农村产业融合与农业绿色转型：影响效应及其作用机制*

张 驰，雷小雨

（重庆工商大学成渝地区双城经济圈建设研究院，重庆 400067）

摘 要：农业绿色转型成为我国新发展阶段农业发展的重要战略之一。随着乡村振兴战略的持续深入推进，农村产业融合取得显著进展，不仅为农村经济注入了新的活力，同时成为推动农业绿色转型的关键力量。基于2008—2020年中国30个省份的面板数据，运用双向固定效应模型实证检验了农村产业融合对农业绿色转型的影响效应及作用机制。研究表明，农村产业融合显著促进农业绿色转型。机制分析表明，农村产业融合通过提升农业绿色技术创新水平和推动土地规模化经营，促进农业绿色转型。进一步分析表明，农村产业融合对农业绿色转型的促进作用在粮食主产区和东部地区更显著。因此，建议以农村产业融合为抓手推动农业绿色转型；在农村产业融合发展中强化农业绿色技术创新、推进土地规模化经营从而推动农业绿色转型；因地制宜推动农村产业融合，采取差异化策略推动农业绿色转型，赋能我国农业高质量发展。

关键词：农村产业融合；农业绿色转型；影响效应；作用机制；区域差别

中图分类号：F323.22 **文献标志码**：A **文章编号**：1674-9189(2024)06-0155-13

一、引 言

我国是农业大国，自改革开放以来农业发展成就显著，水果、肉类、蔬菜、禽类和水产品产量均居世界首位。尽管我国耕地面积不到全球的10%，但却能生产全球四分之一的粮食，解决了五分之一人口的温饱问题①。然而，过度开发资源、依赖高投入和高耗能的传统生产模式，对生态环境和人民生活质量产生了严重负面影响。极端天气、环境恶化及资源过度消耗，导致我国农业发展面临瓶颈，粮食安全受到威胁。例如，2024年6月华北和黄淮地区的旱情，给夏收夏播带来巨大挑战，严重影响农业生产和粮食收成。目前，我国粗放型农业生产模式引起党和国家领导人的高度重视，2016年中央一号文件明确强调农业绿色低碳转型的重要性，并指出："在资源和环境约束日益严峻的背景下，如何加快农业发展方式转变，确保粮食等重要农产品的有效供给，实现绿色发展和资源永续利用，是必须解决的现实难题。"②党的二十大报告提出，要"推进农业绿色发展"③，为我国农业和农村现代

*项目来源：国家社会科学基金一般项目(22BGL263)。

作者简介：张驰，男，博士，副教授，研究方向：农产品流通与农业绿色发展。

①数据来源于中国网：《端牢中国饭碗，保障粮食安全》，2023年10月26日。参见国家粮食和物资储备局，https://www.lswz.gov.cn/html/zt/sjlsr2023/2023-10/26/content_277136.shtml。

②引自于新华社：《中共中央 国务院关于落实发展新理念加快农业现代化 实现全面小康目标的若干意见》，2016年1月27日。参见新华网，http://www.xinhuanet.com/politics/2016-01/27/c_1117916568_2.htm。

③引自于新华社：《习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》，2022年10月25日。参见新华网，http://www.xinhuanet.com/politics/cpc20/2022-10/25/c_1129079429.htm。

化指明发展方向。

2015年中央一号文件首次提出要“推进农村一二三产业融合发展”，并强调“增加农民收入，必须延长农业产业链，提高农业附加值”④，这一政策导向为农村产业融合奠定了基础。农村产业融合有助于优化资金配置、实现要素跨产业流动，提升农业全要素生产效率，并对农民增收产生积极影响（国家发展改革委宏观院和农经司课题组，2016）。从理论角度看，农村产业融合的推进能够为农业绿色转型提供必要的要素基础和微观动力。在现实发展中，2017-2022年中国农村产业融合成效显著，期间共批准创建了374个农村产业融合发展示范园⑤，且这一数量仍在持续增长。根据农业绿色发展指数的对比，2021年我国农业绿色发展指数为77.53，比2015年提高了2.34⑥。此外，最新发布的《2024中国农业农村低碳发展报告》显示，我国农业碳排放总量和强度均呈现下降趋势⑦。这是否表明农村产业融合能够有效促进农业绿色转型？如果这一现象属实，那么在制定农业绿色转型政策时，中央和地方政府应将农村产业融合作为一个关键因素纳入决策考量。然而，一个值得深入探讨的问题是，农村产业融合对农业绿色转型的影响是通过何种机制实现的？这一影响效应是否在不同区域存在显著差异？对这些问题的全面探索，将对我国实现高质量农业绿色转型具有重要的现实意义。

二、文献综述

（一）农村产业融合研究

1. 关于农村产业融合的定义与测度

农村产业融合的核心在于将其他产业整合进农业领域，推动农业经济和生态的可持续发展（Barbara et al.，2012）。具体而言，农村产业融合是指农村一二三产业的融合发展，通过产业联动、体制机制创新等方式，实现跨产业资金优化、生产要素完善、产业链条延伸和利益机制创新，从而打破传统的一二三产业割裂状态，形成产业间相互融合与各类主体共生共赢的新型产业生态。目前，学者对于农村产业融合水平的测度方法和评价指标体系已有较多探讨，主要集中在以下几方面：农业产业链延伸程度、农业多功能拓展、农业与服务业融合水平、农业新业态培育、利益联结机制完善程度以及农业技术渗透程度（李宽等，2024）。尽管农村产业融合的测度方法各异，但学界对于我国农村产业融合整体发展水平较低已达成共识，亟需进一步提升（黎新伍等，2021）。此外，不同地区之间的农村产业融合发展水平存在显著异质性（张林等，2023）。

2. 关于农村产业融合的影响效应研究

农村产业融合对经济发展和生态环境产生了不同程度的影响。研究表明，农村产业融合对农民增收（丁雅欣等，2023）、缩小城乡收入差距（胡泽宏，2023）、农业碳减排（谢帮生等，2024）、土地、资本和技术要素的优化配置（李乾等，2018）、农业种植模式的多元化（郭军等，2019）以及农村生态环境改善均具有显著正向影响，进而有助于推动农村高质量发展和实现共同富裕。此外，农村产业融合还对农村生态环境起到保护作用，能够减少化肥、农药和农膜的使用。但农村产业融合对生态环境的

④ 引自于新华社：《中共中央国务院关于加大改革创新力度加快农业现代化建设的若干意见》，2015年2月1日。参见新华网，http://www.xinhuanet.com/politics/2015-02/01/c_1114209962_3.htm。

⑤ 数据来源于农业农村部新闻办公室：《中国乡村振兴产业融合发展报告（2022）》，2023年12月26日。参见中华人民共和国农业农村部，https://www.moa.gov.cn/xw/zwdt/202312/t20231226_6443579.htm。

⑥ 数据来源于新华社：《〈中国农业绿色发展报告2022〉在京发布 农业绿色发展水平持续向好》，2023年6月9日。参见新华网，http://www.xinhuanet.com/food/20230609/fa3497f678be47b4bba0563b3e175dc8/c.html。

⑦ 数据来源于中国科学报：《2024中国农业农村低碳发展报告发布》，2024年5月11日。参见科学网，https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2024/5/522454.shtm。

改善效应只有在较高发展水平的基础上才会显现。

（二）农业绿色转型研究

农业绿色转型是通过调整农业的生产方式、生产结构和生产环境，减少资源消耗和污染排放，实现经济效益、生态效益和社会效益的协调统一（张林秀等，2021）。在新时代背景下，农业绿色转型的内涵不仅是降低碳排放和能源消耗，还要注重减少化肥、农药等化学品的使用，降低农业污染物排放，减少农业生产成本。同时，促进农民增收，提高农民生活水平，并推动农村经济高质量发展。

现有关于农业绿色转型的研究主要集中在农业碳减排和农业绿色全要素生产率两个领域。在农业碳减排方面，主要聚焦于农业碳排放的测算研究。李国志等（2010）运用LMDI模型以能源消耗为对象对农业碳排放进行估算，李波等（2011）进一步以种植业为对象对农业碳排放进行测算。此外，田云等（2022）对农业能源利用、物资投入、水稻种植和养殖四方面进行了碳排放测算，研究发现，在“双碳”目标下我国农业碳排放总量呈现下降趋势。在农业绿色全要素生产率方面，学者主要探讨了影响因素及其效应。研究发现，规模经营（宋燕平等，2024）、农村基础设施（李建英等，2023）、数字乡村（杜建军等，2023）、绿色金融（尹子擘等，2021）等因素的变化均对农业绿色全要素生产率有影响。但农业绿色全要素生产率研究和农业绿色转型研究之间存在一定差异。农业绿色全要素生产率研究侧重于农业生产过程中的要素利用效率和技术进步对生产效率的提升，重点关注农业的经济功能，同时兼顾低碳减排；而农业绿色转型研究则兼顾农业的经济、社会和生态功能。目前学界对于农业绿色转型的研究主要集中在内涵构建方面，缺乏对其影响机理的分析，相应的实证研究尚未广泛开展。

上述文献为本文研究提供了坚实的基础，但现有研究主要集中于农村产业融合水平的测度和影响效应、农业绿色转型的理论内涵、碳减排以及农业绿色全要素生产率等方面，尚未发现考察农村产业融合与农业绿色转型之间影响效应的研究。因此，本文可能的边际贡献在于：一是从农村产业融合发展的现实模式出发，将农村产业融合与农业绿色转型纳入同一研究框架，基于对二者理论机制的系统分析，利用省级面板数据实证检验农村产业融合对农业绿色转型的影响效应。二是利用中介效应模型，探讨农业绿色技术创新和土地规模化经营在农村产业融合影响农业绿色转型中的作用机制，有助于深入揭示农村产业融合带来的农业绿色转型效应。三是分析农村产业融合影响农业绿色转型的异质性特征，为推动差异化的农业绿色转型提供理论依据和政策参考。

三、理论分析与研究假说

（一）农村产业融合对农业绿色转型的直接影响

农业绿色转型强调经济功能、社会功能和生态环境功能的协调发展（见图1）。目前，我国农业绿色转型发展进入提质增效阶段，这一阶段应将绿色发展内化为农业生产的核心驱动力，既要求在生产过程中减少碳排放强度，又要推动农业经济持续增长，提高农民生活水平，满足农民精神文化需要，同时保障粮食安全，从而实现绿色与发展的良性互动（金书秦等，2024）。因此，推动农业绿色转型不仅要发挥农业的生态功能，还要同时注重经济功能和社会功能并举。根据现有研究，我国农村产业融合主要体现为农业内部融合、农业产业链延伸、农业多功能性拓展以及农业服务业交叉融合等几种形式（赵雪等，2023），这些形式对农业绿色转型产生直接影响。

首先，农村产业内部融合有助于减少环境污染，推动农业绿色转型。这种融合模式通过农业内部重组融合，以种养结合、林养结合、农牧结合等方式推动农业各领域的深度联动，以优势互补为基础，实现农业内部合作与循环发展，提高农业资源利用率的同时促进废物循环利用（程莉等，2024）。一方面降低了农业生产过程中的碳排放，另一方面减少了农业生产中PM2.5主要元素氨的产生，从而

减轻了环境污染，推动了生态环境层面的农业绿色转型。

其次，农业产业链延伸和农业服务业交叉融合不仅能够减少污染排放，而且能够提升农业发展水平、改善农民生活质量与保障粮食安全，从而推动农业绿色转型。农业产业链延伸以农产品的生产、加工、销售和贸易为核心，向产业链上下游延伸拓展，推动农产品加工业机械化和环保化升级，降低污染排放。同时，这种融合模式有助于传统农业生产方式的转变，提高农产品附加值，降低生产成本，增加农民收入，促进农业经济增长。农业服务业交叉融合聚焦于农业生产性服务业，为农业生产提供重要支撑(刘宇薇，2023)。这一模式将数字化技术和现代农业装备引入农业生产中，不仅提高了资源利用效率和农业生产效率，保障粮食安全，减少环境污染，还创造了更多就业机会，拓宽了农民增收渠道，使其有更多收入用于教育、文化和娱乐等方面，从生态、经济和社会多层面推动农业绿色转型。

最后，农业多功能拓展的关键是挖掘农业多维度价值，发挥其休闲、生态、旅游及文化等非经济功能，将农村土地、文化等资源与休闲娱乐相结合，拓展农业经营范围，催生新业态，优化土地利用结构(胡平波等，2019)。这种模式促进乡村旅游业蓬勃发展，改善了农民的生产和生活环境，提高了农民对自然资源的保护和可持续发展意识，推动了农业绿色转型。据此，提出假说1。

H1：农村产业融合对农业绿色转型具有促进作用。

(二) 农村产业融合对农业绿色转型的影响机制

1. 农村产业融合通过促进农业绿色技术创新影响农业绿色转型

根据产业融合理论，技术融合是产业融合的核心(马健，2002)。在农村产业融合过程中，不同产业间的技术交流和融合为农业绿色转型提供了技术支持。农村产业融合的深入推进带动农业产业链延伸，推动企业集聚，为广泛传播和高效共享技术、知识、信息创造基础条件，进而催生新技术，如信息技术、生物技术与农业生产融合，推动了精准农业、生态农业等绿色技术的创新与应用。而农业绿色技术在农业绿色生产过程中发挥重要作用，有效促进了农业绿色转型。一方面，农业绿色技术能够提升资源利用率和生产效率，如生物防治技术和有机栽培技术能够在种植阶段减少损耗、降低化学农药使用，并有效控制病虫害；另一方面，农业绿色技术能够降低污染物排放，如秸秆还田和微生物修复技术能够完善农业废弃物处理体系，减少因废弃物燃烧而产生的碳排放。据此，提出假说2。

H2：农村产业融合通过促进农业绿色技术创新推动农业绿色转型。

2. 农村产业融合通过促进土地规模化经营影响农业绿色转型

一方面，农村产业融合通过农业与旅游、休闲、生态、养老等业态融合，能够更高效、合理利用土地资源，解决土地废弃和小规模经营资源浪费的问题；另一方面，农业产业链延伸实现农业生产、加工、销售和贸易一体化发展产生规模效应，催生更多家庭农场和专业大户，减少土地利用细碎化现象，扩大经营规模。因此，农村产业融合能够促进土地规模化经营，而土地规模化经营也能有效促进农业绿色转型。已有研究表明，土地经营规模越大，化肥和农药的使用量越低(张露等，2020)，土地规模化经营能够减少污染物质排放。同时，土地规模化经营能够提升农业投入要素的集约化程度，提高资源利用率，推动农业绿色转型。此外，土地规模化经营通过集中采购和统一管理等方式降低农业生产成本。如联合采购农资、种子和农业社会化服务等可以降低单位面积的生产成本；与此同时，规模化经营还有助于提高农产品的产量和质量，增加农民收入，提升整体经济效益，从经济和生态层面推动农业绿色转型。据此，提出假说3。

H3：农村产业融合通过促进土地规模化经营推动农业绿色转型。

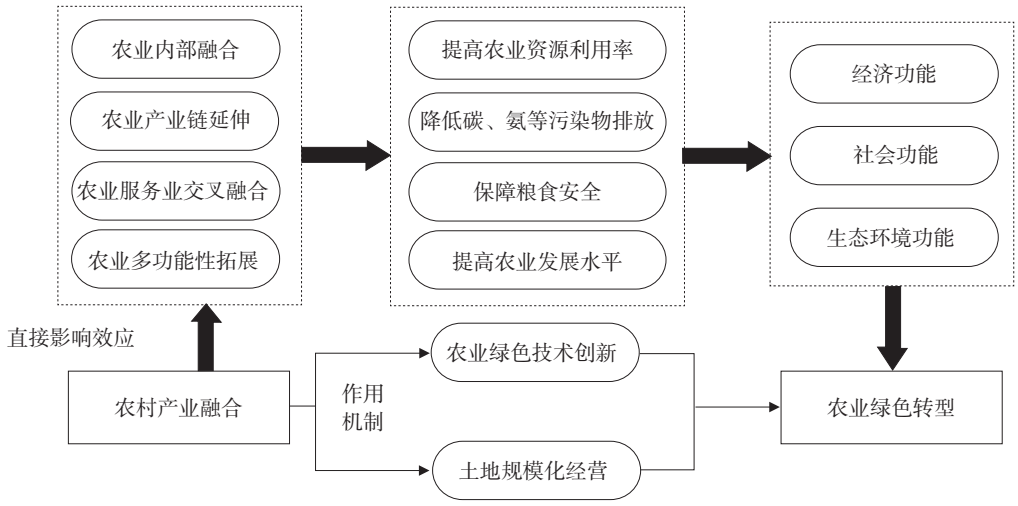


图1 理论框架

四、数据来源、变量选取与模型构建

（一）数据来源

基于农业专业合作社和休闲农业营业收入数据的可获得性和准确性，本文以2008—2020年30个省份（不涉及西藏、港澳台地区）的省级面板数据为研究样本。农村产业融合、农业绿色转型各指标及控制变量原始数据主要来源于国家统计局、国家知识产权局、世界知识产权组织、各省直辖市及自治区统计年鉴、《中国统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《中国农业年鉴》《中国休闲农业统计年鉴》《中国农业统计年鉴》以及CEADs中国碳核算数据库。

（二）变量选取

被解释变量。本文选取农业绿色转型GTA（Green transformation of agriculture）作为被解释变量。基于前文分析，本文从农业的经济功能、社会功能和生态功能三个一级指标构建农业绿色转型综合评价指标体系。同时，考虑到各指标间的相关性和相互作用，采用客观赋权法——熵值法对各指标权重赋值，具体指标及权重见表1。

表1 农业绿色转型评价指标体系

一级指标	二级指标	指标含义	方向	权重
经济功能	农业发展水平	第一产业增加值/地区生产总值	+	0.1318
	农民生活水平	农村居民人均可支配收入（万元）	+	0.1760
社会功能	保障粮食安全	粮食产量（万吨）	+	0.2871
	精神文化需要	农村居民教育文化娱乐支出/农村居民消费支出	+	0.3023
生态功能	碳排放强度	农业二氧化碳排放量*碳排放系数	−	0.0592
	PM2.5	每日PM2.5年均值	−	0.0436

农业碳排放来源广泛，包括农作物播种、施肥、灌溉以及农业机械作业等环节。在这些过程中，碳排放主要来源于化肥、塑料薄膜、农药、农用柴油、农作物播种翻耕以及灌溉活动。本文通过化肥施用量、塑料薄膜使用量、农药使用量、农用柴油使用量、农作物播种面积以及灌溉面积数据，衡量6种农业碳排放主要来源。为此，参考丁宝根等（2022）对碳排放强度的测算方法，具体计算公式为：

$$ACE=(\sum ACE_i*\gamma_i) \quad (1)$$

式(1)中，ACE(Agricultural Carbon emissions)表示农业碳排放总量，ACE_i表示第i种碳排放来源，γ_i表示碳排放系数，本文碳排放系数主要借鉴李波等(2011)、段华平等(2011)相关研究，具体碳排放系数及参考来源见表2。根据本文评价指标体系所计算得出的农业绿色转型指数均为正值，该值越大表明农业绿色转型水平越高。

表2　农业碳排放主要来源及碳排放系数参考来源

农业碳排放主要来源	碳排放系数	参考来源
化肥施用	0.89 千克/千克	马涛(2011)
塑料薄膜使用	5.18 千克/千克	王宝义等(2016)
农药使用	4.93 千克/千克	马涛(2011)
农用柴油使用	0.59 千克/千克	IPCC(2013)
农作物播种翻耕	312.60 千克/平方千米	李波等(2011)
灌溉	266.48 千克/公顷	段华平等(2011)

解释变量。本文选取农村产业融合RII(Rural industrial integration)作为解释变量。农村产业融合是指农村一二三产业融合发展，各类主体共生互赢，优化产业生产要素跨界配置，推动新型发展生态的形成。故本文借鉴谢帮生等(2024)、郝爱民等(2023)的相关研究，选取农村新业态培育、农业产业链延伸、利益关联机制完善、农业多功能性拓展以及农业服务业融合发展作为一级指标，构建农村产业融合综合评价指标体系。同时，采用熵值法对各指标赋值，具体指标及其权重见表3。

农村产业融合体现为一二三产业相互融合，主要目的是实现传统单一农业发展模式向多样化转变，改变农林牧渔业的生存发展环境来缓解农业本身的弱质性，主要表现为设施农业的兴起(谢帮生等，2024)。此外，农村一二产业融合推动了农业产业链延伸，尤其是农产品产业链的拓展，体现在加工业的升级。农村产业融合发展的核心目的是促进农民增收，而参与融合的主体将在这一作用机制中发挥重要作用。因此，农村利益机制的完善直接影响农民利益的分配，具体表现在每万人所拥有的农民专业合作社数量。此外，农村一三产业融合还推动了农业与服务业及旅游业的融合，表现为休闲农业和农林牧渔服务业的发展。

表3　农村产业融合评价指标体系

一级指标	二级指标	方向	权重
新业态培育	设施农业总面积/耕地面积	+	0.2474
农业产业链延伸	农产品加工业主营业务收入/第一产业总产值	+	0.2780
利益关联机制完善	农业专业合作社数量/农村人口数	+	0.1442
农业多功能性延伸	休闲农业营业收入/第一产业总产值	+	0.2034
农业服务业融合发展	农林牧渔服务业增加值/第一产业增加值	+	0.1270

机制变量。构建农业绿色技术创新(Tech)和土地规模化经营(LMS)两项机制变量。采用人均农业绿色专利衡量农业绿色技术创新水平，借鉴欧阳晓灵等(2022)的研究，将国家知识产权局的专利申请数据与世界知识产权组织发布的《国际专利分类绿色清单》相匹配，得到各省农业绿色专利数量，将农业绿色发明专利申请量和实用新型专利申请量加总后除以乡村人口数，即得出本文农业绿色技术创新水平。借鉴李宽等(2024)的研究，使用农作物播种面积除以乡村从业人员数量衡量土地规模化经营水平。

控制变量。基于已有研究，财政支农水平(FSA)、就业密度(ED)、交通设施水平(TI)和工业化水平(IL) 对农业绿色转型具有一定影响(王向辉，2023；刘桉志等，2024)。其中，财政支农水平通过资金补贴、税收优惠等方式引导农业绿色转型；就业密度通过影响农产品市场需求和政策环境间接影响农业绿色转型；交通设施水平能够影响农产品流通效率，公路网络的畅通为农业市场信息和绿色技术的传播提供便捷渠道，为农业绿色转型提供基础条件；工业化水平的提升通常会吸引大量资金和人才，但可能导致农业领域投入不足，同时农村工厂数量和排放物增加会破坏农业生态环境，在一定程度上影响农业绿色转型。故本文将上述四个变量作为控制变量，聚焦考察农村产业融合对农业绿色转型的影响。就业密度由某地区就业人数除以该地区行政区划面积衡量；交通设施水平以公路里程数取对数衡量；工业化水平由某地区工业增加值除以该地区生产总值衡量。各变量说明与描述性统计结果见表4。

表4 各变量说明与描述性统计

变量类型		变量计算方法	均值	标准差	最大值	最小值
被解释变量*GTA*		熵值法赋权	0.2944	0.1095	0.6763	0.1063
解释变量*RII*		熵值法赋权	4.5025	3.5037	18.0614	0.1584
机制变量	*Tech*	农业绿色专利授权数量/乡村人口	0.1432	0.2405	1.6933	0
	LMS	农作物播种面积/乡村从业人员	3.3274	2.8218	15.0860	0.2552
控制变量	*FSA*	地方财政农林事务支出	467.1712	282.2837	1 339.3600	38.5400
	ED	就业人数/行政区划总面积	0.0256	0.0369	0.2170	0.0004
	TI	公路里程，取对数	11.6465	0.8544	12.8850	9.3498
	IL	工业增加值/国内生产总值	0.3336	0.0860	0.5594	0.1007

（三）模型选择与构建

本文采用双向固定效应面板模型考察我国农村产业融合对农业绿色转型的影响效应，选择该模型的理由在于：一是与面板模型中的其他形式(如随机效应模型和混合效应模型)相比，双向固定效应模型能够同时考虑个体和时间两个维度的固定效应，提高模型的解释力；二是双向固定效应模型能够处理异方差性和序列相关性问题，提高模型准确性；三是该模型在“三农”领域的研究中应用广泛，具有较好的解释力和实用性(程莉等，2024；赵雪等，2023)。因此，本文具体模型设定如下：

$$GTA_{i,t}=\beta_0+\beta_1 RII_{i,t}+\beta_2 Controls_{i,t}+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

式(2)中，$GTA_{i,t}$ 表示第 i 个个体在第 t 时期的农业绿色转型水平，$RII_{i,t}$ 表示第 i 个个体在第 t 时期的农村产业融合水平，*Controls* 表示一系列控制变量，μ_i 表示个体固定效应，δ_t 表示时间固定效应，$\varepsilon_{i,t}$ 表示随机扰动项。

为厘清农村产业融合影响农业绿色转型的传导机制，构建中介效应模型。由于传统三步法在估计参数时可能不一致，导致无法准确判断中介效应的存在性和解释力度，且检验效能较低，有时可能无法揭示实际存在的中介效应，因此借鉴江艇(2022)提出的两步法中介效应检验方法，能够较好地判断特定机制是否存在。基于此，构建如下中介效应模型：

$$MED_{i,t}=\alpha_0+\alpha_1 RII_{i,t}+\alpha_2 Controls_{i,t}+\mu_i+\delta_t+\varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中，$MED_{i,t}$ 表示中介变量，包括农业绿色技术创新、土地规模化经营，其余变量定义与式(2)相同。

五、实证结果分析

（一）基准回归分析

首先，进行Hausman检验，$P<0.05$，采用固定效应模型进行分析。其次，进行多重共线性检验，各变量VIF值均小于10，故不存在多重共线性问题。本文基准回归结果如表5所示，模型（1）为未加入控制变量的OLS回归结果，农村产业融合对农业绿色转型的影响效应估计值为0.0027，在10%水平上显著；模型（2）为加入控制变量后的OLS回归结果，影响效应估计值为0.0040，在5%水平上显著。该结果表明，使用最小二乘法估计，无论是否加入控制变量，农村产业融合均对农业绿色转型有显著正向影响。进一步采用双向固定效应模型分析，模型（3）为未加入控制变量的回归结果，影响效应估计值为0.0037，在1%水平上显著；模型（4）为加入控制变量的回归结果，影响效应估计值为0.0024，在1%水平上显著，说明农村产业融合对农业绿色转型具有显著促进作用，且每增加1个单位的农村产业融合水平，农业绿色转型水平将平均提高0.0024个单位。因此，假说1得证。

控制变量回归结果显示，就业密度（ED）对农业绿色转型具有显著正向影响；工业化水平（IL）对农业绿色转型具有显著负向影响，与前文分析一致。但财政支农水平（FSA）对农业绿色转型具有显著负向影响，与前文分析不符，可能的原因是当前财政支农资金分散在多个项目和领域，导致资金利用效率不高，未能有效形成合力推动农业绿色转型；交通基础水平（TI）对农业绿色转型具有显著负向影响，与前文分析不符，可能的原因是交通设施的建设和运营促进了土地资源的过度开发和利用，会对环境造成一定影响。

表5　基准回归结果

变量	OLS(1)	OLS(2)	FE(3)	FE(4)
RII	0.0027*	0.0040**	0.0037***	0.0024***
	(0.0016)	(0.0017)	(0.0008)	(0.0006)
FSA		−0.0000		−0.0001***
		(0.0000)		(0.0000)
ED		0.6369***		1.4528***
		(0.1828)		(0.1822)
TI		0.1102***		−0.0712***
		(0.0116)		(0.0145)
IL		−0.3416***		−0.0598**
		(0.0693)		(0.0282)
常数项	0.2824***	−0.8894***	0.2916***	1.1100***
	(0.0090)	(0.1189)	(0.0035)	(0.1662)
时间固定效应	未控制	未控制	已控制	已控制
省份固定效应	未控制	未控制	已控制	已控制
观测值	390	390	390	390
R^2	0.0073	0.3706	0.2901	0.5660

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平下显著，括号内容为标准误。下同。

（二）稳健性检验

为保证基准回归结果的稳健性，分别采用滞后一期解释变量、缩减样本和剔除直辖市三种方法进行稳健性检验。第一，农村产业融合的政策实施具有时滞性，且基础设施建设需要一定时间才会对农

业绿色转型产生影响，故使用农村产业融合滞后一期的数据进行基准回归；第二，为避免极端值对基准回归结果产生影响，故对所有变量进行1%和99%的缩尾处理，缩减样本容量后再进行基准回归；第三，由于我国直辖市在政策扶持、经济发展和资源配置等方面与其他省市具有不同特征，因此剔除北京、上海、天津、重庆四个直辖市后再进行基准回归分析。

稳健性检验结果显示，滞后一期解释变量、缩减样本、剔除直辖市后，RII（农村产业融合）的系数分别为0.0023、0.0024、0.0038均在1%水平上显著。因此，基准回归结果稳健。

（三）内生性问题

农村产业融合能够推动农业向更加环保、高效、可持续的方向发展，从而促进农业绿色转型。农业绿色转型要求更高的农产品竞争力和附加值，对于优化农村产业结构具有促进作用，同时还要求农村经济可持续发展，推动农业与其他产业的融合发展。因此，农村产业融合与农业绿色转型间可能存在双向因果关系。此外，潜在的遗漏变量等问题可能导致模型存在内生性问题。为消除以上两个问题对实证分析的影响，本文采用工具变量法处理内生性问题。由于乡镇文化站作为农村文化软实力的一部分，能够在一定程度上影响农村产业融合的进展，但并不直接影响农业绿色转型。其满足工具变量相关性和外生性前提条件，且历史数量不随时间变化而发生改变。因此，借鉴黄群慧等（2019）的研究，构建2008年乡村文化站数量对数值与前一期农村产业融合的交互项作为工具变量（*IV*）。采用两阶段最小二乘法（2SLS）回归，农村产业融合的系数为0.0023仍然在1%水平上显著，且第一阶段*F*值为206.15不存在弱工具变量问题。该结果表明，采用工具变量的回归结果与基准回归结果一致，农村产业融合促进农业绿色转型的作用在考虑内生性问题后依然稳健。

基于上述分析可以发现，农村产业融合对农业绿色转型具有显著正向影响，且这一结论在经过稳健性检验和内生性处理后依然成立。这表明我国农村产业融合政策在推动产业生态化和生态产业化协同发展，实现农业绿色转型方面取得了良好成效。

（四）作用机制分析

根据前文理论分析和研究设计，本文采用中介效应模型实证分析农村产业融合通过促进农业绿色技术创新和土地规模化经营来推动农业绿色转型的作用机制，中介效应检验结果如表6所示。

表6 机制分析

变量名称	GTA（1）	Tech（2）	LMS（3）
RII	0.0024***	0.0080***	0.0648***
	(0.0006)	(0.0023)	(0.0081)
FSA	−0.0001***	0.0001**	0.0005***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0001)
ED	1.4528***	6.3062***	−8.9833***
	(0.1822)	(0.8744)	(2.4083)
TI	−0.0712***	0.0332	−0.1358
	(0.0145)	(0.0533)	(0.1912)
IL	−0.0598**	−0.0066	−0.1923
	(0.0282)	(0.1343)	(0.3725)
常数项	1.1100***	−0.4801	5.0079**
	(0.1662)	(0.6162)	(2.1975)
观测值	390	390	390
R^2	0.5660	0.3920	0.2580

表6中列(1)显示农村产业融合对农业绿色转型具有显著正向影响，列(2)表明农村产业融合在1%的水平上显著提高农业绿色技术创新水平，证明农业绿色技术创新存在显著中介效应，农业绿色技术创新为农业生产各环节提供绿色技术支持，减少农业碳排放，推动农业绿色转型，因此假说2得证。列(3)表明农村产业融合在1%水平上显著促进土地规模化经营，证明土地规模化经营存在显著中介效应，土地规模化经营能够降低生产细碎化程度，提高生产效率，并推动农业绿色转型，假说3得证。

六、进一步分析

（一）粮食产区异质性

由于我国地域辽阔，不同粮食产区农业发展环境差异较大，农业基础设施和农业政策导向不同导致了农业发展水平的差异，从而影响农村产业融合对农业绿色转型的促进作用。因此，将30个省份划分为粮食主产区和非粮食主产区进行异质性分析。分析结果如表7所示：粮食主产区和非粮食主产区的系数均为正，且在1%水平上显著，但回归系数呈现出粮食主产区(0.0077)>非粮食主产区(0.0050)的顺序，表明农村产业融合对农业绿色转型的影响效应在两个地区存在差异。可能的原因是粮食主产区农业发展较为成熟，农业与工业、服务业深度融合，为确保国家粮食安全和农业可持续发展，政策大力鼓励推广绿色农业技术和农业科技创新技术，这些技术的落地程度也较高(张雪萍等，2022)。因此，农村产业融合对农业绿色转型的影响效应会更显著。而非粮食主产区处于农业发展初期阶段，农业基础设施和绿色农业技术相对滞后，政府促进农村产业融合的政策效果尚未完全显现，从而农村产业融合对农业绿色转型影响的边际效应小于粮食主产区。

表7　异质性分析

变量	粮食主产区	非粮食主产区	东部地区	中部地区	西部地区
RII	0.0077***	0.0050***	0.0070***	0.0063***	0.0053***
	(0.0008)	(0.0007)	(0.0010)	(0.0010)	(0.0007)
FSA	−0.0001***	−0.0000	0.0000	−0.0001***	−0.0001***
	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)	(0.0000)
ED	4.1896***	1.2975***	0.9845***	2.8555*	3.0695
	(1.3310)	(0.1894)	(0.2399)	(1.5655)	(3.6887)
TI	−0.0265	−0.0273**	−0.0767***	0.0072	0.0112
	(0.0226)	(0.0130)	(0.0219)	(0.0260)	(0.0150)
IL	−0.1815***	−0.0166	−0.0536	−0.2531***	−0.0003
	(0.0403)	(0.0444)	(0.0786)	(0.0471)	(0.0378)
常数项	0.7173***	0.4734***	1.0423***	0.3830	0.1170
	(0.2661)	(0.1473)	(0.2513)	(0.3010)	(0.1724)
观测值	169	221	143	104	143
R^2	0.4452	0.5697	0.8813	0.9413	0.9201

（二）区域异质性

由于我国不同地区在经济水平、自然条件、资源禀赋等方面存在明显差异，而自然条件和资源禀赋影响着农村产业融合的模式和程度，导致各地区产业融合水平有所不同，对农业绿色转型的促进作用呈现出不同程度的区域差异。因此，借鉴沈小波等(2021)的研究，将样本数据中的30个省份分为东部、中部和西部三个区域。异质性分析结果显示，东部、中部和西部地区的回归系数均为正，且在1%水平上显著，回归系数呈现东部地区(0.0070)>中部地区(0.0063)>西部地区(0.0053)的顺序。可能

的原因是东部地区经济发展较快，农村产业融合水平远高于中部和西部地区，且东部地区资源丰富，更倾向于发展绿色农业、休闲农业等绿色产业，加强地方农业与旅游、文化等产业的融合，形成完整的产业链和产业集群，农村产业融合带动农业绿色转型作用明显。而中、西部地区资源相对匮乏，基础设施薄弱，会导致农村产业融合水平相对较低，不能充分延伸农业产业链，导致农业绿色转型的促进作用较小。

七、结论与政策建议

（一）结论

本文基于2008—2020年30个省份的省级面板数据，采用双向固定效应模型，实证检验了农村产业融合对农业绿色转型的影响效应及其作用机制。研究发现，农村产业融合对农业绿色转型具有显著促进作用，经系列稳健性检验后该结论仍然成立。机制分析表明，农村产业融合通过促进农业绿色技术创新、土地规模化经营推动农业绿色转型。异质性分析表明，与非粮食主产区相比，农村产业融合对农业绿色转型的促进作用在粮食主产区更为显著；与中、西部地区相比，农村产业融合对农业绿色转型的促进作用在东部地区更为显著。

（二）政策建议

第一，切实发挥农村产业融合对农业绿色转型的促进作用。本文研究表明，农村产业融合是推动农业绿色转型的重要抓手。因此，应将农村产业融合纳入农业绿色转型的政策框架中，充分考虑其对农业绿色转型的正向影响。首先，结合农业绿色转型的具体要求明确产业融合的目标、方向和重点，制定财政、税收、土地等方面的绿色政策；其次，加快调整农业结构，以农牧结合、农林结合、循环发展为导向调整农业结构，如推动粮食、经济作物和饲草料三元结构协调发展，提高资源利用效率，减少环境污染；最后，优化财政支农的结构和方式，将财政支持与农业减排降碳挂钩，确保财政支农资金真正用于推动农业绿色转型。

第二，在农村产业融合发展中强化农业绿色技术创新从而推动农业绿色转型。首先，在农村产业融合发展示范园中搭建农业绿色创新技术样板基地，展示农业绿色技术的成果和效益，增强农民对于绿色技术的了解，带动周边地区使用绿色技术发展绿色农业。其次，鼓励农业与加工业、服务业等二三产业融合发展，形成农业全产业链条，通过产业融合，加强绿色技术在农业生产、加工、销售等各个环节的广泛应用。

第三，在农村产业融合发展中推进土地适度规模经营从而推动农业绿色转型。在产业融合情境中推动土地规模化经营，首先应推动农业与休闲、旅游、文化、养老等产业深度融合，依托当地资源优势，建立休闲山庄、老年文化中心、文化体验馆等，实现农村废弃、分散土地的集中利用，提高土地资源利用效率。其次，发展特色农业和设施农业，重点发展当地特色农产品，推动该产品农业生产的机械化和自动化进程，通过土地规模化经营降低生产成本，提高产量和质量，从而推动特色农业绿色转型。

第四，因地制宜推动农村产业融合进程，差异化推动农业绿色转型。对于粮食主产区，支持增粗拉长产业链条，强化产业间链接，做实精深加工；对于非粮食主产区，可以积极引进和培育龙头企业，通过产业集聚和融合，形成具有竞争力的产业链和产业集群。同时，加强与粮食主产区的合作与联动，实现资源共享和优势互补。其次，对于东部地区，充分发挥区位、劳动力、资金、资源优势，加快发展技术集约型和资金集约型农业，利用地理优势推动生产环节与国际标准接轨，提高农产品附加值，破解其规模竞争力较弱的难题；对于中部地区，依托农业资源和市场环境优势，大力发展花卉、水果、蔬菜等高效园艺产业和禽业，同时强化该地区冷链物流体系和生鲜配送体系，提高农户与

市场的对接效率；对于西部地区，在加强农村基础设施建设(交通、通讯、水利、公共服务等)的同时依托西部地区的自然资源优势，采用“循环种养+休闲旅游+研学基地”“采摘体验+农耕文化+康养度假”“农业生产+产品加工+电商直播”等多种融合模式，发展特色农业和生态农业，拓展农业多功能性，以农村产业融合推动农业绿色转型，促进农村经济高质量发展。

参考文献

[1] 国家发展改革委宏观院和农经司课题组. 推进我国农村一二三产业融合发展问题研究[J]. 经济研究参考, 2016(4): 3−28.

[2] 李寒, 史磊. 农村产业融合对农业碳排放的影响: 机制路径及空间溢出效应分析[J]. 中国农业资源与区划, 2024, 45(4): 1−14.

[3] 黎新伍, 徐书彬. 农村产业融合: 水平测度与空间分布格局[J]. 中国农业资源与区划, 2021, 42(12): 60−74.

[4] 张林, 曹星梅, 温涛. 中国农村产业融合发展的区域差异与空间收敛性研究[J]. 统计与信息论坛, 2023, 38(4): 71−87.

[5] 丁雅欣, 朱建华. 乡村振兴下农村产业融合与农民收入增长的实证研究——以贵州省为例[J]. 现代化农业, 2023(9): 57−60.

[6] 胡泽宏. 农村产业融合对城乡收入差距的影响研究[D]. 昆明: 云南财经大学, 2023.

[7] 谢帮生, 陈鎏鹏, 董丙瑞, 等. 农村产业融合的农业碳减排效应研究[J]. 农林经济管理学报, 2024, 23(2): 197−205.

[8] 李乾, 芦千文, 王玉斌. 农村一二三产业融合发展与农民增收的互动机制研究[J]. 经济体制改革, 2018(4): 96−101.

[9] 郭军, 张效榕, 孔祥智. 农村一二三产业融合与农民增收——基于河南省农村一二三产业融合案例[J]. 农业经济问题, 2019(3): 135−144.

[10] 张林秀, 白云丽, 孙明星, 等. 从系统科学视角探讨农业生产绿色转型[J]. 农业经济问题, 2021(10): 42−50.

[11] 李国志, 李宗植. 中国农业能源消费碳排放因素分解实证分析: 基于 LMDI 模型[J]. 农业技术经济, 2010(10): 66−72.

[12] 李波, 张俊飚, 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, 21(8): 80−86.

[13] 田云, 尹忞昊. 中国农业碳排放再测算: 基本现状、动态演进及空间溢出效应[J]. 中国农村经济, 2022(3): 104−127.

[14] 宋燕平, 范祥祺, 耿鹏鹏. 规模经营与农业绿色发展——基于农业绿色全要素生产率的观察[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2024(4): 57−70.

[15] 李建英, 战爽. 强化农村绿色基础设施投资提高农业全要素生产率[J]. 经济与管理, 2023, 37(5): 55−62.

[16] 杜建军, 章友德, 刘博敏, 等. 数字乡村对农业绿色全要素生产率的影响及其作用机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(2): 165−175.

[17] 尹子擘, 孙习卿, 邢茂源. 绿色金融发展对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 统计与决策, 2021, 37(3): 139−144.

[18] 金书秦, 张哲晰, 胡钰, 等. 中国农业绿色转型的历史逻辑、理论阐释与实践探索[J]. 农业经济问题, 2024(3): 4−19.

[19] 赵雪, 石宝峰, 盖庆恩, 等. 以融合促振兴: 新型农业经营主体参与产业融合的增收效应[J]. 管理世界, 2023, 39(6): 86−100.

[20] 程莉, 严月岑, 田泽升. 农村产业融合对生态环境的多维影响效应研究——以长江经济带为例[J]. 农业经济与管理, 2024(4): 105−120.

[21] 刘宇薇. 黑龙江省农村产业融合对农业绿色全要素生产率的影响研究[D]. 大庆: 黑龙江八一农垦大学, 2023.

[22] 胡平波, 钟漪萍. 政府支持下的农旅融合促进农业生态效率提升机理与实证分析——以全国休闲农业与乡村旅游示范县为例[J]. 中国农村经济, 2019(12): 85−104.

[23] 马健. 产业融合理论研究评述[J]. 经济学动态, 2002(5): 78−81.

[24] 丁宝根, 赵玉, 邓俊红. 中国种植业碳排放的测度、脱钩特征及驱动因素研究[J]. 中国农业资源与区划, 2022, 43(5): 1−11.

[25] 段华平, 张悦, 赵建波, 等. 中国农田生态系统的碳足迹分析[J]. 水土保持学报, 2011, 25(5): 203−208.

[26] 马涛. 上海农业碳源碳汇现状评估及增加碳汇潜力分析[J]. 农业环境与发展, 2011, 28(5): 38−41.

[27] 王宝义, 张卫国. 中国农业生态效率测度及时空差异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(6): 11−19.

[28] 郝爱民, 谭家银, 王桂虎. 农村产业融合、数字金融与县域经济韧性[J]. 农村经济, 2023(2): 85−94.

[29] 欧阳晓灵, 张骏豪, 杜刚. 环境规制与城市绿色技术创新: 影响机制与空间效应[J]. 中国管理科学, 2022, 30(12): 141−151.

[30] 王向辉. 数字普惠金融、农地流转与农业绿色低碳转型[J]. 统计与决策, 2023, 39(23): 156−161.

[31] 刘桉志, 杨树果. 乡村数字化对农业绿色低碳发展的影响——基于耦合协调度和中介效应模型的实证[J]. 农业资源与环境学报, 2024, 41(5): 1211-1219.

[32] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5): 100-120.

[33] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济, 2019(8): 5-23.

[34] 张雪萍, 张敬林, 李敬锁. 农业科技创新投入对粮食生产效率的影响研究[J]. 江西农业学报, 2022, 34(2): 197-202.

[35] 沈小波, 陈语, 林伯强. 技术进步和产业结构扭曲对中国能源强度的影响[J]. 经济研究, 2021, 56(2): 157-173.

[36] Barbara Braun, Justyna Brzozowska. Natural conditions for the development of sustainable agriculture in the eastern part of the Łowicko-Błońska plain[J]. Miscellanea Geographica-Regional Studies on Development, 2012, 16(1): 5-10.

[37] IPCC. Climate change 2013: The physical science basis in contribution of working group I (WGI) to the fifth assessment report of the inter-governmental panel on climate change[M]. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013.

（责任编辑：裴雪昆）

Rural Industrial Integration and Green Transformation of Agriculture: Impact Effects and Its Mechanism of Action

ZHANG Chi, LEI Xiaoyu

(Chengdu Chongqing Economic Circle Construction Research Institute, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China)

Abstract: At present, the green transformation of agriculture has become an important strategy for China's agricultural development in the new development stage. With the continuous and in-depth promotion of the rural revitalization strategy, the integration of rural industries has gradually achieved tangible results, which has not only injected new vitality into the rural economy, but also become a key force in promoting the green transformation of agriculture. The effects and mechanisms of rural industrial integration on green transformation of agriculture were empricially examined using panel data of 30 provinces (autonomous regions and municipalities directly under the central government) from 2008 to 2020 with a two-way fixed effects model. It was found that rural industrial integration has a significant role in promoting green transformation of agriculture. Mechanism analysis showed that rural industrial integration promotes green transformation of agriculture by enhancing the level of agricultural green technological innovation and promoting the large-scale operation of land. Heterogeneity analysis showed that the promotion effect of rural industrial integration on green transformation of agriculture was more significant in the major grain producting areas and the eastern region. Therefore, it was recommended that the integration of rural industries should be used as a tool to promote the green transformation of agriculture, strengthen the innovation of agricultural green technology and promote the large-scale operation of land, thereby promoting the green transformation of agriculture; the integration of rural industries should be promoted in accordance with the local conditions and in differentiated manners, thereby empower the high-quality development of China's agriculture.

Key words: rural industrial integration; green transformation of agriculture; impact effect; mechanism of action; regional differences