

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

徐明月

引用本文

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(6A): 744-752.

XU Ming-yue. [Study on Information Sharing and Channel Strategy of Platform in Consideration of Information Leakage and Information Investing Cost](#)[J]. Computer Science, 2022, 49(6A): 744-752.

相似文章推荐 (请使用火狐或 IE 浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[多智能代理决策交互的博弈问题研究](#)

Study on Game Theory in Decision Interaction for Multi Intelligent Agents Based on Information Fusion
计算机科学, 2013, 40(7): 196-200.

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

徐明月

青岛大学商学院 山东 青岛 266071

摘要 构建了由制造商、电商平台和传统线下零售商组成的供应链,其中电商平台选择线上销售模式并制定信息分享策略。针对线上转售模式和线上代理模式下电商平台信息分享和不分享的情形,基于贝叶斯博弈和信息泄露效应,探究了在需求预测需要投资和信息分享策略的共同作用下,双渠道供应链中电商平台的销售模式选择。研究发现:除非需求不确定性低且平台收入分享比例高,否则电商平台选择转售模式。电商平台信息分享策略与线上销售模式和需求不确定程度有关。转售电商平台总是没有动机的自愿地和制造商分享信息;当需求不确定性较高时,代理电商平台自愿和制造商分享信息。进一步的研究发现,在代理模式中,信息分享对所有供应链成员都有利;在转售模式中,信息分享可能会对供应链不利,只有在需求不确定性较高且渠道竞争程度较低时,信息分享才能提高供应链的整体绩效。

关键词: 电商平台;信息分享;信息泄露;贝叶斯博弈

中图分类号 F272

Study on Information Sharing and Channel Strategy of Platform in Consideration of Information Leakage and Information Investing Cost

XU Ming-yue

School of Business, Qingdao University, Qingdao, Shandong 266071, China

Abstract A model in which a manufacturer sells products through an e-commerce platform and a traditional offline retailer is constructed. Specifically, the e-commerce platform selects online selling format and establishes information sharing strategy. This paper compares and analyses four situations where the online selling format is either reselling or agency selling with or without information sharing. Based on Bayesian game and information leakage effect, what is the e-commerce platform's choice, agency selling or reselling with the interaction of information investing cost and sharing strategy in dual-channel supply chain. Research shows that, firstly, unless the demand uncertainty is low and the platform revenue sharing ratio is high, the e-commerce platform selects the reselling format. Secondly, the e-commerce platform's incentive to share information strongly depends on its online selling format selection and demand uncertain degree. Under reselling case, the e-commerce platform does not share information voluntarily. While under agency selling case, the e-commerce platform shares information with manufacturer voluntarily when the demand uncertainty is high. Finally, under agency selling case, information sharing is beneficial for all members of supply chain. More specially, information sharing is not always beneficial for the entire dual-supply chain under reselling case. Only if the demand uncertainty is high and the cross-channel substitutability is small, information sharing can improve the performance of entire supply chain.

Keywords E-commerce platform, Information sharing, Information leakage, Bayesian game

随着电子商务的不断发展,线上零售比重不断增长。据统计,中国实物商品网上零售额占社会消费品零售总额的比重达23.7%^[1]。基于电子商务的电商平台为制造商创造了巨大的市场机会,并显著改变了消费者的消费模式和制造商的销售模式。如今消费者早已习惯通过电商平台购买产品,越来越多企业寻求与大型电商平台(京东、淘宝、亚马逊等)合作,采取线下、线上渠道并存的双渠道销售模式。目前,电商平台可以提供代理模式和转售模式,如太平洋咖啡采用代理

方式在京东上销售其产品,而雀巢咖啡则采用转售方式在京东上销售其产品^[2]。转售模式和代理模式的区别在于决定线上零售数量的供应链成员。在转售模式中,电商平台决定线上零售数量;在代理模式中,制造商决定线上零售数量并与电商平台分享线上收入^[3]。另外,与供应商和传统线下零售商相比,电商平台通过收集分析消费者的购买以及浏览数据,能够密切跟踪和预测市场的真实需求,降低自身由于市场不确定性带来的风险^[4]。信息技术的快速发展为电商平台与供应

基金项目:国家自然科学基金(11401331);教育部人文社科基金(18YJC630119);山东省自然科学基金(ZR2020MA024);山东省社科规划项目(20CSDJ16)

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China(11401331), Ministry of Education of Humanities and Social Science Project(18YJC630119), Natural Science Foundation of Shandong Province, China(ZR2020MA024) and Social Science Planning Fund Program of Shandong Province(20CSDJ16).

通信作者:徐明月(17854274712@163.com)

商可信地共享信息提供了便利的条件。众所周知,电商平台与制造商之间分享信息可以降低制造成本,提升供应链效率,使供应链更具市场竞争力。如阿里巴巴推出专业的一站式数据分析产品“生意参谋”,和卖家分享自己以及竞争对手点击流数据,帮助卖家分析曝光率、点击量、消费者反馈等^[4]。

虽然信息分享有利于提高供应链整体绩效,但是电商平台是否愿意与制造商分享信息值得深究。一方面,知情的制造商根据共享信息调整批发价格,汲取更多的利润。另一方面,竞争的传统零售商通过知情制造商的公开批发价格推断共享信息(信息泄露效应)^[5],进而调整战略决策。这两个方面都会损害分享信息的电商平台的利益。现有关于信息分享的文献主要聚焦于信息分享的价值、信息分享策略选择以及避免信息泄露促进信息分享的激励机制。Huang等^[6]指出,随着连续期需求的相关性增加,信息共享对降低供应商的库存水平和总成本的作用变大。Wu等^[7]通过权衡采购成本和信息精确程度,选择采购策略(海外还是国内采购)。Tsunoda等^[8]阐述了平台的信息共享策略如何改变双渠道供应链中供应商的线上销售模式选择,并最终影响零售商。Wang等^[9]发现,若零售商向制造商分享信息,则增加信息精确度可以弥补零售商公平偏好行为对制造商带来的损失。Hagiue等^[10]假设中介和供应商拥有关于产品营销活动的私人信息,并发现当平台(独立供应商)对每个特定产品有更准确的信息时,选择转售(代理)模式。Zhang等^[11]研究发现电商平台的信息分享会影响制造商的入侵策略。Guo等^[12]研究了零售商预测信息分享对双渠道制造商在线推介策略的影响。文献[6-12]的研究描述了需求信息以及信息共享对供应链的影响。

最近的一些文献考虑了信息分享的条件和激励供应链信息分享的机制。Liu等^[13]发现平台总是有向活跃在该平台上的卖家分享信息的动机。Bian等^[14]探讨了在一个伯川德竞争的两条供应链模型中,当零售商的需求信息不对称时供应链间的均衡信息分享策略。Wang等^[15]研究了奖惩机制下零售商的信息分享策略。Mishra等^[16]展示了基于折扣的合同如何激励制造商在更广泛的条件下进行信息共享。Ragunathan等^[17]分析了退货合同,并将其作为一种在供应链中激励信息共享的方式。Luo等^[18]研究了两个竞争制造商的需求信息分享问题。Tong等^[19]分析了规模不经济下竞争供应链中纵向信息共享的条件。Ha等^[20]研究了生产成本降低对零售商信息分享的激励问题,以及这种激励如何依赖于成本降低效率、信息准确性、竞争强度和竞争类型。此外,还有

部分文献^[21-23]研究了避免信息泄露的机制。Zhang等^[21]刻画了制造商为避免质量投资信息泄露而放弃批发定价权的情形。Kong^[22]等探索了收入共享合同以防止供应链需求信息泄露以及增加供应链成员利益的潜力。Chen等^[23]确定了有助于供应链中纵向信息共享以及防止信息泄露的合同类别。

上述文献从不同方面研究了信息分享以及信息泄露对供应链成员的影响,但是均未考虑信息投资成本对信息获取及分享策略的影响。现实经济中,信息的获取并不是免费的。此外,随着预测准确性的提高,获取成本也会增加。Aiyer等^[24]指出,企业每年花费数十亿美元在软件、人员和咨询费用上,以实现准确的需求预测。Guan等^[25]提出,即使获取信息是免费的,制造商也可能选择不获取任何消费者信息。收集信息的负面影响在很大程度上取决于披露成本和消费者偏好的差异化。一旦披露成本足够高,信息获取可能会对制造商造成损害。Jing等^[26]在需求不确定的设定下研究零售商在有无激励政策下的收集披露决策,并指出零售商收集披露信息的条件随着信息收集成本的增高变得更加苛刻。Shin等^[27]证明,在批发价格合同下,供应链成员需求预测投资非常过度。

基于此,电商平台需要决定需求信号的精确程度(信息投资水平),并在获取和分享信息的收益和成本之间取得平衡。本文主要运用贝叶斯博弈方法揭示双渠道供应链中电商平台的信息分享决策,并试图找出信息分享的条件,探讨信息投资以及分享影响下的电商平台销售模式选择。与以往文献不同,本文的创新之处在于其考虑了信息泄露和信息投资成本因素。本文在信息不对称和平台经济下,研究分析电商平台的信息投资水平以及信息分享策略,优化双渠道供应链的渠道战略,包括线上销售模式选择和最优化定价。

1 问题描述

本文考虑由制造商 M 、电商平台 E 和传统线下零售商 T 组成的双渠道供应链。其中,电商平台确定线上销售模式,并决定是否与制造商共享需求信息。电商平台有更多的权力,所以电商平台为 Stackelberg 博弈领导者,制造商和线下零售商为追随者,且均以自身利润最大化为目标进行决策。文中所用符号说明、模型假设、信息结构及博弈顺序过程描述如下。

1.1 符号说明

模型中的符号及其含义如表 1 所列。

表 1 变量说明

Table 1 Parameters and notations

| 符号 | 代表意义 | 符号 | 代表意义 |
|--------------|---|-------|----------|
| ϵ_d | 逆需求函数的随机项 | w | 批发价格 |
| a | 逆需求函数的确定性截距(确定市场潜力) | v | 需求预测投资水平 |
| θ | 竞争强度(线上线下渠道的可替代程度) | p_o | 线上产品销售价格 |
| f_o | 电商平台观察到的有噪需求信号 | p_i | 线下产品销售价格 |
| r | 代理模式时电商平台的收入分享比例 | q_o | 线上渠道零售数量 |
| π_i^X | X 模型下 i 的利润。 $i=M, E, T$ 分别表示制造商、电商平台和线下零售商; $X=NR, SR, NA, SA$ 分别表示线上转售信息不分享、线上转售信息分享、线上代理信息不分享、线上代理信息分享 | q_i | 线下渠道零售数量 |

1.2 模型假设

假设 1 需求预测信息为电商平台私有,其拥有选择是否与制造商进行分享的权利。

假设 2 制造商的生产成本和零售商的销售成本为零。

假设 3 电商平台的需求预测投资成本函数为 $C(v)$ 。预测投资越多,需求预测信息越准确。 $C(v)$ 是关于 v 的非减函数,并且 $C(v) > 0$ 。为了便于分析,我们设置 $C(v) = kv, k > 0$ [27]。

假设 4 制造商按订单生产方式生产产品,即制造商和零售商均没有库存。仅考虑单周期下线上线下渠道的零售数量博弈以及信息预测分享策略。

1.3 逆需求函数和信息结构

线上、线下渠道的逆需求函数分别为 $p_o = a - q_o - \theta q_t + \epsilon_d, p_t = a - q_t - \theta q_o + \epsilon_d$ 。根据 Liu 等[13]的研究,市场需求具有不确定性,我们用随机项 ϵ_d 表示,且 $E(\epsilon_d) = 0, var(\epsilon_d) = \sigma_d^2$ 。零售商的私人信号为 $f_o = \epsilon_d + \epsilon_o$ 。 ϵ_o 为预测误差,且 $E(\epsilon_o) = 0, var(\epsilon_o) = \sigma_o^2$ 。随机变量 ϵ_d 和 ϵ_o 相互独立。我们用 $v = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_o^2}$ 表示电商平台的需求预测精度。信号越准确, σ_o^2 越小, v 越大。考虑两种极端情况,当 $v \rightarrow \infty$, 即 $\sigma_o^2 \rightarrow 0$ 时,预测值和实际需求完全一致,信号是完美的。当 $v \rightarrow 0$, 即 $\sigma_o^2 \rightarrow \infty$ 时,预测值和实际相差甚远,电商平台没有进行需求预测投资,即没有私人需求预测信号。根据文献[28],后验概率可定义为:

$$E(\epsilon_d | f_o) = \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + \sigma_o^2} \tag{1}$$

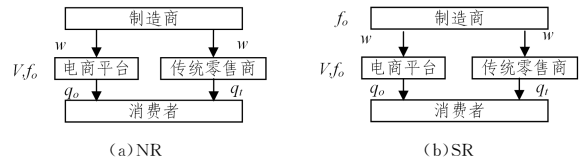


图 2 四类双渠道供应链模式

Fig. 2 Four types of dual-channel supply chain modes

2 四类双渠道供应链的纳什均衡

2.1 NR 模式

当转售电商平台不分享信息时,基于模型假设及符号说明,供应链成员预期利润函数分别为:

$$E(\Pi_E^{NR} | f_o) = (a - q_o - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o) - w)q_o - kv \tag{2}$$

$$E(\Pi_T^{NR}) = (a - q_t - \theta E(q_o) + E(\epsilon_d) - w)q_t \tag{3}$$

$$E(\Pi_M^{NR}) = wE(q_o + q_t) \tag{4}$$

采用逆向归纳法,首先联立两个零售商的利润函数,求解 $\frac{\partial E(\Pi_E^{NR})}{\partial q_o} = 0$ 和 $\frac{\partial E(\Pi_T^{NR})}{\partial q_t} = 0$, 电商平台和线下零售商的最优零售数量分别为:

$$q_o^* = \frac{a - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o) - w}{2} \quad \text{和} \quad q_t^* = \frac{a - \theta E(q_o) - w}{2}$$

设 $q_o = A_A + B_A w + C_A f_o, q_t = A_B + B_B w$ 。通过证明可知, $q_o^* = q_o, q_t^* = q_t$ 。

证明:令 $g_o(f_o) = q_o^* - q_o, g_t = q_t^* - q_t$ 。设 $\frac{2g_o(f_o)}{\theta} =$

1.4 博弈顺序

在第一阶段,电商平台选择转售模式或者代理模式。在第二阶段,在电商平台观察到需求信号之前,事先决定是否与制造商共享需求信息(用 S 表示)或不共享需求信息(用 N 表示)。这种事先决定的信息共享策略已被相关文献[29]广泛采用。在第三阶段,电商平台确定信息投资水平 v ; 电商平台观察到私人需求信号并按照事前确定的信息共享策略进行分享。在第四阶段,制造商设置批发价格 w ; 在第五阶段,如果采用代理销售协议,电商平台通过收取代理费 r , 向供应商提供参与线上销售的选择权,代理费 r 是电商平台提供市场服务而抽取的线上收入的比例。这里,我们假设电商平台收取外生代理费,因为外生代理费已适用于亚马逊、京东和淘宝等各大平台,并广泛应用于平台定价的理论研究。传统线下零售商确定线下零售数量 q_t 。与此同时,在代理模式下制造商确定线上零售数量 q_o ,而在转售模式下,电商平台确定线上零售数量 q_o 。供应链的博弈顺序如图 1 所示。

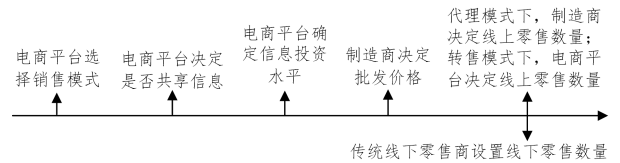


图 1 博弈顺序

Fig. 1 Timeline of the game

因此,存在 4 种模式的供应链系统,如图 2 所示。

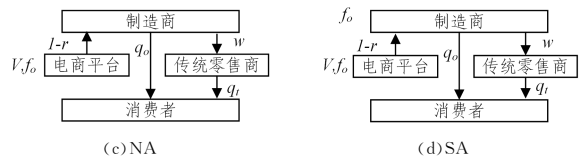


图 2 四类双渠道供应链模式

Fig. 2 Four types of dual-channel supply chain modes

$-E(g_t | f_o), \frac{2g_t}{\theta} = -E(g_o(f_o))$ 。可得: $\frac{2E(g_o^2(f_o))}{\theta} = -E(g_t g_o(f_o)), \frac{2E(g_t^2)}{\theta} = -E(g_t g_o(f_o))$ 。所以 $E(g_o^2(f_o)) = 0, E(g_t^2) = 0$ 。 $\begin{pmatrix} E(g_o^2(f_o)) & E(g_t g_o(f_o)) \\ E(g_t g_o(f_o)) & E(g_t^2) \end{pmatrix}$ 是半正定矩阵并且 $\frac{2}{\theta} > 1$ 。所以 $g_o(f_o) = q_o^* - q_o = 0, g_t = q_t^* - q_t = 0$ 。即 $q_o^* = q_o, q_t^* = q_t$ 。 $\frac{2g_o(f_o)}{\theta} = -E(g_t | f_o), \frac{2g_t}{\theta} = -E(g_o(f_o))$ 等价于: $a - 2A_A - \theta A_B = 0, -1 - 2B_A - \theta B_B = 0, \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + \sigma_o^2} - 2C_A = 0, a - 2A_B - \theta A_A = 0, -1 - 2B_B - \theta B_A = 0$ 。联立求解得: $A_A = \frac{a}{2 + \theta}, B_A = \frac{-1}{2 + \theta}, C_A = \frac{\sigma_d^2}{2(\sigma_d^2 + \sigma_o^2)}, A_B = \frac{a}{2 + \theta}, B_B = \frac{-1}{2 + \theta}$ 。代入 q_o, q_t 得到 $q_o = \frac{a - w}{2 + \theta} + \frac{\sigma_d^2}{2(\sigma_d^2 + \sigma_o^2)} f_o = \frac{a - w}{2 + \theta} + \frac{v}{2(1 + v)} f_o$ 和 $q_t = \frac{a - w}{2 + \theta}$ 。将 q_o, q_t 代入制造商的预期利润函数,求解 $\frac{\partial E(\Pi_M^{NR})}{\partial w} = 0$ 可得 $w = \frac{a}{2}$ 。将 q_o, q_t, w 代入电商平台的预期利润函数,求解 $\frac{\partial E(\Pi_E^{NR})}{\partial v} = \frac{\sigma_d^2}{4(1 + v)^2} - k = 0$ 。

情况1 当 $\sigma_d < 2\sqrt{k}$ 时,最优信息投资水平、批发价格、线上零售数量及线下零售数量分别为:

$$v^{\text{NR}} = 0, w^{\text{NR}} = \frac{a}{2}$$

$$q_o^{\text{NR}} = \frac{a}{2(2+\theta)}, q_t^{\text{NR}} = \frac{a}{2(2+\theta)}$$

电商平台、线下零售商及制造商的期望利润分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{NR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2$$

$$E(\Pi_T^{\text{NR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2$$

$$E(\Pi_M^{\text{NR}}) = \frac{a^2}{2(2+\theta)}$$

情况2 当 $\sigma_d > 2\sqrt{k}$ 时,最优信息投资水平、批发价格、线上及线下零售数量为:

$$v^{\text{NR}} = \frac{\sigma_d \sqrt{k}}{2k} - 1$$

$$w^{\text{NR}} = \frac{a}{2}$$

$$q_o^{\text{NR}} = \frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2\sqrt{k}}{2\sigma_d} f_o$$

$$q_t^{\text{NR}} = \frac{a}{2(2+\theta)}$$

电商平台、线下零售商及制造商的期望利润分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{NR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{2} - \sqrt{k}\right)^2$$

$$E(\Pi_T^{\text{NR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2$$

$$E(\Pi_M^{\text{NR}}) = \frac{a^2}{2(2+\theta)}$$

2.2 SR 模式

当转售电商平台与制造商分享信息时,制造商根据该信息做出批发价格决策,而传统线下零售商也可以通过公开的批发价格推出该信息。基于模型假设及符号说明,供应链成员预期利润函数分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{SR}} | f_o) = (a - q_o - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o) - w) q_o - kv \quad (5)$$

$$E(\Pi_T^{\text{SR}} | f_o) = (a - q_t - \theta E(q_o | f_o) + E(\epsilon_d | f_o) - w) q_t \quad (6)$$

$$E(\Pi_M^{\text{SR}}) = wE((q_o + q_t) | f_o) \quad (7)$$

当 $\sigma_d > 2(2+\theta)\sqrt{k}$ 时,解得最优信息投资水平、批发价格、线上及线下零售数量分别为:

$$v^{\text{SR}} = \frac{\sigma_d \sqrt{k}}{2k(2+\theta)} - 1$$

$$w^{\text{SR}} = \frac{a}{2} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2\sigma_d} f_o$$

$$q_o^{\text{SR}} = \frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2(2+\theta)\sigma_d} f_o$$

$$q_t^{\text{SR}} = \frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2(2+\theta)\sigma_d} f_o$$

电商平台、线下零售商及制造商的期望利润分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{SR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{2(2+\theta)} - \sqrt{k}\right)^2$$

$$E(\Pi_T^{\text{SR}}) = \left(\frac{a}{2(2+\theta)}\right)^2 + \frac{\sigma_d^2}{4(2+\theta)^2} - \frac{\sqrt{k}\sigma_d}{2(2+\theta)}$$

$$E(\Pi_M^{\text{SR}}) = \frac{a^2}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d^2}{2(2+\theta)} - \sqrt{k}\sigma_d$$

2.3 NA 模式

当代理电商平台不分享信息时,基于模型假设及符号说明,供应链成员预期利润函数分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{NA}} | f_o) = r(a - E(q_o | f_o) - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o)) q_o - kv \quad (8)$$

$$E(\Pi_T^{\text{NA}}) = (a - q_t - \theta E(q_o) + E(\epsilon_d) - w) q_t \quad (9)$$

$$E(\Pi_M^{\text{NA}}) = (1-r)(a - q_o - \theta E(q_t) + E(\epsilon_d)) q_o + wE(q_t) \quad (10)$$

解得最优信息投资水平、批发价格、线上及线下零售数量分别为:

$$v^{\text{NA}} = 0$$

$$w^{\text{NA}} = \frac{(2-\theta)(4-\theta^2+2\theta-2\theta r)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)}$$

$$q_o^{\text{NA}} = \frac{(2-\theta)(4+\theta)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)}$$

$$q_t^{\text{NA}} = \frac{(\theta r + 2 - 2\theta)a}{8-3\theta^2+\theta^2 r}$$

电商平台、线下零售商及制造商的期望利润分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{NA}}) = r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)} \right)^2$$

$$E(\Pi_T^{\text{NA}}) = \left(\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)a}{8-3\theta^2+\theta^2 r} \right)^2$$

$$E(\Pi_M^{\text{NA}}) = \frac{(2-\theta)(6-\theta-4r)a^2}{4(8-3\theta^2+\theta^2 r)}$$

2.4 SA 模式

当代理电商平台与制造商分享信息时,制造商根据该信息作出线上销售数量和批发价格决策,而传统线下零售商也可以通过公开的批发价格推出该信息。基于模型假设及符号说明,供应链成员预期利润函数分别为:

$$E(\Pi_E^{\text{SA}} | f_o) = r(a - E(q_o | f_o) - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o)) q_o - kv \quad (11)$$

$$E(\Pi_T^{\text{SA}} | f_o) = (a - q_t - \theta E(q_o | f_o) + E(\epsilon_d | f_o) - w) q_t \quad (12)$$

$$E(\Pi_M^{\text{SA}}) = (1-r)(a - q_o - \theta E(q_t | f_o) + E(\epsilon_d | f_o)) q_o + wE(q_t | f_o) \quad (13)$$

当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时,解得最优信息投资水平、批

发价格、线上及线下零售数量为:

$$v^{\text{SA}} = \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d}{2k(8-3\theta^2+\theta^2 r)} - 1$$

$$w^{\text{SA}} = \frac{(2-\theta)(4-\theta^2+2\theta-2\theta r)}{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2 r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$$

$$q_o^{\text{SA}} = \frac{(2-\theta)(4+\theta)}{2(8-3\theta^2+\theta^2 r)} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2 r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$$

$$q_t^{\text{SA}} = \frac{(\theta r + 2 - 2\theta)}{8-3\theta^2+\theta^2 r} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2 r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$$

电商平台、线下零售商及制造商的期望利润分别为：

$$E(\Pi_E^A) = r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \right)^2 a^2 + \left(\frac{\sqrt{r}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} - \sqrt{k} \right)^2$$

$$E(\Pi_R^A) = \left(\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)}{8 - 3\theta^2 + \theta^2 r} \right)^2 \left(a^2 + \sigma_d^2 - \frac{2k\sigma_d(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)} \right)$$

$$E(\Pi_M^A) = \frac{(2-\theta)(6-\theta-4r)}{4(8-3\theta^2+\theta^2r)} (a^2 + \sigma_d^2 - \frac{2k\sigma_d(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)})$$

引理 1 有需求投资成本下,线上为转售模式时供应链成员的决策和利润值如表 2 所列。

表 2 线上转售供应链模式的决策和利润值

Table 2 Decision and profit comparison of online reselling mode

| | NR($\sigma_d < 2\sqrt{k}$) | NR($\sigma_d > 2\sqrt{k}$) | SR($\sigma_d > 2(2+\theta)\sqrt{k}$) |
|---------|--|---|--|
| v | 0 | $\frac{\sigma_d \sqrt{k}}{2k} - 1$ | $\frac{\sigma_d \sqrt{k}}{2k(2+\theta)} - 1$ |
| w | $\frac{a}{2}$ | $\frac{a}{2}$ | $\frac{a}{2} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2\sigma_d} f_o$ |
| q_o | $\frac{a}{2(2+\theta)}$ | $\frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2\sqrt{k}}{2\sigma_d} f_o$ | $\frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2(2+\theta)\sigma_d} f_o$ |
| q_t | $\frac{a}{2(2+\theta)}$ | $\frac{a}{2(2+\theta)}$ | $\frac{a}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d - 2(2+\theta)\sqrt{k}}{2(2+\theta)\sigma_d} f_o$ |
| π_E | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2$ | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{2} - \sqrt{k} \right)^2$ | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{2(2+\theta)} - \sqrt{k} \right)^2$ |
| π_T | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2$ | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2$ | $\left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2 + \frac{\sigma_d^2}{4(2+\theta)^2} - \frac{\sqrt{k}\sigma_d}{2(2+\theta)}$ |
| π_M | $\frac{a^2}{2(2+\theta)}$ | $\frac{a^2}{2(2+\theta)}$ | $\frac{a^2}{2(2+\theta)} + \frac{\sigma_d^2}{2(2+\theta)} - \sqrt{k}\sigma_d$ |

引理 2 有需求投资成本下,线上为代理模式时供应链成员的决策和利润值如表 3 所列。

表 3 线上代理供应链模式的决策和利润值

Table 3 Decision and profit comparison of online agency selling mode

| | NA | SA($\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$) |
|---------|---|--|
| v | 0 | $\frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d}{2k(8-3\theta^2+\theta^2r)} - 1$ |
| w | $\frac{(2-\theta)(4-\theta^2+2\theta-2\theta r)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)}$ | $\frac{(2-\theta)(4-\theta^2+2\theta-2\theta r)}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$ |
| q_o | $\frac{(2-\theta)(4+\theta)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)}$ | $\frac{(2-\theta)(4+\theta)}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$ |
| q_t | $\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)a}{8 - 3\theta^2 + \theta^2 r}$ | $\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)}{8 - 3\theta^2 + \theta^2 r} \left(a + \frac{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d - 2k(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d} f_o \right)$ |
| π_E | $r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \right)^2$ | $r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \right)^2 a^2 + \left(\frac{\sqrt{r}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} - \sqrt{k} \right)^2$ |
| π_T | $\left(\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)a}{8 - 3\theta^2 + \theta^2 r} \right)^2$ | $\left(\frac{(\theta r + 2 - 2\theta)}{8 - 3\theta^2 + \theta^2 r} \right)^2 \left(a^2 + \sigma_d^2 - \frac{2k\sigma_d(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)} \right)$ |
| π_M | $\frac{(2-\theta)(6-\theta-4r)a^2}{4(8-3\theta^2+\theta^2r)}$ | $\frac{(2-\theta)(6-\theta-4r)}{4(8-3\theta^2+\theta^2r)} \left(a^2 + \sigma_d^2 - \frac{2k\sigma_d(8-3\theta^2+\theta^2r)}{\sqrt{rk}(2-\theta)(4+\theta)} \right)$ |

3 信息投资分享分析

3.1 信息投资水平分析

本节在第 2 节的模型构建和求解基础上,分析线上不同销售模式以及不同信息分享策略对需求预测投资的影响,并探讨需求预测对供应链绩效的影响。

引理 3 线上为转售模式时,如果电商平台选择不分享信息,当 $\sigma_d > 2\sqrt{k}$ 时,电商平台才会进行信息投资;如果电商平台与制造商分享信息,当 $\sigma_d > 2(2+\theta)\sqrt{k}$ 时,电商平台才会进行信息投资。线上为代理模式时,如果电商平台选择不分享信息, v 恒为零,即电商平台不会对需求预测进行投资;如果电商平台与制造商分享信息,当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时,电商平台才会进行信息投资。

由引理 3 可知,需求不确定性越大,需求预测给供应链带来的利润越多,电商平台越有必要进行投资需求预测。只有

当需求预测投资的预期边际收益大于成本 k 时,电商平台才会进行信息投资。信息投资成本越高,电商平台获取信息的门槛就越高。特别是在 NA 模式时,线上销售数量由不知情的制造商决定,保留信息的电商平台获取信息不会带来供应链的任何战略调整。假设电商平台进行信息投资,电商平台不会得到需求预测的回报,而信息投资不是免费的,因此此时电商平台不会投资需求预测。在转售模式下,信息分享会提高信息投资的门槛。电商平台分享信息给制造商,由于双重边际效应,当制造商知道市场需求大,会提高批发价格,最终电商平台通过持有信息获取的利润减少,只有当信息投资的成本和信息分享后的双重边际效应小于获取信息的边际收益时,电商平台才会进行需求预测投资。

3.2 线上转售时信息分享策略分析

命题 1 线上为转售模式时,当 $\sigma_d > 2(2+\theta)\sqrt{k}$ 时,信息分享策略对决策变量的影响:1) 当 $f_o > 0$ 时, $v^{SR} < v^{NR}$, $w^{SR} > w^{NR}$, $q_o^{SR} < q_o^{NR}$, $q_t^{SR} > q_t^{NR}$; 2) 当 $f_o < 0$ 时, $v^{SR} < v^{NR}$, $w^{SR} < w^{NR}$, $q_o^{SR} > q_o^{NR}$, $q_t^{SR} < q_t^{NR}$ 。

由引理 3 可知,当线上渠道为转售模式时,当且仅当需求不确定性较高时,事先决定分享信息的电商平台才会投资需求预测。当电商平台拥有关于需求的私人信号后,才有可能与制造商共享需求信息。命题 1 表明,若电商平台对市场需求的预测值大于潜在市场需求时(即 $f_o > 0$),转售电商平台与制造商分享信息,将使得制造商和竞争的线下零售商制定较高的批发价格、线下零售数量,但会减少电商平台的零售数量;若电商平台对市场需求的预测值小于潜在市场需求时(即 $f_o < 0$),转售电商平台与制造商分享信息,将使得制造商和竞争的线下零售商制定较低的批发价格、线下零售数量,但会使电商平台增加零售数量。这是因为当制造商知晓市场需求较高,为了提高自身利润,会制定更高的批发价格,信息分享使得“双重边际效应”更加显著。而因为“信息泄露效应”,线下零售商通过公开的批发价格也能推断出市场需求比均值高这一消息,进而制定更多的零售数量以提高自身利润。而分享信息的电商平台与线下零售商存在古诺竞争,所以增加的线下零售数量会导致线上零售数量减少。两种情况下,信息分享都会降低电商平台的信息投资水平。信息分享前,信息投资水平与渠道竞争强度无关。信息分享后,信息投资水平是关于竞争强度 θ 的减函数。线上线下竞争越激烈,信息投资水平越低。当线上线下渠道可替代程度低,两个渠道可以完全区分时,分享信息的转售电商平台通过提升信息投资水平获取更精确的需求信息,制定更有效的销售策略以获取更高的利润,而线下零售商虽然通过信息泄露效应知晓需求信息,但由于两个渠道没有可替代性,所以线下零售商的战略调整不会伤害电商平台利润。因此,随着竞争强度的降低,分享信息的转售电商平台将加大信息投资力度。

命题 2 线上为转售模式时,当 $\sigma_d > 2(2+\theta)\sqrt{k}$ 时,信息分享策略对供应链成员的影响: $\pi_E^R < \pi_E^N$, $\pi_M^R > \pi_M^N$, $\pi_N^R > \pi_N^N$ 。转售电商平台没有主动与制造商分享信息的动机。

命题 2 表明,当线上渠道为转售模式时,信息分享有利于制造商和线下零售商,但会伤害电商平台。即当线上渠道为转售模式时,电商平台的需求预测信息对制造商和竞争的零售商的价值为正。这是因为制造商以及竞争的零售商获取需求预测信息后可以更科学地进行决策。为了在转售模式时最大限度地获取利润,制造商应该争取获得需求预测信息。而电商平台不愿分享需求预测信息,保持信息私有可以误导制造商。即使实际需求量非常大,不知情的供应商也会收取较低的批发价格,这对平台和线下零售商都是有利的。人们可能会认为,反之亦然;即使是非常小的实际需求规模,供应商将设置一个高批发价格。虽然这是事实,但就预期而言,前者的收益大于后者的损失。面对高度不确定的需求,供应商不了解批发模式的实际需求情况,平台可以从中受益。同时,不分享信息的电商平台因为对需求预测投资,相比竞争的线下零售商其对市场需求的预测更精确,及时追踪相应市场变化,从而获得更高的回报。因此制造商必须采取措施才能激励电商平台分享信息,如向电商平台支付一定的信息费用等。

命题 3 在转售模式下,当 $\sigma_d > \frac{6(2+\theta)\sqrt{k}}{2-2\theta-\theta^2}$ 且 $\theta \in (0, \sqrt{3}-1)$ 时,信息分享可提高供应链的整体绩效。

证明:比较信息分享前后转售供应系统利润可得: $(E(\Pi_E^R) + E(\Pi_M^R) + E(\Pi_N^R)) - (E(\Pi_E^N) + E(\Pi_M^N) +$

$E(\Pi_N^N)) = \frac{(2-2\theta-\theta^2)\sigma_d - 6(2+\theta)\sqrt{k}}{4(2+\theta)^2}\sigma_d$, 因为 $\frac{\sigma_d}{4(2+\theta)^2} > 0$, 所以当 $(2-2\theta-\theta^2)\sigma_d - 6(2+\theta)\sqrt{k} > 0$ 时,也就是当 $\sigma_d > \frac{6(2+\theta)\sqrt{k}}{2-2\theta-\theta^2}$ 并且 $\theta \in (0, \sqrt{3}-1)$ 时, $(E(\Pi_E^R) + E(\Pi_M^R) + E(\Pi_N^R)) - (E(\Pi_E^N) + E(\Pi_M^N) + E(\Pi_N^N)) > 0$, 整个供应链利润在信息分享后有所增加。

命题 3 表明:线上为转售模式时,信息分享策略不一定对整个供应链有利。在市场不确定性小或线上线下竞争强度大时,信息分享反而会伤害供应链系统利润。当市场不确定性小时,考虑需求预测投资,信息分享带来的供应链效率提升低于投资成本和增加的双重边际效用。当线上线下竞争强度大时,若需求预测值高,供应商通过向两个渠道收取较高的批发价格,来缓解零售市场的销售数量竞争并获取更高的利润。但供应商多获取的利润少于电商平台和线下零售商损失的利润,供应链整体利润降低。若需求预测值低,供应商通过设置较低的批发价格,电商平台和线下零售商之间的竞争加剧,增加销售数量,导致零售价格过低,供应链系统利润减少。

3.3 线上代理时信息分享策略分析

引理 4 线上为代理模式时,当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时,信息分享策略对决策变量的影响:1) 当 $f_o > 0$ 时, $v^{SA} > v^{NA}$, $w^{SA} > w^{NA}$, $q_o^{SA} > q_o^{NA}$, $q_i^{SA} > q_i^{NA}$; 2) 当 $f_o < 0$ 时, $v^{SA} < v^{NA}$, $w^{SA} < w^{NA}$, $q_o^{SA} < q_o^{NA}$, $q_i^{SA} < q_i^{NA}$ 。

引理 4 表明,代理电商平台分享信息后,信息投资水平提高。代理模式下,分享信息后,信息投资水平越高,需求信息精确度越高,知情制造商作出更有利的战略调整,通过收入分享,平台利润越多。若电商平台对市场需求的预测值大于潜在市场需求时(即 $f_o > 0$),代理电商平台与制造商分享信息,将使得制造商和竞争的线下零售商制定较高的批发价格、线上零售数量和线下零售数量;若电商平台对市场需求的预测值小于潜在市场需求时(即 $f_o < 0$),转售电商平台与制造商分享信息,将使得制造商和竞争的线下零售商制定较低的批发价格、线上零售数量和线下零售数量。线上代理模式下,信息分享对线上销售数量的影响和线上转售模式时截然相反。这是因为在代理模式下,是由制造商制定线上销售数量,电商平台仅仅充当一个连接制造商和消费者的线上市场,制造商分享一部分线上收入给制造商当作渠道费用;而在转售模式下,线上渠道零售数量则由电商平台制定。代理电商平台分享制造商信息后,制造商知晓市场需求较高,为了提高自身利润,会制定更高的批发价格和线上零售数量。而因为信息泄露效应,线下零售商通过公开的批发价格也能推断出市场需求比均值高这一消息,进而制定更多的零售数量以提高自身利润。尽管线上线下渠道有一定的可替代性,线下零售数量的增加可能导致线上零售数量减少,但是分享信息对线上零售数量的积极作用比信息泄露的消极作用更大,最终,制造商增加线上零售数量。

命题 4 线上为代理模式时,当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时,信息分享策略对供应链成员的影响: $\pi_E^A > \pi_E^N$, $\pi_M^A > \pi_M^N$, $\pi_N^A > \pi_N^N$ 。转售电商平台不需要信息激励措施,主动与制造商分享信息。

命题 4 表明,当线上渠道为代理模式时,信息分享总是有利于所有供应链成员。即当线上渠道为代理模式时,电商平台的需求预测信息对制造商、电商平台和竞争的零售商的价值为正。这是因为制造商以及竞争的零售商获取需求预测信息后可以更科学地进行决策,进而获取更多的利润。而采用代理模式的电商平台,因为知情的零售商的战略调整使得线上收入增加,进而也获取到更多利润,达到共赢局面。相反地,在代理模型中,线上渠道的零售数量决策被委托给供应商。如果没有信息共享,平台可能会受到不知情供应商错误决策的不利影响。因此,电商平台在代理模式下愿意与制造商分享需求预测信息。

$$E(\Pi_E^A) = \begin{cases} r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)a}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \right)^2, & \sigma_d < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}} \\ r \left(\frac{(2-\theta)(4+\theta)}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} \right)^2 a^2 + \left(\frac{\sqrt{r}(2-\theta)(4+\theta)\sigma_d}{2(8-3\theta^2+\theta^2r)} - \sqrt{k} \right)^2, & \sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}} \end{cases}$$

因为 $2\sqrt{k} < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$, 将 σ_d 划分成 3 个范围:

(1) 当 $\sigma_d < 2\sqrt{k}$ 时, 若 $r > r_1$, 电商平台选择代理模式。

$$r_1 = \frac{\theta^6 + 8\theta^5 + 14\theta^4 - 64\theta^3 - 128\theta^2 + 128\theta + 256 - (-\theta^3 - 4\theta^2 + 4\theta + 16) \sqrt{\theta^6 + 8\theta^5 + 20\theta^4 - 64\theta^3 - 144\theta^2 + 128\theta + 256}}{2\theta^4}$$

(2) 当 $2\sqrt{k} < \sigma_d < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时, 若 $2\sqrt{k} < \sigma_d < \min\left(\frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}, \frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{a^2(6+\theta)}{2+\theta}} + 4\sqrt{k}\right)\right)$ 且 $r > r_2$, 电商平台选择代理模式。

$$r_2 = \frac{(a(2-\theta)(2+\theta)(4+\theta) - \sqrt{a^2(2-\theta)^2(2+\theta)^2(4+\theta)^2 - 4a^2\theta^2(8-3\theta^2)(a^2 + (2+\theta)(\sigma_d - 2\sqrt{k})^2)})^2}{a^2\theta^4(a^2 + (2+\theta)^2\sigma_d^2 - 4(2+\theta)^2\sqrt{k}\sigma_d + 4(2+\theta)^2k)}$$

(3) 当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时, 若 $k < \frac{(12+8\theta+\theta^2)(4+\theta)^2a^2}{16(2+\theta)^2\theta^2}$, $\sigma_d < \sigma_d'$ 且 $r > r_3$, 电商平台选择代理模式。

$$\sigma_d' = \frac{4\theta(2+\theta)\sqrt{k} + \sqrt{\theta(2+\theta)(a^2(3\theta^2+26\theta+48) + 16\theta(2+\theta)k)}}{\theta(8+3\theta)}$$

$$\frac{\partial(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))}{\partial r} =$$

$$-\frac{(2+\theta)(4+\theta)\sigma_d(8-\theta^2(r+3))(a^2(\theta^2+2\theta-8)\sqrt{r} + 2\sqrt{k}\sigma_d(8-\theta^2(r+3)) - (8-\theta^2-2\theta)\sqrt{r}\sigma_d^2)}{4\sqrt{r}(8-3\theta^2+\theta^2r)} > 0$$

$$(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))|_{r \rightarrow 0^+} = -\frac{a^2}{4(2+\theta)^2} + \sigma_d \left(\sqrt{k} - \frac{\sigma_d}{4} \right) < 0$$

$$(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))|_{r=1} = \frac{\theta(4(2+\theta)\sqrt{k} - (8+3\theta)\theta\sigma_d^2 + 8\theta(2+\theta)\sqrt{k}\sigma_d)}{16(2+\theta)^2} > 0.$$

所以存在 $r_3 \in (0, 1)$, $(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))|_{r=r_3} = 0$ 。

由命题 5 可知,在信息预测需要投资以及信息分享策略的共同影响下,线上渠道销售模式的选择强烈依赖于事前需求不确定性的程度以及收入分享比例的大小。从根本上说,除非市场需求较确定,否则平台更倾向于让供应商选择转售模式。一方面,高需求不确定的情况下,电商平台保持信息私有,选择转售模式可以汲取更多的利润;而在代理模式时,电商平台将需求信息分享给制造商,线下零售商也通过“信息泄露效应”知晓该信息,供应链 3 个成员分享电商平台获取信息带来的利润,导致电商平台本身因信息获取而得的利润少于投资成本。另一方面,如果电商平台不分享信息,高需求不确定性导致平台在将零售定价委托给不知情的供应商时犹豫不决。因此,当需求不确定性较高时,电商平台更倾向于选择转售模式。例如,京东对家电、手机等不确定性较高的商品都

4 电商平台渠道选择策略

命题 5 需求不确定性较低且收入分享比例较大时,电商平台更倾向于代理销售模式。

证明电商平台的信息投资分享策略如引理 3、命题 2 和命题 4 所示,可得电商平台在转售模式或代理模式下的预期利润分别为:

$$E(\Pi_E^R) = \begin{cases} \left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2, & \sigma_d < 2\sqrt{k} \\ \left(\frac{a}{2(2+\theta)} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_d}{2} - \sqrt{k} \right)^2, & \sigma_d > 2\sqrt{k} \end{cases}$$

$$\sigma_d < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$$

$$\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$$

$$\sigma_d < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$$

(1) 当 $\sigma_d < 2\sqrt{k}$ 时, 若 $r > r_1$, 电商平台选择代理模式。

$$r_1 = \frac{\theta^6 + 8\theta^5 + 14\theta^4 - 64\theta^3 - 128\theta^2 + 128\theta + 256 - (-\theta^3 - 4\theta^2 + 4\theta + 16) \sqrt{\theta^6 + 8\theta^5 + 20\theta^4 - 64\theta^3 - 144\theta^2 + 128\theta + 256}}{2\theta^4}$$

(2) 当 $2\sqrt{k} < \sigma_d < \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时, 若 $2\sqrt{k} < \sigma_d < \min\left(\frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}, \frac{1}{2}\left(\sqrt{\frac{a^2(6+\theta)}{2+\theta}} + 4\sqrt{k}\right)\right)$ 且 $r > r_2$, 电商平台选择代理模式。

$$r_2 = \frac{(a(2-\theta)(2+\theta)(4+\theta) - \sqrt{a^2(2-\theta)^2(2+\theta)^2(4+\theta)^2 - 4a^2\theta^2(8-3\theta^2)(a^2 + (2+\theta)(\sigma_d - 2\sqrt{k})^2)})^2}{a^2\theta^4(a^2 + (2+\theta)^2\sigma_d^2 - 4(2+\theta)^2\sqrt{k}\sigma_d + 4(2+\theta)^2k)}$$

(3) 当 $\sigma_d > \frac{2(8-3\theta^2+\theta^2r)\sqrt{k}}{(2-\theta)(4+\theta)\sqrt{r}}$ 时, 若 $k < \frac{(12+8\theta+\theta^2)(4+\theta)^2a^2}{16(2+\theta)^2\theta^2}$, $\sigma_d < \sigma_d'$ 且 $r > r_3$, 电商平台选择代理模式。

$$\sigma_d' = \frac{4\theta(2+\theta)\sqrt{k} + \sqrt{\theta(2+\theta)(a^2(3\theta^2+26\theta+48) + 16\theta(2+\theta)k)}}{\theta(8+3\theta)}$$

$$\frac{\partial(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))}{\partial r} =$$

$$-\frac{(2+\theta)(4+\theta)\sigma_d(8-\theta^2(r+3))(a^2(\theta^2+2\theta-8)\sqrt{r} + 2\sqrt{k}\sigma_d(8-\theta^2(r+3)) - (8-\theta^2-2\theta)\sqrt{r}\sigma_d^2)}{4\sqrt{r}(8-3\theta^2+\theta^2r)} > 0$$

$$(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))|_{r \rightarrow 0^+} = -\frac{a^2}{4(2+\theta)^2} + \sigma_d \left(\sqrt{k} - \frac{\sigma_d}{4} \right) < 0$$

$$(E(\Pi_E^A) - E(\Pi_E^R))|_{r=1} = \frac{\theta(4(2+\theta)\sqrt{k} - (8+3\theta)\theta\sigma_d^2 + 8\theta(2+\theta)\sqrt{k}\sigma_d)}{16(2+\theta)^2} > 0.$$

采取官方自营的转售模式,而对日用产品等相对确定的产品则采取代理销售模式, MUJI 等在京东开设自己的官方旗舰店,制造商自己销售。直觉上看,收入分享比例越高,电商平台选择代理模式获取的利润越大,电商平台越倾向于代理模式。

5 数值算例

为了验证上述结论的正确性,进一步比较和分析模型,采用数值分析的方式,描述信息预测需要投资和信息分享策略影响下的电商平台最优渠道选择策略。为了说明我们的结果,我们假设京东平台是 Apple 公司的线上零售商,平台可以选择转售或者代理 Apple 商品;而商场则是 Apple 公司的线下零售商。Apple 公司扮演着制造商的角色。对模型中的参数赋值如下: $a=1, \sigma_d=0.5, k=0.0025, \theta=0.5, r=0.3$ 。

5.1 需求不确定程度对线上销售模式选择的影响

图3分析了需求不确定程度如何影响电商平台的销售模式选择,优化渠道战略。当需求高度不确定时,电商平台选择转售模式获得利润更多;当需求不确定程度较小时,电商平台通过转向代理模式获取更多的利润。

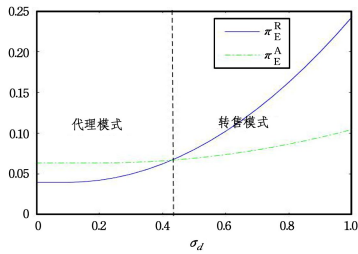


图3 σ_d 对电商平台销售模式选择的影响

Fig. 3 Impact of σ_d on e-commerce platform selling modes selection

5.2 线上转售时信息分享对供应链成员的影响

图4分析了电商平台为转售零售商时,信息分享策略对供应链每个成员的利润影响。从图4可知,电商平台分享信息后,电商平台利润减少较多,制造商和线下零售商利润均有少量增加。无论电商平台是否分享信息,电商平台、制造商和传统线下零售商的利润均随渠道竞争强度的增加而减少。

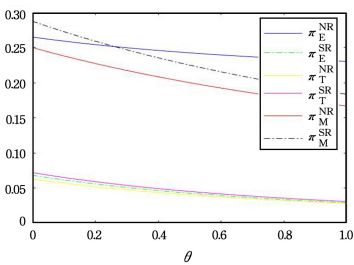


图4 转售模式下,供应链成员有无信息分享时的预期利润

Fig. 4 Member's expected profits with or without information sharing under reselling

图5分析了电商平台为转售零售商时,市场需求不确定程度对供应链每个成员的利润影响。由图5可知,有信息分享的制造商、电商平台和传统线下零售商的预期利润随着市场需求不确定性的增加而增加。另外,无信息共享时电商平台预期利润的单位增长幅度大于有信息分享时预期利润的单位增长幅度。

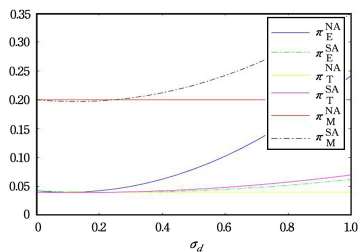


图5 转售模式下, σ_d 对供应链成员的影响

Fig. 5 Impact of σ_d on members under reselling

5.3 线上代理时信息分享对供应链成员的影响

图6分析了电商平台为代理零售商时,信息分享策略对供应链每个成员的利润影响。从图6可知,电商平台分享信息后,电商平台、制造商和线下零售商的利润均有增加。无论电商平台是否分享信息,制造商和传统线下零售商的利润均

随渠道竞争强度的增大而减少。而电商平台受渠道竞争强度的影响不大。

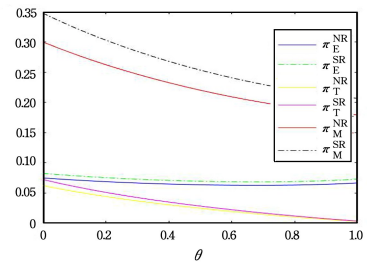


图6 代理模式下,供应链成员有无信息分享时的预期利润

Fig. 6 Member's expected profits with or without information sharing under agency selling

图7分析了电商平台为代理零售商时,市场需求不确定程度对供应链每个成员的利润影响。由图7可知,有信息分享的制造商、电商平台和传统线下零售商的预期利润随着市场需求不确定性的增加而增加。另外,制造商预期利润的单位增长幅度大于电商平台和线下零售商预期利润的单位增长幅度。 σ_d 越大,也就是市场需求的不确定性越大,信息分享后,所有供应链成员的预期利润越大。

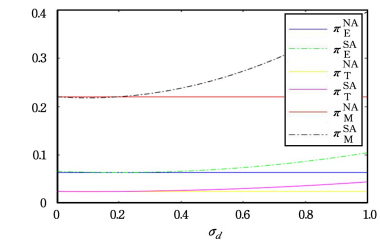


图7 代理模式下, σ_d 对供应链成员的影响

Fig. 7 Impact of σ_d on members under agency selling

结束语 本文研究了平台经济下考虑信息投资成本、信息泄露等因素,电商平台信息分享策略对双渠道供应链绩效的影响,以及电商平台的最优销售模式。电商平台有两种销售模式:转售和代理模式。又根据电商平台是否与制造商分享信息,划分为4种情形。转售不分享模式(NR)、转售分享模式(SR)、代理不分享模式(NA)、代理分享模式(SA)。探讨了转售和代理模式下信息对供应链及其成员的价值,并分析了电商平台、制造商对信息分享模式的偏好。研究得出以下结论:1)需求不确定性越大,需求预测的价值越高,电商平台越有可能投资需求预测。2)在转售模式下,信息分享使制造商和传统零售商获益,但会伤害电商平台的利润;而在代理模式下,信息分享使制造商、电商平台和传统零售商都获益。3)电商平台的信息分享策略与线上销售模式和需求不确定程度有关,转售电商平台没有动机主动分享需求预测信息。当且仅当需求不确定程度高时,代理平台才会投资并分享信息。4)在转售模式下,当市场不确定性较大且渠道替代程度较低时,信息分享可以提高供应链整体绩效。5)需求比较确定且收入分享比例较大时,电商平台更倾向于代理销售模式。

本文研究可以得出以下管理学启示:1)转售电商平台没有动机主动与制造商分享需求预测信息,但其信息分享决策会影响制造商和传统线下零售商的预期利润。又因为信息只分享给制造商,因此可以与制造商进行谈判,重新分配利润。2)收入分享比例和市场不确定程度是决定销售模式的关键

因素,电商平台根据自身情况优化线上渠道战略。3)信息分享有时可以提高整个供应链的绩效,政府机构有促使电商平台分享信息的动机。

本文虽然对不同销售模式的电商平台的信息分享策略的影响进行了分析并得出了一些结论,但依然存在一定的局限性。首先,本文只研究了代理模式下收入分享的影响,现实生活中代理电商平台不仅参与线上收入的分成,还向制造商收取一个固定的通道费。其次,我们考虑的是仅电商平台拥有私人需求预测信号的情况,传统线下零售商也拥有需求预测信息的情形值得进一步研究。在这种情况下,由于渠道竞争,可能会导致双方需求预测过度投资。最后,考虑电商平台的公平关切行为对信息分享模式的影响也是未来的一个研究思路。

参考文献

- [1] NING J. Remarkable progress has been made in economic recovery and the resilience of development has increased (Rational view of economic situation) [N]. *People's Daily*, 2021-8-6(9).
- [2] WEI J, LU J, ZHAO J. Interactions of competing manufacturers' leader-follower relationship and sales format on online platforms [J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 280(2): 508-522.
- [3] ABHISHEK V, JERATH K, ZHANG Z J. Agency Selling or Reselling? Channel Structures in Electronic Retailing [J]. *Social Science Electronic Publishing*, 2016, 62(8): 2259-2280.
- [4] LIU Z, ZHANG D J, ZHANG F. Information Sharing on Retail Platforms [J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2021, 23(3): 606-619.
- [5] LI L, ZHANG H. Confidentiality and Information Sharing in Supply Chain Coordination [J]. *Management Science*, 2008, 54(8): 1467-1481.
- [6] HUANG T, VAN MIEGHEM J A. Clickstream Data and Inventory Management: Model and Empirical Analysis [J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(3): 333-347.
- [7] WU X, ZHANG F. Home or overseas? an analysis of sourcing strategies under competition [J]. *Management Science*, 2014, 60(5): 1223-1240.
- [8] TSUNODA Y, ZENNYO Y. Platform Information Transparency and Effects on Third-Party Suppliers and Offline Retailers [J]. *Production and Operations Management*, 2021, 30(11): 4129-4235.
- [9] WANG W, ZHANG M, ZHOU Z, et al. Research on information sharing strategy of two-cycle supply chain under retailer equity preference [J]. *Industrial Technology Economics*, 2019, 38(7): 38-45.
- [10] HAGIU A, WRIGHT J. Marketplace or Reseller? [J]. *Management Science*, 2015, 61(1): 184-203.
- [11] 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.
- [12] GUO Q, LI Z, NIE J. Prediction of the impact of information sharing on online promotion strategies of dual-channel manufacturers [J]. *Operations Research and Management Science*, 2018, 27(7): 49-57.
- [13] LIU Z, ZHANG D J, ZHANG F. Information sharing on retail platforms [J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2021, 23(3): 606-619.
- [14] BIAN W, SHANG J, ZHANG J. Two-way information sharing under supply chain competition [J]. *International Journal of Production Economics*, 2016, 178: 82-94.
- [15] WANG W, DING J. Research on the influence of retailer information sharing under reward and Punishment Mechanism on closed-loop Supply chain [J]. *Operations Research and Management Science*, 2020, 29(7): 89-98.
- [16] MISHRA B K, RAGHUNATHAN S, YUE X. Demand Forecast Sharing in Supply Chains [J]. *Production and Operations Management*, 2009, 18(2): 152-166.
- [17] YUE X, RAGHUNATHAN S. The impacts of the full returns policy on a supply chain with information asymmetry [J]. *European Journal of Operational Research*, 2007, 180(2): 630-647.
- [18] LUO C, MAO X, TIAN X. Research on demand Information sharing strategy in network platform sales model [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2017, 25(8): 149-157.
- [19] HA A Y, TONG S, ZHANG H. Sharing demand information in competing supply chains with production diseconomies [J]. *Management Science*, 2011, 57(3): 566-581.
- [20] HA A Y, TIAN Q, TONG S. Information Sharing in Competing Supply Chains with Production Cost Reduction [J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2017, 19(2): 246-262.
- [21] ZHANG Q, TANG W, ZACCOUR G, et al. Should a manufacturer give up pricing power in a vertical information-sharing channel? [J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 276(3): 910-928.
- [22] KONG G, RAJAGOPALAN S, ZHANG H. Revenue sharing and information leakage in a supply chain [J]. *Management Science*, 2013, 59(3): 556-572.
- [23] CHEN Y, ÖZER Ö. Supply Chain Contracts that Prevent Information Leakage [J]. *Management Science*, 2019, 65(12): 5619-5650.
- [24] AIYER S, LEDESMA G. Waste not, want not [J]. *Logistics Today*, 2004, 45(4): 35-37.
- [25] GUAN X, CHEN Y J. The Interplay between Information Acquisition and Quality Disclosure [J]. *Production and Operations Management*, 2017, 26(3): 389-408.
- [26] JING Y, LIU Z, LI S. Manufacturer channel intrusion and information collection disclosure incentives under uncertain demand [J]. *Industrial Engineering and Management*, 2020, 25(2): 113-121.
- [27] SHIN H, TUNCA T I. Do Firms Invest in Forecasting Efficiently? The Effect of Competition on Demand Forecast Investments and Supply Chain Coordination [J]. *Operations Research*, 2010, 58(6): 1592-1610.
- [28] JOHNSON R A, WICHERN D W. Applied multivariate statistical analysis [M]. Pearson Prentice Hall, 2007.
- [29] AEYA A, MITTENDORF B, SAPPINGTON D E M. The Bright Side of Supplier Encroachment [J]. *Marketing Science*, 2007, 26(5): 651-659.



XU Ming-yue, born in 1997, postgraduate. Her main research interests include supply chain management and so on.