



开放科学
(资源服务)
标识码
(OSID)

基于 SISnoR 的网络舆情传播动力学建模与仿真

张志霞 苏丙康

西安建筑科技大学管理学院 西安 710055

摘要: [目的/意义] 随着智能化时代网络空间信息辐射方式的改变以及政府、媒体与民众等的大量介入,网络舆情社会治理难度日益加大,如何有效提升突发舆情事件的应对和处理能力,研究舆情主体的传播动力学特性就凸显其重要意义。[方法/过程] 基于经典 SIR 模型,突破现有单一主体作用或单一传播群体分化现状,构建了由政府、媒体和网民多主体作用的新型 SISnoR 模型,并以 2021 年“东北限电事件”为例研究了互联网环境下舆情传播的影响机理。[结果/结论] 基于 SISnoR 的网络舆情传播动力学模型能够很好地刻画多主体作用下的网络舆情传播特征,为政府和媒体对于新时代的网络舆情协同治理提供理论依据。

关键词: 突发事件;网络舆情;多主体;SISnoR 模型;传播动力学;建模仿真

中图分类号: G35; TP391

The Modelling and Simulation of Internet Public Opinion Dissemination Dynamics Based on SISnoR

ZHANG Zhixia SU Bingkang

School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

Abstract: [Purpose/Significance] With the change of the radiation mode of cyberspace information in the intelligent era and the massive involvement of the government, media and the public, the social governance of internet public opinion has become increasingly difficult. How to effectively improve the response and handling capacity of public opinion emergencies, and study the propagation dynamics of public opinion subjects has become increasingly important. [Methods/Processes] Based on the classic SIR model, a new SISnoR model with multiple roles of government, media and Internet users has been built by breaking through the existing status quo of single subject role or single communication group differentiation, and the impact mechanism of public opinion communication under the Internet environment has been studied by taking the “Northeast Power Cut Event” in 2021 as an example. [Results/Conclusions] The simulation results show that the dynamic model of internet public opinion communication based on SISnoR can well describe the characteristics of internet public opinion communication under the multi-agent action, and provide a theoretical basis for the government and the media for the collaborative governance of internet public opinion in the new era.

Keywords: Emergency; internet public opinion; multi-agent; SISnoR model; dissemination dynamics; modeling and simulation

基金项目 陕西省自然科学基金“基于用户画像的社交媒体耦合网络舆情演化及预警机制研究”(2022JM-416)。

作者简介 张志霞(1973-),博士,副教授,研究方向为复杂系统优化与决策研究;苏丙康(1993-),硕士研究生,研究方向为系统模拟与仿真, E-mail: 1437070158@qq.com。

引用格式 张志霞,苏丙康.基于 SISnoR 的网络舆情传播动力学建模与仿真[J].情报工程,2022,8(5):74-85.

引言

在以“云大物移智区加”为代表的“智能+”技术^[1]广泛普及和日趋成熟的今天,网络舆情的发展进入了全新时代,民众可以借助互联网跨时空地表达自己对舆情事件的观点、态度和情感,这导致网络舆情的疏导与治理面临巨大难度与挑战。习近平总书记曾指出,“要把网上舆论工作作为宣传思想工作的重中之重来抓”^[2],当前网络舆论工作的顺利开展与国家安全和社会稳定等多个层面的工作密切相关。近年来,网络舆情事件频繁爆发,如果处理不当,极有可能在民众中间引起不良情绪和过激行为,从而不利于社会的和谐稳定。因此,探究政府、媒体和网民多主体作用下突发舆情事件的网络传播机理,对于政府及相关部门合理引导网络舆论走向,制定有效的控制策略具有重要意义。

就舆情主体而言,一方面,近年来很多学者开始研究媒体作用下网络舆情的传播变化趋势,如 Crokidakis^[3]考虑了大众媒体对二维 Sz-najd 舆论演化模型的影响,得出即使在初始状态下有较小密度的个体持赞同观点,最后也会形成统一的意见。She 等^[4]结合定性与定量的研究方法,探讨了 COVID-19 疫情期间媒体报道的社会矛盾类型以及媒体舆论对新冠疫情期间青少年风险认知的影响。此外,社交媒体形式的多样化为网络舆论的传播提供了更多的可能性,Liu 等^[5]应用生命周期理论、社交网络分析和爬虫技术,对舆情演变过程进行分析,更全面地了解网络舆情本身及其在现实生活中的价值和意义。为了更加直观展现网络舆情传播的特性,王家坤等^[6]通过构建基于复杂网络

理论和传播动力学等方法的双层社交网络舆情传播模型,探索社交媒体引导下的企业舆情传播规律和控制策略。Luo^[7]研究了新时代媒体背景下网络舆论对于公众情感的影响机理,尤其是大学生群体更容易受到负面舆论信息的误导从而产生意见分化。李明德等^[8]针对新媒体传播模式具有的复杂性特征,提出当下融合舆情治理与社会治理的科学治理机制。另一方面,政府监管、政府决策的透明程度等因素也会影响网络舆情的扩散与风险^[9]。蒲晓红等^[10]基于风险社会放大理论,分析政府信任、政府回应公众舆情风险感知中所发挥的中介、调节作用。吴孝灵等^[11]结合信息熵理论和动力学方法构建政府舆论引导的邻避舆情演化模型,并以“广东茂名PX事件”为案例进行仿真研究。王治莹等^[12]通过建立强势与弱势舆情信息交互的传播系统,设计不同干预情景分析了政府的干预作用。

就舆情传播模型而言,传染病模型最初的提出是为了研究疾病传播,学者们把改进后的模型应用于网络舆情问题的研究,既可以从微观角度精准描述舆情随时间的变化过程,又可以从宏观层面直观反映舆情态势。如魏静等^[13]将情绪感染理论融入 SIR 模型,构建了考虑亲密度及情感倾向的社交网络舆情传播模型,并基于无标度网络对舆情传播影响因素进行了分析。庄文英等^[14]基于主题分析,构建拓展多意见竞争演化模型,多角度对网络舆情演化的影响因素进行研究。Xu 等^[15]开发了基于 SIR-I 的动态传播模型,并以“携程幼儿园虐童事件”为例有效地表征了反复出现类型网络舆论的传播过程。Wang 等^[16]通过引入附加用户和离线

率的概念,以及直接免疫易感、接触、感染和难治性(DI-SCIR)建立了基于实时在线用户的舆情传播模型,结果证明了新模型能够准确地反映舆论的传播规律。Xuan等^[17]提出了一个结合个体意见动力学的网络连续时间SIS模型,通过分析系统模型的极限行为、系统的平衡点及其稳定性,研究舆论动态对该模型的影响。为了更好地体现舆情传播过程中的意见讨论,Jiang等^[18]建立了分为敏感、积极、消极和恢复(SPNR)四种状态的两阶段的谣言传播模型,来分析微博上突发事件谣言的传播和逆转过程。Zhang等^[19]提出将传播节点分为支持、中立和反对三类的MI-SEIR模型,研究了媒体传播和人际关系对舆情传播的影响。张雷等^[20]采用融合文本情感分析的改进KNN算法对网络舆情进行严重性分级,基于精细划分的SIR模型仿真模拟不同调控手段对舆情的整体影响。成全等^[21]构建了考虑用户主题兴趣度的SEIR改进模型,并通过仿真验证了影响突发事件网络舆情演化的关键因素。

综上所述,国内外学者通过研究媒体或政府单一主体作用下的网络舆情传播或演化机理,来实现对舆情信息的预警及管控。利用传染病及其改进模型,如SIR、SIS、MI-SEIR等,从生物效应方面对网络舆情信息的传播过程进行建模仿真。但网络舆情的传播并非是单个主体参与的过程,且现有研究中网络舆情传播模型的构建未考虑多主体干预下传播群体的意见分化及相互渗透,不足以全面刻画网络舆情的复杂涌现过程。因此本文在相关研究的基础上,把媒体作用抽象为媒体强化度、媒体分歧度及媒体渗透率,政府作用抽象为政府作用因子,

将信息传播者分为支持者、中立者和反对者三类,建立基于多主体的SIIsnoR传播动力学模型,并通过数值模拟实现了对网络舆情信息的传播过程、影响因素的建模与仿真,为“新互联网+”时代网络舆情的引导和治理提供有力依据。

1 研究基础

本文舆情信息传播拟采用疾病传播模型为载体,同时受到媒体引导和政府干预作用,包括新闻消息的发布、管控策略的实施等手段,以实现网络舆论向着乐观积极面发展,促使消极言论快速平息。

1.1 SIR模型

SIR模型把群体中的网民分为易感者(Susceptible)、感染者(Infective)和免疫者(Removed),如图1所示。设 $S(t)$ 、 $I(t)$ 、 $R(t)$ 分别为 t 时刻易感者、感染者以及免疫者在群体中所占的比例,则满足 $S(t)+I(t)+R(t)=1$ 。其中,易感者以 λ 的概率变为感染者,感染者以 γ 的概率变为免疫者。

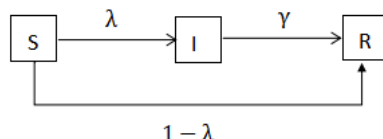


图1 SIR模型

基于SIR模型,本文以易感者代表未接收到信息的网民;感染者代表通过复制、转发、共享等方式参与信息传播的网民;免疫者代表对信息产生免疫不再参与传播的网民。

1.2 媒体引导

移动互联网的飞速发展的时代,传播渠道的多样化和便捷性使得网民可以随时随地获得

媒体信息并参与舆情传播。然而随着网民理智性和质疑能力的提升,媒体对舆情事件的报道和观点倾向并不完全被网民信服。因此在媒体引导下,舆论传播呈现如下特征:

(1) 消息传播力度增强。各种媒体平台能够在极短时间内迅速将新闻推送至网民视野中,即使是原本对与舆情信息不感兴趣的人群也会被吸引,参与舆情传播,使舆论话题关注度极大提升。

(2) 激发了广泛的讨论。网络中出现不同的声音和观点,相互碰撞引起论战和调性分化。

(3) 传播态度相互渗透。针对某一舆情事件,网民通过媒体进行意见交换,当一种观点在论战中战胜另一种观点,则网民传播态度获得渗透机会,从而改变自己最初的想法。

1.3 政府干预

重大突发事件导致的舆情危机爆发后,由于此类舆情信息具有一定的敏感性,易受民众关注,并且极易引发次生事件,在此情境下,政府干预行为显得尤为重要。当网络舆情产生时,为合理把控舆论走向,政府对于正面舆情一般通过媒体进行正向引导,本文不考虑此种情况。而对于负面舆情政府会采取发布官方消息,及时辟谣澄清事实等措施提高舆情透明度,以削弱负面话题热度,对舆情的发展起到一定的限制作用。因此,政府干预作用主要体现在抑制易感者向感染者转化、促进感染者向免疫者转化。

2 基于 SIsnoR 的网络舆情传播动力学模型构建

基于以上分析,在完全虚拟的网络情境下,网络舆情初始生成阶段呈现出不明朗、不确定

等特征,网民针对突发事件能够公开、自由地表达、转发,使得网络成为不同意见表达的集散地,各种论调层出不穷,多元声音呈现出碎片化状态^[14],传统 SIR 模型虽然可以在一定程度上模拟网络舆情信息的传播发展过程,但是在受到媒体引导和政府干预时,SIR 模型未考虑网民传播状态的分化及传播意见的相互渗透,不足以揭示舆情的真实传播状态。另外,随着移动互联网的发展,网络舆情的参与者不断出现新的类别,双主体或是多主体参与舆情才更加符合真实传播情景。由此,本文结合舆情实际传播过程,同时考虑政府、媒体与网民多主体作用,构建新型 SIsnoR 传播动力学模型对网络舆情的传播机理进行研究,并结合实际案例进行数值仿真验证模型的科学有效性。

2.1 模型假设

网络舆情通过互联网平台进行传播、蔓延和衍生,信息的传播渠道、传播方式等复杂多变,为了能够清晰认识其传播机理,本着重点突出的原则,提出以下假设:

(1) 由于移动互联时代信息爆发迅速,因此本文构建模型不考虑网民中的潜伏者状态。

(2) 本文所设定的网络媒体是指除官媒之外,在微博、微信或抖音等网络平台上发布新闻的新闻媒体或自媒体。而政府一般是具有很高的权威性的政府组织。

(3) 在仿真实验中,模型中涉及到的参数取值在给定的约束范围内可以通过调参达到预期效果。

2.2 主体描述

不同主体对于网络舆情传播的干预具有较

大差异性,因此将媒体作用表示为强化度、分歧度和渗透率,将政府作用表示为政府作用因子,将群体中的网民分为未知者、传播者和免疫者。具体定义描述如下:

定义1 强化度 ε 。舆情话题产生后,媒体对网络舆情信息进行渲染,提升网民对话题的认知度并参与舆情的传播,表现为使群体中的未知者向传播者转化的几率增加。

定义2 分歧度 η 。当媒体观点与原有观点发生碰撞时,会导致传播过程中激烈的争论,从而产生意见分歧,出现不同调性的传播群体分化,改变传播态势。

定义3 渗透率 γ 。对舆情话题持有不同的态度的网民之间会存在信息交互,此过程在媒体作用下各种声音在舆情交换平台获得渗透机会,原本处于传播支持者 I_s 、中立者 I_n 或反对者 I_o 状态的个体相互接触改变自身态度从而发生状态转移,因此渗透率表示了不同类型用户间的互动关系。这里假设支持者和反对者通过中立者互相转化,相应的渗透率分别为 γ_{sn} , γ_{ns} , γ_{no} , γ_{on} 。

定义4 政府作用因子 $\bar{\alpha}_i$ 。网络舆情出现后,政府以其特有的权威性对公众舆论施加强制管控,削弱网络舆情的传播热度,具体表现为减小未知状态个体向传播状态个体的转化概率,增大传播状态个体向免疫状态个体的转化概率。

定义5: 网民状态。由于现实世界中的网民会受到各种外界因素的影响参与网络舆情的传播过程,因此可分为未知者 (S)、支持者 (I_s)、中立者 (I_n)、反对者 (I_o) 和免疫者 (R) 5 种状态,并且伴随舆情的演化过程在媒体与政府的干预作用下发生自身状态的转变。

2.3 SIsnoR模型结构

用 $S(t)$ 、 $I_s(t)$ 、 $I_n(t)$ 、 $I_o(t)$ 、 $R(t)$ 分别表示 t 时刻 5 种状态网民数量占群体总数的比例, M 代表网络媒体,黄色箭头表示媒体作用, G 代表政府,黑色虚线箭头表示政府作用。 α_i ($i=1,2,3,4,5,6,7$) 代表各类状态之间的转化概率,其表示含义如表 1 所示。继而构建多主体作用下的 SIsnoR 网络舆情传播模型如图 2 所示。

表 1 SIsnoR 模型参数含义

参数	表示含义
A	新网民输入率
α_1	未知者(S)向支持者(I_s)转化的概率
α_2	未知者(S)向免疫者(R)转化的概率
α_3	未知者(S)向中立者(I_n)转化的概率
α_4	未知者(S)向反对者(I_o)转化的概率
α_5	支持者(I_s)向免疫者(R)转化的概率
α_6	中立者(I_n)向免疫者(R)转化的概率
α_7	反对者(I_o)向免疫者(R)转化的概率
γ_{sn}	支持者(I_s)转变为中立者(I_n)的概率
γ_{ns}	中立者(I_n)转变为支持者(I_s)的概率
γ_{no}	中立者(I_n)转变为反对者(I_o)的概率
γ_{on}	反对者(I_o)转变为中立者(I_n)的概率

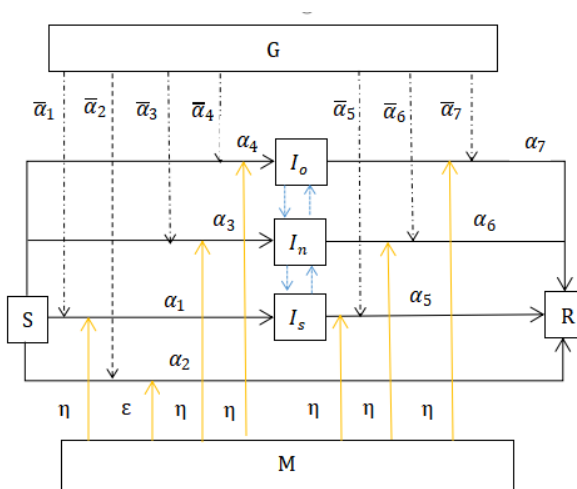


图 2 SIsnoR 模型

2.4 SIsnoR动力学模型

考虑到网络舆情的真实传播情景, 以 α_i ($i=1,2,3,4,5,6,7$) 代表政府、媒体及网民多主体下的转化概率, α'_i ($i=1,2,3,4,5,6,7$) 为初始状态网络舆情传播概率。 $\bar{\alpha}_i$ 为政府作用因子, 当 ($i=1,3,4$) 时, 政府作用体现为减小未知状态个体向传播状态个体的转化概率, $\bar{\alpha}_i$ 符号为负; 当 ($i=2,5,6,7$) 时, 政府作用体现为增大传播状态个体向免疫状态个体的转化概率, $\bar{\alpha}_i$ 符号为正; 以 $\alpha^*_i = \alpha'_i \pm \bar{\alpha}_i$ 表示受政府作用的转化概率。媒体作用则通过网络媒体强化度、分歧度和渗透率对未知者、传播者和免疫者之间的转化概率产生干预, 考虑到传播概率的实际意义, 其中 $\varepsilon \in (0,0.5)$, $\eta \in (0,1)$, $\alpha'_i \in [0,1]$, $\alpha_i \in [0,1]$, $\bar{\alpha}_i \in [0,1]$, $\alpha^*_i \in [0,1]$, 且 $0 \leq \alpha_1 + \alpha_2 \leq 1$, $0 \leq \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 \leq 1$, ($i=1,2,3,4,5,6,7$)。多主体作用下得到具体人群转移概率表达式为:

$$\begin{cases} \alpha_1 = (\alpha'_1 - \bar{\alpha}_1 + 2\varepsilon) \times \eta \\ \alpha_2 = \alpha'_2 + \bar{\alpha}_2 - 2\varepsilon \\ \alpha_3 = (\alpha'_3 - \bar{\alpha}_3 + 2\varepsilon) \times \eta \\ \alpha_4 = (\alpha'_4 - \bar{\alpha}_4 + 2\varepsilon) \times (1 - 2\eta) \\ \alpha_5 = (\alpha'_5 + \bar{\alpha}_5) \times (1 - 2\eta) \\ \alpha_6 = (\alpha'_6 + \bar{\alpha}_6) \times \eta \\ \alpha_7 = (\alpha'_7 + \bar{\alpha}_7) \times \eta \end{cases} \quad (1)$$

在式 (1) 的基础上, 构建 SIsnoR 模型对应的动力学方程, 见式 (2), 动力学方程中 $S=S(t)$ 、 $I_s=I_s(t)$ 、 $I_n=I_n(t)$ 、 $I_o=I_o(t)$ 、 $R=R(t)$ 均为连续可微函数。

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = A - \alpha_1 I_s - \alpha_2 S - \alpha_3 I_n - \alpha_4 I_o \\ \frac{dI_s}{dt} = \alpha_1 I_s + (\gamma_{ns} - \gamma_{sn}) I_s I_n - \alpha_5 I_s \\ \frac{dI_n}{dt} = \alpha_3 I_n + (\gamma_{sn} - \gamma_{ns}) I_s I_n + (\gamma_{on} - \gamma_{no}) I_n I_o - \alpha_6 I_n \\ \frac{dI_o}{dt} = \alpha_4 I_o + (\gamma_{no} - \gamma_{on}) I_n I_o - \alpha_7 I_o \\ \frac{dR}{dt} = \alpha_2 S + \alpha_5 I_s + \alpha_6 I_n + \alpha_7 I \end{cases} \quad (2)$$

3 案例研究

2021 年 9 月中旬以来, 全国多个省份实施限电, 而东北出现的罕见居民用电被拉闸现象, 引起了社会广泛关注, “限电舆情” 连续多天出现在舆情监控平台的话题热度排行榜, 此外实行能源消耗总量和强度 “双控” 行动, 是基于国家十四五能耗双控政策背景下的重要举措, 同时与人们生产生活密切相关。因此, 本文选取该事件为典型案例, 对模型进行实证研究。

3.1 模型验证

本文主要揭示多主体作用下的网络舆情传播机理, 关注网络舆情热度的走向。以 “陕西重点舆情信息研究中心” 和 “知微事见” 舆情分析平台中的相关舆情信息热度为测试对象, 在该舆情事件发展进程中, 处于传播者的群体产生了正面、中性和负面三种调性分化, 如图 3 所示。

本文欲将这三种调性抽象为传播支持者、传播中立者和传播反对者进行建模仿真研究。为了比较模型的仿真结果, 选取 9 月 25 日至 9 月 30 日平台中每天产生的信息条数作为传播者数量 n , 见表 2, 利用三次样条插值法对 I 、 I_s 、

I_n 、 I_o 进行插值, 在原有数据基础上, 每 2 组实际数据间插值 20 组数据, 共获得 100 组数据作为案例数据。然后对传统 SIR 模型和 SISnoR 模

型的相关参数进行校准实验, 获得模型的最优参数值, 其传播者的动力演化过程如图 4 所示, 与表 2 数据基本吻合。

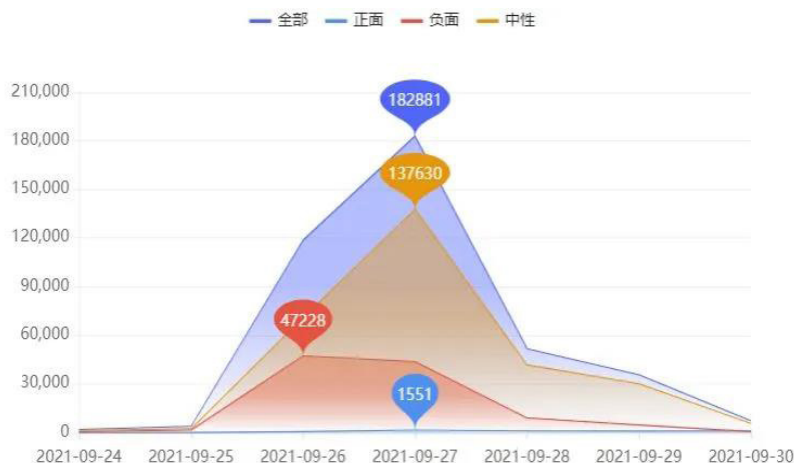


图3 东北限电舆情热度趋势^①

表2 案例相关数据

时间 t	传播者 I	正面 I_s	中性 I_n	负面 I_o
9月25日	24026	521	15513	8214
9月26日	355186	2280	178042	176015
9月27日	198834	1309	120034	78163
9月28日	78665	663	60125	18002
9月29日	58934	437	46052	12519
9月30日	10392	391	8228	1822

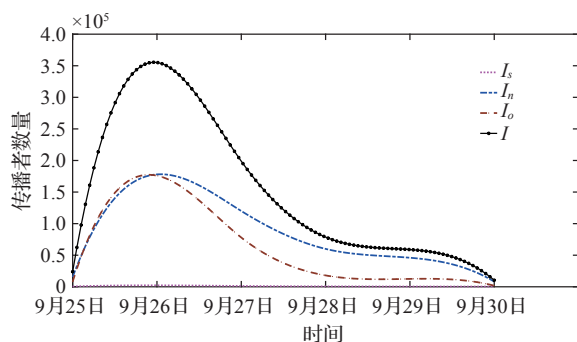


图4 案例验证

将模拟结果与图3 现实舆情热度变化趋势进行比较, 可验证本文模型模拟现实数据趋势具有可靠性, 且本文模型较传统 SIR 模型可以

更好地模拟案例中的舆情演化趋势, 因此利用 I_s 、 I_n 、 I_o 所得曲线拟合参数作为舆情控制仿真实验参数。此外, 考虑到突发事件舆情产生初期, 率先获得舆情信息参与传播的群体仅仅为少数消息灵通的网民, 未接收到信息的网民仍然占据了总人群的重要比例, 因此不妨假设: 初始阶段网民中处于 5 类状态的人群比例分别为 $S(t)=0.8$ 、 $I_s(t)=0.05$ 、 $I_n(t)=0.1$ 、 $I_o(t)=0.05$ 、 $R(t)=0$, 新网民输入率 $A=0.000001$, 为保证模型仿真实验的可靠性与真实性, 对每种类型仿真实验均操作 100 次, 并取其平均值。

3.2 媒体作用下不同参数对舆情传播的影响

以对比实验的方法研究媒体作用下不同参数对舆情传播的影响差异, 令 $\bar{\alpha}_i=0$, $i=1,2,3,4,5,6,7$, $(\alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6, \alpha'_7)=(0.8, 0.2, 0.6, 0.2, 0.1, 0.15, 0.25)$, 设置三组情景, 分别考察媒体强化度、分歧度和渗透率对

①数据来自 <https://ef.zhiweidata.com/>, <https://mp.weixin.qq.com/s/zqx6eslK16xYJFCLerVyXw>

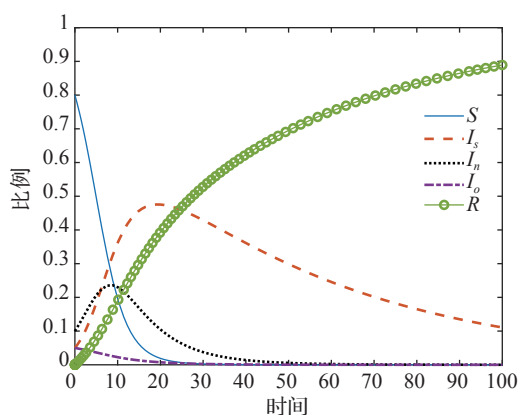
网络舆情传播的影响情况。如表 3 所示。

表 3 媒体作用下参数设置

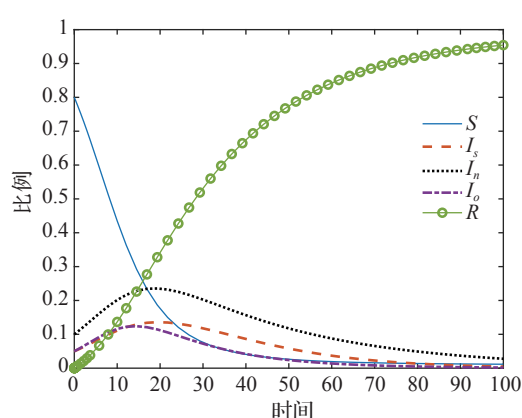
组别	强化度 ϵ	分歧度 η	渗透率 γ			
			γ_{sn}	γ_{ns}	γ_{no}	γ_{on}
对照组	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
情景一	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2
情景二	0.2	0.15	0.1	0.2	0.1	0.2
情景三	0.2	0.15	0.1	0.3	0.1	0.3

情景一研究随着时间的变化不同媒体强化度对舆情的影响程度，如图 5 (b) 所示，与对

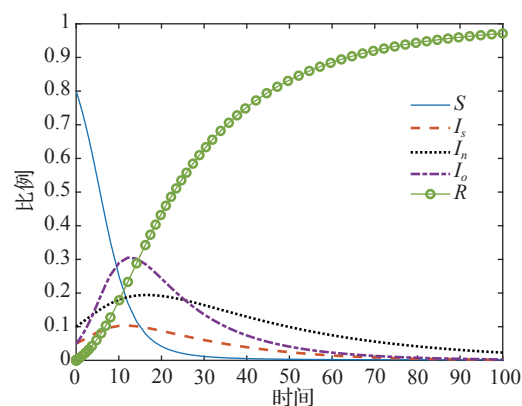
照组图 5 (a) 相比传播支持者曲线发生明显偏移，三类状态的传播者比例逐渐接近，网民观点有趋同趋势，网络舆情话题讨论热度衰减。反观此次东北限电舆情事件，自 2021 年 9 月 24 日 00:39 至 9 月 24 日 11:18 为止，为限电事件发生初期，各方媒体包括微博、微信、贴吧和短视频等纷纷进行相关信息发布，直接导致 9 月 25 日舆情话题热度的迅速飙升，说明媒体强化度在网络舆情的传播过程中起到正相关的影响作用。



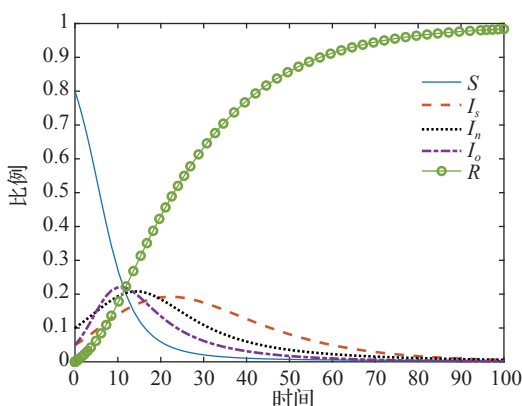
(a) 对照组



(b) 强化度对舆情传播的影响



(c) 分歧度对舆情传播的影响



(d) 渗透率对舆情传播的影响

图 5 媒体作用下不同参数对舆情传播的影响

情景二在情景一的基础上研究媒体分歧度的干预效应，仿真结果如图 5 (c) 所示，一定

条件下提升分歧度，传播中立者比例明显增加，而传播支持者比例呈现降低趋势。结合案例中

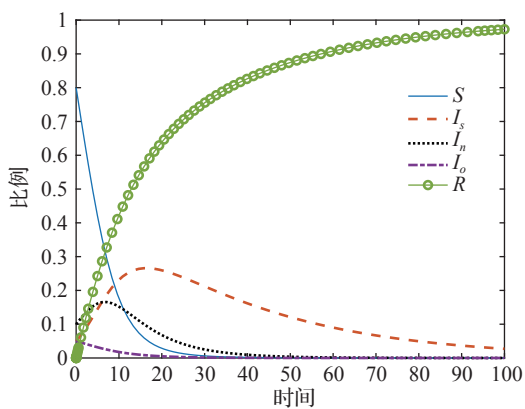
9月25日和26日的媒体发布：“这是什么情况？吉林也要限电吗？”“为何能耗双控突然趋严？”“国家电网客服回复：可能会持续，无法给出期限”，网络中各种质疑声音的出现，促使网民传播意见发生正面、中立以及负面的调性分化。媒体分歧度的介入使得舆情话题讨论声音逐渐加剧，人们的观点开始发生分歧，在一定程度上导致舆论话题产生了不同意见群体的分化，从而改变了传播的态势。

情景三增加了由中立者向支持者、反对者向中立者传播的渗透率值，即由情景二的反对传播优先策略转变为支持传播优先策略，通过图5(d)可以看出，传播中立者比例减少的同时传播支持者曲线峰值明显升高。对应案例中9月27日下午，国家电网公司表示，针对当前供电形势，将综合施策，多策并举，全力以赴打好电力保供攻坚战，保障基本民生用电需求。

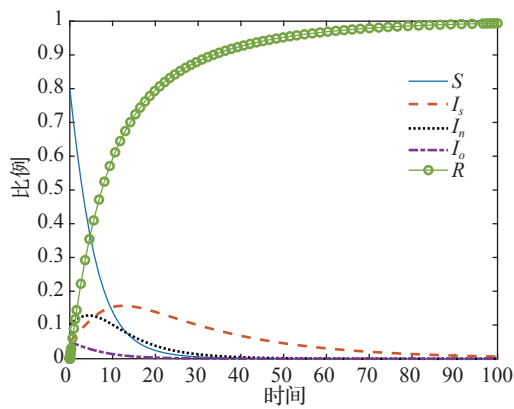
原本对于限电事件持有怀疑恐慌的网民逐渐稳定了心态，传播态度向积极的一面转化。舆情传播群体在各类媒体报道事件中改变传播态度，相互渗透。由此可知舆情传播过程中持有不同传播态度的人群受到网络媒体渗透率的作用发生了意见交换，从而实现了自身传播状态的改变。

3.3 政府作用因子对传播过程的影响

网络舆情爆发时，政府的介入可以降低网络舆论肆意传播可能带来的各种风险。SI_{sno}R传播模型把政府作用抽象为对参与舆情传播的各类网民状态的影响因子。使用控制变量法，设置对照组 $\bar{\alpha}_i=0, i=1,2,3,4,5,6,7, (\gamma_{sn}, \gamma_{ns}, \gamma_{no}, \gamma_{on}) = (0.1, 0.2, 0.1, 0.2), \varepsilon=0.4, \eta=0.1$ ，实验组政府作用因子分别为0.1和0.2，分别得到两种情形下五类人群比例的变化如图6所示。



(a) 政府作用因子为 0.1



(b) 政府作用因子为 0.2

图6 政府作用因子的影响

通过对比图6(a)、(b)可以看出，当增大政府作用因子时，群体中传播者比例出现一定程度的降低，同时三类传播者消亡速度增加。回顾案例，9月27日，辽宁、吉林、黑龙江有关部门先后就当前供电形势作出回应，对拉闸

限电原因进行解释，并且将全力保障基本民生用电需求，最大可能避免出现拉闸限电情况；电力系统将做好预警预报，确需停电限电，要提前告知居民做好准备；随后各类传播者比例明显下降，热度逐渐降低。说明政府作用的具

体表现为抑制未知者转化为传播者，加速传播者向免疫者的聚集，因此在舆情产生的初级阶段，政府部门应该优先发布权威消息，以减少网络舆情话题的扩散，尤其是网络谣言等不利信息的肆意传播。此外，在舆情爆发后，适当地增加政府干预亦可使舆论热度迅速平息。

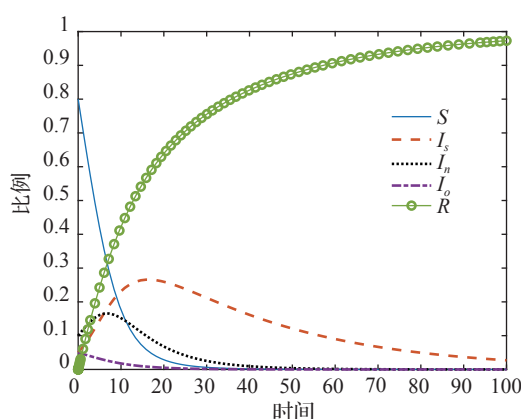
3.4 多主体作用下不同参数对传播过程的影响

为进一步分析多主体作用下不同参数对舆情传播的影响，令 $\bar{\alpha}_i=0, i=1,2,3,4,5,6,7, (\alpha_1', \alpha_2', \alpha_3', \alpha_4', \alpha_5', \alpha_6', \alpha_7') = (0.7, 0.3, 0.5, 0.1,$

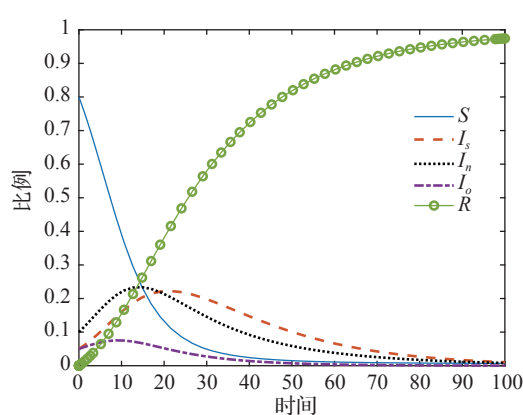
$0.2, 0.25, 0.35)$ ，政府作用因子取 0.1，其余参数设置如表 4 所示，探讨媒体与政府多主体作用下不同参数的变化对舆情传播产生的影响，仿真结果如图 7 所示。

表 4 多主体作用下参数设置

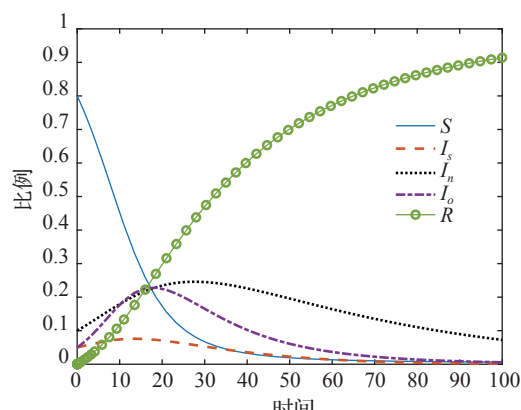
组别	媒体						政府
	强化 度 ε	分歧 度 η	渗透率 γ				政 府 作 用因子
			γ_{sn}	γ_{ns}	γ_{no}	γ_{on}	
对照组	0.4	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
情景一	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
情景二	0.2	0.15	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
情景三	0.2	0.15	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1



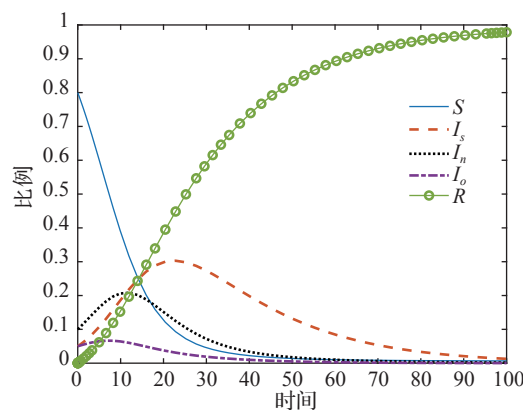
(a) 多主体对照组



(b) 多主体作用下强化度对舆情传播的影响



(c) 多主体作用下分歧度对舆情传播的影响



(d) 多主体作用下渗透率对舆情传播的影响

图 7 多主体作用下不同参数的影响

由图 7 可知,与 2.2 小节未施加政府作用相比,多主体作用下对照组和三种情景下传播支持者、中立者和反对者比例均有所降低,这与案例“东北限电舆情”发展趋势相吻合,说明多主体作用下网络舆情的传播相比单一主体会受到一定程度的抑制,从而弱化舆情话题的影响。

同时对比图 7(a)、(b) 可得,多主体作用下媒体强化度随着时间的变化对舆情的影响具有差异性,减小强化度的取值,群体中的传播支持者、中立者和反对者曲线发生偏移且传播支持者比例呈现下降趋势,说明多主体下媒体强化度对于舆情传播具有正相关的作用;保持其它参数不变,改变分歧度的值,仿真结果如图 7(b)、(c) 所示,一定条件下提升分歧度,传播支持者曲线峰值减小,反对者峰值增大,表明媒体分歧度参数的介入使网民的观点发生分化,从而改变了传播的态势;最后由图 7(c)、(d) 可以看出,增加传播中立者向支持者、反对向中立者传播的渗透率值,即由反对传播优先策略转变为支持传播优先策略时,传播中立者和传播反对者比例相对减少,传播支持者比例增加,说明多主体作用下网络媒体渗透率主要通过三类传播者人群之间意见的转化来实现对网络舆情传播的干预。

4 结论

本文参考经典 SIR 模型,基于现实舆论环境中的传播调性分化,构建了由政府、媒体和网民多主体作用下的 SI_{sno}R 模型,并结合东北限电舆情案例,利用 Matlab 数值仿真直观呈现了网络舆情传播的整体趋势,得出以下重

要结论:

(1) 相比于单一主体作用,政府、媒体和网民多主体作用下可有效降低传播支持者和传播反对者比例,使免疫人群数量快速达到稳定状态,传播得到控制,网络舆情治理效果显著。为政府部门及媒体共同引导网络舆论良性发展提供了一定的决策依据。

(2) 网络舆情传播与媒体强化度和政府作用因子分别存在正相关和负相关关系,因此在舆情治理中应当针对不同舆情信息,通过政府和媒体的干预手段正向或者负向地对于舆情进行合理疏导,及时遏制负面信息的肆意蔓延。

(3) 媒体分歧度使舆论话题产生不同意见群体的分化,而渗透率主要通过干预三类传播者之间的相互转化来影响舆情的传播。因此网络媒体在舆情产生初期应避免对网络舆论的盲目报道,加强对于舆情信息全面性与真实性的掌控,从而把握传播者人群比例,削弱网络舆情滋生的负面效应。

本文研究结论在互联网环境下为政府和有关部门有效利用网络平台进行舆论疏导、管控和治理提供了理论依据。然而考虑到现实中网络环境的复杂性,舆情传播主体的进一步细化和拓展是接下来的研究重点。

参考文献

- [1] 许志强,王雪梅,田艺鹏.新时代网络舆情中的大数据使用与管理研究[J].传媒,2021(5):93-96.
- [2] 王润珏.信息时代的舆情特征与政府应对机制建设路径研究[J].情报杂志,2019,38(7):111-114,145.
- [3] Crokidakis N. Effects of mass media on opinion spreading in the sznjd sociophysics model[J]. Physica A: Statistical Mechanics & Its Applications,

- 2012, 391:1729-1734.
- [4] She H J, Jin Z, Cheng L. The impact of media-oriented social conflicts in the COVID-19 pandemic on youth risk perception[J]. Advances in Psychology, 2020, 10(12):2083-2090.
- [5] Liu Y Q, Zhu J L, Shao X Y, et al. Diffusion patterns in disaster-induced internet public opinion: based on a Sina Weibo online discussion about the 'Liangshan fire' in China[J]. Environmental Hazards, 2021, 20(2):163-187.
- [6] 王家坤, 王新华. 双层社交网络上的企业舆情传播模型及控制策略研究[J]. 管理科学, 2019, 32(1):28-41.
- [7] Luo P. Research on the countermeasures of college students' ideological and political education from the perspective of internet public opinion ecology[J]. Organic Chemistry: An Indian Journal, 2017, 14(3)
- [8] 李明德, 王含阳. 新媒体传播模式及其对舆情治理的新要求[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2021, 51(2):151-159.
- [9] Wellie C, Mao C. The Research on the internet Public Opinion Risk Assessment Based on the CWAHP-Entropy Method[J]. International Journal of Security and Its Applications, 2016, 10(4):197-208.
- [10] 蒲晓红, 赵海堂. 互联网使用对公众风险感知的影响机制——基于政府回应视角[J]. 中国行政管理, 2021, 431(5):146-154.
- [11] 吴孝灵, 刘小峰, 周晶. 基于公众认知与政府引导的邻避舆情演化模型[J]. 系统工程理论与实践, 2019, 39(11):2865-2879.
- [12] 王治莹, 王伟康, 岳朝龙. 政府干预下多种舆情信息交互传播模型与仿真[J]. 系统仿真学报, 2020, 32(5):956-966.
- [13] 魏静, 丁乐蓉, 朱恒民, 等. 基于情感和亲密度的社交网络舆情传播模型研究[J]. 情报科学, 2021, 39(4):37-46.
- [14] 庄文英, 许英姿, 任俊玲, 等. 突发事件舆情演化与治理研究——基于拓展多意见竞争演化模型[J]. 情报杂志, 2021, 40(12):127-134, 185.
- [15] Xu J P, Tang W Y, Zhang Y, et al. A dynamic dissemination model for recurring online public opinion[J]. Nonlinear Dynamics, 2020, 99(2):1269-1293.
- [16] Wang Y M, Guo T Y, Li W D. Direct immune-SCIR public-opinion propagation model based on real-time online users[J]. Chinese Physics B, 2020, 29(10):157-169.
- [17] Xuan W H, Ren R J, Ye M B, et al. On a internet SIS model with opinion dynamics[J]. IFAC Papers OnLine, 2020, 53(2):2582-2587.
- [18] Jiang G Y, Li S P, Li M L. Dynamic rumor spreading of public opinion reversal on Weibo based on a two-stage SPNR model[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2020: 558.
- [19] Zhang Y X, Feng Y X, Yang R Q. Internet public opinion propagation model based on the influence of media and interpersonal communication[J]. International Journal of Modern Physics B, 2019, 33(32):1950393.
- [20] 张雷, 肖思瑶, 杨泽来, 等. 基于改进 KNN 算法与 SIR 模型的舆情处理研究[J]. 计算机仿真, 2021, 38(5):477-483.
- [21] 成全, 刘国威, 李艺全. 考虑用户主题兴趣度的网络舆情演化建模与仿真研究[J]. 管理评论, 2020, 32(11):128-139.