

# 政府补贴对新能源汽车 产业发展的促进作用 ——基于技术创新效率视角的评价

李朋林 王婷婷

(西安科技大学,陕西 710054)

**内容提要:**基于技术创新效率视角,以我国新能源汽车产业上市公司为研究样本,采用 DEA-Malmquist 指数法和门槛效应模型就政府补贴对技术创新效率的影响进行研究,并通过所有制、行业、地域因素进行两者关系的异质性分析。研究发现,政府补贴强度与技术创新效率之间存在显著的双重门槛效应,只有当政府补贴处于合适区间时才会对技术创新效率产生促进作用。进一步研究表明异质性因素不会影响门槛效应的存在,但会改变补贴的最优区间。因此,我国应当坚持补贴退坡政策,优化政府补贴机制,完善补贴监管体系,使政府补贴保持在合理区间内,最大限度地发挥政府补贴的激励作用。

**关键词:**政府补贴 技术创新效率 门槛效应 异质性分析

**中图分类号:**F273.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-9544(2021)08-0086-11

## 一、引言

2020年9月,习近平总书记在第75届联合国大会上宣布中国将力争实现2030年前碳达峰,2060年前碳中和的目标。2021年3月召开的中央财经委员会第九次会议指出,要把碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局,实施重点行业减污降碳行动,加快形成绿色低碳运输方式。汽车产业作为我国交通运输业碳排放的主要来源,碳排放占总排放量的8%-10%。根据预测,从2008年-2030年,我国汽车保有量将以年均12.8%的速度增长,由此

导致的温室气体排放量将以年均1.2%的速度增长<sup>[1]</sup>。随着城市化进程的推进,汽车产业的迅猛发展将会使我国在实现碳减排目标的实践中面临巨大挑战,与力争实现“碳达峰、碳中和”的目标相背。所以,有效控制汽车产业的碳排放量对于实现碳减排承诺具有重要意义。

新能源汽车作为汽车产业低碳发展的主要方向,凭借其绿色环保、低能耗、国家政策支持的优势已经取得了积极的推广和发展,被认为是替代传统燃油汽车实现绿色低碳交通的最佳选择。随着我国新一轮科技革命的蓬勃发展,新能源汽车产业进入

[收稿日期]2021-06-01

[作者简介]李朋林,管理学院教授,管理工程专业博士,研究方向为能源产业经济;王婷婷,管理学院硕士研究生,研究方向为智慧能源。

[基金项目]国家社会科学基金项目“区域协调发展政策评价体系研究”(19BJL043)。

加速发展的新阶段,结构性产能不足、核心技术缺乏等问题日渐突出,如何利用技术创新这个第一生产力来提高企业核心竞争力、实现产业可持续发展已成为政府关注的重点问题。2020年11月,国务院办公厅印发了《新能源汽车产业发展规划》(2021-2035),将“加大关键技术攻关、提高技术创新能力”放在首要位置,充分彰显了技术创新在新能源汽车产业可持续发展中的重要性。而技术创新活动具有一定的收益不确定性和正外部性,市场自发调节下企业创新动力不足,创新资源很难达到最优配置,通常需要政府通过补贴等手段进行干预、引导和支持。新能源汽车自2010年被列为国家战略性新兴产业以来,受到了国家补贴政策的大力扶持。然而由于新能源汽车产业政策协调、信息披露、监督管理等机制尚不健全,部分企业通过寻租、欺诈等方式获取政府补贴,导致政府补贴的合理性、有效性及对技术创新活动的支持效率饱受质疑。2016年底,发改委、工信部、财政部、科技部发布了《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》,即补贴退坡政策,新能源汽车自2017年起进入后补贴时代。2020年12月,财政部等四部委发布了《关于进一步完善新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》,进一步明确了补贴退坡政策有关要求。在此背景下,探究新能源汽车政府补贴对技术创新效率的影响,更大限度发挥政府补贴的激励作用具有重要的理论意义和现实意义。

## 二、文献综述

技术创新效率是在技术创新活动中所实现的效能,反映了企业在创新经济活动中各项投入与产出之间内在联系与比率关系,是企业技术创新与商业经营能力的重要体现<sup>[1]</sup>。对于技术创新效率的测度主要分为两类:随机前沿分析法(SFA)和数据包络法(DEA)。随机前沿法最早由Aigner et al<sup>[3]</sup>提出,Jin Hong et al<sup>[4]</sup>和方大春<sup>[5]</sup>采用随机前沿法测度了我国高新技术产业的创新效率。但是技术创新活动往往包含多个投入和产出,所以更多学者倾向于使用不同的DEA模型来测度技术创新效率。数据包络法

最初由Charnes<sup>[6]</sup>提出,刘伟等<sup>[7]</sup>、方磊等<sup>[8]</sup>在考虑环境因素的基础上运用三阶段DEA模型测度了技术创新效率,吴传清等<sup>[9]</sup>为了反映技术创新效率的动态变化,采用了DEA-Malmquist指数法。

技术创新成果具有一定的公共产品属性,在市场自我调节情况下会导致市场失灵现象的发生,所以政府通常会采取补贴等政策进行干预。关于政府补贴与技术创新之间的关系,由于研究背景、研究对象和研究方法的不同,尚未形成统一定论,现有研究大致形成了以下四种观点:(1)正向激励作用。Krzysztof et al<sup>[10]</sup>认为政府补贴有助于企业技术创新。ZhenJijin et al<sup>[11]</sup>在研究政府补贴与企业研发绩效关系的基础上进行了所有制的异质性研究,认为政府补贴对私营企业的激励作用大于国有企业。章元等<sup>[12]</sup>认为政府补贴显著提高了高新技术企业技术创新的产出和投入。于潇宇等<sup>[13]</sup>研究发现信息技术产业政府补贴对企业创新投入及产出都具有正向激励作用,企业所有制与规模对这一关系具有调节作用。(2)负向抑制作用。依据Jin Hong et al<sup>[4]</sup>的观点,政府补助显著抑制了技术创新效率的提升。安同良等<sup>[14]</sup>认为在信息不对称条件下,当创新的人力资本成本较低时,R&D补贴对企业技术创新将产生抑制作用。这可能是由于企业将政府补贴的一部分直接用于提高研发人员的工资,从而导致研发成本的增加,在一定程度上对企业的技术创造活动产生挤出效应<sup>[15]</sup>。(3)无显著相关性。吴剑峰等<sup>[16]</sup>和陈庆江<sup>[17]</sup>认为政府补贴对技术创新产出具有不显著的正向激励作用。张帆等<sup>[18]</sup>基于激励效应和挤出效应的叠加效应分析,结果表明政府补贴对技术创新能力提升的促进作用几乎是无效率的。(4)非线性关系。郑玉等<sup>[19]</sup>认为我国上市公司政府补贴与企业创新产出之间存在非线性关系,政府补贴强度存在最大化创新激励区间。Dominique<sup>[20]</sup>通过研究发现政府对企业研发资助的有效性在不同的资助区间内呈倒U型的非线性关系。方磊等<sup>[8]</sup>通过门槛模型分析发现财政补贴政策与区域技术创新之间存在显著的双重门槛效应。罗雪婷<sup>[21]</sup>采用门槛模型研究了我国高技术产业政府补助对企业创新效率的影响,通过地区异

质性分析发现东中西三大地区产业均呈现不同的非线性关系。

目前,关于政府补贴与技术创新效率之间的研究大多数集中于宏观或行业等层面,缺乏对于具体产业方面的研究,对新兴产业新能源汽车的研究更少。祁特等<sup>[22]</sup>和李磊等<sup>[23]</sup>研究发现新能源汽车企业政府补贴对创新产出的激励效应显著。高伟等<sup>[24]</sup>研究发现新能源汽车产业补贴政策对研发投入具有显著的额外激励作用,但不同的市场结构会影响激励作用的大小。张永安等<sup>[25]</sup>认为新能源汽车企业对政府补贴政策的依赖较大,补贴的退坡引起了技术创新效率的降低。李兆友等<sup>[26]</sup>研究得出新能源汽车企业政府直接补贴与 R&D 投入之间存在显著的正向关系。由此可见,现有研究均认为新能源汽车产业政府补贴对技术创新具有正向激励作用。

综上所述,国内外学者进行了大量的理论与实证研究,研究内容不断深化,对后续研究具有有益的参考价值。总的来说,以上研究具有以下几点不足之处:(1)研究大多数集中于宏观或行业等层面,缺乏对新兴产业新能源汽车的研究;(2)大多数研究将政府补贴与技术创新的关系局限在正向或负向的线性领域,忽略了非线性这一复杂关系的存在,并且忽略了所有制、地域等异质性因素对这一关系的影响;(3)多数学者将政府补贴对技术创新活动扶持的有效性研究仅局限在单一的研发投入端或者产出端,缺乏将这两个指标结合起来的全面效率测度研究。基于此,本文以新能源汽车产业作为研究对象探究政府补贴对技术创新效率的影响,对两者之间是否存在复杂的非线性关系进行检验和分析,并考虑了相关异质性因素的重要影响,以期新能源汽车产业优化政府补贴政策、激发企业自主创新活力,最终提高技术创新效率提供一定的参考依据。

### 三、研究设计

#### (一)模型构建

##### 1.DEA-Malmquist 指数法

新能源汽车技术创新活动包括知识成果创新

和创新成果转化两个过程,包含多个投入和产出,随机前沿法只能进行单产出多投入的效率评价,所以选择 DEA-Malmquist 指数法来测度新能源汽车产业的技术创新效率。

R.Färe et al<sup>[27]</sup>在 DEA 理论和 Malmquist 指数模型的基础上,将效率和生产率的测量结合起来,构造了 DEA-Malmquist 模型。该方法是通过观测出的投入产出数据构造生产前沿面,计算在  $t$  和  $t+1$  时期每个决策单元与生产前沿的距离,得出相对效率的变动<sup>[28]</sup>,当 Malmquist 指数大于 1 时表明从  $t$  到  $t+1$  时期的效率的增长率为正。计算公式如下所示:

$$TFP = \left[ \left( \frac{d_i^t(X_i^{t-1}, y_i^{t+1})}{d_i^t(X_i^t, y_i^t)} \right) \left( \frac{d_i^{t+1}(X_i^t, y_i^{t+1})}{d_i^{t+1}(X_i^{t-1}, y_i^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

其中, $X$  表示投入, $y$  表示产出, $t$  表示时间, $i$  表示样本中的企业, $d_i^t(x^t, y^t)$  表示  $t$  时期的距离函数。

#### 2.面板门槛模型

为了检验政府补贴与技术创新效率之间的非线性影响机制,探究两者之间是否存在门槛效应,基于 Hansen<sup>[29]</sup>面板门槛模型,以技术创新效率作为被解释变量,以政府补贴强度作为解释变量和门槛变量,以其他环境因素作为控制变量,建立单一门槛模型如下:

$$U_{it} = \alpha + \beta_1 Gov_{it} \times I(Gov_{it} \leq \lambda_1) + \beta_2 Gov_{it} \times I(Gov_{it} > \lambda_1) + \gamma_1 Scale_{it} + \gamma_2 Alr_{it} + \gamma_3 Roa_{it} + \gamma_4 Far_{it} + \gamma_5 Stock_{it} + \gamma_6 Gro_{it} + \gamma_7 Ope_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

双重门槛模型如下:

$$U_{it} = \alpha + \beta_1 Gov_{it} \times I(Gov_{it} \leq \lambda_1) + \beta_2 Gov_{it} \times I(\lambda_1 < Gov_{it} \leq \lambda_2) + \beta_3 Gov_{it} \times I(Gov_{it} > \lambda_2) + \gamma_1 Scale_{it} + \gamma_2 Alr_{it} + \gamma_3 Roa_{it} + \gamma_4 Far_{it} + \gamma_5 Stock_{it} + \gamma_6 Gro_{it} + \gamma_7 Ope_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, $I(g)$ 表示指示函数,当括号内取值条件成立时, $I(g)=1$ ,当取值条件不成立时, $I(g)=0$ ;  $\lambda$  表示门槛阈值; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  表示不同门槛区间内的估计系数; $i, t$  分别表示样本和年份; $\varepsilon$  为残差项。

参考 Hansen<sup>[29]</sup>的面板门槛模型,单一门槛模型的回归及检验主要包括以下三个步骤。第一,采用“格点法”(Grid Search)和 OLS 算法确定政府补贴强度的门槛值  $\lambda$ ,将其划分为不同的门槛区间,并估计出回归系数。第二,门槛效应显著性检验。不具有门

槛效应的原假设为  $H_0: \beta_1 = \beta_2$ , 此时的检验统计量为  $F_1 = [S_0 - S_1(\hat{\lambda})] / \sigma^2(\hat{\lambda})$ 。采用自抽样法(Bootstrap)获取近似分布的临界值,进而构建相应的 P 值,检验其显著性。第三,门槛估计值真实性检验。检验的原假设为  $H_0: \hat{\lambda} = \lambda_0$ , 检验统计量为  $LR_1(\lambda) = [S_1(\lambda) - S_1(\hat{\lambda})] / \sigma^2(\hat{\lambda})$ , 如果接受原假设,则说明模型的门槛值估计结果是准确的。当  $LR_1(\lambda_0) \leq -2\ln(1 - \sqrt{1 - \alpha})$  ( $\alpha$  为显著性水平)时,接受原假设。双重门槛模型在此基础上进行拓展。

## (二)变量定义

### 1.被解释变量

技术创新效率:采用上述 DEA-Malmquist 指数法测度的全要素生产率作为衡量技术创新效率的

指标。借鉴方正起等<sup>[30]</sup>的研究,从技术创新价值链视角出发,选取研发支出作为投入指标,产出指标选取专利申请量来衡量知识凝结成果,主营业务收入来衡量成果转化情况。

### 2.解释变量和门槛变量

政府补贴强度:本文参考章元等<sup>[12]</sup>的测度方法,用企业获得的政府补贴与营业收入的比进行测度,以消除企业营业规模的影响。

### 3.控制变量

从新能源汽车产业创新活动的特点出发,借鉴已有文献做法<sup>[31-33]</sup>,选取企业规模、财务杠杆、盈利能力、固定资产投资比重、股权集中度、企业成长性和运营能力作为控制变量。变量定义如表 1 所示。

表 1 控制变量定义

变量名称	符号	说明
企业规模	$Scale_i$	$\ln(\text{企业期末总资产})$
财务杠杆	$Alr_i$	资产总负债率 = 总负债 / 总资产
盈利能力	$Roa_i$	净资产收益率 = 净利润 / 股东权益余额
固定资产投资比重	$Far_i$	固定资产净值 / 企业总产值
股权集中度	$Stock_i$	前十大股东持股比例
企业成长能力	$Gro_i$	总资产增长率 = 总资产增长额 / 年初资产总额
运营能力	$Ope_i$	存货周转率 = 营业成本 / 存货期末余额

## (三)数据来源及说明

依据沪、深证券交易所 2012 年前上市、主营业务类型为新能源汽车的企业确定初始样本,在剔除 ST 股和 \*ST 股和数据严重缺失的企业后,最终选取包括比亚迪、宇通客车、东旭光电等在内的 63 家上市公司的平衡面板数据。结合研究的全面性和数据的可获得性,数据的时间跨度选为 2014 年-2019 年。考虑到在技术创新活动中,技术创新投入存在一定的滞后性,借鉴李爽<sup>[34]</sup>的研究,结合新能源汽车产业的技术特点,本文将滞后期确定为一年。本文

数据来源于同花顺财经、CSMAR 数据库、国家知识产权局和各企业年报,对于个别数据的缺失,采用插值法进行估计。

## 四、实证分析

### (一)新能源汽车产业技术创新效率

采用 DEAP2.1 对研究样本技术创新的全要素生产率进行测度,可以得到新能源汽车企业的技术创新效率,2014 年-2019 年技术创新效率的整体情况如下表 2 所示:

表 2 2014 年-2019 年新能源汽车技术创新效率

	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	均值
TFP	1.320	0.684	1.156	0.906	1.052	1.371	1.053

由表 2 可知,我国 2014 年-2019 年技术创新效率的均值为 1.053,总体来说,技术创新活动效率较为低下,且各年的技术创新效率存在一定差异,2017 年-2019 年的技术创新效率变化呈上升趋势,说明新能源汽车技术创新的总体发展态势良好,后期提升潜力较大。

(二)面板门槛回归

1.变量描述性统计及相关性分析

由表 3 可知,政府补贴与技术创新效率呈不显著的负相关关系,企业规模、股权集中度与其呈显著正相关关系,财务杠杆、盈利能力、股权集中度、企业成长能力和运营能力与其呈不显著的正相关关系,固定资产投资比重与其呈不显著的负相关关系。进一步检测变量的 VIF 值,各个变量的 VIF 值均小于 2,均值为 1.3,说明变量之间不存在多重共线性。

表 3 变量描述性统计及相关性系数表

	均值	U	Scale	Alr	Roa	Far	Gro	Ope	Stock	Gov
U	1.5600	1								
Scale	22.8560	0.0904*	1							
Alr	0.4760	0.0431	0.5425***	1						
Roa	0.0230	0.0315	-0.0134	-0.1564***	1					
Far	0.1920	-0.0757	-0.1312**	-0.0691	0.0149	1				
Gro	0.2140	0.0023	0.0334	0.0408	0.0486	-0.0849*	1			
Ope	5.8810	0.0315	0.4223***	0.3569***	0.0679	-0.0655	-0.1021**	1		
Stock	0.5470	0.0997*	0.3212***	-0.0010	0.0143	0.0463	0.0507	0.2906***	1	
Gov	0.01610	-0.0453	-0.1248**	-0.1114**	-0.0434	-0.0273	-0.0282	-0.1991***	-0.2567***	1

注:\*表示在  $p<0.1$  上显著,\*\*表示在  $p<0.05$  上显著,\*\*\*表示在  $p<0.01$  上显著,下同。

2.门槛效应检验

重门槛效应的原假设下对模型进行估计,通过 300 次的自抽样法门槛效应的检验结果如下表 4 所示:

本文依次在单一门槛效应、双重门槛效应和三

表 4 门槛效应自抽样检验

门槛个数	F 值	P 值	临界值		
			10%	5%	1%
单一门槛	22.71	0.0100	13.30	17.08	21.81
双重门槛	46.14	0.0000	12.91	17.61	26.76
三重门槛	9.50	0.5800	28.17	34.53	47.96

由表 4 可知,模型分别在 5%和 1%水平下通过了单一门槛和双重门槛检验,即政府补贴与技术创新效率之间存在显著的单一门槛和双重门槛效应。

通过进一步计算,可得单一门槛和双重门槛的门槛值估计如表 5 所示:

表 5 门槛估计值检验

模型	门槛估计值	95%置信区间	
单一门槛模型	0.0070	0.0060	0.0072
	0.0096	0.0093	0.0101
双重门槛模型	0.0070	0.0060	0.0072

由表 5 可知,单一门槛效应下,门槛估计值为 0.007,置信区间为[0.0060,0.0072];双重门槛效应下门槛值分别为 0.007 和 0.0096,置信区间分别为 [0.0060,0.0072]和[0.0093,0.0101]。图 1 和图 2 为双

重门槛模型的门槛值似然比函数图,虚线表示 95% 置信水平下的 LR 临界值 7.35,由图 1、图 2 可知第一门槛和第二门槛的 LR 估计值均落在虚线以下,接受原假设,检验了两个门槛阈值的真实性。

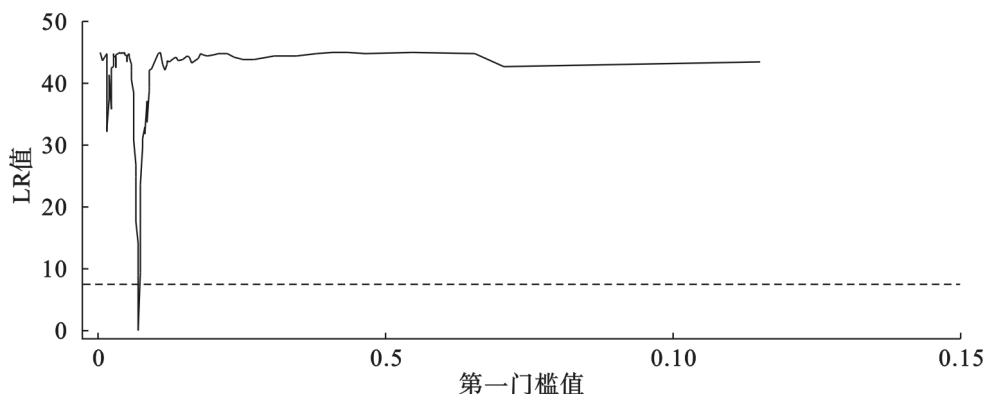


图 1 第一门槛值最大似比估计量

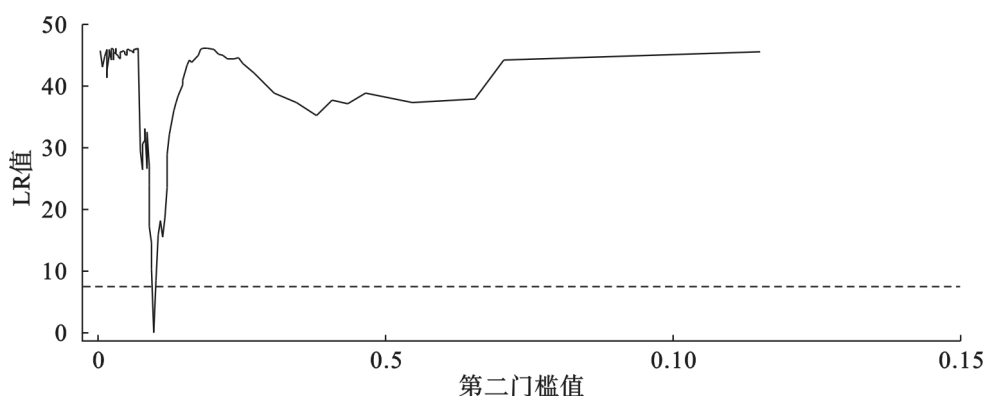


图 2 第二门槛值最大似然比估计量

### 3.门槛回归结果

政府补贴对技术创新效率的双重门槛模型的回归结果如表 6 所示,由此可知,当政府补贴强度小于 0.0070 时,即未跨过第一门槛值时, $\beta_1=-101.6$ ,政府补贴对技术创新效率的提高产生抑制作用;当政府补贴强度大于 0.0070 小于 0.0096 时,即处于第一门槛值和第二门槛值之间时, $\beta_2=242.2$ ,政府补贴对技术创新效率产生正向激励作用,说明政府在该区间范围内加大补贴强度,技术创新效率将得到大幅度提升;当政府补贴强度大于 0.0096,即跨过第二门槛值后,且在 5%水平下显著,政府补贴对技术创新效率的提升产生抑制作用,但抑制作用小于第一区间。结果表明,政府补贴强度存在最优区间 [0.0070,0.0096],此时政府补贴对技术创新活动产

生正向激励作用,否则会抑制技术创新效率的提高。此外,企业规模、盈利能力和企业成长性对技术创新效率具有显著的正向促进作用,财务杠杆、固定资产投资比重和股权集中度对技术创新效率具有不显著的负向抑制作用,企业运营能力对技术创新效率具有不显著的正向促进作用。

究其原因主要有以下两点。第一,政府补贴作为调节新能源汽车产业技术创新市场失灵和缓解技术创新外部性的主要手段,对新能源汽车产业创新活动的发展有着至关重要的作用。其目的在于缓解资源约束,降低研发成本,激发企业创新积极性。但由于我国新能源汽车产业核心技术缺乏、研发成本高昂,较低的政府补贴水平可能导致研发资金缺乏,技术创新活力不足,从而抑制了技术创新效率

表 6 政府补贴对技术创新效率门槛回归结果

U	回归系数	Std.Err.	t	P	95%置信区间	
Scale	0.339**	0.158	2.150	0.0360	0.024	0.655
Alr	-0.917	1.003	-0.910	0.3640	-2.922	1.087
Roa	0.110***	0.0289	3.810	0.0000	0.052	0.168
Far	-2.761	2.213	-1.250	0.2170	-7.186	1.663
Gro	0.256*	0.0893	-2.870	0.0060	0.078	0.434
Ope	0.060	0.0986	-0.600	0.5480	0.138	0.257
Stock	-0.073	1.232	-0.060	0.9530	-2.535	2.390
1	-101.600*	56.38	-1.800	0.0760	-214.300	11.060
2	242.200***	59.16	4.090	0.0000	124.000	360.500
3	-15.960**	6.142	-2.600	0.0120	-28.240	-3.686
	-4.700	3.596	-1.310	0.1960	-11.890	2.489
R-sq	0.129					
F	26.09					
P	0.0000					

的提高。第二,当政府补贴强度处于较高水平时,较好地激发了企业的技术创新活力,从而扩大了技术创新资源的需求,导致技术创新资源价格的提升,从而提高了技术研发成本,降低了技术创新的积极性<sup>[35]</sup>。所以,政府补贴强度过高或过低都不利于技术创新效率的提升,只有当政府补贴强度保持在适当的区间时,才会对技术创新效率的提升起到正向的激励作用。

(三)异质性分析

上述分析验证了政府补贴与技术创新效率之间的非线性关系,发现对于新能源汽车产业而言,政府补贴过高或过低都会抑制技术创新效率的提升,只有当政府补贴处于合适的区间时才会促进企业的技术创新。但是企业所有制、所属行业和地域特征是否会影响政府补贴与技术创新效率之间的这种相关关系,因此下面将基于企业所有制、所属行业和地区对政府补贴与技术创新效率之间的门槛效应进行异质性分析,比较研究政府补贴对不同类型企业技术创新效率影响的差异性。经过检验,异质性分析的门槛效应自抽样检验如表 7 所示,门槛值估计情况如表

8 所示,门槛回归结果如表 9 所示。

1.所有制异质性分析

企业的不同所有制会导致企业的资源禀赋、治理结构和经营性质的不同,可能会影响政府补贴对技术创新活动的作用机理,所以根据企业所有制将整体样本分为国有企业和非国有企业,其中非国有企业以民营企业为主。由表 7、表 8 可知,国有企业和非国有企业的政府补贴与技术创新效率之间均存在双重门槛效应,当政府补贴强度处于第一门槛区间和第三门槛区间时,均表现为抑制作用;当处于第二门槛区间时,表现为激励作用。国有企业的最优补贴区间为[0.0014,0.0015],非国有企业的最优补贴区间为[0.0069,0.0096],非国有企业的最优补贴强度明显高于非国有企业。这可能是由于民营企业存在融资困难、融资成本高、风险承担能力弱等问题,较低水平的政府补贴难以激发民营企业的技术创新活力,导致其最优补贴水平高于国有企业。由表 9 的回归结果可知,当政府补贴处于最优区间时,其对国有企业技术创新效率的激励作用强于非国有企业。一方面,由于国有企业在政策支持

表 7 门槛效应自抽样检验

异质性标准	类型	门槛模型	F 值	P 值
所有制	国有	单一门槛	17.22*	0.0600
		双重门槛	23.89**	0.0133
	非国有	单一门槛	49.12***	0.0000
		双重门槛	48.78***	0.0000
行业	电池	单一门槛	19.03**	0.0233
		双重门槛	36.31***	0.0000
	整车	单一门槛	15.10**	0.0340
		双重门槛	22.23*	0.0767
	零部件及其它	单一门槛	20.49**	0.0400
		单一门槛	20.49**	0.0400
地区	东	单一门槛	45.53***	0.0000
		双重门槛	49.81***	0.0000
	中	单一门槛	15.53*	0.0733

表 8 异质性门槛值估计

异质性标准	类型	门槛模型	门槛值	95%置信区间
所有制	国有	双重门槛	0.0015	[0.0012,0.0015]
			0.0014	[0.0012,0.0015]
	非国有	双重门槛	0.0096	[0.0090,0.0097]
			0.0069	[0.0068,0.0072]
行业	电池	双重门槛	0.0096	[0.0081,0.0101]
			0.0093	[0.0084,0.0102]
	整车	双重门槛	0.0089	[0.0085,0.0097]
			0.0069	[0.0067,0.0072]
	零部件及其它	单一门槛	0.0123	[0.0106,0.0124]
地区	东	双重门槛	0.0098	[0.0096,0.0104]
			0.0070	[0.0069,0.0071]
	中	单一门槛	0.0098	[0.0096,0.0104]

和经营保护下,拥有更多的技术创新资源,风险承担能力较强,所以创新积极性更高,更有实力和可能性进行技术创新活动。另一方面,由于国有企业管理体制和晋升体制的特点,在创新驱动发展战略大背景下,技术创新成效作为政绩考核指标之一,国有企业存在完成政治任务、提升企业政绩的激励,相比民营企业更具创新活力,政府补贴的激励

作用更强。

## 2.行业异质性分析

新能源汽车产业链上的每个行业对其发展都有着至关重要的作用。基于新能源汽车产业链的分布和产业发展现状,将整体样本划分为电池制造业、整车制造业和零部件制造及其它行业。通过检验发现,电池制造业和整车制造业的政府补贴和技



表 9 异质性门槛回归结果

	所有制		行业			地区	
	国有	非国有	电池	整车	零部件及其它	东	中
Scale	0.961	0.187	0.197	-0.079	0.667***	0.330**	1.335
Alr	-5.855	-0.163	-1.733	0.997	-1.267	-0.748	-6.033
Roa	-0.381	0.119***	0.056	8.071**	0.501	-0.954	-0.774
Far	-15.900**	-0.194	-0.990	-20.040	0.534	0.078	-7.240
Gro	-2.598**	-0.233**	-0.044	-2.127	0.018	-0.343	-0.058
Ope	-0.054	-0.084	0.011	-0.056	0.196	0.074	-0.477
Stock	-9.256	-0.608	0.097	17.550*	-1.895	0.968	3.968*
1	-263.10	-29.41	98.19*	-235.00	141.10***	-41.76	3991.00
2	7502.00	303.90***	476.30**	603.70***	-1.02	257.10***	-25.07**
3	-13.28	-7.49**	-1.11	-33.68***		-12.48***	
$\alpha$	-8.94	-2.18	-2.46	-2.96	-13.70***	-6.74**	-21.89
R-sq	0.1038	0.2873	0.2859	0.0663	0.0950	0.2144	0.1884
F	227.00	18.63	183.60	109.43	6.20	13.98	2.30
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0968

术创新效率之间存在双重门槛效应,在零部件制造及其它其他行业存在单门槛效应。对于电池制造业和整车制造业而言,当政府补贴强度处于第一门槛区间和第三门槛区间时,政府补贴对技术创新效率表现为抑制作用;当政府补贴强度处于第二门槛区间时,表现为激励作用。根据表 8 可知,电池制造业的最优补贴区间为[0.0093,0.0096],整车制造业的最优补贴区间为[0.0069,0.0089],由此看出,电池制造业的最优补贴强度高于整车制造业。这可能是由于电池行业发展不成熟、技术系统复杂、生产环节较多,研发成本更高,技术创新更具不确定性,往往需要更高的政府补贴来激励其技术创新的进行。对于零部件制造业及其它行业而言,当政府补贴强度大于 0.0123 时,其对技术创新效率表现为激励作用;当小于 0.0123 时,其对技术创新效率表现为抑制作用。由表 9 的回归结果可知,最优区间内政府补贴对整车制造业技术创新效率的激励作用响强于电池制造业和零部件制造及其它行业。一方面,可能是新能源汽车产业内整车制造企业占比较高,

竞争力较大,在创新驱动发展战略大背景下,技术创新需求更高。另一方面,可能是因为整车制造业基于传统汽车技术的支撑,技术创新难度低于其他两个行业,风险性和不确定性较低,因此,政府补贴对整车制造业的激励作用更加明显。

### 3.地区异质性分析

新能源汽车产业作为我国的新兴产业,对企业所在地区的经济、科技发展水平的依赖性较大,由于我国经济、科技发展水平存在较大的地区性差异,可能会导致新能源汽车产业区域性发展差别较大,影响政府补贴对技术创新效果的有效性,所以据企业所在地的不同将整体样本划分为东、中、西三个地区。由于西部地区新能源汽车产业的发展速度较为缓慢,样本中只有三家西部地区上市企业,回归结果不具代表性,所以在此不做分析。由表 7 和表 8 可知,东部地区企业政府补贴对技术创新效率具有显著的双门槛效应,当政府补贴强度小于 0.0070 或大于 0.0098 时,其对技术创新效率表现为负向抑制作用;当政府补贴强度大于 0.0070 且小于

0.0098 时,其对技术创新效率表现为正向激励作用,所以东部地区企业的最优政府补助区间为[0.0070,0.0098]。中部地区企业政府补贴对技术创新效率具有显著的单门槛效应,当政府补贴强度大于 0.0098 时,政府补贴对技术创新效率表现为正向激励作用;当政府补贴强度小于 0.0098 时,政府补贴对技术创新效率表现为负向抑制作用。从影响系数来看,最优区间内政府补贴强度对中部地区企业技术创新效率的作用强于东部地区企业。原因可能是东部地区科技和经济发展水平较高,新兴产业的发展速度更快,导致中部地区新能源汽车产业的发展程度不及东部地区,技术创新需求更大,技术创新动力更强,所以政府补贴更大地激励了中部地区技术创新效率的提升。

## 五、结论及政策建议

### (一)结论

本文以 2014 年-2019 年的中国沪深 A 股新能源汽车产业上市公司数据为基础,运用 DEA-Malmquist 指数法和门槛模型研究了新能源汽车产业政府补贴对技术创新效率的影响,并分析了公司所有制、行业和地域因素对这一关系的异质性影响,研究发现:第一,新能源汽车产业政府补贴与技术创新效率之间并不是单一的线性关系,存在双重门槛效应;第二,政府补贴强度存在最优补贴区间[0.0070,0.0096],当政府补贴过大或过小时都会对技术创新效率的提升产生抑制作用,只有当政府补贴处于最优区间内时,才会对技术创新效率产生激励作用;第三,企业所有制、所属产业链和地域特征不会影响政府补贴与技术创新效率之间门槛效应的存在,但是其门槛值个数和大小会因为企业所有制、所属行业和地域的不同而发生变化。

### (二)政策建议

基于以上结论,为了提高政府补贴对于新能源汽车产业技术创新扶持的有效性,推动我国绿色低碳交通运输建设,助力“碳中和、碳达峰”目标的实现,结合新能源汽车产业发展现状及当前政策环境,提出以下政策建议。

第一,坚持补贴退坡政策。由以上分析可知,我国新能源汽车产业政府补贴强度的平均水平高于激励技术创新效率提升的最优区间,可能会导致政府优惠政策的过溢,挤出新能源汽车企业技术创新研发投入。所以,在新能源汽车的后补贴时代,应当继续坚持补贴退坡政策,加大对国有企业和整车制造企业的退坡力度,平缓对东部地区企业的退坡力度,力争使新能源汽车产业内各个企业的政府补贴都保持在激发企业技术创新活力、提高技术创新效率的最优规模。

第二,优化政府补贴机制。在总体补贴退坡的背景下,新能源汽车产业政府补贴不应该单纯以扩大企业规模为目的,应当针对我国新能源汽车技术发展目前存在的问题,加大对核心技术自主创新的补贴力度,注重补贴的引导和杠杆作用。同时,从源头上遏制企业骗补动机,激发企业的自主创新性,引导企业加大研发投入,增加技术创新成果,提高技术成果转化率,从而提升技术创新效率。基于企业规模、盈利能力、所有制、地域等因素的差异,有针对性地出台政府补贴政策,优化政府补贴机制。

第三,完善补贴监管体系。我国新能源汽车产业起步较晚,目前政府补贴监管机制存在信息不对称、监管体系不完善等问题。针对这些问题,应当建立政府补贴项目甄别机制,加强政企之间的信息交流,加大对自主创新能力强、盈利能力强且具有一定规模的企业的补贴力度。严格监管政府补贴的分配及使用,实施动态管理机制,根据政府补贴对技术创新活动激励的有效性适时采取补贴退坡和退出政策。

### 参考文献:

- [1] 刘建翠. 中国交通运输部节能潜力和碳排放预测[J]. 资源科学, 2011, 33(4): 640-646.
- [2] 方正起, 张宝承, 秦杰. 创新价值链视角下我国上市军工企业技术创新效率评价研究 [J]. 经济与管理评论, 2019, 35(6): 37-48.
- [3] Aigner Dennis, Lovell C.A.Knox, Schmidt Peter. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models[J]. North-Holland, 1977, 6(1).
- [4] Jin Hong et al. Do government grants promote innovation

- efficiency in China's high-tech industries? [J]. Technovation, 2016, 57-58: 4-13.
- [5] 方大春, 张凡, 芮明杰. 我国高新技术产业创新效率及其影响因素实证研究——基于面板数据随机前沿模型[J]. 科技管理研究, 2016, 36(7): 66-70+75.
- [6] Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. North-Holland, 1978, 2(6).
- [7] 刘伟, 李星星. 中国高新技术产业技术创新效率的区域差异分析——基于三阶段 DEA 模型与 Bootstrap 方法[J]. 财经问题研究, 2013(8): 20-28.
- [8] 方磊, 赵紫剑. 财政补贴政策对区域技术创新的门槛效应研究[J]. 经济问题, 2020(9): 54-61.
- [9] 吴传清, 黄磊, 文传浩. 长江经济带技术创新效率及其影响因素研究[J]. 中国软科学, 2017(5): 160-170.
- [10] Krzysztof Szczygalski, Wojciech Grabowski, Mehmet Teoman Pamukcu, Vedat Sinan Tandogan. Does government support for private innovation matter? Firm-level evidence from two catching-up countries [J]. Research Policy, 2017, 46(1).
- [11] Zhen Jijin, Yue Shang, Jian Xu. The Impact of Government Subsidies on Private R&D and Firm Performance: Does Ownership Matter in China's Manufacturing Industry? [J]. Sustainability, 2018, 10(7).
- [12] 章元, 程郁, 余国满. 政府补贴能否促进高新技术企业的自主创新?——来自中关村的证据 [J]. 金融研究, 2018(10): 123-140.
- [13] 于潇宇, 庄芹芹. 政府补贴对中国高技术企业创新的影响——以信息技术产业上市公司为例 [J]. 技术经济, 2019, 38(4): 15-22.
- [14] 安同良, 周绍东, 皮建才. R&D 补贴对中国企业自主创新的激励效应[J]. 经济研究, 2009, 44(10): 87-98+120.
- [15] Austan Goolsbee. Does Government R&D Policy Mainly Benefit Scientists and Engineers? [J]. The American Economic Review, 1998, 88(2).
- [16] 吴剑峰, 杨震宁. 政府补贴、两权分离与企业技术创新[J]. 科研管理, 2014, 35(12): 54-61.
- [17] 陈庆江. 政府科技投入能否提高企业技术创新效率? [J]. 经济管理, 2017, 39(2): 6-19.
- [18] 张帆, 孙薇. 政府创新补贴效率的微观机理: 激励效应和挤出效应的叠加效应——理论解释与检验[J]. 财政研究, 2018(4): 48-60.
- [19] 郑玉. 政府补贴的创新效应——兼论不同类型创新的最适补贴区间[J]. 经济经纬, 2020, 37(4): 142-149.
- [20] Dominique Guellec, Bruno Van Pottelsberghe De La Potterie. THE IMPACT OF PUBLIC R&D EXPENDITURE ON BUSINESS R&D [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2003, 12(3).
- [21] 罗雪婷. 政府补助对高技术企业技术创新效率的影响研究——基于东中西区域的门槛分析[J]. 调研世界, 2020(10): 33-41.
- [22] 祁特, 陈良华, 王惠庆. 政府 R&D 补贴与新能源汽车企业创新绩效关系的实证分析——基于 R&D 支出和技术水平中介调节效应[J]. 预测, 2020, 39(5): 16-22.
- [23] 李磊. 政府研发补贴对新能源汽车产业技术创新产出的影响研究[J]. 科技管理研究, 2018, 38(17): 160-166.
- [24] 高伟, 胡潇月. 不同市场结构下新能源汽车补贴政策对企业研发投入影响分析 [J]. 工业技术经济, 2019, 38(12): 127-136.
- [25] 张永安, 鲁明明. 创新驱动视角下企业创新效率及要素投入差异性研究——基于新能源汽车上市企业的经验数据[J]. 工业技术经济, 2019, 38(11): 86-93.
- [26] 李兆友, 齐晓东, 刘妍. 新能源汽车产业政府 R&D 补贴效果的实证研究 [J]. 东北大学学报(社会科学版), 2017, 19(4): 356-363+370.
- [27] R. Färe, S. Grosskopf, B. Lindgren, P. Roos. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980-1989: A non-parametric Malmquist approach [J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, 3(1-2).
- [28] 王莉娜, 童星, 孙笑明. 基于 DEA-Malmquist 指数法的我国钢铁产业全要素生产率测度分析[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2016, 36(2): 65-70.
- [29] Bruce E. Hansen. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference [J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2).
- [30] 方正起, 张宝承, 秦杰. 创新价值链视角下我国上市军工企业技术创新效率评价研究 [J]. 经济与管理评论, 2019, 35(6): 37-48.
- [31] 韩庆藩, 杨晨, 顾智鹏. 高管团队异质性对企业创新效率的门槛效应——基于战略性新兴产业上市公司的实证研究[J]. 中国经济问题, 2017(2): 42-53.
- [32] 龚立新, 吕晓军. 政府补贴与企业技术创新效率——来自 2009-2013 年战略性新兴产业上市公司的证据[J]. 河南大学学报(社会科学版), 2018, 58(2): 22-29.
- [33] 陈玲, 杨文辉. 政府研发补贴会促进企业创新吗?——来自中国上市公司的实证研究 [J]. 科学学研究, 2016, 34(3): 433-442.
- [34] 李爽. R&D 强度、政府支持度与新能源企业的技术创新效率[J]. 软科学, 2016, 30(3): 11-14.
- [35] 李平, 王春晖. 公共研发机构对中国技术创新的贡献度 [J]. 科研管理, 2011, 32(9): 15-21.

【责任编辑 张经纬】