

跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制

刘宪立¹ 杨 蔚²

(1. 云南财经大学, 云南昆明 650221; 2. 滇池学院, 云南昆明 650228)

摘 要: 本文首先从供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力 3 个视角建立跨境电商供应链韧性影响因素体系; 然后运用集成模糊 DEMATEL-ISM 方法构建跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型; 最后运用结构方程模型 (SEM) 实证检验跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型。供应链演化能力直接影响跨境电商供应链韧性; 供应链效率能力直接影响供应链演化能力, 间接影响跨境电商供应链韧性; 供应链适应能力直接影响供应链效率能力, 间接影响跨境电商供应链韧性。功能冗余、供应链灵活性和风险管理文化是提升跨境电商供应链韧性的深层次影响因素; 伙伴间协作、伙伴间信任和社会记忆是提升跨境电商供应链韧性的表层次影响因素。供应链适应能力是提升跨境电商供应链韧性的关键能力, 可从加强风险管理文化、伙伴间协作和供应链敏捷性等方面入手。

关键词: 跨境电商; 供应链韧性; 作用机制; 供应链韧性三元视角

中图分类号: F259.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-1894 (2024) 03-0016-14

跨境电商为我国外贸增长提供了新动力, 然而跨境电商企业也面临严峻挑战, 例如, 恐怖主义、自然灾害、政治危机、金融危机、法律纠纷等繁琐复杂的运行环境, 零库存、准时生产、单一采购等降低成本提高效率的管理手段。这些挑战使跨境电商供应链更加脆弱, 不断消减其应对运行环境的柔性能力, 增加了供应链中断风险。提升产业链供应链韧性和安全水平对推动跨境电商高质量发展、维护国家跨境电商供应链安全具有重要意义。因此, 供应链韧性 (Supply Chain Resilience, SCR) 是保障跨境电商供应链安全运行的有力工具。然而, 面对繁琐复杂的跨境电商供应链, 跨境电商企业应从哪些因素着手提升供应链韧性? 这些因素相互之间又如何影响供应链韧性? 本文将探讨这些问题。

供应链韧性影响因素的相关文献涉及以下几方面。(1) 基本框架探索。Holling (1973)、Christopher 等 (2004) 认为供应链韧性是系统在扰动后需要多长时间恢复平衡或稳定状态的能力。Pettit 等 (2010)、Ambulkar 等 (2015)、Vipul 等 (2017) 将这些能力视为能够在供应链中实现韧性的影响因素, 并分别从提升供应链效率能力、供应链适应能力及供应链更新改进能力角度探索供应链韧性影响因素。Henry 等 (2018) 从供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化 (更新改进) 能力 3 个

作者简介: 刘宪立, 云南财经大学物流与管理工程学院副教授, 博士, 研究方向: 物流与供应链管理; 杨蔚 (通信作者), 滇池学院经济管理学院副教授, 研究方向: 国际物流。

基金项目: 云南省教育厅科学研究基金项目“数字经济对云南跨境物流韧性的影响机制研究”(项目编号: 2024J0606); 云南财经大学科学研究人才引进项目“数字经济对云南物流业高质量发展的影响机制研究”(项目编号: 2023D24)。

视角提供了供应链韧性影响因素分析框架。顾旻灏和霍宝锋（2020）从供应链中断直接相关能力（警觉能力和重构能力等）和一般性运营能力（敏捷适应能力和协调整合能力等）角度探索供应链韧性影响因素。（2）新型场景探索。近几年在疫情和贸易摩擦背景下研究供应链韧性影响因素之间关系的文献逐渐增多，例如国外运营类主流杂志《国际生产研究》（International Journal of Production Research, IJPR）于2021年11月设立专刊讨论供应网络和生态系统的生存能力问题；国内权威杂志如《工程管理前沿（英文）》于2023年3月也设立专刊系统讨论后疫情时代供应链韧性的提升问题。田丹等（2022）选择效率和灵活性作为判别变量探索供应链韧性影响因素；盛昭瀚等（2022）从供应链复杂系统角度探索供应链韧性影响因素；Li等（2023）从供应链协同、供应链数字化角度探索供应链韧性影响因素；Anni-Kaisa等（2023）从动态能力、疫情中断、恢复能力角度探索供应链韧性影响因素；Zhao等（2023）从吸收能力、适应能力和恢复能力探索供应链韧性影响因素。（3）研究方法探索。供应链韧性研究方法大致集中在数学和优化建模（Li et al., 2023）、结构方程模型（杨晓荣和杜荣, 2021）、贝叶斯网络（Hosseini et al., 2019）、模拟技术和多标准决策（葛琛等, 2020）等定量研究方法，少部分学者采用案例分析（吕越和邓利静, 2023）、扎根理论（肖亮和柯彤萍, 2020）等定性研究方法。但多数研究方法聚焦供应链韧性的优化和仿真，不太适合揭示影响因素作用机制。目前较多研究利用DEMATEL（决策实验分析方法）和ISM（解释结构模型）的结合探索影响因素作用机制（张涑贤等, 2019；Giovanni et al., 2021；刘宪立, 2021）。DEMATEL是通过因果关系图确定系统各元素的相互关联性进而识别影响因素的常用方法；ISM是揭示因素间层级关系较成熟的方法。

尽管供应链韧性影响因素的研究取得了一定进展，但还存在一些不足。首先，大量研究集中在供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力3个视角中的某一视角，少有将3个视角整合在一起针对跨境电商供应链韧性的研究成果。虽然极少数学者提出了综合性的分析框架，但缺少实证检验。其次，多数研究集中在单个或几个影响因素，针对跨境电商供应链韧性影响因素的系统性研究较少，缺乏对跨境电商供应链韧性影响因素全面的认识。最后，现有研究集中在影响因素与供应链韧性之间的关系，这些影响因素之间的作用机制被忽视，这些作用机制有助于识别跨境电商供应链韧性的深层影响因素和表层影响因素。基于此，本研究尝试从供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力3个视角建立跨境电商供应链韧性影响因素体系；然后，结合专家评分法和模糊集理论，运用DEMATEL和ISM构建跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型；最后，运用SEM（结构方程模型）实证检验跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型。

一、概念界定和相关理论

（一）概念界定

依据马士华（2003）、庞燕（2019）和何明珂（2020）等的观点，借鉴《国务

院办公厅关于积极推进供应链创新与应用的指导意见》(2017), 本研究认为, 跨境电商供应链是以跨境电商客户需求为导向, 以核心企业为主导, 以提高质量和效率为目标, 以整合资源为手段, 实现产品设计、采购、生产、销售和服务等全过程高效协同的组织形态。由此可见, 相比于一般供应链, 跨境电商供应链具有节点众多、节点跨境和结构复杂的特征。

节点众多。跨境电商核心企业存在跨境电商运营平台、供应链服务企业和跨境贸易综合服务商 3 种形式。跨境电商运营平台以跨境电商平台为主; 供应链服务企业主要有跨境物流服务商、跨境支付服务商、进出口报关服务机构等业态; 跨境贸易综合服务商以当地跨境电商公共服务平台为主。

节点跨境。双方交易主体位于不同的国际市场环境。面临着不同的国家政策法规、通关规则和支付工具等环境, 甚至国家间交通条件和自然环境不同, 跨境电商供应链应对策略也不同。

结构复杂。核心企业通过平台搭建、需求匹配、整合与创新等功能连接“资源”和“客户”, 实现对跨境电商供应链的资源管理、需求管理、风险管理、质量管理及信息管理, 最终达到为客户提供物流、信息流、资金流、价值流、服务流等方面的综合解决方案。

(二) 理论基础

在已有研究基础上, 本研究将供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力 3 个视角的分析框架称为供应链韧性三元视角(图 1)。Pettit 等(2010)将提升供应链效率能力以实现供应链恢复的供应链韧性称为供应链工程韧性。供应链工程韧性以抗干扰性和系统返回平衡状态的速度为主要标志。Henry 等(2018)将提升供应链适应能力以实现供应链响应和重组的供应链韧性称为供应链生态韧性, 它以恢复到多个可能的平衡状态为主要标志。Ambulkar 等(2015)、Vipul 等(2017)将提升供应链演化能力以实现供应链的更新和改进的供应链韧性称为供应链演化韧性, 这个韧性通过不断的适应过程和从持续的干扰中学习而累积起来。

基于供应链韧性三元视角, 结合跨境电商实际, 本研究认为跨境电商供应链韧性(Cross-border E-Commerce Supply Chain Resilience, CBSCR)是指面对干扰事件影响, 跨境电商供应链通过提升效率能力、适应能力及演化能

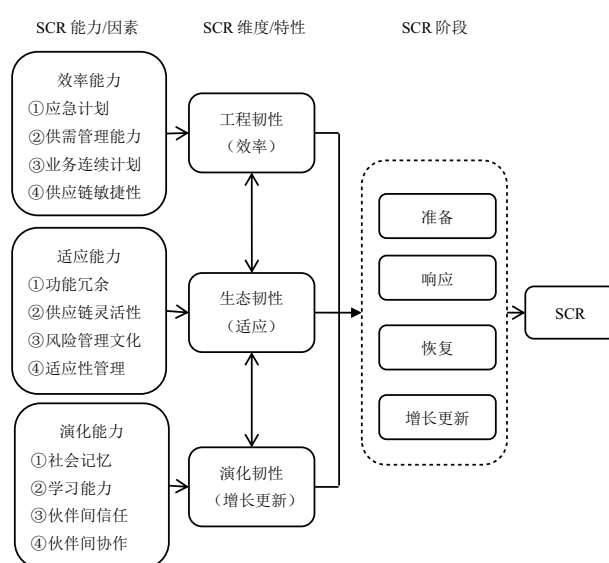


图 1 供应链韧性三元视角

力将其结构或功能恢复到原始状态或新的理想状态。Henry 等（2018）认为，供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力均有助于提升供应链韧性，三者缺一不可。因此，供应链韧性三元视角为跨境电商供应链韧性影响因素研究提供了一个集成框架。

二、影响因素体系构建

跨境电商供应链韧性影响因素体系、层次关系和编码等如表 1 所示。该指标体系含 3 个一级影响因素、12 个二级影响因素和 36 个三级影响因素。

供应链效率能力。（1）应急计划可从重新配置供应链、供应链中断恢复和重新配置资源等方面展开。Liu 等（2021）提出把境外配送选择及协同问题作为应急计划；Chowdhury 等（2017）提出把中断点恢复及防止级联事件发生作为应急计划；Andreas 等（2013）提出把保税仓或海外仓等商品存储模式作为应急计划。（2）供需管理能力可从基于需求设计通用产品、基于需求定制通用产品和巧用延期满足客户需求等方面展开。Wang 等（2020）提出依据国外市场消费者需求设计通用产品；贾甫等（2020）提出通过境外配送点、国内物流包装等延期形式满足供需需求。（3）业务连续计划可从评估核心供应商影响力、评估核心供应商风险量和预判供应链风险预警信号等方面展开。Chen（2020）提出把原材料供应商地理位置及其所在国家政策作为评估核心供应商影响力的方法；贾甫等（2020）提出通过评估风险确定失去供应商的潜在影响。（4）供应链敏捷性可从供应链中断响应时间、供应链中断恢复速度和供应链关键环节可见等方面展开。Ponomarov 等（2009）提出面向跨境电商市场需求变化的响应时间；Qrunflesh 等（2013）提出识别易受攻击的供应商，也提出识别供应链关键环节可见性的主要表现形式，比如跨境电商供应链环境和关键资产。

供应链适应能力。（1）功能冗余可从多供应商采购、国际运输仓储能力冗余和预留安全跨境电商库存量等方面展开。Hendricks 等（2009）提出从运输方式、港口调度、通关对接、配送问题、国内仓、边境仓和海外仓等相关设施着手准备；Choi 等（2001）认为根据商品市场特点设置有效安全库存。（2）供应链灵活性可从跨境电商供应链结构灵活、跨境电商供应链管理意识和跨境电商企业资源灵活等方面展开。Pettit 等（2010）提出从产品开发、国际采购、国外仓储、制造、国际物流和信息系统等增加供应链灵活性。（3）风险管理文化可从树立伙伴间协作文化、伙伴间协作应急计划和伙伴间风险管理团队等方面展开。Jafarnejad 等（2019）提出把创建跨境电商供应链伙伴间协作文化准则及连续协作应急计划作为风险管理文化措施；Kumar 等（2020）提出把创建跨境电商供应链风险管理团队作为风险管理文化措施。（4）适应性管理目标是建立在期望状态下重组系统的能力，以响应不断变化的条件和干扰事件。可从应对暂时中断能力、应对持续中断能力和应对预先中断能力等方面展开。

供应链演化能力。（1）社会记忆可从应对风险经验积累数量、积累社会关系资本和应对风险经验应用能力等方面展开。Song 等（2020）认为，从长期合作的伙伴

表 1 CBSCR 影响因素体系

一级因素	二级因素	三级因素	示例 / 简述	文献来源
供应链效率能力 (A)	应急计划 (A1)	重新配置供应链应急计划 (A11)	上下游重新配置计划	Andreas 等 (2013); Chowdhury 等 (2017); Liu 等 (2021)
		供应链中断恢复应急计划 (A12)	中断点恢复及防止级联	
		重新配置资源应急计划 (A13)	资金、商品运输及存储	
	供需管理能力 (A2)	基于需求设计通用产品 (A21)	依赖普通群体的市场化需求	Wang 等 (2020); 贾甫等 (2020)
		基于需求定制通用产品 (A22)	依赖特殊群体的个性化需求	
		巧用延期满足客户需求 (A23)	地点、包装和组装等形式	
	业务连续计划 (A3)	评估核心供应商影响力 (A31)	地理位置及国家政策评估	贾甫等 (2020); Chen(2020)
		评估核心供应商风险量 (A32)	通关政策、汇率变化等	
		预判供应链风险预警信号 (A33)	持续识别风险预警信号	
	供应链敏捷性 (A4)	供应链中断响应时间 (A41)	市场变化响应时间	Ponomarov 等 (2009); Qrunflesh 等 (2013)
供应链中断恢复速度 (A42)		跨境电商恢复速度		
供应链关键环节可见 (A43)		跨境电商环境和关键资产		
供应链适应能力 (B)	功能冗余 (B1)	多供应商国际采购 (B11)	备选供应商	Hendricks 等 (2009); Choi 等 (2001)
		国际运输仓储能力冗余 (B12)	国际运输、海外仓	
		预留安全跨境电商库存量 (B13)	设置有效安全库存	
	供应链灵活性 (B2)	跨境电商供应链结构灵活 (B21)	适当的供应链结构设计	Pettit 等 (2010); 田丹等 (2022)
		跨境电商供应链管理意识 (B22)	供应链结构战略设计	
		跨境电商企业资源灵活 (B23)	人力、财务、采购、通关	
	风险管理文化 (B3)	树立伙伴间协作文化 (B31)	协作文化准则	Jafarnejad 等 (2019); Kumar 等 (2020)
		伙伴间协作应急计划 (B32)	伙伴间连续协作应急计划	
		伙伴间风险管理团队 (B33)	跨境电商风险管理团队	
	适应性管理 (B4)	应对暂时中断能力 (B41)	决策迭代的能力	Anni-Kaisa 等 (2023)
		应对持续中断能力 (B42)	意识及管理层干预	
		应对预先中断能力 (B43)	增强企业的权能	
供应链演化能力 (C)	社会记忆 (C1)	应对风险经验积累数量 (C11)	知识的储存库	Song 等 (2020); 盛昭瀚等 (2022)
		积极积累社会关系资本 (C12)	宝贵资源及有价值知识	
		应对风险经验应用能力 (C13)	经验及时吸收利用	
	学习能力 (C2)	应对风险个人学习能力 (C21)	自主学习—应用—探索—总结意识	Hosseini 等 (2019)
		应对风险组织学习能力 (C22)	正式组织、非正式组织学习意识	
		应对风险共同学习能力 (C23)	基于社交网络平台的学习意识	
	伙伴间信任 (C3)	树立良好企业公平声誉 (C31)	在同行业中有很好的声誉	Ghosh 等 (2008); Liu 等 (2021)
		跨境电商伙伴间关系管理 (C32)	供应链关系管理系统	
		跨境电商伙伴间诚信文化 (C33)	供应链伙伴间诚信文化	
	伙伴间协作 (C4)	跨境电商伙伴间分享经验 (C41)	分享经验和技能	Ismail 等 (2015); Imran 等 (2019); Li 等 (2023)
		跨境电商伙伴间共同规划 (C42)	凝聚力	
		跨境电商伙伴间协调能力 (C43)	开展协调一致决策	

中可获取有价值的知识和宝贵的资源,重在平时花时间、精力甚至金钱维护社会关系。

(2) 学习能力可从应对风险个人学习能力、应对风险组织学习能力和应对风险共同学习能力等方面展开。Hosseini 等 (2019) 提出,企业员工应有自主学习意识,自主应用意识、自主探索学习方法,善于总结经验;诸跨境电商供应链伙伴间应交流学习途径。(3) 伙伴间信任可从树立良好企业公平声誉、跨境电商伙伴间关系管理和跨境电商伙伴间诚信文化等方面展开。Ghosh 等 (2008) 和 Liu 等 (2021) 提出,跨境电商企业应在同行业中有很好的声誉。(4) 伙伴间协作可从跨境电商伙伴间分享经验、跨境电商伙伴间共同规划和跨境电商伙伴间协调能力等方面展开。Imran 等 (2019) 提出,跨境电商供应链伙伴间应注重知识的创造和共享;Ismail 等 (2015)

鼓励在中断期间跨境电商供应链伙伴间相互支持，以增强凝聚力。

三、作用机制模型构建

基于跨境电商供应链韧性影响因素体系，本研究首先使用 DEMATEL 构建跨境电商供应链韧性影响因素间相互影响矩阵；然后使用 ISM 构建跨境电商供应链韧性影响因素的层级关系；最后基于影响因素的层级关系构建作用机制模型。

(一) DEMATEL：影响因素间相互影响矩阵

跨境电商供应链韧性影响因素间相互影响程度可通过专家调研获取。专家团队由高校专家 7 人和企业专家 8 人组成，这些专家均认可跨境电商供应链韧性影响因素体系。为避免专家评分主观性，本研究引入三角模糊数 (TFN)，将每位专家的文字描述判定结果转化为对应的三角模糊数 $(l_{ij}^k, m_{ij}^k, r_{ij}^k)$ ， $i(j)=1,2,3,\dots,36$ ， $k=1,2,3,\dots,15$ 。该三角模糊数表示第 k 位专家评定 i 因素对 j 因素的影响程度。然后，采用 Opricovic 等 (2003) 的方法，将专家评判的三元模糊数转化为精确数值。

影响因素间相互影响矩阵构建过程。首先将每位专家评价结果的三元模糊数按照公式 (1) 进行标准化处理；将标准化后的模糊数按照公式 (2) 分别转化为左标准值 xls_{ij}^k 、右标准值 xrs_{ij}^k 和总标准值 x_{ij}^k ；然后按照公式 (3) 获得第 K 位专家反映的 i 因素对 j 因素量化后的影响值 a_{ij}^k ，并计算出专家群体评判的 i 因素对 j 因素量化后的影响值 a_{ij} ，由此得到专家团队评判因素间相互影响程度的最终精确数值，进而构成直接影响矩阵 $A=[a_{ij}]_{36 \times 36}$ ， $i(j)=1,2,3,\dots,n$ ；最后运用 Excel 自带函数和 VBA 自编程序，按照公式 (3) 将直接影响矩阵 A 转化为标准化影响矩阵 D ，并将标准化影响矩阵 D 转化为总影响矩阵 T 。

$$xl_{ij}^k = \frac{l_{ij}^k - \min_{1 \leq k \leq K} l_{ij}^k}{\Delta_{\min}^{\max}}; \quad xm_{ij}^k = \frac{m_{ij}^k - \min_{1 \leq k \leq K} m_{ij}^k}{\Delta_{\min}^{\max}}; \quad xr_{ij}^k = \frac{r_{ij}^k - \min_{1 \leq k \leq K} r_{ij}^k}{\Delta_{\min}^{\max}}; \quad \Delta_{\min}^{\max} = \max_{1 \leq k \leq K} r_{ij}^k - \min_{1 \leq k \leq K} l_{ij}^k \quad (1)$$

$$xls_{ij}^k = \frac{xm_{ij}^k}{1 + xm_{ij}^k - xl_{ij}^k}; \quad xrs_{ij}^k = \frac{xr_{ij}^k}{1 + xr_{ij}^k - xm_{ij}^k}; \quad x_{ij}^k = \frac{xls_{ij}^k(1 - xls_{ij}^k) + xrs_{ij}^k xrs_{ij}^k}{1 - xls_{ij}^k + xrs_{ij}^k} \quad (2)$$

$$a_{ij}^k = \min_{1 \leq k \leq K} l_{ij}^k + x_{ij}^k \Delta_{\min}^{\max}; \quad a_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K a_{ij}^k; \quad D = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq 15} \sum_{j=1}^{15} a_{ij}} A; \quad T = D(I - D)^{-1} \quad (3)$$

(二) ISM：影响因素间的层级关系

跨境电商供应链韧性影响因素间的层级关系可通过可达矩阵构建。由于 DEMATEL 方法中因素自身相互影响值为 0，本研究将原综合影响矩阵 (T) 加上单位矩阵 (I) 生成系统综合影响矩阵 (N)。通过系统综合影响矩阵确定阈值 (λ)，按公式 (4) 不断优化跨境电商供应链韧性影响因素层级结构。经过不断调整和尝试，选择合适的 λ (0.024)，求得跨境电商供应链韧性影响因素的可达矩阵 (M)。由可达矩阵 (M) 按照公式 (5) 求得跨境电商供应链韧性影响因素的可达集 $K(M_i)$ 、

先行集 $X(M_i)$ 和共同集 $G(M_i)$ 。

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & a_{ij} \geq \lambda \\ 0, & a_{ij} < \lambda \end{cases} (i=1,2,\dots,36; j=1,2,\dots,36) \quad (4)$$

$$K(M_i) = \{M_j | a_{ij} = 1\}; X(M_i) = \{M_j | a_{ij} = 1\}; G(M_i) = K(M_i) \cap X(M_i) \quad (5)$$

跨境电商供应链韧性影响因素间的层级模型构建思路如下：假定 L_i 为第 i 层的影响因素，若存在可达集和共同集相同的因素即被作为第 i 层因素。该因素识别后，删除该因素。再次执行相同的过程以找到下一级因素，直到求得各层所有的影响因素。跨境电商供应链韧性影响因素分为 4 个等级：L1 级影响因素属于表层因素；L2 级和 L3 级影响因素属于中层因素；L4 级影响因素属于底层因素。跨境电商供应链韧性影响因素层级模型如图 2 所示。

（三）作用机制模型构建

由跨境电商供应链韧性影响因素的层级模型构建影响因素作用机制模型（图 3）。由图 2 可知，表层因素中 A2（供需管理能力）、C2（学习能力）与其他因素相互关联不大，因此，在构建影响因素作用机制模型时，A2、C2 不再考虑。由图 3 可知，为避免研究问题的复杂性，作用机制模型主要反应二级因素和一级因素，没有直接反应三级因素，三级因素通过二级因素体现，同时明确了因素间相互作用路径及相互作用关系，进而提出了 10 项研究假设（表 2），这些研究假设皆为正向影响假设。

表 2 路径系数与研究假设间的对应关系

研究假设	描述	研究假设	描述
H1：功能冗余正向影响适应性管理	B1 → B4	H6：风险管理文化正向影响应急计划	B3 → A1
H2：供应链灵活性正向影响适应性管理	B2 → B4	H7：适应性管理正向影响供应链敏捷性	B4 → A4
H3：风险管理文化正向影响适应性管理	B3 → B4	H8：供应链敏捷性正向影响社会记忆	A4 → C1
H4：风险管理文化正向影响伙伴间信任	B3 → C3	H9：供应链敏捷性正向影响业务连续计划	A4 → A3
H5：风险管理文化正向影响伙伴间协作	B3 → C4	H10：伙伴间信任正向影响伙伴间协作	C3 → C4

四、作用机制模型实证分析

本研究利用 SPSS 和 AMOS7.0 软件，在问卷调查基础上，采用结构方程模型对作用机制模型从验证假设、修正模型和路径分析 3 个方面进行实证分析。

（一）问卷调查

1. 设计问卷。由跨境电商供应链韧性影响因素作用机制模型可知，本研究有 10 个测量变量。每个变量的测量问项对应相应的三级因素，合计 30 个。由于作用机制模型基于影响因素间相互作用关系推导出来，且体现相关因素在供应链韧性影响因素中的相对重要性。因此，本研究采用 Likert 5 级量表测量跨境电商供应链韧性影响因素重要程度来设计问卷。为了使变量测量问项贴合实际，本研究进行小规模访谈，访谈对象是高校学者。根据访谈结果修改原始问卷，然后进行小规模问卷测试，采用统计学方法达到净化问卷的目的，进而形成正式问卷。

2. 发放问卷。正式问卷发放以电子问卷为主、纸质问卷为辅。纸质问卷包括

部分访谈问卷,发放时间集中在2019年11月,对象是云南省内电子商务、国际贸易等领域高校学者和跨境电商企业中高层管理者,发放形式是访谈(电话、面谈)、学术会议等。电子问卷发放时间集中在2019年11月到2020年4月,对象是云南省外高校学者和跨境电商企业从业者,通过即时工具(如QQ、微信)、社交平台(如邮箱、朋友圈)等形式发放。纸质版问卷发放24份,回收20份;电子问卷发放459份,回收338份。合计发放问卷483份,回收358份,回收率为74.1%。

3. 信度检验。问卷信度是有效检验样本数据一致性程度的指标,目的是判断受访者是否真实回答问题,大多以相关系数表示,分为稳定系数、等值系数和内部一致性系数。为研究方便,本研究通过内部一致性系数考查问卷信度,用Cronbach α 系数表示内部一致性系数,选取Cronbach α 系数对风险管理文化、供应链灵活性、功能冗余、适应性管理、应急计划、供应链敏捷性、业务连续计划、社会记忆、伙伴间协作、伙伴间信任等测量变量进行内部一致性检验,如表3所示。研究发现:各因素的内部一致性程度从最高的0.95(B4,适应性管理)到最低的0.887(A3,业务连续计划),问卷信度很好。从表3可知,若删除相应具体问项后的Cronbach α 值都小于测量变量的Cronbach α ,且都在0.7以上,说明调查问卷各问项信度较高。

4. 效度检验。问卷效度是有效检验调查问项测度维度准确性程度的重要指标,主要存在内容效度、结构效度、校标效度3个类型。由于各问项来自前文逐步推导,因此本研究认为该调查问卷具有较好的问卷内容效度和结构效度,此处重点考查调查问卷的校标效度。为研究方便,本研究通过Pearson系数(皮尔森相关系数)考查校标效度,Pearson系数是一种线性相关系数,表达的是变量间相关强弱的程度。利用SPSS软件计算问卷中各问项的Pearson系数,如表3所示。研究发现:各因素Pearson系数从最高的0.909(B42,应对持续中断能力)到最低的0.689(A33,预判供应链风险预警信号),问卷效度很好。

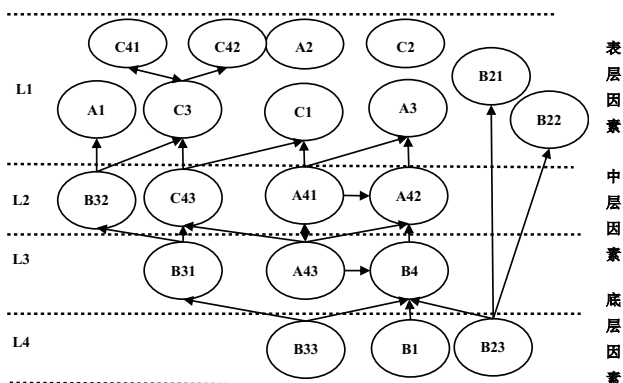


图2 CBSCR影响因素的层级模型

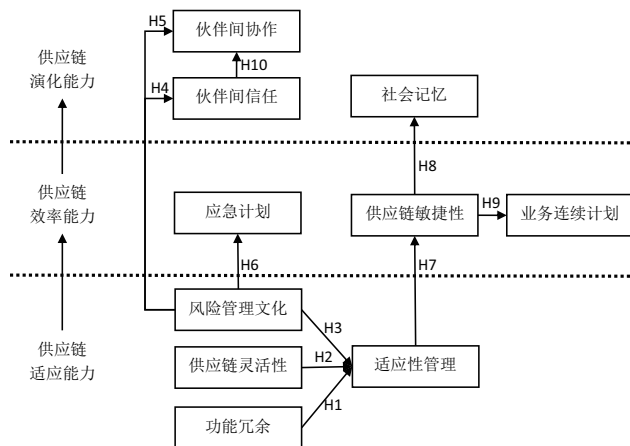


图3 CBSCR影响因素的作用机制模型

表 3 问卷信度及效度检测结果

测量变量	问项	Pearson 系数	删除后 Cronbach α	测量变量	问项	Pearson 系数	删除后 Cronbach α
A1 (0.940)	A11	0.896	0.896	B3 (0.888)	B31	0.733	0.881
	A12	0.882	0.907		B32	0.818	0.808
	A13	0.849	0.934		B33	0.794	0.829
A3 (0.887)	A31	0.812	0.810	B4 (0.950)	B41	0.894	0.927
	A32	0.844	0.784		B42	0.909	0.916
	A33	0.689	0.920		B43	0.881	0.937
A4 (0.905)	A41	0.849	0.835	C1 (0.887)	C11	0.807	0.815
	A42	0.832	0.846		C12	0.804	0.819
	A43	0.758	0.912		C13	0.730	0.882
B1 (0.901)	B11	0.824	0.841	C3 (0.901)	C31	0.777	0.882
	B12	0.790	0.872		C32	0.821	0.844
	B13	0.800	0.862		C33	0.814	0.850
B2 (0.889)	B21	0.773	0.852	C4 (0.922)	C41	0.802	0.919
	B22	0.796	0.832		C42	0.854	0.876
	B23	0.782	0.844		C43	0.869	0.866

(二) 验证假设

通过 AMOS7.0 软件从模型拟合和路径检验两方面对跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型进行验证。

模型拟合。常用 SEM 拟合指标主要有绝对拟合优度和相对拟合优度。绝对拟合优度主要包括 $RMSEA$ (近似误差均方根)、 χ^2/df (卡方与自由度之比) 两种; 相对拟合优度主要包括 CFI (比较拟合指数)、 TLI (非规范拟合指数) 两种。各指标参考标准如下: χ^2/df 在 (1,5) 内; $RMSEA < 0.08$; $CFI \geq 0.9$; $TLI \geq 0.9$ 。作用机制模型常用拟合指标 χ^2/df 为 3.719, $RMSEA$ 为 0.074, CFI 为 0.923, TLI 为 0.919, 均在参考标准范围内, 由此可知该模型具有较好的拟合度。

路径检验。路径检验就是验证上文提出的 10 条假设。验证指标主要有 $C.R.$ 值和 P 值。 $C.R.$ 值 (Critical Ratio) 是指使用参数估计值与其标准差之比。易丹辉 (2008) 认为, $C.R.$ 值大于 2, 则相关路径通过检验, 统计学意义为显著。 P 值是指用来判断假设的一个参数。若 $P < 0.01$, 则相关路径较强地通过检验; 若 $0.01 < P < 0.05$, 则相关路径较弱地通过检验; 若 $P > 0.05$, 则相关路径没有通过检验。跨境电商供应链韧性影响因素的作用机制模型检验结果如表 4 所示。H5 ($B3 \rightarrow C4$) 路径的 $C.R.$ 值为 -0.134, 小于 2; P 值为 0.893, 大于 0.05, 不具有显著影响, 即 $B3 \rightarrow C4$ 路径没有通过验证, 其余 9 条路径在显著水平 0.05 下都通过验证。

(三) 修正模型

修正模型主要方法有删除路径和增加路径。删除路径指删除初始模型中没有通过假设检验的路径, 增加路径指增加符合实际背景意义的路径。H5 路径没有通过检验, 可将其删除。通过对初始模型不断修正得到修正模型, 其常用拟合指标 χ^2/df 为 3.716, $RMSEA$ 为 0.071, CFI 为 0.923, TLI 为 0.920, 均在参考标准范围内, 由此修正模型具有较好的拟合度, 修正模型检验结果如表 4 所示。修正模型中 9 条路径在

显著水平 0.05 下都通过显著性检验，因此所示修正模型为本研究的最终模型（图 4）。

表 4 作用机制模型及修正模型检验结果

序号	对应关系描述	作用机制模型检验结果					修正模型检验结果					
		标准化回归系数	标准差	C.R.	P 值	是否支持	路径系数	标准化回归系数	标准差	C.R.	P 值	是否支持
H1	B1 → B4	0.337	0.069	4.867	0.000	支持	α_1	0.337	0.069	4.866	0.000	支持
H2	B2 → B4	0.253	0.101	2.338	0.019	支持	α_2	0.254	0.101	2.339	0.019	支持
H3	B3 → B4	0.421	0.109	3.524	0.000	支持	α_3	0.420	0.109	3.519	0.000	支持
H4	B3 → C3	0.896	0.051	18.740	0.000	支持	α_4	0.895	0.051	16.451	0.000	支持
H5	B3 → C4	-0.015	0.108	-0.134	0.893	不支持						
H6	B3 → A1	0.887	0.060	16.722	0.000	支持	α_5	0.887	0.060	16.725	0.000	支持
H7	B4 → A4	0.991	0.054	18.740	0.000	支持	α_6	0.990	0.054	18.747	0.000	支持
H8	A4 → C1	0.954	0.053	16.450	0.000	支持	α_7	0.954	0.053	16.451	0.000	支持
H9	A4 → A3	0.898	0.057	17.573	0.000	支持	α_8	0.898	0.057	17.572	0.000	支持
H10	C3 → C4	0.927	0.125	7.555	0.000	支持	α_9	0.912	0.053	17.731	0.000	支持

（四）路径分析

路径分析主要包括路径图、路径系数和效应分解 3 个部分。路径图是指研究模型结构图；路径系数是指研究模型中的路径系数；效应分解是指因素间的因果效应，主要包括直接效应和间接效应。直接效应指原因变量到结果变量的直接影响，用原因变量到结果变量的路径系数衡量。由图 4 可知，功能冗余对适应性管理的直接效应为 0.337。间接效应指原因变量通过影响一个或者多个中介变量对结果变量的间接影响。当只有一个中介变量时，间接效应的大小是两个路径系数的乘积。由图 4 可知，功能冗余对适应性管理的直接效应为 0.337，适应性管理对供应链敏捷性的直接效应为 0.99，则功能冗余通过中介变量适应性管理对供应链敏捷性的间接效应为 0.337×0.99 。修正模型的路径分析结果经整理后如表 5 所示。

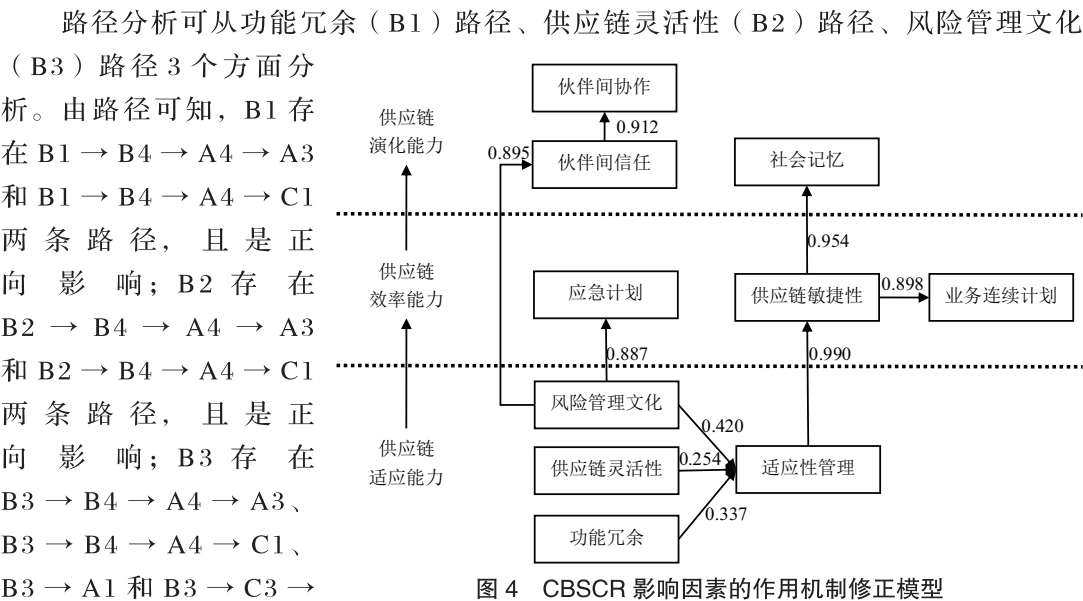


图 4 CBSCR 影响因素的作用机制修正模型

C4 这 4 条路径, 且是正向影响。由数据可知, “功能冗余”对“社会记忆”的影响更大, “业务连续计划”次之; “供应链灵活性”对“社会记忆”的影响更大, “业务连续计划”次之; “风险管理文化”对“业务连续计划”的影响更大, “社会记忆”次之; “风险管理文化”通过“供应链信任”影响“供应链协作”。

五、讨论与启示

本研究目的是构建跨境电商供应链韧性影响因素体系, 实证检验其影响因素的作用机制。首先, 基于供应链韧性三元视角, 结合跨境电商背景, 构建跨境电商供应链韧性影响因素体系; 然后, 通过模糊 DEMATEL-ISM 方法构建跨境电商供应链韧性影响因素作用机制模型; 最后, 在此基础上, 利用 SEM 方法实证检验跨境电商供应链韧性影响因素作用机制模型。由此可知, 供应链演化能力因素大多属于表层因素, 供应链效率能力因素大多属于中层因素, 供应链适应能力因素大多属于底层因素。表层因素直接影响跨境电商供应链韧性; 中层因素直接影响表层因素, 间接影响跨境电商供应链韧性; 底层因素直接影响中层因素, 间接影响跨境电商供应链韧性。因此, 提高跨境电商供应链韧性的根本措施是提高供应链适应能力, 基本措施是提高供应链演化能力, 重要措施是提高供应链效率能力。

底层作用机制。(1) 供应链适应能力是底层因素, 对跨境电商供应链韧性的提升至关重要。可深入加强风险管理文化建设, 着重从伙伴间风险管理团队、应对风险经验应用能力和跨境电商伙伴间诚信文化等方面考虑; (2) 多供应商国际采购、国际运输仓储能力冗余、预留安全跨境电商库存量、跨境电商企业资源灵活、伙伴间风险管理团队是跨境电商供应链韧性底层影响因素, 不易察觉, 更应引起重视。只有具备了冗余的国际采购、国际运输仓储能力、跨境电商库存量, 灵活处理跨境电商企业人力、财务等资源, 健全持续的风险管理团队, 跨境电商供应链韧性才更有保障。

表层作用机制。(1) 供应链演化能力是表层因素, 对跨境电商供应链韧性的提升有直接影响。可深入加强伙伴间协作建设, 着重从跨境电商伙伴间协调能力、树立伙伴间协作文化和树立良好企业公平声誉等方面考虑; (2) 应急计划、业务连续计划、社会记忆、伙伴间信任包含的 12 个三级因素对跨境

表 5 修正模型路径分析整理结果

路径	总效应	直接效应	间接效应	间接效应计算
B1 → B4	0.337	0.337	0	无
B2 → B4	0.254	0.254	0	无
B3 → B4	0.420	0.420	0	无
B3 → A1	0.887	0.887	0	无
B4 → A4	0.990	0.990	0	无
B1 → A4	0.334	0	0.334	$\alpha_1 \alpha_6$
B2 → A4	0.251	0	0.251	$\alpha_2 \alpha_6$
B3 → A4	0.416	0	0.416	$\alpha_3 \alpha_6$
A4 → A3	0.898	0.898	0	无
B1 → A3	0.299	0	0.299	$\alpha_1 \alpha_6 \alpha_8$
B2 → A3	0.225	0	0.225	$\alpha_2 \alpha_6 \alpha_8$
B3 → A3	0.408	0	0.408	$\alpha_3 \alpha_6 \alpha_8$
B3 → C3	0.895	0.895	0	无
C3 → C4	0.912	0.912	0	无
B3 → C4	0.816	0	0.816	$\alpha_4 \alpha_9$
A4 → C1	0.954	0.954	0	无
B4 → C1	0.944	0	0.944	$\alpha_6 \alpha_7$
B1 → C1	0.318	0	0.318	$\alpha_1 \alpha_6 \alpha_7$
B2 → C1	0.240	0	0.240	$\alpha_2 \alpha_6 \alpha_7$
B3 → C1	0.396	0	0.396	$\alpha_3 \alpha_6 \alpha_7$

电商供应链韧性的影响最直接；另外，供需管理能力、学习能力是较特殊的表层影响因素，其包含的6个三级因素与其他三级因素没有联系，但不可忽略A2和C2。只有满足跨境电商市场供需管理的能力，增强跨境电商供应链间的个人、组织及相互交流学习能力，才能在无形中提升跨境电商供应链韧性。

中层作用机制。（1）供应链效率能力是中层因素，间接影响跨境电商供应链韧性的提升。可深入加强供应链敏捷性建设，着重从供应链中断恢复速度、供应链中断响应时间和跨境电商伙伴间共同规划等方面考虑。（2）供应链关键环节可见、树立伙伴间协作文化、应对跨境电商供应链暂时中断能力、应对跨境电商供应链预先中断能力、应对跨境电商供应链持续中断能力是跨境电商供应链韧性中层影响因素。跨境电商供应链关键环节可见性越强，应对跨境电商供应链暂时中断能力、预先中断能力和持续中断能力就越强。

六、贡献与不足

本研究有3个方面的贡献。（1）本研究引入了供应链韧性三元视角。以前的研究通常集中在供应链效率能力、供应链适应能力和供应链演化能力的某一方面，很少综合考虑三者。本研究重点是综合考虑三者之间相互影响关系，为进一步研究提供了新视角。（2）基于供应链韧性三元视角，构建了一个包含36个不同层次的跨境电商供应链韧性影响因素的综合体系，为跨境电商供应链韧性影响因素提供了一个整体认识。（3）与以往主要关注影响因素与供应链韧性之间关系的研究不同，本研究主要探讨影响因素之间的关系，并首次应用集成模糊DEMATEL-ISM方法构建了跨境电商供应链韧性影响因素作用机制模型。

由于跨境电商供应链韧性课题比较新，所以研究会存在一些不足，希望以后对其修正和完善。（1）样本局限。DEMATEL方法中使用的初始数据通过15位专家的判断获得。专家给出的分数在一定程度上不可避免地带有主观性和偏见，对结果有潜在的影响。虽然对最初的数据做了去模糊化处理，但只能减少主观性，而不能完全消除。因此，可以通过问卷调查的方式，从大量被调查者那里了解跨境电商供应链韧性影响因素之间的关系。（2）可以引入更先进的多标准决策（MCDM）技术评估和选择影响因素，例如ANP和VIKOR方法、灰色关联的混合MCDM方法等。

（3）如何获得跨境电商企业的认可、如何保证跨境电商供应链韧性措施的顺利实施以及如何优化跨境电商供应链等问题也需要在今后的研究中进一步探讨。

参考文献：

- [1] 葛琛等. 疫情事件：从跨国公司全球价值链效率转向国家供应链安全[J]. 国际经济评论, 2020, (4).
- [2] 顾旻灏, 霍宝锋. 供应链弹性研究综述：概念、维度与研究方法[J]. 供应链管理, 2020, 1(1).
- [3] 何明珂. 供应链管理的兴起：新动能、新特征与新学科[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2020, 35(3).
- [4] 贾甫等. 基于模糊AHP和模糊TOPSIS方法的跨境电商供应链韧性与脆弱性匹配[J]. 供应链管理, 2020, 1(4).
- [5] 刘宪立. 跨境电商供应链弹性形成机理及动态仿真研究[D]. 昆明：云南财经大学, 2021.

- [6] 吕越, 邓利静. 着力提升产业链供应链韧性与安全水平——以中国汽车产业链为例的测度及分析 [J]. 国际贸易问题, 2023, (2).
- [7] 马士华. 如何防范供应链风险? [J]. 中国经济和信息化, 2003, (3).
- [8] 庞燕. 跨境电商服务供应链与服务集成商能力的提升 [J]. 中国流通经济, 2019, 33(9).
- [9] 盛昭瀚等. 供应链韧性: 适应复杂性——基于复杂系统管理视角 [J]. 中国管理科学, 2022, 30(11).
- [10] 田丹等. 企业弹性的测度与判别研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(5).
- [11] 肖亮, 柯彤萍. 跨境电商综合试验区演化动力与创新实现机制研究 [J]. 商业经济与管理, 2020, (2).
- [12] 杨晓荣, 杜荣. IT 驱动的虚拟社区知识共享对跨境电商服务质量的影响研究 [J]. 中国管理科学, 2021, (2).
- [13] 易丹辉. 结构方程模型方法与应用 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2008.
- [14] 张涑贤等. 基于 DEMATEL-ISM 的建筑供应链低碳化影响因素分析 [J]. 数学的实践与认识, 2019, (19).
- [15] Ambulkar, S., et al. Firm's Resilience to Supply Chain Disruptions: Scale Development and Empirical Examination [J]. Journal of Operations Management, 2015, (33).
- [16] Andreas, W., et al. The Influence of Relational Competencies on Supply Chain Resilience: A Relational View [J]. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2013, 43(4).
- [17] Anni-Kaisa, K., et al. COVID-19 as a Trigger for Dynamic Capability Development and Supply Chain Resilience Improvement [J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(8).
- [18] Chen, R. Research on Classification of Cross-border E-commerce Products Based on Image Recognition and Deep Learning [J]. IEEE Access, 2020, (99).
- [19] Choi, T., et al. Supply Networks and Complex Adaptive Systems: Control Versus Emergence [J]. Journal of Operations Management, 2001, 19(3).
- [20] Chowdhury, M., et al. Supply Chain Resilience: Conceptualization and Scale Development Using Dynamic Capability Theory [J]. International Journal of Production Economics, 2017, 188(185).
- [21] Christopher, M., et al. Building the Resilient Supply Chain [J]. The International Journal of Logistics Management, 2004, 15(2).
- [22] Ghosh, A., et al. The Role of Trust in Supply Chain Governance [J]. Business Process Management Journal, 2008, 14(4).
- [23] Giovanni, F. M., et al. Investigating the Effect of Horizontal Cooperation on Supply Chain Resilience in Complex and Turbulent Environments [J]. International Journal of Production Economics, 2021, 237.
- [24] Hendricks, K., et al. The Effect of Operational Slack, Diversification, and Vertical Relatedness on the Stock Market Reaction to Supply Chain Disruptions [J]. Journal of Operations Management, 2009, 27(3).
- [25] Henry, A., et al. Supply Chain Resilience: A Dynamic and Multidimensional Approach [J]. The International Journal of Logistics Management, 2018, 29(4).
- [26] Holling, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 7(4).
- [27] Hosseini, S., et al. Resilient Supplier Selection and Optimal Order Allocation under Disruption Risks [J]. In Revisions at International Journal of Production Economics, 2019, 213(124).
- [28] Imran, A. I. G. Where Is Supply Chain Resilience Research Heading? A Systematic and Co-Occurrence Analysis [J]. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2019, 49(8).
- [29] Ismail, G., et al. How Does Firm Innovativeness Enable Supply Chain Resilience? The Moderating Role of Supply Uncertainty and Interdependence [J]. Technology Analysis and Strategic Management, 2015, 27(3).
- [30] Jafarnejad, A., et al. A Dynamic Supply Chain Resilience Model for Medical Equipment's Industry [J]. Journal of Modeling in Management, 2019, 14(3).
- [31] Kumar, S., et al. Impact of Risk Management Culture on Supply Chain Resilience: An Empirical Study from Indian Manufacturing Industry [J]. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part O—Journal of Risk and Reliability, 2020, 234(2).
- [32] Li, Y., et al. Digitalization for Supply Chain Resilience and Robustness: The Roles of Collaboration and Formal

- Contracts[J]. Frontiers of Engineering Management,2023,10(1).
- [33] Liu, X.,et al.Research on Influencing Factors of Cross-border E-commerce Supply Chain Resilience Based on Integrated Fuzzy DEMATEL-ISM[J].IEEE Access,2021,9(1).
- [34] Opricovic,S.,et al.Defuzzification within a Multicriteria Decision Model[J].International Journal of Uncertainty,Fuzziness and Knowledge-Based Systems,2003,11(5).
- [35] Pettit,T.,et al.Ensuring Supply Chain Resilience:Development of a Conceptual Framework[J].Journal of Business Logistics,2010,(31).
- [36] Ponomarov,S.,et al.Understanding the Concept of Supply Chain Resilience[J].The International Journal of Logistics Management,2009,20(1).
- [37] Qrunflesh,S.,et al.Lean and Agile Supply Chain Strategies and Supply Chain Responsiveness:The Role of Strategic Supplier Partnership and Postponement[J].Supply Chain Management,2013,18(6).
- [38] Song,H.Modern Supply Chain Based on Industrial Internet and Its Innovation Path[J].China Circuitry Economy,2018,32(3).
- [39] Vipul,J.,et al.Supply Chain Resilience:Model Development and Empirical Analysis[J].International Journal of Production Research,2017,55(1).
- [40] Wang,H.,et al.Research on E-commerce Supply Chain Design Based on MVC Model and Virtual Image Technology[J].IEEE Access,2020,(8).
- [41] Zhao,N. Y.,et al.Impact of Supply Chain Digitalization on Supply Chain Resilience and Performance:A Multi-Mediation Model[J].International Journal of Production Economics,2023,(259).

On the Mechanism of Influencing Factors of Cross-border E-commerce Supply Chain Resilience

LIU Xianli YANG Wei

Abstract: Through literature review and analysis, the influencing factor system of cross-border e-commerce supply chain resilience (CBSCR) is firstly established from the perspectives of supply chain efficiency, supply chain adaptation and supply chain evolution. Then, the integrated fuzzy DEMATEL-ISM method is used to construct the mechanism model of CBSCR influencing factors. Finally, structural equation model (SEM) is used to empirically test the mechanism model of CBSCR influencing factors. (1) Supply chain evolution ability directly affects CBSCR; Supply chain efficiency capability directly affects supply chain evolution capability and indirectly affects CBSCR. Supply chain adaptability directly affects supply chain efficiency and indirectly affects CBSCR. (2) Functional redundancy, supply chain flexibility and risk management culture are the deep influencing factors of CBSCR improvement; Cooperation between partners, trust between partners and social memory are the influencing factors of enhancing CBSCR surface level. (3) Supply chain adaptability is a key aspect to improve CBSCR, which can be started from strengthening risk management culture, collaboration between partners and building supply chain agility.

Keywords: cross-border e-commerce; supply chain resilience; mechanism of action; supply chain resilience ternary perspective

(责任编辑: 张建华)