

引用格式:王妍,杨妹,王传彪,姜晓辰. 信息传播舆情演化及导控研究进展[J]. 中国传媒大学学报(自然科学版), 2024, 31(05):01-11.  
文章编号:1673-4793(2024)05-0001-11

# 信息传播舆情演化及导控研究进展

王妍<sup>1,2</sup>, 杨妹<sup>1,2</sup>, 王传彪<sup>1,2\*</sup>, 姜晓辰<sup>1,2</sup>

(1. 中国传媒大学 数据科学与智能媒体学院, 北京 100024; 2. 中国传媒大学 媒体融合与传播国家重点实验室, 北京 100024)

**摘要:**随着互联网快速发展, 社交媒体为广大网民提供了充分表达个人观点和交流的平台, 促使舆情在网络上迅速蔓延。信息传播动力学是研究信息在网络中的传播规律和机理的重要方法。本文梳理了传播动力学的几个重要要素, 包括传播节点状态类型划分、传播机制设置、导控策略等方面; 总结了研究现状及不足, 分析传播动力学研究面临的挑战, 提出一些切实可行的建议, 对未来研究具有借鉴意义。

**关键词:**传播动力学; 复杂网络; 信息传播

中图分类号: G206; O193 文献标识码: A

## Research progress on evolution and guidance of public opinion in information dissemination

WANG Yan<sup>1,2</sup>, YANG Mo<sup>1,2</sup>, WANG Chuanbiao<sup>1,2\*</sup>, JIANG Xiaochen<sup>1,2</sup>

(1. School of Data Science and Media Intelligence, Communication University of China, Beijing 100024, China; 2. State Key Laboratory of Media Convergence and Communication, Communication University of China, Beijing 100024, China)

**Abstract:** With the rapid development of the Internet, social media has provided a platform for the majority of Internet users to fully express their personal views and exchange, and promoted the rapid spread of public opinion on the Internet. Information dissemination dynamics is an important method to study the law and mechanism of information dissemination in the network. We had sorted out several important elements of communication dynamics, including the classification of communication node status types, communication mechanism settings, guidance and control strategies, and multi-layer network applications. This paper summarized the research status and shortcomings, analyzed the challenges of communication dynamics research. Finally, it puts forward some practical suggestions, which has reference significance for future research.

**Keywords:** propagation dynamics; complex network; information dissemination

### 1 引言

全球网络信息增加快, 网民多——信息传播真假

难辨、舆情信息牵扯不同的主体、演化特征。分析舆情信息的演化规律, 增强虚假信息的识别, 对突发性事件的正确引导具有重要的现实意义。

基金项目: 国家自然科学基金(72274182)

作者简介(\*为通讯作者): 王妍(1979-), 女, 博士后, 教授, 博士生导师, 主要从事复杂网络与信息计算、媒体大数据分析、舆情动力学建模与仿真研究。Email: wy@cuc.edu.cn; 杨妹(1999-), 女, 硕士研究生, 主要从事信息传播动力学研究。Email: 2022200810j5002@cuc.edu.cn; 王传彪(1984-), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事动力系统研究。Email: cbwang@cuc.edu.cn; 姜晓辰(2000-), 女, 硕士研究生, 主要从事信息传播动力学研究。Email: 741761100@qq.com

如图1所示,截止到2023年4月,全球互联网用户达到51.8亿,互联网普及率达到64.6%。活跃的社交媒体用户达到48.0亿,相当于世界总人口的59.9%<sup>[1]</sup>。全球互联网信息传播呈现信息量大、发展迅速等特点。真实虚假、正负面信息共同充斥在社交网络中。RISJ报告称<sup>[2]</sup>,在全球范围内,82%的成年人通过数字渠道获取新闻,全球57%的成年人使用社交媒体来发现和消费新闻内容。网络舆情在社交媒体上的爆发加速推进了公共事务的讨论和解决,一方面,社交媒体为广大网民提供了充分表达个人观点和交流的平台,使一些负面现象的曝光,有利于维护公众群体的权益;另一方面,基于网络虚拟性和网民身份的隐匿性,网络舆论常常成为个人发泄情绪的场所,出现一些针对他人或组织的非理性攻击,更有甚者利用网络散布虚假信息或网络谣言混淆是非,给社会秩序带来不良影响。RISJ报告称<sup>[2]</sup>,近一半的国家对新闻的信任度有所下降,现在只有十分之四的人认为大多数的时候他们可以信任大部分新闻。在2022年的调查中,只有四分之一(26%)的美国受访者表示他们认为可以信任新闻,低于去年研究的29%。网络舆情迅速发展主要源于网民数量的不断增加和传播方式日趋多样化。研究信息的传播规律,遏制虚假信息的传播,促进正面真实信息的传播是传播动力学的重要研究目标。

THE ADOPTION AND USE OF CONNECTED DEVICES AND SERVICES

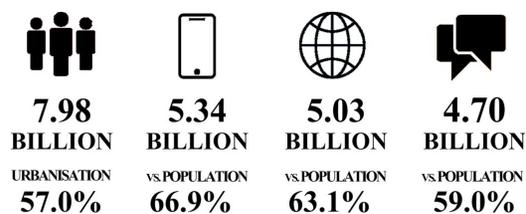


图1 互联网用户占比图

网络舆情是由多要素构成的复杂系统,各个要素具有不同的特征,要素之间具有作用机制和演化路径。网络舆情的传播路径具有拓扑结构特征<sup>[3]</sup>,这些特征对网络舆情传播也存在影响。为探究复杂系统和传播路径的特点,传播动力学逐渐在信息传播领域广泛应用。传播动力学模型作为网络舆情研究的新工具,可以分析挖掘信息的传播规律、传播机制以及虚假信息治理方法等。研究导控主体对信息管控和人群引导的导控方法、时机、强度和导控主体自身影响力等对传播过程的影响,推演舆情引导策略,选择最佳治理方案,进而提出引导机制的量化决策可以有效抑制网络中的虚假信息传播。

传播动力理论及其应用的进展,为舆情信息规律的分析挖掘提供了方法论的指导,但是动力模型缺乏适用性归纳、发展规律的系统总结,使用广泛性受到限制。因此,本文旨在通过回顾现有研究,分析传播动力学研究面临的挑战,提出一些切实可行的建议。

研究问题如下:

- (1)模型的主体要素和机制有哪些?各有什么特征?
- (2)传播动力学主要研究哪些导控策略?
- (3)模型的未来前景如何?

本文力图通过文献综述来回答这些问题,调查社交媒体数据如何用于舆论分析,目的是提出一个框架和一些切实可行的建议,指导和帮助学者在更广泛的范围内进行信息传播动力学模型的研究。为此,本文系统地回顾了目前的研究,分析了78篇论文(如图2所示),归纳了传播节点状态类型划分、传播机制设置、导控策略等方面的研究成果。这篇综述也表明了传播动力学未来研究的一些潜在领域。

本文组织如下:第2节介绍了舆情动力学的发展起源。第3节总结了节点状态分类及传播机制的设置。第4节介绍了三类舆情及导控策略最优控制的使用方法。

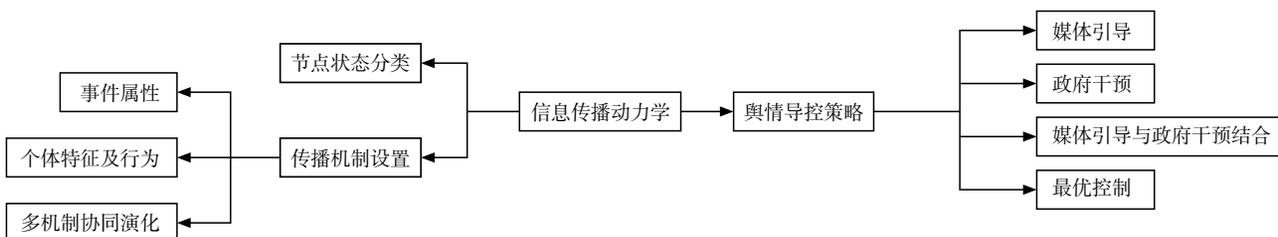


图2 综述结构图

## 2 舆情传播动力学发展源起

在线社交网络上的信息传播过程分析和机制凝练是研究网络信息传播规律的重要基础。信息在网络中的扩散过程与疾病传播具有相似之处,以生物数学领域中的传染病动力学为基础,构建新的传播规则和模型是研究网络传播规律的重要方法。如图3所示,舆情传播规律和机制的研究最早由 Daley 和 Kendall<sup>[4]</sup>借鉴经典传染病模型 SIR 模型(susceptible infected recovered model)提出的 DK 仓室模型。其后大量的传播模型都是对 DK 模型的借鉴和改进, Maki 与 Thompson<sup>[5]</sup>提出的 MT 传播模型, Sudbury<sup>[6]</sup>提出了修

正的 MT 传播模型,这类模型因忽视了网络的拓扑特性对谣言传播的影响,不适合规模庞大的人际社交网络。到 21 世纪初期, Zanette<sup>[7]</sup>将信息传播理论拓展到复杂网络,并在 Watts 和 Strogatz<sup>[8]</sup>提出的小世界网络中研究了 SIR 模型。Moreno 等<sup>[9]</sup>在 BA 无标度网络(Barabási-Albert scale-free network)<sup>[10]</sup>上建立了谣言传播模型,进一步将谣言传播动力学模型的适用范围进行推广。至此,人际网络的拓扑结构这一模型要素得以成功纳入模型之中。之后的学者以传染病动力学为基础,主要集中在针对舆情信息传播的主体和机制等传播要素的研究和针对舆情的导控与免疫策略研究等。

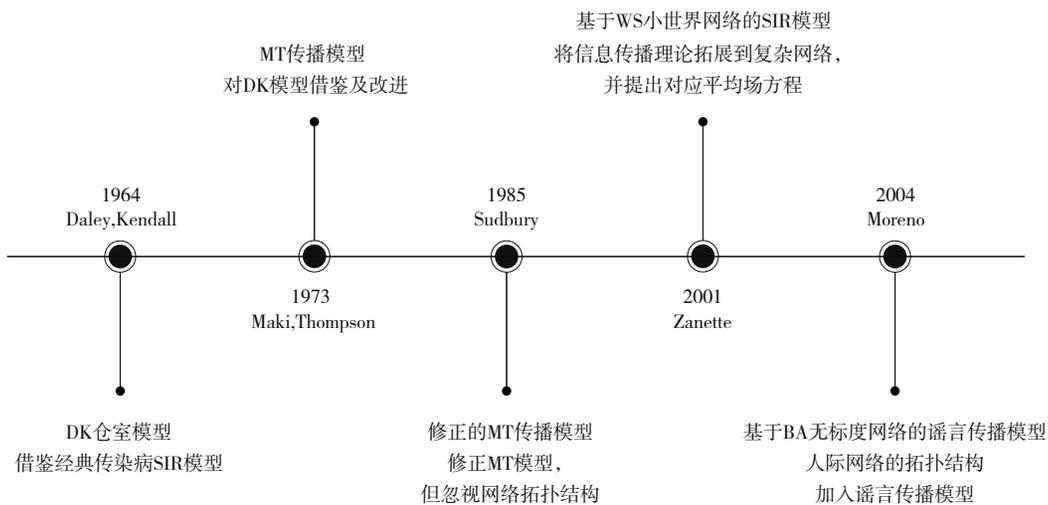


图3 舆情传播动力学源起

## 3 传播节点状态及机制设置

用户是舆情传播事件中最重要的组成部分,人群状态细分是传播动力系统模型拟合真实网络状态的必要基础。而传播机制是驱动用户信息传播的重要诱因,也是了解舆情传播规律和治理的重要手段。引起舆情事件传播的因素有很多,总体围绕事件属性机制、个体行为机制、多机制协同演化等方面。节点及机制的合理设置是描述舆情传播的基础,在合理描述传播过程的前提下才能针对不同传播环节或主体对症下药,精准选择导控措施。

### 3.1 节点状态

细分传播者状态的信息传播规则最早为 DK 模型,将网络中的用户节点划分为三类,未知者、传播者和停止者(免疫者),如表1所示。此后,学者陆续在上

述三类人群划分基础上,进一步对人群状态细分。细分为四类人群比较典型的有引入潜伏者(exposed 或 contacted)<sup>[11-17]</sup>、反击者(counterattack)<sup>[18]</sup>或控制者(controller)<sup>[19-21]</sup>等。细分为五类人群主要包括未知者(susceptible),犹豫者(hesitator),传播者(spreader),揭穿者(debunk)和停止者(deny)<sup>[22-23]</sup>。

此外,其他人群细分状态的研究主要基于以上三到五类人群中的某一类,针对个体认知程度,个体观点倾向,对该信息的情感表达等人群特征对某一类人群状态进行再细化。

国内外研究中人群(传播主体)状态细分主要选取五种基础传播状态(未知者、潜在传播者、传播者、对抗者和停止者)中的部分传播状态进行研究。考虑复杂网络环境对五种状态的某一状态进一步细化,同时考虑多状态人群状态细分、更契合现实场景,但需要思考每类人群的传播策略。受制于模

表1 节点状态分类

类型	引入人群	年份	作者	参考文献
引入新种类人群	潜伏者	1991-2018	Anderson 等	[11-17]
	反击者	2014-2021	Zan 等	[18]
	控制者	2021	肖人彬等	
		2015	刘入境等	[19-21]
		2018	Ebadizadeh 等	
细化某类人群	可识别信息真伪人群	2014	Wang 等	[24]
	谣言清除、停止者	2015	万贻平等	[25]
	急性传播者慢性传播者	2017	Xu 等	[26]
	两类信息传播者及对应的两类停止者	2021	Wang 等	[27]
	积极情绪传播者(FPos) 中性情绪传播者(FNeu) 消极情绪传播者(FNeg)	2021	Yin 等	[28]
		恐惧情绪传播者(FFear) 震惊情绪传播者(FShoc) 悲伤情绪传播者(FSad) 愤怒情绪传播者(FAng)	2022	Yin 等

型理论推导和仿真实验等方面的复杂性问题,系统复杂性也会随之增加,需要平衡复杂性与可行性的关系。

### 3.2 传播机制

事件属性机制设置主要体现信息的模糊度、信息的时效性和信息的多样性等方面。如表2所示,通过改变事件属性可以间接达到控制谣言的效果,例如Xia等<sup>[30]</sup>考虑信息的吸引力和模糊性,提出具有犹豫机制的改良SEIR(susceptible-exposed-infectious-recovered)模型,得出模糊度的增加可以有效提高传播阈值并降低最大谣言影响。Rüegg等<sup>[31]</sup>和Wieland等<sup>[32]</sup>提出在模型中考虑信息的时效性因素,考虑不同时间周期采取不同风险控制策略。洪巍等<sup>[33]</sup>和孙青松等<sup>[34]</sup>将真实信息引入节点,考虑网络中不仅会传播谣言,同时也会有真实信息并发传播。方星<sup>[35]</sup>考虑到不实信息的传播会衍生新事件,提出官方应对不实信息传播与控制的策略。Yang<sup>[36]</sup>考虑不同信息在网络中动态传播会互相竞争,从而影响信息传播的动态过程,提出多元化网络上的竞争信息模型。

个体特征及行为机制主要集中在个体教育水平、心理特征(失兴、遗忘和反击等)及人口流动等因素对信息传播的影响。改善个体教育水平<sup>[37]</sup>可以使得公众更好地揭露谣言从而减少谣言对个体、社会、国家

造成的危害。Afassinou<sup>[38]</sup>将人口受教育率引入到了SEIR模型之中,得出政府若提高人口受教育率将使得谣言影响力变小的结论。个体背景不同对同一事件观点和认知差异有别,Zan<sup>[39]</sup>在SICR(susceptible-infective-counterattack-refractory)模型中,引入了个体反击和自我抵抗机制。考虑到人类的遗忘性,Nekovee<sup>[40]</sup>和Zhao<sup>[41-42]</sup>相继从遗忘、自发回忆、他人唤醒机制研究对谣言传播的影响。Xie<sup>[43]</sup>设计了兴趣驱动的模式模拟微博社区中用户的信息发送、浏览行为。Huo<sup>[44]</sup>考虑到个体免疫和个体失去兴趣的机制,提出了SibInIu模型,得出两种机制对谣言均会造成负面影响。Dang等<sup>[45]</sup>将谣言传播平台视为开放系统,考虑了用户的流入和流出,以模拟系统内部谣言对外部人员的影响。

多机制协同演化研究主要基于SIR模型,探究多个传播机制的共生演化效应。例如,Zhang<sup>[46]</sup>考虑了信息的吸引力、谣言的客观识别,个体的主观判断、信息媒体的可信度、传播概率、强化系数、块值以及专家效应等8个影响因素,建立了8-state ICSAR(ignorance-information carrier-information spreader-information advocate-removal)模型。

驱动舆情事件演化的机制具有复杂性、交互性、过程性和时间性等特征。因此,仅考虑单一机制或基于SIR简化主体进行分析,不考虑舆情信息传播过程多机制的协同和共演效应将无法全面准确揭示信息传播规律。

表2 传播机制类型

机制类型	机制	年份	作者	参考文献
事件属性	信息的模糊度	2015	Xia等	[30]
	信息的时效性	2014	Rüegg等	[31]
		2017	Wieland等	[32]
	信息的多样性	2017	洪巍、孙青松等	[33-34]
		2018	方星等	[35]
		2018	Yang等	[36]
个体特征及行为	遗忘/唤醒	2007	Nekovee等	[40]
		2011	Zhao等	[41]
		2013	Zhao等	[42]
	兴趣/失兴	2011	Xie等	[43]
		2019	Huo等	[44]
	人口受教育程度	2014	Rizzo等	[37]
		2014	Afassinou等	[38]
	个体背景	2014	Zan等	[39]
	人口流入流出	2019	Dang等	[45]

## 4 舆情导控策略

网络舆情的正确引导和应对,不仅对创造一个和谐有序的公众上网环境,塑造一个充满正能量的社会价值取向有着十分重要的作用,也对维护整个社会的和谐稳定、长治久安至关重要。现有网络舆情的导控与免疫策略研究以媒体引导和政府干预为主,治理角度以治理强度、治理时机、治理节点和协同治理为主。

### 4.1 媒体引导

媒体是各类不同信息生产与传播的机构,不同的媒体对信息传播流通的影响力不同,如研究中心、党报党刊所发的信息相较于市场化媒体而言可能更具有权威性。不同的信息发布时间、频率、数量等也会产生不同的导控效果。作为舆论引导的主要阵地,媒体引导成为近年来许多学者聚焦的中心,学者们对其中的舆情导控机制展开了一系列研究,主要体现在媒体自身影响力、媒体报道力度、媒体引导的时效性等,如表3所示。

从传播者自身出发,媒体自身影响力主要体现在媒体的影响范围、公信力等指标范畴,衡量了媒体自身的硬实力,且不同类型的媒体具有的影响力也有所不同。一般认为媒体影响力越大其对人类信息传播过程的影响也就越大。Yang等<sup>[46]</sup>研究了不同类型话题传播过程中各类媒体节点影响力变化对话题演变的影响。Zhao等<sup>[47]</sup>将媒体因素引入到传播动力学模型之中,分析媒体公信力和收视率对突发事件演变的

影响。庄文英等<sup>[48]</sup>等进行了平台管控、媒体引导公信力与监管干预舆情演化的仿真分析。曹峰等<sup>[49]</sup>等建立网络舆情驱动力模型,对模型进行模拟仿真,得出传统媒体和网络媒体的作用量都会对网络舆情热度造成影响。陈帅<sup>[50]</sup>表明多平台媒体协同引导较单平台更有效,媒体引导要在多社交平台同时发声,才能引起网民的广泛关注,引导舆情走向。

从传播内容出发,媒体报道力度主要体现在媒体对舆论事件的关注程度。报道力度是指媒体对某个事件或话题的报道数量、质量和覆盖范围。报道力度还可以作为控制传播过程的重要手段之一。通过调整报道数量、质量和覆盖范围,我们可以影响公众的关注点和参与度,从而控制舆情的传播和扩散。朱恒民等<sup>[51]</sup>和浦娇华等<sup>[52]</sup>将媒体作为外部传播节点与个体相连,分析了媒体数量、影响范围、报道力度和可信度等因素对网络舆情传播的影响。张立凡等<sup>[53]</sup>把媒体对舆情传播的干预作用抽象为强化度及分歧度,构建新的 S1a1bR 模型,讨论系统传播阈值。Guo等<sup>[54]</sup>考虑媒体的辟谣机制对反驳者的促进作用建立 SICMR (susceptible-infective-counter-media-remover) 模型,探讨媒体和反驳者的双重反驳机制对谣言的抑制作用。

从传播时间出发,媒体引导的时效性主要体现在辟谣作用起效具有滞后性,群众对信息的真实性进行自我分析和判断后,再决定是否相信或传播,那么需要把握合适时机和传播频率,及时进行辟谣。赵俊等<sup>[55]</sup>考虑了个体获知信息后的信息发酵过程提出具有发酵期的舆情传播模型,通过算例与数值模拟表明

应急管理初期媒体报道作用明显。苏继超等<sup>[56]</sup>研究了噪声干扰下媒体引导强度、引导范围、引导时间等

因素对舆论观点的影响。Cheng等<sup>[57]</sup>在谣言模型中考虑媒体定期科普教育和报道时间延迟两个因素。

表3 基于媒体引导的导控机制

主题	具体机制	内容	年份	作者	参考文献
媒体自身影响力	媒体影响力	各类媒体节点影响力变化对话题演变的影响	2010	Yang等	[46]
	媒体公信力	媒体公信力和收视率对突发事件演变的影响	2012	Zhao等	[47]
		平台管控与媒体引导公信力对舆情演化的影响	2021	庄文英等	[48]
	媒体类型	传统媒体和网络媒体的作用量的影响	2020	曹峰等	[49]
		多平台媒体协同治理对舆情走向的影响	2020	陈帅	[50]
媒体报道力度	发布量	媒体数量、影响范围对舆情传播的影响	2013,2015	朱恒民、浦娇华等	[51-52]
	可信度	将媒体对舆情的干预作用抽象为强化度和分歧度	2015	张立凡等	[53]
		媒体和反驳者的双重反驳力度对谣言的抑制作用	2022	Guo等	[54]
媒体引导的时效性		构建具有信息发酵期的舆情传播模型	2016	赵俊等	[55]
	引导时间点	噪声干扰下媒体引导强度、引导范围、引导时间对舆情走向的影响	2017	苏继超等	[56]
		构建基于辟谣机制和时滞效应的SIR谣言传播模型	2020	朱霖河等	[58]
	科普速率	构建考虑媒体定期科普教育及时间延迟因素的谣言传播模型	2022	Cheng等	[57]

## 4.2 政府干预

政府干预是继媒体引导后的国家另一大网络舆情导控策略,由于其自身的权威性,政府在信息传播与流通过程中有更强的话语权。关于政府干预的舆情导控机制研究,主要体现在政府公信力、政府引导强度、政府引导的时效性等,如表4所示。

从传播者自身出发,政府公信力是政府话语权衡量的指标,是其自身硬实力和影响力的体现。政府具有较高的公信力,政府发布的信息就更容易被公众接受和传播,从而加快信息的传播速度,扩大信息的传播范围。袁国平等<sup>[59]</sup>利用系统动力学进行建模,通过分析政府公信力对网络舆情热度的影响,给出对网络舆情态势引导与控制的对策和建议。李鑫等<sup>[60]</sup>结合SIRS模型对网络舆情事件传播过程进行系统性分析,提出了政府引导强度在网络舆情传播中起重要作用,并将其量化为政府自身的公信力和政府对舆情事件的关注度。

从传播内容出发,政府干预强度主要体现为其针对舆情事件采取对策时体现出作用力度,具体包括屏蔽力度即阻碍负面信息传播的程度,干预量即传播正面信息的数量及范围,控制转化力度即政府强制转换某些节点的状态。肖人彬等<sup>[19]</sup>通过建立政府和网民在信息传播过程中的演化博弈模型,给出了不同规模网络群体性事件下政府应采取的屏蔽措施。张新刚等<sup>[61]</sup>考虑政府对信息的屏蔽作用,提出了SIP模型。王治莹等<sup>[62]</sup>将政府干预作用于节点转换的每个环节,

并结合案例设计情境研究了政府应对策略。Wang等<sup>[23]</sup>针对突发公共卫生事件,将人群科学知识水平与官方隔离转换加点状态相结合构建G-SCNDR(government-susceptible-credulous-neutral-deny-recovered)模型,讨论负面信息被反转的动态过程。项权等<sup>[63]</sup>基于政府在舆情干预过程中对感染者的负反馈作用,考察了免疫速率、复发速率作用下的舆情演化。Zhang等<sup>[64]</sup>将辟谣机制引入SIR模型,探讨政府官方辟谣信息的数量和内容对谣言传播的影响。

从传播时间出发,政府引导需要针对舆情发展阶段选择合适的管控引导时机,快速响应。陈福集等<sup>[65]</sup>建立了基于SIR的网络舆情传播模型,通过利用模拟仿真,得出接触速率、政府管控引导速率等因素对网络舆情事件传播起到至关重要的作用。刘人境等<sup>[20]</sup>研究了网络群体性事件政府治理的演化博弈模型,得到了在初期和扩散不同阶段时期政府应对网络群体性事件的有效方案。张金鑫等<sup>[66]</sup>仿真模拟网络监管部门采取导控措施的时间对舆情传播的影响。徐剑等<sup>[67]</sup>构建SEIR信息疫情模型,通过利用模拟仿真,得出政府的针对性辟谣及辟谣的时间点对谣言传播具有显著的影响作用。

## 4.3 多主体导控

随着自媒体时代到来,建立良好信息传播渠道,改善舆论环境,需要依靠媒体和政府的共同努力。多元导控、协同治理策略的研究近年来逐渐引起关注。陈帅<sup>[50]</sup>表明政府多平台媒体协同引导较单平台更有

表4 基于政府干预的导控机制

主题	具体机制	内容	年份	作者	参考文献
政府公信力	政府公信力	政府公信力对网络舆情热度的影响	2015	袁国平等	[59]
		政府公信度和关注度对网络舆情传播的影响	2017	李鑫等	[60]
政府干预强度	信息屏蔽力度	政府与网民的演化博弈	2012	肖人彬等	[19]
		政府对负能量信息的阻止作用	2017	张新刚等	[61]
	控制转化力度	政府对舆情传播的应对策略	2017	王治莹等	[62]
		政府官方外部控制策略的影响	2021	Wang等	[23]
	干预量	政府干预对信息感染者的负反馈作用	2018	项权等	[63]
		政府官方辟谣的数量和内容对谣言传播的影响	2022	Zhang等	[64]
政府引导的时效性	引导速率	政府管控引导速率对网络舆情传播的影响	2015	陈福集等	[65]
	引导时间点	在初期和扩散不同阶段时期政府应对网络群体性事件的管控	2015	刘入境等	[20]
		网络监管部门导控时间对舆情传播的影响	2020	张金鑫等	[66]
		政府辟谣时间点对谣言传播的影响	2020	徐剑等	[67]

效果,媒体引导要在多社交平台同时发声,才能引起网民的广泛关注,引导舆情走向;政府干预要加强联控联防,多平台同时着手。多主体导控可基于主体的不同职能和优势,媒体和政府在与舆情协同治理中承担不同的治理角色,从而形成合力,提升治理效能。如表5所示,向江燕<sup>[68]</sup>在基于系统动力学的网络舆情事件演化研究中表明,媒体引导程度改变、政府公信力改变、政府响应时间改变都会对网络舆情事件的等级造成影响。叶琼元等<sup>[69]</sup>针对突发事件下网民情绪的演化构建系统动力学模型,分别从网民自身因素、媒体环境因素以及政府情绪引导控制因素方面进行分

析,得出若干条关于面对突发事件的网民情绪演化规律。陈雅等<sup>[70]</sup>提出 I-SCR 网络(信息-政府-渠道-公众)舆情管理模型,从政府、媒体、公众三者之间的互动关系提出网络舆情管理完善策略。张亚明等<sup>[71]</sup>从多主体角度出发,在仅考虑媒体干预的 SIR 模型和仅考虑政府干预的 SEIR 模型基础上,提出一种新型的 SHI-sIoR 多主体干预模型。Geng 等<sup>[72]</sup>建立 SEI<sup>2</sup>R<sub>1</sub>R<sub>2</sub> (susceptible-exposed-positiveemotional-infectious-and-negative-emotional-infectious-immune-removed) 模型,探究政府和媒体的双重干预对传播者的情绪引导如何控制舆论传播。

表5 同时考虑媒体与政府导控展开的研究

主题	内容	年份	作者	参考文献
多主体导控	媒体引导程度、政府公信力、政府相应时间对舆情事件等级的影响	2015	向江燕等	[68]
	媒体环境因素、政府情绪引导对网民情绪演化的影响	2017	叶琼元等	[69]
	政府、媒体、公众三者互动对舆情治理的影响	2018	陈雅等	[70]
	构建媒体和政府共同干预下的舆情传播模型	2020	张亚明等	[71]
	政府和媒体的双重干预对传播者的情绪引导	2022	Geng等	[72]

现有导控措施尚未考虑舆情事件的差异和网络结构的影响,更多集中在爆发期后的干预策略,但往往及时响应和预警措施的干预对于舆情事件的管控更为重要,另探讨政府干预和媒体引导的联防联控、协同导控策略对于网络舆情的治理更具现实意义。

#### 4.4 最优控制

传播动力学研究的是信息在社会网络中的传播规律和机制,而最优控制则关注如何通过控制传播过程,采用小成本以达到最优的效果。学者普遍将庞特

里亚金最小原理应用于传播控制问题<sup>[73-78]</sup>。具体而言,可以将传播过程看作一个物理系统,并使用庞特里亚金最小原理来找到最优的控制策略,以实现最大的传播效果和最小的传播成本。在应用庞特里亚金最小原理时,需要先定义目标函数,即我们希望达到的传播效果及成本。随后,计算目标函数的最小化或最大化,证明解的存在性以及计算控制域,即可得到系统的最优控制策略。

在舆情传播动力学中,常见的控制策略包括选择合适的传播时机、制定有针对性的传播内容、采取强

制性措施调控等。我们可以将这些控制策略转化为具体的控制量,例如事前科普教育的频率、接收者的吸收率、惩罚力度等,并将这些控制量作为庞特里亚金最小原理中的状态变量。如表6所示,Zhu等<sup>[73]</sup>提出一种压制谣言传播的强制沉默策略,引入状态变量作为对强迫沉默的强度和程度的控制,目的以最小的投资减少谣言传播个体的数量。Cheng等<sup>[74]</sup>引入三种状态变量分别代表删帖、科普教育普及和惩罚力度的最大化,目标是最大限度地减少感染媒介和传播者的规模,并尽可能降低控制成本。Yu等<sup>[75]</sup>引入两种状态变量表示通过使用教育和网络管理对谣言传播者的

控制强度。Cheng等<sup>[76]</sup>通过控制事前科普次数和科普间隔时间两个变量,来最大限度地减少谣言传播者的数量和财务成本。Mei等<sup>[77]</sup>引入两个变量,分别代表将知识应用于实践来提高消化和吸收能力和通过及时复习来提高复习率,目的以最小成本增强知识传播过程的效果。Li等<sup>[78]</sup>得出谣言识别教育和谣言揭穿协同最优控制比单措施最优控制能更迅速地缩减谣言传播规模并节约成本。

通过将庞特里亚金最小原理应用于传播动力学最优控制问题,我们可以找到最优的控制策略,有助于提高传播效果和影响力,同时也可以降低传播成本和风险。

表6 最优控制研究

主题	控制策略	年份	作者	参考文献
最优控制	强制沉默策略	2020	Zhu等	[73]
	删帖、科普教育普及和惩罚力度	2021	Cheng等	[74]
	教育机制或网络管理策略	2021	Yu等	[75]
	脉冲接种疫苗(事前科普)	2022	Cheng等	[76]
	提高消化吸收能力以及提高复习频率	2022	Mei等	[77]
	谣言识别教育和谣言揭穿	2023	Li等	[78]

## 5 总结与展望

已有的舆情信息传播动力学分析主要从理论和应用角度集中细分节点、传播机制或导控策略的研究,为网络舆情发展成因、传播过程和趋势走向等规律的把握和治理提供了理论和实践指导。但是现有研究更多是从某一方面进行改进,系统性和复杂性的研究还比较缺失。

(1) 传播要素中人群状态细分主要选取以未知者、潜在传播者、传播者、对抗者和停止者五种状态中的部分传播状态进行研究,考虑多要素人群状态细分的研究成果还比较有限。与此同时也可以考虑按传播信息的类型、用户自身的属性特征(心情、影响力、认知水平等)为依据细分人群。

(2) 驱动舆情事件演化的机制具有复杂性、交互性、过程性和时间性等特征,现有研究仅考虑单一机制或基于SIR简化主体进行的多机制分析,缺乏舆情信息传播过程多机制的协同和共演效应分析。

(3) 现有导控措施更多是在爆发期后的干预策略,政府干预和媒体引导的联防联控、协同导控策略的研究对现实治理非常重要,近期才得到重视。而事件前期的防控措施可以对舆情的控制起到更有效的作用。事件发生前媒体和政府采用定期科普,初期发

布阶段需要动态监督发布源,并结合重要节点识别技术,及时隔离关键用户等措施。

未来研究需要考虑将各个方面融合贯通,如图4所示。

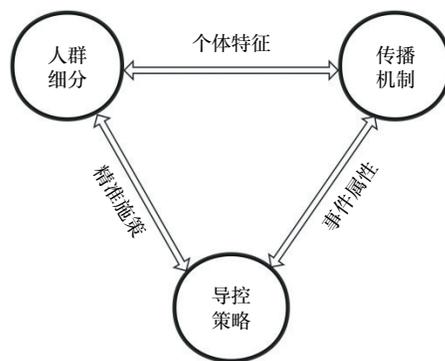


图4 创新结构图

(1) 人群细分与传播机制结合,突出节点差异化,针对不同种类人群设置独有的个体特征,依据机制差异化分人群,例如为不同地区人群设置不同的教育水平划分,为不同情感人群设置不同的失兴程度划分等。

(2) 人群细分与导控策略结合,根据节点分类精准施策,不同人群需采取的政策不同,施加的时机不同,例如为高影响力节点实施隔离转化比低影响力节点效果更好,但成本相应地也更高。

(3)传播机制与导控策略结合,根据信息的模糊度、时效性、多样性、吸引力等方面多维度考虑导控方法,选择合适机制作为切入点进行导控。例如可以从降低模糊度、提高时效性、加入竞争信息等多角度结合。

### 参考文献(References):

- [1] Kemp S. Digital 2023: April global statshot report[EB/OL]. (2024-10-16) [2023-04-27]. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-april-global-statshot>.
- [2] Newman N. Overview and key findings of the 2022 Digital News Report [EB/OL]. (2024-10-16) [2022-06-15]. <https://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/digital-news-report/2022/dnr-executive-summary>.
- [3] 金鑫, 谢斌, 朱建明. 基于复杂网络分析的微博网络舆情传播[J]. 吉林大学学报(工学版), 2012, 42(S1): 271-275.
- [4] Daley D J, Kendall D G. Epidemics and rumours[J]. Nature, 1964, 204: 1118.
- [5] Maki D P, Thompson M. Mathematical Models and Applications: with Emphasis on the Social, Life, and Management Sciences[M]. Englewood Cliffs, N J: Prentice-Hall, 1973.
- [6] Sudbury A. The proportion of the population never hearing a rumour [J]. Journal of Applied Probability, 1985, 22 (2): 443-446.
- [7] Zanette D H. Critical behavior of propagation on small-world networks [J]. Physical Review E, 2001, 64 (5): 050901.
- [8] Watts D J, Strogatz S H. Collective dynamics of 'small-world' networks[J]. Nature, 1998, 393(6684): 440-442.
- [9] Moreno Y, Nekovee M, Pacheco A F. Dynamics of rumor spreading in complex networks [J]. Physical Review E, 2004, 69(6): 066130.
- [10] Barabási A L, Albert R. Emergence of scaling in random networks[J]. Science, 1999, 286(5439): 509-512.
- [11] Anderson R M, May R M. Infectious diseases of humans: dynamics and control[M]. New York, USA: Oxford University Press, 1991.
- [12] 陈波, 于冷, 刘君亭, 褚为民. 泛在媒体环境下的网络舆情传播控制模型[J]. 系统工程理论与实践, 2011, 31 (11): 2140-2150.
- [13] Liu Y, Diao S M, Zhu Y X, et al. SHIR competitive information diffusion model for online social media[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2016, 461: 543-553.
- [14] Liu X, Liu C, Zeng X. Online social network emergency public event information propagation and nonlinear mathematical modeling[J]. Complexity, 2017, 2017.
- [15] Liu X, Li T, Tian M. Rumor spreading of a SEIR model in complex social networks with hesitating mechanism [J]. Advances in Difference Equations, 2018: 391.
- [16] 朱海涛, 赵捧未, 秦春秀. 一种改进的移动社交网络 SEIR 信息传播模型研究[J]. 情报科学, 2016, 34(3): 92-97.
- [17] 崔金栋, 郑鹊, 孙硕. 基于改良 SEIR 模型的微博话题式信息传播研究[J]. 情报科学, 2017, 35(12): 22-27.
- [18] Zan Y, Wu J, Li P, et al. SICR rumor spreading model in complex networks: counterattack and self-resistance [J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2014, 405: 159-170.
- [19] 肖人彬, 张耀峰. 网络群体事件信息传播的演化博弈分析[J]. 复杂系统与复杂性科学, 2012, 9(01): 1-7.
- [20] 刘人境, 孙滨, 刘德海. 网络群体事件政府治理的演化博弈分析[J]. 管理学报, 2015, 12(06): 911-919.
- [21] Ebadizadeh H A, Haghbayan H. Dynamics of rumor spreading[J]. Annals of Optimization Theory and Practice, 2018, 1(3 & 4): 45-54.
- [22] Tian Y, Ding X. Rumor spreading model with considering debunking behavior in emergencies[J]. Applied Mathematics and Computation, 2019, 363: 124599.
- [23] Wang X, Li Y, Li J, et al. A rumor reversal model of online health information during the Covid-19 epidemic [J]. Information Processing & Management, 2021, 58 (6): 102731.
- [24] Wang J, Zhao L, Huang R. SIRaRu rumor spreading model in complex networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2014, 398: 43-55.
- [25] 万贻平, 张东戈, 任清辉. 考虑谣言清除过程的网络谣言传播与抑制[J]. 物理学报, 2015, 64(24): 73-83.
- [26] Xu D, Xu X, Xie Y, et al. Optimal control of an SIVRS epidemic spreading model with virus variation based on complex networks [J]. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2017, 48: 200-210.
- [27] Wang Y, Qing F, Chai J P, et al. Spreading dynamics of a 2SIH2R, rumor spreading model in the homogeneous network[J]. Complexity, 2021, 2021: 1-9.
- [28] Yin F, Xia X, Zhang X, et al. Modelling the dynamic emotional information propagation and guiding the public sentiment in the Chinese Sina-microblog[J]. Applied Mathematics and Computation, 2021, 396: 125884.
- [29] Yin F, Xia X, Pan Y, et al. Sentiment mutation and negative emotion contagion dynamics in social media: a case study on the Chinese Sina Microblog [J]. Information Sciences, 2022, 594: 118-135.
- [30] Xia L L, Jiang G P, Song B, et al. Rumor spreading model considering hesitating mechanism in complex social networks[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2015, 437: 295-303.
- [31] Rüegg J, Gries C, Bond-Lamberty B, et al. Completing

- the data life cycle: using information management in macrosystems ecology research [J]. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, 12(1): 24-30.
- [32] Wieland M, Pittore M. A spatio-temporal building exposure database and information life-cycle management solution [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2017, 6(4): 114.
- [33] 洪巍, 王虎. 基于 SIRT 的网络谣言传播演化模型的研究 [J]. *现代情报*, 2017, 37(06): 36-42.
- [34] 孙青松, 胡海波, 程树林. 考虑时滞的真假信息竞争扩散仿真研究 [J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2023, 20(01): 1-8.
- [35] 方星, 霍良安, 黄培清. 突发事件后的官方信息与不实信息传播的交互模型 [J]. *系统管理学报*, 2018, 27(04): 722-728.
- [36] Yang D, Chow T W S, Zhong L, et al. The competitive information spreading over multiplex social networks [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2018, 503: 981-990.
- [37] Rizzo A, Frasca M, Porfiri M. Effect of individual behavior on epidemic spreading in activity-driven networks [J]. *Physical Review E*, 2014, 90(4): 042801.
- [38] Afassinou K. Analysis of the impact of education rate on the rumor spreading mechanism [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2014, 414: 43-52.
- [39] Zan Y, Wu J, Li P, et al. SICR rumor spreading model in complex networks: counterattack and self-resistance [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2014, 405: 159-170.
- [40] Nekovee M, Moreno Y, Bianconi G, et al. Theory of rumour spreading in complex social networks [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2007, 374(1): 457-470.
- [41] Zhao L, Wang Q, Cheng J, et al. Rumor spreading model with consideration of forgetting mechanism: a case of online blogging LiveJournal [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2011, 390(13): 2619-2625.
- [42] Zhao L, Qiu X, Wang X, et al. Rumor spreading model considering forgetting and remembering mechanisms in inhomogeneous networks [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2013, 392(4): 987-994.
- [43] Xie J, Zhang C, Wu M. Modeling microblogging communication based on human dynamics [C]// Eighth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD), 2011, 4: 2290-2294.
- [44] Huo L, Cheng Y. Dynamical analysis of a IWSR rumor spreading model with considering the self-growth mechanism and indiscernible degree [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2019, 536: 120940.
- [45] Dang Z, Li L, Ni W, et al. How does rumor spreading affect people inside and outside an institution [J]. *Information Sciences*, 2021, 574: 377-393.
- [46] Yang J, Leskovec J. Modeling information diffusion in implicit networks [C]// IEEE International Conference on Data Mining, 2010: 599-608.
- [47] Zhao L, Wang Q, Cheng J, et al. The impact of authorities' media and rumor dissemination on the evolution of emergency [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2012, 391(15): 3978-3987.
- [48] 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.
- [49] 曹峰, 张真继, 关晓兰. 基于系统动力学的网络舆情驱动力模型研究 [J]. *电信科学*, 2020, 36(12): 49-58.
- [50] 陈帅. 基于多层耦合网络的舆情传播控制研究 [J]. *系统仿真学报*, 2020, 32(12): 2353-2361.
- [51] 朱恒民, 刘凯, 卢子芳. 媒体作用下互联网舆情话题传播模型研究 [J]. *现代图书情报技术*, 2013(03): 45-50.
- [52] 浦娇华, 朱恒民. 媒体作用下互联网舆论观点演化的模型研究 [J]. *南京邮电大学学报(社会科学版)*, 2015, 17(02): 46-50+79.
- [53] 张立凡, 赵凯. 媒体干预下带有讨论机制的网络舆情传播模型研究 [J]. *现代图书情报技术*, 2015(11): 60-67.
- [54] Guo H, Yan X. Dynamic modeling and simulation of rumor propagation based on the double refutation mechanism [J]. *Information Sciences*, 2023, 630: 385-402.
- [55] 赵俊, 霍良安, 刘霞. 具有发酵期的舆情传播与控制模型 [J]. *系统管理学报*, 2016, 25(04): 717-724.
- [56] 苏继超, 朱恒民. 噪声干扰下的网络舆论观点引导研究 [J]. *情报杂志*, 2017, 36(10): 91-96+122.
- [57] Cheng Y, Huo L, Zhao L. Stability analysis and optimal control of rumor spreading model under media coverage considering time delay and pulse vaccination [J]. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2022, 157: 111931.
- [58] 朱霖河, 李玲. 基于辟谣机制的时滞谣言传播模型的动力学分析 [J]. *物理学报*, 2020, 69(02): 67-77.
- [59] 袁国平, 许晓兵. 基于系统动力学的关于突发事件后网络舆情热度研究 [J]. *情报科学*, 2015, 33(10): 52-56.
- [60] 李鑫, 张军. 基于系统动力学的 SIRS 信息传播模型研究 [J]. *情报科学*, 2017, 35(11): 17-22.
- [61] 张新刚, 王灿. 引入政府规制变量的媒介传播动力学 SIP 模型构建 [J]. *统计与决策*, 2017(06): 62-64.
- [62] 王治莹, 李勇建. 政府干预下突发事件舆情传播规律与控制决策 [J]. *管理科学学报*, 2017, 20(02): 43-52+62.
- [63] 项权, 于同洋, 肖人彬. 突发事件网络舆情演化与干预 [J]. *计算机应用*, 2018, 38(S2): 97-102.
- [64] Zhang Y, Xu J, Nekovee M, et al. The impact of official rumor-refutation information on the dynamics of rumor spread [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2022, 607: 128096.
- [65] 陈福集, 游丹丹. 基于系统动力学的网络舆情事件传播

- 研究[J]. 情报杂志, 2015, 34(09): 118-122.
- [66] 张金鑫, 王丽婷, 张金华. 具有多个传播源的网络谣言传播与导控模型研究[J]. 情报科学, 2020, 38(11): 115-120.
- [67] 徐剑, 钱焯夫. “信息疫情”的定义、传播及治理[J]. 上海交通大学学报(哲学社会科学版), 2020, 28(05): 121-134.
- [68] 向江燕. 基于系统动力学的网络舆情事件演化研究[J]. 情报探索, 2015(02): 123-127+132.
- [69] 叶琼元, 兰月新, 王强, 等. 面向突发事件的网民情绪演化系统动力学模型研究[J]. 情报杂志, 2017, 36(09): 153-159+105.
- [70] 陈雅, 潘雪. 信息公开视阈下我国网络信息舆情管理策略模型研究[J]. 情报科学, 2018, 36(08): 10-14+38.
- [71] 张亚明, 杜翠翠, 苏妍嫒. 多主体干预的网络舆情传播建模与仿真研究[J]. 现代情报, 2020, 40(5): 130-139.
- [72] Geng L, Zheng H, Qiao G, et al. Online public opinion dissemination model and simulation under media intervention from different perspectives [J]. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2023, 166: 112959.
- [73] Zhu L, Wang B. Stability analysis of a SAIR rumor spreading model with control strategies in online social networks [J]. *Information Sciences*, 2020, 526: 1-19.
- [74] Cheng Y, Huo L, Zhao L. Dynamical behaviors and control measures of rumor-spreading model in consideration of the infected media and time delay [J]. *Information Sciences*, 2021, 564: 237-253.
- [75] Yu S, Yu Z, Jiang H, et al. The dynamics and control of 2I2SR rumor spreading models in multilingual online social networks[J]. *Information Sciences*, 2021, 581: 18-41.
- [76] Cheng Y, Huo L, Zhao L. Stability analysis and optimal control of rumor spreading model under media coverage considering time delay and pulse vaccination [J]. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2022, 157: 111931.
- [77] Mei J, Wang S, Xia D, et al. Global stability and optimal control analysis of a knowledge transmission model in multilayer networks [J]. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2022, 164: 112708.
- [78] Li D, Zhao Y, Deng Y. Rumor spreading model with a focus on educational impact and optimal control[J]. *Nonlinear Dynamics*, 2024, 112: 1575-1597.

编辑:王谦