

数字孪生在智慧交通领域的网络关注时空演化分析

——基于百度指数的视角

郭曦榕^{1,2*}, 张珂溢³, 钟爱平³, 杨洋³, 熊萧然³, 焦育威³, 林敏¹, 李欣雨¹

¹成都信息工程大学管理学院, 四川 成都

²四川省网络空间安全高校重点实验室, 四川 成都

³四川数字交通有限公司, 四川 成都

收稿日期: 2025年11月19日; 录用日期: 2025年12月10日; 发布日期: 2025年12月23日

摘要

本文基于百度指数研究数字孪生和智慧交通的网络关注时空演变过程, 以公众的视角从宏观层面掌握数字孪生和智慧交通的社会认知状况, 为数字孪生在智慧交通中的应用提供重要的市场和社会洞察。研究表明, 近年来人们对数字孪生的关注大幅提升体现出较大的波动性, 而对智慧交通的网络关注较为平稳。在资讯传播方面, 智慧交通的资讯关注度明显高于数字孪生和数字孪生的传播度; 地域分布上, 华东、华北、华南位于前列, 省份分布上北京、广东具有长期优势, 对周边省份具有一定的带动性; 城市分布上北京、上海领先优势明显。关注人群的年龄分布上, 20~50岁的群体较为活跃, 其中20~40的群体对数字孪生的关注人数最多, 性别分布上, 男性关注人数多于女性, 这一差异在关注数字孪生的群体中表现更为突出。关注内容分布上, 主要集中于数字孪生的技术实现以及智慧交通的应用实现方面。

关键词

数字孪生, 智慧交通, 网络关注, 百度指数

Analysis of the Spatio-Temporal Evolution of Online Attention to Digital Twins in Intelligent Transportation

—An Analysis Based on Baidu Index

Xirong Guo^{1,2*}, Keyi Zhang³, Aiping Zhong³, Yang Yang³, Xiaoran Xiong³, Yuwei Jiao³, Min Lin¹, Xinyu Li¹

¹School of Management, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

*通讯作者。

文章引用: 郭曦榕, 张珂溢, 钟爱平, 杨洋, 熊萧然, 焦育威, 林敏, 李欣雨. 数字孪生在智慧交通领域的网络关注时空演化分析[J]. 统计学与应用, 2025, 14(12): 335-346. DOI: 10.12677/sa.2025.1412369

Abstract

This article studies the spatio-temporal evolution process of online attention to digital twins and smart transportation based on Baidu Index, aiming to understand the social recognition status of digital twins and smart transportation from a macro perspective and provide important market and social insights for the application of digital twins in smart transportation. The research shows that in recent years, the online attention to digital twins has significantly increased with considerable fluctuations, while the attention to smart transportation has been relatively stable. In terms of information dissemination, the information attention to smart transportation is significantly higher than that to digital twins and the dissemination of digital twins. Geographically, East China, North China, and South China are at the forefront, and in terms of provincial distribution, Beijing and Guangdong have long-term advantages and have a certain driving effect on surrounding provinces. In terms of city distribution, Beijing and Shanghai have obvious leading advantages. In terms of the age distribution of the attention group, the 20~50 age group is more active, among which the 20~40 age group has the largest number of people paying attention to digital twins. In terms of gender distribution, the number of males is more than that of females, and this difference is more prominent in the group paying attention to digital twins. In terms of the distribution of attention content, it is mainly concentrated on the technical realization of digital twins and the application realization of smart transportation.

Keywords

Digital Twins, Intelligent Transportation, Online Attention, Baidu Index

Copyright © 2025 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

随着新一代信息技术的快速发展,数字孪生(Digital Twin)作为一种融合物理世界与数字世界的创新理念,正日益成为推动基础设施智能化管理与优化的重要工具。自2002年Grieves在产品生命周期管理中提出“数字孪生”概念以来[1],该技术已广泛应用于制造、航空、城市治理等多个领域。而在交通领域,数字孪生因其具备动态仿真、状态监测、预测预警等特性,被视为实现智慧交通(Smart Transportation)和智能基础设施管理的重要路径之一[2]。

中国高度重视交通领域的数字化转型。《交通强国建设纲要》(2019)提出要“加快数字交通发展”,并将“数字孪生交通”作为构建智慧交通系统的重要内容纳入政策体系中。2021年,交通运输部发布《关于推进数字交通发展的指导意见》,首次明确提出要“打造以数字孪生为核心的智能交通基础设施体系”,标志着数字孪生技术在中国交通领域的政策层面正式落地。

尽管政策驱动和技术演进共同推动了数字孪生在智慧交通领域的拓展,但当前该主题的公众认知和网络关注热度尚缺乏系统性研究。已有研究多聚焦于技术实现路径与系统架构设计,例如刘强等(2022)提出数字孪生在城市交通中可构建“虚实映射-智能决策-反馈控制”的闭环系统结构[3]; Zhou *et al.* (2023)则探讨了 Digital Twin 在高速公路智能化管养中的潜力与瓶颈[4]。但从舆情关注、公众接受度、媒体传

播规律等角度切入的研究相对较少。

百度指数(Baidu Index)作为一种网络搜索指数工具,主要反映用户在百度搜索引擎中对特定关键词的搜索热度,常被视为“网络关注度”的量化指标,用于捕捉公众对事件、话题或领域的兴趣变化[5]。本论文基于“搜索行为先行于行动”的假设,认为网络关注度领先于实际交通行为,且这种领先性可达数天至数周,由此建立关键词与行为的关联关系,因此百度指数可以为大数据驱动的智能交通系统(ITS)提供了低成本、高时效的补充数据源。此外网络关注度可以实时捕捉突发交通事件的影响,构建交通事件的早期预警模型,还可以通过网络关注度的变化评估公众对政策的反应和交通服务的实际使用效果,有助于量化政策对交通可持续性的影响。

2. 研究方法与数据来源

2.1. 数据来源

百度数据统计分析平台是以百度网民行为数据为基础的数据分析平台,具体而言是以网民在百度网站的搜索数据为基础,提供的关键词网络搜索量数据,它反映了网民对该关键词的主动搜索需求和关注状况,即网络关注度[6]。截至 2024 年底,中国互联网用户数量已达 11.08 亿,互联网普及率为 78.6%,本文采用该平台提供的百度指数作为数据来源,在该平台分别输入“数字孪生”、“智慧交通”和“数字孪生 + 智慧交通”会得到平台输出的搜索指数和资讯指数时间分布序列、用户的地域分布、人群属性和语义关联图谱。本文选择研究对象的百度指数统计数据时间段为 2020 年 1 月至 2024 年 12 月。

2.2. 数据处理与分析方法

在数据处理与分析方面,本文主要采用以下方法:一是时间序列分析法,通过绘制关键词搜索指数时间趋势图,探究其关注度的时序演化特征;二是地域分布分析法,通过对不同地域的用户数据进行分析,识别出关注度的空间分布特征;三是人群属性分析法,通过对不同年龄段、性别群体的关注数据进行分析,勾勒出核心关注人群的画像;四是知识图谱分析法,通过搜索关键词与其语义关联度的强弱关系,识别出与数字孪生及智慧交通高度相关的核心关键词;进一步剖析与“数字孪生”和“智慧交通”关键词语义关联度较强及较弱的关键词分布格局,进而挖掘数字孪生在智慧交通领域中的应用热点、尚未关注的潜在关键词,以及技术和产业发展的优势与劣势[7]。

3. 网络关注时间演化特征分析

3.1. 搜索指数时序变化特征

在百度指数官网分别输入关键词“数字孪生”和“智慧交通”,由于关键字“数字孪生”从 2019 年 4 月 1 日百度才还是收集,所以将百度搜索指数的起始时间设置为 2019 年 4 月 1 日,结束日期设置为 2024 年 12 月 31 日,在终端框中选择 PC + 移动,平台显示的日搜索指数时序的变化如图 1 所示。

从 2019 年至 2024 年的搜索指数时序演化趋势来看,“数字孪生”与“智慧交通”在整体关注度及演化轨迹上呈现出显著差异。“数字孪生”的搜索热度始终高于“智慧交通”,并表现出更强的阶段性波动与峰值特征;而“智慧交通”则维持在较低但稳步上升的水平,显示出其关注度的长期稳定性与应用导向特征。

具体而言,2019~2020 年两者均处于初始阶段,日均热度较低,波动幅度有限,反映出相关概念尚处于培育期。自 2021 年起,“数字孪生”热度显著上升,并出现多次尖峰式增长,说明该概念在政策推动和产业资本关注下进入快速扩散期,尤其在 2022 年前后受“元宇宙”“数字经济”等议题带动,表现出明显的外部事件响应性。相较之下,“智慧交通”在同期虽略有上升,但整体变化平缓,呈现典型的应用

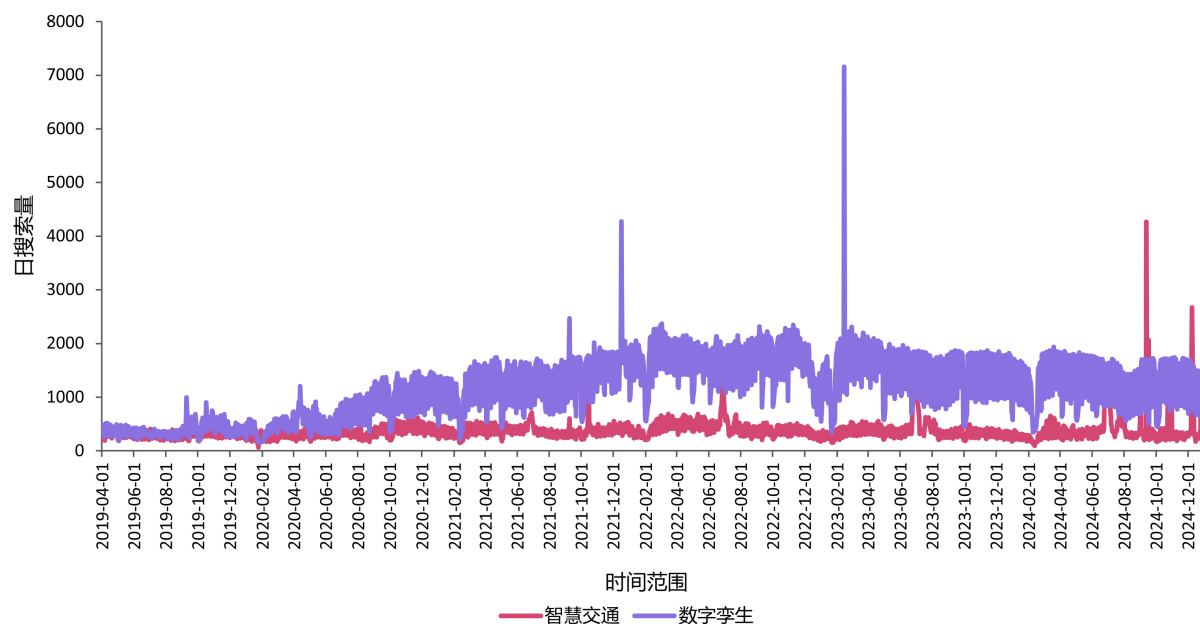


Figure 1. Daily time series of search indices for “digital twins” and “intelligent transportation” (2019~2024)

图 1. 2019~2024 年“数字孪生”和“智慧交通”日搜索指数时序图

技术稳态增长特征。进入 2023~2024 年后，“数字孪生”的总体热度趋于平台化，波动频率降低但幅度仍较大，反映出其已由概念扩散阶段转入产业应用深化阶段；而“智慧交通”保持小幅波动的稳态演化，显示其技术体系已较为成熟，关注重心逐步从概念推广转向实际部署与优化。

以日为单位的时序演化角度看，“数字孪生”体现出典型的技术概念型创新周期特征，即“快速扩散 - 高峰关注 - 稳定沉淀”的动态演进过程；而“智慧交通”则表现出长期应用型技术的稳态增长模式。

同样，以“年”作为时间变量，得到 2019~2024 年间二者搜索指数的年度变化趋势，如图 2 所示，从整体搜索热度来看，2019~2024 年间“数字孪生”呈现出显著的阶段性变化特征：2019 至 2021 年增长迅速，2022 年达到峰值后略有回落并趋于平稳，反映出该概念从快速传播阶段过渡到应用深化阶段。而“智慧交通”的整体搜索热度则保持缓慢上升趋势，年度间波动较小，体现出持续稳步发展的特征。

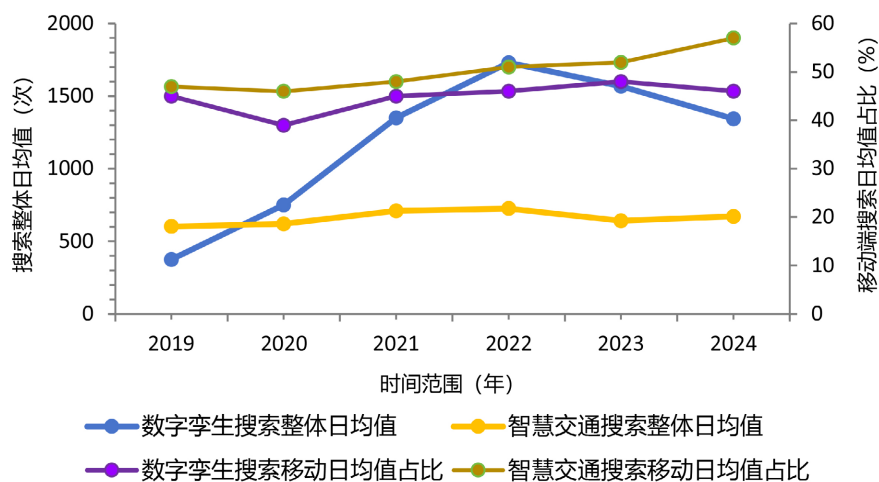


Figure 2. Annual time series of search indices for “digital twins” and “intelligent transportation” (2019~2024)

图 2. 2019~2024 年“数字孪生”和“智慧交通”年度搜索指数时序图

从移动端搜索占比来看，两者均呈总体上升趋势，但变化幅度存在差异。“数字孪生”在 2019~2021 年间占比提升明显，说明其在早期依托移动端传播迅速扩散；2022 年后占比略有下降，表明传播渠道趋于多元化。“智慧交通”的移动端占比始终维持在较高水平，年度间变化平缓，显示其传播体系较为成熟、受众结构稳定。

3.2. 资讯指数时序变化特征

百度大数据平台在显示百度搜索指数时序变化的同时也会显示同样关键词在同一时间范围内百度资讯指数的时序变化，在时间范围选择框中选择 2018 年 4 月 1 日到 2024 年 12 月 31 日，“数字孪生”和“智慧交通”的资讯指数时序变化如图 3 所示：

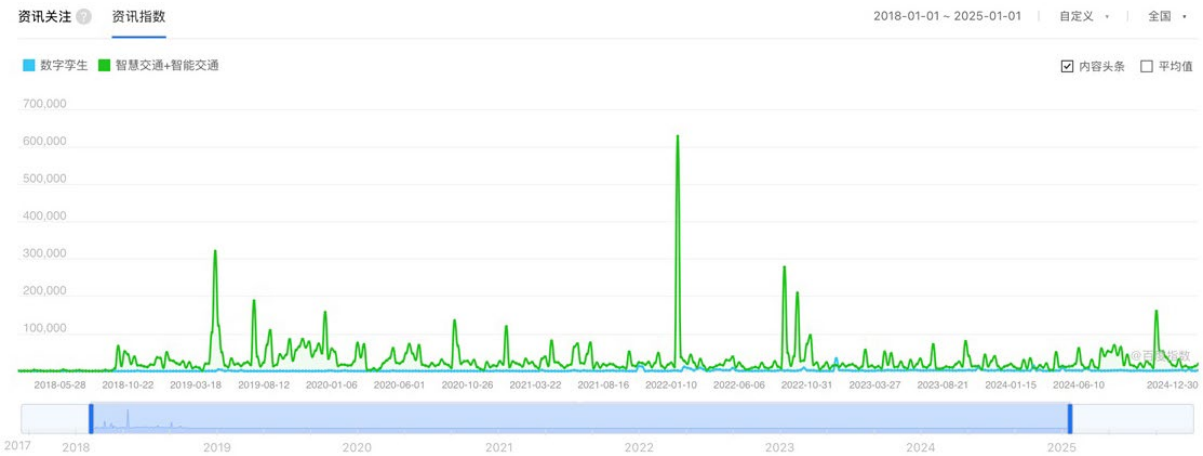


Figure 3. Daily time series of Baidu news indices for “digital twins” and “intelligent transportation” (2018~2024)
图 3. 2018~2024 年“数字孪生”和“智慧交通”日百度资讯指数时序图

从 2018 年至 2024 年期间，“数字孪生”(Digital Twin)与“智慧交通”(Intelligent Transportation)两个关键词的资讯指数呈现出明显的阶段性波动特征。整体来看，“智慧交通”的资讯热度长期高于“数字孪生”，反映出交通领域在数字化与智能化转型过程中受到社会与产业的持续关注。从时间维度上看，两者的舆论关注均经历了多次显著峰值，尤其在 2019 年、2021 年与 2023 年出现了明显的短期激增现象。这些峰值大多对应国家政策发布、智慧交通示范工程建设以及数字孪生相关技术突破的时间节点，体现出政策导向与技术进展对公众关注度的显著驱动作用。

虽然“数字孪生”的资讯指数整体较低，但自 2020 年起呈现出稳步上升趋势，说明其应用领域逐渐从制造业和城市治理向交通、能源、文旅等场景拓展，社会认知度不断增强。而“智慧交通”的资讯指数在 2019 年和 2023 年两次出现集中爆发，随后进入相对平稳阶段，这表明该领域在经历政策推动和项目落地后，进入了从概念热度向产业化发展的过渡期。整体而言，两者在时间序列上的波动具有一定同步性，显示出“数字孪生”技术逐渐成为“智慧交通”体系的重要支撑技术之一，二者在智能基础设施建设与城市治理数字化转型中表现出较强的协同演进特征。

3.3. 搜索指数与资讯指数时序特征的对比分析

为探讨“数字孪生(Digital Twin)”与“智慧交通(Intelligent Transportation)”在社会关注度与信息传播层面的差异与关联，本文基于百度指数数据对 2019~2024 年间两者的搜索指数与资讯指数日均值进行了对比分析(见图 4)。从整体趋势来看，两者的热度均呈现阶段性波动与长期稳定并存的特征，但在增长节奏与传播机制上表现出明显差异。

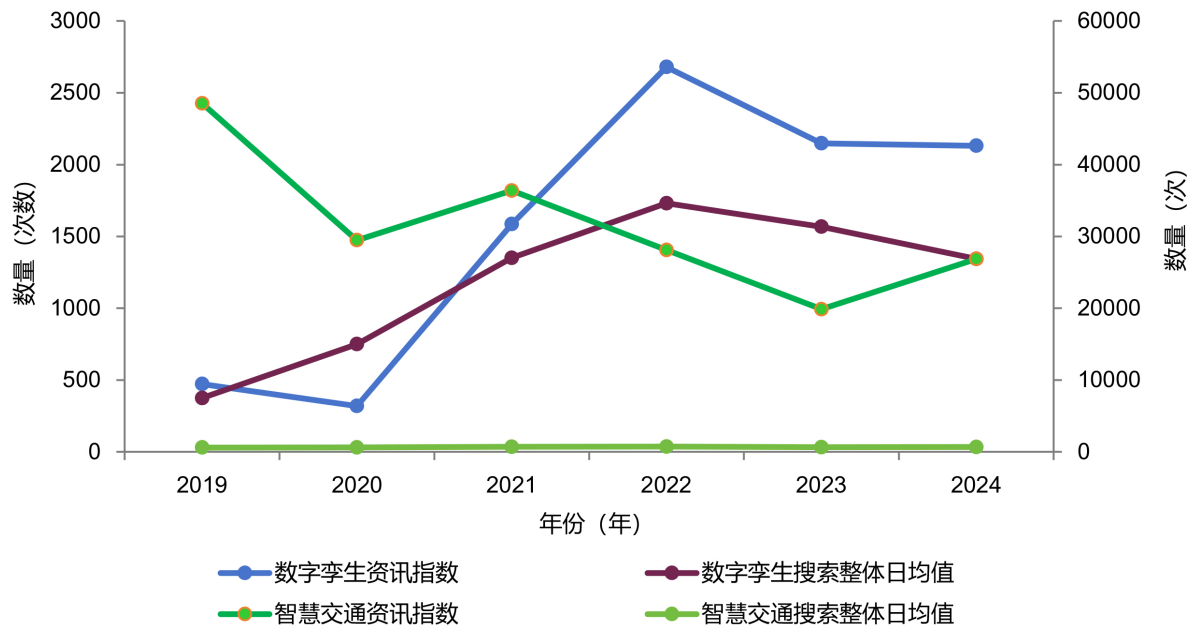


Figure 4. Trends of search and news indices for “digital twins” and “intelligent transportation” (2018~2024)
图 4. 2018~2024 年“数字孪生”和“智慧交通”搜索指数和资讯指数趋势对比图

如图 4 所示，“数字孪生”的搜索指数整体高于其资讯指数，且二者在 2020~2022 年间同步上升，2022 年达到峰值后趋于平稳。这说明“数字孪生”概念的传播主要由公众主动搜索与学术、产业界的技术关注所驱动，体现出较强的知识探索性与新兴技术扩散效应。相较之下，“智慧交通”的资讯指数始终远高于其搜索指数，显示该领域的舆论热度更多来源于政策发布、媒体报道及产业应用示范，而非公众自主信息检索。这一差异反映出两类议题在信息传播路径与受众结构上的本质不同：前者以技术驱动为主，后者以政策和应用推动为主。

“数字孪生”和“智慧交通”在搜索指数和资讯指数上的这种时序特征具有重要启示意义。一方面，数字孪生的高波动性表明其仍是技术演进和概念拓展的活跃领域，其与智慧交通的融合将推动交通系统的精细化感知、虚实交互及预测性控制；另一方面，智慧交通的稳定传播态势为数字孪生提供了可靠的应用场景与政策支撑，形成从技术供给到应用需求的双向促进机制。

4. 网络关注的地域分布

百度指数的地域分析主要是通过用户搜索行为的地理分布来实现的。用户在百度搜索特定关键词时产生的数据，包括搜索时间、频次和地域信息。百度通过 IP 地址、账号注册地、设备定位等信息判断用户的地理位置。百度指数采用数据挖掘方法，通过聚类分析，给出用户地域分布信息。本文分别以“数字孪生”和“智慧交通 + 智能交通”为关键词，以省份、区域、城市为单位，分别获取 2019 年 1 月 1 日至 2025 年 1 月 1 日的数据进行网络关注空间分布。

4.1. 数字孪生的网络关注地域分布

4.1.1. “数字孪生”网络关注的城市分布

在百度指数大数据分析平台输入“数字孪生”关键字，在时间选择框内逐年输入 2019 年~2024 年得起始时间和终点时间，得到得网络关注城市分布图和百度搜索量逐年从高到低的前十名省份排序分布情况，如表 1 所示。

Table 1. Top 10 cities by Baidu Search volume ranking table of digital twins (2019~2024)
表 1. 数字孪生百度搜索量排名前十的城市排序表(2019~2024)

年份	北京	上海	深圳	杭州	广州	南京	武汉	成都	西安	苏州	重庆
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2020	1	2	3	4	7	5	8	6	9		10
2021	1	2	4	3	7	5	8	6	9		10
2022	1	2	4	3	7	5	8	6	9		10
2023	1	2	3	4	6	7	8	5	9		10
2024	1	2	6	4	8	7	9	3		10	5

关键词“数字孪生”的城市搜索热度在时间序列上呈现出较为明显的空间演变规律。排名前十的城市经历了由从北京、上海，杭州等中心城市向中西部地区逐步扩散的过程，表现出了由北向南、由东到西的层级扩散特征。

在整个研究时间区间内，北京、上海、杭州和广州始终位列前列，排名波动浮动较小，体现出较高的稳定性。这些城市作为我国数字传播与信息集散的核心节点，具备政策、媒体和技术等多重优势，是网络关注的首发地与扩散源。尤其是北京与上海，长期维持在高位，反映了其在公共议题传播与网络舆论引导中的主导作用；而杭州与广州则依托数字经济与互联网产业基础，形成了持续的高热度效应。

与此同时，武汉、成都、南京和深圳等次核心城市在中后期阶段的排名显著上升，显示出区域传播重心的多极化趋势。中部和西南地区的城市在信息基础设施完善和地方传播渠道活跃的推动下，逐步成为网络关注的重要承载区。这表明网络议题的传播路径已突破传统一线城市的集中模式，向更广泛的区域扩展。

从时间分布规律来看，前十城市的搜索热度变化表现出明显的时空梯度：早期集中于京津冀和长三角地区，中期向中部城市扩散，后期则在珠三角与成渝地区形成多个高值集聚区，反映出议题传播的区域协同效应和空间均衡化趋势。整体而言，百度搜索热度的演化过程体现了信息传播的层级扩散与区域联动机制，即以东部核心城市为引领，通过次级城市的承接和放大，实现由点到面的扩散传播格局。

4.1.2. “数字孪生”网络关注的省级分布

将百度指数大数据平台中将地域的按钮切换至“省份”，根据平台提供的网络关注省份分布图(注：百度指数平台在城市和省份将直辖市均纳入了分析，本文与其保持一致将直辖市也纳入省份一级)，对其进行统计分析，得到逐年百度搜索量逐年从高到低的前十名省份排序分布情况，如表 2 所示：

Table 2. Top 10 provinces by Baidu Search volume ranking table of digital twins (2019~2024)
表 2. 数字孪生百度搜索量排名前十的省份排序表(2019~2024)

年份	北京	广东	上海	江苏	浙江	山东	四川	湖北	湖南	陕西	河南	重庆
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2020	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	
2021	1	2	3	4	5	6	7	8	10	9		
2022	1	2	4	3	5	6	7	8		9	10	
2023	1	2	4	3	5	6	7	8		9	10	
2024	1	3	5	2	4	6	7	8			10	9

关键词“数字孪生”的省份搜索热度在时间序列上呈现出与城市分布相似的特征，即：排名前十的省份与排名前十的城市具有一定的“省份-省会”相关性，但其中也有一些差异，主要体现在省份网络关注度的分布中，北京的核心化作用更加明显，广东省的整体网络关注度分布超过了上海跃居第二，同样，江苏省和山东省的网络关注也分别超过了浙江省和四川省。

表中的深红色区域是网络关注高热度区域，在 2019~2021 年阶段，深红色区域主要集中在经济较为发达的北京、上海和广东省，说明数字孪生在受到关注的初期主要是由经济基础好、技术研发能力强和政策支持力度大的区域引领。随着时间的推移，深蓝色高热度区域开始缓慢向内陆省份扩展，蓝色中热度区域面积有所扩大，特别是 2022 年以后，虽然核心热度仍集中在北京和东部沿海但中部、西部部分省份，如湖南、陕西、河南和重庆的关注度迅速提升，说明数字孪生技术的空间扩散已从最初的“极点式”向“城市群带动式”发展。

4.1.3. “数字孪生”网络关注的区域分布

将百度指数大数据平台中将地域的按钮切换至“区域”，得到 2019~2024 年的“数字孪生”网络关注度在区域上的时空分布排序情况，如表 3 所示：

Table 3. Regions by Baidu Search volume ranking table of digital twins (2019~2024)
表 3. 数字孪生百度搜索量区域排序表(2019~2024)

年份	华东	华北	华南	华中	西南	东北	西北
2019	1	2	3	4	5	6	7
2020	1	2	3	4	5	6	7
2021	1	2	3	4	5	6	7
2022	1	2	3	4	5	7	6
2023	1	2	3	4	5	7	6
2024	1	2	3	5	4	6	7

数字孪生的网络关注区域分布呈现较为稳定的时空特征，其中 2019~2021 年具有相同的空间分布，2022~2023 年具有相同的时空特征，即：数字孪生的网络关注度演变呈现出高位固化与逐渐扩散的复合特征。在整个观测期内，关注度的高位集中于东部沿海地区，特别是华东、华北(京津冀)和华南(珠三角)三大经济区。深红色区域主要集中在沿海省份，反映出经济发展水平、技术创新能力和信息产业基础是影响数字孪生关注度和应用探索的首要驱动因素。相较之下，西部和东北地区在整个观测期内处于深绿色区域居多，热度普遍偏低。

从演变趋势来看，数字孪生的热度分布格局具有极强的时空稳定性。虽然中西部地区的关注度有所提升，但未能从根本上改变东部地区占据绝对优势的“极化”分布格局。这表明数字孪生技术的应用推广和公众认知仍处于核心区域引领的阶段，区域发展的不均衡性显著。

4.2. “智慧交通”的网络关注地域分布

考虑到智慧交通和智能交通在中国的表述，本文将二者统一作为“智慧交通”。在百度指数平台的关键词框内输入“智慧交通 + 智能交通”，分别得到其在城市、省份和区域不同空间范围的关键词网络时空分布排序情况。

4.2.1. “智慧交通”网络关注的城市分布

在百度指数大数据分析平台输入关键字“智慧交通 + 智能交通”，在时间选择框内逐年输入 2019

年~2024 年得起始时间和终点时间，将页面切换至人群画像中地域分布界面，选择“城市”得到智慧交通网络关注城市分布图和逐年百度搜索量逐年从高到低的前十名省份排序分布情况，如表 4 所示：

Table 4. Top 10 cities by Baidu Search volume ranking table of intelligent transportation (2019~2024)
表 4. 智慧交通生百度搜索量排名前十的城市排序表(2019~2024)

年份	北京	上海	深圳	杭州	广州	成都	武汉	南京	重庆	西安	苏州	无锡
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2020	1	2	4	3	7	6	5	8	9	10		
2021	1	2	3	4	6	5	7	8	9	10		
2022	1	2	5	3	6	4	9	7	8	10		
2023	1	4	5	3	7	2	9	8	6	10		
2024	1	3	8	7	9	4		6	2		5	10

从时序演变的角度来看，2019~2021 年间深红色的城市主要集中在北京、上海、深圳和杭州，说明智慧交通作为一项高投入、高技术密度的应用领域，其关注和发展主要由经济发达、人口稠密、交通需求复杂、技术创新能力强的一线城市和区域中心城市所引领。从 2022 年开始，成都和重庆的网络关注开始提升，并分别在 2023 年和 2024 年大幅提升到全国第 2 位，说明对智慧交通的网络关注从 2022 年开始已经从核心城市向西部地区大幅扩散，同时也说明了川渝双城发展战略对智慧交通的高度重视，成为智慧交通发展的新兴增长极。

4.2.2. “智慧交通”网络关注的省级分布

和城市网络关注分布图一样，通过选择“智慧交通”人群画像中地域分布的“省份”按钮，可以得到网络关注省份分布图和逐年百度搜索量逐年从高到低的前十名省份排序分布情况，如表 5 所示。

Table 5. Top 10 provinces by Baidu Search volume ranking table of intelligent transportation (2019~2024)
表 5. 智慧交通百度搜索量排名前十的省份排序表(2019~2024)

年份	北京	广东	江苏	浙江	上海	山东	四川	湖北	河北	河南	安徽	辽宁
2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
2020	1	2	3	4	8	5	6	7	10	9		
2021	2	1	4	3	8	5	6	7	10	9		
2022	2	1	3	4		5	6	10	9	7	8	
2023	2	1	4	5	10	3	6	9	8	7		
2024	5	2	1	4		3	8		6	7	9	10

在时间序列上“智慧交通”的省份搜索热度呈现出与城市搜索热度分布较大的差异性特征，网络关注总体呈现“中心稳固，东强西弱”的发展态势，但中心城市的持续引领作用变动性较大，排名前一的省份在 2019~2024 年之间更换了三次，分别是北京、广东和江苏，说明在省一级区域范围，智慧交通的省级引领性正在从综合能力较强的核心区域向中部转移，山东省的网络关注热度持续提升，江苏、浙江的热度随时间增加有所减弱，而上海在省一级的网络关注引领作用也在逐年下降，2024 年已经跌出前十名。中西部地区在该时间段一直较为平稳，波动较小，但排名前十的省份随着时间的增加中西部省份的

覆盖面也在逐渐增加，图中蓝色区域的面积覆盖有所增加，但颜色深度没有太大变化，主要还是集中在北京和沿海区域。

4.2.3. “智慧交通”网络关注的区域分布

在“智慧交通”人群画像界面中将地域的按钮切换至“区域”，得到 2019~2024 年的“智慧交通”网络关注度在区域上的时空分布情况，如表 6 所示：

Table 6. Regions by Baidu Search volume ranking table of intelligent transportation (2019~2024)
表 6. 智慧交通百度搜索量区域排序表(2019~2024)

年份	华东	华北	华南	华中	西南	西北	东北
2019	1	2	3	4	5	6	7
2020	1	2	3	4	5	6	7
2021	1	2	3	4	5	6	7
2022	1	2	3	4	5	6	7
2023	1	2	3	5	4	6	7
2024	1	2	3	4	5	7	6

2019~2024 年期间在区域层级的智慧交通网络关注热度非常平稳，蓝色区域面积和颜色深浅变化差异很小，其中 2019~2022 年的网络关注热度没有变化，其顺序从高到低依次是华东、华北、华南、华中、西南、西北、东北；2023 年和 2024 年的网络关注热度变化主要体现在华中和西南的次序交替以及西北和东北的次序交替，但这四个区域的热度均处于中下程度，华东、华北和华南仍保持较高的热度。

5. 人群属性

百度指数的人群画像页面中还给出搜索用户的年龄及性别分布信息，如图 5 所示：

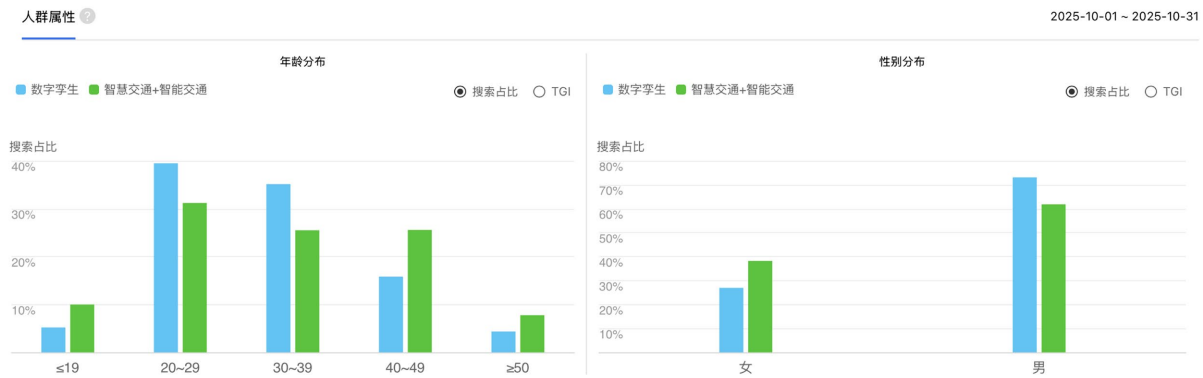


Figure 5. Age and gender distribution of Baidu search index for “digital twin” and “smart transportation”
图 5. “数字孪生”和“智慧交通”百度搜索指数年龄和性别分布

从关注年龄来看，关注“数字孪生”和“智慧交通”的网民主要集中在 20~29，30~39，40~49 年龄段，其中 20~29，30~39 年龄段，数字孪生的搜索占比高于智慧交通的搜索占比，在 40~49 岁年龄段智慧交通的网络关注高于智慧交通的网络关注，在 19 岁以下和 50 岁以上的网络群体占比虽少，但对智慧交通的网络关注度要高于对数字孪生的网络关注度。总体而言，关注数字孪生的年龄群体较为集中且波动

较大,关注智慧交通的年龄群体在 50 岁范围内随着年龄的增加而增加。这与数字孪生的技术导向和智慧交通的政策及应用导向密切相关。

性别方面,关注数字孪生和智慧交通的网民中,总体上男性要高于女性,其中关注数字孪生的女性占比低于智慧交通的女性占比,但在男性中对数字孪生的关注度要高于智慧交通的比例。即:男性更加关注数字孪生技术层面,女性更加注重智慧交通的应用。

6. 关注内容分析

百度指数大数据平台的需求图谱是用户在搜索该词的前后的搜索行为变化中表现出来的相关检索词需求。需求图谱通过综合计算关键词与相关词的相关程度,以及相关词自身的搜索需求大小得出。相关词距圆心的距离表示相关词与中心检索词的相关性强度;相关词自身大小表示相关词自身搜索指数大小,红色代表搜索指数上升,绿色代表搜索指数下降。本文在关键词文本框中分别输入“数字孪生”和“智慧交通”,百度指数平台将根据关键词的其他相关词需求进行区分排序展现,得到“数字孪生”和“智慧交通”语义分布图(图 6 和图 7)。

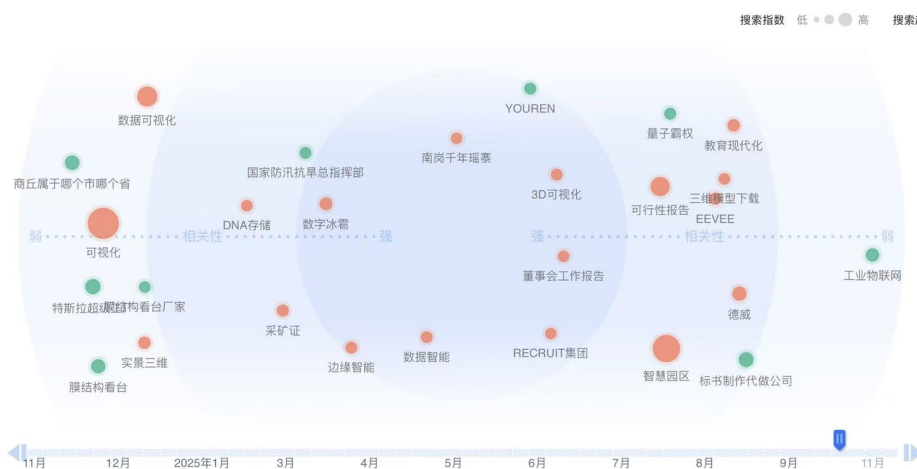


Figure 6. Semantic association distribution diagram of Baidu index for “digital twin”

图 6. “数字孪生”百度指数语义关联分布

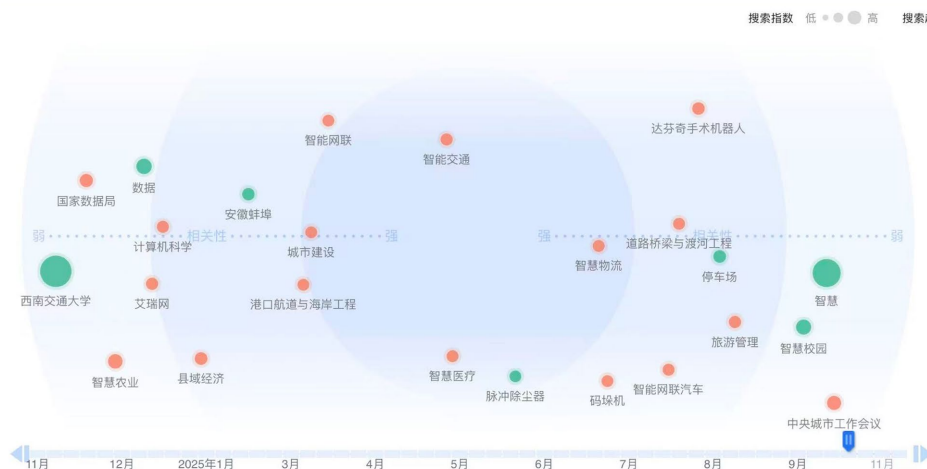


Figure 7. Semantic association distribution diagram of Baidu index for “intelligent transportation”

图 7. “智慧交通”百度指数语义关联分布

依据百度指数中不同时期“数字孪生”相关词热度数据,整理汇总出排名前十的相关词,包括:元宇宙、可视化、智慧园区、数据可视化、可行性报告、特斯拉超级工厂等。“智慧交通”相关词的热度数据,整理汇总出排名前十的相关词,包括:智能交通、智慧城市、智慧旅游、引领未来、电子站牌、微电子专业、智慧建筑与建造等。

7. 研究结论

公众在一定时期内对某一主题、时间或领域通过网络搜索、浏览、讨论等行为所表现出的兴趣强度与参与程度,能够反映社会公众在信息获取和价值认知层面上的动态变化,体现了集体意识、社会热点与政策导向之间的互动关系。因此,公众对数字孪生和智慧交通的关注度是反映公众对数字孪生在智慧交通中应用认知度的关键指标,分析百度指数,得到公众对数字孪生和智慧交通的网络关注特征和趋势,可以为数字孪生技术在智慧交通领域的应用提供市场和社会洞察:第一,从政策层面来看,数字孪生在智慧交通领域的市场增长强劲,受政策峰值和经济领先区域驱动,技术偏好支撑 B2B 需求,应用普适导向扩大 C2C 渗透。区域差距需渐进投资,以捕捉稳定上升趋势,推动基础设施优化与流量模拟应用。第二,数字孪生吸引年轻男性体现创新驱动的集体意识,智慧交通受年龄和性别的影响不是很大,说明需要加大数字孪生及其应用的科普工作,进而弥合数字孪生在智慧交通中应用的年龄和性别鸿沟,形成共识。第三,根据公众的网络关注分析,可以洞察公众的关注焦点,更容易挖掘用户的需求,可以提供更加精准、精细化交通服务。

基金项目

本项目得到科技创新 2030“新一代人工智能”重大项目《公路交通系统全息感知与数字孪生技术级应用示范(2022ZD0115600)》和“四川省网络空间安全高校重点实验室开放课题资助项目(CSKL2024004)”资助。

参考文献

- [1] 尹超英, 于凡媛, 邵春福, 等. 基于 LDA 模型与百度指数的低空经济公众关注主题识别与演化分析[J]. 交通运输工程与信息学报, 2025, 23(3): 103-114.
- [2] 林炜铃, 邹永广, 郑向敏. 旅游安全网络关注度区域差异研究——基于中国 31 个省市自治区旅游安全的百度指数[J]. 人文地理, 2014, 29(6): 154-160.
- [3] 陈攀, 黄文胜. 基于百度指数的低空经济网络关注度研究[J]. 商业观察, 2025, 11(18): 75-77, 86.
- [4] 王文江, 陈春谊. 基于多技术融合的智慧交通运输数字化转型研究和应用[J]. 互联网周刊, 2025(14): 16-18.
- [5] 崔亚明. 数字孪生在高速公路智慧养护管理中的应用探究[J]. 中国交通信息化, 2025(S1): 65-67, 73.
- [6] 任锟先, 黄钰婷, 公维杰. 数字孪生技术在公共交通行业中的应用与思考[J]. 人民公交, 2024(19): 76-80.
- [7] 王天阳, 章杰飞, 张蒙东. AI 驱动的城市交通流量实时数字化分析与动态调控策略研究[J]. 信息与电脑, 2025, 37(18): 23-25.