

具有空间因素的社会网络上的舆论形成*

罗植 杨冠琼 狄增如†

(北京师范大学, 管理学院, 北京 100875)

(2011年10月25日收到; 2012年4月4日收到修改稿)

舆论形成是个体因素与外部影响共同作用的结果. 个体因素包括个体理性的认知与非理性的情绪因素, 外部影响则包括文化、认知以及行为模式的作用和社会网络上个体之间的影响, 而文化、认知等背景因素往往与空间地域相关联. 本文通过构建一个同时具有空间位置特征与小世界特征的无标度网络以及网络上的 Ising 模型, 全面考察了空间与网络共同作用对舆论形成的影响, 研究了舆论形成中的相变行为, 重点分析了与区域文化或认知背景以及与整体社会情绪等相关的参数在舆论形成过程中的作用. 计算机数值模拟结果表明, 区域间的认知背景差异足够大时, 会导致公共舆论形成明显的区域性特征, 此时, 空间因素和社会网络具有同样的影响强度时, 会有利于全局一致舆论的形成. 同时, 非理性因素引发的社会情绪可以通过提高个体影响力及降低背景差异使得一致性公共舆论快速形成.

关键词: 舆论形成, 社会网络, Ising 模型, 相变

PACS: 05.70.Fh, 89.65.-s, 89.75.Fb

1 引言

群体性事件是人类行为中集体行为的典型表现, 已经成为社会物理学和复杂性研究等领域的重要研究对象. 同时, 由于群体性行为有重要的社会影响, 所以它也成为社会学和管理学的重要议题. 群体性事件的形成本质上是众多公民对某一特殊问题达到了基本一致的看法, 组织并行动起来, 所以, 群体性行为的产生和演化与关于舆论形成的研究密切相关, 特别是在当今网络化的世界中, 信息的传播扩散更加迅速, 人与人之间的关联和影响也更加密切, 这使得一致性舆论在复杂网络上的动态演化及其形成机理成为许多学者研究的焦点. 在已有的关于舆论形成的研究基础上, 近年来这一领域又有了许多新的发展. Sznajd 在一维网格上的分析考虑了公共舆论形成过程中的近邻相互作用的影响^[1]. 在此基础上, 有些学者将其推广到复杂网络中, 从不同角度分析了社会网络在公共舆论形成过程中的影响作用^[2-5]. 然而, 舆论的形成不仅受

到社会网络结构的影响, 而且也受到与地理位置相关的文化、认知等因素的影响. 何敏华等的研究更是考虑了舆论演化和网络结构的相互影响^[6]. 但在已有的工作中, 综合、深入地考虑空间地理因素和社会网络拓扑结构的对舆论形成的影响的相关研究相对较少. Grabowski 与 Kosinski 在他们的模型中虽然引入了地理位置因素^[7], 分析了地理邻近的影响作用, 但并没有考虑地理位置本身的特殊作用. 事实上, 在网络(虚拟空间)影响的大背景下, 与空间地理密切相关的文化、认知、行为方式等因素对大家共识的形成也有很重要的影响, 这些因素的差异会形成话语平台或认知结构的不同, 从而导致沟通的差异, 在某种程度上会阻碍一致性公共舆论的形成, 但会促使区域性公共舆论的形成. 同时, 已有的研究工作虽然考虑了个体观点形成的理性因素, 但对非理性因素的影响作用的关注不够突出. 因此, 现有研究虽然解释了一致性公共舆论形成的某些机理与因素, 说明了一致性公共舆论无法形成的一些原因, 但却难以解释其中存在的地区差异及其他细致特征, 例如, 为什么有些舆论的形成

* 国家自然科学基金(批准号: 60974084, 91024005, 70733001)和中央高校基本科研业务费专项资金资助的课题.

† E-mail: zdi@bnu.edu.cn

会出现明显的地区性差异, 年龄性差异和民族性差异? 这种差异在一定程度上会阻碍一致性公共舆论的形成. 接下来的问题是, 又是什么因素在某种程度上削减了这种差异的阻碍作用, 使得有些人会非理性的接受一些原本与自己毫不相干, 甚至以前毫不认同的观点, 从而导致群体性事件的形成呢? 这些问题既有重要的社会意义, 又涉及对系统演化机理的深入理解, 具有重要的理论和实践意义. 对于这些问题的深入理解, 涉及观点形成过程中认知与情绪的共同作用, 其中文化背景、社会背景、民族背景、教育背景等许多背景因素起着重要作用, 而这些因素往往与地理空间有关. 因此, 本文构建了考虑空间地理因素的社会网络模型, 并建立了同时考虑文化、个体之间相互作用等因素的 Ising 模型, 研究了舆论形成的过程和其中的相变行为, 得到了一些有意义的结论. 例如, 当情绪是负向因素, 表现为某种社会怨气时, 它就有可能降低不同个体之间背景构成的差异, 促进一致性舆论相变行为的产生.

2 网络结构与舆论形成模型

公共舆论的演化发生在社会网络之上, 不同的网络结构对演化的结果有着重要影响. 因此, 一个更加接近实际的社会网络是模拟分析的基础. 已有的诸多研究表明, 社会网络具有两个重要特征 [8-10]. 其一是网络的度分布服从幂律分布, 是无标度网络 (scale-free network), 即每一顶点的度 k 与其出现的概率满足方程 $P(k) \propto k^{-\gamma}$. 其二是社会网络都具有小世界效应, 即具有较小的平均最短路径, 以及较高的集聚系数 (clustering coefficient). 其中集聚系数反应了网络成团的程度, 较高集聚系数会使得“朋友的朋友是朋友”的可能性更高. 基于此, 我们包括空间因素的社会网络生成过程与舆论形成模型的具体设置如下.

首先, 构建模拟所需要的社会网络. 其中无标度网络的特征可以使用 Barabasi-Albert 网络的生成算法得到 [11]. 有许多基于无标度网络的研究均利用该算法生成网络 [12,13]. 这一连接方法通过偏好连接 (preferential attachment) 将顶点加入网络, 生成网络的度分布满足幂律分布, 但 BA 算法生成的网络只满足社会网络的特征之一, 而社会网络的高集聚系数特征无法满足, 因此, 在本文中我们使用了三元组方法提高网络的集聚系数, 也就是以概

率 p_t 替换偏好连接为三元组 (triad formation, TF) 连接 [14]. 经过三元组步骤改进以后, 当概率 p_t 不为零时, 随着个体数量 N 的不断增加就可以得到一个非零的集聚系数, 同时对于网络的度分布不会产生大的影响.

在以上网络基础上我们再进一步引入空间因素. 将用上述算法生成的社会网络中的 $N = L \times L$ 个个体随机放置在一个具有地理位置的二维的网格之上, 通过 i 和 j 两个下标定位网络中的每一个个体, 而该坐标也表示了该个体的真实地理位置. 那么, 当个体 ij 面对一个具体问题, 他有两种态度可以选择, 用自旋 S_{ij} 表示他对该问题的具体态度, 要么自旋向上 ($S_{ij} = +1$), 要么自旋向下 ($S_{ij} = -1$).

个体观点的形成除受其自身背景构成等因素的影响外, 还通过网络受到其他个体的观点的影响. 根据影响个体来源的不同, 可将其他个体的影响分为两个部分. 第一是朋友影响 F (社会网络上与其相连接的个体), 第二是周围邻居影响 D (空间地理位置上在他附近的个体). 因此, 将个体 ij 在 t 时刻受到的两部分影响设定如下:

$$F_{ij}(t) = k_{ij}^{-1} \sum_{n=1}^{k_{ij}} A_{i(n)j(n)} \Delta B_n S_{i(n)j(n)}(t), \quad (1)$$

$$D_{ij}(t) = N_d^{-1} \sum_{n=1}^{N_d} A_{i(n)j(n)} \Delta B_n S_{i(n)j(n)}(t), \quad (2)$$

(1) 和 (2) 式中的 $A_{ij} \in (0, 1)$ 是个体影响他人的能力以及其保持自己看法的坚定能力, 取决于个体的教育程度、年龄情况、社会地位、社会感召力、理性认知等众多因素. 在人群中, A_{ij} 是随机分布的. 一般来说, 特别能坚持自己观点或特别容易改变自己观点的人应该只占少数, 大多数人可能都处于这两者中间, 所以 A_{ij} 取为正态分布是合理的. 在模型的数值计算中, 我们对 A_{ij} 为正态分布和均匀分布的情形分别进行了模拟, 基本结果没有定性差别. 所以在本文的数值模拟中, 为了计算方便, 我们取该参数的取值在所有个体中满足均匀分布. 下标 $i(n)$ 与 $j(n)$ 是获取个体 n 的 ij 坐标的标记. 周围邻居个体取决于以个体 ij 为中心, 上下左右距离为 d 的矩形内所包括的 N_d 个个体. 参数 $\Delta B \in [0, 1]$ 描述相互影响的个体 ij 与个体 n 之间的背景构成差异对舆论形成的影响, 差异越大, 个体 n 对个体 ij 的影响就越小. 相

反, 差异越小, 个体 n 对个体 ij 的影响就越大. 我们取 $\Delta B_n = 1 - |B_{ij} - B_{i(n)j(n)}|$, 显然, 差异为 0 时 ΔB_n 最大, 值为 1, 而差异为 1 时值为 0. 将 F_{ij} 与 D_{ij} 两部分影响按照一定权重进行加总, 就可得到决定个体 ij 在 $t + 1$ 时所持有的观点的总影响 $h_{ij}(t + 1)$, 具体形式如下:

$$h_{ij}(t + 1) = \alpha F_{ij}(t) + (1 - \alpha) D_{ij}(t), \quad (3)$$

其中 α 为两部分影响之间的权重参数. 当所有个体根据上述影响规则确定了自己在 $t + 1$ 时刻的总影响 h_{ij} 后, 他在 $t + 1$ 时刻是否改变自己当前观点的概率 p_{ij} 由下式决定:

$$p_{ij} = \begin{cases} (1 - A_{ij}) (1 - \exp [h_{ij} S_{ij} / T]), & h_{ij} S_{ij} \leq 0, \\ (1 - A_{ij}) \exp [-h_{ij} S_{ij} / T], & h_{ij} S_{ij} > 0, \end{cases} \quad (4)$$

(4) 式中, T 是 Ising 模型中的温度参数, 在这里可将 T 理解为一个社会统计量, 反应了社会整体的一些特殊属性, 比如允许文化与社会多样性程度、个体在观点选择上的理性程度以及信息完备程度等. 当 $T = 0$ 时, 信息完备, 并且个体在选择观点趋同性上的理性程度最高. 此时 p_{ij} 的决定方程可简化为如下形式:

$$p_{ij} = \begin{cases} (1 - A_{ij}), & h_{ij} S_{ij} < 0, \\ 0, & h_{ij} S_{ij} \geq 0. \end{cases} \quad (5)$$

在 (5) 式中可以看到, 当 $T = 0$ 时, 如果影响个体 ij 的信息总和与其当前所持有的观点一致时 ($h_{ij} S_{ij} \geq 0$), 他不会改变自己当前的观点; 不一致时 ($h_{ij} S_{ij} < 0$), 那么他会以 $(1 - A_{ij})$ 的概率改变自己的观点, 保持与大多数人的观点一致.

3 模型模拟结果

社会公共舆论的整体情况取决于每一个个体观点的加总. 因此, 可用 Ising 模型中的平均磁化率 $\langle S \rangle = N^{-1} \sum_{i,j} S_{ij}$ 作为序参量表示社会舆论的总体情况. 初始时刻 $t = 0$ 时, 每个个体以同样的概率 $p = 0.5$ 持有 $S_{ij} = +1$ 或 $S_{ij} = -1$ 的观点, 此时社会公共舆论的整体情况 $\langle S \rangle$ 的初始值趋近于零, 不存在一致性的公共舆论.

3.1 无背景构成差异的公共舆论演化

背景构成的差异在一定程度上会阻碍公共舆论的传播, 当公共舆论的演化过程中不存在背景构成差异时, 或者说所有个体的背景构成全部一样时 ($\Delta B_n \equiv 1$), 公共舆论经过一段时间的演化, 网络中的所有个体通常会较快的达成一致观点, 形成统一的公共舆论. 并且在此过程中, 社会温度 T 对公共舆论的演化过程与结果起着重要影响, 随着社会温度的降低, 存在着舆论多元差异到产生一致舆论的相变行为. 具体如图 1 所示.

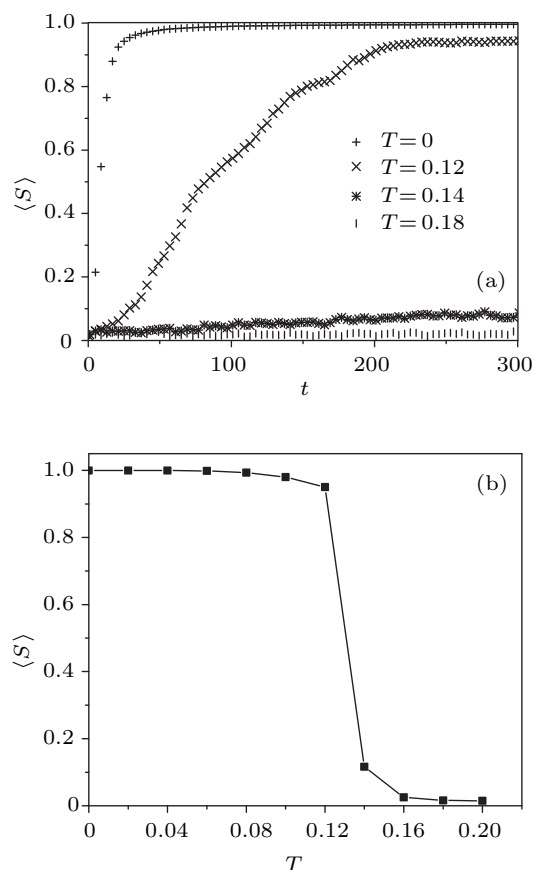


图 1 (a) 无背景构成差异时, 不同 T 值下公共舆论演化过程及稳态结果 (其中 $L = 50, L_C = 10, m_0 = 5, m = 3, p_t = 0.4, d = 5, \alpha = 0.5, \langle S \rangle$ 为 20 个独立样本演化下的绝对值的平均, 每个样本均进行 2000 次演化过程, 1 次演化指网络中的所有个体全部完成一次观点选择, 图前 300 次的演化结果, $t > 300$ 后 $\langle S \rangle$ 基本达到稳态); (b) 系统随温度变化时的相变行为

从图 1(a) 中可以看到, 当社会温度 $T = 0$ 时, 公共舆论经过不到 50 次的演化, 就会有超过 90% 的个体达成一致性的观点. 随着社会温度 T 的不断提高, 个体的趋同理性特征变得越来越弱. 当 $T = 0.18$ 时, 一致性的公共舆论就很难形成. 因此, 会存在温度 T 的一个临界值 T_C , 使得

当 T 升高到该临界值时,一致性的公共舆论将难以形成. 图 1(b) 给出了不同 T 值下, 社会公共舆论一致性所能达到的最终稳态结果. 从图中可以看到, T 在 0.13 附近发生了明显的相变, 因此其临界值 $T \approx 0.13$ (系统的有限尺度效应会影响具体的相变行为). 当 $T < T_C$ 时, 稳态结果均为可以形成一致性的公共舆论. 当 $T > T_C$ 时, 稳态结果均为不能形成一致性的公共舆论.

这种无背景构成的模型, 其模拟展示的结果可以较好的描述公共舆论的快速形成, 也可以较好的解释由于社会多样性要求的提高, 或者说是个体观点多样性的提高而导致一致性公共舆论无法形成. 但是, 这并不能解释为什么有时候个体在趋同理性很高时 ($T = 0$), 只能在一些区域内形成一致的观点, 而无法形成全社会下的一致性公共舆论. 对于这一问题, 可以从背景构成的差异因素来考虑.

3.2 背景构成差异对公共舆论演化的影响

虽然我们生活在同一个社会, 但每一个个体的生活环境都不尽相同, 他们都有着自特有的文化背景、社会背景、民族背景, 以及教育背景等等. 这些因素的存在会使得背景构成更接近的个体间存在更多的共同语言. 他们之间的沟通也可能因为语言范式的接近、理解能力的相似变得更为容易. 因此, 他们更可能会持有相同的观点. 但是, 当背景构成差异较大时, 个体间就可能出现理解困难、沟通不易等各种阻碍观点传播的情况. 因此他们之间更可能会持有不相同的观点. 因此, 背景构成的差异化在个体观点的形成中有重要作用, 是影响社会公共舆论形成的重要因素.

在模型中, 我们通过空间地理因素刻画背景差异. 背景构成是一个个体所具有的一切背景因素的总和. 包括文化背景、社会背景、民族背景, 以及教育背景等等. 不难发现, 这些背景因素都具有一定的地理区域趋同的特征. 比如, 长期生活在一个区域内的不同个体, 虽然可能相互并不认识, 也并不十分了解, 但长期积累下来的所见所闻是一致的. 再比如, 同一个民族通常会享有与其他民族不同的生活习惯, 不同的理解方式, 思考问题的不同角度等等. 这些都与背景构成的地理区域特征有关.

基于背景构成在地理位置上的区域内趋同特征, 将模型中 $L \times L$ 的二维网格划分为 $N_C = L_C \times L_C$ 个小区域. 区域内每个个体的背景构

成 $B_{ij} \in [0, 1]$ 均相同. 在此模型中, 区域间背景构成差异的存在将削弱某些个体之间的影响力度, 因此从社会整个的角度看, 一致性的公共舆论将较难形成. 图 2 为 $\alpha = 0.2$ 时, 四种特殊背景构成差异下的公共舆论演化过程.

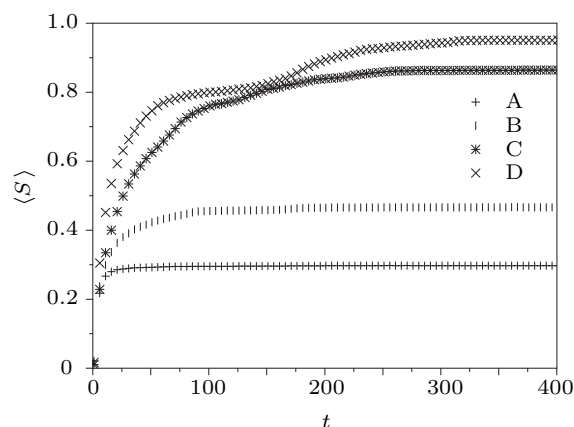


图 2 不同背景构成下, 公共舆论的演化过程. A 是相邻区域的背景构成差为 1; B 是相邻区域的背景构成差为 0.8; C 是相邻区域的背景构成差为 0.6; D 是相邻区域的背景构成差为 0.2. 其中 $L = 50, L_C = 10, m_0 = 5, m = 3, p_t = 0.4, T = 0, d = 5, \alpha = 0.2$. $\langle S \rangle$ 为 20 个独立样本演化下的绝对值的平均, 每个样本均进行 2000 次演化过程, 1 次演化指网络中的所有个体全部完成一次观点选择. 图 2 为前 400 次的演化结果, $t > 400$ 时 $\langle S \rangle$ 基本达到稳态

从整体公共舆论情况的演化图中可以看到, 随着相邻区域的背景构成差异不断扩大, 考察社会公共舆论一致性的情况 $\langle S \rangle$, 其稳态值在不断降低. 当相邻区域的背景构成之差只有 0.2 时, 稳态时的 $\langle S \rangle$ 接近于 1, 即基本是形成了一致性的公共舆论. 当相邻区域的背景构成之差不断扩大到 1 时, 稳态时的 $\langle S \rangle$ 就只能达到 0.2 的水平, 基本不能形成一致性的公共舆论.

模型中, 背景构成在公共舆论形成过程中作用的大小主要取决于两个因素. 除了背景构成差异本身外, 还有权重参数 α 的大小. 当 α 较小时, 决定个体观点的影响因素主要来自于地理位置上的邻近个体. 当 α 较大时, 决定个体观点的影响因素则主要来自于社会网络上的朋友. 但这并不意味着背景构成就不重要了, 实际上, 背景构成的差异不仅存在于地理上的邻居之间, 同样存在于社会网络上的朋友之间. 因此, 不仅 α 较小时背景差异的作用明显, 当 α 较大时背景差异仍然会有很强的作用.

从图 3(a) 可以看到, 在给定参数 α 的情况下, 随着背景构成差异参数的变化, 系统存在着类似相变的行为. 当 $\alpha = 0.2$ 或者 $\alpha = 0.8$ 时, 只要相邻区

域的背景构成差异大于 0.6, 全社会的一致性公共舆论就不会形成. 我们发现, 当 $\alpha = 0.5$ 时, 即使相邻区域的背景构成差异达到 0.9, 形成一致性的公共舆论的概率也很高. 类似的结果也可以从图 3(b) 中看出, 只要存在一定程度的背景构成差异, 不论 α 较大还是较小都会阻止一致性公共舆论的形成. 但当 α 接近 0.5 的时候, 背景构成差异的阻碍作用就明显削减, 系统最终会稳定于 $\langle S \rangle$ 接近于 1 的舆论一致状态. 因此, 背景构成差异所产生的作用大小不仅取决于差异本身的大小, 还取决于长程朋友影响与地理邻居影响的权重 α . 以上结论表明, 当存在背景差异时, 只有空间紧邻的作用或只考虑社会网络的作用都会削弱一致性舆论的形成, 而当空间近邻和社会网络具有同样的影响力时, 系统会容易达到一致舆论. 这一结论有助于我们理解和影响现实社会中的舆论形成行为.

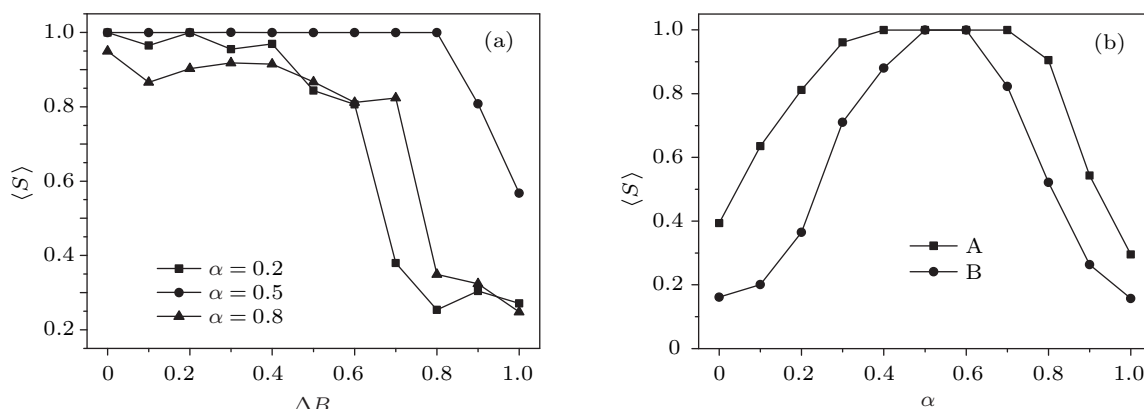


图 3 背景构成差异和影响权重 α 与公共舆论稳态结果的关系 (其中 $L = 50, L_C = 10, m_0 = 5, m = 3, p_t = 0.4, T = 0, d = 5$). $\langle S \rangle$ 为 20 个独立样本演化下的绝对值的平均, 每个样本均进行 2000 次演化过程, 1 次演化指网络中的所有个体全部完成一次观点选择 (a) 背景构成差异与公共舆论稳态结果的关系; (b) 权重参数 α 与公共舆论稳态结果的关系 (A 情形为相邻区域的背景构成差为 0.8, B 情形为各区域的背景构成服从 0 到 1 上的均匀分布)

3.3 整体社会情绪对公共舆论演化的影响

背景构成因素由于个体观点本身的差异, 可能阻止或减缓一致公共舆论的形成. 而舆论形成过程中, 特别是在网络世界的大背景下, 整体社会情绪的影响还会使个体产生一定的非理性因素, 这些非理性因素可能会促使个体丧失自己的特定立场和观点, 产生从众行为从而促成一致性公共舆论的形成.

群体性事件是公共舆论达成一致的一种特殊情况. 在许多群体性事件中, 有众多参加群体性事件的人并非是与该事件有直接利害关系的个体. 这些个体加入其中并不是他们的理性决策, 而是由于某些怨气使得情绪爆发导致的非理性决策, 它使得

在时空模式上, 背景构成差异引起的公共舆论非一致性与初始时公共舆论的随机状态, 以及 $T > T_C$ 时的混乱状态完全不同. 这种公共舆论非一致性并不是个体观点杂乱无章的分布, 而是形成一种区域内观点相同, 区域间观点差异的空间结构. 如果用黑色表示个体所持有的观点为 $S_{ij} = +1$, 用白色表示个体所持有的观点为 $S_{ij} = -1$, 那么可将公共舆论的演化过程用图 4 表示. 图中共包括演化过程的六个时刻, 从左到右从上到下依次是时间为 0, 10, 20, 30, 40, 50 下的公共舆论情况. 每个小图中的红线标出了空间区域的边界. 可以看到, 当 $t = 0$ 时, 公共舆论的总情况 $\langle S \rangle \approx 0$, 处于一种非常混乱的状态. 当 $t = 20$ 时, 开始呈现出一定的区域性特征. 随着公共舆论演化的不断进行, 当 $t = 50$ 的时候, 公共舆论状态基本处于稳定, 且区域性特征十分明显.

观点形成的非理性因素占据主要地位. 这种情绪的积累至少可在两个方面发挥其非理性作用. 一是社会情绪可消减个体间的背景构成差异. 比如个体有可能为了释放怨气, 不管背景构成的差异而接受同意其他人的观点. 二是社会怨气放大了所有人的影响力度 A_{ij} , 即为了怨气的释放, 个体有可能不顾对方的男女老少, 身份地位直接接受其观点. 为了处理上的简单, 假设所有个体的怨气均由社会整体情绪水平 G 决定, 那么可修改影响个体观点形成的因素 F_{ij} 与 D_{ij} 如下:

$$F_{ij}(t) = k_{ij}^{-1} \sum_{n=1}^{k_{ij}} A \cdot B \cdot S_{i(n)j(n)}(t), \quad (6)$$

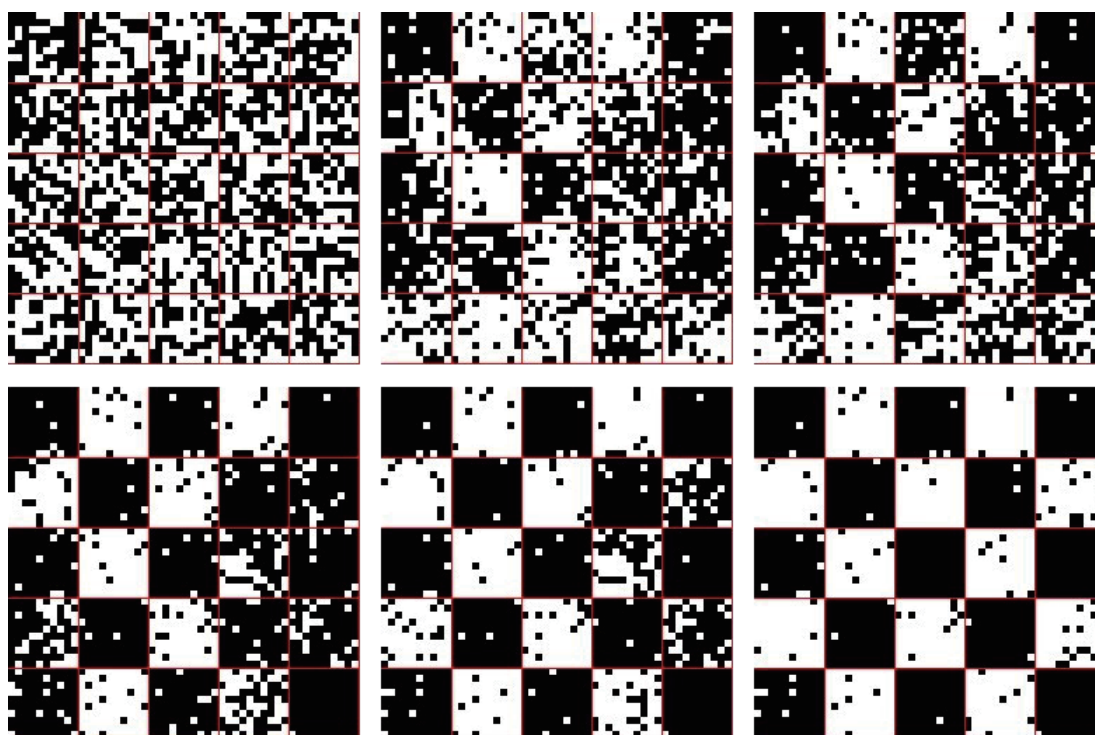


图4 背景构成存在巨大差异时公共舆论的演化过程 (其中 $L = 50$, $L_C = 10$, $m_0 = 5$, $m = 3$, $p_t = 0.4$, $T = 0$, $d = 5$, $\alpha = 0.5$, 相邻区域的背景构成差为 1. 图中从上到下从左到右, 依次为 $t = 0$, $t = 10$, $t = 20$, $t = 30$, $t = 40$ 和 $t = 50$)

$$D_{ij}(t) = N_d^{-1} \sum_{n=1}^{N_d} \mathbf{A} \cdot \mathbf{B} \cdot S_{i(n)j(n)}(t), \quad (7)$$

在(6)和(7)式中, $\mathbf{A} = A_{i(n)j(n)} + (1 - A_{i(n)j(n)}) \cdot G$ 是社会怨气对个体影响力度的影响方式, $\mathbf{B} = \Delta B_n + (1 - \Delta B_n) \cdot G$ 是社会怨气对背景构成差异的影响方式. 其中 $G \in [0, 1]$ 表示社会怨气的大小, 越大表示社会怨气越高. 当 $G = 0$ 时, 不存在社会怨气, 对公共舆论的形成也不存在影响. 此时, 社会公共舆论的演化结果与背景构成差异有关. 当 $G = 1$ 时, 社会怨气极高, 此时不仅背景构成差异对公共舆论的演化不存在影响, 而且所有个体的影响力度都达到最大 ($A_{ij} = 1$). 当 G 介于 0 与 1 之间时, 如果区域间存在较大的背景差异, 那么一致性公共舆论形成的概率会随着社会怨气 G 的不断增加而提高. 具体如图 5 所示.

从图 5(a) 中可以看到, 当社会怨气较低时, 背景差异可以有有效的阻止一致性公共舆论的形成. 但随着社会怨气的不断提高, 形成一致性公共舆论的可能性就越高. 从图 5(b) 中也可以得到同样的结论. 当 $G \leq 0.2$ 时, 公共舆论难有统一的观点. 当 $G \geq 0.3$ 时, 具有相同观点的个体就明显增多, 存在着类似相变的行为. 这一现象当 A_{ij} 为正态分布

时变为连续变化 (参见图 5(c)). 当 $G \approx 1$ 时, 背景差异无法有效的阻碍一致性公共舆论的形成, 系统可以稳定在完全一致的情况下.

4 结论

在本文中, 综合考虑由空间地理因素所决定的文化、认知等方面的影响以及由社会网络描述的个体之间的相互作用, 我们建立了存在空间因素的社会网络结构, 并通过网络上的 Ising 模型讨论了舆论形成行为, 研究了各参数对舆论形成的影响, 并展示了其中的相变行为. 通过计算机数值模拟分析我们得到了以下结论:

1. 在社会系统中, 温度概念对应着个体多样性和随机性的程度. 在观点形成的理性过程中, 当不存在区域背景差异时, 随着社会多样性和随机性的降低, 系统存在着相变现象, 从不存在一致意见的混乱状态突变到达成一致舆论的有序状态.
2. 区域间的背景构成差异可能形成公共舆论的区域性特征. 当区域间不存在背景构成差异时, 一致性的公共舆论通常可以快速形成. 但随着背景构成差异的不断提高, 全局一致舆论就很难达成, 并形成区域性公共舆论结构. 此时, 地理空间因素

和社会网络对个体决策具有同样的作用强度时,有利于系统达成全局一致舆论.

3. 在当今网络社会的大背景下,社会怨气的积累会使观点形成的过程非理性化,当怨气积累到一定程度,一件小事也可能令许多非利益相关个体快

速跟随当事人的观点,最终演变成一个影响巨大的群体性事件.以上结论有利于加深我们对于社会群体行为的理解,同时,在后续的工作中,我们将对模型的相变行为、临界现象展开深入研究,以揭示系统的统计性质.

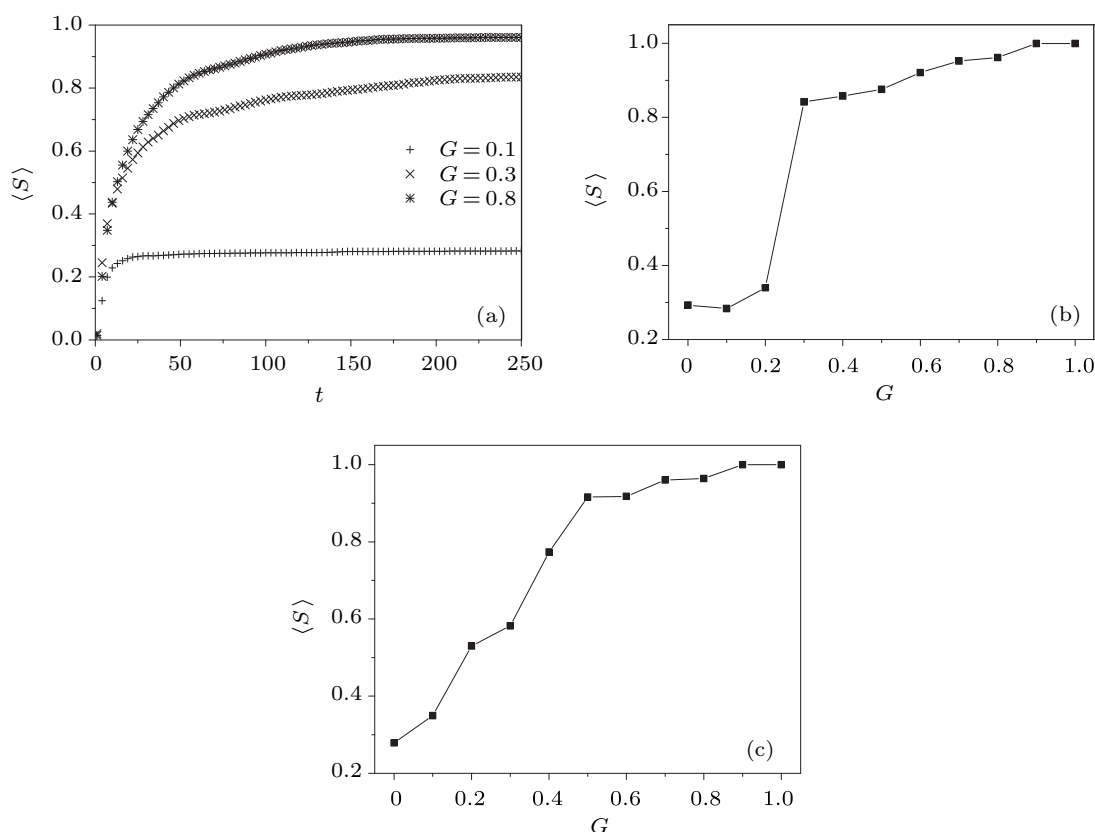


图5 (a) 存在背景构成差异时,不同社会怨气下的公共舆论演化情况及其稳态结果(其中 $L = 50, L_C = 10, m_0 = 5, m = 3, p_t = 0.4, T = 0, d = 5, \alpha = 0.2$. 相邻区域的背景构为 0.9, $\langle S \rangle$ 为 20 个独立样本演化下其绝对值的平均,每个样本均进行 2000 次演化过程,进行 1 次演化过程是指网络中的所有个体全部完成一次运动. 图为前 250 次演化结果, $t > 250$ 时基本 $\langle S \rangle$ 达到稳态); (b) 社会怨气与公共舆论稳态结果的关系; (c) 当 A_{ij} 为 (0,1) 区间上的正态分布时,社会怨气与公共舆论稳态结果的关系

[1] Sznajd-Weron K, Sznajd J 2000 *Int. J. Mod. Phys. C* **11** 1157
 [2] Tu Y S, Sousa A O, Kong L J, Liu M R 2005 *Int. J. Mod. Phys. C* **16** 1149
 [3] Tu Y S, Sousa A O, Kong L J, Liu M R 2006 *Physica A* **370** 727
 [4] Guzman-Vargas L, Hernandez-Perez R 2006 *Physica A* **372** 326
 [5] Grabowski A 2009 *Physica A* **388** 961
 [6] He M H, Zhang D M, Wang H Y, Li X G, Fang P J 2010 *Acta Phys. Sin.* **59** 5175 (in Chinese) [何敏华, 张端明, 王海艳, 李小刚, 方频捷 2010 物理学报 **59** 5175]
 [7] Grabowski A, Kosinski R A 2006 *Physica A* **361** 651
 [8] Faloutsos M, Faloutsos P, Faloutsos C 1999 *Sigcomm. Comput. Commun. Rev.* **29** 251
 [9] Ebel H, Mielsch L, Bornholdt S 2002 *Phys. Rev. E* **66** 35103
 [10] Liljeros F, Edling C R, Amaral L A, Stanley H E, Aberg Y 2001 *Nature* **411** 907
 [11] Barabasi A L, Albert R 1999 *Science* **286** 509
 [12] Wang Y, Zheng Z G 2009 *Acta Phys. Sin.* **58** 4421 (in Chinese) [王延, 郑志刚 2009 物理学报 **58** 4421]
 [13] Du H F, Li S Z, Marcus W F, Yue Z S, Yang X S 2007 *Acta Phys. Sin.* **56** 6886 (in Chinese) [杜海峰, 李树茁, Marcus W F, 悦中山, 杨绪松 2007 物理学报 **56** 6886]
 [14] Holme P, Kim B J 2002 *Phys. Rev. E* **65** 0261072

Opinion formation on the social networks with geographic structure*

Luo Zhi Yang Guan-Qiong Di Zeng-Ru[†]

(School of Management, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

(Received 25 October 2011; revised manuscript received 4 April 2012)

Abstract

Opinion formation is the result of co-evolution of individual behavior and environment. Individual behavior is determined by its rational cognition and irrational emotion. Environment includes culture, cognitive and behavioral patterns and social interactions. Culture and cognitive patterns are usually related to the spatial factors. In this paper, a social network with geographical factors is constructed. Together with the Ising model in networks, the effects of both spatial and social factors on opinion formation are investigated. The phase transition in the process of opinion formation is studied. The results indicate that both spatial cultural background and global preference for public opinion are crucial to opinion formation.

Keywords: opinion formation, social network, Ising model, phase transition

PACS: 05.70.Fh, 89.65.-s, 89.75.Fb

* Project supported by the National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 60974084, 91024005, 70733001), and the Fundamental Research Funds for the Central Universities of Beijing Normal University.

[†] E-mail: zdi@bnu.edu.cn