

智慧化通勤热点及未来发展趋势 ——基于 CiteSpace 的可视化知识图谱分析

张钦¹, 张家宝¹, 王凯², 王志玲¹

(1. 西安医学院卫生管理学院, 陕西, 西安, 710021;

2. 西安医学院后勤保障处, 陕西, 西安, 710021)

【摘要】近年来, 随着城镇化进程加快、信息技术的飞速发展以及人们生活方式的转变, 通勤问题日益成为民众的关注焦点, 以新兴科技助力通勤智慧化升级, 成为当前通勤发展的新趋向。本文基于中国知网(CNKI)的相关文献, 利用CiteSpace6.3.R1分析软件绘制相关知识图谱, 对研究关键词、发文数量和发文机构进行可视化分析, 明确提升通勤管理、效率、满意度领域的研究热点并预测发展趋势, 为未来研究工作提供理论建议与研究方向指导, 以推动智慧化通勤在交通出行领域的应用与发展。

【关键词】智慧化; 通勤; 知识图谱; 可视化分析

【中图分类号】U462

【文献标识码】A

Hotspots and Future Development Trends of Intelligent Commuting-- Visual Knowledge Graph Analysis Based on Cite Space

ZHANG Qin¹, ZHANG Jiabao¹, WANG Kai², WANG Zhiling¹

(1. School of Health Management, Xi 'an Medical University, Xi 'an, Shaanxi, 710021;

2. Logistics Support Office, Xi 'an Medical University, Xi 'an, Shaanxi, 710021)

【Abstract】In recent years, with the acceleration of urbanization, the rapid development of information technology and the transformation of people's lifestyles, commuting issues have increasingly become a focus of public concern. The use of emerging technologies to assist in the intelligent upgrade of commuting has become a new trend in the development of commuting. Based on the relevant literature from China National Knowledge Infrastructure (CNKI), this thesis uses Cite Space 6.3.R1 analysis software to draw a knowledge map, conducts a visual analysis of research keywords, the number of published papers and publishing institutions, clarifies the research hot spots in the fields of improving commuting management, efficiency and satisfaction, and predicts future development trends. It provides theoretical suggestions and research direction guidance for future research work, in order to promote the application and development of intelligent commuting in the field of transportation.

【Key words】Intelligentization; Commuting; Knowledge Graph; Visual Analysis

引言

随着城市化进程的加快,城市内土地资源匮乏、交通严重拥挤、房屋价格居高不下等问题日益凸显,更多人倾向于向城市边缘区域迁移居住,逐渐形成“居住郊区化”,使得通勤距离不断被拉长,由此便产生了住职分离现象^[1]。因此,通勤问题成为现代都市特别是部分超大型城市生活中不可忽视的重要议题。通勤不仅关乎着普通居民的生活质量,还直接影响到城市的交通运行系统、效率以及城市的可持续性发展^[2]。本文基于 CiteSpace6.3.R1 软件可视化分析近 15 年国内相关文献,旨在深入探讨通勤效率和管理的研究热点和发展趋势,并为智慧通勤领域研究提供新的思路。

1 文献来源与研究方法

1.1 文献来源

以中国知网(CNKI)作为样本数据源,在检索时利用“通勤效率、通勤满意度、通勤管理”为关键词,为保证文献来源的权威性,选择北大核心和CSSCI作为文献来源,时间跨度选择为2009-2024年。经人工剔除非相关文献后以RefWorks格式导入到CiteSpace6.3.R1软件进行可视化分析,最终分析得到327篇有效文献构成基础数据库。

1.2 研究方法说明

CiteSpace软件系统是由美国德雷塞尔大学信息科学与技术学院的华人学者陈超美博士于2004年开发的一款信息可视化软件,主要用于计量和分析科学文献数据。它能够绘制科学和技术领域发展的知识图谱,直观地展现科学知识领域的信息全景,同时能识别某一科学领域中的关键文献、热点研究和前沿方向。本文采用CiteSpace6.3.R1作为研究工具,

使用聚类视图以及时间线图,反映热点关键词以及未来趋势^[3]。

2 研究分析

2.1 关键词共现网络分析

关键词是一篇文章内容的高度凝练与概括,通过对关键词的分析,可以了解到智慧通勤领域研究热点以及未来发展趋势。对样本数据选择节点类型进行关键词共现分析,得到包含273个节点、505条连线、网络密度为0.0136的关键词共现网络,再对阈值、字体大小以及节点大小进行调整后,得到2009-2024年国内智慧通勤研究关键词共现网络知识图谱(图1)。图中节点越大表示关键词出现频率越高,即这一方面的研究较多,反之则越少。节点颜色代表发文年份,颜色越浅发文越早,反之则越新。中介中心性可以反映某一关键词受学术关注程度的指标,当节点中介中心性大于0.1时,可以被判定为该领域的关键枢纽,图中外围粉色代表节点中心中介中心性大于0.1,表1具体罗列出了中介中心性大于0.1的所有关键词。

从研究热点来看,本研究重要关键词主要为“职住平衡”和“城市交通”。职住平衡概念首次提出可追溯到1898年埃比尼泽·霍华德(Ebenezer Howard)提出的田园城市理论,该理论在其著作《明日的田园城市》中详细阐释了工作空间与居住空间有机整合的规划理念^[4]。但在现代城市规划语境下的职住平衡核心点在于:通过土地混合利用以及交通系统优化等方式,动态适配就业岗位和居住人口,减少跨区域通勤的需求,缓解钟摆式交通压力,实现城市空间结构与居民生活质量的协同提升^[5]。根据《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设

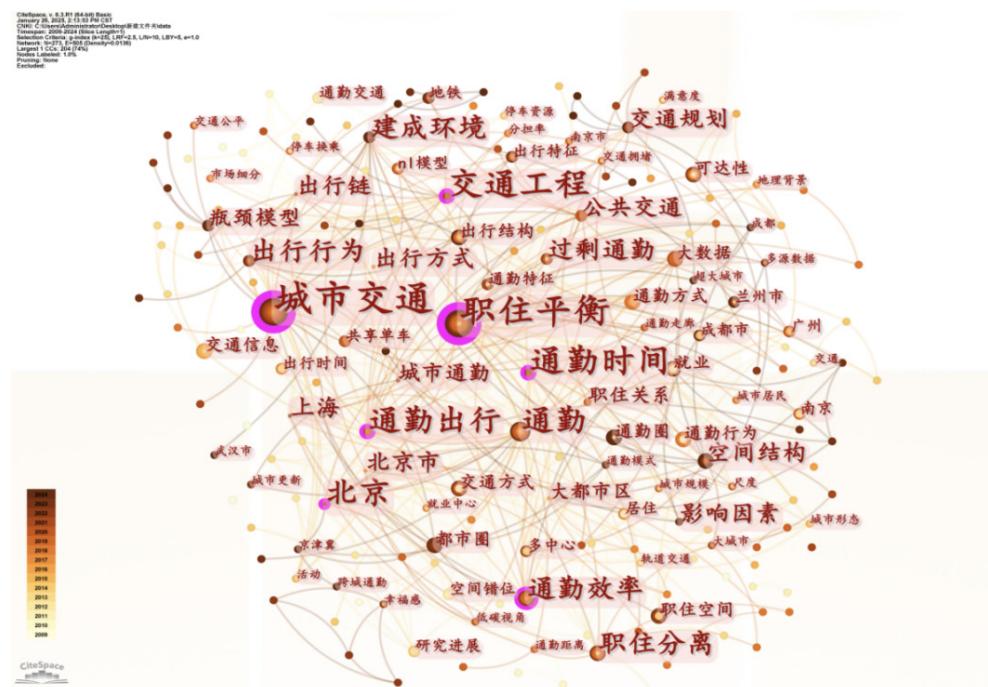


图 1 关键词共现示意图

| 关键词 | 出现次数 | 中介中心性 | 首次出现年份 |
|------|------|-------|--------|
| 职住平衡 | 25 | 0.30 | 2012 |
| 城市交通 | 32 | 0.24 | 2012 |
| 通勤时间 | 20 | 0.18 | 2009 |
| 北京 | 18 | 0.15 | 2009 |
| 通勤出行 | 18 | 0.15 | 2009 |
| 交通工程 | 21 | 0.14 | 2009 |
| 通勤效率 | 10 | 0.10 | 2012 |

表 1 重要关键词表

管理工作的若干意见》（以下简称“意见”），我国城市规划建设管理的总体目标是：“实现城市的有序建设、适度开发、高效运行，努力打造出和谐宜居、富有活力、各具特色的现代化城市，让人民生活更美好”^[6]。基于意见，我国城市要想实现交通

效率、环境宜居、空间公平的多维发展目标，城市应以民众的多元出行需求为根本导向去定位其核心价值，通过优化空间组织、资源高效配置等策略支撑城市生态-经济-社会复合链的可持续运行。

2.2 关键词聚类分析

一般认为, Modularity (聚类模块值, Q 值) > 0.5 , 意味着聚类效果较好; silhouette (聚类平均轮廓值, S 值) > 0.5 , 意味着聚类是合理的; silhouette > 0.7 , 聚类是高效且令人信服的。在对本样本关键词进行聚类分析后, Q 值为 0.6216, S 值为 0.8882, 表明该图聚类效果显著, 是令人信服的。

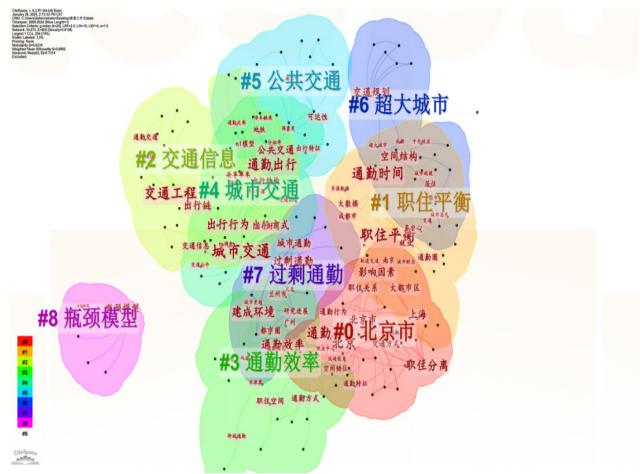


图 2 关键词聚类分析示意图

从图 2 中共得到 9 个显著的聚类模块, 标号为 #0 至 #8, 分别为: #0 北京市、#1 职住平衡、#2 交通信息、#3 通勤效率、#4 城市交通、#5 公共交通、#6 超大城市、#7 过剩通勤、#8 瓶颈模式。图中 #0 北京市、#6 超大城市代表着超大城市的通勤特征、交通规划等方面内容, 其中具有代表性的城市是北京市, 它的经验与问题能反映出一线和新一线城市面临的普遍情况, 为研究一线和新一线城市的发展规律、制定相关政策和构建智慧通勤体系等提供借鉴经验^[7]。#2 交通信息、#4 城市交通、#5 公共交通的聚类, 呈现出城市交通信息作为现代交通治理体系的核心要素, 它是支撑城市交通网络、公共交通系统智慧化运营的关键基础设施。#8 瓶颈模式可用于分析交通系统中通行能力受限的关键节点或路段,

从而提出与之相关的交通系统优化策略^[8]。#1 职住平衡、#3 通勤效率、#7 过剩通勤反映出居民通勤行为和效率受城市职住空间布局的关键影响^[9]。而要解决城市通勤问题, 则需要综合考虑所有相关因素, 进而采取系统的针对措施。

2.3 关键词突现图谱分析

关键词突现的时间以及强度能直观反映出某一领域在一段时间内的研究热点与发展方向。通过这一关键指标, 研究者可以更迅速、更深入地了解该领域的核心主题, 以及具体内容, 为后续研究提供方法指导和决策依据。



图 3 关键词突现

以图 3 中的“出行方式”关键词为例, 自 2010 年首次提出后, 它的相关热点研究持续了七年左右。深入探讨其持续原因, 可分为两个方面: 一方面是“十二五”规划提出实施公共交通优先发展战略, 大力推动了地铁、BRT 等公共交通设施的建设; 另一方面, 社会上不断出现的共享单车、网约车等新型出行方式, 彻底改变了传统的“走路”、“招手打车”等出行与通勤模式。充分体现政策的长期引导和技术的逐步成熟作用, 对研究热点产生双重影响。“瓶颈模式”和“都市圈”这两个关键词, 自 2022 年开

始进入人们研究视野。2022年《关于培育发展现代化都市圈的指导意见》中明确:要构建1小时通行圈^[10];“十四五”交通规划聚焦精准治理交通瓶颈规划:要求进行模型量化评估^[11];同年的《国家公路网规划》提到:要着重优化关键节点通行能力^[12]。在上述政策推动下,城际铁路动态瓶颈识别的智能化调度系统、强化学习算法的运用,以及数字孪生技术等技术为智慧化通勤研究提供技术支持,研究大都市圈民众通勤新模式对通行效率提升的作用具有重大意义,预计在未来仍会是该领域的研究热点之一。

2.4 近十五年文献数量的时间分布

年度发文量能够直观呈现某一研究主题的动态化演进过程,该历史变化有助于学者洞悉该研究领域的发文趋势。根据年度发文量统计,智慧化通勤领域大致可划分为三个时期:探索时期(2009—2014年):该时期发文量趋势基本为逐渐递增,到2013年,达到了该时期最高15篇。在此时期,智能化高阶算

法尚处于发展时期,因此智慧通勤、通勤效率等相关问题研究也处于起步阶段,整体发文量较少。发展时期(2015—2023年):该时期年发文量在20—30篇左右波动,在这一时期中围绕各关键词的相关研究在持续推进,研究的广度与深度也在不断拓展。增长时期(2024年至今):2024年发文量跃升至44篇,实现大幅增长,究其原因在于随着算法技术的进步以及社会对通勤问题逐渐重视,智慧化通勤领域研究迎来快速发展的契机,围绕利用新技术提升通勤效率、改善通勤满意度和优化通勤管理等方面的研究成果显著增多。

2.5 发文机构分析

在学术研究领域,发文机构的发文量是衡量其研究水平的重要指标之一。为清晰呈现发文机构的研究活跃度和分布情况,本文将发文机构显示阈值设定为2,仅展示发文量达到两次及两次以上的机构。在可视化呈现图中,机构发文次数越多,则该机构名称字体便越大。而机构间合作的紧密程度,是通

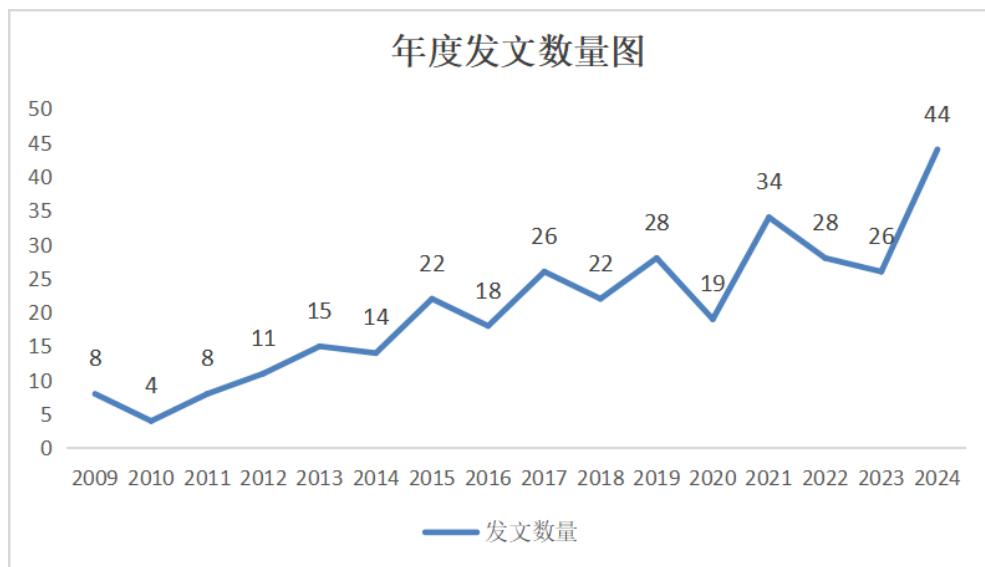


图4 历年发文量数量示意图

过节点间连接线的疏密程度间接体现。在图5中,共包含255个节点与213个连线,密度为0.0066,这表明研究机构间合作强度较低,跨机构协同创新仍有较大提升空间。

从地域分布视角分析发文机构所在地,发文机构主要集中在北京、上海等超大城市,这与上文以“北京”为关键词的聚类分析结果互相呼应。基于上述分析,未来研究应以北京、上海等超大城市为核心引领,逐步向中西部地区拓展延伸,从而促进全国范围内智慧化通勤研究的创新合作与均衡发展^[13-14]。

同时在众多发文机构中,形成了以同济大学建筑与城市规划学院、北京交通大学交通运输学院、北京大学城市与环境学院等为代表的核心发文机构(表2),其中同济大学建筑与城市规划学院发文量排第一,达15篇。

发文量在5篇及以上的16所发文机构里,有9所所属地在北京市(表2)。天津城建大学经济与管理学院与天津大学京津冀协同发展研究中心、天津城建大学京津冀协同发展研究中心、京津冀协同发展研究中心展开合作,为京津冀地区交通一体化发展、提升地区通勤效率贡献力量(图6)。再进一步分析16所发文机构,高校学院占10所,高校中的研究所、科学院、实验室共5所,可见高校已成为该领域研究的主力军。

3 结论

本研究以CNKI数据库收录的327篇论文为分析样本,时间跨度设置为2009-2024年。通过梳理逐年发文量可看出,我国在智慧通勤领域的研究关注度呈现显著增长趋势,这一现象表明该领域正日

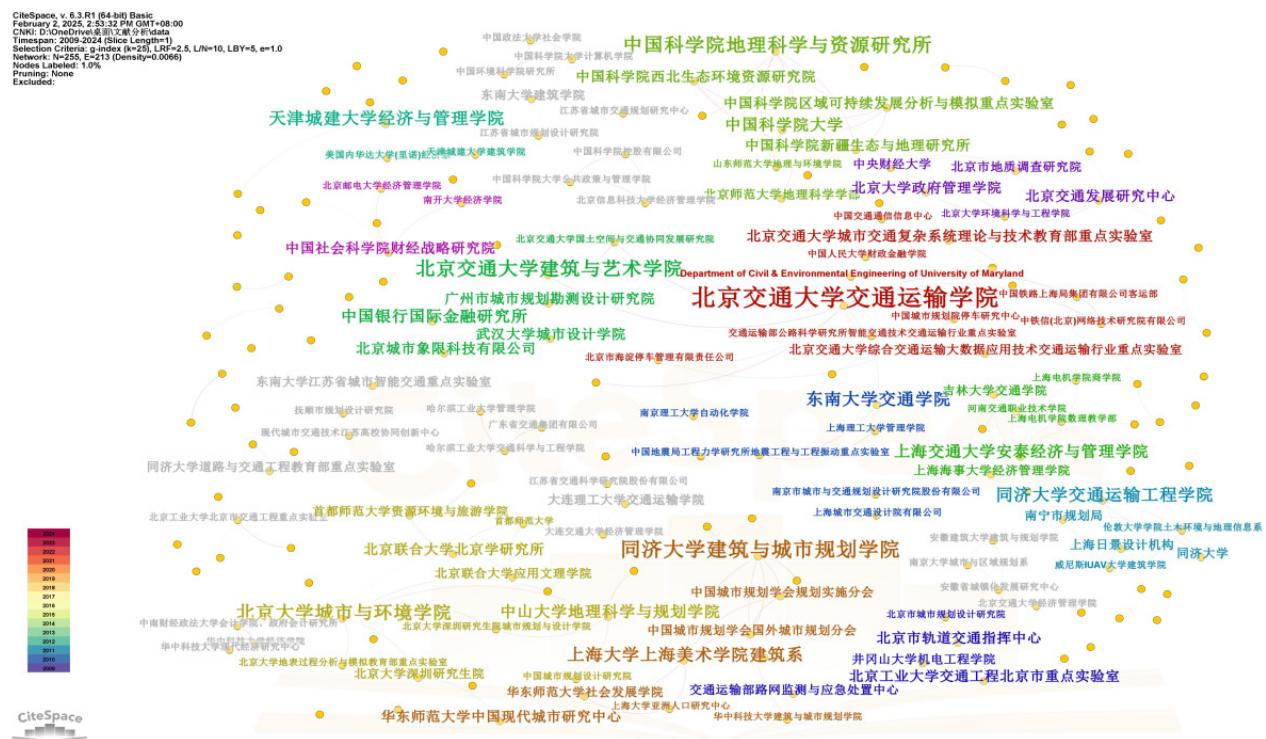


图5 发文机构分布图

| 序号 | 机构名称 | 发文次数 | 中心性 |
|----|-----------------------------|------|------|
| 1 | 同济大学建筑与城市规划学院 | 15 | 0.01 |
| 2 | 北京交通大学交通运输学院 | 11 | 0.02 |
| 3 | 北京大学城市与环境学院 | 10 | 0.01 |
| 4 | 中山大学地理科学与规划学院 | 7 | 0.01 |
| 5 | 北京联合大学北京学研究所 | 7 | 0.01 |
| 6 | 同济大学道路与交通工程教育部重点实验室 | 7 | 0 |
| 7 | 北京交通大学经济管理学院 | 7 | 0 |
| 8 | 天津城建大学经济与管理学院 | 7 | 0 |
| 9 | 东南大学交通学院 | 6 | 0.01 |
| 10 | 北京交通大学建筑与艺术学院 | 6 | 0.01 |
| 11 | 中国科学院地理科学与资源研究所 | 6 | 0 |
| 12 | 华东师范大学中国现代城市研究中心 | 6 | 0 |
| 13 | 同济大学交通运输工程学院 | 5 | 0 |
| 14 | 北京交通大学城市交通复杂系统理论与技术教育部重点实验室 | 5 | 0 |
| 15 | 华东师范大学城市与区域科学学院 | 5 | 0 |
| 16 | 北京师范大学地理科学学部 | 5 | 0 |

表2 部分机构发文次数图

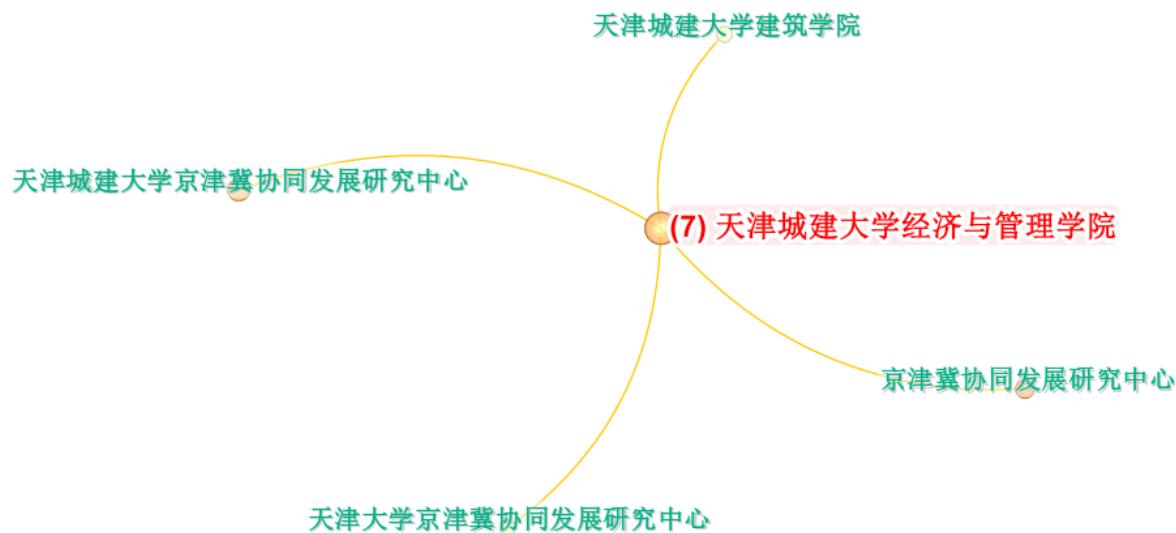


图6 机构合作示意图

益受到学术界与科研机构的广泛关注。同时也反映出通勤问题在社会经济发展进程中的关键地位,充分体现了国家对优化城市交通体系、提升居民生活品质的高度重视。

从关键词来看,对于通勤领域智慧化研究,我国学者主要围绕“住职平衡”、“城市交通”、“通勤时间”、“通勤出行”和“交通工程”等研究热点展开。这些研究热点着重解决一线及新一线城市职工通勤难、通勤时间长、通勤距离远、通勤方式单一等问题现状,体现出我国对改善居民通勤体验和提升城市交通效率的迫切需求。

从关键词突现来看,智慧化通勤研究重心从“出行方式”和“通勤交通”逐步转向“大数据”和“都市圈”等方向,其研究内容的发展趋势呈现出智能化、效率化和一体化。其本质在于践行“以人为本”的发展理念。旨在通过通勤技术创新和都市空间重构,提升居民出行体验和优化城市运行效率。

基于上述研究结果分析和结合分析关键词突现、关键词聚类、发文量统计等数据,对我国未来通勤交通研究作出以下展望:

3.1 切实落实国家政策导向,精准对接通勤领域规范要求与群众通勤出行的实际诉求。学者们应主动把握政策机遇,围绕政策引导与技术创新展开对智慧化通勤领域的深入研究。

3.2 研究方向应该更加着重信息化,智能化,着眼解决城市通勤难的问题,保障基本信息,加强算法水平,优化路线规划,让群众体会到更方便、更快捷的通勤体验。

3.3 深入研究城市空间规划和交通体系优化,让城市通勤以点及面,全方位覆盖城市通勤,不单单局限于单一的路线通勤,将通勤方式多样化、智能化,

结合现代化技术和信息,让城市通勤更便捷。

3.4 探讨跨区域合作通勤体系,让通勤方式多元化,结合多种公共交通方式,达到最省时、最方便的目的。加速跨区域合作可以减轻大型城市通勤压力、带动整体经济发展、保障区域发展平衡和形成完整统一的通勤圈。

3.5 研究分析路线和时段调配。通过智能化路线调配技术减轻大型城市高峰时段的通勤压力。同时加强与交通部门的联系,创造更多分流路线,分时段通勤等便捷通勤方式。

本研究借助 CiteSpace 分析工具,对智慧化通勤领域进行了全面分析,研究成果具有一定理论与实践价值,可以为学术界理解该领域发展脉络、洞察前沿趋势、把握关键议题提供多维度视角。但本研究数据收录范围较小,人为筛选存在误差,可能存在对高质量论文的漏选,影响图谱完整性。期待未来研究者能开发更高效的研究算法,进一步挖掘研究领域的潜在价值,将理论转化为实际,将智慧化通勤领域推向更高层面。

【参考文献】

- [1] 王宏,崔东旭,张志伟. 大城市功能外迁中双向通勤现象探析 [J]. 城市发展研究, 2013, 20(4): 149-152.
- [2] 段征宇,贺璇,陈川. 城市居住区位与出行行为对通勤者生活质量的影响研究——以上海市为例 [J]. 现代城市研究, 2023, 28(6): 88-93+99.
- [3] 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.
- [4] 高中岗,卢青华. 霍华德田园城市理论的思想价值及其现实启示——

重读《明日的田园城市》有感 [J]. 规划师, 2013, 29(11): 105-108.

[5] 唐俊玮. 大数据视角下基于职住平衡的交通缓堵研究——以重庆中心城区为例 [J]. 人民公交, 2024, 184(16): 39-41.

[6] 中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见 [J]. 居业, 2016, 103(8): 1-4.

[7] 《2023年度中国主要城市通勤监测报告》解读 [J]. 城乡建设, 2023, 669(18): 70-77.

[8] 朱海峰, 刘畅, 温熙华, 等. 均衡流量和饱和度的交通瓶颈控制 [J]. 控制理论与应用, 2019, 36(5): 816-824.

[9] 刘耀林, 陈龙, 安子豪, 等. 基于公交刷卡数据的武汉市职住通勤特征研究 [J]. 经济地理, 2019, 39(02): 93-102.

[10] 国家发展改革委关于培育发展现代化都市圈的指导意见 [J]. 城市轨道交通, 2019, 25(3): 10.

[11] 管娜娜, 田苗. 成都市通勤效率提升规划策略研究 [C]. 中国城市规划设计研究院城市交通专业研究院, 2021/2022年中国城市交通规划年会, 2022: 2029-2039.

[12] 国家发展改革委举行新闻发布会介绍《国家公路网规划》有关情况 [J]. 中国产经, 2022, 26(14): 17-23.

[13] 黄迪. 北京职住空间结构及其影响因素研究 [D]. 北京交通大学, 2016.

[14] 张欣炜. 中国的大都市化进程——格局与机制研究 [D]. 华东师范大学, 2017.

【作者简介】张钦, 西安医学院卫生管理学院劳动与社会保障专业本科生。

【通讯作者】王凯, 西安医学院后勤保障处; 王志玲, 西安医学院卫生管理学院教授。