

文章编号: 2095-2163(2024)02-0128-05

中图分类号: G206

文献标志码: A

# 情绪视角下网络舆情发生期的演化博弈与仿真分析

代丽, 贾阳光

(浙江理工大学 经济管理学院, 杭州 310000)

**摘要:** 在网络舆情的发生期, 信息的传播更多地存在于网民群体内部, 相较于政府组织, 网民群体极易受到情绪因素的影响, 因此分析不同情绪对网民群体决策的影响, 有利于提高对网络舆情发生期的有效监管。本文将等级依赖期望效用(Rank Dependent Expected Utility, RDEU)理论与博弈理论相结合, 考虑网络舆情发生期情绪因素对于网络舆情演化的影响作用, 构建网民与意见领袖演化博弈模型; 通过仿真实验, 分析不同情绪组合下的均衡策略选择。研究结果表明: 在多数情况下, 情绪状态能够加快舆情的演化; 相较于网民, 意见领袖的情绪状态对舆情的演化结果能产生更显著的影响。

**关键词:** 网络舆情; 意见领袖; RDEU理论; 演化博弈; 仿真

## Evolutionary game and simulation analysis of the occurrence period of internet public opinion from the perspective of emotion

DAI Li, JIA Yangguang

(School of Economics and Management, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310000, China)

**Abstract:** During the occurrence of online public opinion events, information primarily circulates within the online community, and compared to government organizations, online communities are highly susceptible to emotional factors. Therefore, analyzing the impact of different emotions on the decision-making of online communities is conducive to improving effective supervision during the occurrence of online public opinion events. This paper combines Rank Dependent Expected Utility (RDEU) theory with game theory to consider the influence of emotional factors during the occurrence of online public opinion events on the evolution of such events. It constructs a game model of the evolution of opinions between netizens and opinion leaders and analyzes equilibrium strategy choices under different emotional combinations through simulation experiments. The research results indicate that, in most cases, emotional states can accelerate the evolution of public opinion, and, in comparison to netizens, the emotional states of opinion leaders have a more significant impact on the outcome of public opinion evolution.

**Key words:** network public opinion; opinion leaders; RDEU theory; evolutionary game; simulation

## 0 引言

根据中国互联网络信息中心(CNNIC)发布的第50次《中国互联网络发展状况统计报告》显示, 截至2022年6月, 中国网民数量已达10.51亿。庞大的用户群体, 形成了庞大的信息交互, 这种信息交互进一步促进了网络舆情的发展。网络舆情并非毫无征兆地瞬间爆发, 在网络舆情的传播过程中, 存在一定的生命周期, 从开始走向死亡可划分为几个阶段, 并且存在内在规律<sup>[1]</sup>。网络舆情发展的不同阶段, 主要参与的主体各不相同, 也存在其独特的特征, 难以用一个模型进行论述<sup>[2]</sup>。因此, 在网络舆情的相关研究中, 学者通过三阶段、四阶段或多阶段

的模型展开研究。网络舆情的发生期一般是指在网络空间中存在信息较少, 并未引起较大规模的信息传播与讨论的网络舆情发展阶段。处于发生期的网络舆情并未受到社会广泛的关注, 信息传播更多地存在于普通网民(以下简称网民)、意见领袖等网民群体内部<sup>[3]</sup>。但在此阶段, 若无法有效地发现可能存在的舆情危机并及时干预, 将存在舆情急速恶化的风险<sup>[4]</sup>。

网络舆情是各参与主体心理博弈的结果, 且各主体会根据舆情的变化, 调整自身的战略, 因此可以用演化博弈模型来模拟舆情演化的结果<sup>[5]</sup>。由于在海量的互联网信息中, 网民难以筛选出所需信息, 且需要花费大量的时间成本, 因此网民极易对意见

**作者简介:** 代丽(1977-), 女, 博士, 副教授, 主要研究方向: 农机虚拟平台、机构优化设计; 贾阳光(1996-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 信息系统与数据智能

收稿日期: 2023-02-20

哈尔滨工业大学主办 ◆ 专题设计与应用

领袖等信息‘权威者’提供的信息产生无条件的信任<sup>[6]</sup>。虚假信息的错误诱导、主观的错误解读都极易产生负面情绪,加上网络中情绪化语言的引导,可能导致网络舆情产生群体情绪激化现象<sup>[7]</sup>。在网络舆情传播过程中,意见领袖能够使网民的群体情绪进一步激化<sup>[8]</sup>,且意见领袖的情绪化发言相较于网民的情绪化发言更具传播性<sup>[9]</sup>。而网络舆情中传播的情绪对个人情绪、社会因素以及个体的策略选择都会产生影响<sup>[10]</sup>。因此,在网络舆情的传播过程中,网络舆情的参与主体进行策略选择时,不仅会受到其自身情绪的影响,还会受到其他参与主体的策略选择以及情绪的影响。所以仅仅从理性人角度出发,而忽略诸如情绪、文化背景等个人因素对个体决策的影响,可能导致研究与实际出现偏差。

在现有研究中,部分学者已经注意到了网络舆情参与主体的情绪对于网络舆情演化的影响,通过构造政府与网民<sup>[11]</sup>或者政府与网络大 V<sup>[12]</sup>的情绪博弈模型,发现网络舆情参与主体的情绪因素能够对网络舆情的发展产生深刻的影响。但是,这些研究大多从政府的角度出发,忽视了网民群体内部的情绪因素对于网络舆情的影响。在网络舆情的传播过程中,相较于政府、新闻媒体等权威机构,网民群体具有更强烈的情绪倾向。

综上所述,本文从网民群体内部出发,构造网络舆情发生期意见领袖与网民的 RDEU 演化博弈模型,分析网民与意见领袖的情绪因素对于发生期网络舆情演化的影响。并通过 Matlab 进行仿真分析,为提高对网络舆情发生期的有效监管提供参考。

## 1 模型构建

### 1.1 意见领袖与网民博弈模型

在网络舆情的发生期,对于网民来说存在参与或不参与两个策略选择;而对于意见领袖则可选择以消极的观点或以积极的观点传播网络舆情。设:以积极的观点传播网络舆情的意见领袖收益为  $R_2$ ,此时参与网络舆情传播的网民收益为  $E_2$ ;以消极的观点传播网络舆情的意见领袖收益为  $R_1$ ,此时参与网络舆情传播的网民收益为  $E_1$ 。意见领袖在海量的网络信息中挖掘正确的舆情信息,需要付出一定的成本  $S$ 。通常情况下,意见领袖传播积极的观点更能满足大部分网民的心理,能获得更大的关注度,因此  $R_2 > R_2 - S > R_1 > S$ ;但是,对于网民来说,消极的信息更能满足其追寻“真相”的心理,则有  $E_1 > E_2$ 。意见领袖的收益来自于网民的关注,网民

的收益来自参与网络舆情的传播获得的心理满足。因此,当网民选择不参与网络舆情的传播时,网民与意见领袖的收益皆为 0。

假设意见领袖以积极的观点传播网络舆情的概率为  $x(x \in [0,1])$ ,选择以消极的观点传播网络舆情的概率为  $1 - x$ ;网民参与网络舆情传播的概率为  $y(y \in [0,1])$ ,不参与网络舆情的概率为  $1 - y$ 。根据相关参数设定,可知意见领袖与网民在不同策略选择下的收益。博弈支付矩阵见表 1。

表 1 博弈支付矩阵  
Table 1 Game payment matrix

网民	意见领袖	
	积极的观点传播 网络舆情	消极的观点传播 网络舆情
参与	$R_2 - S, E_2$	$R_1, E_1$
不参与	$-S, 0$	$0, 0$

### 1.2 RDEU 理论

在 RDEU 理论中,以非线性的决策权重代替传统期望效用理论中的线性决策权重,因此能在一定程度上刻画非理性主体的情绪状态。RDEU 基本理论模型如下:

人并非理性人,人的期望效用并非一成不变,会受其他因素的影响。因此,人存在一定的偏好,即  $X > Y$ 。在非效用期望理论中,偏好可以用函数  $V$  来表示:

$$X > Y \leftrightarrow V(X; u; W) > V(Y; u; W) \quad (1)$$

$$V(X; u; W) = \sum_{i=1}^n u(x_i) W_i(p) \quad (2)$$

$$W_i(p) = w(p_i + 1 - RP_i) - w(1 - RP_i), \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$RP_i = P\{X \leq x_i\} = p_i + p_{i+1}, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

式中:  $W_i(p)$  为决策权重,  $RP_i$  为效用等级,  $w(\cdot)$  为情绪函数,反应了参与方的偏好。

按照学者的研究,一般将情绪函数设置为  $w(\cdot) = p^r$ ,其中  $r_i$  为情绪指数,当  $r_i < 1$  时为消极情绪;  $r_i > 1$  时为积极情绪。RDEU 理论的核心在于能够通过情绪函数体现在博弈过程中博弈主体的情绪效应对其决策选择的影响,从而使博弈主体的反应更符合现实场景,使决策更具有现实意义。

### 1.3 意见领袖与网民的 RDEU 博弈模型

根据模型假设以及 RDEU 理论,意见领袖与网民各个策略的效用、概率、效用等级、决策权重见表 2。

表2 考虑情绪因素的网民及意见领袖等级依赖期望效用

Table 2 Rank-dependent expected utility of netizens and opinion leaders considering emotional factors

	效用 $U(x_i)$	概率 $P_i$	效用等级 $RP_i$	决策权重 $\pi(x_i)$
意见领袖	$R_2 - S$	$xy$	1	$\omega_1(xy)$
	$R_1$	$y - xy$	$1 - xy$	$\omega_1(y) - \omega_1(xy)$
	0	$1 - x - y + xy$	$1 - y$	$\omega_1(1 - x + xy) - \omega_1(y)$
	$-S$	$x - xy$	$x - xy$	$1 - \omega_1(1 - x + xy)$
网民	$E_1$	$y - xy$	1	$\omega_2(y - xy)$
	$E_2$	$xy$	$1 - y + xy$	$\omega_2(y) - \omega_2(y - xy)$
	0	$1 - y$	$1 - y$	$1 - \omega_2(y)$

意见领袖选择以积极的观点传播网络舆情的期望收益  $U_x$  以及平均期望收益  $EU_x$  为, 表达式如式(5)、式(6):

$$U_x = R_2y^{r_2} - S \quad (5)$$

$$EU_x = (R_2 - R_1 - S)(xy)^{r_1} + R_1y^{r_1} + S(1 - x + xy)^{r_1} - S \quad (6)$$

网民参与网络舆情的期望收益  $U_y$  及平均期望收益  $EU_y$ , 表达式如式(7)、式(8):

$$U_y = (E_2 - E_1)x^{r_1} + E_1 \quad (7)$$

$$EU_y = (E_2 - E_1)(y - xy) + E_2y^{r_2} \quad (8)$$

## 2 RDEU 博弈模型的演化均衡性分析

### 2.1 基于复制动态方程的演化均衡策略求解

依据意见领袖以积极的观点传播网络舆情的收益函数(式(5))与平均期望收益(式(6))构造其动态复制方程(式(9)), 并按照网民参与网络舆情的收益函数(式(7))与平均期望收益(式(8))构造其动态复制方程(式(10))。

$$F(x) = x^{r_1}(U_x - EU_x) = x^{r_1}(R_2y^{r_2} - (R_2 - R_1 - S)(xy)^{r_1} - R_1y^{r_1} - S(1 - x + xy)^{r_1}) \quad (9)$$

$$F(y) = y^{r_2}(U_y - EU_y) = y^{r_2}((E_2 - E_1)x^{r_1} + E_1 - (E_1 - E_2)(y - xy)^{r_2} - E_2y^{r_2}) \quad (10)$$

令式(9)、式(10)为0, 可得到  $E_1(0,0)$ 、 $E_2(0,1)$ 、 $E_3(1,0)$ 、 $E_4(1,1)$ 、 $E_5(x^*, y^*)$  5个演化均衡点。依据演化博弈原理, 可通过雅可比矩阵来判断复制动态模型的渐进稳定性, 即雅可比矩阵的行列式  $Det(j) > 0$  且迹  $Tr(j) < 0$  来进行判别演化稳定策略(ESS)。考虑网民与意见领袖的不同情绪状态, 将网民与意见领袖划分为4种不同的情绪状态组合, 进行不同情况下的演化均衡稳定性分析。

### 2.2 意见领袖与网民均处于理性状态

当博弈双方都处于理性状态时, 将  $r_1 = 1$ 、 $r_2 = 1$  代入式(9)与式(10)并令其为0, 可得演化均衡解  $x^* = E_1/(E_1 - E_2)$ 、 $y^* = -S/(R_1 - R_2)$ 。将演化均衡点代入雅可比矩阵, 可得到均衡点的演化稳定性,

见表3。假设双方皆处于理性状态, 则  $E_1(0,0)$ 、 $E_2(0,1)$ 、 $E_3(1,0)$ 、 $E_4(1,1)$  皆为不稳定点。结果表明, 当意见领袖与网民皆理性时, 此时意见领袖会选择以积极的观点传播网络舆情, 而网民选择参与网络舆情的传播。

表3 意见领袖与网民均理性时演化稳定性判断

Table 3 Evolutionary stability judgment when opinion leaders and netizens are rational

均衡点	$Det(j)$	$Tr(j)$	稳定性
$E_1(0,0)$	-	+	不稳定
$E_2(0,1)$	-	+/-	不稳定
$E_3(1,0)$	+	+	不稳定
$E_4(1,1)$	+	-	ESS
$E_5(x^*, y^*)$	0	-	不稳定

### 2.3 意见领袖处于理性状态

当意见领袖处于理性条件, 网民处于非理性条件时( $r_1 = 1$ 、 $r_2 \neq 1$ ), 演化均衡解  $E_5(x^*, y^*)$  取决于  $r_2$  的取值, 即网民的情绪倾向。表4中,  $E_1(0,0)$ 、 $E_3(1,0)$  为鞍点,  $E_2(0,1)$  为不稳定点, 可能存在  $E_4(1,1)$  为演化稳定策略, 但结果取决于博弈双方的收益情况。

表4 意见领袖理性时演化稳定性判断

Table 4 Evolutionary stability judgement with rational opinion leaders

均衡点	$Det(j)$	$Tr(j)$	稳定性
$E_1(0,0)$	0	0	鞍点
$E_2(0,1)$	-	+/-	不稳定
$E_3(1,0)$	0	0	鞍点
$E_4(1,1)$	+/-	-	ESS/ 不稳定

### 2.4 网民处于理性状态

意见领袖处于非理性状态而网民处于理性状态下时( $r_1 \neq 1$ 、 $r_2 = 1$ ), 演化均衡解  $(x^*, y^*)$  取决于  $r_1$  的取值, 即意见领袖的情绪倾向。见表5, 由行列式可判断  $E_1(0,0)$ 、 $E_2(0,1)$ 、 $E_3(1,0)$  均为鞍点, 此时  $E_4(1,1)$  能否为演化稳定策略, 取决于双方的收益情况及意见领袖的情绪, 进一步表明了意见领袖

的情绪状态对于网络舆情传播的重要作用。

表 5 网民理性时演化稳定性判断

Table 5 Evolutionary stability judgement with rational netizens

均衡点	$Det(j)$	$Tr(j)$	稳定性
$E_1(0,0)$	0	0	鞍点
$E_2(0,1)$	0	0	鞍点
$E_3(1,0)$	0	0	鞍点
$E_4(1,1)$	+ / -	-	ESS/ 不稳定

### 2.5 意见领袖与网民均处于非理性状态

当意见领袖与网民均处于非理性条件下时 ( $r_1 \neq 1, r_2 \neq 1$ ), 演化均衡解  $E_5(x^*, y^*)$  取决于  $r_1$  与  $r_2$  的取值。如表 6 所示,  $E_1(0,0)$ 、 $E_2(0,1)$ 、 $E_3(1,0)$  均为鞍点, 此时  $E_4(1,1)$  能否为演化稳定策略, 取决于双方的收益情况及意见领袖与网民情绪的取值。

表 6 意见领袖与网民均非理性时演化稳定性判断

Table 6 Evolutionary stability judgment when opinion leaders and netizens are both irrational

均衡点	$Det(j)$	$Tr(j)$	稳定性
$E_1(0,0)$	0	0	鞍点
$E_2(0,1)$	0	0	鞍点
$E_3(1,0)$	0	0	鞍点
$E_4(1,1)$	+ / -	-	ESS/ 不稳定

### 3 仿真分析

由于在博弈模型中, 各点的演化情况还取决于各主体的情绪强度。因此, 为进一步了解网民情绪因素对网络舆情演化的影响, 采用 Matlab 软件通过具体数值进行模拟仿真分析。依据前文假设, 参数设置如下:  $R_1 = 10, R_2 = 16.1, E_1 = 6, E_2 = 2.5, S = 4$ 。

不同情况下仿真结果分析:

#### (1) 意见领袖处于理性条件

如图 1 所示, 当意见领袖处于理性条件下且网民处于乐观条件时, 在网络舆情演化的初期, 意见领袖为了吸引网民的参与, 有一定的概率选择以消极的观点传播网络舆情, 但随着舆情的发展, 理性的意见领袖为了获得长期的收益, 最终会选择以积极的观点传播网络舆情。当网民悲观情绪较低时 ( $r_2 = 0.8$ ), 由于意见领袖处于理性状态, 网民缺乏外部情绪诱导, 舆情仍然能朝着积极的方向发展。当网民悲观情绪较高时 ( $r_1 = 0.6$ ), 演化初期意见领袖与网民策略选择急速变化, 最终意见领袖有 0.43 的概率选择以消极的观点传播网络舆情, 网民有 0.81 的概率参与舆情的传播, 这表明当网民的悲观情绪较高时,

演化初期在网络空间中存在明显的观点冲突。随着舆情的演化, 部分悲观的网民会选择不参与舆情的传播, 而意见领袖为了吸引网民的参与, 有概率以消极的观点传播舆情。

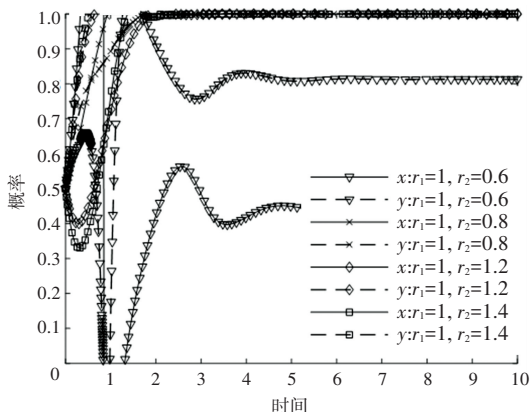


图 1 意见领袖理性时的演化仿真

Fig. 1 Evolutionary simulation with rational opinion leaders

#### (2) 网民处于理性条件

如图 2 所示, 当网民处于理性条件时 ( $r_2 = 1$ ), 极度悲观的意见领袖 ( $r_1 = 0.6$ ) 认为舆情的恶化无法避免, 为了满足网民的需求, 会有较大的概率 ( $p = 0.73$ ) 选择以消极的观点传播网络舆情, 但当意见领袖悲观情绪上升 ( $r_1 = 0.8$ ) 时, 将提高意见领袖以积极观点传播网络舆情的概率。当意见领袖处于乐观情绪时, 随着意见领袖乐观情绪的上升, 将加快意见领袖以积极观点传播网络舆情的演化速率, 但此时情绪的变化对意见领袖的影响较小。

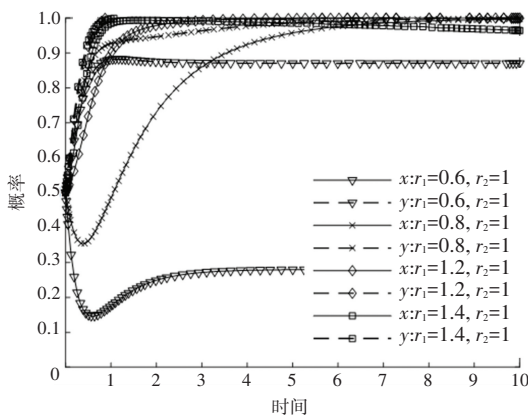


图 2 网民理性时的演化仿真

Fig. 2 Evolutionary simulation with rational netizens

#### (3) 意见领袖处于乐观情绪网民处于非理性条件

如图 3 所示, 当意见领袖处于乐观情绪, 网民处于较高的悲观情绪时 ( $r_2 = 0.6$ ), 网民会选择参与舆情的传播, 但意见领袖有 0.57 的概率选择以消极的观点传播网络舆情, 舆情会缓慢的恶化。当网民的悲观情绪较低时 ( $r_2 = 0.8$ ), 不存在演化稳定策

略,此时的网络空间观点冲突将进一步加剧。当意见领袖与网民均处于乐观情绪时,双方均认为网络舆情会朝着积极的方向发展,因此网民会积极的参与网络舆情的传播。随着网民乐观情绪的上升,网络舆情积极发展的可能也随之加大,意见领袖以积极的观点传播网络舆情的演化速率随之加快。

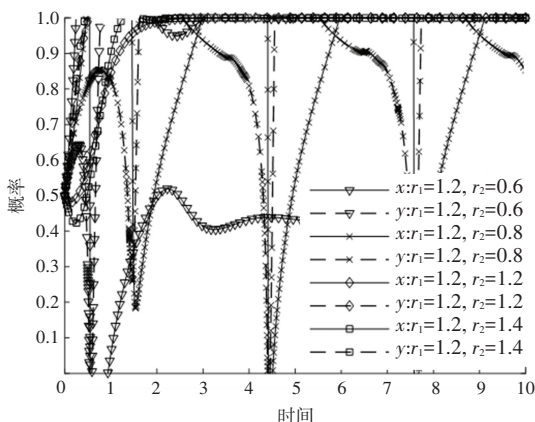


图3 意见领袖处于乐观情绪的演化仿真

Fig. 3 Evolutionary simulation with optimistic opinion leaders

#### (4) 意见领袖处于悲观情绪网民处于非理性条件

如图4所示,当意见领袖处于悲观情绪时,意见领袖更偏向于以积极的观点传播网络舆情。但当网民处于较高的悲观情绪时( $r_2 = 0.6$ ),博弈双方都对网络舆情的发展持悲观的情绪,此时网民有0.4的概率选择不参与网络舆情的传播,此时悲观的意见领袖0.49的概率选择以消极的观点传播舆情。此时,网络空间中存在明显的观点对立,舆情的发展难以预测。当网民悲观情绪较低或处于乐观的情绪时,意见领袖更愿意采取以积极的观点传播网络舆情的策略,且网民参与网络舆情的速率会随着网民自身的情绪上升而上升。

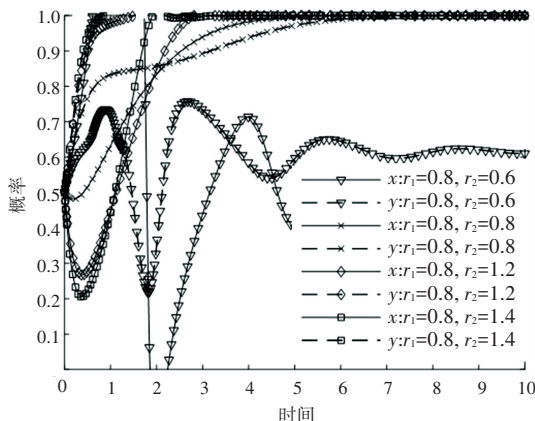


图4 意见领袖处于悲观情绪的演化仿真

Fig. 4 Evolutionary simulation with pessimistic opinion leaders

## 4 结束语

本文通过等级依赖效用理论与演化博弈理论,研究了在网络舆情的发生期,情绪对于网民与意见领袖之间的策略选择以及网络舆情演化的影响。研究表明:网民和意见领袖的情绪状态能加快网络舆情的演化;在多数情绪状态下,相较于网民,意见领袖的情绪状态对舆情的演化结果能产生更大的影响;网民和意见领袖的悲观情绪并不一定导致网络舆情的恶化,但要避免网民陷入极端的悲观情绪。

本研究还存在一些局限性,仅仅从情绪的角度出发,无法体现实际网络舆情背景下网民决策的复杂性,在后续研究中将在此基础上进一步进行探讨。

## 参考文献

- [1] 谢科范, 赵湜, 陈刚, 等. 网络舆情突发事件的生命周期原理及集群决策研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2010, 23(4):482-486.
- [2] 孟骊超, 来爽. 网络舆情演变过程的主体博弈及对策研究[J]. 现代情报, 2020, 40(12):114-129.
- [3] 晏敬东, 杨彩霞, 张炜南. 基于生命周期理论的微博舆情引控研究[J]. 情报杂志, 2017, 36(8):88-93,75.
- [4] 郭倩倩. 突发事件的演化周期及舆论变化[J]. 新闻与写作, 2012, 337(7):9-12.
- [5] 魏丽萍. 网络舆情形成机制的进化博弈论启示[J]. 新闻与传播研究, 2010, 20(6):29-38.
- [6] 王根生. 基于羊群效应传染动力模型的医患关系网络舆情演变研究[J]. 南昌大学学报(人文社会科学版), 2018, 49(4):64-69.
- [7] 朱志玲, 朱力. 从“不公”到“怨恨”:社会怨恨情绪的形成逻辑[J]. 社会科学战线, 2014(2):172-177.
- [8] 彭小兵, 邹晓韵. 邻避效应向环境群体性事件演化的网络舆情传播机制——基于宁波镇海反事件的研究[J]. 情报杂志, 2017, 36(4):150-155.
- [9] 唐雪梅, 赖胜强. 情绪化信息对舆情事件传播的影响研究[J]. 情报杂志, 2018, 37(12):124-129.
- [10] NASKAR D, SINGH S R, KUMAR D, et al. Emotion dynamics of public opinions on twitter [J]. ACM Transactions on Information Systems, 2020, 38(2):1-24.
- [11] 杨阳, 王杰. 情绪因素影响下的突发事件网络舆情演化研究[J]. 情报科学, 2020, 38(3):35-41.
- [12] 霍良安, 邵洋洋. 基于秩依效用理论的网络舆情传播博弈模型[J]. 现代情报, 2016, 36(9):45-49.