

基于复杂网络视角的网络图书广告鲁棒性分析

吴丹¹, 赵江²

(1. 浙江理工大学科技与艺术学院, 浙江 上虞 312300; 2. 浙江财经大学工商管理学院, 杭州 310018)

摘要: 网络图书广告传播系统依托于企业、用户的分布范围以及用户分享等形成庞大的复杂网络。该复杂网络的受众不再是广告信息的被动接受者而是信息传播的主动参与者。用户的参与包括主动干扰和攻击可能导致广告传播系统的效率和传播质量的下降,甚至功能的丧失,即鲁棒性问题。通过分析级联失效模型及其失效的三个阶段,给出网络图书广告传播所在网络的鲁棒性度量方法。研究表明:网络图书广告的鲁棒性更多体现在重要节点间的自由连接,针对重要节点进行有效的保护对广告传播效率和传播质量的效果比针对所有节点进行保护的效果更好。

关键词: 网络图书广告;复杂网络;鲁棒性;级联失效;节点

中图分类号: G206.3

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2018)04-0119-06

图书广告作为一种重要的广告类型,自宋朝活字印刷术后形成雏形^[1]。民国时期,图书广告在宣传手段及艺术表现上都彰显出独特的魅力^[2]。改革开放后,图书广告的传播模式和宣传类型亦有所变革,更多地利用图书自身和作者签名售书等进行广告宣传^[3-4]。由于互联网在图书销售和传播过程中得到广泛应用,这对整个图书产业的销售模式也产生了新的影响。以亚马逊和当当为首的网络图书电子商务企业发展迅速,以网络作为传播媒介的网络图书广告也随之蓬勃发展。

随着图书广告市场竞争的日益加剧,单纯地依托于“线下”图书销售的企业难以生存和发展,故企业需要建立相应的网络图书广告传播系统,更多地将图书销售转至“线上”。该传播系统通常依托于企业、用户的分布范围以及用户之间的共享关系形成一个庞大的广告信号传播网络。这一网络体系随着用户数量、分享内容、传播时间等的变化而进一步增大,呈现出高度复杂性,故称之为复杂网络^[5]。其最早的研究源于 Stanley 对不同用户关联的六度空间理论^[6]。1999年,Barabási 和 Albert 首次提出了无

标度复杂网络模型,并研究了网络不同元素间的连接规律,用“顶点集”概念表示网络中具体的可以辨别的实体元素的集合,并将集合内的元素称为网络的“节点”,各个节点间通过直接或间接的相互作用实现信息传播^[7]。此后,复杂网络的理论研究逐步运用到其他社会科学领域。而在图书广告传播系统中,各个节点也通过复杂的链接最终形成庞大的复杂网络。其中,图书出版企业、网络图书中介(转销商、代理商等)、图书购买客户分别代表该网络系统中的分层节点,节点间的连线则反映了广告信息的流动路径,体现了它们的相互作用。通过网络广告传播系统,将图书广告信息和复杂网络各层级节点链接组织在一起,通过广告信号的非线性流动,使得网络图书广告内容和出版企业、购买客户之间形成了紧密的关联性。

一、复杂网络及其鲁棒性

复杂网络强调以拓扑结构为基础综合分析系统功能^[8]。其在网络部分结构失效后对整体网络结构和功能的影响,称为网络的鲁棒性(Robustness)^[9]。

收稿日期: 2017-10-18 网络出版日期: 2018-03-28

基金项目: 浙江省自然科学基金项目(LY18G020015);浙江省高等教育课堂教学改革研究项目(kg20160580);浙江理工大学科研项目(KY2016005)

作者简介: 吴丹(1982-),女,浙江杭州人,讲师,硕士,主要从事新媒体广告方面的研究。

通信作者: 赵江, E-mail: woshiweimo007@126.com

“鲁棒性”的研究对理解复杂网络传播机理、节点间关系具有重要理论意义。此外,加强复杂网络对外环境的防御特性,提高其整体效用还具有较大的实际应用价值。在现实中,许多复杂网络系统都对外界突发性事件产生的错误表现出极大容忍性,如复杂交通网络具有较高的鲁棒性:当外界或内在原因导致该网络结构中的某一环节产生局部故障时,相应网络节点的信息交换能力却未出现显著性下降,网络的整体信息传播功能仍然较为完整。针对复杂网络结构和功能关系,Kwon等^[10]利用关联分析研究鲁棒性和反馈结构,发现无标度网络的反馈结构较多,其鲁棒性较高。类似的,Ash^[11]通过优化算法分析复杂网络的具体结构,研究表明:鲁棒性和网络的最大路径长度、聚类性和模块性等密切相关。针对鲁棒性和具体攻击方式,Gao等^[12]发现当直接攻击网络的居间中心性时,整个网络可能被摧毁,这种对居间性的“随机攻击”与鲁棒性密切相关。Albert等^[13]运用“随机障碍”和“蓄意攻击”策略分析随机网络(ER模型)和无标度网络(BA模型)的鲁棒性差异,发现无标度网络面对“随机障碍”的鲁棒性更强。在社会网络研究中,赵莉等^[14]通过对企业组织的抽象,积极寻找复杂网络的演化规律,分析针对外部的“随机攻击”和“蓄意攻击”情况下该企业组织的鲁棒性及其差异。

可见,鲁棒性与复杂网络连结的“边”、“节点”以及相互联系形成的网络功能密切相关。目前,针对鲁棒性研究较多采用建模分析手段,考虑不同外部环境攻击类型下的网络适应能力和恢复能力,然而从社会网络传播视角结合信息流通路径的建模研究较少。由于社会复杂网络受到外界因素影响的范围和作用更大,其接受到外部攻击后的恢复能力和信息传播效率变化等成为研究的重点。在信息化和不确定环境下,网络图书广告的传播缺乏抵御随机攻击和来自传播节点恶意破坏的能力,当某一评论攻击该网络图书广告时,若能保证该网络图书广告传播效果持续、稳定,并能按照预期目标通过网络层级向子节点有效传播,防范相关的传播攻击行为,则表明该网络图书广告传播系统具备良好的鲁棒性。因此,研究网络图书广告传播过程的随机攻击和抵御风险的鲁棒性,对于提高网络图书广告的传播效果,保障网络图书广告在受到各种突发性事件的稳定性具有十分重要的作用。其实质在于将复杂网络的相关理论应用于社会科学研究,分析图书广告传播过程中的相关“节点”在受到外部环境的攻击后,整个

图书广告网络的传播质量和传播效率变化情况以及整个网络抵御外部风险的能力。

二、网络图书广告系统的传播特性

不同于一般的复杂网络,网络图书广告的传播系统是利用网络投放平台将图书信息传递给互联网用户的广告运作方式,其传播主体、传播路径和传播内容不仅依托于物理网络,而且依托于广告信号传递过程中形成的复杂人际网络。从传播主体来看,图书广告中信息数据的传播主体是人,不同的人形成不同的传播“节点”,通过人与人的信息沟通和共享来实现图书信息的传播,故网络传播的广告信号在一定程度上反映了人际关系和社会交互的时空特性。

从传播路径来看,该网络的信号传递依托于具体的媒介位置,融合了人们对于图书品类购买的在线体验和分享内容,以物理网络为依托连通了虚拟的社会空间,通过各个传播节点形成复杂的信号流向路径,随着网络图书广告沿节点的不同路径逐层向用户传播,该网络会依托图书广告的传播范围而得到增强,形成一个遍布全国乃至全球的传播网络。信号的多层级流动和人际间信号的反馈最终形成了混合的社交空间。

从传播内容和过程来看:在网络图书广告形成的传播系统中,网络图书广告的受众不是被动接受者。相反,他们会主动寻找信息,选择信息,并对感兴趣的信息进行更深入的接触。此外,受众能进一步了解产品更详细的信息,并通过咨询、分析,随时反馈接收到广告后的感受。这表明:随着信号的反馈和信息传播层级的增多,网络图书广告的“传播节点”不断生成新的传播内容,并向其他节点进行传播。

网络受众对广告信息传播的主动参与已成为影响复杂网络信号传播的一种“不确定因素”。即用户可能主动对该传播网络进行侵扰或攻击,具有一定的潜在危害性。一方面,由于主动攻击造成广告传播信号失真,可能影响图书广告的传播效率和传播质量;另一方面,由于增加了复杂网络中传播主体的信息反馈和分享,可能影响图书广告的传播方向和传播路径,最终沿着整个图书广告传播网络进行扩散:特别是当其中某个节点在遭受外部用户的攻击时,有可能对其它传播节点造成损害,从而影响到其它各个节点评论者给予的评论或信息共享,最终导致图书广告传播系统的部分或全部功能丧失(系统崩溃)。

三、级联失效模型及其鲁棒性介绍

当出版商投放的网络图书广告经过多层路径流向消费者过程中,广告信号随传播层级的递增而不断增强,信号的传播呈现级联放大和反馈效应^[15]。网络图书广告的级联放大效应使得广告信号的传播覆盖程度随着复杂网络层级的增加而逐步扩大,而反馈的结果导致网络信号呈现逆向的动态整合效应,每一层网络信号都会反向流向原有的网络层级,并适度降低信号强度,最终影响网络信号传播的有效性。当网络承载功能在多层流向消费者过程中降低或失去原有效果时,称之为级联失效。目前对复杂网络鲁棒性研究关注于其抗毁性传播。一般而言,毁坏复杂网络的结构和功能主要包括两种方式:蓄意传播破坏和随机传播障碍^[16-17]。因此,构建网络图书广告的级联失效模型是分析网络信号传播的基础,而通过分析级联失效过程对于理解级联失效模型,分析网络图书广告传播形成的复杂网络鲁棒性具有重要意义。

(一)级联失效模型

1. 蓄意传播破坏

外界环境某一要素对网络图书广告传播过程中的重要传播节点进行恶意攻击,致使节点丧失或部分丧失相关的信息传递功能,并导致层级信息传播障碍。结合杨剑军等^[18]对鲁棒性的研究,本研究考察了蓄意攻击或诋毁对网络图书广告传播的影响,分析该网络的承载功能是否能正常进行。以经管类图书《货币战争》为例,在亚马逊网站上的图书详情中有:编辑推荐、媒体推荐、作者简介、目录、序言、后记、文摘。读者评价4颗星。在传播过程中,有受众尖锐指出“经济学不是廉价阴谋小说”,而在豆瓣读书上的评价仅为7.3分,受众负面评价较多,如“书一般,想吸引门外汉的眼球,真正的内行人看了也就一笑了之。其实书中的论点一点也不新鲜……作者只是对相关经济现象进行描述,而未对内容做出实质性的定量分析。而且更可笑的是书中的很多论据非常不扎实,推理不严谨,想当然的人物心理描写和引言比比皆是,实在难令人信服。”这些负面评价的结果,导致该图书广告传播受到很大限制,该图书也受到读者的冷遇。

2. 随机传播障碍

随机选择网络图书广告形成的任意节点,因为节点自身的故障而导致网络传播失效。本研究考察了网络图书广告在传播过程中由于自身原因导致传

播出现障碍,考察网络承载功能是否正常进行。以国内第一本精神病人访谈手记《天才在左,疯子在右》为例,它在全球最大的中文网上书店当当网上的销售情况并不理想,商品评论还不到10条。该书在当当上的商品详情为目录、作者介绍、内容介绍、编辑推荐、媒体评论、在线试读,并且全是纯文字的介绍。而同期亚马逊在推荐这本图书时就增加了对作者高铭的视频专访;在天猫书城则除了视频外,还增添了陈乔恩在真人秀节目中大力推荐的视频截图,以及平面广告和改编成电视剧之后的剧照和海报。虽然图书传播过程都依次为“网络接触——媒介印象——受众”,但由于在当当网的图书广告并未尝试从试、听、明星推荐等多角度来吸引受众的关注,因此传播效率不高,图书在传播过程中也未得到读者的有效反馈,导致其销量远远落后于其他图书网站。

通过分析两种类型的级联失效模型,并进一步考虑了移除的网络节点数量变化、节点信息变化以及网络节点容量值变化对鲁棒性的影响。结果发现:

a)当网络图书广告所在的复杂网络节点移除数量逐步增加时,其鲁棒性则呈现反方向变化,并且下降的速率与网络的广度参数成正比,即广度参数越大,下降速率越大,传播效率越受影响。这表明:鲁棒性的下降速率在不同的攻击模式下有所差异,其中,随机攻击对鲁棒性的下降影响较少,而蓄意攻击则严重影响到网络图书广告所在的复杂网络稳定性和传播效率。这提示我们应当防范针对网络图书广告传播的蓄意攻击。

b)节点信息与复杂网络的鲁棒性密切相关,对部分节点信息予以隐藏,较大程度上避免了节点的暴露风险,避免该网络受到外部攻击,有利于提高复杂网络的鲁棒性。相反,如果部分关键节点信息予以暴露,则该网络较为脆弱,其鲁棒性将显著性下降。在网络图书广告传播形成的复杂网络中,信息传播涉及到企业、中间商、图书购买客户等不同节点,受限于成本和技术手段等,企业难以针对所有节点进行完全信息保护,而针对关键节点的保护则有效提高了复杂网络的鲁棒性,其广告信息的传播效率和传播质量将得以显著提升。这提示我们应当对网络图书广告传播的重要节点进行相应的保护。

c)网络节点容量值较小时,节点级联失效严重,而当网络节点容量值较大时,节点的信息储备能力和传播能力有所提高,鲁棒性的增强使得复杂网络的局部容错能力随之增强,从而能有效对级联失效带来的问题。然而,当网络节点容量极大时,虽然

局部容错能力随之增强,但节点间的传播效率有所下降,使得网络整体的鲁棒性并未得到显著增强。这表明在网络图书广告传播过程中不能一味追求过高的传播节点。相反,应当在一定范围内控制节点数量。这提示我们应当控制网络图书广告的传播节点的规模数。

根据级联失效模型可知:网络图书广告的传播失效需要节点间的相互关联,节点信息和鲁棒性密切联系,相关信息负载随着复杂网络的层级和传输时间而变化。时间越长,信号传输难度就越大。因此,需要根据级联失效模型进一步考虑其具体的失效阶段和信号传输变化。

(二)级联失效的过程

事实上,由于图书广告信息在网络传播中是随着网络层级的递增而放大,故网络图书广告传播的失效并非直接呈现,而是受到网络的缓冲效应,逐步显现出来。我们利用 Matlab 2012b 软件对网络图书广告传播过程进行仿真模拟:对图书广告的网络样本所接受的蓄意传播破坏和自身传播障碍等进行了模拟分析,运用随机等概率抽样法,选择一个节点作为初始节点,随后将该节点及其与该节点链接的边删除以验证该图书广告网络的信息传播效能,即鲁棒性的变化。类似的,再随机抽取相关节点并重复验证模拟不同外环境对该图书广告网络的攻击。在分析网络节点受到影响时的网络传播效率变化,结果发现网络图书广告的级联失效过程包括了以下三个阶段:

1. 稳定工作阶段

网络图书广告的传播虽然受到来自网络某个节点处的攻击,但整个网络的功能保持正常,各个部分都在其工作负载范围内正常运行,呈现较强的鲁棒性,并未凸显出具体问题。由于稳定工作阶段的出现,所以网络图书广告传播在遇到问题时往往难以及时发现。故在网络图书广告传播过程中应及时分析网络节点的传播效率,如2016年7月热播《幻城》电视剧时再版的《幻城》小说,其在网络的短评、读者反馈并未随电视剧的热播而显著增加,这就表明相关的网络图书广告传播效率并未显著性增强,这就需要图书出版商及时调整网络图书广告策略,提高其传播效率。

2. 负载传播阶段

当网络图书广告的某个传播实体受到外部攻击时(如网络图书广告的内容或形象受到传播个体的针对性负面评论时),通往新节点的信息必须重新选

择传播路径,这种信息分流会对网络图书广告传播路径产生负面影响。一般而言,节点的信息处理能力应当与信息总量相适应。如果某一节点的信息处理能力低于信息总量时,该节点的传播功效将受到抑制,甚至导致该节点失去相应的传播能力,而多余的信息量也只能通过其他连节点予以传播。这一过程往往呈现突发性,短时性,爆发力强,在很短的时间内就达到传播效应的顶点。这一阶段相比其他阶段,网络图书广告的信号传递效率和传递质量发生了巨大变化,这是复杂网络的鲁棒性变化的最重要阶段,这就要求网络图书广告发布时要及时发现信号负载问题所在,及时处理以避免广告信号出现“断崖式”下降,最终影响图书广告的有效传播。

3. 级联失效阶段

网络图书广告的级联失效与两种传播情况有关:其一由于传播网络连接障碍,传播主体依次失去效能,复杂网络的信息流通受到严重影响,节点传递信号的能力丧失,最终导致信号传递的终止。其二是网络广告传播失效范围相对有限,一般仅在部分用户层面产生,故该网络最终产生“自组织平衡”。由于图书的生命周期相对较长,虽然网络图书广告的传播导致网络失去一定的工作能力,但图书的销售依然会在很长时期内保持相对稳定的趋势。一旦广告信号进入这一阶段,图书广告的传播也将进一步陷入低谷,很难再通过其他手段恢复相应的信号传递。而对网络图书广告发布而言,应当尽可能采取措施延缓图书广告传播的失效终结阶段,才能有效提高广告的信号传递。

可见,级联失效的过程与鲁棒性密切相关,在每个阶段,网络图书广告的传播信号都可能受到节点外的信号干扰,从而影响复杂网络图书广告的传播效率。故需要寻找鲁棒性的具体度量模型以分析其传播特性。

(三)鲁棒性度量方法

在一般的复杂网络中,常用“连通性”指标分析复杂网络的抗外部环境的干扰程度,即将受到随机蓄意攻击或随机故障时的鲁棒性用网络连接属性予以测量。而网络图书广告所在的复杂网络具有人际网络和物理复杂网络的双重特性。因此,为衡量级联失效对整个网络图书广告传播的破坏性,本文用网络效率函数 $E(G)$ 来度量网络图书广告传播的鲁棒性^[17]。构建网络图书广告传播的鲁棒性度量模型如下所示:

$$E(G) = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{v_i \neq v_j \in V} \frac{1}{d_{ij}}.$$

其中:参数 N 定义为复杂网络的节点数量;参数 d_{ij} 代表节点 i 和节点 j 间网络图书广告的传播距离。因变量 $E(G)$ 表示所有网络图书广告传播过程延时的平均值。故由该模型可知,网络传播效率和节点数目以及广告节点间的传播距离呈反比。这实质上反映了网络图书广告的传播效率依托于复杂网络各相应节点,并与网络间距离和其承载内容有关。

根据网络自身的承载内容差异,可以将复杂网络的鲁棒性分为静态鲁棒性和动态鲁棒性。

1. 静态鲁棒性

在图书广告向受众的传播过程中,如果将某些相关节点从网络中予以删除,该传播网络不需要对广告信息流重新分配,并且原有的网络功能未受到显著性影响,则该网络具有静态鲁棒性。静态鲁棒性实质上反映了某些网络图书广告自身具有较强的容错性,这类网络图书广告承载内容抵御外部风险能力较强,受到外界环境影响很小,一般宣传的是读者群相对固定、图书销量变化不大的一类图书,如诗歌集、散文、文艺类图书等。

2. 动态鲁棒性

当图书广告在传播过程中,如果删除了某些节点,该网络需要对广告信息进行重新分配,经过动态平衡后,网络的基本功能仍然得到维持,则表明该网络具有动态鲁棒性。动态鲁棒性实质上反映了网络图书广告在传播中的动态级联特性。这类网络图书广告一般宣传的则是读者群变化较大,图书销售量与读者口碑密切结合的一类图书,如畅销小说类。此时,更需要采取必要的广告传播策略加强对重要节点的优化,避免网络图书广告的级联失效造成的负面影响。

四、结 语

网络传播的广告信号在一定程度上反映了人际关系和社会交互的时空特性。网络图书广告的受众,可全方位地了解产品更为详尽的信息,并对该信号传播进行主动参与,影响了网络的稳定性——鲁棒性。本文针对网络图书广告传播过程的鲁棒性进行了研究,考虑了网络图书广告传播过程中由于某个节点失效,其他广告信息传播节点将可能受到影响。首先,构建基于复杂网络的节点级联失效模型及其失效的不同阶段对网络图书销售的影响;其次,利用网络效率函数给出网络图书广告传播所在网络

鲁棒性的度量方法,阐明了静态鲁棒性和动态鲁棒性的区别。相关研究有助于理解复杂网络攻击模型和级联失效模型中相关参数变化对网络图书广告传播的鲁棒性影响。

根据本研究模型:在图书广告形成的复杂网络中,针对所有节点进行保护将加大企业的额外开支,且对网络鲁棒性影响程度有限。相反,某些重要节点的信息保护则对广告传播效率和传播质量起促进作用,对网络鲁棒性至关重要。这表明:a)一方面,需要对重点人群的信息传播加强监管力度。另一方面,在信号传递过程中,对不同节点应当采取不同策略,特别是针对重要节点的宣传应采取“传播信号增强”策略。b)信号的传播增强可能导致网络级联失效。因此,需要进一步优化网络层级和传播参数以避免网络级联失效。总之,本文对网络图书广告的鲁棒性的度量和分析提供了一种新的研究思路,通过构建网络级联失效模型和鲁棒性度量模型,阐明了网络图书广告传播过程可能遇到的潜在风险及其应对措施^[19]。本研究对于深入理解社会复杂网络中人际传播效率、传播质量乃至传播机制等起到促进作用。未来将通过定量分析和定性分析相结合的方法进一步研究鲁棒性的具体变化值对图书广告传播的影响,深入研究网络图书广告的传播机制。

参考文献:

- [1] 胡发强. 明代书坊广告类型及其创意设计[J]. 出版与印刷, 2011(4):19-22.
- [2] 刘佳佳. 民国图书广告艺术初探[J]. 中国出版, 2014(6):67-70.
- [3] 孟讲儒. 图书广告宣传策略分析[J]. 中国出版, 1997(12):23-24.
- [4] 寇泽梅. 图书广告如何选择媒介[J]. 青年记者, 2010(8):61-62.
- [5] 田占伟. 基于复杂网络的微博信息传播研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2012.
- [6] Milgram S. The small world problem[J]. Psychology today, 1967, 2(1):60-67.
- [7] Barabási A L, Albert R. Emergence of scaling in random networks[J]. science, 1999, 286(5439):509-512.
- [8] 陆靖桥, 傅秀芬, 蒙在桥. 复杂网络的鲁棒性与中心性指标的研究[J]. 计算机应用与软件, 2016, 33(4):302-305.
- [9] 毛凯. 复杂网络结构的稳定性与鲁棒性研究[J]. 计算机科学, 2015(4):85-88.
- [10] Kwon Y K, Cho K H. Analysis of feedback loops and robustness in network evolution based on Boolean models[J]. BMCbioinformatics, 2007, 8(1):430.

- [11] Ash J, Newth D. Optimizing complex networks for resilience against cascading failure [J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2007, 380: 673-683.
- [12] Gao L, Li M H, Wu J S, et al. Betweenness-based attacks on nodes and edges of food webs[J]. *Dynamics of Continuous Discrete and Impulsive System Series B*, 2006, 13(3/4): 421.
- [13] Albert R, Jeong H, Barabási A L. Error and attack tolerance of complex networks[J]. *Nature*, 2000, 406 (6794): 378-382.
- [14] 赵莉. 基于复杂网络视角的企业组织鲁棒性分析[J]. *统计与决策*, 2013(15): 174-177.
- [15] 吴丹, 赵江. 双向级联反馈模式的网络图书广告传播机制和策略[J]. *浙江理工大学学报*, 2016, 36(4): 361-365.
- [16] 秦效宏, 黄光球. 基于复杂网络理论的企业营销网络鲁棒性分析[J]. *商业研究*, 2010(11): 68-71.
- [17] 张超, 张凤鸣, 王瑛, 等. 基于复杂网络视角的航空通信网络鲁棒性分析[J]. *系统工程与电子技术*, 2015, 37(1): 180-184.
- [18] 杨剑军, 战洪飞, 黄利民. 知识传播复杂网络的鲁棒性研究[J]. *科技进步与对策*, 2010, 27(13): 10-12.
- [19] 孙昱, 姚佩阳, 张杰勇, 等. 基于优化理论的复杂网络节点攻击策略[J]. *电子与信息学报*, 2017, 39(3): 518-524.

Robustness analysis of network book-ads based on the view of complex network theory

WU Dan¹, ZHAO Jiang²

(1. Keyi College, Zhejiang Sci-Tech University, Shangyu 312300;

2. School of Business Administration, Zhejiang University of Finance & Economics, Hangzhou 310018)

Abstract: The network book-ads communication system forms a large complex network by depending on the distribution range of enterprises and consumers as well as users' sharing. The audiences of the complex network are no longer the passive information receivers, but the active participants in information communication. The users' participation includes active interference and accusation, which might reduce the efficiency of ad-communication system communication quality, and even the function deficiency, i. e. robustness. This study analyzes the cascading failure model and its three phases, and shows the measuring methods of robustness for the communication of network book-ads. The results indicate that the robustness of network book-ads is more reflected in the free link among critical nodes. Moreover, the important protection of critical nodes shows better practical effect than the equal protection of each node of the book-ads network.

Key words: network book-ads; complex network; robustness; cascading failure; nodes

(责任编辑: 钱一鹤)