

南方经济 South China Journal of Economics ISSN 1000-6249,CN 44-1068/F

《南方经济》网络首发论文

题目: 动态税收补贴政策对新能源汽车推广的动力学分析——基于政府、消费者的

演化博弈模型

作者: 李燕,王亭栋,王东,陈俞有 DOI: 10.19592/j.cnki.scje.420023

网络首发日期: 2024-11-04

引用格式: 李燕,王亭栋,王东,陈俞有.动态税收补贴政策对新能源汽车推广的动力

学分析——基于政府、消费者的演化博弈模型[J/OL]. 南方经济.

https://doi.org/10.19592/j.cnki.scje.420023





网络首发: 在编辑部工作流程中,稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定,且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件,可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定;学术研究成果具有创新性、科学性和先进性,符合编辑部对刊文的录用要求,不存在学术不端行为及其他侵权行为;稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准,正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性,录用定稿一经发布,不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容,只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认:纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约,在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版,以单篇或整期出版形式,在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z),所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

网络首发时间: 2024-11-04 16:39:36 网络首发地址: https://link.cnki.net/urlid/44.1068.F.20241104.1430.001

动态税收补贴政策对新能源汽车推广的动力学分析——基于政府、消费者的演化博弈模型

李 燕 王亭栋 王 东 陈俞有*

摘 要:发展节能新能源汽车是落实"双碳"建设目标的有效手段,政府和消费者作为新能源汽车的主体,在推广新能源汽车的过程中起着举足轻重的作用。为了进一步探究促使新能源汽车推广的最优税收和补贴政策,在新能源汽车税收与补贴退坡的现实背景下,文章从动态税收与补贴政策的新视角出发,构建基于政府与消费者的演化博弈模型,应用演化均衡分析与仿真实验方法,探究不同形式的财税政策组合下政府与消费者的演化稳定策略。演化博弈均衡分析表明,静态税收和静态补贴政策下博弈系统演化无法自动达到均衡点,不存在演化稳定策略;而动态税收和静态补贴、静态税收和动态补贴、动态税收和动态补贴三种机制时都可以使演化达到均衡。仿真实验结果进一步表明,静态税收和动态补贴政策策略组合表现最优,极大促进了新能源汽车的推广。该研究结论在新能源汽车补贴退坡的背景下具有重要的现实意义,为政府优化推广政策提供了重要的借鉴意义。同时,仿真实验的研究方法,也为探索不同政策多变性的效果提供了更多可能。

关键词: 演化博弈模型 复制动力学分析 仿真 税收与补贴 新能源汽车

DOI: 10.19592/j.cnki.scje.420023

JEL 分类号: A12, A13, C72, C73 中图分类号: F011, F016

文献标识码: A

一、引言

从创新战略来看,新能源汽车已成为新一代信息技术、人工智能、5G、物联网等的最重要应用场景,是牵引其他行业加速创新的重要力量;从能源战略来看,发展新能源汽车有力地促进了向可再生能源转型的能源革命;从双碳战略来看,培育新能源汽车产业是完成双碳目标的重要方法(黄志辉等,2022;周谧,2018);新能源汽车产业可以同时带动传统汽车行业、零配件、电池、电动机等,包括新能源制造业在内的多个行业发展,新能源汽车行业在促进我国经济发展方面具有重大的战略地位和良好的发展前景。

中央政府与地方政府在新能源汽车税收与补贴方面的政策扶持,为积极培育发展新能源汽车产业起到了举足轻重的作用。随着 2009 年—2012 年国家启动"十城千辆"补贴政策工程的开始,以及 2014 年免征购置税政策的实施,两措并举共同促使了新能源汽车的销量与市场渗透率逐年上升。根据国家统计局数据报告,新能源汽车的销量从 2017 年的 77 万辆增长到 2023 年的 949 万辆;同时,新能源汽车渗透率由 2017 年的 2.6%迅速上升到 2023 年的 31.6%。补贴与税收政策成为新能源汽车发展的两大推力,这两项扶持政策降低了企业进入新能源产业的门槛,促使了新型产业集群的诞生,为新能源汽车在国内乃至国外竞争力的提升起到了重要的作用。2023 年 6 月份,在国务院常务会议上提出将新能源车辆购置税减免政策延长至 2027 年底,车辆购置税减免政策继续为新能源汽车发展护航。目前,虽然我国新能源汽车发展处于国家补贴退坡阶段,但以发放消费券、置换补贴、汽

^{*} 李燕(通讯作者),浙江财经大学经济学院、浙江财经大学经济行为与决策研究中心, E-mail: liyan5199@163.com, 通信地址: 浙江省杭州市钱塘区学源街 18 号浙江财经大学 6 号楼经济学院, 邮编: 310018; 王亭栋, 浙江财经大学经济学院, E-mail: 853122218@qq.com; 王东,浙江工业大学之江学院机械工程学院, E-mail: wangdong@zzjc.edu.cn; 陈俞有,浙江财经大学经济学院、浙江财经大学经济行为与决策研究中心, E-mail: chenyuyou@126.com。

基金项目:本文受教育部人文社会科学研究青年基金"复杂网络中惩罚机制下的合作演化——Agent 仿真与行为实验的对比性研究"(19YJC630087)及浙江省自然科学基金一般项目"动态复杂网络上的冲突博弈演化分析"(LQ20G010007)资助。

车下乡补贴等形式的各级地方政府补贴仍在继续。补贴与税收政策的变动对新能源汽车的影响是当前新能源汽车发展研究领域关心的重要问题之一(钟太勇等,2015; Kong, 2020; Holland, 2016; 曹国华, 2016)。因此,对新能源汽车税收和补贴政策的优化探讨不仅对于新能源汽车产业的发展具有重要的现实指导意义,同样对于我国新兴产业的发展也具有一定的启示作用。

税收与补贴政策作为助推新能源汽车发展的重要调控手段,长期以来的主要作用对象包括企业与消费者。企业作为新能源汽车的生产端在新能源汽车的发展中起到了至关重要的作用,目前已有大量研究集中于探讨作用于新能源汽车企业的税收与补贴政策对新能源汽车发展的影响(Hewitt et al., 2010;安同良等,2009;刘兰剑,2021;吴波虹,2021)。然而,作用于消费者的新能源汽车税收与补贴政策的相关研究却较为欠缺(曹国华,2016;Kong,2020)。消费者作为新能源汽车的直接使用者,税收与补贴政策的变动将会对消费者是否选择购买新能源汽车产生直接影响。什么样形式的税收与补贴政策更有利于消费者购买新能源汽车?在推广新能源汽车方面,动态税收与补贴政策是否比静态的税收与补贴政策效果更好?不同形式下的税收与补贴政策将会对消费者的购买路径产生怎样的影响?政府实施税收与补贴政策成本的变化是否会对新能源汽车的发展产生影响?为了回答这些问题,本文将基于政府和消费者的两方演化博弈模型,应用博弈动力学分析和仿真实验方法,探究促使新能源汽车推广的最优税收和补贴政策策略组合,此研究一方面丰富了关于新能源汽车税收与补贴的研究视角,另一方面,也为政府优化新能源汽车发展政策提供了一定的参考。

接下来的结构安排如下:第二部分为相关文献概述,包括新能源汽车的税收与补贴政策实施形式及存在问题、新能源汽车税收与补贴实施效果等相关研究;第三部分为税收政策与补贴政策对新能源汽车推广影响的理论分析,主要基于政府与消费者演化博弈模型进行演化动力学分析;第四部分为税收与补贴政策对新能源汽车发展的仿真实验分析,仿真实验验证第三部分演化理论分析的结果,此部分主要基于 Matlab 仿真模拟不同组合的税收与补贴政策对消费者购买新能源汽车的影响;第五部分为本文的研究结论与政策建议。

二、文献综述

本文应用演化博弈模型与仿真实验的方法,探究作用于消费者的不同组合的税收与补贴政策对新能源汽车发展的影响。基于此研究内容与研究目的,本文相关文献主要从新能源汽车的税收与补贴政策实施形式及存在问题、新能源汽车税收与补贴实施效果等方面进行梳理。

(一)基于新能源汽车税收与补贴政策实施形式及问题的相关研究

从 2009 年新能源汽车"十城千辆"国家补贴政策的开始以及 2014 年免征新能源汽车购置税的实施,到今天我国新能源汽车各种扶持政策的逐渐完善,新能源汽车补贴标准经历了从最初的节油能力到续航里程以及电池系统的变化;新能源汽车免征购置税政策实施形式经历了从新能源汽车的类型到定额优惠的变化。新能源汽车的税收与补贴政策为新能源汽车的发展起到了至关重要的作用,但现有的相关政策仍存在不少问题。诸如,(1)我国新能源汽车财税政策存在形式单一化、缺乏针对性等问题(杨乔雨,2022)。丁芸与张天华(2014)研究指出,我国税收优惠主要通过减免税的直接优惠形式促进新能源汽车产业的发展,缺少了加速折旧等间接优惠形式,税收优惠形式存在单一化的问题。(2)我国新能源汽车产业的发展,缺少了加速折旧等间接优惠形式,税收优惠形式存在单一化的问题。(2)我国新能源汽车税收与补贴政策更多倾向于生产端的问题。王璐(2022)研究发现绿色消费者溢价和绿色消费者比例的增加都能够促进新能源汽车的扩散,政策制定者应该加强对需求端的重视。高秀平(2018)研究指出,财政补贴应通过以现金方式返还或补贴的形式向消费者倾斜,将现行对企业的补贴调整至销售终端。李瑞贤与陈明艺(2018)研究指出应当给予消费者更大范围的车辆购置税优惠政策以及车船税优惠政策,此举在促进新能源汽车方面将从扩大生产端转移到刺激消费端。杨家威(2010)研究发现政府的补贴对象应同时包括企业和消费者,并且应偏重于消费者。(3)新能源汽车税收与补贴政策的实施存在地区不平衡的问题。何源等(2021)以 2009—2018 年间央地的 263 项新能源汽车产业政策为研究样本,探究不同时期新能源汽车产业

政策央地总体协同度,研究发现新能源汽车产业价值链各政策领域的政策措施协同水平不一,应该 优化新能源汽车产业项层设计。综上所述,我国新能源汽车税收与补贴政策的实施形式仍有许多问 题,存在较大的改进空间。

(二)基于新能源汽车税收与补贴政策实施效果的相关研究

随着新能源汽车税收与补贴政策的实施,关于新能源汽车财税政策的效果研究成为了相关学者们的研究重点。但是,对于财税政策与新能源汽车发展的关系,学者们持不同观点。

不少学者的研究表明新能源税收政策在一定程度上提升了新能源汽车的市场份额。诸如,肖俊极(2012)通过建立 BLP 模型研究发现,消费税使消费者倾向于购置小排量汽车,有利于新能源汽车市场份额的提升。Jreige(2021)的一项政策测试表明燃油税翻一番会提升新能源汽车的潜在市场份额。同样,部分学者认为基于新能源汽车的补贴政策也对新能源汽车的发展起到了推动作用。曹国华(2016)基于演化博弈模型,研究发现在短期内应该加大政策补贴力度。李晓敏等(2022)通过构建消费者车辆需求的行为效用函数探究新能源汽车产业政策的效果,研究发现财政补贴的效果最大。Kong(2020)的调查结果则显示,如果中国不再实施购置补贴政策,中国电动汽车的市场渗透率将会下降。应晓妮(2020)通过实证分析发现,政府对新能源汽车企业实施补贴政策可以显著地增加企业在创新和研发上的投入。然而,另外一部分学者研究则发现,补贴政策在推动新能源汽车发展方面不尽人意。诸如,王海啸与缪小明(2013)研究发现,信息不对称的存在使得企业策略性获取补贴的动机增加,不利于新能源汽车的发展。同样,Nie(2016)的研究发现,在促进新能源汽车发展方面,对消费者购置新能源汽车的补贴效果不如补贴充电桩、充电站等基础设施建设。

除了以上分别探究税收与补贴政策对新能源汽车影响的研究以外,两种扶持政策效果的对比性研究也成为了学者们的研究热点。景鹏(2022)研究发现,在促进消费者购置新能源汽车意向方面,征收购置税比取消购车补贴有更大的负面影响。周燕(2019)研究发现实施补贴政策和退税政策都能显著增加企业的利润,但退税政策的效果会高于补贴政策。Chakraborty(2019)在垄断和双头垄断市场研究发现,与仅使用其中一种补贴相比,补贴和绿色税的结合可以产生更高的社会福利。

另外,有相关研究表明税收与补贴政策的共同使用有利于新能源汽车产业的发展。例如,Encarnacao(2018)的研究表明,电动汽车的全面普及途径应该从公共干预开始,通过补贴、"绿色"税收以及与民用部门的协同共同发挥作用。孙健夫与贺佳(2021)通过动态面板数据模型,研究发现财税支持政策能够促进新能源汽车产业研发效率的提高。梁哲源与乐为(2022)构建了包括财税政策、技术进步与消费者偏好的动态随机一般均衡模型,研究发现在促进新能源汽车产业方面,财税政策组合优于单一财政政策。刘兰剑(2021)通过实证发现补贴和税收优惠都不是越多越好,而是存在一个阈值;只有在阈值之内,两个政策各自才能起到做好的作用。张燕(2021)研究结果表明只实施税收优惠政策并不能提升新能源汽车产业的研发效率,只有在实施税收优惠政策时辅以补贴政策才能提高新能源汽车产业的研发效率。

综上,关于财税政策与新能源汽车发展的关系,学者们可能因政策实施阶段的不同、分析对象的不同而持不同观点。我们应综合运用多种调控手段,将新能源汽车消费的主要动力由政策推动变为需求拉动,实现新能源汽车产业的健康发展。

(三) 文献述评

已有文献为本文探究促使新能源汽车推广的最优财税政策奠定了较好的学术基础,打开了较广的研究视野,但在以下几点仍有待进一步完善:一是诸多文献虽然指出了目前新能源汽车税收与补贴政策存在的诸如单一化、缺乏针对性等问题(丁芸与张天华,2014;杨乔雨,2022),但诸多文献并未给出具体优化政策的方向,或者给出了定性的优化方向但未对优化政策进行理论与模拟分析。而仿真分析为探讨政策的多变性提供了更多可能(刘业进与杨美荣,2022)。二是目前关于新能源汽车税收与补贴政策的相关研究更多集中于企业方面(周燕,2019;孙健夫与贺佳,2021;张燕,2021;彭频和何熙途,2021),针对消费者的研究相对较少。而消费者的购买行为策略选择直接影响到新能源汽车的销量,对新能源汽车的发展具有重要影响。三是在针对消费者的新能源汽车税收

与补贴的相关研究中,通常假设税收与补贴力度是不变的,为外生给定。梁喜和陈清卿(2023)研究了动态的奖惩机制对疫情防控的影响,此研究为我们探讨动态的财税政策提供了重要的启示。现有研究中关于动态的新能源汽车税收与补贴政策研究较为欠缺,亟需进一步补充与完善。

与已有的文献研究相比较,本文可能的边际贡献如下: (1)为了进一步探讨财税政策与新能源汽车推广的联动性,不同于以往外生给定的税收与补贴力度,本文基于两大现实:新能源汽车政府补贴退坡的现实以及新能源汽车发展由政策推动变为需求拉动的现实,假定政府的税收与补贴力度将随着消费者购置新能源汽车的概率而变动,继而探究动态的税收与补贴策略组合对新能源汽车推广的影响,此研究拓展了关于新能源财税政策的研究视角。 (2)以往研究新能源财税政策主要从新能源汽车企业入手,本文主要从作用于消费者的税收与补贴政策角度出发,基于政府与消费者的演化博弈框架,通过复制动力学及演化均衡分析探究促使新能源汽车推广的演化稳定策略,与当下新能源汽车的需求拉动相一致。 (3)在政策含义方面,仿真实验的分析范式呈现了新能源汽车财税政策调整后的实施效果,本文考虑了政策实施成本、税收值、补贴值、新能源汽车效用等参数变化对政府和消费者策略选择的影响,为政府发展新能源汽车进行政策优化提供了思路,同时也为培育其他新兴产业的发展提供了启示。

三、基于政府与消费者的演化博弈模型及动力学分析

(一) 税收与补贴值外生给定的演化博弈模型假设

政府和消费者的决策选择会对新能源汽车的推广产生重大影响。在理性假设与双碳目标的前提下,消费者会以自身效用最大化为目的进行策略选择;政府则会以推广新能源汽车为目的制定各种政策。基于博弈双方有限理性的前提下,首先构建基于静态税收和补贴政策下的政府和消费者的演化博弈模型。本文假设静态税收和静态补贴为无论消费者做出什么选择,政府所制定的补贴和税收都是固定值,是外生给定的,不随消费者的选择进行变化。

假设 1: 政府有"实施推广政策"和"不实施推广政策"两种选择策略,概率分别为 x 和 1-x。政府在实施推广机动车政策过程中,需要一定的管理成本 M。当消费者选择购置传统能源汽车时,政府通过车辆购置税(或碳税)的形式征收税款 P,增加了消费者的成本。同时政府承担由消费者购置传统能源汽车所造成的环境污染治理费用及声誉损失费记为 E。当消费者选择购置新能源汽车时,政府通过不征税以及给予消费者购置补贴 Q 两项政策来促使新能源汽车的推广。当政府选择不实施扶持政策时,会有因不作为导致的公众信用损失 F。

假设 2: 消费者有"购置新能源汽车"和"购置传统能源汽车"两种选择策略,概率分别为 z 和 1-z。 消费者购置新能源汽车的预期效益为 A,购置传统能源汽车的预期效益为 B。由于对新能源汽车续航里程,安全性等方面存在疑虑,消费者购置新能源汽车的预期效益往往小于传统能源汽车,即 A < B。在政府选择实施新能源推广政策时,消费者选择购置新能源汽车时会得到政府的补贴 Q,购置传统能源汽车则需要支出税款 P,P 与 Q 是外生给定的,即为固定不变的税收与补贴力度。符号说明如表 1 所示。

מאיט כי ניז		
符号	含义	
M	政府实施新能源汽车推广政策的成本	
P	政府对消费者购置传统新能源汽车的税收	
Q	政府对消费者购置新能源汽车的补贴	
E	政府承担的因消费者购置传统能源汽车所造成的环境损失和治理成本	
F	政府因不实施扶持政策时导致的公众信用损失	

表 1 符号说明

В

(二)税收与补贴值外生给定的模型构建

1.演化博弈支付矩阵

基于以上假设可以得到政府和消费者的四种策略组合: (实施推广政策,购置新能源)、(实施推广政策,购置传统能源)、(不实施推广政策,购置新能源)及(不实施推广政策,购置传统能源),政府与消费者的博弈支付矩阵,如表 2 所示。

表 2 政府与消费者的博弈支付矩阵

博弈主体		消费者			
		购买新能源汽车(2) 购买传统能源汽车 (1-2)			
政府	实施推广政策(x)	(-M-Q, A+Q) (P-M-E, B-P)			
	不实施推广政策(1-x)	(-F, A) (-E-F, B)			

2.演化博弈的收益函数及复制动态方程

根据以上假设及演化博弈支付矩阵表2可计算政府实施推广政策的预期效用Uv1:

$$U_{x1} = z(-M - Q) + (1 - z)(P - M - E) = -zQ + P - M - E - zP + zE$$
 (1)

不实施推广政策的预期效用Ux2:

$$U_{x2} = z(-F) + (1-z)(-E-F) = zE - E - F$$
 (2)

政府的平均收益U、

$$U_x = xU_{x1} + (1-x)U_{x2} (3)$$

由此推出政府的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)(P - M - zQ - zP + F)$$
(4)

消费者选择购置新能源汽车和传统能源汽车的预期效用分别为Uz1, Uz2

$$U_{z1} = x(A+Q) + (1-x)A = xQ + A \tag{5}$$

$$U_{z2} = x(B - P) + (1 - x)B = -xP + B \tag{6}$$

消费者的平均收益U,为:

$$U_z = zU_{z1} + (1 - z)U_{z2} \tag{7}$$

基于此,消费者决策的复制动态方程为

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z)(xQ + A - B + xP)$$
 (8)

(三)税收与补贴值外生给定的演化博弈均衡的稳定性分析

令
$$\mathrm{F}(\mathrm{x})=0$$
且 $\mathrm{F}(\mathrm{z})=0$,可得 $x_1=0$, $x_2=1$, $z^*=rac{P-M+F}{Q+P}$, $z_1=0$, $z_2=1$, $x^*=rac{B-A}{Q+P}$

由上式可得演化博弈模型的 5 个均衡点:(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1), (x^*,z^*) 满足 $0 \le \frac{P-M+F}{O+P} \le 1$,

$0 \le \frac{B-A}{O+P} \le 1$

若要使得政府部门的税收和补贴政策发挥其应有作用,需满足对购置新能源汽车的消费者给予补贴后的总效益大于对购置传统能源汽车的消费者进行征税后的总效益,即 A+Q>B-P。

根据 Friedman 的研究结果(Friedman, 1991),判定均衡点是否为稳定演化策略,取决于局部

均衡点是否满足所对应雅克比矩阵 J(如式(9)所示)中的行列式Det(J)>0且迹Tr(J)<0(梁喜和陈清卿,2023,姜彩楼等,2020)。

$$J(x, z) = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{bmatrix}$$
(9)

$$Det(J) = \frac{\partial F(x)}{\partial x} \frac{\partial F(z)}{\partial z} - \frac{\partial F(x)}{\partial z} \frac{\partial F(z)}{\partial x}; \ Tr(J) = \frac{\partial F(x)}{\partial x} + \frac{\partial F(z)}{\partial z}$$

$$J(x, z) = \begin{bmatrix} (1-2x)(P-M-zQ-zP+F) & x(1-x)(-Q-P) \\ z(1-z)(Q+P) & (1-2z)(xQ+A-B+xP) \end{bmatrix}$$
(10)

接下来根据公式(10)判定各均衡点(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)、(x^* , z^*)所对应行列式与迹的符号。根据前文假设 2 满足 A<B,接下来在满足 A<B, $0 \le \frac{P-M+F}{Q+P} \le 1$, $0 \le \frac{B-A}{Q+P} \le 1$ 且 A+Q>B-P的前提下进行稳定性分析,5 个均衡点的分析结果(符号+表示大于 0;符号 -表示小于 0;不确定表示符号不确定正负)如表 3 所示。

局部均衡点	Det(J)	符号	Tr(J)	符号
(0, 0)	(P-M+F)(A-B)		(P-M+F)+(A-B)	不确定
(0, 1)	(M+Q-F)(A-B)	/-/ <	(-M-Q+F)-(A-B)	不确定
(1, 0)	(M-P-F)(A-B+Q+P)	\ \-\	(M - P - F) + (A - B + Q + P)	不确定
(1, 1)	-(M+Q-F)(A-B+Q	_<	(M + Q - F) - (A - B + Q + P)	不确定
	+ P)			
(x^*, z^*)	/+//_	+	0	0

表 3 税收和补贴力度为固定值下的系统稳定性分析结果

根据 Friedman 理论(Friedman, 1991)及表 3 符号分析可得,均衡点(0, 0)、(0, 1)、(1, 0)、(1, 1)都不具有稳定性,点 (x^*, z^*) 的特征根是一对纯虚根。根据 Taylor&Jonker (1978)的结论, (x^*, z^*) 是系统的一个稳定均衡点但并不具备渐进稳定性,即政府和消费者的演化轨迹是围绕点 (x^*, z^*) 的闭环曲线,但无法稳定到该点,点 (x^*, z^*) 不是稳定演化策略(ESS)。

通过上述分析可得,在对博弈初始参数不加以限制的情况下,静态税收和补贴政策使得政府和消费者之间不存在演化稳定策略。但当对博弈参数进行某些条件限制时,博弈系统的稳定策略(即满足均衡点所对应雅克比矩阵 J 中的行列式Det(J)>0且迹Tr(J)<0)如下:

a. 当P - M + F < 0且 A + Q + P - B < 0 时,满足(P + F - M)(A - B) > 0,(P - M + F) + (A - B) < 0系统的演化稳定策略是(0, 0)。

b. 当P - M + F < 0且 A+Q+P-B>0 时,满足(P+F-M)(A-B)>0,(P-M+F)+(A-B)<0 系统的演化稳定策略是(0,0)。

由 a, b 可知,在推广新能源汽车方面,对于消费者而言,无论政府的财税政策是否有效 (A+Q+P-B<0) 或者 A+Q+P-B>0),当政府实施扶持政策的总收益小于不实施扶持政策的总收益时 (P-M+F<0),政府和消费者的演化稳定策略为 $\{$ 不实施扶持政策、购置传统能源汽车 $\}$ 。

c. 当M - P - F < 0时且(A - B + Q + P) < 0时,满足(M - P - F)(A - B + Q + P) > 0,(M - F + A - B + Q) < 0,系统的演化稳定策略是(1, 0)。

d. 当M + Q - F < 0时且(A - B + Q + P) > 0时,-(M + Q - F)(A - B + Q + P) > 0,(M + Q - F) - (A - B + Q + P) < 0,系统的演化稳定策略为(1, 1)。 *

由 c 可知, 当政府实施扶持政策的总收益大于其不实施扶持政策的总收益时 (M-P-F<0),

即使政府的财税政策对于消费者无效(A-B+Q+P) < 0,政府和消费者的最终演化稳定策略为{实施扶持政策、购置传统能源汽车}。这种情况可能由于政府的扶持政策没有实施到位,或者缺少新能源汽车的配套基础设施建设导致新能源汽车的认可度较低。由 d 可知,当政府实施扶持政策的总收益大于不扶持政策的总收益时,而且政府的财税政策使得购买新能源汽车消费者的收益高于购买传统能源车的收益,政府和消费者的演化稳定策略为{不实施扶持政策、购置新能源汽车},这种演化稳定状态是当下新能源汽车市场迫切需要实现的,即新能源汽车产业需要从政策驱动转向需求驱动。

(四)基于动态税收与补贴的演化博弈模型构建及复制动力学分析

在以上的演化博弈分析中假定政府对消费者的税收与补贴为一个外生给定的固定数值,但基于当下新能源汽车购置税与补贴逐步退坡的现实,在此部分中将考虑一个基于消费者策略选择变化的动态税收和补贴政策,并且探讨不同形式的税收与补贴策略组合下,政府与消费者的稳定演化策略。具体而言,接下来将对比分析动态税收和静态补贴、静态税收和动态补贴、动态税收和动态补贴三种不同策略组合的实施效果。

本文中"动态"政策是指税收或补贴将随消费者选择新能源汽车的概率 z 变化而变化。具体表达式如下:

动态税收表示为: $P(z) = (1-z)\overline{P}$; 动态补贴: $Q(z) = (1-z)\overline{Q}$, 其中 \overline{P} 和 \overline{Q} 分别表示税收和补贴的上限值。这种设置意味着: (1)随着消费者选择新能源汽车概率 z 的增加,税收和补贴都会单调递减。(2)当z = 0时(即没有消费者选择新能源汽车),税收和补贴达到最大值 \overline{P} 和 \overline{Q} 。(3)当z = 1时(即所有消费者都选择新能源汽车),税收和补贴都降为 0。这种动态政策设置与当前新能源汽车补贴退坡和购置税减免政策的趋势相符合。它反映了随着新能源汽车市场份额的增加,政府逐步减少于预的过程,有利于市场向自发均衡状态过渡。

1.动态税收和静态补贴的复制动力学分析

动态税收假设政府的税收设置与消费者选择新能源汽车的概率负相关,即税收 $P(z) = (1-z)\overline{P}$,P代表税收的上限值,补贴仍为外生给定的数值 Q。动态税收函数表明当消费者购置新能源汽车的比例越高,则税收P(z)越低。

政府决策的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)[P(z) - M - zQ - zP(z) + F]$$

$$= x(1-x)[(1-z)\bar{P} - M - zQ - z(1-z)\bar{P} + F]$$

$$= x(1-x)[\bar{P} - z\bar{P} - M - zQ - z\bar{P} + z^2\bar{P} + F]$$

$$= x(1-x)[\bar{P} - M + F - z(2\bar{P} + Q) + z^2\bar{P}]$$
(11)

$$x_1 = 0, x_2 = 1, z^* = \frac{2\bar{P} + Q - \sqrt{(2\bar{P} + Q)^2 - 4\bar{P}(\bar{P} - M + F)}}{2\bar{P}}$$
 (12)

消费者决策的复制动态方程为:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z)[xQ + A - B + xP(z)]$$

$$= z(1-z)[xQ + A - B + x(1-z)\bar{P}]$$

$$= z(1-z)[(A-B) + x(Q+\bar{P}) - x\bar{P}z]$$
(13)

$$z_1 = 0, z_2 = 1, x^* = \frac{B - A}{O + \overline{P} - z\overline{P}}$$
 (14)

与静态政策稳定性分析方法一致,计算动态税收和静态补贴政策组合的系统稳定性分析结果,如表 4 所示。

表 4 动态税收和静态补贴政策组合的系统稳定性分析结果

局部均衡点	Det(J)	符号	Tr(J)	符号
(0, 0)	$(A-B)(F-M+\bar{P})$	_	$A - B + F - M + \bar{P}$	不确定
(0, 1)	-(A-B)(F-M-Q)	_	-A + B + F - M - Q	不确定
(1, 0)	$-(F-M+\bar{P})(A-B+\bar{P}+Q)$	_	A - B - F + M + Q	不确定
(1, 1)	(F-M-Q)(A-B+Q)	_	-A + B - F + M	不确定
(x*, z*)	+	+	_	_

2.静态税收和动态补贴的复制动力学分析

在这种政策组合下,假定政府的动态补贴与消费者选择新能源汽车的概率z负相关,即补贴 $Q(z) = (1-z)\overline{Q}$, \overline{Q} 代表补贴的上限值,税收仍为外生给定。动态补贴表明,当消费者购置新能源 汽车的比例越高,则补贴Q(z)越低。诸如,刚开始的补贴力度比较大,但随着新能源汽车推广率越来越高(消费者的购置率越来越高),补贴力度会变得越来越小。补贴虽然在一年或者几年内是定值,但从长期来看是变化的,政府可以根据实施效果进行动态调整。

政府决策的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)[P - M - zQ(z) - zP + F]$$

$$= x(1-x)[P - M - z(1-z)\bar{Q} - zP + F]$$

$$= x(1-x)[P - M + F - zP - z\bar{Q} + z^2\bar{Q}]$$
(15)

$$z^* = \frac{P + \bar{Q} - \sqrt{(P + \bar{Q})^2 - 4\bar{Q}(P - M + F)}}{2\bar{Q}}$$
 (16)

消费者决策的复制动态方程为:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z)[xQ(z) + A - B + xP]$$

$$= z(1-z)[x(1-z)\bar{Q} + A - B + xP]$$

$$= z(1-z)[(A-B) + xP + x\bar{Q} - x\bar{Q}z]$$
(17)

 $\diamondsuit F(z) = 0$,可得: $z_1 = 0$, $z_2 = 1$,

$$\chi^* = \frac{B - A}{P + \bar{Q} - \bar{Q}z} \tag{18}$$

静态税收和动态补贴政策组合的系统稳定性分析结果如表 5。

表 5 静态税收和动态补贴政策组合的系统稳定性分析结果

局部均衡点	Det(J)	符号	Tr(J)	符号
(0, 0)	(A-B)(F-M+P)	_	A - B + F - M + P	不确定
(0, 1)	-(A-B)(F-M)	_	-A + B + F - M	不确定
(1, 0)	$-(F-M+P)(A-B+P+\overline{Q})$	_	$A - B - F + M + \overline{Q}$	不确定
(1, 1)	(F-M)(A-B+P)	_	-A+B-F+M-P	不确定
(x^*, z^*)	+	+	_	1

3.动态税收和动态补贴的复制动力学分析

在这种策略组合下,补贴 $Q(z) = (1-z)\overline{Q}$, \overline{Q} 代表补贴的上限值,税收 $P(z) = (1-z)\overline{P}$, \overline{P} 代表税收的上限值。政府与消费者决策对应的复制动态方程分别为式(19)、(21):

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)[P(z) - M - zQ(z) - zP(z) + F]$$

$$= x(1-x)[(1-z)\bar{P} - M - z(1-z)\bar{Q} - z(1-z)\bar{P} + F]$$

$$= x(1-x)[\bar{P} - M + F - 2z\bar{P} - z\bar{Q} + z^2\bar{Q} + z^2\bar{P}]$$
(19)

 $\diamondsuit F(x) = 0$,可得: $x_1 = 0$, $x_2 = 1$

$$z^* = \frac{2\bar{P} + \bar{Q} - \sqrt{(2\bar{P} + \bar{Q})^2 - 4\bar{(Q} + \bar{P})(\bar{P} - M + F)}}{2\bar{(Q} + \bar{P})} \tag{20}$$

消费者决策的复制动态方程为:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z)[xQ(z) + A - B + xP(z)]$$

$$= z(1-z)[x(1-z)\bar{Q} + A - B + x(1-z)\bar{P}]$$

$$= z(1-z)[(A-B) + x(\bar{P} + \bar{Q}) - x(\bar{P} + \bar{Q})z]$$
(21)

令 F(z) = 0,可得: $z_1 = 0$, $z_2 = 1$,

$$\chi^* = \frac{B - A}{(\bar{P} + \bar{Q})(1 - z)} \tag{22}$$

动态税收和动态补贴政策组合的系统稳定性分析结果如表 6。

局部均衡点 Det(I) 符号 Tr(I) 符号 (0, 0) $(A-B)(F-M+\bar{P})$ $A - B + F - M + \bar{P}$ 不确定 (0, 1)-(A-B)(F-M)-A + B + F - M不确定 (1, 0)不确定 $-(F-M+\bar{P})(A-B+\bar{P}+\bar{Q})$ $A - B - F + M + \bar{Q}$ (1, 1)不确定 (F-M)(A-B)-A + B - F + M (x^*, z^*)

表 6 动态税收和动态补贴政策组合的系统稳定性分析结果

4.三种扶持政策的均衡点讨论

对于动态税收和静态补贴、静态税收和动态补贴、动态税收和动态补贴三种政策组合,根据复制动力学方程公式及表 5、表 6 与表 7 的稳定性分析结果,发现三种政策组合的均衡点具有以下几个共同点:

- (1) 所有情况下都存在五个均衡点: (0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1) 和一个内部均衡点(x*, z*)。
- (2) 边界均衡点(0,0)、(0,1)、(1,0)、(1,1)的稳定性都是不确定的,需要进一步分析具体参数。
- (3) 内部均衡点(x^* , z^*)在所有情况下都是稳定的,因为满足 Det(J) > 0 且 Tr(J) < 0 (Taylor&Jonker, 1978; Kalmanet al.,1960; 朱立龙等,2021)。这表明,在所有三种政策组合下,系统都可能收敛到一个内部均衡状态,其中政府和消费者都采取混合策略。

5.三种扶持政策的比较静态分析

接下来基于内部均衡点(x*, z*)进行比较静态分析,探究政府实施扶持政策的成本、税收上限及补贴上限的变化对政府和消费者演化稳定策略的影响。

(1) 动态税收和静态补贴政策组合下:

对于内部均衡点(x*, z*), 进行如下静态比较分析:

$$\partial x^* / \partial M = 0, \partial z^* / \partial M = -1/(Q + \bar{P}) < 0, \tag{23}$$

因为 B>A 且 $0 \le z \le 1$, 所以,

$$\partial x^* / \partial \bar{P} = -(B - A) / (Q + \bar{P} - z\bar{P})^2 (1 - z) < 0, \tag{24}$$

假设 Q+M>F, 即补贴加上实施成本大于不作为的损失, 由此可知:

$$\partial z^*/\partial \bar{P} = (Q + M - F)/(Q + \bar{P})^2 > 0, \tag{25}$$

由公式(23)可知,政府实施成本增加会降低消费者选择新能源汽车的概率;由公式(24)、(25)可知,税收上限增加会降低政府实施推广政策的概率,相反,税收上限的增加将会提高消费者选择新能源汽车的概率。

(2) 静态税收和动态补贴政策组合:

对于内部均衡点(x*, z*), 进行如下比较静态分析:

$$\partial x^*/\partial M = 0$$
, $\partial z^*/\partial M < 0$ (26)

$$\partial x^*/\partial \overline{Q} < 0, \ \partial z^*/\partial \overline{Q} < 0$$
 (27)

由公式(26)可知,政府实施成本增加会降低消费者选择新能源汽车的概率;由公式(27)可知,补贴上限的增加将会降低政府实施推广政策的概率与消费者选择新能源汽车的概率。

(3) 动态税收和动态补贴政策组合:

对于内部均衡点(x*, z*), 我们可以进行如下分析:

$$\partial x^*/\partial M = 0, \ \partial z^*/\partial M < 0 \tag{28}$$

$$\partial x^*/\partial \overline{0} < 0, \ \partial z^*/\partial \overline{0} < 0 \tag{29}$$

$$\partial x^*/\partial \bar{P} < 0, \partial z^*/\partial \bar{P} > 0, \tag{30}$$

由公式(28)可知,政府实施成本增加会降低消费者选择新能源汽车的概率;由公式(29)可知,补贴上限的增加将会降低政府实施推广政策的概率与消费者选择新能源汽车的概率;由公式(30)可知,税收上限增加会降低政府实施推广政策的概率,相反,税收上限的增加将会提高消费者选择新能源汽车的概率。

6.三种扶持政策的对比分析

通过以上三种不同动态税收补贴政策对比分析发现,三种不同扶持政策均存在演化稳定策略,并且研究发现: (1)税收上限对政府与消费者策略选择的影响:税收的上限值越高,消费者购置传统能源汽车的负担也越重,相应的,消费者购置新能源汽车的概率就越高,政府的扶持概率就越低。(2)补贴上限对政府与消费策略选择的影响:补贴的上限值越高,政府的财政负担越重,导致政府选择扶持的概率越低,由此消费者选择购置新能源汽车的概率越低。

四、演化博弈仿真及结果分析

2022 年,政府车辆购置税收入 2398 亿元,新能源汽车补贴 385 亿元,税收收入远高于补贴。基于以上现实情况,假设政府选择实施扶持政策时,政府征收税款 P 大于政策实施成本 M 和对消费者补贴 Q 的和。当消费者决定购置新能源汽车时,得到的效用加上补贴(A+Q)应该大于购置燃油车的效用减去税收(B-P)。在咨询新能源汽车相关专家及参考相关文献的基础上(曹霞等,2018;孙红霞和吕慧荣,2018),在符合参数假定的条件下,对系统各参数进行赋值: P=20、M=10、E=5、O=4、A=10、B=14、F=2,然后进行仿真分析。

(一) 不同税收补贴策略组合政策对演化轨迹的影响

静态税收与静态补贴的演化轨迹如图 1 所示。通过设置 (0.1, 0.1)、(0.2, 0.2)、(0.3, 0.3)、(0.4, 0.4)、(0.5, 0.5)、(0.6, 0.6)、(0.7, 0.7)、(0.8, 0.8)、(0.9, 0.9)9 组不同的演化起始点,形成了 9 条围绕点(x*, z*)的闭环曲线,表示静态税收和静态补贴的扶持政策没有演化稳定点。动态税收和静态补贴扶持政策的演化轨迹如图 2 所示,是一条趋于稳定点 z1(0.23, 0.32)的螺旋形环线,表示动态税收和静态补贴的扶持政策存在演化稳定点。静态税收和动态补贴扶持政策的演化轨迹如图 3 所示,是一条趋于稳定点 z2(0.18, 0.55)的螺旋形环线,表示静态税收和动

态补贴扶持政策存在演化稳定点。动态税收和动态补贴扶持政策的演化轨迹如图 4 所示,是一条趋于稳定点 z3 (0.25, 0.34) 的螺旋形环线,表示动态税收和动态补贴扶持政策存在演化稳定点。

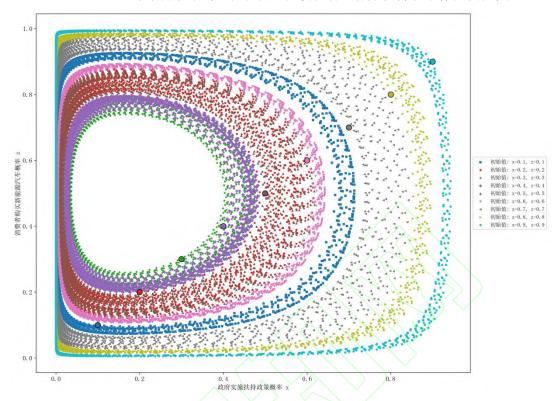


图 1 静态税收和静态补贴的演化轨迹图

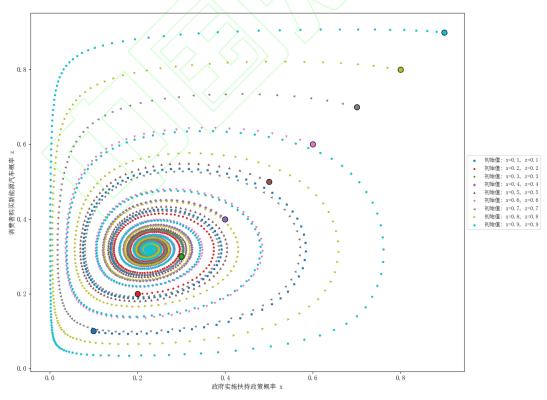


图 2 动态税收和静态补贴的演化轨迹图

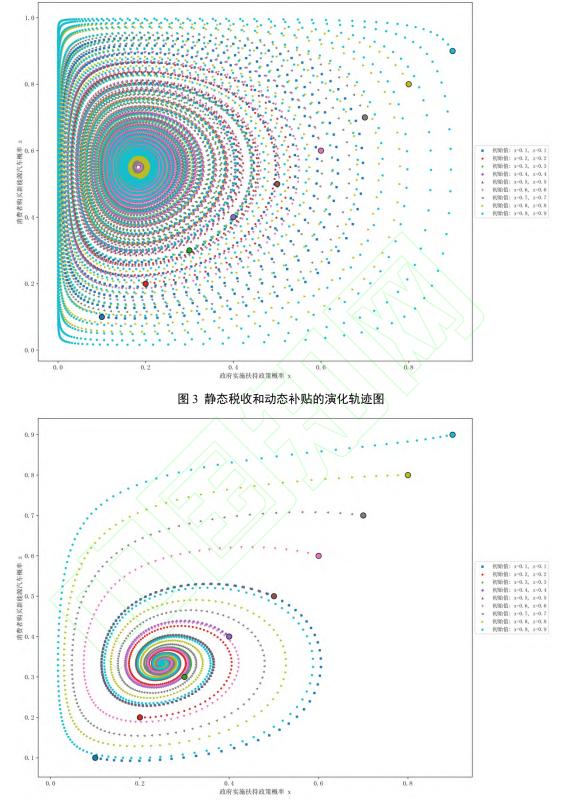


图 4 动态税收和动态补贴的演化轨迹图

上述的仿真结果表明,与静态的税收与补贴政策比较,动态的财税政策促使了新能源汽车的稳定推广。图 5 展示了三种不同动态扶持政策的效果对比图。通过对比稳定点时消费者购置新能源汽车概率 z 可以发现,在实施静态税收和动态补贴扶持政策条件下,消费者购置新能源汽车的概率(z2=0.55),明显高于动态税收和静态补贴组合(z1=0.32)以及动态税收和动态补贴(z3=0.34)

组合。通过对比稳定点政府实施扶持政策的概率 x 可以发现, x1=0.23、x2=0.18 和 x3=0.25 概率值接近, 三种不同扶持政策对政府是否扶持的演化结果影响不大。综上, 静态税收和动态补贴政策组合对于新能源汽车的推广效果最优, 动态税收和动态补贴政策次之, 动态税收和静态补贴政策最差。

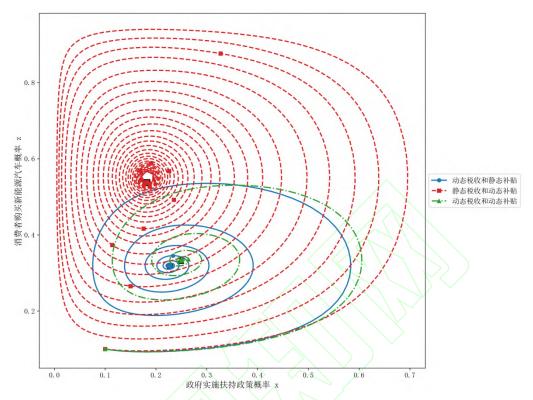


图 5 三种扶持政策的演化轨迹对比图

(二)基于静态税收、动态补贴政策组合下的比较静态分析

1.政策实施成本对演化轨迹的影响

首先,探究不同政策实施成本 M 对政府和消费者策略演化的影响,给定初始概率 x=0.1,y=0.1,其他参数保持不变,依次设定 M=10, M=15, M=22, M=23, 结果如图 6,图 7 所示。

图 6 研究表明,政府政策实施成本在一定范围内(M≤15),从短期看会影响对政府的策略选择,使演化轨迹的波动变大(t=0 至 t=30),但从长期看(t=30 后),不同成本下的政府扶持概率几乎趋于一致,由此说明管理成本的高低不会影响政府的策略选择。但当政策实施成本过高时,政府会趋于选择完全不实施扶持政策。即过高的政策实施成本会导致政府不选择实施扶持政策。从图7 可知,政府政策实施成本会影响消费者的策略选择,政策实施成本越高,消费者选择购置新能源汽车的可能性也越低,这可能是由于政策成本变高会影响政府的行政效率和社会形象,导致民众不认可从而不配合政策。当政策实施成本高于一定程度时,消费者购置新能源汽车的概率将降为 0。其原因可能是成本过高造成政府没有落实扶持政策,致使丧失扶持政策后的新能源汽车无法得到消费者认同。由此建议政府在实行推广新能源汽车政策时,应该控制包括政策宣传、管理成本等在内的政策实施成本,减少不必要不合理的财政支出,尽量降低政策实施成本,提高政策效果,获取民众支持。

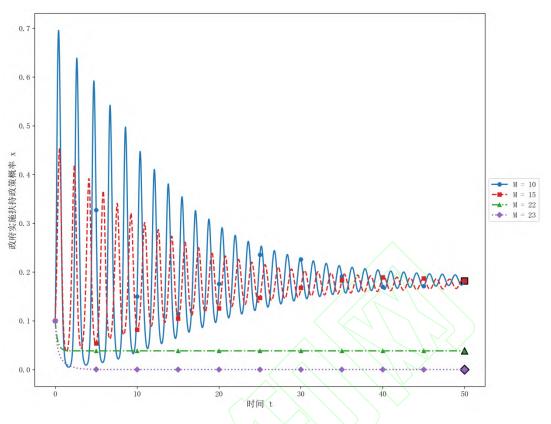


图 6 政策实施成本变化对政府策略选择的影响

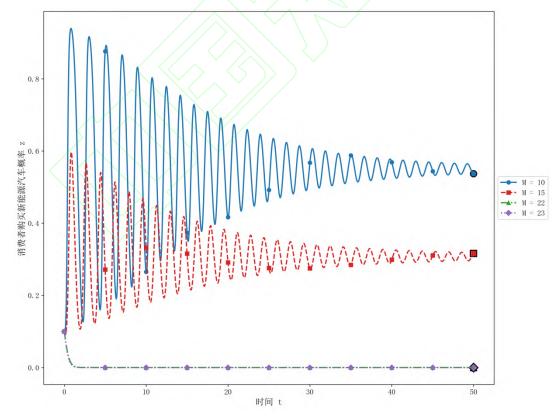


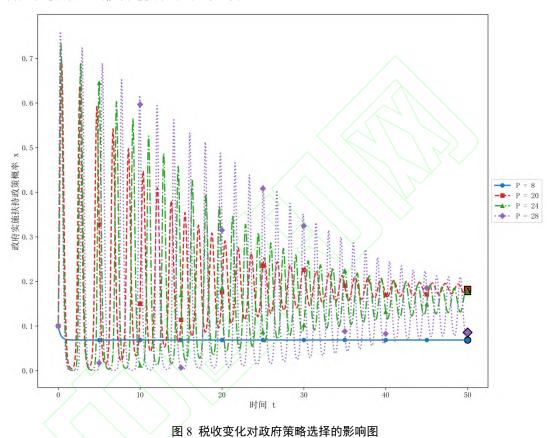
图 7 政策实施成本变化对消费者策略选择的影响

2.税收变化对演化轨迹的影响

接下来探究税收 P 对政府和消费者策略演化的影响,给定初始概率 x=0.1, y=0.1,其他参数保

持不变, 依次设定 P=8, P=20, P=24, P=28, 结果如图 8, 图 9 所示。

从图 8 可知,当超过一定的税收临界值,随着税收值的提高,政府采取实施扶持政策的概率在减少,符合模型分析中政府扶持概率与税收值负相关的结论。从图 9 可知,随着税收值的提高,消费者选择购置新能源汽车的概率也在提高,符合理论模型分析中消费者购置概率与税收值正相关的结论。对比图 8 和图 9 可知,在税收变动相同幅度下,消费者策略选择的变化幅度大于政府政策策略选择的变化幅度,由此可以说明消费者对于税收的变动更为敏感。同时,图 9 中的蓝线表明,如果税收值过低将对新能源汽车的推广起不到促进作用。从图 8 和图 9 中可以同时看出,随着税收的提高,达到演化稳定状态所需要的时间也在变长,说明过高的税收会降低博弈系统达到均衡的速度,政府在制定税收时应该兼顾速度和效果的平衡。



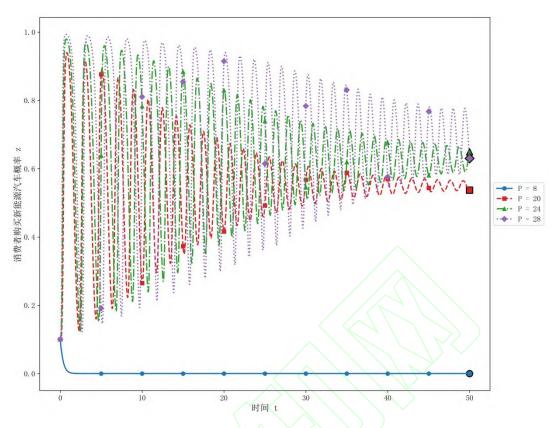


图 9 税收变化对消费者策略选择的影响图

3.补贴变化对演化轨迹的影响

进而,探究补贴 Q 对政府和消费者策略演化的影响,给定初始概率 x=0.1,y=0.1,其他参数保持不变,依次设定 Q=4,Q=7,Q=10,结果如图 10,图 11 所示。在给定初始补贴上限 Q=4 时,补贴值演化轨迹如图 12 所示。

从图 10 和图 11 可知,随着补贴值的提高,政府选择实施扶持政策的概率和消费者选择购置新能源汽车的概率都在降低,符合模型分析中 x、z 是 Q 的减函数的结论。原因可能是随着补贴值 Q 的提高,政府的财政支出也在不断增加,使得政府选择实施扶持政策的概率降低,从而也降低了消费者选择新能源汽车的概率。同时,我们发现,随着补贴的提高,博弈双方所演化到达平衡所需要的时间也在变短,说明补贴过低会使博弈系统达到均衡的速度降低。对比图 10 和图 11 可知,在补贴变动相同幅度下,消费者策略选择的变化幅度大于政策策略选择的变化幅度,由此可以说明消费者对于补贴的变动更为敏感。从图 12 中可以看出,当补贴值从 4 开始演化时,补贴值随着消费者购置新能源汽车概率的提高在降低,符合目前补贴退坡的现实。

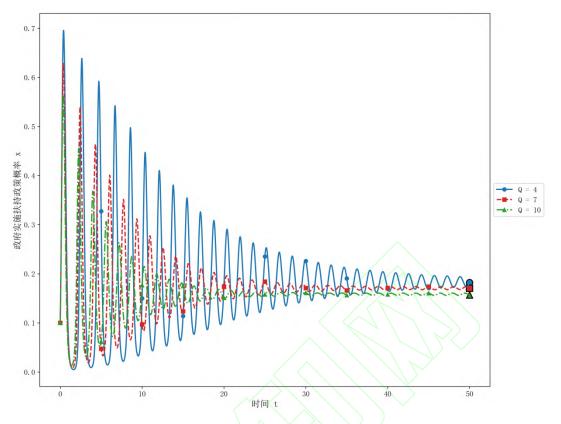


图 10 补贴上限变化对政府策略选择的影响图

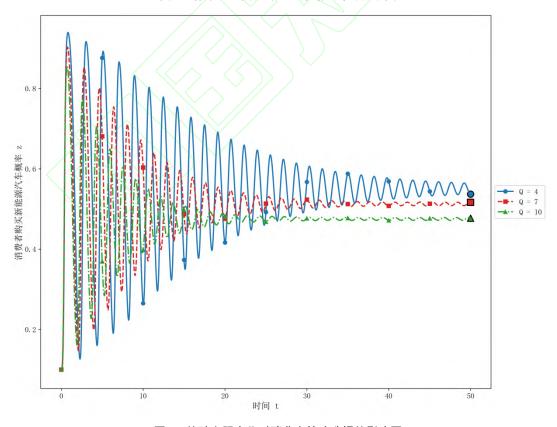


图 11 补贴上限变化对消费者策略选择的影响图

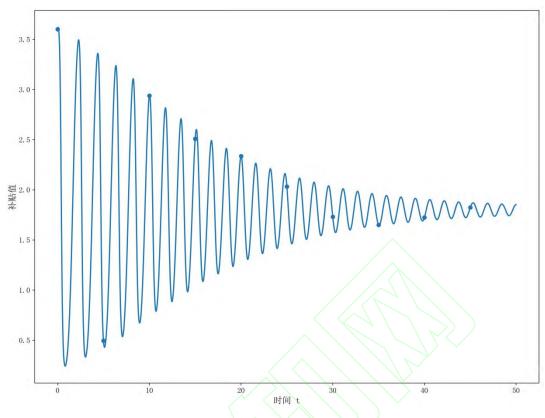


图 12 初始值 Q=4 时补贴值变化图

4.消费者购置新能源汽车效用值对演化轨迹的影响

最后,探究消费者购置新能源汽车效用值 A 对政府和消费者策略演化的影响,给定初始概率 x=0.1,y=0.1,其他参数保持不变,依次设定 A=10,A=12,A=14,对演化博弈模型进行数值仿真结果如图 13,图 14 所示。

从图 13 可知,随着购置新能源汽车效用值 A 的提高,政府选择实施扶持政策的可能性也越低。这可能是由于随着新能源汽车效用值 A 的提高,政府实行推广政策的必要性也在逐渐降低,此时,新能源汽车市场将由政策驱动变为需求驱动。当新能源汽车效用和传统能源汽车效用相同时,政府也不用再实行推广政策。从图 14 可知,随着效用值 A 的提高,在短期内通过波动较大的消费者演化轨迹影响消费者的选择,但从长期看均衡点位置不变,直到购置新能源汽车效用值 A 等于购置传统能源汽车效用值 B 时,95%的消费者基本上不会选择购置传统能源汽车的策略。由此可以说明对于消费者来说,在新能源汽车效用未达到传统能源汽车效用之前,新能源汽车效用提升在长期中不会影响消费者的选择。对政府而言,可以采取建设充电桩等配套措施来提升消费者购置新能源汽车的效用,降低实施扶持政策的概率。

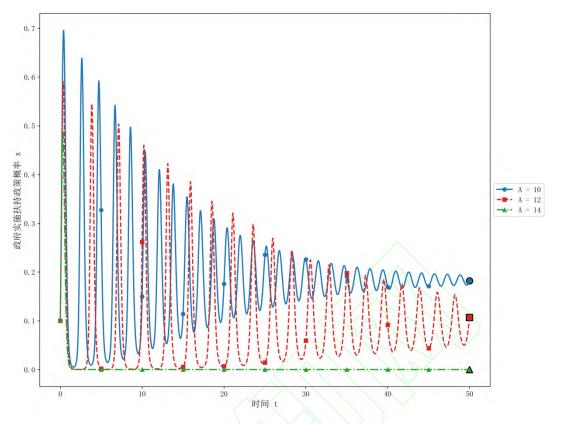


图 13 购置新能源汽车效用对政府策略选择的影响

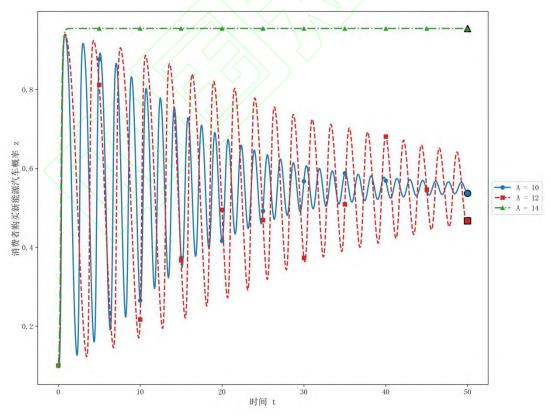


图 14 购置新能源汽车效用对消费者策略选择的影响

五、结语

(一) 研究结论

1.实施静态税收和动态补贴的新能源汽车扶持政策是最优的扶持政策

通过演化均衡与仿真分析可以发现,对于新能源汽车的推广,政府在实施静态税收和静态补贴的扶持政策时无法起到很大的作用,双方的演化轨迹是一种闭环曲线,无法趋于稳定。因此,在制定推广新能源汽车政策的过程中,需要调整扶持政策,以增加消费者对新能源汽车的购置概率。研究发现,三种动态扶持政策在不同程度上都可以促使消费者达到演化均衡点。另外,通过对三种动态扶持政策的比较可以发现,静态税收和动态补贴的政策组合是最优,其次是动态税收和动态补贴政策的政策组合,最差的政策组合则是动态税收和静态补贴。

2.税收和补贴值的上限影响政府与消费者的演化稳定策略

通过仿真分析可以发现,补贴值过高会对政府财政造成一定的压力,反而导致政府实施扶持政策和消费者购置新能源汽车的概率降低。而过低的税收则不会起到调节作用,不利于新能源汽车的推广。

3.政府实施政策成本影响消费者的策略选择

通过仿真分析可以发现,政府实施政策成本在一定程度上会影响消费者的策略选择,政策实施 成本越高,消费者选择购置新能源汽车的可能性也越低。一旦政策实施成本过高,会导致政府完全 选择不实施扶持政策以及消费者将全部选择购置传统能源汽车。

4.消费者购置新能源汽车效用的提高可以降低政府实施政策概率

通过仿真分析可以发现,随着消费者购置新能源汽车效用的提高,政府选择实施扶持政策的概率会不断降低。直到新能源汽车的效用追上甚至超过传统能源汽车的效用时,政府将不会选择实施扶持政策。在现阶段,由于新能源汽车还存在许多问题,导致新能源汽车的效用明显低于传统能源汽车,政府可以通过鼓励补贴企业加强研发投入,积极建设充电桩及其他相关配套基础设施以提高消费者购置及使用新能源汽车的体验

(二)政策建议

1.动态调整新能源汽车推广政策

为了更好的推广新能源汽车,建议政府实施静态税收和动态补贴的推广扶持政策。具体而言,可以根据新能源汽车的推广情况动态调整补贴力度,在补贴退坡的同时继续免收新能源汽车购置税,鼓励消费者尽可能地购置新能源汽车。若未来出现新能源汽车渗透率下滑的情况,根据动态补贴的方式可以考虑恢复部分补贴或者以不同的形式给予补贴,如购置新能源汽车抵扣个人所得税、降低新能源汽车非购置环节的税收、购置新能源汽车的贷款减息免息等措施变相补贴消费者,通过以上措施进一步促进新能源汽车产业发展。

2.继续延长新能源汽车免购置税政策

为了新能源汽车的推广,建议政府继续延长新能源汽车的免购置税政策。若该政策不再延长,建议政府可以借鉴国外机动车碳税的实施经验,对燃油车采用征收一次性碳税的方式来推广新能源汽车。机动车碳税考虑了环境成本外部性,提高了碳排放的成本,有利于新能源汽车的推广。

3.有效降低政策实施成本

有效降低政策实施成本是政府公共管理的重要目标,也是提升财政投入使用效率,促进经济社会发展的必然要求。建议政府可以在以下几个方面提高公共政策效率和效益进而降低政策实施成本:一是加强对政府工作人员的激励,提高政府工作人员的从业水平,有效提高行政效率。二是构建基于绩效管理的政府政策执行力评价体系,加强对地方政策的考核力度和监督力度。三是强化社会监督与制约机制。

4.持续优化消费者购置新能源汽车体验

现阶段新能源汽车渗透率较低主要原因还是新能源汽车存在续航里程短,二手保值率低,更新换代快,充电基础设施不完善等诸多问题。政府可以通过以下多种手段提高新能源汽车的消费体验:一是可以通过鼓励引导新能源汽车企业继续加强研发投入,解决里程短、充电慢等技术问题。二是完善充电桩等配套基础设施,切实解决消费者所关心的痛点问题。最后,政府可以加大宣传引导,提高消费者的环保观念,提升新能源汽车对于消费者的使用价值,加强消费者对新能源产业的信心,使消费者更偏好于选择购置新能源汽车,继而为我国新能源汽车推广带来新的增长点。

参考文献

安同良、周绍东、皮建才, 2009, "R&D 补贴对中国企业自主创新的激励效应", 《经济研究》, 第 10 期, 第 87-98 页。

曹国华、杨俊杰, 2016,"政府补贴激励下消费者对新能源汽车购置行为的演化博弈研究", 《经济问题探索》, 第 10 期, 第 1-9 页。

曹霞、邢泽宇、张路蓬,2018,"政府规制下新能源汽车产业发展的演化博弈分析",《管理评论》,第9期,第82-96页。

丁芸、张天华,2014,"促进新能源汽车产业发展的财税政策效应研究",《税务研究》,第9期,第16-20页。

高秀平,2018,"我国新能源汽车财税政策的国际借鉴",《理论探索》,第2期,第111-115页。

何源、乐为、郭本海,2021,"政策领域-时间维 度"双重视角下新能源汽车产业政策央地协同研究",《中国管理科学》,第 5 期,第 117-128 页。

胡欢、郭晓剑、梁雁茹, 2021,"基于前景理论的重大疫情网络谣言管控三方演化博弈分析",《情报科学》,第7期,第45-53页。

黄志辉、纪亮、尹洁、吕晨、王军方、尹航、丁焰、蔡博峰、严刚,2022,"中国道路交通二氧化碳排放达峰路径研究",《环境科学研究》, 第 2 期,第 385-393 页。

李瑞贤、陈明艺, 2018, "促进新能源汽车产业发展的财税政策研究", 《经济研究导刊》, 第17期, 第135-138页。

刘兰剑、张萌、黄天航,2021,"政府补贴、税收优惠对专利质量的影响及其门槛效应——基于新能源汽车产业上市公司的实证分析",《科研管理》,第6期,第9-16页。

刘业进、杨美荣, 2022, "人类合作之谜:群体选择及其演化仿真研究", 《南方经济》, 第41 期, 第36-57 页。

梁喜、陈清卿, 2023,"政府动态奖惩机制下重大疫情防控演化博弈研究",《中国管理科学》,第3期,第277-286页。

景鹏、蔡云昊、孙慧倩、王卫超、王百会、明柏旭,2022,"高油价能否促进消费者购置新能源汽车?",《交通运输工程与信息学报》, 第4期,第1-18页。

梁哲源、乐为, 2022,"财税政策、技术进步、消费者偏好对新能源汽车产业发展的影响", 《金融与经济》,第 11 期,第 56-65 页。

彭频、何熙途, 2021,"政府补贴与新能源汽车产业发展——基于系统动力学的演化博弈分析",《运筹与管理》,第 10 期,第 31-38 页。

孙红霞、吕慧荣, 2018, "新能源汽车后补贴时代政府与企业的演化博弈分析", 《软科学》, 第2期, 第24-29页。

孙健夫、贺佳, 2021,"财税支持政策对新能源汽车产业研发效率的效应分析",《软科学》,第1期,第56-61页。

王海啸、缪小明, 2013, "我国新能源汽车研发补贴的博弈研究", 《软科学》, 第 6 期, 第 29-32 页。

吴波虹,2021,"财政补贴、税收优惠与企业技术创新能力——基于盈利能力的视角",《技术经济与管理研究》,第9期,第12-17页。

肖俊极、孙洁, 2012, "消费税和燃油税的有效性比较分析", 《经济学(季刊)》, 第 4 期, 第 1345-1364 页。

杨家威, 2010,"低碳经济中政府补贴的博弈分析", 《商业研究》,第8期,第109-112页。

杨乔雨, 2022, "促进新能源汽车产业发展的财税政策研究", 《中国市场》,第 26 期,第 4-6 页。

应晓妮, 2020,"政府补贴对新能源汽车企业创新投入的影响研究", 《中国物价》, 第2期, 第33-35页。

王璐、马庆庆、杨劼、郑君君.,2022,"基于复杂网络演化博弈的绿色消费者对新能源汽车扩散的影响研究",《中国管理科学》,第 4 期,第 74-85 页。

周谧、朱祖伟,2018,"我国纯电动汽车的生命周期可持续性评价",《工业技术经济》,第10期,第75-84页。

周燕、潘遥, 2019,"财政补贴与税收减免——交易费用视角下的新能源汽车产业政策分析", 《管理世界》, 第 10 期, 第 133-149 页。

张燕、张永庆, 2021,"政府补贴、税收优惠对新能源汽车产业创新绩效的影响研究", 《中国物价》,第 12 期,第 38-40 页。

钟太勇、杜荣, 2015, "基于博弈论的新能源汽车补贴策略研究", 《中国管理科学》,第 S1 期,第 817-822 页。

朱立龙、荣俊美、张思意,2021,"政府奖惩机制下药品安全质量监管三方演化博弈及仿真分析",《中国管理科学》,第 11 期,第 55-67 页。

Chakraborty, A., Kumar, R.R. and Bhaskar, K., 2020, "A Game-Theoretic Approach For Electric Vehicle Adoption and Policy Decisions under

Different Market Structures", Journal of the Operational Research Society, 72(3): 1-18.

Encarnacao, S., Santos, F.P., Santos, F.C., Blass, V., Pacheco, J.M. and Portugali, J., 2018, "Paths to the Adoption of Electric Vehicles: An Evolutionary Game Theoretical approach", Transportation Research Part B-methodological, 113: 24-33.

Friedman, D., 1991, "Evolutionary Game in Economics", Econometrica, 59(3): 637-666.

Hewitt-Dundas, N. and Roper, S., 2010, "Output Additionality of Public Support for Innovation: Evidence for Irish Manufacturing Plants", European Planning Studies, 18(1): 107-122.

Holland, S.P., Erin, T.M., Nicholas, Z.M. and Andrew, J.Y., 2016, "Are There Environmental Benefits from Driving Electric Vehicles? The Importance of Local Factors", American Economic Review, 106(12): 3700-3729.

Ji, S.F., Zhao, D.L. and Rong, J., 2019, "Evolutionary Game Analysis on Local Governments and Manufacturers' Behavioral Strategies: Impact of Phasing Out Subsidies for New Energy Vehicles", Energy, 189: 116064.

Jreige, M., Abou-Zeid, M. and Kaysi, I., 2021, "Consumer Preferences for Hybrid and Electric Vehicles and Deployment of the Charging Infrastructure: A case study of Lebanon", Case Studies on Transport Policy, 9(2): 466-476.

Kalman, R.E. and Bertram, J.F., 1960, "Control System Analysis and Design via the Second Method of Lyapunov", Basic Engrg, 88: 371-394.

Kong, D.Y., Xia Q.H., Xue Y.X. And Zhao, X., 2020, "Effects of Multi Policies on Electric Vehicle Diffusion under Subsidy Policy Abolishment in China: A Multi-actor Perspective", Applied Energy, 266: 114887.

Nie, Y.M., Ghamami, M., Zockaie, A. and Xiao, F., 2016, "Optimization of Incentive Polices for plug – in Electric Vehicles", Transportation Research Part B:Methodological, 84: 103-123.

Taylor, P.D. and Jonker, L.B., 1978, "Evolutionarily Stable Strategies and Game Dynamics", Mathematical Biosciences, 40(1-2): 145-156.

Dynamic Analysis of Dynamic Tax Subsidy Policy on the Promotion of New

Energy Vehicles

—Two-party Evolutionary Game Model Based on Government and

Consumer

Li Yan Wang Tingdong Wang Dong Chen Yuyou

Abstract: The development of fuel-efficient new energy vehicles is an effective means to implement the goal of "double carbon" construction. As the main body of new energy automobile consumption, consumers play a vital role in the process of promoting new energy automobile. In order to discuss the role of tax and subsidy policies on promoting new energy vehicles more effectively, based on the background of tax and subsidy reductions for new energy vehicles, this paper builds the two-party evolutionary game model based on government and consumer considering the dynamic tax and subsidy policies. According to the stability analysis and simulation experiment, the evolution of static tax and static subsidy policy can not reach the equilibrium point automatically, and there is no evolutionary stabilization strategy. When introducing dynamic tax and static subsidy, static tax and dynamic subsidy, dynamic tax and dynamic subsidy, evolution can be balanced. Through the simulation analysis of the comparison of the three dynamic support policies, we can find that the combination of static tax and dynamic subsidy policy is the best, which promotes the new energy vehicles more effectively. In the reality that subsidies for new energy

vehicles are declining, this research conclusion has important practical significance and provides important reference for the government to adjust its promotion policies. At the same time, the research method of simulation experiment provides more possibilities for exploring the effects of different policy variability. **Keywords:** Evolutionary Game Model; Replication Dynamics Analysis; Simulation; Tax and Subsidy; New Energy Vehicles

(责任编辑: 刘业进)

