

不对称信息下差异化补贴对新能源汽车供应链影响研究

士明军^{1,2}, 胡晓^{1,2}

1. 重庆现代商贸物流与供应链协同创新中心, 重庆 400067

2. 重庆工商大学管理科学与工程学院, 重庆 400067

摘要:目的 研究一个制造商和一个加盟店组成的新能源汽车供应链, 考虑制造商成本信息不对称时, 政府差异化补贴对新能源汽车供应链的影响问题。方法 运用博弈理论建立制造商和加盟店之间的委托代理模型, 设计加盟店销售契约, 采用运筹学非线性优化方法对模型进行求解, 分析不对称信息和政府补贴对供应链参与者的影响、政府补贴对信息价值的叠加影响, 并给出了数值算例。结果 差异化补贴总能激励制造商提高产品绿色度水平与绿色生产效率, 实现加盟店利润增长; 信息不对称会导致加盟店的利润损失, 只有当生产效率较高时, 制造商才能从不对称信息中获得信息租金; 低成本类型制造商始终只能获得保留利润。无论效率高与低, 补贴总会进一步加剧加盟店的信息劣势; 制造商生产效率较高时, 供应链内部利润实现转移而整体效益不会受损, 进而规避不对称信息带来的不利影响。补贴会进一步加大不对称信息对供应链的影响, 而且会随着制造商绿色生产效率的高低发生变化。结论 差异化补贴能激励加盟店与绿色生产效率高的汽车制造商合作, 进而推动新能源汽车产业可持续发展与转型升级; 不对称信息对制造商及加盟店的收益会产生影响, 补贴不仅能扩大高效率制造商的信息优势, 而且对信息价值具有叠加效应。

关键词: 新能源汽车; 不对称信息; 差异化补贴; 佣金契约

中图分类号: F426 **文献标识码:** A **doi:** 10.16055/j.issn.1672-058X.2024.0002.012

Research on the Impacts of Differential Subsidies on New Energy Vehicle Supply Chain under Asymmetric Information

SHI Mingjun^{1,2}, HU Xiao^{1,2}

1. Collaborative Innovation Center for Chongqing's Modern Trade Logistics & Supply Chain, Chongqing 400067, China

2. School of Management Science and Engineering, Chongqing Technology and Business University, Chongqing 400067, China

Abstract: Objective This paper studies the supply chain of new energy vehicles composed of a manufacturer and a franchised store, and considers the impact of differentiated government subsidies on the supply chain of new energy vehicles when the manufacturer's cost information is asymmetric. **Methods** A principal-agent model between the manufacturer and the franchisee was established using game theory, a franchise sales contract was designed, and the model was solved using a non-linear optimization method in operations research. The effects of asymmetric information and government subsidies on supply chain participants and the superimposed effects of government subsidies on the value of

收稿日期: 2022-11-20 **修回日期:** 2023-05-18 **文章编号:** 1672-058X(2024)02-0096-11

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(22BGL186); 重庆工商大学引进高层次人才科研启动经费项目(1955062); 重庆工商大学人文社科资助项目(2151007).

作者简介: 士明军(1983—), 男, 河南息县人, 博士, 讲师, 从事绿色供应链、电商供应链研究。

通讯作者: 胡晓(1998—), 女, 重庆人, 硕士研究生, 从事绿色供应链研究。Email: foredawn@163.com.

引用格式: 士明军, 胡晓. 不对称信息下差异化补贴对新能源汽车供应链影响研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2024, 41(2): 96—106.

SHI Mingjun, HU Xiao. Research on the impacts of differential subsidies on new energy vehicle supply chain under asymmetric information[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2024, 41(2): 96—106.

information were analyzed, and numerical examples were given. **Results** Differential subsidies always provide incentives for manufacturers to improve the greenness of their products and green production efficiency, resulting in increased profits for the franchise. Information asymmetry will lead to the profit loss of the franchise. Only when the production efficiency is high can manufacturers obtain information rents from asymmetric information. Low-cost type manufacturers will always only gain retained profits. Regardless of efficiency, subsidies always further exacerbate the information disadvantage of the franchise. When the manufacturer's production efficiency is high, the profit within the supply chain can be transferred without damaging the overall benefits, thus avoiding the adverse effects brought by asymmetric information. Subsidies will further increase the impact of asymmetric information on the supply chain, and will vary with the level of green production efficiency of manufacturers. **Conclusion** Differentiated subsidies can inspire franchises to work with green and productive vehicle manufacturers, thereby promoting sustainable development and transformation and upgrading of the new energy vehicle industry. Asymmetric information has an impact on the returns of manufacturers and franchises. Subsidies can expand the information advantage of the efficient manufacturer and have a superimposed effect on information value.

Keywords: new energy vehicles; asymmetric information; differentiated subsidies; commission contracts

1 引言

2021年11月在英国举行的第26届联合国气候变化大会上,极端天气频发等现象引起了世界各国的广泛关注^[1]。按照共同但有区别的责任原则,各国提出自主减排目标。中国作为全球气候治理的积极参与者,提出在2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和的减排目标^[2]。根据国际能源署的最新数据,交通运输领域碳排放总量占全球碳排放量的25%左右,且交通部门的二氧化碳排放速度超过了其他任何能源使用部门^[3],因此,发展绿色交通成为世界各国的共识,具有显著节能减排效益的新能源汽车也受到了世界各国政府的普遍关注与扶持^[4]。目前,多个国家提出了针对新能源汽车产业的补贴政策,例如美国向新能源汽车厂商提供低息研发贷款,德国向新能源汽车购买者提供“环境补贴”并实施免税政策,韩国实行地区补贴与车型补贴相结合的补贴政策。为保证新能源汽车行业的可持续发展,中国政府拟运用双积分政策接力传统补贴政策,更加强调按续航里程、电池能量密度、车辆能耗等标准进行差异化补贴^[5]。截至2022年6月底,新能源汽车保有量仅占汽车总量的3.20%^[6],新能源汽车占市场份额仍较小,因此实施有效的差异化补贴对于发展新能源汽车产业,进而实现节能减排,大有可为。

目前关于新能源汽车行业的补贴政策种类繁多,效果不一。根据补贴对象的不同,可以分为制造商补贴、零售商补贴和消费者补贴3种。对制造商补贴方面,赵骅等^[7]研究制造商研发补贴、市场补贴以及混合补贴3种政策对市场稳定性的影响,认为单独使用研发补贴效果最佳;刘兰剑等^[8]提出制造商补贴具有门

槛效应,政府需要把握好补贴的适度性;王郑^[9]、戴道明等^[10]也研究了制造商补贴的情况。对零售商补贴方面的研究较为缺乏,张海斌等^[11]研究对新能源汽车销售企业的补贴,认为政府在制定零售商获取补贴的销售目标时应采用适度原则。对消费者补贴方面,Huang^[12]、Luo等^[13]引入消费者议价能力因素,发现消费者议价能力越强,消费补贴对销量增加的影响越大,但补贴增加并不一定带来环境改善;士明军等^[14]也研究了政府对于消费者的补贴。还有学者综合考虑对于不同主体的补贴政策,如熊勇清等^[15]考虑基于不同主体的补贴效果差异,发现消费者补贴促使更多制造商进入市场,而制造商补贴能促进新能源汽车产业的优胜劣汰。

根据补贴形式的不同,现有补贴可分为定额补贴、比率补贴和差异化补贴3种形式。巫强和刘蓓^[16]通过对比分析定额研发补贴和比率补贴两种政策,发现比率补贴对于促进企业创新与技术进步效果更好;Gu等^[17]研究不对称信息下定额政府补贴的最优分配问题。差异化补贴方面,鞠晴江等^[18]引入按成本划分的差异化补贴,比较单位定额补贴与差异化补贴,发现差异化补贴具有推动产业升级、实现产业高质量发展的独特作用;钟太勇等^[19]利用信号传递博弈解决政府补贴中的信息不对称问题,指出政府根据新能源汽车发展水平高低制定的差异化补贴政策可以降低弱势企业投机和寻租的可能性。信息会对补贴政策效果产生影响,但现有文献关于新能源汽车政府补贴的研究主要考虑信息对称的情况。

现有针对补贴效果的研究主要集中在定额补贴、比率补贴等非差异化补贴政策,且未得到一致性结论。

部分学者认为补贴有效,如 Gnann 等^[20]指出政府补贴可以通过降低售价提高新能源汽车的市场竞争力;Langbroek 等^[21]研究发现补贴政策是消费者购买新能源汽车的有力驱动因素。另一部分学者持有不同观点,认为传统补贴政策存在着负面效应,如孙晓华等^[22]指出政府的定额补贴会导致过多的低效率企业进入市场,扰乱市场秩序,降低新能源汽车的市场份额和盈利水平。针对以上争议,部分学者从地区消费能力^[23]、人口密度^[24-26]等方面进行分析,试图给出一些关于补贴政策效果差异的合理解释,但是没有达成一致性结论。

此外,新能源造车新势力门店加速扩张,大量发展线下加盟店,加盟店形式成为越来越多新能源汽车厂商的选择。基于此,本文以小鹏、蔚来等新兴新能源汽车厂商为例,构建由一个制造商和一个加盟店组成的新能源汽车供应链,考虑制造商成本信息不对称时,政府差异化补贴对新能源汽车供应链的影响问题,分析不对称信息和政府补贴对供应链参与者的影响以及政府补贴对信息价值的叠加效应。

本文的创新点归结如下:一是构建一个差异化补贴模型,分析政府差异化补贴对契约参数、绿色度和最优利润的影响;二是考虑制造商成本信息不对称,在制造商存在高、低两种效率类型的情况下,分析信息的价值;三是分析差异化补贴对于信息价值的叠加效应。

2 问题描述与模型假设

考虑由一个制造商和一个加盟店组成的新能源汽车供应链,其中新能源汽车加盟店由新能源汽车制造商授予特许经营权,如小鹏汽车的销售采用加盟店授权的模式。制造商生产新能源汽车并委托加盟店进行销售,双方签订销售合同。

参考文献[27-28],制造商的绿色制造成本为其私人信息,加盟店为激励制造商进行绿色生产制定销售合同 (α^*, β^*) ,制造商根据加盟店给定的合同来确定产品的绿色水平 θ^* 。这是因为大型加盟店拥有一定的市场知名度,能够获得大量消费者青睐,特别是面对一些新兴制造商,具有很强的话语权,优先制定合同是比较常见的^[27,29]。其中, α^* 表示固定支付:当 $\alpha^* > 0$ 时,加盟店向制造商支付代理费;当 $\alpha^* < 0$ 时,制造商向加盟店支付销售费用; $\alpha^* = 0$ 表示双方都不需要支付费用。 β^* 表示加盟店给予制造商的销售收入比例, $0 \leq \beta^* \leq 1, \beta^* = 1$ 表示加盟店将所有的销售收入都交给制造商。于是,加盟店给予制造商的销售代理费用为 $\alpha^* + \beta^* pq$ 。

参考文献[30-32],假设消费者对绿色产品是敏感的,于是,需求函数如下:

$$q = a - bp + k\theta$$

其中, a 表示市场潜在需求, b 和 k 分别表示消费者对商品价格和绿色度的敏感系数($b, k > 0$)。

参考文献[33-34],假设不考虑制造商的生产成本和加盟店的固定成本、销售成本;参考文献[30-32],假设产品绿色研发成本 $c = \frac{1}{2}g_i\theta^2$,其中 g_i 为制造商的绿色成本系数;参考文献[35],考虑制造商的绿色成本系数存在高(g_H)和低(g_L)($g_H > g_L > 0$)两种情况,加盟店仅知道制造商为高或低成本类型的先验概率为 h ,本文假设 $h = \frac{1}{2}$ ^[35]。

此外,类似于文献[7],考虑政府的差异化补贴 τ ,且 $\tau = s \cdot \theta$,表明产品绿色水平越高,政府给予的补贴越多,其中 θ 为绿色度水平, s 为补贴系数, $s \geq 0$ 。

根据以上假设,可得制造商和加盟店利润函数分别为

$$\begin{cases} \pi_m = \alpha + \beta pq(\theta^*) - \frac{1}{2}g_i\theta^{*2} + \tau \\ \pi_f = pq(\theta^*) - \alpha - \beta pq(\theta^*) \end{cases}$$

3 模型求解与分析

3.1 对称信息下的销售契约设计

在信息对称情况下,加盟店完全了解制造商的成本类型 i ,即加盟店知晓制造商的绿色成本系数 g_i 。当制造商成本类型为 i 时,给定销售契约 (α_i^N, β_i^N) ,制造商和加盟店的期望利润函数分别为 $\pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N)$, $\pi_f(\alpha_i^N, \beta_i^N)$ 。得到优化问题为

$$\begin{cases} \max\{\pi_f(\alpha_i^N, \beta_i^N)\} \\ \text{s. t. (IR)} \quad \pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N) \geq \pi_0 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中,“ N ”表示“对称信息”情况。制造商决策最优绿色度:

$$\theta_i^{N*} = \operatorname{argmax} \pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N) \quad (2)$$

在上述优化问题中,约束式(IR)为制造商个体理性约束,表示制造商的期望利润不能低于其保留收益 π_0 ($\pi_0 \geq 0$)^[26-28];式(2)表示制造商以自身利益最大化决策绿色度。构造拉格朗日函数 $L = L(\alpha_i^N, \beta_i^N, \lambda)$ 求解优化问题,得到下面的命题1。

命题1 成本信息对称时,最优销售契约 $(\alpha_i^{N*}, \beta_i^{N*})$ 为

$$\begin{cases} \alpha_i^{N*} = p(bp-a) + \pi_0 - \frac{1}{2} \frac{(kp+s)^2}{g_i} \\ \beta_i^{N*} = 1 \end{cases} \quad (3)$$

证明 对制造商利润函数 $\pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N)$ 求 θ_i 的二阶偏导, 得 $\frac{\partial^2 \pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N)}{\partial \theta_i^2} = -g_i$, 由于 $g_i > 0$, 所以 $\pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N)$ 关于 θ_i 有唯一最优解; 再对 θ_i 求一阶偏导, 得到 $\theta_i^{N*} = \frac{\beta_i^N pk+s}{g_i}$ 。构造函数 $L(\alpha_i^N, \beta_i^N, \lambda) = \pi_f(\alpha_i^N, \beta_i^N) + \lambda(\pi_m(\alpha_i^N, \beta_i^N) - \pi_0)$, 其中 $i = \text{“H”}$, $i = \text{“L”}$ 。相应的 KKT 条件为 $\frac{\partial L}{\partial \alpha_i^N} = 0, \frac{\partial L}{\partial \beta_i^N} = 0, \lambda \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0$, 其中 $\frac{\partial L}{\partial \lambda} \geq 0, \lambda \geq 0$ 。

解拉格朗日函数得到一组解, 且该解满足约束条件, 即 $\lambda = 1$ 。证毕。

由命题 1 可以看出: 均衡提成率 β_i^{N*} 固定为 1, 表示加盟店将所有销售收入交给新能源汽车制造商; 均衡固定费用 α_i^{N*} 与消费者对新能源汽车绿色水平的敏感性、绿色成本系数以及政府补贴系数相关。

将式(3)代入式(2), 可得制造商的最优绿色度为

$$\theta_L^{N*} = \frac{pk+s}{g_L}, \theta_H^{N*} = \frac{pk+s}{g_H}$$

再将均衡契约和均衡绿色度代入制造商和加盟店的期望利润函数, 得到制造商和加盟店的期望利润如下:

$$\begin{cases} \pi_m(\alpha_i^{N*}, \beta_i^{N*}) = \pi_0 \\ \pi_f(\alpha_i^{N*}, \beta_i^{N*}) = p(-bp+a) - \pi_0 + \frac{1}{2} \frac{(kp+s)^2}{g_i} \end{cases} \quad (4)$$

由式(4)可得, 加盟店均衡利润为 $-\alpha_i^{N*}$, 为保证加盟店的利润为正, α_i^{N*} 总是需要小于零, 这表示制造商为激励加盟店参与合作, 会给予加盟店固定销售费用。

3.2 不对称信息下的销售契约设计

在不对称信息情形下, 加盟店难以观测到制造商的成本类型。当制造商为 i 成本类型时, 给定佣金契约 (α_i^A, β_i^A) , 利润函数分别为 $\pi_m(\alpha_i^A, \beta_i^A)$ 和 $\pi_f(\alpha_i^A, \beta_i^A)$, 得到约束优化问题:

$$\begin{cases} \max \left\{ \frac{1}{2} \pi_f(\alpha_L^A, \beta_L^A) + \frac{1}{2} \pi_f(\alpha_H^A, \beta_H^A) \right\} \\ \text{s. t.} \\ \text{(IC-H)} \quad \pi_{mH}(\alpha_H^A, \beta_H^A) \geq \pi_{mH}(\alpha_L^A, \beta_L^A) \\ \text{(IC-L)} \quad \pi_{mL}(\alpha_L^A, \beta_L^A) \geq \pi_{mL}(\alpha_H^A, \beta_H^A) \\ \text{(IR-H)} \quad \pi_{mH}(\alpha_H^A, \beta_H^A) \geq \pi_0 \\ \text{(IR-L)} \quad \pi_{mL}(\alpha_L^A, \beta_L^A) \geq \pi_0 \end{cases} \quad (5)$$

式(5)中, “A”表示信息不对称情况。制造商决策最优绿色度:

$$\theta_i^{A*} = \operatorname{argmax} \pi_m(\alpha_i^A, \beta_i^A) \quad (6)$$

其中, (IC- i)表示制造商激励相容约束, (IR- i)则表示制造商的个体理性约束, 其中 $i = \text{“H”}$, $i = \text{“L”}$ 。构造拉格朗日函数 $L = L(\alpha_i^A, \beta_i^A, \lambda_j)$, $j = 1, 2, 3$ 。求解拉格朗日函数, 得到命题 2。

命题 2 在不对称信息下, 最优销售契约为

$$\begin{cases} \alpha_L^{A*} = \pi_0 + p(bp-a) - \frac{(kp+s)^2}{2g_L} + \frac{g_L(kp+s)^2}{2(g_H)^2} \\ \frac{(g_L)^2(kp+s)^2}{2(g_H)^3} \\ \alpha_H^{A*} = \pi_0 + \frac{s(-bp+a)}{k} - \frac{g_L(kp+s)(-bp+a)}{g_H k} \\ \frac{(g_L)^2(kp+s)^2}{2(g_H)^3} \\ \beta_L^{A*} = 1 \\ \beta_H^{A*} = \frac{g_L}{g_H} - \frac{s}{kp} + \frac{g_L s}{g_H kp} \end{cases} \quad (7)$$

证明 对利润函数 $\pi_m(\alpha_i^A, \beta_i^A)$ 求 θ_i 的二阶偏导,

得 $\frac{\partial^2 \pi_m(\alpha_i^A, \beta_i^A)}{\partial \theta_i^2} = -g_i$, 由于 $g_i > 0$, 二阶偏导小于零, 所

以 $\pi_m(\alpha_i^A, \beta_i^A)$ 关于 θ_i 是凹函数, 有唯一最优解; 再对 θ_i 求一阶偏导, 可以得到最优解; 由于 $\pi_{mL}(\alpha_H^A, \beta_H^A) -$

$\pi_{mH}(\alpha_H^A, \beta_H^A) = \frac{1}{2} \frac{(\beta_H kp+s)^2 (g_H - g_L)}{g_L g_H} > 0$, 由约束条件的

(IR-H) 可得 $\pi_{mH}(\alpha_H^A, \beta_H^A) > \pi_0$, 因此, $\pi_{mL}(\alpha_H^A, \beta_H^A) > \pi_0$;

又由约束条件 (IC-L), 可知 $\pi_{mL}(\alpha_L^A, \beta_L^A) \geq \pi_{mL} \times$

(α_H^A, β_H^A) , 因此 $\pi_{mL}(\alpha_L^A, \beta_L^A) > \pi_0$, 约束条件 (IR-L) 可以

忽略。构造函数如下: $L(\alpha_L^A, \alpha_H^A, \beta_L^A, \beta_H^A, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3) =$

$\frac{1}{2} \times \pi_f(\alpha_L^A, \beta_L^A) + \frac{1}{2} \pi_f(\alpha_H^A, \beta_H^A) + \lambda_1 (\pi_{mH}(\alpha_H^A, \beta_H^A) -$

$\pi_{mH}(\alpha_L^A, \beta_L^A)) + \lambda_2 (\pi_{mL}(\alpha_L^A, \beta_L^A) - \pi_{mL}(\alpha_H^A, \beta_H^A)) + \lambda_3 (\pi_{mH} \times$

$(\alpha_H^A, \beta_H^A) - \pi_0)$ 。相应的 KKT 条件为 $\frac{\partial L}{\partial \alpha_i^A} = 0, \frac{\partial L}{\partial \beta_i^A} = 0,$

$\lambda \frac{\partial L}{\partial \lambda_j} = 0, \frac{\partial L}{\partial \lambda_j} \geq 0$ 且 $\lambda_j \geq 0$, 其中 $i = \text{“H”}$, $i = \text{“L”}$, $j = 1, 2,$

3。解上述拉格朗日函数得到 4 组解, 只有一组满足拉格朗日乘子非负约束条件, 即 $\lambda_1 = 0, \lambda_2 = \frac{1}{2}, \lambda_3 = 1$, 得

到最优契约参数 $(\alpha_i^{A*}, \beta_i^{A*})$ 。证毕。

由命题 2 可以看出:当制造商绿色生产成本系数低时,提成率恒为 1,加盟店将所有的销售收入转移给制造商;当系数较高时,提成率 $0 < \beta_H^{A*} < 1$,加盟店保留部分的提成。命题 2 说明加盟店获得的提成与制造商的绿色生产效率相关。

将式(7)代入式(6),可得制造商的最优绿色度

$$\theta_L^{A*} = \frac{pk+s}{g_L}, \theta_H^{A*} = \frac{(pk+s)g_L}{g_H^2}$$

将均衡契约 $(\alpha_i^{A*}, \beta_i^{A*})$ 和均衡绿色度 θ_i^{A*} 带入利润函数中,可得到制造商和加盟店的期望利润,见式(8):

$$\begin{cases} \pi_m(\alpha_H^{A*}, \beta_H^{A*}) = \pi_0 \\ \pi_m(\alpha_L^{A*}, \beta_L^{A*}) = \pi_0 + \frac{1}{2} \frac{g_L(kp+s)^2(g_H-g_L)}{g_H^3} \\ \pi_f(\alpha_H^{A*}, \beta_H^{A*}) = -\pi_0 + p(-bp+a) + \frac{(kp+s)^2 g_L(2g_H-g_L)}{2(g_H)^3} \\ \pi_f(\alpha_L^{A*}, \beta_L^{A*}) = -\pi_0 + p(-bp+a) + \frac{(kp+s)^2}{2g_L} - \frac{g_L(kp+s)^2}{2(g_H)^2} + \frac{(g_L)^2(kp+s)^2}{2(g_H)^3} \end{cases} \quad (8)$$

由式(8)可得,在信息不对称的情况下,只有低成本类型制造商可以获得除保留利润外的收益,这部分收益源于新能源汽车制造商相对于加盟店的信息优势。

4 信息价值与补贴影响分析

为了书写方便,令 $V_{fi} = \pi_f(\alpha_i^{A*}, \beta_i^{A*}) - \pi_f \times (\alpha_i^{N*}, \beta_i^{N*})$, $V_{mi} = \pi_m(\alpha_i^{A*}, \beta_i^{A*}) - \pi_m(\alpha_i^{N*}, \beta_i^{N*})$, $V_i = V_{mi} + V_{fi}$, 其中 V_{fi} 、 V_{mi} 、 V_i 分别表示考虑政府补贴时,不对称信息对加盟店、制造商与供应链利润的影响即信息价值。通过对命题 1 和命题 2 进行比对,得到推论 1 与推论 2。

推论 1 ① $\theta_H^{A*} - \theta_H^{N*} < 0$, $\theta_L^{A*} = \theta_L^{N*}$; ② $\alpha_i^{A*} > \alpha_i^{N*}$ ($\alpha_i^{N*} < 0$); ③ $\beta_L^{A*} = \beta_L^{N*} = 1$, $\beta_H^{A*} < \beta_H^{N*} = 1$ 。

证明 ① 因为 $\theta_H^{A*} - \theta_H^{N*} = -\frac{(g_H-g_L)(kp+s)}{g_H^3}$, $(g_H-g_L) > 0$, 所以, $\theta_H^{A*} - \theta_H^{N*} < 0$, $\theta_L^{A*} = \theta_L^{N*} = \frac{kp+s}{g_L}$ 。

② 类似地,做差可得, $\alpha_L^{A*} - \alpha_L^{N*} > 0$, $\alpha_H^{A*} - \alpha_H^{N*} > 0$, 所以, $\alpha_i^{A*} > \alpha_i^{N*}$ 。

③ 显然, $\beta_L^{A*} = \beta_L^{N*}$, 又因为 $\beta_H^{A*} - \beta_H^{N*} = -\frac{(g_H-g_L)(kp+s)}{g_H kp} < 0$, 所以 $\beta_H^{A*} < \beta_H^{N*} = 1$ 。证毕。

推论 1①表明:绿色成本系数较高时,信息不对称导致产品绿色度降低,这表明制造商生产效率较低时,信息共享有利于制造商提高产品绿色度;绿色成本系数较低时,信息不对称不会带来绿色度水平变化,这表明绿色生产效率较高的制造商更能维持产品的绿色度水平。

推论 1②表明:无论成本系数高与低,不对称信息下的固定支付都大于信息对称时的固定支付,这说明零售商具有信息劣势,无论制造商生产效率高或低,都需要购买信息,加盟店要为获得信息付出一定代价。

推论 1③表明:无论成本系数高与低,信息对称都更有利于制造商获得更多的提成。当制造商成本系数较低时,提成率恒为 1,这表明制造商生产效率较高时,制造商总能获得所有的提成;当制造商成本系数较高时,制造商在信息对称下获得的提成高于信息不对称时获得的提成,这说明制造商生产效率较低时,信息有利于制造商获得更高的提成。

推论 2 ① $V_{fi} < 0$, $V_{mH} = 0$, $V_{mL} > 0$; ② $V_H < 0$, $V_L = 0$ 。

证明 ① 根据前文对于信息价值的假设,对利润做差可得:

$$V_{fL} = -\frac{1}{2} \frac{g_L(kp+s)^2(g_H-g_L)}{g_H^3} < 0, \text{ 因此 } \pi_f(\alpha_L^{A*}, \beta_L^{A*}) < \pi_f(\alpha_L^{N*}, \beta_L^{N*})。 \text{ 同理, 得到 } V_{fH} < 0, V_{mL} > 0, V_{mH} = 0。$$

② $V_H = -\frac{1}{2} \frac{(g_H-g_L)^2(kp+s)^2}{g_H^3} < 0$, 同理, $V_L = V_{fL} + V_{mL} = 0$ 。证毕。

推论 2①表明:无论绿色成本系数高或低,信息不对称都会导致加盟店的利润下降,这表明加盟店的信息劣势与绿色生产效率无关;绿色成本系数高时,制造商信息价值为 0,绿色成本系数低时,信息能够带来更多的利润,这表明绿色生产效率能够为制造商带来更多的信息价值。

推论 2②表明:绿色成本系数对供应链利润有影响:当绿色成本系数较低时,不对称信息导致系统利润下降,反之,系统利润保持不变。这表明:当制造商绿色生产效率低时,信息价值会带来不利影响;当制造商绿色生产效率高时,信息不对系统整体利润产生影响。具体而言,当效率较低时,加盟店因信息劣势支付信息租金,制造商由于生产效率低,又无法获得信息租金,供应链整体效益受损;当效率较高时,制造商获得信息租金,加盟店付出信息租金,利润在供应链实现重新分

配,部分收益从信息劣势方转向信息优势方,供应链整体信息价值不变。

接下来分析政府补贴力度对均衡契约参数以及最优利润的影响,见性质 1。

性质 1 ① $\frac{\partial \alpha_L^*}{\partial s} < 0, \frac{\partial \beta_H^*}{\partial s} < 0, \frac{\partial \beta_L^*}{\partial s} = 0, \frac{\partial \theta_i^*}{\partial s} > 0;$
 ② $\frac{\partial \pi_{fi}^*}{\partial s} > 0, \frac{\partial \pi_{mh}^*}{\partial s} = 0, \frac{\partial \pi_{ml}^*}{\partial s} > 0;$; ③ $\frac{\partial \pi_i^*}{\partial s} > 0。$

证明 ① 求 α_L^* 关于 s 的一阶偏导可以得到:
 $\frac{\partial \alpha_L^*}{\partial s} = -\frac{(g_H^3 - g_L^2 g_H + g_L^3)(kp+s)}{g_H^3 g_L}$, 因为 $g_H > g_L$, 所以
 $\frac{\partial \alpha_L^*}{\partial s} < 0$ 。类似地,可以得到: $\frac{\partial \beta_H^*}{\partial s} < 0, \frac{\partial \beta_L^*}{\partial s} = 0, \frac{\partial \theta_L^*}{\partial s} >$
 $0, \frac{\partial \theta_H^*}{\partial s} > 0。$

② 对于加盟店,求 π_{fi}^* 关于 s 的一阶偏导可以得到:
 $\frac{\partial \pi_{fh}^*}{\partial s} = \frac{(2g_H - g_L)(kp+s)g_L}{g_H^3}, \frac{\partial \pi_{fl}^*}{\partial s} =$
 $\frac{(g_H^3 - g_L^2 g_H + g_L^3)(kp+s)}{g_H^3 g_L}$ 。因为 $2g_H > g_L$, 所以 $\frac{\partial \pi_{fi}^*}{\partial s} > 0。$

类似地,求 π_{mi}^* 关于 s 的一阶偏导可以得到: $\frac{\partial \pi_{mh}^*}{\partial s} = 0,$
 $\frac{\partial \pi_{ml}^*}{\partial s} > 0。$

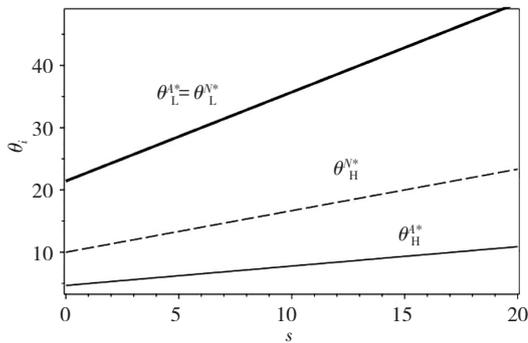
③ 对于供应链,求 π_i^* 关于 s 的一阶偏导可以得到:
 $\frac{\partial \pi_H^*}{\partial s} = \frac{(2g_H - g_L)(kp+s)g_L}{g_H^3}, \frac{\partial \pi_L^*}{\partial s} = \frac{kp+s}{g_L}$ 。因为 $2g_H$
 $> g_L$, 所以 $\frac{\partial \pi_H^*}{\partial s} > 0, \frac{\partial \pi_L^*}{\partial s} > 0。$ 证毕。

性质 1①表明:当生产效率较低时,随着政府补贴的增加,提成率下降;当生产效率较高时,随着政府补贴的增加,提成率不变,固定费用下降。此外,随着政府补贴的提高,产品的绿色度会不断增加,这说明政府补贴有利于激励制造商提升产品的绿色度,进而促进整个产业的发展。

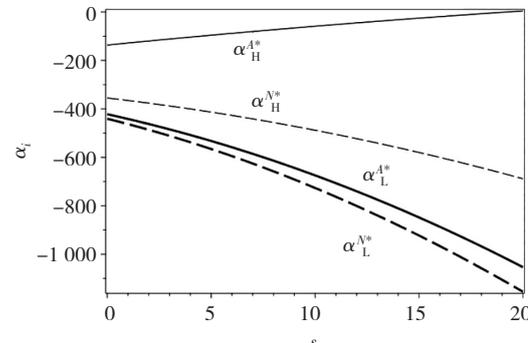
性质 1②表明:当生产效率较低,信息不对称时,对于加盟店而言,无论制造商绿色生产效率高与低,总是能够从政府补贴中获利,这是因为政府补贴的转移;对于制造商而言,当生产效率较低,补贴无法提高制造商的利润,生产效率较高时,制造商的利润会增加,这说明,当绿色生产效率较低时,政府补贴无效率,应该减

少对于制造商的补贴。性质 1②说明:差异化补贴具有区分作用,有利于使生产效率较高的制造商获得更多的利润增长,这有利于新能源汽车行业的优胜劣汰,进而推动产业转型。性质 1③表明:无论生产效率高与低,政府补贴都有利于供应链利润提升,这说明,对于供应链而言,政府补贴总是有效的。

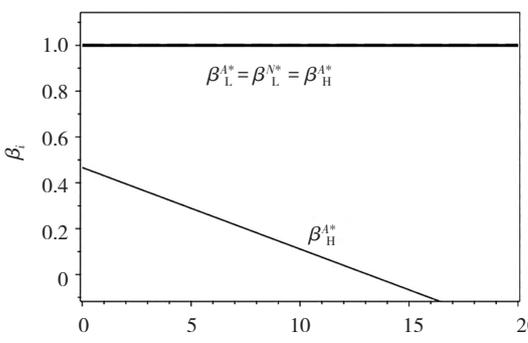
参考 Cakany^[35]、孙晓华等^[22], 选取 $a = 50, b = 2, k = 1, p = 15, \pi_0 = 20, g_H = 1.5, g_L = 0.7$, 选取政府补贴系数 $s \in [0, 20]$, 考察其对供应链最优合同的影响, 见图 1。



(a) s 对绿色度的影响



(b) s 对固定支付的影响



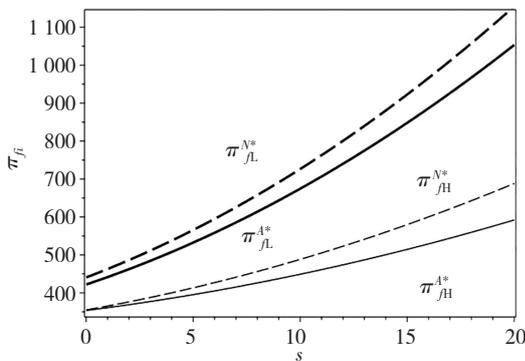
(c) s 对提成率的影响

图 1 补贴对绿色度与契约参数的影响

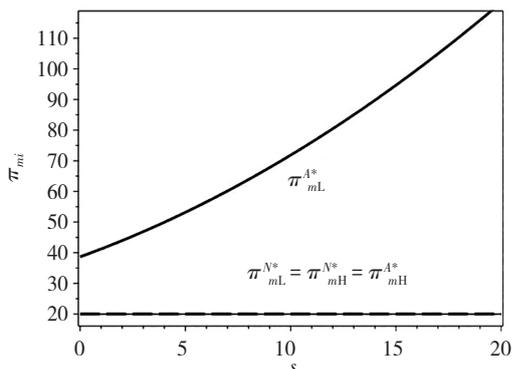
Fig. 1 Impact of subsidies on greenness and contract parameters
 图 1(a)反映了政府补贴力度对均衡绿色度的影响:随着补贴力度的增加,制造商会不断提高绿色度水

平,相较于低生产效率制造商,高生产效率制造商的绿色度提升速度更快,且更具有稳定性,不会受到信息的干扰;在相同补贴力度下,无论信息是否对称,高生产效率制造商的绿色度水平都会高于低生产效率制造商的绿色度水平,这是因为效率会促使制造商增加对产品绿色度的投入。图 1(b)、图 1(c)反映了政府补贴力度对均衡契约参数的影响:当生产效率较高时,随着政府补贴力度的加大,固定支付下降,加盟店获得的固定销售费用不断提高,提成率为 1,保持不变。这说明政府补贴能提高加盟店的固定收入,对加盟店有利。当生产效率较低时,补贴对于契约参数的作用受到信息的影响:信息对称时,随着政府补贴力度的加大,固定支付下降,提成率不变;信息不对称时,随着政府补贴力度的加大,固定支付呈上升趋势,提成率下降。图 1 说明了政府通过调整补贴力度可以有效影响加盟店合同设计,并提高制造商产品绿色度,推动新能源汽车产业可持续发展。

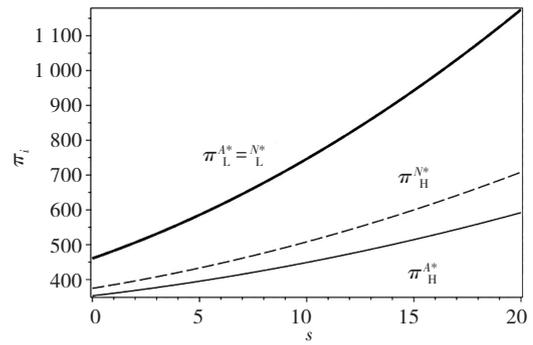
为分析政府补贴对均衡利润的影响,选取 $a = 50$, $b = 2, k = 1, p = 15, \pi_0 = 20, g_H = 1.5, g_L = 0.7$, 选取政府补贴系数 $s \in [0, 20]$, 见图 2。



(a) s 对加盟店利润的影响



(b) s 对制造商利润的影响



(c) s 对供应链利润的影响

图 2 补贴对利润的影响

Fig. 2 Impact of subsidies on profits

图 2 给出了政府补贴对加盟店、制造商和供应链利润的影响。随着补贴力度的上升,加盟店的利润增加,但是,低成本类型加盟店利润增幅远远大于高成本类型加盟店利润上升幅度,信息对称时利润增幅又大于信息不对称时的利润上升幅度(图 2(a))。这表明制造商生产效率越高,政府补贴的效果越明显,信息对称也有利于提高补贴效果。对于制造商,当成本系数较高或信息对称时,政府补贴失效,补贴不能带来利润增长,无论政府补贴与否,制造商始终只能拿到保留利润(图 2(b))。这是因为当制造商绿色生产效率较低时,政府补贴通过价格形式转移到了加盟店;当成本系数较低且制造商成本信息私有时,政府补贴能带来利润增长,且随着补贴力度增大,补贴价值也随之增大。这说明补贴作用发挥具有一定条件,政府应加大对高效率制造商的补贴。

从图 2(c)中可以看出:生产效率较高时,政府补贴不会影响供应链间的差距;效率较低时,政府补贴会拉大供应链间的差距。当制造商生产效率较高时,供应链利润上升速度大于效率较低时供应链利润上升幅度。这表明制造商生产效率越高,政府补贴的作用越显著。

5 不对称信息与政府补贴叠加效应分析

上一节分别介绍了不对称信息和差异化补贴对于最优决策和均衡利润的影响。在上一节的基础上,本节考虑政府补贴对信息价值的叠加影响。通过对信息价值求补贴的一阶偏导,得到性质 2。

性质 2 ① $\frac{\partial V_f}{\partial s} < 0$; ② $\frac{\partial V_{mL}}{\partial s} > 0, \frac{\partial V_{mH}}{\partial s} = 0$; ③ $\frac{\partial V_H}{\partial s} < 0$,

$\frac{\partial V_L}{\partial s} = 0$ 。

证明 ① $\frac{\partial V_{fL}}{\partial s} = -\frac{(g_H - g_L)(kp + s)g_L}{g_H^3} < 0, \frac{\partial V_{fH}}{\partial s} =$

$-\frac{(g_H - g_L)(kp + s)g_L}{g_H^3} < 0$ 。

② 因为 $V_{mL} = -V_{fL}$, 显然 $\frac{\partial V_{mL}}{\partial s} > 0$, 又因为 $V_{mH} = 0$, 所以, $\frac{\partial V_{mH}}{\partial s} = 0$ 。

③ 由于 $V_H = V_{fH}$, 所以 $\frac{\partial V_H}{\partial s} < 0$, 因为 $V_L = V_{mL} + V_{fL} = 0$, 所以 $\frac{\partial V_L}{\partial s} = 0$ 。证毕。

从性质 2 可以看出:政府补贴对加盟店、制造商、供应链的信息价值产生很大的影响。对于加盟店而言,无论效率高与低,随着政府补贴力度的增加,其信息价值都在减少,这表明加盟店作为信息劣势方,政府补贴会进一步加剧其信息劣势。对于制造商而言,当生产效率较高时,随着补贴力度的提高,信息价值也会不断增大,这表明制造商拥有成本信息,能够凭借信息优势获得“信息租金”,而政府补贴会进一步扩大其信息优势;当生产效率较低时,制造商仅能获得保留利润,与政府补贴无关。对于供应链系统,当生产效率较高时,政府补贴不会影响供应链整体利润,但会促进供应链内部发生利润转移。制造商作为信息优势方,在政府补贴下,信息价值得到进一步加大,而加盟店的信息劣势则随政府补贴加剧,因此,供应链利润从加盟店转向制造商;当生产效率较低时,补贴对供应链信息价值产生不利影响,这是因为补贴一方面加剧了加盟店的信息劣势,一方面制造商又不能通过信息优势获利,因此对于供应链整体而言,补贴会使得供应链利润进一步下降。

为使结论更加直观明了,对上述叠加效应进行数值分析。选取 $a = 50, b = 2, k = 1, p = 15, \pi_0 = 20, g_H = 1.5, g_L = 0.7$, 选取政府补贴系数 $s \in [0, 20]$, 分析政府补贴对信息价值的影响。

补贴对加盟店信息价值的影响如图 3 所示。无论生产效率高与低,加盟店的信息价值始终为负,且随着补贴力度的增加,加盟店的信息价值会不断下降;相较于高生产效率情况,当制造商绿色生产效率较低时,加盟店的信息价值下降速度更快,这也验证了性质 2①的结论:政府补贴会进一步加剧加盟店的信息劣势。

补贴对制造商信息价值的影响如图 4 所示。随着补贴的增加,高生产效率制造商的信息价值不断增长,而低生产效率制造商信息价值不变,这说明叠加效应受到生产效率的影响。另外,随着政府对制造商补贴的增加,制造商凭借更高的生产效率和绿色度水平,可以获得额外的信息租金,而低成本效率制造商只能得到保留利润,两者之间的利润差逐渐扩大,这表明补贴

会加大高效率制造商的信息优势。

补贴对供应链信息价值的影响如图 5 所示。当效率较低时,随着补贴的增加,供应链信息价值快速下降,当效率较高时,供应链信息价值不变。这表明在信息价值上,制造商生产效率较高时,供应链具有更大的优势,且这种优势随着补贴力度的加大而得到增强。

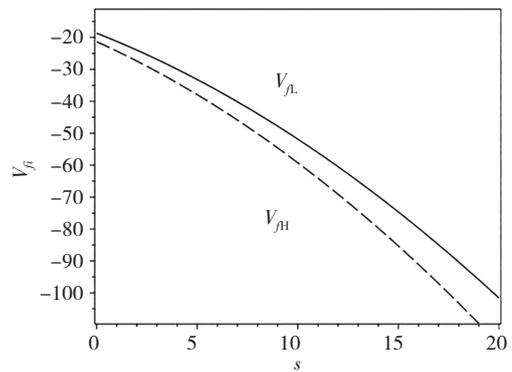


图 3 补贴对加盟店信息价值的影响

Fig. 3 Impact of subsidies on the information value of franchisees

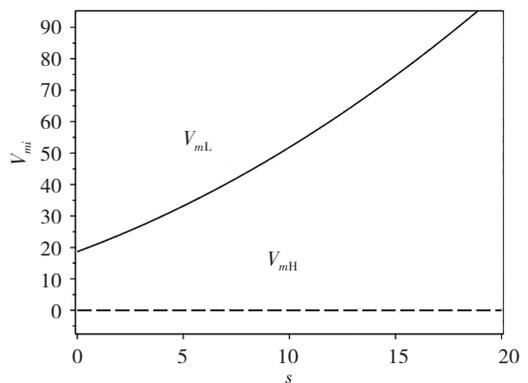


图 4 补贴对制造商信息价值的影响

Fig. 4 Impact of subsidies on the information value of manufacturers

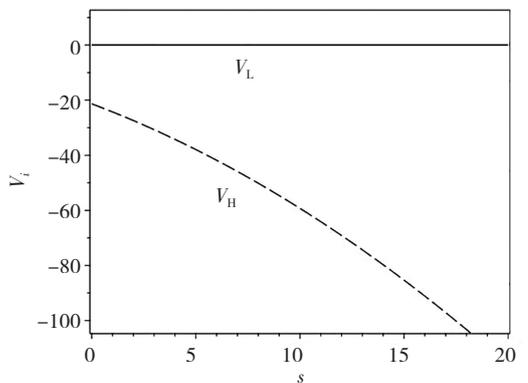


图 5 补贴对供应链信息价值的影响

Fig. 5 Impact of subsidies on the information value of the supply chain

6 结 论

研究了一个制造商和一个加盟店(小鹏汽车)组成的新能源汽车供应链,考虑制造商成本信息不对称时,供应链成员的最优销售契约设计问题,分析政府补贴对契约参数、绿色度、最优利润的影响以及信息价值,进一步分析了政府补贴对供应链成员及供应链系统信息价值的影响,在此基础上,给出一些数值算例。

(1) 政府补贴对供应链成员决策、利润有很大的影响。对加盟店而言,政府补贴总能提高其利润,这有利于吸引更多加盟商进入新能源汽车市场;当生产效率高时,补贴能够带来更多的利润,因此,加盟店会选择与高效率的制造商合作。对制造商而言,政府补贴能激励制造商提高新能源汽车的绿色度水平,从而提升制造商的竞争优势;当生产效率较高时,补贴才能提高制造商的利润,当生产效率低时,补贴失效,这说明差异化补贴具有一定区分作用,有利于使生产效率较高的制造商获得更多的利润增长,这有利于新能源汽车行业的优胜劣汰,进而推动产业转型与高质量发展。对于供应链系统,无论生产效率高与低,政府补贴都有利于供应链利润提升,这说明对于供应链整体而言,政府补贴总是有效的,补贴有利于促进新能源汽车产业的发展,促进节能减排。

(2) 不对称信息对供应链成员及供应链系统有影响。对于加盟店,作为成本信息的劣势方,信息不对称总是导致其利润的损失,因此加盟店要积极、主动地去获取更多信息。对于制造商而言,信息并不总是产生信息价值,只有当生产效率较高时,才能获得信息租金;当生产效率较低时,制造商只能拿到保留利润,政府补贴失效。这说明制造商信息价值的发挥会受到其生产效率的影响,制造商应不断提升自身的生产效率以获取更多信息租金。从供应链角度来看,信息不对称会导致供应链整体利润的内部转移或下降,当制造商生产效率较低时,信息不对称导致供应链整体利润下降;当生产效率较高时,供应链利润发生内部转移。因此,为实现供应链整体的利润最大化,加盟店应在保持自身利益的前提下,积极促进制造商进行信息共享。

(3) 政府补贴对信息价值具有叠加效应。对于加盟店,政府补贴会加剧加盟店的信息劣势,进一步减少

其信息价值,因此,加盟店会通过各种途径获得信息以减少信息不对称,如向第三方机构购买信息;另外,加盟店出于其利润最大化目的,可能会阻碍政府补贴政策的实施与推行。对于制造商,政府补贴对其信息价值的叠加效应会受到制造商的生产效率影响,当制造商生产效率较高时,补贴会加大其信息优势,使其获得更多信息价值;但当生产效率较低时,制造商仅能获得保留利润。因此,制造商只有提高绿色生产效率,才能发挥自身信息优势,在政府补贴的加持下,获得更多转移支付。此外,制造商作为信息的既得利益者,不会选择公开其私有信息,除非获得更多的“信息租金”。对于供应链系统,补贴的叠加效应同样受到生产效率影响,当生产效率较高时,政府补贴会促进供应链内部利润转移,当生产效率较低时,补贴对供应链信息价值产生不利影响。因此,政府应加大对高效率新能源汽车制造商的补贴力度,减少或不补贴低效率制造商,从而实现产业优胜劣汰与转型。

参考文献(References):

- [1] 张雪峰, 宋鸽, 闫勇. 城市低碳交通体系对能源消费结构的影响研究——来自中国十四个城市的面板数据经验[J]. 中国管理科学, 2020, 28(12): 173—183.
ZHANG Xue-feng, SONG Ge, YAN Yong. The impact of urban low-carbon transportation system on the improvement of the structure of energy consumption evidence from 14 cities in China[J]. Chinese Journal of Management Science, 2020, 28(12): 173—183.
- [2] 人民网. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话[EB/OL]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2020/0923/c64036-31871320.html>. 2020-9-23.
People CN. Xi Jinping delivered an important speech at the general debate of the 75th Session of the UN General Assembly [EB/OL]. <http://cpc.people.com.cn/n1/2020/0923/c64036-31871320.html>. 2020-9-23.
- [3] AVCI B, GIROTRA K, NETESSINE S. Electric vehicles with a battery switching station: Adoption and environmental impact[J]. Management Science, 2015, 61(4): 772—794.
- [4] 何茵楠, 王帮俊, 魏宇茜, 等. 碳减排下的汽车零部件循环取货路径优化研究[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2021, 38(3): 71—78.
HE Yin-nan, WANG Bang-jun, WEI Yu-xi, et al. Research

- on the optimization of milk run route of automobile parts based on carbon-emission reduction [J]. *Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition)*, 2021, 38(3): 71—78.
- [5] 陆一夫. 补贴退坡后, 双积分新政是新能源汽车的续命良方吗?[N]. *新京报*, 2019-07-10(3).
LU Yi-fu. After the subsidy decline, double integral New Deal is the new energy vehicle longevity prescription? [N]. *The Beijing News*, 2019-07-10(3).
- [6] 中国汽车工业协会. 全国新能源汽车保有量已突破 1000 万辆 [EB/OL]. http://www.caam.org.cn/chn/7/cate_120/con_5236008.html. 2022-07-07.
China Association of Automobile Manufactures. China's new energy vehicles have exceeded 10 million [EB/OL]. http://www.caam.org.cn/chn/7/cate_120/con_5236008.html. 2022-07-07.
- [7] 赵骅, 郑吉川. 不同新能源汽车补贴政策对市场稳定性的影响[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(9): 47—55.
ZHAO Hua, ZHENG Ji-chuan. The impact of different new energy vehicle subsidy policies on market stability[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(9): 47—55.
- [8] 刘兰剑, 张萌, 黄天航. 政府补贴、税收优惠对专利质量的影响及其门槛效应—基于新能源汽车产业上市公司的实证分析[J]. *科研管理*, 2021, 42(6): 9—16.
LIU Lan-jian, ZHANG Meng, HUANG Tian-hang. The impact of government subsidies and tax preferences on patent quality and its threshold effect: An empirical analysis based on the listed companies in the new energy automobile industry[J]. *Science Research Management*, 2021, 42(6): 9—16.
- [9] 王郑, 张成堂. 可持续供应链下的政府差异化补贴与供求模型研究[J]. *重庆工商大学学报(自然科学版)*, 2022, 39(3): 89—99.
WANG Zheng, ZHANG Cheng-tang. Study on the government's differentiated subsidies and the supply and demand model under the sustainable supply chain[J]. *Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition)*, 2022, 39(3): 89—99.
- [10] 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. Strategies and coordination in supply chain considering government subsidy and consumers' green preference[J]. *Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition)*, 2022, 39(3): 81—88.
- [11] 张海斌, 盛昭瀚, 孟庆峰. 新能源汽车市场开拓的政府补贴机制研究[J]. *管理科学*, 2015, 28(6): 122—132.
ZHANG Hai-bin, SHENG Zhao-han, MENG Qing-feng. The government subsidies mechanism for market development of new energy vehicle [J]. *Journal of Management Science*, 2015, 28(6): 122—132.
- [12] HUANG J, LENG M, LIANG L, et al. Promoting electric automobiles: Supply chain analysis under a government's subsidy incentives scheme[J]. *IIE Transactions*, 2013, 45(8): 826—844.
- [13] LUO C, LENG M, HUANG J, et al. Supply chain analysis under a price-discount incentive scheme for electric vehicles[J]. *European Journal of Operational Research*, 2014, 235(1): 329—333.
- [14] 士明军, 王勇, 吉进迪, 等. 政府补贴下绿色供应链需求预测信息共享研究[J]. *管理工程学报*, 2020, 34(4): 119—125.
SHI Ming-jun, WANG Yong, JI Jin-di, et al. Information sharing with respect to green supply chain demand forecasts under government subsidies[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2020, 34(4): 119—125.
- [15] 熊勇清, 李小龙, 黄恬恬. 基于不同补贴主体的新能源汽车制造商定价决策研究[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(8): 139—147.
XIONG Yong-qing, LI Xiao-long, HUANG Tian-tian. Research on new energy vehicle manufacturers' pricing decision basis for different subsidy bodies[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(8): 139—147.
- [16] 巫强, 刘蓓. 政府研发补贴方式对战略性新兴产业创新的影响机制研究[J]. *产业经济研究*, 2014(6): 41—49.
WU Qiang, Liu Bei. Research on the influencing mechanism of modes of distribution of government R&D subsidy on the innovation of strategic emerging industries [J]. *Industrial Economics Research*, 2014(6): 41—49.
- [17] GU X, IEROMONACHOU P, ZHOU L. Subsidising an electric vehicle supply chain with imperfect information [J]. *International Journal of Production Economics*, 2019, 211: 82—97.
- [18] 鞠晴江, 鞠鹏, 代文强, 等. 新能源汽车补贴政策与保有量影响研究: 单位补贴、销售奖励与产品差异化[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(6): 101—116.
JU Qing-jiang, JU Peng, DAI Wen-qiang, et al. Adoption of

- new energy vehicles under subsidy policies: Unit subsidies, sales incentives and product differentiation [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(6): 101—116.
- [19] 钟太勇, 杜荣. 基于博弈论的新能源汽车补贴策略研究[J]. *中国管理科学*, 2015, 23(1): 817—822.
ZHONG Tai-yong, DU Rong. Research on subsidies strategy of new energy vehicles based on game theory [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2015, 23(1): 817—822.
- [20] GNANN T, STEPHENS T S, LIN Z, et al. What drives the market for plug-in electric vehicles?: A review of international PEV market diffusion models[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 93: 158—164.
- [21] LANGBROEK J H M, FRANKLIN J P, SUSILO Y O. The effect of policy incentives on electric vehicle adoption [J]. *Energy Policy*, 2016, 94: 94—103.
- [22] 孙晓华, 王昀, 刘小玲. 范式转换、异质性与新兴产业演化[J]. *管理科学学报*, 2016, 19(8): 67—83.
SUN Xiao-hua, WANG Yun, LIU Xiao-ling. Paradigm shift, heterogeneity and evolution of emerging industry[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19 (8): 67—83.
- [23] 李晓敏, 刘毅然, 杨娇娇. 中国新能源汽车推广政策效果的地域差异研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(8): 51—61.
LI Xiao-min, LIU Yi-ran, YANG Jiao-jiao. On the regional differences of new energy vehicle promotion policy in China[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2020, 30(8): 51—61.
- [24] EGNÉR F, TROSVIK L. Electric vehicle adoption in Sweden and the impact of local policy instruments[J]. *Energy Policy*, 2018, 121: 584—596.
- [25] LI X, CHEN P, WANG X. Impacts of renewables and socioeconomic factors on electric vehicle demands: Panel data studies across 14 countries [J]. *Energy Policy*, 2017, 109: 473—478.
- [26] 文悦, 王勇. 双渠道制造商成本信息不对称下电商平台最优服务契约设计[J]. *中国管理科学*, 2022, 30(5): 248—262.
WEN Yue, WANG Yong. The optimal service contract design of E-commerce platform under dual-channel manufacturer cost information asymmetry [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2022, 30 (5): 248—262.
- [27] MUKHOPADHYAY S K, SU X, GHOSE S. Motivating retail marketing effort: Optimal contract design[J]. *Production and Operations Management*, 2009, 18(2): 197—211.
- [28] 张旭梅, 金亮. 存在线下体验店的 O2O 供应链佣金契约设计[J]. *管理评论*, 2020, 32(2): 278—286.
ZHANG Xu-mei, JIN Liang. Design of commission contract in offline to online supply chain in the presence of showroom[J]. *Management Review*, 2020, 32(2): 278—286.
- [29] 士明军, 王勇, 文悦. 不同市场能力下的“电商-平台-物流”在线销售系统的决策研究[J]. *管理工程学报*, 2020, 34(3): 112—121.
SHI Ming-jun, WANG Yong, WEN Yue. Research on the online sales system of “online seller-platform-logistics” in different market power structures [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2020, 34 (3): 112—121.
- [30] GHOSH D, SHAH J. Supply chain analysis under green sensitive consumer demand and cost sharing contract [J]. *International Journal of Production Economics*, 2015, 164: 319—329.
- [31] ZHU W, HE Y. Green product design in supply chains under competition[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 258(1): 165—180.
- [32] 士明军, 王勇, 但斌, 等. 绿色供应链中不对称需求预测下的信息共享研究[J]. *中国管理科学*, 2019, 27(4): 104—114.
SHI Ming-jun, WANG Yong, DAN Bin, et al. Information sharing in a green supply chain with asymmetric demand forecasts[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(4): 104—114.
- [33] LIU Z, ANDERSON T D, CRUZ J M. Consumer environmental awareness and competition in two-stage supply chains [J]. *European Journal of Operational Research*, 2012, 218 (3): 602—613.
- [34] SWAMIS S, SHAH J. Channel coordination in green supply chain management [J]. *The Journal of the Operational Research Society*, 2013, 64 (3): 336—351.
- [35] CAKANY LD R MM, FENG Q, GAN X, et al. Contracting and coordination under asymmetric production cost information [J]. *Production and Operations Management*, 2012, 21(2): 345—360.