

摘要

灰色市场，也叫做平行进口，通常指在一个国家内合法生产并受到专利、版权或商标权保护的商品，在未经原始制造商授权许可的情况下合法地引进到另一个国家进行销售的渠道。灰色市场的存在兼具负面和正面影响，使得企业需要采取措施谨慎应对。其中，服务策略作为非价格机制被广泛研究和实践证明是始终有效的竞争策略。在现实情况中，制造商可以采取售后服务策略刺激消费者购买欲望，而其下游成熟的零售商也可能被制造商下放权力承包或自主承担一定的售后服务，如提供技术答疑，对配套零配件保持供应，包修包换包退等。因此，零售商亦可以采取向灰市产品消费者提供售后服务的策略以增强市场竞争力，抢占市场份额。

虽然目前关于售后服务策略对灰色市场环境下供应链决策影响的研究文献已经十分丰富，但是相关研究始终缺乏考虑多主体（领导制造商和零售商）同时有能力提供售后服务的情形，也相对缺乏同时考虑高价市场存在跟随制造商生产替代品的竞争情形。因此，本文在零售商参与灰市投机形成的灰色市场环境下，考虑高价市场存在替代品的数量竞争，引入消费者对不同产品的估值差异因素，分别构建无售后服务、单售后（领导制造商或零售商）服务和双售后服务的供应链结构模型，运用博弈论和最优化理论，在分散决策的前提条件下，讨论领导制造商和零售商采取售后服务策略的博弈对供应链运营决策的影响，各自采取售后服务策略的条件，以及决策的售后服务水平及影响因素，研究结论如下：

（1）在灰色市场环境下，无论高价市场的其他跟随竞争者是否提供售后服务，领导制造商为其在高价市场的直销产品提供售后服务的策略是始终有效的，其售后服务水平受消费者的支付意愿影响。当消费者支付意愿较大时，无论是单售后服务模型还是双售后服务模型，领导制造商都需要降低售后服务水平以节省成本；当观察到高价市场的消费者对竞争产品（灰市产品或替代品）的估值较大时，领导制造商有必要上调售后服务水平以增加消费者效用，稳定市场份额。

（2）参与灰市投机的零售商选择是否采取售后服务策略参与竞争不是盲目的，同样需要观察消费者的支付意愿大小。当观察制造商不采取售后服务策略，零售商选择采取售后服务是始终有效的；当观察到制造商采取售后服务策略，高价市场消费者的支付意愿比较小或足够大时，零售商选择采取向灰市产品消费者提供售后服务能够提升灰市产品的销量与价格，有效抑制竞争。而当消费者的支付意愿处于中间一定阈值内时，零售商选择不采取售后服务策略，依靠低价优势吸引消费者是最优的选择。

无论制造商是否采取售后服务策略，零售商对灰市产品提供售后服务的服务水平与消费者对售后服务的敏感度呈正相关，且当消费者对灰市产品的估值比对替代品的大时，零售商同样倾向于提升售后服务水平。然而，在零售商单独提供售后服务模型下，当高价市场消费者支付意愿强烈且对替代品估值更高时，其决策的售后服务水平会下降，此

时零售商不完全依靠售后服务策略，依靠低价竞争也是有效的。在双售后服务模型下，消费者的支付意愿满足一定条件足够大时，零售商决策的售后服务水平始终比其单售后服务模型下的服务水平低。

关键词：灰色市场；售后服务；产品竞争；估值差异；运营策略

Abstract

Gray market, also known as parallel import, generally refers to the channel through which goods legally produced in one country and protected by patents, copyrights or trademark rights are legally introduced for sale in another country without the authorization of the original manufacturer. The existence of gray market has both negative and positive effects, which makes enterprises tend to take measures to deal with it cautiously. As a non-price mechanism, Service strategy has been widely studied and proved to be an effective competitive strategy. In reality, manufacturers can adopt after-sales service strategies to stimulate consumers' desire to purchase, and their downstream mature retailers may also be delegated by manufacturers to independently undertake after-sales services, such as providing technical Q&As, maintaining the supply of supporting spare parts, and guaranteeing repair, replacement and return. Therefore, retailers can also adopt the strategy of providing after-sales service to consumers of gray market products to enhance market competitiveness and seize market share.

Although there is abundant research literature on the influence of after-sales service strategy on supply chain decision-making in the gray market setting, there is still a lack of consideration of the situation that multiple agents (leading manufacturers and retailers) have the ability to provide after-sales service at the same time, and relatively lack of consideration of the situation that there is competition in the high-price market to produce substitutes with manufacturers. Therefore, in the gray market setting formed by retailers' participation in gray market speculation, this paper considers the quantity competition of substitutes in the high-price market, introduces the valuation difference factor of consumers for different products, constructs the supply chain structure model of no after-sales service, single after-sales service (leading manufacturer or retailer) service and double after-sales service respectively, and uses game theory and optimization theory. Under the premise of decentralized decision-making, this paper discusses the influence of the game of leading manufacturers and retailers to adopt after-sales service strategies on supply chain operation decisions, the conditions for each of them to adopt after-sales service strategies, and the after-sales service level and influencing factors of decision-making.

(1) In the gray market setting, no matter whether other following competitors in the high-price market provide after-sales service or not, the strategy of leading manufacturers to provide after-sales service for their direct selling products in the high-price market is always effective. When consumers' willingness to pay is large, the leading manufacturer needs to reduce the level of after-sales service to save costs, regardless of the single after-sales service model or the double after-sales service model. When it is observed that consumers in the high-price market

have a large valuation of competing products (gray market products or substitutes), it is necessary for the leading manufacturer to increase the level of after-sales service to increase consumer utility and stabilize market share.

(2) It is not blind for retailers involved in gray market speculation to choose whether to adopt after-sales service strategy to participate in the competition. When observing that the manufacturer does not adopt after-sales service strategy, the retailer chooses to adopt after-sales service is always effective; When it is observed that the manufacturer adopts the after-sales service strategy, and the willingness to pay of consumers in the high-price market is relatively small or large enough, the retailer chooses to provide after-sales service to consumers of gray market products, which can increase the sales volume and price of gray market products and effectively inhibit competition. However, when consumers' willingness to pay is within a certain threshold in the middle, it is the optimal choice for retailers not to adopt after-sales service strategy and to attract consumers by relying on low price advantage.

The service level of retailers in providing after-sales service for gray market products is positively correlated with consumers' sensitivity to after-sales service, and when consumers value gray market products more than substitutes, retailers also tend to improve the level of after-sales service. However, in the model where retailers provide after-sales service alone, when consumers in the high-price market have a strong willingness to pay and have a higher valuation of substitutes, the level of after-sales service decided by them will decline. Under the dual after-sales service model, when the consumer's willingness to pay satisfies certain conditions and is large enough, the retailer's decision on the after-sales service level is always lower than its service level under the single after-sales service model.

Keywords: Gray market; After-sales service; Product competition; Valuation variance; Operation strategy

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 研究背景及意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	2
1.2 国内外研究文献综述.....	3
1.2.1 灰色市场环境下的供应链.....	3
1.2.2 供应链的售后服务策略.....	6
1.2.3 考虑产品竞争的供应链.....	8
1.2.4 研究评述.....	8
1.3 研究内容与方法.....	9
1.3.1 研究内容.....	9
1.3.2 研究方法.....	10
1.4 技术路线.....	11
1.5 研究创新点.....	12
第二章 相关概念及理论基础	13
2.1 灰色市场.....	13
2.1.1 灰色市场的概念.....	13
2.1.2 灰色市场的分类.....	13
2.1.3 灰色市场的影响.....	14
2.2 寡头博弈与寡头垄断市场	14
2.2.1 博弈论概述.....	14
2.2.2 寡头博弈与寡头垄断市场概述.....	14
2.2.3 Stackelberg 博弈模型.....	15
第三章 灰色市场环境下无售后服务供应链均衡决策分析	16
3.1 问题描述与基本假设.....	16
3.2 逆需求函数与利润函数的构建	18
3.3 不同情形下模型的构建与求解	19
3.3.1 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值	19
3.3.2 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值	21
3.4 模型分析.....	23
3.5 本章小结.....	24
第四章 灰色市场环境下供应链的单售后服务策略分析	25
4.1 问题描述与基本假设.....	25
4.2 制造商提供售后服务下不同情形的模型构建与求解	26

4.2.1 逆需求函数与利润函数的构建.....	26
4.2.2 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值	27
4.2.3 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值	29
4.3 零售商提供售后服务下不同情形的模型构建与求解	31
4.3.1 逆需求函数与利润函数的构建.....	31
4.3.2 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值	32
4.3.3 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值	34
4.4 模型分析.....	36
4.5 数值仿真.....	46
4.5.1 单售后服务模型下制造商 2 的利润变化	46
4.5.2 消费者支付意愿和售后服务敏感度对单售后服务水平影响	49
4.6 本章小结.....	50
第五章 灰色市场环境下供应链的双售后服务策略分析	52
5.1 问题描述与基本假设.....	52
5.2 逆需求函数与利润函数的构建	53
5.3 不同情形下模型的构建与求解	53
5.3.1 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值	54
5.3.2 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值	56
5.4 模型分析.....	58
5.5 数值仿真.....	60
5.5.1 不同售后服务模型下制造商 1 和零售商售后服务水平变化	60
5.5.2 不同售后服务模型下制造商 1 和零售商利润变化	61
5.6 本章小结.....	62
第六章 结论与展望	64
6.1 研究结论.....	64
6.2 不足与展望.....	65
参考文献.....	66

第一章 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

灰色市场，也叫做平行进口，通常指在一个国家内合法生产并受到专利、版权或商标权保护的商品，在未取得原始制造商授权许可的情况下合法地引进到另一个国家进行销售的渠道^[1-4]。“窜货”是指经销商未经原始制造商渠道授权，为了牟取利润或消化库存等目的，擅自将产品跨区域销售的行为，这种窜货行为会导致灰色市场的形成。流通在灰色市场的产品（简称灰市产品）是有品牌的真品，只是其销售渠道并未经该商标所有者授权或同意，属于“非正式”的渠道所流通的商品。

伴随跨境电商的崛起和物流技术的不断进步，消费者跨境购买商品的渠道愈加丰富，购买成本也越来越低，这一大环境促进了灰色市场的发展壮大，成为了一种常见的经济现象。灰色市场广泛存在于各种行业，比如电子产品、奢侈品、汽车、医药^[5-10]等。中国市场因其巨大的消费需求以及关税问题，往往被国外品牌商视为“高价市场”，并实施价格歧视。因此国内的消费者掀起了“海淘”国外商品的热潮，这种“海淘”或“代购”模式绝大多数本质上均属于灰色市场的范畴。2013 年顺丰上线的“Sbuy”，即“跨境寄递+海淘”业务，无疑是看到了海淘的巨大潜力，为经销商跨境寄送商品提供了便利^[11]。2018 年，中国在零售领域的跨境交易额达到了 1347 亿元，同比增长 50%，且呈持续平稳上升的趋势^[12]。中国对跨境电商贸易的政策兼具监管和鼓励特征，逐步实现其合法化，并且对部分行业的灰色市场贸易持鼓励态度，如推动汽车行业的平行进口，上海自贸区于 2015 年在全国率先开展平行进口汽车试点，为平行进口商提供涵盖国际贸易和国内交易的全方位支持服务^[13]。

在国际市场范围内，灰色市场的存在和发展早已有数百年，许多国家对灰市的存在持默许态度^[14]。据统计，2017 年美国的灰色市场估值达到了 200 亿美元，到 2022 年估值 410 亿美元^[15]。在全球奢侈品行业，约 1700 个高端时尚品牌的 20 多万件正品奢侈品以大幅折扣向 53 个国家或地区的消费者转售^[16]。全球电商平台也为灰色市场推波助澜，Jap 等（2022）展示了阿里巴巴、亚马逊和 eBay 在内的全球顶级在线零售平台在 2020 年的销售额为 2.7 万亿美元，并承诺可以不受限制地接触全球客户，其他如美国的 Etsy 和俄罗斯的 Ozon，2021 年销售额增长了近 100%^[17]。

灰色市场的存在有正面和负面的影响，负面影响比如始终会侵蚀品牌制造商的市场份额，影响正规授权渠道的利润。然而，品牌制造商很多时候默认灰色市场的存在，原因在于其正面影响，比如可以开拓新兴市场或者缓冲高价市场的替代品竞争。在目前的商业实践中，虽然有从法律层面进行诉讼和合同约束行为，但是实际上很多时候都被证明收效甚微，因此企业在积极探索利用自身策略应对灰色市场的各种影响，甚至在一定

范围内达到利用灰色市场增加效益的目的。目前应对灰色市场除了供应链层面的协调契约,被证明有效的策略主要为定价策略和服务策略。统一定价策略虽然可以直接打击灰色市场的套利行为,但是也会使得品牌制造商自身利用价格歧视获取的利润减少,而服务策略被广泛的研究和实践证明是始终有效的竞争策略,一方面可以增加产品效用,激发市场需求,另一方面可以加强产品差异化,有利于品牌声誉维持,稳定消费者忠诚度。

服务是消费者估量品牌制造商的产品价值的重要因素,企业本身也可以利用服务提升口碑,提升自身收益。本文重点讨论售后服务策略的作用。在很多行业,除了制造商有能力提供售后服务,渠道分销商或成熟的零售商也可能被下放权力或自主承包一定的售后服务,比如针对消费者的一系列问题提供技术答疑,对配套零配件保持供应,包修包换包退等。因此在零售商参与灰市投机时,也可以采取为灰市产品的消费者提供售后服务的策略,缩小与正规渠道产品的价值差异,增强在市场中的竞争力。因此,本文在零售商参与灰市投机的形成的灰色市场环境下,分析多主体(领导制造商和零售商)提供售后服务策略的博弈对供应链运营决策的影响,讨论领导制造商和零售商提供售后服务的条件和售后服务水平变化及影响因素,填补了相关研究空白。同时,本文还考虑高价市场存在一个跟随制造商生产替代品进行数量竞争,形成差异化双寡头垄断竞争,使得研究更为复杂,加强了现实性。

1.1.2 研究意义

(1) 理论意义

从学术角度看,本文具备一定的理论意义。零售商参与灰市投机形成的灰色市场环境下,售后服务作为非价格机制,是供应链成员在灰色市场供应链中十分重要的调节策略和竞争手段。目前有关灰色市场下的供应链运营决策的研究绝大多数都是考虑领导制造商或者零售商单独提供售后服务的情况,且一般很容易忽略高价市场存在替代品竞争的实际情形。因此,本文在灰色市场客观存在的环境下,重点讨论了供应链中多主体单独和同时提供售后服务的情况,考虑高价市场存在跟随制造商生产的替代品的数量竞争,形成差异化双寡头垄断竞争。同时,引入消费者针对不同产品的不同估值区分具体情形的效用函数,建立每种具体情形下的博弈模型。在求得最优利润和均衡解的基础上,对比无售后服务模型,单售后服务模型和双售后服务模型下的供应链成员利润变化,决策销售量和价格的变化,进一步分析领导制造商和零售商提供售后服务的条件和服务水平关于各种影响因素的变化。

本文的研究既弥补了在零售商参与灰市投机的客观背景下,分析多主体售后服务策略对供应链中各成员决策的影响和利润的变化,讨论售后服务的有效性和实施条件的研究空缺,也丰富了灰色市场环境下考虑产品竞争时的供应链下各成员的运营决策研究。

(2) 实践意义

从实践应用角度看,本文也具备一定的实际意义。首先,随着互联网电商市场的飞速发展,国际贸易愈加发达,使得灰色市场的需求也日渐扩大,逐渐成为供应链中不可

忽视的客观存在。因此研究灰色市场环境下的供应链运营决策具有一定的现实意义。

其次,目前制造商对灰色市场的认识逐渐加深,发现灰色市场同时具有正面和负面的影响,比起完全抵制灰色市场,有很多制造商会选择使用各种手段进行调节和控制灰色市场的规模,达到利用灰色市场扩大自身收益的效果。服务策略作为非价格机制已经在灰色市场供应链中被广泛认证为有效的抑制灰色市场和提高市场竞争力的手段,而现实情况中,领导制造商和授权零售商均可能具有售后服务的能力,吸引各自渠道产品的消费者进行购买,因此研究多主体售后服务模型下的供应链运营决策,以及各个主体提供售后服务策略的条件和售后服务水平变化等具有现实意义。

最后,在高价市场中考虑替代品的数量竞争也比只考虑单个制造商完全垄断的简单情况更贴近现实,并且利用消费者对不同渠道产品的估值区分高价市场存在竞争的三个渠道的产品,具体讨论每种情形下供应链的最优运营策略,对灰色市场环境下供应链企业的决策具有一定的现实参考意义。

1.2 国内外研究文献综述

本文侧重于研究在灰色市场环境下,考虑多主体的产品竞争和多主体售后服务模型,分析灰色市场供应链中各成员所采取的销售量、定价的最优决策以及不同模型下的利润变化。同时,本文基于分散化决策,扩展到领导制造商和零售商的双售后服务策略模型,讨论两者各自的售后服务条件和服务水平影响因素,为供应链各成员的运营策略提供参考。因此,本节将分别回顾灰色市场环境下供应链、供应链的售后服务策略和考虑产品竞争的供应链这三个主题的相关研究,为后续研究做铺垫。

1.2.1 灰色市场环境下的供应链

互联网市场的日趋成熟使得消费者对灰色市场商品的需求逐渐扩大。许多学者在研究供应链运营决策问题时开始愈加认识到灰色市场存在的影响。

(1) 灰色市场的形成原因及影响

早期的灰色市场研究文献主要采用定性研究方法,探讨灰色市场在国内外产生的原因以及对制造商和渠道内其他成员的影响。

关于灰色市场产生的原因:早期的灰色市场成因研究是围绕实际现象进行概念总结和影响归纳展开的。如 Knoll (1986) 提出灰色市场产生的原因除了市场之间显著的价格差异导致的套利行为,更重要的是搭商标所有者商誉和服务的便车^[18]。Myers (1999) 提出灰色市场营销的主要原因包括数量折扣计划、数量目标、经销商的远期购买、对特殊类别客户的低价,以及过于乐观的销售预测和膨胀而需要清算大量库存^[3]。Chen 和 Keith (2006) 概括了早期的国际垂直定价模型以解释平行进口或未经授权的合法商品贸易的主要特征^[19]。Liao 和 Hsieh (2013) 通过实证研究发现,从消费者的购买意愿来看,消费者对假货的态度与对灰市产品的购买意愿呈正相关,感知风险与对灰市产品的购买

意愿呈负相关^[20]。

关于灰色市场的影响：早期研究讨论的主要是灰色市场带来的负面影响。如 Lowe 等（1989）、Berman 等（2004）和 Antia 等（2006）定性分析了灰色市场给制造商带来的负面影响，如会导致消费者市场竞争加剧，授权渠道和未授权渠道的分销商品之间巨大价格差异可能会严重破坏企业已建立的分销渠道，另外还会引发对制造商传统定价策略的侵蚀、获得授权经销商支持以及企业发展和维护全球品牌形象愈加困难的问题。在此基础上，学者从法律角度和渠道角度提出帮助制造商降低损失的政策和技术措施^[21-23]。

但随着时间的推移，越来越多的学者开始发现灰色市场为供应链带来的正面效应：Banerji（1990）以计算机行业为例分析国内灰色市场产生的原因，以及制造商一方面有理由支持灰色市场的动力是灰色市场可以从要求授权经销商服务的品牌意识消费者那里榨取更多利润，但另一方面也需要控制灰色市场，防止其对数量折扣的套利和高服务销售的蚕食^[24]。Gallini 和 Hollis（1999）从法律的角度出发，认为商标法和版权法均不适用于对平行进口实施限制，灰色商品限制在某些情况下也会具有正面影响，因此建议进一步利用经济理论中的契约方法进行限制和规范时要注意带来的社会效率^[4]。Bergen 等（1998）从经济学的交易成本角度出发，建立对灰色投机行为容忍度取决于公司发现窜货行为的能力以及可信威胁和可信承诺的存在，解释制造商容忍灰色市场存在的条件^[25]。Antia 等（2004）提出灰色市场也具有正面影响，能够间接为制造商接触新的市场和消费者，减少库存压力，因此某些时候可以被容忍和利用^[26]。Autrey（2015）从经济现象角度探讨了灰色市场能够长期存在的原因。虽然灰色市场会侵蚀发达市场的利润率，对原始供应商造成一定影响，但有趣的是许多公司并没有实施控制系统来遏制灰色市场活动，原因是灰色市场增强了投资新兴市场的动力，这种投资还增加了灰色市场的成本基础。当存在投资溢出等正外部效应时，市场对一种产品需求的增加会间接增加对另一种产品的需求，溢出效应足够大时，会反过来使得投资更有效率^[27]。Xiao 等（2016）研究提出平行进口商为灰市投机者还是零售商对分销渠道成员的利润有重大影响^[28]。另外，Zhang Qing 等（2023）引入区块链技术，讨论了不同权力结构下的制造商和灰色市场投机者的均衡策略，发现无论是否采用区块链，均无法改变灰色市场对制造商定价决策的影响，制造商可以利用区块链技术促进或抑制灰市进入，进一步发现灰色市场的进入可能会促进国外市场的消费者剩余^[29]。

（2）灰色市场的渠道结构和应对策略研究

关于灰色市场的市场结构和相应的应对策略研究^[1]，按照渠道结构的不同可以划分为以下三类：

第一类是零售商或分销商参与灰市投机形成的灰色市场。许多学者从供应链协调的角度进行研究和改善。Assmus 等（1995）提出利用价格协调的手段应对灰色市场的威胁^[30]。Su（2012）开发了一个由一家主导零售商和许多边缘零售商组成的供应链动态决策模型，使用动态数量折扣计划和收益共享契约相结合协调灰色市场环境下的渠道，比较

了两种合同形式下供应链的绩效和制造商的利润,提出针对制造商的管理决策^[31]。Hu 等 (2013) 研究了灰色市场的影响取决于分销商的库存持有成本,当分销商的订单成本通过数量折扣降低时,方便其向制造商进行批量下单,且进行灰市投机可以降低转售价格并且扩大了对授权渠道的销售。当灰色市场与授权渠道重叠或者灰色市场商品价格对灰市投机销量敏感时,制造商通过全机折扣诱导分销商的灰色市场转移是最优的^[32]。Shao 等 (2016) 研究了在零售商参与灰色市场投机的情况下,本地灰色市场的情况下制造商使用批发价合同来控制灰色市场是有效的,当涉及异地灰色市场时,制造商有必要采取其他监控措施,灰色市场的存在表明分销渠道存在激励问题,因此制造商在利用灰色市场和调整分销策略均需要科学和谨慎^[33]。Zhang (2016) 发现在零售商参与灰市投机的情况下,制造商向低价市场消费者提供回扣的方案本身对灰色市场具有威慑作用,但部分赎回回扣并不总是有利于制造商,如果跨市场的回扣信息泄露或者消费者低估回扣,零售商可能得利,为遏制零售商的窜货动机,制造商可以提高批发价^[34]。在此基础上对比和延伸,Ahmadi 等 (2017)、Abhishek 和 Arqum 等 (2020) 发现零售商参与灰色市场投机时,批发价格合同比数量折扣更为有效,且为协调供应链与价格依赖数量折扣合同提供了条件^[35,36]。洪定军 (2017) 研究了灰色市场环境下一个制造商和两个独立市场的分销商构成的供应链,对比分析后得出最优定价决策选择为集中决策,并利用收益共享契约协调分散化和部分分散化供应链^[37]。

从供应链成员调整产品价格、质量或投机渠道等进行灰色市场博弈的研究角度出发,Mehmet 等 (2017) 在讨论国内灰色市场环境下的供应链分散式和集中式决策的基础上,提出灰色市场的价格决定了库存修整效应的积极影响和需求蚕食效应的消极影响程度,进而决定了灰色市场对零售商的库存选择以及最终制造商利润的影响^[38]。Cao 和 Zhang (2019) 该研究探讨了制造商管理独立零售商在高价和低价市场之间的相互窜货情形,研究重点在于分析制造商如何通过调整产品质量在不同市场之间进行差异化来解决相互平行进口的问题^[39]。王琇媚和李军 (2019) 讨论了强势零售商主导的灰色市场供应链下,零售商的最优灰色市场渠道结构选择战略受到服务成本和客户忠诚度的影响,服务成本较大时跨国灰市渠道结构为最优,服务成本中等时选择本地灰市渠道结构,服务成本较小时选择双渠道灰市结构^[40]。

从信息披露角度出发,Jiang 和 Zhao 等 (2020) 考虑了零售商作为灰市投机者时,零售商选择向制造商披露或隐藏市场需求信息对供应链各成员利润的影响,发现只有当灰色产品的偏好高于阈值时,零售商才有动力分享其私人需求信息以获得最优利润。另外,在考虑灰色市场和双渠道的时候,可能会因为竞争而产生合作竞争策略^[41]。其他方面,丁龙和胡斌等 (2021) 基于制造商的可追溯 RFID 策略,进行了供应商窜货动态博弈分析,讨论 RFID 的双重效应对灰色市场、企业获益和社会福利的影响^[42]。

第二类是第三方独立投机者参与灰市投机形成的灰色市场。Ahmadi (2015) 研究在第三方灰市投机者存在的情况下,制造商向两个需求不确定的差异市场销售产品,既进

行产品定价又提供售后服务,突出了共同制定价格和数量决策的价值^[43]。Huang 等(2019)研究了多个第三方灰市投机者存在的情况下,制造商可以通过产品的事前质量设计和分销策略来降低灰色市场对其的负面影响,研究发现制造商的最优分销策略取决于两个市场的顾客支付意愿与顾客对延迟消费的容忍度之间的差距。制造商向低价市场进行适当的营销投入可以有效缓冲灰市负面影响,广告效应能够使制造商和灰市投机者同时收益^[44]。洪定军等(2021)研究了第三方灰市投机者参与灰市投机的背景下,制造商在两个差异市场中由直销或分销组成的四种渠道结构,分析制造商的渠道选择策略与消费者需求对价格敏感程度的关系^[13]。蒋忠中和赵金龙等(2020)研究发现在第三方进行灰市投机的条件下,顾客支付意愿影响着制造商的质量披露和定价策略,且制造商一味隐藏质量信息对利润增长并不总是有利的,质量为内生变量时结论具有一致性和普遍性^[45]。Yali Lu 等(2021)研究了灰色市场环境下,制造商直接或通过授权分销商将产品销售到不同市场的不同组合渠道结构,讨论市场的价格弹性小于或大于某一临界值时投机者会在不同的市场卖出灰色市场产品进行套利,且制造商作为领导者的 Stackelberg 博弈永远是灰色市场供应链中最赚钱的利益相关者^[46]。Li, Krista 等(2022)研究了第三方灰市投机者存在的市场环境下,考虑制造商对不同市场的不同产品使用不同的美学设计,使得其身份价值区别开来。此时平行进口虽然降低了制造商销售常规商品的利润,但有趣的是,它可以增加销售相对更高地位的商品的利润^[16]。詹天宇和肖婷婷(2023)研究了第三方参与灰市投机下的供应链结构中制造商向高低价两个市场中的广告投放策略,发现集中化决策下,对制造商和灰色市场投机者来说在高价和低价两市场均投放广告是互利的策略,且能够在灰色市场成熟期起到遏制灰色市场的作用。合作广告有助于提高全市场全渠道的产品价格,从而使制造商和灰市投机者受益。然而,这种策略对零售商并不利^[47]。

第三类是多主体投机者参与灰市投机形成的灰色市场。Ahmadi 等(2000)考虑一个制造商与两个独立市场下分销商和零售商的三阶段博弈模型,讨论低价市场多决策者进行灰色投机的价格阈值条件,以及消费者感知质量折扣因素的影响,为制造商制定在每种情况下的渠道最优定价决策^[48]。洪定军等(2016)考虑授权分销商和第三方独立灰色市场投机者同时参与灰市投机,设定合理参数的两部定价合同可以实现供应链各节点的帕累托改进^[2]。洪定军等(2018)研究了在独立灰市投机者存在的条件下,需求弹性影响分销商在灰色市场投机的获利大小,且供应链的集中决策大于分散决策的系统利润,引入补偿策略进一步设计供应链的契约协调^[49]。Hai Li 等(2018)研究了第三方参与灰市投机、零售商参与灰市投机和两者同时参与灰市投机的三种情形,运用博弈论讨论灰色市场的不同结构对供应链决策和利润的影响^[50]。

1.2.2 供应链的售后服务策略

传统供应链的研究中已经有很多讨论售后服务因素对供应链成员决策的影响和调整和改善利润分配的作用,如在 Xia 和 Stephen(2006)研究了产品线需求增强服务的机会是如何影响制造商与经销商之间的渠道结构互动的,发现均衡决策的变化取决于哪

一个渠道合作伙伴充当供应链的领导者^[51]。毛照昉等（2019）在电商线上线下双渠道背景下，研究提出解决线上售后服务需求并能同时增加线下额外服务收入的方法，即以集中决策下的最优价格为基准，采取两部定价下的零售商间横向售后服务合作模式^[52]。

在灰色市场环境下的供应链研究中，也有越来越多的研究开始重视售后服务因素作为非价格机制调价策略的重要作用。如 Kenji（2013）研究了灰色市场中的潜在消费者依据品味划分时产品信息服务对利润的影响，跨国企业不提供产品信息服务的条件下，消费者福利会降低，因此当潜在消费者市场更加细分时，跨国公司更愿意提供产品信息服务以提升产品预期价值，进口国也更可能会允许平行进口从而使得产品贸易自由竞争^[53]。Irvani 等（2016）考虑由一个在两差异市场销售产品的制造商和一个在高价市场与制造商竞争价格和售后服务的第三方灰市投机者构成的供应链结构，检验了售后服务作为应对灰色市场的非价格机制的价值。此研究结论一方面提出制造商必须在两差异市场付出更多的服务努力才能有效应对平行进口，这部分溢出的服务努力可以带来利润的提升，因为投资于服务使制造商能够从平行进口商中脱颖而出，并实现理想的价格歧视；另一方面还分析了制造商在高价市场上通过零售商销售的情况，可以将服务下放给零售商或自行提供服务。进一步发现，将服务委托给零售商可以减少双重边际化，并且可以同时使制造商和零售商受益，即使零售商的效率不如制造商^[54]。Taleizadeh 等（2017）研究了在第三方灰市投机者存在的情况下，制造商在两个支付意愿水平不同的市场上以不同价格销售同一商品，同时在高价市场与另一生产类似产品的制造商竞争，讨论制造商向高价市场提供售后保修服务作为竞争策略的模型，证明了售后保修服务作为制造商在治理灰色市场手段时的竞争力和有效性，现实生活中的例子包括提供电子设备的公司，例如笔记本电脑、手机、数码相机和其他类似产品^[55]。Yun 等（2017）研究了灰色市场环境下，当保修和技术支持仅适用于授权产品（服务差异化）时，分析制造商选择增值服务水平的因素，发现当增值服务的成本不是太高或者太低时，制造商可能会通过平行进口获取更大的利润，此时低价市场的消费者更受益^[56]。吴涵（2017）针对灰色市场环境下的制造商价格决策和服务水平选择问题，将政府引入作为模型决策者的一环，延伸讨论了政府监管力度的影响^[57]。胡斌和丁龙等（2021）研究了分散决策供应链中零售商窜货的灰色市场结构，探究制造商向低价市场提供售后服务的服务质量对灰色市场规模和供应链成员收益的影响，售后服务的决策可能增加零售商的收益，也可能降低零售商的收益^[11]。杨峰和许凤妹（2021）通过对制造商选择是否向高端市场提供售后服务和零售商是否参与灰色市场投机的四种不同组合情景的研究，发现零售商即使参与灰市投机，只要低价市场具有适当的替代系数和需求弹性，也有可能实现互惠互利。制造商的售后服务水平与消费者的敏感系数和替代系数相关^[58]。王可和李军（2022）建立了一个制造商在两市场均采用零售商分销且其中低价市场的零售商窜货的供应链结构，讨论制造商向低价市场提供售后服务策略对灰色市场的影响，发现这种手段既可以控制灰色市场的规模，同时能够提高灰色市场的零售商收益^[59]。谢博和王先甲（2022）建立了制造商向

两个具有消费者购买意愿差异的市场直销产品，同时存在第三方独立灰市投机者的供应链结构，同时考虑制造商提供售后服务和灰市投机者提供售后服务的情形，讨论制造商和第三方独立灰市投机者提供售后服务对应消费者购买意愿的具体阈值^[60]。

1.2.3 考虑产品竞争的供应链

Hosseini 等（2020）考虑了闭环供应链下两个经销商之间的产品竞争，探讨企业的定价、经济激励和服务水平方面的最优决策，制定了费用分摊合同^[61]。丁军飞等（2021）研究了研发制造商和普通制造商在竞争环境下制造商的研发策略以及产品定价^[62]。谢博和王先甲（2022）研究了同时生产新产品和再制造产品与生产替代性产品的企业构成竞争关系下的供应链，分析产品竞争市场中不同售后服务策略下供应链成员的利润变化^[63]。张子健和刘文静（2023）研究了同一电商平台下两个供应商的销售渠道模式选择问题，并引入产品差异性因素，结果发现竞品差异越大，平台及供应商可实现的均衡利润越大，供应商的渠道模式选择取决于代理费用^[64]。

在现有的灰色市场供应链相关研究中，考虑多制造商产品竞争的文献相对较少。Autrey（2014）考虑了国际和国内市场的产品进行销售竞争，由于国际市场的产品销售价格低于国内市场的价格，导致灰市投机者将产品从国外市场到国内市场转售形成了灰色市场。研究发现在进行产品数量竞争的条件下，焦点企业与生产差异化产品的现有竞争对手和从低价国外市场采购相同产品的灰市投机者竞争时，如果灰色市场竞争力相对较弱，而企业与竞争者的竞争强度很高时，制造商采取供应链权力下放，实施分散决策最优，此时市场份额的增长足以抵消由于竞争导致价格下调造成的损失^[65, 66]。Barry 和 Dong（2015）定性分析了品牌形象和品牌资产的影响以及消费者感知风险和灰色市场接受度的关系，在平衡正面和负面的问题的基础上，提出制造商和经销商将灰色市场视为自有品牌、二线品牌或者竞争品牌的替代策略是明智的^[67]。Hai Li（2016）等考虑企业之间的产品数量竞争，研究差异化双头垄断案例中的灰色市场问题，供应链结构中包含一个向两差异市场直销产品的制造商，一个在高价市场销售替代品的跟随制造商和一个从低价市场向高价市场转售产品的第三方独立灰市投机者。进一步考虑消费者感知质量的因素，比较不同情境下的均衡结果，研究了灰色市场对制造商在差异化双寡头垄断中的最优策略和利润的影响^[68]。

1.2.4 研究评述

通过以上的文献梳理，可以总结现有关于灰色市场的研究已经将灰色市场的成因及其对制造商正面或者负面的影响，以及法律性质和司法实践阐述得比较完善，为后续研究做好了基础。近年的研究文献在分析灰色市场对供应链中成员影响的基础上，利用不同的模型和要素分析帮助在灰色市场环境下的企业进行渠道结构改善和运营策略制定，以求得在有效控制灰色市场的同时利用灰色市场增加企业的利润。

在因不同投机渠道形成的灰色市场供应链协调方面，已经有丰富的研究对比了不同

情景下的分散决策和集中决策，利用契约协调和机制和模式抑制或缓解灰色市场带来的影响，改善供应链各节点的利润分配模式，实现帕累托改进。

在灰色市场供应链策略选择方面，研究基本集中在定价和服务这两个决策变量。现有文献已经肯定了售后服务作为非价格机制在灰色市场环境下的供应链运营策略中的重要作用，但研究的问题大多集中在制造商单独提供售后服务或完全下放权力给经销商单独提供售后服务的情形下对灰色市场的控制和影响，以及对利润分配的改善作用，但基本很少涉及研究制造商和零售商同时提供售后服务策略情形的博弈，及对灰色市场供应链各个成员的最优运营决策的影响。

在涉及产品竞争的供应链方面，许多学者对不同类型的供应链的横向竞争和纵向竞争都有所研究，但是在灰色市场环境下的供应链研究中引入替代产品竞争的研究并不多见，研究产品数量竞争的文献的灰色市场供应链渠道结构也比较简单，大多数是基于制造商向两独立市场直销的情景下存在第三方独立投机者，极少引入零售商进行灰色投机的情形讨论。

因此，本文基于以上文献的研究基础，建立一个领导制造商和一个零售商和跟随制造商组成的供应链结构。在低价市场分销渠道的零售商向高价市场进行灰市投机的情景下，考虑高价市场存在替代品数量竞争，消费者对各渠道产品存在估值差异，低价市场的制造商和零售商均可以选择向高价市场的购买自身渠道产品的消费者提供售后服务，比较不同售后服务模型下的供应链成员产品的均衡销售量、均衡价格和均衡利润，进一步讨论得出领导制造商和零售商提供售后服务的条件，以及相应的最优售后服务水平。

1.3 研究内容与方法

1.3.1 研究内容

本文研究内容分为以下六个部分：

第一章是绪论。首先介绍相关的现实背景引出本文所讨论的问题，介绍本文研究的理论意义和实践意义。接着分别梳理了灰色市场环境下的供应链、供应链的售后服务策略和考虑产品竞争的供应链的相关研究文献，并做出评述。最后阐述了本文的研究内容与方法，研究技术路线和创新点。

第二章是相关概念及理论基础。这部分重点围绕研究内容，分两个方面介绍了相关概念和理论，为后文研究打好基础。一是灰色市场，包含灰色市场的概念、分类和影响。二是寡头博弈和寡头垄断市场，包含博弈论的概述、寡头博弈与寡头垄断市场概述和Stackelberg 博弈模型。

第三章是灰色市场环境下无售后服务供应链均衡决策分析。在不考虑售后服务策略情况下，在效用函数中引入消费者的估值差异因素，分别得到高价市场和低价市场中各渠道产品的逆需求函数，再建立供应链各决策成员的利润函数，进而在零售商参与灰市投机的背景下建立模型，通过求解得到博弈均衡解，对均衡解分析之后，做基础小结。

第四章在第三章的基础上,进行灰色市场环境下供应链的单售后服务策略分析。在效用函数中引入售后服务水平及敏感度要素 η ,分别得到高价和低价市场中各类产品的逆需求函数和供应链各成员的利润函数。进一步,建立领导制造商单独向高价市场直销的产品提供售后服务和零售商单独向灰市产品提供售后服务两种情况的 Stackelberg 模型,每种模型均考虑消费者对灰市产品的估值 θ 和替代品 β 的估值相对大小两种情形($\theta > \beta$ 和 $\theta < \beta$),通过逆向回归法计算得出每种具体情形下的均衡解和最优利润。然后,对比无售后服务模型,对单售后服务模型的均衡解进行对比分析,研究单售后服务策略对供应链成员各项决策的影响,以及领导制造商和零售商提供售后服务的条件。最后用 Mathematica 对跟随制造商的利润变化及约束条件领导制造商和零售商的售后服务水平随消费者的支付意愿和对售后服务的敏感度变化进行数值仿真,以验证结论。

第五章对第四章单售后服务模型进行延伸,做灰色市场环境下供应链的双售后服务策略分析,即建立领导制造商和零售商双售后同时提供售后服务的模型,同样考虑消费者对灰市产品的估值 θ 和替代品 β 的估值相对大小两种情形($\theta > \beta$ 和 $\theta < \beta$),通过逆向回归法计算得出两种情形下的均衡解和最优利润。然后,对比分析领导制造商和零售商在单售后服务模型和双售后服务模型中各自服务水平变化与相关阈值条件。最后用 Mathematica 对领导制造商和零售商的单售后服务模型与双售后服务模型的服务水平进行数值仿真和对比,以验证结论。再对两者在单售后服务模型和双售后服务模型下的利润变化进行数值仿真,结合实际讨论不同售后服务模型和消费者的支付意愿对领导制造商和零售商利润的影响,为供应链成员利用售后服务这一非价格机制作为灰市竞争的调节策略提供参考价值。

第六章是结论与展望。概括研究结论,提出了相关的管理建议。该部分也探讨了本研究的不足之处,并在此基础上提出了未来可能的研究方向。

1.3.2 研究方法

(1) 文献分析法

一方面,通过网络阅读大量关于灰色市场研究方向相关的资料,整理分析国内外现有的灰色市场供应链定性和定量分析的各类研究,更为全面深入地理解灰色市场的成因、影响以及发展现状。另一方面,大量阅读关于产品竞争和售后服务在供应链中的机制研究,以及不同市场消费者的支付意愿差异和消费者对产品的估值差异等相关资料,结合现有的灰色市场供应链研究成果,形成本文要讨论的情景和问题,即在零售商参与灰市投机形成的灰色市场环境下,考虑产品竞争和多主体售后服务情形,讨论灰色市场供应链中各成员的对产品数量和价格的均衡决策以及利润变化,进一步分析总结领导制造商和参与灰市投机的零售商采取售后服务策略的条件和售后服务水平及影响因素。

(2) 数值仿真分析法

本文在深入讨论多种售后服务模型时求得的一些均衡最优解较为复杂，难以简单判断其与一个或两个相关因素的关联趋势或者前后变化。因此，结合文献研究和实际情况，利用数值仿真能够通过二维或三维图像直观有效地展示研究成果，并对参数进行分析，取得和验证相关结论。

(3) 对比分析法

本文先建立无售后服务情况下的供应链博弈模型，在此基础上讨论单售后服务策略和双售后服务策略下的博弈模型，之后通过参数对比和绘图对比方式，讨论不同情况下领导制造商和零售商采取售后服务策略的条件和服务水平变化等，为企业决策提供建议。

1.4 技术路线

本文研究思路如图 1-1 所示：

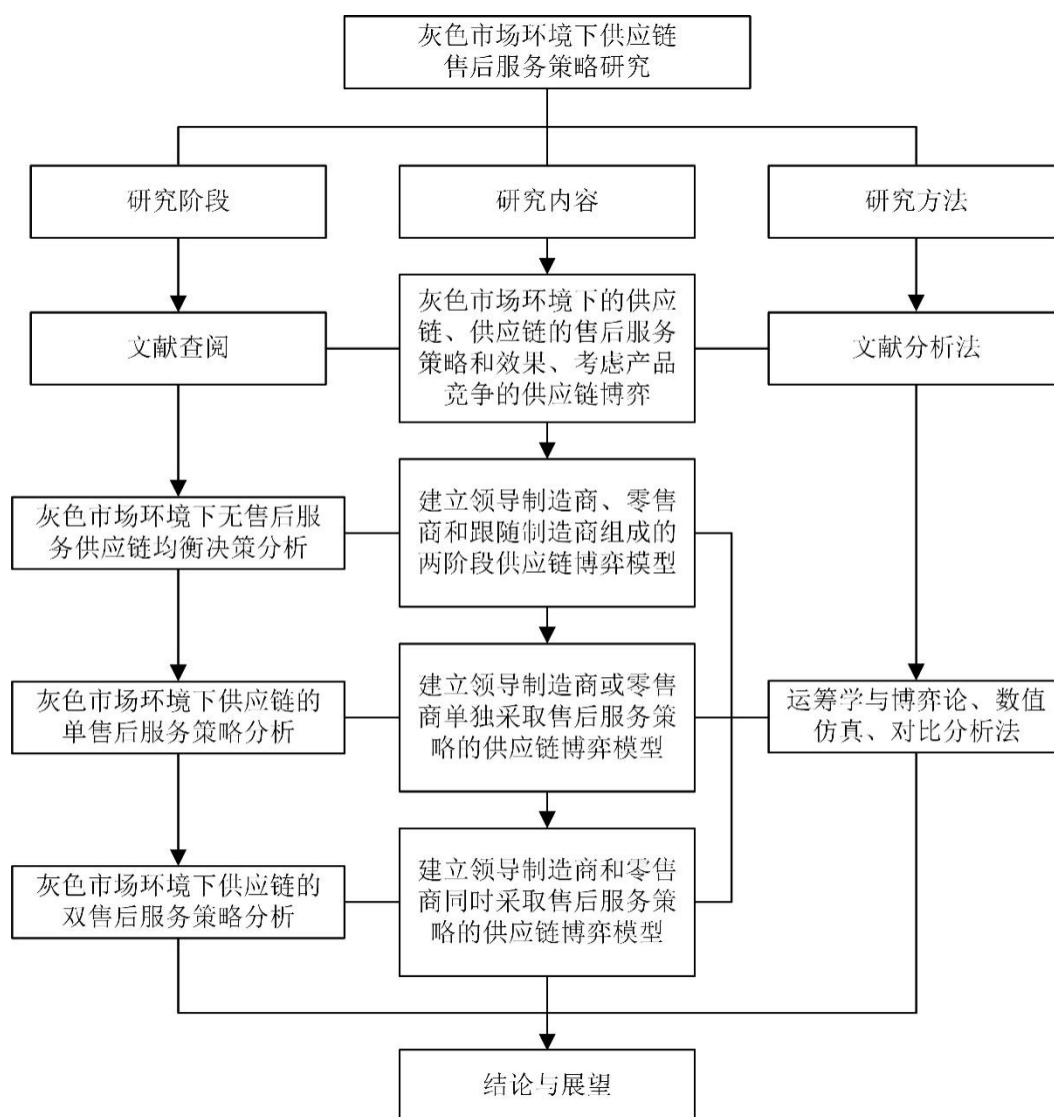


图 1-1 技术路线图

1.5 研究创新点

本文可能的创新点如下：

(1) 在零售商参与灰色投机形成的灰色市场环境下，引入售后服务要素，分析领导制造商向高价市场的直销产品单独提供售后服务和零售商向灰市产品单独提供售后服务的情形，以及两种售后服务同时存在的情形，弥补了在灰色市场客观存在的背景下，多主体售后服务策略同时存在下供应链各成员的最优运营策略，以及领导制造商和零售商提供售后服务的阈值条件和售后服务水平关于各种影响因素变化趋势的研究。

(2) 在零售商参与灰市投机的供应链结构中，引入生产替代品的跟随制造商，讨论其在高价市场中与领导制造商的直销产品和灰市产品进行产品数量竞争的情景，形成差异化双寡头垄断竞争，比起简单讨论一个制造商完全垄断的情形更贴合实际。结合消费者对不同产品的估值差异，对比无售后服务的情形，讨论多主体售后服务单独或同时存在组合成的模型中供应链成员的最优决策和变化，丰富了灰色市场供应链中涉及产品竞争情况的研究内容。

第二章 相关概念及理论基础

2.1 灰色市场

2.1.1 灰色市场的概念

灰色市场（Gray Market）有时又称平行进口，是指某一产品本来在品牌制造商指定的市场内销售流通，但随后又由经销商（灰色市场投机者）通过未经该制造商授权的渠道转售到了不同的独立市场，这一渠道称之为灰色市场。灰色市场投机者可以是产品供应链中的分销商或零售商，抑或是授权市场中的第三方独立投机者，其转移的商品被称之为“灰市产品”。

需要区分的是，与黑市、盗窃或假冒产品相比不同，灰市产品在制造方面是真实和正规的，其本身在市场中流通也获得了品牌制造商的许可，争议之处在于其通过未经所有者授权的分销渠道销售。

灰市的产生原因有很多种。不同独立市场可以存在于不同国家或者是同一国家不同地区，由于地域阻隔等因素导致两个市场的同一商品无法通过正规销售渠道相互流通，而由于汇率差异、消费者支付意愿差异等原因形成的价格歧视、运营成本差异、制造商授权渠道层级结构等原因，同一制造商生产的同一种商品在不同市场的价格也可能存在差异。这种价格差为一些灰市投机者将商品在市场间的转移创造了套利的机会，由此形成了灰色市场。这种行为通俗意义上也称之为“窜货”。

2.1.2 灰色市场的分类

结合文献综述，灰色市场按照渠道结构分类可以大致分为以下三类^[69]：

（1）分销商或零售商参与投机的灰色市场。同一制造商生产的产品在不同的独立市场中由于各种原因价格形成差异，可以称之为低价和高价市场。处于低价市场销售渠道的分销商或零售商已获得制造商的正规授权分销或经销资格，出于获得更多利润或者清理库存等动机，分销商或零售商会将从品牌制造商处批发的正规产品通过灰色市场转移到高价市场进行销售。

（2）第三方独立投机者参与灰市投机的灰色市场。当产品在低价市场中流通时，第三方独立投机者（可以是个人或机构）先在低价市场进行采购，然后自行运输到高价市场进行转销，赚取中间差价。

（3）多主体投机者参与灰市投机的灰色市场。此类情况描述的是产品正规渠道的授权分销商或零售商的灰市投机行为与第三方独立投机者的灰市投机行为同时存在，也是最符合实际现象的一种情形。

2.1.3 灰色市场的影响

早期研究描述灰色市场的影响更多倾向于负面影响，但是互联网经济的发展壮大灰色市场成为不可忽视的客观存在，越来越多的研究表明灰色市场也存在有利的一面^[27]，这也成为众多品牌制造商长期容忍甚至利用灰色市场赚取利润的原因^[25]。

积极影响表现在以下方面：品牌制造商可以利用灰色市场缓冲在高价市场与生产替代品供应商的竞争压力，还可以利用供应商开发新兴市场，刺激新的市场需求，提高制造商的品牌知名度和收益。灰色市场的消费者也可以购买到相对低价的产品，满足自身需求。

消极影响表现在以下方面：灰色市场的存在可能会使购买灰市产品的消费者在产品出现问题后无法申请售后服务，导致消费者对产品的质量评价较低，使品牌制造商的声誉受损，盈利能力下降，正规渠道关系恶化。另一方面，多主体的投机者参与灰市投机会导致高价市场中制造商正规渠道的市场份额被侵蚀，可能会降低高价市场其他生产替代品或类似产品的正规制造商的收益。灰市产品如果在高价市场大量盛行也可能导致消费者对此品牌产品的估价整体下降。

2.2 寡头博弈与寡头垄断市场

2.2.1 博弈论概述

博弈论（Game Theory）^[70]是一种策略对抗思想，简而言之就是指在相对平等的对局中包含两个以上的参与者，他们通过观察对方的策略对自身策略进行动态调整，以最大化自己在对局中的利益。

博弈论最早起源于上世纪的四十年代，在当时被用于寻求个体利益的最大化。博弈论的研究的问题十分广泛，来源于经济或金融市场、政治军事、社会领域和自然科学领域等，现代博弈论在经济领域中主要运用在经营决策、市场竞争和国家贸易战等。博弈论有五大构成要素：（1）参与者（players）：参与这场对局的决策主体，按照参与人数区分为“双人博弈”和“多人博弈”；（2）信息（information）：参与者在博弈过程中了解到的相关信息，如博弈规则和对手策略等；（3）策略（strategies）：参与者在获取信息的基础上做出的行动决策；（4）收益（payoff）：参与者在做出特定策略之后所获得的回报；（5）均衡（equilibrium）：所有决策者均达到了各自认为收益最大时的状态，形成博弈的稳定状态，此时每个参与者都不会主动改变自己的策略^[71]。

2.2.2 寡头博弈与寡头垄断市场概述

基于博弈论基础进一步延伸，在实际经济市场中，如果参与博弈的企业有且只有两个，则为“双寡头博弈”，相应地，多企业的博弈为“多寡头博弈”。在很多行业中，企业的竞争状态介于完全竞争和垄断之间，为不完全竞争市场。寡头垄断市场即为不完全

竞争市场的其中一种类型，意为在同一市场中少数几家大型企业掌握了行业绝大部分的市场份额的现象，既包含垄断特性也包含竞争特性，因此与完全垄断市场的结构具有相似性，但更加倾向于垄断市场的结构。例如美国市场的电灯泡、飞机、汽车和烟草等制造行业，这些行业的寡头在制定产量和定价的时候不仅需要考虑市场中的供求关系，还需要考虑市场中的其他竞争者的策略，也就形成了寡头博弈^[72]。

对于两差异的独立市场情形，当其中一个独立市场的品牌制造企业采取设专卖店或独资的手段进入另一品牌制造企业所在的独立市场时，若这两企业掌握该市场中绝大部分的市场份额，则在该市场就形成了双寡头垄断（本文研究的情形）。此时这两企业的销量和定价决策并不是独立的，会主要受到彼此决策的影响。

2.2.3 Stackelberg 博弈模型

Stackelberg 博弈是由德国经济学家 Stackelberg 于 1934 年提出的一种寡头市场产量领导竞争模型。该模型具体展示了寡头市场中博弈企业地位不对称时的竞争行为，各个竞争企业的地位不对称会造成在寡头博弈时也存在不对称。Stackelberg 模型依据决策的先后次序将寡头划分为领导者（leader）和跟随者（follower）两种不同的角色，决策分为两个阶段。首先领导者会根据“经验法则”先做出预产量的决策，然后跟随者会在先观察领导者的决策之后做出自身产量决策，这个过程属于动态博弈。在选择预产量阶段，领导者需要将跟随者的将要做出的反应纳入考虑范围，对其反应函数有一定掌握，并能够对其预产量有一定预测；在生产阶段，两者的行动不再有先后次序之分，同时进行，且两者的产量决策均以最大化自身利益为目标。

求解 Stackelberg 的博弈模型可以使用逆向回归法，即从最末端的子博弈开始向前倒推每一个决策节点上的均衡策略，层层代入上层子博弈，直到求得第一个子博弈的均衡解。目前在 Stackelberg 模型的延伸方面，跟随实际情况出现了一个领导者下有多个跟随者的研究^[73]，以及零售商为领导者的研究^[40]等。

第三章 灰色市场环境下无售后服务供应链均衡决策分析

3.1 问题描述与基本假设

本章构建了由领导制造商（简称制造商 1）、零售商和跟随制造商 2（简称制造商 2）组成的两阶段博弈供应链结构。参考 Ahmadi, Reza 和 Yang, B Rachel（2000），Irvani 和 Mamani（2015）的研究^[43, 48]，将市场 1 和市场 2 设定为处于不同国家的独立市场，其中制造商 1 生产产品 1，以批发价 w^N 批发给零售商在市场 1 进行分销，并同时以价格 p_1^N 将产品 1 在市场 2 中进行直销，销售量为 q_1^N 。零售商以价格 p_L^N 将从制造商 1 处批发的产品 1 销往市场 1，销售量为 q_L^N 。制造商 2 与制造商 1 相区别生产差异化产品，在市场 2 中设专卖店进行直销，与产品 1 进行产品的数量竞争，销售量为 q_2^N 。

参考谢博和王先甲等（2022）的研究^[60]，假设消费者在每个市场的产品支付意愿存在异质性，将两个市场进行区分，将市场 1 定义为消费者支付意愿较低的市场，将市场 2 定义为消费者支付意愿较高的市场，因此市场 1 中的产品零售价低于市场 2 的产品零售价，因此相对高价市场 2，市场 1 也可以被称之为“低价市场”。由于不同市场之间的产品存在价格差异，导致市场 1 的零售商产生窜货动机，通过制造商非授权渠道以价格 p_g 将从制造商 1 处批发的产品 1 窜货到定价相对较高的市场 2，这种窜货行为形成的市场称之为灰色市场（简称灰市），经由窜货渠道销售的产品设为灰色市场产品 g （简称灰市产品 g ），销售量为 q_g 。此时灰色市场供应链结构如图 3-1 所示：

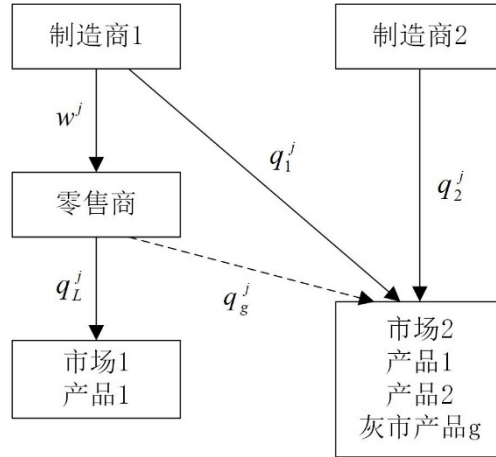


图 3-1 灰色市场环境下无售后服务的供应链结构

在存在灰色市场的供应链结构中，参考 Hai Li 等（2016）的研究，假设消费者对产品的估值存在差异^[68]。假设制造商 1 作为市场领导者，其产品估值最高，将对产品 1 的估值标准化为 1，则消费者对制造商 2 生产的产品 2 估值为 β ，对零售商通过灰色市场窜货到市场 2 的灰色产品 g 的估值为 θ ，即 $0 < \theta < 1$ ， $0 < \beta < 1$ 。根据 θ 和 β 的大小关系可以判断灰市产品 g 的估值可能高于或者低于产品 2。根据以上情景分析讨论，在建立

无售后服务的灰色市场环境下供应链的决策模型之前，还需要做以下假设和说明：

假设 1：由于受到地域、货币等限制，市场 1 和市场 2 相互独立，市场 2 中的消费者无法通过正常渠道购买到市场 1 的低价产品。

假设 2：假设制造商 1 和制造商 2 的生产成本、销售成本、运输成本和税收均为 0，零售商的窜货成本为 0。

假设 3：市场 1 的消费者效用为 v_1 ，假设其标准化均匀分布在 $[0,1]$ 上^[45, 60, 68]。而市场 2 的消费者支付意愿相对市场 1 较高，消费者获得的效用也相对较高，市场 2 的消费者获得的效用为 v_2 ，则假设其服从 $[0,a]$ 的均匀分布^[60]，其中 $a > 1$ 。

假设 4：市场 1 和市场 2 的消费者数量均标准化为 1^[45]，则相应的市场消费者密度为 1 和 $\frac{1}{a}$ 。

假设 5：制造商 1、零售商和制造商 2 均各自追求利益的最大化，为理性经济人。

下面将本章用到的数学符号加以汇总，如下表 3-1 所示：

表 3-1 相关参数及符号说明

参数符号	符号说明
U_L	市场 1 中消费者购买产品 1 的效用
U_i	市场 2 中消费者购买产品 i 的效用
θ	市场 2 中消费者对产品 g 的估值
β	市场 2 中消费者对灰市产品 2 的估值
w^j	产品 1 在 j 种决策模型下的批发价格
p_L^j	市场 1 中产品 1 在 j 种决策模型下的价格
p_i^j	市场 2 中产品 i 在 j 种决策模型下的价格
q_L^j	市场 1 中产品 1 在 j 种决策模型下的销售量
q_i^j	市场 2 中产品 i 在 j 种决策模型下的销售量
π_1^j	制造商 1 在 j 种决策模型下的利润
π_2^j	制造商 2 在 j 种决策模型下的利润
π_3^j	零售商在 j 种决策模型下的利润

注： $i \in \{1, 2, g\}$ ，分别代表产品 1，产品 2 和灰市产品 g ； $j \in \{N, M, R, B\}$ ，分别代

表无售后服务、制造商单独提供售后服务、零售商单独提供售后服务，制造商和零售商同时向市场 2 消费者提供售后服务的分散决策模型。

3.2 逆需求函数与利润函数的构建

遵循以上假设，消费者要么购买一个具有最高净效用的产品，要么选择不购买任何产品。在不考虑售后服务的灰色市场环境下，市场 1 中消费者购买产品 1 的效用为 $U_L = v_1 - p_L^N$ ，市场 2 中消费者购买产品 1、产品 2 和灰色市场产品 g 的效用分别为 $U_1 = v_2 - p_1^N$ ， $U_2 = \beta v_2 - p_2^N$ ， $U_g = \theta v_2 - p_g^N$ ，则市场 1 和市场 2 的消费者购买决策如下：

市场 1 的消费者：

$$\begin{cases} U_L \geq 0, & \text{选择购买产品 1} \\ U_L < 0, & \text{选择不购买产品 1} \end{cases}$$

市场 2 的消费者：

$$\begin{cases} U_1 \geq 0, \text{ 且 } U_1 \geq \max\{U_2, U_g\}, & \text{选择购买产品 1} \\ U_2 \geq 0, \text{ 且 } U_2 \geq \max\{U_1, U_g\}, & \text{选择购买产品 2} \\ U_g \geq 0, \text{ 且 } U_g \geq \max\{U_1, U_2\}, & \text{选择购买产品 } g \end{cases}$$

由于市场 2 中消费者对产品 2 的估值 β 和对灰市产品 g 的估值 θ 存在差异，因此分 $\theta > \beta$ 和 $\theta < \beta$ 两种情况，讨论不同情形下供应链的运营决策问题。参考 Hai Li 等^[68]与 Cao 和 Zhang^[39]的逆需求函数推导方法，可以得到无售后服务模型下市场 2 中的产品 1、产品 2 和灰色市场产品 g 价格，以及市场 1 中的产品 1 价格关于销售量的表达函数分别如下：

当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时：

$$p_1^N = a(1 - q_1^N - \beta q_2^N - \theta q_g^N) \quad (3.1)$$

$$p_2^N = a\beta(1 - q_1^N - q_2^N - q_g^N) \quad (3.2)$$

$$p_g^N = a(\theta - \theta q_1^N - \beta q_2^N - \theta q_g^N) \quad (3.3)$$

$$p_L^N = 1 - q_L^N \quad (3.4)$$

当 $0 < \theta < \beta < 1$ 时：

$$p_1^N = a(1 - q_1^N - \beta q_2^N - \theta q_g^N) \quad (3.5)$$

$$p_2^N = a(\beta - \beta q_1^N - \beta q_2^N - \theta q_g^N) \quad (3.6)$$

$$p_g^N = \theta a(1 - q_1^N - q_2^N - q_g^N) \quad (3.7)$$

$$p_L^N = 1 - q_L^N \quad (3.8)$$

制造商 1、制造商 2 和零售商各自选择自身利润最大化，利润函数如下：

$$\max_{w^N, q_1^N} \pi_1^N = w^N(q_L^N + q_g^N) + p_1^N q_1^N \quad (3.9)$$

$$\max_{q_2^N} \pi_2^N = p_2^N q_2^N \quad (3.10)$$

$$\max_{q_L^N, q_g^N} \pi_3^N = p_L^N q_L^N + p_g^N q_g^N - w^N(q_L^N + q_g^N) \quad (3.11)$$

3.3 不同情形下模型的构建与求解

在无售后服务模型中，供应链的决策顺序为：第一阶段，制造商 1 同时决策产品 1 向零售商批发的批发价 w^N 和向市场 2 中直销的销售量 q_1^N ；第二阶段，零售商决策在市场 1 中产品 1 的销售量 q_L^N 和通过灰色市场窜货到市场 2 中的灰市产品 g 的销售量 q_g^N ，同时制造商 2 决策产品 2 在市场 2 中的销售量 q_2^N 。

3.3.1 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值

在消费者对灰市产品估值小于对替代品估值情形下，灰色市场存在时，零售商为套利会将批发的产品 1 窜货到市场 2，窜货可以一定程度上为制造商 1 对抗其竞争对手制造商 2 提供缓冲作用。灰色市场产品 g 不仅对产品 1 产生蚕食效应，还抢占了产品 2 在市场 2 中的市场份额。

命题 3.1：无售后服务模型下，当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时，在制造商领导的 Stackelberg 博弈中存在唯一的博弈均衡解，制造商 1 的最优批发价 w^N 和市场 2 中产品 1 最优销售量 q_1^N 、制造商 2 在市场 2 中产品 2 最优销售量 q_2^N 、零售商在市场 2 中灰市产品 g 最优销售量 q_g^N 和市场 1 中产品 1 的最优销售量 q_L^N 分别如下：

$$w^N = \frac{a(3\beta - 8\theta)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)} \quad (3.12)$$

$$q_1^N = \frac{1}{2} \quad (3.13)$$

$$q_2^N = \frac{3 + a\theta}{8 - 2a\beta + 8a\theta} \quad (3.14)$$

$$q_g^N = \frac{2 + a(\beta - 2\theta)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)} \quad (3.15)$$

$$q_L^N = \frac{8 + a\beta}{16 - 4a\beta + 16a\theta} \quad (3.16)$$

证明：采用逆向归纳法进行求解。首先，对式（3.10）求关于 q_2^N 的二阶偏导数，易得 $\frac{\partial^2 \pi_2^N}{\partial (q_2^N)^2} = -2a\beta$ ，显然小于 0，即 π_2^N 存在关于 q_2^N 的最大值。再对式（3.11）求 π_3^N 关于

q_L^N 和 q_g^N 的 Hessian 矩阵，可得： $H = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2a\theta \end{bmatrix}$ ，根据矩阵性质，显然 $|H_1| < 0$ ，

$|H_2| = 4a\theta > 0$ ，因此 Hessian 矩阵恒为负定，存在唯一的 q_L^N 和 q_g^N 使得 π_3^N 取最大值。联

立 $\frac{\partial \pi_2^N}{\partial q_2^N} = 0$ 、 $\frac{\partial \pi_3^N}{\partial q_g^N} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_3^N}{\partial q_L^N} = 0$ ，可得：

$$q_2^N = -\frac{w^N + a\theta - a\theta q_1^N}{a(\beta - 4\theta)} \quad (3.17)$$

$$q_g^N = -\frac{-2w^N - a\beta + 2a\theta + a\beta q_1^N - 2a\theta q_1^N}{a(\beta - 4\theta)} \quad (3.18)$$

$$q_L^N = \frac{1 - w^N}{2} \quad (3.19)$$

将值代入式（3.9）。接着，对式（3.9）求 π_1^N 关于 w^N 和 q_1^N 的 Hessian 矩阵，可得：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{4 - a\beta + 4a\theta}{a(\beta - 4\theta)} & 0 \\ 0 & -\frac{2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)}{\beta - 4\theta} \end{bmatrix}, \quad \text{容易判断 } |H_1| = \frac{4 - a\beta + 4a\theta}{a(\beta - 4\theta)} < 0,$$

$|H_2| = \frac{2(-4 + a(\beta - 4\theta))(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)}{(\beta - 4\theta)^2} > 0$ ，则此 Hessian 矩阵也恒为负定，因此存在

唯一的 w^N 和 q_1^N 使 π_1^N 取得最大值。联立 $\frac{\partial \pi_1^N}{\partial w^N} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_1^N}{\partial q_1^N} = 0$ ，进一步求得均衡解

$w^N = \frac{a(3\beta - 8\theta)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)}$ ， $q_1^N = \frac{1}{2}$ ；将求得的 w^N 和 q_1^N 代回式（3.17）-式（3.19），求得均衡

解 $q_L^N = \frac{8 + a\beta}{16 - 4a\beta + 16a\theta}$ ， $q_g^N = \frac{2 + a(\beta - 2\theta)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)}$ ， $q_2^N = \frac{3 + a\theta}{8 - 2a\beta + 8a\theta}$ ，命题 3.1 得证。

根据命题 3.1，将均衡解代入式 (3.1) - 式 (3.4)，可得市场 2 中产品 1 和产品 2、灰市产品 g 的价格，市场 1 中产品 1 的价格均衡解分别为：

$$p_1^N = \frac{a(-4 + (3+a)\beta - 2(1+2a)\theta + 2a\theta^2)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)} \quad (3.20)$$

$$p_2^N = \frac{a\beta(3+a\theta)}{8 - 2a\beta + 8a\theta} \quad (3.21)$$

$$p_g^N = \frac{a(\beta - 2\theta)(3+a\theta)}{-8 + 2a(\beta - 4\theta)} \quad (3.22)$$

$$p_L^N = \frac{8 - 5a\beta + 16a\theta}{16 - 4a\beta + 16a\theta} \quad (3.23)$$

将以上均衡解代入，易得无售后服务模型下，当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时，供应链决策的利润函数最优解：

$$\pi_1^N = \frac{a(-8 + (9+2a)\beta - 4(3+2a)\theta + 4a\theta^2)}{8(-4 + a(\beta - 4\theta))} \quad (3.24)$$

$$\pi_2^N = \frac{a\beta(3+a\theta)^2}{4(-4 + a(\beta - 4\theta))^2} \quad (3.25)$$

$$\pi_3^N = \frac{64 + 4a^3(\beta - 2\theta)^2\theta + 16a(\beta + \theta) + a^2(\beta^2 + 16\beta\theta - 32\theta^2)}{16(-4 + a(\beta - 4\theta))^2} \quad (3.26)$$

3.3.2 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值

在消费者对灰市产品估值小于对替代品估值情形下，灰色市场存在时，灰市产品 g 涌入市场 2 会同时与产品 1 和产品 2 做市场竞争，抢占市场份额，加剧竞争激烈的程度。制造商 1、零售商和制造商 2 各自选择自身利润最大化。

命题 3.2： 无售后服务模型下，当 $0 < \theta < \beta < 1$ 时，在制造商领导的 Stackelberg 博弈中存在唯一的博弈均衡解，制造商 1 的最优批发价 w^N 和市场 2 中产品 1 最优销售量 q_1^N 、制造商 2 在市场 2 中产品 2 最优销售量 q_2^N 、零售商在市场 2 中灰市产品 g 最优销售量 q_g^N 和市场 1 中产品 1 的最优销售量 q_L^N 分别如下：

$$w^N = \frac{a(6\beta - \theta)\theta}{-2a\theta^2 + 8\beta(1+a\theta)} \quad (3.27)$$

$$q_1^N = \frac{1}{2} \quad (3.28)$$

$$q_2^N = \frac{2\beta + \theta + 2a\beta\theta - a\theta^2}{8\beta + 8a\beta\theta - 2a\theta^2} \quad (3.29)$$

$$q_g^N = \frac{\beta(-2 + a\theta)}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)} \quad (3.30)$$

$$q_L^N = \frac{-a\theta^2 + 2\beta(4 + a\theta)}{-4a\theta^2 + 16\beta(1 + a\theta)} \quad (3.31)$$

证明：采用逆向归纳法进行求解。首先，对式（3.10）求关于 q_2^N 的二阶偏导数，与

3.4.1 情形一致， $\frac{\partial^2 \pi_2^N}{\partial (q_2^N)^2} = -2a\beta < 0$ 恒成立，则 π_2^N 有关于 q_2^N 的最大值。再对式（3.11）

求 π_3^N 关于 q_L^N 和 q_g^N 的 Hessian 矩阵，得： $H = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2a\theta \end{bmatrix}$ ，与 3.4.1 情形一致，矩阵恒

为负定，存在唯一的 q_L^N 和 q_g^N 使得 π_3^N 取最大值。联立 $\frac{\partial \pi_2^N}{\partial q_2^N} = 0$ 、 $\frac{\partial \pi_3^N}{\partial q_g^N} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_3^N}{\partial q_L^N} = 0$ ，

可得：

$$q_2^N = -\frac{-w^N - 2a\beta + a\theta + 2a\beta q_1^N - a\theta q_1^N}{a(4\beta - \theta)} \quad (3.32)$$

$$q_g^N = -\frac{-2w^N\beta + a\beta\theta - a\beta\theta q_1^N}{a\theta(-4\beta + \theta)} \quad (3.33)$$

$$q_L^N = \frac{1 - w^N}{2} \quad (3.34)$$

将式（3.32）-式（3.34）代入式（3.9），并求其对 w^N 和 q_1^N 的 Hessian 矩阵，可得：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{2a\theta^2 - 8\beta(1 + a\theta)}{2a(4\beta - \theta)\theta} & 0 \\ 0 & \frac{2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{4\beta - \theta} \end{bmatrix}。一阶顺序主子式 |H_1| = \frac{2a\theta^2 - 8\beta(1 + a\theta)}{2a(4\beta - \theta)\theta}，$$

分母为正，容易判断分子 $2a\theta^2 - 8\beta(1 + a\theta) < 0$ 恒成立，则 $|H_1| < 0$ 。二阶顺序主子式

$$|H_2| = \frac{2(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))}{\theta(-4\beta + \theta)^2}，由于 -4\beta + 2\beta^2 + \theta < 0，a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta) < 0$$

恒成立，则 $|H_2| > 0$ 恒成立，此 Hessian 矩阵恒为负定。联立 $\frac{\partial \pi_1^N}{\partial w^N} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_1^N}{\partial q_1^N} = 0$ ，进一

步求得均衡解 $w^N = \frac{a(6\beta - \theta)\theta}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)}$ ， $q_1^N = \frac{1}{2}$ ；将均衡解代入式 (3.32) - 式 (3.34)，

求得均衡解 $q_2^N = \frac{2\beta + \theta + 2a\beta\theta - a\theta^2}{8\beta + 8a\beta\theta - 2a\theta^2}$ ， $q_g^N = \frac{\beta(-2 + a\theta)}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)}$ ，

$q_L^N = \frac{-a\theta^2 + 2\beta(4 + a\theta)}{-4a\theta^2 + 16\beta(1 + a\theta)}$ ，命题 3.2 得证。

根据命题 3.2，将均衡解代入式 (3.5) - 式 (3.8)，可得市场 2 中产品 1 和产品 2、灰市产品 g 的价格，市场 1 中产品 1 的价格均衡解分别为：

$$p_1^N = -\frac{a(a\theta^2 + 2\beta^2(1 + a\theta) - \beta(4 + \theta + 4a\theta))}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)} \quad (3.35)$$

$$p_2^N = \frac{a\beta(\theta - a\theta^2 + 2\beta(1 + a\theta))}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)} \quad (3.36)$$

$$p_g^N = \frac{a\theta(-\theta + \beta(4 + a\theta))}{-2a\theta^2 + 8\beta(1 + a\theta)} \quad (3.37)$$

$$p_L^N = \frac{-3a\theta^2 + 2\beta(4 + 7a\theta)}{-4a\theta^2 + 16\beta(1 + a\theta)} \quad (3.38)$$

将以上均衡解代入，易得无售后服务模型下，当 $0 < \theta < \beta < 1$ 时，供应链决策的利润函数最优解：

$$\pi_1^N = -\frac{a((1 + 2a)\theta^2 + 4\beta^2(1 + a\theta) - 8\beta(1 + \theta + a\theta))}{-8a\theta^2 + 32\beta(1 + a\theta)} \quad (3.39)$$

$$\pi_2^N = \frac{a\beta(\theta - a\theta^2 + 2\beta(1 + a\theta))^2}{4(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2} \quad (3.40)$$

$$\pi_3^N = \frac{a^2\theta^4 - 4a\beta\theta^2(4 + a\theta) + 4\beta^2(16 + 12a\theta - 3a^2\theta^2 + a^3\theta^3)}{16(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2} \quad (3.41)$$

3.4 模型分析

由命题 3.1 和 3.2 可以得出，无售后服务模型下，市场 2 中无论消费者对灰市产品

和替代品的估值差异如何，产品 1 的销售量始终不变，为固定值 $\frac{1}{2}$ 。

命题 3.3: 无售后服务模型下，市场 2 中无论 $\theta > \beta$ 或 $\theta < \beta$ ，灰市产品 g 的销售量 q_g^N 是消费者支付意愿 a 和消费者对灰市产品 g 的估值 θ 的增函数。当 $\theta > \beta$ 时，灰市产品 g 的销售量 q_g^N 是消费者对产品 2 的估值 β 的减函数，当 $\theta < \beta$ 时，满足 $a > 2$ 且 $\frac{2}{a} < \theta < 1$ 时，灰市产品 g 的销售量 q_g^N 是消费者对产品 2 的估值 β 的减函数。

证明: 当 $\theta > \beta$ 时， $\frac{\partial q_g^N}{\partial a} = \frac{-3\beta + 8\theta}{(-4 + a(\beta - 4\theta))^2} > 0$ ， $\frac{\partial q_g^N}{\partial \theta} = \frac{a(8 + a\beta)}{(-4 + a(\beta - 4\theta))^2} > 0$ ， $\frac{\partial q_g^N}{\partial \beta} = -\frac{a(3 + a\theta)}{(-4 + a(\beta - 4\theta))^2} < 0$ 恒成立；当 $\theta < \beta$ 时， $\frac{\partial q_g^N}{\partial a} = \frac{\beta(6\beta - \theta)\theta}{(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2} > 0$ ， $\frac{\partial q_g^N}{\partial \theta} = \frac{a\beta(12\beta + \theta(-4 + a\theta))}{2(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2} > 0$ 恒成立。 $\frac{\partial q_g^N}{\partial \beta} = \frac{a\theta^2(2 - a\theta)}{2(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2}$ ，求得当 $\frac{\partial q_g^N}{\partial \beta} < 0$ 时， $a > 2$ 且 $\frac{2}{a} < \theta < 1$ 。命题 3.3 得证。

命题 3.3 表明，无售后服务模型下，市场 2 中，无论消费者对灰市产品和替代品的估值差异如何，当消费者支付意愿越强烈，零售商进行灰市投机的灰市产品销售量越大；当消费者对灰市产品的估值越大，灰市产品的销售量越大。

当消费者对灰市产品的估值小于对替代品的估值时，替代品的估值越大，灰市产品的销量越小；当消费者对灰市产品的估值大于替代品的估值时，满足消费者的支付意愿达到条件足够大 ($a > 2$) 且对灰市产品的估值区间满足 $\frac{2}{a} < \theta < 1$ 时，替代品的估值越大，灰市产品的销量越小。

3.5 本章小结

本章讨论了在无售后服务模型下，零售商参与灰市投机形成的灰色市场环境下的供应链各个成员的最优均衡决策，为后章讨论多主体售后服务模型决策及对比做好了铺垫。通过分析进一步，发现高价市场中，领导制造商直销产品的销售量为不变的固定均衡值。灰市产品的销售量与消费者的支付意愿和对灰市产品的估值呈正相关。当消费者的支付意愿和灰市产品估值满足一定数值条件时，灰市产品的销售量与消费者对替代品估值成负相关。

第四章 灰色市场环境下供应链的单售后服务策略分析

互联网平台的多样化和物流技术的日趋成熟使得消费者对灰色市场产生了更为广阔的需求,也使得各个渠道的产品竞争更为激烈。对于品牌制造商来说,售后服务策略可以遏制来自灰色市场的竞争并增加利润,尤其是当消费者对直销渠道与灰市渠道产品估值差距缩小时,售后服务投资能够使制造商从高价市场的众多竞争者中脱颖而出。然而,现实情况是开发和从事灰色市场活动的实体并不限于购买一件产品然后在互联网上转售的个人,如今许多平行进口商都是成熟的公司平台,很多拥有从品牌制造商集中购买大量产品并将其转售给客户的计划系统,例如 Amazon、eBay 和 Costco 等都是出售灰色商品的著名零售商。在高价市场中,尽管这些灰色市场零售商主要在价格上与直销渠道竞争,但其也致力于投资不同类型的服务来推广产品和巩固消费者群体,其中包括一系列售后服务,比如客户问题答疑,维持备件更换供应等。除此之外,例如电子产品行业,成熟的零售商甚至可以做到保修保换保退一系列流程。因此,零售商亦可能采取向灰色市场产品的购买者提供售后服务的策略,以此增强自身产品竞争力。

因此,本章在零售商参与灰色市场投机的背景下,考虑高价市场中存在替代品的数量竞争,对制造商和零售商单独提供售后服务策略的模型分别讨论,定量分析供应链中各成员决策均衡解,并提出各自单独采取售后服务策略的条件,服务水平及影响因素。

4.1 问题描述与基本假设

本章在灰色市场环境下,分别考虑制造商 1 单独向市场 2 中直销的产品 1 提供售后服务和零售商单独向市场 2 中灰市产品 g 提供售后服务的情况,分析供应链的决策问题。

假设制造商 1 的售后服务水平为 s^M , 零售商的售后服务水平为 s^R , 消费者对售后服务水平的敏感度为 η , $0 < \eta \leq 1$ 。为简化计算,设售后服务的成本系数为 1, 制造商 1 的售后服务成本为 $\frac{1}{2}(s^M)^2$, 零售商的售后服务成本为 $\frac{1}{2}(s^R)^2$ [11]。在第三章 3.1 假设和符号说明的基础上,将本章用到的其他数学符号加以汇总,如表 4-1 所示:

表 4-1 相关参数及符号说明

参数符号	符号说明
s^M	制造商 1 单独提供售后服务的服务水平
s^R	零售商单独提供售后服务的服务水平
η	市场 2 中消费者对售后服务的敏感度

4.2 制造商提供售后服务下不同情形的模型构建与求解

制造商 1 单独向市场 2 中直销的产品 1 提供售后服务时，供应链的决策顺序为：第一阶段，制造商 1 决策产品 1 向零售商批发的批发价 w^M 和向市场 2 中直销的销售量 q_1^M ，以及对市场 2 中产品 1 的售后服务水平 s^M ；第二阶段，零售商决策在市场 1 中产品 1 的销售量 q_L^M 和通过灰色市场窜货到市场 2 中的灰市产品 g 的销售量 q_g^M ，同时制造商 2 决策产品 2 在市场 2 中的销售量 q_2^M 。此时灰色市场供应链结构如图 4-1 所示：

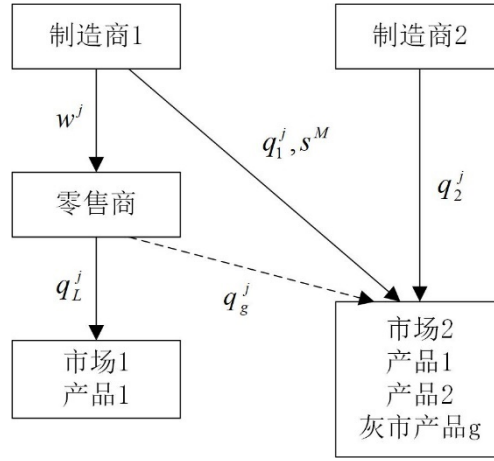


图 4-1 灰色市场环境下制造商 1 提供售后服务的供应链结构

4.2.1 逆需求函数与利润函数的构建

在第三章 3.3 逆需求函数推导结果的基础上，加入售后服务因素 s^M ，进一步得到制造商 1 单独提供售后服务时，在 $\theta > \beta$ 和 $\theta < \beta$ 两种情形下，市场 2 中的产品 1、产品 2 和灰色市场产品 g 价格，以及市场 1 中的产品 1 价格关于销售量的函数表达式如下：

当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时：

$$p_1^M = a(1 - q_1^M - \beta q_2^M - \theta q_g^M) + \eta s^M \quad (4.1)$$

$$p_2^M = a\beta(1 - q_1^M - q_2^M - q_g^M) \quad (4.2)$$

$$p_g^M = a(\theta - \theta q_1^M - \beta q_2^M - \theta q_g^M) \quad (4.3)$$

$$p_L^M = 1 - q_L^M \quad (4.4)$$

当 $0 < \theta < \beta < 1$ 时：

$$p_1^M = a(1 - q_1^M - \beta q_2^M - \theta q_g^M) + \eta s^M \quad (4.5)$$

$$p_2^M = a(\beta - \beta q_1^M - \beta q_2^M - \theta q_g^M) \quad (4.6)$$

$$p_g^M = \theta a(1 - q_1^M - q_2^M - q_g^M) \quad (4.7)$$

$$p_L^M = 1 - q_L^M \quad (4.8)$$

制造商 1 单独提供售后服务时，制造商 1、制造商 2 和零售商各自选择自身利润最大化，利润函数如下：

$$\max_{w^M, q_1^M, s^M} \pi_1^M = w^M(q_L^M + q_g^M) + p_1^M q_1^M - \frac{1}{2}(s^M)^2 \quad (4.9)$$

$$\max_{q_2^M} \pi_2^M = p_2^M q_2^M \quad (4.10)$$

$$\max_{q_L^M, q_g^M} \pi_3^M = p_L^M q_L^M + p_g^M q_g^M - w^M(q_L^M + q_g^M) \quad (4.11)$$

4.2.2 消费者对灰市产品估值大于对替代品估值

命题 4.1: 当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时， θ 和 a 满足一定条件下，在制造商领导的 Stackelberg 博弈中存在唯一的博弈均衡解，制造商 1 的最优批发价 w^M 、市场 2 中产品 1 最优销售量 q_1^M 和最优售后服务水平 s^M ，制造商 2 在市场 2 中产品 2 最优销售量 q_2^M ，零售商在市场 2 中灰市产品 g 最优销售量 q_g^M 和在市场 1 中产品 1 的最优销售量 q_L^M 分别如下：

$$w^M = \frac{a(3\beta - 8\theta)}{2(-4 + a\beta - 4a\theta)} \quad (4.12)$$

$$q_1^M = \frac{a(\beta - 4\theta + 2\theta^2)}{2a\beta - \beta\eta^2 - 8a\theta + 4\eta^2\theta + 4a\theta^2} \quad (4.13)$$

$$s^M = \frac{a\eta(\beta - 4\theta + 2\theta^2)}{2a\beta - \beta\eta^2 - 8a\theta + 4\eta^2\theta + 4a\theta^2} \quad (4.14)$$

$$q_2^M = \frac{-6a\beta + 3\beta\eta^2 + 24a\theta - 2a^2\beta\theta - 16\eta^2\theta + 2a\beta\eta^2\theta - 12a\theta^2 + 8a^2\theta^2 - 8a\eta^2\theta^2 - 4a^2\theta^3}{2(-4 + a\beta - 4a\theta)(2a\beta - \beta\eta^2 - 8a\theta + 4\eta^2\theta + 4a\theta^2)} \quad (4.15)$$

$$q_g^M = \frac{\beta\eta^2 + a^2(\beta^2 + 2\beta(-3 + \theta)\theta - 4(-2 + \theta)\theta^2) + a(-\beta^2\eta^2 + 4\theta(-2 + \theta - 2\eta^2\theta) + \beta(2 + 6\eta^2\theta))}{(-4 + a(\beta - 4\theta))(-\eta^2(\beta - 4\theta) + 2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta))} \quad (4.16)$$

$$q_L^M = \frac{8 + a\beta}{16 - 4a\beta + 16a\theta} \quad (4.17)$$

证明：采用逆向回归法进行求解。第一步，先对式 (4.10) 求关于 q_2^M 的二阶偏导数

$\frac{\partial^2 \pi_2^M}{\partial (q_2^M)^2} = -2a\beta < 0$ ，证明存在唯一的 q_2^M 使得 π_2^M 取得均衡最优解。再对式 (4.11) 求 π_3^M

关于 q_L^M 和 q_g^M 的 Hessian 矩阵为 $H = \begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2a\theta \end{bmatrix}$ ，为负定矩阵。则同理，联立 $\frac{\partial \pi_2^M}{\partial q_2^M} = 0$ 、

$\frac{\partial \pi_3^M}{\partial q_g^M} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_3^M}{\partial q_L^M} = 0$ ，求得结果： $q_2^M = -\frac{w^M + a\theta - a\theta q_1^M}{a(\beta - 4\theta)}$ ， $q_L^M = \frac{1 - w^M}{2}$ ，

$q_g^M = -\frac{-2w^M - a\beta + 2a\theta + a\beta q_1^M - 2a\theta q_1^M}{a(\beta - 4\theta)}$ 。

第二步，将第一步的解代入式 (4.9)，再求 π_1^M 关于 w^M 、 q_1^M 和 s^M 的 Hessian 矩阵，得到：

$$H = \begin{bmatrix} \frac{8 - 2a\beta + 8a\theta}{2a(\beta - 4\theta)} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)}{\beta - 4\theta} & \eta \\ 0 & \eta & -1 \end{bmatrix}$$

进一步求得 $|H_1| = \frac{8 - 2a\beta + 8a\theta}{2a(\beta - 4\theta)} < 0$ ， $|H_2| = \frac{2(-4 + a(\beta - 4\theta))(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)}{(\beta - 4\theta)^2} > 0$ 。

讨论 $|H_3| = -\frac{(-4 + a(\beta - 4\theta))(-\eta^2(\beta - 4\theta) + 2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta))}{a(\beta - 4\theta)^2} < 0$ 满足的条件，得到

$0 < \theta \leq \frac{3}{4}$ 时， $|H_3| < 0$ 恒成立； $\frac{3}{4} < \theta < 1$ 时，当 $a > \frac{\beta\eta^2 - 4\eta^2\theta}{2\beta - 8\theta + 4\theta^2}$ ， $|H_3| < 0$ 恒成立，原 Hessian

矩阵恒为负定，即存在唯一 w^M 、 q_L^M 和 s^M 使得 π_1^M 取最大值。联立 $\frac{\partial \pi_1^M}{\partial w^M} = 0$ 、 $\frac{\partial \pi_1^M}{\partial q_1^M} = 0$ 和

$\frac{\partial \pi_1^M}{\partial s^M} = 0$ ，求得 $w^M = \frac{a(3\beta - 8\theta)}{2(-4 + a\beta - 4a\theta)}$ ， $q_1^M = \frac{a(\beta - 4\theta + 2\theta^2)}{2a\beta - \beta\eta^2 - 8a\theta + 4\eta^2\theta + 4a\theta^2}$ 和

$s^M = \frac{a\eta(\beta - 4\theta + 2\theta^2)}{2a\beta - \beta\eta^2 - 8a\theta + 4\eta^2\theta + 4a\theta^2}$ 。将求得的 w^M 、 q_1^M 和 s^M 代回第一步结果，求得 q_2^M 、

q_g^M 和 q_L^M 均衡解式为式 (4.15) - 式 (4.17)，命题 4.1 得证。

对较为简洁的利润函数 π_1^M 和 π_2^M 的最优解予以展示：

$$\pi_1^M = \frac{a \left(\begin{aligned} & -\eta^2(3\beta - 8\theta)^2 + 4a^2(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)^2 \\ & + 2a(9\beta^2 + 8\theta(4 + 4\theta - 3\theta^2) + 2\beta(-4 - 24\theta + 9\theta^2)) \end{aligned} \right)}{8(-4 + a(\beta - 4\theta))(-\eta^2(\beta - 4\theta) + 2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta))} \quad (4.18)$$

$$\pi_2^M = \frac{a\beta \left(\begin{aligned} & \eta^2(-3\beta + 16\theta) + 2a^2\theta(\beta + 2(-2 + \theta)\theta)^2 \\ & + a(\beta(6 - 2\eta^2\theta) + 4\theta(-6 + 3\theta + 2\eta^2\theta)) \end{aligned} \right)}{4(-4 + a(\beta - 4\theta))^2(\eta^2(\beta - 4\theta) - 2a(\beta + 2(-2 + \theta)\theta))^2} \quad (4.19)$$

4.2.3 消费者对灰市产品估值小于对替代品估值

命题 4.2： 当 $0 < \theta < \beta < 1$ 时， β 和 a 满足一定条件下，在制造商领导的 Stackelberg 博弈中存在唯一的博弈均衡解，制造商 1 的最优批发价 w^M 、市场 2 中产品 1 最优销售量 q_1^M 和最优售后服务水平 s^M ，制造商 2 在市场 2 中产品 2 最优销售量 q_2^M ，零售商在市场 2 中灰市产品 g 最优销售量 q_g^R 和在市场 1 中产品 1 的最优销售量 q_L^M 分别如下：

$$w^M = \frac{a(6\beta - \theta)\theta}{2(4\beta + 4a\beta\theta - a\theta^2)} \quad (4.20)$$

$$q_1^M = \frac{a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{-8a\beta + 4a\beta^2 + 4\beta\eta^2 + 2a\theta - \eta^2\theta} \quad (4.21)$$

$$s^M = \frac{a\eta(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{-8a\beta + 4a\beta^2 + 4\beta\eta^2 + 2a\theta - \eta^2\theta} \quad (4.22)$$

$$q_2^M = \frac{\begin{aligned} & \eta^2(16\beta^2 - 2\beta\theta - \theta^2) - 2a^2\theta(-4\beta^3 - 6\beta\theta + \theta^2 + 2\beta^2(4 + \theta)) \\ & + 2a(4\beta^3 + \theta^2(1 + \eta^2\theta) - 2\beta\theta(1 + 3\eta^2\theta) + 2\beta^2(-4 + \theta + 4\eta^2\theta)) \end{aligned}}{2(\eta^2(4\beta - \theta) + 2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta))(-a\theta^2 + 4\beta(1 + a\theta))} \quad (4.23)$$

$$q_g^M = \frac{\beta \left(\begin{aligned} & \eta^2(-2\beta + \theta) + a^2\theta(-4\beta + 2\beta^2 + \theta) \\ & - a(4\beta^2 - 4\beta(2 + \eta^2\theta) + \theta(2 + \eta^2\theta)) \end{aligned} \right)}{(\eta^2(4\beta - \theta) + 2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta))(-a\theta^2 + 4\beta(1 + a\theta))} \quad (4.24)$$

$$q_L^M = \frac{-a\theta^2 + 2\beta(4 + a\theta)}{-4a\theta^2 + 16\beta(1 + a\theta)} \quad (4.25)$$

证明： 采用逆向回归法进行求解。求解思路同命题 4.1。第一步，先验证

$\frac{\partial^2 \pi_2^M}{\partial (q_2^M)^2} = -2a\beta < 0$, 证明存在唯一的 q_2^M 使得 π_2^M 取得均衡最优解。再对式 (4.11) 求 π_3^M

关于 q_L^M 和 q_g^M 的 Hessian 矩阵, 验证存在唯一的 q_L^M 和 q_g^M 使得 π_3^M 取得最大值, 联立

$$\frac{\partial \pi_2^M}{\partial q_2^M} = 0, \quad \frac{\partial \pi_3^M}{\partial q_g^M} = 0 \quad \text{和} \quad \frac{\partial \pi_3^M}{\partial q_L^M} = 0, \quad \text{求得} \quad q_2^M = -\frac{-w^M - 2a\beta + a\theta + 2a\beta q_1^M - a\theta q_1^M}{a(4\beta - \theta)},$$

$$q_L^M = \frac{1 - w^M}{2}, \quad q_g^M = -\frac{-2w^M\beta + a\beta\theta - a\beta\theta q_1^M}{a\theta(-4\beta + \theta)}。第二步, 将第一步的解代入式 (4.9), 再$$

求 π_1^M 关于 w^M 、 q_1^M 和 s^M 的 Hessian 矩阵, 得到:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{-2a\theta^2 + 8\beta(1+a\theta)}{2a\theta(-4\beta + \theta)} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{-4\beta + \theta} & \eta \\ 0 & \eta & -1 \end{bmatrix}$$

$$\text{求得 } |H_1| = \frac{-2a\theta^2 + 8\beta(1+a\theta)}{2a\theta(-4\beta + \theta)} < 0, \quad |H_2| = \frac{2(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)(a\theta^2 - 4\beta(1+a\theta))}{\theta(-4\beta + \theta)^2} > 0。$$

$$\text{讨论 } |H_3| = \frac{(\eta^2(4\beta - \theta) + 2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta))(-a\theta^2 + 4\beta(1+a\theta))}{a\theta(-4\beta + \theta)^2} < 0 \text{ 满足的条件, 得到}$$

$$0 < \beta \leq \frac{3}{4} \text{ 时, } |H_3| < 0 \text{ 恒成立; } \frac{3}{4} < \beta < 1 \text{ 时, 当 } a > \frac{-4\beta\eta^2 + \eta^2\theta}{-8\beta + 4\beta^2 + 2\theta}, |H_3| < 0 \text{ 恒成立, 则}$$

原 Hessian 矩阵恒为负定。存在唯一 w^M 、 q_L^M 和 s^M 使得 π_1^M 取最大值。

$$\text{联立 } \frac{\partial \pi_1^M}{\partial w^M} = 0, \quad \frac{\partial \pi_1^M}{\partial q_1^M} = 0 \text{ 和 } \frac{\partial \pi_1^M}{\partial s^M} = 0, \quad \text{求得均衡解: } w^M = \frac{a(6\beta - \theta)\theta}{2(4\beta + 4a\beta\theta - a\theta^2)},$$

$$q_1^M = \frac{a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{-8a\beta + 4a\beta^2 + 4\beta\eta^2 + 2a\theta - \eta^2\theta}, \quad s^M = \frac{a\eta(-4\beta + 2\beta^2 + \theta)}{-8a\beta + 4a\beta^2 + 4\beta\eta^2 + 2a\theta - \eta^2\theta}。将求得的$$

w^M 、 q_1^M 和 s^M 代回第一步结果, 求得 q_2^M 、 q_g^M 和 q_L^M 均衡解式为式 (4.23) - 式 (4.25),

命题 4.2 得证。

对较为简洁的利润函数 π_1^M 和 π_2^M 的最优解予以展示:

$$\pi_1^M = \frac{a \left(\eta^2 \theta (-6\beta + \theta)^2 - 4a^2 \theta (-4\beta + 2\beta^2 + \theta)^2 \right)}{8(\eta^2(4\beta - \theta) + 2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta))(-a\theta^2 + 4\beta(1 + a\theta))} \quad (4.26)$$

$$\pi_2^M = \frac{a\beta \left(\eta^2(16\beta^2 - 2\beta\theta - \theta^2) - 2a^2\theta(-4\beta^3 - 6\beta\theta + \theta^2 + 2\beta^2(4 + \theta)) \right)^2}{4(\eta^2(4\beta - \theta) + 2a(-4\beta + 2\beta^2 + \theta))^2(a\theta^2 - 4\beta(1 + a\theta))^2} \quad (4.27)$$

4.3 零售商提供售后服务下不同情形的模型构建与求解

零售商单独为在市场 2 中售卖的灰市产品 g 提供售后服务时，供应链的决策顺序为：第一阶段，制造商 1 决策产品 1 向零售商批发的批发价 w^R 和向市场 2 中直销的销售量 q_1^R ；第二阶段，零售商决策在市场 1 中产品 1 的销售量 q_L^R 、通过灰色市场窜货到市场 2 中的灰市产品 g 的销售量 q_g^R 和对市场 2 中灰市产品 g 提供的售后服务水平 s^R ，同时制造商 2 决策产品 2 在市场 2 中的销售量 q_2^R 。此时灰色市场供应链结构如图 4-2 所示：

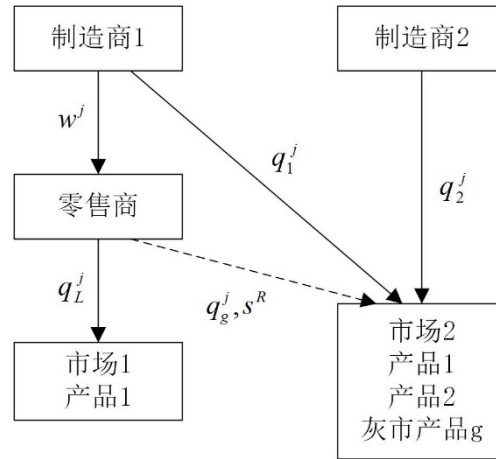


图 4-2 灰色市场环境下零售商提供售后服务的供应链结构

4.3.1 逆需求函数与利润函数的构建

在第三章 3.2 价格与利润函数的推导的基础上，增加变量售后服务水平 s^R ，进一步得到零售商单独提供售后服务时，在 $\theta > \beta$ 和 $\theta < \beta$ 两种情形下，市场 2 中的产品 1、产品 2 和灰色市场产品 g 价格，以及市场 1 中的产品 1 价格关于销售量的函数表达式如下：

当 $0 < \beta < \theta < 1$ 时：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/267030021030006046>