

文章编号:1003-207(2020)08-0139-09

DOI:10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2020.08.012

基于不同补贴主体的新能源汽车制造商定价决策研究

熊勇清, 李小龙, 黄恬恬

(中南大学商学院, 湖南 长沙 410083)

摘要:基于政府目前对新能源汽车消费者及制造商实施补贴的现实背景,假设两家技术水平不等的新能源汽车制造商所生产的产品之间存在替代关系,将制造商产品之间的价格和质量差异纳入考虑范围,构建了新能源汽车制造商最优定价模型,求解了在不同补贴方式下的最优定价方式,并在均衡状态下对模型进行了数值模拟和分析。研究结果表明,在不同补贴方式下,制造商将根据市场竞争环境和补贴投入的变化情况采取不同的定价策略。政府针对消费者的补贴可以使技术水平相对落后的制造商获得更高利润,促使更多的制造商进入新能源汽车产业。对制造商的补贴可以使较高技术水平的制造商获得更高利润,从而促进新能源汽车产业的优胜劣汰。政府补贴主体应由消费者逐步转向制造商,通过政策引导制造商和消费者进一步增进其对新能源汽车质量的重视程度,推动新能源汽车产业的良性发展。

关键词:新能源汽车制造商;补贴主体;stackelberg 博弈;可替代性

中图分类号:F274 **文献标识码:**A

1 引言

随着资源与环境问题日益突出,新能源汽车已成为全球汽车产业发展的新方向。我国新能源汽车产业近年来获得了较快发展,已超越美国成为全球最大的新能源汽车市场。尽管新能源汽车产业拥有良好市场前景,但是目前尚处于“技术与商业化示范(Technical and Commercial Demonstration)”阶段^[1],面临市场发育不完善,消费者成熟度低,需求尚未完全打开等诸多现实问题^[2-3],政府补贴是促进新能源汽车商业化条件成熟,激励制造商生产研发积极性的重要手段^[4],对于新能源汽车制造商的产品价格、利润水平、市场需求等都会产生较大影响。在不同补贴方式下,制造商会调整经营策略以获取更高的补贴额度使利润最大化。因此,基于不同补贴主体的政府干预视角,研究分析我国新能源汽车制造商的定价博弈过程,对于进一步健全新能源汽车政府补贴机制,促进新能源汽车产业的发展有着十分重要的意义。

我国有关新能源汽车的补贴政策种类繁多,效

果不一。根据新能源汽车产业链内补贴对象(主体)的不同,可以分为制造商补贴和消费者补贴两类。分析针对不同主体的补贴政策影响机制和作用效果,将有助于更好地发挥政府有限财政资源的刺激作用。关于消费者补贴方面,田一辉和朱庆华^[5]建立三阶段演化博弈模型发现政府对产品价格补贴可以促进产品销量和价格的上升;罗春林^[6]建立零售商与消费者之间的合作博弈模型,研究结果表明,当政府对消费者进行补贴时,供应链上的制造商与零售商都会通过提高价格的方式去分享政府的“福利”,且当政府提高补贴额度时,制造商会相应地提高批发价格。关于制造商补贴方面,巫强和刘蓓^[7]发现政府的定额研发补贴,直接增加制造商的账面利润,但却没有改变制造商对产品质量的选择;白俊红^[8]、Lee 和 Hwang^[9]学者分析了中外政府对制造商补贴的情形,研究发现对制造商补贴可以降低研发成本,促使研发创新,从而降低产品价格。

价格决策是影响新能源汽车制造商生存与发展的重要决策之一。目前学界针对新能源汽车的研究按不同主体区分,主要集中于政府,制造商及消费者三个方面。政府政策方面,李苏秀等^[10]发现政府政策对新能源汽车制造商的技术研发,生产销售等方面均有着重要的引领作用;范如国和冯晓丹^[11]发现制造商的定价,销量及利润均随政府价格补贴比例

收稿日期:2017-08-10; 修订日期:2018-01-04

基金项目:国家自然科学基金资助项目(71473276,71874208)

通讯作者简介:李小龙(1994—),男(汉族),湖北荆州人,中南大学商学院,硕士研究生,研究方向:产业政策、战略管理,E-mail:lixiaolong@csu.edu.cn.

的增大而增大。然而,相关研究表明政府政策之间存在协同失灵^[12],政府应根据新能源汽车制造商的发展及时调整补贴政策,如钟太勇和杜荣^[13]指出政府应根据新能源汽车发展水平的高低制定针对不同制造商的补贴政策;刘兰剑和赵志华^[2]指出政府补贴应随制造商创新体系的健全而逐渐退坡以避免补贴对制造商创新投入的挤出效应。制造商主体方面,研究集中于制造商的技术创新。我国新能源汽车专利申请存在申请量高但专利质量偏低,研发力量分散等问题,技术限制是阻碍我国新能源汽车发展的重要因素,提升新能源汽车创新力任重道远。Li Shaoping 和 Li Yue^[14]发现税收优惠能降低新能源汽车研发边际成本从而促进创新投入;徐进亮等^[15]发现政府采购新能源汽车能促进新能源汽车自主创新水平的提高。消费者偏好方面,Kolavennu 和 Kaufman^[16]发现消费者对新能源汽车的认知在性别,年龄和教育群体之间有所不同;Higgins 等^[17]发现消费者对新能源汽车属性存在异质性偏好;购买态度、主观规范以及知觉行为控制是影响消费者新能源汽车购买意向的关键因素^[18]。然而,目前我国消费者对新能源汽车的接受度不高导致新能源汽车市场发展缓慢^[19];高收入者并不青睐新能源汽车,并显示出较低的技术信任和较低的环保意识^[20]。

综上所述,学者对新能源汽车政府,制造商,消费者及两两交互作用的研究已经取得一定成果,但对不同的补贴方式对新能源汽车制造商定价决策的影响及新能源汽车制造商产品之间竞争替代关系的研究相对较少。鉴于此,本研究依据补贴主体的不同将补贴政策分为针对制造商补贴和针对消费者补贴,建立 Stackelberg 博弈模型,描述政府政策和消费者偏好对新能源汽车制造商定价决策的影响,得出制造商的帕累托最优决策并据此提出相关政策建议。本研究的探索性主要有两个方面:一是以供应链中的横向竞争为切入点,研究市场内处于不同竞争地位的多个制造商在补贴政策下的竞争机制;二是在构建新能源汽车制造商销量函数时,引入了价格替代率和质量替代率来刻画市场竞争环境,使模型更贴近现实。

2 模型符号和假设

2.1 模型符号

首先对研究用到的符号加以说明。假设市场上仅存在两家新能源汽车制造商 i , 技术领先的制造商记为 i_1 , 技术追随的制造商记为 i_2 ; 制造商 i 的销

销量 q_i ; 制造商 i 的新能源汽车质量记为 h_i ; 制造商 i 的新能源汽车零售价为 p_i ; 消费者购买新能源汽车时,政府补贴金额为 s_i , 补贴系数为 κ ; 制造商 i 的新能源汽车单位生产成本为 c_i , 原始成本为 c_0 ; 制造商 i 通过研发, 规模生产等方式努力引起成本的变动系数为 δ_i ; 政府对制造商 i 补贴额为 τ_i ; 制造商 i 的利润为 π_i ; 市场上, 消费者对新能源汽车的初始需求量记为 α ; 消费者对新能源汽车价格变动的敏感系数为 β ; 消费者对新能源汽车质量变动的敏感系数为 θ ; 消费者指对市场上新能源汽车与其替代品价格差距的敏感程度即价格替代率记为 k_p ; 消费者对市场上新能源汽车与其替代品质量差距的敏感程度即质量替代率记为 k_n 。带*值为最优值。

2.2 模型假设

根据研究需要解决的问题, 提出如下假设:

假设一: 根据新兴产业内竞争厂商数量较少的现实情况, 假设在竞争市场中只存在两家新能源汽车制造商, 负责新能源汽车的生产销售。其中, 制造商 i_1 是领导者, 制造商 i_2 是追随者, 制造商 i_1 的产品质量, 研发水平均高于制造商 i_2 。

假设二: 两家制造商提供的新能源汽车除质量以外, 其他特征均一致。两家制造商基于利润最大化的目标制定新能源汽车的销售价格。

假设三: 新能源汽车需求仅受新能源汽车价格及新能源汽车质量的影响; 新能源汽车需求是新能源汽车价格和新能源汽车质量的线性函数, 与质量正相关、价格负相关, 消费者具有较高的价格敏感性。

假设四: 新能源汽车行驶里程数是衡量新能源汽车质量的重要指标, 与质量呈正相关关系, 政府补贴与新能源汽车的里程正相关, 因此政府补贴与新能源汽车质量正相关。

3 新能源汽车制造商定价决策模型

3.1 模型建立

新能源汽车制造商在生产经营过程中, 追求利益最大化, 合理的定价是实现最大销售量的保证。随着市场竞争环境日益复杂, 单纯考虑价格或质量都不能满足新的竞争情境下制造商运营决策的需要, 制造商必需同时考虑市场中替代品的价格和质量, 在考虑竞争对手行为的基础上对自身最优竞争策略进行调整^[21]。因此, 在胡新平等^[22]学者的研究基础上, 选用产品价格替代率和产品质量替代率反映市场竞争环境, 在考虑产品价格和质量的同时, 将

产品价格替代率和产品质量替代率纳入需求函数。在制造商 i 的新能源汽车质量和价格确定的情况下,制造商 i 的新能源汽车销售量为:

$$q_1 = \alpha - \beta p_1 + \theta h_1 + k_p(p_2 - p_1) + k_n(h_1 - h_2) \quad (1)$$

$$q_2 = \alpha - \beta p_2 + \theta h_2 + k_p(p_1 - p_2) + k_n(h_2 - h_1) \quad (2)$$

其中, α 表示整个市场的新能源汽车初始需求。新能源汽车质量越高,零售价格越低,销售量越大。在确定销量的基础上,新能源汽车制造商 i 的利润为:

$$\pi_i = (p_i - c_i)q_i \quad i = 1, 2 \quad (3)$$

新能源汽车制造商的利润与新能源汽车的单位利润及销量正相关,单位利润为零售价减单位生产成本。制造商 i 新能源汽车的单位生产成本为:

$$C_i = C_0 + \frac{\delta_i h_i^2}{2} \quad i = 1, 2 \quad (4)$$

其中 $\delta_1 < \delta_2$, 新能源汽车的单位生产成本随新能源汽车质量的提高呈上升趋势增加,随新能源汽车质量的提升,制造商在原有基础上继续提升新能源汽车质量的难度越高,因此所需投入的研发成本越高,导致单位生产成本的加速上升。类似的生产成本函数亦被熊峰等^[23]、Kaya 和 Özer^[24] 等学者研究采用,说明其较好地体现了商业实践。

3.2 政府对消费者补贴情形下的定价决策模型

政府对消费者进行补贴是通过直接降低产品价格激发消费者购买新能源汽车的积极性,从需求侧倒逼新能源车制造商通过技术创新改善产品性能,降低生产成本^[25]。目前,政府对消费者的补贴主要由购置补贴,购置税减免,车船税减免三种形式构成,消费者所购新能源汽车续航里程越高即新能源汽车质量越高其所获购置补贴额度,购置税减免额度越高;车船税与新能源汽车价格相比,数额较小,忽略不计。因此可以认为消费者所获补贴额度与所购新能源汽车质量正相关,利用二次函数拟合现实补贴趋势^[26],政府对消费者补贴额近似表达为:

$$s_i = \kappa h_i^2 \quad h_1 > h_2 \quad (5)$$

其中, $\kappa \geq 0$ 说明消费者购买新能源汽车质量越高所获补贴额度越大。政府对消费者进行补贴后,新能源汽车价格降低,消费者对新能源汽车需求扩大,新能源汽车制造商销量增加为:

$$q_1 = \alpha - \beta(p_1 - s_1) + \theta h_1 + k_p(p_2 - p_1) + k_n(h_1 - h_2) \quad (6)$$

$$q_2 = \alpha - \beta(p_2 - s_2) + \theta h_2 + k_p(p_1 - p_2) + k_n(h_2 - h_1) \quad (7)$$

$$- h_1) \quad (7)$$

根据 Stackelberg 博弈原理,可以获得政府对消费者进行补贴时,两制造商的均衡决策。

定理 1 政府对消费者进行补贴时,对于领导者制造商 i_1 的定价 p_1 ,追随者制造商 i_2 总存在最优的反应定价 p_2^* 及最大利润 π_2^* 。

政府对消费者进行补贴时,降低了新能源汽车的销售价格,提高了新能源汽车市场需求,打破了新能源汽车制造商之间原有竞争均衡态势。制造商 i_1 作为价格博弈中的“领导者”,可以优先调整产品价格获得更高利润,制造商 i_2 作为竞争中“不利的一方”,会依据制造商 i_1 的定价 p_1 估计消费者需求,调整自身的产品价格,制定最优反应定价 p_2^* ,使利润最大化。

定理 2 政府对消费者进行补贴时,对于追随者制造商 i_2 的最优反应定价 p_2^* ,领导者制造商 i_1 总存在最优定价 p_1^* 及最大利润 π_1^* 。

对领导者制造商 i_1 来说制定任意的零售价 p_1 ,追随者制造商 i_2 都能得出自身最优反应定价 p_2^* 以获得最大的利润。因此,制造商 i_1 可以得到制造商 i_2 的最优反应定价 p_2^* 关于 p_1 的反应函数,从而可以选择对自身利润最大化的 p_1^* 去影响制造商 i_2 的定价,实现自身利润最大化。

定理 3 政府对消费者进行补贴时,制造商 i 的新能源汽车质量越高,则其最优定价 p_i^* 及最大利润 π_i^* 越高。

政府对消费者进行补贴时,消费者所购买的新能源汽车质量越高,可获补贴额度越高,价格越低。新能源汽车属于价格敏感性商品,质量越高的新能源汽车价格降低越多,需求增加越大,因此制造商可以相应提高新能源汽车的定价 p_i^* ,增加利润。

定理 4 政府对消费者进行补贴时,领导者制造商 i_1 的新能源汽车质量越高,追随者制造商 i_2 的最优定价 p_2^* 及最大利润 π_2^* 越低。

制造商 i_1 的新能源汽车质量越高,制造商 i_2 新能源汽车质量相对越低,制造商 i_2 的产品质量劣势更为明显,消费者会降低对制造商 i_2 的新能源汽车需求,因此制造商 i_2 的最优定价及最大化利润均降低。

3.3 政府对制造商补贴下的定价决策模型

政府对新能源汽车制造商进行补贴来帮助新能源汽车制造商承担技术研发的风险,促进新能源汽车制造商的研发投入。由于补贴金额无法直接测量,采用 τ_i 代表政府对制造商的单位补贴额度。当

政府对制造商进行补贴时, 制造商 i 的新能源汽车单位生产成本变为:

$$C_i = C_0 + \frac{\delta_i h_i^2}{2} - \tau_i \quad i = 1, 2 \quad (8)$$

根据 Stackelberg 博弈原理, 可以获得政府对新能源汽车制造商进行补贴时, 两制造商的均衡决策。

定理 5 政府对新能源汽车制造商进行补贴时, 对于领导者制造商 i_1 的定价 p_1 , 追随者制造商 i_2 总存在最优的反应定价 p_2^* 及最大利润 π_2^* 。

政府对新能源汽车制造商进行补贴时, 降低了新能源汽车制造商的生产成本, 提高了新能源汽车的边际利润率, 因此制造商 i_1 作为行业的领导者会率先根据产品的利润率调整产品价格以获得更大的利润。制造商 i_2 作为追随者根据制造商 i_1 的价格变动调整自身的产品价格以获得最大的利润。

定理 6 政府对新能源汽车制造商进行补贴时, 对于追随者制造商 i_2 最优的反应定价 p_2^* , 领导者制造商 i_1 总存在最优定价 p_1^* 及最大利润 π_1^* 。

领导者制造商 i_1 根据制造商 i_2 最优反应定价 p_2^* , 调整自身的定价 p_1^* 以获得最大的利润。

定理 7 政府对新能源汽车制造商进行补贴时, 制造商 i 的新能源汽车质量越高, 则其最优定价 p_i^* 及最大利润 π_i^* 越高。

随着新能源汽车质量的提高, 制造商所需投入的研发成本呈上升趋势增加, 导致产品的生产成本增加, 同时消费者需求增加, 制造商的可以提高最优定价 p_i^* 以保障利润最大化。

4 数值模拟

根据前文建立的新能源汽车制造商 Stackelberg 博弈模型, 求解出两家制造商的最优均衡价格和利润。为了说明处于市场不同竞争地位的新能源汽车制造商, 面对两种不同主体的补贴方式, 应如何通过最优定价获取最优利润, 对质量替代率, 价格替代率, 补贴投入进行数值模拟。

4.1 两种不同主体的补贴方式下质量替代率对制造商最优定价决策影响

当消费者需求对产品价格敏感度低但是对产品质量敏感度相对较高时, 市场表现为质量竞争市场; 当消费者需求对产品价格敏感度高但是对产品质量敏感度相对较弱时, 市场表现为价格竞争市场^[27]。本小节和下小节将分别从质量竞争市场和价格竞争市场在存在不同补贴方式的情况下, 来分析质量替代率, 价格替代率对新能源汽车制造商最优决策的

影响。

参考相关文献数值算例^[28], 结合新能源汽车市场实际情况, 选取基本参数值为: $h_1 = 2, h_2 = 1, c_0 = 1, \delta_1 = 1, \delta_2 = 2, \alpha = 25, \beta = 1, \theta = 1, k_p = 0.1, \kappa = 1, \tau_1 = 4, \tau_2 = 1$ 。

在质量竞争市场中, 两种补贴方式相比, 对消费者进行补贴时, 产品定价高, 领先制造商的降价速率高, 追随制造商利润大; 对制造商进行补贴时, 产品定价低, 追随制造商降价速率高, 领先制造商利润大。

政府对消费者补贴时, 如图 1(1)、1(2)所示, 随着质量替代率的上升, 领先制造商的最优定价下降, 最大利润下降, 追随制造商的最优定价下降, 最大利润微升。其中, 领先制造商的降价速率高于追随制造商, 当质量替代率为 1 时, 两制造商间的产品价格差异缩小, 导致领先制造商的最大利润降低至与追随制造商相同, 在利润上, 领先制造商不具有领先优势。原因在于, 针对消费者的补贴方式, 是通过刺激需求端, 扩大消费者需求, 进而影响制造商的销量和利润。随着新能源汽车产品质量的提升所需投入的生产成本呈上升趋势增加, 领先制造商的生产成本远高于追随制造商, 因此, 当消费者偏好产品质量, 领先制造商和追随制造商均采用降价的方式换取更高的市场份额时, 领先制造商由于较高的生产成本导致利润下降。

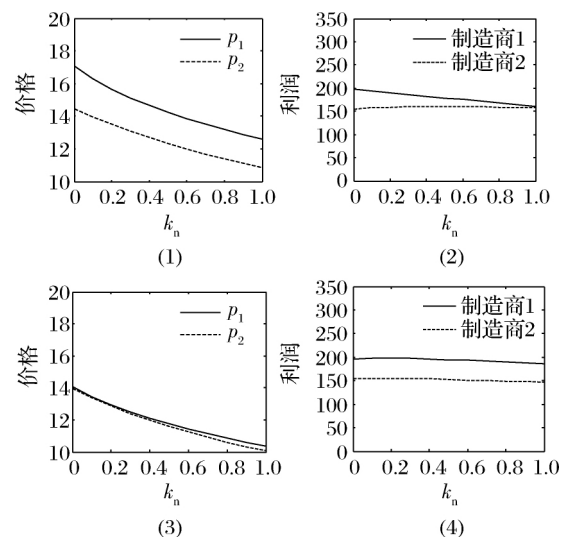


图 1 两种补贴主体下, 质量替代率对新能源汽车制造商定价及利润的影响

政府对制造商补贴时, 如图 1(3)、1(4)所示, 随着质量替代率的上升, 领先制造商的最优定价下降,

最大利润微降,追随制造商的最优定价下降,最大利润微降。其中,追随制造商的降价速率高于领先制造商,当质量替代率为 1 时,两制造商间的产品价格差异增大,领先制造商的最大利润微降但相比追随制造商仍具有一定的利润优势。原因在于,针对制造商的补贴方式,是通过刺激供给端,降低制造商生产成本,增加制造商利润进而影响产品售价。因此,补贴弥补了领先制造商的成本劣势,使其具有更大的降价空间,当领先制造商和追随制造商均采用降价的方式换取更高的市场份额时,领先制造商的质量优势更为明显,能保持一定的利润率。

4.2 两种不同主体的补贴方式下价格替代率对制造商最优定价决策影响

参考相关文献数值算例^[28],结合新能源汽车市场实际情况,选取基本参数值为: $h_1 = 2$; $h_2 = 1$; $c_0 = 1$; $\delta_1 = 1$; $\delta_2 = 2$; $\alpha = 50$; $\beta = 2$; $\theta = 2$; $k_n = 0.2$; $\kappa = 1$; $\tau_1 = 4$; $\tau_2 = 1$

在价格竞争市场中,两种补贴方式相比,对消费者进行补贴时,产品定价高,领先制造商利润降低,追随制造商利润升高,出现柠檬市场(The Market for Lemons)^[29]的时间较早;对制造商进行补贴时,产品定价低,领先制造商利润升高,追随制造商利润降低,出现柠檬市场(The Market for Lemons)的时间较晚。

对消费者进行补贴时,如图 2(1)、2(2)所示,随着价格替代率的上升,领先制造商的最优定价下降,最大利润直线下降,追随制造商的最优定价下降,最大利润的增加呈先增后减的趋势增加。当质量替代率大于 0.4 时,追随制造商的利润高于领先制造商。在价格竞争市场中,追随制造商的价格优势明显,领先制造商只有通过降价的方式增加需求,而领先制造商的生产成本高,降价范围低,导致了利润的直线下降。对消费者补贴,扩大了消费需求,但消费者不能完全掌握市场上待售车辆的性能和质量的性能,倾向购买低价的新能源汽车,从而导致了追随制造商利润的大幅上升,领先制造商利润的大幅下降,对高质量产品在较短时间内产生了挤出作用。

对制造商进行补贴时,如图 2(3)、2(4)所示,随着价格替代率的上升,领先制造商的最优定价下降,最大利润下降,下降速率降低;追随制造商的最优定价下降,最大利润上升,上升速率降低。当质量替代率大于 0.7 时,追随制造商的利润高于领先制造商。针对制造商的补贴方式,使领先制造商的降价空间增加,产品售价降低,与追随制造商之间的产品价格

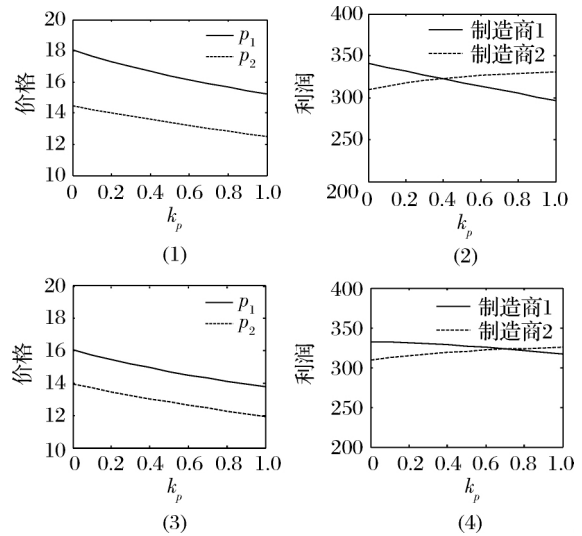


图 2 两种补贴主体下,价格替代率对新能源汽车制造商定价及利润的影响

差距缩小,因此领先制造商的市场需求相对增加,从而增强了领先制造商面对市场价格偏好时的应对能力,降低了柠檬市场出现的概率。

4.3 两种不同主体的补贴方式下补贴投入对制造商最优定价决策影响

参考相关文献数值算例^[28],结合新能源汽车市场实际情况,选取基本参数值为: $h_1 = 2$; $h_2 = 1$; $c_0 = 1$; $\delta_1 = 1$; $\delta_2 = 2$; $\alpha = 50$; $\beta = 2$; $\theta = 1$; $k_n = 0.1$; $k_p = 0.2$;

增加补贴投入,对消费者进行补贴时,两制造商的产品定价及利润均上升;对制造商进行补贴时,两制造商的产品价格降低但利润增加。两种补贴方式相比,对消费者补贴时,领先制造商的利润低,追随制造商的利润高,对制造商进行补贴时,领先制造商的利润高,追随制造商的利润低。

对消费者补贴时,如图 3(1)、3(2)所示,随着补贴投入的增加,领先制造商的最优定价大幅上升,利润呈快速上升趋势增加,追随制造商的最优定价小幅上升,利润增加,但增幅远低于领先制造商。当补贴投入小于 4 时,追随制造商的利润高于领先制造商,补贴投入大于 4 时,领先制造商的利润快速超越追随制造商。这是由于当补贴额度很低时,政策导向作用不明显,市场对新能源汽车的接受度不高,市场需求整体偏低,并表现出较高的需求价格弹性,追随制造商的产品价格优势明显,因此追随制造商的产品需求远高于领先制造商,领先制造商的利润低于追随制造商。随着政府对消费者补贴额度的增加,政策开始发挥导向作用,一方面市场需求扩大,

另一方面降低售价,提高了消费者对新能源汽车质量的重视程度。此时领先制造商的市场需求上升速度及利润上升速度均高于追随制造商,两制造商之间利润差逐渐扩大。政府对消费者补贴时,降低了新能源汽车价格即降低了消费者的价格敏感度,同时增加了消费者对产品质量的关注,因此在相同补贴投入的情况下领先制造商由于产品质量高具有更大的价格提升空间,提价速度快,利润增长高。

对制造商补贴时,如图 3(3)、3(4)所示,随着补贴投入的增加,领先制造商的最优定价大幅下降,利润呈快速上升趋势增加;追随制造商的最优定价小幅下降,利润缓慢上升。政府对制造商补贴,制造商的生产成本降低,可以通过降价刺激需求提高利润。领先制造商的产品相对于追随制造商,质量高且具有规模效应,因此在相同补贴额度下,领先制造商的单位成本下降速度要高于追随制造商,在补贴高于一定额度时,领先制造商单位产品成本能进一步降低到追随制造商之下,使领先制造商的产品价格低于追随制造商,利润高于追随制造商。

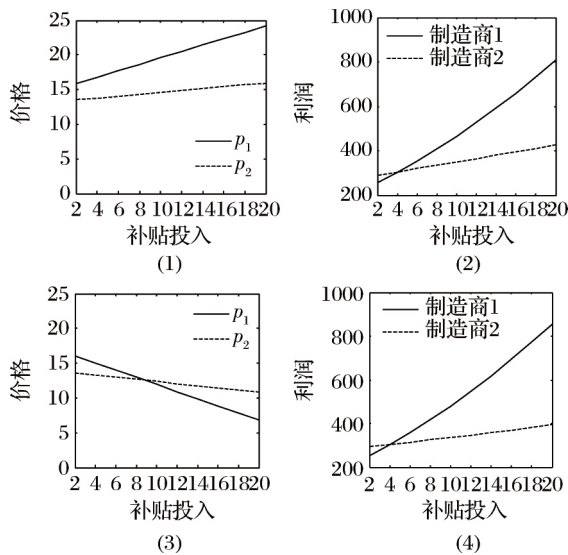


图 3 两种补贴主体下,补贴投入对新能源汽车制造商定价及利润的影响

5 结语

本研究应用 Stackelberg 博弈模型,在制造商追求利润最大化的基础上,将制造商产品之间的价格和质量差异纳入考虑范围,构建了新能源汽车制造商最优定价模型,求解了不同补贴主体下的新能源汽车制造商最优定价方式,并在均衡状态下对模型

进行了数值模拟和分析,可以得出以下结论及建议。

在新能源汽车产业发展现阶段,政府补贴对于促进新能源汽车产业的发展十分必要。在没有补贴的情况下,领先者制造商 i_1 的利润低于跟随者制造商 i_2 ,说明在目前的竞争市场中,对高质量新能源汽车的需求尚未打开,不足以使领先制造商获得竞争优势;而在较少政府补贴情况下,领先者制造商 i_1 的利润快速上升并实现了对跟随者制造商 i_2 的超越,充分说明了政策的引导作用,扩大了消费者对新能源汽车的需求,激励制造商进行产品质量的提升。因此,在新能源汽车产业发展现阶段,政府应保证一定的补贴力度以确保“领先”制造商的利润,促进新能源汽车产业的发展。

在不同补贴方式下,制造商将通过采取不同的定价策略来应对市场竞争环境变化。对消费者进行补贴时,制造商均选择提高产品定价,领先制造商利润降低,追随制造商利润升高;对制造商进行补贴时,制造商均选择降低产品定价,领先制造商利润升高,追随制造商利润降低。其中,质量竞争更有利于领先制造商的发展,价格竞争更有利于追随制造商的发展但价格竞争对制造商利润的影响明显高于质量竞争,而消费者过于重视价格易导致柠檬市场(The Market for Lemons)的产生。因此,提高消费者新能源汽车质量敏感度,降低价格敏感度更有利于市场的良性发展。制造商对内应通过加大研发投入,加强产学研合作等方式提高创新能力和产品品质;对外应增强消费者的产品品质感知,如通过新能源汽车试驾等活动,提高消费者对新能源汽车的质量认知从而提高质量敏感度。政府可以通过宣传手段将新能源汽车推广与节能减排、降低雾霾等紧密联系在一起,强调其环保属性并通过补贴的方式弥补新能源汽车的正外部性,从而降低消费者的价格敏感程度,促进新能源汽车的发展。

在不同补贴方式下,加大补贴力度会对制造商的最优定价策略及利润产生不同的影响。加大对消费者补贴额度时,产品定价及利润均上升,追随制造商可以获得比政府加大制造商补贴额度时更高的利润,此时有助于降低行业的进入门槛,使更多制造商进入新能源汽车产业;政府对新能源汽车制造商进行补贴时,产品定价均下降,随着补贴额度的增加,高质量产品价格甚至会降低到低质量的产品之下,消费者对高质量产品的需求增加,使领先制造商 i_1 的利润远高于追随制造商 i_2 。政府应根据不同的政策目的选择不同的补贴主体,对消费者进行补贴

可以提高产品价格,使起步较晚、规模较小和技术水平相对落后的制造商获得更高的利润,促使更多的制造商进入新能源汽车产业,防止垄断的形成。对制造商进行补贴可以降低产品价格,产品质量较高

的制造商将获得更高的利润,从而促进制造商进行研发以提高产品质量,并引导消费者购买高质量新能源汽车,促进新能源汽车产业的优胜劣汰和良性发展。

附录:

定理 1 证明:

根据领导制造商 i_1 的定价 p_1 , 制造商 i_2 的利润 π_2 , 可得 $\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial p_2^2} < 0$ 。解 $\frac{\partial \pi_2}{\partial p_2} = 0$, 得追随者制造商 i_2 的最优定价 p_2^*

$$p_2^* = \frac{\alpha + \beta c_2 - h_1 k_n + h_2 k_n + c_2 k_p + \theta h_2 + k_p p_1 + \beta s_2}{2(\beta + k_p)} \quad (9)$$

将(4)、(5)、(7)、(9)代入(3)可得追随者制造商 i_2 的最优利润 π_2^* 。

定理 2 证明:

追随者制造商 i_2 最优的反应定价 p_2^* , 制造商 i_1 的利润为 π_1 , 可得: $\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial p_1^2} < 0$ 。当 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1} = 0$, 得领导者制造商 i_1 的最优定价:

$$p_1 = \frac{c_1 + c_2}{2} + \frac{\alpha(2\beta + 3k_p) - 2\beta^2 c_2 + k_p h_2(-k_n + \theta) + k_p h_1(k_n + 2\theta)}{2(2\beta^2 + 4\beta k_p + k_p^2)} + \frac{2\beta^2 s_1 - 2\beta h_2 k_n + 2\beta h_1(k_n + \theta) + \beta k_p(3c_1 + 2s_1 + s_2)}{2(2\beta^2 + 4\beta k_p + k_p^2)} \quad (10)$$

将(4)、(5)、(6)、(10)代入(3)可得领导者制造商 i_1 的最优利润 π_1^* 。

定理 3 证明:

将公式(4)、(5)代入(10), 可得: $\frac{\partial p_1}{\partial h_1} > 0$ 。将公式(4)、(5)、(10)代入(9), 可得: $\frac{\partial p_2}{\partial h_2} > 0$ 。根据公式(3)、(4)、(5)、(6)、(10)可得: $\frac{\partial \pi_1}{\partial h_1} > 0$ 。根据公式(3)、(4)、(5)、(7)、(9)可得: $\frac{\partial \pi_2}{\partial h_2} > 0$ 。

参考文献:

[1] 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, 26(5): 129-137.

[2] 刘兰剑, 赵志华. 财政补贴退出后的多主体创新网络运行机制仿真——以新能源汽车为例[J]. 科研管理, 2016, 37(8): 58-66.

[3] 张海斌, 盛昭瀚, 孟庆峰. 新能源汽车市场开拓的政府补

定理 4 证明:

将公式(4)、(5)、(10)代入(9), 可得: $\frac{\partial p_2}{\partial h_1} < 0$ 。根据公式(3)、(4)、(5)、(7)、(9)可得: $\frac{\partial \pi_2}{\partial h_1} < 0$ 。

定理 5 证明:

将 C_2 代入制造商 i_2 的利润 $\pi_2 = (p_2 - c_2)q_2$, 可得 $\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial p_2^2} = -2\beta - 2k_p < 0$ 。解 $\partial \pi_2 / \partial p_2 = 0$, 得 $p_2^* = \{ \alpha + \beta c_0 - h_1 k_n + h_2 k_n + c_0 k_p + \theta h_2 + k_p p_1 - \beta \tau_2 - k_p \tau_2 + \beta h_2^2 \delta_2 + h_2^2 k_p \delta_2 \} / 2(\beta + k_p)$ (11)

将(2)、(8)、(11)代入(3)可得追随者制造商最优利润 π_2^* 。

定理 6 证明:

将(1)、(8)、(11)代入制造商 i_1 的利润函数 $\pi_1 = (p_1 - c_1)q_1$, 可得: $\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial p_1^2} < 0$ 。解 $\partial \pi_1 / \partial p_1 = 0$, 可得:

$$p_1 = \frac{1}{2(2\beta^2 + 4\beta k_p + k_p^2)} * [k_p(\theta h_2 + \beta c_0 - 2\beta \tau_1 + 2\beta h_1^2 \delta_1) + (h_1 k_n - h_2 k_n + 2c_0 k_p - k_p \tau_1 + h_1^2 k_p \delta_1)(k_p + 2\beta) + \alpha(2\beta + 3k_p) + 2\beta^2(c_0 - \tau_1 + h_1^2 \delta_1) + (2\theta h_1 - k_p \tau_2 + h_2^2 k_p \delta_2)(k_p + \beta)] \quad (12)$$

将(1)、(8)、(12)代入(3)可得领导者制造商 i_1 最优利润 π_1^* 。

定理 7 证明:

根据公式(12)得 $\frac{\partial p_1}{\partial h_1} > 0$ 。根据公式(11)得: $\frac{\partial p_2}{\partial h_2} > 0$ 。根据公式(1)、(3)、(8)、(12)得 $\frac{\partial \pi_1}{\partial h_1} > 0$ 。根据公式(2)、(3)、(8)、(11)得 $\frac{\partial \pi_2}{\partial h_2} > 0$ 。

贴机制研究[J]. 管理科学, 2015, 28(6): 122-132.

[4] 卢超, 尤建新, 戎珂, 等. 新能源汽车产业政策的国际比较研究[J]. 科研管理, 2014, 35(12): 26-35.

[5] 田一辉, 朱庆华. 政府价格补贴下绿色供应链管理扩散博弈模型[J]. 系统工程学报, 2016, 31(4): 526-535.

[6] 罗春林. 基于政府补贴的电动汽车供应链策略研究[J]. 管理评论, 2014, 26(12): 198-205.

[7] 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.

- [8] 白俊红. 中国的政府 R&D 资助有效吗? 来自大中型工业企业的经验证据[J]. 经济学, 2011, 10(3): 1375—1400.
- [9] Lee M H, Hwang I J. Determinants of corporate R&D investment: An empirical study comparing Korea's IT industry with its non-IT industry[J]. ETRI journal, 2003, 25(4): 258—265.
- [10] 李苏秀, 刘颖琦, 王静宇; 等. 基于市场表现的中国新能源汽车产业发展政策剖析[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(9): 158—166.
- [11] 范如国, 冯晓丹. “后补贴”时代地方政府新能源汽车补贴政策研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(3): 30—38.
- [12] 王洛忠, 张艺君. 我国新能源汽车产业政策协同问题研究——基于结构、过程与内容的三维框架[J]. 中国行政管理, 2017, (3): 101—107.
- [13] 钟太勇, 杜荣. 基于博弈论的新能源汽车补贴政策研究[J]. 中国管理科学, 2015, 23(S1): 817—822.
- [14] Li Shaoping, Li Yue. Relationship between R&D input of enterprises in new energy vehicle industry and tax policies[J]. Technology Economics, 2016, 35(4): 32—36.
- [15] 徐进亮, 袁婷婷, 常亮. 北京市政府绿色采购促进科技成果转化实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(11): 161—167.
- [16] Kolavennu S N, Kaufman D R. Coordinated control of electric vehicle charging and HVAC: US, US 20120210733 A1[P]. 2012.
- [17] Higgins C D, Mohamed M, Ferguson M R. Size matters: How vehicle body type affects consumer preferences for electric vehicles[J]. Transportation Research Part A: Policy & Practice, 2017, 100: 182—201.
- [18] 王月辉, 王青. 北京居民新能源汽车购买意向影响因素——基于 TAM 和 TPB 整合模型的研究[J]. 中国管理科学, 2013, 21(S2): 691—698.
- [19] 王宁, 晏润林, 刘亚斐. 电动汽车潜在消费者特征识别和市场接受度研究[J]. 中国软科学, 2015, (10): 70—84.
- [20] 徐国虎, 许芳. 新能源汽车购买决策的影响因素研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(11): 91—95.
- [21] 肖迪, 袁敬霞, 包兴. 质量与价格双重竞争情景下的供应链协调策略分析[J]. 中国管理科学, 2013, 21(4): 82—88.
- [22] 胡新平, 李天丽, 邓腾腾. 质量和价格影响需求的双渠道供应链饥饿营销策略[J]. 系统管理学报, 2015, 24(3): 436—443.
- [23] 熊峰, 彭健, 金鹏; 等. 生鲜农产品供应链关系契约稳定性影响研究——以冷链设施补贴模式为视角[J]. 中国管理科学, 2015, 23(8): 102—111.
- [24] Kaya M, Özer Ö. Quality risk in outsourcing: Noncontractible product quality and private quality cost information[J]. Naval Research Logistics, 2009, 56(7): 669—685.
- [25] 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.
- [26] 郭燕青, 李磊, 姚远. 中国新能源汽车产业创新生态系统中的补贴问题研究[J]. 经济体制改革, 2016, (2): 29—34.
- [27] 孙晓东, 田澎, 赵黎. 消费者异质下基于质量—价格竞争的定价策略选择[J]. 系统管理学报, 2013, 22(3): 349—357.
- [28] 马秋卓, 宋海清, 陈功玉. 考虑碳交易的供应链环境下产品定价与产量决策研究[J]. 中国管理科学, 2014, 22(8): 37—46.
- [29] Akerlof G. The market for “Lemons”: Quality uncertainty and the market mechanism[M]// Essential Readings in Economics. Macmillan Education UK, 1995: 488—500.

Research on New Energy Vehicle Manufacturers Pricing Decision Basis for Different Subsidy Bodies

XIONG Yong-qing, LI Xiao-long, HUANG Tian-tian

(School of Business, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The New Energy Vehicle industry of China is still in the stage of “Technical and Commercial Demonstration”, and government subsidy is an important way to promote the development of New Energy Vehicle industry. Based on the perspective of government intervention of different subsidy bodies, the research on the optimal pricing game strategy of New Energy Vehicle manufacturers can not only promote the government to play a more incentive role with limited financial resources, but also obtain the market operation mechanism under the circumstance of subsidies, so as to improve the development of New Energy Vehicle Industry. According to different subsidy bodies, this paper divides the subsidy policy into manufacturers' subsidy and consumers' subsidy. Assuming there exist price and quality substitute in the prod-

ucts produced by two New Energy Vehicle manufacturers with different technical levels, “price substitute rate” and “quality substitute rate” are introduced to depict the market competition environment. Stackelberg game model is established to describe the influence of government policy and consumer preference on the pricing decision of New Energy Vehicle manufacturers by numerical simulation, which helps get the manufacturer’s Pareto optimal decision and propose policy recommendations.

The results show that in the current stage of New Energy Vehicle industry, it’s necessary to advocate government subsidies in terms of accelerating the development of New Energy Vehicle industry. Exposed to different subsidies, manufacturers can adopt different pricing strategies to cope with the changes in the market competition environment. Among all subsidies, manufacturers adopt different pricing strategies to cope with the changing competition environment of market. Among them, the quality competition is more conducive for the development of leading manufacturers, and so is price competition to the development of following manufacturers. However, the impact of price competition on manufacturer profits is obviously stronger than that of quality competition. And if consumers pay too much attention to price, it will lead to The Market for Lemons easily. The government should choose different subsidy bodies according to different policy goals. A subsidy for consumers is to raise the price of products so that manufacturers that are started late, smaller, and backward in technology will gain higher profits. It will promote more manufacturers to enter the new energy automotive industry to prevent monopoly. A subsidy for manufacturers is to reduce the product price, and the higher-quality manufacturers can obtain higher profits to encourage manufacturers to increase research and development in order to improve the product quality and guide more consumers to buy high-quality New Energy Vehicles, promoting the survival of the fittest of the New Energy Vehicle industry. The main body of government subsidies should gradually shift from consumers to manufacturers and increase investment, especially in research and development investment for leading New Energy Vehicle manufacturers. Policies can play a part on guiding manufacturers and consumers to attach great importance to improve the quality of New Energy Vehicles and reduce their sensitivity to price so as to promote the healthy development of New Energy Vehicle industry.

Key words: New Energy Vehicle manufacturers; subsidy bodies; Stackelberg game; substitutability