

基于社会网络分析法的交通安全宣传策略设计

邢馨月, 刘 婷, 高 荷, 李自翔, 范合宁, 李英帅*

南京工业大学交通运输工程学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年4月16日; 录用日期: 2026年7月20日; 发布日期: 2026年7月28日

摘 要

本研究基于社会网络分析法, 深入探讨道路交通安全宣传在社交网络中的传播机制与优化策略。通过抓取微博平台5000余条交通安全相关公开数据, 筛选300个核心账号作为研究节点, 并在公开内容数据基础上, 结合账号类型、主题关联和传播角色构建交通安全宣传传播模拟网络。研究综合运用复杂网络理论、多中心性指标分析和Louvain社区检测算法, 识别交通安全信息传播中的关键节点、桥梁节点和社区结构特征。结果表明: 该网络呈现小世界和无标度特征, 少数政务账号、交通垂直媒体和跨圈层账号在信息扩散中具有重要作用; 抗毁性分析显示, 网络对随机节点失效具有一定稳健性, 但对高度节点和高介数节点的依赖较强; 基于社区优化的种子节点选择策略较单一中心性策略具有更好的覆盖效果。研究进一步构建“网络拓扑识别-抗毁性评估-社区协同优化”的三维策略框架, 提出政务权威发布、媒体知识转译、KOL破圈扩散和跨社区桥梁传播相结合的交通安全宣传策略, 为提升交通安全宣传的精准性、覆盖率和传播稳健性提供量化参考。

关键词

社会网络分析, 交通安全, 节点中心性, 社区检测, 传播策略优化

Design of Traffic Safety Awareness Campaign Strategies Based on Social Network Analysis

Xinyue Xing, Ting Liu, He Gao, Zixiang Li, Hening Fan, Yingshuai Li*

College of Transportation Engineering, Nanjing Tech University, Nanjing Jiangsu

Received: April 16, 2026; accepted: July 20, 2026; published: July 28, 2026

Abstract

This study employs social network analysis to investigate the structural characteristics and

*通讯作者。

文章引用: 邢馨月, 刘婷, 高荷, 李自翔, 范合宁, 李英帅. 基于社会网络分析法的交通安全宣传策略设计[J]. 交通技术, 2026, 15(4): 551-565. DOI: 10.12677/ojtt.2026.154048

optimization strategies of road traffic safety publicity in social media environments. Based on more than 5000 publicly available Weibo posts related to traffic safety, 300 core accounts were selected as research nodes. Complex network analysis, multiple centrality metrics and the Louvain community detection algorithm were applied to identify key nodes, bridge nodes and community structures in the dissemination process. The results show that the network presents small-world and scale-free characteristics, and that government accounts, traffic-related media and cross-community accounts play important roles in information diffusion. Robustness analysis indicates that the network is relatively stable under random node failure but highly dependent on high-degree and high-betweenness nodes. Compared with single-centrality strategies, the community-optimized seed selection strategy achieves better coverage. Furthermore, this study develops a three-dimensional strategy framework integrating “network topology identification, robustness assessment and community collaborative optimization”. The proposed framework supports coordinated publicity strategies involving authoritative government release, media-based knowledge translation, KOL-driven cross-community diffusion and bridge-node communication, providing quantitative references for improving the precision, coverage and robustness of traffic safety publicity.

Keywords

Social Network Analysis, Traffic Safety, Node Centrality, Community Detection, Diffusion Strategy Optimization

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

现代交通工具发展及社会活动频繁致使交通事故频发,威胁生命安全。传统交通安全宣传单向传递信息,缺乏互动,效果不佳。社交媒体成为信息交流主场所,社会网络结构复杂,利用社会网络分析改进交通安全宣传策略成为研究热点[1]。基于此,本文引入社会网络分析法(SNA),以微博为研究对象,探索交通安全宣传高效策略设计。

近年来,交通安全问题受到国内广泛关注,相关研究涉及多方面,包括事故原因、交通行为分析、法规影响及宣传策略等。社会网络分析法作为新兴工具逐渐被引入。一方面,国内研究聚焦网络科普传播路径与策略优化,重点关注信息传播特征、用户态度对传播效果的影响,探讨提升微博信息传播效率的策略。例如,邱健行(2019)指出辟谣信息传播特征与用户态度对传播效果的影响显著[2];詹天成等(2018)提出构建微博媒体领袖关注网络,识别主流媒体,分析节点在消息传播中的作用[3]。另一方面,研究聚焦网络舆论引导,解决意见领袖识别与危机信息传播问题,强调其在维护经济与社会稳定中的作用[4];在社交影响力模型构建方面,研究成果为交通安全宣传策略的制定提供了参考价值,使影响力传播范围的期望值最大化[5][6]。然而,国内基于社会网络分析法的交通安全宣传策略研究相对滞后,多为理论探讨,缺乏实际案例验证和深入数据分析,尚未形成系统化的理论框架与有效实践策略,为本研究提供了创新空间。

在国外,社会网络分析法在信息传播宣传策略研究中已成为重要工具,相关探索涵盖多种应用场景与理论框架。大部分研究关注社交网络语义分析、社会网络关系图谱构建以及社会网络结构复杂性研究,致力于解析社交网络中的语义信息、构建关系图谱及解析网络结构复杂性[7]-[9]。尽管国际学术界在该领域取得若干突破性成果,但现有研究仍存在理论空白与方法论局限,如多重视信息传播的定量分析,对传播内容的质性分析相对较少。如何整合跨学科理论与方法,提高宣传策略的实用性与针对性,仍是未

来研究的重要方向。

总体而言，现有研究为交通安全宣传策略制定提供了基础，但在社会网络具体应用方面，尤其如何利用社会网络分析法塑造宣传策略，仍需进一步深化。本研究将建立基于社会网络分析的交通安全宣传策略框架，探索提升公众交通安全意识的有效途径。

2. 社交网络构建与分析

2.1. 数据获取及网络模型构建

研究选择了微博平台作为研究对象，利用其开放性和树状转发结构的优势，通过 Python 爬虫和人工模拟收集了与交通安全相关的数据。本文以“交通安全”“酒驾”“超速”“一盔一带”“文明出行”“交警提示”等为关键词，抓取 2024 年微博平台交通安全相关帖子 5000 余条，并结合发文频率、转赞评表现和内容相关性筛选出 300 个核心账号作为网络节点。关系设定主要依据账号类型、主题关联度、共同参与话题情况和传播角色进行判断：政务账号之间、交通垂直媒体之间以及与交通安全议题高度相关的 KOL 之间赋予较高联系可能；对生活类、娱乐类账号，仅在其内容与交通安全议题存在明确关联时设置联系。为降低关系设定对研究结论的影响，本文进一步从关系设定强弱角度进行敏感性分析讨论：一是严格设定情形，仅保留主题关联度高、账号属性匹配明确的关系；二是基准设定情形，即本文主体分析所采用的规则化关系；三是宽松设定情形，在基准设定基础上适当加入弱主题关联和跨圈层联系。本文使用 Ucinet 和 NetworkX 进行网络建模，并选取受关注数较高的前 30 个账号展示其关系结构，如图 1 所示。

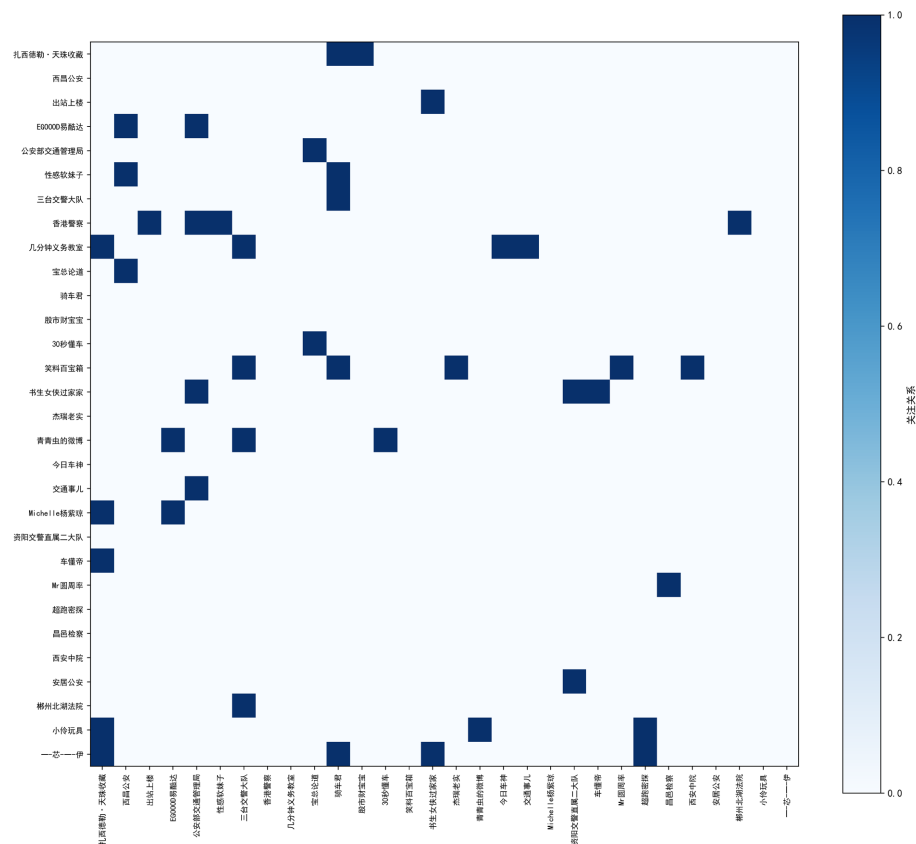


Figure 1. Heatmap of follow relationships among the top 30 accounts by follower count
图 1. 关注数前 30 账号关注关系热力图

2.2. 网络基本拓扑特征分析

网络拓扑特征分析首先用于判断交通安全宣传信息的基础触达能力。图 2 展示了节点间最短路径的累积分布情况。结合表 1 可知，网络平均最短路径为 2.83，但聚类系数仅为 0.047，表明网络虽具有短路径传播优势，但局部凝聚力较弱，部分群体之间可能存在传播断点。因此，后续策略设计不仅需要利用高连接节点提升初始扩散效率，也需要关注高介数节点的桥梁作用，并结合社区结构选择代表性种子节点，以减少信息在局部群体内部滞留的风险。

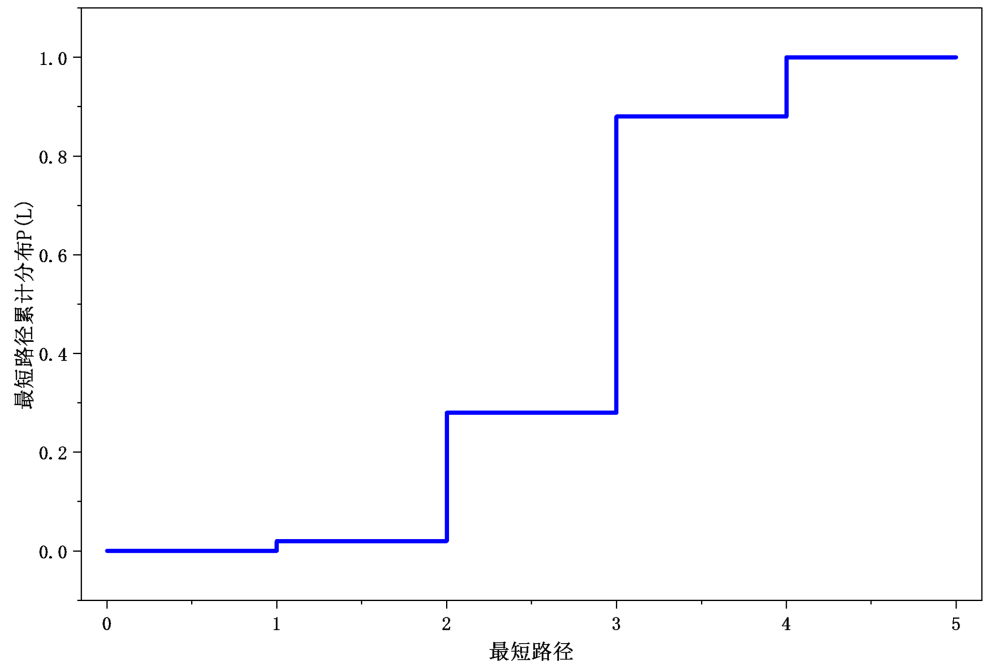


Figure 2. Cumulative distribution of shortest paths
图 2. 最短路径累积分布

Table 1. Basic network topology metrics
表 1. 网络基本拓扑指标

指标	数值	结构意义解释
平均度	7.87	网络稀疏性：节点平均连接约 8 个节点，网络整体连接密度较低
平均最短路径	2.83	小世界特性显著：任意两节点平均约经 3 跳路径即可连接
聚类系数	0.047	社区松散性：节点邻居间连接概率仅 4.69%，社区内部凝聚力较弱
网络直径	5	最大传播距离：最远节点相距 5 跳，传播距离有限
全局网络效率	0.055	信息流通效率：网络效率为理想完全图的 5.5%，存在一定冗余路径

2.3. 度分布特征分析

如网络度分布分析揭示显著连接不均衡性：如图 3 所示，度分布峰值位于 $k = 6$ ($P(k) \approx 0.175$)，表明多数用户关注约 6 个账号； $k \geq 20$ 时 $P(k) \approx 0$ ，极少用户关注超 20 账号，印证普通用户集中于低度区($k \leq 10$)，而少数枢纽节点($k > 15$ ，如大 V)主导长尾连接。图 4 累积分布进一步显示， $k \leq 5$ 时 $P(K \geq k)$ 快速升至 0.8，说明多数节点处于低连接区； $k \geq 10$ 时节点占比明显下降， $k \geq 15$ 的高连接节点占比较低，表

明网络中存在少数高连接枢纽节点。该结构说明, 交通安全宣传信息的扩散可能对少数核心节点存在一定依赖, 也为后续关键节点识别和抗毁性分析提供了依据。

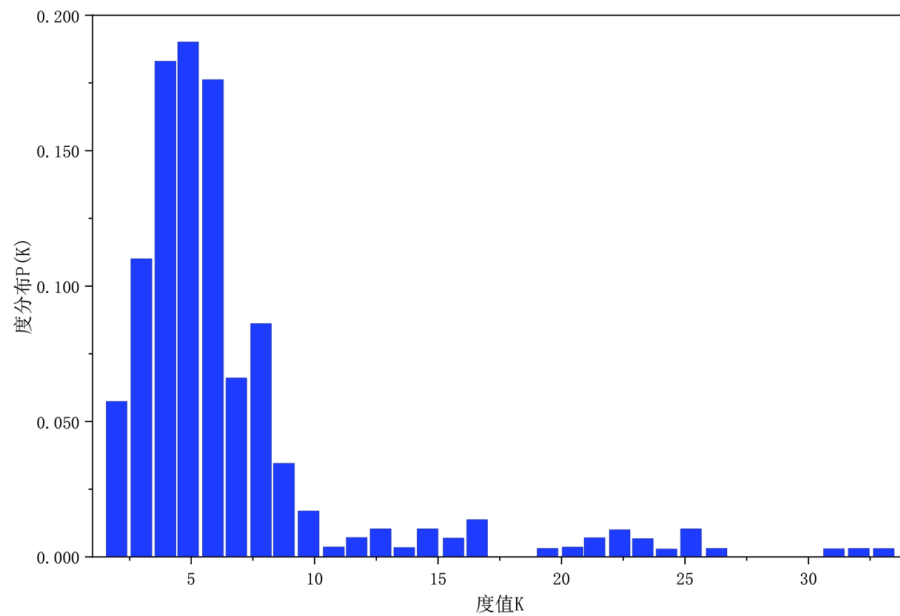


Figure 3. Degree distribution

图 3. 度分布

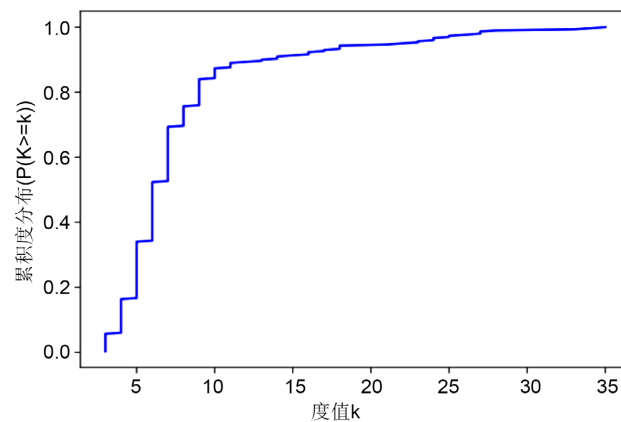


Figure 4. Cumulative degree distribution

图 4. 累积度分布

幂律度分布是无标度网络的核心特征, 表明网络中存在少数枢纽节点(Hub), 这些节点对网络连通性、信息传播效率起决定性作用。其数学形式为:

$$P(k) \propto k^{-\gamma} \quad (1-1)$$

其中:

k 为事件规模, 即节点连接度;

$P(k)$ 表示规模为 k 的事件出现的概率;

γ 为幂律指数(通常 $2 < \gamma < 3$);

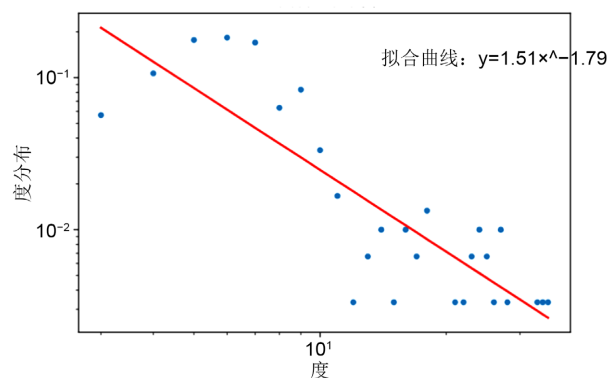


Figure 5. Power-law distribution fitting plot
图 5. 幂律分布拟合图

现有数据分析如图 5，在双对数坐标体系下，观测数据点呈现出显著的线性递减分布模式，这一现象充分验证了度分布特征与幂律分布模型的高度吻合性。

拟合方程：

$$y = 1.51x^{-1.79} \tag{1-2}$$

即幂律指数 $\gamma = 1.79$ ，表明该交通安全宣传传播模拟网络的度分布具有一定幂律特征，网络中存在少量高连接节点，如政务枢纽、交通垂直媒体和跨圈层自媒体账号。这类节点可能在信息扩散和网络连通性维持中发挥重要作用。

2.4. 社交网络小世界特性分析

网络平均路径长度与聚类系数计算计算如表 2 所示。

Table 2. Calculation of network average path length and clustering coefficient
表 2. 网络平均路径长度与聚类系数计算

指标	随机图	网络 G
直径	5	5
平均最短路径长度	2.974	2.832
聚类系数	0.025	0.046

网络 G 的平均路径长度(2.832)低于随机图(2.974)，聚类系数(0.046)高于随机图(0.025)，且直径同为 5，说明该模拟网络在结构上具有一定的小世界特征。该结果表明，在既定关系设定条件下，交通安全宣传信息具备通过较短路径触达多数节点的结构基础。

2.5. 中心性指标计算与关键节点分析

本文所构建的交通安全宣传传播模拟网络可视为有向复杂网络，其结构特征直接影响信息传播效率与用户行为模式。本研究基于 300 个核心账号节点和 1180 条规则化传播关系，结合度分布(见图 3)与累积度分布(见图 4)的统计结果，系统分析其拓扑特性与传播潜力。

2.5.1. 度中心性

度中心性高的节点(关键节点)拥有较多的直接连接关系，可能是信息传播的活跃节点。由 Ucinet 计算得出各个账号的度中心性，这里展示前 30 个账号如表 3 所示。

Table 3. Top 30 accounts by degree centrality
表 3. 度中心性前 30 账号

序号	Id	度中心性	序号	Id	度中心性
1	出站上楼	0.1167	16	章晓华微博	0.0733
2	扎西德勒·天珠收藏	0.1133	17	一 - 芯 - 一 - 伊	0.0700
3	EGOOD 易酷达	0.1100	18	内蒙古交警	0.0600
4	公安部交通管理局	0.0933	19	小伶玩具	0.0600
5	平安纳溪	0.0900	20	湖南省交警总队	0.0600
6	笑料百宝箱	0.0900	21	宝总论道	0.0600
7	香港警察	0.0900	22	30 秒懂车	0.0567
8	西昌公安	0.0867	23	书生女侠过家家	0.0567
9	阿毛说车	0.0833	24	天津交警	0.0533
10	搜狐汽车	0.0833	25	严颖颜	0.0533
11	几分钟义务教室	0.0800	26	青青虫的微博	0.0533
12	三台交警大队	0.0800	27	Michelle 杨紫琼	0.0500
13	性感软妹子	0.0800	28	湖北交警	0.0467
14	冲浪少女杨美丽	0.0767	29	交通事儿	0.0467
15	平安彭山	0.0767	30	骑车君	0.0467

根据度中心性 Top30 账号属性可知, 高度节点主要包括政务机构账号、交通及汽车类媒体账号、企业账号以及部分个人或自媒体账号。其中, 政务账号具有权威发布优势, 适合承担交通法规、事故警示和专项整治信息的初始发布; 交通垂直媒体和汽车类账号具有专业解释能力, 适合将交通安全知识转化为更易理解的出行提示; 个人或自媒体账号则具有较强的日常场景连接能力, 可在特定群体中扩大信息触达范围。因此, 度中心性较高的节点适合用于提升宣传信息的初始曝光, 但其实际宣传价值仍需结合账号属性、内容匹配度和受众类型综合判断。

2.5.2. 介数中心性

介数中心性高的节点(桥梁节点)则处于网络的关键路径上, 对信息的传播起到重要的中介作用。计算得出各个账号的介数中心性, 这里展示前 30 个账号如下表 4 所示。

Table 4. Top 30 accounts by betweenness centrality
表 4. 介数中心性前 30 账号

序号	Id	介数中心性	序号	Id	介数中心性
1	出站上楼	3312.96	16	章晓华微博	1566.15
2	扎西德勒·天珠收藏	3008.51	17	一 - 芯 - 一 - 伊	1367.55
3	EGOOD 易酷达	2985.37	18	湖南省交警总队	1332.54
4	平安纳溪	2374.36	19	小伶玩具	1217.25
5	笑料百宝箱	2250.64	20	宝总论道	1026.04
6	香港警察	2138.55	21	30 秒懂车	984.99
7	公安部交通管理局	2110.52	22	书生女侠过家家	976.85
8	几分钟义务教室	2040.63	23	青青虫的微博	944.31

续表

9	西昌公安	2038.35	24	内蒙古交警	928.10
10	三台交警大队	1969.18	25	严颖颜	836.66
11	搜狐汽车	1887.64	26	Michelle 杨紫琼	822.31
12	阿毛说车	1813.72	27	骑车君	821.25
13	性感软妹子	1685.57	28	天津交警	732.73
14	平安彭山	1637.77	29	湖北交警	696.67
15	冲浪少女杨美丽	1577.95	30	交通事儿	663.27

介数中心性较高的节点位于不同群体之间的关键传播路径上,具有连接不同社群的桥梁作用。根据结果,部分政务账号、交通垂直媒体账号和跨圈层自媒体账号具有较高介数中心性,说明其可能在政务传播圈层、汽车出行圈层和普通公众圈层之间发挥中介作用。因此,在跨群体宣传任务中,应优先关注高介数节点,通过其连接不同受众群体,减少交通安全信息局限于单一圈层内部传播的现象。

2.5.3. 接近中心性

在网络拓扑结构中,具有较高接近中心性的节点通常表现出显著的信息传播优势,这类节点能够以更短的路径长度与网络中的其他节点建立连接,从而在整体网络中占据更为核心的位置并发挥更大的影响力。这里展示前 30 个账号如下表 5。

Table 5. Top 30 accounts by proximity centrality
表 5. 接近中心性前 30 账号

序号	Id	接近中心性	序号	Id	接近中心性
1	平安纳溪	0.4600	16	阿毛说车	0.4188
2	出站上楼	0.4510	17	骑车君	0.4159
3	EGOOD 易酷达	0.4443	18	Michelle 杨紫琼	0.4147
4	扎西德勒·天珠收藏	0.4378	19	小伶玩具	0.4130
5	笑料百宝箱	0.4346	20	一 - 芯 - 一 - 伊	0.4124
6	香港警察	0.4346	21	书生女侠过家家	0.4124
7	平安彭山	0.4333	22	性感软妹子	0.4118
8	几分钟义务教室	0.4327	23	严颖颜	0.4102
9	冲浪少女杨美丽	0.4327	24	宝总论道	0.4085
10	公安部交通管理局	0.4308	25	湖北交警	0.4068
11	西昌公安	0.4308	26	30 秒懂车	0.4041
12	三台交警大队	0.4308	27	青青虫的微博	0.3997
13	章晓华微博	0.4296	28	内蒙古交警	0.3950
14	搜狐汽车	0.4217	29	交通事儿	0.3950
15	湖南省交警总队	0.4217	30	天津交警	0.3843

接近中心性较高的节点与网络中其他节点的平均距离较短,适合承担时效性较强的信息扩散任务。在交通安全宣传中,这类节点可用于突发性和即时性内容的快速传播,在应急宣传中,可优先选择接近中心性较高且具有较强公信力的政务账号或区域交通账号进行首发,再结合交通垂直媒体和本地化账号进行细化解释,以提高信息触达效率和内容适配度。

2.5.4. 特征向量中心性

特征向量中心性通过量化节点与其连接的其他重要节点的关系(兼顾直接连接数及邻居重要性权重), 评估节点在网络中的全局影响力重要性。如表 6 所示, 前 30 账号依此指标排序, 揭示核心传播枢纽。

Table 6. Top 30 accounts by feature vector centrality
表 6. 特征向量中心性前 30 账号

序号	Id	特征向量中心性	序号	Id	特征向量中心性
1	平安纳溪	1.0000	16	书生女侠过家家	0.5964
2	出站上楼	0.9592	17	湖南省交警总队	0.5865
3	EGOOD 易酷达	0.8088	18	严颖颜	0.5839
4	扎西德勒·天珠收藏	0.7800	19	性感软妹子	0.5694
5	平安彭山	0.7741	20	Michelle 杨紫琼	0.5431
6	公安部交通管理局	0.7596	21	小伶玩具	0.5237
7	香港警察	0.7471	22	宝总论道	0.5210
8	冲浪少女杨美丽	0.7464	23	湖北交警	0.5124
9	西昌公安	0.7345	24	一 - 芯 - 一 - 伊	0.4849
10	笑料百宝箱	0.7315	25	骑车君	0.4712
11	章晓华微博	0.7163	26	30 秒懂车	0.4546
12	三台交警大队	0.6822	27	内蒙古交警	0.4321
13	几分钟义务教室	0.6544	28	交通事儿	0.4204
14	阿毛说车	0.6533	29	青青虫的微博	0.3968
15	搜狐汽车	0.6009	30	车懂帝	0.3667

结合上述分析, 综合四个中心性指标构建四指标全维度交叉验证见表 7。

Table 7. Four-indicator full-dimension cross-validation
表 7. 四指标全维度交叉验证

账号 ID	特征向 量排名	度中心 性排名	介数 排名	接近性 排名	节点类型	影响力溯源
平安纳溪	1	5	4	1	政务枢纽	政务互关集群核心
出站上楼	2	1	1	2	资讯聚合类自媒体	热点捕捉与情绪共振
EGOOD 易酷达	3	3	3	3	头盔设备企业	被交通监测设备供应商矩阵关注
公安部交 通管理局	6	4	7	10	中央政务核心	全国性政策节点
冲浪少女 杨美丽	8	14	15	9	运动达人	链接极限运动协会 + 交警宣传账号

由四指标交叉结果可知, 部分账号在多个中心性指标中均处于较高位置, 说明其不仅具有较多直接连接, 还可能同时具备较强的路径控制能力、传播速度优势和核心圈层影响力。这类节点可作为交通安全宣传中的综合型关键节点, 适合承担权威信息扩散、跨群体联动和持续传播引导等任务。同时, 部分企业账号、汽车媒体账号和生活方式类账号在特征向量中心性方面表现较突出, 说明交通安全宣传并不

只依赖政务系统内部扩散,还需要借助专业媒体、行业账号和跨圈层节点进行内容转译和外部扩散。由此可见,交通安全宣传策略应从单一政务发布转向“政务权威发布-媒体专业解释-社会节点扩散”的协同传播模式。

2.6. 网络可视化

微博账号社交网络关系如图 6 所示:

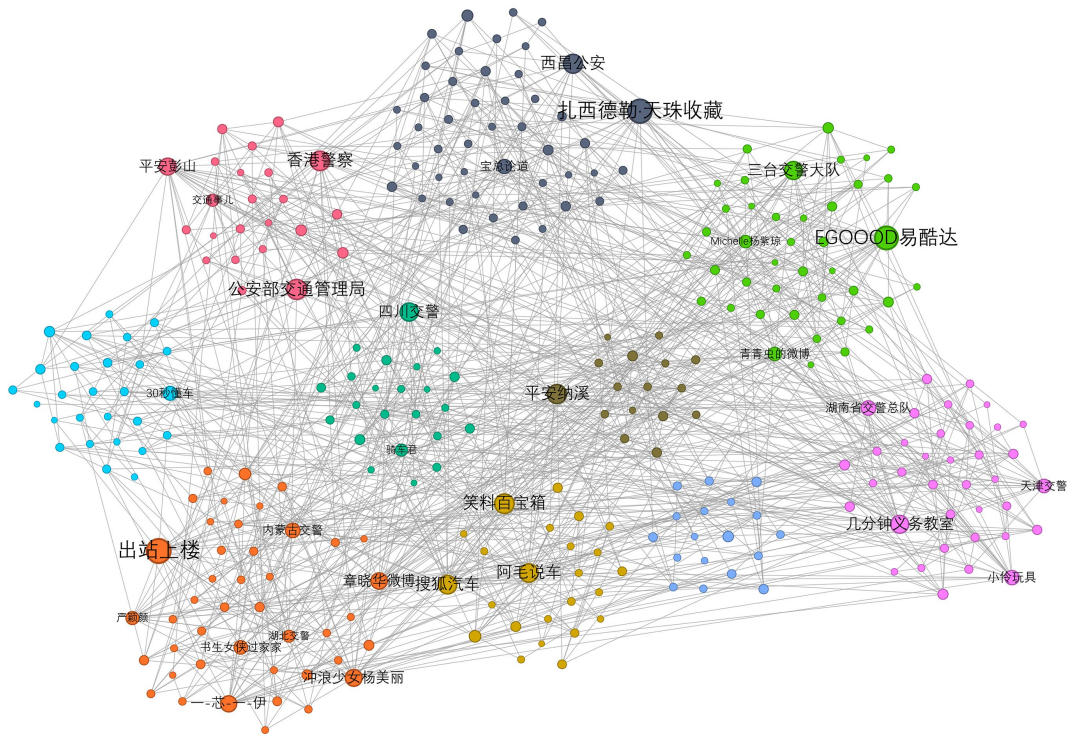


Figure 6. Sina Weibo account social network relationship diagram
图 6. 微博账号社交网络关系图

3. 社交网络抗毁性分析

3.1. 网络抗毁性定义及评估指标

网络系统在异常情况下(如外部攻击或内部故障)维持核心拓扑架构与关键功能持续运行的能力。在社交网络中,抗毁性表现为部分节点或连接失效时,网络仍能保持信息传播的连通性与效率。

评估指标:

(1) 最大连通子图比例(S): 网络被破坏后,剩余最大连通部分的节点占比,反映网络的整体连通性。最大连通子图规模 $S^\sigma(t)$

$$S^\sigma(t) = \frac{|LCC(G_t^\sigma)|}{n} \quad (2-1)$$

其中 $LCC(G_t^\sigma)$ 为图 G 的最大连通分量节点数, G_t^σ 为策略 σ 下第 t 轮攻击后的剩余网络, σ 表示攻击策略, t 表示第 t 轮攻击。

(2) 网络效率(E)作为衡量信息传递性能的重要指标,其定义为网络拓扑结构中所有节点对间最短路

径长度倒数的算术平均值, 该参数能够有效表征信息在网络中的传输效率。

$$E^{\sigma}(t)=\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i \neq j} \frac{1}{d_{ij}\left(G_t^{\sigma}\right)} \quad (2-2)$$

其中 d_{ij} 为节点 i 到 j 的最短路径长度, 若不可达则 $d_{ij}=\infty$ 。

3.2. 网络抗毁性仿真实验与分析

本文基于前述 300 个核心账号及规则化传播关系构建交通安全宣传传播模拟网络, 并在此基础上开展抗毁性仿真实验。实验通过设置随机攻击和针对性攻击两类情景, 逐步删除节点, 并在每次删除后计算最大连通子图比例和网络效率等指标, 以观察不同关键节点失效对网络连通性和信息传播效率的影响。该实验的目的在于识别宣传网络对核心节点的依赖程度, 为后续种子节点配置和传播稳健性优化提供依据。

3.2.1. 实验设计

实验设置随机攻击和目标性攻击两类情景: 随机攻击表示节点随机失效; 目标性攻击则分别按照度中心性、介数中心性、接近中心性和特征向量中心性等指标由高到低删除节点。每次攻击后, 记录网络最大连通子图比例(S)和网络效率(E)的变化情况, 以比较不同类型关键节点对网络稳健性的影响。

图 7 中左图(最大连通子图比例 S)和右图(网络效率 E)均以攻击轮次为横轴, 指标值为纵轴, 通过曲线对比不同攻击策略的效果。

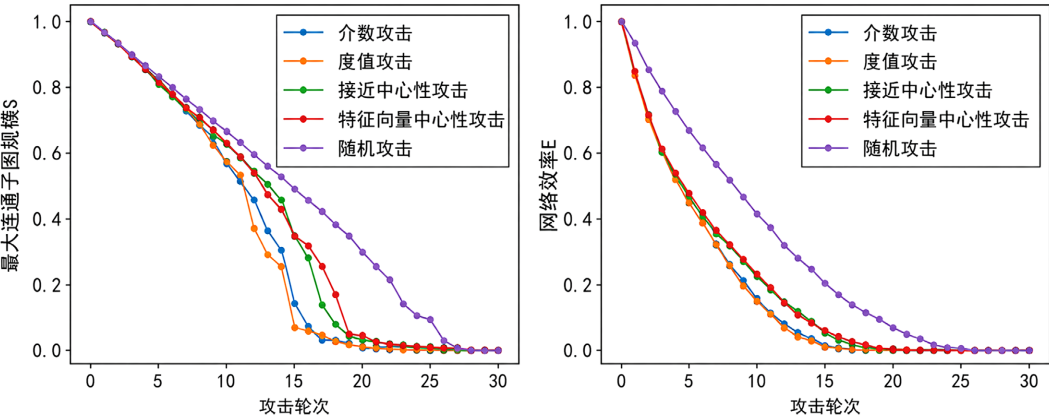


Figure 7. Comparative analysis of survivability
图 7. 抗毁性对比分析

3.2.2. 结果分析

针对不同攻击策略的网络抗毁性分析表明: 在最大连通子图比例(S)方面, 度值攻击(0~10 轮次 S 从 1.0 骤降至 0.4)和介数攻击(0~15 轮次 S 降至 0.5)破坏性最强, 导致网络结构快速分裂; 接近中心性攻击(15 轮次 $S \approx 0.6$)与特征向量中心性攻击(20 轮次 $S \approx 0.2$)次之, 而随机攻击(30 轮次 $S \approx 0.1$)影响最弱。网络效率(E)分析显示: 度值攻击(10 轮次 E 降至 0.3, 20 轮次达 0.05)和介数攻击后期会严重瘫痪信息传播, 随机攻击下 E 始终维持较高水平。该结果与前文度分布分析所揭示的无标度特征相互印证, 说明少数高连接节点对网络连通性与传播效率具有重要影响。该结果说明, 若宣传活动过度依赖少数核心账号, 一旦这些账号未参与传播、发布延迟或传播效果不佳, 整体宣传覆盖率可能受到影响。因此, 后续策略设计不仅要识别和利用关键节点, 还应在不同社区中配置替代节点和补充节点, 通过分散化、多层次传播提高宣传网络的稳健性。

4. 基于影响力传播的交通安全信息传播策略

4.1. 影响力传播模型构建

本研究采用独立级联模型(IC 模型)作为传播基础框架,通过多维度种子选择策略筛选具有较高传播潜力的节点组合;利用蒙特卡洛方法模拟 500 次传播过程,并以单次传播结束时激活节点总数的均值作为影响力评价指标,以降低随机传播过程带来的误差,比较不同节点选择策略下的信息覆盖效果。对每个节点单独作为种子节点进行 500 次 IC 传播模拟,计算其平均影响力,并得到该传播模拟网络中影响力排名前 20 的节点,如图 8 所示。

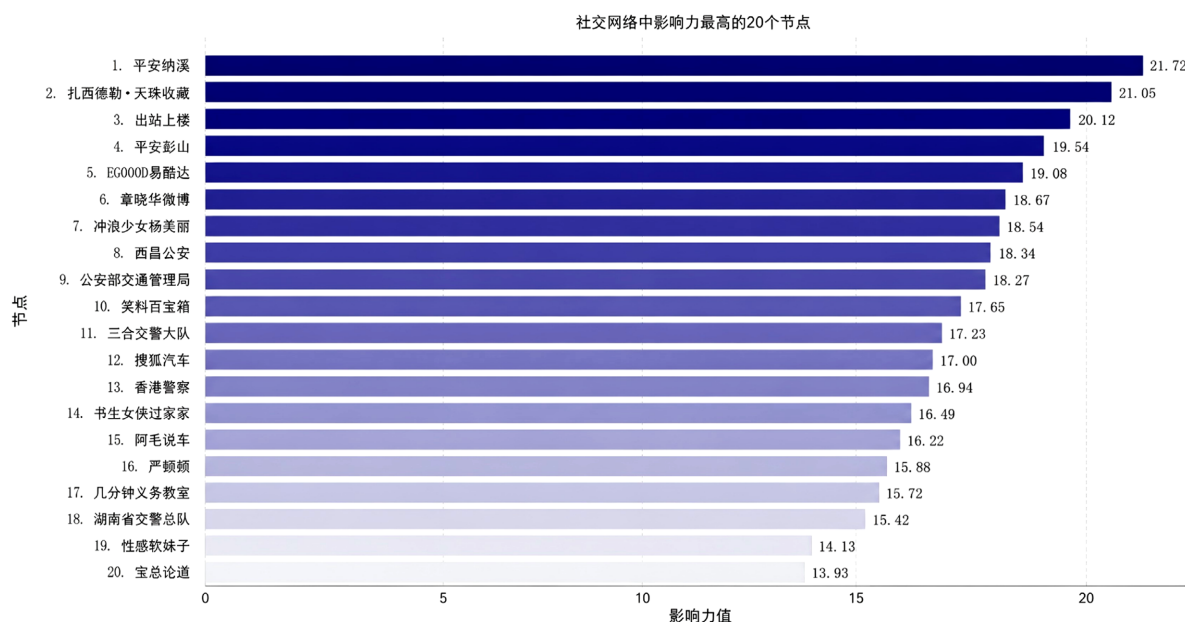


Figure 8. Node influence representation (top 20)

图 8. 节点影响力表示(前 20 个)

4.2. 基于不同策略的节点选择方法

基于度中心性的策略优先选择直接连接较多的节点,适合用于提高交通安全宣传信息的初始曝光率;基于介数中心性的策略优先选择连接不同社群的桥梁节点,适合用于推动宣传信息跨圈层传播;基于接近中心性的策略关注到达其他节点平均路径较短的节点,适合用于突发交通事件、恶劣天气提醒等时效性较强的宣传任务;基于特征向量中心性的策略强调节点所连接对象的重要性,适合用于提升交通安全信息的权威性和持续影响力。社区优化策略则在不同社区中分别选择代表性节点,避免种子节点过度集中于同一核心圈层,从而提高宣传信息在不同受众群体中的覆盖均衡性。

4.3. 优化信息传播策略

仿真实验显示:四种中心性指标在不同种子数量下的传播影响力差异不显著(如图 9 所示),而社区优化策略(分 10 社区各选 Top 2 种子)通过融合关键节点与社区结构覆盖的综合优势,成为最优信息传播策略。其原因在于,单一中心性策略容易将种子节点集中在网络核心区域,虽然有助于提升局部扩散速度,但可能造成部分边缘社区覆盖不足;社区优化策略则在不同社区内分别选择代表性节点,使交通安全信息能够同时进入多个受众群体,从而减少传播盲区。

结合前文分析,本文形成从“数据发现”到“策略制定”的逻辑链:网络拓扑分析发现该网络具有短路径和关键节点依赖特征,因此宣传策略需要利用高影响力节点提升扩散效率;中心性分析发现不同节点承担不同传播功能,因此应根据宣传目标选择度中心性、介数中心性、接近中心性或特征向量中心性较高的节点;社区检测发现网络内部存在不同传播群体,因此需要通过社区优化避免信息局限于单一圈层。由此,交通安全宣传可采用“核心节点首发-社区节点渗透-桥梁节点跨圈层扩散”的组合方式。

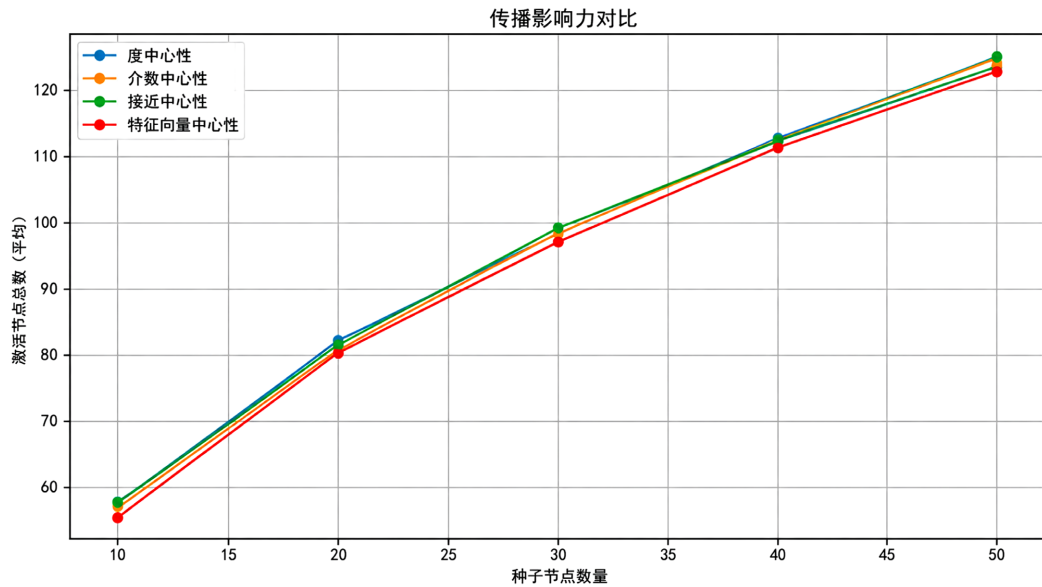


Figure 9. Spread effect under four different centrality metric strategies

图 9. 四种不同中心性指标策略下的传播效果

五种不同策略的节点选择(20 个种子)的传播影响力对比如图 10 所示。

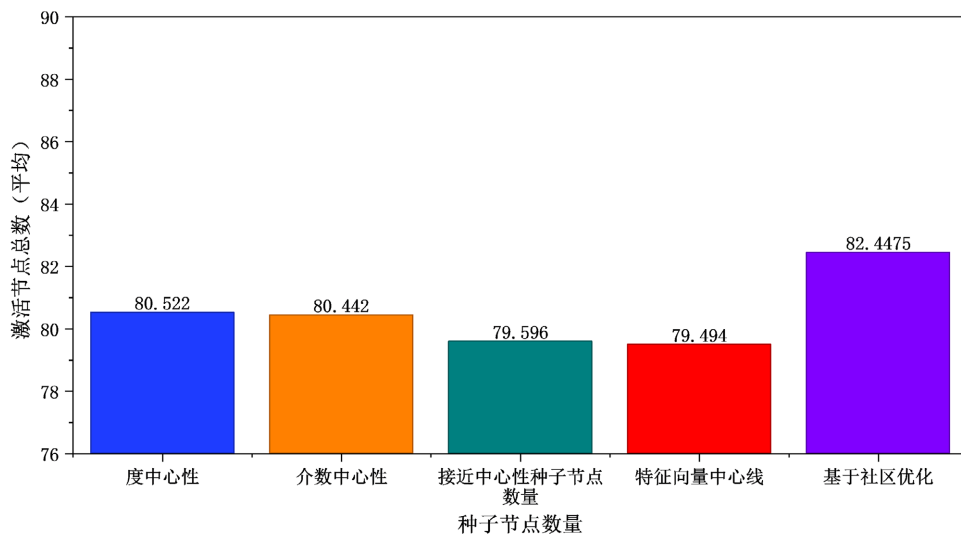


Figure 10. Spread effect under different strategies

图 10. 不同策略下的传播效果

不同策略排名见表 8, 由对比可知, 社区优化策略显著领先, 传播影响力(82.45)比传统中心性指标高

2.4%~3.7%，验证了其在跨社区传播中的优势；介数中心性表现次优，作为传统方法中最佳，其桥梁节点选择策略在连接多个社区时仍有效。

Table 8. Ranking of different strategies
表 8. 不同策略排名

方法	传播影响力(平均)	排名
基于社区优化	82.4475	1
介数中心性	80.522	2
度中心性	80.442	3
接近中心性	79.596	4
特征向量中心性	79.494	5

根据此分析策略优先级推荐见下表 9。

Table 9. Recommended strategy priorities
表 9. 策略优先级推荐

场景	推荐策略	理由
社区结构已知	社区优化策略	传播影响力提升，覆盖更均衡
时效传播	接近中心性	平均传播路径较短，有利于快速触达多数节点
需跨社区传播	介数中心性	桥梁节点强化全局连接

此外，在资源配置受限的情况下，不宜单纯依赖全网排名靠前的少数节点，而应在高中心性节点和不同社区代表性节点之间进行平衡选择；在资源相对充足时，可采用“社区优化 + 介数中心性”的混合策略，既保证各社区内部覆盖，又增强社区之间的信息连接。因此，社区优化策略不是对中心性策略的简单替代，而是在中心性识别基础上的进一步均衡配置。该策略既保留关键节点的传播效率，又增强不同社群之间的信息覆盖能力，更适合用于复杂社交媒体环境下的交通安全宣传。

4.4. 交通安全宣传设计

交通安全宣传设计应结合节点类型、社区结构和传播目标进行差异化安排。首先，政务账号适合承担权威发布和规则解释功能，可用于发布法律法规、事故警示、专项整治行动和突发交通事件提醒，突出信息的准确性、规范性和公信力。其次，交通垂直媒体和汽车类账号适合承担知识转译功能，可将专业交通安全知识转化为图解、短视频、案例分析和场景化提示，提升公众对安全规则的理解程度。再次，KOL 和生活类自媒体适合承担破圈传播和情绪动员功能，可通过情景短剧、互动话题和生活化表达，将交通安全议题嵌入日常通勤、骑行、校园出行和家庭出行等具体场景。最后，高介数节点和跨社区节点适合承担群体连接功能，可促进政务传播圈层、汽车出行圈层、青年群体和普通公众之间的信息流动。

基于此，交通安全宣传可形成“政务账号定调 - 垂直媒体解释 - 社会节点扩散 - 社区节点渗透”的协同传播路径。对于酒驾醉驾、超速驾驶等高风险行为，应强化政务权威发布与事故案例警示；对于骑行安全、儿童乘车安全、恶劣天气驾驶等知识型内容，应强化媒体解释和场景化科普；对于青年群体和普通通勤人群，应通过生活化表达和互动传播提升参与度。该设计能够将前文网络结构分析结果转化为具体宣传策略，使交通安全信息不仅实现更广覆盖，也更容易被不同群体理解和接受。

5. 结论

本文基于社会网络分析法，围绕交通安全宣传在社交媒体中的传播结构、关键节点识别和策略优化

问题展开研究。通过构建包含 300 个核心账号的交通安全宣传传播模拟网络,综合运用中心性分析、社区检测、抗毁性分析和影响力传播模型,识别了不同类型节点在交通安全信息扩散中的作用。研究发现,该网络呈现一定的小世界和无标度特征,少数政务账号、交通垂直媒体和跨圈层节点对信息扩散具有重要影响。不同中心性指标对应不同宣传功能:度中心性有助于扩大初始触达,介数中心性有助于跨社区传播,接近中心性有助于提升应急传播速度,特征向量中心性有助于增强信息权威性和持续影响。

在策略层面,本文提出“网络拓扑识别-抗毁性评估-社区协同优化”的三维宣传策略思路。网络拓扑识别用于发现传播结构和关键节点,抗毁性评估用于判断宣传网络对核心节点的依赖程度,社区协同优化用于在不同群体中均衡配置传播种子。仿真结果表明,基于社区优化的种子节点选择方法较单一中心性策略具有更好的传播覆盖效果,说明交通安全宣传不应仅依赖少数全网核心节点,而应兼顾社区覆盖、桥梁连接和节点类型适配。

需要说明的是,受微博平台公开数据权限限制,本文节点关系中包含规则化设定成分,因此研究结论更适合作为交通安全宣传策略设计的模拟分析和方法参考,而非对微博真实互动网络的完全还原。敏感性分析讨论提示,不同关系设定规则可能影响具体账号的中心性排序和社区归属,因此本文不宜将单一设定下的账号排名作为直接决策依据;相对而言,“政务账号、交通垂直媒体和跨圈层节点共同参与传播”“社区优化有助于改善覆盖均衡性”等结论更适合作为策略机制层面的参考。因此,本文更强调节点类型、社区结构和策略机制层面的启示,而不将具体账号排名作为唯一决策依据。后续研究仍需结合真实转发关系、评论互动关系和“@提及”关系进一步验证。

参考文献

- [1] 陈红松, 赵秀锋. 微博重大舆情网络暴力角色标注规则及处置语言合规建议[J/OL]. 北京航空航天大学学报, 1-12. <https://doi.org/10.13700/j.bh.1001-5965.2024.0651>, 2025-05-09.
- [2] 邱健行. 社交网络中辟谣信息传播与路径优化研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2019.
- [3] 詹天成, 曹子君, 王忠义. 基于社会网络分析的微博媒体领袖间的关系研究[J]. 情报科学, 2018, 36(8): 15-21+154.
- [4] 田亚平. 基于话题敏感的意见领袖识别及危机信息传播[D]: [硕士学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2017.
- [5] 龚育冬. 社交网络中的几类影响力最大化问题[D]: [博士学位论文]. 西安: 西安电子科技大学, 2023.
- [6] 邓紫维, 陈峻, 刘维. 独立级联传播模型下的连续影响力最大化[J]. 计算机科学, 2024, 51(6): 161-171.
- [7] Bayrakdar, S., Yucedag, I., Simsek, M. and Dogru, I.A. (2020) Semantic Analysis on Social Networks: A Survey. *International Journal of Communication Systems*, **33**, e4424. <https://doi.org/10.1002/dac.4424>
- [8] Morrissey, R.M. (2015) Archives of Connection “Whole Network” Analysis and Social History. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*, **48**, 67-79. <https://doi.org/10.1080/01615440.2014.962208>
- [9] Kothari, A., Hamel, N., MacDonald, J., Meyer, M., Cohen, B. and Bonnenfant, D. (2014) Exploring Community Collaborations: Social Network Analysis as a Reflective Tool for Public Health. *Systemic Practice and Action Research*, **27**, 123-137. <https://doi.org/10.1007/s11213-012-9271-7>