

基于 CiteSpace 的智能网联汽车研究热点可视化分析

韩春宜

重庆师范大学经济与管理学院，重庆，401331；

摘要：本文通过文献计量学方法，运用 CiteSpace 软件对智能网联汽车领域的相关文献进行可视化分析，以揭示智能网联汽车领域的研究热点和发展趋势。研究发现，智能网联汽车领域的研究热点主要集中在自动驾驶技术、车联网通信技术和数据安全等方面。

关键词：智能网联汽车；可视化分析；CiteSpace

DOI：10.69979/3029-2700.25.07.085

引言

智能网联汽车作为汽车工业和信息技术融合发展的产物，正逐渐成为全球汽车产业的核心竞争力之一。这种融合不仅改变了传统的汽车设计与制造方式，还对整个交通系统产生了深远的影响。随着信息技术、无线通信技术以及传感器技术的不断进步，智能网联汽车能够实现车辆间的通信、车辆与基础设施之间的通信、以及车辆与行人之间的通信，从而提高了道路安全性和交通效率，同时也为乘客提供了更加舒适便捷的出行体验^[1]。

近年来，智能网联汽车产业的发展呈现出加速态势，其背后是多方面因素的共同推动。从技术角度来看，人工智能、大数据、5G 通信等前沿技术的突破为智能网联汽车的发展提供了坚实的技术基础。从政策角度来看，在全球范围内，各国政府和企业纷纷加大对智能网联汽车的研发投入，推动了这一领域的快速发展。例如，美国、欧盟、中国等地区相继出台了一系列政策和标准，支持智能网联汽车的技术研发和示范应用^[2]。这些政策不仅为产业发展提供了明确的方向，也为相关企业提供了良好的发展环境。与此同时，全球各大汽车制造商和科技公司也竞相布局，积极开发相关产品和服务。传统车企如一汽、长安等在智能网联汽车领域取得了显著进展，强调硬件与软件的高效协同。科技公司如华为、百度、小米等则通过与车企合作或自主研发，推动智能网联汽车技术的快速迭代。这种跨行业的合作模式不仅加速了技术的商业化进程，也为产业生态的构建奠定了基础。

因此，对于智能网联汽车技术的研究不仅是学术界的热门话题，也是产业界关注的焦点。了解该领域的最

新研究成果和发展趋势，对于指导未来的科研方向、促进技术进步和产业规划具有重要的意义。基于此，本文采用文献计量学方法，揭示智能网联汽车的研究热点和发展脉络。

1 数据来源

本研究主要针对国内智能网联汽车产业，数据主要为中文文献，来源于中国知网数据库（CNKI），样本限定为北大核心、CSSCI 的期刊，指定关键词为“智能网联汽车 or 智能汽车 or 车联网”，检索时间范围为 2003 年 1 月 1 日-2023 年 12 月 31 日。去除与主题不相干的文献、会议报道、成果展示、报纸等，最终得到 1572 篇相关文献。

2 文献计量结果与分析

2.1 年度发文量分析

年发文量及时间趋势可以客观上反应智能网联汽车相关领域发展的规律和变化趋势，更好的展现该领域的整体发展情况^[3]。在 2003-2011 年间关于智能网联汽车产业的研究论文数目相对甚少，年均发文量不超过 5 篇，2012 年开始智能网联汽车产业相关文献发文趋势呈现逐年增加趋势，说明国内的学者开始在该领域进行初步探索。近些年国内对智能网联汽车产业相关的研究热度和关注不断升温。2012 年发文量增加可能源于 2011-2012 年是我国智能网联汽车发展的探索和起步期，政策提出了未来产业的发展方向，国内高校、研究机构提出智能交通 ITS、物联网的发展理念，并出台道路运输和物联网等相关的专项规划。

2.2 关键词热点分析

2.2.1 关键词共现、聚类分析

关键词是文献研究主题的高度概括,承载着文章的核心信息,通过关键词分析能够使研究者了解到该领域的热点和发表趋势^[4]。在图 1 中,节点标签大小与关键词出现频率成正比,节点之间的连边代表两个关键词在同一篇文献中出现,关键词共现图谱中节点数量颇多,节点之间连边密集,说明研究主题越多元并且相关性强。某节点中介中心性较高意味着在共现网络中该关键词控制或影响其他关键词之间的信息流动。中心性大于 0.1,则认为该关键词在网络结构中具有较高的重要性和影响力。

结合共现图谱的数据提炼出关键词出现频次排名前 10 位依次为车联网、智能汽车、交通工程、区块链、智能交通、汽车工程、自动驾驶、边缘计算、路径规划、车辆工程。这些关键词高频出现,代表与之相关的研究主题受到学者们的广泛关注。

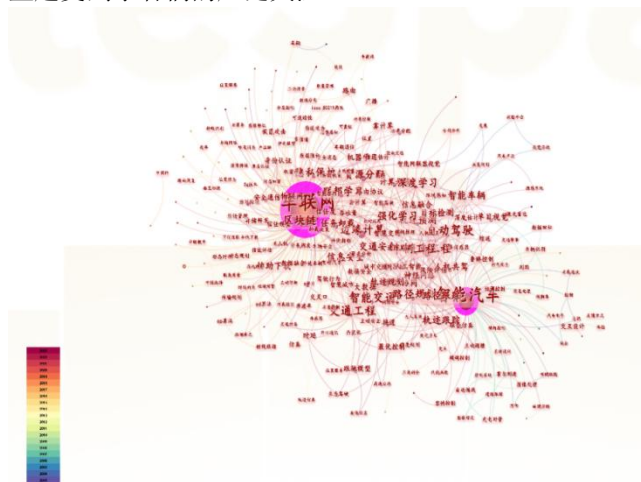


图 1 智能网联汽车产业关键词共现图

通过 LLR 算法对文献进行关键词聚类,得到 299 个节点,619 条连线的聚类图谱,共形成 6 个有效聚类,#5 的聚类主题所含文献数过少自动隐藏。聚类结果如图 2 所示,颜色相同为同一聚类。依据网络结构和聚类的清晰度,得到聚类模块化值 Q 和平均轮廓值 S 两个指标,它们分别反映了图谱的显著性和同质性。一般而言,当 Q 大于 0.3 时,表明该聚类图谱结构显著;当 S 大于 0.5 时,表明聚类合理。此聚类图谱,聚类模块化值 Q 为 0.5469,平均轮廓值 S 为 0.8953。说明聚类有效且网络的同质性很高,关键词之间的联系紧密,聚类合理,因此聚类有效,由图可知,智能网联汽车领域 2003—2023 年间主要有车联网、智能汽车、区块链、智能交通、

路径跟踪、信息安全六个关联研究主题群。

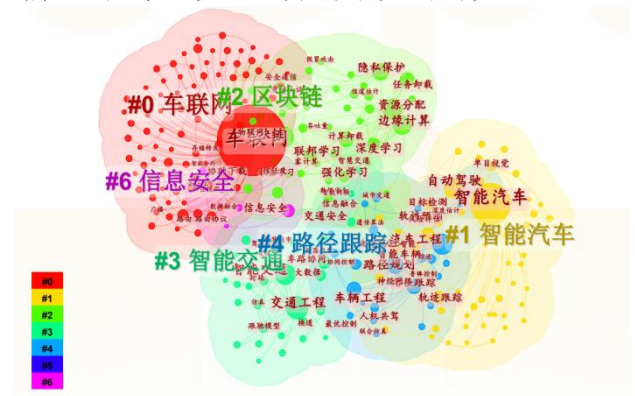


图 2 智能网联汽车主题聚类

2.2.1 基于时间线谱的主题演进分析

对智能网联汽车研究领域的变化时间与演进历程,借助关键词时区分布来进行研究。如图 3 所示,#1 智能汽车时间跨度最长,说明智能汽车在被提出成为研究热点后,车载通讯导航、车辆识别、测距、单目视觉、图像处理、人工智能等理论与应用研究陆续被研究者关注,且上述研究一直延续到 2023 年。#0、#1、#2、#3、#4 的时间线一直延续至今,说明车联网、智能汽车、区块链、智能交通、路径跟踪仍然是目前研究的热点。并且区块链聚类下的研究在近些年出现多个研究热点,被学者大量关注。

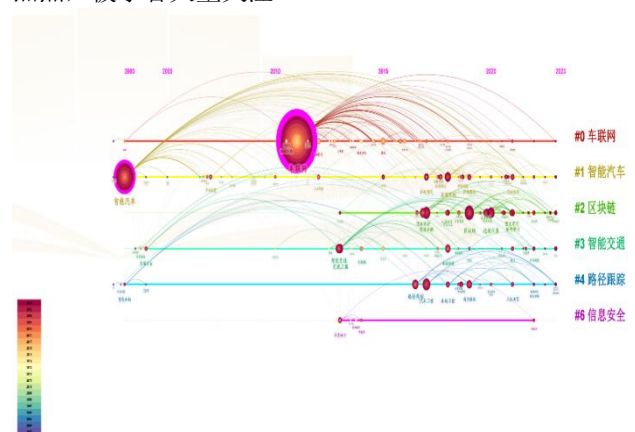


图 3 智能网联汽车关键词时间线图






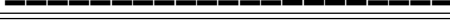
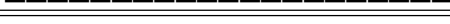


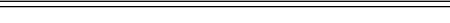
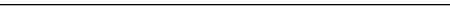
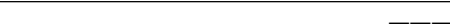



2.2.3 关键词突现分析

“突现”是指一段时间内突然增加,且突现强度高、年份越近的关键词越能代表该领域的研究前沿^[5]。对关键词进行突现分析可按时间顺序梳理不同时间段的研究热点。表 1 中展示关键词首次出现的年份、突现强度、突现开始年份与结束年份以及在时间轴上的位置,关键词的排列顺序是按其突现开始时间从前到后顺序。如表 1 所示,主动安全、协助下载等关键词在 2010 年

后逐渐成为研究热点。这反映了随着信息技术的进步，对于提高车辆安全性以及优化信息处理方式的需求日益增加。值得注意的是区块链、边缘计算、人机共驾和信道估计这几个关键词。它们均在最近几年内出现了突增的趋势，特别是区块链，其突现强度高达 6.87，显示出它在当前及未来一段时间内将是研究的重要方向之

一。边缘计算紧随其后，体现了随着 5G 网络的推广，边缘计算因其低延迟特性而受到重视。资源分配、人机共驾和信道估计同样表现出了强劲的增长势头，说明了这些技术对于提升系统效率和服务质量的重要性正在得到认可。

表 1 关键词突现前 15 名

关键词	年份	强度	开始	结束	2003 - 2023
智能汽车	2003	4.25	2004	2010	
主动安全	2010	2.22	2010	2015	
协助下载	2011	3.51	2011	2016	
云计算	2013	2.48	2013	2017	
大数据	2014	2.94	2014	2020	
电动汽车	2016	2.53	2016	2019	
轨迹规划	2018	2.44	2018	2019	
车路协同	2018	1.95	2018	2023	
智能驾驶	2019	2.05	2019	2020	
深度学习	2020	3.07	2020	2021	
计算卸载	2020	2.48	2020	2023	
区块链	2019	6.87	2021	2023	
边缘计算	2020	5.33	2021	2023	
人机共驾	2021	2.27	2021	2023	
信道估计	2021	1.89	2021	2023	

3 结论

智能网联汽车领域的研究热点主要集中在自动驾驶技术、车联网通信技术和数据安全等方面。其中，自动驾驶技术作为智能网联汽车的核心功能，一直是研究的重点方向。数据安全问题随着智能网联汽车的快速发展逐渐凸显，成为近年来研究的热点之一。

智能网联汽车领域的研究主题经历了从基础技术探索到多技术融合的演变过程。早期的研究主要集中在智能汽车的基础功能和技术实现上，随着技术的发展，车联网、智能交通等概念逐渐兴起，并与智能汽车技术深度融合。近年来，区块链、边缘计算等新兴技术的引入为智能网联汽车的研究带来了新的方向和挑战。

综上所述，智能网联汽车技术的发展呈现出多技术融合、多领域协同的趋势，未来的研究将更加注重技术创新与实际应用的结合。对于政策制定者、研究机构和企业而言，了解这些研究热点和发展趋势，有助于更好地规划技术研发方向、推动产业升级，并为智能网联汽车的商业化应用提供理论支持。

参考文献

[1] 冯春林. 我国智能网联汽车产业的发展困境与应对策略[J]. 当代经济管理, 2018, 40(05): 64-70. DOI: 10.13253/j.cnki.ddjjgl.2018.05.008.

[2] 任奎, 杨坤, 沈浩頔, 等. 智能网联汽车网络信息安全综述[J]. 网络空间安全科学学报, 2024, 2(06): 16-35. DOI: 10.20172/j.issn.2097-3136.240602.

[3] 李媛媛, 尕藏才旦. 基于 CiteSpace 的西藏文化产业可视化分析[J]. 西藏大学学报(社会科学版), 2024, 39(04): 166-172. DOI: 10.16249/j.cnki.1005-5738.2024.04.019.

[4] 李宁, 李佳玉. 新质生产力研究的热点议题与发展态势——基于 CiteSpace 和 VOSviewer 的可视化分析[J/OL]. 中南民族大学学报(人文社会科学版), 1-10[2025-03-09]. <https://doi.org/10.19898/j.cnki.42-1704/C.20250124.01>.

[5] 张江周, 程金, 孙新展, 等. 基于文献计量分析的土壤健康研究进展[J]. 中国农业大学学报, 2025, 30(04): 192-205.