

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2021.04.014

# 考虑社会责任主体差异的供应链绿色创新决策

陈哲

(福建工程学院 管理学院,福建 福州 350118)

**摘要:**绿色创新是我国实现经济社会绿色转型的必然要求,企业绿色创新决策与社会责任水平存在关联,供应链中社会责任承担主体差异将影响企业绿色创新决策。构建一个二级供应链模型,考察承担主体差异对制造商绿色创新决策的作用机制,探究各影响因素对决策结果的影响,研究发现:供应链主体社会责任承担情况将影响制造商绿色创新,各方社会责任分担比例与各情形下绿色创新投入、双方效用正向相关;制造商与零售商双方共担社会责任下的绿色创新水平将优于单方承担社会责任情形,两类单方承担情形下的绿色创新水平大小关系与双方社会责任承担比例间的数量关系有关;消费者绿色偏好与制造商绿色创新投入、双方效用、零售价格与批发价格正向关联,消费者价格敏感度则与上述变量反向关联。提出相关策略建议,以期为供应链企业绿色创新促进提供有益参考。

**关键词:**绿色创新;社会责任行为;承担主体差异;供应链企业

中图分类号: F224

文献标志码: A

文章编号: 1672-4348(2021)04-0391-10

## Green innovation decision-making of supply chain enterprises considering the difference of social responsibility undertakers

CHEN Zhe

(School of Management, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

**Abstract:** Green innovation is an inevitable requirement for China to realize the green transformation of economy and society. The green innovation decision-making is correlated with the level of social responsibility of enterprises and the difference of social responsibility undertakers in the supply chain will affect the green innovation decision-making of enterprises. A two-level supply chain model was constructed to investigate the influence mechanism of undertakers' difference on manufacturer's green innovation decision-making, and then explore the influence of various factors on the decision-making results. Results show that: (1) the social responsibility of the supply chain enterprises will affect the manufacturer's green innovation, and the proportion of social responsibility of all parties is positively related to the green innovation input and the utility of manufacturer and retailer; (2) the level of green innovation under the social responsibility shared by both manufacturers and retailers will be higher than that under the situation of unilateral sharing of social responsibility; the relationship between the level of green innovation under two kinds of unilateral sharing conditions is related to the quantitative relationship between manufacturers' social responsibility sharing proportion and retailer' sharing proportion; (3) consumers' green preference is positively correlated with manufacturers' green innovation input, utility of manufacturer and retailer, retail price and wholesale price, while consumers' price sensitivity is negatively correlated with the above variables. Some relevant strategies are put forward in order to provide useful reference for the promotion of green innovation in supply chain enterprises.

**Keywords:** green innovation; social responsibility behavior; undertaker difference; supply chain enterprises

收稿日期: 2021-06-21  
基金项目: 福建省社会科学规划项目(FJ2019B091);福建省科技厅软科学项目(2020R0077);福建工程学院科研启动基金项目(GY-S19013)  
作者简介: 陈哲(1983—),女,福建福州人,副教授,博士,研究方向:绿色创新、供应链管理研究。

绿色创新是我国绿色转型、实现经济社会高质量发展的重要抓手,但由于绿色创新的双重外部性,部分企业开展绿色创新动力匮乏,如何促进企业绿色创新获得理论及实践领域的持续关注。绿色创新的驱动因素具有多元性,如市场因素<sup>[1]</sup>、政策规制因素<sup>[2-3]</sup>、利益相关者因素<sup>[4]</sup>等,其中利益相关者压力是企业开展绿色创新的重要动力来源。基于利益相关者理论,绿色创新可以解释为组织对其利益相关者的生态环境关切做出的回应<sup>[5]</sup>,从这一视角看,关注利益相关者诉求,履行相应的社会责任,将对绿色创新产生积极影响。企业实践经验证据也反映出社会责任水平高的企业往往具有更强烈的创新意愿和更好的创新表现<sup>[6]</sup>,诸多知名公司出于履行社会责任的动机积极推进绿色创新活动<sup>[7]</sup>。基于上述理论与现实,可知社会责任将可能影响组织的绿色创新决策,从社会责任视角研究绿色创新问题对相关理论研究与实践活动推进具有积极意义。

在理论研究层面,已有研究认为企业在提供产品服务及生产经营过程中嵌入社会责任行为,将促成企业创新<sup>[8]</sup>,肯定了社会责任对企业创新的显著影响<sup>[9-10]</sup>。聚焦到绿色创新上,部分研究讨论了社会责任对绿色创新的作用,如肖小虹等学者发现企业履行社会责任将提升绿色创新水平<sup>[11]</sup>;龚晨、毕克新指出制造企业社会责任对低碳创新绩效存在显著正向作用<sup>[12]</sup>,杨冬云、谢杨也有类似结论<sup>[13]</sup>;柏群、杨云则论证了企业社会责任信息披露对绿色创新绩效水平的正向影响<sup>[14]</sup>。尽管社会责任与绿色创新的研究受到关注,但当前直接聚焦社会责任与绿色创新关系的理论研究仍相对有限,二者之间具体作用机制的研究尚有较大的探索空间。

社会责任对绿色创新的影响机制受到所嵌入情境的影响,供应链是企业生产经营实践中最为常见的情境之一,是一个多主体参与的系统,部分文献指出供应链中社会责任承担主体情况不同会引致供应链行为决策结果的差异<sup>[15-18]</sup>,但大部分讨论主要面向一般供应链行为。聚焦到绿色创新上,实践中各主体社会责任承担情况不尽相同。部分制造商出于自身社会责任偏好驱动自发开展绿色创新活动,也有部分制造商出于零售商压力而做出绿色行为响应,还存在制造商与零售商共同承担社会责任的情况。社会责任驱动下的绿色

创新行为很可能因承担主体的不同而发生绿色创新动机、决策过程以及相应的决策结果的差异,明晰不同社会责任承担主体下的供应链绿色创新决策差异,将有利于拓深对供应链绿色创新决策机制的认识,对不同实践情境中的供应链绿色创新促进策略选择将具有积极意义。

综上所述,为甄别不同承担主体对供应链企业绿色创新的影响机制差异,本文构建了一个制造商与零售商组成的二级供应链,讨论承担主体差异情形下制造商绿色创新投入决策机制,并进一步明晰相关因素,如主体社会责任承担比例、消费者绿色偏好、价格敏感度等对决策结果的影响,以为绿色创新实践促进提供更为有效的策略建议。

## 1 问题描述与假设

### 1.1 问题描述

构建一个以制造商为主导、零售商跟随的二级供应链,制造商生产产品并以一定的批发价格销售给零售商,零售商以一定价格进行销售,制造商在生产过程中受到自身社会责任驱动或是为响应零售商社会责任行为的压力,将做出相应的绿色创新行为决策。在供应链系统中,可能存在不同的社会责任承担主体组合情况,包括制造商单独承担、零售商单独承担以及双方共同承担三种情形,不同情形下的制造商绿色创新及供应链定价决策机制将可能发生改变,需要予以甄别比较。基于此,本文主要考察上述三种情形下制造商绿色创新投入决策过程,以明晰社会责任承担主体差异对供应链企业绿色创新的影响机制。

### 1.2 模型假设

假设 1: 设供应链中存在制造商  $M$  与零售商  $R$ , 此时制造商生产单位产品的成本为  $c$ , 以  $w$  的批发价销售给零售商, 零售商则以价格  $p$  销售给消费者。设整体市场容量为  $a$ , 消费者价格敏感度为  $b(0 \leq b \leq 1)$ , 由此市场初始需求为  $D = a - bp$ 。

假设 2: 制造商在产品生产中开展绿色创新, 绿色创新投入为  $g$ , 绿色创新投入将使得需求量增加  $\mu g$ , 其中  $\mu$  为消费者的绿色偏好系数, 此时市场需求  $D = a - bp + \mu g$ , 其中  $0 \leq \mu \leq 1$ 。制造商开展绿色创新时将产生一定的成本, 其与绿色创新投入  $g$  相关, 记为  $\frac{1}{2} \alpha g^2$ , 其中  $\alpha$  为绿色创新

成本系数,为简化后续讨论,设  $\alpha = 1$ ,则制造商开展绿色创新将付出成本  $\frac{1}{2}g^2$ 。

假设3:供应链社会责任水平可以刻画为供应链主体对消费者剩余的关注程度,依据 Panda 等的研究<sup>[19]</sup>,消费者剩余  $CS$  可以表示为产品售价与消费者支付意愿的差值,即  $CS = \int_{p_{\min}}^{p_{\max}} Ddp = \frac{D^2}{2b}$ 。供应链企业将根据自身社会责任偏好承担部分社会责任,设制造商与零售商分担的社会责任比例分别为  $\eta_m$  与  $\eta_r$  ( $0 \leq \eta_m \leq 1, 0 \leq \eta_r \leq 1, 0 \leq \eta_m + \eta_r \leq 1$ ),其效用函数由经济收益与自身所分担的社会责任共同构成。二者效用函数分别为  $U_m = \pi_m + \eta_m CS$ ,  $U_r = \pi_r + \eta_r CS$ 。此外,为方便后续讨论,设相关系数满足  $4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r > 0$ 。

为明晰不同主体社会责任分担对绿色创新决策的具体影响机制,本文将对以下三种情形进行讨论:仅有制造商分担社会责任的情形,用下标 ms 标示;仅有零售商分担社会责任的情形,用下标 rs 标示;制造商与零售商共同分担社会责任的情形,用下标 co 标示。

## 2 模型构建与分析

### 2.1 情形一:仅制造商分担社会责任

情形1中,制造商首先确定绿色创新投入程度  $g_{ms}$  以及产品的批发价格  $w_{ms}$ ,并分担供应链系统中的部分社会责任  $\eta_m CS$ ,进而零售商确定产品零售价格  $p_{ms}$ ,不承担社会责任。由此,制造商与供应商的效用函数分别为:

$$U_{mms} = (w_{ms} - c)(a - bp_{ms} + \mu g_{ms}) - \frac{1}{2}g_{ms}^2 + \frac{\eta_m(a - bp_{ms} + \mu g_{ms})^2}{2b} \quad (1)$$

$$U_{rms} = (p_{ms} - w_{ms})(a - bp_{ms} + \mu g_{ms}) \quad (2)$$

根据逆向归纳法进行求解,首先对  $U_{rms}$  求关于  $p_{ms}$  的一阶偏导数,令  $\frac{\partial U_{mms}}{\partial p_{ms}} = 0$ ,求得:

$$p_{ms} = \frac{a + \mu g_{ms} + bw_{ms}}{2b} \quad (3)$$

将  $p_{ms}$  代入式(1),获得关于  $w_{ms}, g_{ms}$  的 Hessian 矩阵:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{-8b^2 + 2b^2\eta_m}{8b} & \frac{4b\mu - 2b\mu\eta_m}{8b} \\ \frac{4b\mu - 2b\mu\eta_m}{8b} & \frac{-8b + 2\mu^2\eta_m}{8b} \end{bmatrix} \quad (4)$$

根据假设3,由于  $H = \frac{4b - \mu^2 - b\eta_m}{4} > 0$ ,且

$$\frac{-8b^2 + 2b^2\eta_m}{8b} < 0, \text{证得该 Hessian 矩阵为负定,}$$

$U_{mms}$  函数为凹函数,对  $w_{ms}, g_{ms}$  存在极大值。对

$U_{mms}$  求关于  $w_{ms}, g_{ms}$  的一阶偏导数,并令  $\frac{\partial U_{mms}}{\partial g_{ms}} = 0$ ,

$$\frac{\partial U_{mms}}{\partial w_{ms}} = 0, \text{解得:}$$

$$g_{ms} = \frac{\mu(a - bc)}{4b - \mu^2 - b\eta_m} \quad (5)$$

$$w_{ms} = \frac{2a + 2bc - c\mu^2 - a\eta_m}{4b - \mu^2 - b\eta_m} \quad (6)$$

将  $w_{ms}, g_{ms}$  代入式(3),化简得到:

$$p_{ms} = \frac{a(3 - \eta_m) + c(b - \mu^2)}{4b - \mu^2 - b\eta_m} \quad (7)$$

进而依次求得  $U_{mms}, U_{rms}$ :

$$U_{mms} = \frac{(a - bc)^2}{2(4b - \mu^2 - b\eta_m)} \quad (8)$$

$$U_{rms} = \frac{b(a - bc)^2}{(4b - \mu^2 - b\eta_m)^2} \quad (9)$$

对公式(5)—公式(9)进一步分析,得到制造商单独承担社会责任情形下的以下性质:

性质1:制造商绿色创新投入、双方效用与消费者绿色偏好正向相关,零售价格、批发价格与社会责任分担比例的关系与  $b\mu$  的相对大小有关,当消费者绿色偏好相对价格敏感度较高时,零售价格与批发价格与制造商社会责任分担比例正向相关,但若价格敏感度较高时,两类价格则与社会责任比例反向相关。

$$\text{证明: } \frac{\partial U_{mms}}{\partial \eta_m} = \frac{b(a - bc)^2}{2(4b - \mu^2 - b\eta_m)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{rms}}{\partial \eta_m} = \frac{2b^2(a - bc)^2}{(4b - \mu^2 - b\eta_m)^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{ms}}{\partial \eta_m} = \frac{\mu b(a - bc)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m)^2} > 0$$

$$\frac{\partial w_{ms}}{\partial \eta_m} = \frac{(a - bc)(\mu^2 - 2b)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m)^2}, \text{当 } \mu^2 \geq 2b \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial w_{ms}}{\partial \eta_m} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < 2b \text{ 时, } \frac{\partial w_{ms}}{\partial \eta_m} < 0。$$

$$\frac{\partial p_{ms}}{\partial \eta_m} = \frac{(a-bc)(\mu^2-b)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2}, \text{ 当 } \mu^2 \geq b \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial p_{ms}}{\partial \eta_m} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b \text{ 时, } \frac{\partial p_{ms}}{\partial \eta_m} < 0。$$

性质 2: 制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格与批发价格与消费者绿色偏好正向相关。

$$\text{证明: } \frac{\partial U_{mms}}{\partial \mu} = \frac{(a-bc)^2 \mu}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{rms}}{\partial \mu} = \frac{4b(a-bc)^2 \mu}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{ms}}{\partial \mu} = \frac{(a-bc)(4b+\mu^2-b\eta_m)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial w_{ms}}{\partial \mu} = \frac{2(a-bc)\mu(2-\eta_m)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial p_{ms}}{\partial \mu} = \frac{2(a-bc)\mu(3-\eta_m)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} > 0。$$

性质 3: 制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格与批发价格与消费者价格敏感度反向相关。

证明:

$$\frac{\partial U_{mms}}{\partial b} = \frac{-(a-bc)[4a+2c(2b-\mu^2)-(a+bc)\eta_m]}{2(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial U_{rms}}{\partial b} = \frac{-(a-bc)[4b(a+bc)+(a-3bc)\mu^2-b(a+bc)\eta_m]}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^3} < 0,$$

$$\frac{\partial g_{ms}}{\partial b} = \frac{\mu(-4a+c\mu^2+a\eta_m)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial w_{ms}}{\partial b} = -\frac{(2-\eta_m)(4a-c\mu^2-a\eta_m)}{(-4b+\mu^2+b\eta_m)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial p_{ms}}{\partial b} = -\frac{(3-\eta_m)(4a-c\mu^2-a\eta_m)}{(4b-\mu^2-b\eta_m)^2} < 0$$

由于  $a-bc > 0$ ,  $4b-\mu^2-b\eta_m > 0$ , 上述各式易得证。

## 2.2 情形二: 仅零售商分担社会责任

该情形下, 制造商首先确定绿色创新投入水平  $g_{rs}$  以及产品的批发价格  $w_{rs}$ , 但不将社会责任

纳入自身效用函数, 零售商分担供应链部分社会责任, 并确定产品的零售价格  $p_{rs}$ , 由此, 制造商与供应商的效用函数分别为:

$$U_{mrs} = (w_{rs} - c)(a - bp_{rs} + \mu g_{rs}) - \frac{1}{2} g_{rs}^2 \quad (10)$$

$$U_{rrs} = (p_{rs} - w_{rs})(a - bp_{rs} + \mu g_{rs}) + \frac{\eta_r(a - bp_{rs} + \mu g_{rs})^2}{2b} \quad (11)$$

与情形 1 类似, 根据逆向归纳法进行求解, 依此求得  $w_{rs}$ 、 $g_{rs}$ 、 $p_{rs}$ 、 $U_{mrs}$ 、 $U_{rrs}$ :

$$w_{rs} = \frac{(a+bc)(2-\eta_r) - c\mu^2}{4b-\mu^2-2b\eta_r} \quad (12)$$

$$g_{rs} = \frac{(a-bc)\mu}{4b-\mu^2-2b\eta_r} \quad (13)$$

$$p_{rs} = \frac{3a+c(b-\mu^2)-2a\eta_r}{4b-\mu^2-2b\eta_r} \quad (14)$$

$$U_{mrs} = \frac{(a-bc)^2}{2(4b-\mu^2-2b\eta_r)} \quad (15)$$

$$U_{rrs} = \frac{b(a-bc)^2(2-\eta_r)}{2(4b-\mu^2-2b\eta_r)^2} \quad (16)$$

进一步分析得到零售商单独承担社会责任情形下的以下性质:

性质 4: 绿色创新投入、双方效用、批发价格与零售商社会责任分担比例正向相关, 当消费者绿色偏好与消费者价格敏感度满足一定的大小关系时( $\mu^2 \geq b$ ), 零售价格与零售商社会责任分担比例正向相关, 反之则反向相关。

$$\text{证明: } \frac{\partial U_{mrs}}{\partial \eta_r} = \frac{b(a-bc)^2}{[2b(2-\eta_r)-\mu^2]^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{rrs}}{\partial \eta_r} = \frac{b(a-bc)^2[2b(2-\eta_r)-\mu^2]}{2[2b(2-\eta_r)-\mu^2]^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{rs}}{\partial \eta_r} = \frac{2b(a-bc)\mu}{[2b(2-\eta_r)-\mu^2]^2} > 0,$$

$$\frac{\partial w_{rs}}{\partial \eta_r} = \frac{(a-bc)\mu^2}{[2b(2-\eta_r)-\mu^2]^2} > 0;$$

$$\frac{\partial p_{rs}}{\partial \eta_r} = \frac{2(a-bc)(\mu^2-b)}{[2b(2-\eta_r)-\mu^2]^2}, \text{ 当 } \mu^2 \geq b \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial p_{rs}}{\partial \eta_r} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b \text{ 时, } \frac{\partial p_{rs}}{\partial \eta_r} < 0。$$

性质 5: 制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格与批发价格与消费者绿色偏好正向相关。

$$\text{证明: } \frac{\partial U_{\text{mrs}}}{\partial \mu} = \frac{(a-bc)^2 \mu}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{\text{rs}}}{\partial \mu} = \frac{2b\mu(a-bc)^2(2-\eta_r)}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{\text{rs}}}{\partial \mu} = \frac{(a-bc)[2b(2-\eta_r) + \mu^2]}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} > 0,$$

$$\frac{\partial w_{\text{rs}}}{\partial \mu} = \frac{2\mu(a-bc)(2-\eta_r)}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} > 0,$$

$$\frac{\partial p_{\text{rs}}}{\partial \mu} = \frac{2\mu(a-bc)(3-2\eta_r)}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} > 0.$$

性质6:制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格与批发价格与消费者价格敏感度反向相关。

证明:

$$\frac{\partial U_{\text{mrs}}}{\partial b} =$$

$$- \frac{(a-bc)[(a+bc)(2-\eta_r) - c\mu^2]}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} < 0,$$

$$\frac{\partial U_{\text{rs}}}{\partial b} =$$

$$- \frac{(a-bc)(2-\eta_r)[2b(a+bc)(2-\eta_r) + (a-3bc)\mu^2]}{2[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^3} < 0,$$

$$\frac{\partial g_{\text{rs}}}{\partial b} = - \frac{2a(2-\eta_r)\mu - c\mu^3}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} < 0,$$

$$\frac{\partial w_{\text{rs}}}{\partial b} = - \frac{(2-\eta_r)[2a(2-\eta_r) - c\mu^2]}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} < 0,$$

$$\frac{\partial p_{\text{rs}}}{\partial b} = - \frac{(3-2\eta_r)[2a(2-\eta_r) - c\mu^2]}{[2b(2-\eta_r) - \mu^2]^2} < 0.$$

由于  $a-bc > 0$ ,  $2b(2-\eta_r) - \mu^2 > 0$ , 可证得  $2a(2-\eta_r) - c\mu^2 > 0$ ,  $(a+bc)(2-\eta_r) - c\mu^2$ , 且  $0 \leq \eta_r \leq 1$ , 由此上述各式得证。

### 2.3 情形三:供应商与零售商共同分担社会责任

该情形下,制造商首先确定绿色创新投入水平  $g_{\text{co}}$  以及产品的批发价格  $w_{\text{co}}$ , 继而零售商确定产品的零售价格  $p_{\text{co}}$ , 同时制造商与零售商均分担部分的供应链社会责任, 基于此, 制造商与供应商的效用函数分别为:

$$U_{\text{mco}} = (w_{\text{co}} - c)(a - bp_{\text{co}} + \mu g_{\text{co}}) - \frac{1}{2}g_{\text{co}}^2 + \frac{\eta_m(a - bp_{\text{co}} + \mu g_{\text{co}})^2}{2b} \quad (17)$$

$$U_{\text{rco}} = (p_{\text{co}} - w_{\text{co}})(a - bp_{\text{co}} + \mu g_{\text{co}}) + \frac{\eta_r(a - bp_{\text{co}} + \mu g_{\text{co}})^2}{2b} \quad (18)$$

同样采用逆向归纳法进行求解, 依此求得

$w_{\text{co}}$ 、 $g_{\text{co}}$ 、 $p_{\text{co}}$ 、 $U_{\text{mco}}$ 、 $U_{\text{rco}}$ :

$$w_{\text{co}} = \frac{a(2-\eta_m-\eta_r) + c(2b-\mu^2-b\eta_r)}{4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r} \quad (19)$$

$$g_{\text{co}} = \frac{\mu(a-bc)}{4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r} \quad (20)$$

$$p_{\text{co}} = \frac{a(3-\eta_m-2\eta_r) + c(b-\mu^2)}{4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r} \quad (21)$$

$$U_{\text{mco}} = \frac{(a-bc)^2}{2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)} \quad (22)$$

$$U_{\text{rco}} = \frac{b(a-bc)^2(2-\eta_r)}{2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} \quad (23)$$

类似的, 得到双方共担社会责任情形下的以下性质:

性质7:绿色创新投入、双方效用与制造商、零售商社会责任分担比例均正向相关, 零售价格、批发价格与双方社会责任分担比例  $\eta_m$ 、 $\eta_r$  的关系同样与  $b$ 、 $\mu$  的相对大小有关。

证明:

$$\frac{\partial U_{\text{mco}}}{\partial \eta_m} = \frac{b(a-bc)^2}{2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{\text{rco}}}{\partial \eta_m} = \frac{b^2(a-bc)^2(2-\eta_r)}{(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{\text{co}}}{\partial \eta_m} = \frac{b(a\mu - bc\mu)}{(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial w_{\text{co}}}{\partial \eta_m} = \frac{(a-bc)(-2b+\mu^2+b\eta_r)}{(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2}; \text{ 当 } \mu^2$$

$$\geq b(2-\eta_r) \text{ 时, } \frac{\partial w_{\text{co}}}{\partial \eta_m} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b(2-\eta_r) \text{ 时,}$$

$$\frac{\partial w_{\text{co}}}{\partial \eta_m} < 0;$$

$$\frac{\partial p_{\text{co}}}{\partial \eta_m} = \frac{(a-bc)(\mu^2-b)}{(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2}, \text{ 当 } \mu^2 \geq b$$

$$\text{时, } \frac{\partial p_{\text{co}}}{\partial \eta_m} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b \text{ 时, } \frac{\partial p_{\text{co}}}{\partial \eta_m} < 0.$$

$$\frac{\partial U_{\text{mco}}}{\partial \eta_r} = \frac{b(a-bc)^2}{(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{\text{rco}}}{\partial \eta_r} = \frac{b(a-bc)^2(4b+\mu^2+b\eta_m-2b\eta_r)}{2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^3} > 0,$$



$$\frac{\partial g_{co}}{\partial \eta_r} = \frac{2b(a\mu - bc\mu)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} > 0;$$

$$\frac{\partial w_{co}}{\partial \eta_r} = \frac{(a - bc)(\mu^2 - b\eta_m)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2}; \text{当 } \mu^2 \geq b$$

$$\eta_m \text{ 时, } \frac{\partial w_{co}}{\partial \eta_r} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b\eta_m \text{ 时, } \frac{\partial w_{co}}{\partial \eta_r} < 0;$$

$$\frac{\partial p_{co}}{\partial \eta_r} = \frac{2(a - bc)(\mu^2 - b)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2}, \text{ 当 } \mu^2 \geq b$$

$$\text{时, } \frac{\partial p_{co}}{\partial \eta_r} \geq 0, \text{ 当 } \mu^2 < b \text{ 时, } \frac{\partial p_{co}}{\partial \eta_r} < 0.$$

性质 8: 制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格、批发价格与消费者绿色偏好正向相关。

证明:

$$\frac{\partial U_{mco}}{\partial \mu} = \frac{(a - bc)^2 \mu}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial U_{rco}}{\partial \mu} = \frac{2b(a - bc)^2 \mu (2 - \eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^3} > 0,$$

$$\frac{\partial g_{co}}{\partial \mu} = \frac{(a - bc)[4b + \mu^2 - b(\eta_m + 2\eta_r)]}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial w_{co}}{\partial \mu} = \frac{2(a - bc)\mu(2 - \eta_m - \eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} > 0,$$

$$\frac{\partial p_{co}}{\partial \mu} = \frac{2(a - bc)\mu(3 - \eta_m - 2\eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} > 0.$$

性质 9: 制造商绿色创新投入、双方效用、产品零售价格、批发价格同样与消费者价格敏感度反向相关。

证明:

$$\frac{\partial U_{mco}}{\partial b} = -\frac{(a - bc)(a + bc)(4 - \eta_m - 2\eta_r) - 2c\mu^2}{2(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial U_{rco}}{\partial b} = -\frac{(a - bc)(2 - \eta_r)[b(a + bc)(4 - \eta_m - 2\eta_r) + (a - 3bc)\mu^2]}{2(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^3}$$

< 0,

$$\frac{\partial g_{co}}{\partial b} = -\frac{\mu(4a - c\mu^2 - a\eta_m - 2a\eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial w_{co}}{\partial b} =$$

$$-\frac{(2 - \eta_m - \eta_r)(4a - c\mu^2 - a\eta_m - 2a\eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} < 0,$$

$$\frac{\partial p_{co}}{\partial b} = -\frac{(3 - \eta_m - 2\eta_r)(4a - c\mu^2 - a\eta_m - 2a\eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r)^2} < 0.$$

由于  $a - bc > 0$ ,  $4b - \mu^2 - b\eta_m - 2b\eta_r > 0$ , 且  $0 \leq \eta_m \leq 1$ ,  $0 \leq \eta_r \leq 1$ , 易证得上述各式。

### 3 模型比较与讨论

进一步对上述不同主体社会责任分担情形下的供应链绿色创新决策进行比较分析, 从而探究社会责任承担主体差异对决策结果的影响。

#### 3.1 制造商单独分担社会责任与零售商单独分担社会责任的比较

$$(1) g_{rs} - g_{ms} = -\frac{b(a - bc)\mu(\eta_m - 2\eta_r)}{(4b - \mu^2 - b\eta_m)(4b - \mu^2 - 2b\eta_r)}$$

当  $\eta_m \geq 2\eta_r$  时,  $g_{rs} - g_{ms} \leq 0$ , 当  $\eta_m < 2\eta_r$  时,  $g_{rs} - g_{ms} > 0$ ;

$$(2) U_{mrs} - U_{rms} = -\frac{b(a - bc)^2(\eta_m - 2\eta_r)}{2(4b - \mu^2 - b\eta_m)(4b - \mu^2 - 2b\eta_r)}$$

当  $\eta_m \geq 2\eta_r$  时,  $U_{mrs} - U_{rms} \leq 0$ , 当  $\eta_m < 2\eta_r$  时,  $U_{mrs} - U_{rms} > 0$ ;

$$(3) U_{rrs} - U_{rrms} = -\frac{b(a - bc)^2[2b\eta_m(4b - \mu^2)(2 - \eta_r)]}{2(-4b + \mu^2 + b)^2(-4b + \mu^2 + 2b\eta_r)^2} + \frac{b(a - bc)^2[b^2\eta_m^2(2 - \eta_r) + \eta_r(16b^2 - \mu^4 + 8b^2\eta_r)]}{2(-4b + \mu^2 + b\eta_m)^2(-4b + \mu^2 + 2b\eta_r)^2}$$

$$\text{当 } \frac{4b - \mu^2}{b} - \frac{\sqrt{4 - 2\eta_r}(4b - \mu^2 - 2b\eta_r)}{b(2 - \eta_r)} \leq$$

$$\eta_m \leq 1 \text{ 时, } U_{rrs} - U_{rrms} \leq 0$$

$$\text{当 } 0 \leq \eta_m < \frac{4b - \mu^2}{b} - \frac{\sqrt{4 - 2\eta_r}(4b - \mu^2 - 2b\eta_r)}{b(2 - \eta_r)}$$

$$\text{时, } U_{rrs} - U_{rrms} > 0$$

推论 1: 制造商单独分担社会责任与零售商单独分担社会责任, 孰优孰劣取决于二者社会责任分担比例的相对大小, 当制造商分担的社会责任比例  $\eta_m$  相对较高时 ( $\eta_m$  超过某一阈值, 该值与  $\eta_r$  有关), 制造商单独分担社会责任下的制造商绿色创新投入以及双方效用将高于零售商单独

分担社会责任情形;当  $\eta_m$  相对较低时,由零售商单独分担社会责任将优于制造商分担社会责任。

### 3.2 双方分担社会责任与制造商单独承担社会责任的比较

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & g_{co} - g_{ms} = \frac{2b(a-bc)\mu\eta_r}{(4b-\mu^2-b\eta_m)(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)} > 0, \\
 (2) \quad & U_{mco} - U_{rms} = \frac{b(a-bc)^2\eta_r}{(4b-\mu^2-b\eta_m)(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)} > 0, \\
 (3) \quad & U_{rco} - U_{rms} = \frac{b(a-bc)^2\eta_r[16b^2-\mu^4-b(2\mu^2\eta_m+b\eta_m^2+8b\eta_r)]}{2(4b-\mu^2-b\eta_m)^2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} > 0. \\
 & 2 - \frac{(\mu^2+b\eta_m)^2}{8b^2} \leq \eta_r < 2 - \frac{(\mu^2+b\eta_m)}{2b} \\
 & \text{时, } U_{rco} - U_{rms} \leq 0 \\
 & 0 < \eta_r < 2 - \frac{(\mu^2+b\eta_m)^2}{8b^2} \text{ 时, } U_{rco} - U_{rms} > 0
 \end{aligned}$$

### 3.3 双方分担社会责任与零售商单独承担社会责任的比较

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & g_{co} - g_{rs} = \frac{b(a-bc)\mu\eta_m}{(4b-\mu^2-2b\eta_r)(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)} > 0, \\
 (2) \quad & U_{mco} - U_{mrs} = \frac{b(a-bc)^2\eta_m}{2(4b-\mu^2-2b\eta_r)(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)} > 0, \\
 (3) \quad & U_{rco} - U_{rrs} = \frac{b^2(a-bc)^2\eta_m(2-\eta_r)(8b-2\mu^2-b\eta_m-4b\eta_r)}{2(4b-\mu^2-2b\eta_r)^2(4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r)^2} > 0.
 \end{aligned}$$

由于  $8b-2\mu^2-b\eta_m-4b\eta_r = 4b-\mu^2-2b\eta_r + (4b-\mu^2-b\eta_m-2b\eta_r) > 0$ , 证得  $U_{rco} - U_{rrs} > 0$ 。

推论 2:从双方承担社会责任与单方承担社会责任的情况比较来看,双方均承担社会责任时,相较于制造商单独承担或是零售商单独承担,制造商绿色创新投入与制造商效用将得到优化。然而对于零售商效用而言,双方均承担社会责任时的零售商效用将高于零售商单独承担社会责任的情形,但并不一定高于制造商单独承担社会责任的情形,仅当零售商承担社会责任比例低于一定值时,才能使双方共担情形下的零售商效用高于

制造商单独承担情形下的零售商效用。

综合来看,双方共担社会责任总体上优于单方承担社会责任,但应注意零售商承担社会责任比例不宜过高,否则双方共担时零售商效用反而降低,不利于提高零售商分担社会责任的积极性。在各自单独分担社会责任的情形下,由制造商承担或是零售商承担则需要考察社会责任承担比例的相对高低。

## 4 数值仿真分析

应用 Matlab 软件开展数值分析,主要考察不同社会责任承担情形下制造商绿色创新投入决策,以及制造商绿色创新投入、制造商效用、零售商效用与相关变量,如消费者绿色偏好度  $\mu$ 、消费者价格敏感系数  $b$ 、制造商社会责任承担比例  $\eta_m$ 、零售商社会责任承担  $\eta_r$  比例的关系,并讨论供应链协调下零售商收益分享比例的影响。参考文献[20]的仿真数值设置思路,主要考虑研究问题的实际意义以及本文中决策模型特征、约束条件以及各系数间的相关关系,同时为讨论方便对市场容量、销售量等进行归一化处理,设整体市场容量  $a = 1$ ,  $c = 0.3$ ,考虑本文相关系数的假设条件,根据不同讨论情形的需要,取消费者价格敏感系数与绿色偏好系数的中值以减少以上两个系数对决策结果的影响,分别设  $b = 0.5$ ,  $\mu = 0.5$ ,并根据模型系数相关关系设  $\eta_m = 0.6$ ,  $\eta_r = 0.2$ 。

### 4.1 消费者绿色偏好与绿色创新投入的关系

在所讨论的三种社会责任承担主体情形下,当消费者绿色偏好度  $\mu$  发生变化时,制造商的绿色创新投入  $g$ 、制造商效用  $U_m$ 、零售商效用  $U_r$  均随  $\mu$  同向变动,意味着消费者绿色偏好与制造商绿色创新投入及效用存在正向关联,消费者绿色偏好的引导与培育对供应链绿色创新及供应链企业效用提升具有积极意义。

同时比较不同情形下的绿色创新投入,如图 1 所示,可知双方共担社会责任情形下制造商绿色创新投入最高,而两种单方承担社会责任关系情形下绿色创新投入的大小关系与各方社会责任承担比例大小相关,当制造商承担比例较高时,制造商单独承担情形下的绿色创新投入将高于零售商单独承担情形,反之则零售商单独承担情形更优,如图 2 所示。

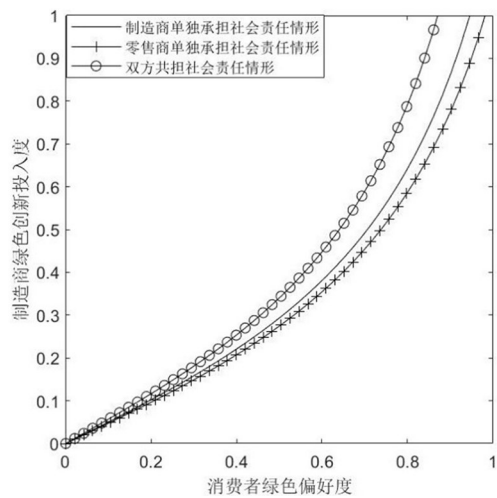


图 1 不同情形下消费者绿色偏好与绿色创新投入的关系  
(制造商分担比例较大)

Fig.1 Relationship between consumers' green preference and green innovation input in different cases  
(Manufacturers share more responsibility)

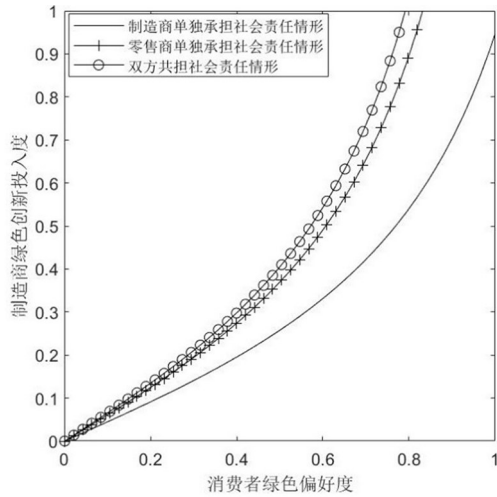


图 2 不同情形下消费者绿色偏好与绿色创新投入的关系  
(制造商分担比例较小)

Fig.2 Relationship between consumers' green preference and green innovation investment in different cases  
(Manufacturers share less responsibility)

4.2 消费者价格敏感度与绿色创新投入的关系

在所讨论的三种情形下,当消费者价格敏感度  $b$  发生变化时,制造商的绿色创新投入  $g$  随消费者价格敏感度  $b$  反向变动,如图 3 所示,即消费者对价格越敏感,绿色创新投入将受到抑制,由此在实践中需引导消费者适度降低对产品价格敏感度,提升绿色偏好程度有助于供应链绿色创新促进。

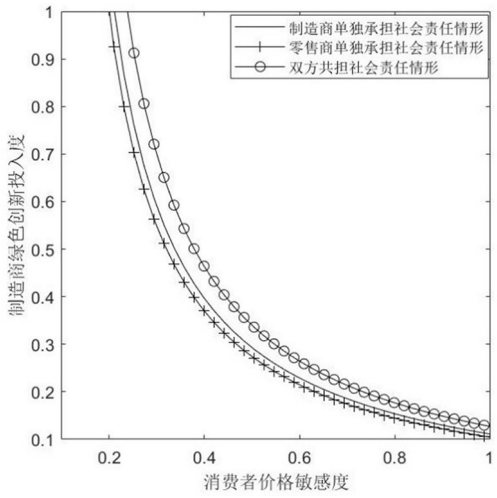


图 3 不同情形下消费者价格敏感度与制造商绿色创新投入的关系

Fig.3 Relationship between consumer price sensitivity and manufacturers' green innovation input in different cases

4.3 社会责任分担比例与绿色创新投入、双方效用、两类价格的关系

首先讨论绿色创新投入与不同主体社会责任分担比例的关系,设  $\mu = 0.5$ ,  $b = 0.5$ ,并根据讨论需要分别设  $\eta_m = 0.6$  或  $\eta_r = 0.2$ 。

从图 4 中可见,当制造商单独承担社会责任时,绿色创新投入、双方效用随制造商社会责任分担比例  $\eta_m$  正向变动,同时零售价格、批发价格随  $\eta_m$  反向变动,由于在此数值仿真情形下,满足  $\mu^2 < b$  的条件,由此零售价格、批发价格的变动方向与上文推导结果相符合。

如图 5 所示,当零售商单独承担社会责任时,零售商承担社会责任行为同样对制造商绿色创新投入、双方效用有正向影响,批发价格也随零售商社会责任分担比例  $\eta_r$  正向变动,由于  $\mu^2 < b$ ,零售价格随  $\eta_r$  反向变动。

如图 6、图 7 所示,当双方共担社会责任时,相关变量与各方社会责任承担比例的关系与情形一、二类似,在此不再累述。

综合上述分析,无论是单方承担或是双方分担,供应链企业的社会责任行为对供应链系统的绿色创新以及企业效用均是有益的,有必要鼓励企业培育社会责任意识并做出相应的社会责任行为。



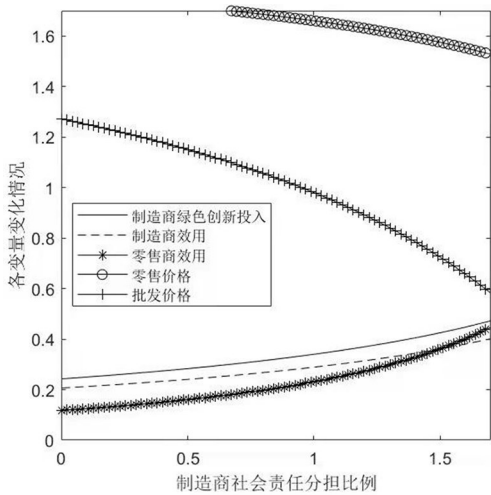


图 4 情形一中制造商社会责任分担比例对各变量的影响

Fig.4 Influence of manufacturer's share of social responsibility on different variables in case 1

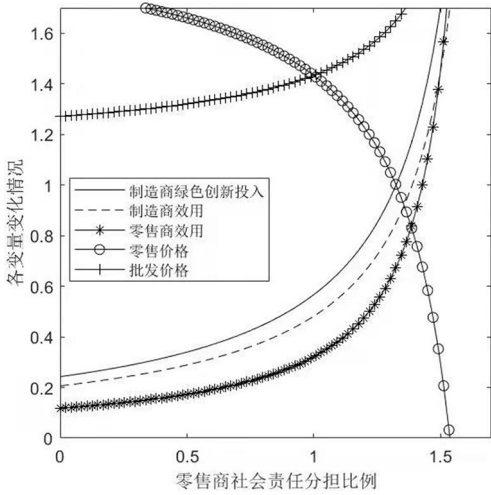


图 5 情形二中零售商社会责任分担比例对各变量的影响

Fig.5 Influence of retailer's share of social responsibility on different variables in case 2

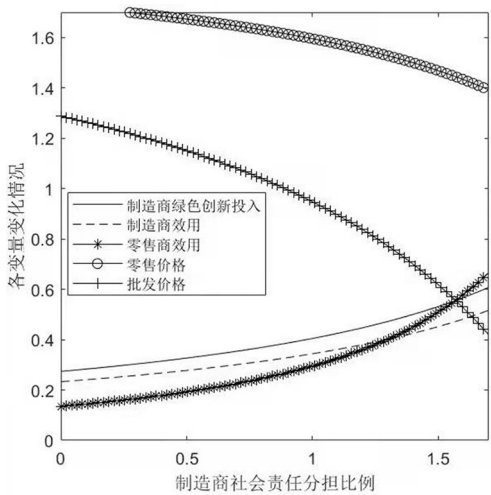


图 6 情形三中制造商社会责任分担比例对各变量的影响

Fig.6 Influence of manufacturer's share of social responsibility on different variable in case 3

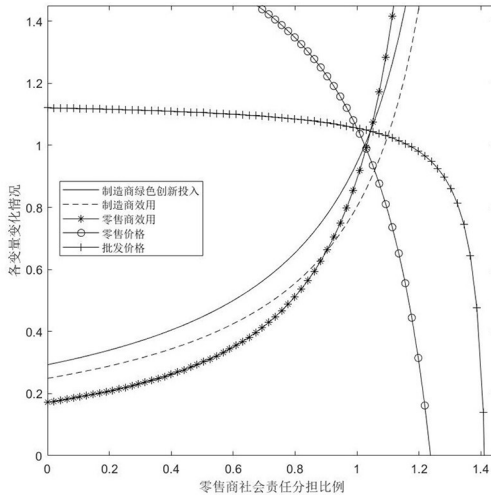


图 7 情形三中零售商社会责任分担比例对各变量的影响

Fig.7 Influence of retailer's share of social responsibility on different variable in case 3

5 结论与启示

本文剖析了社会责任承担主体差异下制造商绿色创新投入决策过程,并讨论了不同主体社会责任承担比例、消费者绿色偏好、价格敏感度等因素对决策结果的影响,从而明晰供应链主体社会责任承担差异及相关因素对绿色创新决策的影响机制。通过上述分析获得以下结论与管理启示:

1)供应链系统中,不同主体承担社会责任将引致制造商绿色创新投入决策结果的差异。供应链主体的社会责任行为将促进绿色创新,而且双方均承担社会责任将优于单方承担社会责任,通过社会

责任提升促进绿色创新是行之有效的,而且多主体的社会责任行为对绿色创新的促进作用将更显著,需要鼓励、引导更多的主体培育社会责任偏好,可进一步促进企业绿色创新,提升企业环境绩效。

2)当只有单方承担时,主体间社会责任承担比例大小差异将对制造商或零售商单独承担情形下的绿色创新大小关系存在影响。承担主体自身社会责任承担比例高于特定水平时(制造商分担比例高于零售商分担比例的两倍,或是零售商分担比例高于制造商分担比例的一半),由其自身单独承担社会责任下的绿色创新水平将高于另一方单独承担的情形,由此在单方承担的情形下,需要结合

考察该企业的社会责任承担水平,引导社会责任分担意愿较高的一方承担社会责任更为有利。

3) 消费者特征对绿色创新决策存在影响。消费者绿色偏好与制造商绿色创新水平、双方效用等正向相关,而消费者价格敏感度将负向影响绿色创新水平及参与主体效用。当消费者绿色偏好与价格敏感度满足一定数量关系时,还将对零售价与批发价定价决策存在影响。基于上述关系,制造商绿色创新促进需要考虑引导消费者适

度降低对绿色创新产品的价格敏感度,积极培育消费者绿色偏好。

本文主要关注社会责任承担主体差异对供应链企业绿色创新决策的影响,然而社会责任对绿色创新决策的作用还受到其他因素的影响,如供应链结构、主体偏好、政府政策等,后续研究将进一步拓展研究视角,以更为系统地揭示社会责任对供应链绿色创新的影响机制,探索有效的绿色创新促进策略与路径。

## 参考文献:

- [1] 曹洪军,陈泽文. 内外环境对企业绿色创新战略的驱动效应:高管环保意识的调节作用[J]. 南开管理评论, 2017, 20(6):95-103.
- [2] 解学梅,王若怡,霍佳阁. 政府财政激励下的绿色工艺创新与企业绩效:基于内容分析法的实证研究[J]. 管理评论, 2020, 32(5):109-124.
- [3] 王珍愚,曹瑜,林善浪. 环境规制对企业绿色技术创新的影响特征与异质性:基于中国上市公司绿色专利数据[J]. 科学学研究, 2021, 39(5):909-919, 929.
- [4] 毛蕴诗,王婧. 企业社会责任融合、利害相关者管理与绿色产品创新:基于老板电器的案例研究[J]. 管理评论, 2019, 31(7):149-161.
- [5] KIEFER C P, CARRILLO-HERMOSILLA J, DEL RÍO P, et al. Diversity of eco-innovations: a quantitative approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 166:1494-1506.
- [6] COOK K A, ROMI A M, SÁNCHEZ D, et al. The influence of corporate social responsibility on investment efficiency and innovation[J]. Journal of Business Finance & Accounting, 2019, 46(3/4):494-537.
- [7] DEWICK P, FOSTER C. Focal organisations and eco-innovation in consumption and production systems[J]. Ecological Economics, 2018, 143:161-169.
- [8] BOCQUET R, LEBAS C, MOTHE C, et al. CSR, innovation, and firm performance in sluggish growth contexts: a firm-level empirical analysis[J]. Journal of Business Ethics, 2017, 146(1):241-254.
- [9] 陈钰芬,金碧霞,任奕. 企业社会责任对技术创新绩效的影响机制:基于社会资本的中介效应[J]. 科研管理, 2020, 41(9):87-98.
- [10] 阳镇,凌鸿程,陈劲. 经济政策不确定性、企业社会责任与企业技术创新[J]. 科学学研究, 2021, 39(3):544-555.
- [11] 肖小虹,潘也,王站杰. 企业履行社会责任促进了企业绿色创新吗[J/OL]. 经济经纬. <https://doi.org/10.15931/j.cnki.1006-1096.20210324.001>.
- [12] 龚晨,毕克新. 低碳情境下制造企业社会责任对创新绩效的影响研究[J]. 预测, 2018, 37(1):43-48.
- [13] 杨冬云,谢杨. 企业社会责任、绿色创新能力与企业环境绩效[J]. 财会通讯, 2019(6):100-104.
- [14] 柏群,杨云. 组织冗余资源对绿色创新绩效的影响:基于社会责任的中介作用[J]. 财经科学, 2020(12):96-106.
- [15] 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.
- [16] 范建昌,倪得兵,唐小我. 企业社会责任与供应链产品质量选择及协调契约研究[J]. 管理学报, 2017, 14(9):1374-1383.
- [17] 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.
- [18] 林志炳,陈莫凡. 基于企业社会责任的绿色制造策略及供应链协调[J]. 计算机集成制造系统, 2020, 26(11):3108-3117.
- [19] PANDA S, MODAK N M, CÁRDENAS-BARRÓN L E. Coordinating a socially responsible closed-loop supply chain with product recycling[J]. International Journal of Production Economics, 2017, 188:11-21.
- [20] 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研究[J/OL]. 控制与决策. <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1102>.