

区块链下奢侈品零售共享混合渠道定价影响研究

张子钊, 徐 琪

东华大学旭日工商管理学院, 上海

收稿日期: 2022年11月27日; 录用日期: 2022年12月17日; 发布日期: 2022年12月29日

摘 要

随着国民生活水平的日益提高, 国民对奢侈品的需求也逐渐增大, 截至2021年中国奢侈品消费总额已位居世界第一, 但对于年轻一代消费者来说, 奢侈品的高溢价属性驱使年轻人更愿意去考虑二手奢侈品或者通过奢侈品租赁共享的形式来满足自己的需求。与此同时, 各大奢侈品品牌方纷纷推出相应的共享合作方式以迎合市场的趋势。但随着奢侈品共享的普及许多问题也暴露出来, 比如奢侈品真假难辨假货泛滥、疫情时代共享带来的质量卫生隐患, 以及用户信息不对称以次充好等, 这些问题极大的阻碍了消费者消费意愿。本文尝试考虑在传统零售渠道模式中, 奢侈品供应商与B2C共享平台合作, 研究B2C共享平台的引入对传统零售渠道模式各成员的影响, 同时在零售共享混合双渠道模式中, 尝试考虑区块链技术以解决奢侈品共享行业现存问题, 研究区块链技术的采用在零售共享混合双渠道模式中对奢侈品供应商及零售商的影响。

关键词

奢侈品共享, 混合渠道, 区块链, Stackelberg博弈

An Analysis of the Influence of Luxury Retail Shared Hybrid Channel Pricing under Blockchain

Zizhao Zhang, Qi Xu

Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai

Received: Nov. 27th, 2022; accepted: Dec. 17th, 2022; published: Dec. 29th, 2022

Abstract

As the standard of living in China increases, so does the demand for luxury goods, with China

ranking first in the world in terms of total luxury consumption by 2021. At the same time, luxury brands are launching sharing schemes to meet the market trend. However, with the popularity of luxury goods sharing, many problems have been exposed, such as the proliferation of fake luxury goods that are difficult to distinguish from genuine ones, the quality and hygiene hazards brought about by sharing in the era of epidemic, and the asymmetric information of users, which have greatly hindered consumers' willingness to consume. This paper tries to consider the cooperation between luxury goods suppliers and B2C sharing platform in the traditional retail channel model, and study the impact of the introduction of B2C sharing platform on each member of the traditional retail channel model. Meanwhile, in the mixed dual-channel model of retail sharing, it tries to consider blockchain technology to solve the existing problems in the luxury goods sharing industry, and study the impact of the adoption of blockchain technology in the mixed dual-channel model of retail sharing on luxury goods. The impact of the adoption of blockchain technology on luxury goods suppliers and retailers.

Keywords

Luxury Sharing, Hybrid Channels, Blockchain, Stackelberg Game

Copyright © 2022 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, 国家大力倡导构建资源循环型产业体系和废旧物资循环利用体系, 从而促使互联网+二手商品迎来了风口。尽管经历了新冠疫情的冲击, 但从 2021 年中国二手奢侈品行业相关数据来看, 中国购买奢侈品的消费额不减反增, 位居世界第一, 同时 2020 年中国二手奢侈品市场达 913.5 亿欧元, 占全球市场的 34.7%, 预计到 2025 年, 占比达到 40%, 但对比其他发达国家平均 26% 的二手奢侈品流转率, 中国二手奢侈品的流转率却是最低的, 仅占比 5%。因此在 2016 年后国内出现了许多二手奢侈品电商平台, 如只二, 红布林、胖虎、捡衣裤, 寺库等, 据统计 2016 年二手奢侈品市场规模仅 58.5 亿元, 2020 年上涨至 173 亿元, 复合增长率达 31.1%。

与此同时, 各大奢侈品品牌纷纷推出共享租赁服务, 例如美国时装品牌 Ralph Lauren 推出首个租赁业务“The Lauren Look”, 消费者每月只需缴纳一定会员费, 就可以共享品牌新系列中的奢侈品; Burberry 也宣布与租赁公司 My Wardrobe HQ 达成合作。国内消费者需求和观念也逐渐产生了巨大变化, 越来越多的消费者从追逐新品到更重视物品的使用价值。根据二手奢侈品交易平台红布林 2020 年的数据报告显示, 红布林有过半的消费人群为 90 后年轻人并且随着生活观念的转变, 青年人对于二手奢侈品的观念由“闲置”“贬值”更新为“绿色环保”, “体验”与“共享”。实际上, 衣二三、星洞和 Ms Paris 等公司, 包括心上、有喵租包等寄卖平台已经开始进入奢侈品共享租赁行业, 并且收到资本青睐。从有喵租包公开的数据来看, 租赁收益是直接寄卖的 3 到 10 倍。因此, 奢侈品品牌商正通过更多的消费方式来拓宽自己的市场份额。

但是, 目前线上奢侈品租赁平台存在诸多问题。比如, 奢侈品真假难辨、假货泛滥、用户信息不对称, 以次充好、交易不透明等, 这些问题极大的阻碍了消费者消费意愿。如何能很好的解决当前行业问题, 本文考虑采用区块链技术, 利用其不可篡改、可以追溯、公开透明等特点, 探讨每一件奢侈品设置一个独特标签机制, 从而使消费者可以快速追溯奢侈品来源及奢侈品实际质量情况, 促进企业服务水平。

2. 文献综述

在零售与租赁共享混合双渠道供应链研究方面, 国内外学者研究了该类双渠道下的供应链决策。对于租赁与销售两种经营方式的优劣及选择问题, Bhaskaran 和 Gilbert [1]研究表明, 耐用品的租赁优于销售。Aras 等[2]应用动态规划研究了租赁经营期奢侈品的租赁价格决策, 以及在租赁经营期结束后将租赁奢侈品进行再制造出售的最优决策; Gilbert 等[3]研究了销售、租赁、租售三种营销方式的最优选择策略。与前面文献只考虑单个企业不同, 下面的文献进一步考虑了与上游供应商组成的混合渠道管理问题。刘咏梅等[4]考虑了顾客的渠道偏好以及零售商损失厌恶因素, 对混合渠道的库存决策进行研究。杨爱峰等[5]分析了针对不同的对象, 对租赁品回收再制造与传统销售品回收再制造两种情况, 经销商利润的变化及影响。

在区块链技术对供应链决策的影响研究方面, 国外学者主要关注区块链技术对传统供应链的交易成本、客户粘度、可追溯目标、以及社会福利等方面的影响。Helo 等[6]将考虑在物流监控系统中应用区块链技术, 通过其可追溯性, 极大方便了客户跟踪奢侈品物流更细致的信息, 提高了企业的服务水平, 增加客户的信任度。Kamblea 等[7]认为在农业工业链中, 可追溯性对农业食品安全是十分重要的, 对食品有可溯渠道大大保证了食品的安全, 人民吃的放心, 所以使用区块链特别合适。Tonnisssen 等[8]根据区块链特点分析区块链在供应链领域应用的可行性以及需要克服的一些壁垒, 并更进一步想要研究如何在供应链系统中应用区块链技术应用。Choi [9]通过立模型来探讨数据质量问题对可持续的时尚供应链运作的影响, 发现糟糕的数据质量会降低供应链的利润和社会福利, 而这需要去中心化, 因此考虑实施区块链来帮助, 并在研究中确定区块链有助于提高社会福利但供应链利润会受到伤害。与此同时, 反观国内, 国内学者的关注主要在区块链技术对传统供应链金融、风险规避以及监管体系等方面的影响, 少数文献对基于区块链技术的供应链管理进行了研究。苏应生等[10]放眼与供应链融资领域, 尝试将区块链技术应用其中, 最后得出区块链技术的应用可以提高供应链融资模式下供应链整体效益的结论。梁晓颖, 王利君[11]尝试考虑将区块链技术应用与服装供应链中, 提出区块链技术对服装供应链的监督管理体系进行一个优化完善, 从而实现信息在各成员间的共享。闫妍等[12]考虑了风险规避系数以及区块链技术的应用程度这两个方面, 探讨其对于供应链决策所产生的影响。陈力源[13]希望提高供应链的透明度, 可信度, 以区块链技术为依托, 构建金融体系, 并尝试在此体系中实现实时监测。肖金凤[14]根据是否采用区块链技术, 分别探讨了网上直销时的最优定价和网上分销渠道结构下的最优定价, 并进一步进行渠道选择的决策研究。

综上所述, 针对双渠道供应链, 目前国内外学者主要关注传统零售与网上直销渠道的传统意义上的双渠道结构, 同时也有一部分文献针对奢侈品行业, 研究探讨供应商通过线上销售奢侈品的情形, 但是对供应商在传统零售模式中引入共享租赁混合双渠道模式的研究较少, 虽然有个别文献考虑了零售与租赁混合渠道模式, 然而也仅仅局限于汽车租赁行业。并且较少有文献探讨区块链技术对双渠道供应链定价与渠道选择的影响问题, 在区块链研究相关文献中, 主要大部分文献探讨区块链技术在某一行业领域应用使用的可行性分析, 同时有部分文献尝试探讨区块链技术对供应链决策的影响, 但大多数也只是探讨了区块链技术对传统零售渠道模式中供应链决策的影响, 一部分文献则开始尝试通过利用建模分析, 将区块链技术对供应链的影响作为参数建立相关模型, 但是也主要研究传统零售模式下区块链对供应链的影响, 较少有文献对零售共享混合渠道或双渠道供应链决策进行研究分析其影响。

本文针对奢侈品行业, 研究品牌供应商在与 B2C 共享平台合作的情况下, 奢侈品供应商、传统零售商和 B2C 共享平台组成的供应链决策问题, 建立 B2C 共享平台模式下的供应链定价模型, 探讨不采用区块链技术时传统零售渠道、零售 + B2C 共享平台混合双渠道相关模型, 以及采用区块链技术时零售 +

B2C 共享平台混合双渠道三种模式的供应链模型, 研究零售与 B2C 共享渠道并存时的双渠道定价决策, 分析高使用类型消费者人群比例、消费者使用频率及消费者的敏感系数对奢侈品供应商、传统零售商和 B2C 共享平台的定价及利润的影响, 以及区块链技术的采用对该双渠道的影响, 并通过模型求解和数值算例分析, 得出相关结论, 并为企业决策提供一些参考。

3. 模型描述与假设

3.1. 模型描述

考虑一个由奢侈品供应商、传统零售商, 以及 B2C 共享平台组成的供应链系统, 奢侈品供应商的奢侈品可以通过零售渠道销售, 也可通过 B2C 共享平台进行租赁。在供应商主导的混合双渠道供应链中, 根据是否采用区块链技术以及 B2C 共享平台的特征, 将其分为不采用区块链技术时传统零售渠道模式(DN 模式)、不采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式(WN 模式), 以及采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式(WSC 模式)三种情形, 结构见图 1。

DN 模式: 奢侈品供应商保持传统零售渠道, 传统零售商自行决定奢侈品零售价格并进行直接销售。

WN 模式: 奢侈品供应商保持传统零售渠道, 同时引入 B2C 共享平台, 供应商将奢侈品以一定的批发价格批发给传统零售商销售以及给 B2C 共享平台进行租赁, 传统零售商和 B2C 共享平台自行决定奢侈品零售价格及租赁价格并进行销售、租赁。

WSC 模式: 奢侈品供应商引入区块链技术, 并保持传统零售渠道, 同时引入 B2C 共享平台合作, 奢侈品供应商将奢侈品以一定的批发价格批发给传统零售商和 B2C 共享平台, 传统零售商和 B2C 共享平台自行决定奢侈品零售价格, 及租赁价格并进行销售和租赁, 传统零售售卖的奢侈品由各自向奢侈品供应商支付验证费用。

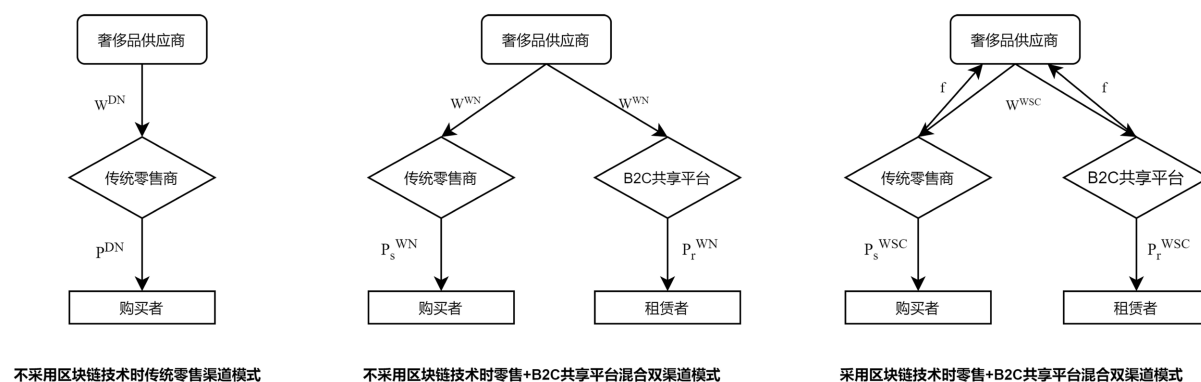


Figure 1. Schematic diagram of the hybrid dual-channel structure of retail + B2C shared platform with and without blockchain technology

图 1. 有无区块链技术下零售 + B2C 共享平台混合双渠道结构示意图

3.2. 基本假设

1) v 表示奢侈品的价值, 由于消费者的异质性, 对产品价值的评估会存在差异, 为了分析简便, 假定产品价值在 $[0,1]$ 范围内服从均匀分布。

2) 不失一般性, 将消费者需求总数定为 1, 同时为了简化分析, 假设奢侈品供应商生产单位边际成本为 0, 奢侈品租赁单次折旧成本为 0。

3) H_i 表示消费者对于奢侈品的使用次数。考虑到时尚奢侈品自身特性, 这里的使用次数表示消费者对于某一奢侈品单品的使用次数, 如包包, 礼服等, 根据消费者奢侈品使用次数将消费者分为两类:

奢侈品的使用次数超过 5 次的为高使用类型消费者, 奢侈品使用次数低于 5 次的为低使用类型消费者, 本文用 L 和 H 分别表示低使用类型消费者和高使用类型消费者的使用水平, 即 $0 < H_L < 5 < H_H$ 。

4) n 表示奢侈品的平均租赁次数; 且假设当奢侈品租赁次数在 n 次之内时, 奢侈品可以保持良好的质量, 消费者不会因为使用过的产品而对产品质量不满意, 且 $H_H < n$ 。

5) 为了方便讨论, 假设高使用消费类型的消费者只会考虑购买奢侈品, 低使用类型的消费者只会考虑租赁奢侈品。市场上高使用类型(H)的消费者比例为 θ , 其中 $0 < \theta < 1$ 。

6) 奢侈品的检测和评估需要时间, 在不采用区块链技术的条件下, 奢侈品检测与评估所需时间为 t , 采用区块链技术的条件下, 奢侈品检测与评估所需时间为 T , 并且 $t > T$ 。

7) 在不采用区块链技术的条件下, 奢侈品的真实性用 e 来表示, 奢侈品的卫生情况用 h 表示, 则 $1-e$ 表示认证为假的概率, $1-h$ 表示奢侈品卫生情况不合格的概率, 而采用区块链技术可以保证奢侈品一定为真, 即 $e=1$, 同时卫生情况一定合格, 即 $h=1$ 。

8) 奢侈品检验与评估所需要时间, 检验结果为假的概率和奢侈品质量卫生情况不合格发生的敏感系数分别设定为 β 、 γ 、 α ; 为使供应链各成员有利可图: $1 > A > B$, 其中 $A = t\beta + (1-e)\gamma + (1-h)\alpha$, $B = T\beta$ 。

9) C_{sc} 表示奢侈品供应商引入区块链技术一次性需支付的固定费用; f 表示在采用区块链技术的条件下, 传统零售商或 B2C 共享平台对供应商支付的单位验证费用。

10) W^i 表示奢侈品品牌商供应的批发价格, P_s^i 、 P_r^i 分别表示奢侈品零售价格、租赁价格, 其中 $i = \{DN, WN, WSC\}$ 。

11) U_i 表示消费者效用。

4. 不采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道结构

4.1. 不采用区块链技术时传统零售渠道模式(DN 模式)

在引入 B2C 共享平台前, 我们先简单分析一下无 B2C 共享平台时的传统零售渠道模型。对于奢侈品来说, 当市场仅存在一个单一零售渠道模式时, 消费者只可以选择从传统零售商购买, 此时博弈决策体现为传统零售商与奢侈品供应商之间的垂直博弈决策, 供应链各成员为了实现自身利润最大化的目标而进行决策。由于目前零售渠道存在线上线下两种渠道, 为了方便讨论, 本文假设两种模式无差别, 均看作传统零售渠道, 此时奢侈品供应商先决策其批发价格 W^{DN} , 然后传统零售商根据奢侈品供应商的供应价格决定奢侈品的零售价 P^{DN} 。不同于其他类型奢侈品如豪车、豪宅, 对于时尚奢侈品来说, 消费者购买奢侈品时不光考虑价格, 同时消费者也会考虑奢侈品检验所需时间, 奢侈品的真实性奢侈品质量卫生情况。故消费者购买奢侈品的效用为 $U_{is}^{DN} = v - P^{DN} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha$, 当 $U_{is}^{DN} > 0$ 时, 高使用类型消费者会购买该奢侈品。

此时传统零售商需求可以表示为:

$$D^{DN} = \theta [1 - P^{DN} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha] \quad (1)$$

奢侈品供应商的利润函数为:

$$\Pi_M^{DN} = W^{DN} D^{DN} \quad (2)$$

传统零售商的利润函数为:

$$\Pi_s^{DN} = (P^{DN} - W^{DN}) D^{DN} \quad (3)$$

4.2. 不采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式(WN 模式)

考虑引入 B2C 共享平台, 即“零售 + B2C 共享平台”的混合双渠道模式。除了零售渠道外, 奢侈

品供应商尝试与 B2C 共享平台合作, 现实情况下合作方式一般为 B2C 共享平台抽成或者平台采购后提供共享服务, 本文考虑奢侈品供应商以同样的批发价格 W^{WN} 将产品出售给传统零售商以及 B2C 共享平台, B2C 共享平台则以共享租赁服务为主要服务, 故此时认为传统零售商不光与奢侈品供应商之间存在垂直博弈, 还与 B2C 共享平台存在一定程度的水平博弈, 且随着人们观念的不断转变, 这种水平博弈竞争逐渐增大。

基于消费者剩余理论, 消费者在购买或租赁奢侈品时会考虑奢侈品的真实性, 以及在新冠疫情爆发以后, 消费者对产品卫生情况也日益关心, 此时消费者从零售渠道购买奢侈品的消费者效用为 $U_{is}^{WN} = v - P_s^{WN} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha$, 共享奢侈品的消费者效用为 $U_{ir}^{WN} = v - H_i P_r^{WN} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha$, 当 $U_{hs}^{WN} > 0$ 时, 高使用类型消费者会考虑购买奢侈品, $U_{lr}^{WN} > 0$ 时, 低使用类型消费者会考虑租赁奢侈品。

因此传统零售商的需求量 D_s 和 B2C 共享平台的需求量 D_r 如下所示:

$$\begin{aligned} D_s &= \theta [1 - P_s^{WD} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha] \\ D_r &= (1-\theta) [1 - H_L P_r^{WD} - t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha] \end{aligned} \quad (4)$$

在奢侈品供应商领导的该渠道销售中, 各方决策顺序如下:

首先, 奢侈品供应商设定批发价格 W^{WN} , 其利润函数为:

$$\Pi_M^{WN} = W^{WN} (D_s + D_r) \quad (5)$$

然后传统零售渠道中, 传统零售商根据批发价格决定其售价 P_s^{WN} , 其利润函数为:

$$\Pi_s^{WN} = (P_s^{WN} - W^{WN}) D_s \quad (6)$$

最后 B2C 共享平台决定其共享租赁价格 P_r^{WN} , 此时 B2C 共享平台利润函数为:

$$\Pi_p^{WN} = (P_r^{WN} n - W^{WN}) D_r \quad (7)$$

4.3. 不采用区块链技术时引入 B2C 共享平台后供应链成员的定价与影响研究

在考虑引入 B2C 共享平台后供应链成员的定价决策前, 我们先分析一下没有引入 B2C 共享平台时供应链成员的定价决策与渠道决策。根据逆向归纳法求解后可得如下命题。

命题 1: 如果市场上不存在 B2C 共享平台, 此时:

$$\text{奢侈品供应商的最优批发价为 } W^{*DN} = \frac{1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha}{2},$$

$$\text{传统零售商的最优零售价为 } P^{*DN} = \frac{3(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4},$$

$$\text{奢侈品供应商的最优利润为 } \Pi_M^{*DN} = \frac{(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)^2 \theta}{8},$$

$$\text{传统零售商的最优利润为 } \Pi_s^{*DN} = \frac{(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)^2 \theta}{16}。$$

当引入 B2C 共享平台后, 采用逆序归纳法求解, 计算后可得如下命题:

命题 2: 当引入 B2C 共享平台后, 供应链各成员定价决策与最优利润如下:

$$\text{奢侈品供应商的最优批发价格为 } W^{*WN} = \frac{(1-A)n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)},$$

传统零售商的最优零售价格为 $P_s^{*WN} = \frac{1-A}{4} \left(2 + \frac{n}{H_L(1-\theta) + n\theta} \right)$,

B2C 共享平台的最优租赁价格为 $P_r^{*WN} = \frac{1-A}{4} \left(\frac{2}{H_L} + \frac{1}{H_L(1-\theta) + n\theta} \right)$,

奢侈品供应商的最优利润为 $\Pi_M^{*WN} = \frac{(1-A)^2 n}{8H_L(1-\theta) + 8n\theta}$,

传统零售商的最优利润为 $\Pi_s^{*WN} = \frac{(1-A)^2 (n - 2H_L(1-\theta) - 2n\theta)^2 \theta}{16(H_L + n\theta - H_L\theta)^2}$,

B2C 共享平台的最优利润为 $\Pi_p^{*WN} = \frac{(1-A)^2 (1-\theta)n(2n\theta + H_L(1-2\theta))^2}{16H_L(H_L + n\theta - H_L\theta)^2}$ 。

推论 1: 不采用区块链技术时:

1) 传统零售渠道模式:

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial \theta} = \frac{\partial P^{*DN}}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \theta} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \theta} > 0;$$

2) 零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式:

$$\frac{\partial W^{*WN}}{\partial \theta} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \theta} < 0, \quad \frac{\partial P_r^{*WN}}{\partial \theta} < 0;$$

证明: 见附录。

推论 1 表明在不采用区块链技术时传统零售渠道模式下, 高使用类型消费者的比例大小 θ 不会影响奢侈品供应商的批发价格和传统零售商的零售价格。同时可以看到, 高使用类型消费者比率 θ 代表了市场愿意购买奢侈品的消费者的数量, 所以当 θ 上升, 愿意购买的人增多, 奢侈品供应商和传统零售商的利润就会增加。

在不采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下, 高使用类型消费者的比例大小 θ 与批发价格、零售价格、租赁价格呈反比关系。对于奢侈品来说, 当高使用类型消费者比例降低, 表明社会上愿意购买的需求减少, 愿意去租赁奢侈品的需求群体增多, 对于奢侈品供应商来说, 由于共享租赁是对单件奢侈品的循环使用, 故供应商的需求会相应降低, 鉴于奢侈品本身就是高溢价奢侈品, 此时奢侈品供应商会提高批发价格以增加利润, 由于批发价格的上升, 成本增加, 传统零售商相应提高零售价格, B2C 共享平台也提高单位共享租赁价格。

推论 2: 不采用区块链技术时零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下:

$$1) \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \theta} < 0;$$

$$2) \text{ 若 } H_L \leq \frac{2n}{3}, \text{ 当 } 0 < \theta < \theta_1 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \text{ 当 } \theta > \theta_1 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} < 0; \text{ 若 } H_L > \frac{2n}{3}, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} < 0;$$

$$3) \text{ 若 } H_L < \frac{n}{2}, \text{ 当 } \theta_2 < \theta < \theta_3 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} < 0, \text{ 当 } 0 < \theta < \theta_2 \text{ 或 } \theta_3 < \theta < 1 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0; \text{ 若 } H_L > \frac{n}{2},$$

当 $\theta_2 < \theta < \theta_3$ 时, 零售商利润随 θ 增大而增大 $\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0$ 。

证明: 见附录。

由推论 2 中的 1) 可知, 对于奢侈品供应商来说, 高使用类型消费者比例降低反而会增加供应商的利润, 表明尽管提高批发价格会降低部分需求, 但不同于高使用类型消费者对零售价格的敏感, 成本的提

高分化到租赁价格上的表现便没有那么明显, 同时愿意考虑租赁服务的需求增多, 租赁服务带来的收益大于零售渠道减少的收益, 因此供应商的利润会增大, 同时也从一方面体现出租赁共享服务是比零售服务更有利可图, 奢侈品租赁一定次数的收益会大于单次售卖的收益。

由推论 2 中的 2) 我们可以看出, B2C 共享平台的利润与奢侈品平均可租赁次数及消费者奢侈品的使用次数的比例有关, 且根据实际情况一般奢侈品单品足够消费者租赁一定的次数, 且满足 $H_L < n/2$ 。故随着人们观念的改变, 当高使用类型消费者比例逐渐下降, 越来越多的人选择租赁共享服务时, 在高使用类型消费者比例较高时, 只有少数人会选择租赁奢侈品, 租赁价格上升所降低的租赁需求较少, 故此时, 随着 θ 的下降, B2C 共享平台的利润上升, 当高使用类型消费者比例降到 θ_1 时, 共享租赁市场迅速扩大, 消费者对价格的敏感程度也变高, 故租赁价格上升所降低的租赁需求较大, 此时随着 θ 的下降, B2C 共享平台的利润下降。

同样, 由推论 2 中的 3) 可以看出, 当高使用类型消费者比例逐渐下降, 购买奢侈品的人数减少, 有意愿租赁奢侈品的人数上升, 随着 θ 的下降, 刚开始消费者购买奢侈品的需求很大, 传统零售商零售价格的上升所降低的购买需求更多, 此时传统零售商利润下降, 当消费者购买奢侈品的需求降到一定程度, 此时零售价格的上升所降低的购买需求较少, 此时传统零售商利润上升, 当消费者购买奢侈品的需求继续下降到一定程度, 此时零售价格上升所降低的购买需求更多, 故此时传统零售商利润又为下降。

4.4. 不采用区块链技术时引入 B2C 共享平台对供应商分销渠道的影响

当不采用区块链技术时, 引入 B2C 共享平台, 会对传统零售渠道模式下奢侈品供应商及零售商产生什么影响, 而对于奢侈品供应商来引入 B2C 共享平台能否获得更大利润, 是否需要与 B2C 共享平台进行合作, 而对于传统零售商来说 B2C 共享平台会对自身有什么影响, 竞争加剧对传统零售商来说应该如何决策。本节将在下面的讨论中进行分析, 讨论 B2C 共享平台的引入给奢侈品供应商及传统零售商带来的影响, 以及奢侈品供应商是否应该与 B2C 共享平台合作拓宽销售渠道。

推论 3: 在不采用区块链时:

$$1) W^{*WN} > W^{*DN}, P_s^{*WN} > P_s^{*DN};$$

$$2) \Pi_M^{*WN} > \Pi_M^{*DN};$$

$$3) \text{ 若 } 0 < H_L < \frac{n}{3}, \text{ 当 } \frac{n-3H_L}{3n-3H_L} < \theta < 1 \text{ 时, } \Pi_s^{*DN} > \Pi_s^{*WN}, \text{ 当 } 0 < \theta < \frac{n-3H_L}{3n-3H_L} \text{ 时, } \Pi_s^{*DN} < \Pi_s^{*WN}; \text{ 若}$$

$$H_L > \frac{n}{3}, \text{ 则 } 0 < \theta < 1 \text{ 时, } \Pi_s^{*DN} > \Pi_s^{*WN}.$$

证明: 见附录。

推论 3 表明, 在不采用区块链时, 引入 B2C 共享平台后, 批发价格及零售价格一定高于传统零售模式下, 同时奢侈品供应商的最优利润一定大于传统零售模式的最优利润, 因为当引入 B2C 共享平台后, 奢侈品供应商既增加了需求, 拓宽了奢侈品销售渠道, 而共享奢侈品的租赁价格比奢侈品批发价格变化幅度要小得多, 对消费者的影响也要小, 成本升高所带来的零售需求的减少, 足以被租赁共享需求所弥补, 所以此时为了获得更大的利润会提高相应的批发价格, 故而奢侈品供应商的最优利润也会升高, 而传统零售商因为成本增加, 故也不得不提高相应的零售价格。

对于传统零售商来说, 尽管成本增加, 零售价格增加, 奢侈品需求减小, 但最优利润并不一定是降低的, 当 $H_L > n/3$ 时, 说明消费者的使用频率相对来说较高, 此时消费者更愿意去选择 B2C 共享平台, 同时由于零售价格的上升, 传统零售商的需求降低, 故引入 B2C 共享平台模式下传统零售商的最优利润此时低于无共享平台时的最优利润; 当 $0 < H_L < n/3$ 时, 说明低使用类型消费者使用频率较小, 此时消

费者的租赁频率是较低的, B2C 共享平台需求就会减小, 如果高使用类型消费者的比例较小, 此时零售价格对传统零售商需求的影响程度较低, 而此时零售价格较高, 传统零售商需求较低较少, 故传统零售商的此时的利润高于传统零售模式时的利润; 如果高使用类型消费者的比例较大, 此时零售价格的增加对消费者需求的影响较大, 故此时的传统零售商利润还是会低于无共享平台模式时的利润。

4.5. 零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下采用区块链技术的必要性分析

随着人们生活水平的提高, 中国消费者对奢侈品的敏感程度逐渐增大, 但不仅仅局限于对价格的敏感, 还包括真实性、质量卫生情况等。本节一方面对奢侈品检验所需时间、奢侈品的真实性以及奢侈品质量卫生情况进行分析, 分析其对奢侈品供应链成员定价与最优利润的影响; 另一方面分析消费者对奢侈品检验所需时间的敏感系数, 奢侈品检验结果为假的敏感系数以及奢侈品检验质量卫生情况不合格的敏感系数, 这三个敏感因素对供应链各成员的定价及最优利润的影响。进而分析零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下采用区块链技术的可行性, 引出下一节对采用区块链技术时奢侈品零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式的分析。

推论 4: 在不采用区块链技术时:

1) 在传统零售模式下:

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial t} < 0; \frac{\partial W^{*DN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial e} > 0;$$

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial h} > 0。$$

②引入 B2C 共享平台的混合双渠道模式:

$$\frac{\partial W^{*WN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial P_r^{*WN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial t} < 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial t} < 0; \frac{\partial W^{*WN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial e} > 0,$$

$$\frac{\partial P_r^{*WN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial e} > 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial e} > 0; \frac{\partial W^{*WN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial P_r^{*WN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial h} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial h} > 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial h} > 0。$$

证明: 见附录

推论 4 表明, 当不采用区块链技术时, 无论是在传统零售模式还是零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式中, 在消费者敏感系数固定的情况下, 当奢侈品检验与评估所需时间, 奢侈品质量卫生情况不合格概率以及检验结果为假概率减小时, 即奢侈品整体品质可信程度变优时, 批发价格, 零售价格及租赁价格均是随之增加的, 同时传统零售商, 奢侈品供应商及 B2C 共享平台的最优利润均是上升的, 说明虽然成本增加了, 零售价格租赁价格增加, 但由于消费者更加信任传统零售商, 共享平台, 与之增加的需求也增多, 故供应链各成员的利润也是增加的, 故如何有效提升品牌奢侈品的可信赖程度, 当引入 B2C 共享平台时, 是奢侈品品牌商应该考虑的。

推论 5 在不采用区块链技术时:

1) 在传统零售模式下:

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \beta} < 0; \frac{\partial W^{*DN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \gamma} < 0;$$

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \alpha} < 0。$$

2) 引入 B2C 共享平台的混合双渠道模式下:

$$\frac{\partial W^{*WN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \beta} < 0; \frac{\partial W^{*WN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \gamma} < 0, \\ \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \gamma} < 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \gamma} < 0; \frac{\partial W^{*WN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \alpha} < 0, \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \alpha} < 0。$$

证明: 见附录。

推论 5 表明, 当不采用区块链技术时, 无论是在传统零售模式还是零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式中, 当消费者奢侈品检验与评估所需时间, 奢侈品质量卫生情况不合格概率以及检验结果为假概率的敏感系数增大时, 即奢侈品消费者对奢侈品整体品质, 可信程度更加在意时, 批发价格、零售价格、租赁价格均是下降的, 同时奢侈品供应商, 传统零售商及 B2C 共享平台的最优利润也是下降的, 表明当消费者对所购买或者所租赁的奢侈品要求更高时, 由于需求下降, 奢侈品供应商降低批发价格以刺激需求, 同时传统零售商与 B2C 共享平台也降低零售价格、租赁价格以刺激需求, 然而但是当消费者敏感系数增大时, 降价所刺激增长的消费小于消费者敏感系数增大所减少的消费, 故奢侈品供应商、传统零售商、B2C 共享平台的最优利润均是降低的。故如何有效提升品牌奢侈品的可信赖程度, 是奢侈品供应商应该考虑的。

因此下一节考虑奢侈品供应商尝试引入区块链技术, 以提高产品质量及企业服务水平。

5. 采用区块链技术时零售+B2C 共享平台混合双渠道模式

在零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式中, 当奢侈品供应商为主导以固定成本 C_{sc} 为代价引入区块链技术时, 传统零售渠道及 B2C 共享平台均可提供令人信服的奢侈品真实质量, 同时消费者可以获得奢侈品相关信息的速度也大幅度增加, 不像传统奢侈品人工鉴定, 此时奢侈品检测与评估所需时间大幅降低为 T , 可知 $t > T$; 其次因为区块链技术具有可溯源性和不可更改特性, 二手奢侈品的真实性得到了保障, 此时二手奢侈品的真实性 $e = 1$, 表示奢侈品一定为真; 同时奢侈品的质量卫生情况被及时准确记录下来, 故二手奢侈品的质量卫生情况 $h = 1$, 表示一定合格。此时 $A = B = T\beta$ 。作为代价, 零售与 B2C 共享平台需要向奢侈品供应商提供每单位 f 的鉴定价格。

此时选择购买奢侈品的消费者购买效用为 $U_{is}^{WSC} = v - P_s^{WSC} - T\beta$, 选择共享租赁奢侈品服务的消费者租赁效用为 $U_{ir}^{WSC} = v - H_i P_r^{WSC} - T\beta$, 当 $U_{Hs}^{WSC} > 0$ 时, 高使用类型消费者会购买奢侈品, 当 $U_{Lr}^{WSC} > 0$ 时, 低使用类型消费者会租赁奢侈品。

此时消费者在传统零售商购买奢侈品的需求量 D_s 和 B2C 共享平台分时租赁的需求量 D_r 如下所示:

$$D_s^{SC} = \theta(1 - P_s^{WSC} - T\beta) \\ D_r^{SC} = (1 - \theta)(1 - H_L P_r^{WSC} - T\beta) \quad (8)$$

在奢侈品供应商领导的该渠道销售中, 各方决策顺序如下:

首先, 奢侈品供应商设定批发价格 W^{WSC} , 奢侈品供应商利润函数为:

$$\Pi_M^{WSC} = (W^{WSC} + f)(D_s^{SC} + D_r^{SC}) - C_{SC} \quad (9)$$

然后传统零售渠道中, 传统零售商决定其售价 P_s^{WSC} , 其利润函数为:

$$\Pi_s^{WSC} = (P_s^{WSC} - W^{WSC} - f)D_s^{SC} \quad (10)$$

最后 B2C 共享平台决定其租赁价格 P_r^{WSC} , 平台利润函数为:

$$\Pi_p^{WSC} = (P_r^{WSC} n - W^{WSC} - f)D_r^{SC} \quad (11)$$

5.1. 采用区块链技术对零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式供应链成员的定价决策影响

采用逆序归纳法求解, 求得此结构中各项均衡解。

命题 3: 奢侈品供应商引入区块链技术后, 传统零售渠道及 B2C 共享平台奢侈品质量得到了极大的保障, 消费者对品牌的信赖程度增加。

此时, 奢侈品供应商的最优批发价格为 $W^{*WSC} = \frac{(1-B)n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)} - f$,

传统零售商的最优零售价格为 $P_s^{*WSC} = \frac{1-B}{4} \left(2 + \frac{n}{H_L(1-\theta) + n\theta} \right)$,

B2C 共享平台的最优单位租赁价格为 $P_r^{*WSC} = \frac{1-B}{4} \left(\frac{2}{H_L} + \frac{1}{H_L(1-\theta) + n\theta} \right)$,

奢侈品供应商最优利润为 $\Pi_M^{*WSC} = \frac{(1-B)^2 n}{8H_L(1-\theta) + 8n\theta} - C_{SC}$,

传统零售商的最优利润为 $\Pi_s^{*WSC} = \frac{(1-B)^2 (n - 2H_L(1-\theta) - 2n\theta)^2 \theta}{16(H_L + n\theta - H_L\theta)^2}$,

B2C 共享平台的最优利润为 $\Pi_p^{*WSC} = \frac{(1-B)^2 n(1-\theta)(2n\theta + (1-2\theta)H_L)}{16H_L(n\theta - (-1+\theta)H_L)^2}$ 。

推论 6: 采用区块链技术的零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下:

- 1) $\frac{\partial W^{*WSC}}{\partial f} < 0$, $\frac{\partial P_r^{*WSC}}{\partial f} = \frac{\partial P_s^{*WSC}}{\partial f} = 0$, $\frac{\partial \Pi_M^{*WSC}}{\partial f} = \frac{\partial \Pi_s^{*WSC}}{\partial f} = \frac{\partial \Pi_p^{*WSC}}{\partial f} = 0$;
- 2) $\frac{\partial \Pi_s^{*WSC}}{\partial C_{SC}} = \frac{\partial \Pi_p^{*WSC}}{\partial C_{SC}} = 0$, $\frac{\partial \Pi_M^{*WSC}}{\partial C_{SC}} < 0$ 。

证明: 见附录。

推论 6 说明, 当采用区块链技术时:

- 1) 仅有奢侈品供应商最优批发价格随着验证费用 f 的增大而减小, 最优零售价格、租赁价格及供应链各成员最优利润均与验证费用 f 无关;
- 2) 传统零售商最优利润和 B2C 共享平台最优利润不受区块链技术固定成本 C_{SC} 影响, 而奢侈品供应商最优利润会随着区块链固定成本增加而减少。

5.2. 采用区块链技术对零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式供应商分销渠道的影响

推论 7: 采用区块链技术时:

- 1) $P_s^{*WN} < P_s^{*WSC}$, $P_r^{*WN} < P_r^{*WSC}$, $\Pi_s^{*WN} < \Pi_s^{*WSC}$ 。
- 2) 当 $f < \frac{((t-T)\beta + (1-e)\gamma + (1-h)\alpha)n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)}$ 时, $W^{*WN} < W^{*WSC}$ 。
- 3) 当 $C_{SC} < \frac{((1-T\beta)^2 - (1-t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha)^2)n}{8H_L(1-\theta) + 8n\theta}$ 时, $\Pi_M^{*WN} < \Pi_M^{*WSC}$ 。

证明: 见附录。

推论 7 表明, 在零售与共享混合双渠道模式中, 不论是传统零售商还是 B2C 共享平台, 当奢侈品供应商采用区块链技术时, 其零售价格、租赁价格及利润均高于不引用区块链时; 同时当单位商品验证费

用小于某一阈值, 使用区块链技术时奢侈品的批发价格均高于不使用区块链技术时奢侈品的批发价格; 对于奢侈品供应商而言, 当奢侈品供应商引入区块链技术一次性需支付的固定费用小于某一阈值时, 采用区块链时奢侈品供应商最优利润高于不使用区块链技术时的最优利润, 此时采用区块链技术, 供应链各成员相较于未采用区块链技术时, 均为受益状态。

6. 数例分析

为了检验前文模型, 下面利用数例分析的方法, 分析引入 B2C 共享平台前后高使用类型消费者比例对供应链各成员的定价和利润的影响以及引入区块链技术对零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下奢侈品供应商及传统零售商的影响。令 $e=0.4$, $h=0.75$, $t=0.02$, $T=0.01$, $\beta=0.6$, $\gamma=0.5$, $\alpha=0.5$, $H_L=3$, $n=90$, $C^{SC}=0.04$, $f=0.001$ 。

6.1. 高使用类型消费者比例 θ 对供应链各成员的定价和利润的影响

高使用类型消费者比例 θ 影响下的奢侈品供应商, 传统零售商最优定价以及最优利润情况如下图所示。假设高使用类型消费者比例 $\theta \in [0, 1]$:

见图 2, 奢侈品供应商的批发价格存在以下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式。首先随着高利用率(H)的消费者比例 θ 的不断升高, 引入 B2C 共享平台时的批发价格是不断降低的, 而不引入 B2C 共享平台时的批发价格是不断升高的, 与推论 1 相同。其次引入区块链技术后, 由于奢侈品供应商成本增

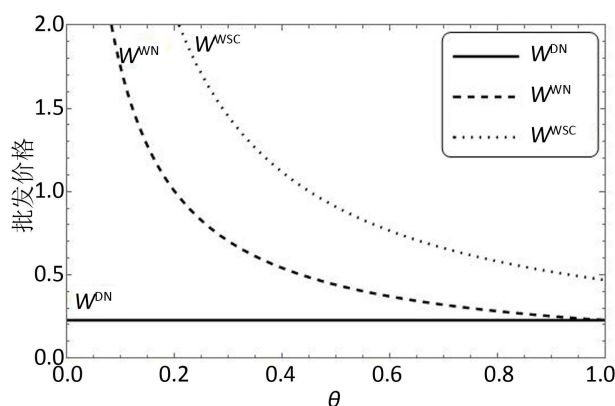


Figure 2. Trend in wholesale prices with θ

图 2. 批发价格随 θ 变化趋势

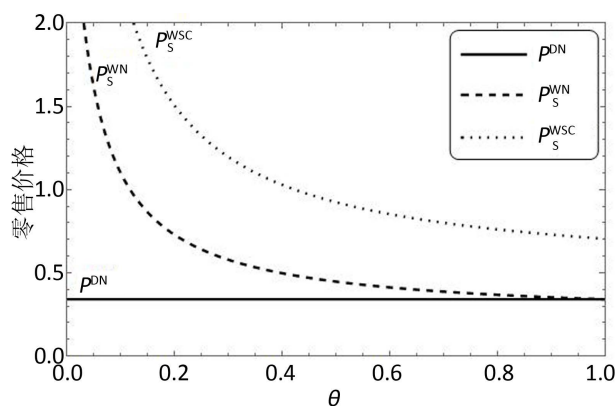
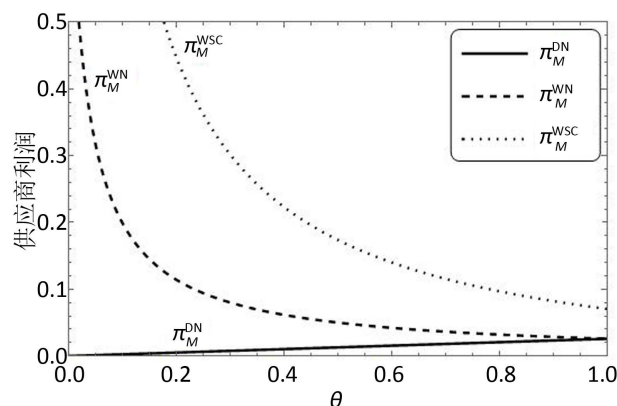
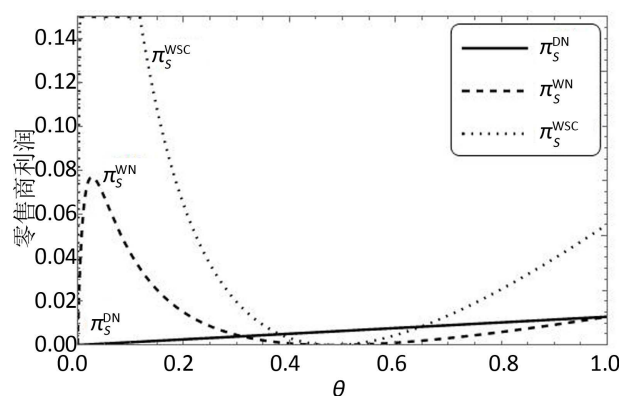


Figure 3. Trend in retail prices with θ

图 3. 零售价格随 θ 变化趋势

Figure 4. Trends in profits of suppliers with θ 图 4. 奢侈品供应商利润随 θ 变化趋势Figure 5. Trends in profits of retailers with θ 图 5. 传统零售商利润随 θ 变化趋势

加, WSC 模式下奢侈品供应商的批发价格均高于不采用区块链技术时的批发价格。

见图 3, 传统零售商的零售价格存在以下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式。首先随着 θ 的不断升高, 引入 B2C 共享平台时的零售价格是不不断降低的, 而不引入 B2C 共享平台时的零售价格是不不断升高的。其次, 采用区块链技术时传统零售商的零售价格均高于不采用区块链技术时的零售价格。

见图 4, 当引入区块链技术成本小于阈值时, 此时奢侈品供应商的最优利润大小存在以下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式, 即当奢侈品供应商选择拓宽分销渠道, 引入 B2C 共享平台时, 奢侈品供应商可以获得更大的利润, 当奢侈品供应商在引入 B2C 共享平台的基础上采用区块链技术来提高服务水平时, 同样可以提高奢侈品供应商的最优利润, 由此可以证明推论 2 与推论 3 结论。同时从图中的变化趋势来看, 奢侈品供应商的利润随着高使用类型消费者比例 θ 减少而增大, 说明当奢侈品单件奢侈品可供循环共享使用达一定次数时, 此时奢侈品进行共享的利润要大于零售的零润, 这也符合显示相关企业披露利润情况。

见图 5, 对于传统零售商来说, 当不引入 B2C 共享平台时, 传统零售商的利润与高使用类型消费者比例呈正相关, 当引入 B2C 共享平台后, 由于相互之间的竞争与奢侈品成本的升高而迫使传统零售商不得不提高或降低零售价格, 而不同的高使用类型消费者比例时, 消费者对价格的敏感程度不同, 因此当高使用类型消费者比例逐渐下降时, 传统零售商的利润先下降, 然后上升然后下降, 符合推论 2 与推论 3 相关结论。

见图 6, 对于 B2C 共享平台而言, 引入区块链技术后, 奢侈品租赁价格高于不引入区块链时, 且随着 θ 的不断降低, B2C 共享平台时的租赁价格是不不断升高的, 这也是由于批发价格上升导致的, 同时对

比图 2, 图 3 明显看出租赁价格的变化幅度大大小于批发价格, 零售价格的变化幅度, 说明奢侈品价格越高越有利于租赁需求的扩大。

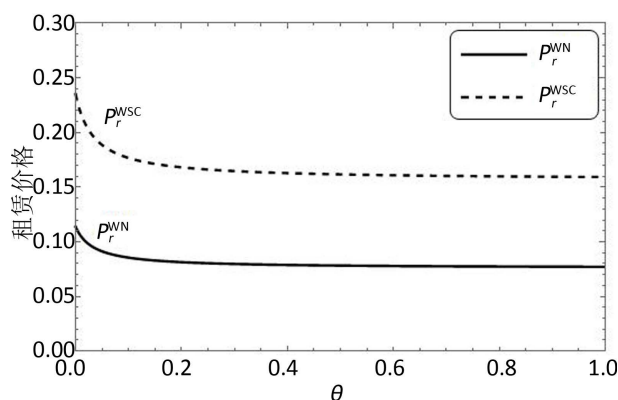


Figure 6. Trend in rental prices with θ

图 6. 租赁价格随 θ 变化趋势

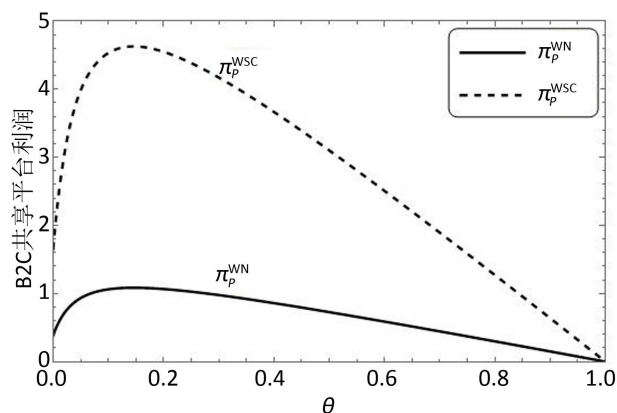


Figure 7. B2C sharing platform profit trends with θ

图 7. B2C 共享平台利润随 θ 变化趋势

见图 7, 对于 B2C 共享平台来说, B2C 共享平台利润先随 θ 增大而增大, 然后随着 θ 增大而减小, 这与推论 2 结论相符合。

6.2. 消费者的敏感系数对零售共享混合双渠道模式下供应链各成员的定价和利润的影响

由于时尚奢侈品行业不同于其他行业, 消费者对奢侈品检验与评估所需时间、产品检验结果为假的概率以及产品质量卫生情况不合格情况发生的概率具有一定程度的敏感性, 而区块链技术的应用恰恰可以极大程度改善奢侈品行业存在的问题, 给消费者提供更优的服务。接下来, 将分析奢侈品检验与评估所需时间、产品检验结果为假的概率以及产品质量卫生情况不合格情况发生的概率的敏感系数影响下的最优定价以及参与者的最优销售模式, 由于三个敏感系数数例分析结果基本一致, 故这里以奢侈品检验与评估所需时间的敏感系数为例, 进行数例分析, 假设 $\theta = 0.6$, $0 < \beta < 1$ 。

见图 8、见图 9 及见图 10, 无论在何种模式下, 批发价格、传统零售价格以及共享租赁价格都随奢侈品产品检验与评估需要时间的敏感系数的增加而降低。见图 8, 批发价格存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式; 见图 9, 传统零售价格存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式; 见图 10, B2C 共享平台租赁价格存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式。

见图 11、见图 12 及见图 13, 当引入区块链技术所需成本小于某一阈值时, 无论在何种模式下, 奢侈品供应商的最优利润都随奢侈品产品检验与评估需要时间的敏感系数的增加而降低, 同时引入区块链技术后供应链各成员的最优利润均高于不采用区块链技术时供应链各成员的最优利润。见图 11, 奢侈品供应商最优利润存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式; 见图 12, 传统零售商最优利润存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式 > DN 模式; 见图 13, B2C 共享平台最优利润存在如下关系: WSC 模式 > WN 模式。

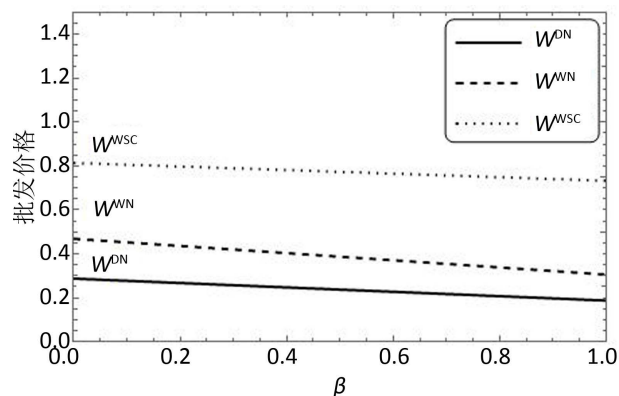


Figure 8. Trend in wholesale prices with β

图 8. 批发价格随 β 变化趋势

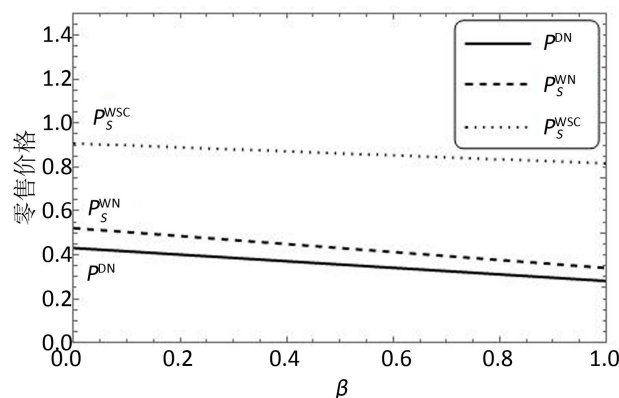


Figure 9. Trend in retail prices over time β

图 9. 零售价格随 β 变化趋势

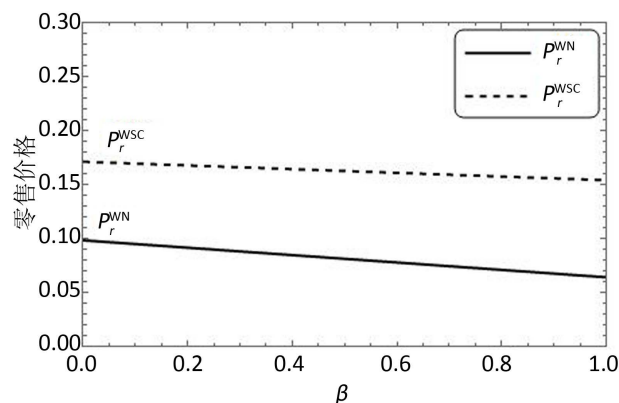


Figure 10. Trend in rental prices with β

图 10. 租赁价格随 β 变化趋势

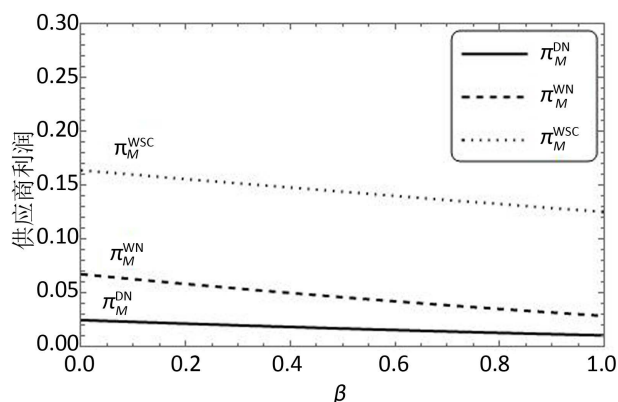


Figure 11. Trend in luxury supplier profits with β

图 11. 奢侈品供应商利润随 β 变化趋势

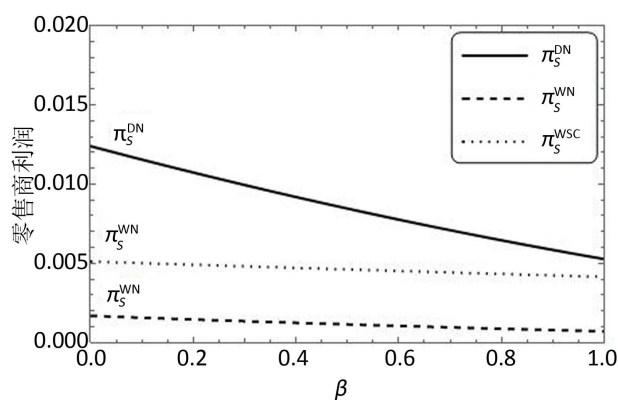


Figure 12. Trend in profits of retailers with β

图 12. 传统零售商利润随 β 变化趋势

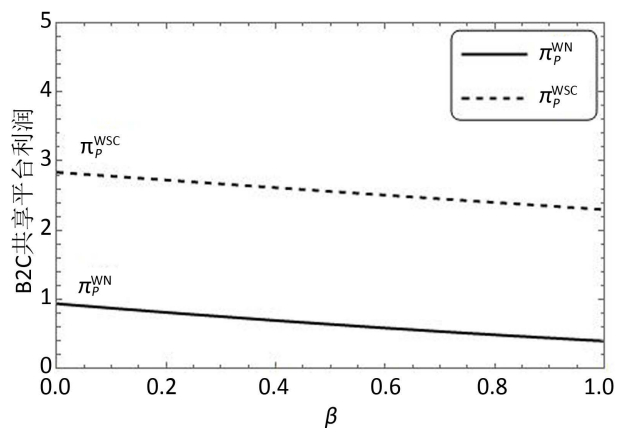


Figure 13. Trend in profits of B2C sharing platforms with β

图 13. B2C 共享平台利润随 β 变化趋势

7. 结论

本文主要研究结论包括: 1) 在零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下, 无论是否引入区块链技术, 批发价格、零售价格、租赁价格均与高使用类型消费者的比例大小 θ 呈反比关系。2) 在不采用区块链技术时零售单渠道模式下, 奢侈品供应商与传统零售商的最优利润与高使用类型消费者的比例大小 θ 呈正

比关系。在零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式下, 无论是否采用区块链技术, 奢侈品供应商最优利润与高使用类型消费者的比例大小 θ 呈反比关系, 传统零售商最优利润随着高使用类型消费者比例的增大先增大后减小然后增大。3) 无论是否引入区块链技术, 当引入 B2C 共享平台后, 零售 + B2C 共享平台混合双渠道下的奢侈品供应商的最优利润总是高于传统零售单渠道模式下的奢侈品供应商利润; 而传统零售商的最优利润则由于 B2C 共享平台竞争的出现受到一定程度的影响, 但当 θ 在一定范围内时, 引入 B2C 共享平台后传统零售商的最优利润仍然大于传统零售单渠道模式下传统零售商的利润。4) 当引入区块链技术时, 只有奢侈品供应商制定的批发价格受单位验证费用 f 的影响, 对零售价格、租赁价格以及供应链成员利润均不受 f 的影响。5) 当引入区块链技术成本小于某一阈值时, 引入区块链技术下零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式奢侈品供应商的最优利润高于不引用区块链技术下的最优利润。6) 当奢侈品供应商引入区块链技术服务水平, 对于传统零售商而言, 引入区块链技术下零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式传统零售商的最优利润高于不引入区块链技术下零售 + B2C 共享平台混合双渠道模式的最优利润, 但引入 B2C 共享平台后传统零售商最优利润的大小关系与高使用类型消费者比例 θ , 以及奢侈品可供循环共享循环频率有关。

上述结论有如下启示: 1) 对于奢侈品供应商而言, 在传统零售渠道外开辟新的共享渠道可以增加奢侈品的需求, 故引入 B2C 共享平台后奢侈品供应商的利润要高于传统零售渠道下, 且当奢侈品可循环共享次数较大时, 如奢侈品包包, 珠宝首饰, 奢侈品共享所能带来的收益要高于奢侈品零售, 此时高使用类型消费者比例越小, 奢侈品供应商的最优利润就更大, 此时奢侈品供应商应该尝试引入 B2C 共享平台。奢侈品供应商考虑是否引入区块链技术取决于消费者对奢侈品检验所需时间, 奢侈品检验结果为假和奢侈品质量卫生情况的敏感系数的大小以及奢侈品供应商引入区块链技术所需要的成本费用的大小。2) 对于传统零售商而言, 当引入 B2C 共享平台时, 由于竞争关系, 传统零售商的利润大小与奢侈品的共享循环次数以及高使用类型消费者的比例 θ 有关, 故在一定阈值内, 单零售渠道下传统零售商的利润小于引入 B2C 共享平台时的利润, 其余情况下传统零售渠道下的传统零售商利润大于引入 B2C 共享平台时的利润; 另外当奢侈品供应商引用区块链技术时, 对传统零售商来说是奢侈品质量的提升, 有助于传统零售商的最有利润的提高; 总体来说, 引入 B2C 共享平台大部分情况对传统零售商来说是不利的, 采用区块链技术对传统零售商来说是有利的。

参考文献

- [1] Bhaskaran, S.R. and Gilbert, S.M. (2005) Selling and Leasing Strategies for Durable Goods with Complementary Products. *Management Science*, **51**, 1278-1290. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1050.0421>
- [2] Aras, N., Güllü, R. and Yürülmez, S. (2011) Optimal Inventory and Pricing Policies for Remanufacturable Leased Products. *International Journal of Production Economics*, **133**, 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.01.024>
- [3] Gilbert, S.M., Randhawa, R.S. and Sun, H. (2014) Optimal Per-Use Rentals and Sales of Durable Products and Their Distinct Roles in Price Discrimination. *Production and Operations Management*, **23**, 393-404. <https://doi.org/10.1111/poms.12050>
- [4] 刘咏梅, 丁纯洁, 廖攀. 考虑损失厌恶零售商的混合渠道库存决策问题[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(5): 1199-1210.
- [5] 杨爱峰, 王文婷, 胡小建. 基于回收再制造的耐用品租赁/销售双渠道模型[J]. 系统工程, 2016, 34(1): 91-95.
- [6] Helo, P. and Hao, Y. (2019) Blockchains in Operations and Supply Chains: A Model and Reference Implementation. *Computers & Industrial Engineering*, **136**, 242-251. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.023>
- [7] Kamblea, S.S., Gunasekaran, A. and Sharma, R. (2020) Modeling the Blockchain Enabled Traceability in Agriculture Supply Chain. *International Journal of Information Management*, **52**, Article ID: 101967. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.023>
- [8] Tonnisson, S. and Teuteberg, F. (2020) Analyzing the Impact of Blockchain-Technology for Operations and Supply Chain Management: An Explanatory Model Drawn from Multiple Case Studies. *International Journal of Information*

-
- Management*, **52**, 146-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.05.009>
- [9] Choi, T.-M. and Luo, S.Y. (2019) Data Quality Challenges for Sustainable Fashion Supply Chain Operations in Emerging Markets: Roles of Blockchain, Government Sponsors and Environment Taxes. *Transportation Research Part E*, **131**, 139-152. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.09.019>
- [10] 苏应生, 张宇婧, 任栋. 供应链买方中介融资模式研究——基于区块链技术的视角[J]. 财经科学, 2020(5): 43-51.
- [11] 梁晓颖, 王利君. 基于区块链技术的服装供应链研究[J]. 毛纺科技, 2020, 48(3): 65-70.
- [12] 闫妍, 张锦. 基于区块链技术的供应链主体风险规避研究[J]. 工业工程与管理, 2018, 23(6): 33-42.
- [13] 王鑫, 陈力源. 基于区块链技术多层供应链金融体系的优势、价值及构建——信用无损失传递微观视角下的分析[J]. 南方金融, 2020(1): 60-68.
- [14] 梁喜, 肖金凤. 基于区块链和消费者敏感的双渠道供应链定价与渠道选择[J/OL]. 中国管理科学: 1-12. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.1755>, 2021-11-19.

附录

推论 1 证明:

$$1) \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \theta} = \frac{(1-A)^2}{8} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_S^{*DN}}{\partial \theta} = \frac{(1-A)^2}{16} > 0, \quad \frac{\partial \Pi^{*DN}}{\partial \theta} = \frac{3(1-A)^2}{16} > 0;$$

$$2) \frac{\partial W^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{-(1-A)(n-H_L)n}{2(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{-(1-A)(n-H_L)n}{4(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0, \quad \frac{\partial P_r^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{-(1-A)(n-H_L)}{4(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0.$$

推论 2 证明:

$$1) \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{(1-A)^2(H_L-n)n}{8(H_L(-1+\theta)-n\theta)^2} < 0;$$

$$2) \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{(1-A)^2 n(2(n-H_L)\theta+H_L)(2n^2\theta^2-H_L n(2-5\theta+4\theta^2)+H_L^2(3-5\theta+2\theta^2))}{-16H_L(H_L-H_L\theta+\theta)^3}, \text{ 其二阶导数}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta^2} = -\frac{(1-A)^2(n-H_L)n(H_L^2(1-\theta)+4n^2\theta+H_L n(1-3\theta))}{8(H_L+\theta-H_L\theta)^4} < 0, \text{ 令一阶导数为 0, 当 } H_L < \frac{2n}{3} \text{ 时, 可解}$$

$$\text{得 } \theta_1 = \frac{-5H_L + \sqrt{(16n+H_L)H_L}}{4(n-H_L)}, \quad 0 < \theta_1 < 1 \text{ (令两解小于 0 不符合实际情况, 故舍去), 故当 } 0 < \theta < \theta_1,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \text{ 当 } \theta > \theta_1, \quad \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} < 0; \text{ 当 } \frac{2n}{3} < H_L < n \text{ 时, 一阶导为 0 在 } [0,1] \text{ 内无解, 当 } \theta = 0 \text{ 时, 其一}$$

$$\text{阶导数在 } [0,1] \text{ 内取到最大值, 此时 } \frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \theta} < 0, \text{ 证毕。}$$

$$3) \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} = \frac{(1-A)^2(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)(2H_L^2(1-\theta)^2+\theta n^2(1+2\theta)-nH_L(1-3\theta+4\theta^2))}{16(-H_L+H_L\theta-n\theta)^3}, \text{ 令其一阶}$$

$$\text{导数 } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} = 0, \text{ 解得 } \theta_2 = \frac{\sqrt{n(16H_L+n)}-(n+4H_L)}{4(n-H_L)}, \quad \theta_3 = 1 - \frac{n}{2(n-H_L)} \text{ (还有一解为负, 不符合实际情}$$

$$\text{况, 故舍去)。其二阶导数 } \frac{\partial^2 \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta^2} = \frac{(1-A)^2(n-H_L)n(H_L(2-3\theta)-4H_L^2(1-\theta)-n^2\theta)}{8(H_L+n\theta-H_L\theta)^4}; \text{ 当 } H_L < \frac{n}{2},$$

$$0 < \theta_2 < \theta_3 < 1. \text{ 令二阶导数 } \frac{\partial^2 \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta^2} = 0, \text{ 解得 } \theta = \frac{2(2H_L^2-nH_L)}{(H_L-n)(n+4H_L)}, \text{ 当 } \theta \leq \frac{2(-nH_L+2H_L^2)}{(H_L-n)(n+4H_L)} \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta^2} \leq 0, \text{ 当 } \theta > \frac{2(-nH_L+2H_L^2)}{(H_L-n)(n+4H_L)} \text{ 时, } \frac{\partial^2 \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta^2} > 0, \text{ 当 } \theta = \frac{2(-nH_L+2H_L^2)}{(H_L-n)(n+4H_L)} \text{ 时, 零售商利润函数}$$

$$\text{的一阶导数取最小值, 因 } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} < 0, \text{ 又因 } \theta = 0 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \theta = 1 \text{ 时, } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \text{ 又因 } 0 < \theta_2 < \theta_3 < 1,$$

$$\text{在 } \theta_2、\theta_3 \text{ 两点取到极值, 故当 } \theta_2 < \theta < \theta_3 \text{ 时, 零售商利润函数为单调减函数; 当 } 0 < \theta < \theta_2 \text{ 或 } \theta_3 < \theta < 1 \text{ 时,}$$

$$\text{零售商利润函数为单调增函数; 当 } H_L > \frac{n}{2} \text{ 时, } \theta_2 < 0 \text{ 且 } \theta_3 < 0, \quad \frac{2(2H_L^2-nH_L)}{(H_L-n)(n+4H_L)} < 0, \text{ 故当 } \theta > 0 \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta^2} > 0, \text{ 此时 } \theta = 0, \quad \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \text{ 故在 } [0,1] \text{ 内, } \frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \theta} > 0, \text{ 此时, 零售商利润函数为单调增函数。}$$

推论 3 证明:

$$1) W^{*WN} - W^{*DN} = \frac{(1-A)(1-\theta)(n-H_L)}{2(H_L - H_L\theta + n\theta)} > 0, \quad P_s^{*WN} - P_s^{*DN} = \frac{(1-A)(1-\theta)(n-H_L)}{4(H_L - H_L\theta + n\theta)} > 0.$$

$$2) \Pi_M^{*WN} - \Pi_M^{*DN} = \frac{(1-A)^2(n+n\theta-H_L\theta)(1-\theta)}{8(H_L - H_L\theta + n\theta)} > 0,$$

$$3) \Pi_s^{*WN} - \Pi_s^{*DN} = \frac{(1-A)^2\theta(1-\theta)(n-H_L)(n-3H_L-3n\theta+3H_L\theta)}{16(H_L + n\theta - H_L\theta)^2}, \quad \text{当 } \frac{n-3H_L}{3n-3H_L} < \theta < 1 \text{ 时,}$$

$\Pi_s^{*WN} - \Pi_s^{*DN} < 0$, 当 $0 < \theta < \frac{n-3H_L}{3n-3H_L}$ 时, $\Pi_s^{*WN} - \Pi_s^{*DN} > 0$; 故如果 $0 < H_L < \frac{n}{3}$, 此时当 $\frac{n-3H_L}{3n-3H_L} < \theta < 1$,

$\Pi_s^{*DN} > \Pi_s^{*WN}$, 当 $0 < \theta < \frac{n-3H_L}{3n-3H_L}$ 时, $\Pi_s^{*DN} < \Pi_s^{*WN}$; 如果 $H_L > \frac{n}{3}$, 此时 $\Pi_s^{*DN} > \Pi_s^{*WN}$ 一定成立。

推论 4 证明:

$$1) \frac{\partial W^{*DN}}{\partial t} = \frac{-\beta}{2} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial t} = \frac{-3\beta}{4} < 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial t} = \frac{-\beta(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial t} = \frac{-\beta(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} < 0; \quad \frac{\partial W^{*DN}}{\partial e} = \frac{\gamma}{2} > 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial e} = \frac{3\gamma}{4} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial e} = \frac{\gamma(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial e} = \frac{\gamma(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} > 0;$$

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial h} = \frac{\alpha}{2} > 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial h} = \frac{3\alpha}{4} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial h} = \frac{\alpha(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial h} = \frac{\alpha(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} > 0;$$

$$2) \frac{\partial W^{*WN}}{\partial t} = \frac{-\beta n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial t} = \frac{-3\beta n}{4(H_L + n\theta - H_L\theta)} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial t} = \frac{-n\beta(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta) + 4n\theta} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial t} = \frac{\beta(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2\theta}{-8(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial t} = \frac{-n\beta(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta + H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} < 0; \quad \frac{\partial W^{*WN}}{\partial e} = \frac{\gamma n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)} > 0,$$

$$\frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial e} = \frac{3\gamma n}{4(H_L + n\theta - H_L\theta)} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial e} = \frac{\gamma n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta) + 4n\theta} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial e} = \frac{\gamma n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2\theta}{8(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial e} = \frac{\gamma n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta + H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} > 0; \quad \frac{\partial W^{*WN}}{\partial h} = \frac{\alpha n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)} > 0,$$

$$\frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial h} = \frac{3\alpha n}{4(H_L + n\theta - H_L\theta)} > 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial h} = \frac{\alpha n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta) + 4n\theta} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial h} = \frac{\alpha n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2 \theta}{8(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial h} = \frac{\alpha n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta+H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} > 0.$$

推论 5 证明:

$$1) \quad \frac{\partial W^{*DN}}{\partial \beta} = \frac{-t}{2} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \beta} = \frac{-3t}{4} < 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \beta} = \frac{-t(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \beta} = \frac{-t(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} < 0; \quad \frac{\partial W^{*DN}}{\partial \gamma} = \frac{-(1-e)}{2} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \gamma} = \frac{-3(1-e)}{4} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \gamma} = \frac{-(1-e)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} < 0, \quad \frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \gamma} = \frac{-(1-e)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} < 0;$$

$$\frac{\partial W^{*DN}}{\partial \alpha} = \frac{-1+h}{2} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*DN}}{\partial \alpha} = \frac{-3(1-h)}{4} < 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*DN}}{\partial \alpha} = \frac{-(1-h)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{4} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*DN}}{\partial \alpha} = \frac{-(1-h)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)\theta}{8} < 0;$$

$$2) \quad \frac{\partial W^{*WN}}{\partial \beta} = \frac{-nt}{2(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \beta} = \frac{-3nt}{4(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \beta} = \frac{-nt(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta)+4n\theta} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \beta} = \frac{-t(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2 \theta}{8(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \beta} = \frac{-nt(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta+H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0; \quad \frac{\partial W^{*WN}}{\partial \gamma} = \frac{-(1-e)n}{2(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0,$$

$$\frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \gamma} = \frac{-3n(1-e)}{4(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0, \quad \frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \gamma} = -\frac{n(1-e)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta)+4n\theta} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \gamma} = -\frac{(1-e)n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2 \theta}{8(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \gamma} = -\frac{(1-e)n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta+H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial W^{*WN}}{\partial \alpha} = \frac{-(1-h)n}{2(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0, \quad \frac{\partial P_s^{*WN}}{\partial \alpha} = \frac{-3(1-h)n}{4(H_L+n\theta-H_L\theta)} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_M^{*WN}}{\partial \alpha} = \frac{-n(1-h)(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)}{4H_L(1-\theta)+4n\theta} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_s^{*WN}}{\partial \alpha} = \frac{-(1-h)n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(n-2H_L(1-\theta)-2n\theta)^2 \theta}{8(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial \Pi_p^{*WN}}{\partial \alpha} = \frac{-(1-e)n(1-t\beta-(1-e)\gamma-(1-h)\alpha)(1-\theta)(2\theta+H_L(1-2\theta))^2}{8H_L(H_L+n\theta-H_L\theta)^2} < 0$$

推论 6 证明:

$$1) \frac{\partial W^{*WSC}}{\partial f} = -1; \quad 2) \frac{\partial \Pi_M^{*WSC}}{\partial C_{SC}} = -1。$$

推论 7 证明:

$$1) P_s^{*WN} - P_s^{*WSC} = \frac{B-A}{4} \left(2 + \frac{n}{H_L + n\theta - H_L\theta} \right) < 0, \quad P_r^{*WN} - P_r^{*WSC} = \frac{B-A}{4} \left(\frac{2}{H_L} + \frac{1}{H_L + n\theta - H_L\theta} \right) < 0,$$

$$\Pi_s^{*WN} - \Pi_s^{*WSC} = \frac{\left((1-A)^2 - (1-B)^2 \right) (n - 2H_L(1-\theta) - 2n\theta)^2 \theta}{16(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} < 0,$$

$$\Pi_p^{*WN} - \Pi_p^{*WSC} = -\frac{\left((1-A)^2 - (1-B)^2 \right) (1-\theta)n(2n\theta - H_L(1-2\theta))^2}{16H_L(H_L + n\theta - H_L\theta)^2} < 0。$$

$$2) \text{ 由于 } W^{*WN} - W^{*WSC} = f - \frac{n[(t-T)\beta + (1-e)\gamma + (1-h)\alpha]}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)}, \text{ 令 } W^{*WN} - W^{*WSC} < 0, \text{ 求解得}$$

$$f < \frac{((t-T)\beta + (1-e)\gamma + (1-h)\alpha)n}{2(H_L + n\theta - H_L\theta)}。$$

$$3) \text{ 由于 } \Pi_M^{*WN} - \Pi_M^{*WSC} = \frac{n\left((1-t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha)^2 - (1-T\beta)^2 \right)}{8H_L(1-\theta) + 8n\theta} + C_{SC}, \text{ 令 } \Pi_M^{*DN} - \Pi_M^{*DSC} < 0, \text{ 解得}$$

$$C_{SC} < \frac{n\left((1-T\beta)^2 - (1-t\beta - (1-e)\gamma - (1-h)\alpha)^2 \right)}{8H_L(1-\theta) + 8n\theta}。$$