

数智融合范式下电商供应链韧性重构与生态系统协同演进研究

董 例

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年12月20日; 录用日期: 2025年12月30日; 发布日期: 2026年1月30日

摘要

在全球贸易摩擦常态化与数字经济深入发展的背景下, 电商供应链面临韧性不足与协同效率低下的双重挑战。本文构建了“技术 - 组织 - 生态”整合性分析框架, 探讨数智融合如何重构电商供应链韧性并驱动其生态系统协同演进。研究发现, 生成式AI预测、区块链溯源等技术通过提升信息透明度、优化智能决策与促进流程一体化, 显著增强了供应链的抗风险与自适应能力; 而“成本共担+收益共享”机制、全链路数据协同与多方演化博弈则推动了生态化、网络化的协同发展。针对跨境电商、国内电商与农村电商等不同场景, 本研究提出了差异化的韧性重构路径。研究建议, 企业应加强智能基础设施与数据治理能力建设, 政府需完善政策引导与生态培育, 共同构建高效、敏捷、可持续的智慧供应链生态系统。

关键词

电商供应链, 数智化, 供应链韧性, 协同演进, 生态系统

Research on the Resilience Reconstruction and Ecosystem Synergistic Evolution of E-Commerce Supply Chain under the Paradigm of Digital-Intelligence Integration

Li Dong

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: December 20, 2025; accepted: December 30, 2025; published: January 30, 2026

Abstract

Under the background of normalized global trade frictions and the deepening digital economy, e-commerce supply chains face dual challenges of insufficient resilience and low coordination efficiency. This study constructs an integrated analytical framework of “technology-organization-ecosystem” to explore how digital-intelligence integration reconstructs supply chain resilience and drives the synergistic evolution of its ecosystem. The findings indicate that technologies such as Generative AI-based forecasting and blockchain for traceability significantly enhance the risk resistance and adaptive capacity of supply chains by improving information transparency, optimizing intelligent decision-making, and promoting process integration. Mechanisms like “cost-sharing and benefit-sharing,” end-to-end data collaboration, and multi-agent evolutionary gaming facilitate the development towards an ecological and networked synergy. Different resilience reconstruction pathways are proposed for various scenarios including cross-border, domestic, and rural e-commerce. It is recommended that enterprises strengthen intelligent infrastructure and data governance capabilities, while governments should improve policy guidance and ecosystem cultivation to jointly build an efficient, agile, and sustainable smart supply chain ecosystem.

Keywords

E-Commerce Supply Chain, Digital-Intelligence Integration, Supply Chain Resilience, Synergistic Evolution, Ecosystem

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

在全球化与数字化浪潮的双重驱动下，电子商务已成为全球贸易的核心引擎与数字经济的关键载体。然而，近年来频发的贸易摩擦、地缘政治冲突、公共卫生事件等“黑天鹅”与“灰犀牛”事件，不断暴露传统电商供应链在应对不确定性冲击时的脆弱性。供需失衡、信息孤岛、协同失灵、成本飙升等问题，严重制约了电商供应链的效率与安全。与此同时，生成式人工智能(AIGC)、区块链、物联网等为代表的数智化技术正以前所未有的深度与广度重塑产业生态，为供应链的变革注入了新动能。在此背景下，如何借助数智化手段重构电商供应链的韧性(Resilience)，并推动其从线性链式结构向网络化、生态化系统协同演进，成为理论与实践界亟待解决的重大课题。

本文认为，电商供应链的未来发展已步入“数智融合”的新范式。这不仅是技术的简单叠加，更是供应链在战略、组织、流程与价值创造层面的系统性重构。本文旨在综合现有研究，从一个整合性的视角出发，探讨数智化如何赋能电商供应链韧性提升，并分析供应链协同演进的内在逻辑与实践路径，并针对跨境电商、国内电商与农村电商等细分场景提出差异化对策，以期为相关企业与政策制定者提供理论参考与实践指南。

2. 理论基石：从线性供应链到韧性生态系统的范式转变

传统供应链管理理论侧重于成本、效率与质量的优化，其模型多是基于稳定环境下的线性、预测性规划。然而，在VUCA(易变、不确定、复杂、模糊)时代，这种模式显得力不从心。“供应链韧性”概念

应运而生，它强调系统在遭受干扰后能够保持核心功能、快速适应并恢复甚至转型的能力。韧性不仅包含抵抗(Resistance)和恢复(Recovery)，更强调学习(Learning)与进化(Adaptation)能力。

在数智融合范式下，电商供应链的韧性重构与生态系统协同演进成为学术界与业界关注的焦点。本文从数智技术赋能、供应链韧性重构与生态协同机制三个维度，对相关文献进行梳理与评述。

首先，数智技术已成为驱动供应链转型升级与韧性构建的核心动力。相关研究一致表明，数据挖掘、人工智能、区块链等数智技术能显著优化供应链决策、提升响应效率与预测精度[1][2]。特别是在直播电商中，数据挖掘技术可通过对消费者行为的精准分析，动态调整收益分成与直播间运营策略，从而改善供应链整体协调性[2]。而供应链数字化对新零售企业韧性的正向影响也得到实证支持，研究表明数字化不仅能直接提升企业应对风险的能力，还能通过改善产品市场表现间接增强韧性[3]。此外，区块链技术在农产品溯源中的应用[4]，以及智能仓储、自动化分拣等技术在农村电商物流中的推广[5]，均体现了数智技术在全链路渗透中的基础性作用。

其次，供应链韧性重构不仅依赖于技术赋能，更涉及多主体在复杂环境下的策略互动与系统性协调。一方面，研究指出在国际贸易摩擦与政策不确定性加剧的背景下，单纯依靠市场机制难以维持供应链稳定，必须构建“成本共担 + 收益共享”等协同机制，并通过政策引导增强系统抗风险能力[6]。另一方面，企业风险规避行为会显著影响其运营模式选择，例如在高风险环境下制造商可能倾向于转售模式以控制不确定性[7]。韧性构建需从单一企业视角转向多主体协同视角，关注跨境电商平台、物流方、消费者等多方博弈[6]，并在国际层面应对数据跨境流动、绿色壁垒等新型合规挑战[8]。

再者，生态系统的协同演进依赖于数据打通、机制创新与跨组织治理。研究显示，电商供应链的协同已从传统线性协作转向平台化、网络化的生态共治。在操作层面，需通过信息化平台整合数据流、打破信息孤岛，并建立智能基础设施与协同激励机制[9]。在机制层面，数智化采购与供应链协同之间存在“技术赋能 - 组织变革 - 生态协同 - 价值创造”的双向增强关系[10]。在治理层面，农村电商中“政府 - 平台 - 农户 - 合作社”的多方协作[11]，以及跨境电商中“平台 - 服务商 - 国际物流 - 海外仓”的生态化网络[1]，均体现出协同治理对系统韧性的支撑作用。特色产业带与电商平台的融合进一步推动了“产 - 供 - 销 - 服”全链路数字化协同，提升了区域产业链的竞争力与适应力[12]。

综上所述，现有研究已从技术、韧性、协同三个维度对电商供应链发展进行了多层次探讨，但多数研究仍侧重于局部环节或静态分析，对“数智融合”背景下全链路动态协同、多主体演化博弈、跨系统韧性传导等机制的探讨尚不充分。基于此本文提出一个核心观点：电商供应链的现代化转型，正经历从追求“效率最优”的线性链条，向追求“韧性共生”的生态系统范式转变。数智化是这一范式转变的核心驱动力，它不仅提供了技术工具，更催生了新的协同逻辑与组织形态。

3. 数智化赋能：电商供应链韧性重构的核心机制

数智化技术并非孤立的工具，而是通过一系列相互关联的机制，系统性地重塑电商供应链的韧性基底。

1. 信息熵减与透明化机制：从模糊感知到全景洞察。信息不对称是供应链脆弱性的根源。传统供应链中，需求信号在传递过程中失真放大(牛鞭效应)，库存、在途货物状态不透明，导致响应滞后与决策失误。数智化通过物联网传感器、RFID、API 接口集成等技术，实现供应链全环节数据的实时、自动采集与汇聚。基于统一的数据标准与平台，这些数据得以清洗、整合与可视化，形成供应链的“数字孪生”。正如张启春等[10]研究显示，这实现了“信息熵减”，显著降低了系统的不确定性。全景透明的信息视野，使得企业能够提前洞察潜在风险(如港口拥堵、需求异动)，为敏捷响应奠定基础。在贸易摩擦背景下，这种能力有助于企业快速评估关税政策、航线变动的影响，并启动备用方案。

2. 智能决策与资源优化机制：从经验驱动到算法驱动。面对海量、多源、高速的动态数据，传统的人工经验决策已难以胜任。人工智能与大数据分析技术，赋予供应链“智慧大脑”。通过机器学习算法进行需求预测、销量预测、库存优化、仓配路径规划、动态定价等，决策的精度与速度得到质的飞跃。司凤山等[2]研究表明，数据挖掘能优化直播间的产品组合与定价策略，直接提升销售业绩与利润。倪德慧等[3]也证实，数字化通过提升需求预测能力，优化了产品市场表现，进而增强了企业韧性。智能算法还能在突发扰动下(如运输中断)，快速模拟多种应对方案，计算出资源重配的最优解，极大提升了供应链的适应性与恢复力。

3. 流程自动化与一体化机制：从断点协作到无缝流转。传统供应链流程中存在大量人工操作、纸质单据传递于部门墙，导致效率低下、错误率高、协同困难。机器人流程自动化、智能合约等技术，能够将采购、订单处理、仓储管理、物流跟踪、结算支付等环节串联并自动化。例如，采购需求可自动触发寻源、比价、生成订单；货物入库信息自动更新库存并触发付款流程。这种端到端的流程一体化，消除了断点与等待，实现了“数据流”(订单状态)对“物流”(执行指令)和“资金流”(支付触发)的无缝驱动，大幅缩短了订单履行周期(OTD)，提高了整体运作的流畅性与可靠性。袁海文[9]提出的构建智能协同基础设施，正是此机制的体现。

4. 网络化连接与生态化机制：从单点竞争到价值共生。数智化平台(如电商平台、物流平台、采购平台)扮演了生态“连接器”与“赋能者”的角色。它打破了企业边界，将品牌商、制造商、供应商、物流服务商、金融机构、消费者等多元主体连接在一个协同网络中。平台不仅提供交易撮合，更通过开放数据、工具和能力(如云计算、数据分析软件)，赋能生态内中小参与者，实现资源共享与能力互补。张启春等[10]强调的“生态化连接机制”，这增强了整个生态的灵活性与韧性。当某一环节受阻时，生态系统能快速调动网络内其他资源进行补位。例如，当一个仓库因疫情关闭时，平台可迅速调度区域内的共享云仓资源。

4. 协同演进：电商供应链生态系统的动态成长路径

数智化赋能是基础，而真正的韧性提升与价值创造，依赖于供应链各主体间深入、高效的协同。这种协同并非静态契约，而是一个动态演进的过程，呈现出以下路径特征：

1. 协同层次递进：从交易协同到战略共生。协同的深度不断进化。初期主要是交易协同，即通过电子数据交换实现订单、发票等信息的自动化传递，降低交易成本。随后发展为运营协同，涉及需求预测共享、联合库存管理、协同运输规划等，以提升运营效率，代表性实践如CPFR(协同计划、预测与补货)。更高层次是战略协同，各方基于长期信任，在技术创新、产品研发、市场开拓等方面进行深度合作与资源共创。例如，品牌商向核心供应商开放销售数据，共同研发新品；物流企业与电商平台共建前置仓网络，优化最后一公里体验。曹允春等[6]所倡导的“成本共担+收益共享”机制，正是迈向战略协同的关键一步，它要求各方超越零和博弈，构建利益共同体。

2. 协同主体扩展：从双边协调到多元网络化协同。协同的范围不断拓宽。传统上关注供应商-制造商或制造商-分销商等双边关系。在电商生态中，协同必须涵盖平台、商家、物流、消费者乃至政府、行业协会等多元主体。直播电商中制造商、主播、平台的三方博弈即是一例。多元协同面临更复杂的利益诉求与权力结构，需要更精巧的机制设计。例如，平台需设计公平的流量分配、佣金与奖惩规则；政府需提供合规指引、基础设施与危机应对的公共协调平台。

3. 协同规则智能化：从固定契约到自适应智能合约。协同的规则与执行方式因技术而变革。传统依赖纸质合同与人工监督，效率低且易产生纠纷。区块链与智能合约技术使得协同条款可以代码化，在满足预设条件时自动执行(如货到自动付款、绩效达标自动发放奖励)。这降低了履约成本，增强了信任与透

明度。同时，基于数据反馈的协同规则本身也可以动态优化。例如，平台的分成算法可以根据市场环境、各方贡献度进行动态调整，以持续激励最优行为，实现系统的自适应平衡。

4. 协同文化培育：从利己主义到共生主义。最深层次的协同演进是文化与价值观的转变。数智化生态系统要求参与者培育开放、共享、信任、长期主义的协同文化。企业需打破“数据即权力”的狭隘观念，在保障安全与核心利益的前提下，审慎、有序地推进数据共享。管理者需要具备生态领导力，善于平衡与协调网络内各方的利益。这种共生文化的形成，是供应链生态系统保持健康与活力的灵魂。

5. 实践策略：迈向数智化韧性生态系统的行动框架

基于上述机制与路径分析，结合跨境电商、国内电商与农村电商等不同细分场景的差异化需求，企业、平台与政府需采取系统性行动，共同推动电商供应链向数智化韧性生态系统演进。

5.1. 针对企业的差异化韧性构建策略

1. 制定清晰的数智化韧性战略：将供应链韧性提升至公司战略高度，明确数字化转型不仅是技术部门的任务，更是业务与组织转型。投资于符合自身需求的数字化基础设施，如 ERP、SCM、WMS 系统的升级与集成。

2. 深耕数据治理与能力建设：建立统一的数据标准与管理规范，打破内部数据孤岛。培养或引进兼具业务洞察与技术能力的复合型人才。逐步构建基于数据的决策文化。

3. 主动构建与参与生态协同：评估自身在生态中的位置与核心能力，积极与关键伙伴(如平台、核心供应商)建立深度协同关系。参与行业数据共享平台或联盟链的试点，在可控范围内探索数据协同的价值。

4. 设计柔性化与多元化的供应链网络：利用数字化工具优化供应链网络设计，布局多源供应、多地仓储、多式联运，增强物理层面的抗风险能力。

(1) 跨境电商企业：重点关注多口岸布局、海外仓网络优化、利用生成式 AI 进行跨境需求预测与汇率风险管理，并应用区块链技术提升跨境支付与商品溯源的透明度与可信度。

(2) 国内(尤其是快消品)电商企业：着重构建敏捷响应的城配网络，利用大数据与 AI 实现库存的动态优化与全渠道订单的智能履约。

(3) 农村电商参与主体(企业/合作社)：重点解决物流“最初/最后一公里”成本高、信息不畅问题，依托县域物流共配中心，利用物联网与简易数字化工具实现农产品上行与工业品下行的过程可视化与时效可控。

5.2. 强化电商/产业互联网平台的生态枢纽作用

1. 夯实平台的技术与数据赋能基础：持续投入底层技术，提供稳定、安全、开放的 API 接口与数据工具，降低生态伙伴的接入与使用门槛。建立公平、透明、可信的数据使用与治理规则。

2. 创新协同激励机制与规则体系：设计科学的利益分配模型(如改进的 Shapley 值法)，使贡献与回报相匹配。利用智能合约等技术，实现规则的高效、透明执行。建立供应商绩效全景评估与正向反馈体系。

3. 培育与运营平台生态系统：扮演好“连接者”与“赋能者”角色，组织生态内的交流与合作，撮合创新机会。建立危机情况下的应急协同与资源调度机制，彰显平台的生态核心价值。

(1) 跨境电商平台：构建国际物流服务商能力图谱与信用体系，提供关务、汇兑、合规等一体化数字服务，并建立应对贸易政策突变的快速预警与备选方案推送机制。

(2) 国内综合/垂直电商平台：深化与品牌商的数据协同(如开放消费洞察)，推动 C2M 反向定制；整合社会运力，构建弹性物流网络。

(3) 农村电商平台：简化农户入驻与商品上架流程，提供农产品标准化、品牌化指导工具，并与地方政府合作整合县域物流资源。

5.3. 优化政府及监管机构的引导与治理角色

1. 加强数字基础设施与标准体系建设：投资建设智慧物流骨干网、大数据中心等新型基础设施。牵头或支持行业组织制定供应链数据交换、接口、安全等方面统一标准，促进互联互通。
2. 出台引导性与支持性政策：通过专项资金、税收优惠、创新试点等方式，鼓励企业特别是中小企业进行供应链数字化改造与协同创新。完善跨境数据流动、数字货币结算等新型制度环境的建设。
 - (1) 对跨境电商：优化海关通关数字化流程，推动国际间供应链数据标准互认，为海外仓建设提供政策支持。
 - (2) 对国内电商：鼓励商流、物流、资金流、信息流“四流合一”的创新发展模式。
 - (3) 对农村电商：加大对冷链仓储、县域共配中心等基础设施的财政补贴，开展农民数字技能培训。
3. 构建公共风险治理与协同平台：建立跨部门、跨区域的供应链安全监测预警与应急协调机制，在重大突发事件中发挥总调度作用，保障民生与产业链基本运行。
4. 倡导负责任的数字化与协同文化：在鼓励创新的同时，加强数据安全、隐私保护、反垄断、公平竞争等方面的监管与引导，确保生态系统健康、有序、可持续发展。

6. 结论与展望

综上所述，在贸易摩擦与数字革命交织的时代背景下，电商供应链的竞争力本源正在从规模与效率，转向韧性、敏捷与协同智慧。数智化技术为这一转型提供了强大的赋能工具，而供应链各主体间持续深化的协同演进，则是释放数智化潜力、构建可持续竞争优势的根本途径。未来的电商供应链，将不再是一条条孤立的“链”，而是一张张生机勃勃的“价值网络”或“生态系统”。在这个系统中，数据与智能如血液和神经网络般流动，驱动资源高效配置；各主体在清晰、智能的规则下既竞争又合作，共同创造并分享价值；整个系统具备强大的抗冲击、自适应与进化能力。

本研究在前人研究基础上，提出了一个“数智融合赋能韧性重构，协同驱动生态演进”的整合性分析框架。然而，这一领域仍在快速发展中，未来研究可进一步深入：探索人工智能生成内容、具身智能等新一代AI技术对供应链协同模式的颠覆性影响；量化评估不同协同机制对供应链韧性指标的具体影响；研究全球供应链重构背景下，基于数智化的区域供应链共同体建设路径；以及关注数智化进程中带来的数字鸿沟、就业结构变化、算法伦理等社会性议题，寻求更具包容性与可持续性的发展之道。

电商供应链的数智化韧性之旅已然启程，这是一场涉及技术、管理、制度与文化的全面变革。唯有拥抱变化、开放协作、持续创新的参与者，才能在这场深刻的范式转移中赢得未来。

参考文献

- [1] 张鑫. 数字经济背景下中小跨境电商企业发展的问题与对策研究[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(23): 137-140.
- [2] 司凤山, 李乐, 王晶. 数据挖掘驱动的直播电商供应链定价与协调机制研究[J]. 宜宾学院学报, 2025, 25(11): 1-9.
- [3] 倪德慧, 田文. 供应链数字化对新零售企业韧性的影响机制研究[J]. 商业经济研究, 2025(23): 113-116.
- [4] 雷学荣. 数字经济赋能少数民族地区农产品供应链发展路径研究[J]. 物流科技, 2025, 48(22): 116-120.
- [5] 贾红, 肖海燕. 基于数字化供应链的农村电商物流优化改进策略探讨[J]. 山西农经, 2025(22): 116-118.
- [6] 曹允春, 石惟一. 贸易摩擦下跨境电商与航空物流供需非均衡博弈研究[J]. 管理现代化, 2025, 45(5): 107-119.
- [7] 沈建男, 邵晓峰. 风险规避对网络销售模式与物流服务策略的影响研究[J]. 管理学报, 2025, 22(12): 2324-2332.

- [8] 郭朝先, 潘璐. 我国产业链供应链国际合作的进展、问题与对策——基于韧性和安全水平提升视角[J]. 山西师大学报(社会科学版), 2026, 53(1): 63-71.
- [9] 袁海文. 电子商务平台下供应链协同管理信息化优化路径研究[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(6): 116-118.
- [10] 张启春, 邢军帅. 数智化采购与供应链协同的关联机制及策略研究[J]. 供应链管理, 2025, 6(12): 88-96.
- [11] 张庆民, 汤晨语, 靳芝艳, 等. 农村电商高质量发展的数字化升级路径: 基于新质生产力视角[J/OL]. 农业展望, 1-8. <https://link.cnki.net/urlid/11.5343.S.20251218.0926.004>, 2025-12-19.
- [12] 胡雅生. 数字经济背景下跨境电商与特色产业带融合发展研究[J]. 商场现代化, 2025(21): 65-67.