

# 天津工业大学

## 本科生毕业设计（论文）

题目：不确定环境下供应商网络销售模式选择问题研究

学 号： 1710850220

姓 名： 唐一笑

专 业： 应用统计学

学 院： 数学科学学院

指导教师： 赵静

职 称： 教授

完成日期： 2021 年 5 月 26 日

## 摘 要

电商平台的日益普及,正在逐渐影响供应链成员的经营模式的选择。很多供应商开始采用新的销售模式来扩大自身经营范围。在互联网环境下,供应商开始开辟线上、线下结合的销售渠道。同时,电子商务也改变了普通人的消费习惯,越来越多的人接纳线上购物的形式。基于此,本文以供应商为主导,考虑在传统零售渠道与网络零售渠道并存的双渠道结构背景下建立双渠道供应链模型,综合应用博弈论、运筹学、市场经济学等理论以及 Matlab 仿真算例分析方法,探讨在不确定环境下供应商网络销售模式的选择。本文主要研究工作如下:

首先,根据现有网络销售模式与特征,将以供应商为主导的销售模式划分为单零售渠道、网络转售双渠道、网络代理双渠道和网络直销双渠道,构建了四种以供应商主导的 Stackelberg 博弈模型。在网络双渠道销售模式中引入交叉价格弹性系数,在网络代销双渠道中引入佣金比例系数。然后,利用逆序归纳法对四个模型进行求解。最后,借助数值算例分析,分析不同销售模式下供应商的最优选择,以及供应商的选择对供应链其他成员的期望利润的影响。

研究表明,在四种销售模式对比中,供应商无论开辟哪种网络销售渠道都会比单零售渠道模式获利更多。当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争平缓的时候,网络转售双渠道是供应商的最优选择。当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争激烈的时候,供应商的选择还取决于零售渠道的消费者比例,比例低的时候,供应商适合选择网络代理双渠道,比例高的时候,适合选择网络转售双渠道。供应商的网络销售模式选择使零售商和平台商的期望利润大大增加了,且零售商的利润增幅高于平台商。除此以外,供应商对网络销售模式的选择大大促进了供应链的绩效,在绩效的贡献中,供应商是主力军。

本文对不确定环境下的供应商的销售模式选择问题的研究结果对进一步完善双渠道供应链理论研究具有一定参考意义,对制造业和零售业电商经济的发展与管理具有现实指导意义。

**关键词:** 不确定需求; 网络销售模式选择; 双渠道供应链; Stackelberg 博弈; 价格交叉弹性系数

## **Abstract**

The increasing popularity of e-commerce platforms is gradually affecting the choice of supply chain members' business models. Many suppliers have begun to adopt new sales models to expand their business scope. In the Internet environment, suppliers have begun to develop online and offline sales channels. At the same time, e-commerce has also changed the consumption habits of ordinary people, and more and more people are adopting online shopping. Based on this, this article takes suppliers as the leading factor, considers the establishment of a dual-channel supply chain model under the dual-channel structure of the coexistence of traditional retail channels and online retail channels, and comprehensively applies game theory, operations research, market economics and other theories as well as Matlab simulation calculations. Case analysis method to explore the choice of supplier network sales mode under uncertain environment. The main research work of this paper is as follows:

First, according to the existing online sales model and characteristics, the supplier-led sales model is divided into single retail channel, online resale dual channel, online agency dual channel and online direct sales dual channel, and build Four Stackelberg game models dominated by suppliers. Introduce the cross-price elasticity coefficient in the online dual-channel sales model, and introduce the commission ratio coefficient in the online agency sales dual-channel. Then, use the reverse order induction method to solve the four models. Finally, with the aid of numerical example analysis, the optimal choice of suppliers under different sales models and the influence of supplier choice on the expected profits of other members of the supply chain are analyzed.

Research shows that, in the comparison of the four sales models, no matter which online sales channel the supplier opens up, it will make more profits than the single retail channel model. When the price competition between the products provided by suppliers and their substitutes is flat, online resale dual channels are the best choice for suppliers. When the price competition between the products provided by suppliers

and their substitutes is fierce, the choice of suppliers also depends on the proportion of consumers in the retail channel. When the proportion is low, the supplier is suitable for choosing dual-channel network agents. When the proportion is high, suitable for choosing dual channels for online resale. The supplier's choice of online sales model has greatly increased the expected profits of retailers and platform vendors, and the increase in profits of retailers is higher than that of platform vendors. In addition, the supplier's choice of online sales model has greatly promoted the performance of the supply chain. In the contribution of performance, the supplier is the main force.

The research's results have certain reference significance for the further improvement of dual-channel supply chain theoretical research, and have practical guiding significance for the development of the manufacture.

**Keywords:** Uncertain demand; Online sales model selection; Dual-channel supply chain; Stackelberg game; Price cross elasticity coefficient

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
一、研究背景与意义 .....	1
二、国内外研究现状 .....	2
三、相关概念介绍 .....	4
(一) 销售渠道 .....	4
(二) 销售模式 .....	4
四、研究内容与方法 .....	5
(一) 研究内容与文章结构 .....	5
(二) 研究方法 .....	7
五、论文创新点 .....	7
第二章 不同渠道的优化模型与求解 .....	8
一、单零售渠道模型 .....	8
二、双渠道结构模型 .....	10
(一) 网络转售双渠道 .....	10
(二) 网络代理双渠道 .....	14
(三) 网络直销双渠道 .....	18
第三章 数值分析 .....	22
一、供应商对网络销售模式的选择 .....	22
二、供应商的选择对零售商期望利润的影响 .....	24
三、供应商的选择对平台商期望利润的影响 .....	26

四、供应商的选择对供应链期望利润的影响.....	28
第四章 总结与展望.....	30
参考文献.....	32
附    录.....	34
致    谢.....	42

## 第一章 绪论

电子商务技术的日益成熟，使销售渠道的结构发生了巨大的变化。大众对网络销售渠道的认可，更促进了供应商双渠道结构的发展与壮大。不可避免的是，传统零售渠道和网络渠道之间存在着竞争，供应商作为主导者，合理地选择销售渠道结构可以为自身赢得更大的利益。本章将阐述本文的研究背景与意义，并总结国内外的研究现状，概述相关理论，说明研究的内容与方法以及论文的创新点。

### 一、研究背景与意义

随着科技稳步、快速的发展，电商经济逐步渗透到生产、流通、消费等各个领域，在发展新经济、培育新业态、拓展新市场、促进产业升级转型等方面发挥着日益重要作用。电商经济的出现促使网络销售模式逐步被更多的大众接受。电子商务作为一种全球新型商业模式，在我国发展了十余年，并依然保持高速增长的态势。根据国家统计局发布的数据来看，2018 年，我国网上零售额达到 90065 亿元，比上年增长 23.9%。其中，通过移动终端交易额达到了 57370 亿元，占比 74.6%，比 5 年前的交易额增长近 21 倍。国家《电子商务“十三五”发展规划》预测到 2021 年我国电子商务交易额超过 50 万亿元，其中网络零售总额达到 20 万亿元左右。电子商务融入到国民经济的各领域，已经成为了我国经济增长的关键动力。随着互联网和移动互联网不断渗透到各个领域，电子商务发展展现出无限潜力和广阔前景，这为我国电商全面深度发展提供机遇，也将引起新一轮制造业与零售业的发展变革。

网络销售作为一种新兴的商业模式，随之而来的是供应商竞争的日趋激烈，市场向供应商提出了更高要求，按需定制、智能化、个性化生产模式，将对传统制造业带来颠覆性变革。供应商需要合理利用电子互联网技术，提高市场响应速度，以迎接电商经济发展带来的挑战。在电子商务环境下，供应商可以通过传统零售渠道销售产品，也可以通过自建网络直销渠道或引入其他网络渠道分销产品。对供应商而言，新型网络销售渠道实现了供应商从产品生产领域向终端销售领域直接跨越，使产品交易成本大幅度降低，大大提高了市场交易效率。不仅如此，供应商在原有传统零售渠道基础上增开网络零售渠道以建立自己的商业领域，一方面与传统零售渠道之间进行竞争，将取代功能日益弱化的零售商，另一方面也

冲击功能日益强大的零售终端。

在传统的销售模式中，供应商只有扩展分销链，增加渠道伙伴，提高分销商或者零售商的个数，才能提高自身的收益，然而这种提高市场覆盖率的方式会显著增加分销成本。更重要的是，中间经销商和零售商的增加会造成营销渠道链代理关系复杂，链层之间信息传递效率低等问题，而且会进一步导致供应商对分销商的依赖性增强，对整条营销渠道链的控制能力大大减弱，从而损害供应商的利润。因此越来越多的供应商开始考虑利用网络销售这种新技术和新方法来重新设计销售模式和整合优化营销渠道链。

在现实中，市场的需求受到诸多因素的影响，譬如社会因素、文化因素和消费者的个人因素等，因此市场需求是一个不确定量。由于零售商和经营的过程中，通过直接接触消费者能够拥有一定的对市场需求的预测能力，同时，平台商掌握了大量的交易数据，也具备强大的市场需求预测能力。

基于以上背景，本文研究在需求不确定情形下，建立单零售渠道、网络转售双渠道、网络代理双渠道和网络直销双渠这四种销售模式的优化博弈模型，分别求解供应商在单零售渠道、网络转售双渠道、网络代理双渠道和网络直销双渠道下的利润，从而作出利益最大化的选择问题。给新市场环境下的供应商提供合理的解决方案。

## 二、国内外研究现状

近年来，有诸多学者研究了供应链成员的渠道选择问题，有学者研究了确定需求下的渠道选择和定价决策问题。聂佳佳<sup>[1]</sup>研究了零售商预测信息分享对制造商渠道结构选择的影响。运用不完全信息动态博弈分别建立了单渠道和双渠道供应链决策模型，得到了贝叶斯均衡的渠道价格和各方最优期望利润。研究发现当零售商的需求预测精度比较低时，制造商应当开通直销渠道。零售商没有动机将预测信息与制造商分享。许传勇等<sup>[2]</sup>研究了两层双渠道供应链的定价问题，通过研究供应商和零售商的决策互动，揭示了网络直销渠道的作用和影响；魏杰等<sup>[3]</sup>分析了多渠道零售商和一个平台组成的供应链中平台的定价顺序和销售模式选择，认为在转售模式下，供应链成员在自己先制定零售价格时获得最高受益；曹裕等<sup>[4]</sup>考虑由线下零售商实体销售与供应商网络销售构成的网络直销,以及由线下零售商实体销售与线上零售商网络销售构成的网络分销两种供应商双渠道模



式,研究“搭便车行为”下供应商模式选择和供应链最优定价与服务决策。李佩等<sup>[5]</sup>分析了间接网络外部性产品之间价格影响系数,佣金费率和固定成本因素的变化导致的最优经营模式的变化;李增禄等<sup>[6]</sup>构建了零售(RR)、代理零售混合(AR)、代理(AA)三种电商平台的运营模型,发现不同模型下供应链成员就信息分享与否则有不同的最优决策;王聪等<sup>[7]</sup>针对一个拥有自建平台的供应商、一个传统零售商和一个可选择的大型电子商务平台,建立了不同渠道运营策略下的供应链 Stackelberg 主从博弈模型,得到了不同渠道策略的均衡条件和均衡结果,并比较了供应商不同策略对供应链成员利润的影响;孙书省等<sup>[8]</sup>在线下垂直实力对等、供应商主导和实体店主导三种渠道权力结构下,构建供应商、实体店和电商之间的博弈模型,探讨线下渠道权力结构与供应商线上销售模式的匹配关系。

有学者研究了不确定需求下的渠道选择和定价决策问题。秦刚<sup>[9]</sup>研究表明,只有当直销边际成本较小时,制造商才会选择增设直销渠道,而且当对市场需求的把握程度越高时,制造商就越倾向于增设直销渠道。在双渠道结构下零售商不愿意与制造商和其他零售商共享私人信息,而零售商之间是否串谋取决于制造商的边际直销成本。当边际直销成本小于某一特定值时零售商选择串谋,否则零售商不串谋。蒋琼<sup>[10]</sup>根据现有的电商渠道销售模式与特征,将以制造商为主导的双渠道供应链划分为网上直销双渠道、网上分销双渠道、网上代销双渠道和网上混合双渠道这四种渠道结构。在传统零售价高于网络零售价的假设下,构建了四种以制造商为核心的 Stackelberg 博弈双渠道供应链决策模型。Abhishek<sup>[11]</sup>发现,当电子零售商受益于焦点产品销售带来的积极外部性,如关联产品销售带来的额外利润时,转售时的零售价格可能会低于代理销售下的价格,并且电子零售商更喜欢转售在某些条件下没有正面外部效应的代理销售。Wang 等<sup>[12]</sup>分析了供应商的电子渠道决策问题,其中供应商选择了直销渠道或第三方寄售渠道来补充其现有的实体零售渠道;Shen 等<sup>[13]</sup>探讨了了供应商与平台零售商和传统分销商的合作模式;秦刚研究了由一个供应商和多个零售商构成的二层供应链,并利用数量竞争和博弈论的方法分析了供应商在不同的信息共享行为下的销售渠道模式选择;蒋琼构建了四种不同的双渠道供应链结构,综合应用博弈论、运筹学、市场经济学等方法分析了在某一特定的市场环境中供应商和零售商在不同双渠道结构下的定价、需求和利润大小关系。Lin 等<sup>[14]</sup>发现,订单履行成本和上游竞争强度之间的相互作用缓和了中介机构最佳模式的选择。更具体地说,当履行订单的

成本很高并且供应商的产品供应相似时(即竞争强度很高),纯经销商模式是首选。当订单履行成本很小且供应商产品差异很大(即竞争激烈程度较低)时,纯市场模式是首选。最后,当订单执行成本适中且供应商的产品相似时(即竞争强度适中),则首选混合模式。这些结果背后的直觉取决于定价权转让与订单履行责任之间的权衡。Yue 等<sup>[15]</sup>研究了制造商应该如何与平台零售商和传统分销商合作。建立了一个 Stackelberg 博弈模型,其中平台零售商通过设定收益分享率领先,而制造商则通过选择一个或两个渠道进行销售,推导了均衡渠道,并描述了各方相关的销售数量、价格和利润。确定了同时确定档期费用和收益分成率对平台零售商总是有利的。

目前关于电商平台的模式选择研究大多基于确定需求环境下进行的,很少有学者考虑不确定环境下的决策问题。而不确定的需求环境是最接近现实的情形。除此以外,很少有文献假设供应链成员有需求预测信息的情形,本文假设零售商和平台商拥有需求预测信息,这与现实中由于数据化和供应链成员的经验积累带来的预测能力相符。

### 三、相关概念介绍

#### (一)销售渠道

销售渠道是指某种产品从生产者向消费者或用户转移过程中所经过的一切取得所有权的商业组织和个人,即产品所有权转移过程中所经过的各个环节连接起来形成的通道<sup>[16]</sup>。即产品由生产者到用户的流通过程中所经历的各个环节连接起来形成的通道。销售渠道的起点是生产者,终点是用户,中间环节包括各种批发商、零售商、商业服务机构。

#### (二)销售模式

销售模式是指为达到分销目标,为产品或服务设定一组渠道成员的关系和任务序列<sup>[17]</sup>。第一个要素是成员。也就是一个产品在抵达消费者手中时,需要经过的成员。第二个要素是长度。也就是一个产品从起点到终点(消费者)需要经过的层级数量。第三个要素就是渠道的密度。密度分为独家、选择和密集三种,独家是指同一级的成员仅此一家不存在竞争,选择是指同一级的成员类别不只一个,密集是指同一级同一个类别的成员不只一家。以如下的结构图为例来直观体现上

述的三个要素：

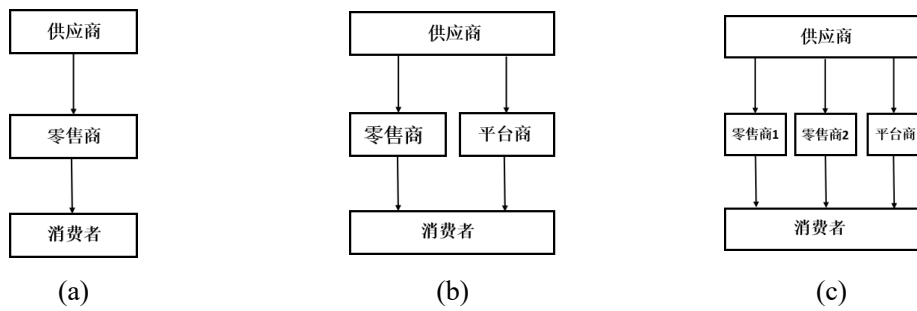


图 1 渠道结构示意图

其中，

表 1 渠道结构的影响因素表

	成员	长度	密度
(a)	供应商、零售商	2	独家
(b)	供应商、零售商、平台商	2	选择
(c)	供应商、零售商、平台商	2	选择、密集

(b)与(c)的相同之处在于，两者的密度都是选择型，也就是对于消费者来说购买渠道不止一种。两者的不同之处在于，对于零售商这一类供应链成员来说，存在内部的竞争关系，也就是图例中零售商 1 和零售商 2 存在内部竞争，这种关系导致了(c)的密度因素更加复杂，既是选择型也是密集型。渠道结构决定了分销效率、成本和分销目标的达成。

## 四、研究内容与方法

### (一)研究内容与文章结构

本文研究的是不确定需求下供应商的网络销售模式的选择问题，本文通过两个维度讨论这个维度。其一，与单零售渠道相比，在何种条件下供应商应该增设另一个网络渠道；其二，在满足增设网络渠道的条件下，如何去选择网络渠道的类型使自身的利益最大化。

首先假设了零售商和平台商的信息结构，其次分别列出了单零售渠道、网络网络转售渠道，网络代理渠道和网络直销渠道中的需求函数和利润函数，然后通过建立 Stackelberg 优化博弈模型并求解得到供应链成员以及供应链整体绩效在

不同的销售模式中的利润最优解。最后,通过给参数假设合理数值,然后用 matlab 画出二维和三维图像的方法,比较不同模式中的利润的大小并给出供应商的模式选择。

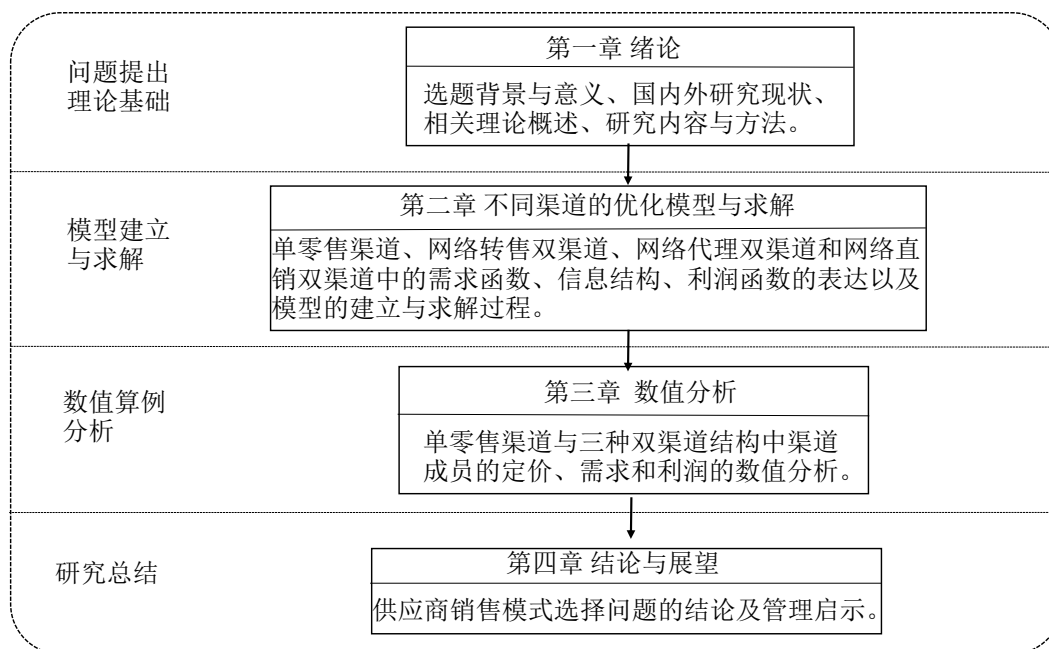


图 2 文章结构图

第一章, 绪论。对本文的选题背景与意义进行了阐述, 对国内外的研究现状进行了列举, 概述了本文需要的相关理论, 渠道与渠道结构的定义。最后, 整理了研究内容与方法以及创新点。

第二章, 不确定需求下的 Stackelberg 优化模型与求解。单零售渠道作为本文的基础渠道结构, 将不确定的市场需求引入到模型中。从需求函数、信息结构和利润函数一步步分析, 通过动态博弈建立决策模型, 最后用逆向归纳法求得供应商和零售商的销售价格均衡解以及利润, 基于单零售渠道的逻辑结构, 本章简化需求函数、信息结构和利润函数的分析部分, 将三种双渠道结构单另成三个小节, 每个小结均包含需求函数、利润函数、决策模型、求解过程和结论五部分。其中三种双渠道结构, 分别指“零售+网络转售”双渠道、“零售+网络代理”双渠道、“零售+网络直销”双渠道。

第三章, 基于数值算例的选择。本章基于第四章的结论, 将参数替换成具体的值, 通过 Matlab 的模拟, 以图示和数据结合的方式, 更直观地表现供应商的

选择方案及其合理性，除此以外本章对零售商和平台商的选择也进行简要的分析。

第四章，研究结论与展望。对上述的所有研究内容进行总结陈述，对供应商未来的发展方向提出建议与展望。

## （二）研究方法

本文的研究方法以数理方法为主，定性分析为辅。数理方法包括逆向归纳法、比较分析法和数值分析法；定性分析包括文献资料研究法。

文献资料研究法在本文的第一章绪论部分采用此法，通过在 CNKI 中国知识资源总库和各大国际数据库中运用关键词检索技术，进行了相关的文献搜集和研读，了解了目前本课题的研究现状，并在此基础上确定了课题的研究方向。博弈论方法在本文的第二章中，在建立决策模型时运用了 Stackelberg 博弈理论建立模型。在本文的第二章中，在对博弈决策模型进行求解时利用了逆向归纳法。在本文的第三章，对单零售渠道和双渠道结构的利润进行对比分析时运用了比较分析法。在本文的第四章，运用 Matlab 软件对相关参数进行模拟时用到数值分析法。

## 五、论文创新点

第一，论文将在市场需求不确定的条件下研究供应商的销售模式选择决策，模型具有很强的一般性。而以往关于渠道选择的研究大都是假定确定性需求，所以在这方面，本文是对销售模式选择、双渠道供应链文献的一个较重要的补充。

第二，论文假设平台商和零售商都具备一定的市场需求的预测能力，并给出了两者的信息结构。而以往的研究中，没有考虑到平台商和零售商具有需求预测信息，本文的假定更接近于现实的情况。

## 第二章 不同渠道的优化模型与求解

### 一、单零售渠道模型

本章考虑一个由供应商和一个零售商组成的基础供应链。在供应链中供应商先发布商品的批发价格 $w_0$ ，然后由零售商决定其零售价格 $p_{r0}$ ，最终消费者以价格 $p_{r0}$ 购买到商品，其结构图如下：

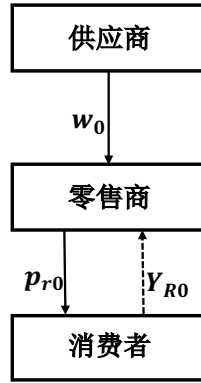


图 3 单零售渠道供应链结构示意图

单零售渠道中，消费者需求受到零售价格的影响。零售价格越高，需求就越小，需求和零售价格呈反比，本文构建了单零售渠道的线性需求函数为：

$$D_{r0} = a - p_{r0} \quad (1)$$

其中 $a$ 是市场潜在需求，是一个随机变量，且 $a = a_0 + \varepsilon_0$ ， $\varepsilon_0 \sim N(0, \sigma_0)$ 。 $e_0$ 为市场波动，期望为 0，方差为 $\sigma_0$ 。

零售商通过分析过去的销售情况可以对市场波动进行预测，且零售商对潜在需求 $a$ 的预测为 $Y_{R0} = a + \varepsilon_{R0}$ ， $\varepsilon_{R0} \sim N(0, \delta_{R0})$ 。 $\varepsilon_{R0}$ 为误差项，其期望是 0，方差是 $\delta_{R0}$ 。

$$E(a|Y_{R0}) = a_0 + t_{R0}(Y_{R0} - a_0) \quad (2)$$

$$E((Y_{R0} - a_0)^2) = \sigma_0 + \delta_{R0} \quad (3)$$

其中， $t_{R0} = \frac{\sigma_0}{\sigma_0 + \delta_{R0}}$ 。

零售商承担着商品的陈列及存储的成本，本文将这一系列成本定义为零售渠道的运营总成本，并用符号 $c_r$ 表示。在单零售渠道的情形下，零售商拥有需求预测信息 $\{Y_{R0}\}$ ，条件期望利润函数为：

$$E[\pi_{R0}|Y_{R0}] = E[((p_{r0} - w_0)(a - p_{r0}) - c_r)|Y_{R0}] \quad (4)$$

供应商提供商品给零售商，假设供应商的生产成本为 0，那么期望利润函数为：

$$E[\pi_{S0}] = E[w_0(a - p_{r0})] \quad (5)$$

在供应商主导的 Stackelberg 博弈下，决策顺序是：

Step1: 供应商决定批发价格  $w_0$ ，

Step2: 给定供应商批发价格  $w_0$ ，零售商以利润最大化为目标决定销售价格  $p_{r0}$ 。

优化博弈模型如下：

$$\begin{cases} \max_{w_0} E[\pi_{S0}(w_0, p_{r0}(w_0))] \\ p_{r0}(w_0) \text{ 由下面问题得到} \\ \max_{p_{r0}} E[\pi_{R0}(p_{r0})|Y_{R0}] \end{cases} \quad (6)$$

利用逆向归纳法，得到定理 1。

定理 1：单零售渠道模式下，供应商的最优批发价格  $w_0^*$ ，零售商的最优零售价格  $p_{r0}^*$ ，分别为：

$$w_0^* = \frac{1}{2} a_0 \quad (7)$$

$$p_{r0}^* = \frac{3}{4} a_0 + \frac{t_{R0}}{2} (Y_{R0} - a_0) \quad (8)$$

零售商的期望利润  $\Pi_{R0}^*$  和供应商的期望利润  $\Pi_{S0}^*$  分别为：

$$\Pi_{R0}^* = \frac{1}{16} a_0^2 - \frac{t_{R0}^2}{4} (\sigma_0 + \delta_{R0}) - c_r \quad (9)$$

$$\Pi_{S0}^* = \frac{1}{8} a_0^2. \quad (10)$$

证明：首先，进行动态博弈的第二阶段，在给定供应商批发价格  $w_0$  下，依据零售商的条件利润函数式(4)最大化为目标，对式(4)关于商品价格  $p_{r0}$  求一阶和二阶导数：

$$\frac{dE[\pi_{R0}(p_{r0})|Y_{R0}]}{dp_{r0}} = -2p_{r0} + w_0 + a_0 + t_{R0}(Y_{R0} - a_0) \quad (11)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{R0}(p_{r0})|Y_{R0}]}{dp_{r0}^2} = -2 \quad (12)$$

由于  $\frac{d^2E[\pi_{R0}(p_{r0})|Y_{R0}]}{dp_{r0}^2} = -2 < 0$  恒成立，因此  $[\pi_{R0}(p_{r0})|Y_{R0}]$  是关于  $p_{r0}$  的凹函数，有最优的商品价格  $p_{r0}$  使零售商收益最大。令式(11)为零，可得到零售商的反应函数：

$$p_{r0}(w_0) = \frac{1}{2} w_0 + \frac{1}{2} a_0 + \frac{1}{2} t_{R0}(Y_{R0} - a_0) \quad (13)$$

然后，进行动态博弈的第一阶段，供应商了解到零售商会根据式(13)来选择

商品价格 $p_{r0}$ ，于是将式(13)代入供应商的利润函数式(5)，对 $w_0$ 求一阶和二阶导数：

$$\frac{dE[\pi_{S0}(w_0, p_{r0}(w_0))]}{dw_0} = -w_0 + \frac{1}{2}a_0 \quad (14)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{S0}(w_0, p_{r0}(w_0))]}{dw_0^2} = -1 \quad (15)$$

由于 $\frac{d^2E[\pi_{S0}(w_0, p_{r0}(w_0))]}{dw_0^2} = -1 < 0$ 恒成立，因此 $E[\pi_{S0}(w_0, p_{r0}(w_0))]$ 是关于 $w_0$ 的凹函数，有最优的批发价格 $w_0$ 使供应商收益最大。令式(11)为零，可得到供应商的最优解，即(5)式，将式(5)代入式(13)得到式(8)：

最后，将式(5)和式(8)分别代入式(4)并求期望则得到零售商的期望利润式(9)，将式(5)和式(8)分别代入式(3)并求期望则得到供应商的利润式(10)。

## 二、双渠道结构模型

### (一)网络转售双渠道

网络转售渠道是指，平台商以批发价 $w_1$ 从供应商批发商品，再通过网络以价格 $p_d$ 售卖给消费者，结构图如下所示：

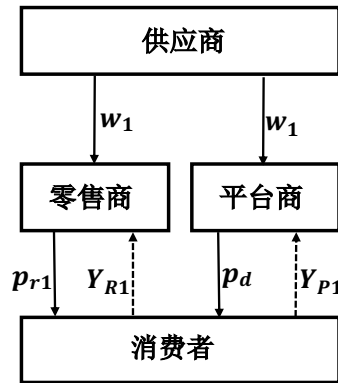


图 4 网络转售双渠道供应链结构示意图

在网络转售双渠道中，零售渠道的需求函数不仅与其自身的销售价格 $p_{r1}$ 有关，还与其竞争的转售渠道的销售价格 $p_d$ 有关， $p_d$ 越小，消费者越有可能前往网络转售渠道购买商品，那么零售渠道的需求就会变小，因此 $p_d$ 与 $D_r$ 呈正比，得到零售渠道的需求函数如下：

$$D_{r1} = \theta a - p_{r1} + b p_d \quad (16)$$

同理，转售渠道的需求函数为：



$$D_d = (1 - \theta)a - p_d + bp_{r1} \quad (17)$$

在双渠道结构中，消费者在零售商和平台商两方的需求共同构成了消费者的潜在市场需求，本文假设零售渠道的消费者比例为 $\theta(0 < \theta < 1)$ ，那么网络渠道的消费者比例为 $(1 - \theta)$ 。双渠道之间存在竞争，这种竞争与价格有关，本文假设零售渠道和网络渠道之间的价格交叉弹性系数为 $b(0 < b < 1)$ 。

假设其中的 $a$ 是指零售商对潜在需求，是一个随机变量，且 $a = a_0 + \varepsilon_1$ ， $\varepsilon_1 \sim N(0, \sigma_1)$ 。（后面也要有） $\varepsilon_1$ 为市场波动，期望为 $0$ ，方差为 $\sigma_1$ 。零售商的预测需求信息为 $Y_{R1} = a + \varepsilon_{R1}$ ， $\varepsilon_{R1} \sim N(0, \delta_{R1})$ 。 $\varepsilon_{R1}$ 为误差项，其期望是 $0$ ，方差是 $\delta_{R1}$ 。

$$E[a|Y_{R1}] = a_0 + t_{R1}(Y_{R1} - a_0) \quad (18)$$

$$E((Y_{R1} - a_0)^2) = \sigma_1 + \delta_{R1} \quad (19)$$

其中， $t_{R1} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \delta_{R1}}$ 。

在网络转售双渠道中，平台商往往掌握着大量的需求预测信息，因此我们假设平台商通过历史交易数据对市场波动进行预测，得到的预测信息是 $Y_{P1} = a + \varepsilon_{P1}$ ， $\varepsilon_{P1}$ 为误差项，其期望是 $0$ ，方差是 $\delta_{P1}$ 。

$$E[a|Y_{P1}] = a_0 + t_{P1}(Y_{P1} - a_0) \quad (20)$$

$$E((Y_{P1} - a_0)^2) = \sigma_1 + \delta_{P1} \quad (21)$$

$$E[a|Y_{R1}, Y_{P1}] = a_0 + J_1(Y_{R1} - a_0) + K_1(Y_{P1} - a_0) \quad (22)$$

其中 $t_{P1} = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \delta_{P1}}$ ， $J_1 = \frac{\delta_{P1}\sigma_1}{\delta_{R1}\delta_{P1} + \sigma_1(\delta_{R1} + \delta_{P1})}$ ， $K_1 = \frac{\delta_{R1}\sigma_1}{\delta_{R1}\delta_{P1} + \sigma_1(\delta_{R1} + \delta_{P1})}$ 。

在网络转售双渠道中，平台商先以批发价 $w_1$ 从供应商批发商品，再通过网络以价格 $p_d$ 售卖给消费者，供应链的决策顺序为：

Step1: 供应商决定批发价格 $w_1$ ，

Step2: 给定供应商批发价格 $w_1$ ，平台商以最大化为目标平台商决定销售价格 $p_d$

Step3: 给定供应商批发价格 $w_1$ 和网络转售渠道的销售价格 $p_d$ ，零售商以最大化为目标决定销售价格 $p_{r1}$ 。

在网络转售双渠道的情形下，平台商的信息集为 $\{Y_{P1}\}$ ，且平台发布价格是及时且透明的，零售商在制定销售价格前会参考平台发布的价格，此时零售商的信息集为 $\{Y_{R1}, Y_{P1}\}$ ，零售商的条件期望利润函数为：

$$E[\pi_{R1}|Y_{R1}, Y_{P1}] = E[(p_{r1} - w_1)(\theta a - p_{r1} + bp_d) - c_r] | Y_{R1}, Y_{P1} \quad (23)$$

平台商的条件期望利润函数为：

$$E[\pi_{P1}|Y_{P1}] = E\left[\left((p_d - w_1)((1 - \theta)a - p_d + bp_{r1}) - c_d\right)|Y_{P1}\right] \quad (24)$$

供应商的期望利润函数为

$$E[\pi_{S1}] = E[w_1(D_{r1} + D_d)] = E[w_1(a + (b - 1)(p_{r1} + p_d))] \quad (25)$$

优化博弈模型如下：

$$\begin{cases} \max_{w_1} E[\pi_{S1}(p_d(w_1), p_{r1}(w_1, p_d(w_1)))] \\ p_d(w_1) \text{ 和 } p_{r1}(w_1, p_d(w_1)) \text{ 由下面问题得到} \\ \begin{cases} \max_{p_d} E[\pi_{P1}(p_d, p_r(w_1, p_d))|Y_{P1}] \\ p_{r1}(w_1, p_d) \text{ 由下面问题得到} \\ \max_{p_{r1}} E[\pi_{R1}(p_d)|Y_{R1}, Y_{P1}] \end{cases} \end{cases} \quad (26)$$

利用逆向归纳法，得到定理 2。

定理 2：网络转售双渠道模式下，供应商的最优批发价为  $w_1^*$ ，平台商的最优转售价格  $p_d^*$ ，零售商的最优零售价格  $p_{r1}^*$  分别为，

$$w_1^* = A_{w1}a_0 \quad (27)$$

$$p_d^* = A_da_0 + B_d(Y_{P1} - a_0) \quad (28)$$

$$p_{r1}^* = A_{r1}a_0 + B_{r1}(Y_{P1} - a_0) + \frac{\theta}{2}J_1(Y_{R1} - a_0) \quad (29)$$

零售商的期望利润  $\Pi_{R1}^*$ 、供应商的期望利润  $\Pi_{S1}^*$  和平台商的期望利润  $\Pi_{P1}^*$  分别为，

$$\Pi_{R1}^* = A_{R1}a_0^2 - B_{R1}\delta_{P1} - \frac{\theta^2 J_1^2}{4}\delta_{R1} - B_{R1}\sigma_1 - c_r \quad (30)$$

$$\Pi_{S1}^* = A_{w1}((b - 1)(A_{r1} + A_d) + 1)a_0^2 \quad (31)$$

$$\Pi_{P1}^* = A_{P1}a_0^2 + B_d(bB_{r1} - B_d)\delta_{P1} + B_{P1}\sigma_1 - c_d \quad (32)$$

其中， $A_{w1} = \frac{-\theta b^3 + \theta b^2 - 2b^2 + 2b + 4}{2(b^4 + 2b^3 - 7b^2 - 4b + 8)}$ ，

$$A_{r1} = \frac{\theta(-3b^6 - 8b^5 + 13b^4 + 48b^3 - 52b^2 - 64b + 64) + 2b^5 - 6b^3 - 12b^2 + 8b + 16}{8(2 - b^2)(b^4 + 2b^3 - 7b^2 - 4b + 8)},$$

$$B_{r1} = \frac{\theta}{2} + \frac{\theta J_1 b^2 - 2\theta b + 2b}{4(2 - b^2)}t_{P1} + \frac{\theta b^2}{4(2 - b^2)}K_1,$$

$$A_d = \frac{\theta(3b^5 - 2b^4 - 23b^3 + 22b^2 + 32b - 32) + 6b^4 + 4b^3 - 34b^2 - 8b + 40}{4(2 - b^2)(b^4 + 2b^3 - 7b^2 - 4b + 8)},$$

$$B_d = \frac{\theta J_1 b - 2\theta + 2}{2(2 - b^2)}t_{P1} + \frac{\theta b}{2(2 - b^2)}K_1, \quad A_{R1} = (A_{r1} - A_{w1}) \cdot (\theta - A_{r1} + bA_d),$$

$$B_{R1} = \frac{\theta^2 J_1^2 + 4B_{r1}(1 + \theta J_1)}{4}, \quad A_{P1} = (A_d - A_{w1})(-A_d + bA_{r1} - \theta + 1),$$

$$B_{P1} = B_d(bB_{r1} - B_d + \frac{\theta b}{2}J_1).$$

证明：首先，进行动态博弈的第三阶段，在给定供应商批发价格 $w_1$ 和网络转售渠道的销售价格 $p_d$ 下，依据零售商的条件利润函数式(23)最大化为目标，对(23)式关于商品价格 $p_{r1}$ 求一阶和二阶导数：

$$\frac{dE[\pi_{R1}(p_d)|Y_{R1}, Y_{P1}]}{dp_{r1}} = -2p_{r1} + bp_d + w_1 + \theta a_0 + \theta J_1(Y_{R1} - a_0) + \theta K_1(Y_{P1} - a_0) \quad (33)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{R1}(p_d)|Y_{R1}, Y_{P1}]}{dp_{r1}^2} = -2, \quad (34)$$

由于 $\frac{d^2E[\pi_{R1}(p_d)|Y_{R1}, Y_{P1}]}{dp_{r1}^2} = -2 < 0$ 恒成立，因此 $E[\pi_{R1}(p_d)|Y_{R1}, Y_{P1}]$ 是关于 $p_{r1}$ 的凹函数，有最优的商品价格 $p_{r1}$ 使零售商收益最大。令(33)式为零，可得到零售商的最佳响应函数：

$$p_{r1}(w_1, p_d) = \frac{1}{2}w_1 + \frac{b}{2}p_d + \frac{\theta}{2}a_0 + \frac{\theta}{2}J_1(Y_{R1} - a_0) + \frac{\theta}{2}K_1(Y_{P1} - a_0) \quad (35)$$

然后，进行动态博弈的第二阶段，平台商了解到零售商会根据式(35)来选择商品价格 $p_{r1}$ ，于是将式(35)代入平台商的利润函数式(24)，对 $p_d$ 求一阶和二阶导数：

$$\begin{aligned} \frac{dE[\pi_{P1}(p_d, p_{r1}(w_1, p_d))|Y_{P1}]}{dp_d} &= (b^2 - 2)p_d + \left(-\frac{b^2}{2} + \frac{b}{2} + 1\right)w_1 + \left(\frac{\theta}{2}b - \theta + 1\right)a_0 + \\ &\quad \left(\left(\frac{\theta J_1}{2}b - \theta + 1\right)t_{P1} + \frac{\theta b}{2}K_1\right)(Y_{P1} - a_0) \end{aligned} \quad (36)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{P1}(p_d, p_{r1}(w_1, p_d))|Y_{P1}]}{dp_d^2} = b^2 - 2 \quad (37)$$

由于 $0 < b < 1$ ，则 $0 < b^2 < 1$ 且 $-2 < b^2 - 2 < -1$ ，因此

$\frac{d^2E[\pi_{P1}(p_d, p_{r1}(w_1, p_d))|Y_{P1}]}{dp_d^2} < 0$ 恒成立，因此 $E[\pi_{P1}(p_d, p_{r1}(w_1, p_d))|Y_{P1}]$ 是关于 $p_d$ 的凹函数，有最优的商品价格 $p_d$ 使平台商收益最大。令式(30)为零，可得到平台商的反应函数：

$$p_d(w_1) = \frac{-b^2 + b + 2}{2(2 - b^2)}w_1 + \frac{\theta b - 2\theta + 2}{2(2 - b^2)}a_0 + \left(\frac{\theta J_1 b - 2\theta + 2}{2(2 - b^2)}t_{P1} + \frac{\theta b}{2(2 - b^2)}K_1\right)(Y_{P1} - a_0) \quad (38)$$

因此将(32)代入(30)可以得到

$$\begin{aligned} p_r(w_1) &= \frac{-b^3 - b^2 + 2b + 4}{4(2 - b^2)}w_1 + \frac{-\theta b^2 - 2\theta b + 2b + 4\theta}{4(2 - b^2)}a_0 + \left(\frac{\theta}{2} + \frac{\theta J_1 b^2 - 2\theta b + 2b}{4(2 - b^2)}t_{P1} + \right. \\ &\quad \left. \frac{\theta b^2}{4(2 - b^2)}K_1\right)(Y_{P1} - a_0) + \frac{\theta}{2}J_1(Y_{R1} - a_0) \end{aligned} \quad (39)$$

最后，进行动态博弈的第一阶段，供应商了解到平台商会根据式(39)来选择商品品价格 $p_d$ ，于是将式(39)代入供应商的利润函数式(25)，对 $w_1$ 求一阶和二阶导数：

$$\frac{dE[\pi_{S1}(p_d(w_1), p_r(w_1))]}{dw_1} = \frac{-b^4 - 2b^3 + 7b^2 + 4b - 8}{2(2-b^2)} w_1 + \frac{-\theta b^3 + \theta b^2 - 2b^2 + 2b + 4}{4(2-b^2)} a_0 \quad (40)$$

$$\frac{d^2 E[\pi_{S1}(p_d(w_1), p_r(w_1))]}{dw_1^2} = \frac{-b^4 - 2b^3 + 7b^2 + 4b - 8}{2(2-b^2)} \quad (41)$$

由于  $0 < b < 1$  可得  $0 < b^2 < 1$ ,  $0 < b^3 < 1$ ,  $0 < b^4 < 1$ , 因此  $-b^4 - 2b^3 + 7b^2 + 4b - 8 > 0$  恒成立, 也就是  $\frac{-b^4 - 2b^3 + 7b^2 + 4b - 8}{2(2-b^2)} < 0$  恒成立, 因此

$E[\pi_{S1}(p_d(w_1), p_r(w_1))]$  是关于  $w_1$  的凹函数, 有最优的批发价  $w_1$  使供应商收益最大。令式(40)为零, 可得到式(27), 代入式(38)可得式(28), 代入式(39)可得式(29)。将式(27)、式(28)和式(29)代入零售商的条件期望利润函数(23)得到式(30), 代入供应商的期望利润函数(24)可得式(31), 代入平台商的条件期望利润函数(25)得到式(31)。

## (二) 网络代理双渠道

网络代理渠道是指, 平台商通过收取佣金的方式提供平台给供应商, 供应商自主制定销售价格  $p_a$ , 消费者以价格  $p_a$  购买到商品, 结构图如下所示:

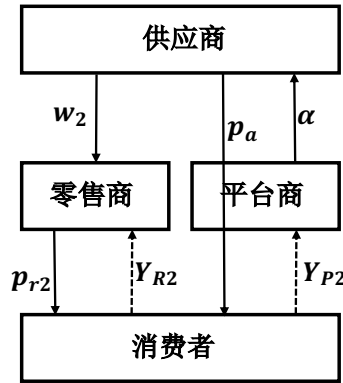


图 5 网络转售双渠道供应链结构示意图

在网络代理双渠道中, 零售渠道的需求函数不仅与其自身的销售价格  $p_r$  有关, 还与其竞争的代理渠道的销售价格  $p_a$  有关,  $p_a$  越小, 消费者越有可能前往网络代理渠道购买商品, 那么零售渠道的需求就会变小, 因此  $p_a$  与  $D_r$  呈正比, 得到零售渠道的需求函数如下:

$$D_{r2} = \theta a - p_{r2} + b p_a \quad (42)$$

同理, 代理渠道的需求函数为:

$$D_a = (1 - \theta) a - p_a + b p_{r2} \quad (43)$$

在双渠道结构中,消费者在零售商和平台商两方的需求共同构成了消费者的潜在市场需求,本文假设零售渠道的消费者比例为 $\theta(0 < \theta < 1)$ ,那么网络渠道的消费者比例为 $(1 - \theta)$ 。双渠道之间存在竞争,这种竞争与价格有关,本文假设零售渠道和网络渠道之间的价格交叉弹性系数为 $b(0 < b < 1)$ 。 $a$ 是指零售商对潜在需求,是一个随机变量,且 $a = a_0 + \varepsilon_2$ ,  $\varepsilon_2 \sim N(0, \sigma_2)$ 。 $\varepsilon_2$ 为市场波动,期望为 0,方差为 $\sigma_2$ 。零售商的预测需求信息为 $Y_{R2} = a + \varepsilon_{R2}$ ,  $\varepsilon_{R2} \sim N(0, \delta_{R2})$ 。 $\varepsilon_{R2}$ 为误差项,其期望是 0,方差是 $\delta_{R2}$ 。

$$E[a|Y_{R2}] = a_0 + t_{R2}(Y_{R2} - a_0) \quad (44)$$

$$E((Y_{R2} - a_0)^2) = \sigma_2 + \delta_{R2} \quad (45)$$

其中,  $t_{R2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_2 + \delta_{R2}}$ 。

平台商往往掌握着大量的需求预测信息,因此我们假设平台商通过历史交易数据对市场波动进行预测,得到的预测信息是 $Y_{P2} = a + \varepsilon_{P2}$ ,  $\varepsilon_{P2}$ 为误差项,其期望是 0,方差是 $\delta_{P2}$ 。

$$E[a|Y_{P2}] = a_0 + t_{P2}(Y_{P2} - a_0) \quad (46)$$

$$E((Y_{P2} - a_0)^2) = \sigma_2 + \delta_{P2} \quad (47)$$

$$E[a|Y_{R2}, Y_{P2}] = a_0 + J_2(Y_{R2} - a_0) + K_2(Y_{P2} - a_0) \quad (48)$$

其中 $t_{P2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_2 + \delta_{P2}}$ ,  $J_2 = \frac{\delta_{P2}\sigma_2}{\delta_{R2}\delta_{P2} + \sigma_2(\delta_{R2} + \delta_{P2})}$ ,  $K_2 = \frac{\delta_{R2}\sigma_2}{\delta_{R2}\delta_{P2} + \sigma_2(\delta_{R2} + \delta_{P2})}$ 。

在网络代理渠道中,供应链成员的决策顺序为:

Step1: 供应商决定批发价格 $w_2$ 和销售价格 $p_a$ ,

Step2: 给定供应商批发价格 $w_2$ 和网络代理渠道的销售价格 $p_a$ ,零售商以最大化为目标决定销售价格 $p_{r2}$ 。

在网络代理双渠道的情形下,平台先决定佣金比例 $\alpha(0 < \alpha < 1)$ ,平台商的预测信息 $Y_{P2}$ 随着佣金比例传递给了供应商,此时供应商的信息集为 $\{Y_{P2}\}$ 。平台商发布的销售价格通过公开的网络媒介传递到了零售商,此时零售商的信息集为 $\{Y_{R2}, Y_{P2}\}$ ,零售商的条件期望利润函数为:

$$E[\pi_{R2}|Y_{R2}, Y_{P2}] = E[(p_{r2} - w_2)(\theta a - p_{r2} + bp_a) - c_r|Y_{R2}, Y_{P2}] \quad (49)$$

供应商的信息集为 $\{Y_{P2}\}$ ,条件期望利润函数为

$$E[\pi_{S2}|Y_{P2}] = E[(w(\theta a - p_{r2} + bp_a) + p_a(1 - \alpha)((1 - \theta)a - p_a + bp_{r2}))|Y_{P2}] \quad (50)$$

平台商的条件期望利润函数为：

$$E[\pi_{P2}|Y_{P2}] = E[(\alpha p_a((1-\theta)a - p_a + bp_{r2}) - c_a)|Y_{P2}] \quad (51)$$

优化博弈模型如下：

$$\begin{cases} \max_{w_2, p_a} E[\pi_{S2}(w_2, p_a, p_r(w_2, p_a))|Y_{P2}] \\ p_{r2}(w_2, p_a) \text{ 由下面问题得到} \\ \max_{p_{r2}} E[\pi_{R2}(p_{r2})|Y_{R2}, Y_{P2}] \end{cases} \quad (52)$$

利用逆向归纳法，得到定理 3。

定理 3：网络代理双渠道模式下，供应商的最优批发价为  $w_2^*$ ，平台商的最优代理价格为  $p_a^*$ ，零售商的最优零售价格为  $p_{r2}^*$ ，

$$w_2^* = A_{w2}a_0 + B_{w2}(Y_{P2} - a_0) \quad (53)$$

$$p_a^* = A_a a_0 + B_a(Y_{P2} - a_0) \quad (54)$$

$$p_{r2}^* = A_{r2}a_0 + B_{r2}(Y_{P2} - a_0) + \frac{\theta}{2}J_2(Y_{R2} - a_0) \quad (55)$$

零售商的期望利润  $\Pi_{R2}^*$ 、供应商的期望利润  $\Pi_{S2}^*$  和平台商的期望利润  $\Pi_{P2}^*$  分别为，

$$\Pi_{R2}^* = A_{R2}a_0^2 - \frac{\theta^2}{4}J_2^2\delta_{R2} + B_{RP2}\delta_{P2} + B_{R2}\sigma_2 - c_r \quad (56)$$

$$\Pi_{S2}^* = A_{S2}a_0^2 + B_{SP2}\delta_{P2} + B_{S2}\sigma_2 \quad (57)$$

$$\Pi_{P2}^* = A_{P2}a_0^2 + B_{PP2}\delta_{P2} + B_{P2}\sigma_2 - c_a \quad (58)$$

其中， $A_a = \frac{3(\alpha\theta b - 2\theta b - 4\alpha\theta + 4\alpha + 4\theta - 4)}{4(1-\alpha)(2-b^2) + \alpha^2 b^2}$ ， $B_a = \frac{\theta b(2\alpha + \alpha J_2 - 2J_2)}{4(1-\alpha)(2-b^2) + \alpha^2 b^2}$ ，

$$A_{w2} = \frac{\theta}{2} - \frac{\alpha b}{2}A_a, \quad B_{w2} = \theta\left(1 - \frac{J_2}{2}\right) - \frac{\alpha b}{2}B_a, \quad A_{r2} = \frac{1}{2}A_{w2} + \frac{b}{2}A_a + \frac{\theta}{2},$$

$$B_{r2} = \frac{1}{2}B_{w2} + \frac{b}{2}B_a + \frac{\theta}{2}K_2, \quad A_{R2} = (A_{r2} - A_{w2})(bA_a - A_{r2} + \theta),$$

$$B_{RP2} = bB_a B_{r2} + B_{w2}B_{r2} - B_{r2}^2 - bB_a B_{w2},$$

$$B_{R2} = B_{r2}(bB_a + B_{w2} - B_{r2} - \theta J_2) + bB_a\left(\frac{\theta}{2}J_2 - B_{w2}\right) + \frac{\theta}{2}J_2 B_{w2} - \frac{\theta^2}{4}J_2^2,$$

$$A_{S2} = A_{w2}(-A_{r2} + bA_a + \theta) + (1-\alpha)A_a(bA_{r2} - A_a + 1 - \theta),$$

$$B_{SP2} = B_{w2}(bB_a - B_{r2}) + B_a(bB_{r2} - B_a),$$

$$B_{S2} = B_{w2}\left(bB_a - B_{r2} - \frac{\theta}{2}J_2\right) + B_a(b(B_{r2} + \frac{\theta}{2}J_2) - B_a),$$

$$A_{P2} = \alpha A_a(bA_{r2} - A_a - \theta + 1), \quad B_{PP2} = \alpha B_a(bB_{r2} - B_a),$$

$$B_{P2} = \alpha B_a\left(bB_{r2} - B_a + \frac{\theta b}{2}J_2\right).$$

证明：首先进行动态博弈的第二阶段，在给定供应商批发价格 $w_2$ 和网络代理渠道的销售价格 $p_a$ 下，依据零售商的条件利润函数式(49)最大化为目标，对式(49)关于商品价格 $p_{r2}$ 求一阶和二阶导数：

$$\frac{dE[\pi_{R2}(p_{r2})|Y_{R2}, Y_{P2}]}{dp_{r2}} = -2p_{r2} + bp_a + w_2 + \theta a_0 + \theta J_2(Y_{R2} - a_0) + \theta K_2(Y_{P2} - a_0) \quad (59)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{R2}(p_{r2})|Y_{R2}, Y_{P2}]}{dp_{r2}^2} = -2 \quad (60)$$

由于 $\frac{d^2E[\pi_{R2}(p_{r2})|Y_{R2}, Y_{P2}]}{dp_{r2}^2} = -2 < 0$ 恒成立，因此 $E[\pi_{R2}(p_{r2})|Y_{R2}, Y_{P2}]$ 是关于 $p_{r2}$ 的凹函数，有最优的商品价格 $p_{r2}$ 使零售商收益最大。令式(59)为零，可得到零售商的反应函数：

$$p_{r2}(w_2, p_a) = \frac{1}{2}w_2 + \frac{b}{2}p_a + \frac{\theta}{2}a_0 + \frac{\theta}{2}J_2(Y_{R2} - a_0) + \frac{\theta}{2}K_2(Y_{P2} - a_0) \quad (61)$$

然后，进行动态博弈的第二阶段，供应商了解到零售商会根据式(61)来制定商品价格 $p_{r2}$ ，于是将式(61)带入供应商的利润函数式(50)，分别对 $p_a$ 和 $w_2$ 求一阶和二阶和交叉偏导数：

$$\frac{\partial E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial w_2} = -w_2 - \frac{\alpha b}{2}p_a + \theta \left(1 - \frac{J_2}{2}\right)t_{P2}(Y_{P2} - a_0) + \frac{\theta}{2}a_0 \quad (62)$$

$$\frac{\partial E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial p_a} = (1 - \alpha)(b^2 - 2)p_a - \frac{\alpha b}{2}w_2 + (1 - \alpha) \left( (1 - \theta)a_0 + \frac{\theta b}{2}a_0 + \frac{\theta b J_2}{2}t_{P2}(Y_{P2} - a_0) \right), \quad (63)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial w_2^2} = -1, \quad (64)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial p_a^2} = (1 - \alpha)(b^2 - 2), \quad (65)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial w_2 \partial p_a} = -\frac{\alpha b}{2}, \quad (66)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S1}(w_2, p_a, p_{r1}(w_2, p_a))|Y_{P2}]}{\partial p_a \partial w_2} = -\frac{\alpha b}{2}, \quad (67)$$

得到 Hessian 矩阵为 $\begin{pmatrix} -1 & -\frac{\alpha b}{2} \\ -\frac{\alpha b}{2} & (1 - \alpha)(b^2 - 2) \end{pmatrix}$ ，该矩阵的一阶主子式为 $-1 < 0$ ，二阶主子式

$$\begin{vmatrix} -1 & -\frac{\alpha b}{2} \\ -\frac{\alpha b}{2} & (1 - \alpha)(b^2 - 2) \end{vmatrix} = (1 - \alpha)(2 - b^2) - \frac{\alpha^2 b^2}{4}$$

当  $(1 - \alpha)(2 - b^2) - \frac{\alpha^2 b^2}{4} > 0$  成立时，Hessian 矩阵负定，此时，

$E[\pi_{s1}(w_2, p_a, p_{r2}(w_2, p_a)) | Y_{P2}]$  是关于  $w_2$  和  $p_a$  的联合凹函数，有最优的批发价  $w_2$  和代理销售价格  $p_a$  使供应商的利润达到最大，使(62)和(63)为零，并联立两式，得到：

$$\begin{cases} -w_2 - \frac{\alpha b}{2} p_a + \theta \left(1 - \frac{J_2}{2}\right) t_{P2}(Y_{P2} - a_0) + \frac{\theta}{2} a_0 = 0 \\ (1 - \alpha)(b^2 - 2)p_a - \frac{\alpha b}{2} w_2 + (1 - \alpha) \left( (1 - \theta)a_0 + \frac{\theta b}{2} a_0 + \frac{\theta b J_2}{2} t_{P2}(Y_{P2} - a_0) \right) = 0 \end{cases}$$

求解得到式(53)和(54)，将式(53)和(54)代入到式(61)进行求解得到式(55)。将式(53)、(54)和(55)代入到零售商的利润函数式(49)得到式(56)，代入到供应商的利润函数式(50)得到式(57)，代入到平台商的利润函数式(51)得到式(58)。

### (三) 网络直销双渠道

网络直销渠道是指，供应商自建平台，直面消费者进行销售，平台商不参与销售的模式图如下所示：

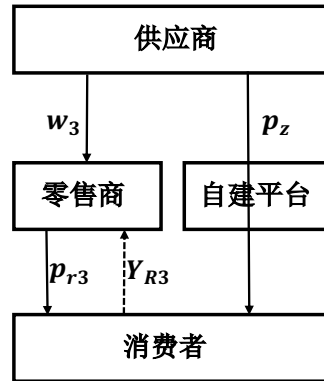


图 6 网络转售双渠道供应链结构示意图

在网络直销双渠道中，零售渠道的需求函数不仅与其自身的销售价格  $p_{r3}$  有关，还与其竞争的直销渠道的销售价格  $p_z$  有关， $p_z$  越小，消费者越有可能前往网络直销渠道购买商品，那么零售渠道的需求就会变小，因此  $p_z$  与  $D_{r3}$  呈正比，得到零售渠道的需求函数如下：

$$D_{r3} = \theta a - p_{r3} + b p_z \quad (68)$$

同理，直销渠道的需求函数为：

$$D_z = (1 - \theta)a - p_z + b p_{r3} \quad (69)$$



在双渠道结构中，消费者在零售商和平台商两方的需求共同构成了消费者的潜在市场需求，本文假设零售渠道的消费者比例为 $\theta(0 < \theta < 1)$ ，那么网络渠道的消费者比例为 $(1 - \theta)$ 。双渠道之间存在竞争，这种竞争与价格有关，本文假设零售渠道和网络渠道之间的价格交叉弹性系数为 $b(0 < b < 1)$ 。的 $a$ 是指零售商对潜在需求,是一个随机变量，且 $a = a_0 + \varepsilon_3$ ， $\varepsilon_3 \sim N(0, \sigma_3)$ 。 $\varepsilon_3$ 为市场波动，期望为 0，方差为 $\sigma_3$ 。零售商的预测需求信息为 $Y_{R3} = a + \varepsilon_{R3}$ ， $\varepsilon_{R3} \sim N(0, \delta_{R3})$ 。 $\varepsilon_{R3}$ 为误差项，其期望是 0，方差是 $\delta_{R3}$ 。

$$E[a|Y_{R3}] = a_0 + t_{R3}(Y_{R3} - a_0) \quad (70)$$

$$E((Y_{R3} - a_0)^2) = \sigma_3 + \delta_{R3}, \quad (71)$$

其中， $t_{R3} = \frac{\sigma_3}{\sigma_3 + \delta_{R3}}$ 。

在网络直销渠道中，供应链成员的决策顺序为：

Step1: 供应商决定批发价格 $w_3$ 和自建平台的销售价格 $p_z$ ，

Step2: 给定供应商批发价格 $w_3$ 和自建平台的销售价格 $p_z$ ，零售商以最大化为目标决定销售价格 $p_{r3}$ 。

在网络直销双渠道的情形下，零售商的需求预测信息为 $\{Y_{R3}\}$ ，其条件期望利润函数为：

$$E[\pi_{R3}|Y_{R3}] = E[(p_{r3} - w_3)(\theta a - p_{r3} + bp_z) - c_r] | Y_{R3} \quad (72)$$

供应商的期望利润函数为

$$E[\pi_{S3}] = E[w_3(\theta a - p_{r3} + bp_z) + p_z((1 - \theta)a - p_z + bp_{r3}) - c_z] \quad (73)$$

优化博弈模型如下：

$$\begin{cases} \max_{w_3, p_z} E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))] \\ p_{r3}(w_3, p_z) \text{ 由下面问题得到} \\ \max_{p_{r3}} E[\pi_{R3}(p_{r3}) | Y_{R3}] \end{cases} \quad (74)$$

利用逆向归纳法，得到定理 4。

定理 4：网络直销双渠道模式下，供应商的最优批发价为 $w_3^*$ ，平台商的最优代理价格 $p_z^*$ ，零售商的最优零售价格 $p_{r3}^*$ 分别为，

$$w_3^* = A_{w3}a_0 \quad (75)$$

$$p_z^* = A_z a_0 \quad (76)$$

$$p_{r3}^* = A_{r3}a_0 + \frac{\theta}{2}t_{R3}(Y_{R3} - a_0) \quad (77)$$

零售商的期望利润 $\Pi_{R3}^*$ 和供应商的期望利润 $\Pi_{S3}^*$ 分别为,

$$\Pi_{R3}^* = A_{R3}a_0^2 - \frac{\theta^2}{4}t_{R3}^2(\sigma_3 + \delta_{R3}) - c_r \quad (78)$$

$$\Pi_{S3}^* = A_{S3}a_0^2 - c_z \quad (79)$$

其中,  $A_{w3} = \frac{(1-\theta)b+\theta}{2(1-b^2)}$ ,  $A_{r3} = \frac{-\theta b^2+2b(1-\theta)+3\theta}{4(1-b^2)}$ ,

$$A_z = \frac{\theta(b-1)+1}{2(1-b^2)}, \quad A_{R3} = A_{r3}(\theta - A_{r3} + bA_z),$$

$$A_{S3} = \frac{\theta^2(b^4-2b^3-b^2+2b)-\theta(b^4-3b^3-3b^2+3b+2)-2b^3-2b^2+2b+2}{8(1-b^2)^2}.$$

证明: 首先, 进行动态博弈的第二阶段, 在给定供应商批发价格 $w_3$ 和网络直销渠道的销售价格 $p_z$ 下, 依据零售商的条件利润函数式(72)最大化为目标, 对式(72)关于商品价格 $p_{r3}$ 求一阶和二阶导数:

$$\frac{dE[\pi_{R3}(p_{r3})|Y_{R3}]}{dp_{r3}} = -2p_{r3} + bp_z + w_3 + \theta a_0 + \theta t_{R3}(Y_{R3} - a_0) \quad (80)$$

$$\frac{d^2E[\pi_{R3}(p_{r3})|Y_{R3}]}{dp_{r3}^2} = -2 \quad (81)$$

由于 $\frac{d^2E[\pi_{R3}(p_{r3})|Y_{R3}]}{dp_{r3}^2} = -2 < 0$ 恒成立, 因此 $E[\pi_{R3}(p_{r3})|Y_{R3}]$ 是关于 $p_{r3}$ 的凹函数, 有最优的商品价格 $p_{r3}$ 使零售商收益最大。令式(80)为零, 可得到零售商的反应函数:

$$p_{r3}(w_3, p_z) = \frac{b}{2}p_z + \frac{1}{2}w_3 + \frac{\theta}{2}a_0 + \frac{\theta}{2}t_{R3}(Y_{R3} - a_0) \quad (82)$$

然后, 进行动态博弈的第一阶段, 供应商了解到零售商会根据式(82)来制定商品价格 $p_r^3$ , 于是将式(82)带入供应商的利润函数式(73), 分别对 $p_z$ 和 $w_3$ 求一阶和二阶和交叉偏导数:

$$\frac{\partial E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial p_z} = (b^2 - 2)p_z + bw_3 + \left(\frac{\theta}{2}b - \theta + 1\right)a_0 \quad (83)$$

$$\frac{\partial E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial w_3} = -w_3 + bp_z + \frac{\theta}{2}a_0 \quad (84)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial p_z^2} = b^2 - 2 \quad (85)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial w_3^2} = -1 \quad (86)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial p_z \partial w_3} = b \quad (87)$$

$$\frac{\partial^2 E[\pi_{S3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]}{\partial w_3 \partial p_z} = b \quad (88)$$

由此可以得到Hessian矩阵为 $\begin{pmatrix} b^2 - 2 & b \\ b & -1 \end{pmatrix}$ ,矩阵的一阶主子式为 $|b^2 - 2| < 0$ ,二阶主子式为

$$\begin{vmatrix} b^2 - 2 & b \\ b & -1 \end{vmatrix} = 2 - 2b^2$$

由于 $0 < b < 1$ , 则 $0 < b^2 < 1$ 且 $0 < 2 - 2b^2 < 2$ , 因此二阶主子式大于零, $E[\pi_{s3}(w_3, p_z, p_{r3}(w_3, p_z))]$ 是关于 $w_3$ 和 $p_z$ 的联合凹函数, 有最优的批发价 $w_3$ 和直销价格 $p_z$ 使供应商的利润达到最大。使(83)和(84)为零, 并联立两式:

$$\begin{cases} (b^2 - 2)p_z + bw_3 + \left(\frac{\theta}{2}b - \theta + 1\right)a_0 = 0 \\ -w_3 + bp_z + \frac{\theta}{2}a_0 = 0 \end{cases}$$

求解得到式(75)和式(76), 将式(75)和式(76)代入式(82)得到式(77), 将式(75)、式(76)和式(77)代入零售商的条件期望利润函数(72)可得到式(78), 代入供应商的条件期望利润函数(73)可得到式(79)。

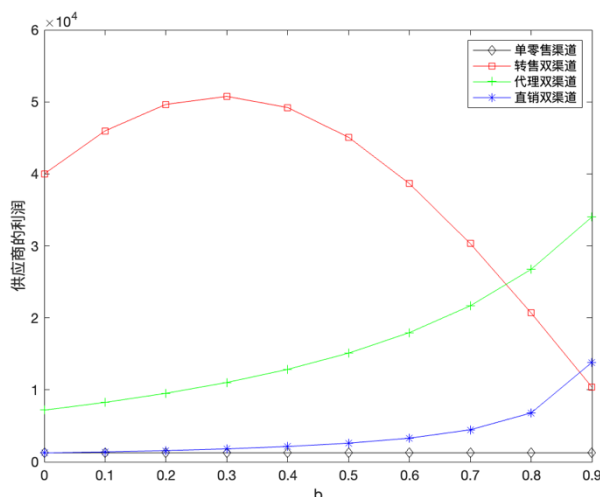
### 第三章 数值分析

由于第二章模型解析解的复杂性，本章根据前面的研究，采用数值算例的方法解决供应商的模式选择问题。为第二章的数学模型参数设置特定数值，论证四种网络销售模式中供应链成员的利润大小关系，从而更直观地展现研究问题及其结论，为供应商的模式选择提供决策依据。

为保证对比的一致性，本章结合所参考文献，在双渠道供应链环境中，假设某市场特征如下： $a_0 = 100$ ,  $\sigma_i = 10$ ，其中 $a_0$ 是不确定市场需求的确定部分。 $\sigma_0$ 、 $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$ 和 $\sigma_3$ 分别是单零售模式、网络转售模式、网络代理模式零售商和网络直销模式的不确定市场需求不确定部分的方差。因在单零售模式、网络转售模式、网络代理模式零售商和网络直销模式中的零售商都有预测信息的误差，在遵从实际运作情形下，为了保证渠道之间可比性： $\delta_{Ri} = 20$ ，由于在四种模式下，零售商掌握信息的方式都是通过直接接触消费者，因此都设定为 20。 $\delta_{pi} = 5$ ，其中 $\delta_{p1}$ 和 $\delta_{p2}$ 分别是在网络转售模式和网络代理模式下的零售商的需求预测信息的方差，由于平台商比零售商掌握更多的信息，且信息都是通过交易数据得到，因此，信息会更精确，方差也会比零售商的更小。 $\alpha = 0.2$ ，其中 $\alpha$ 是网络代理模式下的平台商向供应商收取的佣金比例，该比例参考现实生活中的比例来设定。 $c_r = 10$ ， $c_d = 8$ ， $c_a = 8$ ， $c_z = 12$ ，其中 $c_r$ 、 $c_d$ 、 $c_a$ 和 $c_z$ 分别是零售渠道、网络转售渠道、网络代理渠道、直销渠道的运营总成本。

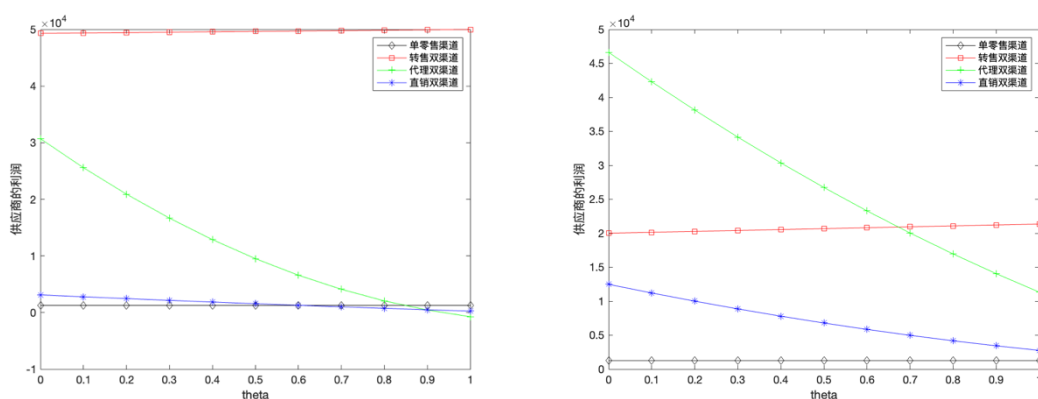
#### 一、 供应商对网络销售模式的选择

1) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 和零售渠道的消费者比例 $\theta = 0.5$ 一定时，供应商的期望利润随着交叉价格系数 $b$ 的变化：

图 7 供应商利润随交叉价格系数  $b$  的变化

如上图所示，红线所代表的转售双渠道中供应商的利润在  $b = 0.3$  时达到了最大，绿线所代表的代理双渠道的供应商利润在  $b = 0.75$  时超过了转售双渠道，蓝线所代表的直销双渠道的供应商利润在  $b = 0.85$  是超过了转售双渠道，但仍然低于代理双渠道的供应商利润。因此供应商在平台商的佣金比例  $\alpha$  和零售渠道的消费者比例  $\theta$  一定时，当价格交叉弹性系数  $b$  较小时，可以选择网络转售双渠道作为自己的销售模式，当价格交叉弹性系数  $b$  较大时，可以选择网络代理双渠道。

2) 平台商的佣金比例  $\alpha = 0.2$  和交叉价格系数  $b = 0.2(0.8)$  一定时，供应商的期望利润随着零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化：

图 8 供应商的利润随零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化

上述左图是  $b = 0.2$  时的供应商的期望利润随着零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化图，红线所代表的转售双渠道中供应商的利润一直是最大的，绿线所代表的代理双渠道的供应商利润随着  $\theta$  的增大而增大。因此供应商在平台商的佣金比例  $\alpha$

和价格交叉弹性系数 $b$ 一定时，当零售渠道的消费者比例 $\theta$ 无论怎么变化，对于供应商来说，选择网络转售双渠道都是最优的销售模式。上述右图是 $b = 0.8$ 时的供应商的期望利润随着零售渠道的消费者比例 $\theta$ 的变化图，可以观察到当 $b < 0.67$ 时，供应商更适合选择网络代理双渠道，当 $b > 0.67$ 时，供应商更适合选择网络转售双渠道。

3) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 一定时，供应商的期望利润随着零售渠道的消费者比例 $\theta$ 和交叉价格系数 $b$ 的变化：

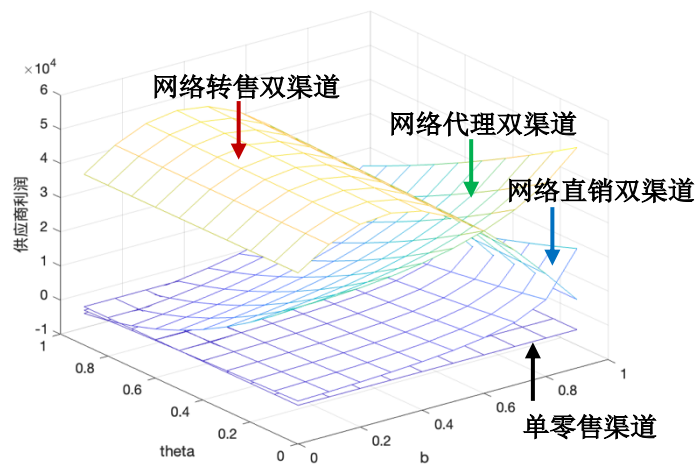
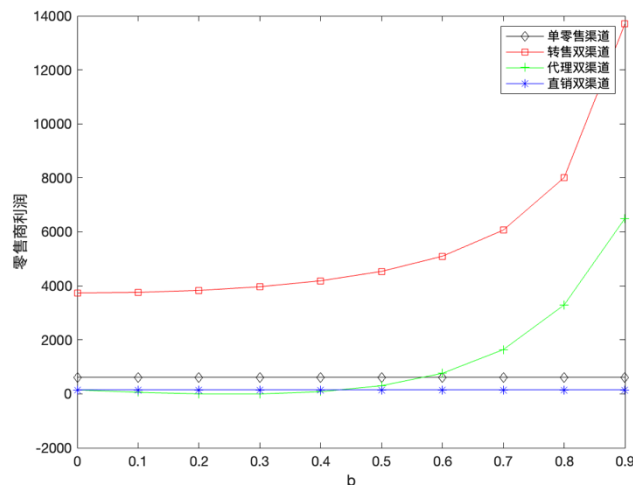


图 9 四种模式的供应商期望利润比较

结论 1: 当价格交叉弹性系数较小的时候，网络转售双渠道是供应商的最优选择。当价格交叉弹性系数较大的时候，供应商的选择还取决于零售渠道的消费者比例，比例低的时候，供应商适合选择网络代理双渠道,比例高的时候，适合选择网络转售双渠道。也就是说，当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争平缓的时候，网络转售双渠道是供应商的最优选择。当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争激烈的时候，供应商的选择还取决于零售渠道的消费者比例，比例低的时候，供应商适合选择网络代理双渠道,比例高的时候，适合选择网络转售双渠道。

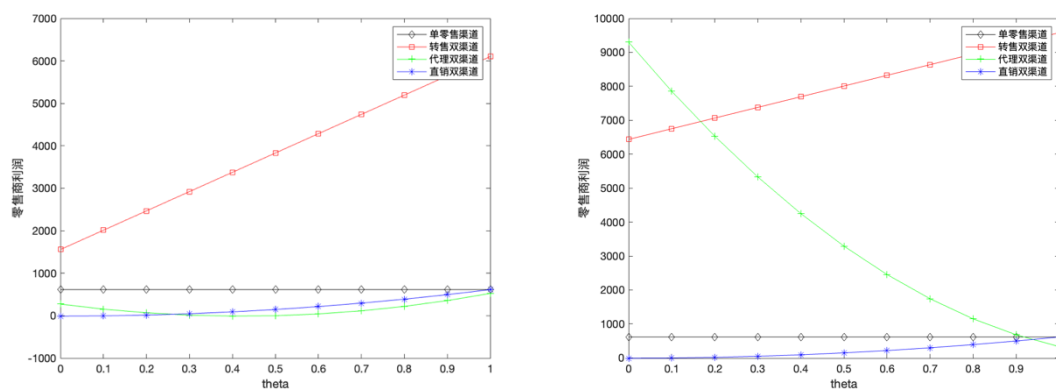
## 二、 供应商的选择对零售商期望利润的影响

1) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 和零售渠道的消费者比例 $\theta = 0.5$ 一定时，零售商的期望利润随着交叉价格系数 $b$ 的变化：

图 10 零售商期望利润随交叉价格系数  $b$  的影响

当  $b$  较小时，供应商会选择网络转售双渠道，上图中当  $b$  较小时，零售商的期望利润达到了最高水平，当  $b$  较大时，供应商会选择网络代理双渠道，而此时零售商的期望利润不能达到最高水平。

2) 平台商的佣金比例  $\alpha = 0.2$  和交叉价格系数  $b = 0.2(0.8)$  一定时，零售商的期望利润随着零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化：

图 11 零售商的利润随零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化

如上图所示，当  $b$  较小时，无论  $\theta$  如何变化。零售商的期望利润达最高水平，当  $b$  较大时，且  $\theta$  较大或者较小的时候供应商的选择能使零售商的期望利润达到最高水平， $\theta$  适中时则不能达到最高水平。

3) 平台商的佣金比例  $\alpha = 0.2$  一定时，零售商的期望利润随着零售渠道的消费者比例  $\theta$  和交叉价格系数  $b$  的变化：

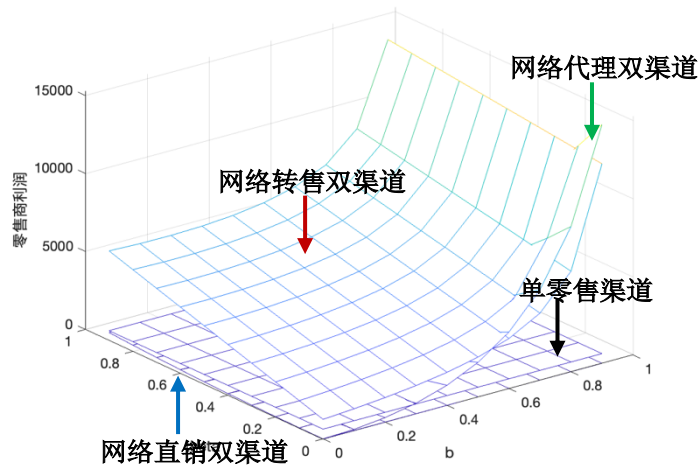


图 12 四种模式的零售商期望利润比较

结论 2：在供应商的选择下，当价格交叉弹性系数较小时，无论零售渠道的消费者比例如何变化，零售商的期望利润都能达最高水平。当价格交叉弹性系数较大且零售渠道的消费者比例很大或者很小的时候，供应商的选择能使零售商的期望利润达到最高水平，零售渠道的消费者比例适中时则不能达到最高水平。

### 三、 供应商的选择对平台商期望利润的影响

1) 平台商的佣金比例  $\alpha = 0.2$  和零售渠道的消费者比例  $\theta = 0.5$  一定时，平台商的期望利润随着交叉价格系数  $b$  的变化：

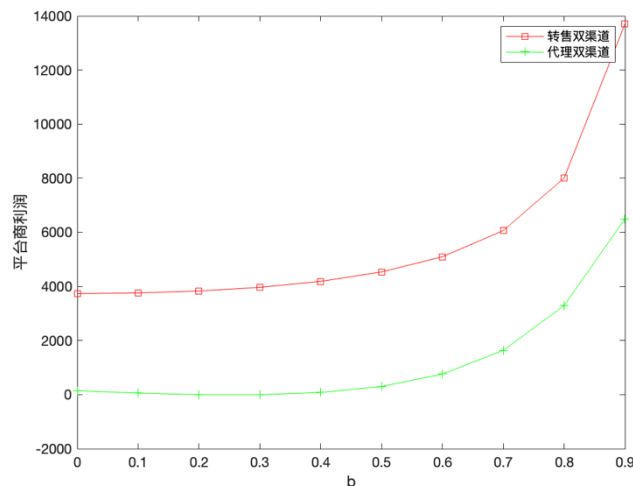


图 13 平台商利润随交叉价格系数的影响



如上图所示，红线所代表的转售双渠道中平台商的利润一直处于最大，当 $b$ 较小时，供应商会选择网络转售双渠道，平台商的期望利润达最高水平，当 $b$ 较大时，供应商会选择网络代理双渠道，供应商的选择不能使平台商的期望利润达到最高水平。

2) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 和交叉价格系数 $b = 0.2(0.8)$ 一定时，平台商的期望利润随着零售渠道的消费者比例 $\theta$ 的变化：

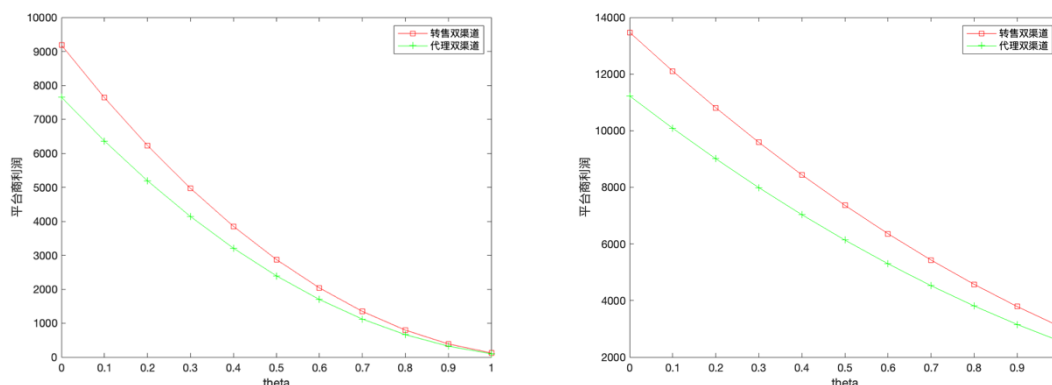


图 14 平台商的利润随零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化

如上图所示，当 $b$ 较小时，无论 $\theta$ 如何变化。平台商的期望利润达最高水平，当 $b$ 较大时，且 $\theta$ 较大的时候供应商的选择能使平台商的期望利润达到最高水平， $\theta$ 较小时则不能达到最高水平。

3) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 一定时平台商的期望利润随着零售渠道的消费者比例 $\theta$ 和交叉价格系数 $b$ 的变化：

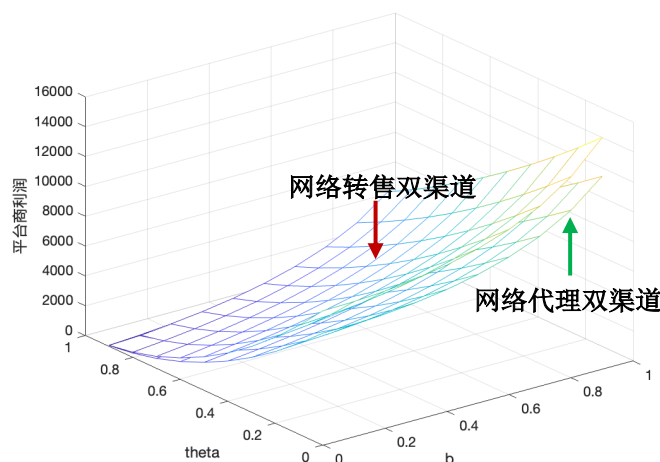


图 15 四种模式的平台商期望利润比较

结论 3：在供应商的选择下，当价格交叉弹性系数较小时，无论零售渠道的消费者比例如何变化，平台商的期望利润达最高水平。当价格交叉弹性系数较大且零售渠道的消费者比例较大的时候，供应商的选择能使平台商的期望利润达到最高水平，零售渠道的消费者比例较小时则不能达到最高水平。

#### 四、供应商的选择对供应链期望利润的影响

供应链的利润是指供应链所有成员的期望利润的加和，在本文中就是供应商、零售商和平台商期望利润的和。

1) 平台商的佣金比例  $\alpha = 0.2$  和零售渠道的消费者比例  $\theta = 0.5$  一定时，供应链的期望利润随着交叉价格系数  $b$  的变化：

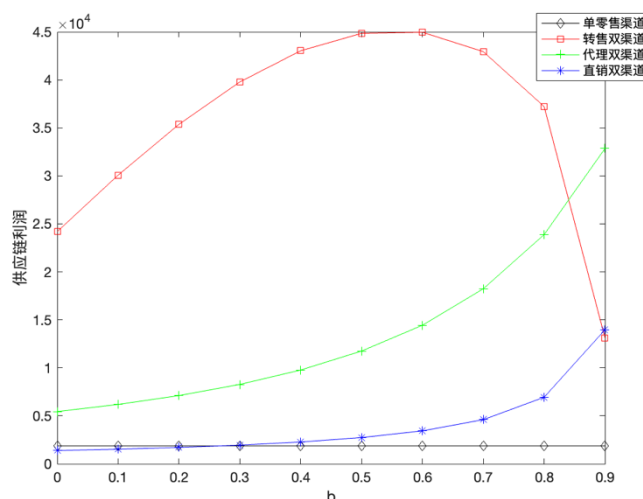


图 16 供应链利润受交叉价格系数  $b$  的影响

如上图所示，当  $b$  较小时供应商会选择网络转售双渠道，供应链的期望利润达最高水平，或者当  $b$  很大的时候，供应商会选择网络代理双渠道，供应链的期望利润也能达最高水平，当  $b$  适中时，供应商会选择网络代理双渠道，此时，不能使供应链的期望利润达到最高水平。

2) 平台商的佣金比例  $\alpha=0.2$  和交叉价格系数  $b = 0.2(0.8)$  一定时，供应链的期望利润随着零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化：

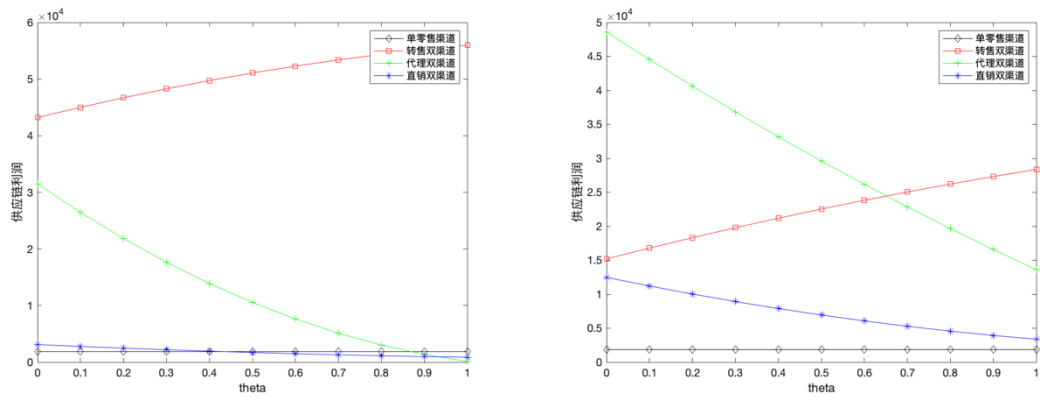


图 17 供应链的利润随零售渠道的消费者比例  $\theta$  的变化

如上图所示，当 $b$ 较小时，无论 $\theta$ 如何变化，供应链的期望利润都能达最高水平。当 $b$ 较大时，无论 $\theta$ 如何变化，供应商的选择都能使平台商的期望利润达到最高水平。无论 $b$ 和 $\theta$ 如何变化，供应链的期望利润都能达最高水平

3) 平台商的佣金比例 $\alpha = 0.2$ 一定时，供应链的期望利润随着零售渠道的消费者比例 $\theta$ 和交叉价格系数 $b$ 的变化：

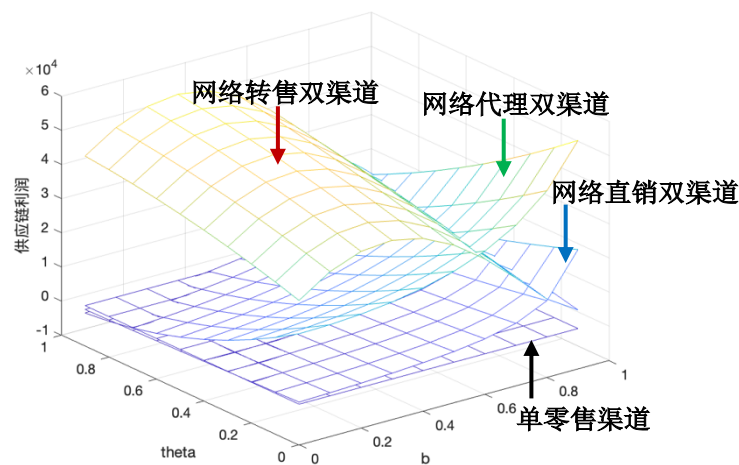


图 18 四种模式下的供应链期望利润的比较

结论 4：供应商的选择，使得无论价格交叉弹性系数和零售渠道的消费者比例如何变化，供应链的期望利润都能达最高水平。

## 第四章 总结与展望

本文研究的是不确定需求下供应商的网络销售模式的选择问题，通过两个维度讨论这个维度。其一，与单零售渠道相比，在何种条件下供应商应该增设另一个网络渠道；其二，在满足增设网络渠道的条件下，如何去选择网络渠道的类型使自身的利益最大化。

根据现有网络销售模式与特征，将以供应商为主导的销售模式划分为单零售渠道、网络转售双渠道、网络代理双渠道和网络直销双渠道这四种渠道结构。本文假设了零售商和平台商的信息结构，其次分别列出四种销售模式的需求函数和利润函数，然后通过建立 Stackelberg 优化博弈模型并通过逆向归纳法求解得到供应链成员的利润最优解。

最后，通过给参数假设合理数值，然后用 Matlab 画出二维和三维图像的方法，比较不同模式中的供应链成员以及供应链整体绩效的利润的大小，并给出供应商的模式选择结论：供应商无论开辟哪种网络销售模式都会比单零售渠道模式获利更多。当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争平缓的时候，网络转售双渠道是供应商的最优选择。当供应商提供的产品及其替代品的价格竞争激烈的时候，供应商的选择还取决于零售渠道的消费者比例，比例低的时候，供应商适合选择网络代理双渠道，比例高的时候，适合选择网络转售双渠道。

供应商的网络销售模式选择使零售商的期望利润大大增加了。零售商的利润依赖于零售渠道的消费者比例和价格交叉弹性系数，当价格交叉弹性系数较小时，无论零售渠道的消费者比例如何变化，零售商的期望利润都能达最高水平。当价格交叉弹性系数较大且零售渠道的消费者比例很大或者很小的时候，供应商的选择能使零售商的期望利润达到最高水平，零售渠道的消费者比例适中时则不能达到最高水平。

供应商的网络销售模式选择，使平台商开始获利，但是利润增幅低于零售商的利润增幅，平台商的利润同时受到零售渠道的消费者比例和价格交叉弹性系数的影响，当价格交叉弹性系数较小时，无论零售渠道的消费者比例如何变化，平台商的期望利润达最高水平。当价格交叉弹性系数较大且零售渠道的消费者比例较大的时候，供应商的选择能使平台商的期望利润达到最高水平，零售渠道的消费者比例较小时则不能达到最高水平。

供应商对网络销售模式的选择大大促进了供应链的绩效,在绩效的贡献中,供应商是主力军。供应商的选择,使得无论价格交叉弹性系数和零售渠道的消费者比例如何变化,供应链的期望利润都能达最高水平。

由于模型的复杂性,本文没有给出解析解,没有进行理论分析。本文将代理渠道的佣金比例作为外生变量,但是内生变量的设定更符合现实情况。此外本文数值分析部分的参数选取具有一定的主观性。

## 参考文献

- [1] 聂佳佳. 预测信息分享对供应商开通直销渠道的影响. 管理工程报, 2012, 26(02): 106~112.
- [2] 许传永, 苟清龙, 周垂日, 梁樑. 两层双渠道供应链的定价问题. 系统工程理论与实践, 2010, 30(10): 1741~1752.
- [3] 李佩, 魏航. 分销, 平台还是混合?——零售商经营模式选择研究. 管理科学学报, 2018, 21(09): 50~75.
- [4] 李增禄, 郭强, 杨双. 供应商竞争环境下电商平台信息分享策略研究. 软科学, 2020, 34(05): 108~114.
- [5] 魏杰, 常美静. 基于电商平台的定价顺序和销售模式选择研究. 系统工程. 2021: 23(02):1~8.
- [6] 王聪, 陈燕, 杨德礼. 具有自建电商平台的供应商多渠道运营策略研究. 工业工程与管理, 2018, 23(02): 76-84.
- [7] 孙书省, 浦徐进, 韩广华. 考虑线下权力结构的供应商线上销售模式选择研究. 中国管理科学, 2019, 27(05): 119~29.
- [8] 曹裕, 易超群, 万光羽. 基于供应商网络渠道选择的双渠道供应链定价与服务决策研究. 管理工程学报, 2021, 2: 189-199.
- [9] 文悦, 王勇, 士明军. 网络平台销售模式中的需求信息共享策略与博弈结构决策研究. 系统工程理论与实践, 2019, 39(06): 1449-1468.
- [10] 秦刚. 不确定市场需求下的供应商销售渠道选择. 华北电力大学, 2014.
- [11] 梁喜, 蒋琼, 郭瑾. 不同双渠道结构下制造商的定价决策与渠道选择. 中国管理科学, 2018, 26(07): 97~107.
- [12] 聂佳佳, 王琦君, 李增禄. 存在推介情形下制造商销售渠道策略选择研究. 软科学, 2018, 32(02): 119~123.
- [13] 蒋琼. 不同双渠道结构下制造商的定价决策与渠道选择. 重庆交通大学, 2019.
- [14] 叶芳羽, 单汨源. 两级供应链中渠道选择问题研究: 增加直销渠道的影响. 财务与金融, 2020(06): 59~65.

- [15] Abhishek Vibhanshu, Jerath Kinshuk, Zhang. Z. John. Agency Selling or Reselling? Channel Structures in Electronic Retailing. *Management Science*, 2015, 22(30): 1~22.
- [16] Wang Cui xia, Leng Ming ming, Liang Li ping. Choosing an online retail channel for a manufacturer: Direct sales or consignment?. *International Journal of Production Economics*, 2018, 19(05): 338~358.
- [17] Shen Yue lin, Willems Sean P., Dai Yue. Channel Selection and Contracting in the Presence of a Retail Platform. *Production and Operations Management*, 2019, 28(05): 1173~1185.
- [18] Lin Tian, Asoo J. Vakharia, Yin liang Ricky Tan, Xu Yi fan. Marketplace, Reseller, or Hybrid: Strategic Analysis of an Emerging E-Commerce Model. *Production and Operations Management*, 2018,128(85): 1~16.
- [19] Xiao hang Yue; John Liu. Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain. 2006, 174(1), 646~667.
- [20] 石平, 颜波, 石松. 不确定环境下网络渠道开通最优时机选择. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(04): 872~881.
- [21] 桑庆芳. 考虑消费者网络比价行为的销售商渠道选择与定价策略研究. 中南财经政法大学, 2019.

## 附 录

### 附录 1: 英文文献及翻译

#### 英文文献:

#### **Choosing an online retail channel for a manufacturer: Direct sales or consignment?**

##### Introduction

The rapid development of information technology has led many manufacturers to complement their existing physical retail channels with an online channel (or, e-channel), which provides them with an opportunity to serve more consumers who would otherwise have no intention to buy the manufacturers' products (Huang and Swaminathan, 2009). A dual channel integrating an e-channel with a physical one has been a dominant sales structure for many companies in the past decade. However, the addition of an e-channel poses the important question of whether to set up a direct (proprietary) sales website or to contract with a third-party e-tailer. Different strategies have been adopted to tackle this issue. Many manufacturers—such as Hewlett & Packard, Lenovo, Compaq, Sony, Panasonic, Mattel, Pioneer Electronics, Cisco System, and Estee Lauder—sell products through their direct e-channels (Tsay and Agrawal, 2004a; Kumar and Ruan, 2006; Chen et al., 2008). On the other hand, the largest English-language publisher Random House sells books online to readers through Amazon and Barnes & Noble (Dumrongsiri et al., 2008), and Enesco and Goebei utilize eBay to serve their consumers (Ow and Wood, 2011). Dell Computer has been selling its products at computer stores, department stores, official supply stores, and its direct e-channel DellAuction.com, and has also started to use eBay as a marketing channel (Ow and Wood, 2011). Moreover, Levi Strauss & Co., an American jeans and casual wear manufacturer, has terminated its direct-sales websites at Levis.com and Dockers.com, and handed online business over to some e-tail partners (Yoo and Lee, 2011). Motivated by the above practices, in this paper we focus on a dual channel problem in which a manufacturer selects an e-channel to complement an independent physical channel. That is, the manufacturer has been selling his products at a physical retailer's store, and considers to add an e-channel to



serve his customers. As discussed above, there are two possible e-channels: (i) a direct e-channel, and (ii) a consignment e-channel in which the manufacturer sells through an e-tailer under a consignment contract. We denote the physical channel, the manufacturer's direct e-channel, and the consignment e-channel by P-channel, D-channel, and C-channel, respectively. The consignment contract in the C-channel involves a revenue sharing formula, which is consistent with the practice of many online marketplaces such as the online stores at Amazon.com and ebay.com; see Wang (2006), Chen et al. (2011), Ryan et al. (2012), and Abhishek et al. (2015). Under the contract, the manufacturer determines the retail price, and for each item sold, the e-tailer deducts a percentage of revenue and remits the balance to the manufacturer, as shown by the common practice by Amazon Market-place, Kindle, iBook Store, and other e-tailers. Accordingly, we consider a consignment contract in the C-channel, in which the manufacturer makes his retail pricing decision given the e-tailer's revenue allocation ratio. Since the C- and D-channels are two e-channel choices, the manufacturer has two possible dual channels: one consisting of a P-channel and a D-channel (simply called the "PD system"), and the other consisting of a P-channel and a C-channel (simply called the "PC system"). We aim to derive conditions for the manufacturer's e-channel selection and provide managerial insights which are expected to help practitioners make their dual channel decisions. In either the PD or the PC system, we consider the manufacturer's timing decision for the announcement of his retail price. There are two timing choices for the manufacturer. Under the first choice, the manufacturer determines and announces his retail price in the e-channel before the retailer discloses her retail price in the physical channel, which results in a sequential-move game under which the two firms make their pricing decisions "sequentially." Under the second choice, the manufacturer and the retailer have no communication, and determine their retail prices "simultaneously," which corresponds to a "simultaneous-move" game. For each of the PD and the PC systems, we derive the conditions under which the manufacturer willingly adopts an e-channel and thus operates a dual channel, and also compare the manufacturer's profits and the demands in the two games to obtain the conditions under which the manufacturer prefers to

play the sequential-move or the simultaneous-move game. Moreover, for each game, we compare the manufacturer's profits and the demands in the PD and the PC systems to find which system is preferable to the manufacturer. In addition, we show that most of our major managerial insights still hold when the manufacturer makes his wholesale pricing decision in dual-channel supply chains. The rest of the paper is organized as follows. We review the relevant literature in Section 2 to show the originality of our paper. In Section 3, we describe our problem and derive the dual-channel demand functions by analyzing consumers' utilities drawn from their purchases in each channel. In Section 4, for each of the PD and the PC systems, we investigate the sequential-move and simultaneous-move games. Then, in Section 5, we compare the manufacturer's profits and the demands in the two systems, and obtain the conditions under which the manufacturer prefers to adopt the D-channel (i.e., the PD system) or the C-channel (i.e., the PC system). In Section 6, we perform our game-theoretic analysis when the manufacturer makes his wholesale pricing decision in dual channel supply chains. The paper ends with a summary of our major findings in Section 7. In addition, the proofs of all theorems, lemmas, propositions, and corollaries are relegated to Appendix A.

翻译：

为供应商选择在线零售渠道：直销还是代理？

引言

信息技术的飞速发展导致许多供应商通过在线渠道来补充现有的实体零售渠道，这为他们提供了机会，可以服务于更多无意购买此产品的消费者。供应商的产品（Huang 和 Swaminathan, 2009 年）。在过去十年中，将电子渠道与实体渠道相结合的双渠道一直是许多公司的主要销售结构。但是，增加一个电子渠道提出了一个重要的问题即，要建立一个直接（专有）销售网站还是与一个第三方电子零售商签约。已经采用了不同的策略来解决这个问题。许多供应商（例如惠普，联想，Com-paq，索尼，松下，美泰，先锋电子，思科系统和雅诗兰黛）通过直接电子渠道销售产品（Tsay 和 Agrawal, 2004a; Kumar and Ruan, 2006; Chen 等, 2008）。另一方面，最大的英语出版商 Random House 通过 Amazon 和

Barnes & Noble (邓龙西里 等, 2008), 而 Enesco 和 Goebei 利用 eBay 为他们的消费者提供服务 (猫头鹰与树木, 2011 年)。戴尔计算机一直在计算机商店, 百货商店, 官方供应商店及其直接电子渠道 DellAuction.com 上销售其产品, 并且还开始将 eBay 用作营销渠道 (猫头鹰与树木, 2011 年)。此外, 美国牛仔裤和休闲服供应商 Levi Strauss & Co. 已终止了其在 Levis.com 和 Dockers.com 上的直销网站, 并将在线业务移交给了一些电子零售合作伙伴 (刘与李 (2011))。基于以上实践的动机, 在本文中, 我们关注于双通道问题, 其中供应商选择一个 e 渠道来完成一个独立的物理渠道。也就是说, 供应商一直在实体零售商的商店中销售其产品, 并考虑增加一个电子渠道来为其客户提供服务。如上所述, 有两种可能的电子渠道: (i) 直接电子渠道, 以及 (ii) 委托人通过托运人通过代销合同通过电子零售商销售的代销电子渠道。我们分别以 P 渠道, D 渠道和 C 渠道分别表示物理通道, 供应商的直接 e 渠道和寄售 e 渠道。C 渠道中的寄售合同涉及收益分享公式, 该公式与许多在线市场 (例如位于 Amazon.com 和 ebay.com; 看到 Wang (2006), Chen 等. (2011), 瑞安 (Ryan) 等 (2012 年) 和 Abhishek 等 (2015 年) 根据合同, 供应商确定零售价格, 对于每个出售的商品, 电子零售商会扣除一定百分比的收入并将余额汇给供应商, 如 Amazon Market-place, Kindle, iBook Store 的常规做法所示, 以及其他电子零售商。因此, 我们考虑在 C 渠道中的托运合同, 其中供应商根据电子零售商的收入分配比率来做出零售定价决定。由于 C 通道和 D 通道是两个 e 通道选择, 因此供应商有两个可能的双渠道: 一个由 P 通渠道和 D 渠道组成 (简称为“PD 系统”), 另一个由一个 P 渠道和一个 C 渠道 (简称“PC 系统”) 组成。我们旨在为供应商选择电子渠道和提供管理见解提供条件, 以帮助从业人员做出双渠道决策。在 PD 或 PC 系统中, 我们考虑供应商公布其零售价的时间决定。供应商有两种定时选择。在第一选择下, 供应商先确定并在电子渠道中宣布其零售价, 然后零售商在实体渠道中披露其零售价, 这导致了顺序移动游戏, 在这种情况下, 两家公司“按顺序”做出定价决策。在第二种选择下, 供应商和零售商之间没有通讯, 并“同时”确定其零售价格, 这与“同时移动”游戏相对应。对于每个 PD 和 PC 系统, 我们推导出供应商愿意采用电子渠道并因此经营双渠道的条件, 并比较供应商的利润和两次博弈中的需求以获得条件在这种情况下, 供应商更喜欢玩顺序移动或同时移动游戏。此外, 对于每款游戏, 我们都会比较供应商的利润以及 PD 和 PC 系统

中的需求，以找出哪种系统更适合供应商。此外，我们表明，当供应商在双渠道供应链中做出批发定价决策时，我们的大多数主要管理见解仍然有效。本文的其余部分安排如下。我们在本节中回顾了相关文献 2 展示我们论文的原创性。在节中 3，我们描述了我们的问题并通过分析消费者从每个渠道的购买中获得的效用来推导双渠道需求函数。在节中 4，对于 PD 和 PC 系统中的每一个，我们研究顺序移动和同时移动游戏。然后，在 5，我们将供应商的利润与两种系统的需求进行比较，并获得供应商偏爱采用 D 渠道（即 PD 系统）或 C 渠道（即 PC 系统）的条件。在节中 6，当供应商在双渠道供应链中做出批发价格决定时，我们将进行博弈论分析。本文最后总结了本节中的主要发现 7。此外，所有定理，引理，命题和推论的证明都降级为附录 A。

## 附录 2: 相关程序

matlab 程序:

```
clear all

syms sigma_0 sigma_R0 sigma_1 sigma_P1 sigma_R1 sigma_2 sigma_P2 sigma_R2
sigma_3 sigma_R3 T_R0 T_P1 T_P2 T_R3 J1 K1 J2 K2 alpha theta cr cd ca cz a0
pi_S0 pi_S1 pi_S2 pi_S3;

sigma_0=10;sigma_1=10;sigma_2=10;sigma_3=10;sigma_R0=20;sigma_R1=20;sig
ma_R2=20;sigma_R3=20;sigma_P1=5;sigma_P2=5;alpha=0.2;
theta=0.5;
a0=100;cr=10;cd=8;ca=8;cz=12;
b=0:0.1:0.9;
%b=[0,0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9];
T_R0=sigma_0./(sigma_0+sigma_R0);
T_P1=sigma_1./(sigma_1+sigma_P1);
T_P2=sigma_2./(sigma_2+sigma_P2);
T_R3=sigma_3./(sigma_3+sigma_R3);
J1=(sigma_P1.*sigma_1)./(sigma_R1.*sigma_P1+sigma_1.*(sigma_R1+sigma_P1));
K1=(sigma_R1.*sigma_1)./(sigma_R1.*sigma_P1+sigma_1.*(sigma_R1+sigma_P1))
;
```

$$\begin{aligned}
 J2 &= (\sigma_{P2} \cdot \sigma_2) / (\sigma_{R2} \cdot \sigma_{P2} + \sigma_2 \cdot (\sigma_{R2} + \sigma_{P2})); \\
 K2 &= (\sigma_{R2} \cdot \sigma_2) / (\sigma_{R2} \cdot \sigma_{P2} + \sigma_2 \cdot (\sigma_{R2} + \sigma_{P2})); \\
 ; \\
 A_{w1} &= (\theta \cdot b^2 - \theta \cdot b^3 - 2 \cdot b^2 + 2 \cdot b + 4) / 2 \cdot (b^4 + 2 \cdot b^3 - 7 \cdot b^2 - 4 \cdot b + 8); \\
 A_{r1} &= (\theta \cdot (13 \cdot b^4 - 3 \cdot b^6 - 8 \cdot b^5 + 48 \cdot b^3 - 52 \cdot b^2 - 64 \cdot b + 64) + 2 \cdot b^5 - 6 \cdot b^4 - 3 - 12 \cdot b^2 + 8 \cdot b + 16) / (8 \cdot (2 - b^2) \cdot (b^4 + 2 \cdot b^3 - 7 \cdot b^2 - 4 \cdot b + 8)); \\
 B_{r1} &= \theta / 2 + (T_{P1} \cdot (\theta \cdot J1 \cdot b^2 - 2 \cdot \theta \cdot b + 2 \cdot b)) / (4 \cdot (2 - b^2)) + (K1 \cdot (\theta \cdot b^2)) / (4 \cdot (2 - b^2)); \\
 A_d &= (\theta \cdot (3 \cdot b^5 - 2 \cdot b^4 - 23 \cdot b^3 + 22 \cdot b^2 + 32 \cdot b - 32) + 6 \cdot b^4 + 4 \cdot b^3 - 34 \cdot b^2 - 8 \cdot b + 40) / (4 \cdot (2 - b^2) \cdot (b^4 + 2 \cdot b^3 - 7 \cdot b^2 - 4 \cdot b + 8)); \\
 B_d &= (T_{P1} \cdot (\theta \cdot J1 \cdot b - 2 \cdot \theta + 2)) / (2 \cdot (2 - b^2)) + (\theta \cdot b \cdot K1) / (2 \cdot (2 - b^2)); \\
 A_{R1} &= (\theta \cdot (64 - 3 \cdot b^6 - 8 \cdot b^5 + 13 \cdot b^4 + 48 \cdot b^3 - 52 \cdot b^2 - 64 \cdot b) + 2 \cdot b^5 - 6 \cdot b^4 - 3 - 12 \cdot b^2 + 8 \cdot b + 16) / (8 \cdot (2 - b^2) \cdot (b^4 + 2 \cdot b^3 - 7 \cdot b^2 - 4 \cdot b + 8)); \\
 B_{R1} &= (\theta^2 \cdot J1^2 + 4 \cdot B_{r1} \cdot (1 + \theta \cdot J1)) / 4; \\
 A_{P1} &= (A_d - A_{w1}) \cdot (b \cdot A_{r1} - A_d - \theta + 1); \\
 B_{P1} &= B_d \cdot (b \cdot B_{r1} - B_d + 0.5 \cdot \theta \cdot b \cdot J1); \\
 A_a &= (3 \cdot (\alpha \cdot \theta \cdot b - 2 \cdot \theta \cdot b - 4 \cdot \alpha \cdot \theta + 4 \cdot \alpha + 4 \cdot \theta - 4)) / (4 \cdot (1 - \alpha) \cdot (2 - b^2) + \alpha^2 \cdot b^2); \\
 B_a &= \theta \cdot b \cdot (2 \cdot \alpha + \alpha \cdot J2 - 2 \cdot J2) / (4 \cdot (1 - \alpha) \cdot (2 - b^2) + \alpha^2 \cdot b^2); \\
 A_{w2} &= \theta / 2 - \alpha \cdot b / 2 \cdot A_a; \\
 B_{w2} &= \theta \cdot (1 - J2 / 2) - \alpha \cdot b / 2 \cdot B_a; \\
 A_{r2} &= 1 / 2 \cdot A_{w2} + b / 2 \cdot A_a + \theta / 2; \\
 B_{r2} &= 1 / 2 \cdot B_{w2} + b / 2 \cdot B_a + \theta / 2 \cdot K2; \\
 A_{R2} &= (A_{r2} - A_{w2}) \cdot (b \cdot A_a - A_{r2} + \theta); \\
 B_{RP2} &= b \cdot B_a \cdot B_{r2} + B_{w2} \cdot B_{r2} - B_{r2}^2 - b \cdot B_a \cdot B_{w2}; \\
 B_{R2} &= B_{r2} \cdot (b \cdot B_a + B_{w2} - B_{r2} - \theta \cdot J2) + b \cdot B_a \cdot (\theta / 2 \cdot J2 - B_{w2}) + \theta / 2 \cdot J2 \cdot B_{w2} - \theta^2 / 4 \cdot J2^2; \\
 A_{S2} &= A_{w2} \cdot (b \cdot A_a - A_{r2} + \theta) + (1 - \alpha) \cdot A_a \cdot (b \cdot A_{r2} - A_a + 1 - \theta); \\
 B_{SP2} &= B_{w2} \cdot (b \cdot B_a - B_{r2}) + B_a \cdot (b \cdot B_{r2} - B_a); \\
 B_{S2} &= B_{w2} \cdot (b \cdot B_a - B_{r2} - \theta / 2 \cdot J2) + B_a \cdot (b \cdot (B_{r2} + \theta / 2 \cdot J2) - B_a);
 \end{aligned}$$

```

A_P2=alpha.*A_a.*(b.*A_r2-A_a-theta+1);
B_PP2=alpha.*B_a.*(b.*B_r2-B_a);
B_P2=alpha.*B_a.*(b.*B_r2-B_a+theta.*b./2.*J2);
A_w3=((1-theta).*b+theta)./(2.*(1-b.^2));
A_r3=(2.*b.*(1-theta)+3.*theta-theta.*b.^2)./(4.*(1-b.^2));
A_z=(theta.*(b-1)+1)./2.*(1-b.^2);
A_R3=(theta.^2.*b.^2.*(3.*b.^2+4.*b+10)-4.*theta.*b.*(theta.*b.^2+10.*b+6.*theta-
9)+28.*theta.^2+11.*b.^2)./(16.*(1-b.^2).^2);
A_S3=(theta.^2.*(b.^4-2.*b.^3-b.^2+2.*b)-theta.*(b.^4-3.*b.^3-3.*b.^2+3.*b+2)-2.*
b.^3-2.*b.^2+2.*b+2)./(8.*(1-b.^2).^2);
%%
pi_S0=b.*0+a0.^2./8;
pi_S1=A_w1.*((b-1).*(A_r1+A_d)+1).*a0.^2;
pi_S2=-A_S2.*a0.^2+B_SP2.*sigma_P2+B_S2.*sigma_2;
pi_S3=A_S3.*a0.^2-cz;
plot(b,pi_S0,'k-d',b,pi_S1,'r-s',b,pi_S2,'g-+',b,pi_S3,'b-*)
xlabel('b');ylabel('供应商的利润')
legend('单零售渠道','转售双渠道','代理双渠道','直销双渠道')
%%
pi_R0=b.*0+a0.^2./16-T_R0.^2./4.*(sigma_0+sigma_R0)-cr;
pi_R1=A_R1.*a0.^2-B_R1.*sigma_P1-(theta.^2.*J1.^2)./4.*sigma_R1-B_R1.*sigma
_1-cr;
pi_R2=A_R2.*a0.^2-theta.^2./4.*J2.^2.*sigma_R2+B_RP2.*sigma_P2+B_R2.*sigma
a_2-cr;
pi_R3=b.*0+theta.^2./16.*a0.^2-theta.^2./4.*T_R3.^2.*(sigma_3+sigma_R3)-cr;
plot(b,pi_R0,'k-d',b,pi_R1,'r-s',b,pi_R2,'g-+',b,pi_R3,'b-*)
xlabel('b');ylabel('零售商利润')
legend('单零售渠道','转售双渠道','代理双渠道','直销双渠道')
%%
pi_P1=A_P1.*a0.^2+B_d.*(b.*B_r1-B_d).*sigma_P1+B_P1.*sigma_1-cd;

```

```

pi_P2=A_P2.*a0.^2+B_PP2.*sigma_P2+B_P2.*sigma_2-ca;
plot(b,pi_R1,'r-s',b,pi_R2,'g-+')
xlabel('b');ylabel('平台商利润')
legend('转售双渠道','代理双渠道')
%%
plot(b,pi_R0+pi_S0,'k-d',b,pi_R1+pi_S1+pi_P1,'r-s',b,pi_R2+pi_S2+pi_P2,'g-+',b,pi_
R1+pi_S1,'b-*')
xlabel('b');ylabel('供应链利润')
legend('单零售渠道','转售双渠道','代理双渠道','直销双渠道')
%mesh(b,theta,pi_S0+pi_R0),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('单零售渠道的供应链
利润')
%hold on
%mesh(b,theta,pi_S1+pi_R1+pi_P1),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('转售双渠道的
供应链利润')
%hold on
%mesh(b,theta,pi_S2+pi_R2+pi_P2),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('代理双渠道的
供应链利润')
%hold on
%mesh(b,theta,pi_S3+pi_R3),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('供应链利润')

mesh(b,theta,pi_P1),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('转售渠道的平台商利润')
hold on
mesh(b,theta,pi_P2),xlabel('b'),ylabel('theta'),zlabel('代理渠道的平台商利润')

```

## 致 谢

随着毕业论文的完成，我在天津工业大学四年的学习生涯也逐渐接近尾声。工大给了我很多美好的回忆：望星操场、游泳馆、公共教学楼、数学科学学院，这些地方都洒满了这四年来我的脚印。学校各种基础设施的更新，学院领导对学生们细心的关怀，老师们对学生耐心的教导，以及同学朋友们的互相帮助，让我能在一个安全的环境中学习成长，在此非常感谢大家！

特别要感谢我的指导老师赵静教授，在指导我的论文的短短 5 个月的时间里，教会我的不仅仅是方法论的学习，更教会我认真对待一件事情的态度。教会我辨别事情的重要级。在我初次选题，不知方向的时候，为我指明了方向，在接下来的任务书、开题报告中也给了我极大的帮助，在论文的撰写过程中，给予了及时和耐心的指导。老师严谨的治学态度，认真求实的工作作风，体现着我工大的校训：“严谨、严格、求实、求是”，这必将影响我往后的学习以及工作态度。

感谢我的师姐黄云霞、王昀。谢谢你们抽出宝贵研究生的学习时间，为我的论文提出修改意见，帮助我找到计算的错误。

其次，我还要感谢我的朋友：马雨薇、王若楠、乐蒙婷、余廖、袁金星、霍小智。感谢你们出现在我的生活中，给予我帮助和关怀。

最后，我要感谢我的父母和家人，他们永远是最坚实的后盾，为我提供了源源不断的物质支持和精神支持，我能够心无旁骛的进行学习离不开他们默默的奉献。