

欢迎按以下格式引用:余家凤,胡依杨,孔令成.农地经营规模对农业绿色全要素生产率的影响研究——基于SBM-ML指数法和空间杜宾模型[J].长江大学学报(社会科学版),2022,45(2):99-107.

农地经营规模对农业绿色全要素生产率的影响研究

——基于SBM-ML指数法和空间杜宾模型

余家凤 胡依杨 孔令成

(长江大学 经济与管理学院,湖北 荆州 434023)

摘要:基于中国30省份2000~2019年的面板数据,运用非径向、非角度SBM方向性距离函数的ML指数法,测算了农业绿色全要素生产率($GTFP$),并利用空间杜宾模型探究了农地经营规模对我国农业绿色全要素生产率的空间效应。结果表明:中国农业 $GTFP$ 年均增长率为2.76%,其增长动力主要依靠技术进步,增长趋势按照西、中、东部依次递增;中国农业 $GTFP$ 表现出较为显著的空间自相关性;农地经营规模每提升1%,农业 $GTFP$ 就会增长0.025%,其中直接效应的作用为0.061%,空间溢出效应为-0.036%。基于此,从各地因地制宜适度扩张农地经营规模、加大绿色环保新型农机的投入研发力度等方面提出相关建议。

关键词:农地经营规模;农业绿色全要素生产率;SBM-ML指数法;空间杜宾模型

分类号:F323.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1395(2022)02-0099-09

虽然我国农业科技在不断进步,但农地经营规模的扩张与经营水平的不匹配却加重了农药、化肥、农膜等农资对环境的污染,也进一步加剧了农村环境的恶化^[1]。这不仅对生态文明建设产生影响,而且严重制约了农业的发展。要想推动我国农业与农村环境的协调发展,务必要提高我国农业的绿色全要素生产率。由于传统的农业全要素生产率并未将环境因素考虑在内,在反映农业经济增长和生产率的问题上存在局限性,因此,度量农业发展质量的核心要义就在于须将环境污染产出纳入核算体系,以客观地反映农业高质量发展水平。特别是适度规模经营恰恰能够有效解决农地细化、分散的问题,更是我国现代化农业发展的必由之路^[2]。所以,深入探究农地经营规模与农业绿色全要素生产率之间的内在规律,对推动我国农业高质量发展具有重要的理

论和现实意义。

鉴于此,本文基于碳排放的视角测算我国农业绿色全要素生产率水平,通过空间计量模型实证研究农地经营规模对农业绿色全要素生产率的影响效应,力求为农业绿色发展提供参考性的建议。

一、文献综述

目前,学术界关于农业绿色全要素生产率($Green\ Total\ Factor\ Productivity, GTFP$)的研究比较活跃。高杨等(2018)认为,农业信息化对农业 $GTFP$ 具有显著的空间溢出效应^[3]。梁俊等(2015)通过研究发现,农业减税能够促进农业 $GTFP$ 的增长,而城镇化和农业贸易则抑制了农业 $GTFP$ 的增长^[4]。黄伟华等(2021)指出,环境规制能够促进区域技术

收稿日期:2022-01-15

基金项目:教育部人文社会科学基金青年项目“乡村振兴战略驱动下农地流转价格偏离的形成机理与纠偏机制研究”(19YJCZH190);长江大学社科基金项目“我国农村财政扶贫资金投入优化问题研究”(2019sz06)

第一作者简介:余家凤(1965—),男,湖北洪湖人,教授,主要从事农林经济管理研究。

创新从而推动 *GTFP* 增长^[5]。李健旋(2021)研究表明,农村金融发展规模、发展结构、发展效率的提高均有利于农业 *GTFP* 提升,其作用机制却存在显著差异^[6]。

事实上,农地经营规模是一个影响农业 *GTFP* 增长的关键因素。目前关于最合适的农户经营规模还没有定论,但学者们普遍认为在我国国情下扩张农地经营规模时应遵守“适度原则”^[7]。不同省份所适应的农地经营规模各不相同,土地资源是基本约束条件,较高的人力资本水平及农业机械化水平^[8]、合理的种植结构、较高的财政支农支出水平^[9]、农村土地流转市场的完善^[2]等因素都提高了农地的使用效率。

当前研究农地经营规模与农业 *GTFP* 的成果偏少。李文华等(2018)研究表明,不同地区的农地经营规模对该地区的农业 *GTFP* 的影响各不相同^[10]。刘玉铭等(2007)认为农户扩张农地规模能促进农业 *GTFP* 增长^[11]。李晓阳等(2017)将农地经营规模作为门槛变量解释了农村金融发展对农业 *GTFP* 的抑制作用^[12]。同样地,周晓时等(2018)也将农地经营规模作为门槛变量研究了不同农地规模下人力资本水平对农业生产效率的影响^[13]。

通过上述梳理发现,以往的研究忽略了农业 *GTFP* 的空间效应,这样可能会使得出的结论出现偏差,因为本省的农业 *GTFP* 不仅会受到该省农地经营规模的影响,还可能会受到相邻省份农业 *GTFP* 和农地经营规模的影响。鉴于此,本文立足于现有研究成果,拟将种植业作为研究对象,在碳排放视角下运用 SBM-ML 指数法测量农业 *GTFP*,并进一步运用空间杜宾模型探究农地经营规模与农业绿色全要素生产率之间的内在规律,力求为提高我国农业高质量发展水平提供有益参考。

二、农业绿色全要素生产率测量

(一)我国农业绿色全要素生产率的测度方法

在农业发展的过程中往往容易忽视环境污染对农业经济增长的影响。为有效解决非期望产出被忽视的问题,Chung 等^[14]构造了方向性距离函数。基于此,本文选择非径向、非角度 SBM 方向性距离函数的 ML 指数测算法来进行测算。以我国 30 个省份中的每一个省份作为一个决策单元,假设在农业生产中投入 N 种要素 $X=\{x_1,x_2,\cdots,x_N\}\in R_+^N$,生产出 M 种期望产出 $Y=\{y_1,y_2,\cdots,y_M\}\in R_+^M$ 和

Q 种非期望产出 $B=\{b_1,b_2,\cdots,b_Q\}\in R_+^Q$,则在 t 年时每个省份 i 包括期望产出与非期望产出的方向性距离函数为:

$$D_V^t(x_i^t,y_i^t,b_i^t)=\hat{P} \frac{1-\left[\frac{1}{N}\sum_{n=1}^N\frac{s_n^x}{x_n^t}\right]}{1+\left[\frac{1}{M+Q}\left(\sum_{m=1}^M\frac{s_m^y}{y_m^t}+\sum_{q=1}^Q\frac{s_q^b}{b_q^t}\right)\right]} s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^I z_i^t y_{i,m}^t - s_m^y = y_{i,m}^t, m=1,2,\cdots,M \\ \sum_{i=1}^I z_i^t x_{i,n}^t - s_n^x = x_{i,n}^t, n=1,2,\cdots,N \\ \sum_{i=1}^I z_i^t b_{i,q}^t - s_q^b = b_{i,q}^t, q=1,2,\cdots,Q \\ \sum_{i=1}^I z_i^t = 1, z_i^t \geq 0, s_m^y \geq 0, s_n^x \geq 0, s_q^b \geq 0 \\ i=1,2,\cdots,I \end{cases} \quad (1)$$

与此同时,借鉴 Fare 等^[15]的方法,运用跨期动态的概念,使用几何平均的方法,构建相邻两年之间连续参比的 *SBM-ML* 指数,并将该指数分解成技术效率变化指数(*EC*)和技术进步率指数(*TC*)的积,具体公式如下:

$$(SBM-ML)_i^{t+1}=EC_i^{t+1}\times TC_i^{t+1} \quad (2)$$

上式中,当 *SBM-ML* > 1 或 < 1 时,分别表示农业 *GTFP* 增长或下降;当 *EC* > 1 或 < 1 时,则表示技术效率得到改善或降低;当 *TC* > 1 或 < 1 时,则表示技术进步或退步。

(二)投入、产出变量选取与数据来源

由于测度的角度不同会使得投入、产出在数量上显现出差异化,结果就会使得农业 *GTFP* 出现不同的测度值。因此,本文主要是以狭义农业即种植业作为测度对象,具体投入、产出变量选取如下:

- 1.投入变量的选择

土地投入:用农作物的实际播种面积来表示,单位为千公顷。

劳动力投入:以农业就业人数来表示。通过计算种植业的总产值与农林牧渔总产值之间的比重,将种植业就业人数从农林牧渔从业总人数中剥离出来,单位以万人来表示。

机械动力投入:以上述比重为权重乘以农业机械总动力得到种植业机械投入,单位为万千瓦。

灌溉投入:以有效灌溉面积来表示,单位为千公顷。

农药投入:以农药使用量来表示,单位为万吨。
化肥投入:以化肥施用量来表示,单位为万吨。
柴油投入:以农用柴油使用量来表示,单位为万吨。
农膜投入:以农用薄膜使用量来表示,单位为万吨。
2.产出变量的选择
期望产出:以农业增加值来表示。这样选取的

好处在于消除“中间消耗”并且能反映出真实有效的产出,同时以 2000 年基期价格进行调整,单位为亿元。
非期望产出:本文以农业生产活动当中产生的碳排放量来表示。该农业生产活动包括化肥、农膜、柴油、农药的使用、水田灌溉与翻耕等,具体借鉴李波^[16]的计算方法,单位为万吨。

表 1 我国农业绿色全要素生产率测算表指标选取

变量	指标		单位
投入指标	资本投入	农业机械总动力	万千瓦
	劳动投入	农业就业人数	万人
	土地投入	实际播种面积	千公顷
		化肥使用量	万吨
		农药使用量	万吨
		灌溉面积	千公顷
	农业资源投入	农用柴油使用量	万吨
		农用薄膜使用量	万吨
产出指标	期望产出	农业增加值	亿元
	非期望产出	农业碳排放量	万吨

根据数据获得的难易程度,本文只考虑了 30 个省份的相关数据,不包括西藏、台湾、澳门和香港。本文研究区间为 2000~2019 年,数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》、国家统计局农村司《农林牧渔业统计报表制度》以及各省份的统计年鉴及公报。
3.农业 GTFP 测度结果及分析
将环境因素纳入农业全要素生产率的测度结果如下表 2 所示。由表可知,从 2000 年以来,我国农业 GTFP 持续增长,增长幅度为年均 2.76%,其增长主要来源于技术进步(以年均 3.11%的速度增长),而技术效率却呈现出倒退的趋势(以年均 0.35%的速度退化)。从各区域来看,我国农业 GTFP 在东、中、西部呈现出不同的增长趋势,分别以 3.41%、3%、1.89%的速度增长;中部地区的技术进步率增幅最高为 3.41%,其次是东部地区 3.26%,西部地区则是以 2.65%的速度增长;技术效率阻碍了农业 GTFP 的增长,只有东部地区的技术效率得到改善(以年均 0.13%的速度增长),而中部地区与西部地区则呈现出技术效率下降的趋势(分别以年均 0.41%、0.77%

的速度下降)。与全国农业 GTFP 增长来源一致,东、中、西部农业 GTFP 主要的增长源泉来自于技术进步,这说明我国目前还没有形成技术效率与技术进步同时促进农业 GTFP 增长的态势。
具体到各省份,除了海南、内蒙古、青海、宁夏、新疆等省份的农业 GTFP 呈现出下降的趋势以外,我国大部分省份的农业 GTFP 都处于增长的阶段,原因可能是这些省份的生产资源比较落后所致。
从时间的维度来看,2000~2019 年我国农业 GTFP 呈现出波动增长的趋势:从 2000 年的 0.9678 增长到 2019 年的 1.0512,其技术进步均处于增长的态势。而 2000 年到 2012 年技术进步的变化曲线与农业 GTFP 的变化曲线呈现出同增同减的趋势,但在 2012 年以后呈现出反向的变化,究其原因是因为技术效率出现了缓慢下降的缘故。与此同时,农业技术效率长期处于下降的阶段,其曲线逐渐偏离了农业 GTFP 与农业技术进步的变化曲线(如图 1)。因此,由图 1 可知,农业 GTFP 的主要增长动力来自于技术进步,而农业技术效率对农业 GTFP 的推动作用甚微,在大多数年份呈现出倒退的现象。

表 2 2000~2019 年中国各地区农业绿色全要素生产率及其分解

区域	省份	GTFP	EC	TC
东部	北京	1.0468	1.0000	1.0468
	天津	1.0406	1.0092	1.0311
	河北	1.0209	1.0041	1.0167
	辽宁	1.0348	1.0000	1.0348
	上海	1.0279	0.9937	1.0344
	江苏	1.0575	1.0132	1.0437
	浙江	1.0461	1.0013	1.0447
	福建	1.0544	1.0081	1.0459
	山东	1.0189	1.0041	1.0147
	广东	1.0381	1.0045	1.0334
	海南	0.9892	0.9762	1.0133
中部	山西	1.0105	0.9981	1.0124
	吉林	1.0029	0.9887	1.0144
	黑龙江	1.0394	1.0152	1.0238
	安徽	1.0441	0.9926	1.0518
	江西	1.0236	0.9886	1.0354
	河南	1.0497	0.9923	1.0578
	湖北	1.0403	1.0037	1.0365
	湖南	1.0298	0.9884	1.0418
西部	内蒙古	0.9924	0.9651	1.0280
	广西	1.0425	1.0000	1.0425
	重庆	1.0435	1.0018	1.0416
	四川	1.0317	1.0000	1.0317
	贵州	1.0425	1.0000	1.0425
	云南	1.0150	0.9976	1.0174
	陕西	1.0477	1.0101	1.0372
	甘肃	1.0127	0.9985	1.0142
	青海	0.9930	0.9834	1.0097
	宁夏	0.9949	0.9802	1.0149
	新疆	0.9921	0.9796	1.0127
东部		1.0341	1.0013	1.0326
中部		1.0300	0.9959	1.0341
西部		1.0189	0.9923	1.0265
全国		1.0276	0.9965	1.0311

注:GTFP 表示我国农业绿色全要素生产率水平;EC 表示技术效率指数;TC 表示技术进步指数。

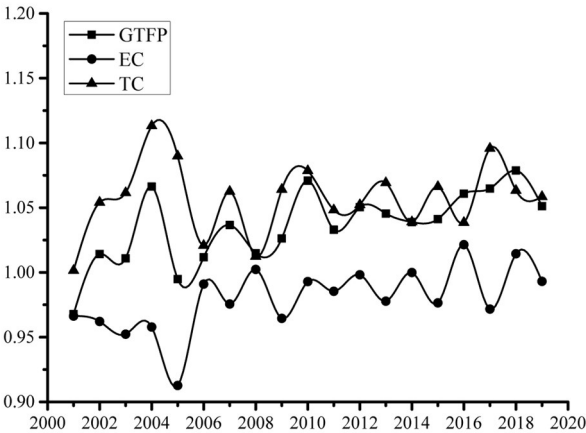


图 1 2000~2019 年全国农业 GTFP 变化趋势及其分解

三、模型设计与变量说明

前文测度了 2000~2019 年我国 30 个省份农业绿色全要素生产率水平。为探究农地经营规模与农业绿色全要素生产率之间的内在规律,本部分将在前文的研究基础上进行更深入的剖析。综合学者们的研究方法,发现传统的计量模型并没有考虑到区域之间农业绿色全要素生产率的空间效应,这导致得出的结论出现偏差,也不能精准地反映农地经营规模对农业绿色全要素生产率的影响程度。为了更加准确地反映区域之间农业绿色全要素生产率的空间效应及相关因素的影响程度,本文将构建空间计量模型进行探究。

(一)实证模型构建

本文实证研究以我国 30 个省份的面板数据为样本,通过借鉴前人的研究成果,选取影响我国农业 *GTFP* 增长的因素作为解释变量,其中以农地经营规模为核心解释变量。模型如下:

$$\ln GTFP_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln AS_{it} + \beta_i \ln X_{it} + u_i + v_t + \epsilon_{it} \tag{3}$$

其中下标 *i* 代表省份,下标 *t* 代表时间; $\ln GTFP_{it}$ 表示被解释变量,其为上述所测得的各区域农业绿色全要素生产率的对数; $\ln AS$ 表示农地经营规模的对数;为防止模型中出现遗漏变量,因此加入了个体固定虚拟变量 u_i 和时间固定虚拟变量 v_i ; $\ln X$ 表示其它的控制变量; ϵ 代表误差项。

由于空间面板模型同时考虑了时间、空间两个维度上农地经营规模对农业 *GTFP* 的影响,而且区域之间的生产要素具有流动性,生产技术与生产方式也会从一个省份扩散、外溢到另一个省份。为此,本文构建了农地经营规模与农业 *GTFP* 的空间计量模型,模型如下:

$$\ln GTFP_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \ln AS_{it} + \beta_j \ln X_{it} + \rho_0 W \ln GTFP_{it} + \rho_1 W \ln AS_{it} + \rho_m W \ln X_{it} + u_i + v_t + U_{it} \tag{4}$$

$$U_{it} = \lambda W \mu_{it} + \epsilon_{it} \tag{5}$$

其中 *i* 代表不同的省份, *t* 代表不同的年份; *W* 代表邻接空间权重矩阵; $W \ln GTFP_{it}$ 表示农业 *GTFP* 的空间滞后项; $W \ln AS_{it}$ 表示农地经营规模的空间滞后项; $W \ln X_{it}$ 表示其它控制变量的空间滞后项。 $\rho_0 \sim \rho_m$ 表示这些空间滞后项的回归系数, $\beta_1 \sim \beta_j$ 分别表示农地经营规模和其它控制变量的回归系数, λ 表示误差项的空间滞后项的回归系数。

(二)变量选择与数据说明

1.被解释变量

将上述采用非径向、非角度的 SBM-ML 指数法

测度出来的农业绿色全要素生产率(*GTFP*)作为被解释变量。

2.解释变量

(1)农户经营规模,以农业就业人员人均种植业播种面积表示;

(2)农业机械化水平,用单位种植业耕地面积上农用机械动力的使用量来衡量;

(3)农村居民人均收入,农村居民人均收入水平的高低影响着农户对农业设备的投资,也关乎农户对绿色生产方式和技术的选择^[17];

(4)自然灾害程度,以种植业受灾害面积与种植业耕地面积之间的比重来表示;

(5)农户受教育程度,本文以农户的平均受教育年限来表示,具体借鉴刘军和徐康宁^[18]的方法进行计算;

(6)工业化程度,本文以每个省份的第二产业增加值与总产值之间的比重来表示。

数据来源于 2000~2019 年《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、30 个省份的统计年鉴及年度公报。

3.空间相关性检验

在建立空间计量之前,一般必须先进行空间自相关的预检验,最著名的有 Moran'I 指数、Geary's C 指数、Getis-Ord 指数,而现在大多数的研究当中偏向选择 Moran'I 指数进行检验。从全局 Moran'I 指数检验结果可以观察到农业 *GTFP* 在绝大多数年份都是显著且正向的,这表明农业 *GTFP* 具有较强的空间自相关性。但 2007~2008、2014~2015、2016~2017 年没有通过显著性检验(如表 3),所以还需要对不显著的年份进行局部空间相关性测试。对此,文章选取 2007、2014 年进行局部 Moran'I 检验,得到这两年的局部 Moran'I 散点图,结果如图 2 所示。

表 3 2001~2019 年农业绿色全要素生产率的全局 Moran'I 检验表

年度	Moran's I	P-Value	年度	Moran's I	P-Value
2001~2002	0.131 *	0.061	2010~2011	0.186 **	0.022
2002~2003	0.112 *	0.067	2011~2012	0.108 *	0.094
2003~2004	0.124 *	0.073	2012~2013	0.245 ***	0.005
2004~2005	0.244 ***	0.002	2013~2014	0.155 **	0.039
2005~2006	0.176 **	0.016	2014~2015	0.103	0.102
2006~2007	0.111 *	0.093	2015~2016	0.191 **	0.020
2007~2008	0.086	0.136	2016~2017	0.060	0.193
2008~2009	0.155 **	0.037	2017~2018	0.176 **	0.028
2009~2010	0.156 **	0.040	2018~2019	0.132 *	0.065

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著。下同。

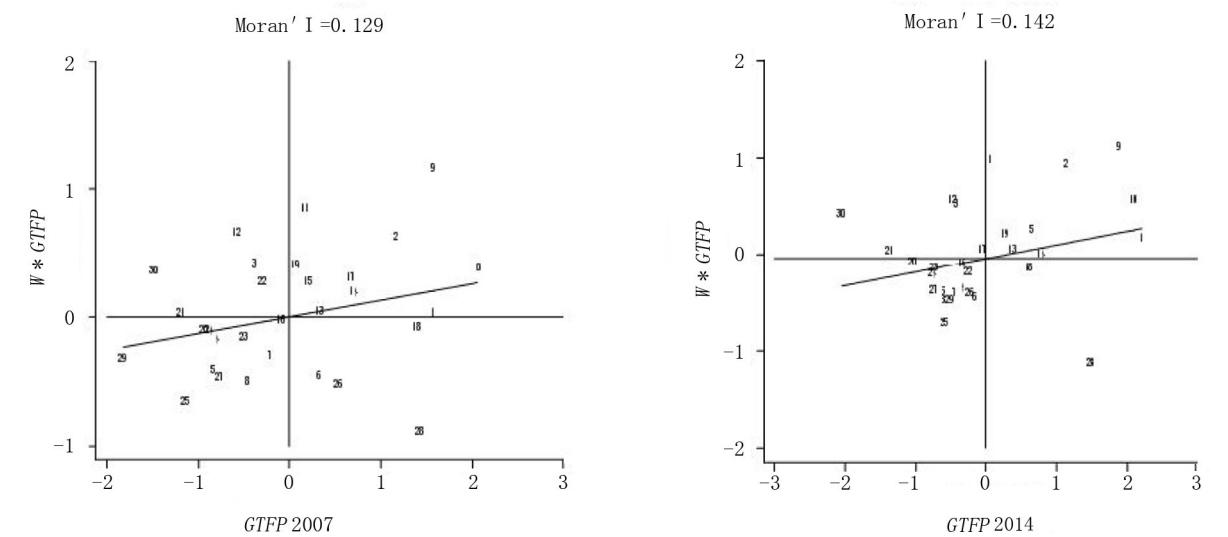


图 2 2007 年和 2014 年中国农业绿色全要素生产率 Moran'I

从 2007 和 2014 年的 Moran'I 散点图(见图 2)可以观察到各省份农业 GTFP 的空间集聚情况。2007 年有 8 个省份分布在“高-高”集聚区域内,代表了某一高农业 GTFP 省份被邻近其它高农业 GTFP 的省份所包围,占有所有省份的 27%,主要集中在东部地区;处于“高-低”集聚区域的省份有安徽、重庆、河北、新疆;处于“低-低”集聚区域的省份主要集中在西部地区;辽宁、湖南、陕西、青海四个省份则主要处于“低-高”集聚区域内。与 2007 年的 Moran'I 散点图进行比较,2014 年的一些省份所处的区域发生了显著的变化。其中浙江省从“高-高”集聚的区域转变到“高-低”集聚区;陕西、辽宁两个省份从“低-高”集聚区降至“低-低”集聚区;重庆也从“高-低”集聚区下调到“低-低”集聚区,由此说明这些省份及其相邻省份的农业绿色全要素生产率都出现了下降的趋势。

通过全局 Moran'I 检验和局部 Moran'I 散点图可知,我国农业绿色全要素生产率均表现出了强烈的空间依赖性。经典的回归模型往往会忽略这一特性,因此选择空间计量模型较为合适。

4.空间杜宾模型结果分析

根据上述检验发现我国农业 GTFP 具有显著的空间自相关性。为此,本文通过相关检验来筛选最合适的空间计量模型,实证检验农地经营规模与农业 GTFP 之间的关系(见表 4)。

检验结果显示,LMLAG(1%水平下显著)、R-LMLAG(5%水平下显著)、LMERR(1%水平下显著)、R-LMERR(5%水平下显著)均在不同显著程

度上通过检验,因此应该拒绝混合 OLS 模型。由于 LM 检验不足以区分 SAR 模型和 SEM 模型,于是还需要结合 LR 检验来判断空间杜宾模型是否可以退化成 SAR 模型或 SEM 模型。由表 4 可知,LR 检验在 5%的水平下显著为正,表示空间杜宾模型不可退化成 SAR 模型或 SEM 模型,因此选择空间杜宾模型来进行实证研究更为有效。

根据 Hausman 检验结果显示,选择固定效应模型更好。最后,在进行空间杜宾模型回归时,通过对比发现个体固定效应模型的拟合效果最优。因此,本文最终选择空间杜宾个体固定效应模型进行实证分析。

表 4 空间计量检验

检验	检验值	P 值
LMLAG	41.01 ***	0.000
R-LMLAG	7.24 **	0.042
LMERR	41.53 ***	0.000
R-LMERR	7.63 **	0.038
Hausman 检验	47.47 ***	0.000
LR 检验	14.33 **	0.045

从估计结果中可以观察到,农业 GTFP 的空间滞后项系数在 1%水平下显著为正,说明了邻域间的农业绿色全要素生产率存在十分显著的正向关系(表 5)。

农地经营规模、农业机械化水平、农村居民人均收入、工业化程度的直接影响系数均显著为正,表明这些变量对农业 GTFP 的提升均发挥了正向的促

进作用;然而,自然灾害程度、受教育程度的回归系数均不显著,但自然灾害程度的空间滞后项系数显著为负,说明自然灾害的发生对本省农业 *GTFP* 的抑制作用不明显,对相邻省份的农业 *GTFP* 增长却

造成一定的冲击。除了工业化程度的空间滞后项系数不显著以外,其他变量的空间滞后项系数在不同水平下显著为负,表现出对邻近省份农业绿色全要素生产率的负向空间溢出效应。

表 5 空间杜宾模型回归结果(个体固定效应)

变量	系数	P 值	Z 值
农地经营规模	0.058 ***	0.003	3.39
农业机械化水平	0.052 ***	0.008	2.93
农村居民人均收入	0.049 **	0.011	2.53
受灾程度	-0.008	0.249	-0.62
受教育程度	0.003	0.194	0.27
工业化程度	0.026 *	0.056	1.41
W×农地经营规模	-0.047 **	0.032	-2.32
W×农业机械化水平	-0.034 *	0.061	-1.53
W×农村居民人均收入	-0.042 *	0.053	-1.94
W×受灾程度	-0.013 *	0.072	-1.21
W×受教育程度	-0.029 *	0.065	-1.45
W×工业化程度	0.005	0.215	0.43
W×农业绿色全要素生产率	0.359 ***	0.000	6.93

5.空间效应分解

表 5 的估计结果只能定性描述农地经营规模对农业 *GTFP* 的空间效应,因此还需要借助偏微分分解的方法来定量分析农地经营规模对农业 *GTFP* 空间溢出效应的大小。

如表 6 所示,我国农业 *GTFP* 增长主要是受到本省农地经营规模的影响,其直接效应为 0.061%,而本省农地经营规模的适度扩张对相邻省份的空间溢出效应为-0.036%,因此农地经营规模每提升 1%,农业 *GTFP* 会有 0.025%幅度的增长。首先分析出现直接效应的原因,这是由于农户经营规模的适度扩张有利于形成规模化和专业化的经营方式,而这种经营方式能够促进农户选择新型的农业生产技术,提高土地配置的效率,减轻农户生产成本,以此来促进本省农业绿色全要素生产率的增长。从间接效应来看,原因在于不同省份的经济发展水平并不相同,而农地经营规模的适度扩张与经济因素息息相关,经济发展水平较高的省份可以通过先进的农业生产技术使得各种资源配置达到均衡,然而部分省份农地经营规模与该省的生产水平并不匹配,无法使资源配置达到均衡。所以,农地经营规模适度扩张会对邻近省份的农业 *GTFP* 形成挤出效应。因此,农地经营规模的适度扩张要与本省的发展状况相适应,不能盲目跟风扩大经营规模。

农业机械化水平每提升 1%,农业 *GTFP* 就会增长 0.021%,直接效应的作用为 0.049%,空间溢出效应为-0.028%。机械化的使用可以优化生产资源的配置,引进更加先进的农业生产技术,通过提高技术进步来促使本省农业 *GTFP* 增长;然而,我国农业机械化发展的水平还没有达到发达国家的水平,由此造成了供需不平衡的局面,无形之中导致了国内市场竞争激烈的场面,本省大力发展农业机械化就会阻碍邻近省份机械化水平的发展,从而抑制了邻近省份农业 *GTFP* 增长。为此,需要大力发展农机行业,更要在农业绿色生产技术上取得突破,以此来改善农机需求与供给不平衡的状况,着重发挥出农业机械化水平对农业 *GTFP* 显著的促进作用。

农村居民人均收入每提升 1%,农业 *GTFP* 就会增长 0.014%,直接效应表现为 0.045%,空间溢出效应为-0.031%,而且直接影响与间接影响之间存在一定的抵消作用。其主要原因在于:居民收入的增加会使得农户对农业生产设备的投资上升,从而能够选择更绿色的生产方式和生产技术;相反,本省增加的农村居民人均收入,为提高该省的农业机械化水平提供了资金保障,使相邻省份农业采用机械化的概率相对降低,从而抑制了相邻省份的农业 *GTFP*。

受灾程度每提升 1%,农业 *GTFP* 就会降低

0.022%,主要来源于间接效应,直接效应表现得并不明显,这表明自然灾害的发生必然会对交通、网络等基础设施造成一定的冲击,使得生产要素在邻近省份之间难以流动,进而抑制了邻近省份农业 *GTFP* 增长。

受教育程度每提升 1%,农业 *GTFP* 就会下降 0.008%,但是并不显著,直接效应的作用为 0.011%,空间溢出效应为-0.019%,而且直接影响与间接影响之间存在一定的抵消作用,最终使得总效应不显著,因此需要合理引导人才在各个省份之间的流动,

发挥出人力资本的正外部性。

工业化程度每提升 1%,农业 *GTFP* 增长 0.016%,其增长贡献主要来源于直接效应(0.013%),其空间溢出效应并不显著,这意味着需要进一步协调农业与工业的发展,让工业更好地反哺农业。

6.稳健性检验

为验证结果的可靠性,本文采用了地理距离权重矩阵进行验证,所得结果与上述关切变量的系数符号基本一致,表明模型结果是稳健的。

表 6 空间杜宾模型的效应分解

变量	总效应	Z 值	直接效应	Z 值	溢出效应	Z 值
农地经营规模	0.025 **	2.01	0.061 ***	3.89	-0.036 **	-2.12
农业机械化水平	0.021 **	1.91	0.049 **	2.68	-0.028 *	-1.98
农村居民人均收入	0.014 *	1.32	0.045 **	2.23	-0.031 *	-2.08
受灾程度	-0.022 *	-1.95	-0.004	-0.43	-0.018 *	-1.76
受教育程度	-0.008	-0.81	0.011	0.92	-0.019 *	-1.81
工业化程度	0.016 *	1.47	0.013 *	1.21	0.003	0.23

表 7 稳健性估计结果

		总效应系数	直接效应系数	溢出效应系数
地理距离 权重矩阵 (W1)	农地经营规模	0.052 **	0.085 ***	-0.033 **
	农业机械化水平	0.020 ***	0.164 ***	-0.144 ***
	农村居民人均收入	0.005 *	0.042 **	-0.037 *
	受灾程度	-0.030 *	-0.009	-0.021 *
	受教育程度	-0.023	0.031	-0.054 *
	工业化程度	0.045 *	0.038 **	0.007

四、结论与建议

(一)研究结论

本文运用 SBM-ML 指数法测量了我国 30 个省份农业 *GTFP*,探究了 2000~2019 年我国种植业农业 *GTFP* 的时空演变及分布规律。通过模型遴选,最终选择空间杜宾模型实证剖析了农地经营规模与农业绿色全要素生产率之间的内在关联性。

研究结果表明:我国农业 *GTFP* 年平均增长为 2.76%,其主要增长动力是技术进步,增长趋势按照西、中、东部依次递增;我国农业 *GTFP* 表现出较为显著的空间自相关性;农地经营规模每提升 1%,农业 *GTFP* 会产生 0.025%幅度的增长,其中直接效应的作用为 0.061%,空间溢出效应为-0.036%;本区域的农业机械化水平、农村居民人均收入、工业化程度对本区域农业 *GTFP* 增长有明显的促进作用;

相反,本区域的农业机械化水平、村居民人均收入、受灾害程度、受教育程度对邻近区域的农业 *GTFP* 增长有显著的抑制作用;本区域的受灾程度、受教育程度对本区域农业 *GTFP* 增长并没有显著的作用。

(二)对策建议

基于以上研究结论,为了从整体上进一步提高我国农业绿色全要素生产率水平,特提出以下对策建议:

第一,各省份应该根据各自的经济发展水平进行农地经营规模的适度扩张。特别是中部地区省份,土地资源比较丰富,是我国粮食的主要产地,但较大的播种面积并没有形成合理的经营规模,其土地生产率比较低下。因此,可在不改变中部地区耕地面积的情况下,通过提高人力资本水平,引入更加新型的农机,扩大农产品的对外贸易程度,以此来提高土地生产效率。

第二,立足于我国东部、中部、西部的实际情况,建立区域差别化的农业发展体系。其中东部地区农业发展趋势较好、农地经营规模合理,适合走资源节约型、环境友好型的农业发展道路;西部地区由于其特殊的地理位置,需要政府的财政支持来实现区域农业协调发展。

第三,加大对农业机械的科技投入力度,尤其是应生产绿色环保低碳的新型农机。须根据不同区域的农业发展现状及地理因素,研发与之相匹配的农机,以此来加快农业机械化步伐。如我国中部地区省份耕地面积十分广阔,适合生产和使用大型农机;西部地区省份山地丘陵众多,适合生产和运用小型便携式农机。

参考文献:

[1]刘琼,肖海峰.农地经营规模与财政支农政策对农业碳排放的影响[J].资源科学,2020(6).

[2]刘汉成,关江华.适度规模经营背景下农村土地流转研究[J].农业经济问题,2019(8).

[3]高杨,牛子恒.农业信息化、空间溢出效应与农业绿色全要素生产率——基于 SBM-ML 指数法和空间杜宾模型[J].统计与信息论坛,2018(10).

[4]梁俊,龙少波.农业绿色全要素生产率增长及其影响因素[J].华南农业大学学报(社会科学版),2015(3).

[5]黄伟华,祁春节,方国柱,等.农业环境规制促进了小麦绿色全要素生产率的提升吗? [J].长江流域资源与环境,2021(2).

[6]李健旋.农村金融发展与农业绿色全要素生产率提升研究[J].管

理评论,2021(3).

[7]赵颖文,吕火明,刘宗敏.关于推进我国农业适度规模经营的几点思考[J].农业现代化研究,2017(6).

[8]文长存,孙玉竹,魏昊,等.新形势下农户粮食规模经营行为及其影响因素研究——基于粮食主产区的调查数据[J].华中农业大学学报(社会科学版),2017(3).

[9]刘琼,肖海峰.农地经营规模与财政支农政策对农业碳排放的影响[J].资源科学,2020(6).

[10]李文华,熊兴.乡村振兴战略背景下农地规模经营与农业绿色发展[J].资源开发与市场,2018(11).

[11]刘玉铭,刘伟.对农业生产规模效益的检验——以黑龙江省数据为例[J].经济经纬,2007(2).

[12]李晓阳,许属琴.经营规模、金融驱动与农业全要素生产率[J].软科学,2017(8).

[13]周晓时,李谷成,刘成.人力资本、耕地规模与农业生产效率[J].华中农业大学学报(社会科学版),2018(2).

[14]Chung Y, Fare R, Grosskopf S. Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997(3).

[15]Fare R, Grosskopf S, Pasurka C A. Environmental production functions and environmental directional distance functions[J]. Energy, 2007(7).

[16]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).

[17]陆旸.环境规制影响了污染密集型商品的贸易比较优势吗? [J].经济研究,2009(4).

[18]刘军,徐康宁.产业聚集、经济增长与地区差距——基于中国省级面板数据的实证研究[J].中国软科学,2010(7).

责任编辑 刘玉成 E-mail:770533213@qq.com