

智慧物流对农业企业供应链韧性影响机制研究

涂艳红, 马晓娴

(湖南工业大学 经济与管理学院, 湖南 株洲 412007)

[摘要]文章基于2014—2024年31个省级面板数据和A股农业上市企业数据,建立智慧物流评价指标体系和农业企业供应链韧性评价指标体系,利用熵权法赋予权重,分别运用固定效应模型和中介效应模型探究智慧物流对农业企业供应链韧性的作用机制。结果表明,智慧物流通过提升供应链抵抗力和恢复力显著提升农业企业供应链韧性,供应链效率和企业资产专用性发挥中介效应作用。进一步研究发现智慧物流对农业企业供应链韧性的影响具有企业异质性和区域异质性,具体表现如下:智慧物流对于民营农业企业的供应链韧性提升具有促进作用,对国营农业企业供应链韧性的作用则相反;智慧物流对东部地区农业企业供应链韧性的促进作用显著强于西部地区,智慧物流对中部地区农业企业供应链韧性则具有抑制作用。研究结果有助于根据地区差异和企业性质提出针对性的智慧物流政策,为有效提升农业企业供应链韧性提供理论指导。

[关键词]智慧物流;农业企业;供应链韧性

doi:10.3969/j.issn.1673-9477.2025.04.001

[中图分类号]F324

[文献标识码]A

[文章编号]1673-9477(2025)04-0001-11

2023年5月5日,二十届中央财经委员会第一次会议强调:“产业链、供应链在关键时刻不能掉链子,这是大国经济必须具备的重要特征。”维护全球产业链、供应链韧性和稳定是推动世界经济发展的重要保障。“VUCA”时代环境的波动性、不稳定性、复杂性和模糊性对我国的供应链安全构成严峻挑战。在2024年中央农村工作会议中习近平总书记指出:“推进中国式现代化,必须坚持不懈夯实农业基础,推进乡村全面振兴。”农业企业供应链的稳定性和应对紧急情况的能力对于确保国家粮食安全和提升人民生活质量具有关键作用。作为中国现代产业体系中的核心环节,物流行业在延伸产业链、提高价值链层次、打造供应链体系中扮演着关键性角色。近年来,物流行业顺应数字化时代的发展需求,通过人工智能、区块链、云计算、大数据、边缘计算等新一代信息技术与物流技术的深度融合,催生了智慧物流这一新业态。智慧物流的高效运行以保障供应链韧性和安全性为核心理念,能够有效预防农业企业供应链中“阻塞”“断裂”和“失效”等问题。

智慧物流在农业经济管理中的重要作用引起了学者的关注。现有文献立足于产业高质量发展、农产品冷链物流等领域,探究了智慧物流等新兴技术推动乡村经济发展和城镇化进程的作用机理。但

是,智慧物流对农业企业供应链韧性的作用机理和量化分析的研究相对缺乏。农业企业供应链风险增加、产业链升级受阻、数据孤岛和信息壁垒等影响农业企业竞争力的问题尚未得到根本解决。基于此,本文从智慧物流促进农业企业供应链韧性提升的理论分析着手,构建了智慧物流发展水平与农业企业供应链韧性评价指标体系,通过基准回归分析、稳健性检验、异质性分析和中介机制检验考察智慧物流发展影响农业企业供应链韧性的内在机理。

一、文献回顾

国内外学者围绕智慧物流与农业企业供应链韧性展开了广泛讨论,形成了如下研究成果。

一是智慧物流的研究。国内外学者对于智慧物流的研究集中于动因、效应以及测度方面。智慧物流的动因研究基本上是对技术层面的研究。目前学术界普遍认为智慧物流的发展需要依靠物联网、大数据等多种高新技术得以实现,这有助于突破物流基础设施、技术、设备和管理等方面的限制,^[1]转变物流行业的滞后局面。这既可以推动智慧物流的效应研究,又是智慧物流测度研究指标选取的基础理论。在效应研究方面,目前较多成果聚焦通过算法对配送路径优化、对产业高质量发展的促进研究,以

[投稿日期]2025-02-10

[基金项目]国家社科基金一般项目(编号:22BGL049)

[作者简介]涂艳红(1979—),女,湖北鄂州人,博士,副教授,研究方向:返乡创业。

及对流通经济产业的影响研究。^[2]在测度方面,部分学者从基础设施、信息系统、安全性以及人才4个维度设置智慧物流系统指标。^[3]还有学者则选择从发展动力、发展环境及发展效益3个维度构建物流智慧化评价指标体系。^[4]总的来说,上述文献研究侧重于基础设施、运营管理、信息技术、人才等多个维度建立智慧物流评价系统。

二是农业供应链的研究。农业供应链管理作为供应链理论在农业领域的应用,自其出现以来就成为了学者研究的热点。前期部分学者强调了信息系统规划在农业供应链决策过程中的重要性,并指出通过合理的信息系统规划,可以有效改善供应链的决策流程,提升决策效率和准确性。^[5]近年来的文献研究则较多着眼于区块链、智能合约等数字技术在农业供应链中的应用。部分学者认为这些技术能够显著提高供应链的透明度、可持续性和效率,进而增强供应链的韧性。^[6]尽管国内外学者近年来对农业企业供应链韧性的关注较多,但是基于农业企业供应链韧性的研究脉络还缺乏系统整理。

三是智慧物流和供应链韧性的关系研究。智慧物流可通过技术提高供应链的效率和适应性,而供应链韧性则可以强化供应链面对风险和冲击的能力。它们的结合为解决现代供应链问题提供了策略,成为近年来研究的热点。一部分学者提出,智慧物流通过信息共享可提升供应链对突发事件的响应能力。构建供应链数字化框架可实现智慧物流平台的数据实时共享与透明度提升,同时增强供应链的灵活性,使其对全球化带来的不确定性作出迅速反应,提升其韧性。^[7]另一部分学者指出,智慧物流可通过作为智慧物流关键技术的数字孪生构建供应链的虚拟环境,模拟和预测中断事件,并提前制定应对措施,显著提升供应链的灵活性与恢复能力。^[8]还有一部分学者研究了两者之间的间接影响,认为智慧物流可以通过扩大企业市场战略布局、降低交易成本、提升物流业全要素生产率和提高供应链效率等中介效应显著促进供应链韧性提升。^[9]

笔者纵观现有研究发现,学术界对于智慧物流和供应链韧性的研究已相对成熟。企业作为供应链的重要组成部分,在产业链中扮演着至关重要的角色,是价值创造的核心和信息流通的枢纽。农业企业直接响应市场需求,推动技术创新,管理供应链风险,并作为合作者协同平台承担社会责任,参与供应链金融业务和政策执行。农业企业供应链韧性确保了我国农业产业链的稳定性和可持续性,对整个经济体系的健康发展具有深远影响。然而,目前鲜有

文献研究探讨智慧物流对农业企业供应链韧性的作用机理,进而限制了学术界对农业企业供应链在面对市场波动、自然灾害等不确定性因素时的适应性和恢复力的认知,以及采取相应策略以增强其应对市场风险的能力。基于理论和实践紧迫性需要,本文深入分析了智慧物流对农业企业供应链韧性的影响及其作用机制并基于2014—2024年我国省级面板数据与A股上市农业企业的数据匹配样本进行实证检验。

本文的研究贡献如下。首先,构建了智慧物流与农业企业供应链韧性耦合理论框架。本文为理解智慧物流如何提升供应链适应性和稳定性提供了新视角。其次,丰富了供应链韧性的理论。本文通过引入智慧物流的发展效应,为国内外供应链韧性研究提供了新的视角和思路。再次,为提升农业企业供应链的抵抗力和恢复力提供了理论依据。智慧物流通过优化运输和降低成本,提高了供应链效率。最后,为政策制定提供了指导。智慧物流的实施有助于供应链各环节创新,为政府优化政策和提升农业企业供应链韧性提供了参考,推动了农业产业链现代化和绿色发展。

二、理论分析与研究假设的提出

(一)智慧物流发展对农业企业供应链韧性的直接影响

在供应链管理领域,信息不对称理论是研究信息分布不均衡对供应链运作效率和决策质量影响的重要理论基础。该理论指出,供应链各环节,包括供应商、制造商、分销商、零售商和最终消费者之间信息的不均衡分布,会导致信息优势方与劣势方在决策过程中出现偏差,进而影响整个供应链协同效率和资源配置的合理性。^[9]信息不对称可能导致供应链各节点企业对市场需求预测的不准确、库存管理的不合理,以及物流配送的低效性,从而增加运营成本、降低客户满意度,并削弱供应链的整体韧性。而农业企业供应链韧性的提升实质上是缩短农业企业在面对突发事件时的反应时间和提高应对效率,使农业企业快速恢复到原有的正常运营状态。因此,减少信息不对称,实现供应链信息的透明化与共享化,提升农业企业供应链韧性是重要研究方向。

首先,智慧物流通过整合大数据、人工智能、区块链、物联网等数字技术,构建数字化综合管理平台,将农业企业供应链中的各个节点串联为一个整体,使农业企业在面对突发状况时各节点迅速感知

并通知上下游,减少亏损、缩短反应时间;^[10]其次,智慧物流通过增加优化运输路线、提高运输工具的满载率、减少空驶等现象,大大降低了能源消耗和交易成本,同时提高了供应链效率,使得农业企业在发现突发事件后可以快速作出反应;^[11]最后,智慧物流的实施促进了农业企业供应链各环节的创新,通过实时数据的采集、分析和传输,实现供应链信息的全方位、实时化,帮助农业企业准确掌握市场动态、客户需求和库存状况的变动情况,使得农业企业在突发事件结束后可以尽快针对市场需求变动作出调整,以帮助企业更快恢复正常状态。^[12]基于此,本文提出假设1。

假设1:智慧物流发展可以显著提高农业企业供应链韧性。

(二) 供应链效率的中介作用

在供应链管理领域,资源基础理论与成本效益理论是理解企业竞争优势与效率提升的重要理论基础。资源基础理论强调,企业通过有效整合和利用内部资源与能力,能够构建独特的竞争优势。与此同时,成本效益理论则聚焦于资源配置与管理手段的优化,以实现成本降低与效益提升的双重目标。^[13]

资源基础理论和成本效益理论是供应链效率在智慧物流增强供应链韧性中发挥中介作用的理论基础。供应链效率是指供应链在执行其基本功能,即从原材料采购到最终产品交付给消费者的整个流程中,所表现出的资源利用和时间管理的能力。供应链效率包括成本效率、时间效率、资源利用率,灵活性和响应速度等,它涉及供应链中的各个环节,包括采购、生产、库存管理、运输、订单处理和客户服务等。供应链效率的高低直接影响企业的运营成本、客户满意度和市场竞争力。^[14]智慧物流通过即时的信息和资源共享,消除了农业企业供应链中的信息壁垒和资源分散问题。利用大数据和云计算技术,智慧物流能够收集和分析大量业务数据。这些数据的深入分析和整合,增强了农业企业供应链上各企业的协调效率,加快了商品和资金在农业企业间的流转,提高了整个供应链的运作效率。^[15]同时,通过应用尖端信息技术优化流程、改善物流和库存管理,农业企业能够有效提升供应链效率。供应链效率的提升通常表现为减少浪费、降低成本、缩短交货时间、提高客户满意度,以及增强整体竞争力。这有助于增强农业企业供应链在面对突发事件时的响应速度、应对能力和恢复力,^[16]而这些能力正是供应链韧性的内涵所在。一方面,智慧物流技术的应用为

农业企业提供了丰富的数据资源、先进的信息技术和高效的物流管理能力,这些资源与能力的整合能够显著提升企业的供应链韧性,使其在面对市场波动与突发事件时具备更强的应对能力。另一方面,通过优化智慧物流的资源配置与管理流程,农业企业能够在降低运营成本的同时,提升供应链的效率与效益,从而增强其市场竞争力与可持续发展能力。基于此,本文提出假设2。

假设2:智慧物流可以通过提高供应链效率增强农业企业供应链韧性。

(三) 企业资产专用性的中介作用

企业资产专用性是指在不牺牲生产价值的前提下,某项资产能够被重新配置于其他替代用途或是被替代使用者重新调配使用的程度。^[17]资产专用性高,意味着交易双方互相需求、高度依赖。交易双方更倾向于采用内部组织一体化的形式,而不再采用外部市场合同形式。契约双方中一方投入专用资产,一旦另一方采取机会主义行为而提前终止交易,该方就有可能蒙受损失。依据资源依赖理论,供应链的过度集中化会使企业在资源获取与分配过程中过度依赖外部资源。这种依赖关系不仅会提升供应链上下游企业的议价能力,还可能削弱企业自身的议价能力。^[18]具体而言,资源依赖理论认为,企业为了获取关键资源以维持生产和发展,必须与外部环境进行资源交换,从而与供应商和客户形成相互依赖的关系。当这种依赖关系过度时,企业可能会因投入过多的专用性资产而对特定供应商或客户形成过度依赖,进而导致其在谈判中处于劣势地位。

在供应链管理中,供应商集中度越高,企业在与供应商议价过程中越可能面临更高的采购成本和更不利的交货条件。这是因为供应商在集中度较高的情况下,更能够凭借其在供应链中的关键地位,增强自身的议价能力,从而获取更有利的交易条件。相反,企业若能通过优化供应链结构,降低对单一供应商或客户的依赖,将有助于其提升自身的议价能力,增强供应链的稳定性和韧性。智慧物流依托大数据技术,能够更精确地预测市场需求与供应情况,实现资源的优化分配,从而减少资源的浪费和不足,提升资源的使用效率。^[19]这种优化配置减少了农业企业在专用资源上的投入,使他们可以更灵活地响应市场变化,而不是依赖于固定的、专用的资源。由此可见,智慧物流可以帮助企业降低农业企业资产专用性,从而推进业务流程的高效协同,整合共享研发设计、生产设备、数据信息等资源,以加速创新协作和

科技成果转化,提高农业企业供应链上下游企业的可取代性和替换性,减少垄断溢价和边际成本,实现农业企业供应链管理的精益化。^[20]智慧物流可以精准识别并消除供应链网络中的冗余,缩短业务流程和周期,促进市场整合,减少出错环节。智慧物流可以增强农业企业供应链的开放性,及时传递和共享可靠的信息,降低交易成本和风险,从各个环节增强供应链的稳定性。^[21]在不确定环境下,更高的供应链稳定性可以有效降低或中断风险,帮助企业实现高质量经营,减少企业对外部冲击的敏感性,基于此,本文提出假设3。

假设3:智慧物流可以通过降低企业资产专用性增强农业企业供应链韧性。

三、指标选取、模型构建与数据来源

(一) 指标选取

1. 被解释变量

根据供应链韧性概念——供应链受到干扰后能够恢复到原状态或者更加理想状态的能力,本文参照张树山等(2024)^[22]的研究将农业企业供应链韧性(*Re*)分为两个方面进行衡量,并用熵权法进行评估,结果见表1。

表1 农业企业供应链韧性测度指标体系

一级指标	二级指标	指标说明	权重
供应链抵抗力	供需稳定	企业前五大客户中非新出现的客户数量/5	0.230
	资金关系	应收账款与收入比值的自然对数	0.015
供应链恢复力	产品流动	企业库存周转率	0.724
	绩效敏感	构建绩效敏感指数	0.031

(1) 供应链抵抗力(*Resis*)是指供应链在面对外部冲击或干扰时,能够维持正常运作和避免中断的能力。参考Cull等(2009)^[23]的研究,本文采用应收账款与收入比值的自然对数来衡量供应链中资金占用的情况。该数值越小,意味着客户对企业资金占用率越低,则供应链上下游之间的供需关系更加稳定,该指标为负向指标。借鉴潘红波等(2020)^[24]的方法,本文利用企业前五大客户中非新出现的客户数量除以5表征供应链抵抗力。供应链抵抗力体现了供应链在面对外部扰动时维持循环畅通的能力,而客户关系的稳定性直接影响供应链的稳定性和连续性。若企业在不同年份中保持较高比例的长期客户,这显示出该供应链关系较为牢靠,相应的,其抵御市场波动的能力也更强。

(2) 供应链恢复力(*Recov*)是指供应链中企业面对不确定突发事件后的复原能力。当外部因素对供应链造成影响时,企业的业绩往往会偏离其原本的发展路径。这种偏离程度反映了企业在面对冲击时的适应和调整能力。根据张树山等(2024)^[22]对经济绩效敏感性指标的构建,本文采用残差值衡量不同时期企业受到外部冲击后的经济绩效发生变化的值,这个残差数值越大,越能体现出企业对不同时期变化的高度适应性和响应能力,这反映了其供应链具有强大的恢复力。本文利用库存周转率来表征供需恢复程度。高库存周转率通常意味着库存管理效率高、响应市场变化迅速,同时表明存货的周转速度快,从成本到商品销售再到资金回流的周期短,销售情况好。这有助于企业在面临供应链冲击时,快速回收资金,增强恢复能力。

2. 核心解释变量

本文借鉴张树山等(2023)^[25]的学术成果,构建了一个包含发展能力、发展环境和发展效益3个维度的智慧物流评价指标体系(*SIL*),并采用熵权法来评估我国各省份在智慧物流方面的发展程度,所有指标均为正向指标,详见表2。

3. 中介变量

结合关红阳(2024)^[17]的做法,本文将供应链效率(*Ef*)用库存周转天数(365除以库存周转率)进行衡量,为正向指标;将企业资产专用性(*As*)用企业无形资产占总资产比重进行衡量,为负向指标。

4. 控制变量

本文参照袁业虎等(2025)^[26]的做法,并根据国泰安数据库的指标描述,选取企业经营规模(*Size*)、企业成立年龄(*Age*)、杠杆率(*Lev*)、董事会规模(*Board*)、独立董事占比(*Indep*)作为控制变量。其中,企业经营规模(*Size*)用企业年总资产的自然对数进行衡量;企业成立年龄(*Age*)用企业成立年龄(当年年份-企业成立年份+1)的自然对数进行衡量;杠杆率(*Lev*)用年末总负债除以年末总资产的比值进行衡量;董事会规模(*Board*)用企业董事会人数的自然对数进行衡量;独立董事占比(*Indep*)用独立董事人数除以董事会总人数的比值进行衡量;资产收益率(*Roa*)用经营利润和总资产的比值进行衡量;公司成长能力(*Growth*)用企业营业收入增长率进行衡量。

(二) 模型构建

本文主要分析智慧物流发展对供应链韧性的影响和作用机制,因此构建式(1)基准回归模型。

$$Re_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 SIL_{i,t} + \sum \gamma Controls_{i,t} + \sum Firm + \sum Year + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

表2 智慧物流测度指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标说明	权重
发展能力	技术进步	科学技术投入强度	科学技术支出/财政支出(%)	0.031
	人力资本	物流业从业人员中受高等教育比重	物流业从业人员比重×受高等教育人口(人)	0.127
		教育投入强度	教育支出/财政支出(%)	0.013
发展环境	产业环境	产业结构优化	铁路货运量/公路货运量(%)	0.079
		物流业效益	物流业增加值/地区生产总值(%)	0.010
	贸易环境	外贸依存度	进出口总额/地区生产总值(%)	0.055
	基础设施	盈利基础	(公路里程+铁路里程)/地区面积(km/100 km ²)	0.241
		覆盖程度	年末邮政局(处)	0.032
发展效益	政府支持	投资力度	固定资产投资/地区生产总值(%)	0.013
		政府能力	财政支出/地区生产总值(%)	0.040
	智慧应用	电信业效益	电信业务总量×(物流业收入/地区生产总值)(元)	0.120
		互联网普及度	互联网宽带接入用户数(万户)	0.030
	总体效益	移动电话普及度	移动电话用户数(万户)	0.025
		业务容量	货物总量(万吨)	0.024
		邮电业效益	邮电业务总量/(元/人)	0.058
	快递业效益	快递业收入/(元/人)	0.095	
	物流业增长率	当年物流业收入-上年物流业收入(%)	0.007	

式(1)中,下标 i, t 分别为企业和年份,被解释变量 Re 表示供应链韧性水平, SIL 表示地区智慧物流发展水平, β_1 为重点关注核心解释变量系数, $Controls$ 表示控制变量集合, $Firm$ 和 $Year$ 分别表示个体和年份固定效应, ε 表示随机误差项。

(三) 数据来源

根据上述分析,本文将2014—2024年我国31个省份数据和A股上市农业企业数据作为初始样本进行研究。省份数据和企业数据分别来源于中国统计年鉴和国泰安数据库。其中,对于农业企业,根据郭捷等(2022)^[27]的研究,本文在国泰安数据库中筛选了“农、林、牧、渔业”“农副食品加工行业”“纺织业”“木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业”四类,剔除期间ST企业和2023年上市企业,同时剔除参与回归中所有缺失值样本,并对主要连续变量进行了1%双边缩尾(Winsorize)。此外,为避免数据波动对回归结果造成干扰,本文对所有变量作自然对数处理。

四、实证结果与分析

(一) 描述性分析

由表3变量描述性统计分析可以看出,智慧物流和农业企业供应链韧性各自的最大值和最小值都相差较大,表明现阶段我国各省份智慧物流和农业企业供应链发展差别较大。因此,智慧物流对于农业企业供应链韧性的影响可能存在地区和企业间的差异性。

表3 描述性统计分析结果

变量	Mean	SD	Min	p50	Max
Re	4.58	0.18	-0.01	4.59	4.99
SIL	0.23	0.48	0.00	0.07	3.55
$Board$	2.09	0.20	1.61	2.20	2.77
$Size$	22.20	1.06	20.14	22.15	26.20
Age	3.00	0.27	2.08	3.04	3.69
Lev	0.43	0.20	0.02	0.42	1.48
$Indep$	38.68	6.34	25.00	37.50	66.67
Roa	0.03	0.09	-0.43	0.03	0.75
$Growth$	0.15	0.48	-1.48	0.08	7.72

(二) 基准回归分析

基准回归结果见表4。表4展示了在控制时间和个体固定效应后智慧物流对供应链韧性的回归结果,其在1%的水平上显著为正。这表明智慧物流的发展能够显著提升农业企业供应链韧性,从而支持了假设1。

(三) 稳健性检验

1. 替换自变量

本文采用变异系数法对智慧物流水平进行了重新计算,构建了一个全新的智慧物流水平指标体系(CIL),用于衡量各省份智慧物流水平,并在此基础上,对原有的回归模型进行了因变量的替换,使用新构建的 CIL 指标进行回归分析。替换后的回归结果详见表5列(1),结果显示智慧物流在10%的水平上显著为正。这表明,即使替换了因变量,回归结果仍然稳健,研究结论依然成立,具有较高的可信度和可靠性。

表4 基准回归及机制检验结果

变量	Re
<i>SIL</i>	0.0192 *** (0.005)
<i>Board</i>	0.0510 ** (0.022)
<i>Size</i>	-0.0058 (0.006)
<i>Age</i>	-0.0833 ** (0.036)
<i>Lev</i>	0.0677 *** (0.018)
<i>Indep</i>	0.0008 (0.001)
<i>Roa</i>	0.4456 *** (0.024)
<i>Growth</i>	-0.0208 *** (0.004)
<i>Constant</i>	4.8551 *** (0.167)
固定效应	Yes
<i>Observations</i>	826
<i>R-squared</i>	0.9690

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

2. 剔除直辖市样本

直辖市作为省级行政单位,在政策制度、金融支持以及创新实力方面相较于一般城市具有更多优势,从而在经济发展水平、技术水平以及政策优惠等方面优于一般地级市。这些因素可能使得直辖市在样本中成为离群值,其数据与普通省份存在显著差异。同时,考虑到直辖市可能受到特殊政策的影响,剔除这些样本可以更准确地评估政策对一般城市的净效应,可以检验模型在不同情况下的稳定性和鲁棒性,确保模型的可靠性和有效性。因此,本文参考张树山等(2023)^[25]稳健性检验方法,为了确保研究结果的稳健性和可比性,排除直辖市样本,专门对省级数据进行分析。表5列(2)显示了剔除直辖市后的回归结果,结果仍在1%的水平上显著为正。

3. 剔除2020—2022年样本

2020—2022年期间,全球经济运行受到严重外部冲击,这一阶段出现公共卫生危机、全球供应链紊乱,以及国际贸易环境剧烈波动等多重不确定因素。受此影响,各国政府普遍采取了非常规的宏观经济政策手段,包括大规模财政刺激与宽松货币政策,以

表5 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	替换自变量 Re	剔除直辖市 Re	剔除年份 Re	第一阶段 Re	第二阶段 Re
<i>CIL</i>	0.0054 * (0.003)				
<i>SIL</i>		0.0193 *** (0.005)	0.0298 *** (0.008)		1.2986 ** (0.643)
<i>Gud</i>				-0.0309 *** (0.005)	
<i>Board</i>	0.0500 ** (0.022)	0.0488 * (0.026)	0.0745 *** (0.024)	0.0800 (0.052)	0.1568 (0.155)
<i>Size</i>	-0.0051 (0.006)	-0.0057 (0.006)	-0.0120 ** (0.006)	-0.0381 *** (0.008)	-0.0980 *** (0.037)
<i>Age</i>	-0.0866 ** (0.036)	-0.0976 ** (0.038)	-0.0435 (0.036)	-0.0541 * (0.030)	-0.2539 * (0.138)
<i>Lev</i>	0.0686 *** (0.018)	0.0654 *** (0.018)	0.0715 *** (0.019)	0.2000 *** (0.045)	0.2492 * (0.136)
<i>Indep</i>	0.0008 (0.001)	0.0009 (0.001)	0.0016 ** (0.001)	0.0020 (0.002)	-0.0009 (0.005)
<i>Roa</i>	0.4484 *** (0.024)	0.4580 *** (0.026)	0.3649 *** (0.026)	0.6820 *** (0.093)	-0.2602 (0.534)
<i>Growth</i>	-0.0211 *** (0.004)	-0.0267 *** (0.006)	-0.0170 *** (0.005)	0.0004 (0.014)	0.0243 (0.042)
<i>Constant</i>	4.8598 *** (0.169)	4.9046 *** (0.181)	4.7902 *** (0.176)	5.2660 *** (0.228)	6.8260 *** (1.038)
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Observations</i>	826	792	574	826	826
<i>R-squared</i>	0.9690	0.9700	0.9680	0.1180	0.1050

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

稳定经济与社会秩序。这些突发性政策干预和市场反应可能导致相关经济变量出现短期剧烈波动,进而削弱样本数据的平稳性与可比性。此外,该时期的数据中可能存在较多异常值和离群点,对计量模型的估计结果产生偏误。剔除这些年份的数据可以帮助研究者检验模型在不同经济周期下的稳健性,因此,本文参考吴秋生等(2024)^[28]的研究,为确保研究结果的可靠性和有效性,将2020—2022年的样本剔除。表5列(3)展示了剔除样本后的回归结果,其在1%的水平上显著为正,表明研究结果依然稳健。

(四) 内生性检验

为进一步消除内生性问题对研究结果的影响,本文利用工具变量法重新进行回归分析。地形起伏度可以反映当地地形的复杂程度,进而影响数字基础设施的安装与调试。^[29]在智慧物流领域,地形起伏度较大的地区意味着物流基础设施建设的成本和难度增加,而地形起伏度作为自然地理特征,通常不受经济因素的影响,因此具有很好的外生性。这意味着地形起伏度不太可能与其他经济变量存在直接关联,其满足作为工具变量的外生性条件。因此,本文参考戴亦一等(2016)^[30]的做法,使用地形起伏度和时间变量(样本时间跨度)的交互项(*Gud*)作为工具变量。表5列(4)和列(5)展示了工具变量法的

回归结果。第一阶段,所选工具变量的系数在1%的水平上显著为负,这与研究预期相符。第二阶段,自变量系数仍在5%的水平上显著为正,这表明在控制了可能的内生性问题后,研究结果依然稳健。

(五) 异质性分析

本文在分析描述性统计结果后发现,智慧物流对农业企业供应链韧性的影响存在企业异质性和区域异质性,因此分别进行检验分析。

1. 企业性质异质性分析

本文借鉴刘爽爽等(2024)^[31]的做法,根据企业所有权的不同,将所有农业企业划分为民营企业 and 国有企业,回归结果见表6列(1)、列(2)。结果表明,在智慧物流对农业企业供应链韧性的影响上,民营企业和国有企业表现出了显著的差异。民营企业的系数在1%的水平上显著为正,而国有企业的系数不显著。这可能有以下几点原因。第一,在企业结构方面,民营企业通常具有更高的管理效率和更快的决策速度。^[32]智慧物流的实施需要迅速响应市场和客户需求的变化,民营企业更能迅速适应这些变化,从而提升农业企业供应链韧性。国有企业复杂的决策流程和层级结构^[33],导致其在智慧物流的实施和响应上不如民营企业灵活,削弱了智慧物流对其供应链韧性的正面影响。第二,在企业

表6 异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	民营 <i>Re</i>	国有 <i>Re</i>	东部 <i>Re</i>	中部 <i>Re</i>	西部 <i>Re</i>
<i>SIL</i>	0.0180*** (0.006)	0.0233 (0.008)	0.0279*** (0.004)	-0.2091 (0.127)	0.0257 (0.116)
<i>Board</i>	0.0394 (0.033)	0.0421* (0.024)	0.0051 (0.026)	0.1116* (0.064)	0.0469 (0.042)
<i>Size</i>	0.0050 (0.007)	-0.0308*** (0.009)	-0.0148** (0.006)	-0.0150 (0.018)	-0.0285** (0.012)
<i>Age</i>	-0.0704* (0.041)	-0.0376 (0.085)	-0.0372 (0.039)	-0.1348 (0.092)	0.1808* (0.107)
<i>Lev</i>	0.0306 (0.021)	0.2181*** (0.033)	0.2144*** (0.019)	0.0175 (0.055)	-0.0091 (0.046)
<i>Indep</i>	0.0005 (0.001)	0.0012* (0.001)	-0.0003 (0.001)	0.0013 (0.001)	-0.0005 (0.001)
<i>Roa</i>	0.4339*** (0.028)	0.5239*** (0.044)	0.4896*** (0.026)	0.3326*** (0.069)	0.7155*** (0.070)
<i>Growth</i>	-0.0275*** (0.007)	-0.0159*** (0.005)	-0.0321*** (0.004)	0.0095 (0.015)	-0.0331*** (0.012)
<i>Constant</i>	4.6541*** (0.200)	5.1348*** (0.357)	4.9648*** (0.172)	4.9166*** (0.524)	4.6275*** (0.407)
<i>Observations</i>	644	182	507	104	215
<i>R-squared</i>	0.9730	0.7950	0.7600	0.9960	0.7740

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

战略方面,民营企业往往更注重市场导向,注重客户需求和服务质量。智慧物流能够帮助他们更好地满足这些需求,从而增强供应链的适应性和韧性。国有企业在市场导向和客户服务方面不如民营企业积极^[34],这可能限制了智慧物流在提升其供应链韧性方面的潜力。第三,在企业创新方面,民营企业通常更愿意承担风险和尝试新技术。这有助于他们在智慧物流领域取得突破,从而增强农业企业供应链韧性。国有企业在智慧物流的创新和应用上更为保守。^[35]第四,在资源配置方面,民营企业在智慧物流领域投入资源用于技术研发和创新更积极,通过优化资源配置和提升供应链效率来增强其供应链韧性。而国有企业将资源配置更多地集中在传统领域,对智慧物流的投入相对不足,从而限制了对农业企业供应链韧性的提升。^[36]这些因素共同作用,导致了两种类型企业在智慧物流对农业企业供应链韧性影响上的异质性。

2. 地区异质性分析

根据国家统计局公布的分类标准,本文将企业数据分为东部、中部、西部地区分别进行回归,结果见表6列(3)、列(4)、列(5)。结果表明,在智慧物流对农业企业供应链韧性的影响上,东部、中部和西部地区表现出了异质性。东部地区的系数在1%的水平上显著为正,中部地区的系数不显著为负,而西部地区的系数则不显著为正。这可能有以下三个方面的原因。第一,在经济发展水平和基础设施发展方面,东部地区作为我国经济最发达的地区,拥有更完善的基础设施和更先进的物流技术,其智慧物流的实施效果更加显著,从而正向影响农业企业供应链韧性。中部地区虽然在发展,但由于其基础设施和经济发展水平相对落后,未能充分发挥智慧物流的潜力,从而对农业企业供应链韧性产生负面影响。西部地区由于受到地理环境和经济发展的限制,其智慧物流的发展较为缓慢,对农业企业供应链韧性的影响不显著。^[37]第二,在政策支持和投资环境方面,东部地区享有更多的政策支持和投资环境,这些因素促进了智慧物流的发展和应用,增强了农业企业供应链韧性。中西部地区可能由于政策支持不足或投资环境不佳,智慧物流的发展受到限制,农业企业供应链韧性受到的正面影响较小。^[38]第三,在企业结构和资源方面,东部地区的企业可能规模更大,结构更复杂,因此对智慧物流的需求更高,同时该地区企业拥有更丰富的人才和技术资源,这些资源是智慧物流发展的关键。中西部地区的企业可能规模较小,结构相对简单,人才和技术资源也相对匮乏,

该地区企业对智慧物流的需求小、应用少,智慧物流的发展和效果受到限制,从而农业企业供应链韧性也受到影响。^[39]

(六) 中介机制检验

由表4可知,智慧物流对农业企业供应链韧性的影响系数显著为正,说明智慧物流能够显著提高农业企业供应链韧性。为验证假设2和假设3,本文构建中介效应模型检验智慧物流提升农业企业供应链韧性的内在机理,结果见表7。表7列(1)展示了智慧物流对供应链效率的回归结果,其在1%的水平上显著为正,表明智慧物流会提高供应链效率进而增强农业企业供应链韧性,验证了假设2。表7列(2)展示了智慧物流对企业资产专用性的回归结果,其在1%的水平上显著为负,表明智慧物流会通过降低企业资产专用性进而增强农业企业供应链韧性,验证了假设3。

表7 中介机制检验结果

变量	(1)	(2)
	<i>Ef</i>	<i>As</i>
<i>SIL</i>	0.0027*** (0.001)	-0.0050*** (0.002)
<i>Board</i>	0.0059** (0.003)	-0.0135* (0.008)
<i>Size</i>	0.0035*** (0.001)	-0.0072*** (0.002)
<i>Age</i>	-0.0016 (0.005)	-0.0115 (0.013)
<i>Lev</i>	0.0053** (0.002)	-0.0118* (0.006)
<i>Indep</i>	0 (0)	-0.0003 (0)
<i>Roa</i>	0.0051 (0.003)	-0.0270*** (0.009)
<i>Growth</i>	-0.0026*** (0.001)	-0.0016 (0.002)
<i>Constant</i>	-0.0550** (0.022)	0.2806*** (0.060)
固定效应	Yes	Yes
<i>Observations</i>	826	826
<i>R-squared</i>	0.8640	0.7850

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的统计水平上显著。

五、研究结论与政策建议

(一) 研究结论

本文基于2014—2024年省级面板和A股农业

上市企业数据,使用固定效应模型和中介效应模型,检验了智慧物流发展对农业企业供应链韧性的影响。结果显示,智慧物流发展对农业企业供应链韧性具有显著的正向促进作用。机制检验结果表明,智慧物流可以提高供应链效率和降低企业资产专用性进而提升农业企业供应链韧性。异质性分析表明,智慧物流对民营农业企业和东部地区农业企业的供应链韧性提升效果更显著,而对国有企业和西部地区的农业企业供应链韧性产生负向影响,对中部地区的农业企业供应链韧性没有产生显著影响。

(二) 政策建议

基于研究结论,本文对提高我国农业企业供应链韧性提出如下建议。

第一,设立智慧物流和供应链人才培养地区差异机制。政府应大力加强我国中西部地区智慧物流基础设施建设,提升中西部地区农业企业供应链从业人员的技术素养,推动中西部地区高校与农业企业、物流企业建立校企合作机制,设立实习基地和产学研合作项目。高等院校与职业院校应通过人才数据库和物流技能等级考评体系,使从学校到企业的人才流动通道畅通。智慧物流的核心在于信息技术、物联网、大数据和人工智能的应用,这要求中西部各地加快物流基础设施的智能化建设,提高农业企业供应链从业人员的技术素养。针对中西部地区农业企业供应链从业人员的特点,相关部门应构建分层分类的培训体系,例如,为农业生产者提供基础的智慧物流工具使用培训,为物流企业管理和技术人员提供中高级的物联网、大数据和人工智能应用培训;加强对农业生产者、物流企业和零售商的技术培训,提升其对智慧物流工具的应用能力,并结合线上课程和线下实操培训,提供灵活多样的学习方式。线上课程可涵盖智慧物流理论、数据分析等基础知识;线下培训则通过专家讲座、实地考察等方式,增强从业人员的实践能力。上述建议有助于推动农业企业供应链的数字化转型,提升中西部整体供应链的效率和韧性。

第二,制定智慧物流和农业企业供应链创新激励政策。政府在推动智慧物流与农业企业供应链韧性建设方面扮演着重要角色。本文建议政府进一步完善智慧物流的政策支持体系,通过财政补贴、税收优惠、贷款支持、专项补贴等手段鼓励企业和地方政府在智慧物流基础设施、技术创新等方面加大投资,推动智慧物流技术的研发与应用,鼓励企业在农业企业供应链管理中应用区块链等新技术,提升农业

企业供应链的智能化、透明化水平,例如,设立专项基金支持跨区域智慧物流基础设施建设,鼓励企业开展智慧物流项目试点,促进资源整合和利用。

第三,加强农业企业供应链的柔性设计和基础设施建设。在农业企业供应链中,不确定性因素较多,如天气、政策、市场需求等。为了提高供应链韧性,企业需要加强供应链的基础建设,增强设计上的柔性和灵活性。农业企业可通过建设智能仓储、自动化分拣系统、冷链物流设施等,提升农业企业物流效率和降低运输过程中的损耗,减少中西部地区和东部地区的基础建设差异;农业企业可推动建设智慧物流园区、物流枢纽与新型基础设施同步发展,形成产业、物流、数据的集聚效应,降低边际成本,提升区域物流效率;农业企业通过多元化的供应渠道、灵活的库存管理,以及快速响应的生产和配送能力,确保供应链在突发情况下能够迅速调整和应对;农业企业可针对农产品运输需求,加大对冷链物流设施的投入,包括温湿度监控系统、冷链运输车辆等,确保农产品在运输过程中的品质和安全。尤其中西部地区农业企业推广智能仓储系统,引入AGV(自动导引车)、智能货架、自动化分拣设备等,提高仓储效率和货物检索速度。

第四,推动跨区域协作与资源整合。农业企业供应链面临季节性波动、市场需求变化等挑战,不同地区间的经济发展水平差别较大会影响智慧物流对农业企业供应链韧性的促进作用。因此,为提升农业企业供应链韧性不同地区间的协作需要加强。农业企业供应链上下游可构建统一的区域间智慧物流信息平台,实现物流数据的互联互通和共享使用,打破信息孤岛。园区内企业通过平台整合运输、仓储、园区等业务,利用大数据、云计算等技术提升产业链协同效率。园区内企业通过发展区域间智慧物流平台,实现信息共享和资源整合,提高供应链的协调性和应变能力。例如,园区内企业可以通过智能调度系统实现跨区域的运输协调,减少因地域差异导致的资源浪费和供应链中断风险;园区引入数字孪生技术,可实现库存资源可视化、物联网联防联控等功能,提升园区管理效率。园区内企业还能通过可视化平台实时监控物流车辆的装卸、发车等信息,优化月台调度,同时,探索跨区域产业合作模式,如园区托管共建、离岸科创中心等,促进生产要素的顺畅流动和优化配置。相关部门通过承接产业转移,提升中西部地区的物流基础设施水平,推动跨区域多式联运发展,打破传统运输方式的壁垒,打造铁水、公铁、公水等联运模式,减少碳排放,例如,利用智慧物

流平台实现大宗货物的“公转铁”运输,提升运输效率。

参考文献

- [1] 夏铭璐, 张树山, 谷城. 智慧物流对产业链韧性的影响[J]. 中国流通经济, 2023, 37(9): 23-33.
- [2] FENG B, YE Q. Operations management of smart logistics: A literature review and future research[J]. *Frontiers of Engineering Management*, 2021, 8(3): 1-12.
- [3] 钱慧敏, 何江, 关娇. “智慧+共享”物流耦合效应评价[J]. 中国流通经济, 2019, 33(11): 3-16.
- [4] 谷城, 张树山. 我国物流业智慧化水平的分布动态、空间差异与收敛性[J]. 中国流通经济, 2023, 37(3): 17-31.
- [5] ASSIS M T Q M, LUCAS M R D P V, RAINHO M M. The influence of trust for sustainable agri-food production: Empirical evidence of a mariculturist supply chain in Southern Brazil [J]. *British Food Journal*, 2023, 125(12): 4268-4290.
- [6] ZHONG H D, WANG Q, LI L X, et al. Supply chain digitalization and performance improvement: A moderated mediation model[J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2023, 28(6): 993-1008.
- [7] WIELAND A, WALLENBURG M C, TÖYLI J, et al. The influence of relational competencies on supply chain resilience: A relational view[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2013, 43(4): 300-320.
- [8] IVANOV D, DOLGUI A. A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 [J]. *Production Planning & Control*, 2020, 32(9): 1-14.
- [9] 高健飞. 智慧物流发展对产业链供应链韧性的影响研究[J]. 商业经济研究, 2024(9): 73-77.
- [10] 付含逸, 张峰, 苏智媛, 等. 区块链技术在供应链金融风险中的应用[J]. 财政科学, 2021(2): 152-160.
- [11] 韩佳伟, 李佳铨, 任青山, 等. 农产品智慧物流发展研究[J]. 中国工程科学, 2021, 23(4): 30-36.
- [12] 范贝贝, 李瑾, 冯献, 等. 农产品智慧供应链体系高质量发展研究[J]. 中国工程科学, 2023, 25(4): 92-100.
- [13] 杨威, 郝喜玲. 企业行为理论和资源基础理论视角下的动态竞争模型构建[J]. 现代管理科学, 2015(12): 100-102.
- [14] 蔡佳琦. 企业财务成本与效益的关系研究[J]. 财经问题研究, 2016(增刊2): 70-73.
- [15] 张晨霞, 俞萍萍. 国内市场分割与供应链效率——基于企业库存视角[J]. 国际商务, 2022(3): 123-139.
- [16] 黄宏斌, 张玥杨, 梁慧丽. 供应链数字化、效率提升与企业高质量发展[J]. 管理科学, 2024, 37(2): 38-53.
- [17] 关红阳. 智慧物流发展对供应链韧性的影响效应与作用机制[J]. 商业经济研究, 2024(20): 87-90.
- [18] 高启杰, 崔乾慧. 组织合作何以促进推广绩效提升? ——基于交易成本视角[J]. 农村经济, 2024(10): 112-124.
- [19] 李干琼, 李欣, 赵龙华, 等. 农业供应链管理研究进展综述及展望[J]. 农业大数据学报, 2020, 2(3): 3-12.
- [20] 张梅, 邢蕾, 颜华. 农业产业链下农民合作社风险机制研究——基于资产专用性的角度[J]. 农林经济管理学报, 2022, 21(1): 1-9.
- [21] 杨亦民, 彭皓, 薛勤. 资产专用性会减损多元化协同效应吗? ——来自我国农业类上市公司的经验证据[J]. 湖南社会科学, 2020(2): 121-129.
- [22] 张树山, 谷城. 企业数字化转型与供应链韧性[J]. 南方经济, 2024(8): 137-158.
- [23] CULL R, XU L C, ZHU T. Formal finance and trade credit during China's transition[J]. *Journal of Financial Intermediation*, 2009, 18(2): 173-192.
- [24] 潘红波, 张哲. 高管—客户关系与企业客户稳定度[J]. 管理学报, 2020, 17(2): 196-203.
- [25] 张树山, 谷城, 张佩雯, 等. 智慧物流赋能供应链韧性提升: 理论与经验证据[J]. 中国软科学, 2023(11): 54-65.
- [26] 袁业虎, 吴端端. 企业数字化转型与供应链韧性——基于供应链溢出的视角[J]. 系统工程理论与实践, 2025, 45(7): 2309-2326.
- [27] 郭捷, 谷利月. 农业企业供应链金融能有效缓解企业的融资约束? ——涉农企业参与精准扶贫的实证研究[J]. 运筹与管理, 2022, 31(3): 112-118.
- [28] 吴秋生, 徐婷. 共享审计对供应链韧性的影响[J]. 财会月刊, 2024, 45(19): 87-93.
- [29] 潘爱玲, 王雪. 数字化转型如何推动文化企业高质量发展[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2023, 40(4): 44-54.
- [30] 戴亦一, 肖金利, 潘越. “乡音”能否降低公司代理成本: 基于方言视角的研究[J]. 经济研究, 2016, 51(12): 147-160.
- [31] 刘爽爽, 马晓强, 杨世攀. 数字化转型与制造业绿色发展: 基于绿色创新与要素集聚机制作用[J]. 经济问题探索, 2024(12): 160-175.
- [32] 陆蓉, 徐龙炳, 叶茜茜, 等. 中国民营企业韧性测度与影响因素研究[J]. 经济管理, 2021, 43(8): 56-73.
- [33] 李维安, 侯文滢, 柳志南. 国有企业金字塔层级与并购绩效——基于行政经济型治理视角的研究[J]. 经济管理, 2021, 43(9): 16-30.
- [34] 刘瑞明. 中国的国有企业效率: 一个文献综述[J]. 世界经济, 2013, 36(11): 136-160.
- [35] 刘惠好, 陈梦洁, 焦文妞. “去杠杆”政策之于国有企业创新效率: 抑制还是促进[J]. 经济管理, 2023, 45(11): 68-88.
- [36] 任赞杰, 何晓捷, 任金政. 数字化转型能推动农业企业供应链配置的多元化吗[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2024, 46(11): 17-31.
- [37] 刘子叶, 任群罗, 牛巾英. 数字经济对西部地区物流业

- 竞争力的影响研究[J]. 西部经济管理论坛, 2023, 34(4): 35-49.
- [38] 常乐. 数字化背景下智慧城市建设对我国流通业效率的影响分析——兼论智慧城市试点的政策效应评估[J]. 商业经济研究, 2024(6): 22-26.
- [39] 谷城, 张树山. 政府治理数字化赋能新质生产力发展: 理论与实证检验[J]. 北京社会科学, 2024(12): 73-87.
- [责任编辑 李 新]

Research on Intelligent Logistics' Impact on the Resilience of Agricultural Enterprise Supply Chains

TU Yanhong, MA Xiaoxian

(School of Economics and Management, Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan 412007, China)

Abstract: Based on panel data of 31 provinces and A-share listed agricultural-enterprise data from 2014 to 2024, this study establishes an evaluation index system for intelligent logistics and a resilience evaluation index system for agricultural-enterprise supply chains. In this vein, weights are allocated utilizing the entropy approach, and a fixed effect model and a mediation effect model are deployed respectively to delve into how intelligent logistics influences the resilience of the supply chains. The results indicate that intelligent logistics can significantly enhance the resilience of the supply chains by improving their resistance and recovery capabilities. Also, the enhancement of supply chain efficiency and the reduction of enterprise asset specificity play a mediating role. Further analysis reveals that there is a heterogeneity in both enterprise and regional level in terms of intelligent logistics' impact on the resilience of agricultural-enterprise supply chains. Specifically, intelligent logistics can promote the supply chain resilience of private agricultural enterprises, while it has an opposite effect on state-owned ones. It is also found that the positive effect on supply chain resilience is significantly more pronounced in eastern China compared to the western region. Moreover, it is observed that intelligent logistics inhibits the supply chain resilience of agricultural enterprises in the central region. These findings can contribute to the development of targeted intelligent logistics policies based on regional differences and enterprise characteristics, aiming to provide theoretical guidance for effectively enhancing the resilience of agricultural-enterprise supply chains.

Key Words: intelligent logistics system; agricultural enterprises; supply chain resilience