

# 基于突发公共事件的信息传播动力学模型与舆情演化研究

刘小洋 何道兵

(重庆理工大学计算机科学与工程学院 重庆 400054)

**摘要** 针对突发公共事件信息传播传统演化模型未引入动态参数等问题,结合传播动力学提出了一种动态扩散网络突发公共事件的信息与舆情演化系统与数学模型。首先对突发公共事件信息传播进行了分析与设计;其次对动态扩散网络进行了设计,并结合动力学构建了突发公共事件信息传播数学模型;最后对模型进行仿真分析,并与现实社会真实统计数据进行实证对比。结果表明:仿真结果数据与真实监测数据的相似度为 0.8386,相关系数为 0.8279;提出的数学模型揭示了微观个体信息与舆情传播的内在规律,与真实事件传播过程相吻合,证明了构建的模型是合理、有效的。

**关键词** 突发公共事件,动态扩散网络,传播动力学模型,舆情演化

**中图分类号** TP301 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2019.05.050

## Study on Information Propagation Dynamics Model and Opinion Evolution Based on Public Emergencies

LIU Xiao-yang HE Dao-bing

(School of Computer Science and Engineering, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

**Abstract** Aiming at the problem that the traditional evolutionary model of information dissemination for public emergencies does not introduce dynamic parameters, this paper proposed a dynamic diffusion system for public event information public opinion evolution and mathematical model based on propagation dynamics. Firstly, the information dissemination of public emergencies is analyzed and designed. Secondly, the dynamic diffusion network is designed and combined with the dynamics to construct the mathematical model of public emergency information propagation. Finally, the model is simulated and analyzed, and compared with real social statistics. The results show that the similarity between experimental data and real data is 0.8386, and the correlation coefficient is 0.8279. The proposed model reveals the inherent laws of micro-individual information exchange and public opinion transmission, and is consistent with the process of real event propagation, which prove that the proposed model is reasonable and effective.

**Keywords** Public emergencies, Dynamic diffusion network, Propagation dynamics model, Opinion evolution

## 1 引言

突发公共事件涉及现代生活的社会、政治、经济及文化等众多领域,涵盖医疗、教育、法律、娱乐等诸多议题。突发公共事件是由社会现象触发,引发社会参与、广泛争议或质疑,形成“争议场”的突发热点事件<sup>[1-3]</sup>。事件发生之初,由于公众对事件相关的专业知识掌握较少、信息了解不充分及认识差异较大而引起剧烈反响,比如转基因食品该不该吃、喝茶能防癌还是致癌、房价拐点是否已到来等事件。在此类事件中,媒体及时发声,做好舆论引导,以利于民众及时做出理性判断显得十分重要,但媒体应在何时以何种方式施加影响才能达到最佳效果,则有赖于对突发公共事件传播特性与舆情演化规律进行深入研究。

国内外研究者对该领域进行了相关研究,主要从实证与理论两方面展开工作。实证研究主要收集实际传播数据,分析群体网络在时域和空域上的演变规律<sup>[4]</sup>。理论分析主要是利用复杂网络拓扑特性和传播动力学建模,通过仿真分析微观个体间交互特性来探究宏观舆情演化规律。经典的模型主要有基于 Sznajd 和 French-DeGroot 的信息传播模型, Sznajd 模型是一维链上的观点演化模型, French-DeGroot 模型认为节点的观点可以在一个任意维度和结构的空域上延伸,观点在吸引力驱使下演化。后来一些学者在经典模型的基础上进行了改进,主要从网络拓扑结构和传播动力学演化规则两个方面展开研究工作。

网络拓扑结构方面,文献[5]在复杂网络理论的基础上,研究以指数增长形式求解网络度分布的问题,推导出一种描

到稿日期:2018-03-12 返修日期:2018-05-22 本文受国家自然科学基金项目(17XXW004),教育部人文社会科学研究青年基金项目(16YJC860010),重庆市教育委员会人文社会科学研究一般项目(17SKG144),2018年重庆市科委技术创新与应用示范(cstc2018jscx-msybX0049),重庆市教委科学技术研究项目(KJ1709206),2017年度重庆市高校网络舆情与思想动态研究咨政中心开放课题(KJ1600923, KFJJ2017024)资助。

刘小洋(1980—),男,博士后,副教授,CCF会员,主要研究方向为社交网络、信息传播与计算机应用,E-mail:lxy3103@163.com;何道兵(1980—),男,硕士生,主要研究方向为在线社交网络、信息传播模型与计算机应用,E-mail:13829992008@139.com(通信作者)。

述网络舆情拓扑的模型;文献[6]基于超边缘耦合算法与舆情事件之间的耦合关系,提出了超网络模型;文献[7]研究发现舆论在同质网络和异质网络中呈指数混合形式变化,且间接信任促进沟通和交流,建立了在线社会网络信任感知模型。传播动力学演化规则方面,文献[8]基于微分方程理论,分析了微博环境中两个舆论场之间的相互作用机制,建立了社会网络群体性事件时滞演化模型;文献[9]借助于统计物理知识,建立了思想自我定位的舆论演化模型;文献[10]利用群体成员之间的信息传播行为同时受择优和随机作用机制的影响,构建了具有无标度特性的群体性突发事件信息传播网络模型。上述模型在一定程度上表达了意见传播和舆情形成的主要特征,但存在两方面问题:1)复杂网络模型和传播动力学模型被完全割裂开,先构建网络模型,然后运用动力学方程进行迭代演变,演变过程中网络结构固定不变,未能体现信息传播过程中网络结构动态变化这一特性;2)网络规模、传播速度受事件本身的轰动性、群体利益相关性等因素的影响较大,特别是与人们当前价值观、认知水平差异较大的事件,其传播速度更快、辐射范围更广,而模型中未能体现。为了深入研究突发公共事件的内在传播规律,基于前人的研究成果,本文提出了动态扩散网络舆情演化模型。

## 2 传统突发公共事件的信息传播模型

### 2.1 扩散动力学模型

突发公共事件扩散网络是由相互关联的突发公共安全事件(节点)以及突发公共安全事件之间的触发关系(边)形成的有向网络,事件信息以网络的形式蔓延和传播<sup>[11]</sup>。

用  $x_i(t)$  表示突发公共事件系统状态值,  $\tau_i(t)$  表示事件自身脆弱性影响值,  $\xi_i(t)$  表示外力作用下系统的修复能力值,  $t_{ij}$  表示事件扩散的时间延迟,  $M_{ij}$  表示两事件  $(i, j)$  之间的关联强度,  $\beta$  表示信息传播扰动系数,  $\theta_i$  表示  $i$  节点的函数阈值,  $O_i$  表示节点  $i$  的出度值。突发公共事件扩散网络满足如下关系式:

$$\frac{dx_i}{dt} = -\frac{x_i(t)}{\tau_i(t)} + \theta(\sum \frac{M_{ij}x_j(t-t_{ij})}{f(O_i)} e^{-\frac{\beta t_{ij}}{\tau}}) + \xi_i(t) \quad (1)$$

其中,  $f(O_i)$  为突发公共事件对其他多个事件的影响分布函数,公式如下:

$$f(O_i) = \frac{aO_i}{1+bO_i} \quad (2)$$

其中,  $a, b$  为常数。该模型验证了突发公共事件的扩散过程是由微小事件对可能产生联系的事件进行酝酿引发,逐渐出现扩散的过程。

### 2.2 基于自激点过程的传播模型

不同类型的突发公共事件对不同个体的吸引力度不一致,个体本身也会受到其他个体行为的影响来改变自身的决策状态。该模型描述了交互式突发事件话题受到的关注度随着时间推移的变化趋势,每个时刻内产生的事件话题数目越多,此话题受到用户的关注度就越高。自激点过程是指当前事件的发生概率依赖于以往事件的发生情况,该过程可视为一个满足典型随机过程的泊松过程,它的特点是话题传播趋势呈幂律上升状态,某个时刻的话题强度不是一个常数,而依赖于自身和之前的传播趋势<sup>[12]</sup>。自激点过程的形式如下:

$$\lambda(t) = p\mu + (1-p)k_0 \sum_{t>t_i} \omega e^{-\omega(t-t_i)} \quad (3)$$

其中,  $\lambda$  表示在不同时刻话题受到用户关注的强度大小,它随着时间的推移和产生的事件数目的变化而变化;  $\mu$  为话题对参与讨论的用户的吸引强度;  $k_0$  为缩放因子,表示已受到影响的节点对当前时刻节点的影响,在同一个话题中是一个常数;  $\omega$  为衰减率,表示前导事件对后续事件的影响;  $t_0, t_1, \dots, t_{i-1}$  表示已过去的时间。话题强度分过程由两部分组成:一部分是话题事件不受任何影响的扩散传播过程,在整体事件中以概率  $p$  存在;另一部分是话题事件将受到自激过程的影响,以概率  $(1-p)$  存在。

传播过程的自激效应表示此刻话题受到的关注度(参与数)不仅依赖于事件话题的影响力和个体特性,还依赖于自身以及过去事件话题传播趋势的影响,也可影响后续事件话题的传播。自激点过程的核心思想是一次小事件的发生将提升后续系列事件的发生概率,导致事件的发生在时间序列上呈现簇状分布。

## 3 动态扩散网络舆情演化模型设计

网络舆情演化是一个多主体协同的过程,具有小世界性、幂律分布和意见领袖等特性。网络舆情演化并不是一个简单的单向线性过程,具有复杂性和动态性,其中交织着网络空间中由各行为主体之间的交互所引发的网络舆情观点聚合和网络舆情信息扩散两种行为,它们相互融合、相互作用,以一种混合连接的形态塑造了网络舆情演化的结构秩序<sup>[13]</sup>,这就为网络舆情演化模型的构建奠定了理论基础。将突发公共事件中的人抽象为个体来形成动态扩散网络,将事件信息传播关系和发展趋势生成舆情演化原型这两个功能模块有机结合,构成了动态扩散网络舆情演化模型,该模型结构如图 1 所示。

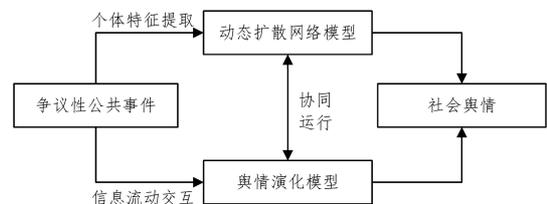


图 1 动态扩散网络舆情演化模型结构图

Fig. 1 Structure diagram of dynamic diffusion network public opinion evolution model

### 3.1 个体特征分析

个体指处在一定社会关系中的人及其所拥有的社交平台账号的总称,个体之间存在着信息交互关系。信息交互过程受个体自身特征的影响,其基本特征包括受教育程度、社会地位、人际关系和意见倾向等。本文提取与舆情演化最相关的几个特性,具体如下。

1)观点值(Opinion)。模型中,每个节点都有一个观点值,这是演化模型的基础,每一个节点随着时间的推移总是不断地与邻居节点进行交互,按照一定规则更新自身观点值<sup>[14]</sup>。观点值的取值范围为连续区间 $[0, 3]$ , 3 表示高度支持, 1.5 表示持中立观点, 0 表示坚决反对。

2)影响力(Force)。根据传播学基础理论,信息传播网络存在服从权威现象,权威的大小正比于节点的度,因此节点  $i$  的影响力定义如下:

$$Force_i = \sqrt{\frac{d_i}{d_{\max}}} \quad (4)$$

其中,  $d_i$  为节点  $i$  的度,  $d_{\max}$  为所有节点度的最大值。  $Force_i$  的取值范围为连续区间  $[0, 1]$ 。

3) 利益相关度(Benefit)。个体在公共事件中的反响差异很大, 对于涉及自身利益的个体, 其对信息交流和传播的欲望强烈, 反之则表现出漠不关心的态度, 一般不主动发表自己的意见。用利益相关度来度量这一特征, 取值范围为连续区间  $[0, 1]$ 。

4) 从众性(Conformity)。从众性是指当个体受到群体的影响时, 会怀疑并改变自己的观点、判断和行为, 朝着与群体大多数人一致的方向变化。从众性与个体学历、知识、经验等因素有关, 从众性小的人, 往往有自己的见解, 受他人观点影响较小, 反之影响较大。从众性指标的取值范围为连续区间  $[0, 1]$ 。

5) 亲密度(Familiarity)。在人际交往活动中, 亲密度是指两个个体在相当长时间内有持续不断的频繁互动, 影响着人们的认识活动。一般来说, 个体间关系越亲密, 越愿意接受他人的意见, 反之对他人的观点容易持怀疑态度。亲密度的取值范围为连续区间  $[0, 1]$ 。

### 3.2 动态扩散网络的设计

为了描述个体间的交互特性, 以个体为节点、节点间相互连接为边构建一个无向网络图, 初始时刻网络规模很小, 随着时间的推移, 网络规模逐渐扩大, 最后形成一个稳定的信息传播网络, 被称为动态扩散网络, 即:

$$G=(V, E, W) \quad (5)$$

其中,  $V$  为网络节点集合, 节点包括观点值、影响力、利益相关度、从众性 4 个属性数据, 节点数量表示个体的数量;  $E$  为连接节点之间的边集合, 表示个体间可能存在的传播途径;  $W$  为边上权值, 表示个体间的亲密度。

公共事件发生时, 只有当事人和目击者个体能够获知事件信息, 他们构成动态扩散网络的初始节点。接下来, 事件信息在上述个体各自的人际关系网里扩散传播, 形成动态扩散网络, 扩散传播强度与事件影响面有关。随着传播活动的进行, 未知信息的节点转变为已知信息状态并加入到动态扩散网络中。动态扩散网络节点数量的增长实际上就是已获知信息的个体数量的增长, 它与人口增长模型 Logistic 函数具有类似规律。早期信息扩散传播速度快, 按指数级增长; 中期对信息感兴趣且未获知信息的个体逐渐减少, 增长速率变慢; 后期剩下的未获知信息的个体对该信息不感兴趣, 数量停止增长, 此时动态扩散网络收敛, 网络结构趋于稳定。用  $r$  表示事件影响面系数, 以衡量增长速度的快慢;  $V_0$  表示动态扩散网络初始节点数;  $K$  为节点数终值, 数值上等于事件影响区域的人口总数量  $N$  和影响面系数  $r$  的乘积, 即  $K=rN$ 。由此可得,  $t$  时刻动态扩散网络节点数量满足如下关系式:

$$V_t = \frac{KV_0 e^{rt}}{K + V_0(e^{rt} - 1)} \quad (6)$$

由式(6)可知, 在信息传播初始阶段, 即  $t$  较小时, 动态扩散网络节点数量呈指数  $e^{rt}$  增长, 然后随着  $t$  的变大逐渐趋于饱和而增长放缓, 最后当节点数  $V_t$  接近于终值  $K$  时不再增长, 表明信息传播扩散活动自然终止。

当  $N=1000, r=0.5$  时, 动态扩散网络的变化趋势如图 2 所示。

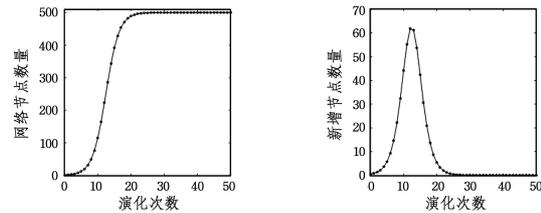


图 2 网络节点数量的变化图

Fig. 2 Change of network node number

图 2(a) 显示了动态扩散网络节点数量随演化次数的变化情况。可以看出, 在初始传播阶段, 信息传播扩散迅速, 存在连锁反应和级联效应, 且网络规模呈指数级增长, 经过一段时间达到一定极限后趋于平稳, 这说明信息只在一个比较稳定的区域内交互和流动。图 2(b) 显示了节点增量 ( $t$  时刻新增网络节点数  $N_v = V_t - V_{t-1}$ ) 随演化次数的变化情况。可以看出, 初期节点增量按指数级增长, 达到峰值 ( $N_v = 63$ ) 后按幂律函数规律衰减, 并具有长尾效应。

### 3.3 舆情演化动力学建模

在社会生活中, 意见分歧无处不在, 通常人们期望通过意见各方的交流来缓和及化解分歧。为了描述这种现象, 建立了突发公共事件舆情演化动力学模型, 以揭示网络中内在信息传播和节点观点值变化的规律。

#### 3.3.1 网络节点观点值的变化

在舆情演化模型中, 节点观点值受到邻居节点和媒体宣传两方面的影响。邻居节点通过节点间的交互规则产生作用, 而媒体宣传则可看作是独立的特殊意见领袖, 通过媒体作用规则影响其所覆盖的个体。

个体间的信息交流和观点讨论需要基于一定的条件, 即意见分歧不能太大, 否则就失去了交流和讨论的基础<sup>[15]</sup>。如果节点  $i$  与邻居节点  $j$  之间存在边  $e_{ij}$  且观点值之差小于一定的交互阈值  $\epsilon_1$  时, 则按下列交互规则生成对节点  $i$  的邻居影响值:

$$N\_Impact_i(t) = \frac{\sum_{j: |O_j(t) - O_i(t)| < \epsilon_1} (O_j(t) - O_i(t)) \times F_j \times B_i \times C_i \times Fam_{ij}}{\sum_{j: |O_j(t) - O_i(t)| < \epsilon_1} e_{ij}} \quad (7)$$

其中,  $N\_Impact_i(t)$  为  $t$  时刻邻居节点对节点  $i$  的影响值, 它是邻居节点  $j$  和节点  $i$  的观点值之差与节点  $j$  的影响力、节点  $i$  的利益相关度系数、节点  $i$  的从众性系数、节点  $i$  和节点  $j$  之间亲密度系数的乘积, 再对其取算术平均值。

媒体宣传从媒体观点值、公信力、覆盖面、报道频率等方面对个体产生影响<sup>[16]</sup>。如果媒体宣传观点过于超前, 远远超出现阶段人们的认知水平, 往往较难以被公众接受, 只有当媒体观点与个体观点差值小于一定的传播阈值  $\epsilon_2$  时, 才能发挥媒体引导的作用。如果  $t$  时刻媒体宣传观点值为  $O_m(t)$ , 节点  $i$  处于媒体覆盖范围内且  $|O_m(t) - O_i(t)| < \epsilon_2$ , 则媒体对网络节点  $i$  的影响程度表示如下:

$$M\_Impact_i(t) = (O_m(t) - O_i(t)) \times F_m \times B_i \times C_i \quad (8)$$

其中,  $M\_Impact_i(t)$  为媒体对节点  $i$  的影响值, 等于媒体观点值和节点  $i$  的观点值之差与媒体公信力、节点  $i$  的利益相关

度系数、节点  $i$  的从众性系数的乘积。

在信息传播初始阶段,网络节点数量小,信息流动以自发扩散为主,节点间信息交互及媒体影响非常有限,随着网络节点不断增加,节点观点值的改变由邻居节点影响力和媒体影响力共同决定。为描述这种现象,引入网络饱和度系数  $\beta_i$  ( $\beta_i$  表示  $t$  时刻网络节点数量与网络收敛后节点数量的比值,即  $\beta_i = V_i/K$ ),则  $t+1$  时刻节点  $i$  的观点值更新规则可表示如下:

$$O_i(t+1) = O_i(t) + \beta_i(N\_Impact_i(t) + M\_Impact_i(t)) \tag{9}$$

由式(9)可知,节点随着时间的推移总是不断地影响着邻居节点的观点值,同时也根据邻居节点观点、媒体宣传观点和上一时刻的观点来更新自身观点。节点观点演化的本质就是基于交互规则和媒体传播规则的节点观点迭代过程。

### 3.3.2 网络中边的变化

在信息传播过程中,没有信息交互的个体间有可能会建立起直接传播途径,存在交互的个体间也可能由于观点分歧的加大而断绝交流关系。这种现象体现在网络模型中即为边的增加、减少和重连。

每一轮演变迭代过程中,在网络聚类系数未超过一定上限时,以概率  $p$  随机选择少量节点生成网络边,概率  $p$  正比于节点的度,边的构建方法服从 Holme 和 Kim 提出的三角构成规则。即假如节点  $i$  与节点  $w$  之间已经存在连接,则从节点  $w$  的邻居节点集合中随机选取一个节点  $j$ ,连接节点  $i$  和节点  $j$  构成这条边。与此同时,随机选取少量观点分歧大且亲密度小的节点对,删除它们之间的边,并重连到其他节点,使其进行更多的信息交流。

## 4 仿真分析

以“山东聊城于欢案”的议题,仿真在某一地区信息扩散传播的过程,并测试媒体不同时间介入以及采取不同引导策略对舆情形成的影响,从而验证模型的有效性。为了验证媒体宣传作用,根据“于欢案”事件发生时的情形,设置主要仿真参数,如表 1 所列。

表 1 主要仿真参数

参数名称	数值	含义
Total-Population	1000	地区总人数
Explosiveness	0.5	事件影响面系数
Init-Population	10	事件经历者人数
Init-Support	3	初始支持观点人数
Init-Oppose	4	初始反对观点人数
Init-Neutral	3	初始中立观点人数
Inter-Threshold	40%	交互阈值
Cluster-Coefficient	0.1	聚类系数
M-Influence	0.7	媒体公信力
Scope	33%	媒体覆盖范围
Inter-Step	3	媒体宣传频次

### 4.1 信息传播急增期仿真

在事件发生初期,亲身经历者掌握第一手信息,经简单整理、加工和过滤后向各自人际关系网传播,事件得以迅速发酵蔓延。将媒体观点值分别设置为无影响、0.5(反对)、2.5(支持)来进行 3 次演化实验,演化至 20 次时,传播参与者人数达

498,网络逐渐趋于稳定,实验结果如表 2 和图 3 所示。

表 2 观点人数对比

观点人数	无媒体影响	媒体观点 0.5	媒体观点 2.5
支持	94	65	72
反对	163	187	186
中立	241	246	240

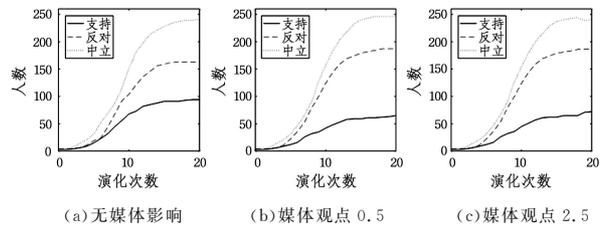


图 3 急增期媒体影响图

Fig. 3 Rapid increase media impact

由表 2 和图 3 可知,急增期信息自发传播,噪声和谣言较多且不确定因素大,媒体作用不明显。这一时期主要依赖权威机构公布更多的事件细节,普及相关专业知识,从而有助于公众更加理性地看待事件。“于欢案”进入公众视野后,由于前期信息不够充分,事件迅速引起巨大争议,以致于有人说“评论太多了,事实不够用了”。缺乏事实支撑的舆论轰鸣,只能使原本并不复杂的刑事案件变得模糊,各种说法乃至猜测不断地扩散。

### 4.2 信息传播平稳期仿真

经过急增期的传播,事件信息得以快速扩散,网络逐渐收敛,进入平稳期,网络节点间进行大量的交互,媒体观点产生积极的影响。节点观点值在邻居节点和媒体宣传双重作用下进行演变。为了使媒体作用最大化,尽早形成正面的社会舆论,媒体可采取不同的宣传策略。

1) 高压式宣传。直接宣传极端支持观点,将媒体观点值设置为 3,演化至 700 次,效果如图 4 所示。

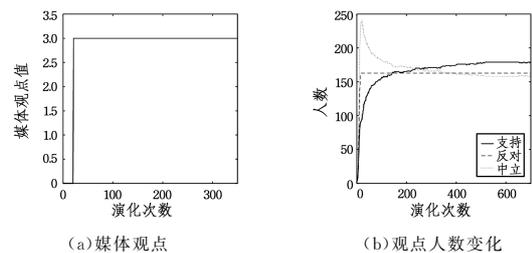


图 4 高压式宣传的观点人数变化图

Fig. 4 Change of number of viewpoints under high pressure propaganda

从图 4 可以看出,持支持、反对和中性观点的人数分别为 179,163,158,虽然支持人数略有提高,但反对人数并没有下降。由于媒体宣传观点为极端支持,思想过于超前,与普通民众认识基础的差距太大,以至于媒体观点无法被大多数民众接受和认可,宣传效果不佳。

2) 递进式宣传。媒体宣传比较中立的观点,普及相关专业背景知识,客观公正地分析事件发生的原因,引导民众去思考和讨论,然后缓慢提升媒体宣传观点值。舆论演化效果如图 5 所示。

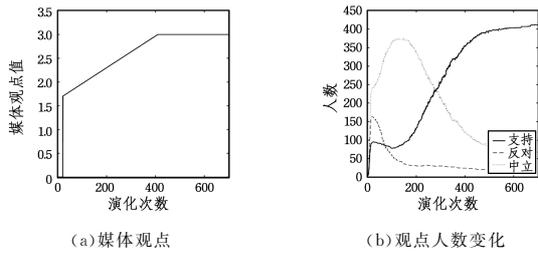


图5 递进式宣传的观点人数变化图  
Fig. 5 Change of number of viewpoints under progressive propaganda

从图5可以看出,演化至700次时,持支持、反对和中立观点的人数分别为411,21,68,支持人数高达82.2%,说明宣传效果非常好。其中演化至21~100次之间,支持人数小幅度下降,这是由于媒体介入后,民众的认识逐渐趋于理性,能更加客观、公正地看待问题,之前带感情色彩盲目支持的民众转为中立意见;演化至200次时,民众对事件本质有了更加清晰的认识,持支持观点的民众迅速增多;演化至700次时,信息得到充分地交流和沟通,正面社会舆论已形成。

3) 阶跃式宣传。选取阶跃式宣传策略时,一开始采取保守措施,宣传较为中立的观点,然后按阶梯式逐次加大宣传力度,以循序渐进地引导舆论。先将媒体观点值设置为1.8,之后每演化100次提升0.2。舆论演化效果如图6所示。

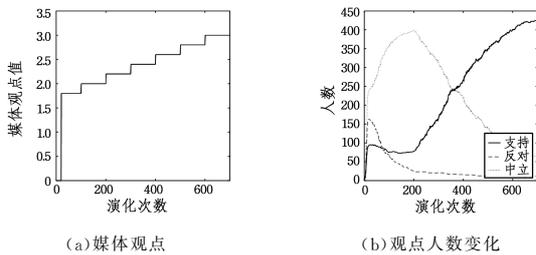


图6 阶跃式宣传的观点人数变化图  
Fig. 6 Change of number of viewpoints under step type propaganda

从图6可以看出,演化到700次时,持支持、反对和中立观点的人数分别为425,11,64,支持人数比例为85%,说明宣传效果显著,正确引领了社会舆论。但仍有11人反对,这是因为无论何种公共事件,都有可能影响部分群体的利益,总有人不满意,所以不可能完全消除反对观点。

实验结果表明,结合实际工作,对“于欢案”议题的媒体舆论引导应注意工作方式和宣传策略,如果一味地强力宣传,只会适得其反,效果不佳。考虑到民众所处的社会时期、客观环境和认知水平,先宣传较为中立的观点,普及相关知识,统一思想和认识,逐步改变宣传的内容,才能收到较好的效果。“于欢案”事件发生之初引发热议,一开始山东官方媒体开展强力宣传工作,但随即遭到质疑,引发舆论集体批判,使其陷入被动局面,甚至出现“别把官微当成个人菜篮子”的评论。后来随着法院的介入,媒体发布更多的事件细节,普及专业知识,引导民众从法律、伦理层面去思考,然后公开开庭并全程

微博直播,一步步地引导民意,最终形成了正面社会舆论。

4.3 实证对比分析

为了进一步验证提出的模型的有效性,将仿真结果与百度搜索指数真实监测数据进行实证对比分析。在信息传播过程中,个体收到的信息往往是不完整的、存疑的,常常通过互联网进行求证和丰富相关信息,因此,利用互联网搜索指数指标可间接地反映出信息扩散的趋势和强度。搜索指数是以网民的搜索量为数据基础,以关键词为统计对象,科学分析并计算出各个关键词在网页搜索中搜索频次的加权和。关键词“于欢案”的百度搜索指数如图7所示。

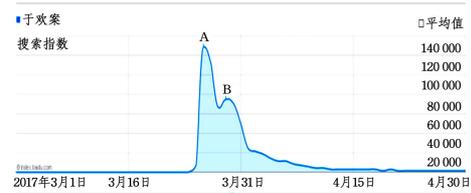


图7 “于欢案”百度搜索指数<sup>1)</sup>  
Fig. 7 Baidu search index of yu huan case

将模型仿真数据与百度搜索指数进行对比分析,以考查二者的重合度和相似性,结果如图8所示。

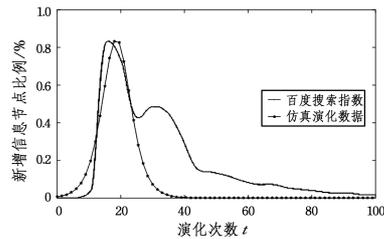


图8 仿真数据与实证数据对比图  
Fig. 8 Comparison of simulation data and empirical data

由图8可见,仿真结果数据与百度搜索指数的相似度为0.8386,相关系数为0.8279,较好地揭示了现实社会的传播规律。仿真曲线光滑,但真实数据曲线在下降趋势中出现多个小波峰,这主要是由于突发公共事件的信息传播过程受微观不确定性因素影响所造成,而误差主要发生在中后期,在“于欢案”事件发展过程中,不断爆料出相关信息,事件出现多次逆转,导致传播曲线出现了多次峰值的不规则现象。

为了降低案例随机性对模型的影响,从百度平台随机选取不同行业的4个典型热点事件,并提取相关统计数据,然后与模型仿真实验数据进行对比分析,以进一步验证模型的准确性。典型热点事件及其统计数据如表3所列。

表3 热点事件信息数据

Table 3 News event information data

类别	事件信息名称	峰值人数	发生时间
政治	板门店历史性会晤	28521	2018年4月
科技	史蒂芬·霍金去世	426736	2018年3月
商业	沃尔玛禁用支付宝	405494	2018年3月
娱乐	李小璐事件	1179787	2018年1月

典型热点事件的百度官方搜索指数如图9所示。

<sup>1)</sup> <http://index.baidu.com/>

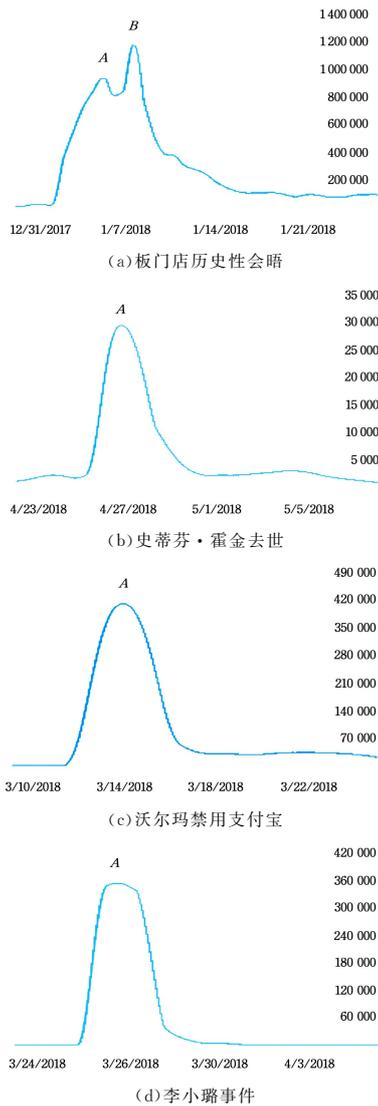


图 9 热点事件百度搜索指数<sup>1)</sup>

Fig. 9 Baidu search index for news event

从表 3 和图 9 可以看出,真实社会中,关注娱乐事件的人数最多,影响面最广,科技和商业事件次之,关注国际政治事件的人数最少,影响面最小。为了降低网络传播随机性对实验结果准确性的影响,一共进行了 20 次重复实验,分别就 4 个事件从真实统计数据 and 仿真结果数据的余弦相似性、相关系数和误差峰值几个方面进行对比分析。余弦相似性是采用统计方法计算两组数据归一化后的相近程度;相关系数是考查这两组数据之间的相互关系、相关方向及线性相关程度;误差峰值是度量两组数据之间局部最坏情况下的离散程度。这 3 个指标的设置是科学的、合理的,具有可操作性、实用性。对比实验结果如图 10 和表 4 所示。

从表 4 可以看出,真实统计数据 and 仿真结果数据两者之间的相似度和相关系数均大于 0.93,说明模型的扩散传播整体趋势与真实数据相符,一致性高,较好地模拟了真实网络传播过程。仿真数据与真实数据两者之间的误差峰值均小于 0.3,说明局部性态良好,误差的产生主要是由于真实社会中

人们对不同事件的兴趣度差异较大造成,从而导致传播过程中存在不同的传播时延和传播惯性。

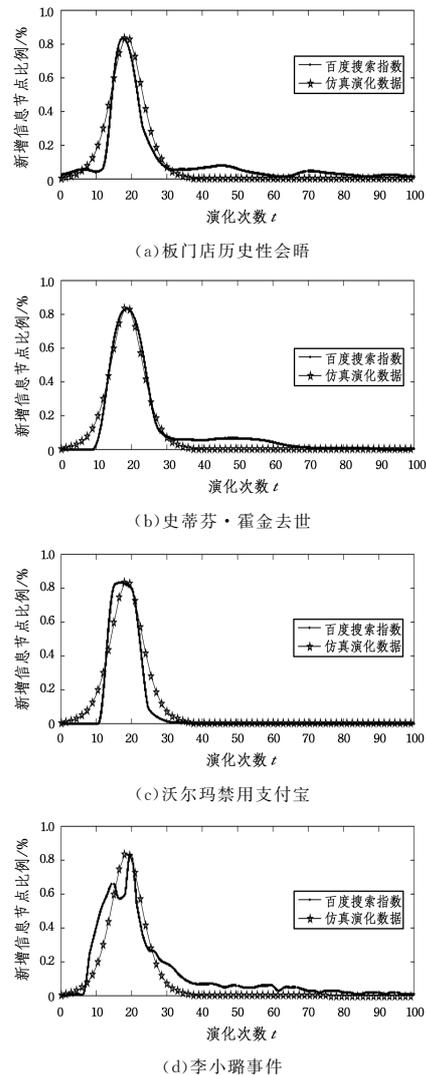


图 10 仿真与实证对比图<sup>2)</sup>

Fig. 10 Simulation and empirical comparison

表 4 实验结果数据对比

Table 4 Comparison of experimental data

事件信息名称	相似度	相关系数	误差峰值
板门店历史性会晤	0.9648	0.9639	0.2194
史蒂芬·霍金去世	0.9836	0.9830	0.1273
沃尔玛禁用支付宝	0.9627	0.9605	0.2208
李小璐事件	0.9373	0.9372	0.2609

**结束语** 本文以突发公共事件的信息传播与舆情分析为主要研究对象,首先,分析了国内外突发公共事件的信息传播模型与舆情相关的研究现状和发展趋势;其次,对传统的扩散动力学模型和基于自激点过程的传播模型进行了分析;接着,对突发公共事件的信息传播的动态扩散网络舆情演化模型进行设计;最后,构建了突发公共事件的信息传播数学模型并进行了相应仿真实验和实证对比实验。仿真结果表明,提出的数学模型是合理、有效的,该模型从动态复杂网络和舆情传播

<sup>1)</sup> <http://index.baidu.com/>

<sup>2)</sup> <http://index.baidu.com/>

动力学两方面描述了问题的本质。下一步我们将在此基础上针对不同领域、不同群体、不同性质的公共事件进行数学建模与仿真研究。

### 参 考 文 献

- [1] PANAGIOTOPOULOS P, BARNETT J, BIGDELI A Z, et al. Social Media in Emergency Management: Twitter as a Tool for Communicating Risks to the Public[J]. *Technological Forecasting & Social Change*, 2016, 111: 86-96.
- [2] XIE Y, QIAO R, SHAO G, et al. Research on Chinese Social Media Users' Communication Behaviors during Public-Emergency-Events[J]. *Telematics & Informatics*, 2017, 34(3): 740-754.
- [3] YE Y, Zhang Z. Opinion evolution and rare events in an open community[J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2016, 462: 1178-1188.
- [4] TANG X B, WEN P, CAI R. An Empirical Analysis of Factors Influencing Users' Behavior of Social Media [J]. *Journal of Tongji University*, 2015, 43(3): 475-482. (in Chinese)  
唐晓波, 文鹏, 蔡瑞. 社会化媒体用户使用行为影响因素实证分析[J]. *同济大学学报*, 2015, 43(3): 475-482.
- [5] LIAN Y, DONG X, LIU Y. Topological Evolution of the Internet Public Opinion [J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2017, 486: 567-578.
- [6] WANG G, LIU Y, LI J, et al. Superedge Coupling Algorithm and Its Application in Coupling Mechanism Analysis of Online Public Opinion Supernetwork [J]. *Expert Systems with Applications An International Journal*, 2015, 42(5): 2808-2823.
- [7] XIONG F, LIU Y, CHENG J. Modeling and Predicting Opinion Formation with Trust Propagation in Online Social Networks [J]. *Communications in Nonlinear Science & Numerical Simulation*, 2017, 44: 513-524.
- [8] HUO L, MA C. The Interaction Evolution Model of Mass Incidents with Delay in a Social Network [J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2017, 484: 440-452.
- [9] GIMENZ M C, GARCIA A P, PACI M A B, et al. Range of Interaction in an Opinion Evolution Model of Ideological Self-positioning: Contagion, Hesitance and Polarization [J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2016, 447(10): 320-330.
- [10] SHU P P, WANG W, TANG M, et al. Discriminability of Node Influence in Flower Fractal Scale-free Networks [J]. *Acta Physica Sinica*, 2015, 64(20): 441-451. (in Chinese)  
舒盼盼, 王伟, 唐明, 等. 花簇分形无标度网络中节点影响力的区分度 [J]. *物理学报*, 2015, 64(20): 441-451.
- [11] XIAO Y P, LI S Y, LIU Y B. An information diffusion dynamic model based on social influence and mean-field theory [J]. *Acta Physica Sinica*, 2017, 66(3): 227-239. (in Chinese)  
肖云鹏, 李松阳, 刘宴兵. 一种基于社交影响力和平均场理论的信息传播动力学模型 [J]. *物理学报*, 2017, 66(3): 227-239.
- [12] HAN Z M, ZHANG M, TAN X S, et al. An Efficient Topic Propagation Model Based on Self-Exciting Point Process [J]. *Chinese Journal of Computers*, 2016, 39(4): 704-716. (in Chinese)  
韩忠明, 张梦, 谭旭升, 等. 基于自激点过程的网络热点话题传播模型 [J]. *计算机学报*, 2016, 39(4): 704-716.
- [13] CHEON T, MORIMOTO J. Balancer Effects in Opinion Dynamics [J]. *Physics Letters A*, 2016, 380(3): 429-434.
- [14] BATTISTON F, CAIROLI A, NICOSIA V, et al. Interplay between Consensus and Coherence in a Model of Interacting Opinions [J]. *Physica D Nonlinear Phenomena*, 2016, 323-324(9): 12-19.
- [15] SI X M, WANG W D, MA Y, et al. Role of Propagation Thresholds in Sentiment-based Model of Opinion Evolution with Information Diffusion [J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2016, 451: 549-559.
- [16] FAN K, PEDRYCZ W. Evolution of Public Opinions in Closed Societies Influenced by Broadcast Media [J]. *Physica A Statistical Mechanics & Its Applications*, 2017, 472: 53-66.