

引用格式:王世进, 蒯乐伊, 赵丽君. 激励政策对我国新能源汽车推广应用的影响[J]. 技术经济, 2024, 43(4): 64-74.

WANG ShiJin, KUAI LeYi, ZHAO LiJun. Impact of incentive policies on the promotion of new energy vehicles in China[J]. Journal of Technology Economics, 2024, 43(4): 64-74.

激励政策对我国新能源汽车推广应用的影响

王世进¹, 蒯乐伊², 赵丽君¹

(1. 江苏师范大学商学院, 徐州 221116; 2. 华东理工大学商学院, 上海 200237)

摘要: 新能源汽车在推广过程中,面临着市场失灵问题,不利于新能源汽车产业的长期健康发展,还会导致资源配置效率低下。因此,为了实现资源合理配置,推动新能源汽车产业有序发展,需要政府出台一系列的激励政策。本文从单一政策效果、政策协同效果、中介效应等多角度分析激励政策对新能源汽车推广应用的影响,并深入研究激励政策与新能源汽车推广应用之间的非线性关系。根据实证结果,本文得到以下结论:①补贴政策、充电基础设施以及政府购买都能够显著促进新能源汽车推广应用;②人口越多、收入水平越高、环境污染越严重的地方,新能源汽车推广应用程度越大;③政府购买与新能源汽车推广应用之间存在倒U型关系;④企业研发创新能力在激励政策与新能源汽车推广应用之间发挥中介作用;⑤补贴政策的实施效果存在区域性差异,在第一批试点城市,补贴政策的效果不再明显,甚至对新能源汽车推广应用产生了负面影响,而在第二批试点城市中,补贴政策依然能够显著促进新能源汽车推广应用;⑥补贴政策能够显著促进纯电动汽车推广应用,但对插电式混合动力汽车以及燃料电池汽车推广应用表现出负效应。最后,根据研究结果,本文为促进新能源汽车推广应用提供了相关政策建议。

关键词: 新能源汽车; 激励政策; 政府补贴; 推广应用

中图分类号: F426; F812.0 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-980X(2024)04-0064-11

DOI: 10.12404/j.issn.1002-980X.J23110104

一、引言

党的二十大报告首次提出要积极稳妥地推进“双碳”目标,这对我国能源结构、产业结构以及交通运输结构都提出了新要求,新能源汽车产业为我国能源低碳化转型、节能低碳技术的研发和推广应用提供了一种可能的方案。作为新时代下战略性新兴产业,新能源汽车产业,将成为实现绿色发展和“双碳目标”的重要方案。

由于汽车制造涉及多领域知识的交叉融合,因此汽车产业在很大程度上体现了一个国家的制造和创造能力。近年来我国的汽车保有量一直呈上升趋势,2022年我国的汽车保有量达到4.17亿辆,汽车市场需求十分广阔。不过,随之而来的是能源消耗和二氧化碳的排放问题。根据中国碳核算数据库公布的各行业碳排放量,可以发现交通运输业的二氧化碳排放占比一直维持在7%左右的水平,属于高排放行业。在私人领域,汽车排放也一直是城市大气污染的重要来源之一。为了确保“双碳”目标的实现,未来汽车工业需要不断降低原煤在能源消费结构中的比重,更多地采用更加清洁的新能源,优化能源结构。因此,推广新能源汽车成为汽车产业转型升级、实现发展的新机遇。

我国新能源汽车产业的发展起源于863计划,863计划确定了新能源汽车“三纵三横”的产业布局,为我国新能源汽车产业的发展奠定了坚实基础。其后,为了扶持新能源汽车产业的发展,中央和地方政府相继出台了多项扶持政策。我国首先开始在公共领域内推广新能源汽车,通过财政补贴、政府购买、市场准入等政策,鼓励政府及公共机构使用新能源汽车,也就是“十城千辆”计划。接着,我国开始推动新能源汽车在私

收稿日期: 2024-11-01

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“中国区域减污降碳的协同机制与实现路径研究”(23AGL029);2022年江苏青蓝工程中青年学术带头人;2023年徐州市政策引导类计划(软科学研究)项目“淮海经济区碳达峰的协同机制与实现路径研究”(KC23097)

作者简介: 王世进,博士,江苏师范大学商学院教授,硕士研究生导师,香港中文大学访问学者,研究方向:资源环境管理;蒯乐伊,华东理工大学商学院博士研究生,研究方向:产业经济学;(通信作者)赵丽君,博士,江苏师范大学商学院讲师,研究方向:资源环境管理。

人领域的推广应用,相继开展试点城市的中央补贴政策,并于2016年开始在全国范围内对私人购买新能源汽车进行补贴。在新能源汽车推广的初期,我国通过实施慷慨的补贴政策、免税政策以及政府购买来促进新能源汽车的大规模应用,随着新能源汽车商业化逐步推进,我国的激励政策重点开始向技术研发支持、配套基础设施建设等方向转变,更加强调新能源汽车关键核心技术的突破,实现新能源汽车产业由“量变”向“质变”的转变。由于补贴政策对新能源汽车产业创新能力的挤出效应,取消财政补贴是一种必然的趋势。我国自2016年起实施补贴退坡机制,并决定自2020年底全面取消对私人购买新能源汽车的补贴。受到疫情影响,2020年4月,我国财政部等四部委明确新能源汽车财政补贴时间将延续至2022年,不过2020—2022年的补贴标准将分别在上一年度的基础上退坡10%、20%、30%。

因此,本文基于上述背景,旨在探究激励政策对我国新能源汽车推广应用的影响。本文首先构建20个省市2010—2020年的面板数据,从多角度检验激励政策对我国新能源汽车推广应用的实施效果,并进行异质性分析。最后,根据实证结果,得到相关政策建议。

二、文献综述

随着环境的不断恶化以及能源的日益匮乏,如何加快绿色创新产品采用的研究受到了越来越多学者的关注^[1-2]。绿色创新产品是为了解决环境问题、能源问题等生态危机而产生的,具有明显的环境正外部性,它们的社会收益往往大于私人收益。因此,在个人私利的驱动下,人们一般缺乏动机主动采用绿色创新产品。而新能源汽车就是绿色创新产品的代表之一。

关于新能源汽车,一个始终在研究的就是如何加快实现新能源汽车的推广应用^[3-5]。新能源汽车具有明显的环境正外部性,人们一般缺乏动机主动采用绿色创新产品,容易出现市场失灵问题。为了实现大规模的推广应用,需要政府进行干预^[6],其中,财政补贴和政府采购都是有效的政策工具^[7]。因此,许多学者关注政策激励对新能源汽车推广应用的实施效果。通常可以将激励政策分为三类:财政型、信息型和组织型。其中,财政型激励政策指能够降低使用新能源汽车费用的政策,主要包括购车补贴、停车补贴、堵车补贴、通行费用补贴、充电费用补贴等。信息型激励政策指旨在为消费者提供新能源汽车相关信息的政策,主要包括评级和标签计划、公共宣传活动等。组织型激励政策指能够为消费者提供使用便利的政策,包括路权、免限行、专用停车位、取消车牌限制等。

许多研究表明,财政型激励政策可以显著促进消费者对新能源汽车的采用。郑小雪等^[8]的研究结果表明,政府的补贴力度对新能源汽车推广应用有重要影响,且政府的补贴力度不能太低,否则难以驱动新能源汽车的规模化生产。补贴工具在一定程度上降低了新能源汽车的购置成本,消除了部分采用障碍,与传统燃油汽车相比,新能源汽车会更加具有成本优势,从而促进了新能源汽车的采用^[3]。然而,范如国和冯晓丹^[9]认为地方政府补贴政策只有在小于或等于其最优配套比例或价格补贴比例上限时,才会对新能源汽车推广应用产生正向影响。当补贴超过一定比例,反而不利于新能源汽车推广应用。吴文劲等^[10]也认为不合理的优惠政策可能会在一定程度上扼杀新能源车企的研发和生产积极性,过分依赖于政策补贴和扶持,造成新能源汽车市场混乱的现象。

为了加速新能源汽车的使用,信息型和组织型各类政策组合也开始受到学者们的关注。熊勇清和刘徽^[11]采用双重差分法,从时间和空间两个维度分析了非补贴型政策(路权优先和充电保障)对新能源汽车采用的影响机制。结果表明,虽然非补贴型政策的作用效果要小于补贴型政策,但依然可以成为补贴退出后新能源汽车持续推广应用的重要政策支撑。从空间维度来看,路权优先政策存在明显的区域差异性。Lu等^[12]开发了一个LCBL(latent class binary logit)模型,探究补贴退坡背景下,里程补贴、堵车补贴、停车补贴和公交道路驾驶许可这四种替代激励政策对新能源汽车采用偏好的影响,最终结果证实补贴退坡确实对新能源汽车的采用造成了重大负面影响,但通过合理设计,这四种激励政策可以弥补补贴退出带来的不利影响。Li等^[13]使用混合动力选择模型,研究个人碳交易和可交易驾驶信贷对新能源汽车采用的影响机制。这两个政策通过影响经济动机来改变消费者的电动汽车采用决定,政策实施效果比其他政策工具更强大。Ye等^[4]利用配置理论,研究购车补贴、车牌配置、优惠使用和优惠驾驶这四种政策与心理属性对新能源汽车采

用的相互作用,结果发现不存在一种心理和政策的最佳配置,能够将新能源汽车推广应用程度提高到最大值。Wolbertus 等^[14]的结果表明免费停车能够显著提高消费者对新能源汽车的购买意图。马少超和范英^[15]则发现限购政策在一定程度上能够推动新能源汽车推广应用。李国栋等^[16]研究发现上海市的免费专用牌照政策相比于财政补贴政策在拉动新能源汽车需求上效果更大。

三、激励政策对新能源汽车推广应用的影响机理分析

新能源汽车具有两个明显的特点:使用可再生清洁能源以及创新产品。2015 年国务院办公厅印发《关于加强节能标准化工作的意见》,对进一步加强节能标准化工作作出全面部署。要求创新节能标准化管理机制,健全节能标准体系,强化节能标准实施与监督,有效支撑国家节能减排和产业结构升级,更好发挥标准化在生态文明建设中的基础性作用。作为全球碳排放量最大的国家,新能源汽车的投入可在一定程度上应对温室效应;同时,新能源汽车所涉及的电池技术、电机技术、充电技术以及车联网等方面的技术创新,正是我国从“中国制造”向“中国智造”的一大转变。

一方面,传统燃油车以消耗化石能源作为动力来源,而化石能源是有限且不可再生的,不符合可持续发展的理念,而新能源汽车则以电力等新能源作为动力来源,这种能源是可再生的,在一定程度上可以减少化石能源的消耗。另一方面,传统燃油汽车会排放大量尾气,严重危害环境,造成全球气候变暖,但驾驶新能源汽车对环境的危害则较小。因此,驾驶新能源汽车具有明显的正外部性。但传统燃油汽车驾驶者并不会因为消耗能源和污染环境的行为付出相应成本,而新能源汽车驾驶者也不会因为节约能源和保护环境的行为得到补偿,在短期内并不会给自身带来明显的收益,因此许多消费者并不会主动采用新能源汽车。此外,相比燃油车,阻碍新能源汽车大规模采用的主要原因是高昂的购买成本以及电池技术水平限制造成的里程焦虑。同时,新能源汽车伴随着一系列常见的问题,例如电池的生产成本高,充电基础设施建设不足,续航里程短以及我国老旧社区安装充电设施具有一定困难。作为一项新兴技术,消费者对于新能源汽车的接受度还不高,因此新能源汽车还面临着很大的市场挑战。

我国通过实施一系列的激励政策,以刺激新能源汽车推广应用。这些激励政策主要包括补贴政策(财政补贴、税收补贴、研发补贴等)、政府采购、基础设施建设、提供使用便利等,它们对新能源汽车推广应用的影响主要包括两个方面,首先是直接效应。中央和地方政府为消费者提供新能源汽车购置补贴和税收优惠,在使用过程中,消费者也能享受充电补贴,这直接降低了新能源汽车的购买和使用成本。除此之外,政府为新能源汽车消费者提供一系列使用便利,如免限行、路权等政策,也在一定程度上提高了消费者的购买意愿,促进新能源汽车推广应用。政府在公共领域增加新能源汽车购买,能够在较短时间内快速提高社会中新能源汽车的数量,显示了政府对绿色创新产品的偏好,对于促进新能源汽车购买具有积极的示范效应,降低了消费者对于新能源汽车使用的顾虑。这些政策都能够解决新能源汽车推广初期的外部性问题。其次是间接效应,新能源汽车的研发过程同样存在正外部性问题。政府通过提供研发补贴,激励新能源汽车制造商加大技术研发过程的人力和资本投入,企业研发创新能力增强,从而提高了新能源汽车的产品性能,也在一定程度上降低了新能源汽车的生产成本,提升了产品竞争力,最终转变消费者对新能源汽车的态度,刺激新能源汽车推广应用(如图 1 所示)。

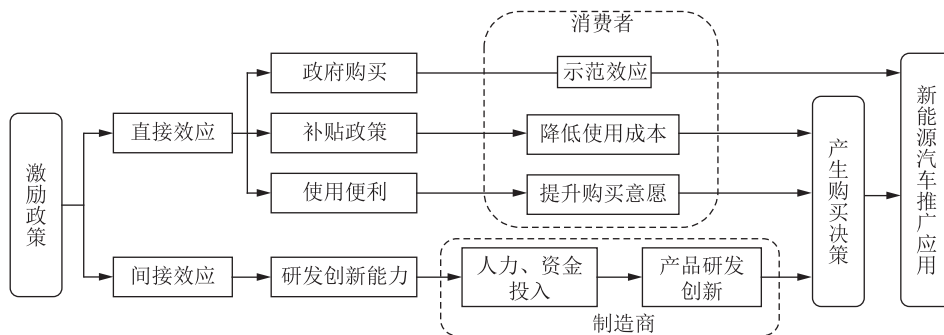


图 1 激励政策对新能源汽车推广应用的影响机理

四、研究设计

(一) 样本选择

本文选择我国 2010—2020 年 20 个省市新能源汽车推广应用数量作为样本,研究激励政策对我国新能源汽车推广应用的影响。参考李晓敏等^[17],由于《节能与新能源汽车统计年鉴》对于区域数据的统计标准不一致,只有 20 个省市是连续的,因此本文只选择了这 20 个省市进行研究,这 20 个省市分别是北京、上海、天津、重庆、河北、辽宁、江苏、浙江、安徽、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广东、广西、四川、云南、海南。此外,《节能与新能源汽车统计年鉴》自 2010 年公布至今,但 2010 年和 2022 年各省市统计数据的缺失值较多,因此,本文研究的时间范围为 2010—2020 年。

(二) 变量定义和数据来源

1. 被解释变量

本文旨在考察激励政策对我国新能源汽车推广应用的影响,因此选择新能源汽车推广应用数量(*Nev*)作为本文的被解释变量。新能源汽车推广应用数量由《节能与新能源汽车统计年鉴》中手工搜集得来。

2. 解释变量

本文的主要解释变量是新能源汽车推广的激励政策,主要考虑购置补贴政策(*Subsidy*)、充电基础设施建设(*Charger*)和政府购买(*Purchase*)。其中,购置补贴政策指的是私人购买新能源汽车的中央补贴政策。由于不同省市间新能源汽车的地方补贴差异较大,难以统一衡量,因此,本文选择中央补贴来衡量新能源汽车的补贴政策,并构建补贴政策虚拟变量 *Subsidy*。如果该省份在当年获得中央补贴,则将 *Subsidy* 记为 1,否则记为 0。自 2010 年起,我国开展新能源汽车推广应用的补贴试点,第一批包括北京、上海、深圳等 6 个城市,随后经过 3 次调整,于 2016 年起,补贴试点扩大至全国范围。由于本文从省域视角研究政策激励对新能源汽车推广应用的影响,而新能源汽车补贴试点是以城市为单位开展的,因此本文对此进行了处理,如果当年该省份的省会城市进入补贴试点,即将该省份该年度的 *Subsidy* 值设置为 1,否则为 0。充电基础设施建设指当年该省市的充电桩数量,数据取自《节能与新能源汽车统计年鉴》。政府购买参考^[17],用各省市在公交、公务、环卫、邮政等公共领域内的新能源汽车采购数量来衡量,数据取自《节能与新能源汽车统计年鉴》。

3. 控制变量

参考徐维祥等^[18]、郭晓丹等^[19]等研究,选择地区生产总值(*Gdp*)、人口数量(*P*)、人均可支配收入(*Di*)、环境污染(*Pollution*)作为控制变量,其中,环境污染用各省市的 SO_2 排放量来衡量。

4. 中介变量

本文还考虑激励政策对新能源汽车推广应用的间接效应。激励政策在一定程度上会影响到企业的研发创新能力,从而提高新能源汽车的产品性能,促进新能源汽车的推广应用。参考贾建锋等^[20]研究,选择用各省市规上工业企业的专利申请数(*Patent*)来衡量该地区的企业创新能力,作为激励政策间接效应的检验指标。

本文的主要变量及数据来源如表 1 所示。

表 1 变量及数据来源

变量	定义	数据来源
<i>Nev</i>	各省市新能源汽车推广应用程度	2011—2021 年节能与新能源汽车年鉴
<i>Subsidy</i>	各省市私人购买新能源汽车中央补贴情况,虚拟变量	财政部等官网
<i>Charger</i>	各省市充电桩数量	2011—2021 年节能与新能源汽车年鉴
<i>Purchase</i>	各省市在公交、公务、环卫、邮政等公共领域内的新能源汽车采购数量	2011—2021 年节能与新能源汽车年鉴
<i>GDP</i>	地区生产总值	2011—2021 年中国统计年鉴
<i>P</i>	地区城镇人口数量	2011—2021 年中国统计年鉴
<i>Di</i>	地区城镇人口人均可支配收入	2011—2021 年中国统计年鉴
<i>Pollution</i>	各省市 SO_2 排放量	2011—2021 年中国统计年鉴
<i>Patent</i>	各省市规上工业企业的专利申请数	2011—2021 年中国科技统计年鉴

(三) 模型构建

1. 政策效果检验

本文的基准回归模型如式(1)~式(3)所示,分别检验了购置补贴政策、充电基础设施建设以及政府购买对新能源汽车推广应用的政策效果。

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta Subsidy_{it} + \gamma \ln Controls_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta \ln Charger_{it} + \gamma \ln Controls_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta \ln Purchase_{it} + \gamma \ln Controls_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中:被解释变量 NEV_{it} 为第 i 个城市在 t 年的新能源汽车推广应用数量; $Subsidy_{it}$ 为第 i 个省份在 t 年获得中央补贴的情况,如果该城市在 t 年成为补贴试点城市,获得中央补贴,那么 $Subsidy$ 的值为 1,否则计为 0,因为其为虚拟变量,不对其取对数; $Charger_{it}$ 和 $Purchase_{it}$ 分别为第 i 个省份在 t 年的充电基础设施数量和政府购买数量; $Control_{it}$ 为第 i 个城市在 t 年的控制变量; α 为常数项; β 为解释变量系数; γ 为控制变量系数; η_i 为控制省份固定效应; ε_{it} 为残差项。

本文还考虑研究政策协同对新能源汽车推广应用的影响,因此在基准模型中引入政策的交互项,同时考虑两种政策协同和三种政策协同的政策效果,式(4)考虑了充电基础设施建设和政府购买的协同作用对新能源汽车推广应用的影响,其它协同效应构造在此省略。

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta_1 \ln Charger_{it} + \beta_2 \ln Purchase_{it} + \delta (\ln Charger_{it} \times \ln Purchase_{it}) + \gamma \ln Controls_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

此外,本文还探讨了激励政策与新能源汽车推广应用之间的非线性关系,因此又在基准模型中引入了政策变量的平方项,在此只展示了充电基础设施建设的模型构建,具体如式(5)所示。

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta \ln Charger_{it} + \varepsilon (\ln Charger_{it})^2 + \gamma \ln Controls_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

2. 中介效应检验

根据前文分析,激励政策可以通过鼓励企业研发创新,从而提高新能源汽车产品性能,促进其推广应用。参考温忠麟和叶宝娟^[21],构建中介效应模型为

$$\ln Patent_{it} = \alpha + \beta Subsidy_{it} + \gamma \ln Controls_{it} + \sigma_i + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$\ln NEV_{it} = \alpha + \beta Subsidy_{it} + \mu \ln Patent_{it} + \gamma \ln Controls_{it} + \sigma_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

其中: $Patent_{it}$ 为规上工业企业申请专利数; σ_i 为控制时间固定效应; ε_{it} 为残差项。

(四) 描述性分析

本文构建 2010—2020 年 20 个省市新能源汽车推广应用的面板数据,主要变量的描述性统计如表 2 所示。

表 2 数据描述性统计

变量	样本量	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>NEV</i>	220	22790	44225	0	423500
<i>Subsidy</i>	220	0.686	0.465	0	1
<i>Charger</i>	220	13026	27241	0	210650
<i>Purchase</i>	220	4288	11735	0	91955
<i>GdP</i>	220	30828	21099	2020	111152
<i>P</i>	220	3256	1756	432.5	9361
<i>Di</i>	220	32665	12236	15229	76437
<i>Pollution</i>	220	44.78	40.38	0.180	182.7
<i>Patent</i>	220	33166	45645	176	305665

五、结果与分析

(一) 基准回归结果

1. 不同政策效果检验

新能源汽车属于正外部性产品,与传统汽车相比,其消耗的能源是可再生的,能够在一定程度上缓

解全球面临的能源危机问题,另外,其消耗的能源又是清洁的,不会产生一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等对环境、人体危害较大的污染气体。新能源汽车的社会效益无疑是巨大的,但对于个人消费者来说,他们从中获得的收益可能较小。根据 Rogers^[6]提出的创新特征来看,首先,虽然新能源汽车的充电成本低于传统汽车的燃油成本,但由于其属于新兴产品,技术尚不成熟,因此前期购置成本甚至会高于传统燃油汽车。其次,新能源汽车的配套基础设施建设尚不完善,由于电池技术问题,消费者往往比较担心新能源汽车的续航里程以及充电问题,因此,与传统燃油汽车相比,新能源汽车的相对优势较小。如果政府不加以干预,在市场调节的作用下,新能源汽车在汽车市场可能不会受到消费者的欢迎。因此,如果要实现新能源汽车在全社会范围的推广应用,需要政府实施一系列的激励政策,以刺激消费者购买。

表3展示了不同激励政策对新能源汽车推广应用的影响,三个政策都是显著的,其中,影响效果最大的是补贴政策。2016年,中央对纯电动汽车的补贴力度最高达到4.4万元。虽然自2016年起,财政部、工信部等四部委发文宣布新能源汽车购车补贴将逐渐退坡,并在2018年取消了对续航里程低于150千米纯电动汽车的补贴,但对续航里程高于400千米的补贴则由2016年的4.4万元上升至了5万元。从结果来看,慷慨的购置补贴政策极大地促进了新能源汽车在我国的推广应用,补贴系数为0.761,且在5%的水平上显著为正,这表明,在城市进入补贴试点后,各城市新能源汽车推广应用数量平均提高了76.1%,补贴政策能够显著促进新能源汽车推广应用。这与大多数学者的研究结论一致。补贴政策在很大程度上降低了新能源汽车的购买成本,与传统汽车相比,新能源汽车更具价格优势,因此,购置补贴能够在短期内促进新能源汽车推广应用,推动其产业化发展。

此外,充电基础设施建设和政府购买都能够显著促进新能源汽车的推广应用。其中,充电系数在1%的水平上显著为正,系数值为0.343,说明充电基础设施建设提高1%,新能源汽车的推广应用程度将会提高0.343%;政府购买系数同样在1%的水平上显著为正,系数值为0.474,说明政府采购数量提高1%,新能源汽车的推广应用数量将会提高0.474%。2010年底我国充电桩数量仅有1122个,2020年充电桩数量已经超过了80万个。充电基础设施的完善能够显著促进新能源汽车推广应用,原因在于充电桩可用性的提高可以帮助消费者克服里程焦虑,进而增加了新能源汽车的相对优势,与传统燃油汽车相比,消费者就会更偏向于新能源汽车。另外,根据创新扩散理论,扩散在一定程度上受到初始采用者数量的影响。因此,政府通过公开采购新能源汽车的方式,可以在很短时间提高社会范围内新能源汽车的数量,形成示范效应,实现口碑传播,从而减少新能源汽车的信息不对称,帮助新能源汽车实现更加广泛的推广应用。

从控制变量来看,在模型(3)中,人口经济因素也会影响新能源汽车的推广应用,其中,人口系数在1%的水平上显著为正,系数值为5.718,说明人口数量提高1%,将会导致新能源汽车推广应用程度提高5.718%。人口规模对新能源汽车推广应用的正向促进效果是十分明显的,人口数量很容易带来规模效应,只有当早期采用者的数量达到一定水平,扩散才有可能实现,因此新能源汽车在人口较多的地区更容易实现推广应用。环境系数在5%的水平上显著为负,系数值为-0.381,说明环境质量下降1%,将会导致新能源汽车推广应用程度提高0.381%。新能源汽车是一项正外部性的产品,能够有效缓解环境污染问题,因此,

表3 不同激励政策对新能源汽车推广应用的影响分析

变量	(1)	(2)	(3)
	补贴政策	充电基础设施	政府购买
<i>Subsidy</i>	0.761** (2.26)		
<i>lnCharger</i>		0.343*** (3.86)	
<i>lnPurchase</i>			0.474*** (4.76)
<i>lnGDP</i>	-4.418 (-1.69)	-3.721* (-1.91)	-2.691 (-1.28)
<i>lnP</i>	4.154 (1.40)	2.867 (0.94)	5.718*** (3.20)
<i>lnDi</i>	8.701** (2.55)	7.409** (2.81)	5.036* (1.78)
<i>lnPollution</i>	-0.356* (-1.99)	-0.090 (-0.57)	-0.381** (-2.83)
<i>Constant</i>	-69.296*** (-5.47)	-55.656*** (-3.60)	-63.945*** (-6.41)
<i>R</i> ²	0.809	0.862	0.821

注:***代表在1%的显著性水平上显著,**代表在5%的显著性水平上显著,*代表在10%的显著性水平上显著;括号中为稳健标准误。

当消费者意识到身边的环境开始恶化时,为了自身健康着想,也会更加偏好拥有环保属性的新能源汽车。在模型(1)中,收入系数在 5%的水平上显著为正,系数值为 8.701,说明人口数量提高 1%,将会导致新能源汽车推广应用程度提高 8.701%。收入效应同样是十分明显的,在中央提供购置补贴的情况下,收入越高的家庭越容易尝试驾驶新能源汽车,因此它们之间呈现明显的正相关关系,在收入水平较高的地区更容易实现其推广应用。

2. 激励政策效果的非线性检验

此外,本文还希望深入研究激励政策与新能源汽车推广应用之间的非线性关系。从表 4 中的模型(1)来看,充电基础设施的二次项系数不显著,说明充电基础设施建设与新能源汽车推广应用之间不存在非线性关系,充电基础设施建设的提高会显著促进新能源汽车的推广应用。因为充电桩数量的提高能够明显缓解新能源汽车驾驶者的驾驶焦虑,而这是新能源汽车推广应用过程中不可忽视的挑战之一。当城市中的充电桩数量变多,驾驶者可以随时找到空闲充电桩,获得充电电量,因此它们之间呈现正相关关系。从模型(2)来看,政府购买的二次项系数显著为负,一次项系数显著为正,说明政府购买与新能源汽车推广应用之间呈现一种倒 U 型的非线性关系。在推广初期,新能源汽车推广应用会随着政府购买数量的提高而提高,这是因为政府购买起到了明显的“示范”效应,能够吸引一批早期的创新采纳者购买,而随着政府购买数量的逐渐提高,新能源汽车的推广应用数量反而会降低,这可能是因为此时新能源汽车的产品性能已经不能满足驾驶者的需要,虽然政府购买能够在短期内促进其数量的大规模增长,但这种“以量取胜”的模式是不可持续的。在推广的后期,需要借助企业创新研发能力的提升,以提高新能源汽车产品的核心竞争力,实现“以质取胜”,因此,后期新能源汽车的激励政策,也需要向“使用型”政策转变。

3. 政策协同效应检验

除了单一政策的影响,本文还希望探讨激励政策之间的协同效应,具体结果如表 5 所示。可以发现,补贴政策与其他政策之间的协同作用并不显著,而充电基础设施建设与政府购买之间的政策协同作用以及三政策之间的协同作用都显著为负,这可能与前文分析的政府购买与新能源汽车推广应用之间的倒 U 型关系有关。因此,在新能源汽车推广的后期,激励政策应该向着供给侧方向转变,旨在提升产品质量,同时注重发挥政策协同效果。

表 4 不同激励政策与新能源汽车推广应用之间的非线性关系

变量	(1)	(2)
	充电基础设施	政府购买
lnCharger	0.499* (2.00)	
(lnCharger) ²	-0.012(-0.76)	
lnPurchase		1.423*** (5.31)
(lnPurchase) ²		-0.072*** (-4.35)
lnGdP	-3.476(-1.69)	-1.520(-0.67)
lnP	2.674(0.82)	3.629(1.66)
lnDi	7.181** (2.70)	4.301(1.57)
lnPollution	-0.151(-0.99)	-0.459*** (-3.49)
Constant	-54.480*** (-3.31)	-54.230*** (-4.21)
R ²	0.822	0.883

注:***代表在 1%的显著性水平上显著,**代表在 5%的显著性水平上显著,*代表在 10%的显著性水平上显著;括号中为稳健标准误。

表 5 不同激励政策协同对新能源汽车推广应用的影响分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	双政策协同		三政策协同	
Subsidy×Charger	0.105(0.76)			
Subsidy×Purchase		-0.164(-1.37)		
Charger×Purchase			-0.072*** (-3.56)	
Subsidy×Charger×Purchase				-0.016* (-1.89)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
Constant	-45.519*** (-3.17)	-45.288*** (-4.94)	-26.076** (-2.14)	-29.567** (-2.57)
R ²	0.825	0.870	0.884	0.877

注:***代表在 1%的显著性水平上显著,**代表在 5%的显著性水平上显著,*代表在 10%的显著性水平上显著;括号中为稳健标准误。

(二) 中介效应检验

在机理研究中,本文认为激励政策不仅能够直接促进新能源汽车的推广应用,还会促进企业研发创新能力的提升,完善新能源汽车产品性能,解决新能源汽车推广过程中亟待攻克的关键核心技术,从而吸引更多的驾驶者产生购买决策,促进新能源汽车推广应用。因此,本文用企业的专利申请数量来衡量其研发创新能力,并作为本文的中介变量,分别研究其在三种激励政策中的中介作用。本文参考温忠麟和叶宝娟^[21],对中介效应进行检验。从表6~表8的结果来看,激励政策能够通过提高企业研发创新能力,间接影响新能源汽车的推广应用。在补贴政策中,企业研发创新能力的间接效应为0.145,占总效应的17.96%。在充电基础设施建设中,中介效应为0.033,占总效应的12.11%。在政府购买中,企业研发创新的中介效应为0.018,占总效应的4.44%。其中,政府购买通过企业研发补贴对新能源汽车推广应用的间接影响最小,同样证实了在推广的后期,政府购买对企业研发创新能力的提升影响较小,不利于新能源汽车产业长期健康发展。

(三) 异质性分析

1. 区域异质性

地方之间的经济文化发展差异对新能源汽车的推广应用也会造成影响^[17]。通常情况下,许多研究会将我国的区域分为东部、中部、西部进行区域异质性研究。但我国新能源汽车的发展情况或许并不能简单地按照东部、中部、西部划分。因此,本文考虑各省市获得新能源汽车中央补贴的时间,按照获得补贴的先后顺序对其进行划分。2010年,我国共有6个城市入选第一批试点城市,其中,长春并不在本文所选的研究范围之内,故将其删去。由于自2016年起,中央补贴的范围覆盖全国,从省份上来看,第二、第三批与第四批试点城市的差别较小,在2016年之前,仅有广西尚无城市入选试点城市,因此,本文将第二、第三批和第四批的试点城市合并,并将区域划分为两种,即2010年成为试点的省市和2013年后新入选试点的省市,具体的分类情况如表9所示。

分别对第一批试点城市和第二批试点城市进行回归分析,回归结果见表10。其中,列(1)~列(3)展示了第一批试点城市的回归结果,列(4)~列(6)列展示了第二批试点城市的回归结果。可以发现,在第一批试点城市中,补贴系数不再显著,甚至表现为负数,为-1.45,说明在第一批的试点城市中,补贴政策不利于新能源汽车的推广应用,政府补贴增加1%,反而会导致新能源汽车推广应用程度下降1.45%。此外,充电系数也不再显著,而政府购买系数在5%的水平上显著为正,为0.657。而在

表6 补贴政策的中介效应检验

变量	(1)	(2)	(3)
	lnNev	lnPatent	lnNev
Subsidy	0.808** (2.49)	0.387*** (3.19)	0.658** (2.02)
lnPatent			0.375*** (3.09)
控制变量	Yes	Yes	Yes
Constant	-14.102** (-2.35)	-12.412*** (-5.87)	-9.515 (-1.52)
R ²	0.845	0.867	0.851

表7 充电基础设施建设的中介效应检验

变量	(1)	(2)	(3)
	lnNev	lnPatent	lnNev
lnCharger	0.275*** (3.68)	0.093*** (2.85)	0.241*** (3.10)
lnPatent			0.358*** (2.91)
控制变量	Yes	Yes	Yes
Constant	-14.406** (-2.38)	-13.258*** (-6.69)	-9.729 (-1.54)
R ²	0.854	0.859	0.860

表8 政府购买的中介效应检验

变量	(1)	(2)	(3)
	lnNev	lnPatent	lnNev
lnPurchase	0.405*** (5.65)	0.060** (2.20)	0.387*** (5.39)
lnPatent			0.298** (2.56)
控制变量	Yes	Yes	Yes
Constant	-11.611** (-2.28)	-13.534*** (-6.96)	-7.597 (-1.39)
R ²	0.882	0.852	0.885

注:***代表在1%的显著性水平上显著,**代表在5%的显著性水平上显著,*代表在10%的显著性水平上显著;括号中为稳健标准误。

表9 区域异质性分类情况

分类	区域
第一批试点	北京、上海、安徽、浙江、广东
第二批试点	天津、重庆、河北、辽宁、江苏、福建、江西、山东、河南、湖北、湖南、广西、四川、云南、海南

表 10 区域异质性回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	第一批试点			第二批试点		
<i>Subsidy</i>	-1.450 (-1.06)			1.039*** (3.40)		
<i>lnCharger</i>		0.011 (0.08)			0.493*** (4.54)	
<i>lnPurchase</i>			0.657** (3.59)			0.439*** (4.15)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Constant</i>	-46.218 (-1.72)	-41.089 (-1.33)	-18.007 (-0.82)	-72.169*** (-3.91)	-45.582** (-2.53)	-72.887*** (-5.41)
R^2	0.852	0.831	0.915	0.816	0.840	0.857

注：*** 代表在 1% 的显著性水平上显著，** 代表在 5% 的显著性水平上显著，* 代表在 10% 的显著性水平上显著；括号中为稳健标准误。

第二批试点城市中，三种激励政策都在 1% 的水平上显著为正，激励政策都能够显著促进第二批试点城市新能源汽车的推广应用。

出现这种情况的原因可能在于，补贴政策实施的时间是不一致的。自 2010 年起，第一批试点城市一直享受中央政府补贴，慷慨的补贴政策，在很大程度上降低了新能源汽车的购置成本，也在一定程度上促进了新能源汽车的初始推广应用情况，新能源汽车逐步实现产业化发展，但过度依赖货币性政策，将不利于产业的长期健康发展。对于供应方来说，随着时间的推移，补贴政策将逐渐产生挤出效应，导致新能源汽车产业的整体创新能力下降。对于消费者来说，成本优势只是短暂的，如果新能源汽车无法实现技术突破，形成良好口碑，那么对他们来说将不再具有吸引力，因此不利于新能源汽车推广应用。刘兰剑和赵志华^[22]、熊勇清和李小龙^[23]、Ji 等^[24]学者同样认为，补贴政策对新能源汽车推广应用的效果是逐渐减弱的，补贴政策在早期加速新能源汽车产业化发展过程中的效果是显著的，但随着市场的逐渐成熟，补贴应当逐渐退出，此时应当更加重视提升产业整体创新能力，而不是依赖政府的外力推动。这同样解释了第二批试点城市补贴系数显著为正的原因，因为他们获得中央补贴的时间还较短，此时新能源汽车的成本优势还在，补贴政策的挤出效应还不明显。也因此，我国在 2016 年实施了补贴退坡机制。

2. 新能源汽车异质性

此外，本文还将新能源汽车进行分类，进行新能源汽车异质性检验，研究不同激励政策对不同类型新能源汽车推广应用的影响。目前，我国新能源汽车主要包括纯电动汽车、插电式（增程式）混合动力汽车以及燃料电池汽车，我国新能源汽车的推广应用主要以纯电动汽车为主，分别对纯电动汽车、插电式（增程式）混合动力汽车以及燃料电池汽车进行回归分析，结果如表 11~表 13 所示。

从回归结果来看，激励政策对不同类型新能源汽车推广应用的影响是不同的。从补贴政策来看，补贴能够显著促进纯电动汽车的推广应用，但对插电式（增程式）混合动力汽车以及燃料电池汽车的效果是显著为负的。政府补贴每提高 1%，将会导致纯电动汽车的推广应用程度提高 1.383%，插电式（增程式）混合动力汽车的推广应用程度下降 0.738%，燃料电池汽车的推广应用程度下降 1.676%。从补贴标准来看，中央对纯

表 11 补贴政策对新能源汽车异质性回归结果

变量	(9)	(10)	(11)
	纯电动	插电式混动	燃料电池
<i>Subsidy</i>	1.383*** (3.16)	-0.738 (-1.27)	-1.676 (-0.75)
控制变量	Yes	Yes	Yes
<i>Constant</i>	-84.740*** (-4.73)	-33.616 (-0.69)	-179.635 (-1.45)
R^2	0.814	0.492	0.266

注：*** 代表在 1% 的显著性水平上显著，** 代表在 5% 的显著性水平上显著，* 代表在 10% 的显著性水平上显著；括号中为稳健标准误。

表 12 充电基础设施对新能源汽车异质性回归结果

变量	(9)	(10)	(11)
	纯电动	插电式混动	燃料电池
<i>lnCharger</i>	0.360*** (3.08)	0.289*** (3.05)	-0.095 (-0.28)
控制变量	Yes	Yes	Yes
<i>Constant</i>	-82.486*** (-4.51)	15.381 (0.33)	-181.778 (-1.29)
R^2	0.815	0.497	0.248

注：*** 代表在 1% 的显著性水平上显著，** 代表在 5% 的显著性水平上显著，* 代表在 10% 的显著性水平上显著；括号中为稳健标准误。

电动汽车的补贴力度很大,2018年的补贴力度高达5万元,但对混合动力汽车的补贴力度则相对较小,2016年为2.4万元,随后逐年下降,对燃料电池汽车的补贴则更小,因此,这也导致了消费者会更偏好纯电动汽车,进而挤占了市场上其他新能源汽车的份额。除了补贴政策,充电系数和政府购买系数在不同类型的新能源汽车推广应用中都表现为正向促进作用,说明使用型政策能够在不同程度上促进多种类型新能源汽车的推广应用,因此,未来激励政策的重点应当向着供给侧转变,重视提升新能源汽车成本以外的优势。

表 13 政府购买对新能源汽车异质性回归结果

变量	(9)	(10)	(11)
	纯电动	插电式混动	燃料电池
$\ln Purchase$	0.497*** (4.00)	0.331 (1.73)	0.464 (0.67)
控制变量	Yes	Yes	Yes
Constant	-92.812*** (-7.94)	5.969 (0.15)	-222.622 (-1.53)
R^2	0.840	0.509	0.273

注:***代表在1%的显著性水平上显著,**代表在5%的显著性水平上显著,*代表在10%的显著性水平上显著;括号中为稳健标准误。

六、结论与建议

加快推进新能源汽车采用是交通领域实现减排目标的有效手段。中国政府也一直致力于推进新能源汽车的采用,助力双碳目标。本文从单一政策效果、政策协同效果、中介效应等多角度分析激励政策对新能源汽车推广应用的影响,并深入研究激励政策与新能源汽车推广应用之间的非线性关系。根据实证结果,得到以下结论:①补贴政策、充电基础设施以及政府购买都能够显著促进新能源汽车推广应用;②人口越多、收入水平越高、环境污染越严重的地方,新能源汽车推广应用程度越大;③政府购买与新能源汽车推广应用之间存在倒U型关系;④企业研发创新能力在激励政策与新能源汽车推广应用之间发挥中介作用;⑤不同地方补贴政策的影响效果不同,在第一批试点城市,补贴政策的效果不再明显,甚至对新能源汽车的推广应用产生了负面影响,而在第二批试点城市中,补贴政策依然显著促进新能源汽车推广应用;⑥补贴政策对纯电动汽车推广应用有显著促进作用,对插电式混合动力汽车以及燃料电池汽车推广应用表现出负效应。

因此,本文提出以下几点建议:①从国家层面来看,根据新能源汽车使用者的调查反馈,由于新能源汽车的基础设施建设数量有限致使消费者产生里程担忧,新能源汽车的消费需求受到基础设施建设的制约。中央和地方政府应当从两方面进行改革。一方面,对车流量较大的地区加大基础设施建设资金的投入比重,通过规模效应来降低充电桩设置及使用的成本;另一方面,出台充电补贴等优惠政策,使得供给侧和需求侧两端发力,利用我国超大的国内市场优势,带动居民消费升级和交通产业绿色转型,推动新能源汽车激励政策由购买型向使用型转变。②从企业研发创新能力来看,新能源车企需要集中力量实现关键核心技术的突破,研发出更加先进、高效的新能源汽车产品,提升新能源汽车产品整体竞争能力,提升智能化、网联化水平,以满足消费者的需求。③从实施效果来看,由于激励政策在第一批试点城市和第二批试点城市的实施效果差异化比较明显,因此,政策的制定也需要因地制宜,分类施策,利用政策发挥试点城市的空间溢出效应,推动新能源汽车产业整体发展水平的提高。④从示范角度来看,2014年出台的《政府机关及公共机构购买新能源汽车实施方案》,早已明确政府机关和公共机构公务用车“新能源化”的时间表和路线图。近年来,绿色出行、节能减排的生活理念已融入居民日常生活,但新能源汽车还需合理运营宣传推广,促进插电式混合动力汽车以及燃料电池汽车等其它新能源汽车的推广应用。

参考文献

- [1] 李创,叶露露,王丽萍. 新能源汽车消费促进政策对潜在消费者购买意愿的影响[J]. 中国管理科学, 2021, 29(10): 151-164.
- [2] 王璐,马庆庆,杨劼,等. 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[J]. 中国管理科学, 2022, 30(4): 74-85.
- [3] WANG N, TANG L H, ZHANG W J, et al. How to face the challenges caused by the abolishment of subsidies for electric vehicles in China? [J]. Energy, 2019, 166: 359-372.
- [4] YE F, KANG W L, LI L X, et al. Why do consumers choose to buy electric vehicles? A paired data analysis of purchase intention configurations [J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2021, 147: 14-27.
- [5] 杨珂欣,张奇,余乐安,等. 基于消费者价值观和有限理性的新能源汽车购买意愿与助推政策研究[J]. 管理评论, 2023, 35(1):

146-158.

- [6] ROGERS E. Diffusion of innovations[M]. 5th ed. New York: Free Press, 2003.
- [7] GEROSKI P A. Models of technology diffusion[J]. Research Policy, 2000, 29(4/5): 603-625.
- [8] 郑小雪, 李登峰, 刘志, 等. 政府补贴新能源汽车的不同模式效果差异研究[J]. 系统科学与数学, 2020, 40(10): 1821-1835.
- [9] 范如国, 冯晓丹. “后补贴”时代地方政府新能源汽车补贴策略研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2017, 27(3): 30-38.
- [10] 吴文劲, 朱珞珈, 雷洪钧. 中美新能源汽车战略比较及后补贴时代完善机制研究[J]. 湖北社会科学, 2018(6): 100-104.
- [11] 熊勇清, 刘徽. 新能源汽车推广应用的“非补贴型”政策作用及其差异[J]. 科研管理, 2022, 43(9): 83-90.
- [12] LU T W, YAO E J, JIN F L, et al. Analysis of incentive policies for electric vehicle adoptions after the abolishment of purchase subsidy policy [J]. Energy, 2022, 239(B): 122136.
- [13] LI L X, WANG Z Q, XIE X Q. From government to market? A discrete choice analysis of policy instruments for electric vehicle adoption[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2022, 160: 143-159.
- [14] WOLBERTUS R, KROESEN M, VAN DEN HOED R, et al. Policy effects on charging behaviour of electric vehicle owners and on purchase intentions of prospective owners: Natural and stated choice experiments[J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2018, 62: 283-297.
- [15] 马少超, 范英. 基于时间序列协整的中国新能源汽车政策评估[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(4): 117-124.
- [16] 李国栋, 罗瑞琦, 谷永芬. 政府推广政策与新能源汽车需求: 来自上海的证据[J]. 中国工业经济, 2019(4): 42-61.
- [17] 李晓敏, 刘毅然, 杨娇娇. 中国新能源汽车推广政策效果的地域差异研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(8): 51-61.
- [18] 徐维祥, 陈展驰, 周建平, 等. 中国新型基础设施的格局及影响因素分析——以新能源汽车充电桩为例[J]. 经济问题探索, 2023(7): 43-53.
- [19] 郭晓丹, 蒲光宇, 王帆. 新能源汽车补贴政策设计、需求变动与产业升级[J]. 中国软科学, 2023, (10): 109-118.
- [20] 贾建锋, 刘伟鹏, 杜运周等. 制度组态视角下绿色技术创新效率提升的多元路径[J/OL]. 南开管理评论: 1-23[2024-1-23]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/12.1288.F.20230307.1021.002.html>.
- [21] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. 心理科学进展, 2014, 22(5): 731-745.
- [22] 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.
- [23] 熊勇清, 李小龙. 新能源汽车供需双侧政策在异质性市场作用的差异[J]. 科学学研究, 2019, 37(4): 597-606.
- [24] JI S F, ZHAO D, LUO R J. Evolutionary game analysis on local governments and manufacturers' behavioral strategies: Impact of phasing out subsidies for new energy vehicles[J]. Energy, 2019, 189: 116064.

Impact of Incentive Policies on the Promotion of New Energy Vehicles in China

Wang Shijin¹, Kuai Leyi², Zhao Lijun¹

(1. Business School, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China;

2. East China University of Science and Technology School of Business, Shanghai 200237, China)

Abstract: In the process of promotion, new energy vehicles are facing the problem of market failure, which is not conducive to the long-term healthy development of the new energy vehicle industry and will also lead to inefficient resource allocation. Therefore, in order to realize the rational allocation of resources and promote the orderly development of new energy automobile industry, the government needs to issue a series of incentive policies. The influence of incentive policy on the promotion and application of new energy vehicles from the perspectives of single policy effect, policy synergy effect and intermediary effect, and deeply studies the nonlinear relationship between incentive policy and the promotion and application of new energy vehicles was analyzed. According to the empirical results draws the following conclusions. Subsidy policy, charging infrastructure and government purchase can significantly promote the popularization and application of new energy vehicles. The greater the population, the higher the income level and the more serious the environmental pollution, the greater the popularization and application of new energy vehicles. There is an inverted U-shaped relationship between government purchase and the promotion and application of new energy vehicles. The R&D innovation ability of enterprises plays an intermediary role between the incentive policy and the promotion and application of new energy vehicles. There are regional differences in the implementation effect of subsidy policy. In the first batch of pilot cities, the effect of subsidy policy is no longer obvious, and even has a negative impact on the promotion and application of new energy vehicles. In the second batch of pilot cities, subsidy policy can still significantly promote the promotion and application of new energy vehicles. The subsidy policy can significantly promote the popularization and application of pure electric vehicles, but it has a negative effect on the popularization and application of plug-in hybrid vehicles and fuel cell vehicles. Finally, according to the research results provides relevant policy suggestions for promoting the popularization and application of new energy vehicles.

Keywords: new energy vehicles; incentive policy; government subsidies; promotion