

欢迎按以下格式引用:苟兴朝,张斌儒.长江经济带农业绿色发展:水平评价、空间相关性及其影响因素[J].长江大学学报(社会科学版),2023,46(1):68-77.

长江经济带农业绿色发展:水平评价、空间相关性及其影响因素

苟兴朝 张斌儒

(长江师范学院 财经学院,重庆 408100)

摘要:农业绿色发展有利于实现长江经济带高质量发展。论文运用改进熵值法和泰尔指数法对2008~2019年长江经济带农业绿色发展水平及其内部差异进行评估与测度,并运用莫兰指数检验各省(市)间农业绿色发展的相关性,在此基础上利用空间杜宾模型研究长江经济带农业绿色发展的影响因素,再运用2009~2021年数据进行稳健性检验。结果表明:2008年以来长江经济带农业绿色发展总体水平明显提高;总体差距呈现出“W”型波动趋势,区域内差异对总体差距影响较大;流域内各省(市)间农业绿色发展具有高度正向相关性;经济发展水平、产业结构优化、城镇化、财政支农支出以及农村人力资本水平促进了农业绿色发展。在未来长江经济带绿色发展中,应重点关注区域内发展相对滞后省份的农业绿色发展问题;牢固树立全流域生态命运共同体意识,实现全流域均衡协调发展。

关键词:长江经济带;农业绿色发展;生态命运共同体;高质量发展

分类号:F323 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-1395(2023)01-0068-10

一、引言

1978年以来,中国农业发展成就斐然,但毋庸讳言,农业发展所引致的生态环境问题也日益凸显。为此,中共中央办公厅、国务院办公厅2017年明确提出,要从生态文明建设全局的高度出发重视农业绿色发展;2017年至2020年连续四年的中央“一号文件”都特别强调了农业绿色发展的重要性。农业绿色发展是在农业领域践行绿色发展理念,要求在农业生产过程中追求生态、经济和社会多元目标共赢^[1]。破解农业生态环境压力和资源短缺困境、满足人民日益增长的美好生活需要客观上要求农业走

绿色发展之路^[2]。长江经济带覆盖11省(市),人口和经济总量都超过全国的40%,但当前长江经济带发展面临着严峻的生态环境问题:生物多样性不断减少;化肥农药减量增效行动收效甚微;畜禽粪便处置不合理和农田秸秆焚烧等尚未得到彻底控制;农业面源污染治理难度较大。2019年10月29日党的十九届四中全会进一步提出,要加强长江黄河等大江大河生态保护和系统治理。长江经济带既是中国重要的粮油、畜禽和水产品等主产区,又是生态文明建设的先行示范带;农业绿色发展是中国生态文明建设的重要实践,是破解中国生态环境压力的重要路径,对整个长江经济带乃至全国的生态文明建设

收稿日期:2022-05-22

基金项目:重庆市社会科学规划重点项目“成渝地区双城经济圈高质量发展:理论分析、测度评价与提升路径”(2021NDZD07);重庆市教委人文社会科学研究项目“长江上游地区农户绿色生产行为培育的路径设计与政策支持研究”(21SKGH231)

第一作者简介:苟兴朝(1973-),男,四川宣汉人,副教授,博士,主要从事绿色发展研究。

通信作者:张斌儒(1980-),男,四川南江人,副教授,博士,主要从事经济统计研究,E-mail:20170158@yznu.edu.cn。

与高质量发展都将起着至关重要的作用。因此,评估长江经济带农业绿色发展水平、剖析其影响因素并探索其具体的实现路径,具有重要的现实与政策意义。

二、相关研究文献综述

近年来农业绿色发展问题相关研究成果日益丰富。创新与绿色发展已成为中国新时代经济发展的战略选择^[3],关系到经济、社会、环境的可持续发展^[4]。农业绿色发展本质是一种发展理念^[5],具体体现在农业生产效率提高和农业面源污染减少两个方面^[6]。当前,资源约束趋紧、面源污染不断加剧、质量安全事件频发、生态系统不断退化是中国农业绿色发展面临的主要问题^[7],要实现农业绿色转型发展,首先要确保水土资源和环境质量^[8]。农业直接支付政策、WTO 绿箱政策与农业环境支持政策成为发达国家解决农业生产安全问题的主要途径^[9];提升长江经济带产业绿色发展水平,必须发挥下游的辐射带动作用,加强下游地区和中、上游地区间的交流合作^[10]。从培育绿色发展和乡村生态文化等维度提升农村生态治理能力,实现农村生态善治^[11];针对不同区域农业生态环境问题,应坚持因地制宜和分区施策原则^[12],加快对绿色发展新动能与新生产力的培育^[13]。从研究内容上看,周莉(2019)对全国或某一具体省份的农业绿色发展水平进行了评估^[14];程莉等(2018)研究了乡村绿色发展与乡村振兴内在机理^[15];从研究方法上看,现有文献主要采用了主成分分析法、DPSIR 模型^[16]、德尔菲法与层次分析法^[17]、改进熵值法^[18]、AHP-GRAP 联合评价法^[19]以及等权重主观赋权法等等。

国外关于绿色发展内涵的研究主要从经济发展过程中注重资源环境保护和以绿色发展作为经济增长的动力和新经济增长源泉两个方面展开。Hall 等(1991)首次提出了“绿色指数”概念并构建了绿色发展指标体系^[20];在研究方法上,Serrao(2008)、Varinder(2014)分别利用 Malmquist 指数法和模糊 TOPSIS 决策模型研究了 15 个欧洲国家的农业生态效率以及政府当局和行业在绿色生产时受到的阻碍^[21]。化肥、农药等化学品的过量投入,造成了严重的农业面源污染和农产品质量安全问题^[22];Asselt 等(2010)研究指出,导致农产品安全问题最直接的原因是农户在生产过程中不合理、不规范使用农药^[23];随着时间的推移,农户对相关知识的了解程度不断提升,有助于减少农药的使用^[24]。

国内外现有研究成果为本文提供了良好的理论支撑与研究视角,但仍存在着不足:一是现有成果研究范围主要集中在全国或某具体区域,尽管已有学者触及到长江经济带,但其视角以工业或城市群绿色发展为主,针对长江经济带农业绿色发展进行专门研究的文献不多;二是缺乏对长江经济带农业绿色发展空间相关性研究的文献。基于此,本文将以 2008~2019 年为研究时段,采用改进熵权法测算长江经济带农业绿色发展水平,然后利用全局莫兰指数分析其空间相关性,并构建空间杜宾模型考察长江经济带农业绿色发展水平的影响因素,以期为长江经济带贯彻落实《长江经济带生态环境保护规划》提供政策建议。

三、研究方法 with 数据来源

(一)研究方法

1. 农业绿色发展水平的测算

农业绿色发展强调减少污染的同时更要有效地利用资源^[25],其核心是既要追求农业发展的经济效益,又要重视其社会效益与生态环境效益,通过节约资源、保护环境、保育生态以及提质增效实现绿色发展目标。本文借鉴魏琦(2018)^[2]和赵会杰(2019)^[18]的研究成果,同时参考《国家农业可持续发展试验示范区(农业绿色发展先行区)考核指标体系》,基于测度农业绿色发展水平的复杂性以及数据指标的实用性与可得性,选取资源节约、环境友好、生态保育和质量高效 4 个指标作为一级指标,选取耕地复种指数、单位农业产值耗水量、耕地数量年均增长率、节水灌溉面积以及农业用水比重 5 个二级指标表征资源节约;选取农药使用强度、化肥使用强度、农业 COD 排放强度、农业氨氮排放强度 4 个二级指标表征环境友好,反映农业面源污染情况;选取自然保护区面积比重、湿地面积比重、森林覆盖率 3 个二级指标表征生态保育状况,体现农业生态保护程度;选取单位面积粮食产量、单位面积绿色食品标识产品数量、单位播种面积农业 GDP 以及农村居民人均可支配收入 4 个二级指标表征质量高效,强调农业发展品牌价值和效益。具体指标说明见表 1。

改进熵权法(Improved Entropy Method)目前已广泛运用于社会经济研究领域,其基本思路为根据指标变异性的大小来进行客观赋权。改进熵权法评价模型如下:

(1) 设定评价指标。设有 k 个省份, n 个年份, m 个指标,则 $X_{\theta ij}$ 为第 θ 年省份 i 的第 j 个指标值;

表1 农业绿色发展水平评价指标体系

一级指标	二级指标及权重	计量单位	指标含义	指标类型
资源节约	农业用水占总用水量的比重(0.0625)	%	提高水资源利用效率	-
	耕地复种指数(0.0706)	-	控制土地使用强度	-
	农业产值耗水量(0.0546)	t/万元	控制水资源使用强度	-
	耕地数量年均增长率(0.0432)	%	确保耕地资源数量	+
	有效节水灌溉面积比重(0.0627)	%	提高节水设施利用效率	+
环境友好	农药使用强度(0.0560)	kg/hm ²	控制农药使用强度	-
	化肥使用强度(0.0620)	kg/hm ²	控制化肥使用强度	-
	农业COD排放强度(0.0721)	t/亿元	控制农业废弃物排放	-
	农业氨氮排放强度(0.0696)	t/亿元	控制农业废弃物排放	-
生态保育	自然保护区面积比重(0.0819)	%	保护自然生态环境	+
	湿地面积比重(0.0855)	%	保护湿地环境	+
	森林覆盖率(0.0495)	%	提高生态保护度	+
质量高效	绿色食品标识产品数量(0.0511)	个/万hm ²	提升品牌质量	+
	粮食单产(0.0628)	kg/hm ²	提高粮食生产效率	+
	单位播种面积农业GDP(0.0583)	万元/hm ²	提高粮食生产效益	+
	农村居民可支配收入(0.0576)	元	增加农民收入	+

注:表中农药使用强度和化肥使用强度计算方法为:地区年度农药总使用量或化肥总使用量除以地区农作物总播种面积;农业COD排放强度和农业氨氮排放强度计算方法为:地区年度农业COD排放量或农业氨氮排放量除以地区农业生产总值。

(2)标准化处理各指标。由于各指标单位各不相同,需对所有指标进行标准化处理,将指标转换到0~1之间;参考赵会杰等(2019)^[18]的做法,本文统一对标准化数据作加1处理以避免计算的熵值在取对数时出现负数的问题。具体处理方法如下:

正向指标标准化:

$$\bar{x}_{\theta ij} = \frac{x_{\theta ij} - \min(x_{\theta ij})}{\max(x_{\theta ij}) - \min(x_{\theta ij})} + 1 \quad (1)$$

反向指标标准化:

$$\bar{x}_{\theta ij} = \frac{\max(x_{\theta ij}) - x_{\theta ij}}{\max(x_{\theta ij}) - \min(x_{\theta ij})} + 1 \quad (2)$$

(3)计算各指标的信息熵。用 $y_{\theta ij}$ 表示指标权重,则:

$$y_{\theta ij} = \frac{x_{\theta ij}}{\sum_{\theta} \sum_i x_{\theta ij}} \quad (3)$$

根据信息熵的定义,第j项指标的信息熵为:

$$S_j = -r \sum_{\theta} \sum_i y_{\theta ij} \ln(y_{\theta ij}), r = \ln(kn) \quad (4)$$

计算第j项指标的差异系数 $G_j = 1 - S_j$,数据差异越大,权重越大。

计算各指标的权重。根据信息熵的计算公式,计算出各指标的权重:

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_j G_j} \quad (5)$$

计算评价对象综合指数得分:

$$H_{\theta i} = \sum_j (W_j \bar{x}_{\theta ij}) \quad (6)$$

2.农业绿色发展水平的区域差异分析

泰尔指数能够很好地度量区域内部差异与区域间的差异距离,因此,本文将运用泰尔指数法测算长江经济带全流域农业绿色发展水平总体差距变化及上中下游三个区域内部和区域间差异。其计算公式如下:

$$T = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{1}{n} \right) \times \left(\frac{g_i}{u} \right) \times \ln \left(\frac{g_i}{u} \right) \right] \quad (7)$$

上式中n为区域内省份数量,u为长江经济带所有省份农业绿色发展水平平均值, g_i 为i省的农业绿色发展水平值。泰尔指数T越大,表明该区域的总体差异也就越大。同时,总区域差异又可划分为区域内部差异(T_{wr})和区域间差异(T_{br})。

$$T = T_{br} + T_{wr} \quad (8)$$

将长江经济带分为K个组群,本文中 $K = 3$,即上中下游三个组,每个组用 $g_k (k = 1, 2, 3)$ 表示,第k组的省份数目计为 n_k ,则有 $\sum_{k=1}^K n_k = n$;用 y_i 表示省份i的农业绿色发展水平在全流域农业绿色发展水平总额中的比重;用 y_k 表示第k组农业绿色发展水平占全流域农业绿色发展水平总额的份额;用 T_k 表示第k组农业绿色发展水平的区域内部差异,则:

$$T_k = \sum_{i \in g_k} \frac{y_i}{y_k} \ln \left(\frac{y_i}{y_k} \cdot n_k \right), i \in g_k \quad (9)$$

长江经济带上中下三个区域内部差异为:

$$T_{WR} = \sum_{k=1}^K y_k \cdot \left[\sum_{i \in K_k} \frac{y_i}{y_k} \ln \frac{y_i}{y_k} \cdot n_k \right] \quad (10)$$

进一步地,可以计算第 k 组区域内部差异的贡献率和区域间差异的贡献率,分别用 D_k 和 D_b 表示:

$$D_k = y_k \cdot \frac{T_k}{T}, k = 1, \dots, K \quad (11)$$

$$D_b = \frac{T_b}{T} \quad (12)$$

3.长江经济带农业绿色发展水平的空间相关性分析

绿色发展具有一定的空间相关性和溢出效应,特别是对于处于同一流域的相关省区而言,绿色发展的关联性与溢出效应就更为明显。长江经济带各省(市)之间不仅因水相连,而且彼此间经济活动往来频繁,因此,各省(市)间环境保护和绿色发展具有较强的空间相关性。为证实这一经验推断,本部分将从全局自相关和局部自相关检验该流域各省(市)的农业绿色发展空间相关性。全局自相关性可通过能够反映农业绿色发展空间自相关程度的莫兰指数(Moran's I)来检验。空间自相关检验又是构建空间计量模型的前提条件,如果空间自相关性显著,则可采用适合的空间计量模型来测度各因素的影响作用。其计算公式为:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \frac{n}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (13)$$

上式中 x_i 代表省区 i 的农业绿色发展水平值,

x_j 代表省区 i 的相邻省区 j 的农业绿色发展水平值, n 为 11 表示本文所考察的长江经济带 11 省(市)数, ω_{ij} 表示空间权重矩阵。全局莫兰指数取值范围为 $[-1, 1]$, 若 $I > 0$, 表示长江经济带农业绿色发展水平呈空间正相关, 该流域整体具有均质性, 且数值越大相关性越强; 若 $I < 0$, 表示长江经济带农业绿色发展水平呈负相关, 该流域整体具有异质性; 若 $I = 0$, 表示该区域内农业绿色发展水平无空间相关性。

本文将分别采用地理反距离矩阵、地理邻接矩阵、经济距离型权重矩阵和复合型距离矩阵四类矩阵作为空间权重矩阵, 以解决空间计量模型中的外生性问题, 并对矩阵进行标准化处理: (1) 地理反距离矩阵 $W1$ 。采用两个省份之间距离倒数的平方:

$$W1_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^2}, i \neq j; W1_{ij} = 0, i = j.$$

(2) 地理邻接矩阵 $W2$ 。若两个省份地理位置相邻, 则 $W2_{ij} = 1, i \neq j$, 否则, $W2_{ij} = 0, i = j$ 。

(3) 经济距离矩阵 $W3$ 。 $W3$ 采用两个省份之间经济发展水平差距的绝对值的倒数: $W3_{ij} = \frac{1}{|\bar{Y}_i - \bar{Y}_j|}, i \neq j; W3_{ij} = 0, i = j$ 。其中,

\bar{Y}_i 表示省份 i 在样本期间(2008~2019 年)的地区人均生产总值的平均值。

(4) 复合型矩阵。 $W4$ 采用邻近距离矩阵乘以经济距离矩阵, 即 $W4 = W2 * W3$ 。将求得的 2008~2019 年长江经济带 11 省(市)农业绿色发展水平值作为变量, 分别采用地理反距离权重矩阵、地理邻接矩阵、经济距离矩阵以及复合型矩阵, 利用 stata13.0 软件进行空间自相关性检验分析, 其结果见表 2 所示。

表 2 2008~2019 年长江经济带农业绿色发展水平莫兰指数

年份	W1		W2		W3		W4	
	Moran's I	Z 值						
2008	0.231*	1.177	0.245**	2.996	0.015*	1.456	0.250***	4.450
2009	0.235*	1.964	0.338**	2.897	0.096*	1.106	0.291***	4.140
2010	0.242*	2.369	0.356*	2.457	0.130**	1.961	0.255***	2.818
2011	0.341**	2.698	0.354**	2.658	0.176**	1.650	0.326**	2.213
2012	0.356**	2.989	0.368**	3.229	0.113**	1.632	0.324***	2.344
2013	0.269*	2.998	0.289**	3.984	0.202*	2.995	0.404**	1.829
2014	0.498**	3.103	0.279**	1.695	0.119**	2.159	0.215***	3.782
2015	0.367**	3.025	0.358***	3.876	0.173*	2.367	0.200***	5.446
2016	0.473*	4.049	0.282**	4.853	0.203*	1.569	0.420***	4.005
2017	0.281**	4.943	0.395**	4.359	0.112**	1.913	0.356***	2.730
2016	0.292*	3.135	0.388*	5.651	0.167*	1.829	0.224***	4.005
2017	0.389**	3.564	0.299**	5.569	0.112*	2.589	0.156***	2.730
2018	0.325**	3.481	0.287**	4.765	0.207*	2.487	0.228***	2.345
2019	0.337**	3.528	0.291**	5.119	0.159*	2.516	0.256**	2.527

从表2可看出,2008~2019年长江经济带11省(市)农业绿色发展水平的全局 Moran's I 均大于0,而且都在10%条件下显著成立,表明长江经济带各省(市)间农业绿色发展水平具有显著的空间正相关性,农业绿色发展存在较强的关联性与溢出效应。进一步地,长江经济带省域的农业绿色发展水平不仅受本省域相关因素的影响,而且还受到其邻近省域农业绿色发展水平的影响;长江经济带各省域间农业绿色发展整体关联性较强。

4. 农业绿色发展水平影响因素实证模型构建及数据来源

(1)实证模型构建。农业绿色发展水平会受到经济发展、资源禀赋与产业结构等因素的外在影

响^[26],因此,考虑到数据的可得性,借鉴余永琦等(2021)^[27]的研究成果,本文选取经济发展水平、产业结构、农村人力资本水平、地方财政支农力度、城镇化水平以及农村居民家庭资源禀赋六类指标分析长江经济带农业绿色发展水平的影响因素。其中,经济发展水平用人均GDP表示;产业结构用第一产业增加值占地区GDP比重表示;农村人力资本水平用农村人均受教育年限表示;地方财政支农力度用农林水支出占地方财政总支出比重表示;城镇化水平用城镇化率表示。由于各变量数据单位互不相同,本文对所有数据都做了标准化处理。表3是各变量描述性统计分析。

表3 变量的描述性统计分析

变量	符号	均值	标准差	最小值	最大值
经济发展水平	gdp	10.5349	0.6251	8.9881	11.7904
产业结构	is	10.4472	4.7015	0.3600	18.9246
农村人力资本	edu	1.9961	0.0638	1.8532	2.1762
财政支农力度	gov	11.3022	2.6379	3.0400	15.2231
城镇化水平	urb	54.1072	14.5213	29.1100	90.6002

前文空间相关性分析结果表明,长江经济带各省(市)间因水相连,某省(市)农业绿色发展水平不仅受当地的财政支农支出水平等相关因素的影响,还与邻近地区农业绿色发展水平、财政支农支出水平及其他因素相关,在估计时需要将邻近地区农业绿色发展水平、财政支农支出及其他因素所产生的绿色发展促进效应考虑在内。基于此,本文将建立以长江经济带各省(市)农业绿色发展指数为被解释变量,财政支农支出相对规模、产业结构、农村人力资本水平、城镇化率以及人均GDP为解释变量的固定效应空间杜宾模型(SDM)作为待估模型:

$$gre_{it} = \beta \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} gre_{jt} + \theta z_{i,t-1} + \mu \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij} z_{j,t-1} + d_i + t_i + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

上式中 i, j 代表地区; $t = 2008, 2009, \dots, 2019$ 代表样本观测时期; gre_{it} 表示第 i 个省(市)第 t 年的农业绿色发展水平; gre_{jt} 表示 j 省(市)第 t 年的农业绿色发展水平; Z 为影响农业绿色发展水平的相关变量,包括财政支农支出、GDP、产业结构等, d 为个体效应, t 为时间效应,回归残差项用 ε 表示; w_{ij} 是 $n \times n$ 维空间权重矩阵; $w_{ij} gre_{jt}$ 表示与 i 相邻

的省(市) gre_{jt} 对 gre_{it} 的交互影响;参数 θ 反映的是本地区变量对被解释变量的影响; β, μ 反映的是邻近地区变量对本地区被解释变量产生的空间溢出效应。

(二)数据来源

本研究选取长江经济带11省(市)2008~2019年的数据为样本研究数据,其中,耕地复种指数、单位农业产值耗水量、耕地数量年均增长率、节水灌溉面积比重、农药使用强度、化肥使用强度、农业COD排放强度、自然保护区面积比重、湿地面积比重、森林覆盖率、单位面积绿色食品标识产品数量、第一产业增加值占地区生产总值比重的原始数据来源于《中国农村统计年鉴》《中国农业年鉴》《中国环境统计年鉴》以及《中国品牌农业年鉴》,并通过计算整理而得;人均GDP、城镇化率、农村居民家庭人均耕地面积、财政支农力度等数据来源于《中国统计年鉴》以及长江经济带各省(市)历年经济统计年鉴;各省市农村人均受教育年限原始数据来源于《中国人口和就业统计年鉴》(2009~2020)。本文在计算各省市农村居民人均受教育年限时采用如下计算方法:(文盲人数 * 1年 + 小学学历人数 * 6年 + 初中学历人数 * 9年 + 高中人数 * 12年 + 大专及以上学历人数 * 16年) ÷ 抽样调查的总人数。

四、长江经济带农业绿色发展水平测算结果

(一)长江经济带农业绿色发展指数

本文利用改进熵值法测算出长江经济带 11 省市 2008~2019 年农业绿色发展水平,具体结果如表 4、表 5 所示。

测算结果表明,2008 年以来长江经济带农业绿色发展水平取得了显著提升,农业绿色发展指数得

分由 2008 年 14.251 提高到了 2019 年的 19.871,累计提高了 5.72,年均提高 0.477(见表 4)。从四个维度一级指标的得分来看,资源节约指标总得分最高(60.01),质量高效总得分偏低(47.07),而生态保育指标总得分最低(44.34)。这一结果表明,生态保育和质量高效是长江经济带农业绿色发展的短板,在今后农业生产中须秉持“生态优先、绿色发展”理念,坚持走绿色兴农与质量兴农道路。

表 4 长江经济带 2008~2019 年农业绿色发展指数得分

指标维度	指标名称	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	总分
一级指标	资源节约(0.2936)	4.184	4.270	4.329	4.391	4.562	4.988	5.164	5.352	5.581	5.664	5.721	5.804	60.01
	环境友好(0.2597)	3.071	3.777	3.829	3.884	4.035	4.412	4.568	4.734	4.936	5.010	5.169	5.305	52.73
	生态保育(0.2169)	3.091	3.155	3.198	3.244	3.370	3.685	3.815	3.954	4.123	4.184	4.205	4.320	44.34
	质量高效(0.2298)	3.275	3.342	3.388	3.437	3.571	3.904	4.042	4.189	4.368	4.433	4.506	4.612	47.07
综合指数	综合得分(1.000)	14.251	14.544	14.744	14.595	15.538	16.99	17.589	18.229	19.008	19.291	19.692	19.871	—

表 5 长江经济带 2008~2019 年各省(市)农业绿色发展水平指数

省份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	均值
上海	1.288	1.367	1.380	1.476	1.382	1.596	1.710	1.693	1.750	1.674	1.696	1.713	1.560
江苏	1.324	1.312	1.284	1.356	1.379	1.518	1.640	1.642	1.706	1.778	1.782	1.791	1.543
浙江	1.390	1.305	1.360	1.381	1.377	1.550	1.661	1.704	1.742	1.730	1.756	1.763	1.599
安徽	1.335	1.300	1.207	1.256	1.418	1.542	1.614	1.696	1.781	1.834	1.827	1.799	1.551
江西	1.318	1.347	1.354	1.375	1.490	1.484	1.540	1.594	1.703	1.840	1.805	1.837	1.557
湖北	1.197	1.178	1.255	1.281	1.301	1.592	1.620	1.742	1.830	1.893	1.901	1.887	1.556
湖南	1.262	1.370	1.385	1.442	1.588	1.511	1.512	1.650	1.707	1.636	1.667	1.712	1.537
重庆	1.357	1.383	1.349	1.375	1.471	1.613	1.659	1.645	1.738	1.710	1.709	1.711	1.560
四川	1.301	1.336	1.351	1.401	1.405	1.544	1.548	1.700	1.777	1.780	1.787	1.788	1.531
贵州	1.275	1.324	1.415	1.293	1.383	1.509	1.611	1.624	1.629	1.759	1.766	1.716	1.49
云南	1.204	1.322	1.404	1.319	1.344	1.531	1.474	1.539	1.645	1.657	1.721	1.749	1.543
均值	1.296	1.322	1.340	1.360	1.413	1.545	1.599	1.657	1.728	1.754	1.764	1.772	—

从长江经济带 2008~2019 年各省份农业绿色发展指数均值排名来看(见表 5),排名由高到低依次是:上海、重庆、浙江、四川、湖南、江西、安徽、江苏、湖北、贵州、云南,上海、重庆、浙江和四川四省市农业绿色发展水平较高,而云南、贵州和湖北农业绿色发展水平较低,低于长江经济带的平均水平。从上中下游三个地区来看,下游地区农业绿色生产水平高于中上游地区,上游地区略低于全流域平均水平。从时间维度来看,2008~2019 年长江经济带农业绿色发展水平逐年提高,均值从 2008 年的 1.296 上升到 2019 年的 1.772,年均提高了 0.0397。长江经济带农业绿色发展水平的最低值从 2008 年的 1.197(湖北)增加到 2019 年的 1.711(重庆),最高值由 2008 年的

1.390(浙江)增加到 2019 年的 1.887(湖北)。从农业绿色发展水平提升幅度来看,湖北排名居首,从 2008 年的 1.197 提升到 2018 年的 1.887,12 年间增长了 0.690,而浙江提升幅度最小,仅提升了 0.209。

(二)农业绿色发展水平的区域差异

借助于式(7)~(12)可测算出长江经济带 2008~2019 年农业绿色发展水平的泰尔指数以及区域间和区域内泰尔指数。从表 6 可看出,长江经济带 2008~2019 年农业绿色发展水平的总体差距表现出一定程度的波动性,呈现出“W”型波动趋势,2008~2009 年差距略有缩小,然后从 2009 年到 2012 年迅速扩大,从 2012 年开始到 2019 年又分别经历了一次缩小和一次扩大过程;总体差距主要来自于组内差距,

组内差距的泰尔指数除个别年份较高以外整体上趋于平稳,且组内差距的贡献率波动幅度也较大,2011年高达97.71%,而2014年仅有59.94%。从上中下游三个区域组内差距来看,上游地区的农业绿色发展水平差距在小幅波动中逐渐缩小,2014年达到峰值,主要是由于重庆与云南的差距较大,前者是后者的1.12倍;中下游地区的农业绿色发展水平差距均呈现出波动特征,就中游地区而言,2012年达到峰

值,主要是由于湖南与湖北的差距较大,前者是后者的1.22倍,就下游地区而言,2011年达到峰值,主要原因在于上海与安徽的差距较大,前者是后者的1.17倍。组间差距对总体差距的贡献率变化幅度较大,2011年仅有2.29,但在2014年却高达40.35,表明2011年至2014年两三年时间内上中下游三个区域之间农业绿色发展水平差距迅速拉大。

表6 长江经济带各区域农业绿色发展水平泰尔指数

年份	总体差距	组内差			贡献值	贡献率	组间差距	
		上游	中游	下游			贡献值	贡献率
2008	0.00096	0.00092	0.00077	0.00037	0.00068	70.58	0.00028	29.42
2009	0.00081	0.00017	0.00221	0.00021	0.00073	90.23	0.00008	9.77
2010	0.00108	0.00024	0.00087	0.00137	0.00081	75.15	0.00027	24.85
2011	0.00113	0.00051	0.00117	0.00164	0.00110	97.71	0.00003	2.29
2012	0.00138	0.00054	0.00337	0.00007	0.00117	84.75	0.00021	15.22
2013	0.00031	0.00031	0.00045	0.00017	0.00030	95.70	0.00001	4.30
2014	0.00092	0.00098	0.00043	0.00023	0.00055	59.94	0.00037	40.35
2015	0.00056	0.00064	0.00067	0.00011	0.00045	80.78	0.00011	19.22
2016	0.00053	0.00067	0.00057	0.00012	0.00044	83.11	0.00009	16.89
2017	0.00098	0.00038	0.00194	0.00057	0.00087	89.24	0.00011	10.76
2018	0.00087	0.00036	0.00106	0.00045	0.00083	89.13	0.00013	10.87
2019	0.00079	0.00025	0.00101	0.00038	0.00079	88.79	0.00015	11.21

总之,2008年至2019年长江经济带农业绿色发展水平的区域差异变化较大,总泰尔指数波动较大。上游地区内部农业绿色发展水平差异逐渐缩小,中下游区域内的绿色发展水平差异波动幅度较大。从对总体差异影响程度角度看,区域内差异对总体差异的影响程度更大,而区域间差距对总体差距的影响变化幅度较大。

五、长江经济带农业绿色发展影响因素实证分析

(一)实证结果分析

通过前文分析结论可知,长江经济带农业绿色发展不仅具有空间异质性,而且呈现出空间正相关性,表明所构建的空间计量模型是合理的。经过Hausman检验,本文采用SDM的固定效应模型。根据拟合优度检验,双固定效应模型优于时间固定效应模型和个体固定效应模型;从Loglikelihood角度看,双固定效应模型的数值大于个体固定效应模型与时间固定效应模型;从Sigma²角度看,3个模型都通过了1%显著性水平的检验;从β角度看,双固定效应模型和时间固定效应模型均在1%水平上

显著为正。综合考量,本文认为双固定效应空间杜宾面板模型(SDM)更符合长江经济带11个省(市)农业绿色发展的实际情况。为保证估计结果的稳健性,本文还引入空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SLM),但后文分析仍以空间杜宾模型为主。回归结果见表7所示。

表7中,四种空间权重矩阵下,SDM、SEM和SLM模型中,城镇化率(urb)对长江经济带农业绿色发展的影响都在10%水平下显著为正,表明城镇化提升了该经济带农业绿色发展水平。其原因可能在于:一方面,城镇化进程中城镇居民对农产品质量安全提出了更高的要求,从而倒逼农业绿色发展;另一方面,伴随着新型城镇化的推进,更多的劳动力向二三产业转移,农业生产活动相对减少且农业劳动生产率不断提升,从而耕地、化肥和农药的使用强度、农业氮氮和COD排放强度大幅降低,从而提高了农业绿色发展水平。经济发展水平(pgdp)估计系数有负有正,表明经济发展与长江经济带农业绿色发展之间并非简单的线性关系。其可能的原因为:在经济发展初期更加注重经济增长速度,而当经济总量达到一定规模时则更加关注经济增长与环境

保护的协调关系。在三种模型中第一产业增加值比重与该地区农业绿色发展水平之间呈负相关,即伴随着第一产业增加值的比重不断下降,农业绿色发

展水平随之提高。这表明长江经济带农业绿色发展水平随着产业结构的不断优化升级而不断提升。

表 7 空间面板模型回归结果

变量	W1			W2			W3			W4		
	SDM	SEM	SLM	SDM	SEM	SLM	SDM	SEM	SLM	SDM	SEM	SLM
<i>urb</i>	0.146**	0.123**	0.126**	0.131***	0.152***	0.137***	0.012*	0.020*	0.028*	0.224***	0.203***	0.227***
<i>pgdp</i>	0.060**	-0.063**	0.073**	0.050**	-0.067**	-0.088**	-0.069**	0.006**	0.005*	0.019***	0.014**	0.017***
<i>str</i>	-0.008*	-0.011**	-0.008**	-0.015*	0.001***	-0.003**	-0.010*	-0.008*	-0.012**	-0.010*	-0.017**	-0.018*
<i>fin</i>	0.016	0.011	0.012	0.024*	0.028	0.019	0.013	0.019	0.029	0.032*	0.029*	0.007
<i>edu</i>	0.048*	0.041*	0.038**	0.020**	0.035***	0.036***	0.032*	0.039**	0.037*	0.012***	0.028***	0.039**
$w * urb$	0.002**	—	—	0.078***	—	—	0.015*	—	—	0.055***	—	—
$w * pgdp$	0.005**	—	—	0.031***	—	—	0.074*	—	—	0.038***	—	—
$w * str$	0.038***	—	—	0.124***	—	—	0.030*	—	—	0.012***	—	—
$w * fin$	0.004**	—	—	0.021***	—	—	0.034**	—	—	0.126***	—	—
$w * edu$	0.033**	—	—	0.296***	—	—	0.017*	—	—	0.196***	—	—
σ^2	0.013*	0.025**	0.036**	0.042***	0.051**	0.033**	0.026*	0.049*	0.003*	0.072***	0.084***	0.054***
Log-L	169.141	163.367	162.838	173.491	167.814	167.673	167.940	163.105	163.134	169.926	165.687	165.121
R ²	0.225	0.120	0.109	0.095	0.076	0.035	0.412	0.128	0.109	0.279	0.125	0.069
β	0.684**	—	—	0.796***	—	—	0.463*	—	—	0.857***	—	—

注:***、**、* 分别表示 1%、5%、10% 的概率水平下显著。

从回归结果来看,地方财政支农力度提升促进了长江经济带农业绿色发展水平,但值得注意的是,财政支农支出项的回归系数偏小,且大多未通过显著性检验,表明财政支农支出对长江经济带农业绿色发展的促进效应并不明显。本文认为这一结果的可能性原因,在农业绿色发展方面地方财政支农支出的精准性出现了偏差,财政支农绿色促进效应仍有较大提升空间。农村人力资本水平与农业绿色发展水平之间呈现出高度正相关关系,表明不断提高的农村人口受教育水平有力地促进了当地农业绿色发展。农村居民受教育越多,越能意识到环境保护和农业可持续发展的重要性,从而在日常生产生活中更能自觉地使用清洁生产与治污技术、保护生态环境,从而提升了农业绿色发展水平。

进一步地,按照前文分析,由于 β 在 SDM 中回归结果不为 0,各因素的回归结果不能用来反映直接或间接效应结果。根据 Le Sage 等^[28]的研究,各个因素对长江经济带农业绿色发展的影响可以分解为直接效应、间接效应(空间溢出效应)和总效应。

表 8 列示了地方财政支农支出、产业结构、农村居民受教育水平、城镇化率以及人均 GDP 对长江经济带农业绿色发展水平影响的直接效应、间接效应和总效应。根据总效应分解结果可知,地方财政支农支出、人均 GDP、城镇化水平、产业结构和农村居民受教育水平是促进邻近省(市)农业绿色发展水

表 8 各个影响因素对农业绿色发展水平的影响效应

效应类别	变量	系数	Z 统计量	P 值
直接效应	<i>Fin</i>	0.0167	0.88	0.003
	<i>Str</i>	-0.0021	-1.39	0.125
	<i>Edu</i>	0.0308	1.39	0.046
	<i>Urb</i>	0.0037	3.20	0.003
	<i>Pgdp</i>	0.0246	9.72	0.000
间接效应	<i>Fin</i>	0.0558	3.42	0.001
	<i>Str</i>	-0.0049	-4.33	0.013
	<i>Edu</i>	0.0814	1.83	0.037
	<i>Urb</i>	0.0263	1.38	0.005
	<i>Pgdp</i>	0.0079	2.55	0.004
总效应	<i>Fin</i>	0.0725	3.87	0.000
	<i>Str</i>	-0.0070	-3.76	0.002
	<i>Edu</i>	0.1122	0.89	0.568
	<i>Urb</i>	0.0300	-0.33	0.010
	<i>Pgdp</i>	0.0325	4.82	0.000

平提升的重要因素。地方财政支农支出对长江经济带农业绿色发展的间接效应为 0.0558,且在 1% 的显著性水平下显著,大于其直接效应。这表明某省(市)财政支农支出在推动本省区农业绿色发展的同时,也会通过辐射带动作用促进其相邻省(市)的农业绿色发展。其原因在于,长江经济带各省(市)之间因水相连,彼此间经济往来频繁,因此各地区财政支农支出的农业绿色发展促进效应具有空间溢出效应。产业结构和人均 GDP 对省域农业绿色发展的

间接效应分别为-0.0049和0.0079,且均在5%的显著性水平下显著,表明有明显的空间溢出效应,即某省(市)产业结构优化升级和人均GDP不断增长,同样会促进相邻省区的农业绿色发展。农村居民受教育水平提高对相邻省区农业绿色发展有显著的促进效应。城镇化水平提升对相邻省区的农业绿色发展也有明显的促进效应。

(二)稳健性检验

为保证估计结果的稳健性,前文还引入了空间误差模型(SEM)和空间滞后模型(SLM)对各因素对长江经济带农业绿色发展的影响效应进行分析。为了进一步验证前文结论的可靠性,本文将采取三种方式进行稳健性检验:(1)为排除所有解释变量可

能存在反向因果关系导致内生性问题,本文将所有解释变量滞后两期,基于地理空间距离矩阵进行SDM模型回归;(2)尽管本文核心解释变量统计值与相关学者测度结果相差较小,但为了避免分析视角不同引起测量误差,本文将采取两种变量替换方法:一是以金融效率和地区技术水平两个变量替换现有核心解释变量;二是采用现有解释变量更长考察期(2009~2021)的数据作为新的核心解释变量;其中,金融效率(fe)用金融机构贷款和存款之比表示,技术水平(te)用地区技术市场成交额表示;(3)为排除异常值,借鉴姚占琪(2022)^[29]的做法,对所有变量进行1%缩尾处理。

表9 稳健性检验结果

变量	解释变量滞后	变量替换(1)	变量替换(2)	排除异常值
<i>fin</i>	0.027*	—	0.035*	0.036*
<i>urb</i>	0.205***	—	0.257***	0.185***
<i>str</i>	-0.013**	—	-0.036**	-0.011**
<i>pgdp</i>	0.049**	—	0.068**	0.053**
<i>edu</i>	0.036*	—	0.043*	0.042*
<i>fe</i>	—	0.052***	—	—
<i>te</i>	—	0.061***	—	—
省(市)固定	控制	控制	控制	控制
时间固定	控制	控制	控制	控制
样本量	132	132	143	132
R^2	0.709	0.653	0.587	0.491

从表9可看出,通过四种方法进行稳健性检验,与前文实证结果相比,尽管解释变量的估计系数大小发生了变化,但方向和显著性水平未变,表明前文的实证结果仍然具有稳健性。

六、结论与政策建议

(一)主要结论

1.长江经济带2008~2019年农业绿色发展水平显著提升,农业绿色发展指数年均提高0.397。从四个维度一级指标的得分来看,资源节约指标得分最高,环境友好指标次之,生态保育和质量高效指标得分偏低,表明自然保护区面积、湿地面积和森林覆盖率、绿色农产品以及单位面积农业产值等是长江经济带绿色发展中亟需补齐的短板。整体上看,上海、重庆与浙江农业绿色发展水平较高,而云南与贵州农业绿色发展水平偏低。

2.长江经济带农业绿色发展水平与经济发展水

平之间高度正相关;第一产业增加值比重与农业绿色发展水平之间成负相关;农村人力资本水平与农业绿色发展水平高度正相关;地方财政支农支出对农业绿色发展发挥出了一定的积极作用;全流域城镇化水平的提高在一定程度上促进了农业绿色发展。

3.长江经济带相关省域之间农业绿色发展密切相关,呈现出较强的整体性特征。某省域绿色发展不仅受本省域财政支农支出、经济发展程度、农村人力资本水平、城镇化水平、产业结构等因素的制约,而且还受到邻近省域经济社会相关因素的影响。

(二)政策建议

1.在整体推进全流域农业绿色发展的同时,流域内农业绿色发展水平相对滞后的省份应引起高度关注。更加重视提升自然保护区和湿地面积比重、不断提高森林覆盖率,持续推进退耕还林工程,不断增加绿色食品标志产品数量,加强绿色农产品标志管理,坚定不移地走质量兴农与绿色兴农的新型农

业发展道路。

2. 强化全流域“一盘棋”思想,协调推进长江经济带绿色发展,牢固树立“生态命运共同体”意识,强化“谁受益,谁付费”原则,完善和深化流域横向生态补偿制度与落实机制;探索农业绿色发展奖惩机制。

3. 逐步建立常态化、稳定的绿色发展财政资金投入机制,健全多元环保投入机制。协同推进工业与农业、城市与乡村的绿色发展。适当提高财政支农在节约农业资源、保护生态环境以及提质增效方面的支出比重;构建绿色财政监督体系,确保财政资金投入的精准性。

参考文献:

- [1] 巩前文,李学敏.农业绿色发展指数构建与测度:2005—2018年[J].改革,2020(1).
- [2] 魏琦,张斌.中国农业绿色发展指数构建及区域比较研究[J].农业经济问题,2018(11).
- [3] 王昌海.论我国经济发达地区农村经济绿色发展转型——以北京地区为例[J].技术经济,2021(4).
- [4] 曹鹏,白永平.中国省域绿色发展效率的时空格局及其影响因素[J].甘肃社会科学,2018(4).
- [5] 孙炜琳.农业绿色发展的内涵与评价研究[J].中国农业资源与区划,2019(4).
- [6] 涂正革,甘天琦.中国农业绿色发展的区域差异及动力研究[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2019(3).
- [7] 王飞,石祖梁,王久臣,等.生态文明建设视角下推进农业绿色发展的思考[J].中国农业资源与区划,2018(8).
- [8] 于法稳.习近平绿色发展新思想与农业的绿色转型发展[J].中国农村观察,2016(5).
- [9] 钱小平,尹昌斌.日本与欧美农业环境支持政策对中国的启示[J].中国农业资源与区划,2016(7).
- [10] 高红贵,赵路.长江经济带产业绿色发展水平测度及空间差异分析[J].科技进步与决策,2019(12).
- [11] 邓玲,王芳.乡村振兴背景下农村生态的现代化转型[J].甘肃社会科学,2019(3).
- [12] 牛敏杰,赵俊伟.我国农业生态文明水平评价及空间分异研究[J].农业经济问题,2016(3).
- [13] 李华旭,孔凡斌.长江经济带沿江地区绿色发展水平评价及其影响因素——基于沿江 11 省(市)2010~2014 年的相关数据[J].湖北社会科学,2017(8).
- [14] 周莉.乡村振兴背景下西藏农业绿色发展研究[J].西北民族研究,2019(3).
- [15] 程莉,文传浩.乡村绿色发展与乡村振兴:内在机理与实证分析[J].技术经济,2018(10).
- [16] 金赛美.中国省际农业绿色发展水平及区域差异研究[J].求索,2019(2).
- [17] 黄炎忠,罗小峰.我国农业绿色生产水平的时空差异及影响因素[J].中国农业大学学报,2017(9).
- [18] 赵会杰,于法稳.基于熵值法的粮食主产区农业绿色发展水平评价[J].改革,2019(11).
- [19] 杨顺顺.长江经济带绿色发展指数测度与比较研究[J].求索,2018(5).
- [20] Hall B.,Kerr M.L.Green index: A state-by-state guide to the nations environmental health[M].Beijing: Beijing Normal university press,2011.
- [21] Mittal V.K.,Sangwan K.S.Prioritizing barriers to green manufacturing: Environmental, social and economic perspectives[J].Procedia CIRP,2014(17).
- [22] Bosede A.J.Economics assessment of fertilizer use and integrated practices for environmental sustainability and agricultural productivity in Sudan savannah zone, Nigeria[J].African Journal of Agricultural Research,2010(5).
- [23] Asseelt E.D.V.Selection of critical factors for identifying emerging food safety risks in dynamic food production chains[J].Food Control,2010(6).
- [24] Jallow M.F.Pesticide risk behaviors and factors influencing pesticide use among farmers in Kuwait[J].Science of the Total Environment,2017(574).
- [25] 谭秋成.作为一种生产方式的绿色农业[J].中国人口·资源与环境,2015(9).
- [26] 成金华,李悦,陈军.中国生态文明发展水平的空间差异与趋同性[J].中国人口·资源与环境,2015(5).
- [27] 余永琦,王长松.基于熵权 TOPSIS 模型的农业绿色发展水平评价与障碍因素分析——以江西省为例[J].中国农业资源与区划,2022(2).
- [28] Le Sage J.,Pace R.K.Introduction to spatial econometric [M].Beijing: Peking University Press,2014.
- [29] 姚战琪.数字经济对我国制造业出口竞争力的影响及其门槛效应[J].改革,2022(2).

特约编辑 吴爱军

责任编辑 刘玉成 E-mail:770533213@qq.com