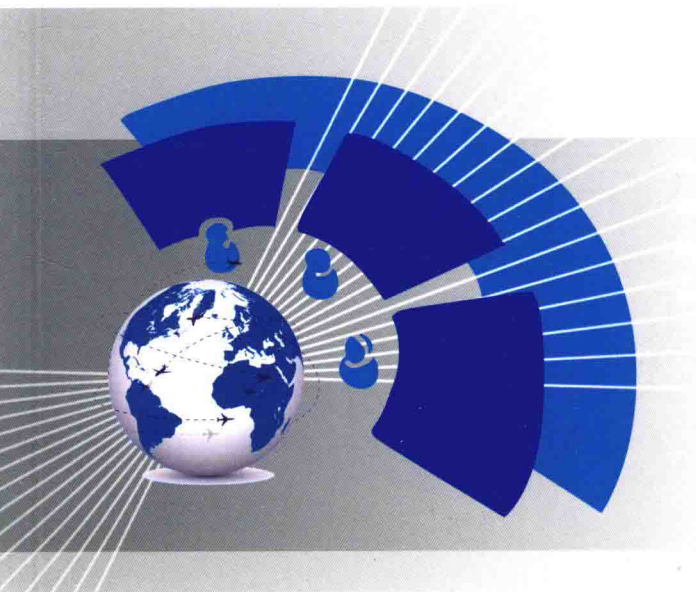




信息化网络平台研究丛书

基于交互行为特征的 社交网络信息传播研究

李旭军◎著



RESEARCH ON INFORMATION DISSEMINATION IN
SOCIAL NETWORK BASED ON
INTERACTIVE BEHAVIOR CHARACTERISTICS



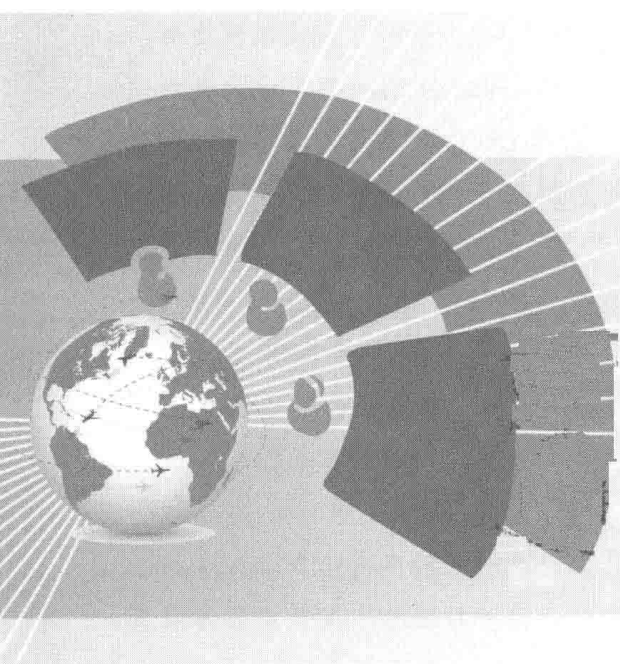
经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE



信息化网络平台研究丛书

基于交互行为特征的 社交网络信息传播研究

李旭军◎著



RESEARCH ON INFORMATION DISSEMINATION IN
SOCIAL NETWORK BASED ON
INTERACTIVE BEHAVIOR CHARACTERISTICS



经济管理出版社

ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

基于交互行为特征的社交网络信息传播研究/李旭军著. —北京: 经济管理出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-5096-5257-2

I. ①基… II. ①李… III. ①互联网络—信息—传播—研究 IV. ①G206

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 176984 号

组稿编辑: 杨 雪

责任编辑: 范美琴

责任印制: 司东翔

责任校对: 王淑卿

出版发行: 经济管理出版社

(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址: [www. E-mp. com. cn](http://www.E-mp.com.cn)

电 话: (010) 51915602

印 刷: 北京玺诚印务有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 710mm×1000mm /16

印 张: 11.75

字 数: 202 千字

版 次: 2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5096-5257-2

定 价: 48.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部负责调换。

联系地址: 北京阜外月坛北小街 2 号

电话: (010) 68022974 邮编: 100836

前言 Preface

社交网络这个名词是 1954 年由 J. A. Barnes 首先提出和使用的，最初其对应的英文为 “Human Relations”，也就是说社交网络的核心价值在于人和人之间的社交关系。20 世纪 60 年代，哈佛大学的社会心理学家米尔格兰姆 (Stanley Milgram) 设计了一个连锁信件实验，证明了任何两个互不相识的人只要五个中间人即可建立联系，即 “六度分割” 理论。进入 Web2.0 时代，“六度分割” 理论与互联网的结合显露出巨大的商业价值。截至 2016 年 11 月，成立于 2004 年的 Facebook 经过 12 年的发展，其用户规模已突破 17 亿。基于 Facebook 平台的各种商业应用不仅渗透到社会生活的方方面面，更为重要的是，它已影响到社会民众的世界观和价值观，进而可能会改变社会的意识形态。

Facebook 成功的关键之处在于通过人与人之间的信息分享，改变了人与人之间的社会关系，正如其创始人马克·扎克伯格所说：“人们分享得越多，他们就能够通过自己信赖的人，获得更多有关产品和服务的信息。他们能够更加轻松地找到最佳产品，并提高其生活品质 and 效率。在这一过程中，企业获得的益处是：它们能够制造更好的产品，即以人为本的个性化产品。与传统商品相比，那些基于社交关系、社交图谱、社交圈推广的产品更具有吸引力。” 可见，社交网络为人们开拓了新的信息分享和交流平台，也为企业创造了利用社交关系更开阔、更深入、更高效地开展客户销售、服务和营销的机会。对于企业来说，谁越早抓住机会研究了解客户的社交网络关系，谁就越具有核心市场竞争力。

社交网络上用户分享信息的传播效果是衡量人与人之间的社会关系改变程度的重要指标，是众多社会学家、经济学家以及网络科学研究者关注的热点问题。本书以社交网络上用户间的交互行为为研究对象，从交互行为的时间分布、关系强度以及参与交互的节点重要性三个角度出发，精准刻画交互行为的特征对信息传播效果的影响。

首先，由于社交网络用户规模庞大，其发布的信息具有海量性和异构性，也就是具有“大数据”特征。因而，探究用户间交互行为的时间分布规律不仅有利于大数据企业筛选和清洗数据，更为重要的是，可以由用户交互行为的时间分布规律出发，分析用户日常的生活规律，为用户建模提供适合的数据来源。

其次，“六度分割”理论虽然证明了现实世界中信息从一端传播到另一端平均只需要五个人，但是信息在传播过程中具有不可避免的“阻尼性”，也就是信息从一个节点传播到下一个节点后，下一个节点是否相信、转发以及传播信息。由于用户倾向于相信、转发和传播其好友所发布的信息，因此信息传播的“阻尼性”与用户间的关系强度是息息相关的。因而，针对社交网络上用户所发布的海量和异构性数据，如何快速、精准地刻画用户间的关系强度，以加速或抑制信息传播效果的关键环节，是需要研究的问题。

最后，社交网络具有无尺度特性，即网络上存在少量具有大量链接的节点，也就是复杂网络领域的重要节点，如市场营销、危机管理等领域的“意见领袖”。针对市场营销领域，如何从广告投入成本和广告传播效果两个角度，选择性价比最高的“意见领袖”，一直以来都是广告商在广告投放时考虑的重要问题；针对危机管理领域，如何从危机预防和危机处置两个角度，控制“意见领袖”，引导和梳理社会舆论的走向，最大限度地化解危机对社会稳定和和谐的冲击，一直以来都是各级政府关注的重要问题。因此，刻画参与交互的节点重要性不仅具有巨大的商业价值，更为重要的是有利于社会的稳定和和谐。

本书的重点在于从社交网络上交互行为的特征出发，探求交互行为特征的基本规律，为企业从庞大的社交网络数据中创造商业价值，进而为政府的决策提供理论依据。本书的内容包括：第1章为研究背景的介绍；第2、第3、第4章是数学理论基础；第5、第6章从交互行为的时间分布特征出发，研究其对信息传播效果的影响；第7章是交互行为的关系强度对信息传播效

果的影响；第8章是参与交互的节点重要性对信息传播效果的影响；第9章是总结与研究展望。读者在阅读过程中，可结合自己的研究兴趣，选取对应的章节阅读。

书中的不足与疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

李旭军

2017年5月28日

1 绪论

- 1.1 交互行为影响社交网络信息传播效果的背景分析 / 1
 - 1.1.1 时代背景 / 2
 - 1.1.2 学术背景 / 4
- 1.2 交互行为影响社交网络信息传播效果的研究意义 / 8
- 1.3 本书的组织安排 / 9

2 随机过程基础知识

- 2.1 齐次泊松过程理论 / 12
 - 2.1.1 齐次泊松过程定义 / 12
 - 2.1.2 齐次泊松过程下的时间间隔与等待时间的分布 / 16
 - 2.1.3 齐次泊松过程下到达时间的条件分布 / 18
- 2.2 非齐次泊松过程理论 / 21
 - 2.2.1 非齐次泊松过程下事件到达的概率分布 / 22
 - 2.2.2 非齐次泊松过程下事件到达时间的条件概率分布 / 23

3 社交网络上的交互行为特征

- 3.1 交互行为的时间分布 / 26
 - 3.1.1 具有截止期限的排队模型 / 28
 - 3.1.2 兴趣驱动的人类在线活动时间规律模型 / 30
 - 3.1.3 具有服务时间的行为动力学模型 / 32
- 3.2 交互行为的关系强度 / 35
 - 3.2.1 局部属性下的交互行为关系强度 / 35
 - 3.2.2 路径属性下的交互行为关系强度 / 38
 - 3.2.3 随机游走属性下的交互行为关系强度 / 40
- 3.3 参与交互行为的节点重要性 / 43
 - 3.3.1 基于局部属性的节点重要性 / 43
 - 3.3.2 基于全局属性的节点重要性 / 44
 - 3.3.3 基于随机游走的节点重要性 / 49

4 社交网络上的信息传播理论

- 4.1 基于均匀网络结构的传染病传播 / 56
- 4.2 基于小世界网络结构的信息传播 / 58
 - 4.2.1 小世界网络模型 / 58
 - 4.2.2 小世界网络结构下的信息传播 / 59
- 4.3 基于无尺度网络结构的信息传播 / 61
 - 4.3.1 无尺度网络模型 / 61
 - 4.3.2 无尺度网络结构下的信息传播 / 64

5 对流扩散理论下的交互行为时间分布

- 5.1 研究背景 / 67
- 5.2 对流扩散理论模型 / 68
 - 5.2.1 基于优先权决策的排队模型 / 68

- 5.2.2 对流扩散方程的构建与求解 / 69
- 5.2.3 交互行为时间分布规律解析 / 71
- 5.3 交互行为时间分布规律验证 / 73
 - 5.3.1 实际数据验证 / 74
 - 5.3.2 仿真实验数据验证 / 77
- 5.4 结论 / 82

6 交互行为的时间分布对信息传播效果的影响

- 6.1 研究背景 / 83
- 6.2 信息传播模型与传播树模型 / 84
 - 6.2.1 基于 SI 传染病机制的信息传播模型 / 84
 - 6.2.2 传播树模型 / 84
- 6.3 传播树模型的动力学机制 / 86
- 6.4 交互行为的时间分布特征对信息传播效果的影响 / 94
- 6.5 结论 / 96

7 交互行为的关系强度对信息传播效果的影响

- 7.1 研究背景 / 98
- 7.2 基于交互行为度量节点间的关系强度 / 100
 - 7.2.1 互动行为、交互活动及交互行为的定义 / 100
 - 7.2.2 关系强度的度量方法 / 100
- 7.3 基于交互行为构建关系网络 / 101
 - 7.3.1 实验数据 / 101
 - 7.3.2 基于 Pareto 定律界定互动行为的时间间隔阈值 / 102
 - 7.3.3 基于时间间隔阈值的交互活动 / 103
 - 7.3.4 基于交互行为构建关系网络 / 104
- 7.4 关系网络中节点的信息传播效果 / 106
 - 7.4.1 SIR 传播模型 / 107

- 7.4.2 节点的信息传播效果 ($\alpha=1$) / 108
- 7.4.3 不同 α 值下的节点信息传播效果 / 109
- 7.4.4 好友推荐策略下活跃节点的信息传播效果 / 110
- 7.5 结论 / 112

8 参与交互的节点重要性对信息传播效果的影响

- 8.1 研究背景 / 116
- 8.2 基于经典的节点重要性排序方法的样图分析 / 118
 - 8.2.1 经典的节点重要性排序方法 / 118
 - 8.2.2 节点重要性排序方法的评价标准 / 128
 - 8.2.3 基于经典算法的样图分析 / 129
- 8.3 基于阻尼系数的 CEC 算法模型 / 131
 - 8.3.1 CEC 算法模型的基本假设 / 132
 - 8.3.2 CEC 算法模型的流程 / 132
 - 8.3.3 CEC 算法模型中的基本算法 / 133
- 8.4 节点重要性影响信息传播效果的实例分析 / 135
 - 8.4.1 基于 CEC 算法模型的样图分析 / 135
 - 8.4.2 实例分析 / 137
- 8.5 结论 / 144

9 总结与展望

- 9.1 主要研究成果与结论 / 147
- 9.2 创新点 / 149
- 9.3 研究展望 / 150

附 录 / 152

参考文献 / 158

后 记 / 175



1

绪 论

1.1 交互行为影响社交网络信息传播效果的背景分析

社交网络 (Social Network Services, SNS) 是基于“六度分割”理论形成的面向互联网服务的社会性网络, 过去几十年间, 以 Internet 为代表的信息技术的迅猛发展使人类社会大步迈入了社交网络时代。“六度分割”理论是指地球上任何一个人最多只需借助五个中间人, 就可以认识任何一个陌生人。基于此理论创立的面向社会性网络的互联网服务, 即通过“熟人的熟人”来进行网络社交的扩展, 都可以看作是社交网络。在维基百科中, 社交网络被定义为: “由许多节点构成的一种社会结构。节点通常是指个人或组织, 而社交网络代表着各种社会关系。在社交网络中, 成员之间因为交互而形成相对稳定的关系体系, 这种关系体系可以是朋友关系、同学关系, 也可以是生意伙伴抑或是种族信仰关系。通过这些关系, 社交网络把从偶然相识的泛泛之交到紧密结合的家庭关系, 再到社会活动中的各种人们组织串联起来。”

今天, 人们的生活已经被各种各样的社交网络所包围。人类社会的社交网络化是一把“双刃剑”: 一方面, 它给人类社会的商业活动, 如个性化推荐、链路预测、网络营销、意见领袖发现及广告投放等, 带来了极大的便利, 提高了生产效率和盈利水平; 另一方面, 它也带来了一定的负面冲击,

如突发事件中，谣言借助于社交网络更容易扩散，进而影响社会的稳定与和谐。然而，无论是商业活动中的信息传播还是突发事件中的谣言扩散，都离不开人与人之间的交互行为。因此，人类社会的日益网络化需要我们对社交网络上的交互行为有更好的认识。

1.1.1 时代背景

社交网络在中国的发展历程可以划分为早期雏形的 BBS 时代、娱乐化社交网络时代、微信息社交网络时代以及垂直社交网络时代四个时代。天涯、猫扑、西祠胡同等社交网络是 BBS 时代的典型代表，与 Email 网络对比，该类社交网络将传统的点对点交互方式转变为点对面，降低了交互成本，通过淡化个体意识将信息多节点化，实现了分散信息的聚合。开心网、人人网、搜狐白社会等社交网络是娱乐化社交网络时代的典型代表，通过丰富的多媒体空间，该类社交网络将线下真实的人际关系低成本地复制到线上，通过社交类的互动游戏，如开心网的“偷菜”、“抢车位”等，提升了用户对产品的依赖性。伴随着移动互联网的迅猛发展，新浪公司及时推出了微博，标志着中国进入了微信息社交网络时代。微博用户借助 140 字以内的及时表达，以及标志价值取向和兴趣偏好的标签信息，通过自我推荐及自行搜索等方式构建自己的朋友圈，集聚了大量的用户群。但是，值得关注的是，微博用户间的关系属于弱关系，只对信息传播的广度有效，对信息传播的深度作用效果不明显。为提升信息传播的深度，以腾讯公司推出的微信为代表，标志着当前中国社交网络已进入垂直社交网络时代。在此时代下，社交作为互联网应用的基本元素，与其他应用相融合，成为一种常态。网络购物、网上支付、网络视频、搜索等服务纷纷引入社交关系，借助社交关系对用户行为的牵引促进应用本身的发展。垂直社交网络时代下的产品打通了电子商务线上交易的整个环节，是社交网络当前和未来发展的主要方向。

纵观中国社交网络的发展历程，无论何种时代下的社交网络产品，其交互的主体都是人，是依靠人与人之间的关系组织在一起。为有效地维系人与人之间的社交关系，社交网络从创建之初就满足，允许用户创建和维护朋友关系，允许用户上传和分享内容信息，允许朋友对上传和分享的内容进行评论与转发等基本要求。基于用户间的社交关系以及用户上传、分享、评论、转发的内容，任一社交网络都将深度演化为一个具有高度复杂性的非线性网

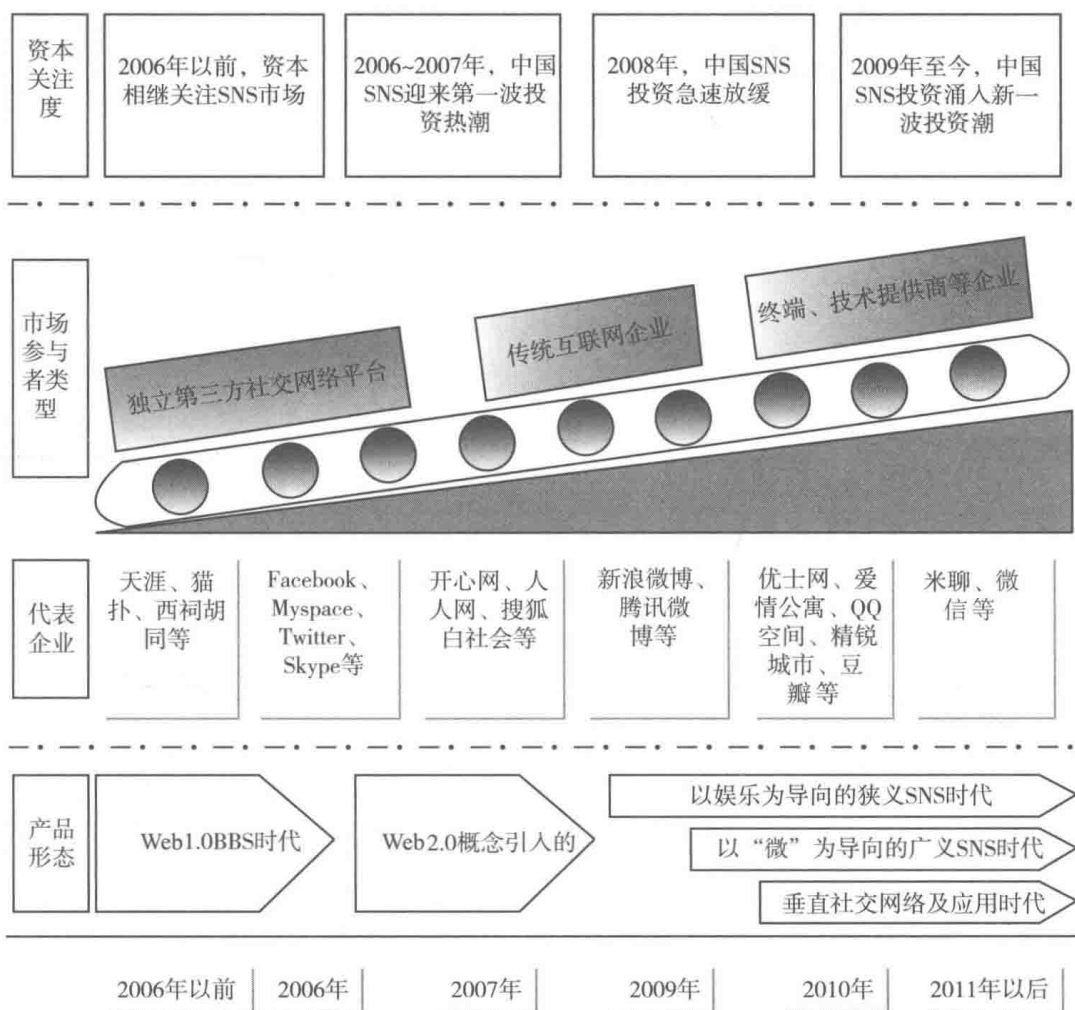


图 1.1 中国社交网络发展历程图

络。在此网络上，任一用户所发布的内容，借助其朋友的转发和评论行为，都有可能获得迅速和广泛的传播。

交互是社交网络上信息得以快速有效传播的主要途径。针对某一社交网络产品，用户发布的信息能否得到及时的传播或有效的回复，是用户对该产品是否具有黏度和忠诚度的关键。第34次中国互联网络发展状况统计报告显示，当前，基于交互行为的交流沟通类的互联网应用主要有即时通信、博客/个人空间、微博客和社交网站四种形态。从表1.1可看出，四种形态的社交网络中，即时通信作为网民最基础的网络需求，不仅稳居网民使用率第一位，还呈现出使用率稳步增长的态势。原因在于，即时通信产品将整个生

态链条打通，游戏、电子商务、O2O 等服务都能通过即时通信入口到达用户，迎合了网民的交互需求。截至 2014 年 6 月，博客/个人空间在网民中的使用率为 70.3%，其中，博客的使用率为 19.3%，而个人空间的使用率为 65.1%。二者差异显著的原因在于，博客的内容相对较长，缺乏与用户的交互，无法满足用户随时随地关注、发布信息的需求；而个人空间的发展则恰恰相反，它集合了当下流行的社交产品的多种功能，完成了向社交类应用的转型，满足了用户的交互需求。微博在经历了 2011~2012 年的快速增长之后，其用户规模逐步进入稳定状态，由于运营商对微博业务发展战略的部分调整，造成了部分用户的流失。当前，随着微博平台的作用提升，微博已成为个人、机构以及其他媒体发布信息的主要渠道之一。从价值应用的角度看，随着微博数据的累积，微博必将在舆情管理、行为预测、网络营销等领域发挥更大的作用。社交网站一方面由于面临来自竞争对手的挑战，另一方面由于其自身创新缓慢，未能满足用户的交互需求，使用户的交互频率低、高质量的原创内容少，降低了用户的使用意愿，导致了用户的流失。

表 1.1 2013.12~2014.06 中国网民各交流沟通类网络应用的使用率

应用	2014 年 6 月		2013 年 12 月		
	用户规模（万）	网民使用率	用户规模（万）	网民使用率	半年增长率
即时通信	56423	89.3%	53215	86.2%	3.1%
博客/个人空间	44430	70.3%	43658	70.7%	1.8%
微博	27535	43.6%	28078	45.5%	-1.9%
社交网站*	25722	40.7%	27769	45.0%	-7.4%

* 社交网站是指狭义的社交网站，即与 Facebook 形态和功能类似的、基于用户真实社交关系从而为用户提供一个沟通、交流平台的社交网络。

综上所述，交互行为是提升用户忠诚度和黏度的主要途径，是信息得以及时有效传播的主要手段，进而也是社交网络产品健康成长的核心要素。

1.1.2 学术背景

社交网络上的交互行为是指用户利用碎片化时间，在对自身情感需求、社交影响力综合评判的基础上决定是否对其他用户发布的信息进行评论或转

发。因而,基于交互行为的信息传播效果与交互行为的时间分布特性、关系强度以及参与交互的用户影响力等因素具有显著的相关性。

首先,分析交互行为的时间分布特性如何影响信息传播效果的前提是准确刻画交互行为的时间分布特性。现有研究发现,社交网络上交互行为的时间分布是一种特定的分布形态,即从时间轴角度观察数据流的到达,发现交互行为的时间分布呈现非泊松分布特性。此发现与早期学者的假设,即交互行为的时间分布具有泊松分布特性,是不一致的。

早期在应用传统排队理论研究排队问题时,假设行为的发生具有泊松分布特性,原因在于早期由于数据采集难度较大,排队理论的研究对象局限为电信局的占线问题,车站或码头等交通枢纽的车船堵塞和疏导,故障机器的停机待修、水库的存贮调节等。上述研究对象的研究结果表明,行为的发生具有泊松分布特性,也就是说行为的发生具有随机性。然而,社交网络作为一种复杂系统,影响交互行为发生的因素众多,第一是信息的优先权,这里的优先权包括用户间的关系强度和信息本身的重要性,如社交网络上用户会及时回复好友的信息,而对非好友则回复缓慢甚至不回复;对具有截止期限的信息,从信息发布到截止期限的时间差越小说明信息的重要性越强,因此信息的截止期限也将显著影响交互行为的时间分布。总之,对具有高优先权的信息,交互行为发生的概率较高,反之则较低。第二,用户对信息的兴趣度也显著影响交互行为发生的概率,社交网络上两个陌生用户间能发生交互行为的前提条件之一是他们对信息具有相似的兴趣。基于上述因素,社交网络上交互行为发生的分布已不再具有泊松特性,因此,针对非泊松特性的研究是当前的研究主流,目前基于优先权、前置时间的排队模型,兴趣驱动以及非齐次泊松过程的行为动力学模型,都对交互行为的非泊松分布给予了较好的解释。

其次,为探究交互行为的时间分布特性对信息传播效果的影响,众多学者借鉴传统传染病模型研究社交网络上信息的传播特性。基于 SIS 模型,有学者论证在有限规模的社交网络中,节点间的感染概率临界值比随机网络的临界值小得多;在规模趋于无穷大的社交网络中,只要感染概率临界值大于零,信息就能传播并最终维持在一个平衡状态;在规模趋于无穷大的含权社交网络中,感染概率临界值趋于零,此结论与网络的非均匀程度无关。值得注意的是,社交网络上的信息传播与传统的传染病传播还是有明显的区别。

如，基于交互行为发生的泊松分布特性，应用传染病模型解释疾病传播机制时，假设传染病感染个体的“时间间隔”是均等的，“时间间隔”是指疾病从感染个体传播到易染个体的时间；而社交网络上交互行为的发生具有非泊松分布特性，也就是说，借助交互行为，个体接收到信息的“时间间隔”是不均等的。因此，在研究社交网络上的信息传播特性时，有必要考虑交互行为时间的非泊松分布特性对信息传播效果的影响。基于此，周涛等运用 SIS 模型，假定交互行为时间服从幂律分布，以信息传播时间为自变量，以节点的信息传播效果（感染节点数）为因变量，通过仿真实验发现节点的信息传播效果服从幂律分布规律。然而，广义上，非泊松分布是指除泊松分布外的一切分布类型，因此，在分析交互行为的时间分布特性对信息传播效果的影响时，不仅需要考察幂律分布，也需要考虑其他分布类型。目前，其他分布类型影响信息传播效果的研究成果较少。

再次，与传染病传播相比，除交互行为的时间分布不同外，社交网络上的信息传播还具有社会强化效应，如对一条信息来说，传播过程中，个体倾向于接受亲密朋友的信息，而传染病传播则没有此特征。社会强化效应对应的是节点间的关系强度，研究关系强度对信息传播效果影响的一个重要前提假设是，若两个节点间的关系强度越大，则在信息的传播过程中，节点间的感染概率就越大。刻画节点间的关系强度有多种方法，最简单直接的方法就是利用节点的属性，如，若两个人具有相同的年龄、性别、职业、兴趣等，则二者间的关系强度就较强。虽然应用节点的属性度量节点间的关系强度具有很好的效果，但是很多情况下这些数据的获取是非常困难的，甚至是不可能的。例如，很多在线社交网络系统的用户信息都是保密的，即使获取到数据，也无法保证数据的可靠性。与节点属性数据对比，已观察到的交互行为数据更容易获取也更为可靠，因而，应用此类数据计算关系强度的结果也就越精确。比如，基于社交网络上“关注”与“被关注”的交互行为，众多学者从交互行为的局部特性、全局特性以及随机游走特性出发，提出了一系列测度节点间关系强度的指标与模型。再如，基于局部特性的 CN（Common Neighbors）指标、AA（Adamic-Adar）指标、RA（Resource Allocation）指标以及局部朴素贝叶斯模型等，基于全局特性的 Katz 指标、LHN-II 指标等，基于随机游走特性的 RWR（Random Walk with Restart）指标、SimR（SimRank）指标、LRW（Local Random Walk）指标以及 SRW（Superposed

Random Walk) 指标等。

最后, 与传染病传播机制相类似, 社交网络上参与交互的节点重要性对信息传播的广度具有显著性的影响。基于局部特性、全局特性以及随机游走特性的指标和模型, 很好地解决了如何度量节点间关系强度的问题, 进而为分析、研究参与交互的节点重要性对信息传播效果的影响提供了可能性。基于交互行为, 人们发现高影响力的用户在社会舆论传播和导向方面具有重要的作用, 如在口碑传播 (Word of Mouth) 中, 商家通过选择合适的高影响力用户可将新产品快速推广到整个社交网络; 在舆论传播中, 借助微博社交网络平台, 高影响力用户所发的微博能快速传遍整个网络。高影响力用户也被称为重要用户, 是指相对于社交网络中的其他用户, 能够在更大程度上影响信息传播效果的用户。由于其具有很高的实际应用价值, 因而受到越来越广泛的关注。针对如何寻找网络中的高影响力节点, 众多学者提出了一系列的方法。如基于节点邻居的度中心性、半局部中心性 (Semi-local Centrality)、K-壳分解法等; 基于路径的离心中心性 (Eccentricity)、接近中心性、Katz 中心性、介数中心性、流介数中心性 (Flow Betweenness Centrality)、连通介数中心性 (Communicability Betweenness Centrality)、随机游走介数中心性 (Random Walk Betweenness Centrality)、路由介数中心性 (Routing Betweenness Centrality)、子图中心性 (Subgraph Centrality) 等; 基于特征向量的特征向量中心性 (Eigenvector Centrality)、累计提名 (Cumulative Nomination)、PageRank 算法、LeaderRank 算法、HITS 算法、自动信息汇集 (Automatic Resource Compilation) 算法、SALSA (Stochastic Approach for Link Structure Analysis) 算法等。上述方法从不同的角度, 如邻居节点、路径及特征向量等, 寻找社交网络中的高影响力用户, 得到了一系列有价值的研究成果。然而, 面对复杂多变的社交网络, 设计和选择一种具有普适性的方法, 一直以来是网络科学研究者面临的挑战之一。

综上所述, 社交网络是非常复杂的非线性系统, 交互行为中的很多因素, 如时间分布、关系强度、参与交互的节点重要性等, 都会对信息传播效果产生影响。此外, 用户的邻居节点质量以及用户所在社团的规模等因素, 也显著影响用户的信息传播效果。然而, 过于简化的理论模型, 难以准确刻画社交网络上的信息传播过程。因此, 综合考虑这些因素, 既能够提高信息传播效果, 又能够为高影响力节点发现方法展开新的研究视角。