

低碳物流知识图谱的构建与分析

郝俊翔, 盛武*

安徽理工大学经济与管理学院, 安徽 淮南 232000

摘要:为掌握国内、外低碳物流的研究动态及趋势,从中国知网(CNKI)与Web of Science(WOS)核心合集收集相关文献,采用可视化文献分析软件CiteSpace绘制知识图谱,总结分析低碳物流领域的研究现状、研究热点与前沿趋势等。结果表明:国内、外低碳物流文献的年发文量均呈上升趋势,国外年发文量的增长速度、研究作者合作网络密度优于国内;国内、外研究热点主要集中在低碳物流发展策略、碳排放及影响因素、路径优化等方面;国内低碳物流领域的研究热点是路径优化、影响因素和碳交易等,国外低碳物流领域的研究热点是物流业、经济增长和驱动因素等。建议国内相关学者加强科研合作及学术交流,提高低碳物流领域的技术研究与跨学科研究水平。

关键词:低碳物流;知识图谱;CiteSpace;热点前沿

中图分类号:U1;F259.1

文献标志码:A

文章编号:1672-0032(2023)04-0083-09

引用格式:郝俊翔,盛武.低碳物流知识图谱的构建与分析[J].山东交通学院学报,2023,31(4):83-91.

HAO Junxiang, SHENG Wu. Construction and analysis of low-carbon logistics knowledge map[J]. Journal of Shandong Jiaotong University, 2023, 31(4): 83-91.

0 引言

物流业的快速发展带来了环境污染等问题。2021年我国CO₂排放量达105.2亿t,比2020年增长5.5亿t,同比增长5.5%,占世界CO₂排放量的31.1%^[1]。物流生产活动产生了大量碳排放,物流业的节能减排对低碳经济发展至关重要^[2-3]。现如今,国家竞争力已演变为低碳竞争力^[4]。2020年9月习近平总书记在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话时提出:“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”^[5]。2021年国务院发布关于印发2030年前碳达峰行动方案的通知,提出加快城乡物流配送体系建设,创新绿色低碳、集约高效的配送模式^[6]。

低碳物流研究主要包括低碳物流概念及效率评价、低碳物流政策及运作管理、低碳物流技术3方面。在低碳物流概念及效率评价方面:徐旭^[7]针对低碳物流建设的重要性,研究低碳物流的内涵及特性,从物流活动方面提出低碳物流的发展模式;Chen等^[8]建立低碳物流技术进步的评价指标,分析北京市低碳物流发展水平。在低碳物流政策及运作管理方面:张华^[9]根据京津冀地区低碳物流发展现状及存在的问题,从国家层面提出低碳物流发展建议;Gu等^[10]建立政企双方的进化博弈模型,绘制政企间非对称博弈系统的动态演化路径图,分析低碳激励政策的适应性。在低碳物流技术方面:熊桂武^[11]基于正交试验的混合遗传算法求解考虑运输时间、成本、碳排放等多目标的运输问题;Zhang等^[12]建立考虑碳排放成本的冷链物流路线优化模型,降低碳排放量及物流总成本。国内、外学者针对低碳物流开展了相关研究,但采用可视化分析软件对低碳物流的研究现状、热点等进行分析总结并对比的文献较少,缺乏系统文献综述

收稿日期:2022-09-19

第一作者简介:郝俊翔(1999—),男,安徽阜阳人,硕士研究生,主要研究方向为物流现代化,E-mail:748276034@qq.com。

*通信作者简介:盛武(1969—),男,安徽淮南人,副教授,硕士研究生导师,工学博士,主要研究方向为风险识别与数据分析,E-mail:604597010@qq.com。

研究结果、分析研究前沿的演变并提取该领域的新兴趋势。因此,需客观系统地分析该领域的研究进展。知识图谱能用图像的形式展示科学知识的发展进程、结构及知识群间的复杂关系,在探索科学前沿方面有重要的研究意义^[13]。

本文采用可视化文献分析软件 CiteSpace 对近几年中国知网(CNKI)与 Web of Science(WOS)核心数据集收录的低碳物流文献进行相关性统计和可视化分析,从多角度定量统计、分析低碳物流领域的研究现状与演化趋势,为后续研究提供参考。

1 研究方法及数据来源

采用可视化文献分析软件 CiteSpace 分析国内、外低碳物流的研究现状与发展趋势,确定研究主题为低碳物流,根据低碳物流主题收集并处理相关数据,将处理后的数据绘制成可视化图谱,分析可视化图谱得出相关结论。

CiteSpace 是以 Java 为基础的可视化文献分析软件,具有科学、高效、使用方便、可视化效果丰富的特点,广泛应用于图书情报、教育理论和教育管理等领域^[14]。在 CiteSpace 中,采用描述性统计分析及聚类分析研究某领域的发展现状及趋势^[15]。通过绘制国内、外低碳物流相关文献的发文量趋势图及研究作者知识图谱,总结低碳物流领域研究现状;通过关键词聚类分析,总结低碳物流领域的研究热点与前沿趋势。

以 CNKI 及 WOS 核心合集为数据源。中文文献检索表达式语法为“SU=(物流+运输+仓储)*(低碳+低碳化+绿色+环保+碳排放)”,截选文献发表时间为 2008—2022 年,选择期刊来源为北大核心、中文社会科学引文索引(Chinese social sciences citation index, CSSCI)、中国科学引文数据库(Chinese science citation satabase, CSCD),通过人工筛选,剔除与主题关系较小的调查报告、研究报告、访谈等文献,最终获取样本文献 1 752 篇,采用 Refwork 格式导出。外文文献采用 WOS 搜索,选择 WOS 核心合集引文索引 Science Citation Index Expanded,采用主题搜索,主题为“low carbon logistics”“low-carbon logistics”“green logistics”“environmental logistics”,文献类型为“Article”“Review”,语言为“English”,文献发表时间为 2008—2022 年,人工筛选剔除文献后获得 1 228 篇样本文献,以纯文本格式导出。基于 CiteSpace 转换数据,并删除重复文献。

2 研究现状

2.1 发文量

某主题文献的发文量能体现该领域的总体研究历程和进展^[16]。从 CNKI 及 WOS 核心合集中获得的国内、外低碳物流样本文献的年发文量变化趋势如图 1 所示。由图 1 可知:国内、外低碳物流领域的年发文量总体呈上升趋势;WOS 核心合集年发文量的增长速度高于 CNKI,CNKI 年发文量的增长速度存在一定波动,2008—2014 年逐步增大,2014 年后略降,2015—2019 年保持平稳后缓慢增大;2008—2018 年 CNKI 的年发文量略高于 WOS 核心合集;2020 年后国内、外低碳物流领域的年发文量均较高,2022 年 CNKI、WOS 核心合集的年发文量分别为 170、214 篇。

2.2 核心作者

通过分析作者的发文量、合作程度等可更好地了解低碳物流领域的主要科研力量及相关协作关系。

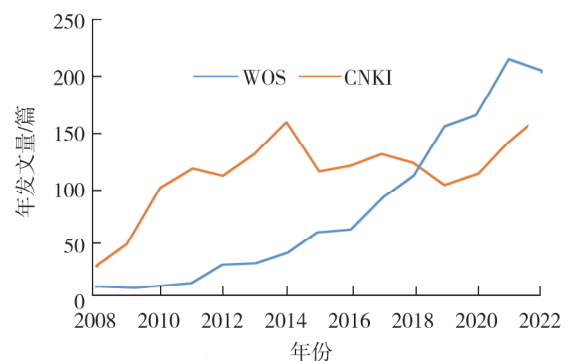


图 1 国内、外低碳物流样本文献年发文量变化趋势

将获取的低碳物流样本文献绘制作者合作知识图谱,如图2所示,图中每个节点代表1位作者,连线表示作者间存在合作关系。



图2 国内、外低碳物流样本文献的作者合作知识图谱

由图2可知:低碳物流领域中文文献的作者合作知识图谱有447个节点、167条连线,网络密度为0.0015;外文文献的作者合作知识图谱有437个节点、303条连线,网络密度为0.0032;相较于外文文献的研究现状,中文文献的作者基数较大,但节点连线数及网络密度较低。

根据普赖斯定律确定核心作者候选人,统计时段内核心作者最少发文量^[17]

$$M_p = 0.749 \sqrt{N_{p_{max}}} \quad (1)$$

式中 $N_{p_{max}}$ 为统计时段内发文最多作者的发文量。

根据式(1)计算中文文献核心作者至少发文量 $M_{p1} = 2.36$,外文文献核心作者至少发文量 $M_{p2} = 4.17$,二者分别取整为3、5。中文文献核心作者的发文量占低碳物流领域中文文献总量的9.87%,外文文献核心作者发文量占同领域外文文献总量的8.38%。二者均低于普赖斯定律的50%,说明核心作者的论文产出率较低,且核心作者的人数需进一步扩大^[18]。

从合作网络看,外文文献的网络密度为0.0032,形成了较多的小规模合作关系网:Govindan团队主要通过案例研究车辆怠速时的碳排放问题及供应商考虑碳税和碳排放等因素的最佳生产分配、生产率等问题^[19-20];Sarkis团队通过实证研究低碳策略实施与企业绩效间的关系^[21-22]。中文文献的网络密度较小,节点间连线较少且较分散:袁长伟团队主要关注交通运输碳排放的效率及各省能耗差异化^[23-24];杨斌团队主要研究低碳车辆的路径优化问题^[25];袁旭梅团队主要研究低碳多式联运路径优化问题^[26]。相关团队在各自研究方向已有一定成果,但相较于国际作者,国内各研究团队间的融合协作次数较少,合作程度需进一步提高。建议国内相关学者加强低碳物流领域的科研合作与学术交流,不断提高技术研究与跨学科研究的水平。

3 研究热点与前沿趋势

3.1 关键词共现分析

关键词是反映文献主题内容的术语或单词,词频越高说明研究相关度越高,在CiteSpace中,仅通过高频关键词无法准确识别研究热点,需同时结合中心度较高的关键词分析该领域的研究热点^[27]。关键词阈值的设置影响关键词共现图谱,通过数据运行状况调整阈值,直至共现知识图谱结构布局清晰,最终设置关键词的阈值 $K = 15$,绘制低碳物流关键词共现图谱如图3所示。

由图3可知:关键词节点大小与关键词词频呈正相关,关键词节点越大说明词频越高。统计国内、外低碳物流样本文献中词频较高的前15个关键词,结果如表1、2所示。通过关键词的词频与中心度分析国内、外低碳物流领域的研究热点。

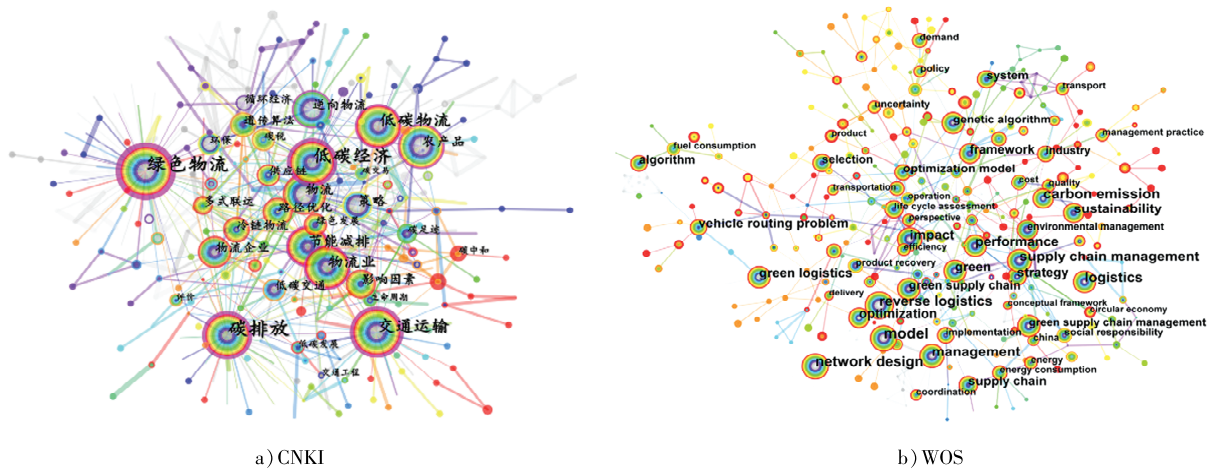


图3 国内、外低碳物流样本文献的关键词共现图谱

表1 低碳物流中文文献高频关键词

序号	关键词	频次/次	中心度	年份
1	碳排放	289	0.21	2010
2	绿色物流	266	0.38	2008
3	低碳经济	192	0.07	2010
4	交通运输	130	0.26	2009
5	低碳物流	122	0.50	2010
6	物流业	87	0.11	2008
7	节能减排	67	0.22	2011
8	策略	52	0.21	2008
9	农产品	49	0.14	2008
10	物流	45	0.56	2008
11	逆向物流	40	0.19	2008
12	影响因素	40	0.13	2013
13	物流企业	39	0.06	2010
14	路径优化	39	0.44	2011
15	冷链物流	31	0.03	2010

表2 低碳物流外文文献高频关键词

序号	关键词	频次/次	中心度	年份
1	model(模型)	304	0.06	2008
2	carbon emission(碳排放)	277	0.09	2010
3	network design(网络设计)	272	0.07	2009
4	reverse logistics(逆向物流)	239	0.23	2008
5	management(管理)	210	0.08	2008
6	logistics(物流)	205	0.06	2008
7	supply chain management(供应链管理)	204	0.06	2008
8	impact(影响)	195	0.10	2008
9	sustainability(可持续性)	193	0.02	2012
10	performance(绩效)	183	0.02	2008
11	optimization(优化)	156	0.05	2010
12	strategy(策略)	150	0.06	2008
13	green logistics(绿色物流)	147	0.05	2010
14	vehicle routing problem(车辆路径问题)	140	0.06	2014
15	green(绿色)	140	0.11	2008

由表1可知:中文样本文献词频较高的关键词依次为碳排放、绿色物流、低碳经济,中心度较高的关键词依次为物流、低碳物流及路径优化,分别为0.56、0.50、0.44,对网络起有效支撑作用。由表2可知:外文样本文献词频较高的关键词依次为model、carbon emission、network design,中心度较高的关键词依次为reverse logistics、green、impact,分别为0.23、0.11、0.10,关键词的频次均大于100。

3.2 关键词聚类分析

对文献进行对数似然比(log likelihood ratio, LLR)检验算法的聚类分析,得到国内、外低碳物流样本文献的关键词聚类知识图谱如图4所示。

根据模块值 Q 和平均轮廓值 S 判断图谱绘制效果。一般 $Q \in [0, 1)$, $Q > 0.3$ 说明划分的结构显著; $S = 0.7$ 时,聚类是高效率且具有研究意义; $S > 0.5$ 时,认为该聚类合理^[28]。本研究中CNKI文献中关键词聚类知识图谱的 $Q_1 = 0.6$, $S_1 = 0.9$, WOS文献中关键词聚类知识图谱的 $Q_2 = 0.7$, $S_2 = 0.9$,说明国内、外低碳物流样本文献的知识图谱高效且具有一定的研究价值。

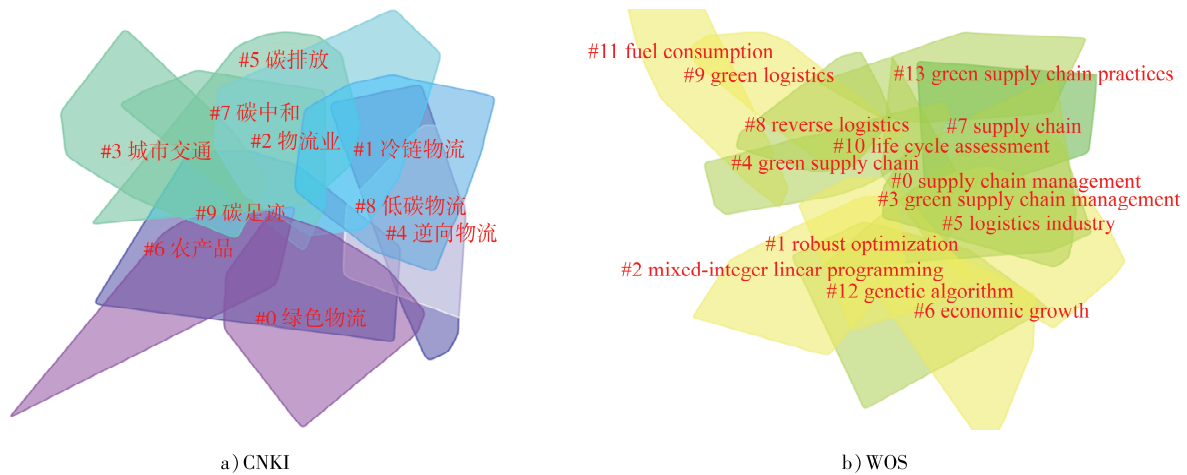


图4 国内、外低碳物流样本文献的关键词聚类知识图谱

根据关键词共现分析与关键词聚类知识图谱,从4个方面分析国内、外低碳物流的研究热点。

1) 低碳经济环境下物流业可持续发展策略研究。He等^[29]分析我国西部地区的物流公司,发现低碳意识缺失、政策法规不完善、物流专业人才稀缺、基础设施分配不合理、物流运营管理效率低下、运输方式无序是阻碍我国低碳物流发展的6个主要原因;翟勇洪^[30]探究低碳物流的发展问题,从低碳意识、法律法规、人才培养、企业物流管理、低碳物流基础建设与技术等多角度阐述低碳物流发展需解决的问题。

2) 路径优化及物流网络优化问题研究。有效开展路径优化工作可节约运输过程中的能源消耗,对控制运输成本与碳排放有重要作用^[31]。Guo等^[32]采用两阶段混合搜索算法确定车辆路径及离开客户时间节点,采用搜索算法解决低碳物流路径优化问题;廖伟等^[33]基于低碳背景,通过物流网络优化控制成本,考虑碳排放转换为碳成本的思路,实现物流网络成本与碳排放的平衡;李进等^[34]以旅行商问题(traveling salesman problem, TSP)为参考模型,建立物流配送路径优化模型,探讨碳交易等对物流配送路径策略、碳排放和总成本的影响。

3) 物流业碳排放测算及碳排放影响因素的研究。多采用联合国政府间气候变化专门委员会(intergovernmental panel on climate change, IPCC)推荐的方法测算碳排放^[35]。赵松岭等^[36]测算京津冀地区物流业的碳排放,发现地区各类能源碳排放最高的是柴油,其次是煤油;张义薇等^[37]建立对数平均迪氏指数(logarithmic mean divisia index, LMDI)分解模型研究经济、人口等对碳排放的影响,发现经济、产业、空间城市化均对物流业的碳排放变动的的影响为正向驱动;Quan等^[38]通过LMDI分解模型从碳排放系数、能源强度、能源结构、经济水平和人口规模5个方面分解碳排放的影响因素,其中经济增长是物流业碳排放增大的主要因素,其次是人口规模和能源结构,能源强度是主要的制约因素。加快能源结构调整,减少对煤炭等高碳排放的依赖,优化运输体系,提高物流效率,加强政企合作,制定合理政策措施可助力物流业走上低碳发展道路。

4) 低碳物流发展过程中的其他相关问题研究。包括农产品物流、冷链物流、逆向物流、低碳物流效果及效率等。农产品物流涉及产品保鲜问题,与冷链物流的研究内容基本一致;冷链物流的研究均涉及物流的路径优化问题,采用合适的算法计算碳排放成本、运输成本、制冷成本最低的路径;逆向物流是指整个产品生命周期中,完整、高效地利用产品和物资,获得产品的剩余价值,节约资源,实现绿色可持续发展。

国外低碳物流在碳税等方面的研究也是近15a的热点问题。碳税在遏制污染排放方面相较于其他缓解法规更有效,以指导为导向的绿色金融可产生资本和环境资源的优化配置效果^[39]。

3.3 研究趋势分析

CiteSpace采用突现词分析法统计短时间内被引频次较高的关键词。根据突现词的起始年份、终止年份及突现强度,可有效探究某一时期的研究热点,并预测演进趋势^[40]。基于CiteSpace突现词检测功

能,得到国内、外低碳物流领域突现强度较高的20个关键词,如表3、4所示。

表3 低碳物流中文文献突现强度较高的关键词

序号	关键词	突现强度	突现时间	序号	关键词	突现强度	突现时间
1	绿色物流	23.84	2008—2010年	11	影响因素	3.77	2016—2022年
2	循环经济	8.06	2008—2011年	12	碳税	3.91	2017—2022年
3	策略	8.47	2008—2014年	13	碳交易	3.00	2017—2019年
4	物流	4.78	2008—2011年	14	绿色发展	2.96	2017—2022年
5	物流活动	4.04	2009—2011年	15	多式联运	8.27	2018—2022年
6	低碳经济	19.88	2010—2012年	16	路径优化	7.54	2018—2022年
7	低碳物流	6.80	2010—2014年	17	遗传算法	6.08	2018—2022年
8	发展模式	2.84	2014—2014年	18	冷链物流	4.41	2018—2022年
9	碳排放	9.41	2016—2020年	19	物流工程	2.95	2018—2022年
10	碳足迹	5.24	2016—2018年	20	蚁群算法	3.54	2019—2020年

表4 低碳物流外文文献突现强度较高的关键词

序号	关键词	突现强度	突现时间
1	enviromanagement management(环境管理)	5.76	2008—2016年
2	reverse logistics(逆向物流)	5.18	2008—2013年
3	netwoek design(网络设计)	6.58	2009—2014年
4	product recovery(产品恢复)	8.88	2012—2016年
5	social responsibility(社会责任)	4.09	2012—2015年
6	supply chain management(供应链管理)	3.57	2012—2013年
7	issue(问题)	5.20	2013—2016年
8	logistics(物流)	4.26	2013—2014年
9	analytic hierarchy proce(层次分析程序)	3.55	2013—2017年
10	cost(成本)	3.83	2014—2017年
11	energy efficiency(能量效率)	3.59	2015—2018年
12	competitive advantage(竞争优势)	3.40	2015—2018年
13	carbon dioxide emission(二氧化碳排放)	3.19	2015—2018年
14	institutional pressure(制度压力)	3.73	2017—2018年
15	formulation(规划)	3.37	2017—2018年
16	resource based view(资源基础理论)	3.92	2018—2019年
17	driver(驱动因素)	3.61	2018—2019年
18	location(位置)	3.36	2018—2019年
19	logistics industry(物流业)	4.81	2020—2022年
20	economic growth(经济增长)	3.66	2020—2022年

由表3可知:根据突现时间可知冷链物流、算法(遗传算法、蚁群算法)、路径(路径优化、多式联运)问题及影响因素、碳交易(碳税、碳交易)是国内近几年的研究重点;国内低碳物流研究发展分2个阶段,2008—2018年,研究较集中于绿色物流、低碳经济,低碳物流策略,2018—2022年研究内容包括碳排放、碳税、碳交易的提出及采用算法与模型解决物流路径规划相关问题。由表4可知:国外低碳物流近几年

突现词多围绕物流业、经济增长等;国外低碳物流研究发展分3个阶段,2008—2013年主要研究环境管理问题、供应链管理、逆向物流及物流网络设计,2013—2018年研究热点为碳排放、能量效率、制度压力、物流成本问题等,2018—2022年主要研究驱动因素、位置及经济增长等问题。

4 结束语

为探究低碳物流领域的研究现状及研究趋势,采用可视化文献分析软件 CiteSpace 对低碳物流相关文献进行描述性统计分析及聚类分析。国内、外低碳物流文献的年发文量均呈上升态势,国内学者尚未形成良好的合作网络关系;低碳物流的研究热点具有动态变化的特点,国内、外对低碳物流的共同研究热点是冷链物流、路径优化、效率评价等,但侧重点略有不同,国外研究涉及经济、数学、计算机等多学科,研究技术发展较快,国内低碳物流的研究多基于数学模型的应用,缺少低碳物流的实证分析。

在网络高速发展背景下,国内学者及机构可借助网络构建知识共享合作平台,加强科研合作及学术交流,提高低碳物流领域的研究水平,以低碳物流为核心带动经济社会低碳发展。

参考文献:

- [1] 中国石油天然气集团公司. 中国石油天然气集团公司年鉴(2022 简本)[M]. 北京:石油工业出版社,2022.
- [2] FEI T, ZANG L Y. Low carbon logistics distribution route optimization research based on improved ant colony algorithm [J]. Bulgarian Chemical Communications, 2016, 48: 205-210.
- [3] 胡啸云. 湖北省物流业碳排放规模及其影响因素研究[D]. 武汉:湖北大学,2018.
HU Xiaoyun. Research on the scale and influence factors of Hubei logistics industry's carbon emissions[D]. Wuhan, Hubei University, 2018.
- [4] YUAN C Q, XU J. China's low carbon competitiveness: an assessment based on international comparison[J]. International Journal of Global Warming, 2017, 11(4): 390-411.
- [5] 习近平. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话[EB/OL]. (2020-09-22) [2022-08-19]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/i/jyj/m/202009/20200903003397.shtml>.
- [6] 中华人民共和国国务院. 国务院关于印发 2030 年前碳达峰行动方案的通知[EB/OL]. (2021-10-26) [2022-08-19]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2021-10/26/content_5644984.htm.
- [7] 徐旭. 低碳物流的内涵、特征及发展模式[J]. 商业研究, 2011(4): 183-187.
XU Xu. Content, features and development model of low-carbon logistics[J]. Commercial Research, 2011(4): 183-187.
- [8] CHEN Y C, ZHANG M Y, ZHANG Y H. Evaluation of the development level of low-carbon logistics in Beijing[J]. Environmental Engineering and Management Journal, 2015, 14(8): 1829-1836.
- [9] 张华. 京津冀协同发展视角下的低碳物流发展对策探析[J]. 改革与战略, 2016, 32(9): 118-120.
ZHANG Hua. Study on countermeasures of low carbon logistics development from the perspective of Beijing-Tianjin-Hebei collaborative development[J]. Reformation & Strategy, 2016, 32(9): 118-120.
- [10] GU L, XI L, WEN S. Exploration on the lowcarbon strategy based on the evolutionary game between the government and highway logistics enterprises[J]. Agro Food Industry Hi Tech, 2017, 28(1): 1796-1800.
- [11] 熊桂武. 物流交通多式联运低碳运输规划研究[J]. 计算机仿真, 2016, 33(6): 149-153.
XIONG Guiwu. Multimodeltransportation planning of low carbon logistics [J]. Computer Simulation, 2016, 33(6): 149-153.
- [12] ZHANG L Y, TSENG M L, WANG C H, et al. Low-carbon cold chain logistics using ribonucleic acid-ant colony optimization algorithm[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 233: 169-180.
- [13] 张婉丽, 盛武. 我国绿色煤炭知识图谱构建与分析[J]. 华北科技学院学报, 2022, 19(2): 63-70.
ZHANG Wanli, SHENG Wu. Construction and analysis of knowledge map of green coal in China[J]. Journal of North China Institute of Science and Technology, 2022, 19(2): 63-70.
- [14] 侯剑华, 胡志刚. CiteSpace 软件应用研究的回顾与展望[J]. 现代情报, 2013, 33(4): 99-103.
HOU Jianhua, HU Zhigang. Review on the application of Citespace at home and abroad [J]. Journal of Modern

- Information, 2013, 33(4): 99-103.
- [15] 刘艳,王正荣,钱坤.我国绿色供应链研究的演变与新兴趋势:基于CSSCI文献的CiteSpace可视化分析[J].科技管理研究,2019,39(21):200-207.
LIU Yan, WANG Zhengrong, QIAN Kun. The evolution and emerging trend of China's green supply chain research: visual analysis of CiteSpace based on CSSCI literatures [J]. Science and Technology Management Research, 2019, 39(21): 200-207.
- [16] 云小鹏.基于CNKI和CiteSpace的应急管理研究进展与展望[J].中国安全科学学报,2022,32(8):185-193.
YUN Xiaopeng. Research progress and prospect of emergency management based on CNKI and CiteSpace [J]. China Safety Science Journal, 2022, 32(8): 185-193.
- [17] 宗淑萍.基于普赖斯定律和综合指数法的核心著者测评:以《中国科技期刊研究》为例[J].中国科技期刊研究,2016,27(12):1310-1314.
ZONG Shuping. Evaluation of core authors based on Price law and the comprehensive index method: a case study of Chinese Journal of Scientific and Technical Periodicals [J]. Chinese Journal of Scientific and Technical Periodicals, 2016, 27(12): 1310-1314.
- [18] 徐红星.《中国科技期刊研究》2008—2012年核心作者群的分析研究[J].中国科技期刊研究,2013,24(6):1074-1078.
- [19] CHEN G, GOVINDAN K, GOLIAS M M. Reducing truck emissions at container terminals in a low carbon economy: proposal of a queueing-based bi-objective model for optimizing truck arrival pattern [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2013, 55: 3-22.
- [20] SONG S, GOVINDAN K, XU L, et al. Capacity and production planning with carbon emission constraints [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2017, 97: 132-150.
- [21] BAI C G, ZHU Q Y, SARKIS J. Supplier portfolio selection and order allocation under carbon neutrality: introducing a "Cool"ing model [J]. Computers & Industrial Engineering, 2022, 170: 108335.
- [22] JABBOR A B, JABBOR C J, SARKIS J, et al. Fostering low-carbon production and logistics systems: framework and empirical evidence [J]. International Journal of Production Research, 2021, 59(23): 7106-7125.
- [23] 袁长伟,赵潇,孙璐.中国交通运输碳排放效率测度及收敛性研究[J].环境科学与技术,2019,42(12):222-229.
YUAN Changwei, ZHAO Xiao, SUN Lu. Research on measurement and convergence of transport carbon emission efficiency in China [J]. Environmental Science & Technology, 2019, 42(12): 222-229.
- [24] 袁长伟,刘珂,芮晓丽.基于灰色关联的交通碳排放与能耗空间分析[J].环境科学与技术,2019,42(3):158-164.
YUAN Changwei, LIU Ke, RUI Xiaoli. Spatial analysis on traffic carbon emission and energy consumption based on grey relational model [J]. Environmental Science & Technology, 2019, 42(3): 158-164.
- [25] 姚坤,杨斌,朱小林.考虑时变交通状况的低碳车辆路径优化[J].计算机工程与应用,2019,55(3):231-237.
YAO Kun, YANG Bin, ZHU Xiaolin. Low-carbon vehicle routing problem based on real-time traffic conditions [J]. Computer Engineering and Applications, 2019, 55(3): 231-237.
- [26] 张旭,张海燕,袁旭梅,等.双重不确定下低碳多式联运路径优化研究[J].北京交通大学学报(社会科学版),2022,21(2):113-121.
ZHANG Xu, ZHANG Haiyan, YUAN Xumei, et al. Path optimization of low-carbon multimodal transportation under dual uncertainty [J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition), 2022, 21(2): 113-121.
- [27] 李杰,赵旭东,王玉霞,等.我国电子商务物流配送研究热点与趋势分析[J].商业经济研究,2017(17):90-92.
- [28] 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.
CHEN Yue, CHEN Chaomei, LIU Zeyuan, et al. The methodology function of CiteSpace mapping knowledge domains [J]. Studies in Science of Science, 2015, 33(2): 242-253.
- [29] HE Z G, CHEN P, LIU H T, et al. Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: a case study in China [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 156: 395-405.
- [30] 翟勇洪.低碳经济视角下的现代物流发展策略研究[J].现代管理科学,2013(6):87-89.
- [31] 周若瑜.纺织品电子商务低碳物流的选址-路径问题探析[J].上海纺织科技,2022,50(8):56-59.
ZHOU Ruoyu. Analysis of location-routing problems for low-carbon logistics of textile ecommerce [J]. Shanghai Textile

- Science & Technology, 2022,50(8):56-59.
- [32] GUO X L, ZHANG W, LIU B B. Low-carbon routing for cold-chain logistics considering the time-dependent effects of traffic congestion[J]. Transportation Research Part D:Transport and Environment, 2022,113:103502.
- [33] 廖伟,潘瑶,贺政纲,等. 考虑碳交易的销售物流网络优化[J]. 统计与决策,2013(12):176-179.
- [34] 李进,张江华. 碳交易机制对物流配送路径决策的影响研究[J]. 系统工程理论与实践,2014,34(7):1779-1787.
LI Jin, ZHANG Jianghua. Study on the effect of carbon emission trading mechanism on logistics distribution routing decisions[J]. Systems Engineering:Theory & Practice, 2014,34(7):1779-1787.
- [35] 李创,咎东亮. 基于LMDI分解法的我国运输业碳排放影响因素实证研究[J]. 资源开发与市场,2016,32(5):518-521.
LI Chuang, ZAN Dongliang. Empirical study on influence factors of carbon emissions in China's transportation industry based on LMDI decomposition method[J]. Resource Development & Market,2016,32(5):518-521.
- [36] 赵松岭,杨子夜. 京津冀物流业碳排放量测算及低碳协同发展机制研究[J]. 生态经济,2019,35(10):42-45.
ZHAO Songling, YANG Ziyue. Research on carbon emission measurement and low carbon synergy development mechanism of Beijing-Tianjin-Hebei logistics industry[J]. Ecological Economy,2019,35(10):42-45.
- [37] 张义薇,苗成林. 城市化对长三角地区物流业碳排放影响因素分解研究[J]. 绥化学院学报,2022,42(8):1-5.
- [38] QUAN C G, CHENG X J, YU S S, et al. Analysis on the influencing factors of carbon emission in China's logistics industry based on LMDI method[J]. Science of the Total Environment, 2020,734:138473.
- [39] TONG J, YUE T, XUE J. Carbon taxes and a guidance-oriented green finance approach in China: path to carbon peak[J]. Journal of Cleaner Production, 2022,367:133050.
- [40] 王贺霏,蒋云云,傅博. 基于CiteSpace的人脸识别研究文献可视化图谱分析[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2022,40(5):710-719.
WANG Hefei, JIANG Yunyun, FU Bo. Analysis of visualized atlas of face recognition research literature based on CiteSpace[J]. Journal of Jilin University(Information Science Edition),2022,40(5):710-719.

Construction and analysis of low-carbon logistics knowledge map

HAO Junxiang, SHENG Wu*

School of Economics and Management, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232000, China

Abstract: In order to grasp the research dynamics and trends of domestic and international low-carbon logistics, relevant literature is collected from China National Knowledge Infrastructure (CNKI) and Web of Science (WOS) core collections. The knowledge graph is drawn using the visualization literature analysis software CiteSpace to summarize the research status, hotspots, and frontier trends in the field of low-carbon logistics. The results show that the annual publication volume of domestic and international low-carbon logistics literature is increasing, with a higher growth rate and research author cooperation network density in international publications. The research hotspots both domestically and internationally mainly focus on low-carbon logistics development strategies, carbon emissions and influencing factors, and path optimization. The research hotspots in domestic low-carbon logistics field include path optimization, influencing factors, and carbon trading, while the research hotspots in international low-carbon logistics field include logistics industry, economic growth, and driving factors. It is recommended that domestic scholars strengthen scientific research cooperation and academic exchanges to improve the level of technical research and interdisciplinary research in the field of low-carbon logistics.

Keywords: low-carbon logistics; knowledge graph; CiteSpace; hotspot and frontier

(责任编辑:赵玉真)