

# 基于 Bass 模型的谣言传播与控制问题研究

谢 丽<sup>1</sup>, 丁海欣<sup>2</sup>

(1. 山东大学 管理学院, 山东 济南 250100;  
2. 郑州大学 旅游管理学院, 河南 郑州 450001)

**摘 要:**信息时代存在大量的谣言传播,在当前的网络环境下,如果放任不管,则这类谣言将严重危害社会的安定团结,因此有必要研究谣言的传播机理,并进而为有效控制策略的制定提供依据。基于经典的 Bass 模型,从竞争性创新扩散角度构造谣言传播与控制模型,分析了谣言传播系统的稳定性条件与可能的扩散结果,并利用系统动力学仿真技术探索了典型情形下谣言传播的规律及控制与影响策略的实施要点。仿真及数理分析结果显示,真实信息的介入时间对于遏制谣言传播具有重要影响,但为了最终阻止谣言传播,还需要考虑到如何积极地影响谣言采纳者与真实信息接受者之间的互动,从而从根本上消除谣言。研究同时揭示,不仅需要注意谣言控制的结果,更应注重过程。

**关键词:**Bass 模型;谣言传播;谣言控制;舆情;仿真

**中图分类号:**TP391.9;G206.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2018)11-0103-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.11.023

## Research on Propagation and Control of Rumor Based on Competitive Bass Model

XIE Li<sup>1</sup>, DING Hai-xin<sup>2</sup>

(1. School of Management, Shandong University, Jinan 250100, China;  
2. School of Tourism Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** There are vast propagations of rumors in information age. At current network situation, without controls, these propagations would endanger the stability and unity of the society seriously, hence it is necessary to investigate the law of propagation and further design effective strategies for the control of rumors. Based on the classic Bass model, from perspective of competitive innovation diffusion, we construct models for rumor propagation and control strategies, then analyze the stability conditions and outcomes of rumor propagation system, and employ system dynamics simulation technique to explore the law of rumor propagation and the critical points for the implementation of rumor control and intervention strategies under typical settings. The results of simulation and mathematical analysis indicate the timing of authentic information intervention has a great effect upon the propagation of rumor, but in order to suppress the propagation of rumor finally, it needs to effectively impact the interactions between the adopters of rumor and the adopters of authentic information to eliminate rumor completely. Besides, we also expose that both result and process control are important for rumor control and intervention.

**Key words:** Bass model; propagation of rumor; control of rumor; public opinion; simulation

## 0 引 言

当下所处的时代被称为“自媒体”与 Web2.0 时代,在这样的时代,随着微信、微博与 Facebook 等工具的大量传播与使用,信息将会以更快速度在公众之中传播。但在信息便利与快速传播的同时,未经核实甚或有意歪曲的言论也将大量扩散,从而对社会安定造成程度不同的危害。在此背景下,谣言,特别是网络谣言或虚假网络舆情的传播与控制就成为研究的热点话

题,并具有不言而喻的现实意义。

关于舆情传播与控制的研究可以在不同层次并以不同方法展开。比如不少已有研究往往是在传染病框架下展开的<sup>[1-2]</sup>。这类研究关键在于划分个人面向谣言的不同状态,比如,在经典的 SIR 框架下,兰月新<sup>[3]</sup>就将谣言的潜在接受者划分为无知者、传播者和免疫者。当然还可能存在其他更复杂的状态,比如范纯龙等<sup>[4]</sup>就在 SIR 基本框架之外增加了潜伏状态,梁新媛

收稿日期:2017-12-15

修回日期:2018-04-24

网络出版时间:2018-06-29

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(12YJC630034);河南省教育计划人文社会科学研究项目(2017-ZZJH-519)

作者简介:谢 丽(1990-),女,博士研究生,通讯作者,研究方向为创新扩散、舆情控制;丁海欣,讲师,博士,硕导,研究方向为创新扩散。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20180629.1700.016.html>

等<sup>[5]</sup>则考虑了沉默状态。但对谣言的研究不仅应当关注谣言自身的传播,同时需要考虑与谣言相对的真实信息的接受与传播,因此,万贻平等<sup>[6]</sup>与郭强等<sup>[7]</sup>探讨了真实信息在消除谣言传播中的作用。从这个视角出发,姜景等<sup>[8]</sup>直接将微博舆论中的谣言与辟谣传播视为一种动态的竞争性过程,这类研究往往在宏观层面上展开。除此之外,另外一类研究从微观角度出发,借助于当前的个体仿真技术与复杂网络研究,考虑位于一定社会网络结构中的个体如何接受并传播谣言,比如,余乐安等<sup>[9]</sup>所做的研究就属于这一性质。

视角与技术的选择应该考虑研究的目的。文中研究主要从宏观角度讨论谣言的传播与控制,并将谣言的传播视为信息传播过程。从这一选择出发,创新扩散研究中经典的 Bass 模型<sup>[10]</sup>就是一类非常合适的研究框架,在 Bass 模型框架下,已有研究展开相关讨论。宋之杰等<sup>[11]</sup>讨论了突发事件谣言信息的扩散,魏玖长等<sup>[12]</sup>则研究了危机信息的传播模式,分析了渠道系数的影响,但这类研究仍有可以继续推进之处。

## 1 基于 Bass 模型的谣言传播与控制模型

Bass 模型提出于 1969 年,之后成为营销领域最具影响的模型之一。Bass 明确提出传播理论对其构造创新扩散模型的影响,因此,利用 Bass 模型来理解谣言的传播与控制具有天然的适用性。下面首先简要回顾 Bass 模型的基本内容。

### 1.1 Bass 模型及其扩展

#### 1.1.1 经典 Bass 模型

Bass 认为创新的潜在采纳者将受到两类传播渠道影响:大众传播与人际传播。创新的采纳者又可以被划分为两类:创新者与模仿者。其中,创新者将只在大众传播的影响下采纳创新,模仿者则因为人际传播而采纳创新。离散情形下 Bass 模型可以表述如下:

$$n(t) = [p + \frac{q}{m}N(t)][m - N(t)] \quad (1)$$

其中,  $n(t)$  表示时刻  $t$  新增采纳者数量;  $N(t)$  表示截至时刻  $t$  累计采纳者数量(不包含第  $t$  期,下同);  $p$  与  $q$  被 Bass 称为创新系数与模仿系数, Sterman 将之解释为描述大众传播(比如广告)与人际传播渠道影响的重要参数<sup>[13]</sup>;  $m$  被规定为创新扩散的潜在规模,通常设定在传播过程中将保持不变。

#### 1.1.2 竞争性情境下的 Bass 模型扩展

经典 Bass 模型为描述与预测产品类别层面的创新扩散提供了重要的参考框架,但从具体企业或品牌角度看,创新扩散往往面临竞争,因此有必要对之做出扩展。以存在两类品牌竞争的情形为例,很容易将 Bass 模型作以扩展以容纳竞争情形下的创新扩散。

$$n_1(t) = [p_1 + \frac{q_1}{m}N_1(t)][m - N_1(t) - N_2(t)] \quad (2)$$

$$n_2(t) = [p_2 + \frac{q_2}{m}N_2(t)][m - N_1(t) - N_2(t)] \quad (3)$$

其中,  $n_1(t)$  与  $n_2(t)$  分别表示时刻  $t$  品牌 1 与品牌 2 的新增采纳者数量;  $N_1(t)$  与  $N_2(t)$  表示截至时刻  $t$  各自的累计采纳者数量;  $p_1$ 、 $q_1$  与  $p_2$ 、 $q_2$  分别表示两个品牌各自的创新系数与模仿系数。

### 1.2 基于竞争性 Bass 模型的谣言传播与控制模型

#### 1.2.1 不考虑接受后状态转换的模型构建

可以将谣言传播过程类比为个体对新产品的采纳过程。从竞争性创新扩散角度看,可以认为在谣言传播过程中存在两类“新产品”:真实信息与谣言。其中真实信息既可以通过正规渠道(比如官方新闻媒体)传播,也可以因潜在接受者与已接受真实信息公众的互动而传播,谣言则通过人际传播而在人群中扩散。真实信息与谣言显然不可能同时被个体所接受,因此,可以将真实信息与谣言之间的关系视为竞争性的。在不考虑信息接受之后状态改变的情况下,可以将以上竞争性创新扩散框架做如下修正以适应谣言传播与控制情形。

$$n_a(t) = [p_a(t) + \frac{q_a}{m}N_a(t)][m - N_a(t) - N_r(t)] \quad (4)$$

$$n_r(t) = \frac{q_r}{m}N_r(t)[m - N_r(t) - N_a(t)] \quad (5)$$

其中,  $n_a(t)$  表示在时刻  $t$  新增的接受真实信息的公众数量;  $N_a(t)$  为累计数量;  $p_a(t)$  表示正规渠道对于真实信息接受的影响,该表达式与竞争扩散模型不同之处在于该影响被表示为时间的函数,原因在于,在不少情形下,辟谣信息往往以滞后方式被引入。如果用  $\tau$  表示真实信息的介入时间,这就意味着如果  $t \leq \tau$ , 则  $p_a(t) = 0$ 。为简化分析,研究同时假设真实信息在引入之后其作用保持不变,因此  $p_a(t)$  在本研究中具有以下形式:

$$p_a(t) = \begin{cases} 0, & t \leq \tau \\ p_0, & t > \tau \end{cases} \quad (6)$$

一般而言,  $\tau \geq 0$ 。如果  $\tau < 0$ , 则可以视为舆情管控部门事先已经得知可能的谣言传播,从而积极并有意识地传递真实信息。

$q_a$  表示真实信息在人际传播过程中的“感染”系数。

$n_r(t)$  表示在时刻  $t$  新增的接受谣言的公众数量;  $N_r(t)$  为累计数量;  $q_r$  表示谣言人际传播过程中的“感

染”系数。谣言,特别是网络谣言传播往往具有“传播速度快、范围广”等特点<sup>[1]</sup>,因此,可以设定  $q_r \geq q_a$ 。

此外,对于谣言传播,有  $N_r(0) = N_r^0 > 0$ ,  $N_r^0$  可以理解为谣言源头的数量。

1.2.2 考虑接受后状态转变的模型构建

以上模型中的  $n_r(t) \geq 0$ ,这意味着谣言在传播之后将在公众中持续保持,这显然与现实及舆情管控的目标不一致:现实方面,谣言不可能持续存在;从舆情管理角度看,谣言显然应予以消除。

因此,文中研究认为,在接受不同信息之后,信息接受者之间仍会出现状态转移,具体而言,即随着权威渠道的介入,谣言接受者可能会转变为真实信息的接受者,而谣言接受者与真实信息接受者之间的互动也会使两者的状态发生转变,即从谣言接受者转变为真实信息的接受者,或出现相反的转变。竞争思路是构造谣言扩散的自然思路<sup>[8,11]</sup>,但这类研究往往没有考虑这种接受后的状态转变。基于以上考虑,可以将上述模型做如下修正:

$$n_a(t) = [p_a(t) + \frac{q_a}{m}N_a(t)][m - N_a(t) - N_r(t)] + [p_{a \leftarrow r}(t) + q_{a \leftarrow r} \frac{N_a(t)}{m}]N_r(t) \tag{7}$$

$$n_r(t) = \frac{q_r}{m}N_r(t)[m - N_a(t) - N_r(t)] - [p_{a \leftarrow r}(t) + q_{a \leftarrow r} \frac{N_a(t)}{m}]N_r(t) \tag{8}$$

其中,  $p_{a \leftarrow r}(t) \geq 0$ ,表示真实信息对谣言接受者的影响,同样设定在真实信息介入之后,该影响保持不变;  $q_{a \leftarrow r}$  体现谣言接受者与真实信息接受者之间互动的净效果,如果  $q_{a \leftarrow r} \geq 0$ ,两者交互将造成更多的真实信息接受者,否则将造成更多的谣言接受者。

针对以上模型,容易得到关于系统稳定演化结果的如下结论:只要  $p_{a \leftarrow r} + q_{a \leftarrow r} \geq 0$ ,则谣言最终会被消除;若  $p_{a \leftarrow r} + q_{a \leftarrow r} < 0$ ,则真实信息与谣言将并存,此时有  $p_{a \leftarrow r} + q_{a \leftarrow r} \frac{N_a(t)}{m} = 0$ ,因此,若记最终稳定的真实信

息接受者比例为  $s_a$ ,则  $s_a = \frac{N_a(t)}{m} = -\frac{p_{a \leftarrow r}}{q_{a \leftarrow r}}$ 。

2 仿真结果分析

以上分析给出了关于谣言传播最终状态的若干定性结果,但考虑到模型的复杂性与演化过程的多样性,文中将利用系统动力学技术,通过仿真分析方式探索典型情形下谣言传播及谣言控制策略的过程与结果。

仿真分析主要讨论谣言接受者与真实信息接受者间交互对于谣言传播过程与最终结果的影响,并对其参数(主要是介入时间延迟)的调节性影响做出考

察。基本参数设定分别为:  $m = 2\,000$ ,真实信息介入之后的  $p_a = 0.05$ ,  $q_a = 0.1 < q_r = 0.2$ ,  $N_r^0 = 100$ 。其他参数设定如表 1 所示。

表 1 仿真参数设定

	$\tau$	$p_{a \leftarrow r}$	$q_{a \leftarrow r}$
情形一(s1)	0	0	0
情形二(s2)	10	0	0
情形三(s3)	10	0.025	-0.02
情形四(s4)	0	0.025	-0.02
情形五(s5)	0	0.025	-0.1

仿真总时长为 100 回合,相关结果如图 1 所示。基于之前的理论分析,结合这里的仿真结果,可以得到如下结论。

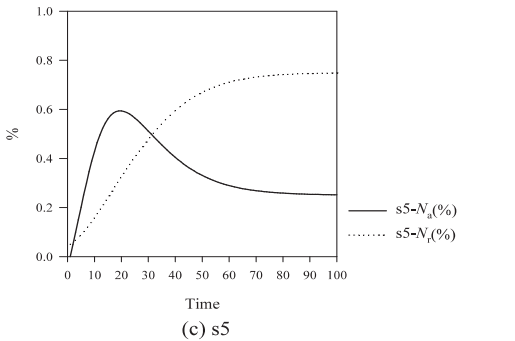
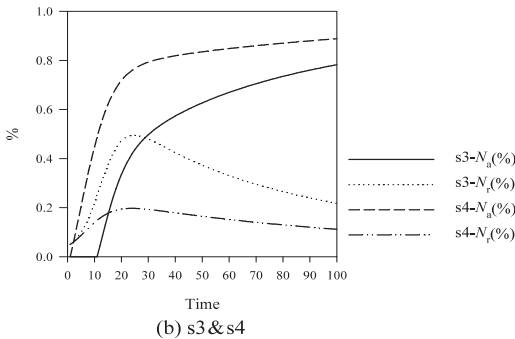
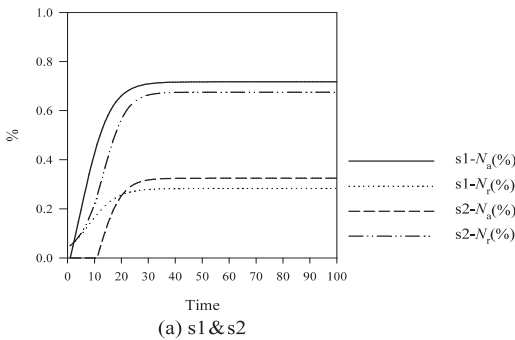


图 1 不同情境下谣言传播演化的仿真结果

第一,如果不考虑接受后状态转变,则介入延迟将严重影响真实信息的接受结果,仿真结果显示,与情形一相比(真实信息接受者比例为 71.7%),情形二相应结果为 32.5%,延迟的影响不可谓不严重。

第二,在引入接受后状态转换之后,演化结果(比如,情形三在模拟结束时刻,真实信息接受者比率为

78.4%,显著不同于情形二的结果)与演化过程均会发生变化,因此如果的确会存在接受后状态转化,则已有不考虑这种转化的模型显然无法很好地描述现实。

第三,即便考虑到接受后状态转化的扩散最终结果并不取决于延迟时间,但考虑到扩散过程的不同(s3与s4情形),基于已有的仿真结果,则及早介入显然会降低实际工作的难度,并减轻谣言可能造成的实际影响。具体而言,对于s3与s4,两者均满足 $p_{a \leftarrow r} + q_{a \leftarrow r} \geq 0$ 这一条件,在当前的研究框架下,可以预期两种情境的最终均衡结果将会相同(即谣言被完全消除),但谣言的实际影响及舆情管控难度显然并不相同。

为了更清晰地看到这一点,如果假设在谣言传播过程中每一时刻接受谣言的人数比例可以反映谣言所带来的社会压力,则传播整个过程中受谣言影响的人数比例累计将能较好地体现谣言的全过程影响。针对情形s3与s4,得到的结果如图2所示。显然,两种传播路径具有差别极大的社会影响与控制难度。从具体数据看,在当下的仿真设定下,s3情形对应累计结果为32.5,s4情形对应结果为15.0,前者是后者的2倍多,因此差别不可谓不大。

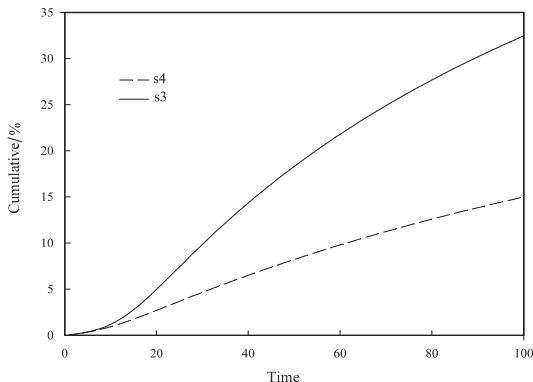


图2 谣言传播累计影响

最后,s5的仿真结果显示,即便交互不利于真实信息的传播,但只要存在真实信息的介入,则真实信息必然不能完全消灭,从动态的角度看,这为后续调整管控策略以最终消除谣言提供了一定的有利条件。

### 3 结束语

研究从竞争性创新扩散角度构造了谣言传播与控制模型,并通过系统动力学仿真方式讨论了典型情况下的谣言传播情况,分析了谣言控制策略的实施要点。结果显示,考虑到接受后状态转变的谣言传播模型应该更符合现实,并为理解谣言控制提供了更多思考的可能性。

基于数学模型与仿真结果,研究发现,一方面,真实信息的及早介入,以及真实信息的质量(影响交互

系数)都将有利于谣言的抑制与消除,但为了达到更好的结果,两者缺一不可。另一方面,谣言控制不仅要考虑控制结果,同时也应该考虑控制过程,而之前的相关工作往往重视结果而忽视过程。为了体现过程的影响,研究增加了关于累计影响方面的讨论,根据文中分析,即便最终结果一样,但谣言的管控难度与影响却往往大大不同,因此必须重视管控工作的过程质量。

当然,即便考虑到了采纳后状态转化,现有模型与仿真仍有可以改进之处,比如公众除了当前考虑到的状态还具有其他状态(比如进入沉默状态,从而既不传播真实信息,也不传播谣言),而仿真情境也可以有其他选择,这都是未来研究值得探讨之处。此外,为了体现个体的异质性及其所面临局部情境的差异性,有必要考虑将整体层面上模型扩展至微观层面,从而提高模型对现实的解释力。

### 参考文献:

- [1] 张芳,司光亚,罗批. 谣言传播模型研究综述[J]. 复杂系统与复杂性科学,2009,6(4):1-11.
- [2] 李丹丹,马静. 复杂社会网络上的谣言传播模型研究综述[J]. 情报理论与实践,2016,39(12):130-134.
- [3] 兰月新. 突发事件网络舆情谣言传播规律模型及对策研究[J]. 情报科学,2012,30(9):1334-1338.
- [4] 范纯龙,宋会敏,丁国辉. 一种改进的SEIR网络谣言传播模型研究[J]. 情报杂志,2017,36(3):86-91.
- [5] 梁新媛,万佑红. 媒体介入下的谣言传播模型及其控制策略[J]. 南京邮电大学学报:自然科学版,2017,37(1):120-126.
- [6] 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):240501.
- [7] 郭强,刘新惠,胡兆龙. 真实信息发布在谣言传播中的作用研究[J]. 计算机应用研究,2014,31(4):1031-1034.
- [8] 姜景,李丁,刘怡君. 基于竞争模型的微博谣言信息与辟谣信息传播机理研究[J]. 数学的实践与认识,2015,45(1):182-191.
- [9] 余乐安,李玲,戴伟,等. 危化品水污染事件中政府危机信息公布策略与网络舆情扩散研究:基于多主体模型[J]. 管理评论,2016,28(8):175-185.
- [10] BASS F M. A new product growth model for consumer durables[J]. Management Science,1969,15(1):215-227.
- [11] 宋之杰,乔芬,石蕊. 基于BASS模型的突发事件谣言信息扩散研究[J]. 情报杂志,2016,35(1):100-104.
- [12] 魏玖长,周磊,赵定涛. 基于BASS模型的危机信息扩散模式[J]. 系统工程,2011,29(9):16-22.
- [13] STERMAN J D. Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world[M]. [s.l.]: McGraw-Hill Education,2000.