

1-8-2019

## Internet Public Opinion Dissemination Model with Triple Opinion Group under Media Intervention

Di Lan

*1. School of Digital Media; Jiangnan University, Wuxi 214122, China;;*

Yudi Gu

*2. Center of Information Construction and Management, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;*

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research, Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

---

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

---

## Internet Public Opinion Dissemination Model with Triple Opinion Group under Media Intervention

### Abstract

**Abstract:** By constructing a dissemination model with a discussion of the Internet public opinion, the paper studies the inner rule of the public opinion evolution of the triple opinion group under the influence of the media. In reference to disease transmission model SIR(Susceptible, Infected, Recovered) and the two opinions model SIaIbR(Susceptible, Infected-a, Infected-b, Recovered), this paper presents a public opinion evolution model of the triple opinion group  $SI^3R$ (Susceptible, triple Infected, Recovered). *The  $SI^3R$  model introduces the concept of neutral groups, and occupies a large proportion in the spread of the population. Through the influence of neutral groups, the media can play a more effective role.* This paper gives the triple opinion group model and its dynamics equation, and simulates the difference whether the media is functioned or not. The influence of different divergence and permeability on the propagation process is shown as well.

### Keywords

internet public opinion, media intervention, propagation model, triple opinion group

### Recommended Citation

Di Lan, Gu Yudi. Internet Public Opinion Dissemination Model with Triple Opinion Group under Media Intervention[J]. Journal of System Simulation, 2018, 30(8): 2958-2965.

## 媒体干预下三分意见群体网络舆情传播模型

狄岚<sup>1</sup>, 顾雨迪<sup>2</sup>

(1.江南大学数字媒体学院, 无锡 214122; 2.江南大学信息化建设与管理中心, 无锡 214122)

**摘要:** 通过构建带有讨论机制的舆情传播模型, 研究媒体作用下三分意见群体舆情演变的内在规律。在参考疾病传播模型 SIR(Susceptible, Infected, Recovered)、和媒体干预下的二分意见模型 SIaIbR(Susceptible, Infected-a, Infected-b, Recovered)的基础上, 提出了带有三分意见群体舆情演变的  $SI^3R$ (Susceptible, triple Infected, Recovered)模型。与二分意见模型不同的是, 三分意见模型引入了中立群体这一概念, 并且在传播群体中占有较大比重。通过对中立群体的影响, 媒体能够发挥更有效的作用。给出了三分意见群体模型及其动力学方程, 通过数值求解, 模拟了有无媒体作用的差异, 以及分歧度、渗透率的变化对传播过程的影响。

**关键词:** 网络舆情; 媒体干预; 传播模型; 三分意见群体

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1004-731X (2018) 08-2958-08

DOI: 10.16182/j.issn1004731x.joss.201808017

### Internet Public Opinion Dissemination Model with Triple Opinion Group under Media Intervention

Di Lan<sup>1</sup>, Gu Yudi<sup>2</sup>

(1. School of Digital Media; Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Center of Information Construction and Management, Jiangnan University, Wuxi 214122, China; )

**Abstract:** By constructing a dissemination model with a discussion of the Internet public opinion, the paper studies the inner rule of the public opinion evolution of the triple opinion group under the influence of the media. In reference to disease transmission model SIR(Susceptible, Infected, Recovered) and the two opinions model SIaIbR(Susceptible, Infected-a, Infected-b, Recovered), this paper presents a public opinion evolution model of the triple opinion group  $SI^3R$ (Susceptible, triple Infected, Recovered). *The  $SI^3R$  model introduces the concept of neutral groups, and occupies a large proportion in the spread of the population. Through the influence of neutral groups, the media can play a more effective role.* This paper gives the triple opinion group model and its dynamics equation, and simulates the difference whether the media is functioned or not. The influence of different divergence and permeability on the propagation process is shown as well.

**Keywords:** internet public opinion; media intervention; propagation model; triple opinion group

## 引言

近年来, 媒体作用下的网络舆情传播引起了学

者们的广泛关注<sup>[1-2]</sup>, 但大部分研究均局限于通过加入媒体节点, 对经典复杂网络传播模型进行改进, 关注于媒体节点本身在模型上的体现<sup>[3]</sup>。

对媒体作用下互联网舆情传播定量研究工作现已成为热点问题, Musselle<sup>[4]</sup>考察了社会网络中两个持对立观点媒体对个体意见传播演化的影响, 发现当对立媒体连接个体数量越多, 随着时间变化



收稿日期: 2016-11-03 修回日期: 2017-05-13;  
基金项目: 江苏省“六大人才高峰”高层次人才项目(DZXX-028), 江苏省产学研项目(BY2014023-33);  
作者简介: 狄岚(1965-), 女, 南京, 硕士, 副教授, 研究方向为信息安全、网络舆情等; 顾雨迪(1990-), 女, 无锡, 硕士, 助工, 研究方向为信息安全。

<http://www.china-simulation.com>

• 2958 •

个体意见演化受媒体意见影响越大。Crokidakis<sup>[5]</sup>把大众媒体作为外部影响因素引入二维 Sznajd 模型中,发现在媒体因素影响下,即使初始持赞同观点的个体密度很小,但受媒体传播影响,最终个体意见也会达成统一。

互联网舆情传播研究工作通常借鉴传染病模型,如利用 SIR(Susceptible, Infected, Recovered)模型<sup>[6-7]</sup>和 SIS(Susceptible-Infected-Susceptible)模型<sup>[8]</sup>来模拟互联网舆情传播。自 Sudbury<sup>[9]</sup>将传染病 SIR 模型用于解释谣言传播以来,不断有学者提出改进模型来描述网络舆情传播。如:顾亦然提出一个新的基于在线社交网络的谣言传播 SEIR(Susceptible, Exposed Infected, Recovered)模型,并给出了抑制谣言传播的免疫策略<sup>[10]</sup>。钱颖等基于 SIR 模型对微博上的舆情传播进行了研究,建立了微博舆情传播模型<sup>[11]</sup>。Xu 等通过将信息价值与用户行为引入社交网络信息传播模型中,改进和修改了传统的 SEIR 模型,构建了基于社交网络的 S-SEIR(Social Susceptible, Exposed Infected, Recovered)模型<sup>[12]</sup>。李林等利用网络传播的 SIR 模型,考虑两种冲突信息在社会网络上同时传播,传播过程中引入个体处理冲突信息的 3 种行为方式,建立了信息的传播演化模型<sup>[13]</sup>。张立凡等通过构建带有讨论机制的舆情传播模型,研究媒体作用下网络舆情演变的内在规律,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 SIaIbR 模型<sup>[3]</sup>。

受 SIaIbR 模型的启发,我们认为舆情传播过程中的人群可以重新划分为三类:支持型、反对型和中立型,从支持到反对或从反对到支持的转换一般是要有个过程,即存在一个中立的过程。中立型人群的存在是有一定的合理性,也可以解释成潜在舆情传播的网民,这些网民表现为关注事态的发展,但不轻易表露自己的意见。中立型人群的存在对舆情传播具有非常重要的作用,媒体的导向作用真正有效果的往往就是这里群体。由此,我们试图通过构建带媒体作用下的舆情传播模型,把舆情群

体划分为支持型、中立型、反对型,构建新的 SI<sup>3</sup>R 模型。下文的工作主要是定义三种群体、构建 SI<sup>3</sup>R 模型,以及考察该模型的主要特点、稳定性等,通过数值模拟仿真考察 SI<sup>3</sup>R 模型的参数选择及其合理性。

## 1 相关模型介绍

### 1.1 SIR 模型

假设我们研究的信息系统是一个连接的、无向的、有限网络,它有  $N$  个节点,如图 1 所示。该系统由 3 类节点组成,分别为未知者(ignorant),传播者(spreaders),移除者(stiflers)。在该模型中,如果某个个体获得了谣言,它将作为一个传播者在每个时间步长以概率  $\lambda$  传播给它的邻居,这在疾病传播模型中称之为疾病传播率。另一方面,如果它遇到了一个传播者或移除者,一个传播者将以  $\alpha$  的概率变为一个移除者。这就是所谓的传播者自发传播谣言机制。

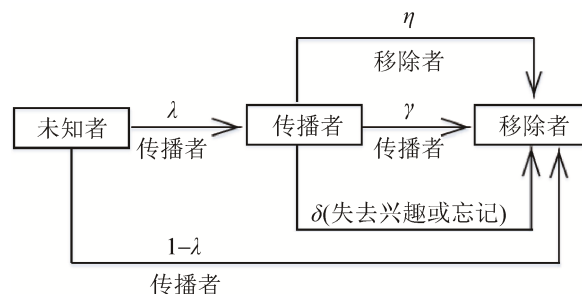


图 1 SIR 模型  
Fig.1 SIR model

### 1.2 SIaIbR 模型

张立凡<sup>[3]</sup>考虑了媒体干预下带有讨论机制的网络舆情传播模型,如图 2 所示。

该模型中网民处于 4 种状态:未知状态  $S$ 、传播状态  $Ia$ 、传播状态  $Ib$ 、移除状态  $R$ 。 $Ia$ 、 $Ib$  表示对于话题的两种不同观点, $Ia$  是网民中靠近媒体一方的观点,而  $Ib$  表示在没有媒体刻意干预下网民自发形成的观点。对应于 SIaIbR 模型的动力学方程见方程(1)。

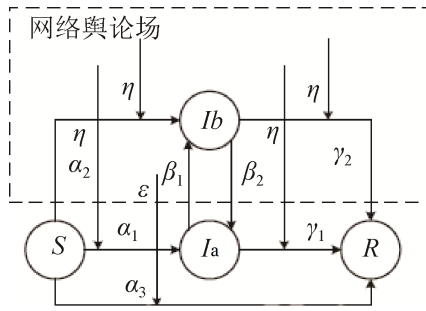


图 2 SIaIbR 模型  
Fig.2 SIaIbR model

$$\begin{cases} dS / dt = A - \alpha_1 S I_a - \alpha_2 S I_b - \alpha_3 S \\ dI_a / dt = \alpha_1 S I_a + \beta_2 I_a I_b - \beta_1 I_a I_b - \gamma_1 I_a \\ dI_b / dt = \alpha_2 S I_b + \beta_1 I_a I_b - \beta_2 I_a I_b - \gamma_2 I_b \\ dR / dt = \alpha_3 S + \gamma_1 I_a + \gamma_2 I_b \end{cases} \quad (1)$$

## 2 模型构建

借鉴张立凡<sup>[3]</sup>中的 SIaIbR 模型, 在考虑网络媒体传播实际情况后, 提出如下带有媒体作用讨论机制的网络舆情话题传播模型。该模型中网络群体处于 5 种状态: 未知态(S)、支持传播态(I<sub>a</sub>)、中立传播态(I<sub>b</sub>)、反对传播态(I<sub>c</sub>)、移除态(R)。用 S(t)、I<sub>a</sub>(t)、I<sub>b</sub>(t)、I<sub>c</sub>(t)、R(t) 分别表示 t 时刻处于 5 种状态的网民占网民总数的比率。下面探讨网络群体中持 3 种不同观点的人群相互作用于转换机制对舆情传播的影响。

### 2.1 三个概念

**定义 1 强化度 ε。**在话题出现的时候, 媒体的导向会使得未感染人群加入话题行列, 表现为未知状态往移除状态转变的概率减小, 并完整叠加到未知状态转变为传播状态的概率。

**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, 改变传播态势。分歧度定义为一个概率, 表示一部分传播者因受到媒体的影响而持另一种观点的概率。

**定义 3 渗透率 γ。**表示持不同观点的个体在交互过程中, 因受到他方的影响而改变之前对时间的看法, 进而转变到他方的阵营中。这里假设有三方: 支持方 I<sub>a</sub>, 中立方 I<sub>b</sub>, 反对方 I<sub>c</sub>。这种因接触而发

生状态转移的概率定义为渗透度, 这里假设支持与反对方的转换必须经过中立方, 即不能直接转换, 相应的渗透率分别为: γ<sub>ab</sub>, γ<sub>ba</sub>, γ<sub>bc</sub>, γ<sub>cb</sub>。

### 2.2 SI<sup>3</sup>R 模型示意图

带有媒体作用讨论机制的网络舆情话题传播模型如图 3 所示, 该模型简称为 SI<sup>3</sup>R 模型。

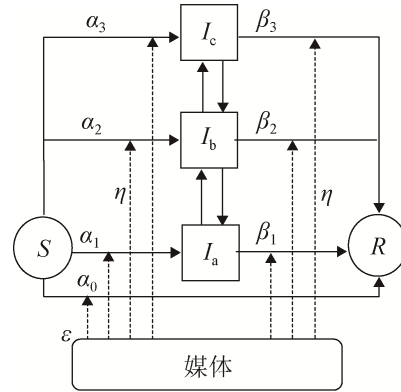


图 3 SI<sup>3</sup>R 模型  
Fig.3 SI<sup>3</sup>R model

该模型与 SIaIbR 模型比较, 增加了一个中间层, 即中立层(I<sub>b</sub>), 将支持层(I<sub>a</sub>)与反对层(I<sub>c</sub>)分割开来。使得两个完全对立的群体之间有个缓冲, 这更加符合实际网民对看待某个事件的态度变化过程。

### 2.3 动力学模型

SI<sup>3</sup>R 模型对应的动力学方程为:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = A - \alpha_0 S - \alpha_1 S I_a - \alpha_2 S I_b - \alpha_3 S I_c \\ \frac{dI_a}{dt} = \alpha_1 S I_a + (\gamma_{ba} - \gamma_{ab}) I_a I_b - \beta_1 I_a \\ \frac{dI_b}{dt} = \alpha_2 S I_b + (\gamma_{ab} - \gamma_{ba}) I_a I_b + (\gamma_{cb} - \gamma_{bc}) I_b I_c - \beta_2 I_b \\ \frac{dI_c}{dt} = \alpha_3 S I_c + (\gamma_{bc} - \gamma_{cb}) I_b I_c - \beta_3 I_c \\ \frac{dR}{dt} = \alpha_0 S + \beta_1 I_a + \beta_2 I_b + \beta_3 I_c \end{cases} \quad (2)$$

式中: α<sub>i</sub> (i=0,1,2,3)、β<sub>j</sub> (j=1,2,3) 分别为状态转换概率, 详细说明见表 1。方程中 S=S(t), I<sub>a</sub>=I<sub>a</sub>(t), I<sub>b</sub>=I<sub>b</sub>(t), I<sub>c</sub>=I<sub>c</sub>(t) 等, 都是 t 的连续可微函数。

表 1 参数说明  
Tab.1 Parameter description

参数	参数说明
$\alpha_0$	未知个体向移除态( $R$ )个体转变的概率
$\alpha_1$	未知个体向支持传播态( $I_a$ )个体转变的概率
$\alpha_2$	未知个体向中立传播态( $I_b$ )个体转变的概率
$\alpha_3$	未知个体向反对传播态( $I_c$ )个体转变的概率
$\beta_1$	支持传播态个体( $I_a$ )变为移除态( $R$ )的概率
$\beta_2$	中立传播态个体( $I_b$ )变为移除态( $R$ )的概率
$\beta_3$	反对传播态个体( $I_c$ )变为移除态( $R$ )的概率
$\gamma_{ab}$	支持传播态( $I_a$ )向中立传播态( $I_b$ )个体转变的概率
$\gamma_{ba}$	中立传播态( $I_b$ )向支持传播态( $I_a$ )个体转变的概率
$\gamma_{bc}$	中立传播态( $I_b$ )向反对传播态( $I_c$ )个体转变的概率
$\gamma_{cb}$	反对传播态( $I_c$ )向中立传播态( $I_b$ )个体转变的概率
$A$	新网民输入率

### 2.4 $SI^3R$ 与 $SIR, SIaIbR$ 模型之间的关系

为了建模方便, 模型中  $\alpha_i(i=0,1,2,3), \beta_j(j=1,2,3)$  都是融入了媒体影响后的参数, 设定无媒体影响下的  $SIR$  模型传播参数为  $\alpha, \beta, \gamma$ , 则得到如下参数转换关系(其中  $\varepsilon \in (0,1), \eta \in (0,0.5)$ ):

$$\begin{cases} \alpha_0 = 1 - \alpha - \varepsilon \\ \alpha_1 = (\alpha + \varepsilon)(1 - \eta) \\ \alpha_2 = (\alpha + \varepsilon)\eta / 2 \\ \alpha_3 = (\alpha + \varepsilon)\eta / 2 \\ \beta_1 = \beta\eta \\ \beta_2 = \beta(1 - \eta) / 2 \\ \beta_3 = \beta(1 - \eta) / 2 \\ \gamma = 1 - \alpha \end{cases} \quad (3)$$

与  $SIR$  和  $SIaIbR$  模型比较,  $SI^3R$  模型中, 分歧度主要作用于中立传播态个体, 即媒体的主要影响对象是中立传播个体, 因为这些个体容易改变自己的观点。三种模型对应的示意图见图 4。具有中立传播态的模型与只具有支持和反对态的传播模型比较, 更能够反映网络舆论网民的分布规律, 多数网民在网络舆论传播过程中保持中立状态, 或从其他状态转变为中立状态。

### 3 模型分析

根据 Gonzalez-Parra<sup>[14]</sup>对传染病模型中动力学方程的相关研究, 模型(2)中前 4 个变量不含变量

$R$ , 因此仅需考虑前 4 个方程构成的系统, 见式(4)。

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = A - \alpha_0 S - \alpha_1 S I_a - \alpha_2 S I_b - \alpha_3 S I_c \\ \frac{dI_a}{dt} = \alpha_1 S I_a + (\gamma_{ba} - \gamma_{ab}) I_a I_b - \beta_1 I_a \\ \frac{dI_b}{dt} = \alpha_2 S I_b + (\gamma_{ab} - \gamma_{ba}) I_a I_b + (\gamma_{cb} - \gamma_{bc}) I_b I_c - \beta_2 I_b \\ \frac{dI_c}{dt} = \alpha_3 S I_c + (\gamma_{bc} - \gamma_{cb}) I_b I_c - \beta_3 I_c \end{cases} \quad (4)$$

传播动力学理论表面, 网络传播动力系统中都会存在一个传播阈值  $R_0$ , 又叫基本再生数, 它决定了网络舆情传播与否。当  $R_0 \leq 1$  时, 传播将逐渐消失, 当  $R_0 > 1$  时, 舆情信息将会在一定区域内传播。

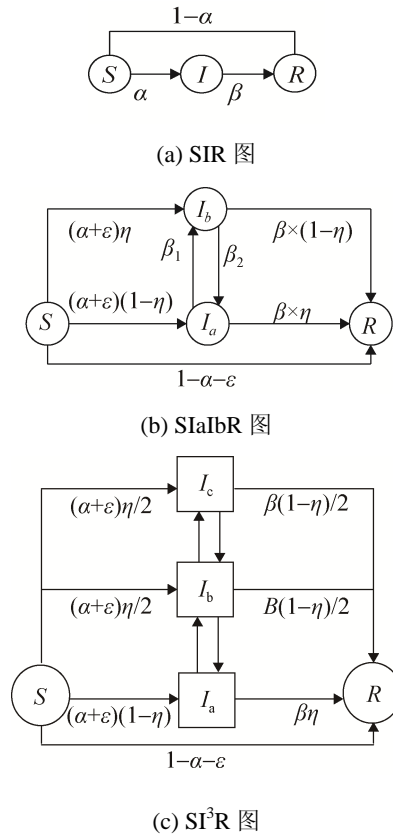


图 4 3 种模型示意图

Fig.4 Figure of three models

令  $x = (I_a, I_b, I_c, S)^T$ , 则模型见式(4)可以表示为  $dx = F(x) - V(x)$ , 根据文献[15]计算基本再生数。

$$F(x) = \begin{pmatrix} \alpha_1 SI_a \\ \alpha_2 SI_b \\ \alpha_3 SI_c \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$V(x) =$$

$$\begin{pmatrix} (\gamma_{ab} - \gamma_{ba})I_a I_b + \beta_1 I_a \\ (\gamma_{ba} - \gamma_{ab})I_a I_b + (\gamma_{bc} - \gamma_{cb})I_b I_c + \beta_2 I_b \\ (\gamma_{cb} - \gamma_{bc})I_b I_c + \beta_3 I_c \\ -A + \alpha_0 S + \alpha_1 SI_a - \alpha_2 SI_b + \alpha_3 SI_c \end{pmatrix}$$

$$\text{则, } F = \begin{pmatrix} \alpha_1 S_0 & & & \\ & \alpha_2 S_0 & & \\ & & \alpha_3 S_0 & \\ & & & 0 \end{pmatrix}, \quad V = \begin{pmatrix} \beta_1 & & & \\ & \beta_2 & & \\ & & \beta_3 & \\ & & & 0 \end{pmatrix}$$

由  $A=V^{-1}F$ , 可得谱半径(基本再生数  $R_0$ )。

$$R_0 = \rho(A) = \max\left(\frac{\alpha_1 A}{\beta_1 \alpha_0}, \frac{\alpha_2 A}{\beta_2 \alpha_0}, \frac{\alpha_3 A}{\beta_3 \alpha_0}\right)$$

经使用 Matlab 的 solve 符号演算可知, 方程(3)对应的齐次方程不存在精确解, 即我们无法得到方程(3)的精确平衡点。但根据参考文献[3], 可以通过简化方程(3)得到它的4个平衡点:

$$P_0: \left(\frac{A}{\alpha_0}, I_a = 0, I_b = 0, I_c = 0\right)$$

$$P_1: \left(\frac{\beta_1}{\alpha_1}, I_a = \frac{\alpha_1 A - \alpha_0 \beta_1}{\alpha_1 \beta_1}, I_b = 0, I_c = 0\right)$$

$$P_2: \left(\frac{\beta_2}{\alpha_2}, I_a = 0, I_b = \frac{\alpha_2 A - \alpha_0 \beta_2}{\alpha_2 \beta_2}, I_c = 0\right)$$

$$P_3: \left(\frac{\beta_3}{\alpha_3}, I_a = 0, I_b = 0, I_c = \frac{\alpha_3 A - \alpha_0 \beta_3}{\alpha_3 \beta_3}\right)$$

式中:  $P_0$  是无病平衡点,  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  为地方病平衡点。可以看出  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  属于对称的3个点, 参数  $P_1$  中的  $\alpha_1$ 、 $\beta_1$  在  $P_2$ 、 $P_3$  中分别以  $\alpha_2$ 、 $\beta_2$  或  $\alpha_3$ 、 $\beta_3$  替换。 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  中  $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$  分别有2个为0, 在实际传播情况中代表只有一种讨论声音。

上述分析给出了动力学方程组出现的4组平衡点精确解。然而若结合媒体作用下的舆论传播模型分析可发现, 由于  $\eta < 1 - \eta$ ,  $\alpha_1 > \alpha_2$ 、 $\alpha_3$ ,  $\beta_1 < \beta_2$ 、 $\beta_3$ , 均衡状态下,  $I_a$  不会比  $I_b$ 、 $I_c$  小, 因此  $P_2$ 、 $P_3$  解不会出现。因此, 当  $R_0 > 1$  时, 基于媒体干预的带有讨论机制的舆论传播模型只有一个地方病平衡点  $P_1$ 。

## 4 数值模拟

实验所用环境是: 操作系统为 windows8.0, 编译系统为 Matlab2012a, CPU 为 i3\_2310M, 内存 6G。

实验中各参数的初始取值为: 新网民输入率  $A=0.000001$ , 传播参数为  $\alpha=0.98$ 、 $\beta=0.1$ , 强化度  $\varepsilon=0.01$ 。

### 4.1 无媒体作用与有媒体作用对舆情传播过程影响的比较

讨论在无媒体影响和有媒体影响的不同情况下, 未知人群、支持传播人群、中立传播人群、反对传播人群以及移除人群, 随时间的变化曲线关系如图5~6所示。水平轴表示时间, 垂直轴表示人群的概率。

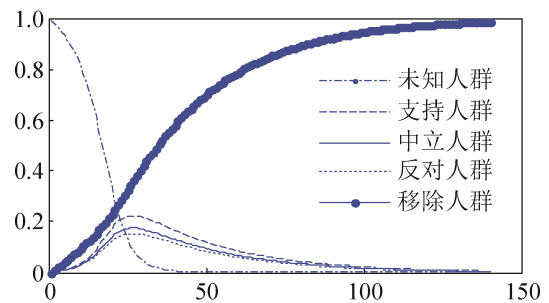


图5 无媒体作用  
Fig.5 No media effect

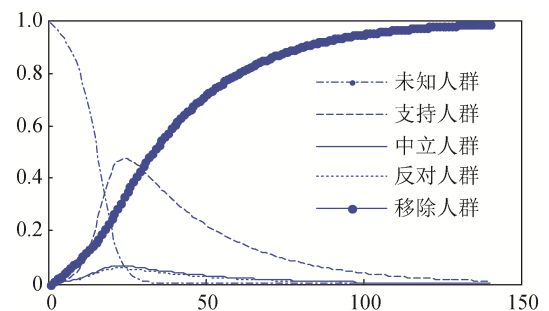


图6 有媒体作用  
Fig.6 With media effect

比较图5和图6, 可以看见在媒体的干预下, 支持传播的人群在一个阶段内的数量会有所增加。

## 4.2 分歧度对传播过程的影响

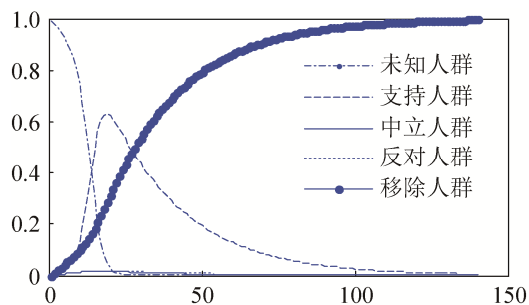
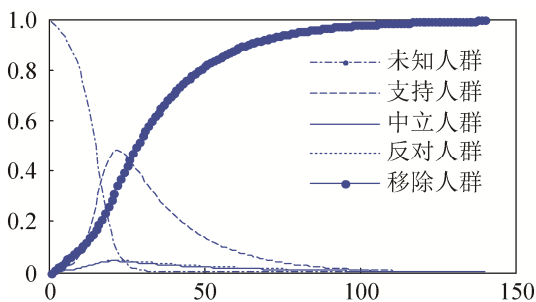
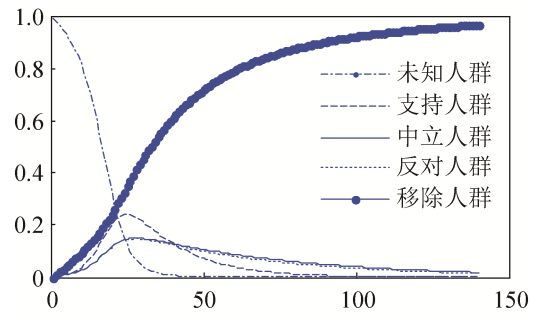
下面讨论当设置不同的分歧度时, 各类人群数量的变化情况。表 2 给出了分歧度的不同策略参数设置, 其中传播群体各层次之间的渗透率接近, 即  $\gamma_{ab}=0.1$ ,  $\gamma_{ba}=0.12$ ,  $\gamma_{bc}=0.1$ ,  $\gamma_{cb}=0.12$ 。

表 2 不同分歧度参数设置

实验	$\eta$	$(1-\eta)$	$\eta/2$	$(1-\eta)/2$
1	0.4	0.6	0.2	0.3
2	0.5	0.5	0.25	0.25
3	0.6	0.4	0.3	0.2

如图 7~8 所示, 当分歧度为较小值时( $\eta=0.4$ 、 $0.5$ ), 支持传播的群体数量明显增加, 而中立人群和反对人群的数量受到抑制。如图 9 所示, 当分歧度的值为 0.6 时, 中立人群和反对传播人群的数量明显增加, 而支持传播的群体数量明显减少。

这组实验还表明, 当分歧度  $\eta \in (0, 0.5)$  时, 支持人群占有一定的优势, 即传播能够正常进行; 当  $\eta > 0.5$  时, 支持人群明显受到抑制, 传播不能正常进行。

图 7 实验 1 ( $\eta=0.4$ )  
Fig.7 Experiment 1 ( $\eta=0.4$ )图 8 实验 2 ( $\eta=0.5$ )  
Fig.8 Experiment 2 ( $\eta=0.5$ )图 9 实验 3 ( $\eta=0.6$ )  
Fig.9 Experiment 3 ( $\eta=0.6$ )

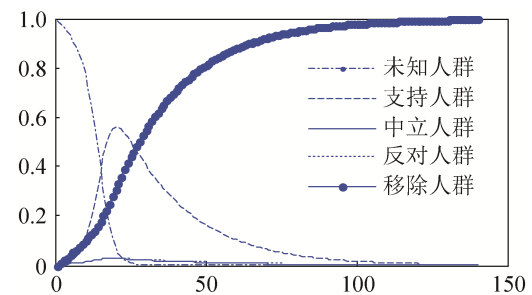
## 4.3 不同渗透率参数对传播过程的影响

表 3 给出了不同渗透率的参数取值, 这里设置分歧度均为  $\eta=0.45$ 。

表 3 不同渗透率参数设置

渗透率	$\gamma_{ab}$	$\gamma_{ba}$	$\gamma_{bc}$	$\gamma_{cb}$
实验四(支持传播优先策略)	0.1	0.11	0.1	0.11
实验五(中立传播优先策略)	0.6	0.1	0.1	0.5
实验六(反对传播优先策略)	0.6	0.1	0.5	0.1

如图 10 所示, 在支持传播优先策略下, 传播过程中支持传播群体一直保持占优的趋势。

图 10 实验 4  
Fig.10 Experiment 4

如图 11 所示, 在中立传播优先策略下, 由于向中立人群渗透率较大( $\gamma_{ab} > \gamma_{ba}$ ,  $\gamma_{cb} > \gamma_{bc}$ )在支持人群一段时间占优之后, 中立人群取得绝对占优趋势, 而反对人群始终受到抑制。

如图 12 所示, 在反对传播优先策略下, 传播过程中支持人群、中立群体和反对传播群体三种群体依次分阶段占优, 并且峰值逐渐降低而周期逐渐延长。



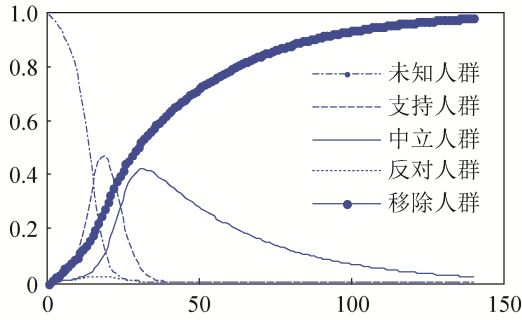


图 11 实验 5  
Fig.11 Experiment 5

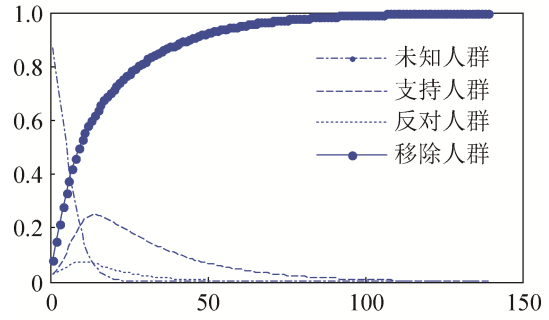


图 14 SIaIbR 模型  
Fig.14 SIaIbR model

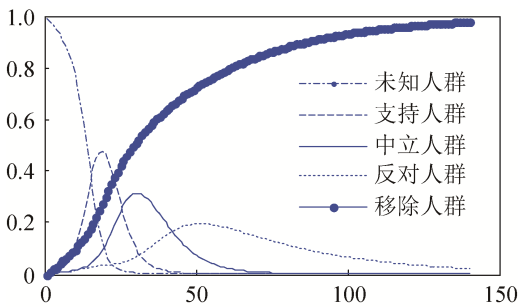


图 12 实验 6  
Fig.12 Experiment 6

#### 4.4 对比实验 $SI^3R$ 与 $SIaIbR$

两模型中的分歧度均为  $\eta=0.4$ ,  $SI^3R$  的不同渗透率的参数取值为:  $\gamma_{ab}=0.6$ ,  $\gamma_{ba}=0.1$ ,  $\gamma_{bc}=0.1$ ,  $\gamma_{cb}=0.5$ ; 公式(1)中  $SIaIbR$  的不同渗透率的参数取值为:  $\beta_1=0.15$ ,  $\beta_2=0.2$ , 对比结果如图 13 所示。

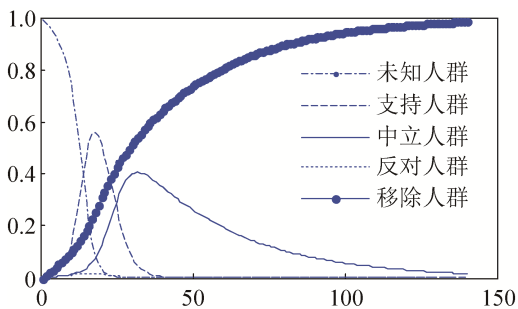


图 13  $SI^3R$  模型  
Fig.13  $SI^3R$  model

图 13 和图 14 给出了有媒体作用下,  $SI^3R$  模型与  $SIaIbR$  两种模型的对比实验。实验结果表明, 由于中立群体的存在, 支持群体的变化更容易受到媒体作用的影响。即在有媒体作用下,  $SI^3R$  模型与  $SIaIbR$  模型相比, 具有更好的操作性能。

## 5 结论

论文在参考疾病传播模型 SIR 和媒体干预下的二分意见模型  $SIaIbR$  的基础上, 提出了带有三分意见群体舆情演变的  $SI^3R$  模型。与传统的 SIR、 $SIaIbR$  模型对比,  $SI^3R$  模型能够反映传播群体内部的层次结构, 即: 支持传播、中立传播和反对传播, 符合实际谣言传播系统的特点。三个层次在传播过程中所起到的作用不同, 整个系统是在三者相互作用的情况下运行的。媒体对三者的影响有较大的区别, 根据实际情况, 对中立者起到的作用比较大, 经过媒体干预, 每个层次的传播者生存的周期有一定的影响, 并且存在一定的波动或交替主导作用。关于中立层的作用量化工作, 特别是中立群体数量比例是否存在临界值, 并且是如何影响网络传播的, 有待进一步的研究。

### 参考文献:

- [1] 陈波, 于冷, 刘君亭, 等. 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.  
Chen Bo, Yu Ling, Liu Junting, et al. Dissemination and Control Model of Internet Public Opinion the Ubiquitous Media Environments[J]. System Engineering – Theory & Practice, 2011, 31(11): 2140-2150.
- [2] 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, 231(3): 45-50.  
Zhu Hengmin, Liu Kai, Lu Zifang. Study on Topic Propagation Model of Internet Public Opinion Under the Influence of the Media [J]. New technology of Library and Information Service, 2013, 231(3): 45-50.

- [3] 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, 264(11): 60-67.  
Zhang Lifan, Zhao Kai. Study on the Internet Public Opinion Dissemination Model with Discussion under the Effect of Media[J]. New technology of Library and Information Service, 2015, 264(11): 60-67.
- [4] Musselle C. Opinion Formation Dynamics and the Influence of the Media[EB/OL]. [2012-03-01]. [http://bccs.bristol.ac.uk/toProgramme/\\_project/2008/Chris\\_Musselle\\_S08/](http://bccs.bristol.ac.uk/toProgramme/_project/2008/Chris_Musselle_S08/).
- [5] Crokidakis N. Effects of Mass Media on Opinion Spreading in the Sznajd Sociophysics Model [J]. *Physica A: Statistical Mechanics & Its Applications* (S0378-4371), 2012, 391: 1729-1734.
- [6] Gruhl D, Guha R, Liben-Nowell D, et al. Information Diffusion Through Blogspace[C]//Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web. New York: ACM Press, 2004: 491-501.
- [7] 孙有发, 梁肖肖, 郭旭冲, 等. 小世界网络 VS 均匀混合网络中的 SIRS 型传染病模型[J]. 系统仿真学报, 2012, 24(3): 669-675.  
Sun Youfa, Liang Xiaoxiao, Guo Xuchong, et al. Comparison of SIRS Epidemic Model in Small -world Network and in Uniformly Mixed World[J]. *Journal of System Simulation*, 2012, 24(3): 669-675.
- [8] Leskovec J, McGlohon M, Faloutsos C, et al. Patterns of Cascading Behavior in Large Blog Graphs[C]//Proceedings of the 7<sup>th</sup> SIAM International Conference on Data Mining, Minneapolis, Minnesota, USA. New York: ACM Press, 2007: 551-556.
- [9] Sudbury A. The Proportion of the Population Never Hearing a Rumour [J]. *Journal of Applied Probability* (S0021-9002), 1985, 22(2): 443-446.
- [10] 顾亦然, 夏玲玲. 在线社交网络中谣言的传播与抑制[J]. 物理学报, 2012, 61(23): 544-550.  
Gu Yiran, Xia Lingling. The Propagation and Inhibition of Rumors in Online Social Network[J]. *Acta Physica Sinica*, 2012, 61(23): 544-550.
- [11] 钱颖, 张楠, 赵来军, 等. 微博舆情传播规律研究[J]. 情报学报, 2012, 31(12): 1299-1304.  
Qian Ying, Zhang Nan, Zhao Laijun, et al. The Spread of Public Sentiment on Micro-blogging under Emergencies[J]. *Journal of the China Society for Scientific and Technical Information*, 2012, 31(12): 1299-1304.
- [12] Xu R Z, Li H L, Xing C M. Research on information dissemination model for social networking services[J]. *International Journal of Computer Science and Application* (S2324-7134), 2013, 2(1): 1-6.
- [13] 李林, 孙军华. 基于社会网络冲突信息传播的群体特征[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(1): 207-214.  
Li Lin, Sun Junhua. Population Characteristics Based on Conflict Information Spreading on Social Network[J]. *System Engineering – Theory & Practice*, 2014, 34(1): 207-214.
- [14] Gonzalez-Parra G, Arenas A J, Chen-Charpentier B M. Combination of Nonstandard Schemes and Richardson's Extrapolation to Improve the Numerical Solution of Population Models [J]. *Mathematical and Computer Modeling* (S0895-7177), 2010, 52(7/8): 1030-1036.
- [15] Van den Driessche P, Watmough J. Reproduction Numbers and Sub-threshold Endemic Equilibria for Compartmental Models of Disease Transmission [J]. *Mathematical Biosciences*(S0025-5564), 2002, 180(1): 29-48.