

考虑绿色偏好与产品替代率的新能源汽车供应链效益分析

孙功勋, 赵敬华

上海理工大学 管理学院, 上海 200093

摘要:目的 针对日益严重的环境污染问题,创新地提出将消费者绿色偏好、产品替代率等作为研究新能源汽车供应链效益的主要影响因素。方法 将两个不同汽车制造商和一个分销商组成的两级供应链作为研究主体,在主要考虑消费者绿色偏好、产品替代率等影响因素下,通过供求关系构建供应链各主体的利润函数模型,利用逆向归纳法对模型进行求解,进而利用 maple 软件对整体供应链各部分利润进行数值分析。结果 研究结果表明:新能源汽车制造商、分销商和供应链整体利润与消费者绿色偏好和产品替代率呈正相关,而对传统燃油车制造商而言,其利润与消费者绿色偏好呈负相关,与产品替代率呈正相关。结论 数值分析发现:当消费者绿色偏好和产品替代率较小时,产品替代率是影响新能源汽车制造商、分销商利润的主要因素,消费者绿色偏好是影响传统燃油车制造商和整体供应链利润的主要因素;当消费者绿色偏好和产品替代率逐渐增大时,消费者绿色偏好逐步成为影响新能源汽车制造商、分销商利润的主要因素,产品替代率逐步成为影响传统燃油车制造商、整体供应链利润的主要因素。

关键词:绿色偏好;产品替代率;汽车供应链

中图分类号:TP311.13 F274 文献标识码:A doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2024.0001.012

Benefit Analysis of New Energy Vehicles Supply Chain Based on Green Preference and Product Substitution Rate

SUN Gongxun, ZHAO Jinghua

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China

Abstract: Objective In view of the increasingly serious environmental pollution problem, it is innovative to propose consumer green preferences and product substitution rate as the main influencing factors to study the supply chain benefits of new energy vehicles. **Methods** This paper took a two-level supply chain consisting of two different automobile manufacturers and one distributor as the main body of the study. Under the main consideration of consumer green preference, product replacement rate, and other influencing factors, the profit function model of each main body of the supply chain was constructed based on the supply and demand relationship. The model was solved by the backward induction method. The profit of each part of the whole supply chain was analyzed numerically by maple software. **Results** The results showed that the overall profits of new energy vehicle manufacturers, distributors, and supply chains were positively correlated with consumers' green preference and product replacement rate, while for traditional fuel vehicle manufacturers, their profits were negatively correlated with consumers' green preference and positively correlated with product replacement rate. **Conclusion** The numerical analysis found that when consumers' green preference and product replacement rate are small, the product replacement rate is the main factor affecting the profits of new energy vehicle manufacturers and distributors, and consumers' green preference is the main factor affecting the profits of traditional fuel vehicle manufacturers and the overall supply chain. When consumers' green preference and product replacement rate

收稿日期:2022-12-22 修回日期:2023-03-02 文章编号:1672-058X(2024)01-0091-07

基金项目:国家自然科学基金(72201173).

作者简介:孙功勋(1997—),男,安徽合肥人,硕士研究生,从事供应链管理研究。

通讯作者:赵敬华(1984—),女,山东聊城人,博士,副教授,从事供应链管理研究。Email:zhaojinghua@usst.edu.cn.

引用格式:孙功勋,赵敬华.考虑绿色偏好与产品替代率的新能源汽车供应链效益分析[J].重庆工商大学学报(自然科学版),2024,41(1):91—97.

SUN Gongxun, ZHAO Jinghua. Benefit analysis of new energy vehicles supply chain based on green preference and product substitution rate[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2024, 41(1): 91—97.

gradually increase, consumers' green preference gradually becomes the main factor affecting the profits of new energy vehicle manufacturers and distributors, and product replacement rate gradually becomes the main factor affecting the profits of traditional fuel vehicle manufacturers and the overall supply chain.

Keywords: green preference; product replacement rate; automotive supply chain

1 引言

随着经济的快速发展,环境污染问题日益严重。为有效应对气候变化、环境风险挑战、能源约束等问题,需要不断推进能源可持续发展和经济社会发展全面绿色转型。新能源汽车产业作为当下最火的绿色转型行业之一,对可持续发展发挥着重要作用^[1]。与传统燃油车相比,新能源汽车主要有以下两个优势:第一,充电成本低,有效降低生活成本;第二,碳排放量少,对环境保护起到一定作用^[2-3]。与此同时,随着国民环保意识渐渐提高和低碳消费行为逐步养成,部分消费者在购车时关心的不仅仅是汽车价格,还有消费者绿色偏好和产品是否可替代等因素。中国作为世界上新能源汽车保有量和新增量最大的国家,其供应链发展具有广泛的前景。因此,研究消费者绿色偏好(影响消费者花费更高代价购买环境友好产品或绿色产品的意愿)和产品替代率(两种产品的可替代性,衡量生产竞争的强度)等因素对新能源汽车供应链的影响具有重要意义。

当前,许多学者研究发现消费者绿色偏好在供应链管理中发挥着越来越重要的作用。戴道明等^[4]发现,消费者绿色偏好的提高有利于零售商利润的提高,且对整体供应链利润具有重要作用;同时,刘侃莹等^[5]发现消费者偏好对于产品的定价策略产生影响;Zhou 与张玲红等^[6-7]建议政府推广低碳理念来提高消费者环保意识,从而实现碳排放量的减少;Ren 等^[8]则利用鲁棒工具分析了消费者偏好的上限和下限;Li 等^[9]通过混合整数规划模型研究得出消费者偏好与整体利润之间存在正相关。

除消费者绿色偏好对供应链管理产生重要影响之外,提高产品替代率也是至关重要的^[10],产品替代率对产品价格和供应链利润的影响具有正向影响^[11]。Gheibi 等^[12]发现,在一定情况下,当一个供应商未能交付其产品时,零售商降低替代产品的价格有利于提高本身的利润;Li 等^[13]指出随着产品可替代性的增加,制造商将始终受益,而零售商只有在直销成本超过阈值时才能受益。除此之外,提高产品替代率可以有效减少因突发风险带来的损失^[14],作考虑产品替代性的供应链模型更有利于供应链上各主体作出最优决策^[15]。

综上所述,学者多考虑价格等因素对供应链整体利润的影响,较少将消费者绿色偏好和产品替代率共同作为影响供应链需求和利润产生的主要因素。论文创新地考虑将消费者偏好、产品替代率作为共同影响

新能源汽车供应链的主要因素,通过供需关系建立模型,研究两者共同作用下供应链各主体的利润变化,利用逆向归纳法和 Maple 软件对模型进行求解和数值分析,发现在不同情况下消费者绿色偏好和产品替代率对于供应链各主体影响不同。该模型下,消费者绿色偏好和产品替代率作为影响供应链各主体利润的主要因素,对未来推动整体供应链的发展发挥着重要作用。

2 研究假设与模型建立

2.1 问题描述与建设

考虑由两个汽车制造商、一个分销商组成的两级供应链。其中,汽车制造商 1 只生产新能源汽车,汽车制造商 2 只生产传统燃油车,汽车制造商 1、2 的地位均等,均为供应链中的主导者;汽车分销商既销售新能源汽车,又销售传统燃油车,为供应链中的决策跟随者。该新能源汽车供应链进行 Stackelberg 博弈,决策顺序为汽车制造商 1 决定新能源汽车的单位批发价格,汽车制造商 2 决定传统燃油车的单位批发价格,分销商根据市场变化决定新能源汽车、传统燃油车单位销售价格。

具体参数符号及意义如表 1 所示。

表 1 参数符号及意义
Table 1 Symbols and meanings of parameters

参 数	符号意义
Q	初始汽车市场需求基数
Q_1	实际新能源汽车市场需求量
Q_2	实际传统燃油车市场需求量
p_1	新能源汽车的单位销售价格
p_2	传统燃油车的单位销售价格
c_i	制造商 i 的单位生产成本
f_i	与环保生产和运营相关的成本因素
e_i	单位环境改善成本
w_1	新能源汽车单位批发价格
w_2	传统燃油车单位批发价格
α	消费者绿色偏好系数
h	产品替代率
Π_{M1}	汽车制造商 1 的总利润
Π_{M2}	汽车制造商 2 的总利润
Π_R	汽车分销商的总利润
Π_S	整体汽车供应链的总利润

假设 1 考虑以汽车制造商 1 (只生产新能源汽车)、汽车制造商 2 (只生产传统燃油车) 和一个汽车分销商为主体。第一阶段,两制造商分别决定单位批发价格 w_1, w_2 , 环境改善成本 e_1, e_2 ; 第二阶段,汽车分销

商决定单位售价 p_1, p_2 。

假设 2 假设初始汽车市场需求基数为 Q , 新能源汽车的实际市场需求量为 Q_1 , 传统燃油车的实际市场需求量为 Q_2 。考虑各汽车需求量受价格、新能源车和传统燃油车之间的可替代率、因环保改善增加的需求以及消费者绿色偏好等因素的影响, 参考文献 [16], Q_1, Q_2 可以分别表示为 $Q_1 = Q + \alpha[e_1 - k(e_2 - e_1)] - p_1 + k(p_2 - p_1)$, $Q_2 = Q + \alpha[e_2 - k(e_1 - e_2)] - p_2 + k(p_1 - p_2)$ 。其中 α 表示消费者绿色偏好系数; k 表示产品替代率, 即消费者在考虑销售价格以及环境改善成本等等素下购买新能源车而放弃购买传统燃油车的比例; $\alpha, k \in [0, 1]$ 。

假设 3 由于环境改善的边际成本逐渐增加, 即每增加一次污染, 防治难度就越大, 成本越高。因此, 制造商 i 的单位成本函数可设为 $C_i = c_i + f_i e_i^2$, 其中 c_i 表示制造商 i 的单位生产成本, f_i 表示与环保生产和运营相关的成本因素, e_i 表示环境改善成本, i 可表示为 1, 2。

假设 4 由于传统燃油车对环境改善的有限性, 参考文献 [17], 假设 e_2 为 0, e_1 表示新能源汽车的环境改善成本。因此, 制造商 1 的单位成本函数为 $C_1 = c_1 + f_1 e_1^2$, 制造商 2 的单位成本函数为 $C_2 = c_2$ 。

2.2 模型构建与求解

通过制造商、分销商的供求关系可求得供应链各主体的利润(效益)如下:

汽车制造商 1 的利润:

$$\Pi_{M1} = Q_1(w_1 - c_1 - f_1 e_1^2) \quad (1)$$

汽车制造商 2 的利润:

$$\Pi_{M2} = Q_2(w_2 - c_2 - f_2 e_2^2) \quad (2)$$

汽车分销商的利润:

$$\Pi_R = Q_1(p_1 - w_1) + Q_2(p_2 - w_2) \quad (3)$$

由于

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q + \alpha[e_1 - k(e_2 - e_1)] - p_1 + k(p_2 - p_1) \\ Q_2 &= Q + \alpha[e_2 - k(e_1 - e_2)] - p_2 + k(p_1 - p_2) \\ e_2 &= 0 \end{aligned}$$

式(3)可化简为

$$\begin{aligned} \Pi_R &= [Q + (1+k)\alpha e_1 - p_1 + k(p_2 - p_1)](p_1 - w_1) + \\ & [Q - \alpha k e_1 - p_2 + k(p_1 - p_2)](p_2 - w_2) \end{aligned} \quad (4)$$

采用逆向归纳法, 求解 p_1, p_2 。式(4)的海塞矩阵为

$$H_1 = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_1^2} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_1 \partial p_2} \\ \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_2 \partial p_1} & \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_2^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2k-2 & 2k \\ 2k & -2k-2 \end{bmatrix}$$

H_1 为负定, 故存在唯一解 p_1, p_2 , 使得汽车经销商的利润最大。

令式(4)关于 p_1, p_2 的一阶导为 0, 可得

$$\frac{\partial \Pi_R}{\partial p_1} = Q + (1+k)\alpha e_1 - p_1 + k(p_2 - p_1) -$$

$$k(p_1 - w_1) - (p_1 - w_1) + k(p_2 - w_2) = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Pi_R}{\partial p_2} = Q - \alpha k e_1 - p_2 + k(p_1 - p_2) -$$

$$k(p_2 - w_2) - (p_2 - w_2) + k(p_1 - w_1) = 0 \quad (6)$$

联立式(5)、式(6)可解得:

$$p_1 = \frac{Q + \alpha e_1 + w_1}{2}, p_2 = \frac{Q + w_2}{2}$$

代入式(1)、式(2)可得:

$$\begin{aligned} \Pi_{M1} &= \left[Q + (1+k)\alpha e_1 + \frac{kQ + kw_2}{2} \frac{(1+k)(Q + \alpha e_1 + w_1)}{2} \right] \times \\ & (w_1 - c_1 - f_1 e_1^2) \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Pi_{M2} &= \left[Q - \alpha k e_1 + \frac{kQ + \alpha k e_1 + kw_1}{2} \frac{(1+k)(Q + w_2)}{2} \right] \times \\ & (w_2 - c_2) \end{aligned} \quad (8)$$

对式(1)、式(2)分别求关于 w_1, w_2 的一阶导, 可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_{M1}}{\partial w_1} &= \frac{1}{2}Q - (1+k)w_1 + \frac{1}{2}(1+k)\alpha e_1 + \frac{1}{2}kw_2 + \\ & \frac{1}{2}(1+k)(c_1 + f_1 e_1^2) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_{M2}}{\partial w_2} &= \frac{1}{2}Q + \frac{1}{2}kw_1 - \frac{1}{2}k\alpha e_1 - (1+k)w_2 + \frac{1}{2}(1+k)c_2 \end{aligned} \quad (10)$$

令式(9)、式(10)分别为 0, 联立求解, 得 w_1, w_2 :

$$\begin{aligned} w_1 &= \frac{2(k+1)^2 f_1 e_1^2 + (k^2 + 4k + 2)\alpha e_1}{3k^2 + 8k + 4} + \\ & \frac{2(k+1)^2 c_1 + k(k+1)c_2 + (6k+4)Q}{3k^2 + 8k + 4} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} w_2 &= \frac{(k+1)k f_1 e_1^2 - (k+1)k\alpha e_1 + (k+1)kc_1}{3k^2 + 8k + 4} + \\ & \frac{(k^2 + 4k + 2)c_2 + (6k+4)Q}{3k^2 + 8k + 4} \end{aligned} \quad (12)$$

将 w_1, w_2 代入式(7)、式(8), 由于环境改善成本取决于制造商 e_1, e_2 , 所以对式(7)求关于 e_1 的偏导数, 令其等于 0, 可得

$$e_1 = \frac{\alpha}{2f_1} \quad (13)$$

综上所述, 解得:

$$w_1 = \frac{(2k^2 + 6k + 3)\alpha^2 + 4(k+1)^2 f_1 c_1 + 2k(k+1)f_1 c_2 + (6k+4)f_1 Q}{2(3k^2 + 8k + 4)f_1} \quad (14)$$

$$w_2 = \frac{8(k+1)^2 f_1 c_2 + 4k(k+1)f_1 c_1 + (12k+8)f_1 Q - k(k+1)\alpha^2}{4(3k^2 + 8k + 4)f_1} \quad (15)$$

$$p_1 = \frac{(5k^2 + 14k + 7)\alpha^2 + 4(k+1)^2 f_1 c_1 + 2k(k+1)f_1 c_2 + (6k^2 + 22k + 12)f_1 Q}{4(3k^2 + 8k + 4)f_1} \quad (16)$$

$$p_2 = \frac{8(k+1)^2 f_1 c_2 + 4k(k+1) f_1 c_1 + (12k^2 + 44k + 24) f_1 Q - k(k+1) \alpha^2}{8(3k^2 + 8k + 4) f_1} \quad (17)$$

$$\Pi_{M1} = \frac{AB}{16(k+2)^2(3k+2)^2 f_1^2} \quad (18)$$

$$\Pi_{M2} = \frac{CD}{16(k+2)^2(3k+2)^2 f_1^2} \quad (19)$$

$$\Pi_R = \frac{16(k+1)(k+2)(3k+2) f_1 Q - 32(k+1)^2(k+2) f_1^2 c_1 - 16k(k+1)(k+2) f_1^2 c_2 + (k+1)^2 [4(2Q - c_1 - c_2) f_1 + \alpha^2]}{(k+2)^2(3k+2) f_1^2} \quad (20)$$

$$\Pi_S = \Pi_{M1} + \Pi_{M2} + \Pi_R \quad (21)$$

其中:

$$A = 16k^2(k+1)^3 f_1 c_1 + 2(k+1) [(3k+2)Q - 2(k+1)^2 c_1 -$$

$$k(k+1)c_2] f_1 + (k+1) [(k+1)^2 \alpha - 12k^2] \alpha$$

$$B = (k^2 + 4k + 2) \alpha^2 +$$

$$[4k(k+1)c_2 - 4(k^2 + 4k + 2)c_1 + 4(3k+2)Q] f_1$$

$$C = k(3k^2 + 10k + 5) \alpha^2 + 12k(k+1) f_1 c_1 -$$

$$8(k+1)(2k+1) f_1 c_2 + (12k^3 + 32k^2 - 20k - 24) f_1 Q$$

$$D = -k(k+1) \alpha^2 + 4k(k+1) f_1 c_1 - 4(k^2 + 4k + 2) f_1 c_2 + 4(3k+2) f_1 Q$$

3 仿真实验与数值分析

3.1 参数设置

为了更直观地分析消费者绿色偏好系数和产品替代率对制造商 1、制造商 2、分销商以及供应链整体利润的影响,参考行业报告和以往研究文献,假设初始汽车市场需求基数 $Q = 2$, 制造商 1 的单位生产成本 $c_1 = 1.5$, 制造商 2 的单位生产成本 $c_2 = 1$, 制造商 1 与环保生产和运营相关的成本因素 $f_1 = 0.5$ 。

3.2 仿真分析

基于参数的设计以及 Maple 软件进行仿真,根据仿真结果,分析消费者绿色偏好系数 α 和产品替代率 k 对于两级供应链各主体利润的影响以及在不同情况下何种影响因素 (α 或 k) 占据主导地位。

3.2.1 消费者绿色偏好系数 α 对两级供应链的影响

如图 1—图 3 所示,当产品替代率 k 分为 0.5、0.6、0.8 时,制造商 1 (只生产新能源车)、分销商以及整体供应链的利润随着消费者绿色偏好系数 α 提高而逐渐增长,但制造商 2 (生产传统燃油车) 的利润随着消费者绿色偏好系数提高而逐渐减少。这是由于新能源汽车的普及和消费者节能环保意识逐渐增强,更多的消费者会购买新能源车,但考虑到充电设施等问题,部分消费者继续选择购买燃油车。因此,制造商 1 的利润逐渐增长,而制造商 2 的利润下降有限。此时分销商的

利润会随着消费者购车需求增加,利润增大,最终导致整体供应链的利润提升。

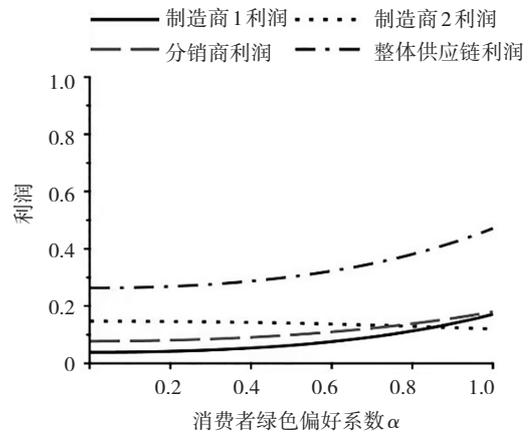


图 1 当 $k=0.5$ 时供应链利润随 α 变化情况

Fig. 1 When $k=0.5$, supply chain profit changes with α

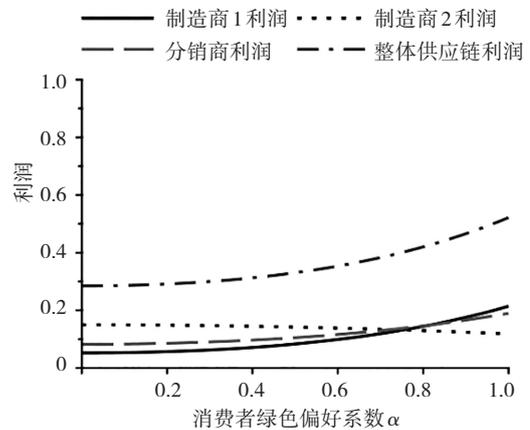


图 2 当 $k=0.6$ 时供应链利润随 α 变化情况

Fig. 2 When $k=0.6$, supply chain profit changes with α

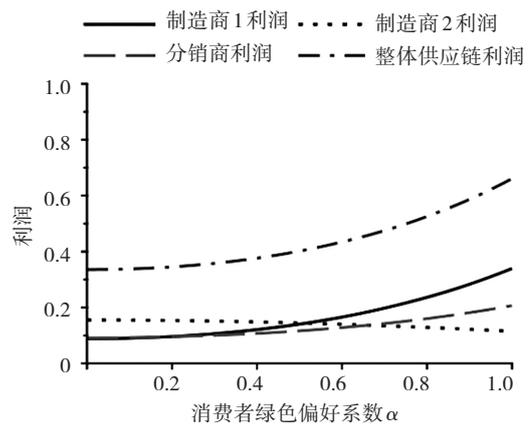


图 3 当 $k=0.8$ 时供应链利润随 α 变化情况

Fig. 3 When $k=0.8$, supply chain profit changes with α

3.2.2 产品替代率 k 对两级供应链的影响

如图 4—图 6 所示,当消费者绿色偏好系数 α 分别为 0.5、0.6、0.8 时,分销商和整体供应链的利润随着产品替代率升高而逐渐增加。但总的来说,制造商 1 的利润随着产品替代率升高而上升,最终超过制造商 2 的利润。这是因为产品替代率的提高伴随着一定基础

设施成本的增加,因此,短期内制造商 1 的利润变化不大,但随着基础设施的完善,该成本不断减少,制造商 1 的利润逐渐增大。此时,制造商 2 和分销商的利润随着产品替代率升高而增加,最终处于稳定的范围,使得整体供应链利润上升。

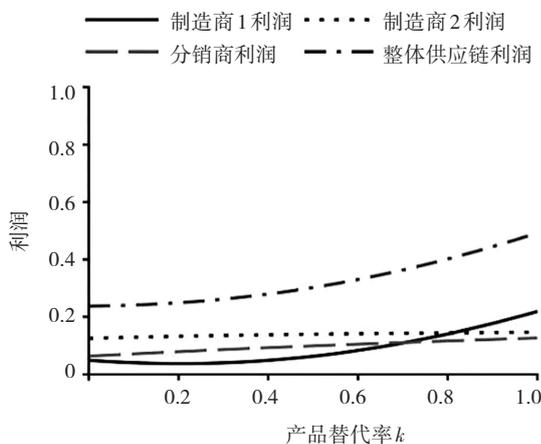


图 4 当 $\alpha=0.5$ 时供应链利润随 k 的变化情况

Fig. 4 When $\alpha=0.5$, supply chain profit changes with k

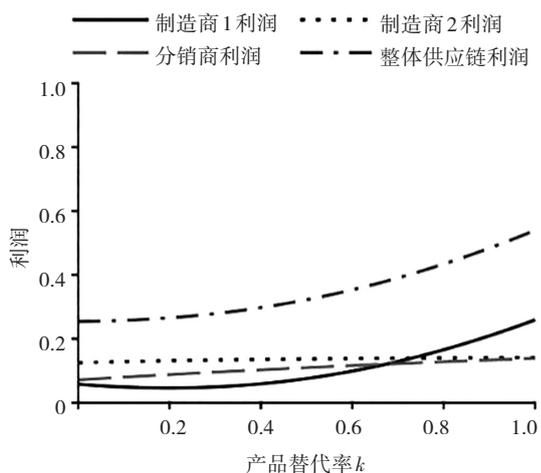


图 5 当 $\alpha=0.6$ 时供应链利润随 k 的变化情况

Fig. 5 When $\alpha=0.6$, supply chain profit changes with k

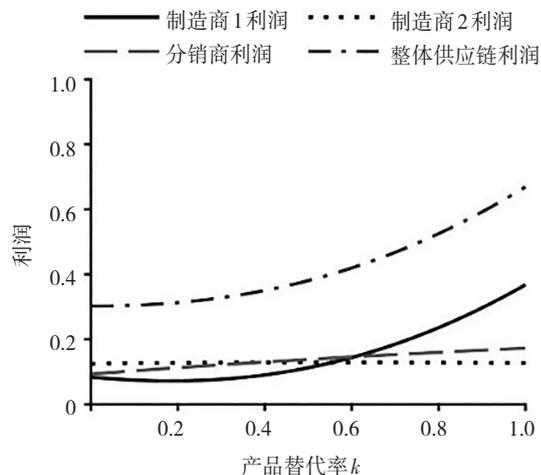


图 6 当 $\alpha=0.8$ 时供应链利润随 k 的变化情况

Fig. 6 When $\alpha=0.8$, supply chain profit changes with k

3.2.3 不同情况下两级供应链利润的主要影响因素

考虑当 k 或 α 为一个定值的时候,两级供应链的利润随另一个变量变化而变化的情况。如图 7 所示:当 $k=0.5$ 时,横坐标 x 表示消费者绿色偏好系数,纵坐标表示制造商 1 的利润变化情况;当 $\alpha=0.5$ 时,横坐标 x 表示产品替代率,纵坐标表示制造商 1 的利润变化情况,以此类推。

图 7—图 10 分别表示 k 或 α 变化时制造商 1、制造商 2、分销商、整体供应链利润的变化曲线图。如图 7 所示:制造商 1 的利润与消费者绿色偏好系数 α 、产品替代率 k 呈正相关。即随着消费者绿色偏好系数或产品替代率的不断提高,制造商 1 的利润也不断增加。不同的是,当消费者绿色偏好系数和产品替代率都偏小时,产品替代率对制造商 1 利润产生的影响较大。但随着消费者绿色偏好系数和产品替代率逐渐增大,消费者绿色偏好系数逐渐成为影响制造商 1 利润的主要因素。

如图 8 所示:制造商 2 的利润与消费者绿色偏好系数 α 呈负相关,与产品替代率 k 呈正相关。但当消费者绿色偏好系数和产品替代率都偏小时,消费者绿色偏好系数对制造商 2 的利润影响较大,产品替代率的影响较小。随着消费者绿色偏好系数和产品替代率逐渐增大,产品替代率逐渐成为影响制造商 2 利润影响的主要因素。

如图 9 所示:分销商的利润与消费者绿色偏好系数 α 、产品替代率 k 呈正相关。除此之外,当消费者绿色偏好系数和产品替代率都偏小时,产品替代率对于分销商的利润影响较大,消费者绿色偏好系数对于分销商的利润影响较小。但随着消费者绿色偏好系数和产品替代率逐渐增大,消费者绿色偏好系数逐渐成为影响分销商利润的主要因素。

如图 10 所示:整体供应链利润与消费者绿色偏好系数 α 、产品替代率 k 呈正相关。不同的是,当消费者绿色偏好系数和产品替代率都偏小时,消费者绿色偏好系数对整体供应链的利润影响较大,产品替代率对整体供应链的利润影响较小;但随着消费者绿色偏好系数和产品替代率逐渐增大,产品替代率逐渐成为影响整体供应链利润的主要因素。

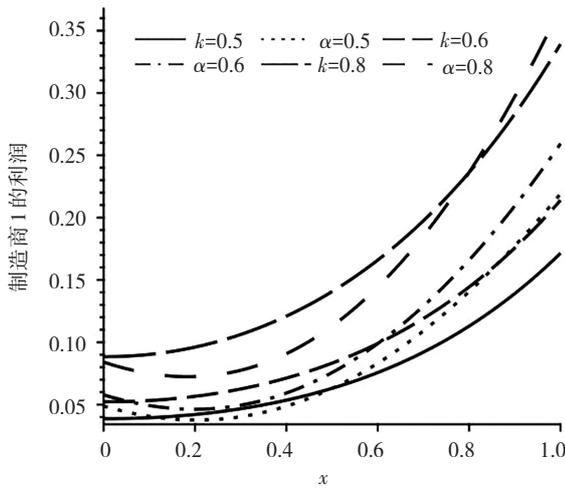


图 7 制造商 1 的利润随 k 或 α 变化趋势

Fig. 7 Profit trend of manufacturer 1 with k or α

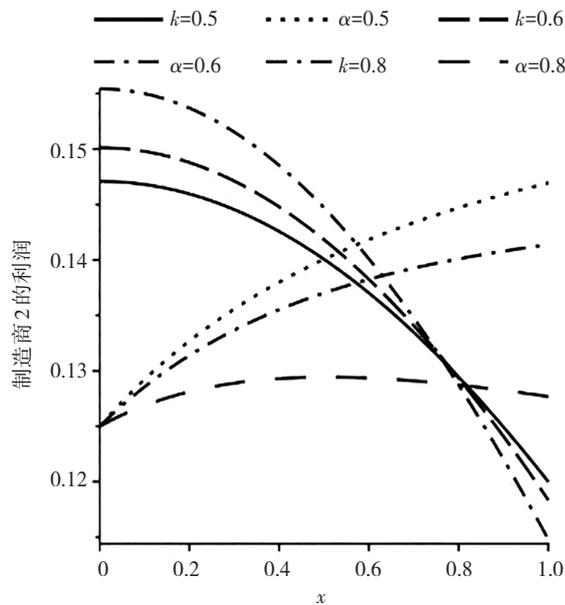


图 8 制造商 2 的利润随 k 或 α 变化趋势

Fig. 8 Profit trend of manufacturer 2 with k or α

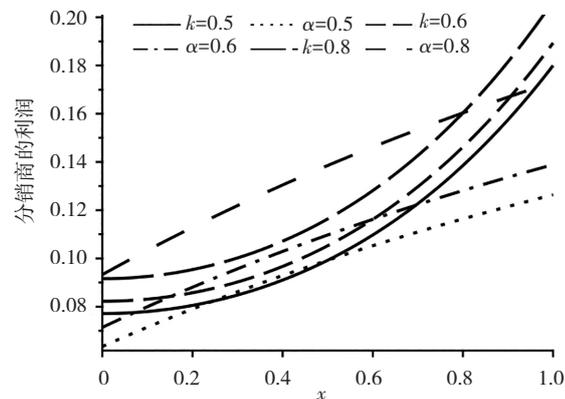


图 9 分销商的利润随 k 或 α 变化趋势

Fig. 9 Profit trend of the distributor with k or α

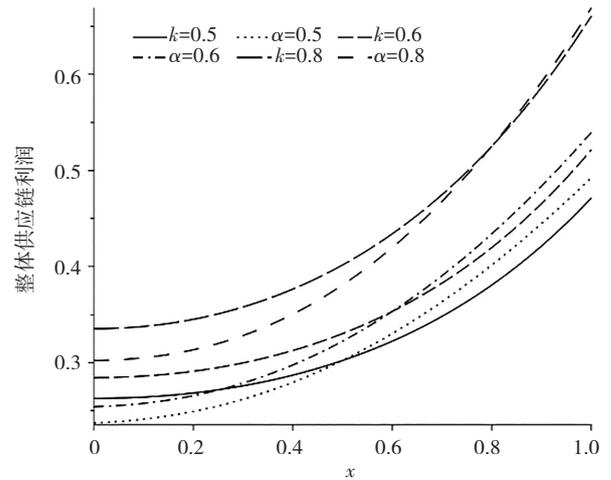


图 10 整体供应链利润随 k 或 α 变化趋势

Fig. 10 Variation trend of overall supply chain profit with k or α

4 结论与讨论

相比较其他模型,创新地考虑将消费者绿色偏好和产品替代率作为影响新能源汽车供应链利润的主要因素。将两个不同的汽车制造商和一个分销商组成的两级供应链作为研究主体,考虑在消费者绿色偏好、产品替代率等影响因素共同作用下,通过供求关系构建供应链各主体的利润函数模型并对其结果进行分析。研究表明:在不同阶段,即消费者绿色偏好和产品替代率在不同范围时,供应链各主体效益的主要影响因素不同,针对其主要影响因素作出相应管理决策来实现其自身效益的最大化。具体结论如下:(1)对新能源汽车制造商、分销商、整体供应链而言,其利润与消费者绿色偏好系数、产品替代率都呈正相关。(2)对传统燃油车制造商而言,其利润与消费者绿色偏好系数呈负相关,与产品替代率呈正相关。(3)当消费者绿色偏好系数和产品替代率都较小时,产品替代率对制造商 1 和分销商产生的影响较大;但随着消费者绿色偏好系数和产品替代率的逐渐提高,消费者绿色偏好系数逐渐成为影响制造商 1 和分销商利润的主要因素。(4)当消费者绿色偏好系数和产品替代率都较小时,产品替代率对制造商 2 和整体供应链利润产生的影响较大;但随着消费者绿色偏好系数和产品替代率逐渐提高,产品替代率逐渐成为影响整体供应链利润的主要因素。在后续的研究中,将进行多制造商和多分销商的复杂情况下,新能源汽车供应链的效益分析。

参考文献(References):

- [1] 向国成, 邝劲松, 邝嫦娥. 绿色发展促进共同富裕的内在机理与实现路径[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版), 2018, 51(6): 71—76.
XIANG Guo-cheng, KUANG Jin-song, KUANG Chang-e. The internal mechanism and realization path of green development promoting common prosperity [J]. Journal of Zhengzhou University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2018, 51(6): 71—76.
- [2] 胡晓伟, 包家烁, 安实, 等. 碳达峰下城市交通运输减排治理策略研究[J]. 交通运输系统工程与信息, 2021, 21(6): 244—256.
HU Xiao-wei, BAO Jia-shuo, AN Shi, et al. Study on emission reduction management strategy of urban transportation under carbon peak[J]. Transportation System Engineering and Information, 2021, 21(6): 244—256.
- [3] 程永伟, 穆东. 应对碳价格波动的新能源汽车联合生产策略[J]. 系统工程学报, 2018, 33(6): 780—792.
CHENG Yong-wei, MU Dong. Joint production strategy of new energy vehicles to cope with the fluctuation of carbon price[J]. Journal of Systems Engineering, 2018, 33(6): 780—792.
- [4] 戴道明, 刘磊. 政府补贴和消费者绿色偏好供应链策略及协调[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2022, 39(3): 81—88.
DAI Dao-ming, LIU Lei. Supply chain strategy and coordination of government subsidies and consumers' green preference[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2022, 39(3): 81—88.
- [5] 刘侃莹, 李巍. 基于消费者偏好差异的绿色产品行为定价策略比较[J]. 中国管理科学, 2022, 72(5): 1—12.
LIU Kan-ying, LI Wei. Comparison of behavioral pricing strategies of green products based on consumer preference differences [J]. Chinese Journal of Management Science, 2022, 72(5): 1—12.
- [6] ZHOU Z, HU F, XIAO D. Optimal pricing strategy of competing manufacturers under carbon policy and consumer environmental awareness[J]. Computers & Industrial Engineering, 2020, 150(5): 102—115.
- [7] 张玲红, 刘方媛, 朱立龙, 等. 考虑零售商公平关切与广告努力水平的碳减排策略研究[J]. 中国管理科学, 2021, 29(4): 138—148.
ZHANG Ling-hong, LIU Fang-yuan, ZHU Li-long, et al. Research on carbon emission reduction strategy considering retailers' equity concerns and advertising effort level[J]. Chinese Journal of Management Science, 2021, 29(4): 138—148.
- [8] REN L, ZHU B, XU Z. Robust consumer preference analysis with a social network[J]. Information Sciences, 2021, 566(4): 379—400.
- [9] LI P, WU D. A multi-echelon network design in a dual-channel reverse supply chain considering consumer preference [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021, 18(9): 95—108.
- [10] CHAN W, PU Y N, TING C. Endogenous product substitutability strategy under duopoly [J]. Managerial and Decision Economics, 2019, 40(6): 57—70.
- [11] 李丽君, 汪星星. 基于消费者绿色偏好的供应链合作策略研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(11): 13—22.
LI Li-jun, WANG Xing-xing. Research on supply chain cooperation strategy based on consumer green preference [J]. Industrial Technical Economics, 2019, 38(11): 13—22.
- [12] GHEIBI S, FAY S. The impact of supply disruption risk on a retailer's pricing and procurement strategies in the presence of a substitute product[J]. Journal of Retailing, 2020, 97(3): 138—150.
- [13] LI J, HU Z, SHI V, et al. Manufacturer's encroachment strategy with substitutable green products [J]. International Journal of Production Economics, 2021, 235(11): 66—80.
- [14] SEYED M G K, SEYED H Z, EHSAN N. A multi-stage stochastic programming approach for supply chain risk mitigation via product substitution[J]. Computers & Industrial Engineering, 2020, 149(9): 235—252.
- [15] 王玉燕, 于兆青. 考虑产品替代性、互补性的多主体 E-供应链决策[J]. 管理评论, 2020, 32(5): 255—268.
WANG Yu-yan, YU Zhao-qing. Multi-agent E-supply chain decision-making considering product substitution and complementarity[J]. Management Review, 20, 32(5): 255—268.
- [16] ZUGANG L L, TRISHA D A, JOSE M C. Consumer environmental awareness and competition in two-stage supply chains[J]. European Journal of Operational Research, 2011, 218(3): 79—90.
- [17] 卢超, 王倩倩, 陈强. “双积分”政策下考虑价格、减排和续航的汽车供应链协调[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(10): 2595—2608.
LU Chao, WANG Qian-qian, CHEN Qiang. Coordination of automotive supply chain considering price, emission reduction and endurance under “double integral” policy [J]. Systems Engineering Theory and Practice, 2021, 41(10): 2595—2608.

责任编辑:李翠薇