

环境事件网络舆情演化博弈模型构建及分析

邹琳

(郑州轻工业大学 学报编辑部, 郑州 450001)

摘要:突发环境事件网络舆情的有效管控对建立政府公信力和营造网络法治化环境意义重大.基于演化博弈理论和系统动力理论,分析了无政府管控下环境事件网络舆情参与主体策略选择的演化规律,构建了一个政府管控下网媒、网民和政府的三方网络博弈场,并建立系统动力学模型.以“3·21响水爆炸事件”为例进行仿真分析发现:环境事件网络舆情的扩散主要受政府奖惩力度和动态惩罚机制的影响,政府可通过建立网络舆情监测预警机制、构建科学的动态奖惩治理机制和规范网民诉求表达方式以实现对环境事件网络舆情的有效管控.

关键词:环境事件;网络舆情;演化博弈;系统动力学

中图分类号:G206.2;F224

文献标志码:A

文章编号:1000-2367(2024)03-0062-09

2021年,全国共发生突发环境事件199起,近十年间呈逐年下降趋势^[1].但公共环境事件多发频发的高风险态势尚未根本改变,且呈现出情况复杂、公众关注度高、新的特征,舆情传播程度总体上明显高于其他群体性突发事件.与突发环境事件相伴而生的舆情对环境事件的态势演变和应急处置造成较大影响,而社交媒体催生的网络舆情产生的影响更甚^[2-3].从众心理引发的情绪失控、言论偏激等非理性行为可能诱发线上线下联合共振的大规模群体性事件,从而引发严重的社会危机.

当前学术界主要从“诠释学”与“治理学”两个维度探讨突发环境事件网络舆情.诠释学重在阐明互联网场域中环境事件网络舆情的传播要素与演化特点,如文献[4]认为新闻与观点之间的界限在内容和形式上变得模糊,而新闻在互联网上的传播过程与在线舆论形成过程整合在一起;文献[5-6]指出环境事件参与主体需经历不满情绪的形成、持续发酵、焦点事件和冲突与对抗4个阶段的演化过程;文献[7-8]通过建立误对策博弈模型分析得出化工企业的“欺骗”行为与周边居民的“搭便车”行为共同导致了环境污染负的外部性;文献[9]发现引入中央政府惩罚机制能够有效推动中央与地方的合作,共同监测环境事件舆情的发展.治理学则从多角度探索互联网情境下突发环境事件中网民集体行为的治理方式.虞铭明等^[10]通过实例仿真发现环境事件发生后,政府运用协商、谈判、洽谈等透明的、民主的治理方式能有效地管控舆情发展走势,化解网民的愤怒情绪;文献[11]发现网媒对环境事件的报道能提高政府的社会治理效率,政府应通过官方媒体及时回应事件并表明态度来提高网民对政府的信任度;文献[12]主张跨界协同整合公共部门与私人部门间的关系,以重塑政府对环境事件等公共管理中的价值和责任.文献[13]研究发现,原始信息的模糊性是引发网民兴趣或恐惧的主要原因,政府在负面信息流出时,应迅速介入信息源的调查,及时消除民众的担忧与恐慌,而上级政府采用标准控制方式可以推动地方政府形成信息公开的惯性,官媒报道方式通过社会影响力约束地方政府有限公开信息行为,并为公众提供参与信息公开的政治机会^[14].

收稿日期:2023-03-24;**修回日期:**2023-11-20.

基金项目:国家社科基金(22BJY051);河南省软科学研究计划项目(242400410522).

作者简介(通信作者):邹琳(1975-),女,山东烟台人,郑州轻工业大学副编审,研究方向为传播理论与传播媒介,E-mail:orange0504@126.com.

引用本文:邹琳.环境事件网络舆情演化博弈模型构建及分析[J].河南师范大学学报(自然科学版),2024,52(3):62-70.
(Zou Lin.The construction and analysis of evolutionary game model for environmental event network public opinion[J].Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition),2024,52(3):62-70.DOI:10.16366/j.cnki.1000-2367.2023.03.24.0004.)

由此可以看出,学者们已经开始尝试基于案例研究环境事件网络舆情演化规律及治理策略,但仍存在重理论构建而轻结构性剖析的情况,更缺乏将影响网络舆情演化的多重变量因素整合为一个动态系统的归因性研究.鉴于环境事件网络舆情演化是一种典型的复杂系统,本文拟通过对比有无政府管控下环境事件网络舆情参与主体策略选择的不同,构建一个政府管控下网媒、网民和政府的三方网络博弈场,据此建立系统动力学模型,通过真实的环境事件案例仿真检验模型的有效性,并得出政府管控的政策建议.

1 网络舆情演化博弈模型

1.1 无政府管控的演化博弈分析

1.1.1 模型假设及问题描述

在环境事件网络舆情演化过程中,各参与主体会从自身利益最大化角度出发不断调整策略,形成一个利益博弈场^[15].结合各参与主体特性、环境事件网络舆情演化特征及相关学者的研究成果,在“信息不对称”和“有限理性人”假设的前提下,设定博弈主体集合为网媒和网民,网媒的策略空间为{报道,不报道},网民的策略空间为{参与,不参与}.网民基于对环境恶化的担忧在网上讨论环境恶化后果并发表反对意见,本研究将网民该动机纳为主要变量参数,其他如所属利益集团的政治动机、借环境事件舆情炒作等动机则不在本文探讨范围之内.此外,网民中的意见领袖在某种程度上属于特殊的“网媒”,本文将其归类于网媒这一博弈主体.网媒和网民参与环境事件网络舆情演化博弈模型的相关参数设定如表 1 所示.

表 1 两方博弈模型的参数设定

Tab. 1 Parameter setting of the two-party game model

| 博弈主体 | 参数 | 变量含义 | 博弈主体 | 参数 | 变量含义 |
|--------|----------|-------------------|--------|----------|--------------------------|
| 网媒 M | R_{M1} | 网媒报道舆情获得点击量、广告等收益 | 网民 P | R_{P1} | 网民参与舆情获得心理满足感、认同等收益 |
| | C_{M1} | 网媒报道舆情的固定初始成本 | | C_{P1} | 网民参与舆情要支付的时间、搜索等成本 |
| | C_{M2} | 网媒进一步报道舆情的发展成本 | | C_{P2} | 网民不参与舆情存在信息滞后的损失 |
| | C_{M3} | 网媒不报道舆情损失的网民关注度 | | C_{P3} | 网媒不报道舆情时,网民想要了解舆情需付出额外成本 |

设网媒采取“报道”策略的概率为 α ,则“不报道”的概率为 $1-\alpha$;网民“参与”的概率为 β ,则“不参与”的概率为 $1-\beta$,且 $\alpha, \beta \in [0, 1]$.因此,可得出双方参与环境事件网络舆情的演化博弈收益矩阵,如表 2 所示.

表 2 两方博弈的收益矩阵

Tab. 2 Income matrix of the two-party game

| 博弈主体及策略选择 | | 网民 P | |
|-----------|-------------------|---|--------------------|
| | | 参与(β) | 不参与($1-\beta$) |
| 网媒 M | 报道(α) | $R_{M1} - C_{M1} - C_{M2}, R_{P1} - C_{P1}$ | $-C_{M1}, -C_{P2}$ |
| | 不报道($1-\alpha$) | $-C_{M3}, -C_{P3}$ | $0, 0$ |

1.1.2 模型求解与分析

由表 2 可知,网媒报道环境事件网络舆情的期望收益为 $U_{M1} = \beta(R_{M1} - C_{M1} - C_{M2}) - (1-\beta)C_{M1}$,网媒不报道环境事件网络舆情的期望收益为 $U_{M2} = -\beta C_{M3}$,则网媒的平均收益为 $U_M = \alpha U_{M1} + (1-\alpha)U_{M2}$.为便于分析环境事件网络舆情的稳定性,可利用微分博弈对网媒策略的复制动态方程进行研究.网媒报道环境事件网络舆情的复制动态方程为

$$F(\alpha) = \frac{d_\alpha}{d_t} = \alpha(U_{M1} - U_M) = \alpha(1-\alpha)[\beta(R_{M1} - C_{M2} + C_{M3}) - C_{M1}]. \quad (1)$$

同理,可得出网民参与环境事件网络舆情的复制动态方程为

$$F(\beta) = \frac{d_\beta}{d_t} = \beta(U_{M1} - U_M) = \beta(1-\beta)[\alpha(R_{P1} - C_{P1} + C_{P2}) - (1-\alpha)C_{P3}]. \quad (2)$$

无政府管控下网媒和网民参与环境事件网络舆情的演化博弈过程可以由式(1)和(2)构成的复制动态方程组来描述^[16].令 $F(\alpha), F(\beta) = 0$,可得出 5 个系统均衡决策点,分别为 $E_1(0, 0), E_2(0, 1), E_3(1, 0), E_4(1,$

1) 及阈值点 $E_0(\frac{C_{P3}}{R_{P1}-C_{P1}+C_{P2}+C_{P3}}, \frac{C_{M1}}{R_{M1}-C_{M2}+C_{M3}})$.

对 $F(\alpha)$ 与 $F(\beta)$ 分别关于 α, β 求偏导数, 可得雅克比矩阵

$$J = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (1-2\alpha)[\beta(R_{M1}-C_{M2}+C_{M3})-C_{M1}] & \alpha(1-\alpha)(R_{M1}-C_{M2}+C_{M3}) \\ \alpha\beta(1-\beta)(R_{P1}-C_{P1}+C_{P2}+C_{P3}) & (1-2\beta)[\alpha(R_{P1}-C_{P1}+C_{P2})-(1-\alpha)C_{P3}] \end{pmatrix}.$$

行列式 J 的值大于 0, 矩阵 J 的迹小于 0 时, 可以判断这 5 个系统均衡决策点是局部稳定点. 在 E_0 点恒有 $a_{11} + a_{22} = 0$, 因此该点为鞍点, 可将其排除, 只需判断余下 4 个点.

1.1.3 模型演化结果分析

由于 α, β 代表双方采取策略的概率变化情况, $\alpha, \beta \in [0, 1]$, 因此可得 $0 \leq \frac{C_{M1}}{R_{M1}-C_{M2}+C_{M3}} \leq 1$ 及 $0 \leq \frac{C_{P3}}{R_{P1}-C_{P1}+C_{P2}+C_{P3}} \leq 1$. 假设 $R_{M1}-C_{M1}-C_{M2} \geq -C_{M3}$, 即网媒认为采取报道策略的收益大于等于采取不报道策略的收益时, 网媒基于自身利益角度考虑会极力主动传播网络舆情; 同理, 当 $R_{P1}-C_{P1} \geq -C_{P2}$ 时, 即网民采取参与策略的收益大于等于采取不参与策略的收益时, 网民也会积极参与网络舆情的讨论. 基于上述分析, 对剩下的 4 个均衡点进行逐一计算, 可得无政府管控下网媒和网民参与环境事件网络舆情演化博弈稳定性结果, 如表 3 所示.

表 3 两方演化博弈稳定性结果

Tab. 3 Stability results of the two-party evolutionary games

| 均衡点 | det J | tr J | 稳定性判别 | 均衡点 | det J | tr J | 稳定性判别 |
|------------|-------|------|-------|------------|-------|------|-------|
| $E_1(0,0)$ | + | - | ESS | $E_3(1,0)$ | + | + | 不稳定 |
| $E_2(0,1)$ | + | + | 不稳定 | $E_4(1,1)$ | + | - | ESS |

由表 3 可知, $E_1(0,0), E_3(1,1)$ 为环境事件网络舆情的演化稳定点策略组合, 如图 1 所示, 以折线 $E_2E_0E_4$ 为界, 将 $E_1E_2E_3E_4$ 分割成 $E_1E_2E_4$ 区域即网媒和网民采取(不报道, 不参与)策略和 $E_2E_3E_4$ 区域即网媒和网民采取(报道, 参与)策略. 当初始状态在 $E_1E_2E_4$ 区域内时, 网媒和网民会采取不参与环境事件网络舆情的策略, 双方策略选择最终会收敛于 $E_1(0,0)$. 当初始状态在 $E_2E_3E_4$ 区域内时, 双方都会参与到环境事件网络舆情中去, 即网媒会采取报道策略, 网民会参与环境事件讨论, 双方策略选择最终会收敛于 $E_3(1,1)$.

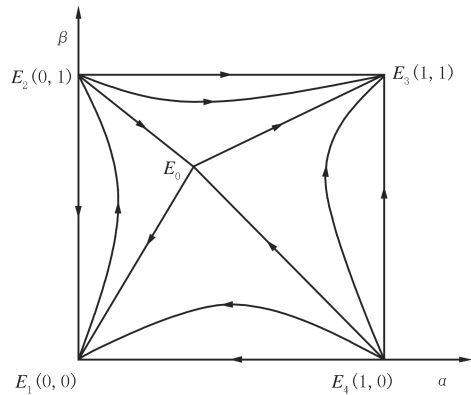


图1 两方博弈的动态演化过程图

Fig.1 Diagram of the dynamic evolution of the two-party game

初始状态在 E_0 点附近时, 细微变化都会影响环境事件网络舆情演化的方向. 环境事件网络舆情的演化更趋向于哪一结果取决于区域 $E_1E_2E_0E_4$ 面积 S_1 和区域 $E_2E_3E_4E_0$ 面积 S_2 的大小. 因此, 通过对 S_1, S_2 面积的计算与比较, 可描述网媒和网民博弈双方长期均衡策略的概率, 如式(3)所示.

$$\begin{cases} S_1 = 1 - S_2, \\ S_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{C_{M1}}{R_{M1}-C_{M2}+C_{M3}} + \frac{C_{P3}}{R_{P1}-C_{P1}+C_{P2}+C_{P3}} \right). \end{cases} \quad (3)$$

S_2 的面积受双方博弈初始状态、改变策略后的收益与成本的共同作用, 当 $S_2 > S_1$ 时, 网络舆情会趋向于(报道, 参与)的稳定均衡状态, 反之则趋向于(不报道, 不参与)状态. 鞍点 E_0 的变动方向受到双方参与成本 C_{M1}, C_{M2}, C_{P1} 和参与前后收益差 $R_{M1}-C_{M2}+C_{M3}, R_{P1}-C_{P1}+C_{P2}+C_{P3}$ 的共同影响. 由于网媒报道环境事件获得点击量、广告等收益很大, 远远大于报道与进一步报道的成本和, 且通过网络“煽动”及网民

“爱看热闹”的心理,使得环境事件舆情的发酵在短期内一发不可收.在没有政府管控的情况下,网媒和网民的策略会逐渐趋向于 $E_3(1,1)$ 稳定均衡点,即从自身利益最大化角度出发,网媒和网民最终的演化策略是(报道,参与).可见,环境事件网络舆情系统会通过网媒和网民演化博弈愈演愈烈,酿成社会舆论危机,这需要政府出面管控舆情的发展.

1.2 有政府管控的演化博弈分析

环境事件网络舆情的演化事关社会秩序的稳定运行,参与主体的策略选择必然会受到政府的管控.在此,考虑到政府的影响,建立政府、网媒、网民的三方博弈模型以分析环境事件网络舆情的演化行为与特征.

1.2.1 模型假设及问题描述

设政府在管控环境事件网络舆情时的策略空间为{管控,不管控}.在表 1 的基础上,加入政府作为博弈主体,三方博弈模型相关参数的设定如表 4 所示.

表 4 三方博弈模型的参数设定

Tab. 4 Parameter setting of the tripartite game model

| 博弈主体 | 参数 | 变量含义 | 博弈主体 | 参数 | 变量含义 |
|----------|-----------------------|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|
| 网媒 M | R_{M1} | 网媒报道舆情获得点击量、广告等等收益 | 网民 P | C_{P1} | 网民参与舆情需支付的时间、搜索等成本 |
| | R_{M2} | 政府积极管控时,给予网媒不报道舆情的奖励 | | C_{P2} | 网民不参与舆情存在信息滞后的损失 |
| | C_{M1} | 网媒报道舆情的固定初始成本 | | C_{P3} | 网媒不报道时,网民想要了解舆情需付出额外成本 |
| | C_{M2} | 网媒进一步报道舆情的发展成本 | 政府 G | R_{G1} | 网媒报道时,政府积极管控舆情能树立良好的形象 |
| C_{M3} | 网民参与时,网媒不报道舆情损失的网民关注度 | R_{G2} | | 在民众参与时,政府积极管控舆情能提高政府公信力 | |
| C_{M4} | 政府积极管控时,处以网媒报道舆情的罚金 | C_{G1} | | 政府对舆情积极管控的成本 | |
| 网民 P | R_{P1} | 网民参与舆情可获得心理满足感、认同感等收益 | C_{G2} | 在网媒报道时,政府消极管控舆情会造成负面影响 | |
| | R_{P2} | 政府积极管控舆情时,给网民带来良好的网络环境 | C_{G3} | 在民众参与时,政府消极管控舆情会损害政府公信力 | |

设政府“管控”网络舆情的概率为 γ ,则“不管控”策略的概率为 $1-\gamma, \gamma \in [0,1]$.由表 4 可得出政府、网媒、网民的策略组合及相应的收益,如表 5 所示.

表 5 三方博弈的收益矩阵

Tab. 5 Income matrix of the tripartite game

| 博弈主体及策略选择 | 网民 P | | 政府 G |
|---------------------|--|---|---|
| | 参与(β) | 不参与($1-\beta$) | |
| 网媒 M 报道(α) | $R_{M1} - C_{M1} - C_{M2} - C_{M4},$ $R_{P1} + R_{P2} - C_{P1},$ $R_{G1} + R_{G2} - C_{G1} + C_{M4}$ | $-C_{M1} - C_{M4},$ $R_{P2} - C_{P2},$ $R_{G1} - C_{G1} + G_{M1}$ | 管控(γ) |
| | 不报道($1-\alpha$) | $R_{M2} - C_{M3},$ $R_{P2} - C_{P3},$ $R_{G2} - C_{G1} - R_{M2}$ | $R_{M2},$ $R_{P2} - C_{P2},$ $-C_{G1} - R_{M2}$ |
| 网媒 M 报道(α) | $R_{M1} - C_{M1} - C_{M2},$ $R_{P1} - C_{P1},$ $-C_{G2} - C_{G3}$ | $-C_{M1},$ $-C_{P1},$ $-C_{G2}$ | 不管控($1-\gamma$) |
| | 不报道($1-\alpha$) | $-C_{M3},$ $-C_{P3},$ $-C_{G3}$ | $0,$ $0,$ 0 |

1.2.2 模型求解与分析

由表 5 的三方收益矩阵可知,网媒报道环境事件网络舆情的期望收益为

$$U_{M1} = \beta\gamma(R_{M1} - C_{M1} - C_{M2} - C_{M4}) + (1-\beta)\gamma(-C_{M1} - C_{M4}) + \beta(1-\gamma)(R_{M1} - C_{M1} - C_{M2}) + (1-\beta)(1-\gamma)(-C_{M1}) = \beta(R_{M1} - C_{M2}) - \gamma C_{M4} - C_{M1}. \tag{4}$$

网媒不报道环境事件网络舆情的期望收益为

$$U_{M_2} = \beta\gamma(R_{M_2} - C_{M_3}) + (1 - \beta)\gamma R_{M_2} + \beta(1 - \gamma)(-C_{M_3}) = \gamma R_{M_2} - \beta C_{M_3}. \quad (5)$$

网媒的平均收益为

$$U_M = \alpha U_{M_1} + (1 - \alpha)U_{M_2}. \quad (6)$$

网媒的复制动态方程为

$$F(\alpha) = \frac{d\alpha}{dt} = \alpha(U_{M_1} - U_M) = \alpha(1 - \alpha)[\beta(R_{M_1} - C_{M_2} + C_{M_3}) - \gamma(R_{M_2} + C_{M_4}) - C_{M_1}]. \quad (7)$$

同理,可得网民和政府的复制动态方程,则整个环境事件网络舆情监管系统三方博弈的系统动力学方程组为

$$\begin{cases} F(\alpha) = \alpha(1 - \alpha)[\beta(R_{M_1} - C_{M_2} + C_{M_3}) - \gamma(C_{M_4} + R_{M_2}) - C_{M_1}], \\ F(\beta) = \beta(1 - \beta)[\alpha(R_{P_1} - C_{P_1} + C_{P_2} + C_{P_3}) + (1 - \alpha)\gamma C_{P_2} - C_{P_3}], \\ F(\gamma) = \gamma(1 - \gamma)[\alpha(R_{G_1} + C_{G_2} + R_{M_2} + C_{M_4}) + \beta(R_{G_2} + C_{G_3}) - C_{G_1} - R_{M_2}]. \end{cases} \quad (8)$$

动力学方程能够反映各博弈主体策略选择的速度和方向,令方程组(8)中的方程都等于0,通过计算推导可得到政府管控下环境事件网络舆情的演化稳定策略.然而,一方面,参与环境事件网络舆情的网媒主体和网民主体数量众多,且各主体之间相互影响,一个网站上可能存在不同性质的网民(意见领袖、社会成员),一个网民也可能在不同网站上讨论该环境事件.这种错综复杂的关系导致满足均衡条件的均衡点求解十分困难.另一方面,假设各方主体是有限理性的,各方须经过长时间的多次、重复博弈才能形成稳定均衡状态,若再考虑延迟因素,则分析更为复杂.因此,尝试基于系统动力学原理,构建网媒和网民参与的、政府管控的SD模型,借助 Vensim 软件对环境事件网络舆情演化过程进行仿真分析,模拟各主体的策略行为,找出环境事件扩散、发酵的影响因素与政府对网媒和网民策略选择的影响作用.

1.3 环境事件网络舆情的系统动力学模型构建

将博弈模型与系统动力学仿真相结合,对推动环境事件网络舆情各主体行为策略选择的影响因素及政府管控措施的作用效果进行分析.在此,先确定环境事件网络舆情的系统边界和各主体间的因果关系,然后构建网媒和网民参与、政府管控的SD模型.

1.3.1 系统边界与因果关系

系统边界既是对目标系统探讨范围的界定,也是对系统组成要素的确定,对系统的行为模式具有决定作用.环境事件网络舆情的发展演化主要受三方面的影响,因此存在网媒、网民及政府3个子系统,各子系统边界以自身利益为纽带对应不同的主体组合.

环境事件网络舆情各方的策略选择都是追求利益最大化的作用结果,因此应从收益角度分析各子系统内部的因果关系.在环境事件网络舆情各子系统内部,存量为各博弈方参与环境事件网络舆情的概率,流量为各博弈方参与环境事件网络舆情的概率的变化率.此外,根据各博弈方关系来拟定各子系统间的因果关系并动态调节相应的辅助变量与常量,以保障网媒、网民及政府3个子系统间彼此的沟通.

1.3.2 系统动力学模型构建

利用系统动力学仿真工具 Vensim PLE 软件对网媒、网民与政府三方的行为选择进行博弈模拟,构建SD演化博弈模型,如图2所示.根据环境事件网络舆情系统边界与因果关系的确定、判别方法及关系式的基本概念^[13],将网媒报道概率、网民参与概率及政府管控概率作为3个水平变量,将各主体策略选择的概率的变化率作为3个速率变量,外加16个辅助变量与常量来实现SD模型的构建.

2 仿真分析

2.1 事件描述

2019年3月21日14时48分,江苏省盐城市响水县陈家港化工园区内发生爆炸,事件发生不到一小时,“抢盐风波”“消防员吸入大量致癌气体牺牲”“盐城市委被指化工整治不彻底”“亲历者:车都抖了”等一系列舆情在微博、微信、知乎等主要网络媒体被传播后,迅速引起了网民的热议,随后其他众多网络媒体纷纷转

发、跟帖,进一步的炒作引发了更多网民及响水县周边民众的担忧与恐慌^[16].在“3·21 响水爆炸事件”愈演愈烈、严重影响社会秩序的情况下,地方政府采取一系列措施,迅速介入网络舆情的管控,积极主动引导媒体报道和社会舆论.随着江苏省本地官方媒体的系列发声、人民日报推送的 20 多条微博及丁香医生、果壳等自媒体的健康传播报道,最后还原了“3·21 响水爆炸事件”真相.

在该事件网络舆情演化过程中,主要涉及网媒、网民及政府 3 个博弈子系统,其演化模式基本符合本文构建的博弈模型,可利用图 2 所示 SD 演化博弈模型进行仿真分析.通过对“3·21 响水爆炸事件”网络舆情扩散的案例分析,对图 2 模型中各变量进行初始赋值,设 $R_{M1} = 8, R_{M2} = 4, C_{M1} = 2, C_{M2} = 3, C_{M3} = 5, C_{M4} = 5, R_{P1} = 2, R_{P2} = 4, C_{P1} = 1, C_{P2} = 3, C_{P3} = 2, R_{G1} = 3, R_{G2} = 3, C_{G1} = 2, C_{G2} = 4, C_{G3} = 4$.基本参数设置为: $INITIAL TIME = 0, FINAL TIME = 72, TIME STEP = 1, Unites for Time = Hour$.由于策略组合只有 1 和 0 两种选择,因此该三方博弈的策略组合共有 8 个,分别为 $E_1(0,0,0), E_2(0,0,1), E_3(0,1,0), E_4(0,1,1), E_5(1,0,0), E_6(1,1,0), E_7(1,0,1), E_8(1,1,1)$,这 8 个策略组合不是都处于稳定状态,任何一方行为有微小的改变都会破坏原有的均衡状态,向其他均衡状态演变.

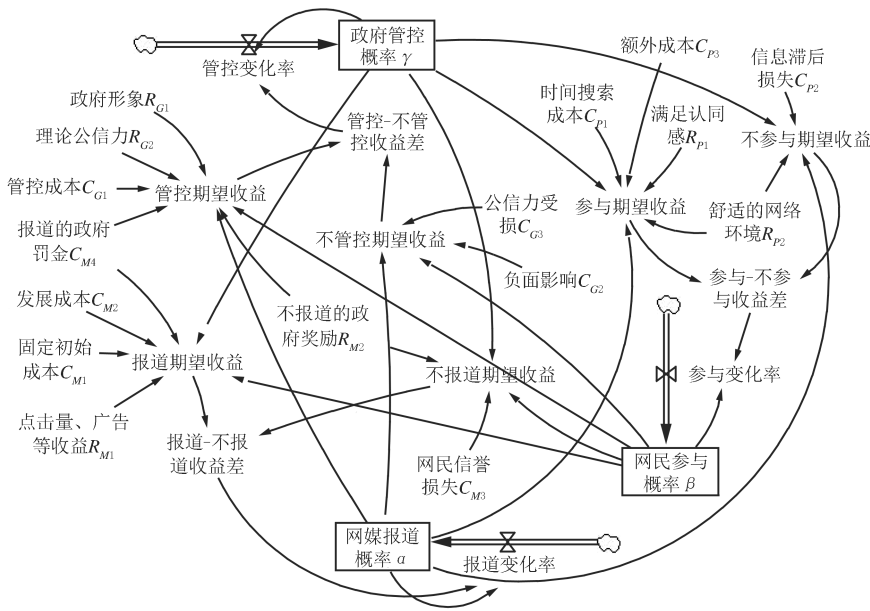


图2 政府管控下网媒和网民的SD演化博弈模型

Fig.2 SD evolutionary game model for Internet media and netizens under government control

2.2 演化结果分析

2.2.1 政府惩罚力度的作用效果

保持其他变量的值不变,仅调节 C_{M4} 的值,演化过程如图 3 所示,3 条曲线分别表示政府罚金 C_{M4} 为 4、5、6 时的仿真结果.可以看出,随着政府惩罚力度的不断加大,网媒和网民在收益矩阵达到稳定均衡点采取报道策略的概率随着时间变化在不断降低;政府罚金的实施对象是网媒,但网民参与与环境事件网络舆情概率的降低幅度明显高于网媒,其参与度消退的速率也很快.这是因为当政府积极管控环境事件网络舆情,采取罚款等惩罚措施且其罚金大于网媒采取报道策略的收益时,网媒基于自身利益必然不会再扩大传播力度.而政府对网媒采取的惩罚,一方面罚金很大程度是由网民间接承担的,并且网民主体中一类特殊参与主体“意见领袖”被归类于网媒主体,因此政府惩罚在某种程度上是由网民承担的;另一方面,当网媒不再报道并且与政府一起共同引导环境事件网络舆情正确走向时,随着网络舆情话题热度的下降及网民疑惑、担心与好奇心的减少,网民对舆情的不当言论参与度必然会大幅度下降,直到网络舆情最终消退.

2.2.2 政府奖励力度的作用效果

同样保持其他变量的值不变,仅调节 R_{M2} 的值,演化过程如图 4 所示,3 条曲线分别表示政府奖励 R_{M2}

为 3、4、5 时的仿真结果.可以看出,政府积极管控时随着对网媒不报道环境事件网络舆情给予的奖励不断增大,网媒和网民参与舆情的概率不断降低;网媒参与网络舆情的概率整体走势低于网民,面对政府的奖励,网媒的反应也更为迅速.究其原因,网媒是直接奖励受益者,而网民更多的是在政府和网媒的引导下选择参与,其行为更易受到外在客观因素的影响.

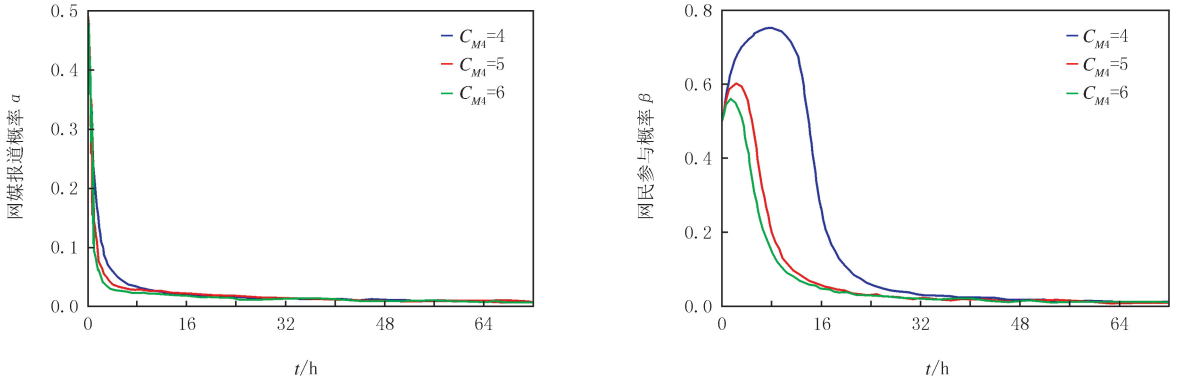


图3 政府罚金变化时网媒和网民策略选择的演化过程

Fig.3 The evolution of Internet media and netizen strategy choices when government fines change

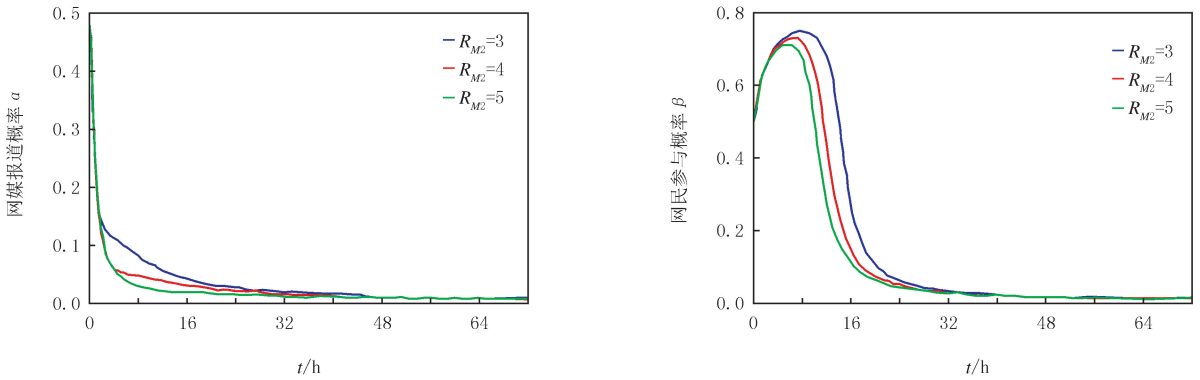


图4 政府奖励变化时网媒和网民策略选择的演化过程

Fig.4 The evolution of Internet media and netizen strategy choices when government incentives change

2.2.3 动态奖惩机制的作用效果

政府的奖励和惩罚都会影响网媒与网民的策略选择.如何更有效地推动环境事件网络舆情参与主体做出正确的选择,从而正确引导环境事件网络舆情的走向,使博弈三方达到稳定均衡状态,可以尝试采取动态奖惩机制进行分析.在图 2 中添加动态惩罚机制的变量关系式:罚金 $F_M = (\text{不报道收益} \times \text{不报道概率} - \text{报道收益} \times \text{报道概率}) \times \text{政府管控概率}$;罚金 $F_P = (\text{不参与收益} \times \text{不报道概率} - \text{参与收益} \times \text{报道概率}) \times \text{政府管控概率}$,动态奖励与动态惩罚关系式的结果互为相反数.如图 5 所示,当 $C_{M2} = 5, R_{M2} = 4$ 时,蓝、红两条曲线分别为静态惩罚机制与动态惩罚机制下网媒与网民采取报道与参与策略的演化过程.可以看出,相比静态惩罚机制而言,动态惩罚机制能够在很大程度上缩短网媒和网民达到均衡稳定状态的时间,同理动态奖励机制亦是如此.因此,运用动态奖惩机制能够有效降低环境事件网络舆情主体的不当言论参与概率.

3 结论与建议

本文分别构建了有、无政府管控的网媒和网民参与环境事件网络舆情演化博弈模型,并对政府管控下的三方动态演化过程进行了系统动力学仿真分析.研究得出 3 点结论:(1)无政府管控的网媒和网民最终演化策略是(报道,参与),通过自身演化很难实现环境事件网络舆情系统的健康稳定发展,这会使得环境事件网络舆情继续发酵,酿成社会舆论危机.(2)政府管控下的环境事件网络舆情参与主体间的策略选择主要受政

府采取的奖励与惩罚机制的影响,运用动态奖惩机制能够有效降低环境事件网络舆情主体的不当言论参与度。(3)网媒作为环境事件网络舆情传播和扩散最直接的利益主体,对政府惩罚力度的敏感性远低于网民,政府对其的惩罚成本很大程度上间接转嫁到了网民身上。

为实现对环境事件网络舆情的有效管控,结合本文的分析结果提出3点政策建议:(1)建立网络舆情监测预警机制,及时掌握舆情动态。政府可利用舆情智能分析技术对环境事件进行自动采集、自动分类、智能过滤、自动聚类、主题检测和统计分析,及时掌握有关舆情动态及危机征兆,并协同相关部门进行会商,为应急预案的实施提出快速决策依据。(2)构建科学的奖惩体制,适度增加奖惩力度,采取动态奖惩治理机制。改变传统的“围”“追”“堵”“压”等高压手段,加强网络生态治理,转化惩罚思路,适时采取应对处置措施,切中网媒主体的利益要害,防止次生舆情危机的发生,阻断舆情的不良嬗变。(3)发挥政府官方媒体的作用,规范网民诉求表达方式。在环境事件网络舆情信息流出后,政府官媒应主动充当“意见领袖”,第一时间披露事件真相,正面回应和引导网民的讨论,消除网民的顾虑与担忧;同时政府还应制定网民行为规范,通过实名发言制度敦促网民对自己的言论负责。

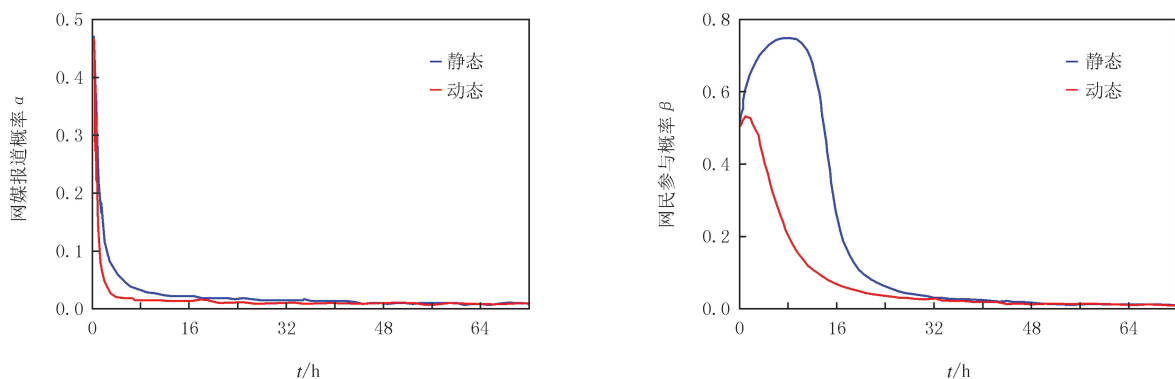


图5 不同惩罚机制下网媒和网民策略选择的演化过程

Fig.5 The evolution of Internet media and netizen strategy selection under different punishment mechanisms

参 考 文 献

- [1] 国家统计局.中国统计年鉴—2022[EB/OL].[2022-12-30].<https://www.stats.gov.cn/sj/ndsj/2022/indexch.htm>.
- [2] 曾子明,方正东.基于熵理论的突发事件舆情演化研究[J].情报科学,2019,33(9):4-8.
ZENG Z M,FANG Z D.Research on evolution of emergency public opinion based on entropy theory[J].Information Science,2019,33(9):4-8.
- [3] 张省,周燕.突发公共卫生事件网络舆情传播机制研究[J].医学与社会,2021,34(6):113-118.
ZHANG X,ZHOU Y.Research on the network public opinion transmission mechanism of public health emergencies[J].Medicine and Society,2021,34(6):113-118.
- [4] KIM K,BAEK Y M,KIM N.Online news diffusion dynamics and public opinion formation;a case study of the controversy over Judges' personal opinion expression on SNS in Korea[J].The Social Science Journal,2015,52(2):205-216.
- [5] 汪伟全.风险放大、集体行动和政策博弈:环境类群体事件暴力抗争的演化路径研究[J].公共管理学报,2015,12(1):127-136.
WANG W Q.Risk amplification,collective action and policy game;a descriptive analysis about environmental groups struggle violence[J].Journal of Public Management,2015,12(1):127-136.
- [6] 王林平,高宇.突发事件网络舆情风险演化规律及防控策略[J].吉首大学学报(社会科学版),2022,43(4):96-107.
WANG L P,GAO Y.The risk evolution law and prevention and control strategy of emergency network public opinion[J].Journal of Jishou University(Social Sciences),2022,43(4):96-107.
- [7] 陈静锋,柴瑞端,刘德海,等.环境污染群体性事件误对策演化博弈分析:基于大连PX事件的案例[J].系统工程,2017,35(2):51-59.
CHEN J F,CHAI R R,LIU D H,et al.Hypergame evolutionary analysis of mass emergency derived from environmental pollution:based on the case of Dalian PX event[J].Systems Engineering,2017,35(2):51-59.
- [8] 徐浩,谭德庆.媒体曝光视角下环境污染邻避冲突多方演化博弈分析[J].系统工程学报,2021,36(4):464-475.
XU H,TAN D Q.Multi-evolutionary game analysis of NIMBY conflicts caused by environmental pollution:from the perspective of media exposure[J].Journal of Systems Engineering,2021,36(4):464-475.

- [9] ZHANG M, LI H. New evolutionary game model of the regional governance of haze pollution in China[J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2018, 63: 577-590.
- [10] 虞铭明, 朱德米. 环境群体性事件的网络舆情扩散动力学机制分析: 以“昆明 PX 事件”为例[J]. *情报杂志*, 2015, 34(8): 115-121.
YU M M, ZHU D M. The analysis of dynamic mechanism about the spread of online public opinion about environmental mass incidents: Take the case of Kunming PX as an example[J]. *Journal of Intelligence*, 2015, 34(8): 115-121.
- [11] CHONGWOO C, PAUL A R. Media, institutions, and government action: Prevention vs. palliation in the time of cholera[J]. *European Journal of Political Economy*, 2016, 41(1): 75-93.
- [12] 李胜. 超大城市突发环境事件管理碎片化及整体性治理研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(12): 88-96.
LI S. Fragmentation and holistic governance of environment emergency incident in megacities[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(12): 88-96.
- [13] 董凌峰. 基于 SD 演化博弈的网络舆情形成阶段主体研究[J]. *情报科学*, 2018, 36(1): 24-31.
DONG L F. Research on the main body of online public opinion formation stage based on SD evolutionary game theory[J]. *Information Science*, 2018, 36(1): 24-31.
- [14] 高山, 刘小舟, 凌双. 突发环境事件中地方政府信息公开行为研究基于上级政府干预的视角[J]. *情报杂志*, 2019, 38(5): 161-168.
GAO S, LIU X Z, LING S. Local government's information disclosure during environmental incident: A study from the upper-level governments' intervention perspective[J]. *Journal of Intelligence*, 2019, 38(5): 161-168.
- [15] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. *Econometrica*, 1991, 59(3): 637-666.
- [16] 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.

The construction and analysis of evolutionary game model for environmental event network public opinion

Zou Lin

(Editorial Department of Journal, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: The effective management of network public opinion on emergency environmental events is of great significance in establishing government credibility and promoting a rule-of-law environment in cyberspace. Based on the theories of evolutionary game and system dynamics, this study analyzes the evolutionary patterns of strategic choices among the participants in environmental event network public opinion under the absence of government control. A three-party network online game field involving online media, netizens, and the government and the system dynamic model are constructed. With the "3 · 21 Xiangshui Explosion" incident as example, through simulation analysis, it is found that the diffusion of environmental event network public opinion is mainly influenced by the government's efforts in rewards and punishments and the dynamic punishment mechanism. To effectively manage network public opinion on environmental events, the government can establish an early warning mechanism of network public opinion monitoring, by developing a scientific dynamic rewards and punishments governance mechanism to regulate the way netizens express their demands.

Keywords: environmental events; network public opinion; evolutionary game; system dynamics

[责任编辑 陈留院 赵晓华]