

考虑策略型消费者遗憾心理与退货的直播定价策略

涂睿思, 郑 琪*

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年6月28日; 录用日期: 2024年7月8日; 发布日期: 2024年8月23日

摘 要

直播带货的快速发展, 促使越来越多的企业采用直播电商的商业模式。考虑到策略型消费者的遗憾心理与退货行为会对其产生较大影响, 本文引入了高价遗憾与缺货遗憾两种遗憾心理以及消费者满意度, 通过构建由传统网络销售渠道和直播渠道组成的双渠道供应链, 探讨了降低标价和抬高标价模式下的定价策略。研究表明: 消费者的遗憾心理与满意度会影响传统渠道价格与直播价格, 企业可针对其作出最优定价; 主播影响力的增加使制造商的利润提高, 零售商的利润先降低后提高; 产品退货成本的增加使零售商的利润提高, 而制造商则相反; 高价遗憾的增加使零售商与制造商的利润提高, 而缺货遗憾增加会使二者利润都降低。

关键词

策略型消费者, 遗憾心理, 退货行为, 直播定价

Live Pricing Strategy Considering Strategic Consumer Regret Psychology and Return

Ruisi Tu, Qi Zheng*

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Jun. 28th, 2024; accepted: Jul. 8th, 2024; published: Aug. 23rd, 2024

Abstract

The rapid development of live streaming has prompted more and more enterprises to adopt the business model of live streaming e-commerce. Considering that regret psychology and return be-

*通讯作者。

文章引用: 涂睿思, 郑琪. 考虑策略型消费者遗憾心理与退货的直播定价策略[J]. 电子商务评论, 2024, 13(3): 8671-8689. DOI: 10.12677/ecl.2024.1331062

havior of strategic consumers will have a great impact on them, this paper introduces two kinds of regret psychology, high price regret and shortage regret, and consumer satisfaction. By constructing a dual-channel supply chain consisting of traditional online sales channels and live broadcast channels, this paper discusses the pricing strategy under the model of lower price tag and higher price tag. The results show that consumers' regret psychology and satisfaction will affect the price of traditional channels and the price of live broadcast, and enterprises can make the optimal pricing according to them; The increase of anchor influence makes the profit of manufacturers increase, while the profit of retailers decreases first and then increases. The increase in the cost of returning products makes retailers more profitable and manufacturers less so. The increase of high price regrets increases the profits of retailers and manufacturers, while the increase of out of stock regrets decreases the profits of both.

Keywords

Strategic Consumers, The Psychology of Regret, Return Behavior, Live Pricing

Copyright © 2024 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

随着电子商务的飞速发展,以淘宝、抖音直播等为代表的直播购物模式越来越受到消费者的青睐。据艾瑞咨询发布的《2023 年中国电商市场研究报告》显示,2023 年中国直播电商市场规模达到 4.9 万亿元,同比增速为 35.2%,直播电商用户占网络购物用户规模比例达到 59.5%。此外,政府也积极鼓励并制定了相关政策予以支持。2023 年,中共中央印发的《质量强国建设纲要》指出,要规范发展直播电商等新业态新模式。但随着购买渠道的选择增多与获取信息的便捷性增加,消费者会受到显著的遗憾心理影响,当消费者处于高价期选购商品,却预见商品将要降价时,便形成了高价遗憾;而当消费者选择在低价期购买却未能购买到产品时,则会产生缺货遗憾,这两种遗憾心理会对消费者购买决策产生重大影响。

然而,随着电商与直播带货规模快速增长,退货问题也愈加严峻。由于在网络购买中,消费者无法接触产品实物,仅能通过浏览页面的文字、图片等形成初始感知,导致网络购买渠道的退货率明显高于线下。在如今消费者权益保护意识不断加强以及相关法律法规日益完善的背景下,电商平台面对产品退货往往需要进行全额退款,这可能导致产品销量的增加并不能带来利润增长。因此,本文考虑消费者的遗憾心理与可能的退货行为,分析了企业在引入直播渠道的基础上如何定价才能使得自身利润最大化。

与本文相关的研究主要分为三类研究:消费者退货行为、消费者的策略性和遗憾心理以及引入直播的双渠道定价策略。迄今为止,已有较多学者针对消费者退货问题展开研究。Huseyn 等[1]为消费者退货服务设置了五种杠杆,并分析不同杠杆对消费者购买意愿的影响程度。Kuang 和 Jiang [2]考虑了企业在预付款和延期付款两种情形下退货政策的选择问题。Moutaz 和 Ramzi [3]、Borenich 等[4]研究了消费者退货行为如何影响零售商的决策。谢瑞真和张尧[5]、赵菊等[6]分别考虑了消费者在全渠道和跨渠道情形下退货时零售商的库存决策。鲁芳等[7]比较了消费者体验偏好程度对不同退货策略下零售商最优订货量的影响。谢军和黄鹤[8]基于消费者退货及购买行为分析,研究了电商平台营销策略选择问题。以上文献虽然讨论了产品退货的相关问题,但是未能结合消费者遗憾心理展开分析。

近年来,国内外学者针对消费者的策略行为和遗憾心理进行了深入的研究。Wu 等[9]考察了策略型

消费者的购买行为对定价决策的总体影响。Xu 和 Duan [10]研究了消费者的遗憾心理如何影响零售商运营决策。Qiu 等[11]为零售商的两期定价开发了一种优化方法,可以快速响应策略型消费者行为。Adida [12]、Du 等[13]分析了企业面对消费者遗憾心理时如何选择最佳定价策略。刘靓晨和翟昕[14]通过建立两阶段动态博弈模型,来分析企业与策略型消费者的价格和购买博弈。周建亨等[15]、叶新兰等[16]考察了消费者的两种遗憾心理因素共同作用于销售阶段所产生的影响。但较少学者结合消费者遗憾心理对直播定价策略进行研究。

关于引入直播渠道的双渠道供应链的研究主要集中于渠道的定价策略与选择策略。Hung 等[17]考察了消费者估值不确定下直播渠道引入对零售商的影响及策略。Cui 等[18]和 Pan 等[19]确定了几个重要因素来评估直播销售,分析直播销售对消费者决策的影响。Liu 和 Wang [20]考察了两种商业模式下直播如何获得最优利润。Zhang 等[21]以 Stackelberg 博弈视角考察直播服务溢出问题以及零售商不同市场潜力对定价决策的影响。Hao 和 Yang [22]讨论了混合直播销售模式下平台和供应商的选择问题。李恒宇和柴俊武[23]基于博弈论方法,对直播带货情形下制造商如何选择直播合同进行了研究。汪乐等[24]在考虑直播对消费者感知价值提升的基础上,探讨了制造商的直播引入和定价策略。目前已有部分学者在直播渠道中考虑消费者的退货行为,但较少有研究同时对消费者遗憾心理及退货行为进行分析,因此本文在直播渠道中结合消费者遗憾心理和退货行为对供应链中的定价策略进行研究。

基于此,本文针对一个由制造商与零售商组成的供应链,考虑了消费者遗憾心理与退货行为对供应链成员决策的影响,探讨了企业在两种动态定价方式下的最优决策:一种是产品先以传统网络渠道进行销售,之后再以直播渠道降价销售,称为降低标价模式(Markdown,记为 MD);另一种是先对产品进行直播限量销售,凭借主播自身影响力吸引消费者购买,之后再提价在传统渠道进行销售,称为抬高标价策略(Markup,记为 MU),并进一步研究了不同情形下各因素对供应链最优决策的影响。

2. 问题描述与模型说明

2.1. 问题描述

考虑一个由制造商和零售商组成的双渠道供应链,制造商负责生产产品,且所有产品通过零售商提供的线上渠道以及制造商直接雇佣主播进行直播销售。制造商以批发价格 w 将产品批发给零售商,零售商再以零售价格 p_1^D (或 p_2^U) 将产品销售给消费者;在直播渠道中,制造商雇佣具有一定影响力的主播以直播价格 p_2^D (或 p_1^U) 销售给消费者,具体结构如图 1 所示。

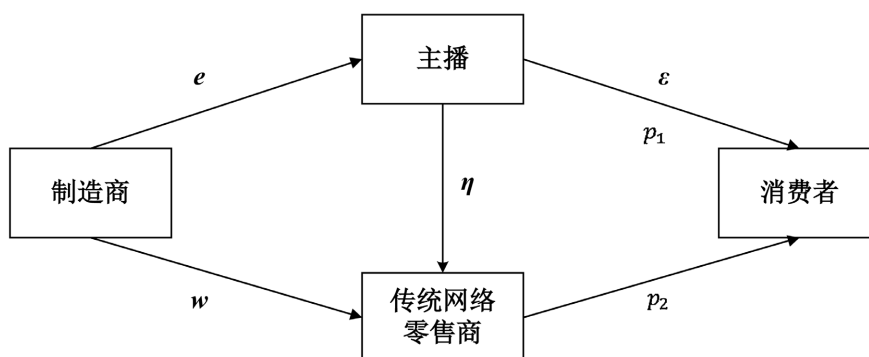


Figure 1. Dual-channel supply chain structure of manufacturer's live broadcast

图 1. 制造商直播的双渠道供应链结构

根据文献[25],将市场规模 D_0 标准化为 1。假设消费者具有异质性,即不同消费者对同一商品的估

值存在差异。在购买商品时, 每个消费者对产品形成一个估值 v 。根据文献[15], 假设 v 服从 $[0, 1]$ 上的均匀分布。本文将消费者购买并预见到产品会以更低的价格出售, 从而错过折扣的精神损失称为“高价遗憾”, 即心理效用 h ; 若消费者选择在直播渠道抢购却未能购买到产品, 造成错过可得效用的精神损失称为“缺货遗憾”, 记为心理效用 s , 消费者会综合考虑自身效用水平做出决策。消费者在获得产品前, 对产品是否满意是不确定的, 参考文献[16], 用 θ ($0 \leq \theta \leq 1$) 表示消费者购买到满意产品的概率, 比例为 θ 的消费者购买产品后对产品满意, 这部分消费者称之为高类型消费者; $1-\theta$ 的消费者认为产品不值得, 谓之为低类型消费者, 低类型消费者会选择将产品以退货成本 t 退回。

在电商平台营销情形下, 制造商和零售商进行两阶段动态博弈, 假设制造商作为 Stackelberg 博弈的领导者, 先确定传统渠道的批发价格与直播渠道的销售价格, 随后零售商通过调整传统渠道的销售价格使得自身利润最大化。根据逆向递推法, 先分析零售商的决策, 再分析制造商的决策, 求得渠道成员的最优决策和利润。

2.2. 模型参数设定

本文模型涉及的相关参数与符号定义如表 1 所示。

Table 1. Definition of related parameters and symbols

表 1. 相关参数与符号定义

符号	含义
p_t	阶段 t 的产品价格
t	消费者的单位退货成本
w_i	制造商给传统网络零售商的产品批发价格
v	消费者对产品的估值, 服从 $[0, 1]$ 的均匀分布
U_i	消费者在渠道 i 购买产品所获得的效用
e	主播影响力, $e \in (0, 1)$
h	错过产品低价期而产生的高价遗憾, $h \in (0, 1)$
s	未购买到产品而产生的缺货遗憾, $s \in (0, 1)$
θ_i	消费者购买到满意产品的概率, 简称消费者满意度
f_i	直播渠道产品限量配给水平, $f_i \in (0, 1)$
η	主播影响力对传统网络销售渠道产生的溢出效应
ε	直播渠道消费者对主播影响力的敏感系数
D_i	各渠道市场需求
π_r	传统网络零售商的利润
π_m	制造商的利润

3. 降低标价模式下企业两阶段销售决策

在降低标价模式下, 零售商与制造商的决策顺序如图 2 所示:

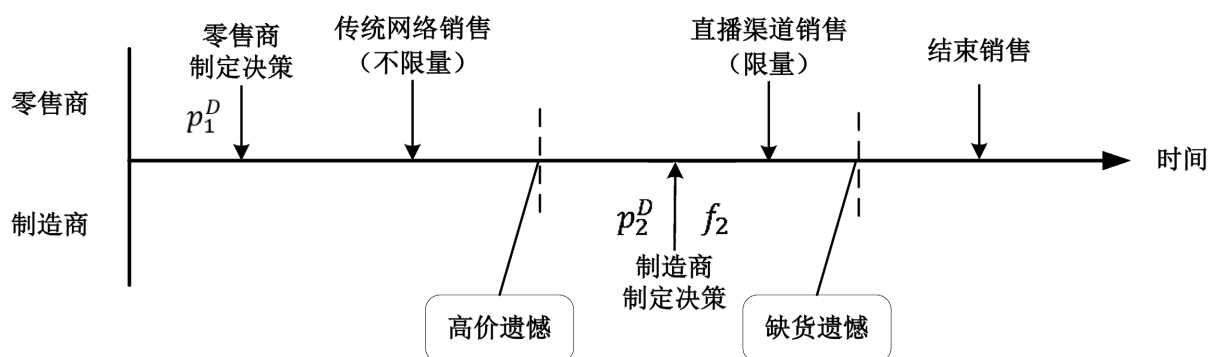


Figure 2. Decision sequence of MD model

图 2. 降低标价模式决策顺序

3.1. 消费者的购买决策

由于消费者确定自己的类型是在购买之后, 并因此可能导致退货行为。所以首先考虑消费者在传统渠道和直播渠道购买产品时的效用。

传统网络渠道消费者效用:

$$U_1^D = \theta_1^D v - p_1^D - (1 - \theta_1^D)t + \eta e - h \quad (1)$$

直播渠道消费者效用:

$$U_2^D = \theta_2^D f_2 (v - p_2^D) - (1 - \theta_2^D)t + \varepsilon e - (1 - f_2)s \quad (2)$$

消费者在作出购买决策时面临两种选择: 在传统渠道购买或等待至直播渠道购买。消费者会根据自身效用最大化 $\max\{U_1^D, U_2^D\}$ 做出决策。借鉴文献[15]对消费者效用的分析方法, 分别令 U_1^D , U_2^D 为 0, 可以求解消费者在不同渠道购买的临界值。

令 $U_1^D = 0$, 解得 $v_1^D = \frac{\theta_1^D p_1^D + (1 - \theta_1^D)t - \eta e + h}{\theta_1^D}$, 当 $v > v_1^D$ 时, 消费者会选择在传统渠道购买。

令 $U_2^D = 0$, 解得 $v_2^D = \frac{\theta_2^D f_2 p_2^D + (1 - \theta_2^D)t - \varepsilon e + (1 - f_2)s}{\theta_2^D f_2}$, 当 $v > v_2^D$ 时, 消费者会选择在直播渠道购买。

若要保证直播渠道的需求不为 0, 则消费者在直播渠道购买的门槛应比传统网络渠道的门槛低, 即

$v_2^D \leq v_1^D$ 。若 $U_1^D = U_2^D$, 则 $v_d^D = \frac{\theta_1^D p_1^D - \theta_2^D f_2 p_2^D - (\theta_1^D - \theta_2^D)t + (\varepsilon - \eta)e + h - (1 - f_2)s}{\theta_1^D - \theta_2^D f_2}$, 当 $v > v_d^D$ 时, 消费者更愿意在传统渠道购买, 否则会选择在直播渠道购买, 具体如图 3。

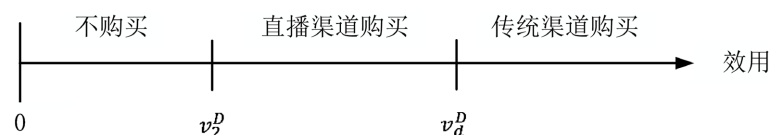


Figure 3. Consumer utility and purchase channel selection in MD model

图 3. 降低标价模式下消费者效用与购买渠道选择

可以得到两个渠道的消费者需求为:

第一阶段, 即传统网络销售渠道: 当 $v_d^D \leq v \leq 1$ 时, 消费者产生需求:

$$D_1^D = \int_{v_d^D}^1 1dv = 1 - \frac{\theta_1^D p_1^D - \theta_2^D f_2 p_2^D - (\theta_1^D - \theta_2^D)t + (\varepsilon - \eta)e + h - (1 - f_2)s}{\theta_1^D - \theta_2^D f_2} \quad (3)$$

第二阶段, 直播销售渠道: 当 $v_2^D \leq v \leq v_d^D$ 时, 消费者产生需求:

$$D_2^D = \int_{v_2^D}^{v_d^D} 1dv = \frac{\theta_1^D p_1^D - \theta_2^D f_2 p_2^D - (\theta_1^D - \theta_2^D)t + (\varepsilon - \eta)e + h - (1 - f_2)s}{\theta_1^D - \theta_2^D f_2} - \frac{\theta_2^D f_2 p_2^D + (1 - \theta_2^D)t - \varepsilon e + (1 - f_2)s}{\theta_2^D f_2} \quad (4)$$

3.2. 双渠道供应链定价决策

基于传统销售渠道和直播渠道的需求函数, 构建零售商和制造商的利润函数分别为:

零售商利润函数:

$$\pi_r^D = (p_1^D - w^D)\theta_1^D D_1^D - w^D(1 - \theta_1^D)D_1^D \quad (5)$$

在直播渠道中, 主播以直播价格 p_2^D 将产品销售给消费者, 类似于厂家直销, 制造商根据主播影响力支付其酬劳。

制造商利润函数:

$$\pi_m^D = (w^D - c)D_1^D + p_2^D \theta_2^D D_2^D - c(1 - \theta_2^D)D_2^D - \frac{e^2}{2} \quad (6)$$

由于制造商作为 Stackelberg 博弈的领导者, 采用逆向求解法求解制造商与零售商的最优决策, 得到降低标价 MD 模式下, 产品最优销售价格以及最优批发价格分别为 p_1^{D*} 、 p_2^{D*} 、 w^{D*} , 取值见附录 A。

定理 1 在降低标价 MD 模式中, $\frac{\partial p_1^D}{\partial h} < 0$; $\frac{\partial p_1^D}{\partial s} > 0$; $\frac{\partial p_2^D}{\partial h} > 0$; $\frac{\partial p_2^D}{\partial s} < 0$; $\frac{\partial w^D}{\partial h} < 0$; $\frac{\partial w^D}{\partial s} < 0$ 。

证明见附录 B。

定理 1 表明, 当高价遗憾 h 增加时, 在高价期选购产品的消费者, 其产生的心理负效用就越大, 因此更倾向于推迟选购。零售商预见到消费者的这一购买趋势, 会降低传统渠道定价, 吸引更多消费者在传统渠道购买, 制造商也在此基础上适当抬高直播价格, 以获得最优利润, 同时为了协调零售商的降价行为, 制造商会降低批发价格来保证零售商的利润; 反之, 缺货遗憾 s 越大时, 更多消费者为了避免缺货会选择在传统渠道购买, 因此制造商会降低直播渠道的价格以保留更多消费者, 零售商则进一步提高传统渠道价格, 此时制造商也会降低批发价格, 使得零售商的提价水平降低, 促进更多高价值顾客支付高价购买产品, 实现向高价值客户取利大于直播销售损失的效果。

定理 2 在降低标价 MD 模式中, $\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_1^D} > 0$; 存在一个 θ_2^{D*} , 在满足 $\theta_2^D < \theta_2^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_2^D} < 0$, 而当 $\theta_2^D > \theta_2^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_2^D} > 0$; 存在一个 θ_1^{D*} , 在满足 $\theta_1^D < \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_1^D} > 0$, 而当 $\theta_1^D > \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_1^D} < 0$; $\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_2^D} > 0$; 存在一个 θ_1^{D*} , 在满足 $\theta_1^D < \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial w^D}{\partial \theta_1^D} < 0$, 而当 $\theta_1^D > \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial w^D}{\partial \theta_1^D} > 0$; $\frac{\partial w^D}{\partial \theta_2^D} > 0$ 。

证明见附录 C。

定理 2 表明, 随着消费者对传统渠道销售产品的满意度上升, 传统渠道的退货率会逐渐下降, 零售商因而提升传统渠道价格, 而由于产品直播的退货率往往高于传统渠道, 传统渠道产品退货率的降低为

产品提升了口碑, 因此制造商也会适当提高直播渠道的价格, 以获取更多利润, 同时还会降低产品批发价格, 使得零售商的利润进一步提高。但当传统渠道消费者的满意度高于一定水平时, 越来越多的消费者会选择在传统渠道购买, 制造商通过降低直播渠道的价格吸引消费者购买, 并且提高产品批发价格, 保证自身利润。而随着直播渠道消费者的满意度上升, 消费者在直播渠道的退货水平有所降低, 制造商会不断提升产品直播价格, 使得利润增加, 并且提高产品批发价, 促使消费者进一步转向直播渠道购买, 而零售商会通过降低传统渠道价格吸引消费者购买。然而随着消费者满意度不断上升, 零售商只能适当提高产品价格, 通过提高利润率来保证自身利润。

4. 抬高标价模式下企业两阶段销售决策

在抬高标价模式下, 制造商与零售商的决策顺序如图 4 所示:

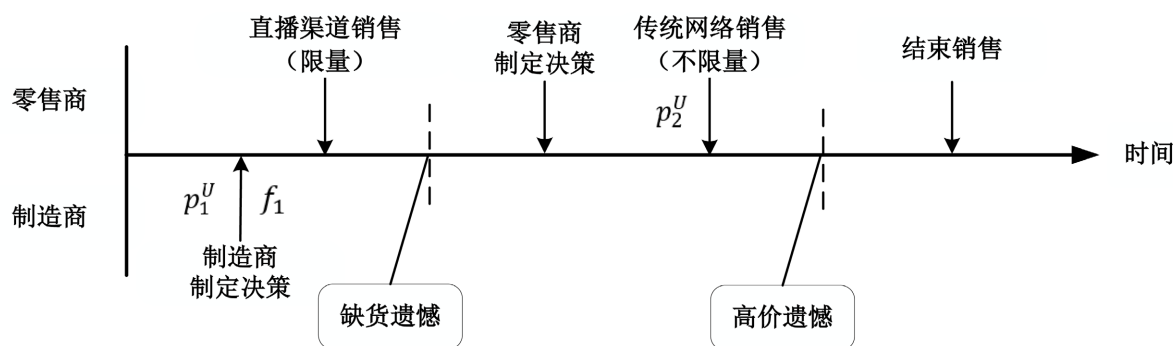


Figure 4. Decision sequence of MU model

图 4. 抬高标价模式决策顺序

与上一部分类似, 本部分先分析消费者的购买决策, 再分析供应链的最优定价决策。

4.1. 消费者的购买决策

消费者通过不同渠道购买产品所获得的效用分别为:

直播渠道消费者效用:

$$U_1^U = \theta_1^U f_1 (v - p_1^U) - (1 - \theta_1^U)t + \varepsilon e - (1 - f_1)s \quad (7)$$

传统网络渠道消费者效用:

$$U_2^U = \theta_2^U (v - p_2^U) - (1 - \theta_2^U)t + \eta e - h + \theta_2^U (1 - f_1)(v - p_2^U) \quad (8)$$

令 $U_1^U = 0$, 解得 $v_1^U = \frac{\theta_1^U f_1 p_1^U + (1 - \theta_1^U)t - \varepsilon e + (1 - f_1)s}{\theta_1^U f_1}$, 当 $v > v_1^U$ 时, 消费者会选择在直播渠道购买。

令 $U_2^U = 0$, 解得 $v_2^U = \frac{\theta_2^U (2 - f_1) p_2^U + (1 - \theta_2^U)t - \eta e + h}{\theta_2^U (2 - f_1)}$, 当 $v > v_2^U$ 时, 消费者会选择在传统网络渠道购买。

若 $U_1^U = U_2^U$, 则 $v_d^U = \frac{\theta_1^U f_1 p_1^U - \theta_2^U (2 - f_1) p_2^U - (\theta_1^U - \theta_2^U)t - (\varepsilon - \eta)e - h + (1 - f_1)s}{\theta_1^U f_1 - \theta_2^U (2 - f_1)}$ 。当 $v > v_d^U$ 时, 消费者更愿意直接在传统渠道购买, 否则会选择在直播渠道购买, 具体见图 5。

可以得到两个渠道的消费者需求为: v_d^U

第一阶段, 直播渠道: 当 $v_1^U \leq v \leq v_d^U$ 时, 消费者产生需求:

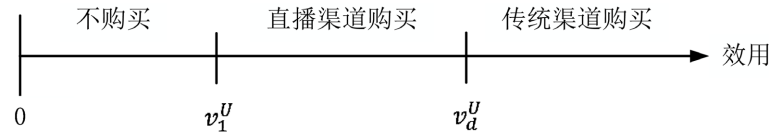


Figure 5. Consumer utility and purchase channel choice under the MU model

图 5. 抬高标价模式下消费者效用与购买渠道选择

$$D_1^U = \int_{v_1^U}^{v_d^U} 1dv = \frac{\theta_1^U f_1 p_1^U - \theta_2^U (2 - f_1) p_2^U - (\theta_1^U - \theta_2^U) t - (\varepsilon - \eta) e - h + (1 - f_1) s}{\theta_1^U f_1 - \theta_2^U (2 - f_1)} - \frac{\theta_1^U f_1 p_1^U + (1 - \theta_1^U) t - \varepsilon e + (1 - f_1) s}{\theta_1^U f_1} \quad (9)$$

第二阶段, 传统网络销售渠道: 当 $v_d^U \leq v \leq 1$ 时, 消费者产生需求:

$$D_2^U = \int_{v_d^U}^1 1dv = 1 - \frac{\theta_1^U f_1 p_1^U - \theta_2^U (2 - f_1) p_2^U - (\theta_1^U - \theta_2^U) t - (\varepsilon - \eta) e - h + (1 - f_1) s}{\theta_1^U f_1 - \theta_2^U (2 - f_1)} \quad (10)$$

4.2. 双渠道供应链定价决策

根据需求函数构建零售商和制造商的利润函数分别为:

零售商利润函数:

$$\pi_r^U = (p_2^U - w^U) \theta_2^U D_2^U - w^U (1 - \theta_2^U) D_1^U \quad (11)$$

由于产品在直播阶段是限量供应的, 因此有一部分消费者会买不到产品, 但这部分消费者可以继续传统渠道购买产品。

制造商利润函数:

$$\pi_m^U = p_1^U \theta_1^U D_1^U + (w^U - c) D_2^U - c (1 - \theta_1^U) D_1^U - \frac{e^2}{2} \quad (12)$$

采用逆向求解法求得抬高标价模式下, 产品最优销售价格以及最优批发价格分别为 p_1^{U*} 、 p_2^{U*} 、 w^{U*} , 取值见附录 D。

定理 3 在抬高标价 MU 模式中, $\frac{\partial p_1^U}{\partial h} > 0$; $\frac{\partial p_1^U}{\partial s} < 0$; $\frac{\partial p_2^U}{\partial h} < 0$; $\frac{\partial p_2^U}{\partial s} < 0$; $\frac{\partial w^U}{\partial h} < 0$; $\frac{\partial w^U}{\partial s} < 0$ 。

证明见附录 E。 $\frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} > 0$

定理 3 表明, 当高价遗憾 h 增加时, 消费者在传统渠道购买的意愿越低, 零售商为了激励消费者购买, 会降低传统渠道的产品价格, 而制造商会适当提高直播价格, 抑制消费者的低价抢购行为, 提高自身利润, 并且还会通过降低批发价格来增加传统渠道的需求。而当缺货遗憾 s 越大时, 消费者在直播渠道的购买意愿越低, 因此制造商与零售商的定价决策也会做出调整: 零售商通过抬高传统渠道价格来实现其利润增加, 制造商则相应地降低直播渠道价格, 并通过降低批发价格刺激高价值顾客放弃低价抢购行为, 增加传统渠道可获得的利润。

定理 4 在抬高标价 MU 模式中, $\frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_1^U} > 0$; 存在一个 θ_1^{U*} , 在满足 $\theta_1^U < \theta_1^{U*}$ 时, $\frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_2^U} > 0$, 而当 $\theta_1^U > \theta_1^{U*}$ 时, $\frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_2^U} < 0$; $\frac{\partial p_2^U}{\partial \theta_1^U} < 0$; $\frac{\partial p_2^U}{\partial \theta_2^U} > 0$; $\frac{\partial w^U}{\partial \theta_1^U} > 0$; 存在一个 θ_2^{U*} , 在满足 $\theta_2^U < \theta_2^{U*}$ 时, $\frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} < 0$, 而当 $\theta_2^U > \theta_2^{U*}$ 时, $\frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} > 0$ 。

时。

证明见附录 F。

定理 4 表明, 当消费者对直播渠道的产品满意度上升时, 制造商会进一步提高直播渠道的价格以提升利润, 而零售商会选择降低传统渠道的价格来吸引消费者。同时, 制造商还会适当提高产品批发价格, 抑制零售商的降价行为。当消费者传统渠道满意度提高时, 零售商会提高产品价格, 由于产品口碑变好, 制造商也会小幅度提升直播渠道的销售价格。但随着传统渠道满意度增加, 消费者更倾向于在传统渠道购买, 制造商继而需要通过降价来吸引消费者购买, 同时制造商还会通过调整产品批发价格促进直播渠道的销售。

5. 数值分析

为了进一步分析策略型消费者的遗憾心理与退货行为对双渠道供应链的影响, 进行了数值分析。本文调研了部分时尚服装企业, 并参考已有文献[7] [14]-[16] [25], 利用 Matlab 进行模型仿真, 分析主播影响力、消费者遗憾心理、产品退货成本以及消费者满意度对传统销售与直播销售这种混合模式下利润的影响。

5.1. 主播影响力对不同模式下利润的影响

在对制造商的时尚服装产品销售情况进行调研的基础上, 将模型中相关参数设定如下: $c=0$, $\eta=0.3$, $\varepsilon=0.6$, $f_1=f_2=0.7$, $t=0.1$ 。为了突出表现主播影响力造成的影响, 假设消费者产生的遗憾心理 $h=s=0$, 传统渠道的满意度 $\theta_1^D=\theta_2^U=0.9$, 直播渠道的满意度 $\theta_2^D=\theta_1^U=0.7$ 。结合前文研究, 分析主播影响力变化对两种模式下传统销售渠道和直播渠道利润的影响, 如图 6 所示。

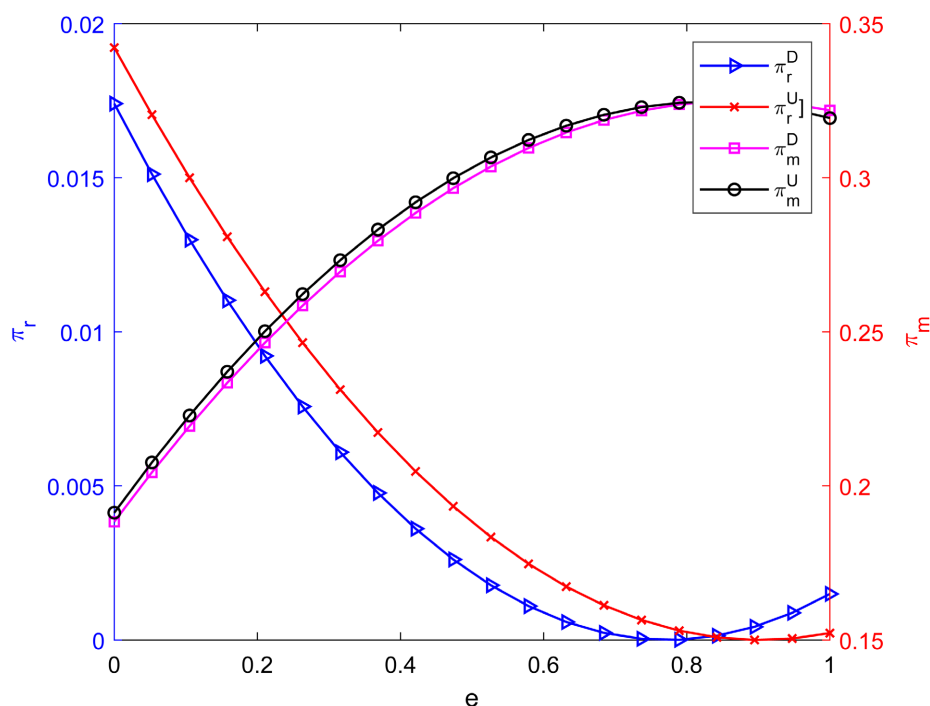


Figure 6. The influence of anchors on the profits of different channels

图 6. 主播影响力对不同渠道利润的影响

图 6 显示, 在不考虑消费者遗憾心理的情况下, 随着主播影响力的增加, 零售商的利润会先降低后

提高, 而制造商的利润逐渐增大直至趋于平缓。这是由于当主播影响力逐渐增大时, 更多消费者受主播影响会选择在直播渠道购买, 在传统渠道购买的消费者相应减少, 使零售商利润降低, 制造商利润大幅度增加。因此, 许多企业会选择与具有一定影响力的名人主播合作, 带动产品销售。例如作为国际一线药妆的理肤泉, 在抖音电商开业期邀请了抖音大 V 朱瓜瓜进行开业直播, 借助其在平台内的知名度迅速完成了初期的粉丝和销量积累。而随着主播影响力不断增大, 对传统渠道产生的溢出效应会带动其销售, 故零售商的利润也有所提升。

5.2. 遗憾心理对供应链决策的影响

由于遗憾心理会对消费者行为产生显著影响, 本部分分别考虑高价遗憾与缺货遗憾产生波动的情况, 对比降低标价模式与抬高标价模式下零售商与制造商的利润水平, 如图 7 和图 8 所示。

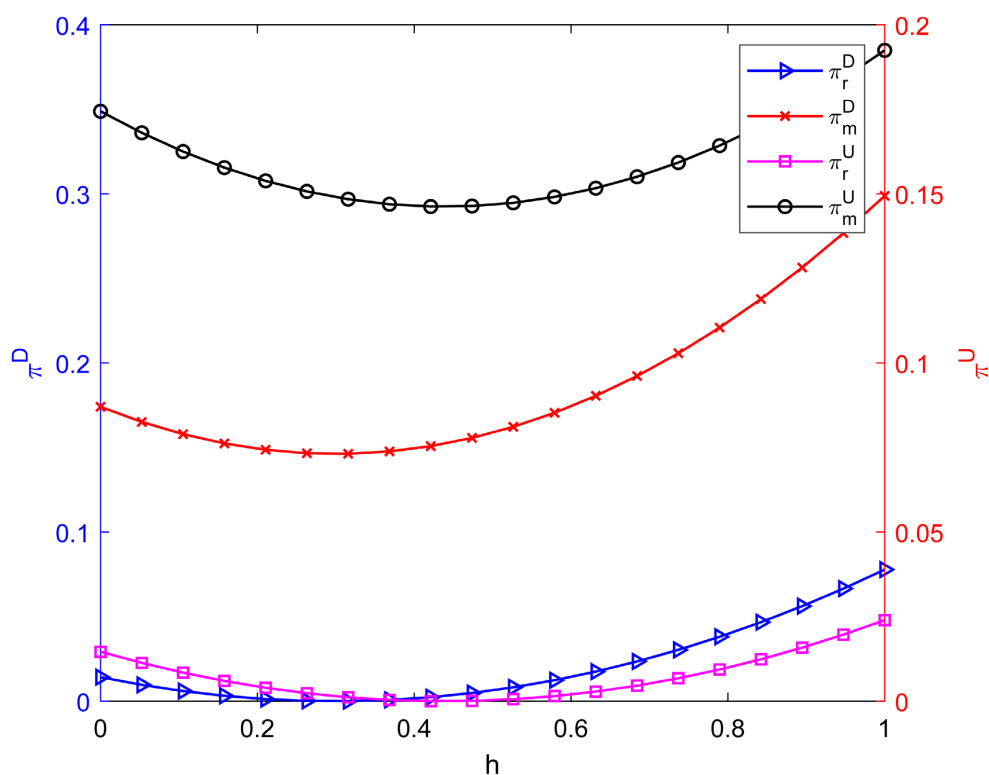


Figure 7. Effects of h on profit of different models

图 7. h 对不同定价方式利润的影响

从图 7 可以看出, 当缺货遗憾固定时, 随着高价遗憾的增加, 零售商与制造商的利润先降低后提高, 零售商在两种模式下的利润水平差别不大, 而制造商在抬高标价模式下利润更高。根据定理 1, 随着高价遗憾的增加, 传统网络销售渠道的产品价格与产品批发价格会相应降低, 故零售商和制造商的利润会先呈现下降的趋势; 同时, 允许退货会在一定程度上遏制策略型消费者的高价遗憾心理, 当消费者以高价购入时可以采取退货的措施, 因此零售商和制造商的利润又会逐渐回到之前的水平。图 8 显示, 当高价遗憾固定时, 缺货遗憾的增加会使零售商和制造商的利润都降低, 并且零售商和制造商在降低标价模式下的利润会略高于抬高标价模式。2023 年 12 月开始, 良品铺子开始不断推进降价策略, 在直播间将部分销量极大爆品以低于原价的 30%~40% 销售, 以“成本优化但不影响品质以及复购率高”的零食造势, 形成降价声量, 达到“以小谋大”的效果, 提升利润水平。

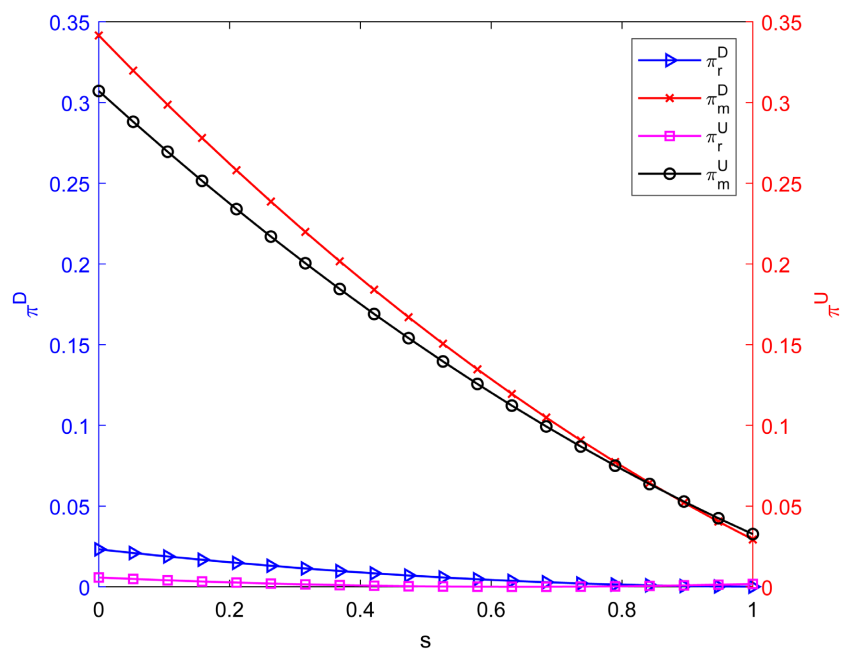


Figure 8. Effects of s on profit of different models
图 8. s 对不同定价方式利润的影响

5.3. 退货成本对不同模式下利润的影响

通过对时尚服装产品的销售状况进行调研,发现产品的退货成本也会对其销售情况产生很大影响。随着退货成本的变化,零售商与制造商的利润都发生了改变,如图 9 和图 10 所示。

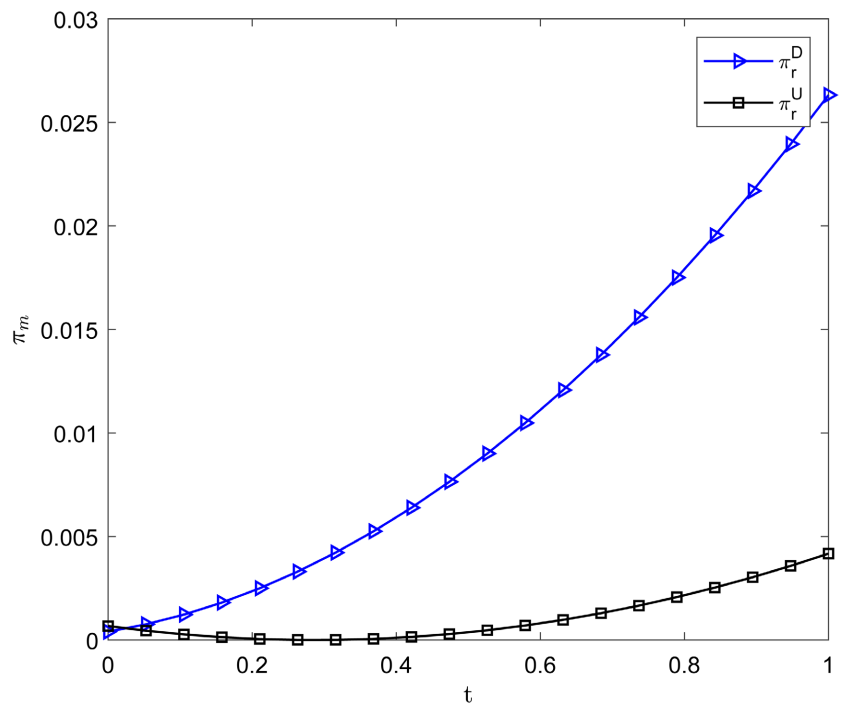


Figure 9. Impact of return costs on retailers' profits
图 9. 退货成本对零售商利润的影响

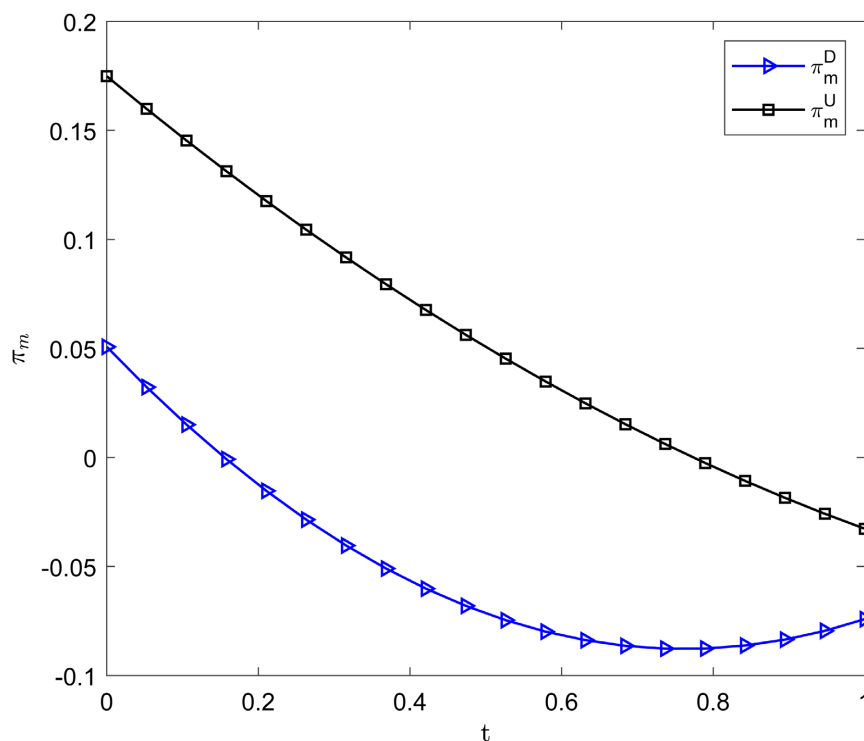


Figure 10. Impact of return costs on manufacturers' profits

图 10. 退货成本对制造商利润的影响

如图 9 和图 10 所示, 在允许退货的情况下, 退货成本的增加会使零售商的利润提高, 使制造商的利润降低。近年来, 电商行业爆发式增长, 为了提升消费者的购买体验, 许多商家实施了无门槛以及无理由的免费退货政策, 但此举也鼓励了消费者更频繁地退货。过高的退货率会降低零售商以及制造商的利润, 因此部分商家开始设置退货门槛来筛选出购买意愿强的消费者。如优衣库的线上退货率一直高居不下, 从 2023 年开始, 优衣库的淘宝官方旗舰店开始对产品取消运费险赠送服务, 通过设置退货门槛来提高利润。然而由于消费者在直播渠道购买时要在短时间内做出决策, 退货成本的增加会降低消费者的购买意愿, 从而使制造商在直播渠道的利润下降。

5.4. 消费者满意度对不同模式下利润的影响

通过定理 3 和定理 4 的分析发现, 不同渠道的消费者满意度会对渠道定价产生不同影响, 根据文献[8], 当消费者对产品的满意度低于一定水平时, 制造商和零售商由于利润过低, 将不开设相应购买渠道。因此本部分分析在一定水平消费者满意度下零售商和制造商利润的变化情况, 如图 11 和图 12 所示。

由图 11 可知, 随着传统渠道消费者对产品的满意度提高, 零售商和制造商的利润均会先降低后提高, 并且在抬高标价模式下, 二者的利润水平增长的幅度较快。这是由于当消费者对产品的满意度处于中等水平时, 零售商与制造商为了进一步降低退货率, 将会投入更多比如营销成本, 导致利润降低。由图 12 可知, 随着直播渠道消费者的产品满意度上升, 制造商的利润会逐渐增加, 并且在降低标价模式下的利润增长幅度更大, 而零售商的利润随之降低。典例之一便是服装品牌太平鸟, 针对直播用户互动高、决策快的特点, 太平鸟凭借每天超过 18 个小时的持续自播投入, 品牌逐步沉淀高购买意向的用户人群, 同时以优质的产品与售后服务保证了消费者的满意度, 极大提高了复购率。

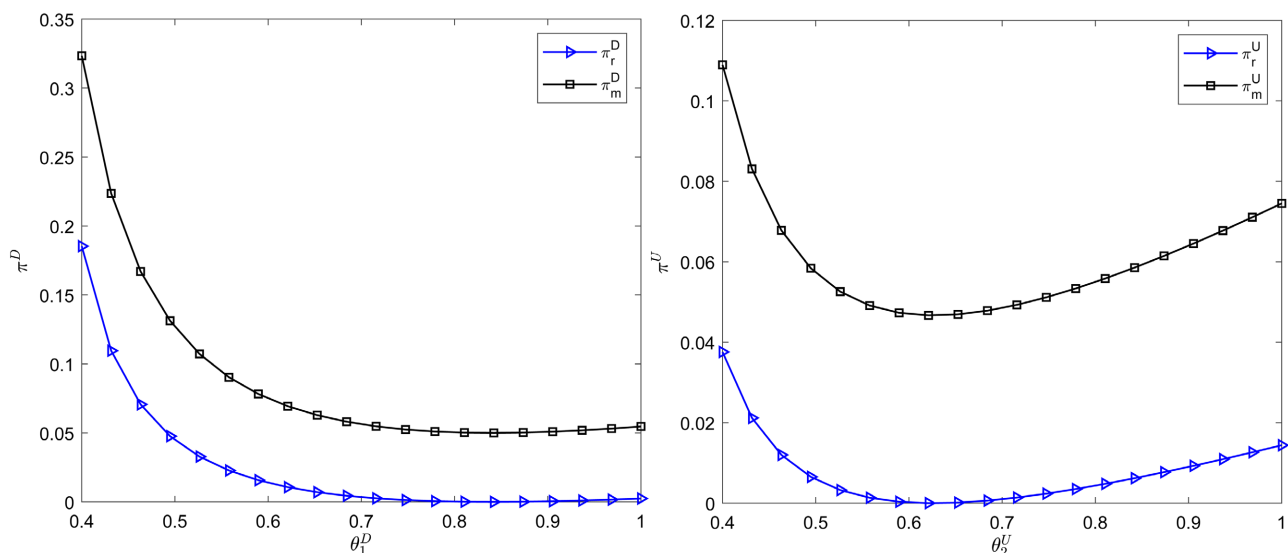


Figure 11. Influence of traditional channel consumer satisfaction on profit
图 11. 传统渠道消费者满意度对利润的影响

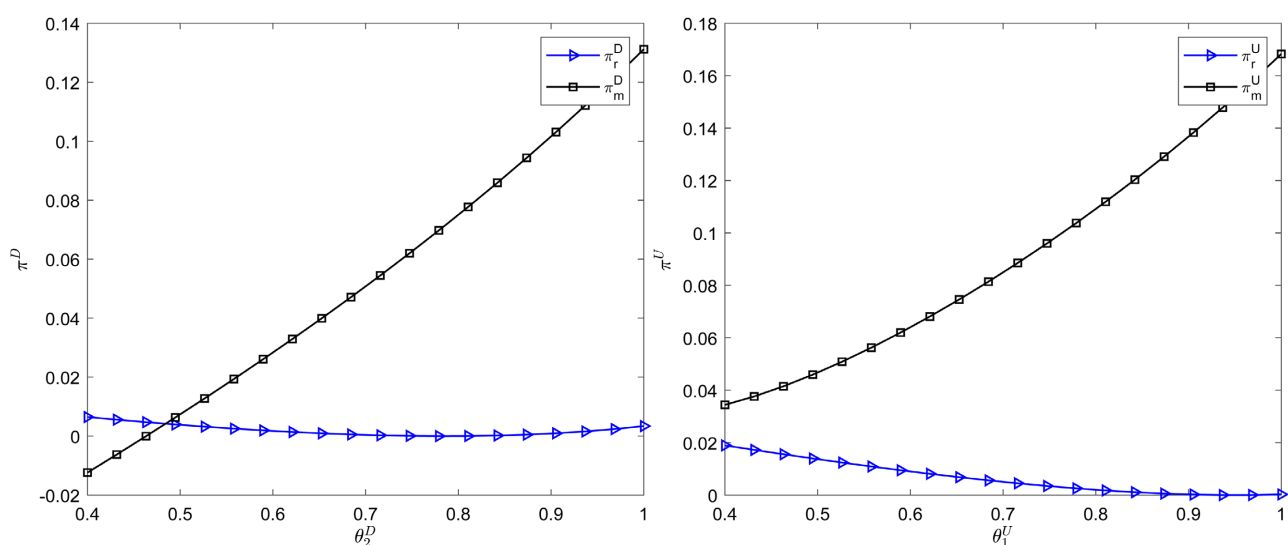


Figure 12. Influence of consumer satisfaction on profits of live broadcasting channels
图 12. 直播渠道消费者满意度对利润的影响

6. 结语

本文考虑了生产时尚服装产品的制造商在传统销售渠道的基础上引入直播渠道, 通过分析具有遗憾心理的策略型消费者的消费与退货行为, 建立了抬高标价与降低标价两种模型, 探讨了企业在两种模式下的最优策略, 并比较分析了两者的区别。所得结论和启示可总结为以下几个方面: 1) 消费者的遗憾心理在一定产品限量配给水平下会对均衡价格造成不同影响, 企业可以通过调整直播产品配给水平, 引导消费者产生对企业有利的遗憾心理水平, 从而提高利润; 2) 消费者对产品的满意度会影响两个渠道的均衡价格, 企业不需要追求过高的消费者满意度, 而应该根据消费者的遗憾心理水平与满意度动态调整产品价格; 3) 零售商的利润随主播影响力的增加先降低后提高, 制造商的利润随主播影响力的增加先提高后趋于稳定, 选择具有一定影响力的主播进行直播销售能有效提高直播渠道的产品需求及利润; 4) 当缺

货遗憾固定时, 高价遗憾的增加能使得零售商与制造商的利润都增加, 而当高价遗憾固定时, 随着缺货遗憾的增加, 二者的利润都减少。5) 随着产品退货成本的增加, 零售商的利润逐渐提高, 而制造商的利润逐渐降低。

但本研究还存在一些局限和不足, 仅考虑了线上的包括传统网络销售以及直播销售渠道, 未考虑线下销售渠道, 未来可针对遗憾心理水平的影响因素, 以及新产品与退货产品二次销售并存情形下的策略选择问题展开研究, 这将有助于解决更多现实问题。

基金项目

国家自然科学基金项目(71901141), 上海市软科学研究项目(23692110500)。

参考文献

- [1] Abdulla, H., Abbey, J.D. and Ketzenberg, M. (2022) How Consumers Value Retailer's Return Policy Leniency Levers: An Empirical Investigation. *Production and Operations Management*, **31**, 1719-1733. <https://doi.org/10.1111/poms.13640>
- [2] Kuang, Y. and Jiang, L. (2023) Managing Presales with Two Payments and Return Policy When Consumers Are Time-Inconsistent. *Production and Operations Management*, **32**, 3594-3613. <https://doi.org/10.1111/poms.14052>
- [3] Khouja, M. and Hammami, R. (2023) Optimizing Price, Order Quantity, and Return Policy in the Presence of Consumer Opportunistic Behavior for Online Retailers. *European Journal of Operational Research*, **309**, 683-703. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.01.035>
- [4] Borenich, A., Dickbauer, Y., Reimann, M. and Souza, G.C. (2020) Should a Manufacturer Sell Refurbished Returns on the Secondary Market to Incentivize Retailers to Reduce Consumer Returns? *European Journal of Operational Research*, **282**, 569-579. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.049>
- [5] 谢瑞真, 张尧. 全渠道零售下考虑退货的库存决策[J]. 中国管理科学, 2023, 31(12): 128-137.
- [6] 赵菊, 章斌, 闵杰. 线上线下零售商的跨渠道合作退货策略研究[J]. 中国管理科学, 2023, 31(6): 164-173.
- [7] 鲁芳, 陈正雄, 何波. 考虑产品体验性的零售商最优退货策略决策[J]. 管理工程学报, 2023, 37(4): 135-143.
- [8] 谢军, 黄鹤. 考虑消费者退货的电商平台营销策略研究[J]. 中国管理科学, 2022, 30(4): 1-12.
- [9] Wu, M., Ran, Y. and Zhu, S.X. (2022) Optimal Pricing Strategy: How to Sell to Strategic Consumers? *International Journal of Production Economics*, **244**, Article ID: 108367. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108367>
- [10] Xu, J. and Duan, Y. (2020) Pricing, Ordering, and Quick Response for Online Sellers in the Presence of Consumer Disappointment Aversion. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **137**, Article ID: 101925. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101925>
- [11] Qiu, R., Sun, Y., Zhou, H. and Sun, M. (2023) Dynamic Pricing and Quick Response of a Retailer in the Presence of Strategic Consumers: A Distributionally Robust Optimization Approach. *European Journal of Operational Research*, **307**, 1270-1298. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.10.042>
- [12] Adida, E. and Özer, Ö. (2018) Why Markdown as a Pricing Modality? *Management Science*, **65**, 2161-2178. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3046>
- [13] Du, S., Wang, L. and Hu, L. (2019) Omnichannel Management with Consumer Disappointment Aversion. *International Journal of Production Economics*, **215**, 84-101. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.05.002>
- [14] 刘靛晨, 翟昕. 面对策略型消费者的企业最优创新与定价策略[J]. 中国管理科学, 2023, 31(4): 56-65.
- [15] 周建亨, 李晴晴, 徐孝蕾. 引入策略型消费者遗憾心理的时尚产品定价策略[J]. 中国管理科学, 2022, 30(11): 117-126.
- [16] 叶新兰, 李金凤, 官振中. 考虑消费者预期后悔行为的产品定价模型[J]. 系统管理学报, 2023, 32(3): 589-604.
- [17] Huang, L., Liu, B. and Zhang, R. (2024) Channel Strategies for Competing Retailers: Whether and When to Introduce Live Stream? *European Journal of Operational Research*, **312**, 413-426. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.06.017>
- [18] Cui, X., Li, Y., Li, X. and Fang, S. (2023) Livestream E-Commerce in a Platform Supply Chain: A Product-Fit Uncertainty Reduction Perspective. *International Journal of Production Economics*, **258**, Article ID: 108796. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108796>
- [19] Pan, R., Feng, J. and Zhao, Z. (2022) Fly with the Wings of Live-Stream Selling-Channel Strategies with/without

-
- Switching Demand. *Production and Operations Management*, **31**, 3387-3399. <https://doi.org/10.1111/poms.13784>
- [20] Liu, B. and Wang, W. (2023) Live Commerce Retailing with Online Influencers: Two Business Models. *International Journal of Production Economics*, **255**, Article ID: 108715. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108715>
- [21] Zhang, R., Zhang, X. and Liu, B. (2022) Stackelberg Game Perspective on Pricing Decision of a Dual-Channel Supply Chain with Live Broadcast Sales. *Complexity*, **259**, 1148-1159. <https://doi.org/10.1155/2022/6102963>
- [22] Hao, C. and Yang, L. (2023) Resale or Agency Sale? Equilibrium Analysis on the Role of Live Streaming Selling. *European Journal of Operational Research*, **307**, 1117-1134. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.09.021>
- [23] 李恒宇, 柴俊武. 溢出效应下制造商的直播带货策略研究[J]. 中国管理科学, 2022, 30(6): 1-16.
- [24] 汪乐, 宋杨, 范体军. 制造商直播引入的策略研究[J]. 中国管理科学, 2024, 32(2): 276-284.
- [25] 熊浩, 陈锦怡, 鄢慧丽, 郭昊颖. 考虑主播特征的直播带货双渠道供应链定价与协调[J]. 系统工程学报, 2022, 37(4): 108-119.

附录

附录 A

降低标价模式最优解求解

根据博弈顺序, 用逆向归纳法进行求解。求得:

$$p_2^{D*} = \frac{\left\{ \begin{aligned} & \left(\theta_2^{D2} + s\theta_2^D \right) f_2^3 + \left(3\theta_2^{D2} + h\theta_2^D + 2s\theta_2^D - \theta_1^D\theta_2^D + t\theta_2^{D2} - e\eta\theta_2^D + e\varepsilon\theta_2^D - t\theta_1^D\theta_2^D \right) f_2^2 \\ & + \left(3t\theta_2^{D2} - h\theta_2^D - 4s\theta_1^D - 3s\theta_2^D - 4t\theta_2^D - 3\theta_1^D\theta_2^D + e\eta\theta_2^D + 3e\varepsilon\theta_2^D + t\theta_1^D\theta_2^D \right) f_2 \\ & + \left(4s\theta_1^D + 4t\theta_1^D - 4e\varepsilon\theta_1^D - 4t\theta_1^D\theta_2^D \right) \end{aligned} \right\}}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_2^D f_2},$$

$$w^{D*} = \frac{\left\{ \begin{aligned} & \left(-\theta_2^{D2} - s\theta_2^D \right) f_2^3 \\ & + \left(\theta_2^{D2} - 3h\theta_2^D + 2s\theta_1^D + 2s\theta_2^D - 2t\theta_2^D + 5\theta_1^D\theta_2^D - t\theta_2^{D2} + 3e\eta\theta_2^D - e\varepsilon\theta_2^D + 3t\theta_1^D\theta_2^D \right) f_2^2 \\ & + \left(-4\theta_1^{D2} - 4t\theta_1^{D2} + t\theta_2^{D2} + 4h\theta_1^D - h\theta_2^D - 4s\theta_1^D - s\theta_2^D + 2t\theta_1^D - 2t\theta_2^D - \theta_1^D\theta_2^D \right) f_2 \\ & - 4e\eta\theta_1^D + e\eta\theta_2^D + 2e\varepsilon\theta_1^D + e\varepsilon\theta_2^D + 3t\theta_1^D\theta_2^D \\ & + \left(2s\theta_1^D + 2t\theta_1^D - 2e\varepsilon\theta_1^D - 2t\theta_1^D\theta_2^D \right) \end{aligned} \right\}}{\left(f_2 + 1 \right)^2 \theta_2^D f_2},$$

$$p_1^{D*} = \frac{\left\{ \begin{aligned} & \left(-2\theta_2^{D2} - 2s\theta_2^D \right) f_2^3 \\ & + \left(-5h\theta_2^D + 3s\theta_1^D + 2s\theta_2^D - 3t\theta_2^D + 8\theta_1^D\theta_2^D - 2t\theta_2^{D2} + 5e\eta\theta_2^D - 2e\varepsilon\theta_2^D + 5t\theta_1^D\theta_2^D \right) f_2^2 \\ & + \left(-6\theta_1^{D2} - 6t\theta_1^{D2} + 6h\theta_1^D - h\theta_2^D - 4s\theta_1^D + 3t\theta_1^D - t\theta_2^D - 6e\eta\theta_1^D + e\eta\theta_2^D + 3e\varepsilon\theta_1^D + 4t\theta_1^D\theta_2^D \right) f_2 \\ & + \left(t\theta_1^D + s\theta_1^D - e\varepsilon\theta_1^D - t\theta_1^D\theta_2^D \right) \end{aligned} \right\}}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_1^D f_2}$$

附录 B

定理 1 证明

由附录 A 中得到的均衡价格, 分别对 h 和 s 求偏导, 可得 $\frac{\partial p_1^D}{\partial h} = -\frac{\left(5\theta_2^D f_2 - 6\theta_1^D + \theta_2^D \right) f_2}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_1^D f_2} < 0$;

$$\frac{\partial p_1^D}{\partial s} = \frac{\theta_1^D - \left(2\theta_2^D f_2^2 - 2\theta_2^D f_2 - 3\theta_1^D f_2 + 4\theta_1^D \right) f_2}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_1^D f_2} > 0; \quad \frac{\partial p_2^D}{\partial h} = \frac{\theta_2^D f_2^2 - \theta_2^D f_2}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_2^D f_2} > 0;$$

$$\frac{\partial p_2^D}{\partial s} = \frac{\theta_2^D f_2^3 + 2\theta_2^D f_2^2 - 3\theta_2^D f_2 - 4\theta_1^D f_2 + 4\theta_1^D}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) \theta_2^D f_2} < 0; \quad \frac{\partial w^D}{\partial h} = -\frac{3\theta_2^D f_2^2 + \theta_2^D f_2 - 4\theta_1^D f_2}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) f_2} < 0;$$

$$\frac{\partial w^D}{\partial s} = \frac{2\theta_2^D f_2^2 + 2\theta_1^D f_2^2 - \theta_2^D f_2 - 4\theta_1^D f_2 + 2\theta_1^D}{\left(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D \right) f_2} < 0, \quad \text{证毕。}$$

附录 C

定理 2 证明

由附录 A 中得到的均衡价格, 分别对 θ_1^D 和 θ_2^D 求偏导, 可得

$$\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_1^D} = \frac{\Lambda_1}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_1^D f_2} - \frac{8\Lambda_2}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)^2 \theta_1^D f_2};$$

$$+ \frac{\Lambda_3}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_1^{D^2} f_2} > 0$$

$$\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_2^D} = \frac{(f_2^2 + 6f_2 + 1)\Lambda_4}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)^2 \theta_1^D f_2} - \frac{\Lambda_5}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_1^D f_2}, \text{ 存在一个 } \theta_2^{D*} \in (0.4, 0.6), \text{ 在}$$

满足 $\theta_2^D < \theta_2^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_2^D} < 0$, 而当 $\theta_2^D > \theta_2^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_1^D}{\partial \theta_2^D} > 0$;

$$\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_1^D} = \frac{8\Lambda_6}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)^2 \theta_2^D f_2} - \frac{\Lambda_7}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_2^D f_2}, \text{ 存在一个 } \theta_1^{D*} \in (0.4, 0.6), \text{ 在}$$

满足 $\theta_1^D < \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_1^D} > 0$, 而当 $\theta_1^D > \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_1^D} < 0$;

$$\frac{\partial p_2^D}{\partial \theta_2^D} = \frac{\Lambda_8}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_2^D f_2} - \frac{\Lambda_9}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)\theta_2^{D^2} f_2};$$

$$- \frac{(f_2^2 + 6f_2 + 1)\Lambda_{10}}{(\theta_2^D f_2^2 + 6\theta_2^D f_2 - 8\theta_1^D + \theta_2^D)^2 \theta_2^D f_2} > 0$$

$$\frac{\partial w^D}{\partial \theta_1^D} = \frac{\Lambda_{11}}{f_2(\theta_{2,D} f_2^2 + 6\theta_{2,D} f_2 - 8\theta_{1,D} + \theta_{2,D})} - \frac{8\Lambda_{12}}{f_2(\theta_{2,D} f_2^2 + 6\theta_{2,D} f_2 - 8\theta_{1,D} + \theta_{2,D})^2}, \text{ 存在一个 } \theta_1^{D*} \in (0.5, 0.7), \text{ 在}$$

满足 $\theta_1^D < \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial w^D}{\partial \theta_1^D} < 0$, 而当 $\theta_1^D > \theta_1^{D*}$ 时, $\frac{\partial w^D}{\partial \theta_1^D} > 0$;

$$\frac{\partial w^D}{\partial \theta_2^D} = \frac{(f_2^2 + 6f_2 + 1)\Lambda_{13}}{f_2(\theta_{2,D} f_2^2 + 6\theta_{2,D} f_2 - 8\theta_{1,D} + \theta_{2,D})^2} - \frac{\Lambda_{14}}{f_2(\theta_{2,D} f_2^2 + 6\theta_{2,D} f_2 - 8\theta_{1,D} + \theta_{2,D})} > 0, \text{ 证毕。}$$

附录 D

抬高标价模式最优解求解

与附录 A 的求解方法类似, 求得:

$$p_1^{U*} = \frac{\left\{ \begin{aligned} &(-\theta_1^{U^2} - s\theta_1^U - 2s\theta_2^U - \theta_1^U \theta_2^U) f_1^3 \\ &+ (3\theta_1^{U^2} + h\theta_1^U + 4s\theta_1^U + 10s\theta_2^U + 2t\theta_1^U + 2t\theta_2^U + 5\theta_1^U \theta_2^U - t\theta_1^{U^2} - e\eta\theta_1^U - e\varepsilon\theta_1^U - 2e\varepsilon\theta_2^U - 3t\theta_1^U \theta_2^U) f_1^2 \\ &+ (3t\theta_1^{U^2} - h\theta_1^U - 3s\theta_1^U - 16s\theta_2^U - 4t\theta_1^U - 8t\theta_2^U - 6\theta_1^U \theta_2^U + e\eta\theta_1^U + 3e\varepsilon\theta_1^U + 8e\varepsilon\theta_2^U + 9t\theta_1^U \theta_2^U) f_1 \\ &+ (8t\theta_2^U + 8s\theta_2^U - 8e\varepsilon\theta_2^U - 8t\theta_1^U \theta_2^U) \end{aligned} \right\}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2\theta_1^U f_1 + 8\theta_2^U f_1 - \theta_1^U f_1^2 - 2\theta_2^U f_1^2)\theta_1^U f_1},$$

$$w^{U*} = \frac{\left\{ \begin{aligned} & \left(-\theta_1^{U^2} - 2\theta_2^{U^2} - s\theta_1^U - 2s\theta_2^U - 3\theta_1^U\theta_2^U \right) f_1^3 \\ & + \left(\theta_1^{U^2} + 8\theta_2^{U^2} - h\theta_1^U - 2h\theta_2^U + 2s\theta_1^U + 8s\theta_2^U + 7\theta_1^U\theta_2^U - t\theta_1^{U^2} + 2t\theta_2^{U^2} \right. \\ & \quad \left. + e\eta\theta_1^U + 2e\eta\theta_2^U - e\varepsilon\theta_1^U - 2e\varepsilon\theta_2^U - t\theta_1^U\theta_2^U \right) f_1^2 \\ & + \left(-8\theta_2^{U^2} + t\theta_1^{U^2} - 4t\theta_2^{U^2} - h\theta_1^U + 4h\theta_2^U - s\theta_1^U - 10s\theta_2^U - 2t\theta_1^U - 2t\theta_2^U \right) f_1 \\ & \quad - 2\theta_1^U\theta_2^U + e\eta\theta_1^U - 4e\eta\theta_2^U + e\varepsilon\theta_1^U + 6e\varepsilon\theta_2^U + 7t\theta_1^U\theta_2^U \\ & \quad \left. + \left(4t\theta_1^U + 4s\theta_2^U - 4e\varepsilon\theta_2^U - 4t\theta_1^U\theta_2^U \right) \right\}}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2\theta_1^U f_1 + 8\theta_2^U f_1 - \theta_1^U f_1^2 - 2\theta_2^U f_1^2\right) f_1}, \\ p_2^{U*} = & \frac{\left\{ \begin{aligned} & \left(-\theta_1^{U^2} - 3\theta_2^{U^2} - s\theta_1^U - 2s\theta_2^U - 4\theta_1^U\theta_2^U \right) f_1^3 \\ & + \left(12\theta_2^{U^2} - 2h\theta_1^U - 3h\theta_2^U + s\theta_1^U + 7s\theta_2^U - t\theta_1^U - t\theta_2^U + 8\theta_1^U\theta_2^U - t\theta_1^{U^2} \right. \\ & \quad \left. + 3t\theta_2^{U^2} + 2e\eta\theta_1^U + 3e\eta\theta_2^U - e\varepsilon\theta_1^U - 2e\varepsilon\theta_2^U \right) f_1^2 \\ & + \left(-12\theta_2^{U^2} - 6t\theta_2^{U^2} - h\theta_1^U + 6h\theta_2^U - 7s\theta_2^U - t\theta_1^U + t\theta_2^U + e\eta\theta_1^U - 6e\eta\theta_2^U + 5e\varepsilon\theta_2^U + 6t\theta_1^U\theta_2^U \right) f_1 \\ & \quad \left. + \left(2t\theta_2^U + 2s\theta_2^U - 2e\varepsilon\theta_2^U - 2t\theta_1^U\theta_2^U \right) \right\}}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2\theta_1^U f_1 + 8\theta_2^U f_1 - \theta_1^U f_1^2 - 2\theta_2^U f_1^2\right) \theta_1^U f_1} \end{aligned} \right\}$$

附录 E

定理 3 证明

由附录 D 中得到的均衡价格, 分别对 h 和 s 求偏导, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1^U}{\partial h} &= -\frac{f_1\theta_1^U - f_1^2\theta_1^U}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U\right)\theta_1^U f_1} > 0; \\ \frac{\partial p_1^U}{\partial s} &= -\frac{3f_1\theta_1^U - 8\theta_2^U + 16f_1\theta_2^U - 4f_1^2\theta_1^U - 10f_1^2\theta_2^U + f_1^3\theta_1^U + 2f_1^3\theta_2^U}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U\right)\theta_1^U f_1} < 0; \\ \frac{\partial p_2^U}{\partial h} &= -\frac{f_1\theta_1^U - 6f_1\theta_2^U + 2f_1^2\theta_1^U + 3f_1^2\theta_2^U}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U\right)\theta_2^U f_1} < 0; \\ \frac{\partial p_2^U}{\partial s} &= -\frac{2\theta_2^U - 7f_1\theta_2^U + f_1^2\theta_1^U + 7f_1^2\theta_2^U - f_1^3\theta_1^U - 2f_1^3\theta_2^U}{2\left(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U\right)\theta_2^U f_1} < 0, \\ \frac{\partial w^U}{\partial h} &= -\frac{f_1\theta_1^U - 4f_1\theta_2^U + f_1^2\theta_1^U + 2f_1^2\theta_2^U}{\left(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U\right) f_1} < 0; \\ \frac{\partial w^U}{\partial s} &= -\frac{f_1\theta_1^U - 4\theta_2^U + 10f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 8f_1^2\theta_2^U + f_1^3\theta_1^U + 2f_1^3\theta_2^U}{\left(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U\right) f_1} < 0, \text{ 证毕。} \end{aligned}$$

附录 F

定理 4 证明

由附录 A 中得到的均衡价格, 分别对 θ_1^U 和 θ_2^U 求偏导, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_1^U} &= \frac{\Lambda_{15}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_1^{U^2}f_1} \\ &\quad - \frac{\Lambda_{16}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_1^U f_1} ; \\ &\quad + \frac{(-f_1^2 + 2f_1 + 1)\Lambda_{17}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)^2 \theta_1^U f_1} > 0 \\ \frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_2^U} &= -\frac{\Lambda_{18}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_1^U f_1} \\ &\quad - \frac{(2f_1^2 - 8f_1 + 8)\Lambda_{19}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)^2 \theta_1^U f_1} , \text{ 存在一个 } \theta_1^{U*} \in (0.4, 0.6), \text{ 在满足 } \theta_1^U < \theta_1^{U*} \text{ 时,} \\ \frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_2^U} &> 0, \text{ 而当 } \theta_1^U > \theta_1^{U*} \text{ 时, } \frac{\partial p_1^U}{\partial \theta_2^U} < 0; \quad \frac{\partial p_2^U}{\partial \theta_1^U} = \frac{(-f_1^2 + 2f_1 + 1)\Lambda_{20}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)^2 \theta_2^U f_1} ; \\ &\quad - \frac{\Lambda_{21}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_2^U f_1} < 0 \\ \frac{\partial p_2^U}{\partial \theta_2^U} &= \frac{\Lambda_{22}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_2^{U^2}f_1} \\ &\quad - \frac{\Lambda_{23}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)\theta_2^U f_1} ; \\ &\quad - \frac{(2f_1^2 - 8f_1 + 8)\Lambda_{24}}{2(\theta_1^U - 8\theta_2^U + 2f_1\theta_1^U + 8f_1\theta_2^U - f_1^2\theta_1^U - 2f_1^2\theta_2^U)^2 \theta_2^U f_1} > 0 \\ \frac{\partial w^U}{\partial \theta_1^U} &= \frac{(-2f_1^2 + 4f_1 + 2)\Lambda_{25}}{(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U)^2 f_1} ; \\ &\quad - \frac{\Lambda_{26}}{(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U)f_1} > 0 \\ \frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} &= -\frac{\Lambda_{27}}{(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U)f_1} \\ &\quad - \frac{(4f_1^2 - 16f_1 + 16)\Lambda_{28}}{(2\theta_1^U - 16\theta_2^U + 4f_1\theta_1^U + 16f_1\theta_2^U - 2f_1^2\theta_1^U - 4f_1^2\theta_2^U)^2 f_1} , \text{ 存在一个 } \theta_2^{U*} \in (0.4, 0.6), \text{ 在满足 } \theta_2^U < \theta_2^{U*} \text{ 时,} \\ \frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} &< 0, \text{ 而当 } \theta_2^U > \theta_2^{U*} \text{ 时, } \frac{\partial w^U}{\partial \theta_2^U} > 0, \text{ 证毕。} \end{aligned}$$