

绿色供应链中信息共享与渠道选择策略

马云凤, 周建亨

东华大学旭日工商管理学院, 上海

收稿日期: 2023年11月9日; 录用日期: 2024年3月14日; 发布日期: 2024年3月22日

摘要

考虑由一个零售商和一个具有信息优势的供应商组成的绿色供应链, 本文研究了供应商的渠道选择策略和零售商的信息共享策略。首先分析了在不同策略模型下零售商和供应商的最优利润和生产决策, 进而得到最优信息共享策略和渠道选择策略, 同时探讨了供应商绿色投资效率、渠道竞争强度和消费者对绿色产品的敏感程度等因素对均衡策略的影响。研究发现: 供应商的绿色投入会影响消费者的需求, 这可能会使零售商获取更多的收益, 从而改变零售商的共享倾向, 即绿色投资效率越高, 零售商越愿意分享信息给供应商。在一定条件下, 零售商愿意共享市场信息, 鼓励供应商选择双渠道, 从而实现双方共赢。

关键词

供应商侵入, 信息共享, 绿色供应链, 绿色投资效率

Information Sharing and Channel Selection Strategies in a Green Supply Chain

Yunfeng Ma, Jianheng Zhou

Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai

Received: Nov. 9th, 2023; accepted: Mar. 14th, 2024; published: Mar. 22nd, 2024

Abstract

Considering a green supply chain consisting of a supplier and a retailer with an information advantage, this paper investigates the supplier's channel selection strategy and the retailer's information sharing strategy. It first analyzes the optimal profit and production decisions of the retailer and the supplier under different strategy models, and then obtains the optimal information sharing strategy and channel selection strategy, and also explores the impacts of factors such as the supplier's green investment efficiency, the intensity of competition, and the consumer's sensitivity to green products on the equilibrium strategy. It is found that suppliers' green investment influences consumer demand, which may enable retailers to gain more revenue, thus changing retailers' sharing tendency, i.e. the

more efficient the green investment is, the more willing retailers will be to share demand information. Under certain conditions, retailers' willingness to share market information encourages suppliers to choose dual channels, which leads to a win-win situation for both parties.

Keywords

Supplier Encroachment, Information Sharing, Green Supply Chain, Green Investment Efficiency

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球变暖、资源衰竭、环境污染等一系列问题的出现,政府、消费者和企业等越来越重视绿色供应链的发展。国家提出各种绿色政策鼓励企业和消费者践行绿色理念,如碳中和、碳达峰目标在2020年被提出,2021年我国公布了《2030年前碳达峰行动方案》,倡导绿色行动和低碳生活。同时,供应商开始提高产品绿色度来增强产品竞争力。例如:运动品牌巨头阿迪达斯利用绿色环保材料制造运动鞋,打造绿色环保的产品,从而减少对环境的影响。美团生产35万个绿色包装盒免费提供给商家,向商家宣传低碳生态理念。美的和海信等家电集团瞄准低碳环保技术,大力推广绿色空调、绿色冰箱和绿色洗衣机等产品。供应商的绿色生产改变了消费者的需求,面对不同的市场需求,供应链成员会制定不同的决策,因此在绿色供应链中探讨供应商和零售商的行为十分重要。

同时,电商的发展促使供应商考虑开设直销渠道向消费者销售产品,即供应商通过传统零售商渠道和直销渠道同时销售产品,通常称这种现象为“供应商入侵”。例如,电子行业中的华为、惠普和苹果等大型供应商,通过线下零售商店和线上商城同时销售产品。对于下游零售商来说,供应商建立直销渠道的行为一方面侵占了零售市场,对零售商造成威胁;另一方面建立直销渠道的供应商会提高绿色投入满足扩大的需求,绿色投入增加带来的好处溢出到零售商身上,给零售商带来正面影响。

本文还考虑了市场需求信息不对称的影响,需求信息不对称是指供应链中的企业对市场需求信息了解存在差异。在现实生活中,下游的零售商距离终端消费者更近,零售商往往比供应商掌握更多的需求信息。比如沃尔玛依赖于遍布全球的连锁门店,可以有效地了解消费者的需求,从而制定更精准的资源调配和战略规划。

基于上述背景,本文以供应商生产绿色产品为切入点,研究了零售商的信息共享策略和供应商的渠道选择策略。第二部分为文献综述,从三个方面来综述当前的相关文献,即绿色供应链的研究、供应链中信息共享的研究和供应商入侵的研究;第三部分对本文模型的相关假设和符号进行了介绍;第四部分讨论了给定零售商信息共享策略下供应商的渠道选择策略;第五部分探讨了零售商的信息共享策略。

2. 文献综述

依据本文的研究主题,从绿色供应链、供应链中信息共享、供应商渠道选择策略这三个方面来综述目前相关的国内外文献。

关于绿色供应链,周艳菊等[1]研究了零售商提供制造商不同联合研发契约时绿色供应链的均衡决策和收益,发现两种契约在一定条件下可以使供应商和零售商获益。林志炳[2]探讨了零售商社会责任对绿色供应链最优决策的影响。尚春燕等[3]研究了偏好和补贴对绿色供应链成员利润和决策的影响。石平等

[4]研究了在不同决策模型下绿色投资和公平关切对供应链的影响。Yang 等[5]在碳限额交易背景下考虑消费者绿色偏好, 探究了不同合作模式下绿色供应链各节点企业的最优决策。Wang 等[6]研究了双寡头绿色供应链中绿色偏好对供应商和制造商均衡决策的影响, 发现制造商可以对消费者需求变化做出更快的反应。Raza [7]针对制造商与零售商的绿色供应链系统研究了库存定价和企业社会责任投资决策与协调问题。Giri 等[8]研究了集中式和分散式供应链中企业的绿色决策和利润, 发现集中式供应链中绿色水平更高。以往学者主要专注在绿色供应链中政府补贴、社会责任、绿色偏好等因素对企业决策的影响, 很少有学者在绿色供应链中研究供应商的渠道选择策略和零售商的信息共享策略。

关于供应链中的信息共享, 周建亨等[9]研究了在信息不对称的情形下收益共享机制对零售商信息共享策略的影响。陈雪等[10]研究了基于零售商进行绿色服务时零售商的信息共享策略。周雄伟等[11]研究了信息不对称下零售商的信息共享决策, 发现信息共享只有在特定条件下, 才能使整体供应链收益增加。Zhang [12]从竞争类型和信息共享水平方面研究了如何激励企业进行垂直信息共享, 发现上下游零售商之间的垂直信息共享可能会导致其他零售商由于信息泄露而改变其策略。Ha 等[13]研究了两个供应链中的信息非对称问题, 发现当一条供应链提高信息精度或减小规模不经济程度时, 另一条供应链中的企业会停止共享信息, 供应链利益会受到损害。

关于供应商入侵, 谭春桥等[14]分析了在仿冒商威胁下供应商渠道模式选择对仿冒商打击效果的作用。赵连霞[15]研究发现, 在保证一定补偿率的条件下, 供应商倾向于开通网络销售渠道, 并且开通网络销售渠道将提高整个供应链的利润。张雪梅等[16]发现, 供应商引入网络销售渠道可以提高市场占有率, 降低顾客时间敏感性, 从而提高消费者的网络接受程度和供应商利润。Ha 等[17]考虑在供应商有能力入侵的条件下, 差异化产品产量对供应链成员利润的影响, 发现质量差异可以缓解入侵引起的渠道冲突。Hendershott 等[18]研究了引入直销渠道对供应商、零售商和消费者的影响, 发现供应商的进入提高了社会福利。

受上述研究启发, 本文在供应商生产绿色产品的背景下研究了零售商的信息共享策略和供应商的渠道策略, 分析了入侵成本、竞争强度和绿色投资效率等参数对供应链决策的影响, 为绿色供应链中的企业策略提供管理启示, 丰富需求不确定下供应商入侵决策的理论研究。

3. 模型介绍

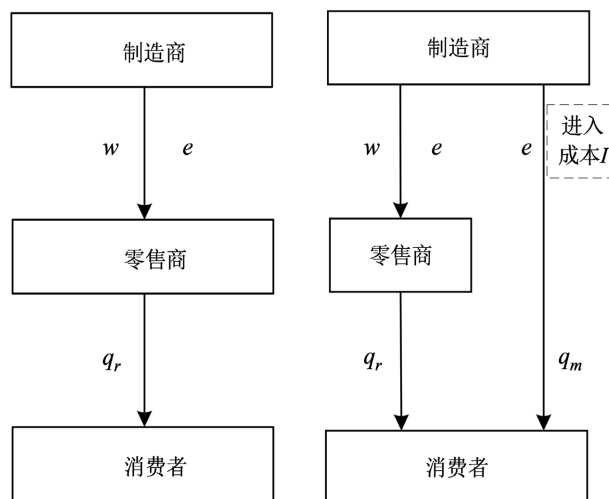


Figure 1. Single-channel and dual-channel supply chain structures

图 1. 单渠道和双渠道供应链结构

考虑由单供应商和单零售商组成的二级供应链中, 零售商拥有需求私有信息, 供应商可以选择是否

建立直销渠道。当供应商选择单渠道的时候, 供应商以绿色度 e 生产出绿色产品, 同时以批发价 w 分销给下游零售商, 最后由零售商再将产品以 q_r 出售给终端消费者。当供应商选择双渠道的时候, 供应商不仅可以通过零售商将产品分销给终端消费者, 也可以通过直销渠道销售产品给终端消费者, 同时供应商需要付出固定的入侵成本 I 。本文假设零售商在获得市场信号前决定是否共享信息, 当零售商获得信息信号后, 零售商履行先前承诺共享或不共享信息, 最后供应商决定选择单渠道或双渠道。供应商选择单渠道和选择双渠道时的供应链结构如图 1 所示。

与以往假设类似, 本文假设产品的绿色投入是一个二次函数, 绿色度 e 是供应商的决策变量, 在绿色供应链中, 供应商以绿色度 e 生产出绿色产品, 供应商需要支付 $\frac{1}{2}te^2$ 绿色技术成本。绿色技术成本受到供应商的绿色投资效率 t 和绿色度 e 影响, 即 t 越低表示绿色投资效率越高, 供应商付出的绿色技术成本越低; e 越大表示产品越绿色, 绿色生产的过程更加困难, 供应商付出的绿色技术成本越高。假设 $t > t_t = \frac{\lambda^2(b^2 - 8b + 12)}{16 - 6b^2}$, 表示绿色投入成本不会太低, 这也与企业实际相符。此外, 假设消费者的市场需求为 $a + \theta$, a 表示基本需求, θ 为不确定需求。零售商具有市场信息优势, 可以获得关于不确定需求的市场信号 Y , 参考 Zhang [12] 的文献在非对称信息下需求信息的假设形式, 得到:

$$E[\theta|Y] = \frac{1}{1+s}Y \tag{1}$$

$$E[(E[\theta|Y])^2] = \frac{\sigma^2}{1+s} \tag{2}$$

在供应商绿色技术投入的作用下, 产品的市场价格受到产品的绿色度 e 和消费者对绿色产品的敏感程度 λ 的影响, 参考周艳菊等[1]的文献, 用 λe 表示每单位产品绿色度增加的市场价格, 说明供应商的绿色努力对市场价格有正面影响。因此, 可以得到当供应商选择单渠道时零售渠道的反需求函数为: $p_r = a + \theta - q_r + \lambda e$; 当供应商选择双渠道时, 零售渠道的反需求函数为: $p_r = a + \theta - q_r - bq_m + \lambda e$, 直销渠道的反需求函数为: $p_m = a + \theta - q_m - bq_r + \lambda e$ 。其中, λ 代表消费者对绿色产品水平的敏感程度, λ 越大, 消费者越愿意购买绿色产品。反需求函数表明产品的市场价格与供应商的绿色投入成正比, 表明越低碳绿色的产品越受到消费者喜欢。

本文符号说明如表 1 所示。

Table 1. Description of symbols

表 1. 符号说明

符号	含义
p_r	供应商销售给零售商的零售价格
p_m	供应商直销的销售价格
q_r	零售渠道销量
q_m	直销渠道销量
w	供应商给予零售商的批发价
a	基本市场需求
θ	市场不确定需求
λ	消费者对绿色产品水平的敏感程度, $\lambda \in (0,1)$
e	产品的绿色度
b	渠道竞争强度, $b \in (0,1)$
t	绿色投入成本系数, 表示供应商的绿色投资效率

4. 供应商渠道选择策略

4.1. 无信息共享时的均衡决策

首先考虑无共享信息且供应商选择单渠道的场景, (N, N) 表示这种策略组合。此时供应商仅由零售渠道销售绿色产品, 供应链成员的利润函数表达式为:

$$E[\Pi_R^{NN} | Y] = (a + E[\theta | Y] - q_r + \lambda e - w)q_r \quad (3)$$

$$E[\Pi_M^{NN}] = wE[q_r] - \frac{te^2}{2} \quad (4)$$

通过逆向归纳法求解得到 (N, N) 场景下供应链成员的最优决策分别为: $w_m^{NN} = \frac{2at}{4t - \lambda^2}$, $e_m^{NN} = \frac{a\lambda}{4t - \lambda^2}$, $q_r^{NN} = \frac{at}{4t - \lambda^2} + \frac{E[\theta | Y]}{2}$ 。供应链成员的收益为: $\Pi_m^{NN} = \frac{a^2t}{8t - 2\lambda^2}$, $\Pi_r^{NN} = \frac{4a^2t^2 + \delta(\lambda^2 - 4t)^2}{4(\lambda^2 - 4t)^2}$ 。

进一步分析无信息共享且供应商选择双渠道的场景, 用 (N, E) 表示这种策略组合。此时供应商在传统零售渠道和直销渠道同时销售绿色产品, 供应链成员的利润函数表达式为:

$$E[\Pi_R^{NE} | Y] = (a + E[\theta | Y] - q_r - bE[q_m | Y] + \lambda e - w)q_r \quad (5)$$

$$E[\Pi_M^{NE}] = wE[q_r] + (a + E[\theta] - q_m - bE[q_r] + \lambda e)q_m - \frac{te^2}{2} - I \quad (6)$$

通过逆向归纳法求解得到 (N, E) 场景下供应链成员的最优决策分别为:

$$w_m^{NE} = \frac{a(b^3 - 4b^2 + 8)t}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2}, \quad e_m^{NE} = \frac{a(6 - b)(2 - b)\lambda}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2},$$

$$q_r^{NE} = \frac{4a(1 - b)t}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2} + \frac{E[\theta | Y]}{2}, \quad q_m^{NE} = \frac{a(b - 2)(4 + b)t}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2}。$$

供应链成员的收益为:

$$\Pi_m^{NE} = \frac{a^2(6 - b)(2 - b)t}{4(8 - 3b^2)t - 2(12 - 8b + b^2)\lambda^2} - I, \quad \Pi_r^{NE} = \frac{64a^2(b - 1)^2t^2}{4(2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2)^2} + \frac{\delta}{4}。$$

对上述均衡结果进行比较分析, 得到零售商无信息共享时供应商侵入对自身和零售商利润的影响, 归纳如命题 4.1 所示。

命题 4.1 零售商无共享信息下: 1) 当 $I < I_1$ 时, 供应商入侵对自身是有利的; 2) 当 $t < t_2$ 时, 供应商入侵对零售商是有利的。

$$\text{其中, } I_1 = \frac{a^2(16 - 16b + 5b^2)t^2}{(4t - \lambda^2)(16t - 6b^2t - 12\lambda^2 + 8b\lambda^2 - b^2\lambda^2)}, \quad t_2 = \frac{(8 - 4b + b^2)\lambda^2}{2b(8 - 3b)}。$$

命题 4.1 给出了在零售商无信息共享下, 供应商的入侵阈值 I_1 , 以及入侵对零售商有利的投资效率阈值 t_2 。当供应商建立直销渠道的成本越高时, 供应商选择不入侵, 这与直觉相符。因为较高的直销成本意味着供应商入侵付出的代价较高, 因此供应商更愿意保持单一渠道销售。另外, 通过命题 4.1 可以知道供应商入侵有可能增加零售商的利润。因为供应商入侵虽然一方面抢占了零售渠道销售份额, 给零售商带来消极影响; 但另一方面供应商会在入侵后提高产品绿色度 ($e_m^{NE} > e_m^{NN}$) 来满足扩大的需求, 零售商通过提高的绿色度免费搭便车, 增加了零售商的利润, 给零售商带来积极影响。当绿色投资效率较高时 ($t < t_2$), 绿色度提高的积极影响更显著, 因而供应商入侵提高了零售商的收益。根据求解出的供应商选择双渠道的阈值 I_1 , 得到以下推论。

推论 4.1 无信息共享的场景下, 供应商入侵成本阈值 I_1 随着 b 、 t 的增加而减少, 随着 a 、 λ 的增加而增加。

推论 4.1 说明, 市场竞争加剧导致直销的市场份额降低, 削弱双渠道带来的积极影响, 供应商选择双渠道增加的收益不能弥补入侵费用的支出, 供应商放弃入侵。若绿色投资效率增大, 供应商倾向于提高产品的绿色度进而增加了直销渠道销量, 双渠道带来的积极影响增强, 供应商入侵后获得的积极影响高于入侵成本带来的消极影响, 因而供应商选择双渠道。当市场需求较高时, 意味着直销渠道可以获得更多的收益, 增加双渠道带来的积极影响, 供应商选择双渠道后获得的积极影响能够弥补入侵费用造成的消极影响, 供应商选择双渠道。消费者对绿色产品的偏好程度越大, 消费者对绿色产品的购买欲望增加, 直销市场需求扩大, 增强双渠道带来的积极影响, 因而供应商选择双渠道。

4.2. 有信息共享时的均衡决策

前面讨论了零售商不共享信息对供应商入侵行为的影响和绿色投入对企业的作用, 本节进一步分析信息共享场景下供应商入侵行为对均衡决策的影响。

首先考虑共享信息且供应商选择单渠道的场景, (S, N) 表示这种策略组合。供应商仅由零售渠道销售绿色产品, 供应链成员的利润函数表达式为:

$$E[\Pi_R^{SN} | Y] = (a + E[\theta | Y] - q_r + \lambda e - w)q_r \quad (7)$$

$$E[\Pi_M^{SN} | Y] = wE[q_r | Y] - \frac{te^2}{2} \quad (8)$$

通过逆向归纳法求解得到 (S, N) 场景下供应链成员的最优决策分别为: $w_m^{SN} = \frac{2(a + E[\theta | Y])t}{4t - \lambda^2}$, $e_m^{SN} = \frac{(a + E[\theta | Y])\lambda}{4t - \lambda^2}$, $q_r^{SN} = \frac{(a + E[\theta | Y])t}{4t - \lambda^2}$ 。供应链成员的收益为: $\Pi_m^{SN} = \frac{t(a^2 + \delta)}{8t - 2\lambda^2}$, $\Pi_r^{SN} = \frac{t^2(a^2 + \delta)}{(4t - \lambda^2)^2}$ 。

进一步分析信息共享且供应商选择双渠道的场景, 用 (S, E) 表示这种策略组合。此时供应商用传统零售渠道和直销渠道两个销售绿色产品, 供应链成员的利润函数表达式为:

$$E[\Pi_R^{SE} | Y] = (a + E[\theta | Y] - q_r - bE[q_m | Y] + \lambda e - w)q_r \quad (9)$$

$$E[\Pi_M^{SE} | Y] = wE[q_r | Y] + (a + E[\theta | Y] - q_m - bE[q_r | Y] + \lambda e)q_m - \frac{te^2}{2} - I \quad (10)$$

通过逆向归纳法求解得到 (S, E) 场景下供应链成员的最优决策分别为:

$$w_m^{SE} = \frac{(b^3 - 4b^2 + 8)(a + E[\theta | Y])t}{2(8 - 3b^2)t + (6 - b)(b - 2)\lambda^2}, \quad e_m^{SE} = \frac{(b - 6)(b - 2)(a + E[\theta | Y])\lambda}{2(8 - 3b^2)t + (6 - b)(b - 2)\lambda^2},$$

$$q_r^{SE} = \frac{4(1 - b)(a + E[\theta | Y])t}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2}, \quad q_m^{SE} = \frac{(2 - b)(4 + b)(a + E[\theta | Y])t}{2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2}。供应链成员的收益为:$$

$$\Pi_m^{SE} = \frac{(6 - b)(2 - b)(a^2 + \delta)t}{4(8 - 3b^2)t - 2(12 - 8b + b^2)\lambda^2} - I, \quad \Pi_r^{SE} = \frac{16(b - 1)^2 t^2 (a^2 + \delta)}{(2(8 - 3b^2)t - (12 - 8b + b^2)\lambda^2)^2}。$$

比较分析上述均衡决策, 得到零售商信息共享时供应商侵入对自身和零售商利润的影响, 归纳如命题 4.2 所示。

命题 4.2 零售商无共享信息下: 1) 当 $I < I_2$ 时, 供应商入侵对自身是有利的; 2) 当 $t < t_2$ 时, 供应商入侵对零售商是有利的。

$$\text{其中, } I_2 = \frac{(a^2 + \delta)(16 - 16b + 5b^2)t^2}{(4t - \lambda^2)(16t - 6b^2t - 12\lambda^2 + 8b\lambda^2 - b^2\lambda^2)}, \quad I_2 > I_1, \quad t_2 = \frac{(8 - 4b + b^2)\lambda^2}{2b(8 - 3b)}.$$

命题 4.2 同命题 4.1 类似, 给出了共享信息场景下供应商入侵行为对供应链成员的影响。具体来说, 直销费用较高 ($I < I_2$) 时, 供应商入侵行为对自身是不利的; 绿色投资效率较高 ($t < t_2$) 时, 供应商入侵行为增加了零售商的利润。供应商绿色投入的存在使零售商不完全排斥供应商的入侵行为。这是因为供应商入侵后提高绿色生产的行为吸引了更多的消费者, 当更多的消费者购买绿色产品, 零售商也因此获益。根据求解出的供应商建立直销渠道费用的阈值 I_2 , 得到如下推论。

推论 4.2 信息共享场景下, 需求信息准确度的增加促使供应商更愿意选择双渠道, 即 $\frac{\partial I_2}{\partial \delta} > 0$ 。

推论 4.2 说明, 当零售商告知供应商的市场需求变化后, 市场信息的准确度影响供应商渠道选择策略。市场需求信息越准确, 供应商能够依赖于市场信息做出更合理的销量决策, 减少不必要的成本开支, 增加选择双渠道带来的积极影响, 供应商选择双渠道后获得的收益能够弥补入侵费用造成的损失, 此时供应商选择双渠道。因而, 精准的市场信号可以鼓励供应商选择双渠道。

推论 4.3 随着绿色投资效率的提高, 供应商入侵的范围也在增加, 即: $\frac{\partial I_1}{\partial t} > 0, \frac{\partial I_2}{\partial t} > 0$ 。

推论 4.3 描述了外生参数绿色投入成本系数对供应商入侵策略的影响, 如图 2 所示, 其中参数设定为: $b = 0.2, \lambda = 0.8, a = 1, \delta = 1.2$ 。红线和黑线分别表示零售商不共享信息和共享信息下供应商的入侵成本阈值 I_1 和 I_2 的。可以看出 I_1 和 I_2 随着绿色投入成本系数的降低而增加, 进而增强供应商入侵动机。这是因为绿色投入成本系数的降低意味着供应商绿色投资效率变强, 直销渠道带来的收益增加, 供应商更愿意入侵去扩大市场占有率。

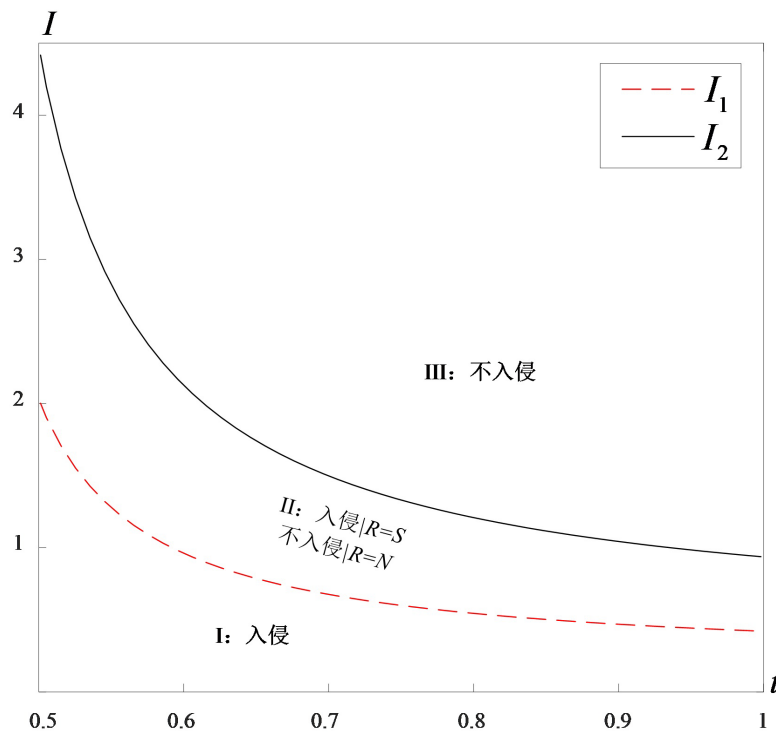


Figure 2. Impact of green investment efficiency on supplier channel selection strategies

图 2. 绿色投资效率对供应商渠道选择策略的影响

5. 零售商信息共享策略

上一节得到了给定不同信息共享场景下供应商入侵决策, 重点分析了入侵成本和供应商绿色投资效率对供应商入侵行为的影响, 即命题 4.1 和命题 4.2。本节进一步讨论绿色要素对零售商信息共享行为的影响以及供应商行为和零售商行为的交互影响。

基于第 4 节可以比较不同场景下零售商的利润进而得到零售商的信息共享策略, 命题如下所示。

命题 5.1 如果供应商入侵 ($I < I_1$):

- 1) 当 $t_i < t < t_1$ 时, $\Pi_r^{SE} > \Pi_r^{NE}$, 零售商的均衡策略共享信息;
- 2) 当 $t > t_1$, $\Pi_r^{NE} > \Pi_r^{SE}$, 零售商的均衡策略为不共享信息。

其中, $t_1 = \frac{(6-b)\lambda^2}{2(2+3b)}$ 。

命题 5.1 给出了供应商入侵场景下, 零售商的信息共享行为。由命题可知, 供应商的绿色投资效率决定零售商信息共享策略。在绿色投资效率较高的条件下, 零售商分享信息; 若绿色投资效率较低, 则零售商不共享信息。虽然零售商共享信息行为使得零售商信息优势减弱, 但供应商获得信息后可以更合理地决策绿色度, 从而给零售商带来积极影响。如当供应商从零售商了解到需求上升信息时, 会提高绿色度满足更多的需求, 绿色度提高吸引的消费者增加了零售商的收益。本文称绿色资源调整带来的积极影响为“绿色效应”。若供应商绿色投资效率较高, 信息共享调整绿色资源投入产生的“绿色效应”的积极影响更加明显, 大于丧失信息优势造成的消极影响, 零售商愿意将信息透露给供应商。若供应商绿色投资能力较弱, 调整绿色度产生的“绿色效应”的积极影响变小, 无法补偿丧失信息优势造成的消极影响, 此时零售商将保留信息。由此可知, 在绿色投资效率较高时, 供应链成员间存在双边搭便车行为, 供应商因零售商共享信息获益, 零售商因供应商调整绿色度获益。

命题 5.2 如果供应商部分入侵 ($I_1 < I < I_2$):

- 1) 当 $t_i < t < t_1$ 或 $t_1 < t < t_2, \delta < \delta_1$ 时, $\Pi_r^{SE} > \Pi_r^{MN}$, 零售商的均衡策略为共享信息;
- 2) 当 $t > t_2$ 或 $t_1 < t < t_2, \delta > \delta_1$, 时, $\Pi_r^{MN} > \Pi_r^{SE}$, 零售商的均衡策略为不共享信息。

其中, $t_2 = -\frac{(8-4b+b^2)\lambda^2}{2b(-8+3b)}$, $\delta_1 = -\frac{B}{A}$,

$$A = (2-b)(\lambda^2 - 4t)^2 \left((4+6b)t + (b-6)\lambda^2 \right) \left((6b^2 + 8b - 24)t + (b-6)(b-2)\lambda^2 \right),$$

$$B = -4a^2 t^2 \left(2(4+b)(3b-4)t + (16+(b-12)b)\lambda^2 \right) \left(2b(3b-8)t + (8+(b-4)b)\lambda^2 \right)。$$

命题 5.2 给出了在供应商部分入侵场景下, 零售商的信息共享行为。供应商部分入侵是指在入侵费用不太高也不太低 ($I_1 < I < I_2$) 时, 供应商有可能入侵也有可能不入侵。若此时零售商将需求信息告知给供应商, 供应商可以更精准地把握需求变化, 供应商也更愿意开设直销渠道扩大市场占有率。对于零售商来说, 在供应商部分入侵场景下零售商信息共享策略取决于绿色产品的投资效率和信息精度。当绿色投资效率高时信息共享引起的绿色效应越强, 零售商共享信息, 此外需求信息准确度越低, 零售商共享信息造成的损失越小, 此时零售商愿意将信息透露给供应商。

命题 5.3 如果供应商不入侵 ($I > I_2$), 则 $\Pi_r^{MN} > \Pi_r^{SN}$, 零售商的均衡策略为不共享信息。

由命题 5.3 可知, 在供应商放弃入侵选择维持单渠道销售时, 零售商将信息共享告知给供应商会降低自身利润, 因此零售商也放弃共享信息给供应商。

结合上述命题可以得到不同条件下供应商和零售商的最优策略选择如图 3 所示, 其中参数设定为: $b = 0.2$, $\lambda = 0.8$, $a = 1$, $\delta = 1.2$ 。

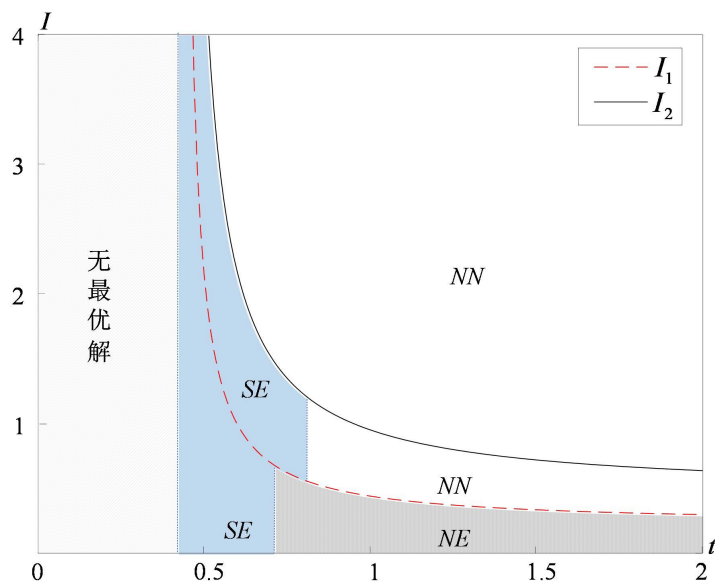


Figure 3. Impact of green investment efficiency on suppliers' and retailers' optimal strategy

图 3. 绿色投资效率对供应商和零售商的最优策略的影响

6. 结论

本文依据现实情况, 在绿色供应链的背景下, 研究了供应商的渠道选择策略和零售商的信息共享策略。主要结论如下: 1) 当绿色投资效率较高时, 供应商选择双渠道对零售商有利。供应商在入侵后会提高产品绿色度来满足扩大的需求, 零售商的利润会随供应商绿色度的提高而增加, 出现搭便车行为, 对零售商产生积极影响。因此, 在实际生活中, 零售商不应该完全排斥供应商的入侵行为, 应该综合考虑绿色效应和供应商入侵策略的影响。2) 供应商获得需求信息后可以更合理地决策产品的绿色度, 零售商通过比较信息共享后“绿色效应”的积极影响和双重边际加重的消极影响决策是否分享信息, 当绿色投资效率较低时, “绿色效应”越低, 零售商隐瞒需求信息。3) 供应商选择双渠道的范围随着绿色投资效率的增加而增加, 供应商绿色投资效率的增加意味着直销渠道带来的收益增加, 此时供应商更愿意入侵去扩大市场占有率。4) 与无信息共享场景相比, 供应商在信息共享场景下更愿意选择双渠道, 且信息的准确度越高, 供应商选择双渠道的动机越强。

本文在特定场景下构建了供应商渠道选择行为和零售商信息共享行为的博弈模型, 重点研究了绿色供应链中企业如何进行渠道选择和信息共享以及各参数对企业决策的影响, 但仍有不足。首先, 本文主要考虑绿色投资效率对企业策略的影响, 但在现实中还有很多因素没有考虑, 比如产品在销售时产生的各种成本。其次, 本文假设供应链由一个供应商和一个零售商组成, 而现实生活中供应链结构更为复杂, 存在(单)多个供应商和(单)多个零售商构成的供应链, 未来可以考虑其他渠道结构下供应商和零售商的均衡策略。此外, 本文考虑零售商和供应商以批发模式合作, 实际上供应商和零售商可以有多种合作模式, 比如说代理合作模式, 不同的合作模式对均衡策略有一定的影响。

参考文献

- [1] 周艳菊, 胡凤英, 周正龙. 零售商主导下促进绿色产品需求的联合研发契约协调研究[J]. 管理工程学报, 2020, 34(2): 194-204.
- [2] 林志炳. 考虑企业社会责任的绿色供应链定价与制造策略研究[J]. 管理工程学报, 2022, 36(3): 131-138.

- [3] 尚春燕, 关志民, 米力阳. 考虑双重消费偏好的绿色供应链政府补贴策略分析[J]. 系统工程, 2020, 38(5): 93-102.
- [4] 石平, 颜波, 石松. 考虑公平的绿色供应链定价与产品绿色度决策[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(8): 1937-1950.
- [5] Yang, L., Zhang, Q. and Ji, J.N. (2017) Pricing and Carbon Emission Reduction Decisions in Supply Chains with Vertical and Horizontal Cooperation. *International Journal of Production Economics*, **191**, 286-297. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.06.021>
- [6] Wang, Y. and Hou, G.S. (2020) A Duopoly Game with Heterogeneous Green Supply Chains in Optimal Price and Market Stability with Consumer Green Preference. *Journal of Cleaner Production*, **255**, Article ID: 120161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120161>
- [7] Raza, S.A. (2018) Supply Chain Coordination under a Revenue-Sharing Contract with Corporate Social Responsibility and Partial Demand Information. *International Journal of Production Economics*, **205**, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.023>
- [8] Giri, B.C., Mondal, C. and Maiti, T. (2018) Analysing a Closed-Loop Supply Chain with Selling Price, Warranty Period and Green Sensitive Consumer Demand under Revenue Sharing Contract. *Journal of Cleaner Production*, **190**, 822-837. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.092>
- [9] 周建亨, 王晓敏. 收益共享机制下的供应链纵向信息共享策略[J]. 系统管理学报, 2018, 27(5): 971-980.
- [10] 陈雪, 李波, 吴爽. 需求信息不对称下考虑风险规避制造商的供应链决策研究[J]. 管理工程学报, 2021, 35(6): 234-249.
- [11] 周雄伟, 马费成. 需求不确定环境下的供应链信息共享激励模型[J]. 管理工程学报, 2010, 24(4): 122-126+121.
- [12] Zhang, H.T. (2002) Vertical Information Exchange in a Supply Chain with Duopoly Retailers. *Production and Operations Management*, **11**, 531-546. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2002.tb00476.x>
- [13] Ha, A.Y., Tong, S.L. and Zhang, H.T. (2011) Sharing Demand Information in Competing Supply Chains with Production Diseconomies. *Management Science*, **57**, 566-581. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1100.1295>
- [14] 谭春桥, 苏小琴. 考虑仿冒商威胁的正品制造商销售模式选择策略研究[J/OL]. 控制与决策, 2023: 1-9. <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2022.1988>, 2024-03-18.
- [15] 赵连霞. 制造商开辟网络直销下的混合渠道供应链定价决策[J]. 中国管理科学, 2015, 23(S1): 557-563.
- [16] 张雪梅, 李盈盈. 基于时间和渠道敏感顾客选择偏好的双渠道定价策略[J]. 运筹与管理, 2019, 28(7): 179-186.
- [17] Ha, A., Long, X.Y. and Nasiry, J. (2016) Quality in Supply Chain Encroachment. *Manufacturing & Service Operations Management*, **18**, 280-298. <https://doi.org/10.1287/msom.2015.0562>
- [18] Hendershott, T. and Zhang, J. (2006) A Model of Direct and Intermediated Sales. *Journal of Economics & Management Strategy*, **15**, 279-316. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2006.00101.x>