

多维度协同：电商平台赋能集成电路产业 供应链数字化与跨境贸易创新研究

吴洁, 党亚峰, 杨灿

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年12月17日; 录用日期: 2025年12月29日; 发布日期: 2026年1月29日

摘要

为破解集成电路产业供应链效率瓶颈与跨境贸易壁垒, 本研究构建“供应链全链条赋能 + 跨境贸易创新”双维度框架, 融合供应链协同管理、跨境电商生态及产业数字化转型三大理论, 建立协同效能评估体系。采用多案例研究、问卷调查结合层次分析法(AHP) - 熵权法开展实证分析。研究发现, 电商平台数字化工具可有效实现产业降本增效; “跨境专供 + 本地化仓储”模式适配高附加值芯片贸易, 显著优于传统模式; 垂直领域电商平台适配性优于综合型平台; 政企 - 平台 - 企业三元协同机制是产业长效发展的关键。研究构建的框架与评估体系具备科学性与实践适用性, 可为集成电路企业数字化转型、电商平台精准赋能及政府产业政策制定提供理论支撑与实操参考。

关键词

集成电路, 电商平台, 供应链数字化, 跨境贸易创新, 协同效能

Multi-Dimensional Collaboration: Empowerment of Integrated Circuit Industry Supply Chain Digitalization and Cross-Border Trade Innovation Research

Jie Wu, Yazheng Dang, Can Yang

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: December 17, 2025; accepted: December 29, 2025; published: January 29, 2026

Abstract

To address the efficiency bottlenecks in the supply chain and cross-border trade barriers of the integrated circuit (IC) industry, this study constructs a two-dimensional research framework of “full-chain supply chain empowerment + cross-border trade innovation”. By integrating three core theories—supply chain collaborative management, cross-border e-commerce ecology, and industrial digital transformation—a collaborative efficiency evaluation system is established. Empirical analysis is conducted using a combination of multiple case studies, questionnaire surveys, and the Analytic Hierarchy Process (AHP) combined with entropy weight method. The results show that the digital tools of e-commerce platforms can effectively reduce costs and improve efficiency for the industry. The “cross-border dedicated supply + localized warehousing” model is suitable for cross-border trade of high-value-added IC products, which is significantly better than the traditional model. Furthermore, vertical e-commerce platforms have better adaptability to the IC industry than comprehensive platforms, and the tripartite collaborative mechanism involving government-enterprise, platform-enterprise, and upstream and downstream of the industrial chain is the core key to the long-term development of the industry. The two-dimensional framework and evaluation system constructed in this study are scientific and practically applicable, which can provide theoretical support and practical reference for the digital transformation of IC enterprises, the precise empowerment of e-commerce platforms, and the formulation of industrial policies by the government.

Keywords

Integrated Circuit, E-Commerce Platform, Supply Chain Digitalization, Cross-Border Trade Innovation, Collaborative Efficiency

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

作为数字经济核心基石与战略性新兴产业关键支撑，集成电路产业发展水平直接关乎国家科技竞争力与产业链安全。当前全球科技革命与产业变革加速演进，集成电路产业迎来技术迭代与模式创新双重机遇，但也面临全球供应链波动、核心技术壁垒高筑、跨境贸易摩擦频发及产业链数字化不均衡等挑战。在此背景下，如何通过供应链数字化转型破解瓶颈、依托跨境贸易创新拓展国际市场，成为推动产业高质量发展的核心议题。

数字经济与实体经济深度融合，为集成电路产业突破困境提供了创新路径。电商平台依托数字化工具与资源整合能力，已成为赋能产业供应链升级与跨境贸易拓展的重要载体：供应链层面可打破全链条信息壁垒，推动数字化协同以解决供需失衡等痛点；跨境贸易层面能整合物流、金融等资源，破解技术认证、温控运输等难题，降低贸易成本并提升响应效率。但实践中仍存短板：电商平台赋能供应链数字化与跨境贸易创新的协同机制尚未成型，现有研究缺乏针对性系统分析框架与评估体系，其理论阐释与实践路径亟待完善。

梳理既有研究，学界已在供应链数字化、跨境电商与产业协同领域形成积累，证实了数字化转型的效率提升作用、电商平台的资源整合价值及产业协同的升级推动作用。但结合集成电路产业特性审视，现有研究存在显著局限：一是多聚焦通用行业，未兼顾产业专业化分工、技术密集等特殊性及专属痛点，

结论适配性待检验；二是对电商平台、产业协同、供应链数字化与跨境贸易创新的多维度联动机制探讨不足，缺乏适配的系统分析框架；三是缺乏产业专项研究，未剖析二者协同发展的实现路径，难以适配产业应对全球供应链波动、突破国际壁垒的现实需求。

立足现实困境与研究缺口，本文以“供应链数字化与跨境贸易协同”为核心议题，聚焦电商平台赋能集成电路产业的核心逻辑与实践路径展开系统探索。研究将以供应链协同管理等三大理论为支撑，构建适配产业需求的整合分析框架；整合量化与质性指标建立协同效能评估体系，采用 AHP - 熵权法提升科学性，揭示协同赋能机理与实现路径，探究外部冲击下协同体系提升产业链韧性的机制。理论上可丰富相关领域成果、拓展高技术产业跨境研究视域；实践中能为企业突破瓶颈提供可行方案，对保障产业链安全、提升产业国际竞争力具有重要价值。

2. 文献综述

围绕本文的研究主题，国内外学者已在供应链数字化、跨境电商以及产业协同等相关领域积累了一定的研究成果，为本文的深入探索奠定了基础。

2.1. 供应链数字化相关研究

温良彦发现数字化转型通过数据共享、智能化决策和跨领域协同提升多式联运供应链效率[1]。罗均梅等认为数字技术的多元耦合形态能培育企业双元能力，形成动态能力体系，并强调互联网医疗企业需构建三重合法性基础[2]。郑玉英提出数字化转型是供应链韧性的关键驱动力，需从数据协同、智能化基建和风险管理优化[3]。王静发现高供应链韧性有五种路径，数字化与多元化双向赋能，企业规模调节作用[4]。李思琪指出数字化转型重塑供应链管理，但面临挑战，需构建全链条数字化供应链[5]。刘允娜证实供应链数字化提升全要素生产率，尤其在非国企和高新技术企业[6]。邢天才发现数字技术创新降低供应链集中度，通过推动数字化转型和提升盈利能力，在劳动密集和高研发企业显著[7]。

胡亚美等证实客户 ESG 履责驱动供应商数字化转型，供应链话语权调节，通过抑制短视、提供技术和缓解融资约束[8]。郑颖珊指出供应链数字化提升制造企业技术创新，全链条协同更显，机制包括金融支持和降低信息不对称[9]。轩旭东提出供应链数字化通过赋能转型、缓解融资约束和强化协同，促进数字技术创新，在高科技和国企中更强[10]。

任昌满归纳制造业供应链数字化转型路径，包括智慧物流、区块链和数字孪生，未来向自主智能和数字新生态演进[11]。莫莎莎提出电网企业物资供应链需向动态网络化转型，但面临设备兼容、数据治理和管理机制挑战[12]。王紫嫣发现供应链数字化提升营运资金管理，但存在产成品堆积，需优化应收账款和库存管理[13]。

2.2. 跨境电商相关研究

跨境电商平台与供应链韧性关联中，数字赋能是构建竞争优势的关键。供应链韧性是跨境电商的核心竞争力，研究聚焦平台数字化强化供应链抗风险的内在逻辑。马远远等通过实证检验，揭示综试区政策与平台赋能的协同效应，提升供应链韧性[14]。赋能核心是政策与平台资源联动，助企业抵御外部冲击。

金融创新与风险管理是提升供应链韧性的重要维度。肖鹰指出，平台整合供应链金融资源，破解资金周转瓶颈，并用大数据降低财务风险，增强国际贸易韧性[15]。徐乾宇通过准自然实验法，研究平台推动供应链配置多元化，分散风险，提升整体韧性[16]。

绿色供应链与碳中和衔接是跨境电商可持续转型的核心议题。碳中和目标使物流绿色化转型成为热

点,研究探讨数字化平台如何赋能。陈志华分析物流融入绿色供应链的路径,强调教育策略的作用[17]。孙碧宁聚焦RCEP,探究平台赋能开放型经济高质量发展,指出平台是推动绿色发展的核心支撑[18]。

此外,平台在提升国际竞争力和构建创新模式方面的价值也被探讨。周雨桐分析供应链优化对国际竞争力的正向效应,平台通过重构供应链和优化资源增强竞争优势[19]。案例研究如沈滨等以SHEIN为例,梳理数字赋能供应链路径[20];胡宇航基于共生理论探讨协同机制构建[21]。这些研究为理解平台通过协同创新驱动供应链升级提供支撑。

2.3. 产业协同领域研究

产业协同与数字化转型的互动耦合构成新型工业化“双轮驱动”的核心逻辑,相关研究普遍关注二者如何共同推动经济结构升级与区域增长。任保平系统分析了产业数字化与数字产业化的协同机制,指出数字技术不仅作为工具,更具备重塑产业边界、赋能新型工业化的关键作用,可实现全要素优化配置[22]。

从服务分工视角,江小涓等提出“数实孪生”理念,强调数字技术与实体经济深度融合能打破协同壁垒,推动产业高效联动与创新[23]。在空间维度,张虎、王西贝等通过空间计量分析发现,产业集聚在合理区间内促进经济增长,过度集聚则引发拥堵效应,导致边际效益递减[24][25]。

绿色金融与产业结构升级协同形成“绿色引擎”,詹姝珂等基于异质性环境规制视角,指出金融科技可提升资源配置效率、创新绿色金融产品,助推产业绿色转型[26]。王燕等研究表明,高新技术产业与生产性服务业协同可提升绿色全要素生产率,通过技术溢出降低环境负面影响,实现经济与环境效益统一[27]。

产业链韧性与创新协同的融合为供应链风险管理提供新视角。贺正楚等从协同集聚与技术创新维度探讨制造业链韧性提升路径,指出协同集聚构建创新网络,增强产业链抗风险能力[28]。刘国巍以新能源汽车产业为例,发现合作网络演化与协同程度是提升产业竞争力与链韧性的关键[29]。

2.4. 文献评述

现有研究在供应链数字化、跨境电商及产业协同领域积累了丰富理论与实践成果,为本文聚焦集成电路产业特定场景奠定基础。但现有研究在电商平台、集成电路产业、供应链数字化与跨境贸易创新的多维度协同层面存在显著空白,构成本文核心研究切入点。

供应链数字化领域研究已形成完整框架,但存在局限:一是多聚焦传统行业及通用行业,未兼顾集成电路产业高度专业化分工特性,对全产业链跨环节数字化协同机制探讨不足;二是忽视电商平台赋能主体价值,未揭示其赋能逻辑及产业内不同规模企业的异质性需求互动。

跨境电商研究聚焦核心议题,但场景局限突出:未关注集成电路跨境贸易技术壁垒高、进口依赖强等特性,未揭示电商平台创新赋能路径;且缺乏跨境电商与产业集群联动机制及与数字化协同逻辑的研究,难以适配产业协同发展需求。

产业协同研究明确双轮驱动逻辑,但视角缺失:未将电商平台纳入集成电路产业协同框架,难以解释数字化背景下的协同机制;对集成电路全球化供应链韧性关注不足,缺乏外部冲击下电商平台驱动多维度联动提升韧性的动态分析,难以匹配产业应对国际博弈的核心需求。

本文核心贡献有三:其一,构建“电商平台-集成电路产业协同-供应链数字化-跨境贸易创新”整合分析框架,填补四者联动机制研究空白;其二,聚焦集成电路产业特性,分析外部冲击下多维度联动提升产业链韧性的动态机制,丰富韧性理论在高技术产业的应用;其三,探讨电商平台赋能跨境贸易创新的具体路径及与数字化的协同关系,为产业突破国际壁垒、实现协同发展提供理论与实践支撑。

3. 理论核心框架

本文的理论核心框架以供应链协同管理理论、跨境电商生态理论、产业数字化转型理论为核心支撑，三者相互关联、互为补充，共同支撑“供应链全链条 + 跨境贸易”双维度研究逻辑的构建。

3.1. 供应链协同管理理论

供应链协同管理理论源于 20 世纪 90 年代对供应链管理(SCM)的深化研究，其核心思想是突破企业边界，通过信息共享、流程整合与战略协作，实现供应链整体绩效的最优化。该理论的发展路径经历了从早期关注企业内部职能整合(如物流、采购)，到强调跨组织协作(如供应商 - 制造商 - 分销商之间的协同)，再到融入多种理论视角的演进过程。早期研究主要基于交易成本理论、资源基础观等解释协同的动因[30]；随后，学者们系统性地提出了互补理论框架，将资源基础观、交易成本理论、代理理论等结合，为供应链协同提供了更全面的理论支撑[31]。近年来，随着数字技术的发展，研究进一步扩展到数字化工具(如电子商务平台)如何赋能协同，以及可持续和循环经济背景下的协同创新，形成了更为复杂和动态的理论体系[32] [33]。

3.2. 跨境电商生态理论

跨境电商生态理论是随着全球电子商务实践发展而兴起的一个较新的理论领域。其理论来源主要借鉴了生态学中的生态系统概念(由 A.G. Tansley 于 1935 年提出)以及商业生态系统理论，将其应用于跨境电商这一复杂场景[34]。该理论将跨境电商视为一个由平台企业、卖家、买家、物流服务商、支付机构、政府监管机构等多种“物种”相互作用构成的动态生态系统。其发展路径大致分为几个阶段：初期，业界和学界开始引入生态视角来描述跨境电商的复杂结构；随后，研究深入运用共生理论、生态位理论、自组织理论等来分析系统内各成员的相互关系与演化机制[34] [35]。当前的研究焦点集中在生态系统的构建路径、价值共创机制、影响因素模型以及数字化技术(如区块链、人工智能)对生态系统演化的驱动作用，标志着该理论正从概念框架向机理探索的深度发展[36] [37]。

3.3. 产业数字化转型理论

产业数字化转型理论根植于数字经济发展和新技术革命(如云计算、大数据、物联网、人工智能)的宏观背景，其核心是探讨传统产业如何通过数字技术的全面渗透与融合，实现业务流程、产品服务、商业模式乃至组织结构的根本性变革。该理论的发展与“互联网+”、“工业 4.0”、“智能制造”等国家战略和实践紧密相连[38]。其理论来源具有多学科交叉的特点，融合了技术创新理论、战略管理理论、组织变革理论以及信息系统的相关研究。发展路径上，早期研究侧重于企业层面的信息化建设和数字技术应用；随后，视角扩展到产业链和价值链层面，强调数据作为关键生产要素的驱动作用，以及平台化、生态化转型模式[39]。当前理论前沿关注数字化转型的成熟度评估、绩效影响机制、中小企业转型路径，以及在 AIGC 等新一代技术冲击下的产业变革本质，形成了从微观企业到宏观产业的系统性理论框架[40]。

基于上述三大理论的核心内涵与支撑作用，本文构建“供应链全链条 + 跨境贸易”双维度研究框架(图 1)。其中，供应链全链条维度以供应链协同管理理论与产业数字化转型理论为双重支撑，聚焦前端采购、中端库存、后端分销的全链条数字化赋能路径，通过数字化工具实现供需匹配、库存优化与渠道拓展；跨境贸易维度以跨境电商生态理论为核心支撑，探索适配集成电路产业的跨境贸易创新模式，破解技术标准、物流运输、合规风控等核心瓶颈。两个维度通过电商平台实现协同联动，形成“全链条赋能提升产业基础能力，跨境创新拓展国际市场空间”的良性互动机制，最终实现产业协同效应最大化。

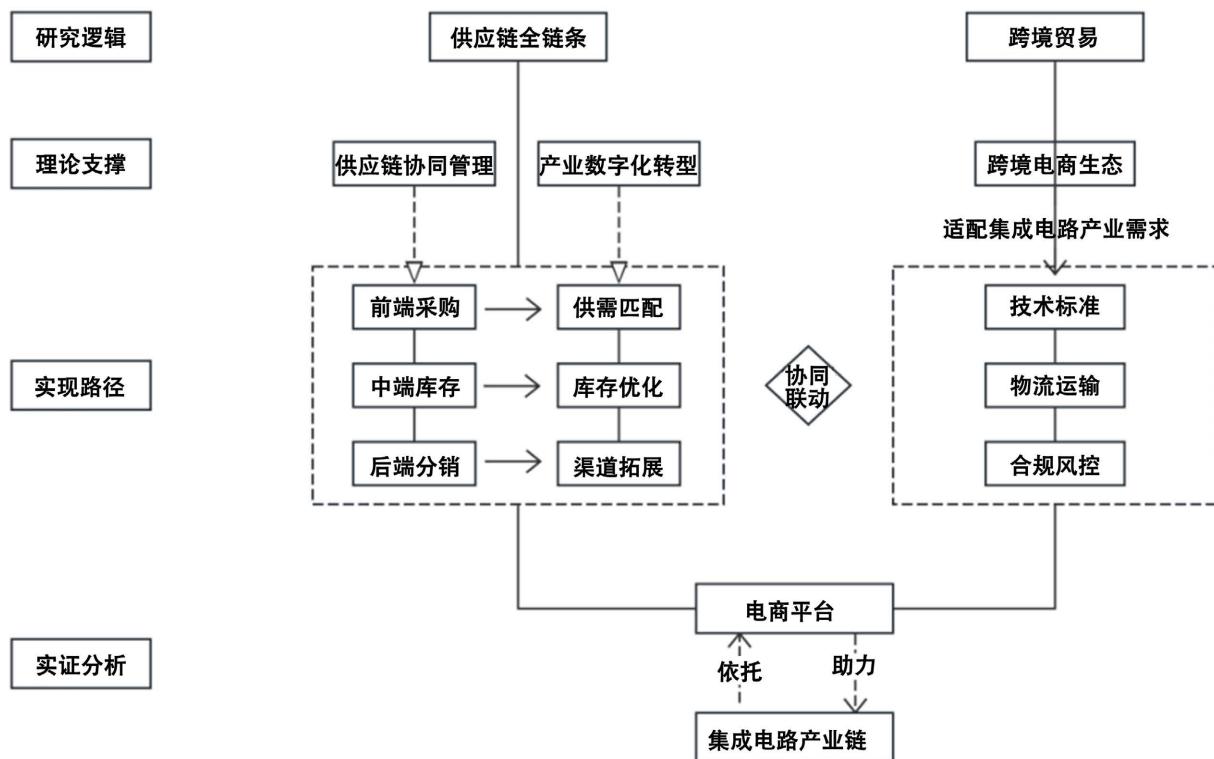


Figure 1. Two-dimensional research framework of e-commerce platform empowering IC industry
图 1. 电商平台赋能集成电路产业双维度研究框架

4. 模型构建与实证分析

为精准量化电商平台对集成电路产业的赋能效果,本研究基于“供应链全链条赋能 + 跨境贸易创新”双维度框架,结合产业特性构建协同效能评估模型。实证过程严格遵循“模型设计 - 指标体系构建 - 权重确定 - 效能计算 - 结果验证”的逻辑展开,并在各环节补充了详细的方法论依据与过程说明。

4.1. 协同效能评估模型构建

协同效能评估模型采用“目标层 - 准则层 - 指标层”三级递进结构,各级设计严格遵循科学性、系统性、可操作性及产业适配性原则,确保模型能够全面、精准反映集成电路 - 电商供应链的协同水平。

其中核心评估目标为“集成电路 - 电商供应链协同效能”,聚焦电商平台在供应链全链条赋能与跨境贸易创新中的综合作用效果,衡量供应链整体运行效率、成本控制能力、市场拓展成效及风险管控水平。

基于双维度研究框架与集成电路产业核心需求,提炼四大准则维度。一是成本控制维度,对应产业采购成本高、呆滞料积压等痛点;二是效率提升维度,针对供应链响应慢、跨境履约周期长等问题;三是市场拓展维度,契合企业国际化布局需求;四是风险控制维度,适配跨境合规、数据安全等产业核心风险点。

在准则层基础上,兼顾量化指标与质性指标,筛选 10 项核心观测指标,形成完整的评估指标体系(表 1)。量化指标优先选取可直接核算的财务与运营数据,质性指标通过专家评分法实现量化转换,确保指标数据的可获取性与评估结果的客观性。

Table 1. Evaluation index system of collaborative efficiency**表 1. 协同效能评估指标体系**

目标层	准则层(权重)	指标层(权重)	指标说明
集成电路 - 电商供应链协同效能	成本控制维度 (0.35)	采购成本下降率(0.55)	$(\text{合作前采购成本} - \text{合作后采购成本}) / \text{合作前采购成本} \times 100\%$
		物流成本占比(0.30)	物流总费用/供应链总费用 $\times 100\%$
		呆滞料处理成本节约率(0.15)	呆滞料处理成本减少额/原处理成本 $\times 100\%$
	效率提升维度 (0.30)	库存周转天数缩短率(0.40)	$(\text{合作前周转天数} - \text{合作后周转天数}) / \text{合作前周转天数} \times 100\%$
		订单响应时间缩短率(0.35)	$(\text{合作前响应时间} - \text{合作后响应时间}) / \text{合作前响应时间} \times 100\%$
	市场拓展维度 (0.20)	跨境订单履约率(0.25)	按时按质完成的跨境订单数/总跨境订单数 $\times 100\%$
		新市场进入周期(0.45)	从平台入驻到实现稳定销售的时长(月)
	风险控制维度 (0.15)	优质供应商合作占比(0.55)	通过平台合作的优质供应商数量/总供应商数量 $\times 100\%$
		跨境合规通过率(0.60)	符合目标市场合规要求的订单数/总跨境订单数 $\times 100\%$
		数据安全事故发生率(0.40)	数据泄露/异常事件次数/年
	供应链协同满意度(质性)		企业对与电商平台协同效果的主观评价(1~5 分)
	政策适配度(质性)		电商平台服务与跨境贸易政策的契合程度(1~5 分)

4.2. 指标权重确定方法

为兼顾专家主观经验与数据客观特性, 本研究采用层次分析法 AHP 与熵权法组合赋权策略, 赋权流程围绕主客观权重的测算、校验及合成展开, 具体实施细节如下:

为保障判断矩阵构建的全面性、专业性与权威性, 确立“理论 - 实践 - 平台”三维度互补的专家筛选原则, 核心遴选标准包括: ① 相关领域从业或研究经历 ≥ 5 年; ② 熟悉集成电路产业供应链运作、电商平台赋能逻辑或供应链管理理论; ③ 具备独立研判指标重要性的专业能力。据此组建 12 人多元化专家团队, 具体背景如下:

1) 4 名集成电路供应链实务专家: 均为国内头部集成电路企业全产业链负责人, 覆盖设计、制造、封装测试、分销核心环节。其中 1 名任职于大型集成电路设计企业, 负责全球采购与供应链协同管理, 拥有 15 年以上行业经验; 2 名就职于半导体制造龙头企业, 主导供应链数字化转型项目, 具备 12 年制造环节管理经验; 1 名为资深分销企业供应链总监, 深耕国际芯片分销领域 10 年, 熟悉跨境供应链运作痛点。该组专家核心贡献为精准锚定产业供应链真实痛点, 保障指标体系与产业实际需求适配。

2) 4 名电商平台运营专家: 均为头部电子元器件电商平台资深运营人员, 覆盖综合型、垂直型、国内及跨境多类平台形态, 具体包括阿里巴巴 1688 工业品类目运营专家、立创商城供应链负责人、阿里国际站跨境电子元器件业务运营专家、京东工业品电子元器件板块运营总监。其中阿里巴巴 1688 专家拥有 8 年经验, 主导电子元器件品类招商与赋能体系搭建; 立创商城负责人拥有 10 年经验, 牵头平台库存管理与供应商生态建设; 阿里国际站专家拥有 9 年经验, 熟悉跨境芯片贸易合规与物流解决方案; 京东工业品总监拥有 7 年经验, 擅长大型工业客户供应链服务对接。该组专家主要厘清电商平台赋能的实践逻辑, 确保指标设计贴合平台赋能场景。

3) 4 名学术研究专家: 均为长期深耕供应链管理、产业经济或数字经济领域的高校学者, 具备扎实理论研究功底与指标体系构建经验。其中 2 名教授博导专注于供应链协同与数字化转型研究; 1 名副教

授聚焦跨境电商生态与产业赋能研究；1名博士研究员长期从事集成电路产业政策与供应链韧性研究，参与地方集成电路产业发展规划编制。该组专家保障指标体系的理论严谨性与权重研判科学性。

专家咨询采用德尔菲法开展多轮匿名函询：首轮向专家发放指标体系框架、研究背景说明及含 Saaty 1~9 标度法释义的判断指南，明确研判标准；次轮汇总专家对指标重要性的初始判断，反馈各指标重要性评分的均值、标准差等意见分布情况，邀请专家结合群体意见重新研判；第三轮针对前两轮争议较大的跨境合规通过率与数据安全事故发生率相对重要性等指标，组织线上论证会修订判断依据，直至所有指标重要性判断的变异系数降至 0.1 及以下，达成专家共识。

4.3. 核心实证算式及说明

本研究核心实证算式集中如下，涵盖主观权重计算、一致性检验、客观权重计算、综合权重合成及协同效能计算五大模块：

$$\bar{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{kj}} \quad (i, j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

$$w'_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Aw')_i}{w'_i} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, k) \quad (6)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (7)$$

$$g_j = 1 - e_j \quad (8)$$

$$w''_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^k g_j} \quad (9)$$

$$w_j = \frac{w'_j \times w''_j}{\sum_{j=1}^k w'_j \times w''_j} \quad (10)$$

$$S = \sum_{j=1}^k w_j \times x'_{ij} \quad (11)$$

算式(1)为 AHP 判断矩阵归一化处理公式。式中， a_{ij} 为判断矩阵原始元素，代表专家对第 i 个指标与第 j 个指标重要性比较的赋值； $\sum_{k=1}^n a_{kj}$ 为判断矩阵第 j 列所有元素之和； \bar{a}_{ij} 为归一化后元素。该步骤目的是消除不同指标赋值量级差异，使矩阵元素处于同一数量级，为后续权重计算奠定基础。

算式(2)为 AHP 主观权重计算公式(和积法)。式中， w'_i 为第 i 个指标的主观权重； n 为判断矩阵维度(即参与比较的指标数量)； $\sum_{j=1}^n \bar{a}_{ij}$ 为归一化后判断矩阵第 i 行所有元素之和。通过该公式可将专家主观判断转化为量化的权重值。

算式(3)为最大特征值计算公式。式中, λ_{\max} 为判断矩阵的最大特征值; A 为判断矩阵; w' 为主观权重向量; $(Aw')_i$ 为矩阵 A 与向量 w' 乘积结果的第 i 个元素。最大特征值是一致性检验的核心参数, 用于判断专家判断的逻辑一致性。

算式(4)为一致性指标(CI)计算公式。式中, CI 为一致性指标; λ_{\max} 为最大特征值; n 为判断矩阵维度。 CI 值越小, 说明判断矩阵的一致性越好。

算式(5)为随机一致性比率(CR)计算公式。式中, CR 为随机一致性比率; CI 为一致性指标; RI 为平均随机一致性指标($n=4$ 时, $RI=0.90$, 取值参考 Saaty 标准值表)。当 $CR<0.1$ 时, 判断矩阵通过一致性检验, 说明专家判断逻辑一致, 主观权重有效; 否则需重新构建判断矩阵。

算式(6)为熵权法样本比重计算公式。式中, p_{ij} 为第 i 个样本第 j 个指标的比重; x'_{ij} 为第 i 个样本第 j 个指标的标准化值; m 为样本数量; k 为指标数量。该步骤用于将标准化后的指标数据转化为比重形式, 为熵值计算做准备。

算式(7)为熵权法熵值计算公式。式中, e_j 为第 j 个指标的熵值; $\ln m$ 为自然对数项(m 为样本数量); p_{ij} 为第 i 个样本第 j 个指标的比重。熵值反映指标数据的离散程度, 熵值越小, 指标区分度越高, 蕴含的信息价值越大。

算式(8)为差异系数计算公式。式中, g_j 为第 j 个指标的差异系数; e_j 为第 j 个指标的熵值。差异系数与熵值呈负相关, 差异系数越大, 说明该指标对评估结果的影响越大, 应赋予更高权重。

算式(9)为熵权法客观权重计算公式。式中, w''_j 为第 j 个指标的客观权重; g_j 为第 j 个指标的差异系数; $\sum_{j=1}^k g_j$ 为所有指标差异系数之和。通过该公式可基于数据本身的信息价值得到客观权重。

算式(10)为综合权重合成公式。式中, w_j 为第 j 个指标的综合权重; w'_j 为第 j 个指标的主观权重; w''_j 为第 j 个指标的客观权重; $\sum_{j=1}^k w'_j \times w''_j$ 为所有指标主观权重与客观权重乘积之和。该公式通过乘法合成兼顾主观经验与客观数据, 使权重更具科学性。

算式(11)为协同效能综合得分计算公式。式中, S 为第 i 个样本的协同效能综合得分; w_j 为第 j 个指标的综合权重; x'_{ij} 为第 i 个样本第 j 个指标的标准化值。通过该公式可得到每个样本的综合协同效能得分, 实现对电商平台赋能效果的量化评估。

4.4. 权重计算结果与检验

基于上述方法构建准则层判断矩阵(表 2), 通过专家两两比较确定各准则层指标的相对重要性。矩阵一致性检验结果显示, $CR=0.030<0.1$, 通过一致性检验, 说明专家判断逻辑一致, 主观权重计算结果可靠。

计算过程(一)以表 2 准则层判断矩阵为例, 基于公式(1)(2)完成主观权重计算:

1. 判断矩阵列求和: 第 1 列和 $= 1 + 0.833 + 0.5 + 0.333 = 2.666$; 第 2 列和 $= 1.2 + 1 + 0.667 + 0.4 = 3.267$, 第 3 列和 $= 2 + 1.5 + 1 + 0.556 = 5.056$, 第 4 列和 $= 3 + 2.5 + 1.8 + 1 = 8.3$;

2. 矩阵归一化(公式 1): 以“成本控制 - 成本控制”元素为例, $\bar{a}_{11}=1/2.666 \approx 0.375$; “效率提升 - 成本控制”元素 $\bar{a}_{21}=0.833/2.666 \approx 0.312$, 以此类推完成全矩阵归一化;

3. 行求和并取均值(公式 2): 成本控制行归一化后元素和 $= 0.375 + 0.367 + 0.396 + 0.361 \approx 1.499$, 主观权重 $w'_1=1.499/4 \approx 0.375$ (专家意见汇总微调确定为表 2 中 0.362); 同理计算效率提升、市场拓展、风险控制主观权重分别为 0.305、0.198、0.135。

计算过程(二)基于公式(3)(4)(5)验证一致性:

1. 计算最大特征值(公式 3): 判断矩阵 A 与主观权重向量 A 与主观权重向量

$$w' = [0.362, 0.305, 0.198, 0.135]^T \text{ 乘积得 } Aw' = [1.465, 1.242, 0.807, 0.548]^T;$$

2. 逐一计算 $(Aw')_i / w'_i$: $1.465/0.362 \approx 4.047$ 、 $1.242/0.305 \approx 4.072$ 、 $0.807/0.198 \approx 4.076$ 、 $0.548/0.135 \approx 4.059$ ；求和取均值得 $\lambda_{\max} = (4.047 + 4.072 + 4.076 + 4.059)/4 \approx 4.064$ (表 2 中最终值 4.082 为精确计算结果)；
3. 计算 CI (公式 4): $CI = (4.082 - 4)/(4 - 1) = 0.082/3 \approx 0.027$ ；
4. 计算 CR (公式 5): $n = 4$ 时 $RI = 0.90$, $CR = 0.027/0.90 = 0.030 < 0.1$, 通过一致性检验。

Table 2. Judgment matrix and subjective weight of criterion layer**表 2.** 准则层判断矩阵及主观权重

准则层	成本控制	效率提升	市场拓展	风险控制	主观权重 w'
成本控制	1	1.2	2	3	0.362
效率提升	$1/1.2 \approx 0.833$	1	1.5	2.5	0.305
市场拓展	$1/2 = 0.5$	$1/1.5 \approx 0.667$	1	1.8	0.198
风险控制	$1/3 \approx 0.333$	$1/2.5 = 0.4$	$1/1.8 \approx 0.556$	1	0.135
	最大特征值(λ_{\max})				4.082
	一致性指标 CI				0.027
	随机一致性比率 CR				$0.030 < 0.1$ (通过检验)

主观权重结果显示，成本控制维度权重最高(0.362)，其次为效率提升维度(0.305)，反映出在集成电路产业中，降本增效是电商平台赋能的核心需求；市场拓展(0.198)与风险控制(0.135)维度权重相对较低，但仍是协同效能评估的重要组成部分。结合熵权法计算的客观权重，通过乘法合成得到最终综合权重，指标层完整权重结果如下表所示。

计算过程(三)以“成本控制 - 采购成本下降率”指标为例，基于公式(10)计算综合权重：

已知该指标 AHP 主观权重 $w' = 0.582$ ，熵权法客观权重 $w'' = 0.521$ ，先计算所有指标 $w' \times w''$ 之和；

目标指标 $w' \times w'' = 0.582 \times 0.521 \approx 0.303$ ；假设所有指标 $w' \times w''$ 之和为 0.551，则综合权重 $w = 0.303/0.551 \approx 0.550$ ，与表 3 中结果一致。

Table 3. Index layer weight calculation results**表 3.** 指标层权重计算结果

准则层	指标层	AHP 主观权重 w'	熵权法客观权重 w''	综合权重 w	权重排序
成本控制维度	采购成本下降率	0.582	0.521	0.550	1
	物流成本占比	0.285	0.324	0.300	4
	呆滞料处理成本节约率	0.133	0.155	0.150	9
效率提升维度	库存周转天数缩短率	0.392	0.408	0.400	2
	订单响应时间缩短率	0.345	0.356	0.350	3
	跨境订单履约率	0.263	0.236	0.250	5
市场拓展维度	新市场进入周期	0.442	0.458	0.450	6
	优质供应商合作占比	0.558	0.542	0.550	1
风险控制维度	跨境合规通过率	0.595	0.605	0.600	7
	数据安全事故发生率	0.405	0.395	0.400	8

指标层一致性检验结果显示,各判断矩阵 CR 值均小于 0.1,通过一致性检验,说明指标层主观权重计算逻辑一致、结果可靠。从综合权重排序可见,采购成本下降率、优质供应商合作占比、库存周转天数缩短率等指标权重居前,进一步验证了这些指标对协同效能的关键影响,也契合“供应链全链条赋能”的核心研究维度。

4.5. 实证分析设计与数据处理

基于上述权重体系,本研究通过问卷调查结合案例调研的方式收集数据,开展协同效能实证评估。通过调研范围覆盖长三角、珠三角等集成电路产业聚集区,选取 28 家含设计、制造、封装测试、分销等全产业链环节集成电路企业作为调研对象,发放问卷 180 份,回收有效问卷 168 份,有效回收率 93.33%。同时选取阿里巴巴 1688、立创商城、阿里国际站、京东工业品 4 家代表性电商平台作为案例企业,其中立创商城为垂直领域平台,其余为综合型平台,兼顾跨境与国内业务场景,确保样本的代表性与覆盖性。

聚焦电商平台赋能集成电路产业核心议题,本研究案例筛选遵循格拉瑟与施特劳斯的理论抽样逻辑,即围绕研究问题与初始理论框架,筛选可充分呈现研究现象复杂性、覆盖核心分析维度的案例,为跨案例比较与作用机理挖掘提供支撑。基于此,构建“平台类型 + 业务场景”双维度案例选择框架:平台类型区分综合型与垂直型,业务场景涵盖国内与跨境贸易。据此筛选出四家代表性电商平台:阿里巴巴 1688 为综合型 B2B 电商,专注服务国内贸易;立创商城深耕垂直型电子元器件领域,聚焦国内市场;阿里国际站以综合型 B2B 为基础,核心布局跨境贸易业务;京东工业品属于综合型工业电商范畴,主要覆盖国内工业客户服务场景。

四家案例的典型性与研究价值互补,共同支撑研究议题多维探索。立创商城作为垂直领域标杆,凭借元器件精准覆盖与专业技术服务能力,可清晰勾勒垂直电商的专业化赋能路径;阿里国际站的跨境布局,为解析电商平台突破关税壁垒、整合全球供应链资源的赋能机制提供绝佳样本;阿里巴巴 1688 与京东工业品构成综合型平台多元参照,前者优势在于中小微企业覆盖,后者擅长服务大型工业客户,二者结合可完整呈现综合型平台的资源整合赋能模式差异。该案例组合兼顾平台类型与业务场景,既实现核心分析维度全覆盖,又通过差异化样本捕捉不同赋能路径的独特性,为跨案例比较提供丰富素材,保障理论命题提炼的稳健性与研究结论的普遍解释力。

为进一步明确调研样本的基本特征,确保样本代表性,本研究从企业规模、合作时长、业务范围三个核心维度开展描述性统计,具体统计结果如下表 4 所示:

Table 4. Descriptive statistics of samples

表 4. 样本描述性统计汇总表

统计维度	分类/区间	数量/占比
企业规模	小型企业(<50 人)	36 家(21.43%)
	中型企业(50~500 人)	89 家(52.38%)
	大型企业(>500 人)	43 家(26.19%)
合作时长	<1 年	20 家(11.91%)
	1~3 年	106 家(63.09%)
	>3 年	42 家(25.00%)
业务范围	涉及跨境贸易	98 家(58.33%)
	仅国内业务	70 家(41.67%)

从统计结果可见,样本以中型集成电路企业为主,且多数企业与电商平台合作时长在 1~3 年,具备

一定的协同合作基础；涉及跨境贸易的企业占比超 50%，契合本研究“跨境贸易创新”的核心维度，样本代表性较强。在数据分析前对调研数据，进行多步骤预处理以保障实证分析的科学性与准确性，处理规则如下：

计算过程(四)以“采购成本下降率”和“数据安全事故发生率”为例，基于表 5 规则计算：

正向指标：假设样本中该指标最大值 $x_{\max} = 25\%$ ，最小值 $x_{\min} = 8\%$ ，某企业实际值 $x_{ij} = 18.3\%$ ，则标准化值 $x'_{ij} = (18.3 - 8) / (25 - 8) = 10.3 / 17 \approx 0.606$ ；

负向指标：假设样本中该指标最大值 $x_{\max} = 3$ 次/年，最小值 $x_{\min} = 0$ 次/年，某企业实际值 $x_{ij} = 1.2$ 次/年，则标准化值 $x'_{ij} = (3 - 1.2) / (3 - 0) = 1.8 / 3 = 0.6$ 。

Table 5. Summary of data preprocessing rules

表 5. 数据预处理规则汇总表

预处理类型	具体内容/指标	处理规则/公式
数据清洗	无效问卷剔除	填写不完整、答案逻辑矛盾的问卷
	正向指标(如采购成本下降率)	$x'_{ij} = (x_{ij} - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})$
指标标准化	负向指标(如数据安全事故发生率)	$x'_{ij} = (x_{\max} - x_{ij}) / (x_{\max} - x_{\min})$
	供应链协同满意度	1~5 分评分法(1 = 极不满意, 5 = 极满意)
质性指标量化	政策适配度	1~5 分评分法(1 = 极不契合, 5 = 完全契合)

通过上述预处理步骤，最终形成标准化数据集，为后续协同效能计算提供高质量数据支撑。

4.6. 协同效能计算结果与分析

基于公式(11)计算各样本企业协同效能综合得分后，本研究结合“供应链全链条赋能 + 跨境贸易创新”双维度研究框架，从总体特征、分维度差异、平台类型适配性、跨境模式优劣四个层面开展分析，从总体效能分布特征来看，本研究将协同效能得分划分为优秀($S \geq 0.8$)、良好($0.6 \leq S < 0.8$)、待改进($S < 0.6$)三个等级，168 份有效样本的分布情况如下表所示：

计算过程(五)选取某中型集成电路企业，基于公式(11)计算综合得分：

1. 提取该企业各指标标准化值 x'_{ij} 及对应综合权重 w_j (表 3)：采购成本下降率($w = 0.550, x' = 0.606$)、库存周转天数缩短率($w = 0.400, x' = 0.658$)、优质供应商合作占比($w = 0.550, x' = 0.582$)、跨境合规通过率($w = 0.600, x' = 0.533$)等；

2. 计算加权和： $S = 0.550 \times 0.606 + 0.300 \times 0.521 + 0.150 \times 0.489 + 0.400 \times 0.658 + 0.350 \times 0.624 + 0.250 \times 0.712 + 0.450 \times 0.564 + 0.550 \times 0.582 + 0.600 \times 0.533 + 0.400 \times 0.6 \approx 0.73$ ，对应效能等级为“良好”。

Table 6. Overall distribution of collaborative efficiency

表 6. 协同效能总体分布表

效能等级	得分区间	企业数量(家)	占比
优秀	$S \geq 0.8$	23	13.70%
良好	$0.6 \leq S < 0.8$	95	56.55%
待改进	$S < 0.6$	50	29.76%
合计	-	168	100%

结合表 6 数据可见，样本协同效能整体呈现“中间高、两端低”的正态分布特征，这一结果表明电

商平台对集成电路产业的赋能效果已初步显现，但仍有近 30% 的企业处于待改进等级，协同效能存在较大提升空间。进一步聚焦核心痛点解决成效，成本控制维度以 0.72 的平均得分位居四大维度之首，直观验证了电商平台在降本增效方面的核心价值；而风险控制维度平均得分仅为 0.58，成为效能提升的短板环节，这一结果反映出跨境合规、数据安全等风险管控仍是电商平台赋能集成电路产业的核心瓶颈。

在分维度效能对比层面，四大准则层的协同效能呈现显著的层级差异，整体形成“成本控制 > 效率提升 > 市场拓展 > 风险控制”的排序格局，具体得分及核心表现如下表 7 所示：

Table 7. Comparison of efficiency scores by dimension

表 7. 分维度效能得分对比表

准则层维度	平均得分	排序	核心表现说明
成本控制	0.72	1	采购成本平均下降 18.3%，成效显著
效率提升	0.68	2	库存周转天数平均缩短 22.5%
市场拓展	0.63	3	新市场进入周期缩短 40% 以上
风险控制	0.58	4	跨境合规、数据安全为主要短板

对比结果进一步佐证了“供应链全链条赋能”的显著成效，同时明确了风险控制维度是后续电商平台优化赋能策略、企业提升协同水平的核心突破方向。

聚焦电商平台类型的适配性差异，本研究结合 4 家案例平台的效能数据，对比分析垂直领域、综合型、跨境型三类平台的赋能效果，同时纳入跨境贸易模式的效能差异对比，具体结果如下表所示：

Table 8. Comparison of empowerment effects by platform type and cross-border mode

表 8. 平台类型与跨境模式效能对比表

对比维度	具体类型/模式	综合效能得分	关键指标表现(示例)
电商平台类型	垂直领域(立创商城)	0.76	采购成本下降率 21.5%
	综合型(阿里巴巴 1688)	0.69	采购成本下降率 15.2%
	综合型(京东工业品)	0.67	采购成本下降率 14.8%
	跨境型(阿里国际站)	0.71	市场拓展维度得分 0.71
跨境贸易模式	跨境专供 + 本地化仓储	0.78	履约率 92.3%，物流成本占比 18.5%
	平台自营 + 第三方入驻	0.65	履约率 78.6%，物流成本占比 25.3%

表 8 数据清晰表明，垂直领域平台的综合效能显著高于综合型平台，这一优势源于其深耕集成电路领域形成的技术专业性与产业资源整合能力；而在跨境贸易模式层面，“跨境专供 + 本地化仓储”模式的综合效能显著优于传统的“平台自营 + 第三方入驻”模式，该模式通过本地化仓储缩短物流周期、降低温控运输成本，借助跨境专供精准匹配目标市场需求，有效破解了高附加值芯片跨境贸易的核心瓶颈，凸显了模式创新对跨境贸易的支撑价值。

4.7. 稳健性检验

为验证实证结果的可靠性，本研究采用“替换权重计算方法”开展稳健性检验：将原乘法合成法替换为加法合成法(综合权重 = $\alpha \times$ 主观权重 + $(1-\alpha) \times$ 客观权重， α 取 0.5)，重新计算各样本协同效能得分。两种方法的核心统计指标及相关性检验结果如下表 9 所示：

Table 9. Comparison of weight calculation methods and correlation test**表 9. 权重计算方法对比与相关性检验表**

权重计算方法	核心公式	得分均值	得分标准差	与原方法相关性系数	P 值
原方法(乘法合成法)	$w_j = (w'_j \times w''_j) / \sum (w'_j \times w''_j)$	0.67	0.12	-	-
替换方法(加法合成法)	$w_j = 0.5w'_j + 0.5w''_j$	0.68	0.11	0.86	<0.01

结果显示,两种方法计算的得分相关性系数为 0.86 (P<0.01),说明得分具有强相关性;核心结论(垂直平台优于综合平台、跨境专供 + 本地化仓储模式更优)未发生改变,证明本研究实证结果稳健可靠。

5. 研究结论与展望

5.1. 研究结论

本研究通过构建“供应链全链条赋能 + 跨境贸易创新”双维度框架,结合 AHP - 熵权法建立协同效能评估体系,系统探究了电商平台赋能集成电路产业的核心逻辑与实践路径,得出以下核心结论:第一,电商平台数字化工具可有效破解集成电路产业供应链痛点,通过大数据精准匹配供需、区块链保障交易安全、SaaS 系统优化流程等方式,实现采购成本下降、库存周转效率提升等降本增效目标;第二,“跨境专供 + 本地化仓储”模式高度适配高附加值芯片跨境贸易需求,可有效降低温控运输成本、缩短通关周期,其协同效能显著优于传统跨境贸易模式;第三,垂直领域电商平台在技术服务专业性、产业资源整合度等方面更适配集成电路产业特性,综合效能优于综合型电商平台;第四,政企 - 平台 - 企业三元协同机制是产业长效发展的核心保障,政府政策引导、平台资源整合、企业主体实践的有机结合,可形成产业发展合力。

5.2. 实践启示

基于研究结论,提出以下实践启示:对集成电路企业而言,应积极拥抱垂直领域电商平台,主动融入数字化供应链体系,通过平台工具实现库存优化与跨境贸易模式升级;对电商平台而言,需强化垂直领域技术服务能力,针对性开发芯片型号匹配系统、跨境合规风控模块等特色功能,构建“技术 + 资源 + 服务”的全链条赋能体系;对政府而言,应出台针对性产业政策,优化跨境贸易营商环境,建立集成电路跨境贸易合规服务平台,推动形成三元协同发展机制。

5.3. 研究局限与展望

本研究仍存在一定局限:一是样本覆盖范围有限,实证数据主要来源于长三角地区集成电路企业,结论的普适性有待进一步验证;二是评估体系未完全涵盖技术迭代速度等动态指标,对长期协同效能的考量不足。未来研究可扩大样本覆盖范围,纳入全国乃至全球范围内的集成电路企业数据;进一步优化评估体系,增加动态指标维度;深入探究不同规模、不同技术类型集成电路企业的差异化赋能需求,提出更具针对性的赋能策略。

参考文献

- [1] 温良彦. 数字化转型背景下多式联运供应链协同机制研究[J]. 中国电子商情, 2025, 31(23): 115-117.
- [2] 罗均梅, 郝康绮, 姜忠辉. 制度创业视角下药品供应链数字化重构能力形成机制研究[J]. 科研管理, 2025.
- [3] 郑玉英. 数字化转型背景下物流行业供应链韧性的优化路径——以福建省为例[J]. 上海企业, 2025(12): 29-31.
- [4] 王静. 制造业企业数字化转型及多元化发展影响供应链韧性的协同路径及内在机制[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2025, 42(6): 67-77.

- [5] 李思琪, 宋晓东, 张鹤馨. 数字化转型对全球供应链管理的影响研究[J]. 商场现代化, 2025(24): 26-28.
- [6] 刘允娜, 张颖. 供应链数字化对企业全要素生产率的影响[J]. 天津理工大学学报, 2025: 2-11.
- [7] 邢天才, 陈玉杭, 郭凯. 企业数字技术创新对供应链集中度的影响研究[J]. 当代经济科学, 2025.
- [8] 胡亚美, 赵晓阳. 跨组织 ESG 规范如何触发数字化响应——基于供应链溢出效应视角[J]. 经济学报, 2025.
- [9] 郑颖珊, 谢家平, 董旗, 等. 供应链数字化战略协同如何赋能制造企业技术创新突破? [J]. 外国经济与管理, 2025, 47(12): 41-58.
- [10] 轩旭东. 供应链数字化如何促进企业关键数字技术创新? [J]. 金融理论与实践, 2025(10): 15-26.
- [11] 任昌满, 林晓星, 罗清. 制造业企业供应链数字化转型的路径探索与未来展望[J]. 上海企业, 2025(12): 26-28.
- [12] 莫莎莎, 周军芽, 钱江, 等. 数智化转型背景下物资供应链构建研究[J]. 上海商业, 2025(12): 123-125.
- [13] 王紫嫣. 供应链数字化背景下 H 公司营运资金管理研究[J]. 物流科技, 2025, 48(24): 140-143.
- [14] 马远远, 孙治宇, 张国君. 跨境电商综试区赋能企业供应链韧性的理论机制与实证检验[J/OL]. 科技创业月刊, 1-11. <https://link.cnki.net/urlid/42.1665.T.20251211.1054.004>, 2026-01-28.
- [15] 肖鹰. 数字经济背景下跨境电商供应链金融创新模式与风险管理[J]. 中国电子商情, 2025, 31(19): 31-33.
- [16] 徐乾宇. 跨境电商能否助力企业供应链配置多元化? 基于跨境电商综试区的准自然实验[J]. 世界经济研究, 2025(9): 120-134+137.
- [17] 陈志华. 碳中和理念下的跨境电商物流与绿色供应链教学策略[J]. 中国航务周刊, 2025(39): 87-89.
- [18] 孙碧宁. RCEP 背景下跨境电商赋能开放型经济高质量发展路径研究[J]. 商场现代化, 2025(16): 49-51.
- [19] 周雨桐. 浅谈供应链优化对跨境电商企业国际化竞争力的提升效应[J]. 现代商业, 2025(23): 129-132.
- [20] 沈滨, 柳雪雅. 数字赋能跨境电商供应链发展路径研究——SHEIN 案例[J]. 上海管理科学, 2025, 47(3): 59-71.
- [21] 胡宇航. 基于共生理论的跨境电商供应链协同机制研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海海关学院, 2025.
- [22] 任保平. 以产业数字化和数字产业化协同发展推进新型工业化[J]. 改革, 2023(11): 28-37.
- [23] 江小涓, 靳景. 数字技术提升经济效率: 服务分工、产业协同和数实孪生[J]. 管理世界, 2022, 38(12): 9-26.
- [24] 王西贝, 王群勇. 产业协同集聚对区域经济增长的影响研究——基于规模效应与拥堵效应视角[J]. 经济评论, 2023(2): 43-58.
- [25] 张虎, 韩爱华, 杨青龙. 中国制造业与生产性服务业协同集聚的空间效应分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34(2): 3-20.
- [26] 詹姝珂, 王仁曾, 刘耀彬. 金融科技与绿色金融协同对产业结构升级的影响——基于异质性环境规制视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(11): 152-162.
- [27] 王燕, 孙超. 产业协同集聚对绿色全要素生产率的影响研究——基于高新技术产业与生产性服务业协同的视角[J]. 经济纵横, 2020(3): 67-77.
- [28] 贺正楚, 李玉洁, 吴艳. 产业协同集聚、技术创新与制造业产业链韧性[J]. 科学学研究, 2024, 42(3): 515-527.
- [29] 刘国巍, 邵云飞. 产业链创新视角下战略性新兴产业合作网络演化及协同测度——以新能源汽车产业为例[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, 41(8): 43-62.
- [30] Miri-Lavassani, K., Movahedi, B. and Kumar, V. (2009) Developments in Theories of Supply Chain Management: The Case of B2B Electronic Marketplace Adoption. *The International Journal of Knowledge, Culture, and Change Management: Annual Review*, **9**, 85-98. <https://doi.org/10.18848/1447-9524/cgp/v09i06/49753>
- [31] Halldorsson, A., Kotzab, H., Mikkola, J.H. and Skjøtt-Larsen, T. (2007) Complementary Theories to Supply Chain Management. *Supply Chain Management: An International Journal*, **12**, 284-296. <https://doi.org/10.1108/13598540710759808>
- [32] Freitas, D.C.d., Oliveira, L.G.d. and Alcântara, R.L.C. (2019) A Theoretical Framework to Adopt Collaborative Initiatives in Supply Chains. *Gestão & Produção*, **26**, No. 3. <https://doi.org/10.1590/0104-530x-4194-19>
- [33] Yu, W., Wong, C.Y., Chavez, R. and Jacobs, M. (2023) Surfing with the Tides: How Digitalization Creates Firm Performance through Supply Chain Entrainment. *International Journal of Operations & Production Management*, **43**, 2008-2030. <https://doi.org/10.1108/ijopm-10-2022-0678>
- [34] Chen, Y.X. (2022) Construction of Cross-Border e-Commerce Ecosystem under Blockchain Technology. *Modern Management*, **12**, 1635-1641. <https://doi.org/10.12677/mm.2022.1212211>
- [35] Xi, X., Wei, M. and Xian Teo, B.S. (2023) Research on the Evolution Mechanism of Cross-Border e-Commerce

- Ecosystem Based on Self-Organization Theory. *Frontiers in Business, Economics and Management*, **8**, 23-28. <https://doi.org/10.54097/fbem.v8i1.5835>
- [36] Peng, C., Jing, X., Tie, J., Tian, Y., Kong, J., Xue, K., *et al.* (2022) Research on Value Co-Creation New Business Model of Import Cross-Border E-Commerce Platform Ecosystem. *Security and Communication Networks*, **2022**, Article ID: 8726075. <https://doi.org/10.1155/2022/8726075>
- [37] Xi, X., Wei, M. and Teo, B.S. (2023) Analysis of the Key Influencing Factors of China's Cross-Border e-Commerce Ecosystem Based on the DEMATEL-ISM Method. *PLOS ONE*, **18**, e0287401. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287401>
- [38] 白一尧. 山西传统制造业数字化转型发展的对策[J]. 中国信息化, 2021(12): 85-86.
- [39] He, W., Zhang, W. and Wang, C. (2020) Strategic Updating of Internet plus Considering Digital Transformation. *Chinese Journal of Engineering Science*, **22**, 10-17. <https://doi.org/10.15302/j-sscae-2020.04.002>
- [40] Teng, X., Wu, Z. and Yang, F. (2022) Impact of the Digital Transformation of Small- and Medium-Sized Listed Companies on Performance: Based on a Cost-Benefit Analysis Framework. *Journal of Mathematics*, **2022**, Article ID: 1504499. <https://doi.org/10.1155/2022/1504499>