

电子商务视角下跨境电商运营优化路径探索

——聚焦定价、库存与物流管理

曹裕玲

贵州大学数学与统计学院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年9月8日; 录用日期: 2025年9月22日; 发布日期: 2025年10月11日

摘要

本文围绕跨境电商运营中的核心痛点, 深入探索如何通过量化工具提升电子商务运营效能。针对跨境电商特有的需求波动、定价调整及物流时效波动等运营难题, 结合随机模型构建适配电子商务场景的解决方案: 通过分析商品定价与需求的动态规律, 形成贴合市场变化的动态定价策略; 基于多品类运营特征构建库存优化模型, 实现库存资金在不同品类间的科学分配, 平衡滞销风险与盈利目标; 依托物流时效的波动特性, 建立时效联动的定价机制与供应链合同管理模式, 精准量化物流成本对电子商务运营的影响。研究证实, 这些量化方法能有效适配跨境电商的运营逻辑, 助力电商企业优化定价策略、提升库存周转效率、降低物流成本, 为跨境电子商务的精细化运营提供实践指引, 推动电商运营从经验决策向数据驱动转型。

关键词

跨境电商, 电子商务运营, 动态定价, 库存管理, 物流成本控制

Exploring Optimization Paths for Cross-Border E-Commerce Operations from an E-Commerce Perspective

—Focusing on Pricing, Inventory, and Logistics Management

Yuling Cao

School of Mathematics and Statistics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: September 8, 2025; accepted: September 22, 2025; published: October 11, 2025

Abstract

This paper focuses on the core pain points in cross-border e-commerce operations and explores in

depth how to enhance the efficiency of e-commerce operations through quantitative tools. Aiming at the operational challenges unique to cross-border e-commerce, such as demand fluctuations, pricing adjustments, and logistics timeliness fluctuations, it combines stochastic models to build solutions adapted to e-commerce scenarios: by analyzing the dynamic laws of commodity pricing and demand, it forms dynamic pricing strategies that fit market changes; based on the characteristics of multi-category operations, it constructs an inventory optimization model to realize the scientific allocation of inventory funds among different categories, balancing overstock risks and profit goals; relying on the fluctuation characteristics of logistics timeliness, it establishes a timeliness-linked pricing mechanism and supply chain contract management model to accurately quantify the impact of logistics costs on e-commerce operations. The research confirms that these quantitative methods can effectively adapt to the operational logic of cross-border e-commerce, helping e-commerce enterprises optimize pricing strategies, improve inventory turnover efficiency, and reduce logistics costs, providing practical guidance for the refined operation of cross-border e-commerce and promoting the transformation of e-commerce operations from empirical decision-making to data-driven.

Keywords

Cross-Border E-Commerce, E-Commerce Operations, Dynamic Pricing, Inventory Management, Logistics Cost Control

Copyright © 2025 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

跨境电商作为电子商务的重要分支，其运营过程面临需求波动、物流时效不稳定、成本不确定等多重不确定性挑战——目标市场消费偏好随季节与流行趋势动态变化，导致商品需求呈现随机波动；跨境物流链路涉及多环节流转，港口拥堵、海关查验等突发情况易引发时效波动；原材料成本与汇率浮动进一步加剧商品定价的不确定性。传统跨境电商运营依赖固定库存计划、静态定价等经验化决策，难以应对此类随机干扰，常出现滞销、缺货或成本失控问题，亟需引入可量化的随机模型与优化理论，将运营中的不确定性转化为可计算参数，为核心环节决策提供支撑。

从学术研究脉络看，随机过程与优化理论在供应链管理、库存控制及动态定价领域已形成丰富积累。在供应链与库存管理领域，石绣天基于均值-方差分析理论、随机过程与动态规划，系统研究了不确定环境下供应链库存与定价问题，提出风险规避型供应链成员的最优订货策略，但其研究聚焦传统制造业供应链，未涉及跨境电商特有的物流时效波动与多品类库存协同问题[1]。蔡建湖等人构建考虑均值-方差风险量化的VMI供应链协调模型，通过优化理论实现供应链风险与收益的平衡，但模型未整合动态定价环节，难以直接适配跨境电商“定价-库存-物流”联动的运营逻辑[2]。在动态定价领域，梁翊琳基于深度强化学习提出联合动态定价与库存控制的决策方法，实现了随机需求下的动态优化，但其研究侧重算法应用，未结合跨境物流时效的随机特性[3]。吴鹏针对电商直播双渠道供应链，运用博弈论与优化理论分析定价策略，揭示了渠道权力结构对定价的影响，但未将库存成本与物流时效纳入定价模型，环节间关联性不足[4]。

本文旨在将几何布朗运动、Vasicek模型等随机模型与跨境电商运营场景深度结合，解决三大核心问题：一是通过几何布朗运动刻画商品定价与需求的随机规律，明确定价预期调整率、需求波动风险对运

营路径的影响，为动态定价提供依据；二是结合现代投资组合理论，构建基于几何布朗运动的多品类库存优化模型，实现“风险-收益”平衡的库存配置；三是利用 Vasicek 模型的均值回复特性，模拟跨境物流时效动态，将其应用于商品定价与长期供应链合同管理，量化时效波动对运营成本的影响，最终形成一套适配跨境电商的量化运营方法论。

2. 文献综述

跨境电商运营管理的核心在于应对不确定性，而随机过程与优化理论是量化不确定性、实现决策优化的关键工具。现有研究围绕供应链管理、库存控制、动态定价三大领域形成了丰富成果，但在跨境电商场景的整合适配性上仍有提升空间，下文将从核心领域梳理研究现状。

随机过程与优化理论是解决供应链不确定性的核心手段，现有研究主要聚焦需求风险与协同决策。王玉燕等基于 2018~2022 年 A 股制造业企业数据，实证检验了不确定性冲击下 ESG 表现对供应链韧性的作用，发现 ESG 优势企业通过商业信用支持、代理问题缓解与交易成本降低三条路径提升供应链韧性，其研究揭示了跨境电商供应链风险协同的重要性，但未涉及具体的随机模型与优化方法，难以直接指导量化决策[5]。

在跨境供应链研究中，杨玉娟等分析了跨境电商发展对中俄农产品贸易的影响，证实了跨境电商对供应链效率的提升作用，但研究侧重宏观效应，未深入微观运营的随机优化[6]。付延冰基于随机需求研究配送中心设备配置与库存控制问题，通过优化理论实现设备与库存的协同，但模型未整合定价环节，且设备配置聚焦传统仓储场景，不适配跨境电商的多节点物流链路[7]。

针对跨境电商库存研究，现有成果多聚焦海外仓库布局，如何川以考拉海购为例，指出跨境电商物流存在库存不足、时效过长等问题，提出通过海外仓建设优化库存，但未涉及随机需求下的库存动态优化[8]。义梅练强调跨境电商“七分选品，三分运营”，梳理了选品策略与趋势，但未将选品与库存风险量化结合，难以指导多品类库存的科学配置[9]。

动态定价的核心是捕捉需求与成本的随机变化，优化理论与博弈论是主流研究方法。夏雪研究网络外部性下众包物流平台的动态定价，通过优化理论捕捉用户规模与价格的联动关系，但聚焦物流服务定价，未涉及商品定价与库存的关联[10]。

在跨境电商定价研究中，陈婷等分析了跨境电商选品的多重影响因素，指出价格是选品成功的关键，但未涉及动态定价[11]。郑佩燕探讨了跨境电商税收规则变革对定价的影响，仅关注政策因素，忽视了需求与物流的随机波动[12]。

政策对跨境电商发展具有重要推动作用，宁方慧《基于双重差分模型的跨境电商政策效应评价研究》以我国国务院批复的最具代表性的跨境电商政策为研究对象，探讨政策效应与试点地区跨境电商行业发展水平间的理论基础和实践关系，总结当前制度环境对跨境电商行业发展的影响因素，通过实证研究利于加强我国跨境电商发展的制度环境，推动外贸行业发展，为评估跨境电商政策的实际效果以及进一步完善政策提供了科学的研究方法和思路[13]。

综合来看，现有研究虽为跨境电商运营优化提供了理论基础，但仍存在以下局限性，凸显本文研究的必要性。跨境场景适配性差，传统供应链的随机模型，未充分考虑跨境电商的物流时效波动与多品类运营特征，模型参数与假设脱离跨境电商实际。现有研究多关注需求风险，忽视了跨境电商特有的物流时效风险与成本波动风险，风险量化维度单一，难以支撑全面的运营决策。部分研究侧重理论模型或宏观效应，未提供可直接应用于跨境电商的量化工具，理论与实践脱节。国内学者从多个角度对跨境电商运营管理进行了深入研究，为行业发展提供了全面且深入的理论指导。然而，随着跨境电商行业的快速发展与市场环境的不断变化，在数字化运营、新兴市场拓展、跨境电商与新兴技术融合等方面仍有待进

一步深入探究，以持续为行业发展提供创新思路与实践指引。

3. 跨境电商运营中的随机模型基础

3.1. 研究背景核心随机模型的基本形式

跨境电商运营中，两类随机模型应用最广泛，用于刻画商品定价与需求的几何布朗运动，及用于刻画物流时效的 Vasicek 模型，其简化形式与跨境电商场景的适配关系如下：

3.1.1. 定价与需求建模——几何布朗运动

适用于描述波动幅度与当前状态正相关的跨境电商场景，基本形式为：

$$dP_t = \mu P_t dt + \sigma P_t dW_t$$

其中： P_t 表示 t 时刻商品定价，是跨境电商核心运营变量； μ 表示定价预期调整率，例如原材料成本年均上涨 5%，则 $\mu = 0.05$ ，反映运营的长期趋势； σ 表示需求波动风险，例如服饰品类因季节变化需求波动 15%，则 $\sigma = 0.15$ ，体现运营的不确定性； dW_t 表示标准布朗运动微分，代表突发平台促销、消费偏好变化等随机干扰，满足期望为 0、方差与时间成正比的特性。

3.1.2. 物流时效建模——Vasicek 模型

适用于描述围绕长期均值波动的跨境物流时效，因为时效不会无限延迟或缩短，最终向平均水平回归，基本形式为：

$$dL_t = k(\theta - L_t)dt + \sigma dW_t$$

其中： L_t 表示 t 时刻跨境物流时效； k 表示时效均值回复速度，比如 $k = 0.6$ 表示时效偏离均值后每月恢复 60%； θ 代表长期平均物流时效，比如某航线历史平均履约 12 天，则 $\theta = 12$ ； σ 代表时效波动率，比如天气导致日均时效波动 1.2 天，则 $\sigma = 1.2$ ； dW_t 是标准布朗运动微分，代表港口罢工、航班取消等随机干扰。

3.2. 随机模型与跨境电商运营的适配优势

相较于传统确定性模型，随机模型在跨境电商运营中具有三大优势：首先，可以精准刻画不确定性，可将消费偏好、物流干扰等不可控因素转化为波动率 σ 、回复速度 k 等量化参数，避免经验决策的主观性；其次，动态反映运营变化，模型随时间动态调整，如几何布朗运动可实时输出不同时间点的预期定价，Vasicek 模型可预测未来时效趋势，适配跨境电商“快速响应”的运营需求；最后，支持风险量化评估，通过均值、方差等统计指标，可明确运营风险边界，为风险管控提供依据。

4. 几何布朗运动在跨境电商定价与库存优化中的应用

4.1. 商品定价与需求波动规律模拟

以跨境服饰品类为例，基于几何布朗运动模拟定价路径，参数设置贴合行业实际：初始定价 $P_0 = 200$ 元，运营周期为 12 个月，时间步长为 1 个月，通过模拟分析关键参数对定价的影响。

4.1.1. 基础运营场景——单一路径模拟

设定 $\mu = 0.06$ ，即年预期涨价 6%； $\sigma = 0.12$ ，表示年需求波动率为 12%，得到模拟结果，如下图 1 所示。

通过几何布朗运动模拟跨境服饰品类定价路径，清晰展现了长期趋势与短期波动对运营路径的双重影响： μ 锚定定价长期上行方向，为战略规划提供依据； σ 放大短期不确定性，驱动动态策略调整。跨境电商可基于此优化动态定价、库存及供应链协同，在捕捉趋势红利的同时，有效对冲波动风险，提升

运营韧性与盈利水平，为跨境服饰及类似品类的精细化运营提供可复用的量化决策框架。

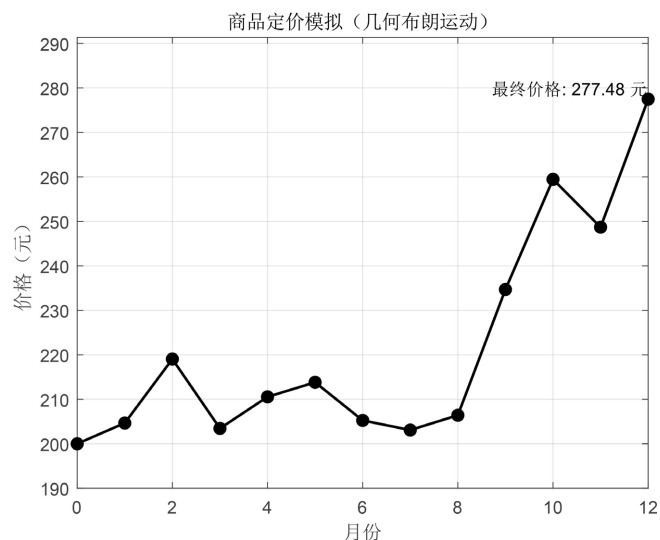


Figure 1. Commodity pricing simulation

图 1. 商品定价模拟

4.1.2. 定价预期调整率 μ 的影响

固定 $\sigma = 0.12$ ，对比低调整率 $\mu = 0.03$ 、中调整率 $\mu = 0.06$ 、高调整率 $\mu = 0.09$ 三种场景，得到运行结果，如下图 2 所示：

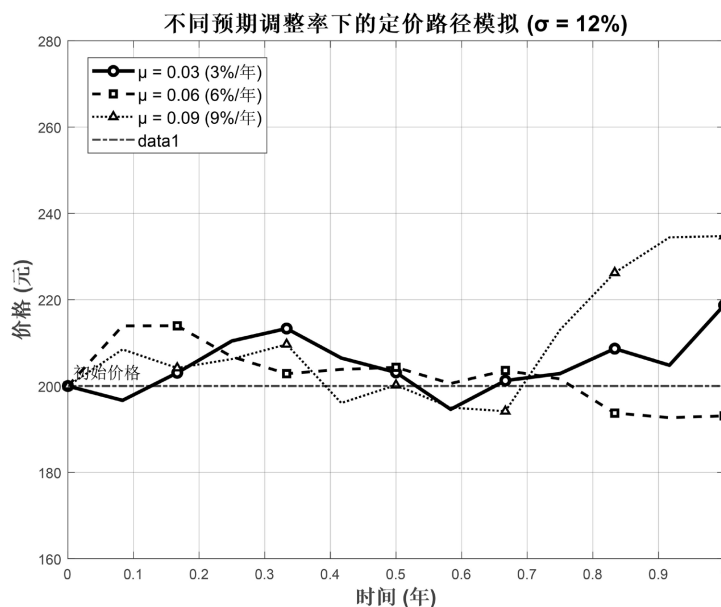


Figure 2. Pricing path simulation under different expected adjustment rates

图 2. 不同预期调整率下的定价路径模拟

短期内，定价路径受需求波动 σ 主导， μ 对路径趋势影响弱，跨境电商需聚焦短期促销、库存灵活调整应对随机冲击。中期来看， μ 开始驱动定价分层，高 μ 路径展现更强趋势韧性，跨境电商可通过“强

化品牌溢价、锁定长期订单”放大 μ 的趋势效应，抵御需求波动。长期来说， μ 决定定价天花板，高 μ 路径可突破需求波动限制，实现显著增长；但中 μ 路径存在“趋势失效、盈利反噬”风险，跨境电商需根据品类生命周期动态调整策略。

4.1.3. 需求波动风险 σ 的影响

固定 $\mu = 0.06$ ，对比低波动 $\sigma = 0.08$ 、中波动 $\sigma = 0.12$ 、高波动 $\sigma = 0.16$ 三种场景，得到运行结果，如下图3所示：

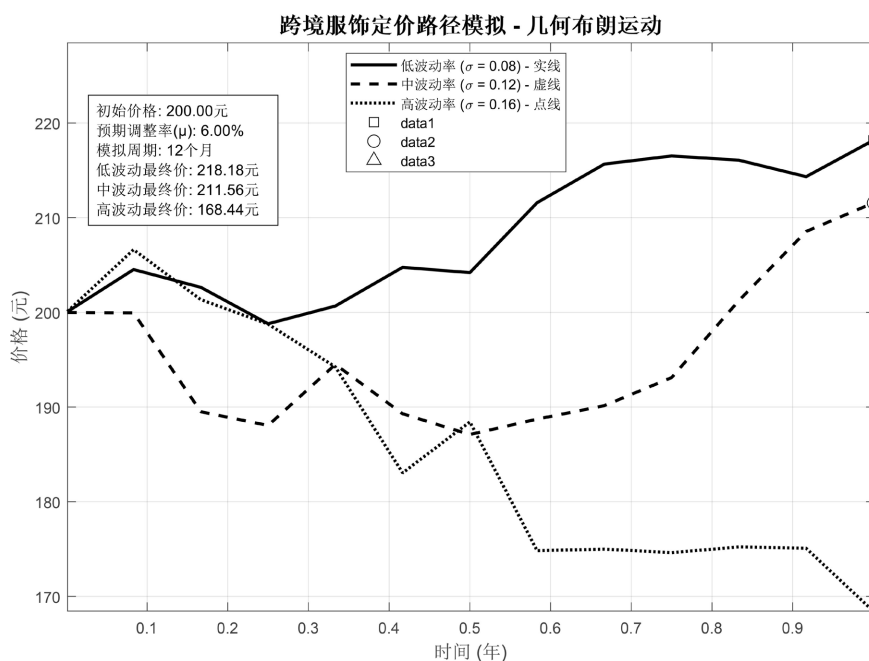


Figure 3. Cross-border apparel pricing path simulation
图 3. 跨境服饰定价路径模拟

波动风险 σ 对定价路径产生决定性影响。在固定预期调整率条件下，低波动率场景呈现平稳上升态势，最终价格达 218.18 元；中波动率场景波动加剧，最终价格为 211.56 元；而高波动率场景则出现剧烈震荡，最终价格跌至 168.44 元。这表明需求波动风险显著削弱定价策略有效性，跨境服饰企业必须将波动率监测纳入动态定价体系，在高波动环境中采取更频繁的价格调整和风险对冲策略，以维持定价目标与经营稳定性。

4.2. 多品类库存配置优化模型

跨境电商卖家的核心诉求是“在多品类间分配库存资金，平衡滞销风险与盈利收益”。结合几何布朗运动对各品类需求风险与收益的量化结果，融入现代投资组合理论，构建库存优化模型。

4.2.1. 模型构建

模型公式如下：

$$\max_{\omega_1, \omega_2, \omega_3} SR_P = \frac{\sum_{i=1}^3 \omega_i E[R_i] - R_f}{\sqrt{\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \omega_i \omega_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j}}$$

$$s.t. \sum_{i=1}^3 \omega_i = 1, \omega_i \geq 0$$

其中， ω_i 表示品类 i 的库存资金权重； $E[R_i]$ 表示品类 i 的预期利润率； R_f 是无风险利率； σ_i 是品类 i 的需求波动率； ρ_{ij} 是品类 i 与 j 的需求相关系数。

4.2.2. 参数设置

选择跨境电商三大核心品类 3C 产品、家居用品、服饰，参数基于行业数据设定，如下表 1 所示：

Table 1. Parameter settings

表 1. 参数设定表

品类	预期利润率	需求波动率	相关系数矩阵
3C 产品	15%	20%	$\rho_{11}=1, \rho_{12}=0.3, \rho_{13}=0.4$
家居用品	8%	8%	$\rho_{21}=0.3, \rho_{22}=1, \rho_{23}=0.2$
服饰	12%	16%	$\rho_{31}=0.4, \rho_{32}=0.2, \rho_{33}=1$

生成 1000 种随机库存组合，蒙特卡洛模拟 1000 次，初始库存资金 10 万元，运营周期 1 年，无风险利率设定为 2%。

通过现代投资组合理论计算，跨境电商三大核心品类的最优库存资金分配比例为：3C 产品：14.51%；家居用品：64.31%；服饰：21.17%。这一分配方案表明，家居用品应占据最大比例的库存资金，其次是服饰，而 3C 产品虽然预期利润率最高，但由于其高风险特性，分配比例最低。投资组合的夏普比率为 0.9386，表明每承担一单位风险可获得 0.9386 单位的超额回报，这一比率反映了良好的风险调整后收益，实现了滞销风险与盈利收益的有效平衡。蒙特卡洛模拟结果表明，最终财富标准差为 0.0951，显示投资组合风险控制一定范围内，其投资组合财富的蒙特卡洛模拟以及最终财富分布如下图 4，图 5 所示：

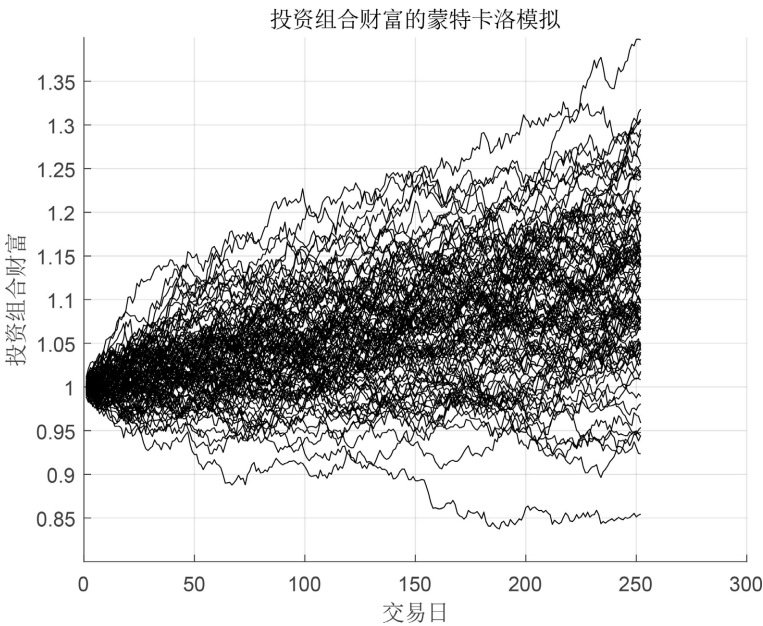


Figure 4. Monte Carlo simulation of portfolio wealth

图 4. 投资组合财富的蒙特卡洛模拟图

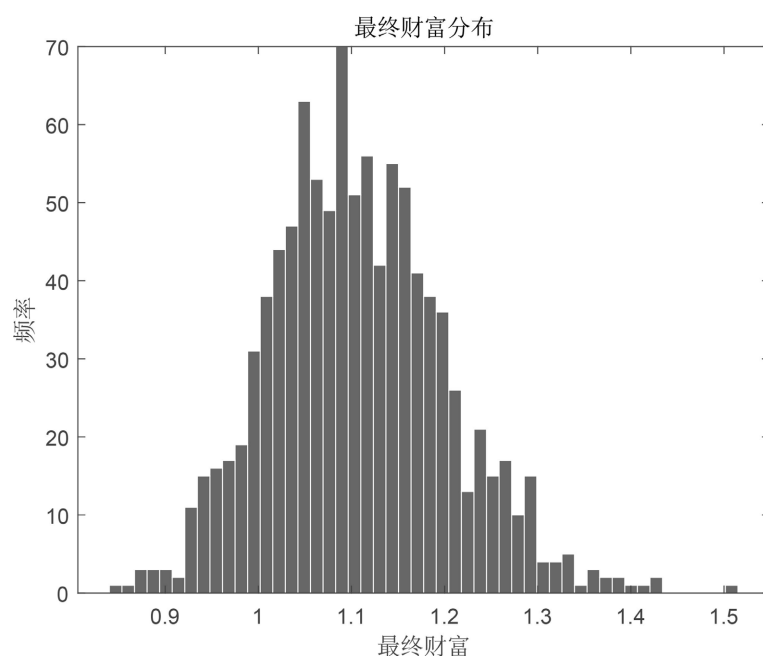


Figure 5. Final wealth distribution
图 5. 最终财富分布图

模拟路径显示投资组合价值整体呈上升趋势，但存在合理波动，符合预期。最终财富分布呈现右偏特征，表明有较大可能获得高于平均水平的回报。

跨境电商卖家应按照上述比例分配库存资金，加大家居用品的库存资金占比，利用其低波动特性稳定整体收益。适度配置服饰品类，平衡收益与风险。控制 3C 产品的库存资金，虽然其预期收益最高，但风险也最大。

这一分配方案能够在控制整体风险的同时，实现接近 10% 的年化收益率，有效平衡了滞销风险与盈利收益的核心诉求。

5. Vasicek 模型在跨境电商物流时效与定价中的应用

5.1. 跨境物流时效动态模拟

以中国广州至美国洛杉矶跨境航线为例，基于 Vasicek 模型模拟物流时效，参数设置贴合实际：初始时效 $L_0 = 15$ 天、长期平均时效 $\theta = 12$ 天、时效波动率 $\sigma = 1.2$ 天、运营周期 1 年，通过模拟分析时效变化规律及关键参数影响。

5.1.1. 均值回复特性验证

模拟结果如下图 6 所示。

从模拟结果可以明显观察到 Vasicek 模型的均值回复特性。初始时效为 15 天，高于长期平均时效 12 天。随着时间推移，所有模拟路径均表现出向长期平均时效 12 天收敛的趋势，这一现象验证了 Vasicek 模型能够有效描述物流时效向长期均衡水平回归的特性。

5.1.2. 均值回复速度的影响

模拟得到如下图 7 以及表 2 所示结果：

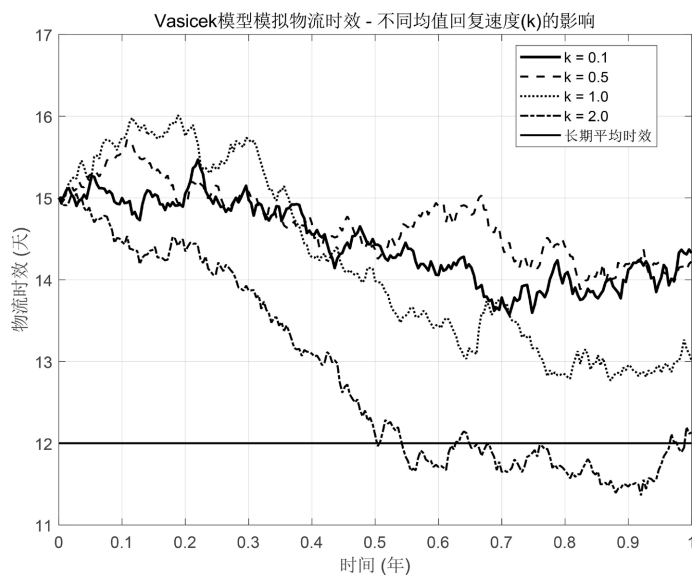


Figure 6. Vasicek model simulation of logistics lead time under different mean reversion speeds

图 6. Vasicek 模型模拟物流时效 - 不同均值回复速度的影响

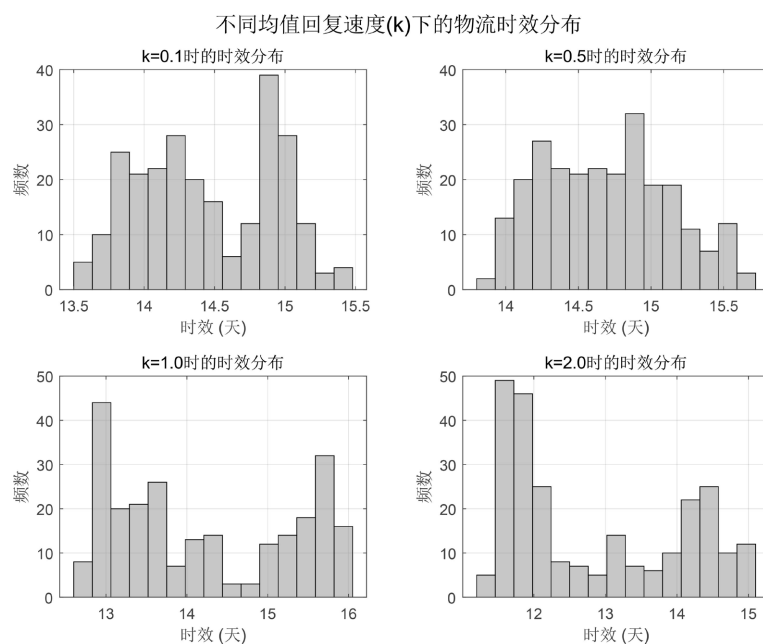


Figure 7. Distribution of logistics lead time under different mean reversion speeds

图 7. 不同均值回复速度下的物流时效分布

Table 2. Final lead time and deviation from long-term mean across different mean reversion speeds

表 2. 不同均值回复速度下的物流最终时效和偏离长期均值

K 值	最终时效(天)	偏离长期均值(天)
$k = 0.1$	14.33	2.33
$k = 0.5$	14.22	2.22
$k = 1$	13.01	1.01
$k = 2$	12.13	0.13

低回复速度情境 $k=0.1$ ，时效偏离长期均值达 2.33 天，对应跨境电商中的物流不稳定状态，这种情况下，卖家需承担更高的库存成本和销售不确定性，消费者体验较差，可能导致差评和复购率下降。中等回复速度情境 $k=0.5$ ，时效偏离 2.22 天，仍处于不理想状态，跨境电商平台可能需要提供更多的物流时效承诺保障，卖家需准备更充裕的备货周期。较高回复速度情境 $k=1$ ，时效偏离降至 1.01 天，接近可接受范围，对应建立了相对成熟物流体系的跨境电商平台，卖家可更准确预测到货时间，优化库存管理。高回复速度情境 $k=2$ ，时效仅偏离 0.13 天，表现优异，代表顶尖跨境电商平台的物流能力，如亚马逊 FBA 或阿里巴巴无忧物流，极大提升消费者满意度和平台竞争力。

首先对跨境电商平台来说，投资提升物流基础设施和数字化管理系统相当于提高 k 值，建立多元物流渠道和应急方案可增强时效稳定性，实时监控和预测物流时效应成为平台核心能力。其次，对跨境卖家来说，选择高 k 值的物流服务商可降低经营风险，应根据物流时效稳定性调整库存策略和营销计划，同时多渠道布局可规避单一物流渠道波动风险。最后，对消费者体验感来说，高 k 值意味着更可预测的交付体验，提升购买信心，另外，稳定的物流时效是跨境购物体验的关键决定因素。

5.2. 在商品定价与供应链合同中的应用

5.2.1. 动态定价模型——含物流成本溢价

跨境电商商品定价需包含物流成本溢价，而溢价与时效正相关，时效越长，仓储、资金占用成本越高。基于 Vasicek 模型的动态时效，构建时效联动定价模型：

$$P_t = C + M + \alpha L_t$$

其中， P_t 表示 t 时刻动态定价； C 是商品成本； M 表示目标利润； α 是时效成本系数例如 2 元/天，每增加 1 天时效，成本溢价增加 2 元； L_t 是 Vasicek 模型输出的 t 时刻物流时效。参数设置为 $C=100$ 元， $M=30$ 元， $\alpha=2$ 元/天，Vasicek 模型 $k=0.6$ ， $\theta=12$ 天、 $\sigma=1.2$ 天。

模拟结果如下图 8 所示：

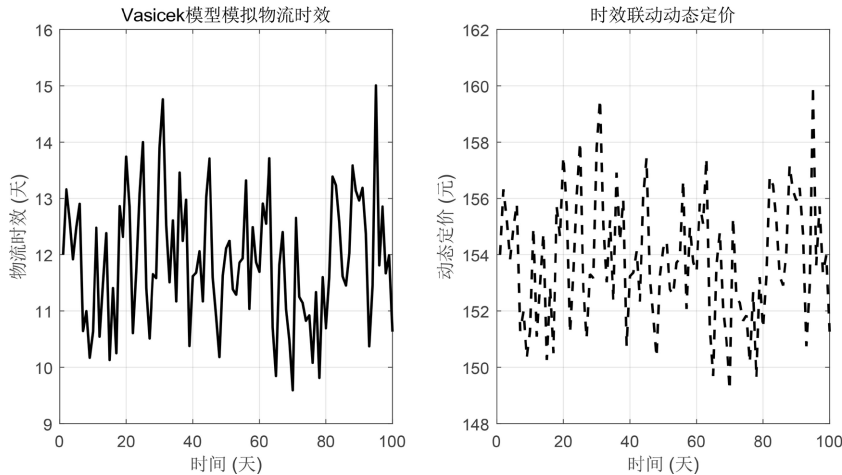


Figure 8. Dynamic pricing model simulation
图 8. 动态定价模型模拟图

根据模拟可以得到，物流时效表现出明显的均值回归特性，围绕长期均值 12 天上下波动。定价与物流时效呈正相关，时效每增加 1 天，价格相应增加 2 元，价格波动范围在 148~160 元之间。

企业应重点关注物流时效稳定性，时效波动直接转化为价格波动。价格随时效变化可能影响消费者

购买决策,需透明沟通定价机制。可以通过改善物流效率,可减少时效成本,提高竞争力。同时需要关注时效异常波动 σ 值对定价和利润的影响,建立缓冲机制。

这种时效联动定价模型有助于跨境电商企业更精确地核算物流成本,实现更合理的定价策略,同时为消费者提供了价格与物流服务的透明关联。

5.2.2. 长期供应链合同定价——含时效风险对冲

跨境电商与供应商签订 6~12 个月长期采购合同时,采购价格受物流时效波动影响。基于 Vasicek 模型模拟的合同期内平均时效,构建时效风险对冲的合同定价公式:

$$\text{合同总价} = Q \times \left(C_0 + \alpha \times \frac{1}{T} \int_0^T L_t dt \right)$$

其中, Q 表示采购数量; C_0 是基础采购成本; T 表示合同周期; $\frac{1}{T} \int_0^T L_t dt$ 是合同期内平均物流时效; α 是时效成本系数。参数设置为 $Q=1000$ 件, $C_0=80$ 元/件, $\alpha=1.5$ 元/天/件, $T=1$ 年。

模拟结果如下图 9 所示:

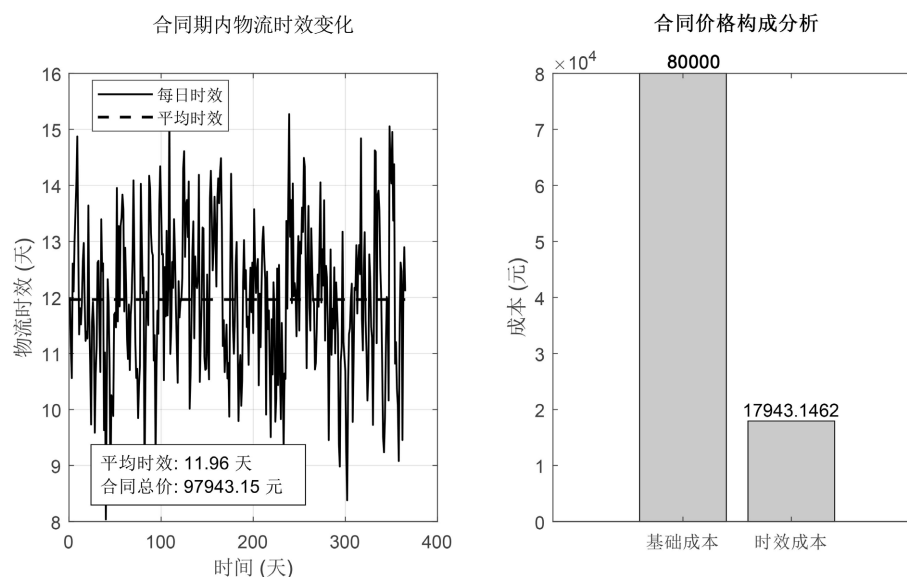


Figure 9. Simulation of long-term supply chain contract pricing
图 9. 长期供应链合同定价模拟图

根据模拟的结果发现,物流时效在 365 天的合同期内表现出明显的均值回归特性,模拟结果显示平均时效为 11.96 天,时效波动范围大约在 8~16 天之间,符合 Vasicek 模型的设定参数。合同总价为 97943.15 元,由两部分构成:基础成本:80,000 元(80 元/件 $\times$ 1000 件);时效成本:17943.1462 元(1.5 元/天/件 $\times$ 11.96 天 $\times$ 1000 件),时效成本占总成本的 18.32%,体现了物流时效对总成本的显著影响,每件商品的实际采购成本为 97.94 元,比基础成本高出 17.94 元/件。

长期合同定价机制成功将对物流时效的不确定性转化为可预测的成本,实现了有效的风险对冲。企业可以提前锁定大部分采购成本,减少因物流波动带来的财务不确定性。通过与供应商签订长期合同,企业可以确保供应链稳定性,避免短期市场波动的影响。

企业可基于历史时效数据协商更合理的基础成本和时效成本系数。对于供应商,应该优先选择物流

稳定性高的供应商,以降低时效成本的不确定性。同时可结合时效预测优化库存水平,平衡仓储成本与缺货风险。对运营的建议来说,可以在合同中加入时效风险对冲条款,约定若平均时效超 12 天,供应商承担 50%额外成本。

这种时效风险对冲的合同定价模型为跨境电商企业提供了一种有效的长期供应链风险管理工具。通过将物流时效不确定性转化为可量化的成本项,企业能够更准确地预测采购成本,提高财务规划的可信度。同时,该模型促进了供应链伙伴之间的风险共担,激励各方共同提升物流效率,最终实现供应链整体优化。

6. 结论

本文将几何布朗运动、Vasicek 模型与跨境电商运营场景深度融合,围绕定价、库存、物流三大核心环节,形成量化优化方案,主要结论如下:

随机模型可有效解决跨境电商运营不确定性问题。几何布朗运动通过定价预期调整率以及需求波动风险双参数,精准刻画商品定价与需求的随机规律,为多品类库存配置提供风险收益量化依据;Vasicek 模型凭借均值回复特性,成功捕捉跨境物流时效的波动逻辑,为动态定价与供应链合同风险对冲提供支持,两类模型均弥补了传统经验决策的局限性。

运营优化方案具备实际落地价值。基于模型得到的最优库存配置、物流服务商选择标准、动态定价公式,均贴合跨境电商实际运营需求,可直接应用于日常决策,帮助卖家提升库存周转率,降低物流成本。

本文的研究假设与局限性需客观审视,主要体现在三方面:一是需求与时效的随机假设简化,模型假设需求服从几何布朗运动、物流时效服从 Vasicek 模型,均未考虑极端突发事件;二是多主体博弈未纳入,模型假设跨境电商为单一决策主体,未考虑供应商、物流服务商、平台的博弈关系;三是参数校准缺乏实证检验,模型参数基于行业经验数据设定,未通过大规模跨境电商企业数据进行实证验证,参数普适性有待提升。

未来研究方向基于现有局限性,未来研究可从四方面拓展:一是引入更复杂的随机过程,刻画极端事件对需求与物流时效的冲击;二是结合机器学习实现参数动态估计,使用深度强化学习方法,利用跨境电商实时运营数据动态更新几何布朗运动与 Vasicek 模型的参数,替代静态行业数据,提升决策实时性;三是融入 ESG 因素的整合建模,将碳足迹、社会责任纳入“定价-库存-物流”模型,构建可持续跨境电商运营优化框架;四是拓展多主体博弈场景,构建跨境电商、供应商、直播主播的三方博弈模型,分析权力结构对整合优化结果的影响,提升模型对多主体运营场景的适配性。

参考文献

- [1] 石绣天. 不确定环境下供应链库存与定价问题研究[D]: [博士学位论文]. 南京: 南京大学, 2015.
- [2] 蔡建湖, 贾利爽, 周青, 王楠楠, 胡晓青. 考虑均值-方差风险量化的 VMI 供应链协调模型[J]. 管理科学学报, 2023, 26(3): 20-43.
- [3] 梁翊琳. 基于深度强化学习的联合动态定价与库存控制决策研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广东财经大学, 2021.
- [4] 吴鹏. 电商直播双渠道供应链定价与协调策略分析[D]: [硕士学位论文]. 石家庄: 河北经贸大学, 2023.
- [5] 王玉燕, 左成龙. 不确定性冲击、企业 ESG 表现与供应链韧性[J]. 兰州财经大学学报, 1-20.
https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=F0lYaGTxf9k3sIJ7Oxa8loq1z8QFam-mPyEmFy1i4cJTU-7FLmCN5RbKU85IUwsDUK53eruLHPOrnMkHIYSyQBQ1lyKHUHB1Q5PX1xbC9PxdGiZ-FAHaSSC66O55SjZa7S0zTLnSRM3Z2Kambl_MEat2r5oS7sPmqJv65O3ipg=&uniplatform=NZKPT, 2025-08-03.
- [6] 杨玉娟. 跨境电商发展对中俄农产品进出口贸易的影响效应检验[J]. 商业经济研究. 2022(1): 156-160.

-
- [7] 付延冰. 基于随机需求的配送中心设备配置与库存控制问题研究[D]: [博士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2010.
 - [8] 何川. 我国跨境电商物流发展现状与对策研究——以考拉海购为例[J]. 物流科技, 2024, 47(13): 55-58.
 - [9] 义梅练. 跨境电子商务选品研究综述[J]. 商场现代化, 2021(6): 51-54.
 - [10] 夏雪. 网络外部性下众包物流平台动态定价研究[D]: [硕士学位论文]. 上海: 东华大学, 2022.
 - [11] 陈婷, 陈岳. 跨境电商选品多重影响因素分析[J]. 合作经济与科技, 2020(18): 94-95.
 - [12] 郑佩燕. 跨境电商环境下中国应对常设机构认定规则变革的对策研究[D]: [硕士学位论文]. 佛山: 佛山科学技术学院, 2022.
 - [13] 宁方慧. 基于双重差分模型的跨境电商政策效应评价研究[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2022.