

农业科技创新能力对城乡融合发展的影响

张雅文

重庆师范大学经济与管理学院, 重庆

收稿日期: 2026年4月8日; 录用日期: 2026年5月16日; 发布日期: 2026年5月27日

摘要

近年来, 农业科技创新迅速发展成为了社会经济转型和科技进步与发展的新动力, 为推动城乡融合和全面推进乡村振兴提供了更好的机会。在理论研究的基础上构建了农业科技创新能力与城乡融合发展综合指标体系运用了熵权 - TOPSIS进行了测算, 以及引用中介机制测算了农业全要素生产率。并利用2011~2023年的省级面板数据。从理论和实证分析的角度探讨了农业科技创新能力, 对城乡融合发展的影响效应及作用机制结果表明农业科技创新能力能够显著提升城乡融合水平。该结论通过工具变量估计与稳健性检验后依然成立。机制检验表明, 农业技术进步是农业科技创新能力推动城乡融合发展的关键。异质性分析表明东部和西部地区以及实验区等受益明显, 中部地区和非实验区有抑制作用。

关键词

农业科技创新能力, 城乡融合发展, 农业技术进步, 农业全要素生产率

The Impact of Agricultural Science and Technology Innovation Capability on Urban-Rural Integrated Development

Yawen Zhang

School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing

Received: April 8, 2026; accepted: May 16, 2026; published: May 27, 2026

Abstract

In recent years, agricultural science and technology innovation has rapidly developed, becoming a new driving force for socioeconomic transformation and technological advancement, providing unprecedented opportunities for promoting urban-rural integration and comprehensively advancing rural revitalization. Based on theoretical analysis, this study constructs a comprehensive indicator

system for agricultural science and technology innovation capacity and urban-rural integrated development. The TOPSIS method combined with entropy weighting is employed to measure these indices, and the mediating role of agricultural total factor productivity (ATFP) is examined. Using provincial panel data from 2011 to 2023, this paper explores, from both theoretical and empirical perspectives, the impact and underlying mechanisms of agricultural science and technology innovation capacity on urban-rural integration. The results show that agricultural science and technology innovation capacity significantly enhances the level of urban-rural integration. This conclusion remains robust after applying instrumental variable estimation and conducting a series of robustness checks. Mechanism tests confirm that agricultural technological progress is a key pathway through which innovation capacity promotes urban-rural integration. Heterogeneity analysis reveals that the positive effects are more pronounced in eastern and western regions, as well as in pilot zones, while the impact is relatively weaker or even inhibitory in central regions and non-pilot areas.

Keywords

Agricultural Innovation Capability, Urban-Rural Integrated Development, Agricultural Technological Progress, Agricultural Total Factor Productivity

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

城乡融合发展是实现乡村振兴的战略抓手是缩小城乡二元结构的核心命题，也是构建新发展格局的关键路径[1]。深入推进统筹城乡综合配套改革，是促进城乡融合发展的强大动力和必要条件[2]。从现有农业科技促进城乡融合的相关研究来看，(1) 宏观机理视角：范斯义、刘伟系统论证科技创新通过“产业协同 - 空间优化 - 制度联动”三大机制，推动城乡融合高质量发展，并给出县域层面“技术植入 - 产业融合”实践路径[3]。(2) 成果转化效率视角：朱新宇，颜廷武认为科技成果是决定技术能否真正带动融合的关键阈值；科技转化率过高而缺乏配套制度反而抑制融合[4]。(3) 政策 - 制度协同视角：单纯技术突破不足以缩小城乡差距，必须同步建设“县域成果转化平台 + 城乡统一市场 + 多元推广体系”，形成技术 - 制度协同红利[5]。较少将农业科技创新置于城乡融合发展的宏观系统中进行整体性考察。特别是关于其如何通过要素优化配置[6]、产业链延伸融合、数字赋能与空间重构[7]等路径作用于城乡经济、社会与空间一体化进程，其内在作用机制与区域异质性仍缺乏系统的理论建构与实证支持。这些问题的忽视，导致政策设计难以精准施策，也限制了对科技创新外部性的科学评估。

针对上述问题，构建农业科技创新能力综合评价体系，选取 2011~2023 年间除了西藏和港澳台地区以外我国 30 个省级行政区的数据作为样本，采用双向固定效应模型识别其对城乡融合发展的影响，并通过中介效应模型检验“技术进步”的传导机制。本文旨在回答农业科技创新是否真正促进了城乡融合以及其作用路径是否存在“一地创新、多地受益”的联动格局为优化区域差异化政策与跨域协同机制提供决策参考。

边际贡献在于：一、突破以往仅关注农业技术对生产效率或农民收入的单一影响，首次将农业科技创新能力与城乡融合发展纳入统一分析框架，并系统考察其区域差异。二、针对农业科技创新能力测算不足的问题，结合农业特点，从支撑、投入、产出和贡献四个维度构建了综合评价指标体系。三、从农业技术进步的视角，深入剖析了农业科技创新促进城乡融合发展的内在传导机制。

2. 理论分析和研究假说

(一) 农业科技创新能力对城乡经济融合的直接影响

在新质生产力背景下突破了传统以要素投入为主的增长模式,强调以科技创新、全要素生产率提升、绿色低碳转型与数字智能驱动在生产力跃迁中的核心地位,为理解当前中国的经济转型、产业升级和城乡融合发展等方面提供了全新的理论框架[8]。首先,新品种的研发和智能农机的使用,可以有效增加农民的经营性收入。其次,农业科技园区和一些返乡项目,有利于促进创业与就业机会,增加农民的创业性收入。农业科技创新带动数字经济的发展增加了大量新工作岗位与职业,改变了传统的工作方式与内容。创造了无人机、直播运营等新岗位,增加了农民的工资性收入。与此同时,突破传统的城乡产业分隔,推动产业链深度融合,重构农业价值链,促进城乡跨域协同发展[9]。最后,优化城乡要素布局,让人才、资金、技术不再单向流向城市,实现城乡融合[10]。一方面,以人工智能、区块链等为代表的新一代信息技术深度融入乡村公共服务体系,推动医疗、教育、食品安全等领域实现跨越式发展。其次,基于土壤及病虫害监测系统,显著提升了农村生态环境治理与食品安全监管的精准化水平。科技赋能为实现城乡融合发展提供了有力支撑。

农业科技创新首先在城市或发达地区研发形成,通过技术推广、人才流动、资本投资、数字平台等渠道向农村扩散,实现了创新扩散与要素流动。随着技术在乡村的采纳与应用,农业生产效率提升,改变要素需求结构,进而引发劳动力、资本、数据等要素的反向或双向流动,最终推动城乡经济一体化[11]。首先,技术扩散缩短城乡技术鸿沟。城市研发的农业技术通过科技人员、电商平台、合作社网络向农村扩散,提升农村生产技术水平。其次,改变劳动力结构。促进城乡要素双向流动并且农业机械化减少对普通劳动力依赖,释放剩余劳动力进城务工。同时,科技创新对技术型农民有更好的发展空间,吸引城市人才下乡。最后,重构城乡之间产业分工。农业不再仅是原料供应地,而是参与加工、品牌、电商等高附加值环节,形成城乡融合的协同产业链。

综上,本文提出以下假设:

H1: 农业科技创新能力对城乡经济融合具有显著的促进作用。

(二) 农业科技创新能力对城乡融合发展的间接效应

农业技术进步的中介作用

经济增长的长期动力来源,特别是技术进步的积累在经济系统内部内生地推动持续增长其核心就是农业科技投入通过提高全要素生产率来实现效率红利,为城乡要素再配置提供初始的动力[12]。如图1所示,农业技术进步是农业科技创新转化后应用到农业实际生产中所产生的一种具体体现[13]。第一,经济融合路径。农业技术进步显著提升全要素生产率,释放农村剩余劳动力,促其向城市非农产业转移,增加工资性收入;同时,技术进步催生的新业态延长了农业价值链,使农村能够参与加工、品牌、物流等高附加值环节,从而缩小城乡居民收入与消费差距,强化城乡经济关联。第二,社会融合路径。农业技术进步带来的产出增长和财政贡献,为地方政府增加农村教育、医疗、社保等公共服务供给提供了财力基础。例如,数字农业技术平台可延伸至乡村,推动远程教育、在线诊疗等服务的普及,缩小城乡基本公共服务差距。同时,技术进步对技能型农民的需求上升,反向吸引城市人才、资本下乡,促进城乡社会互动与制度接轨。第三,空间融合路径。农业技术进步提高了土地和农业设施的利用效率,促进农田整治、规模化经营和农村基础设施建设(如冷链物流、宽带网络),加速人口与产业向县域和中心镇集聚,提升城镇化质量。此外,技术进步支撑的智慧交通与物流体系,有效缩短了城乡之间的时空距离,强化了空间一体化水平。第四,生态融合路径。绿色农业技术的推广应用,降低了化肥、农药使用强度,提升了生活垃圾无害化处理率和森林覆盖率,推动农村生态环境改善。这不仅增强了农村居住吸引力,也使城乡生态共保、环境共治成为可能,促进生态融合。农业技术进步并非单一线性影响,而是通过分别作

用于经济、社会、空间、生态四个融合维度，形成“技术赋能-要素重构-城乡协同”的内生循环机制[14]。

基于以上分析，提出以下理论假设 H2：

H2：农业科技创新能力可通过促进农业技术进步来推动城乡融合发展。

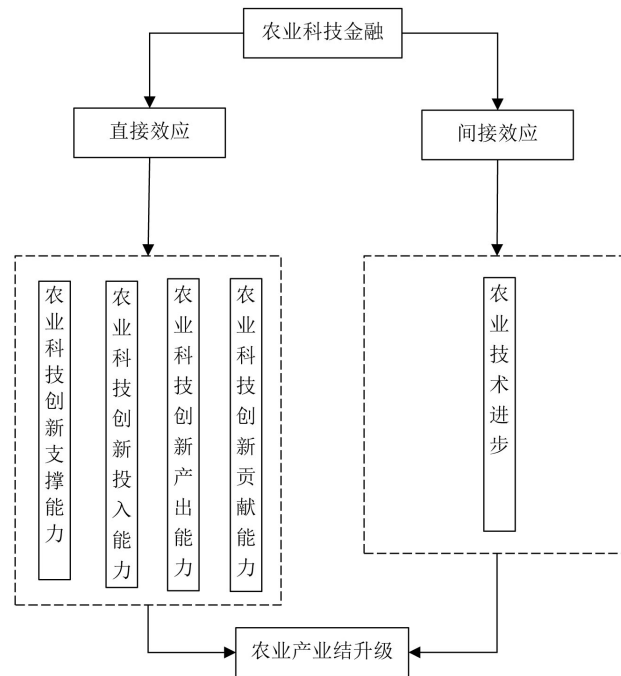


Figure 1. Logical framework diagram of the impact of agricultural science and technology innovation capability on urban-rural integrated development
图 1. 农业科技创新能力对城乡融合发展影响的逻辑框架图

3. 研究设计

(一) 模型构建

本文采用双向固定效应模型，具体计量模型如下所示。

$$URID_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 AT_{it} + \delta Control_{it} + \theta_i + \nu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

在式(1)中， i 为地区， t 为年份， $URID_{it}$ 代表 i 地区的 t 时期的城乡融合发展水平， α_0 是常数项， AT_{it} 代表 i 地区的 t 时期的农业科技创新能力水平。 $\delta Control_{it}$ 表示控制变量，其包括：财政服务水平(Fis)、人口规模(Pop)、政府干预(Gov)、非农就业(Emp)、农业经营规模化(Agri)， θ_i 是地区固定效应， ν_t 是年份固定效应， ε_{it} 是误差项。

(二) 变量设定

1) 被解释变量

城乡融合发展：目前，城乡融合发展水平指标体系构建研究内容较为丰富，在各类政策性文件的基础上，根据乡村振兴的总要求，通过借鉴国内学者刘欣瑞[15]的经验和研究成果，本研究从经济融合、社会融合、空间融合和生态融合四维度共计 14 个指标构建城乡融合发展指标评价体系，通过这四个方面选取如下 11 个具体指标构建城乡融合发展综合评价指标体系。本文采用熵权-TOPSIS 法[16]对城乡融合发展评价指标进行测算具体综合评价指标体系如下。见表 1。

Table 1. Indicator system for urban-rural integrated development**表 1.** 城乡融合发展指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标描述	权重
城乡融合发展	经济融合	城乡居民收入差距	城镇居民人均可支配收入/农村居民人均可支配收入	0.0597
		城乡居民支出差距	城镇居民人均消费支出/农村居民人均消费支出	0.0153
		二元对比系数	(第一产业生产总值/第一产业就业人数)/ (第二、三产业生产总值/第二、三产业就业人数)	0.0998
	社会融合	城乡养老保险覆盖率	城乡居民养老保险参保人数/常住人口数	0.0342
		失业保险覆盖率	参加失业保险人数/常住人口数	0.0187
		城乡人均医疗保健对比系数	城镇居民人均医疗保健支出/农村居民医疗保健支出	0.1118
		城镇登记失业率	直接数据	0.0749
	空间融合	城乡教育投入	教育支出/财政支出	0.0614
		私人汽车拥有量	直接数据	0.2130
		城镇化率	城镇人口数/总人口数	0.0520
	生态融合	城乡人均交通通信对比系数	城镇居民人均交通通信支出/农村居民交通通信支出	0.0353
		生活垃圾无害化处理	直接数据	0.0153
		森林覆盖率	直接数据	0.0207
		公共厕所普及	每万人拥有公共厕所	0.1865

2) 解释变量

农业科技创新能力：农业科技创新能力是指一个国家或地区有效利用和优化配置农业科技创新系统内各种创新要素，通过科学研究、发明、创造以及科技成果推广、转化和应用等各种科技活动，产出高水平农业科技创新成果并提高农业生产能力和获取最大经济效益、社会效益和生态效益的综合能力[17]。为了实现经济效益、社会效益和生态效益协同优化的综合能力。考虑到技术以及各地区政策的限制、数据的兼容性以及本研究的研究尺度等问题。与此同时，借鉴高逸慧，雷颖[18]等学者的研究从农业科技支撑能力、农业科技创新投入能力、农业科技创新产出能力和农业科技贡献能力四个维度衡量农业科技创新能力，构建了包含 4 个一级指标、12 个二级指标的农业科技创新能力评价指标体系，利用熵值 TOPSIS 法计算各指标权重，具体见表 2。

Table 2. Indicator system for agricultural science and technology innovation capability**表 2.** 农业科技创新能力指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标描述	权重
农业科技 创新能力	支撑能力	地区生产总值	当地 GDP 总和(万元)	0.0506
		农机投入	农业机械总动力	0.0450
		农作物总播种面积	(千公顷)	0.0224
	投入能力	农业科技活动人数	(万人)	0.0483
		科技经费	地方财政科学技术支出(亿元)	0.0534
		农业固定资产投资	(万元)	0.0426

续表

产出能力	农民收入	农村居民人均可支配收入(万元)	0.0638
	技术性收入	技术类合同成交额(万元)	0.0453
	农业科技专利数量	(个)	0.1363
贡献能力	化肥使用强度	化肥使用量/总播种面积(%)	0.1530
	农药使用强度	农药使用量/总播种面积(%)	0.2407
	土地生产率	农业总产量/总播种面积(%)	0.0993

3) 控制变量

为了使模型更加稳健该文在核心解释变量的基础上，还选取了其他控制变量。

① 财政服务力度：本文采用了政府在农林水务领域的支出占总财政支出的比重来衡量财政支农力度[19]。

② 政府干预：本文选取财政支出占 GDP 的比重作为该因素的衡量指标。

③ 农业经营规模化：本文用农林牧渔总产值与农作物总播种面积的比值作为衡量标准。

此外，借鉴既有学者的观点，还选取其中非农就业(Emp)用第二产业就业人数加第三产业就业人数与就业总人数之比来测度非农就业水平；人口规模(Pop)以采用常住人口总数量进行衡量。

4) 中介变量

农业技术进步：用农业全要素生产率(ATFP)表示，为验证农业科技创新能力影响城乡融合发展的中介机制[20]，基于中介效应的两步法模型[14]参考刘慧敏、尚杰的研究[21]，采用超效率 SBM 模型[22] [23] 测算出农业全要素生产率指数，并进一步将农业全要素生产率指数分解为农业技术进步指数和农业技术效率指数。其中农业期望产出指标用种植业总产值进行表示，农业投入指标则包括劳动力投入、土地投入、灌溉投入、农业机械投入以及化肥投入、农药投入、农膜投入，分别用第一产业从业人员数、农作物播种面积、有效灌溉面积、农业机械总动力和农用化肥施用量折纯量表示[24]。具体变量说明如表 3 所示。

Table 3. Indicator system for agricultural technological progress

表 3. 农业技术进步指标体系

指标	变量	变量说明
投入要素	劳动力投入	种植业从业人员数(万人)
	土地投入	农业播种总面积(千公顷)
	农业机械投入	农业机械总动力(万千瓦)
	化肥投入	农用化肥投入(万吨)
	农药投入	农药使用量(万吨)
	农膜投入	农用塑料薄膜使用量(吨)
	灌溉投入	农业有效灌溉面积(千公顷)
期望产出	农业总产值	种植业总产值(亿元)

(三) 数据来源

基于数据可得性，本文选取 2011~2023 年间除了西藏和港澳台地区以外我国 30 个省级行政区的数

据作为样本。其中被解释变量城乡融合发展和解释变量农业科技创新能力的相关指标数据来源于 EPS 数据库,《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国农村统计年鉴》《各省政府工作报告》以及各省份统计年鉴等,控制变量以及其他变量的相关指标数据来源于《中国农村统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国教育统计年鉴》《中国农村政策与改革统计年报》《中国人口与就业统计年鉴》以及各省份统计年鉴等。

4. 实证结果及分析

(一) 变量描述性统计

如下表 4 的变量描述性统计,核心变量城乡融合发展表明各县域融合程度总体处于中等偏低水平,且地区差异明显。农业科技创新能力显示县域间科技投入与产出差距较大,呈右拖尾分布,为后续检验技术创新对融合的边际效应提供了变异性基础。控制变量方面,财政服务水平与人口规模均取对数形式,标准差较小,说明样本县财政与人口规模相对集中;政府干预部分县域政府支出偏向度较高,非农就业表明样本地区整体进入“刘易斯转折”后期,农村劳动力转移程度较高;农业经营规模化显示耕地流转与规模经营在县域间差异显著。

Table 4. Descriptive statistics of variables

表 4. 变量描述性统计

变量名	变量符号	观测值	平均值	标准差	中位数	最小值	最大值
城乡融合发展	URID	390	0.317	0.089	0.306	0.014	0.617
农业科技创新能力	AT	390	0.188	0.114	0.166	0.026	0.576
财政服务水平	Fis	390	8.465	0.604	8.511	6.323	9.827
人口规模	Pop	390	8.209	0.741	8.281	5.847	9.450
政府干预	Gov	390	0.247	0.102	0.224	0.315	0.643
非农就业	Emp	390	0.704	0.143	0.689	1.794	0.987
农业经营规模化	Agri	390	0.885	0.596	0.713	7.208	3.432

(二) 基准回归

本文研究得出农业科技创新能力对城乡经济融合的影响结果,首先通过豪斯曼(Hausman)检验,拒绝随机效应优于固定效应的原假设,故选择固定效应模型进行分析。由表 5 列(1)~列(3)的回归结果可知,在依次控制财政服务水平、人口规模、政府干预、非农就业、农业经营规模化后,财政服务水平对城乡融合发展有显著的促进作用。由于政府在公共服务领域的投入和使用更高效的推动城乡的多维度融合,同时农业科技创新获得了更多资金和补贴的支持。人口规模对城乡融合发展有显著的正向贡献,因为适度的人口集聚有助于优化资源配置和基础设施建设,从而推动城乡融合进程。政府干预在城乡发展中的积极作用,由于通过政策引导和资源调配,促进了城乡融合的发展。

可结果显示非农就业和农业经营规模化对城乡融合发展的影响尚不明显,究其缘由我国小农户数量庞大,生产方式传统,组织化程度低,就业稳定性差、社会保障不完善、收入水平有限,制约了城乡人口与资源的深度融合。但总体来看农业科技创新能力的系数均显著为正,且在 1%的水平上高度显著。因此,理论假设 H1 成立。

Table 5. Benchmark regression results
表 5. 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)
农业科技创新能力	0.327*** (0.027)	0.388*** (0.030)	0.393*** (0.030)
财政服务水平		0.005* (0.003)	0.007** (0.003)
人口规模		0.177*** (0.034)	0.221*** (0.036)
政府干预			0.092** (0.041)
非农就业			-0.034 (0.030)
农业经营规模化			-0.023 (0.015)
Constant	0.207*** (0.005)	-1.308*** (0.273)	-1.648*** (0.295)
Observations	390	390	390
N	30	30	30
省份固定效应	是	是	是
年奋固定效应	是	是	是
R ²	0.868	0.903	0.906

Robust standard errors in parentheses; *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

(三) 稳健性检验

为了进一步验证基准回归结果的稳健性和可靠性，进行了多种稳健性检验，包括核心解释变量的再测量、剔除直辖市样本、剔除 2021 年数据以及数据缩尾处理。具体结果如表 6 所示。

(1) 核心解释变量再度量

在模型(1)中，我们对核心解释变量农业科技创新能力进行了再度量，以检验不同度量方式对结果的影响。农业科技创新能力在 1%的水平上高度显著。表明农业科技创新能力对城乡融合发展具有显著的正向促进作用，且该效应在不同度量方式下依然稳健。

(2) 剔除直辖市样本

在模型(2)中，我们剔除了直辖市样本，以排除直辖市特有的政策环境和发展模式对结果的潜在影响。结果显示，农业科技创新能力的系数为 0.629，同样在 1%的水平上高度显著(标准误为 0.043)。这表明即使在剔除直辖市样本后，农业科技创新能力对城乡融合发展的正向效应仍然显著存在。

(3) 剔除 2021 年数据

在模型(3)中，我们剔除了 2021 年的数据，以避免此时间段对经济活动和城乡融合发展带来的短期冲击对结果的干扰。结果显示，农业科技创新能力的系数为 0.382，且在 1%的水平上显著(标准误为 0.061)。其正向效应依然显著，说明农业科技创新能力对城乡融合发展的促进作用在 2021 年以外的年份。

(4) 数据缩尾处理

在模型(4)中,我们对数据进行了缩尾处理,以减少极端值对回归结果的影响。结果显示,农业科技创新能力在1%的水平上高度显著。进一步证实了农业科技创新能力对城乡融合发展的重要作用,并表明该效应在去除极端值后依然稳健。综上所述,通过多种稳健性检验方法,我们发现农业科技创新能力对城乡融合发展具有显著的正向促进作用,这一结论在不同样本、时间背景和数据处理方式下均保持稳健。

Table 6. Robustness and endogeneity tests**表 6.** 稳健性与内生性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	核心解释变量再度量	剔除直辖市	剔除 2021 年数据	数据缩尾
农业科技创新能力	0.456*** (0.027)	0.629*** (0.043)	0.382*** (0.061)	0.607*** (0.043)
财政服务水平	0.011*** (0.003)	0.008 (0.006)	0.005 (0.008)	0.007 (0.006)
人口规模	0.242*** (0.032)	0.207* (0.102)	0.219** (0.082)	0.225** (0.109)
政府干预	0.108*** (0.037)	0.209** (0.084)	0.052 (0.088)	0.182* (0.090)
非农就业	-0.031 (0.027)	0.218*** (0.074)	-0.038 (0.056)	0.225*** (0.076)
农业经营规模化	-0.023 (0.014)	-0.058 (0.035)	-0.005 (0.023)	-0.058 (0.035)
Constant	-1.868*** (0.262)	-1.708** (0.792)	-1.633** (0.671)	-1.836** (0.845)
Observations	306	280	234	306
N	24	22	24	24
省份固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
年奋固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes
R ²	0.923	0.867	0.890	0.856

Standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

(四) 内生性检验

为了进一步验证农业科技创新能力对城乡融合发展影响的因果关系,并排除潜在的内生性问题,本文进行了内生性检验。检验结果如表7所示在模型(1)中,使用了农业科技创新能力的滞后一期值作为工具变量,以解决可能存在的同期相关性问题。滞后一期的农业科技创新能力具有显著的正向促进作用。同时,当前期的农业科技创新能力同样在1%的水平上显著,说明即使考虑了内生性问题,农业科技创新能力对城乡融合发展的正向效应依然稳健。在模型(2)中,引入了互联网普及率作为外生冲击。表明互联网普及率对城乡融合发展具有一定的正向影响。进一步证实了农业科技创新能力对城乡融合发展的正向效应。因为杭州作为区域经济与科技中心,农业科技创新资源高度集聚。某地区与杭州的球面距离越近,

越易通过技术扩散、人才流动、合作研发等途径获取创新资源，与该地区农业科技创新能力存在天然关联。在模型(3)中，采用了杭州球面距离作为地理上的自然实验，地理距离对城乡融合发展具有显著的正向影响。表明该工具变量是有效的。

Table 7. Endogeneity test results
表 7. 内生性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	农业科技创新能力滞后一期	互联网普及率	杭州球面距离
L.农业科技创新能力	0.268*** (0.078)		
农业科技创新能力		0.0301*** (0.0351)	0.392*** (0.0707)
财政服务水平	0.017 (0.022)	0.0175* (0.0107)	0.0157 (0.0126)
人口规模	0.288** (0.119)	0.00695 (0.0.00831)	0.00507 (0.00883)
政府干预	0.138 (0.084)	-0.00656 (-0.0350)	-0.000531 (0.0354)
非农就业	0.008 (0.069)	0.127*** (0.2151)	0.123*** (0.0225)
农业经营规模化	-0.015 (0.012)	0.0632*** (0.00390)	0.0628*** (0.00405)
Constant	-2.289** (0.921)	-0.0736 (0.0658)	-0.0450 (0.0995)
Observations	360	360	360
年份固定效应	是	是	是
地区固定效应	是	是	是
R ²	0.900	0.834	0.832

Standard errors in parentheses; *p < 0.1, **p < 0.05, ***p < 0.01.

(五) 异质性检验

为了深入探究农业科技创新能力对城乡融合发展的影响是否存在地区和时间上的差异，本文进行了异质性检验。展示了东部地区、中部地区、西部地区以及以 2019 年为界的两个时间段的回归结果，如表 8 所示。

(1) 地区差异分析

在表 8 列(1)，农业科技创新能力在 1%水平上显著，说明农业科技创新对城乡融合发展具有极强的正向推动作用。东部地区作为我国经济最发达、科技资源最密集的区域，具备完善的农业技术推广体系、较高的信息化水平以及较强的资本投入能力，有利于科技成果快速转化为现实生产力。此外，政府干预和非农就业也表现出显著的正向影响，说明东部地区在政策引导和劳动力转移方面已形成良性机制。但农业经营规模化在 1%水平显著为负，反映出东部部分地区政府必须采取避免过度追求土地集中可能导致小农户边缘化或资源配置效率下降，从而促进包容性城乡融合。农业科技投入强度平均为 0.032，高于中部的 0.018 和西部的 0.021；有效灌溉面积占比达 68%，农业机械化水平领先。同时，东部农村居民人均

可支配收入为西部的 1.7 倍，高素质农民占比更高，技术采纳能力强。这些条件共同支撑了农业科技创新向城乡融合的高效转化。在表 8 列(2)，农业科技创新能力的系数不显著，说明当前阶段农业科技创新能力尚未对城乡融合发展产生显著影响。农村劳动力外流严重，留守人口老龄化制约了新技术的采纳能力。尽管政府干预和人口规模表现出显著的正向作用，说明地方政府在基础设施建设和公共服务供给方面发挥了积极作用，但科技创新的转化机制仍不健全，导致其对城乡融合的带动效应有限。并且作为粮食主产区，农业以传统种植为主，科技投入相对不足。更重要的是，中部农村劳动力外流严重，留守人口老龄化制约了新技术的采纳能力。技术推广体系薄弱，科研成果与生产需求之间存在断层，导致科技创新难以转化为实际融合动力。在表 8 列(3)，农业科技创新能力在 1%水平上显著为正，表明农业科技创新对城乡融合发展具有显著促进作用，但其强度明显低于东部地区。西部地区虽然整体发展水平较低，但近年来在国家“西部大开发”“乡村振兴”和“数字乡村”战略支持下，农业科技投入持续增加，智慧农业、电商助农等新模式逐步落地。尤其在部分生态农业区和特色种植带，科技创新有效提升了农产品附加值和农村经济活力，推动城乡要素双向流动。尽管基础薄弱，但近年来在“数字乡村”战略支持下，智慧农业、电商助农等新模式逐步落地。由于起点较低，科技创新的边际效应更为明显。然而，财政支农资金使用效率偏低、非农就业吸纳能力弱(非农就业系数不显著)等问题，限制了城乡融合的整体进程。综上，科技创新能力能否促进城乡融合，取决于该区域的技术吸收能力、要素流动条件和制度配套水平。因此，政策设计应因地制宜，而非一刀切的推广。

(2) 时间维度分析

本文以 2019 年为界，将样本期划分为两个阶段，分别进行分时段回归分析。表 8 列(4)和列(5)揭示了农业科技创新效应在时间维度上的结构性变化。值得注意的是，2019 年后农业科技创新能力的独立回归系数有所下降，但这并不必然意味着技术驱动力的减弱。一种可能的解释是：随着 2019 年《关于建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系的意见》[25]等重大政策的密集出台，财政、户籍、土地等制度性因素的解釋力显著增强，在回归模型中可能部分吸收了技术创新的边际贡献。此外，科技成果从研发到规模化应用存在一定时滞，2019 年后的政策红利尚未完全通过技术创新渠道释放。因此，更审慎的结论是：2019~2023 年期间，城乡融合发展的驱动力呈现“制度创新主导、技术创新协同”的格局，两类力量的交互作用有待更长时间窗口的观察与验证。

Table 8. Heterogeneity test results

表 8. 异质性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	以 2019 年为界(4) (5)	
	东部地区	中部地区	西部地区	2011 年~2018 年	2019 年~2023 年
农业科技创新能力	0.417*** (0.050)	-0.028 (0.056)	0.164*** (0.036)	0.419*** (7.019)	0.012 (0.423)
财政服务水平	-0.031 (0.027)	-0.134*** (0.031)	0.011 (0.018)	0.026 (1.426)	-0.085*** (-5.352)
人口规模	0.005 (0.112)	1.419*** (0.170)	-0.012 (0.050)	0.210*** (3.799)	0.296*** (3.954)
政府干预	0.410*** (0.107)	0.537*** (0.117)	-0.052 (0.039)	-0.088 (-1.360)	0.224*** (4.097)
非农就业	0.557*** (0.097)	0.053 (0.052)	-0.031 (0.027)	0.045 (1.159)	0.084*** (2.826)
农业经营规模化	-0.025*** (-3.346)	-0.000 (-0.010)	-0.038* (-1.667)	-0.039*** (-4.779)	0.012*** (3.225)

续表

Constant	-0.053 (0.782)	-11.072*** (1.398)	0.224 (0.365)	-1.715*** (-4.099)	-1.499** (-2.589)
Observations	143	78	143	240	150
N	11	10	9	30	30
年份固定效应	是	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是	是
R ²	0.906	0.953	0.933	0.824	0.923

Standard errors in parentheses; *** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1.

(3) 国家设立首批城乡融合发展试验区

2020年,国家设立首批城乡融合发展试验区,在探索城乡要素自由流动、公共资源均衡配置、产业协同发展等方面的体制机制创新,为全国提供可复制、可推广的经验。因此我将此作为标准进行差异分析,反映出制度创新对科技赋能效应的重要调节作用。如表9所示。

在非试验区中,农业科技创新对城乡融合发展的促进作用尚未显现,甚至呈现微弱的负向趋势。这一结果反映出非试验区在推动科技赋能城乡融合方面仍面临多重瓶颈;在试验区中,农业科技创新能力在5%水平上显著为正,由于在制度创新试点背景下,农业科技创新对城乡融合发展的正向推动作用得到有效释放。综上所述,农业科技创新对城乡融合发展的影响存在显著的区域异质性:在非试验区,其作用不显著,甚至趋于弱化;而在试验区,其正向效应显著增强。这一结果验证了制度创新是释放科技创新潜力的关键前提。单纯的技术进步若缺乏配套制度改革,难以转化为实际发展动能;而制度试点则为科技赋能提供了“试验田”和“加速器”。因此,未来应在全国范围内推广试验区经验,加快构建有利于科技成果入乡的体制机制,推动农业科技创新从局部上的突破”走向全域的科技赋能,真正实现以科技创新引领高质量城乡融合发展。

Table 9. Heterogeneity test results

表9. 异质性检验结果

变量	(5) 非试验区	(6) 试验区
农业科技创新能力	-0.012 (-0.259)	0.100** (2.474)
财政服务水平	-0.065*** (-2.766)	-0.145*** (-5.114)
人口规模	0.223 (1.555)	0.128 (0.758)
政府干预	0.155* (1.979)	0.671*** (4.491)
非农就业	0.112* (1.795)	0.206*** (3.161)
农业经营规模化	0.008 (1.422)	-0.020 (-1.311)
Constant	-1.018 (-0.959)	0.312 (0.225)

续表

Observations	72	44
N	19	11
年份固定效应	是	是
地区固定效应	是	是
R ²	0.815	0.972

Standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

(4) 作用机制分析

理论分析指出, 农业技术进步和农业技术效率改善在农业科技创新能力促进城乡融合发展中具有重要的中介作用。为检验这种作用机制, 该文遵循江艇[26]的研究建议, 将农业科技创新能力直接对农业技术进步和农业技术效率进行回归, 结果如表 10 所示。可以看出, 在表 10 列(1)以农业全要素生产率为被解释变量的回归中, 农业科技创新能力的估计系数为 1.154 且在 5%的水平上显著, 均显著为正, 说明农业创新能力能够提升农业全要素生产率, 科技创新是提升农业综合产出效率的核心驱动力。由表 10 列(2)和列(3)结果可知, 将农业全要素生产率分解为农业技术进步和农业技术效率后, 在表 10 列(2)中农业技术进步的估计系数为 4.364 且在 5%的水平上显著, 这一结果验证了农业科技创新能力与技术进步能够有效转化为更先进的生产技术和管理模式, 从而增强农村经济活力。对农业技术效率未产生显著影响, 这表明现有技术没得到充分利用, 农业生产者对机械设备操作不熟练, 农业科技创新不仅仅与先进技术密切相关, 还与农民机械化水平和农民的学习有关。理论假设 H2 成立。

Table 10. Mediation mechanism test result**表 10.** 中介机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	农业全要素生产率	技术进步	技术效率
农业科技创新能力	1.154*** (7.540)	4.364** (2.417)	0.516 (1.464)
财政服务水平	-0.121 (-1.604)	1.865** (2.092)	-0.143 (-0.821)
人口规模	0.362 (1.541)	-4.670* (-1.687)	0.076 (0.141)
政府干预	-0.073 (-0.322)	2.283 (0.849)	0.212 (0.404)
非农就业	0.391** (2.407)	1.765 (0.921)	0.286 (0.764)
农业经营规模化	0.167*** (5.816)	0.153 (0.453)	0.014 (0.215)
_cons	-2.272 (-1.306)	22.854 (1.115)	1.374 (0.343)

续表

时间效应	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes
N	390	390	390
R ²	0.842	0.075	0.087
F	101.322	1.532	1.804

Robust standard errors in parentheses; ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

5. 研究结论与政策启示

(一) 研究结论

(1) 农业科技创新能力显著促进城乡融合发展。农业科技创新能力的提升对城乡经济、社会、空间与生态融合具有显著的正向推动作用，且该结论在经过变量再测量、剔除特殊样本、数据缩尾处理及内生性检验后依然稳健，验证了理论假设 H1。

(2) 影响效应存在显著的区域与时间异质性。农业科技创新对城乡融合的促进作用反映出区域发展基础与创新体系的差异综合来看，制度创新是释放科技潜力的关键前提。

(3) 农业技术进步在其中发挥显著的中介作用。农业科技创新主要通过提升农业全要素生产率、优化要素配置、推动产业融合等路径，间接促进城乡融合发展，验证了理论假设 H2。

(二) 政策启示

(1) 加大农业科技投入，健全创新生态系统。各级政府应持续增加财政对农业基础研究、关键核心技术攻关和应用示范项目的投入力度，优化科研资源配置。

(2) 东部地区应依托技术领先优势，打造城乡融合发展的科技创新高地；中部地区应着力解决技术引进容易但转换难的问题，加强科技服务体系建设与高素质人才引进；西部地区则应立足生态资源禀赋和特色农业基础，发展绿色农业技术。

(3) 深化制度创新，破除科技入乡的体制机制障碍。推广国家城乡融合发展试验区的典型经验，集体经营性建设用地入市、宅基地制度改革，增强农村要素市场化配置能力。

基金项目

国家社科基金西部项目“‘环境贫困陷阱’下政府生态富民推进与再分配效应研究评估”(23XJY001)。

参考文献

- [1] 戈丹, 余永华. 数智经济推进城乡融合发展的理论分析及实证检验[J]. 企业经济, 2025, 44(8): 129-139.
- [2] 赵洪祝. 深化改革促进城乡融合发展[N]. 人民日报, 2012-02-24(007).
- [3] 范斯义, 刘伟. 科技创新促进城乡融合高质量发展作用机理及实践路径[J]. 科技管理研究, 2021, 41(13): 40-47.
- [4] 朱新宇, 颜廷武. 农业科技成果转化效率与农村产业融合——基于省级面板数据的门槛效应[J]. 农业技术经济, 2024(2): 55-67.
- [5] 熊鹰, 黄东南, 唐江云. 农业科技成果转化三螺旋模式构建及其作用机制: 基于四川省实证分析[J]. 科技管理研究, 2022, 42(22): 177-183.
- [6] 王丹, 赵新力, 郭翔宇, 等. 国家农业科技创新理论框架与创新能力评价——基于二十国集团的实证分析[J]. 中国软科学, 2018(3): 18-35.
- [7] 王阳亮, 李熠. 中国式现代化视域下超大城市治理的理论维度与实践逻辑——基于北京市接诉即办改革研究[J]. 北京行政学院学报, 2025(3): 98-107.

- [8] 蒋永穆, 乔张媛. 新质生产力: 逻辑、内涵及路径[J]. 社会科学研究, 2024(1): 10-18+211.
- [9] 徐浩鸿. 优化县域普惠金融发展路径[J]. 中国金融, 2020(3): 90-91.
- [10] 方师乐, 黄祖辉, 徐欣南. 城乡要素流动与县域农村产业融合——进城务工人员返乡创业的视角[J]. 浙江社会科学, 2025(5): 16-32+156-157.
- [11] World Bank (2020) Innovation and Productivity in Agriculture: Evidence from China. World Bank.
- [12] 加快推进城乡一体化体制创新和制度建设[J]. 农村工作通讯, 2011(19): 12-14.
- [13] 甘锐桓, 邓国仙, 李双, 等. 农业技术进步对农民收入的影响与对策研究[J]. 山西农经, 2024(12): 157-159.
- [14] 周泽宇. 城乡二元结构、农业生产率提升与国家粮食安全——新结构经济学视角下的乡村振兴战略[J]. 农村经济, 2019(10): 85-92.
- [15] 刘欣瑞. 数字新基建与城乡融合发展[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东财经大学, 2025.
- [16] 陈盛伟, 冯叶. 基于熵值法和 TOPSIS 法的农村三产融合发展综合评价研究——以山东省为例[J]. 东岳论丛, 2020, 41(5): 78-86.
- [17] 梁俊芬, 方伟, 万忠, 等. 中国省域农业科技创新能力评价——基于绿色发展视角[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9): 60-67.
- [18] 高逸慧, 雷颖. 农业科技创新与高质量发展互动机制研究——以长三角地区为例[J]. 江苏农业科学, 2025, 53(6): 288-296.
- [19] 顾爽, 刘进进. 政府推动型城镇化改革与县域城乡融合发展——来自撤县设市的经验证据[J]. 农业经济问题, 2025(3): 62-78.
- [20] 赵卫东, 郑雁方, 郑蕙心, 等. 共益型企业家精神与企业价值创造: TMT 调节焦点的中介效应与环境政策的调节作用[J]. 管理工程学报, 2026, 40(1): 189-203.
- [21] 刘慧敏, 尚杰. 农地流转对农业绿色全要素生产率的影响研究: 兼论门槛效应与空间效应[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2023, 31(9): 1482-1495.
- [22] 田云, 尹恣昊. 技术进步促进了农业能源碳减排吗?——基于回弹效应与空间溢出效应的检验[J]. 改革, 2021(12): 45-58.
- [23] 杨义武, 林万龙, 张莉琴. 农业技术进步、技术效率与粮食生产——来自中国省级面板数据的经验分析[J]. 农业技术经济, 2017(5): 46-56.
- [24] 黄大湖, 冯黎, 丁士军, 等. 农业数字化对乡村产业振兴的影响机制与空间溢出效应[J/OL]. 中国农业资源与区划, 1-12. <https://link.cnki.net/urlid/11.3513.S.20250918.1543.026>, 2025-09-21.
- [25] 中共中央 国务院. 关于建立健全城乡融合发展体制机制和政策体系的意见[N]. 人民日报, 2019-05-06(01).
- [26] 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.