

文章编号: 1000-5013(2013)01-0040-06

无标度 BA 网络上对立舆论的传播规律

唐小侠¹, 贾贞¹, 董元元²

(1. 桂林理工大学 理学院, 广西 桂林 541004;
2. 桂林理工大学 信息科学与工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 通过在无标度 BA(Barabási-Albert)网络上设计个体的局部相互作用规则,讨论对立舆论在 BA 网络中的传播规律.将对立舆论传播过程分为自由传播和竞争传播两个阶段,并设置自由传播阈值 m_1 和竞争传播阈值 m_2 ,传播深度 h .实验结果表明:随着 m_1, m_2 值的变化及传播深度 h 的变化,对立舆论在网络中呈现出不同的分布情况,从而导致舆论传播的最终结果不同.

关键词: BA 网络; 对立舆论; 自由传播; 竞争传播; 传播阈值; 传播深度

中图分类号: O 213.3; G 206

文献标志码: A

社会是一个开放的复杂系统,舆论是这个系统固有的特征,舆论的传播呈现纷繁复杂的形式,成为社会系统典型的复杂问题.在当今信息时代,舆论通过各种信息交流方式在社会网络中迅速传播,其结果对社会政治、经济、科技和文化等各个领域都具有极大影响力.因此,研究舆论在社会中传播模型和演化规律具有重要的现实意义.传统的传播模型往往用一组确定性的微分方程来描述整体传播演化规律,主要有 SI 模型, SIS 模型和 SIR 模型^[1-3],其基本假设是把社会人际关系看成规则网络.然而,近年来的研究表明,社会关系网络既不是规则网络也不是完全随机网络,而是介于二者之间的具有小世界和无标度特性的复杂网络.复杂网络理论的发展为人们研究各种传播行为提供了新思路和新方法,使人们能更贴近现实地去研究人类社会的各种传播现象和规律.近年来,一种新的研究趋势是将人类各种动力学行为与复杂网络结合起来,在复杂网络上构建和模拟人类社会中的舆论模型及其演化.文献[4]研究在小世界网络上的舆论演化;文献[5]研究了无标度 BA(Barabási-Albert)网络上的不可逆舆论传播和随机舆论传播模型等.这些传播模型大都是基于平均场理论所建立的模型,所得结论与现实传播现象存在较大差异.有学者提出了复杂系统建模新方法,即为系统设定一些规则,让其在一定的环境下自发的演化,然后考察系统演化过程中涌现出来的若干性质.这种用基于局部个体空间相互作用的微观离散动力学模型代替宏观的整体模型的方法,成为研究复杂系统整体行为的非常有效的手段,已经在计算机病毒传播、传染病传播、危机传播研究中取得了不少成果^[6-8].本文针对社会上广泛存在的两种对立舆论传播问题展开研究,应用上述复杂系统建模的新方法,在无标度 BA 网络基础上建立一个对立舆论传播模型.

1 对立舆论的传播模型

1.1 模型假设

在现实社会中,存在很多两种对立意见的情况,而持两种对立的舆论观念人会通过人际关系影响他人的观念,并在社会关系中传播并展开竞争,最终达成某种共识,形成一种群体舆论导向.基于此,把对立舆论的传播过程分为两个阶段,即自由传播阶段和竞争传播阶段.一般地,一个新事物或新产品出现,最开始是少数人接触到它们并对其产生某种评价,然后以他们的观念影响其他的观念,即将这个阶段称

收稿日期: 2012-02-27

通信作者: 贾贞(1965-),女,教授,主要从事复杂网络和混沌控制的研究. E-mail:jjjzzz0@163.com.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(61164020,61004101);广西自然科学基金资助项目(2011GXNSFA018147);广西空间信息与测绘重点实验室资助项目(桂科能 1103108-24)

为自由传播阶段. 当这些观念在社会上扩散到一定程度, 正反两方面信息会同时去影响一个人, 这时两种对立舆论会出现竞争, 则把这个过程称为竞争传播阶段.

为简化模型, 给出以下 4 点假设:

- 1) 整个传播过程都建立在无标度 BA 网络 w 上;
- 2) 两个传播阶段在时间上是不交叉的, 即先进行自由传播, 经过一段时间后再进入竞争传播阶段;
- 3) 两种对立的舆论分别用 1 和 -1 来标识, 0 代表中立观点, 而 1 为支持正方舆论, -1 为支持反方的舆论, $g_i (g_i \in \{-1, 1, 0\})$ 表示节点 $d_i (d_i \in \{w\})$, 具有的舆论观点值;
- 4) 网络的总节点数为 N .

1.2 BA 网络的对立舆论传播演化规则

1.2.1 自由传播规则 自由传播是指两种对立的舆论从舆论源开始按照一定的规则向外传播, 直到舆论在整个系统扩散开来. 在舆论传播中, 有大量影响传播的不确定因素, 如个体本身的意识形态、利益背景、心理因素、媒体与个体间的相互影响, 以及个体间大量意见的交换与态度的改变等, 都体现了复杂性与不确定性特征.

考虑到影响舆论传播的不确定因素, 首先, d_i 给每一个节点赋予一个个人影响因子 $\delta_i (\delta_i \in [0, 1])$, 代表该节点在网络中的影响力权重. 其次, 在整个社交网络 w 中信息的传播一般在关系较多且影响力较大的人开始传播, 故选取系统中度比较大的节点作为舆论源, 且对这些节点赋予比较大的个人影响因子. 选取度最大的 6 个节点 $w' = (d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6)$ 为舆论源. 初始时刻, 随机赋予其中 3 个节点正舆论; 另外 3 个节点为负舆论. 对舆论源之外的节点, 令它们的舆论观点为中立观点值, 即 $g_k = 0 (d_k \in \{w - w'\})$.

自由传播规则有如下 3 个主要步骤.

步骤 1 在舆论观点值不等于 0 的节点中随机选择节点 d_i , 再在与 d_i 相连一个中立节点中随机地选择一个节点 d_j , 个人影响因子 $\delta_i - \delta_j > m, g_j = g_i; \delta_i - \delta_j \leq m$, 则不做改变. 其中: $m (m \in [0, 1])$ 为舆论传播阈值.

步骤 2 若网络中仍存在舆论观点值为 0 的节点 $d_i (g_i = 0)$, 则把与其相邻各节点的观点值相加, 记为 $\sum g$. 当 $\sum g > 0$, 则 $g_i = 1$; 当 $\sum g < 0$, 则 $g_i = -1$; 当 $\sum g = 0$, 若 $i \in \{\text{奇数}\}$, $g_i = 1$, 若 $i \in \{\text{偶数}\}$, $g_i = -1$.

步骤 3 重复步骤 2, 直到网络中各节点的舆论观点值 g_i 不发生变化, 停止.

1.2.2 竞争传播规则 对立舆论的竞争传播, 就是在对立舆论的自由传播结束后, 两个持有不同舆论但却相连的节点之间的按照一定规则的相互影响和作用的过程. 其传播过程按如下规则进行:

在舆论竞争阶段, m 为舆论竞争阈值. 演化中, 每一步都任意的选取一个节点 d_i , 并随机的选择与它相连的另一个节点 d_j . 如果 $\delta_i - \delta_j \leq m$, 则去掉节点 d_i 与节点 d_j 之间的连接, 并随机选取一个节点 d_k 与 d_i 相连, 要求 $g_i = g_k, d_i$ 和 d_j 原先不相连; 如果 $\delta_i - \delta_j > m$, 则将 g_i 赋予 g_j . 结合现实社会的情况, 做如下规定: 对立舆论演化进行到一定程度, 如果持有某个舆论的观点值的总节点的个数小于该舆论的舆论源的节点的个数的两倍, 就认为该舆论已无生命力, 即该舆论在舆论竞争中被淘汰.

2 数值模拟与结果分析

在舆论的自由传播中, 两种舆论的观点在 BA 网络中传播, 起初舆论节点 $N = 2\ 000$ 个, 正、负舆论节点各为 3 个, 其余为无观点节点. 自由传播阈值 m 自身的实际意义: 当人们不加思索或是没有自己思想的时候, 很容易受到外界思想的影响或是被同化; 当人们具有一定的辨别能力或是有自己的观点的时候, 外界思想要影响或是同化就有点困难; 当人们辨别能力比较强或是对自己的观点持之不变的时候, 外界思想就比较难以传播或是根本不能扩散.

在舆论的自由传播中, 当阈值 $m = 0, h = 7$ 时, 正、负舆论扩散至整个网络, 正、负舆论及无观点节点占网络节点总数的比例 (γ) 分别为 39%, 61%, 0%, 如图 1 所示. 图 1 中: γ 为各舆论占网络节点总数的比例; n 为步数.

随着阈值 m 的增加,正、负舆论在网络上的传播愈加困难,正、负舆论节点占网络节点总数的比例逐步降低,如图 2 所示.从图 2 可知:当 m 接近 1 时,正、负舆论基本无法传播,实验结果与现实相符.

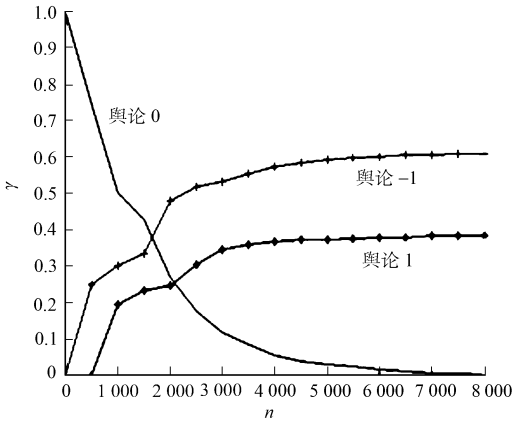


图 1 舆论的自由传播结果

Fig. 1 Result of public opinion free dissemination

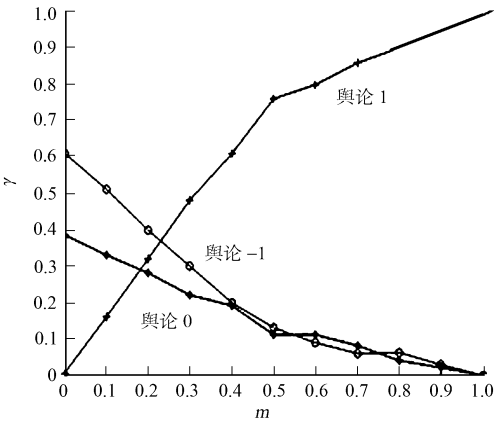
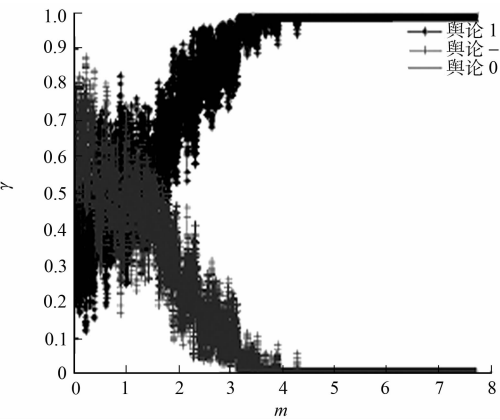


图 2 各舆论占总数的比例与阈值的关系

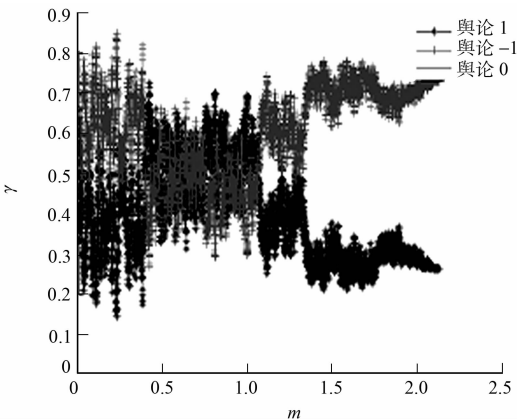
Fig. 2 Relationship between of threshold and the percentage of each public opinion

自由传播结束后,正、负舆论进入竞争阶段,持有两大对立舆论的人通过人际关系产生相互的影响和作用,于是对立舆论开始进入竞争传播阶段.根据竞争传播规则,针对阈值 m_2 的变化对舆论竞争的影响进行了实验.

对参数 m 进行了大量的实验验证, m 的取值均是来自现实生活,有其现实的意义,并不是大量数据的平均值.不同传播阈值下,舆论的自由传播结果如图 3 所示.从图 3 可知:当 $m_2=0$ 时,根据阈值 m 的现实意义,一方的思想容易受到影响而改变,计算机模拟的结果与现实相符,舆论 1 在较短时间内就将舆论 -1 打败;当阈值 m 增大时,两大舆论相互交织一段时间后分开,一方获胜,一方被打败;随着 m 的增大,双方对自己持有的思想有一定的坚持,在交互过程中,要想快速改变对方的思想就有点困难,计算机模拟的结果与现实相符.



(a) $m_2=0$



(b) $m_2=0.1$

图 3 不同传播阈值的舆论自由传播结果

Fig. 3 Result of public opinion free dissemination with different propagation threshold

在自由传播过程中,消息随着传播节点数的增加消息的力度会慢慢减弱.传播深度 h 的数值选取是通过大量的实验所得,不是其平均值.当阈值 m 为 0.1 时,无论传播深度 h 取值多少,各观点值在总节点中所占的比例均没有发生变化,如图 4 所示;而当传播深度 h 一定时,不同的阈值 m 就会对应不同的各舆论观点值所占的比例,如图 2 所示.

自由传播结束后,两大对立舆论已经扩散到整个网络,持有两大对立舆论的人通过人际关系产生相互的影响和作用.于是,对立舆论开始进入竞争传播阶段.根据竞争传播规则及在竞争传播过程中演化参数 a 和传播深度 h 对传播的影响,对参数 a 进行了大量的实验验证,限于篇幅,仅给出两个例子.

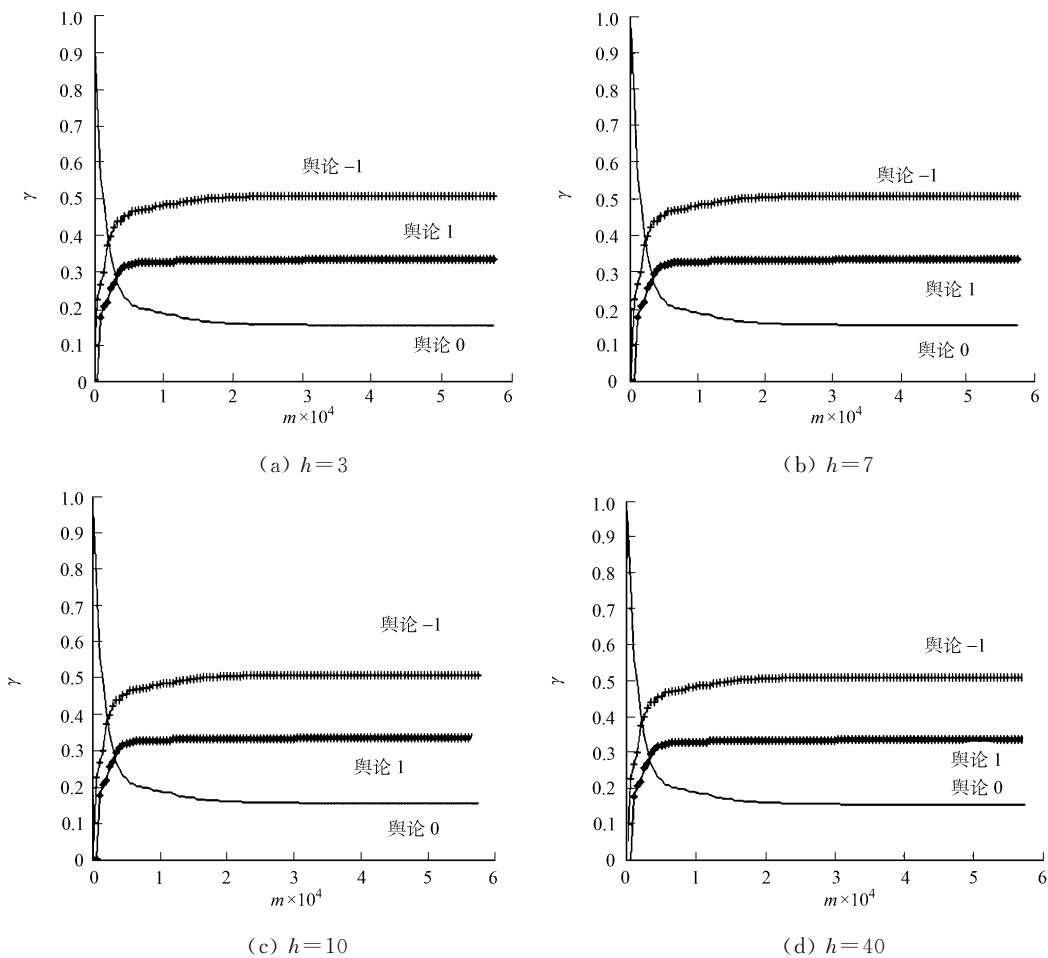


图 4 传播深度对各舆论观点值的影响

Fig. 4 Affects of propagation depth for value of all public opinion view

1) 当演化参数 $a > 0.01$ (0.01 是通过大量的实验模拟取得, 不是根据现实数据) 时, 自由传播和竞争传播不再是两个独立的不交叉的过程, 而是相互融合的, 自由传播和竞争传播同时进行的过程, 如图 5 所示.

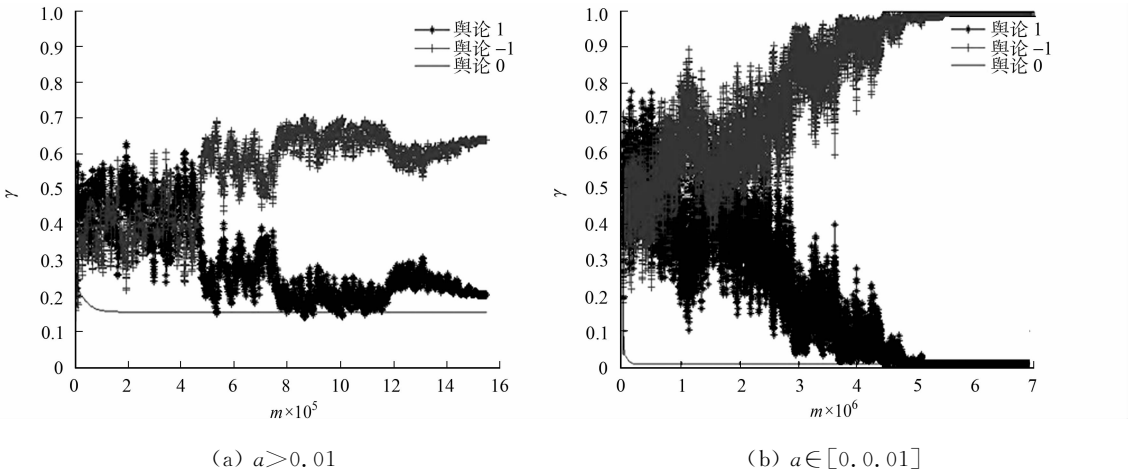


图 5 演化参数对各舆论观点值的影响

Fig. 5 Affects of evolution parameter for value of all public opinion view

2) 当演化参数 $a \in [0, 0.01]$ 时, 自由传播和竞争传播为两个相互独立的过程, 如图 6 所示.

在对立舆论的竞争中, 当阈值 $m=0$, 演化参数 a 一定时, 不同传播深度, 其竞争传播呈现不同的竞争趋势, 如图 6 所示. 从图 6 可知: 传播深度与竞争分离程度呈正相关关系, 当传播深度 h 越大, 竞争的趋势就越明显, 两大势力就分离的越快. 现实生活中, 消息在传播过程中总有能量的损耗, 如果传播的

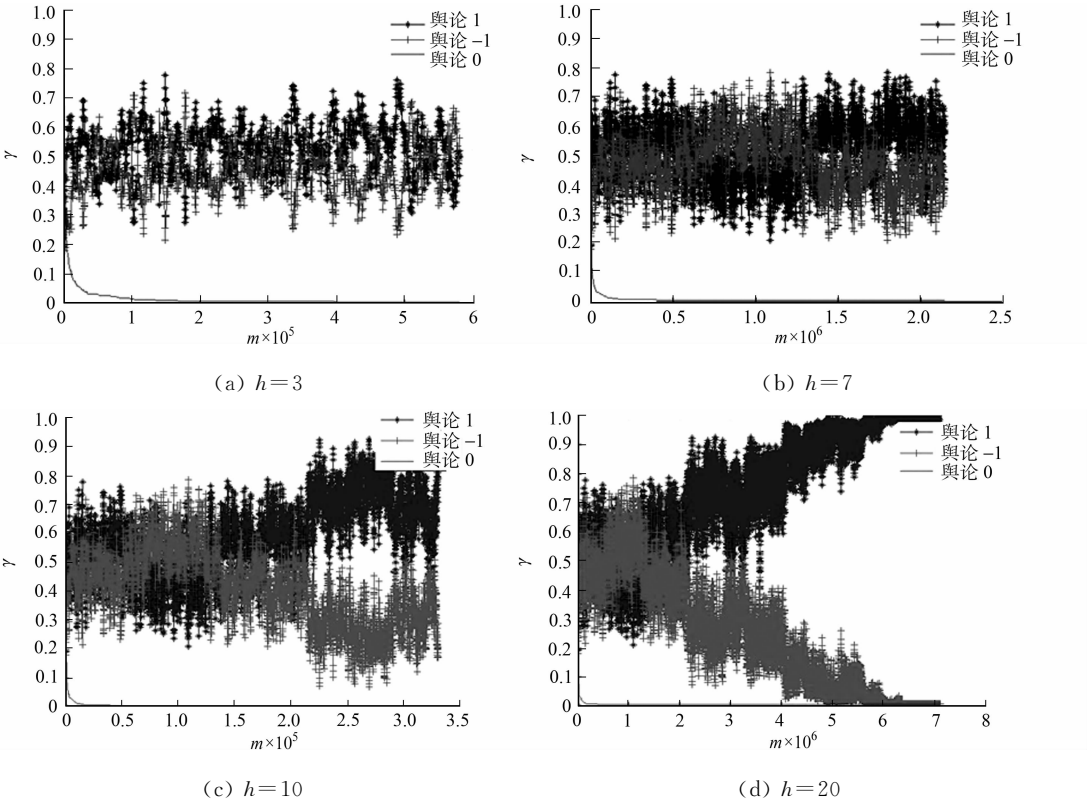


图 6 当演化参数一定时竞争传播与传播深度的关系

Fig. 6 Relationship between competition propagation and propagation depth with the evolution parameters fixed
距离短或是传播的深度小,很难分清消息在传播过程中的强弱,一旦传播很长的距离或是很大的深度,消息的强弱就会一目了然,实验的结果与现实相符合.

在竞争中,当传播深度一定,演化参数 a 变化时,竞争传播同样也受到影响.演化参数与对立观点分离速度呈反相关关系,当演化参数逐渐增大,两个对立观点的分离趋势在逐渐变缓(图 7). 现实生活中,如果一个群体中的个人观点容易受到影响,那么改变群体的观点就很快捷. 但是,如果一个群体中的个体比较坚守自己的观点,当新的观点影响时就比较困难. 实验的结果与现实相符合.

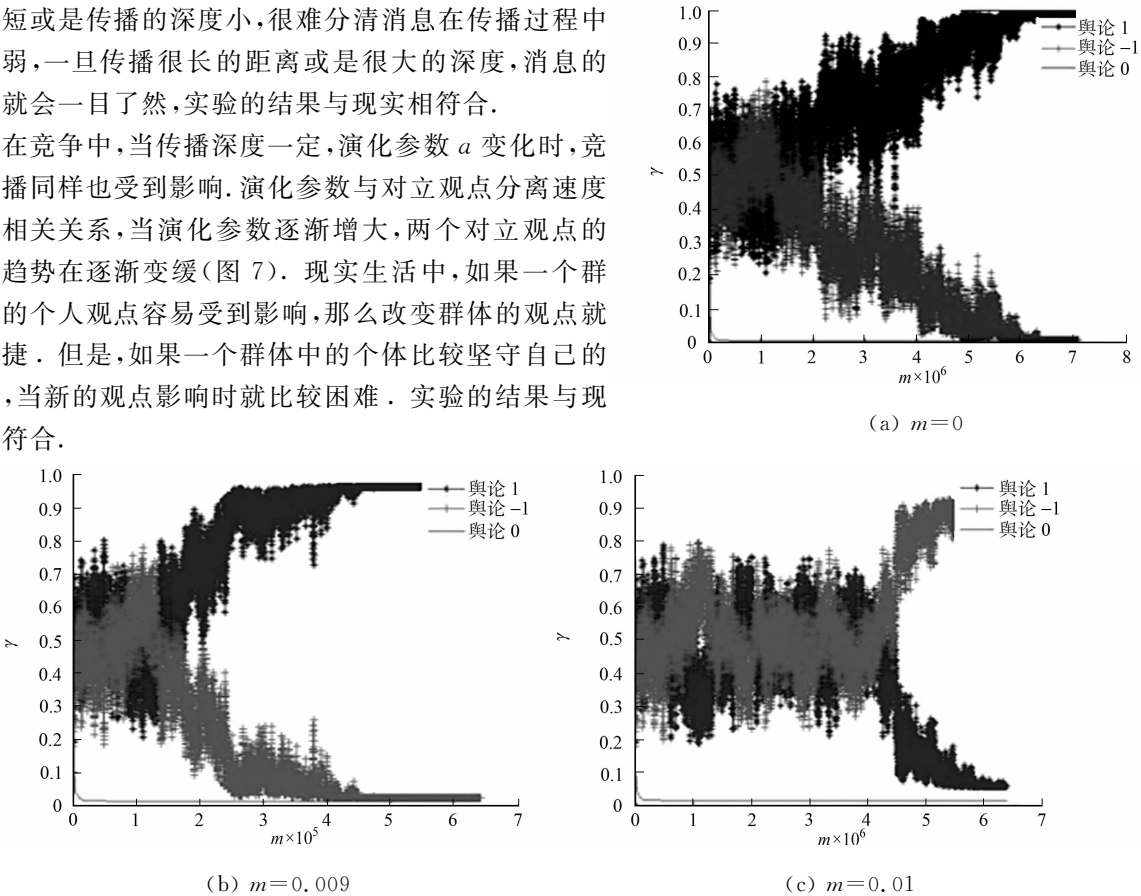


图 7 演化参数与对立舆论竞争的关系

Fig. 7 Relationship between evolution parameters and opposing public opinion

3 结论

结合现实情况,在 BA 网络上将对立舆论传播分为自由传播和竞争传播两个部分. 其中:对立舆论的自由传播为两种对立的舆论从舆论源按一定的规则向外传播,直到两种舆论扩散完整个系统为止;对立舆论的竞争传播就是在自由传播结束后,两个持有不同舆论但却相连的结点之间的按照一定规则的相互同化,直到系统中再也没有持着不同舆论且相连的节点. 这些与现实中两个对立的舆论从舆论源开始向外扩散以增强自己的势力,当它们发现已经不能再扩散或者势力已经到达一定范围时,它们就开始相互竞争的状况相符.

应用复杂系统建模的思想,研究了一个具有个人影响因素和环境影响因素的对立舆论的自由传播和竞争传播规则. 该模型与现实中的对立舆论的传播形态基本相符. 计算机模拟的结果表明有一个舆论被淘汰,符合现实中对立舆论传播的结果.

现实中影响舆论传播有很多因素,就传播阈值做了较详细的实验分析,能反映出现实中舆论传播的性质特点,对于现实各种对立舆论的传播问题的研究提出了新思路.

参考文献:

[1] ZHOU Tao,FU Zhong-qian,WANG Bing-hong. Epidemic dynamics on complex network[J]. Progress in Natural Science,2006,16(5):452-457.

[2] 周涛,傅忠谦,牛永伟,等. 复杂网络上传播动力学研究综述[J]. 自然科学进展,2005,15(5):513-518.

[3] XU Xin-jian,PENG Hai-ou,WANG Xiao-mei,et al. Pidemic spreading with time delay in complex networks[J]. Physica A,2006,367:525-530.

[4] 刘常昱,胡晓峰,司光亚,等. 基于小世界网络的舆论传播模型研究[J]. 系统仿真学报,2006,18(12):3608-3610.

[5] 何敏华,张端明,王海艳,等. 基于无标度网络拓扑结构变化的舆论演化模型[J]. 物理学报,2010,59(8):5175-5180.

[6] SEEGER M W,SELLNOW T L,ULMER R R. Communications, organization and crisis[M]. Thousand Oaks:Sage Publications,1998:230-275.

[7] BARRETT C L,EUBANK S G,SMITH J P. If smallpox strikes portland[J]. Scientific American,2005,292(3):42-49.

[8] MONGE P R,CONTRACTOR N S. Theories of communication networks[M]. New York:Oxford University Press,2003.

Propagation Law of Opposing Public Opinion
in the Scale-Free BA Networks

TANG Xiao-xia¹, JIA Zhen¹, DONG Yuan-yuan²

(1. College of Science, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China;
2. College of Information Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In this paper, rules of individuals local interaction were designed in the scale-free BA (Barabási-Albert) network, and propagation of opposing public opinion was discussed in the BA network. Opposing public opinion's propagation process was divided into two stages of free dissemination and competition propagation, and threshold value of free dissemination m_1 , threshold value of competition spread m_2 and propagation depth h was set. With the values of m_1 , m_2 and propagation depth h changing, experiment showed that opposing public opinion showed different distribution, and leading different final result of public opinion dissemination.

Keywords: BA network; opposing public opinion; free dissemination; competition propagation; dissemination threshold; propagation depth