

# 不同权力结构下考虑企业社会责任的绿色供应链决策研究

韩瑶

(湖南大学工商管理学院, 湖南省、长沙市, 410082)

**摘要:** 本文考虑制造商在生产过程中同时考虑环境和社会效益的情形, 建立了由承担 CSR 的制造商和零售商组成的绿色供应链模型, 探究了不同权力结构下制造商 CSR 程度和绿色成本系数对供应链成员决策和利润的影响。结果表明, 制造商 CSR 程度的提高会使产品的零售价格下降, 而绿色水平和产品销量上升, 绿色成本系数的降低能使零售价格、绿色水平和销量同时上升; CSR 程度的增强会使制造商的经济利润降低, 零售商的经济利润增加; 绿色成本系数的增加使零售商的经济利润降低, 制造商则可以通过承担企业社会责任避免绿色成本系数提高而带来的损失。

**关键词:** 绿色供应链; CSR 程度; 绿色成本; 权力结构

**中图分类号:** C93

**文献标识码:** A

## 1. 引言

20 世纪以来, 随着全球化进程的加快, 各国企业持续高速发展。由于单方面的追求高经济利润, 企业在生产过程中, 忽视环境效益和社会效益, 给人类社会和自然环境带来了很大的危害。为了实现全面可持续, 各国政府通过制定法律法规等方式督促企业实施绿色供应链管理以达到节能减排的目的, 而相关利益者通过改变自己的消费行为等方式要求企业承担相应的社会责任, 关注消费者利益。因此, 对绿色供应链和企业社会责任的研究已经成为企业管理者以及学者们共同的关注重点。

近些年来, 在考虑企业社会责任对供应链管理的影响时, 许多学者选择采用建模的方式进行研究, 而不同的学者在模型中对于企业社会责任的处理也不同, 基本分为两种。第一种是考虑企业在运行中的企业社会责任投资行为, 这种情形下学者们主要探讨了 CSR 投入行为以及消费者对 CSR 的感知对供应链成员决策的影响, Ni 等 (2012) 构建了供应商具有 CSR 行为下的二级供应链的六种博弈模型, 求解得到不同社会责任分担策略下的决策和利润<sup>[1]</sup>。梁佑山等 (2013) 基于双渠道零售商竞争背景, 建立模型求解分析了零售商 CSR 差异化对供应链决策的影响<sup>[2]</sup>。黄松等 (2014) 分析了制造商承担企业责任下集中和分散式双渠道供应链的最优定价以及社会责任绩效决策<sup>[3]</sup>。颜波等 (2016) 考虑企业社会责任随时间衰减的特点, 建立跨时间段的供应链动态博弈, 研究分析了长时间跨度范围内承担的社会责任策略<sup>[4]</sup>。刑鹏等 (2017) 同时考虑并量化企业社会责任和服务质量努力, 建立服务型供应链模型, 分析得出不同约束条件下的最优决策<sup>[5]</sup>。李昌兵等 (2017) 构建了由多个主体组成的超网络模型, 并采用均衡理论及变分不等式的方法求解分析了企业社会责任对闭环供应链决策的影响<sup>[6]</sup>。Raj 等 (2018) 考虑了绿色供应链中, 制造商负责绿色研发的同时零售商承担 CSR, 探究了零售商实施 CSR 行为对供应链决策的影响<sup>[7]</sup>。王阳阳等 (2020) 考虑上下游企业同时承担企业社会责任, 建立两阶段模型, 探究了消费者 CSR 偏好对决策的影响<sup>[8]</sup>。Ma 等 (2017) 基于 CSR 成本信息不对称情况, 构建了由具有 CSR 的制造商与进行营销努力的零售商组成的供应链, 通过两阶段模型构建求解探究了不同信息条件下的供应链决策问题<sup>[9]</sup>。刘静等 (2019) 基于市场需求不确定的背景, 考虑信息不对称的情形, 构建了不同信息分享与 CSR 配置组合下的供应链模型, 探究信息分享行为对 CSR 配置的影响<sup>[10]</sup>。Yong Liu 等 (2019) 针对政府补贴下以零售商为主导的供应链企业社会责任的决策问题, 利用三阶段

Stackelberg 博弈模型, 分析了企业社会责任各成员的利润、社会福利和消费者剩余, 探讨了企业社会责任努力和政府补贴对决策的影响<sup>[11]</sup>。

第二种模型是基于相关利益者, 以企业对消费者剩余的关注度来衡量企业承担的社会责任程度, 这种情形下学者们主要探讨了 CSR 程度对供应链成员决策的影响, 周静 (2016) 基于信息不对称和生产成本扰动情况, 探讨了不同供应链主体承担 CSR 的决策问题<sup>[12]</sup>。Panda 等 (2016) 考虑当供应链双方主体共同承担 CSR 时, CSR 程度以及分担比例对成员决策和利润的影响<sup>[13]</sup>。Modak 等 (2016) 考虑了具有社会责任的制造商和两个相互竞争的零售商在两种不同博弈下的最优行为决策并分析 CSR 对最优决策的影响<sup>[14]</sup>。Liu 等 (2018) 研究了在零售商主导和生产同种产品且均具有社会责任的多个供应商组成的供应链中, CSR 对供应链成员决策的影响<sup>[15]</sup>。金亮等 (2018) 考虑线上消费的退货行为, 探究了双方成员的企业社会责任和退货损失对供应链决策以及消费者利益的共同作用<sup>[16]</sup>。姚锋敏 (2018) 构建具有企业社会责任的制造商主导, 零售商以及第三方回收商追随的闭环供应链, 探究不同回收渠道下, 社会责任对决策影响作用, 发现社会责任行为对新产品销量以及废旧产品的回收率都是有利的<sup>[17]</sup>。许民利等 (2019) 在闭环供应链中同时考虑广告效应和社会责任程度对供应链决策的影响, 探究了不同广告策略下, CSR 程度对需求、回收率以及供应链效应的影响<sup>[18]</sup>。Yunzhi 等 (2019) 考虑了由景区和旅行社构成的承担企业社会责任的旅游供应链, 分析了不同主体承担的 CSR 程度对成员决策的影响<sup>[19]</sup>。桑圣举等 (2020) 考虑绿色供应链中零售商承担 CSR 情形, 探究了三种不同渠道结构中, 零售商 CSR 程度对供应链中主体成员决策和利润的影响<sup>[20]</sup>。

通过对企业社会责任相关研究的回顾, 我们可以发现, 大多数学者关注重点都集中在普通的供应链和闭环供应链中, 在绿色供应链中考虑成员承担业社会责任的的行为的研究较少, 而且很少在不同渠道结构中, 考虑企业社会责任和绿色成本系数对供应链决策和利润的共同影响。然而, 随着消费者环保意识和可持续发展理念的增强, 以及国家政策对绿色供应链的引导与支持, 绿色产品在消费市场中占据越来越大的比重。为了提高市场竞争力, 越来越多的企业在生产销售过程中顺应发展潮流, 构建绿色供应链。因此, 探究不同权力结构下和不同契约下绿色供应链承担企业社会责任时决策以及利润的变化十分必要。本文探究的是在既承担环境责任又承担社会责任的情形下, 不同渠道结构中供应链成员间的决策和博弈规律, 将渠道结构与企业社会责任行为相结合, 揭示了企业社会责任行为与绿色成本系数对均衡解的作用规律, 在一定程度上丰富了供应链中企业社会责任的研究, 并为绿色供应链管理的进一步研究提供了借鉴。

## 2. 模型构建与求解

### 2.1 问题描述与模型假设

本文研究的是由生产绿色产品的制造商和市场上负责产品销售的零售商构成的两级绿色供应链模型。该绿色产品的市场总需求受市场潜在需求、产品价格、产品绿色水平的共同影响。制造商在生产产品时决定产品的绿色水平和批发价格, 零售商决定产品在市场上的销售价格。此外, 在此类绿色供应链中, 绿色产品的制造商会主动地承担一定的企业社会责任, 并将企业社会责任的承担融入到生产决策过程中。

文中提出的假设如下:

假设 1 绿色产品制造商和零售商之间的信息是对称的, 成本、需求等信息完全公开透

明，供应链双方主体均能完全掌握。

假设 2 制造商将生产出的绿色水平为  $e$  的产品以批发价格  $w$  批量销售给零售商，零售商再以价格  $p$  在潜在规模为  $a$  的市场上将产品销售给消费者。参考 Ghosh D 和 Shah J 的相关研究<sup>[10]</sup>，可得此类绿色产品的市场需求函数为： $q = a - bp + \lambda e$  其中， $b$  为消费者对价格的敏感系数， $\lambda$  为消费者对产品绿色水平的敏感系数，反映了其对产品绿色度的偏好程度。

假设 3 制造商在进行绿色产品生产时需要付出  $I(e) = (ke^2)/2$  的绿色成本，其中  $k$  为绿色成本系数，表示制造商在生产水平为  $e$  的产品时的难度。为了确保本文绿色供应链中各主体的目标函数的凹性，与 Song (2018) 的研究类似<sup>[21]</sup>，假设  $bk > \lambda^2$ ，即绿色生产成本低，这符合企业在实际生产中提高绿色水平需要付出高昂成本的事实。

假设 4 大型的绿色制造商具有社会责任感，其承担企业社会责任的程度为  $m \in [0, 1]$ ， $m$  越大，其承担的社会责任越多，社会责任感也就越强。本文参照 Panda 的做法<sup>[13]</sup>，将社会责任的承担表示为制造商对消费者剩余 (CS) 的关注。而市场中的消费者剩余为消费者在消费时支付的实际价格与期望价格的差值<sup>[22]</sup>，即  $CS = \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} qdp$ 。

假设 5 社会福利为消费者净收益和生产者的净利润的和，即  $SW = CS + \pi_m + \pi_r$ 。

假设 6 制造商和零售商均经济理性，满足  $p > w > c$ ，即绿色产品的零售价格大于要批发价格和生产成本，以保证制造商和零售商在生产和销售过程中均能获利，确保其积极性。

其中，文中涉及到的参数及其含义如下所示：

表 1 模型符号及其含义

| 符号        | 符号说明          |
|-----------|---------------|
| $a$       | 市场潜在需求        |
| $b$       | 价格敏感系数        |
| $p$       | 产品零售价格        |
| $w$       | 产品批发价格        |
| $c$       | 产品生产成本        |
| $e$       | 产品绿色水平        |
| $\lambda$ | 绿色水平敏感系数      |
| $k$       | 绿色成本系数        |
| $m$       | 制造商承担企业社会责任程度 |
| $\pi$     | 经济利润          |
| $\Pi$     | 整体利润          |
| CS        | 消费者剩余         |
| SW        | 社会福利          |

## 2.2 考虑企业社会责任的绿色供应链决策研究

### 2.2.1 集中模式下的模型构建及求解

在集中模式下，绿色产品的制造商和零售商自动结合成一个主体，以供应链整体利润的最大化为标准，共同做出最有利的决策，此时，绿色供应链的经济利润函数为：

$$\pi_c = (p - c)(a - bp + \lambda e) - (ke^2) / 2 \quad (1)$$

由于绿色产品制造商在生产过程中主动承担社会责任，其对企业社会责任的承担融入到生产过程中，因此供应链的整体利润为其经济利润和制造商的企业社会责任目标之和。此时，消费者剩余、绿色供应链的整体利润以及社会总福利分别为：

$$CS = (a - bp + \lambda e)^2 / 2b \quad (2)$$

$$\Pi_c = \pi_c + mCS = (p - c)(a - bp + \lambda e) - (ke^2) / 2 + m(a - bp + \lambda e)^2 / 2b \quad (3)$$

$$SW = \pi_c + CS = (p - c)(a - bp + \lambda e) - (ke^2) / 2 + (a - bp + \lambda e)^2 / 2b \quad (4)$$

集中模式下以系统利润最大化进行决策，因此将式（3）求 e 和 p 的一阶偏导并令其为 0，即可求得最优绿色水平和零售价格分别为：

$$p_c^* = \frac{ak(m-1) + c(\lambda^2 - bk)}{bk(m-2) + \lambda^2} \quad (5)$$

$$e_c^* = \frac{\lambda(bc - a)}{bk(m-2) + \lambda^2} \quad (6)$$

将式（5）和（6）代入式（1）、（2）、（3）、（4）中，即可求得集中模式下供应链系统的最优经济利润、最优整体利润、消费者剩余以及社会福利分别为：

$$\pi_c^* = \frac{-k(a - bc)^2(2bk(m-2) + \lambda^2)}{2(bk(m-2) + \lambda^2)^2} \quad (7)$$

$$\Pi_c^* = \frac{-k(a - bc)^2}{2(bk(m-2) + \lambda^2)} \quad (8)$$

$$CS_c^* = \frac{bk^2(a - bc)^2}{2(bk(m-2) + \lambda^2)^2} \quad (9)$$

$$SW_c^* = \frac{-k(a - bc)^2(2bk(2m-3) + \lambda^2)}{2(bk(m-2) + \lambda^2)^2} \quad (10)$$

推论 1：在集中模式下，随着制造商承担企业社会责任的程度 m 的增加，产品的绿色水平、供应链的整体利润、消费者剩余和社会福利都会增加，而供应链系统的经济利润和零售价格会减少。

证明：将式（5）（6）（7）（8）（9）（10）对 m 求一阶导即可得证。

推论 1 说明，当制造商企业社会责任承担程度 m 增加时，供应链系统会通过提高产品的绿色水平、降低产品零售价格等措施来扩大市场需求和提升消费者的利益，从而使产品的销量、消费者剩余和社会福利增加。此外，虽然制造商社会责任关注度的提高可以一定程度上改善供应链最优决策和供应链系统效用，但是却会导致绿色供应链系统经济利润的减少，因为本文假设绿色成本系数较高，提高绿色水平所需要付出的成本要大于由于产品销量提高给制造商带来的收益。

推论 2：在集中模式下，随着产品绿色成本系数 k 的增加，产品的绿色水平、供应链的整体利润、消费者剩余和社会福利都会减少，当  $m > (2bk - \lambda^2) / 3bk$  时，供应链系统的经济利润会随之减少，当  $m > (2bk - \lambda^2) / 3bk$  时，供应链系统的经济利润会随之增加。

证明：将式（5）（6）（7）（8）（9）（10）对 k 求一阶导即可得证。

推论 2 说明，在集中模式下，随着绿色成本系数的增加，制造商会降低产品的绿色水

平,从而导致绿色产品销量的减少,零售价格降低,供应链的整体利润、消费者剩余和社会福利都减少;而供应链系统的经济利润随绿色成本系数的变化还受企业社会责任承担程度的影响,若制造商承担的企业社会责任程度较强,则供应链系统经济利润会随着绿色成本系数的增大而提高,若制造商承担的企业社会责任程度较弱,供应链系统经济利润会随着绿色成本系数的增大而降低,即绿色成本系数的增加并不总是与供应链系统利润负相关,当企业社会责任感强时,提高绿色成本系数反而可以提高供应链系统利润。

### 2.2.2 分散模式下的模型构建及求解

本文考虑的是由具有企业社会责任的绿色产品制造商和零售商所构成的供应链模型,在分散模式下,绿色产品制造商和零售商以及供应链系统的经济利润函数分别为:

$$\pi_{dm} = (w - c)(a - bp + \lambda e) - (ke^2) / 2 \quad (11)$$

$$\pi_{dr} = (p - c)(a - bp + \lambda e) - k\lambda^2 \quad (12)$$

$$\pi_{ds} = \pi_{dm} + \pi_{dr} \quad (13)$$

在此类绿色供应链中,由于绿色产品的制造商会承担企业社会责任,所以,制造商的整体利润为其经济利润和承担企业社会责任所增加的利润之和,此时,制造商和供应链整体利润和社会福利分别为:

$$\Pi_{dm} = (w - c)(a - bp + \lambda e) - (ke^2) / 2 + m(a - bp + \lambda e)^2 / 2b \quad (14)$$

$$\Pi_{ds} = \Pi_{dm} + \pi_{dr} \quad (15)$$

$$SW_d = \pi_{dm} + \pi_{dr} + (a - bp + \lambda e)^2 / 2b \quad (16)$$

#### (1) 制造商主导下绿色供应链模型求解

由于处于制造商主导的市场结构中,因此,制造商首先根据自身利润最大化的原则来决定绿色产品的绿色度  $e$  以及将产品出售给零售商的批发价格  $w$ ;接着零售商根据制造商的决策并结合自身的利润函数,决定产品的零售价格  $p$ ,以期获得最大的利益。最终的均衡为 Stackelberg 博弈均衡,求解时采用逆向归纳法。

证明:首先,对零售商的利润函数(12)式求零售价格  $p$  的二阶偏导,可以得到  $\partial^2 \pi_{dr} / \partial p^2 = -2b < 0$ ,所以该绿色产品的零售商存在最优的经济利润,接着对零售商的利润函数求零售价格  $p$  的一阶偏导并令其为 0 就可以得到  $p$  关于  $e$  和  $w$  的表达式:

$$p = \frac{a + bw + e\lambda}{2b} \quad (17)$$

将式(17)代入式(14)中,就可以得到:

$$\Pi_{dm} = (-4e^2k + 4(-c + w)(a - bw + e\lambda) + m(a - bw + e\lambda)^2 / b) / 8 \quad (18)$$

对式(18)求  $w$  和  $e$  的一阶偏导,可以得到:

$$\frac{\partial \Pi_{dm}}{\partial w} = (2bc - a(m - 2) + bw(m - 4) - e\lambda(m - 2)) / 4 \quad (19)$$

$$\frac{\partial \Pi_{dm}}{\partial e} = (-8ek + 4(-c + w)\lambda + 2m\lambda(a - bw + e\lambda) / b) / 8 \quad (20)$$

由于本文假设  $m < 1$ ,  $bk > \lambda^2$ ,可以求得式(19)和(20)所对应的海瑟矩阵所对应的行列式的一阶矩阵小于 0,二阶矩阵大于 0,因此令式(19)和(20)分别为 0,再联立即是

关于  $w$  和  $e$  的联合凹函数，一定存在最优的绿色水平和批发价格使得制造商的整体利润最大化，因此可以求得最优绿色水平和批发价为：

$$e_d^{M*} = \frac{bc - a}{bk(m-4) + \lambda^2} \quad (21)$$

$$w_d^{M*} = \frac{ak(m-2) + c(\lambda^2 - 2bk)}{bk(m-4) + \lambda^2} \quad (22)$$

将式 (21)、(22) 代入式 (17) 中即可求得最优零售价格为：

$$p_d^{M*} = \frac{ak(m-3) + c(\lambda^2 - bk)}{bk(m-4) + \lambda^2} \quad (23)$$

将式 (21)、(22)、(23) 代入式 (2) 以及式 (11) - 式 (16) 中，即可求得分散模式下制造商、零售商和供应链系统的最优经济利润、制造商和供应链系统最优整体利润、消费者剩余以及社会福利分别为：

$$\pi_{dm}^{M*} = \frac{-k(a-bc)^2(2bk(m-2) + \lambda^2)}{2(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (24)$$

$$\pi_{dr}^{M*} = \frac{bk^2(a-bc)^2}{(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (25)$$

$$\pi_{ds}^{M*} = \frac{-k(a-bc)^2(bk(m-6) + \lambda^2)}{2(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (26)$$

$$\Pi_{dm}^{M*} = \frac{-k(a-bc)^2}{2(bk(m-4) + \lambda^2)} \quad (27)$$

$$\Pi_{dm}^{M*} = \frac{-k(a-bc)^2(2bk(m-3) + \lambda^2)}{2(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (28)$$

$$CS_d^{M*} = \frac{bk^2(a-bc)^2}{2(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (29)$$

$$SW_d^{M*} = \frac{-k(a-bc)^2(bk(2m-7) + \lambda^2)}{2(bk(m-4) + \lambda^2)^2} \quad (30)$$

## (2) 零售商主导下的绿色供应链模型求解

由于考虑的是零售商占主导地位，所以零售商首先根据自身利润最大化的原则来决定所销售的绿色产品的零售价格  $p$ ；而制造商在得知零售商的决策后，才决定产品的绿色水平  $e$  以及出售给零售商的批发价格  $w$ ，以期获得最大的利润。最终的均衡为 Stackelberg 博弈均衡，求解时采用逆向归纳法。

证明：首先将零售商的价格看作是在制造商的批发价格  $w$  的基础上增加  $u$  的利润，因此先将  $p = u + w$  代入制造商的整体利润函数即式 (14) 后再求绿色产品批发价格  $w$  和绿色水平  $e$  的一阶偏导，可以得到：

$$\frac{\partial \Pi_{dm}}{\partial w} = a - am + b(c - w + (m-1)p) - e\lambda(m-1) \quad (31)$$

$$\frac{\partial \Pi_{dm}}{\partial e} = (-ek + (-c + w)\lambda + m\lambda(a - bw + e\lambda) / b) / 8 \quad (32)$$

由于本文假设  $m < 1$ ,  $bk > \lambda^2$ , 可以求得式 (31) 和 (32) 所对应的海瑟矩阵所对应的行列式的一阶矩阵小于 0, 二阶矩阵大于 0, 因此令式 (31) 和 (32) 分别为 0, 再联立即是关于  $w$  和  $e$  的联合凹函数, 一定存在最优的绿色水平和批发价格使得制造商的整体利润最大化, 因此可以求得最优绿色水平和批发价为:

$$e_d^{R*} = \frac{(a-bp)\lambda}{bk-\lambda^2} \quad (33)$$

$$w_d^{R*} = c + \frac{k(m-1)(a-bp)}{-bk+\lambda^2} \quad (34)$$

将式 (33) 和式 (34) 代入式 (12) 中, 就可以得到:

$$\pi_{dr}^{R*} = \frac{bk(-a+bp)(a(k-km)+bk(c+(-2+m)p)+(-c+p)\lambda^2)}{(-bk+\lambda^2)^2} \quad (35)$$

对式 (35) 求  $p$  的一阶偏导, 可以得到:

$$p_d^{R*} = \frac{bck(m-3)+2c^2+ak(m-1)}{2(bk(m-2)+\lambda^2)} + \frac{a-bc}{2b} \quad (36)$$

将式 (36) 代入式 (33) 和 (34) 中可以求得最优绿色水平和批发价为:

$$e_d^{R*} = \frac{\lambda(bc-a)}{2(bk(m-2)+\lambda^2)} \quad (37)$$

$$w_d^{R*} = \frac{bck(m-3)+ak(m-1)+2c\lambda^2}{2(bk(m-2)+\lambda^2)} \quad (38)$$

将式 (36)、(37)、(38) 代入式 (2) 以及式 (11) - 式 (16) 中, 即可求得分散模式下零售商主导的供应链中制造商、零售商和供应链系统的最优经济利润、制造商和供应链系统最优整体利润、消费者剩余以及社会福利分别为:

$$\pi_{dm}^{R*} = \frac{-k(a-bc)^2(2bk(m-1)+\lambda^2)}{8(bk(m-2)+\lambda^2)^2} \quad (39)$$

$$\pi_{dr}^{R*} = \frac{-k(a-bc)^2}{4(bk(m-2)+\lambda^2)} \quad (40)$$

$$\pi_{ds}^{R*} = \frac{-k(a-bc)^2(2bk(2m-3)+3\lambda^2)}{8(bk(m-2)+\lambda^2)^2} \quad (41)$$

$$\Pi_{dm}^{R*} = \frac{-k(a-bc)^2}{8(bk(m-2)+\lambda^2)} \quad (42)$$

$$\Pi_{ds}^{R*} = \frac{-3k(a-bc)^2}{8(bk(m-2)+\lambda^2)} \quad (43)$$

$$CS_d^{R*} = \frac{bk^2(a-bc)^2}{8(bk(m-2)+\lambda^2)^2} \quad (44)$$

$$SW_d^{R*} = \frac{-k(a-bc)^2(bk(4m-7)+3\lambda^2)}{8(bk(m-2)+\lambda^2)^2} \quad (45)$$

推论 3: 在分散模式下, 不同主导权的供应链中, 随着制造商承担企业社会责任的程度  $m$  的增加, 产品的零售价格、批发价格减少; 绿色水平、销量、制造商的整体利润、零售商

的经济利润、供应链的整体利润、消费者剩余和社会福利都会增加；而制造商的经济利润会减少；制造商主导下的供应链系统的经济利润会增加；当  $m > 1 - \lambda^2 / 2bk$ ，零售商主导下的供应链系统的经济利润增加，而当  $m < 1 - \lambda^2 / 2bk$ ，零售商主导下的供应链系统的经济利润减少。

证明：将式 (21) - 式 (30) 以及 (34) - (45) 式分别对  $m$  求一阶导，即可得证。

推论 3 说明，企业社会责任意识的增强使制造商重视对产品绿色水平的提升，由于本文假设绿色成本系数较大，则制造商绿色水平提升程度有限，因此很难激发市场需求，此时制造商会选择降低批发价格，从而导致零售价格降低，市场需求进一步扩大。零售商经济利润和消费者剩余由于市场需求的增多而增加，制造商由于承担的企业社会责任程度较高，因此需要牺牲自身的部分利润，从而导致自身的经济利润下降，但在制造商主导的供应链中，零售商经济利润的提高大于制造商经济利润的减少，因此供应链系统经济利润增加。在零售商主导下，供应链系统的经济利润受企业社会责任和绿色成本系数的共同影响，当制造商承担的企业社会责任较强时，其经济利润的减少值大于零售商经济利润的增加值，供应链系统的经济利润就随之减少，而当制造商承担的企业社会责任较弱，其经济利润的减少值小于零售商经济利润的增加值，供应链系统的经济利润也就随之增加。

推论 4：在分散模式下，不同主导权结构的供应链中，随着生产绿色产品时的绿色成本  $k$  的增加，产品的零售价格、批发价格、绿色水平、制造商的整体利润、零售商的经济利润、供应链的整体利润、消费者剩余和社会福利都会减少。制造商主导下，制造商和供应链系统的经济利润会随之减少。零售商主导下，制造商和供应链系统的经济利润随绿色成本系数的变化趋势还受其承担企业社会责任程度的影响

证明：将式 (21) - 式 (30) 以及 (34) - (45) 式分别对  $k$  求一阶导，即可得证。

推论 4 说明，由于绿色成本系数较高，具有企业社会责任的制造商通过提高绿色水平来扩大需求比较困难，因此，会降低其给零售商的批发价，使产品的零售价格降低来刺激需求，但绿色水平降低导致的需求量的降低大于由零售价格下降而增多的需求量，因此产品的销量还是呈下降趋势，导致零售商的经济利润降低，消费者剩余和社会福利都减少。在制造商主导的供应链中，绿色成本系数的提高对供应链上的成员和消费者都会产生巨大的负面影响，制造商也无法通过企业社会责任承担程度的提高来缓解绿色水平以及销量的降低速度而使自身获利。而在零售商主导的供应链中，制造商企业社会责任承担程度可以改变绿色成本系数增加对制造商经济利润以及供应链系统的影响，当制造商承担企业社会责任程度较强时，随着绿色成本系数的提高，制造商和供应链系统的经济利润都会提高，而当制造商承担企业社会责任程度较弱时，绿色成本的提高会使制造商和供应链系统的经济利润降低。

### 3. 数值模拟分析

为了获得更多更实用的管理启示，更好地理解不同模式和主导权下供应链各主体的决策和利润随企业社会责任程度以及绿色成本系数的变化趋势，本文参照 Song<sup>[23]</sup> 等的参数设置，选择了满足上文假设的参数进行数值分析与计算，假设  $a=500, b=50, c=6, \lambda=30$ 。

#### 3.1 企业社会责任程度对决策和利润的影响分析

为了探讨企业社会责任程度对不同主导权下供应链决策和利润的影响，假定  $k=40, m$  的取值范围为  $[0, 1]$ ，步长为 0.05。其中  $m$  对供应链决策的影响如图 1 所示， $m$  对供应链利润

的影响如图 2 和图 3 所示。

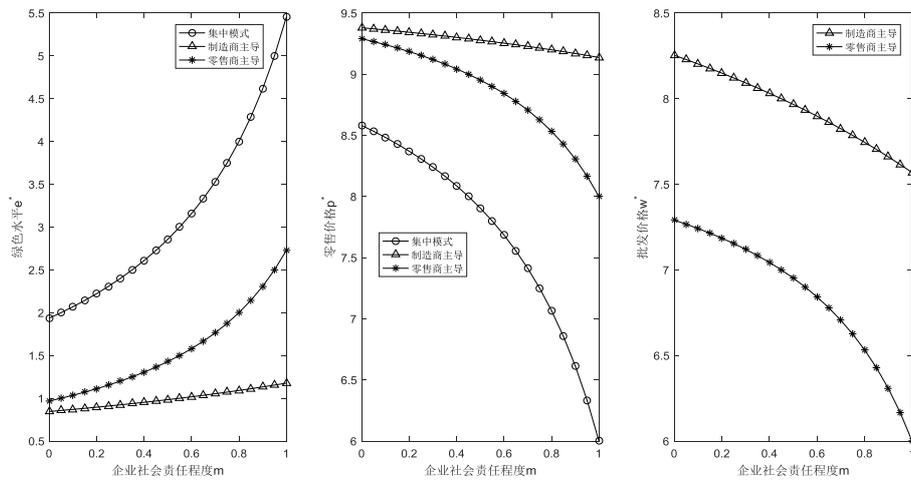


图 1 企业社会责任程度  $m$  对最优定价和绿色水平的影响

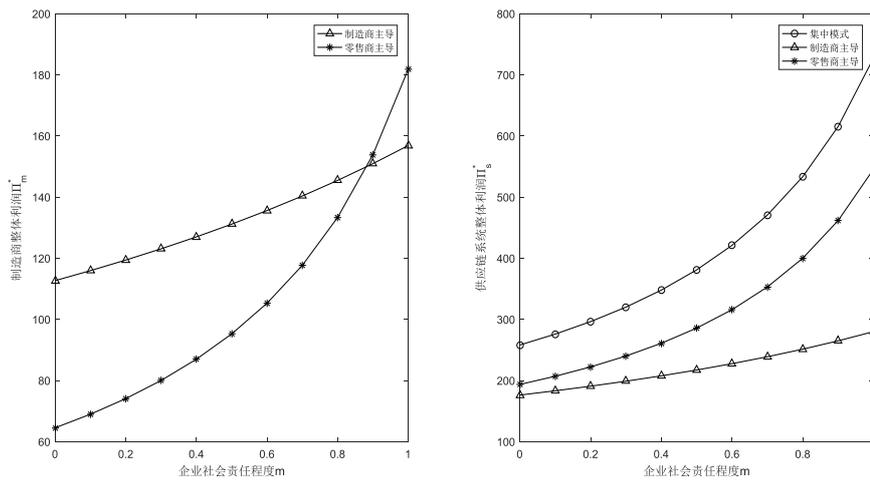
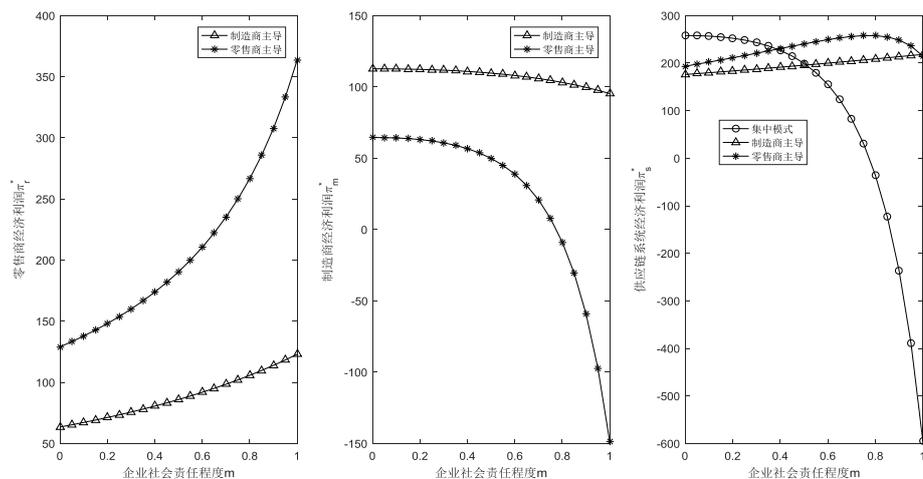


图 2 企业社会责任程度  $m$  对最优经济利润的影响

图3 企业社会责任程度  $m$  对最优整体利润的影响

从图1可以看出,在不同的主导权下,随着企业社会责任程度  $m$  的增强,产品的绿色水平和销量呈上升的趋势而零售价格和批发价格呈下降的趋势。说明当制造商具有较强的企业社会责任意识时,无论在何种供应链模式下,其都会通过提高产品的绿色水平和降低批发价格来提高消费者的利益,从而使零售商也相应地降低绿色产品的零售价格,产品的销量得到提升。此外,在三种不同模式下,集中模式下的零售价最低而绿色水平最高,相较于制造商主导,在零售商主导下,产品的绿色水平更高,零售价格和批发价格更低,销量也更高。说明主导权的转移对供应链成员的决策有很大影响,集中模式下以供应链系统利润最大化为目标所做出的决策最优,而在分散模式中,零售商主导时的决策优于制造商主导时的决策。

从图2可知,在分散模式的两种不同主导权下,零售商的经济利润均与制造商企业社会责任程度正相关,而制造商的经济利润与其自身所承担的企业社会责任程度负相关。集中模式下,随着制造商社会责任程度的增强,供应链系统经济利润逐渐减小;分散模式下,当制造商主导时,随着其社会责任程度的增强,供应链系统经济利润逐渐增大,零售商主导时,随着制造商社会责任程度的增强,供应链系统经济利润呈现先增加后减少的趋势。说明,在不同的主导权下,制造商承担企业社会责任时,都会牺牲自身的部分利润,承担的责任越强,牺牲的利润越多,而零售商总是能由于企业社会责任承担引起的销量的提升而使自身的利润不断提高。由于本文假设的绿色成本系数较高,在集中模式下,制造商承担企业社会责任而提高的产品的绿色水平最高,零售价最低,因此在集中模式下,供应链系统经济利润与企业社会责任程度负相关;在制造商主导时,由于主导地位优势,制造商牺牲的自身利润较少且小于零售商增加的利润,所以供应链系统经济利润呈上升趋势;而当零售商主导时,制造商失去主导优势,其牺牲的自身利润还受绿色成本系数的影响,当绿色成本系数较小时,其牺牲的利润较少且小于零售商增加的利润,此时供应链系统经济利润呈上升趋势,而当绿色成本系数较大时,其牺牲的利润较少且大于零售商增加的利润,此时供应链系统经济利润呈下降的趋势。此外,我们还发现,在零售商主导时,零售商经济利润更高,在制造商主导时,制造商的经济利润更高,即主导企业总是会利用主导权为自身谋取更大的利益。

图3分别描述了不同主导权下,零售商整体利润和系统整体利润均随制造商企业社会责任程度的提高而增大的变化趋势。与经济利润不同,当制造商企业社会责任程度较小时,制造商的整体利润在制造商主导时会更高,而当制造商企业社会责任程度增强到一定程度时

，零售商主导下的制造商整体利润会更高。主要原因是，制造商整体利润由经济利润和承担社会责任而带来的利润组成，制造商主导时，考虑到自身经济利润，即使社会责任意识强，制造商也不会过高的提高绿色水平；而在零售商主导时，为了扩大市场需求，当零售商提高价格时，制造商需要不断提高绿色水平，虽然自身经济利润受损，但是当企业社会责任较高所带来的利润更高使得制造商的整体利润不断提高。此外，由于零售商经济利润和制造商整体利润都是与企业责任程度正相关，因此供应链系统的整体利润也与其正相关，而且集中模式下供应链整体利润最高，其次是在零售商主导下，制造商主导下的整体利润最低。

### 3.1 绿色成本系数对决策和利润的影响分析

为了探讨绿色成本系数对不同主导权下供应链决策和利润的影响，假定  $m=0.5$ ,  $k$  的  $b$  变化区间为  $[20, 100]$ ，步长为 5。其中  $k$  对供应链决策的影响如图 4 所示， $m$  对供应链利润的影响如图 5 和图 6 所示。

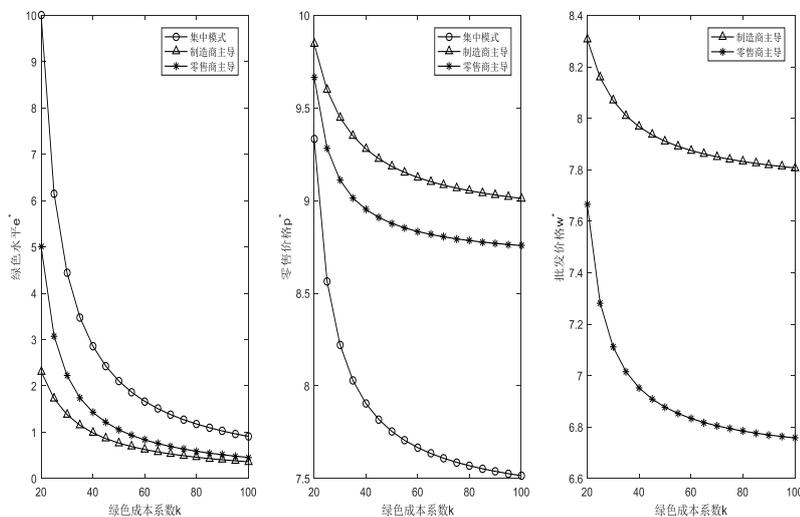


图 4 绿色成本系数  $k$  对最优绿色水平和最优定价的影响

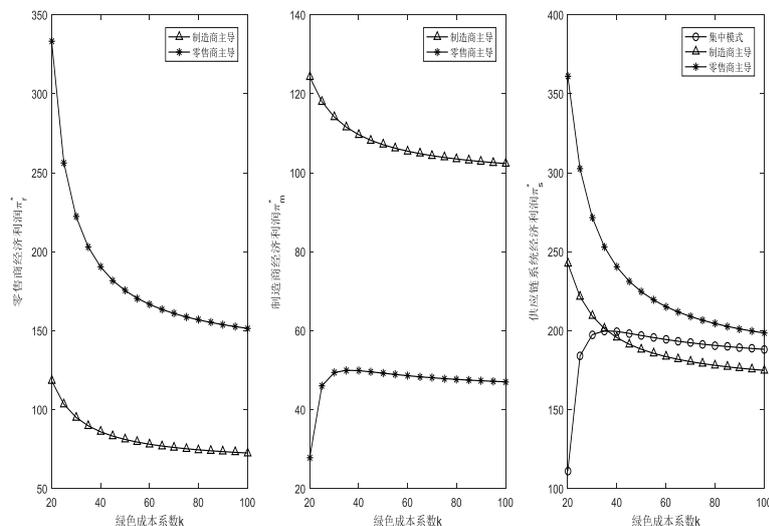


图 5 绿色成本系数  $k$  对最优经济利润的影响

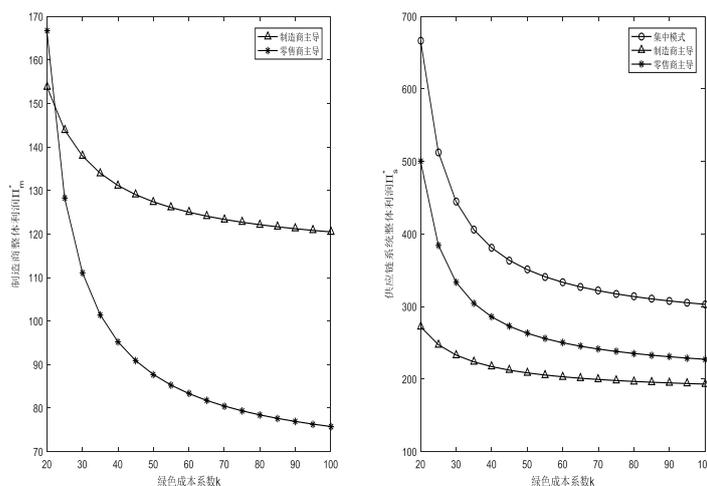


图 6 绿色成本系数  $k$  对最优整体利润的影响

从图 4 可以看出，无论在供应链的何种模式下，绿色产品的绿色水平、批发价格和零售价格均与绿色成本系数负相关，绿色成本系数提高意味着生产单位绿色产品需要花费很大的成本，因此从自身利益考虑，制造商会降低绿色水平和批发价格，零售商也会相应地降低零售价格。

图 5 分别描述了绿色成本系数  $k$  对此类绿色供应链各主体最优经济利润的影响，不同主导权下，零售商的经济利润均随绿色成本系数的增大而减少，在制造商主导时，制造商经济利润也随绿色成本系数的增大而减少，而在零售商主导时，其经济利润随绿色成本系数呈先增大后减少的趋势。在制造商主导时，制造商占主导权，当提高绿色水平较难时，其会通过降低批发价来刺激需求，但是价格对顾客的影响小于产品的绿色水平，因此产品销量还是减少，制造商和零售商的经济利润以及供应链系统的经济利润均与绿色成本系数负相关。在零售商主导时，绿色成本系数较小时，市场的需求下降速度较慢，制造商的经济利润可以通过提高生产效率得到增加，此外，其利润的增加小于零售商经济利润的减少，因此供应链系统的经济利润还是会下降。

图 6 描述了绿色成本系数  $k$  对此类绿色供应链各主体最优整体利润的影响，不同主导权下，各主体的最优整体利润均呈下降的趋势，因此供应链系统的整体也随绿色成本系数的增大而减少。制造商主导时，由于其经济利润以及产品销售均与绿色成本系数负相关，因此其最优整体利润也与绿色成本系数负相关，而零售商主导时，虽然制造商的经济利润有部分上升的趋势，但仍然小于消费者剩余下降造成的经济损失，因此，最优整体利润还是与绿色成本系数负相关。

#### 4. 结论

本文考虑市场需求受价格和产品绿色水平的共同影响，同时考虑供应链成员承担企业社会责任对企业发展乃至社会环境的重要性，构建了由主动承担企业社会责任并生产绿色环保产品的制造商和零售商构成的两级绿色供应链模型，并且求解了在制造商和零售商分别占主导地位的情形下，供应链各主体成员做出的最优决策能获取的最优利润，得出以下结论：

(1) 不同主导权下, 制造商承担社会责任程度的提高会使产品的零售价格下降, 而绿色水平和产品销量上升, 绿色成本系数的降低能使零售价格、绿色水平和销量同时增加, 消费者剩余和社会福利都增加; (2) 在集中模式下, 当制造商提高承担的企业社会责任程度时, 供应链系统的经济利润和整体利润均会随之增加, 消费者剩余和社会福利也随之增加, 说明当绿色供应链成员合体共同决策时, 供应链成员对企业社会责任的承担总是能给供应链系统带来益处, 也给消费者和社会带来更多福利; (3) 分散模式下, 两种不同的主导权下的零售商经济利润、制造商的整体利润以及供应链系统的整体利润均随制造商承担的企业社会责任程度的增强而增加, 而制造商因为承担企业社会责任会损失自身的部分经济利润, 即制造商的经济利润会随企业社会责任承担程度的增强而减少; (4) 不同模式和主导权下, 绿色成本系数的提高总是使制造商降低绿色水平, 从而导致产品销量的减少, 零售商的经济利润受损, 而制造商则可以通过承担企业社会责任避免绿色成本提高而带来的损失, 甚至在一定的条件下, 即当制造商承担的企业社会责任程度较高时, 提高绿色成本系数会使制造商的经济利润增加。(5) 分散模式下, 与制造商主导的情形相比, 零售商主导时, 零售商经济利润以及供应链系统的整体利润更高, 制造商承担较高的企业社会责任时其整体利润也更高, 同时消费者剩余也更高, 即从供应链各成员以及消费者的利益角度考虑, 零售商主导模式更具有优势。

#### 参考文献

- [1] Ni D, Li K W. A game-theoretic analysis of social responsibility conduct in two-echelon supply chains. *International Journal of Production Economics*, 2012, 138(2): 303-313.
- [2] 梁佑山,倪得兵,唐小我.基于企业社会责任的供应链双渠道竞争模型.中国管理科学,2013,21(S2):453-460.
- [3] 黄松.双渠道供应链中定价与社会责任决策模型研究.商业研究,2014(05):153-161.
- [4] 颜波,刘巳.基于连续时间动态博弈的供应链企业社会责任研究.管理学报,2016,13(06):913-921.
- [5] 邢鹏,张翠华,李春雨.考虑社会责任和质量努力的服务供应链最优策略.东北大学学报(自然科学版),2017,38(06):898-902.
- [6] 李昌兵,杨宇,何亚辉.基于企业社会责任的闭环供应链超网络均衡模型.统计与决策,2017(05):172-177
- [7] RAJ A, BISWAS I, SRIVASTAVA S K. Designing supply contracts for the sustainable supply chain using game theory [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 185: 275-284.
- [8] 王阳阳.考虑企业社会责任的供应链博弈模型研究.价值工程, 2020, 39 (01):146-148.
- [9] Ma P, Shang J, Wang H. Enhancing corporate social responsibility: Contract design under information asymmetry. *Omega*, 2017, 67: 19-30.
- [10] 刘静,聂佳佳,袁红平.信息分享对供应链企业社会责任配置的影响.工业工程与管理,2019,24(03):164-170+179.
- [11] Yong Liu,Bing-ting Quan,Qian Xu,Jeffrey Yi-Lin Forrest. Corporate social responsibility and decision analysis in a supply chain through government subsidy. *Journal of Cleaner Production*,2019,208.
- [12] 周静. 非对称信息下基于 Stackelberg 的企业社会责任的供应链决策[D].合肥工业大学,2016.
- [13] S. Panda,N.M. Modak. Exploring the effects of social responsibility on coordination and profit division in a supply chain. *Journal of Cleaner Production*,2016,139.
- [14] 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. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 2016, 19(6): 487-508.
- [15] Liu Y, Quan B, Li J, et al. A supply chain coordination mechanism with cost sharing of corporate social responsibility. *Sustainability*, 2018, 10(4): 1227.

- [16] 金亮,郝冠淞.考虑社会责任的线上零售供应链定价与促销策略研.软科学,2018,32(08):106-111.
- [17] 姚锋敏,刘珊,孙嘉轶,滕春贤.公平关切下具有广告效应的闭环供应链定价决策模型.控制与决策,2018,33(08):1505-1513.
- [18] 许民利,郭爽,简惠云.考虑企业社会责任和广告效应的闭环供应链决策.管理学报, 2019, 16(04): 615-623.
- [19] Yunzhi Liu,Tiaojun Xiao,Zhi - Ping Fan,Xuan Zhao. Pricing, environmental governance efficiency, and channel coordination in a socially responsible tourism supply chain. International Transactions in Operational Research,2019,26(3).
- [20] 桑圣举,张强.考虑企业社会责任的绿色供应链优化决策.北京理工大学学报(社会科学版),2020,22(02):107-116.
- [21] SONG H H, GAO X X. Green supply chain game model and analysis under revenue-sharing contract. Journal of Cleaner Production, 2018, 170: 183-192.
- [22] PANDA S. Coordination of a socially responsible supply chain using revenue sharing contract. Transportation Research Part E, 2014,67: 92-104.
- [23] SONG H H, GAO X X. Green supply chain game model and analysis under revenue-sharing contract. Journal of Cleaner Production, 2018, 170: 183-192.

## Research on green supply chain decision making considering CSR under different power structure

HAN Yao

(Business School of Hunan University, Changsha/Hunan, 410082)

**Abstract:** In this paper, considering the manufacturer's consideration of both environmental and social benefits in the production process, a green supply chain model composed of CSR manufacturers and retailers was established, and the influence of CSR degree and green cost coefficient on the decision and profit of supply chain members under different power structures was explored. The results show that the increase of CSR of manufacturers will lead to the decrease of the retail price of products, while the decrease of the green cost coefficient will lead to the increase of the retail price, the green level and the sales volume. The enhancement of CSR will reduce the economic profit of manufacturers and increase the economic profit of retailers. The increase of the green cost coefficient reduces the economic profit of retailers, while the manufacturer can avoid the loss caused by the increase of the green cost coefficient by assuming the corporate social responsibility.

**Keywords:** green supply chain; The degree of CSR; Green cost; Power structure

**作者简介:**韩瑶(1995-),女,安徽安庆人,硕士研究生,研究方向为物流与供应链管理;地址:湖南省长沙市岳麓区桔子洲街道麓山南路11号湖南大学工商管理学院,电话:15273114296, E-mail:

[532423782@qq.com](mailto:532423782@qq.com), 邮政编码: 410082。