Statistics and Application 统计学与应用, 2026, 15(11), 48-58
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/sa
https://doi.org/10.12677/sa.2026.1511243

Hans汉斯

智能仓储领域研究热点与演化趋势分析

——基于CNKI文献的CiteSpace可视化研究

蒋雨洁[1]，傅成红[2]，郑少峰[2]

[1]福建理工大学管理学院，福建 福州
[2]福建理工大学人工智能与交通工程学院，福建 福州

收稿日期：2026年10月4日；录用日期：2026年10月26日；发布日期：2026年11月5日

摘　要

为了进一步了解智能仓储领域的研究现状、热点和发展趋势，本文借助文献计量可视化工具CiteSpace，把CNKI数据库中智能仓储领域的相关文献作为研究对象，对该领域的发文情况、研究热点和演化趋势做出可视化分析，在关键词共现、聚类分析和突现词分析的基础上，把智能仓储领域的知识结构与演化规律梳理出来，并对未来研究方向做出展望，给相关领域研究提供参考。

关键词

智能仓，CiteSpace，文献计量，可视化分析，研究热点

Research Hotspots and Evolutionary Trends in Smart Warehousing

—A CiteSpace-Based Visual Analysis of CNKI Literature

Yujie Jiang[1], Chenghong Fu[2], Shaofeng Zheng[2]

[1]School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou Fujian
[2]School of Artificial Intelligence and Transportation Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou Fujian

Received: October 4, 2026; accepted: October 26, 2026; published: November 5, 2026

Abstract

To further understand the research status, hotspots, and development trends in the field of intelligent warehousing, this paper employs the bibliometric visualization tool CiteSpace and takes relevant literature on intelligent warehousing in the CNKI database as the research object to conduct a

文章引用: 蒋雨洁, 傅成红, 郑少峰. 智能仓储领域研究热点与演化趋势分析[J]. 统计学与应用, 2026, 15(11): 48-58.
DOI: 10.12677/sa.2026.1511243

visual analysis of publication output, research hotspots, and evolutionary trends in this field. Based on keyword co-occurrence, cluster analysis, and burst term analysis, it sorts out the knowledge structure and evolutionary patterns of the intelligent warehousing field, looks ahead to future research directions, and provides a reference for research in related fields.

Keywords

Smart Warehousing, CiteSpace, Bibliometric Analysis, Visual Analysis, Research Hotspots

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

智能仓储属于现代物流体系中较为关键的一环[1]，把生产、运输、配送等环节衔接起来，也是一个重要枢纽，运转效率会直接牵动物流系统的整体效果和企业的运作成本。伴随电商、智能制造和数字经济快速发展，物流领域对仓储系统有了更高要求，传统仓储方式也在一步步朝着智能化、数字化方向转变。智能仓储把自动化设备、信息技术和智能管理系统[2]融合到一起，能让仓储作业效率和资源配置能力得到明显提升，也给物流企业降低成本、增加效益、增强竞争力带来了有力支撑。

最近，云计算、物联网、人工智能、大数据、数字孪生等新一代信息技术不断发展[3]，也带动了智能仓储技术的不断创新，仓储机器人、AGV、自动分拣、智能调度、路径规划等技术在智能仓储建设中慢慢成为重要支撑。它可以对货物搬运、库存管理、设备协同、作业调度等环节进行智能化升级，也能使智慧仓储的应用场景进一步拓宽。

目前，国内学者围绕智能仓储领域已经开展了很多研究[4]，涉及仓储机器人、路径规划、物联网应用以及智能仓储管理等多个方向，不过对这些研究的现状、热点和发展趋势，还缺少比较系统的梳理，基于这一情况，本文把中国知网(CNKI)数据库中智能仓储领域的相关文献作为研究对象，借助 CiteSpace 文献计量可视化工具，对该领域的发文情况、研究热点和发展趋势做出系统分析，希望能为智能仓储领域的理论研究和技术应用提供文献计量方面的依据。

2. 数据来源及研究方法

2.1. 数据来源

本文所用的文献资料来源于中国知网(CNKI)数据库，将“智能仓储”或“仓储机器人”或“智能物流”或“智慧仓储”作为主题进行了精确检索，将检索时间范围设定在 2001~2025 年，以期更全面地反映智能仓储领域的研究现状和发展趋势。检索日期为 2026 年 9 月 22 日。为了更好地保证数据质量，文献类别设为学术期刊，同时设置文献来源期刊为 SCI、EI、北大核心、CSSCI、CSCD 和 AMI。对获取的文献剔除会议论文、新闻报道等与主题不密切相关的文章，最终得到有效文献 396 篇。

2.2. 研究方法

本文利用 CiteSpace 6.4.R2 [5]软件，对筛选后的文献进行了文献计量可视化分析，并将时间范围设定为 2001 至 2025 年。将每个切片的年份设置为 1，采用 g-index 算法(k = 13)进行节点筛选，进而构建作者

和关键词的知识图谱[6]。将关键词共现、聚类分析、时间线分析和突现词分析等方法结合，宏观上梳理智能仓储领域的研究现状、热点主题和发展趋势。本文通过梳理智能仓储研究主题的阶段性变化，归纳其演化特征，并据此讨论值得进一步研究的问题。

3. 期刊文献的可视化分析

3.1. 文献发表现状分析

3.1.1. 文献发表数量分析

为了解智能仓储领域的研究发展态势，对 2001~2025 年 CNKI 数据库中智能仓储领域相关文献的年度发文量进行统计分析，结果如图 1 所示。

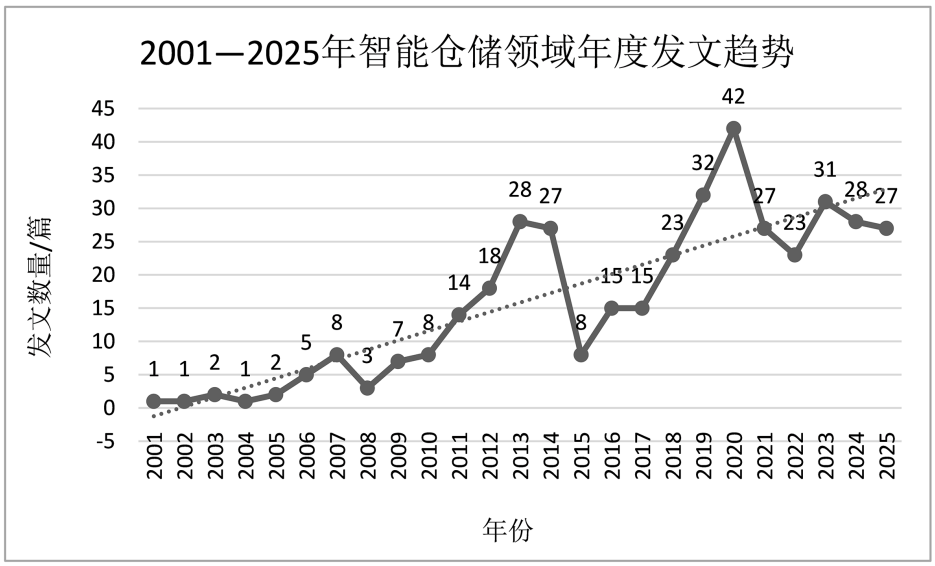


Figure 1. Annual publication trends in the smart warehousing field from 2001 to 2025
图 1. 2001~2025 年智能仓储领域年度发文趋势

沿着时间线梳理，这个方向的研究大体能划成四段：2001~2010 年还处在起步期，论文数量一直不多，2007 年也只到 8 篇，内容大多落在智能物流、仓储管理、自动分拣以及信息技术应用这些基础层面，还没有出现比较集中的热点，接着到 2011~2014 年，相关工作明显加快了，年载文量从 2011 年的 14 篇升到 2013 年的 28 篇，2014 年也有 27 篇，物联网、RFID、自动导引车和仓储机器人等技术一发展，研究者就把更多目光移到智能仓储系统建设、货物搬运和仓储作业优化这些议题上，这一阶段研究数量的增长，也与物流业信息化和智能化发展的政策环境有关。2009 年《物流业调整和振兴规划》实施后，物流装备升级、信息系统建设和物联网技术应用受到更多重视，为智能仓储研究的拓展提供了现实条件[7]。2015~2020 年则带有先调整、再提速的意味，2015 年论文数量一度回落到 8 篇，之后慢慢恢复，到 2020 年冲到 42 篇，也成了这个时段里的峰值，从中能看出数字化、智能调度、机器视觉和自动分拣等技术在仓储场景里的应用越来越深，智能仓储研究也步入快速扩张期，2021~2025 年，年发文量保持在 23~31 篇，整体偏高又比较平稳，研究重点开始从单一设备或技术应用，移向多技术融合、系统协同和现实场景调优，智能仓储领域也就进入继续深挖和落地扩展的阶段。2022 年发布的《“十四五”现代物流发展规划》强调物流数字化、智能化发展，其政策导向与这一时期智能仓储研究向多技术融合和系统协同拓展的趋势相呼应[8]。

3.1.2. 发文作者情况分析

对发文作者做分析，能反映出智能仓储领域里主要研究者的科研产出能力和合作关系，本文借助CiteSpace对作者合作网络做了可视化分析，得到了作者合作网络图谱。如图2所示，图谱里有274个节点、143条连线，网络密度为0.0038，这说明智能仓储领域已经形成了一定的作者合作关系，不过整体合作网络还是比较分散，还没有形成联系紧密的大规模核心作者群。



Figure 2. Author collaboration network in the smart warehousing field
图2. 智能仓储领域作者合作网络图谱

文献计量研究通常采用普赖斯定律识别核心作者，其计算公式为：

$$m = 0.749\sqrt{n_{\max}} \tag{1}$$

式中，m 表了核心作者最低发文量，$n_{\max}$ 为统计期内发文量最高作者的发文篇数。统计结果显示，最高发文作者张玉峰共发文5篇，因此核心作者最低发文量为：$m = 0.749\sqrt{n_{\max}} = 0.67 \approx 2$，也就是说，只要发表了两篇或以上的文章，他们都可以被认定为该领域的核心作者。

从图上所见的情况分析，张玉峰(5 篇)、曾奕荣(4 篇)及卜晓奇(3 篇)都是本领域中发文较多的作者，但核心作者的发文量一般不很高，其余人多做单独研究或局部合作，跨团队形式的合作机会尚少，由此可判断目前智能仓储研究缺少能长期领先、高产的作者团体。按整体状况说来，有关力量尚属分散状态、没有特别突出的核心作者群，应考虑促进各高校、科研单位与产业部门就课题展开对话、配合攻关，让理论、设计、应用三者都得到更充分的发展。

3.2. 文献研究热点可视化分析

3.2.1. 关键词共现分析

关键词共现是指不同文献中共同出现的关键词，通过对关键词的频次及共现关系进行分析，可以揭示研究领域的热点主题及知识结构。关键词共现分析通过 CiteSpace 对智能仓储领域的相关文献进行分析，生成如图3所示的关键词共现网络图谱。图谱共有226个节点、258条连线，网络密度为0.0101，说明智能仓储领域关键词之间已形成一定的关联网络，但研究内容仍具有一定的分散性。

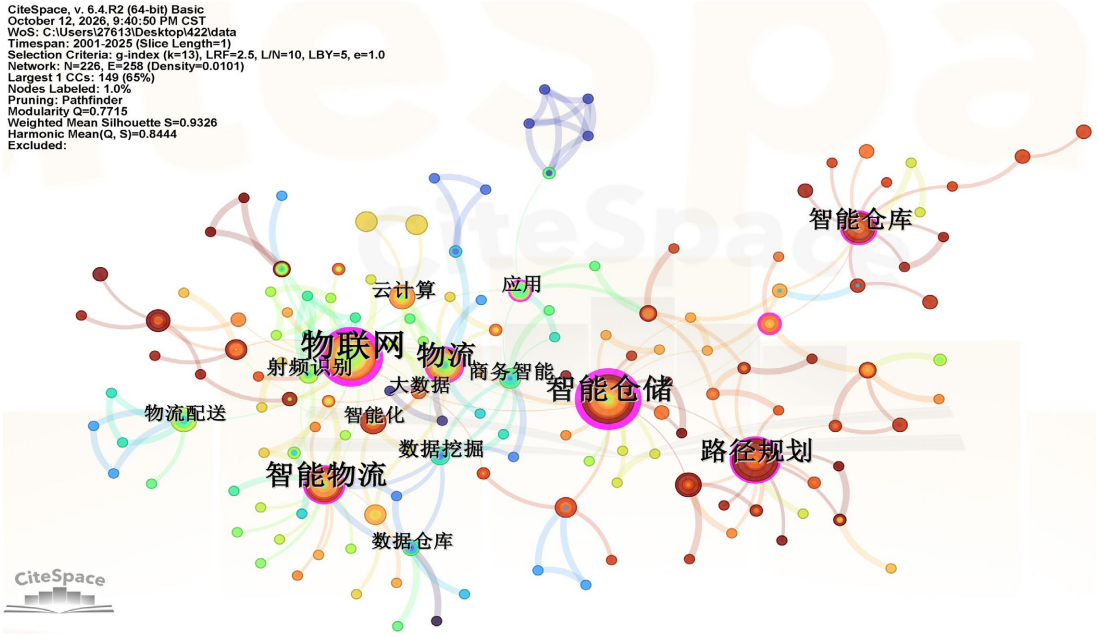


Figure 3. Keyword co-occurrence network in the smart warehousing field
图 3. 智能仓储领域关键词共现网络图谱

在这个关键字共同出现的网络图形里，每个点都代表着不同的关键字，点的尺寸大小则反映了这些关键字的频繁度。而连接各点的线条则表明它们具有共同存在的关联。这个关键字网络展示出一种由“技术驱动力－环境运用－系统改进”构成的研究三层架构。

Table 1. Top 30 high-frequency keywords from 2001 to 2025
表 1. 2001~2025 年高频关键词分布 Top30

序号	关键词	频次	中心度	序号	关键词	频次	中心度
1	物联网	34	0.49	16	物流信息	4	0
2	智能物流	27	0.15	17	应用	4	0.1
3	智能仓储	25	0.5	18	优化	4	0.03
4	路径规划	22	0.15	19	云挖掘	4	0
5	物流	16	0.19	20	射频识别	4	0.03
6	智能仓库	15	0.13	21	仓库	4	0
7	人工智能	8	0.02	22	数据挖掘	4	0.04
8	智慧物流	7	0.04	23	仓储管理	4	0.03
9	仓储物流	7	0.03	24	储位分配	4	0.18
10	遗传算法	6	0.06	25	智能制造	4	0.02
11	任务分配	6	0.02	26	数据仓库	4	0.03
12	云计算	6	0.02	27	大数据	3	0.01

续表

13	物流配送	6	0.06	28	智能工厂	3	0.01
14	智能化	6	0.02	29	优化调度	3	0
15	商务智能	5	0.03	30	物流系统	3	0.01

从图 3 和表 1 能看出，智能仓储领域的研究热点具备“技术支撑–仓储应用–物流优化”彼此关联的特点，从关键词出现频次来看，“物联网”出现了 34 次，排在第一位，“智能物流”“智能仓储”和“路径规划”分别出现了 27 次、25 次和 22 次，属于该领域一直受到关注的核心主题，而“物流”“智能仓库”等关键词出现频次也比较高，这说明智能仓储研究并不只停留在仓储内部作业层面，还会和物流系统整体智能化发展保持紧密联系。

中心度数值上，智能仓储是 0.50，物联网是 0.49，两个值都不低，二者既常出现在研究主题里，也在不同研究方向之间充当串联点，物联网这边，能给货物、设备以及仓储环境的信息感知和实时互联提供底层支撑，智能仓储这方面，则把相关技术落到仓库管理、货物存储、出入库作业和资源配置等场景当中，物流、储位分配、智能物流、路径规划、智能仓库这些词同样带有一定中心度，从中也能看出，相关研究已把目光逐步移到仓储作业效率、空间配置和配送协同等现实问题上。

再往下梳理，现有热点大体能落到三个方面，智能仓储基础技术研究方面，会牵涉到物联网、射频识别、云计算、数据仓库和数据挖掘等，着力点在于让仓储信息采集、数据传输和数据处理能力得到提升。仓储作业管理研究方面，主要牵涉智能仓库、仓储管理、储位分配和任务分配等，关心的是货物存储、库位配置以及作业流程的智能化。物流优化与协同研究方面，则包含智能物流、路径规划、物流配送、遗传算法和优化调度等，核心是借助智能算法，把仓储与配送环节的协同效率拉上去。

整体看，智能仓储领域已经走过了早期以信息化建设为主的阶段，慢慢把多种技术融合和实际场景应用放到了更重要的位置。物联网、智能仓储和智能物流，能构成当前研究里的核心内容，而路径规划、储位分配、优化调度等方面，也能反映出研究重心正进一步往仓储作业优化和物流协同方向延伸。

3.2.2. 关键词聚类分析

通过关键字分类技术可以把相关联的关键词组织到同一个主题组别里，这有助于深入了解知识体系与智能化存储的研究路径。本篇论文基于关键字共同出现频率的基础之上，利用 CiteSpace 中的逻辑似然比方法来实现分类，结果如图 4，此种分类模式下的模块化程度 Q 为 0.7715，超过了 0.3 这个阈值，而 S 均方误差则达到了 0.9326，高于 0.7，表明这种分类方式具有较高的可辨识度。类内关键词之间具有较高的一致性，同一聚类内部的关键词具有较高的一致性。

图 4 一共得到 10 个主要聚类，分别是“智能物流”“物流”“路径规划”“物联网”“智能仓库”“智能仓储”“人工智能”“优化”“物流配送”和“信息”。其中，“物联网”“信息”“数据挖掘”等关键词构成了智能仓储研究的技术基础，物联网技术能把货物、设备和仓储环境的信息感知与实时互联做起来，数据挖掘和信息技术又能给仓储数据处理、状态监控和管理决策提供支撑，这也说明信息化与数字化会是智能仓储发展的重要前提。

“智能仓库”“智能仓储”“仓储管理”“储位分配”和“任务分配”等关键词，大多会集中到智能仓储的具体应用场景里，相关研究重点会放在仓储系统建设、货物存储、出入库管理、库位配置和作业任务分派等问题上，也能体现出研究者对仓储作业自动化、管理精细化和资源配置合理化的持续关注，和传统仓储比起来，智能仓储会更强调把自动化设备、信息系统和管理流程之间的协同应用做好。

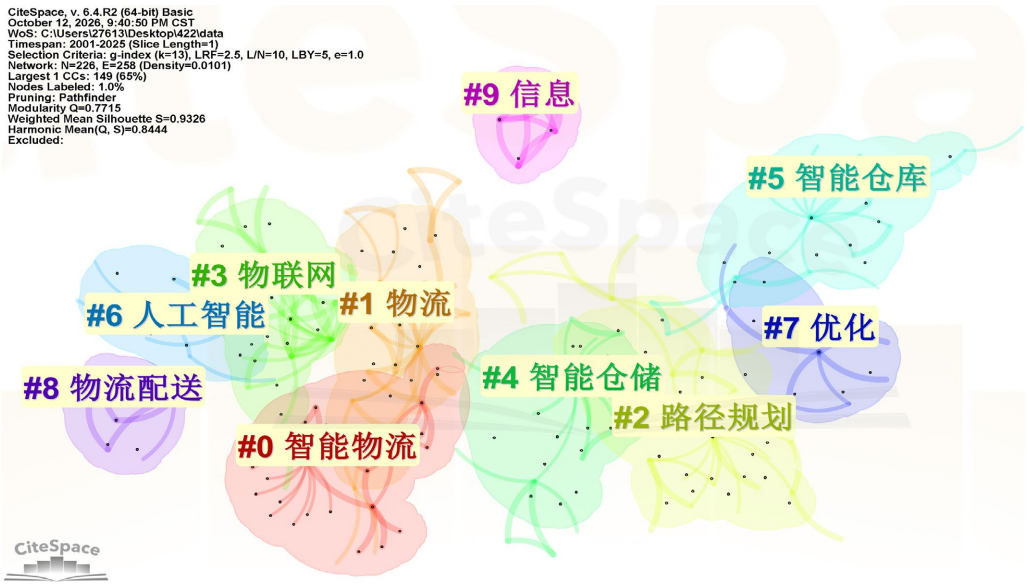


Figure 4. Keyword clustering map of the smart warehousing field from 2001 to 2025
图 4. 2001~2025 年智能仓储领域关键词聚类图谱

从“路径规划”“优化”“物流配送”和“智能物流”等聚类能看出，仓储作业优化和物流协同的发展方向。研究者会借助遗传算法、路径规划和优化调度等方法，把货物搬运、仓储机器人运行、配送路径和作业任务做出优化，从而提升仓储与配送环节的运行效率，例如，王志辉等[9]针对智能仓储中的 Kiva 机器人开展了拣货策略优化算法研究。而“人工智能”聚类又会给智能决策、自动调度和系统协同提供方法上的支撑。

就整体而言，智能仓储领域如今已经搭起了一套知识框架，物联网与信息技术在其中起到基础作用，智能仓库、智能仓储则承担着应用载体的角色，路径规划、智能优化又会构成比较重要的方向，往后看，研究还能把人工智能算法和具体仓储场景结合得更深，也会更多留意仓储、运输、配送这些环节之间的协同优化。

3.3. 研究前沿与演进趋势分析

3.3.1. 研究主题演化路径

为了进一步看出智能仓储领域研究主题的演化过程，本文借助 CiteSpace 的 Timeline View，对关键词聚类结果做时间线分析，如图 5 所示。时间线图会把聚类主题放在纵轴、年份放在横轴，不同颜色对应不同聚类，节点则体现关键词在相应时间段里的活跃程度，能比较直观地反映出各研究主题的形成、延续和演化过程。

从整体来看，智能仓储领域的研究主题呈现出由基础物流技术研究向智能化系统建设，再向智能决策与作业优化逐步深化的趋势。早期(2001~2010 年)，研究主要围绕“物流”“物流配送”“信息”等基础主题展开，为后续智能化发展奠定了基础。2010 年前后，“物联网”“智能仓储”“智能物流”等主题逐渐受到关注，说明物联网、射频识别等信息技术开始应用于仓储管理。该阶段也与物流信息化建设和物流业转型升级密切相关，相关政策的出台为智能仓储技术应用提供了现实基础。

2015 年以后，“路径规划”“智能仓库”“人工智能”“优化”等聚类持续活跃，研究重点逐步转向仓储机器人路径优化、智能调度和系统协同优化等问题。其中，#0“智能物流”、#2“路径规划”和#4“智能仓储”等聚类持续时间较长，贯穿了智能仓储领域的发展过程，仍是当前值得关注的研究方向。

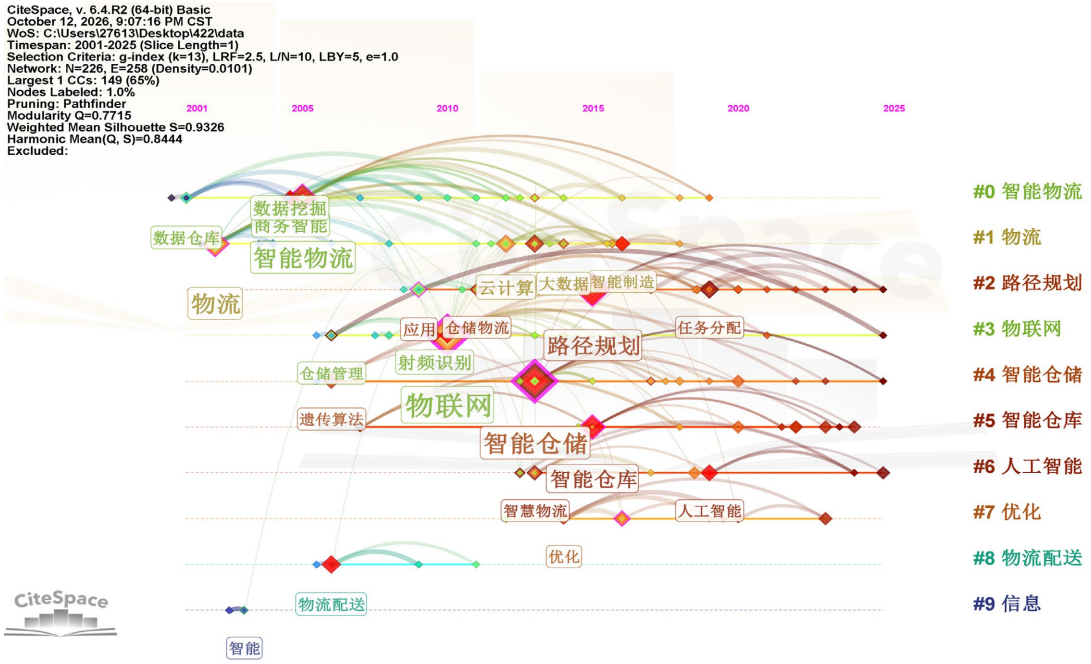


Figure 5. Keyword timeline map of the smart warehousing field from 2001 to 2025
图 5. 2001~2025 年智能仓储领域关键词时间线图谱

结合时间线图和表 2 可以看出，智能仓储领域已形成较为清晰的研究演化路径：以智能物流为核心，以物联网等技术为支撑，并逐渐向路径规划、人工智能和系统优化等方向延伸。研究主题不断向智能协同、智能决策和作业优化深化。

关键词的首次出现年份及其中心度能够反映不同阶段研究主题的演化特征。本文选取中心度大于等于 0.06 的关键词进行分析，结果如表 2 所示。整体来看，智能仓储领域的研究主题经历了由物流基础研究、智能技术融入到仓储作业优化的发展过程。

Table 2. Keyword centrality ranking from 2001 to 2025
表 2. 2001~2025 年关键词中心度排序

年份	关键词	中心度	年份	关键词	中心度
2002	物流	0.19	2010	物联网	0.49
2005	智能物流	0.15	2013	智能仓储	0.5
2006	遗传算法	0.06	2015	路径规划	0.15
2006	物流配送	0.06	2015	智能仓库	0.13
2009	应用	0.1	2016	储位分配	0.18

在 2002~2006 年这个初步探索阶段，比较有代表性的关键词有“物流”“智能物流”“遗传算法”和“物流配送”，其中“物流”的中心度到了 0.19，“智能物流”的中心度也有 0.15，由此能看出，早期研究多半会落在物流体系与配送活动上，重点放在物流信息建设和物流效率改善。同时，“遗传算法”“物流配送”等词也陆续出现，说明研究者已经试着用智能化优化办法去应对配送路径和物流资源配置问题，只是当时关注的对象还比较宽，仍以广义物流活动为主。

2009~2013 年技术融合阶段，2009 年“应用”开始出现，能看出相关技术已经从理论探讨慢慢走到具体场景应用里，2010 年“物联网”的中心度达到 0.49，2013 年“智能仓储”的中心度达到 0.50，这两个关键词都有比较强的中介作用，这也说明物联网技术的应用带动了仓储环境中货物、设备与信息的实时感知和互联，智能仓储也慢慢变成把物流信息化、仓库管理和智能技术应用连在一起的核心研究主题，这个阶段也说明研究重心从物流环节的局部优化，转到了智能仓储系统的构建和应用上。

到了 2015~2016 年，可以看作深化应用阶段，这时出现了“路径规划”“智能仓库”“储位分配”等关键词，中心度依次是 0.15、0.13 和 0.18；研究焦点也进一步落到智能仓储的具体作业场景里，比如仓库内部的货物搬运路径设计、库位配置、仓储资源调度以及作业效率提升这些方面，其中“储位分配”的中心度相对更高，从中也能看出，库内空间配置和作业优化已经成了衔接仓储管理与智能决策的一块重要研究内容。

总体来看，智能仓储领域的研究主题有一条比较清楚的演化路径，从物流与配送研究，走到物联网与智能仓储系统建设，再走到仓储作业优化与智能决策。这里需要说明的是，表 2 只保留了中心度大于等于 0.06 的关键词，关键词在 2017~2025 年没有出现，并不代表这一阶段没有相关研究，只是说明关键词中心度的出现在后面并没有达到筛选的阈值，未来研究可以将人工智能算法、存储机器人、数字孪生等技术进一步深入研究，未来研究可以与实际操作场景的智能仓储做更深层次的融合。

3.3.2. 研究趋势及前沿分析

关键词的突然出现(burst)意味着在特定时间段内，某个关键词的使用频率急剧提高，这能够揭示出一段时间内研究焦点的转变和领域前沿的发展动向。本文利用 CiteSpace 对智能仓储领域文献进行关键词突现分析，得到 2001~2025 年突现强度排名前 11 位的关键词，如图 6 所示。

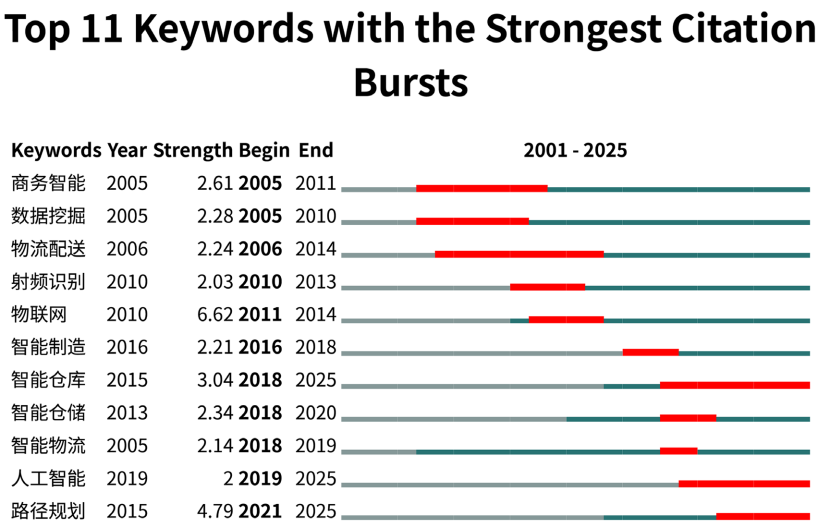


Figure 6. Top 11 keywords by burst strength from 2001 to 2025
图 6. 2001~2025 年突现强度排名前 11 位的关键词

突现词反映的情况是，智能仓储研究在不同阶段关注的东西差别比较明显，2005~2014 年属于偏早的一段，那会儿快速冒出来的关键词有“商务智能”“数据挖掘”“物流配送”“射频识别”和“物联网”等，其中“物联网”的突现强度有 6.62，排在最前面。这也意味着，这一阶段的研究多把力气用在仓储信息化建设、物流数据采集，以及物联网技术在仓储管理里的落地上，也给智能仓储后面的发展铺了技术基础。

到了中期(2016~2020 年)，突现关键词慢慢转到了“智能制造”“智能仓库”“智能仓储”和“智能物流”等内容上，也能反映出随着智能制造和智慧物流发展起来，研究重点开始从单一的信息化技术，转到智能仓储系统建设、自动化设备协同以及仓储智能化应用上。其中，“智能仓库”的突现持续的时间比较长(2018~2025 年)，说明智能仓库建设已经成了近几年比较重要的研究方向。

2019~2025 年这段时间，研究热点又逐步往“人工智能”“路径规划”等方向转，其中“路径规划”的突现强度有 4.79，只比“物联网”低，并且一直持续到 2025 年，这也能说明，仓储机器人路径优化、多机器人协同调度等问题，已经成了当前智能仓储领域里比较重要的研究前沿[10] [11]。另外，“人工智能”能一直突现，也表明人工智能算法和智能仓储系统之间的深度融合，已经成了推动这个领域发展的重要趋势。

从整体上看，智能仓储领域的研究热点已经走过一条从信息化建设到智能化系统、再到人工智能驱动的智能决策与路径优化的发展过程[12]，研究内容也在不断往智能协同、系统优化和智慧物流等方向深化，往后看，人工智能、多机器人协同以及智能决策优化等方向，还会是智能仓储领域比较重要的研究前沿。

4. 结论与展望

4.1. 结论

围绕智能仓储领域，本文把中国知网(CNKI)数据库 2001~2025 年的 396 篇相关文献拿来当研究样本，借助 CiteSpace 6.4.R2 软件，把发文情况、作者间合作、关键词共现、聚类分析、主题演变和突现词等几个方面放在一起做可视化分析，借此观察该领域的研究现状、热点和发展趋势。得出的主要结论中，一是智能仓储研究在总量上会呈现波动增长的态势，2011 年以后研究热度明显上来，到 2020 年前后冲到高点，随后仍能维持在较高水平，这也说明智能仓储已经成了物流数字化和智能化发展里的一个重要研究方向。

二是作者合作网络整体上比较分散，虽然已经形成了一些小规模合作团队，但跨团队、跨机构的合作还是比较有限，还没有形成稳定的大规模核心作者群，往后仍然需要加强科研协同创新。

三是关键词共现和聚类分析能说明，“物联网”“智能仓储”“智能物流”“路径规划”等属于该领域的核心研究主题，研究内容也已经从早期的信息化建设，逐步拓展到智能仓储系统建设、仓储作业优化以及物流协同优化等多个方向，形成了以物联网为技术基础、以智能仓储为应用核心、以路径规划和智能优化为重要支撑的知识结构。

四是所谈的课题演变及突现词分析都表明：智能仓储的发展基本上是按“物流基础研究 - 物联网与智能仓储系统建设 - 仓储作业优化与智能决策”这一思路逐步展开的。就最近几年来说，“人工智能”“路径规划”诸项内容一直很受重视，热度没有太大的起伏，由此可判断人工智能方法、多机器人配合与智能决策优化现在已属于比较突出的研究方向。

4.2. 展望

结合本文的关键词聚类和突现词分析结果，智能仓储领域未来研究可从以下几个方面进一步展开。首先，“路径规划”在近年持续受到关注，是当前智能仓储研究的重要前沿。后续可结合实际仓储作业场景，进一步研究多机器人协同、动态订单变化、任务分配、路径冲突、拥堵控制和能耗管理等问题，提高路径规划方法的实时性和适用性[11] [12]。

其次，作者合作网络整体较为分散，说明当前研究仍以个人或小规模团队研究为主，跨机构合作相对不足。未来可由高校、科研机构和物流企业共同建立产学研联盟、联合实验室或开放创新平台，围绕

仓储机器人调度、自动分拣、智能仓储系统建设等实际问题开展协同研究，推动研究成果向企业应用场景转化[13]。

最后，物联网、数字孪生和人工智能仍将是智能仓储发展的重要技术支撑。未来可加强数字孪生、物联网、云平台与人工智能算法的融合，实现货物、设备、人员和仓储环境的实时感知、动态监控与智能决策[14] [15]。同时，还应推动仓储、运输和配送环节之间的数据共享与协同优化，提升智慧物流全链条的运行效率。

参考文献

[1] 罗磊, 赵宁. 人工智能在物流行业的应用综述与发展趋势[J]. 物流技术与应用, 2021, 26(7): 116-121.

[2] 何骞, 刘辉, 邹孟君. 智能仓储设计与信息化应用[J]. 机械, 2022, 49(11): 43-49+74.

[3] 丁华燕, 王梓. 人工智能在智能仓储设备中的应用与发展趋势分析[J]. 智慧中国, 2024(1): 52-53.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 秦晓楠, 卢小丽, 武春友. 国内生态安全研究知识图谱——基于 Citespace 的计量分析[J]. 生态学报, 2014, 34(13): 3693-3703.

[7] 国务院关于印发物流业调整和振兴规划的通知[EB/OL]. 2009-03-10. https://www.gov.cn/zwgk/2009-03/13/content_1259194.htm, 2026-10-14.

[8] 国务院办公厅关于印发“十四五”现代物流发展规划的通知[EB/OL]. 2022-12-15. https://www.gov.cn/zhengce/content/2022-12/15/content_5732092.htm, 2026-10-14.

[9] 王志辉, 燕换朝, 段淑耀, 等. 面向智能仓储的 Kiva 机器人拣货策略优化算法[J]. 制造业自动化, 2024, 46(2): 188-193.

[10] 倪震飞. 智能仓储中的机器人自动化技术应用与发展趋势[J]. 中国储运, 2024(9): 165-166.

[11] 黄捷, 詹维捷, 潘聪捷, 等. 面向智慧工厂的多仓储机器人路径规划仿真教学研究[J]. 实验技术与管理, 2024, 41(11): 100-108.

[12] 武紫豪. 基于哈里斯鹰算法的仓储机器人路径规划研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北大学, 2025.

[13] 林程琳, 潘晓飞. 京东仓储智能化技术应用与发展趋势分析[J]. 中国储运, 2025(4): 97-98.

[14] 梁晋, 邓娴, 陈光坤. 数字孪生技术在智能仓储行业的应用前景分析[J]. 中国物流与采购, 2024(7): 47-49.

[15] 王邺贤, 杨晓彤. 人工智能在智能仓储中的应用发展态势与我国发展对策研究[J]. 中国发明与专利, 2025, 22(S2): 23-31.