

乡村振兴背景下智慧物流对乡村产业融合的影响机制研究

杨 墾, 魏 锋

广西科技大学经济与管理学院, 广西 柳州

收稿日期: 2025年10月27日; 录用日期: 2025年11月28日; 发布日期: 2025年12月8日

摘要

在数字经济与乡村振兴战略深入推进的背景下, 智慧物流作为现代物流与信息技术深度融合的创新形态, 正成为推动乡村产业高质量发展的重要力量。本文以2013~2023年中国省级面板数据为研究样本, 通过双重固定效应模型、调节效应模型、中介效应模型, 实证分析了智慧物流赋能乡村产业融合的影响机制。研究结果表明: 智慧物流对乡村产业融合水平具有显著的正向促进作用, 劳动力水平对智慧物流的赋能作用具有显著的正向调节效应, 以及智慧物流通过产业结构高度化和数字乡村建设两条路径间接促进乡村产业融合。区域异质性分析结果显示, 智慧物流在中部地区的促进作用最为显著, 东部次之, 西部地区相对较弱。本研究为完善现代物流体系、加快数字乡村建设和实现城乡经济一体化提供了理论依据与政策参考。

关键词

智慧物流, 乡村产业融合, 产业结构高度化, 数字乡村建设, 劳动力水平

Research on the Impact Mechanism of Smart Logistics on Rural Industrial Integration in the Context of Rural Revitalization

Zhao Yang, Feng Wei

School of Economics and Management, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou Guangxi

Received: October 27, 2025; accepted: November 28, 2025; published: December 8, 2025

Abstract

Against the backdrop of deepening digital economy and rural revitalization strategies, smart

文章引用: 杨垦, 魏锋. 乡村振兴背景下智慧物流对乡村产业融合的影响机制研究[J]. 可持续发展, 2025, 15(12): 27-42.
DOI: [10.12677/sd.2025.1512332](https://doi.org/10.12677/sd.2025.1512332)

logistics—an innovative form of deep integration between modern logistics and information technology—is emerging as a vital force driving high-quality development of rural industries. This study employs provincial-level panel data from China spanning 2013 to 2023, utilizing a dual fixed-effects model, a moderation effect model, and a mediation effect model to empirically analyze the impact mechanism through which smart logistics empowers rural industrial integration. The findings reveal that smart logistics significantly and positively promotes the level of rural industrial integration. Labor force quality exerts a significant positive moderating effect on the enabling role of smart logistics. Furthermore, smart logistics indirectly fosters rural industrial integration through two pathways: enhancing industrial structure sophistication and advancing digital rural development. Regional heterogeneity analysis indicates that the promotional effect of smart logistics is most pronounced in the central region, followed by the eastern region, while the western region exhibits relatively weaker effects. This study provides theoretical foundations and policy references for improving modern logistics systems, accelerating digital rural development, and achieving integrated urban-rural economic development.

Keywords

Smart Logistics, Rural Industrial Integration, Industrial Structure Upgrading, Digital Rural Development, Labor Force Level

Copyright © 2025 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

2025年数字乡村发展工作要点提出，要壮大乡村新产业新业态，推动农村电商高质量发展。2025年中共中央、国务院印发了《乡村全面振兴规划(2024~2027年)》，其中包括要健全电子商务和物流服务体系，深化农村一二三产业融合发展。智慧物流作为数字经济时代的重要驱动力，正在成为推动城乡要素高效流动和产业协同发展的关键力量。目前有关智慧物流对乡村产业融合发展的影响研究还较少，基于此，本文以智慧物流为核心解释变量，以劳动力水平为调节变量，以产业结构高度化和数字乡村建设为中介变量，系统分析智慧物流对乡村产业融合发展的影响，通过实证研究揭示智慧物流赋能乡村产业融合的内在机制，为优化政策设计与产业布局提供经验依据和决策参考。

2. 理论分析与研究假设

2.1. 智慧物流对乡村产业融合发展的直接影响效应

智慧物流是以信息技术、智能装备和数据分析为核心的现代物流形态，是传统物流与数字经济深度融合的结果。在乡村产业体系中，物流是连接生产、加工、流通与消费的重要环节，其效率高低直接影响农产品流通速度、产业链延伸及城乡要素流动。智慧物流的发展有效打破城乡物流壁垒，降低信息不对称，提高农产品与生产资料的流通效率，促进乡村产业间资源要素的互动与价值共创。一方面，智慧物流通过供应链信息共享与自动调度系统，提高了农业生产与市场需求的匹配度；另一方面，其网络化布局增强了农村地区与城市市场的联通，为农业、加工业和服务业的协同发展提供支撑。此外，智慧物流的推广促进了农村技术创新与管理升级，推动传统农业向现代化、数字化转型，形成了多产业协同发展的新格局。据此，本文提出如下假设：

H1：智慧物流能够促进乡村产业融合发展

2.2. 劳动力水平的调节效应

劳动力水平是影响区域经济发展质量与产业融合效率的重要条件。其既体现为劳动力数量的充足程度，也反映劳动力结构与素质水平。充足且素质较高的劳动力能够为智慧物流的建设与运行提供必要的人力支持，包括智能设备的操作维护、物流数据的采集处理以及供应链的组织协调。在劳动力水平较高的地区，劳动者对信息技术的接受能力和适应能力更强，能更快吸收智慧物流系统带来的技术与管理创新，从而促进物流资源的高效利用与产业要素的顺畅流动；而在劳动力水平较低的地区，智慧物流的应用推广可能受制于人力素质与技能限制，导致系统运行效率下降、产业协同程度不足，削弱智慧物流的正向作用。因此，劳动力水平在智慧物流影响乡村产业融合的过程中可能发挥正向调节效应。较高的劳动力水平有助于提升智慧物流系统的技术吸收能力与运作效率，从而放大其在促进产业结构优化与资源整合中的作用。据此，本文提出如下假设：

H2：劳动力水平正向调节智慧物流对乡村产业融合发展的赋能作用

2.3. 智慧物流对乡村产业融合发展的间接影响效应

2.3.1. 产业结构高度化的中介作用

产业结构高度化是指经济体系中高附加值产业比重上升与产业间协作水平提升，是产业转型升级的重要体现。智慧物流的发展为产业结构高度化提供了关键支撑：一方面，通过优化供应链、降低交易成本和提升生产效率，为制造业与服务业的融合创造条件；另一方面，智慧物流促进要素流动和资源整合，推动农业与加工业、旅游业、电商等产业深度融合。其应用推动了农产品加工、仓储、包装和运输的专业化与集约化，也通过数据共享与智能分配机制促进产业链延伸与整合。随着智慧物流发展，产业分工深化、产业形态升级，有助于形成以高效流通为纽带的综合产业体系，实现产业融合的良性循环。据此，本文提出如下假设：

H3：智慧物流通过产业结构高度化对乡村产业融合发展产生促进作用

2.3.2. 数字乡村建设的中介作用

数字乡村建设是推动乡村振兴与城乡融合发展的关键路径，核心在于利用数字技术赋能乡村经济与治理体系。智慧物流作为数字经济的重要组成部分，为数字乡村建设提供了技术和数据支撑。一方面，智慧物流通过信息采集、数据传输和智能管理，促进农村信息基础设施完善；另一方面，其数据平台为农村电商、数字农业和智慧服务业提供支撑，推动了信息传播模式的变革。生产者、消费者和市场主体能更高效地交互，缩短供需两端距离，提升乡村经济数字化水平。同时，物流数字化促进了乡村生产与生活方式的智能化转型，推动数字经济在乡村的渗透与扩散，增强了产业间的互动联系与资源共享，从而推动产业结构优化与融合。据此，本文提出如下假设：

H4：智慧物流通过提高数字乡村建设对乡村产业融合发展产生促进作用

3. 研究设计

3.1. 变量选取

3.1.1. 被解释变量

乡村产业融合水平(RII)。乡村产业融合水平是一个衡量乡村地区产业结构优化、价值链延伸和资源要素配置效率的综合性概念。基于现有学者研究，本文在参考王丽纳和李玉山(2019) [1]、韩晓玲和李宏(2020) [2]等研究的基础上，构建了以农业产业链延伸、农业多功能性拓展、农业新业态发展、经济效益、社会效益五方面为一级指标的评价指标体系，具体指标体系如表1所示。

Table 1. Evaluation indicators for rural industrial integration level**表 1. 乡村产业融合水平评价指标**

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	指标极性
乡村产业 融合水平	农业产业链 延伸	农产品加工业产值占比	农副食品加工业主营业务收入/农林牧渔业总产值	正向
		农村每万人拥有农民专业合作社数量	农村拥有农民专业合作社数量/农村人口	正向
		第一产业增加值占 GDP 之比	第一产业增加值/国民生产总值	负向
	农业多功能性 拓展	休闲农业主营收入	休闲农业年营业收入/农业总产值	正向
		设施农业水平	设施农业面积/农作物播种面积	正向
	化肥施用强度	化肥施用强度	农用化肥量/农作物总播种面积	负向
农业新业态 发展	农村服务业产值占比	农林牧渔专业及辅助性活动产值/农林牧渔总产值	正向	
	农村互联网接入户数	农村互联网接入户数	农村互联网接入户数	正向
经济效益	农村家庭恩格尔系数	农村家庭支出中购买食物总支出/家庭总支出	负向	
社会效益	农村居民与城镇居民可支配收入之比	农村居民人均可支配收入/城镇人均居民可支配收入	正向	
	农村居民与城镇居民人均消费支出之比	农村居民人均消费支出/城镇人均居民消费支出	正向	

3.1.2. 核心解释变量

智慧物流(SL)。智慧物流是在传统物流与现代物流基础上，通过深度集成和应用新一代信息通信技术，实现物流系统的全面感知、可靠传输、智能处理与精准执行，从而达到自动化、智能化、可视化、精益化、人性化和绿色化的高级形态。通过对现有文献的研究，发现多数学者从投入、技术应用、效益、基础设施等方面构造了对智慧物流的评价指标体系[3]。本文在参考既有研究成果的基础上，并结合乡村振兴背景下智慧物流发展的现实需求，加入了四个具有乡村特色的指标，以更全面反映智慧物流在乡村地区的发展特征与支撑条件。同时，本文借鉴李青(2023) [4]对智慧物流领域关键词频次与中心度的分析结果，按照智慧物流发展环境、发展规模、技术应用以及发展效益四个一级维度，构建了包含乡村特色要素的智慧物流评价指标体系，具体指标体系如表 2 所示。

Table 2. Smart logistics evaluation metrics**表 2. 智慧物流评价指标**

目标层	一级指标	二级指标	指标极性
智慧物流发展水平	智慧物流发展环境	物流业投资强度	正向
		物流业财政调节力度	正向
		外贸依存度	适度
	智慧物流发展规模	已通邮的行政村比重	正向
		农村邮政通信服务水平	负向
	智慧物流发展效益	快递业务总量	正向
		网络铺设密度	正向
		货物运输总量	正向
	智慧物流从业人数	智慧物流从业人数	正向
	农村投递线路	农村投递线路	正向

续表

	工业机器人市场规模	正向
	智能快递柜市场规模	正向
	智能仓储市场规模	正向
	农村数字化基地	正向
智慧物流技术应用	物流业比重	适度
	物流业效益	正向
	物流业电力消耗量	负向

3.1.3. 调节变量

劳动力水平(LFL)。劳动力水平是衡量地区人力资源供给能力与劳动者素质的重要指标，也是智慧物流运行效率与技术扩散能力的重要条件。本文采用农村从业人员数对劳动力水平进行衡量。

3.1.4. 中介变量

产业结构高度化(ISU)。产业结构高度化是指各产业部门之间比例变动的关系。本文参考李绍荣和杨凯迪(2024)[5]的研究，采用第三产业部门产值占经济社会总产值的比例可用来衡量产业结构高度化水平。

Table 3. Evaluation indicators for digital rural development

表 3. 数字乡村建设评价指标

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	指标极性
数字乡村建设	数字基础设施	农村移动电话普及水平	农村居民平均每百户年末移动电话拥有量	正向
		农村电脑普及水平	农村居民平均每百户年末计算机拥有量	正向
		农村互联网普及水平	农村宽带接入用户	正向
		农村电力水平	农村用电量/乡村人口	正向
		农村流通设施建设	农村投递线路	正向
	乡村农业数字化	农业气象观测站	农业气象观测业务站点个数	正向
		电子商务销售额	直接数据	正向
		电子商务采购额	直接数据	正向
		有效灌溉面积	直接数据	正向
		农用大中型拖拉机数量	直接数据	正向
乡村生活数字化	乡村生活数字化	快递量	直接数据	正向
		淘宝村数量	直接数据	正向
		已通邮行政村比重	直接数据	正向
		电视普及率	农村电视节目人口覆盖率	正向
		广播普及率	农村广播节目人口覆盖率	正向
	数字技术创新环境	数字技术人才	信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员	正向
		数字创新环境	国内专利申请授权量	正向
		农村居民交通、通讯消费支出	农村居民人均交通通信支出	正向
		农村每周平均投递次数	直接数据	正向

数字乡村建设(DRL)。数字乡村建设其核心内涵旨在构建一个农业全产业链数字化与农村全方位数

字化的结合体，以消弭城乡“数字鸿沟”，激发乡村内生发展动力，推动农业农村现代化，最终实现乡村的全面振兴和可持续发展。本文参考李媛和阮连杰(2025) [6]、王善高(2025) [7]、刘颖和徐少雄(2024) [8]的相关研究，构建了一个涵盖数字基础设施、乡村农业数字化、乡村生活数字化 3 个一级指标的评价指标体系，具体的指标体系如表 3 所示。

3.1.5. 控制变量

乡村产业融合过程中除了受到上述因素影响外，还受到其他因素影响。为了更加准确衡量乡村产业融合水平，本文选取人力资本水平(RL)、经济发展水平(GDP)、交通基础设施水平(TIL)、社会消费水平(SCL)、能源结构(ES)作为控制变量。人力资本水平是决定乡村产业融合广度与深度的核心要素，本文采用地方高等学校在校人数除以地方总人口进行衡量；经济发展水平构成了乡村产业融合的宏观基础和市场需求支撑，本文采用当地的人均 GDP 指标进行衡量。交通基础设施水平是影响要素流动效率与产业空间组织的重要条件，本文采用公路里程与区域面积之比来衡量交通基础设施水平。社会消费水平反映了区域居民的收入状况与市场需求能力，是衡量产业融合发展潜力与内生动力的重要经济指标，本文采用人均社会消费品零售总额指标进行衡量。能源结构体现了区域经济发展的绿色转型程度与能源利用效率，是影响产业可持续融合发展的关键因素，本文采用地区电力能源消费量占电力能源消费总量的比重进行衡量。

3.2. 计量模型构建

根据上述理论机制分析，为分析智慧物流对乡村产业融合发展的直接影响效应，构建如下基准模型：

$$RII_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 SL_{it} + \alpha_3 control_{it} + \sigma_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

在式(1)中，下标 i 为省份(市)， t 为年份，乡村产业融合水平(RII)为被解释变量，智慧物流(SL)为核心解释变量，control 为控制变量，包括人力资本水平(RL)、经济发展水平(GDP)、交通基础设施水平(TIL)、社会消费水平(SCL)、能源结构(ES)， σ_i 为地区固定效应， φ_t 为年份固定效应， ε_{it} 为随个体和时间改变的扰动项，下同。

建立模型(2)来考察劳动力水平对智慧物流与乡村产业融合发展之间关系的调节作用。

$$RII_{it} = \beta_1 + \beta_2 SL_{it} + \beta_3 SL_{it} * LFL_{it} + \beta_4 control_{it} + \sigma_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

在式(2)中，引入 $SL_{it} * LFL_{it}$ 作为智慧物流发展水平与劳动力水平的交互项。

为分析智慧物流对乡村产业融合发展的间接影响机制，构建如下中介效应模型：

$$MID_{it} = \theta_1 + \theta_2 SL_{it} + \theta_3 control_{it} + \sigma_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$RII_{it} = \mu_1 + \mu_2 SL_{it} + \mu_3 MID_{it} + \mu_4 control_{it} + \sigma_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

在式(3)和式(4)中，MID 表示中介变量， $\theta_2 * \mu_3$ 为中介效应值，下文将按照中介效应检验流程分别检验产业结构高度化(ISU)和数字乡村建设(DRL)的中介效应是否存在。

3.3. 数据来源

本文选取 2013~2023 年我国 30 个省份(不含西藏和港澳台)作为研究对象。由于数字乡村建设的相关数据存在一定的统计发布滞后，2023 年数据尚未完全公布，本文选取截至 2022 年的数据，以保证样本数据的完整性与可比性。原始数据来源于《中国统计年鉴》《中国农业统计年鉴》《北京大学数字普惠金融指数》、各省市统计年鉴、国家统计局官方网站以及发改委等政府相关部门。其中部分缺失数据采用线性插值法补齐，为了避免极端值对实证结果的干扰，本文对所有连续型变量进行了上下 1% 的缩尾处理。

同时为保持计量模型设定的一致性并优化估计效果，本研究对部分连续变量进行自然对数处理，具体如下：对控制变量经济发展水平、调节变量劳动力水平进行取对数处理，然后利用熵值法计算各个指标的权重，最后计算出各个变量的最终得分。

4. 实证分析

4.1. 描述性统计

本文运用 stata17.0 对样本数据进行分析和处理，变量的描述性统计如表 4 所示，就解释变量而言，智慧物流(SL)的均值为 0.143，标准差为 0.095，最小值为 0.05，最大值为 0.566，表明我国智慧物流整体水平较低且地区间存在明显差异；被解释变量乡村产业融合水平(RII)的均值为 0.251，标准差为 0.09，取值范围为 0.087~0.48，整体处于中等偏低水平，说明各地区乡村产业融合发展仍有较大提升空间。其他变量也均在合理范围内，为后续回归分析提供了可靠基础。

Table 4. Descriptive statistics

表 4. 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
SL	330	0.143	0.095	0.05	0.566
RII	330	0.251	0.09	0.087	0.48
RL	330	0.022	0.006	0.011	0.041
GDP	330	10.981	0.437	10.155	12.142
TIL	330	11.68	0.834	9.62	12.916
SCL	330	0.38	0.072	0.218	0.526
ES	330	0.033	0.023	0.005	0.094
LFL	330	7.589	0.779	5.631	8.853
ISU	330	2.417	0.117	2.227	2.834
DRL	300	0.133	0.095	0.026	0.536

4.2. 相关性分析

表 5 报告了主要变量之间的 Pearson 相关系数。从结果来看，各变量之间的相关关系与理论预期基本一致，说明变量设置具有合理性。尽管部分变量之间相关性显著，但相关分析仅能反映变量间的线性相关程度，无法揭示因果关系，因此仍需通过回归分析进一步验证。为了防止模型中出现多重共线性问题并确保回归结果的稳健性，本文对主要变量进行了方差膨胀因子(VIF)检验，结果如表 6 所示。各变量的 VIF 值均小于 5，说明模型不存在显著的多重共线性问题，变量选取合理。

Table 5. Correlation analysis

表 5. 相关性分析

变量	RII	SL	RL	GDP	TIL	SCL	ES	LFL	ISU	DRL
RII	1.000									
SL	0.499*** (0.000)	1.000								

续表

	0.559***	0.074	1.000						
RL	(0.000)	(0.181)							
GDP	0.692***	0.576***	0.469***	1.000					
	(0.000)	(0.000)	(0.000)						
TIL	0.042	0.085	-0.194***	0.010	1.000				
	(0.448)	(0.122)	(0.000)	(0.861)					
SCL	0.093*	0.080	-0.081	0.049	0.082	1.000			
	(0.090)	(0.147)	(0.141)	(0.379)	(0.138)				
ES	0.285***	0.708***	-0.233***	0.256***	0.195***	0.058	1.000		
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.291)			
LFL	0.233***	0.500***	-0.065	0.055	0.110**	0.457***	0.700***	1.000	
	(0.000)	(0.000)	(0.238)	(0.321)	(0.046)	(0.000)	(0.000)		
ISU	0.646***	0.305***	0.346***	0.757***	-0.189***	0.152***	0.015	-0.105*	1.000
	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.000)	(0.001)	(0.006)	(0.789)	(0.056)	
DRL	0.527***	0.925***	0.023	0.594***	0.046	0.139**	0.729***	0.559***	0.390***
	(0.000)	(0.000)	(0.692)	(0.000)	(0.430)	(0.016)	(0.000)	(0.000)	(0.000)

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1.

Table 6. Multicollinearity test

表6. 多重共线性检验

	VIF	1/VIF
GDP	4.941	0.202
ES	4.54	0.22
LFL	4.532	0.221
DRL	4.037	0.248
ISU	3.275	0.305
RL	2.105	0.475
SCL	1.99	0.503
TIL	1.245	0.803
Mean VIF	3.333	.

4.3. 智慧物流对乡村产业融合的直接效应分析

对样本数据进行 Hausman 检验，结果显示使用固定效应模型更为恰当，分别利用个体固定、年份固定、双向固定效应模型进行研究，结果显示个体效应和年份效应均显著存在，因此选择双向固定效应模型分析智慧物流对乡村产业融合发展的影响，研究结果如表 7 所示。

Table 7. Baseline regression results
表 7. 基准回归结果

	(1)	(2)
	RII	RII
SL	0.158*** (5.040)	0.224*** (7.297)
RL		3.197*** (3.293)
GDP		0.143*** (5.170)
TIL		0.011*** (3.689)
SCL		0.022 (0.624)
ES		1.748*** (3.013)
_cons	0.176*** (34.691)	-1.600*** (-5.440)
时间效应	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes
N	330	330
R ²	0.746	0.797
F	77.344	69.884

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

从列(1)的结果可以看出，智慧物流的回归系数为 0.158，且在 1% 的显著性水平上显著，表明智慧物流水平每提高 1 个单位，乡村产业融合水平平均提高 0.158 个单位。这一结果说明，智慧物流发展显著促进了农村产业间的资源整合与协同发展，从而验证了假设 H1。

4.4. 调节效应分析

为进一步检验劳动力水平在智慧物流与乡村产业融合水平关系中的调节作用，本文在基准回归模型的基础上引入调节交互项(LFL × SL)，进行调节效应分析，分析结果如表 8 所示。检验结果显示，调节交互项的回归系数为 0.156，在 1% 的显著性水平下显著，表明劳动力水平对智慧物流促进乡村产业融合的作用具有显著的正向调节效应，从而验证了假设 H2。

Table 8. Results of the moderation effect test

表 8. 调节效应检验结果

	(1)
	RII
SL	-1.152** (-2.476)

续表

LFL		0.031 (1.100)
LFL × SL		0.156*** (2.929)
RL		2.477** (2.444)
GDP		0.146*** (5.143)
TIL		0.013*** (4.385)
SCL		0.025 (0.717)
ES		1.689*** (2.954)
_cons		-1.867*** (-5.761)
时间效应		Yes
个体效应		Yes
N		330
R ²		0.805
F		64.716

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

4.5. 中介效应分析

为探究智慧物流通过不同路径影响乡村产业融合水平的作用机制，本文选取数字乡村建设与产业结构高度化作为中介变量，分别构建中介效应模型进行回归分析，结果如表9所示。

Table 9. Results of the mediational effect test**表 9. 中介效应检验结果**

变量	(1)	(2)	(3)	(2)	(3)
	RII	ISU	RII	DRL	RII
SL	0.224*** (7.297)	0.152*** (4.967)	0.169*** (5.655)	0.814*** (34.054)	-0.064 (-0.911)
	3.197*** (3.293)	3.075*** (3.173)	2.088** (2.261)	-1.555* (-1.934)	3.515*** (3.466)
GDP	0.143*** (5.170)	-0.121*** (-4.396)	0.187*** (6.990)	-0.013 (-0.620)	0.172*** (6.397)

续表

TIL	0.011*** (3.689)	0.003 (0.928)	0.010*** (3.584)	-0.002 (-1.070)	0.014*** (5.094)
SCL	0.022 (0.624)	0.127*** (3.530)	-0.023 (-0.677)	-0.051* (-1.886)	0.006 (0.180)
ES	1.748*** (3.013)	0.155 (0.267)	1.692*** (3.121)	0.787* (1.787)	1.387** (2.498)
ISU			0.361*** (6.489)		
DRL					0.369*** (4.699)
_cons	-1.600*** (-5.440)	3.487*** (11.881)	-2.857*** (-8.496)	0.203 (0.889)	-1.949*** (-6.796)
时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	330	330	330	300	300
R ²	0.797	0.751	0.824	0.916	0.812
F	69.884	53.546	77.769	185.615	68.429

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

由列(1)至(3)可知, 智慧物流对乡村产业融合的回归系数为 0.224, 在 1% 的显著性水平下显著, 表明智慧物流显著促进了乡村产业融合。进一步检验其中介路径, 智慧物流对产业结构高度化的回归系数为 0.152, 产业结构高度化对乡村产业融合的系数为 0.361, 均在 1% 水平上显著。引入中介变量后, 智慧物流对乡村产业融合的直接效应为 0.169, 仍在 1% 的水平上显著, 说明产业结构高度化在两者关系中发挥了部分中介作用。为进一步验证中介效应的稳健性, 本文采用 Bootstrap 方法(重复抽样 4,999 次)对产业结构高度化路径进行了显著性检验。检验结果如表 10 显示, 间接效应为 0.1689, 直接效应为 0.0548, 两者均在 1% 的显著性水平下显著。95% 置信区间为 [0.1019, 0.2355], 未跨越零点, 表明中介效应显著存在, 从而支持了假设 H3。

列(4)至(5)显示数字乡村建设的中介效应。智慧物流对数字乡村建设的回归系数为 0.814, 数字乡村建设对乡村产业融合的回归系数为 0.369, 均在 1% 水平显著。引入数字乡村建设后, 智慧物流的直接效应降至 -0.064 且不显著, 表明数字乡村建设在其中发挥完全中介作用。Bootstrap 检验结果显示, 间接效应为 0.3001, 并在 1% 的显著性水平下显著, 而直接效应为 -0.0643, 不显著。95% 置信区间为 [0.1566, 0.4694], 未跨越零点, 说明数字乡村建设在智慧物流与乡村产业融合之间存在显著的完全中介效应, 进一步验证了假设 H4。

Table 10. Bootstrap test results**表 10.** Bootstrap 检验结果

中介变量	直接效应	间接效应	总效应	p 值	95%置信区间
产业结构高度化(ISU)	0.0548***	0.1689***	0.2237***	<0.001	[0.1019, 0.2355]
数字乡村建设(DRL)	-0.0643	0.3001***	0.2358***	<0.001	[0.1566, 0.4694]

4.6. 内生性检验

为确保估计结果的可靠性与因果推断的有效性，本文采用工具变量法对模型进行内生性检验。考虑到智慧物流的发展具有明显的时间累积效应，其滞后一期值能够显著影响当期智慧物流水平，但不会直接影响当期乡村产业融合水平，因此本文选取智慧物流的滞后一期值(L.SL)作为工具变量进行内生性检验，检验结果如表 11、表 12 所示。

Table 11. Endogeneity test including ISU**表 11.** 包含 ISU 的内生性检验

	(1)	(2)	(3)
	SL	RII	RII
L.SL	0.974*** (58.904)	0.171*** (5.862)	0.129*** (4.716)
RL		0.815 (1.033)	1.138 (1.569)
GDP		0.115*** (9.172)	0.085*** (6.951)
TIL		0.007** (2.175)	0.005* (1.901)
SCL		0.089** (2.506)	-0.010 (-0.272)
ES		2.652*** (3.886)	2.917*** (4.651)
ISU			0.315*** (7.111)
_cons	0.015*** (6.135)	-1.251*** (-9.917)	-1.642*** (-12.815)
N	300	300	300
R ²	0.928	0.748	0.788
F	3469.625	130.367	139.949

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

Table 12. Endogeneity test including DRL**表 12.** 包含 DRL 的内生性检验

	(1)	(2)	(3)
	SL	RII	RII
L.SL	0.974*** (58.904)	0.171*** (5.862)	-0.154** (-2.138)
RL		0.815 (1.033)	0.764 (0.895)
GDP		0.115*** (9.172)	0.107*** (8.218)

续表

		0.007**	0.010***
TIL		(2.175)	(3.212)
SCL		0.089**	0.067*
ES		(2.506)	(1.963)
DRL		2.652***	2.303***
_cons	0.015***	-1.251***	-1.189***
	(6.135)	(-9.917)	(-9.355)
N	300	300	270
R ²	0.928	0.748	0.757
F	3469.625	130.367	103.513

***p < 0.01", **p < 0.05", *p < 0.10.

综合两组模型结果可知，滞后一期智慧物流变量(L.SL)与当前智慧物流之间相关性强、显著性高，模型识别条件得到满足，也不存在弱工具变量问题。经过内生性校正后，智慧物流对乡村产业融合的影响方向在不同模型中保持一致，尽管加入中介变量后影响系数有所变化，但基本均呈显著正向作用，整体结论未发生根本改变。与 OLS 相比，内生性处理后估计系数的显著性有所下降，但仍保持在较高显著水平，说明原 OLS 估计可能略有偏高，但总体方向一致、解释逻辑稳定，回归结果具有较强稳健性。

4.7. 稳健性检验

为检验回归结果对核心解释变量选取的稳健性，本文将智慧物流替换为其替代指标——物流产业增加值占比(SL_alt)，重新进行固定效应、中介效应回归分析，表 13 汇报了替代变量回归的结果。由列(1)至列(3)可见，替代变量 SL_alt 的回归系数均为 0.000，且均在 1% 的显著性水平下显著为正，说明即便采用不同的智慧物流度量方式，其对乡村产业融合发展的促进作用仍然稳健存在。进一步而言，在引入两个中介变量后，SL_alt 对产业结构高度化和数字乡村建设的影响均为显著正向，且二者对乡村产业融合水平的回归系数同样显著为正，表明替代指标下的传导机制与基准模型一致，智慧物流仍可通过产业结构优化与数字化建设两条路径间接促进乡村产业融合发展。

Table 13. Robustness test**表 13.** 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
	RII	RII	RII
SL_alt	0.000*** (7.249)	0.000*** (4.942)	0.000*** (2.608)
RL	-0.263 (-0.360)	0.209 (0.298)	0.031 (0.038)
GDP	0.116*** (10.258)	0.095*** (8.357)	0.108*** (8.898)

续表

TIL	0.009*** (2.984)	0.007*** (2.740)	0.012*** (4.326)
SCL	0.059* (1.875)	-0.003 (-0.097)	0.063** (2.012)
ES	1.994*** (3.519)	2.173*** (4.013)	1.857*** (3.326)
ISU		0.243*** (5.494)	
DRL			0.187*** (4.465)
_cons	-1.253*** (-11.103)	-1.581*** (-12.846)	-1.212*** (-10.428)
N	330	330	300
R ²	0.785	0.805	0.790
F	178.582	172.580	141.595

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

4.8. 异质性分析

为进一步探究智慧物流对乡村产业融合发展的区域差异性，本文按照地区经济发展水平和物流基础条件，将样本划分为东部、中部和西部三大区域，并分别进行固定效应回归分析。回归结果如表 14 所示。

Table 14. Heterogeneity analysis**表 14. 异质性分析**

VARIABLES	东部	中部	西部
	y	y	y
SL	0.2309*** (4.148)	0.9413*** (3.526)	0.7740* (1.862)
RL	-1.0517 (-0.231)	-2.1199 (-0.967)	3.9783 (1.461)
GDP	0.2367 (1.467)	-0.0082 (-0.143)	-0.0291 (-0.713)
TIL	0.0109 (1.042)	-0.0064 (-0.641)	0.0069 (1.307)
SCL	-0.0460 (-0.391)	0.0485 (1.209)	0.1303 (1.551)
ES	1.7492 (0.985)	1.9370** (2.432)	0.5647 (0.297)
Constant	-2.5495 (-1.435)	0.2342 (0.376)	0.1840 (0.367)

续表

Observations	121	88	121
R-squared	0.754	0.925	0.851
Number of id	11	8	11
year FE	YES	YES	YES
id FE	YES	YES	YES
F	.	.	.

***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.10.

从回归结果来看，智慧物流在东部、中部和西部地区对乡村产业融合水平的促进作用均表现为正向，但显著性和影响强度存在明显区域差异，表明智慧物流赋能产业融合的效应具有显著的区域异质性。具体而言，在东部地区，智慧物流的回归系数为 0.2309，并在 1% 的显著性水平下显著，说明智慧物流能够有效推动东部地区产业要素流动与协同发展；在中部地区，回归系数高达 0.9413，同样在 1% 水平显著，表明智慧物流在中部地区的产业融合促进作用最为显著，呈现出明显的“中部崛起”特征，其背后与国家区域发展战略密切相关。近年来，“中部崛起战略”、“中部地区高质量发展规划”等政策持续推进，中部在交通枢纽建设、物流节点布局和产业承接平台方面取得快速进展，形成全国性综合交通和物流通道，同时承接东部产业转移并具备较强的农业资源基础，使智慧物流在供应链优化、加工协同和产业集聚方面发挥更大的放大效应。在西部地区，智慧物流的系数为 0.7740，在 10% 水平下显著，显示其促进产业融合的作用虽不及中部和东部，但仍具有一定效果。

5. 结论与建议

本文以我国 2013~2023 年省级面板数据为样本，系统分析了智慧物流对乡村产业融合发展的直接效应、劳动力水平的调节效应、产业结构高度化与数字乡村建设的中介效应。通过固定效应回归、异质性分析以及中介与调节效应模型的实证分析，主要得出以下结论：(1) 智慧物流对乡村产业融合发展具有显著促进作用。(2) 劳动力水平对智慧物流的赋能效应具有显著的正向调节作用。(3) 智慧物流通过产业结构高度化与数字乡村建设两个中介路径间接促进乡村产业融合发展。(4) 区域异质性分析表明，智慧物流在不同地区的作用存在显著差异，其中在中部地区的促进效应最为显著，其次为东部地区，而在西部地区不显著。

虽然智慧物流在促进乡村产业融合发展方面具有显著影响，但仍有不足之处，为此本文提出以下政策与实践建议：(1) 强化智慧物流基础能力建设，实施差异化区域策略。东部地区依托成熟的物流体系和技术创新优势，可进一步推动智慧物流平台升级和供应链协同优化。中部地区在实证中呈现最强促进效应，应继续发挥交通枢纽和产业承接优势，建设国家级物流枢纽和产业配套体系，进一步提升区域物流效率。西部地区应坚持基础设施先行，重点补齐交通、仓储和干线物流短板，同时加快农村宽带、5G、物联网等数字基础设施普及，为智慧物流发展夯实基础。(2) 协同推进智慧物流与产业结构优化，发挥产业结构高度化的中介作用。政府应促进智慧物流深度融入农业生产、加工与流通各环节，推动形成“农业 + 加工 + 流通 + 服务业”的一体化产业体系，提升价值链水平和产业协同能力。特别是在产业基础较好的中部地区，可推动智慧物流与产业园区、农产品集散中心深度合作，提升现代产业链的联动效率。(3) 加强数字乡村建设，扩大智慧物流的数字赋能效应。鉴于数字乡村建设在实证中呈现显著中介作用，应加快农村数字基础建设，完善数据信息平台、数字政务与智慧农业系统，推动智慧物流与电商、数字金融、农产品上行平台深度融合，促进乡村产业多元化发展。(4) 推进区域协同，构建全国一体化的智慧

物流体系。东部应发挥技术优势，中部强化物流与产业衔接，西部重点培育物流市场主体与数字服务体系，推动区域优势互补与整体提升。

基金项目

2023 年度广西高等教育本科教学改革工程项目(项目编号：2023JGZ187)；广西教育科学“十四五”规划 2021 年度高等教育国际化专项课题(项目编号：2021ZJY1605)；2023 年广西研究生教育创新计划项目(项目编号：GKYC202341)。

参考文献

- [1] 王丽纳, 李玉山. 农村一二三产业融合发展对农民收入的影响及其区域异质性分析[J]. 改革, 2019(12): 104-114.
- [2] 韩晓玲, 李宏. 我国农村一二三产业融合发展评价指标体系构建[J]. 安徽农学通报, 2020, 26(15): 9-10.
- [3] 车俊敏. 中国智慧物流发展水平时空演变及仿真预测[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2024.
- [4] 李青. 我国“一带一路”沿线区域智慧物流发展水平评价[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2023.
- [5] 李绍荣, 杨凯迪. 信息基础设施对产业结构合理化和高度化影响探析[J]. 贵州师范大学学报(社会科学版), 2024(6): 137-148.
- [6] 李媛, 阮连杰. 中国数字乡村发展的测度、动态演进及驱动因素[J]. 统计与信息论坛, 2025, 40(1): 106-118.
- [7] 王善高. 数字乡村建设对农村居民共同富裕的影响研究[J]. 统计与决策, 2025, 41(2): 48-53.
- [8] 刘颖, 徐少雄. 数字乡村发展赋能农业碳减排的空间效应与影响机制[J]. 环境科学, 2025, 46(10): 6198-6208.