均最高,说明东部地区主导了中国粮食全要素生产率的增长,是典型的集约型增长方式,而中部和西部地区在粮食经济发展中呈现出和资源、环境的“双重恶化”现象,属于粗放型的增长方式。(3)从省际差异来看,考虑碳排放因素下,东部地区粮食全要素生产率表现最为突出,在推动中国粮食全要素生产率的增长中发挥了重要作用,中西部地区表现不太理想,许多农业大省承担着较大的资源与环境压力,面临粮食增长与资源、环境协调发展的艰巨任务。

综上,提出以下政策启示:(1)进一步加强农业清洁技术的研发和推广力度,降低农业污染,促进农业现代化发展;(2)不同地区针对地区的差异性特点,应根据实际情况,在环境管理中实行差别化管理政策,中、西部地区应加强与东部地区的交流与合作,通过引进先进技术和管理制度,提高资源利用效率,缩小地区间的差距;(3)对农业基础设施要加大投入力度,促进农业基础设施体系的不断完善,尤其在环境治理基础设施的建设方面要加大投入;(4)综合运用多种手段,改变农业污染没人管的局面,发挥环境保护激励机制的作用,进一步完善粮食环境污染管理政策体系;(5)各省(市、区)应结合自身资源禀赋条件,使劳动、化肥、水等生产要素的投入效率得到最大限度的提高,走资源节约、环境友好的粮食经济发展模式,使农业经济步入可持续发展的良性循环轨道。

参考文献:

- [1] 庞英,李树超,周蕾,等. 中国粮食生产资源配置效率及其区域差异——基于动态 Malmquist 指数的经验[J]. 经济地理,2008(1):113-117.
- [2] 肖红波,王济民. 新世纪以来我国粮食综合技术效率和全要素生产率分析[J]. 农业技术经济,2012(1):36-46.
- [3] 周明华. 中国粮食全要素生产率变化的实证分析:1978—2010[J]. 广东商学院学报,2013(2):70-77.
- [4] 闵锐,李谷成. 环境约束条件下的中国粮食全要素生产率增长与分解——基于省域面板数据与序列 Malmquist-Luenberger 指数的观察[J]. 经济评论,2012(5):34-42.
- [5] 杨璐嘉. 低碳视角下粮食主产区农业全要素生产率比较——基于中国 13 省 2002—2011 年数据的分析[J]. 湖南农业大学学报:社会科学版,2013(6):27-33.
- [6] 闵锐,李谷成. 转型期湖北省粮食绿色全要素生产率增长与分解——基于全国宏观横向比较的维度[J]. 湖北大学学报:哲学社会科学版,2014(1):137-142.
- [7] Shephard R W. Theory of cost and production functions[M]. Princeton:Princeton University Press,1970.
- [8] Chung Y H, Fare R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management,1997,51:229-240.
- [9] 李波,张俊飏,李海鹏. 中国农业碳排放时空特征及影响因素分解[J]. 中国人口·资源与环境,2011(8):80-87.
- [10] Fare R, Grosskopf S, Pasurka Jr C A. Accounting for air pollution emissions in measures of state manufacturing productivity growth[J]. Journal of Regional Science,2001,41(3):381-409.