

供应链网络优化的研究热点及趋势

——基于 WoS 核心合集数据库的 CiteSpace 可视化分析

陈泽洋, 王 昕, 刘思含, 吴悠扬, 冯 瑞

(佛山大学经济贸易学院, 广东 佛山 528000)

摘要: 运用文献计量软件 CiteSpace 对 2001—2023 年 Web of Science(WoS)核心合集数据库中收录的 1 537 篇供应链网络优化文献进行知识图谱可视化分析,探索其研究概况、热点及趋势。研究发现:该领域研究学者及机构众多,且中国学者贡献显著;该领域的热点主题为鲁棒优化、设施选址、可持续性;未来趋势为多目标优化和构建可持续供应链,以及结合 5G 网络、区块链、人工智能等新技术助力供应链网络优化。

关键词: 供应链网络优化; CiteSpace; 知识图谱; 可视化分析

中图分类号: F274 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)01-0125-09

企业的供应链是错综复杂、各环节相互交织和依赖的网络,不同企业间的联系也更加多元,在流程协调、订单管理以及供应商关系维护等方面需要投入更多精力。

供应链网络优化是指通过调整供应链上各环节的布局和能力,以提高整个供应链网络的效率,从而更好地满足市场需求。合理的供应链网络设计和优化可以使企业降低成本、提高资源利用率、加快响应速度、增强服务水平,进而提升整体竞争力。因此,供应链网络优化作为供应链运营管理中的一个重要课题,有其研究的必要性。

本文以 Web of Science(WoS)核心合集数据库中供应链网络优化的相关文献为研究对象,运用 CiteSpace 软件进行知识图谱可视化分析,进而总结该领域的研究现状、热点及趋势。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本文选取 WoS 核心合集作为数据来源,分析国际学者在供应链网络优化方面的研究现状、热点及趋势。文献检索以“supply chain network optimization(供应链网络优化)”作为主题关键词,发表时间限制为 2001 年 1 月至 2023 年 12 月,将文献的类型限定为“论文”,期刊来源设置为“SSCI”,语种限定

为“English”。通过人工去除与主题不相关的文献,并用 CiteSpace 软件删除重复文献,最终获得有效文献 1 537 篇。

1.2 研究方法

本文采用文献计量和可视化分析方法,通过 CiteSpace5. 7. R5 软件对 WoS 核心合集数据库中收录的 2001—2023 年有关供应链网络优化的文献进行研究,探索该领域的研究概况、核心研究议题和前沿动向。CiteSpace 是一款由陈超美教授研发的用以可视化分析文献的软件^[1],帮助研究人员分析合作网络、主题演化等信息,从而更好地理解研究领域的发展趋势和热点。本文借助该软件进行年度发文量统计并绘制发文作者、机构、国家合作知识图谱,从而了解供应链网络优化研究概况,通过分析关键词共现与聚类知识图谱揭示研究热点,借助关键词时间线探索该研究领域趋势前沿,从而系统地评述该领域研究,为后续相关研究提供有益参考。

2 研究概况分析

2.1 发文量分析

发文量可以直观反映一个领域的研究热度和受关注度。对 2001—2023 年供应链网络优化领域的 1 537 篇文献进行年度发文量统计,通过绘制发文量年度变化趋势图(图 1),可以清晰地观察到该

收稿日期: 2024-07-25

作者简介: 陈泽洋(2000—),女,河南洛阳人,硕士研究生,研究方向为国际物流与跨境电商;王昕(1978—),女,四川达州人,副教授,研究方向为供应链管理;刘思含(1999—),男,贵州铜仁人,硕士研究生,研究方向为国际物流与跨境电商;吴悠扬(2001—),女,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向为国际物流与跨境电商;冯瑞(1999—),男,广东清远人,硕士研究生,研究方向为国际物流与跨境电商。

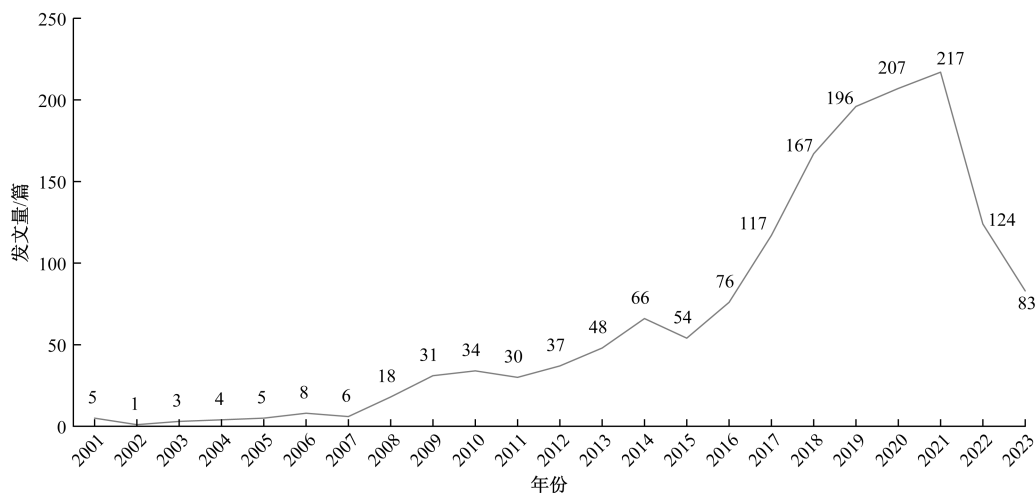


图 1 2001—2023 年发文量年度变化趋势

领域研究的发展态势。2001—2007 年为供应链网络优化研究的初期阶段,关于该领域的研究文献相对较少,表明当时该领域尚未引起广泛关注。2008—2016 年,供应链网络优化领域的发文量开始缓慢增长,越来越多的学者开始关注这一领域。2017—2021 年供应链网络优化研究发文量逐年增加且增速较快,2021 年到达顶峰(217 篇)。尽管从 2022 年开始发文量略有回落,但整体而言,自 2017 年以来该领域的发文量增长速度显著加快,表明供应链网络优化领域逐渐受到更多关注,进入快速发展阶段。

2.2 发文作者分析

通过分析发文作者可以了解该领域的代表人物和核心团体,发掘作者之间的合作关系。根据检索到的供应链网络优化文献进行发文作者分析,列出发文量前 10 的作者及其发文量,见表 1。

从表 1 可以看到,发文量最多的是 Kannan Govinda(19 篇),共有 4 位作者的发文量在 10 篇以上。由此可见供应链网络优化这一研究主题已经引起了学者们的重视,且在该领域积累了一定的研

表 1 发文量前 10 的作者及其发文量

排名	作者	发文量/篇
1	KANNAN GOVINDAN	19
2	ARMIN JABBARZADEH	13
3	MIR SAMAN PISHVAEE	12
4	ANNA NAGURNEY	11
5	S ALI TORABI	9
6	MOHAMMAD MARUFUZZAMAN	9
7	HAMED SOLEIMANI	9
8	ALI DIABAT	9
9	BEHNAM FAHIMNIA	7
10	ZHIHAI ZHANG	6

究成果。其中 Kannan Govinda 主要针对闭环供应链网络优化进行研究,对产品的采购、生产、配送、回收和处置进行决策,并通过基于启发式遗传算法的混合整数线性规划模型的方法求解^[2]。Armin Jabbarzadeh 主要关注供应链网络优化中的随机中断和鲁棒优化问题,以灾害血液供应链^[3]、电力供应链^[4]、药品供应链^[5]等为研究对象,应用拉格朗日松弛算法、弯管分解算法等方法求解进行多目标鲁棒优化。Mir Saman Pishvae 则专注于研究供应链网络优化中的可持续性问题,通过构建多目标模糊数学规划模型,在考虑固有不确定性、成本最小化和环境影响最小化的情况下设计绿色供应链,并应用生命周期评估方法来评估和量化供应链网络配置的不同选择对环境的影响^[6]。可以发现主要的几个发文作者都选择通过数学建模,运用启发式遗传算法、拉格朗日松弛算法、弯管分解算法等求解,从而对供应链网络优化问题进行研究。

将文献数据导入 CiteSpace 软件,时间跨度设置为 2001 年 1 月至 2023 年 12 月,时间切片为 1,勾选节点类型为“Author”,运行后查看可视化结果,阈值设为 3,得到发文作者合作图谱(图 2)。可以看出,供应链网络优化研究学者众多,其中以 Kannan Govinda 与 Armin Jabbarzadeh 两位学者为首形成了密度较大的合作网络,表明这些作者之间学术交流密切且频繁,形成了良好的合作关系。部分学者形成了小型合作网络,表明这些作者之间也有较为密切的合作交流。然而,也存在部分合作群体仅由两人组成,甚至有个别学者独自进行研究,缺乏合作群体。这种状况无疑限制了跨领域深度研究的可能性。为了推动供应链网络优化研究的进一步发展,研究者之间应增强沟通交流,并积极构建稳



图2 发文作者合作知识图谱

固的合作关系。

2.3 发文机构分析

通过对 WoS 核心合集数据库中检索的供应链网络优化文献进行发文机构统计分析,发现共有 494 个发文机构发表过该领域论文,列出发文量前 10 的发文机构及其发文量,见表 2。可以看出,共有 6 个发文机构发文量超过 20 篇,发文量最多的机构为德黑兰大学(66 篇),其后为伊斯兰阿扎德大学(59 篇)和伊朗科技大学(46 篇)。中国的研究机构中,香港理工大学和清华大学分别以 27 篇和 15 篇的发文量位居前列,表明它们在推动该领域研究进步方面具有积极作用。

表 2 发文量前 10 的发文机构及其发文量

序号	发文机构	发文量/篇
1	德黑兰大学	66
2	伊斯兰阿扎德大学	59
3	伊朗理工大学	46
4	香港理工大学	27
5	阿米尔卡比尔理工大学	27
6	南丹麦大学	21
7	皇家墨尔本理工大学	18
8	印度理工学院	17
9	马萨诸塞州大学	17
10	新加坡国立大学	15

发文机构合作图谱能够直观地揭示不同研究机构之间的合作关系网络。将文献数据导入 CiteSpace,节点类型选择“Institution”,其他设置与发文作者分析相同,运行后得到发文机构合作知识图谱(图 3)。图谱呈现出较多且较为密集节点连线,共有 494 个节点和 438 条连线,表明发文机构间已构建相对紧密的合作,有助于供应链网络优化研究跨区域科研交流、合作创新。

2.4 发文国家(地区)分析

为揭示研究领域中心关注度较高的国家,探究国际科研合作与发展趋势,本文通过文献计量对发文国家进行分析。表 3 列出了发文量前 5 的国家,依次为美国、中国、伊朗、印度和英国,它们共同贡献了超过 900 篇相关文献,在该领域的有效文献总量中所占比例达到了 60.1%,是该领域的核心研究国家。此外,由发文国家合作知识图谱(图 4)可以看出,以美国、中国、伊朗等国为中心分别形成了多个合作网络,表明这些国家在该领域研究已形成良好的国际合作关系。中国发文量位居世界第 2 (264 篇),但中心性相对较低,表明中国在相关领域中的关键性或影响力不够突出。因而中国学者需要进一步深化国际合作,提升研究水平和发文质量,以提高在该领域的影响力和地位。

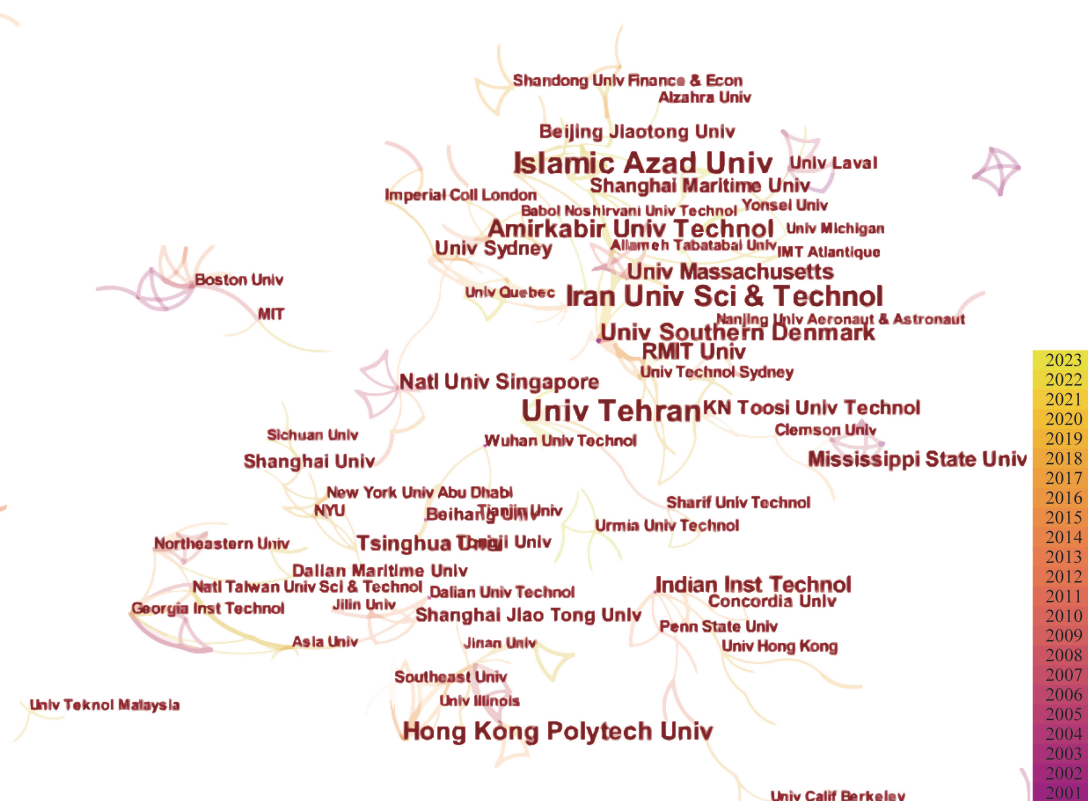


图 3 发文机构合作知识图谱

表 3 发文量前 5 的国家及其中心性和发文量

序号	国家	中心性	发文量/篇
1	美国	0.59	350
2	中国	0.27	264
3	伊朗	0.24	166
4	印度	0.43	76
5	英国	0.57	68



图 4 发文国家(地区)合作知识图谱

3 研究热点与趋势分析

3.1 关键词共现研究热点分析

关键词共现知识图谱可通过展示不同关键词在同一篇文献内共同出现的频次和关系,揭示研究热点和主题关联。将文献数据导入 CiteSpace 后,节点类型选择“Keyword”,其余设置不变,运行后得到供应链网络优化研究的关键词共现图谱(图 5)。可以看

出,“model(模型)”“optimization(优化)”“network design(网络设计)”等为学者们高度关注的关键词。

通过整理得到中心性排名前 10 的关键词,见表 4。中心性较高的关键词有“decomposition(分解)”“facility location(设施选址)”“chain(链)”“coordination(协同)”“distribution system design(分销系统设计)”等,且其中心性均大于 0.1,表明这些关键词是该研究领域的重点。

从研究内容来看,关键词“robust optimization(鲁棒优化)”“facility location(设施选址)”“multi-objective optimization(多目标优化)”“disruption(中断)”“inventory(库存)”“vehicle routing problem(车辆路线问题)”等表明这些问题受到学者们的广泛关注。此外,“carbon emission(碳排放)”“product recovery(产品回收)”“reverse logistics(逆向物流)”等涉及“green supply chain(绿色供应链)”“sustainability(可持续性)”的问题也是学者们讨论的重点。

从研究方法来看,关键词“stochastic programming(随机规划)”“genetic algorithm(遗传算法)”“NSGA-II(多目标遗传算法)”“simulation(仿真)”等表明这些方法是学者们研究供应链网络优化时主要应用的模型或方法,“heuristics(启发式)”“particle swarm optimization(粒子群优化)”等算法也有部分学者进行应用。

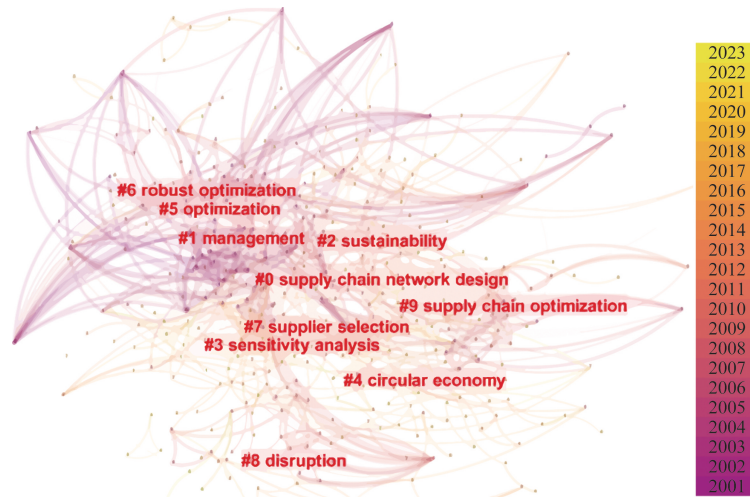


图 6 关键词聚类知识图谱

表 5 关键词聚类结果

序号	聚类名称		聚类子簇	
	英文	中文	英文	中文
#0	supply chain network design	供应链网络设计	flexibility; social welfare; risk analysis; ambiguity; fuzzy programming; covid-19 pandemic	柔性; 社会福利; 风险分析; 模糊性; 模糊规划; COVID-19 大流行
#1	management	管理	model; facility location; optimization; system; demand uncertainty	模型; 设施选址; 优化; 系统; 需求不确定性
#2	sustainability	可持续性	multi-objective optimization; heuristics; profit; OEE; stochastic demand	多目标优化; 启发式; 利润; 设备综合效率; 随机需求
#3	sensitivity analysis	敏感性分析	tactical planning; disruption risk; robust optimization techniques	战略规划; 中断风险; 鲁棒优化技术
#4	circular economy	循环经济	Grey-DEMATEL; integer programming; closed-loop supply chain network; energy efficiency; location-routing optimization	Grey-DEMATEL; 整数规划; 闭环供应链网络; 能源效率; 选址-路径优化
#5	optimization	优化	simulation; supply chain design; inter-modal transportation; logistics; bullwhip effect	仿真; 供应链设计; 多式联运; 物流; 牛鞭效应
#6	robust optimization	鲁棒优化	supply chain management; uncertainty; MILP; infrastructure; network design	供应链管理; 不确定性; 混合整数线性规划; 基础设施; 网络设计
#7	supplier selection	供应商选择	mixed-integer nonlinear programming; pharmaceutical supply chain; vaccine supply chain; multi-criteria decision-making	混合整数非线性规划; 药品供应链; 疫苗供应链; 多标准决策
#8	disruption	中断	resilience; supply network; logistics network; robust design; covid-19	弹性; 供应网络; 物流网络; 鲁棒设计; 新型冠状病毒肺炎
#9	supply chain optimization	供应链优化	life cycle assessment; water footprint; carbon footprint; fuzzy multi objective decision making; greenhouse gas	生命周期评估; 水足迹; 碳足迹; 模糊多目标决策; 温室气体

聚类#7: 主题为供应商选择。侧重从多标准决策、订单分配等因素探究供应链网络优化中的供应商选择问题^[31]。同时自新冠疫情爆发后, 疫苗供应链^[32]、药品供应链^[33]等的供应商选择和网络优化问题也受到了学术界的关注。

聚类#8: 主题为中断。供应链弹性成为学者们研究的重点之一^[34-35], 此外鲁棒设计也是研究供应

链中断问题的侧重点^[36]。自新冠肺炎疫情对全球供应链产生较大冲击后, 中断应对成为学者们研究供应链网络优化的关键点^[37-38]。

聚类#9: 主题为供应链优化。主要侧重从水足迹^[39]、碳足迹^[40]、温室气体排放^[41]等角度探究供应链网络优化中的供应链绿色化问题。此外, 生命周期评估也被纳入供应链网络优化的研究方法, 用以

评估和量化不同供应链网络配置选择对环境的影响^[42]。

3.3 研究趋势分析

通过关键词时间线图可以清晰地看到不同时间点上关键词的热度和演变,揭示出研究领域的发展趋势、热点转移以及主题兴衰,对未来可能的研究方向进行展望。借助 CiteSpace 绘制出供应链网络优化关键词时间线图,如图 7 所示。

根据关键词时间线图,可将供应链网络优化研究划分为以下 3 个阶段。

(1)研究起步阶段(2001—2010 年)。随着学术界对供应链领域研究的深入,供应链网络优化问题开始引起学者们的关注。关键词“facility location(设施选址)”“distribution system design(分销网络设计)”“uncertainty(不确定性)”“inventory management(库存管理)”“collaboration(协同)”等表明这些是学者们研究的主要主题。关键词“simulation(仿真)”“genetic algorithm(遗传算法)”“MILP(混合整数线性规划)”等表明这些方法在该阶段已被应用于研究供应链网络优化问题。

(2)研究深化阶段(2011—2016 年)。随着供应链网络优化领域研究的不断深入,研究热点更为丰富。首先,学者们多针对“supplier selection(供应商选择)”“agility(敏捷性)”等问题对供应链网络优化展开讨论。其次,关键词“risk(风险)”“disruption(中断)”“reliability(可靠性)”“robust optimization(鲁棒优化)”等表明供应链可靠性、中断应对和鲁棒优化等问题也开始受到学者们的关注。最后,“loop supply chain(循环供应链)”“carbon emission

(碳排放)”等关键词表明部分学者开始关注供应链绿色化问题。

(3)加速发展阶段(2017—2023 年)。学者们主要关注供应链网络优化中的“multi-objective optimization(多目标优化)”问题和如何构建“sustainable supply chain(可持续供应链)”以促进“circular economy(循环经济)”的形成。此外自新冠疫情爆发后,“humanitarian supply chain(人道主义供应链)”“pharmaceutical supply chain(药品供应链)”“vaccine supply chain(疫苗供应链)”等的网络优化问题也引起学术界探讨。同时,随着科学技术的不断发展,“5G network(5G 网络)”“drone delivery(无人驾驶飞机交付)”“block chain(区块链)”“artificial intelligence(人工智能)”等新技术也被纳入供应链网络优化的研究因素。

4 研究结论

(1)整体而言,供应链网络优化研究领域自 2017 年开始引起学者们的广泛关注。该领域研究学者较多,且已有部分学者形成了较为密集的合作网络。中国的发文量位居世界第 2,但中心性相对较低,未来中国学者需进一步深化国际合作,提升该领域研究水平和发文质量。

(2)对于供应链网络优化,学术界主要针对鲁棒优化、设施选址、供应链中断、库存优化、可持续性问题,通过数学建模,运用遗传算法、启发式算法、粒子群优化算法等求解研究,部分学者采用了仿真方法进行研究。

(3)研究趋势方面,供应链网络优化研究热点

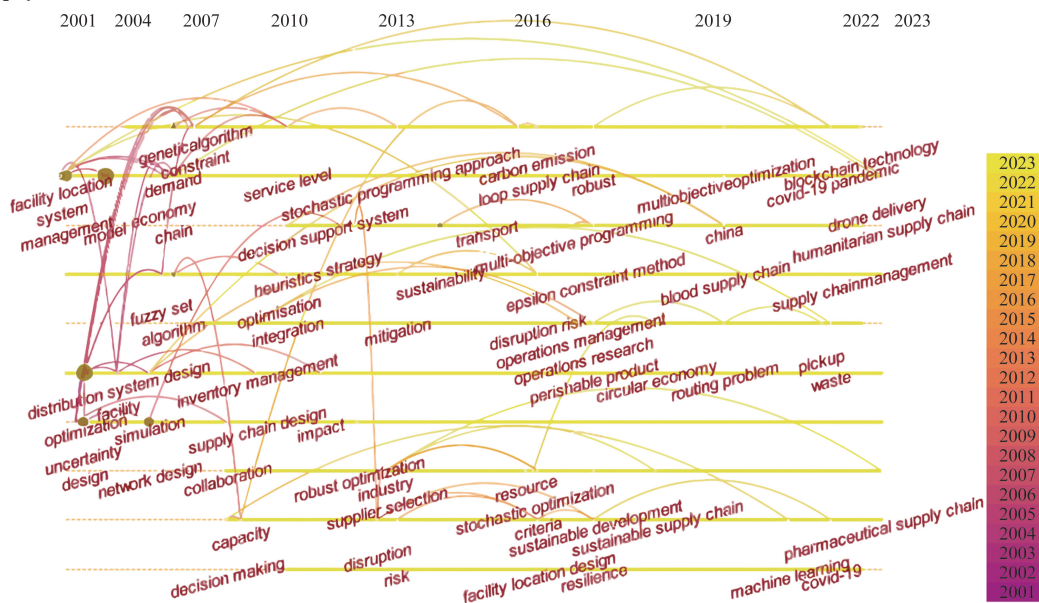


图 7 关键词时间线图

演进趋势大致分为 3 个阶段。未来趋势主要关注供应链网络多目标优化和构建可持续供应链,同时如何结合 5G 网络、区块链、人工智能等新技术助力供应链网络优化也是研究重点之一。

参考文献

- [1] 李杰, 陈超美. CiteSpace: 科技文本挖掘及可视化[M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2016.
- [2] KANNAN G, SASIKUMAR P, DEVIKA K. A genetic algorithm approach for solving a closed loop supply chain model: a case of battery recycling[J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2010, 34(3): 655-670.
- [3] JABBARZADEH A, FAHIMNIA B, SEURING S. Dynamic supply chain network design for the supply of blood in disasters: a robust model with real world application [J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2014, 70: 225-244.
- [4] JABBARZADEH A, FAHIMNIA B, RASTEGAR S. Green and resilient design of electricity supply chain networks: a multiobjective robust optimization approach[J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2017, 66(1): 52-72.
- [5] JABBARZADEH A, HAUGHTON M, POURMEHDI F. A robust optimization model for efficient and green supply chain planning with postponement strategy[J]. *International Journal of Production Economics*, 2019, 214: 266-283.
- [6] PISHVAEE M S, RAZMI J. Environmental supply chain network design using multi-objective fuzzy mathematical programming [J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2012, 36(8): 3433-3446.
- [7] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. *科学学研究*, 2015, 33(2): 242-253.
- [8] KHEMIRI R, ELBEDOU-MAKTOUF K, GRABOT B, et al. A fuzzy multi-criteria decision-making approach for managing performance and risk in integrated procurement-production planning[J]. *International Journal of Production Research*, 2017, 55(18): 5305-5329.
- [9] MOHAMMED A, HARRIS I, SOROKA A, et al. A hybrid MCDM-fuzzy multi-objective programming approach for a G-resilient supply chain network design[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2019, 127: 297-312.
- [10] RAFIGH P, AKBARI A A, BIDHANDI H M, et al. Sustainable closed-loop supply chain network under uncertainty: a response to the COVID-19 pandemic[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021; 1-17. DOI: 10.1007/s11356-021-16077-6.
- [11] TIRKOLAEI E B, GOLPĪRA H, JAVANMARDAN A, et al. A socio-economic optimization model for blood supply chain network design during the COVID-19 pandemic: an interactive possibilistic programming approach for a real case study[J]. *Socio-Economic Planning Sciences*, 2023, 85: 101439.
- [12] GUO H, WANG S, ZHANG Y. Supply interruption supply chain network model with uncertain demand: an application of chance-constrained programming with fuzzy parameters[J]. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021, 2021(1): 6686992.
- [13] MELO M T, NICKEL S, SALDANHA-DA-GAMA F. Facility location and supply chain management: a review [J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 196(2): 401-412.
- [14] WANG J, WAN Q. A multi-period multi-product green supply network design problem with price and greenness dependent demands under uncertainty[J]. *Applied Soft Computing*, 2022, 114: 108078.
- [15] ZHENG M, LI W, LIU Y, et al. A Lagrangian heuristic algorithm for sustainable supply chain network considering CO₂ emission[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 270: 122409.
- [16] PEREZ LOAIZA R E, OLIVARES-BENITEZ E, MIRANDA GONZALEZ P A, et al. Supply chain network design with efficiency, location, and inventory policy using a multiobjective evolutionary algorithm[J]. *International Transactions in Operational Research*, 2017, 24 (1/2): 251-275.
- [17] SOLEIMANI H, CHHETRI P, FATHOLLAHI-FARD A M, et al. Sustainable closed-loop supply chain with energy efficiency: Lagrangian relaxation, reformulations and heuristics [J]. *Annals of Operations Research*, 2022, 318(1): 531-556.
- [18] BEN ABID T, AYADI O, MASMOUDI F. An integrated production-distribution planning problem under demand and production capacity uncertainties: new formulation and case study[J]. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020, 2020(1): 1520764.
- [19] JABBARZADEH A, FAHIMNIA B, SHEU J B, et al. Designing a supply chain resilient to major disruptions and supply/demand interruptions [J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2016, 94: 121-149.
- [20] ZOKAEE S, JABBARZADEH A, FAHIMNIA B, et al. Robust supply chain network design: an optimization model with real world application[J]. *Annals of Operations Research*, 2017, 257: 15-44.
- [21] RENTIZELAS A, TRIVYZA N, OSWALD S, et al. Reverse supply network design for circular economy pathways of wind turbine blades in Europe[J]. *International Journal of Production Research*, 2022, 60(6): 1795-1814.
- [22] BHATIA M S, JAKHAR S K, MANGLA S K, et al. Critical factors to environment management in a closed loop supply chain[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 255: 120239.
- [23] GOVINDAN K, SALEHIAN F, KIAN H, et al. A location-inventory-routing problem to design a circular closed-loop supply chain network with carbon tax policy for achieving circular economy: an augmented epsilon-constraint approach[J]. *International Journal of Production Economics*, 2023, 257: 108771.

- [24] WANG C N, NHIEU N L, CHUNG Y C, et al. Multi-objective optimization models for sustainable perishable intermodal multi-product networks with delivery time window[J]. *Mathematics*, 2021, 9(4): 379. DOI: 10.3390/math9040379.
- [25] KESHARI A, MISHRA N, SHUKLA N, et al. Multiple order-up-to policy for mitigating bullwhip effect in supply chain network[J]. *Annals of Operations Research*, 2018, 269: 361-386.
- [26] HE J, HUANG Y, CHANG D. Simulation-based heuristic method for container supply chain network optimization[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2015, 29(3): 339-354.
- [27] MERKURYEVA G, MERKURYEV Y, VANMAELE H. Simulation-based planning and optimization in multi-echelon supply chains[J]. *Simulation*, 2011, 87(8): 680-695.
- [28] PISHVAEE M S, RABBANI M, TORABI S A. A robust optimization approach to closed-loop supply chain network design under uncertainty[J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2011, 35(2): 637-649.
- [29] MUN K G, CAI W, RODGERS M, et al. A data-driven viable supply network for energy security and economic prosperity[J]. *International Journal of Production Research*, 2023: 1-23. DOI: 10.1080/00207543.2023.2254414.
- [30] WANG Y, LIU Y, BAI X. Designing a new robust resilience supply chain network under partial distribution information[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2024, 190: 110028.
- [31] LIAQAIT R A, WARSI S S, AGHA M H, et al. A multi-criteria decision framework for sustainable supplier selection and order allocation using multi-objective optimization and fuzzy approach[J]. *Engineering Optimization*, 2022, 54(6): 928-948.
- [32] TIRKOLAEI E B, TORKAYESH A E, TAVANA M, et al. An integrated decision support framework for resilient vaccine supply chain network design[J]. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 2023, 126: 106945.
- [33] KAYANI S A, WARSI S S, LIAQAIT R A. A smart decision support framework for sustainable and resilient supplier selection and order allocation in the pharmaceutical industry[J]. *Sustainability*, 2023, 15(7): 5962.
- [34] MARI S I, LEE Y H, MEMON M S. Sustainable and resilient garment supply chain network design with fuzzy multi-objectives under uncertainty[J]. *Sustainability*, 2016, 8(10): 1038.
- [35] ALIKHANI R, TORABI S A, ALTAY N. Retail supply chain network design with concurrent resilience capabilities[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 234: 108042.
- [36] SADEGHI Z, BOYER O, SHARIFZADEH S, et al. A robust mathematical model for sustainable and resilient supply chain network design; preparing a supply chain to deal with disruptions[J]. *Complexity*, 2021, 2021(1): 9975071.
- [37] SHAHED K S, AZEEM A, ALI S M, et al. A supply chain disruption risk mitigation model to manage COVID-19 pandemic risk[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021: 1-16. DOI: 10.1007/s11356-020-12289-4.
- [38] NAGURNEY A. Optimization of supply chain networks with inclusion of labor: applications to COVID-19 pandemic disruptions[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 235: 108080.
- [39] AIVAZIDOU E, AIDONIS D, TSOLAKIS N, et al. Wine supply chain network configuration under a water footprint cap[J]. *Sustainability*, 2022, 14(15): 9494.
- [40] DAS R, SHAW K, IRFAN M. Supply chain network design considering carbon footprint, water footprint, supplier's social risk, solid waste, and service level under the uncertain condition[J]. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2020, 22: 337-370.
- [41] KUO T C, TSENG M L, CHEN H M, et al. Design and analysis of supply chain networks with low carbon emissions[J]. *Computational Economics*, 2018, 52: 1353-1374.
- [42] LI L, FENG L, MANIER H, et al. Life cycle optimization for hydrogen supply chain network design[J]. *International Journal of Hydrogen Energy*, 2024, 52: 491-520.

Research Hotspots and Trends of Supply Chain Network Optimization: Visual Analysis of CiteSpace Based on Core Library of WoS Database

CHEN Zeyang, WANG Xin, LIU Sihan, WU Youyang, FENG Rui

(School of Economics, Foshan University, Foshan 528000, Guangdong, China)

Abstract: Based on the bibliometric software CiteSpace, the knowledge graph visualization analysis of 1 537 articles on supply chain network optimization sourced from the core library of the Web of Science (WoS) database from 2001 to 2023 was conducted to explore the research overview, hot spots and trends. It is found that there are many researchers and institutions in this field, and Chinese scholars have made significant contributions. The hot topics in this field are robust optimization, facility location, sustainability, etc. The future trend is multi-objective optimization, construction of sustainable supply chains and combine new technologies such as 5G networks, block chain, and artificial intelligence to help supply chain network optimization.

Keywords: supply chain network optimization; CiteSpace; knowledge graph; visual analysis