



新能源汽车市场开拓的 政府补贴机制研究

张海斌^{1,2}, 盛昭瀚¹, 孟庆峰²

1 南京大学 工程管理学院, 南京 210093

2 江苏大学 管理学院, 江苏 镇江 212013

摘要: 市场培育与开拓成为阻碍中国新能源汽车行业发展的最为关键的要素之一。采用多 Agent 方法构建政府通过补贴对具有行为外部性的汽车销售企业的销售努力进行激励的模型, 研究政府补贴力度、获取补贴的销售目标等因素对系统相关绩效的影响, 并将经验权重魅力值学习算法引入到政府动态调整补贴力度以开拓新能源汽车市场的研究中, 对比政府静态补贴和动态补贴对相关绩效的影响。实验结果表明, 政府应从消费者对新能源汽车的需求入手, 努力扩大市场需求规模; 销售目标对于汽车市场开拓具有正向作用, 但在制定能否获取补贴的销售目标时应采用适度原则, 并采取多种策略相结合的方式激励销售企业; 重视和培养该行业中先锋企业的开拓能力, 以先锋企业带动其他企业共同增强新能源汽车市场开拓能力, 在一定程度上鼓励并发挥企业之间的行为外部性; 政府采用动态补贴机制会优于保持补贴力度不变的静态补贴机制。研究结果为政府的多周期补贴过程中合理决策补贴力度和销售目标提供理论依据。

关键词: 新能源汽车; 市场开拓; 政府补贴; 多 Agent; 经验权重魅力值学习算法

中图分类号: F422 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2015.06.010

文章编号: 1672-0334(2015)06-0122-11

1 引言

随着中国经济的快速发展以及居民生活水平的不断提高, 对汽车的需求量日趋增大, 这同时给能源需求和生态环境等方面带来了巨大的压力。发展节约能源、环境友好的新能源汽车已经成为汽车产业发展的当务之急^[1], 也是中国汽车产业优化与升级的主导方向和必然趋势。

目前, 中国新能源汽车尚处于发展的初级阶段, 市场培育和开拓成为阻碍新能源汽车行业发展的关键要素之一。实际上, 中国各级政府相继出台了购车补贴、税费减免、鼓励公车采购等一系列激励新能源汽车产业发展的政策。2009年中国国务院办公厅发布了《汽车产业调整和振兴规划》, 2010年出台了《私人购买新能源汽车试点财政补助资金管理暂行办法》, 2013年财政部等4部委又发布了《关于继续开展新能源汽车推广应用的通知》, 各地方政府也纷

纷出台相应的促进新能源汽车发展的政策, 对消费者购买新能源汽车给予相应的补助。根据中汽协公布的数据, 中国汽车销售在2014年实现同比增长3.20倍, 达到7.48万辆。但销售量仅占同期汽车销售总量的3.18%, 新能源汽车“久推不广”的难题依然十分严峻。为了更好地培育新能源汽车市场, 更快地推广新能源汽车, 对新能源汽车市场开拓的政府补贴机制进行研究不但具有理论价值而且具有重要的实践意义。

2 相关研究评述

由于新能源汽车市场不成熟以及消费者使用习惯等原因, 新能源汽车较难通过市场机制实现快速推广^[2]。现实中消费者对新能源汽车购买意愿并没有转化为实际的购买行为^[3], 需要更多强有力的政府刺激政策^[4], 尤其是在发展中国家, 过分依赖市场

收稿日期: 2014-12-29 修返日期: 2015-10-05

基金项目: 国家自然科学基金(71501084, 71301062, 71201071, 71471076, 71301070, 71471077)

作者简介: 张海斌(1973-), 男, 广西桂平人, 南京大学工程管理学院博士研究生, 江苏大学管理学院副教授, 研究方向: 社会科学计算实验等。E-mail: jghb@ujs.edu.cn

机制将导致本土企业很难摆脱追赶者的角色^[5]。但政府该采取何种刺激政策以及相关问题,学术界并未形成一致的观点。王海啸等^[6]的研究认为,新能源汽车企业在获取补贴时会利用信息不对称采取适应性的博弈策略,可能对新能源汽车的发展产生负面影响;MATHEWS^[7]认为政府刺激可能会产生泡沫,但更有可能引爆新能源汽车市场,迎来实实在在的可再生能源服务;RIZZI et al.^[8]认为在政策和企业等多重利益博弈中,新能源汽车与传统能源汽车在现实市场竞争中呈现利基格局。同时,由于新能源汽车尚处在孕育和发展阶段,不少学者更多关注情景和条件差异对新能源汽车市场演化的影响。薛奕曦等^[9]基于社会-技术转型理论勾勒出中国现行汽车域向新能源汽车转型的基本情景;向诗剑等^[10]考虑现实的路网结构和驾车者行驶路线的分布,对新能源汽车扩散及其加能站建设之间的交互影响进行分析。此外,也有学者从消费者购买意愿^[11]、新能源汽车技术选择决策^[12]等方面开展研究。

上述这些研究在政府角色定位及其市场反应方面已取得了丰硕成果,然而如何将市场反应与政府政策联系在一起,探讨政府该采取何种策略开拓新能源汽车^①仍是亟待解决的理论和现实难题。在实际生活中,新能源汽车的销售价格并非是影响消费者购买决策过程中最为重要的因素,新能源汽车配套设施的完善程度以及产品售后服务等因素才是影响消费者购买的关键要素^[13],这也是为什么政府采取给予消费者税收优惠或补贴的措施在实际操作过程中效果并不十分理想的原因。在新能源汽车市场开拓的过程中,汽车销售企业扮演着重要的角色,其销售努力(如雇佣更多的市场营销人员、增加广告投入和完善产品售后服务体系等)在一定程度上将决定着市场开拓的程度。企业提升销售努力意味着成本增加,那么销售企业可能仅会选择使自身利润最大的努力水平,其开拓市场的能力与政府期望之间可能存在一定的差距。因此,政府可考虑通过对销售企业补贴来激励其提高努力水平,以增加产品销售量,进而开拓新能源汽车市场。

政府对销售企业的补贴在管理实践中可能会存在一些问题,在一定情况下并不具有可操作性。首先,企业的服务水平在多数情况下并不能被政府直接观测到,即使企业承诺进行一定的服务活动,政府也并不能进行实时监督。其次,企业的努力成本对于政府而言属于私有信息,在两者间存在严重的信息不对称。基于这些原因,政府无法直接对销售企业的服务活动及努力水平进行相应的补贴。因此,面对销售企业服务水平不可观察、销售成本信息不可获取等问题时,政府应根据企业的销售业绩等可观察到的结果对其努力成本进行相应补贴。已有研究表明销售回馈契约在此情况下能够取得较好的效果^[14]。销售回馈契约即我们现实生活中的“返点”激励策略,就是当企业销售量超过一定目标后,政府对企业的超额销售部分给予一定比例的奖励,这种

激励方式应用较为普遍,中国许多汽车厂家均采用此方式激励销售商努力增加销售量。对于销售努力和服务水平的激励问题,已有不少学者采用博弈论等方法对不同契约下企业销售努力决策及其最优激励问题开展深入研究。MUKHOPADHYAY et al.^[15]研究委托方提供特许经营合同和转售价格维持合同供代理方进行选择,希望诱导企业揭示出其真实的销售努力成本等信息,结果表明企业的盈利水平和成本类型直接影响其对具体合同类型的选择;TAYLOR^[16]证明在回购契约中引入销售回馈策略能够促使企业发挥最优的促销努力水平;XING et al.^[17]则考虑双渠道销售企业在竞争过程中的“搭便车”行为,并相应设计出一个价格相容和选择补偿折扣契约激励零售实体店的销售努力。也有学者进一步分析不同契约对供应链整体绩效的影响。CACHON et al.^[18]证明市场需求与服务水平和努力因素等具有相关性的条件下,常见的契约类型中仅有数量折扣契约能够实现主体间的协调;SAHA^[19]在市场需求与企业销售努力相关情况下,检验3种类型契约对供应链整体的协调效果。

与普通供应链中销售努力和服务水平的激励问题不同,对于新能源汽车市场存在的政策补贴行为与市场中的激励行为交错在一起,可能还会具有促销行为的外部性。比如当企业采用广告宣传、完善服务设施等促销行为时,可能激发了消费者的购买动机,但消费者有可能会在其他企业处进行购买,从而对其他企业的销售量产生正面影响,导致企业间的“搭便车”现象^[20],进而导致问题的复杂性^[21]。基于此,本研究在充分考虑汽车销售企业之间具有行为外部性的情景下,构建政府通过销售回馈契约对企业的服务水平和销售努力进行补贴的多Agent模型,分别研究政府的补贴力度和销售目标对汽车销售量产生的影响;在此基础上,将经验权重魅力值(experience adding weight affinity, EWA)^[22]学习算法应用于动态调整补贴力度以最大化汽车销售量的政府决策制定中,旨在为政府合理设计汽车销售的目标和补贴力度提供理论依据。政府、汽车销售企业和消费者组成的系统是典型的复杂系统,系统中包含众多异质且具有适应性行为的主体,适应性主要表现在这些主体能够根据环境变化和其他主体策略改变等因素适应性地调整自己的行为决策^[23]。基于此原因,本研究采用多Agent方法构建模型,通过构建可控制、可重复运行的多Agent模型,模拟主体间的相互作用及其涌现现象,抽取和分析需要研究的参数变化对各主体策略选择及绩效的影响,通过对所得结果的统计分析得出相应的管理启示。

3 主体Agent设计

3.1 消费者Agent设计

本研究将系统中的主体分为政府、汽车销售企业和消费者,数量分别为1、 M 和 N 。根据消费

者决策理论,采用效用阈值的方式刻画消费者购买决策,即假设消费者*i*产生购买动机的效用阈值为 u_c^i , c 为消费者, i 为第*i*个消费者,当销售企业*j*的销售努力水平 ℓ_j^i (r 为销售企业, j 为第*j*个企业)高于 u_c^i 时,消费者*i*将会产生购买动机,否则将不会购买新能源汽车。为了使假设更加符合现实情况,消费者*i*并不会光顾所有的新能源汽车销售企业,而是在一定的搜索范围内对销售企业的销售努力水平进行比较,进而形成购买决策,因此,本模型假定每个消费者搜索企业的范围均为 a 。

新能源汽车销售企业之间的行为外部性表现为当消费者被某个销售企业的高销售努力水平诱发购买动机后,却不一定在此销售企业处购买,而是有可能选择其他销售企业购买。基于上述分析,假设在具有购买动机的消费者中,有 x 比例的消费者将选择向在其搜索范围内销售努力水平最高的企业购买,而其他消费者将在其搜索范围内随机选择一家企业购买。当所有消费者行为决策完成后,销售企业的新能源汽车实际销售量随之确定。

3.2 政府 Agent 设计

政府为了激励新能源汽车销售企业*j*提高销售努力程度,从而较好地开拓新能源汽车市场,将采用一种依赖于企业实际销售量的销售回馈契约对企业的销售努力成本进行一定的补贴。对于政府而言,需要制定能否获取补贴的销售目标以及超过销售目标每单位产品的补贴力度。假设 q_m 为政府所设定的目标销售量,即企业*j*能够得到补贴所要达到的最低销售量。每周期政府需要向销售企业*j*转移支付的金额为 $T(q_j^i)$,即

$$T(q_j^i) = \begin{cases} v(q_j^i - q_m), & \text{如果 } q_j^i \geq q_m \\ 0, & \text{其他} \end{cases} \quad (1)$$

其中, q_j^i 为销售企业*j*的实际销售量; v 为补贴力度,表示当销售企业*j*的汽车销售量超过政府设定的目标销售量时每增加单位销售量应得到的补贴。销售企业在每周期总的销售量为 $Q(t)$, $Q(t) = \sum_{j=1}^M q_j^i(t)$, t 为第*t*个周期,政府设置的目标销售量将与每周期企业总销售量呈一定的比例关系,即 $q_m = \frac{\eta \sum_{j=1}^M q_j^i}{M}$, η 为政府设定的目标销售量占企业实际平均销售量的比例系数。

政府作为具有适应性行为和学习能力的自主决策主体,应能够根据历史策略所带来的绩效以及对未来的预期等要素适当调整并选择当前的策略。为了细致描述政府在决策过程中所具有的智能性和学习性,本研究将EWA学习算法引入到政府的决策过程中。EWA学习算法是由CAMERER et al.^[24]提出的,并综合了基于过去经验的强化学习和信念学习这两类主要的学习算法,能够深入刻画主体的学习性和智能性。EWA学习算法针对每种策略均设有一个可

以随时间更新的魅力值,并基于相应的算法计算选择每种策略的概率,该假设比较符合实际情况,使对魅力值的解释和使用可以非常灵活地将预期的因素引入^[25]。具体来说,若记策略*s*在第*t*个周期对政府的魅力值为 $A_m^s(t)$, m 为政府,则

$$A_m^s(t) = \frac{N(t-1)\varphi A_m^s(t-1) + [\partial + (1-\partial)I(s)]U_m^s(t)}{N(t)} \quad (2)$$

$$N(t) = \rho N(t-1) + 1 \quad (3)$$

其中, $N(t)$ 为第*t*个周期的过去经验权重; φ 为历史魅力值的折现因子; ∂ 为未采纳策略的收益权重, ∂ 的值越大,表明政府越重视该策略; $I(s)$ 为示性函数,取值为1或0,表示政府是否采用策略*s*; $U_m^s(t)$ 为政府采纳策略*s*后的效用,本研究用新能源汽车前后两个周期的总销售量的差值衡量,即 $U_m^s(t) = Q(t) - Q(t-1)$; ρ 为过去经验的折现因子。总体而言,如果某一策略的魅力值越大,政府采用该策略的概率也就越大。

如果 $I(s) = 1$,即策略*s*在第*t*个周期被采用,则有

$$A_m^s(t) = \frac{N(t-1)\varphi A_m^s(t-1) + U_m^s(t)}{N(t)} \quad (4)$$

如果 $I(s) = 0$,即策略*s*在第*t*个周期未被采用,则有

$$A_m^s(t) = \frac{N(t-1)\varphi A_m^s(t-1) + \partial U_m^s(t)}{N(t)} \quad (5)$$

假设政府在每周期对补贴力度*v*有3种可选择的调节策略,即 $s \in \{1,2,3\}$, $s = 1$,表示将*v*提高 ε ; $s = 2$,表示保持*v*不变; $s = 3$,表示将*v*降低 ε 。在EWA学习算法中,政府策略选择具有一定的随机性,每种策略被采纳的概率由该策略的魅力值决定。本研究采用Logit反应函数^[26]细致刻画政府选择策略*s*的概率,即

$$Prob^s(t+1) = \frac{e^{\lambda A_m^s(t)}}{\sum_{i=1}^3 e^{\lambda A_m^i(t)}} \quad (6)$$

其中, λ 为政府主体对策略魅力值反应敏感度。

3.3 销售企业 Agent 设计

根据目前新能源汽车激励政策,政府对消费者和生产企业进行补贴或免税,最终都会通过销售惠及到消费者。汽车生产企业主要通过4S销售企业与消费者建立联系,因此,为更容易理解消费者与补贴性激励之间的关联,本研究设计模型中假定政府激励对象用销售企业来替代。为了分析政府的补贴力度和销售目标等对新能源汽车销售量的影响,假设各销售企业均销售同一种新能源汽车,其零售价格均为 p ,是竞争导致的均衡结果,从新能源汽车制造企业处的采购价格均为 w 。销售企业之间由于规模、能力等属性的异质性,其每单位产品的边际成本和销售努力水平所引发的成本均存在差异,即企业*j*每单位产品的边际成本为 c_j^i ,销售努力水平为 ℓ_j^i ,由此引发的努力成本用 $g_j^i(\ell_j^i)$ 表示^[27], $g_j^i(\ell_j^i) = \frac{1}{2}k_j^i(\ell_j^i)^2$, k_j^i 为正常数,表示销售努力水平与努力成本之间的

关系,不同企业的 c_r^j 和 k_r^j 不尽相同,从而刻画销售企业间的异质性。假设新能源汽车销售企业 j 的实际收益为 h_r^j ,则

$$h_r^j = (p - w - c_r^j)q_r^j - \frac{1}{2}k_r^j(l_r^j)^2 + T(q_r^j) \quad (7)$$

在已有研究中,销售企业一般会基于最大化其预期收益来进行决策。因此本研究假设销售企业根据其经济收益的实际情况(利润变化情况)相应地调整销售努力水平,即

$$l_r^j(t) = \begin{cases} \theta \left[1 + \frac{h_r^j(t) - h_r^j(t-1)}{h_r^j(t)} \right] l_r^j(t-1), & \text{如果 } h_r^j(t) \geq h_r^j(t-1) \\ \theta \left[1 - \frac{h_r^j(t-1) - h_r^j(t)}{h_r^j(t-1)} \right] l_r^j(t-1), & \text{如果 } h_r^j(t) < h_r^j(t-1) \end{cases} \quad (8)$$

其中, $l_r^j(t)$ 为企业 j 在第 t 个周期的销售努力水平, $h_r^j(t)$ 为企业 j 在第 t 个周期的经济收益水平, θ 为经济收益对销售努力水平的调节系数。如果企业在第 t 个周期的经济收益高于前一周期的经济收益,那么将提升销售努力水平,反之则会降低销售努力水平。

4 主体决策流程和实验情景设计

本研究采用 Repast J 平台,并利用 Java 编程,程序开发环境为开源软件 Eclipse 3.2。假设有 1 个政府 Agent、100 个新能源汽车销售企业 Agent 和 20 000 个不

同的消费者 Agent,具体模型参数的初始值设定见表 1。政府 Agent、新能源汽车销售企业 Agent 和消费者 Agent 之间的交互流程见图 1。在实验初始阶段,汽车销售企业具有初始的销售努力水平,因此首先是消费者在搜索范围内选择企业,并对其销售努力水平进行对比,并基于对比结果决策是否购买且完成相关行为。在此基础上,能够获知销售企业的汽车实际销售量。政府据此确定汽车的销售目标,而后销售企业根据汽车的销售价格、政府补贴力度和实际销售量等要素计算出实际收益,再通过收益的差值相应调整其销售努力水平。政府根据前后两个周期的汽车实际销售量的差值进行学习,并基于 EWA 学习算法对补贴策略进行适应性调整。

根据研究需要,本研究设置 3 组实验,实验 1 设定 v 值由 0 依次取到 4.50,参数间隔 0.50,其他参数设置见表 1,重点考察政府对销售企业的不同补贴力度对其销售努力水平和新能源汽车销售量等的影响;实验 2 设定 η 值由 0.30 依次取到 1.20,参数间隔 0.10,其他参数设置见表 1,重点分析政府对销售企业销售目标的设定对企业销售努力水平和汽车销售量等的影响;实验 3 主要是在设定实验参数的基础上,将 EWA 学习算法应用于政府动态制定补贴力度的决策过程中,对比分析静态补贴模式(补贴力度不变)和动态补贴模式对新能源汽车销售量的影响。每组实验均运行 1 000 周期,且反复运行 30 次,以消除实验过程中随机因素的影响,并对所得实验结果进行统计分析。

表 1 基本实验参数

Table 1 Basic Experimental Parameters

实验参数	取值范围	分布	实验参数	取值范围	分布	实验参数	取值范围	分布
M	100	常量	N	20 000	常量	v	2	常量
u_c^i	$R[20,200]$	随机分布	a	3	常量	x	0.60	常量
w	5	常量	η	0.40	常量	$N(0)$	1	常量
ρ	0.05	常量	φ	0.10	常量	δ	0.50	常量
λ	0.01	常量	ε	0.05	常量	p	20	常量
k_r^j	$R[1.00 \times 10^{-3}, 0.01]$	随机分布	c_r^j	$R[1,3]$	随机分布	l_r^j	$R[10,100]$	随机分布
θ	0.50	常量						

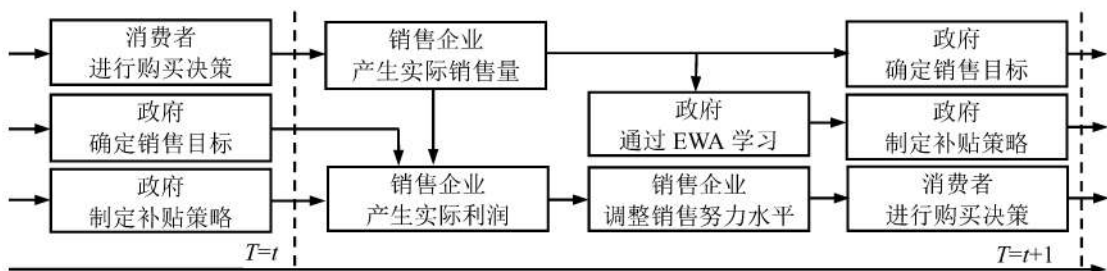


图 1 系统相关主体交互流程图

Figure 1 Interaction Flow Diagram of Related Systematic Correlating Subjects

5 实验结果统计和分析

5.1 政府补贴力度的影响

图2给出新能源汽车销售量随政府补贴力度变动的演化趋势。由图2可知,在没有补贴($v=0$)和存在补贴($v=0.50$)时,汽车销售量呈快速增长。随着补贴力度的不断提升,新能源汽车销售量呈现出一定的上升趋势,尤其是当补贴力度取值为2.00~3.50时。本模型中设定的消费者数量一定($N=20\ 000$),这意味着市场上对新能源汽车的总体需求规模一定。在此条件下,政府设置更高的补贴力度(v 取值为3.50~4.50)将不会促使新能源汽车销售量进一步增加。

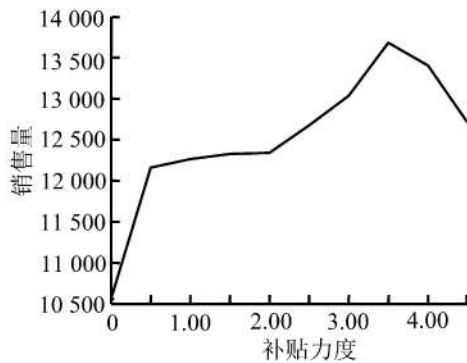
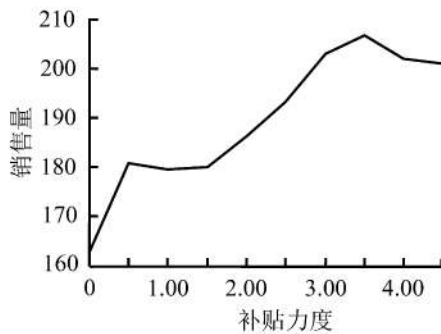
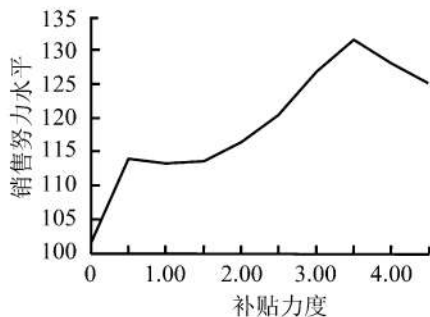


图2 不同补贴力度下新能源汽车销售量演化
Figure 2 Evolution of Sales of New Energy Vehicles with Differentiated Subsidies

本研究将销售企业分为获取补贴和未获取补贴两类群体,分别针对两类群体的相关绩效进行分析,



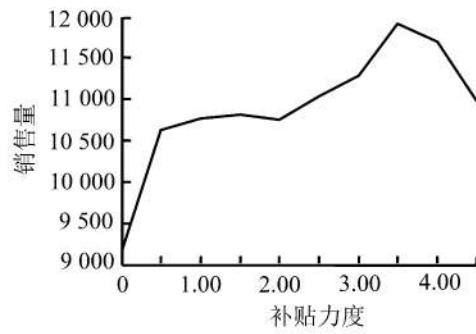
(a) 获取补贴企业新能源汽车平均销售量



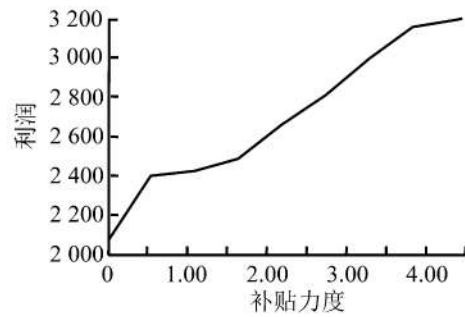
(c) 获取补贴企业平均销售努力水平

旨在明确各群体对新能源汽车市场开拓的贡献。图3给出获取补贴企业新能源汽车的平均销售量、总销售量、平均销售努力水平和平均利润随不同补贴力度的演化趋势。由图3(a)和图3(b)可知,获取补贴企业新能源汽车的平均销售量和总销售量与图2中汽车总销售量的演化趋势较为一致,因此开拓汽车市场的程度在较大程度上取决于获取补贴企业的销售量。销售量的波动和变化主要取决于企业的市场开拓能力和竞争力,即其销售努力水平的变化。由图3(c)可知,政府补贴在一定程度上能够激励企业提升其销售努力水平,在 $v=3.50$ 时,销售努力水平达到最大值,但因具体效果也受到系统中其他因素的影响,所以在达到最大值后出现下降。由图3(d)可知,获取补贴企业的平均利润随政府补贴力度的增加呈上升趋势,由 $v=0$ 时的2 069.84增加到 $v=4.50$ 时的3 253.54,表明政府的补贴对于此类企业的利润存在正向作用。与QUERINI et al.^[28]的研究相同,销售企业的销售努力具有重要作用,企业提升销售努力的动力是最大限度地获取利润,市场需求是影响其利润的主要因素。在市场需求规模一定的情况下,如果企业不能有效开拓市场,即使政府加大补贴力度(v 取值为3.50~4.50),企业也很难获得更多竞争优势。这对我们的管理启示是,政府不能将补贴视为新能源汽车市场开拓的唯一激励手段,除将补贴力度保持在一定水平后,应从消费者对新能源汽车的需求入手,努力扩大市场需求规模,对企业的激励采用推式与拉式相结合的策略,才能取得较好的市场开拓效果。

图4给出未获取补贴企业新能源汽车的平均销



(b) 获取补贴企业新能源汽车总销售量



(d) 获取补贴企业平均利润

图3 不同补贴力度下获取补贴企业的绩效演化

Figure 3 Performance Evolution of the Companies with Differentiated Subsidies

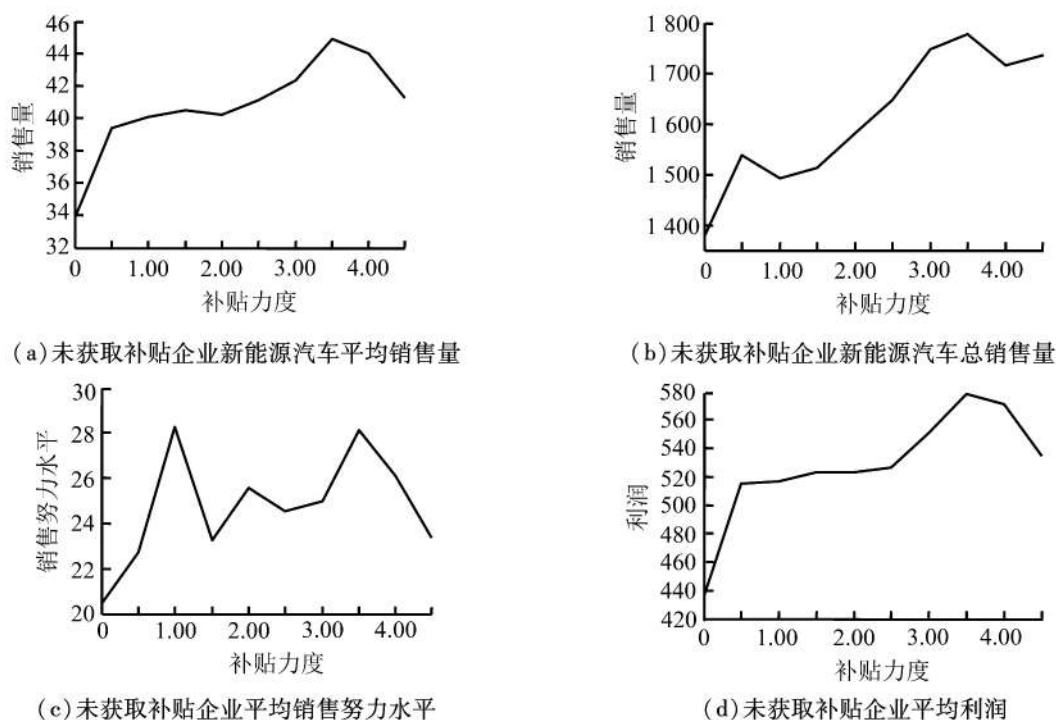


图4 不同补贴力度下未获取补贴企业的绩效演化

Figure 4 Performance Evolution of the Companies without Differentiated Subsidies

销售量、总销售量、平均销售努力水平和平均利润随政府补贴力度的不同而变化的趋势。新能源汽车销售企业因未能达到政府设定的销售目标而未获取补贴。在政府没有任何补贴 ($v = 0$) 时,未获取补贴企业相关指标均处于较低水平。随着政府补贴力度的不断提升,该类企业新能源汽车总销售量在补贴力度为1.00~3.50之间呈上升趋势,由1377.93升至1735.25。究其原因,主要是在政府补贴的激励作用下,能够获取补贴的企业提升其销售努力水平,由于销售企业之间行为外部性的存在,这在无形之中对未获取补贴企业的销售起到促进作用。可知激发市场中某些先锋企业不断提升其销售努力水平,将会对该行业的整体销售努力水平带来一定的推动作用。但当市场需求规模达到一定程度以后,行业中的先锋企业在仅有政府补贴激励的情况下并没有进一步提升努力水平的动力,因而会使未获取补贴企业的“搭便车”的效果减弱,从而导致未获取补贴企业的平均销售量、平均利润下降,如图4(a)和图4(d)所示。由图4(c)可知,由于未获取补贴企业没有受到政府补贴的直接影响,故其平均销售努力水平与政府的补贴力度之间并不具备简单的线性关系。实际上,结合图3(b)和图4(b)可知,在不同补贴力度下,未获取补贴企业的新能源汽车总销售量占所有企业汽车总销售量的比例普遍低于15%,由此可知,未获取补贴企业对新能源汽车市场开拓的贡献程度较低。因此,政府如果想较好地开拓新能源汽车市场,需要重视和培养该行业中先锋企业的开拓能力,采用多种方式激励其提高销售努力水平。在先锋企业的不断带动下,其他企业才有可能将新能源汽车

市场这块“蛋糕”共同做大。

5.2 销售目标的影响

图5(a)给出政府确定销售目标中的比例系数 (η) 与其销售目标间的关系,随着 η 的增加,销售目标不断提高,成正比关系。图5(b)给出随 η 的增加获取补贴和未获取补贴企业数量的演化趋势,图5(c)给出随 η 的增加新能源汽车总销售量的演化趋势。由图5(b)可知, η 的提升意味着政府制定的销售目标不断提高,会导致获取补贴的企业数量呈大幅递减趋势,由 η 值为0.30时的83下降至 η 值为1.20时的27。由图5(c)可知,销售目标与新能源汽车的总销售量之间并不具有简单的线性因果关系,即政府提高能够获取补贴的销售目标并不会促使新能源汽车销售量的必然增加,而是使其呈现出一定的螺旋上升趋势,当 η 值为1.10时,新能源汽车的总销售量达到最大,为13108。由此得到的管理启示是,政府在制定能否获取补贴的销售目标时,并不是简单的目标越高,市场开拓的程度就越好,而应采用适度原则,不宜将销售目标设置过高或过低。

图6给出获取补贴企业新能源汽车的平均销售量、总销售量、平均销售努力水平和平均利润随 η 增加的演化趋势。由图6(b)可知,由于能够获取补贴的企业数量不断减少,该群体新能源汽车的总销售量相应呈现出下降趋势,新能源汽车的总销售量由 η 值为0.30时的11417下降至 η 值为1.20时的8329。随着政府设定销售目标的不断提高,能够获取补贴说明此类企业在市场中具有较强的竞争力,属于行业中的先锋企业。因而其平均销售量、平均销售努力水平和平均利润均呈现出一定的上升趋势。

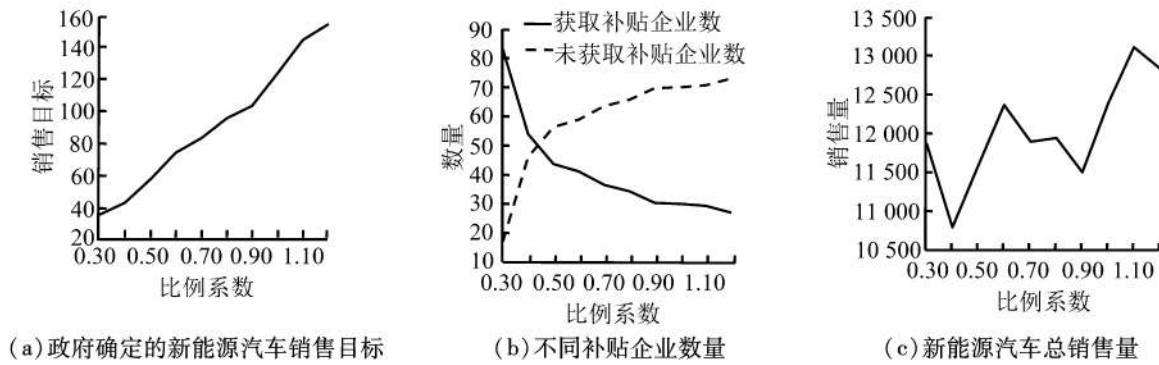


图5 不同销售目标下获取补贴企业数量和新能源汽车销售量演化

Figure 5 Evolution of the Sales of the New Energy Vehicles and the Numbers of the Subsidized Companies with Differentiated Sales Targets

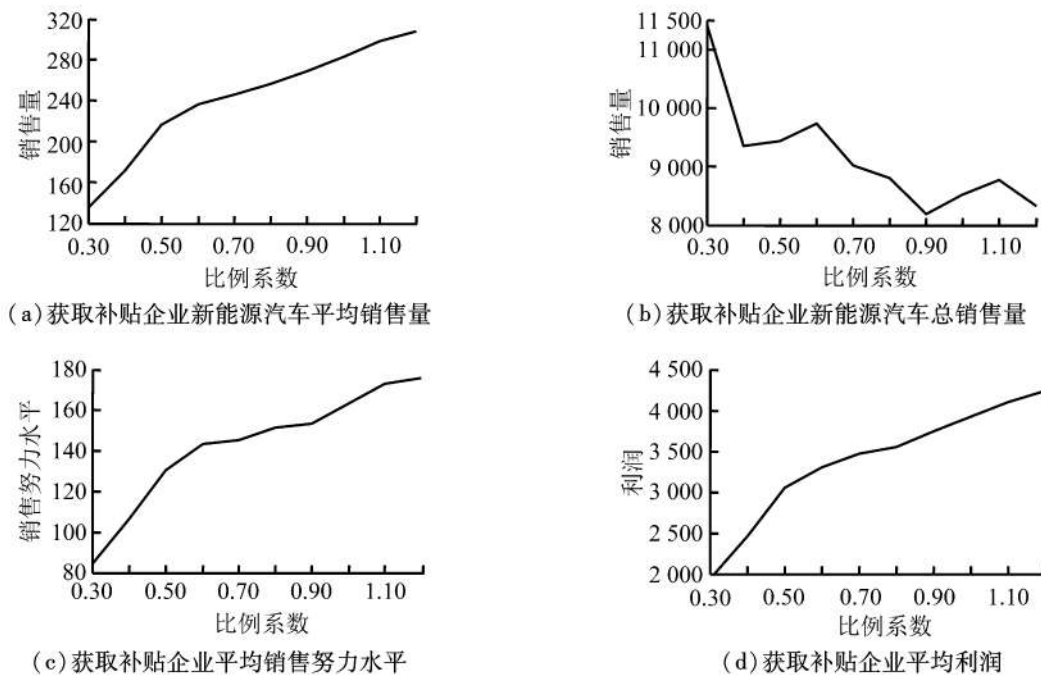


图6 不同销售目标下获取补贴企业的绩效演化

Figure 6 Performance Evolution of the Subsidized Companies with Differentiated Sales Targets

由图6(a)可知,平均销售量由 η 值为0.30时的136上升至 η 值为1.20时的307;由图6(c)可知,平均销售努力水平由 η 值为0.30时的84.52上升至 η 值为1.20时的175.26;由图6(d)可知,平均利润由 η 值为0.30时的1 935.21上升至 η 值为1.20时的4 240.87。为了在市场中赢得竞争优势,获取政府补贴,这些企业不断提升其销售努力水平,销售努力水平的提升会导致新能源汽车销售量的增加,进而增加其利润。

图7给出未获取补贴企业新能源汽车的平均销售量、总销售量、平均销售努力水平和平均利润随 η 增加的演化趋势。由图7可知,以上指标均随政府销售目标的增加而呈现出上升趋势。在获取补贴的先锋企业不断提升销售努力水平开拓市场的情况下,由于销售企业之间具有一定的行为外部性,先锋企业能够刺激消费者产生购买动机,从而使市场需求呈现出欣欣向荣的局面。在此情况下,该行业中的所有企业都会从中获益,因此未获取补贴企业的平

均销售量呈上升趋势。由图7(a)可知,平均销售量由 η 值为0.30时的32上升至 η 值为1.20时的62。此外,由于销售目标的提高,未获取补贴企业的数量会增加,因此该群体企业的汽车总销售量呈上升趋势。由图7(b)可知,总销售量由 η 值为0.30时的459上升至 η 值为1.20时的4 502。未获取补贴企业的汽车平均销售量增加导致其利润增加,由图7(d)可知,平均利润由 η 值为0.30时的412.72上升至 η 值为1.20时的797.02。

虽然政府补贴不会直接作用于该类企业,但在获取补贴企业的带动下,在市场竞争压力下,随着政府销售目标的提升,此类企业的平均销售努力水平也呈现出上升趋势。由图7(c)可知,平均销售努力水平由 η 值为0.30时的17.98上升至 η 值为1.20时的47.48。这给我们带来的管理启示是,政府对能否获取补贴的销售目标的制定不仅对获取补贴企业有作用,对未获取补贴企业提升其销售努力水平同样具

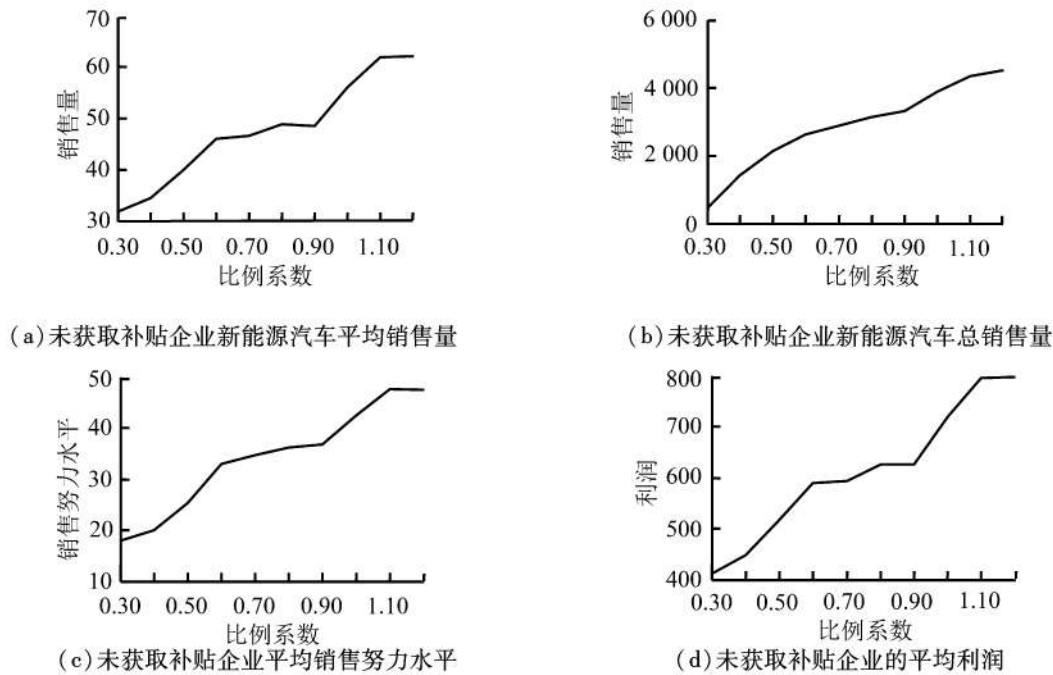


图7 不同销售目标下未获取补贴企业的绩效演化

Figure 7 Performance Evolution of the Non-subsided Companies with Differentiated Sales Targets

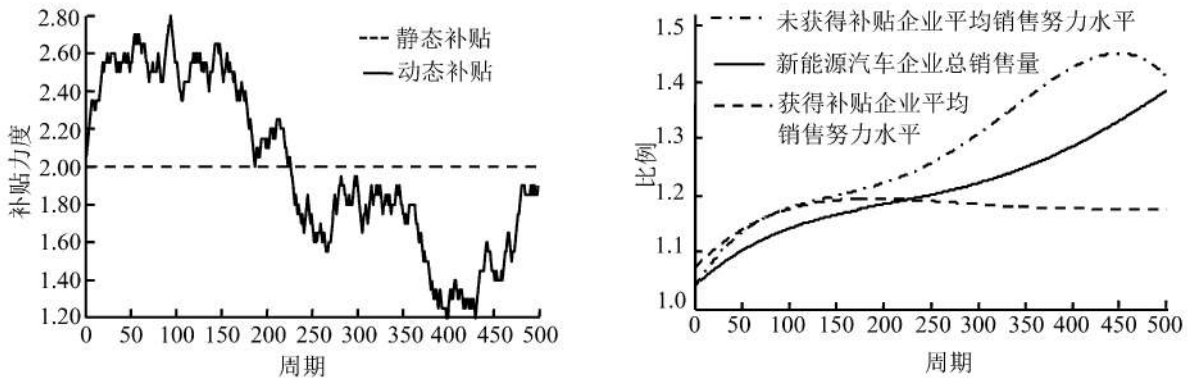


图8 基于EWA学习算法动态补贴模式与静态补贴模式的比较分析

Figure 8 Comparative Analysis of Dynamic Subsidies Based on EWA Learning Algorithm and Static Subsidies

有一定的促进作用。为了使新能源汽车较好的开拓市场,政府应允许甚至鼓励销售企业之间的“搭便车”行为,通过销售企业之间的行为外部性,共同提升新能源汽车市场的需求规模。

5.3 政府静态补贴和动态补贴的影响

上述实验中政府对企业的补贴力度 ($v = 2$) 保持不变,这是一种静态的激励方式。本实验考虑政府的动态激励方式,假设政府将动态调整其补贴力度,采用EWA学习算法刻画政府的动态决策过程,进而对比静态激励(补贴力度固定)和动态激励(基于EWA学习算法动态调整补贴力度)对企业与系统相关绩效指标的影响,所得结论将为政府基于销售回馈契约对新能源汽车企业销售努力的多周期补贴力度动态决策提供参考,实验结果见图8。图8(a)为动态补贴模式下补贴力度随周期变动的演化趋势,图8(b)为与静态补贴模式相比,动态补贴模式下,新能

源汽车总销售量和企业销售努力水平随周期变动的演化趋势,图8(b)中的具体数值均用动态补贴模式下各个周期的数据与静态补贴模式下同一周期相关数据的比值来衡量,为图形明晰起见,所绘曲线为对原始数据进行四阶拟合后的曲线。

由图8(a)可知,政府基于EWA学习算法对补贴力度进行调整大致可以分为两个阶段。在前225个周期,每个周期补贴水平平均维持在2以上,即政府倾向于在激励前期通过较高的补贴力度激励销售企业提升其销售努力水平;在第225个周期后,政府补贴力度则明显下降,普遍维持在2以下。而且,基于对500个运行周期实验结果的统计分析可知,在静态补贴模式下平均每个周期新能源汽车总销售量为10 939,而在动态补贴模式下,每周期平均销售量为13 077;然而,政府的补贴力度则由静态补贴模式下的每周期平均为2变为每周期为1.99。由此可见,政

府因采用动态激励模式而增加的汽车销售量非常可观,而补贴的支出成本并未增加。动态补贴模式的优势在图8(b)中能得更清晰的体现,即与静态补贴模式相比,政府采用动态补贴模式下,新能源汽车总销售量不断提高,在第500个周期时已接近1.40,表明新能源汽车总销售量在动态补贴模式下比静态补贴模式下提高了近40%,获得补贴企业的平均销售努力水平有接近20%的改善空间,未获得补贴企业的平均销售努力水平改善更为明显,在第500周期时有超过40%的提升。

由上述分析可知,当销售企业根据实际收益相应调整其决策时,在多周期的激励过程中,对于增加新能源汽车销售量而言,政府采用动态补贴模式的效果会优于保持补贴力度不变的静态补贴模式。此外,考虑到现实情况中主体的决策过程并非是完全信息情况下的最优决策,因此本研究采用的EWA学习算法是一种学习算法,而非优化算法,其较为符合不完全信息情况下主体的决策过程。因此,将其用于政府决策补贴力度的动态调整过程具有较好的可行性和可操作性。

6 结论

应用基于多主体模拟的多Agent研究群体的激励问题已经成为一个新的研究热点^[29]。本研究考虑新能源汽车销售企业之间的行为外部性,构建政府基于销售回馈契约对企业的销售努力进行激励的计算实验模型,研究政府的补贴力度、能否获取补贴的销售目标等要素对系统相关绩效指标产生的影响,并分析政府如何动态调整补贴力度以最大化新能源汽车的总销售量。

研究结果表明,汽车市场开拓的程度在较大程度上取决于获取补贴企业的销售量;在制定能否获取补贴的销售目标时,并非简单的目标越高、市场开拓的程度就越好,而应采用适度原则,不宜将销售目标设置过高或过低;当企业基于自身收益进行决策时,对于增加新能源汽车销售量而言,政府采用动态补贴模式在多周期过程中会优于保持补贴力度不变的静态补贴模式。

同时,实验结果也给政府开拓新能源汽车市场提供积极建议和启示。①不能将补贴视为新能源汽车市场开拓的唯一激励手段,除将补贴力度保持在一定水平外,应从消费者对新能源汽车的需求入手,努力扩大市场需求规模,对企业的激励采用推式与拉式相结合的策略,才能取得较好的市场开拓效果。②需要重视和培养该行业中先锋企业的开拓能力,采用多种方式激励其提高销售努力水平。在先锋企业的不断带动下,其他企业才有可能将新能源汽车市场这块“蛋糕”共同做大。③政府应允许甚至鼓励销售企业之间的“搭便车”行为,通过销售企业之间的行为外部性,共同提升新能源汽车市场的需求规模。

需要指出的是,本研究只是理论上研究政府应

该采取何种补贴来应对具有外部性特征的新能源汽车激励市场,提出的建议在实际推广和应用的实证还有待于进一步研究。另外,模型中对于消费者和企业类型比例的界定、政府补贴与惩罚等多样化的政策对于模型结果的影响也需要进一步分析和探讨,这些问题都将在以后的工作中给予研究。

参考文献:

- [1] 高倩,范明,杜建国. 政府补贴对新能源汽车企业影响的演化研究[J]. 科技管理研究, 2014, 34(11):75-79.
GAO Qian, FAN Ming, DU Jianguo. Study on evolution of government subsidies' influence on new energy vehicle enterprises [J]. Science and Technology Management Research, 2014, 34(11):75-79. (in Chinese)
- [2] JEAN M S. Polluting emissions standards and clean technology trajectories under competitive selection and supply chain pressure [J]. Journal of Cleaner Production, 2008, 16(1):S113-S123.
- [3] 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.
XU Guohu, XU Fang. Impact factors of purchase decision of new energy automobile [J]. China Population, Resources and Environment, 2010, 20(11):91-95. (in Chinese)
- [4] BASTIN C, SZKLO A, ROSA L P. Diffusion of new automotive technologies for improving energy efficiency in Brazil's light vehicle fleet [J]. Energy Policy, 2010, 38(7):3586-3597.
- [5] 刘小峰,盛昭瀚,杜建国. 产品竞争与顾客选择下的清洁生产演化模型[J]. 管理科学, 2013, 26(6):25-34.
LIU Xiaofeng, SHENG Zhaohan, DU Jianguo. Evolutionary model of cleaner production technologies under product competition and consumer choice [J]. Journal of Management Science, 2013, 26(6):25-34. (in Chinese)
- [6] 王海啸,缪小明. 我国新能源汽车研发补贴的博弈研究[J]. 软科学, 2013, 27(6):29-32.
WANG Haixiao, MIAO Xiaoming. A research of R&D subsidies for new energy vehicles based on game theory [J]. Soft Science, 2013, 27(6):29-32. (in Chinese)
- [7] MATHEWS J A. The renewable energies technology surge: A new techno-economic paradigm in the making? [J]. Futures, 2013, 46:10-22.
- [8] RIZZI F, ANNUNZIATA E, LIBERATI G, et al. Technological trajectories in the automotive industry: Are hydrogen technologies still a possibility? [J]. Journal of Cleaner Production, 2014, 66:328-336.

- [9] 薛奕曦, 邵鲁宁, 尤建新, 等. 面向新能源汽车的社会: 技术域分析及其转型推动研究[J]. 中国软科学, 2013(3): 78-88.
XUE Yixi, SHAO Luning, YOU Jianxin, et al. Research on transition to alternative fuel vehicles: Social-technical regime analysis in China [J]. China Soft Science, 2013(3): 78-88. (in Chinese)
- [10] 向诗剑, 马铁驹. ABM与GIS集成及在分析新能源汽车扩散中的应用[J]. 管理科学学报, 2014, 17(1): 1-10.
XIANG Shijian, MA Tieju. Integration of ABM and GIS and its application in analysis of diffusion of alternative energy vehicles [J]. Journal of Management Sciences in China, 2014, 17(1): 1-10. (in Chinese)
- [11] 王颖, 李英. 基于感知风险和涉入程度的消费者新能源汽车购买意愿实证研究[J]. 数理统计与管理, 2013, 32(5): 863-872.
WANG Ying, LI Ying. An empirical research on the consumer's purchase intention of new energy vehicles based on perceived risk and involvement [J]. Journal of Applied Statistics and Management, 2013, 32(5): 863-872. (in Chinese)
- [12] SADEGHZADEH K, SALEHI M B. Mathematical analysis of fuel cell strategic technologies development solutions in the automotive industry by the TOPSIS multi-criteria decision making method [J]. International Journal of Hydrogen Energy, 2011, 36(20): 13272-13280.
- [13] KANAGARAJ J, VELAN T S, MANDAL A B. Biological method for decolourisation of an azo dye: Clean technology to reduce pollution load in dye waste water [J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2012, 14(4): 565-572.
- [14] 孟庆峰, 李真, 陈敬贤. 不公平厌恶影响下的零售商销售努力自组织演化[J]. 运筹与管理, 2014, 23(3): 219-225.
MENG Qingfeng, LI Zhen, CHEN Jingxian. The self-organization evolution of multi-retailers' sales efforts with inequity influenced aversion [J]. Operations Research and Management Science, 2014, 23(3): 219-225. (in Chinese)
- [15] MUKHOPADHYAY S K, SU X, GHOSE S. Motivating retail marketing effort: Optimal contract design [J]. Production and Operations Management, 2009, 18(2): 197-211.
- [16] TAYLOR T A. Supply chain coordination under channel rebates with sales effort effects [J]. Management Science, 2002, 48(8): 992-1007.
- [17] KING D, LIU T. Sales effort free riding and coordination with price match and channel rebate [J]. European Journal of Operational Research, 2012, 219(2): 264-271.
- [18] CACHON G P, LARIVIERE M A. Supply chain coordination with revenue-sharing contracts: Strengths and limitations [J]. Management Science, 2005, 51(1): 30-44.
- [19] SAHA S. Supply chain coordination through rebate induced contracts [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2013, 50: 120-137.
- [20] GREER I, HAUPTMEIER M. Identity work: Sustaining transnational collective action at general motors Europe [J]. Industrial Relations: A Journal of Economy and Society, 2012, 51(2): 275-297.
- [21] HOLLAND J H. Hidden order: How adaptation builds complexity [M]. Reading, MA: Addison-Wesley, 1995: 1-18.
- [22] 孟庆峰, 盛昭瀚, 李真. 基于公平偏好的供应链质量激励机制效率演化[J]. 系统工程理论与实践, 2012, 32(11): 2394-2403.
MENG Qingfeng, SHENG Zhaohan, LI Zhen. Efficiency evolution of quality incentive in supply chain based on fairness preference [J]. Systems Engineering - Theory & Practice, 2012, 32(11): 2394-2403. (in Chinese)
- [23] HE Y, ZHAO X, ZHAO L, HE J. Coordinating a supply chain with effort and price dependent stochastic demand [J]. Applied Mathematical Modelling, 2009, 33(6): 2777-2790.
- [24] CAMERER C, HO T H. Experience-weighted attraction learning in normal form games [J]. Econometrica, 1999, 67(4): 827-874.
- [25] SUN Y, QIAN J. EWA selection strategy with channel handoff scheme in cognitive radio [J]. Sensors & Transducers, 2014, 173(6): 68-74.
- [26] HO T H, CAMERER C F, CHONG J K. Self-tuning experience weighted attraction learning in games [J]. Journal of Economic Theory, 2007, 133(1): 177-198.
- [27] 刘春林. 多零售商供应链系统的契约协调问题研究[J]. 管理科学学报, 2007, 10(2): 1-6, 18.
LIU Chunlin. Contract coordination of supply chain system based on multi retailers [J]. Journal of Management Sciences in China, 2007, 10(2): 1-6, 18. (in Chinese)
- [28] QUERINI F, BENETTO E. Agent-based modelling for assessing hybrid and electric cars deployment policies in Luxembourg and Lorraine [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014, 70: 149-161.
- [29] PARETO L, HAAKE M, LINDSTRÖM P, et al. A teachable-agent-based game affording collaboration and competition: Evaluating math comprehension and motivation [J]. Educational Technology Research and

- Development, 2012, 60(5):723-751.
- [30] LAU H S, SU C, WANG Y Y, et al. Volume discounting coordinates a supply chain effectively when demand is sensitive to both price and sales effort [J]. *Computers & Operations Research*, 2012, 39(12):3267-3280.
- [31] KRISHNAN H, KAPUSCINSKI R, BUTZ D A. Coordinating contracts for decentralized supply chains with retailer promotional effort [J]. *Management Science*, 2004, 50(1):48-63.
- [32] LEE C Y, YANG R. Compensation plan for competing salespersons under asymmetric information [J]. *European Journal of Operational Research*, 2013, 227(3):570-580.
- [33] TAGHAVI A, CHINNAM R B. Assortment planning of automotive products with considerations for economic and environmental impacts of technology selection [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 70(1):132-144.

The Government Subsidies Mechanism for Market Development of New Energy Vehicle

ZHANG Haibin^{1,2}, SHENG Zhaohan¹, MENG Qingfeng²

1 School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China

2 School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

Abstract: With the increasing concern over the issues of resources demand and ecological environment, new energy vehicle has become the unavoidable tendency of vehicle development for a long time. The development of new energy vehicle, which provides a good answer to the resource and environment challenge, has been included as an indispensable part in national strategy in China. Among others, market cultivation is one important question in its development. How to take the full advantage of government subsidy to promote the sale aspiration and service quality of the sales enterprises has become the central issue, which deserves wide attention.

In this paper, the Multi-Agent method has been employed to build a model, by which we explored the question that how the service quality of the sales enterprise with behavior externality can be encouraged with the government subsidy. With this model, we investigated the impact of factors such as government subsidizing strength and selling objective that is qualified to acquire subsidy on the relevant performance of system. What is more, the EWA algorithm was also introduced to the decision-making mechanism on government subsidizing strength, after which we explored the differences on the relevant performance of the system, when the two incentive mode were used, that is, the static incentive mode with constant subsidizing strength and the dynamic incentive mode with subsidizing strength depending on EWA algorithm.

It is demonstrated that the consumer demand for the new energy vehicle must be surveyed and analyzed, based which results the government formulate corresponding plan for market expansion. In addition, the positive influence of the selling objective on market development is also revealed. But, appropriate principle is necessary when designing the policy whether a selling objective is qualified to get the subsidy or not, whereby the combination of multiple strategies are preferred to encourage the sale of enterprises. It is also pointed that, emphasis should be addressed to the cultivation of pioneer enterprise's market-expanding capacity, which would set good examples to others for the rapid development of this filed, and the behavior externality among enterprises should be encouraged as well. It is suggested that the dynamic subsidizing mechanism is superior to the static one with the constant subsidizing strength. The findings of this paper are expected to provide theoretical foundations for the formulation of effective subsidy system, which is of great significance in the market cultivation of new energy vehicle in China.

Keywords: new energy vehicle; market development; government subsidies; multi-Agent; experience adding weight affinity algorithm

Received Date: December 29th, 2014 **Accepted Date:** October 5th, 2015

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71501084, 71301062, 71201071, 71471076, 71301070, 71471077)

Biography: ZHANG Haibin (1973 - , Native of Guiping, Guangxi), is a Ph. D candidate in School of Management and Engineering at Nanjing University and an Associate Professor in the School of Management at Jiangsu University. His research interests include social science computing experiment, etc. E-mail: jghb@ujs.edu.cn

□