

分类号: F272

密 级: 公开

学校代码: 10363

学 号: 2210720107



安徽工程大学

Anhui Polytechnic University

硕士学位论文

题 目

需求信息共享下制造商线上渠道

决策研究

论 文 作 者

张前程

指 导 教 师

王凤莲 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: 2024 年 6 月 3 日

分类号: F272

单位代码: 10363

密 级: 公开

学 号: 2210720107

题 目 需求信息共享下制造商线上渠道决策研究

英文并列

题 目 Research on Manufacturers' Online Channel Decision
Making under Demand Information Sharing

学生姓名: 张前程

指导教师: 王凤莲 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: 2024 年 5 月 29 日

安徽工程大学学位论文原创性声明

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

学位论文作者签名：张前程

日期：2024 年 6 月 3 日

安徽工程大学学位论文版权使用授权书

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

保密 ☐，在 ____ 年解密后适用本版权书。

本学位论文属于

不保密 ☒。

学位论文作者签名：张前程

指导教师签名：王凤莲

日期：2024 年 6 月 3 日

日期：2024 年 6 月 3 日

需求信息共享下制造商线上渠道决策研究

摘要

随着互联网和信息技术的发展,消费者的购物行为逐渐从线下转移到线上。传统的销售模式已经无法满足当今消费者的需求,如何通过线上渠道进行产品销售成为了制造商的关键问题。此外,信息不对称是供应链中普遍存在的问题。供应链中的不同参与者拥有不同的信息资源,从而导致信息不对称。制造商在进行线上渠道决策时,往往需要依赖来自供应链其他成员的需求信息,而制造商决策的准确性和有效性会受到信息不对称影响。因此,如何通过信息共享抵消信息不对称带来的影响,成为制造商线上渠道决策以及运营决策的重要问题。

基于以上背景,本文构建了由单一制造商和单一线上平台构成的线上供应链模型,其中,线上平台拥有私人的需求信息。通过建立线上平台需求信息共享下制造商分别进行成本降低投资和碳减排投资的决策模型,并基于不同线上销售渠道构建制造商渠道决策模型,研究线上平台的最优需求信息共享方案以及需求信息共享对制造商线上渠道决策和运营决策的影响。通过对不同渠道结构下的最优决策和利润进行对比,研究了不同渠道下制造商的成本降低投资决策和碳减排投资决策。此外,本文还进一步研究了需求信息共享下,不同碳排放配置准则对供应链的影响。具体从以下几个方面展开:

首先,对与本文相关的概念以及理论进行了阐述。描述了信息不对称的相关理论,定义了信息不对称理论,并分析了信息不对称理论的发展;介绍市场需求信息以及需求信息共享的概念和特征,从不同角度详细分析了非对称信息下信息共享对供应链协调有效运行的重要性;对博弈论的相关内容描述并介绍了本文主要运用的 Stackelberg 博弈理论。

其次,研究了需求信息共享下考虑生产成本降低的制造商线上渠道决策,并进一步探究无需求信息共享下供应链成员的均衡决策和最优利润。考虑了生产成本降低效率、平台佣金率以及市场需求信息的期望值等因素,基于不同需求信息共享策略以及不同线上渠道构建了六种供应链决策模型,探究了信息共享对成本降低水平、渠道决策的影响,并进一步分析了不同渠道下成本降低投资效率对供应链成员运用决策以及利润的影响。研究表明:在不同线上渠道模式下,信息共享可以有效提高产品销量以及制造商的生产成本降低水平;线上平台根据自身利

润决策是否共享需求信息时，制造商增加渠道就有可能损害自身的盈利能力；在信息共享情形下，制造商总能通过渠道增加使自己获利。

最后，探究了需求信息共享下考虑碳减排的制造商线上渠道决策。考虑了碳减排投资效率、碳交易价格以及平台佣金率等因素，基于不同碳排放配置准则以及不同线上渠道构建了六种供应链决策模型，探究了不同碳配置准则下，碳排放上限、碳减排效率以及信息共享对供应链中运用决策、利润和环境效应的影响，并进一步分析了不同线上渠道下，碳减排投资效率、信息共享对供应链利润的影响。研究表明：信息共享总是激励制造商进行碳减排投资，并提高产品销量以及利润；与线上集中决策和线上转售渠道相比，线上市场渠道下供应链的整体利润和碳减排量更高；碳交易机制可以激励低效制造商投资于碳减排。

关键词：线上供应链，渠道决策，成本降低投资，碳减排投资，信息共享

RESEARCH ON MANUFACTURERS' ONLINE CHANNEL DECISION MAKING UNDER DEMAND INFORMATION SHARING

ABSTRACT

With the rapid development of e-commerce, consumers' shopping behavior has gradually changed from offline shopping to online shopping, the traditional sales model has been unable to meet the needs of today's consumers, and how to sell through online channels has become a key issue for manufacturers. In addition, information asymmetry is a common problem in the supply chain. Different participants in the supply chain have different information resources, which leads to information asymmetry. Manufacturers often need to rely on information from different participants when making online channel decisions, and information asymmetry affects the accuracy and effectiveness of decisions. Therefore, how to realize information sharing and make up for the impact of information asymmetry has become an important issue for manufacturers' online channel decision-making.

Based on the above background, this paper constructs an online supply chain model consisting of a single manufacturer and a single online platform, in which the online platform has private demand information. By modeling the online platform's decision-making for demand information sharing and the manufacturers' decision-making for cost reduction investment and carbon emission reduction investment, respectively, and constructing the manufacturers' channel decision-making model based on different online sales channels, we study the optimal demand information sharing scheme of the online platform and the impact of demand information sharing on the manufacturers' online channel decision-making. By comparing the optimal decisions and optimal profits under different channel structures, the cost reduction investment decision and carbon emission reduction investment decision of manufacturers under different channels are studied. In addition, this paper

further investigates the impacts of different carbon emission allocation criteria on the supply chain under demand information sharing. Specifically from the following aspects:

First, the concepts and theories related to this paper are explained. It describes the theory of information asymmetry, defines the theory of information asymmetry and analyzes the impact of the development of the theory of information asymmetry on different fields; it introduces the concepts and characteristics of market demand information and demand information sharing, and analyzes in detail the importance of information sharing on supply chain coordination and effective operation under the asymmetric information from different perspectives; it describes the relevant contents of game theory and introduces the Stackelberg game theory which is mainly used in this paper. Stackelberg's game theory is introduced.

Second, the manufacturer's online channel decision-making considering production cost reduction under demand information sharing is investigated, and the equilibrium decision-making and optimal profit of supply chain members without demand information sharing are further explored. Considering factors such as production cost reduction efficiency, platform commission rate, and expectation value of market demand information, six supply chain decision models are constructed based on different demand information sharing strategies and different online channels, and the effects of information sharing on cost reduction level and channel decision-making are investigated, and the effects of cost reduction investment efficiency on supply chain members' utilization decision-making and profits under different channels are further analyzed. The study shows that: under different online channel models, information sharing can effectively increase product sales and reduce production costs of manufacturers; when online platforms decide whether or not to share demand information according to their own profits, manufacturers may harm their own profitability if they increase their channels; in the case of information sharing, manufacturers can always make profits by increasing their channels.

Finally, the manufacturer's online channel decision-making considering carbon emission reduction under demand information sharing is investigated. Considering

carbon emission reduction investment efficiency, carbon trading price and platform commission rate, six supply chain decision-making models are constructed based on different carbon emission allocation criteria and different online channels, and the impacts of carbon emission cap, carbon emission reduction efficiency and information sharing on the utilization decision, profit and environmental effect in the supply chain under different carbon allocation criteria are investigated, and the impacts of carbon emission reduction investment efficiency and information sharing on the profit of the supply chain under different online channels are further analyzed. efficiency, and information sharing on supply chain profits under different online channels. The study shows that: information sharing always motivates manufacturers to invest in carbon emission reduction and increase product sales and profit; the overall profit and carbon emission reduction level of the supply chain under the market channel are higher than those under the centralized decision-making and resale channels; the carbon trading mechanism can motivate inefficient manufacturers to invest in carbon emission reduction.

Keywords: online supply chain, channel decision making, cost reduction investment, carbon reduction investment, information-sharing

目录

摘要.....	I
ABSTRACT.....	III
第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究背景和研究意义.....	1
1.1.1 研究背景.....	1
1.1.2 研究意义.....	3
1.2 国内外研究现状.....	3
1.2.1 线上供应链渠道决策问题研究.....	4
1.2.2 供应链信息共享研究.....	5
1.2.3 成本降低投资决策研究.....	7
1.2.4 碳减排投资决策研究.....	8
1.2.5 文献评述.....	9
1.3 技术路线图和研究方法.....	10
1.3.1 技术路线图.....	10
1.3.2 研究方法.....	10
1.4 研究内容和创新点.....	12
1.4.1 研究内容.....	12
1.4.2 创新点.....	13
第 2 章 相关概念和理论介绍.....	15
2.1 信息不对称相关理论.....	15
2.1.1 信息不对称的界定.....	15
2.1.2 信息不对称理论的作用.....	15
2.2 市场需求信息共享.....	16
2.2.1 市场需求信息.....	16
2.2.2 需求信息共享.....	17
2.3 博弈论相关理论.....	18
2.3.1 博弈论的相关内容.....	18
2.3.2 Stackelberg 博弈理论及在线上供应链中的应用.....	19
第 3 章 需求信息共享下考虑制造商生产成本降低投资的线上渠道决策.....	21
3.1 问题描述.....	21
3.2 模型假设.....	23
3.3 需求信息共享下供应链成员最优决策.....	24
3.3.1 线上市场渠道（模式 M）.....	24
3.3.2 线上转销渠道（模式 R）.....	25
3.3.2 线上双渠道（模式 D）.....	27
3.4 无需求信息共享下供应链成员最优决策.....	30
3.4.1 线上市场渠道（模式 NM）.....	30
3.4.2 线上转销渠道（模式 NR）.....	31
3.4.3 线上双渠道（模式 ND）.....	32
3.5 结果分析与比较.....	34
3.5.1 敏感性分析.....	34
3.5.2 比较分析.....	39

3.6 数值分析.....	44
3.7 本章小结.....	52
第 4 章 需求信息共享下考虑制造商碳减排投资的线上渠道决策.....	53
4.1 问题描述及模型假设.....	53
4.2 标杆准则下供应链成员决策.....	55
4.2.1 集中决策（模式 C）.....	55
4.2.2 线上市场渠道（模式 M）.....	56
4.2.3 线上转销渠道（模式 R）.....	57
4.3 溯源准则下供应链成员决策.....	59
4.3.1 集中决策（模式 SC）.....	59
4.3.2 线上市场渠道（模式 SM）.....	60
4.3.2 线上转销渠道（模式 SR）.....	61
4.4 结果比较与分析.....	63
4.4.1 敏感性分析.....	63
4.4.2 对比分析.....	64
4.5 数值分析.....	70
4.6 本章小结.....	76
第 5 章 总结与展望.....	77
5.1 总结.....	77
5.2 展望.....	78
参考文献.....	80
攻读硕士学位期间参与的科研项目工作及研究成果.....	88
致 谢.....	89

第1章 绪论

1.1 研究背景和研究意义

1.1.1 研究背景

线上渠道决策是制造商发展过程中面临的关键问题。随着互联网和信息技术的发展,制造商面临着多种线上渠道选择。2020 年全球电子商务销售额接近 3.46 万亿美元,与 2014 年的 1.34 万亿美元相比增长了超过两倍^[1]。截至 2021 年 12 月,中国网购用户达到 8.42 亿人,比 2017 年增长 56%。在现代信息技术与电子商务平台快速发展的过程中,越来越多制造商通过线上渠道将产品销售给消费者手中以获取更多利益,如小米、Nike、Apple 等,通过线上平台将产品销售给消费者^[2]。现如今,大多数互联网平台都运行着市场以及转销两种渠道^[3]。在线上市场渠道中,制造商通过线上平台直接销售产品给消费者。在该渠道中,制造商保留定价权,但需要向平台支付佣金^[4]。在线上转销渠道中,制造商以一定价格向平台批发产品。在这种渠道下,平台有能力制定产品的零售价格^[5]。在线上双渠道中,制造商通过线上市场渠道和转售渠道销售产品^[6]。制造商可通过单渠道销售也可基于原线上渠道基础上增加另一条线上销售渠道通过在线上双渠道销售产品^[7]。例如,格力公司以及海尔集团在京东平台先注册为批发商(通过线上转销渠道销售),后又注册为直销商(通过线上市场渠道销售产品)^[8]。对于制造商而言,多种渠道并存可能会造成渠道间冲突,影响制造商的利润。

另一方面,技术创新可以为制造商带来竞争优势,许多制造商都投资于技术创新以降低成本。现如今,越来越多的产品制造商已经制定了自己的生产流程或生产流程改进计划,以提高生产效率,降低边际生产成本(如汽车、手机、家电和服装)^[9]。通过降低成本决策,制造商可以降低产品价格,使供应链成员受益。例如,索尼公司通过产成本降低(部件成本的降低)将 PS Vita 在日本的售价降低了 30%,从而将销量翻了两番,获得了更多的利润。

随着碳限额以及碳交易政策的实施,制造商在生产运营决策中需要考虑到二氧化碳减排任务,因此碳减排方面的技术投资也逐渐被制造商所重视^[10]。如格力、联想等在研发、设计、生产和销售中融入了低碳理念^[11]。目前,政府采用最多的两种分配方式有溯源准则(grandfathering principle)和标杆准则(benchmarking

principle) [12]。溯源准则是指以企业历史碳排放数据作为考虑因素，企业获得固定的碳排放配额；标杆准则是以企业所在行业的平均碳排放量与企业的产品产量或产出价值为其得到的碳排放配额[13]。不同碳排放权分配准则对制造商的碳减排决策也有重要影响。根据不同的碳排放准则，制造商合理选择销售渠道，不仅有利于降低碳排放量，还能提高企业和整个供应链系统的利润[14]。考虑到市场需求信息共享的影响，生产成本降低决策和碳减排决策无疑都受到市场需求信息的影响。

值得注意的是，需求信息对制造商进行生产以及运营决策具有非常重要的影响，获取精确的需求信息能帮助制造商获取更多利润。然而，企业往往以利润最大化为目标，可能会隐瞒自身的私有信息以从信息不对称中获利[15]。在成本降低或碳减排投资的供应链中也存在信息不对称的问题，这在一定程度上影响了企业的决策，降低了供应链整体的效率。需求信息共享能让供应链成员获得充足的信息进行决策，是提高供应链效率的重要途径[16]。由于制造商面临需求不确定性可能会影响其利润，因此会积极与供应链成员合作，以获取更多的需求信息。例如，格力电器通过与零售商合作，收集和分析市场信息，以减少市场需求预测的不确定性，并根据所收集到的市场信息进行产品研发和生产。同时，沃尔玛将销售数据提供给宝洁等供应商，以便它们根据市场情况及时进行战略调整[17]。此外，由于电商平台与零售商能够借助靠近消费市场的优势，因此可以获得更多的市场信息，更加有效的预测市场需求[18]。例如，天猫商城的所有者阿里巴巴创建了一个开放式数据平台，为不同行业的制造商提供许多产品类别的市场趋势或需求的详细研究报告。乐购、宝洁、沃尔玛等公司共享技术信息，并要求供应商控制碳排放和提供绿色产品。然而，由于市场预测难度增加，平台不愿主动共享市场信息，以免失去决策优势，导致供应链整体利润未达到最优水平。因此，有必要研究需求信息共享问题，探索信息共享的有利条件，并采取相应措施激励信息共享，以提高供应链绩效。

因此，针对进行两种投资类型制造商的线上渠道决策，一种是考虑到生产成本降低下由线上平台和制造商组成的线上供应链；另一种是考虑到碳减排决策下由线上平台和制造商组成的线上供应链。将信息共享引入到线上供应链中，考虑成本降低投资效率、市场需求预测信息的期望、碳减排投资效率等因素，研究线

上供应链的信息共享、成本降低投资、碳减排投资和渠道决策问题。这些问题将成为制造商以及线上平台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

开展需求信息共享下制造商线上渠道决策研究的研究意义主要表现在以下两个方面：

（1）理论意义

本研究具有一定的理论意义，对现有信息共享下制造商的成本降低决策、碳减排决策、线上渠道决策以及渠道增加决策的研究进行了补充。首先，考虑信息共享下供应链成员生产运营决策问题，探究了信息共享对制造商成本降低决策、碳减排决策以及渠道选择决策的影响，丰富了关于信息共享的相关研究。其次，扩充了供应链成员渠道决策研究，本课题考虑了成本降低投资以及碳减排投资，探究比较了三种渠道结构供应链成员的最优决策以及生产运营决策。最后，分别分析了信息共享下成本降低投资和碳减排投资的制造商最优利润，拓展了信息共享下供应链成员运营决策的研究。

（2）实践意义

本研究具有一定的实践意义，为供应链成员的管理与决策提供了参考。首先，基于需求信息共享下，探究了制造商成本降低决策和成本降低投资对于渠道选择以及渠道增加决策影响，为制造商进行投资决策以及渠道策略选择提供了启示。其次，基于不同得渠道结构，研究了平台信息共享策略的变化以及制造商为保证自身利润最大化而采取的相应措施，为供应链成员运营决策提供了借鉴。最后，分析不同渠道结构下成本降低投资以及碳减排投资的制造商最优均衡利润，为制造商不同渠道结构下投资策略选择提供了指导。

1.2 国内外研究现状

当前，国内外学者在关于生产成本降低决策、碳减排决策以及基于信息共享下的线上供应链管理以及销售渠道选择相关领域的研究方面取得了一些有意义的研究成果。以下是从这几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 线上供应链渠道决策问题研究

线上供应链是在供应链核心企业的领导下,运用大数据和现代信息处理技术,结合电子商务对传统供应链管理进行升级改造。它整合并充分利用上下游资源,以降低整个供应链系统的成本,并最终实现各方共赢的目标。该模式是传统供应链管理与电子商务相结合的转型升级方式。利用互联网服务平台,在线平台供应链可以提高供应链运营和交易环节的电子化水平,从而使上下游企业的传统的商业合作模式可以改变。由于线上供应链的高效性以及由此产生的供应链问题,越来越多的学者对线上渠道决策进行深入研究。目前,学者进行的研究主要有两大方面:在原有线下渠道基础上是否增加线上渠道的决策研究以及线上供应链中渠道决策问题。

(1) 基于原有线下渠道基础上决策是否增加线上渠道的研究。Yan 等考虑到需求信息以及产品销售效率等因素,探讨了制造商是否应该从现有的线下线上转销渠道引入线上直销渠道^[8]。曹裕等考虑“搭便车”行为程度、消费者偏好网络渠道程度、价格敏感系数等因素,研究了消费者“搭便车”行为下制造商线上渠道增加决策、服务决策以及供应链最优定价问题^[19]。Shen 等考虑了利润分成率和进场费的因素,通过构建一个由单个制造商、平台零售商以及传统转销商组成的供应链,研究了制造商的线上渠道开拓问题^[20]。赵连霞等基于单个制造商和单个零售商组成的供应链,探究了制造商进行线上直销渠道开辟的条件,并进一步分析了线上渠道增加对供应链成员的生产运营决策以及利润的影响^[21]。Li 等对比分析基本情景(零售商同时销售两个品牌)、线上双渠道情景(制造商进入线上市场,而零售商同时销售两个品牌)和终止情景(由于零售商终止转售业务,两家公司各自销售自己的品牌)三种情景,探究了线上渠道增加以及一个渠道共享策略如何影响国际品牌制造商和零售商之间的互动^[22]。梁喜等考虑价格竞争系数、网上直销成本和佣金比例系数的因素,探究了制造商的线上渠道选择以及最优定价问题^[23]。Yan 等综合考虑平台费用、线上销售溢价以及制造商较低销售效率的因素,研究了制造商基于传统零售商渠道增加线上市场渠道决策问题^[24]。李重莲等研究了消费者渠道偏好和双向公平关切对线上双渠道供应链集中与分散决策的系统定价和收益差异的影响。他们还进一步讨论了批发价格折扣与服务成本共担契约对供应链各主体协调的影响^[25]。Zhang 等考虑了消费者的渠道偏好以及不

同渠道的运营成本,探究了两个相互竞争的制造商如何在传统线上转销渠道、线上直销渠道以及线上双渠道三种渠道结构中进行渠道选择问题^[26]。

(2) 线上供应链中渠道决策问题。**Xu** 等考虑了佣金率、区域碳排放上限以及渠道间竞争强度等因素,研究区域碳排放与交易规则下,制造商基于已有线上直销渠道(线上转销渠道)增加另一个线上渠道的渠道增加问题^[27]。**Siqin** 等考虑了由一个电商零售商和平台组成的渠道结构,研究了网络零售商“何时”应选择“哪种”线上销售渠道渠道以及电子平台服务合同问题^[28]。**Ryan** 等考虑到通过线上市场渠道销售产品所要承担固定的参与费和收入分成等成本,研究了线上零售商在什么条件下会选择与线上平台签订合同,通过线上市场渠道销售产品^[29]。**Ha** 等考虑佣金率、渠道可替代性和信息准确性的因素,通过建立博弈模型供应链中与通过线上零售平台销售的制造商的线上渠道入侵和信息共享决策问题^[30]。**杨茜**等价格弹性系数、单位直销成本和佣金比例系数的因素,探究了零售商的线上渠道选择对制造商的最优利润以及定价策略的影响^[31]。**Xu** 等探讨了供应链中渠道选择与零售成本之间的关系,并进一步分析了制造商的渠道选择是否能使消费者剩余和社会福利最大化^[32]。**Ha** 等研究了一个通过服务努力提高其销售渠道需求的线上平台的渠道选择问题,发现通过线上双渠道销售产品有助于缓解了线上渠道中双重边缘化和服务分散造成的低效^[33]。

1.2.2 供应链信息共享研究

近年来,由于信息不对称在供应链中普遍存在,供应链成员信息共享受到越来越多的关注。信息共享是实现高效率、低成本供应链管理的基础,信息是双向流动的,涉及面广,包括供应链上游供应商的供应能力信息、生产策略信息、库存水平信息等,以及下游零售商的采购策略信息、消费者信息、订单状态信息等。对于供应链成员而言,具有不对称信息的两方之间进行信息共享能够有效缓解牛鞭效应,提高供应链的效率。随着信息技术的发展,信息的预测越来越精准,信息共享的价值也在一步步攀升。供应链中的信息共享的研究主要包括:信息共享对供应链的影响以及考虑线上平台的信息共享问题。

(1) 信息共享对供应链的影响方面。**Zhou** 等研究供应链管理中的信息共享对供应链系统的影响,发现有效的信息共享能大大提高供应链效率,而供应链活力对信息共享有显著的积极影响^[34]。**Yan** 等探究了制造商和零售商合作开展广告

活动的价值以及其对制造商和零售商信息共享策略以及线上双渠道协调的影响,发现制造商的合作广告能够有效协调线上双渠道销售,但也会刺激零售商扭曲其需求信息^[35]。Sahin 等考虑到按订单生产供应链的独特需求和运营特点,探究了按订单生产的供应链中信息共享和供应链协调的影响,研究表明信息共享降低供应链成员生产运营成本^[36]。Zelbst 通过收集 155 个制造业和服务业组织的样本数据,并采用结构方程方法对模型研究了射频识别(RFID)技术的利用和供应链信息共享对供应链协调的影响^[37]。Thomas 等分析了在分散的多生产商-分销商供应链中信息共享对渠道协调的重要性,发现必要的信息共享可以显著改善迭代算法的下限,有助于加强供应链的协调^[38]。王文隆等研究了制造商与零售商在均不共享、制造商单方共享、零售商单方共享、相互共享需求信息四种情形下,制造商和零售商需求信息共享价值^[39]。Ha 等通过构建两阶段博弈模型,研究了两条相互竞争的供应链中的契约和信息共享问题^[30]。

(2) 线上供应链中信息共享问题。文悦等考虑了电商平台服务成本因子和需求预测信息准确性的影响,分别在三种博弈结构下建立了四种不同信息共享策略,研究了电商需求预测信息共享策略与电商平台渠道结构选择问题^[40]。Li 等考虑到价格竞争系数、佣金率以及市场需求变化的影响,研究了信息共享对线上供应链成员的运营决策以及最优利润的影响^[41]。徐明月考虑了信息投资成本、信息泄露等因素,探究了线上平台信息分享策略对线上双渠道供应链绩效的影响,并进一步探究了线上平台的最优渠道选择^[42]。Tsunoda 等考虑了信息的透明度和平台佣金率等因素,研究在需求信息不确定的情况下,平台的信息共享策略对三方供应商的线上线下多渠道管理的影响^[43]。韩琛琛等考虑风险规避以及渠道间竞争强度等因素,探究线上双渠道供应链中电商平台需求信息共享决策^[44]。Zhang 等研究了电商平台与愿意开设实体店的供应商之间的需求信息共享策略,以及代理销售和转售两种模式下的均衡结果。研究结果表明,电商在转售模式下通常不愿意共享信息。然而,当供应商进入线下渠道的成本较小或较大时,电商可能会选择在转售模式下共享信息^[45]。Yan 等考虑制造商和零售商都拥有私人信息,分析了不共享信息情况下和共享信息情况下线上与线下多种供应链中成员的利润^[46]。罗春林等考虑了制造商之间竞争强度、电商平台的佣金比例以及制造商的规模经济效应等因素,研究信息共享对制造商最优利润以及生产运营决策的影响以

及线上平台的信息共享策略^[47]。张川等考虑了两种线上销售渠道（转售和代理销售），研究了在供应链中占主导地位的电子零售商的线上销售模式选择和信息共享策略，并进一步分析了两种销售模式中不同信息共享情景下供应链成员的均衡决策和利润^[48]。Yue 等分析了“按订单生产”和“按库存生产”两种情形下，需求信息共享的价值以及对线上直销渠道下供应链成员的利润以及产品销量的影响^[49]。Li 等构建了由线上市场、上游制造商和转售商组成的供应链模型，考虑了制造商与转销商之间的竞争强度，对比分析无信息共享、完全信息共享、仅与制造商共享信息、和仅与转售商共享信息四种情形下供应链成员的决策以及利润，探究了线上市场平台信息共享问题^[50]。

1.2.3 成本降低投资决策研究

由于适当成本降低投资决策在产品生产成本降低、减缓双重边计划效应以及实现可持续发展方面发挥了积极作用，国内外许多学者已经研究制造商生产成本降低决策并取得了许多研究成果。成本降低效率直接影响到制造商的利润以及运作效率。目前，许多学者围绕成本降低决策展开了丰富的研究，主要有：供应链成员行为对成本降低的影响和信息共享与成本降低的交互作用这两方面。

（1）供应链成员行为对成本降低决策的影响方面。Sun 等考虑不同信息结构，探究了制造商如何针对渠道入侵以及不同信息结构来制定生产成本降低决策，并进一步研究了不同信息结构下生产成本降低行为和制造商渠道入侵如何共同影响供应链成员的均衡利润^[51]。Gilbert 等研究了在供应链中，上游供应商线性批发定价政策的变化是如对供应链合作伙伴生产成本降低努力产生何种影响^[52]。Yoon 等考虑到制造商私自进行成本降低投资的溢出效应，探究了渠道入侵对制造商成本降低决策的影响，进一步分析了溢出效应对供应链成员的利润以及运营决策的影响^[53]。Heese 等考虑到成本降低努力和质量决策之间的联系，研究了制造商针对市场环境应如何设计优化产品线^[54]。Iida 等考虑了批发价合同和成本加成定价合同两种传统合同，研究了在单个制造商和多个供应商组成的一个分散供应链中成本降低协议如何影响供应链成员合作进行成本降低努力^[55]。

（2）生产成本降低与信息共享决策之间的交互影响关系方面。Shang 等考虑了非线性成本以及竞争强度的影响因素，探究了两个成本降低效率不同的制造商通过一个共同的零售商销售竞争性产品的供应链中的信息共享问题^[56]。许明辉

等考虑了风险偏好因素,探究了制造商的生产成本削减策略和风险规避的零售商的需求信息共享策略之间的交互关系^[57]。Lotfi 等分析了信息共享支持技术、信息内容和信息质量三个供应链信息共享方面对信息在供应链中完整性的影响^[58]。Ha 等探究了生产成本降低对供应链信息共享决策的影响,并进一步分析这种激励作用如何取决于降低成本的效率、信息准确性、竞争强度和竞争类型^[59]。

1.2.4 碳减排投资决策研究

由于碳排放限额的约束,越来越多的制造商开始重视生产运营中碳排放量的降低,开始进行碳减排方面的投资,而在碳排放投资过程中存在许多因素影响制造商决策。因此,越来越多的国内外许多学者对供应链碳减排方面进行了研究并取得许多研究成果,关于碳减排的研究主要有两个方面:一是碳限额与交易规制下碳减排决策方面的研究,二是基于不同初始碳排放分配准则下碳减排方面的研究。

(1) 碳限额与交易规制下碳减排决策方面。Xu 等研究了碳限额与交易规制下,碳交易价格对制造商碳减排水平以及生产决策的影响,并进一步分析了批发价格和成本分摊合同的供应链协调问题^[60]。杨建华等考虑了碳限额总量以及平台绿色推广服务的影响,探究了减排成本差异化的竞争制造商碳减排和生产决策的影响,发现制造商碳减排力度取决于碳限额总量的变化^[61]。Li 等考虑到批发定价合同和成本共享合同,研究了碳限额与交易政策下,不同类型的消费者低碳偏好对制造商碳减排技术投资以及生产运营决策的影响,发现高低碳偏好更有利于激励制造商进行碳减排技术投资升级^[62]。Zhang 等研究了碳限额与交易政策下,不同供应链权力结构中供应链成员的生产与碳减排投资决策,并探讨了基于最优社会福利的政府碳排放上限和基于最优利润的供应链成员最优决策^[63]。Li 等研究了在不同的低碳激励方案下收入共享合同和成本共享合同对制造商碳减排投资和供应链协调的影响^[64]。Zu 等从消费者环境意识、政府干预效应以及渠道协调效应三个视角探究了制造商最优碳减排努力以及定价决策,发现消费者环保意识、政府干预和渠道协调依次引入会不断加大制造商碳减排力度^[65]。Luo 等基于合作博弈以及非合作博弈,探究了碳限额与交易机制下,两家具具有不同减排效率的竞争对手制造商的碳减排和定价决策^[66]。Xia 等研究碳限额下,碳交易价格对制造商碳减排努力、最优利润以及生产决策的影响,发现碳排放权交易能激励于制造商生产低碳产品^[67]。

(2) 碳限额与交易规制下不同初始碳排放分配准则的碳减排决策问题,也受到部分学者的关注。Yang 等对比分析了溯源准则和标杆准则对制造商碳减排投资以及定价决策的影响,发现标杆准则能鼓励制造商进行碳减排,而溯源准则下产品价格更高^[68]。Zhang 等考虑了同类产品价格、消费者低碳偏好以及政府补贴,研究了溯源准则和标杆准则下,企业在决定最优碳减排以及定价决策时对当前利润和长期利润的侧重变化^[69]。Ji 等对比分析了溯源准则和标杆准则对制造商企业碳减排决策、最优利润以及社会福利的影响,并发现单位产品碳配额对企业决策起决定作用^[70]。Wang 等通过构建银行信贷融资和贸易信贷融资模型,探究溯源准则以及标杆准则下资金受限的制造商在不同的津贴分配规则下的碳减排以及融资选择策略^[71]。Zheng 等对比研究了溯源准则以及标杆准则对双寡头市场中企业早期碳排放量计划的影响,发现标杆准则更有利于降低碳排放^[72]。Chen 等研究了在碳限额与交易机制下,溯源准则、标杆准则和无碳限额与交易机制三种情形中公用事业企业碳减排和生产运营决策的变化^[73]。Zetterberg 研究了产出和特定行业基准的津贴分配减排激励对企业碳减排的影响,发现基于产量和基准更新的标杆准则会将降低企业碳减排积极性^[74]。

1.2.5 文献评述

对现有研究总结分析可知,现有文献对渠道模式选择、供应链中碳减排以及降本投资等问题已经有了较多的研究并取得一定成果。然而,通过对以上文献进行回顾,发现在以下几个方面尚存在深入研究的空间:

首先,目前关于供应链渠道线上选择的研究中,多数文献中的研究都是关于传统线上渠道进行线上渠道开拓的决策问题。随着物联网技术的发展以及网购模式的流行,制造商通过单纯进行线上渠道销售是未来发展的趋势,然而,现有文献较少考虑到单纯线上渠道选择以及基于原有线上渠道增加另一条线上渠道的决策问题,有待进一步研究。

其次,从现在国内外研究现状来看,现有的研究许多都考虑了在供应链管理中制造商的碳减排投资、成本降低投资决策的问题,然而,由于市场上普遍存在需求信息不对称的问题,会对制造商的碳减排投资、成本降低投资造成影响,但目前的文献关于信息共享下碳减排投资、成本降低投资决策对制造商投资决策问题研究较少。

最后，现有关于供应链信息共享的研究主要集中在影响因素和影响效果上，也有一些研究基于逆向选择、信息不对称的牛鞭效应理论和委托代理理论探讨了信息共享的影响。此外，大部分文献考虑的是供应链中多个制造商或多个零售商之间的信息决策，其中零售商是大多数信息的拥有者，而对于电子商务平台作为信息拥有者的参与以及平台商家和平台之间的信息共享激励机制的研究较少。

针对以上发现，本课研究需求信息共享下制造商的线上渠道决策。首先，综合考虑技术创新投资效率以及共享随机需求信息对制造商投资水平、最优利益以及渠道入侵决策的影响；其次，探究了是否共享需求信息决策下，制造商以及平台在不同渠道模式下利益的大小关系；最后，探究了制造商渠道线上渠道增加后平台信息共享策略偏好以及制造商若要达到利润最大化的相应决策问题。

1.3 技术路线图和研究方法

1.3.1 技术路线图

本文的技术路线图如 1-1 所示。

1.3.2 研究方法

本文基于博弈论和国内外研究成果，采用数学建模、仿真分析等方法，探讨了需求信息共享下制造商在线上渠道决策问题。通过对结果进行比较分析，得出了相关结论。在研究过程中，我们采用了多种典型的理论方法，包括文献综述、Stackelberg 博弈理论、比较分析、数值仿真分析以及实证分析等。具体如下：

（1）文献综述法

搜集并梳理大量国内外的相关文献和著作，了解现有的相关研究成果，对国内外关于需求信息共享策略、碳减排投资决策、生产成本降低决策和线上渠道选择的相关文献进行了深入分析、归类 and 整理。在吸取和借鉴现有研究方法和成果的基础上，总结了需求信息共享下制造商的线上渠道决策的理论基础、方法、模型和工具，并进行了分析研究。

（2）Stackelberg 博弈理论

主要运用 Stackelberg 博弈理论，构建了制造商主导的线上市场渠道供应链以及线上转销渠道下供应链成员的决策模型。通过逆向求解法和归纳法，求得了不同模式下供应链成员的均衡解，包括渠道销售量、最优投资决策以及利润决策。

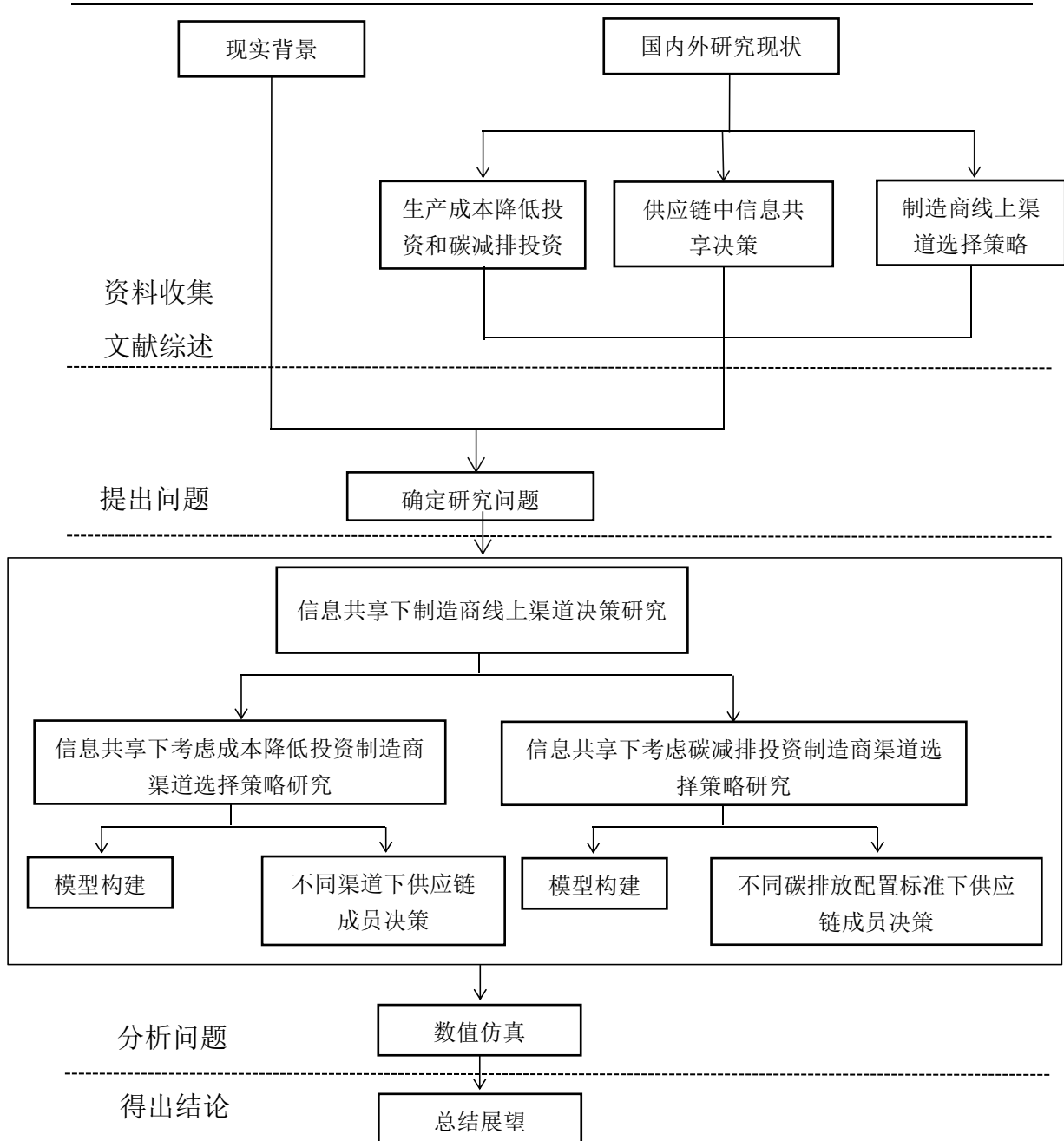


图 1-1 技术路线图

(3) 比较分析法

在同一渠道结构中比较需求信息共享和无需求信息共享两种情形下的产品销量、成员利润等方面，得到需求信息共享下线上渠道供应链成员的最优决策，从而分析信息共享对供应链成员的影响。此外，在同一渠道结构下对不同碳排放权分配准则下供应链产品销量、成员利润、碳减排程度以及实际碳排放量，从而分析碳排放权分配准则对供应链成员的影响。

(4) 数值仿真分析法

在构建模型后对其进行理论推导，得到最终的均衡结果，并且根据理论推导结果进行相应的比较分析，最后利用 Mathematic 和 Matlab 软件对决策结果进行数值仿真模拟与分析，一方面可以直观的展现出碳减排投资效率系数、成本降低投资效率系数以及需求信息共享对线上供应链销量、利润、碳减排投入以及成本降低投入影响的仿真图形，另一方面可以检验数学公式推导的正确性。

1.4 研究内容和创新点

1.4.1 研究内容

本文考虑进行投资决策的制造商通过线上平台销售产品，制造商可以通过技术创新来降低单位单位产品成本。具有信息优势的平台运营着两个渠道分别为：线上转销渠道以及线上市场渠道，并决定是否将获得需求信息共享给制造商。制造商选择通过线上转销渠道或线上市场渠道进行产品销售，并进一步研究是否在已有的线上转销渠道（线上市场渠道）情形下选择增加线上市场全渠道（线上转销渠道）。首先，构建信息共享下制造商与平台构成的三种渠道结构下供应链成员利润函数，通过模型求解与分析，成本降低投资对于制造商三种渠道最优均衡利润的影响。其次，通过比较三种渠道结构下制造商的均衡利润，探究制造商渠道策略选择。最后，考虑电商平台决策是否共享需求信息，当制造商基于原有单一线上渠道增加另一条线上渠道时，探究平台的需求信息共享策略变化以及制造商为保证自身利润最大化的相应策略。

此外，基于碳限额与交易机制，通过构建信息共享下供应链成员利润函数，分别对不同线上渠道下供应链成员的决策模型进行求解与分析，研究制造商碳减排决策对供应链成员最优均衡利润以及生产运营的影响，从而获得供应链成员最优利润下制造商渠道策略。其次，探究了不同碳排放权配置下，制造商的线上渠道决策问题，并进一步分析了不同碳排放限额分配方式对制造商碳减排的影响。

论文预计分为以下几章

第一章：绪论。主要阐述本文的研究背景、选题的目的及意义、研究思路及研究内容、本文的研究框架，对国内外现有的研究成果进行了综述，并指出本文的创新点和所用到的研究方法。

第二章：国内外研究现状。介绍本文研究内容的相关理论基础，相关理论和内容包括信息不对称相关理论、需求信息共享、博弈论相关理论以及 Stackelberg

博弈在线上供应链研究中的应用。

第三章：考虑信息共享下制造商成本降低投资决策以及渠道选择策略。本章研究由一制造商以及一个电商平台构建的多阶段博模型，建立信息共享以及信息不共享下两种情形下，供应链在三种渠道结构中的利润函数，进行模型求解与分析。首先，探究信息共享对于制造商成本降低投资努力以及渠道决策的影响；其次，分析成本降低投资效率的对于供应链决策的影响；最后，探究平台的信息共享策略以及制造商相应对策。

第四章：基于碳限额与交易机制，研究信息共享下碳减排对制造商渠道决策影响。考虑不同碳排放权配置下，构建两种线上渠道结构（线上市场渠道和线上转销渠道）下供应链成员利润函数，研究碳减排对于制造商最优均衡利润以及渠道决策的影响；后进一步分析信息共享对于六种模式下制造商碳减排投资水平以及最优均衡利润的影响。

第五章：结论与展望。对本文的研究得出的结论进行总结，得出相关的管理启示。并且指出本文研究的不足之处，对未来的研究进行展望。

1.4.2 创新点

本文的创新点如下所示：

（1）基于制造商线上渠道决策，对比分析了不同渠道结构下线上平台信息共享问题，并进一步考虑了需求信息不对称对制供应链成员运营决策的影响，探究了有无需求信息共享下渠道供应链成员的利润变化。

目前已有关于制造商渠道选择以及渠道入侵决策的研究多关注制造商与电商平台之间的博弈，忽视了可能存在的信息不对称下通过合同进行信息共享问题。然而，已有的信息共享中多关注单渠道供应链或传统线下线上双渠道的问题，忽视了线上双渠道供应链结构。因此，本文通过研究制造商线上渠道选择以及渠道入侵决策下的信息共享问题，完善了现有研究的不足之处，为现存信息共享的供应链成员决策问题提供了理论参考。此外，研究发现制造商渠道入侵决策与平台信息共享决策是相互影响的，渠道增加可能会损害电商平台的利润，信息共享对平台来说也不是总是有利的。当制造商进行渠道增加决策后，其根据自身利润利润向平台支付一定费用签订信息共享合同，能够促使平台保持共享信息决策。同时考虑了需求信息共享下，制造商成本降低水平以及碳减排水平变化的情况，探

究了信息不对称对制造商创新投资的影响；进一步考虑探讨了不同的需求信息结构对三种渠道结构下制造商利润的影响。最后，研究了制造商不同单渠道选择以及渠道入侵下，具有需求信息优势的平台信息共享策略。

（2）考虑成本降低系数以及碳减排系数，分析了制造商在不同线上渠道结构中投资策略选择的临界条件以及对不同渠道结构下供应链成员利润的影响。

虽然关于成本降低投资以及碳减排投资的研究很多，但是大多都是考虑单一渠道供应链下成本降投资或碳减排投资对于渠道供应链成员利润的影响，而对于这两种投资决策与制造商渠道选择以及渠道增加策略之间的交互研究较少。此外，本文在此基础上，分别对比分析了不同投资决策下制造商在三种渠道结构的利润，通过分析获得制造商在不同渠道结构下的投资策略。

第2章 相关概念和理论介绍

本章对线上供应链渠道需求信息共享相关存在的定义进行界定,介绍本研究所应用的相关基础理论。

2.1 信息不对称相关理论

2.1.1 信息不对称的界定

在市场经济活动中,参与者掌握的信息量不同,导致信息分配不均,从而造成信息不对称。在市场经济活动中,信息不对称会导致一些人处于更有利的地位,而另一些人则处于不利地位。通常情况下,供应链中的下游企业要比上游企业拥有更多的市场信息。例如,线上平台由于更接近消费市场,因此获得比制造商更多的市场需求信息。

信息不对称会导致市场交易双方的利润不平衡,影响社会的公平正义原则,影响市场资源配置的效率。然而,信息经济学是基于对经济现象实证分析的结论建立的,处于试图解决现实问题的过程中。例如,供应链中的下游企业要比上游企业拥有更多的市场信息,因此线上平台能通过信息优势获得更多利润。由于信息不对称,市场交易双方中,有一方拥有信息优势,而另一方没有信息优势,信息不对称的双方在进行信息博弈。

信息不对称理论指出,在市场经济中,各方对相关信息的了解程度存在差异。通常情况下,拥有更充分信息的一方处于更有利的地位,而缺乏信息的一方则处于不利的地位。信息不对称理论是由约瑟夫-斯蒂格利茨、乔治-阿克洛夫和迈克尔-斯彭斯三位美国经济学家提出的。该理论指出,在市场中,卖方通常比买方更了解商品的各種信息。拥有充足信息的一方可以通过向信息不足的一方传递可靠信息而从中获益。因此,在交易中,信息较少的一方通常会努力获取更多信息。市场信号的出现一定程度上可以弥补信息不对称的问题。然而,信息不对称也是市场经济的一个弊端,为了减少其对经济造成的危害,政府应在市场体系中扮演更为积极的角色。

2.1.2 信息不对称理论的作用

在实体经济中,经济行为体在大多数情况下并不拥有完全的信息,他们搜索信息的能力是有限的,这导致了决策的不确定性。这与传统经济理论中的完全信

息假设存在明显的矛盾。信息不对称理论填补了传统经济理论的漏洞，促进了现代经济理论的新发展。

首先，信息不对称理论突显了信息在市场经济中的关键作用。随着新经济时代的到来，信息在市场中的角色愈发突出，其影响力也变得前所未有的。此外，该理论揭示了市场体制的缺陷，表明完全依赖自由市场机制并非一种理所当然的做法。在投资、就业、环境保护以及社会福利等方面，完全的市场经济模式可能并不总是能够产生最佳结果。最后，该理论强调政府在市场经济中的作用。最后，该理论认为政府在经济活动中扮演着重要的角色，应利用政府职能有效监督市场运行，使供应链成员之间信息对称，从而提高供应链的运行效率。

2.2 市场需求信息共享

2.2.1 市场需求信息

企业在进行的生产运营决策往往依赖与所获得的市场需求信息，精确的市场需求信息能让企业在动态的市场中获得竞争优势，调高企业的利润，因此各行各业的重视。市场需求信息是指那些与市场需求有关的一系列的信息、数据以及经验，包括产品或服务需求、消费者偏好和行为以及市场趋势和预测有关的数据和信息。由此可知，市场需求信息是由靠近市场的企业通过数据或信息的采集、整理和分析获得的。因此，在供应链上，不同企业获取的市场需求信息会有所不同，靠近市场的企业通常能获得更多的客户数据和信息，进而获取更多的需求信息。从定量角度来看，市场需求信息可以包括产品或服务的需求、销售量以及市场份额等数据。这些数据通常通过市场调研、销售数据和行业报告等渠道获得，用于量化市场需求和趋势。从定性的角度来看，市场需求信息可以具体说明定性的见解和观察，如消费者的偏好、行为习惯、态度和反馈。这些信息可以通过调查、焦点小组讨论、社交媒体分析等方式收集，用于了解消费者需求背后的动机和情感因素。从竞争环境的角度来看，市场需求信息与竞争环境有关，包括竞争对手的活动、产品特点、定价策略等。这些信息对于企业了解自身在市场中的地位和竞争对手的战略非常重要。从地域和人口差异的角度看，市场需求信息可以根据地域和不同人口的特点来定义。不同地区、不同文化背景、不同年龄段、不同收入水平的人对产品或服务的需求可能不同，因此，了解这些差异对于市场定位和调整营销策略至关重要。由于供应链成员获取的市场需求信息不同，供应链中存

在着需求信息不对称，需求信息不对称是影响供应链高效运行的重要因素。

市场需求信息按照不同的分类标准，可以分为不同的类型。按照市场需求信息的拥有者来看，可分为制造商拥有的需求信息、线上平台拥有的需求信息、竞争者拥有的需求信息和分销商拥有的需求信息等。按时间维度划分，可分为历史信息 and 当前信息。历史信息反映过去一段时间内的市场数据和趋势，用于分析市场的发展历程和演变；目前的信息反映了市场的实时数据和当前情况，揭示了市场需求的状况和动态。从消费者的角度来看，市场需求信息包括消费者的需求特征、行为偏好、消费习惯、购买力以及对产品的认知和需求程度。而从制造商或平台构成的线上供应链系统的角度来看，需求学习涵盖了消费者的产品浏览情况、购买量以及退货信息等。线上供应链成员间存在信息不对称，如果不进行有效的信息共享，将导致交易成本增加，甚至会出现商品短缺或囤积等现象。因此，信息共享在线上供应链高效运行过程中起着重要的影响作用。

2.2.2 需求信息共享

需求信息共享是指供应链管理中各个参与者之间共享有关产品和服务需求的信息。这种共享旨在实现更有效的供应链协作，提高整体效率，更好地满足市场需求。在传统的供应链模型中，信息往往是分散和不完整的。每个参与者，如制造商、供应商、分销商等，都运营着独立的信息系统，这导致了数据孤岛和信息不对称的问题。这种情况造成了供应链中信息流的阻塞和延迟，从而难以灵活应对市场和客户需求的变化。需求信息共享的核心是将关键需求信息从供应链中的一个环节传递到另一个环节，以便各个环节能够更好地协调和决策。

这些信息可以涵盖多个方面，包括但不限于产品需求、订单需求、库存需求、供应商绩效等。首先，需求信息共享涉及产品需求信息。这包括分享市场需求、预测信息和销售趋势。通过了解产品的需求，供应链中的每个环节都可以更好地规划生产、采购和库存管理，以满足市场需求，避免过剩或短缺。其次，订单需求信息在需求信息共享中扮演着重要角色。通过实时共享订单状态、数量、交货时间等信息，可以帮助供应链中的每个参与者及时调整生产计划、库存管理和物流安排，确保订单按时交付，满足客户需求。此外，库存需求信息也是供应链管理中不可或缺的关键环节。通过共享仓库中不同产品的库存水平和周转率信息，可以更好地协调供应链中的每个环节，避免库存积压或短缺造成的问题，提高库

存周转效率和资金利用率。供应商需求信息和运输物流需求信息也是需求信息共享的重要要素。

线上供应链系统中需求信息共享可以分为两方面理解。一方面，线上渠道中制造商与平台之间的信息共享。另一方面，需求信息共享是影响制造商线上渠道选择、线上渠道拓展以及生产运用决策的重要因素。通过经济契约联结所构成的信息共享利相关者之间的制度安排，维护信息共享行为持续、稳定运行。

2.3 博弈论相关理论

2.3.1 博弈论的相关内容

1944 年，数学家约翰·冯·诺依曼和经济学家奥斯卡·摩根斯特恩合著了《博弈论与经济行为》一书，正式提出了现代博弈论体系。博弈论是研究众多决策者在相互影响的情况下进行博弈选择从而获得最大利益的目的。它研究决策者之间的互动以及他们如何做出最优决策。在博弈论中，参与者（通常称为玩家）通过选择行动来影响结果，而结果则受到其他玩家所做选择的影响。博弈论研究各种形式的竞争与合作关系，不仅限于经济学领域，还包括政治学、生物学、计算机科学和其他领域。博弈论的基本假设是，参与者都是理性的，即他们会根据自己的利益做出最佳选择。

博弈论中博弈的基本要素包括参与者、策略和支付。博弈者是指参与博弈的个人或群体，策略是指可供博弈者选择的行动方案，支付则是指博弈者根据不同的策略组合所获得的效用或收益。根据参与人数、信息是否对称、行动是否同时进行等不同标准，博弈可分为合作博弈和非合作博弈、零和博弈和非零和博弈、完全信息博弈和不完全信息博弈等。合作博弈是指一些参与者以同盟、合作的方式进行的博弈，博弈活动就是不同集团之间的对抗；非合作博弈是指在众多参与者中，每个参与者都单独进行决策来获得自身最优利润。零和博弈，又称零和游戏，与非零和博弈相对，是博弈论的一个概念，属非合作博弈；非零和博弈是一种合作下的博弈，博弈中各方的收益或损失的总和不是零值，它区别于零和博弈。在完全信息博弈中，每位参与者都了解其他参与者的特征、策略等相关信息。相反，在不完全信息博弈中，至少有一位参与者缺乏其他参与者的准确信息，包括特征、策略以及得益函数等。

2.3.2 Stackelberg 博弈理论及在线上供应链中的应用

(1) Stackelberg 博弈理论

Stackelberg 博弈论是博弈论的一个重要分支，它以领导者与追随者的动态思想为基础。在 Stackelberg 博弈中，参与者被分为领导者和追随者两类，领导者首先做出决策，追随者在观察领导者的决策后做出反应。该博弈模型以德国经济学家海因里希·冯·斯坦克尔伯格（Heinrich von Stackelberg）的名字命名，Stackelberg 博弈的主要特点是参与者之间的信息不对称，即领导者拥有更多的信息或更强的影响结果的能力。这种信息不对称导致领导者能够通过预先制定策略来实现自身利益最大化，而追随者则根据领导者的行动做出反应。Stackelberg 博弈中的参与者包括领导者和追随者。其中，领导者是最先做出决策的参与者。领导者的决策会影响追随者的选择，领导者通常拥有信息或市场优势。追随者是在领导者做出决策后做出反应的参与者。追随者的行动受制于领导者的决定，追随者通常处于相对被动的地位。一般来说，Stackelberg 博弈可分为两个阶段。在第一阶段，领导者首先制定决策，其决策是公开的，追随者可以观察到。领导者的目标是在预期追随者反应的情况下实现自身利益最大化。在第二阶段，追随者在观察领导者的决策后做出自己的反应。追随者的目标通常是实现自身利益最大化，但必须考虑到领导者之前的决策。

(2) Stackelberg 博弈在线上供应链中的应用

在由制造商和平台组成的线上供应链的最优决策问题的相关研究中，许多学者偏好于采用博弈论来研究其运营过程中的行为决策，包括纳什、Stackelberg 和信号传递博弈模型等。当将 Stackelberg 博弈模型运用于线上供应链时，通常研究的是制造商和线上平台之间的博弈关系。在这种博弈中，制造商作为领导者可以设定产品价格，而线上平台作为追随者则根据制造商设定的价格做出反应。制造商会根据自身成本、市场需求和竞争情况制定定价策略，而线上平台则需要根据制造商的定价策略调整服务费或其他费用，以实现利润最大化。虽然各种研究对供应链结构与核心均衡的结果不尽相同，但这些应用具有以下共同点：首先，供应链上的每个主体都是独立的经济体，都以自身利润最大化为目标。第二，当各主体利益冲突导致供应链不协调时，领导者不能直接主导追随者的决策，只能根据追随者的决策调整自己的决策。第三，领导者和追随者都会受到关联企业决

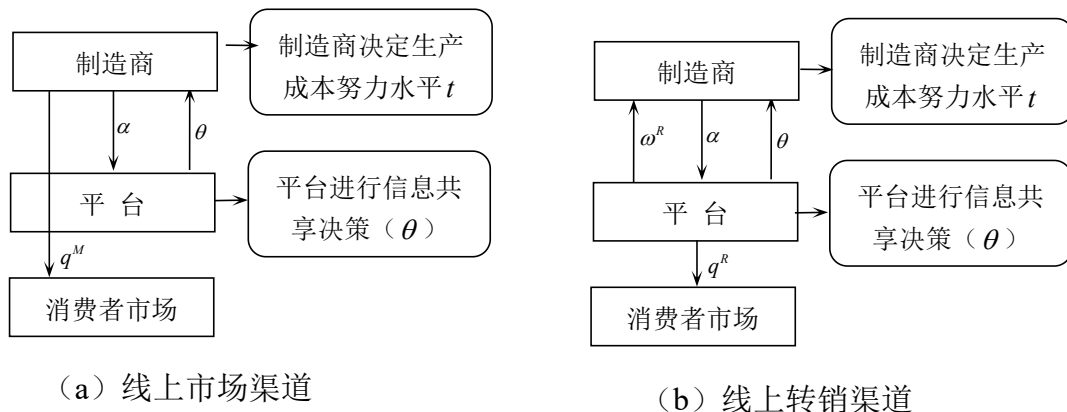
策产生的影响。

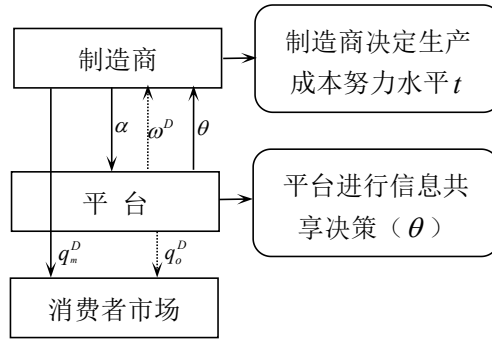
第3章 需求信息共享下考虑制造商生产成本降低投资的线上渠道决策

本章节基于不同需求信息共享模式以及两种线上渠道结构,引入生产成本降低投资,以探究线上销售渠道下供应链的最优决策。本章主要分为四个部分,第一部分介绍了需求信息共享下考虑生产成本降低的线上供应链的决策目标和模型假设;第二部分构建了需求信息共享下制造商和线上平台构成的三种博弈模型,并进行求解;第三部分进一步构建了无需求信息共享下制造商与线上构成的三种博弈模型,并进行求解;第四部分分析并比较了有无需求信息共享下考虑制造商生产成本降低的线上供应链成员的最优决策和利润。

3.1 问题描述

本节考虑由一个制造商和一个线上平台组成的供应链渠道,其中,进行生产成本降低投资的制造商选择线上渠道进行产品销售(通过线上市场渠道或线上转销渠道出售产品),例如,苹果通过自己的线上商店和其他电子商务平台,直接面向消费者销售产品,避免了传统零售渠道的中间商成本和利润。在线上市场渠道中,制造商通过向平台缴纳一部分与其销售价格成正比的单位佣金以销售价格 p_1 ; 在线上转销渠道中,制造商将产品以批发价格 ω_1 交给线上平台,线上平台再以价格 p_2 出售给消费者^[75]。为剔除其他因素对制造商成本降低决策的影响,本文假定制造商的直销成本为固定参数。平台凭借靠近终端消费者的优势,进行市场需求信息预测作为私有信息且不考虑预测成本,并决定是否共享需求信息共享给制造商。供应链结构如图 3.1 所示。





(c) 线上双渠道

图 3.1 三种渠道模式的结构图

相关参数说明，如表 3.1 所示：

表 3.1 模型符号及说明

符号	说明
a	表示制造商已知在产品市场的潜在需求
c	表示单位产品的生产成本成本
F	表示为制造商的直销成本
ω^i	表示制造商销售给平台产品的批发价格。
q_m^i	表示渠道结构 i 下制造商的产品销售量。
q_o^i	表示渠道结构 i 下平台的产品销售量。
π_m^i	表示渠道结构 i 下制造商获得的利润
π_o^i	表示渠道结构 i 下平台获得的利润。
$i = M$	表示线上市场渠道， $i = NM$ 表示无信息共享下的线上市场渠道，
$i = R$	表示线上转销渠道， $i = NR$ 表示无信息共享下的线上转销渠道，
$i = D$	表示线上双渠道， $i = ND$ 表示无信息共享下的线上双渠道。
θ	表示需求不确定
ε	表示市场需求信号
$E[\theta \varepsilon]$	表示对市场需求预测信息期望值
$*$	表示最优解

3.2 模型假设

为使研究集于主要问题且不失一般性，对模型进行以下假设：

假设 1：平台可以获得一个关于 θ 的无偏估计的市场需求信号 ε ，并且在观察到这个信号之前决定在是否与制造商签订信息共享合同。本文假设基于已有信号基础上随机需求 θ 的期望是关于需求信号 ε 的线性函数。参考 Ha 等^[59]、Wu 等^[76]和 Cao 等^[9]的研究，假设基于已有信号基础上随机需求 θ 的期望是关于需求信号 ε 的线性函数。此外，平台的需求预测能力为：

$$f=1/E[\text{Var}(\varepsilon|\theta)] \quad (3.1)$$

则该线性函数为：

$$E(\theta|\varepsilon)=\frac{f\sigma^2}{1+f\sigma^2}\varepsilon \quad (3.2)$$

假设 2：参考 Xu 等^[13]、Li 等^[22]、Ha 等^[30]以及 Kushwaha 等^[78]的研究，本文假设制造商通过线上渠道销售产品的逆需求函数为：

$$p=a+\theta-q$$

而线上双渠道下的逆需求函数为：

$$p_1=a+\theta-q_1$$

$$p_2=a+\theta-q_2$$

其中， a 表示潜在市场容量， θ 表示为需求不确定性，是一个均值为 0，方差为 σ^2 的随机变量， $E(p)=a+E(\theta|\varepsilon)-q$ 。线上双渠道之间会存在渠道冲突，这在以往的许多文献中已经被研究。本文为简化计算，将线上双渠道间的渠道冲突标准化为 0。

假设 3：制造商通过创新投资，可以使单位生产成本从 c 以一定的比例降到 $c(1-t)$ ，而此过程需要付出一次性创新努力成本。参考 Li 等^[64]和 Sun 等^[51]，本文将一次性创新努力成本表示为 $C_i=1/2\eta t^2$ ，其中 η 代表着生产成本降低投资投入效率，越高的 η 代表着提高相同的生产成本降低水平所需要的努力成本更高。二次方函数意味着通过施加生产成本降低投资努力实现单位成本降低所需付出的

成本会越来越高。为防止创新努力成本过低,假设 $\eta > \eta_{\max} \left\{ \frac{1}{2}c^2, \frac{c^2}{2(1-\alpha)}, \frac{c^2(4-\alpha(7-2\alpha))}{2(1-\alpha)^2}, \frac{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)}{4(1-\alpha)^2} \right\}$ 。

假设 4: 在线上市场渠道, 平台向制造商收取与其销售价格成正比的单位佣金率 α ($0 < \alpha < 1$)。假设 α 是外生变量, 平台对整个产品类别收取相同的佣金, 并在与个别制造商谈判渠道合同之前承诺该费率^[81]。此外, 由于相较于制造商而言, 平台的直销成本要更低, 因此为了简化计算, 本文将平台的直销成本标准化为 0, 而制造商的直销成本则为 F ^[3]。

3.3 需求信息共享下供应链成员最优决策

3.3.1 线上市场渠道 (模式 M)

在线上市场渠道中, 考虑到制造商生产成本降低的情况下, 平台通过对获得的市场需求信号的预测可获得市场需求信息, 制造商根据佣金率以及所获的市场需求信息, 制定销售策略 q_m^M 并决定成本降低投资水平 t , 根据上述假设, 令

$\Gamma = E(\theta | \varepsilon) = \frac{f\sigma^2}{1+f\sigma^2}\varepsilon$ 为线性函数, 逆需求函数为: $p_m^M = a + \theta - q_m^M$ 。

在制造商接收到平台的市场需求信息后, 由上述逆需求函数和生产成本降低函数得制造商在供应链中的利润函数为:

$$E[\pi_m^M | \varepsilon] = E[(1-\alpha)p_m^M q_m^M - 1/2\eta t^2 - (1-t)cq_m^M - F | \varepsilon] \quad (3.3)$$

平台在制造商给定的销售策略和生产成本降低水平的条件下, 结合需求函数进行决策, 利润函数为:

$$E[\pi_o^M | \varepsilon] = E[\alpha p_m^M q_m^M | \varepsilon] \quad (3.4)$$

根据上述供应链成员利润函数, 可得供应链成员最优决策以及利润为:

$$q_m^{M*} = \frac{(c - (1-\alpha)a - (1-\alpha)\Gamma)\eta}{c^2 - 2\eta(1-\alpha)} \quad (3.5)$$

$$t^{M*} = \frac{c(c - (1-\alpha)a - (1-\alpha)\Gamma)}{c^2 - 2\eta(1-\alpha)} \quad (3.6)$$

$$\pi_m^{M*} = \frac{\alpha\eta(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))(c^2(a+\Gamma)-(c+(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta)}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.7)$$

$$\pi_m^{M*} = -F - \frac{\eta(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))(c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)(1+2\alpha))-2(1-\alpha)(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)-2\alpha)\eta)}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.8)$$

证明：

根据逆向归纳法求解，分别对 π_m^M 关于 q_m^M 和 t 求偏导，可得海塞矩阵 $H_{3,1}$ ：

$$H_{3,1} = \begin{vmatrix} -\eta & c \\ c & -2+2\alpha \end{vmatrix}$$

其中， $|H_1| = -\eta < 0$ ， $|H_2| = 2\eta(1-\alpha) - c^2 > 0$ ，可知 $E[\pi_m^M | \varepsilon]$ 是关于 q_m^M 和 t

的联合凹函数，令 $\frac{\partial E[\pi_m^M | \varepsilon]}{\partial q_m^M} = 0$ ， $\frac{\partial E[\pi_m^M | \varepsilon]}{\partial t} = 0$ ，可得：

$$q_m^{M*} = \frac{(c-(1-\alpha)a-(1-\alpha)\Gamma)\eta}{c^2-2\eta(1-\alpha)} \quad (3.5)$$

$$t^{M*} = \frac{c(c-(1-\alpha)a-(1-\alpha)\Gamma)}{c^2-2\eta(1-\alpha)} \quad (3.6)$$

将 (3.5) (3.6) 带入到 (3.3) (3.4) 中，可得：

$$\pi_m^{M*} = \frac{\alpha\eta(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))(c^2(a+\Gamma)-(c+(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta)}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.7)$$

$$\pi_m^{M*} = -F - \frac{\eta(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))(c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)(1+2\alpha))-2(1-\alpha)(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)-2\alpha)\eta)}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.8)$$

证毕。

3.3.2 线上转销渠道（模式 R）

本节考虑由线下制造商和线上平台组成的线上转售渠道。在模式 R 下，线下制造商和线上平台进行 Stackelberg 博弈。制造商先以一定的批发价格 ω^R 将产品批发给平台，平台再以一定的零售价格将产品销售给消费者。

制造商接收到平台的需求预测信息后，根据需求预测信息 θ 进行决策，利润函数为：

$$E[\pi_m^R | \varepsilon] = E[\omega^R q_o^R - 1/2\eta t^2 - (1-t)cq_o^R | \varepsilon] \quad (3.9)$$

平台的利润函数为：

$$E[\pi_o^R | \varepsilon] = E[(p_o^R - \omega^R)q_o^R | \varepsilon] \quad (3.10)$$

根据上述供应链成员利润函数，可得供应链成员最优决策以及利润为：

$$\omega^{R*} = -\frac{2\eta(a+c+\Gamma) - (a+\Gamma)c^2}{c^2 - 4\eta} \quad (3.11)$$

$$t^{R*} = -\frac{ac - c^2 + c\Gamma}{c^2 - 4\eta} \quad (3.12)$$

$$q_o^{R*} = -\frac{(a-c+\Gamma)\eta}{c^2 - 4\eta} \quad (3.13)$$

$$\pi_m^{R*} = -\frac{(a-c+\Gamma)^2 \eta}{2(c^2 - 4\eta)} \quad (3.14)$$

$$\pi_o^{R*} = \frac{(a-c+\Gamma)^2 \eta^2}{(c^2 - 4\eta)^2} \quad (3.15)$$

证明：

采用逆向归纳法求解，对 $E[\pi_o^R | \varepsilon]$ 关于 q_o^R 求偏导，令 $\frac{\partial \pi_o^R}{\partial q_o^R} = a - 2q_o^R + \Gamma - \omega^R = 0$ ，

求得：

$$q_1 = \frac{1}{2}(a + \Gamma - \omega^R) \quad (3.16)$$

将式 (3.16) 带入到式 (3.10)，分别关于 t 和 ω^R 求偏导，可的海塞矩阵 $H_{3,2}$ ：

$$H_{3,2} = \begin{vmatrix} -1 & -\frac{c}{2} \\ -\frac{c}{2} & -\eta \end{vmatrix}$$

由 $|H_3| = -1 < 0$ ， $|H_4| = \eta - \frac{c^2}{4} > 0$ ，可知 π_m^R 是关于 t 和 ω^R 的严格凹函数，令

$$\frac{\partial E[\pi_m^R | \varepsilon]}{\partial t} = 0, \quad \frac{\partial E[\pi_m^R | \varepsilon]}{\partial \omega^R} = 0, \quad \text{可得：}$$

$$\omega^{R*} = -\frac{2\eta(a+c+\Gamma) - (a+\Gamma)c^2}{c^2 - 4\eta} \quad (3.11)$$

$$t^{R*} = -\frac{ac - c^2 + c\Gamma}{c^2 - 4\eta} \quad (3.12)$$

将式 (3.11) (3.12) 带入到式 (3.10)，可得：

$$q_o^{R*} = -\frac{(a - c + \Gamma)\eta}{c^2 - 4\eta} \quad (3.13)$$

将式 (3.11) (3.12) (3.13) 带入 (3.9) (3.10) 中，可得制造商和平台的最优利润为：

$$\pi_m^{R*} = -\frac{(a - c + \Gamma)^2 \eta}{2(c^2 - 4\eta)} \quad (3.14)$$

$$\pi_o^{R*} = \frac{(a - c + \Gamma)^2 \eta^2}{(c^2 - 4\eta)^2} \quad (3.15)$$

证毕。

3.3.2 线上双渠道（模式 D）

本节考虑了制造商线上双渠道情形，在此结构中，制造商即通过线上市场渠道进行产品销售，又通过线上转销渠道将产品批发给平台，再由平台进行产品销售。制造商先决策批发价格以及成本降低水平，后再决策线上市场渠道下的产品销量；其次，平台根据批发价格以及需求信息再决策产品订购数量。

在信息共享下，制造商接收到平台的需求预测信息后，根据需求预测信息 θ 进行决策，利润函数为：

$$E[\pi_m^D | \varepsilon] = E[\omega^D q_o^D + \alpha p_m^D q_m^D - c(1-t)(q_o^D + q_m^D) - 1/2\eta t^2 - F | \varepsilon] \quad (3.17)$$

平台的利润函数为：

$$E[\pi_o^D | \varepsilon] = E[(1-\alpha)p_m^D q_m^D + (p_o^D - \omega^D)q_o^D | \varepsilon] \quad (3.18)$$

根据上述供应链成员利润函数，可得供应链成员最优决策以及利润为：

$$\omega^{D*} = \frac{c^2(4 - \alpha(7 - 2\alpha))(a + \Gamma) - 2(1 - \alpha)^2(a + c + \Gamma)\eta}{c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 4(1 - \alpha)^2\eta} \quad (3.19)$$

$$t^{D*} = \frac{c(+c(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 3(a + \Gamma)(1 - \alpha)^2)}{c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 4(1 - \alpha)^2\eta} \quad (3.20)$$

将式 (3.21) 和式 (3.22) 带入式 (3.17) 和式 (3.18)，可得

$$q_m^{D*} = \frac{c^2(2+(-5+\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+4(1-\alpha)(c-a(1-\alpha)-(1-\alpha)\Gamma)\eta}{2c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-8(-1+\alpha)^2\eta} \quad (3.21)$$

$$q_o^{D*} = \frac{1}{2} \left(a + \Gamma - \frac{c^2(4+\alpha(-7+2\alpha))(a+\Gamma)-2(-1+\alpha)^2(a+c+\Gamma)\eta}{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta} \right) \quad (3.22)$$

$$\begin{aligned} & -2c^2(3a(1-\alpha)^2-c(5-(8-\alpha)\alpha)+3(1-\alpha)^2\Gamma)^2\eta-4F(c^2(5-(8-\alpha)\alpha) \\ & -4(1-\alpha)^2\eta)^2-2(c^2(-1+\alpha+\alpha^2)(a+\Gamma)+2(1-\alpha)^2(a-c+\Gamma)\eta)(c^2(4- \\ & \alpha(7-2\alpha))(a+\Gamma)-2(1-\alpha)^2(a+c+\Gamma)\eta)+(1-\alpha)(c^2(8-(11-\alpha)\alpha)(a+\Gamma) \\ & +4(1-\alpha)(-c-(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta)(c^2(2-(5-\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+4(1-\alpha)(c-(a+\Gamma) \\ & (1-\alpha))\eta)2c(1-\alpha)^2(3c(a+\Gamma)-4\eta)(3c^2(-1+2\alpha)(a+\Gamma)-2(1-\alpha)(c(3-\alpha) \\ & -3(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta) \\ \pi_m^{D*} = & \frac{}{4(c^2(5-(8-\alpha)\alpha)+4(1-\alpha)^2\eta)^2} \end{aligned} \quad (3.23)$$

$$\begin{aligned} & (c^2(-1+\alpha+\alpha^2)(a+\Gamma)-2(1-\alpha)^2(a-c+\Gamma)\eta)^2+\alpha(c^2(2-(5-\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+4(1-\alpha) \\ & (c-(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta)(c^2(8-(11-\alpha)\alpha)(a+\Gamma)-4(1-\alpha)(c+(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta) \\ \pi_o^{D*} = & \frac{}{4(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta)^2} \end{aligned} \quad (3.24)$$

证明：

采用逆向归纳法求解，对 $E[\pi_o^D|\varepsilon]$ 关于 q_o^D 求偏导，令 $\frac{\partial E[\pi_o^D|\varepsilon]}{\partial q_o^D} = a + \Gamma - \omega^D -$

$2q_o^D = 0$ ，求得：

$$q_2 = \frac{a + \Gamma - \omega^D}{2} \quad (3.25)$$

将式 (3.25) 带入到 (3.17)，再对 $E[\pi_m^D|\varepsilon]$ 关于 q_m^D 求偏导，令

$$\frac{\partial E[\pi_m^D|\varepsilon]}{\partial q_m^D} = -c(1-t) + \alpha(a + \Gamma - q_m^D) - \alpha q_m^D = 0, \text{ 得:}$$

$$q_3 = \frac{-c + ct + a\alpha + \alpha\Gamma}{2\alpha} \quad (3.26)$$

将式 (3.25) 和式 (3.26) 带入到式 (3.17)，分别对 $E[\pi_m^D | \varepsilon]$ 关于 ω^D 和 t 求偏导，可得海塞矩阵 $H_{3,3}$ ：

$$H_{3,3} = \begin{vmatrix} -1 & -\frac{c}{2} \\ -\frac{c}{2} & \frac{c^2}{2\alpha} - \eta \end{vmatrix}$$

由 $|H_5| = -1 < 0$ ， $|H_6| = \eta - \frac{c^2(2+\alpha)}{4\alpha} > 0$ ，可知 $E[\pi_m^D | \varepsilon]$ 是关于 t 和 ω^D 的严格凹函数，故 $E[\pi_m^D | \varepsilon]$ 关于 t 和 ω^D 存在极大值，进一步求解可得：

$$\omega^{D*} = \frac{c^2(4 - \alpha(7 - 2\alpha))(a + \Gamma) - 2(1 - \alpha)^2(a + c + \Gamma)\eta}{c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 4(1 - \alpha)^2\eta} \quad (3.19)$$

$$t^{D*} = \frac{c(+c(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 3(a + \Gamma)(1 - \alpha)^2)}{c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) - 4(1 - \alpha)^2\eta} \quad (3.20)$$

将式 (3.21) 和式 (3.22) 带入式 (3.17) 和式 (3.18)，可得：

$$q_m^{D*} = \frac{c^2(2 + (-5 + \alpha)\alpha)(a + \Gamma) + 4(1 - \alpha)(c - a(1 - \alpha) - (1 - \alpha)\Gamma)\eta}{2c^2(5 + (-8 + \alpha)\alpha) - 8(-1 + \alpha)^2\eta} \quad (3.21)$$

$$q_o^{D*} = \frac{1}{2} \left(a + \Gamma - \frac{c^2(4 + \alpha(-7 + 2\alpha))(a + \Gamma) - 2(-1 + \alpha)^2(a + c + \Gamma)\eta}{c^2(5 + (-8 + \alpha)\alpha) - 4(-1 + \alpha)^2\eta} \right) \quad (3.22)$$

$$\begin{aligned} & -2c^2(3a(1 - \alpha)^2 - c(5 - (8 - \alpha)\alpha) + 3(1 - \alpha)^2\Gamma)^2\eta - 4F(c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) \\ & - 4(1 - \alpha)^2\eta)^2 - 2(c^2(-1 + \alpha + \alpha^2)(a + \Gamma) + 2(1 - \alpha)^2(a - c + \Gamma)\eta)(c^2(4 - \\ & \alpha(7 - 2\alpha))(a + \Gamma) - 2(1 - \alpha)^2(a + c + \Gamma)\eta) + (1 - \alpha)(c^2(8 - (11 - \alpha)\alpha)(a + \Gamma) \\ & + 4(1 - \alpha)(-c - (a + \Gamma)(1 - \alpha))\eta)(c^2(2 - (5 - \alpha)\alpha)(a + \Gamma) + 4(1 - \alpha)(c - (a + \Gamma) \\ & (1 - \alpha))\eta)2c(1 - \alpha)^2(3c(a + \Gamma) - 4\eta)(3c^2(-1 + 2\alpha)(a + \Gamma) - 2(1 - \alpha)(c(3 - \alpha) \\ & - 3(a + \Gamma)(1 - \alpha))\eta) \\ & \pi_m^{D*} = \frac{-3(a + \Gamma)(1 - \alpha))\eta}{4(c^2(5 - (8 - \alpha)\alpha) + 4(1 - \alpha)^2\eta)^2} \end{aligned} \quad (3.23)$$

$$\pi_o^{D*} = \frac{\left(c^2(-1+\alpha+\alpha^2)(a+\Gamma)-2(1-\alpha)^2(a-c+\Gamma)\eta\right)^2 + \alpha\left(c^2(2-(5-\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+4(1-\alpha)(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta\right)\left(c^2(8-(11-\alpha)\alpha)(a+\Gamma)-4(1-\alpha)(c+(a+\Gamma)(1-\alpha))\eta\right)}{4\left(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta\right)^2} \quad (3.24)$$

证毕。

3.4 无需求信息共享下供应链成员最优决策

本小节分析了平台不与制造商共享市场需求信息时的情形，以探究平台共享市场需求信息是否总是对平台有利。当平台不共享市场需求信息，制造商对市场需求信不知情，在决策过程中不会考虑这部分需求，而平台在决策过程中会考虑随机需求信息。因此对于制造商而言，其逆需求函数重设为 $p^N = a - q^N$ ；对于平台而言，其逆需求函数为 $p^N = a + \theta - q^N$ 。

3.4.1 线上市场渠道（模式 NM）

平台不与制造商共享市场需求信息的情况下，制造商线上市场渠道的利润函数为：

$$E[\pi_m^{NM}] = E[(1-\alpha)p_m^{NM}q_m^{NM} - 1/2\eta t^2 - (1-t)cq_m^{NM} - F] \quad (3.27)$$

在线上市场渠道下，平台通过收取制造商的佣金获利，因此平台的利润函数为：

$$E[\pi_o^{NM} | \varepsilon] = E[\alpha p_m^{NM} q_m^{NM} | \varepsilon] \quad (3.28)$$

根据上述供应链成员利润函数，可得供应链成员最优决策以及利润为：

$$q_m^{NM*} = \frac{(c+a(-1+\alpha))\eta}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} \quad (3.29)$$

$$t_m^{NM*} = \frac{c(c+a(-1+\alpha))}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} \quad (3.30)$$

$$\pi_m^{NM*} = -\frac{(c+a(-1+\alpha))^2\eta}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)} - F \quad (3.31)$$

$$\pi_o^{NM*} = \frac{c(c+a(-1+\alpha))\alpha(c\eta+a(c^2+3(-1+\alpha)\eta))}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.32)$$

证明：

该模式下与模式 M 相似，可得最优成本降低水平以及销售量：

$$q_m^{NM*} = \frac{(c+a(-1+\alpha))\eta}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} \quad (3.29)$$

$$t_m^{NM*} = \frac{c(c+a(-1+\alpha))}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} \quad (3.30)$$

将式 (3.29) (3.30) 带入式 (3.27) (3.28)，可得制造商和平台的最优利润为：

$$\pi_m^{NM*} = -\frac{(c+a(-1+\alpha))^2\eta}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)} - F \quad (3.31)$$

$$\pi_o^{NM*} = \frac{c(c+a(-1+\alpha))\alpha(c\eta+a(c^2+3(-1+\alpha)\eta))}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} \quad (3.32)$$

证毕。

3.4.2 线上转销渠道（模式 NR）

在此结构中，制造商对市场需求信息根据已有对市场需求信息的认知来确定批发价格以及生产成本降低水平。平台则根据获取的市场需求信息来确定产品销量。从而平台根据逆需求函数：

$$p^{NR} = a + \theta - q^{NR} \quad (3.33)$$

给定 ω^{NR} ，决定其利润函数：

$$E[\pi_o^{NR} | \varepsilon] = E[(p_o^{NR} - \omega^{NR})q_o^{NR} | \varepsilon] \quad (3.34)$$

对于市场需求信息不知情的制造商，其逆需求函数为：

$$p^{NR} = a - q^{NR} \quad (3.35)$$

决定其利润函数为：

$$E[\pi_o^{NR}] = E[\omega^{NR}q_o^{NR} - 1/2\eta t^2 - (1-t)cq_o^{NR}] \quad (3.36)$$

根据上述供应链成员利润函数，可得供应链成员最优决策以及利润为：

$$t^{NR*} = -\frac{ac - c^2}{c^2 - 4\eta} \quad (3.37)$$

$$\omega^{NR*} = -\frac{-ac^2 + 2a\eta + 2c\eta}{c^2 - 4\eta} \quad (3.38)$$

$$q_o^{NR*} = \frac{(-a+c)\eta}{c^2 - 4\eta} + \frac{\Gamma}{2} \quad (3.39)$$

$$\pi_m^{NR*} = \frac{(a-c)(a-c+2\Gamma)\eta}{2(c^2 - 4\eta)} \quad (3.40)$$

$$\pi_o^{NR*} = \frac{(c^2\Gamma + 2c\eta - 2(a + 2\Gamma)\eta)^2}{4(c^2 - 4\eta)^2} \quad (3.41)$$

证明：

根据模式 R 相似的求解过程，其中，制造商根据 $p^{NR} = a - q^{NR}$ 决策，平台根据 $p^{NR} = a + \theta - q^{NR}$ 决策，可得：

$$t^{NR*} = -\frac{ac - c^2}{c^2 - 4\eta} \quad (3.37)$$

$$\omega^{NR*} = -\frac{-ac^2 + 2a\eta + 2c\eta}{c^2 - 4\eta} \quad (3.38)$$

$$q_o^{NR*} = \frac{(-a+c)\eta}{c^2 - 4\eta} + \frac{\Gamma}{2} \quad (3.39)$$

将式（3.37）（3.38）（3.39）带入式（3.34）（3.36），得制造商以及线上平台得最优利润为：

$$\pi_m^{NR*} = \frac{(a-c)(a-c+2\Gamma)\eta}{2(c^2 - 4\eta)} \quad (3.40)$$

$$\pi_o^{NR*} = \frac{(c^2\Gamma + 2c\eta - 2(a + 2\Gamma)\eta)^2}{4(c^2 - 4\eta)^2} \quad (3.41)$$

证毕。

3.4.3 线上双渠道（模式 ND）

在此结构中，决策顺序与信息共享下的双渠道情形一样，但是由于制造商不

了解市场需求信息，因此其逆需求函数为 $p_m^{ND}=a-q_m^{ND}$ 。平台由于接收到了市场需求信息，因此逆需求函数为 $p_o^{ND}=a+\theta-q_o^{ND}$ 。

故制造商的利润函数为：

$$E[\pi_m^{ND}] = E[\omega^{ND} q_o^{ND} + \alpha p_m^{ND} q_m^{ND} - c(1-t)(q_o^{ND} + q_m^{ND}) - 1/2\eta t^2 - F] \quad (3.42)$$

平台的利润函数为：

$$E[\pi_o^{ND} | \varepsilon] = E[(1-\alpha)p_m^{ND} q_m^{ND} + (p_o^{ND} - \omega^{ND})q_o^{ND} | \varepsilon] \quad (3.43)$$

通过与信息共享下的线上双渠道模式下相同的求解过程，可得到供应链成员的最优解为：

$$q_m^{ND*} = \frac{c^2(a\alpha + \Gamma) - 4(c + a(-1 + \alpha))\eta}{2c^2(-3 + \alpha) - 8(-1 + \alpha)\eta} \quad (3.44)$$

$$q_o^{ND*} = -\frac{c^2(a\alpha + \Gamma) + 2(-1 + \alpha)(a - c + \Gamma)\eta}{2c^2(-3 + \alpha) - 8(-1 + \alpha)\eta} \quad (3.45)$$

$$t^{ND*} = \frac{c(c(-3 + \alpha) - 3a(-1 + \alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma)}{c^2(-3 + \alpha) - 4(-1 + \alpha)\eta} \quad (3.46)$$

$$\omega^{ND*} = \frac{c^2(a(-3 + 2\alpha) + (-2 + \alpha)\Gamma) - 2(-1 + \alpha)(a + c + \Gamma)\eta}{c^2(-3 + \alpha) - 4(-1 + \alpha)\eta} \quad (3.47)$$

$$\pi_m^{ND*} = \frac{4c(-1 + \alpha)(3a + \Gamma)\eta + 2(-1 + \alpha)(8F + a^2(-3 + 2\alpha) - 2a\Gamma - \Gamma^2)\eta - c^2(4F(-3 + \alpha) + (a\alpha + \Gamma)^2 + 2(-3 + \alpha)\eta)}{4c^2(-3 + \alpha) - 16(-1 + \alpha)\eta} \quad (3.48)$$

$$\pi_o^{ND*} = \frac{c^4(a\alpha + \Gamma)(a(-5 + \alpha)\alpha + \Gamma - \alpha\Gamma) - 4c^2(a\alpha(c(-7 + \alpha) + a(-1 + \alpha)(-7 + 2\alpha)) - (c + a(-1 + \alpha))(1 + \alpha)\Gamma - (-1 + \alpha)\Gamma^2)\eta + (-1 + \alpha)\Gamma^2\eta + 4\eta^2(a^2(-1 + \alpha)^2(1 + 4\alpha) + c^2(1 + (-6 + \alpha)\alpha) - 2a(-1 + \alpha)^2(c - \Gamma) - 2c(-1 + \alpha)^2\Gamma + (-1 + \alpha)^2\Gamma^2)}{4(c^2(-3 + \alpha) - 4(-1 + \alpha)\eta)^2} \quad (3.49)$$

证明：

模式 ND 的证明过程与模式 D 的相似，参考模式 D 的证明过程，其中制造商根据 $p_m^{ND}=a-q_m^{ND}$ 进行决策，平台根据 $p_o^{ND}=a+\theta-q_o^{ND}$ 进行决策。

证毕。

3.5 结果分析与比较

3.5.1 敏感性分析

定理 3.1 线上市场渠道（模式 M 和模式 NM）情形下，假定其他参数不变，随着成本降低投资效率系数 η 的提高（即成本降低投资效率越低），两种信息共享模式下制造商生产成本降低水平、最优销售量以及利润会随之降低。

证明：

$$\frac{\partial q_m^{M*}}{\partial \eta} = \frac{c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))}{(c^2-2(1-\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial t^{M*}}{\partial \eta} = \frac{2c(1-\alpha)(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))}{(c^2-2(1-\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial q_m^{NM*}}{\partial \eta} = \frac{c^2(c+a(-1+\alpha))}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial t^{NM*}}{\partial \eta} = -\frac{2c(c+a(-1+\alpha))(-1+\alpha)}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{M*}}{\partial \eta} = -\frac{c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha))(c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)(1+2\alpha))+2(1-\alpha)((a+\Gamma)(1-\alpha)(1-2\alpha)-c(1-4\alpha))\eta)}{2(c^2-2(1-\alpha)\eta)^3} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{NM*}}{\partial \eta} = -\frac{c^2(c+a(-1+\alpha))(c^2(c+a(-1+\alpha)(1+2\alpha))-2(-1+\alpha)(a(-1+\alpha)(-1+2\alpha)+c(-1+4\alpha))\eta)}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^3} < 0。$$

其中， $c-a(1-\alpha)<0$ ， $c^2-2(1-\alpha)\eta<0$ ，可知 $\frac{\partial q_m^{M*}}{\partial \eta}<0$ ， $\frac{\partial t^{M*}}{\partial \eta}<0$ ， $\frac{\partial q_m^{NM*}}{\partial \eta}<0$ ， $\frac{\partial t^{NM*}}{\partial \eta}<0$ 。

当 $c^2(c-(a+\Gamma)(1-\alpha)(1+2\alpha))+2(1-\alpha)((a+\Gamma)(1-\alpha)(1-2\alpha)-c(1-4\alpha))\eta>0$ 时， $\frac{\partial \pi_m^{M*}}{\partial \eta}<0$ ；当

$c^2(c+a(-1+\alpha)(1+2\alpha))-2(-1+\alpha)(a(-1+\alpha)(-1+2\alpha)+c(-1+4\alpha))\eta>0$ 时， $\frac{\partial \pi_m^{NM*}}{\partial \eta}<0$ 。

证毕。

由定理 3.1 可知，模式 M 以及模式 NM 下，成本降低投资效率系数与生产成本降低水平、产品销量以及制造商利润负相关，表明了成本降低投资效率高的

制造商能从生产成本降低中获取更多利润从而加大投资,而低效率的制造商进行生产成本降低投资的效益会比较差,因此会降低投资。此外,线上市场渠道中,有无信息共享不会影响生产成本降低效率对供应链成员的运用决策以及制造商利润,表明生产成本降低系数与信息共享对供应链成员的影响相互独立。

定理 3.2 线上市场渠道(模式 M 和模式 NM)情形下,假定其他参数不变,信息共享能够激励制造商进行生产成本降低投资,提高产品销售量,获得更多的利润。此外,随着市场需求预测信息期望值越高(即 Γ 越高),制造商的成本降低水平、产品销售量以及利润都会提高。

证明:

$$\frac{\partial q_m^{M*}}{\partial \Gamma} = -\frac{(1-\alpha)\eta}{c^2 - 2(1-\alpha)\eta} > 0;$$

$$\frac{\partial q_m^{NM*}}{\partial \Gamma} = 0;$$

$$\frac{\partial \alpha^{M*}}{\partial \Gamma} = \frac{c(-1+\alpha)}{c^2 - 2(1-\alpha)\eta} > 0;$$

$$\frac{\partial \alpha^{NM*}}{\partial \Gamma} = 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{M*}}{\partial \Gamma} = \frac{(1-\alpha)\eta(c^2(-c(1+\alpha)+a(1+\alpha-2\alpha^2))+\Gamma+(1-2\alpha)\alpha\Gamma)-2(1-\alpha)^2(a-c+\Gamma)\eta}{(c^2-2(1-\alpha)\eta)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{NM*}}{\partial \Gamma} = 0。$$

其中, $c^2 - 2(1-\alpha)\eta < 0$ 可知, $\frac{\partial q_m^{M*}}{\partial \Gamma} > 0$, $\frac{\partial \alpha^{M*}}{\partial \Gamma} > 0$ 。

当 $c^2(-c(1+\alpha)+a(1+\alpha-2\alpha^2))+\Gamma+(1-2\alpha)\alpha\Gamma-2(1-\alpha)^2(a-c+\Gamma)\eta < 0$ 时, $\frac{\partial \pi_m^{M*}}{\partial \Gamma} > 0$ 。

证毕。

定理 3.2 表明, 在模式模式 M 下, 市场需求预测信息期望值与成本降低努力水平、产品销售量以及制造商利润正相关, 表明信息共享能有效的提高制造商的利润和成本降低水平, 并且随着市场需求预测信息期望值的增加, 制造商从信息共享中获得的收益也越来越大。在模式 NM 下, 市场需求预测信息期望值与制造商的最优决策以及利润无关, 表明在线上市场渠道下, 相较于需求信息共享,

线上平台不进行需求信息共享会使制造商不能有效掌握市场需求，从而降低产品销量、成本降低水平以及制造商的利润。

定理 3.3 线上转销渠道（模式 R 和模式 NR）情形下，假定其他参数不变，随着成本降低投资效率系数 η 的提高，两种信息共享模式下制造商生产成本降低水平、最优销售量以及利润会随之降低，而批发价格则随之增高。

证明：

$$\frac{\partial \omega^{R*}}{\partial \eta} = \frac{2c^2(a-c+\Gamma)}{(c^2-4\eta)^2} > 0; \frac{\partial \omega^{NR*}}{\partial \eta} = \frac{2(a-c)c^2}{(c^2-4\eta)^2} > 0; \frac{\partial t^{R*}}{\partial \eta} = -\frac{4c(a-c+\Gamma)}{(c^2-4\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial t^{NR*}}{\partial \eta} = \frac{4(-ac+c^2)}{(c^2-4\eta)^2} < 0; \frac{\partial q_o^{R*}}{\partial \eta} = -\frac{c^2(a-c+\Gamma)}{(c^2-4\eta)^2} < 0; \frac{\partial q_o^{NR*}}{\partial \eta} = \frac{c^2(-a+c)}{(c^2-4\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{R*}}{\partial \eta} = -\frac{c^2(a-c+\Gamma)^2}{2(c^2-4\eta)^2} < 0; \frac{\partial \pi_m^{NR*}}{\partial \eta} = -\frac{(a-c)c^2(a-c+2\Gamma)}{2(c^2-4\eta)^2} < 0.$$

证毕。

定理 3.3 表明，模式 R 下，成本降低投资效率系数与批发价格正相关，而与产品销量、成本降低水平以及制造商利润负相关，表明生产成本降低效率较低时进行成本降低投资会导致产品订购量下降，这是由于进行低效率成本降低投资会增加制造商批发价格从而加重双重边计划效应，导致平台减少产品购买。在模式 NR 下，成本降低投资效率系数与批发价格、产品销量、成本降低水平以及制造商利润关系与模式 R 情形下相似，表明在线上转销渠道下，信息共享也不影响成本降低投资效率系数与制造商生产运营决策以及最优利润的相关关系。

定理 3.4 线上转销渠道（模式 R 和模式 NR）情形下，假定其他参数不变，随着市场需求预测信息期望值越高（即 Γ 越高），制造商的批发价格、碳减排努力水平、产品订购量以及利润都会提高。

证明：

$$\frac{\partial q_o^{R*}}{\partial \Gamma} = -\frac{\eta}{c^2-4\eta} > 0; \frac{\partial q_o^{NR*}}{\partial \Gamma} = \frac{1}{2} > 0; \frac{\partial \omega^{R*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2-2\eta}{c^2-4\eta} > 0; \frac{\partial \omega^{NR*}}{\partial \Gamma} = 0;$$

$$\frac{\partial t^{R*}}{\partial \Gamma} = -\frac{c}{c^2-4\eta} > 0; \frac{\partial t^{NR*}}{\partial \Gamma} = 0; \frac{\partial \pi_m^{R*}}{\partial \Gamma} = -\frac{(a-c+\Gamma)\eta}{c^2-4\eta} > 0;$$

$$\frac{\partial \pi_m^{NR*}}{\partial \Gamma} = -\frac{(a-c)\eta}{c^2-4\eta} > 0.$$

证毕。

从定理 3.4 可知，在模式 R 市场下，需求预测信息期望值与产品销量、批发价格、成本降低水平以及制造商利润正相关，表明信息共享虽然能提高产品销售量，激励制造商生产成本降低水平，使制造商获得更多的利润，但是也提高了批发价格，扩大双重边际化效应，增加了消费者购买产品成本。在模式 NR 下，需求预测信息期望值以及制造商的利润正相关，而与产品的批发价格以及成本降低水平无关，表明在转销模式下，线上平台不进行信息共享也会使制造商获利，这是由于平台拥有私有的需求信息从而订购更多的产品，而制造商由于信息不对称而按其所掌握的需求信息来制定运用决策，因此需求预测信息期望值不会影响制造商的成本降低水平以及批发价格制定。

定理 3.5 线上双渠道（模式 D 和模式 ND）情形下，假定其他参数不变，随着成本降低投资效率系数提高（即生产成本投资效率变低），则生产成本降低水平、直销渠道产品销量、线上转销渠道产品销量都将降低，而批发价格将会有所提升。

证明：

$$\frac{\partial q_o^{D*}}{\partial \eta} = \frac{c^2(1-\alpha)^2(-3a(1-\alpha)^2 + c(5+(-8+\alpha)\alpha) - 3(1-\alpha)^2\Gamma)}{(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(-1+\alpha)^2\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial q_o^{ND*}}{\partial \eta} = \frac{c^2(-1+\alpha)(c(-3+\alpha) - 3a(-1+\alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma)}{(c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial q_m^{D*}}{\partial \eta} = \frac{2c^2(-1+\alpha)(3a(1-\alpha)^2 - c(5+(-8+\alpha)\alpha) + 3(1-\alpha)^2\Gamma)}{(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(-1+\alpha)^2\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial q_m^{ND*}}{\partial \eta} = \frac{2c^2(c(-3+\alpha) - 3a(-1+\alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma)}{(c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial t^{D*}}{\partial \eta} = \frac{4c(1-\alpha)^2(-3a(1-\alpha)^2 + c(5+(-8+\alpha)\alpha) - 3(1-\alpha)^2\Gamma)}{(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(1-\alpha)^2\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial t^{D*}}{\partial \eta} = \frac{4c(-1+\alpha)(c(-3+\alpha) - 3a(-1+\alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma)}{(c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta)^2} < 0;$$

$$\frac{\partial \omega^{D*}}{\partial \eta} = \frac{2c^2(1-\alpha)^2 \left(3a(1-\alpha)^2 - c(5+(-8+\alpha)\alpha) + 3\Gamma(1-\alpha)^2 \right)}{\left(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(-1+\alpha)^2 \eta \right)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \omega^{ND*}}{\partial \eta} = -\frac{2c^2(-1+\alpha)(c(-3+\alpha) - 3a(-1+\alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma)}{\left(c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta \right)^2} > 0.$$

其中, $c(-3+\alpha) - 3a(-1+\alpha) + \Gamma - \alpha\Gamma > 0$ 。

证毕。

从定理 3.5 可知, 在模式 D 下, 成本降低投资效率系数与生产成本降低水平、直销渠道产品销量、线上转销渠道产品销量负相关, 而与批发价格正相关, 表明低效率制造商进行生产成本降低投资可能会对其线上双渠道的产品销售都产生负面影响, 并会加剧双重边计划效应。在模式 ND 中, 成本降低投资效率系数与生产成本降低水平、直销渠道产品销量、线上转销渠道产品销量以及批发价格关系与模式 D 中相似, 进一步说明制造商的线上渠道决策不会受到成本降低投资效率的影响。

定理 3.6 线上双渠道（模式 D 和模式 ND）情形下, 假定其他参数不变, 随着市场需求预测信息期望值增加, 生产成本降低水平、批发价格、线上市场渠道以及线上转销渠道的产品销量都会提高。

证明:

$$\frac{\partial q_m^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2(2+(-5+\alpha)\alpha) - 4(1-\alpha)^2 \eta}{2c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 8(-1+\alpha)^2 \eta} > 0; \quad \frac{\partial q_o^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2(1-\alpha-\alpha^2) - 2(1-\alpha)^2 \eta}{2c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 8(-1+\alpha)^2 \eta} > 0;$$

$$\frac{\partial t^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{-3c(1-\alpha)^2}{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(-1+\alpha)^2 \eta} > 0; \quad \frac{\partial \omega^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2(4+\alpha(-7+2\alpha)) - 2(1-\alpha)^2 \eta}{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha) - 4(-1+\alpha)^2 \eta} > 0;$$

$$\frac{\partial q_m^{ND*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2}{2c^2(-3+\alpha) - 8(-1+\alpha)\eta} > 0; \quad \frac{\partial q_o^{ND*}}{\partial \Gamma} = -\frac{c^2 + 2(-1+\alpha)\eta}{2c^2(-3+\alpha) + 8(1-\alpha)\eta} > 0;$$

$$\frac{\partial t^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{c(1-\alpha)}{c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta} > 0; \quad \frac{\partial \omega^{D*}}{\partial \Gamma} = \frac{c^2(-2+\alpha) - 2(-1+\alpha)\eta}{c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta} > 0.$$

证毕。

从定理 3.6 可知, 在模式 D 下, 市场需求预测信息期望值与生产成本降低水平、批发价格、线上市场渠道以及线上转销渠道的产品销量正相关, 表明信息共

享虽然会导致批发价格的上升扩大了双重边计划效应,但是并没有导致线上转销渠道下的产品销量下降反而提高了线上转销渠道的产品销量,说明了信息共享对产品销量的促进作用大于批发价格上升导致双重边际化的影响。在模式 ND 下,市场需求预测信息期望值与生产成本降低水平、批发价格、线上市场渠道以及线上转销渠道的产品销量相关性与模式 D 相似,表明在线上双渠道情况下,就算线上平台不共享需求信息,市场需求预测信息期望值也会对制造商的运营决策和最优利润产生影响。

3.5.2 比较分析

推论 3.1 线上市场渠道中,市场需求信息共享(模式 M)下制造商的利润大于信息无共享(模式 NM)下制造商的利润,平台在市场需求信息共享(模式 M)下的利润大于无共享(模式 NM)下的利润;线上转销渠道中,市场需求信息共享(模式 R)下制造商的利润大于信息无共享(模式 NR)下制造商的利润,而平台在市场需求信息共享(模式 R)下的利润低于无共享(模式 NR)下的利润。

证明:

$$\begin{aligned}\pi_m^{M^*} - \pi_m^{NM^*} &= \frac{(-1+\alpha)\Gamma\eta\left(c^2(-2c(1+\alpha)+2a(1+\alpha-2\alpha^2))+\Gamma+(1-2\alpha)\alpha\Gamma\right)-2(-1+\alpha)^2(2a-2c+\Gamma)\eta}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2}; \\ \pi_o^{M^*} - \pi_o^{NM^*} &= \frac{\alpha\Gamma\eta\left(c^2(c+2a(-1+\alpha))+(-1+\alpha)\Gamma+(-1+\alpha)^2(2a+\Gamma)\eta\right)}{(c^2+2(-1+\alpha)\eta)^2}; \\ \pi_m^{R^*} - \pi_m^{NR^*} &= -\frac{\Gamma^2\eta}{2c^2-8\eta}; \\ \pi_o^{R^*} - \pi_o^{NR^*} &= -\frac{\Gamma(c^2-2\eta)(c^2\Gamma-4a\eta+4c\eta-6\Gamma\eta)}{4(c^2-4\eta)^2}.\end{aligned}$$

其中, $c^2-2\eta < 0$, 可得 $\pi_m^{R^*} - \pi_m^{NR^*} > 0$, $\pi_o^{R^*} - \pi_o^{NR^*} < 0$;

当 $c^2(c+2a(-1+\alpha))+(-1+\alpha)\Gamma+(-1+\alpha)^2(2a+\Gamma)\eta < 0$ 时, $\pi_o^{M^*} - \pi_o^{NM^*} > 0$;

当 $c^2(-2c(1+\alpha)+2a(1+\alpha-2\alpha^2))+\Gamma+(1-2\alpha)\alpha\Gamma-2(-1+\alpha)^2(2a-2c+\Gamma)\eta < 0$ 时, $\pi_m^{M^*} - \pi_m^{NM^*} > 0$ 。

证毕。

由推论 3.1 可知,在线上市场渠道中,信息共享下供应链成员的利润比无信息共享下供应链成员的利润高,表明平台和制造商基于自身利益最大化考虑,都

倾向于签订信息共享契约，因此制造商在线上市场渠道中可以不负担额外成本获得线上平台的需求信息。在线上转销渠道中，制造商在信息共享下的利润比无信息共享下的利润高，而平台在无信息共享下的利润比信息共享下的利润高，表明在线上转销渠道下供应链成员信息共享决策发生冲突，制造商倾向于签订信息共享契约从线上平台那获取需求信息；而对于线上平台而言，信息共享会损害自身利润，从而不愿共享需求信息，因此制造商需要付出额外成本从线上平台那获取需求信息。

推论 3.2 需求信息共享下，线上市场渠道的产品销量总高于线上转销渠道下产品销量。无需求信息共享下，当市场需求预测信息期望值小于阈值 Γ_1 时，线上市场渠道的产品销量高于线上转销渠道下产品销量；当市场需求预测信息期望值大于阈值 Γ_1 时，线上市场渠道的产品销量低于线上转销渠道下产品销量。

$$\text{其中, } \Gamma_1 = \frac{2\eta(ac^2\alpha - 2(-a+c+(a+c)\alpha)\eta)}{(c^2-4\eta)(c^2+2(-1+\alpha)\eta)}.$$

证明：

$$q_m^{M*} - q_o^{R*} = \frac{((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)\eta}{2\eta(1-\alpha)-c^2} - \frac{(a+\Gamma-c)\eta}{4\eta-c^2};$$

$$q_m^{NM*} - q_o^{NR*} = \frac{(c+a(-1+\alpha))\eta}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} - \frac{(-a+c)\eta}{c^2-4\eta} - \frac{\Gamma}{2};$$

$$\text{其中, } \frac{((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)\eta}{2\eta(1-\alpha)-c^2} - \frac{(a+\Gamma-c)\eta}{4\eta-c^2} > \frac{2((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)\eta}{4\eta-c^2} - \frac{(a+\Gamma-c)\eta}{4\eta-c^2} > 0, \text{ 故}$$

$$q_m^{M*} > q_o^{R*}. \text{ 令 } q_m^{NM*} - q_o^{NR*} = 0, \text{ 得 } \Gamma_1 \text{ 的值, 又 } \frac{\partial(q_m^{NM*} - q_o^{NR*})}{\partial\Gamma} < 0, \text{ 故可得: 当 } \Gamma < \Gamma_1 \text{ 时,}$$

$$q_m^{NM*} - q_o^{NR*} > 0; \text{ 当 } \Gamma > \Gamma_1 \text{ 时, } q_m^{NM*} - q_o^{NR*} < 0.$$

证毕。

由推论 3.2 可知，信息共享下，线上市场渠道和线上转销渠道下产品销量的大小关系不受市场需求预测信息期望值的影响。在无信息共享下，线上市场渠道和线上转销渠道下产品销量的大小关系受到市场需求预测信息期望值的影响。当市场需求预测信息期望值较低时，制造商就算没有从线上平台获得需求信息，其

在线上市场渠道下的产品销量依旧会高于线上转销渠道下的产品销量，与信息共享情况相似，说明较低的市场需求预测信息期望值对制造商生产决策造成的影响较低；当市场需求信息较高（大于阈值 Γ_1 ）时，线上市场渠道下的产品销量低于线上转销渠道下的产品销量，这是由于线上市场渠道下制造商由于没有足够的需求信息而导致对市场需求的预测偏低导致的，而线上转销渠道下线上平台由于拥有足够的市场需求信息，因此对市场需求的因此更准确。

推论 3.3 无论有无需求信息共享，线上市场渠道的生产成本降低水平总高于线上转销渠道下生产成本降低水平。

证明：

$$t_m^{M*} - t_o^{R*} = \frac{c((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)}{2\eta(1-\alpha)-c^2} - \frac{ac-c^2+c\Gamma}{4\eta-c^2};$$

$$t_m^{NM*} - t_o^{NR*} = \frac{c(a(1-\alpha)-c)}{2(1-\alpha)\eta-c^2} - \frac{(a-c)c}{4\eta-c^2}.$$

$$\text{其中, } \frac{c((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)}{2\eta(1-\alpha)-c^2} - \frac{ac-c^2+c\Gamma}{4\eta-c^2} > \frac{2c((1-\alpha)(a+\Gamma)-c)}{4\eta-c^2} - \frac{ac-c^2+c\Gamma}{4\eta-c^2} > 0, \text{ 故可}$$

得 $t_m^{M*} - t_o^{R*} > 0$ ；同理可证 $t_m^{NM*} - t_o^{NR*} > 0$ 。

证毕。

由推论 3.3 可知，线上市场渠道下成本降低水平总是高于线上转销渠道下，表明相较于线上转销渠道，线上市场渠道下制造商更愿意进行成本降低投资以降低产品的生产成本且该种情形不受信息共享以及成本降低投资效率的影响。结合推论 3.1 以及 3.2 可知，制造商进行成本降低投资的意愿与不同渠道下获取的利润有所关联，而受产品销量的影响较低，获得越多的利润，制造商就愿意进行更多的成本降低投资。

推论 3.4 在需求信息共享下，制造商基于原有线上转销渠道入侵线上转销渠道通过线上双渠道销售产品时，会提高批发价格。无需求信息共享下，当市场需求预测信息期望值 Γ 小于阈值 Γ_2 时，线上双渠道下批发价格高于线上转销渠道下的批发价格；当市场需求预测信息期望值 Γ 大于阈值 Γ_2 时，线上双渠道下批发价格会低于线上转销渠道下的批发价格。

$$\text{其中, } \Gamma_2 = \frac{-ac^4\alpha + 4c^2(c+a(-1+\alpha))\eta}{(c^2-4\eta)(c^2(-2+\alpha)-2(-1+\alpha)\eta)} > 0。$$

证明:

$$\omega^{R*} - \omega^{D*} = \frac{-c^4(-1+\alpha+\alpha^2)(a+\Gamma) + 4c^2(a(-1+\alpha)^2 + c(-2+3\alpha) + (-1+\alpha)^2\Gamma)\eta}{c^4(5+(-8+\alpha)\alpha) - 8c^2(3+(-5+\alpha)\alpha)\eta + 16(-1+\alpha)^2\eta^2};$$

$$\omega^{NR*} - \omega^{ND*} = \frac{ac^2 - 2(a+c)\eta}{c^2 - 4\eta} + \frac{c^2(a(3-2\alpha) - (-2+\alpha)\Gamma) + 2(-1+\alpha)(a+c+\Gamma)\eta}{c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta}。$$

$$\text{其中, } c^4(5+(-8+\alpha)\alpha) - 8c^2(3+(-5+\alpha)\alpha)\eta + 16(-1+\alpha)^2\eta^2 < 0, -1+\alpha+\alpha^2 < 0$$

以及 $a(-1+\alpha)^2 + c(-2+3\alpha) + (-1+\alpha)^2\Gamma > 0$, 故可得 $\omega^{R*} - \omega^{D*} < 0$; 令 $\omega^{NR*} - \omega^{ND*} = 0$,

$$\text{可得 } \Gamma_2 = \frac{-ac^4\alpha + 4c^2(c+a(-1+\alpha))\eta}{(c^2-4\eta)(c^2(-2+\alpha)-2(-1+\alpha)\eta)} > 0, \text{ 对 } \omega^{NR*} - \omega^{ND*} \text{ 关于 } \Gamma \text{ 求偏导, 可得:}$$

$$\frac{\partial(\omega^{ND*} - \omega^{NR*})}{\partial\Gamma} = \frac{c^2(2-\alpha) - 2(1-\alpha)\eta}{c^2(-3+\alpha) + 4(1-\alpha)\eta} < 0, \text{ 当 } \Gamma < \Gamma_2 \text{ 时, } \omega^{NR*} - \omega^{ND*} > 0; \text{ 当 } \Gamma > \Gamma_2,$$

$$\omega^{NR*} - \omega^{ND*} < 0。$$

证毕。

由推论 3.4 可知, 当进行市场需求共享下, 由于制造商与平台掌握相同的市场信息, 并且线上双渠道中制造商产品销售更具灵活性, 因此制造商基于原有的线上转销渠道增加线上市场渠道会增加线上平台的批发产品成本。无市场需求共享下, 当市场需求预测信息期望值相对较小时 ($\Gamma < \Gamma_2$), 制造商基于原有的线上转销渠道增加线上市场渠道能降低线上平台的批发产品成本; 而当市场需求预测信息期望值相对较大时 ($\Gamma > \Gamma_2$), 制造商基于线上转销渠道增加线上市场渠道会导致批发价格升高。

推论 3.5 需求信息共享下, 制造商基于原有线上市场渠道 (或线上转销渠道) 入侵线上转销渠道 (或线上市场渠道) 通过线上双渠道进行产品销售时, 原线上市场渠道的产品销量会增加。无信息共享下, 制造商基于线上市场渠道进行渠道入侵线上转销渠道也会提高原有渠道的产品销量; 当市场需求预测信息期望值 Γ 低于阈值 Γ_3 , 制造商基于线上转销渠道入侵线上市场渠道会提高原有渠道产品

销量；当市场需求预测信息期望值 Γ 高于阈值 Γ_3 时，制造商基于线上转销渠道入侵线上市场渠道会导致原有渠道产品销量降低。

$$\text{其中, } \Gamma_3 = \frac{-ac^4\alpha + 4c^2(c+a(-1+\alpha))\eta}{(c^2-4\eta)(c^2(-2+\alpha)-2(-1+\alpha)\eta)}$$

证明：

$$q_m^{M*} - q_m^{D*} = -\frac{c^4(2+(-5+\alpha)\alpha)(a+\Gamma) + 2c^2(a(-1+\alpha)^2 - c(3+(-6+\alpha)\alpha) + (-1+\alpha)^2\Gamma)\eta}{2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta)};$$

$$q_o^{R*} - q_o^{D*} = -\frac{c^4(-1+\alpha+\alpha^2)(a+\Gamma) - 4c^2(a(-1+\alpha)^2 + c(-2+3\alpha) + (-1+\alpha)^2\Gamma)\eta}{2c^4(5+(-8+\alpha)\alpha) - 16c^2(3+(-5+\alpha)\alpha)\eta + 32(-1+\alpha)^2\eta^2};$$

$$q_m^{NM*} - q_m^{ND*} = -\frac{c^4(a\alpha+\Gamma) + 2c^2(-1+\alpha)(a-c+\Gamma)\eta}{2(c^2(-3+\alpha) - 4(-1+\alpha)\eta)(c^2+2(-1+\alpha)\eta)};$$

$$q_o^{NR*} - q_o^{ND*} = -\frac{\Gamma}{2} + \frac{(-a+c)\eta}{c^2-4\eta} + \frac{c^2(a\alpha+\Gamma) + 2(-1+\alpha)(a-c+\Gamma)\eta}{2c^2(-3+\alpha) - 8(-1+\alpha)\eta}.$$

其中, $2(c^2+2(-1+\alpha)\eta)(c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta) > 0$, $c^4(2+(-5+\alpha)\alpha)(a+\Gamma) + 2c^2(a(-1+\alpha)^2 - c(3+(-6+\alpha)\alpha) + (-1+\alpha)^2\Gamma)\eta > 0$, 故 $q_m^{M*} - q_m^{D*} < 0$ 。同理易

得, $q_o^{R*} - q_o^{D*} < 0$, $q_m^{NM*} - q_m^{ND*} < 0$ 。令 $q_o^{NR*} - q_o^{ND*} = 0$, 可得 $\Gamma_3 = \frac{-ac^4\alpha + 4c^2(c+a(-1+\alpha))\eta}{(c^2-4\eta)(c^2(-2+\alpha)-2(-1+\alpha)\eta)}$,

又 $\frac{\partial q_o^{NR*} - q_o^{ND*}}{\partial \Gamma} = \frac{1}{2} + \frac{c^2+2(-1+\alpha)\eta}{2c^2(-3+\alpha) - 8(-1+\alpha)\eta} > 0$, 故当 $\Gamma < \Gamma_3$ 时, $q_o^{NR*} - q_o^{ND*} < 0$;

当 $\Gamma > \Gamma_3$ 时, $q_o^{NR*} - q_o^{ND*} > 0$ 。

证毕。

由推论 3.5 可知，制造商基于线上市场渠道增加线上转销渠道总会增加线上市场渠道产品销量。信息共享下，制造商基于线上转销渠道增加线上市场渠道会增加线上转销渠道产品销量。无信息共享下，当市场需求预测信息期望值相对较小时 ($\Gamma < \Gamma_3$)，制造商基于线上转销渠道增加线上市场渠道也会增加线上转销渠道产品销量；而当市场需求预测信息期望值相对较大时 ($\Gamma > \Gamma_3$)，制造商基

于线上转销渠道增加线上市场渠道也会降低线上转销渠道产品销量。

推论 3.6 需求信息共享下, 制造商基于原有线上市场渠道 (或线上转销渠道) 入侵线上转销渠道 (或线上市场渠道) 通过线上双渠道进行产品销售时, 有助于提高制造商生产成本降低的水平。无需求信息共享下, 制造商基于原有渠道进行渠道增加也会提高生产成本降低水平。

证明:

$$t^{M*} - t^{D*} = -\frac{c(c+a(-1+\alpha)+(-1+\alpha)\Gamma)}{c^2+2(-1+\alpha)\eta} + \frac{c(3a(-1+\alpha)^2-c(5+(-8+\alpha)\alpha)+3(-1+\alpha)^2\Gamma)}{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta};$$

$$t^{R*} - t^{D*} = -\frac{c(-a+c-\Gamma)}{c^2-4\eta} + \frac{c(3a(-1+\alpha)^2-c(5+(-8+\alpha)\alpha)+3(-1+\alpha)^2\Gamma)}{c^2(5+(-8+\alpha)\alpha)-4(-1+\alpha)^2\eta};$$

$$t^{NM*} - t^{ND*} = \frac{c(-1+\alpha)(c^2(a\alpha+\Gamma)+2(-1+\alpha)(a-c+\Gamma)\eta)}{(c^2(-3+\alpha)-4(-1+\alpha)\eta)(c^2+2(-1+\alpha)\eta)};$$

$$t^{NM*} - t^{ND*} = \frac{c(-a+c)}{c^2-4\eta} - \frac{c(c(-3+\alpha)-3a(-1+\alpha)+\Gamma-a\Gamma)}{c^2(-3+\alpha)-4(-1+\alpha)\eta}。$$

$$\text{令 } t^{M*} - t^{D*} = 0, \text{ 得 } \Gamma_4 = -a + \frac{2c(3+(-6+\alpha)\alpha)\eta}{c^2(2+(-5+\alpha)\alpha)+2(-1+\alpha)^2\eta} < 0, \quad \frac{\partial(t^{M*} - t^{D*})}{\partial\Gamma} < 0 \text{ 或}$$

$$\eta = -\frac{c^2(2+(-5+\alpha)\alpha)(a+\Gamma)}{2(a(-1+\alpha)^2-c(3+(-6+\alpha)\alpha)+(-1+\alpha)^2\Gamma)} < 0, \quad \frac{\partial(t^{M*} - t^{D*})}{\partial\eta} < 0, \text{ 故得 } t^{M*} - t^{D*} < 0。$$

同理可得, $t^{R*} - t^{D*} < 0$, $t^{NM*} - t^{ND*} < 0$ 以及 $t^{NM*} - t^{ND*} < 0$ 。

证毕。

有推论 3.6 可知, 无论是否有信息共享, 制造商基于线上市场渠道增加线上转销渠道 (或基于线上转销渠道增加线上市场渠道) 能激励制造商进行生产成本降低投资, 有效降低单位产品成本从而提高产品的竞争力并提高制造商的利润, 并鼓励制造商进行更多的创新。

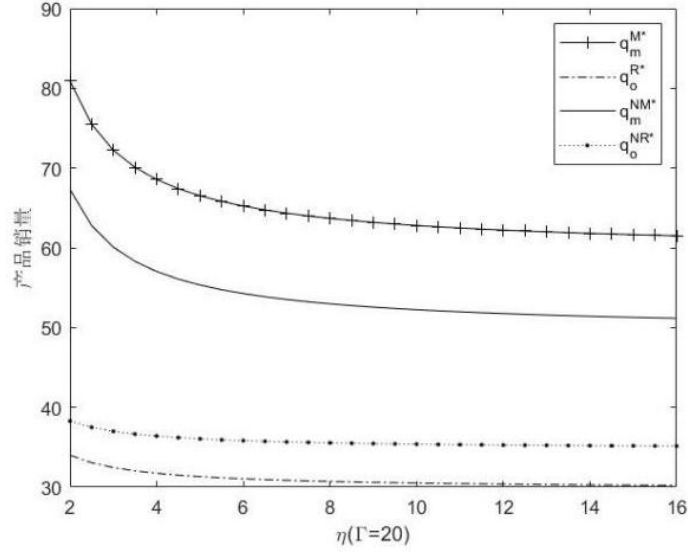
3.6 数值分析

本节首先通过 mathematica 以及 matlab 分析软件进行数值模拟, 讨论了不同渠道模式下产品销量的变化。其次, 我们研究了三渠道模式下两种信息共享方案 (共享需求信息或不共享需求信息) 下制造商和平台的利润变化。最后, 我们探讨了不同渠道结构下直销成本和佣金率对制造商利润的影响。在满足上述均衡条

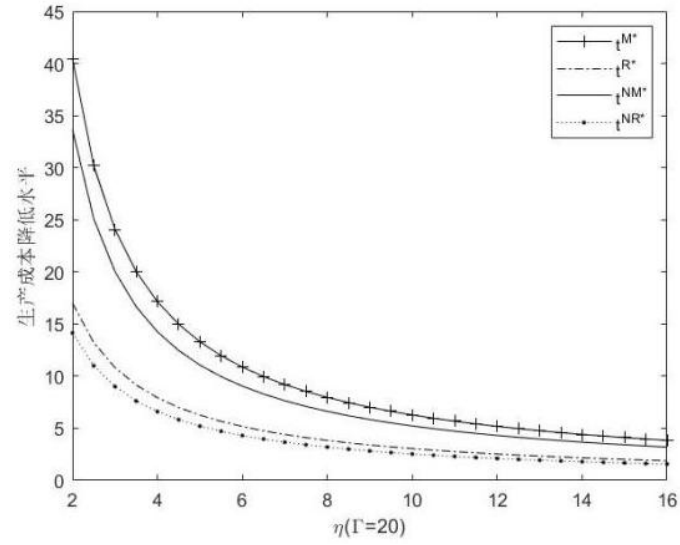
件以及命题的条件下,参考 Sun 等^[21]和 Ha 等^[1],基本参数设置如下: $a=100$, $c=1$,

$\alpha=0.05$, $F=20$ 。 η 满足约束条件 $\eta > \underline{\eta} = \max\left\{\frac{1}{2}c^2, \frac{c^2}{2(1-\alpha)}, \frac{c^2(4-\alpha(7-2\alpha))}{2(1-\alpha)^2}, \frac{c^2 5+(-8+\alpha)\alpha}{4(1-\alpha)^2}\right\}$, 得

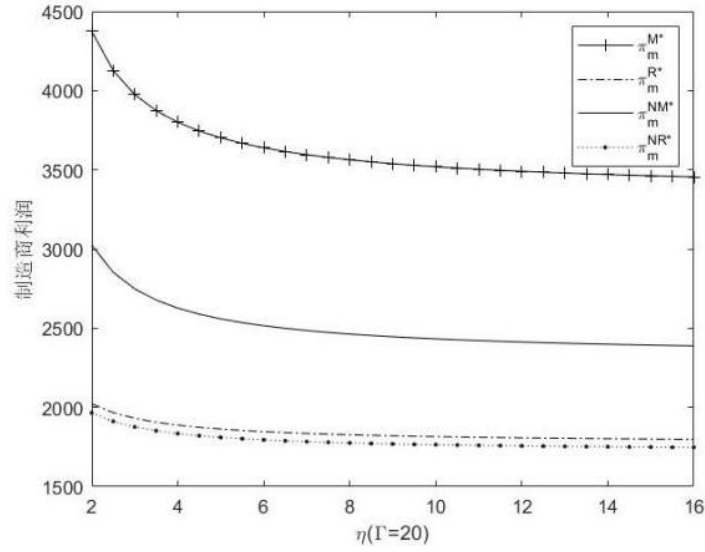
$\eta > \underline{\eta} \approx 2$ 。本文假设 θ 是常数以及信号是完美的 (例如: $f \rightarrow \infty$), 因此 $E(\theta|\varepsilon) = \theta = \Gamma$ 。



(a)



(b)



(c)

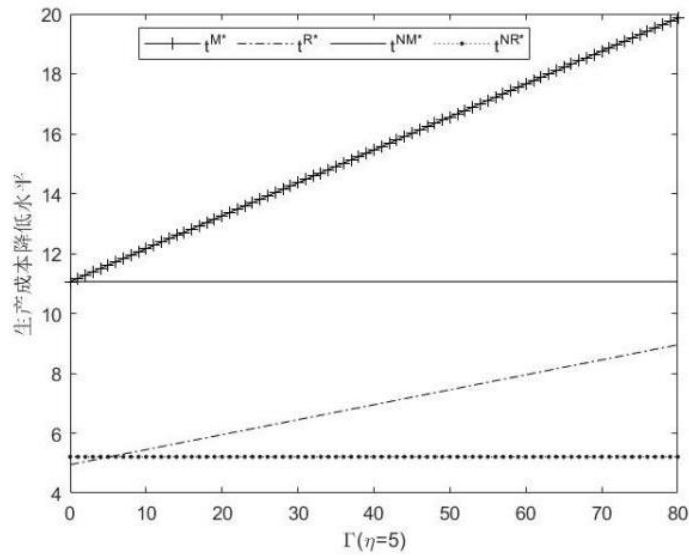
图 3.2 成本降低投资效率对单渠道模式下决策的影响分析

由 3.2 (a) 可知, 虽然各种模式下产品销量都会随着成本降低投资效率系数的增高而降低, 但影响的幅度不同。当成本降低投资效率系数大于某一阈值时, 线上市场渠道下的产品销量受到成本降低投资效率系数的影响将逐渐降低。在成本降低投资效率系数的有效区间里, 线上转销渠道下的产品销量受到成本降低投资效率系数的影响相对于线上市场渠道要更小。此外, 不同模式下产品销量之间的大小关系并未受到成本降低投资效率系数的影响, 具体为: 模式 M 下最高, 模式 NM 次之, 模式 NR 小于模式 NM, 模式 R 最低。由于线上转销渠道会产生双重边计划效应, 导致产品的价格高于线上市场渠道下的价格, 因此出现线上市场渠道下产品销量高于线上转销渠道下产品销量的情况。

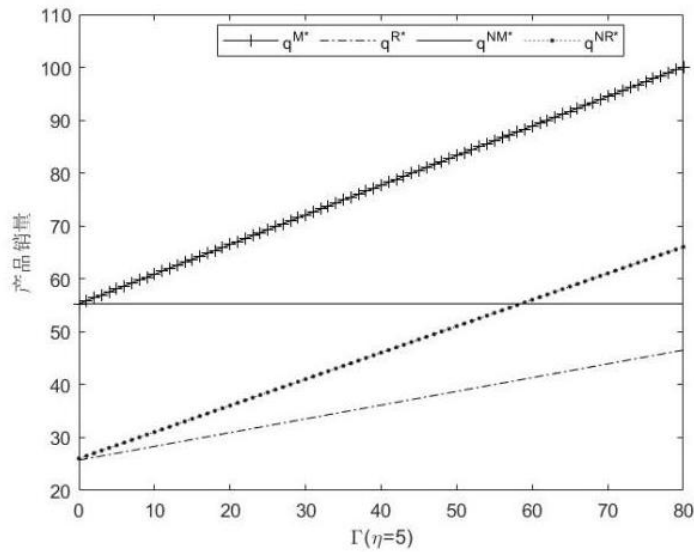
由图 3.2 (b) 可知, 在成本降低投资效率的区间内, 不同模式下的成本降低水平成本降低投资效率的升高都有大幅度的降低, 并且相差越来越小。结合图 3.2 (a) 水平成本降低投资效率是影响成本降低水平主要因素, 而产品销量相较于成本降低投资效率, 并不能有效激励制造商进行成本降低投资活动。可知不同模式下成本降低水平关系为: 模式 M 最高, 模式 R 最低, 其中模式 NR 小于模式 NM。

图 3.2 (c) 表明了不同模式下制造商的利润受成本降低投资效率系数的影响情况。从图中可知在 η 的区间内, 线上市场渠道模式下制造商的利润受到 η 的影响远高于线上转销渠道下的情形。此外, 模式 M 下的制造商利润远高于其他模

式下的情况，模式 NR 下利润最低，模式 NM 下的利润高于模式 R 下利润，验证了推论 3.1 的内容。



(a)



(b)

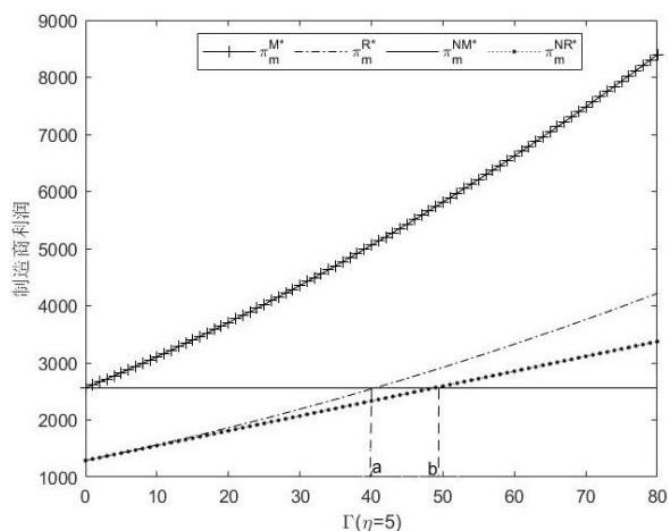
图 3.3 市场需求预测信息期望值对成本降低水平以及产品销量的影响分析

由图 3.3 可知，随着市场需求预测信息期望值的增加，模式 M、模式 R 以及模式 NR 下的生产成本降低水平以及产品销量都呈上升趋势，且呈现线性相关关系，而模式 NM 下的生产成本降低水平以及产品销量不受市场需求预测信息期望值的影响，验证了定理 3.2 以及定理 3.4 的内容。

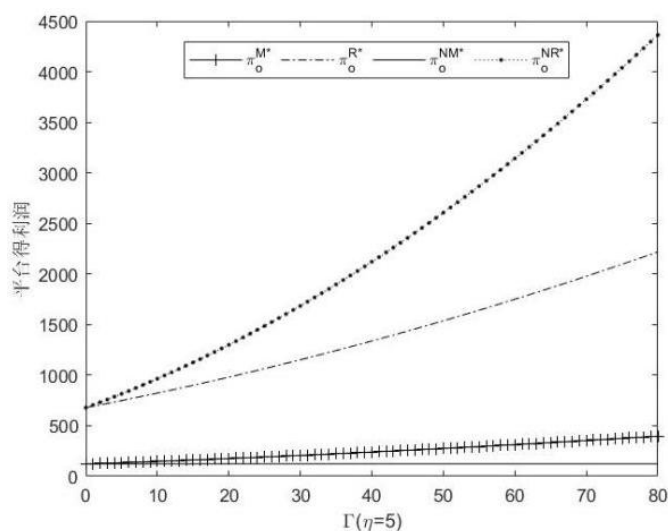
由图 3.3 (a) 可知，各模式下的生产成本降低水平的大小关系为：模式 M 最高，模式 R 最低，而模式 NM 大于模式 NR。此外，随着市场需求预测信息期

望值的增加，模式 R 下的生产成本降低水平越靠近模式 NM 下的情形，进一步表明了与不共享信息下，信息共享能够有效提高生产成本降低水平，验证了推论 3.3 的内容。

由图 3.3 (b) 可知，各模式下的产品销量的关系为：模式 M 最高，而模式 R、模式 NR 以及模式 NM 的大小关系随着市场需求预测信息期望值 Γ 的增加发生变化。首先，随着市场需求预测信息期望值 Γ 的增加，模式 NR 的销量先低于模式 NM 的销量，当 Γ 大于一定阈值时，模式 NR 的销量会高于模式 NM 的销量。其次，在市场需求预测信息期望值 Γ 的范围内，模式 R 下产品销量越来越靠近模式 NM 的销量，并随着 Γ 预计超过模式 NM 的销量。此外，模式 NR 的销量一直高于模式 R 的产品销量。基于此，可发现信息共享能有效有效不同模式下的产品销量的大小关系，验证了推论 3.2 的内容。



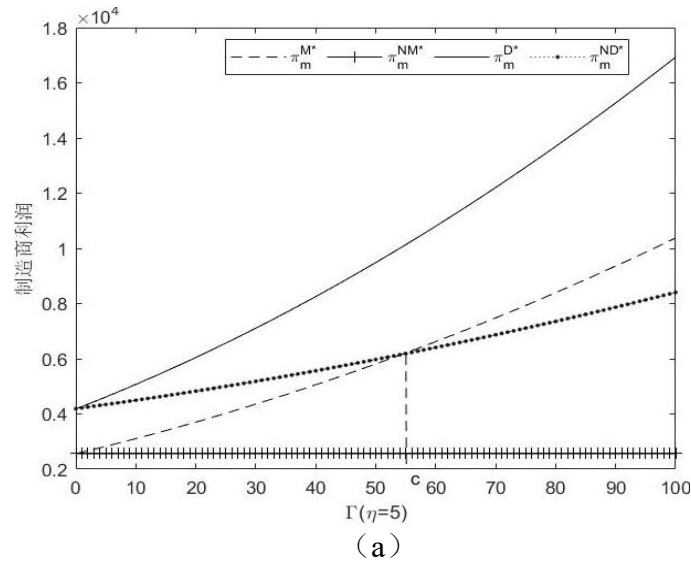
(a)



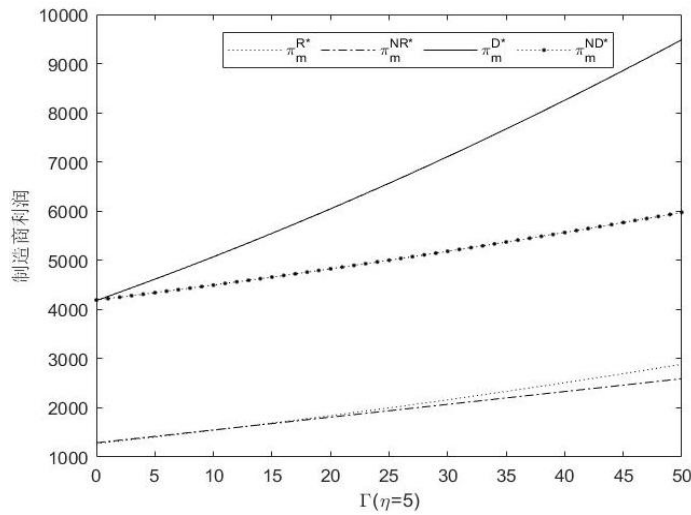
(b)

图 3.4 市场需求预测信息期望值对单渠道下供应链成员利润的影响分析

由图 3.4 (a) 可知, 随着市场需求预测信息期望值增加, 模式 M、模式 R、模式 NR 下制造商利润都会升高, 而模式 NM 下制造商的利润不变, 验证了定理 3.2 以及定理 3.4 的内容。其次, 不同模式下制造商的利润大小关系也会随着市场需求预测信息期望值增加发生变化, 当市场需求预测信息期望值 Γ 小于 a 时, 模式 M 最大、模式 NR 最小, 而模式 NM 大于模式 R; 当 Γ 在点 a 和点 b 之间时, 模式 M 最大、模式 NR 最小, 模式 NM 小于模式 R; 当 Γ 大于点 b , 模式 M 最大、模式 NM 最小, 模式 R 大于模式 NR。验证了推论 3.1 的内容。



(a)



(b)

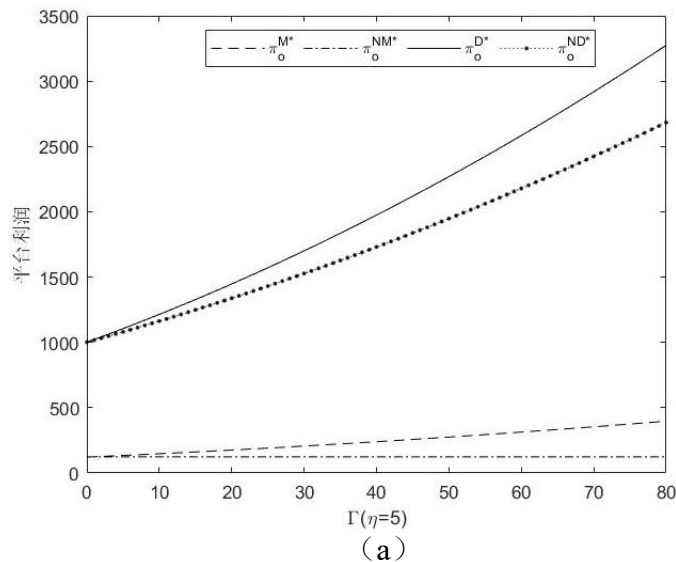
图 3.5 制造商基于原有渠道进行渠道入侵后利润的变化情况

由于信息共享决策是由平台制定的, 因此 3.4 (b) 进一步分析信息共享对平

台的利润影响，以探讨不同渠道下信息共享决策偏好。由 3.4 (b) 可知，随着市场需求预测信息期望值增加，模式 M、模式 R、模式 NR 下平台利润都会升高，而模式 NM 下平台的利润不变。此外，不同模式下平台的利润大小关系为：模式 NR 下最大，模式 NM 下最小，而模式 R 大于模式 M。

由图 3.5 可知，无论有无信息共享，随着市场需求预测信息期望值增加，线上双渠道下的制造商的利润都会提高。此外，信息共享会有效提高制造商的利润，并且这种利润差会随着市场需求预测信息期望值的加大而扩大，说明市场需求预测信息期望值较大的情况，制造商有很强的意愿去获得平台的预测信息。在制造商基于原有线上市场渠道（或线上转销渠道）入侵线上转销渠道（或线上市场渠道）都会使其获得更多的利润，这表明在不考虑平台的信息共享决策情况下，制造商出于自身利润最大化考虑会进行渠道入侵选择线上双渠道销售产品。

由图 3.5 (a) 可知，当市场需求预测信息期望值低于点 c 时，无论是否共享信息，制造商进行渠道入侵决策都有利于提高自身的利润；而当市场需求预测信息期望值高于点 c，若制造商基于原有线上市场渠道入侵线上转销渠道成为线上双渠道后平台不再共享需求信息，会导致制造商的利润受损。由图 3.5 (b) 可知，无论信息共享与否，制造商基于线上转销渠道入侵线上市场渠道成为线上双渠道都会提高自身利润。



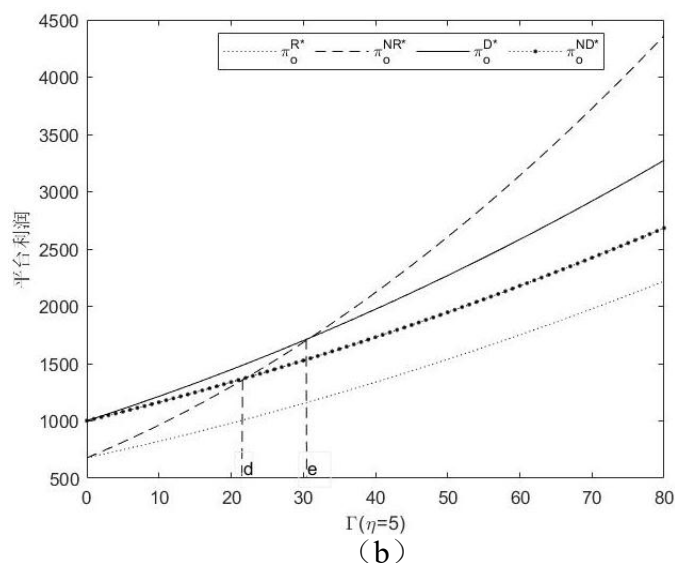


图 3.6 制造商基于原有渠道进行渠道入侵后平台利润的变化情况

由图 3.6 可知，无论有无信息共享，随着市场需求预测信息期望值增加，线上双渠道下平台的利润都会提升。此外，结合图 3.6 (a) 以及 3.6 (b) 可知，信息共享能有提高平台在线上双渠道模式和线上市场渠道模式下的利润，但会损害在线上转销渠道下的利润，而且随着市场需求预测信息期望值增加，线上转销渠道下平台不共享信息的利润与共享信息的利润之间差值会越来越大，在线上转销渠道下平台出于自身利润考虑可能会阻碍制造商入侵线上市场渠道进行线上双渠道销售。

由图 3.6 (a) 可知，随着市场需求预测信息期望值增加，模式 M 下平台的利润会有所升高，而模式 NM 下的平台的利润不受影响。此外，制造商基于原有线上市场渠道增加线上转销渠道成为线上双渠道销售产品能有效提升平台的利润，并且这种利润提升程度随市场需求预测信息期望值增加而提升越高，这表明若制造商只通过线上市场渠道销售产品，平台将鼓励制造商增加线上转销渠道成为线上双渠道销售产品。

由图 3.6 (b) 可知，当市场需求预测信息期望值小于点 d 时，平台倾向于共享需求信息；当市场需求预测信息期望值大于点 d 而小于点 e 时，信息共享下制造商选择线上双渠道对平台最有利，无信息共享下平台倾向于制造商选择线上转销渠道进行产品销售；当市场需求预测信息期望值大于点 d 时，制造商基于原有线上市场渠道增加线上转销渠道选择线上双渠道时，平台信息共享策略会发生改变（即从不共享需求信息转为共享需求信息）。

3.7 本章小结

本章主要对市场需求信息共享下考虑市场成本降低的不同线上渠道结构模型以及假设进行了说明,构建了线上市场渠道以及线上转销渠道下供应链博弈模型,并进一步构建并探讨了无信息共享下两种渠道结构下的博弈模型,得出了不同模式下供应链的均衡策略,最后分析了生产成本降低效率以及市场需求信息期望值对上述最优策略的影响。

第4章 需求信息共享下考虑制造商碳减排投资的线上渠道决策

第三章研究了需求信息共享下考虑生产成本降低的制造商线上渠道决策模型并探究了有无信息共享的影响，因此，本章节不过多探讨无信息共享下制造商的线上渠道决策的情形。本章主要引入了碳减排投资，研究信息共享下的制造商线上渠道决策模型，其中平台拥有私有的市场需求信息，并进一步探究了不同碳排放权配置对供应链成员决策的影响。本章主要分为四个部分，第一部分介绍了需求信息共享下考虑碳减排的制造商线上渠道决策目标与模型假设；第二部分构建了溯源准则下制造商与平台的博弈模型；第三部分构建了标杆准则下制造商与平台的博弈模型；第四部分重点分析了不同碳排放限额分配方式下供应链成员的最优决策。

4.1 问题描述及模型假设

本节考虑了不同碳排放权配置的因素，探究了在需求信息共享下制造商碳减排与生产决策，其中制造商通过线上平台销售其产品。互联网平台运营着市场模式或转销模式^[82]，并进行需求信息共享决策。制造商能够通过线上转销渠道或者线上市场渠道销售产品。在市场模式下，制造商直接销售产品给消费者，但需要向平台缴纳一定的佣金费用 α 。在转销模式下，制造商将产品以一定的批发价格 ω 出售给平台，平台再以零售价格 p 卖给消费者。

在溯源准则的碳交易制度下，制造商可获得一个的分配碳排放上限 E_0 （即免费碳排放上限）；在标杆准则的碳交易制度下，制造商根据行业的平均水平获得产品的单位碳配额 e_0 ^[80]。制造商可根据根据自身碳排放需求以碳交易价格 ρ 购买或卖出碳排放权^[81]。在此过程中，制造商可以通过碳减排技术投资将单位产品碳排放量从 e 降低到 $e(1-\eta)$ ，但需要付出一次性碳减排成本 $k\eta^2/2$ ^[82]。

对于线上市场渠道模型以及线上转销渠道模型，本节建立多阶段博弈模型并获得供应链成员的均衡决策以及收益。在模型中多阶段博弈的决策序贯如下：在市场模式下，制造商首先根据碳交易价格决定碳减排水平；平台进行信息共享决策，最后制造商决定产品的生产销量；市场价格实现，制造商与平台获得利润。在转销模式下，首先制造商先制定批发价格后决定碳减排水平；之后是否进行信

息共享决策以及销量决策；市场价格实现，制造商与平台获得利润。具体结构图如图 4.1 所示。

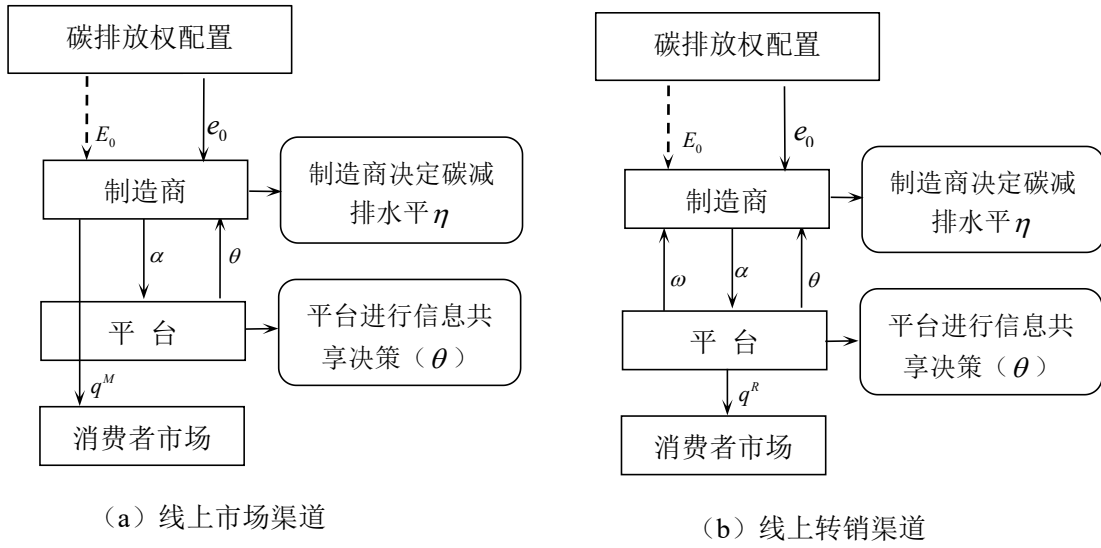


图 4.1 两种渠道模式的结构图

为了聚焦研究重点，在不影响模型推导的前提下，在第三章假设的基础上，本章增加如下假设：

假设 1：碳配额是碳交易机制的关键要素，目前存在两种主要的配额方法：溯源准则（即总量配额）和标杆准则（即单位配额）。参考王一雷等^[12]以及 Xu 等^[83]的研究。假设溯源准则下制造商获得的一次碳分配额为 E_0 ，标杆准则下制造商获得碳分配额为 $q^i e_0$ ，其中， q^i 表示模式 i 下产品销量。

假设 2：暂不考虑制造商的运营、折旧等成本，仅考虑基础的生产成本和减排投资成本构成制造商的总成本。为简化模型计算，我们假设制造商的基础生产成本为零。参考 Cao 等^[77]以及 Liu 等^[82]的研究，假设减排投资成本与减排水平呈二次函数关系，即随着碳减排水平提高，减排成本越来越高。其表达式为

$$C(\eta) = \frac{k\eta^2}{2}。此外，\frac{\partial C(\eta)}{\partial \eta} > 0, \frac{\partial^2 C(\eta)}{\partial \eta^2} > 0。为防止碳减排效率过高，令 $k > \tilde{k} = \max$$$

$$\left\{ \frac{e^2 \rho^2}{4}, \frac{e^2 \rho^2}{2(1-\alpha)}, \frac{1}{2} e(a+\Gamma) \rho, \frac{5}{8} e \rho \left(a + \Gamma + \frac{\rho e_0}{1-\alpha} \right) \right\}。$$

4.2 标杆准则下供应链成员决策

4.2.1 集中决策（模式 C）

在集中模型中，单一企业向消费者市场销售产品并决策碳减排水平。在此模型中，制造商无需向平台支付任何佣金，并以一定价格直接将产品销售给消费者。我们将此模型作为基准模型与两种渠道结构模型进行比较。让 q^c 代表集中模式下整体销量。集中决策下的最优利润函数为：

$$E[\pi^c | \varepsilon] = E[q^c p^c - k(\eta^c)^2 / 2 + (E_0 - q_e e(1 - \eta^c))\rho | \varepsilon] \quad (4.1)$$

在模式 C 中，制造商和平台的最优销售量、碳减排程度以及利润为：

$$q^c = \frac{k(a + \Gamma - e\rho)}{3k - e^2\rho^2} \quad (4.2)$$

$$\eta^{c*} = \frac{e\rho(a + \Gamma - e\rho)}{3k - e^2\rho^2} \quad (4.3)$$

$$\pi^{c*} = \frac{k(a + \Gamma - e\rho)(4k(a + \Gamma) + 2ke\rho - 3e^2(a + \Gamma)\rho^2 + e^3\rho^3)}{2(-3k + e^2\rho^2)^2} + \rho(E_0 - G^c) \quad (4.4)$$

其中， $G^c = \frac{ke(a + \Gamma - e\rho)(3e - e(a + \Gamma)\rho)}{(3e - e^2\rho^2)^2}$ ，为集中决策下实际碳排放量。

证明：

先对式 (4.1) 关于 η^c 求偏导，令 $\frac{\partial E[\pi^c | \varepsilon]}{\partial \eta^c} = 0$ ，得 $\eta_1 = \frac{e\rho q^c}{k}$ 。将 η_1 代入式 (4.1)，

再关于 q^c 求偏导，令 $\frac{\partial E[\pi^c | \varepsilon]}{\partial q^c} = 0$ ，得 $q^c = \frac{k(a + \Gamma - e\rho)}{3k - e^2\rho^2}$ 。将 q^c 代入 η_1 ，得

$\eta^{c*} = \frac{e\rho(a + \Gamma - e\rho)}{3k - e^2\rho^2}$ 。再将 q^{c*} 和 η^{c*} 代入式 (4.1)，可得式 (4.4)。

证毕。

从模式 C 的均衡决策结果可以看出，在模式 C 下，产品的最优销售量与市场需求预测信息期望值正相关，表明市场需求预测信息期望值越高，产品销量越多；碳减排水平与市场需求预测信息期望值正相关，表明市场需求预测信息期望值越高，碳减排水平越高。这说明信息共享不仅能激励制造商进行碳减排投资，

而且也促进了产品销售，因此不一定能达到碳减排的目的。进一步从实际排放量来看，市场需求预测信息期望值与实际碳排放量负相关，表明市场需求预测信息期望值有助于碳减排。

4.2.2 线上市场渠道（模式 M）

在该种渠道模式下，制造商通过平台直接将产品销售给消费者并向平台支付一定的佣金费用。制造商以及平台的利润函数为：

$$E[\pi_m^M | \varepsilon] = E[(1-\alpha)p^M q^M - 1/2k(\eta^M)^2 + (E_0 - q^M e(1-\eta^M))\rho | \varepsilon] \quad (4.5)$$

$$E[\pi_o^M | \varepsilon] = E[\alpha p^M q^M | \varepsilon] \quad (4.6)$$

通过构建 Hessian 矩阵可知制造商的利润函数关于 q^M 和 η^M 负定，故制造商有极大值。因此，在模式 M 中，制造商和平台的最优减排、销量决策以及利润分别为：

$$q^{M*} = \frac{k((1-\alpha)(a+\Gamma) - e\rho)}{2k(1-\alpha) - e^2\rho^2} \quad (4.7)$$

$$\eta^{M*} = \frac{e\rho((1-\alpha)(a+\Gamma) - e\rho)}{2k(1-\alpha) - e^2\rho^2} \quad (4.8)$$

$$\pi_m^{M*} = \frac{k((-1+\alpha)(a+\Gamma) + e\rho)^2}{4k(1-\alpha) - 2e^2\rho^2} + \rho E_0 \quad (4.9)$$

$$\pi_o^{M*} = \frac{k\alpha((-1+\alpha)(a+\Gamma) + e\rho)(k(-1+\alpha)(a+\Gamma) - ek\rho + e^2(a+\Gamma)\rho^2)}{(2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2)^2} \quad (4.10)$$

$$G^M = -\frac{k(-1+\alpha)e((-1+\alpha)(a+\Gamma) + e\rho)(-2k + e(a+\Gamma)\rho)}{(2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2)^2}, \text{ 为线上市场渠道}$$

下实际碳排放量。

证明：

首先分别对式（4.5）中的 q^M 和 η^M 求二阶偏导，解得 $\frac{\partial^2 E[\pi_m^M | \varepsilon]}{\partial (q^M)^2} = -(1-\alpha)$ 和

$\frac{\partial^2 E[\pi_m^M | \varepsilon]}{\partial (\eta^M)^2} = -k$ ；再对 q^M 和 η^M 求二阶偏导，可得 $\frac{\partial^2 E[\pi_m^M | \varepsilon]}{\partial q \partial \eta^M} = e\rho$ 。由 Hessian

矩阵可知矩阵负定，即 $|H| = -(1-\alpha) < 0$ ，

$|H_2|=k(1-\alpha)-(e\rho)^2>0$ ，故制造商得利润函数有极大值点。再根据线上市场渠道下的决策顺序，对式（4.5）中的 η^M 求偏导，得 $\eta_2=\frac{qe\rho}{k}$ 。然后将 η_2 的值带入公式（4.5）可得：

$$E[\pi_m^M|\varepsilon]=E\left[-q^M(-1+\alpha)(a-q^M+\Gamma)-q^Me\rho+\frac{(q^M)^2e^2\rho^2}{2k}+\rho E_0|\varepsilon\right] \quad (4.11)$$

对式（4.11）关于 q^M 求偏导，可得 $q_m^{M*}=\frac{k(e\rho-a(1-\alpha))}{2k(1-\alpha)^2+e^2\rho^2}$ ，将 q_m^{M*} 带入到 η_2 值，再带入公式到（4.5）和（4.6）可得公式（4.7）、（4.8）、（4.9）以及（4.10）的结果。

证毕。

根据上述结果可知，在模式 M 下市场需求预测信息期望值与产品销量、碳减排水平正相关。此外，市场需求预测信息期望值与制造商的实际碳排放量负相关，意味着市场需求预测信息期望值越高，制造商的实际碳排放量越低，表明平台的信息共享有利于制造商的减排，从而有利于环境保护。当碳交易价格提高时，制造商也会提高碳减排水平。

4.2.3 线上转销渠道（模式 R）

在模式 R 中，制造商决定批发价格以及碳减排程度，平台决定产品销量。制造商和平台的利润函数为：

$$E[\pi_m^R|\varepsilon]=E\left[\omega^Rq^R-1/2k(\eta^R)^2+(E_0-q^Re(1-\eta^R))\rho|\varepsilon\right] \quad (4.12)$$

$$E[\pi_o^R|\varepsilon]=E[q^R(p^R-\omega^R)|\varepsilon] \quad (4.13)$$

根据逆向归纳法可得制造商和平台的最优减排、批发价格、销量决策以及利润为：

$$q^{R*}=\frac{k(a+\Gamma-e\rho)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.14)$$

$$\eta^{R*}=\frac{e\rho(a+\Gamma-e\rho)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.15)$$

$$\omega^{R*}=a+\Gamma-\frac{2k(a+\Gamma-e\rho)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.16)$$

$$\pi_m^{R*} = \frac{k(a + \Gamma - e\rho)^2}{8k - 2e^2\rho^2} + \rho E_0 \quad (4.17)$$

$$\pi_o^{R*} = \frac{k^2(a + \Gamma - e\rho)^2}{(4k - e^2\rho^2)^2} \quad (4.18)$$

$$G^R = -\frac{ke(a + \Gamma - e\rho)(-4k + e(a + \Gamma)\rho)}{(-4k + e^2\rho^2)^2}, \text{ 为线上转销渠道下实际碳排放额。}$$

证明：

通过构建以制造商领导者的 Stackelberg 博弈模型，采用逆向回归方法进行求解。首先对公式（4.13）关于 q^R 求偏导， $\frac{\partial \pi_o^R}{\partial q^R} = 0$ ，得到 q^R 的非化简最优销量。再对公式（4.12）分别关于 ω^R 和 η^R 求导，再进行简化可得公式（4.14）、（4.15）以及（4.16）。将公式（4.14）、（4.15）以及（4.16）的值带入制造商和平台的利润函数，可得公式（4.17）和（4.18）。

证毕。

根据上述结果可知，无论在线上市场渠道或是线上转销渠道下，市场需求预测信息期望值与产品最优销售量、碳减排水平正相关，与实际碳排放量负相关。这表明了任何渠道模式下平台的信息共享都会减少碳排放量，有助于环境保护。此外，在模式 R 中，批发价格与需求预测信息的期望值正相关，即若平台共享信息，制造商制定的批发价格会提高，这表明平台进行信息共享可能会增加自己的订货成本。

当碳交易价格适中时，随着碳交易价格的提升，产品销量将上升而批发价格将会降低；当碳交易价格过高或过低时，随着碳交易价格的提升，产品销量将下降而批发价格将会提高。此外，批发价格与碳减排效率系数正相关，即碳减排效率越高，批发价格越低。回顾线上市场渠道下最优决策结果，能发现产品的销量随碳交易价格提高的变化趋势相似，但存在不同的临界值，这表明在一定范围内，碳交易价格对不同渠道模式下的产品销售量的影响不同。

4.3 溯源准则下供应链成员决策

4.3.1 集中决策（模式 SC）

在模式 SC 中，制造商和平台作为一个整体进行决策，供应链的利润函数为：

$$E[\pi^{SC} | \varepsilon] = E[q^{SC} p^{SC} - 1/2k(\eta^{SC})^2 + (e_0 - e(1 - \eta^{SC}))q^{SC}\rho | \varepsilon] \quad (4.19)$$

对利润函数进行分析求解可得均衡策略分别为：

$$q^{SC*} = \frac{k(a + \Gamma + (e_0 - e)\rho)}{2k - e^2\rho^2} \quad (4.20)$$

$$\eta^{SC*} = \frac{e\rho(a + \Gamma + (e_0 - e)\rho)}{2k - e^2\rho^2} \quad (4.21)$$

$$\pi^{SC*} = \frac{k(a + \Gamma + \rho(e_0 - e))((2k - 3e^2\rho^2)(a + \Gamma) + 2ek\rho + 2e^2\rho^3(e_0 - e))^2}{2(e^2\rho^2 - 2k)^2} - G^{SC}\rho \quad (4.22)$$

其中 $G^{SC} = -\frac{ek(a + \Gamma + (e_0 - e)\rho)(-2k + e\rho(a + \Gamma + \rho e_0))}{(-2k + e^2\rho^2)^2}$ ，为制造商的实际碳排放量。

排放量。

证明：

先对式 (4.19) 关于 η^{SC} 求偏导，令 $\frac{\partial E[\pi^{SC} | \varepsilon]}{\partial \eta^{SC}} = 0$ ，得 $\eta_3 = \frac{e\rho q^C}{k}$ 。将 η_3 代入式 (4.19)，再关于 q^{SC} 求偏导，令 $\frac{\partial E[\pi^{SC} | \varepsilon]}{\partial q^{SC}} = 0$ ，得 $q^{SC*} = \frac{k(a + \Gamma + (e_0 - e)\rho)}{2k - e^2\rho^2}$ 。将 q^{SC*} 代入 η_3 ，得 $\eta^{SC*} = \frac{e\rho(a + \Gamma + (e_0 - e)\rho)}{2k - e^2\rho^2}$ 。再将 q^{SC*} 和 η^{SC*} 代入式 (4.19)，可得式 (4.22)。

证毕。

从模式 SC 的均衡决策结果可知，在标杆准则的碳交易制度下销售量以及碳排放水平与产品的单位碳排放配额相关。当获得的单位碳排放配上升时，产品销售量以及碳减排水平都会随之提高，这符合实际情况。本文发现了一个有趣的现象，当 $k < \frac{1}{2}e\rho(2a + 2\theta - e\rho)$ ，即碳减排效率系数较低时，单位碳排放配额提升反而会

使得实际碳排放量降低，有助于促进碳减排。

4.3.2 线上市场渠道（模式 SM）

标杆准则中，在行业平均碳排放水平下制造商获得单位产品的碳额度 e_0 ，制造商决定碳减排水平 η^{SM} 以及产品销量 q^{SM} ，则在模式 SM 中制造商和线上平台的利润函数为：

$$E[\pi_m^{SM} | \varepsilon] = E[(1-\alpha)q^{SM}p^{SM} - 1/2k(\eta^{SM})^2 + (e_0 - e(1-\eta^{SM}))q^{SM}\rho | \varepsilon] \quad (4.23)$$

$$E[\pi_o^{SM} | \varepsilon] = E[\alpha q_m^{SM} p_m^{SM} | \varepsilon] \quad (4.24)$$

根据对利润函数求解可得均衡策略分别为：

$$q^{SM*} = \frac{k((1-\alpha)(a+\Gamma) + (e_0 - e)\rho)}{2k(1-\alpha) - e^2\rho^2} \quad (4.25)$$

$$\eta^{SM*} = \frac{e\rho((1-\alpha)(a+\Gamma) + (e_0 - e)\rho)}{2k(1-\alpha) - e^2\rho^2} \quad (4.26)$$

$$\pi_m^{SM*} = \frac{k((1-\alpha)(a+\Gamma) - (e_0 - e)\rho)^2}{4k(1-\alpha) - 2e^2\rho^2} \quad (4.27)$$

$$\pi_o^{SM*} = \frac{k\alpha((e - e_0)\rho - (1-\alpha)(a+\Gamma))((e^2\rho^2 - k(1-\alpha))(a+\Gamma) + k\rho(e_0 - e))}{(e^2\rho^2 - 2k(1-\alpha))^2} \quad (4.28)$$

$$G^{SM} = \frac{ek((1-\alpha)(a+\Gamma) - (e - e_0)\rho)((-1+\alpha)(-2k + e(a+\Gamma)\rho) - ee_0\rho^2)}{(2k(1-\alpha) - e^2\rho^2)^2}, \text{ 为制}$$

造商在模式 SM 下得实际碳排放量。

证明：首先分别对式（4.23）中的 q^{SM} 和 η^{SM} 求二阶偏导，解得

$$\frac{\partial^2 E[\pi_m^{SM} | \varepsilon]}{\partial (q^{SM})^2} = -2(1-\alpha) \text{ 和 } \frac{\partial^2 E[\pi_m^{SM} | \varepsilon]}{\partial (\eta^{SM})^2} = -k; \text{ 再对 } q^{SM} \text{ 和 } \eta^{SM} \text{ 求二阶偏导，可得}$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_m^{SM} | \varepsilon]}{\partial q \partial \eta} = e\rho。 \text{ 由 Hessain 矩阵可知矩阵负定，即 } |H_3| = -2(1-\alpha) < 0,$$

$|H_4| = 2k(1-\alpha) - (e\rho)^2 > 0$ ，故制造商得利润函数有极大值点。再根据线上市场渠

道下得决策顺序，对式（4.23）中的 η^{SM} 求偏导，得 $\eta_4 = \frac{q^{SM} e \rho}{k}$ 。然后将 η_4 的值

带入公式（4.23）可得：

$$E[\pi_m^M | \varepsilon] = E\left[-q^M(-1+\alpha)(a-q^M+\Gamma) - q^M e \rho + \frac{(q^M)^2 e^2 \rho^2}{2k} + \rho E_0 | \varepsilon\right]$$

再对其关于 q^M 求偏导，可得 $q^{SM*} = \frac{k((1-\alpha)(a+\Gamma) + (e_0 - e)\rho)}{2k(1-\alpha) - e^2 \rho^2}$ ，将 q^{SM*} 带

入到 η_4 值，再带入公式到（4.23）和（4.24）可得公式（4.25）、（4.26）、（4.27）

以及（4.28）的结果。

证毕。

从模式 SM 的均衡结果可知，模式 SM 下，制造商的销售量以及碳减排水平随着碳减排效率系数的增加而降低，随着市场需求预测信息期望值的增加而提高。这说明在线上市场渠道中，不同碳排放权配置下的碳减排效率系数和信息共享对供应链均衡决策的影响不变。实际碳排放量随着碳减排效率系数的增加而增加，而随着市场需求预测信息期望值提升而降低。当 $e \leq e_0$ 时，我们发现碳交易价格越高，产品销售量也就越高；当 $e > e_0$ 时，产品销售量在碳交易价较低或较高时会随着碳交易价格的提高而降低，而当碳交易价格适中时产品销售量会随着碳交易价格的提高而提高；而碳减排水平一直随着碳交易价格的提高而降低。

4.3.2 线上转销渠道（模式 SR）

在模式 SR 中，以制造商为领导者，线上平台为跟随者形成 Stackelberg 博弈模型，则制造商与平台的利润函数为：

$$E[\pi_m^{SR} | \varepsilon] = E\left[\omega^{SR} q^{SR} - 1/2k(\eta^{SR})^2 + (e_0 - e(1 - \eta^{SR}))q^{SR} \rho | \varepsilon\right] \quad (4.29)$$

$$E[\pi_o^{SR} | \varepsilon] = E[q^{SR}(p^{SR} - \omega^{SR}) | \varepsilon] \quad (4.30)$$

根据上述利润函数进行求解得均衡策略分别为：

$$q^{SR*} = \frac{k(a+\Gamma+(e-e_0)\rho)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.31)$$

$$\eta^{SR*} = \frac{e\rho(a+\Gamma+(e-e_0)\rho)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.32)$$

$$\omega^{SR*} = \frac{(2k-e^2\rho^2)(a+\Gamma)-2k\rho(e_0-e)}{4k-e^2\rho^2} \quad (4.33)$$

$$\pi_m^{SR*} = \frac{k(a+\Gamma+\rho(e_0-e))^2}{8k-2e^2\rho^2} \quad (4.34)$$

$$\pi_o^{SR*} = \frac{k^2(a+\Gamma+\rho(e_0-e))^2}{(4k-e^2\rho^2)^2} \quad (4.35)$$

$$G^{SR} = -\frac{ek(a+\Gamma+\rho(e_0-e))(-4k+e\rho((a+\Gamma)+\rho e_0))}{(4k-e^2\rho^2)^2}, \text{ 为制造商在模式 SR 下}$$

得实际碳排放量。

证明：

通过构建以制造商领导者的 Stackelberg 博弈模型，采用逆向回归方法进行求解。首先对公式（4.30）关于 q^{SR} 求偏导， $\frac{\partial \pi_o^{SR}}{\partial q^{SR}} = 0$ ，得到 q^{SR} 的非化简最优销量。再对公式（4.29）分别关于 ω^{SR} 和 η^{SR} 求导，再进行简化可得公式（4.31）、（4.32）以及（4.33）。公式（4.31）、（4.32）以及（4.33）的值带入制造商和平台的利润函数，可得公式（4.34）和（4.35）。

证毕。

从模式 SR 的结果，批发价格随着碳减排效率系数的提高而升高，随着市场需求预测信息期望值的提高而升高。在线上转销渠道下，虽然信息共享会降低实际碳排放量，但是扩大双重边际化效应，损害自身的利润。当 $e \leq e_0$ 时，批发价格随着碳交易价格的提高而降低；当 $e > e_0$ 时，批发价格在碳交易价格较低情况下随着碳交易价格的提高而升高，当碳交易价格大于阈值 $\frac{e^2(a+\Gamma)+\sqrt{e^4(4k+(a+\Gamma)^2)+4e^2ke_0(-2e+e_0)}}{e^2(e-e_0)}$ 后，批发价格随着碳交易价格的提升而降低。

4.4 结果比较与分析

4.4.1 敏感性分析

定理 4.1 无论是在溯源准则还是在标杆准则，随着碳减排效率系数的增加，碳减排水平、产品销量都将降低，而批发价格将会提高。

证明：

$$\begin{aligned}\frac{\partial \eta^{C*}}{\partial k} &= -\frac{3e\rho(a+\Gamma-e\rho)}{(3k-e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial \eta^{M*}}{\partial k} = -\frac{2e(-1+\alpha)\rho((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial \eta^{R*}}{\partial k} &= -\frac{4e\rho(a+\Gamma-e\rho)}{(4k-e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial q^{C*}}{\partial k} = -\frac{e^2\rho^2(a+\Gamma-e\rho)}{(-3k+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial q^{M*}}{\partial k} &= \frac{e^2\rho^2((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial q^{R*}}{\partial k} = -\frac{e^2\rho^2(a+\Gamma-e\rho)}{(-4k+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial \omega^{R*}}{\partial k} &= \frac{2e^2\rho^2(a+\Gamma-e\rho)}{(-4k+e^2\rho^2)^2} > 0; \\ \frac{\partial \eta^{SC*}}{\partial k} &= -\frac{2e\rho(a+\Gamma-e\rho+\rho e_0)}{(-2k+e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial \eta^{SM*}}{\partial k} = -\frac{2e(-1+\alpha)\rho((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho-\rho e_0)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial \eta^{SR*}}{\partial k} &= -\frac{4e\rho(a+\Gamma+\rho(-e+e_0))}{(4k-e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial q^{SC*}}{\partial k} = \frac{e^2\rho^2(-a-\Gamma+e\rho-\rho e_0)}{(-2k+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial q^{SM*}}{\partial k} &= \frac{e^2\rho^2((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho-\rho e_0)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} < 0; \quad \frac{\partial q^{SR*}}{\partial k} = \frac{e^2\rho^2(-a-\Gamma+e\rho-\rho e_0)}{(-4k+e^2\rho^2)^2} < 0; \\ \frac{\partial \omega^{SR*}}{\partial k} &= \frac{2e^2\rho^2(a+\Gamma-e\rho+\rho e_0)}{(-4k+e^2\rho^2)^2} > 0.\end{aligned}$$

证毕。

从定理 4.1 可知，碳减排效率系数与碳减排水平、产品销量都将降低负相关，与批发价格正相关，表明与高效率制造商相比，低效率制造商进行碳减排投资不仅不会有效降低单位产品的碳减排，而且会导致产品销量降低，也导致线上转销渠道下的批发价格上升。

定理 4.2 无论是在溯源准则还是在标杆准则，随着市场需求预测信息期望值的增加，碳减排水平、产品销量以及批发价格都将提高。

证明：

$$\frac{\partial \eta^{C*}}{\partial \Gamma} = \frac{e\rho}{3k - e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^{M*}}{\partial \Gamma} = \frac{e(-1+\alpha)\rho}{2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^{R*}}{\partial \Gamma} = \frac{e\rho}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\frac{\partial q^{C*}}{\partial \Gamma} = \frac{k}{3k - e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial q^{M*}}{\partial \Gamma} = \frac{k(1-\alpha)}{2k(1-\alpha) - e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial q^{R*}}{\partial \Gamma} = \frac{k}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \omega^{R*}}{\partial \Gamma} = 1 - \frac{2k}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \eta^{SC*}}{\partial \Gamma} = \frac{e\rho}{2k - e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^{SM*}}{\partial \Gamma} = \frac{e(-1+\alpha)\rho}{2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial \eta^{SR*}}{\partial \Gamma} = \frac{e\rho}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\frac{\partial q^{SC*}}{\partial \Gamma} = \frac{k}{2k - e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial q^{SM*}}{\partial \Gamma} = \frac{k(-1+\alpha)}{2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2} > 0; \quad \frac{\partial q^{SR*}}{\partial \Gamma} = \frac{k}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\frac{\partial \omega^{SR*}}{\partial \Gamma} = \frac{-2k + e^2\rho^2}{-4k + e^2\rho^2} > 0。$$

证毕。

从定理 4.2 可知，市场需求预测信息期望值与碳减排水平、产品销量以及批发价格正相关，表明信息共享能有效降低各模式下单位产品的碳排放量并提高产品销量。此外，在模式 R 以及模式 SR 下，信息共享不仅提高了批发价格而且增加了产品销量，使制造商获得更大的理论。

4.4.2 对比分析

推论 4.1 比较模式 M 与模式 SM 下供应链成员的均衡销售量、碳减排水平以及最优利润，有 $q^{M*} < q^{SM*}$ 、 $\eta^{M*} < \eta^{SM*}$ 以及 $\pi_m^{M*} > \pi_m^{SM*}$ 。

证明：

$$q^{M*} - q^{SM*} = \frac{k\rho e_0}{2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2} < 0;$$

$$\eta^{M*} - \eta^{SM*} = \frac{e\rho^2 e_0}{2k(-1+\alpha) + e^2\rho^2} < 0;$$

$$\pi_m^{M*} - \pi_m^{SM*} = \frac{\rho(4kE_0(1-\alpha) - 2e^2E_0\rho^2 - ke_0(-2(-1+\alpha)(a+\Gamma) - 2e\rho + \rho e_0))}{4k(1-\alpha) - 2e^2\rho^2}。$$

令 $\pi_1 = 4kE_0(1-\alpha) - 2e^2E_0\rho^2 - ke_0(-2(-1+\alpha)(a+\Gamma) - 2e\rho + \rho e_0) = 0$ ，得

$$k_1 = \frac{2e^2E_0\rho^2}{4E_0(1-\alpha) + e_0(2(-1+\alpha)(a+\Gamma) + 2e\rho - \rho e_0)} < \tilde{k}, \text{ 又 } \frac{\partial \pi_1}{\partial k} > 0, \text{ 故 } \pi_m^{M*} > \pi_m^{SM*}.$$

证毕。

由推论 4.1 可知，线上市场渠道下溯源准则产品均衡销售量以及碳减排水平都要低于标杆准则下的均衡销售量、碳减排水平。虽然线上市场渠道下标杆准则碳减排水平比溯源准则下的情形高，但是产品的销售量相比于溯源准则下的产品销售量也有所提高，因此并不能保证线上市场渠道下标杆准则能更有效地激励制造商减少碳排放。此外，溯源准则下制造商的最优利润反而高于标杆准则下制造商的最优利润，造成这样现象的原有可能是标杆准则下制造商进行碳减排所付出的成本高于产品销售量增加所获得的利润。

推论 4.2 对比分析模式 R 与模式 SR 下供应链成员的均衡销售量均衡销售量、碳减排水平、批发价格以及最优利润，有 $q^{R*} < q^{SR*}$ 、 $\eta^{R*} < \eta^{SR*}$ 、 $\omega^{R*} > \omega^{SR*}$ 以及 $\pi_m^{R*} > \pi_m^{SR*}$ 。

证明：

$$q^{R*} - q^{SR*} = \frac{k\rho e_0}{-4k + e^2\rho^2} < 0;$$

$$\eta^{R*} - \eta^{SR*} = \frac{e\rho^2 e_0}{-4k + e^2\rho^2} < 0;$$

$$\omega^{R*} - \omega^{SR*} = \frac{2k\rho e_0}{4k - e^2\rho^2} > 0;$$

$$\pi_m^{R*} - \pi_m^{SR*} = \frac{\rho(8kE_0 - 2e^2E_0\rho^2 - ke_0(2(a+\Gamma - e\rho) + \rho e_0))}{8k - 2e^2\rho^2}.$$

若求 $\pi_m^{R*} - \pi_m^{SR*}$ ，只需求 $\pi_2 = 8kE_0 - 2e^2E_0\rho^2 - ke_0(2(a+\Gamma - e\rho) + \rho e_0) = 0$ ，得

$$k_2 = -\frac{2e^2E_0\rho^2}{-8\Gamma + 2(a+\Gamma - e\rho)e_0 + \rho e_0^2} < \frac{e^2\rho^2}{4}, \text{ 由 } \frac{\partial \pi_2}{\partial k} = 8E_0 - e_0(2(a+\Gamma - e\rho) + \rho e_0),$$

故 $\pi_m^{R*} - \pi_m^{SR*} > 0$ 。

证毕。

由推论 4.2 可知，线上转销渠道下溯源准则产品均衡销售量以及碳减排水平低于标杆准则下产品均衡销售量以及碳减排水平。结合推论 4.1 可知，无论是线上市场渠道还是线上转销渠道，溯源准则下的产品均衡销售量以及碳减排水平都小于标杆准则下的情形，表明标杆准则更能有效的激励制造商进行碳减排投资。此外，线上转销渠道下溯源准则批发价格以及最优利润都高于标杆准则的批发价格以及最优利润，表明标杆准则下更能吸引线上平台订购产品并降低双重边际化效应，但是也降低了制造商最优利润。

推论 4.3 (1) 比较模式 M 与模式 SM 下制造商的实际碳排放量，发现：

$$\frac{5}{8}e\rho\left(a+\theta+\frac{\rho e_0}{1-\alpha}\right)<k<k_3, \quad G^M>G^{SM}; \quad \text{当 } k_3<k, \quad G^M<G^{SM}.$$

(2) 比较模式 R 与模式 SR 下制造商的实际碳排放量，有 $G^R<G^{SR}$ 。

$$\text{其中, } k_3 = \frac{e\rho(2(1-\alpha)(a+\Gamma)-e\rho+\rho e_0)}{2(1-\alpha)}.$$

证明：

$$G^M - G^{SM} = \frac{ek\rho e_0(2k(-1+\alpha)+e\rho(-2(-1+\alpha)(a+\Gamma)-e\rho)+e\rho^2 e_0)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2};$$

$$G^R - G^{SR} = \frac{ek\rho e_0(-4k+e\rho(2(a+\Gamma)-e\rho)+e\rho^2 e_0)}{(-4k+e^2\rho^2)^2};$$

令 $G_1 = 2k(-1+\alpha)+e\rho(-2(-1+\alpha)(a+\Gamma)-e\rho)+e\rho^2 e_0 = 0$ ，得：

$$k_3 = \frac{e\rho(2(1-\alpha)(a+\theta)-e\rho+\rho e_0)}{2(1-\alpha)} > \tilde{k}$$

又 $\frac{\partial G_1}{\partial k} = 2(-1+\alpha) < 0$ ，故推论 4.3 (1) 得证。令 $G_2 = -4k+e\rho(2(a+\Gamma)-e\rho)+e\rho^2 e_0 = 0$ ，得 $k_4 = \frac{1}{4}e\rho(2(a+\Gamma)-e\rho+\rho e_0)$ 。又 $\frac{\partial G_2}{\partial k} = -4 < 0$ ，故 $G^R < G^{SR}$ ，推论 4.3 (2) 得证。

证毕。

由推论 4.3 (1) 可知，当碳减排效率系数较低（碳减排效率较高）时，线上市场渠道下溯源准则制造商的实际碳排放量高于标杆准则下制造商实际碳排放量；当碳减排效率系数大于阈值 k_3 （碳减排投资效率相对较高）时，线上市场渠

道下溯源准则制造商的实际碳排放量低于标杆准则下制造商实际碳排放量。结合推论 4.1 的策略比较分析来看，当碳减排效率系数较高时，采取溯源准则的碳交易制度既能使制造商获得更多的利润又能降低实际碳排放量。由推论 4.3 (2) 可知，线上转销渠道下标杆准则制造商的实际碳排放量总是高于溯源准则下制造商的实际碳排放量。从制造商最优利润以及环境保护方面视角来看，在线上转销渠道下溯源准则总是优异标杆准则。

推论 4.4 比较溯源准则的碳交易制度下三种模式的均衡决策，可知：

$$q^{R*} < q^{C*} < q^{M*}, \quad \eta^{R*} < \eta^{C*} < \eta^{M*}, \quad \pi^{C*} < \pi_o^{R*} + \pi_m^{R*} < \pi_m^{M*} + \pi_o^{M*}.$$

证明：

通过比较模式 C、模式 M 和模式 R 中产品销量、碳减排水平以及供应链利润得到以下结果。

$$q^{R*} - q^{C*} = -\frac{k^2(a + \Gamma - e\rho)}{12k^2 - 7ke^2\rho^2 + e^4\rho^4} < 0;$$

$$q^{C*} - q^{M*} = \frac{k(a + \Gamma - e\rho)}{3k - e^2\rho^2} - \frac{k(-1 + \alpha)(a + \Gamma) + ke\rho}{2k(-1 + \alpha) + e^2\rho^2} < 0;$$

$$\eta^{C*} - \eta^{R*} = \frac{k\gamma\rho(a + \Gamma - e\rho)}{12k^2 - 7ke^2\rho^2 + e^4\rho^4} > 0;$$

$$\eta^{M*} - \eta^{C*} = e\rho \left(\frac{(1 - \alpha)(a + \Gamma) + e\rho}{2k(1 - \alpha) - e^2\rho^2} - \frac{a + \Gamma - e\rho}{3k - e^2\rho^2} \right) > 0;$$

$$\pi^{C*} < \pi_o^{R*} + \pi_m^{R*} < \pi_m^{M*} + \pi_o^{M*} \text{ 证明较为复杂，参考 4.5 数值仿真部分。}$$

证毕。

由推论 4.4 可知，模式 C 下的均衡销售量、碳减排水平高于模式 R 下的均衡销售量、碳减排水平，低于模式 M 下的情形。然而，模式 C 下的最优利润却是最低的，模式 R 下的供应链总体最优利润大于集中决策下的情形，模式 M 下供应链总体最优利润在三中模式下最高。

推论 4.5 比较溯源准则的碳交易制度下三种模式的实际碳排放量，可知：

$$(1) \text{ 当 } \tilde{k} < k < k_4 \text{ 时, } G^M < G^C; \text{ 当 } k_4 < k \text{ 时, } G^M > G^C.$$

$$(2) \text{ 当 } \tilde{k} < k < k_5, \quad G^C < G^R; \text{ 当 } k_5 < k \text{ 时, } G^C > G^R.$$

$$\text{其中, } k_4 = \frac{1}{12}e\rho \left(5(a+\Gamma) + \frac{\sqrt{25(1-\alpha)(a+\Gamma)^2 - 24e(2-\alpha)(a+\Gamma)\rho + 24e^2\rho^2}}{\sqrt{1-\alpha}} \right),$$

$$k_5 = \frac{1}{24}e\rho \left(7a + 7\Gamma + \sqrt{49(a+\Gamma)^2 - 96e(a+\Gamma)\rho + 48e^2\rho^2} \right).$$

证明:

将模式 C、模式 M 和模式 R 中得实际碳排放量进行比较, 我们得到以下结果。

$$G^M - G^C = ek \left(\frac{(a+\Gamma-e\rho)(-3k+e(a+\Gamma)\rho)}{(-3k+e^2\rho^2)^2} - \frac{(-1+\alpha)((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho)(-2k+e(a+\Gamma)\rho)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} \right),$$

$$\text{令 } G_3 = \frac{(a+\Gamma-e\rho)(-3k+e(a+\Gamma)\rho)}{(-3k+e^2\rho^2)^2} - \frac{(-1+\alpha)((-1+\alpha)(a+\Gamma)+e\rho)(-2k+e(a+\Gamma)\rho)}{(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)^2} = 0,$$

通过分析可得 k_4 , 当 $\tilde{k} < k < k_4$ 时, $G^M < G^C$; 当 $k_4 < k$ 时, $G^M > G^C$ 。

$$G_4 = G^R - G^C = ek(a+\Gamma-e\rho) \left(\frac{4k-e(a+\Gamma)\rho}{(-4k+e^2\rho^2)^2} + \frac{-3k+e(a+\Gamma)\rho}{(-3k+e^2\rho^2)^2} \right), \text{ 令 } G_4 = 0, \text{ 通过分析}$$

可得 k_5 , 当 $\tilde{k} < k < k_5$, $G^C < G^R$; 当 $k_5 < k$ 时, $G^C > G^R$ 。

证毕。

由推论 4.5 (1) 可知, 当碳减排投资效率系数相对较低 (即碳减排效率较高) 时, 模式 C 的实际碳排放量高于模式 M 下的实际碳排放量; 而当碳减排效率系数相对较高时, 模式 M 下的实际碳排放量高模式 C 下的实际碳排放量。由推论 4.5 (2) 可知, 当碳减排投资效率系数较低 (即碳减排效率较高) 时, 模式 C 下的实际碳排放量低于模式 R 下的实际碳排放量; 而当碳减排投资效率系数较高时, 模式 C 下的实际碳排放量要高于模式 R 下的实际碳排放量。由此可知碳减排投资水平较高也会出现高碳排放量的情况, 因此不能仅仅从碳减排投资水平来判断制造商企业是否进行的绿色减排活动, 需要结合产品的销售量来进行判断。

推论 4.6 对比分析标杆准则的碳交易制度下三种模式的均衡决策, 可知:

$$q^{SR*} < q^{SC*} < q^{SM*}, \quad \eta^{SR*} < \eta^{SC*} < \eta^{SM*}, \quad \pi_o^{SR*} + \pi_m^{SR*} < \pi^{SC*} < \pi_m^{SM*} + \pi_o^{SM*}.$$

证明:

将模式模式 SC、模式 SM 和模式 SR 中得实际碳排放量进行比较，我们得到以下结果。

$$q^{SM*} - q^{SC*} = -\frac{k\alpha\rho(e(-2k+e(a+\Gamma)\rho)+2ke_0)}{(2k-e^2\rho^2)(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)} > 0;$$

$$q^{SC*} - q^{SR*} = \frac{2k^2(a+\Gamma-e\rho+\rho e_0)}{8k^2-6e^2k\rho^2+e^4\rho^4} > 0;$$

$$\eta^{SM*} - \eta^{SC*} = -\frac{e\alpha\rho^2(e(-2k+e(a+\Gamma)\rho)+2ke_0)}{(2k-e^2\rho^2)(2k(-1+\alpha)+e^2\rho^2)} > 0;$$

$$\eta^{SC*} - \eta^{SR*} = \frac{2ek\rho(a+\Gamma-e\rho+\rho e_0)}{8k^2-6e^2k\rho^2+e^4\rho^4} > 0;$$

$\pi_o^{SC*} < \pi_o^{SR*} + \pi_m^{SR*} < \pi_m^{SM*} + \pi_o^{SM*}$ 证明较为复杂，参考 4.5 数值仿真部分。

证毕。

由推论 4.6 可知，模式 SC 的均衡销售量以及碳减排水平高于模式 SR 下的均衡销售量、碳减排水平，而低于模式 SM 下的情形。通常来说，模式 SC 下的均衡销售量高于模式 SR，因此模式 SC 的最优利润应高于模式 SR 下的供应链整体最优利润，而通过分析发现模式 SR 下的最优利润是三种模式中最低的，其中模式 SC 的供应链整体最优利润高于模式 SR 而低于模式 SM。

推论 4.7 对比分析标杆准则的碳交易制度下三种模式的实际碳排放量，可知：

(1) 存在某个阈值 k_6 ，当 $\tilde{k} < k < k_6$ 时， $G^{SM} < G^{SC}$ ；当 $k_6 < k$ 时， $G^{SM} > G^{SC}$ 。

(2) $G^{SC} < G^{SR}$ 。

证明：

将模式模式 SC、模式 SM 和模式 SR 中得实际碳排放量进行比较，我们得到以下结果。

令 $G^{SM} - G^{SC} = 0$ ，得：

$$k_6 = \frac{-e(a+\Gamma)\rho((1+2(-2+\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+e(-1+2\alpha)\rho)-e\rho^2(-2(-1+2\alpha)(a+\Gamma)-e\rho)e_0-e\rho^3e_0^2}{-2((1+2(-2+\alpha)\alpha)(a+\Gamma)+e(-1+2\alpha)\rho)+(-2+4\alpha)\rho e_0}$$

故，当 $\tilde{k} < k < k_6$ 时， $G^{SM} < G^{SC}$ ；当 $k_6 < k$ 时， $G^{SM} > G^{SC}$ 。

$$G^{SR} - G^{SC} = \frac{2k - e\rho(a + \Gamma + \rho e_0)}{(-2k + e^2\rho^2)^2} + \frac{(4k - e\rho(a + \Gamma + \rho e_0))}{(-2k + 1/2e^2\rho^2)^2} > \frac{2k - e\rho(a + \Gamma + \rho e_0)}{(-2k + e^2\rho^2)^2} - \frac{(-4k + e\rho(a + \Gamma + \rho e_0))}{(-2k + e^2\rho^2)^2} > 0, \text{ 故 } G^{SR} > G^{SC}。$$

证毕。

由推论 4.7 可知，存在一个碳减排投资系数阈值 k_6 ，当 k 小于阈值时，模式 SM 下的实际碳排放量低于模式 SC 下的情形；当 k 大于阈值时，模式 SM 下的实际碳排放量反而高于模式 SC 下的情形。此外，与溯源准则的碳交易制度不同的是，标杆准则的碳交易制度下模式 SC 的实际碳排放量一直高于模式 SR 下的实际碳排放量。

4.5 数值分析

在第 4.2 节和第 4.3 节中建立了 6 种决策模型，其中制造商的最优碳减排决策、实际碳排放量以及制造商和线上平台的利润的变化取决于模型中的参数。本节通过 mathematica 以及 matlab 分析软件对模型进行数值模拟，在满足均衡条件以及相关设置的前提下，算例中相关参数的设置如下： $\alpha = 0.02$ ， $\Gamma = 20$ ， $e = 0.3$ ， $a = 30$ ， $E_0 = 25$ ， $e_0 = 0.4$ 。

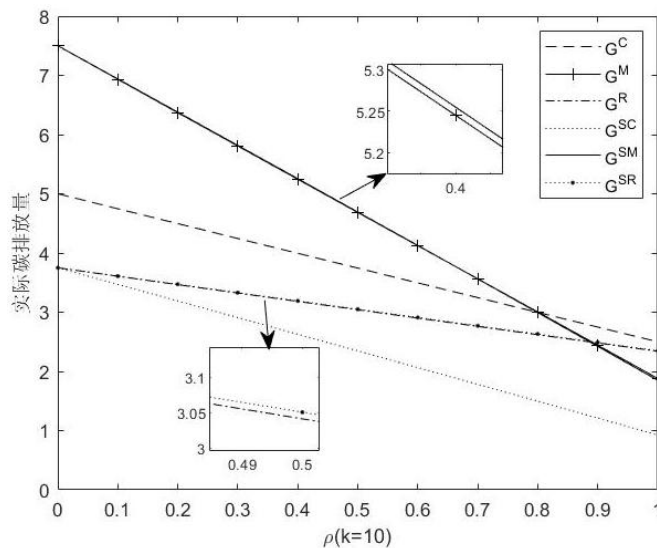


图 4.2 碳交易价格对六种模式下实际碳排放量的影响

由图 4.2 可得，六种模式的实际碳排放量在碳交易价格区间内都呈现下降趋势，其中模式 M 和模式 SM 的下降幅度最大，而模式 R 和模式 SR 的下降幅度

最小。当不存在碳交易时（即碳交易价格为 0），模式 SM 和模式 M 的碳排放量最高，其次是模式 C，模式 SC、模式 SR 以及模式 R 的碳排放量最低。此外，虽然随着碳交易价格的提高，六种模式的实际碳排放都在降低，但同一渠道下，溯源准则和标杆准则的碳排放量之间大小关系未变。表明了在同一渠道下，碳交易价格只会影响溯源准则和标杆准则的碳排放量，而不会影响溯源准则和标杆准则的碳排放量之间大小关系。因此，从政府角度来看，碳交易价格的高低不能成为其制定碳排放规则的有效依据。

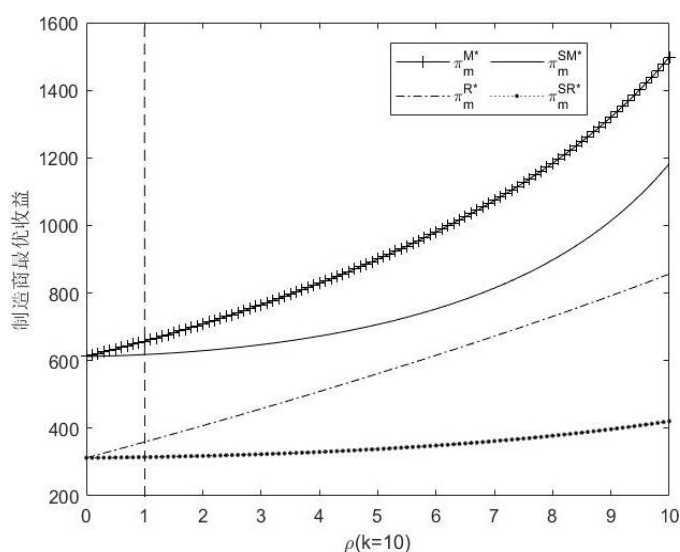


图 4.3 碳交易价格对四种模式下制造商最优利润的影响

为更加直观的表现碳交易价格对制造商最优利润的影响，将碳交易价格取值范围定义为 $[0,10]$ 。从图 4.3 可知，在碳交易价格区间内，四种模式下制造商的最优利润都随碳交易价格提升而升高。当碳交易不存在时，模式 M 和模式 SM 下制造商的最优利润相同且高于模式 R 和模式 SR 的最优利润，表明当碳交易存在时，不同碳排放准则对制造商的最优利润没有影响。此外，碳交易价格在有效范围内会有助于制造商最优利润的提升，但不会改变制造商的渠道选择以及碳排放准则偏好。因此，从政府角度来看，允许碳交易有助于政府的碳排放准则的有效实施。

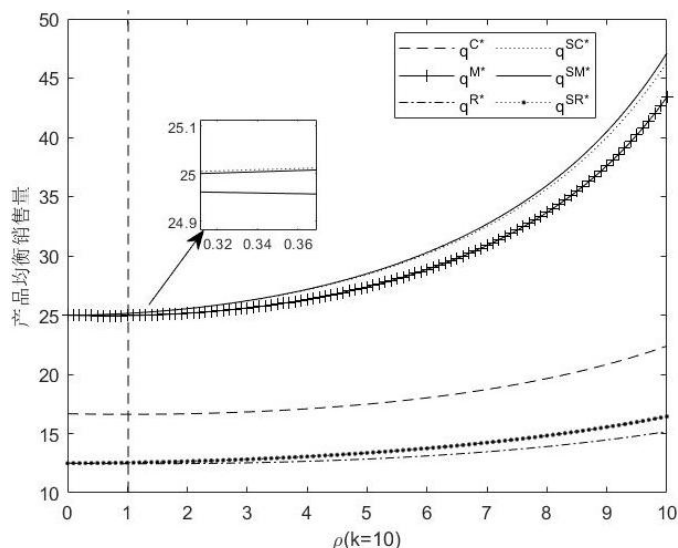


图 4.4 碳交易价格对六种模式下产品销售量影响

由图 4.4 可知，六种模式下的产品均衡销售量在碳交易价格区间内呈现递增趋势，在碳价格有效范围内对六种模式下的产品均衡销量的影响较小，表明碳交易价格不能有效影响产品销售量的大小。此外，溯源准则下，模式 C 的产品销售量大于模式 R 的产品销售量而小于模式 M 的产品销售量；标杆准则下，模式 SR 的产品销售量大于模式 SR 的产品销售量而小于模式 SM 的产品销售量。验证了推论 4.4 和推论 4.6 的结论。

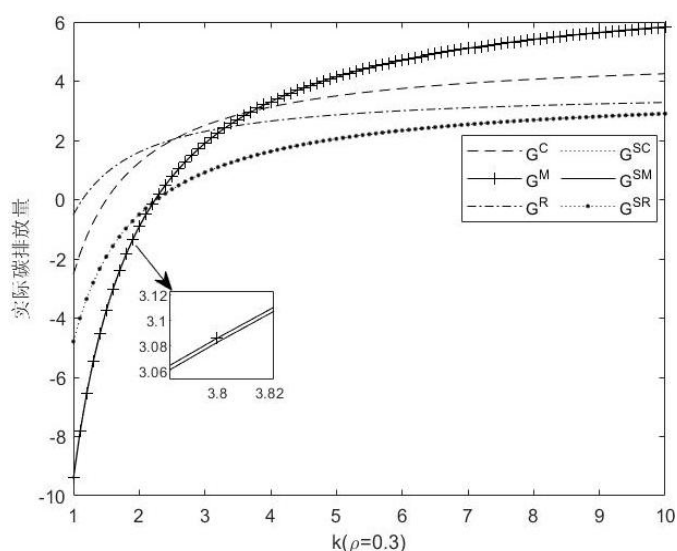


图 4.5 碳减排投资效率系数对六种模式下碳排放量的影响

由图 4.5 可知，六种模式的碳排放量在碳排放投资效率系数区间内呈递减趋势，表明了碳减排效率越低，实际碳排放量越高。随着碳减排投资效率系数的升

高，模式 SM 的碳排放量从最低逐渐成为最高，模式 M 逐渐高于模式 SR、模式 SC、模式 C 以及模式 R；当碳减排投资效率系数高于一定阈值后，模式 C 的碳排放量将一直高于模式 R。此外，模式 SR 的碳排放量一直高于模式 SC。该结论验证了推论 4.5、推论 4.7 以及推论 4.4 中的结论，也说明了集中决策下模式标杆准则要优于溯源准则的碳减排效果。另一方面，观察除集中决策外的四种模式，发现当碳减排效率较高（碳减排效率投资系数较低）时，线上市场渠道要优于线上转销渠道的碳减排效果；当碳减排效率较低时候，线上转销渠道的碳减排效果要优于线上市场渠道。

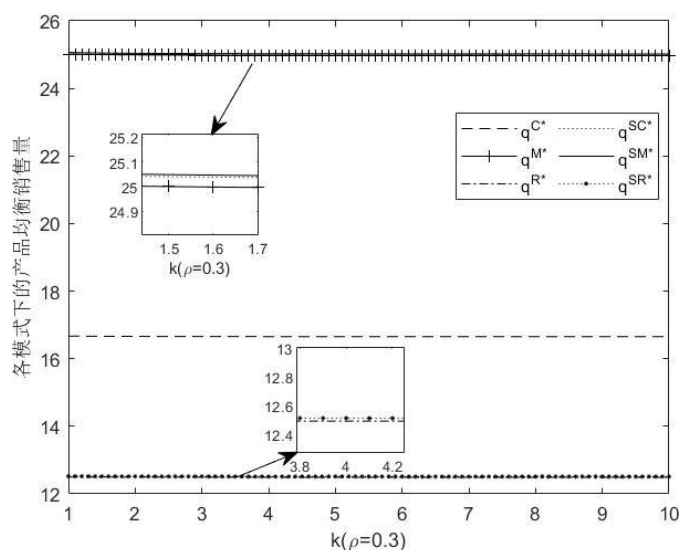


图 4.6 碳减排投资效率系数对六种模式下产品销售量的影响

由图 4.6 可知，六种模式的碳排放量在碳排放投资效率系数区间呈现递增趋势，但是变化幅度较小，表明碳减排投资效率对产品的均衡销量影响较小。比较图 4.6 中六种模式下的产品均衡销售量发现，溯源准则下，线上市场渠道的产品销售量最多而线上转销渠道下产品销售量最少；标杆准则下，线上市场渠道下产品销售量最多而线上转销渠道最少，该结果既证明了推论 4.4 和推论 4.6 的结论，表明线上市场渠道比线上转销渠道更能激励制造商生产更对的产品，满足社会需求。此外，标杆准则的产品销售量总是要多于比溯源准则下的产品销售量，证明了推论 4.2 以及推论 4.3 中的结论，也说明溯源准则更能满足消费者对产品的需求。

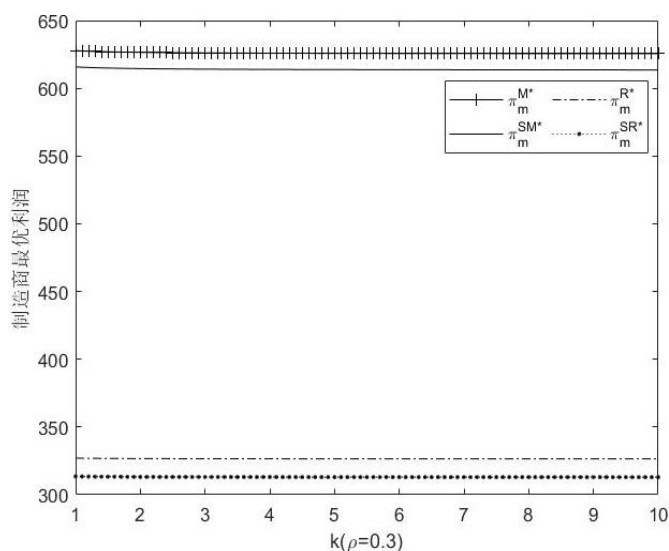
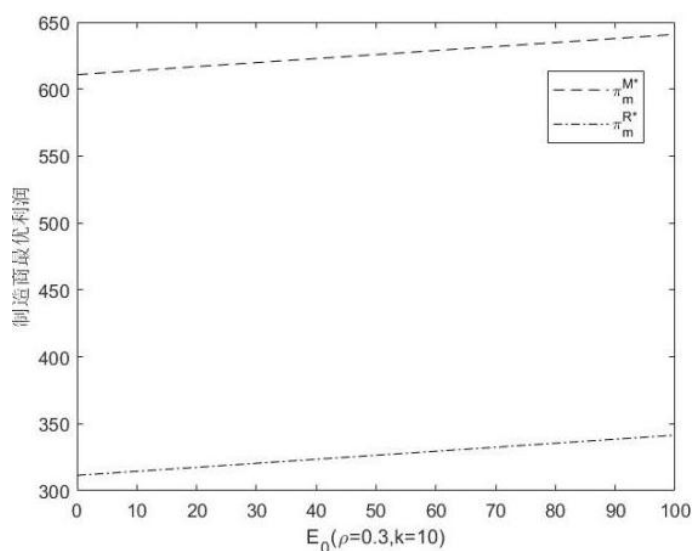
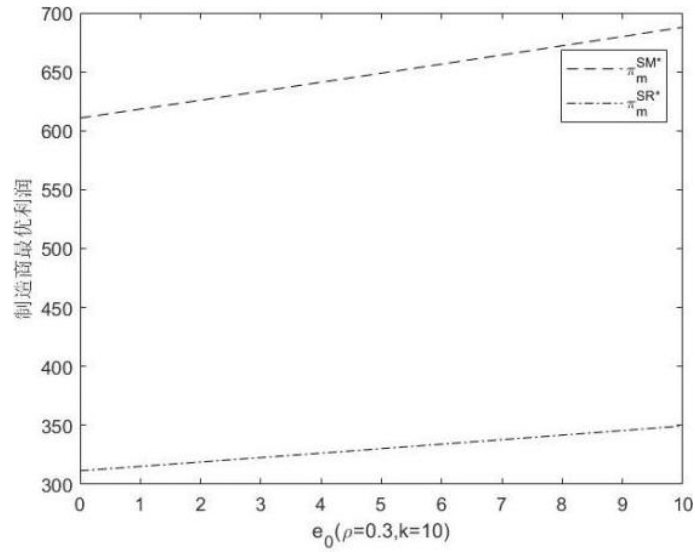


图 4.7 碳减排投资效率系数对制造商最优利润的影响

由图 4.7 可知，在碳减排投资效率系数区间内制造商的最优利润呈现递减趋势，但变化较小，表明碳减排投资效率对制造商的最优利润影响较小，这是因为当存在碳交易时，从碳交易中获得到的利润能抵消低效碳减排投资所花费的成本，也进一步说明了碳交易机制能保证低碳减排投资效率的制造商也有进行碳减排的积极性。此外，线上市场渠道下制造商的最优利润总是高于线上转销渠道下制造商最优利润，溯源准则下制造商的最优利润总是高于标杆准则下制造商最优利润，证明了推论 4.2 以及推论 4.3 中的结论。



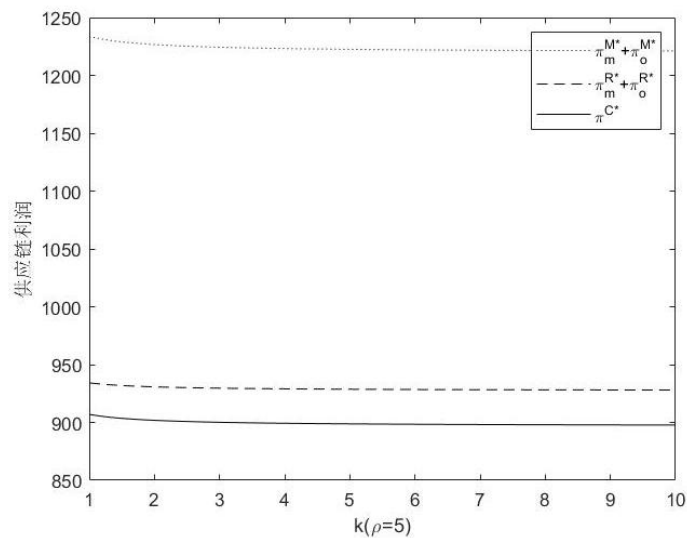
(a)



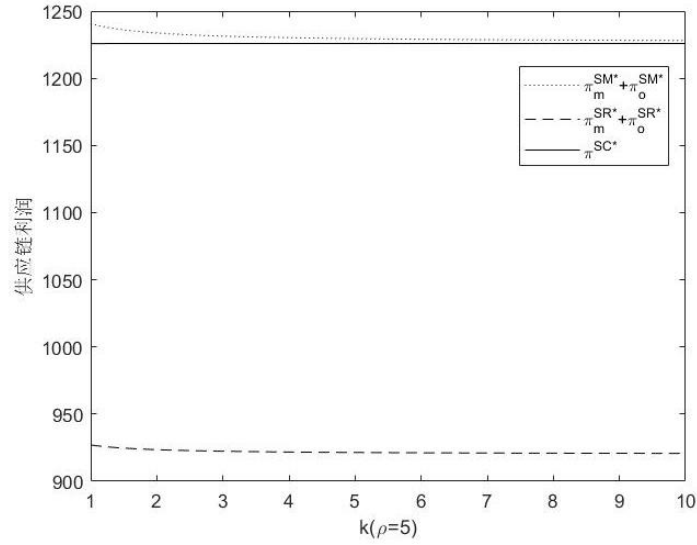
(b)

图 4.8 不同碳排放权配置对制造商最优利润的影响

为探究不同碳排放标准配额对于制造商最优利润的影响，令 $\rho = 0.3, k = 10$ ，并让 E_0 和 e_0 作自变量，得图 4.8 结果。由图 4.8 可知，在 E_0 和 e_0 的区间内制造商的最优利润呈递增趋势。此外，线上市场渠道下制造商的最优利润总是高于线上转销渠道，说明制造商倾向于通过线上市场渠道将产品直接销售给消费者以获取更多的利润。此外，当碳排放权配置较高时，标杆准则下制造商的最优收益比溯源准则下的高，因此结合上述结论来看，针对制造商不同碳减排投资效率，政府也需灵活的设置碳排放权的配置。



(a)



(b)

图 4.9 不同准则下碳减排效率对供应链总体利润的影响

图 4.9 (a) 可直观看出，标杆准则下模式 M 下供应链总体利润最大，模式 R 次之，模式 C 下供应链总体利润最小，表明标杆准则中，分散决策下供应链的效益要比集中决策的供应链效益高。此外，随着碳减排效率系数的提高（碳减排效率的下降）供应链的总体利润也在随之降低，也表明制造商碳减排效率低下会影响整个供应链的效益。在图 4.9 (b) 中，溯源准则下模式 SM 下供应链总体利润最大，模式 SC 次之，模式 SR 下供应链总体利润最小，表明模式 SC 下供应链成员能达到协调，而模式 SR 下供应链成员不能达到协调。可以发现随着碳减排效率系数的提高，模式 SM 下供应链总体利润所受的影响最大，模式 SR 其次，而模式 SC 几乎不受到碳减排效率的影响。

4.6 本章小结

本章主要对信息共享下考虑碳减排的制造商线上渠道决策进行了模型比较与数值分析，具体包括：基于特定线上渠道结构，比较不同碳排放权配置下供应链的最优策略；基于特定的碳排放配置准则，比较不同线上渠道结构下供应链的最优策略；分析信息共享与碳减排效率对不同模式下制造商和平台最优决策的影响。

第5章 总结与展望

5.1 总结

本文考虑了信息共享问题,分别构建信息共享下考虑生产成本降低投资的线上渠道供应链决策模型和信息共享下考虑碳减排的线上渠道供应链决策模型,分析信息共享对生产成本降低投资、碳减排投资、利润和生产运营决策的影响,探讨了最优的渠道选择策略、信息共享策略采用以及最佳投资策略。主要工作和研究如下:

(1) 不同需求信息共享模式下考虑制造商生产成本降低的线上渠道决策研究结果表明:首先,在不同的线上渠道模式下,信息共享可以有效提高产品销量以及制造商的生产成本降低水平。当市场需求信息的期望大于一定临界值时,信息共享会改变制造商的线上渠道增加决策。此外,信息共享还可以抵消低效率生产成本降低的影响,激励低效率制造商进行生产成本降低投资。其次,当制造商在现有单一渠道的基础上增加额外渠道时,与只有单一渠道的情况相比,均衡决策数量和最优利润都会增加。与单一转售渠道相比,线上双渠道系统的存在有望降低批发价格。因此,线上双渠道有可能缓解双重边缘化现象,提高整体社会福利。不过,如果制造商通过原有渠道增加额外渠道,线上平台很可能会不再共享需求信息。最后,在转售渠道和线上市场渠道模型中,制造商总是可以通过原有渠道增加另一个渠道来获利,尤其是在平台采用需求信息共享的情况下。然而,当平台根据自身利润来决定是否共享需求信息时,如果市场需求信息的预期价值很大,制造商增加渠道就有可能损害自身的盈利能力。在制造商基于原线上渠道增加线上转售渠道(线上市场渠道)的情况下,平台可能会选择通过隐瞒需求信息来实现利润最大化。此外,当市场需求预测信息期望值超过一定水平时,制造商增加额外的转售渠道将导致收入减少。

(2) 需求信息共享下考虑制造碳减排的线上渠道决策研究结果表明:首先,线上市场渠道下供应链整体利润和碳减排水平都要高于集中决策和线上转销渠道下供应链整体利润和碳减排水平,并且线上市场渠道的产品数量也更能满足消费者需求。其次,相比于标杆准则,溯源准则下制造商的最优利润更高,且随着碳交易价格的提高,并且两种准则下的利润差距也在拉大。值得注意的是,碳交易机制也有利于制造商进行碳减排投资,降低碳排放。当碳减排投资效率相对较低

时，标杆准则下的线上市场渠道碳排放量最低；而当碳减排效率相对较高时，溯源准则下的线上转销渠道碳排放量最低。第三，从制造商的角度，无论是溯源准则还是标杆准则，制造商都倾向于选择线上市场渠道。此外，在碳交易机制下，低碳减排投资效率的制造商也愿意投入成本进行碳减排投资。最后，在各种碳排放配置准则和各种线上渠道情况下，信息共享总是激励制造商进行碳减排投资，并提高产品销量以及利润。

针对上述结论，本文给出以下几方面的建议：

（1）首先，制造商在进行经营决策时，应尽量与线上平台达成信息共享契约，因为获取需求信息可以增加其收益。第二，制造商增加一个渠道未必能增加利润，因此制造商在增加渠道时应考虑线上平台的反映，制造商或许可以支付一定的费用来购买需求信息。其次，当制造商通过线上市场渠道增加转售渠道时，其必须仔细考虑直销成本，因为低成本可以大大提高其利润。最后，线上平台可以通过向制造商收取购买需求信息的费用来分享需求信息，从而获利，但其应该根据市场需求信息的期望来调整向制造商收取的费用。

（2）从政府角度来看，在选择不同碳排放准则时，应清楚碳交易制度的重要性，积极推动碳交易制度的完善，并通过适当的宏观调控来控制碳交易价格，才能有推动不同碳排放准则的实施，有效降低制造商碳排放量。另外，从制造商的角度来看，当涉及到碳交易时，积极参与碳减排活动是至关重要的。这种举措不仅不会对企业利润造成过大损失，还能提升企业形象，树立良好口碑。除此之外，制造商应当主动利用线上平台开拓线上市场渠道，而不是仅依赖线下渠道进行销售，以获取更多利润，并根据碳市场的交易价格增加碳减排投资，以进一步降低碳排放量。从平台的角度来看，信息共享在一定范围内有利于自身利润的提高并能降低碳排放量达到绿色环保的目的，因此平台应与制造商进行合作来扩大该种优势，从而达到双赢的目的。

5.2 展望

尽管本文对信息共享下制造商线上渠道决策、成本降低投资决策以及碳减排投资决策进行了研究，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，这是未来改进和优化的方向，主要包括以下几点：

（1）当制造商通过线上双渠道销售产品时，两个渠道之间会存在竞争，消

费者也可能更倾向于通过某些渠道购买产品。因此，在未来的研究中可以考虑渠道冲突或消费者偏好。

（2）本文讨论了降低成本投资对制造商增加渠道决策的影响。未来的研究可以进一步考虑产品质量改进因素的影响。

（3）在本文中，我们只考虑了单一制造商和单一平台组成供应链的决策问题，未来的研究可以考虑多制造商竞争下，碳交易制度以及碳减排对不同减排效率制造商的决策和利润的影响。

（4）本文研究采用了 Stackelberg 博弈理论研究信息共享对供应链成员运营决策的影响，未来的研究可以通过信号传递博弈研究此类问题。

参考文献

- [1] Merzlyakova E, Ershova I, Bridskiy E. Main Trends in the Development of the Global E-Commerce Market[C]. SHS Web of Conferences. EDP Sciences, 2021, 110: 01035.
- [2] Chen Y C, Fang S C, Wen U P. Pricing policies for substitutable products in a supply chain with Internet and traditional channels[J]. European Journal of Operational Research, 2013, 224(3): 542-551.
- [3] Xu X, He P, Zhang S. Channel addition from marketplace or reselling under regional carbon cap-and-trade regulation[J]. International Journal of Production Economics, 2021, 236: 108130.
- [4] Yu Y, Li X, Xu X. Reselling or marketplace mode for an online platform: the choice between cap-and-trade and carbon tax regulation[J]. Annals of Operations Research, 2022: 1-37.
- [5] Abhishek V, Jerath K, Zhang Z J. Agency selling or reselling? Channel structures in electronic retailing[J]. Management Science, 2016, 62(8): 2259-2280.
- [6] Xu H, Liu Z Z, Zhang S H. A strategic analysis of dual-channel supply chain design with price and delivery lead time considerations[J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139(2): 654-663.
- [7] Khouja M, Park S, Cai G G. Channel selection and pricing in the presence of retail-captive consumers[J]. International Journal of Production Economics, 2010, 125(1): 84-95.
- [8] Yan Y, Zhao R, **ng T. Strategic introduction of the marketplace channel under dual upstream disadvantages in sales efficiency and demand information[J]. European Journal of Operational Research, 2019, 273(3): 968-982.
- [9] Cao E, Chen G. Information sharing motivated by production cost reduction in a supply chain with downstream competition[J]. Naval Research Logistics (NRL), 2021, 68(7): 898-907.
- [10] Yang L, Ji J, Wang M, et al. The manufacturer's joint decisions of channel selections and carbon emission reductions under the cap-and-trade regulation[J].

Journal of Cleaner Production, 2018, 193: 506-523.

- [11] 杨洁, 曾子豪, 吴林炜等. 限制交流结构下供应链碳减排策略的非合作-合作两型博弈研究[J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(10): 2928-2940.
- [12] 王一雷, 朱庆华. 不同碳排放权配置方式下供应链长期碳减排决策研究[J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(07): 2084-2101.
- [13] Xu X, Choi T M. Supply chain operations with online platforms under the cap-and-trade regulation: Impacts of using blockchain technology[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2021, 155: 102491.
- [14] Cao K, Su Y, Xu Y, et al. Channel selection for retailers in platform economy under cap-and-trade policy considering different power structures[J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2022, 56: 101205.
- [15] Ghoshal A, Kumar S, Mookerjee V. Dilemma of data sharing alliance: when do competing personalizing and non-personalizing firms share data[J]. Production and Operations Management, 2020, 29(8): 1918-1936.
- [16] Zhang J, Li S, Zhang S, et al. Manufacturer encroachment with quality decision under asymmetric demand information[J]. European Journal of Operational Research, 2019, 273(1): 217-236.
- [17] Zhou R, Liao Y, Shen W, et al. Channel selection and fulfillment service contracts in the presence of asymmetric service information[J]. International journal of production economics, 2020, 222: 107504.
- [18] Li G, Tian L, Zheng H. Information sharing in an online marketplace with co-opetitive sellers[J]. Production and Operations Management, 2021, 30(10): 3713-3734.
- [19] 曹裕, 易超群, 万光羽. 基于制造商网络渠道选择的线上双渠道供应链定价与服务决策研究[J]. 管理工程学报, 2021, 35(02): 189-199.
- [20] Shen Y, Willems S P, Dai Y. Channel selection and contracting in the presence of a retail platform[J]. Production and Operations Management, 2019, 28(5): 1173-1185.

- [21]赵连霞, 程明宝. 基于制造商销售渠道选择的供应链定价策略研究[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(09): 2310-2319.
- [22]Li G, Zhang X, Chiu S M, et al. Online market entry and channel sharing strategy with direct selling diseconomies in the sharing economy era[J]. International Journal of Production Economics, 2019, 218: 135-147.
- [23]梁喜, 梁伦海. 网络零售商线上双渠道销售下的混合渠道供应链定价决策[J]. 系统工程学报, 2021, 36(01): 30-44.
- [24]Yan Y, Zhao R, Liu Z. Strategic introduction of the marketplace channel under spillovers from online to offline sales[J]. European Journal of Operational Research, 2018, 267(1): 65-77.
- [25]李重莲, 范定祥, 王晓蕾. 双向公平关切下线上双渠道供应链的线上线下融合契约设计[J]. 中国管理科学, 2021, 29(11): 122-133.
- [26]Zhang Y, Hezarkhani B. Competition in dual-channel supply chains: The manufacturers' channel selection[J]. European Journal of Operational Research, 2021, 291(1): 244-262.
- [27]Xu X, Chen Y, He P, et al. The selection of marketplace mode and reselling mode with demand disruptions under cap-and-trade regulation[J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(8): 2738-2757.
- [28]Siqin T, Choi T M, Chung S H. Optimal E-tailing channel structure and service contracting in the platform era[J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2022, 160: 102614.
- [29]Ryan J K, Sun D, Zhao X. Competition and coordination in online marketplaces[J]. Production and Operations Management, 2012, 21(6): 997-1014.
- [30]Ha A Y, Luo H, Shang W. Supplier encroachment, information sharing, and channel structure in online retail platforms[J]. Production and Operations Management, 2022, 31(3): 1235-1251.
- [31]杨茜, 许茂增. 制造商主导下的不同线上双渠道零售商渠道定价策略与渠道选择[J]. 计算机集成制造系统, 2022, 28(01): 307-324.
- [32]Xu J, Zhou X, Zhang J, et al. The optimal channel structure with retail costs in a dual-channel supply chain[J]. International Journal of Production Research, 2021,

59(1): 47-75.

- [33] Ha A Y, Tong S, Wang Y. Channel structures of online retail platforms[J]. *Manufacturing & service operations management*, 2022, 24(3): 1547-1561.
- [34] Zhou H, Benton Jr W C. Supply chain practice and information sharing[J]. *Journal of Operations management*, 2007, 25(6): 1348-1365.
- [35] Yan R, Cao Z, Pei Z. Manufacturer's cooperative advertising, demand uncertainty, and information sharing[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(2): 709-717.
- [36] Sahin F, Robinson Jr E P. Information sharing and coordination in make-to-order supply chains[J]. *Journal of operations management*, 2005, 23(6): 579-598.
- [37] Zelbst P J, Green Jr K W, Sower V E, et al. RFID utilization and information sharing: the impact on supply chain performance[J]. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2010, 25(8): 582-589.
- [38] Thomas A, Krishnamoorthy M, Singh G, et al. Coordination in a multiple producers–distributor supply chain and the value of information[J]. *International Journal of Production Economics*, 2015, 167: 63-73.
- [39] 王文隆, 姚锐, 张涑贤. 考虑制造商创新的供应链双向需求信息共享研究[J]. *中国管理科学*, 2022, 30 (05): 226-235.
- [40] 文悦, 王勇. 电商平台物流策略与零售商需求预测信息共享策略的博弈分析[J]. *系统工程理论与实践*, 2023, 43(01): 151-168.
- [41] Li L. Information sharing in a supply chain with horizontal competition[J]. *Management science*, 2002, 48(9): 1196-1212.
- [42] 徐明月. 考虑信息泄露和信息投资成本因素下平台的信息共享及渠道策略研究[J]. *计算机科学*, 2022, 49(S1): 744-752.
- [43] Tsunoda Y, Zennyo Y. Platform information transparency and effects on third-party suppliers and offline retailers[J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(11): 4219-4235.
- [44] 韩琛琛, 孟利清. 线上双渠道生鲜供应链中电商平台需求信息共享决策[J]. *物流技术*, 2023, 42(04): 39-46+70.
- [45] Zhang S, Zhang J. Agency selling or reselling: E-tailer information sharing with supplier offline entry[J]. *European Journal of Operational Research*, 2020, 280(1):

134-151.

- [46] Yan R, Cao Z, Pei Z. Manufacturer's cooperative advertising, demand uncertainty, and information sharing[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(2): 709-717.
- [47] 罗春林, 毛小兵, 田歆. 网络平台销售模式中的需求信息分享策略研究[J]. *中国管理科学*, 2017, 25(08): 149-157.
- [48] 张川, 马慧敏. 竞争环境下主导电子零售商的销售模式选择和信息共享策略[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(12): 115-124.
- [49] Yue X, Liu J. Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 174(1): 646-667.
- [50] Li G, Tian L, Zheng H. Information sharing in an online marketplace with co-opetitive sellers[J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(10): 3713-3734.
- [51] Sun X, Tang W, Chen J, et al. Manufacturer encroachment with production cost reduction under asymmetric information[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 128: 191-211.
- [52] Gilbert S M, Cvsa V. Strategic commitment to price to stimulate downstream innovation in a supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 150(3): 617-639.
- [53] Yoon D H. Supplier encroachment and investment spillovers[J]. *Production and Operations Management*, 2016, 25(11): 1839-1854.
- [54] Heese H S, Swaminathan J M. Product line design with component commonality and design investments[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2006, 8(2): 206-219.
- [55] Iida T. Coordination of cooperative cost-reduction efforts in a supply chain partnership[J]. *European Journal of Operational Research*, 2012, 222(2): 180-190.
- [56] Shang W, Ha A Y, Tong S. Information sharing in a supply chain with a common retailer[J]. *Management Science*, 2016, 62(1): 245-263.
- [57] 许明辉, 杨东升. 制造商成本削减策略对风险规避型零售商信息共享策略的影响[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(12): 77-87.
- [58] Lotfi, Z., Mukhtar, M., Sahran, S. Zadeh, A. T. Information sharing in supply

- chain management. *Procedia Technology*, 2013,11, 298-304.
- [59]Ha A Y, Tian Q, Tong S. Information sharing in competing supply chains with production cost reduction[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(2): 246-262.
- [60]Xu, X., He, P., Xu, H., & Zhang, Q. Supply chain coordination with green technology under cap-and-trade regulation. *International Journal of Production Economics*, 2017, 183: 433-442.
- [61]杨建华, 解雯倩. 碳限额交易下考虑平台推广服务的竞争制造商减排决策研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(12): 3305-3318.
- [62]Li, G., Zheng, H., Ji, X., & Li, H. Game theoretical analysis of firms' operational low-carbon strategy under various cap-and-trade mechanisms. *Journal of cleaner production*, 2018, 197: 124-133.
- [63]Zhang, S., Wang, C., Yu, C., & Ren, Y. Governmental cap regulation and manufacturer's low carbon strategy in a supply chain with different power structures. *Computers & Industrial Engineering*, 2019, 134: 27-36.
- [64]Li T, Zhang R, Zhao S, et al. Low carbon strategy analysis under revenue -sharing and cost-sharing contracts[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 212: 1462-1477.
- [65]Zu Y, Chen L, Fan Y. Research on low-carbon strategies in supply chain with environmental regulations based on differential game[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 177: 527-546.
- [66]Luo, Z., Chen, X., & Wang, X. The role of co-opetition in low carbon manufacturing. *European Journal of Operational Research*, 2016, 253(2): 392-403.
- [67]**a X, Li C, Zhu Q. Game analysis for the impact of carbon trading on low-carbon supply chain[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 276: 123220.
- [68]Yang W, Pan Y, Ma J, et al. Effects of allowance allocation rules on green technology investment and product pricing under the cap-and-trade mechanism[J]. *Energy Policy*, 2020, 139: 111333.
- [69]Zhang Y J, Wang A D, Tan W. The impact of China's carbon allowance allocation

- rules on the product prices and emission reduction behaviors of ETS-covered enterprises[J]. *Energy Policy*, 2015, 86: 176-185.
- [70] Ji J, Zhang Z, Yang L. Comparisons of initial carbon allowance allocation rules in an O2O retail supply chain with the cap-and-trade regulation[J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 187: 68-84.
- [71] Wang M, Zhao R, Li B. Impact of financing models and carbon allowance allocation rules in a supply chain[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 302: 126794.
- [72] Zheng Y, Zhou W, Chen X, et al. The effect of emission permit allocation in an early-stage cap-and-trade for a duopoly market[J]. *International Journal of Production Research*, 2021, 59(3): 909-925.
- [73] Chen W, Chen J, Ma Y. Renewable energy investment and carbon emissions under cap-and-trade mechanisms[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 278: 123341.
- [74] Zetterberg L. Benchmarking in the European Union emissions trading system: abatement incentives[J]. *Energy Economics*, 2014, 43: 218-224.
- [75] Xu X, Zhang M, He P. Coordination of a supply chain with online platform considering delivery time decision[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2020, 141: 101990.
- [76] Wu X, Zhang F. Home or overseas? An analysis of sourcing strategies under competition[J]. *Management Science*, 2014, 60(5): 1223-1240.
- [77] Cao K, Xu X, Wu Q, et al. Optimal production and carbon emission reduction level under cap-and-trade and low carbon subsidy policies[J]. *Journal of cleaner production*, 2017, 167: 505-513.
- [78] Kushwaha S, Ghosh A, Rao A K. Collection activity channels selection in a reverse supply chain under a carbon cap-and-trade regulation[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 260: 121034.
- [79] Hahn R W, Stavins R N. The effect of allowance allocations on cap-and-trade system performance[J]. *The Journal of Law and Economics*, 2011, 54(S4): S267-S294.

- [80]Schmalensee R, Stavins R N. The design of environmental markets: What have we learned from experience with cap and trade?[J]. Oxford Review of Economic Policy, 2017, 33(4): 572-588.
- [81]Liu B, Guo X, Yu Y, et al. Manufacturer's contract choice facing competing downstream online retail platforms[J]. International Journal of Production Research, 2021, 59(10): 3017-3041.
- [82]Liu P. Pricing policies and coordination of low-carbon supply chain considering targeted advertisement and carbon emission reduction costs in the big data environment[J]. Journal of cleaner production, 2019, 210: 343-357.
- [83]Xu J, Yang X, Tao Z. A tripartite equilibrium for carbon emission allowance allocation in the power-supply industry[J]. Energy Policy, 2015, 82: 62-80.

攻读硕士学位期间参与的科研项目工作及研究成果

学术论文发表情况

- 1.张前程, 王凤莲, 董美钰. 政府补贴对长三角企业绿色创新能力的影响[J]. 铜陵学院学报, 2023, 22(03): 47-52.
- 2.长三角企业绿色创新影响因素及提升对策研究[M]. 北京:知识产权出版社, 2022. (专著, 撰写第二章)
- 3.Fenglian Wang, Qiancheng Zhang, Hua Zhao, Jiumei Chen. Manufacturers' Optimal Channel Addition Strategies Considering Information Sharing and Cost Reduction. (投稿中)
- 4.王凤莲, 张前程. 不同碳排放权配置方式下考虑制造商线上渠道选择的碳减排决策. (投稿中)

参与项目

- 1.省级研究生质量工程创新项目, 极致 3D, 2022cxcysj12, 主持;
- 2.安徽省高校人文社科研究重大项目, “双碳”目标下高耗能制造业绿色创新动力驱动机理及提升机制, 2022AH040133, 参与;
- 3.安徽省社会科学创新发展研究课题, 数字经济背景下安徽制造业数字化转型的困境与对策研究, 2023CX063, 参与。

致 谢

在我即将完成研究生学业，站在毕业论文完成的这个重要时刻，我想要表达最诚挚的感激之情。完成这篇论文的过程充满了挑战和收获，我深知自己无法独自完成这一旅程。在此，我要向那些在我学术道路上给予支持和帮助的人们致以衷心的感谢。

首先，我要衷心感谢我的导师王凤莲教授。在我研究生学习的整个过程中，王凤莲教授给予了我无微不至的指导和关怀。在论文选题、研究方法选择、论文撰写等方面，她的指导和建议让我受益匪浅。她严谨的治学态度和对学术的执着追求，深深地感染和激励着我。在此，我要向王凤莲教授表达最诚挚的谢意和敬意。

此外，我还要感谢我的家人和朋友们。是你们在我学业和生活中给予了无私的支持和鼓励。在我遇到困难和挑战时，你们始终站在我身边，给予我力量和勇气。没有你们的支持，我将无法走到今天的这一步。在此，我要向你们表达最深的谢意和祝福。

最后，我要感谢所有为本论文的顺利完成提供帮助的老师、同学。是你们的合作和支持，让我能够克服重重困难，顺利完成了毕业论文的撰写和答辩。在今后的学习和工作中，我将继续努力学习，不断提升自己，回报社会。

再次感谢所有关心和支持我的人们，是你们的鼓励和帮助，让我能够顺利完成了研究生学业。祝愿大家身体健康，工作顺利，生活幸福！