

双积分政策下汽车企业生产决策模型研究

何 山

华北电力大学经济管理系, 河北 保定

收稿日期: 2022年6月10日; 录用日期: 2022年6月27日; 发布日期: 2022年8月29日

摘 要

为应对双积分政策的实施, 以一家既生产传统燃油汽车又生产新能源汽车的汽车企业为研究对象, 考虑积分价格、积分比例、消费者对新能源汽车的质疑系数等多个因素, 对车企的生产决策进行研究分析。研究结果表明合理地提高积分价格才能促进新能源汽车的发展; 要想使双积分政策在市场中充分发挥作用, 就应协调制定新能源积分比例与积分价格, 二者缺一不可; 完善新能源技术, 消除消费者心中对新能源汽车的质疑是对于新能源汽车的发展是极为关键的。

关键词

双积分政策, 新能源汽车, 传统燃油汽车, 生产决策

Research on Production Decision Model of Automobile Enterprises under Double Integral Policy

Shan He

Department of Economics and Management, North China Electric Power University, Baoding Hebei

Received: Jun. 10th, 2022; accepted: Jun. 27th, 2022; published: Aug. 29th, 2022

Abstract

In order to deal with the implementation of the double integral policy, this paper takes an automobile enterprise that produces both traditional fuel vehicles and new energy vehicles as the research object and studies and analyzes the production decision-making of automobile enterprises by considering multiple factors such as integral price, integral proportion and consumers' query coefficient of new energy vehicles. The results show that the development of new energy vehicles can be promoted only by reasonably increasing the integral price; In order to make the double

integral policy play a full role in the market, we should coordinate the formulation of new energy integral proportion and integral price, both of which are indispensable; Improving new energy technology and eliminating the doubts of consumers about new energy vehicles are very key to the development of new energy vehicles.

Keywords

Double Integral Policy, New Energy Vehicles, Traditional Fuel Vehicles, Production Decision

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近些年国民经济发展迅速，汽车工业也随之快速扩张，对环境造成了不小的危害并且不可再生资源开始出现紧缺。因此为了解决眼下的种种问题，将来发展的大方向必然是新能源汽车逐步取代传统燃油汽车。但是现在新能源汽车仍处于一个起始阶段，新能源汽车的成本要高于传统燃油汽车，而且消费者对于新能源汽车的需求也存在着很大的不确定性。对此，政府一开始选择了补贴的策略来推进新能源车的发展，但是随着补助资金越来越多，巨额的补贴对政府造成了严重的财政负担的同时，一些车企出现了骗补的现象，导致出现了钱越投越多，新能源技术却停滞不前的现象[1]。因此我国近年来结合新能源汽车的处境情况，逐步使用补贴退坡这种手段来应对骗补、技术停滞等问题。

2. 研究背景

我国一直没有忽视对新能源汽车产业的倡导和支持，为了减少补贴退坡的市场影响，致力于保障新能源汽车产业的健康发展，我国借鉴美国的平均燃料消耗量法规和加州的零排放车辆法规的经验，并且与我国汽车产业实际相结合，于2017年出台了“双积分政策”来促进新能源汽车的发展，双积分政策的规则机制如图1所示[2]。2018年4月1日，双积分政策正式施行，双积分政策包括企业平均燃料消耗量(CAFC)积分和新能源汽车(NEV)积分。CAFC积分为企业平均燃料消耗目标值和实际值之间的差额与核算车型数量的乘积，如果企业的实际燃料消耗值小于等于目标值，则该企业将获得正CAFC积分，否则该企业获得负CAFC积分；NEV积分为企业新能源汽车积分实际值与目标值之间的差额，如果实际值大于目标值，则产生NEV正积分，否则产生NEV负积分。汽车企业必须保证CAFC积分和NEV积分为零或者正值，否则企业会受到处罚，甚至可能关停。2020年6月，工信部修改双积分政策，不仅确定了2021年到2023年的新能源积分比例要求分别为14%、16%、18%，而且还在灵活性以及关联企业等四个方面进行了改善，完善了现行的政策。该政策改变了政府对新能源汽车产业的支持方式，由补贴驱动向市场驱动转变，同时它改变了企业生产决策的外部环境，使得平均燃料消耗量积分(CAFC)和新能源积分(NEV)成为了汽车企业在进行生产决策时必须考虑的问题[3]。

因此，双积分政策能否促进新能源汽车的发展、如何促进新能源汽车的发展成为了一个亟待研究探讨的问题。目前国内外关于新能源汽车生产决策的研究是非常常见的，程永伟等研究了双积分制下汽车生产商生产决策优化问题，提出了三种积分策略[4]，卢超等结合“双积分”政策研究双寡头新能源车企研发博弈问题[5]，熊勇清等考虑了供给侧和需求侧的新能源汽车需求市场培育的政策取向[6]，Li, Jiao等给出了新能源汽车的发展现状和政策建议[7]，Li, Ku等研究发现实行双积分政策会导致燃油汽车利润

降低, 但有利于新能源汽车的发展[8], 刘宗巍等分析了欧美国家有关碳排放及促进新能源汽车发展的政策, 以此为基础对我国的双积分政策进行解读[9], Zhou 等研究了双积分政策对两级供应链中绿色技术投资和定价决策的影响, 认为双积分政策的进一步改进可以将其他能源消耗性产品转变为绿色产品[10], 曹斌斌等假设市场上同时存在燃油汽车和新能源汽车生产商, 且两类市场相互独立的前提下考虑政府低碳政策进行供应链决策的研究[11]。

本文从我国新能源汽车产业发展现状出发, 以双积分政策为背景, 以一家既生产传统燃油汽车又生产新能源汽车的汽车企业为研究对象, 考虑积分价格、积分比例、消费者对新能源汽车的质疑系数等多个因素, 对车企的生产决策进行研究分析。

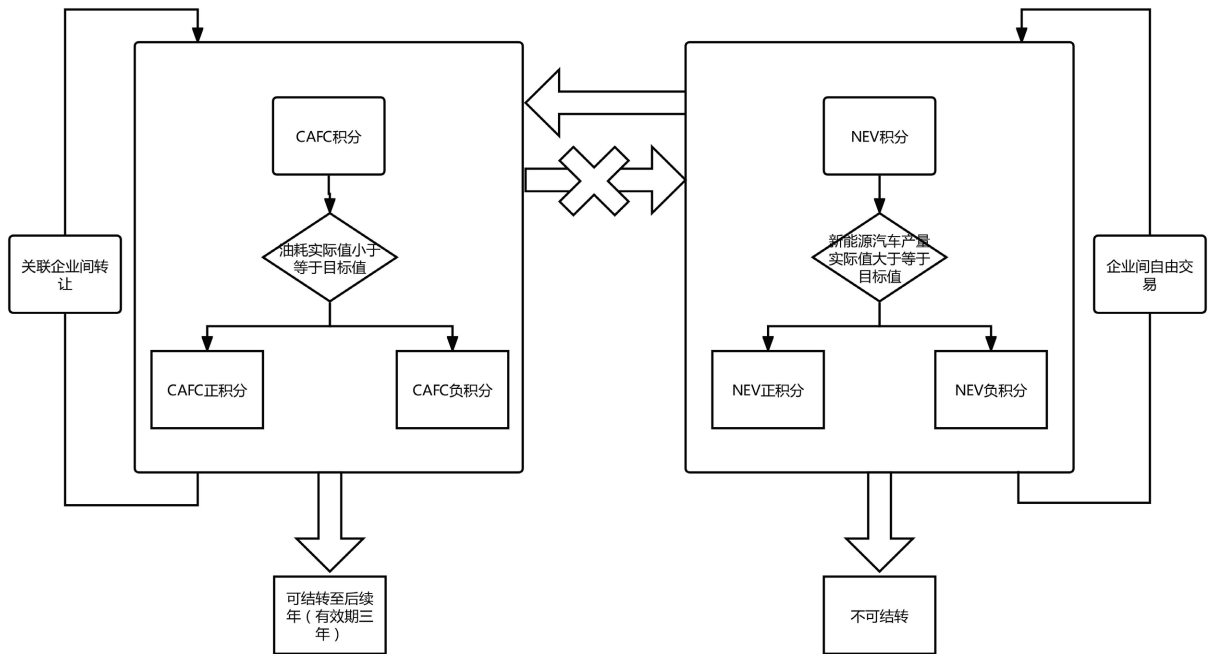


Figure 1. Mechanism diagram of double points policy rules
图 1. 双积分政策规则机制图

3. 双积分政策下汽车企业决策模型构建

3.1. 模型背景(表 1)

Table 1. Production decision model symbols
表 1. 生产决策模型符号

符号	含义	符号	含义
P_1	燃油汽车价格	P_2	新能源汽车价格
Q_1	燃油汽车产量	Q_2	新能源汽车产量
C_1	燃油汽车单位成本	C_2	新能源汽车单位成本
λ_1	单位燃油汽车 CAFC 积分系数	λ_2	单位新能源汽车 NEV 积分系数
U_1	消费者购买燃油汽车的效用	U_2	消费者购买新能源汽车的效用
θ	消费者偏好	α	消费者对新能源汽车的质疑系数
β	新能源积分比例要求		

假设 1: 根据 NEV 的达标值为 $\beta \sum_{i=1}^N Q_i$, NEV 的实际值为 $\sum_{i=1}^N \lambda_i Q_i$, 单位燃油汽车的 CAFC 积分系数为 λ_1 , 单位 NEV 积分系数为 λ_2 , 新能源汽车比例要求为 β , 本文只考虑车企生产一种新能源车型和一种燃油车型, 且为单一周期不存在 CAFC 正积分的结转, 因此 $\lambda_1 \leq 0$, 则 NEV 积分为 $\lambda_2 Q_2 - \beta Q_1$, CAFC 负积分为 $\lambda_1 Q_1$, 故可交易积分量为 $\lambda_2 Q_2 - \beta Q_1 + \lambda_1 Q_1$ 。同时假设若企业产生的为正积分则恰好能够完全售出, 若产生的为负积分则可以靠在积分市场上购买积分来抵消。

假设 2: 消费者对新能源汽车的质疑系数 $\alpha \in (0,1)$, 是指由于目前电动汽车技术尚不算完善, 消费者在购买电动汽车时会考虑续航里程、充电时间、充电桩的覆盖以及电瓶寿命等, 同时消费者对于传统燃油汽车的惯性依赖也是质疑系数中的一个因子。因此质疑系数成为影响消费者购买新能源汽车效用的一个重要因素, 质疑系数会受电动技术的发展影响, 续航里程越长、充电时间越短、充电桩覆盖率越广, 质疑系数就越小, 则消费者购买新能源汽车的效用也就越高, 也就越偏向于购买新能源汽车。

3.2. 模型构建

针对一个同时生产新能源汽车和传统燃油汽车的汽车企业, 考虑双积分政策、消费者偏好以及消费者对新能源汽车的质疑系数等因素, 消费者购买传统燃油汽车和新能源汽车的效用函数便可表示为:

$$U_1 = \theta - P_1 \quad (1)$$

$$U_2 = (1-\alpha)\theta - P_2 \quad (2)$$

令 $U_1 = U_2$, 得到消费者购买新能源汽车和燃油汽车的临界值

$$\theta_1 = \frac{P_1 - P_2}{\alpha}$$

令 $U_2 = 0$, 得到消费者购买新能源汽车和不购买的临界点 $\theta_2 = \frac{P_2}{1-\alpha}$

$0 \leq \theta_2 \leq \theta_1 \leq 1$ 。当 $\theta \in [\theta_1, 1]$, 消费者偏好购买传统燃油汽车; 当 $\theta \in [\theta_2, \theta_1]$, 消费者偏好购买新能源汽车; 当 $\theta \in [0, \theta_2]$, 消费者无汽车购买意愿。

因此新能源汽车的需求量 $Q_2 = \theta_1 - \theta_2$, 传统燃油汽车的需求量 $Q_1 = 1 - \theta_1$

可以得到传统燃油汽车以及新能源汽车的需求函数为:

$$Q_1 = \frac{\alpha - P_1 + P_2}{\alpha} \quad (3)$$

$$Q_2 = \frac{1 - \alpha P_1 - P_2}{\alpha(1-\alpha)} \quad (4)$$

汽车厂商收益函数:

$$T = (P_1 - C_1)Q_1 + (P_2 - C_2)Q_2 + P(\lambda_2 Q_2 - \beta Q_1 + \lambda_1 Q_1) \quad (5)$$

P 为单位积分价格

3.3. 模型求解

$$T \text{ 的黑塞矩阵为 } H = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 T}{\partial P_2^2} & \frac{\partial^2 T}{\partial P_2 \partial P_1} \\ \frac{\partial^2 T}{\partial P_1 \partial P_2} & \frac{\partial^2 T}{\partial P_1^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{2}{(\alpha-1)\alpha} & \frac{2}{\alpha} \\ \frac{2}{\alpha} & -\frac{2}{\alpha} \end{bmatrix}$$

$$\text{因为 } \frac{\partial^2 T}{\partial P_2^2} = \frac{2}{(\alpha-1)\alpha} < 0$$

$$\text{而 } |H| = \frac{4}{(1-\alpha)\alpha} > 0$$

即矩阵 H 的奇数阶顺序主子式小于 0，偶数阶顺序主子式大于 0，因此 H 为负定矩阵，多元函数 T 存在极大值，分别求解 T 关于 P_1 、 P_2 的一阶导数并令其等于零，即 $\frac{\partial T}{\partial P_2} = 0$ ， $\frac{\partial T}{\partial P_1} = 0$ 得到

$$P_1^* = \frac{C_1 - P\lambda_1 + P\beta + 1}{2} \quad (6)$$

$$P_2^* = \frac{C_2 - \alpha - P\lambda_2 + 1}{2} \quad (7)$$

将式(6)和式(7)带入到式(3)和式(4)得到

$$Q_1^* = 1 - \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2\alpha} \quad (8)$$

$$Q_2^* = \frac{C_2 - \alpha - P\lambda_2 + 1}{2(\alpha-1)} + \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2\alpha} \quad (9)$$

将式(6) (7) (8) (9)带入到式(5)得到

$$T_1 = \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2(\alpha-1)} * \frac{C_1 + P\lambda_1 - P\beta - 1}{2} \quad (10)$$

$$T_2 = - \left(\frac{C_2 - \alpha - P\lambda_2 + 1}{2(\alpha-1)} + \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2\alpha} \right) * \frac{C_2 + \alpha + P\lambda_2 - 1}{2} \quad (11)$$

$$T_3 = P\beta \left(\frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2(\alpha-1)} - \lambda_2 \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2(\alpha-1)} + \lambda_1 \frac{C_2 - \alpha - P\lambda_2 + 1}{2(\alpha-1)} + \frac{C_1 - C_2 + \alpha - P\lambda_1 + P\lambda_2 + P\beta}{2\alpha} \right) \quad (12)$$

$$T^* = T_1 + T_2 + T_3$$

4. 双积分政策下汽车企业决策模型分析

为分析积分价格、新能源积分比例以及消费者质疑系数等因素对车企收益、车型需求量的影响，遂将参数量化，根据工信部出台的双积分政策的最新数据，令 $C_1 = 50000$ ， $C_2 = 80000$ ， $\beta = 0.16$ ， $\lambda_1 = -0.66$ ， $\lambda_2 = 4.4$ ， $\alpha = 0.6$ 。

4.1. 积分价格对两类汽车生产决策的影响

命题 1: 汽车企业同时生产传统燃油汽和新能源两类汽车时，它们的售价与需求量决策为 P_1^* 、 P_2^* 、 Q_1^* 、 Q_2^* 。传统燃油汽车的价格与积分价格正相关，需求量与积分价格则为负相关；新能源汽车的价格与积分价格负相关，需求量与积分价格则为正相关。

证明因 $\lambda_1 \leq 0$ ，又根据式(6)到(9)，可以得到关于积分价格的一阶导数， $\frac{\partial P_1^*}{\partial P} = \frac{1}{2}(\beta - \lambda_1) > 0$ ，

$$\frac{\partial P_2^*}{\partial P} = -\frac{1}{2}\lambda_2 < 0, \quad \frac{\partial Q_1^*}{\partial P} = \frac{\lambda_1 - \lambda_2 - \beta}{2\alpha} < 0, \quad \frac{\partial Q_2^*}{\partial P} = \frac{\beta - \lambda_1 + \lambda_2}{2\alpha(1-\alpha)} > 0。$$

根据导数的正负判断积分价格与两种车型价格与需求量的相关性，且一阶导数为实数，说明两者之间存在线性相关。命题 1 得证。

命题 1 表明通过提高积分交易价格，能够有效地推动新能源汽车的快速发展，扩大新能源汽车市场，同时降低其价格。

命题 2: 存在积分价格 P_N ，当 $0 < P < P_N$ 时，新能源汽车收益与积分价格成正比，当 $P \geq P_N$ 时，新能源汽车收益与积分价格成反比。同样的，存在积分价格 P_C ，当 $0 < P < P_C$ 时，传统燃油汽车收益与积分价格成正比，当 $P \geq P_C$ 时，传统燃油汽车收益与积分价格成反比。

证明根据式(10)、(11)，可以得到关于积分价格的二阶导数小于零，因此判断两种车型的收益函数均为凸函数，令其一阶导数等于零，得到阈值 P_N 与 P_C 。积分价格对汽车企业总收益的影响如图 2 所示，说明汽车企业的总收益一开始将随着积分价格的上升而增加，但当积分价格高于某一阈值时，积分价格继续增加反而会导致车企总收益减少。由此可见，随着积分价格的上升，虽然两种车型的收益都是先增加后减少，但是两者的阈值 P_N 与 P_C 并不相同，因此将积分价格控制在一个合适的范围内将有利于汽车企业的总收益。

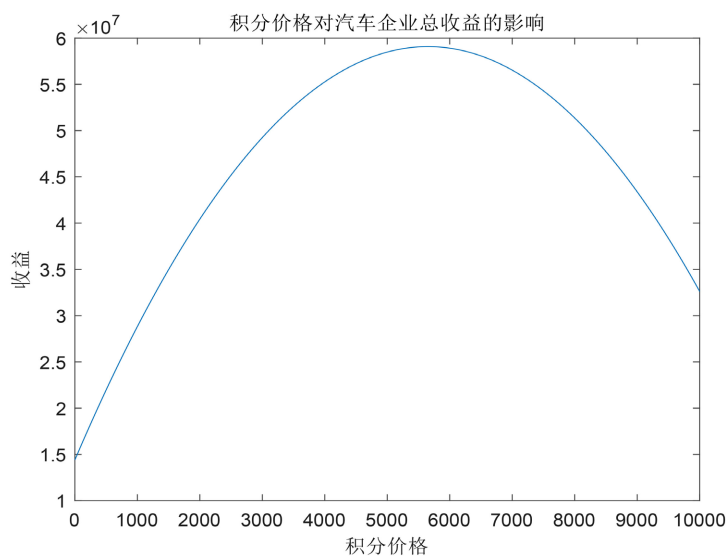


Figure 2. The influence of integral price on the total income of automobile enterprises

图 2. 积分价格对汽车企业总收益的影响

4.2. 新能源积分比例要求对两类汽车生产决策的影响

命题 3: 随着新能源积分比例要求的增加，传统燃油汽车的价格随之增加，需求量减少；新能源积分比例要求增加会使新能源汽车的需求量增加，但是并不会影响新能源汽车的售价。

证明根据式(6)到式(9)可以得到两种车型价格与需求量关于新能源积分比例要求的一阶导数，

$$\frac{\partial P_1^*}{\partial \beta} = \frac{1}{2}P > 0, \quad \frac{\partial P_2^*}{\partial \beta} = 0, \quad \frac{\partial Q_1^*}{\partial \beta} = -\frac{P}{2\alpha} < 0, \quad \frac{\partial Q_2^*}{\partial \beta} = \frac{P}{2\alpha} > 0. \text{ 命题 3 得证。}$$

命题 3 表明通过制定合理的新能源积分比例要求可以很好的推动汽车企业进行新能源汽车的生产，减少传统燃油汽车生产，有利于传统燃油汽车向新能源汽车的过度。不同积分比例下积分价格对新能源汽车需求量的影响如图 3 所示，新能源汽车的需求量与积分价格存在线性关系，新能源汽车的需求量随着积分价格的上升而增加；积分比例越高，需求量-积分价格曲线越陡峭，需求量增加的越为显著。

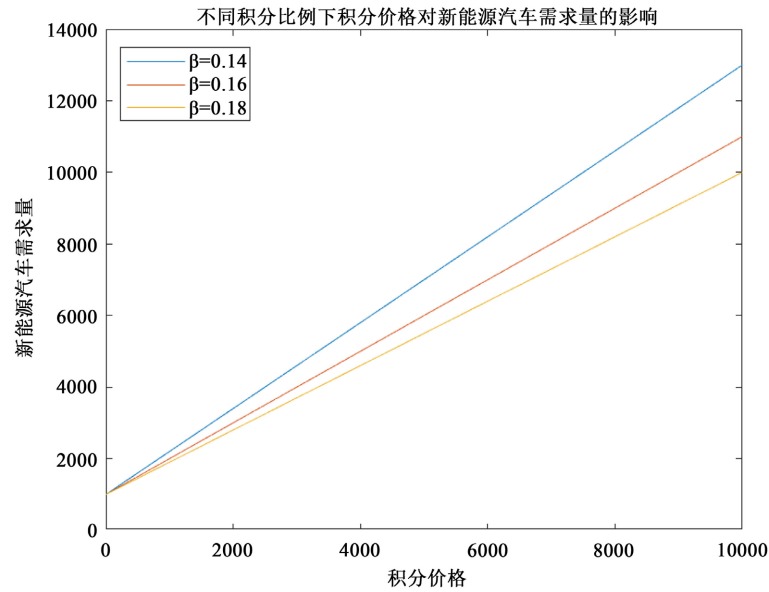


Figure 3. Effect of integral price on demand of new energy vehicles under different integral proportions

图 3. 不同积分比例下积分价格对新能源汽车需求量的影响

命题 4: 存在积分价格 P_B , 当 $P \geq P_B$ 时, 新能源积分比例增加将导致新能源汽车收益降低; 当 $0 < P < P_B$ 时, 新能源汽车收益才会随着新能源积分比例要求增加而上升。

证明令 $\frac{\partial T_2}{\partial \beta} = 0$, 可以得到积分价格 P_B , 当 $P > P_B$ 时, $\frac{\partial T_2}{\partial \beta} < 0$; 当 $0 < P < P_B$ 时, $\frac{\partial T_2}{\partial \beta} > 0$ 。命题 4 得证。

命题 4 表明, 要想使双积分政策在市场中充分发挥作用, 就应协调制定新能源积分比例与积分价格, 二者缺一不可。积分比例与积分价格对制造商收益的协同影响如图 4 所示。

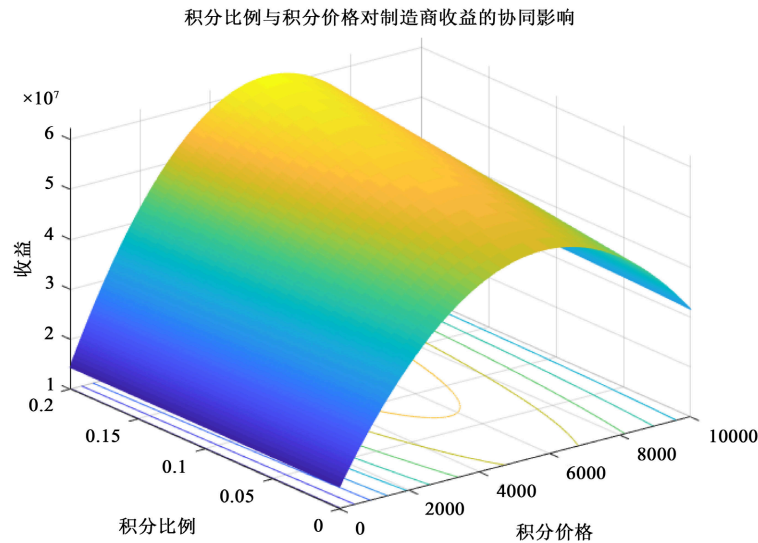


Figure 4. Synergistic effect of integral proportion and integral price on manufacturer's income

图 4. 积分比例与积分价格对制造商收益的协同影响

命题 5: 存在新能源积分比例 β_T , 当 $0 < \beta < \beta_T$ 时, 汽车企业的收益将随着新能源积分比例的提高而下降; 当 $\beta > \beta_T$ 时, 汽车企业的收益将随着新能源积分比例的提高而上升。证明同命题 2。

命题 5 表明新能源积分比例如果低于某一阈值, 随着新能源积分比例的增加汽车企业的收益反而会呈下降趋势。这是因为在新能源汽车发展初期, 汽车企业投入对新能源汽车的生产来达成规定的积分比例, 但是由于研发技术不成熟, 市场份额小, 生产新能源汽车的收益不能完全抵扣投入的成本。但在积分比例突破这一阈值后, 随着积分比例的继续提高, 汽车企业在新能源汽车以及积分出售的收益大幅增加, 使得整体收益上升。

4.3. 消费者质疑系数对两类汽车生产决策的影响

命题 6: 随着消费者质疑系数的增加, 新能源汽车的需求量会减少, 燃油汽车需求量会上升。对两类汽车的需求量函数求一阶导数可得 $\frac{\partial Q_1^*}{\partial \alpha} > 0$, $\frac{\partial Q_2^*}{\partial \alpha} < 0$, 命题 6 得证。

命题 6 表明消费者质疑系数会影响消费者购买新能源汽车的效用, 在新能源汽车发展初期, 电动技术尚不完善, 配套实施未大面积覆盖, 此时质疑系数会相对较高, 导致新能源汽车的需求量较低; 随着新能源技术越来越成熟, 政策越来越完善, 大大打消消费者的疑虑, 新能源汽车的需求量将会大幅增加, 大幅推动新能源汽车的普及。质疑系数对两种汽车需求量的影响如图 5 所示, 可见当质疑系数较高时降低质疑系数对新能源车的需求量影响不显著, 但一旦减少到一定范围内后, 新能源汽车需求量将会陡增, 快速普及新能源汽车, 大力推动新能源的发展。

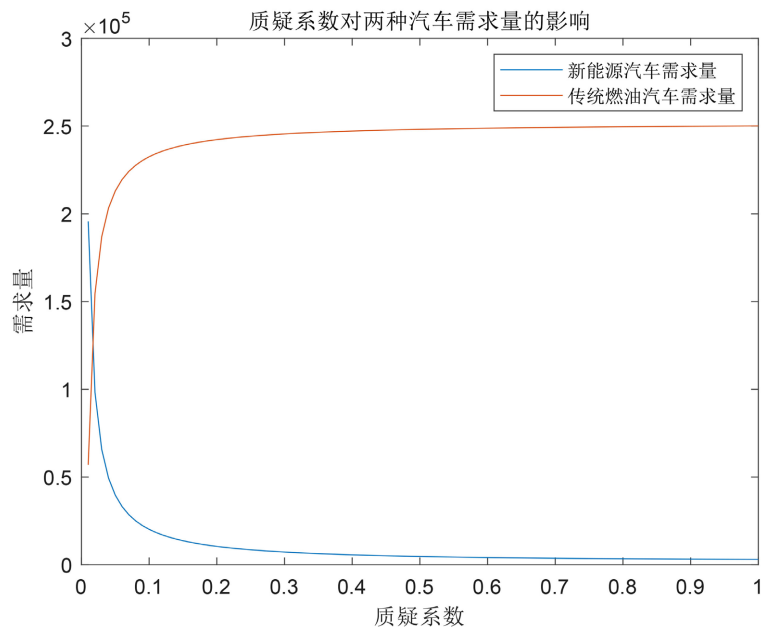


Figure 5. Influence of questioning coefficient on the demand of two kinds of vehicles

图 5. 质疑系数对两种汽车需求量的影响

5. 结论与展望

由于目前世界范围内对于新能源的认识与要求不断提高, 双积分政策也在不断地推进, 虽然在 2020 年 6 月新修订了双积分政策, 使得汽车企业可以更加灵活地调整策略, 但是逐年上升的新能源积分比例

仍然让传统燃油汽车企业为之头疼。根据 2020 年度《乘用车企业平均燃料消耗量与新能源汽车积分情况》的公示来看, 仍有大量传统燃油车企的积分为负数, 这些传统燃油车企为了满足双积分政策的要求, 也开始生产混动和纯电车型。那么对于这样的企业, 应当采用何种生产策略以及找到最优的生产决策便是本文的研究内容。本文的研究对象为一家既生产传统燃油汽车又生产新能源汽车的汽车企业, 根据双积分政策的背景, 构建了一个考虑了消费者质疑系数的汽车企业的收益模型。

研究发现: 1) 合理地提高积分价格才能促进新能源汽车的发展, 因为当积分价格过低时, 传统燃油车企会选择购买积分的方式来填补自己负分的情况, 而不会选择自己投产新能源汽车。

2) 提高新能源积分比例, 可以有效推广新能源汽车的生产, 且积分比例与积分价格之间存在协同作用, 两者共同使双积分政策在市场中发挥作用, 因此在制定每年度的新能源积分比例时, 应当稳步增长, 而不是在短期内迅速上调, 尤其是当新能源技术尚未发展成熟时, 强行拔苗助长只会导致部分传统车企以次充好, 收益大幅下降。

3) 消除消费者心中对新能源汽车的质疑对于新能源汽车的发展是极为关键的, 当质疑系数较低时, 新能源汽车的需求量将快速增长, 因此发展新能源汽车最重要的就是完善电动技术, 真正地实现电动汽车能够完全替代传统燃油汽车在我们生活中的作用。

本文的不足之处在于考虑的对象为一个只生产单一新能源和传统燃油车型的车企, 但是生活中通常都为多车型的情况。另外在双积分政策中, CAFC 积分在三年内可以进行结转和抵消, 本文中也没有考虑在内, 未来可以从这几方面入手进行拓展来完善模型。

参考文献

- [1] 张奇, 李曜明, 唐岩岩, 高原, 刘伯瑜. 新能源汽车“双积分”政策对生产商策略与社会福利影响研究[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(1): 150-169.
- [2] 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(2): 126-133.
- [3] 刘宏筵, 孙华平, 张茜. 中国新能源汽车产业政策演化及执行阻滞分析——兼论双积分政策的协同实施[J]. 管理现代化, 2019, 39(4): 41-46.
- [4] 程永伟, 穆东. 双积分制下汽车生产商生产决策优化[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(11): 2817-2830.
- [5] 卢超, 闫俊琳. 考虑“双积分”交易的双寡头新能源车企研发博弈[J]. 工业技术经济, 2019, 38(1): 67-73.
- [6] 熊勇清, 陈曼琳. 新能源汽车需求市场培育的政策取向: 供给侧抑或需求侧[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(5): 129-137.
- [7] Li, J.J., Jiao, J.L. and Tang, Y.S. (2019) An Evolutionary Analysis on the Effect of Government Policies on Electric Vehicle Diffusion in Complex Network. *Energy Policy*, **129**, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.070>
- [8] Li, J.Z., Ku, Y.Y., Yu, Y., Liu, C.L. and Zhou, Y.P. (2020) Optimizing Production of New Energy Vehicles with Across-Chain Cooperation under China's Dual Credit Policy. *Energy*, **194**, Article ID: 116832. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116832>
- [9] 刘宗巍, 刘斐齐, 王悦, 郝瀚, 赵福全. CAFC、NEV 双积分与碳配额法规综合研究与组合政策思考[J]. 汽车工程学报, 2017, 7(1): 1-9.
- [10] Zhou, D.Q., Yu, Y., Wang, Q.W. and Zha, D.L. (2019) Effects of a Generalized Dualcredit System on Green Technology Investments and Pricing Decisions in a Supply Chain. *Journal of Environmental Management*, **247**, 269-280. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.058>
- [11] 曹斌斌, 肖忠东, 祝春阳. 考虑政府低碳政策的双销售模式供应链决策研究[J]. 中国管理科学, 2018, 26(4): 30-40.