

# 基于Lotka-Volterra模型的社交电商平台竞争演化研究

胡诗尧

贵州大学数学与统计学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2026年3月11日; 录用日期: 2026年3月26日; 发布日期: 2026年5月29日

## 摘要

随着社交电商的快速发展, 平台间的竞争日趋激烈。本文基于生态学中的Lotka-Volterra竞争模型, 构建了社交电商平台用户规模演化的微分方程模型。通过引入平台内容质量因子( $q$ )、用户粘性系数( $\mu$ )和跨平台导流率( $\rho$ )等参数, 将社交电商平台的核心竞争要素量化纳入模型分析。利用MATLAB进行数值模拟, 不仅分析了基础参数(市场容量 $K$ 、自然增长率 $r$ )的影响, 更深入研究了不同竞争策略单独及组合使用时的效果。研究表明: 内容质量优化可使平台用户承载量提升; 用户粘性增强能有效抵御竞争对手侵蚀; 跨平台导流策略在竞争初期效果显著; 组合策略相比单一策略, 平台最终用户规模提升明显。本研究为社交电商平台的竞争战略制定提供了系统的理论框架和量化决策工具。

## 关键词

社交电商, Lotka-Volterra模型, 平台竞争, 用户粘性, 内容质量

# Research on the Competition Evolution of Social E-Commerce Platforms Based on the Lotka-Volterra Model

Shiyao Hu

School of Mathematics and Statistics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: March 11, 2026; accepted: March 26, 2026; published: May 29, 2026

## Abstract

With the rapid development of social e-commerce, competition among platforms has become increasingly intense. Based on the Lotka-Volterra competition model from ecology, this paper constructs a differential equation model for the evolution of user scale on social e-commerce platforms. By

introducing parameters such as platform content quality factor ( $q$ ), user stickiness coefficient ( $\mu$ ), and cross-platform traffic diversion rate ( $\rho$ ), the core competitive elements of social e-commerce platforms are quantified and incorporated into the model analysis. Numerical simulations are conducted using MATLAB to analyze not only the impact of basic parameters (market capacity  $K$ , natural growth rate  $r$ ) but also the effects of different competitive strategies when used individually and in combination. The research results indicate that content quality optimization can significantly increase the platform's user carrying capacity; enhanced user stickiness effectively resists erosion by competitors; cross-platform traffic diversion strategies are particularly effective in the early stages of competition; and combined strategies lead to a substantial improvement in the platform's final user scale compared to single strategies. This study provides a systematic theoretical framework and quantitative decision-making tool for the formulation of competitive strategies on social e-commerce platforms.

## Keywords

Social E-Commerce, Lotka-Volterra Model, Platform Competition, User Stickiness, Content Quality

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

随着移动互联网的普及和社交媒体的深度渗透，社交电商已经成为电子商务领域的重要增长极。近年来，中国社交电商市场规模呈现出爆发式增长态势。根据中研普华产业研究院发布的《2025~2030年中国社交电商行业深度分析及发展前景预测报告》显示，2024年，中国社交电商市场规模已突破4万亿元大关，用户规模接近10亿人，占全国网民总数的近九成<sup>1</sup>。这一数据不仅彰显了社交电商行业的巨大潜力，也反映了消费者对于社交化购物方式的广泛接受和高度认可。随着互联网技术的飞速发展，电商平台已成为人们日常生活中不可或缺的一部分[1]。在这一高速增长的背景下，各类社交电商平台如雨后春笋般涌现，平台间的用户争夺战日趋白热化。从早期的拼多多以社交裂变模式崛起，到抖音、快手等内容平台入局电商，再到小红书等内容种草社区的商业化探索，社交电商领域的竞争格局正在经历深刻变革。

社交电商平台的竞争具有鲜明的动态演化特征[2]。与传统电商不同，社交电商的用户增长不仅依赖于平台自身的运营能力，更受到用户社交网络结构、内容生态质量、平台间用户流动等多重因素的共同影响。平台之间的竞争关系呈现出复杂的非线性特征：一方面，平台通过提升内容质量、优化用户体验来吸引和留存用户；另一方面，用户在不同平台之间的迁移行为又构成了平台间的竞争与共生关系。这种动态竞争过程难以用传统的静态分析工具进行准确刻画。

在理论方法方面，生态学中的 Lotka-Volterra 模型为研究种群竞争演化提供了成熟的数学框架[3]。该模型最早由 Lotka 和 Volterra 独立提出，用于描述捕食者-猎物系统的种群动态。此后，该模型被广泛应用于市场竞争分析、技术创新扩散、产业演化等领域。Modis 将 Lotka-Volterra 模型应用于市场竞争预测，研究了多个竞争性技术产品的市场占有率演化。近年来，国内学者也开始将这一框架应用于电商平台竞争研究。赵黎明等人分析孵化器与创投的种群间关系，构建了两种群间关系的 Lotka-Volterra 模型，研究了孵化器与创投之间的竞合关系，分析了影响模型纳什均衡条件的因素[4]。吴艳霞等人通过构建社会经济-自然生态 Lotka-Volterra 共生模型及生态安全 DPSIR 指标体系对关中平原城市群生态安全的时空演

<sup>1</sup><https://www.chinairm.com/news/20250519/112730474.shtml>

变进行测度和分析,为该区生态安全保障措施的制定提供科学参考[5]。张兵等人在传统的系统动力学(SD)模型中引入生态学中的种间竞争模型 Lotka-Volterra (LV)理论,首先通过定性分析与客运需求相关的经济、社会、交通环境及其他客运方式竞争等方面的影响因素,构建因果回路图对各因素与公路客运量进行因果反馈关系分析,以确定公路客运的发展规模和规律[6]。

然而,现有研究仍存在一些明显不足:首先,大多数研究停留在宏观市场层面,缺乏对社交电商平台核心竞争要素(如内容质量、用户粘性、跨平台导流)的量化分析;其次,现有模型往往假设竞争系数为常数,无法反映平台主动调整竞争策略的动态影响;再次,缺乏对多种竞争策略组合效果的深入研究;最后,现有研究较少考虑社交电商特有的内容生态对用户增长的驱动作用。

本文基于 Lotka-Volterra 竞争模型框架,构建了一个改进的社交电商平台竞争演化微分方程模型。本文将社交电商平台的核心竞争要素系统性地量化为模型参数,包括内容质量因子( $q$ )、用户粘性系数( $\mu$ )和跨平台导流率( $\rho$ )。这种量化方法不仅扩展了传统 Lotka-Volterra 模型的应用范围,更重要的是为社交电商平台的竞争战略评估提供了新的理论框架,为平台企业提供了基于数据驱动的战略决策支持系统。

## 2. 模型构建

### 2.1. 基本 Lotka-Volterra 竞争模型

经典的 Lotka-Volterra 竞争模型描述了两种群在共享有限资源条件下的竞争演化过程。在社交电商平台竞争语境下,我们将模型重新定义为描述两个竞争性平台的用户规模演化过程。

设两个社交电商平台的用户规模分别为  $N_1(t)$  和  $N_2(t)$ , 其演化过程由以下微分方程组描述:

$$\begin{aligned}\frac{dN_1}{dt} &= r_1 N_1 \left( 1 - \frac{N_1}{K_1} - \alpha_{12} \frac{N_2}{K_1} \right) \\ \frac{dN_2}{dt} &= r_2 N_2 \left( 1 - \frac{N_2}{K_2} - \alpha_{21} \frac{N_1}{K_2} \right)\end{aligned}$$

其中,  $r_i$  为平台  $i$  的自然增长率,表征平台在无竞争条件下的用户增长速度;  $K_i$  为平台  $i$  的市场容量,表征平台在给定市场环境下能够承载的最大用户规模;  $\alpha_{ij}$  为竞争系数,表征平台  $j$  对平台  $i$  用户的竞争抑制程度,  $\alpha_{ij} > 0$  表示竞争关系,  $\alpha_{ij} < 0$  表示共生关系。

### 2.2. 改进的社交电商平台竞争模型

为使模型精准反映社交电商平台的竞争特点,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  $q_i$  ( $q_i \geq 1$ ): 在社交电商领域,内容质量是吸引和留存用户的核心要素。高质量的内容生态(如优质短视频、专业测评文章)能显著提升平台的吸引力和用户停留时长。我们假设内容质量对平台市场容量有倍增效应,将原市场容量  $K_i$  修正为  $K_i \cdot q_i$ 。

2) 用户粘性系数  $\mu_i$  ( $\mu_i \geq 0$ ): 用户粘性反映了平台用户对竞争对手吸引的抵抗能力。高粘性用户更难被竞争对手撬动。模型中将用户粘性量化为对竞争系数的衰减效应,即将竞争系数  $\alpha_{ij}$  修正为  $\alpha_{ij} / (1 + \mu_i)$ 。

3) 跨平台导流率  $\rho_{ij}$  ( $\rho_{ij} \geq 0$ ): 在社交电商实践中,平台之间可能存在用户导流现象,如通过内容分享、社交关系链等实现跨平台用户流动。参数  $\rho_{ij}$  表示单位时间内从平台  $j$  导流到平台  $i$  的用户比例。

改进后的社交电商平台竞争模型如下:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left( 1 - \frac{N_1}{K_1 q_1} - \frac{\alpha_{12}}{1 + \mu_1} \cdot \frac{N_2}{K_1 q_1} \right) + \rho_{12} N_2 - \rho_{21} N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left( 1 - \frac{N_2}{K_2 q_2} - \frac{\alpha_{21}}{1 + \mu_2} \cdot \frac{N_1}{K_2 q_2} \right) + \rho_{21} N_1 - \rho_{12} N_2$$

### 2.3. 模型平衡点与稳定性分析

为从理论上揭示不同竞争策略对竞争格局演化的影响机制，本节对改进后的模型进行平衡点求解与稳定性分析。为便于解析推导，暂不考虑跨平台导流项(即设  $\rho_{12} = \rho_{21} = 0$ )，此时模型简化为：

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 \left( 1 - \frac{N_1}{K_1 q_1} - \frac{\alpha_{12}}{1 + \mu_1} \cdot \frac{N_2}{K_1 q_1} \right) \\ \frac{dN_2}{dt} = r_2 N_2 \left( 1 - \frac{N_2}{K_2 q_2} - \frac{\alpha_{21}}{1 + \mu_2} \cdot \frac{N_1}{K_2 q_2} \right) \end{cases}$$

令  $\frac{dN_1}{dt} = 0, \frac{dN_2}{dt} = 0$ ，可得系统的非平凡平衡点  $E^*(N_1^*, N_2^*)$  满足：

$$\begin{cases} 1 - \frac{N_1^*}{K_1 q_1} - \frac{\alpha_{12}}{1 + \mu_1} \cdot \frac{N_2^*}{K_1 q_1} = 0 \\ 1 - \frac{N_2^*}{K_2 q_2} - \frac{\alpha_{21}}{1 + \mu_2} \cdot \frac{N_1^*}{K_2 q_2} = 0 \end{cases}$$

求解得：

$$N_1^* = \frac{K_1 q_1 \left( 1 - \frac{\alpha_{12}}{1 + \mu_1} \right)}{1 - \frac{\alpha_{12} \alpha_{21}}{(1 + \mu_1)(1 + \mu_2)}}, N_2^* = \frac{K_2 q_2 \left( 1 - \frac{\alpha_{21}}{1 + \mu_2} \right)}{1 - \frac{\alpha_{12} \alpha_{21}}{(1 + \mu_1)(1 + \mu_2)}}$$

为保证平衡点具有正的经济学意义，需满足：

$$\frac{\alpha_{12} \alpha_{21}}{(1 + \mu_1)(1 + \mu_2)} < 1$$

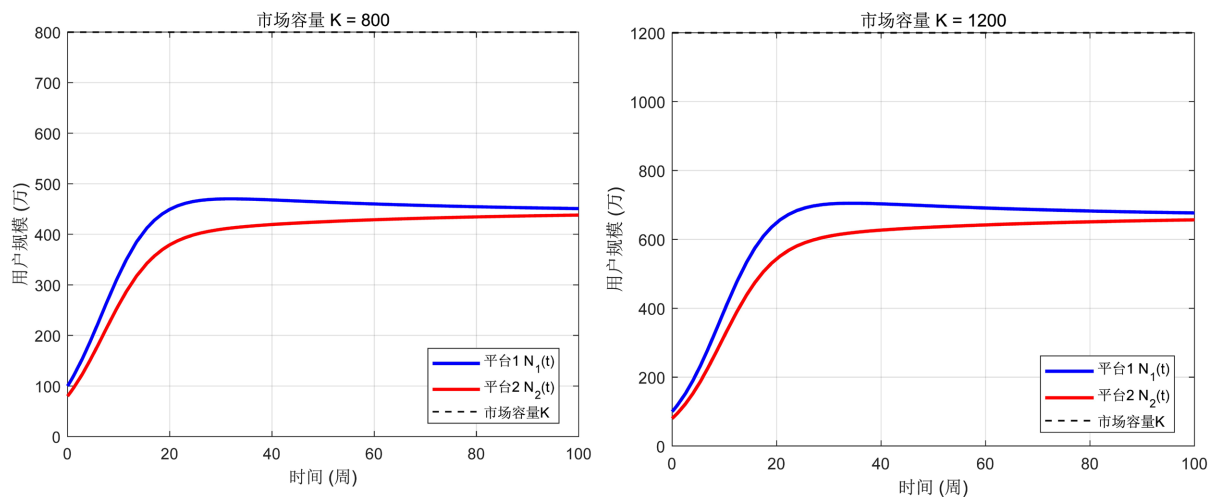
该条件即为系统实现稳定共存(两平台在竞争中达到非零稳态)的临界条件。

当  $\alpha_{12} \alpha_{21} \geq (1 + \mu_1)(1 + \mu_2)$  时，系统将退化为竞争排斥格局，即其中一平台最终被挤出市场。进一步分析可知，内容质量因子  $q_i$  对平台  $i$  的稳态用户规模具有正向倍增作用，而用户粘性系数  $\mu_i$  则通过削弱竞争系数的有效值，降低竞争对手对自身的抑制效应。特别地，当  $\mu_i$  增大时，分母  $(1 + \mu_i)$  增大，使得有效竞争系数  $\alpha_{ji} / (1 + \mu_i)$  减小，从而降低对方平台对自身的竞争压力。这一数学结构揭示了内容质量建设和用户粘性提升能够从“扩大自身容量”和“削弱外部竞争”两个维度改变竞争格局的根本机制。

### 3. 数值求解与策略分析

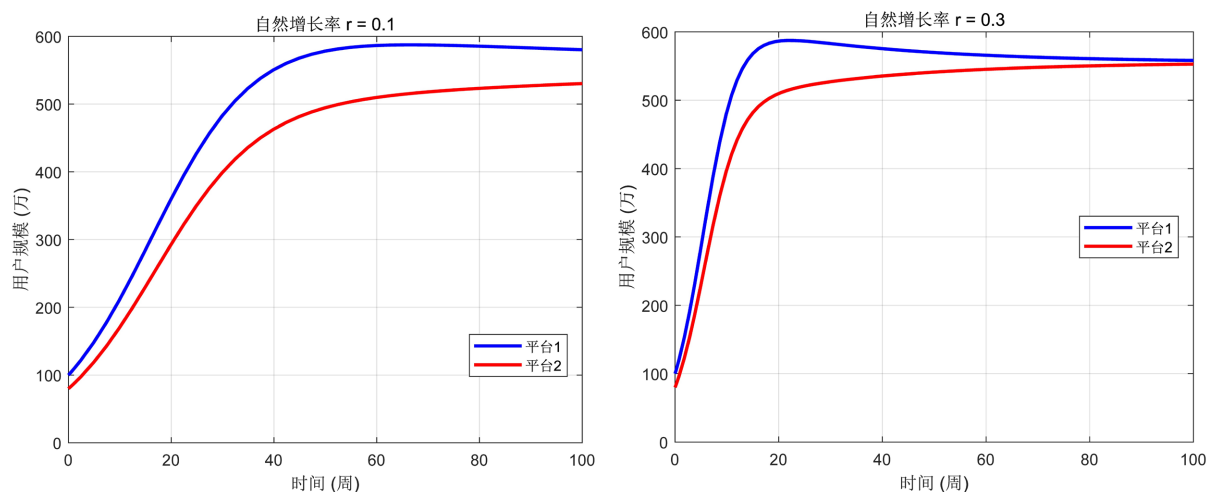
本研究使用 MATLAB 对上述改进模型进行数值求解。为简化分析，假设两个平台具有对称的基础参数： $r_1 = r_2 = 0.2$ ， $K_1 = K_2 = 1000$ （单位：万用户）， $\alpha_{12} = \alpha_{21} = 0.8$ 。初始条件设定为  $N_1(0) = 100$ ， $N_2(0) = 80$ ，模拟两个平台从不同起点开始的竞争演化过程，时间跨度为 100 周。

首先考察基础参数对竞争演化的影响。固定其他参数不变，分别取不同市场容量  $K$  和自然增长率  $r$  进行模拟。结果显示，市场容量决定了平台的长期用户规模上限，而自然增长率则影响平台达到稳态的速度。如图 1 所示，当  $K$  从 800 提升到 1200 时，平台稳态用户规模提升明显。



**Figure 1.** The impact of market capacity  $K$  on the evolution of competition  
**图 1.** 市场容量  $K$  对竞争演化的影响

由图 2 可见, 当  $r$  从 0.1 提升到 0.3 时, 平台达到稳态水平的时间从 60 周左右缩短至 40 周左右。这一结果表明, 在社交电商竞争中, 市场容量(对应于目标用户群体的总规模)和自然增长率(对应于平台的基础获客能力)是决定竞争格局的基础性因素。



**Figure 2.** The impact of the natural growth rate  $r$  on the evolution of competition  
**图 2.** 自然增长率  $r$  对竞争演化的影响

进一步分析竞争系数  $\alpha$  的影响。模拟结果如图 3 所示, 当竞争加剧,  $\alpha$  提升至 1.2 时, 竞争演化为排他性竞争, 另一方用户规模开始明显下降。这一现象在社交电商竞争中具有重要的实践意义。

接下来考察内容质量因子  $q$  的作用, 如图 4 所示。固定其他参数为基础值, 分别取  $q_1 = 1.0, 1.1, 1.2$  进行模拟,  $q_2$  保持为 1.0。结果显示, 随着  $q_1$  的提升, 平台 1 的稳态用户规模显著增加。这一结果表明, 内容质量建设是平台获取竞争优势的有效手段, 能够显著扩大平台的实际市场容量, 从而在竞争中占据有利地位。在社交电商实践中, 这对应于平台通过扶持优质内容创作者、优化推荐算法等方式提升内容生态质量。

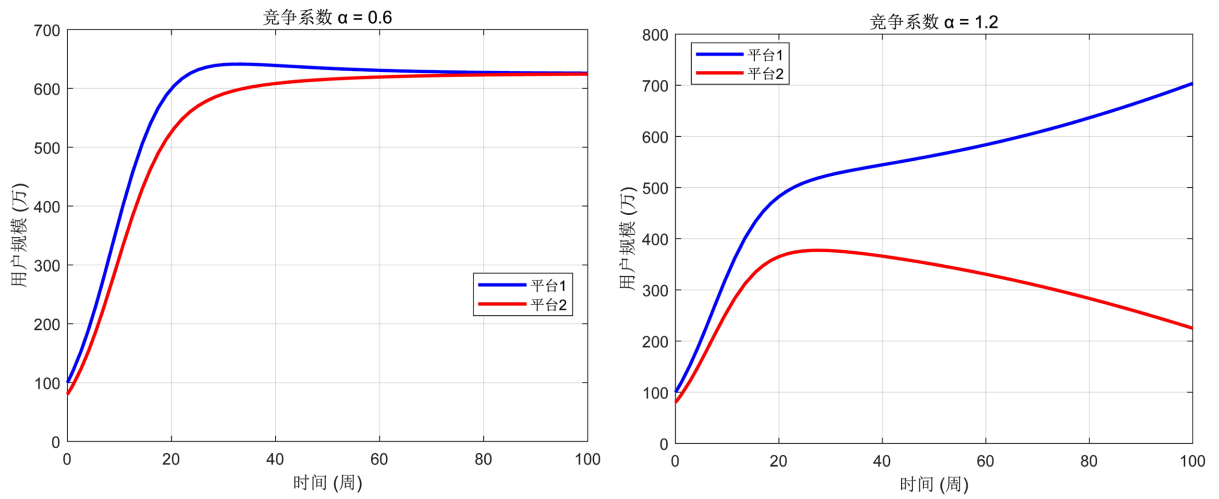


Figure 3. The impact of the competition coefficient  $\alpha$  on the evolution of competition  
图 3. 竞争系数  $\alpha$  对竞争演化的影响

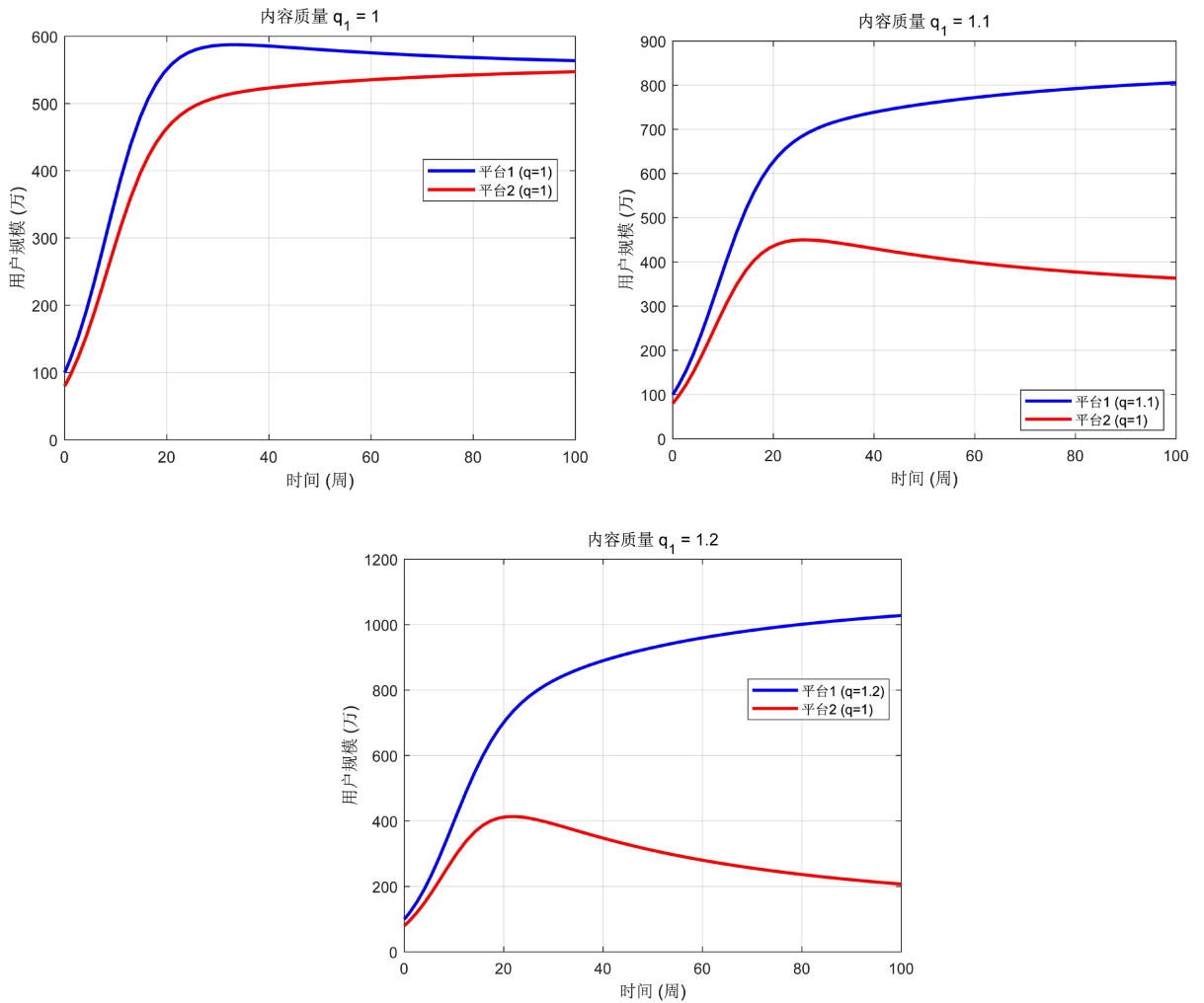


Figure 4. The impact of content quality  $q$  on the evolution of competition  
图 4. 内容质量  $q$  对竞争演化的影响

用户粘性系数  $\mu$  的影响通过另一组模拟进行考察。固定  $q_1 = q_2 = 1.0$ ，分别取  $\mu_1 = 0.5, 1.0$  进行模拟， $\mu_2$  保持为 0。模拟结果如图 5 所示，当  $\mu_1 = 1.0$  时，平台 1 对平台 2 竞争的抵抗能力显著增强，其稳态用户规模提升，而平台 2 的用户规模下降。更重要的是，高粘性平台在面对竞争对手的进攻性策略时表现出更强的稳健性，其用户规模在竞争扰动下的波动幅度明显减小。这一发现提示我们，用户粘性建设如社区氛围营造、用户关系沉淀、个性化服务是平台构建竞争壁垒的关键途径。

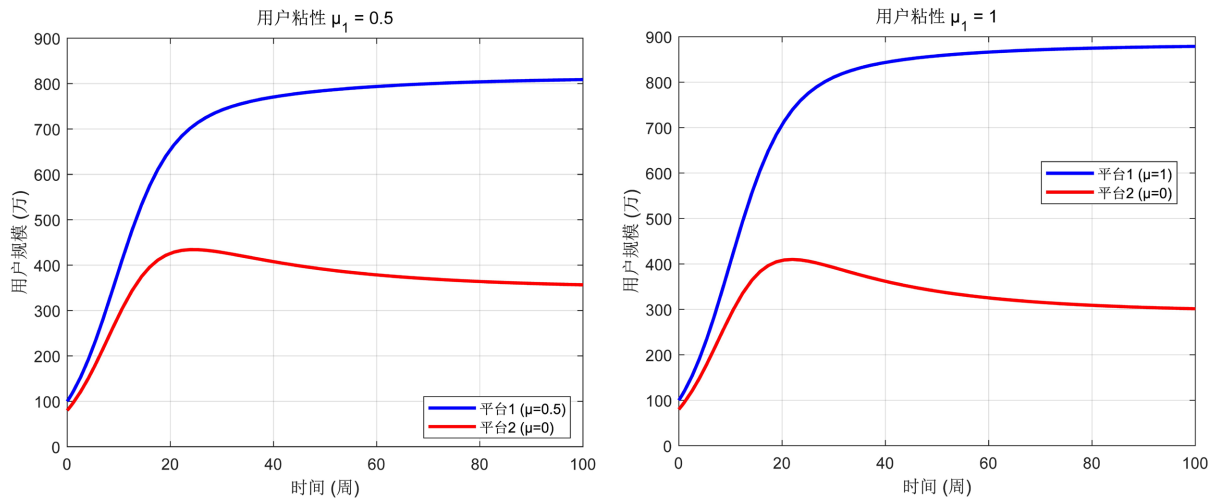


Figure 5. The impact of user stickiness  $\mu$  on the evolution of competition  
图 5. 用户粘性  $\mu$  对竞争演化的影响

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( $q_1 = 1.0, \mu_1 = 0, \rho = 0$ )、仅内容优化( $q_1 = 1.5$ )、仅粘性增强( $\mu_1 = 0.5$ )、仅导流策略( $\rho_{12} = 0.01$ )、组合策略( $q_1 = 1.5, \mu_1 = 0.5, \rho_{12} = 0.01$ )。模拟结果如图 6 所示，组合策略的效果优于任何单一策略，平台 1 的稳态用户规模较基础策略显著提升。

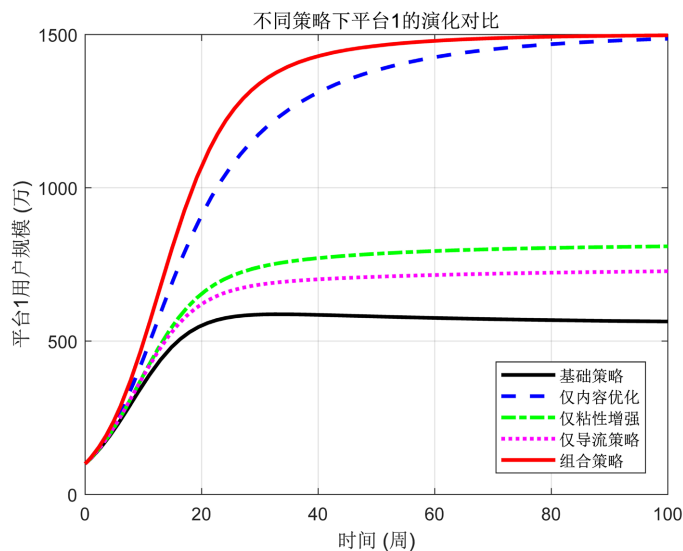


Figure 6. A comparison of the evolution of Platform 1 under different strategies  
图 6. 不同策略下平台 1 的演化对比

## 4. 讨论与管理启示

本研究在理论层面作出了重要贡献。首先是将 Lotka-Volterra 竞争模型创新性地应用于社交电商平台竞争分析，通过引入内容质量因子、用户粘性系数和跨平台导流率等参数，使模型能够更精准地刻画社交电商竞争的核心要素。其次是建立了多维度可视化分析框架，通过数值模拟直观展示各竞争策略的影响机制，为理解平台竞争的动态演化提供了新视角。第三是通过组合策略分析揭示了不同竞争策略之间的协同效应，为竞争战略的理论研究提供了量化依据。

基于研究结果，我们提出以下管理建议。在内容质量建设方面，研究表明，内容质量是平台获取竞争优势的根本途径。社交电商平台应持续投资于内容生态建设，通过扶持优质创作者、优化推荐算法、建立内容质量评估体系等方式，不断提升平台的内容吸引力和用户停留时长。建议平台建立内容质量分级标准，对高质量内容给予流量倾斜和收益激励，形成优质内容生产的正向循环。

在用户粘性建设方面，模拟结果显示，用户粘性能够有效增强平台抵御竞争的能力。平台应注重社区氛围营造和用户关系沉淀，通过社交功能设计、互动活动组织、个性化服务提供等方式，增强用户的情感归属和平台依赖。建议建立用户粘性监测指标体系，包括用户活跃度、留存率、互动深度等指标，及时发现粘性下降的用户群体并采取针对性干预措施。

在跨平台导流策略方面，研究表明，适度的用户流动能够提升市场整体活跃度，而不对称的导流则是获取竞争优势的有效手段。平台应重视社交分享功能的设计，通过激励机制鼓励用户将平台内容分享至其他社交平台，实现跨平台引流。同时，应关注竞争对手的导流策略，必要时采取反制措施防止用户过度流失。

在整合竞争战略方面，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。建议平台建立战略决策支持系统，根据自身发展阶段和竞争环境，在不同竞争策略之间寻求最优组合。对于初创平台，应优先投入内容生态建设，快速积累初始用户；对于成长平台，应注重用户粘性建设，巩固用户基础；对于成熟平台，可考虑通过跨平台导流策略扩大市场份额。

本研究对不同类型社交电商平台的竞争战略具有指导意义。对于内容驱动的社交电商平台(如小红书、抖音电商)，应充分发挥内容优势，通过高质量内容和精准推荐吸引用户，同时注重社区氛围建设提升用户粘性。对于社交驱动的平台(如拼多多、微信电商)，应强化社交裂变机制，通过社交关系链实现用户快速增长，同时通过个性化服务和互动活动增强用户粘性。对于垂直领域的社交电商平台，应聚焦特定用户群体，通过深耕内容和社群运营构建差异化竞争优势。

## 5. 结论与展望

本研究基于 Lotka-Volterra 竞争模型框架，构建了融入内容质量因子、用户粘性系数和跨平台导流率的改进社交电商平台竞争演化模型。通过 MATLAB 数值模拟，系统分析了各参数对竞争过程的影响机制，并对比了不同竞争策略的单独及组合效果。研究表明，Lotka-Volterra 模型能够有效描述社交电商平台的竞争演化过程，市场容量和自然增长率是决定竞争格局的基础参数；竞争系数超过临界值时，市场将呈现“赢者通吃”的排他性竞争格局；内容质量优化能够显著扩大平台的实际市场容量，提升竞争优势；用户粘性增强能有效抵御竞争对手的用户侵蚀，构建竞争壁垒；跨平台导流策略在竞争初期效果显著，能够加速用户积累；各种竞争策略之间存在显著的协同效应，组合使用能够实现最优的竞争效果。

本研究存在一定的局限性。模型假设平台竞争环境相对稳定，未考虑外部市场环境变化和政策监管因素对竞争的影响；模型参数设为常数，未考虑随时间变化的策略调整；研究未涉及多平台复杂网络竞争和平台生态系统的演化；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：构建考虑外部环境变化的随机竞争模型，引入随机扰动刻画市场不确定性；研究时变参数下的竞争演

化, 建立动态策略优化模型; 开发多平台网络竞争模型, 刻画多个平台在复杂网络中的竞争与共生关系; 引入博弈论方法分析平台间的战略互动; 开展实证研究验证模型效果, 通过实际平台数据校准模型参数并验证模型预测能力。

## 参考文献

- [1] 王夏楠. 电商平台的消费异化逻辑研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(9): 1465-1471.  
<https://doi.org/10.12677/ecl.2025.1493064>
- [2] 黄丽颖. 从 APP 到小程序: 社交电商平台用户转移行为影响因素研究——以小红书为例[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2024.
- [3] 黄惠慈. Lotka-Volterra 模型[J]. 生物化学与生物物理进展, 1979(4): 9-11.
- [4] 赵黎明, 张涵. 基于 Lotka-Volterra 模型的科技企业孵化器与创投种群关系研究[J]. 软科学, 2015, 29(2): 136-139, 144.
- [5] 吴艳霞, 罗恒, 王彦龙. 基于 Lotka-Volterra 共生模型的关中平原城市群生态安全测度研究[J]. 水土保持通报, 2019, 39(6): 230-239, 245.
- [6] 张兵, 周丹丹, 周珣, 等. 基于改进系统动力学模型的公路客运量预测[J]. 长安大学学报(自然科学版), 2023, 43(2): 111-119.