

doi:10.12068/j.issn.1005-3026.2025.20250055

## 供应链韧性:研究综述与展望

蒋忠中<sup>1,2</sup>, 郭佳润<sup>1,2</sup>, 郑伟<sup>1,2</sup>

(1. 东北大学 工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169; 2. 东北大学 辽宁省服务型制造研究院, 辽宁 沈阳 110169)

**摘 要:** 近年来,地缘政治冲突(俄乌冲突)、技术遏制(中美贸易摩擦)等复合型危机持续冲击全球,凸显了全球供应链的脆弱性。提升供应链韧性既是保障世界各国特别是中国可持续发展的关键举措,也是建设制造强国的重要依托。基于此,本文详细梳理了现有供应链韧性的相关研究成果,围绕其起源、概念界定和驱动因素等方面进行回顾和总结,系统分析其研究演进路径,并从协同优化、资源配置、动态响应、风险管理4个关键维度对未来可能的研究方向进行了展望,进而为全球及中国供应链韧性研究提供理论支持和决策参考。

**关键词:** 供应链管理;供应链韧性;供应链中断;供应链风险;供应链网络

中图分类号: F 274 文献标志码: A 文章编号: 1005-3026(2025)07-0059-12

## Supply Chain Resilience: Research Review and Prospects

JIANG Zhong-zhong<sup>1,2</sup>, GUO Jia-run<sup>1,2</sup>, ZHENG Wei<sup>1,2</sup>

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China; 2. Institute of Service-Oriented Manufacturing (Liaoning Province), Northeastern University, Shenyang 110169, China. Corresponding author: JIANG Zhong-zhong, E-mail: zzjiang@mail.neu.edu.cn)

**Abstract:** In recent years, compounded crises such as geopolitical conflicts (e. g., the Russia-Ukraine conflict) and technological containment (e. g., the China-U. S. trade friction) have continuously exerted a profound impact worldwide, revealing the vulnerabilities of global supply chains. Enhancing the supply chain resilience has become a critical strategy to ensure the sustainable development of countries around the world, especially China, and it serves as a vital foundation for making China strong in manufacturing. On this basis, existing research on supply chain resilience was comprehensively reviewed, with particular focus on its origins, conceptual definitions, and driving factors. The evolution of the research was systematically analyzed, and prospective research directions were explored from four dimensions: collaborative optimization, resource allocation, dynamic response, and risk management. The findings aim to provide theoretical support and decision reference for enhancing supply chain resilience both globally and within China.

**Key words:** supply chain management; supply chain resilience; supply chain disruption; supply chain risk; supply chain network

近年来,在逆全球化、疫情常态化、地缘政治风险等因素相互叠加的复杂形势下,全球供应链安全稳定运行受到重大冲击。俄乌冲突导致全球粮食、能源供应链中断,粮食价格上涨约30%,能源价格大幅上升50%~60%<sup>①</sup>。持续三年多的新冠

肺炎疫情导致全球制造业产能利用率加速下滑,欧洲、亚洲制造业采购经理指数(PMI)均创下历史新低<sup>②</sup>,供应链稳定性受到持续冲击。全球贸易战频发,美国的不合理制裁导致多家企业销售业务大幅下降<sup>③</sup>,严重影响了其全球业务的正常运

① 请参阅 <https://www.globalissues.org/news/2022/04/14/30606>.

② 请参阅 <http://www.sasac.gov.cn/n2588025/n2588119/c14533065/content.html>.

③ 请参阅 <https://www.jingjidaokan.com/tems/null/null/ns:LHQ6LGY6LGM6MmM5ZTg1NGM4MTYwMjg1NjAxODFhMzkxNDBjNTAwM-DUscDosYTosbTo=/show.vsm1>.

收稿日期: 2025-05-19

基金项目: 国家社会科学基金重大项目(23&ZD050).

作者简介: 蒋忠中(1979—),男,湖南祁阳人,东北大学教授,博士生导师.

行.世界各国相继快速对供应链韧性政策作出调整,通过提升供应链韧性抵御风险冲击.美国作为世界第一大经济体,于2021年6月发布《建设韧性供应链,振兴美国制造业,促进广泛增长》报告,旨在解决美国半导体等4个关键领域中的供应链风险与脆弱性问题;欧盟于2021年5月更新了欧盟产业政策,旨在提高市场弹性、减少对外依赖,进而提升产业的“开放战略自主能力”.我国同样高度重视供应链韧性.2024年1月31日,习近平总书记强调,“要围绕发展新质生产力布局产业链,提升产业链供应链韧性和安全水平,保证产业体系自主可控、安全可靠”.党的二十大报告中明确提出“着力提升产业链供应链韧性和安全水平”,坚持以推动高质量发展为主题.提升供应链韧性已经成为保障世界各国经济安全和供应链稳定运行的关键举措,也是推动我国高质量发展、实现产业自主可控的战略支撑.确保供应链的安全与稳定是各国的迫切需要,已经成为全球共识<sup>[1-2]</sup>.

学术界围绕供应链韧性(supply chain resilience)展开了多维度的理论探索与实践分析,已经取得了一定进展.然而,相关研究尤其是国内研究仍处于起步阶段,学术成果呈现显著的主题离散性与方法异质性,缺乏基于文献计量方法的系统性研究综述.在此背景下,梳理供应链韧

性的理论起源、概念界定及驱动因素,对国内外供应链韧性研究脉络进行研判,这不仅有助于构建后疫情时代供应链韧性理论分析框架,还能为应对“黑天鹅”事件冲击下的产业链重构提供指引.因此,本文从国内外权威数据库中检索有关供应链韧性的文献,系统梳理了国内外供应链韧性的演化路径.通过对现有文献的全面分析,在深入理解现有研究的基础上,展望了未来的研究方向.

### 1 文献计量

基于不同国家对供应链韧性的不同术语表述及定义分析,本文检索的关键词包括“supply chain resilience”“resilient supply chain”“supply chain resiliency”“supply network resilience”“resilient supply network”“supply resiliency”,以及“供应链韧性”“供应链中断”“供应链脆弱性”“供应链弹性”“供应链风险”“供应链稳定性”等.其中,所使用的中文数据库为北大核心期刊、CSSCI(中文社会科学引文索引)和CSCD(中国科学引文数据库)来源期刊,英文数据库为Web of Science核心合集.图1为研究的具体流程.通过剔除与供应链韧性不相关的中文文献和英文文献,最终整理出符合要求的中文文献59篇,英文文献243篇.

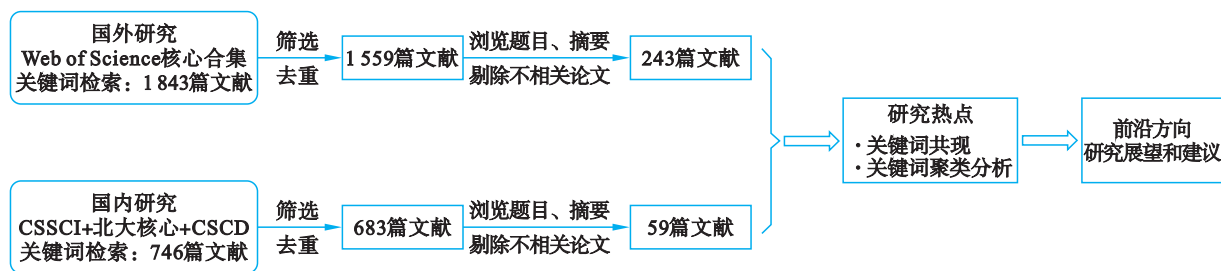


图1 研究流程图  
Fig. 1 Study flow chart

通过CiteSpace软件对供应链韧性相关文献进行关键词聚类分析,得到其研究主题聚类结果,如图2所示.根据关键词聚类结果,可将供应链韧性研究重点划分为四大核心维度:协作性(具体聚类包括:协作,联合契约, collaboration, crisis management);后备性(具体聚类包括:库存,双源采购, redundancy);灵活性(具体聚类包括:灵活性, flexibility, adaptation, supply chain flexibility);敏捷性(具体聚类包括:敏捷, quick redundancy response capability, digital technologies).因此,本

文以这4个维度为分析主线,对供应链韧性研究进行系统归纳与梳理,以期构建清晰的理论框架并识别未来的研究方向.

为了更全面地了解国内外供应链韧性研究热点和演进过程,选择Time-line时间线图捕捉不同时间段研究热点的变迁.如图3所示,可将其划分为3个阶段:第一阶段为理论探索阶段(1998—2010年),供应链韧性这一概念初现于风险管理等研究领域,研究主题以“风险管理”“供应链韧性”等关键词为主,侧重探讨供应链韧性的概念、

影响因素;第二阶段是框架构建阶段(2010—2019年),关键词演化出“协作”“多源采购”“不确定性”“灵活性”“供应链设计”等,研究方法也呈现多样化、异质性趋势,包括实证研究、仿真模拟、博弈分析等;第三阶段是多元深化阶段(2020

年至今),受新冠肺炎疫情、俄乌冲突、中美贸易摩擦等复合型危机的持续冲击影响,供应链韧性成为全球研究热点,并借助“大数据分析”“区块链技术”等技术的辅助,呈现出数字化赋能、多学科融合的特点。

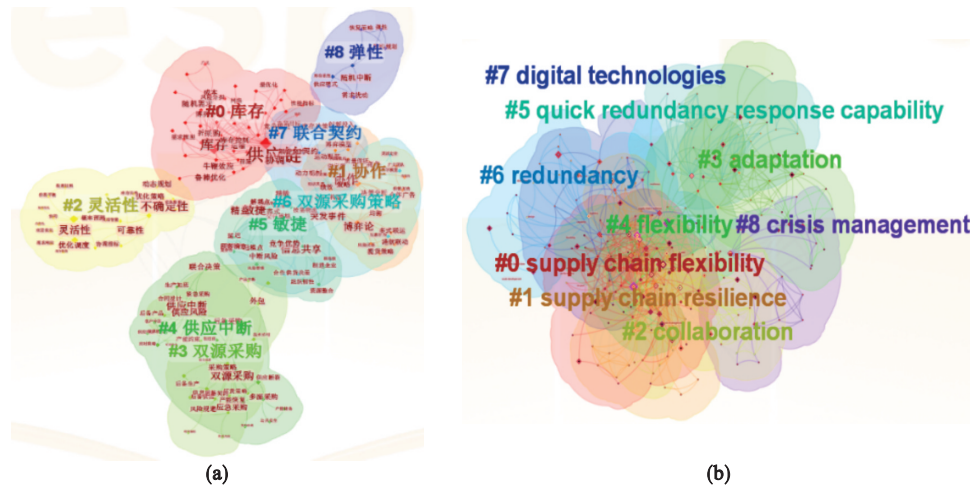


图 2 供应链韧性研究关键词聚类图谱

Fig. 2 Keyword clustering map of research on supply chain resilience (a)—中文期刊; (b)—英文期刊.

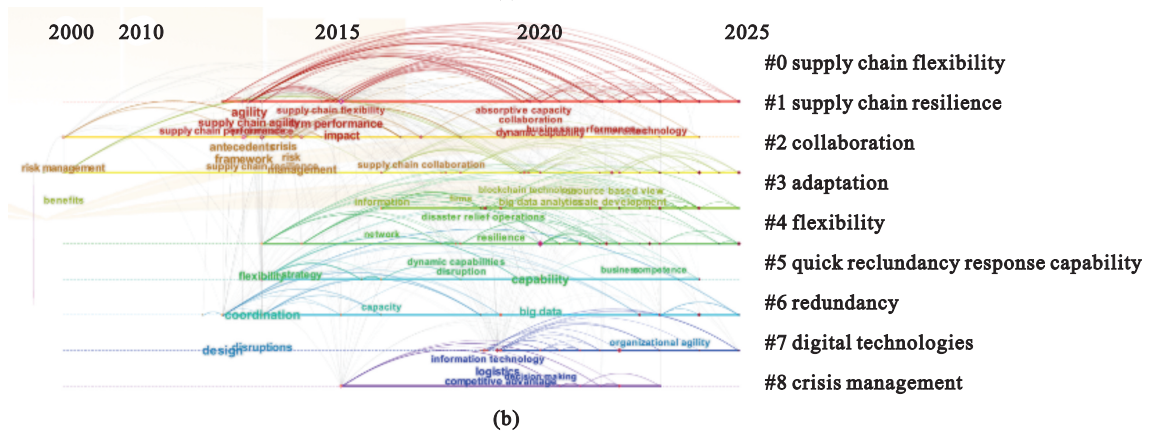
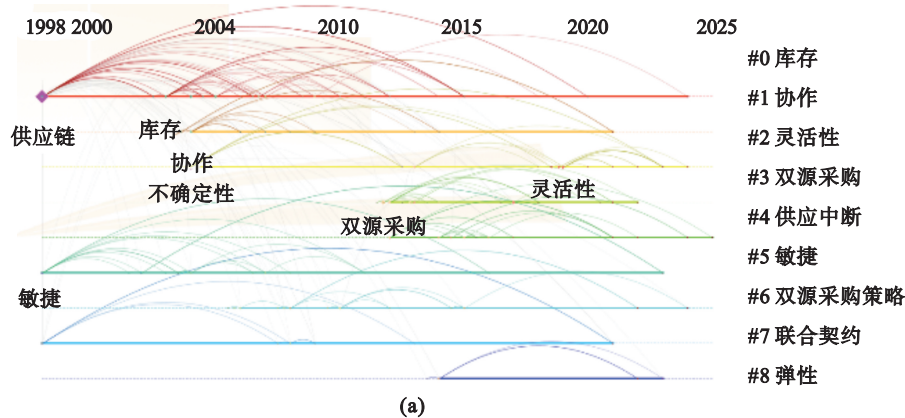


图 3 供应链韧性研究时间线分析

Fig. 3 Time-line analysis of research on supply chain resilience (a)—中文期刊; (b)—英文期刊.

## 2 供应链韧性定义和驱动因素

### 2.1 供应链韧性的含义界定

韧性来源于拉丁语“resilio”,原意为从撞击或压力中恢复为原来状态的能力<sup>[3]</sup>.材料科学是最早使用韧性概念的学科,其定义为“物质在变形后恢复原始形状并且不超过其弹性极限的能力”<sup>[4]</sup>.目前,韧性这一概念已被研究得非常广泛且涉及各个学科,例如心理学、生态学、灾害预防、社会科学等<sup>[5-7]</sup>.

通过借鉴各个学科发展中“韧性”的不同观点,学者们逐步构建了供应链韧性的概念框架.Christopher等<sup>[8]</sup>提出了供应链韧性的雏形,将其定义为企业在面对中断时能够承受冲击并恢复至原有状态或更理想状态的能力.Sheffi等<sup>[9]</sup>进一步指出,供应链韧性是指企业能够吸收中断或更快恢复到原有状态的能力,进而对企业绩效产生积极影响.Hosseini等<sup>[10]</sup>从组织、社会、经济和工程4个领域对韧性的定义进行了说明,强调其核心在于系统对中断影响的应对能力.Ponis等<sup>[11]</sup>提

供了较为全面的定义,认为供应链韧性还包括自适应能力,通过对整体结构和功能的控制保持供应链的连续性,并且对突发事件作出响应,能够及时从中断中恢复.然而,上述大多数定义都忽略了成本效益.世界经济论坛指出,成本效益和韧性可以共存且不会产生重大影响,理性情况下,二者应相辅相成<sup>①</sup>.Ishfaq<sup>[12]</sup>强调,在不显著增加运营成本的前提下,能够提升供应链韧性.成本效益已被确定为供应链韧性的一个重要特征,通过快速有效地协调并降低供应链成本是构建供应链韧性的必要因素<sup>[13]</sup>.依据目前的主流观点,本文认为供应链韧性体现为跨越战略层、运营层与操作层的综合能力,强调供应链受到冲击后及时响应并维持动态平衡,经济高效地恢复到原始状态,甚至更理想状态的能力.

### 2.2 供应链韧性的驱动因素

基于关键词聚类图谱,本文按照企业应对风险与不确定性的管理层次,将供应链韧性的驱动因素划分为战略层、运营层与操作层.具体划分依据及内容总结如图4所示.

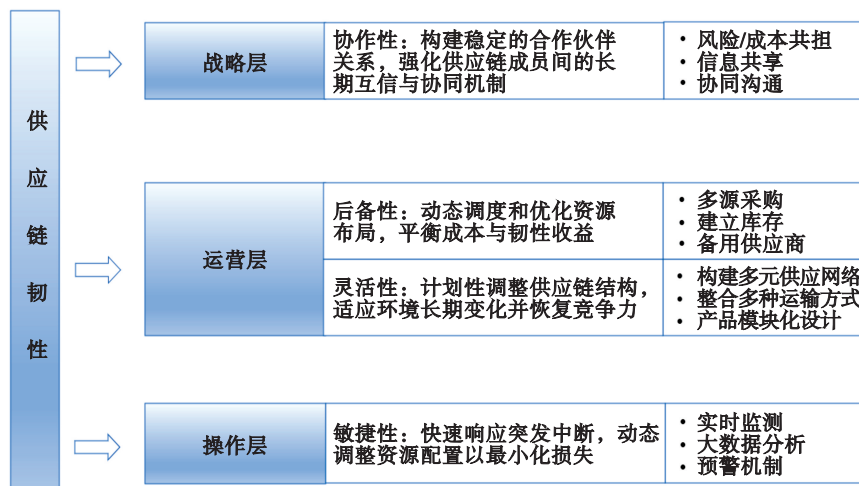


图4 供应链韧性的维度

Fig. 4 Dimensions of supply chain resilience

1) 战略层——协作性.战略层强调供应链各方在长期合作中的协同与共赢,旨在降低不确定性、提升供应链透明度、促进知识创造与共享<sup>[8]</sup>.协作可以通过分散风险来降低不确定性,例如,供应链合作伙伴间可以建立风险与成本共担契约,建立开放沟通和信息共享机制,以增强供应链可视性<sup>[14]</sup>.此外,协作还能够通过资源整合和成本分摊以建立安全且弹性的成本结构,并影响

企业在危机情况下的恢复策略<sup>[15]</sup>.

2) 运营层——后备性和灵活性.运营层是供应链内部的资源配置与动态调度,其核心在于通过优化供应链内部资源配置,以提升应对环境变化、需求波动、供应不确定性的适应能力.后备性是指战略性地储备产能和库存<sup>[14]</sup>,以便在危机时期(如需求激增或供应短缺)迅速调配资源,为应对潜在冲击提供坚实的资源后盾.灵活性是指企

①请参阅 <https://www.weforum.org/publications/building-resilience-supply-chains/>.

业通过调整供应链结构来应对市场环境的长期或根本性变化,以最少的时间和资源适应不断变化的外部环境<sup>[16]</sup>。

3) 操作层——敏捷性.操作层聚焦于突发事件下的快速感知、决策与响应,旨在在高度不确定的市场环境中实时调整运营状态,以最快速度满足客户需求、处理供应中断、减少损失.敏捷性是指企业快速响应不可预测的需求或供应变化的能力,并迅速调整运营状态以应对波动的市场环境<sup>[8]</sup>。

提升供应链韧性需要跨越战略、运营与操作3个层面:战略层以协作性为核心,聚焦于供应链伙伴之间的关系管理与长期协作布局;运营层以后备性与灵活性为支撑,侧重于计划性调整供应链资源的配置与调度;操作层以敏捷性为锚点,聚焦于一线环节的即时响应与高效执行.协作性、后备性、灵活性、敏捷性与层级相互呼应,贯穿于多层级架构中,协作性促进供应链成员间的信息共享与资源整合,后备性和灵活性提供持续的资源与调整保障,敏捷性增强快速响应能力,三者共同作用,形成了关系共识—资源准备—快速响应的递进闭环。

### 3 供应链韧性研究文献综述分析

基于供应链韧性相关文献的关键词聚类图谱分析,本文按照供应链韧性的驱动因素梳理相关文献,即从协作性、后备性、灵活性和敏捷性4个方面进行综述。

#### 3.1 协作性相关研究

协作是在危机情况下将供应链组织团结在一起的关键黏合剂<sup>[17]</sup>。在供应链的日常运营中,协作不仅有助于优化资源配置,还能在危机情况下提升供应链的响应能力,从而有效降低整体运营成本与系统不确定性<sup>[18]</sup>。与一般的业务合作关系相比,供应链协作更加强调深度整合。Beske等<sup>[19]</sup>指出,协作体现的是一种更为紧密的战略性关系,超越了传统意义上的合同性合作,强调成员之间在目标、资源与信息等方面的深度协同。通过协作,供应链成员可以促进资源共享,提高从中断中恢复的能力,并在破坏性事件发生期间相互支持,从而增强供应链韧性<sup>[20-21]</sup>。

信息共享在提高供应链透明度、协调性和应变能力方面发挥着至关重要的作用。有效的信息共享不仅可以提升各参与方之间的信任与协同

水平,还能在面对风险和中断时,提高整个系统的响应效率与恢复能力。Christopher等<sup>[8]</sup>指出,缺乏信息共享是造成供应链脆弱性的关键因素之一。在此基础上,Wicher等<sup>[22]</sup>强调,通过数据与信息共享、构建可信网络以及加强预测和规划,可以显著改善合作关系,从而提升供应链韧性。Blackhurst等<sup>[23]</sup>在多项案例研究中发现,6/7的企业表示需要预先制定沟通协议,以保障中断发生时能够通过信息共享减轻其负面影响。Mandal<sup>[24]</sup>进一步强调,协作的实现依赖于供应链中每个成员能够接收到及时且相关的信息,只有如此,协作机制才能真正发挥作用。Brandon-Jones等<sup>[25]</sup>对264家英国制造企业的调研显示,信息共享能够沿着供应链传导,从而提高供应链韧性和稳健性。Arisian等<sup>[26]</sup>将灵活的合作采购策略融入网络威胁情报平台,探讨了政府在促进信息共享、激励网络安全投资及促进关键供应链合作方面的作用。研究表明,灵活的最低订货量合同在高风险环境下相较于固定采购模式能提供更大的经济福利,缓解中断。

供应链协作性作为韧性构建的关键维度,已形成较为丰富的研究内容体系,相应地,研究方法也呈现出多元化发展趋势。在定量建模方面,Zhu等<sup>[27]</sup>构建了考虑在线零售平台信息能力异质性的博弈模型,发现代理平台可以从竞争对手的卓越信息能力中获益,并利用平台间信息共享,在需求不确定下实现风险分担。Li等<sup>[28]</sup>分析了制造商在拥有私人需求信息的前提下,如何通过信息共享、补贴或多元化策略应对供应中断,研究表明制造商在多种情境下均可能主动共享信息以提高供应可靠性,且组合使用补贴与多元化策略反而可能损害制造商利润。Yoon等<sup>[29]</sup>通过构建三级供应链下的中断风险模型,研究制造商在不同信息共享机制(信息共享和信息交换机制)下的采购决策,结果表明,获取二级供应商风险信息可使制造商采取更保守的库存策略,且可通过2种机制激励一级供应商共享信息,其有效性取决于供应商的可靠性与信息共享成本。此外,仿真模拟也被广泛应用于协作机制效果的动态评估与机制探索。Yang等<sup>[30]</sup>基于集成控制理论和仿真技术,验证了在需求中断情境下,信息共享有助于缓解牛鞭效应的扩散。

#### 3.2 后备性相关研究

后备性降低了中断带来的运营影响,在一定程度上避免因供应延迟而引发的连锁反应,从而

增强整体系统的抗扰动能力<sup>[31]</sup>.其核心优势在于能够有效缓冲外部冲击带来的不确定性,并通过资源的灵活调配提升系统的响应速度,从而促进供应链的快速恢复<sup>[4]</sup>.例如,蒋忠中等<sup>[32]</sup>分析了竞争关系下共享制造中供需双方的最优模式选择策略,通过灵活匹配闲置产能与优化资源调度,有效提升了供应链韧性.肖勇波等<sup>[33]</sup>提出的共享理念为优化供应链后备管理提供了新思路,有利于降低资源闲置率,促进参与企业供应链韧性共同提升.当前研究表明,后备性策略(如备用供应商、库存和多源供应商)能够有效提高企业在动荡和复杂商业环境下的绩效,并降低供应链中断的影响<sup>[9]</sup>.Kamalahmadi等<sup>[34]</sup>进一步验证了3种典型策略——库存、备用供应商和多源供应商——对企业绩效的积极作用,特别是在面临剧烈环境波动时,其缓冲效果尤为显著.因此,本文从多源采购、库存控制和备用供应商3个维度进行归纳与梳理.

作为1种有效的风险分散手段,多源采购在供应链韧性研究中占据重要地位<sup>[35-37]</sup>.相较于单供应源采购,多供应源采购不仅有助于提升供应链的服务水平,还能显著降低因特定节点中断所带来的整体供应风险<sup>[38]</sup>.Biçer<sup>[39]</sup>运用极值理论分析了需求波动环境下的双源采购策略,其研究强调,在动态不确定性环境中,双源采购有助于提升供应链对突发性变化的适应能力.Ghoudi等<sup>[40]</sup>分析了双源采购中制造商和2个供应商(常规供应商和加急供应商)之间的协调问题,制造商采用“定制基础-激增”库存策略,每期从常规供应商订购固定数量,并通过加急供应商满足超额需求,研究表明,这种协调机制减少了加急订单,并导致加急供应商倾向于选择更具侵略性的定价策略.

库存作为供应链缓冲的关键资源,其管理方式直接影响系统应对中断的能力.Tomlin<sup>[41]</sup>研究表明,对于长期中断情形,持有库存是最具保障性的应对方式;而对于短期中断情形,“接受策略”(即具备短期承受能力)则可能更加高效.进一步地,Turnquist等<sup>[42]</sup>提出,通过在配送中心设置额外库存储备,有助于在潜在中断发生时维持供应连续性.Elluru等<sup>[43]</sup>指出,分销环节的库存扩张对于提高整个供应链的抗风险能力至关重要,尤其是在突发事件频发的情境下,有助于实现物资供给的平稳过渡.Ke等<sup>[44]</sup>分析了零售商在3种供应链结构(完全分散、部分集中和完全集中)下的战略库存决策,发现战略库存决策能够提升制

造商利润,但其效应受供应稳定性和库存成本的影响.

备用供应商策略被广泛认为是供应链中断管理中最为直接且有效的机制之一,其有效性已在多个研究中得到验证<sup>[45]</sup>.Chakraborty等<sup>[46]</sup>表明,设计合理的备用供应商有助于在危急时刻保障物料供给,显著降低由中断事件带来的经济损失.Saghafian等<sup>[47]</sup>评估了备用供应商的价值,提出制造企业在必要时应承担一定的额外成本,以换取供应链的安全保障.Torabi等<sup>[45]</sup>基于两阶段规划模型提出,在中断发生前建立备用供应商,并综合考虑主供应商中断概率、潜在损失及企业的风险承受能力,可实现冗余配置的最优化.Wang等<sup>[48]</sup>分析了在同时存在不可靠的主供应商和可靠的备用供应商的供应网络中柔性配置问题,揭示了柔性并非总是有益的,发现其最优配置应优先考虑在可靠的备用供应商中引入,为企业在应对供需不确定性时提供了更具针对性的策略指导.

围绕供应链后备性的研究不仅在内容层面呈现出多维度展开的态势,在研究方法上也体现出多样化发展趋势.在优化算法方面,伍佳妮等<sup>[49]</sup>通过构建灾前灾后两阶段混合整数随机规划模型,得到不同不确定情景下的决策方案,研究表明通过实施库存储备、多源采购和备用供应商等策略能显著提升供应链在供应中断下的响应速度.在理论建模方面,Wu等<sup>[50]</sup>通过构建包含供应中断风险的两周期模型,分析制造商在无承诺、价格承诺与库存承诺3种策略下的库存分配与策略选择,发现在较高供应链透明度情况下,中断风险会引发零售商的库存转移动机,使得库存承诺成为制造商偏好策略.

### 3.3 灵活性相关研究

灵活性在增强供应链韧性方面的重要性已被广泛研究并得到认可.Christopher等<sup>[8]</sup>强调,灵活性是提高供应链适应能力的关键因素.Pettit等<sup>[51]</sup>研究表明,灵活性通过冗余措施(如引入可替代供应商)提升供应链的快速响应和恢复能力,同时有助于运输和劳动力等资源的重新部署与优化.此外,Tang等<sup>[52]</sup>指出,延迟策略可将需求决策后移,从而在危机期间提高决策灵活性,增强系统的应变能力.Geng等<sup>[53]</sup>基于Stackelberg博弈模型,系统分析了零售商在双边市场中使用推迟付款与推迟定价等灵活策略的组合效应,解决了在供应收益不确定性下如何优化延迟决策以

提升利润和系统绩效的问题。

灵活性侧重于调整供应链内部资源配置,以提高适应能力和响应速度,供应链的设计与重构是提升灵活性的关键途径。从供应链结构视角出发, Kim等<sup>[54]</sup>指出,企业未能有效管理供应中断的主要原因在于缺乏对供应网络整体结构的理解,因此建议从供应链网络视角研究韧性,并提出了基于节点和弧中断总数的韧性度量标准。Craighead等<sup>[55]</sup>强调,在供应链设计阶段,应重点考虑密度、复杂性及关键节点等因素,这些因素直接影响系统的灵活性水平。Blackhurst等<sup>[23]</sup>进一步发现,供应链网络的密度与复杂性与其弹性水平呈负相关关系,即节点数量与网络复杂度的增加会提高复杂性,从而降低韧性。

在方法层面,灵活性作为供应链韧性的重要支柱,其研究呈现出定量建模与结构设计并重的演化路径。在理论建模方面, Kouvelis等<sup>[56]</sup>基于条件风险价值(CVaR)分析,研究了风险规避型企

业在供应收益不确定性下的生产与定价决策,揭示了价格延迟作为灵活性手段在不同风险偏好水平下的适用性及其对企业利润与市场福利的影响。Shan等<sup>[57]</sup>通过构建Stackelberg博弈模型,研究在响应式定价环境下零售商与受干扰影响的战略供应商之间的竞争关系,发现供应商更高的可靠性反而可能削弱其利润,而更强的中断相关性则可能在激烈竞争中提升低成本供应商的收益。Farahani等<sup>[58]</sup>通过非合作博弈和非凸优化分析,推导出供应商主导的最优供应灵活性合同,发现该合同能够提高供应链效率,并使供应商和制造商双方受益。在网络结构建模方面, Levalle等<sup>[59]</sup>基于协同控制中的容错协作原则,构建并模拟了引入协作弹性关联规则的供应网络重构机制,发现在不增加正常运行成本的前提下,能够显著提升网络在随机或目标中断下的服务质量和弹性。

在实践层面,研究文献提出了多种有效策略以提升供应链的灵活性,如表1所示。

表1 提升供应链灵活性的相关文献汇总

Table 1 Summary of relevant literature on improving supply chain flexibility

主要措施	基本理论	参考文献
供应基础	通过构建多元化的供应商网络,降低对单一供应商的依赖	Bimpikis等 <sup>[60]</sup> ;陈晓红等 <sup>[61]</sup>
运输系统	整合多种运输方式,提高物流系统的适应能力与稳定性	Lu等 <sup>[62]</sup> ;吴群等 <sup>[63]</sup>
劳动力安排	动态调配并开展跨职能培训以提升人力资源的部署效率	刘焯等 <sup>[64]</sup>
订单履行	推行定制化生产或延迟制造,提升对客户需求的响应能力	Tang等 <sup>[52]</sup> ;吴军等 <sup>[65]</sup>

### 3.4 敏捷性相关研究

敏捷性是供应链韧性的重要驱动因素,能够增强供应链对市场变化的适应能力,同时有效缓解突发事件带来的不利影响<sup>[8]</sup>。Cabral等<sup>[66]</sup>指出,敏捷性是企业实现高效运营的最关键要素。李一等<sup>[67]</sup>强调,提升供应链敏捷性已成为企业实现可持续发展与快速响应市场变化的关键能力。在理论层面, Christopher等<sup>[8]</sup>将敏捷性分为2个核心维度:供应链可见性和响应速度,分别对应着供应链对外部变化的感知能力与响应效率。具体而言,供应链可见性使企业能够预测潜在风险,而响应速度决定了企业应对风险的效率。基于此,本文从供应链可见性与响应速度两方面进行深入探讨。

供应链可见性是指企业对供应链运营资产和环境状况的全面感知与认知能力<sup>[51]</sup>。Christopher等<sup>[8]</sup>认为,可见性是透视整个供应链的能力,使企业能够迅速检测到潜在的中断信号并采取有效措施。Christopher等<sup>[68]</sup>进一步指出,可见性有助于避免过度反应,减少风险事件中的无

效决策。供应链管理者可以通过识别易受攻击的供应商,提前制定应对策略。Sáenz等<sup>[69]</sup>描述了供应链可见性如何帮助企业提升敏捷性。例如,宝洁公司通过部署供应链监控系统,提高了对潜在威胁的认知,并能够及时预警中断风险。此外,在2011年日本地震和海啸发生后,思科利用供应链可视化技术,在24 h内完成对供应商网络的全面分析,从而迅速调整供应链布局并及时响应客户咨询<sup>[69]</sup>。

供应链响应速度是敏捷性的另一个关键组成部分,用以衡量供应链对环境变化的响应速度及恢复正常运营的能力<sup>[21]</sup>。Wieland等<sup>[70]</sup>与Prater等<sup>[71]</sup>指出,速度是敏捷性固有的特征。在供应链风险管理中,速度不仅影响企业对突发事件的响应效率,也直接关系到事件处理过程中的时间成本与损失控制能力。进一步地,Manuj等<sup>[72]</sup>将速度区分为3个维度:风险事件发生的速度、损失扩散的速度以及企业对风险事件的响应速度。Jüttner等<sup>[20]</sup>研究表明,提高供应链的速度不仅能够提升供应系统的适应能力,还能积极影响企业的收入

目标. 诸多学者研究了提升供应链响应速度的路径. 马潇宇等<sup>[73]</sup>系统梳理了主体建模仿真方法在 3 类供应链风险(环境风险、网络风险、组织风险)中的应用, 指出该方法能动态模拟多主体响应行为与风险传播路径, 具有提升供应链响应速度与风险应对效率的独特优势.

在方法层面, 敏捷性相关研究主要借助系统动力学、最优化建模、系统仿真、多目标决策等方法, 刻画供应链在突发事件下的响应路径与调节机制. 苏兵等<sup>[74]</sup>针对带时间窗的紧缺应急物资配送路径选择问题, 构建最小化最大缺货延时双重损失费用优化模型, 结果表明该模型能够有效提升应急物资配送路径决策效率与响应速度. 史文强等<sup>[75]</sup>构建了多种中断事件耦合下的应急物资动员链系统动力学模型, 并基于地震案例进行仿真分析, 结果表明加强子系统修复与提高动员级别可在任务初期显著提升动员链的响应速度与弹性, 为优化多重中断下的应急响应提供了有效路径. 蔡小婷等<sup>[76]</sup>提出一种基于程式化模型与梯度信息的随机克里金方法, 通过替代大量内层仿真, 在提升估计精度的同时显著提高了运算效率, 为快速响应与高效决策提供了有力支撑.

## 4 研究展望

通过上述梳理可见, 虽然供应链韧性已被广泛研究, 但仍存在诸多问题亟待解决. 通过对现有文献的回顾和分析, 本文提出 4 个未来可能的研究方向及展望.

### 4.1 协作性相关研究将更注重不确定环境下的协同优化

供应链企业间的协同效率直接影响系统整体的恢复能力与适应能力. 现有研究在信息共享机制与联合库存管理等方面已取得一定进展, 但大多聚焦于稳态环境下的合作效率提升, 尚未系统构建面向非常态情境的协同机制. 未来研究可聚焦不确定环境下的跨企业弹性协同机制设计, 探索如何基于风险共识与动态数据共享构建多层级协作网络. 例如, 可基于实时数据平台与多边博弈理论, 研究面对原材料短缺、物流中断等场景时, 企业如何协同决策订单分配与产能共享, 同时设计合作激励机制, 在资源短缺、信息滞后或行为偏差等风险场景中确保协同关系的稳定性与有效性. 此外, 未来研究可从多信息交互下的协作策略入手, 深入探讨库存、质量、需求等

信息共享如何影响制造业逆向定制、产销联动及库存控制等环节的协同决策, 并建立可动态调整的协同优化模型.

### 4.2 后备性相关研究将更注重长期优化目标导向

资源与产能的配置不均衡是威胁供应链韧性的核心因素, 尤其是在医疗、制造、物流等关键领域, 易出现区域性产能瓶颈与资源闲置并存等情况. 尽管“共享制造”概念已在部分工业平台中得到初步探索, 如海尔通过“海创汇”以平台化方式实现设备资源的调度与共享, 但当前实践多局限于同质资源的短期匹配, 仍缺乏长期目标导向的优化框架. 未来研究可深入探讨如何构建区域产能协同平台, 促进上下游企业的资源共享与产能借用, 推动产能与资源的横向协同, 特别是在中小企业之间建立互助式弹性网络, 以提升整体系统的资源弹性与韧性. 例如, 可研究以租代售、按需使用等模式下的产能租赁与调度机制, 考虑设备共享过程中的生产与维护策略协同优化; 再例如, 探讨高性能产品产能如何在多制造商间动态分配, 构建兼顾效率与市场响应的产能配置策略. 此外, 未来还可结合区块链技术提升产能共享过程的透明性与可追溯性, 保障各方权益, 减少信息不对称带来的协调摩擦.

### 4.3 灵活性相关研究将更注重动态响应与实时预测

突发性市场冲击导致供应链面临极端需求波动, 包括某些产品需求剧烈飙升与另一些产品需求骤然下滑. 例如, 新冠肺炎疫情期间, 防护口罩、防护服等医疗物资的需求短时间内激增, 而旅游、航空及部分耐用消费品的市场需求则几乎停滞. 在此情境下, 传统供应链往往难以及时适应市场变化, 导致库存积压、销售停滞、渠道断裂等问题. 尽管已有研究围绕柔性生产、动态库存、应急调度等方面展开探讨, 但对于如何在不确定环境下实现快速资源重构并灵活响应的机制尚缺乏深入探索. 未来研究可聚焦于构建融合数据驱动预测与动态响应的供应链模型. 例如, 结合机器学习识别冲击后的需求演化路径, 预测潜在的浪涌式需求变化, 提升资源匹配效率与动态调度能力; 再例如, 针对需求锐减所引发的渠道库存风险与销售中断问题, 可设计制造商回购策略、收益分成机制或联合库存池等措施, 以减缓渠道压力、稳定合作关系.

#### 4.4 敏捷性相关研究将更加关注创新技术支持下的风险应对机制

近年来,巴以冲突、俄乌冲突、中美贸易摩擦等突发事件频发,极大加剧了全球供应链的不确定性,对供应链的快速识别与及时响应能力提出更高要求.在有效识别风险的基础上,如何构建响应效率高、分级明确的风险应对机制,是下一步亟须解决的问题.未来研究可聚焦于构建分层响应体系,针对低风险情境设计预警提醒机制,中风险情境设置紧急响应策略,高风险情境则启动供应链重构或战略调整方案.为提升响应的自动化与执行力,可进一步结合区块链中的智能合约技术,实现基于触发条件的自动响应流程,从而减少人为决策的延迟与不确定性.例如,针对多源异构风险数据的融合难题,可研究在语义层与决策层进行智能信息融合的技术框架,构建跨层级、多维度的风险感知系统,实现关键风险特征的动态挖掘与实时监测.构建以数据感知为基础、以智能预测为核心、以分级响应为导向的敏捷机制,未来供应链可实现从“被动应对”向“主动调适”的韧性跃升.

## 5 结 语

百年未有之大变局下,全球格局正经历深刻演变,中美贸易摩擦、地缘政治风险等突发性、不确定性事件频发,严重冲击了全球供应链的稳定运行.为应对复杂多变的国际环境,确保供应链的安全与稳定已成为全球共识.近年来,供应链韧性研究已受到越来越多学者的关注,但现有研究呈现显著的主题离散性与方法异质性,缺乏对供应链韧性的系统性综述.为此,本文由宏观至微观,提出了涵盖战略层、运营层、操作层的系统性框架,围绕供应链韧性的理论起源、概念界定及驱动因素等方面进行回顾和总结,并进一步从协同优化、资源配置、动态响应、风险管理等方面对未来研究方向提出展望.研究综述和展望有助于厘清供应链韧性演进脉络,为促进世界经济循环、提升全球及我国供应链韧性提供理论支持和研究参考.

#### 参考文献:

- [1] 肖勇波,梁湧,祁宏升,等.如何提升供应链的韧性[J].清华管理评论,2023(6):16-23.  
(Xiao Yong-bo, Liang Yong, Qi Hong-sheng, et al. How to improve the resilience of supply chain [J]. *Tsinghua Business Review*, 2023(6): 16-23.)
- [2] 王慧,霍宝锋.供应链安全:研究综述与展望[J].控制与决策,2025,40(2):353-366.  
(Wang Hui, Huo Bao-feng. Supply chain security: a literature review and prospects [J]. *Control and Decision*, 2025, 40(2): 353-366.)
- [3] Klein R J T, Nicholls R J, Thomalla F. Resilience to natural hazards: how useful is this concept? [J]. *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 2003, 5(1): 35-45.
- [4] Rice J B, Caniato F. Building a secure and resilience supply chain. pdf [J]. *Supply Chain Management Review*, 2003 (5): 22-30.
- [5] Ali A, Mahfouz A, Arisha A. Analysing supply chain resilience: integrating the constructs in a concept mapping framework via a systematic literature review [J]. *Supply Chain Management*, 2017, 22(1): 16-39.
- [6] Ponomarev S Y, Holcomb M C. Understanding the concept of supply chain resilience [J]. *The International Journal of Logistics Management*, 2009, 20(1): 124-143.
- [7] Walker B, Salt D. Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function [J]. *Ecological Restoration*, 2014, 32(2): 214-215.
- [8] Christopher M, Peck H. Building the resilient supply chain [J]. *The International Journal of Logistics Management*, 2004, 15(2): 1-14.
- [9] Sheffi Y, Rice Jr J B. A supply chain view of the resilient enterprise [J]. *MIT Sloan Management Review*, 2005, 47 (1): 41-48.
- [10] Hosseini S, Barker K, Ramirez-Marquez J E. A review of definitions and measures of system resilience [J]. *Reliability Engineering & System Safety*, 2016, 145: 47-61.
- [11] Ponis S T, Koronis E. Supply chain resilience: definition of concept and its formative elements [J]. *Journal of Applied Business Research*, 2012, 28(5): 921-935.
- [12] Ishfaq R. Resilience through flexibility in transportation operations [J]. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2012, 15(4): 215-229.
- [13] Fiksel J. Designing resilient, sustainable systems [J]. *Environmental Science & Technology*, 2003, 37 (23): 5330-5339.
- [14] Chen J, Sohal A S, Prajogo D I. Supply chain operational risk mitigation: a collaborative approach [J]. *International Journal of Production Research*, 2013, 51(7): 2186-2199.
- [15] 邱莹,黄奕豪,姚迪,等.供应中断下考虑决策者过度自信的模块化应急物资供应链协调[J].管理评论,2022,5(1):1-13.  
(Qiu Ying, Huang Yi-hao, Yao Di, et al. Modular emergency supply chain coordination considering decision-makers' overconfidence during supply disruptions [J]. *Management Review*, 2022, 5(1): 1-13.)
- [16] Erol O, Sauser B J, Mansouri M. A framework for investigation into extended enterprise resilience [J]. *Enterprise Information Systems*, 2010, 4(2): 111-136.
- [17] Nishat F M, Banwet D K, Shankar R. Supply chain risk mitigation: modeling the enablers [J]. *Business Process Management Journal*, 2006, 12(4): 535-552.
- [18] 丁莹莹,乔琳.供应链协同对企业创新绩效的影响[J].统计与决策,2020,36(5):169-172.  
(Ding Ying-ying, Qiao Lin. Influence of supply chain collaboration on enterprise innovation performance [J]. *Statistics & Decision*, 2020, 36(5): 169-172.)
- [19] Beske P, Seuring S. Putting sustainability into supply chain

- management [J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2014, 19(3): 322-331.
- [20] Jüttner U, Maklan S. Supply chain resilience in the global financial crisis: an empirical study [J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2011, 16(4): 246-259.
- [21] Scholten K, Sharkey S P, Fynes B. Mitigation processes-antecedents for building supply chain resilience [J]. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2014, 19(2): 211-228.
- [22] Wicher P, Lenort R. The ways of creating resilient supply chains [C]// Proceedings of CLC. Tianjin, 2012: 688-694.
- [23] Blackhurst J, Dunn K S, Craighead C W. An empirically derived framework of global supply resiliency [J]. *Journal of Business Logistics*, 2011, 32(4): 374-391.
- [24] Mandal S. An empirical investigation into supply chain resilience [J]. *IUP Journal of Supply Chain Management*, 2012, 9(4): 46-61.
- [25] Brandon-Jones E, Squire B, Autry C W, et al. A contingent resource-based perspective of supply chain resilience and robustness [J]. *Journal of Supply Chain Management*, 2014, 50(3): 55-73.
- [26] Arisian S, Halat K, Hafezalkotob A, et al. Cooperative resilience: integrating cyber threat intelligence platforms in critical supply chains [J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2025, 197: 104043.
- [27] Zhu H R, Ni Y D, Xiao Y B. Information sharing across competing platforms with varying information capabilities [J]. *European Journal of Operational Research*, 2025, 323(1): 125-138.
- [28] Li G, Liu M Q, Zheng H. Subsidization or diversification? Mitigating supply disruption with manufacturer information sharing [J]. *Omega*, 2022, 112: 102670.
- [29] Yoon J, Talluri S, Rosales C. Procurement decisions and information sharing under multi-tier disruption risk in a supply chain [J]. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(5): 1362-1383.
- [30] Yang T J, Fan W G. Information management strategies and supply chain performance under demand disruptions [J]. *International Journal of Production Research*, 2016, 54(1): 8-27.
- [31] 高晓宁, 田军, 冯耕中. 政府委托下应急物资生产能力代储系统激励契约设计 [J]. *管理工程学报*, 2019, 33(1): 182-188.  
(Gao Xiao-ning, Tian Jun, Feng Geng-zhong. Design of an incentive contract on the agent emergency supplies productivity capacities reservation system being consigned by local government [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2019, 33(1): 182-188.)
- [32] 蒋忠中, 林群庚, 何娜, 等. 竞合关系下共享制造模式选择与决策优化 [J]. *控制与决策*, 2023, 38(8): 2401-2414.  
(Jiang Zhong-zhong, Lin Qun-geng, He Na, et al. Model selection and decisions optimization of sharing manufacturing under co-opetitive relationships [J]. *Control and Decision*, 2023, 38(8): 2401-2414.)
- [33] 肖勇波, 林群庚, 张继红. 面向供应链韧性的共享制造模式 [J]. *清华管理评论*, 2024(9): 52-60.  
(Xiao Yong-bo, Lin Qun-geng, Zhang Ji-hong. Sharing manufacturing model for supply chain resilience [J]. *Tsinghua Business Review*, 2024(9): 52-60.)
- [34] Kamalahmadi M, Parast M M. An assessment of supply chain disruption mitigation strategies [J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 184: 210-230.
- [35] 张琳, 扈袁权, 田军. 多对一型应急物资供应链中的政府采购定价决策研究 [J/OL]. *中国管理科学*, 2025: 1-12 [2025-05-01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2024.0984>.  
(Zhang Lin, Hu Zhong-quan, Tian Jun. Research on government's decisions on procurement pricing in a multiple-to-one emergency material supply chain [J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*, 2025: 1-12 [2025-05-01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2024.0984>.)
- [36] 聂笃宪, 屈挺, 陈新, 等. 面向多源采购的多级供应链优化配置方法 [J]. *工业工程*, 2014, 17(4): 54-62.  
(Nie Du-xian, Qu Ting, Chen Xin, et al. An optimal configuration of multi-echelon supply chain with multiple sourcing strategy [J]. *Industrial Engineering Journal*, 2014, 17(4): 54-62.)
- [37] 董银红, 郑琪, 李龙. 考虑供应风险的多源应急物资采购双层规划模型 [J]. *中国管理科学*, 2021, 29(11): 170-178.  
(Dong Yin-hong, Zheng Qi, Li Long. Bi-level programming model for multi-source emergency materials procurement considering supply risks [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(11): 170-178.)
- [38] Namdar J, Li X P, Sawhney R, et al. Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks [J]. *International Journal of Production Research*, 2018, 56(6): 2339-2360.
- [39] Biçer I. Dual sourcing under heavy-tailed demand: an extreme value theory approach [J]. *International Journal of Production Research*, 2015, 53(16): 4979-4992.
- [40] Ghouli K, Hamdouch Y, Boulaksil Y, et al. Supply chain coordination in a dual sourcing system under the tailored base-surge policy [J]. *European Journal of Operational Research*, 2024, 317(2): 533-549.
- [41] Tomlin B. On the value of mitigation and contingency strategies for managing supply chain disruption risks [J]. *Management Science*, 2006, 52(5): 639-657.
- [42] Turnquist M, Vugrin E. Design for resilience in infrastructure distribution networks [J]. *Environment Systems & Decisions*, 2013, 33(1): 104-120.
- [43] Elluru S, Gupta H, Kaur H, et al. Proactive and reactive models for disaster resilient supply chain [J]. *Annals of Operations Research*, 2019, 283(1): 199-224.
- [44] Ke W, Zhou X Y, Lev B, et al. Strategic inventory with an unreliable manufacturer across multiple supply chain structures [J]. *Omega*, 2025, 133: 103229.
- [45] Torabi S A, Baghersad M, Mansouri S A. Resilient supplier selection and order allocation under operational and disruption risks [J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2015, 79: 22-48.
- [46] Chakraborty T, Chauhan S S, Ouhimmou M. Mitigating supply disruption with a backup supplier under uncertain demand: competition vs. cooperation [J]. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(12): 3618-3649.
- [47] Saghafian S, Van Oyen M P. Compensating for dynamic supply disruptions: backup flexibility design [J]. *Operations Research*, 2016, 64(2): 390-405.
- [48] Wang Y M, Webster S. Product flexibility strategy under supply and demand risk [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2022, 24(3): 1779-1795.
- [49] 伍佳妮, 龙燕妮. 韧性视角下考虑供应商失效的应急物资供应链决策优化 [J]. *控制与决策*, 2025, 40(8): 2439-2449.

- (Wu Jia-ni, Long Yan-ni. Decision optimization of emergency materials supply chain considering supplier failure from the perspective of resilience [J]. *Control and Decision*, 2025, 40(8): 2439–2449.)
- [50] Wu L Z, Wu X L, Zhou Y. Commitment strategies and inventory decisions under supply disruption risk [J]. *Production and Operations Management*, 2023, 32(8): 2619–2637.
- [51] Pettit T J, Croxton K L, Fiksel J. Ensuring supply chain resilience: development and implementation of an assessment tool [J]. *Journal of Business Logistics*, 2013, 34(1): 46–76.
- [52] Tang C, Tomlin B. The power of flexibility for mitigating supply chain risks [J]. *International Journal of Production Economics*, 2008, 116(1): 12–27.
- [53] Geng X, Guo X M, Xiao G, et al. Supply risk mitigation in a decentralized supply chain: pricing postponement or payment postponement? [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2024, 26(2): 646–663.
- [54] Kim Y, Chen Y S, Linderman K. Supply network disruption and resilience: a network structural perspective [J]. *Journal of Operations Management*, 2015, 33: 43–59.
- [55] Craighead C W, Blackhurst J, Rungtusanatham M J, et al. The severity of supply chain disruptions: design characteristics and mitigation capabilities [J]. *Decision Sciences*, 2007, 38(1): 131–156.
- [56] Kouvelis P, Xiao G, Yang N. Role of risk aversion in price postponement under supply random yield [J]. *Management Science*, 2021, 67(8): 4826–4844.
- [57] Shan X, Li T, Sethi S P. A responsive-pricing retailer sourcing from competing suppliers facing disruptions [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2022, 24(1): 196–213.
- [58] Farahani M H, Dawande M, Gurnani H, et al. Better to bend than to break: sharing supply risk using the supply-flexibility contract [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2021, 23(5): 1257–1274.
- [59] Levalle R R, Nof S Y. Resilience by teaming in supply network formation and re-configuration [J]. *International Journal of Production Economics*, 2015, 160: 80–93.
- [60] Bimpikis K, Candogan O, Ehsani S. Supply disruptions and optimal network structures [J]. *Management Science*, 2019, 65(12): 5504–5517.
- [61] 陈晓红, 刘朝明, 傅文润, 等. 基于多层网络耦合传播模型的供应链网络中断风险传播研究[J/OL]. 系统工程理论与实践, 2025: 1–20 [2025–05–01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2267.N.20250227.1026.016.html>. (Chen Xiao-hong, Liu Chao-ming, Fu Wen-run, et al. Research on supply chain network disruption risk propagation based on coupled model in multiplex network [J/OL]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2025: 1–20 [2025–05–01]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2267.N.20250227.1026.016.html>.)
- [62] Lu T, Tomlin B. Forewarned is forearmed? Contingent sourcing, shipment information, and supplier competition [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2023, 25(5): 1796–1813.
- [63] 吴群, 唐亚辉, 李梦晓, 等. 物流技术创新对供应链柔性的影响: 一个有调节的中介模型[J]. 管理评论, 2020, 32(11): 270–281. (Wu Qun, Tang Ya-hui, Li Meng-xiao, et al. The impact of logistics technology innovation on supply chain flexibility: a moderated mediation model [J]. *Management Review*, 2020, 32(11): 270–281.)
- [64] 刘焯, 魏欣莉, 乔磊. 企业人力资本结构对国际并购绩效的影响: 基于企业家教育背景的调节作用[J]. 东北大学学报(自然科学版), 2022, 43(3): 440–447. (Liu Ye, Wei Xin-li, Qiao Lei. Impact of enterprises' human capital structure on international M & A performance: based on moderating effect of entrepreneurs' educational background [J]. *Journal of Northeastern University (Natural Science)*, 2022, 43(3): 440–447.)
- [65] 吴军, 张雷. 产品族设计与延迟制造过程决策的主从关联优化[J]. 控制与决策, 2023, 38(11): 3201–3208. (Wu Jun, Zhang Lei. Hierarchical joint optimization of product family design and postponement manufacturing process decision [J]. *Control and Decision*, 2023, 38(11): 3201–3208.)
- [66] Cabral I, Grilo A, Cruz-Machado V. A decision-making model for lean, agile, resilient and green supply chain management [J]. *International Journal of Production Research*, 2012, 50(17): 4830–4845.
- [67] 李一, 张硕, 程主, 等. 社交媒体使用、可持续供应链管理与供应链敏捷性[J]. 华东经济管理, 2025, 39(5): 119–128. (Li Yi, Zhang Shuo, Chen Zhu, et al. Social media usage, sustainable supply chain management, and supply chain agility[J/OL]. *East China Economic Management*, 2025, 39(5): 119–128.)
- [68] Christopher M, Lee H. Mitigating supply chain risk through improved confidence [J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2004, 34(5): 388–396.
- [69] Sáenz M J, Revilla E. Creating more resilient supply chains [J]. *MIT Sloan Management Review*, 2014, 55(4): 22–24.
- [70] Wieland A, Wallenburg C M. 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.
- [71] Prater E, Biehl M, Smith M A. International supply chain agility: tradeoffs between flexibility and uncertainty [J]. *International Journal of Operations & Production Management*, 2001, 21(5/6): 823–839.
- [72] Manuj I, Mentzer J T. Global supply chain risk management [J]. *Journal of Business Logistics*, 2008, 29(1): 133–155.
- [73] 马潇宇, 贺舟, 林超华. 基于主体建模仿真的供应链风险管理研究: 现状、问题与展望[J/OL]. 管理评论, 2025: 1–18 [2025–05–02]. <https://doi.org/10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.20250427.001>. (Ma Xiao-yu, He Zhou, Lin Chao-hua. Agent-based modeling and simulation of supply chain risk management: current status, issues, and prospects [J/OL]. *Management Review*, 2025: 1–18 [2025–05–02]. <https://doi.org/10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.20250427.001>.)
- [74] 苏兵, 陈相文, 张萌, 等. 基于缺货延时双重损失的应急物资配送路径选择研究[J/OL]. 中国管理科学, 2024: 1–12 [2025–05–01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.0781>. (Su Bing, Chen Xiang-wen, Zhang Meng, et al. Research on route selection for emergency supply distribution based on dual losses of shortage and delay [J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*, 2024: 1–12 [2025–05–01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.0781>.)
- [75] 史文强, 孔昭君, 汪明月, 等. 多种中断事件耦合下应急物资动员链弹性的系统动力学分析[J/OL]. 中国管理科学, 2023: 1–18 [2025–05–01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.2637>. (Shi Wen-qiang, Kong Zhao-jun, Wang Ming-yue, et al.

System dynamics analysis of emergency materials mobilization chain resilience under the coupling of multiple disruptions [J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*, 2023: 1-18 [2025-05-01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.2637>.)

[76] 蔡小婷, 云昕, 姜广鑫. 基于程式化模型与梯度信息随机

克里金法的风险测度估计[J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(10): 2657-2676.

(Cai Xiao-ting, Yun Xin, Jiang Guang-xin. Estimating risk measures via stochastic Kriging with stylized model and gradient information [J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2022, 42(10): 2657-2676.)

(上接第 36 页)

(Yuan Tie-jiang, Zhang Jiang-fei, Teng Yue. Coordinated control strategy of the renewable energy hydrogen production system based on VSG [J]. *Proceedings of the CSEE*, 2025, 45(1): 163-175.)

[10] Fang J, Yang M M, Sui J P, et al. Enhancing solar-powered hydrogen production efficiency by spectral beam splitting and integrated chemical energy storage[J]. *Applied Energy*, 2024, 372: 123833.

[11] 孔令国, 蔡国伟, 陈冲, 等. 基于氢储能的主动型永磁直驱风电机组建模与并网控制[J]. *电工技术学报*, 2017, 32(18): 276-285.

(Kong Ling-guo, Cai Guo-wei, Chen Chong, et al. Modeling and grid-connected control of proactive permanent magnet direct-driven wind turbine based on

energy storage of hydrogen [J]. *Transactions of China Electrotechnical Society*, 2017, 32(18): 276-285.)

[12] Zhang Y, Wei W. Decentralized coordination control of PV generators, storage battery, hydrogen production unit and fuel cell in islanded DC microgrid[J]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2020, 45(15): 8243-8256.

[13] Zurbruggen I G, Ordonez M. PV energy harvesting under extremely fast changing irradiance: state-plane direct MPPT [J]. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2019, 66(3): 1852-1861.

[14] Gräf D, Marschewski J, Ibing L, et al. What drives capacity degradation in utility-scale battery energy storage systems? The impact of operating strategy and temperature in different grid applications [J]. *Journal of Energy Storage*, 2022, 47: 103533.