

隐性补贴下“双积分”政策对汽车供应链生产决策的影响

赵丹¹, 郑芳悦¹, 唐金环², 薛婉婷¹

(1. 安徽工业大学管理科学与工程学院, 安徽马鞍山 243032; 2. 沈阳航空航天大学经济与管理学院, 沈阳 110136)

摘要: 随着国家补贴的取消, 地方补贴进入接力状态, 目前我国新能源汽车政策正处在隐性补贴与“双积分”政策并行的阶段。在此背景下, 研究建立由传统车企、零售商和消费者组成的4种汽车供应链决策模型, 分析市场性因素和政策性因素对汽车供应链生产决策的多重影响。结果发现: 与无补贴相比, 隐性补贴会促使新能源汽车价格上升, 但有利于新能源汽车的推广; 当隐性补贴退出后, 积分价格的介入可以降低新能源汽车价格, 并接续隐性补贴进一步提升新能源汽车销量; 在油耗未达标情景下, 传统车企对补贴的依赖较高, 在政策过渡阶段, 传统车企实施减排有利于其平稳发展; 积分价格和积分比例的增长均有利于传统车企由传统能源向新能源转型, 且设定更高的积分价格比设定更高的积分比例更有利于促进新能源汽车行业的发展。在政策过渡阶段, 传统车企应注重提升自身的研发能力, 并积极调动需求端的购买热情; 政策制定者应保持供需两侧政策的多样性和协同性, 既要推动供给侧新旧动能的转换, 又要拉动需求侧的消费活力。

关键词: 汽车供应链; 生产决策; 隐性补贴; “双积分”政策; 燃油消耗量; 市场性因素; 新能源汽车政策

中图分类号: F 224.32 **文献标志码:** A **doi:** 10.12415/j.issn.1671-7872.24112



The Impact on the “Dual Credit” Policy on Production Decisions in the Automobile Supply Chain under Implicit Subsidy

ZHAO Dan¹, ZHENG Fangyue¹, TANG Jinhuan², XUE Wanting¹

(1. School of Management Science and Engineering, Anhui University of Technology, Manshan 243032, China;
2. School of Economics and Management, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: With the cancellation of national subsidies and the transition to local subsidies, China's new energy vehicle (NEV) policies are currently in a phase where implicit subsidies and the “dual-credit” policy coexist. Against this backdrop, four decision-making models of the automotive supply chain, composed of traditional automakers, retailers, and consumers, were established to analyze the multiple impacts of market and policy factors on production decisions within the automotive supply chain. The results show that compared with no subsidies, implicit subsidies lead to an increase in the price of NEVs but facilitate their market penetration. After the withdrawal of implicit subsidies, the introduction of credit prices can reduce the prices of NEVs and further boost their sales, effectively continuing the role of implicit subsidies. In scenarios where fuel consumption standards are not

收稿日期: 2024-06-19

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(72204001, 71702112); 安徽省高校优秀青年科研项目(2023AH030035); 安徽省高校优秀科研创新团队(2022AH010027); 安徽省哲学社会科学规划项目(AHSKQ2020D14)

通信作者: 赵丹(1987—), 女, 黑龙江齐齐哈尔人, 讲师, 博士, 主要研究方向为物流与供应链管理。

引文格式: 赵丹, 郑芳悦, 唐金环, 等. 隐性补贴下“双积分”政策对汽车供应链生产决策的影响[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2025, 42(2):209-222.

met, traditional automakers exhibit a higher reliance on subsidies. During the policy transition stage, implementing emission reduction measures is beneficial for the stable development of traditional automakers. Both an increase in credit prices and credit ratios are conducive to the transition of traditional automakers from conventional energy vehicles to NEVs. Setting higher credit prices is more effective in promoting the development of the NEV industry than setting higher credit ratios. In the stage of policy transition, traditional automakers should focus on enhancing their own research and development capabilities and actively stimulate consumer demand. Policymakers should maintain diversity and coordination in both supply-side and demand-side policies, driving the transformation of old and new dynamics on the supply side while boosting consumption vitality on the demand side.

Keywords: automotive supply chain; production decision; implicit subsidies; “dual credit” policy; fuel consumption; market factors; new energy vehicle policy

随着国家补贴(下文简称国补)于2022年12月31日的完全退出,2023年初的新能源乘用车市场销量呈下降趋势,为缓解国补退出带来的消极影响,隐性补贴(本文将隐性补贴定义为中央政府实施的消费者购车税减免补贴和地方政府实施的消费者购车补贴)的快速响应稳定了销量下降的局面。根据工信部数据显示,相较于2022年12月的新能源汽车(new energy vehicle, NEV)销售量,2023年1月国补退出后的新能源汽车销量由81.4万辆下降至40.8万辆,同比下降6.3%,环比下降49.9%。2024年2月为提振新能源汽车销量,隐性补贴政策应运而生。相较1月的无补贴数据,2月隐性补贴介入后的新能源汽车市场销量增速明显,由40.8万辆增至52.5万辆,同比增长55.9%,环比增长28.7%。可见,国补的退出造成了新能源汽车市场小规模动荡,后期隐性补贴的接续稳定了市场销量。为了从内部激发车企转型升级的积极性,我国政府于2017年9月印发了《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法》^[1],即“双积分”政策,该政策是政府调控转为市场调控的关键,对传统车企平均燃油消耗量(corporate average fuel consumption, CAFC)积分和新能源汽车积分同时进行约束,要求传统车企在节能降耗的同时注重新能源汽车的发展。因此,分析隐性补贴和“双积分”政策背景下,不同政策的推进对传统车企转型升级的影响具有重要意义。具体地,在政策过渡阶段,隐性补贴和“双积分”政策的交替将如何影响新能源汽车、燃油汽车的研发与生产,以及传统车企的利润?这一系列问题值得深入探讨。

在“双积分”政策未实施之前,学者大多聚焦于补贴政策如何作用于汽车供应链^[2-13]。在补贴政策早期,学者多注重比较不同补贴对象的变化给汽车供应链带来的影响^[3-5];后来,随着新能源汽车的发展和大众对环保的重视,学者们将消费者低碳偏好和消费者续航能力需求纳入供应链模型^[6-9],研究

补贴政策和市场因素对新能源汽车扩散的影响;随着研究的深入,补贴政策和其他政策结合的复合牵引效果的研究也日渐丰富,如补贴和税收政策、补贴和“双碳”政策等^[10-13]。在车企对补贴政策的高度依赖下,学者大多着眼于补贴对供应链定价和生产决策的影响,忽视了补贴结束后,车企应如何调整生产策略应对政策变化。

在“双积分”政策背景下,已有研究多以积分价格为切入点,对传统车企生产策略进行研究^[14];也有学者进一步考虑“双积分”政策对燃油经济性的影响,分析不同政策因素带来的汽车市场份额的变革^[15];也有学者从消费者低碳偏好和燃油车减排入手,探究“双积分”政策对政府和企业决策的影响趋势^[16-18]。然而在隐性补贴下,双重政策对供应链成员定价和利润的影响是复杂的,需进一步研究。此外,政策过渡阶段,传统车企将要面临新的抉择来适应当下的市场格局,正如2023年初席卷燃油车行业的降价潮,与补贴政策的变动和排放标准的切换密切相关。

发展到目前,对于补贴政策和“双积分”政策的研究逐渐丰富。于晓辉等^[19]对比分析集中决策和分散决策下,综合考虑补贴退坡和“双积分”政策对汽车供应链的交叉影响;唐金环等^[20]以新冠疫情为背景,分析在政府补贴和双积分并行作用对汽车制造商生产决策的影响;郑吉川等^[21]探讨在“双积分”政策下,研发补贴是否对企业技术创新有激励效果;Yu等^[22]研究在“双积分”政策逐渐替代补贴政策时,汽车供应链的生产和定价决策;Li等^[23]采用混合整数线性规划方法,构建同时纳入补贴和“双积分”政策的新能源汽车供应链生产模型。现有学者对“双积分”和补贴政策的并行实施进行了探讨,但鲜有讨论政策过渡阶段对传统车企减排升级的影响。鉴于此,以汽车供应链为研究对象,通过比较隐性补贴政策与“双积分”政策的交叉影响,

探究汽车供应链在政策衔接阶段的决策问题。本文的创新点在于:结合隐性补贴和“双积分”政策深入推行的现实背景,通过构建不同情境下的博弈模型,分析政策过渡对传统车企生产决策的影响;同时,通过建立燃油车油耗达标与未达标2种不同情境下的决策模型,讨论这2种生产模式在政策过渡阶段对汽车供应链减排和转型升级积极性的影响。

1 问题描述与假设

1.1 问题描述

考虑将整个市场在不同地理位置上划分为多个

相同且独立的小市场,每个小市场仅包含1个制造商和1个零售商。如图1所示,研究对象为特定市场上的二级汽车供应链,其中传统车企既生产燃油车(G)又生产新能源汽车(N)且燃油车年产量大于3万辆,零售商负责燃油车和新能源汽车的销售。同时,构建包括政府、传统车企、零售商、消费者在内的四阶段 Stackelberg 动态博弈模型,分别在无政府介入、补贴消费者、补贴消费者和“双积分”政策协同3种情境下,建立4种汽车供应链决策模型。类似于文献[24-25],文中不考虑存货问题,即在建模中假设供应链产销平衡。

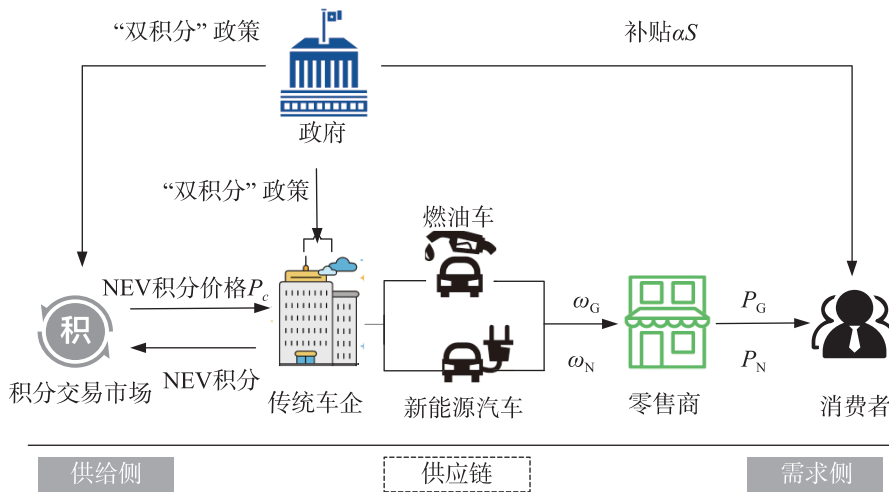


图1 二级汽车供应链示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the secondary automotive supply chain

博弈模型的决策阶段和博弈逻辑为:第一阶段,政府或者地方政府首先决定是否介入汽车市场并制定多类型的市场调控政策,其中包括补贴政策和“双积分”政策;第二阶段,为保证自身利益最大化,传统车企根据市场调控政策确定燃油车和新能源汽

车的价格,决策变量为批发价 ω_G, ω_N ;第三阶段,零售商向消费者售卖燃油车和新能源汽车,决策变量为零售价 P_G, P_N ;第四阶段,消费者根据实际零售价格、补贴力度和对不同车型的偏好决定购买燃油车或者新能源汽车。博弈逻辑框架如图2。

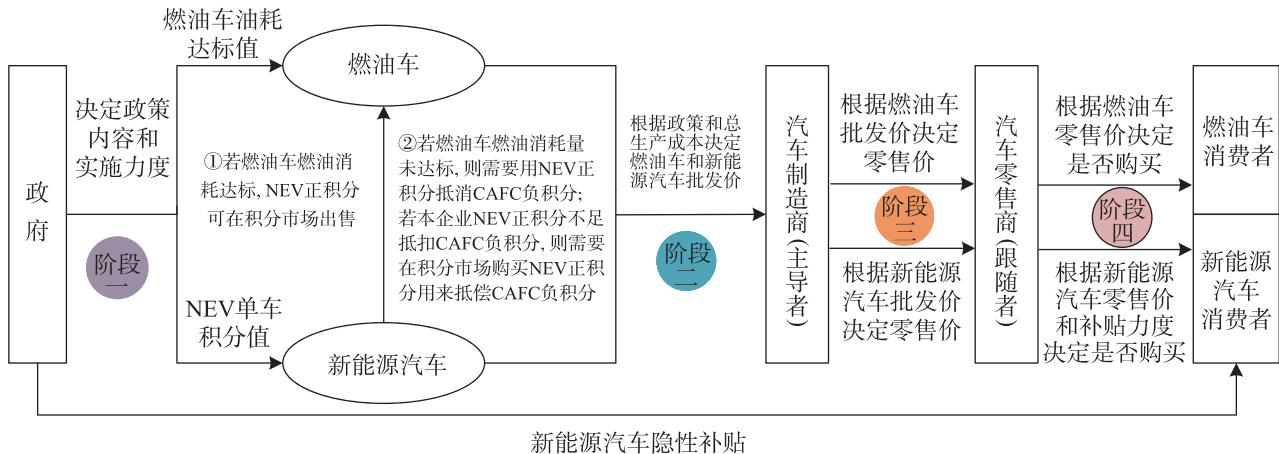


图2 博弈逻辑框架

Fig. 2 Game logic frame

1.2 参数符号与模型假设

“双积分”政策通过对汽车企业 CAFC 积分和 NEV 积分进行核算,以新能源汽车积分比例约束燃油车企进行节能减排和转型升级,同时以车型积分引导燃油车企或新能源车企生产高质量的燃油车和新能源汽车,从而促进低油耗车型和新能源车型的多元化布局。该政策对燃油车企的节能减排有严格的规定。根据政策规定,若车企的平均燃油消耗

量实际值大于目标值,则产生 CAFC 负积分,否则产生 CAFC 正积分;若车企的新能源汽车积分实际值高于达标值,则产生 NEV 正积分,否则产生 NEV 负积分。企业可通过自身的 NEV 和 CAFC 正积分或在积分市场购买 NEV 正积分来抵消 NEV 和 CAFC 负积分,亦可通过关联企业转让的 NEV 和 CAFC 正积分来抵消 CAFC 负积分,抵偿比例为 1:1。积分抵偿框架如图 3。

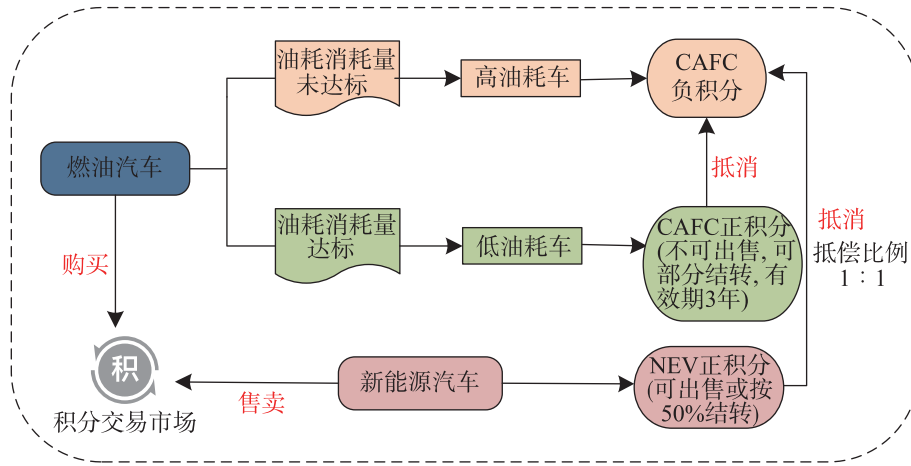


图3 积分抵偿示意图

Fig. 3 Schematic diagram of credit compensation

基于此,在本文模型框架下,所有参数符号及含义见表 1。

表 1 参数符号及含义

Tab. 1 Parameter symbol and its meaning

符号	符号意义($i=G, N$)	符号	符号意义
D	初始市场规模	$T(T \leq 3.4)$	新能源汽车单车所获 NEV 积分
$\theta(0 < \theta < 1)$	燃油车占市场比例	$Y(Y > 0)$	燃油车单车所获 CAFC 积分
P_G, P_N	燃油车与新能源汽车的售价	P_c	新能源汽车积分价格
ω_G, ω_N	燃油车与新能源汽车的批发价格	$\delta(0 < \delta < 1)$	标准车型积分核算乘性系数
C_i, C_0	总生产成本和初始生产成本	$e(e > 0)$	标准车型积分核算加性系数
$\gamma_i(\gamma_i > 0)$	研发努力成本系数	$R(R > 0)$	新能源汽车续航里程
$l_i(l_i > 0)$	消费者对研发努力水平的敏感系数	$\xi(0 < \xi < 1)$	低油耗乘用车核算优惠率
$h_i(h_i \geq 0)$	研发努力水平	$\beta(0 < \beta < 1)$	新能源汽车积分比例要求
$\lambda_i(\lambda_i > 0)$	消费者对汽车价格的敏感系数	$k(k > 0)$	汽车油耗研发努力水平敏感系数
$\alpha(0 \leq \alpha \leq 1)$	消费者隐性补贴感知系数	d, Y_0, Y_A	平均燃料消耗达标值、目标值、实际值
$S(S > 0)$	新能源汽车单车隐性补贴	π_r, π_m	零售商、传统车企利润
Q_G, Q_N	燃油车与新能源汽车的销量		

结合相关政策实际,考虑如下假设:

假设 1 为平衡积分市场的积分价格,2023 年

8 月工信部发布最新关于修改《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源积分并行管理办法》的决定^[26]

(下文简称《新办法》)。《新办法》提高了单车积分获取的难度,将纯电动车的标准车型积分计算方法由原来的 $0.012R+0.8$ (单车积分获取上限5.0分)修改为 $0.0034R+0.2$ (单车积分获取上限2.3分)。因此,假设车企每生产一辆新能源汽车可获NEV积分 $T=\delta R+e$, $T \leq 2.3$ 。

假设2 “双积分”政策下,NEV积分可在市场出售,CAFC积分不可出售只可结转。为简化计算,文中仅考虑单周期,不考虑CAFC正积分跨年结转。根据《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》^[27]规定,2021—2023年的企业平均燃料消耗达标要求分别为123%,120%,115%,文中令政策规定的平均燃料消耗量达标值为 d 。同时,根据《新办法》对燃油车油耗积分核算的规定,设传统车企每生产一辆燃油车可获得CAFC积分 $Y=Y_A-kh_G-dY_0$ 。 h_G 为燃油车研发努力水平,即随着燃油车研发水平的提升,目标油耗与实际油耗之间的差距不断缩小。 $Y>0$ 表明CAFC积分为负, $Y<0$ 表明CAFC积分为正。

假设3 《新办法》明确了2024—2025年新能源汽车积分比例要求,乘用车企业燃油车年度生产量或进口量达到3万辆以上的,新能源汽车积分比例要求分别为28%,38%,2023年仍可沿用旧版的18%,不满3万辆的乘用车企业无要求。同时给予低油耗乘用车在2021—2023年的新能源汽车积分比例核算优惠,低油耗乘用车的年度生产量或进口量达到3万辆以上的按照其数量的0.5,0.3,0.2倍计算,文中令国家低油耗乘用车核算优惠率为 ξ ($0<\xi<1$),新能源汽车积分比例要求为 β ,新能源汽车和燃油车销量分别为 Q_N , Q_G ,油耗消耗未达标和达标时的销量分别为 Q_N^{DF}/Q_N^{DS} , Q_G^{DF}/Q_G^{DS} ,其中上标DF和DS分别表示油耗未达标、达标2种情况下的销量,则传统车企燃油车油耗未达标时获得的NEV负积分为 $TQ_N^{DF}-\beta Q_G^{DF}$,达标时获得的NEV负积分为 $TQ_N^{DS}-\beta Q_G^{DS}$ 。

假设4 国补取消后,国家政府将购车税减免期延长至2027年底。同时,各地政府为稳定新能源汽车销量,纷纷出台购车补贴政策。如北京市、广州市和杭州市等地出台了地方补贴政策,补贴形式多样,包括购车款补贴、发放汽车消费券等形式。文中将国补取消后的地补和购置税减免称为隐性补贴,故令消费者获得的隐性补贴为 αS , S ($S>0$)为消费者购置新能源汽车总的单位补贴; α ($0 \leq \alpha \leq 1$)为消费者对隐性补贴的感知系数,随着隐性补贴的

退出,消费者对补贴的感知系数会降低。

假设5 假设 C_0 为初始生产成本, γ_G , γ_N 分别为燃油车和新能源汽车的研发努力成本系数, h_G , h_N 分别为燃油车和新能源汽车的研发努力水平,则燃油车和新能源汽车的单车总生产成本 $C_i=C_0+\gamma_i h_i^2/2$, $i=G, N$,即燃油车和新能源汽车的单车生产成本随着研发努力水平的提升而呈指数倍增加。实际上,新能源汽车与燃油车的加工制造成本相差不大,但新能源汽车的研发成本却大幅高于同一水平下的燃油车,即 $\gamma_N \gg \gamma_G$ ^[19],从而造成两者最终售价悬殊。例如,吉利帝豪的纯电版售价为13.58万元,而燃油版售价为6.98万元,即使是同一款车型,纯电版和燃油版的售价也存在近1倍之差。

假设6 考虑消费者的购车需求与价格呈负相关、与研发努力水平呈正相关,则燃油车和新能源汽车的基本需求函数 $Q_G=\theta D-\lambda_G P_G+l_G h_G$, $Q_N=(1-\theta)D-\lambda_N P_N+l_N h_N$,其中 D ($D>0$)为初始市场规模, θ 为燃油车占总市场的比例, $(1-\theta)$ 为新能源汽车占总市场的比例,且 $0<\theta<1$ 。

为了阅读方便,下文用不同上标来区别决策情境,上标B, M, DF, DS分别表示基准模型、补贴消费者、补贴与“双积分”政策协同下油耗未达标和达标4种情境。

2 模型构建与求解

2.1 基准模型(模型B)

在基准模型下,传统车企和零售商的利润仅受价格、成本和需求量的影响。传统车企和零售商的利润函数分别为:

$$\pi_m^B = (\omega_G - C_G)Q_G^B + (\omega_N - C_N)Q_N^B \quad (1)$$

$$\pi_r^B = (P_G - \omega_G)Q_G^B + (P_N - \omega_N)Q_N^B \quad (2)$$

文中采用逆向归纳法对模型进行求解,首先求解汽车零售商的决策变量 P_G , P_N 。由式(2)可知 π_r^B 的Hessian矩阵为:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 \pi_r^B}{\partial P_G^2} & \frac{\partial^2 \pi_r^B}{\partial P_G \partial P_N} \\ \frac{\partial^2 \pi_r^B}{\partial P_N \partial P_G} & \frac{\partial^2 \pi_r^B}{\partial P_N^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\lambda_G & 0 \\ 0 & -2\lambda_N \end{bmatrix}$$

$|H|=4\lambda_G\lambda_N>0$,因此 π_r^B 是关于 P_G , P_N 的严格凹函数,存在最优解。分别求解 π_r^B 关于 P_N , P_G 的一阶导数并令其等于零,即 $\partial \pi_r^B / \partial P_G = 0$, $\partial \pi_r^B / \partial P_N = 0$,可得:

$$P_G^{B*} = \frac{\theta D + \lambda_G \omega_G + l_G h_G}{2\lambda_G} \quad (3)$$

$$P_N^{B*} = \frac{(1-\theta)D + \lambda_N \omega_N + l_N h_N}{2\lambda_N} \quad (4)$$

将式(3),(4)代入式(1),根据式(1)的一阶条件 $\partial \pi_m^B / \partial \omega_G = 0$, $\partial \pi_m^B / \partial \omega_N = 0$ 求 ω_G^{B*} , ω_N^{B*} , 再将其代入式(3),(4)求 Q_G^B 和 Q_N^B , 可得无政府介入情景下燃油车和新能源汽车的最优批发价格、零售价格及市场需求量分别为:

$$\omega_G^{B*} = \frac{\theta D + \lambda_G C_G + l_G h_G}{2\lambda_G} \quad (5)$$

$$\omega_N^{B*} = \frac{(1-\theta)D + \lambda_N C_N + l_N h_N}{2\lambda_N} \quad (6)$$

$$P_G^{B*} = \frac{3(\theta D + l_G h_G) + \lambda_G C_G}{4\lambda_G} \quad (7)$$

$$P_N^{B*} = \frac{3((1-\theta)D + l_N h_N) + \lambda_N C_N}{4\lambda_N} \quad (8)$$

$$Q_G^{B*} = \frac{\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G}{4} \quad (9)$$

$$Q_N^{B*} = \frac{(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N}{4} \quad (10)$$

进一步可求得零售商和传统车企的最优利润分

别为:

$$\pi_r^{B*} = \frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N]^2}{16\lambda_G \lambda_N} \quad (11)$$

$$\pi_m^{B*} = \frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N]^2}{8\lambda_G \lambda_N} \quad (12)$$

2.2 隐性补贴情景下的模型(模型 M)

当消费者获得隐性补贴时,新能源汽车的实际购买成本降低为 $P_N - \alpha S$, 消费者对新能源汽车的需求扩大,为 $Q_N^M = (1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N(P_N - \alpha S)$ 。因此,隐性补贴情景下,传统车企和零售商的利润函数分别为:

$$\pi_m^M = (\omega_G - C_G)Q_G^M + (\omega_N - C_N)Q_N^M \quad (13)$$

$$\pi_r^M = (P_G - \omega_G)Q_G^M + (P_N - \omega_N)Q_N^M \quad (14)$$

在无政府补贴和隐性补贴情况下,传统车企 (π_m^B, π_m^M) 和零售商 (π_r^B, π_r^M) 分别具有 2 种不同的最优定价决策模式,见表 2。

表 2 基准和隐性补贴 2 种情况下模型的最优解

Tab. 2 Optimal solution in two cases of baseline and implicit subsidy models

模型 B		模型 M	
指标	最优解	指标	最优解
P_G^{B*}	$\frac{3(\theta D + l_G h_G) + \lambda_G C_G}{4\lambda_G}$	P_G^{M*}	$\frac{3\theta D + 3l_G h_G + \lambda_G C_G}{4\lambda_G}$
ω_G^{B*}	$\frac{\theta D + l_G h_G + \lambda_G C_G}{2\lambda_G}$	ω_G^{M*}	$\frac{\theta D + l_G h_G + \lambda_G C_G}{2\lambda_G}$
Q_G^{B*}	$\frac{\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G}{4}$	Q_G^{M*}	$\frac{\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G}{4}$
P_N^{B*}	$\frac{3((1-\theta)D + l_N h_N) + \lambda_N C_N}{4\lambda_N}$	P_N^{M*}	$\frac{3(1-\theta)D + 3l_N h_N + \lambda_N(3\alpha S + C_N)}{4\lambda_N}$
ω_N^{B*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N C_N}{2\lambda_N}$	ω_N^{M*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S + C_N)}{2\lambda_N}$
Q_N^{B*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N}{4}$	Q_N^{M*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N)}{4}$
π_r^{B*}	$\frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N]^2}{16\lambda_G \lambda_N}$	π_r^{M*}	$\frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N)]^2}{16\lambda_G \lambda_N}$
π_m^{B*}	$\frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N - \lambda_N C_N]^2}{8\lambda_G \lambda_N}$	π_m^{M*}	$\frac{\lambda_N(\theta D + l_G h_G - \lambda_G C_G)^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N)]^2}{8\lambda_G \lambda_N}$

2.3 隐性补贴和“双积分”政策并行实施时的模型

当两类政策协同作用时,传统车企和零售商的利润不仅受销售价格、生产成本、补贴和需求量的影响,还受积分交易的影响。基于“双积分”政策,文中考虑燃油车油耗达标和未达标 2 种情况对汽车供应链生产和定价的影响,分别用 DS 和 DF 表示。此时,传统车企和零售商的利润函数如下。

油耗未达标(模型 DF)

$$\pi_m^{DF} = (\omega_G - C_G)Q_G^{DF} + (\omega_N - C_N)Q_N^{DF} + P_c(TQ_N^{DF} - \beta Q_G^{DF}) - P_c(Y_A - kh_G - dY_0)Q_G^{DF} \quad (15)$$

$$\pi_r^{DF} = (P_G - \omega_G)Q_G^{DF} + (P_N - \omega_N)Q_N^{DF} \quad (16)$$

油耗达标(模型 DS)

$$\pi_m^{DS} = (\omega_G - C_G)Q_G^{DS} + (\omega_N - C_N)Q_N^{DS} + P_c(TQ_N^{DS} - \xi \beta Q_G^{DS}) \quad (17)$$

$$\pi_r^{DS} = (P_G - \omega_G)Q_G^{DS} + (P_N - \omega_N)Q_N^{DS} \quad (18)$$

式 (15) 中第三项为传统车企出售 NEV 积分获得的收益, 第四项为抵消 CAFC 负积分而购买 NEV 积分的支出。式 (17) 中第三项为燃油车油耗达标情况下, 传统车企获得积分核算优惠后出售 NEV 积分

得到的收益。隐性补贴和“双积分”政策协同作用的情景下, 燃油车油耗未达标和达标时传统车企 (π_m^{DF}, π_m^{DS}) 和零售商 (π_r^{DF}, π_r^{DS}) 分别具有 2 种不同的最优定价决策模式, 见表 3。

表 3 隐性补贴和“双积分”政策协同作用下 2 种情况的最优解

Tab. 3 Optimal solution of two situations under the synergistic effect of implicit subsidy and “dual credit” policy

模型 DF		模型 DS	
指标	最优解	指标	最优解
P_G^{DF*}	$\frac{3\theta D + 3l_G h_G + \lambda_G(C_G + P_c\beta + P_S Y)}{4\lambda_G}$	P_G^{DS*}	$\frac{3\theta D + 3l_G h_G + \lambda_G(C_G + P_c\beta\xi)}{4\lambda_G}$
ω_G^{DF*}	$\frac{\theta D + l_G h_G + \lambda_G(C_G + P_c\beta + P_S Y)}{2\lambda_G}$	ω_G^{DS*}	$\frac{\theta D + l_G h_G + \lambda_G(C_G + P_c\beta\xi)}{2\lambda_G}$
Q_G^{DF*}	$\frac{\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta + P_S Y)}{4}$	Q_G^{DS*}	$\frac{\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta\xi)}{4}$
P_N^{DF*}	$\frac{3(1-\theta)D + 3l_N h_N + \lambda_N(3\alpha S + C_N - P_c T)}{4\lambda_N}$	P_N^{DS*}	$\frac{3(1-\theta)D + 3l_N h_N + \lambda_N(3\alpha S + C_N - P_c T)}{4\lambda_N}$
ω_N^{DF*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S + C_N - P_c T)}{2\lambda_N}$	ω_N^{DS*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S + C_N - P_c T)}{2\lambda_N}$
Q_N^{DF*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)}{4}$	Q_N^{DS*}	$\frac{(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)}{4}$
π_r^{DF*}	$\frac{\lambda_N[(\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta + P_c Y))^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)]^2]}{16\lambda_G\lambda_N}$	π_r^{DS*}	$\frac{\lambda_N[(\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta\xi))^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)]^2]}{16\lambda_G\lambda_N}$
π_m^{DF*}	$\frac{\lambda_N[(\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta + P_c Y))^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)]^2]}{8\lambda_G\lambda_N}$	π_m^{DS*}	$\frac{\lambda_N[(\theta D + l_G h_G - \lambda_G(C_G + P_c\beta\xi))^2 + \lambda_G[(1-\theta)D + l_N h_N + \lambda_N(\alpha S - C_N + P_c T)]^2]}{8\lambda_G\lambda_N}$

注: $Y = Y_A - kh - dY_0, T = \delta R + e$ 。

3 模型对比与分析

命题 1 当补贴消费者时, 存在 $\Delta\alpha S^{(1)}, \Delta\alpha S^{(2)}, \Delta\alpha S^{(3)}$, 消费者并非得到完全的补贴, 消费者实际获利为 $\Delta\alpha S^{(1)}$, 零售商和传统车企变相获利 $\Delta\alpha S^{(2)}, \Delta\alpha S^{(3)}$ 。

证明 令 $\Delta\alpha S^{(1)} = \alpha S - (P_N^{M*} - P_N^{B*})$, 可得 $\Delta\alpha S^{(1)} = \alpha S - \frac{3\alpha S}{4} = \frac{\alpha S}{4}$ 。 αS 为消费者购买新能源汽车的一次性补贴, $P_N^{M*} - P_N^{B*}$ 为政府补贴消费者后高出的零售价, 即消费者实际获利为 $\frac{\alpha S}{4}$ 。由此则可知汽车供应链获利为 $\alpha S - \Delta\alpha S^{(1)} = \alpha S - \frac{\alpha S}{4} = \frac{3\alpha S}{4}$, 计算得批发价上涨 $\frac{\alpha S}{2}$, 即传统车企获利 $\Delta\alpha S^{(3)} = \frac{\alpha S}{2}$ 。零售商获利为 $\Delta\alpha S^{(2)}, \Delta\alpha S^{(2)} = \frac{3\alpha S}{4} - (\omega_N^{M*} - \omega_N^{B*}), \Delta\alpha S^{(2)} = \frac{3\alpha S}{4} - \frac{\alpha S}{2} = \frac{\alpha S}{4}$ 。因此, 零售商和传统车企获得的补贴分别 $\frac{\alpha S}{4}$ 和 $\frac{\alpha S}{2}$ 。

命题 1 通过静态分析可得, 当补贴消费者时, 新能源汽车的批发价和零售价均有所提高。可见, 隐性补贴并非完全作用于降低消费者购车成本, 其中一部分转移到供应链的供给端, 传统车企和零售商

通过提高售价变相地获取了大部分补贴, 这也从侧面表明补贴消费者可惠及整条供应链而不仅仅是消费者本身, 且传统车企获得的补贴远高于零售商。这说明在整个汽车供应链中, 传统车企占据主导地位, 相较零售商具有更强的议价能力。

命题 2 $P_N^{DF*} < P_N^{M*}, \omega_N^{DF*} < \omega_N^{M*}, Q_N^{DF*} > Q_N^{M*}$ 且 $\frac{\partial P_N^{DF*}}{\partial R} < 0, \frac{\partial \omega_N^{DF*}}{\partial R} < 0; P_G^{DF*} > P_G^{M*}, \omega_G^{DF*} > \omega_G^{M*}, Q_G^{DF*} < Q_G^{M*}$ 且 $\frac{\partial P_G^{DF*}}{\partial Y} > 0, \frac{\partial \omega_G^{DF*}}{\partial Y} > 0$ 。

由命题 2 可知, 与模型 M 相比, 模型 DF 中“双积分”政策的执行可在消费者获得隐性补贴的同时, 进一步降低消费者购买新能源汽车的成本, 扩大新能源汽车的市场份额, 且新能源汽车的最优批发价和零售价随续航里程能力的提升将进一步降低。可见“双积分”政策可以弥补在补贴消费者情景下供应链变相攫取的消费者利益, 这是因为积分价格起到了“指挥棒”的作用。同时, 随着“双积分”政策的执行, 燃油车面临 CAFC 负积分压力, 企业大多将此压力通过提高售价的方式转移给消费者, 因此相较于无“双积分”政策约束时, 燃油车的最优批发价和零售价都有所提高, 市场需求也会随之缩水, 且燃油车的最优批发价和零售价随 CAFC 负

积分的增加而进一步提升。综上可知,“双积分”政策会促使传统车企向生产低油耗燃油车和高续航能力水平新能源汽车转变,对两类汽车市场占比变革至关重要。

命题3 隐性补贴和“双积分”政策协同作用下,存在阈值 P_c^1 和 P_c^2 ,当 $P_c < P_c^1$, $P_N^{DF*} > P_N^{B*}$, $\omega_N^{DF*} > \omega_N^{B*}$;当 $P_c > P_c^1$, $P_N^{DF*} < P_N^{B*}$, $\omega_N^{DF*} < \omega_N^{B*}$ 。

证明 在无政府介入及隐性补贴和“双积分”2种政策协同作用下,新能源汽车的最优价格差 $\Delta P_N = P_N^{DF*} - P_N^{B*}$, $\Delta \omega_N = \omega_N^{DF*} - \omega_N^{B*}$, 可得 $\Delta P_N = \frac{3\alpha S - P_c(\delta R + e)}{4}$, $\Delta \omega_N = \frac{\alpha S - P_c(\delta R + e)}{4}$ 。令 $\Delta P_N = \Delta \omega_N = 0$, 得 $P_c^1 = \frac{3\alpha S}{\delta R + e}$, $P_c^2 = \frac{\alpha S}{\delta R + e}$ 。

由命题1可知,隐性补贴会导致消费者的购车成本增加,并未真正惠及消费端。由命题2可知,随着“双积分”政策的介入,无论积分价格高低,均可降低新能源汽车的批发价和零售价。命题3表明,当积分价格 $P_c > P_c^1$ 时,模型DF下新能源汽车的批发价和零售价会进一步降低,甚至低于模型B的价格。可见,当积分价格高于某一阈值时,可使消费者买到更优惠且质量高的新能源汽车。但事实表明积分价格并非越高越好,应保持在合理区间。高积分价格前期会促使车企积极完成电动化转型,然而后期会诱导部分车企通过生产低续航、低价格的新能源汽车来获取NEV正积分,即车企通过降低新能源汽车单车积分、提高新能源汽车生产数量来获得更多的NEV正积分总量。这样不仅导致积分交易价格持续走低,还会使得燃油车企降低转型升级的积极性,违背“双积分”政策初衷,难以推动传统车企和新能源车企业的技术进步。

命题4 在模型DF中,存在阈值 \bar{Y}_A ,当 $0 < Y_A < \bar{Y}_A$ 时,传统车企及零售商的利润随燃油车平均燃料消耗量实际值的增加而增加;当 $Y_A > \bar{Y}_A$ 时,传统车企及零售商的利润随燃油车平均燃料消耗量实际值的增加而降低。

证明 由一阶导数 $\frac{\partial \pi_r^{DF*}}{\partial Y_A} = \frac{\lambda_G P_c^2 (Y_A - kh_G - dY_0 + \beta) - P_c(\theta D - l_G h_G + \lambda_G C_G)}{8}$, $\frac{\partial \pi_m^{DF*}}{\partial Y_A} = \frac{\lambda_G P_c^2 (Y_A - kh_G - dY_0 + \beta)}{4} - \frac{P_c(\theta D - l_G h_G + \lambda_G C_G)}{4}$, 求得二阶导数 $\frac{\partial^2 \pi_r^{DF*}}{\partial Y_A^2} > 0$, $\frac{\partial^2 \pi_m^{DF*}}{\partial Y_A^2} > 0$, 故 π_r^{DF*} , π_m^{DF*} 为凹函数。因 $Y_A - kh_G - dY_0$ 为未达标时的单车CAFC负积分, $\beta \in (0, 1)$, 故 $(Y_A - kh_G - dY_0 + \beta) > 0$, 又 $\lambda_G > 0$ 且

θD 远大于 $l_G h_G$, 故 $(\theta D - l_G h_G + \lambda_G C_G) > 0$ 。根据实际情况,单车CAFC负积分和积分比例 β 为较小的正值,且远小于市场规模 θD , 可得 $0 < (Y_A - kh_G - dY_0 + \beta) \ll (\theta D - l_G h_G + \lambda_G C_G)$, 故 $\frac{\partial \pi_r^{DF*}}{\partial Y_A} < 0$, $\frac{\partial \pi_m^{DF*}}{\partial Y_A} < 0$ 。令 $\frac{\partial \pi_r^{DF*}}{\partial Y_A} = \frac{\partial \pi_m^{DF*}}{\partial Y_A} = 0$, 则 $\bar{Y}_A = \frac{\theta D - l_G h_G + \lambda_G C_G}{\lambda_G P_c} + kh_G + dY_0 - \beta$ 。可得,当 $0 < Y_A < \bar{Y}_A$ 时,传统车企及零售商的利润均关于 Y_A 递增;当 $Y_A > \bar{Y}_A$ 时,传统车企及零售商的利润均关于 Y_A 递减。

命题4表明:在隐性补贴和“双积分”政策协同作用下,供应链利润随燃油消耗实际值的增加呈先增后减的趋势,当燃油消耗实际值 $Y_A = \bar{Y}_A$ 时,传统车企和零售商的利润均最大;若燃油消耗实际值过低,则意味着企业需投入大量研发成本;若燃油消耗实际值过高,则会产生较多CAFC负积分,增加企业购买NEV正积分的压力。随着国家燃油消耗达标的逐渐收紧,第五阶段的乘用车燃料消耗量标准已达4 L/100 km,若燃油消耗实际值保持不变或过高,会给企业带来大量CAFC负积分压力,因此降低燃油消耗实际值是传统车企研发的重中之重。油电混合技术作为降低燃油消耗实际值的首选,已列入众多传统车企的发展规划。目前国内已有大量车企研发生产混动车型,如吉利雷神、奇瑞鲲鹏、长安蓝鲸、长城柠檬等。

4 数值仿真分析

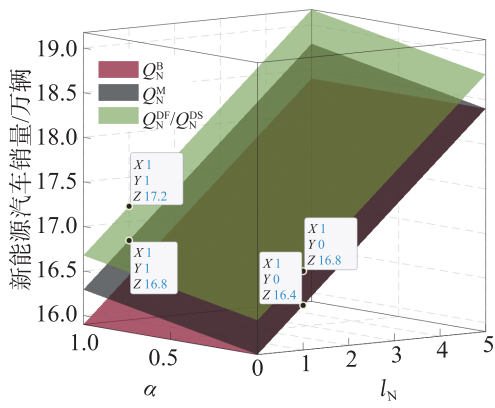
2023年1月5日,广汽集团发布了2022年的产销快报,数据显示2022年广汽集团累计销量达243.38万辆,其中燃油车销量212.43万辆、新能源汽车销量30.95万辆。据此,令特定市场的初始规模 $D=240$ 万辆,燃油车的市场占比 $\theta=70\%$ 。广汽集团新能源汽车品牌广汽埃安显示,旗下热销款AIONY PLUS的续航里程(工况法)分别为70智领版与70智驾版为510 km,80科技版为610 km,售价均在15~20万元。根据广州市新能源汽车发展工作领导小组指定的本市补贴方案^①,消费者购买售价15~20万元的新能源汽车可获得每辆车8 000元的补贴,故令 $S=0.8$ 万元。参考《新办法》中2023年对NEV积分比例的要求,令 $\beta=18\%$ 。根据国家市场监督管理总局和国家标准化委员会2019年12月31日联合发布的《乘用车燃料消耗量评价方法及指标》的计算标准,以广汽集团旗下畅销车型广汽

① 根据《广州市鼓励支持个人领域新能源汽车推广应用工作指引》,购买不同价位的新能源汽车均可获得不同额度的补贴款。

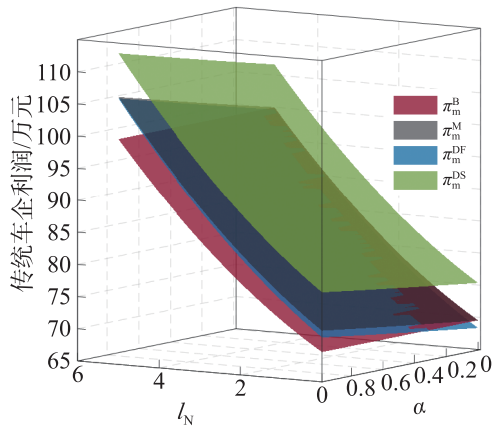
传祺 GA8 和 GA6 为例, 计算两车型平均实际油耗和达标值分别为 7.23, 5.97 L/100 km, $Y_A=6.5$ L/100 km。根据《新办法》中平均燃料消耗量达标要求和低油耗乘用车核算优惠率, 可得 $d=115%$, $Y_0=4.8$ L/100 km, $\xi=0.2$ 。中国汽车工业协会发布的 2022 年新能源汽车积分预测每分价格区间为 1 000~1 400 元, 据此设定积分每分交易价格 $P_c \in [0.10$ 万元, 0.14 万元]。根据假设 1 取值, 令新能源汽车积分核算系数 $\delta=0.003 4$, $e=0.2$ 。参考文献 [3, 14, 19], 设定 $\lambda_G=2.4$, $\lambda_N=1.2$, $\gamma_G=1$, $\gamma_N=2$, $k=0.05$, $l_N=1$, $h_N=2$, $l_G=2$, $h_G=2$, $C_N=7$ 万元/辆, $C_G=5$ 万元/辆。

4.1 隐性补贴对汽车市场的影响

为探究国补取消后, 隐性补贴下新能源汽车市场是否通过自身扩张抵消因国补和地补全面取消而带来的冲击和影响, 选取消费者对隐性补贴的感知系数 α 和对新能源汽车研发努力水平的感知系数 l_N 这两个参数, 以反映各因素的推进程度^[28], 如图 4。



(a) α 和 l_N 对新能源汽车销量的交叉影响



(b) α 和 l_N 对传统车企利润的交叉影响

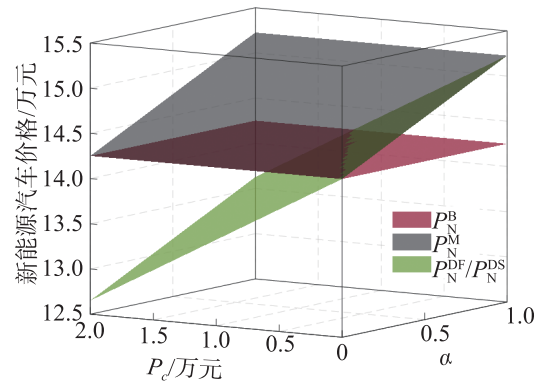
图 4 α 和 l_N 对新能源汽车销量和传统车企利润的交叉影响
Fig. 4 Cross impacts of α and l_N on sale of new energy vehicles and profit of traditional automakers

由图 4 可知: $\alpha=0$ 时, 即隐性补贴完全取消,

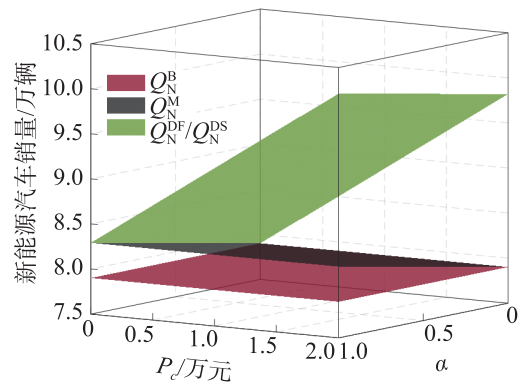
$l_N=1$ 时, 新能源汽车销量小于 $l_N=1, \alpha=1$ 时的销量, 但随 l_N 的增加, 其最终高于 $l_N=1, \alpha=1$ 时的销量; 在油耗达标 (DS) 情景下传统车企利润最高、隐性补贴 (M) 情景次之, 且随着 α 和 l_N 的减少, 在油耗未达标 (DF) 情景下传统车企利润最终会低于基准模型 (B) 情景, 但随着 l_N 的增长, α 减少对 DF 情景下利润的不利影响变小。上述表明: 消费者对新能源汽车研发努力水平的感知系数可有效抵消隐性补贴退坡对传统车企的消极影响; 同时, 减排对传统车企有长久的利好影响, 若传统车企不减排, 则其利润会遭受打击。

4.2 政策过渡对汽车市场的影响

为探讨“双积分”政策对隐性补贴的逐步替代作用, 选取消费者对隐性补贴的感知系数 α 和积分价格 P_c 这两个参数, 以反映政策过渡阶段两类政策协同对传统车企最优定价及销量的影响, 如图 5。



(a) P_c 和 α 对新能源汽车价格交叉影响



(b) P_c 和 α 对新能源汽车销量交叉影响

图 5 政策因素下新能源汽车价格和销量的变化

Fig. 5 The variation in prices and sales of new energy vehicles under the influence of policy factors

从图 5(a) 可看出: 随着 α 的减少和 P_c 的增加, 油耗未达标 (DF) 和达标 (DS) 情景下新能源汽车价格达到最小, 最终可低于无政府介入时的价格; 而隐性补贴 (M) 情景下新能源汽车价格不受积分价格的影

响,呈上升趋势,验证命题1。这表明,“双积分”政策的介入能够有效抵消因消费端补贴取消而导致的售价上升所带来的消极影响。

由图5(b)可看出: α 和 P_c 同时增加时,DF、DS和M情景下新能源汽车销量均有所增长且涨幅明显; α 减小为0, P_c 为区间最大值时,政策进入隐性补贴完全退出、“双积分”政策全面推行的阶段。在此阶段,DF和DS情景下新能源汽车销量稳步增长。可见,“双积分”政策的实施对新能源汽车市场的扩散起到了重要作用,有助于传统车企开拓新能源汽车市场,并适应新的市场格局。综上,“双积分”政策不仅有利于降低新能源汽车价格,还能扩大其市场占有率,对新能源汽车的扩散起到了积极的促进作用。这表明,市场调节能够作为政府调节的接续手段,有效推动新能源汽车的推广和发展。

选取积分价格 P_c 和消费者对隐性补贴的感知系数 α 这2个参数,以反映政策过渡阶段传统车企利润的变化,如图6。由图6可知:随着 α 和 P_c 的变化,4种情景下传统车企利润均有不同变化。当 $P_c=0$,随着 α 的增加,隐性补贴(M)情景下传统车企利润最高,油耗达标(DS)和未达标(DF)情景次之,基准模型(B)情景最低。而随着 α 的减少,DS情景下传统车企优势开始显现,利润开始增长并达到最大;DF情景下传统车企劣势逐渐出现,利润开始下降甚至低于B情景下的利润。以上分析表明:DF情景下,传统车企的利润上涨对补贴的依赖性较强;同时,当隐性补贴结束后,随着“双积分”政策的深入推进,传统车企通过实施减排策略更有利于实现收益最大化。

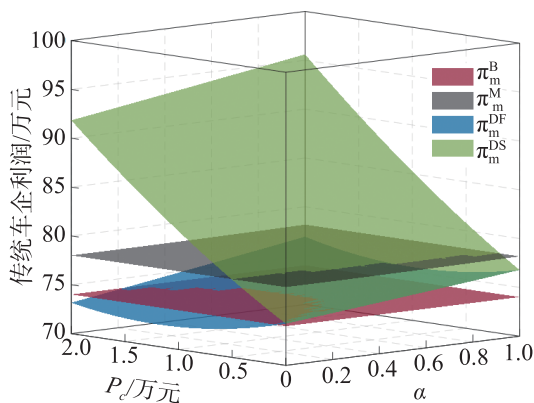


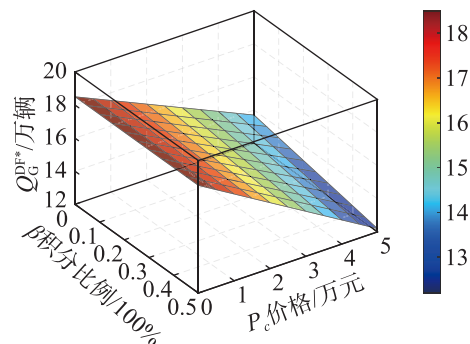
图6 政策因素下传统车企利润的变化

Fig. 6 The variation in profits of traditional automakers under the influence of policy factors

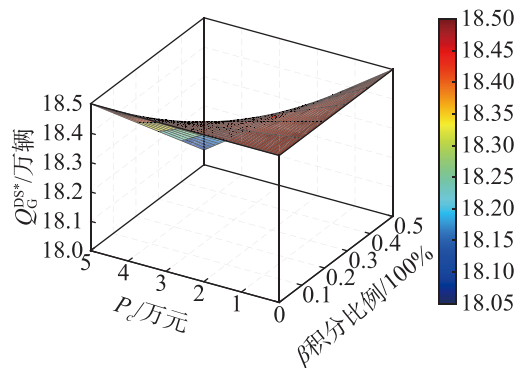
根据图5,6分析的结果可知:隐性补贴结束后,传统车企可通过减排和大力发展新能源汽车来有效抵御“双积分”政策对其利润带来的负面影响。

4.3 “双积分”政策对传统汽车市场的影响

为进一步探讨“双积分”政策对燃油车销量的影响,选取积分价格 P_c 和积分比例 β 作为变量进行仿真,结果如图7。



(a) β 和 P_c 对DF情境下燃油车销量的交叉影响



(b) β 和 P_c 对DS情境下燃油车销量的交叉影响

图7 政策因素下燃油车销量的变化

Fig. 7 The variation in fuel vehicle sales under the influence of policy factors

由图7(a)可知:油耗未达标(DF)情景下, P_c 和 β 同时增加时,燃油车销量快速下降;当 P_c 趋近于0时, β 与燃油车销量不存在线性关系, β 对燃油车销量的影响失效。由图7(b)可知:油耗达标(DS)情景下, P_c 和 β 同时增加对燃油车销量产生负向影响;单一变量为0、另一变量变动不会对燃油车销量产生影响。这表明,在DF情景下, P_c 单一因素的变化可影响燃油车的市场占比。由此可见:设定更高的积分价格比设定更高的积分比例更有利于促进燃油车低碳发展;在DS情景下,仅依靠单一因素无法有效促进汽车市场份额由燃油车向新能源汽车的转变。

对比图7(a),(b)可看出:当 P_c 和 β 均到达区间最大值时,2种情况下燃油车的销量都会下降,但油耗

达标时的最低销量高于油耗未达标时的最低销量。由此可见,在“双积分”政策的约束下,节能降耗是传统车企稳定市场占有率的重要举措之一;同时,积分价格和积分比例作为影响市场格局的关键因素,两者的作用均不可忽视。

为探究传统车企在“双积分”政策下油耗达标和未达标情境下利润差值的变化,选取积分价格 P_c 和单车CAFC负积分作为变量进行仿真分析,结果如图8。

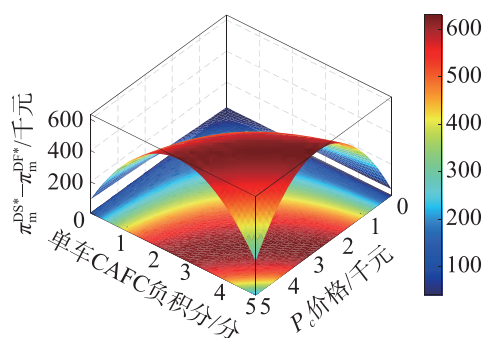


图8 政策因素下传统车企利润差值的变化

Fig. 8 The variation in profit margins of traditional automakers under the influence of policy factors

由图8可知:当 P_c 和单车CAFC负积分同时增大或减少时,均会导致 $\pi_m^{DS*} - \pi_m^{DF*}$ 差值缩小。这是因为当单车CAFC负积分和 P_c 为0时,油耗达标(DS)和油耗未达标(DF)情景下的CAFC负积分无差别,即2种情景均为达标状态且无积分价格的加持,导致DS情景下的利润优势无法体现。随着单车CAFC负积分和 P_c 的升高,即单车CAFC负积分到达[1.5千元, 3.5千元]、积分价格到达[1.5千元, 3.0千元]时,2种情景下的利润差值达到最大值,在DS情景下,传统车企的利润不受CAFC负积分的影响,且研发成本可控,同时 P_c 带来另一收入来源,因此在DS情景下传统车企的总利润上升;在DF情景下传统车企利润受CAFC负积分的影响,需要额外支出购买NEV正积分成本,导致总利润下降。因此,单车CAFC负积分和 P_c 两因素共同作用,导致2种情景下的利润差值增大。最后,随着单车CAFC负积分和 P_c 到达区间最大值,两者的差值减小。原因在于,DF情景下燃油车CAFC负积分过高,表明车企的研发投入过低甚至可能为零,而在DS情景下,车企为保证燃油消耗量达标,需加大研发投入,尤其在研发后期,技术的点滴进步通常伴随着成本的指数倍增加,因此DS情景下车企利润下降,导致

2种情景下的利润差值减小。以上表明,在本文的数值仿真背景下,将 P_c 控制在[1.5千元, 3.0千元]最有利于鼓励车企向油耗达标方向转化,反之会导致“双积分”政策的激励作用失效;同时,CAFC正积分不可一味追求高分值,应控制在合理范围内,否则会导致研发成本过高。可见,将 P_c 稳定在一定区间是当前政策制定者面临的难题,未来如何探索并稳定积分价格区间是一个迫切需要解决的问题。

5 结论与建议

5.1 结论

在隐性补贴与“双积分”政策并行的现实背景下,针对由传统车企和零售商组成的汽车供应链,研究建立包括政府、传统车企、零售商和消费者在内的动态博弈模型,探讨异质政策对汽车供应链价格、销量和利润的影响。研究发现:与需求侧隐性补贴相比,供给侧“双积分”政策更有利于促进新能源汽车的可持续发展,并有效抑制燃油车的扩张。虽然“双积分”政策在实施早期会因为抑制燃油车的生产而短暂缩小市场规模,但从长远来看,其对新能源汽车的市场渗透具有积极作用;在油耗未达标(DF)情景下,传统车企利润对隐性补贴的依赖性较高,提升新能源汽车研发努力水平可以降低甚至抵消这种依赖,从而促进高性能新能源汽车的发展,实现新旧动能的平稳转换;“双积分”政策的介入可以降低新能源汽车的价格并提升其销量,在油耗达标(DS)情景下,传统车企利润对积分价格的依赖性较大,较高的积分价格有助于保持传统车企向新能源转型的积极性。在DF情景下,积分价格单一因素即可抑制燃油车的扩散;而在DS情景下,积分价格或者积分比例单一因素对燃油车销量的抑制作用有限,两者同时增加时,燃油车销量呈下降趋势。“双积分”政策对传统车企利润和转型积极性的影响具有不确定性,积分价格过高或者过低均不利于传统车企转型升级,可能降低“双积分”政策的约束力,阻碍乘用车市场格局向理想化状态转变。

5.2 建议

基于上述结论,在传统能源向新能源转型的关键阶段,为保持汽车行业高质量稳定发展,提出如下建议:

1) 从传统车企角度的来看,在政策过渡阶段应注重提升研发水平并把握新旧动能转型的时机。首先,高能耗燃油车缺乏持久竞争力且对隐性补贴

依赖较高,在隐性补贴未完全退出的阶段,传统车企应依靠自身强大的工业技术和市场渠道,提早布局新能源汽车领域,加快提升新能源汽车研发努力水平,生产高质量新能源汽车,从而加速实现传统能源向新能源转型目标;其次,随着“双积分”政策的深入推进,提升燃油车的研发努力水平势在必行,仅依靠新能源汽车难以维持传统车企的发展平衡,油耗达标的车企具有更强的抗风险能力。因此,传统车企需在燃油车和新能源汽车领域同步发力,以确保在政策转型期的市场竞争力和可持续发展能力。

2)从消费需求的角度看,需求市场购买力的增长同时依赖于市场性和政策性因素。市场性因素是推动汽车行业转型的关键动力,需求端消费者的感知不仅可抵消补贴退坡带来的消极影响,还能加速新能源汽车的发展进程。此外,消费者选购新能源汽车时表现出较高的政策敏感性,政策变动对消费者的购买行为具有显著影响。因此,一方面,车企应加大新能源汽车的宣传力度,同时建立与消费者低碳共赢的渠道,形成利益共同体,通过节能减排推动低碳发展;另一方面,政府应加强构建消费者碳减排行为的奖励机制,从外部拉动消费者的购买力,促进汽车市场向低碳化、良性化方向发展。

3)从政策调整的角度看,汽车市场新旧动能转型应注重供需两侧政策的多样性和协同性。汽车市场的低碳发展离不开政策的支持和约束,随着汽车市场的发展,单一的“双积分”政策虽然能够促进新能源汽车的发展,但对于新旧动能的彻底转换推动较慢。因此,相关部门应适时研究建立“双积分”政策与其他碳减排体系的衔接机制。同时,随着隐性补贴的逐步退出,支持政策应加快由购车前向购车后的使用环节转移,以应对购置补贴完全退坡后的市场变化。例如,可以通过电费优惠、停车优惠等环节的优惠政策,激励消费者选择新能源汽车,从而促进新能源汽车市场的持续扩散和低碳化发展。

参考文献:

- [1] 部门政务. 乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法 [EB/OL]. (2017-09-28). http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/28/content_5228217.htm. Departmental Government Affairs. Parallel administration measures on the corporate average fuel consumption and new energy vehicle credits for passenger vehicle manufacturers [EB/OL]. (2017-09-28). http://www.gov.cn/xinwen/2017-09/28/content_5228217.htm.
- [2] JI S F, ZHAO D, LUO R J. Evolutionary game analysis on local governments and manufacturers' behavioral strategies: impact of phasing out subsidies for new energy vehicles [J]. *Energy*, 2019, 189:116064.
- [3] 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 Y Q, LI X L, HUANG T T. Research on new energy vehicle manufacturers pricing decision basis for different subsidy bodies [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(8):139-147.
- [4] 王道平, 王婷婷. 政府补贴下供应链合作减排与促销的动态优化 [J]. *系统管理学报*, 2021, 30(1):14-27. WANG D P, WANG T T. Dynamic optimization of cooperation on carbon emission reduction and promotion in supply chain under government subsidy [J]. *Journal of Systems & Management*, 2021, 30(1):14-27.
- [5] 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 H, ZHENG J C. The impact of different new energy vehicle subsidy policies on market stability [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2019, 27(9):47-55.
- [6] 汪和平, 严啸宸, 赵丹, 等. 政府奖惩机制下考虑消费者低碳偏好的汽车制造商生产决策研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2023, 43(9):2669-2684. WANG H P, YAN X C, ZHAO D, et al. Research on production-decision of automakers considering consumer's low-carbon preference under the government reward-penalty mechanism [J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2023, 43(9):2669-2684.
- [7] 李冬冬, 商辰宣, 吕宏军, 等. “后补贴”时代考虑消费者需求异质性的新能源汽车推广政策研究 [J]. *中国管理科学*, 2024, 32(4):141-152. LI D D, SHANG C X, LV H J, et al. Adoption of new energy vehicle in the post-subsidy era with heterogeneous consumer demand [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2024, 32(4):141-152.
- [8] 刘静, 聂佳佳, 袁红平. 考虑政府补贴及消费者环境偏好的新能源车企业产品研发竞争策略 [J]. *管理学报*, 2021, 18(8):1245-1254. LIU J, NIE J J, YUAN H P. The competitive product

- development strategies of new energy vehicles companies by considering both government subsidies and consumers' environmental preferences[J]. *Chinese Journal of Management*, 2021, 18(8):1245-1254.
- [9] SHI Z Y, CHENG J W. How do government subsidies and consumers' low-carbon preferences promote new energy vehicle diffusion?: a tripartite evolutionary game based on energy vehicle manufacturers, the government and consumers[J]. *Heliyon*, 2023, 9(3):e14327.
- [10] 赵丹,汪和平,王治国,等. “新四化”趋势下汽车产业转型升级演化机理研究 [M]. 北京:经济科学出版社, 2024.
- ZHAO D, WANG H P, WANG Z G, et al. Research on Evolution Mechanism of Automobile Industry Transformation and Upgrading under the Trend of “New Four Modernizations” [M]. Beijing: Economic Science Press, 2024.
- [11] 夏西强,徐春秋. 政府碳税与补贴政策对低碳供应链影响的对比研究 [J]. *运筹与管理*, 2020, 29(11):112-120.
- XIA X Q, XU C Q. A comparative study of the impact of government carbon tax and subsidy policy on low-carbon supply chain[J]. *Operations Research and Management Science*, 2020, 29(11):112-120.
- [12] 王文宾,邓雯雯. 逆向供应链的政府奖惩机制与税收-补贴机制比较研究 [J]. *中国管理科学*, 2016, 24(4): 102-110.
- WANG W B, DENG W W. Comparison between the reward-penalty mechanism and the tax-subsidy mechanism for reverse supply chains[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2016, 24(4):102-110.
- [13] ZHAO D, JI S F, WANG H P, et al. How do government subsidies promote new energy vehicle diffusion in the complex network context?:a three-stage evolutionary game model[J]. *Energy*, 2021, 230:120899.
- [14] 柴强飞,肖忠东,周光辉. 双积分政策下传统车企的策略选择研究 [J]. *管理工程学报*, 2022, 36(1): 124-133.
- CHAI Q F, XIAO Z D, ZHOU G H. Strategy selection for traditional car manufacturers under the dual-credit policy[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2022, 36(1):124-133.
- [15] MA H C, LOU G X, FAN T J, et al. Conventional automotive supply chains under China's dual-credit policy: fuel economy, production and coordination[J]. *Energy Policy*, 2021, 151:112166.
- [16] 卢超,王倩倩,赵梦园,等. “双积分”政策下汽车制造商竞争定价与减排策略研究 [J]. *中国管理科学*, 2022, 30(1):64-76.
- LU C, WANG Q Q, ZHAO M Y, et al. A study on competitive pricing and emission reduction strategies of automobile manufacturers under the “double credits” policy[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2022, 30(1):64-76.
- [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 C, WANG Q Q, CHEN Q. Automobile supply chain coordination considering auto price, emission reduction and the mileage range in one charge under the “double points” policy[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2021, 41(10):2595-2608.
- [18] 赵丹,严啸宸,汪和平,等. 双积分政策下汽车企业合作创新演化博弈分析 [J]. *中国管理科学*, 2024, 32(4): 279-292.
- ZHAO D, YAN X C, WANG H P, et al. Evolutionary game analysis of cooperative innovation of automakers under dual-credit policy[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2024, 32(4):279-292.
- [19] 于晓辉,叶兆兴,李敏. 补贴退坡-双积分政策下两级供应链生产决策优化分析 [J]. *运筹与管理*, 2021, 30(3): 42-49.
- YU X H, YE Z X, LI M. Production decision optimizing analysis of two-level supply chain under subsidy back-slope and double integral policy[J]. *Operations Research and Management Science*, 2021, 30(3):42-49.
- [20] 唐金环,杨芳,姜力文. 疫情冲击下考虑产业政策对汽车制造商生产的影响研究 [J]. *中国管理科学*, 2023, 31(8):122-131.
- TANG J H, YANG F, JIANG L W. The research on the influence of industrial policies on production-decision of automakers to the COVID-19 shocking[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2023, 31(8):122-131.
- [21] 郑吉川,赵骅,李志国. 双积分政策下新能源汽车产业研发补贴研究 [J]. *科研管理*, 2019, 40(2):126-133.
- ZHENG J C, ZHAO H, LI Z G. A research on new energy vehicle industry R & D subsidy under the policy of double credits[J]. *Science Research Management*, 2019, 40(2):126-133.

- [22] YU Y, ZHOU D Q, ZHA D L, et al. Optimal production and pricing strategies in auto supply chain when dual credit policy is substituted for subsidy policy[J]. *Energy*, 2021, 226:120369.
- [23] LI J Z, KU Y Y, YU Y, et al. Optimizing production of new energy vehicles with across-chain cooperation under China's dual credit policy[J]. *Energy*, 2020, 194:116832.
- [24] 马亮, 仲伟俊, 梅姝娥. “供给侧结构性改革”背景下的新能源汽车产业补贴政策创新研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(9):2279-2288.
- MA L, ZHONG W J, MEI S E. An innovative research on subsidy policies in new energy automotive industry under the background of “supply-front reform” [J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2017, 37(9):2279-2288.
- [25] 莫赞, 傅丽红, 闻祥, 等. 政府补贴政策对可持续供应链决策的影响[J]. *系统工程*, 2020, 38(1):85-92.
- MO Z, FU L H, WEN X, et al. The influence of government subsidy policies on sustainable supply chain decision-making[J]. *Systems Engineering*, 2020, 38(1):85-92.
- [26] 中华人民共和国工业和信息化部. 乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分并行管理办法 [EB/OL]. (2020-06-29). https://ythxxfb.miit.gov.cn/ythzxfwpt/hlwmh/zcwj/xzxk/clsczr/art/2020/art_797878f66f824b3bb697e231dee33702.html.
- Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China. Parallel management measures for the average fuel consumption of passenger vehicle enterprises and new energy vehicle credits[EB/OL]. (2020-06-29). https://ythxxfb.miit.gov.cn/ythzxfwpt/hlwmh/zcwj/xzxk/clsczr/art/2020/art_797878f66f824b3bb697e231dee33702.html.
- [27] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 乘用车燃料消耗量评价方法及指标: GB 27999—2019 [Z/OL]. (2019-12-31). <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=A0D5C7C6DE851F1FB293B6CA09C757EB>.
- The State Administration for Market Regulation of China, Standardization Administration of China. Evaluation methods and targets for fuel consumption of passenger cars. GB 27999—2019 [Z/OL]. (2019-12-31). <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=A0D5C7C6DE851F1FB293B6CA09C757EB>.
- [28] 韩菁, 蔡寻, 鲜路. 政策过渡如何影响研发生产决策: 以新能源汽车产业的创新生态为例 [J]. *管理评论*, 2022, 34(11):75-87.
- HAN J, CAI X, XIAN L. How does policy transition affect R & D and production decisions: exemplified by the innovation ecosystem of new energy vehicle industry[J]. *Management Review*, 2022, 34(11):75-87.

责任编辑: 丁吉海