

# 控制与决策

Control and Decision

考虑制造商建议零售价格和零售商企业社会责任的绿色供应链决策

林志炳, 陈莫凡

引用本文:

林志炳,陈莫凡. 考虑制造商建议零售价格和零售商企业社会责任的绿色供应链决策[J]. *控制与决策*, 2022, 37(9): 2369–2379.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2021.1407>

---

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

[考虑企业社会责任和公平偏好的绿色供应链决策](#)

Green supply chain considering fairness preference and corporate social responsibility  
*控制与决策*. 2021, 36(7): 1743–1753 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1102>

[模糊环境下考虑零售商风险偏好的绿色供应链博弈模型](#)

Modeling green supply chain games considering retailer's risk preference in fuzzy environment  
*控制与决策*. 2021, 36(3): 711–723 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0646>

[考虑成员企业风险态度的制造商资金约束闭环供应链定价与回收决策](#)

Pricing and recycling decisions of a closed-loop supply chain considering participators' risk attitudes and manufacturer capital constraint  
*控制与决策*. 2021, 36(5): 1239–1248 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1305>

[考虑Showrooms效应的供应链定价与渠道模式策略](#)

Strategies of pricing and channel mode in a supply chain considering Showrooms effect  
*控制与决策*. 2021, 36(12): 2891–2900 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0877>

[不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型](#)

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns  
*控制与决策*. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

# 考虑制造商建议零售价格和零售商企业 社会责任的绿色供应链决策

林志炳, 陈莫凡<sup>†</sup>

(福州大学 经济与管理学院, 福州 350116)

**摘要:** 为了探讨制造商建议零售价格和零售商企业社会责任 (CSR) 行为对绿色供应链决策的影响, 将制造商建议零售价格作为消费者的参照价格, 构建制造商主导的 Stackelberg 博弈模型, 探讨制造商建议零售价格策略对绿色供应链绩效的影响, 并分析零售商 CSR 行为对制造商建议零售价格和建议零售价格策略实施效果的影响. 然后, 将研究拓展到零售商忽视参照价格效应的情形, 探讨零售商忽视参照价格效应对研究结论鲁棒性的影响. 最后, 通过数值方法对结论进行验证和深化. 研究发现: 制造商建议零售价格策略对绿色供应链绩效的改善具有正向作用, 而零售商 CSR 水平的提高可以强化该正向作用; 当零售商忽视参照价格效应时, 制造商建议零售价格策略可能对绿色供应链绩效产生负向作用, 但是零售商 CSR 水平的提高可以在一定程度上缓解该负向作用.

**关键词:** 绿色供应链; 制造商建议零售价; 参照价格效应; 企业社会责任

中图分类号: F224

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2021.1407

**引用格式:** 林志炳, 陈莫凡. 考虑制造商建议零售价格和零售商企业社会责任的绿色供应链决策 [J]. 控制与决策, 2022, 37(9): 2369-2379.

## Green supply chain decisions based on manufacturer's suggested retail prices and retail's corporate social responsibility

LIN Zhi-bing, CHEN Mo-fan<sup>†</sup>

(School of Economics & Management, Fuzhou University, Fuzhou 350116, China)

**Abstract:** In order to explore manufacturer's suggested retail price (MSRP) and retailer's corporate social responsibility (CSR) behavior on green supply chain decisions, this paper constructs a manufacturer-led Stackelberg model by taking the MSRP as the consumer reference point. On this basis, this paper reveals the impact of the MSRP strategy on green supply chain performance, and discusses the impact of retailer's CSR behavior on the MSRP and the effect of the MSRP strategy. Then the model is extended to the case where the retailer ignores the reference price effect, and the impact on the robustness of conclusions is analyzed. Finally, the conclusion is verified and supplemented using numerical method. The results show that: the MSRP strategy has a positive effect on the performance of the green supply chain, and the improvement of retailer's CSR level can strengthen this positive effect. When the retailer ignores the reference price effect, the MSRP strategy may have a negative effect on the performance of the green supply chain, but the improvement of the retailer's CSR level can mitigate the negative effect of the MSRP strategy.

**Keywords:** green supply chain; manufacturer's suggested retail price; reference price effect; corporate social responsibility

## 0 引言

2020 年, 我国制造业增加值达到 31.3 万亿元, 约占全球比重的 30%, 成为拉动经济增长的重要引擎. 但是, 我国制造业的发展也对资源环境产生了较大负面影响. 为此, 商务部在《关于开展供应链创新与应用

试点的通知》中倡导绿色制造, 将构建绿色供应链列为重点任务.

绿色制造需要制造商付出大量的研发成本, 导致绿色产品价格普遍高于普通产品, 这种现象在一定程度上阻碍了绿色产品的推广 (调查显示, 我国

收稿日期: 2021-08-11; 录用日期: 2022-01-11.

基金项目: 国家社会科学基金项目 (18BGL106).

责任编委: 霍宝锋.

<sup>†</sup>通讯作者. E-mail: 576531855@qq.com.

75%消费者只愿意为绿色产品支付不超过10%的溢价<sup>[1]</sup>。在短期无法大幅度降低绿色制造成本的情境下,通过营销方法增强消费者购买绿色产品的意愿无疑是一种值得尝试的方式。前景理论中指出,消费者在购物时不仅会获得商品的内在消费效用(基于产品使用结果的绝对效用),还会获得一个参照依赖效用(基于消费者参照点形成的相对效用)。在现实商业环境中,多数产品都贴有制造商建议零售价格标签。例如,宝马集团以28.8万元的建议零售价格发售BMW 3系列汽车。这类制造商建议零售价格在多数情况下会被消费者作为参照价格,对消费者的参照依赖效用产生显著影响。那么,制造商能否利用消费者的参照依赖效用,将设置建议零售价格作为一种增强消费者绿色消费意愿的营销方法?此外,零售商履行企业社会责任(corporate social responsibility, CSR)已被证明能有效增强消费者的绿色消费意愿。在现实商业环境中,越来越多的制造商在进行绿色制造的同时也开始鼓励下游零售商履行CSR。例如,宝马集团不仅积极实施绿色制造(到2030年,其单车二氧化碳排放量要较2019年降低三分之一),同时也通过评选宝马经销商最佳企业社会责任实践奖来鼓励其下游零售商履行CSR。那么,在增强消费者绿色消费意愿的同时,零售商履行CSR能否对制造商建议零售价格策略的实施效果起到积极作用?基于此,本文以制造商建议零售价格作为消费者的参照价格,通过博弈论方法探讨制造商建议零售价格和零售商CSR行为对绿色供应链决策的影响。

与本文相关的文献主要有以下两类:一类是考虑制造商建议零售价格的供应链研究。对于绿色产品这类创新性比较显著的产品而言,消费者难以获得足够的信息来形成内部参照价格,这使得消费者的购买行为更容易受到外界环境中的刺激性价格(外部参照价格)影响,而制造商建议零售价格是消费者能够获得的最直接、最具有可比性的外部参照价格,大部分消费者的消费行为都会受到该价格影响。近年来,许多研究将制造商建议零售价格作为消费者的参照价格,分析了制造商设置建议零售价格对供应链决策的影响。例如,Sacco等<sup>[2]</sup>认为当制造商设置建议零售价格时,零售商可以通过价格折扣策略维持对终端价格的控制;Puppe等<sup>[3]</sup>认为制造商可以通过建议零售价格策略攫取零售商利润;Fabrizi等<sup>[4]</sup>将上述研究推广到零售商存在竞争的情形,认为制造商建议零售价格不应低于零售价格,并表明制造商可以通过建议零售价格策略改善自身利润;林志炳<sup>[5]</sup>将建议零售价

格策略分为最高参照价格策略、价格保持策略和最低参照价格策略,发现制造商建议零售价格不仅会影响零售商定价,还能增强自身的讨价还价能力。虽然现有文献针对制造商建议零售价格的研究很多,但是尚未有文献将制造商建议零售价格视为消费者的参照价格,并研究其对绿色供应链决策的影响。事实上,绿色消费市场正处于发展期,市场上关于绿色产品的信息还处于积累阶段,这使得消费者对绿色产品价格的感知容易受到制造商建议零售价格的影响。更重要的是,针对制造商建议零售价格的研究都是在上下游企业同时考虑参照价格效应情形下展开的,尚未有文献考虑零售商忽视参照价格效应的影响。然而,Wang等<sup>[6]</sup>和于悦等<sup>[7]</sup>的研究表明,零售商忽视参照价格效应对供应链决策产生重大影响,且当制造商设置建议零售价格时,由于运营能力的局限性以及决策者的认知偏差,零售商可能会忽视制造商设置建议零售价格所引起的参照价格效应。因此,本文在绿色供应链的背景下将制造商建议零售价格作为消费者的参照价格,并分别探讨上下游企业同时考虑消费者参照价格效应以及下游零售商忽视参照价格效应的情形。

另一类与本文相关的研究是考虑企业CSR行为的绿色供应链研究,这部分研究可以依据对渠道成员CSR行为的不同刻画方式分为两类:第一类研究是将渠道成员CSR行为刻画为公益性质的投资。在这类研究中,CSR是内生化的。例如,Ebrahimi等<sup>[8]</sup>构建单个制造商进行绿色制造,两个零售商分别进行CSR投入的绿色供应链模型,发现零售商的CSR投入竞争能增强制造商绿色研发的积极性。第二类研究是以Panda<sup>[9]</sup>关于CSR行为外生化的定义为基础,从利益相关者概念出发,将渠道成员CSR行为刻画为其对消费者剩余的关注,旨在探讨渠道成员履行CSR对运营决策和策略选择的影响。例如,Biswas等<sup>[10]</sup>发现制造商和零售商履行CSR都有利于产品绿色度的提升;公彦德等<sup>[11]</sup>探讨了制造商CSR和公平偏好行为对绿色供应链决策的影响,发现制造商应将CSR和公平偏好水平控制在合理范围内才能最有效地提高绿色供应链绩效;林志炳等<sup>[12]</sup>发现零售商提升CSR水平不仅能促使制造商增大减排量,还能提高政府低碳补贴效率;刘珊等<sup>[13]</sup>在不同渠道权力结构下探讨了闭环供应链的CSR分摊机制,发现零售商主导供应链最有利于产品回收率的提升;姚峰敏等<sup>[14]</sup>在不同回收渠道结构下探讨了制造商CSR行为对产品定价及回收率的影响,发现当零售商负责回收废旧产品时,制造商履行CSR最有利于产品回收率的提

升. 虽然已有许多文献探讨了零售商履行 CSR 对绿色供应链决策的影响, 但是尚未有文献考虑零售商履行 CSR 对制造商建议零售价格和制造商建议零售价格策略实施效果的影响. 事实上, 零售商履行 CSR 会对零售价格产生直接影响, 这意味着零售商履行 CSR 势必会影响制造商建议零售价格. 而且, 零售商履行 CSR 还可能间接影响消费者的参照价格效应, 从而改变制造商建议零售价格策略的实施效果. 更重要的是, 在现实商业环境中, 越来越多制造商在进行绿色制造的同时也开始鼓励下游零售商履行 CSR. 因此, 考虑零售商履行 CSR 的情形将使研究更具有理论和现实意义.

与现有文献相比, 本文的贡献主要体现在: 1) 在绿色供应链的背景下探讨制造商建议零售价格策略对渠道成员决策的影响, 拓展了绿色供应链的研究框架; 2) 探讨零售商 CSR 行为对制造商建议零售价格和制造商建议零售价格策略实施效果的影响, 发现零售商履行 CSR 不仅会影响制造商建议零售价格, 还能增强制造商建议零售价格策略对绿色供应链运营的有利影响.

### 1 问题描述与模型假设

本文以一个占主导地位的制造商与一个零售商构成的绿色供应链为研究对象. 制造商通过绿色制造生产一种绿色度为  $\theta$  的产品, 在确定制造商建议零售价格  $s$  后将产品以批发价格  $w$  销售给零售商. 零售商将产品以零售价格  $p$  转售给消费者. 与 Li 等<sup>[15]</sup> 和白春光等<sup>[16]</sup> 的研究一致, 假设制造商的绿色研发成本为  $I = \theta^2/2$ .

假设消费者以制造商建议零售价格  $s$  作为参照价格<sup>[14]</sup>, 且制造商和零售商在决策过程中均会考虑消费者的参照价格效应. 在模型拓展部分将放宽这一假设, 探讨零售商忽视消费者参照价格效应时的情形. 市场需求函数为

$$D = 1 - p + \delta\theta + \alpha(s - p)^+ - \rho\alpha(p - s)^+.$$

其中:  $(x)^+ = \max(x, 0)$ ;  $\delta$  为绿色偏好系数;  $\alpha$  为参照价格效应系数, 表示参照价格效应对市场需求的影响;  $\rho$  为消费者损失厌恶系数. 借鉴 Fabrizi 等<sup>[4]</sup> 和林志炳<sup>[5]</sup> 的研究, 假设  $0 < \delta < 1, 0 < \alpha < \rho\alpha < 1, \rho > 1, w < s \leq 1 + \delta\theta$ . 上述假设表明: 1) 消费者对产品零售价格的敏感程度高于其对产品绿色度、参照价格效应的敏感程度; 2) 制造商不会虚高设置建议零售价格.

零售商的目标函数<sup>[9]</sup>为

$$V_r = \pi_r + tCS.$$

其中:  $\pi_r$  表示零售商利润;  $t \in [0, 1]$  表示零售商的 CSR 水平, 零售商 CSR 水平越高就越积极履行 CSR; CS 表示消费者剩余. 根据 Modak 等<sup>[17]</sup> 的研究可知

$$CS = \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} Ddp.$$

$$\begin{cases} p_{\min} = \frac{1 - D + \delta\theta + s\rho\alpha}{1 + \rho\alpha}, \\ p_{\max} = p_{\min} + \frac{D}{1 + \rho\alpha}, s < p; \\ p_{\min} = 1 - D + \delta\theta, p_{\max} = p_{\min} + D, s = p; \\ p_{\min} = \frac{1 - D + \delta\theta + s\alpha}{1 + \alpha}, \\ p_{\max} = p_{\min} + \frac{D}{1 + \alpha}, s > p. \end{cases}$$

模型涉及的参数符号及含义如表 1 所示.

表 1 参数符号及含义

参数符号	含义	参数符号	含义
$w$	批发价格	$t$	零售商 CSR 水平
$\theta$	产品绿色度	$D$	市场需求
$s$	制造商建议零售价格	$\pi_m$	制造商利润
$p$	零售价格	$\pi_r$	零售商利润
$\alpha$	参照价格效应系数	$V_r$	零售商效用
$\rho$	损失厌恶程度	$\pi_{sc}$	绿色供应链系统利润
$\delta$	绿色偏好系数	CS	消费者剩余

### 2 标准模型

如果制造商不设置建议零售价格, 则此时的模型将是一个简单的标准模型. 为了与后文的制造商建议零售价格模型进行比较, 首先对标准模型进行求解. 该问题可用模型  $N$  描述.

$$\max_{w, \theta} \pi_m^N = w(1 - p + \delta\theta) - \frac{1}{2}\theta^2, \tag{1}$$

$$\max_p V_r^N = (p - w)(1 - p + \delta\theta) + t \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} (1 - p + \delta\theta)dp. \tag{2}$$

命题 1 模型  $N$  的均衡结果为

$$w^N = \frac{2 - t}{\Psi_1}, \theta^N = \frac{\delta}{\Psi_1}, p^N = \frac{3 - 2t}{\Psi_1},$$

$$D^N = \frac{1}{\Psi_1}, \pi_m^N = \frac{1}{2\Psi_1}, \pi_r^N = \frac{1 - t}{2\Psi_1^2},$$

$$\pi_{sc}^N = \frac{6 - 4t - \delta^2}{2\Psi_1^2}, CS^N = \frac{1}{2\Psi_1^2}.$$

其中  $\Psi_1 = 4 - 2t - \delta^2$ .

### 3 制造商建议零售价格模型

当制造商设置建议零售价格时, 制造商作为供应链的领导者, 先决定产品的批发价格  $w$ 、绿色度  $\theta$  和建议零售价格  $s$ , 然后零售商再决定零售价格  $p$ . 该问题可用模型  $F$  描述:

$$\max_{w, \theta, s} \pi_m^F = w[1 - p + \delta\theta + \alpha(s - p)^+ - \rho\alpha(p - s)^+] - \frac{1}{2}\theta^2, \quad (3)$$

$$\max_p V_r^F = (p - w)[1 - p + \delta\theta + \alpha(s - p)^+ - \rho\alpha(p - s)^+] + t \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} [1 - p + \delta\theta + \alpha(s - p)^+ - \rho\alpha(p - s)^+] dp. \quad (4)$$

**引理1** 给定产品的批发价格、绿色度和建议零售价格,零售商的反应函数为

$$p^F = \begin{cases} \frac{1 + (\alpha s^F + \delta\theta^F)(1 - t) - t}{(2 - t)(1 + \alpha)} + \frac{w^F}{2 - t}, \\ \frac{1 + w^F(1 + \alpha) + \delta\theta^F - t(1 + \delta\theta^F)}{2 - t + \alpha} \leq s^F \leq 1 + \delta\theta^F; \\ s^F, \frac{1 + w^F(1 + \rho\alpha) + \delta\theta^F - t(1 + \delta\theta^F)}{2 - t + \rho\alpha} < s^F < \frac{1 + w^F(1 + \alpha) + \delta\theta^F - t(1 + \delta\theta^F)}{2 - t + \alpha}; \\ \frac{1 + (\rho\alpha s^F + \delta\theta^F)(1 - t) - t}{(2 - t)(1 + \rho\alpha)} + \frac{w^F}{2 - t}, \\ 0 < s^F \leq \frac{1 + w^F(1 + \rho\alpha) + \delta\theta^F - t(1 + \delta\theta^F)}{2 - t + \rho\alpha}. \end{cases} \quad (5)$$

引理1表明,制造商可以通过调整建议零售价格来影响零售商定价,进而调节消费者的参照价格效应,并最终形成3种建议零售价格策略:1)设置较低的建议零售价格,使零售商的定价高于建议零售价格,形成最低参照价格策略;2)设置适中的建议零售价格,使零售商的定价与建议零售价格保持一致,形成价格保持策略;3)设置较高的建议零售价格,使零售商的定价低于建议零售价格,形成最高参照价格策略。

**命题2** 模型F的均衡结果为:

1) 当  $t \leq t^*$  时

$$w^F = \frac{\varpi_1}{\Psi_2}, \theta^F = \frac{\varpi_2\delta}{\Psi_2}, s^F = \frac{\varpi_3 + \rho\alpha}{\Psi_2}, p^F = \frac{\varpi_3 + \rho\alpha}{\Psi_2}, D^F = \frac{\varpi_2}{\Psi_2}, \pi_m^F = \frac{\varpi_2}{2\Psi_2}, \pi_r^F = \frac{(1 - t)\varpi_2}{\Psi_2^2}, \pi_{sc}^F = \frac{\varpi_2[\Psi_2 + 2(1 - t)]}{2\Psi_2^2}, CS^F = \frac{\varpi_2^2}{2\Psi_2^2}.$$

2) 当  $t > t^*$  时

$$w^F = \frac{2 - t}{\Psi_3}, \theta^F = \frac{(1 + \alpha)\delta}{\Psi_3}, s^F = \frac{2(2 - t)}{\Psi_3}, p^F = \frac{\varpi_3}{\Psi_3}, D^F = \frac{1 + \alpha}{\Psi_3}, \pi_m^F = \frac{1 + \alpha}{2\Psi_3},$$

$$\pi_r^F = \frac{(1 - t)(1 + \alpha)}{\Psi_3^2}, \pi_{sc}^F = \frac{(1 + \alpha)[\Psi_3 + 2(1 - t)]}{2\Psi_3^2}, CS^F = \frac{(1 + \alpha)}{2\Psi_3^2}.$$

其中

$$t^* = \frac{\rho(1 - \alpha) - 2}{\rho - 1}, \Psi_2 = \Psi_1 + \rho\alpha(2 - \delta^2), \Psi_3 = 2(2 - t) - (1 + \alpha)\delta^2, \varpi_1 = 2 + \rho\alpha - t, \varpi_2 = 1 + \rho\alpha, \varpi_3 = 3 - 2t.$$

命题2表明,均衡结果中,存在零售商对制造商建议零售价格的执行点  $t^*$ . 当  $t \leq t^*$  时,零售商将执行制造商建议零售价格,此时制造商建议零售价格对零售商的定价行为起到强约束作用;当  $t > t^*$  时,零售商不会执行制造商建议零售价格,此时制造商建议零售价格仅对零售商的定价行为起到建议性作用。

**推论1** 当  $\rho < \frac{2}{1 - \alpha}$  时,  $t^* < 0$ ; 当  $\rho \geq \frac{2}{1 - \alpha}$  时,  $0 \leq t^* < 1$ .

结合推论1和命题2可知:1)制造商不应采取最低参照价格策略。2)当消费者损失厌恶程度较低时,制造商应采取最高参照价格策略;当消费者损失厌恶程度较高时,若零售商CSR水平较低,则制造商应采取价格保持策略,否则制造商应采取最高参照价格策略。该结果表明,当消费者表现出较强的损失厌恶时,制造商采取何种建议零售价格策略还应视零售商的CSR水平而定。

上述结果解释为:1)最低参照价格策略会使消费者产生损失厌恶效应,损害制造商利润。2)当消费者损失厌恶程度较低时,零售商不会遵守制造商相对较低的建议零售价格,此时制造商无法通过价格保持策略来攫取零售商较大利润空间,因此制造商将设置较高的建议零售价格从消费者的感知收益中获利,即采取最高参照价格策略。3)当消费者损失厌恶程度较高时,零售商遵守制造商相对较低的建议零售价格,使制造商可以通过价格保持策略攫取零售商较大的利润空间。除非零售商的CSR水平较高,此时在最高参照价格策略下,由于零售商履行CSR显著增大了消费者的感知收益,使制造商利润获得了大幅提升,因此制造商将转而采取最高参照价格策略。

**性质1** 1) ①  $\frac{\partial w^F}{\partial t} > 0, \frac{\partial \theta^F}{\partial t} > 0, \frac{\partial D^F}{\partial t} > 0;$

② 当  $t \leq t^*$  时,  $\frac{\partial s^F}{\partial t} < 0$ , 否则  $\frac{\partial s^F}{\partial t} > 0$ .

2) 当  $t \leq t^*$  时,  $\frac{\partial p^F}{\partial t} < 0$ ; 当  $t > t^*$  时, 若  $\alpha \leq \frac{1 - \delta^2}{\delta^2}$ , 则  $\frac{\partial p^F}{\partial t} \leq 0$ , 否则  $\frac{\partial p^F}{\partial t} > 0$ .

性质1表明,随着零售商CSR水平提升:1)价格保持策略下,制造商会降低建议零售价格。这是因为

零售商为激励制造商增大绿色研发投入以提高消费者剩余,将会主动遵守制造商较低的建议零售价格,这给了制造商降低建议零售价格的空间. 2) 最高参照价格策略下,制造商将提高建议零售价格. 这是因为最高参照价格策略对零售商的定价不具有约束作用. 该情形下,零售商为激励制造商增大绿色研发投入以提高消费者剩余,将会选择降低零售价格. 而且,即便零售商迫于成本压力选择提高零售价格,为保障消费者利益,零售价格的增幅也相对较小(小于批发价格增幅). 这意味着,零售商 CSR 水平越高,制造商提高建议零售价格越有利于增强消费者的感知收益,有助于改善制造商利润.

**性质 2** 1) ①  $\frac{\partial \pi_m^F}{\partial t} > 0$ . ② 当  $t \leq t^*$  时,若  $\alpha \leq \frac{2t - \delta^2}{(\delta^2 - 2)\rho}$ , 则  $\frac{\partial \pi_r^F}{\partial t} \geq 0$ , 否则  $\frac{\partial \pi_r^F}{\partial t} < 0$ ; 当  $t > t^*$  时,若  $\alpha \leq \frac{2t - \delta^2}{\delta^2}$ , 则  $\frac{\partial \pi_r^F}{\partial t} \leq 0$ , 否则  $\frac{\partial \pi_r^F}{\partial t} > 0$ .

2)  $\frac{\partial \pi_{sc}^F}{\partial t} > 0, \frac{\partial CS^F}{\partial t} > 0$ .

性质 2 表明,随着零售商 CSR 水平提升: 1) 制造商利润将得到提升. 但是,在价格保持(最高参照价格)策略下,只有当参照价格效应系数较小时,零售商利润才能得到提升,反之则会下降. 这是因为具有 CSR 行为的零售商总是偏好于向消费者让渡部分边际利润,因此只有当参照价格效应系数满足一定条件时,市场需求的提升才能够弥补零售商边际利润的损失,使零售商利润得到改善. 2) 绿色供应链系统利润和消费者剩余均能得到提升,这意味着零售商履行 CSR 始终有助于改善绿色供应链系统利润和消费者福利.

**结论 1** 1)  $w^F - w^N > 0, \theta^F - \theta^N > 0, D^F - D^N > 0$ .

2) 当  $t \leq t^*$  时,  $p^F - p^N < 0$ ; 当  $t > t^*$  时,  $p^F - p^N > 0$ .

结论 1 表明: 1) 制造商建议零售价格策略有助于提高市场需求,而市场需求的提升又会反过来促使制造商增大绿色研发投入并提高批发价格. 该结果说明,对制造商而言,建议零售价格策略是一种有效的绿色制造自我驱动机制. 2) 与直觉不同的是,虽然制造商建议零售价格策略提高了产品绿色度和批发价格,但是零售价格却不一定上升. 当制造商采取价格保持策略时,零售价格反而会下降. 这是因为在价格保持策略下,制造商会利用消费者的损失厌恶心理迫使零售商遵守较低的建议零售价格,从而达到降低零售价格以提高市场需求的目的.

**结论 2** 1) ①  $\pi_m^F - \pi_m^N > 0$ . ② 当  $t \leq t^*$  时,

若  $\alpha \leq \frac{4[(t-2)t + \delta^2] - \delta^4}{(2 - \delta^2)^2 \rho}$ , 则  $\pi_r^F - \pi_r^N \geq 0$ , 否则  $\pi_r^F - \pi_r^N < 0$ ; 当  $t > t^*$  时,  $\pi_r^F - \pi_r^N > 0$ .

2) ①  $\pi_m^F - \pi_r^F > 0$ . ② 当  $t \leq t^*$  时,  $\pi_m^F - \pi_m^N > \pi_r^F - \pi_r^N$ ; 当  $t > t^*$  时,若  $\alpha \leq \frac{\Psi_1[4 - 3\delta^2 - 2t(1 - \delta^2)]}{2(2 - t)^2 \delta^2 - (3 - 2t)\delta^4}$ , 则  $\pi_m^F - \pi_m^N \geq \pi_r^F - \pi_r^N$ , 否则  $\pi_m^F - \pi_m^N < \pi_r^F - \pi_r^N$ .

3)  $\pi_{sc}^F - \pi_{sc}^N > 0, CS^F - CS^N > 0$ .

**证明** 1) ① 当  $t \leq t^*$  时

$$\pi_m^F - \pi_m^N = \frac{\rho\alpha(1-t)}{\Psi_1\Psi_2} > 0;$$

当  $t > t^*$  时

$$\pi_m^F - \pi_m^N = \frac{\alpha(2-t)}{\Psi_1\Psi_3} > 0.$$

② 当  $t \leq t^*$  时

$$\pi_r^F - \pi_r^N = \frac{(1-t)\rho\alpha f(\alpha)}{\Psi_1^2\Psi_2^2}.$$

由于  $\frac{\partial f(\alpha)}{\partial \alpha} = -\rho(2 - \delta^2)^2 < 0$ , 当  $\alpha \leq \frac{4[(t-2)t + \delta^2] - \delta^4}{(2 - \delta^2)^2 \rho}$  时,  $\pi_r^F \geq \pi_r^N$ , 否则  $\pi_r^F < \pi_r^N$ . 其中  $f(\alpha) = 4(1 + \rho\alpha)\delta^2 - 4(2 - t)t - 4\rho\alpha - (1 + \rho\alpha)\delta^4$ .

当  $t > t^*$  时

$$\pi_r^F - \pi_r^N = \frac{(1-t)\alpha f(\alpha)}{\Psi_1^2\Psi_3^2}.$$

由于  $\frac{\partial f(\alpha)}{\partial \alpha} = -\delta^4 < 0$  且  $f(1) = 4(2 - t)^2 - 2\delta^4 > 0$ , 有  $\pi_r^F - \pi_r^N > 0$ . 其中  $f(\alpha) = 4(2 - t)^2 - (1 + \alpha)\delta^4$ .

2) ① 当  $t \leq t^*$  时

$$\pi_m^F - \pi_r^F = \frac{(1 + \rho\alpha)^2(2 - \delta^2)}{2\Psi_2^2} > 0;$$

当  $t > t^*$  时

$$\pi_m^F - \pi_r^F = \frac{(1 + \alpha)[2 - (1 + \alpha)\delta^2]}{2\Psi_2^2} > 0.$$

② 当  $t \leq t^*$  时

$$\begin{aligned} (\pi_m^F - \pi_m^N) - (\pi_r^F - \pi_r^N) &= \\ &= 2\rho\alpha(1-t)(2 - \delta^2)[4 - t(2 + \rho\alpha) - \\ &= \delta^2 + \rho\alpha(3 - \delta^2)] / (\Psi_1^2\Psi_2^2) > 0. \end{aligned}$$

当  $t > t^*$  时

$$(\pi_m^F - \pi_m^N) - (\pi_r^F - \pi_r^N) = \frac{\alpha f(\alpha)}{\Psi_1^2\Psi_3^2}.$$

由于  $\frac{\partial f(\alpha)}{\partial \alpha} = -2(2 - t)^2\delta^2 + (3 - 2t)\delta^4 < 0$ , 当  $\alpha \leq \frac{\Psi_1[4 - 3\delta^2 - 2t(1 - \delta^2)]}{2(2 - t)^2\delta^2 - (3 - 2t)\delta^4}$  时,  $\pi_m^F - \pi_m^N \geq \pi_r^F - \pi_r^N$ , 否则  $\pi_m^F - \pi_m^N < \pi_r^F - \pi_r^N$ . 其中  $f(\alpha) = (2 - t)^2[4 - 2(2 + \alpha)\delta^2] + (3 - 2t)(1 + \alpha)\delta^4$ .

3) 当  $t \leq t^*$  时

$$\begin{aligned} \pi_{sc}^F - \pi_{sc}^N &= \\ &= \frac{2\rho\alpha(1-t)^2[4t - 2(4 + \rho\alpha) + (2 + \rho\alpha)\delta^2]}{\Psi_1^2\Psi_2^2} > 0, \end{aligned}$$

$$CS^F - CS^N = \frac{2\rho\alpha(1-t)^2[4-t(2+\rho\alpha)+\rho\alpha(3-\delta^2)-\delta^2]}{\Psi_1^2\Psi_2^2} > 0;$$

当  $t > t^*$  时

$$\pi_{sc}^F - \pi_{sc}^N = \frac{\alpha\{2(2-t)^2[6-4t-(2+\alpha)\delta^2]+(1+\alpha)\delta^4\}}{\Psi_1^2\Psi_3^2} > 0,$$

$$CS^F - CS^N = \frac{\alpha[4(2-t)^2-(1+\alpha)\delta^4]}{2\Psi_1^2\Psi_2^2} > 0.$$

由此证明成立.  $\square$

结论2表明: 1) 制造商建议零售价格策略不仅能提高自身利润, 还能改善零售商利润. 只有在制造商采取价格保持策略且参照效应系数较高时, 零售商利润才会下降. 这是因为参照效应系数较高时, 在价格保持策略下, 市场需求的提升无法弥补零售商边际利润的损失, 最终导致零售商利润下降. 2) 在最高参照价格策略下, 零售商利润的增量最大, 只有参照价格效应系数较高时, 制造商才会获得更大的利润增量; 但是, 在价格保持策略下, 制造商利润的增量始终更大. 换言之, 从收益分配公平性的视角出发, 最高参照价格策略有助于增强收益分配的公平性(特定条件下), 而价格保持策略则会加剧收益分配的不公平性. 3) 制造商的建议零售价格策略有助于提高绿色供应链系统利润和消费者剩余.

**性质3** 1) ① 当  $t \leq t^*$  时, 若  $\alpha \leq \frac{4[(t-2)t+\delta^2]-\delta^4}{(2-\delta^2)^2\rho}$ , 则  $\frac{\partial(\theta^F-\theta^N)}{\partial t} \geq 0$ ,  $\frac{\partial(D^F-D^N)}{\partial t} \geq 0$ , 否则  $\frac{\partial(\theta^F-\theta^N)}{\partial t} < 0$ ,  $\frac{\partial(D^F-D^N)}{\partial t} < 0$ .

② 当  $t > t^*$  时,  $\frac{\partial(\theta^F-\theta^N)}{\partial t} > 0$ ,  $\frac{\partial(D^F-D^N)}{\partial t} > 0$ .

2) 当  $t \leq t^*$  时, 若  $\alpha \leq \frac{4[(t-2)t+\delta^2]-\delta^4}{(2-\delta^2)^2\rho}$ , 则  $\frac{\partial(\pi_m^F-\pi_m^N)}{\partial t} \geq 0$ , 否则  $\frac{\partial(\pi_m^F-\pi_m^N)}{\partial t} < 0$ ; 当  $t > t^*$  时,  $\frac{\partial(\pi_m^F-\pi_m^N)}{\partial t} > 0$ .

性质3阐述了零售商履行CSR对制造商建议零售价格策略实施效果的影响. 随着零售商CSR水平提升: 1) 制造商建议零售价格策略对产品绿色度和市场需求的提升效果将得到增强, 只有在制造商采取价格保持策略且参照价格效应系数较大时才会减弱. 2) 最高参照价格策略对制造商利润的提升效果将得到增强; 但是当参照价格效应系数较大时, 价格保持策略对制造商利润的提升效果将会减弱, 否则将得到增强. 这是因为当制造商采取价格保持策略且参照价格效应系数较大时, 制造商过低的建议零售价格损害了零售商利润, 这会压缩零售商向消费者让利的空

间, 从而降低了零售商CSR行为对产品绿色度和市场需求的提升效果, 最终导致制造商利润的提升幅度下降.

结合结论2可知, 零售商的CSR行为会影响制造商建议零售价格策略的实施效果. 更重要的是, 只有当制造商建议零售价格策略能够改善零售商利润时, 零售商履行CSR才能增强制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求和制造商利润的有利影响.

## 4 模型拓展

前文假设零售商不会忽视消费者的参照价格效应, 但在现实商业环境中, 由于运营能力的局限性以及决策者的认知偏差, 一些零售商可能忽视制造商设置建议零售价格所引起的参照价格效应. 例如, 宝马集团在调整制造商建议零售价格后, 其下游零售商并没有相应调整零售价格. 基于此, 本节将研究拓展到考虑零售商忽视参照价格效应的情形, 旨在探讨当零售商忽视参照价格效应时, 制造商建议零售价格策略对绿色供应链运营的影响. 该问题可用模型M描述:

$$\max_{w, \theta, s} \pi_m^M = w[1-p+\delta\theta+\alpha(s-p)^+-\rho\alpha(p-s)^+] - \frac{1}{2}\theta^2, \quad (6)$$

$$\max_p V_r^M = (p-w)(1-p+\delta\theta) + t \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} (1-p+\delta\theta) dp. \quad (7)$$

式(6)中, 由于制造商不会忽视参照价格效应, 制造商将在决策过程中考虑消费者参照价格效应对市场需求的影响. 式(7)中, 由于零售商忽视了参照价格效应, 零售商不会在决策过程中考虑消费者参照价格效应对市场需求的影响.

此外, 由于制造商是博弈的先动者, 零售商是博弈的后动者, 制造商只可能依据对零售商决策的预判信息进行决策. 更重要的是, 制造商可能无法预判到零售商忽视参照价格效应, 导致其依据错误的预判信息进行决策, 严重影响建议零售价格策略的实施效果. 因此, 为使研究更加完备, 下文将依据制造商能否预判到零售商忽视参照价格效应将模型M分为两种情形进行讨论.

### 4.1 制造商预判零售商忽视参照价格效应(模型M<sub>1</sub>)

当制造商能预判到零售商忽视参照价格效应时, 制造商将以式(6)作为目标函数, 并依据式(7)预判零售商的决策信息, 然后决定绿色产品的批发价格  $w$ 、绿色度  $\theta$  和建议零售价格  $s$ . 最后, 零售商将以式(7)作为目标函数决定零售价格  $p$ .

**命题3** 模型  $M_1$  的均衡结果为

$$w^{M_1} = \frac{2-t}{\Psi_3}, \theta^{M_1} = \frac{(1+\alpha)\delta}{\Psi_3}, s^{M_1} = \frac{2(2-t)}{\Psi_3},$$

$$p^{M_1} = \frac{\varpi_3}{\Psi_3}, D^{M_1} = \frac{1+\alpha}{\Psi_3},$$

$$\pi_m^{M_1} = \frac{1+\alpha}{2\Psi_3}, \pi_r^{M_1} = \frac{(1-t)(1+\alpha)}{\Psi_3^2},$$

$$\pi_{sc}^{M_1} = \frac{(1+\alpha)[\Psi_3 + 2(1-t)]}{2\Psi_3^2}, CS^{M_1} = \frac{(1+\alpha)}{2\Psi_3^2}.$$

**4.2 制造商未能预判零售商忽视参照价格效应(模型  $M_2$ )**

当制造商未能预判到零售商忽视参照价格效应时,制造商将以式(6)作为目标函数,并依据式(4)预判零售商的决策信息,然后决定绿色产品的批发价格  $w$ 、绿色度  $\theta$  和建议零售价格  $s$ . 最后,零售商将以式(7)作为目标函数决定零售价格  $p$ .

**命题4** 模型  $M_2$  的均衡结果为:

1) 当  $t \leq t^*$  时

$$w^{M_2} = \frac{\varpi_1}{\Psi_2}, \theta^{M_2} = \frac{\varpi_2\delta}{\Psi_2}, s^{M_2} = \frac{\varpi_3 + \rho\alpha}{\Psi_2},$$

$$p^{M_2} = \frac{\varpi_1\varpi_3}{(2-t)\Psi_2}, D^{M_2} = \frac{\varpi_2\varpi_4}{(2-t)\Psi_2},$$

$$\pi_m^{M_2} = \frac{\varpi_2[2\varpi_1\varpi_4 - (2-t)\varpi_2\delta^2]}{2(2-t)\Psi_2^2},$$

$$\pi_r^{M_2} = \frac{(1-t)\varpi_1\varpi_2\varpi_4}{(2-t)^2\Psi_2^2},$$

$$\pi_{sc}^{M_2} = \frac{\varpi_2[2\varpi_1\varpi_3\varpi_4 - (2-t)^2\varpi_2\delta^2]}{2(2-t)^2\Psi_2^2},$$

$$CS^{M_2} = \frac{\varpi_2\varpi_4^2}{2(2-t)^2\Psi_2^2}.$$

2) 当  $t > t^*$  时

$$w^{M_2} = \frac{2-t}{\Psi_3}, \theta^{M_2} = \frac{(1+\alpha)\delta}{\Psi_3}, s^{M_2} = \frac{2(2-t)}{\Psi_3},$$

$$p^{M_2} = \frac{\varpi_3}{\Psi_3}, D^{M_2} = \frac{1+\alpha}{\Psi_3}, \pi_m^{M_2} = \frac{1+\alpha}{2\Psi_3},$$

$$\pi_r^{M_2} = \frac{(1-t)(1+\alpha)}{\Psi_3^2},$$

$$\pi_{sc}^{M_2} = \frac{(1+\alpha)[\Psi_3 + 2(1-t)]}{2\Psi_3^2}, CS^{M_2} = \frac{(1+\alpha)}{2\Psi_3^2}.$$

其中  $\varpi_4 = 2 - t(1 - \rho\alpha) - \rho\alpha$ .

命题3和命题4表明:1)当制造商预判到零售商忽视参照价格效应时,其仅可能采取最高参照价格策略.这是因为忽视参照价格效应的零售商倾向于制定较高的零售价格<sup>[6]</sup>,因此为了避免消费者产生损失厌恶效应,制造商将采取最高参照价格策略.2)当制造商未能预判到零售商忽视参照价格效应时,若零售商CSR水平较低,则制造商建议零售价格将低于零售价格,此时价格保持策略失效;否则,相较于模型F的均衡结果,渠道成员的决策不会发生改变.该结果

可以解释为:①当制造商期望采取价格保持策略时,由于忽视参照价格效应的零售商也会忽视消费者损失厌恶的不利影响,即便制造商建议零售价格较低,零售商仍会制定较高零售价格以期提高自身利润,使  $t^*$  变为消费者损失厌恶效应的触发点.该结果也解释了为何现实中存在零售商定价高于制造商建议零售价格的现象.②当制造商期望采取最高参照价格策略时,由于制造商建议零售价格对零售商定价不具有强制约束作用,零售商的最优决策不会发生改变.

由命题3和命题4可知,无论制造商能否预判到零售商忽视参照价格效应,当  $t > t^*$  时,模型的均衡结果均不会发生改变,因此下文仅讨论  $t \leq t^*$  时的情况.

**结论3** 当  $t \leq t^*$  时:

- 1)  $\theta^F > \theta^{M_1} > \theta^N, p^{M_1} > p^F > p^N, D^F > D^{M_1} > D^N;$
- 2)  $\pi_m^F > \pi_m^{M_1} > \pi_m^N, \pi_r^{M_1} > \pi_r^N, \pi_{sc}^{M_1} > \pi_{sc}^N, CS^F > CS^{M_1} > CS^N.$

结论3表明,当制造商预判到零售商忽视参照价格效应且零售商CSR水平较低时:1)虽然制造商可以通过建议零售价格策略提高产品的绿色度和市场需求,但是相较于零售商未忽视参照价格效应的情形,二者的提升幅度均会下降;2)虽然制造商可以通过建议零售价格策略改善渠道成员利润和消费者剩余,但是相较于零售商未忽视参照价格效应的情形,市场需求提升幅度的降低将导致制造商利润和消费者剩余的提升幅度下降.上述结果表明,即使制造商能够预判到零售商忽视参照价格效应,零售商忽视参照价格效应的行为也可能降低制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、制造商利润和消费者剩余的有利影响.

**结论4** 当  $t \leq t^*$  时:

- 1) ①  $\theta^{M_2} > \theta^N, p^{M_2} > p^N;$  ② 当  $\alpha \leq \varpi_5$  时,  $D^{M_2} \geq D^N$ , 否则  $D^{M_2} < D^N$ .
- 2) ①  $\pi_m^{M_2} < \pi_m^N;$  ② 当  $\alpha \leq \varpi_6$  时,  $\pi_r^{M_2} \geq \pi_r^N$ , 否则  $\pi_r^{M_2} < \pi_r^N;$  ③ 当  $\alpha \leq \varpi_7$  时,  $\pi_{sc}^{M_2} \geq \pi_{sc}^N$ , 否则  $\pi_{sc}^{M_2} < \pi_{sc}^N;$  ④  $CS^{M_2} < CS^N$ . 其中

$$\varpi_5 = \frac{\delta^2}{\rho(\Psi_3 + \alpha\delta^2)},$$

$$\varpi_6 = \frac{4(3-t)(2-t)\delta^2 - 4(2-t)^3 - \sqrt{(5-2t)\delta^4 + u_1(t)}}{2\rho(4-t - \delta^2)},$$

$$u_1(t) =$$

$$16(2-t)^6 - 32(2-t)^4(1-t)\delta^2 + 8(2-t)^2[4+t(4t-9)]\delta^4 - 8(2-t)(1-t)(3-2t)\delta^6 + (3-2t)^2\delta^8,$$

$$\varpi_7 = \frac{4(2-t)^3(3-2t) - 2(3-t)(2-t)(4-2\rho(-3+2t)(4-3t)\delta^2 + [7-2(4-t)t]\delta^4 - \sqrt{u_2(t)})}{2\rho(-3+2t)(4-2t-\delta^2)^2} \rightarrow$$

$$u_2(t) = 8\delta^2(2-t)(1-t)(3-2t)(4-2t-\delta^2)^3 + [4(2-t)^3(3-2t) - 2(3-t)(2-t)(4-3t)\delta^2 + (7-2(4-t)t)\delta^4]^2.$$

结论4表明,当制造商未能预判到零售商忽视参照价格效应且零售商CSR水平较低时:1)虽然制造商建议零售价格策略能够提高产品绿色度,但是市场需求会下降,只有在参照价格效应系数较小时才能得到提升.2)制造商利润会下降.这是因为消费者的损失厌恶效应降低了市场需求的提升幅度,甚至会降低市场需求,导致制造商收益无法弥补绿色研发投入支出.对零售商而言,其利润也会下降,只有在参照价格效应系数较小时才能得到提升.3)绿色供应链系统利润和消费者剩余均会下降,只有在参照价格效应系数较小时,绿色供应链系统利润才能得到提升.上述结果表明,若制造商未能预判到零售商忽视参照价格效应,制造商建议零售价格策略将可能损害绿色产品

的市场需求,甚至还可能损害渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余.

### 5 数值分析

为了验证并深化前文结论,本节通过数值方法探讨:1)零售商履行CSR如何影响制造商建议零售价格策略的实施效果;2)当零售商忽视参照价格效应时,其CSR行为如何影响制造商建议零售价格策略的实施效果;3)消费者参照价格效应系数的变化是否会改变零售商CSR行为对制造商建议零售价格策略实施效果的影响.具体参数假设如下: $\delta = 0.6, \rho = 3$ .结果如表2~表4所示.

由表2可知:1)当制造商建议零售价格策略能改善零售商利润时,零售商履行CSR才能增强制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求和制造商利润的有利影响,验证了前文结论.随着零售商CSR水平的提升,在价格保持策略下,零售商利润的增量(损失量)会下降(上升),而绿色供应链系统利润(消费者剩余)的增量会下降(上升);在最高参照价格策略下,当参照价格效应系数较低(高)时,零售商利润的增量会下降(先上升后下降),而绿色供应链系统利润和消费者剩余的增量始终会上升.2)随着参照价格效应系数的提升,制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的有利影响将得到增强,只有在制造商采取价格保持策略时,零售商利润的增量(损失量)才会减小(增大).3)在价格保持策略下,随着参

表2 模型F中零售商CSR行为和参照价格效应系数对制造商建议零售价格策略实施效果的影响  $10^3$

t	$\theta^F - \theta^N$				$D^F - D^N$				$\pi_m^F - \pi_m^N$			
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
0	12.73	23.94	42.78	58.00	21.21	39.89	71.30	96.66	10.60	19.95	35.65	48.33
0.05	12.76	23.96	42.71	57.78	21.26	39.93	71.18	96.30	10.63	19.97	35.59	48.15
0.20	12.75	23.82	42.09	63.86	21.25	39.70	70.15	106.43	10.62	19.85	35.07	53.21
0.25	12.70	23.67	43.60	66.17	21.16	39.46	72.66	110.29	10.58	19.73	36.33	55.14
0.40	12.32	24.11	48.85	74.24	20.54	40.18	81.41	123.73	10.27	20.09	40.71	61.86
0.60	14.21	28.64	58.15	88.58	23.69	47.73	96.92	147.63	11.85	23.87	48.46	73.81
0.80	17.46	35.22	71.74	109.61	29.09	58.71	119.56	182.68	14.55	29.35	59.78	91.34

  

t	$\pi_r^F - \pi_r^N$				$\pi_{sc}^F - \pi_{sc}^N$				CS <sup>F</sup> - CS <sup>N</sup>			
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
0	0.68	0.67	-0.64	-2.88	11.28	20.61	35.01	45.45	6.05	11.76	22.13	31.23
0.05	0.41	0.16	-1.54	-4.07	11.04	20.13	34.05	44.08	6.23	12.08	22.64	31.84
0.20	-0.50	-1.54	-4.47	29.81	10.12	18.31	30.61	83.03	6.78	13.04	24.11	18.63
0.25	-0.84	-2.16	19.55	29.99	9.74	17.57	55.88	85.14	6.96	13.34	13.03	19.99
0.40	-1.94	9.55	19.58	30.11	8.33	29.65	60.29	91.98	7.44	7.96	16.32	25.10
0.60	4.41	8.95	18.41	28.43	16.26	32.82	66.87	102.25	5.51	11.19	23.02	35.54
0.80	3.31	6.72	13.91	21.60	17.85	36.08	73.69	112.94	8.26	16.81	34.77	53.99

注:当 $\alpha = 0.05$ 时, $t^* = 0.45$ ;当 $\alpha = 0.1$ 时, $t^* = 0.35$ ;当 $\alpha = 0.2$ 时, $t^* = 0.2$ ;当 $\alpha = 0.3$ 时, $t^* = 0.05$

表3 模型  $M_1$  中零售商 CSR 行为和参照价格效应系数对制造商建议零售价格策略实施效果的影响  $10^3$

$\alpha$	$t$	$\theta^{M_1} - \theta^N$	$D^{M_1} - D^N$	$\pi_m^{M_1} - \pi_m^N$	$\pi_r^{M_1} - \pi_r^N$	$\pi_{sc}^{M_1} - \pi_{sc}^N$	$CS^{M_1} - CS^N$
0.1	0.1	19.47	32.45	16.23	9.38	25.61	5.21
	0.4	24.11	40.18	20.09	9.55	29.65	7.96
	0.8	35.22	58.71	29.35	6.72	36.08	16.81
0.3	0.1	59.68	99.46	49.73	29.33	79.06	16.29
	0.4	74.24	123.73	61.86	30.11	91.98	25.10
	0.8	109.61	182.68	91.34	21.60	112.94	53.99
0.6	0.1	123.35	205.58	102.79	62.48	165.28	34.71
	0.4	154.59	257.64	128.82	65.04	193.86	54.20
	0.8	232.20	387.00	193.50	48.13	241.62	120.31

表4 模型  $M_2$  中零售商 CSR 行为和参照价格效应系数对制造商建议零售价格策略实施效果的影响  $10^3$

$t$	$\theta^{M_2} - \theta^N$				$D^{M_2} - D^N$				$\pi_m^{M_2} - \pi_m^N$			
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
0	12.73	23.94	42.78	58.00	-0.99	-7.30	-32.51	-70.46	-1.675	-6.32	-22.72	-46.40
0.05	12.76	23.96	42.71	57.92	-0.93	-7.19	-32.20	-69.78	-1.680	-6.33	-22.68	-46.21
0.20	12.75	23.82	42.09	63.86	-0.74	-6.75	-30.86	106.43	-1.678	-6.29	-22.32	53.21
0.25	12.70	23.67	43.60	66.17	-0.67	-6.56	72.66	110.29	-1.670	-6.25	36.33	55.14
0.40	12.32	24.11	48.85	74.24	-0.42	40.18	81.41	123.73	-1.618	20.09	40.71	61.86
0.60	14.21	28.64	58.15	88.58	23.69	47.73	96.92	147.63	11.845	23.87	48.46	73.81
0.80	17.46	35.22	71.74	109.61	29.09	58.71	119.56	182.68	14.546	29.35	59.78	91.34

  

$t$	$\pi_r^{M_2} - \pi_r^N$				$\pi_{sc}^{M_2} - \pi_{sc}^N$				$CS^{M_2} - CS^N$			
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.1$	$\alpha = 0.2$	$\alpha = 0.3$
0	0.25	-1.05	-7.38	-17.58	-1.42	-7.37	-30.10	-63.99	-5.16	-10.23	-19.40	-26.76
0.05	0.27	-0.96	-7.08	-16.93	-1.41	-7.29	-29.76	-63.15	-5.43	-10.75	-20.32	-27.99
0.20	0.34	-0.71	-6.06	29.81	-1.34	-6.99	-28.38	83.03	-6.41	-12.58	-23.52	18.63
0.25	0.36	-0.62	19.55	29.99	-1.31	-6.86	55.88	85.14	-6.80	-13.29	13.03	19.99
0.40	0.40	9.55	19.58	30.11	-1.22	29.65	60.29	91.98	-8.22	7.96	16.32	25.10
0.60	4.41	8.95	18.41	28.43	16.26	32.82	66.87	102.25	5.51	11.19	23.02	35.54
0.80	3.31	6.72	13.91	21.60	17.85	36.08	73.69	112.94	8.26	16.81	34.77	53.99

注: 当  $\alpha = 0.05$  时,  $t^* = 0.45$ ; 当  $\alpha = 0.1$  时,  $t^* = 0.35$ ; 当  $\alpha = 0.2$  时,  $t^* = 0.2$ ; 当  $\alpha = 0.3$  时,  $t^* = 0.05$

照价格效应系数的提高, 零售商履行 CSR 将更小(更大)幅度地增强(降低)制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员和绿色供应链系统利润的有利影响, 但也将更大幅度地增强对消费者剩余的有利影响; 在最高参照价格策略下, 随着参照价格效应系数的提高, 零售商履行 CSR 将更大幅度地增强制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的有利影响, 只有在参照价格效应系数较小或者参照价格效应系数较大且零售商 CSR 水平较高时, 才会更大幅度地降低制造商建议零售价格策略对零售商利润的有利影响。

由表3可知, 当制造商预判到零售商忽视参照价格效应时: 1) 随着零售商 CSR 水平提升, 制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员

利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的有利影响将得到增强, 只有在零售商 CSR 水平较高时, 制造商建议零售价格策略对零售商利润的有利影响才会下降; 2) 随着参照价格效应系数的提升, 制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的有利影响将得到增强; 3) 参照价格效应系数越高, 零售商履行 CSR 越有助于增强制造商建议零售价格策略对产品绿色度、市场需求、渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的有利影响, 但是当零售商 CSR 水平较高时, 零售商履行 CSR 也将进一步降低制造商建议零售价格策略对零售商利润的有利影响。

由表4可知, 当制造商未能预判零售商忽视参照价格效应时: 1) 随着零售商 CSR 水平提升, 当  $t \leq t^*$  时, 产品绿色度的变化与表2一致, 而市场需求、渠

道成员利润、绿色供应链系统利润的损失幅度将会减小,只有在参照价格效应系数和零售商CSR水平较低时,制造商利润的损失程度才会增大。但是,零售商利润(消费者剩余)的增幅(损失程度)会增大。当 $t > t^*$ 时,零售商履行CSR对制造商建议零售价格策略实施效果的影响与表2一致。2)随着参照价格效应系数的提升,当 $t \leq t^*$ 时,产品绿色度的提升幅度会增大,市场需求、渠道成员利润、绿色供应链系统利润和消费者剩余的损失程度也会增大。更重要的是,参照价格效应系数越高,零售商CSR水平的提升越有助于减缓制造商建议零售价格策略对市场需求、渠道成员利润、供应链系统利润的不利影响,但也会进一步加剧对消费者剩余的不利影响。当 $t > t^*$ 时,参照价格效应系数变化的影响与表2一致。

## 6 结论

本文以单一制造商和单一零售商构成的绿色供应链为研究对象,将制造商建议零售价格作为消费者的参照价格,构建了考虑制造商建议零售价格和零售商CSR行为的博弈模型。在此基础上,探讨了制造商建议零售价格策略对渠道成员决策的影响。其次,分析了零售商履行CSR对制造商建议零售价格和建议零售价格策略实施效果的影响。再次,将模型拓展到考虑零售商忽视消费者参照价格效应的情形,探讨了零售商忽视参照价格效应的影响,使研究更加完备。最后,采用数值方法对结论进行了验证和深化。通过上述分析,本文获得了一些有意义的结论。

1) 零售商履行CSR会影响制造商建议零售价格,特别是当消费者具有较强损失厌恶心理时,甚至会影响制造商的最优建议零售价格策略。

2) 制造商建议零售价格策略不仅能提高市场需求和产品绿色度,还能改善自身和绿色供应链系统利润,甚至在一定条件下能改善零售商利润。但是,当零售商忽视参照价格效应时,制造商建议零售价格策略可能损害市场需求,甚至损害渠道成员和绿色供应链系统利润。

3) 制造商建议零售价格策略的实施效果会受到零售商CSR行为影响。当制造商建议零售价格策略能够改善零售商利润时,零售商履行CSR有助于增强制造商建议零售价格策略对市场需求、产品绿色度和制造商利润的有利影响。更重要的是,当零售商忽视参照价格效应时,零售商履行CSR将有助于缓解制造商建议零售价格策略对市场需求、渠道成员利润和绿色供应链系统利润造成的不利影响。

4) 消费者参照价格效应系数的变化会改变零售商CSR行为对制造商建议零售价格策略实施效果的影响。即,当参照价格效应系数较高时,一定条件下,零售商履行CSR将更有助于增强制造商建议零售价格策略的有利影响,特别是当零售商忽视参照价格效应时,将更有助于缓解制造商建议零售价格策略的不利影响。

本文结论对制造商具有一定参考意义:

1) 制造商可以通过建议零售价格策略增强消费者购买绿色产品的意愿,实现绿色供应链经济效益、环境效益和社会效益的协调发展。

2) 制造商应依据市场情况选择不同的建议零售价格策略。具体而言:制造商不应采取最低参照价格策略;当消费者损失厌恶程度较弱时,制造商应采取最高参照价格策略,否则制造商应视零售商CSR水平决定采取何种建议零售价格策略。

3) 制造商应鼓励零售商履行CSR,同时还应给予零售商合理的转移支付以保障零售商因建议零售价格策略而获利,这会增强制造商建议零售价格策略的积极影响。

4) 制造商在采取建议零售价格策略之前应甄别零售商的类型,即判断零售商是否会忽视参照价格效应,并通过最高参照价格策略在一定程度上应对零售商忽视参照价格效应的情况,否则可能导致建议零售价格策略失效。

本文通过理论研究和数值分析得到了一些有意义的结果,同时发现一些可拓展的方向:

1) 本文将制造商建议零售价格作为消费者的参照价格,但是现实中的消费者可能不会完全信任制造商建议零售价格;

2) 未来应考虑产品具有稀缺属性的情况,此时制造商的最低参照价格策略可能是有意义的。

## 参考文献(References)

- [1] 宗计川, 吕源, 唐方方. 环境态度、支付意愿与产品环境溢价——实验室研究证据[J]. 南开管理评论, 2014, 17(2): 153-160.  
(Zong J C, Lv Y, Tang F F. Environment attitude, WTP and environmental premium: Evidences from laboratory[J]. Nankai Business Review, 2014, 17(2): 153-160.)
- [2] Sacco A, de Giovanni P. Channel coordination with a manufacturer controlling the price and the effect of competition[J]. Journal of Business Research, 2019, 96: 97-114.

- [3] Puppe C, Rosenkranz S. Why suggest non-binding retail prices? [J]. *Economica*, 2011, 78(310): 317-329.
- [4] Fabrizi S, Lippert S, Puppe C, et al. Manufacturer suggested retail prices, loss aversion and competition[J]. *Journal of Economic Psychology*, 2016, 53: 141-153.
- [5] 林志炳. 基于制造商建议零售价的供应链定价策略[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(11): 153-161.  
(Lin Z B. Pricing strategy of supply chain based on manufacturer's suggested retail price[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(11): 153-161.)
- [6] Wang Q, Zhao N G, Wu J, et al. Optimal pricing and inventory policies with reference price effect and loss-averse customers[J]. *Omega*, 2021, 99: 102174.
- [7] 于悦, 邱若臻, 孙艺萌. 考虑参照利润和参照价格效应订货与定价联合决策[J]. *管理学报*, 2020, 17(4): 592-601.  
(Yu Y, Qiu R Z, Sun Y M. Joint ordering and pricing under reference profit and reference price effects[J]. *Chinese Journal of Management*, 2020, 17(4): 592-601.)
- [8] Ebrahimi S, Hosseini-Motlagh S M. Coordination of a green supply chain with one manufacturer and two duopolistic retailers through an environmental and social cost sharing contract[J]. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 2018, 11: 108-126.
- [9] Panda S. Coordination of a socially responsible supply chain using revenue sharing contract[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2014, 67: 92-104.
- [10] Biswas I, Raj A, Srivastava S K. Supply chain channel coordination with triple bottom line approach[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2018, 115: 213-226.
- [11] 公彦德, 陈梦泽. 考虑企业社会责任和公平偏好的绿色供应链决策[J]. *控制与决策*, 2021, 36(7): 1743-1753.  
(Gong Y D, Chen M Z. Green supply chain considering fairness preference and corporate social responsibility[J]. *Control and Decision*, 2021, 36(7): 1743-1753.)
- [12] 林志炳, 鲍蕾. 企业社会责任对供应链减排决策及政府补贴效率的影响研究[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(11): 111-121.  
(Lin Z B, Bao L. Research about the effects of CSR on supply chain emission reduction decision-making and government subsidy efficiency[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2021, 29(11): 111-121.)
- [13] 刘珊, 姚锋敏, 陈东彦, 等. 不同权力结构下闭环供应链CSR分摊机制及定价策略[J]. *控制与决策*, 2020, 35(6): 1525-1536.  
(Liu S, Yao F M, Chen D Y, et al. Corporation social responsibility apportionment mechanism and pricing strategy for closed-loop supply chain under different power structures[J]. *Control and Decision*, 2020, 35(6): 1525-1536.)
- [14] 姚锋敏, 刘珊, 陈东彦, 等. 具有企业社会责任的闭环供应链回收及定价决策[J]. *控制与决策*, 2019, 34(9): 1981-1990.  
(Yao F M, Liu S, Chen D Y, et al. Recycling and pricing decisions for closed-loop supply chain with corporate social responsibility[J]. *Control and Decision*, 2019, 34(9): 1981-1990.)
- [15] Li G, Wu H M, Sethi S P, et al. Contracting green product supply chains considering marketing efforts in the circular economy era[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 234: 108041.
- [16] 白春光, 唐家福. 制造-销售企业绿色供应链合作博弈分析[J]. *系统工程学报*, 2017, 32(6): 818-828.  
(Bai C G, Tang J F. Manufacturing-marketing green supply chain cooperative game analysis[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2017, 32(6): 818-828.)
- [17] Modak N M, Panda S, Sana S S. Pricing policy and coordination for a two-layer supply chain of duopolistic retailers and socially responsible manufacturer[J]. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2016, 19(6): 487-508.

### 作者简介

林志炳(1981—), 男, 教授, 博士生导师, 从事行为运作管理、绿色供应链管理研究, E-mail: linzhib@fzu.edu.cn;  
陈莫凡(1991—), 男, 博士生, 从事供应链管理研究, E-mail: 576531855@qq.com.

(责任编辑: 齐 霖)