

# 需求不确定性下考虑风险规避的O2O供应链定价决策研究

衣昱昕

常州大学商学院, 江苏 常州

收稿日期: 2026年4月7日; 录用日期: 2026年4月21日; 发布日期: 2026年6月30日

## 摘要

随着直播电商爆发式增长, O2O供应链需求预测的不确定性显著上升, 放大了各供应链成员的收益预期波动, 供应链企业必须采取更为保守的风险规避策略来维持利润与现金流。本文将风险规避偏好纳入O2O供应链定价决策框架, 构建以生产制造企业(M)为领导者、线下零售企业(R)为追随者的Stackelberg博弈模型, 探讨需求不确定性条件下风险规避行为对供应链定价决策的影响。结果表明: (1) 适度的需求波动有助于提升O2O供应链整体效用, 并扩大潜在市场规模, 制造商作为领导者对此更为敏感。(2) 风险规避倾向推动企业采取保守定价以稳定销量, 但可能压缩利润, 并对制造商和零售商产生对称性影响。(3) 当制造商风险规避水平较高时, 批发价、线上价格与线下价格均趋于下降, 形成低价竞争格局; 若对手风险规避水平较低, 企业可通过降价吸引需求并提升期望效用。

## 关键词

O2O供应链, 需求不确定, 风险规避, Stackelberg模型, 定价决策

## A Study on O2O Supply Chain Pricing under Demand Uncertainty with Risk Aversion

Yuxin Yi

Business School, Changzhou University, Changzhou Jiangsu

Received: April 7, 2026; accepted: April 21, 2026; published: June 30, 2026

## Abstract

With the rapid expansion of live-streaming e-commerce, demand forecasting uncertainty in O2O supply chains has increased markedly, magnifying earnings volatility across supply-chain members and necessitating more conservative risk-averse pricing strategies to sustain profits and cash flow. This

study incorporates risk-averse preferences into the pricing decision framework of an O2O supply chain and adopts a Stackelberg game in which the manufacturing firm (M) acts as the leader and the offline retailer (R) as the follower to examine how risk-averse behavior interacts with demand uncertainty to influence pricing decisions. The main findings are as follows: (1) moderate demand fluctuations can enhance the overall welfare of the O2O supply chain and expand the attainable market, with the leader (manufacturer) exhibiting greater sensitivity to these fluctuations; (2) a propensity for risk aversion drives firms to adopt conservative pricing to stabilize volumes, potentially compressing profits and exerting symmetric effects on both manufacturers and retailers; (3) when the manufacturer's risk aversion is high, the wholesale price, online price, and offline price tend to decline, giving rise to a low-price competition regime; if the rival's risk aversion is weaker, firms can reduce prices to attract demand and elevate expected utility.

## Keywords

O2O Supply Chain, Demand Uncertainty, Risk Aversion, Stackelberg Model, Pricing Decision

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

近年来,网络购物的便利性持续释放,O2O模式通过线上线下闭环提升场景化服务与履约协同,相较于传统电商更能提升用户体验和黏性[1]。然而,O2O供应链长期存在需求不确定性的短板,这一短板在当前直播电商爆发式增长背景下呈现加速恶化态势。一方面,消费者渠道偏好的动态迁移[2]、线上线下库存的实时博弈和本地化服务能力的空间差异,使得需求波动成为O2O业态的固有属性。另一方面,“直播带货”的即时讲解与限时秒杀机制,往往会在直播节点引爆集中性订单需求而后续需求骤降,造成需求标准差显著增大[3]。这种市场需求不确定性的提高,加剧了供应链成员收益预期的波动性,导致供应链上企业往往展现出风险规避倾向[4]。因此,在直播电商重塑消费节奏的背景下,亟需深入研究需求不确定性下O2O供应链中企业的定价决策,系统分析不同风险规避程度对供应链定价决策的影响机制。

面对不确定的经营环境,供应链成员的决策往往并非基于“完全理性”的期望利润最大化假设,而是表现出不同程度的风险规避倾向。均值-方差模型作为风险度量的经典工具,与条件风险价值、价值风险等方法在适用条件与理论基础存在显著差异。首先,条件风险价值和价值风险模型聚焦于极端损失,能更精准刻画厚尾或偏态分布下的极端风险,但通常依赖数值计算,在解析建模中存在局限[5];而均值-方差模型基于二阶矩度量收益的整体波动性,适用于风险事件概率中等、影响适中的情境[6]。直播电商引发的需求波动恰属于此类,且Stackelberg博弈框架需获得闭式解进行比较静态分析,故本文采用均值-方差模型刻画供应链成员的风险规避行为。

围绕风险规避研究,多数学者探讨了零售商和消费者的风险规避偏好,比如汪和平等考虑分析了传统零售商风险规避行为[7];李培和秦开大研究了供应链中资金约束零售商在不同风险偏好下的订购决策[8];王俊艳和安鑫则考虑了消费者的风险偏好对零售商定价决策的影响,发现消费者风险偏好程度越高,厂商的最优库存持有量越高[9]。也有学者考虑了供应链多个成员的风险规避行为,比如熊峰等探讨了供应商和零售商的风险规避系数,比较供应商、零售商的风险规避偏好对产品绿色度等供应链因素的影响差异[10];Barman等则探究了在低碳供应链成员风险规避的灵活性对效用的影响[11]。

在 O2O 供应链定价决策方面,多数学者考虑了不同销售模式的影响(网上直销、网上代销、分销模式等)及消费者行为对定价决策的影响。易文桃等研究了网上直销和网上代销两种不同的 O2O 模式对于供应链定价的影响,发现销售模式的选择主要受平台佣金率的影响,当佣金率处于较低范围时网上代销模式是较优选择[12];梁喜和蒋琼探究了 O2O 中直销模式、代销模式和分销模式下制造商的最优定价策略,发现制造商利润会随着佣金比例系数增加而减少[13]。

综上,现有研究存在以下两点不足:第一,需求不确定虽在供应链研究中备受关注,但鲜有文献将直播电商对 O2O 商业模式的冲击及其引发的需求波动纳入定价决策分析框架;第二,当前 O2O 供应链定价博弈模型多沿用“理性人”假设,忽略了成员在面临风险时的风险规避行为,这可能低估现实情境中保守策略与不确定性对定价及博弈结果的影响。

基于此,本文考虑需求不确定、风险规避两大影响因素,通过构建 Stackelberg 博弈模型探讨 O2O 供应链定价决策问题及相关影响机制研究。本文主要贡献点在于:(1) 将风险规避系数引入 O2O 供应链定价决策研究,通过均值-方差法构建成员的效用函数,探讨供应链上企业应对风险时的定价决策问题。(2) 结合直播电商冲击 O2O 行业的时代背景,将需求不确定性作为核心外生变量,构建含有需求波动度量系数的不确定性需求函数。(3) 综合考虑平台佣金与配送补贴,构建“线上下单,线下送货”的 O2O 供应链结构模型。(4) 在比较分析过程中较为全面地讨论四种可能存在的风险规避情形,得到供应链成员不同的风险规避程度下的最优定价决策以及相关影响机制。

## 2. Stackelberg 模型构建

### 2.1. 问题描述

本文在研究 O2O 供应链定价决策时,将线上渠道的平台佣金与线下送货的配送补贴两者相结合,以更贴近现实情况来讨论问题。研究考虑构建由一个拥有线上渠道的制造商(M)和一个拥有线下渠道的零售商(R)为主体组成该 O2O 供应链结构[14]。在该 Stackelberg 博弈模型中, M 通常是处于主导地位的决策者,而 R 通常是跟随者,双方均以自身所得效用最大化为目标[15]。M 的决策变量为批发价格  $\omega$  和线上价格  $p_m$ ,而 R 的决策变量主要为线下零售价格  $p_r$ 。该 O2O 供应链结构如图 1(箭头方向代表资金流向)。

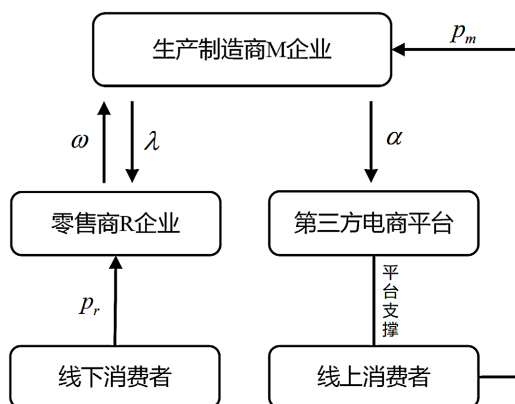


Figure 1. O2O supply chain structure  
图 1. O2O 供应链结构

其中 M 花费成本生产产品,并负责在线渠道销售, R 则负责传统的线下销售和所有客户订单。该经营模式的产品销售主要通过两种渠道:(1) 线下传统销售渠道: M 以批销定价  $\omega$  将生产的商品批销给 R, R 再以线下零售价格  $p_r$  将商品销售给线下实体店的消费者。(2) 电商渠道: M 将自己的产品直接通过第

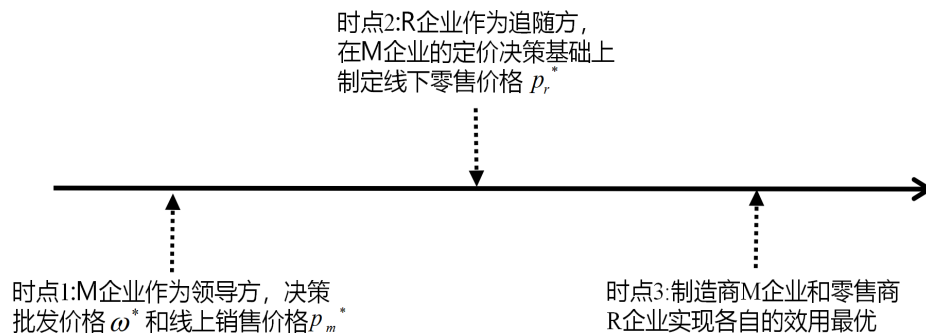
三方电商平台以线上定价  $p_m$  将商品分销给线上部分的消费群体,并且提供给 R 按照单件商品的线下配送服务补偿  $\lambda$  以及向第三方电商平台支付按单件商品为计算的佣金  $\alpha$ 。具体参数及符号说明如表 1。

**Table 1.** Parameters and symbols description

**表 1.** 参数及符号说明

参数	符号说明	参数	符号说明
$c$	M 企业的单位生产成本	$p_r$	R 企业的零售价格
$a$	潜在的市场规模	$\omega$	M 企业的市场批发价格
$\lambda$	M 企业按单件商品向 R 企业支付的线下配送服务补偿	$\eta_m$	M 企业风险规避程度, $\eta_m \geq 0$
$\alpha$	M 企业按单件商品向第三方平台支付的佣金	$\eta_r$	R 企业风险规避程度, $\eta_r \geq 0$
$\rho$	客户对线下渠道的忠诚度	$D_m$	线上渠道的需求函数
$\varepsilon$	随机变量, 且 $\varepsilon \sim N(0, \delta^2)$ , $\delta > 0$	$D_r$	线下渠道的需求函数
$\delta$	市场需求体量波动程度	$\pi_m$	M 企业的利润函数
$b_1$	自我价格需求弹性	$\pi_r$	R 企业的利润函数
$b_2$	交叉价格弹性	$U_m$	M 企业的期望效用
$p_m$	M 企业的线上销售价格	$U_r$	R 企业的期望效用

在上述 O2O 供应链的实施过程中, 整个动态博弈过程分为两个阶段: 首先是生产制造厂商 M 制定商品的批发价格和线上电商平台中的零售价格, 然后是零售商 R 决策线下门店的销售价格, 最后 M 要支付给第三方电商平台按单件商品计算的佣金。其博弈时间轴如图 2。



**Figure 2.** Game timeline

**图 2.** 博弈时间轴

## 2.2. 模型假设

在给定的供应链结构模型中, 基本假设如下:

**假设 1** 假设企业 M、R 均为风险规避型, 用  $U_i, E(\pi_i), D(\pi_i), i = \{m, r\}$  分别表示 M、R 的效用、期望利润以及方差, 由此构建供应链成员的均值 - 方差效用函数得:

$$U_m = E(\pi_m) - \eta_m \sqrt{D(\pi_m)} \quad (1)$$

$$U_r = E(\pi_r) - \eta_r \sqrt{D(\pi_r)} \quad (2)$$

其中  $\eta_m$  为 M 风险规避系数,  $\eta_m$  值越大表明 M 风险规避程度越大, 且  $\eta_m \geq 0$ ;  $\eta_r$  为 R 风险规避系数,  $\eta_r$  值越大表明 R 风险规避程度越大, 且  $\eta_r \geq 0$ 。

**假设 2** 研究构建 O2O 供应链模型中线上线下渠道的潜在顾客线性需求函数[16], 如公式(3), (4), 其中,  $\rho$  表示顾客对线下渠道的忠诚度;  $a$  表示潜在的市场规模;  $p_m$  表示 M 在电商平台的线上零售价格;  $p_r$  表示 R 线下渠道的零售价格; 且已知两渠道自身价格弹性  $b_1$  大于交叉价格弹性  $b_2$ , 即  $b_1 > b_2$ 。同时, 本文采用随机组合函数方式, 构建不确定的需求组合函数[17]随机变量  $\varepsilon \sim N(0, \delta^2)$ ,  $\delta > 0$ 。 $\delta$  的值表明市场需求体量波动的程度,  $\delta$  值越大表明市场需求波动越大。

$$D_r = \rho a - b_1 p_r + b_2 p_m + \varepsilon \quad (3)$$

$$D_m = (1 - \rho)a - b_1 p_m + b_2 p_r + \varepsilon \quad (4)$$

**假设 3**  $c < \omega < p_i$ ,  $D_i > 0$ ,  $i = \{m, r\}$ 。

**假设 4** O2O 电商平台每出售一件商品, 零售商 R 每配送一件同样的商品, M 向第三方电商平台支付的佣金  $\alpha$  与向 R 支付的配送服务补偿  $\lambda$  在整个供应链的研究分析过程中都是固定的[18]。

### 2.3. 基准模型

在该 O2O 供应链中, M 的获利主要是由线上线下渠道两部分盈利组成, 成本主要包括生产成本、向第三方电商平台支付的佣金以及线上渠道需支付给 R 的配送服务补偿部分; 而 R 的收益主要是线下的盈利和 M 支付的一定的服务补偿, 成本则是向 M 进货的采购成本。其中  $\alpha$  表示 M 向第三方电商平台支付的单件商品的佣金,  $\lambda$  表示 M 向 R 支付的单件商品的线下服务补偿。根据以上双方成员利润组成分析可得 M、R 的利润函数分别为:

$$\pi_m = (\omega - c) \cdot D_r + (p_m - c) \cdot D_m - \lambda \cdot D_m - \alpha \cdot D_m \quad (5)$$

$$\pi_r = (p_r - \omega) \cdot D_r + \lambda \cdot D_m \quad (6)$$

将(3), (4)式分别代入到(5), (6)式中可得含决策变量  $p_m, p_r, \omega$  的利润函数  $\pi_i$ ,  $i = \{m, r\}$  见公式(7), (8)。由(1), (2)式可知, 风险规避型 M 和 R 的效用函数见公式(9), (10)。

$$\pi_m = (\omega - c)(\rho a - b_1 p_r + b_2 p_m + \varepsilon) + (p_m - c - \lambda - \alpha)((1 - \rho)a - b_1 p_m + b_2 p_r + \varepsilon) \quad (7)$$

$$\pi_r = (p_r - \omega)(\rho a - b_1 p_r + b_2 p_m) + \lambda((1 - \rho)a - b_1 p_m + b_2 p_r + \varepsilon) \quad (8)$$

$$U_m = (\omega - c)(\rho a - b_1 p_r + b_2 p_m) + (p_m - c - \lambda - \alpha)((1 - \rho)a - b_1 p_m + b_2 p_r) - \eta_m \delta (\omega - 2c + p_m - \lambda) \quad (9)$$

$$U_r = (p_r - \omega)(\rho a - b_1 p_r + b_2 p_m) + \lambda((1 - \rho)a - b_1 p_m + b_2 p_r) - \eta_r \delta (p_r - \omega + \lambda) \quad (10)$$

## 3. O2O 供应链定价决策及影响机制

根据逆向归纳法计算可得 O2O 供应链中风险规避和需求波动对链条上 M 企业和 R 企业的定价决策四种情况下的影响机制, 不同情况下的最优决策如表 2。

### 3.1. 企业 M、R 均为风险规避型决策者

**命题 1** 当  $\eta_m > 0$ ,  $\eta_r > 0$  时,  $\frac{\partial p_r^*}{\partial \delta} < 0$ ,  $\frac{\partial p_m^*}{\partial \delta} < 0$ ,  $\frac{\partial p_r^*}{\partial \eta_m} < 0$ ,  $\frac{\partial p_m^*}{\partial \eta_m} < 0$ ,  $\frac{\partial \omega^*}{\partial \eta_m} < 0$ ,  $\frac{\partial p_r^*}{\partial \eta_r} < 0$ ,  $\frac{\partial p_m^*}{\partial \eta_r} = 0$ ,

$$\frac{\partial \omega^*}{\partial \eta_r} > 0。$$

**Table 2.** Table of optimal pricing decisions for firms M and R under different risk-avoidance scenarios  
**表 2.** 不同风险规避情形下企业 M、R 的最优定价决策表

M 和 R 均风险规避	$p_r^*$	$p_r^* = \frac{1}{4(b_1^3 - b_1b_2^2)}(cb_1^3 - b_1b_2(2a(-1 + \rho) + cb_2 + 2\delta\eta_m) - b_2^2(a\rho + (c + \alpha + 2\lambda)b_2 - \delta\eta_r) + b_1^2(3a\rho + (c + \alpha + 2\lambda)b_2 - \delta(2\eta_m + \eta_r)))$
	$\omega^*$	$\omega^* = \frac{cb_1^3 - b_1b_2(a(-1 + \rho) + cb_2 + \delta\eta_m) + b_2^2(\lambda b_2 + \delta(\eta_m - \eta_r)) + b_1^2(a\rho - \lambda b_2 - 2\delta\eta_m + \delta\eta_r)}{2(b_1^3 - b_1b_2^2)}$
	$p_m^*$	$p_m^* = \frac{(c + \alpha + \lambda)b_1^2 + b_1(a - a\rho - \delta\eta_m) - b_2(-a\rho + (c + \alpha + \lambda)b_2 + \delta\eta_m)}{2(b_1^2 - b_2^2)}$
唯 M 风险规避	$p_r^*$	$p_r^* = \frac{1}{4(b_1^3 - b_1b_2^2)}(cb_1^3 - b_1b_2(2a(-1 + \rho) + cb_2 + 2\delta\eta_m) - b_2^2(a\rho + (c + 2\lambda)b_2) + b_1^2(3a\rho + (c + 2\lambda)b_2 - 2\delta\eta_m))$
	$\omega^*$	$\omega^* = \frac{cb_1^3 - b_1b_2(a(-1 + \rho) + cb_2 + \delta\eta_m) + b_2^2(\lambda b_2 + \delta\eta_m) + b_1^2(a\rho - \lambda b_2 - 2\delta\eta_m)}{2(b_1^3 - b_1b_2^2)}$
	$p_m^*$	$p_m^* = \frac{(c + \lambda)b_1^2 + b_1(a - a\rho - \delta\eta_m) - b_2(-a\rho + (c + \lambda)b_2 + \delta\eta_m)}{2(b_1^2 - b_2^2)}$
唯 R 风险规避	$p_r^*$	$p_r^* = \frac{1}{4(b_1^3 - b_1b_2^2)}(cb_1^3 - b_1b_2(2a(-1 + \rho) + cb_2) - b_2^2(a\rho + (c + 2\lambda)b_2 - \delta\eta_r) + b_1^2(3a\rho + (c + 2\lambda)b_2 - \delta\eta_r))$
	$\omega^*$	$\omega^* = \frac{cb_1^3 - b_1b_2(a - a\rho - cb_2) + b_2^2(\lambda b_2 - \delta\eta_r) + b_1^2(a\rho - \lambda b_2 + \delta\eta_r)}{2(b_1^3 - b_1b_2^2)}$
	$p_m^*$	$p_m^* = \frac{(c + \lambda)b_1^2 + b_1(a - a\rho) - b_2(-a\rho + (c + \lambda)b_2)}{2(b_1^2 - b_2^2)}$
不存在风险规避	$p_r^*$	$p_r^* = \frac{1}{4(b_1^3 - b_1b_2^2)}(cb_1^3 - b_1b_2(2a(-1 + \rho) + cb_2) - b_2^2(a\rho + (c + 2\lambda)b_2) + b_1^2(3a\rho + (c + 2\lambda)b_2))$
	$\omega^*$	$\omega^* = \frac{cb_1^3 - b_1b_2(a - a\rho - cb_2) + b_2^2\lambda b_2 + b_1^2(a\rho - \lambda b_2)}{2(b_1^3 - b_1b_2^2)}$
	$p_m^*$	$p_m^* = \frac{(c + \lambda)b_1^2 + b_1(a - a\rho) - b_2(-a\rho + (c + \lambda)b_2)}{2(b_1^2 - b_2^2)}$

由命题 1 可知, 当 M 和 R 均为风险规避型定价决策者时, 其定价行为在需求波动与风险偏好变化下呈现如下规律。首先, 随着市场需求波动加剧, M 的线上销售价格与 R 的线下销售价格均呈下降趋势。原因在于, 需求不确定性给双方带来收益波动压力, 为缓解该压力, M 与 R 均倾向于通过降价来稳定销量, 从而对冲不确定性带来的风险。其次, 当 M 的风险规避程度提高时, 其批发价、线上销售价格以及 R 的线下销售价格均同步下降。这是由于 M 为应对自身更高的风险规避倾向, 主动降低线上销售价格与

批发价格，以稳定渠道出货量，而 R 在采购成本下降的传导作用下，也相应降低线下销售价格。最后，当 R 的风险规避程度提高时，M 的线上销售价格与 R 的线下销售价格下降，但 M 的批发价格反而上升。其内在机制在于，R 为缓解自身风险压力，倾向于降低线下价格以刺激需求、保障销量；M 则通过上调批发价格来对冲因需求波动及 R 降价所带来的利润损失，同时在线上渠道继续降价以维持线上市场的竞争力。

### 3.2. M 企业为单一风险规避型决策者

**命题 2** 当  $\eta_m > 0$ ， $\eta_r = 0$  时， $\frac{\partial p_r^*}{\partial \delta} < 0$ ， $\frac{\partial p_m^*}{\partial \delta} < 0$ ， $\frac{\partial \omega^*}{\partial \delta} < 0$ ， $\frac{\partial p_r^*}{\partial \eta_m} < 0$ ， $\frac{\partial p_m^*}{\partial \eta_m} < 0$ ， $\frac{\partial \omega^*}{\partial \eta_m} < 0$ 。

命题 2 指出，O2O 供应链中若仅存在 M 为风险规避者，随着市场需求波动增大，M 的批发价格、线上销售价格以及 R 的线下销售价格均呈下降趋势；且当 M 的风险规避程度进一步提高时，上述价格水平平均继续下降。其内在机制在于，作为供应链领导者，M 在面临需求不确定性时，倾向于通过降低批发价与线上零售价来扩大整体出货规模，以平滑收益波动；批发价的下降进一步传导至下游，促使 R 相应下调线下零售价格。

### 3.3. R 企业为单一风险规避型决策者

**命题 3** 当  $\eta_m = 0$ ， $\eta_r > 0$  时， $\frac{\partial p_r^*}{\partial \delta} < 0$ ， $\frac{\partial p_m^*}{\partial \delta} < 0$ ， $\frac{\partial \omega^*}{\partial \delta} > 0$ ， $\frac{\partial p_r^*}{\partial \eta_r} < 0$ ， $\frac{\partial p_m^*}{\partial \eta_r} = 0$ ， $\frac{\partial \omega^*}{\partial \eta_r} > 0$ 。

由命题 3 可知，在供应链上仅存在风险规避型 R 的情形下，随着市场需求波动增大，M 的批发价格、线上销售价格以及 R 的线下销售价格均呈下降趋势；当 R 的风险规避程度进一步提高时，M 的批发价格上升，而 R 的线下销售价格继续下降，M 的线上销售价格则保持相对稳定。这是由于 R 为缓解自身收益波动，倾向于降低线下价格以刺激需求、保障销量。此时 M 作为领导者，在需求波动加剧时首先同步下调批发价与线上价以维持渠道协调，但当 R 风险规避程度进一步加深时，M 转而通过上调批发价格对冲因 R 持续降价所导致的利润侵蚀，同时保持线上价格稳定，避免在线上渠道过度让利。

### 3.4. 不存在风险规避型决策者

**命题 4** 当  $\eta_m = \eta_r = 0$  时即在双方均风险中性时有  $\frac{\partial p_r^*}{\partial \delta} = \frac{\partial p_m^*}{\partial \delta} = \frac{\partial \omega^*}{\partial \delta} = 0$ 。

由命题 4 可知当该 O2O 供应链中不存在任何风险规避型决策者时，市场需求波动程度大小不再对 M 批发价格、电商平台线上零售价格和 R 的价格产生影响。

由以上命题可知，若 O2O 供应链的 M 与 R 均为风险中性，市场需求波动幅度对定价决策不产生显著影响；在同时存在需求波动不确定且两端均为风险规避的情形中，M 的批发价格对需求波动不敏感，但线上销售价格与线下零售价格会随市场波动幅度的增大而下降；当风险规避从“双成员”转为“单一成员”时：若仅 M 为风险规避，M 的批发价格会随市场需求波动幅度增大而下降；若仅 R 为风险规避，M 的批发价格则会随需求波动幅度增大而上升。此外，在存在风险规避型 M 的情形下，随着 M 风险规避程度的加深，M 的批发价格、线上销售价格以及 R 线下零售价格均呈下降趋势；而在存在风险规避型 R 时，随着 R 风险规避程度的加深，M 的批发价格上升，而 R 线下零售价格下降。

## 4. 算例分析

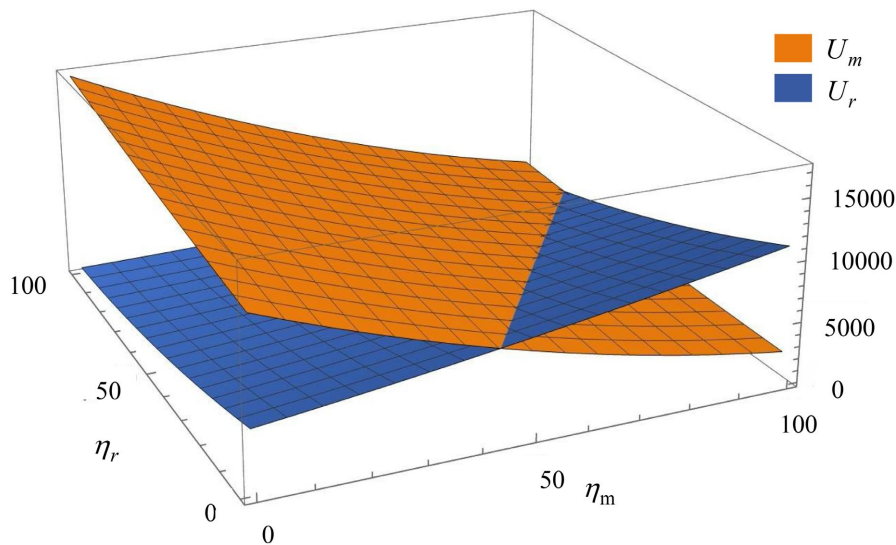
为更直观比较需求不确定下具有风险规避特性的 O2O 供应链成员所获的效用大小，研究通过数值算例直观考察上述理论分析结果[19]。参数值见表 3。其中假设企业 M、R 的风险规避系数均为  $\eta_m = 0 \sim 100$ 。

**Table 3.** Parameter values  
**表 3.** 参数数值

参数	数值	参数	数值
$c$	30	$b_2$	2
$a$	1200	$\delta$	2
$\lambda$	12	$\rho$	0.5
$b_1$	7	$\alpha$	20

#### 4.1. 不同决策者风险规避对期望效用影响

将参数数值代入效用函数公式可得，该 O2O 供应链中 M 和下游 R 的风险规避系数如何影响双方效用函数见图 3。可以看到，博弈方风险规避通常对自身有利：M 的效用随着自身风险规避提升而下降，此时 R 以更低成本进货、利润空间扩大；随着 R 风险规避提升而上升，抵消销量下降带来的损失。而 R 的效用则随制造商风险规避提升而上升，但随自身风险规避提升而下降。这说明，在不确定的市场环境中，过度表现风险规避反而会削弱自身的谈判地位，让对方获得“搭便车”的机会。制造商如果过于保守，就会被迫让利给零售商；零售商如果过于保守，就会被迫接受更高的采购成本。



**Figure 3.** The mechanism by which  $\eta_i$  affects  $U_i$

**图 3.**  $\eta_i$  对  $U_i$  的影响

#### 4.2. 需求波动对成员期望效用的影响

M 和 R 的风险规避系数均取值  $\eta_i = 50$ ，其余参数取值不变[20]，以反映需求波动程度对该 O2O 供应链中 M 和 R 的期望效用的影响。由图 4 可以看出，随着市场需求波动程度的增大，M 与 R 预期效用水平均呈上升趋势，且 M 效用对需求波动的敏感性更强。因为波动扩大了潜在市场。领导者 M 通常先行决策，其波动响应传导性更强。因此，适度的需求波动对 O2O 供应链的整体效用具有正向作用，且在察觉市场需求波动后，M 应展现出高于 R 的敏感性，把握需求波动机遇获取更大收益。

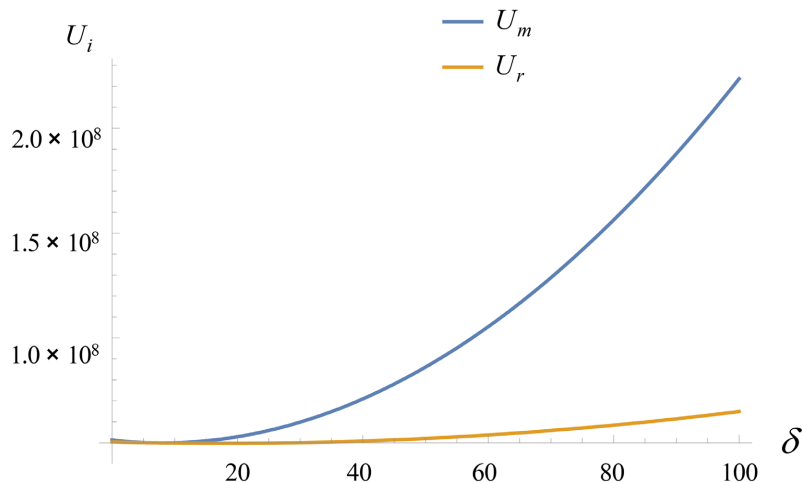


Figure 4. The mechanism by which  $\delta$  affects  $U_i$

图 4.  $\delta$  对  $U_i$  的影响

### 4.3. 配送补偿对成员期望效用的影响

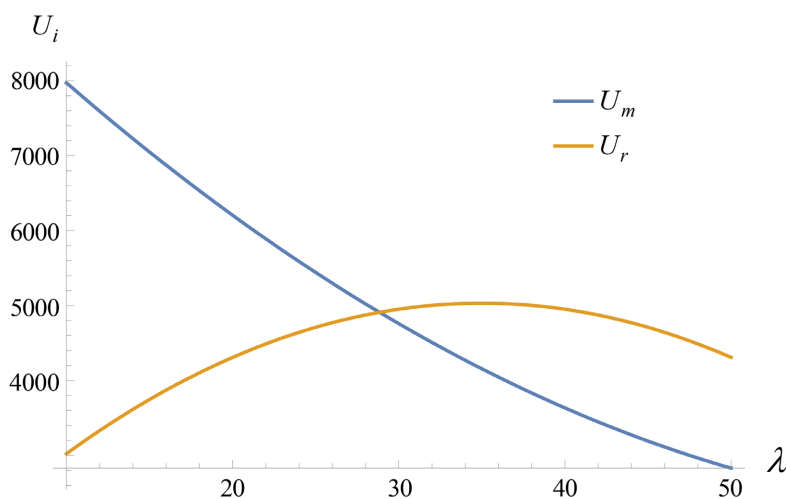


Figure 1. The mechanism by which  $\lambda$  affects  $U_i$

图 5.  $\lambda$  对  $U_i$  的影响

M 和 R 的风险规避系数均取值  $\eta_i = 50$ ，其余参数取值不变，以反映配送补偿对该 O2O 供应链中 M 和 R 的期望效用的影响。由图 5 可以看出，随着配送补偿强度  $\lambda$  增加，制造商的期望效用呈下降趋势，而零售商的期望效用则呈现先上升后下降的倒 U 型。这表明，配送补偿是制造商为零售商分担配送成本风险的工具，但对 R 来说存在最优补偿阈值。具体来说，初期增加补偿能显著降低零售商的风险，激励其扩大订货、积极定价；但随着补偿进一步提高，增加补偿带来的风险降低效应边际递减，而制造商的成本负担却大幅增加。

## 5. 结语

本文以生产制造企业(M)与线下零售企业(R)的决策主体为出发点，构建以 M 企业为领导者、R 企业为追随者的 Stackelberg 博弈框架。通过引入需求波动度量系数与风险规避系数，系统分析在四种不同风

险规避情境下的最优定价决策及其博弈结果。基于理论模型求解与算例分析,进一步完善 O2O 供应链企业应对风险的决策体系。得到以下三点结论:

(1) 在当前直播电商冲击 O2O 行业导致需求不确定性的大环境下,适当的需求波动对 O2O 供应链的整体效用具有积极作用。此时制造商作为供应链博弈的领导者,对需求波动的敏感性更强。此时博弈双方应在察觉市场需求波动后,把握需求波动机遇获取更大收益。

(2) 风险规避往往推动更保守的定价以稳定销量,但这可能压缩利润并降低自身效用,这使得风险规避具有对称性影响:制造商因风险规避降价可能压低零售商进货成本、扩大利润空间;反之,若零售商因风险规避降价以此拉动销量,制造商则可能通过提高批发价来弥补销量下降带来的损失。

(3) 若供应链中存在风险中性的制造商或零售商,另一方可以通过降低销售价格来吸引顾客,从而提升自身的期望效用。若对方存在明显风险规避时,盲目跟随并非最佳,决策应结合自身经营状况并对策略进行灵活调整。

## 参考文献

- [1] 金亮, 陈朝晖, 温焜. 线上零售商开设体验店:基于供应链的视角[J]. 中国管理科学, 2022, 30(6): 135-146.
- [2] 钟雨妮, 罗震东, 乔艺波. 大都市数字化日常消费的时空特征——以杭州市外卖 O2O 消费为例[J]. 地理科学, 2024, 44(10): 1747-1757.
- [3] 杨雨欣, 韩小雅, 葛松琦. 补贴策略下考虑直播努力的电商直播销售模式选择研究[J]. 运筹与模糊学, 2025, 15(5): 100-114.
- [4] 郑洁. 中小服装企业外贸供应链风险防控研究——以跨境电商平台合作为例[J]. 质量与市场, 2026(1): 12-14.
- [5] 秦晟杰. 供需不确定下基于 M-CVaR 的供应商选择与订单分配研究[J]. 物流工程与管理, 2024, 46(6): 38-41.
- [6] Wan, G., Kou, G., Li, T., Xiao, F. and Chen, Y. (2020) Pricing Policies in a Retailer Stackelberg O2O Green Supply Chain. *Sustainability*, 12, Article 3236. <https://doi.org/10.3390/su12083236>
- [7] 汪和平, 严啸宸, 赵丹, 等. 考虑风险规避和搭便车的双渠道供应链定价决策研究[J]. 运筹与管理, 2023, 32(10): 76-82.
- [8] 李培, 秦开大. 不同风险偏好下零售商融资的供应链协调[J]. 工业工程与管理, 2026, 31(2): 162-173.
- [9] 王俊艳, 安鑫. 考虑消费者风险偏好的零售商定价和库存研究[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(8): 33-35.
- [10] 熊峰, 魏瑶瑶, 王琼林, 等. 考虑成员风险规避的双渠道绿色供应链定价与绿色投入决策研究[J]. 中国管理科学, 2022, 30(8): 267-276.
- [11] Barman, A., Sarkar, P., Kalisz-Szwedzka, K. and Weber, G. (2025) Maximizing Efficiency in Low-Carbon Sustainable Supply Chain under Yield Uncertainty and Risk-Averse Flexibility. *International Journal of Production Research*, 63, 8521-8539. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2527956>
- [12] 易文桃, 谭春桥, 冯中伟. 基于制造商 O2O 模式选择的 O2O 供应链定价与网上交货期决策[J]. 中国管理科学, 2023, 31(1): 142-157.
- [13] 梁喜, 蒋琼, 郭瑾. 不同双渠道结构下制造商的定价决策与渠道选择[J]. 中国管理科学, 2018, 26(7): 97-107.
- [14] 陆芬, 蒋月明. 平台主导定价下双渠道供应链的 Stackelberg 博弈研究[J]. 物流工程与管理, 2025, 47(10): 53-57.
- [15] 王道平, 赵超, 程延平. 考虑零售商质量控制和风险规避的供应链网络均衡研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(6): 76-87.
- [16] 徒君, 朱淼雨, 黄敏. 不同供应链结构下基于微分博弈的线上线下渠道竞争策略[J]. 控制与决策, 2025, 40(3): 736-744.
- [17] 张启元, 肖强, 高宗燕. 第三方物流参与下的双渠道供应链定价及协调策略研究[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(2): 25-34.
- [18] 罗列英, 楼振凯. 考虑平台佣金的制造商双渠道定价与渠道选择[J]. 经济与管理, 2022, 36(1): 87-92.
- [19] 谭欣玥, 唐加福, 李婷婷. 考虑有限理性的 O2O 平台固定抽佣模式选择与定价策略研究[J]. 工业工程与管理, 2025, 30(1): 82-92.
- [20] 王红春, 林彩凤, 何心怡, 等. 零售商风险规避下双渠道供应链网络均衡模型研究[J]. 系统仿真学报, 2025, 37(12): 3050-3059.