

分类号: F273.2

密 级: 公开

学校代码: 10363

学 号: 2210720118



安徽工程大学

Anhui Polytechnic University

硕士学位论文

题 目 不同退货策略下考虑用户隐私关
切的全渠道个性化推荐决策研究

论 文 作 者 周雅莉

指 导 教 师 程晋石 教授

学 科 (专 业) 管理科学与工程

研 究 方 向 物流与供应链管理和消费者行为研究

论文提交日期: 2024 年 6 月 3 日

分类号: F273.2

密 级: 公开

单位代码: 10363

学 号: 2210720118

题 目 不同退货策略下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究

英文并列

题 目 RESEARCH ON OMNI-CHANNEL PERSONALIZED
RECOMMENDATION DESIGN MAKING
CONSIDERING USERS' PRIVACY CONCERNS UNDER
DIFFERENT RETURN STRATEGIES

学生姓名: 周雅莉

指导教师: 程晋石 教授

专 业: 管理科学与工程

研究方向: 物流与供应链管理和消费者行为研究

论文答辩日期: 2024 年 5 月 29 日

安徽工程大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：我恪守学术道德，崇尚严谨学风。所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已明确注明和引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品及成果的内容。论文为本人亲自撰写，我对所写的内容负责，并完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：周雅莉

日期：2024年6月3日

安徽工程大学学位论文版权使用授权书

学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅或借阅。本人授权安徽工程大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密 ☐，在 ____ 年解密后适用本版权书。

本学位论文属于

不保密 ☒。

学位论文作者签名：周雅莉

日期：2024 年 6 月 3 日

指导教师签名：程书石

日期：2024 年 6 月 3 日

不同退货策略下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究

摘 要

为满足用户对产品的线下体验需求，一些在线零售商增设了“线上下单+线下取货”（Buy Online and Pick up in Store, BOPS）购物渠道，即用户可提前在线下单，并前往线下店铺自提产品。BOPS 全渠道模式的应用，为零售商带来了更高的收益。然而，在线购物时用户极易购买到不符合其需求的产品。为吸引更多在线用户，部分零售商提供退货退款服务。目前，根据产品属性不同，在线市场中存在三种退货形式，即不退货、同渠道退货和跨渠道退货。

当用户通过在线购物平台选购产品时，其隐私信息存在一定风险，这引起了用户的隐私关切行为。隐私关切行为不仅减弱了用户在线购买意愿，也对零售商的决策和利润造成影响。此外，在线搜索产品的时间越长，用户越有可能放弃购买决策。因此，一些零售商借助于个性化推荐系统，向用户快速推荐符合其需求的产品。显然，推荐系统准确性受用户隐私关切行为影响，且研发成本也是限制零售商采用推荐系统的重要因素。

综上所述，本文以单个 BOPS 全渠道零售商为研究对象，研究在不同退货策略下，用户隐私关切行为对各隐私市场的零售商决策和利润的影响。本文主要结论如下：

(1) 不允许退货情形下，研究用户隐私关切行为对 BOPS 全渠道零售商的个性化推荐策略选择的影响。研究表明：非隐私关切型市场中实施个性化推荐策略是有益的；当隐私关切程度较低时，零售商应在隐私关切型市场采用个性化推荐策略；混合型市场中个性化推荐策略并不一定是最优策略；当市场需求不确定时，随机需求变动量和用户隐私关切行为共同限制个性化推荐策略的实施；当市场需求函数形式为幂需求函数时，零售商在任意市场中均可采用个性化推荐策略。

(2) 同渠道退货情形下，研究退货和用户隐私关切行为对 BOPS 全渠道零售商的个性化推荐策略选择的影响。研究表明：（非）隐私关切型市场中个性化推荐策略为占优策略，且零售商可在隐私关切程度下开设在线购物平台；混合型市场个性化推荐策略的采用受退货和隐私关切行为限制；基本退货量、隐私关切程度以及隐私关切型用户占比（个性化推荐敏感系数）负向（正向）影响零售商的决策和利润。

(3) 跨渠道退货情形下，研究用户隐私关切行为和隐私保护需求对 BOPS 全渠道零售商的个性化推荐策略选择的影响。研究表明：当提供隐私保护服务时，三种隐私市场下中实施个性化推荐策略均是有利的；到店麻烦成本和用户对到店麻烦成本的厌恶程度（隐私关切型用户占比和隐私关切程度）负（正）向影响个性化推荐策略实施效果；在混合型市场中，当隐私关切型用户占比较小（大）时，全渠道零售商应着重提高个性化推荐（隐私保护）服务水平。

关键词：BOPS 全渠道，个性化推荐，隐私关切，退货，隐私保护

RESEARCH ON OMNI-CHANNEL PERSONALIZED RECOMMENDATION DESIGN MAKING CONSIDERING USERS' PRIVACY CONCERNS UNDER DIFFERENT RETURN STRATEGIES

ABSTRACT

In order to meet the needs of users for the offline experience of products, some online retailers have added Buy Online and Pick up in Store (BOPS) shopping channels, which allows users place orders online in advance and go to offline stores to pick up their products. The application of BOPS omni-channel model has brought higher benefits to retailers. However, it is extremely easy for users to purchase products that do not meet their needs when shopping online. To attract more online users, some retailers provide return and refund services. Currently, depending on the product attributes, there are three forms of returns in the online marketplace, namely, no returns, same-channel returns, and cross-channel returns.

When users purchase products through online shopping platforms, their privacy information is at risk, which causes users' privacy concerns. Privacy concerns not only weaken users' online purchase intention, but also affect retailers' decision-making and profits. In addition, the longer the user searches the product online, the more likely it is to give up the

purchase decision. Therefore, some retailers have resorted to personalized recommendation systems to quickly recommend products to users that meet their needs. Obviously, the accuracy of the recommendation system is affected by the users' privacy concerns, and the R & D cost is also an important factor limiting the retailers' adoption of the recommendation system.

In summary, this paper takes a single BOPS omni-channel retailer as the research object, and studies the impact of user privacy concerns on the decision-making and profit of retailers in each privacy market under different return strategies. The main conclusions of this paper are as follows:

(1) In the case that returns are not allowed, the influence of users' privacy concerns on the personalized recommendation strategy selection of BOPS omnichannel retailers is studied. The results show that: it is beneficial to implement personalized recommendation strategy in non-privacy-concerned market; retailer should adopt the personalized recommendation strategy in privacy-concerned market when the level of privacy concern is low; personalized recommendation strategy is not necessarily the optimal strategy in mixed market; when the market demand is uncertain, the random demand variation and the users' privacy concerns limit the implementation of personalized recommendation strategy; when the form of market demand function is in the form of a

power demand function, omnichannel retailer will adopt personalized recommendation strategy in any market.

(2) In the case of return in the same channel, the influence of return and user privacy concerns on the personalized recommendation strategy choices of BOPS omni-channel retailers is studied. The research shows that: the personalized recommendation strategy is the dominant strategy in the (non) privacy-concerned market, and retailer can open an online shopping platform under any degree of privacy concerns; the adoption of personalized recommendation strategies in mixed markets is limited by returns and privacy-concerned behavior; the basic return volume, the degree of privacy and the proportion of privacy-concerned users (the sensitivity coefficient of personalized recommendation) negatively (positively) affect the retailer's decisions and profits.

(3) In the case of cross-channel returns, the influence of users' privacy concerns and privacy protection needs on the personalized recommendation strategy selection of BOPS omnichannel retailers is studied. The results show that: it is beneficial to implement the personalized recommendation strategy when providing privacy protection services; the cost of in-store hassle and the aversion of users to the cost of in-store hassle (the proportion of privacy-concerned users and the degree of privacy concerns) negatively (positively) affect the implementation effect of personalized recommendation strategy; in the mixed market,

when the proportion of privacy-concerned users is relatively small (large), omnichannel retailer should focus on improving the level of personalized recommendation (privacy protection) services.

KEY WORDS : BOPS omnichannel, personalized recommendation, privacy concerns, returns, privacy protection

Author: Yali Zhou (school of economics and management)

Supervised by: Professor Jinshi Cheng

目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	III
第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景和研究意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 研究内容、方法和技术路线.....	3
1.2.1 研究内容.....	3
1.2.2 研究方法.....	4
1.2.3 技术路线.....	5
1.3 本文主要创新点.....	6
第 2 章 文献综述.....	7
2.1 BOPS 全渠道决策相关研究.....	7
2.2 用户隐私相关研究.....	8
2.3 个性化推荐相关研究.....	8
2.4 退货相关研究.....	9
2.5 研究现状述评.....	10
第 3 章 不退货模式下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究.....	12
3.1 模型描述与假设.....	12
3.1.1 模型描述.....	12
3.1.2 假设与符号说明.....	13
3.2 不退货模式下模型的均衡解.....	15
3.2.1 未采用个性化推荐策略（N 策略）.....	15
3.2.2 采用个性化推荐策略（Y 策略）.....	20
3.2.3 策略对比分析.....	24
3.3 数值仿真分析.....	26

3.4 鲁棒性分析	32
3.5 本章小结	35
第4章 同渠道退货模式下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究	37
4.1 模型描述与假设	37
4.1.1 模型描述	37
4.1.2 假设和符号说明	38
4.2 同渠道退货模式下模型的均衡解	39
4.2.1 无个性化推荐策略情形	39
4.2.2 有个性化推荐策略情形	44
4.2.3 策略对比分析	49
4.3 数值仿真分析	52
4.4 本章小结	55
第5章 跨渠道退货模式下考虑隐私保护的全渠道个性化推荐决策研究	57
5.1 模型描述和假设	57
5.1.1 模型描述	57
5.1.2 假设和符号说明	58
5.2 跨渠道退货模式下模型的均衡解	59
5.2.1 无隐私保护和个性化推荐服务情形	59
5.2.2 考虑隐私保护需求的个性化推荐服务情形	62
5.2.3 策略对比分析	65
5.3 数值仿真分析	70
5.4 本章小结	73
第6章 结论与展望	75
6.1 全文总结	75
6.2 论文展望	77
参考文献	78

附录.....	83
攻读硕士学位期间发表的学术论文	86
致谢.....	87

第 1 章 绪论

1.1 研究背景和研究意义

1.1.1 研究背景

随着信息技术的快速发展，线上购物越来越便捷，用户可以随时随地通过移动手机端进行产品选购。由于门店布局的有限性，用户选择在线购物时可以浏览更多产品，还可以避免线下门店缺货风险。根据商务部发布的数据显示，2023 年度我国网络零售金额达到 15.74 万亿元，同比增长了 11%^[1]。显然，在线购物已成为数字经济时代重要的组成部分。然而，在线购物时，用户只能通过文字、图片及视频等方式获取产品信息，无法了解产品的整体功能^[2]。为满足用户对产品的线下体验需求，一些在线零售商增设了 BOPS（Buy Online and Pick-up in Store，线上下单、门店取货）购物渠道^[3]，如三福、屈臣氏等纷纷采用了 BOPS 全渠道购物模式。

然而，用户通过在线平台选购产品时，其个人隐私信息被平台所持有。已有研究表明，在线购物存在诸多隐私风险，如在线购物平台会根据用户的历史购买记录进行个性化定价^[4-6]、为获利便将用户隐私数据共享给第三方^[7-8]以及用户隐私信息被黑客恶意窃取^[9]等。近年来，在线购物平台隐私数据侵犯事件频发，如 2020 年淘宝的 11.8 亿条用户个人隐私数据被非法窃取，2023 年拼多多被曝出非法搜集用户手机内的隐私信息等。这些隐私事件让用户开始关注个人隐私信息，用户在使用在线购物平台时，可能会采用回避或提供虚假信息^[10]，甚至可能放弃在线购买决策^[11]。

此外，相较于实体门店，在线购物平台产品种类众多，用户在线选购产品时间增长，这可能会导致用户流失。为此，一些在线零售商选择引入个性化推荐系统^[12]，以此降低用户在线搜索时间和提升用户购物体验。例如，部分平台 APP 根据用户的个人特征针对性地推出“猜你喜欢”界面，向其推荐其可能感兴趣的产品。尽管个性化推荐服务降低了用户的搜索时间，但其所带来的隐私风险日益严重^[13]。为保护用户隐私权益，我国针对互联网平台制定了一系列的法律法规。例如，2021 年施行的《个人信息保护法》和 2022 年施行的《互联网信息服务算

法推荐管理规定》中规定了软件运营商使用用户隐私数据的权限和义务。目前，淘宝、京东和小红书等企业在其 APP 中开启了登录界面隐私使用告知协议，并设置一键关闭个性化推荐服务，即用户可通过关闭个性化推荐来保护个人隐私信息。近年来，用户对个人隐私信息保护需求日益趋升。为满足用户隐私保护需求和响应国家法律法规，网络零售商在用户隐私保护创新上持续投入，如平台加强用户信息管理、号码隐藏服务等。尽管个性化推荐和隐私保护服务能够有效刺激用户在线购物需求，但由此产生的研发成本也是企业无法回避的问题。

在线购物伴随的另一问题是需求与产品的不匹配。由于无法真实感受产品，用户网购后可能发现产品与其心理预期不符，由此导致其在线购物意愿减弱。由于部分产品具有时效性和价值较高，零售商不支持退货请求。而针对些时效性较弱和价值较低的产品，为吸引更多用户在线选购产品，零售商向其提供了“七天无理由退货”服务，允许用户不满意退回产品并全额返还产品价格。目前，BOPS 全渠道在线平台有两种退货模式：(1) 同渠道退货模式，即要求用户按照原购买渠道退回产品，如三福、屈臣氏等；(2) 跨渠道退货模式，即允许用户线上购买的产品退回至实体店铺，如优衣库。显然，零售商的退货承诺为用户提供了购物保证，有效刺激了市场需求。然而，不同的退货策略对零售商的利润和决策制定影响不同。

基于以上研究背景，本文考虑用户隐私关切行为，将市场划分为三种隐私类型。在不同退货策略下，根据 BOPS 全渠道零售商是否实施个性化推荐策略，分别构建三种隐私市场的零售商决策模型，并基于利润最大化求解模型最优解。通过对两种策略均衡结果进行比较分析，给出 BOPS 全渠道零售商的最优策略，并深度分析相关影响因素对均衡结果的作用机制，旨在为 BOPS 全渠道零售商开展个性化推荐服务提供一定的理论支撑和管理建议。

1.1.2 研究意义

1、理论意义

目前，BOPS 全渠道决策领域的很多成果涉及了用户行为因素，研究的内容主要以用户策略行为、公平关切行为和失望厌恶行为为主，极少有研究涉及到用户的隐私关切因素。此外，已有关于用户隐私行为和个性化推荐的研究主要集中

在理论层面，鲜少以量化的方式来研究其对用户以及零售商决策的影响。针对退货策略的研究，多是以双渠道供应链为研究主体。因此，本文将用户隐私关切行为纳入到 BOPS 全渠道零售模式中，探究不同退货策略下零售商的个性化推荐策略选择，丰富了 BOPS 全渠道个性化推荐相关研究。

2、现实意义

近年来，网购平台的隐私侵犯事件层出不穷。这不仅影响用户对网购平台的信任和忠诚度，也给零售商造成了一定的冲击。个性化推荐以用户披露隐私信息为基础，实现产品的精准推荐。显然，用户的隐私关切程度影响其披露信息的数量和准确性。因此，BOPS 全渠道零售商需将隐私因素纳入到决策过程中。此外，不同的退货策略对用户购买决策的影响不同，这也直接影响零售商的决策实施。所以，本文以在线零售业实际经济活动中面临的用户隐私关切问题为背景，以用户关注产品退回运费和隐私保护需求为切入点，将用户隐私行为和零售商个性化推荐服务策略结合起来，从而为零售商决策制定、个性化推荐选择以及提高自身利润提供合理的管理建议。

1.2 研究内容、方法和技术路线

1.2.1 研究内容

本文考虑了单个拥有自主在线购物平台的 BOPS 全渠道零售商，研究不同退货策略下，用户隐私关切行为对其购物决策和零售商定价决策的影响，并在此基础上探究各隐私市场的个性化推荐策略的实施条件，研究内容主要有以下六个方面：

第 1 章：绪论。本章首先介绍用户通过在线平台购买产品存在的问题，即用户隐私风险、在线搜索时间长以及网购产品与实际需求不符等。在此研究背景下，引出了本文的研究内容、意义及方法等，并给出本文的创新之处。

第 2 章：文献综述。通过对 BOPS 全渠道决策、用户隐私、个性化推荐以及退货等领域的国内外相关文献进行梳理总结，找出现有文献尚未涉及的研究领域。在此基础上，结合研究背景，给出本文具体的研究方向。

第 3 章：主要研究用户隐私关切下全渠道零售商的个性化推荐决策。在考虑

用户具有隐私关切行为的基础上,分别构建零售商实施个性化推荐服务前后的各渠道用户效用函数。根据效用函数得到各隐私市场的需求和零售商利润函数,并求出不同策略下各隐私市场的最优解。通过对均衡利润的比较分析,给出零售商在不同隐私市场中个性化推荐策略的实施条件。进一步地,借助敏感性分析研究价格、需求以及利润随影响因素变化的规律,为零售商提供科学的管理建议。最后,研究不同需求函数下零售商个性化推荐策略实施的稳健性。

第4章:主要研究同渠道退货和用户隐私关切下全渠道零售商的个性化推荐决策。在用户具有隐私关切行为和同渠道退货背景下,分别构建全渠道零售商有/无个性化推荐服务的决策模型,根据模型求解出三种隐私市场全渠道零售商的均衡解,采用对比分析的方法得出零售商的最优定价及个性化推荐服务策略选择,并针对退货和隐私关切行为提供合理的改进意见。

第5章:主要研究跨渠道退货背景下考虑用户隐私保护需求的全渠道零售商的个性化推荐决策。以单个 BOPS 全渠道零售商提供跨渠道退货服务为研究背景,以用户隐私关切行为为切入点,分别构建无个性化推荐策略和有隐私保护的个性化推荐策略下的零售商决策模型。在求解模型最优解的基础上,进一步分析相关因素对均衡结果的影响,并探究零售商开设在线平台和个性化推荐策略的必要条件,为全渠道零售商决策提供科学的理论依据。

第6章:结论和展望。对第三、四、五章的研究内容进行归纳总结,根据研究结果给零售商提供相应的管理建议,并针对本研究的不足之处,展望未来的研究方向。

1.2.2 研究方法

根据前文介绍的研究背景,用户的隐私关切行为已然成为 BOPS 全渠道零售商决策时的影响因素。然而,在查阅国内外有关 BOPS 全渠道零售模式的研究中,本文发现少有文献涉及到用户隐私关切行为。在对用户隐私和个性化推荐领域文献的梳理中,本文发现现有研究多是集中在理论层面,以定性的方式去研究相关因素之间的联系。此外,结合实际消费过程中,不同商家提供的退货策略不尽相同,因此,通过对现有文献的总结和归纳,找到本文的主要研究方向,即在不同退货策略下,考虑用户隐私关切对全渠道零售商个性化推荐决策的影响。主要研

究方法如下：

a. 文献分析法

通过查阅 BOPS 全渠道决策、用户隐私、个性化推荐以及退货等四个研究领域的既有文献，找到现有研究中尚未涉及的方向，并借助于已有研究的理论和建模方法，为本研究的开展提供理论依据。

b. 对比分析法

通过构建不采用/采用个性化推荐策略的 BOPS 全渠道零售商决策模型，并根据利润最大化原则求解两种策略的最优解。对两种策略的均衡结果进行对比分析，得到三种隐私市场的最优定价和个性化推荐决策。进一步分析最优决策和利润随影响因素变动趋势，为零售商提出相应的对策建议。

c. 仿真分析法

参考既有文献中对模型中参数赋值，运用 Matlab、Mathematica 等数学软件对模型中的关键参数进行仿真，并生成对应图形，以进一步论证模型的有效性和验证相关命题的准确性。

1.2.3 技术路线

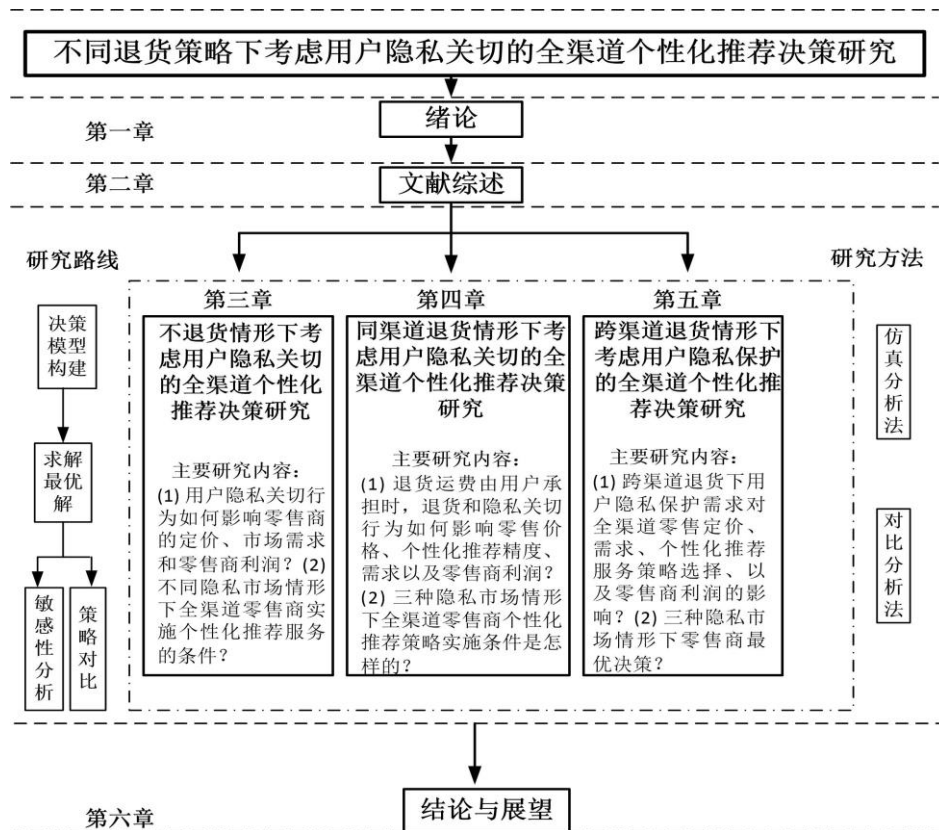


图 1-1 技术路线图

1.3 本文主要创新点

本文在不同退货策略下,研究用户隐私关切行为对 BOPS 全渠道零售商的个性化推荐策略选择的影响。与既有的相关研究进行比较,本研究的主要创新点为:

(1) 在既有的 BOPS 全渠道研究中,尽管有不少学者研究了用户行为因素的影响,但多以用户公平关切、策略性购买以及失望厌恶等为主要研究背景,鲜少有学者考虑到用户隐私因素。然而,在线购物平台所暴露的隐私风险,无疑是影响用户在线购买和零售商定价决策的重要因素。因此,本文在 BOPS 全渠道研究领域中考虑用户隐私关切行为因素,丰富了 BOPS 全渠道领域的研究内容,并具有一定的实践意义。

(2) 本课题定量化研究隐私关切行为因素和个性化推荐服务,将退货、用户隐私关切行为和个性化推荐服务融合到 BOPS 全渠道零售模式中。在不同退货模式下,考虑用户隐私关切行为,构建不同隐私市场的 BOPS 全渠道零售商决策模型。通过对实施个性化推荐策略前后的利润比较,给出各隐私市场在不同退货策略下个性化推荐策略的实施条件,为现实中 BOPS 全渠道零售商个性化推荐策略选择提供有效的参考依据。

第 2 章 文献综述

2.1 BOPS 全渠道决策相关研究

国内外学者从不同角度对 BOPS 全渠道决策进行了大量研究。早期,从传统的双渠道模式转向 BOPS 全渠道模式,学者们主要考虑的是 BOPS 零售模式能否有效提升供应链各方成员利润^[15-16]。Wang 等^[17]基于由两个双渠道零售商组成的竞争市场,构建了零售商是否整合 BOPS 渠道的四个博弈模型,研究结果表明只有当 BOPS 渠道单位运营成本和产品不匹配成本较低时,BOPS 渠道的开设才是有利的。Ge 和 Zhu^[18]在双寡头竞争市场中考虑了用户异质性特征、BOPS 渠道决策先后顺序以及竞争强度等因素,研究得出在一定的 BOPS 渠道成本下,BOPS 渠道的采用可以实现零售商和用户的双赢局面,且先采用 BOPS 模式的零售商更具有竞争优势。Feng 等^[19]的研究表明用户到店麻烦成本非单调性地影响市场需求,BOPS 全渠道零售商应采用动态价格调整以便获取更高收益。

随着 BOPS 全渠道模式的广泛应用,学者们开始关注 BOPS 渠道对供应链决策的影响。Sara 和 Subir^[20]针对由 BOPS 渠道延迟取货造成的库存成本增加和缺货风险,为提供自提服务的实体店铺设计了最优库存策略。Shao^[21]分析了双渠道零售商向全渠道模式进行转变时对供应链绩效的影响,考虑了定价互动和渠道移动策略。Kong 等^[22]对比分析了线上线下统一定价和分别定价两种情形下 BOPS 渠道决策对零售商的均衡价格、需求及利润的影响。李建斌等^[23]基于 BOPS 渠道的交叉购买行为,设计了双边收益契约和混合契约协调机制,给出不同协调机制下供应链成员的最优定价策略。Lin 等^[24]基于线上单渠道和线上线下双渠道两种模式,探究增设 BOPS 渠道对批发价格、零售价格以及产品质量决策的影响。

此外,随着海量数据挖掘深入和消费体验的不断升级,学者们将用户行为因素纳入到全渠道供应链研究领域。例如,Zhang 等^[25]以用户取消在线订单和不满意退货为研究背景,分别构建了纯线上渠道和 BOPS 全渠道两种零售模式下的零售商利润模型,并给出了最优定价和库存决策;范辰等^[26]基于用户具有渠道选择异质性特征,构建了制造商增设 BOPS 渠道前后的 Bertrand 博弈模型,通过求解得到各模型下的最优定价和服务决策,并借助数值仿真比较采用 BOPS 前后的

各方利润，得到了制造商和零售商采用 BOPS 渠道的条件；胡娇等^[27]指出用户在线购物时存在策略行为，给出了不同策略水平下 BOPS 全渠道零售商的最优定价和广告投放策略。

2.2 用户隐私相关研究

随着大数据技术的兴起，市场相关数据的可得性大大提高，但也伴随着杀熟和用户隐私泄露等问题的发生。在线购物平台在未经用户同意或未完全告知用户隐私数据收集范围的情况下，通过收集用户信息进行价格歧视^[28]，如企业可通过完全的价格歧视获取充分的用户剩余^[29]；垄断情形下企业利用用户偏好信息进行分组个性化定价^[30-31]；竞争市场中企业对用户实行跨期价格歧视^[32]。这些研究表明，企业利用用户偏好信息等行为攫取用户剩余，也暗示了用户隐私问题的重要性。近年来，用户隐私方面的研究得到了学界的关注。例如，Arora 和 Jain^[33]指出卖家与平台之间的数据共享行为会引起在线用户对隐私信息的担忧；周涛和鲁耀辉^[34]以及 Zhou^[35]的研究揭示了用户对个人隐私信息的关注影响其购买决策；朱强等^[36]则以实证的方式进一步验证了用户的隐私关注行为不利于企业进行精准广告投放。

随着在线购物平台隐私风险事件频发，越来越多的用户开始重视且积极采取措施保护自身隐私^[37]，学者们开始研究企业如何规避由用户隐私关切行为引起的负面影响^[38-39]。有研究表明企业提供的隐私保护服务可以有效减轻用户在线购物时的隐私担忧^[40]，并能在市场竞争中获取有利地位^[41-42]。沈月等^[43]考虑到用户同时存在品牌和隐私保护偏好，分析了不同隐私保护程度下竞争企业的均衡策略，结果表明一定条件下隐私保护策略能使企业获取更高利润。马滔等^[44]以双寡头竞争企业为研究主体，构建了不同偏好主导下的竞争企业智能决策模型，给出了不同智能决策下企业最优隐私保护水平和价格决策。李延晖等^[45]基于用户隐私担忧的异质性，给出不同隐私披露策略下服务商最优隐私利用水平和隐私保护投资强度。

2.3 个性化推荐相关研究

个性化推荐系统通过挖掘用户行为找到其个性化需求，通过算法精准向用户

推荐其感兴趣的产品，能有效刺激用户在线购物需求^[46]，帮助企业获取更高收益^[47]。近年来，关于个性化推荐的研究主要集中在用户心理、算法改进^[48]以及实际应用^[49]三方面。

已有研究表明用户心理感知因素对个性化推荐策略的实施产生影响，如吕巍等^[50]指出感知利益下用户更易接受高个性化推荐服务，而隐私关注降低用户个性化推荐服务使用意愿；范钧等^[51]的研究表明感知隐私侵犯负向影响用户选择在线平台的个性化推荐服务；陈梅梅等^[52]则进一步指出个性化推荐规模过大不利于用户进行购买决策。

个性化推荐算法的准确性影响用户与产品之间的匹配度，因而有不少学者开始关注如何改进推荐系统。Cui 等^[53]基于用户偏好随时间变化的特性，设计了 TCFF 和改进的 PTCCF 的推荐算法，并通过实证验证了两种推荐算法均能提高个性化推荐的精准性和时效性。Hui 等^[54]结合知识图谱和用户历史行为，利用 KG 感知推荐模型提高了推荐系统的准确性。Lei 等^[55]的研究表明在充足的用户历史数据支撑下，差异私有算法能在保护用户隐私数据的同时实现企业收入的增加。

目前，针对个性化推荐系统的应用方面，主要是基于内容推荐的定向广告以及定向优惠券投放策略研究。刘盼等^[56]通过构建二级供应链模型，分析定向广告和用户偏好信息投入对供应链定价策略的影响，并设计供应链协调机制。赵江等^[57]指出广告域对企业实施定向广告的重要性，给出混合渠道模式下定向广告最优投放策略。邹翔等^[58]对比分析了混合定向模式下企业大众广告投放和定向广告投放策略，给出企业最优广告策略选择。司银元等^[59]借助于博弈论从定向能力的角度给出了竞争性企业的定向优惠券投放策略。

2.4 退货相关研究

目前，对在线购物的退货策略的研究主要分为三类，即不退货模式、同渠道退货模式和跨渠道退货模式。针对不退货模式，学者们多以定价决策和渠道选择为研究重点，如公彦德和马一丹^[60]考虑到线下零售商具有公平关切行为，结合用户对购物渠道选择的偏好不同，研究 BOPS 全渠道模式下零售商的最优定价和服务决策；刘斌等^[61]分别以双渠道和 BOPS 全渠道为研究对象，对比了供应商

主导模式和集中模式下的最优决策和利润,给出了不同定价模式下 BOPS 全渠道的实施条件。

随着物流和信息流的快速融合,在线零售商可借助于第三方物流企业为用户提供退货退款服务,这在一定程度上刺激了用户在线购物需求^[62]。早期的退货方式,主要采用的是同渠道退货模式,即用户需将在线购买的产品邮寄退回商家。针对在线零售商推出的同渠道退货策略,学者们从不同角度进行了广泛的研究。在线零售商邮寄产品会产生一定的成本,由此退款金额的设定对零售商利润的获取至关重要,如 Su^[63]分别构建了全额和部分退款策略下的零售商利润模型,指出部分退货政策更有利于零售商。用户在退货时产生的运费问题也是影响其购买决策的重要因素。Martínez 等^[64]认为在线零售商承担在线用户的退货运费,有助于零售商与用户建立长期良好的关系。赵淑敏等^[65]探讨了不同退货运费承担主体对零售商决策和利润的影响,并通过数值仿真给出了不同无缺陷退货率下的最优退货运费承担策略。

用户采用同渠道退货时,邮寄费用和退款等待时间可能导致其购买意愿减弱。为此,有部分零售商实行跨渠道退货服务,允许用户将线上渠道购买的产品退回至实体店铺。跨渠道退货服务能够在用户到店时产生交叉收益,但也会引致零售商成本的增加^[66]。杨浩雄等^[67]分别建立了同渠道退货和跨渠道退货的双渠道零售商决策模型,指出在一定条件下跨渠道退货服务能提升零售商利润。Yan 等^[68]在竞争的两个双渠道零售商市场中,研究不同跨渠道退货情形下零售商的最优退款策略。潘文军和缪林^[69]以双渠道闭环供应链为研究主体,分析了不同决策和定价模式下跨渠道退货对供应链利润的影响机制。毕功兵等^[70]将跨渠道退货引入到双渠道供应链中,探讨了不同渠道偏好和退货麻烦成本对双渠道零售商的退货和定价决策的影响。在跨渠道退货中考虑用户行为因素,也是目前学界研究的热点,如葛晨晨等^[71]考虑跨渠道退货和用户线下体验需求,指出用户渠道偏好和库存水平影响供应链成员收益。

2.5 研究现状述评

通过对 BOPS 全渠道决策、用户隐私、个性化推荐以及退货等领域内的相关文献的回顾,可以发现:

(1) 当前关于 BOPS 全渠道决策领域的很多成果涉及了用户行为因素，但鲜有涉及到用户的隐私关切因素。此外，针对用户隐私方面的研究，已有文献大多从卖方角度探讨如何利用用户隐私数据来实现利润最大化，但鲜有研究关注用户的隐私关切行为对其购买行为的影响。

(2) 关于个性化推荐的研究中，学者们大多集中于对推荐算法的技术改进，鲜少以量化的方式来研究推荐系统的准确性对用户和零售商的影响。此外，个性化推荐是基于用户隐私信息的产品匹配系统，而现有研究中极少结合用户隐私关切行为来探讨个性化推荐策略实施的可行性。

(3) 现有文献对退货策略的研究成果较为丰富，但在 BOPS 全渠道模式结合用户隐私关切行为的研究较少，且现有研究鲜少考虑退货和隐私关切行为对个性化推荐策略实施的限制作用。

因此，本文在 BOPS 全渠道零售背景下，考虑用户的隐私关切行为，研究不退货模式、同渠道退货模式以及跨渠道退货模式下零售商个性化推荐策略的具体实施条件。具体地，在第 3 章中，构建了无退货情形下的零售商决策模型，采用对比零售商实施个性化推荐策略前后的利润值，来探究隐私关切行为对全渠道零售商个性化推荐策略实施的影响。在第 4 章中，允许用户通过原购买渠道进行退货，并结合用户隐私关切行为来探讨各隐私市场中个性化推荐策略的适用条件。最后，在第 5 章中，进一步放宽退货条件，即允许用户进行跨渠道退货，并在个性化推荐系统中增加隐私保护服务，研究用户的隐私保护需求对个性化推荐策略实施的影响。下文将分别讨论以上研究问题。

第 3 章 不退货模式下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究

本章分别构建用户隐私关切下 BOPS 全渠道零售商是否采用个性化推荐策略的决策模型。移动通讯的普及和发展,使得在线购物用户数量不断攀升。2023 年度,我国网上零售额高达 15.42 亿元。为使用户更快收到网购产品以及实地体验产品,一些拥有自主 APP 的在线零售商开启了线上下单、线下取货(Buy Online and Pick up in Store, BOPS)渠道模式,如屈臣氏、三福等。然而,用户在使用在线购物平台的同时,既需花费大量时间去搜索心仪产品,又面临着其隐私信息的泄露和被恶意利用的风险。针对这两个问题,有部分零售零售商开始采用个性化推荐系统,用户可以选择使用个性化推荐服务缩短在线购物时间,也可以选择关闭个性化推荐系统(拒绝平台搜集个人隐私信息)。因此,本章在用户具有隐私关切行为的背景下,研究 BOPS 全渠道零售商实施个性化推荐策略的有效性。

3.1 模型描述与假设

3.1.1 模型描述

考虑一个零售商通过在线购物平台同时提供两种购物渠道,即纯线上购物渠道(线上下单、快递配送)和 BOPS 购物渠道(线上下单、门店自提),并在市场中具有一定的垄断效应。由于这两种购物渠道均需用户在线上平台完成,用户隐私信息存在风险。在此背景下,有部分用户对其隐私信息并不关注(非隐私关切型用户),而另一部分对其个人隐私信息十分关注(隐私关切型用户)。由此,根据市场中隐私关切型用户的占比情况,本章将研究三种隐私类型市场:非隐私关切型用户市场(NM 市场)、隐私关切型用户市场(YM 市场)以及混合型用户市场(同时包含隐私关切型和非关切型用户,MM 市场)。

基于效用最大化原则,用户可选择不购买产品、纯线上渠道购买产品以及 BOPS 渠道购买产品。当全渠道零售商不采用个性化推荐系统时,用户购物时其隐私信息被保留在平台系统之中;当全渠道零售商采用个性化推荐系统时,用户

可自主选择在隐私设置中关闭个性化推荐。BOPS 全渠道购物模式如图 3-1 所示。

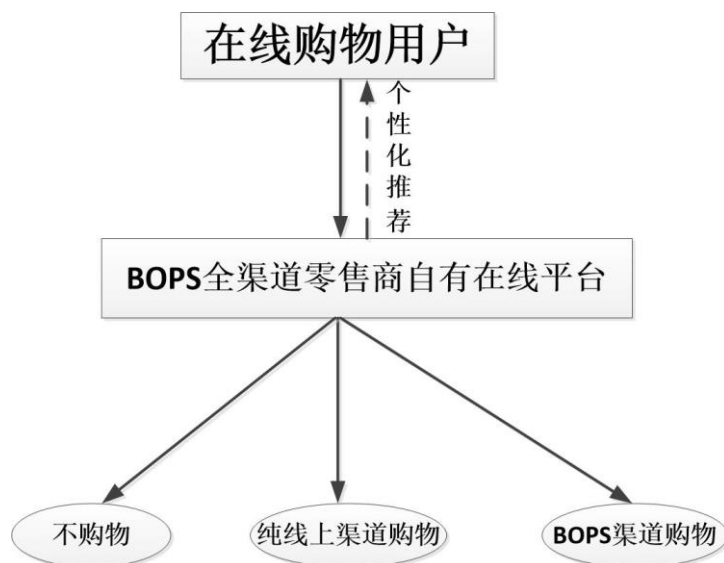


图 3-1 BOPS 全渠道购物模式

显然，用户的隐私关切行为会对其购买决策造成影响。同时，隐私关切型用户的隐私关切程度及其市场占比，也会对零售商个性化推荐服务策略制订造成影响。因此，本章主要研究用户隐私关切行为对全渠道零售商个性化推荐决策的影响机制，通过构建三种市场情形（非隐私关切型用户市场、隐私关切型用户市场以及混合型用户市场（同时包含隐私关切型和非关切型用户））的用户效用函数及决策模型，试图解决以下问题：

- (1) 当零售商未实施个性化推荐策略时，用户的隐私关切行为对零售商定价和利润产生何种影响？
- (2) 当零售商实施个性化推荐策略后，用户的隐私关切行为又如何影响零售商定价、利润以及个性化推荐精度？
- (3) 三种市场情形下全渠道零售商是否都会选择实施个性化推荐策略？
- (4) 在市场需求发生变动时，三种隐私市场的决策是条件否发生改变？

3.1.2 假设与符号说明

本章在前文阐述的研究背景之上，结合相关研究文献，做出以下假设。

假设 1：为简化计算，本章将市场潜在需求量标准化为 1，且两种渠道的产品价格和成本相同。

假设 2: 用户对不同渠道的保留效用存在差异, 如纯线上渠道购物的用户可直接享受送货上门服务, 而使用 BOPS 渠道购物的用户需自行前往门店进行取货, 即其需要付出额外的时间和交通成本。假设用户对纯线上渠道产品的保留效用为 v , 在 $[0,1]$ 上服从均匀分布; 用户对 BOPS 渠道的偏好程度为 α ($0 < \alpha < 1$)^[72], 则用户对 BOPS 渠道的保留效用为 αv 。

假设 3: 隐私信息泄漏事件会使部分用户感知到隐私泄露风险, 故其对产品的保留效用有所下降。为方便研究用户的隐私关切行为, 假设隐私关切型用户的隐私关切程度相同。其中, 其隐私关切系数为 δ ($0 < \delta < 1$), δ 越大 (小), 用户隐私关切程度越小 (大)。因此, 在用户具有隐私关切行为时, 用户对纯线上渠道和 BOPS 渠道的保留效用分别为 δv 和 $\delta \alpha v$ 。

假设 4: 无论用户选择哪种渠道实施购物行为, 其挑选产品都会产生一定的麻烦成本。假设纯线上渠道购物的麻烦成本包括线上搜索成本 h_o 和快递等待时间成本 h_w , BOPS 渠道的麻烦成本包括线上搜索成本 h_o 和到店成本 h_s , 但因用户自提产品前可在门店实地体验产品, 可增加体验价值的效用为 s 。

假设 5: 在实际产品购买过程中, 用户对产品本身的价值认可高于产品的附加价值, 故本章假设 $\alpha > s$ 。

假设 6: 当全渠道零售商提供个性化推荐服务时, 隐私关切型用户为保护个人隐私会选择关闭个性化推荐服务, 且其关闭个性化推荐服务时的隐私关切系数 $\delta = 1$ 。

假设 7: 当全渠道零售商采用个性化推荐服务时, 需付出一定的研发成本, 且其成本随推荐系统的准确性的增加而凸增。根据文献[73]的成本设置方式, 假设零售商实施个性化推荐服务成本为 $\frac{1}{2}kt_i^2$, 其中 k 为个性化推荐服务成本系数, 即零售商实施个性化推荐服务的成本随着 t_i 为个性化推荐系统的精准度。

假设 8: 假设用户的搜索成本随个性化推荐精度单调递减, 减少的搜索成本为 $t_i h_o$, 故实施个性化推荐服务后非隐私关切型用户的搜索成本为 $(1-t_i)h_o$ 。

假设 9: 为确保用户使用 BOPS 渠道购物时的到店体验感知价值足够大和市场总需求为正, 令 $\Delta_1 = s - c - h_o - h_s > 0$; 为使混合型市场类型存在最优解, 令

$$\Delta_2 = 2k\alpha - h_o^2 > 0。$$

表3-1为本章使用的参数符号及其含义。

表3-1 参数符号及含义

符号	含义	符号	含义
i	i 为下标, 可取 $n/y/m$, 表示的是市场类型, 分别为 NM 市场/YM 市场/MM 市场	j	j 为上标, 可取 N/Y , 表示零售商不采用个性化推荐服务/采取个性化推荐服务
u_{oi}^j	i 市场 j 策略纯线上渠道用户的效用值	u_{bi}^j	i 市场 j 策略 BOPS 渠道用户的效用值
v	用户对纯线上渠道产品的保留效用	α	用户对 BOPS 渠道的偏好程度 ($0 < \alpha < 1$)
h_o	搜索成本	h_w	快递等待时间成本
h_s	BOPS 渠道到店麻烦成本	s	用户到店体验感知价值
λ	隐私关切型用户的占比 ($0 \leq \lambda \leq 1$)	t_i	i 市场的个性化推荐服务精度
δ	隐私关切系数 ($0 < \delta < 1$)	k	个性化推荐服务成本系数
D_{oi}^j	i 市场 j 策略纯线上渠道的市场需求	D_{bi}^j	i 市场 j 策略 BOPS 渠道的市场需求
D_i^j	i 市场 j 策略下的市场总需求	c	单位产品成本
p_i^j	i 市场 j 策略下的零售价格	π_i^j	i 市场 j 策略下的零售商利润

3.2 不退货模式下模型的均衡解

3.2.1 未采用个性化推荐策略 (N 策略)

(1) NM 市场情形

NM 市场情形下, 产品市场的用户对个人购买产品的隐私信息并不关注, 如调味品、纸巾等日用品。此时, 若全渠道零售商不实施个性化推荐服务, 易得用户使用纯线上和 BOPS 渠道的效用函数分别为:

$$u_{on}^N = v - p_n^N - h_o - h_w, \quad (3-1)$$

$$u_{bn}^N = \alpha v - p_n^N - h_o - h_s + s。 \quad (3-2)$$

当用户选择在纯线上渠道(BOPS 渠道)购物时有 $u_{on}^N \geq 0$ ($u_{bn}^N \geq 0$), 即 $v \geq p_n^N + h_o + h_w = v_1^N$ ($v \geq \frac{p_n^N + h_o + h_s - s}{\alpha} = v_2^N$); 纯线上和 BOPS 渠道的用户效用的无差异点为 $v_{12}^N = \frac{h_w + s - h_s}{1 - \alpha}$, 此时用户可选择两类渠道中一种实施购物。经分析易得:

(1) 当 $v_2^N < v_1^N$ 时, 用户的各渠道需求函数分别为 $D_{on}^N = 1 - v_{12}^N = 1 - \frac{h_w + s - h_s}{1 - \alpha}$ 和 $D_{bn}^N = v_{12}^N - v_2^N = \frac{h_w + s - h_s}{1 - \alpha} - \frac{p_n^N + h_o + h_s - s}{\alpha}$, 故总需求函数为 $D_n^N = 1 - v_2^N = 1 - \frac{p_n^N + h_o + h_s - s}{\alpha}$;

(2) 当 $v_2^N > v_1^N$ 时, 所有用户均选择在纯线上渠道进行购物 (此时市场上只存在一种渠道), 与本文主要研究纯线上和 BOPS 渠道的目标不符, 故此情形暂不分析。

综上, 全渠道零售商未实施个性化推荐服务下非隐私关切型用户市场总需求函数为:

$$D_n^N = 1 - \frac{p_n^N + h_o + h_s - s}{\alpha} \quad (3-3)$$

此时, 零售商利润函数为:

$$\pi_n^N = (p_n^N - c)D_n^N = (p_n^N - c) \left(1 - \frac{p_n^N + h_o + h_s - s}{\alpha} \right) \quad (3-4)$$

由 $\frac{\partial^2 \pi_n^N}{\partial (p_n^N)^2} = \frac{-2}{\alpha} < 0$ 可知 π_n^N 是关于 p_n^N 的凹函数, 故存在极大值。令 $\frac{\partial \pi_n^N}{\partial p_n^N} = 0$, 得到 NM 市场的最优解为:

$$\begin{cases} p_n^{N*} = \frac{\alpha + s + c - h_o - h_s}{2} \\ D_n^{N*} = \frac{\alpha + s - c - h_o - h_s}{2\alpha} \\ \pi_n^{N*} = \frac{(\alpha + s - c - h_o - h_s)^2}{4\alpha} \end{cases} \quad (3-5)$$

(2) YM 市场情形

YM 市场情形下, 市场所有用户对某些产品 (如私人药品、女性用品等) 购买的个人隐私信息极为关注。当零售商不实施个性化推荐服务时, 若用户存在隐私关切行为, 易得其纯线上和 BOPS 渠道效用函数分别为:

$$u_{oy}^N = \delta v - p_y^N - h_o - h_w, \quad (3-5)$$

$$u_{by}^N = \delta \alpha v - p_y^N - h_o - h_s + s \quad (3-6)$$

同样, 当用户选择在纯线上渠道 (BOPS 渠道) 购物时, 有 $v \geq \frac{p_y^N + h_s + h_w}{\delta} = v_3^N$

($v \geq \frac{p_y^N + h_o + h_s - s}{\delta \alpha} = v_4^N$); 两类渠道的无差异点为 $v_{34}^N = \frac{h_w + s - h_s}{\delta(1 - \alpha)}$, 即用户可选择两

类渠道的其中一种实施购物。类似地, 只考虑 $v_3^N < v_4^N$ 情形下用户需求函数, 得到

隐私关切型用户在各渠道的需求为： $D_{by}^N = \frac{h_w + s - h_s}{\delta(1-\alpha)} - \frac{p_y^N + h_o + h_s - s}{\delta\alpha}$ 和

$D_{oy}^N = 1 - \frac{h_w + s - h_s}{\delta(1-\alpha)}$ 。所以，隐私关切型用户的市场总需求为：

$$D_y^N = D_{oy}^N + D_{by}^N = 1 - \frac{p_y^N + h_o + h_s - s}{\delta\alpha}。 \quad (3-7)$$

结合前文分析，可得 YM 市场情形下全渠道零售商利润函数为：

$$\pi_y^N = (p_y^N - c)D_y^N = (p_y^N - c) \left(1 - \frac{p_y^N + h_o + h_s - s}{\delta\alpha} \right) \quad (3-8)$$

由 π_y^N 关于 p_y^N 二阶导数 $\frac{\partial^2 \pi_y^N}{\partial (p_y^N)^2} = \frac{-2}{\alpha\delta} < 0$ ，可知 π_y^N 关于 p_y^N 的凹函数，存在极大

值解。令 $\frac{\partial \pi_y^N}{\partial p_y^N} = 0$ ，可得均衡解如下：

$$\begin{cases} p_y^{N*} = \frac{\alpha\delta + s + c - h_o - h_s}{2} \\ D_y^{N*} = \frac{\alpha\delta + s - c - h_o - h_s}{2\alpha\delta} \\ \pi_y^{N*} = \frac{(\alpha\delta + s - c - h_o - h_s)^2}{4\alpha\delta} \end{cases}$$

(3) MM 市场情形

MM 市场情形下代表市场中一部分用户对产品（如智能家居、可穿戴设备等电子产品）购买过程中的个人隐私信息并不关注。由前文可知，非隐私关切型用户和隐私关切型用户的需求函数分别为 $D_n^N = (1-\lambda) \left(1 - \frac{p_m^N + h_o + h_s - s}{\alpha} \right)$ 和

$D_y^N = \lambda \left(1 - \frac{p_m^N + h_o + h_s - s}{\alpha\delta} \right)$ ，故 MM 市场的总需求函数为：

$$D_m^N = 1 - \left(1 - \lambda + \frac{\lambda}{\delta} \right) \frac{p_m^N + h_o + h_s - s}{\alpha}。 \quad (3-9)$$

全渠道零售商利润函数为：

$$\pi_m^N = (p_m^N - c) \left(1 - \left(1 - \lambda + \frac{\lambda}{\delta} \right) \frac{p_m^N + h_o + h_s - s}{\alpha} \right)。 \quad (3-10)$$

由 $\frac{\partial^2 \pi_m^N}{\partial (p_m^N)^2} = -\frac{2(\delta + \lambda - \delta\lambda)}{\alpha\delta} < 0$ ，可知 π_m^N 关于 p_m^N 的凹函数，存在最优解。同上述

分析，求解得到 MM 市场的均衡解为：

$$\begin{cases} p_m^{N^*} = \frac{(s+c-h_o-h_s)(\delta+\lambda-\delta\lambda)+\alpha\delta}{2(\delta+\lambda-\delta\lambda)} \\ D_m^{N^*} = \frac{(s-c-h_o-h_s)(\delta+\lambda-\delta\lambda)+\alpha\delta}{2\alpha\delta} \\ \pi_m^{N^*} = \frac{((s-c-h_o-h_s)(\delta+\lambda-\delta\lambda)+\alpha\delta)^2}{4\alpha\delta(\delta+\lambda-\delta\lambda)} \end{cases}$$

分析三种隐私市场的均衡解，可得到如下结论。

命题 1 N 策略下，有 $p_y^{N^*} < p_m^{N^*} < p_n^{N^*}$ ， $D_n^{N^*} < D_m^{N^*} < D_y^{N^*}$ 。

证明：当 $0 \leq x, y \leq 1$ 时，令 $f(x, y) = x + y - xy$ ，求偏导得 $f_x(x, y) = 1 - y \geq 0$ 和 $f_y(x, y) = 1 - x \geq 0$ ，可知 $f_{\max}(x, y) = f(1, 1) = 1$ 。由假设条件可知 $0 < \delta < 1$ 和 $0 < \lambda < 1$ ，故得到 $0 < \delta + \lambda - \delta\lambda < 1$ 。所以，有 $p_n^{N^*} - p_m^{N^*} = \frac{\alpha\lambda(1-\delta)}{2} > 0$ ，
 $p_m^{N^*} - p_y^{N^*} = \frac{\alpha\delta(1-(\delta+\lambda-\delta\lambda))}{2(\delta+\lambda-\delta\lambda)} > 0$ ， $D_y^{N^*} - D_m^{N^*} = \frac{\Delta_1(1-(\delta+\lambda-\delta\lambda))}{2\alpha\delta} > 0$ 和
 $D_m^{N^*} - D_y^{N^*} = \frac{\Delta_1\lambda(1-\delta)}{2\alpha\delta} > 0$ 。

命题 1 表明，当不采用个性化推荐服务时，零售商可通过制定高零售价格攫取非隐私关切型用户剩余以提高利润，但面对隐私关切型用户时，零售商则会降低零售价格以扩大市场需求。由上述证明过程可知，随着用户隐私关切程度增加（ $\delta \rightarrow 0$ ），三种市场情形下的价格差、需求差差值增加。尽管零售商在含有隐私关切型用户市场上降低零售价格来提升用户效用，但由于隐私关切型用户对隐私的关注程度高，降低零售价格所增长的市场需求并不理想。

命题 2 N 策略下，有：(1) 当 $0 < \delta < \delta_3$ 时， $\pi_y^{N^*} > \pi_m^{N^*} > \pi_n^{N^*}$ ；(2) 当 $\delta_2 < \delta < \delta_1$ 时， $\pi_m^{N^*} > \pi_n^{N^*} > \pi_y^{N^*}$ ；(3) 当 $\delta_1 < \delta < 1$ 时， $\pi_n^{N^*} > \pi_m^{N^*} > \pi_y^{N^*}$ 。

证明： $\pi_n^{N^*} - \pi_m^{N^*} = \frac{(\alpha^2\delta - \Delta_1^2(\delta+\lambda-\delta\lambda))\lambda(1-\delta)}{4\alpha\delta(\delta+\lambda-\delta\lambda)}$ ，令 $\alpha^2\delta - \Delta_1^2(\delta+\lambda-\delta\lambda) = 0$ ，可得
 $\delta = \delta_1 = \frac{\Delta_1^2\lambda}{\alpha^2 - \Delta_1^2(1-\lambda)}$ 。 $\pi_m^{N^*} - \pi_y^{N^*} = \frac{\Delta_1(1-(\delta+\lambda-\delta\lambda))(2\alpha\delta - \Delta_1(1+(\delta+\lambda-\delta\lambda)))}{4\alpha\delta(\delta+\lambda-\delta\lambda)}$ ，令
 $2\alpha\delta - \Delta_1(1+(\delta+\lambda-\delta\lambda)) = 0$ ，可得 $\delta = \delta_2 = \frac{\Delta_1(1+\lambda)}{2\alpha - \Delta_1(1-\lambda)}$ 。 $\pi_n^{N^*} - \pi_y^{N^*} = \frac{(\alpha^2\delta - \Delta_1^2)(1-\delta)}{4\alpha\delta}$ ，

令 $\alpha^2\delta - \Delta_1^2 = 0$, 得到 $\delta = \delta_3 = \frac{\Delta_1^2}{\alpha^2}$ 。由 $0 < \alpha < 1$ 、 $s < \alpha$ 知 $0 < \alpha^2 < 1$ 、 $\alpha > \Delta_1$, 所以有 $\delta_3 < 1$ 、

$$\delta_1 - \delta_3 = \frac{\Delta_1^2(1-\lambda)(1-\alpha^2)}{\alpha^2(\alpha^2 - \Delta_1^2(1-\lambda))} > 0。易知, \delta_2 - \delta_3 = \frac{\Delta_1(\alpha^2(1+\lambda) - \Delta_1(2\alpha - \Delta_1(1-\lambda)))}{\alpha^2(2\alpha - \Delta_1(1-\lambda))}。由$$

$\alpha^2(1+\lambda) - \Delta_1(2\alpha - \Delta_1(1-\lambda)) > \alpha^2 - \Delta_1(2\alpha - \Delta_1) = (\alpha - \Delta_1)^2 > 0$ 可知, $\delta_2 - \delta_3 > 0$ 。易知,

$$\delta_1 - \delta_2 = \frac{\Delta_1^2\lambda(2\alpha - \Delta_1(1-\lambda)) - \Delta_1(1+\lambda)(\alpha^2 - \Delta_1^2(1-\lambda))}{(\alpha^2 - \Delta_1^2(1-\lambda))(2\alpha - \Delta_1(1-\lambda))}。令 \delta_1 - \delta_2 = 0, 可得 \lambda = \frac{\Delta_1 + \alpha}{\Delta_1 - \alpha} < 0,$$

故 $\delta_1 - \delta_2 > 0$ 。综上所述, 有 $\delta_3 < \delta_2 < \delta_1$ 。由 $\frac{\partial \delta_1}{\partial \lambda} = \frac{\Delta_1^2(\alpha - \Delta_1^2)}{(\alpha^2 - \Delta_1^2(1-\lambda))^2} > 0$ 知 $\delta_1 < 1$, 所以 δ_1 、

δ_2 和 δ_3 均小于 1。当 $0 < \delta < \delta_3$, 有 $\pi_n^{N*} < \pi_m^{N*}$ 、 $\pi_m^{N*} < \pi_y^{N*}$ 和 $\pi_n^{N*} < \pi_y^{N*}$, 故 $\pi_y^{N*} > \pi_m^{N*} > \pi_n^{N*}$;

当 $\delta_3 < \delta < \delta_2$, 有 $\pi_n^{N*} < \pi_m^{N*}$ 、 $\pi_m^{N*} < \pi_y^{N*}$ 和 $\pi_n^{N*} > \pi_y^{N*}$, 不合理, 舍去; 当 $\delta_2 < \delta < \delta_1$, 有

$\pi_n^{N*} < \pi_m^{N*}$ 、 $\pi_m^{N*} > \pi_y^{N*}$ 和 $\pi_n^{N*} > \pi_y^{N*}$, 故 $\pi_m^{N*} > \pi_n^{N*} > \pi_y^{N*}$; 当 $\delta_1 < \delta < 1$ 时, 有 $\pi_n^{N*} > \pi_m^{N*}$ 、

$\pi_m^{N*} > \pi_y^{N*}$ 和 $\pi_n^{N*} > \pi_y^{N*}$, 故 $\pi_n^{N*} > \pi_m^{N*} > \pi_y^{N*}$ 。

由命题 2 可知, 当零售商不实施个性化推荐服务策略时, 三种市场情形下零售商的利润比较受隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比所影响。在线购物时用户不能通过关闭个性化推荐服务来保护个人隐私信息, 因而用户的隐私关切程度影响了其对产品的购买意愿。此时, 零售商为增强隐私关切型用户在线购买意愿, 主动降低零售价格以扩大市场需求, 而零售价格受隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比共同影响, 故三种市场情形下的零售商利润比较受隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比所影响。

命题 3 YM 市场 N 策略下, 零售价格随着隐私关切型用户的隐私关切系数 δ 单调递增; 总需求随着 δ 单调递减; 当 $\delta < \delta_4$ 时, 零售商利润随着 δ 单调递减; 当 $\delta > \delta_4$ 时, 零售商利润随着 δ 单调递增。

证明: $\frac{\partial p_y^{N*}}{\partial \delta} = \frac{\alpha}{2} > 0$; $\frac{\partial D_y^{N*}}{\partial \delta} = -\frac{\Delta_1}{2\alpha\delta^2} < 0$; $\frac{\partial \pi_{ry}^{N*}}{\partial \delta} = \frac{\alpha^2\delta^2 - \Delta_1^2}{4\alpha\delta^2}$ 。令零售商利润函数关于隐私关切系数 δ 的一阶导数为 0, 可得 $\delta = \delta_4 = \frac{\Delta_1}{\alpha}$ 。

YM 市场情形下, 当用户隐私关切程度较高时 (δ 较小时), 零售商利润随着 δ 单调递减。随着 δ 的增加, 用户的隐私关切程度降低。显然, 零售商可给出

较高价格决策，但同时也因用户对隐私关切程度降低而导致需求下降，从而降低了零售商利润。反之，当隐私关切程度较低时（ δ 较大时），零售价格增加会使零售商利润增加。此外，易知当隐私关切系数 δ 趋向于 1 时，市场就越趋近于 NM 市场，从而 YM 市场的零售商能够获得接近于 NM 市场的利润。由上述证明过程可知，当用户对 BOPS 渠道的偏好程度 α 增加时，零售价格随 δ 单调递增的趋势增加，需求函数随 δ 单调递减的趋势减小，且零售商利润函数一阶导数变化点 δ_4 越小，即零售商更能在隐私关切程度高的 YM 市场中实施个性化推荐服务。

命题 4 MM 市场 N 策略下，零售价格随着隐私关切系数 δ （隐私关切型用户占比 λ ）单调递增（减）；总需求随着 δ （ λ ）单调递减（增）；当 $\delta > \delta_5$ 时，零售商利润随着 δ （ λ ）单调递减（增）；当 $\delta < \delta_5$ 时，零售商利润随着 δ （ λ ）单调递增（减）。

$$\begin{aligned} \text{证明: } \frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \delta} &= \frac{\delta \alpha}{2(\delta + \lambda - \delta \lambda)^2} > 0; \quad \frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \lambda} = -\frac{(1-\delta)\delta \alpha}{2(\delta + \lambda - \delta \lambda)^2} < 0; \quad \frac{\partial D_m^{N*}}{\partial \delta} = \frac{-\Delta_1 \lambda}{2\alpha \delta^2} < 0; \\ \frac{\partial D_m^{N*}}{\partial \lambda} &= \frac{(1-\delta)\Delta_1}{2(\delta + \lambda - \delta \lambda)^2} > 0; \quad \frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \delta} = \frac{\lambda(\alpha^2 \delta^2 - (\delta + \lambda - \delta \lambda)^2(s + h_o + h_s - c)^2)}{4\alpha \delta^2(\delta + \lambda - \delta \lambda)^2}, \\ \frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \lambda} &= \frac{(1-\delta)((\delta + \lambda - \delta \lambda)^2(s + h_o + h_s - c)^2 - \alpha^2 \delta^2)}{4\alpha \delta(\delta + \lambda - \delta \lambda)^2}. \text{ 令 } \alpha^2 \delta^2 - (\delta + \lambda - \delta \lambda)^2(s + h_o + h_s - c)^2 = 0, \\ \text{有 } \delta = \delta_5 &= \frac{\lambda(s + h_o + h_s - c)}{\alpha - (s + h_o + h_s - c)(1-\lambda)}. \text{ 故命题 4 得证。} \end{aligned}$$

命题 4 进一步论证了命题 3 中关于隐私关切系数 δ 的结论，即当市场中含有隐私关切型用户时，随着 δ 增加，用户的隐私关切程度降低，导致零售商设置高零售价格，进而导致需求量减少。由证明过程可知，零售价格 and 市场需求随 λ 的变动情况与 δ 的变动情况相反，这说明当市场中非隐私关切型用户数量增多时，零售商为吸引隐私关切型用户在线购物，主动降低市场零售价格以提高隐私关切型用户效用，从而增加市场需求。然而，零售商利润是否能够增加取决于市场需求的增加与零售价格的减少的幅度差。

3.2.2 采用个性化推荐策略（Y 策略）

（1）NM 市场情形

NM 市场中非隐私关切型用户对隐私感知度低，只关注使用个性化推荐服务给个人带来的增值效用，同时忽略了隐私泄露风险所造成的损失。所以，当零售商实施个性化推荐服务时，非隐私关切型用户纯线上渠道和 BOPS 渠道的效用函数分别为：

$$u_{on}^Y = v - p_n^Y - (1-t_n)h_o - h_w, \quad (3-11)$$

$$u_{bn}^Y = \alpha v - p_n^Y - (1-t_n)h_o - h_s + s. \quad (3-12)$$

当用户选择在纯线上渠道（BOPS 渠道）购物时有 $u_{on}^Y \geq 0$ （ $u_{bn}^Y \geq 0$ ），即 $v \geq p_n^Y - (1-t_n)h_o - h_w = v_1^Y$ （ $v \geq \frac{p_n^Y + (1-t_n)h_o + h_s - s}{\alpha} = v_2^Y$ ）；纯线上渠道和 BOPS 渠道的用户效用函数相等时的无差异点为 $v_{12}^Y = \frac{h_w + s - h_o}{1-\alpha}$ ，此时用户会选择其中一个渠道实施购物。根据前文分析，本文只研究情形 $v_1^Y < v_2^Y$ ，故各渠道实际需求函数为

$$D_{on}^Y = \frac{h_w + s - h_o}{1-\alpha} - \frac{p_n^Y + (1-t_n)h_o + h_s - s}{\alpha} \text{ 和 } D_{bn}^Y = 1 - \frac{h_w + s - h_o}{1-\alpha}, \text{ 故总需求函数为:}$$

$$D_n^Y = D_{on}^Y + D_{bn}^Y = 1 - \frac{p_n^Y + (1-t_n)h_o + h_s - s}{\alpha}. \quad (3-13)$$

所以，NM 市场情形下，全渠道零售商实施个性化推荐服务策略时的利润函数为：

$$\pi_n^Y = (p_n^Y - c)D_n^Y - \frac{1}{2}kt_n^2 = (p_n^Y - c) \left(1 - \frac{p_n^Y + (1-t_n)h_o + h_s - s}{\alpha} \right) - \frac{1}{2}kt_n^2. \quad (3-14)$$

$$\text{由 } \pi_n^Y \text{ 关于 } p_n^Y \text{ 和 } t_n \text{ 的海塞矩阵 } H_1 = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\alpha} & \frac{h_o}{\alpha} \\ \frac{h_o}{\alpha} & -k \end{bmatrix} \text{ 可知，该矩阵一阶主子式小于 0，}$$

当二阶主子式满足时，该矩阵为负定矩阵，故此时 π_n^Y 是关于 p_n^Y 和 t_n 的凹函数，

令 $\frac{\partial \pi_n^Y}{\partial p_n^Y} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_n^Y}{\partial t_n} = 0$ ，联立求解得到：

$$\begin{cases} p_n^{Y*} = \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2}{2k\alpha-h_o^2} \\ t_n^* = \frac{h_o(s+\alpha-c-h_o-h_s)}{2k\alpha-h_o^2} \\ D_n^{Y*} = \frac{k(s+\alpha-c-h_o-h_s)}{2k\alpha-h_o^2} \\ \pi_n^{Y*} = \frac{k(s+\alpha-c-h_o-h_s)^2}{4k\alpha-2h_o^2} \end{cases}.$$

(2) YM 市场情形

《互联网信息服务算法推荐管理规定》出台后，淘宝和京东等多家 APP 均向用户提供了个性化内容推荐关闭键，允许用户在后台一键关闭“个性化推荐”，故隐私关切型用户可通过关闭个性化推荐服务以保护个人隐私。因此隐私关切型用户纯线上渠道和 BOPS 渠道效用函数与 N 策略下 NM 市场相同，故当全渠道零售商实行个性化推荐服务时，隐私关切型用户总需求函数为：

$$D_y^Y = 1 - \frac{p_y^Y + h_o + h_s - s}{\alpha} \quad (3-15)$$

全渠道零售商利润函数为：

$$\pi_y^Y = (p_y^Y - c)D_y^Y = (p_y^Y - c) \left(1 - \frac{p_y^Y + h_o + h_s - s}{\alpha} \right) \quad (3-16)$$

同理可得：

$$\begin{cases} p_y^{Y*} = \frac{\alpha + s + c - h_o - h_s}{2} \\ D_y^{Y*} = \frac{\alpha + s - c - h_o - h_s}{2\alpha} \\ \pi_y^{Y*} = \frac{(\alpha + s - c - h_o - h_s)^2}{4\alpha} \end{cases}$$

(3) MM 市场情形

由前文可知，MM 市场下的用户市场总需求函数为：

$$\begin{aligned} D_m^Y &= (1 - \lambda) \left(1 - \frac{p_m^Y + (1 - t_m)h_o + h_s - s}{\alpha} \right) + \lambda \left(1 - \frac{p_m^Y + h_o + h_s - s}{\alpha} \right) \\ &= (1 - \lambda) \frac{t_m h_o}{\alpha} + 1 - \frac{p_m^Y + h_o + h_s - s}{\alpha} \end{aligned} \quad (3-17)$$

全渠道零售商利润函数为：

$$\pi_m^Y = (p_m^Y - c)D_m^Y - \frac{1}{2}kt_m^2 = (p_m^Y - c) \left((1 - \lambda) \frac{t_m h_o}{\alpha} + 1 - \frac{p_m^Y + h_o + h_s - s}{\alpha} \right) - \frac{1}{2}kt_m^2 \quad (3-18)$$

由 π_m^Y 关于 p_m^Y 和 t_m 的海塞矩阵的主子式 $H_2 = \begin{bmatrix} -\frac{2}{\alpha} & \frac{h_o(1-\lambda)}{\alpha} \\ \frac{h_o(1-\lambda)}{\alpha} & -k \end{bmatrix}$ 得知，该矩阵

一阶主子式小于 0，当二阶主子式满足 $2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2 > 0$ 时，该矩阵为负定矩阵，

故此时 π_m^Y 关于 p_m^Y 和 t_m 的凹函数。令 $\frac{\partial \pi_m^Y}{\partial p_m^Y} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_m^Y}{\partial t_m} = 0$ ，联立求解得到：

$$\begin{cases} p_m^{Y*} = \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-c(1-\lambda)^2 h_o^2}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} \\ t_m^* = \frac{(1-\lambda)h_o(s+c+\alpha-h_o-h_s)}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} \\ D_m^{Y*} = \frac{k(s+\alpha-c-h_o-h_s)}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} \\ \pi_m^{Y*} = \frac{k(s+\alpha-c-h_o-h_s)^2}{4k\alpha-2(1-\lambda)^2 h_o^2} \end{cases} \quad \circ$$

对Y策略下三种隐私市场的均衡解进行分析，可得到以下命题。

命题 5 Y 策略下，有 $t_n^* > t_m^*$ ； $p_n^{Y*} > p_m^{Y*} > p_y^{Y*}$ ； $D_n^{Y*} > D_m^{Y*} > D_y^{Y*}$ ； $\pi_n^{Y*} > \pi_m^{Y*} > \pi_y^{Y*}$ 。

证明：由 $\Delta_2 = 2k\alpha - h_o^2 > 0$ 和 $0 < 1-\lambda < 1$ ，有 $2k\alpha - (1-\lambda)h_o^2 > 2k\alpha - h_o^2 > 0$ 。

$$\text{易得 } t_n^* - t_m^* = h_o(\alpha + \Delta_1) \frac{\lambda(2k\alpha + (2-\lambda)h_o^2)}{\Delta_2(2k\alpha - (1-\lambda)h_o^2)} > 0。$$

$$p_n^{Y*} - p_m^{Y*} = \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2}{2k\alpha-h_o^2} - \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2(1-\lambda)^2}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2}, \text{ 由 } 0 < \lambda < 1 \text{ 得}$$

到 $0 < (1-\lambda)^2 < 1$ ，故 $2k\alpha - h_o^2 < 2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2$ 。因此，

$$p_n^{Y*} = \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2}{2k\alpha-h_o^2} > \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2}, \text{ 易知}$$

$$p_n^{Y*} - p_m^{Y*} > \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} - \frac{k\alpha(s+c+\alpha-h_o-h_s)-ch_o^2(1-\lambda)^2}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} = \frac{ch_o^2\lambda(2-\lambda)}{2k\alpha-(1-\lambda)^2 h_o^2} > 0$$

$$, \quad p_m^{Y*} - p_y^{Y*} = \frac{(1-\lambda)^2 h_o^2(\alpha + \Delta_1)}{2(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)} > 0, \quad D_n^{Y*} - D_m^{Y*} = \frac{k\lambda(\alpha + \Delta_1)(2-\lambda)h_o^2}{\Delta_2(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)} > 0,$$

$$D_m^{Y*} - D_y^{Y*} = \frac{(1-\lambda)^2 h_o^2(\alpha + \Delta_1)}{2\alpha(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)} > 0, \quad \pi_n^{Y*} - \pi_m^{Y*} = \frac{2k\lambda(\alpha + \Delta_1)^2(2-\lambda)}{4\Delta_2(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)} > 0 \text{ 和}$$

$$\pi_m^{Y*} - \pi_y^{Y*} = \frac{2(1-\lambda)^2 h_o^2(\alpha + \Delta_1)^2}{8\alpha(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)} > 0。$$

命题 5 表明，零售商实施个性化推荐服务策略时，NM 市场上提供的个性化推荐精度要高于 MM 市场上的。显然，由于 MM 市场中含有隐私关切型用户，零售商选择适当降低个性化推荐精度以降低成本，从而最大化自身利润。同时，

因个性化推荐服务使得非隐私关切型用户产品的线上搜索成本降低, 导致其更倾向于采取线上购物方式。因此, 实施个性化推荐后的三种市场情形下的需求的大小关系与未实施个性化推荐前的相反。此外, 无论零售商是否实施个性化推荐服务策略, 其总能在 NM 市场制定高价格, 而在 YM 市场和 MM 市场中零售商会选择降低零售价格保证用户效用从而保证利润。可知, 实施个性化推荐服务后 YM 市场情形的零售商利润值最低, 这表明用户的隐私关切行为影响零售商的定价以及个性化推荐策略。所以, 零售商可从以下方面提升用户效用值: (1) 线上平台可以多采用虚拟展厅等方式介绍产品功能, 使用户更加了解产品功能以提高用户与产品的匹配度; (2) 零售商可通过为用户提供隐私保护服务降低隐私关切型用户的隐私关切程度, 且努力将隐私关切型用户培育成非隐私关切型; (3) 零售商可为用户提供额外附加服务, 提用户效用值, 如产品搭配建议、自提服务专区等。

命题 6 MM 市场 Y 策略下, 有 $\frac{dt_m^*}{d\lambda} < 0$; $\frac{dp_m^{Y*}}{d\lambda} < 0$; $\frac{dD_m^{Y*}}{d\lambda} < 0$; $\frac{d\pi_m^{Y*}}{d\lambda} < 0$ 。

$$\text{证明: } \frac{dt_m^*}{d\lambda} = -\frac{h_o(2k\alpha + (1-\lambda)^2 h_o^2)(\alpha + \Delta_1)}{(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)^2} < 0; \quad \frac{dp_m^{Y*}}{d\lambda} = -\frac{2k\alpha h_o^2(1-\lambda)(\alpha + \Delta_1)}{(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)^2} < 0;$$

$$\frac{dD_m^{Y*}}{d\lambda} = -\frac{2kh_o^2(1-\lambda)(\alpha + \Delta_1)}{(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)^2} < 0; \quad \frac{d\pi_m^{Y*}}{d\lambda} = -\frac{4kh_o^2(1-\lambda)(\alpha + \Delta_1)^2}{(4k\alpha - 2(1-\lambda)^2 h_o^2)^2} < 0。$$

命题 6 说明在 MM 市场中, 尽管全渠道零售商提供了一键关闭个性化推荐服务, 但较高的隐私关切型用户市场占比对全渠道零售商的利润的影响是负面的。通常, 全渠道零售商为控制成本会降低个性化推荐精度, 但基于利润的考虑, 其不得不采用低价策略弥补因隐私关切型用户较多带来的需求损失。显然, 此时增加的市场需求无法弥补由于个性化推荐精度降低所流失的需求量, 故零售商利润随着隐私关切型用户占比 λ 单调递减。同样, 零售商会将低隐私关切型用户培育成非隐私关切型, 可通过更为精准的个性化推荐服务给出合理的价格以确保利润最大化。

3.2.3 策略对比分析

本小节将通过比较分析各策略下全渠道零售商均衡价格、需求和利润, 探究全渠道零售个性化推荐服务策略的实施条件, 有如下命题。

命题 7 在 NM 市场情形下，全渠道零售商实施个性化推荐服务时的零售价格、市场需求以及利润均要优于其不实施个性化推荐服务。

证明：易得 $p_n^{Y*} - p_n^{N*} = \frac{h_o^2(\alpha + \Delta_1)}{2(2k\alpha - h_o^2)} > 0$ ， $D_n^{Y*} - D_n^{N*} = \frac{h_o^2(\alpha + \Delta_1)}{2\alpha(2k\alpha - h_o^2)} > 0$ 和

$$\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} = \frac{h_o^2(\alpha + \Delta_1)^2}{4\alpha(2k\alpha - h_o^2)} > 0。$$

由命题 7 可知，NM 市场情形下零售商选择实施个性化推荐服务。此外，由 $\frac{d(p_n^{Y*} - p_n^{N*})}{ds} = \frac{h_o^2}{2\Delta_2} > 0$ ， $\frac{d(D_n^{Y*} - D_n^{N*})}{ds} = \frac{h_o^2}{\alpha\Delta_2} > 0$ 和 $\frac{d(\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*})}{ds} = \frac{2h_o^2(\alpha + \Delta_1)}{4\alpha\Delta_2} > 0$ 得到，NM 市场的零售价格差、需求差及利润差均随 BOPS 渠道用户到店体验价值的服务 s 单调递增。所以，线下服务质量必将成为零售商实施个性化推荐服务效果的重要影响因素。全渠道零售商通过提升 BOPS 渠道用户到店体验价值（如设立 BOPS 服务专区、BOPS 渠道用户优先服务等），提高其全渠道的整体性效果。

命题 8 在 YM 市场情形下，采用个性化推荐策略可使零售价格上涨，而市场销量下降，且当用户的隐私关切系数满足 $\delta > \delta_3 = \frac{\Delta_1^2}{\alpha^2}$ 时，零售商实施个性化推荐服务后的利润值才能得到提升，即此时零售商实施个性化推荐服务是有益的。

证明：由 $0 < \delta < 1$ 知 $p_y^{Y*} - p_y^{N*} > 0$ ， $D_y^{Y*} - D_y^{N*} < 0$ 。 $\pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} = \frac{(\alpha + \Delta_1)^2 \delta - (\alpha\delta + \Delta_1)^2}{4\alpha\delta}$ ，令 $\pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} = 0$ ，可得 $\delta = \delta_3 = \frac{\Delta_1^2}{\alpha^2}$ 。当 $\delta > \delta_3$ 时，有 $\pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} > 0$ 。

命题 8 说明 YM 市场情形下，当用户隐私关切程度较低时（ δ 较大），只要零售商对外宣称其实施个性化推荐服务并提供关闭个性化推荐服务选项，就可在不增加成本的情况下使零售价格、市场需求增加，从而零售商能够获得与未实施个性化推荐服务时 NM 市场情形相同的收益。此外，随着用户对 BOPS 渠道偏好程度 α 的增加，YM 市场零售商实施个性化推荐策略的范围增大，即零售商可在更高的隐私关切程度下采用个性化推荐服务。

命题 9 MM 市场情形下，零售商实施个性化推荐服务后的零售价格总是高于不实施个性化推荐服务时的零售价格；当 $\delta < \delta_6$ 时，零售商实施个性化推荐服务时的市场需求低于零售商不实施个性化推荐服务时的市场需求，当 $\delta > \delta_6$ 时，零售商实施个性化推荐服务时的市场需求高于零售商不实施个性化推荐服务时

的市场需求；由于 MM 市场下市场需求受隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比所影响，故零售商采用个性化推荐服务的条件也受这两个因素所约束，即实施条件相较于其他市场更为严苛。

证明：证明过程见附录。

命题 9 说明在 MM 市场情形下，零售商提供个性化推荐服务并不能保证利润增加，其需要考虑隐私关切型用户占比 λ 和隐私关切系数 δ 的大小，有针对性地实施个性化推荐服务策略避免利润损失。因此，零售商在实施个性化推荐服务策略时，可为隐私关切型用户提供附加隐私保护服务，降低用户的隐私关切程度，并可将部分隐私关切型用户转化为非隐私关切型用户，以保证全渠道零售商最优利润和用户隐私保护需求的双重效果。

3.3 数值仿真分析

本小节借助数值实验进一步分析和 δ 的 λ 变化对零售价格、市场需求以及零售商利润的影响。遵从参数间的比例关系，令 $c = 0.2$ ， $h_o = 0.1$ ， $h_s = 0.06$ ， $s = 0.4$ ， $k = 1$ 。参考文献[72]，设置用户对 BOPS 渠道偏好 $\alpha = 0.8$ 。此外，据中国互联网协会发布的《中国网民权益保护调查报告（2021）》显示，约 80% 的用户会感知到个人隐私信息泄露问题，且根据文献[74-75]，令 $\lambda = 0.8$ 。所以，可得到下列图形。

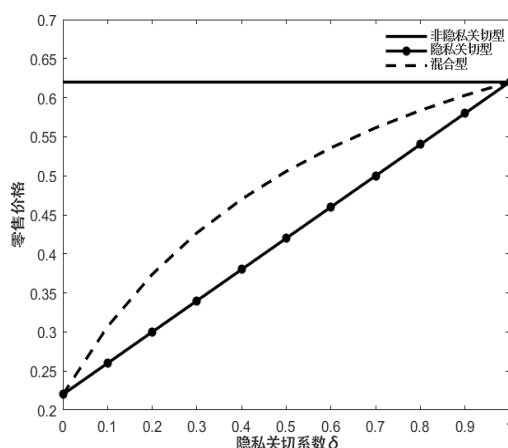


图3-2 N策略下用户隐私关切程度对零售价格的影响

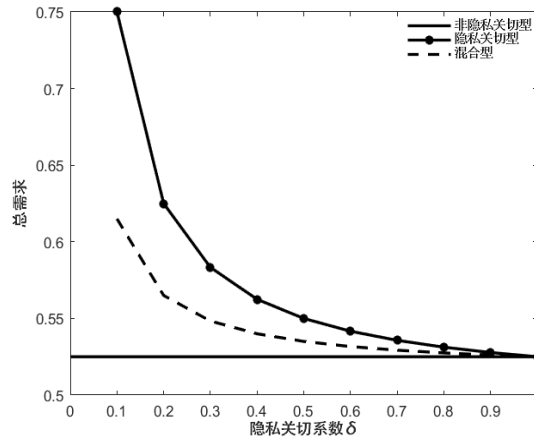


图3-3 N策略下用户隐私关切程度对市场总需求的影响

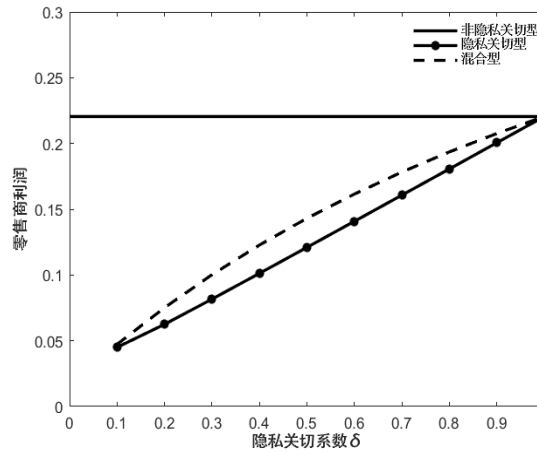


图3-4 N策略下用户隐私关切程度对零售商利润的影响

从图 3-2、3-3 和 3-4 可知，当全渠道零售商不实施个性化推荐服务时，NM 市场的零售价格(市场需求)最高(最低)，MM 市场次之，YM 市场的零售价格(市场需求)最低(最高)；而 NM 市场的零售商利润最高，MM 市场次之，YM 市场情形下的零售商利润最低。在既定参数值设置下， $\delta_1 \in [0, 0.0025]$ ， $\delta_2 \in [0, 0.05]$ 。当 $\delta > \max\{\delta_1, \delta_2\} = 0.05$ 时， $\pi_n^{N*} > \pi_m^{N*} > \pi_y^{N*}$ 。这些结论与命题 1、2 的相同。原因在于，当市场中含有隐私关切型用户时，考虑到隐私关切型用户因担心其个人隐私泄露而不选择在线购物行为，全渠道零售商主动降低零售价格以刺激隐私关切型用户的需求。

由图 3-4 可知，当市场中用户含有隐私关切型用户时，尽管零售商降低了价格使得市场需求增加，但增加的市场需求不足以弥补降低价格带来的利润损失，故 NM 市场情形下零售商能够蚕食的用户剩余最多。可以发现，当市场中仅含

有隐私关切型用户时，零售价格随着隐私关切系数 δ 的增加（用户的隐私关切程度的减少）而增加，需求随着 δ 的增加而减少，利润随着 δ 的增加而增加，这也印证了命题3的相关结论。

N 策略下的 MM 市场的零售价格函数图、总需求函数图以及零售商利润函数图如图 3-5、3-6 和 3-7 所示。

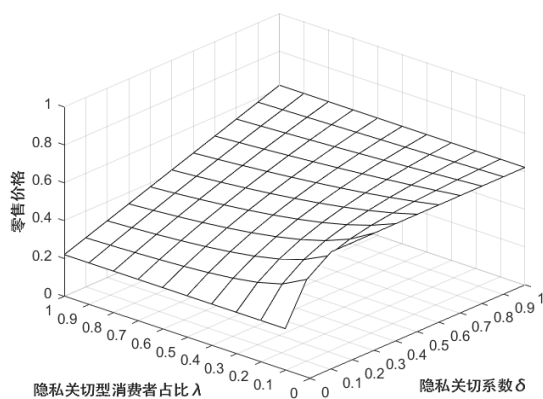


图3-5 N策略下MM市场的零售价格

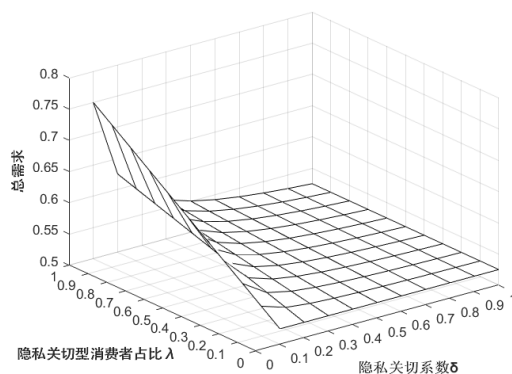


图3-6 N策略下MM市场的市场总需求

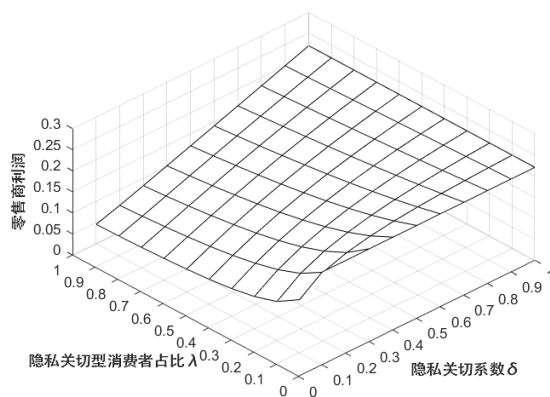


图3-7 N策略下MM市场的零售商利润

MM 市场情形下零售商不实施个性化推荐服务策略时,零售价格随着隐私关切型用户占比 λ 单调递减,随着隐私关切系数 δ 的增加(隐私关切程度的减少)而增加;总需求随着 λ 单调递增,随着 δ 的增加(隐私关切程度的减少)而减少;零售商利润随着 λ 单调递减,随着隐私关切系数 δ 的增加(隐私关切程度减少)而增加,命题 4 得证。这与命题 1 呼应,即当市场中隐私关切型用户越少,隐私关切程度越低($\delta \rightarrow 1$)时,零售商越能制定较高零售价格,用户越易接受网上购物,故零售商所得收益越高。

Y 策略时三种市场情形下的零售价格、总需求以及零售商利润随隐私关切型用户市场占比 λ 变化的函数图如图 3-8、3-9 和 3-10 所示。

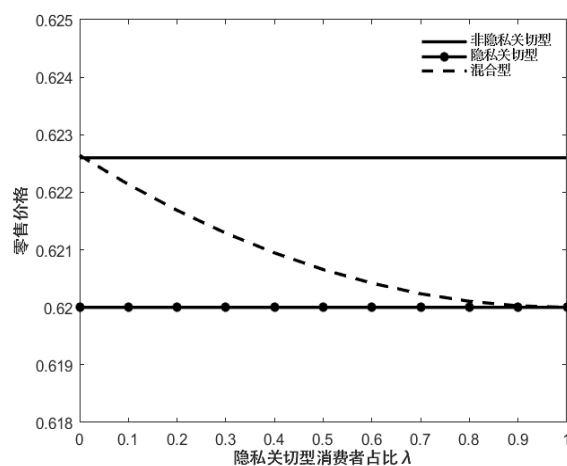


图3-8 Y策略下MM市场的零售价格

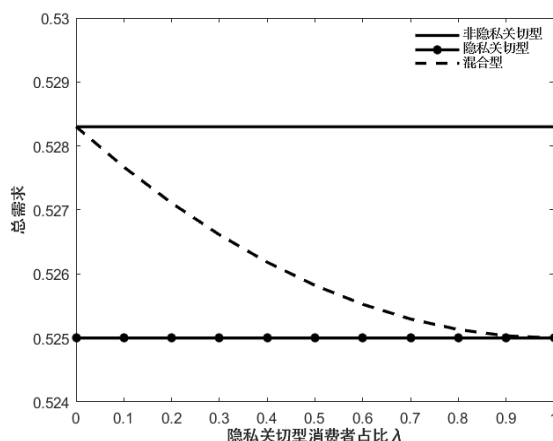


图3-9 Y策略下MM市场的市场总需求

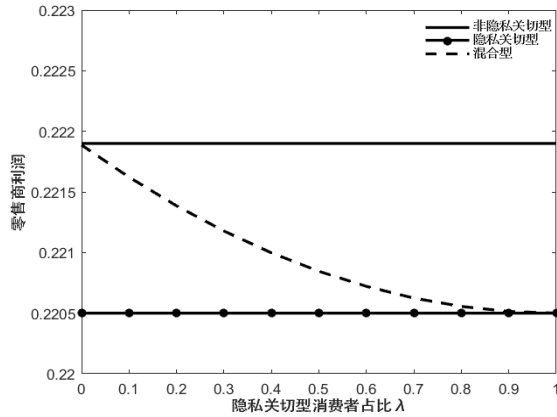


图3-10 Y策略下MM市场的零售商利润

与零售商未实施个性化推荐服务不同,零售商实施个性化推荐服务后 NM 市场的零售价格、市场需求以及零售商利润均为最高,MM 市场次之,YM 市场的零售价格、市场需求以及零售商利润最低,也验证了命题 4 的结论。由图 3-9 可知,零售商为隐私关切型用户提供了关闭个性化推荐服务选项,此举提升了 YM 市场的零售价格和零售商利润,即零售商采取个性化推荐服务可使隐私关切型用户效用提升,用户愿意付出更高的价格购买产品,零售商因此获益更大。然而由图 3-10 可知,与其他两种市场情形相比,YM 市场情形下的零售价格、市场需求和零售商利润相比仍为最低。

MM 市场情形下零售商实施个性化推荐服务策略前后的零售价格函数对比图、总需求对比图和零售商利润函数对比图如下所示。

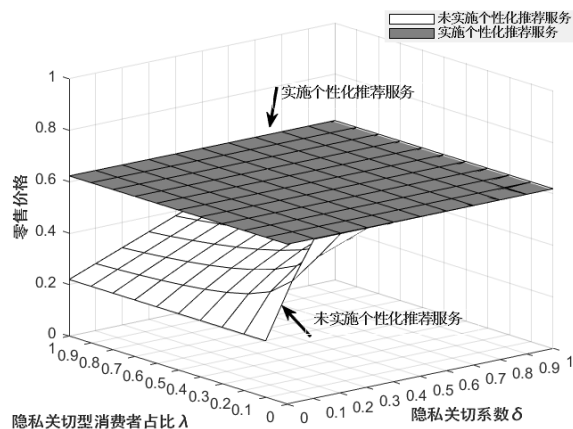


图3-11 不同策略下MM市场的价格比较

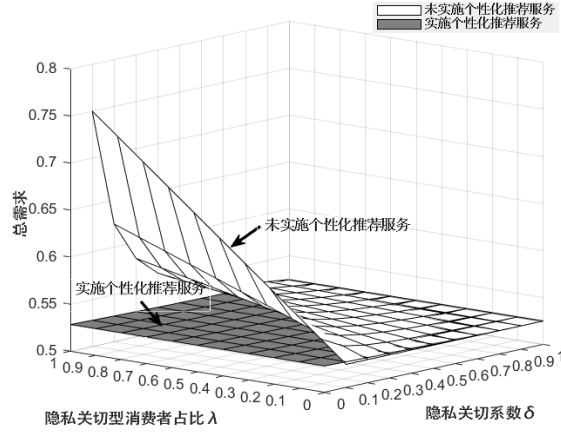


图3-12 不同策略下MM市场的市场总需求比较

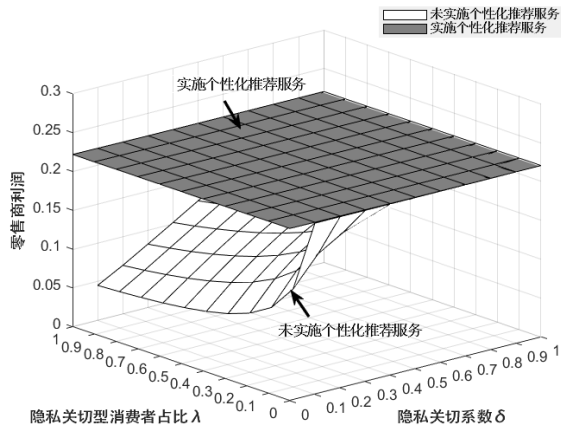


图3-13 不同策略下MM市场的零售商利润比较

由图 3-11 可知，MM 市场情形下零售商实施个性化推荐服务后的零售价格高于实施个性化推荐服务前的零售价格；由图 3-12 可知，当

$$\delta > \delta_6 = \frac{0.04\lambda(1.6 - 0.01(1-\lambda)^2)}{1.344 - (0.8 + 0.04(1-\lambda))(1.6 - 0.01(1-\lambda)^2)}$$

时，实施个性化推荐服务后的市场需求才会高于未实施个性化推荐服务时的市场需求，命题 9 得证；根据仿真参数设置，由图 3-13 可知零售商实施个性化推荐服务后的零售商利润要高于零售商未实施个性化推荐服务时的零售商利润。尽管 MM 市场中零售商设置高零售价格会失去部分市场需求，但价格增长幅度高于需求减少幅度，故此时零售商实施个性化推荐服务时有益的。由上图可知，当 δ 越大且 λ 越小时，两者之间差距越小，即隐私关切型用户隐私关切程度越小、非隐私关切型用户越多时，MM 市场情形下零售商未实施个性化推荐服务时的利润越接近于实施个性化推荐服务后的利润值。

3.4 鲁棒性分析

在前文中，研究的市场需求函数既有线性需求函数也有非线性需求函数，故将其定义为混合需求函数。在本小节中，放宽市场需求标准化为 1 的假设，来进一步研究了不确定市场需求函数和市场需求函数均为非线性需求函数（幂需求函数）对全渠道零售商实施个性化推荐策略的影响。

(1) 不确定需求

根据实际经济市场交易活动可知，用户对产品的实际需求存在波动情况。参考文献[76]，假设市场需求为 $d_i^j = D_i^j + \varepsilon$ ， ε 为需求随机变量，服从 $[-q, q]$ 上的均匀分布，故实际市场需求为 $d_i^j = D_i^j + \frac{\varepsilon + q}{2q}$ 。将实际市场需求函数代入零售商利润函数中，可得到不同市场情形下零售商采用个性化推荐服务前后的均衡解。不同市场情形下零售商均衡利润如表 3-2 所示。

表 3-2 不确定需求下零售商利润值比较

零售商利润值	实施个性化推荐服务前	实施个性化推荐服务后
NM 市场		
零售商利润值	$\pi_n^{N*} = \frac{(\alpha(1+q) + \Delta_1)^2}{4\alpha}$	$\pi_n^{Y*} = \frac{k(\alpha(1+q) + \Delta_1)^2}{2\Delta_2}$
YM 市场		
零售商利润值	$\pi_y^{N*} = \frac{(\delta\alpha(1+q) + \Delta_1)^2}{4\delta\alpha}$	$\pi_y^{Y*} = \frac{(\alpha(1+q) + \Delta_1)^2}{4\alpha}$
MM 市场		
零售商利润值	$\pi_m^{N*} = \frac{(\alpha\delta(1+q) + \Delta_1(\delta + \lambda - \delta\lambda))^2}{4\alpha\delta(\delta + \lambda - \delta\lambda)}$	$\pi_m^{Y*} = \frac{k(\alpha\delta(1+q) + \Delta_1)^2}{4k\alpha - 2(1-\lambda)^2 h_o^2}$

与混合需求函数情形相同，零售商在 NM 市场情形实施个性化推荐服务更有利；当 $\delta > \delta_{10} = \frac{\Delta_1^2}{a^2(1+q)^2}$ 时，零售商选择在 YM 市场中实施个性化推荐服务。

当 $\varepsilon < 0$ 时，有 $\delta_6 < \delta_{10}$ ，混合需求函数形式下零售商能够在更高隐私关切程度下采用个性化推荐服务；当 $\varepsilon > 0$ 时，有 $\delta_6 > \delta_{10}$ ，不确定需求函数形式下零售商能够在更高隐私关切程度下采用个性化推荐服务。MM 市场中零售商实施个性化推荐服务的利润高低由隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比共同决定，其分析较

为复杂，本文采用赋值方式进行比较。相同参数设置与前文相同，令 $q=0.4$ ，考察随机需求变量 ε 为 -0.4 、 -0.2 、 0.2 以及 0.4 四种情形下 MM 市场零售商实施个性化推荐服务前后的利润变化情况，并以图形方式展示。

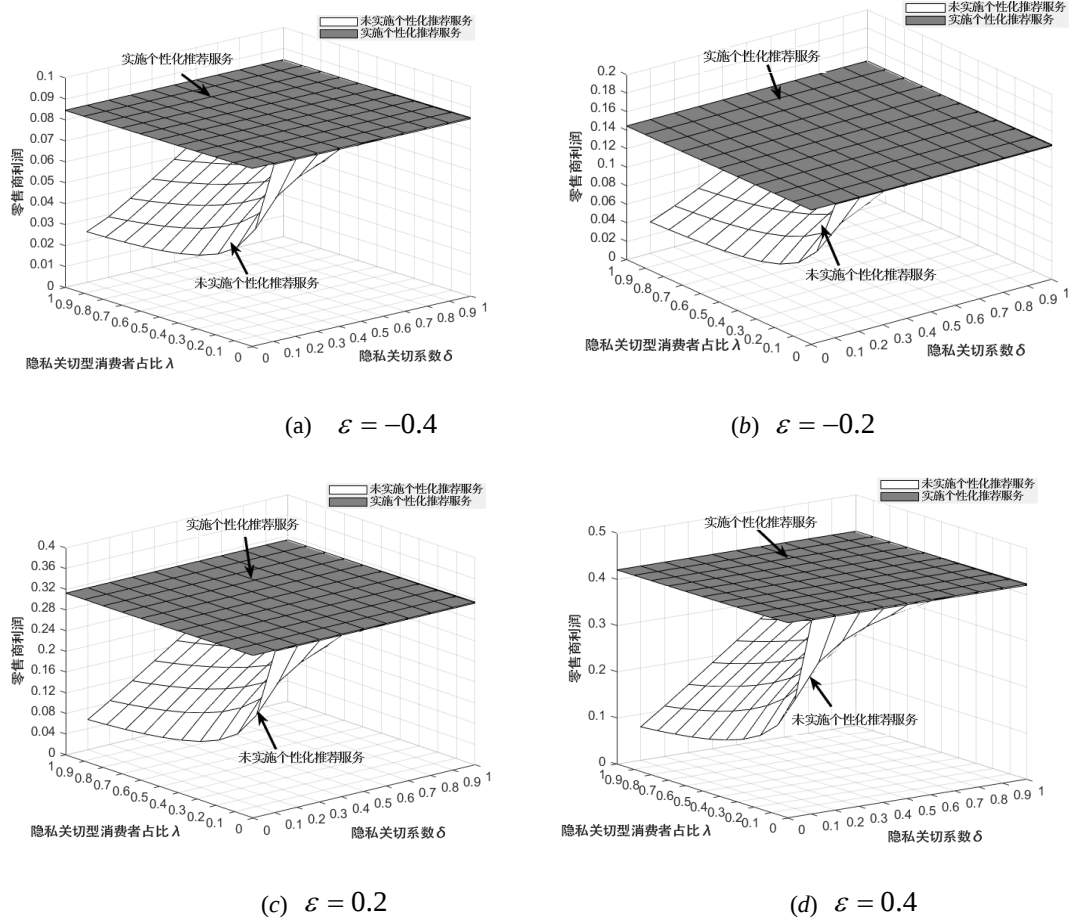


图3-14 市场需求不确定下MM市场零售商利润的比较

由图 3-14 可知，在给定相同的参数值时，即使市场需求存在波动时，零售商采用个性化推荐策略后利润值仍得到明显提升。因此，与混合需求函数情形相同，零售商选择在 MM 市场中实施个性化推荐服务策略。进一步观察图 3-14 可发现，在市场波动越大、隐私关切程度越高以及隐私关切型用户数量越多时，零售商采用个性化推荐策略带来的正向效果越显著。此外，本小节发现零售商利润与随机市场需求波动量呈同步变化，即市场需求波动正向（负向）越大时，零售商利润值越大（小）。

(2) 幂需求函数

在本小节中将研究幂需求函数对不同市场情形下零售商采用个性化推荐策

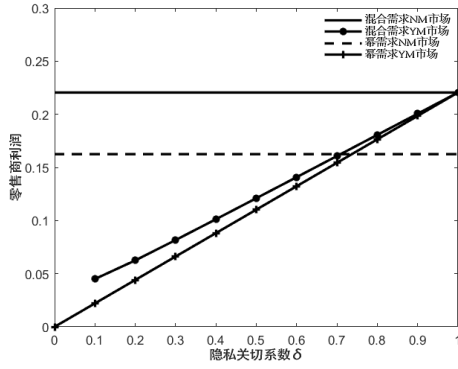
略的影响。根据文献[77]，零售商未实施个性化推荐策略时，三种市场情形下的需求函数分别为 $D_n^N = M(p_n^N)^{-\theta}$ 、 $D_y^N = M\left(\frac{p_y^N}{\delta}\right)^{-\theta}$ 和 $D_m^N = M\left((1-\lambda)p_m^N + \lambda\frac{p_m^N}{\delta}\right)^{-\theta}$ ($M > 0$, $\theta > 1$)。零售商实施个性化推荐服务策略后，三种市场的需求函数分别为 $D_n^Y = M(1+t_n)(p_n^Y)^{-\theta}$ 、 $D_y^Y = M(p_y^Y)^{-\theta}$ 和 $D_m^Y = M(1+\lambda t_m)(p_m^Y)^{-\theta}$ 。同理可得幂需求函数下零售商实施个性化推荐服务前后的利润值，如表 3-3 所示。

表 3-3 幂需求函数下零售商利润值比较

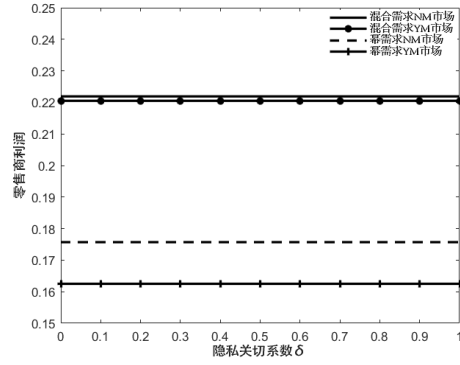
零售商 利润值	实施个性化推荐服务前	实施个性化推荐服务后
NM 市场	$\pi_n^{N*} = \frac{M(\theta-1)^{\theta-1}}{\theta^\theta c^{\theta-1}}$	$\pi_n^{Y*} = \frac{M(\theta-1)^{\theta-1}}{\theta^\theta c^{\theta-1}} + \frac{M^2(\theta-1)^{2(\theta-1)}}{2k\theta^{2\theta} c^{2(\theta-1)}}$
YM 市场	$\pi_y^{N*} = \frac{\delta M(\theta-1)^{\theta-1}}{\theta^\theta c^{\theta-1}}$	$\pi_y^{Y*} = \frac{M(\theta-1)^{\theta-1}}{\theta^\theta c^{\theta-1}}$
MM 市场	$\pi_m^{N*} = \frac{M(\theta-1)^{\theta-1}(1-\lambda+\delta^\theta\lambda)}{\theta^\theta c^{\theta-1}}$	$\pi_m^{Y*} = \frac{M(\theta-1)^{\theta-1}}{\theta^\theta c^{\theta-1}} + \frac{M^2(\theta-1)^{2(\theta-1)}(1-\lambda)^2}{2k\theta^{2\theta} c^{2(\theta-1)}}$

当市场需求函数为幂需求函数时，对比实施个性化推荐服务前后的全渠道零售商的利润值可知，三种市场下全渠道零售商选择实施采用个性化推荐服务后其利润均得到提升。由此可知，非线性需求下，隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比只影响部分市场的零售商利润值，并不影响零售商实施个性化推荐服务。由表 3-3 可知，当全渠道零售商不实施个性化推荐服务时，YM 市场和 MM 市场的全渠道零售商的利润均随用户隐私关切系数 δ 同向变化（与用户的隐私关切程度反向变化）。在 MM 市场中，无论全渠道零售商是否实施个性化推荐策略，全渠道零售商利润随隐私关切型用户市场占比 λ 反向变化。因此，全渠道零售商应采取合理措施降低隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比，以期获得更高收益。

相关参数设置如前文，令 $\theta = 2$ ，为确保市场需求不大于 1，这里设置 $M = 0.13$ 。比较混合需求函数和幂需求函数各市场情形下的零售商利润值，如图 3-15 和 3-16 所示。

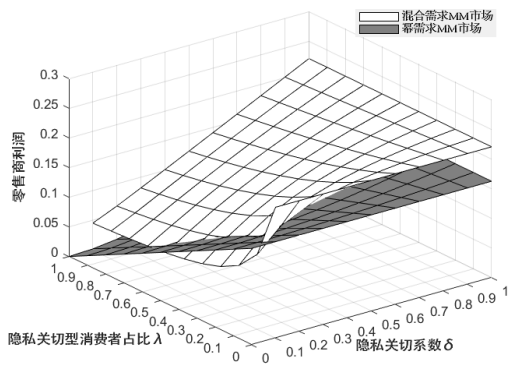


(a) 零售商未实施个性化推荐策略

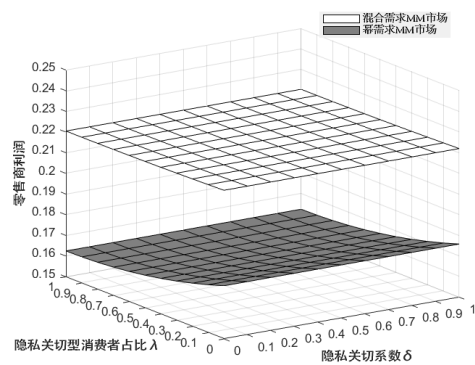


(b) 零售商实施个性化推荐策略

图 3-15 不同需求函数下 NM 市场和 YM 市场零售商利润的比较



(a) 零售商未实施个性化推荐策略



(b) 零售商实施个性化推荐策略

图 3-16 不同需求函数下 MM 市场零售商利润的比较

由图 3-15、3-16 易知，当全渠道零售商未实施个性化推荐策略时，在 NM 市场和 YM 市场中，无论全渠道零售商是否采用个性化推荐策略，混合需求函数下零售商利润均高于其幂需求函数下利润；在 MM 市场中，当且仅当隐私关切型用户的隐私关切系数和市场占比较小小时，幂需求函数下零售商利润占优。此外，当零售商采用个性化推荐策略后，混合需求函数下的三种市场情形下的零售商利润值均远远高于幂需求函数下的零售商利润值。

3.5 本章小结

本章在无退货模式下，研究了用户隐私关切行为对 BOPS 全渠道零售商决策的影响，给出了各隐私市场个性化推荐策略的实施条件，并进一步探究了不同需求函数形式下个性化推荐策略的适用条件。研究结论主要有：

- (1) 未实施个性化推荐策略时，平台持有用户个人隐私信息，存在隐私风险。

此情形下，全渠道零售商为吸引用户在线购物，优先采用降价策略来提高用户效用值。然而，用户的隐私关切行为又限制了其在线购物决策，最终影响可能会对零售商利润产生负向影响。

(2) 实施个性化推荐服务后，用户可通过关闭个性化推荐服务来保护个人隐私信息。在混合型市场中，全渠道零售商为控制成本选择降低个性化推荐精度，而这又使非隐私关切型用户的效用值降低，从而引发市场需求下降，零售商利润随之缩减。

(3) 尽管个性化推荐服务在一定程度上实现了用户效用值的提升，扩大了用户的在线购物需求。但当市场中存在隐私关切型用户时，零售商的高价决策可能会引发市场需求的缩减，零售商利润并不一定会实现正向增长，即个性化推荐策略并非一定是最优策略。

(4) 当市场需求存在波动时，NM 市场中个性化推荐策略仍为占优策略。而在 YM 市场中，相较于混合需求函数情形，全渠道零售商只能在更低的隐私关切程度下采用个性化推荐策略。在 MM 市场中，零售商实施个性化推荐可能会招致利润的减少；而幂需求函数下，个性化推荐策略使得三种隐私市场的零售商利润增大，但通过数值仿真发现，其利润值远低于混合需求情形。

个性化推荐服务虽然能在一定程度上刺激市场内用户在线购物需求，但全渠道零售商实施个性化推荐并不一定能有效增加其利润。因此，全渠道零售商可采取以下举措：

(1) 减少由在线购物产生的基本退货量，提高用户与产品之间的适配度。全渠道零售商可采用返利方式鼓励已购买产品的用户发布产品评价，让用户更好地了解产品属性和功能，减少由用户购物到不匹配产品引发的退货行为。

(2) 为提高整体收益，全渠道零售商应为用户提供隐私保护服务。在不采用个性化推荐策略为占优策略时，通过隐私保护服务可降低隐私关切型用户的隐私关切程度，甚至将其转化为非隐私关切型用户；当实施个性化推荐策略为占优策略时，附加的隐私保护有助于建立用户对在线购物平台的信任，吸引隐私关切型用户使用个性化推荐服务。

(3) 全渠道零售商可通过为用户提供附加服务来提升用户效用值，如借助于网络优势为用户提供专属客服服务、线下店铺为BOPS渠道用户提供优先服务等。

第 4 章 同渠道退货模式下考虑用户隐私关切的全渠道个性化推荐决策研究

上一章通过分别构建用户隐私关切下 BOPS 全渠道零售商有/无提供个性化推荐的决策模型，得出了三种隐私市场的最优策略，并给出了相应的管理建议。然而，在线购物时用户无法感知完整的产品，总是伴随着产品与用户需求不匹配的问题。为吸引用户选择在线购物模式和响应国家政策法规，一些在线零售商开始提供“七天无理由退换货”服务，允许用户按原路退回产品。在同渠道退货情形下，用户对产品的购物需求发生改变，这也对零售商的决策产生影响。因此，本章在考虑用户隐私关切行为的基础上，将同渠道退货纳入研究过程之中，进一步研究三种隐私市场中个性化推荐策略实施的有效性。

4.1 模型描述与假设

4.1.1 模型描述

与第三章相同，单个零售商通过自有平台为用户提供两种渠道的在线购物服务（纯线上渠道、BOPS 渠道）。当用户通过在线平台购买产品以后，对产品不满意时可选择退货退款，但不同购物渠道的退货方式和费用存在差异。用户通过纯线上渠道购物时，退回产品时需要自付运费寄回产品；用户通过 BOPS 渠道购物时，到店体验产品时不满意，可选择在线取消订单。显然，两种购物渠道会对用户的购买及退货决策产生影响。与前文一致，用户对隐私信息的关切程度仍然是影响其在线购物决策的影响因素之一，且个性化推荐系统的实施条件也会因此发生改变。

基于以上阐述，本章在 BOPS 全渠道零售模式中，考虑了退货和用户隐私关切因素的影响，构建了全渠道零售商是否实施个性化推荐策略的决策模型，并分析了相关因素对全渠道零售商利润和决策的影响机制，并探讨了以下几个问题：

(1) 不同购物渠道的退货方式对用户的购买及退货决策产生何种影响？不同用户的隐私关切行为如何影响其购买行为？这些又会对全渠道零售商的定价

决策和利润造成何种影响？

(2) 个性化推荐策略对用户的购买行为有何影响？退货和隐私关切行为如何影响 BOPS 全渠道零售商利润、定价和个性化推荐决策？

(3) 个性化推荐策略的实施是否能实现用户和零售商的双赢？

4.1.2 假设和符号说明

本章采用了与第三章的相同的几项假设，分别是 3.1.2 中的假设 1、假设 5 和假设 6，此处不再赘述。为使模型合理，在参考前人研究内容的基础上，本章还有如下假设。

假设 1：退货价格则为零售价格与退货运费的差值，即纯线上渠道的退货价格为 $p_i^j - r$ ，BOPS 渠道的退货价格为 p_i^j 。

假设 2：根据实际经济活动，假设纯线上渠道的市场需求高于 BOPS 渠道。其中，纯线上渠道的市场需求为 ω ($0.5 < \omega < 1$)，BOPS 渠道的市场需求为 $1 - \omega$ 。

假设 3：市场总体退货量由基础退货量 μ 和全渠道平均退货价格决定，全渠道平均退货价格为各购物渠道退货价格的平均值 ($p_i^j - r\omega$)。因此，退货函数为 $R_i^j = \mu + \gamma(p_i^j - r\omega)$ ， γ 代表退货量对平均退货价格的敏感系数。

假设 4：当用户无隐私关切行为时，产品价格负向影响市场需求、退货价格正向影响市场需求；当用户有隐私关切行为时，用户的隐私关切程度促使其只愿意支付低于非隐私关切型用户的产品价格^[78]，即用户隐私关切行为、产品价格和退货价格共同作用于市场需求。

假设 5：市场需求相对于退货价格来说，对产品价格更为敏感；市场需求对退货价格的敏感程度高于退货量对退货价格的敏感程度。

假设 6：当全渠道零售商提供个性化推荐服务时，市场需求增长量 βt_i 。其中， t_i 为个性化推荐系统精度（推荐系统的准确性）， β 为市场需求对个性化推荐精度的敏感系数。

假设 7：为确保各隐私市场的实际销量恒为正值，假设 $\Omega_1 = 1 - \mu - c(2a - 2b + \gamma) - r(b - \gamma\omega) > 0$ ；为使零售商采用个性化推荐策略存在最优解，

假设 $\Omega_2 = k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2 > 0$ 。

相关参数及其含义见表 4-1。其中，上标 $j \in \{N, Y\}$ 分别代指零售商不采用/采用个性化推荐策略；下标 $i \in \{n, y, m\}$ 分别代指 NM 市场/YM 市场/MM 市场。

表4-1 参数符号及含义

符号	含义	符号	含义
p_i^j	i 市场 j 策略下的产品价格	r	纯线上渠道用户退货时需自行支付的运费
c	单位产品成本	t_i	i 市场的个性化推荐精度
δ	隐私关切系数($0 < \delta < 1$)	ω	纯线上渠道的市场需求($0.5 < \omega < 1$)
a	市场需求对零售价格敏感系数($0 < a \leq 1$)	b	市场需求对退货价格的敏感系数
γ	退货量对平均退货价格的敏感系数	λ	隐私关切型用户市场占比($0 < \lambda < 1$)
β	个性化推荐精度敏感系数	μ	基本退货量($0 < \mu < 0.5$)
R_i^j	i 市场 j 策略下的总退货量	k	个性化推荐系统成本系数($0 < k \leq 1$)
D_i^j	i 市场 j 策略下的总市场需求	D_{oi}^j / D_{bi}^j	i 市场 j 策略下纯线上渠道/BOPS 渠道的市场需求
T_i^j	i 市场 j 策略下的实际需求量（市场销量）	π_i^j	i 市场 j 策略下全渠道零售商利润

4.2 同渠道退货模式下模型的均衡解

4.2.1 无个性化推荐策略情形

根据模型假设部分，本小节设定 NM 和 YM 市场各渠道的需求函数分别为：

$$\begin{cases} D_{on}^N = \omega - ap_n^N + b(p_n^N - r) \\ D_{bn}^N = 1 - \omega - ap_n^N + bp_n^N \end{cases}, \quad (4-1)$$

$$\begin{cases} D_{oy}^N = \omega - \frac{ap_y^N}{\delta} + b(p_y^N - r) \\ D_{ay}^N = 1 - \omega - \frac{ap_y^N}{\delta} + bp_y^N \end{cases}。 \quad (4-2)$$

因此，NM 和 YM 市场的总市场需求函数分别为：

$$D_n^N = 1 - 2ap_n^N + 2bp_n^N - br, \quad (4-3)$$

$$D_y^N = 1 - \frac{2ap_y^N}{\delta} + 2bp_y^N - br \quad (4-4)$$

根据 MM 市场中两种类型的用户类型，可知 MM 市场总需求函数为：

$$D_m^N = 1 + 2bp_m^N - br - 2ap_m^N \left(1 - \lambda + \frac{\lambda}{\delta}\right) \quad (4-5)$$

由 4.1.2 的模型假设部分可知，产品市场的退货函数为：

$$R_i^N = \mu + \gamma(p_i^N - r\omega) \quad (4-6)$$

由此可知，各隐私市场的销量分别为：

$$\begin{cases} T_n^N = D_n^N - R_n^N = 1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_n^N - r(b - \gamma\omega) \\ T_y^N = D_y^N - R_y^N = 1 - \mu - \left(\frac{2a}{\delta} - 2b + \gamma\right)p_y^N - r(b - \gamma\omega) \\ T_m^N = D_m^N - R_m^N = 1 - \mu - \left(\frac{2a(\delta + \lambda - \delta\lambda)}{\delta} - 2b + \gamma\right)p_m^N - r(b - \gamma\omega) \end{cases} \quad (4-7)$$

此时，N 策略下三种隐私市场的利润函数为：

$$\begin{cases} \pi_n^N = (p_n^N - c)T_n^N = (p_n^N - c)(1 - \mu - r(b - \gamma\omega) - (2a - 2b + \gamma)p_n^N) \\ \pi_y^N = (p_y^N - c)T_y^N = (p_y^N - c)\left(1 - \mu - r(b - \gamma\omega) - \left(\frac{2a}{\delta} - 2b + \gamma\right)p_y^N\right) \\ \pi_m^N = (p_m^N - c)T_m^N = (p_m^N - c)\left(1 - \mu - r(b - \gamma\omega) - \left(\frac{2a(\delta + \lambda - \delta\lambda)}{\delta} - 2b + \gamma\right)p_m^N\right) \end{cases} \quad (4-8)$$

对上述利润函数求解最优解，可得：

NM 市场：由 $\frac{\partial^2 \pi_n^N}{\partial (p_n^N)^2} = -2(2a - 2b + \gamma) < 0$ 可知， π_n^N 是关于 p_n^N 的严格凹函数，存

在唯一最优解。令 $\frac{\partial \pi_n^N}{\partial p_n^N} = 0$ ，得到 p_n^{N*} ，将其代入 T_n^N 和 π_n^N ，即可得 T_n^{N*} 和 π_n^{N*} 。故零

售商不采用个性化推荐系统时 NM 市场的均衡解为：

$$\begin{cases} p_n^{N*} = \frac{\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma)}{2(2a - 2b + \gamma)} \\ T_n^{N*} = \frac{\Omega_1}{2} \\ \pi_n^{N*} = \frac{\Omega_1^2}{4(2a - 2b + \gamma)} \end{cases} \quad (4-9)$$

YM 市场：由 $0 < \delta < 1$ 知 $\frac{2a}{\delta} > 2a$ ，可得利润函数 π_y^N 关于零售价格 p_y^N 的二阶偏

导数 $\frac{\partial^2 \pi_y^N}{\partial (p_y^N)^2} = -2 \left(\frac{2a}{\delta} - 2b + \gamma \right) < -2(2a - 2b + \gamma) < 0$ ，同理可求得 p_y^{N*} 、 T_y^{N*} 和 π_y^{N*} 。为保证市

场销量满足 $T_y^{N*} > 0$ ，用户隐私关切程度需满足 $\delta > \delta_1 = \frac{2ac}{\Omega_1 + 2ac}$ 。同理可得 YM 市场的均衡解为：

$$\begin{cases} p_y^{N*} = \frac{2ac + \delta(\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma))}{4a - 2\delta(2b - \gamma)} \\ T_y^{N*} = \frac{\Omega_1 \delta - 2ac(1 - \delta)}{2\delta} \\ \pi_y^{N*} = \frac{(\Omega_1 \delta - 2ac(1 - \delta))^2}{4\delta(2a - \delta(2b - \gamma))} \end{cases} \quad \left(\delta > \delta_1 = \frac{2ac}{\Omega_1 + 2ac} \right)。$$

MM 市场： π_m^N 关于 p_m^N 的二阶偏导数为 $\frac{\partial^2 \pi_m^N}{\partial (p_m^N)^2} = -2 \left(\frac{2a(\delta + \lambda - \delta\lambda)}{\delta} - 2b + \gamma \right)$ ，由

$0 < \delta, \lambda < 1$ 知 $\frac{\delta + \lambda - \delta\lambda}{\delta} > 1$ ，故 $\frac{\partial^2 \pi_m^N}{\partial (p_m^N)^2} = -2 \left(\frac{2a(\delta + \lambda - \delta\lambda)}{\delta} - 2b + \gamma \right) < -2(2a - 2b + \gamma) < 0$ 。令 π_m^N

关于 p_m^N 的一阶偏导数为 0，求解最优解 p_m^{N*} 。将最优 p_m^{N*} 代入 T_m^N 和 π_m^N 中，求解得

到最优市场销量 T_m^{N*} 和最优零售商利润 π_m^{N*} 。为使市场销量满足 $T_m^{N*} > 0$ ，用户隐私

关切程度需满足 $\delta > \delta_2 = \frac{2ac\lambda}{\Omega_1 + 2ac\lambda}$ 。因此，MM 市场均衡解为：

$$\begin{cases} p_m^{N*} = \frac{2ac\lambda(1 - \delta) + \delta(\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma))}{2\delta(2a(1 - \lambda) - 2b + \gamma) + 4a\lambda} \\ T_m^{N*} = \frac{\Omega_1 \delta - 2ac\lambda(1 - \delta)}{2\delta} \\ \pi_m^{N*} = \frac{(\Omega_1 \delta - 2ac\lambda(1 - \delta))^2}{4\delta((2a(1 - \lambda) - 2b + \gamma)\delta + 2a\lambda)} \end{cases} \quad \left(\delta > \delta_2 = \frac{2ac\lambda}{\Omega_1 + 2ac\lambda} \right)。$$

在全渠道零售商未提供个性化推荐服务时，对各隐私市场的均衡解进行分析，可得命题 1-3。

命题 1 p_n^{N*} 、 T_n^{N*} 、 π_n^{N*} 均与 μ 成负相关。

证明：分别对 p_n^{N*} 、 T_n^{N*} 和 π_n^{N*} 求解关于 μ 的一阶偏导数可得

$$\frac{\partial p_n^{N*}}{\partial \mu} = \frac{\partial T_n^{N*}}{\partial \mu} = \frac{\partial \pi_n^{N*}}{\partial \mu} = -\frac{1}{2(2a - 2b + \gamma)} < 0。$$

命题 1 表明，随着基本退货量 μ 的增加，全渠道零售商的价格、销量和利润

都会随之递减。基本退货量 μ 是由产品与用户需求的不匹配引发的退货，通常表现为实际产品与网图不符、产品功能未达到用户期望等。显然，在较高的基本退货量 μ 下，全渠道零售商为减少退货，采用降价措施来提高用户对产品的价值认可。然而，降价所能抑制的退货效果有限，整体市场销量仍随 μ 值单调递减。因此，全渠道零售商的最优利润 p_n^{N*} 随 μ 的增大而大幅下降。分析 NM 市场均衡解关于 μ 的一阶偏导数发现，当 $a(\gamma)$ 越大、 b 越小时， p_n^{N*} 、 T_n^{N*} 以及 π_n^{N*} 随 μ 下降趋势越平缓，即基本退货量对零售商的负向影响越不显著。因此，在 NM 市场情形下，为实现最大收益，全渠道零售商尽可能地减少基本退货量，具体可采用以下举措：(1) 在产品网页展示界面充分阐述产品的外观、功能等属性，并保持实际产品与网页展示产品一致；(2) 在产品购买页面增设产品价格变动趋势，强化产品的性价比，并进一步通过全额退款保证来提高用户对产品的质量认可，降低用户的退货意愿。

命题 2 当 $\delta > \delta_1$ 时， p_y^{N*} 、 T_y^{N*} 、 π_y^{N*} 与 μ 成负相关、与 δ 成正相关。

证明：由 $0 < \delta < 1$ 、 $a > b$ 和 $\Omega_1 > 0$ 可 $4a - 2\delta(2b - \gamma) < 0$ 、 $1 - \mu - (b - \gamma\omega)r > 0$ ，易知

$$\frac{\partial p_y^{N*}}{\partial \mu} = \frac{-\delta}{4a - 2\delta(2b - \gamma)} < 0, \quad \frac{\partial T_y^{N*}}{\partial \mu} = -\frac{1}{2} < 0, \quad \frac{\partial p_y^{N*}}{\partial \delta} = \frac{a(1 - \mu - (b - \gamma\omega)r)}{(2a - (2b - \gamma)\delta)^2} > 0, \quad \frac{\partial T_y^{N*}}{\partial \delta} = \frac{ac}{\delta^2} > 0. \quad \pi_y^{N*}$$

关于 μ 、 δ 的一阶偏导为：
$$\frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \mu} = \frac{2ac - \delta(1 - \mu + b(2c - \gamma) - r(b - \gamma\omega))}{4a - 2\delta(2b - \gamma)},$$

$$\frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \delta} = \frac{a(\delta^2(1 - \mu - r(b - \gamma\omega))^2 - c^2(2a - \delta(2b - \gamma))^2)}{2\delta^2(2a - (2b - \gamma)\delta)^2}。令 \frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \mu} = 0 和 \frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \delta} = 0，可得$$

$$\delta = \delta_1 = \frac{2ac}{1 - \mu + c(2b - \gamma) - r(b - \gamma\omega)} = \frac{2ac}{\Omega_1 + 2ac}。当 \delta > \delta_1 时，有 \frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \mu} < 0、\frac{\partial \pi_y^{N*}}{\partial \delta} > 0。$$

命题 2 表明基本退货量 μ 同样负向作用于 YM 市场的均衡解，且隐私关切系数对均衡解有正向促进作用。分析 YM 市场在线平台开设条件 δ_1 可知， δ_1 随 μ 单调递增，即基本退货量 μ 越大，全渠道零售商开启在线平台的条件越苛刻。由均衡解的一阶偏导数可知，当用户隐私关切系数 δ 趋向于 1 时，均衡价格 p_y^{N*} 和

零售商利润 π_y^{N*} 随 μ 单调递减的趋势增大；基本退货量 μ 增大时，均衡价格 p_y^{N*} 和零售商利润 π_y^{N*} 随 δ 单调递增的趋势减弱。显然，当用户的隐私关切程度较低时，其对价格的敏感程度也较低，零售商可在市场中制定较高的价格。但由于产品的不匹配程度增高，用户不愿意为产品支付过多的溢价，最终导致零售商不断降低产品价格，零售商利润也随之缩减。因此，YM 市场中全渠道零售商可采用以下举措改善收益：(1) 在高基本退货量下，加强用户对个人隐私信息的关切程度，如不断宣传其他在线平台隐私风险事件、向用户告知隐私信息泄露和被恶意利用的坏处等；(2) 在低隐私关切程度下，着力降低基本退货量，减少用户的退货行为，如提前进行用户需求调研、根据市场需求预测合理调整产品种类等。

命题 3 当 $\delta > \delta_2$ 时， p_m^{N*} 、 T_m^{N*} 、 π_m^{N*} 与 μ 和 λ 成负相关、与 δ 成正相关。

证明：分别求解 MM 市场均衡解关于基本退货量 μ 、隐私关切系数 δ 以及隐私关切型用户市场占比 λ 的一阶偏导数可得：

$$\frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \mu} = \frac{-\delta}{2(2a-2b+\gamma)\delta+4a(1-\delta)\lambda} < 0; \quad \frac{\partial T_m^{N*}}{\partial \mu} = -\frac{1}{2} < 0;$$

$$\frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \delta} = \frac{a\lambda(1-\mu-(b-\gamma\omega)r)}{((2a(1-\lambda)-2b+\gamma)\delta+2a\lambda)^2} > 0; \quad \frac{\partial T_m^{N*}}{\partial \delta} = \frac{ac\lambda}{\delta^2} > 0;$$

$$\frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \lambda} = -\frac{a(1-\delta)\delta(1-\mu-(b-\gamma\omega)r)}{((2a(1-\lambda)-2b+\gamma)\delta+2a\lambda)} < 0; \quad \frac{\partial T_m^{N*}}{\partial \lambda} = -\frac{ac(1-\delta)}{\delta} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \mu} = \frac{2ac\lambda - \delta(1-\mu-(2a(1-\lambda)-2b+\gamma)c-(b-\gamma\omega)r)}{2((2a(1-\lambda)-2b+\gamma)\delta+2a\lambda)};$$

$$\frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \delta} = \frac{a\lambda(\delta^2(1-\mu-(b-\gamma\omega)r)^2 - (\delta c(2a(1-\lambda)-2b+\gamma)+2ac\lambda)^2)}{2\delta^2((2a(1-\lambda)-2b+\gamma)\delta+2a\lambda)^2};$$

$$\frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \lambda} = -\frac{a(1-\delta)(\delta^2(1-\mu-(b-\gamma\omega)r)^2 - (\delta c(2a(1-\lambda)-2b+\gamma)+2ac\lambda)^2)}{2\delta((2a(1-\lambda)-2b+\gamma)\delta+2a\lambda)^2}。$$

令 $\frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \mu} = 0$ 、 $\frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \delta} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \lambda} = 0$ ，可得 $\delta = \delta_2 = \frac{2ac\lambda}{\Omega_1 + 2ac\lambda}$ 。当 $\delta > \delta_2$ 时，有

$$2ac\lambda - \delta(1 - \mu - (2a(1 - \lambda) - 2b + \gamma)c - (b - \gamma\omega)r) < 0, \text{ 故 } \frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \mu} < 0, \frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \delta} > 0, \frac{\partial \pi_m^{N*}}{\partial \lambda} < 0。$$

与命题 2 保持一致, 命题 3 表明 MM 市场情形下, $\mu(\delta)$ 对 p_m^{N*} 、 T_m^{N*} 和 π_m^{N*} 仍具有负向(正向)作用。对 MM 市场在线平台开设阈值 δ_2 分析可知, δ_2 随 $\mu(\lambda)$ 单调递增, 即在高基本退货量(高隐私关切型用户市场占比)情形下, 全渠道零售商只能选择在更低的隐私关切程度市场中开设在线购物平台。同理, 进一步分析均衡解的一阶偏导数可知, 当隐私关切型用户市场占比 λ 增大时, μ 对 p_m^{N*} 的负向影响减弱, δ 对 T_m^{N*} 的正向影响增强; 当基本退货量 μ 增大时, $\lambda(\delta)$ 对 p_m^{N*} 、 π_m^{N*} 的负向(正向)影响减弱; 当隐私关切系数 δ 增大时(用户隐私关切程度减弱), λ 对 T_m^{N*} 的负向影响减弱, μ 对 π_m^{N*} 的负向影响减弱。因此, 为实现更高收益, 零售商可从以下三方面着手: (1) 当基本退货量较高时, 零售商需尽力将非隐私关切型用户转化为隐私关切型用户, 并提高用户对隐私信息的关切程度, 以尽量减少由基本退货量带来的利润损失; (2) 当隐私关切型用户占比较高时, 零售商应着力降低用户的隐私关切程度, 如提供高标准的隐私信息储存和使用标准、为用户提供可选择的信息保留和删除权限; (3) 当用户隐私关切程度较高时, 零售商通过在线平台为用户提供产品时, 应尽量选择退货率低的产品, 并加强平台的隐私保护程度, 与用户建立良好的信任关系。

4.2.2 有个性化推荐策略情形

此模式下, 全渠道零售商为用户提供可供选择的个性化推荐服务。为获取更便捷的购物体验, 非隐私关切型用户选择使用个性化推荐系统, 由此增加的市场需求量为 βt_i ; 基于隐私保护考虑, 隐私关切型用户则在推荐管理中关闭个性化推荐选项。参考 4.2.1 的模型设置, 可得 NM 市场和 YM 市场的需求函数为:

$$D_n^Y = 1 - 2ap_n^Y + 2bp_n^Y - br + 2\beta t_n, \quad (4-9)$$

$$D_y^Y = 1 - 2ap_y^Y + 2bp_y^Y - br。 \quad (4-10)$$

由此可得, MM 市场的需求函数为:

$$D_m^Y = 1 + 2bp_m^Y - br - 2ap_m^Y(\lambda/\delta) - 2(1-\lambda)(ap_m^Y - \beta t_m) \quad (4-11)$$

类似地，各市场的全渠道退货函数为：

$$R_i^Y = \mu + \gamma(p_i^Y - r\omega) \quad (4-12)$$

结合上一小节可知，各市场的销量为：

$$\begin{cases} T_n^Y = D_n^Y - R_n^Y = 1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_n^Y - (b - \gamma\omega)r + 2\beta t_n \\ T_y^Y = D_y^Y - R_y^Y = 1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_y^Y - (b - \gamma\omega)r \\ T_m^Y = D_m^Y - R_m^Y = 1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_m^Y - (b - \gamma\omega)r + 2\beta t_m(1 - \lambda) \end{cases} \quad (4-13)$$

与第 3 章相同，个性化推荐成本仍为 $kt_n^2/2$ 。当隐私关切型用户关闭个性化推荐服务时，全渠道零售商无法有效搜集用户隐私信息，不产生额外运营成本。所以，三种市场情形下全渠道零售商利润函数为：

$$\begin{cases} \pi_n^Y = (p_n^Y - c)T_n^Y - \frac{kt_n^2}{2} = (p_n^Y - c)(1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_n^Y - (b - \gamma\omega)r + 2\beta t_n) - \frac{kt_n^2}{2} \\ \pi_y^Y = (p_y^Y - c)T_y^Y = (p_y^Y - c)(1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_y^Y - (b - \gamma\omega)r) \\ \pi_m^Y = (p_m^Y - c)T_m^Y - \frac{kt_m^2}{2} = (p_m^Y - c)(1 - \mu - (2a - 2b + \gamma)p_m^Y - (b - \gamma\omega)r + 2\beta(1 - \lambda)t_m) - \frac{kt_m^2}{2} \end{cases} \quad (4-14)$$

类似地，对三种隐私市场的利润函数分别进行求解。

NM 市场： NM 市场中零售商实施个性化推荐策略时利润函数 π_n^Y 关于零售价格 p_n^Y 和个性化推荐精度 t_n 的海塞矩阵为 $\begin{bmatrix} -2(2a - 2b + \gamma) & 2\beta \\ 2\beta & -k \end{bmatrix}$ ，易知该矩阵为负定矩阵。由 $\frac{\partial \pi_n^Y}{\partial p_n^Y} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_n^Y}{\partial t_n} = 0$ 得到最优解 p_n^{Y*} 、 t_n^* ，进而得到 T_n^{Y*} 和 π_n^{Y*} 。因此，NM 市场均衡解为：

$$\begin{cases} p_n^{Y*} = \frac{k(\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma)) - 4c\beta^2}{2\Omega_2} \\ t_n^* = \beta \frac{\Omega_1}{\Omega_2} \\ T_n^{Y*} = \frac{k(2a - 2b + \gamma)\Omega_1}{2\Omega_2} \\ \pi_n^{Y*} = \frac{k\Omega_1^2}{4\Omega_2} \end{cases} \quad (4-15)$$

YM 市场： 同 4.2.1 中 NM 市场均衡解求解过程。YM 市场均衡解如下：

$$\begin{cases} p_n^{Y*} = \frac{\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma)}{2(2a - 2b + \gamma)} \\ T_n^{Y*} = \frac{\Omega_1}{2} \\ \pi_n^{Y*} = \frac{\Omega_1^2}{4(2a - 2b + \gamma)} \end{cases}。$$

MM 市场：MM 市场中零售商实施个性化推荐策略时利润函数 π_m^Y 关于零售价格 p_m^Y 和个性化推荐精度 t_m 的海塞矩阵为 $\begin{bmatrix} -2(2a - 2b + \gamma) & 2\beta(1 - \lambda) \\ 2\beta(1 - \lambda) & -k \end{bmatrix}$ 。由 $0 < \lambda < 1$ 知 $0 < (1 - \lambda)^2 < 1$ ，二阶主子式为正，故该海塞矩阵为负定矩阵，存在最优解。令 $\frac{\partial \pi_m^Y}{\partial p_m^Y} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_m^Y}{\partial t_m} = 0$ 得到最优解 p_m^{Y*} 、 t_m^* ，进而得到 T_m^{Y*} 和 π_m^{Y*} 。MM 市场均衡解为：

$$\begin{cases} p_m^{Y*} = \frac{k(\Omega_1 + 2c(2a - 2b + \gamma)) - 4c\beta^2(1 - \lambda)^2}{2k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1 - \lambda)^2} \\ t_m^* = \frac{\beta(1 - \lambda)\Omega_1}{k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1 - \lambda)^2} \\ T_m^{Y*} = \frac{k(2a - 2b + \gamma)\Omega_1}{2k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1 - \lambda)^2} \\ \pi_m^{Y*} = \frac{k\Omega_1^2}{4k(2a - 2b + \gamma) - 8\beta^2(1 - \lambda)^2} \end{cases}。$$

对三种隐私市场均衡解进行分析，可得如下命题。

命题 4 p_n^{Y*} 、 t_n^* 、 T_n^{Y*} 以及 π_n^{Y*} 与 μ 成负相关，与 β 成正相关。

证明：易知 $\frac{\partial p_n^{Y*}}{\partial \mu} = -\frac{k}{2\Omega_1} < 0$ ； $\frac{\partial t_n^*}{\partial \mu} = -\frac{\beta}{\Omega_1} < 0$ ； $\frac{\partial T_n^{Y*}}{\partial \mu} = -\frac{k(2a - 2b + \gamma)}{2\Omega_1} < 0$ ； $\frac{\partial \pi_n^{Y*}}{\partial \mu} = -\frac{k\Omega_1}{2\Omega_1} < 0$ ；
 $\frac{\partial p_n^{Y*}}{\partial \beta} = \frac{2k\beta\Omega_1}{\Omega_1^2} > 0$ ； $\frac{\partial t_n^*}{\partial \beta} = \frac{\beta\Omega_1(\Omega_1 + 4\beta^2)}{\Omega_1^2} > 0$ ； $\frac{\partial T_n^{Y*}}{\partial \beta} = \frac{k\beta\Omega_1^2}{\Omega_1^2} > 0$ ； $\frac{\partial \pi_n^{Y*}}{\partial \beta} = \frac{2k\beta\Omega_1(2a - 2b + \gamma)}{\Omega_1^2} > 0$ 。

命题 4 表明，当零售商实施个性化推荐策略时，基本退货量 μ 仍负向作用于 NM 市场均衡解。此外，随着 μ 的增大，个性化推荐服务精度 t_n^* 也在不断降低。这是由于，当 μ 较大时，个性化推荐精准度的提高将为零售商带来更多的退货和更高的研发成本。考虑到利润最大化的目标，零售商选择降低个性化推荐的精准度，而这进一步导致市场需求的减少。在此背景下，零售商只能制定较低的价格决策。然而，非隐私关切型用户更加注重购物体验，降价引起的需求增

量不足以弥补个性化推荐精度降低带来的需求减量，市场销量 T_n^{Y*} 随 μ 递减，故零售商利润 π_n^{Y*} 与 μ 成负相关。命题 4 还表明，个性化推荐精度敏感系数 β 越大，其对零售商的决策和利润的正向影响越显著。 β 的增大意味着用户对个性化推荐服务的认可程度增强，在同样的个性化推荐精度下，个性化推荐服务更有助于刺激市场需求，并使用户倾向于为产品支付更高价格，故零售商能获取更高利润。

对命题 4 证明过程进一步分析可知，当 β 增大时， p_n^{Y*} 、 t_n^* 、 T_n^{Y*} 以及 π_n^{Y*} 随 μ 递减趋势增大；当 μ 增加时， p_n^{Y*} 、 t_n^* 、 T_n^{Y*} 以及 π_n^{Y*} 随 β 递增趋势减小。由此可知，在个性化推荐服务较为精准时， μ 对全渠道零售商的负向作用增强；在高基本退货量下， β 对全渠道零售商的正向作用减弱。因此，NM 市场中为使个性化推荐策略发挥更好作用，全渠道零售商应采取以下措施：(1) 在用户对个性化推荐服务的认可程度较高时，全渠道零售商应尽可能降低基本退货量，如根据其他竞争企业的同类产品销量情况实施更新在线平台的上架产品、借助于大数据分析用户对产品的真实偏好信息等；(2) 在基本退货量较低时，提高用户对个性化推荐服务的偏好程度，如通过优惠券、返利、广告宣传等方式吸引用户使用平台的个性化推荐服务。

命题 5 μ 负向作用于 p_y^{Y*} 、 T_y^{Y*} 和 π_y^{Y*} ，且相比较于实施个性化推荐策略前的负向影响增强。

证明：参与命题 1 证明过程。

命题 5 表明，在 YM 市场情形下，当用户可选择关闭个性化推荐服务时，其隐私关切程度得到有效缓解，故零售商开设在线平台时不受用户隐私关切程度，能获取与无个性化推荐策略情形下 NM 市场相同的收益，且均衡结果仍与 μ 保持负相关。对比 $\frac{\partial p_y^{Y*}}{\partial \mu}$ 和 $\frac{\partial p_y^{N*}}{\partial \mu}$ 可知，当零售商为用户提供个性化推荐关闭选项时，均衡价格随 μ 递减的趋势增强。这是由于，当零售商可搜集用户隐私偏好信息时，考虑到用户的隐私关切行为，零售商会倾向于在市场中设置偏低的价格；当用户关闭个性化推荐服务时，零售商的价格决策只受 μ 的影响，故 μ 对价格的负向影

响增大。因此，零售商在 YM 市场提供隐私关切服务时，应着重降低基本退货量：(1) 在市场中设置有奖的匿名产品需求调研，零售商根据用户需求信息进行同类产品替换和更新；(2) 零售商在设置产品价格时，可在产品介绍页面中增设价格趋势变化，着重宣传产品降价幅度与金额，提高用户对产品性价比的认可并保留产品。

命题 6 p_m^{Y*} 、 t_m^* 、 T_m^{Y*} 以及 π_m^{Y*} 与 μ 、 λ 成负相关，与 β 成正相关。

证明：MM 市场最优解关于 μ 、 λ 和 β 的一阶偏导数分别为：

$$\begin{aligned} \frac{\partial p_m^{Y*}}{\partial \mu} &= -\frac{k}{2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2} < 0; & \frac{\partial p_m^{Y*}}{\partial \lambda} &= -\frac{2k\beta^2(1-\lambda)\Omega_1}{(k(2a-2b+\gamma)-2\beta^2(1-\lambda)^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial p_m^{Y*}}{\partial \beta} &= -\frac{2k\beta(1-\lambda)^2\Omega_1}{2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2} > 0; & \frac{\partial t_m^*}{\partial \mu} &= -\frac{\beta(1-\lambda)}{k(2a-2b+\gamma)-2\beta^2(1-\lambda)^2} < 0; \\ \frac{\partial t_m^*}{\partial \lambda} &= -\frac{\beta\Omega_1(k(2a-2b+\gamma)+2\beta^2(1-\lambda)^2)}{(k(2a-2b+\gamma)-2\beta^2(1-\lambda)^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial t_m^*}{\partial \beta} &= -\frac{(1-\lambda)(k(2a-2b+\gamma)+2\beta^2(1-\lambda)^2)\Omega_1}{k(2a-2b+\gamma)-2\beta^2(1-\lambda)^2} > 0; \\ \frac{\partial T_m^{Y*}}{\partial \mu} &= -\frac{k(2a-2b+\gamma)}{2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2} < 0; & \frac{\partial T_m^{Y*}}{\partial \lambda} &= -\frac{8k\beta^2(2a-2b+\gamma)(1-\lambda)\Omega_1}{(2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial T_m^{Y*}}{\partial \beta} &= -\frac{8k\beta^2(2a-2b+\gamma)(1-\lambda)^2\Omega_1}{(2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2)^2} > 0; & \frac{\partial \pi_m^{Y*}}{\partial \mu} &= -\frac{k\Omega_1}{2k(2a-2b+\gamma)-4\beta^2(1-\lambda)^2} < 0; \\ \frac{\partial \pi_m^{Y*}}{\partial \lambda} &= -\frac{16k\beta^2\Omega_1^2(1-\lambda)}{(4k(2a-2b+\gamma)-8\beta^2(1-\lambda)^2)^2} < 0; & \frac{\partial \pi_m^{Y*}}{\partial \beta} &= -\frac{16k\beta^2\Omega_1^2(1-\lambda)^2}{(4k(2a-2b+\gamma)-8\beta^2(1-\lambda)^2)^2} > 0. \end{aligned}$$

命题 6 显示，当 MM 市场中零售商选择采用个性化推荐策略时， μ (β) 同样对 MM 市场零售商的决策、市场销量以及利润有负向抑制（正向激励）作用。此外，隐私关切型用户市场占比 λ 也负向作用于均衡结果。显然，当市场中隐私关切型用户增多时，个性化推荐服务带来的收益逐渐减少，甚至可能无法覆盖研发成本。考虑到企业长久运营目标，零售商选择降低个性化推荐服务的精准度。

但对于非隐私关切型用户而言，平台推荐产品的精准度降低有可能使其放弃购买并不愿意支付高额价格。基于此，零售商在市场中设置较低的价格，以此减少非隐私关切型用户的流失。一方面，降价所带来的市场需求增长作用并不显著；另一方面，不精准的推荐将可能引发更多的退货。因此，零售商利润随 λ 的增大而减少。为减少用户流失和提高收益，MM 市场情形下全渠道零售商可从以下几个方面实施改进：(1) 提高在线购物平台的隐私保护强度，引入更为安全可靠的隐私保护系统，切实保护用户的合法权益，吸引更多隐私关切型用户使用个性化推荐服务；(2) 根据用户使用反馈，不断调整和优化个性化推荐使用体验，提高用户对平台个性化推荐服务的偏好程度；(3) 通过个性化推荐系统分析用户退回产品的真实原因，向用户精准推荐符合其需求的产品，进一步降低基本退货量。

4.2.3 策略对比分析

在本小节中，将从价格、市场销量以及零售商利润三个角度出发，探究个性化推荐策略对零售商决策、销量以及利润的影响机制，可得命题 7-9 如下所示。

命题 7 三种隐私市场情形下，个性化推荐策略有助于全渠道零售商制定高价格决策，且 NM 市场的产品价格最高。

证明：易知 $p_n^{Y*} - p_n^{N*} = \frac{\beta^2 \Omega_1}{(2a - 2b + \gamma) \Omega_2} > 0$ ； $p_y^{Y*} - p_y^{N*} = \frac{a(1-\delta)(1-\mu-(b-\gamma\omega)r)}{(2a-2b+\gamma)(2a-(2b-\gamma)\delta)}$ ；

$$p_m^{Y*} - p_m^{N*} = \frac{\Omega_1(4ka\lambda - \delta(4ka\lambda - 4\beta^2(1-\lambda)^2)) + 4ac\lambda(1-\delta)\Omega_2}{4((2a-2b+\gamma)\delta + 2a\lambda(1-\delta))(k(2a-2b+\gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2)}。$$

由 $\Omega_1 = 1 - \mu - c(2a - 2b + \gamma) - r(b - \gamma\omega) > 0$ 、 $a > b$ 知 $1 - \mu - (b - \gamma\omega)r > 0$ 、 $2a - (2b - \gamma)\delta > 0$ ，故 $p_y^{Y*} - p_y^{N*} > 0$ 。由 $\Omega_2 = k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2 > 0$ 、 $0 < \delta$ 、 $\lambda < 1$ 知 $k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1 - \lambda)^2 > 0$ 、 $4ka\lambda - \delta(4ka\lambda - 4\beta^2(1 - \lambda)^2) > 0$ ，故 $p_m^{Y*} - p_m^{N*} > 0$ 。进一步地，对比实施个性化推荐策略后三种隐私市场的均衡价格易知 $p_n^{Y*} - p_y^{Y*} = \frac{\beta^2 \Omega_1}{(2a - 2b + \gamma) \Omega_2} > 0$ ；由 $\frac{\partial p_m^{Y*}}{\partial \lambda} = -\frac{2k\beta^2(1-\lambda)\Omega_1}{(k(2a-2b+\gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2)^2} < 0$ 知 $\max p_m^{Y*} < p_m^{Y*}(\lambda=0) = p_n^{Y*}$ ，故 $p_n^{Y*} - p_m^{Y*} > 0$ 。

命题 7 指出，同渠道退货模式下，无论市场中是否含有隐私关切型用户，个性化推荐策略均有助于零售商设置较高的产品价格。原因在于，当零售商实施个

性化推荐时，非隐私关切型用户能够享受精准的产品推荐，隐私关切型用户能够有效隐藏个人隐私信息，所以无论是否具有隐私关切行为，用户均愿意额外支付一定的费用。进一步分析发现，个性化推荐策略更有利于零售商在 NM 市场中实现高价决策。显然，关闭个性化推荐有效保护了个人隐私信息，但隐私关切型用户在产品购买过程中仍需花费大量的时间和精力。与非隐私关切型用户相比，隐私关切型用户愿意支付的产品溢价较少。为吸引隐私关切型用户，零售商选择在中市场中设置较低的价格。因此，全渠道零售商应降低隐私关切型用户的市场占比，具体可从以下两个方面进行开展：(1) 在成本允许的情况下，引入第三方隐私保护技术，提高平台的隐私保护水平，并在平台隐私页面公布具体的隐私保护举措；(2) 在个性化推荐关闭页面加入具体的隐私问题选项，根据用户的隐私问题提供针对性的隐私保护。

命题 8 NM (YM) 市场中个性化推荐策略有效刺激（抑制）市场销量增长，MM 市场中销量的变动方向则受退货和用户隐私关切行为共同影响。

证 明：易知 $T_n^{Y*} - T_n^{N*} = \frac{\beta^2 \Omega_1}{\Omega_2} > 0$ 、 $T_y^{Y*} - T_y^{N*} = -\frac{ac(1-\delta)}{\delta} < 0$ 和

$$T_m^{Y*} - T_m^{N*} = \frac{\Omega_1 k \delta (2a - 2b + \gamma) - (2k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1-\lambda)^2)(\Omega_1 \delta - 2ac(1-\delta)\lambda)}{\delta(2k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1-\lambda)^2)}。$$

令 $T_m^{Y*} - T_m^{N*} = 0$ ，

$$\text{可得 } \delta = \delta_3 = \frac{4ac\lambda(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2)}{\Omega_1(k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1-\lambda)^2) + 4ac\lambda(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2)}。$$

未实施个性化推荐策略时，MM 市场全渠道零售商开设市场条件为 $\delta > \delta_2 = \frac{2ac\lambda}{\Omega_1 + 2ac\lambda}$ ，易知

$$\delta_2 - \delta_3 = \frac{-2kac\lambda\Omega_1(2a - 2b + \gamma)}{(\Omega_1 + 2ac\lambda)(\Omega_1(k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1-\lambda)^2) + 4ac\lambda(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2))}。$$

令 $Z = \Omega_1(k(2a - 2b + \gamma) - 4\beta^2(1-\lambda)^2) + 4ac\lambda(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1-\lambda)^2)$ ，可知：(1) 当 $Z < 0$ 时，有 $\delta_3 < 0 < \delta_2$ ，在任意隐私程度下都有 $T_m^{Y*} - T_m^{N*} > 0$ ；(2) 当 $Z > 0$ 时，有：(i) 若 $0 < \delta_3 < \delta_2$ ，在任意隐私程度下都有 $T_m^{Y*} - T_m^{N*} > 0$ ；(ii) 若 $0 < \delta_2 < \delta_3$ ，则当 $0 < \delta < \delta_2$ 和 $\delta_3 < \delta < 1$ 时，有 $T_m^{Y*} - T_m^{N*} > 0$ ；当 $\delta_2 < \delta < \delta_3$ 时，有 $T_m^{Y*} - T_m^{N*} < 0$ 。

命题 8 显示，在市场存在隐私关切型用户情形下，同渠道退货模式下个性化推荐策略的实施并不一定能增加市场销量。原因在于，当实施个性化推荐策略时，

产品价格较未实施个性化推荐策略之前有所上涨。非隐私关切型用户因使用个性化推荐服务而愿意付出的心理预期价格较高，且高于零售商在 NM 市场中设置的价格，故 NM 市场销量实现正增长。隐私关切型用户因关闭个性化推荐隐藏隐私信息而提高心理预期价格，但预期价格低于零售商设置的产品价格，故 YM 市场销量呈负增长。MM 市场中，由于含有两类隐私类型用户，且在基本退货量作用下，市场销量的变动趋势较为复杂。因此，针对于 YM 市场和 MM 市场，零售商可采用以下两种举措：(1) 降低隐私关切型用户市场占比和隐私关切程度，如提供匿名化的加密信息处理服务、开放用户隐私信息保留和删除权限、引入第三方权威机构评估平台的隐私保护技术等；(2) 减少基本退货量，如在产品详情介绍页采用真实的文字和图像信息、采用奖励方式吸引已购买用户分享产品真实使用感受、通过直播和视频方式详细展示产品的外观和功能等。

命题 9 NM 和 YM 市场情形下，实施个性化推荐策略是全渠道零售商的最优策略；MM 市场情形下，全渠道零售商选择实施个性化推荐策略须满足下列条件之一：(1) 当 $\delta_7 \geq 1$ 和 $0 < \delta < \delta_2$ 时；(2) 当 $A > 0$ ， $0 < \delta_7 < 1$ 和 $\delta_2 > \delta_7$ 时；(3) 当 $A > 0$ ， $0 < \delta_7 < 1$ 和 $\delta_2 < \delta_7$ ，且当 $0 < \delta < \delta_2$ 或 $\delta_7 < \delta < 1$ 时；(4) 当 $A < 0$ ， $0 < \delta_7 < 1$ 和 $\delta_2 > \delta_7$ ，且当 $0 < \delta < \min\{\delta_6, 1\}$ 时；(5) 当 $A < 0$ ， $0 < \delta_7 < 1$ 和 $\delta_2 < \delta_7$ ，且 $0 < \delta < \delta_2$ 或 $\delta_7 < \delta < \min\{\delta_6, 1\}$ 时。

证明：证明过程见附录。

由命题 9 的证明过程可知，在 NM 市场和 YM 市场情形下，零售商引入个性化推荐服务有效实现了利润增长。这是因为，在 NM 市场中，个性化推荐策略的实施不仅有助于零售商向用户收取较高的产品价格，还能实现市场销量的正向增长，故零售商采用个性化推荐策略是有利的；在 YM 市场中，零售商也能设置较高的产品价格，尽管市场销量有所缩减，但由价格上涨带来的利润增量有效覆盖由销量缩减引起的利润减量，零售商利润仍呈正向增长趋势，故个性化推荐策略为占优策略。在 MM 市场中，个性化推荐的引入有可能导致零售商利润受损。原因在于，MM 市场中市场销量的变动趋势由基本退货量、隐私关切型用户的市场占比以及隐私关切程度共同决定，而上涨的产品价格只能在覆盖一定的研发成本和由市场销量减少引发的利润减量，故个性化推荐策略并不一定是零售

商的占优策略。基于此，全渠道零售商应从两个方面进行改进，以期获取更高收益：(1) 当使用个性化推荐策略有利时，零售商应着重于提高平台的隐私保护强度，为用户提供更加安全、可靠的购物环境；(2) 当不使用个性化推荐策略有利时，零售商应着重于降低基本退货量，提高产品与用户之间的匹配度，并通过退货原因分析和调整在线产品的展示界面、更换退货量较低的产品等。

4.3 数值仿真分析

在本小节中，通过对相关参数赋值，来进一步检验各隐私市场中 μ 、 δ 、 λ 以及 β 对个性化推荐策略选择的影响，相关参数赋值如下： $c=0.2$ ， $\omega=0.6$ ， $k=1$ ， $r=0.06$ ， $a=1$ ， $b=0.5$ ， $\gamma=0.3$ ， β 、 $\mu \in [0,0.5]$ ， δ 、 $\lambda \in [0,1]$ 。由此，可得到图 4-1 和图 4-2。

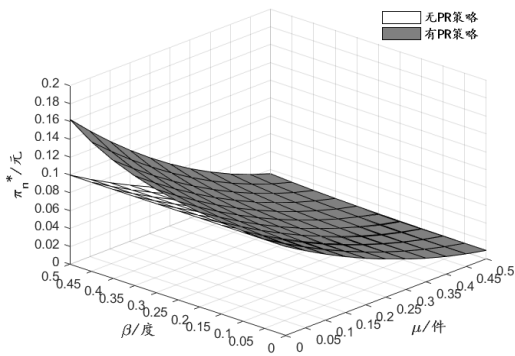


图4-1 μ 、 β 对 π_n^* 的影响图

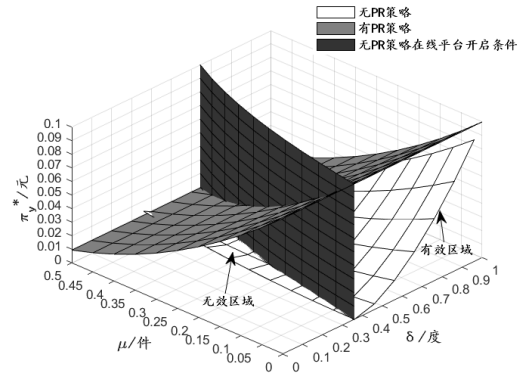


图4-2 μ 、 β 对 π_y^* 的影响图

由图 4-1 可知，在 NM 市场情形下，未实施个性化推荐策略时全渠道零售商利润随 μ 单调递减，实施个性化推荐策略后全渠道零售商利润随 μ 单调递减、随 β 单调递增，这也验证了命题 1 和命题 4。易知，无论是否零售商向用户提供个性化服务，较高的 μ 值均会使全渠道零售商利润大幅减少，即便在高 β 值下全渠道零售商也未能取得较高收益。由图 4-1 易知，在任意 μ 和 β 值下，实施个性化推荐策略后全渠道零售商的利润值表现更好，故其在 NM 市场中会选择实施个性化推荐策略。

此外，由图 4-1 还可发现，当 μ 较小 ($\mu \rightarrow 0$) 时，随着 β 的增加，实施个

个性化推荐策略前后的全渠道零售商的利润差距增加,即此时采用个性化推荐策略对利润的增加贡献较为显著。因此,NM 市场中全渠道零售商应降低基础退货量和强化用户对个性化推荐服务的偏好程度,具体可实施如下举措:(1) 通过返现、优惠券等奖励方式鼓励用户对产品进行在线评价,深度分析用户评价信息,挖掘用户真实需求,向用户推荐更准确的产品推荐,减少由产品不匹配引起的基本退货量;(2) 深度优化个性化推荐界面,设计更加简洁、美观、方便的推荐页面,提高用户对个性化推荐服务的偏好程度。

图 4-2 中黑色曲面左侧为未实施个性化推荐策略时全渠道零售商开启线上平台的无效区域,黑色曲面右侧则为开启线上平台的有效区域。在有效区域内,实施个性化推荐策略后的零售商利润值高于其未实施个性化推荐策略时利润,且在无效区域内零售商实施个性化推荐策略后的利润值表现为正值,故个性化推荐策略为 YM 市场情形下全渠道零售商的最优选择。与 NM 市场一致,随着 μ 的增大,全渠道零售商利润采用个性化推荐策略后所带来的利润增长的效果减弱。此外,在未实施个性化推荐策略时的有效区域内,零售商利润随 $\mu(\delta)$ 单调递减(增),实施个性化推荐策略后零售商利润随 μ 单调递减,命题 2 和命题 5 得证。

观察图 4-2 可知,在 YM 市场情形下,实施个性化推荐策略后全渠道零售商的利润明显增加,但利润随 μ 的增加而大幅减少。对比图 4-1 和图 4-2 可知,实施个性化推荐策略且当 μ 较低时,与 YM 市场相比,较高的 β 值使 NM 市场的利润实现了跨越式增长。所以,YM 市场下全渠道零售商应考虑如何弱化隐私关切型用户的隐私关切程度,从而鼓励用户使用个性化推荐服务,可考虑如下举措:(1) 引入更加安全的数据保护技术,降低隐私信息风险,为用户提供更可靠的在线购物环境;(2) 向用户告知个性化推荐服务的数据使用范畴和用途,对产品价格信息进行全时段披露,促进用户对在线购物平台的认可。

MM 市场中全渠道零售商实施个性化推荐策略的限制因素较多,本节采用 4 组参数值如下:(a) $\beta = 0.1, \mu = 0.1$; (b) $\beta = 0.4, \mu = 0.1$; (c) $\beta = 0.1, \mu = 0.4$; (d) $\beta = 0.4, \mu = 0.4$,旨在对比分析 δ 和 λ 的变化对不同个性化推荐策略下全渠道零售商利润的影响,如图 4-3 所示。

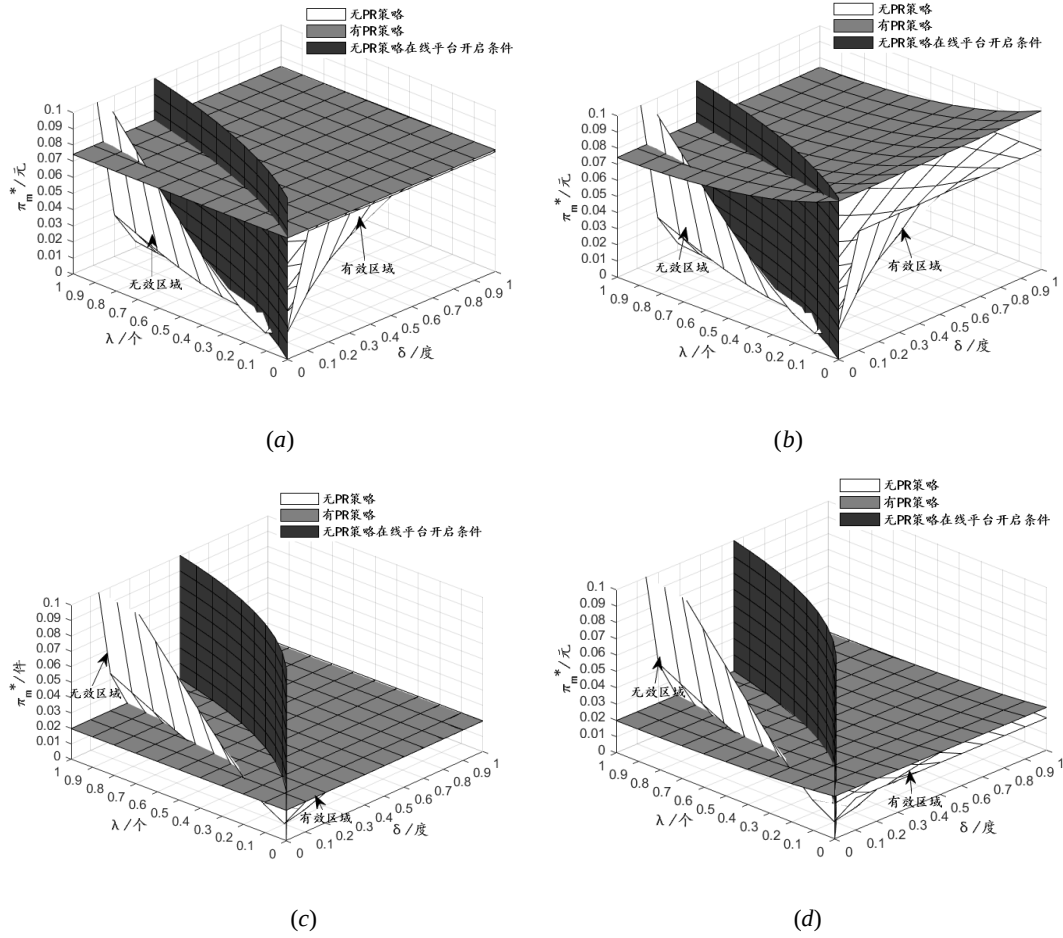


图4-3 δ 、 λ 对 π_m^* 的影响图

由图 4-3 可知，基于给定的其它参数值，在不同 μ 和 β 值下，有效区域内 MM 市场实施个性化推荐策略后的利润值均高于未实施个性化推荐策略时，且在无效区域内零售商实施个性化推荐策略后的利润值为正，故采用个性化推荐服务是有益的。对比图 4(a)和(b)、(c)和(d)可知，当隐私关切型用户市场占比 λ 趋向于 0 时，实施个性化推荐策略后的利润随 β 单调递增幅度增大，与未实施个性化推荐策略时的利润差增大；当隐私关切系数 δ 趋近于 1 时，实施个性化推荐策略前后的利润差逐渐缩小，但较高的 β 值下的利润差呈现增大趋势。

对比图 4-3(a)和(c)、(b)和(d)可知，当 μ 增加时，无论是否实施个性化推荐策略，全渠道零售商的利润都会下降。即使 β 值较高，低 μ 值使全渠道零售商只能获得较低收益，且实施个性化推荐策略前后的利润差也随 μ 的增加而减小。由此可知，无论 μ 值如何，全渠道零售商的利润随 β 增加的幅度较小；而 β 不变时，

利润随 μ 递减的幅度较大，即 β 对利润的影响远小于 μ 对利润的影响。

因此，MM 市场下全渠道零售商应考虑如何降低基本退货量，并尽可能降低隐私关切型用户的隐私关切程度和市场占比，这可以最大程度地发挥个性化推荐策略的优势；且若市场中隐私关切型用户较少时，全渠道零售商应采取有效措施增加用户对个性化推荐的偏好程度（提升 β 值），从而获取更高利润。这里，MM 市场下可考虑以下举措：(1) 全渠道零售商可在自有平台开设社群板块，鼓励用户在社群板块进行产品分享，通过个性化推荐成功案例展示等方式，增加用户对个性化推荐服务的偏好程度；(2) 深度挖掘社群板块中用户分享的信息，提高个性化推荐的精准度，给予产品或服务的使用说明及一些风险事项，降低退货的概率；(3) 针对隐私关切型用户，零售商可在平台中增设安全板块，向用户告知平台采用个性化推荐服务的安全性和便捷性，鼓励用户使用个性化推荐服务。

4.4 本章小结

本章考虑在线购物模型下退货率和用户隐私关切行为对全渠道零售商个性化推荐决策的影响。针对这一问题，本章建立了三种隐私市场的零售商利润模型，并分析了是/否实施个性化推荐策略时全渠道零售商的均衡解。主要结论有：

(1) 基本退货量负向影响零售商利润。因此，在使用个性化推荐服务时，全渠道零售商应尽量搜集有效的用户偏好信息，并使用更先进的数据分析技术向以用户推荐更加符合其实际需求的个性化产品，以此减少不必要的退货量。此外，在无法有效搜集用户偏好信息时，全渠道零售商可在退货界面设置原因选项，根据退货原因调整平台的产品推荐页面。

(2) 隐私关切型用户的隐私关切程度以及市场占比与零售商的利润之间存在负相关关系。因此，零售商需要重视用户的隐私保护需求，降低用户信息泄露和隐私风险的不利影响，通过建立可靠的隐私数据保护机制，为用户提供相应的隐私保护服务，如提高数据安全保护强度、向用户告知隐私信息使用范围和具体保护举措等。

(3) 个性化推荐精度敏感系数正向影响零售商利润。因此，全渠道应不断优化个性化推荐页面和提高推荐的精确性，以此提高用户对个性化推荐系统的偏好

程度。例如，全渠道零售商可与第三方平台进行合作，借助于更先进的数据分析技术对用户隐私信息进行深度挖掘和预测，进一步提高推荐系统的准确性；通过在线平台进入页面，向用户发起个性化推荐界面使用问卷，并给予用户一定奖励，通过用户反馈的问题，有针对性地对个性化推荐系统进行改进。

(4) 个性化推荐策略有助于零售商制定高产品定价。当全渠道零售商实施个性化推荐策略时，三种隐私市场中的零售商都可以实现更高的产品定价，且非隐私关切型市场中的价格最高。这表明，个性化推荐服务促使零售商能够更好地理解用户需求，提供更精准的推荐更有利于向用户收取高产品价格。因此，全渠道零售商应积极采取措施，吸引更多的隐私关切型用户使用个性化推荐服务。例如，全渠道零售商应与用户建立信任机制，通过加强数据安全保护措施、公开隐私信息政策等手段来提高用户隐私保护程度。此外，零售商还可通过其他媒介手段向用户告知使用个性化推荐的好处，并采用优惠券、价格折扣等方式吸引隐私关切型用户向平台分享产品偏好信息，进一步提升个性化推荐的准确性。

(5) 在（非）隐私关切型市场中，实施个性化推荐策略可以有效提升全渠道零售商利润；在混合型市场中，个性化推荐策略并不一定是全渠道零售商的最优策略。因此，在混合型市场情形下，零售商需根据退货和隐私关切行为，及时调整策略并采取相应的改进举措。此外，全渠道零售商应衡个性化推荐的准确度和隐私保护强度之间的关系，在尽量减少搜集用户隐私信息的同时，向隐私关切型用户提供个性化推荐服务。

第 5 章 跨渠道退货模式下考虑隐私保护的全渠道个性化推荐决策研究

在第 4 章中，主要研究了 BOPS 全渠道中的同渠道退货模式。然而，当用户通过纯线上渠道购买产品时，采用快递方式进行退货时，不仅需要支付一定的退货费用，且只有当商家收到退回产品时，用户才能收到退款。因此，为更好满足用户退货需求，部分零售商采用跨渠道退货模式，允许通过纯线上渠道购买产品的用户将产品退回至就近线下店铺，如优衣库允许用户将线上购买的产品退回门店。此外，在第 3 章和第 4 章中，默认隐私关切型用户关闭个性化推荐系统。因此，本章在第 3 章的基础上，允许用户进行跨渠道退货，并在采用个性化推荐系统的同时为隐私关切型用户提供隐私保护服务。在此背景下，本章探讨三种隐私市场个性化推荐决策的实施效果，并结合跨渠道退货分析到店麻烦成本对零售商均衡决策的影响。

5.1 模型描述和假设

5.1.1 模型描述

在线零售商同时拥有纯线上购物渠道和 BOPS 购物渠道，并在市场中具有稳定的用户群体。当用户收到产品后对其不满意时，可无条件退货退款。采用纯线上渠道的用户既可以选择快递退货（退货运费由用户个人承担），也可以选择附近门店进行退货；采用 BOPS 渠道的用户可直接在线取消订单，不产生任何费用。与前文相同，本章主要研究全渠道零售商无/有个性化推荐策略两个情形，市场仍划分为 NM 市场（非隐私关切型市场）、YM 市场（隐私关切型市场）以及 MM 市场（混合型市场）。其中，当零售商不实施个性化推荐策略时，主要探讨跨渠道退货和用户隐私关切行为对零售商决策和利润的影响；当零售商实施个性化推荐策略时，研究隐私保护和个性化推荐策略的具体实施条件。通过对两种策略的比较分析，为全渠道零售商决策提供理论支撑。

基于以上阐述，本章主要研究跨渠道退货模式下，分别构建了用户隐私关切

下的全渠道零售商利润模型和用户隐私保护下的零售商个性化推荐模型，并回答了以下几个问题：

(1) 用户到店麻烦成本对跨渠道退货模式的开展有何影响？在跨渠道退货模式下，不同渠道的退货率会对零售商造成什么影响？

(2) 跨渠道退货模式下，不同的退货方式对退货量的影响如何？是否能刺激市场需求增长？

(3) 全渠道零售商同时为用户提供隐私保护和个性化推荐服务是否能实现正向收益？与未实施隐私保护和个性化推荐服务时相比其利润是否呈正增长趋势？

5.1.2 假设和符号说明

在本章中，仍然沿用了前两章的部分假设，如 3.1.2 的假设 1 和假设 6、4.1.2 的假设 2 和假设 6。补充的假设如下所示。

假设 1：用户的隐私关切程度越高，用户对产品价格越敏感，即市场需求随产品价格单调递减趋势越大，用户的隐私关切程度为 ρ ($\rho \geq 1$) [78]。

假设 2：参考文献[70]，纯线上渠道中用户选择快递退货和门店退货的概率分别为 ζ 和 τ ，BOPS 渠道用户选择退货的概率为 ε ($0 \leq \zeta, \tau, \varepsilon, 0 \leq \zeta + \tau + \varepsilon < 1$)。

假设 3：不同退货方式的退货量与其退货率、麻烦成本以及渠道需求有关。纯线上渠道的退货量为快递退货量和门店退货量的总和，即 $((1-\zeta)r + (1-h_s)\tau)D_{oi}$ ；BOPS 渠道的退货量为 εD_{bi} 。其中， r 为退货运费， h_s 为到店麻烦成本， $i \in \{n/y/m\}$ 分别指代 NM 市场/YM 市场/MM 市场， D_{oi}/D_{bi} 分别代表 i 市场的纯线上渠道需求和 BOPS 渠道需求。

假设 4：用户在选择 BOPS 渠道购物模式时，渠道需求随到店麻烦成本单调递增。

假设 5：隐私关切型用户使用隐私保护服务增加的市场需求为 $\rho\varphi$ ， φ 为隐私保护水平；考虑到服务程度越高，全渠道零售商所要付出的成本越大，假设隐私保护服务所需投入的成本为 $\frac{f\varphi^2}{2}$ ， f 为隐私保护服务成本系数。

表 5-1 给出本章所使用的符号及其含义。

表5-1 参数符号及含义			
符号	含义	符号	含义
p	产品价格	D	市场需求量
c	单位产品成本	π	全渠道零售商利润
R	退货量	Q	实际销售量
ρ	用户隐私关切程度/用户对隐私保护服务的偏好程度	h_s	到店麻烦成本 ($h_s \geq 0$)
λ	隐私关切型用户市场占比 ($0 \leq \lambda \leq 1$)	θ	市场需求对到店麻烦成本的敏感系数/用户对到店麻烦成本的厌恶程度
t	个性化推荐精度敏感系数	φ	隐私保护水平
k	个性化推荐服务成本系数 ($0 < k \leq 1$)	f	隐私保护服务成本系数 ($0 < f \leq 1$)
r	单位产品退货费用	a	市场需求对产品价格的敏感系数
ζ	纯线上渠道+快递退货概率	τ	纯线上渠道+门店退货概率
ε	BOPS 渠道退货概率	ω	纯线上渠道市场份额 ($0.5 < \omega < 1$)
β	市场需求对个性化推荐精度的敏感系数/用户对个性化推荐服务的偏好程度	N/Y	上标, 表示全渠道零售商不提供/提供个性化推荐服务
o/b	下标, 表示纯线上渠道/BOPS 渠道	$n/y/m$	下标, 表示 NM 市场/YM 市场/MM 市场

5.2 跨渠道退货模式下模型的均衡解

本节将用户的隐私保护需求和跨渠道退货需求纳入到全渠道零售模式中, 以此探讨零售商个性化推荐策略的具体实施条件, 并分析相关变量对零售商均衡解的影响机制。

5.2.1 无隐私保护和个性化推荐服务情形

此情形下, 用户在线购物时需花费大量时间去搜索产品, 且其隐私信息无法得到有效保护。在跨渠道退货背景下, 用户到店麻烦成本影响其 BOPS 渠道购物决策和跨渠道退货渠道选择。因此, 根据文献[70]的参数设置, 可得到 NM 市场的各渠道需求函数为:

$$\begin{cases} D_{on}^N = \omega - ap_n^N \\ D_{bn}^N = 1 - \omega - ap_n^N - \theta h_s \end{cases} \quad (5-1)$$

YM 市场各渠道的需求函数为：

$$\begin{cases} D_{oy}^N = \omega - a\rho p_y^N \\ D_{by}^N = 1 - \omega - a\rho p_y^N - \theta h_s \end{cases} \quad (5-2)$$

根据 MM 市场中两种隐私类型的用户市场占比情况，各渠道需求函数为：

$$\begin{cases} D_{om}^N = (1-\lambda)(\omega - ap_m^N) + \lambda(\omega - a\rho p_m^N) \\ = \omega - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho) \\ D_{bm}^N = (1-\lambda)(1-\omega - ap_m^N - \theta h_s) + \lambda(1-\omega - a\rho p_m^N - \theta h_s) \\ = 1 - \omega - \theta h_s - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho) \end{cases} \quad (5-3)$$

当全渠道零售商提供跨渠道退货服务时，纯线上渠道的用户部分选择到店退回产品、部分选择快递退回产品，BOPS 渠道的用户可选择在线退货退款、无需再次到店。因此，NM 市场各渠道的退货函数为：

$$\begin{cases} R_{on}^N = (\zeta(1-r) + \tau(1-h_s))D_{on}^N \\ R_{bn}^N = \varepsilon D_{bn}^N \end{cases} \quad (5-4)$$

类似可得，YM 和 MM 市场各渠道的退货函数为：

$$\begin{cases} R_{oy}^N = (\zeta(1-r) + \tau(1-h_s))D_{oy}^N \\ R_{by}^N = \varepsilon D_{by}^N \end{cases} \quad (5-5)$$

$$\begin{cases} R_{om}^N = (\zeta(1-r) + \tau(1-h_s))D_{om}^N \\ R_{bm}^N = \varepsilon D_{bm}^N \end{cases} \quad (5-6)$$

由此可得，NM 市场、YM 市场以及 MM 市场的实际销售量为：

$$\begin{aligned} Q_n^N &= D_{on}^N + D_{bn}^N - R_{on}^N - R_{bn}^N = \\ &= (1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_n^N) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_n^N - \theta h_s) \end{aligned} \quad (5-7)$$

$$\begin{aligned} Q_y^N &= D_{oy}^N + D_{by}^N - R_{oy}^N - R_{by}^N = \\ &= (1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_y^N + \beta t_y + \rho \varphi_y) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_y^N - \theta h_s + \beta t_y + \rho \varphi_y) \end{aligned} \quad (5-8)$$

$$\begin{aligned} Q_m^N &= D_{om}^N + D_{bm}^N - R_{om}^N - R_{bm}^N \\ &= (1-(1-r)\zeta - (1-h_s)\tau)(\omega - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho)) + (1-\varepsilon)(1-\omega - \theta h_s - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho)) \end{aligned} \quad (5-9)$$

此时，全渠道零售商的成本主要体现在产品成本上，故各市场利润函数分别为：

$$\begin{aligned} \pi_n^N &= (p_n^N - c)Q_n^N \\ &= (p_n^N - c)((1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_n^N) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_n^N - \theta h_s)) \end{aligned} \quad (5-10)$$

$$\begin{aligned}\pi_y^N &= (p_y^N - c)Q_y^N \\ &= (p_y^N - c)\left((1-\zeta(1-r)-\tau(1-h_s))(\omega - a\rho p_y^N) + (1-\varepsilon)(1-\omega - a\rho p_y^N - \theta h_s)\right),\end{aligned}\quad (5-11)$$

$$\pi_m^N = (p_m^N - c)Q_m^N = (p_m^N - c)\left(\frac{(1-(1-r)\zeta - (1-h_s)\tau)(\omega - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho))}{+(1-\varepsilon)(1-\omega - \theta h_s - ap_m^N(1-\lambda + \lambda\rho))}\right). \quad (5-12)$$

易知 $\frac{\partial^2 \pi_n^N}{\partial (p_n^N)^2} = -2aA < 0$ ，故 NM 市场零售商利润函数 π_n^N 是关于零售价格 p_n^N 的

严格凹函数，存在唯一最优 p_n^{N*} 。令 $\frac{\partial \pi_n^N}{\partial p_n^N} = 0$ ，可得：

$$p_n^{N*} = \frac{B + acA}{2aA}。$$

将式 p_n^{N*} 代入到 5-7 和 5-10 式中，可得：

$$\begin{aligned}Q_n^{N*} &= \frac{B - acA}{2}, \\ \pi_n^{N*} &= \frac{(B - acA)^2}{4aA}。$$

为确保 NM 市场中实际销售量为正 ($Q_n^{N*} > 0$)，到店麻烦成本需满足

$$h_s < h_{s1} = \frac{1-\varepsilon-ac(2-\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)+(\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)\omega}{(1-\varepsilon)\theta+\tau(ac-\omega)}。其中，A=2-\varepsilon-(1-r)\zeta-(1-h_s)\tau、$$

$B=(1-\varepsilon)(1-\theta h_s)+(\varepsilon-(1-r)\zeta-(1-h_s)\tau)\omega$ 。下文中 A 值和 B 值与此处相同，本章不再赘述。

同理，对 YM 市场的全渠道零售商利润函数求解二阶偏导数可知

$$\frac{\partial^2 \pi_y^N}{\partial (p_y^N)^2} = -2a\rho A < 0，存在唯一最优 p_y^{N*} 。令 $\frac{\partial \pi_y^N}{\partial p_y^N} = 0$ ，可得：$$

$$p_y^{N*} = \frac{B + ac\rho A}{2a\rho A}。$$

将最优解 p_y^{N*} 代入 5-8 和 5-11 式中，可得：

$$\begin{aligned}Q_y^{N*} &= \frac{B - ac\rho A}{2}, \\ \pi_y^{N*} &= \frac{(B - ac\rho A)^2}{4a\rho A}。$$

类似地，当 $h_s < h_{s2} = \frac{1-\varepsilon-ac\rho(2-\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)+(\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)\omega}{(1-\varepsilon)\theta+\tau(ac\rho-\omega)}$ 时，YM 市场

实际销售量为正($Q_y^{N^*} > 0$)。

易知 $\frac{\partial^2 \pi_m^N}{\partial (p_m^N)^2} = -2a(1-\lambda+\lambda\rho)A < 0$ ，令 $\frac{\partial \pi_m^N}{\partial p_m^N} = 0$ ，可得 MM 市场的最优零售价格

为：

$$p_m^{N^*} = \frac{B+ac(1-\lambda+\lambda\rho)A}{2a(1-\lambda+\lambda\rho)A}。$$

同理可得，MM 市场的最优实际销量和最优利润分别为：

$$Q_m^{N^*} = \frac{B-ac(1-\lambda+\lambda\rho)A}{2}，$$

$$\pi_m^{N^*} = \frac{(B-ac(1-\lambda+\lambda\rho)A)^2}{4a(1-\lambda+\lambda\rho)A}。$$

与前文一致，当 $h_s < h_{s3} = \frac{(1-\varepsilon+(\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)\omega-ac(1-\lambda+\lambda\rho)(2-\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau))}{(1-\varepsilon)\theta+\tau(ac(1-\lambda+\lambda\rho)-\omega)}$

时，有 $Q_m^{N^*} > 0$ 。

5.2.2 考虑隐私保护需求的个性化推荐服务情形

此情形下，全渠道零售商为隐私关切型用户额外提供隐私保护服务。因此，市场中用户均倾向于使用个性化推荐服务，以此提高在线购物的体验感和减少选购产品的时间。此时，零售商的成本主要集中在三方面，即产品自身成本、个性化推荐服务成本以及隐私保护服务成本。在 5.2.1 节的模型基础之上，本小节考虑隐私保护和个性化推荐服务对零售商决策的影响。

在 NM 市场中，由于用户对个人隐私信息并不关注，全渠道零售商也无需提供隐私保护服务。当零售商通过在线平台提供个性化推荐服务时，各渠道需求的增长量为 βt_n 。由此，可得 NM 市场各渠道的需求函数为：

$$\begin{cases} D_{on}^Y = \omega - ap_n^Y + \beta t_n \\ D_{bn}^Y = 1 - \omega - ap_n^Y - \theta h_s + \beta t_n \end{cases}。 \quad (5-13)$$

在 YM 市场中，全渠道零售商为隐私关切型用户提供隐私保护，此时用户无隐私关切程度，即 $\rho=1$ 。为获取更好的购物体验，隐私关切型用户也会采用个性化推荐服务。由隐私保护和个性化推荐服务带来的各渠道的需求增量分别为

$a(\rho-1)p_y^Y + \rho\varphi_y$ 、 βt_y ，故 YM 市场各渠道需求函数为：

$$\begin{cases} D_{oy}^Y = \omega - ap_y^Y + \beta t_y + \rho\varphi_y \\ D_{bn}^Y = 1 - \omega - ap_y^Y - \theta h_s + \beta t_y + \rho\varphi_y \end{cases} \quad (5-14)$$

与前文一致，根据市场中不同隐私类型的用户占比情况，可以得到 MM 市场各渠道的需求函数为：

$$\begin{cases} D_{om}^Y = (1-\lambda)(\omega - ap_m^Y + \beta t_m) + \lambda(\omega - ap_m^Y + \beta t_m + \rho\varphi_m) \\ = \omega - ap_m^N + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m \\ D_{bm}^Y = (1-\lambda)(1-\omega - ap_m^Y - \theta h_s + \beta t_m) + \lambda(1-\omega - ap_m^Y - \theta h_s + \beta t_m + \rho\varphi_m) \\ = 1 - \omega - ap_m^N - \theta h_s + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m \end{cases} \quad (5-15)$$

此时，全渠道零售商提供的隐私保护和个性化推荐服务并未对用户的退货决策产生影响，即退货函数仍与需求函数、各渠道退货率以及到店麻烦成本相关。因此，各市场纯线上渠道和 BOPS 渠道的退货函数分别为：

$$\begin{cases} R_{oi}^Y = (\zeta(1-r) + \tau(1-h_s))D_{oi}^Y \\ R_{bi}^Y = \varepsilon D_{bi}^Y \end{cases} \quad (5-16)$$

所以，各市场实际销售量为：

$$\begin{aligned} Q_n^Y &= D_{on}^Y + D_{bn}^Y - R_{on}^Y - R_{bn}^Y \\ &= (1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_n^Y + \beta t_n) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_n^Y - \theta h_s + \beta t_n), \end{aligned} \quad (5-17)$$

$$\begin{aligned} Q_y^Y &= D_{oy}^Y + D_{by}^Y - R_{oy}^Y - R_{by}^Y = (1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_y^Y + \beta t_y + \rho\varphi_y) \\ &+ (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_y^Y - \theta h_s + \beta t_y + \rho\varphi_y), \end{aligned} \quad (5-18)$$

$$\begin{aligned} Q_m^Y &= D_{om}^Y + D_{bm}^Y - R_{om}^Y - R_{bm}^Y = (1-(1-r)\zeta - (1-h_s)\tau)(\omega - ap_m^N + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m) \\ &+ (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_m^N - \theta h_s + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m) \end{aligned} \quad (5-19)$$

由此可得，三种隐私市场的零售商利润函数分别为：

$$\begin{aligned} \pi_n^Y &= (p_n^Y - c)Q_n^Y - \frac{kt_n^2}{2} \\ &= (p_n^Y - c) \left(\frac{(1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_n^Y + \beta t_n) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_n^Y - \theta h_s + \beta t_n)}{(1-\varepsilon)(1-\omega - ap_n^Y - \theta h_s + \beta t_n)} \right) - \frac{kt_n^2}{2}, \end{aligned} \quad (5-20)$$

$$\begin{aligned} \pi_y^Y &= (p_y^Y - c)Q_y^Y - \frac{kt_y^2}{2} - \frac{f\varphi_y^2}{2} \\ &= (p_y^Y - c) \left(\frac{(1-\zeta(1-r) - \tau(1-h_s))(\omega - ap_y^Y + \beta t_y + \rho\varphi_y) + (1-\varepsilon)(1-\omega - ap_y^Y - \theta h_s + \beta t_y + \rho\varphi_y)}{(1-\varepsilon)(1-\omega - ap_y^Y - \theta h_s + \beta t_y + \rho\varphi_y)} \right) - \frac{kt_y^2}{2} - \frac{f\varphi_y^2}{2}, \end{aligned} \quad (5-21)$$

$$\begin{aligned}\pi_m^y &= (p_m^y - c)Q_m^y - \frac{kt_m^2}{2} - \frac{f\varphi_m^2}{2} \\ &= (p_m^y - c) \left(\frac{(1-(1-r)\zeta - (1-h_s)\tau)(\omega - ap_m^N + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m)}{(1-\varepsilon)(1-\omega - ap_m^N - \theta h_s + \beta t_m + \lambda\rho\varphi_m)} \right) - \frac{kt_m^2}{2} - \frac{f\varphi_m^2}{2} \quad (5-22)\end{aligned}$$

根据利润最大化原则，求解上述三个利润函数的最优解。

NM 市场： NM 市场全渠道零售商的利润函数 π_n^y 关于 p_n^y 和 t_n 的海塞矩阵为

$\begin{bmatrix} -2aA & \beta A \\ \beta A & -k \end{bmatrix}$ 。易知，当 $2ak - \beta^2 A > 0$ 时，该矩阵为负定矩阵，存在最优 p_n^{y*} 和 t_n^* 。

令 $\frac{\partial \pi_n^y}{\partial p_n^y} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_n^y}{\partial t_n} = 0$ ，可得最优产品价格 p_n^{y*} 和最优个性化推荐精度 t_n^* 如下所示：

$$\begin{cases} p_n^{y*} = \frac{(kB + kacA - c\beta^2 A^2)}{A(2ak - \beta^2 A)} \\ t_n^* = \frac{\beta(B - acA)}{2ak - \beta^2 A} \end{cases}。$$

将上述最优解分别代入到 5-17 和 5-20 式中，可得：

$$\begin{aligned}Q_n^{y*} &= \frac{ak(B - acA)}{2ak - \beta^2 A}, \\ \pi_n^{y*} &= \frac{(B - acA)^2}{2A(2ak - \beta^2 A)}\end{aligned}$$

同理，为保证市场实际销售量 Q_n^{y*} 为正，到店麻烦成本同样需要满足 $h_s < h_{s1}$ 。

YM 市场： 对 π_y^y 求解二阶偏导数可得， π_y^y 关于 p_y^y 、 t_y 和 φ_y 的海塞矩阵为

$\begin{bmatrix} -2aA & \beta A & \rho A \\ \beta A & -k & 0 \\ \rho A & 0 & -f \end{bmatrix}$ 。易知，当 $2akf - (\beta^2 + \rho^2)A > 0$ 时，该矩阵为负定矩阵。同时令

$\frac{\partial \pi_y^y}{\partial p_y^y} = 0$ 、 $\frac{\partial \pi_y^y}{\partial t_y} = 0$ 以及 $\frac{\partial \pi_y^y}{\partial \varphi_y} = 0$ ，可得：

$$\begin{cases} p_y^{y*} = \frac{fk(B + acA) - c(f\beta^2 + k\rho^2)A^2}{A(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} \\ t_y^* = \frac{f\beta(B - acA)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A} \\ \varphi_y^* = \frac{k\rho(B - acA)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A} \end{cases}。$$

将上式代入 5-18 和 5-21 式中，可得：

$$Q_y^{Y*} = \frac{afk(B-acA)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A},$$

$$\pi_y^{Y*} = \frac{fk(B-acA)^2}{2A(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)}.$$

同理，当到店麻烦成本满足 $h_s < h_{s1}$ 时，有 $Q_y^{Y*} > 0$ 。

MM 市场： π_m^Y 关于 p_m^Y 、 t_m 和 φ_m 的海塞矩阵为 $\begin{bmatrix} -2aA & \beta A & \lambda \rho A \\ \beta A & -k & 0 \\ \lambda \rho A & 0 & -f \end{bmatrix}$ 。类似地，当

$2akf - (\beta^2 + \lambda^2 \rho^2)A > 0$ 时，存在最优 p_m^{Y*} 、 t_m^* 以及 φ_m^* 。通过求解，可得：

$$\begin{cases} p_m^{Y*} = \frac{(fk(B+acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s) - c(f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A^2)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)} \\ t_m^* = \frac{f\beta(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A} \\ \varphi_m^* = \frac{k\lambda\rho(B-acA)}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A} \end{cases}.$$

将最优 p_m^{Y*} 、 t_m^* 和 φ_m^* 代入式 5-19 和式 5-22 中，可得：

$$Q_m^{Y*} = \frac{afk(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A},$$

$$\pi_m^{Y*} = \frac{fk(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)^2}{2A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)}.$$

同理，当到店麻烦成本满足 $h_s < h_{s4} = \frac{1-\varepsilon-ac(2-\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)+(\varepsilon-(1-r)\zeta-\tau)\omega}{(1-\varepsilon)\theta(1-\lambda)+\tau(ac-\omega)}$

时，有 $Q_m^{Y*} > 0$ 。

5.2.3 策略对比分析

在本小节中，将对比三种隐私市场不同情形下的均衡结果，并分析不同因素对最优策略的作用机制。

命题 1 当 $0 < h_s < h_{s1}$ 时，有 $p_n^{N*} < p_n^{Y*}$ ； $Q_n^{N*} < Q_n^{Y*}$ ； $\pi_n^{N*} < \pi_n^{Y*}$ 。

证明：由 $0 \leq \zeta + \tau + \varepsilon < 1$ 知 $A > 0$ ，所以 $p_n^{Y*} - p_n^{N*} = \frac{\beta^2(B+acA)}{2a(2ak - \beta^2A)} > 0$ ，

$$Q_n^{Y*} - Q_n^{N*} = \frac{\beta^2 A(B - acA)}{4ak - 2\beta^2 A} > 0; \quad \pi_n^{Y*} - \pi_n^{N*} = \frac{\beta^2 (B - acA)^2}{4a(2ak - \beta^2 A)} > 0。 \text{证毕。}$$

命题 1 表明，跨渠道退货情形下，当市场中用户对个人信息无隐私关切行为时，个性化推荐服务的实施能实现产品价格、市场销量以及利润的三重增长，即 NM 市场中全渠道零售商实施个性化推荐策略是有效的。具体来说，个性化推荐服务的实施使用户更倾向于选择在线购物（市场需求增加），并更愿意付出更高价格购物产品。此外，本节发现个性化推荐策略的实施并不能改善用户对到店麻烦成本的接受度（两种策略下 NM 市场销量为正的的限制条件均为 h_{s1} ）。因此，对到店麻烦成本 h_{s1} 和个性化推荐策略下的均衡解进一步求解偏导可得推论 1。

推论 1 NM 市场中采用个性化推荐策略下，当用户对到店麻烦成本越不敏感(θ 越小)时，用户越能接受更高的到店麻烦成本，全渠道零售商越能制定更高的价格和个性化推荐精度决策，并且能实现更高市场销量和利润。

$$\begin{aligned} \text{证 明 : } \quad \frac{\partial h_{s1}}{\partial \theta} &= \frac{-(1-\varepsilon)(B - acA + \tau h_s(ac - \omega))}{((1-\varepsilon)\theta + \tau(ac - \omega))^2} < 0; \quad \frac{\partial p_n^{Y*}}{\partial \theta} = \frac{-kh_s(1-\varepsilon)}{A(2ak - \beta^2 A)} < 0; \\ \frac{\partial t_n^*}{\partial \theta} &= \frac{-\beta h_s(1-\varepsilon)}{2ak - \beta^2 A} < 0; \quad \frac{\partial Q_n^{Y*}}{\partial \theta} = \frac{-akh_s(1-\varepsilon)}{2ak - \beta^2 A} < 0; \quad \frac{\partial \pi_n^{Y*}}{\partial \theta} = \frac{-kh_s(1-\varepsilon)(B - acA)}{A(2ak - \beta^2 A)} < 0。 \end{aligned}$$

显然，当市场需求对到店麻烦成本越不敏感（ θ 越小）时，用户越能接受 BOPS 渠道，市场总体需求增加。此外，在更高到店麻烦成本下，选择门店退货方式的纯线上渠道用户更倾向于保留产品，退货量减少。因此，市场总体销量呈现增长趋势。由推论 1 可知，在低 θ 值下，全渠道零售商能够同时制定高零售价格和高个性化推荐精度决策。原因在于，在市场销量增长的同时，全渠道零售商更倾向于制定高价来获取更高收益。显然，高产品价格必然导致一部分用户流失，而更加精准的个性化推荐服务可以吸引更多用户选择在线购物平台。对于全渠道零售商而言，为获取更高市场份额和收益，应该尽可能减少由线下自提点距离过远造成的用户厌恶行为（降低 θ 值）。具体而言，可从以下方面进行改善：(1) 对自提点的服务进行升级，让用户体验更优质的到店体验服务，以降低用户对到店麻烦成本的厌恶程度；(2) 强化顾客对 BOPS 渠道的认同，着力宣传 BOPS 渠道的优势，弱化用户对到店麻烦成本的敏感度。

命题 2 当 $0 < h_s < h_{s1}$ 时，有 $p_y^{N*} < p_y^{Y*}$ ； $Q_y^{N*} < Q_y^{Y*}$ ； $\pi_y^{N*} < \pi_y^{Y*}$ 。

证明：由 $\rho \geq 1$ 易知 $h_{s2} < h_{s1}$ 。由 $\frac{\partial p_n^{N^*}}{\partial \rho} = -\frac{B}{\rho^2 A^2} < 0$ 知 $\max p_y^{N^*} = p_y^{N^*} \{\rho = 1\} = \frac{B+acA}{2aA}$ ；由 $\frac{\partial \pi_n^{N^*}}{\partial \rho} = -\frac{(B-ac\rho A)(B+ac\rho A)}{4a\rho^2 A} < 0$ 知 $\max \pi_y^{N^*} = \pi_y^{N^*} \{\rho = 1\} = \frac{(B-acA)^2}{4aA}$ 。两种策略下的均衡解

$$\text{比较结果为：} \quad p_y^{Y^*} - p_y^{N^*} > p_y^{Y^*} - \max p_y^{N^*} = \frac{(f\beta^2 + k\rho^2)(B-acA)}{2a(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} > 0 \quad ;$$

$$Q_y^{Y^*} - Q_n^{N^*} = \frac{(f\beta^2 + k\rho^2)(B-acA)}{2(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} > 0; \quad \pi_y^{Y^*} - \pi_n^{N^*} > \pi_y^{Y^*} - \max \pi_y^{N^*} > \frac{(f\beta^2 + k\rho^2)A(B-acA)^2}{4aA(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} > 0。$$

由命题 2 可知，在 YM 市场情形下，当全渠道零售商采用了隐私保护服务后，隐私关切型用户使用平台的个性化推荐系统，且用户接受的到店麻烦成本增大（ $h_{s1} > h_{s2}$ ），即全渠道零售商可在更大的地理范围内开设线下自提点。此外，进一步观察 h_{s1} 的表达式可知，用户的隐私关切程度 ρ 不再是限制到店麻烦成本的因素，即隐私保护服务有效改善了用户隐私关切程度对到店麻烦成本的影响。显然，隐私关切型用户通过使用隐私保护和个性化推荐服务改善了购物体验，全渠道零售商利用隐私信息实现了高价决策和获取了更高市场销量和利润，即隐私保护服务实现了全渠道零售商和用户的“双赢”。同理，对个性化推荐策略下 YM 市场的均衡解进一步求解偏导可得，可得推论 2。

推论 2 YM 市场中采用个性化推荐策略下，当市场需求对到店麻烦成本越不敏感（ θ 越小）或用户隐私关切程度越高（ ρ 越大）时，用户越能享受更加精准的个性化推荐服务和更高水平的隐私保护服务，全渠道零售商越能在更高的到店麻烦成本下获取更高收益。

$$\begin{aligned} \text{证明：易知 } \frac{\partial p_y^{Y^*}}{\partial \theta} &= \frac{-fk h_s (1-\varepsilon)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} < 0; \quad \frac{\partial p_y^{Y^*}}{\partial \rho} = \frac{2fk^2\rho(B-acA)}{(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)^2} > 0; \\ \frac{\partial t_y^*}{\partial \theta} &= \frac{-fk h_s (1-\varepsilon)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A} < 0; \quad \frac{\partial t_y^*}{\partial \rho} = \frac{2fk\beta\rho A(B-acA)}{(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)^2} > 0; \quad \frac{\partial \varphi_y^*}{\partial \theta} = \frac{-k\rho h_s (1-\varepsilon)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A} < 0; \\ \frac{\partial \varphi_y^*}{\partial \rho} &= \frac{k(2afk - (f\beta^2 - k\rho^2)A)(B-acA)}{(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)^2} > 0; \quad ; \quad \frac{\partial Q_y^{Y^*}}{\partial \theta} = \frac{-afk h_s (1-\varepsilon)}{2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A} < 0; \\ \frac{\partial Q_y^{Y^*}}{\partial \rho} &= \frac{2afk^2\rho A(B-acA)}{(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)^2} > 0; \quad ; \quad \frac{\partial \pi_y^{Y^*}}{\partial \theta} = \frac{-fk h_s (1-\varepsilon)(B-acA)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)} < 0; \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \pi_y^{Y*}}{\partial \rho} = \frac{fk^2 \rho (B - acA)^2}{(2afk - (f\beta^2 + k\rho^2)A)^2} > 0。$$

推论 2 进一步论证了推论 1，即高 θ 值同样损害 YM 市场全渠道零售商的定价和个性化推荐精度决策、市场销量以及利润。此外，由推论 2 证明过程可知，隐私保护水平 φ_y^* 也与 θ 成反比。显然， θ 值的增大同时导致 BOPS 渠道市场需求减少和纯线上渠道中选择门店退货的数量增多（ h_{s1} 减小）。为减少用户流失，全渠道零售商只能选择降低服务水平（个性化推荐精度和隐私保护水平），以尽可能地节约研发成本，从而降低产品价格来刺激用户购买需求。

有意思的是，当全渠道零售商采用个性化推荐策略时，用户的隐私关切程度 ρ 对全渠道零售商的决策（价格、个性化推荐精度以及隐私保护水平）、市场销量以及利润均有正向激励作用。这是由于：(1) 隐私保护服务消除了用户对个人隐私信息的担忧，用户愿意披露隐私信息来获取个性化推荐服务并且愿意支付更高的价格去购买产品；(2) 个性化推荐和隐私保护服务提升了隐私关切型用户的在线购物体验，在一定程度上刺激了市场需求。此外，当用户对隐私信息越关注时（ ρ 越大），全渠道零售商越倾向于为用户更高水平的隐私保护服务。这也使得用户披露个人隐私信息量增多，全渠道零售商能提供更加精准的个性化推荐服务。因此，在用户具有隐私关切行为下，全渠道零售商实施个性化推荐策略后获取了高收益。基于此，YM 市场情形下全渠道零售商可以：(1) 借助新闻媒体或社交软件向用户宣传个人隐私信息的重要性，平衡隐私保护效益与成本，适当提高用户对个人隐私信息的关注度 ρ ；(2) 与行业内其他隐私保护企业达成合作，进行技术共享，降低隐私保护技术研发成本（降低 f 值），并为用户提供高水平的隐私保护服务（提高 φ_y^* 值）。

命题 3 当 $0 < h_s < h_{s4}$ 时，有 $p_m^{Y*} > p_m^{N*}$ ； $Q_m^{Y*} > Q_m^{N*}$ ； $\pi_m^{Y*} > \pi_m^{N*}$ 。

证明：由 $\rho > 1$ 和 $0 < \lambda < 1$ 可知 $h_{s3} < h_{s4}$ ；由 $1 - (1 - \lambda)\theta h_s > 1 - \theta h_s$ 可知

$$\pi_m^{Y*} > \pi_m^{Y*} \{ \lambda = 1 \} = \frac{fk(B - acA)^2}{2A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)}。同 理，由 \frac{\partial p_m^{N*}}{\partial \rho} = \frac{-\lambda B}{2a(1 - \lambda + \lambda\rho)^2 A} < 0、$$

$$\frac{\partial \pi_m^{N^*}}{\partial \rho} = -\frac{\lambda(B^2 - a^2 c^2 A^2 (1 - \lambda + \lambda \rho)^2)}{4aA(1 - \lambda + \lambda \rho)^2} < 0 \quad \text{和} \quad \frac{\partial Q_m^{N^*}}{\partial \rho} = -\frac{ac(1 - \varepsilon)\lambda(\theta(2 - \varepsilon - (1 - r)\zeta - \tau) - \tau(2\omega - 1))}{((1 - \varepsilon)\theta + \tau(ac(1 - \lambda + \lambda \rho) - \omega))^2} < 0$$

$$\text{知} \quad \max p_m^{N^*} = p_m^{N^*} \{\rho = 1\} = \frac{B + acA}{2aA} \quad , \quad \max Q_m^{N^*} = Q_m^{N^*} \{\rho = 1\} = \frac{B - acA}{2} \quad \text{和}$$

$$\max \pi_m^{N^*} = \pi_m^{N^*} \{\rho = 1\} = \frac{(B - acA)^2}{4aA} \text{。因此, } p_m^{Y^*} - p_m^{N^*} > p_m^{Y^*} - \max p_m^{N^*} = \frac{(f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)(B - acA)}{2a(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)} > 0 ;$$

$$Q_m^{Y^*} - Q_m^{N^*} > Q_m^{Y^*} - \max Q_m^{N^*} = \frac{(2afk\lambda\theta h_s + (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)(B - acA)}{2(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)} > 0 ;$$

$$\pi_m^{Y^*} - \pi_m^{N^*} > \pi_m^{Y^*} \{\rho = 1\} - \max \pi_m^{N^*} = \frac{(f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)(B - acA)^2}{4a(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)} > 0 \text{。}$$

命题 3 表明, 在 MM 市场情形下, 个性化推荐策略使全渠道零售商能在更高的到店麻烦成本下实现正销量 ($h_{s4} > h_{s3}$)。与 YM 市场相同, 用户隐私关切程度不再影响用户接受的最大到店麻烦成本 (h_{s4} 与 ρ 无关)。此外, 与 NM 市场、YM 市场相比, MM 市场的限制条件 h_{s4} 更为宽松 ($h_{s4} > h_{s1}$)。易知, h_{s4} 不仅与 θ 有关, 还与隐私关切型用户市场占比 λ 有关。通过对 h_{s4} 进一步分析可知, 当 θ 越大或 λ 越小时, 用户能接受的最大到店麻烦成本增加, 全渠道零售商开设自提点的范围增大。由命题 3 可知, MM 市场中全渠道零售商采用个性化推荐策略后, 产品价格、市场销量以及利润均有所提升, 即个性化推荐策略是 MM 市场下全渠道零售商的最优策略。与前文相同, 本章对个性化推荐策略下 MM 市场的均衡求解偏导, 可得到推论 3。

推论 3 MM 市场中采用个性化推荐策略下, 产品价格 $p_m^{Y^*}$ 、个性化推荐精度 t_m^* 、隐私保护水平 φ_m^* 、市场销量 $Q_m^{Y^*}$ 以及全渠道零售商利润 $\pi_m^{Y^*}$ 与市场需求对到店麻烦成本的敏感系数 θ 成反比、与隐私关切程度 ρ 和隐私关切型用户市场占比 λ 成正比。

$$\text{证明: } \frac{\partial p_m^{Y^*}}{\partial \theta} = \frac{-fk h_s (1 - \varepsilon)(1 - \lambda)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)} < 0 ; \quad \frac{\partial p_m^{Y^*}}{\partial \rho} = \frac{2fk^2 \lambda^2 \rho (B - acA + \lambda\theta h_s (1 - \varepsilon))}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)^2} > 0 ;$$

$$\frac{\partial p_m^{Y^*}}{\partial \lambda} = \frac{fk(2k\lambda \rho^2 A(B - acA) + (1 - \varepsilon)\theta h_s (2afk - Af\beta^2 + Ak\lambda^2 \rho^2))}{A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2 \rho^2)A)^2} > 0 ;$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial t_m^*}{\partial \theta} &= \frac{-f\beta h_s(1-\varepsilon)(1-\lambda)}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A} < 0; \quad \frac{\partial t_m^*}{\partial \rho} = \frac{2fk\beta\lambda^2\rho A(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0; \\
 \frac{\partial t_m^*}{\partial \lambda} &= \frac{f\beta((1-\varepsilon)h_s(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A) + 2k\lambda\rho^2 A(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s))}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A} > 0; \\
 \frac{\partial \varphi_m^*}{\partial \theta} &= \frac{-k\lambda\rho h_s(1-\varepsilon)(1-\lambda)}{2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A} < 0; \quad \frac{\partial \varphi_m^*}{\partial \rho} = \frac{k\lambda(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0; \\
 \frac{\partial Q_m^{y*}}{\partial \theta} &= \frac{-afkh_s(1-\varepsilon)(1-\lambda)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)} < 0; \quad \frac{\partial Q_m^{y*}}{\partial \rho} = \frac{-2afk^2\lambda^2\rho A(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0; \\
 \frac{\partial Q_m^{y*}}{\partial \lambda} &= \frac{afk((1-\varepsilon)\theta h_s(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A) + 2k\lambda\rho^2 A(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s))}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0; \\
 \frac{\partial \pi_m^{y*}}{\partial \theta} &= \frac{-fk h_s(1-\varepsilon)(1-\lambda)(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)}{A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)} < 0; \quad \frac{\partial \pi_m^{y*}}{\partial \rho} = \frac{fk^2\lambda^2\rho(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)^2}{(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0; \\
 \frac{\partial \pi_m^{y*}}{\partial \lambda} &= \frac{2fk(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s)(\theta h_s(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A) + k\lambda\rho^2 A(B-acA+(1-\varepsilon)\lambda\theta h_s))}{2A(2afk - (f\beta^2 + k\lambda^2\rho^2)A)^2} > 0.
 \end{aligned}$$

推论 3 进一步验证了推论 2，即在 MM 市场中， θ 对全渠道零售商的决策、销量和收益有负向作用， ρ 对全渠道零售商的决策、销量和收益有正向作用。由推论 3 可知，在 MM 市场情形下，隐私关切型用户市场占比 λ 越大，全渠道零售商实施个性化推荐策略后取得的收益越高。显然，当市场中存在更多的隐私关切型用户时，全渠道零售商提供隐私保护服务能实现：(1) 吸引更多隐私关切型用户选择在线购物并使用个性化推荐服务（市场需求增加）；(2) 隐私关切型用户愿意支付产品溢价（隐私关切型用户对价格的敏感度降低）。基于更多用户使用个性化推荐服务，全渠道零售商倾向于提供更加符合用户兴趣特征的个性化推荐服务，以此来扩大市场需求和设置更高产品价格。因此，全渠道零售商在 MM 市场中实施个性化推荐策略时，应着重提高隐私关切型用户市场占比 λ ：(1) 通过隐私风险事件引发用户对个人隐私信息的关注，努力将无隐私关切行为用户培育为隐私关切型用户；(2) 进一步提升隐私保护和个性化推荐服务水平，吸引更多的隐私关切型用户选择在线购物平台。

5.3 数值仿真分析

在本小节中,通过数值来进一步分析到店麻烦成本 h_s 对不同隐私市场的全渠道零售商利润的影响,相关参数设置如下: $c=0.2$, $r=0.06$, $a=1$, $\theta=0.5$, $k=1$, $\zeta=0.2$, $\tau=0.1$, $\varepsilon=0.4$, $f=1$, $h_s \in [0,1]$ 。

在研究到店麻烦成本 h_s 对 NM 市场个性化推荐策略下全渠道零售商利润的影响时,本文设置了两组不同个性化推荐服务偏好值(低个性化推荐服务偏好, $\beta=0.4$;高个性化推荐服务偏好, $\beta=0.8$),如图 5-1 所示。

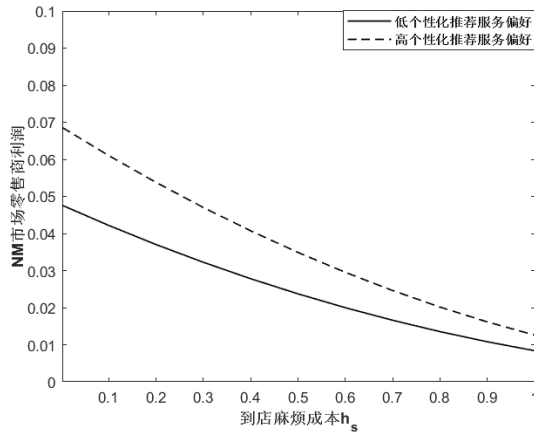


图 5-1 不同个性化推荐服务偏好下 h_s 对 π_n^{Y*} 的影响

由图 5-1 可知,在 NM 市场情形下,无论用户对个性化推荐服务的偏好程度高还是低,全渠道零售商利润均会随着到店麻烦成本 h_s 的增大而减小。因此,零售商在开设 BOPS 全渠道零售渠道时,应尽可能缩短用户到店距离。此外,在高个性化推荐服务偏好下,全渠道零售商实施个性化推荐策略取得的效果更显著。当到店麻烦成本 h_s 趋向于 0 时,两种个性化推荐服务偏好下的利润差值达到最大,即低到店麻烦成本下用户对个性化推荐服务偏好越强,全渠道零售商越能获得更高收益。因此,当市场中用户无关切行为时,全渠道零售商应向用户积极告知个性化推荐服务的用途及好处,不断升级个性化推荐服务和改善用户体验,让用户更加认可个性化推荐服务。此外,全渠道零售商还可以联合供应链中其他相关企业,降低个性化推荐服务研发成本,如制造商在设计产品时会进行市场需求调查,当制造商向零售商共享用户需求信息时,可使零售商的个性化推荐服务研发成本降低。

在 YM 市场情形下,根据全渠道零售商实施个性化推荐策略的必要条件,

本小节设置了四组参数值:(1) 情形 1: $\beta=0.4$, $\rho=1.1$; (2) 情形 2: $\beta=0.4$, $\rho=1.05$;
(3) 情形 3: $\beta=0.2$, $\rho=1.1$; (4) 情形 4: $\beta=0.2$, $\rho=1.05$ 。结果如图 5-2 所示。

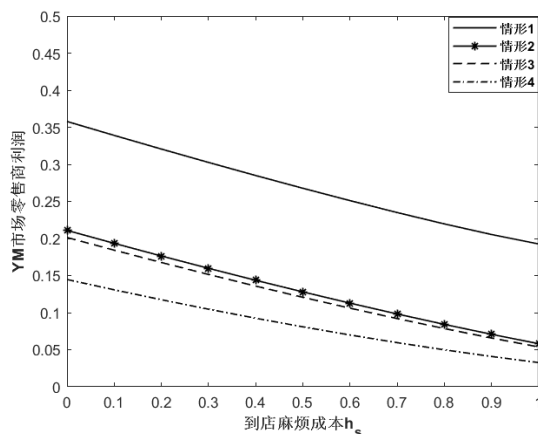


图 5-2 不同服务偏好下 h_s 对 π_y^* 的影响

图 5-2 表明, YM 市场中采用个性化推荐策略下, 全渠道零售商利润也随到店麻烦成本 h_s 的增大而减少, 即到店麻烦成本 h_s 对零售商利润有负向作用。对比图 1 发现, YM 市场全渠道零售商利润实现了跨越式增长, 即隐私保护服务对全渠道零售商的正向增长作用效果显著。进一步观察发现, 情形 1 下全渠道零售商获取的利润较高, 且与其他三种情形利润差距明显。比较情形 1 和情形 2 发现, 在较高的个性化推荐偏好下, 用户隐私关切程度的轻微增加就可以使全渠道零售商利润大幅上涨; 比较情形 2 和情形 3 可知, 当个性化推荐服务偏好较低时, 全渠道零售商可通过增加用户隐私关切程度实现利润增长; 比较情形 1 和情形 3 可知, 在较高的隐私保护偏好下, 用户对个性化推荐服务的偏好程度越高, 全渠道零售商获利越多。因此, 在用户具有隐私关切行为时, 为获取更高利润, 全渠道零售商应提高用户对个性化推荐服务和隐私保护服务的偏好程度, 并尽可能提高自身研发能力以降低运营成本。

同理, 根据 5.2.2 小节中 MM 市场个性化推荐策略的实施条件, 此处同样设置了四组数值: (1) 数值组 1: $\lambda=0.4$, $\beta=0.5$, $\rho=1.05$; (2) 数值组 2: $\lambda=0.4$, $\beta=0.2$, $\rho=1.25$; (3) 数值组 3: $\lambda=0.8$, $\beta=0.5$, $\rho=1.05$; (4) 数值组 4: $\lambda=0.8$, $\beta=0.2$, $\rho=1.25$ 。数值仿真结果如图 5-3 所示。

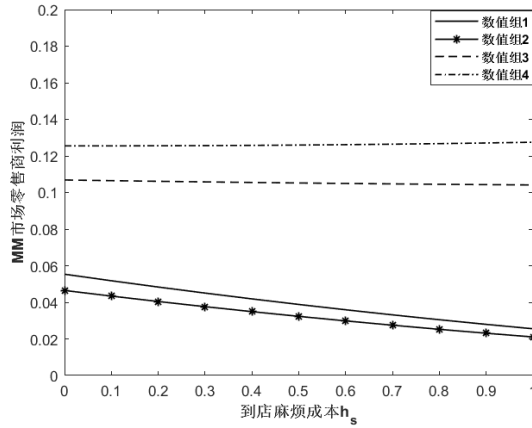
图 5-3 不同数值组下 h_s 对 π_m^{Y*} 的影响

图 5-3 同样表明，MM 市场情形下当全渠道零售商采用个性化推荐策略时，到店麻烦成本 h_s 的增大损害全渠道零售商利润。易知，当隐私关切型用户市场占比较高时，全渠道零售商利润值也较高（数值组 3 和 4 的利润值大于数值组 1 和 2），且全渠道零售商利润随 h_s 递减的趋势较小。对比四组数值发现：(1) 对比数值组 1 和 2 可知，在低隐私关切型用户市场占比下（ $\lambda = 0.4$ ），高个性化推荐服务偏好能使全渠道零售商获利更多；(2) 对比数值组 3 和 4 可知，在高隐私关切型用户市场占比下（ $\lambda = 0.8$ ），高隐私保护服务偏好能使全渠道零售商获利更多；(3) 对比数值组 1 和 3、数值组 2 和 4 可知，在同样的服务偏好下，隐私关切型用户市场占比越高，全渠道零售商越能收获更高利润。基于以上分析，全渠道零售商可以通过以下举措来提高收益：(1) 当隐私关切型用户市场占比较低时，全渠道零售商应着力宣传隐私保护的重要性，呼吁非隐私关切型用户重视个人隐私信息，并向用户详细介绍平台隐私保护服务，提高隐私关切型用户市场占比；(2) 当隐私关切型用户市场占比较高时，全渠道零售商在为用户提供两种服务时，应着力宣传个性化推荐服务的优势和提高个性化推荐服务的准确性，提高用户对个性化推荐服务的偏好程度。

5.4 本章小结

本文在跨渠道退货背景下，根据市场中隐私关切型用户占比构建了三种隐私市场。按照市场有/无隐私关切型用户，分别建立全渠道零售商实施隐私保护和个性化推荐策略/个性化推荐策略与否的决策模型。通过对价格、销量以及全渠

道零售商利润的比较分析来明确策略的实施效果，并探讨了其他相关变量对其决策和利润的影响。研究结果表明：

(1) 三种隐私市场中个性化推荐策略对全渠道零售商的价格、销量以及利润均具有正向作用，即个性化推荐策略是全渠道零售商的占优策略；

(2) 当市场中存在隐私关切型用户时，全渠道零售商同时提供隐私保护和个性化推荐服务能使用户接受更大的到店麻烦成本，有效扩大了线下自提点范围，且零售商能够获得更高市场份额；

(3) 三种隐私市场情形下，当市场需求对到店麻烦成本越敏感时，全渠道零售商开设自提点的范围（用户能接受的最大到店麻烦成本）、产品价格、个性化推荐和隐私保护服务水平以及利润均会减小；

(4) 当市场中含有隐私关切型用户时，用户隐私关切程度（隐私关切型用户市场占比）越高，全渠道零售商实施隐私保护和个性化推荐策略取得的效果越显著，且用户越能接受更精准的产品推荐和更安全的隐私信息保护服务。

此外，在全渠道零售商采用个性化推荐策略下，通过数值分析，进一步发现：

(1) 三种隐私市场下，到店麻烦成本均负向影响全渠道零售商利润，仅在混合型市场中，当隐私关切型用户市场占比较高时，到店麻烦成本的负向影响作用较小；

(2) 在隐私关切型市场情形下，用户对个性化推荐和隐私保护服务的偏好程度越高，全渠道零售商获取的利润越大；

(3) 在混合型市场情形下，当隐私关切型用户市场占比较低（高）时，用户对个性化推荐服务（隐私保护服务）的偏好越强，全渠道零售商利润提升幅度越大；当用户对服务偏好程度相同时，隐私关切型用户市场占比越高，全渠道零售商越能实现更高收益。

第6章 结论与展望

6.1 全文总结

本文以单个BOPS全渠道零售商为研究对象，在用户具有隐私关切行为背景下，探究不同退货策略下三种隐私市场的最优决策和个性化推荐策略选择，并通过参数赋值进一步验证相关因素对决策和利润的影响机制。主要研究结论如下：

(1) 在无退货模式下，用户的隐私关切行为不仅影响零售商的决策和利润，还影响零售商个性化推荐策略的实施效果。具体来说，零售商可在非隐私关切型市场中设置较高价格，从而获取较高收益。然而，当市场中存在隐私关切型用户时，零售商为扩增市场份额，优先采取降价举措。降价可在一定程度上刺激用户在线购物，增加了部分市场需求。但与非隐私关切型市场相比，市场利润仍呈现下滑趋势。比较全渠道零售商实施个性化推荐前后的利润值可发现，非隐私关切型市场中个性化推荐策略为占优策略，隐私关切型市场在较低的隐私关切程度下开展个性化推荐服务是有益的。在混合型市场中，由于隐私关切型用户的存在，零售商提供个性化推荐的准确性有所降低，零售商利润并不一定增长，故零售商需谨慎采用个性化推荐策略。进一步地，在市场需求存在波动情况下，非隐私关切型市场中采用个性化推荐策略能使零售商利润上涨，隐私关切型市场只能在更低的隐私关切程度下采用个性化推荐策略，混合型市场中个性化推荐的实施仍受隐私关切行为限制，且影响作用更为复杂；在市场需求为幂函数形式下，三种隐私市场中个性化推荐策略均展现出较好的实施效果。

(2) 在同渠道退货模式下，基本退货量、隐私关切型用户的隐私关切程度以及占比负向作用于全渠道零售商的决策和利润，个性化推荐精度敏感系数正向作用于全渠道零售商的决策和利润。在不采用个性化推荐策略情形下，当市场中存在隐私关切用户时，退货和隐私关切行为时全渠道零售商开设在线平台的限制因素。在采用个性化推荐策略情形下，三种隐私市场都能够制定高价决策，但不同的隐私关切型用户占比对市场销量的影响不同。其中，在非隐私关切型市场中，价格的增长并没有抑制市场销量，零售商利润整体上升；在隐私关切型市场中，零售商提高产品价格后，市场销量下降，但零售商利润总体增加；在混合型市场

中,受退货和隐私关切行为的共同作用,零售商利润变化趋势更为复杂。通过数值仿真进一步发现,基础退货量对利润的影响远高于个性化推荐服务,且只有在较低的基础退货量下,个性化推荐服务敏感系数越大时,零售商的个性化推荐策略才能取得更好的效果。

(3) 在跨渠道退货模式下,到店麻烦成本、隐私关切行为以及各渠道退货率共同制约着零售商 BOPS 全渠道的实施。对比各隐私市场零售商开设全渠道的限制条件可知,在市场存在隐私关切型用户时,个性化推荐策略的实施能有效改善用户对到店麻烦成本的接受度,即零售商的 BOPS 自提范围有效扩增。当零售商采用具有隐私保护服务的个性化推荐策略时,不仅能够为用户提供更为精准的个性化推荐,还能提升用户对在线购物平台的信任和零售商利润,实现了用户和零售商的双赢。分析零售商实施个性化推荐后的均衡解可知,用户对到店麻烦成本越不敏感、隐私关切程度越高或隐私关切型用户数量越多时,用户所能接受的到店距离越大,个性化推荐策略实施的效果越好,用户的隐私信息越能得到更有效的保护。在含有隐私关切型用户的市场中,当隐私关切型用户占比较低时,零售商应着重于提高用户的隐私关切程度;当隐私关切型用户占比较高时,零售商应着重于提高用户的个性化推荐服务偏好程度。

基于以上研究结果,可以得出以下管理启示:

(1) 在不提供退货服务时,零售商应根据不同隐私市场合理使用个性化推荐策略。无退货模式下,零售商总能在非隐私关切型市场中制定较高的定价和个性化推荐服务精度决策以及获取更高收益。针对此种情形,零售商的重点是如何降低隐私关切型用户数量以及隐私关切程度。这就要求零售商为用户的隐私数据提供保护服务,与用户建立良好的信任机制。此外,零售商也需提高用户对个性化推荐服务的认可,提高推荐系统的准确性。因此,零售商可通过不断的技术积累或借助于第三方的个性化推荐技术,降低个性化推荐研发成本,以便更好地向用户提供精准的产品推荐。

(2) 当允许用户通过原购买渠道退货时,零售商应着重降低由产品与用户需求不匹配引发的基本退货量。具体来说,零售商可在上架产品之前进行市场调研,根据用户对产品功能、外观等需求信息,有针对性地选择产品种类。零售商应积极在隐私关切型和非隐私关切型市场中实施个性化推荐策略,而在混合型市场中

零售商需谨慎采用个性化推荐策略。当在混合型市场中采用个性化推荐策略为占优策略时，且基础退货量较低时，零售商应着重对外宣传个性化推荐系统的优势和好处，并通过优化使用界面来增强用户的在线购物体验，不断加强用户与在线购物平台的互动，提升用户对在线购物平台的忠诚度。此外，在混合型市场中，全渠道应根据实际情况做出策略调整。当个性化推荐策略不能有效提升零售商利润时，零售商应在线上和线下服务上进行改进，增强用户对零售商的品牌认可。

(3) 当零售商实施跨渠道退货服务时，线下自提点的布局尤为重要。为获取更高收益，零售商应提升线下服务质量，提升用户对到店自提模式的接受度。此外，在设置线下自提点时，零售商应选择交通便利的地点，减少用户到店的交通成本。此外，全渠道零售商应积极为用户提供个性化推荐服务，并在购物平台进入界面着重向用户介绍其隐私保护的范围和有效性以及个性化推荐的便捷性，进一步加强用户对零售商的信任程度和个性化推荐的偏好程度，并可利用其他社交平台进行宣传推广，进一步向用户传达平台个性化推荐的独特优势，吸引更多用户选择在线购物平台。

6.2 论文展望

本文以单个BOPS全渠道零售商为研究对象，在考虑用户隐私关切行为的基础上，研究了三种隐私市场在不同退货模式下，全渠道零售商个性化推荐策略实施的有效性，并分析相关影响因素对零售商决策和利润的影响机制，给出了相应的管理建议。但是，本文在研究过程中仍存在一些不足：

(1) 在研究BOPS全渠道零售模式时，本文只将单个零售商作为研究对象去探讨个性化推荐策略的实施条件和限制因素。然而，在实际经济活动中，零售商往往面临着众多同行的竞争压力。如何考虑两个或多个BOPS渠道零售商的个性化推荐策略将是未来研究的方向。

(2) 本文在研究过程中假定市场需求恒定为1，但现实中市场需求存在波动。此外，在研究用户的隐私关切程度时，假定所有隐私关切型用户的隐私关切程度相同。然而，不同用户的隐私关切程度存在差异。因此，未来研究可在不确定需求函数下研究不同隐私关切程度用户对BOPS全渠道零售商决策的影响。

参考文献

- [1] 中华人民共和国商务部. 商务部电子商务司负责人介绍2023年我国电子商务发展情况[EB/OL]. <http://www.mofcom.gov.cn/article/xwfb/xwsjfzr/202401/20240103467547.shtml>, 2024-01-19.
- [2] Zhang J, Li K J. Quality Disclosure Under Consumer Loss Aversion[J]. Management Science, 2020, 67(8): 5052-5069.
- [3] David R B, Gallino S, Moreno A. Offline Showrooms in Omnichannel Retail: Demand and Operational Benefits[J]. Management Science, 2018, 64(4): 1629-1651.
- [4] 张凯.学习型用户情景下企业 BBPD 策略研究[J]. 管理科学学报, 2020, 23(3): 24-40.
- [5] Chen Z, Choe C, Matsushima N. Competitive personalized pricing[J]. Management Science, 2020(9): 4003-4023.
- [6] Elmachtoub A N, Gupta V, Hamilton M L. The value of personalized pricing[J]. Management Science, 2021(10): 6055-6070.
- [7] Menon, Syam, and Sumit Sarkar. Minimizing information loss and preserving privacy[J]. Management Science, 2007, 53(1): 101-116.
- [8] Ghoshal A, Kumar S, Mookerjee V. Dilemma of data sharing alliance: when do competing personalizing and non - personalizing firms share data[J]. Production and Operations Management, 2020, 29(8): 1918-1936.
- [9] Erkin Z, Veugen T, Toft T, et al. Generating private recommendations efficiently using homomorphic encryption and data packing[J]. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 2012, 7(3): 1053-1066.
- [10] Il-Horn Hann, Kai-Lung Hui, et al. Consumer Privacy and Marketing Avoidance: A Static Model[J]. Management Science, 2008, 54(6): 1094-1103.
- [11] Tang Z, Hu Y U, Smith M D. Gaining trust through online privacy protection: self-regulation, mandatory standards, or caveat emptor[J]. Journal of Management Information Systems, 2008, 24(4): 153-173.
- [12] 刘泓霆, 路瑶. 基于数字经济的电商平台个性化智能推荐、产品涉入度与用户购买决策[J]. 商业经济研究, 2024(01): 131-134.
- [13] Rajeev Kumar, Ram Gopal, Robert Garfinkel. Freedom of Privacy: Anonymous Data Collection with Respondent-Defined Privacy Protection[J]. INFORMS Journal on Computing, 2009, 22(3): 471-481.
- [14] 马守宇, 梁艳青, 姜鹏辉等. BOPS 模式下考虑退货异质性及需求随机性的

- 订购决策及供应链协调研究[J/OL]. 中国管理科学: 1-18. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.0522>.
- [15]刘咏梅, 周笛. 实行 BOPS 模式是否总是有益的?与传统双渠道的对比研究[J]. 运筹与管理, 2018, 27(02): 168-177.
- [16]赵菊, 程薇嘉, 章斌. 基于 BOPS 的渠道整合策略[J]. 运筹与管理, 2020, 29(11): 129-137.
- [17]Wang R, Nan G, et al. Separation or integration: The game between retailers with online and offline channels[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 307(3): 1348-1359.
- [18]Ge C, Zhu J. Effects of BOPS implementation under market competition and decision timing in omnichannel retailing[J]. Computers & Industrial Engineering, 2023, 179: 109227.
- [19]Feng Y, Zhang J, et al. Benefit from a high store visiting cost in an omnichannel with BOPS[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2022, 166: 102904.
- [20]Saha Kushal, Subir Bhattacharya. ‘Buy online and pick up in-store’: Implications for the store inventory[J]. European Journal of Operational Research, 2021, 294(3): 906-921.
- [21]Shao X. Omnichannel retail move in a dual-channel supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2021, 294(3): 936-950.
- [22]Kong R, Luo L, Chen L, et al. The effects of BOPS implementation under different pricing strategies in omnichannel retailing[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 141: 102014.
- [23]李建斌, 郭培强, 陶智颖. 双边收益共享与两部收费契约下的全渠道协调策略[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(11): 2887-2901.
- [24]Lin X, Zhou Y, Hou R. Impact of a “buy-online-and-pickup-in-store” channel on price and quality decisions in a supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2021, 294(3): 922-935.
- [25]Zhang J, Xu Q, He Y. Omnichannel retail operations with consumer returns and order cancellation[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2018, 118: 308-324.
- [26]范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑渠道竞争和用户行为的 BOPS 定价与服务合作[J]. 系统工程学报, 2018, 33(03): 387-397.
- [27]胡娇, 李莉, 朱星圳等. 考虑用户策略行为的全渠道两阶段广告投放与动态定价决策[J]. 运筹与管理, 2023, 32(08): 114-121.
- [28]Acquisti A, Varian H R. Conditioning Prices on Purchase History[J]. Marketing Science, 2005, 24(3): 367-381.
- [29]Chen Z, Choe C, Matsushima N. Competitive personalized pricing[J]. Management Science, 2020, 66(9): 4003-4023.
- [30]Montes R, Sand-Zantman W, Valletti T. The value of personal information in online markets with endogenous privacy[J]. Management Science, 2019, 65(3): 1342-1362.
- [31]Casadesus-Masanell R, Hervas-Drane A. Competing with privacy[J]. Management Science, 2015, 61(1): 229-246.

- [32]张新鑫,申成霖,侯文华.考虑竞争者进入威胁的易逝品动态定价机制[J]. 管理科学学报, 2016,19(10): 34-47.
- [33]Arora Ayesha, Tarun Jain. Data sharing between platform and seller: An analysis of contracts, privacy, and regulation[J]. European Journal of Operational Research, 2024, 313 (3): 1105-1118.
- [34]周涛, 鲁耀斌. 隐私关注对移动商务用户采纳行为影响的实证分析[J]. 管理学报, 2010, 7(07): 1046-1051.
- [35]Zhou, T. The effect of information privacy concern on users' social shopping intention[J]. Online Information Review, 2020, 44(5):1119-1133.
- [36]朱强, 王兴元, 辛璐琦. 隐私关注对网络精准广告点击意愿影响机制研究——用户风险感知和自我效能的作用[J]. 软科学, 2018, 32(04): 115-119.
- [37]Conitzer V, Taylor C R, Wagman L. Hide and seek: Costly consumer privacy in a market with repeat purchases[J]. Marketing Science, 2012, 31(2): 277-292.
- [38]Li Y. The impact of disposition to privacy, website reputation and website familiarity on information privacy concerns[J]. Decision support systems, 2014, 57: 343-354.
- [39]Bansal G, Zahedi F. M, Gefen D. The role of privacy assurance mechanisms in building trust and the moderating role of privacy concern[J]. European Journal of Information Systems, 2015, 24: 624-644.
- [40]Mousavizadeh M, Kim D J, Chen R. Effects of assurance mechanisms and consumer concerns on online purchase decisions: An empirical study[J]. Decision Support Systems, 2016, 92: 79-90.
- [41]TANG Z L, HU Y, SMITH M. Gaining trust through online privacy protection: Self-regulation, mandatory standards, or caveat emptor[J]. Journal of Management Information Systems, 2008, 24(4): 153-173.
- [42]SHEN Q W, VILLAS-BOAS J M. Behavior-based advertising[J]. Management Science, 2018, 64(5): 2047-2064.
- [43]沈月, 仲伟俊, 梅姝娥. 用户信息隐私保护对企业定价策略的影响[J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(2): 368-381.
- [44]马滔, 叶宇阳, 杜方等. 考虑智能决策效率的双寡头企业隐私保护策略[J]. 系统管理学报, 2023, 32(03): 512-525.
- [45]李延晖, 廖康, 徐璐. 电商平台与服务提供商的用户隐私信息管理策略研究[J]. 中国管理科学, 2022, 30(6): 157-166.
- [46]范文芳, 王千. 个性化智能推荐对用户在线冲动购买意愿的影响研究[J]. 管理评论, 2022, 34(12): 146-156+194.
- [47]徐玲玲, 朱婧. 移动电商个性化推荐对用户购买意愿影响分析[J]. 商业经济研究, 2018(06): 54-57.
- [48]安敬民, 李冠宇, 蒋伟, 等. 基于用户活动轨迹和个性化区域划分的兴趣点推荐[J]. 计算机学报, 2022, 45(6): 1176-1194.
- [49]张红霞, 董燕辉, 肖军弼, 等. 基于行为延迟共享网络的个性化商品推荐方法[J]. 电子与信息学报, 2021, 43(10): 2993-3000.
- [50]吕巍, 杨颖, 张雁冰. AI个性化推荐下用户感知个性化对其点击意愿的影响[J]. 管理科学, 2020, 33(05): 44-57.
- [51]范钧, 关潇汇, 陈婷婷. 您喜欢电商平台的“猜您喜欢”吗?——个性化推荐

- 对在线用户心理抗拒的影响机制[J]. 财经论丛, 2020(04): 84-93.
- [52]陈梅梅, 刘利梅, 施驰玮等. 推荐规模对个性化推荐系统用户决策的影响研究[J]. 南开管理评论, 2020, 23(01): 180-188.
- [53]Cui Z, Xu X, Fei X, et al. Personalized recommendation system based on collaborative filtering for IoT scenarios[J]. IEEE Transactions on Services Computing, 2020, 13(4): 685-695.
- [54]Hui B, Zhang L, Zhou X, et al. Personalized recommendation system based on knowledge embedding and historical behavior[J]. Applied Intelligence, 2022(52): 954-966.
- [55]Lei Y, Miao S, Momot R. Privacy-preserving personalized revenue management[J]. Management Science, 2023. DOI:10.1287/mnsc.2023.4925.
- [56]刘盼, 易树平. 定向广告与用户信息投入对供应链定价的影响[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(1): 162-171.
- [57]赵江, 刘杰, 梅姝娥. 基于混合渠道的企业定向广告投放优化策略[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(9): 2385-2394.
- [58]邹翔, 仲伟俊, 梅姝娥. 基于混合定向方式的移动定向广告投放策略研究[J]. 管理工程学报, 2021, 35(2): 177-188.
- [59]司银元, 杨文胜, 刘森, 等. 考虑定向能力的竞争性企业优惠券定向投放与定价策略[J]. 控制与决策, 2020, 35(12): 3035-3044.
- [60]公彦德, 马一丹. 考虑公平关切和消费者异质性的BOPS全渠道零售决策研究[J]. 工业工程与管理, 2023, 28(04): 121-137.
- [61]刘斌, 顾琼琼, 石苗青. 考虑价格和服务联合决策的双渠道供应链BOPS模式选择[J]. 运筹与管理, 2022, 31(11): 135-141.
- [62]刘茹, 彭健, 程永生, 等. 基于退款保证的线上零售商体验渠道策略研究[J]. 中国管理科学, 2024, 32(02): 178-187.
- [63]Su X. Consumer returns policies and supply chain performance[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2009, 11(4): 595-612.
- [64]Martínez-López, Francisco J, et al. Restoring the buyer-seller relationship through online return shipping: The role of return shipping method and return shipping fee[J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2022, 54: 101170.
- [65]赵晓敏, 胡淑慧. 网购环境下在线零售商的退货运费承担策略研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(01): 53-62.
- [66]Yan S, Xu X, Bian Y. Pricing and return strategy: Whether to adopt a cross-channel return option? [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2020, 50(12): 5058-5073.
- [67]杨浩雄, 顾子跃, 王浩等. 考虑跨渠道退货的双渠道供应链最优策略[J]. 中国管理科学, 2022, 30(06): 116-126.
- [68]Yan, S, Archibald T W, et al. Whether to adopt “buy online and return to store” strategy in a competitive market? [J]. European Journal of Operational Research, 2022, 301(3): 974-986.
- [69]潘文军, 缪林. 考虑跨渠道退货的双渠道闭环供应链决策研究[J]. 中国管理科学, 2020, 28(06): 112-122.
- [70]毕功兵, 曹庆, 吕建成. 考虑跨渠道退货的双渠道零售商定价与退货策略研

- 究[J]. 运筹与管理, 2023, 32(07): 92-98.
- [71] 葛晨晨, 朱建军. 线上线下协同的全渠道零售供应链系统的鲁棒控制与优化[J/OL]. 中国管理科学: 1-13. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1603>.
- [72] 李宗活, 杨文胜, 刘晓红, 等. 全渠道零售企业在线投放优惠券的渠道整合策略[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(3): 630-640.
- [73] 毛照昉, 刘鹭, 李辉. 考虑售后服务合作的双渠道营销定价决策研究[J]. 管理科学学报, 2019, 22(5): 47-56.
- [74] Tucker C E. The economics of advertising and privacy[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2012, 30(3): 326-329.
- [75] 吴丁娟, 朱侯. 二元态度下的网购用户隐私悖论形成机制[J]. 情报杂志, 2020, 39(8): 160-165+173.
- [76] Cohen M C, Lobel R, Perakis G. The impact of demand uncertainty on consumer subsidies for green technology adoption[J]. *Management Science*, 2016, 62(5): 1235-1258.
- [77] Caliskan-Demirag O, Chen Y F, Li J. Channel coordination under fairness concerns and nonlinear demand[J]. *European Journal of Operational Research*, 2010, 207(3): 1321-1326.
- [78] 綦勇, 侯泽敏, 曹金霞. 差异化隐私数据保护政策下的厂商数据利用策略研究[J/OL]. 中国管理科学: 1-13. DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0763.

附录

3.2.3 命题9证明过程:

易得 $p_m^{Y*} - p_m^{N*} = \frac{(\Delta_1(\delta + \lambda - \delta\lambda) + \alpha\delta)(1-\lambda)^2 h_o^2 + 2k\alpha^2(1-\delta)\lambda}{2(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)(\delta + \lambda - \delta\lambda)} > 0$ 。可知

$$D_m^{Y*} - D_m^{N*} = \frac{(1-\lambda)^2 h_o^2 (\alpha\delta + \Delta_1(\delta + \lambda - \delta\lambda)) - 2k\alpha\Delta_1\lambda(1-\delta)}{2\delta\alpha(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)}, \text{ 令上式分子为0, 有}$$

$$\delta = \delta_7 = \frac{\lambda(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)\Delta_1}{2k\alpha(\alpha + \Delta_1) - (\alpha + (1-\lambda)\Delta_1)(2k\alpha - (1-\lambda)^2 h_o^2)}。$$

$$\text{由 } \pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} = \frac{\left(\begin{aligned} &4k\alpha\delta(\delta + \lambda - \delta\lambda)(s + \alpha - c - h_o - h_s)^2 - \\ &(4k\alpha - 2(1-\lambda)^2 h_o^2)(\alpha\delta - (\delta + \lambda - \delta\lambda)(s - c - h_o - h_s))^2 \end{aligned} \right)}{4\delta\alpha(\delta + \lambda - \delta\lambda)(4k\alpha - 2(1-\lambda)^2 h_o^2)} \text{ 可知, 该式分子中}$$

δ^2 系数为 A 。令上述等式为 0, 有 $\delta = \delta_8 = \frac{B-D}{C}$ 或 $\delta = \delta_9 = \frac{B+D}{C}$ (具体如下)。

其中, A 、 B 、 C 以及 D 的参数值如下:

$$A = -(\alpha^2 + \Delta_1(1-\lambda))(4k\alpha - 2(1-\lambda)^2 h_o^2) + 4k\alpha(1-\lambda)(c - s - \beta + h_o + h_s)^2;$$

$$\begin{aligned} B = &(1-\lambda)^3 \lambda h_o^4 + 2k\alpha\lambda h_o(1-2\lambda)(s - c - h_s) - (1-\lambda)^2 \lambda h_o^3(2(s - c - h_s)(1-\lambda) + \alpha) \\ &+ k\alpha\lambda(\alpha^2 - ((c-s)^2 + h_s(2c-2s+h_s))(1-2\lambda)) + \\ &\lambda h_o^2((c+s)^2(1-\lambda)^3 + (s\alpha - c(\alpha + 2s(1-\lambda)) + h_s((2c-2s+h_s)(1-\lambda) + \alpha))(1-\lambda)^2 - k\alpha(1-2\lambda)) \end{aligned};$$

$$\begin{aligned} C = &-(1-\lambda)^4 h_o^4 + 2(1-\lambda)^3 h_o^3(\alpha + (1-\lambda)(s - c - h_s)) + \\ &(1-\lambda)h_o^2(2c(s(1-\lambda) + \alpha) + h_s((2s+2c-h_s)(1-\lambda) + 2\alpha) - (c^2 + s^2)(1-\lambda)^3 - \alpha(\alpha(1-\lambda) + 2k\lambda)) + \\ &+ 2k\alpha\lambda(\alpha^2 - ((c-s)^2 + 2h_o(s - c - h_s) - h_s(2s-2c-h_s))(1-\lambda)) \end{aligned};$$

$$D = \sqrt{k\alpha^2\lambda^2(\alpha + \Delta_1)^2(kh_o(s + \alpha - c - h_s)(\alpha + \Delta_1 - h_o) + h_o^2(k + (2s+2c-h_s)(1-\lambda)^2)) - 2(1-\lambda)^2 h_o^3}。$$

由 $\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*}$ 分子项为负易知 $D > 0$, 故当 $A > 0$ 时, 有 $D > B$; 当 $A < 0$ 时, 有 $D < B$ 。

分以下情况讨论得到零售商实施个性化推荐服务前后的利润关系: (1) $A > 0$ 、

$C > 0$ 且 $0 < \delta < \delta_9$; (2) $A > 0$ 、 $C < 0$ 且 $0 < \delta < \delta_8$; (3) $A < 0$ 、 $B > 0$ 、 $C > 0$ 、 $0 < \delta < \delta_8$

且 $\delta_9 < \delta < 1$; (4) $A < 0$ 、 $B > 0$ 、 $C < 0$; (5) $A < 0$ 、 $B < 0$ 、 $C > 0$; (6) $A < 0$ 、 $B < 0$ 、

$C < 0$ 、 $0 < \delta < \delta_9$ 且 $\delta_8 < \delta < 1$ ；有 $\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} > 0$ ，零售商选择实施个性化推荐服务。
 当满足条件：(1) $A > 0$ 、 $C > 0$ 且 $\delta_9 < \delta < 1$ ；(2) $A > 0$ 、 $C < 0$ 且 $\delta_8 < \delta < 1$ ；(3) $A < 0$ 、 $C > 0$ 且 $\delta_8 < \delta < \delta_9$ ；(4) $A < 0$ 、 $C < 0$ 且 $\delta_9 < \delta < \delta_8$ ；有 $\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} < 0$ ，零售商选择不实施个性化推荐服务。

4.2.3 命题9证明过程：

命题 9 证明：NM 市场利润差为 $\pi_n^{Y*} - \pi_n^{N*} = \frac{\beta^2 \Omega_1^2}{2(2a - 2b + \gamma)\Omega_2}$ ，易知 $\pi_n^{Y*} - \pi_n^{N*} > 0$ ，故 NM 市场中全渠道零售商选择实施个性化推荐策略。

$$\text{YM 市场利润差为 } \pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} = \frac{\left(-4(2a - 2b + \gamma)(\delta(1 - \mu + (2b - \gamma)c - (b - \gamma\omega)r) - 2ac)^2 + 4\delta(2a - (2b - \gamma)\delta)\Omega_1^2 \right)}{4\delta(8a - 8b + 4\gamma)(2a - (2b - \gamma)\delta)}, \text{ 令}$$

$$\pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} = 0, \text{ 得 } \delta = \delta_4 = \frac{2ac^2(2a - 2b + \gamma)}{(1 - \mu - r(b - \gamma\omega))^2 + c^2(2a - 2b + \gamma)(2b - \gamma)} \text{ 或 } \delta = \delta_5 = 1。 \text{ 易知 } \delta_4 > 0, \text{ 由}$$

$$\delta_1 - \delta_4 = \frac{(\Omega_1 + 8ac)(1 - \mu - br + r\gamma\omega) + 4a^2c^2}{((1 - \mu - r(b - \gamma\omega))^2 + c^2(2a - 2b + \gamma)(2b - \gamma))(\Omega_1 + 2ac)} > 0 \text{ 可得 } \delta_1 > \delta_4。 \text{ 当 } \delta_4 < \delta < \delta_5 = 1 \text{ 时，}$$

有 $\pi_y^{Y*} - \pi_y^{N*} > 0$ 。由 $\delta_4 < \delta_1$ 知，在开启线上平台的条件下，全渠道零售商实施个性化推荐策略利润提升；在未开启线上平台的条件下，全渠道零售商实施 PR 策略利润也为正，故在任意隐私关切程度下零售商实施个性化推荐策略是有益的。

易知，在 MM 市场中，当 $0 < \delta < \delta_2 = \frac{2ac\lambda}{\Omega_1 + 2ac\lambda}$ 时，实施个性化推荐服务能使零售商在更低的隐私关切程度下实现正向收益，故全渠道零售商选择实施个性化推荐策略。当 $\delta > \delta_2$ 时，有 $\pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} = \frac{A\delta^2 + B\delta + C}{(4k(2a - 2b + \gamma) - 8\beta^2(1 - \lambda)^2)(4\delta((2a - 2b + \gamma)\delta + 2a\lambda(1 - \delta)))}$ 。

$$\text{令 } \pi_m^{Y*} - \pi_m^{N*} = 0, \text{ 可得 } \delta = \delta_6 = \frac{-B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \text{ 或 } \delta = \delta_7 = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}。$$

其中， $A = 4(k(2a(1 - \lambda) - 2b + \gamma)\Omega_1^2 - (k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1 - \lambda)^2)(\Omega_1 + 2ac\lambda)^2)$ ；

$$B = 8ak\lambda\Omega_1^2 + 16ac\lambda(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1 - \lambda)^2)(\Omega_1 + 2ac\lambda) > 0；$$

$$C = -16a^2c^2\lambda^2(k(2a - 2b + \gamma) - 2\beta^2(1 - \lambda)^2) < 0。$$

因此，MM 市场中全渠道零售商实施个性化推荐策略需满足以下条件之一：

- (1) $\delta_7 \geq 1$ 且 $0 < \delta < \delta_2$; (2) $A > 0$, $0 < \delta_7 < 1$, 且 $\delta_2 > \delta_7$; (3) $A > 0$, $0 < \delta_7 < 1$, 当 $\delta_2 < \delta_7$ 时, $0 < \delta < \delta_2$ 或 $\delta_7 < \delta < 1$; (4) $A < 0$, $0 < \delta_7 < 1$, 当 $\delta_2 > \delta_7$ 时, $0 < \delta < \min\{\delta_6, 1\}$; (5) $A < 0$, $0 < \delta_7 < 1$, 当 $\delta_2 < \delta_7$ 时, $0 < \delta < \delta_2$ 或 $\delta_7 < \delta < \min\{\delta_6, 1\}$ 。

攻读硕士学位期间发表的学术论文

周雅莉,林锐,程晋石.考虑退货和隐私关切的全渠道零售商定价与个性化推荐决策研究[J/OL].重庆文理学院学报(社会科学版),1-16.<http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1182.C.20240131.1114.002.html>.

致谢

写到这里，我的研究生学习之路即将结束，即将离开学校走入社会，心中十分不舍。在此，感谢安徽工程大学给了我继续学习深造的机会，感谢经管院的老师们对我的关心和帮助。

非常感谢我的导师程晋石教授对我学业和生活上的帮助。犹记得与程老师的第一次见面，是在学校的操场上。老师告诉我做学术的同时，同样也要学会做人。在研究生的三年学习过程中，我时常感觉自己愚笨，程老师总会鼓励我，让我相信自己。从初稿到投稿，程老师一字一句修改我的论文，严谨的学术作风让我敬佩不已。离别之际，感谢程老师三年来对我的悉心教导，让我能够顺利完成学业。

这三年来，身边的亲人逐渐离开，让我明白了生命的可贵。感谢我的家人们一直相信我，在背后默默地支撑着我前行，让我能够站在他们的肩膀上看到了不一样的世界。感谢身边的朋友们，给我的研究生生活带来了不一样的欢乐，让我体会到生命的美好。

最后，借此机会祝愿我的老师、家人、朋友和同学们身体健康、永远开心！