



中国农业资源与区划

Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning

ISSN 1005-9121, CN 11-3513/S

《中国农业资源与区划》网络首发论文

题目：农产品贸易对农业绿色全要素生产率的空间溢出效应——基于农业产业集聚的调节作用

作者：杨秀玉，全锦涛

收稿日期：2022-09-16

网络首发日期：2023-01-18

引用格式：杨秀玉，全锦涛. 农产品贸易对农业绿色全要素生产率的空间溢出效应——基于农业产业集聚的调节作用[J/OL]. 中国农业资源与区划.
<https://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3513.s.20230117.0912.008.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

·绿色发展·

农产品贸易对农业绿色全要素生产率的空间溢出效应*

——基于农业产业集聚的调节作用

杨秀玉 仝锦涛

(山东师范大学经济学院, 济南 250014)

摘要: [目的]发展绿色农业, 是实现我国农业可持续发展与绿色转型的一个新发展模式, 探究农产品贸易和农业产业集聚对农业绿色全要素生产率的影响, 为我国农业绿色发展提供参考。[方法]基于新地理经济学, 建立空间面板模型, 利用 2004—2020 年中国 31 个省区市的的面板数据, 实证研究了农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响, 以及农业产业集聚对上述影响的调节作用。[结果]全国及 4 大地区的农业绿色全要素生产率、农业技术进步和农业技术效率都呈上升趋势; 全国层面看, 农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步有显著的倒“U”型影响, 对农业技术效率有显著的“U”型影响; 而邻近地区的农产品贸易水平只会对本地的农业技术进步有“U”型影响, 对农业绿色全要素生产率和农业技术效率没有显著影响; 农产品贸易对农业绿色全要素生产率、农业技术进步和农业技术效率在 4 大地区、不同农产品贸易水平和不同农产品贸易结构地区存在异质性影响; 农业产业集聚的调节作用在不同区域也存在异质性。[结论]要推动农产品贸易由“数量增加”向“质量提升”转变, 围绕提升农业绿色全要素生产率实施农产品贸易非均衡发展策略, 同时倡导适度规模经营, 更好地发挥农业产业集聚的绿色发展功能。

关键词: 农产品贸易 农业绿色全要素生产率 农业产业集聚 空间溢出效应 异质性

中图分类号: F323.2

文献标识码: A

0 引言

据国家统计局公布的数据, 1978 年至 2021 年, 我国第一产业生产总值由 0.1 万亿增长至 8.3 万亿, 年均增长约 10.8%, 为经济增长作出了卓越的贡献。在前期的农业生产过程中, 我国主要依靠“粗放型”资源利用方式, 利用大规模的要 素投入和资源消耗实现了经济的高速增长^[1]。早在 2005 年, 习近平总书记就提出“绿水青山就是金山银山”的重要论述, 这既是指导生产和生活的理念, 也是落实中央“绿色”发展理念的重要内容。发展绿色农业能够有效解决农业生产资源短缺和农业生产过度开发的困境。而在农业绿色发展过程中的生产效率会直接影响农业绿色发展达到的高度, 因此, 不少学者提出用农业绿色全要素生产率来衡量农业生产的绿色发展水平^[2-3]。目前, 我国经济逐渐迈向全球化, 农业产业也逐渐融入全球价值链分工体系, 农产品贸易规模日益扩大, 对我国农业经济的发展起到了巨大推动作用。而农产品贸易通过规模效应、结构效应及技术效应对农业环境产生正面或负面影响^[4-5], 进而影响农业绿色发展水平。另外, 党的二十大报告中特别强调要“发展农业适度规模经营”, 农产品贸易通过规模效应和结构效应影响农业产业规模, 带动农业产业集聚水平的提升, 从而促进新时代高质高效绿色农业的发展^[6]。因此, 基于开放视角探究农产品贸易和农业产业集聚对我国农业绿色全要素生产率的影响, 对推动农业绿色转型和高质量发展都具有重要意

收稿日期: 2022-09-16

作者简介: 杨秀玉 (1981—), 女, 山东济南人, 副教授、硕导。研究方向: 农村经济管理。Email: xiuyu6818@126.com

***资助项目:** 国家社会科学基金一般项目“农村绿色发展的空间外溢效应评价与生态补偿政策研究”(19BJY049)

义。

农业可持续和高质量的发展,一方面是靠持续增加劳动力、机械设备、土地等生产要素,另一方面是靠生产要素使用效率的提高^[7],农业全要素生产率是衡量生产要素使用效率的主要指标之一。随着环境污染问题越来越重要,如何在传统农业全要素生产率框架中加入环境和资源因素成为学界的研究热点,农业绿色全要素生产率概念应运而生。现在学界主要从以下几方面对农业绿色全要素生产率展开研究:一是农业绿色全要素生产率的测算,大部分学者将农产品的污染元素看做是一种“坏”的农业产出,运用 ML 指数、SBM-L 指数、SBM-ML、SBM-GML 指数等方法进行测算^[8-12];二是农业绿色全要素生产率影响因素的研究,普遍认为经济发展水平、机械化水平、教育水平、自然灾害、贸易水平、财政支持及环境规制等因素会影响农业绿色全要素生产率^[13-17];三是从空间视角研究农业绿色全要素生产率的地区差异性、影响因素及溢出效应^[11,18-19]。

有关农产品贸易和农业绿色全要素生产率之间关系的研究不少,但大部分学者是将农产品贸易作为控制变量加入影响农业绿色全要素生产率的模型^[14,20-21],专门研究农产品贸易对农业绿色全要素生产率影响的文献较少,李晓龙等、陈芳等、陈燕翎等通过研究发现农产品进口和出口都有利于提升农业绿色全要素生产率^[22-24]。

随着产业集聚理论的不完善,学者们开始关注农业产业集聚对经济发展的影响,大部分学者认为农业产业集聚水平的提高可以带来规模经济和范围经济,提高农业专业化和集约化水平,进而提升农业生产效率^[25-26],还有部分学者从空间模型视角分析农业产业集聚对农业绿色发展的空间溢出效应^[27-29]。然而,也有一些学者认为农业处于不同的产业集聚水平,对经济增长的作用不同,只有农业产业集聚处于成长阶段时,才能推动农业经济发展^[30]。

通过以上梳理可以看出,现有文献为研究农产品贸易、农业产业集聚与农业绿色全要素生产率作用关系提供了丰富的参考,但也仍存在一些可以完善的地方。首先,现有文献从空间视角分析农产品贸易对农业绿色全要素生产率差异性影响的较少;其次,在农产品贸易影响农业绿色全要素生产率的过程中,未考虑农业产业集聚的调节作用。因此,文章从以下三方面进行拓展和完善:第一,在分析农业绿色全要素生产率时空变化的基础上,运用空间面板模型分析农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响;第二,研究农产品贸易对农业绿色全要素生产率的非线性影响,将农产品贸易的一次项和二次项都纳入空间面板模型中进行考虑;第三,分析农业产业集聚在农产品贸易对农业绿色全要素生产率影响过程中的调节作用。

1 研究方法

1.1 变量选取与数据来源

1.1.1 被解释变量:农业绿色全要素生产率及分解项

在农业生产活动中,得到的产出不仅有“期望产出”,化肥、农药的过度使用以及畜禽养殖等也会产生“非期望产出”,例如化肥流失和农药残留等。该文将“期望产出”和“非期望产出”同时纳入一个指标体系,用 SBM-GML 指数测度和衡量农业绿色全要素生产率(GTFP)。且将 GTFP 变化的来源分解为技术进步(GTC)和技术效率(GEC)变化两个部分。其中,投入和产出指标见表 1。

表 1 农业绿色全要素生产率的投入产出指标

指标类型	名称	含义	单位
投入指标	农业劳动力投入	第一产业从业人员	万人
	农用地投入	农作物播种面积和水产养殖面积的总和	千公顷
	农用化肥投入	农用化肥(折纯)使用量	万吨

	农用机械投入	农业机械总动力	万千瓦
	农用柴油投入	农用柴油使用量	万吨
	农用塑料薄膜投入	农用塑料薄膜使用量	万吨
	农药投入	农药使用量	万吨
	农业用水投入	有效灌溉面积	千公顷
产出指标	期望产出	农林牧渔总产值	亿元
	非期望产出	农业碳排放 ^①	万吨

由于 GTFP 测算的是农业绿色全要素生产率的环比增长指数,而实证研究需要使用农业绿色全要素生产率的绝对值而不是增长率。因此,借鉴程惠芳等人^[31]的做法,假设 2004 年各省的农业绿色全要素生产率为 1,则 2005 年的农业绿色全要素生产率等于 2004 年的农业绿色全要素生产率乘以 2005 年的 GTFP,这样得到的农业绿色全要素生产率 (AGTFP) 作为分析模型的被解释变量。技术进步和技术效率也做同样的处理,得到农业技术进步 (AGTC) 和农业技术效率 (AGEC)。

1.1.2 核心解释变量:农产品贸易

农产品贸易以农产品进出口贸易总额来衡量,并利用当年人民币对美元平均汇率对农产品进出口总额进行换算处理,以消除汇率影响,并对以人民币计价的农产品进出口贸易总额作对数处理。

1.1.3 调节变量:农业产业集聚

借鉴程琳琳等人^[32]的方法,用农业产值计算的区位熵衡量农业产业集聚程度,公式为:

$$AIA_i = \frac{A_{it}/G_{it}}{A_t/G_t} \quad (1)$$

其中: AIA_i 表示用区位熵方法计算的地区 i 第 t 年的农业产业集聚,其数值越大表示农业产业越集聚, A_{it} 和 G_{it} 分别表示地区 i 第 t 年的农林牧渔总产值和 GDP, A_t 和 G_t 分别表示第 t 年全国农林牧渔总产值和 GDP。

1.1.4 控制变量

根据已有文献的研究,选取以下控制变量:经济发展水平 (ED),用各地人均 GDP 表示^[13],考虑到经济发展会对农业全要素生产率产生非线性影响,再加入人均 GDP 的两次项;机械密度 (MD),用农业机械总动力与播种面积的比值表示,一般而言,农业机械密度越大意味着非期望产出中二氧化碳等温室气体排放的增加,但是农用机械动力的使用也会提升农业生产效率^[14];农村人力资本 (HC),用农村的人均受教育程度^②表示^[13];受灾率 (DR),用受灾面积与农作物播种面积之比表示^[15];地区开放度 (RO),用贸易进出口总额与 GDP 的比值表示^[16];财政支持 (FS),用地方财政农林水事务支出来表示;环境规制 (ER),以环境污染治理投资占 GDP 比重表示^[17],用污染治理支出情况衡量环境规制政策的执行力度。为了数据的平稳性,该文将经济发展水平、财政支持均采用对数化处理。

^① 农业碳排放量的计算公式为 $ACE = \sum_{i=1}^k T_i \cdot \delta_i$, 其中 T_i 表示农业碳排放源,主要有三大类,第一类是化肥、农药、农膜、柴油、翻耕以及农业灌溉等农地利用导致的碳排放,第二类是水稻生长过程中排放的 CH_4 ,第三类是反刍动物肠道发酵和粪便管理中排放的 CH_4 和 N_2O ; δ_i 表示农业碳排放系数。

^② 将小学、初中、高中、大专以上教育程度的年限分别用 6、9、12、16 来表示,并用各地区农村小学、初中、高中、大专以上教育程度的人口比例为权重对受教育年限进行加权平均得到人均受教育程度。

1.1.5 数据来源

考虑的区域是我国除台湾、香港和澳门之外的 31 个省区市，时间跨度为 2004—2020 年，数据来自于历年《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》和各地方统计年鉴。文中所有涉及产值的指标均用 2004 年为基期以消除价格影响，表 2 是各变量的描述性统计。

表 2 各变量的描述性统计

变量	指标	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	AGTFP	527	1.807 5	0.820 9	0.718 3	6.633 4
	AGTC	527	1.655 4	0.764 5	0.563 3	6.186 3
	AGEC	527	1.148 1	0.348 0	0.409 5	2.449 8
核心解释变量	AT	527	5.979 0	0.802 7	3.613 9	7.418 8
调节变量	AIA	527	1.190 2	0.594 3	0.053 3	3.543 5
控制变量	ED	527	4.506 8	0.302 3	3.627 8	5.217 2
	MD	527	6.411 5	3.550 6	1.697 9	26.979 4
	HC	527	7.462 5	0.893 5	3.240 0	9.925 2
	DR	527	20.145 9	14.814 4	0.000 0	93.591 8
	RO	527	1.261 1	0.425 9	0.051 4	2.333 3
	FS	527	2.370 7	0.466 6	0.934 2	3.126 9
	ER	527	0.958 1	0.557 3	0.029 1	3.466 1

1.2 空间计量模型

地区之间由于生产要素流动和知识技术扩散导致地区之间的联系日益密切，加之四通八达的现代交通体系也促进了地区之间的联系，因此，引入空间计量模型分析农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响，同时考虑到农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响有可能是非线性的，因此模型中加入农产品贸易的平方项。常用的空间计量模型主要包括空间滞后模型（SAR）、空间误差模型（SEM）及空间杜宾模型（SDM），三个模型形式如下：

$$\text{SAR: } Y = \rho W^* Y + \beta_i (AT + AT^2 + X) + \mu \quad (2)$$

$$\text{SEM: } Y = \beta_i (AT + AT^2 + X) + \mu, \mu = \lambda W \mu + \varepsilon \quad (3)$$

$$\text{SDM: } Y = \rho W^* Y + \beta_i (AT + AT^2 + X) + \theta_i W^* (AT + AT^2 + X) + \mu \quad (4)$$

其中：Y 分别表示农业绿色全要素生产率（AGTFP）、农业技术进步（AGTC）和农业技术效率（AGEC），X 代表控制变量，μ 是随机扰动项，β 为解释变量的回归系数，ρ、θ 和 λ 分别是被解释变量、解释变量和随机扰动项的空间相关系数，W 为空间权重矩阵，文中使用邻接权重矩阵。

为考察农业产业集聚（AIA）的调节作用，在上述模型中加入农业产业集聚与农产品贸易、农产品贸易平方的交叉项，三个模型可以表示为：

$$\text{SAR: } Y = \rho W^* Y + \beta_i (AT + AT^2 + AT^* AIA + AT^2 * AIA + X) + \mu \quad (5)$$

$$\text{SEM: } Y = \beta_i (AT + AT^2 + AT^* AIA + AT^2 * AIA + X) + \mu, \mu = \lambda W \mu + \varepsilon \quad (6)$$

$$\text{SDM: } Y = \rho W^* Y + \beta_i (AT + AT^2 + AT^* AIA + AT^2 * AIA + X) + \theta_i W^* (AT + AT^2 + AT^* AIA + AT^2 * AIA + X) + \mu \quad (7)$$

根据 Hanns 等人^[33]的研究, 可依据 AT 对 Y 影响曲线的开口方向和 $AT^* AIA$ 回归系数的正负判断 AIA 的作用, 具体见表 3。

表 3 农业产业集聚的作用判断方法

AT^2 回归系数	AT 对 Y 影响的曲线	$AT^2 * AIA$ 回归系数	AIA 的作用
正	U 型	正	AIA 增强 AT 对 Y 的影响
正	U 型	负	AIA 削弱 AT 对 Y 的影响
负	倒 U 型	正	AIA 削弱 AT 对 Y 的影响
负	倒 U 型	负	AIA 增强 AT 对 Y 的影响

2 农业绿色全要素生产率的时空分析

图 1 绘制了我国 2004—2020 年用 SBM-GML 指数法测度的全国平均农业绿色全要素生产率 (GTFP)、技术进步 (GTC) 和技术效率 (GEC) 的变化趋势。平均来看, 除个别年份 (2007 和 2009) 以外, 我国 GTFP 大体在 1.022~1.316 之间波动, 并在 2020 年达到最大值。GTC 具有和 GTFP 基本一致的发展规律, 大部分年份都大于 1; GEC 早期大于 1, 2011 年以来多次降到 1 以下, 近几年逐步回升。说明我国 GTFP 的提高主要是通过 GTC 的快速发展带来的, 而目前我国 GEC 水平还有待提高。

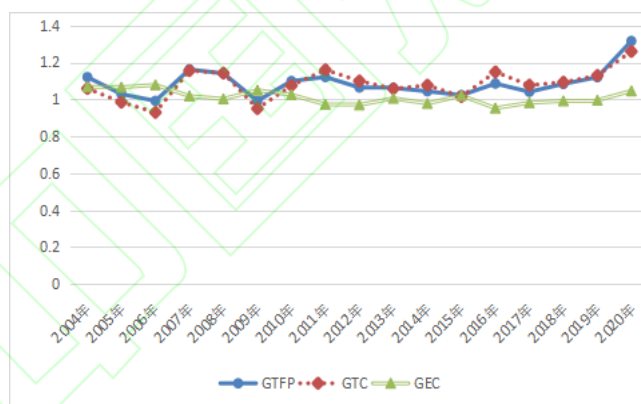


图 1 2004—2020 年全国 GTFP、GTC 和 GEC 的发展趋势

就 4 大地区来看, 4 大地区的 GTFP 大部分年份都大于 1, GTC 具有和 GTFP 相似的发展规律, 尤其是西部地区; 而 GEC 水平略低, 大部分年份都低于 GTC。2016 年以来, 4 大地区的 GTFP、GTC 和 GEC 都呈上升趋势, 而绿色发展理念是党的十八届五中全会 (2015 年 10 月) 首次提出。这突显出各地区积极相应中央号召, 从技术进步和技术效率两方面入手, 努力提升各地农业绿色全要素生产率, 并取得了不错的效果。

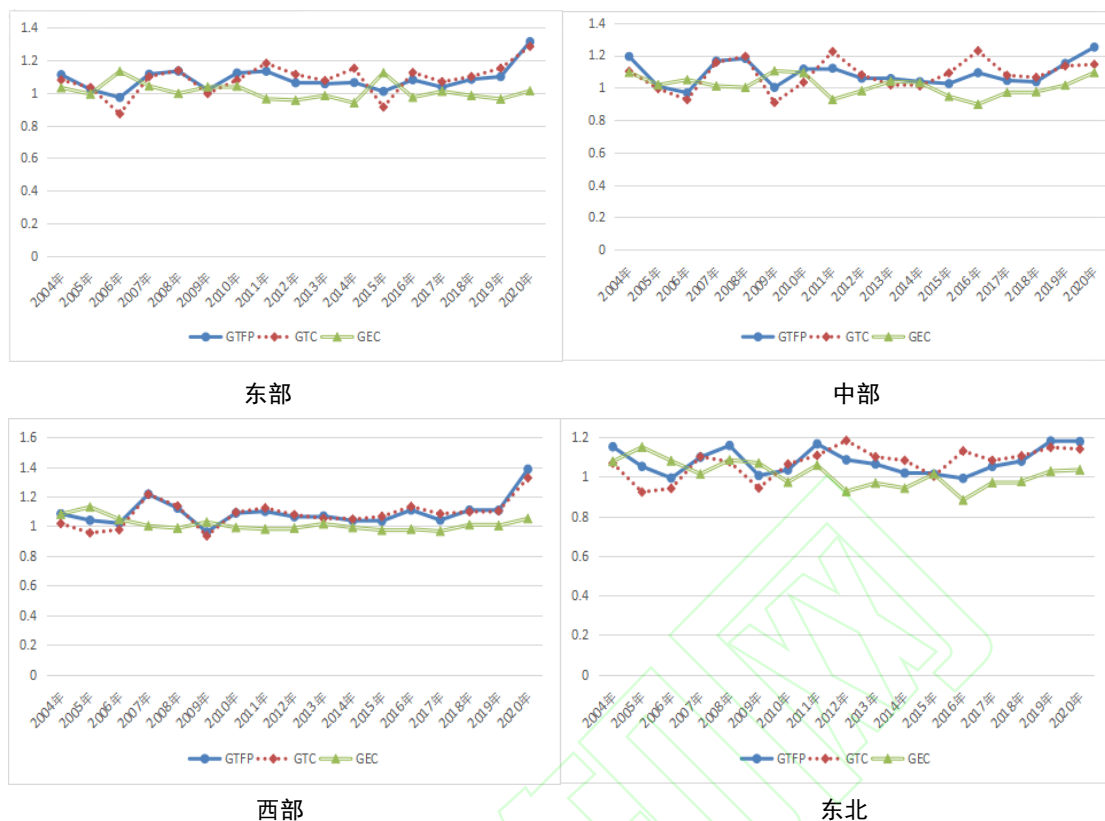


图2 2004—2020年4大地区GTFP、GTC和GEC的发展趋势

3 结果与分析

3.1 基准回归结果

表4是农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的回归结果，通过 Moran's I 检验、LM 检验、Robust LM 检验、LR 检验和 Wald 检验证明 SDM 模型更优。农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步有显著的倒“U”型影响，对农业技术效率有显著的“U”型影响。当农产品贸易水平较低时，农业绿色全要素生产率和农业技术进步随着农产品贸易水平的提高而提高，农业技术效率随着农产品贸易水平的提高而降低，这主要是由于当农产品贸易水平不高时，通过利用发展农产品贸易带来的技术效应，学习先进的技术，可以提升农业技术进步，从而促进了农业绿色全要素生产率；当农产品贸易水平达到拐点之后，农业绿色全要素生产率和农业技术进步随着农产品贸易水平的提高而降低，农业技术效率随着农产品贸易水平的提高而提高，即农产品贸易发展到一定水平，规模效应发挥作用，促使农业技术效率逐步提高，而随着机械设备和化肥农药的大量使用，农业全要素生产率反而下降。而邻近地区的农产品贸易水平只会对本地的农业技术进步有“U”型影响，对农业绿色全要素生产率和农业技术效率没有显著影响。另外，AGTFP 滞后项系数为正且通过 1% 的显著性水平检验，说明农业绿色全要素生产率在全国层面具有空间正溢出效应；AGTC 和 AGECE 滞后项系数也通过 1% 的显著性水平检验，但表现为空间负溢出效应。

控制变量中，经济发展水平只对本地区的农业绿色全要素生产率有显著的“U”型影响；邻近地区的经济发展水平对本地的农业绿色全要素生产率和农业技术进步有显著的倒“U”型影响，对农业技术效率有显著的“U”型影响，说明可以利用地区间的经济辐射作用促进农业绿色全要素生产率及分解项的提高。机械密度对本地区的农业绿色全要素生产率和农业技术进步有显著的不利影响；邻近地区的机械密度对本地的农业绿色全要素生产率有促进作

用。农民知识水平的提高会显著的提升农业绿色全要素生产率和农业技术进步，但对农业技术效率的影响不显著；邻近地区农民知识水平会显著提升本地的农业绿色全要素生产率。财政支持力度的增加有利于农业技术效率的提升，但不利于农业技术进步的提高；邻近地区的财政支持力度则不利于本地的农业绿色全要素生产率和农业技术效率的提升。环境规制水平有利于农业技术效率的提升；邻近地区的环境规制水平有利于本地的农业技术进步，不利于农业技术效率的提升。

表 4 农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的回归结果

	AGTFP		AGTC		AGEC	
	(SDM)		(SDM)		(SDM)	
	β_i	θ_i	β_i	θ_i	β_i	θ_i
AT	1.220 2*	0.455 6	1.793 1***	3.185 1***	-1.221 3***	0.521 4
AT ²	-0.088 8*	-0.099 8	-0.163 1***	0.332 7***	0.115 4***	-0.021 4
ED	-1.341 5	-10.892 9***	-3.583 4**	-23.917 3***	1.469 8	12.017 3***
ED ²	0.249 3	1.549 3***	0.492 9***	2.858 2***	-0.216 2	-1.431 3***
MD	-0.043 3***	0.071 9**	-0.013 8**	-0.004 3	-0.002 9	-0.023 1
HC	0.159 1*	0.319 1*	0.059 4*	0.006 9	0.020 7	0.027 4
DR	-0.001 1	0.004 1	-0.000 4	0.001 0	0.001 1	-0.004 2
RO	-0.117 6	-0.023 8	-0.094 9	0.142 7	-0.039 6	-0.090 8
FS	-0.238 1	-1.181 5***	-0.313 3***	0.217 9	0.171 0**	-0.434 9*
ER	-0.052 2	-0.112 6	-0.029 6	0.231 2**	0.057 3**	-0.173 8**
ρ	0.351 0***		-0.243 8**		-0.937 5***	
Moran's I	11.062***		14.358***		22.652***	
LM-lag	43.023***		66.256***		408.767***	
RLM-lag	1.530		1.844		2.855*	
LM-error	104.134***		148.948***		456.265***	
RLM-error	62.640***		114.535***		50.353***	
空间滞后 LR 检验	86.12***		79.60***		80.38***	
空间滞后 Wald 检验	97.78***		39.34***		38.39***	
空间误差 LR 检验	80.18***		76.01***		45.23***	
空间误差 Wald 检验	65.82***		63.11***		32.42***	
HAUSMAN 检验	245.78***		36.25**		82.77***	
固定/随机效应	个体固定		时间固定		时间固定	
Sigma2_e	0.133 3***		0.118 8***		0.065 0***	
Adj R-squared	0.511 7		0.661 0		0.113 2	
logL	-220.929 3		-188.255 4		-55.250 6	
样本个数	527		527		527	

注：***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

3. 2 异质性分析

3.2.1 4 大地区的异质性分析

将我国分为东部、西部、中部和东北地区，进一步分析 4 大地区农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响，结果见表 5。农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响均通过至少 10%的显著性检验，其中，东部、中部、东北地区农产品贸易对农业绿

色全要素生产率的影响呈“U”型，根据 $AIA = -\frac{\beta_1}{2\beta_2}$ 对系数进行计算，可得到农产品贸易

对农业绿色全要素生产率回归曲线的拐点，发现这三地区的平均农产品贸易水平均大于各自曲线的拐点，即说明目前的农产品贸易水平可以促进本地区农业绿色全要素生产率的提升，西部地区农产品贸易对农业绿色全要素生产率影响呈倒“U”型，且西部地区平均农产品贸易水平大于曲线拐点，说明西部地区的农产品贸易水平不利于促进本地区农业绿色全要素生产率的提升。再看农产品贸易对农业技术进步影响，东部、中部和西部地区呈倒“U”型，东北地区呈“U”型，但结合各地区平均农产品贸易水平和各自曲线拐点，东部和东北地区的农产品贸易水平可以促进本地区农业技术进步，而中部和西部地区的农产品贸易水平不利于本地区农业技术进步。最后，看一下农产品贸易对农业技术效率影响，东部、中部和西部地区呈“U”型，且三地区平均农产品贸易水平都位于曲线拐点右侧，表示这些地区的农产品贸易水平可以促进本地区农业技术效率的提升，东北地区呈倒“U”型，平均农产品贸易水平也位于曲线拐点右侧，但表示该地区的农产品贸易水平不利于本地区农业技术效率的提升。可见，东部地区的农产品贸易水平对农业绿色全要素生产率、农业技术进步和农业技术效率都是有利的；中部地区的农产品贸易水平对农业绿色全要素生产率和农业技术效率都是有利的，但不利于农业技术进步的促进；西部地区的农产品贸易水平只对农业技术效率有利；东北地区的农产品贸易水平对农业绿色全要素生产率和农业技术进步有促进作用。因此，东部地区需要继续发挥带头和辐射作用，中部和西部地区注重提升农产品贸易过程中的农业技术进步，而东北地区须采取措施提高农业技术使用效率。

表 5 农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的回归结果 1

	东部			中部		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	-1.308 3*	4.184 1**	-0.943 2*	-3.893 6*	2.998 7*	-5.324 2***
AT ²	0.124 9*	-0.269 8*	0.077 3*	0.384 7*	-0.299 5*	0.490 4***
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.283 3	0.836 4	0.480 2	0.787 3	0.920 6	0.147 0
样本量	170	170	170	102	102	102
拐点	5.237 4	7.754 1	6.100 9	5.060 6	5.006 2	5.428 4
AT 的平均值		6.698 9			5.502 3	
	西部			东北		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	1.527 0**	1.625 6***	-0.884 3***	-116.964 4***	-25.711 2***	26.575 2***
AT ²	-0.167 8***	-0.187 4***	0.100 4***	9.546 0***	2.085 6***	-2.119 6***
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.631 7	0.793 7	0.575 3	0.324 1	0.866 5	0.862 0
样本量	204	204	204	51	51	51
拐点	4.550 1	4.337 2	4.403 9	6.126 4	6.164 0	6.268 9
AT 的平均值		5.423 5			6.273 8	

注：***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

3.2.2 农产品贸易大省和非农产品贸易大省的异质性分析

将考察的 31 个省区市按 2004—2020 年平均农产品进出口额的数值进行排序,高于总平均值的 16 个地区为农产品贸易大省^①,低于总平均值的 15 个地区为非农产品贸易大省^②,分别查看这两组地区农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响,结果见表 6。从表中可以看出,对于农产品贸易大省,农产品贸易对农业绿色全要素生产率、农业技术进步和农业技术效率的影响都呈现“U”型,但只有前两者通过显著性检验,结合曲线拐点位置,发现农产品贸易大省的农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步有显著的促进作用。对于非农产品贸易大省,农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术效率的影响呈现倒“U”型,对农业技术进步的影响呈现“U”型,结合曲线拐点位置,发现非农产品贸易大省的农产品贸易水平不利于农业绿色全要素生产率和农业技术效率的提高,但会促进农业技术进步的提升。因此,农产品贸易大省非农产品贸易大省在发展农产品贸易过程中都须注重技术使用效率的提升。

表 6 农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的回归结果 2

	农产品贸易大省			非农产品贸易大省		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	-5.344 0**	-3.787 9**	1.279 5	2.018 7***	-2.181 5***	0.735 5**
AT ²	0.445 3**	0.293 0**	0.076 5	-0.207 3***	0.217 3***	-0.078 2***
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.603 0	0.517 0	0.527 7	0.656 5	0.724 5	0.540 1
样本量	272	272	272	255	255	255
拐点	6.000 4	6.464 0	8.362 7	4.869 0	5.019 6	4.702 7
AT 的平均值		6.567 2			5.351 5	

注:***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

3.2.3 农产品进口大省和农产品出口大省的异质性分析

下面考察不同农产品贸易结构对农业绿色全要素生产率及分解项的影响,将考察期内农产品进口额高于出口额的地区归入农产品进口大省^③,农产品出口额高于进口额的地区归入农产品出口大省^④,结果见表 7。从中可以看出,对于农产品进口大省,农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术效率的影响呈显著的倒“U”型,对农业技术进步的影响呈显著的“U”型,且考察期内平均农产品贸易水平平均在各曲线的拐点右侧,说明这些地区的农产品贸易水平的提高不利于提升农业绿色全要素生产率和农业技术效率,但由于这些地区经济水平较高,技术交流比较频繁,农产品贸易反而会促进农业技术进步。对于农产品出口大省,农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术效率的影响呈显著的“U”型,对农业技术进步的影响呈显著的倒“U”型,且考察期内该类地区的平均农产品贸易水平平均在各曲线的拐点右侧,因此,这些地区的农产品贸易水平的提高会促进本地区农业绿色全要素生产率和农业技术效率的提高,但不利于农业技术进步的提高。因此,农产品进口贸易大省在吸纳新技术方面有优势,但须进一步提升技术使用效率,农产品出口大省在技术使用效率方面有优势,但在先进技术使用方面仍有很大空间。

^①农产品贸易大省:北京、天津、河北、辽宁、吉林、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、福建、山东、河南、广东、广西和云南。

^②非农产品贸易大省:山西、内蒙古、江西、湖北、湖南、海南、重庆、四川、贵州、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

^③农产品进口大省:北京、天津、河北、辽宁、黑龙江、上海、江苏、浙江、安徽、湖南、广东、广西和重庆。

^④农产品出口大省:山西、内蒙古、吉林、福建、江西、山东、河南、湖北、海南、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆。

表 7 农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的回归结果 3

	农产品进口大省			农产品出口大省		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	3.057 8**	-5.390 9***	7.196 0**	-2.276 0***	0.816 7*	-0.758 2**
AT ²	-0.293 4**	0.466 7***	-0.598 9**	0.213 0***	-0.098 2**	0.087 3***
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.509 3	0.075 3	0.397 1	0.484 4	0.756 0	0.331 5
样本量	221	221	221	306	306	306
拐点	5.211 0	5.775 6	6.007 7	5.342 7	4.158 4	4.342 5
AT 的平均值		6.475 3			5.620 5	

注：***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

3.3 农业产业集聚的调节作用

将农业产业集聚作为调节变量加入空间模型，计量结果如表 8，结合表 3 对农业产业集聚的调节作用进行判断。从全国来看，加入农业产业集聚与农产品贸易一次项和二次项的交叉项后，农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响方向不变，根据表 3 可知，农业产业集聚使农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响拐点两侧曲线更为陡峭，增强了农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响。因此，在全国范围看，农业产业集聚在农产品贸易影响农业绿色全要素生产率及分解项的过程中发挥了积极的调节作用。

从 4 大地区来看，东部、中部和东北地区农业产业集聚会增强农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响，结合前面的分析，这三地区农产品贸易的提高可以提升农业绿色全要素生产率，而农业产业集聚的实施可以更好地促进农产品贸易对农业绿色全要素生产率的提升。西部农业产业集聚会削弱农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响，根据前文的分析，西部地区农产品贸易对农业绿色全要素生产率具有不利影响，但农业产业集聚情况会削弱这种不利影响，说明目前西部地区的农业产业集聚发挥了很好的作用。另外，东部和中部地区产业集聚在农产品贸易对农业技术进步影响过程中的调节作用不显著，但会削弱东北地区农产品贸易对农业技术进步的促进作用，加剧西部地区农产品贸易对农业技术进步的负面影响。而农业产业集聚在农产品贸易对农业技术进步效率影响中的调节作用只有在东北地区显著通过检验，且发挥了很好的作用，减缓了农产品贸易对农业技术进步效率的不利影响。因此，4 大地区的农业产业集聚在农产品贸易影响农业绿色全要素生产率的过程中都发挥积极作用，东北地区的农业产业集聚在农产品贸易影响农业技术效率的过程中发挥积极作用。

从农产品贸易大省和非农产品贸易大省角度看，农业产业集聚的调节作用呈现出异质性。农产品贸易大省的农业产业集聚在农产品贸易对农业绿色全要素生产率的促进作用中发挥了促进效应。而非农产品贸易大省的农业绿色全要素生产率和农业技术效率会随着农产品贸易的增加而降低，但农业产业集聚会减缓该过程；非农产品贸易大省的农业技术进步会随着农产品贸易的增加而提升，农业产业集聚同样会减缓该过程。因此，虽然农业产业集聚的影响方式不同，但对于农产品贸易大省和非农产品贸易大省而言，农业产业集聚在农产品贸易对农业绿色全要素生产率影响过程中都发挥积极作用，另外，非农产品贸易大省的农业产业集聚还有利于农产品贸易对农业技术效率的影响。

从农产品进口大省和农产品出口大省角度看，农业产业集聚的调节作用也呈现出异质性。农产品进口大省的农产品贸易会促进农业技术进步的提高，农业产业集聚会加剧该过程，而农业产业集聚也会减缓农产品贸易对农业绿色全要素生产率有不利的负面影响。农产品出口大

省的农产品贸易会促进农业技术效率的提高，农业产业集聚会加剧该过程，而农业产业集聚会减缓农产品贸易对农业绿色全要素生产率有利的影响。因此，农业产业集聚的积极调节作用体现在农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步的影响过程中（农产品进口大省），以及农产品贸易对农业技术效率的影响过程中（农产品出口大省）。

表 8 农业产业集聚调节作用的空间计量模型回归结果

	全国			东部			中部		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	0.684 8 *	1.514 5 ***	-1.057 3 ***	-4.101 3 **	-2.822 7	-4.304 1 **	-3.881 6 *	4.161 8* ***	-3.147 5 ***
AT ²	-0.072 3 *	-0.096 4 ***	0.050 9 **	0.256 3 **	0.203 7	0.302 7 *	0.326 2 *	-0.443 5* ***	0.286 4 **
AT*AIA	0.581 8 ***	0.193 8 ***	-0.141 7 ***	-1.389 1 ***	-0.314 4	0.090 0	0.273 5 *	-0.068 0	-0.126 9
AT ² *AIA	-0.057 6 ***	-0.041 9 ***	0.038 4 ***	0.221 0 **	0.048 6	0.025 2	0.026 0 *	0.054 5	0.045 0
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.439 0	0.009 3	0.079 8	0.691 4	0.334 7	0.029 0	0.648 4	0.876 7	0.009 8
样本量	527	527	527	170	170	170	102	102	102
	西部			东北			农产品贸易大省		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	2.743 3 *	-2.294 2 **	0.734 1	-4.168 9 **	-27.239 1 ***	32.335 6 ***	-8.694 7 ***	-2.342 4	-4.374 6 ***
AT ²	-0.325 4 *	-0.332 9 **	-0.104 5 *	0.124 4 **	2.265 0 ***	-2.698 5 ***	0.575 7 ***	0.261 2 **	0.358 1 ***
AT*AIA	0.028 8 *	0.923 3 ***	-0.078 0	-1.021 8 **	0.536 3 **	-0.550 6 **	-0.911 6 ***	0.442 8 ***	0.230 9
AT ² *AIA	0.046 2 *	-0.180 3 ***	0.033 6 *	0.188 2 **	-0.086 1 **	0.087 7 **	0.176 0 ***	-0.082 2 ***	-0.020 0
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.434 4	0.592 4	0.530 7	0.818 6	0.683 8	0.987 4	0.601 8	0.002 8	0.166 0
样本量	204	204	204	51	51	51	272	272	272
	非农产品贸易大省			农产品进口大省			农产品出口大省		
	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC	AGTFP	AGTC	AGEC
AT	2.105 7 **	-2.883 9 ***	3.118 6 ***	0.681 3 *	-0.644 6 *	0.603 4	-2.854 5 ***	0.288 2	-1.780 0 ***
AT ²	-0.280 0 ***	0.321 0 ***	-0.267 6 ***	-0.015 4 *	0.076 4 *	-0.083 9	0.283 1 ***	-0.041 2	0.166 9 ***
AT*AIA	-0.408 5 **	0.439 8 **	-0.370 2 ***	-0.504 9 **	-0.283 8 *	-0.098 2	0.895 5 ***	0.291 1	-0.026 3 *

AT ² *AIA	0.070 4 **	-0.082 1 **	0.066 5 ***	0.108 1 ***	0.046 4 *	0.033 3 *	-0.108 9 ***	-0.037 7	0.008 6 *
模型	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
Adj R-squared	0.102 2	0.804 4	0.181 0	0.627 7	0.518 7	0.293 7	0.233 5	0.640 0	0.172 6
样本量	255	255	255	221	221	221	306	306	306

注：***、**、*分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。

3.4 稳健性分析

为更全面和准确地反映农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响，避免因解释变量和空间权重选取偏差产生的有偏结果，该文分别用农产品出口额代替农产品进出口额和用地理距离权重矩阵代替邻接权重矩阵的方法进行稳健性分析，发现结果与前文结果区别不大：整体上，农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步的影响仍呈显著的倒“U”型，农产品贸易对农业技术效率的影响仍呈显著的“U”型，且农业产业集聚都起到加剧作用；农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响在 4 大地区、农产品贸易大省和非农产品贸易大省、农产品进口大省和农产品出口大省之间存在异质性影响；农业产业集聚的调节作用也具有地区差异性。

4 结论与讨论

为了顺利在 2030 年前实现碳达峰目标，加快推进农业绿色发展，践行“国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局”，在农业适度规模经营的情况下，充分发挥农产品国际贸易对农业绿色生产的作用。因此，该文以 2004—2020 年我国除台湾、香港和澳门以外的 31 个省区市为样本，首先测算了农业绿色全要素生产率及分解项，然后从空间视角研究农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项的影响，并从 4 大地区、不同农产品贸易水平和农产品贸易结构进行差异性分析，最后探究农业产业集聚在农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项影响中的调节作用。主要研究结论概括如下：（1）全国及 4 大地区的农业绿色全要素生产率及分解项呈上升趋势，尤其是 2016 年以来；且农业绿色全要素生产率和农业技术进步的发展趋势类似，农业技术效率略低于前两者。（2）全国层面看，农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步都有显著的倒“U”型影响，对农业技术效率都有显著的“U”型影响；而邻近地区的农产品贸易水平只会对本地的农业技术进步有“U”型影响，对农业绿色全要素生产率和农业技术效率没有显著影响；农业绿色全要素生产率在全国层面具有空间正溢出效应；农业技术进步和农业技术效率在全国层面具有空间负溢出效应。（3）农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项在 4 大地区、不同农产品贸易水平和不同农产品贸易结构地区存在异质性影响。（4）除农产品出口大省外，农业产业集聚在农产品贸易对农业绿色全要素生产率的影响中都起到了积极作用；在全国层面和农产品进口大省，农业产业集聚在农产品贸易对农业技术进步的影响中都起到了积极作用，在西部地区、东北地区和非农产品贸易大省起了消极作用；在全国层面、东北地区、非农产品贸易大省和农产品出口大省，农业产业集聚在农产品贸易对农业技术效率的影响中都起到了积极作用，其他地区都不显著。

结合上述研究，提出以下三点政策启示：（1）考虑到农产品贸易对农业绿色全要素生产率和农业技术进步都有显著的倒“U”型影响，因此不能一味的追求农产品贸易数量的增加，要适当提升农产品贸易的质量，提高我国农产品贸易在全球价值链中的位置，同时在农

产品贸易的同时,注重技术学习,不断提高农业技术效率;(2)考虑到农产品贸易对农业绿色全要素生产率及分解项在不同地区的异质性影响,因此要因地制宜地调整和完善各地区的农产品贸易政策和结构,东部、中部、东北、农产品贸易大省和农产品出口大省目前的农产品贸易结构较为完善,今后发展的重点可以放在继续扩大农产品贸易数量上,西部、非农产品贸易大省、农产品进口大省要优化本地农产品贸易结构;(3)推动农业产业集聚优化,继续发挥其在农产品贸易影响农业绿色全要素生产率过程中积极的调节作用,同时考虑到农业产业集聚在农产品贸易影响农业技术进步和农业技术效率只在少数地区呈现积极作用,因此,须实施农业产业集聚非均衡发展策略,因地制宜地为不同地区提供精准化的农业产业集聚政策支持。

参考文献

- [1] 蔡昉. 中国经济面临的转折及其对发展和改革的挑战[J]. 中国社会科学, 2007(3): 4-12+203.
- [2] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命: 1978-2008年[J]. 经济学(季刊), 2014, 13(2): 537-558.
- [3] 杜江, 王锐, 王新华. 环境全要素生产率与农业增长: 基于DEA-GML指数与面板Tobit模型的两阶段分析[J]. 中国农村经济, 2016(3): 65-81.
- [4] 刘舜佳, 张雅. 农产品贸易知识溢出的环境效应研究[J]. 农业技术经济, 2018(7): 119-131.
- [5] 马进. 我国农产品贸易与农业环境的双向影响机制研究[J]. 山东社会科学, 2017(8): 158-163.
- [6] 王畅, 李松柏. 国外农业产业集聚经验及对中国的启示[J]. 世界农业, 2018 (1): 13-17.
- [7] 李谷成. 转型期中国农业生产率增长的分解、变迁与分布[J]. 中国人口 资源与环境, 2009, 19(2): 148-152.
- [8] 葛鹏飞, 王颂吉, 黄秀路. 中国农业绿色全要素生产率测算[J]. 中国人口 资源与环境, 2018, 28(5): 66-74.
- [9] 郭海红, 张在旭, 方丽芬. 中国农业绿色全要素生产率时空分异与演化研究[J]. 现代经济探讨, 2018(6): 85-94.
- [10] 孟祥海, 周海川, 杜丽永, 等. 中国农业环境技术效率与绿色全要素生产率增长变迁——基于种养结合视角的再考察[J]. 农业经济问题, 2019(6): 9-22.
- [11] 杨骞, 王珏, 李超, 等. 中国农业绿色全要素生产率的空间分异及其驱动因素[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(10): 21-37.
- [12] 金芳, 金荣学. 农业产业结构变迁对绿色全要素生产率增长的空间效应分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2020(1): 124-134+168-169.
- [13] 李敏杰, 王健. 外商直接投资质量与中国农业绿色全要素生产率增长[J]. 软科学, 2019, 33(9): 13-20.
- [14] 马国, 谭砚文. 环境规制对农业GTFP的影响研究——基于面板门槛模型的分析[J]. 农业技术经济, 2021(5): 77-92.
- [15] 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, 14(3): 1-12.
- [16] 汪辉平, 王增涛, 王美霞. FDI对中国农业全要素生产率的空间溢出效应[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2017, 17(1): 123-129.
- [17] 陶静, 胡雪萍. 环境规制对中国经济增长质量的影响研究[J]. 中国人口 资源与环境, 2019, 29(6): 85-96.
- [18] 纪成君, 夏怀明. 我国农业绿色全要素生产率的区域差异与收敛性分析[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 41(12): 136-143.
- [19] 刘战伟. 新型城镇化提升了中国农业绿色全要素生产率吗? ——基于空间溢出效应及门槛特征[J]. 科技管理研究, 2021(12): 201-208.
- [20] 王悦, 杨骁, 张伟科. 农业保险发展对农村全要素生产率的影响研究——基于空间计量模型的实证分析[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2019(6): 70-77+162-163.
- [21] 张翔祥, 邓荣荣. 数字普惠金融对农业绿色全要素生产率的影响及空间溢出效应[J]. 武汉金融, 2022(1): 65-74.
- [22] 李晓龙, 冉光和. 农产品贸易提升了农业绿色全要素生产率吗? ——基于农村金融发展视角的分析[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2021, 23(4): 82-92.
- [23] 陈芳, 杨梅君. 农产品国际贸易对中国农业绿色全要素生产率的影响[J]. 华南农业大学学报(社会科学版), 2021, 20(5):

94-104.

- [24] 陈燕翎, 庄佩芬, 彭建平. 贸易开放对农业经济高质量发展的影响——基于农业绿色全要素生产率的视角[J]. 生态经济, 2021, 37(12): 105-114.
- [25] 贾兴梅, 李平. 农业集聚度变动特征及其与农业经济增长的关系——我国12类农作物空间布局变化的实证检验[J]. 中国农业大学学报, 2014, 19(1): 209-217.
- [26] 张哲晰, 穆月英. 农业产业集聚的生产效应及提升路径研究[J]. 经济经纬, 2018(5): 80-86.
- [27] 薛蕾, 申云, 徐承红. 农业产业集聚与农业绿色发展: 效率测度及影响效应[J]. 经济经纬, 2020(3): 45-53.
- [28] 杨秀玉, 魏秀文. 农业产业集聚、农业面源污染与农业绿色发展——基于空间异质性视角[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(1): 244-252.
- [29] 银西阳, 贾小娟, 李冬梅. 农业产业集聚对农业绿色全要素生产率的影响——基于空间溢出效应视角. 中国农业资源与区划, 2022, 37(1): 1-11.
- [30] Barkley D L, Henry M S, Kim Y. Industry agglomerations and employment change in non-metropolitan areas[J]. Review of urban & regional development studies, 1999, 11(3): 168-186.
- [31] 程惠芳, 陆嘉俊. 知识资本对工业企业全要素生产率影响的实证分析[J]. 经济研究, 2014(5): 174-187.
- [32] 程琳琳, 张俊飏, 何可. 农业产业集聚对碳效率的影响研究: 机理、空间效应与分群差异[J]. 中国农业大学学报, 2018, 23(9): 218-230.
- [33] Haans R F J, Pieters C, He Z L. Thinking about U: Theorizing and testing U and inverted U-shaped relationships in strategy research[J]. Strategic management journal, 2016, 37(7): q1177-1195.

SPATIAL SPILLOVER EFFECTS OF AGRICULTURAL PRODUCT TRADE ON AGRICULTURAL GREEN TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY

——Based on the regulatory role of agricultural industrial agglomeration

Yang Xiuyu Tong Jintao

(School of Economics, Shandong Normal University, Jinan, 250014, China)

Abstract Developing green agriculture is a new development model for realizing agricultural sustainable development and green transition. This paper explores the influence of agricultural trade and agricultural industrial agglomeration on agricultural green total factor productivity, so as to provide reference for agricultural green development. Based on the new geographic economics, this paper establishes a spatial panel model, and uses the panel data of 31 provinces, autonomous regions and municipalities in China from 2004 to 2020 to empirically study the impact of agricultural trade on green total factor productivity in agriculture, and the adjustment of agricultural industry agglomeration to the above effects. The results show that the agricultural green total factor productivity, agricultural technology progress and agricultural technology efficiency in the whole country and the four major regions are all on the rise; at the national level, agricultural product trade has a significant inverted "U"-shaped impact on agricultural green total factor productivity and agricultural technological progress, and a significant "U"-shaped impact on agricultural technical efficiency; however, the trade level of agricultural products in neighboring regions will only have a positive "U"-shaped impact on the progress of local agricultural technology, and has no significant impact on agricultural green total factor productivity and agricultural technology efficiency; agricultural green total factor productivity, agricultural technological progress and agricultural technological

efficiency have heterogeneous effects in the four major regions, different levels of agricultural trade and regions with different structures of agricultural trade; there is also heterogeneity in the regulatory effect of agricultural industrial agglomeration in different regions. Therefore, it is necessary to promote the transformation of agricultural product trade from "quantity increase" to "quality improvement", implement an unbalanced development strategy of agricultural product trade around improving agricultural green total factor productivity, and at the same time advocate moderate scale operations to better play the green development function of agricultural industry agglomeration.

Keywords agricultural product trade; agricultural green total factor productivity; agricultural industry agglomeration; spatial spillover effect; heterogeneity

