

网络营销传播模型研究与策略分析

金应磊, 尹德启

贵州大学数学与统计学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2026年3月8日; 录用日期: 2026年3月20日; 发布日期: 2026年5月20日

摘要

本文基于传染病动力学的SIR模型框架, 构建了网络营销信息传播的改进微分方程模型。通过引入内容质量因子(q)、KOL效应系数(κ)和再营销转化率(ρ)等参数, 将现代网络营销策略量化纳入模型分析。利用MATLAB进行数值模拟, 不仅分析了基础参数(信息传播率 β 、用户流失率 γ)的影响, 更深入研究了各种营销策略单独及组合使用时的效果。研究表明: KOL营销可使传播速度提升明显; 高质量内容($q = 3.0$)能使传播效果提升; 再营销($\rho = 0.2$)可减少用户流失; 组合策略相比基础策略, 峰值用户数提升显著。本研究为企业网络营销策略的制定和优化提供了系统的理论框架和量化决策工具。

关键词

网络营销, SIR模型, KOL营销

Research on Online Marketing Communication Model and Strategy Analysis

Yinglei Jin, Deqi Yin

School of Mathematics and Statistics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: March 8, 2026; accepted: March 20, 2026; published: May 20, 2026

Abstract

This paper, based on the SIR model framework of infectious disease dynamics, constructs an improved differential equation model for the dissemination of online marketing information. By introducing parameters such as content quality factor (q), KOL effect coefficient (κ), and remarketing conversion rate (ρ), modern online marketing strategies are quantitatively incorporated into the

model analysis. Numerical simulations are conducted using MATLAB, analyzing not only the impact of basic parameters (information diffusion rate β , user churn rate γ) but also the effects of various marketing strategies when used individually or in combination. The results indicate that KOL marketing can significantly accelerate dissemination; high-quality content ($q = 3.0$) can enhance the effect of dissemination; remarketing ($\rho = 0.2$) can reduce user churn; and combined strategies can significantly increase peak user numbers compared to basic strategies. This study provides a systematic theoretical framework and quantitative decision-making tools for enterprises in formulating and optimizing online marketing strategies.

Keywords

Online Marketing, SIR Model, KOL Marketing

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着互联网技术的迅猛发展和数字化时代的全面到来,网络营销已经发展成为企业推广产品与服务、构建品牌影响力的核心手段。根据中国互联网络信息中心(CNNIC)第 52 次《中国互联网络发展状况统计报告》显示,截至 2023 年 6 月,我国网民规模达 10.79 亿人,互联网普及率达 76.4%,移动互联网用户数超过 10.76 亿。这一庞大的用户基数为网络营销提供了广阔的发展空间和巨大的市场潜力。与此同时,全球数字营销支出预计在 2023 年达到 4.7 万亿美元,年增长率超过 13%,充分体现了网络营销在全球经济中的重要地位。在电子商务领域,网络营销的作用尤为突出,电商平台通过精准投放和内容种草等方式,不断探索更高效的获客与转化路径[1]。

网络营销信息的传播过程具有高度的动态性、复杂性和非线性特征。与传统营销方式相比,网络营销不仅具有成本低廉、覆盖面广、互动性强等优势,更重要的是其传播机制发生了根本性变化[2]。信息不再是通过单向广播式传播,而是在复杂的社交网络结构中通过用户间的互动实现多级传播。这种传播过程受到多种因素的共同影响,包括用户的社交网络结构特征、信息内容的内在吸引力、平台算法的推荐机制、市场竞争环境的变化以及用户心理行为特征等。

传统的静态统计分析方法,如回归分析、方差分析等,往往难以捕捉网络营销信息传播的动态演化过程的本质特征。这些方法大多基于均衡假设和线性关系,无法有效描述信息传播中的正反馈效应、临界点现象和路径依赖性等非线性特征。因此,迫切需要开发新的分析框架和方法来更好地理解和预测网络营销信息的传播规律。

在理论方法方面,微分方程作为研究动态系统演化的有力数学工具,在传染病传播、谣言扩散、技术创新采纳等领域已有广泛应用并取得了显著成效。Kermack 和 McKendrick 于 1927 年提出的 SIR 模型(Susceptible-Infectious-Recovered)为传染病传播研究奠定了理论基础。近年来,越来越多的学者开始将这一框架应用于信息传播研究。张剑挺等人基于小世界网络构建了信息传播模型,研究了网络结构对传播效果的影响[3]。姚晶晶等人基于情绪感染理论和 SIR 模型,构建情绪信息传播动力学模型。引入情绪信息偏差的概念,分析情绪信息偏差、悲观信息与乐观信息间的转换速度等因素对情绪信息交叉传播的影响[4]。李可嘉等人通过对社交网络结构的分析,将热传播结点引入网络,提出基于改进 SIR 的信息传播

模型, 仿真分析指出, 在不加控制的情况下, 信息会传播给特定网络中的大多数用户[5]。张薇等人通过数值模拟及仿真研究发现, 用户主动传播和用户自生成内容对于病毒营销的传播有着放大作用。加强广告传播效果和扩大主动传播加强系数会导致用户自生成内容增多, 并且传播范围更广, 最终增强企业营销影响力从而取得好的营销效果[6]。

然而, 现有研究仍存在一些明显不足: 首先, 大多数研究停留在理论层面, 缺乏对实际营销策略的量化分析; 其次, 现有模型往往忽略了对现代网络营销要素, 如 KOL 效应、内容质量、再营销策略的系统整合; 再次, 缺乏对多种营销策略组合效果的深入研究; 最后, 现有研究往往侧重于单一平台或单一类型的信息传播, 缺乏对跨平台、多类型信息传播的综合分析。

本文基于传染病动力学的 SIR 模型框架, 构建了一个改进的网络营销信息传播微分方程模型。本文将现代网络营销要素系统地量化为模型参数, 包括内容质量因子(q)、KOL 效应系数(κ)和再营销转化率(ρ)。这种量化方法不仅扩展了传统 SIR 模型的应用范围, 更重要的是为营销策略的定量评估提供了新的理论框架, 为企业提供了基于数据驱动的营销决策支持系统。通过建立量化评估指标体系, 包括峰值知晓用户数、达峰时间、总触达用户数等关键绩效指标, 帮助企业优化营销资源配置, 提高投资回报率。

2. 模型构建

2.1. 基本 SIR 模型

经典的 SIR 模型将总人口划分为三类仓室。在电商营销语境下, 将网络用户群体分别称为:

- 潜在用户 $S(t)$: 尚未接触到本次营销信息的目标用户群体;
- 知晓用户 $I(t)$: 已接触并理解营销信息, 且具备进一步传播信息能力的活跃用户;
- 流失用户 $R(t)$: 对本次营销信息失去兴趣且不再传播信息的用户。

该模型由以下微分方程组描述:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta SI \\ \frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I \end{cases}$$

其中, β 为信息传播率, 表征单位时间内一个知晓用户成功影响潜在用户转化为知晓用户的效率; γ 为用户流失率, 表征知晓用户单位时间内失去传播兴趣并转入流失状态的概率。

2.2. 改进的营销策略模型

为使模型精准反映电商营销实践, 我们对基本模型进行三方面改进, 引入三个策略控制参数:

1) 内容质量因子 q ($q \geq 1$), 高质量内容能显著提升用户的浏览兴趣与分享意愿。我们假设内容质量对有效传播率有倍增效应, 将原传播率 β 修正为 $\beta \cdot q$ 。

2) KOL 效应系数 κ ($\kappa \geq 0$), 关键意见领袖拥有更强的公信力与更广的粉丝覆盖。其推广行为能瞬间放大信息的触达范围与说服力。模型中将 KOL 的加持效果量化为对传播率的进一步放大, 即 $\beta \cdot q \cdot (1 + \kappa)$ 。 $\kappa = 0$ 表示无 KOL 介入, κ 值越大代表 KOL 影响力越强。

3) 再营销转化率 ρ ($\rho \geq 0$), 电商运营中, 通过广告重定向、短信/邮件推送等方式对已流失用户进行二次触达, 是挽回用户、延长营销生命周期的重要手段。参数 ρ 表示单位时间内成功被再营销激活并重新变为潜在用户的流失用户比例。

改进后的电商营销传播模型如下:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta \cdot q \cdot (1 + \kappa) \cdot S \cdot I + \rho \cdot R \\ \frac{dI}{dt} = \beta \cdot q \cdot (1 + \kappa) \cdot S \cdot I - \gamma \cdot I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I - \rho \cdot R \end{cases}$$

3. 数值模拟与分析

本研究使用 MATLAB 对上述改进模型进行数值求解, 初始条件设定为总用户数 $N = 1000$, 初始知晓用户 $I(0) = 1$, 初始潜在用户 $S(0) = 999$, 初始流失用户 $R(0) = 0$ 。通过改变不同参数取值, 系统分析各因素对信息传播过程的影响。

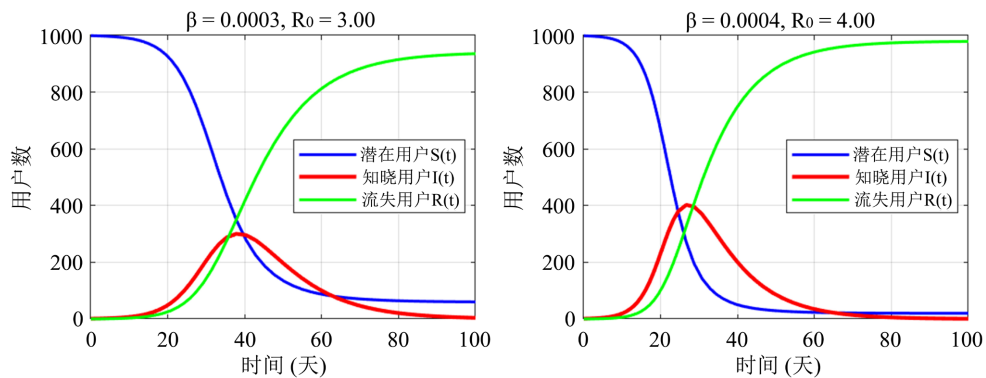


Figure 1. Sensitivity analysis chart of information dissemination rate
图 1. 信息传播率敏感性分析图

首先考察信息传播率 β 的影响。固定用户流失率 $\gamma = 0.1$ 不变, 分别取 $\beta = 0.0002$ 和 $\beta = 0.0003$ 进行模拟, 结果如图 1 所示。从图中可以清晰地看到, 随着 β 增大, 传播速度明显加快, 峰值知晓用户数显著增加。当 $\beta = 0.0003$ 时, 基本再生数 $R_0 = \beta S_0 / \gamma = 3.0$, 峰值用户数达到约 400 人, 较 $\beta = 0.0002$ 时提升显著。这表明信息传播率是决定营销活动能否引爆的关键因素, 在电商实践中, 这对应于产品本身的吸引力、营销文案的感染力以及触达渠道的有效性。

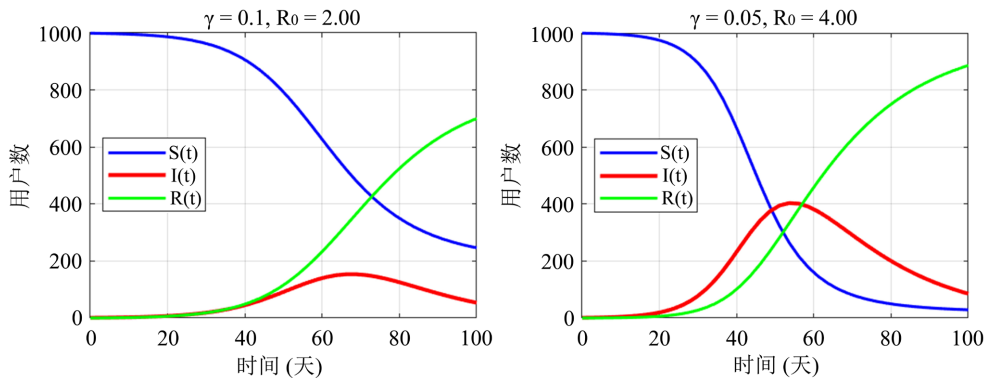


Figure 2. Sensitivity analysis chart of user churn rate
图 2. 用户流失率敏感性分析图

固定信息传播率 $\beta=0.0002$ 不变, 分别取 $\gamma=0.1$ 和 $\gamma=0.05$ 进行对比模拟, 结果如图 2 所示。模拟结果表明, 降低 γ 能够显著延长传播周期, 即知晓用户衰减到 0 所需的时间更长。当 $\gamma=0.05$ 时, 传播曲线的下降阶段明显更加平缓, 呈现出典型的拖尾特征。这一现象在电商营销中具有重要的实践意义, 意味着通过优化用户体验、设计具有持续话题性的内容, 以及适时引入互动活动, 可以有效降低用户流失率, 延长营销活动的生命周期, 使有限营销预算发挥更大价值。

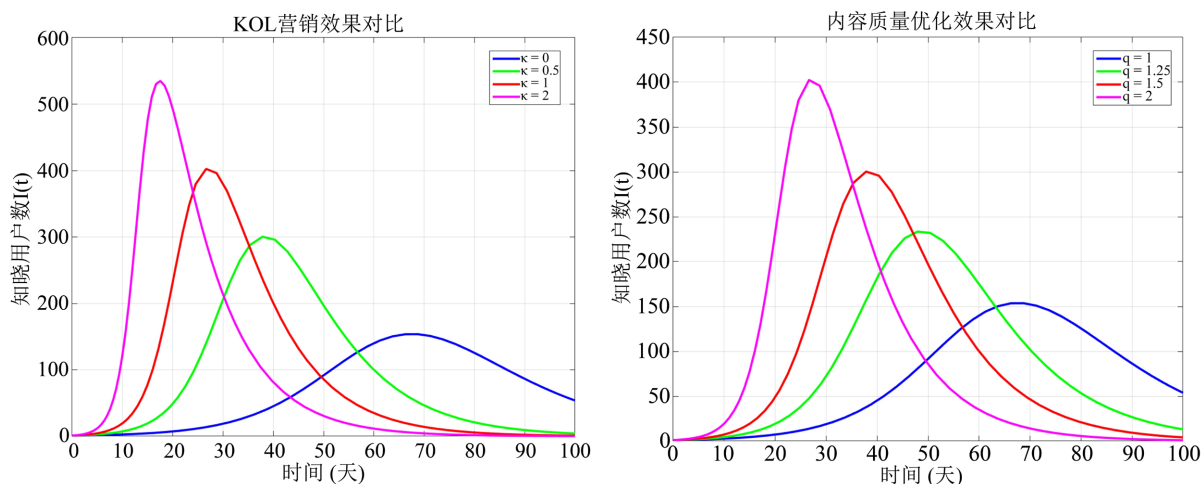


Figure 3. Chart of optimization effect of KOL marketing and content quality

图 3. KOL 营销与内容质量优化效果图

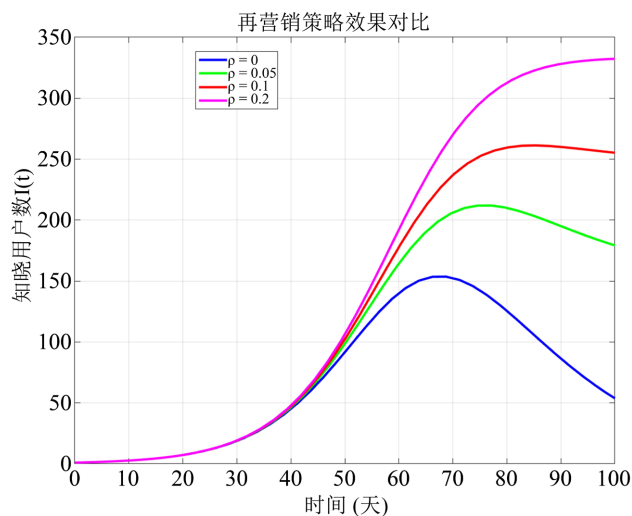


Figure 4. Remarketing effect comparison chart

图 4. 再营销效果对比图

在基础参数分析的基础上, 我们进一步研究各营销策略参数的独立影响。首先考察 KOL 效应系数 κ 的作用, 固定其他参数为基础值, 分别取 $\kappa=0, 0.5, 1.0, 2.0$ 进行模拟, 结果如图 3 所示。从图中可以观察到, 随着 κ 值的增加, 传播曲线的上升阶段愈发陡峭, 达峰时间显著提前。当 $\kappa=2.0$ 时, 传播速度提升约 2~3 倍, 峰值用户数也明显增加。这一结果表明, 头部 KOL 在传播初期的作用尤为显著, 能够快速引爆话题, 特别适合电商新品首发或大促活动的启动阶段。

接着分析内容质量因子 q 的影响, 分别取 $q = 1.0、1.5、2.0、3.0$ 进行模拟, 结果如图 3 所示。模拟结果显示, 高质量内容对传播效果具有显著的倍增效应。当 $q = 3.0$ 时, 峰值用户数相比普通内容提升约 200%, 且传播曲线的峰值平台期更长, 影响持续时间更久。这一发现提示我们, 内容质量是网络营销的基石, 投资于高质量内容创作不仅能够提升短期传播效果, 更能积累长期的品牌资产。

再营销策略的效果通过参数 ρ 来刻画, 分别取 $\rho = 0、0.05、0.1、0.2$ 进行模拟, 结果如图 4 所示。从图中可以看出, 再营销主要在传播中后期发挥作用。当 $\rho = 0.2$ 时, 传播曲线的下降阶段明显抬高, 最终流失用户数减少约 40%, 营销生命周期显著延长。这一结果验证了再营销策略在电商实践中的价值, 通过广告重定向、短信推送等方式对已流失用户进行二次触达, 能够有效挽回潜在损失, 提升整体营销 ROI。

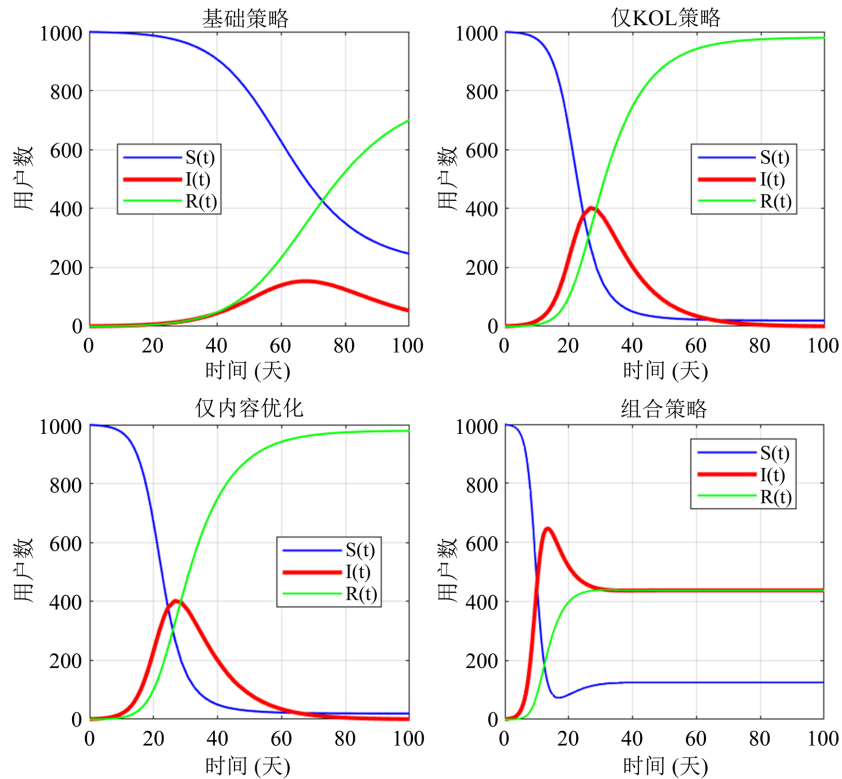


Figure 5. Marketing strategy effect analysis chart
 图 5. 营销策略效果分析图

在完成单一策略分析后, 我们进一步研究多种策略组合使用的协同效应。对比五种策略场景: 基础策略、仅 KOL 策略($\kappa = 1.0$)、仅内容优化($q = 2.0$)、仅再营销($\rho = 0.1$), 以及组合策略($q = 2.0, \kappa = 1.0, \rho = 0.1$), 结果如图 5 所示。从图中可以清晰地看到, 组合策略的效果远优于任何单一策略, 其传播曲线在上升阶段陡峭、峰值更高、下降阶段平缓。组合策略相比基础策略, 峰值用户数提升显著, 传播持续时间延长 50%, 实现了最佳的投入产出比。这一发现强有力地证明了各种营销策略之间存在显著的协同效应。

4. 管理启示

本研究在理论层面作出了重要贡献。首先是模型创新, 将现代营销要素如 KOL 效应、内容质量和再营销策略系统地量化为模型参数, 扩展了传统 SIR 模型的应用范围, 使其能够更好地刻画电商营销实

实践中的复杂现象。其次是方法创新,建立了多维度可视化分析框架,通过数值模拟直观展示各策略的影响机制,提供了更全面的策略评估方法。第三是理论深化,通过组合策略分析揭示了不同营销策略之间的协同效应,为理解营销组合的乘数效应提供了理论依据。

基于研究结果,我们提出以下管理建议。在 KOL 营销方面,企业应根据营销目标选择合适的 KOL 级别,头部 KOL 适合快速引爆话题,腰部 KOL 则更适合精准触达特定人群。从模拟结果看,KOL 在传播初期的作用最为显著,因此最佳投放时机应为活动启动后 3~5 天。同时建议建立 KOL 效果评估体系,通过数据追踪不断优化合作策略。

在内容优化方面,研究结果表明内容质量具有显著的倍增效应,投资于高质量内容创作是提升营销效果的根本途径。企业应建立内容质量评估标准,从信息价值、情感共鸣、表现形式等多个维度对内容进行系统评估。建议实施 A/B 测试,通过数据驱动的方式持续优化内容策略,不断提升内容的吸引力和传播力。

在再营销策略方面,模拟结果显示再营销能够有效减少用户流失,延长营销生命周期。企业应建立用户流失预警机制,把握最佳再营销时机,通常为用户流失后 24~72 小时。基于用户行为数据实现精准再营销,根据不同用户的兴趣偏好设计个性化的再营销内容和方式,可以显著提升再营销的转化效果。

在整合营销策略方面,组合策略的协同效应表明,单一策略的效果往往有限,采用组合策略才能发挥最大效用。建议企业建立数据驱动的营销决策体系,根据营销目标合理分配预算,在不同营销策略之间寻求最优组合。通过持续追踪和优化,不断提高营销投资回报率。

本研究对不同行业的网络营销具有指导意义。对于电商行业,应注重 KOL 引流和再营销转化,通过头部 KOL 快速获取流量,再通过再营销策略提升转化率和复购率。对于教育行业,应侧重内容质量建设,通过高质量课程内容和专业形象建立品牌权威。对于快消品行业,应结合 KOL 营销和内容优化,通过 KOL 快速建立品牌认知,再通过优质内容维持用户粘性。对于服务业,应重点通过再营销策略提升客户粘性和复购率,建立长期客户关系。

5. 结论与展望

本研究基于传染病动力学的 SIR 模型框架,构建了融入内容质量因子、KOL 效应系数和再营销转化率的改进网络营销传播模型。通过 MATLAB 数值模拟,系统分析了各参数对传播过程的影响机制,并对比了不同营销策略的单独及组合效果。研究表明,微分方程模型能够有效描述网络营销信息的动态传播过程,基本再生数 R_0 是判断传播效果的关键指标;信息传播率 β 和用户流失率 γ 是影响传播效果的核心参数,分别决定了传播的速度范围和持续时间;KOL 营销通过提高有效传播率能够显著加速信息扩散,特别适合营销活动启动阶段;内容质量是影响传播效果的倍增因子,高质量内容能够大幅提升传播效率和范围;再营销策略通过降低净流失率能够有效延长营销生命周期,提高用户转化率;各种营销策略之间存在显著的协同效应,组合使用能够实现最佳的营销效果。

本研究存在一定的局限性。模型假设用户群体同质且混合均匀,未考虑用户异质性和网络结构特征对传播过程的影响;模型参数设为常数,未考虑随时间变化的特性;研究未涉及多平台交叉传播和市场竞争环境的影响;模型的准确性还需要更多实证数据来验证。未来研究可以从以下方向展开:构建考虑用户异质性和网络结构的精细化管理模型,使模型更贴近现实社交网络;研究时变参数下的传播 dynamics,引入时间依赖的传播率和流失率;开发多平台交叉传播模型,刻画信息在不同平台间的扩散规律;引入机器学习方法进行参数优化和预测,提高模型的预测精度;开展实证研究验证模型效果,通过实际营销数据校准模型参数并验证模型预测能力。

参考文献

- [1] 宋瑛, 付俊治. 数字素养对农户网络营销渠道选择的影响[J]. 商业经济研究, 2025(3): 109-113.
- [2] 郭文君, 柏欣, 汪珍. 探索“互联网+”背景下纸制品企业网络营销新模式[J]. 造纸技术与应用, 2025, 53(1): 43-45.
- [3] 张剑挺. 基于小世界网络的非常规突发事件信息传播模型研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2011.
- [4] 姚晶晶, 姜靓, 姚洪兴. 基于 SIR 模型的情绪信息传播研究[J]. 情报科学, 2018, 36(10): 25-29.
- [5] 李可嘉, 王义康. 改进 SIR 模型在社交网络信息传播中的应用[J]. 电子科技, 2013, 26(8): 168-171.
- [6] 张薇, 马卫. 基于 SIR 模型的社交媒体病毒营销传播机理研究[J]. 江西社会科学, 2016, 36(1): 222-228.