

分类号: F272

密 级: 公开

学校代码: 10363

学 号: 2220720127



安徽工程大学

Anhui Polytechnic University

硕士学位论文

题目 考虑权力结构与消费者特征的电商平台供应链区块链引入决策研究

论文作者 刘欣妍

指导教师 龚本刚 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

论文提交日期: 2025 年 5 月 14 日

分类号: F272

单位代码: 10363

密 级: 公开

学 号: 2220720127

考虑权力结构与消费者特征的电商平台

供应链区块链引入决策研究

Blockchain Introduction to combat counterfeit
with an E-commerce platform supply chain under
consumer characteristics and channel leadership

学生姓名: 刘欣妍

指导教师: 龚本刚 教授

专 业: 管理科学与工程

研究方向: 物流与供应链管理

论文答辩日期: 2025 年 5 月 14 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：刘欣妍

日期：2025 年 5 月 14 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：刘欣妍

日期：2025 年 5 月 14 日

指导教师签名：姜本刚

日期：2025 年 5 月 14 日

考虑权力结构与消费者特征的电商平台 供应链区块链引入决策研究

摘 要

随着全球电子商务平台的迅猛发展,在线购物已经成为现代消费者的重要选择。然而,随之而来的仿冒品问题也日益严重,很多仿冒品通过电商平台悄然进入市场,给消费者和品牌制造商带来了不小的困扰。这些仿冒品不仅损害了消费者的合法权益,还侵害了正品品牌的声誉与市场份额,使得电商平台在信誉和形象上受到极大挑战。因此,打击仿冒品的问题已成为各大电商平台的当务之急。为了应对这一挑战,许多制造商和电商平台纷纷采取了多种措施,尝试减轻仿冒品对市场的影响。这些措施包括加强产品验证、完善供应链管理、增加对卖家的审查力度等,然而,单靠传统手段往往难以根治这一顽疾。仿冒品的隐蔽性和市场的复杂性使得打击工作充满了挑战。在此背景下,区块链技术开始受到广泛关注。区块链以其去中心化、不可篡改和透明性等特点,为产品溯源提供了新的解决方案,在此过程中,区块链技术的引入无疑为解决这一问题提供了新的视角和有效的手段,值得制造商、平台和行业内外的广泛关注与探索。

本文运用 Stackelberg 博弈理论,将区块链技术引入电商平台供

应链中，考虑权力结构、产品质量和区块链引入成本等因素，厘清区块链技术对电商平台供应链的影响机制，在区块链技术背景下，先后研究了考虑消费者异质性以及考虑消费者预期后悔的电商平台供应链的区块链技术引入决策及其影响。本文从以下几方面展开研究：

首先，介绍区块链技术概念和特征，从不同角度详细阐述了区块链技术对电商平台供应链的影响，分析区块链技术在供应链中的应用，并阐述了消费者预期后悔行为对供应链的影响，为重点研究考虑消费者异质性与考虑消费者预期后悔行为的电商平台供应链区块链引入决策及其对利润的影响奠定了基础。

其次，研究不同权力结构下考虑消费者异质性的电商平台供应链的区块链技术引入决策及其对供应链利润的影响。针对三种权力结构：品牌制造商领导、电商平台领导以及品牌商与电商平台合作，根据电商平台供应链是否采用区块链技术构建六种电商平台供应链决策模型，探究供应链的区块链技术引入决策及其对供应链的影响，为供应链提供最佳的区块链技术引入决策。研究表明：在品牌制造商或电商平台的领导下，只有少量情况下会出现供应链某两方成员共赢的局面，并且不会实现供应链三方共赢。而当品牌商与电商平台合作时，在特定情况下，引入区块链技术将实现供应链三方共赢。

最后，研究不同权力结构下考虑消费者预期后悔的电商平台供应链的区块链技术引入决策及其对供应链利润的影响。在区块链技术环境下考虑引入消费者预期后悔行为对供应链的影响，构建品牌商领导、平台领导和品牌商与平台合作三种权力结构下的电商平台供应链决

策模型,探究消费者预期后悔和权力结构对供应链区块链引入决策和供应链利润的影响,为电商平台供应链提供最佳的区块链引入决策。研究表明:在进行区块链技术引入决策时,考虑消费者预期后悔行为的影响对供应链的利润来说是有利的。在考虑预期后悔的情况下,电商平台的领导更有利于供应链整体利润,而品牌商与平台的合作不利于供应链整体利润。

关键词: 电商平台供应链, 区块链技术, 权力结构, 消费者特征, 仿冒品

Blockchain Introduction to combat counterfeit with an E-commerce platform supply chain under channel leadership and consumer characteristics

ABSTRACT

With the rapid development of global E-commerce platforms, online shopping has become an essential choice for modern consumers. However, the issue of counterfeits has also escalated, with many counterfeit products quietly entering the market through E-commerce platforms, causing significant problems for both consumers and brand manufacturers. These counterfeits not only violate the legitimate rights and interests of consumers but also harm the reputation and market share of genuine brands, posing a substantial challenge to the credibility and image of E-commerce platforms. Therefore, combating counterfeits has become an urgent priority for E-commerce platforms. To address this challenge, many manufacturers and E-commerce platforms have implemented various measures in an attempt to mitigate the impact of counterfeits on the market. These measures include strengthening product verification, improving supply

chain management, and increasing scrutiny of sellers. However, relying solely on traditional methods often proves insufficient in eradicating this persistent issue. The concealment of counterfeits and the complexity of the market make the combating efforts challenging. In this context, blockchain technology has begun to attract widespread attention. With its characteristics of decentralization, immutability, and transparency, blockchain offers a new solution for product traceability. The introduction of blockchain technology undoubtedly provides new perspectives and effective means for addressing this problem, warranting extensive attention and exploration from manufacturers, platforms, and stakeholders both within and outside the industry.

This paper employs Stackelberg game theory to introduce blockchain technology into the supply chains of E-commerce platforms, considering factors such as power structure, product quality, and the costs associated with introducing blockchain technology. It clarifies the impact mechanisms of blockchain technology on E-commerce platform supply chains and successively examines the blockchain introduction strategies and their effects under scenarios that do not consider consumer anticipated regret and those that take it into account. The research unfolds as follows:

First, the concept and characteristics of blockchain technology are introduced, and its influence on the supply chains of E-commerce platforms is elaborated from various perspectives. The application of

blockchain technology in the supply chain is analyzed, and the impact of consumer anticipated regret behavior on the supply chain is discussed, laying the groundwork for the focused study of blockchain introduction strategies and their effect on profits under scenarios that do not or do consider consumer anticipated regret behavior.

Second, research on the decision of introducing blockchain technology into the supply chain of E-commerce platforms considering consumer heterogeneity under different power structures and its impact on supply chain profits. Focusing on three power structures: brand manufacturer leadership, E-commerce platform leadership, and collaboration between brand merchants and E-commerce platforms, six decision models are constructed based on whether blockchain technology is adopted in the E-commerce platform supply chain, exploring the blockchain introduction decisions and their effects on the supply chain, providing the optimal blockchain introduction strategy for the supply chain. The research shows that under the leadership of either the brand manufacturer or the E-commerce platform, *double-win* situations among any two members of the supply chain arise only in a few scenarios, and a *triple-win* situation is not achievable. However, when brand manufacturer collaborates with E-commerce platforms, under specific conditions, introducing blockchain technology can lead to a *triple-win* situation.

Finally, it examines the blockchain technology introduction decisions

and their impact on supply chain profits within E-commerce platform supply chains considering consumer anticipated regret under different power structures. By considering the impact of consumer anticipated regret behavior in the blockchain technology environment, it constructs decision models for the E-commerce platform supply chain under three power structures: brand manufacturer leadership, platform leadership, and collaboration between brand manufacturers and platforms. It investigates the influence of consumer anticipated regret and power structures on blockchain introduction decisions and supply chain profits, aiming to provide the optimal blockchain introduction strategy for the E-commerce platform supply chain. The study reveals that when making blockchain technology introduction decisions, considering the effects of consumer anticipated regret behavior is beneficial for supply chain profits. When taking anticipated regret into account, E-commerce platform leadership is more favorable for the overall profit of the supply chain, whereas collaboration between brand manufacturers and platforms is unfavorable to the overall profit of the supply chain.

Author: Xinyan Liu (Management science and engineering)

Supervised by: Professor Bengang Gong

KEY WORDS: Supply chain management, Blockchain technology,

Channel leadership, Consumer characteristics, Counterfeits

目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	IV
目 录.....	VIII
第 1 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.....	3
1.2 国内外研究现状及述评.....	4
1.2.1 国内外研究现状.....	4
1.2.2 文献述评.....	7
1.3 研究内容和创新点.....	8
1.3.1 研究内容.....	8
1.3.2 创新点.....	9
1.4 研究方法和技术路线.....	10
1.4.1 研究方法.....	10
1.4.2 技术路线.....	11
第 2 章 基本概念与理论基础.....	12
2.1 区块链技术相关理论.....	12
2.1.1 区块链技术基本概念.....	12
2.1.2 区块链技术在国内外的发展.....	13
2.2 区块链技术在电商平台供应链中的应用.....	14
2.2.1 电商平台供应链基本概念.....	14
2.2.2 电商平台供应链中区块链技术的广泛应用.....	15
2.2.3 区块链技术在电商平台供应链中打击假冒伪劣的应用.....	16
2.3 消费者特征对供应链的影响.....	17
2.3.1 消费者异质性.....	17
2.3.2 消费者预期后悔行为.....	18
第 3 章 不同权力结构下考虑消费者异质性的电商平台供应链区块链引入决策.....	19
3.1 问题描述与相关假设.....	20
3.1.1 问题描述.....	20
3.1.2 相关假设.....	24
3.2 模型建立.....	25
3.3 品牌制造商为领导者的供应链区块链决策.....	25
3.3.1 模型求解.....	25

3.3.2 比较分析.....	26
3.3.3 供应链总体利润分析.....	30
3.4 电商平台为领导者的供应链区块链决策.....	32
3.4.1 模型求解.....	32
3.4.2 比较分析.....	33
3.4.3 供应链总体利润分析.....	34
3.5 品牌商与电商平台合作领导的供应链区块链决策.....	35
3.5.1 模型建立与求解.....	35
3.5.2 比较分析.....	36
3.5.3 供应链总体利润分析.....	37
3.6 本章小结.....	39
第 4 章 不同权力结构下考虑消费者预期后悔的电商平台供应链区块链引入决策.....	40
4.1 问题描述与相关假设.....	41
4.1.1 问题描述.....	41
4.1.2 相关假设.....	44
4.2 模型建立.....	45
4.2.1 供应链未引入区块链.....	45
4.2.2 供应链引入区块链.....	46
4.3 品牌制造商为领导者的供应链区块链决策.....	46
4.3.1 模型求解.....	47
4.3.2 比较分析.....	47
4.3.3 供应链总体利润分析.....	50
4.4 电商平台为领导者的供应链区块链决策.....	52
4.4.1 模型求解.....	52
4.4.2 比较分析.....	53
4.4.3 供应链总体利润分析.....	54
4.5 品牌商与电商平台合作领导的供应链区块链决策.....	55
4.5.1 模型建立与求解.....	55
4.5.2 比较分析.....	56
4.5.3 供应链总体利润分析.....	57
4.6 本章小结.....	58
第 5 章 总结与展望.....	61
5.1 总结.....	61
5.2 展望.....	62
参考文献.....	63
附录.....	71
附录 1 考虑消费者异质性的区块链技术成本取值范围.....	71
附录 2 证明命题 3.1.....	71
附录 3 证明命题 3.2.....	72
附录 4 证明命题 3.3.....	73
附录 5 证明命题 3.4.....	73
附录 6 考虑预期后悔的区块链技术成本取值范围.....	74
附录 7 证明命题 4.1.....	75

附录 8 证明命题 4.2.....	75
附录 9 证明命题 4.3.....	76
附录 10 证明命题 4.4.....	78
攻读硕士学位期间发表或录用的学术论文.....	80
发表或录用论文.....	80
参与科研项目.....	80
致谢.....	81

第 1 章 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

近年来，在线购物已成为人们日常生活中不可或缺的一部分^[1]。随着电商平台的不断发展和普及，其交易量在过去十年间实现了爆炸式的增长，展现出强大的市场潜力。例如，全球电子商务零售收入从 2014 年的 1.34 万亿美元迅速攀升至 2022 年的 5.72 万亿美元，预计到 2026 年，这一数字将突破 8.1 万亿美元^[2]，这一趋势无疑引起了各界的广泛关注。在这样的背景下，越来越多的企业和个人倾向于利用网络平台进行产品交易。一些知名的电商巨头，如美国的亚马逊和中国的天猫、京东，成为了消费者日常购物的首选。然而，伴随这一便利而来的问题也日益显现：由于在线交易的非接触性质，消费者在判断产品真实质量方面面临诸多挑战。他们在琳琅满目的产品面前，往往难以有效区分品牌正品与假冒伪劣商品。这种情况引发了产业链中的潜在风险，网络平台在不知不觉中成为了仿冒产品滋生的温床。根据中国消费者协会的一项调查结果显示，现今在电商平台上销售的近 40% 产品被认定为劣质仿冒品^[3]。这不仅为消费者的权益保护带来了困扰，还影响了整个市场的诚信度与公平竞争。因此，在享受网络购物便利的同时，如何增强消费者的识别能力与保障其合法权益，已成为亟待解决的重要课题。

不少企业在打击网络仿冒品方面做了许多尝试。例如，购物平台得物设立了热线电话，供消费者在得物上购物时发现仿冒品时揭露^[4]。此外，大多数公司将零售价视为质量信号，并收取较高的零售价，以区分其品牌产品与平台上销售的仿冒品^[5]。鉴于企业为打击假冒伪劣产品所做的努力，网络假冒伪产品的情况会有所缓解，但这也可能带来新的挑战。例如，当品牌制造商为其正品设定较高价格时仿冒者可能会效仿，提高仿冒产品的价格。这种做法最终会损害品牌制造商的声誉，也会对消费者产生负面影响。

由于市场的多样性与复杂性，部分消费者在进行购买决策时，很容易被鱼龙混杂的市场环境影响，难以辨别产品的真实质量，然而又存在另一部分消费者对品牌的了解程度较高，或是某个品牌的忠实粉丝，对于这类消费者来说，辨别产品的真伪却是轻而易举。这意味着市场上的消费者存在异质性，这种特征影响着供应链的定价策略与利润，是一个值得考虑的问题。此外，对于大部分消费者来说，品牌产品的价格昂贵但有正品保障，仿冒产品质量不确定但价格便宜，如何选择都可能后悔。一方面，当消费者购买仿冒品却发现质量较差时，会后悔当初没有购买品牌产品。另一方面，当消费者购买品牌产品，却发现部分仿冒产品质量可能很高时，会后悔当初没有购买仿冒品。已有研究表明，不确定性引发的后悔心理普遍存在，而且消费者在购买产品前会预料到这种潜在的“购后后悔”心理，从而倾向于做出对自己负面影响更小的选择。这种决策前的预期性思考行为即为“预期后悔”，它不仅会影响消费者自己的购买选择，也会影响企业的运营决策。

区块链技术作为一种去中心化、防篡改的账本，它的出现提供了一种透明、安全的数据记录方法，已被证明是在工业实践中打击假冒伪劣的一种非常有效的方法。例如，亚马逊作为一个电商平台，假冒伪劣一直是个顽劣的问题。为了解决这一问题，亚马逊的云计算部门 AWS 云服多从 2016 年开始推出各种利用区块链技术的应用。到 2018 年亚马逊正式推出 AWS 区块链模板服务，旨在协助打击假冒伪劣产品^[6]。一些知名品牌也在利用区块链技术投入大量资源打击假冒伪劣产品。例如，运动鞋已成为假冒产品的温床，随着流通环节和转售的增加，商家和执法部门打击假冒产品的难度越来越大。针对这一问题，运动品牌耐克推出了 Cyp0 Kicks 系统，该系统利用区块链技术整合了产品的加密数字资产。这样就可以追踪运动鞋的所有权并验证其真伪，有效防止假冒商品的复制^[7]。此外，几大平台也在与品牌制造商合作，采用区块链技术。2017 年，天猫与中国知名白酒品牌茅台签署战略合作协议，共同推出名为蚂蚁金服区块链的区块链系统，为茅台的涉案产品提供正品溯源服务^[8]。区块链技术在信息披露和真实性验证方面发挥了积极作用，引入区块链技术后，产品质量的不确定性不复存在，消费者也不会做出错误的购买决策，也消除了消费者潜在的购后后悔心理。

虽然区块链技术为供应链中的假冒伪劣问题提供了一定的解决思路，但供应链也需要考虑区块链技术带来的相应问题，例如巨大的采用成本是实施区块链技

术的障碍之一，其中包括产品信息存储、检查、审计和更新费用，供应链成员之间的协调费用以及硬件设备投资和维护费用。因此，在电商平台供应链中是否要引入区块链技术或者说在何种情景下选择引入区块链技术，是一个有必要权衡的问题。

尽管在产业实践中提到的区块链投入者各不相同，但我们注意到，这些投入者始终是电商平台供应链中的领导者。一方面，引入区块链需要一些技术、资金和信息等方面的先决条件。另一方面，供应链的领导者将对其同行拥有更多的权力，从而在定价决策和利润分配方面占据主导优势。因此，以电商平台供应链为例，研究供应链领导者对区块链引入的影响是值得的^[9,10]。

为了提升消费者的购买信心与满意度，引入区块链技术作为供应链的核心支撑，可以有效打击仿冒品的流通，确保商品的真实性与可靠性。通过深入研究消费者特征，我们可以更好地理解区块链技术在电商供应链中的应用潜力，并明确其对制造商和平台利润的影响。若消费者能够清晰感受到区块链技术所提供的透明度和可信度，则将显著降低其预期后悔的可能性，进而促进更理性和积极的购买决策。因此，在区块链技术环境下进行电商平台供应链的相关研究时，考虑欺骗性仿冒与消费者特征是一个值得研究的问题。

因此，针对三种类型的电商平台供应链权力结构，一是由品牌制造商作为领导者的电商平台供应链；二是由电商平台作为领导者的电商平台供应链；三是品牌制造商与电商平台合作的电商平台供应链。将区块链技术引入电商平台供应链中，考虑不同权力结构、消费者特征、产品质量、区块链引入成本等因素，研究仿冒品入侵背景下，电商平台供应链的区块链技术引入决策和利润影响问题。这些问题将成为电商平台供应链运营决策中迫切需要解决的战略议题之一，也是学术界需要深入研究的一个课题。

1.1.2 研究意义

开展区块链技术背景下电商平台供应链打击仿冒品的研究具有重要意义，具体表现在以下两个方面：

（1）理论意义

现有文献对存在假冒问题的电商平台供应链的研究没有考虑不同的权力结

构对区块链技术决策的影响,也没有考虑多个供应链成员的共同利益。本文考虑一个同时存在品牌产品和仿冒品的电商平台供应链,针对制造商、电商平台和仿冒者,构建了博弈模型,并考虑三种不同的权力结构,研究不同的领导者引入区块链技术分别对供应链各成员产生什么样的影响,并在此基础上探讨了权力结构对供应链区块链引入决策以及供应链利润的影响。

(2) 实践意义

考虑消费者异质性与消费者预期后悔,并以此为基础探讨消费者特征对制造商和电商平台决策的影响,具有显著的实践意义。这一研究不仅能够深入分析消费者在面对仿冒品时的心理状态,还能揭示消费者对于购买决策的情感反应如何在一定程度上左右市场行为和企业策略。通过系统评估区块链技术的引入对制造商、电商平台和仿冒者三方利润的影响,我们能够更全面地理解区块链在供应链中的应用价值。本研究的深入探讨为政策制定者和行业监管机构提供了有益启示,推动更为合理的市场监管措施,保护消费者权益,打击仿冒行为。因此,本研究不仅丰富了区块链技术防伪策略的研究维度,同时也在实践层面上为电商平台及其相关利益方的决策提供了系统化的指南和支持。

1.2 国内外研究现状及述评

当前,国内外学者在关于电商平台供应链的运营决策、区块链技术引入、供应链权力结构以及消费者特征相关领域的研究方面取得了一些有意义的研究成果。以下是从这四个方面对与本文研究重点相关的国内外文献进行分析。最后对现有研究加以分析总结,进而引出本文的研究主题。

1.2.1 国内外研究现状

(1) 电商平台供应链的运营决策

近年来,随着网络零售的蓬勃发展,大量研究主要从以下几个方面关注电商平台供应链的运营决策:采购决策^[11-13](George Vlahakis 和 Apostolou, Jianghua Zhang 和 Xu, Sim 和 Kim),用户体验和服务^[14,15](Anastasiei 等, Mainardes 等),库存管理^[16-18](Bertsimas 等, Fang 和 Chen, Fu 等),物流和分销决策^[19-21](Li 等, Moons 等, Yan 等),风险管理决策^[22-24](Chao Fang 和 Xie, Senna 等, Waqas 等),

以及在线市场上特定行业的一些运营决策,如收集二手产品^[25-27] (Feng 和 Chu, Hinojo 等, Liu 等), 制造再制造产品^[28-30] (Aminipour 等, Xiong 等, Zhang 等) 和销售农产品^[31,32] (Guo 等, Li 等, Yan 等)。

(2) 区块链技术引入

区块链作为一种去中心化、防篡改的账本,提供了一种透明、安全的数据记录方法,已被广泛应用于金融、防伪、溯源和其他行业实践中。例如,Choi^[33]通过开发不同的消费者效用驱动运营模式,强调了区块链在支持钻石认证和鉴定方面的价值。Choi 等^[34]应用区块链在两个租赁服务平台之间披露产品信息,并识别平台在何种情况下会披露产品信息。Shen 等^[35]评估了区块链在揭示二手产品质量方面的价值,发现引入区块链后,平台将能够销售特色差、质量差(或特色好、质量好)的产品。Niu 等^[36]将区块链用于验证合作供应链中的商品质量,并研究了多边公司与质量验证之间的相互作用。Wu 等^[37]将区块链应用于生鲜农产品的追溯,并在农产品供应链中引入提供了有价值的成果。Wang 等^[38]讨论了区块链在产品生态设计和回收中的应用,包括分析三种不同的责任分担模式,以及研究责任分配如何影响闭环供应链中的决策和盈利能力。Liu 等^[39]研究了如何利用区块链消除欺诈性退货,并揭示了区块链对零售商和上游供应商的影响。

与以往的研究不同,本文探讨了在供应链中引入区块链技术打击假冒伪劣的问题。相关研究如, Lu 等^[40]研究一个有多个仿冒者的供应链,并研究了区块链引入对公司决策和整个系统性能的影响。研究表明,在处理低质量假冒产品时,平台更倾向于使用区块链,与批发合同相比,代理合同尤其是佣金更高的合同。Hou 等^[42]建立一个理论模型,研究了在供应链中制造商蚕食市场与采用区块链打击假冒伪劣产品之间的相互作用。研究表明,无论是制造商蚕食还是采用区块链,都能有效打击假冒伪劣产品,然而,两者的融合也会增加对假冒商品的需求。

(3) 供应链权力结构

供应链不同权力结构对运营决策和供应链绩效具有重要影响,因此受到学术界的广泛关注。Zhou 等^[10]研究了电动汽车闭环供应链中的渠道权力结构与绩效,结果表明,当成本节约增加时,领导回收渠道的电动汽车制造商总是受益的,而作为追随者制造商建立高成本削减可能是有害的。Bian 等^[43]研究了几种供应链

权力结构, 比较整合渠道和有服务外包的分散渠道, 并探讨了定价和服务选择。研究发现, 与整合渠道相比, 采用服务外包的分散渠道可能会带来更低的零售价格或更高的服务水平, 采用服务外包的分散渠道总能帮助制造商获得比整合渠道更多的利润。Yang 等^[44]研究了不同渠道领导对环境责任的影响, 以及渠道领导和环境责任行为对绿色水平和绩效的影响。研究结果表明, 当制造商或零售商领导渠道时, 两者都会降低环境责任水平, 而零售商总是希望成为领导者, 而制造商则不然。Qiu 等^[45]将回收平台与具有三种不同权力结构的在线二手平台(RSP)结合起来, 研究渠道权力结构如何影响 RSP 的盈利能力, 发现当在线零售平台主导市场时, 只有当消费者对可重复利用产品的接受度较低时, 整合才能提高 RSP 的利润;当在线二手平台力量与在线零售平台的力量相当时, 整合总是有利于 RSP, 而总是损害在线零售平台、供应链和消费者。Ahmadi-Gh 和 Bello-Pintado^[46]研究采购企业的权力结构如何影响供应商的可持续发展绩效, 认为当采购企业领导渠道时, 它们能够有效地将同构压力转化为供应方可持续发展的改善。

(4) 消费者特征

消费者的异质性对供应链绩效及供应链的决策产生着不可忽视的影响, 已经有大量学者对消费者的异质性做出了研究。Lu 等^[40]考虑一个由一个品牌销售商, 一个造购商和一个平台零售商组成的供应链系统, 将消费者分为新手消费者与专家消费者, 并研究区块链采用如何影响该系统中公司的决策以及整个系统的性能。研究结果表明平台使用区块链会降低两个产品的销售价格, 并增加品牌卖方的需求, 当仿冒品质量相对较低时, 平台更愿意使用区块链, 并且代理模式可以更好地激励平台部署区块链, 而如果佣金费用很高, 则批发模式更有利于平台的利润。Shen 等^[41]考虑消费者的异质性, 向消费者刻画为新手消费者与专家消费者两类, 研究如何使用区块链平台打击供应链中的仿冒品并使供应链获利。研究结果表明, 只有当新手消费者足够多时, 采用区块链技术才会使供应链获利, 此外, 区块链技术的采用增加了品牌商的利润、消费者剩余以及社会福利。

越来越多的学者开始关注消费者预期后悔行为及其对企业运营策略的影响。购买产品时的不确定性因素常常导致消费者产生预期后悔情绪, 并显著影响其购买决策。这些不确定性因素包括是否存在缺货的可能性、创新产品质量的可靠性、

消费者对产品的价值评估，以及消费者在搜索过程中的不确定性等。Yu 等^[47]研究电子商务供应链中消费者预期后悔和决策顺序对定价策略的影响，以及电商平台和零售商的利润，结果表明，产品的最优零售价格以及电商平台和零售商的利润与相对后悔强度呈负相关；高鹏等^[48]采用博弈论构建无监管、完全监管以及均衡监管三种模式下的四方博弈模型，分析了预期后悔下的信息产品质量决策以及政府反盗版监管策略，他们的研究发现，竞争市场中预期后悔的增强会降低正版品的价格和质量，压缩正版商利润；政府监管力度高于一定阈值时，预期后悔有利于降低盗版品需求，且监管力度会随预期后悔敏感度的增大而下降；于天阳等^[49]考虑消费者预期后悔行为，探讨品牌商的区块链引入策略及产品定价问题，构建了以品牌商为领导者，二手商为跟随者的 Stackelberg 博弈模型，并将均衡结果进行对比分析。研究结果表明，解决成本问题后，品牌商应当在品牌形象改善程度较高或预期后悔敏感系数较大的条件下引入区块链；区块链的引入会增加二手商的利润，并且预期后悔敏感系数和正品率越大，或平均保值系数越小，二手商受益的可能性越大。

1.2.2 文献述评

根据上述文献回顾可知，现有文献在关于区块链技术和电商平台供应链的相关领域以及消费者行为方面已取得了一定的研究成果，但具体在以下几方面尚存在深入研究的空间：

首先，针对仿冒品的消费者特征研究较少。随着互联网和电子商务的快速发展，仿冒品的问题日益显著，消费者异质性与预期后悔行为也越来越成为值得深思的问题。而且，同时考虑电商平台供应链中区块链技术采用和消费者特征的研究较少，有待进一步研究。

其次，作为比特币的底层技术，区块链技术的相关研究主要聚焦该技术在供应链金融领域中的应用，较少研究区块链技术在电商平台供应链管理中打击仿冒品的应用。鉴于区块链技术具有公开透明、可追溯防篡改等特征，有利于解决电商平台供应链中产品透明度低等问题，研究仿冒品盛行背景下电商平台供应链中区块链技术的引入策略是有一个有意义的问题。

最后，从国内外研究现状看，绝大多数与电商平台供应链有关的研究只考虑

了单一的领导者决策情景，即只研究品牌商的决策或电商平台的决策。然而，由于市场的多样性和现实环境的复杂性，事实上存在着多种不同的供应链结构，例如品牌制造商作为领导者进行决策或电商平台作为领导者进行决策，此外还存在品牌商与电商平台合作进行区块链决策的案例，然而同时考虑多种权力结构下的区块链决策的研究较少。

基于上述，本文研究区块链技术背景下电商平台供应链区块链技术引入决策及其影响。将区块链技术引入电商平台供应链中，考虑不同权力结构的影响，包括品牌制造商领导、电商平台领导以及品牌商与电商平台合作；再根据不同权力结构和是否采用区块链技术先后构建区块链技术背景下考虑消费者异质性的供应链决策模型和区块链技术背景下考虑消费者预期后悔的供应链决策模型；再利用博弈理论方法研究基于区块链技术的电商平台供应链两种产品的价格策略、供应链每个成员利润、供应链总体利润，最后综合探讨消费者特征对电商平台供应链的影响。研究成果有助于丰富区块链和电商平台供应链理论体系，为供应链打击仿冒品的问题提供实践指导建议。

1.3 研究内容和创新点

1.3.1 研究内容

本文首先阐述电商平台供应链和区块链技术的发展现状和存在问题，并介绍有关学者对电商平台供应链和区块链技术的研究成果，为后文的研究内容提供了一定的基础。在此基础上，本文厘清区块链技术对电商平台供应链的决策影响因素，研究在考虑消费者异质性和考虑消费者预期后悔的情境下，电商平台供应链的区块链技术引入决策及其带来的影响，分别构建区块链技术背景下品牌制造商领导、电商平台领导以及制造商与平台合作的决策模型；通过 Stackelberg 博弈理论，求解不同情景下的电商平台供应链决策模型均衡结果，并分析区块链技术对供应链的利润影响；最后，将考虑消费者异质性的利润与考虑消费者预期后悔行为的利润进行对比，进一步研究消费者特征对供应链区块链决策及利润的影响。各章节的具体安排及内容阐述如下：

第一章：绪论。首先介绍本文的研究背景，给出电商平台供应链中仿冒品的

问题所在与研究价值。接着对国内外研究现状进行梳理分析，找出可以深入研究的地方。最后阐述本文的章节内容和主要研究，并指出论文研究、创新之处、研究方法与技术路线。

第二章：基本概念与理论基础。先后阐述区块链技术和电商平台供应链的相关理论，介绍区块链技术在电商平台供应链中的应用。另外，分析消费者特征对电商平台供应链区块链技术引入决策和利润的影响并刻画影响因素，为下文奠定一定的研究基础。

第三章：不同权力结构下考虑消费者异质性的电商平台供应链区块链引入决策。研究由一个品牌制造商、一个平台和一个仿冒者组成的三方供应链，其中制造商销售品牌产品，仿冒者通过平台的在线市场销售山寨产品。考虑消费者的异质性以及不同的权力结构、仿冒品质量以及区块链技术成本等因素，研究在引入和未引入区块链的情况下，品牌产品与仿冒品的价格策略；分析对于不同的区块链投入者、不同的渠道领导者来说最佳的区块链引入决策，探讨不同权力结构对区块链引入决策和供应链各成员利润的影响。

第四章：不同权力结构下考虑消费者预期后悔的电商平台供应链区块链引入决策。考虑区块链技术背景下，研究由一个品牌制造商、一个平台和一个仿冒者组成的三方供应链。其中制造商销售品牌产品，仿冒者通过平台的在线市场销售山寨产品。基于此，分别对品牌制造商领导、电商平台领导以及品牌制造商与电商平台合作下的考虑消费者预期后悔行为的电商平台供应链的区块链引入决策及其影响进行研究。分析三种权力结构下的领导者的最优区块链引入决策以及不同区块链决策对供应链其他成员利润的影响，并研究不同的权力结构以及区块链引入决策对供应链总体利润的影响。

第五章：总结与展望。本章是对上述全部内容的概括和总结。重点说明论文的主要结论和管理启示，同时，给出论文的不足之处和未来拓展的研究方向。

1.3.2 创新点

本文的创新点主要体现在以下两个方面：

第一，目前关于电商平台供应链打击仿冒品以及区块链引入决策的研究中，考虑到消费者特征的文献较少。本文分别研究考虑消费者异质性和考虑消费者预

期后悔行为的不同权力结构下的供应链区块链引入决策,并讨论消费者特征对供应链区块链引入决策的影响,为电商平台供应链各成员的决策提供一定的参考与借鉴。

第二,目前大部分文献都只探讨了单一的某种权力结构下的电商平台供应链区块链技术引入问题,本论文关注的是不同的决策者在不同的权力结构下引入区块链技术的最优决策,包括制造商领导、平台领导或两者合作。此外,本文还探讨了在哪些特定条件下采用区块链会供应链合作伙伴的盈利能力最大化。

1.4 研究方法和技术路线

1.4.1 研究方法

本研究在总结国内外最新研究成果的基础上,运用供应链管理、博弈论、经济学等理论与方法,系统地研究区块链技术背景下电商平台供应链区块链引入决策问题及其对供应链利润的影响,其具体研究方法如下:

(1) 文献综述法

对国内外学者关于再制造供应链定价决策、基于区块链技术的供应链管理以及销售渠道选择的相关研究进行系统的收集整理,总结现有论文的研究重点,发现不足并作为深入研究的方向,寻找解决问题的办法并分析其可行性以确定本文的研究主题。

(2) 比较分析法

针对区块链技术背景下考虑引入决策并打击仿冒品的电商平台供应链决策模型,一方面,通过比较采用与不采用区块链技术两种情况下的产品价格、销量及利润,分析供应链领导者引入区块链技术的决策边界条件;另一方面,通过对比不同权力结构下的区块链技术引入决策以及供应链成员和供应链整体的利润,分析权力结构对供应链决策和利润的影响。考虑消费者预期后悔的电商平台供应链区块链技术引入决策研究的对比分析类似。

(3) 数学建模法

综合运用 Stackelberg 博弈理论、最优化理论、消费者效用理论等相关理论,构建不同电商平台供应链成员博弈模型,并采用逆向归纳法和最优化方法得到供

应链的最优决策。

(4) 数值仿真法

基于相关文献的经验值设定各参数的取值,运用 Matlab, Mathematic 和 Origin 等相关数学分析软件对模型中的变量进行数值仿真,给出并分析不同电商平台供应链决策模型下定价、销量、利润的变化趋势,验证本文结论的正确性和科学性。

1.4.2 技术路线

本文的技术路线图如图 1-1 所示。

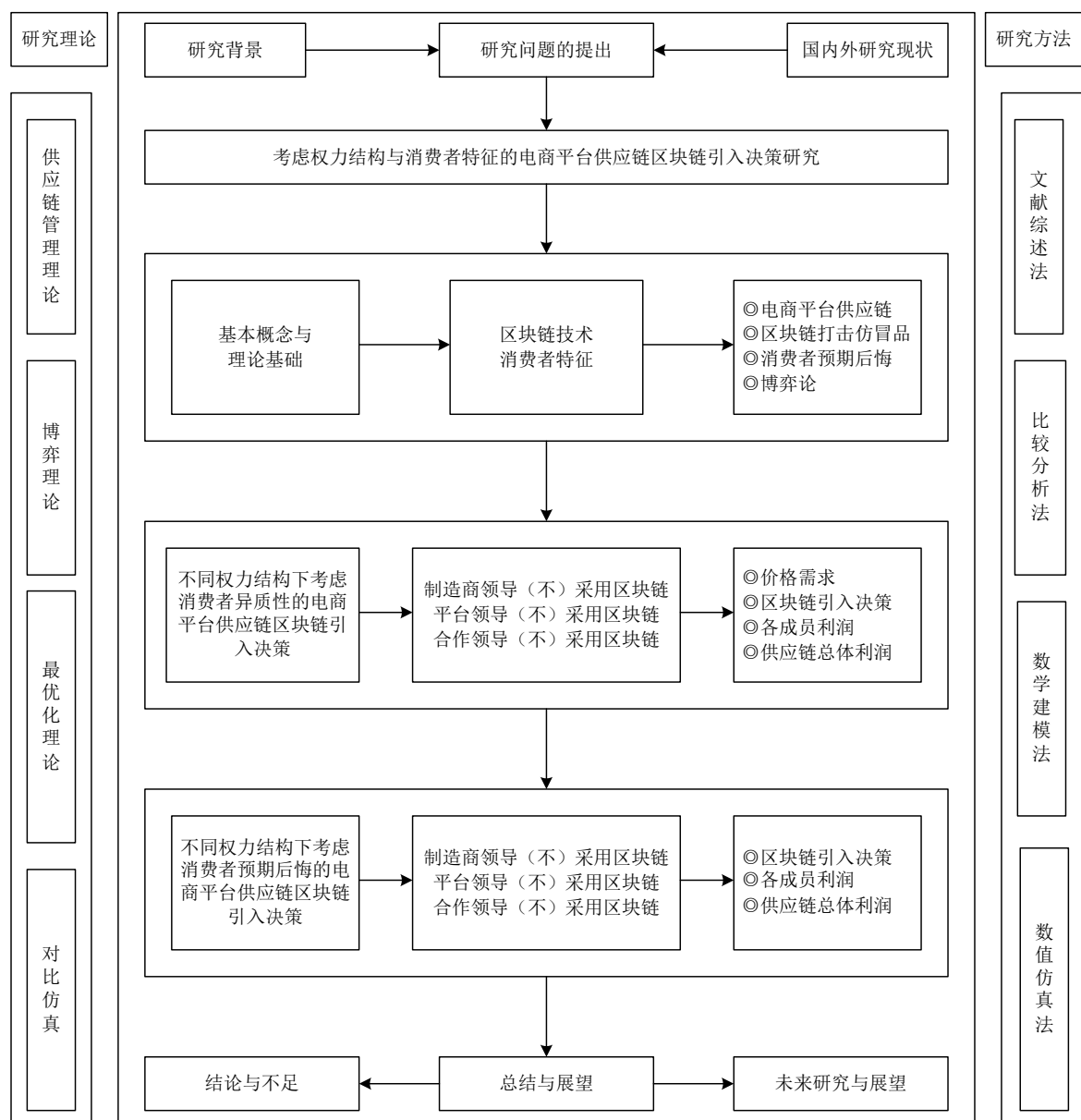


图 1-1 技术路线图

第2章 基本概念与理论基础

2.1 区块链技术相关理论

2.1.1 区块链技术基本概念

区块链起源于2008年，由一位化名“中本聪”（Satoshi Nakamoto）的日本学者发表的奠基性论文《Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system》提出^[50]。区块链技术本质上是一个分布式的账本链，其中每个账本都记录在一个区块中，一旦交易完成，该区块就与前一个区块相链接。此外，在经典的技术框架下，区块链利用非对称加密技术、哈希算法、数字签名技术、共识认证机制和智能合约等多种技术，这使得分类账具有很强的修改抵抗力和可信度^[51]。

区块由区块头与区块体构成，其中区块体的形成需要经过三个步骤，首先所有签名的业务相关数据与认证信息在区块链网络中全网广播；其次，区块链中的所有认证主体验证每一个业务相关数据的真实性并对结果全网广播；最后，认证主体将业务相关数据进行记账，从而形成区块体。区块头包括上一区块区块头哈希值、该区块Merkel树根值、时间戳信息、区块版本号、区块生成机制信息等。因此，一个区块同时包括自己区块业务和之前所有区块业务相关数据和信息。另外，上一区块与下一区块是通过数字时间戳进行顺序连接，多次连接形成区块链。区块链的工作原理如图2-1所示。

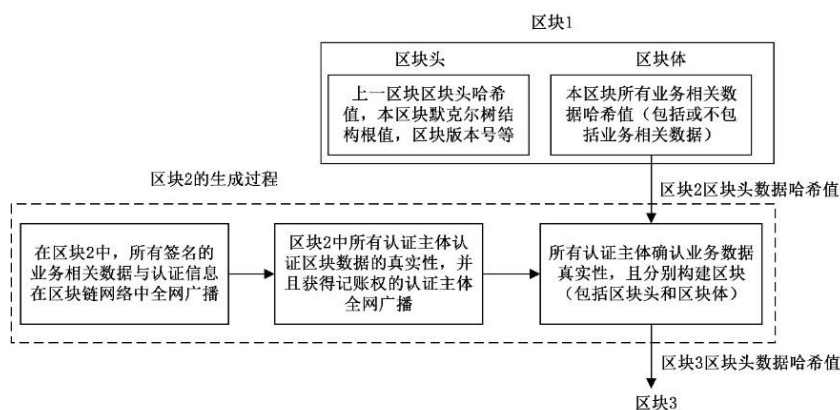


图 2-1 区块链的工作原理

2.1.2 区块链技术在国内外的发展

随着比特币的发展和流通,作为底层技术的区块链技术也逐渐成熟。IBM 区块链发展报告指出,全球 90% 的政府正在投资规划区块链,且一致认为区块链将在金融交易、资产管理、合约管理及法规监管等领域上产生巨大的经济效益^[52]。

(1) 区块链在国内的发展

2016 年 12 月,在国务院颁发的《“十三五”国家信息化规划的通知》中,第一次将区块链技术列入战略性前沿技术^[53]。这标志着我国开始发展和推动区块链技术的应用。2019 年 10 月 24 日,习近平在中央政治局第十八次集体学习时强调:“把区块链作为核心技术自主创新重要突破口,加快推动区块链技术和产业创新发展”^[54]。国务院在 2021 年 3 月发布的《“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要》提出培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算、网络安全等新兴数字产业,提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平^[55]。2022 年 5 月,国务院颁布《扎实稳住经济一揽子政策措施的通知》,鼓励平台企业加快人工智能、云计算、区块链、操作系统、处理器等领域技术研发突破^[56]。为了促进区块链产业的发展,发挥区块链技术的作用和功能,自 2016 年以来,我国陆续发布区块链相关政策数量,涉及范围广泛。

(2) 区块链技术在国外的的发展

在国外,区块链技术收到众多国家的高度关注和认可,其中俄罗斯、英国、美国和德国发展速度相对较快。

2016 年 10 月,俄罗斯央行使用其 Masterchain 区块链系统成功发送了第一笔分布式账本交易。英国政府发布首席科学顾问 Mark Walport 完成的报告《分布式账本技术:超越区块链》并指出去中心化账本技术,在改变公共和私人服务方面有着巨大的潜力。在美国,咨询巨头德勤公司成为区块链行业领军人物,为企业提供了名为 Rubix Core 的区块链应用平台。2019 年 9 月 18 日,德国经济与能源部和财政部联合发布了《德国国家区块链战略》,该战略为基于区块链技术的创新设定框架条件以及有助于实现可持续目标^[57]。2017 年 4 月,日本第二大金融机构瑞穗金融集团的子公司瑞穗银行与日本 IBM 宣布共同开发区块链贸易金融平台。该平台旨在提高供应链和贸易过程的效率。2018 年 4 月下旬,西班牙 BBVA 银行成为第一家在区块链技术上研发出可向大众发行贷款的全球银行。韩

国电子巨头三星集团正致力于使用区块链技术追踪其全球的产品出货情况。

2.2 区块链技术在电商平台供应链中的应用

2.2.1 电商平台供应链基本概念

电商平台供应链是指电商平台（如淘宝、京东、拼多多等）从产品生产端到最终消费者手中产品流转的全过程，涵盖了供应商、平台运营商、物流、仓储、金融等多个环节。其主要目的是通过协调各个环节的资源 and 信息流，确保商品能够高效、低成本、及时地到达消费者手中。

电商平台的供应链结构通常包括以下几个核心环节：

（1）供应商（或生产商）： 供应商是电商平台供应链的起点，负责产品的生产或采购。根据平台的定位，供应商可以是生产商、批发商或代工厂等。供应商直接将商品交给电商平台或者仓储中心。

（2）电商平台： 电商平台是供应链的中枢，负责接收商品信息、管理产品展示、处理消费者订单等。平台通常提供技术支持、支付结算等服务，也需要管理供应商、消费者的关系。

（3）仓储物流： 电商平台或第三方物流公司会在仓储中心进行商品存储、拣货、包装等操作，并确保商品能够快速配送到消费者手中。仓储和物流是确保电商平台运营流畅的关键环节，尤其是快速物流和大数据分析的应用。

（4）配送/物流服务： 配送环节通常包括末端配送（最后一公里），物流公司或电商平台的物流部门负责将商品从仓储中心快速、安全地送到消费者手中。近年来，智能物流技术（如无人机、自动驾驶车辆等）也逐步开始应用。

（5）消费者： 最终的需求方，通过电商平台购买商品。消费者的需求和购物行为影响着整个供应链的设计和运营，电商平台需要通过数据分析来预测需求并优化库存管理。

（6）金融服务： 电商平台还需要为交易提供支付、融资、结算等金融服务，确保资金流的顺畅。支付环节在电商供应链中至关重要，通常由第三方支付公司（如支付宝、微信支付等）提供支持。

（7）售后服务： 包括退换货、客户服务等环节，确保消费者购买商品后的

体验与满意度。这一环节对消费者的忠诚度和电商平台的口碑有直接影响。

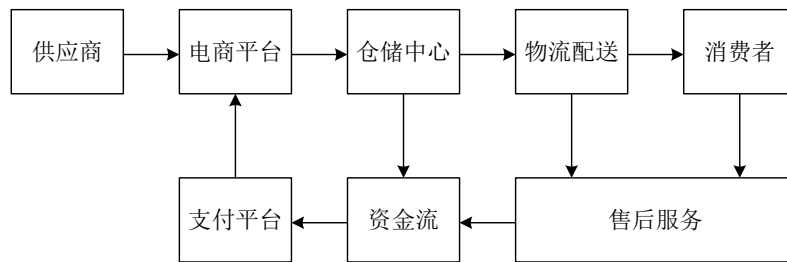


图 2-2 电商平台供应链基本结构图

2.2.2 电商平台供应链中区块链技术的广泛应用

区块链技术在电商平台供应链中的广泛应用，涵盖了多个方面，其核心在于提供透明度、安全性和高效性。以下是区块链技术在电商平台供应链中几种主要应用场景的详细描述：

（1）商品追溯与可视化

区块链的去中心化特性使得每一个交易、每一项商品的信息都可以被记录在链上，创建一个不可更改的记录，从而实现商品的追踪和溯源。追踪商品来源：消费者可以通过扫描产品二维码或条形码，快速获取关于产品来源、生产过程和运输环节的信息，从而更加信任购买的正品。防止假冒伪劣：品牌可以通过区块链验证产品的真实性，消费者可以轻松识别仿冒品，增强了品牌信誉和消费者信任。

（2）智能合约管理

智能合约是区块链上的自动化合约，可以在预设条件满足时自动执行，这在电商供应链中具有重要应用。自动执行交易：在交易条件达成时，系统可以自动完成支付和订单处理，减少人工操作和错误，提高交易效率。动态定价：基于实时市场数据，智能合约能够自动调整价格，为客户提供最佳选择，优化供应链动态响应能力。

（3）供应链金融

区块链可以改善电商平台的供应链金融服务，通过透明的交易记录和数据共享，降低融资风险。信用评估：借助区块链创造成员之间的信任网络，金融服务提供商可以依赖于透明的数据进行信用评估，降低借贷风险。融资效率提升：中

小企业可以快速获取资金支持，缩短融资周期，提高资金周转效率。

（4）提高数据安全性与隐私保护

区块链的加密技术确保数据在存储和传输过程中的安全性。防止数据篡改：交易记录一旦写入链中后，便无法被更改，提供有效的数据保护。脱敏数据共享：在保护个人隐私的前提下，允许授权方进行数据共享，从而在保证消费者隐私的同时促进商业发展。

（5）改善库存管理

通过区块链技术，电商平台可以实时获取库存信息，从而优化库存管理。实时库存监控：各方可以实时查看库存状态，及时调整生产和采购策略，降低库存成本。预测需求：基于历史区块链数据，系统可以对未来的市场需求进行更精准的预测，提高供应链的反应能力。

（6）增强信任与透明度

区块链技术消除了供应链中各方之间的信任壁垒，促进了信息透明化。信息对称：所有参与方都可以访问同一份交易记录，减少信息不对称现象，降低交易纠纷的发生率。品牌声誉管理：品牌能够以透明的信息向消费者表明其责任和道德标准，从而增强品牌声誉。

（7）跨境交易与支付

区块链技术还大幅简化了跨境交易的复杂性。快速结算：区块链技术能实现几乎即时的结算，减少了跨境交易中的时间和费用。降低汇率风险：通过加密货币支付，电商平台可以减少对传统汇率的依赖，降低汇率波动带来的风险。

（8）合规与审计

在电商领域，合规是至关重要的，区块链技术可以为合规提供便利。可靠的审计跟踪：通过区块链记录的所有交易都有完整的历史记录，这使得审计工作变得更加高效和透明。合规报告生成：自动生成合规报告，减少企业对于繁琐合规过程的投入。

2.2.3 区块链技术在电商平台供应链中打击假冒伪劣的应用

区块链技术在电商平台供应链中打击仿冒品的应用越来越广泛，许多企业和平台通过采用这一技术来提升商品的真实性和透明性。首先，区块链技术的核心

特性如去中心化和不可篡改性,使得品牌能够在供应链的各个环节记录产品信息,从生产到流通的每一步都可以被追踪。这一过程确保了所有参与者(包括制造商、批发商、零售商和消费者)能够共用同一份真实的数据,从而大大减少了仿冒行为的发生。例如,沃尔玛在其供应链中实施区块链技术,以追溯其农产品的源头。当消费者扫描产品上的二维码时,可以看到详细的生产和运输记录,包括农场的位置和收货时间^[58]。这种透明度令消费者能够轻松识别出真假产品,增强了对品牌的信任,减少了仿冒品的市场空间。

其次,区块链技术支持智能合约的应用,这为电商平台提供了一种自动化的解决方案。智能合约可以根据预设的条款自动执行交易,例如在产品验证完成后自动释放付款。这样的机制可以大大减少交易过程中的人为干预和潜在的风险。Everledger 是一个专注于奢侈品行业的区块链平台,通过智能合约确保每一件艺术品或奢侈品的来源都有据可查。其平台上的每一笔交易都被记录在区块链中,一旦有人试图出售伪造品,智能合约将会自动触发风险控制措施,阻止交易的发生,守护了市场的公平性^[59]。

2.3 消费者特征对供应链的影响

2.3.1 消费者异质性

消费者异质性是指不同消费者在偏好、需求、行为、收入水平、文化背景和购买能力等方面存在的差异。这种异质性使得市场上的消费者并不是一个单一的群体,而是由多种不同类型的消费者组成。

消费者异质性的因素主要包括:

(1) 偏好差异:消费者对产品特征、品牌、价格等的偏好各不相同。例如,有些消费者可能偏爱环保产品,而另一些消费者可能更关注产品的价格。

(2) 需求差异:由于生活阶段、家庭结构和个人兴趣等因素的不同,消费者对同类产品的需求量和需求时机可能会有所不同。

(3) 收入差异:消费者的收入水平直接影响其购买能力和消费行为。高收入者可能更倾向于购买奢侈品,而低收入者则更关注基本生活用品。

(4) 文化和社会背景:文化、价值观和社会环境的不同也会导致消费者的

行为差异。例如，不同地区的消费者可能会对某些产品有不同的接受程度。

(5) 行为差异：消费者的购买方式、品牌忠诚度以及对促销活动的反应等也可能因个体差异而有所不同。

了解消费者异质性对于企业的市场定位、产品开发、营销策略等都具有重要的意义。公司可以通过细分市场，根据不同消费者群体的需求和特点，制定更有效的营销策略，从而提高客户满意度和市场竞争力。

2.3.2 消费者预期后悔行为

消费者预期后悔行为是指消费者在购买决策过程中，对未选择的替代品可能产生的后悔情绪和心理预期^[60]。这种行为通常基于对未来结果的不确定性以及对决策后果的反思和预判。当消费者面对多种选择时，他们可能担心所选择的产品或服务在质量、功能、价格等方面不如未选择的替代品，进而产生后悔的情绪^[61]。这种情绪不仅影响消费者的满意度，也可能影响其未来的购买决策和品牌忠诚度。

预期后悔的产生通常与几个因素有关。首先，个人的风险偏好和决策环境会影响消费者的选择行为。在高风险或高度不确定的情况下，消费者往往更加容易产生预期后悔。此外，选择的复杂性也是一个关键因素。当产品种类繁多且差异明显时，消费者可能会在做出最终决策后，频繁回忆和比较未选择的替代品，进一步加深后悔的感觉。另一方面，消费者的情感和心理状态也会影响其对选择的满意度和后悔感。例如，在购买高价商品时，消费者可能会更加强烈地体验到预期后悔，因为金钱的投入让人更加关注选择的正确性^[62]。

此外，预期后悔行为在电商平台中的影响尤为显著。在网上购物中，由于信息的非对称性和选择的丰富性，消费者可能会在购买前进行大量的比较和评估。此时，他们更容易对不同产品之间的差异产生深刻的认知和情感体验。一旦购买决策作出，若选择的产品未能达到预期的标准，消费者可能会在心理上产生强烈的后悔感^[63]。例如，购买高价正品后感到其效果并不比便宜的仿冒品好，或者在购买便宜仿冒品后，意识到其质量低劣且存在风险，这些情景都可能引发预期后悔，影响消费者对品牌的信任和未来的购买决策。

第3章 不同权力结构下考虑消费者异质性的电商平台供应链区块链引入决策

从电商平台购物已成为大众日常生活中必不可少的一部分^[64]，其交易量在过去十年中呈爆炸式增长。在实践中，由于网络零售的繁荣和便捷，越来越多的企业和个人选择通过网络平台进行交易，如美国的亚马逊、中国的天猫和京东^[65]。然而，由于非接触式的在线交易，消费者越来越难以判断产品的真实质量，从而分辨出品牌产品和仿冒品。因此，网络平台也在不知不觉中成为了假冒伪劣产品的温床。在中国，中国消费者协会的一项调查显示，电商平台上销售的近 40% 的产品是劣质仿冒品^[3]。

由于市场信息不对称和消费者教育程度的差异，导致消费者在购买决策过程中判断能力和对产品信任度的不同。基于对市场上产品不同的反应与判断，消费者可以被划分为新手消费者和专家消费者两类^[41]。新手消费者通常对产品知识了解有限，缺乏判断真伪的能力，因此容易受到假冒品的误导；他们往往重视价格和外观，容易被虚假宣传所吸引。相对而言，专家消费者具备较强的识别能力，能够凭借丰富的产品知识和经验有效区分真伪，他们可能更关注产品的品牌声誉、消费者评价以及第三方认证。消费者异质性与市场上仿冒品的渗透很大程度上影响着供应链的决策和利润，相关方面的研究显得尤为重要。

不少企业在打击网络仿冒品方面做了许多尝试。例如，购物平台得物设立了热线电话，供消费者在得物上购物时发现仿冒品时揭露。此外，大多数公司将零售价视为质量信号，并收取较高的零售价，以区分其品牌产品与平台上销售的仿冒品。鉴于企业为打击假冒伪劣产品所做的努力，网络假冒伪劣产品的情况会有所缓解，但这也可能带来新的挑战。例如，当品牌制造商为其正品设定较高价格时仿冒者可能会效仿，提高仿冒产品的价格。这种做法最终会损害品牌制造商的声誉，也会对消费者产生负面影响。

区块链技术作为一种去中心化、防篡改的账本，它的出现提供了一种透明、安全的数据记录方法，已被证明是在工业实践中打击假冒伪劣的一种非常有效的

方法。例如，沃尔玛在其供应链中实施区块链技术，以追溯其农产品的源头。当消费者扫描产品上的二维码时，可以看到详细的生产和运输记录，包括农场的位置和收货时间^[58]。一些知名品牌也在利用区块链技术投入大量资源打击假冒伪劣产品。例如，Everledger 是一个专注于奢侈品行业的区块链平台，通过智能合约确保每一件艺术品或奢侈品的来源都有据可查。其平台上的每一笔交易都被记录在区块链中，一旦有人试图出售伪造品，智能合约将会自动触发风险控制措施，阻止交易的发生，守护了市场的公平性^[59]。此外，几大平台也在与品牌制造商合作，采用区块链技术。2017 年，天猫与中国知名白酒品牌茅台签署战略合作协议，共同推出名为蚂蚁金服区块链的区块链系统，为茅台的涉案产品提供正品溯源服务^[8]。而应该由谁在电商平台中引入区块链技术以及其根本原因尚不清楚。

尽管在产业实践中提到的区块链投入者各不相同，但我们注意到，这些区块链投入者始终是电商平台供应链中的领导者。一方面，引入区块链需要一些技术、资金和信息等方面的先决条件。另一方面，供应链的领导者将对其同行拥有更多的权力，从而在定价决策和利润分配方面占据主导优势。因此，以电商供应链为例，研究供应链领导者对区块链引入的影响是值得的^{[9][10]}。鉴于上述原因，本章认为投入者和供应链领导者与该电商平台供应链始终保持一致。

依托上述产业实践，本章研究了由一个品牌制造商、一个平台和一个仿冒者组成的三方供应链，其中制造商零售品牌产品，仿冒者通过平台的在线市场销售山寨产品。为打击假冒行为，本章旨在研究何时、何人应引入区块链，并探讨其对供应链成员的影响。本章尤其要解决以下研究问题：

- (1) 分别针对引入和未引入区块链两种情景，品牌产品如何与仿冒品竞争？
- (2) 针对不同的区块链投入者和渠道权力结构，如何制定最优的区块链引入决策？
- (3) 渠道权力结构如何影响区块链引入决策和供应链成员利润？

3.1 问题描述与相关假设

3.1.1 问题描述

本章考虑一个由品牌制造商、仿冒者和电商平台组成的在线市场，仿冒者仿造品牌产品，并将它包装成正品销售给消费者。由于在技术和生产方面的差异，

仿冒品的质量通常要低于品牌产品，则有 $q_c < q_b$ ，其中， q_c 和 q_b 分别表示仿冒品和品牌产品的质量。为计算方便，令 $q_b = 1$ 和 $q_c = q < 1$ 。为不失一般性，本章将两种产品的成本标准化为 0。

不同消费者对产品质量的感知能力有所差异。据此，消费者可以分为专家消费者和新手消费者两类。专家消费者能够精准识别产品的质量进而区分品牌产品或仿冒品；新手消费者不能识别产品的质量故而无法区分品牌产品与仿冒品。因此，对于专家消费者，他们的感知质量与真实质量相同，而对于新手消费者，其感知质量与产品真实质量有所差异。令 $\beta = \gamma + (1 - \gamma)q$ 表示新手消费者的感知质量，其中 $0 < \gamma < 1$ 为新手消费者对产品是正品的概率的先验信念。本章假设新手消费者的占比为 λ ，则专家消费者的占比为 $1 - \lambda$ 。

由于区块链技术具有不可篡改性、可追溯性和透明性等良好特性，一些知名企业积极采用区块链技术来披露产品质量信息。例如全球知名奢侈品牌路易斯威登通过旗下 Aura 区块链平台为其产品提供防伪验证和溯源服务。中国头部电商平台京东通过与农产品供应商的合作方式，采用区块链技术来提高农产品供应链的透明度和质量管控。在产品使用区块链技术披露质量信息后，新手消费者也能轻易区分出品牌产品与仿冒品。因此，在采用区块链技术时，市场所有的消费者都为专家消费者。区块链技术需要对每一个品牌产品进行贴码、标签，本章主要考虑引入区块链技术的变动成本为 δ 。

本章采用效用函数来刻画消费者需求。消费者对产品单位质量的支付意愿为 v ， v 在 $[0, 1]$ 上均匀分布。消费者购买产品的效用与其感知的产品质量、支付意愿以及产品价格有关。接下来，本章分别从不采用区块链技术和采用区块链技术两种情境来刻画消费者需求。

当不采用区块链技术时，新手消费者无法区分正品和仿冒品，此时其购买产品时的效用为 $U_{in}^N = v\beta - p_i$ 。参考 Shen 等（2021），仿冒者一般制定较低价格和品牌商竞争，即 $p_c < p_b$ 。因此，新手消费者购买品牌产品和仿冒品的效用分别为 $U_{cn}^N = v\beta - p_c$ 和 $U_{bn}^N = v\beta - p_b$ 。而实际上新手消费者在这种情况下只会选择购买仿冒品因为 $U_{cn}^N > U_{bn}^N$ 。所以，新手消费者对仿冒品的需求可以表达为

$D_{cn}^N = \lambda \int_{U_c^N > 0} dv = \lambda (1 - \frac{p_c}{\gamma + (1-\gamma)q})$, 其中 λ 是市场中新手消费者的占比。此外, 新手消费者对品牌产品的需求为 $D_{bn}^N = 0$ 。对于专家消费者来说, 他们能够区分正品和仿冒品, 并且可以通过最大化其效用来独立选择购买哪种产品。专家消费者购买品牌产品和仿冒品的效用分别为 $U_{be}^B = vq_b - p_b$ 和 $U_{ce}^B = vq_c - p_c$ 。因此, 专家消费者对品牌产品和仿冒品的需求分别为 $D_{be}^N = (1-\lambda) \int_{U_{be}^N > 0, U_{be}^N > U_{ce}^N} dv = (1-\lambda)(1 - \frac{p_b - p_c}{1-q})$ 和 $D_{ce}^N = (1-\lambda) \int_{U_{ce}^N > 0, U_{ce}^N > U_{be}^N} dv = (1-\lambda)(\frac{p_b - p_c}{1-q} - \frac{p_c}{q})$ 。综上所述, 仿冒品的需求同时来自专家消费者和新手消费者, 而品牌产品的需求则完全来自专家消费者, 总结如下:

$$D_c^N = D_{cn}^N + D_{ce}^N = \lambda (1 - \frac{p_c}{(1-\gamma)q + \gamma}) + (1-\lambda)(\frac{p_b - p_c}{1-q} - \frac{p_c}{q}), \quad (3-1)$$

$$D_b^N = D_{bn}^N + D_{be}^N = (1-\lambda)(1 - \frac{p_b - p_c}{1-q})。 \quad (3-2)$$

当采用区块链技术时, 市场上所有的消费者都能正确区分正品和仿制品, 此时, 消费者购买正品和仿冒品的效用分别为: $U_b^B = vq_b - p_b$ 和 $U_c^B = vq_c - p_c$ 。同理, 易得品牌产品和仿冒品的需求如下:

$$D_c^B = \int_{U_c^N > 0, U_c^N > U_b^N} dv = \frac{p_b - p_c}{1-q} - \frac{p_c}{q}, \quad (3-3)$$

$$D_b^B = \int_{U_b^N > 0, U_b^N > U_c^N} dv = 1 - \frac{p_b - p_c}{1-q}。 \quad (3-4)$$

在现实中, 供应链中的领导者通常会主动引入区块链技术来披露产品质量。具体来说, 本章考虑了三种不同的渠道领导方式, 即品牌制造商引入区块链并领导供应链、平台引入区块链并领导供应链、平台与品牌制造商合作引入区块链并领导供应链。根据是否引入区块链以及由谁引入区块链, 图 3-1 直观地描述了几种情况。

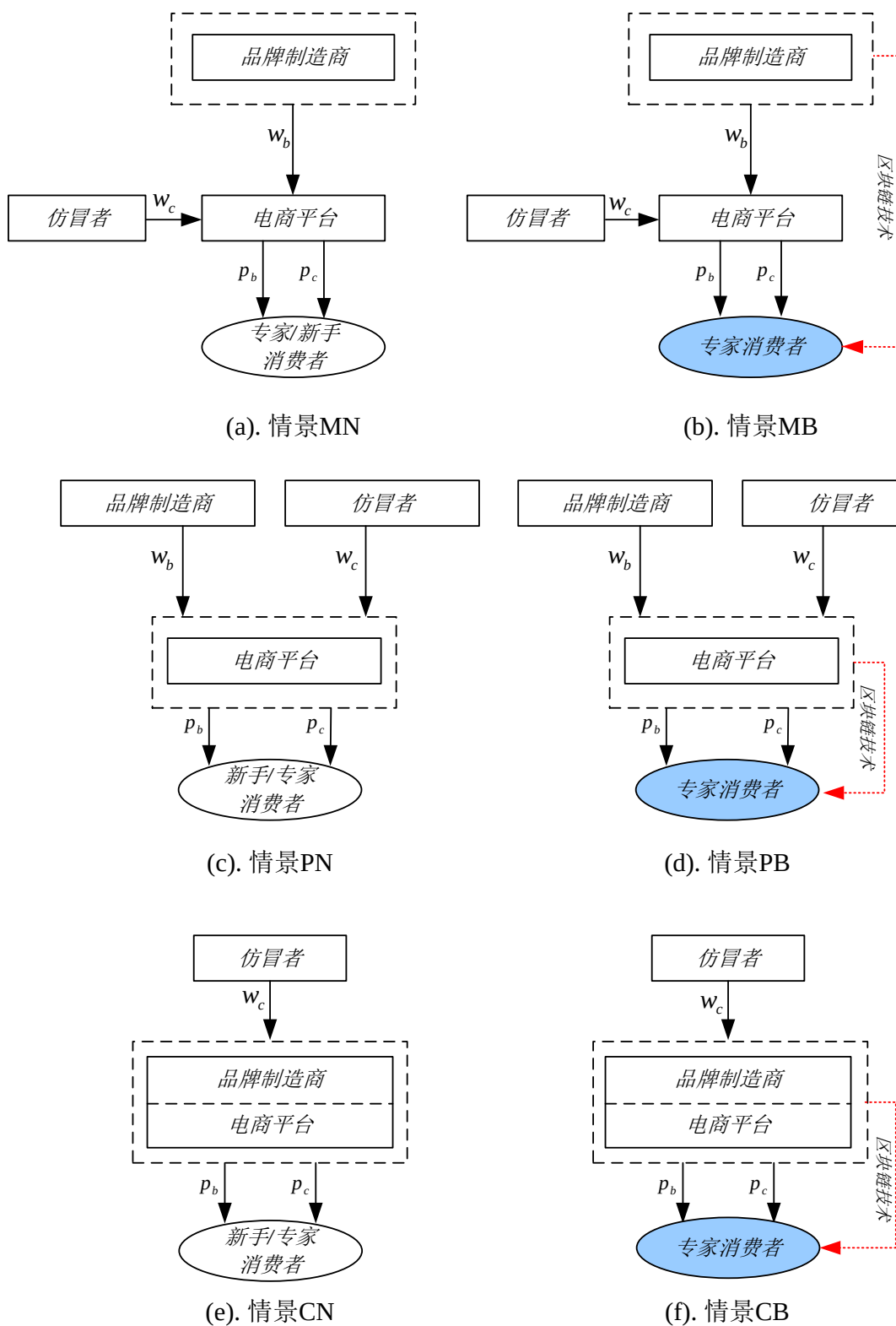


图 3-1 不同权力结构下的区块链引入情景

3.1.2 相关假设

本章主要符号见表 3-1.

表 3-1 第三章主要符号及说明

上/下标	
$(\bullet)_i$	下标 i 表示参与者且 $i \in \{b, c, p\}$, 其中 b 表示品牌制造商, c 表示仿冒者, p 表示电商平台。
$(\bullet)^{jk}$	上标 j 表示渠道权力结构, $j \in \{M, P, C\}$, 其中 M 表示品牌制造商领导, P 表示电商平台领导, C 表示制造商与平台合作; 上标 k 表示区块链引入决策且 $j \in \{B, N\}$, 其中 B 表示引入区块链的情况, N 表示未引入区块链的情况。
参数	
β	新手消费者的感知质量且 $\beta = \gamma + (1 - \gamma)q$ 。
γ	消费者的正品先验概率。
λ	新手消费者的占比, $S = 1 - \lambda$ 表示专家消费者的占比。
v	消费者对单位产品的支付意愿。
δ	引入区块链的可变成本。
q_i	制造商 i 所生产产品的质量。
函数	
U_{ih}	消费者 h 购买制造商 i 所生产产品的效用且 $h \in \{n, e\}$, 其中 n 表示新手消费者, e 表示专家消费者。
π_i^{jk}	供应链成员 i 在情景 jk 下的利润。
决策变量	
p_i	制造商 i 所生产产品的零售价格。

w_i 制造商*i*所生产产品的批发价格。

3.2 模型建立

在不采用区块链技术的条件下，品牌制造商通过销售品牌产品获得利润，仿冒者的利润来自销售仿冒品，而平台则可以通过销售两者获得利润。品牌制造商、仿冒者以及电商平台的利润函数分别如下：

$$\pi_c^N = w_c^N D_c^N, \quad (3-5)$$

$$\pi_p^N = (p_b^N - w_b^N) D_b^N + (p_c^N - w_c^N) D_c^N, \quad (3-6)$$

$$\pi_b^N = w_b^N D_b^N. \quad (3-7)$$

在采用区块链技术的条件下，品牌制造商公开了品牌产品的质量，并承担引入区块链技术的相关成本。因此，品牌制造商、仿冒者和电商平台的利润函数如下：

$$\pi_c^B = w_c^B D_c^B, \quad (3-8)$$

$$\pi_p^B = (p_b^B - w_b^B) D_b^B + (p_c^B - w_c^B) D_c^B, \quad (3-9)$$

$$\pi_b^B = (w_b^B - \delta) D_b^B. \quad (3-10)$$

3.3 品牌制造商为领导者的供应链区块链决策

本章考虑一个平台供应链，其中品牌制造商充当 Stackelberg 领导者，平台充当次领导者，仿冒者充当跟随者。在这种情况下，品牌制造商根据盈利能力自主决定是否引入区块链技术。无论是否引入区块链技术，供应链的博弈序列如下。首先，品牌制造商设定品牌产品的批发价格，其次，电商平台同时设定品牌产品和仿冒品的零售价格，最后，仿冒者设定仿冒品的批发价格。记为情景 **M**。

3.3.1 模型求解

采用逆向归纳法，得出了无区块链技术情况下（记为情景 **MN**）和有区块链技术情况下（记为情景 **MB**）的供应链均衡决策，分别如引理 3.1 和引理 3.2 所示。

引理 3.1：在不引入区块链技术的情景 **MN** 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{MN} = \frac{(1-q)(q(\gamma(2-3\lambda)-2)-2\gamma S+q^2(1+\gamma)\lambda)}{2(q^2(1-\gamma S+\lambda)-q(3\gamma S+2)-2\gamma S)}, \quad (3-11)$$

$$w_c^{MN} = \frac{(q-1)q\beta(q^2\lambda(3-\gamma S+\lambda)+2\gamma(\lambda^2-1)+q(\gamma S(2+3\lambda)-2(1+\lambda)))}{8(q^2(1-\gamma S+\lambda)-2\gamma S-q(2-3\gamma S))(\lambda(q^2-q+\beta)-\beta)}, \quad (3-12)$$

$$p_b^{MN} = \frac{1}{4} \left(3 + q \left(\frac{2\beta}{\beta+(q-1)\gamma\lambda} + \frac{(q-1)\beta}{q^2(1-\gamma S+\lambda)-q(2-3\gamma S)-2\gamma S} - 3 \right) \right), \quad (3-13)$$

$$p_c^{MN} = \frac{1}{2} \left(\frac{q\beta}{\beta+(q-1)\gamma\lambda} - \frac{(1-q)q\beta(q^2\lambda(3-\gamma S+\lambda)+2\gamma(\lambda^2-1)+q(\gamma S(2+3\lambda)-2(1+\lambda)))}{4(q^2(1-\gamma S+\lambda)-q(2-3\gamma S)-2\gamma S)(\lambda(q^2-q+\beta)-\beta)} \right), \quad (3-14)$$

引理 3.2: 在制造商引入区块链技术的情景 MB 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{MB} = \frac{2q-2\delta+q\delta-2}{2(q-2)}, \quad (3-15)$$

$$w_c^{MB} = \frac{q(q(2+\delta)-2(1+\delta))}{8(q-2)}, \quad (3-16)$$

$$p_b^{MB} = \frac{q(4+\delta)-2(3+\delta)}{4(q-2)}, \quad (3-17)$$

$$p_c^{MB} = \frac{q(q(6+\delta)-2(5+\delta))}{8(q-2)}. \quad (3-18)$$

3.3.2 比较分析

通过比较情景 MN 和情景 MB 中的均衡决策，可以得出命题 3.1：

命题 3.1: 引入区块链技术对价格和需求的影响：

- (a). $\begin{cases} \delta \leq \delta_1, p_b^{MN} \geq p_b^{MB} \\ \delta > \delta_1, p_b^{MN} < p_b^{MB} \end{cases}$ 和 $\begin{cases} \delta \leq \delta_2, D_b^{MN} \leq D_b^{MB} \\ \delta > \delta_2, D_b^{MN} > D_b^{MB} \end{cases}$;
- (b). $\begin{cases} \delta \leq \delta_3, p_c^{MN} \geq p_c^{MB} \\ \delta > \delta_3, p_c^{MN} < p_c^{MB} \end{cases}$ 和 $\begin{cases} \delta \leq \delta_4, D_c^{MN} \geq D_c^{MB} \\ \delta > \delta_4, D_c^{MN} < D_c^{MB} \end{cases}$.

从命题 3.1 (a) 可以看出，引入区块链技术后，品牌产品的价格和需求会随着区块链技术成本的变化而呈现不同的形态。可以理解的是，成本越高，品牌产品的零售价格就越高，需求量就越少。有趣的是，我们发现，当区块链技术的成本相对较低时，供应链在引入区块链技术的情况下，会为品牌产品设定较低的零售价，同时需求也会增加。究其原因，有了区块链技术，所有消费者都能准确识

别两种产品，自然会导致需求从仿冒品转向品牌产品，而需求提升带来的利润增长超过了价格降低造成的利润损失。

反直觉的是，仿冒品的零售价和需求量会因引入区块链技术而发生同向变化，即较低（或较高）的区块链技术成本会同时降低（或提高）仿冒品的价格和成本，如命题 3.1(b)所示。其原因在于，采用了区块链技术，所有消费者都是鉴别产品质量的专家，仿冒品纯粹通过降低价格与品牌产品竞争。特别是当成本很低时，仿冒品和品牌产品都会降低零售价格，仿冒品的价格优势并不明显。在这种情况下，较低的零售价不会增加产品需求。当成本很高时，品牌产品会在需求减少的情况下大幅提高零售价，这就为仿冒品提供了价格竞争优势。在这种情况下，较高的零售价也会为仿冒品带来更多的产品。

为了形象地描述命题 3.1，下面运用数值分析来说明区块链技术成本（ δ ）和仿冒品的质量（ q ）如何影响有区块链技术和无区块链技术的价格和成本。相关参数设置如下：新手消费者占比 $\lambda = 0.5$ 、新手消费者对正品的先验信念 $\gamma = 0.5$ 。

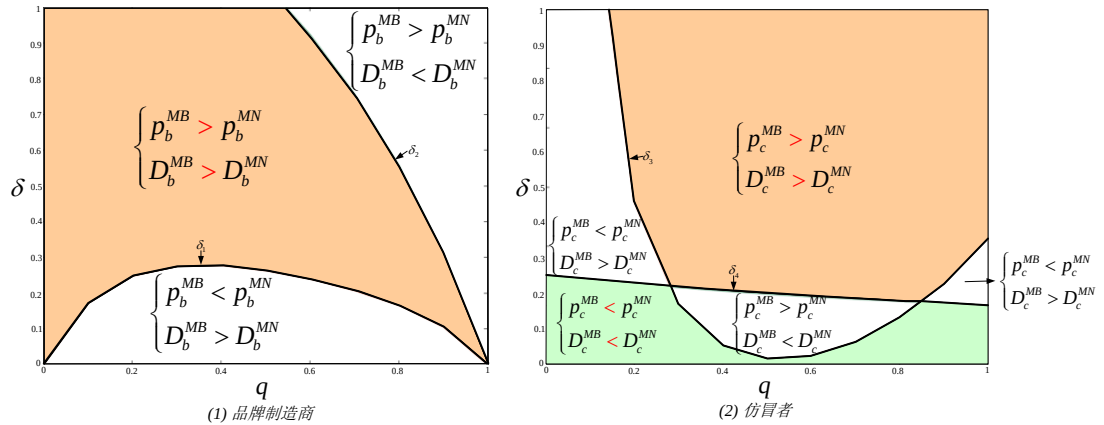


图 3-2 情景 MN 和 MB 下 δ 和 q 对产品价格和需求的影响

由图 3-2 可以看出，在一定条件下，品牌产品和仿冒品在两种情景下的定价和需求模式相同，即随着区块链技术的引入，价格和需求量会同时增加或减少。就品牌产品而言，在当前参数设置下，当 δ 满足 $\delta_1 \leq \delta \leq \delta_2$ 时，与情景 MN 相比，情景 MB 下的价格更高，需求量也更大(见图 3-2(1)中的黄色区域)。对于仿冒品，当 δ 相对较低满足 $\delta < \min(\delta_3, \delta_4)$ 时(见图 3-2(2)中的绿色区域)，引入区块链技术会降低其价格和成本，而当 δ 相对较高满足 $\delta > \max(\delta_3, \delta_4)$ 时，引入区块链技术会

增加其价格和需求(见图 3-2(2)中的黄色区域)。

接下来,我们将研究采用区块链技术时 δ 和 q 如何影响产品价格和需求,如命题 3.2 所示。

命题 3.2: 情景 MB 中 δ 和 q 对价格和需求的影响如表 3-2 所示。

表 1-2 情景 MB 下 δ 和 q 对价格和需求的影响

	w_b^{MB}	w_c^{MB}	p_b^{MB}	p_c^{MB}	D_b^{MB}	D_c^{MB}
δ	↑	↑	↑	↑	↓	↑
q	↓	↑↓	↓	↑	↓	↑

如表 3-2 所示,在情景 MB 中,区块链技术成本的增加将提高品牌产品和仿冒品的批发价和零售价。然而,仿冒品的质量对定价策略的影响更为复杂,这主要取决于产品类型。具体来说,品牌产品的批发价和零售价都会随着仿冒品质量的提高而单调下降。就仿冒品而言,仿冒品质量越高,仿冒品的零售价显然就越高,而仿冒品质量越高,仿冒品的批发价就会先升 ($0 < q \leq 2 - \sqrt{2}$) 后降 ($2 - \sqrt{2} < q < 1$)。就两种产品的需求而言,很容易理解的是,区块链技术成本或仿冒品质量的增加会降低品牌产品的需求,但会增加仿冒品需求。

值得注意的是,通过比较相关的零售价格和需求,我们发现两种产品的零售价格和需求会随着区块链引入成本或仿冒品质量的变化而同时增加或减少。具体而言,区块链引入成本的增加会提高仿冒品的零售价格和需求。就仿冒品质量而言,它将同时降低品牌产品的零售价格和需求,但是,仿冒品的零售价和需求会增加。综合命题 3.1 和命题 3.2,可以得出一个有趣的结果,即无论是否引入区块链,价格越高并不总会导致品牌产品和仿冒品需求减少。这一结果清楚地表明了引入区块链和未引入区块链的情况下,品牌产品和仿冒品之间的竞争情况,从而为现有的打假文献做出了贡献^[41,69]。

接下来,我们研究制造商的最优区块链技术投入决策及其对电商平台和仿冒者的影响,分别如命题 3.3 和命题 3.4 所示。

命题 3.3: 制造商的最优区块链引入决策主要取决于仿冒品质量和区块链引入成本:

(a)当 $q < q_1$ 时,如果 $\delta \leq \delta_5$, 则 $\pi_b^{MB} \geq \pi_b^{MN}$, 如果 $\delta > \delta_5$, 则 $\pi_b^{MB} < \pi_b^{MN}$;

(b) 当 $q \geq q_1$ 时, $\pi_b^{MN} \geq \pi_b^{MB}$ 。

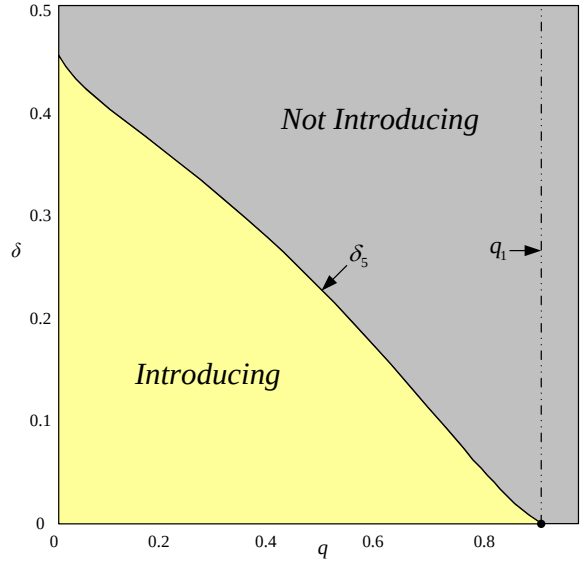


图 3-3 品牌制造商区块链引入决策

命题 3.3 清楚地表明, 仿冒品质量和区块链技术成本是决定品牌制造商区块链技术投入决策的关键因素。首先, 当仿冒品质量相对较高时 (例如图 3-3 所示的 $q \geq 0.91$), 引入区块链技术对品牌制造商来说总是无利可图。这背后的原因是, 较高的仿冒品质量会同时降低品牌产品的价格和需求 (见命题 3.2)。其次, 当仿冒品质量相对较低时, 品牌制造商会采用引入成本较低的区块链技术 (如图 3-3 中的黄色区域), 而不会采用引入成本较高的区块链技术 (见图 3-3 中的灰色区域)。

命题 3.4: 区块链引入对平台和仿冒者利润的影响主要取决于仿冒品质量和区块链引入的成本:

(1) 电商平台

(a) 当 $q < q_2$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_6$, 则 $\pi_p^{MB} \geq \pi_p^{MN}$, 如果 $\delta > \delta_6$ 时, $\pi_p^{MB} < \pi_p^{MN}$;

(b) 当 $q \geq q_2$ 时, $\pi_p^{MB} \geq \pi_p^{MN}$ 。

(2) 仿冒者

(a) 当 $q \leq q_3$ 时, $\pi_c^{MN} \geq \pi_c^{MB}$;

(b) 当 $q > q_3$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_7$, 则 $\pi_c^{MN} \geq \pi_c^{MB}$, 如果 $\delta > \delta_7$, 则 $\pi_c^{MB} > \pi_c^{MN}$ 。

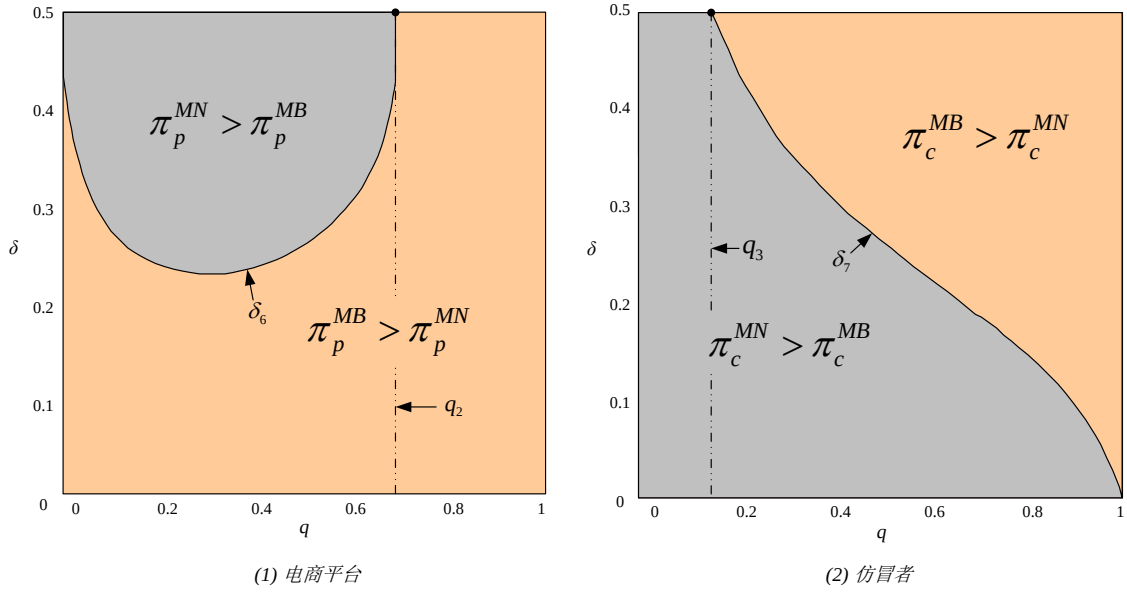


图 3-4 情景 MB 和情景 MN 下电商平台和仿冒者的利润比较

命题 3.4 揭示了区块链技术的引入如何影响平台供应链中其他个体的利润。一般来说，与品牌制造商相比，平台和仿冒者在采用区块链技术时会形成不同的盈利模式。对于平台来说，仿冒品质量越高，对平台越有利，而对品牌制造商则越不利（见命题 3.3）。至于仿冒者，如果仿冒品质量较高或引入区块链技术的成本较高，仿冒者将从引入区块链技术中获益更多，这与品牌制造商完全不同（见命题 3.3）。

3.3.3 供应链总体利润分析

通过总结命题 3.3 和命题 3.4，区块链技术投入者和其他个体的两个关键决定因素（即仿冒品质量和区块链技术投入成本）的阈值大体不同。例如，较低的仿冒品质量会促使品牌制造商引入区块链技术，但较高的仿冒质量则会使平台和仿冒者受益。为了进一步研究引入区块链技术能使尽可能多的参与者受益的市场条件，推论 3.1 因此成立。

推论 3.1: 通过整合情景 MB 和情景 MN 中所有成员在引入区块链和未引入区块链情况下的利润，得出以下推论：

（1）当 $\delta < \min(\delta_5, \delta_6)$ 时，引入区块链技术会使制造商和平台同时受益而仿冒者利润受损；

(2) 当 $\delta_7 < \delta < \delta_6$ 时, 引入区块链技术会使仿冒者和平台同时受益而制造商利润受损;

(3) 当 $\delta_6 < \delta < \delta_5$ 时, 引入区块链技术会使制造商受益而平台和仿冒者利润同时受损;

(4) 当 $\delta_5 < \delta < \min(\delta_6, \delta_7)$ 时, 引入区块链技术会使平台受益而制造商和仿冒者利润同时受损;

(5) 当 $\delta > \max(\delta_6, \delta_7)$ 时, 引入区块链技术会使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损;

(6) 当 $\max(\delta_5, \delta_6) < \delta < \delta_7$ 时, 引入区块链技术会使三方成员利润同时受损。

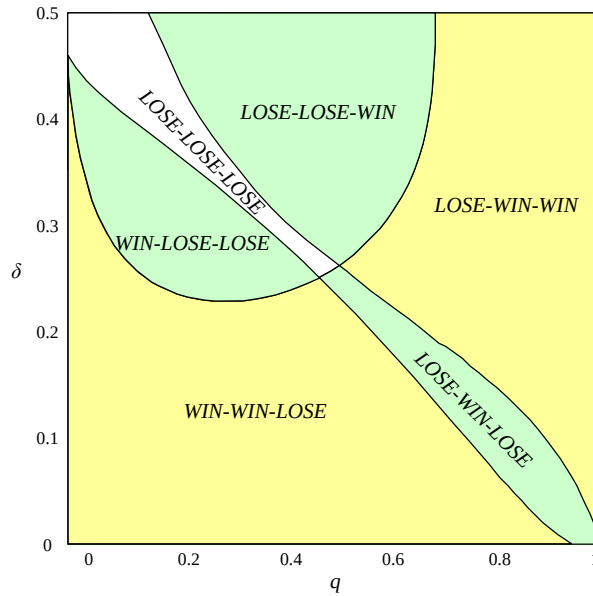


图 3-5 情景 MB 和情景 MN 下所有成员的综合利润对比

这里用 WIN 和 LOSE 表示区块链技术引入给三个个体带来的利润盈余和利润损失, 然后组成一个三项式短语, 如图 3-5 所示, 其中第一项为制造商, 第二项为平台, 最后一项为仿冒者。一般来说, 有三种不同情况: 单赢情况 (绿色区域)、双赢情况 (黄色区域) 和无赢情况 (白色区域)。

下面重点讨论图 3-5 中最主要的一个方面, 即双赢局面。它表明, 当区块链技术成本和仿冒品的质量相对较小时, 制造商和平台都将从区块链的引入中获益; 而当区块链技术成本和仿冒品的质量相对较高时, 平台和仿冒者都将从区块链的

引入中获益。因为制造商引进了区块链技术，仿冒者就会提高仿冒品的质量，以阻止制造商的引进。按照这种思路，即使制造商最终不引入区块链技术，仿冒品的质量也会得到提高，从而提升平台上销售的产品的整体质量，进而使平台受益。

3.4 电商平台为领导者的供应链区块链决策

我们注意到一些巨头平台也在积极引入区块链技术，通过其在线零售市场打击售假行为，如亚马逊和天猫。本节考虑一个平台供应链，其中电商平台充当 Stackelberg 领导者，品牌制造商充当次领导者，仿冒者充当跟随者。在这种情况下，电商平台根据盈利情况自主决定是否引入区块链技术。无论区块链的引入决策如何，供应链的博弈顺序都如下。首先，电商平台设定品牌产品和仿冒品的零售价，其次，品牌制造商设定品牌产品的批发价，最后，仿冒者设定仿冒品的批发价。记为情景 P。

3.4.1 模型求解

同样的，我们可以得到无区块链技术情况下（记为情景 PN）和有区块链技术情况下（记为情景 PB）的供应链均衡决策，分别如引理 3.3 和引理 3.4 所示。

引理 3.3: 在不引入区块链技术的情景 PN 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{PN} = \frac{(q-1)(2\beta + (q-2)(q-1)\gamma\lambda)}{4q^2(1-\gamma S + \lambda) - 4q(2-3\gamma S) - 8\gamma S}, \quad (3-19)$$

$$w_c^{PN} = \frac{(q-1)q\beta(q^2\lambda(3-\gamma S + \lambda) + 2\gamma(\lambda^2 - 1) + q(\gamma(2 + \lambda - 3\lambda^2) - 2(1 + \lambda)))}{8(q(3\gamma S - 2) - 2\gamma S + q^2(1 - \gamma S + \lambda))(q^2\lambda + q(\gamma S - 1) - \gamma S)}, \quad (3-20)$$

$$p_b^{PN} = \frac{1}{4} \left(3 + q \left(\frac{2\beta}{\beta + (q-1)\gamma\lambda} + \frac{(q-1)\beta}{q^2(1-\gamma S + \lambda) - q(2-3\gamma S) - 2\gamma S} - 3 \right) \right), \quad (3-21)$$

$$p_c^{PN} = \frac{q\beta}{8} \left(\frac{q-1}{q^2 - q + \beta} + \frac{4}{\beta + (q-\beta)\lambda} - \frac{2-2q}{q(3\gamma S - 2) - 2\gamma S + q^2(1 - \gamma S + \lambda)} - \frac{(1-q)\beta}{(q^2 - q + \beta)(q^2\lambda - \gamma S + q(\gamma S - 1))} \right). \quad (3-22)$$

引理 3.4: 在电商平台引入区块链技术的情景 PB 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{PB} = \frac{q-1}{2(q-2)} + \frac{3\delta}{4}, \quad (3-23)$$

$$w_c^{PB} = \frac{1}{8} q \left(2 + \frac{2}{q-2} + \delta \right), \quad (3-24)$$

$$p_b^{PB} = \frac{q(4+\delta) - 2(3+\delta)}{4(q-2)}, \quad (3-25)$$

$$p_c^{PB} = \frac{q(q(6+\delta) - 2(5+\delta))}{8(q-2)}. \quad (3-26)$$

3.4.2 比较分析

下文将比较情景 PN 和情景 PB 中的均衡决策，研究电商平台引入区块链技术的最优决策及其对品牌制造商和仿冒者的影响。

命题 3.5: 平台的最优区块链引入决策及其对制造商和仿冒者的影响主要取决于仿冒品质量和区块链成本：

(1) 电商平台

(a) 当 $q < q_4$ 时，如果 $\delta \leq \delta_8$ ，则 $\pi_p^{PB} \geq \pi_p^{PN}$ ，如果 $\delta > \delta_8$ ，则 $\pi_p^{PB} < \pi_p^{PN}$ ；

(b) 当 $q \geq q_4$ 时， $\pi_p^{PB} \geq \pi_p^{PN}$ ；

(2) 品牌制造商

(a) 当 $q < q_5$ 时，如果 $\delta < \delta_9$ ，则 $\pi_b^{PB} > \pi_b^{PN}$ ，如果 $\delta \geq \delta_9$ ，则 $\pi_b^{PN} \geq \pi_b^{PB}$ ；

(b) 当 $q \geq q_5$ 时， $\pi_b^{PN} \geq \pi_b^{PB}$ ；

(3) 仿冒者

(a) 当 $q \leq q_3$ 时， $\pi_c^{PN} \geq \pi_c^{PB}$ ；

(b) 当 $q > q_3$ 时，如果 $\delta > \delta_7$ ，则 $\pi_c^{PB} \geq \pi_c^{PN}$ ，如果 $\delta \leq \delta_7$ ，则 $\pi_c^{PN} \geq \pi_c^{PB}$ 。

与命题 3.3 相比，我们发现在情景 P 中，影响平台引入区块链技术决策的关键因素是相同的。但是，上述因素在情景 M 和情景 P 中的具体阈值不同，这导致平台引入区块链技术的区域更大（见图 3-6 (1) 中的黄色区域）。

比较命题 3.4 和命题 3.5，我们发现在情景 M 和情景 P 中，引入区块链对仿冒者的影响是相同的。因为在情景 M 和情景 P 中，仿冒者总是作为追随者，这意味着谁领导供应链将决定领导者和次领导者之间的利润分配，而不会影响追随者的利润分配。此外，我们还发现，与情景 P（或情景 M）相比，情景 M（或情景 P）的制造商（或平台）拥有更大的引入区块链的区域。注意到制造商在情景 M 中是领导者，而平台在情景 P 中是领导者，我们可以推断，个人在作为领导者时将有可能从引入区块链中获益。作为次级领导者，它也将引入区块链

中受益，因为领导者的引入将对次级领导者产生积极影响。

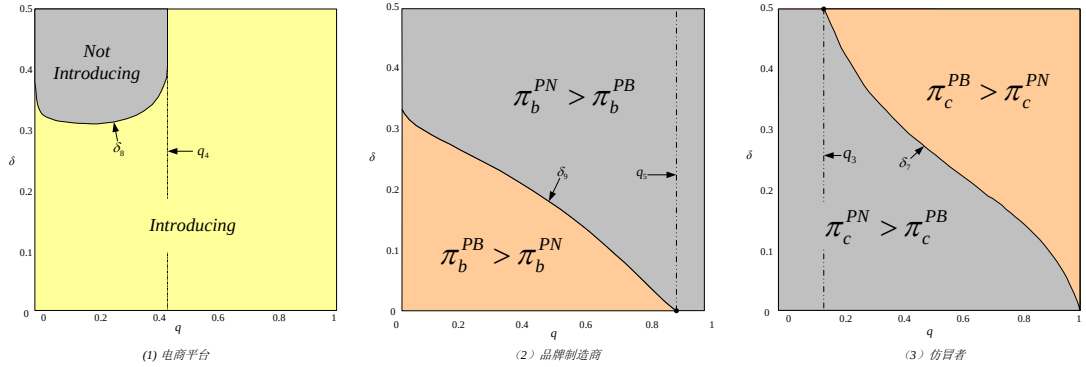


图 3-6 情景 P 的区块链引入决策及其对其他成员的影响

3.4.3 供应链总体利润分析

接下来，我们将整合所有供应链成员在电商平台引入区块链技术并充当领导者时的利润比较，并得到推论 3.2。

推论 3.2 通过整合情景 PB 和情景 PN 中引入和未引入区块链的所有成员的利润，得出以下推论：

- (1) 当 $\delta_7 < \delta < \delta_8$ 时，引入区块链技术会使仿冒者和平台同时受益而制造商利润受损；
- (2) 当 $\delta < \delta_9$ 时，引入区块链技术会使制造商和平台同时受益而仿冒者利润受损；
- (3) 当 $\delta > \max(\delta_7, \delta_8)$ 时，引入区块链技术会使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损；
- (4) 当 $\delta_9 < \delta < \min(\delta_7, \delta_8)$ 时，引入区块链技术会使平台受益而制造商和仿冒者利润同时受损；
- (5) 当 $\delta_8 < \delta < \delta_7$ 时，引入区块链技术会使三方成员利润同时受损。

通过对比图 3-7 和图 3-5，情景 P 和情景 M 的双赢情况相似，即当区块链技术成本和仿冒品质量都较小或较大时，平台和仿冒者都会从区块链引入中获益。然而，我们发现，在情景 M 和情景 P 中，区块链的引入总是会给领导者和投入者带来更大的利润盈余，而给次领导者带来较小的利润盈余。至于仿冒者，谁引入区块链技术不会影响其引入区块链和不引入区块链的相对利润比较。

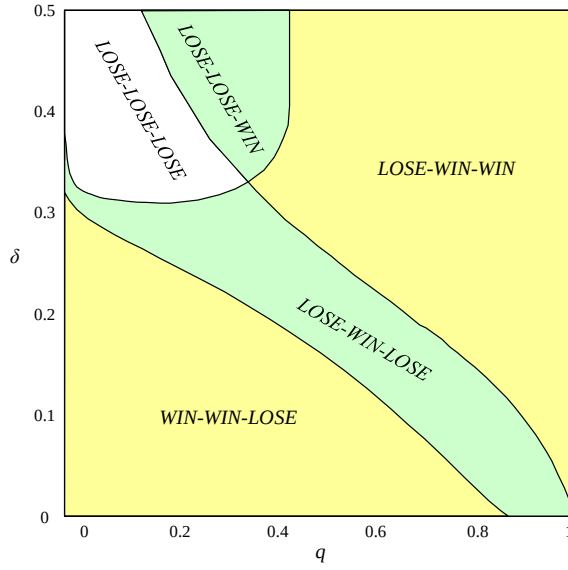


图 3-7 情景 PB 和情景 PN 下所有成员的综合利润对比

3.5 品牌商与电商平台合作领导的供应链区块链决策

本节考虑的是品牌制造商与平台合作引入区块链，作为中心决策者的供应链。例如天猫与茅台达成协议，共同推出区块链系统，为茅台涉及的产品提供正品溯源服务^[8]。作为一个整体，制造商和平台共同决定是否引入区块链，然后制定品牌产品和仿冒品的零售价格，而仿冒者则制定仿冒品的批发价格。在这里，两个合作者是领导者，仿冒者是追随者。记为情景 C。

3.5.1 模型建立与求解

合作者与仿冒者在不引入区块链时的利润函数分别如下（记为情景 CN）：

$$\pi_c^{CN} = D_c^N w_c^{CN}, \quad (3-27)$$

$$\pi_{b+p}^{CN} = D_b^N p_b^{CN} + (p_c^{CN} - w_c^{CN}) D_c^N. \quad (3-28)$$

在引入区块链技术的情况下，合作者与仿冒者的利润函数分别如下（记为情景 CB）：

$$\pi_c^{CB} = D_c^B w_c^{CN}, \quad (3-29)$$

$$\pi_{b+p}^{CB} = D_b^B (p_b^{CB} - \delta) + D_c^B (p_c^{CB} - w_c^{CB}). \quad (3-30)$$

引理 3.5 和引理 3.6 分别总结了情景 CN 和情景 CB 下供应链的均衡决策。

引理 3.5: 在不引入区块链技术的情景 CN 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_c^{CN} = \frac{(q-1)q\beta\lambda}{4(q^2\lambda - \gamma S + q(\gamma S - 1))}, \quad (3-31)$$

$$p_b^{CN} = \frac{\beta - \gamma\lambda + 2q\gamma\lambda - q^2\gamma\lambda}{2(\gamma + q(1 - \gamma S) - \gamma\lambda)}, \quad (3-32)$$

$$p_c^{CN} = \frac{q(2 + \lambda + 2\gamma(\lambda^2 - 1)) - q\beta(q^2\lambda(\gamma S - 3) + \gamma S(\lambda + 2))}{4(\beta + (q-1)\gamma\lambda)(q^2\lambda - \gamma S + q(\gamma S - 1))}, \quad (3-33)$$

引理 3.6: 在引入区块链技术的情景 CB 中，供应链的均衡决策如下：

$$(a). w_c^{CB} = \frac{q\delta}{4}, \quad (b). p_b^{CB} = \frac{1+\delta}{2}, \quad (c). p_c^{CB} = \frac{q(2+\delta)}{4}. \quad (3-34)$$

3.5.2 比较分析

下面将研究情景 CB 中， δ 和 q 对产品定价和需求的影响，如表 3-3 所示。

表 3-3 情景 CB 下 δ 和 q 对价格和需求的影响

	w_c^{CB}	p_b^{CB}	p_c^{CB}	D_b^{CB}	D_c^{CB}
δ	↑	↑	↑	↓	↑
q	↑	NA	↑	↓	↑

将表 3-4 与表 3-3 进行比较，其影响再次验证了关键结果，零售价的提高并不总是会降低区块链引入后的需求。

具体来说，区块链引入成本的增加会提高产品价格，减少产品需求。这与我们的常识是一致的，相应的解释在此不再赘述。至于仿冒品质量，仿冒品质量越高，产品的价格就会越高，仿冒品需求也会越大。其背后的原因是，在这种情况下，品牌产品的价格与仿冒品质量无关(见等式 3-35)，因此仿冒品质量越高，品牌产品的需求就越少。由于需求从品牌产品转向仿冒品，当仿冒品的质量提高时，即使零售价相对较高，也会有更多的消费者选择购买仿冒品。

接下来，我们继续研究区块链技术引入决策及其对其他个体的影响，在此基础上得出以下结果。

命题 3.6 合作者的最优区块链引入决策及其对仿冒者的影响主要取决于仿冒品质量和区块链成本：

(1) 合作者

- (a) 当 $q \leq q_6$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_{10}$, 则 $\pi_{b+p}^{CB} \geq \pi_{b+p}^{CN}$, 如果 $\delta > \delta_{10}$, 则 $\pi_{b+p}^{CB} < \pi_{b+p}^{CN}$;
- (b) 当 $q > q_6$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_{10}$ 或 $\delta \geq \delta_{11}$, 则 $\pi_{b+p}^{CB} \geq \pi_{b+p}^{CN}$, 如果 $\delta_{10} < \delta < \delta_{11}$, 则 $\pi_{b+p}^{CB} < \pi_{b+p}^{CN}$;

(2) 仿冒者

- (a) 当 $\delta \leq \delta_{12}$ 时, $\pi_c^{CN} \geq \pi_c^{CB}$,
- (b) 当 $\delta > \delta_{12}$ 时, $\pi_c^{CB} > \pi_c^{CN}$ 。

在情景 C 中, 当区块链引入成本足够小(或足够大), 同时仿冒品质量较低(或较高)时, 区块链引入对包括制造商和平台在内的两个合作者都有利, (见图 3-8(1)中的黄色区域)。对于仿冒者而言, 如果区块链引入成本相对较小, 则区块链引入将损害仿冒者的利益; 如果区块链引入成本相对较大, 则仿冒者将从区块链引入中获益(见图 3-8(2)中的灰色区域)。

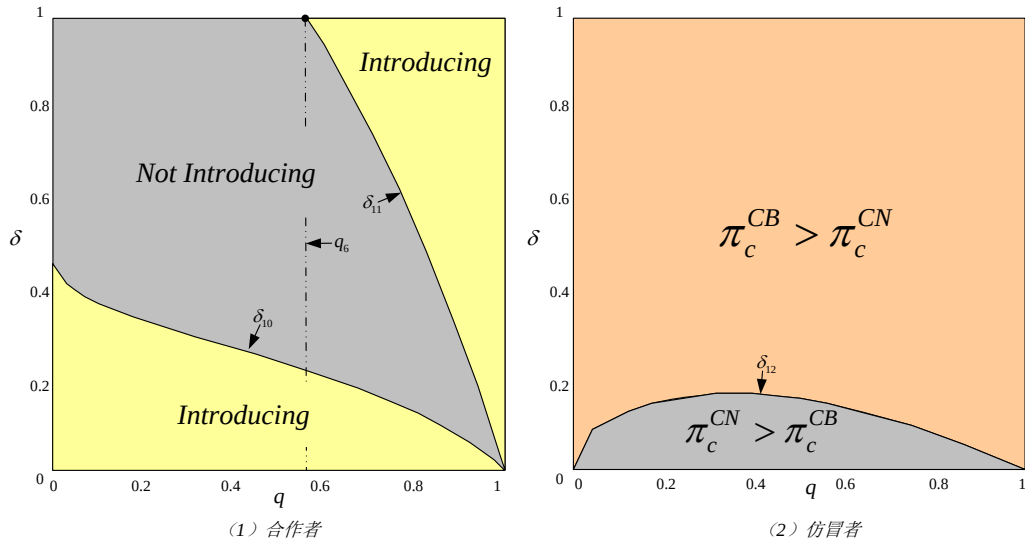


图 3-8 情景 C 下合作者区块链引入决策及其对仿冒者的影响

3.5.3 供应链总体利润分析

接下来, 我们继续整合所有供应链成员在制造商和电商平台联合引入区块链技术并共同充当领导者时的利润比较并得到了推论 3.3。

推论 3.3 当合作者领导供应链并进行区块链引入决策时, 具有以下特性:

- (1) 当 $\delta < \delta_{12}$ 时, 引入区块链技术会使制造商和平台同时受益而仿冒者利润受损;

- (2) 当 $\delta_{12} < \delta < \delta_{10}$ 时，引入区块链技术会使三方成员同时受益；
- (3) 当 $\delta_{10} < \delta < \delta_{11}$ 时，引入区块链技术会使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损；
- (4) 当 $\delta > \delta_{11}$ 时，引入区块链技术会使三方成员同时受益。

综合图 3-9、图 3-7 和图 3-5 可以看出，在方案 C 中，当制造商和平台共同引入区块链时，会出现三赢的局面。由于双重边缘化的缓解，制造商与平台的合作将提高供应链的整体利润。此外，三赢有两种不同的市场条件。第一种是区块链引入成本达到中等水平。在这种情况下，引入区块链的成本不会太低，不会对仿冒者造成损害，也不会太高，不会对合作者造成损害。第二种情况是仿冒品质量和区块链引入成本都相对较高。与平台合作的制造商将扩大利润蛋糕，因此在这种情况下双方都可能受益。

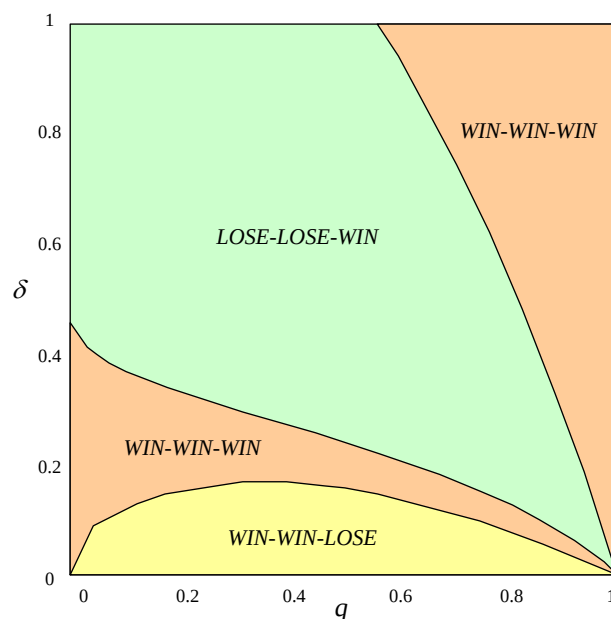


图 3-9 情景 CB 和情景 CN 下所有成员的综合利润对比

总之，当制造商或平台主导供应链并引入区块链时，只存在双赢局面，即领导者和次领导者或平台和仿冒者都将从区块链引入中受益。当平台和制造商合作引入区块链时，三赢局面成立，这意味着所有供应链成员都将从区块链的引入中受益。

3.6 本章小结

当前,电子商务的繁荣也带来了假冒伪劣问题。企业正试图通过引入区块链技术来打击仿冒品。在本章中,我们考虑消费者的异质性,并建立一个电商平台供应链,包括一个品牌制造商、一个平台和一个假冒者。根据谁是区块链引入者,在不同的权力结构下会出现几种情况。本章旨在探讨区块链引入的最优决策及其与权力结构的关系。并得到以下主要结论:

首先,研究在电商平台供应链中引入和未引入区块链时品牌产品与仿冒品之间的竞争。有趣的是,我们发现在特定市场条件下,价格提升并不一定会导致品牌产品和仿冒品需求减少。更详细地说,在制造商引入区块链的情况下,我们发现,如果引入区块链的成本相对较低(或较高),那么与没有引入区块链的情况相比,引入区块链会导致价格降低(或升高),同时仿冒品需求也会降低(或升高)。这些发现表明了引入区块链和未引入区块链的情况下,品牌产品与仿冒品之间的竞争情况,并为消费者如何确定最佳购买决策提供了新的启示。

其次,探讨针对不同决策者和供应链领导者的最优区块链引入决策。研究发现,区块链引入成本和仿冒品质量是决定领导者选择最优区块链引入决策的两个关键因素。此外,当区块链引入成本和仿冒品质量都相对较低时,制造商会引入区块链。仿冒品质量较高也会使平台转向引入区块链。如果制造商和平台合作引入区块链技术,当区块链成本和仿冒品质量足够低或足够高时,他们就会被激励合作。

最后,对比分析引入区块链与未引入区块链的各成员利润。有趣的是,我们发现,只有当品牌制造商和平台共同主导供应链并引入区块链时,才会出现三赢局面;而当品牌制造商和平台各自主导供应链并引入区块链时,则会出现双赢局面。在制造商和平台合作引入的情况下,当区块链引入成本和仿冒品质量都较低或较高时,引入区块链将出现三赢局面。对于两个独立引入区块链的情景,无论谁是投入者,当区块链引入成本和仿冒品质量都相对较低时,制造商和平台都将从区块链引入中获益;当区块链引入成本和仿冒品质量都足够高时,仿冒者和平台都可能从区块链引入中获益。

第4章 不同权力结构下考虑消费者预期后悔的电商平台供应链区块链引入决策

随着电商平台的发展,仿冒品问题日益严重,严重威胁品牌形象并影响消费者信任^[3]。品牌制造商与仿冒品制造商在同一市场竞争,加剧了消费者的信息不对称,导致其难以判断产品真伪和质量,购买商品时感到困惑。

在此情境下,消费者在购买决策过程中常常面临预期后悔的心理困境^[60,62]。一方面,若消费者不幸购买了低质量的仿冒品,他们将因未能满足预期效果而感到失望和懊悔;另一方面,面对价格较高的正品,消费者又可能因未能选择到性价比更高的仿冒品而感到后悔^[48,49]。这种复杂的心理动态不仅直接影响了消费者的满意度,还对品牌制造商和电商平台的销售策略提出了严峻的挑战。

为了消除消费者的预期后悔带来的不利影响,电商平台供应链采取了一系列措施来提升购物体验 and 信任度^[62,63]。平台通过完善的产品描述、高清图片和用户评论系统,让消费者能够更清晰地了解产品,减少由于信息不对称带来的不安。同时,积极推行退换货无忧政策,降低消费者的购买风险,让他们在购物时更加安心。此外,利用大数据分析,平台能够根据消费者的购买行为和偏好进行个性化推荐,帮助消费者做出更合适的选择,从而进一步降低预期后悔的可能性。而对预期后悔的研究需要考虑到消费者对价格和质量的三重心理预期,事实上这往往并不容易实现。

为了解决上述问题,区块链技术的引入为改善消费者体验提供了切实可行的解决方案。区块链的去中心化和不可篡改特性,使得消费者能够通过区块链系统准确识别产品的质量和真伪,从而大幅度减少购物过程中的不确定性和预期后悔现象。具体而言,区块链可以追溯每一件商品的生产和流通过程,确保所有消费者在购买时都能够获取真实可靠的信息。这一技术的应用不仅有助于恢复消费者对品牌的信任感,还能促进正品的销售,维护品牌的市场地位。

基于此,本章分别对品牌制造商领导、电商平台领导以及品牌制造商与电商平台合作下的考虑消费者预期后悔行为的电商平台供应链的区块链引入决策及

其影响进行研究。试解决如下问题：

(1) 考虑消费者预期后悔后，三种权力结构下的领导者的最优区块链引入决策？

(2) 在消费者预期后悔的影响下，不同的区块链引入决策对供应链其他成员分别有何影响？

(3) 消费者预期后悔行为、三种权力结构以及区块链引入决策对供应链总体利润有何影响？

4.1 问题描述与相关假设

4.1.1 问题描述

本章考虑一个由品牌制造商、仿冒者和电商平台组成的在线市场，仿冒者仿造品牌产品，并将它包装成正品销售给消费者。由于在技术和生产方面的差异，仿冒品的质量通常要低于品牌产品，则令品牌产品的质量 $q_b = q^*$ ，仿冒品的质量为 $q_c = \alpha q^*$ ，其中 α 表示仿冒品质量相较于品牌产品质量的折扣系数，且 α 服从 $[0,1]$ 分布。为不失一般性，本章将两种产品的成本标准化为 0。我们用 v 表示消费者对单位产品的基本估值，服从 $[0,1]$ 分布，因此，消费者对正品的估值为 q^*v ，对仿冒品的估值为 αq^*v 。

此外，我们考虑消费者的预期后悔行为。消费者在进行购买决策时有两种可能性，即购买到品牌产品或者购买到仿冒品。如果消费者所购买的产品为其带来的实际效用低于其预期效用时，消费者则会对此次购买行为心生后悔。具体地，当消费者买到质量较差的仿冒品时，可能会后悔没有购买更优质的品牌产品；当消费者买到价格较高的品牌产品时，可能会后悔没有购买性价比更高的仿冒品。也就是说，在供应链未引入区块链的情形下（情形 N），消费者无法判定所购买的产品的真实质量，这就意味着消费者也许会因为认为自己做出了错误的决策而产生后悔心理。

由于消费者在进行购买决策前能够预料到其潜在的后悔心理，即存在预期后悔行为，这会影响消费者的购买决策。我们令 γ 代表预期后悔敏感系数，也就是

消费者对预期后悔的敏感程度。消费者买到品牌产品的预期效用损失为 $(\alpha q^* v - p_c) - (q^* v - p_b)$ ，买到仿冒品的预期效用损失为 $(q^* v - p_b) - (\alpha q^* v - p_c)$ 。

本章仅考虑两种预期效用损失皆大于 0，从而保证两种产品可以共存于市场。

对消费者来说，无论购买品牌产品还是购买仿冒品，潜在的后悔心理均会对其效用产生负面影响，我们假设消费者对购买品牌产品或对购买仿冒品的预期后悔敏感程度一致，均为 γ 。因此，消费者买到正品和仿冒品的总效用分别为

$$U_b = q^* v - p_b - \gamma(\alpha q^* v - p_c - q^* v + p_b) \text{ 和 } U_c = \alpha q^* v - p_c - \gamma(q^* v - p_b - \alpha q^* v + p_c)。$$

由于区块链技术具有不可篡改性、可追溯性和透明性等良好特性，一些知名企业积极采用区块链技术来披露产品质量信息。在产品使用区块链技术披露质量信息后，消费者可以轻易区分出品牌产品与仿冒品。因此，在采用区块链技术时，不再有消费者预期后悔行为的影响。区块链技术需要对每一个品牌产品进行贴码、标签，本节主要考虑引入区块链技术的变动成本为 δ^* 。

品牌商引入区块链后（情形 B），仿冒品无处遁形，消费者在购买前便能够准确辨别产品的真实质量，则不会做出自认为错误的购买决定，也就意味着消费者预期后悔行为的消失，即在引入区块链后，消费者不会受到预期后悔行为的影响。因此，消费者买到品牌产品时的总效用为 $U_b = q^* v - p_b$ ，买到仿冒品时的总效用为 $U_c = \alpha q^* v - p_c$ 。

根据是否引入区块链以及由谁引入区块链，图 4-1 直观地描述了几种情况。

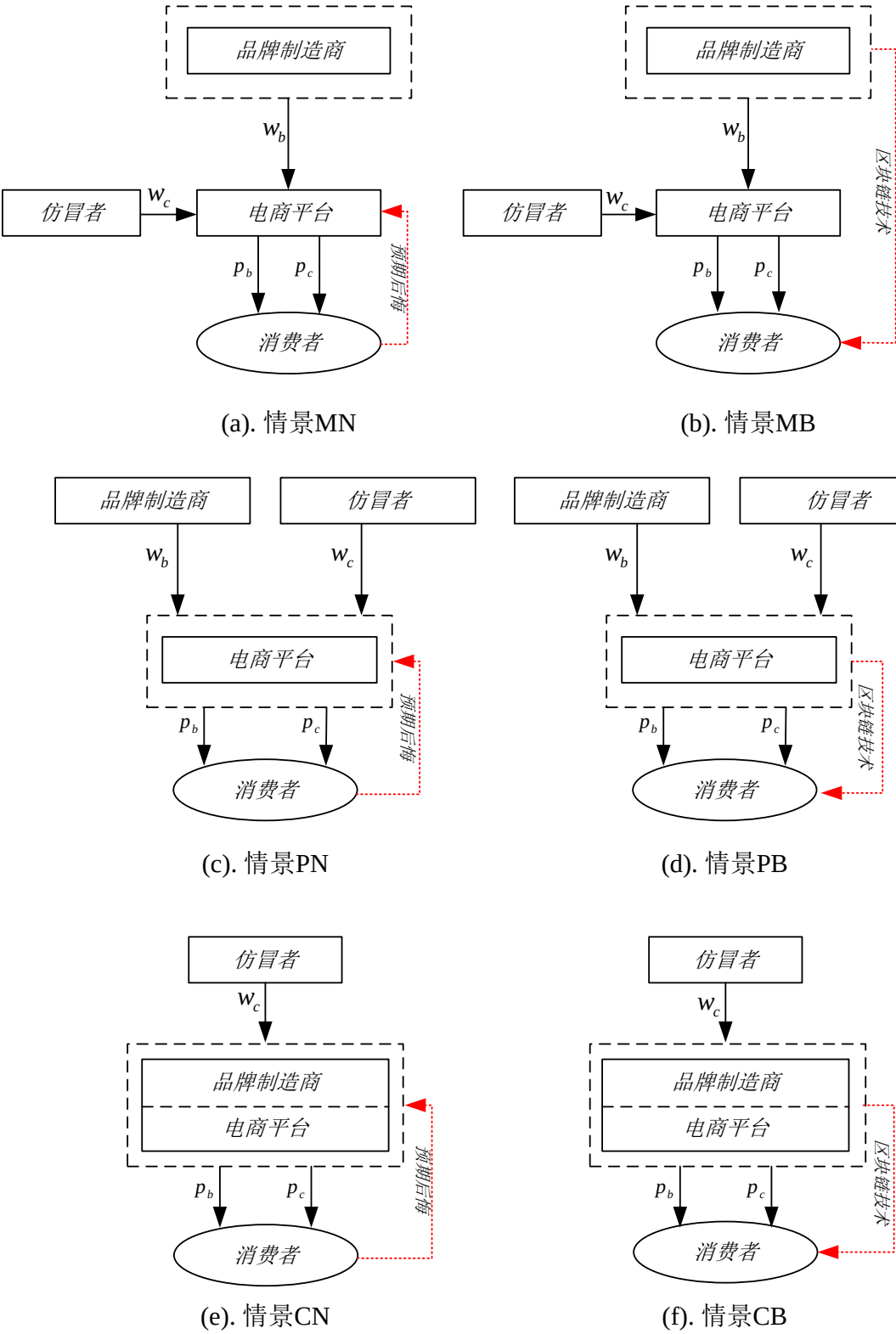


图 4-1 不同权力结构下的区块链引入情景

4.1.2 相关假设

本章所使用相关符号及说明如表 4-1。

表 4-1 第四章相关符号及说明

上/下标	
$(\cdot)_i$	下标 i 表示参与者且 $i \in \{b, c, p\}$, 其中 b 表示品牌制造商, c 表示仿冒者, p 表示电商平台。
$(\cdot)^{jk}$	上标 j 表示渠道权力结构, $j \in \{M, P, C\}$, 其中 M 表示品牌制造商领导, P 表示电商平台领导, C 表示制造商与平台合作; 上标 k 表示区块链引入决策且 $j \in \{B, N\}$, 其中 B 表示引入区块链的情况, N 表示未引入区块链的情况。
参数	
γ	消费者预期后悔敏感系数。
v	消费者对单位产品的基本估值。
δ^*	引入区块链的可变成本。
α	仿冒品相较于品牌产品的质量折扣系数。
q_i^*	制造商 i 所生产产品的质量, 其中 $q_b = q^*$, $q_c = \alpha q^*$ 。
函数	
U_i	消费者购买制造商 i 所生产产品的效用
π_i^{jk}	供应链成员 i 在情景 jk 下的利润。
决策变量	
p_i	制造商 i 所生产产品的零售价格。
w_i	制造商 i 所生产产品的批发价格。

4.2 模型建立

4.2.1 供应链未引入区块链

本节考虑供应链未引入区块链技术的情景,根据上文分析可得,消费者购买品牌产品和仿冒品的效用分别为 $U_b^N = q^*v - p_b - \gamma(\alpha q^*v - p_c - q^*v + p_b)$ 和 $U_c^N = \alpha q^*v - p_c - \gamma(q^*v - p_b - \alpha q^*v + p_c)$ 。消费者购买品牌产品需要满足的条件有 $U_b^N > 0, U_b^N > U_c^N$; 购买仿冒品需要满足的条件有 $U_c^N > 0, U_c^N > U_b^N$ 。因此令 $U_b^N = 0$

得消费者购买品牌产品的最低估值点 $v_1 = \frac{p_b + \gamma p_b - \gamma p_c}{q^* - \gamma \alpha q^* + \gamma q^*}$, 令 $U_c^N = 0$ 得消费者购

买仿冒品的最低估值点 $v_2 = \frac{p_c + \gamma p_c - \gamma p_b}{\alpha q^* - \gamma q^* + \gamma \alpha q^*}$, 令 $U_b^N = U_c^N$ 得消费者购买品牌产品

或仿冒品的临界估值点 $v_{12} = \frac{p_b - 2\gamma p_c - p_c + 2\gamma p_b}{q^* - 2\gamma q^* - \alpha q^* - 2\gamma \alpha q^*}$ 。

由于本章是在品牌产品和仿冒品构成竞争关系的情形下开展相关研究,所以不考虑品牌制造商或仿冒者通过极端定价而形成垄断经营的情况。因此,本章假设 $v_2 < v_1 < v_{12} < 1$ 以保证品牌产品与仿冒品共存于市场,估值满足 $v_2 < v < v_{12}$ 的消费者会选择购买仿冒品,估值满足 $v_{12} < v < 1$ 的消费者会选择购买品牌产品。因此我们可以得到品牌产品的需求函数和仿冒品的需求函数分别如下:

$$D_b^N = 1 - v_{12} = 1 - \frac{p_b - 2\gamma p_c - p_c + 2\gamma p_b}{q^* - 2\gamma q^* - \alpha q^* - 2\gamma \alpha q^*} \quad (4-1)$$

$$D_c^N = v_{12} - v_2 = \frac{p_b - 2\gamma p_c - p_c + 2\gamma p_b}{q^* - 2\gamma q^* - \alpha q^* - 2\gamma \alpha q^*} - \frac{p_c + \gamma p_c - \gamma p_b}{\alpha q^* - \gamma q^* + \gamma \alpha q^*} \quad (4-2)$$

因此,品牌制造商、仿冒者以及电商平台的利润函数分别为:

$$\pi_b^N = w_b D_b^N \quad (4-3)$$

$$\pi_c^N = w_c D_c^N \quad (4-4)$$

$$\pi_p^N = (p_b - w_b) D_b^N + (p_c - w_c) D_c^N \quad (4-5)$$

4.2.2 供应链引入区块链

本节考虑供应链引入区块链技术的情景，由于区块链的引入，消费者能准确识别产品真伪，因此消费者不会存在购后后悔心理，也就不会受到预期后悔行为的影响。根据上文的分析，供应链引入区块链技术以后，消费者买到品牌产品时的总效用为 $U_b^B = q^*v - p_b$ ，买到仿冒品时的总效用为 $U_c^B = \alpha q^*v - p_c$ 。与 3.2 同

理，我们计算得出消费者购买品牌产品的最低估值点为 $v_1 = \frac{p_b}{q^*}$ ，购买仿冒品的最

低估值点为 $v_2 = \frac{p_c}{\alpha q^*}$ ，购买品牌产品或仿冒品的临界估值点为 $v_{12} = \frac{p_b - p_c}{q^* - \alpha q^*}$ ，进

而我们得到品牌产品和仿冒品的需求函数分别如下：

$$D_b^B = 1 - \frac{p_b - p_c}{q^* - \alpha q^*} \quad (4-6)$$

$$D_c^B = \frac{p_b - p_c}{q^* - \alpha q^*} - \frac{p_c}{\alpha q^*} \quad (4-7)$$

因此，品牌制造商、仿冒者以及电商平台的利润函数分别为：

$$\pi_b^B = (w_b - \delta^*)D_b^B \quad (4-8)$$

$$\pi_c^B = w_c D_c^B \quad (4-9)$$

$$\pi_p^B = (p_b - w_b)D_b^B + (p_c - w_c)D_c^B \quad (4-10)$$

4.3 品牌制造商为领导者的供应链区块链决策

本节考虑一个平台供应链，其中品牌制造商充当 Stackelberg 领导者，平台充当次领导者，仿冒者充当跟随者。在这种情况下，品牌制造商根据盈利能力自主决定是否引入区块链技术。无论是否引入区块链技术，供应链的博弈序列如下。首先，品牌制造商设定品牌产品的批发价，其次，电商平台同时设定品牌产品和仿冒品的零售价格，最后，仿冒者设定仿冒品的批发价格。记为情景 M。

4.3.1 模型求解

采用逆向归纳法，得出了无区块链技术情况下（记为情景 MN）和有区块链技术情况下（记为情景 MB）的供应链均衡决策，分别如引理 4.1 和引理 4.2 所示。

引理 4.1：在不引入区块链技术的情景 MN 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{MN} = \frac{q^*(1-2\gamma-4\gamma^2)((4+3\gamma)(\alpha+2\alpha\gamma)^2+4(\gamma-5\gamma^3+2\gamma^4)+\alpha(8\gamma^4-4-7\gamma))}{4(1+2\gamma)^2(\alpha^2(1+3\gamma+2\gamma^2)-2\gamma(2\gamma+2\gamma^2-1)+\alpha(\gamma+6\gamma^2+4\gamma^3-2))} \quad (4-11)$$

$$w_c^{MN} = \frac{q^*(\alpha+2(1+\alpha)\gamma-1)((\alpha+2\alpha\gamma)^2((\gamma-6)\gamma-8)+\alpha\gamma(1+2\gamma)(4+3\gamma(17+2\gamma(7+2\gamma))) - 4\gamma^2(\gamma(8+\gamma(23+2\gamma))-1))}{4(1+2\gamma)(2-\alpha-2\alpha\gamma-4\gamma(1+\gamma))(\alpha(1+2\gamma)(8+\gamma(8+\gamma))+\gamma(-8+\gamma(-17+2\gamma)))} \quad (4-12)$$

$$p_b^{MN} = \frac{q^*(1-2\gamma-4\gamma^2)((\alpha+2\alpha\gamma)^2(32+32\gamma+3\gamma^2)+4\gamma(12+\gamma-68\gamma^2-29\gamma^3+2\gamma^4)+\alpha(121\gamma^2+256\gamma^3+160\gamma^4+8\gamma^5-48-80\gamma))}{4(1+2\gamma)(-2+\alpha+4\gamma+2\alpha\gamma+4\gamma^2)(\gamma(-8-17\gamma+2\gamma^2)+\alpha(8+24\gamma+17\gamma^2+2\gamma^3))} \quad (4-13)$$

$$p_c^{MN} = (q^*(2(\alpha+2\alpha\gamma)^3(12+13\gamma+2\gamma^2)+(\alpha+2\alpha\gamma)^2(-40+10\gamma-\gamma^2-6\gamma^3+4\gamma^4)-4\gamma^2(1+38\gamma-3\gamma^2-228\gamma^3-112\gamma^4+8\gamma^5)+\alpha\gamma(44+245\gamma+6\gamma^2-1108\gamma^3-1272\gamma^4-592\gamma^5-32\gamma^6)))/\left(4(1+2\gamma)(-2+\alpha+4\gamma+2\alpha\gamma+4\gamma^2)(\gamma(-8-17\gamma+2\gamma^2)+\alpha(8+24\gamma+17\gamma^2+2\gamma^3))\right) \quad (4-14)$$

引理 4.2：在引入区块链技术的情景 MB 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{MB} = \frac{2q^*(-1+\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*}{2(-2+\alpha)} \quad (4-15)$$

$$w_c^{MB} = \frac{\alpha(2q^*(-1+\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*)}{8(-2+\alpha)} \quad (4-16)$$

$$p_b^{MB} = \frac{q^*(-6+4\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*}{4(-2+\alpha)} \quad (4-17)$$

$$p_c^{MB} = \frac{\alpha(2q^*(-5+3\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*)}{8(-2+\alpha)} \quad (4-18)$$

4.3.2 比较分析

在下文中，我们研究制造商的最优区块链技术投入决策及其对电商平台和仿冒者的影响，分别如命题 4.1 和命题 4.2 所示。

命题 4.1：制造商的最优区块链引入决策主要取决于品牌产品质量和区块链引入

成本:

(a) 当 $q < q_1^*$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_1^*$ 或 $\delta \geq \delta_2^*$, 则 $\pi_b^{MN} \leq \pi_b^{MB}$, 如果 $\delta_1^* < \delta < \delta_2^*$, 则 $\pi_b^{MN} > \pi_b^{MB}$;

(b) 当 $q \geq q_1^*$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_1^*$, 则 $\pi_b^{MN} \leq \pi_b^{MB}$, 如果 $\delta > \delta_1^*$, 则 $\pi_b^{MN} > \pi_b^{MB}$ 。

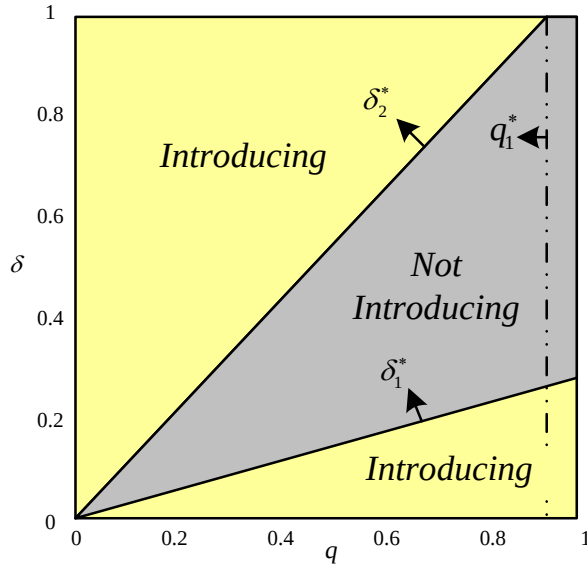


图 4-2 情景 M 中的制造商决策

命题 4.1 清楚地表明, 产品质量和区块链成本是决定品牌制造商区块链技术引入决策的关键因素。如果品牌产品质量较低, 则品牌溢价价值不高, 意味着消费者对品牌产品的溢价意愿不强, 购买仿冒品的消费者后悔程度较低, 消费者可能更倾向于购买更便宜的仿冒品, 此时若制造商不引入区块链会导致品牌产品销量大幅下降, 所以为了维持品牌产品的市场份额, 尽管区块链成本较高, 制造商仍然会选择引入区块链; 当区块链成本很低时, 制造商引入区块链的成本负担较小, 而其带来的消费者信息透明化能够帮助品牌制造商稳定正品销量, 因此制造商更愿意引入区块链, 区块链消除了消费者的质量不确定性后, 虽然品牌产品质量低, 但部分消费者仍愿意为正品支付一定溢价, 品牌制造商可以保住部分市场; 而当区块链成本处于中等水平时, 虽然区块链的引入提升了品牌制造商的市场份额, 但由于品牌产品质量较低, 消费者对品牌产品的支付意愿本就不强, 此时, 制造商可能发现即使引入区块链, 消费者对品牌产品的溢价支付仍然有限, 利润增长不明显, 在这种情况下, 制造商不愿引入区块链。

如果品牌产品质量较高, 区块链引入成本较低, 那么制造商可以用较小的成

本换取品牌市场份额的稳定性，消费者不会因信息不对称而误买仿冒品，从而确保品牌制造商的市场占有率和利润最大化，因此制造商会选择引入区块链；区块链成本较高时，即便品牌制造商的市场份额增加，其利润提升的幅度可能无法覆盖高昂的区块链成本，因此制造商不会引入区块链，此外，消费者认同品牌产品的高质量，即便没有区块链，一部分忠诚消费者仍然愿意支付溢价购买品牌产品。

命题 4.2: 区块链引入对平台和仿冒者利润的影响主要取决于产品质量和区块链引入成本：

(1) 电商平台利润

(a) 当 $q < q_2^*$ 时，如果 $\delta \leq \delta_3^*$ ，则 $\pi_p^{MN} \geq \pi_p^{MB}$ ，如果 $\delta > \delta_3^*$ ，则 $\pi_p^{MN} < \pi_p^{MB}$ ；

(b) 当 $q \geq q_2^*$ 时， $\pi_p^{MN} \geq \pi_p^{MB}$ 。

(2) 仿冒者利润

(a) 当 $q \leq q_3^*$ 时， $\pi_c^{MN} \leq \pi_c^{MB}$ ；

(b) 当 $q > q_3^*$ 时，如果 $\delta < \delta_4^*$ ，则 $\pi_c^{MN} > \pi_c^{MB}$ ，如果 $\delta \geq \delta_4^*$ ，则 $\pi_c^{MN} \leq \pi_c^{MB}$ 。

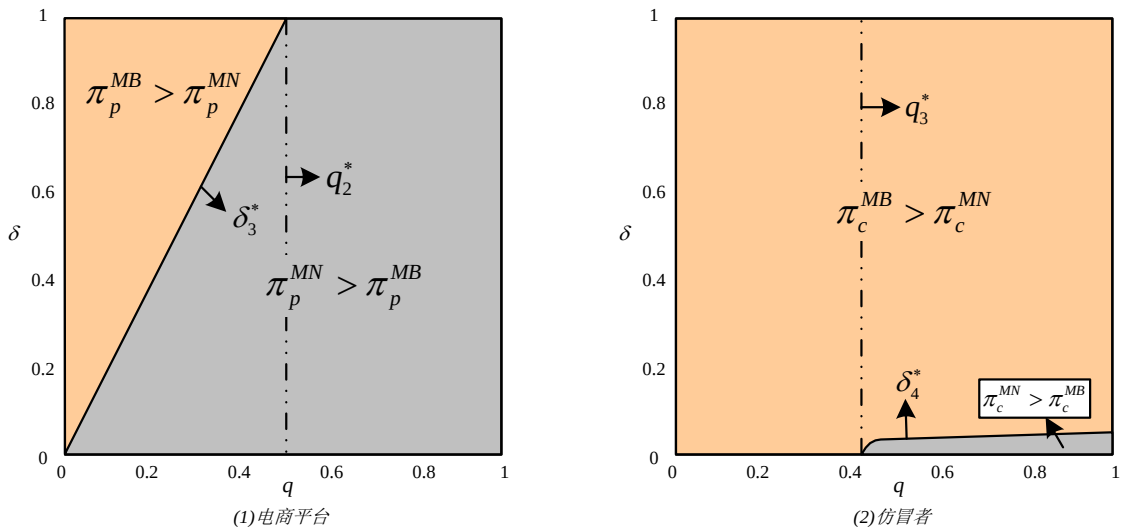


图 4-3 情景 MB 和情景 MN 中平台和仿冒者的利润比较

命题 4.2 的结果显示电商平台和仿冒者的利润受到品牌产品质量和区块链技术成本的双重影响。对于平台来说，当品牌产品质量较低且区块链成本较低时，引入区块链对平台不利，这是因为品牌制造商通过区块链技术增加消费者对产品的信任，但消费者仍然偏好价格较低的仿冒品，平台的利润没有明显增长；当品

牌产品质量较低且区块链成本较高时，引入区块链对平台有利，因为高成本的区块链技术可能提高正品价格，而品牌产品的竞争力得到提升，平台能够从中获得更多利润；而当品牌产品质量较高时，引入区块链始终对平台不利，由于消费者已经信任高质量的品牌产品，区块链并不会显著改变消费者的行为，平台的收益没有增加，反而可能因价格上涨而影响销量。

对于仿冒者来说，品牌产品质量较高，意味着消费者在品牌产品质量上的体验优于仿冒品，当区块链成本较低时，品牌制造商承受较少的支出引入区块链技术便能消除信息不对称，使消费者能够清楚区分正品和仿冒品，提升了品牌产品的销量，从而导致仿冒品的需求下降，仿冒者利润受到影响，而当区块链引入成本较高时，若制造商引入区块链，为了覆盖区块链技术的高额成本，品牌制造商可能不得不提高品牌产品价格，部分消费者对价格敏感，转而选择更便宜的仿冒品，从而提升仿冒品的销量，因此在品牌产品质量较高且区块链成本较高时，引入区块链技术可能会使仿冒者受益于消费者的价格敏感性；当品牌制造商的产品质量较低时，其质量优势相对不明显，仿冒品的竞争力增强。这种情况下，无论区块链成本高低，引入区块链始终对仿冒者有利。

4.3.3 供应链总体利润分析

通过整合情景 MB 和情景 MN 中所有成员在引入区块链和未引入区块链情况下的利润，得出以下推论：

推论 4.1： 当品牌制造商领导供应链并进行区块链引入决策时，具有以下特性：

- (1) 当 $\delta < \delta_4^*$ 时，引入区块链技术会使制造商受益而仿冒者和平台利润同时受损；
- (2) 当 $\delta_4^* < \delta < \delta_1^*$ 或 $\delta_2^* < \delta < \delta_3^*$ 时，引入区块链技术会使制造商和仿冒者同时受益而平台利润受损；
- (3) 当 $\delta_1^* < \delta < \delta_2^*$ 时，引入区块链技术会使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损；
- (4) 当 $\delta > \delta_3^*$ 时，引入区块链技术会使三方成员同时受益。

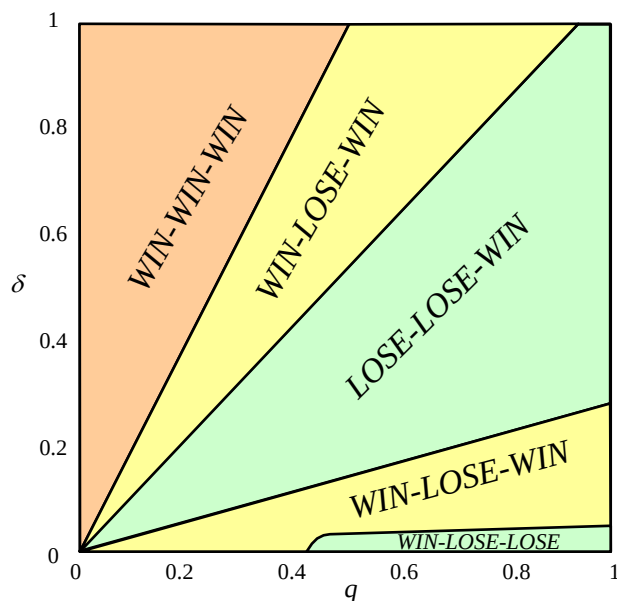


图 4-4 情景 M 中所有成员的综合利润对比

当区块链成本处于最低水平时，引入区块链使制造商受益，而仿冒者和平台利润同时受损。由上述命题及图 4-4 可知，当品牌产品质量较高时，区块链技术增强了消费者对品牌的信任，而他们原本有部分购买仿冒品的可能性，现在更倾向于购买正品，品牌产品的销量上升，利润增加；仿冒品销量下降，利润减少；平台的总交易量可能由于因为仿冒品销量下降而减少，导致利润下降。当区块链技术成本处于一定阈值的时候会出现制造商和仿冒者同时受益而平台利润受损的现象，这是由于区块链消除了消费者的预期后悔，部分高价敏感消费者坚定选择仿冒品，部分消费者坚定选择品牌产品，这会导致品牌制造商和仿冒者都能从中受益而平台的利润却会下降，因为平台利润主要取决于交易总额和产品需求结构，所以此时对于平台来说不引入区块链技术反而更加有利。而当区块链技术成本处于中等水平时，区块链技术的引入使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损，结合品牌产品的质量来说，可能是因为区块链的引入导致消费者清晰地认知仿冒品的性价比且更加倾向于购买仿冒品，品牌产品需求降低，平台的利润也同时受损，所以此时品牌制造商不会选择引入区块链技术。当区块链技术成本较高时，引入区块链技术会提高品牌产品的价格并提升市场透明度，消费者更愿意为品牌产品支付更高的溢价，而此时仿冒品更容易吸引价格敏感型消费者，平台也能从更高的交易额中获益，所以区块链技术的引入使三方同时受益。

4.4 电商平台为领导者的供应链区块链决策

本节考虑一个平台供应链，其中电商平台充当 Stackelberg 领导者，品牌制造商充当次领导者，仿冒者充当跟随者。在这种情况下，电商平台根据盈利情况自主决定是否引入区块链技术。无论区块链的引入决策如何，供应链的博弈顺序都如下。首先，电商平台设定品牌产品和仿冒品的零售价，其次，品牌制造商设定品牌产品的批发价，最后，仿冒者设定仿冒品的批发价。记为情景 P。

4.4.1 模型求解

我们可以得到无区块链技术情况下（记为情景 PN）和有区块链技术情况下（记为情景 PB）的供应链均衡决策，分别如引理 4.3 和引理 4.4 所示。

引理 4.3：在不引入区块链技术的情景 PN 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{PN} = -\frac{2q^*(-1+\alpha+2(1+\alpha)\gamma)(-1+2\gamma+4\gamma^2)(\alpha(1+2\gamma)(4+3\gamma)+4\gamma(-1+(-2+\gamma)\gamma))}{(1+2\gamma)(-2+\alpha+2\alpha\gamma+4\gamma(1+\gamma))(\alpha(1+2\gamma)(16+\gamma(16+\gamma))+\gamma(-16+\gamma(-33+2\gamma)))} \quad (4-19)$$

$$w_c^{PN} = -\frac{q^*(\alpha+(-1+\alpha)\gamma)(-1+\alpha+2(1+\alpha)\gamma)(\alpha(-4+\gamma)(1+2\gamma)+2\gamma(-1+2\gamma(5+\gamma)))}{(-2+\alpha+2\alpha\gamma+4\gamma(1+\gamma))(\alpha(1+2\gamma)(16+\gamma(16+\gamma))+\gamma(-16+\gamma(-33+2\gamma)))} \quad (4-20)$$

$$p_b^{PN} = -\frac{8q^*(-1+2\gamma+4\gamma^2)(\gamma(3-6\gamma-4\gamma^2)+\alpha^2(2+6\gamma+4\gamma^2)+\alpha(-3+\gamma+6\gamma^2+4\gamma^3))}{(-2+\alpha+4\gamma+2\alpha\gamma+4\gamma^2)(\gamma(-16-33\gamma+2\gamma^2)+\alpha(16+48\gamma+33\gamma^2+2\gamma^3))} \quad (4-21)$$

$$p_c^{PN} = \frac{q^*(\alpha+(-1+\alpha)\gamma)((12+\gamma)(\alpha+2\alpha\gamma)^2+\alpha(1+2\gamma)(-20+\gamma(37+2\gamma(-5+2\gamma)))+2\gamma(1-6\gamma(-6+\gamma(13+10\gamma))))}{(-2+\alpha+2\alpha\gamma+4\gamma(1+\gamma))(\alpha(1+2\gamma)(16+\gamma(16+\gamma))+\gamma(-16+\gamma(-33+2\gamma)))} \quad (4-22)$$

引理 4.4：在引入区块链技术的情景 PB 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_b^{PB} = \frac{2q^*(-1+\alpha)+3(-2+\alpha)\delta^*}{4(-2+\alpha)} \quad (4-23)$$

$$w_c^{PB} = \frac{\alpha(2q^*(-1+\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*)}{8(-2+\alpha)} \quad (4-24)$$

$$p_b^{PB} = \frac{q^*(-6+4\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*}{4(-2+\alpha)} \quad (4-25)$$

$$p_c^{PB} = \frac{\alpha(2q^*(-5+3\alpha)+(-2+\alpha)\delta^*)}{8(-2+\alpha)} \quad (4-26)$$

4.4.2 比较分析

下文比较了情景 PN 和情景 PB 中的均衡决策，研究了电商平台引入区块链技术的最优决策及其对品牌制造商和仿冒者的影响。

命题 4.3: 平台的最优区块链引入决策及其对制造商和仿冒者的影响主要取决于产品质量和区块链引入成本：

(1) 电商平台

(a) 当 $q \leq q_4^*$ 时, $\pi_p^{PN} \leq \pi_p^{PB}$,

(b) 当 $q > q_4^*$ 时, 如果 $\delta < \delta_5^*$, 则 $\pi_p^{PN} > \pi_p^{PB}$, 如果 $\delta \geq \delta_5^*$, 则 $\pi_p^{PN} \leq \pi_p^{PB}$;

(2) 品牌制造商

(a) 当 $q < q_5^*$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_6^*$ 或 $\delta \geq \delta_7^*$, 则 $\pi_b^{PN} \leq \pi_b^{PB}$, 如果 $\delta_6^* < \delta < \delta_7^*$, 则 $\pi_b^{PN} > \pi_b^{PB}$;

(b) 当 $q \geq q_5^*$ 时, 如果 $\delta \leq \delta_6^*$, 则 $\pi_b^{PN} \leq \pi_b^{PB}$, 如果 $\delta > \delta_6^*$, 则 $\pi_b^{PN} > \pi_b^{PB}$;

(3) 仿冒者

(a) 当 $q \leq q_6^*$ 时, $\pi_c^{PN} \leq \pi_c^{PB}$;

(b) 当 $q > q_6^*$ 时, 如果 $\delta < \delta_8^*$, 则 $\pi_c^{PN} > \pi_c^{PB}$, 如果 $\delta \geq \delta_8^*$, 则 $\pi_c^{PN} \leq \pi_c^{PB}$ 。

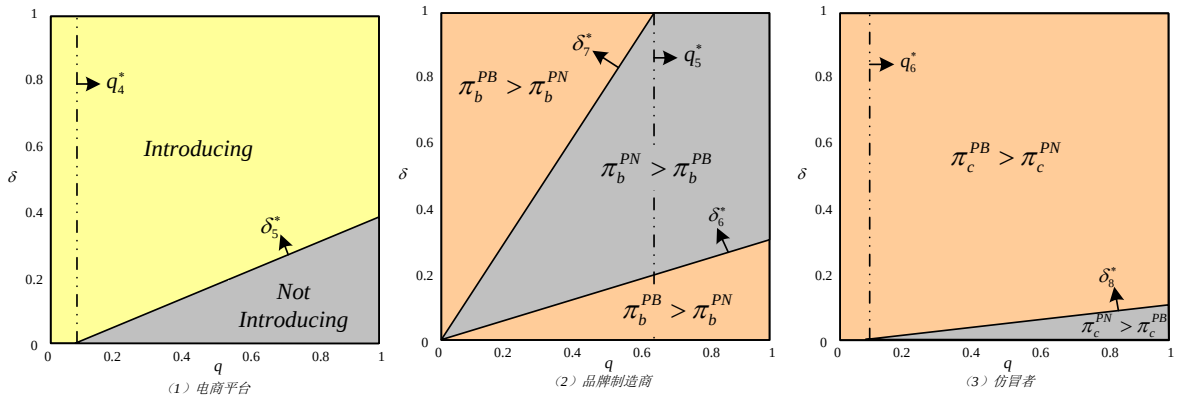


图 4-5 情景 P 中的区块链引入决策及其对其他成员的利润影响

由命题 4.3 和图 4-5 可知，电商平台会在品牌产品质量较小或者品牌产品质量和区块链引入成本都较大时选择引入区块链技术。对于品牌制造商来说，当产品质量较小时，若区块链技术成本较小或较大，则引入区块链对其有利，若区块链技术处于中等水平，则引入区块链对其不利；当产品质量较大时，若区块链技

术成本较小，引入区块链则对制造商有利，反之则不利。而对于仿冒者来说，当品牌产品质量较小时，引入区块链技术对其始终有利；当品牌产品质量较大时，若区块链引入成本较低，引入区块链将对仿冒者不利，反之则有利。

通过命题 4.1、命题 4.2 与命题 4.3 的对比，我们发现供应链三方成员在制造商的领导和平台的领导下，受益模式非常相似，区别在于：当制造商作为领导者时，制造商自身的受益空间较大，平台受益空间较小；当电商平台作为领导者时，平台自身的受益空间较大而制造商较小；对于仿冒者来说，则在制造商领导时，有更大的受益空间。

4.4.3 供应链总体利润分析

接下来，我们将整合情景 PB 和情景 PN 所有供应链成员在电商平台引入区块链技术并充当领导者时的利润比较，并得到推论 4.2。

推论 4.2：当电商平台领导供应链并进行区块链引入决策时，具有以下特性：

- (1) 当 $\delta < \delta_8^*$ 时，引入区块链技术会使制造商受益而仿冒者和平台利润同时受损；
- (2) 当 $\delta_8^* < \delta < \delta_6^*$ 时，引入区块链技术会使制造商和仿冒者同时受益而平台利润受损；
- (3) 当 $\delta_5^* < \delta < \delta_7^*$ 时，引入区块链技术会使仿冒者受益而制造商和平台利润同时受损；
- (4) 当 $\delta_6^* < \delta < \delta_5^*$ 时，引入区块链技术会使平台和仿冒者同时受益而制造商利润受损；
- (5) 当 $\delta > \delta_7^*$ 时，引入区块链技术会使三方成员同时受益。

通过对比推论 4.1 和推论 4.2，我们可以得出情景 P 和情景 M 的盈利情况相似，即在区块链技术成本较高且品牌产品质量较低的情况下，供应链的各个成员均能从区块链的引入中获益。然而，我们发现，在情景 P 中，供应链受益的范围更为广泛。具体而言，不仅出现三方共赢的局面更多，还有制造商-仿冒者或平台-仿冒者双方受益的情况增多。然而，只有制造商或仿冒者一方单独受益的情况

则明显减少。

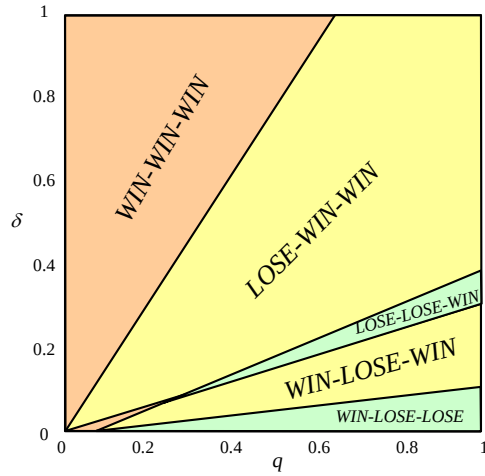


图 4-6 情景 P 中所有成员的综合利润对比

4.5 品牌商与电商平台合作领导的供应链区块链决策

本节考虑的是品牌制造商与平台合作引入区块链，作为中心决策者的供应链。作为一个整体，制造商和平台共同决定是否引入区块链，然后制定品牌产品和仿冒品的零售价格，而仿冒者则制定仿冒品的批发价格。在这里，两个合作者是领导者，仿冒者是追随者。记为情景 C。

4.5.1 模型建立与求解

合作者与仿冒者在不引入区块链时的利润函数分别如下（记为情景 CN）：

$$\pi_c^{CN} = D_c^{CN} w_c \quad (4-27)$$

$$\pi_{b+p}^{CN} = D_b^{CN} p_b + (p_c - w_c) D_c^{CN} \quad (4-28)$$

在引入区块链技术的情况下，合作者与仿冒者的利润函数分别如下（记为情景 CB）：

$$\pi_c^{CB} = D_c^{CB} w_c \quad (4-29)$$

$$\pi_{b+p}^{CB} = D_b^{CB} (p_b - \delta^*) + (p_c - w_c) D_c^{CB} \quad (4-30)$$

引理 4.5 和引理 4.6 分别总结了情景 CN 和情景 CB 下供应链的均衡决策。

引理 4.5: 在不引入区块链技术的情景 CN 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_c^{CN} = -\frac{q^* \gamma (-\alpha + \gamma - 2\gamma^2 + \alpha^2 (1 + 3\gamma + 2\gamma^2))}{\gamma (-8 - 17\gamma + 2\gamma^2) + \alpha (8 + 24\gamma + 17\gamma^2 + 2\gamma^3)} \quad (4-31)$$

$$p_b^{CN} = -\frac{4q^* (\alpha - \gamma + \alpha\gamma) (-1 + 2\gamma + 4\gamma^2)}{\gamma (-8 - 17\gamma + 2\gamma^2) + \alpha (8 + 24\gamma + 17\gamma^2 + 2\gamma^3)} \quad (4-32)$$

$$p_c^{CN} = \frac{q^* (\gamma^2 (1 + 14\gamma) - \alpha\gamma (5 + 24\gamma + 16\gamma^2) + \alpha^2 (4 + 13\gamma + 11\gamma^2 + 2\gamma^3))}{\gamma (-8 - 17\gamma + 2\gamma^2) + \alpha (8 + 24\gamma + 17\gamma^2 + 2\gamma^3)} \quad (4-33)$$

引理 4.6: 在引入区块链技术的情景 CB 中，供应链的均衡决策如下：

$$w_c^{CB} = \frac{\alpha \delta^*}{4} \quad (4-34)$$

$$p_b^{CB} = \frac{q + \delta^*}{2} \quad (4-35)$$

$$p_c^{CB} = \frac{1}{4} \alpha (2q^* + \delta^*) \quad (4-36)$$

4.5.2 比较分析

下文继续研究区块链技术引入决策及其对其他个体的影响，在此基础上得出以下结果。

命题 4.4: 合作者的最优区块链引入决策及其对仿冒者的影响主要取决于产品质量和区块链成本：

(1) 合作者

(a) 当 $q < q_7^*$ 时，如果 $\delta \leq \delta_9^*$ 或 $\delta \geq \delta_{10}^*$ ，则 $\pi_{b+p}^{CN} \leq \pi_{b+p}^{CB}$ ，如果 $\delta_9^* < \delta < \delta_{10}^*$ ，则 $\pi_{b+p}^{CN} > \pi_{b+p}^{CB}$ ；

(b) 当 $q \geq q_7^*$ 时，如果 $\delta \leq \delta_9^*$ ，则 $\pi_{b+p}^{CN} \leq \pi_{b+p}^{CB}$ ，如果 $\delta > \delta_9^*$ ，则 $\pi_{b+p}^{CN} > \pi_{b+p}^{CB}$ 。

(2) 仿冒者

(a) 当 $q < q_8^*$ 时，如果 $\delta \leq \delta_{11}^*$ ，则 $\pi_c^{CN} \geq \pi_c^{CB}$ ，如果 $\delta > \delta_{11}^*$ ，则 $\pi_c^{CN} < \pi_c^{CB}$ ；

(b) 当 $q \geq q_8^*$ 时， $\pi_c^{CN} \geq \pi_c^{CB}$ 。

在情景 C 中，当品牌产品质量较小而区块链成本较大时，或者当品牌产品质量较大而区块链成本较小时，合作者会选择引入区块链技术；而对于仿冒者来说，只有当品牌产品质量较小而区块链成本较大时，才会从区块链引入中获利。

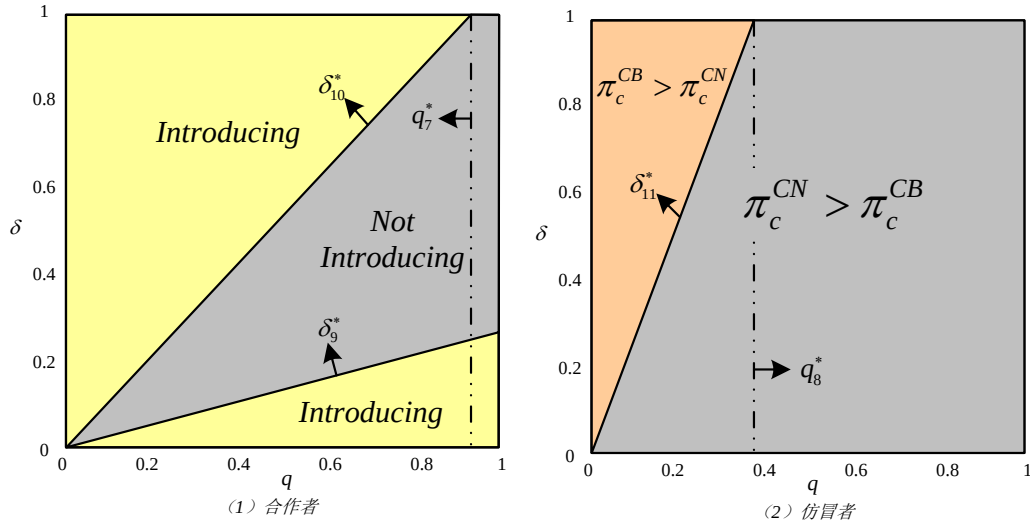


图 4-7 情景 C 中的区块链引入决策及其对仿冒者的利润影响

4.5.3 供应链总体利润分析

接下来,我们继续整合所有供应链成员在制造商和电商平台联合引入区块链技术并共同充当领导者时的利润比较并得到了推论 4.3。

推论 4.3: 当合作者领导供应链并进行区块链引入决策时,具有以下特性:

- (1) 当 $\delta < \delta_9^*$ 或 $\delta_{10}^* < \delta < \delta_{11}^*$ 时,引入区块链技术会使制造商和平台同时受益而仿冒者利润受损;
- (2) 当 $\delta_9^* < \delta < \delta_{10}^*$, 引入区块链技术会使三方成员利润同时受损;
- (3) 当 $\delta > \delta_{11}^*$ 时,引入区块链技术会使三方成员同时受益。

由推论 4.3 我们可以很直观看出,情景 C 中出现了供应链三方成员利润同时受损的局面。在合作模式下,由于合作者引入区块链的成本由双方共同承担、利润共享,如果区块链不能带来足够的额外收益,而只是削减仿冒品市场,则整个供应链的利润可能会下降,导致所有成员受损。此外,我们注意到仿冒者的利润在情景 C 中被大打折扣,合作模式导致仿冒者的获利空间减少。品牌制造商或电商平台单独领导时,领导者的目标是最大化自己的利润,而非整个供应链的利润,在某些情况下,领导者可能不会引入区块链技术,以维持一定的仿冒品市场,例如,电商平台可能更关注整体销售量和抽成,而非打击仿冒品,因此仿冒者仍有

较大的生存空间。而当制造商和平台作为一个整体，共享利润和成本，供应链的整体利润目标会促使领导者更倾向于引入区块链技术，他们更有动力压制仿冒品，从而减少仿冒者的利润空间。

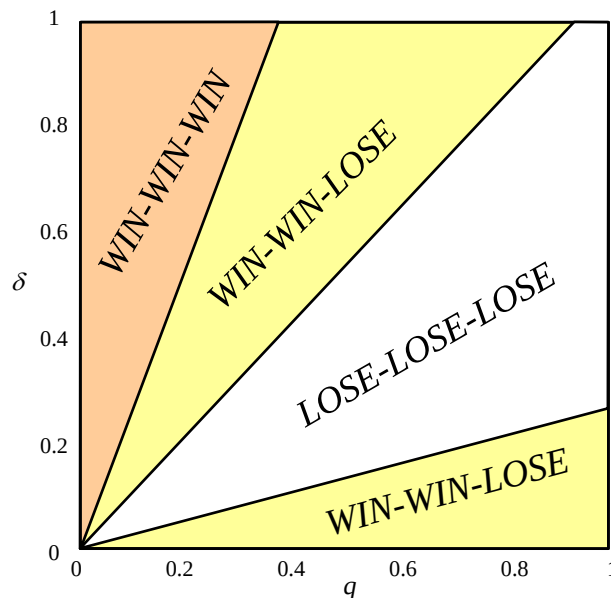


图 4-8 情景 C 中所有成员的综合利润对比

4.6 本章小结

本章研究在消费者预期后悔行为的影响下，供应链的区块链决策以及利润。本章同样地建立了一个电商平台供应链，包括一个品牌制造商、一个平台和一个假冒者。根据谁是区块链决策者，在不同的权力结构下会出现几种情况，探讨了区块链引入的最优决策及其与权力结构的关系。主要结论如下：

(1) 在品牌制造商领导情境中，当品牌产品质量较低时，消费者对品牌的溢价支付意愿降低，导致他们更倾向于购买仿冒品。此时，尽管区块链成本较高，制造商仍会选择引入区块链以维持市场份额；当区块链成本较低时，信息透明化能提高品牌销量，部分消费者依然愿意支付溢价，即便质量较低。若区块链成本中等，尽管引入有助于提高市场份额，但利润提升可能有限，制造商可能选择不引入区块链。对高质量品牌而言，若区块链成本低，制造商能以较少支出稳定市场份额；若区块链成本高，虽然市场份额可能增加，但利润可能不足以覆盖成本，从而不愿引入。电商平台和仿冒者的利润受品牌质量和区块链成本的双重影响。对于平台来说，当品牌质量低且区块链成本低时，引入区块链对其不利，因为消

费者偏好仿冒品；而当区块链成本高时，品牌竞争力提升，平台利润增加。对于高质量品牌，区块链并不显著改变消费者行为，平台收益可能不升反降。至于仿冒者，当品牌质量高且区块链成本低时，消费者能清晰识别正品，导致仿冒品需求下降；若成本高，制造商可能提高价格，促使敏感消费者转向仿冒品，提高仿冒者销量。若品牌质量低，仿冒品仍会有竞争优势，区块链引入对仿冒者始终有利。

（2）在电商平台领导的情景中，平台会在品牌产品质量较低，或者当品牌产品质量和区块链引入成本都较高时选择引入区块链技术。对于品牌制造商而言，若产品质量较低，区块链技术的成本无论是低还是高，引入区块链对其都是有利的；但如果区块链引入成本处于中等水平，则引入不利。相反，当产品质量较高时，若区块链技术成本较低，引入区块链对制造商有利；而当成本较高时，情况则相反，不利于制造商。对于仿冒者来说，当品牌产品质量较低时，引入区块链技术始终是有利的；而当品牌产品质量较高时，若区块链引入成本较低，则引入将对仿冒者不利，反之，则会对其有利。此外，我们还发现供应链中三方成员在制造商作为领导者和电商平台作为领导者的情况下，受益模式非常相似。区别在于：当制造商是领导者时，制造商自身的受益空间较大，而电商平台的受益空间较小；当电商平台作为领导者时，平台自身的受益空间则较大，而制造商的受益空间较小。对于仿冒者而言，在制造商领导的情况下，其受益空间相对更大。

（3）在品牌商与平台合作的情景中，当品牌产品的质量较低且区块链引入成本较高时，或当品牌产品质量较高而区块链成本较低时，合作方通常会选择引入区块链技术。在品牌产品质量较低的情况下，尽管区块链引入的成本较高，推动引入区块链可以有效防止市场被仿冒品侵蚀，并保护品牌形象；而在品牌产品质量较高的情况下，较低的区块链成本则提供了良好的投资回报，能够提升品牌的价值和市场竞争力，从而促使合作方选择引入区块链技术。对于仿冒者而言，只有在品牌产品质量较低且区块链引入成本较高的情况下，才会从区块链技术的引入中获益。当品牌产品质量较低时，消费者对于品牌的信任度不足，可能更倾向于选择价格更为低廉的仿冒品，区块链的成本尽管较高，却可能抑制品牌价格上涨，从而间接使仿冒品在市场上获得更好的竞争位置。因此，在这一特定情境下，仿冒者能够利用消费者对品质和价格的敏感性，增加他们的市场份额，进而

实现利润增长。

(4) 在制造商主导的情境下，当区块链成本很低时，引入区块链技术使制造商获益，而仿冒者和平台利润受损。在区块链成本达到一定阈值时，制造商和仿冒者可能同时受益，而平台利润则下降，因为区块链消除了消费者的预期后悔，部分价格敏感型消费者选择仿冒品。若区块链成本处于中等水平，仿冒者受益，而制造商与平台利润下降，此时消费者倾向于选择性价比更高的仿冒品。最后，当区块链成本较高时，虽然引入区块链提高了品牌产品价格和透明度，使消费者愿意支付溢价，但仿冒品也更具吸引力，此时平台因交易额增加而三方均有可能受益。在电商平台主导的情境下，盈利模式与制造商主导的情境相似，尤其是在区块链成本高且品牌质量低的情况下，所有三方都有可能从引入中获利。然而，在平台主导的情境中，供应链的受益范围更广，出现更多三方共赢或其中某两方双赢的情况，而单独获益的制造商或仿冒者则明显减少。在合作模式下，三方成员的利润可能同时受损，因为引入区块链的成本由双方共同承担，若区块链无法带来足够的额外收益或者仅仅削减仿冒品市场，这将导致整个供应链利润下降，从而使所有成员都受损。此外，在合作情境中，仿冒者的利润受到严重压缩，获利空间减少。

第5章 总结与展望

5.1 总结

本章。主要工作和研究结论如下：

(1)考虑异质消费者的电商平台供应链区块链引入决策研究结果表明：只有在品牌制造商和平台共同主导供应链并引入区块链时，才能实现三方共赢的局面；而当品牌制造商和平台分别主导供应链并各自引入区块链时，就会形成双赢局面。在制造商与平台合作引入区块链的情况下，当区块链引入成本和仿冒品质量均处于较低或较高水平时，都将出现三方共赢的局面。而在两个独立引入区块链的情境中，无论谁作为投入者，只要区块链引入成本和仿冒品质量相对较低，制造商和平台都将从中获益；而当区块链引入成本和仿冒品质量足够高时，仿冒者和平台基于区块链技术，分别构建了区块链技术背景下品牌制造商领导、电商平台领导以及制造商与平台合作的决策模型，研究在考虑消费者异质性和考虑消费者预期后悔的情景下，电商平台供应链的区块链技术引入决策，并分析区块链技术对供应链的利润影响也可能从区块链的引入中获得利益。

(2)考虑消费者预期后悔行为的电商平台供应链区块链引入决策研究结果表明：无论供应链的权力结构如何以及谁作为区块链技术的决策者，供应链共赢的局面始终可能出现。在制造商主导的情境下，当区块链成本较高时，引入区块链提高了品牌产品的价格和透明度，提高了品牌产品需求的同时，仿冒品同样具有更强的吸引力，这使得平台因交易额增加而使三方都有可能受益。在电商平台主导的情境下，盈利模式与制造商主导的情况类似，尤其是在区块链成本高且品牌质量低的情况下，所有三方都可能从引入中获利，然而，在此情境中，供应链受益的范围更为广泛，出现更多三方共赢或部分双赢的情况，而制造商或仿冒者单独获益的情况则显著减少。在合作模式下，仿冒者的利润受到明显压缩，其获利空间减少，而品牌制造商和电商平台的获利范围相对扩大。

(3) 考虑消费者的不同特征,很大程度上影响着供应链的区块链技术引入决策以及供应链各成员利润和总体利润。综合来看,考虑消费者预期后悔行为时,供应链更容易从区块链引入中获利。具体地说,考虑消费者异质性的情景中,品牌制造商或电商平台独立领导都不能为供应链带来共赢的可能,当品牌商与平台合作时,则会出现三方共赢的局面;而考虑消费者预期后悔行为的情景中,本中所提到的三种权力结构均出现了供应链三方共赢的情况,其中电商平台作为领导者时,共赢的局面更大,而平台与品牌商合作时,供应链共赢的范围则最小。

在引入消费者预期后悔因素的情景下,消费者对产品选择的心理预期被纳入考虑,在没有区块链的情况下,消费者在购买时可能因价格或质量而感到后悔,也就是说,预期后悔行为使消费者做出购买决策时产生顾虑和犹豫,从而导致他们在购买时更为谨慎,进而影响了购买决策以及产品的需求。引入区块链技术后,消费者能够明确知道自己购买的产品是正品,从而消除了这种后悔感,无论消费者选择购买品牌产品还是仿冒品,都处于公开透明的状态,这样一来便促进了消费者的购买力,刺激了产品的需求,所以供应链都将从区块链技术的引入中获利。

5.2 展望

本文对电商平台供应链中的区块链引入决策和利润影响进行了研究,并得到一些有益的管理启示,但仍然存在一些问题尚未解决,这是未来进一步研究方向,主要包括以下几点:

(1) 论文没有考虑消费者对采用区块链的隐私顾虑。在现实中,消费者对隐私问题可能会有不同的心理态度和购买行为,从而影响他们在供应链中的效用估值和均衡决策。因此,一个有前景的研究延伸是研究消费者隐私顾虑背景下最优区块链引入决策。

(2) 论文只关注平台与各制造商采用转售形式的供应链,需要注意的是,一些平台也广泛采用代理销售形式。不同的销售形式对该平台供应链中区块链最优引入的影响值得探讨。

(3) 论文探讨了单一平台供应链中的假冒问题。本文的一个重要且具有挑战性的研究方向是关注两个竞争性供应链,如品牌制造商通过两个竞争性平台销售其正品。

参考文献

- [1] Orekhova T V, Tertychnyi Y. Current trends of electronic commercial development in the world markets[J]. Business Management, 2019 (4 Year 2019): 39-51.
- [2] 关注 | 全球电商市场发展现状及前景展望|零售_新浪财经_新浪网[EB/OL]. <https://finance.sina.com.cn/wm/2023-06-25/doc-imyynzyn6956836.shtml>
- [3] 直播售假成灾，新电商时代下的打假难题 [EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1796726384769177045&wfr=spider&for=pc>
- [4] 仿冒“得物包装”售假被抓，专家：保护正品电商平台权益有助提升品质消费环境 [EB/OL].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1740935678247086655&wfr=spider&for=pc>
- [5] Pun H, Swaminathan J M, Hou P. Blockchain adoption for combating deceptive counterfeits[J]. Production and Operations Management, 2021, 30(4): 864-882.
- [6] AWS 推出了区块链模板 长远看可能要普惠自己[EB/OL].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1598908123687445468&wfr=spider&for=pc>
- [7] 耐克瞄上区块链 运动巨头究竟要玩什么新花样？|区块链_新浪财经_新浪网 [EB/OL].<https://finance.sina.com.cn/blockchain/coin/2019-12-16/dociihnzhfz6262343.shtml>
- [8] 蚂蚁金服已与茅台开展区块链技术合作[EB/OL].<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1595983019909335806&wfr=spider&for=pc>
- [9] Yang B. Online channel mode selection in a platform supply chain in the presence of consumer returns[J]. Kybernetes, 2024, 53(5): 1740-1762.
- [10] Zhou Y, Zhang Y, Wahab M I M, et al. Channel leadership and performance for a closed-loop supply chain considering competition[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2023, 175: 103151.
- [11] Vlahakis G, Kopanaki E, Apostolou D. Proactive decision making in supply chain procurement[J]. Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce,

- 2020, 30(1): 28-50.
- [12]Zhang J, Chan F T S, Xu X. Data-driven analysis on optimal purchasing decisions in combined procurement[J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(13): 4265-4278.
- [13]Sim J, Kim B. Sourcing decision in the presence of a complementary component[J]. Omega, 2021, 101: 102281.
- [14]Anastasiei B, Dospinescu N, Dospinescu O. Individual and product-related antecedents of electronic word-of-mouth[J]. Aslib Journal of Information Management, 2024.
- [15]Mainardes E W, Coutinho A R S, Alves H M B. The influence of the ethics of E-retailers on online customer experience and customer satisfaction[J]. Journal of Retailing and Consumer Services, 2023, 70: 103171.
- [16]Bertsimas D, Kallus N, Hussain A. Inventory management in the era of big data[J]. Production and Operations Management, 2016, 25(12): 2006-2009.
- [17]Fang X, Chen H C. Using vendor management inventory system for goods inventory management in IoT manufacturing[J]. Enterprise Information Systems, 2022, 16(7): 1885743.
- [18]Fu K, Gong X, Hsu V N, et al. Dynamic Inventory Management with Inventory-based Financing[J]. Production and Operations Management, 2021, 30(5): 1313-1330.
- [19]Li Y, Tan C, Ip W H, et al. Dynamic blockchain adoption for freshness-keeping in the fresh agricultural product supply chain[J]. Expert Systems with Applications, 2023, 217: 119494.
- [20]Moons K, Waeyenbergh G, Pintelon L. Measuring the logistics performance of internal hospital supply chains—a literature study[J]. Omega, 2019, 82: 205-217.
- [21]Yan B, Fan J, Wu J W. Channel choice and coordination of fresh agricultural product supply chain[J]. RAIRO-operations Research, 2021, 55(2): 679-699.
- [22]Fang C, Liao X, Xie M. A hybrid risks-informed approach for the selection of supplier portfolio[J]. International Journal of Production Research, 2016, 54(7):

2019-2034.

- [23]Senna P, Reis A, Marujo L G, et al. The influence of supply chain risk management in healthcare supply chains performance[J]. *Production Planning & Control*, 2024, 35(12): 1368-1383.
- [24]Waqas U, Abd Rahman A, Ismail N W, et al. Influence of supply chain risk management and its mediating role on supply chain performance: perspectives from an agri-fresh produce[J]. *Annals of Operations Research*, 2023, 324(1): 1399-1427.
- [25]Feng X, Chu C. Online leasing problem with price fluctuations and the second-hand transaction[J]. *Journal of Combinatorial Optimization*, 2022, 43(5): 1280-1297.
- [26]Hinojo P, Suárez D, García-Mariñoso B. Drivers of consumer participation in online second-hand transactions[J]. *Sustainability*, 2022, 14(7): 4318.
- [27]Liu Y, Wan Y, Kang J. Impact of community-based governance mechanisms on transaction intention on a second-hand trading platform[J]. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 2023, 18(1): 689-705.
- [28]Aminipour A, Bahroun Z, Hariga M. Cyclic manufacturing and remanufacturing in a closed-loop supply chain[J]. *Sustainable Production and Consumption*, 2021, 25: 43-59.
- [29]Xiong Y, Zhao Q, Zhou Y. Manufacturer-remanufacturing vs supplier-remanufacturing in a closed-loop supply chain[J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 176: 21-28.
- [30]Zhang Z, Zhang Q, Liu Z, et al. Static and dynamic pricing strategies in a closed-loop supply chain with reference quality effects[J]. *Sustainability*, 2018, 10(1): 157.
- [31]Guo J, Hao H, Wang M, et al. An empirical study on consumers' willingness to buy agricultural products online and its influencing factors[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 336: 130403.
- [32]Yan B, Chen X, Li H, et al. Managing homogeneous products in two competing supply chains under price and logistics service[J]. *Electronic Commerce Research*,

2022: 1-23.

- [33]Choi T M. Blockchain-technology-supported platforms for diamond authentication and certification in luxury supply chains[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2019, 128: 17-29.
- [34]Choi T M, Feng L, Li R. Information disclosure structure in supply chains with rental service platforms in the blockchain technology era[J]. International Journal of Production Economics, 2020, 221: 107473.
- [35]Shen B, Xu X, Yuan Q. Selling secondhand products through an online platform with blockchain[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 142: 102066.
- [36]Niu B, Mu Z, Cao B, et al. Should multinational firms implement blockchain to provide quality verification?[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2021, 145: 102121.
- [37]Wu X Y, Fan Z P, Cao B B. An analysis of strategies for adopting blockchain technology in the fresh product supply chain[J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(11): 3717-3734.
- [38]Wang Z, Wang Y, Li B, et al. Responsibility sharing strategy of product ecological design and collection in manufacturer-retailer closed-loop supply chain[J]. Computers & Industrial Engineering, 2023, 176: 108926.
- [39]Liu Z, Cai X, Niu W, et al. Combating fraudulent returns using blockchain technology[J]. International Transactions in Operational Research, 2024, 31(6): 3776-3807.
- [40]Lu W, Jiang Y, Chen Z, et al. Blockchain adoption in a supply chain system to combat counterfeiting[J]. Computers & Industrial Engineering, 2022, 171: 108408.
- [41]Shen B, Dong C, Minner S. Combating copycats in the supply chain with permissioned blockchain technology[J]. Production and Operations Management, 2022, 31(1): 138-154.
- [42]Hou P, Zhang C, Li Y. The interplay of manufacturer encroachment and blockchain adoption to combat counterfeits in a platform supply chain[J]. International Journal

- of Production Research, 2024, 62(4): 1382-1398.
- [43]Bian J, Lai K K, Hua Z. Service outsourcing under different supply chain power structures[J]. Annals of Operations Research, 2017, 248: 123-142.
- [44]Yang D, Song D, Li C. Environmental responsibility decisions of a supply chain under different channel leaderships[J]. Environmental Technology & Innovation, 2022, 26: 102212.
- [45]Qiu R, Li X, Sun M. Vertical integration of an online secondhand platform and a recycling platform under different power structures[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 310(1): 286-301.
- [46]Ahmadi-Gh Z, Bello-Pintado A. Sustainability isomorphism in buyer–supplier relationships: The impact of supply chain leadership[J]. Business Strategy and the Environment, 2024, 33(4): 3635-3653.
- [47]Yu T, Guan Z, Li J, Zhang J, Dong J. Optimal pricing strategies of e-commerce supply chain considering consumers’ anticipated regrets under the background of blockchain anti-counterfeiting technology[J]. International Transactions in Operational Research, 2024, 31(6): 4128-73.
- [48]高鹏,朱宾欣.基于消费者预期后悔的信息产品政府反盗版监管策略[J].工程管理科技前沿,2023,42(05):82-89.
- [49]于天阳,关志民,董经洋,等.考虑预期后悔与二手市场的品牌商区块链防伪技术引入[J].中国管理科学, 2025, 1-17.
- [50]刘建明, 颜学明. 基于专利计量的区块链技术发展现状及关键技术分析[J]. 科技管理研究, 2021, 41(16): 37-44.
- [51]付永贵. 基于区块链的供应链信息共享机制与管理模式研究[D]. 中央财经大学, 2018.
- [52]庄尚文,刘思琦.区块链技术在流通业应用的国际经验及其启示[J].江苏商论,2023,(07):3-7.DOI:10.13395/j.cnki.issn.1009-0061.2023.07.001.
- [53]国务院关于印发“十三五”国家信息化规划的通知[J].国家国防科技工业局文告,2017,(02):1-35.
- [54]坚定不移贯彻总体国家安全观把平安中国建设推向更高水平[N].人民日报

- 报,2025-03-02(001).DOI:10.28655/n.cnki.nrmrb.2025.002507.
- [55]《国家及各地区国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》[J].中国信息界,2022,(05):110.
- [56]王丽丽.助推扎实稳住经济一揽子政策措施在司法领域落实落地[N].人民法院报,2022-12-28(003).DOI:10.28650/n.cnki.nrmfy.2022.004559.
- [57]孙浩林.德国国家区块链战略[J].科技中国,2020,(05):96-98.
- [58]吴晓波.“区块链+农业”2019 年的大趋势[J].农业工程技术,2019,39(06):26-28.
- [59]韩夏,侯宏.回归理性,区块链如何赋能传统行业——以 Everledger 在钻石行业的实践为例[J].清华管理评论,2018,(10):84-91.
- [60]林楠.“电商造节”常态化背景下消费者预期后悔与冲动性网购相关性研究[J].商业经济研究,2021,(16):73-76.
- [61]李谦.限制性促销情境下预期后悔与冲动网购的关系研究[D].中国石油大学(北京),2023.DOI:10.27643/d.cnki.gsybu.2023.000599.
- [62]叶新兰,李金凤,官振中.考虑消费者预期后悔行为的产品定价模型[J].系统管理学报,2023,32(03):589-604.
- [63]南嘉熹.网络直播特征对消费者冲动性购买行为的影响研究[D].华中农业大学,2022.DOI:10.27158/d.cnki.ghznu.2022.000869.
- [64]高娜.电商购物节点燃年货市场[N].中国食品报,2025-01-24(007).DOI:10.28137/n.cnki.ncspb.2025.000235.
- [65]曾璐.新兴电商平台的竞争策略与市场拓展路径研究[J].营销界,2024,(23):41-43.
- [66]Pun H, Swaminathan J M, Hou P. Blockchain adoption for combating deceptive counterfeits[J]. Production and Operations Management, 2021, 30(4): 864-882.
- [67]Babich V, Hilary G. OM Forum—Distributed ledgers and operations: What operations management researchers should know about blockchain technology[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2020, 22(2): 223-240.
- [68]Gao S Y, Lim W S, Tang C S. Entry of copycats of luxury brands[J]. Marketing Science, 2017, 36(2): 272-289.
- [69]Gong B, Zhang H, Gao Y, et al. Blockchain adoption and channel selection

- strategies in a competitive remanufacturing supply chain[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2023, 175: 108829.
- [70] Liu Y, Ma D, Hu J, et al. Sales mode selection of fresh food supply chain based on blockchain technology under different channel competition[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2021, 162: 107730.
- [71] Sun Z, Xu Q, Liu J. Is blockchain technology desirable? When considering power structures and consumer preference for blockchain[J]. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 2024, 62(1): 53-99.
- [72] Wang C, Chen J, Chen X. The impact of customer returns and bidirectional option contract on refund price and order decisions[J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 274(1): 267-279.
- [73] 梁喜, 肖金凤. 基于区块链和消费者敏感的双渠道供应链定价与渠道选择[J]. *中国管理科学*, 2023, 31(5): 29-38.
- [74] Li Z, Xu X, Bai Q, et al. The interplay between blockchain adoption and channel selection in combating counterfeits[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2021, 155: 102451.
- [75] Shen B, Dong C, Minner S. Combating copycats in the supply chain with permissioned blockchain technology[J]. *Production and Operations Management*, 2022, 31(1): 138-154.
- [76] Niu B, Mu Z, Cao B, et al. Should multinational firms implement blockchain to provide quality verification?[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2021, 145: 102121.
- [77] Pun H, Swaminathan J M, Hou P. Blockchain adoption for combating deceptive counterfeits[J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(4): 864-882.
- [78] Wang Y, Singgih M, Wang J, et al. Making sense of blockchain technology: How will it transform supply chains?[J]. *International Journal of Production Economics*, 2019, 211: 221-236.
- [79] Choi T M, Feng L, Li R. Information disclosure structure in supply chains with rental service platforms in the blockchain technology era[J]. *International Journal*

- of Production Economics, 2020, 221: 107473.
- [80] Azzi R, Chamoun R K, Sokhn M. The power of a blockchain-based supply chain[J]. Computers & Industrial Engineering, 2019, 135: 582-592.
- [81] Bai C, Sarkis J. A supply chain transparency and sustainability technology appraisal model for blockchain technology[J]. International Journal of Production Research, 2020, 58(7): 2142-2162.
- [82] Choi T M, Guo S, Luo S. When blockchain meets social-media: Will the result benefit social media analytics for supply chain operations management?[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 135: 101860.
- [83] Biswas D, Jalali H, Ansaripour A H, et al. Traceability vs. sustainability in supply chains: The implications of blockchain[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 305(1): 128-147.
- [84] Niu B, Mu Z, Cao B, et al. Should multinational firms implement blockchain to provide quality verification?[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2021, 145: 102121.
- [85] 刘露, 李勇建, 姜涛. 基于区块链信用传递功能的供应链融资策略[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(5): 1179-1196.
- [86] De Giovanni P. Blockchain and smart contracts in supply chain management: A game theoretic model[J]. International Journal of Production Economics, 2020, 228: 107855.
- [87] Shen B, Xu X, Yuan Q. Selling secondhand products through an online platform with blockchain[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2020, 142: 102066.

附录

附录 1 考虑消费者异质性的区块链技术成本取值范围

区块链技术成本 δ 的基本取值要求为 $\delta > 0$ ，此外，还应满足现实意义，即区块链技术成本的承担者所得的利润为正，这要求区块链技术成本小于品牌产品的批发价格或销售价格，所以 $\delta < w_b$ 或 $\delta < p_b$ 。

(1) 品牌商领导模式：

已知 $w_b = \frac{-2+2q-2\delta+q\delta}{2(-2+q)}$ ，令 $\delta < w_b$ ，解得 $\delta < \frac{2q-2}{q-2}$ ，即 δ 的取值范围为

$$0 < \delta < \frac{2q-2}{q-2}$$

(2) 电商平台领导模式：

已知 $w_b = \frac{-2+2q-6\delta+3q\delta}{4(-2+q)}$ ，令 $\delta < w_b$ ，解得 $\delta < \frac{2q-2}{q-2}$ ，即 δ 的取值范围为

$$0 < \delta < \frac{2q-2}{q-2}。$$

(3) 品牌商和电商平台合作模式：

已知 $p_b = \frac{1+\delta}{2}$ ，令 $\delta < p_b$ ，解得 $\delta < 1$ ，即 δ 的取值范围为 $0 < \delta < 1$ 。

附录 2 证明命题 3.1

(1) 令 $p_b^N = p_b^B$ ，解得 $\delta_1 = 4p_b^N + \frac{(6-4q)}{q-2}$ ，则当 $\delta < \delta_1$ 时， $p_b^N > p_b^B$ ，当 $\delta > \delta_1$

时， $p_b^N < p_b^B$ ；

(2) 令 $D_b^N = D_b^B$ ，解得 $\delta_2 = -\frac{2(4D_b^N-1)(q-1)}{q-2}$ ，则当 $\delta < \delta_2$ 时， $D_b^N < D_b^B$ ，

当 $\delta > \delta_1$ 时, $D_b^N > D_b^B$;

(3) 令 $p_c^N = p_c^B$, 解得 $\delta_3 = \frac{8p_c^N}{q} - \frac{2}{q-2} - 6$, 则当 $\delta < \delta_3$ 时, $p_c^N > p_c^B$, 当

$\delta > \delta_3$ 时, $p_c^N < p_c^B$;

(4) 令 $D_c^N = D_c^B$, 解得 $\delta_4 = -\frac{2(1+4D_c^N(q-2))(q-1)}{q-2}$, 则当 $\delta < \delta_4$ 时,

$D_c^N > D_c^B$, 当 $\delta > \delta_4$ 时, $D_c^N < D_c^B$;

附录 3 证明命题 3.2

将品牌产品和仿冒品的批发价对 δ 和 q 求导得出:

$$(1) \frac{\partial w_b^B}{\partial \delta} = \frac{1}{2} > 0 \quad (2) \frac{\partial w_c^B}{\partial \delta} = \frac{q}{8} > 0 \quad (3) \frac{\partial w_b^B}{\partial q} = -\frac{1}{(-2+q)^2} < 0$$

$$(4) \text{ 当 } 0 < q < 2 - \sqrt{2} \text{ 时, } \frac{\partial w_c}{\partial q} > 0, \text{ 当 } 2 - \sqrt{2} < q < 1 \text{ 时, } \frac{\partial w_c}{\partial q} < 0$$

将品牌产品和仿冒品的销售价格对 δ 和 q 求导得出:

$$(1) \frac{\partial p_b^B}{\partial \delta} = \frac{1}{4} > 0 \quad (2) \frac{\partial p_c^B}{\partial \delta} = \frac{q}{8} > 0$$

$$(3) \frac{\partial p_b^B}{\partial q} = -\frac{1}{2(-2+q)^2} < 0 \quad (4) \frac{\partial p_c^B}{\partial q} = \frac{4(5+\delta) + (-4+q)q(6+\delta)}{8(-2+q)^2} > 0$$

将品牌产品和仿冒品的需求对 δ 和 q 求导得出:

$$(1) \frac{\partial D_b^B}{\partial \delta} = \frac{-2+q}{8-8q} < 0 \quad (2) \frac{\partial D_c^B}{\partial \delta} = \frac{1}{8-8q} > 0$$

$$(3) \frac{\partial D_b^B}{\partial q} = -\frac{\delta}{8(-1+q)^2} < 0 \quad (4) \frac{\partial D_c^B}{\partial q} = \frac{1}{8} \left(\frac{2}{(-2+q)^2} + \frac{\delta}{(-1+q)^2} \right) > 0。$$

附录 4 证明命题 3.3

令品牌制造商利润 π_b^B 对 δ 求二阶导, 得 $\frac{q-2}{8(q-1)} > 0$, 即存在极小值, 令其一阶导为 0 求出极小值点 $\delta = \frac{2q-2}{q-2}$, 将 $\delta = \frac{2q-2}{q-2}$ 代入原函数, 得函数极小值 $\pi_b^B = 0$, 当区块链技术成本 $\delta = 0$ 时, 利润函数有最大值 $\frac{q-1}{4(q-2)}$, 联立方程 $\frac{q-1}{4(q-2)} = \pi_b^N$, 解得存在一个根 q_1 , 使得当 $q > q_1$ 时, $\pi_b^N > \frac{q-1}{4(q-2)}$, 即 $\pi_b^N > \pi_b^B$, 而当 $q < q_1$ 时, $\pi_b^N < \frac{q-1}{4(q-2)}$, 联立方程 $\pi_b^B = \pi_b^N$, 解得存在一个根 δ_5 , 使得当 $\delta < \delta_5$ 时, $\pi_b^B > \pi_b^N$, 当 $\delta > \delta_5$ 时, $\pi_b^N > \pi_b^B$ 。

附录 5 证明命题 3.4

(1) 电商平台

令电商平台利润 π_p^B 对 δ 求二阶导, 得 $\frac{q-2}{16(q-1)} > 0$, 即存在极小值, 令其一阶导为 0 求出极小值点 $\delta = \frac{2q-2}{q-2}$, 将 $\delta = \frac{2q-2}{q-2}$ 代入原函数, 得函数极小值 $\pi_p^B = \frac{q}{8-4q}$, 当区块链技术成本 $\delta = 0$ 时, 利润函数有最大值 $\pi_p^B = \frac{1+q}{16-8q}$, 由等量关系可知 $\pi_p^N < \frac{1+q}{16-8q}$, 联立方程 $\frac{q}{8-4q} = \pi_p^N$, 解得存在一个根 q_2 , 使得当 $q > q_2$ 时, $\pi_p^N < \frac{q}{8-4q}$, 即 $\pi_p^N < \pi_p^B$, 而当 $q < q_1$ 时, $\pi_p^N > \frac{q}{8-4q}$, 联立方程 $\pi_p^B = \pi_p^N$, 解得存在一个根 δ_6 , 使得当 $\delta < \delta_6$ 时, $\pi_p^B > \pi_p^N$, 当 $\delta > \delta_6$ 时, $\pi_p^N > \pi_p^B$ 。

(2) 仿冒者

令仿冒者利润 π_c^B 对 δ 求二阶导, 得 $-\frac{q}{32(q-1)} > 0$, 即存在极小值, 令其一阶导为 0 求出极小值点 $\delta = -\frac{2q-2}{q-2}$, 将 $\delta = \frac{2q-2}{q-2}$ 代入原函数, 得函数最大值 $\pi_c^B = \frac{(1-q)q}{4(q-2)^2}$, 当区块链技术成本 $\delta = 0$ 时, 利润函数有最小值 $\pi_c^B = \frac{(1-q)q}{16(q-2)^2}$, 由等量关系可知 $\pi_p^N > \frac{(1-q)q}{16(q-2)^2}$, 联立方程 $\frac{(1-q)q}{4(q-2)^2} = \pi_c^N$, 解得存在一个根 q_3 , 使得当 $q < q_3$ 时, $\pi_c^N > \frac{(1-q)q}{4(q-2)^2}$, 即 $\pi_c^N > \pi_c^B$, 而当 $q > q_3$ 时, $\pi_c^N < \frac{(1-q)q}{4(q-2)^2}$, 联立方程 $\pi_c^B = \pi_c^N$, 解得存在一个根 δ_7 , 使得当 $\delta < \delta_7$ 时, $\pi_c^N > \pi_c^B$, 当 $\delta > \delta_7$ 时, $\pi_c^B > \pi_c^N$ 。

命题 3.5:

与命题 4 (1) 同理。

命题 3.6:

(1) 与命题 3 同理;

(2) 与命题 4 (2) 同理。

附录 6 考虑预期后悔的区块链技术成本取值范围

与附录 1 同理, 区块链技术成本 δ^* 的基本取值要求为 $\delta^* > 0$, 且满足现实意义, 即 $\delta^* < w_b$ 或 $\delta^* < p_b$ 。

(1) 品牌商领导模式:

令 $\delta^* < w_b$, 解得 $\delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$, 即 δ^* 的取值范围为 $0 < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$

(2) 电商平台领导模式:

令 $\delta^* < w_b$, 解得 $\delta^* < q^*$, 即 δ^* 的取值范围为 $0 < \delta^* < q^*$ 。

(3) 品牌商和电商平台合作模式:

令 $\delta^* < p_b$ ，解得 $\delta^* < q^*$ ，即 δ^* 的取值范围为 $0 < \delta^* < q^*$ 。

附录 7 证明命题 4.1

π_b^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小

值点 $\delta' = \frac{2q^*(\alpha-1)}{\alpha-2} > 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_b^B = 0$ ；因为 δ^* 取值

范围为 $0 < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ ，将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 分别代入原函数，并分别得出

$\pi_{b(0)}^B = \frac{q^*(-1+\alpha)}{4(-2+\alpha)}$ 和 $\pi_{b(\frac{2q^*}{2-\alpha})}^B = \frac{q^*\alpha^2}{4(2-3\alpha+\alpha^2)}$ 。由 π_b^N 可知，存在一个实根 q_1^* ，当

$0 < q^* < q_1^*$ 时， $\pi_b^N < \frac{q^*\alpha^2}{4(2-3\alpha+\alpha^2)}$ ，联立方程 $\pi_b^N = \pi_b^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_1^*$ 时，

$\pi_b^N < \pi_b^B$ ，当 $\delta_1^* < \delta < \delta_2^*$ 时， $\pi_b^N > \pi_b^B$ ，当 $\delta_2^* < \delta < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 时， $\pi_b^N < \pi_b^B$ ；当 $q_1^* < q < 1$

时， $\frac{q^*\alpha^2}{4(2-3\alpha+\alpha^2)} < \pi_b^N < \frac{q^*(-1+\alpha)}{4(-2+\alpha)}$ ，此时联立方程 $\pi_b^N = \pi_b^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_1^*$

时， $\pi_b^N < \pi_b^B$ ，当 $\delta_1^* < \delta^* < q^*$ 时， $\pi_b^N > \pi_b^B$ 。

附录 8 证明命题 4.2

(1) 平台利润

π_p^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小

值点 $\delta' = \frac{2q^*(\alpha-1)}{\alpha-2} > 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_p^B = \frac{q^*\alpha}{8-4\alpha} > 0$ ；因

为 δ^* 取值范围为 $0 < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ ，将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 分别代入原函数，并分别

得出 $\pi_{p(0)}^B = \frac{q^*+q^*\alpha}{16-8\alpha}$ 和 $\pi_{p(\frac{2q^*}{2-\alpha})}^B = \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$ ，综上可知平台利润的最小值为 $\frac{q^*\alpha}{8-4\alpha}$ ，最

大值为 $\frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$ 。由于 $\pi_p^N > \frac{q^*+q^*\alpha}{16-8\alpha}$ ，联立方程 $\pi_p^N = \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$ ，解得当 $0 < q^* < q_2^*$ 时，

$\pi_p^N < \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$ ，此时联立方程 $\pi_p^N = \pi_p^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_3^*$ 时， $\pi_b^N > \pi_b^B$ ，当

$\delta_3^* < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 时， $\pi_p^N < \pi_p^B$ ；当 $q_2^* < q^* < 1$ 时， $\pi_p^N > \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$ ，此时 $\pi_p^N > \pi_p^B$ 。

(2) 仿冒者利润

π_c^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小

值点 $\delta' = -\frac{2q^*(-1+\alpha)}{-2+\alpha} < 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_c^B = 0$ ；因为 δ^*

取值范围为 $0 < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ ，将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 分别代入原函数，并分别得出

$\pi_{c(0)}^B = -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}$ 和 $\pi_{c(\frac{2q^*}{2-\alpha})}^B = \frac{q^*\alpha}{16-16\alpha}$ ，综上可知仿冒者利润的最小值为

$-\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}$ ，最大值为 $\frac{q^*\alpha}{16-16\alpha}$ 。由 π_c^N 可知不采用区块链时仿冒者的利润小

于采用区块链时仿冒者利润的最大值，联立方程 $\pi_c^N = -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}$ ，解得当

$0 < q^* < q_3^*$ 时， $\pi_c^N < -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}$ ，此时 $\pi_c^N < \pi_c^B$ ；当 $q_3^* < q^* < 1$ 时，

$-\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2} < \pi_b^N < \frac{q^*\alpha}{16-16\alpha}$ ，此时联立方程 $\pi_c^N = \pi_c^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_4^*$ 时，

$\pi_c^N > \pi_c^B$ ，当 $\delta_4^* < \delta^* < \frac{2q^*}{2-\alpha}$ 时， $\pi_c^N < \pi_c^B$ 。

附录 9 证明命题 4.3

(1) 制造商利润

π_b^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小

值点 $\delta' = \frac{2q^*(\alpha-1)}{\alpha-2} > 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_b^B = 0$ ；因为 δ^* 取值

范围为 $0 < \delta^* < q^*$ ，将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = q^*$ 分别代入原函数，并分别得出

$$\pi_{b(0)}^B = \frac{q^*(-1+\alpha)}{8(-2+\alpha)} \text{ 和 } \pi_{b(q^*)}^B = \frac{q^*\alpha^2}{32(2-3\alpha+\alpha^2)}, \text{ 综上可知制造商利润的最小值为 } 0,$$

最大值为 $\frac{q^*(-1+\alpha)}{8(-2+\alpha)}$ 。由 π_b^N 可知不采用区块链时制造商的利润小于采用区块链

时制造商利润的最大值，联立方程 $\pi_b^N = \frac{q^*\alpha^2}{32(2-3\alpha+\alpha^2)}$ ，解得当 $0 < q^* < q_5^*$ 时，

$$\pi_b^N < \frac{q^*\alpha^2}{32(2-3\alpha+\alpha^2)}, \text{ 此时联立方程 } \pi_b^N = \pi_b^B, \text{ 解得当 } 0 < \delta^* < \delta_6^* \text{ 时, } \pi_b^N < \pi_b^B,$$

当 $\delta_6^* < \delta < \delta_7^*$ 时, $\pi_b^N > \pi_b^B$, 当 $\delta_7^* < \delta < q$ 时, $\pi_b^N < \pi_b^B$; 当 $q_5^* < q < 1$ 时,

$$\frac{q^*\alpha^2}{32(2-3\alpha+\alpha^2)} < \pi_b^N < \frac{q^*(-1+\alpha)}{8(-2+\alpha)}, \text{ 此时联立方程 } \pi_b^N = \pi_b^B, \text{ 解得当 } 0 < \delta < \delta_6^* \text{ 时,}$$

$$\pi_b^N < \pi_b^B, \text{ 当 } \delta_6^* < \delta^* < q^* \text{ 时, } \pi_b^N > \pi_b^B.$$

(2) 平台利润

π_p^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小

值点 $\delta' = \frac{2q^*(\alpha-1)}{\alpha-2} > 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_p^B = \frac{q^*\alpha}{8-4\alpha} > 0$ ；因

为 δ^* 取值范围为 $0 < \delta^* < q^*$ ，将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = q^*$ 分别代入原函数，并分别得出

$$\pi_{p(0)}^B = \frac{q^*}{8-4\alpha} \text{ 和 } \pi_{p(q^*)}^B = \frac{q^*(4-3\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)(-1+\alpha)}, \text{ 由 } \pi_p^N \text{ 可知, 存在一个实根 } q_4^*, \text{ 当}$$

$0 < q^* < q_4^*$ 时, $\pi_p^N < \frac{q^*\alpha}{8-4\alpha}$, 即 $\pi_p^N < \pi_p^B$, 当 $q_4^* < q^* < 1$ 时, 联立方程 $\pi_p^N = \pi_p^B$, 解

得当 $0 < \delta^* < \delta_5^*$ 时, $\pi_p^N > \pi_p^B$, 当 $\delta_5^* < \delta^* < q^*$ 时, $\pi_p^N < \pi_p^B$ 。

(3) 仿冒者利润

π_c^B 对 δ^* 求二阶导大于 0, 可知该函数存在极小值, 令其一阶导等于 0, 解出极小

值点 $\delta' = -\frac{2q^*(-1+\alpha)}{-2+\alpha} < 0$, 将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_c^B = 0$; 因为 δ^*

取值范围为 $0 < \delta^* < q^*$, 将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = q^*$ 分别代入原函数, 并分别得出

$$\pi_{c(0)}^B = -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2} \text{ 和 } \pi_{c(q^*)}^B = -\frac{q^*\alpha(-4+3\alpha)^2}{64(-2+\alpha)^2(-1+\alpha)}, \text{ 综上可知仿冒者利润的最}$$

小值为 $-\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}$, 最大值为 $-\frac{q^*\alpha(-4+3\alpha)^2}{64(-2+\alpha)^2(-1+\alpha)}$ 。由 π_c^N 可知不采用区块链

时仿冒者的利润小于采用区块链时仿冒者利润的最大值, 联立方程

$$\pi_c^N = -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}, \text{ 解得当 } 0 < q^* < q_6^* \text{ 时, } \pi_c^N < -\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2}, \text{ 此时 } \pi_c^N < \pi_c^B;$$

当 $q_6^* < q^* < 1$ 时, $-\frac{q^*(-1+\alpha)\alpha}{16(-2+\alpha)^2} < \pi_b^N < -\frac{q^*\alpha(-4+3\alpha)^2}{64(-2+\alpha)^2(-1+\alpha)}$, 此时联立方程

$$\pi_c^N = \pi_c^B, \text{ 解得当 } 0 < \delta^* < \delta_8^* \text{ 时, } \pi_c^N > \pi_c^B, \text{ 当 } \delta_8^* < \delta^* < q^* \text{ 时, } \pi_c^N < \pi_c^B。$$

附录 10 证明命题 4.4

(1) 合作者利润

π_{b+p}^B 对 δ^* 求二阶导大于 0, 可知该函数存在极小值, 令其一阶导等于 0, 解出极

小值点 $\delta' = \frac{2q^*(\alpha-1)}{\alpha-2} > 0$, 将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_{b+p}^B = \frac{q^*\alpha}{8-4\alpha} > 0$;

因为 δ 取值范围为 $0 < \delta^* < q^*$, 将 $\delta^* = 0$ 和 $\delta^* = q^*$ 分别代入原函数, 并分别得出

$$\pi_{b+p(0)}^B = \frac{q^*}{4} \text{ 和 } \pi_{b+p(q)}^B = \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}。由 \pi_{b+p}^N 可知存在一个实根 q_7^*, 当 0 < q^* < q_7^* 时,$$

$\frac{q^*\alpha}{8-4\alpha} < \pi_{b+p}^N < \frac{q^*\alpha}{8-8\alpha}$, 此时联立方程 $\pi_{b+p}^N = \pi_{b+p}^B$, 解得当 $0 < \delta^* < \delta_9^*$ 时,

$\pi_{b+p}^N < \pi_{b+p}^B$, 当 $\delta_9^* < \delta < \delta_{10}^*$ 时, $\pi_{b+p}^N > \pi_{b+p}^B$, 当 $\delta_{10}^* < \delta < q^*$ 时, $\pi_{b+p}^N < \pi_{b+p}^B$; 当

$q_7^* < q^* < 1$ 时，联立方程 $\pi_{b+p}^N = \pi_{b+p}^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_9^*$ 时， $\pi_{b+p}^N < \pi_{b+p}^B$ ，当 $\delta_{10}^* < \delta < q^*$ 时， $\pi_{b+p}^N > \pi_{b+p}^B$ 。

(2) 仿冒者利润

π_c^B 对 δ^* 求二阶导大于 0，可知该函数存在极小值，令其一阶导等于 0，解出极小值点 $\delta' = 0$ ，将极小值点代入原函数得出极小值 $\pi_c^B = 0$ ；因为 δ^* 取值范围为

$0 < \delta^* < q^*$ ，将 $\delta^* = q^*$ 代入原函数，得出和 $\pi_{c(q^*)}^B = \frac{q^* \alpha}{16-16\alpha}$ ，综上可知仿冒者利

润的最小值为 0，最大值为 $\frac{q^* \alpha}{16-16\alpha}$ 。联立方程 $\pi_c^N = \frac{q^* \alpha}{16-16\alpha}$ ，解得当 $0 < q^* < q_8^*$

时， $\pi_c^N < \frac{q^* \alpha}{16-16\alpha}$ ，此时联立方程 $\pi_c^N = \pi_c^B$ ，解得当 $0 < \delta^* < \delta_{11}^*$ 时， $\pi_c^N > \pi_c^B$ ，当

$\delta_{11}^* < \delta^* < q^*$ 时， $\pi_c^N < \pi_c^B$ ；当 $q_8^* < q^* < 1$ 时， $\pi_c^N > \frac{q^* \alpha}{16-16\alpha}$ ，即 $\pi_c^N > \pi_c^B$ 。

攻读硕士学位期间发表或录用的学术论文

发表或录用论文

Gong B, Liu X, Zhang Z. Blockchain introduction and channel leadership to combat counterfeit with an E-commerce platform supply chain[J]. Kybernetes, 2025, 已录用.

参与科研项目

教育部人文社会科学研究项目：头部主播主导下的直播电商供应链多主体利益冲突协调与运作优化决策（24YJC630307）.

致谢

在这段充满挑战与成长的研究生岁月即将结束之际，我心中满怀感激，想借此机会向那些给予我支持和帮助的人们致以最诚挚的感谢。

首先，我要衷心感谢我的导师，龚本刚教授。龚老师不仅学识渊博，治学严谨，更以平易近人的人格魅力深深感染着我。在学术上，龚老师给予我悉心的指导；在为人处世方面，龚老师更是以身作则，成为我学习的榜样。在此，向龚老师表达最诚挚的感谢！

同时，我也要感谢经济与管理学院所有的老师，尤其是张智超老师。感谢张老师在我论文写作过程中给予的耐心指导和悉心督促。您的精益求精和一丝不苟的学术态度，让我倍受鼓舞，激励我不断追求更高的学术标准。

我还要特别感谢我的师兄师姐、师弟师妹。我们在研究中相互帮助、共同成长的经历，让我感受到师门间的团结与友爱，这种深厚的情谊让我们这个大家庭更加凝聚。

最后，我要感谢各位专家在百忙之中评审本文，以及所有关心我、帮助我的人。你们的支持与鼓励是我不断前行的动力。

再次感谢你们，愿我们都能在今后的道路上继续追求知识，勇攀高峰！