

需求预测信息共享对供应商入侵策略的影响^①

许明辉, 孙康泰

(武汉大学经济与管理学院, 武汉 430072)

摘要: 考虑由一个供应商和一个风险规避的零售商组成的二级供应链。在零售商拥有私有需求信息和供应商具有开通直销渠道能力情形下, 得到了不同策略下供应链成员的最优决策及期望效用, 探讨了需求预测精确度及风险规避程度的影响, 分析了信息(不)共享下供应商入侵对供应链成员效用的影响, 进一步得到了零售商和供应商之间的均衡策略及其条件。研究发现: 预测精确度的提升(或零售商风险规避程度的降低)能够增加供应链成员的效用; 供应商入侵会产生“输-赢”、“输-输”、“赢-输”、“赢-赢”四种可能结果; 零售商的最优信息共享策略与基本需求、自身销售优势以及风险规避程度密切相关; 当且仅当基本需求不太高且零售商具有较强的销售成本优势时, 零售商才会主动共享信息以诱使供应商开通直销渠道, 并且风险规避程度越高, 零售商越有可能共享需求信息; 当入侵成本很高时, 供应商仍有可能策略性地开通直销渠道。最后, 数值分析表明, 只有当零售商的销售成本不是太高时, 他才有可能共享需求信息。

关键词: 信息共享; 供应商入侵; 风险厌恶; 成本优势

中图分类号: C93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2020)12-0075-16

0 引言

信息技术与互联网技术的发展使得企业越来越容易获取产品需求信息。处在下游的零售商由于更接近消费者, 在销售过程中拥有一手数据, 常常比上游的供应商更了解市场的需求信息^[1,2]。基于建立的数据收集系统或购买的网页信息记录获取的信息, 零售商或自己构建预测系统或购买预测软件来进行需求预测, 以提升需求预测能力^[3,4]。例如, 2017年初, 屈臣氏集团宣布投资7 000万美元与加拿大大数据分析公司Rubikloud合作, 利用大数据推动零售业务, 更准确地对市场需求进行预测, 以进一步完善顾客体验, 提高营运效率^[5]。随着市场竞争激烈程度的加剧, 许多零售商开始与他们的供应商合作建立

信息共享系统, 以提升自己的利润, 并增强整个供应链的竞争能力^[6]。

随着电子商务最近几年的蓬勃发展, 越来越多的供应商选择自建零售渠道。例如, 华为、小米、苹果等大型电子产品供应商不仅通过苏宁、国美等传统零售渠道售卖, 同时也通过在线商城直接销售给顾客。根据纽约时报报道, 早在十多年前美国就有40%的顶级供应商开通直销渠道^[7]。不仅很多行业中大型的供应商通过网络将产品直接销售给顾客, 而且近年来越来越多的小企业也开始建立直销渠道^[8]。这类问题常被称为供应商入侵问题, 有不少学者对此进行了研究(参见文献[8-14])。供应商开通直销渠道或供应商入侵对供应链系统的影响具有两面性: 一方面, 供应商入侵能够降低产品批发价, 扩大总体市场需

^① 收稿日期: 2018-05-31; 修订日期: 2020-03-15。

基金项目: 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(19YJA630095); 国家自然科学基金资助项目(71671133)。

作者简介: 许明辉(1975—), 男, 河南平顶山人, 博士, 教授。Email: mhxu@whu.edu.cn

求,可能实现供应商和零售商的双赢;另一方面,供应商直销渠道的开通会侵占零售商的市场份额,可能会损害零售商的利润,恶化与零售商的关系^[10,11]。本文研究一个单供应商-单零售商供应链系统,其中供应商具有开通直销渠道的能力,零售商是风险厌恶的,且能够事先获得市场需求的预测信息。信息共享是零售商和供应商合作的重要内容之一。对于掌握更准确市场需求的零售商来说,在面临可能的供应商入侵行为时,他是否还愿意将需求信息共享给其供应商?或者在什么条件下,愿意共享需求信息?零售商的需求预测精确度和风险态度如何影响供应链成员的效用?以及在什么条件下供应商会开通直销渠道?零售商的销售成本优势如何影响零售商的信息共享决策和供应商的入侵决策?本文尝试回答以上研究问题。

近年来,供应链中的信息共享问题受到不少学者的关注,并进行了大量研究^[1,2,13,15]。传统观点认为,如果零售商共享需求信息,则供应商能够据此及时调整批发价,信息共享增加了供应商利润的同时损害了零售商的利润,从而加剧了双重边际效应。Li和Zhang^[15]考虑了多个零售商的信息共享问题,在信息透明时,零售商共享信息能够使得批发价降低,供应链整体利润增加;在信息不透明时,零售商信息共享会使其自身利润降低,制造商利润增加。Ha等^[16]探讨了生产规模不经济时两条竞争性的供应链下零售商的信息共享问题,研究表明当上游两个制造商的生产规模不经济程度较高时,零售商信息共享能够增加供应链的整体利润。也是在两条竞争性的供应链中,Ha等^[17]研究了制造商成本削减时零售商的信息共享问题,制造商的成本削减有效性及供应链之间的竞争强度是影响零售商信息共享的重要因素。Shang等^[3]考虑在非线性生产成本下一个零售商和两个上游制造商之间的信息共享问题,发现在制造商生产规模(不)经济程度较高时,零售商共享信息能够增加整体供应链利润。Jiang等^[18]研究了拥有需求信息的制造商与风险规避零售商的信息共享问题,对于风险厌恶程度较高的零售商,在自愿信息共享和强制信息共享模式下,制造商提高预测精度可能会损害自身利润。以上文献均未考虑上游供应商开通直销渠道的决

策问题(即供应商入侵问题)。本文在供应商有能力开通直销渠道的假设下探讨零售商的信息共享决策问题,以及零售商的信息共享行为如何影响供应商的入侵决策。

在互联网经济快速发展的时代,传统零售企业常常面临着供应商入侵问题。Chiang等^[12]发现,面临供应商开通直销渠道的威胁,零售商不得不降低零售价来应对,从而降低了双重边际效应的影响,使得供应商利润增加(即使没有真正开通直销渠道);并且,直销渠道的开通并不总是对零售商有害。Arya等^[10]认为,在零售商销售成本优势明显时,供应商入侵能够降低批发价,缓解双重边际效应,达到双赢;但在供应商入侵成本相对较低时,供应商入侵加剧了与零售商的竞争,导致零售商利润降低,从而损坏供应链成员的关系。Ha等^[11]考虑了产品质量内生时的供应商入侵问题,研究表明无论制造商在直销渠道提供同种质量亦或是高质量的产品,零售商利润总是受损。Yoon^[19]在供应商进行成本削减投资下探讨了供应商入侵问题,在投资效率较高时,供应商开通直销渠道能够实现供应链帕累托改进;在投资效率较低时,直销渠道的开通虽然可增加供应商利润,但零售商利润受损。Li等^[20]研究了竞争性供应链下的供应商入侵问题,对供应商之间有可能出现“囚徒困境”的现象进行了分析。郑本荣等^[21]研究了产品再制造与制造商渠道入侵之间的交互影响。赵连霞和程明宝^[22]在零售商拥有传统销售和网上销售渠道下制造商是否引入直销渠道的问题,结果表明利润分享机制可在一定程度上缓和制造商开通直销渠道带来的渠道冲突。李海等^[23]研究了零售商自有品牌对供应商开通直销渠道的影响,指出自有品牌质量是影响供应链成员利润的重要因素。

以上有关供应商入侵的文献均假定供应链的信息结构是对称的。不对称信息下供应商入侵问题也开始受到研究者的重视。Li等^[13]在零售商拥有更多需求信息背景下研究了供应商入侵问题,对供应商和零售商来说,供应商入侵可能带来“输-赢”,“输-输”,“赢-赢”和“赢-输”四种结果,并且零售商有可能与供应商共享其私有需求信息。Li等^[14]进一步考虑了零售商风险厌恶的情形,发现具有私有需求信息的零售商有

可能误导供应商对市场需求的判断,从而加重双重边际效应. 这两篇文献均假设需求服从两点分布,与之不同,本文考虑更为一般的需求信息分布,且考虑零售商与制造商同时决策订购量,保证了在零售商不共享需求信息时仍具有信息优势. 聂佳佳^[24]研究了零售商需求信息共享对供应商渠道选择的影响,但没有考虑制造商的直销成本,并且假设开通直销渠道的供应商先确定销量,然后零售商再来确定销量. 而本文所考虑的模型中,不仅零售商是风险厌恶的,而且考虑了供应商的直销成本,它对于供应商的入侵决策具有重要的影响. 此外,假设顾客对传统零售渠道以及网络直销渠道的产品接受度相同,这与实际经济生活中大量的商家采用“线上线下同价”的定价策略相一致. 本文与 Huang 等^[25]的研究密切相关,均在讨论零售商信息共享与供应商之间的相互影响. Huang 等^[25]中假定风险中性的零售商能够确切知道需求信息,且制造商开通直销渠道时需要花费固定的沉没成本. 本文则假定零售商只是得到关于需求的预测信号,并不能获得准确的需求信息且零售商为风险规避的. 另外本文假定两个渠道的产品具有完全的可替代性,这与现实中一些产品线上线下价格相同相符. 为了凸显零售商的销售优势,假定制造商开通直销渠道的成本为零,但其单位销售成本不为零.

在由一个有能力开通直销渠道的供应商和一个可获得需求预测信息的零售商构成的供应链中,本文采用古诺竞争模型探讨零售商的信息共享策略以及供应商入侵与否的决策. 供应商可根据零售商是否信息共享的决策来决定是否开通直销渠道来与零售商竞争. 在零售商(不)共享需求预测信息情形下,论文分别得到了供应商入侵与不入侵时的最优订货量决策,并给出了供应商入侵的条件. 论文进一步分析了零售商信息共享决策及其条件. 研究发现,只有当市场规模相对较小,且供应商的直销成本较高时,零售商才可能共享其需求信息. 而当零售商不共享需求信息时,只有当直销成本相对较低时供应商才会开通直销渠道. 但是,在零售商共享需求信息的情形下,当市场规模处于中等程度水平时,随着直销成本的增加,供应商的入侵决策会出现“入侵-不入侵-入侵-不入侵”这样的变化(参见表 1).

1 模型描述

考虑由一个风险中性的供应商和一个风险规避的零售商组成的供应链,供应商可以仅通过零售商进行产品销售,也可以考虑同时自建直销渠道进行产品销售(称之为供应商入侵). 供应商不入侵时,假设零售商面临的需求可以用线性的逆需求函数 $p = a - q_r$ 来表示^[26],其中随机变量 a 为基本市场需求,服从正态分布, $a \sim N(\bar{a}, \sigma_a^2)$. 供应商入侵时,与 Arya 等^[10]类似,本文采用古诺竞争模型

$$p = a - q_r - q_m \quad (1)$$

其中 q_r 和 q_m 分别为零售商和供应商在各自渠道的销量, p 为市场出清价格. 不失一般性,假设供应商的生产成本为 0. 此外,假设直销渠道的单位销售成本为 c_m ,零售商的销售成本为 c_r ,且 $c_r < c_m$. 此假设在供应商入侵相关文献中被广泛采用,它表明现有的零售商相对于供应商在销售环节具有成本优势,主要是由于零售商更熟悉市场,更了解消费者的偏好,以及供应商运作直销渠道会产生其它方面的成本(参见文献 [9 - 11]). 为简化计算,后文的分析中假定 $c_r = 0$ ($c_r > 0$ 并不会改变本文的主要结论)^[9, 10, 27].

在实际生活中,许多零售商相对于供应商来说规模较小,可能会表现得更厌恶风险,因此本文假设零售商是风险规避的^[18]. 类似于文献 [28],用负指数效用函数 $U(z) = -e^{-rz}$ 来度量零售商的风险偏好,其中 $r > 0$ 为绝对风险厌恶系数, z 为收益.

在销售季来临前,零售商通过市场研究或其它预测分析方法获得一个需求信号 η . 假设 η 是关于 a 的一个无偏估计量, $\eta = a + \delta$,其中 $\delta \sim N(0, \sigma_\delta^2)$ 是观测误差,且它与 θ 相互独立(参见文献 [4, 15, 18]). 易知, $\eta \sim N(\bar{a}, \sigma_a^2 + \sigma_\delta^2)$,从而有 $\eta = \bar{a} + s\sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_\delta^2}$,其中 s 服从标准正态分布 $s \sim N(0, 1)$. 由于 s 与 η 一一映射,故可将 s 看作需求信号. 根据正态分布的共轭性质,市场需求 a 关于信号 s 的后验概率也是正态分布,即

$$a | s \sim N(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s, \sigma_a^2 \sigma^2) \quad (2)$$

其中 $\sigma^2 = \sigma_\delta^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_\delta^2)$. 由于 σ^2 关于 σ_δ^2 单调

递增,故 σ^2 可视为零售商的预测精确度,用来衡量零售商的需求预测能力. σ^2 越小,信号越精确,零售商的需求预测能力越强.

本文问题可描述为一个多阶段博弈模型. 事件的发生顺序为: 1) 在零售商观测到市场信号之前,决定是否与供应商建立信息共享机制; 2) 零售商观测到市场信号 s ,并根据与供应商之间的信息协定(不)共享信息(若零售商披露需求信息,则应披露真实信息); 3) 供应商做出是否开通直销渠道的决策,并设定产品批发价 w ; 4) 如果供应商不入侵,零售商确定其订购量; 如果供应商入侵,则供应商与零售商同时确定各自渠道的订购量.

本文假定零售商在获取市场信号之前做出是否信息共享的决策,而供应商入侵市场与否的决策在零售商获取信号之后做出. 这种信息共享模式不同于 Jiang 等^[18]所考虑的自愿信息共享模式,而类似该文中的强制信息共享模式. Li 等^[13]假定在零售商确定订购量之后供应商再做出直销渠道的订购量决策,因此其能够根据零售商订购量推测出需求信息的高低. 本文假定在供应商入侵时供应商与零售商同时决定各自渠道的销量. Arya 等^[10]和 Ha 等^[11]也考虑了类似的决策模式,此时供应商与零售商无法观测到对方的订购量,若信息不共享,则供应商无法推断出需求信号 s ,保证了零售商的信息优势.

2 模型分析

零售商在观测到需求信息 s 之前就需决定是否与上游供应商建立信息共享机制. 基于零售商信息(不)共享的决策,本节分别考虑供应商不入侵与供应商入侵下的最优订购量决策,并通过比较供应商效用得到供应商入侵决策的条件. 基于零售商是否进行需求信息共享以及供应商是否入侵市场,共有四种策略组合: 1) (N, N) 策略,零售商不共享信息,供应商不入侵; 2) (N, E) 策略,零售商不共享信息,供应商入侵; 3) (S, N) 策略,零售商信息共享,但制造商不入侵; 4) (S, E) 策略,零售商信息共享,供应商入侵.

2.1 信息不共享情形

首先考虑零售商不共享需求信息且供应商不入侵的情形(即 (N, N) 策略). 此时零售商净收益为 $z = q_r(a - q_r - w)$,由式(2)可知,零售商在获取信号 s 后的净收益服从正态分布,即

$$z | s \sim N(q_r(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - w), q_r^2 \sigma_a^2 \sigma^2) \quad (3)$$

风险规避的零售商的期望效用为 $E_a[-e^{-z}] = -e^{-rCE(q_r)}$,其中 $CE_r^{NE}(q_r) = q_r(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - w) - \frac{1}{2} r q_r^2 \sigma_a^2 \sigma^2$ 是零售商的确切性等价效用函数. 零售商的目标转化为最大化 $CE_r^{NE}(q_r)$. 易知 $CE_r^{NE}(q_r)$ 是关于 q_r 的凹函数,给定批发价 w ,由一阶条件可得到零售商的最优订购量 $q_r^{NN}(w, s) = (\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - w) / (1 + \tau_\sigma)$. 这里, $\tau_\sigma = r \sigma_a^2 \sigma^2 + 1$ 也可看做零售商感知的市场不确定性,或需求预测精确度指标.

根据零售商的反应函数,风险中性的供应商最大化其期望利润

$$U_m(w) = E_s[E_{a|s}[wq_r]] = w \frac{\bar{a} - w}{1 + \tau_\sigma} \quad (4)$$

令 $dU_m(w)/dw = 0$,可得到最优的批发价 $w^{NN} = \bar{a}/2$. 将之分别代入 $q_r^{NN}(w, s)$ 以及供应商和零售商的效用函数表达式,可得到如下命题.

命题 1 在 (N, N) 策略下,供应商的最优批发价和零售商的最优订购量分别为

$$w_m^{NN} = \bar{a}/2, \quad q_r^{NN}(s) = [\bar{a} + 2\sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s] / [2(1 + \tau_\sigma)]$$

供应商和零售商的事前期望效用分别为

$$U_m^{NN} = \frac{\bar{a}^2}{4(1 + \tau_\sigma)}, U_r^{NN} = \frac{\bar{a}^2 + 4(1 - \sigma^2) \sigma_a^2}{8(1 + \tau_\sigma)} \quad (5)$$

这里的事前期望效用指的是供应链成员在零售商获得需求预测信息之前的期望效用. 命题 1 说明当信号 s 增大时,意味着基本需求升高,因此零售商增加订购量,边际利润以及订购量随着 s 的增大而增加.

推论 1 在 (N, N) 策略下,随着零售商需求预测准确度的提升,零售商的预期订购量增加,零售商事前期望效用和供应商期望利润也随之增加,即 $\partial q_r^{NN} / \partial \sigma^2 < 0, \partial U_r^{NN} / \partial \sigma^2 < 0, \partial U_m^{NN} / \partial \sigma^2 < 0$

0; 随着零售商风险厌恶程度的增加, 零售商的预期订购量、零售商事前期望效用和供应商期望利润均下降, 即 $\partial q_r^{NN} / \partial r < 0$, $\partial U_r^{NN} / \partial r < 0$, $\partial U_m^{NN} / \partial r < 0$.

证明 推论的结果可由命题 1 和式 (5) 直接得到, 详细过程略。证毕。

零售商是在观测到需求信号 s 之后做出订购决策的, 其订购量与期望效用均受预测准确度 σ^2 的影响。较高的预测准确度 (σ^2 较小) 使得零售商面临的需求不确定的风险较小, 从而订购量 (或销量) 增加。销量增加的正效用高于边际利润减小带来的负效用, 因此零售商的期望效用增加。当零售商的风险厌恶程度增加时 (即 r 增加), 零售商更不喜欢不确定性, 订购量的降低可以使利润的方差减小, 销量减少带来负面影响相对于边际利润增加带来的正效用占据主导地位, 因此零售商的事前期望效用降低。对于供应商而言, 最优批发价与零售商的风险厌恶程度以及预测准确无关, 零售商预测准确度降低或风险厌恶程度增加时, 都会使得销量降低, 从而导致供应商期望利润减少。

下面考虑供应商入侵时的最优决策 (即 (N, E) 策略)。由式 (1), 零售商获得信号后的净收益 $z | s$ 服从正态分布, 即 $z | s \sim N(q_r(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - q_m - w), q_r^2 \sigma_a^2 \sigma^2)$ 。类似于供应商不入侵的情形, 零售商期望效用的确定性等价函数为

$$CE_r = q_r(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - q_m - w) - \frac{1}{2} r q_r^2 \sigma_a^2 \sigma^2 \quad (6)$$

供应商的利润包括零售渠道和直销渠道的利润, 其期望利润为

$$U_m(w) = wE[q_r] + q_m(E[a] - E[q_r] - q_m - c_m) \quad (7)$$

由于零售商未共享其需求信息, 在进行订购量的决策时, 供应商和零售商均需推测对方的订购决策。本文在订购量变量上方加 \sim 来表示推测变量。由式 (7), 在零售商对供应商的订购量的推测量为 \tilde{q}_m^{NE} 时, 对于给定的批发价 w 及信号 s , 一阶最优性条件给出了零售商最优的订购量

$$q_r^{NE}(w, s) = \frac{\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - \tilde{q}_m^{NE} - w}{1 + \tau_\sigma}$$

类似地, 当供应商对零售商的订购量的推测量为 \tilde{q}_r^{NE} 时, 供应商的最优订购量可由式 (8) 的一阶最优性条件得到, 即 $q_m^{NE} = (\bar{a} - E_s[\tilde{q}_r^{NE}] - c_m) / 2$ 。

在纳什均衡条件下, 预测变量应等于实际最优决策量, 即 $E_s[\tilde{q}_r^{NE}] = E_s[q_r^{NE}(w, s)]$, $\tilde{q}_m^{NE} = q_m^{NE}$ 。联合以上两个方程, 即可求出给定批发价 w 时零售商和供应商最优的订购量, 分别为

$$\begin{cases} q_r^{NE}(w, s) = \frac{(\tau_\sigma + 1)\bar{a} + (2\tau_\sigma + 1)\sqrt{1 - \sigma^2}\sigma_a s}{(2\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)} \times \\ \quad - \frac{(\tau_\sigma + 1)(2w - c_m)}{(2\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)} \\ q_m^{NE}(w) = \frac{(\bar{a} - c_m)\tau_\sigma - c_m + w}{2\tau_\sigma + 1} \end{cases} \quad (8)$$

将式 (8) 代入到供应商的期望利润表达式 (7) 中, 不难证明此时 $U_m(w)$ 是关于 w 的凹函数, 因此由一阶最优性条件可得最优批发价。下面的命题 2 将上述方式得到的结果进行了总结, 其具体证明略去。

命题 2 在 (N, E) 策略下, 供应商的最优批发价为

$$w^{NE} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)\bar{a} - c_m}{2(4\tau_\sigma + 1)} \quad (9)$$

相应地, 供应商和零售商的最优订购量分别为

$$\begin{cases} q_m^{NE} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)\bar{a} - (4\tau_\sigma + 3)c_m}{2(4\tau_\sigma + 1)} \\ q_r^{NE}(s) = \frac{(4\tau_\sigma + 1)\sqrt{1 - \sigma^2}\sigma_a s + 2(\tau_\sigma + 1)c_m}{(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)} \end{cases} \quad (10)$$

此时供应商和零售商的事前期望效用分别为

$$\begin{cases} U_m^{NE} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)(\bar{a} - c_m)^2 + 4c_m^2}{4(4\tau_\sigma + 1)} \\ U_r^{NE} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)^2(1 - \sigma^2)\sigma_a^2 + 4(\tau_\sigma + 1)^2c_m^2}{2(\tau_\sigma + 1)(4\tau_\sigma + 1)^2} \end{cases} \quad (11)$$

在零售商不共享需求信息时, 只有当直销渠道有利可图时 (即 $q_m^{NE} > 0$), 供应商才有可能选择入侵。此时要求直销成本不太高时, 即 $c_m < c_t = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a} / (4\tau_\sigma + 3)$ 。容易验证, 随着零售商风险厌恶程度 r 增加, 阈值 c_t 增加, 这也意味着供应商能够承受更高的销售成本入侵渠道。

在 (N, E) 策略下, 零售商仍具有信息优势, 当 s 增大时意味着需求可能会更高, 零售商订购量关于 s 单调递增. 与 Li 等^[13] 不同, 本文假定供应商与零售商同时决策各自渠道的订购量, 供应商并不能观测到零售商的订购量 $q_r^{NE}(s)$. 当零售商不信息共享时, 供应商无法从零售商的订购决策中推测出需求信号 s , 从而供应商的批发价与订购量是基于对零售商订购决策的预期做出的, 显然与需求信息 s 无关.

类似于推论 1, 推论 2 给出了零售商需求预测精度和风险厌恶程度对决策及效用的影响.

推论 2 在 (N, E) 策略下, (i) 零售商的预期订购量和事前期望效用, 以及供应商的期望利润随着零售商需求预测准确度的提升(风险厌恶程度的降低)而增加; (ii) 供应商的批发价和直销渠道订购量随着零售商需求预测准确度的提升(风险厌恶程度的降低)而减少.

类似于 (N, N) 策略的情形, 零售商需求预测精度和风险厌恶程度对零售商的预期订购量和期望效用的影响是一样的. 随着零售商需求预测准确度的提升, 零售商预期订购量增加. 未获得观测信号的供应商需根据对零售商订购量的推测来决定其订购量. 由于供应商与零售商之间是古诺竞争关系, 因此零售商订购量的增加必然导致供应商订购量的减少. 另一方面, 零售商订购量的增加及其存在的销售成本优势使得供应商降低批发价. 供应商订购量的减少以及批发价的降低使得零售商边际利润增加, 从而得到更高的期望效用. 虽然供应商的直销渠道销量减少, 但零售渠道销量增加, 供应商来自零售渠道的利润增加带来的正效用大于直销渠道净利润减少带来的负效用, 因而供应商的期望效用也会增加. 零售商风险厌恶程度增加的影响与需求预测精度提升的影响是类似的, 但其方向是相反的, 这里不再具体讨论.

命题 3 给出了供应商的入侵行为对供应链成员效用的影响.

命题 3 当零售商不共享需求信息时, 若供应商入侵, (i) 零售商期望效用增加当且仅当 $c_m > c_1$; (ii) 供应商期望效用增加当且仅 $c_m < c_2$; (iii) 供应链事前期望效用增加当且仅当 $c_m < c_3$ 或 $c_m > c_4$.

其中 $c_1 = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a}/(4\tau_\sigma + 4)$, c_2 和 $c_{3,4}$ 分别由式(12)和式(13)给出.

证明 (i) 零售商在供应商入侵后期望效用变化量 $\Delta_r^N = U_r^{NE} - U_r^{NN} = [4(\tau_\sigma + 1)c_m - (4\tau_\sigma + 1)\bar{a}][4(\tau_\sigma + 1)\bar{a} + 4(\tau_\sigma + 1)c_m]/[8(4\tau_\sigma + 1)^2(\tau_\sigma + 1)]$. 容易验证 $\Delta_r^N > 0 \Leftrightarrow c_m > c_1$, 其中 $c_1 = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a}/(4\tau_\sigma + 4) < c_1$.

(ii) 供应商在入侵后的期望效用变化量为

$$\Delta_m^N = U_m^{NE} - U_m^{NN} = \frac{f(c_m)}{4(4\tau_\sigma^2 + 5\tau_\sigma + 1)}$$

其中 $f(c_m) = (4\tau_\sigma^2 + 9\tau_\sigma + 5)c_m^2 - 2(4\tau_\sigma^2 + 5\tau_\sigma + 1)\bar{a}c_m + \tau_\sigma(4\tau_\sigma + 1)\bar{a}^2$, 则 Δ_m^N 与 $f(c_m)$ 同号. 又 $f(c_m)$ 在区间 $(0, c_0)$ 严格单调递减, 在区间 (c_0, c_1) 严格单调递增, 这里 $c_0 = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a}/(4\tau_\sigma + 5) < c_1$. 由 $f(c_m)$ 是关于 c_m 的二次函数, 且易知 $f(0) > 0, f(c_0) < 0, f(c_1) < 0$. 故存在唯一的 $c_2 \in (0, c_0) (c_2 < c_0 < c_1)$ 使得 $f(c_2) = 0$, 且 $f(c_m)$ 在区间 $(0, c_2)$ 恒正, 在区间 (c_2, c_1) 恒负, 其中

$$c_2 = \frac{(4\tau_\sigma^2 + 5\tau_\sigma + 1 - \sqrt{4\tau_\sigma^2 + 5\tau_\sigma + 1})\bar{a}}{(4\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)} \tag{12}$$

(iii) 供应链整体效用在供应商入侵后的变化量为

$$\Delta_s^N = \Delta_r^N + \Delta_m^N = \frac{f_1(c_m)}{8(\tau_\sigma + 1)(4\tau_\sigma + 1)^2}$$

其中 $f_1(c_m) = 2(\tau_\sigma + 1)(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)c_m^2 - 4(\tau_\sigma + 1)(4\tau_\sigma + 1)^2\bar{a}c_m + (2\tau_\sigma - 1)(4\tau_\sigma + 1)^2\bar{a}^2$, 其正负性与 Δ_s^N 相同. 由 $\partial f_1(c_m)/\partial c_m = 4(\tau_\sigma + 1)[(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)c_m - (4\tau_\sigma + 1)^2\bar{a}]$, 不难验证 $f_1(c_m)$ 的极小值点 $c_M = (4\tau_\sigma + 1)^2\bar{a}/(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13) < c_1$, 因此 $f_1(c)$ 在 $(0, c_M)$ 上单调递减, 在 (c_M, c_1) 上单调递增. 易知 $f_1(0) > 0, f_1(c_M) < 0, f_1(c_1) > 0$. 由二次函数性质, 存在 $c_3 \in (0, c_M), c_4 \in (c_M, c_1)$ 满足 $f_1(c_3) = f_1(c_4) = 0$, 其中 c_3, c_4 为 $f_1(c)$ 的两根, 分别为

$$c_{3,4} = \frac{[2(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1) \mp \sqrt{6(8\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)}](4\tau_\sigma + 1)\bar{a}}{(\tau_\sigma + 1)(16\tau_\sigma + 32\tau_\sigma + 13)} \tag{13}$$

此外,易证 $c_1 > c_m$, 且 $f_1(c_1) = -3(4\tau_\sigma + 1)^2 \bar{a}^2 / [8(\tau_\sigma + 1)] < 0$, 因此 $c_1 < c_4$; 类似地, 可得到 $c_2 < c_4$. 综上可知, 命题即证. 证毕.

在零售商不共享信息时, 零售商相对于供应商具有双重优势: 销售成本优势(迫使供应商降低批发价, c_m 越大, 零售商销售成本优势越明显), 信息优势(零售商能够根据观测到的需求信号调整订购量, 并非完全受到批发价的调控). 与 Arya 等^[10]类似, 当入侵成本 c_m 较小时 ($c_m < c_2$), 供应商入侵会提高自身利润但会损害零售商. 这是因为供应商直销成本较小时, 零售商销售成本优势的影响较小, 供应商更愿意通过开通直销渠道来增加销量, 加剧了与零售商之间的竞争, 降低了零售商的垄断能力, 销售量的降低使得零售商利润受损. 当入侵成本 c_m 较高时 ($c_1 < c_m < c_t$), 零售商销售优势与信息优势明显, 供应商更愿意将产品通过零售渠道售卖. 若供应商入侵, 因其处于较弱的竞争地位, 则需设定较低的批发价以激励零售商订购更多产品, 使得零售渠道的损失大于直销渠道带来的收益, 因此零售商效用增加, 供应商利润受损. 当供应商入侵成本处于中等水平时 ($c_2 < c_m < c_1$), 一方面供应商入侵使得竞争加剧, 零售商的销售成本优势并不那么明显, 使得零售商受损; 另一方面, 虽然供应商可以通过直销渠道获得部分利润, 但这部分利润的增加量较小, 低于由于批发价降低带来的零售渠道利润的损失, 从而供应商也会受损.

若零售商不共享需求信息, 供应商入侵会对供应商和零售商产生“赢-输 ($c_m < c_2$)”, “输-输 ($c_2 < c_m < c_1$)”和“输-赢 ($c_m > c_1$)”三种可能的结果. 换句话说, 供应商若在零售商信息不共享时开通直销渠道, 总会使得或者供应商受损, 或者零售商受损, 或者两者都受损, 供应商入侵无法实现供应链成员的帕累托改进. 但供应商入侵后, 双方的竞争使得批发价降低, 一定程度上缓解了供应链中的双重边际效应. 由于当入侵成本较小 ($c_m < c_2$) 时, 供应商能够获益; 当入侵成本较高 ($c_m > c_1$) 时, 零售商能够获益. 因此, 当供应商入侵成本很高或很低时, 整个供应链的效用增加 ($c_m < c_3$ 或 $c_m > c_4$).

2.2 信息共享

首先考虑供应商不入侵的情形, 即 (S, N) 策

略. 与 (N, N) 策略情形类似, 给定批发价 w , 零售商确定性等价效用函数与其在 2.1 节的相同, 其最优订购量为 $q_r^{SN}(w, s) = (\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - w) / (1 + \tau_\sigma)$. 由于零售商共享其需求信息, 此时供应商的期望利润为

$$U_r^{SN}(w, s) = E_{d|s}[wq] \\ = \frac{w(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - w)}{1 + \tau_\sigma} \quad (14)$$

易知 $U_r^{SN}(w, s)$ 是 w 的凹函数, 由一阶最优性条件可得制造商最优的批发价为 $w^{SN}(s) = (\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) / 2$.

命题 4 在 (S, N) 策略下, 供应商的最优批发价为

$$w^{SN}(s) = (\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) / 2$$

零售商的最优订购量为

$$q_r^{SN}(s) = (\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) / [2(1 + \tau_\sigma)]$$

相应地, 零售商与制造商的事前期望效用分别为

$$\begin{cases} U_r^{SN} = \frac{\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2) \sigma_a^2}{8(1 + \tau_\sigma)} \\ U_m^{SN} = \frac{\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2) \sigma_a^2}{4(1 + \tau_\sigma)} \end{cases} \quad (15)$$

证明 命题 4 的结果可直接将最优批发价 $w^{SN}(s)$ 分别代入 $q_r^{SN}(w, s)$ 及供应商和零售商的效用函数得到. 证毕.

在信息共享下, 需求信号 s 是零售商和供应商的共有信息. 不同于 (N, N) 策略, 在 (S, N) 策略下供应商能够根据需求预测信号 s 调整批发价.

推论 3 在 (S, N) 策略下, 随着零售商需求预测准确度的提升(或风险厌恶程度的降低), 零售商的预期订购量增加, 零售商和供应商的事前期望效用均增加.

在 (S, N) 策略下, 零售商预测准确度的提升能够降低自身面临的风险, 从而订购量增加. 命题 4 说明供应商的最优批发价与信号 s 正相关, 由于供应商是风险中性的, 因此供应商最优预期批发价与 (N, N) 策略下相同, 从而供应商的期望利润增加. 对于零售商而言, 期望订购量增加的正效用能够抵消边际利润降低带来的负效用, 故零售商的期望利润增加. 因此, 如果零售商共

享需求预测信息，零售商预测精确度的提升使得供应链成员双方均受益；并且零售商风险厌恶程度的降低也同样有益于供应链的上下游企业。

接下来考虑 (S, E) 策略的情形。由于零售商和供应商都是在观测到信号 s 后同时作出各自渠道订购量的决策，零售商不再享有信息优势。对于给定的批发价 w ，风险规避的零售商等价效用为

$$CE_r^{SE}(q_r, q_m, w, s) = q_r(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - q_m - w) - \frac{1}{2} r q_r^2 \sigma_a^2 \sigma^2$$

它是关于 q_r 的凹函数，由一阶最优性条件可得零售商的最优订购量

$$q_r^{SE}(q_m, w, s) = \frac{\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_m^{SE} - w}{1 + \tau_\sigma} \tag{16}$$

供应商的期望利润为

$$U_m^{SE}(q_r, q_m, w, s) = w q_r + q_m(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r - q_m - c_m) \tag{17}$$

显然 U_m^{SE} 是 q_m 的严格凹函数，由一阶最优性条件可得到供应商在直销渠道的最优订购量

$$q_m^{SE}(q_r, w, s) = \frac{\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s - q_r^{SE} - c_m}{2} \tag{18}$$

联立两个方程组式(17)和式(19)，可以得到供应商和零售商的最优订购量分别为

$$\begin{cases} q_m^{SE}(w, s) = \frac{(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) \tau_\sigma + w - (1 + \tau_\sigma) c_m}{2\tau_\sigma + 1} \\ q_r^{SE}(w, s) = \frac{\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s + c_m - 2w}{2\tau_\sigma + 1} \end{cases} \tag{19}$$

将式(19)代入供应商的期望利润表达式，易验证其期望利润 $U_m^{SE}(w, s)$ 是关于 w 的凹函数，一阶最优性条件即可得到最优批发价决策。

综上所述，下面的命题5给出了 (S, E) 策略下的最优决策及相应的期望效用。

命题5 在 SE 策略下，供应商与零售商的最优决策分别为

$$w^{SE}(s) = \frac{(4\tau_\sigma + 1)(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) - c_m}{2(4\tau_\sigma + 1)}$$

$$q_m^{SE}(s) = \frac{(4\tau_\sigma + 1)(\bar{a} + \sqrt{1 - \sigma^2} \sigma_a s) - (4\tau_\sigma + 3)c_m}{2(4\tau_\sigma + 1)}$$

$$q_r^{SE} = \frac{2c_m}{4\tau_\sigma + 1}$$

相应地，供应商与零售商的事前期望效用分别为

$$\begin{cases} U_m^{SE} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)[(\bar{a} - c_m)^2 + (1 - \sigma^2)\sigma_a^2] + 4c_m^2}{4(4\tau_\sigma + 1)} \\ U_r^{SE} = \frac{2(\tau_\sigma + 1)c_m^2}{(4\tau_\sigma + 1)^2} \end{cases} \tag{20}$$

与文献[10, 11]类似，在共享需求信息的情况下，零售商的等价效用与信号 s 、市场基本需求 \bar{a} 无关。这是因为，在供应商入侵时，零售商的均衡订购量 $2c_m/(4\tau_\sigma + 1)$ ，边际利润 $(\tau_\sigma + 1)c_m/(4\tau_\sigma + 1)$ 均与信号 s 和基本需求 \bar{a} 无关。

供应商直销渠道销售成本 c_m 越高，零售商的销售优势越明显，批发价 w^{SE} 越低，零售商的边际利润越高，零售商的期望效用越高。有意思的是，供应商的期望利润 U_m^{SE} 是 c_m 的凹函数。这是因为随着 c_m 的增加，直销渠道的订购量 q_m^{SE} 以及边际利润 $(p^{SE} - c_m)$ 均减少，批发价降低，零售商的订购量 q_r^{SE} 增加。当直销渠道销售成本处于较低水平时， c_m 增加带来的直销渠道收益降低的负效应占主导地位，从而供应商利润下降；当直销渠道销售成本已经处于较高水平时，此时零售渠道的订购量处于较高水平， c_m 进一步增加使得零售渠道的收益增加带来的正效用相对于直销渠道收益减少带来的负效用占据主导地位，从而供应商总利润增加。这一点发现与 Ayra 等^[10]中需求确定情形下供应商与零售商同时决策订购量的结果类似。

推论4 在 (S, E) 策略下，(i) 零售商的预期订购量和事前期望效用，以及供应商的期望利润随着零售商需求预测准确度的提升(风险厌恶程度的降低)而增加；(ii) 供应商的批发价和直销渠道订购量随着零售商需求预测准确度的提升(风险厌恶程度的降低)而降低。

证明 推论4的结果可直接由命题5和式(20)求关于 σ 和 r 的导数得到，这里不再详述。

证毕。

推论 4 的结果类似于推论 2(NE 策略情形). 零售商预测精度的提高使得自身面临的风险减小, 零售商渠道订购量增加, 相应地, 面对具有销售优势的零售商, 古诺竞争下的供应商减少直销渠道的订购量、降低批发价, 零售商的边际利润增加, 效用增加. 预测精度的提高使得产品出清价格降低, 供应商直销渠道利润降低; 另一方面, 零售渠道订购量上升的正面影响低于批发价降低的负面效用, 从而来自零售渠道的利润降低, 供应商总利润降低. 当零售商风险规避系数 r 或方差 σ_a 增加时, 零售商变得越来越厌恶风险, 与预测精度提升带来的影响相反.

在 (S, E) 策略下, 只有当 $q_m^{SE} > 0$, 即 $c_m < c_t = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a}/(4\tau_\sigma + 3)$ 时, 供应商才会考虑选择入侵. 对比 2.1 节, 在信息不共享时, 无论供应商是否入侵, 零售商总是具备信息优势 $((1 - \sigma^2)\sigma_a^2/[2(1 + \tau_\sigma)])$. 在信息共享时, 由于随着供应商入侵, 零售商的信息优势减少至 0. 而对于供应商来说, 供应商的入侵行为使得自身的信息优势由 $(1 - \sigma^2)\sigma_a^2/[4(1 + \tau_\sigma)]$ 增加至 $(1 - \sigma^2)\sigma_a^2/4$. 因此在信息共享时, 供应商的入侵行为对供应链成员效用的影响同时取决于入侵成本以及信息优势.

命题 6 当零售商共享需求信息时, 若供应商入侵, 则有如下结果:

(i) 若 $\bar{a} < a_1$, 则零售商的期望效用降低; 若 $\bar{a} > a_1$, 则零售商的期望效用增加当且仅当 $c_m > c_5$, 其中

$$c_5 = (4\tau_\sigma + 1) \sqrt{\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2)\sigma_a^2} / [4(1 + \tau_\sigma)].$$

(ii) 若 $\bar{a} < a_2$, 则供应商期望效用增加; 若 $a_2 < \bar{a} < a_3$, 则供应商期望效用增加当且仅当 $c_m < c_6$ 或 $c_m > c_7$; 若 $\bar{a} > a_3$, 供应商期望效用增加当且仅当 $c_m < c_6$, 其中 c_6 和 c_7 由式 (22) 给出.

(iii) 若 $\bar{a} < a_4$, 则供应链期望效用增加; 若 $\bar{a} \geq a_4$, 则供应链期望效用增加当且仅当 $c_m < c_8$ 或 $c_m > c_9$, 其中 c_8 和 c_9 由式 (23) 给出. 这里

$$a_1 = \frac{(4\tau_\sigma + 3) \sqrt{(8\tau_\sigma + 7)(1 - \sigma^2)\sigma_a^2}}{(8\tau_\sigma + 7)}$$

$$a_2 = \sqrt{(4\tau_\sigma + 5)\tau_\sigma(1 - \sigma^2)\sigma_a^2}$$

$$a_3 = (4\tau_\sigma + 3) \sqrt{\tau_\sigma(1 - \sigma^2)\sigma_a^2}$$

$$a_4 = \sqrt{\frac{(32\tau_\sigma^3 + 48\tau_\sigma^2 - 6\tau_\sigma - 13)(1 - \sigma^2)\sigma_a^2}{(24\tau_\sigma + 15)}}$$

证明 (i) 零售商在供应商入侵后的效用变化量为 $\Delta_r^S = g(c_m) / [8(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)]$, 其中 $g(c_m) = 16(1 + \tau_\sigma)^2 c_m^2 - [\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2)\sigma_a^2](4\tau_\sigma + 1)^2$, $g(c_m)$ 与 Δ_r^S 同号. 注意到 $g(c_m)$ 关于 c_m 严格递增, $g(0) < 0$, $g(c_t) = (\bar{a}^2 - a_1^2)(4\tau_\sigma + 1)^2(8\tau_\sigma + 7) / (4\tau_\sigma + 3)^2$. 故当 $\bar{a} < a_1$ 时, 对所有的 $0 < c_m < c_t$, 有 $g(c_m) < 0$; 当 $\bar{a} > a_1$ 时, 由 $g(c_t) > 0$ 且 $g(c_5) = 0$ 可知, $g(c_m)$ 在区间 $(0, c_5)$ 为负, 在区间 (c_5, c_t) 上为正 (此时 $0 < c_5 < c_t$).

(ii) 供应商入侵后其效用的变化量为 $\Delta_m^S = g_1(c_m) / [4(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)]$, 其中 $g_1(c_m) = (4\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)c_m^2 - 2(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)\bar{a}c_m + \tau_\sigma(4\tau_\sigma + 1)[\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2)\sigma_a^2]$. 注意到 $\partial g_1(c_m) / \partial c_m = 2(4\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)(c_m - c_0)$, 这里 $c_0 = (4\tau_\sigma + 1)\bar{a} / (4\tau_\sigma + 5) < c_t$, 则可知 c_0 为二次函数 $g_1(c_m)$ 的极小值点. 又 $g_1(0) > 0$, $g_1(c_0) = (4\tau_\sigma + 1)(a_2^2 - \bar{a}^2) / (4\tau_\sigma + 5)$, $g_1(c_t) = (a_3^2 - \bar{a}^2)(4\tau_\sigma + 1) / (4\tau_\sigma + 3)^2$. 注意到 $0 < a_2 < a_3$, 分三种情况讨论 $g_1(c_m)$ 的正负性.

1) 当 $\bar{a} < a_2$ 时, $g_1(c_0) > 0$, 从而对所有 $0 < c_m < c_t$, 有 $g_1(c_m) \geq g_1(c_0) > 0$.

2) 当 $a_2 < \bar{a} < a_3$ 时, $g_1(c_0) < 0$, $g_1(c_t) > 0$. 令 c_6 和 c_7 ($0 < c_6 < c_0 < c_7 < c_t$) 为二次函数 $g_1(c_m)$ 的两根, 即 $g_1(c_6) = g_1(c_7) = 0$, 则若 $c_m \in (0, c_6)$ 或 $c_m \in (c_7, c_t)$, $g_1(c_m) > 0$; 若 $c_m \in (c_6, c_7)$, $g_1(c) < 0$. 这里 c_6, c_7 为

$$c_{6,7} = \frac{(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)\bar{a}}{(4\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)} \mp$$

$$\sqrt{\frac{(4\tau_\sigma + 1)(\tau_\sigma + 1)[\bar{a}^2 - (1 - \sigma^2)\sigma_a^2\tau_\sigma(4\tau_\sigma + 5)]}{(4\tau_\sigma + 5)(\tau_\sigma + 1)}}$$

(21)

3) 当 $\bar{a} > a_3$ 时, $g_1(c_0) < 0$, $g_1(c_t) < 0$, 此时 $0 < c_6 < c_0 < c_t < c_7$, 于是 $g_1(c_m)$ 在 $(0, c_6)$ 上大于零, 在 (c_6, c_t) 上小于零.

(iii) 供应商入侵后供应链整体效用的变化量为 $\Delta_s^S = g_2(c_m) / [8(4\tau_\sigma + 1)^2(\tau_\sigma + 1)]$, 其中 $g_2(c_m) = 2(\tau_\sigma + 1)(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)c_m^2 - 4(4\tau_\sigma + 1)^2(\tau_\sigma + 1)\bar{a}c_m + (4\tau_\sigma + 1)^2(2\tau_\sigma - 1)(\bar{a}^2 + (1 - \sigma^2)\sigma_a^2)$. 易知 $g_2(c_m)$ 的极小值点为 $c_m = (4\tau_\sigma + 1)^2\bar{a} / (16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13) < c_t$, 故 $g_2(c_m)$ 在 $(0, c_m)$ 上递减, 在 (c_m, c_t) 上递增.

又 $g_2(0) > 0, g_2(c_t) > 0, g_2(c_m) = (4\tau_\sigma + 1)^2(24\tau_\sigma + 15)(a_4^2 - \bar{a}^2) / (16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)$.

1) 若 $\bar{a} < a_4$, 则 $g_2(c_m) > 0$, 从而对所有 $0 < c_m < c_t$, 有 $g_2(c_m) > 0$.

2) 若 $\bar{a} > a_4$, 则 $g_2(c_m) < 0$. 令 c_8 和 c_9 为二次函数 $g_2(c_m)$ 两根 ($0 < c_8 < c_m < c_9 < c_t$) , 这里

$$c_{8,9} = \frac{2(4\tau_\sigma^2 + 5\tau_\sigma + 1)\bar{a} \mp \sqrt{6(\tau_\sigma + 1)(8\tau_\sigma + 5)\bar{a}^2 - 2(2\tau_\sigma^2 + \tau_\sigma - 1)(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)(1 - \sigma^2)\sigma_a^2}}{2(16\tau_\sigma^2 + 32\tau_\sigma + 13)(\tau_\sigma + 1)} \quad (22)$$

由 $g_2(0) > 0, g_2(c_t) > 0$ 可知, $\Delta_s^S > 0$ 当且仅当 $0 < c_m < c_8$ 或 $c_9 < c_m < c_t$. 证毕.

根据前面分析, 供应商的入侵行为会使得零售商丧失信息优势. 在基本需求 \bar{a} 较小时, c_t 也较小, 因此零售商的销售优势相对于信息优势对零售商的效用影响较弱, 供应商入侵使得零售商效用降低. 当 \bar{a} 较大时, 信息优势对零售商效用的影响降低, 与 Ha 等^[11] 类似, 在零售商销售成本优势明显时 (c_m 较大) 零售商能够从较低的批发价中获益, 弥补丧失信息优势带来的负效用, 从而供应商入侵能够使得零售商效用增加.

与零售商不同, 供应商入侵使得自身的信息优势增加, 因此当市场需求较小时 ($\bar{a} < a_2$) , 信息优势增加的正效用相对于入侵成本带来的负效用占据主导地位. 当基本需求 \bar{a} 较大时 ($\bar{a} > a_3$) , 信息优势对供应商效用的影响相对较小, 入侵成本成为供应商考量是否入侵的主要因素. 在入侵成本较低时, 供应商愿意开通直销渠道; 而当入侵成本较高时, 开通直销渠道获得的信息优势不能弥补销售劣势对供应商带来的负效用, 从而供应商利润降低. 当基本需求 \bar{a} 处于中等水平时 ($a_2 < \bar{a} < a_3$) , 信息优势与入侵成本相互制约. 由前面分析可知, 供应商入侵时的期望利润是入侵成本的凹函数, 因此只有在入侵成本过高或者入侵成本较低时, 供应商才会选择入侵.

供应商入侵也使得整体供应链的信息优势增加. 与命题 6(ii) 类似, 在 \bar{a} 较低时, 信息优势相对较明显, 供应商入侵使得供应链整体效用增

加. 当 \bar{a} 较高时, 供应链效用的变化更多地取决于入侵成本. 当 c_m 较低时, 供应商效用增加的正效用相对于零售商效用减少的负效用占主导地位; 当 c_m 较高时, 供应商入侵使得零售商效用增加, 且供应商的效用随着入侵成本的增加而增加, 因而供应链整体效用增加.

总体来说, 在 (S, E) 策略下信息共享带来的正效用有可能使得供应商愿意接受更高的直销渠道销售成本. 与 (N, E) 策略情形不同的是, 命题 6 表明供应商入侵并非一定要损害自身或零售商的效用, 在 \bar{a} 处于中等水平且 c_m 较高时, 供应商入侵有可能使得零售商与供应商之间达到双赢.

3 零售商与供应商的均衡策略

第 3 节讨论了在零售商信息(不)共享情形下供应商的入侵决策问题, 供应商的入侵决策同时影响零售商的效用. 本节讨论零售商的最优信息共享决策问题. 由命题 2 和命题 5 可知, 当 $c_m \geq c_t$ 时, 无论零售商是否共享信息, 供应商都不会选择入侵. 对此单一零售渠道结构, 零售商共享需求信息会损害自身利益. 下面主要考虑 $c_m < c_t$ 的情形, 此时供应商的入侵决策同时受入侵成本和零售商信息共享行为的影响. 表 1 表示在不同基本需求 \bar{a} 以及不同入侵成本 c_m 下, 在零售商(不)共享需求信息时, 供应商最优的入侵决策(注意到 $\bar{a} > a_2$ 时, $c_2 < c_6$) .

表 1 零售商 (不) 共享时供应商的入侵决策

Table 1 Supplier's encroachment decision when the retailer's information is (not) shared

\bar{a}	R	供应商入侵决策			
		$c_m \leq c_2$	$c_2 < c < c_t$		
$\bar{a} \leq a_2$	N	E	N		
	S	E	E		
$a_2 < \bar{a} \leq a_3$		$c_m \leq c_2$	$c_2 < c_m \leq c_6$	$c_6 < c_m \leq c_7$	$c_7 < c_m < c_t$
	N	E	N	N	N
	S	E	E	N	E
		$c_m \leq c_2$	$c_2 < c_m \leq c_6$	$c_6 < c_m < c_t$	
$\bar{a} > a_3$	N	E	N	N	
	S	E	E	N	

下面的命题 7 给出了不同情形下零售商和供应商的均衡策略.

命题 7 (i) 当 $\bar{a} \leq a_2$ 时, 若 $c_m \leq c_2$, 则 (N, E) 为均衡策略; 若 $c_2 < c_m \leq \min(c_{10}, c_t)$, 则 (N, N) 为均衡策略; 若 $\min(c_{10}, c_t) < c_m < c_t$, 则 (S, E) 为均衡策略.

(ii) 当 $a_2 < \bar{a} \leq a_3$ 时, 若 $c_m \leq c_2$, 则 (N, E) 为均衡策略; 若 $c_2 < c_m \leq \min(\max(c_{10}, c_7), c_t)$, 则 (N, N) 为均衡策略; 若 $\min(\max(c_{10}, c_7), c_t) < c_m < c_t$, 则 (S, E) 为均衡策略.

(iii) 当 $\bar{a} > a_3$ 时, 若 $c_m \leq c_2$, 则 (N, E) 为均衡策略; 若 $c_2 < c_m < c_t$, 则 (N, N) 为均衡策略.

(iv) 对任意 $\bar{a} > 0$, $c_m \geq c_t$, (N, N) 为均衡策略. 这里

$$c_{10} = \sqrt{\bar{a}^2 + 4(1 - \sigma^2) \sigma_a^2 (4\tau_\sigma + 1) / [4(\tau_\sigma + 1)]}$$

证明 比较式 (5) 和式 (15) 可知 $U_r^{NN} > U_r^{SN}$, 比较式 (11) 和式 (20) 可知 $U_r^{NE} > U_r^{SE}$. 从表 1 可以看出, 接下来只需比较 U_r^{SE} 与 U_r^{NN} 的大小关系即可. 注意到

$$U_r^{SE} - U_r^{NN} = \frac{16(\tau_\sigma + 1)^2(c_m^2 - c_{10}^2)}{8(4\tau_\sigma + 1)^2(\tau_\sigma + 1)} > 0$$

等价于 $c_m > c_{10}$, 且易验证 $c_{10} > c_2$.

(i) 当 $c_m \leq c_2$ 时, 无论是否零售商共享信息, 供应商的最优决策是入侵, 由 $U_r^{NE} > U_r^{SE}$ 可知 (N, E) 为均衡策略. 注意到当 $c_m > c_2$ 时, $U_m^{NN} \geq U_m^{NE}$, 以及 $U_r^{SE} \geq U_r^{NN} \Leftrightarrow c_m > c_{10}$, 结合表 1

可知, 若 $c_2 < c_m \leq \min(c_{10}, c_t)$, 则 (N, N) 为均衡状态; 若 $\min(c_{10}, c_t) < c_m < c_t$, 则 (S, E) 为均衡状态.

(ii) 当 $c_m \leq c_2$ 时, 类似于 (i), 可知 (N, E) 为均衡策略. 当 $\bar{a} > a_2$ 时, 易验证 $c_2 < c_6 < c_0 < c_{10}$ 且 $c_7 < c_t$. 若 $c_2 < c_m \leq c_6$, 因 $U_r^{NN} > \{U_r^{SE}, U_r^{SN}\}$, $U_m^{NN} > U_m^{NE}$, 可知 (N, N) 为均衡策略. 注意到当 $c_6 < c_m \leq c_7$ 时, 无论零售商共享信息与否, 供应商总是不入侵, 又此时 $U_r^{SN} < U_r^{NN}$, 从而 (N, N) 为均衡策略. 若 $c_7 < c_{10}$, 则当 $c_7 < c_m \leq \min(\max(c_{10}, c_7), c_t)$ 时, 由于此时 $U_m^{NN} > U_m^{NE}$, $U_m^{SE} > U_m^{SN}$ 且 $U_r^{NN} > U_r^{SE}$, 故 (N, N) 为均衡策略. 若 $\min(\max(c_{10}, c_7), c_t) < c_m < c_t$, 则 $U_r^{SE} > U_r^{NN}$, 从而可知 (S, E) 为均衡策略.

(iii) $c_m < c_2$ 的情形类似可得, 现只需证明 $c_2 < c_m < c_6$ 时的情形. 由 (ii) 的证明可知 $c_2 < c_6 < c_{10}$, 若 $c_2 < c_m < c_6$, 则由 $U_r^{SE} < U_r^{NN}$ 及 $U_m^{NN} > U_m^{NE}$, $U_m^{SE} > U_m^{SN}$ 可得 (N, N) 为均衡策略; 若 $c_6 < c_m < c_t$, 无论零售商共享信息与否, 供应商总不会入侵, 因此 $U_r^{NN} > U_r^{SN}$ 说明 (N, N) 为均衡策略.

(iv) 当 $c_m \geq c_t$ 时, 供应商总不会入侵, 零售商也不会共享信息, (N, N) 为均衡策略.

(v) 下面比较 c_{10} 与 c_t 之间的大小关系,

$$c_t - c_{10} > 0 \Leftrightarrow \bar{a} > a_5$$

$$\text{其中 } a_5 = \frac{2\sqrt{(8\tau_\sigma + 7)(1 - \sigma^2)\sigma_a^2(4\tau_\sigma + 3)}}{8\tau_\sigma + 7}$$

易证 $a_3 > a_5, a_2 > a_5 \Leftrightarrow \tau_\sigma > 1.560$. 因此当 $\tau_\sigma < 1.560$ 时, 由 $a_2 < a_5$ 可知, 当 $\bar{a} < a_2$ 时, 总有 $c_{10} > c_t$; 当 $a_2 < \bar{a} < a_3$ 时, 当期仅当 $\bar{a} > a_5$ 时, $c_{10} > c_t$; 相应地, 当 $\tau_\sigma > 1.560$ 时, $a_2 > a_5$. 那么当 $\bar{a} < a_2$ 时, 当且仅当 $\bar{a} > a_5$ 时, $c_{10} > c_t$; 当 $a_2 < \bar{a} < a_3$ 时, 总有 $c_{10} > c_t$. 因此可证, 区间 $(\min(c_{10}, c_t), c_t)$ 与区间 $(\max(c_{10}, c_t), c_t)$ 有可能是非空的. 证毕.

由命题 7 可知, 当供应商入侵成本较低时 ($c_m < c_2$), 无论零售商共享需求信息与否, 供应商总会选择入侵, 此时零售商共享需求信息会损害自身利润. 只有在基本需求不是很高 ($\bar{a} < a_3$) 且入侵成本 c_m 比较高时, 零售商才有可能主动共享需求信息. 这是因为在这种情况下, 若供应商没有获得需求信息则不会开通直销渠道. 一旦供应商拥有需求信息, 就能够据此调整批发价和直销渠道的销量, 信息共享带来的好处使得即使入侵成本较高, 供应商也愿意开通直销渠道; 同时较高的入侵成本也使得供应商设定较低的批发价, 但零售商销售优势明显, 供应商入侵给零售商带来的正效用高于信息共享带来的负效用. 因此, 即使面临着供应商入侵的竞争, 由于本身的销售成本优势, 零售商也愿意共享需求信息.

当 c_m 相对较低时, 零售商销售优势不明显, 再加上供应商入侵与零售商进行古诺竞争, 使得零售商不得不保持其信息优势来避免更多的效用损失. 当基本需求比较高时 ($\bar{a} > a_3$), 若入侵成本过高 ($c_m > c_6$), 对供应商而言, 信息共享带来正效用相对较低, 加上销售成本的劣势使得无论零售商是否共享信息, 供应商都不会开通直销渠道; 当入侵成本不是很高时 ($c_m < c_6$), 信息共享的正效用高于销售成本的负效应, 供应商会在零售商共享信息时开通直销渠道, 但此时销售优势下降的零售商并不能从供应商的入侵中获益, 从而不愿意共享其需求信息. 综上可知, 当基础需求 $\bar{a} > a_3$ 时, 零售商不愿意共享需求信息. 注意到当 $c_m < c_t$ 时, 供应商可能会入侵. 命题 7 的 (i) ~ (iii) 说明, 当直销成本较小时, 供应商总是会选择入侵, 且零售商不愿共享信息. 随着直销成本的增加, 若零售商不共享信息, 则供应商

不会开通直销渠道; 但当零售商具有很强的销售成本优势且基本需求不太高时, 有可能主动共享信息以诱使供应商开通直销渠道并降低批发价, 使得双方效用都能得到提高.

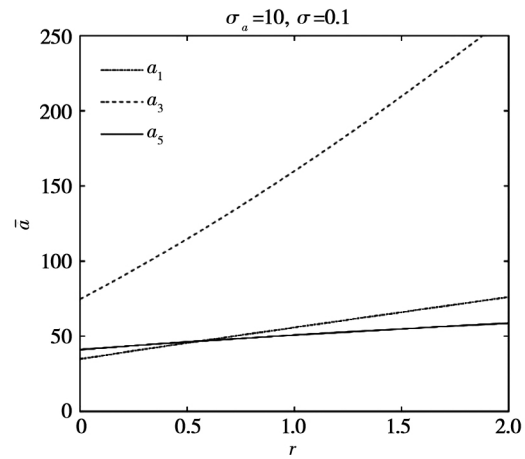


图 1 零售商风险规避程度对 a_2, a_3 及 a_5 的影响

Fig. 1 The influence of retailer's risk aversion on a_2, a_3 and a_5

命题 7 的结论表明零售商共享需求信息的充分条件是供应商入侵成本满足 $c_{10} < c_m < c_t$. 由命题 7 的证明可知, 当且仅当市场基本需求 \bar{a} 满足时 $\bar{a} > a_5$ 时, $c_{10} < c_t$. 这意味着在市场基本需求低于 a_5 时, 零售商是不会共享其需求预测的. 如图 1 所示, 给定预测精度 σ 与市场方差 σ_a , 当需求 \bar{a} 较低时 ($\bar{a} \leq a_2$), 若零售商的风险规避程度较低 (r 较小) 总是有 $a_2 < a_5$, 显然此时零售商不会共享需求信息; 若零售商风险规避程度较高 (r 较大), 可以看到, 当基本需求相对不太低 ($a_5 < \bar{a} \leq a_2$) 且入侵成本较高时 ($c_{10} < c_m < c_t$), 零售商会自动共享需求信息. 这说明了在基本需求较低且零售商风险规避程度较低时, 零售商的信息优势相对于共享信息带来的销售优势占据主导地位, 因此零售商不会共享其需求预测信息. 而当零售商风险规避程度较高时, 若基本需求相对较高, 则信息共享带来的销售优势相对于信息优势占据主导地位, 因此零售商会自动共享需求信息. 在市场基本需求处于中等水平时 ($a_2 < \bar{a} \leq a_3$), 零售商的信息共享策略同样受到风险规避程度的影响. 如图 1 所示, 当零售商风险规避程度较低时, 若基本需求相对较低 ($a_2 < \bar{a} < a_5$), 零售商不会共享需求信息; 当零售商风

险规避程度较高时,只要零售商的销售优势足够明显,就一定会共享其需求信息. 当基本需求较高时($a > a_3$),此时风险规避程度并不会影响零售商的信息共享决策. 综上可知,零售商的风险规避程度不仅会影响其信息共享决策,还有可能改变制造商的入侵决策. 此外,随着风险规避程度增加,零售商主动共享其需求信息的意愿增加.

4 数值算例

为了更深入地探讨供应商与零售商的销售成本对均衡策略的影响,本节考虑零售商的销售成本 c_r 也大于零的情形. 理论分析发现,当 $c_r \geq c_m$ 时,无论零售商是否共享信息,拥有较强销售优势的供应商总会建立直销渠道并放弃零售渠道. 本文主要关注供应商入侵时线上、线下渠道同时存在的情形,故假设 $0 \leq c_r < c_m < \bar{a}$. 分别用 U_r^S 和 U_r^N 表示均衡状态下零售商信息共享与不共享时的事前期望效用. 令 $\bar{a} = 60, \sigma_a = 10, \sigma = 0.1, r = 0.8, c_r \in \{0, 5, 10, 15, 20, 25\}, c_m \in (c_r, 100)$.

图 2 给出了零售商信息共享与不共享下的期望效用变化图. 由图 2(a) 和图 2(b) 可以发现,当零售商的销售成本 c_r 较低时,若供应商的直销成本 c_m 较低,无论零售商是否共享信息,供应商总是会选择入侵,但不共享需求信息是零售商的最优选择. 若 c_m 处于中等水平,当零售商不共享信息时,供应商总是会选择放弃入侵,此时若零售商共享需求信息,随着 c_m 的增加,供应商呈现出“入侵 - 不入侵 - 入侵”的变化趋势,而零售商的效用随着其相对销售优势的增加而增加. 图 2(a) 和图 2(b) 还表明,当 c_m 相对较高时,与命题 7 的结论一致,即零售商愿意信息共享并促使制造商开通直销渠道,这是因为零售商的销售优势会为其带来更高的效用. 而当 c_m 很高时,无论零售商是否共享需求信息,较高的销售成本都会迫使供应商放弃直销渠道,供应链系统退化为单一的零售渠道,零售商不愿意共享需求信息. 图 2(c) 和图 2(d) 说明了当零售商的销售成本较高时,其信息优势显得更加重要,从而不愿共享信

息. 若 c_m 较低,则制造商总会选择入侵. 若 c_m 处于中等水平,若共享信息则会导致供应商入侵市场,侵蚀零售商的利润,零售商的销售优势相对于信息优势不太明显,故而不会共享信息. 当 c_m 较高时,与图 2(c) 和图 2(d) 类似,系统退化为单一的供应链系统.

图 2 说明零售商的销售成本优势与信息优势共同影响着均衡策略. 由图 2 可知,当 $c_m = 36$ 时,若 $c_r = 5$,则 (N, N) 为均衡策略; 若 $c_r = 10, 15, 20$,虽然零售商不会共享信息,但供应商会入侵市场,均衡策略为 (N, E) . 当 $c_m = 48$ 时,若 $c_r = 5$,则零售商共享信息,供应商也会入侵; 若 $c_r = 10, 15, 20$,此时零售商不会共享信息,但供应商还是会入侵,均衡策略为 (N, E) . 这意味着只有当零售商的销售成本优势比较明显时,零售商才有可能共享需求信息并促使供应商开通直销渠道; 当其销售成本优势不太明显时,零售商总不愿意共享需求信息. c_r 越大,销售优势越低,零售商共享信息的可能性就越低.

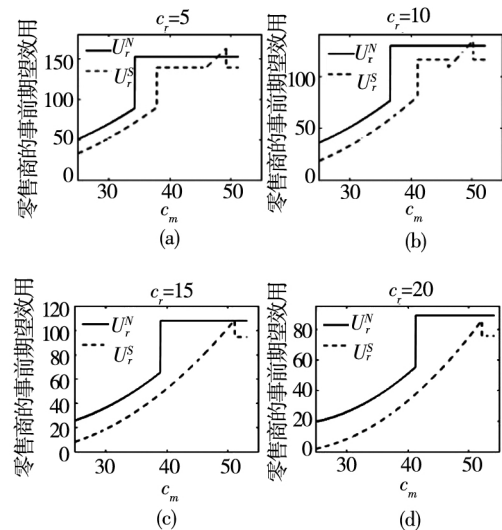


图 2 零售商在不同销售成本下的事前期望利润

Fig. 2 The retailer's expected profit under different cost of sales

5 结束语

在一个单供应商 - 单零售商供应链系统中, 本文研究了风险规避的零售商的信息共享策略及供应商的入侵决策问题. 基于零售商信息共享与否和供应商入侵与否的四种情形, 分别得到了供

应商和零售商的最优决策及期望效用,分析了零售商的预测精确度和风险态度对供应链成员的影响,并得到了零售商和供应商的均衡策略. 研究表明: 1) 零售商的预测精确度提高(或风险规避程度降低)会抑制供应商入侵渠道,但会增加零售商、供应商以及整体供应链的期望效用. 特别地,若供应商开通直销渠道,则随着预测精确度的提升(或风险规避程度的降低),供应商的批发价降低,直销渠道的销量减少. 2) 与 Li 等^[14]类似,供应商开通直销渠道会产生“输-赢”,“输-输”,“赢-输”,“赢-赢”四种可能结果. 当不共享信息时,供应商入侵总是会损害自身或零售商或两者的利益;而当信息共享时,供应商入侵有可能使供应链成员达到双赢. 3) 与单渠道供应链情形下零售商共享信息总会损害自身利益不同,在供应商可能入侵的情形下,当基本需求不是很高且零售商销售优势明显时,零售商有可能会共享信息以激励供应商开通直销渠道. 4) 风险厌恶程度较高的零售商更有可能共享其需求

信息给供应商.

本文是在零售商拥有私有信息的情形下研究了信息共享与供应商入侵问题. 事实上,对于一些大品牌制造商(如宝洁公司等),当其推出新产品或短生命周期产品时,经常会进行市场研究以获取需求信息. 类似于 Jiang 等^[18],未来也可考虑当供应商拥有需求信息时的信息共享与供应商入侵问题. 本文所考虑的供应链结构相对简单,没有考虑水平竞争的情形,而竞争因素对信息共享决策有着重要的影响. 因此,多个零售商情形下的需求信息共享及供应商入侵决策问题值得进一步研究. 此外,本文假设了在获得需求信号之前零售商就需决定是否共享信息,这是一种预先承诺的信息共享协议. 但在实际经济生活中,也有很多情形是当获得需求信号之后零售商再来决定是否进行共享,此时零售商只有当对其有利时才会共享信息. 未来的研究将对这种信息共享时机下的供应商入侵问题进行深入探讨.

参 考 文 献:

- [1]Chen Y, Özer Ö. Supply chain contracts that prevent information leakage[J]. *Management Science*, 2019, 65(12): 5619-5650.
- [2]Guan X, Chen Y J. The interplay between information acquisition and quality disclosure[J]. *Production and Operations Management*, 2017, 26(3): 389-408.
- [3]Shang W, Ha A Y, Tong S. Information sharing in a supply chain with a common retailer[J]. *Management Science*, 2015, 62(1): 245-263.
- [4]Taylor T A, Xiao W. Does a manufacturer benefit from selling to a better-forecasting retailer? [J]. *Management Science*, 2010, 56(9): 1584-1598.
- [5]搜狐网. 屈臣氏 \$ 7 000 万投大数据做美妆界谷歌? [EB/OL]. <http://www.sohu.com/a/125647318\119039>, 2017. 02. 17.
Sohu network. Watsons invests \$ 70 million in big data, to be Google in the beauty industry? [EB/OL]. <http://www.sohu.com/a/125647318\119039>, 2017. 02. 17. (in Chinese)
- [6]刘 竞, 傅 科. 信息不对称下零售商自有品牌引入问题研究[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(9): 39-51.
Liu Jing, Fu Ke. Store brand introduction under asymmetric demand information[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(9): 39-51. (in Chinese)
- [7]Yue X, Liu J. Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 174(1): 646-667.
- [8]Li Z, Gilbert S M, Lai G. Supplier encroachment as an enhancement or a hindrance to nonlinear pricing[J]. *Production and Operations Management*, 2015, 24(1): 89-109.
- [9]Guan H, Gurnani H, Geng X, et al. Strategic inventory and supplier encroachment[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2019, 21(3): 536-555.
- [10]Arya A, Mittendorf B, Sappington D E M. The bright side of supplier encroachment[J]. *Marketing Science*, 2007, 26

- (5): 651 – 659.
- [11] Ha A, Long X, Nasiry J. Quality in supply chain encroachment [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2015, 18(2): 280 – 298.
- [12] Chiang W K, Chhajed D, Hess J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design [J]. *Management Science*, 2003, 49(1): 1 – 20.
- [13] Li Z, Gilbert S M, Lai G. Supplier encroachment under asymmetric information [J]. *Management Science*, 2013, 60(2): 449 – 462.
- [14] Li Q, Li B, Chen P, et al. Dual-channel supply chain decisions under asymmetric information with a risk-averse retailer [J]. *Annals of Operations Research*, 2015, 257: 423 – 447.
- [15] Li L, Zhang H. Confidentiality and information sharing in supply chain coordination [J]. *Management Science*, 2008, 54(8): 1467 – 1481.
- [16] 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.
- [17] Ha A Y, Tian Q, Tong S. Information sharing in competing supply chains with production cost reduction [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(2): 246 – 262.
- [18] Jiang B, Tian L, Xu Y, et al. To share or not to share: Demand forecast sharing in a distribution channel [J]. *Marketing Science*, 2016, 35(5): 800 – 809.
- [19] Yoon D H. Supplier encroachment and investment spillovers [J]. *Production & Operations Management*, 2016, 25(11): 1839 – 1854.
- [20] Li T, Xie J, Zhao X. Supplier encroachment in competitive supply chains [J]. *International Journal of Production Economics*, 2015, 165: 120 – 131.
- [21] 郑本荣, 杨超, 杨璐, 等. 产品再制造、渠道竞争和制造商渠道入侵 [J]. *管理科学学报*, 2018, 21(8): 98 – 111.
Zheng Benrong, Yang Chao, Yang Jun, et al. Product remanufacturing, channel competition and manufacturer encroachment [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2018, 21(8): 98 – 111. (in Chinese)
- [22] 赵连霞, 程明宝. 基于制造商销售渠道选择的供应链定价策略研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2016, 36(9): 2310 – 2319.
Zhao Lianxia, Cheng Mingbao. Pricing strategy of supply chain based on manufacturer's marketing channel selection [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2016, 36(9): 2310 – 2319. (in Chinese)
- [23] 李海, 崔南方, 徐贤浩. 零售商自有品牌与制造商直销渠道的互动博弈问题研究 [J]. *中国管理科学*, 2016, 24(1): 107 – 115.
Li Hai, Cui Nanfang, Xu Xianhao. Game analysis on the interplay between introduction of store brand by retailer and direct channel by manufacturer [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(1): 107 – 115. (in Chinese)
- [24] 聂佳佳. 预测信息共享对制造商开通直销渠道的影响 [J]. *管理工程学报*, 2012, 26(2): 106 – 112.
Nie Jiajia. The effect of forecast information sharing on manufacturer's launching direct channels [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2012, 26(2): 106 – 112. (in Chinese)
- [25] Huang S, Guan X, Chen Y J. Retailer information sharing with supplier encroachment [J]. *Production and Operations Management*, 2018, 27(6): 1133 – 1147.
- [26] 孙康泰, 陈植元. 生产学习效应下供应链战略库存策略研究 [J]. *珞珈管理评论*, 2019, (4): 162 – 178.
Sun Kangtai, Chen Zhiyuan. Strategic inventories in a supply chain with production learning effect [J]. *Luoja Management Review*, 2019, (4): 162 – 178. (in Chinese)
- [27] Yan W, Xiong Y, Xiong Z, et al. Bricks vs. clicks: Which is better for marketing remanufactured products? [J]. *European Journal of Operational Research*, 2015, 242(2): 434 – 444.
- [28] 许明辉, 杨东升. 制造商成本削减策略对风险规避型零售商信息共享策略的影响 [J]. *中国管理科学*, 2019, 27(12): 77 – 87.
Xu Minghui, Yang Dongsheng. The impact of manufacturer production cost reduction on information sharing strategy for a risk-averse retailer [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(12): 77 – 87. (in Chinese)

The impact of demand forecast sharing on supplier encroachment strategy

XU Ming-hui , SUN Kang-tai

School of Economics and Management , Wuhan University , Wuhan 430072 , China

Abstract: In a two-level supply chain with one supplier who has ability to launch a direct channel and one risk-averse retailer who has private demand forecast information , the optimal decisions and expected utility under four different strategies are derived , and the impact of demand forecast accuracy and risk aversion is explored. The influence of supplier encroachment on channel members' utilities is examined both with and without information sharing. The equilibrium strategies are investigated under different conditions. The results indicate that both the channel members are better off when improving forecast accuracy or reducing risk aversion. Supplier encroachment may lead to four possible outcomes , namely , "lose-win" , "lose-lose" , "win-lose" and "win-win" . The optimal information sharing strategy for the retailer is closely related to the basic demand , his cost advantage and his risk aversion. Only when the basic demand is not too high and the cost advantage is sufficiently pronounced , may the retailer share demand information to induce the supplier to launch a direct channel. The higher the risk aversion is , the more likely the retailer is to share demand information. Even if the intrusion cost is very high , the supplier may launch a direct channel strategically. Finally , numerical studies show that only when the retailer's sales cost is not too high can he initiate to share information.

Key words: information sharing; supplier encroachment; risk-aversion; cost advantage

(上接第 62 页)

Optimal price-speed strategy in customer-intensive service system

JIANG Min¹ , TIAN Lin² , YU Hang^{3}*

1. College of Business , Shanghai University of Finance and Economics , Shanghai 200433 , China;

2. School of Management , Fudan University , Shanghai 200433 , China;

3. School of Business Administration , Hubei University of Economics , Wuhan 430205 , China

Abstract: This paper studies the optimal "price-speed" strategy in customer-intensive service systems which are represented by medical care , personal care and consultation industries. In the traditional service systems , customers will be more satisfied when the service speed increases. By contrast , in customer-intensive service systems , a higher service speed will make customers feel less satisfied. Thus , firms in customer-intensive service industries face the dilemma between service speed and service quality. In this paper , first , a monopoly firm's optimal price-speed strategy is analyzed , and then the firms' optimal price-speed strategies are considered in a competitive environment. Results show that competition would not necessarily lead to lower service prices. Specifically , when the market size is in the middle range , competition can induce a higher service price. Meanwhile , market competition will drive down the service speed but increase social welfare. In addition , the impacts of service time sensitivity on the firm's optimal service price and service speed are different when market size varies. Some counter-intuitive conclusions are helpful to guide the practices of firms in customer-intensive service system.

Key words: customer-intensive service; price-speed strategy; market size; service time sensitivity; competition