

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2022.0004.007

考虑企业社会责任的双渠道闭环供应链定价决策研究

孙雪峰, 张成堂, 朱 林

(安徽农业大学 理学院, 合肥 230036)

摘 要:企业在追求利润的同时,已经开始关注环境可持续性和企业社会责任(CSR)。在此背景下,考虑加入企业 CSR 投资水平来刻画市场需求模型。针对以制造商为主导的单周期闭环供应链决策,基于 Stackelberg 分析模型,建立了 4 种不同的 CSR 投资模型,分析了企业 CSR 行为对闭环供应链定价策略及最优利润的影响;研究表明:制造企业的 CSR 投资行为降低了销售价格,提高了市场需求和废品回收率以及供应链利润,当制造企业独自进行 CSR 投资时,制造商、零售商和闭环供应链系统都能获得更大的利润,同时为了实现供应链总利润最优,设计了二部定价契约以协调双渠道闭环供应链,分析表明当制造商是投资者时,二部定价契约可以完美协调双渠道闭环供应链;最后,通过数值分析,发现消费者的 CSR 投资敏感度对新产品的批发和零售价格、CSR 投资水平、废旧品回收率、市场需求、各成员利润和总利润有深刻影响。

关键词:闭环供应链;渠道偏好;定价决策;社会责任投资;二部定价

中图分类号:F252

文献标志码:A

文章编号:1672-058X(2022)04-0051-09

0 引 言

近年来,随着全球化和经济的不断发展,产品更新迭代速度逐渐加快,大量废弃产品的生产使环境污染和资源短缺问题日益严重^[1]。如何妥善处置废弃产品已引起社会的广泛关注。废旧产品的回收和再制造为社会和经济可持续性发展提供了一个方案,企业逐步开始注重利用逆向供应链对废品进行回收利用,即实施闭环供应链管理^[2]。

目前,许多学者从多个角度对 CLSC 的运行管理进行了研究。Savaskan 等^[3]早期研究了不同回收

渠道结构对 CLSC 定价决策的影响,并利用二部定价契约来缓解渠道冲突,提高闭环供应链的效率;文章讨论了废旧产品回收的 4 种选择:集中回收、制造商回收、零售商回收和第三方回收,它被认为是一篇关于闭环供应链的经典论文。张永芬等^[4]从产品寿命角度,考虑制造商和零售商同时销售延保产品的情形,零售商有两种不同的延保选择策略:自营延保和分销延保,研究发现:当零售商延保成本较小,消费者对零售商延保价格敏感系数较小时,零售商自营延保更有利;当消费者对竞争延保价格的敏感系数较小,零售商延保需求较小时,零售商代分销延保更有利。徐朗等^[5]运用博弈理论在回收渠道竞争

收稿日期:2021-03-05;修回日期:2021-05-18.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71771003,71802004);安徽省自然科学基金资助项目(1808085MG215,1808085QG231,1908085MG228);安徽农业大学引进与稳定人才项目(WD2018-11).

作者简介:孙雪峰(1998—),男,安徽宿州人,硕士研究生,从事物流与供应链管理研究.

通讯作者:张成堂(1976—),男,安徽六安人,教授,博士,从事运筹决策和供应链管理研究. Email:zct@ahau.edu.cn.

的情形下,构建了由单一制造商和单一零售商组成的闭环供应链决策模型,比较了集中和分散方案中的决策和利润,通过收入和成本共享提供合同,实现供应链协调,得到共享系数,提高绩效。在闭环供应链有两个销售渠道的前提下,郑等^[6]采用两部分定价合同,实现闭环供应链在不同信道功率下的协调。上述文献从多个层面拓展了 CLSC 的研究方向,丰富了 CLSC 对回收管理、定价决策、协调策略的研究,也帮助我们更好地理解不同权力结构、回收渠道、协调合同对 CLSC 运作的影响。

随着互联网技术的进步,在线购买非常受欢迎。许多论文探讨了引入直销渠道对制造商和供应链绩效的影响。秦星红^[7]研究了利他属性对网购供应链系统的影响,考虑单个网络商店和单个第三方物流(TPL)形成的服务供需关系,在 TPL 服务质量约束下构建了一个基于利他属性的网购供应链决策模型。研究表明利他属性的存在有助于改善系统决策和供应链绩效。郑等^[6]的研究指出只有两个回收主体在不考虑奖惩机制的情况下进行密集的回收工作,才能提高预期利润,提出了考虑渠道竞争下权利结构对双渠道 CLSC 的定价和协调决策的影响研究。

企业社会责任一直是学术界广泛关注的问题,许多学者从多个角度研究了企业社会责任对供应链运作的影响。Panda 等^[8]研究了制造商 CSR 行为对供应链利润分配和渠道协调的影响;在文献^[9]中,Panda 等将 CSR 引入双通道供应链,分析了制造商 CSR 行为对供应链决策和协调的影响;陈颖等^[10]基于报童模型,研究了在两级供应链中零售商谎报季节性产品销售成本的 CSR 协调问题;史文强等^[11]将零售商的损失厌恶程度加入供应链的信息博弈,分析信息状态、损失厌恶程度、广告效应因子对供应链最优决策和各企业节点效用的影响,研究表明降低批发价可以减少零售商的损失厌恶程度,信息对称下的决策以及利润大于不对称情形;曹裕等^[12]关注到企业社会责任问题,在需求不确定情况

下研究了政府补贴对两极供应链企业社会责任投入的影响,研究表明企业社会责任的投入总量受价格弹性影响较大,政府补贴会降低制造商的企业社会责任投入水平。

现有的研究一般从微观投资角度描述企业社会责任,很少比较和分析不同成员企业的 CSR 投资行为对 CLSC 运营的影响。因此,研究不同的 CSR 投资模式对渠道结构下的 CLSC 在制造商负责回收时的决策影响具有重要的现实意义。

综上所述,本文在单一周期 CLSC 的背景下,考虑企业投资 CSR 行为、废旧品回收和再制造活动均由制造商进行的双渠道闭环供应链;基于 Stackelberg 分析模型,建立了 4 种不同的企业社会责任投资模型,通过比较分析不同模式下双渠道供应链成员的最优决策和利润,从经济、环境和社会绩效角度比较和分析了不同模式对 CLSC 运作的影响,并进一步设计了 CSR 成本分担合同,以提高 CLSC 的效率;最后,对本文的主要结论和契约协调的有效性进行了数值模拟分析和验证。

1 问题描述与模型假设

在本文中,考虑一个包括制造商和零售商在内的双渠道 CLSC 模型。在直销渠道中,制造商以原材料生产“新”产品或通过再制造过程生产再制造产品,并销售给消费者。在传统零售渠道中,制造商将产品交付给零售商进行市场销售。下标 e 和 t 分别表示直销通道和零售渠道。厂家利用原材料生产新产品的单位生产成本和再制造品的单位再制造成本用 c_m 和 c_r 表示,考虑实际情况有 $\Delta = c_m - c_r > 0$;符号 p_e 和 p_t 表示产品在直销渠道和零售渠道的单位产品售价; ω 为制造商出售给零售商的批发价。直销渠道和零售渠道的市场需求分别如下:

$$q_e = \rho a - bp + \beta d$$

$$q_t = (1 - \rho)a - bp + \beta d$$

其中, a 表示新产品的市场规模, p 表示零售商新产品和再制造产品的零售价格, b 表示消费者对产品的价

格敏感性, d 表示 CSR 的投资水平, β 表示消费者对 CSR 投资水平的敏感度, $\beta > b > 0$ 表明消费者对企业社会责任投资水平的敏感性高于产品零售价格。

其他假设如下:

假设 1 假设 $\Delta > a$, 即再制造过程是一个经济上可行的操作。

假设 2 新生产的产品和再生制造的产品没有区别, 所有产品的销售单价都相同。这种假设适用于具有完美替代品的产品, 如打印机墨盒, 因为新产品和再生产品之间没有明显的区别。更具体地说, 柯达和施乐就是在网上和线下渠道以相同价格销售新产品和再造产品的公司。

假设 3 制造商进行废旧品回收, 需要进行回收投资, 假设该部分投资全部由制造商进行, 回收投入设为 $\mu\tau^2/2$ 。

假设 4 不同企业进行社会责任投资, 假设投资成本为 $kd^2/2$ 。

2 模型构建

市场权利由制造商主导研究了以下 3 种模型。 M 模型: 制造企业进行社会责任捐赠行为的分散模型; R 模型: 零售商进行 CSR 投资分散式决策模型; C 模型: 制造商和零售商联合进行企业社会责任捐赠行为的集中决策模型。

$$p^{M*} = \frac{\mu \left[\left(\frac{3}{2} - \rho \right) kab - (1 - 2\rho) a\beta^2 + b(kb - 2\beta^2) c_m \right] - kab^2(\Delta - A)^2}{2b \left[\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2 \right]} \quad (6)$$

将上述式(3)一式(6)代入到式(1)(2), 即可得到 M 模型下制造商和零售商最优利润为

$$\pi_m^{M*} = \frac{2k(1 - 2\rho)^2 a^2 b^2 (\Delta - A)^2 + \mu [4kb(\rho a - bc_m)^2 - 3k(1 - 2\rho)^2 a^2 b - 8\rho(1 - \rho) a^2 \beta^2]}{8b \left[\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2 \right]} \quad (7)$$

$$\pi_r^{M*} = \frac{\{ \mu [2a(1 - 2\rho)(kb - \beta^2) + kb(a - 2bc_m)] - 2k(1 - 2\rho) ab^2(\Delta - A)^2 \}^2}{16b \left[\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2 \right]^2} \quad (8)$$

2.2 零售商 CSR 投资模型

在本节中, 零售商在供应链中承担社会责任投

2.1 制造商 CSR 投资模型

在 M 模式下, 制造商不仅负责新产品的生产和废品的回收和再制造, 而且还进行一定的社会责任捐赠投资以增加市场需求。此时, 制造商和零售商利润函数可以表示为

$$\pi_m^M = (\omega - c_m) q_r + (p - c_m) q_e + (\Delta - A) \tau q - \frac{1}{2} \mu \tau^2 - \frac{1}{2} kd^2 \quad (1)$$

$$\pi_r^M = (p - \omega) q_r \quad (2)$$

命题 1 制造企业进行社会责任捐赠投资的分散模型系统中, 当 $\rho_3 < \rho < \rho_4$ 时, 供应链各成员最优决策分别为

$$\rho_3 = \frac{\mu [kb(3a + 2bc_m) - 2a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2}{4a [\mu(2kb - \beta^2) - kb^2(\Delta - A)^2]}$$

$$\rho_4 = \frac{\rho [kb(3a - 2bc_m) - 2a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2}{4a [\mu(kb - \beta^2) - kb^2(\Delta - A)^2]}$$

$$\omega^{M*} = \frac{\mu \left[\frac{\rho ka}{2} + (kb - \beta^2) c_m \right] - \rho kab(\Delta - A)^2}{\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2} \quad (3)$$

$$\tau^{M*} = \frac{kb(\rho a - bc_m)(\Delta - A)}{\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2} \quad (4)$$

$$d^{M*} = \frac{\beta \mu (\rho a - bc_m)}{\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta - A)^2} \quad (5)$$

资, 并可以影响市场需求和个别供应链成员的决策。因此, 制造商和零售商的利润函数如下:

$$\pi_m^R = (\omega - c_m)q_r + (p - c_m)q_e + (\Delta - A)\tau q - \frac{1}{2}\mu\tau^2 \quad (9)$$

$$\pi_r^R = (p - \omega)q_r - \frac{1}{2}kd^2 \quad (10)$$

命题 2 在零售企业进行 CSR 投资的分散模型系统中, 当 $k > \beta^2/3b$, $\mu > [(kb^2(\Delta - A)^2) / (\frac{3}{2}kb - \beta^2)]$, $\rho_5 < \rho < \rho_6$ 时, 供应链各成员最优决

$$d^{R*} = \frac{\beta\{\mu[kb(3a - 4\rho a - 2bc_m) - (1 - 2\rho)a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2(1 - 2\rho)\}}{4kb\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]} \quad (12)$$

$$\omega^{R*} = \frac{\mu[2\rho a(kb - \beta^2)^2 + a\beta^2(kb - \beta^2) + 2b^2c_m(2kb - \beta^2)] - 2kab^2(\Delta - A)^2[(1 - 2\rho)\beta^2 + 2kpb]}{4kb^2\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]} \quad (13)$$

$$p^{R*} = \frac{\{\mu[kb[3kab + 2bc_m(kb - \beta^2) - 2\rho a(kb + \beta^2)] - (1 - 2\rho)a\beta^4] - 2kab^2(\Delta - A)^2[kb + (1 - 2\rho)\beta^2]\}}{2kb^2\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]} \quad (14)$$

将式上述式(11)—(14)代入到式(7)(8), 即可得到 R 模型下制造商和零售商最优利润:

$$\pi_m^{R*} = \frac{\{2k^2a^2b^3(1 - 2\rho)^2(\Delta - A)^2 + \mu[4\rho k^2a^2b^2 - 4k^2b^3c_m(2\rho a - bc_m) + 2kab\beta^2(1 - 2\rho)(a - 2bc_m) - (1 - 2\rho)^2a^2(\beta^4 + 3k^2b^2)]\}}{8kb^2\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]} \quad (15)$$

$$\pi_r^{R*} = \frac{\{(2kb - \beta^2)[\mu[a(1 - 2\rho)(kb - \beta^2) + 2kb[(1 - \rho)a - bc_m] - kab^22(1 - 2\rho)(\Delta - A)^2]\]^2\}}{32kb^2\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]^2} \quad (16)$$

2.3 联合投资的决策模型

在本节中, 整合零售商和制造商, 形成中央决策核心。供应链的总利润为

$$\pi^C = (p - c_m)q_r + (p - c_m)q_e + (\Delta - A)\tau q - \frac{1}{2}\mu\tau^2 - \frac{1}{2}kd^2$$

命题 3 制造商和零售商联合进行企业社会责任行为的集中决策模型中, 当 $\rho_7 < \rho < \rho_4$ 时, 系统最优决策为

$$\rho_7 = \frac{\mu[kb(a + 2bc_m) - 2a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2}{4a[\mu(kb - \beta^2) - kb^2(\Delta - A)^2]} \quad (17)$$

$$d^{C*} = \frac{\beta\mu(a - 2bc_m)}{2[\mu(kb - \beta^2) - kb^2(\Delta - A)^2]} \quad (18)$$

策分别为

$$\rho_5 = \frac{\mu[kb(3a + 2bc_m) - 3a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2}{2a[\mu(4kb - 3\beta^2) - 2kb^2(\Delta - A)^2]}$$

$$\rho_6 = \frac{\mu[kb(3a - 2bc_m) - a\beta^2] - 2kab^2(\Delta - A)^2}{2a[\mu(2kb - \beta^2) - 2b^2c_m(\Delta - A)^2]}$$

$$\tau^{R*} = \frac{[(1 - 2\rho)a\beta^2 + 2kb(\rho a - bc_m)](\Delta - A)}{2\left[\mu\left(\frac{3}{2}kb - \beta^2\right) - kb^2(\Delta - A)^2\right]} \quad (11)$$

$$p^{C*} = \frac{\mu[ka + 2c_m(kb - 2\beta^2)] - 2kab(\Delta - A)^2}{4[\mu(kb - \beta^2) - kb^2(\Delta - A)^2]} \quad (19)$$

则供应链总利润为

$$\pi^{C*} = \frac{\mu k(a - 2bc_m)^2}{8[\mu(kb - \beta^2) - b^2k(\Delta - A)^2]} \quad (20)$$

2.4 契约协调模型

通过前一节分析可知, 在分散决策下, 制造商进行 CSR 投资更有利于增加 CLSC 的总利润, 但在集中决策下仍无法达到最佳水平。因此, 当制造商进行 CSR 投资时, 必须设计一个合理的合同来协调 CLSC, 以便在集中决策下达到最佳水平。

在本节中, 建议使用一个由二部定价契约 (ω_L, L) 来协调供应链, 以实现双方企业的动态利益分配。制造商向零售商提供一个较低的批发价

格 ω , 以激励零售商降低自己的价格 p_r , 并且等于 C 模型下的价格 p^c 。销售价格的降低提高了销售量, 促使零售商利润升高。通过制定契约, 零售商必须支付给制造商一部分转移利润 L 。制造商仍负责产品生产及回收, 其他决策变量与 C 模式一致。此时制造商与零售商的利润函数满足以下约束条件:

$$\omega_L^* = \frac{\mu [2bc_m(2kb-\beta^2) - a(1-2\rho)(kb-\beta^2)] - 2\rho kab^2(\Delta-A)^2}{2b[\mu(kb-\beta^2) - kb^2(\Delta-A)^2]} \quad (23)$$

$$L_{\min} = \frac{\mu k \{ \mu [kb(a-2bc_m) + 2a(1-2\rho)(kb-\beta^2)] - 2kab^2(1-2\rho)(\Delta-A)^2 \}^2}{32 \left\{ \mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta-A)^2 \right\} \{ \mu(kb-\beta^2) - kb^2(\Delta-A)^2 \}^2} \quad (24)$$

$$L_{\max} = \frac{\left\{ \mu k \left[\frac{5}{4} \mu(kb-\beta^2) - kb^2(\Delta-A)^2 [\mu [kb(a-2bc_m)] + 2a(1-2\rho)(kb-\beta^2)] - 2kab^2(1-2\rho)(\Delta-A)^2 \right]^2 \right\}}{16 \left[\mu \left(\frac{3}{2} kb - \beta^2 \right) - kb^2(\Delta-A)^2 \right]^2 [\mu(kb-\beta^2) - kb^2(\Delta-A)^2]^2} \quad (25)$$

$$\pi_r^L = (p^c - \omega_L) q_1 - L_1 \geq \pi_r^M \quad (21)$$

$$\pi_m^L = (\omega_L - c_m) q_1 + (p^c - c_m) q_e +$$

$$(\Delta-A)\tau q - \frac{1}{2}kd^2 - \frac{1}{2}\mu\tau^2 + L_1 \geq \pi_m^M \quad (22)$$

通过求解上述方程, 可以得到两部分关税合同中的最优批发价格 ω_L^* 和零售商支付给制造商的一次性费用 L 的临界值:

3 算例分析

讨论了前面 3 种模型参数对双渠道闭环供应链各成员利润的影响, 本节将通过数值算例进一步验证。

假定 $a=300, b=1, A=5, \Delta=10, c_m=30, k=300, \mu=2000$ 。在分析渠道偏好对 CLSC 最优决策的影响时, 假设 $\beta=6$, 在分析消费者对 CSR 投资的敏感性对 CLSC 中最佳决策的影响时, 假设 $\rho=0.6$ 。

3.1 消费者偏好的影响

从表 1 可以看到: 无论是制造商还是零售商进行 CSR 投资, 随着消费者渠道偏好的增加, 新产品零售价格会下降, 批发价、废旧品回收率、CSR 投资水平、市场总需求、供应链总利润均上升。同时, 当消费者的 CSR 投资敏感度固定后, 与零售企业 CSR 投资相比, 制造企业进行 CSR 投资时, 新产品零售价格较低, 废物回收率、CSR 投资水平、市场需求、供应链总利润都较高。因此制造企业进行 CSR 投资更有利于消费者和环境保护。

表 1 不同消费者渠道偏好水平下 M 和 R 模型的决策变量

Table 1 Decision variables of M and R models under different consumer channel preference levels

决策变量	ρ						
	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70
p^{M*}	124.99	120.82	118.03	113.86	109.69	105.52	101.35
p^{R*}	134.87	125.56	119.83	114.67	110.53	107.62	102.56
ω^{R*}	33.74	34.58	37.86	39.03	42.72	43.05	47.89
ω^{M*}	62.08	67.43	72.78	78.13	83.47	88.82	94.17
d^{M*}	1.32	1.54	1.76	1.97	2.19	2.41	2.63
d^{R*}	0.35	0.37	0.41	0.45	0.50	0.56	0.62
τ^{M*}	0.16	0.19	0.22	0.25	0.27	0.30	0.33
τ^{R*}	0.12	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	0.29
q_e^{M*}	2.93	23.42	42.53	62.96	83.45	103.94	124.43
q_e^{R*}	0.00	11.66	32.63	53.03	72.47	90.74	111.16
q_1^{M*}	62.93	53.42	42.53	32.96	23.45	13.94	4.43
q_1^{R*}	47.23	41.66	32.63	23.03	12.47	8.74	0.00

图 1 和图 2 表明: 无论是制造企业还是零售企业进行 CSR 投资或者不进行 CSR 投资, 随着消费者渠道偏好的增加, 零售商利润逐渐下降, 制造商利润持续上升。即当消费者更愿意通过直销渠道购买产品时, 零售渠道的利润会向直销渠道转移。

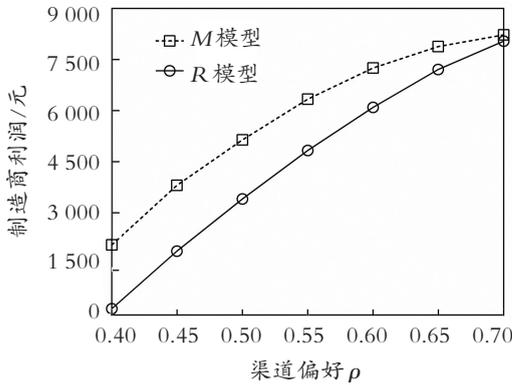


图 1 零售商利润随 ρ 变化趋势

Fig. 1 The trend of retailer profit varying with ρ

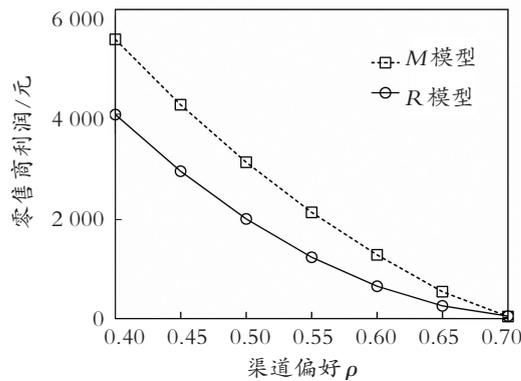


图 2 制造商利润随 ρ 变化趋势

Fig. 2 The trend of manufacturer's profit varying with ρ

图 3 表明随着消费者渠道偏好的增加,不同 CSR 投资模型的供应链总利润都会上升,制造商进行 CSR 投资(M 模型)时的供应链总利润大于其他模型,当它增加到一定值时,会非常接近集中模型的利润。

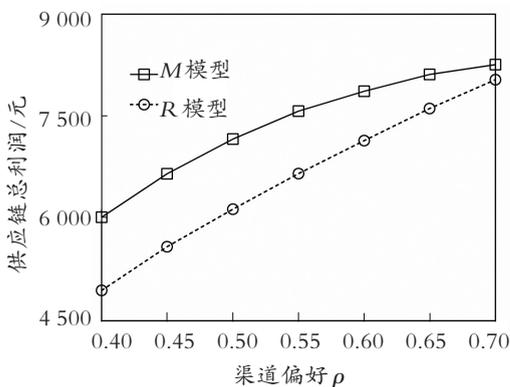


图 3 供应链总利润随 ρ 变化趋势

Fig. 3 The trend of total profit of supply chain varying with ρ

图 4 对制造商进行 CSR 投资模型进行协调时,随着消费者渠道偏好的增加,二部定价模型的转移费用 L 阈值先升高再下降,转移费用的范围减少。

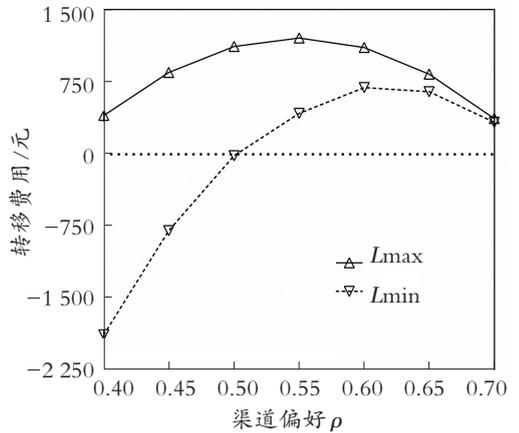


图 4 契约转移费用随 ρ 变化趋势

Fig. 4 The trend of contract transfer cost varying with ρ

3.2 消费者敏感度的影响

表 2 和图 5—图 8 表明:无论制造商还是零售商进行 CSR 投资,随着消费者对 CSR 投资水平敏感度的增加,新产品的批发和零售价格、CSR 投资水平、废旧品回收率、市场需求、各成员利润和总利润都将上升。还可以看出:只要企业的 CSR 投资满足消费者的心理期望,即使零售价上涨,消费者也愿意支付 CSR 投资。此外,当零售商进行企业社会责任投资时,批发价格总是较低。当制造商进行 CSR 投资时,零售价格始终较低,市场需求、废旧品回收率和 CSR 投资水平始终较高。所以,相较于零售企业,制造企业进行 CSR 投资对消费者和环境更有益。

表 2 不同 CSR 投资敏感度水平下各模型的决策变量

Table 2 Decision variables of each model under different CSR investment sensitivity levels

决策变量	θ				
	2	4	6	8	10
p^{M*}	100.48	100.48	100.48	100.48	100.48
p^{R*}	103.28	103.28	103.28	103.28	103.28
ω^{R*}	79.60	79.60	79.60	79.60	79.60
ω^{M*}	80.99	80.99	80.99	80.99	80.99
d^{M*}	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36
d^{R*}	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
τ^{M*}	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
τ^{R*}	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
q_c^{M*}	82.24	82.32	83.45	88.87	94.96
q_c^{R*}	85.63	84.8	72.47	64.38	57.87
q_r^{M*}	22.24	22.32	23.45	28.87	34.96
q_r^{R*}	25.63	24.8	12.47	4.38	0

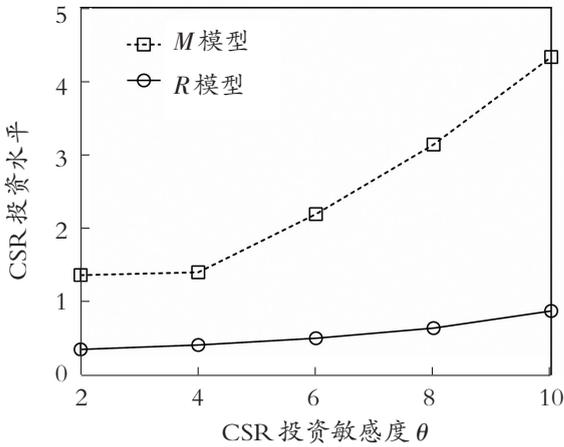


图 5 CSR 投资水平随投资敏感度 θ 变化趋势

Fig. 5 The variation trend of CSR investment level with investment sensitivity θ

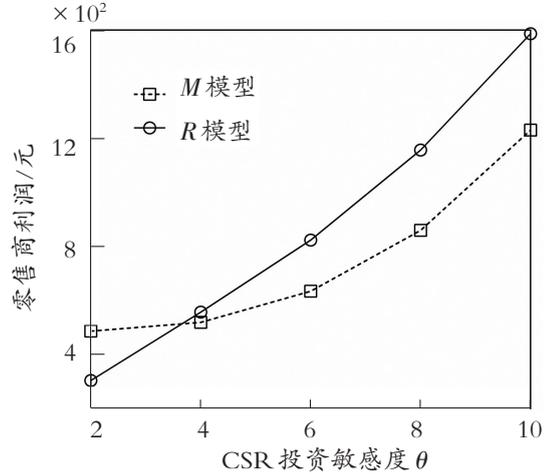


图 8 零售商利润随投资敏感度 θ 变化趋势

Fig. 8 The variation trend of retailer's profit with investment sensitivity θ

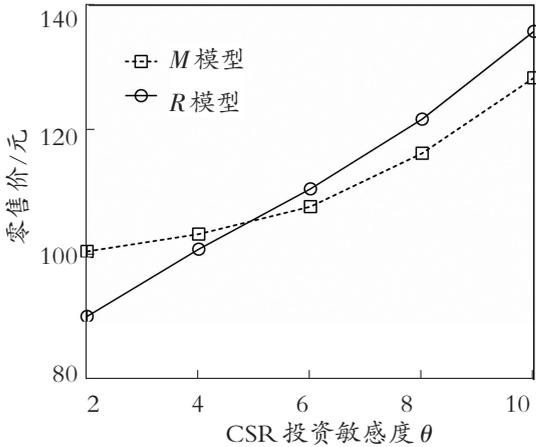


图 6 零售价随投资敏感度 θ 变化趋势

Fig. 6 The variation trend of retail price with investment sensitivity θ

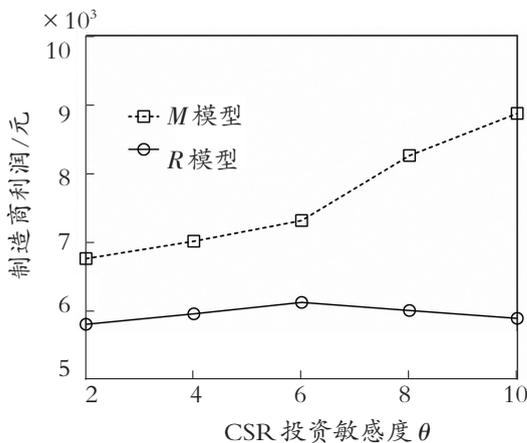


图 7 制造商利润随投资敏感度 θ 变化趋势

Fig. 7 The variation trend of manufacturer's profit with investment sensitivity θ

4 结束语

研究了由制造商和零售商组成的两阶双渠道 CLSC 中的定价和协调问题。在制造商是 Stackelberg 领导者情况下确定了供应链成员的平衡决策。通过研究讨论不同企业进行 CSR 投资对闭环供应链成员的影响,得到以下结论:零售企业进行 CSR 投资,当消费者偏好一定水平时,系统总利润要大于不进行 CSR 投资下的系统总利润;无论零售商是否进行 CSR 投资,作为闭环供应链领导者的制造商总是比零售商获得更多的利润;当制造企业进行 CSR 投资时,更有利于降低零售价格、增加市场需求和企业 CSR 投资水平,这是因为制造商进行 CSR 投资时,废旧品回收率和新产品需求相对较大,制造商、零售商和闭环供应链系统都能获得更大的利润。从企业社会责任的角度来看,在制造商主导的闭环供应链中,制造企业进行 CSR 投资行为更有利于提高所有闭环供应链成员的绩效。本结论也为闭环供应链成员以何种方式实现企业社会责任提供了参考。

为了进一步提高供应链整体绩效水平,提出了实现供应链协调的二部定价契约。对于制造商投资 CSR,二部定价模型可以协调供应链,但在另一种情况下(零售商是 CSR 的投资者),二部定价契约无法完美协调供应链。

参考文献(References):

- [1] 汪明月, 李颖明, 史文强. 不同环境规制下企业废旧产品回收的动态决策研究[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(1): 105—120.
WANG Ming-yue, LI Ying-ming, SHI Wen-qiang. Research on dynamic decision making of waste product recycling under different environmental regulations[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2020, 40(1): 105—120.
- [2] 匡霞, 杨扬. 逆向供应链企业间知识共享行为的演化博弈分析[J]. 上海理工大学学报, 2019, 41(3): 293—299.
KUANG Xia, YANG Yang. An evolutionary game analysis of knowledge sharing behavior among enterprises in reverse supply chain[J]. Journal of University of Shanghai for Science and Technology, 2019, 41(3): 293—299.
- [3] SAVASKAN R C, BHATTACHARYA S, WASSENHOVE L. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing[J]. Management Science, 2004, 50(2): 239—252.
- [4] 张永芬, 李佩. 基于延保竞争的零售商延保选择策略研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2018, 35(6): 54—62.
ZHANG Yong-fen, LI Pei. Research on extended warranty selection strategy of retailers based on extended warranty competition[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2018, 35(6): 54—62.
- [5] 徐朗, 汪传旭, 程茜, 等. 考虑回收渠道竞争下闭环供应链的决策与协调[J]. 工业工程与管理, 2018, 23(6): 30—36.
XU Lang, WANG Chuan-xu, CHENG Qian, et al. Decision-making and coordination of closed-loop supply chain considering recycling channel competition[J]. Industrial Engineering and Management, 2018, 23(6): 30—36.
- [6] ZHENG B R, YANG C, YANG J, et al. Dual-channel closed loop supply chains: forward channel competition, power structures and coordination[J]. International Journal of Production Research, 2017, 55(12): 3510—3527.
- [7] 秦星红. 第三方物流服务质量约束下具有利他性的网购供应链决策模型[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2018, 35(3): 107—113.
QIN Xing-hong. Altruistic decision-making model of online supply chain under service quality constraints of third-party logistics[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2018, 35(3): 107—113.
- [8] PANDA S, MODAK N M, BASU M, et al. Channel coordination and profit distribution in a social responsible three-layer supply chain[J]. International Journal of Production Economics, 2015, 168(10): 224—233.
- [9] PANDA S, MODAK N M, PRADHAN D. Corporate social responsibility, channel coordination and profit division in a two-echelon supply chain[J]. International Journal of Management Science & Engineering Management, 2016, 11(1): 22—33.
- [10] 陈颖, 王文杰, 孟更茹. 成本信息不对称下季节性商品双渠道供应链协调[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2019, 45(5): 752—758.
CHEN Ying, WANG Wen-jie, MENG Geng-ru. Coordination of dual-channel seasonal products supply chain under asymmetric cost information[J]. Journal of Donghua University (Natural Science), 2019, 45(5): 752—758.
- [11] 史文强, 孔昭君. 信息不对称及广告效应下零售商损失厌恶的供应链协调[J]. 计算机集成制造系统, 2020, 26(2): 531—550.
SHI Wen-qiang, KONG Zhao-jun. Supply chain coordination of retailer loss aversion under information asymmetry and advertising effect[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2020, 26(2): 531—550.
- [12] 曹裕, 周默亭. 考虑政府补贴与企业社会责任的两级供

应链优化[J]. 中国管理科学, 2020,187(5):104—114.

CAO Yu, ZHOU Mo-ting. Two-level supply chain optimization considering government subsidy and corporate

social responsibility[J]. Chinese Management Science,

2020,187(5):104—114.

Pricing Decision of Dual-channel Closed-loop Supply Chain Considering Corporate Social Responsibility

SUN Xue-feng, ZHANG Cheng-tang, ZHU Lin

(School of Science, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

Abstract: Companies have begun to focus on environmental sustainability and corporate social responsibility (CSR) as well as profits. In this context, the CSR investment level of participating enterprises is considered to describe the market demand model. Based on the Stackelberg analysis model, four different CSR investment models were established for the manufacturer-led single-cycle closed-loop supply chain decision, and the effects of enterprise CSR behavior on the pricing strategy and optimal profit of the closed-loop supply chain were analyzed. The research shows that the CSR investment behavior of manufacturing enterprises reduces the sales price, improves the market demand, the recycling rate of waste and the profit of supply chain. Manufacturers, retailers and closed-loop supply chain systems all benefit more when manufacturing firms make CSR investments alone. At the same time, in order to optimize the total profit of the supply chain, a two-part pricing contract is designed to coordinate the dual-channel closed-loop supply chain. Analysis shows that when the manufacturer is the investor, the two-part pricing contract can perfect the coordination between dual channels closed-loop supply chain. In the end, the numerical analysis found that the sensitivity of the consumers' CSR investment has a profound impact on wholesale and retail prices of new products, CSR investment levels, waste product recovery rate, the market demand, each member's profits and total profit.

Key words: closed-loop supply chain; channel preference; pricing decision; socially responsible investment; two-part pricing

责任编辑:李翠薇

引用本文/Cite this paper:

孙雪峰,张成堂,朱林. 考虑企业社会责任的双渠道闭环供应链定价决策研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2022,39(4):51—59.

SUN Xue-feng, ZHANG Cheng-tang, ZHU Lin. Pricing decision of dual-channel closed-loop supply chain considering corporate social responsibility[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2022, 39(4): 51—59.