

# 国内低空物流领域的研究现状及热点

## ——基于CiteSpace的可视化分析

陈芷晴, 郑少峰

福建理工大学交通运输学院, 福建 福州

收稿日期: 2025年12月8日; 录用日期: 2025年12月22日; 发布日期: 2026年2月6日

### 摘要

低空物流作为低空经济的核心领域, 在推动低空经济整体发展中占据主要地位。为深入了解国内低空物流领域的研究现状、热点和未来趋势, 本文以中国知网(CNKI)所收录的2007~2025年期间的相关期刊和论文为样本, 借助计量可视化工具CiteSpace软件, 可视化分析该领域文献的发表现状、研究热点以及演进趋势。结果表明, 低空物流的研究与实践正在进入一个前所未有的高速发展期。

### 关键词

低空物流, CiteSpace, 物流无人机, 物流, 低空经济

# Research Status and Hot Spots in the Field of Domestic Low-Altitude Logistics

## —Visual Analysis Based on CiteSpace

Zhiqing Chen, Shaofeng Zheng

School of Transportation, Fujian University of Technology, Fuzhou Fujian

Received: December 8, 2025; accepted: December 22, 2025; published: February 6, 2026

### Abstract

As a core area of the low-altitude economy, low-altitude logistics plays a major role in promoting the overall development of the low-altitude economy. To gain an in-depth understanding of the current research status, hotspots, and future trends in the domestic low-altitude logistics field, this paper uses relevant journals and papers from 2007 to 2025 collected by China National Knowledge Infrastructure (CNKI) as samples. With the help of the bibliometric visualization tool CiteSpace, the publication

status, research hotspots, and evolution trends of literature in this field are visually analyzed. The results indicate that research and practice in low-altitude logistics are entering an unprecedented period of rapid development.

## Keywords

Low-Altitude Logistics, CiteSpace, Logistics UAV, Logistics, Low-Altitude Economy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着全球科技革命与产业变革的深入推进,传统物流模式受地面交通拥堵、地理环境限制等因素制约,难以满足高效、便捷的物流需求。而低空物流借助无人机集群调度、智能空管系统等技术突破,展现出颠覆传统地面物流模式的巨大潜力。

低空物流是指在数字经济时代,依托无人机、智能管控系统等数字技术,在低空空域(通常指海拔120米以下空间)开展的货物运输与配送活动,是物流产业向三维空间延伸的新型业态[1]。其核心特征在于突破传统地面物流的二维平面限制,通过构建“空中运输走廊”实现货物的垂直高效流动。因此,本文系统分析该领域的研究现状,准确把握其前沿热点,对于推动低空物流从示范试点走向规模化商业运营具有重要的理论价值和现实意义。

## 2. 数据获取与研究方法

### 2.1. 数据获取

本文以中国知网(CNKI)作为数据来源,并以“低空物流”这一主题展开检索,检索范围为总库,中英文扩展,时间不限;来源类别为北大核心、AMI、WJSJ、EI、CSSCI、CSCD等,通过检索初步找到439篇文献。为确保数据的准确性和可靠性,对初步检索的文献进行筛选,剔除了会议通知、卷首语、相关征文等与研究主题不相关的文献135篇,最终得到有效文献304篇,以Refworks格式导出,数据检索时间为2025年11月20日。

### 2.2. 研究方法

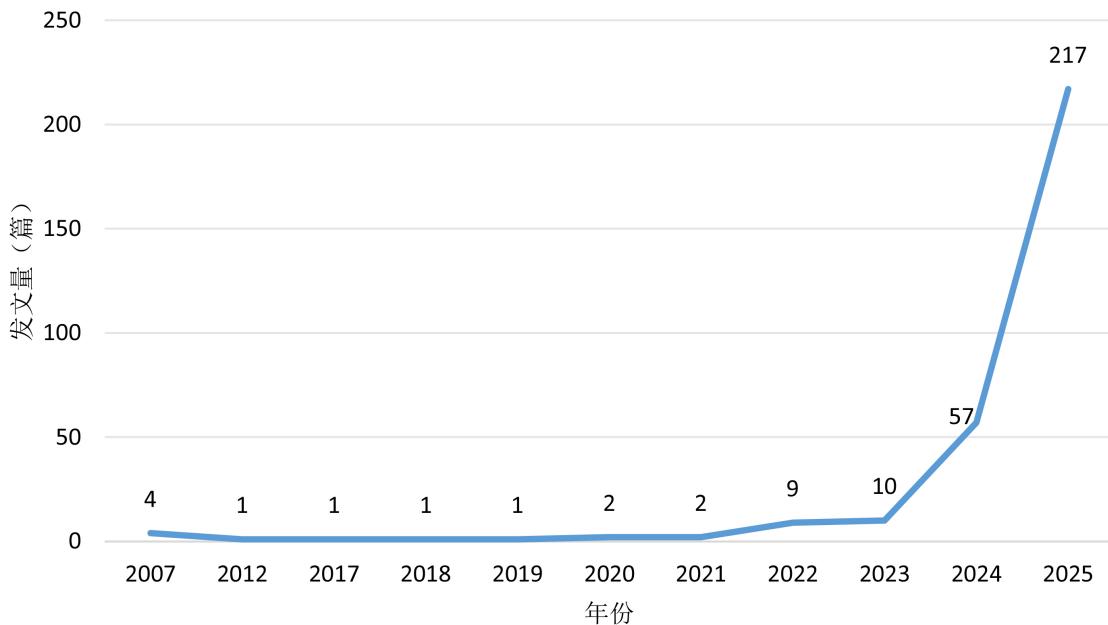
本文采用文献计量法[2],对CNKI数据库中筛选出的有效文献进行深入分析,并利用CiteSpace可视化分析工具[3],展示了我国低空物流领域的研究现状、热点以及发展趋势。通过计算和统计,本文绘制出了关键词、共现词、聚类词等一系列可视化图谱。于宏观层面,全面且清晰地呈现了国内低空物流领域的文献发表现状、研究热点、演变轨迹及未来发展趋势。

## 3. 低空物流领域研究基本情况

### 3.1. 文献发文量分析

发文数量可以衡量学者们对某一领域的研究程度,通过对低空物流领域的年发文数量进行统计分析可以直观地反映出该领域研究的变化趋势。根据现有的文献资料分析可知,2007年至2025年期间,国内

学者在低空物流领域的年发文量变化趋势如图 1 所示。本文将该研究趋势分为两个阶段: 第一阶段(2007~2022 年), 该领域相关学术研究的发文量始终处于个位数水平, 呈现出相对平稳且低量的态势。说明在此阶段, 低空物流更多是一个前瞻性概念或极少数科研机构的前沿探索; 第二阶段(2023~2025 年), 国内相关论文发表量呈现近乎垂直的飙升态势, 其背后原因是 2023 年 12 月, 中央经济工作会议将“低空经济”列为战略性新兴产业; 2024 年 3 月“低空经济”首次被写入政府工作报告, 意味着其上升为国家战略。而低空物流作为低空经济的重要领域, 全国多省相继出台相关政策, 这标志着该领域迎来了关键的“转折点”, 2025 年的峰值更是标志着低空物流的研究与实践正在进入一个前所未有的高速发展期。



**Figure 1.** Annual distribution trend of publications from 2007 to 2025  
**图 1.** 2007~2025 年文献年度发文分布趋势

### 3.2. 发文作者情况分析

发文作者是科学的研究的主体, 通过对作者的发文量和作者间的合作进行分析, 可以识别相关研究领域的核心作者及彼此间的合作关系[4]。利用 CiteSpace 可视化工具对作者进行图谱分析得到作者发文数量, 如表 1 所示。在低空物流领域中发文的作者排在前列的有陈柳钦(8 篇)、梁狄和李梅团队(6 篇)、林中明(5 篇)和黄武(4 篇), 发表 2 篇文献的作者共有 35 位。

**Table 1.** Statistical table of Top 20 authors by number of publications  
**表 1.** 前 20 位作者发文数量统计表

序号	发文作者	首次发文年份	发文数量/篇	序号	发文作者	首次发文年份	发文数量/篇
1	陈柳钦	2025	8	11	许卫卫	2020	2
2	梁狄	2025	6	12	Zhang, Honghai	2025	2
3	李梅	2025	6	13	朱克力	2025	2
4	林中明	2025	5	14	曾凡雷	2025	2
5	黄武	2025	4	15	Tian, Tian	2023	2

续表

6	杨柏	2007	3	16	张龙枝	2025	2
7	赵光辉	2025	3	17	程洁	2023	2
8	张洪海	2020	3	18	孙一珩	2025	2
9	Li, Xudong	2024	3	19	张连东	2022	2
10	王改	2025	2	20	李峻磊	2024	2

根据普赖斯定律  $N \approx 0.749 \times \sqrt{N_{\max}}$ ，将最高发文量  $N_{\max} = 8$  代入，得  $N \approx 2.12$ ，所以将发文量大于 2 的作者列为高产作者，共发文 93 篇，占总数的 30.59%，与普赖斯定律的 50% 还有差距。可见，对于低空物流领域的应用研究尚未形成真正意义上的核心作者群。

合作作者可以在作者合作网络中揭示不同作者在一定研究领域内的研究联系[5]，如图 2 所示，学者陈柳钦在共现图中处于显著位置，凸显了其在低空物流领域具有较高的学术影响力，学者梁狄、李梅也是该领域的核心作者之一，并且张洪海在共现图谱中呈现出较为突出的连接关系，表明该学者在该领域内有较多的合作。

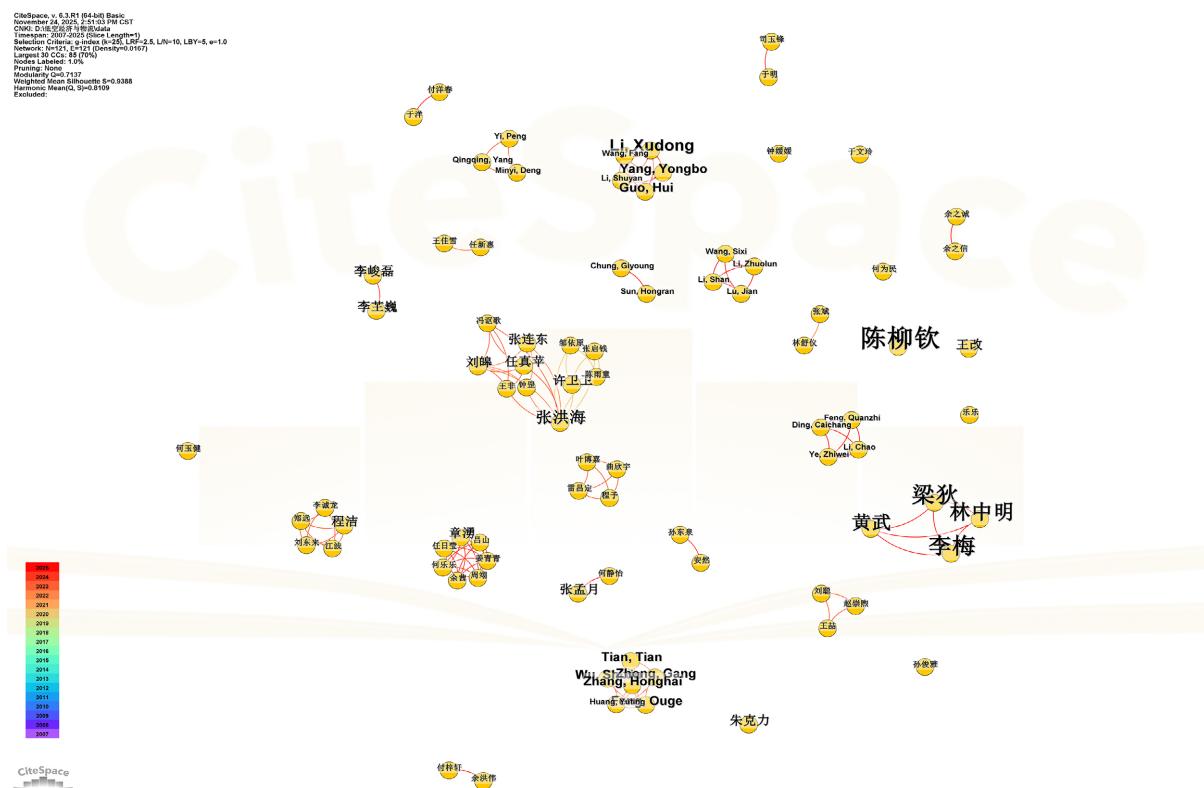


Figure 2. Co-occurrence map of article authors  
图 2. 发文作者共现图谱

尽管核心学者的影响力较大，但整体的合作网络较为松散，表明该领域的学者各自独立研究较多，跨机构或跨学者的合作研究还不够广泛。因此，应鼓励不同地区、不同研究方向的学者进行交流和合作，共同促进低空物流领域合作网络的形成。

## 4. 文献研究热点可视化分析

### 4.1. 关键词共现分析

通过运用 CiteSpace 软件对样本文献展开关键词(Keyword)分析工作, 从而生成国内低空物流领域的关键词共现网络图谱, 如图 3 所示。从图中可以看出, 节点数量为 219, 连线数量为 349 条, 网络密度值为 0.0146。

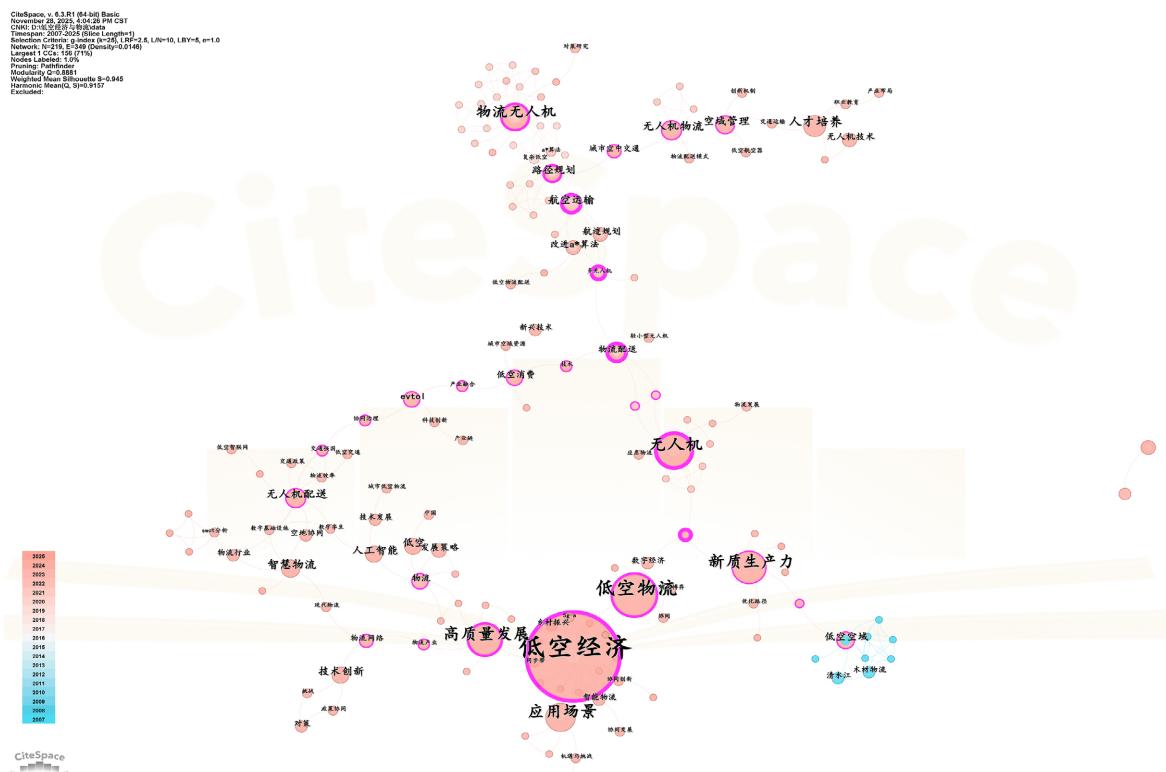


Figure 3. Co-occurrence map of research keywords in the low-altitude logistics field  
图 3. 低空物流领域研究关键词共现图谱

在关键词共现网络图谱中节点代表文献关键词, 节点大小表示关键词出现的频次, 节点越大就表明该关键词在数据文献中出现的频次越高, 为高频关键词; 此外, 在关键词共现网络图谱中, 关键词中心度也是分析关键词的重要指标, 中心度值的大小表明该关键词的重要程度以及与其他关键词的关联程度。将关键词出现的频次与中心度结合进行综合分析, 能更准确直观地分析低空物流领域的研究热点和前沿发展趋势。低空物流领域的高频关键词分布见表 2。其中, “低空经济”、“低空物流”、“无人机”、“高质量发展”等关键词出现频率较高, 显然已经成为该领域较为显著的标签。

Table 2. Top 30 high-frequency keyword distribution

表 2. 高频关键词分布 Top 30

序号	关键词	频数	中心度	序号	关键词	频数	中心度
1	低空经济	150	0.73	16	发展策略	4	0
2	低空物流	37	0.16	17	航迹规划	4	0.01
3	无人机	22	0.13	18	物流	4	0

续表

4	应用场景	18	0.03	19	低空消费	4	0
5	人才培养	9	0.01	20	物流网络	3	0
6	智慧物流	8	0.03	21	数字经济	3	0
7	空域管理	6	0	22	新兴技术	3	0
8	路径规划	6	0.09	23	乡村振兴	3	0
9	低空	6	0.03	24	木材物流	3	0
10	人工智能	6	0	25	广西	3	0
11	航空运输	6	0.06	26	智能物流	3	0
12	技术创新	6	0	27	物流行业	3	0
13	低空空域	5	0.11	28	技术发展	3	0
14	low-altitude logistics	5	0.01	29	清水江	3	0
15	物流配送	5	0.1	30	多无人机	3	0

#### 4.2. 关键词聚类分析

在关键词共现图谱的基础上, 结合聚类分析可以考察低空物流领域研究的内部结构关系[6]。在关键词聚类分析部分, 本文采用对数似然比(LLR, Log-Likelihood Ratio)方法进行聚类。经过筛选, 选择了最主要的9个聚类进行分析, 依次为: #0 物流无人机、#1 物流、#2 应用场景、#3 low-altitude logistics、#4 无人机配送、#5 空域管理、#6 无人机、#7 低空物流、#8 低空消费。聚类编号顺序从0到8, 编号数字越大, 说明聚类中包含的关键词数量越少, 具体结果见图4。

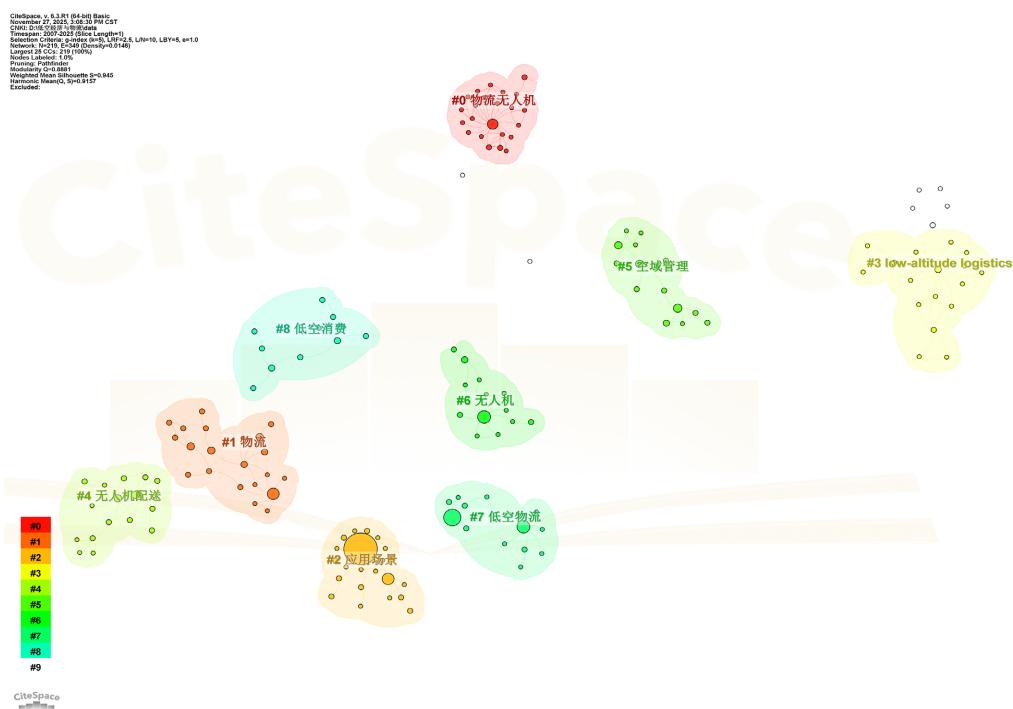


Figure 4. Keyword clustering map

图4. 关键词聚类图谱

研究发现, 可以将以上 9 个聚类进行分类, 分为 4 个主题。主题 1 技术与载具(#0 物流无人机、#4 无人机配送、#6 无人机); 主题 2 应用于场景(#2 应用场景); 主题 3 空域和相关规则(#5 空域管理); 主题 4 概念与体系(#1 物流、#3 low-altitude logistics、#7 低空物流、#8 低空消费)。可以看出主题 1 是最核心的聚类, 关注无人机物流的技术可行性与经济优势; 主题 2 主要研究无人机物流在末端配送、医疗急救和山区等场景下的可行性与实践; 主题 3 则聚焦于如何对低空空域进行有效、安全的管理; 主题 4 则是对整个概念体系、发展模式以及经济影响进行研究。

由图 4 可知, Modularity Q(模块值)=0.8881, Mean Silhouette S(平均轮廓值)=0.945。其中, 聚类模块值  $Q > 0.3$ , 表示聚类结构显著, 网络的聚类效果较好; 聚类平均轮廓值  $S > 0.7$ , 表明聚类高度集中且有实际的研究意义[7]。可见关键词聚类模块划分较为合理, 每个聚类中的文献研究方向、重点和主要内容具有同质性, 可以用作聚类分析, 具有研究意义。同时说明了这些聚类并非孤岛, 聚类模块的位置、距离以及连线揭示了不同主题的关联强度, 共同构建了“低空物流”研究的知识网络。

### 4.3. 关键词演进分析

通过运行 CiteSpace 软件, 生成关键词的时间线图谱[8], 更直观反映国内低空物流领域研究发展脉络。如图 5 所示, 横轴表示时间演进, 纵轴显示研究主题分类, 清晰展现了研究热点的动态发展轨迹[9]。可以看出, 低空经济、物流无人机、低空物流、新质生产力、高质量发展等关键词跨越整个 2020~2025 年样本研究时间区间。

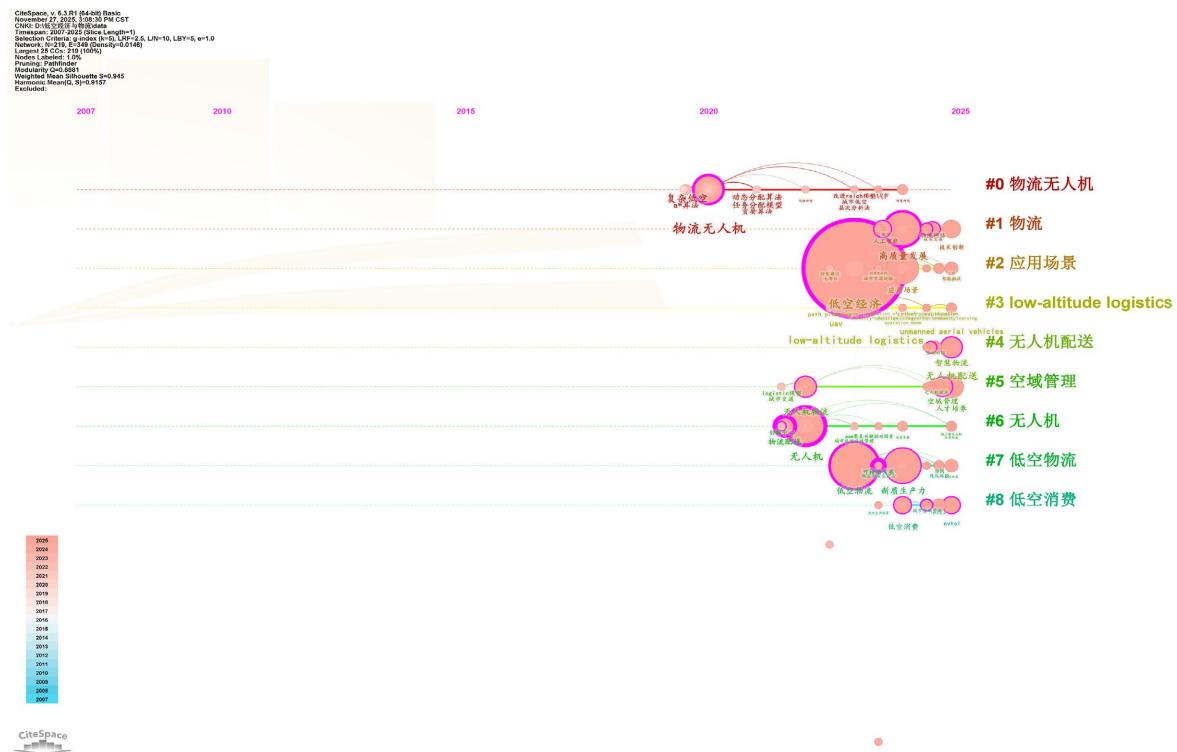


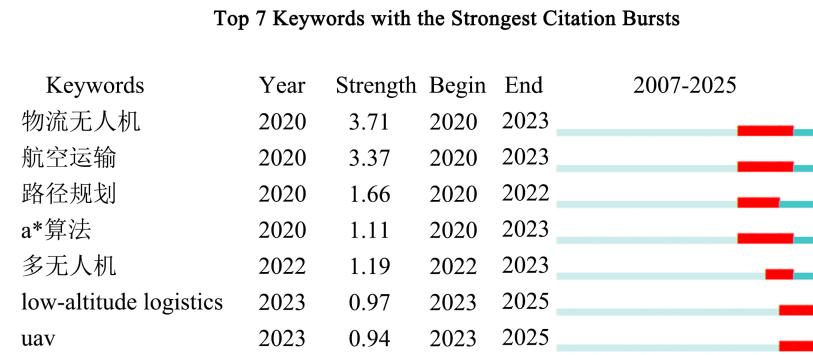
Figure 5. Keyword timeline map

图 5. 关键词时间线图谱

### 4.4. 突变词分析

突变词是指某一段时间段内大量出现或频次增长率明显提高的关键词, 有助于分析研究对象的研究

热点与趋势。根据样本文献数据年度分布以及 CiteSpace 软件检索出的 7 个突变关键词(如图 6 所示), 可以看出“物流无人机”关键词的强度最大, 大体上表明物流无人机为该阶段的研究热点和关注重点。航空运输紧随其后, 表明研究将无人机物流视为航空运输体系的一个新分支或补充。2023 年出现“low-altitude logistics”和“uav”这两个关键词, 这表示研究更加深入和概念化, 开始构建“低空物流”这一专业领域。



**Figure 6.** Mutation word statistics chart  
**图 6.** 突变词统计图

## 5. 结论与展望

### 5.1. 结论

2021 年, 低空经济的概念首次被写入国家层面规划; 2024 年 3 月, 全国两会首次将低空经济写入政府工作报告[10], 报告明确提出: “积极打造生物制造、商业航天、低空经济等新增长引擎”。这一举动标志着低空经济成为国家经济发展的重点方向, 进入了全面加速发展的新阶段。同时这也促进了低空物流进入飞速发展时期。本文运用 CiteSpace 可视化软件, 针对国内低空物流领域 2007~2025 年的研究文献进行可视化分析, 得到如下结论:

**发文量分析:** 随着国家对低空经济的高度重视, 物流低空领域成为战略性新兴产业的竞争高地。2023 年至今为低空物流飞速发展时期, 而 2025 年的峰值更是标志着低空物流的研究与实践正在进入一个前所未有的高速发展期。

**研究作者分析:** 低空物流领域的应用研究尚未形成真正意义上的核心作者群, 但低空物流领域目前正处在一个研究热潮的起点。陈柳钦等作者从 2025 年开始集中爆发了大量研究成果, 这预示着该领域具有巨大的发展潜力和研究价值。且尽管核心学者的影响力较大, 但整体的合作网络较为松散, 表明该领域的学者各自独立研究较多, 跨机构或跨学者的合作研究还不够广泛。

**研究热点与研究趋势分析:** 低空物流领域的热点主要是低空经济、低空物流、无人机、高质量发展。低空物流领域的主题研究脉络主要是低空经济、物流无人机、低空物流、新质生产力。低空物流领域的研究趋势主要是物流无人机、航空运输。因此, 需要重视当前的研究热点及趋势, 从而推动低空物流的发展。

低空物流作为低空经济应用中较为成熟的领域之一, 不仅成为学界与产业界共同关注的焦点, 更扮演着牵引整个低空经济生态发展的“先行者”角色。未来, 随着技术创新、资源共享与跨行业协作的深化[11], 其研究核心正从单纯的飞行器技术, 升维至构建一个“基础设施网络化、运营管理智能化、商业生态社会化”的全新物流范式。这不仅是运输工具的替代, 更是一场关于效率、可达性与成本的系统性革命, 旨在铸就未来智慧城市的关键基础设施。

## 5.2. 展望

低空物流是低空经济领域衍生出的新业态, 能解决传统地面物流路线灵活度不足、运营成本高的问题[12]。当前我国低空物流在政策支持、技术创新与市场需求驱动下, 应用场景不断拓展、产业规模快速增长, 但仍面临政策法规不健全、核心技术有短板、基础设施不足、市场生态不成熟等多重挑战。

未来, 需完善标准体系与安全监管框架, 推动产业生态开放融合; 加快制定低空物流技术标准与操作规范, 统一关键设备的技术接口与通信协议, 打破行业技术壁垒[13]; 建立完善的教育体系, 提高人才培养质量; 加强校企合作, 推动产学研一体化, 提高人才的专业技能和综合素质; 加大政府对技术研发的投入, 鼓励企业增加研发支出[14]。相信随着技术突破与生态完善, 我国低空物流将在全球产业竞争中占据主导地位, 成为经济高质量发展的新增长极。

## 基金项目

福建省教育厅研究生教研项目基于“新工科”实验室的产学研用深度融合研究(FBJG20220116)。

## 参考文献

- [1] 范仁军, 魏进. 数字经济时代下我国低空物流发展现状及创新发展策略研究[J]. 物流科技, 2025, 48(17): 67-69.
- [2] 王婧雅, 李敏, 陈力勤. 文献计量视域下国内外氢燃料电池研究热点、趋势与演进[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2025, 41(6): 79-86, 94.
- [3] 郭宗旭, 贾静, 张与罗, 等. 数字物流研究的现状、热点及展望——基于 CiteSpace 的可视化分析[J]. 物流科技, 2025, 48(16): 92-96.
- [4] 古贞. 中国智慧物流和智能物流的研究现状、热点及趋势分析——基于 CiteSpace 和 CNKI 的可视化分析[J]. 供应链管理, 2023, 4(3): 60-71.
- [5] 万永坤, 李轩, 何帅. 基于 CiteSpace 的国内现代物流研究可视化分析[J]. 物流研究, 2025(5): 66-72.
- [6] 王春娟, 李晓婉, 许璐瑶. 中国绿色物流研究的现状、热点及趋势——基于 CiteSpace 可视化工具知识图谱分析[J]. 物流研究, 2024(5): 15-23.
- [7] 陶玉莲, 郑少峰. 人工智能应用于物流领域的研究现状及热点——基于文献和专利的可视化分析[J]. 物流工程与管理, 2024, 46(2): 23-28.
- [8] 黄凯, 王健. 基于文献计量的国内区域物流研究现状及热点可视化分析[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2020, 22(2): 86-95, 117.
- [9] 石亚琦, 魏田正. 基于 CiteSpace 的国内外冷链物流配送路径优化研究[J]. 农业装备与车辆工程, 2025, 63(7): 140-149.
- [10] 李佳莉, 詹堪腾, 陈松涛. 基于熵权-TOPSIS 法的广东省低空经济发展指标构建及分析[J]. 商展经济, 2025(21): 32-36.
- [11] 陈柳钦. 低空经济与智慧物流融合: 路径、挑战与对策[J]. 新疆财经, 2025(5): 50-58.
- [12] 薛信聪. 低空物流行业的数据安全挑战与改进对策[J]. 中国信息安全, 2025(10): 48-50.
- [13] 杨小花, 兰精灵, 陈嘉仪. 低空经济背景下数字金融赋能物流业高质量发展[J]. 中国物流与采购, 2025(21): 115-116.
- [14] 李芏巍, 李峻磊, 甘盖凡, 等. 低空飞行在航空物流领域的机遇和挑战[J]. 供应链管理, 2024, 5(8): 47-62.