

基于复杂网络的灾害信息传播特征研究^{*}

陈长坤^{1,2}, 李 智¹, 孙云凤¹

(1. 中南大学 防灾科学与安全技术研究所, 湖南 长沙 410075;

2. 河南理工大学 煤矿瓦斯与火灾防治重点实验室, 河南 焦作 454003)

摘 要: 运用复杂网络相关理论对灾害信息传播方式和特征进行分析; 以台风“罗莎”灾害信息传播过程为例将灾害信息传播过程划分为4个阶段; 构建了灾害信息传播网络, 给出了灾害信息传播网络的形成、结构和统计性质。在此基础上总结了灾害信息传播网络节点的大规模性、网络连接的稀疏性、连接结构的复杂性、信息传播的时间复杂性、信息传播的变异性、信息传播引发衍生灾害可能性等6个方面的特征。

关键词: 复杂网络; 灾害信息; 传播特征

中图分类号: X4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X (2008)04-0126-04

灾害是指由某种不可控制、难以预料的破坏性因素引起的、突然的或在短时间内发生的、超越本地区防灾力量所能解决的大量人畜伤亡和物质财富毁坏的现象^[1]。由于灾害发生的突然性和破坏性, 20世纪80年代以前我国在灾害信息传播上采取了谨慎的态度。而随着社会不断进步和新的媒体形式层出不穷, 网络媒体、手机媒体、数字电视以及即时通讯软件、“博客”等新型网络形式使得信息传播的渠道由单一化向多元化发展, 因此灾害信息传播已经不可能受到单方面的控制^[2-4]。

“非典”前期, 由于政府和主流大众传媒保持沉默, 使得各种谣言通过网络和手机等新型信息传播方式在全国范围内大量传播, 导致了严重的社会恐慌^[2]。由此可以看出灾害信息传播一旦失控, 会使本来失序的社会更加混乱, 并由此带来衍生灾害, 造成不必要的社会恐慌和经济损失。因此, 在当前的信息传播状况下对灾害信息传播方式和特征进行相关方面分析是十分必要的。

目前国内在灾害信息传播方面主要是从新闻学的方面来研究: 灾害报道应该实现新闻价值与社会价值的平衡^[1]、新闻媒介在公共危机事件中起到重要作用^[5], 以及系统介绍灾害信息的发展史^[6]等。没有从灾害传播本身的特征进行研究, 忽视灾害传播特征对灾害信息传播的影响。为了更有效地实现对灾害传播的控制, 有必要针对灾

害信息传播特征进行相关研究。

本文首先对灾害信息传播过程进行分析, 在此基础上运用复杂网络相关理论^[7-11]对灾害信息传播方式和特征进行了初步探讨。

1 灾害信息传播的过程分析

根据当前灾害信息的多样化, 其传播内容主要可以分为政府和主流大众传媒发布的灾害信息和各种谣言、负面信息两大类。各种谣言、负面信息是指由于在灾害信息传播过程中出现的隐瞒或虚报、延迟报道而产生的各种、负面的受众不信任的信息。

本文以 Fink (1986) 提出的危机4阶段论为基础, 对灾害信息传播过程进行了相关分析, 给出灾害信息传播的4个阶段, 分别为潜伏期、突发期、蔓延期、解决恢复期。以2007年台风罗莎信息传播过程为例(数据来源: 百度指数), 分析这4个阶段(图1)。

(1) 潜伏期 由灾害发生到灾害信息开始传播的这一阶段。随着现代信息传播的速度加快, 潜伏期的时间越来越短。要对灾害信息传播进行控制, 最好的方法就是在灾害信息传播的潜伏期对灾害进行有效控制, 减小对社会产生的影响。台风罗莎10月2日08时在菲律宾以东洋面上生成, 4日02时加强为强台风。即10月2日至10月4日

^{*} 收稿日期: 2008-02-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(50706059); 河南省煤矿瓦斯与火灾防治重点实验室开放基金项目(HKLG200503)

作者简介: 陈长坤(1977-), 男, 福建福安人, 博士, 副教授, 主要从事火灾及公共安全研究. E-mail: cckchen@mail.csu.edu.cn

为台风罗莎信息传播的潜伏期。

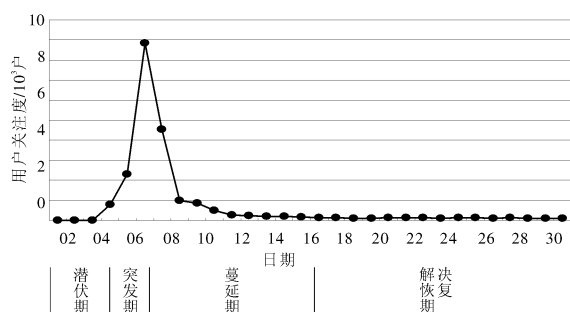


图1 台风罗莎灾害信息传播过程

(2) 突发期 从灾害信息开始传播到灾害信息开始迅速传播的阶段。突发期是4阶段中时间最短、对受众心理冲击最严重的一个阶段。如果在突发期内对灾害信息进行刻意隐瞒或虚报、延迟、模式化报道,会使受众失去对传播者的信任,增加公众的疑惑,导致社会危机及衍生灾害的产生。10月5日、6日为台风罗莎信息传播的突发期。

(3) 蔓延期 灾害信息从迅速传播到平息的一个阶段。在新的信息传播环境下,灾害信息从迅速传播到平息需要一个相当长的时间。网络媒体、手机媒体、数字电视、即时通讯软件、多种传播形式使得灾害信息传播速度快、影响范围广、破坏性强。即使当灾害得到平息和解决时,在新型传播媒介中仍会存在很多议论和大量负面信息。台风罗莎在我国大陆10月10日结束,但其仍然受到大众的普遍关注。10月7日至10月16日为台风罗莎信息传播的蔓延期。

(4) 解决恢复期 灾害妥善解决、人民生活恢复正常、物质生产得到恢复、社会恐慌得到平息、整个社会恢复到灾害发生前的状态。在解决恢复期中,做好灾害信息的传播机理和影响的研究工作,总结灾害信息传播的经验和教训,为完善和健全相关的防灾体系提供依据。以10月17日起为台风罗莎的解决恢复期。

2 灾害信息传播网络

2.1 灾害信息传播网络的形成

目前国际上在流行病传播、计算机病毒在 Internet 上的传播等领域利用复杂网络进行研究是比较多的。此外,国内外专家对谣言的传播也进行了相关工作^[9]: Zanette 研究了在小世界网络中的传播情况; Moreno 等发展了 Daley 等在 1964 年提出的谣言传播模型,认为非均匀网络传播过程最

终听过但不传播的人数与感染概率有着紧密联系; Dotts 和 Watts 认为无论是社会网络还是信息网络中的传播蔓延现象,相应的模型都可以归结为泊松模型和临界值模型。

灾害信息传播的基础是社会网络,因此可以应用复杂网络的观点来阐释灾害信息传播的特征。灾害信息传播的网络模型示意图如图 2 所示。

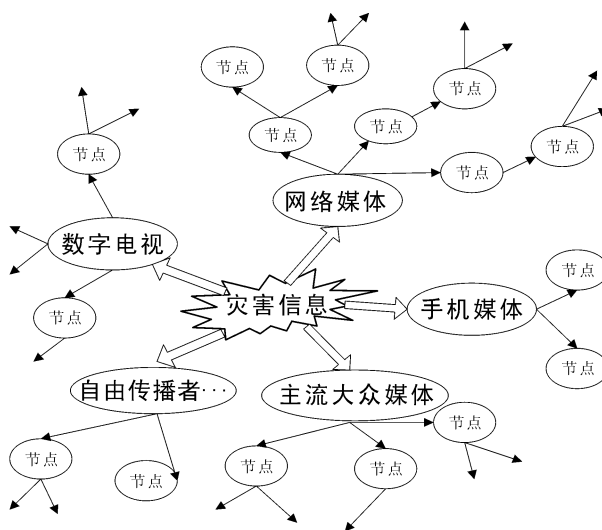


图2 灾害信息网络示意图

用节点表示灾害信息传播中的个体,如果两个个体之间可以通过某种方式直接发生传播与被传播关系,就认为这两个个体之间存在连接,这样就得到了传播网络的拓扑结构,进而可以建立相关模型来研究这种传播行为。而灾害信息传播模型研究的关键是传播规则的制定和网络拓扑结构的选择。

2.2 灾害信息传播网络的结构

2.2.1 灾害信息传播网络结构的划分

灾害信息的传播途径与谣言基本一致,可以参照 Moreno 等人提出的谣言传播模型^[7]的研究方法对灾害信息传播网络模型的结构进行分析,将灾害信息传播网络中的个体分为灾害信息未知者(Ignorants)、灾害信息传播者(Spreaders)、灾害信息知情者(Stiflers)三种类型。 $i(t)$ 、 $s(t)$ 、和 $r(t)$ 分别代表这三种类型在人群中的比例。

如图 3 所示,灾害信息在灾害信息传播者、灾害信息未知者之间传播。灾害信息传播者向它的邻居节点传播信息。当接到信息的节点是灾害信息未知者的时候,灾害信息未知者以 λ 的概率变成一个灾害信息传播者。而如果信息传给了灾害信息传播者或者灾害信息知情者,则前者以 $1/\alpha$ 的概率变成一个灾害信息知情者^[7]。

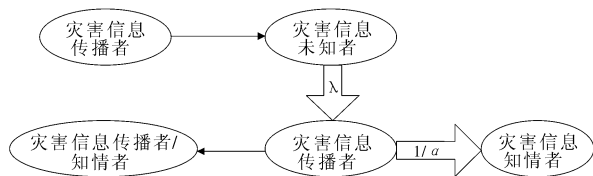


图3 灾害信息网络结构

2.2.2 网络结构中各参数的分析

参数 λ 代表着信息传播过程中数据会出现丢失的情况，并不是每次连接都成功。参数 α 是表示一个灾害信息传播者在变成一个灾害信息知情者前连接的灾害信息传播者或灾害信息知情者的平均次数。

灾害信息传播者把灾害信息传递到它的相邻节点时，如果该节点为灾害信息未知者，后者也将以 λ 的概率变成一个灾害信息传播者，信息传播成功。如果后者已经知道了灾害信息，则会导致灾害信息传播者失去传播信息的兴趣，从而以 $1/\alpha$ 的概率变成一个灾害信息知情者，此次信息传播的小过程失败^[7]。

2.3 灾害信息传播网络的统计性质

灾害信息传播网络的统计性质反映着网络内部结构的不同和系统功能的差异。它的统计性质有以下几个方面。

(1)平均路径长度 是指所有节点之间的最大距离的平均值，它描述了网络中节点间的分离程度，即网络有多小，也就是灾害传播网络中所有传播途径传播信息的平均长度。

(2)聚集系数 用来描述网络中节点的聚集情况。在灾害信息网络中表示灾害信息传播者与灾害信息未知者、灾害信息知情者的关联程度。

(3)度和度分布 一个节点与其他节点相连的边数称为该节点的度。节点度分布是指网络中度为 k 的节点的概率 $p(k)$ 随节点度 k 的变化规律^[11]。在灾害信息传播网络中，度就是表示一个灾害信息传播者向 k 个灾害信息未知者或灾害信息知情者传播信息。顶点的度指标用于描述该传播者对传播网络中其它传播者的直接影响力。节点度的分布函数反映了灾害信息传播网络的宏观统计特征。

(4)介数 分为边介数和节点介数。节点介数为网络中所有的最短路径中经过该节点的数量比例；边的介数是网络中所有的最短路径中经过该边的数量比例。介数反映了相应的节点或者边在整个网络的作用和影响力^[8]。在灾害信息传播网络中，节点介数说明该节点对于网络中信息流动影响的大小。介数的分布特征反映了不同传播者

在网络中的地位，即其传播速度、传播范围和影响程度。对于评价各种传播媒介的重要性、评价防灾体系有着十分重要的意义。

3 基于复杂网络的灾害信息传播特征分析

3.1 网络节点的大规模性

一个重大灾害发生后，其信息传播网络的节点数必定十分庞大。要做到灾害信息传播既维护了公众的知情权，又不会造成社会恐慌和由此带来的衍生灾害，就应该对大规模的灾害信息传播网络节点进行分析，找到网络中的关键节点，即公众信任度高、社会责任感强、在网络的影响大的节点。衡量这些节点是否关键的主要依据是它们的介数和度分布。

3.2 网络连接的稀疏性

在灾害信息传播网络中，并不是所有节点的聚集系数和度分布是相同的。主流大众传媒由于其传递信息的真实性、全面性，受到公众的普遍信赖，那么主流大众传媒所代表的节点的聚集系数和度就要比其他节点的高。在这一区域的网络连接就比较密集。反之，过于失实的灾害信息会受到公众的质疑，其传播范围就比较小，则这部分的网络连接就很稀疏。

3.3 连接结构的复杂性

灾害信息传播网络的节点是由主流媒体、网络媒体、手机媒体、数字电视等传播者和受众组成，因此每个节点都具有自己的动力学特征，且各个节点之间相互影响、相互制约，从而整个灾害信息传播网络也就具有极为复杂的动力学特征，不能简单的用规则网络和随机网络对其进行分析。因此，灾害信息传播网络具有连接结构的复杂性。

3.4 信息传播的时间复杂性

信息在网络中传播所花费的时间与下一节点对信息的敏感程度、传播节点的度和介数及信息的可靠度等有关。沿海的人们对于有关台风的信息就会比较关注，而对于内陆城市的人而言，此类信息就不很重要。这就体现了灾害信息传播的时间复杂性。

3.5 信息传播的变异性

在一个灾害信息传播者向灾害信息未知者传递信息的这一过程中，信息内容是否不会发生变异以及信息来源是否真实可靠，这就是信息传播的变异性。

3.6 信息传播引发衍生灾害的可能性

灾害本身具有破坏性, 由于灾害信息内容不同, 公众对灾害信息的关注程度也不同, 必然导致信息传播的速度不一样。而灾害信息的传播也可能引起各种社会问题, 甚至形成衍生灾害。例如在“非典”期间各种有关 SARS 的信息肆意传播, 引起某些药品的短缺、物价的抬高以及社会不安定因素突增。在灾害信息传播网络中可表现为信息中心增多、传播过程的重复性。

4 结束语

本文将灾害信息传播过程分为潜伏期、突发期、蔓延期、解决恢复期等 4 个阶段, 并以台风罗莎信息传播过程为例对 4 个阶段进行分析。

利用复杂网络的理论, 构建了灾害信息传播网络, 对灾害信息传播网络的统计性质进行分析。结合以上工作, 得到基于复杂网络的灾害信息传播特征为网络节点的大规模性、网络连接的稀疏性、连接结构的复杂性、信息传播的时间复杂性、信息传播的变异性、信息传播引发衍生灾害的可能性等 6 方面的特征。

灾害信息传播包括谣言传播、主流媒介信息传播等, 如何构建全面的灾害信息传播网络, 制

定合理的传播规则和选择恰当的网络拓扑结构等工作, 需要进行进一步的研究。

参考文献:

- [1] 董媛媛. 论灾害报道的有效传播——新闻价值与社会效果的平衡[J]. 新闻知识, 2006, (12): 35 - 37.
- [2] 邹琳, 彭子舟, 邹武杰. 处置气象灾害中与电视媒体合作机制的思考[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 137 - 140.
- [3] 朱煌武. 突发性地震灾害危机的预警和应急机制管理[J]. 灾害学, 2004, 19(1): 76 - 80.
- [4] 邹逸江. 国外应急管理体系的发展现状及经验启示[J]. 灾害学, 2008, 23(1): 96 - 101.
- [5] 郑亚楠. 公共危机事件中新闻媒介的社会功能[J]. 中国广播电视学刊, 2006, (2): 31 - 33.
- [6] 武玉霞, 高晓明. 120 年来我国新闻媒体在传播地震灾害信息方面的发展史[J]. 国际地震动态, 2000, (4): 18 - 27.
- [7] 许鹏远. 复杂网络上的传染病模型研究[D]. 大连: 大连海事大学, 2007.
- [8] 刘涛, 陈忠, 陈晓荣. 复杂网络理论及其应用研究概述[J]. 系统工程, 2005, 23(6): 1 - 7.
- [9] 汪小帆, 李翔, 陈关荣. 复杂网络理论及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 95 - 97.
- [10] 翁文国, 倪顺江, 申世飞, 等. 复杂网络上灾害蔓延动力学研究[J]. 物理学报, 2007, 56(4): 1938 - 1943.
- [11] 雷霆, 余镇危. 基于复杂网络理论的计算机网络拓扑研究[J]. 计算机工程与应用, 2007, (6): 132 - 135.

Study on Characteristics of Disaster Information Transmission Based on Complex Networks

Chen Changkun^{1, 2}, Li Zhi¹ and Sun Yunfeng¹

(1. Institute of Disaster Prevention Science & Safety Technology, Central South University, Changsha 410075, China; 2. Henan Key Laboratory of Prevention and Control of Coal Mine Gas & Fire, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: The way and characteristics of disaster information transmission are analyzed based on the complex network theory. Taking the typhoon "Rosa" as an example, the process of disaster information transmission is divided into four stages. The disaster information transmission networks are constructed and the formation, structure and statistics nature of disaster information transmission network are presented. On this basis, six characteristics of disaster information transmission such as the large scale of nodes, sparseness of network connections, complexity of connecting structure, the time complexity of information propagation, variability of information spread and probability of derived calamities from the information propagation are summarized.

Key words: complex networks; disasters information; transmission characteristics