

# 新能源汽车补贴对空气质量的影响——以广东省为例

张子晗

对外经济贸易大学, 北京  
Email: zihan98@foxmail.com

收稿日期: 2021年5月15日; 录用日期: 2021年6月18日; 发布日期: 2021年6月25日

## 摘要

新能源汽车补贴政策是我国为了节能减排与产业升级所实施的重要政策。近年大幅补贴退坡带来环境隐患。本文使用政策实施程度不同的城市的空气质量数据进行因果检验, 识别补贴政策对环境的改善, 从而给出政策建议。结果表明, 2017年的新能源汽车补贴退坡20%的政策对于空气质量影响在近期不明确; 在滞后几期有负面作用, 滞后三期时,  $\text{NO}_2$ 在5%置信区间上显著上升, 在滞后四期时AQI指数在5%置信区间显著上升0.112%。 $\text{CO}$ 和 $\text{O}_3$ 均在10%水平显著上升, 分别为0.062%和0.197%。研究表明, 新能源汽车补贴退坡对空气质量存在一定影响, 是制定政策时需要考虑的一项因素。

## 关键词

新能源汽车, 补贴, 环境保护, 双重差分法

# The Influence of Subsidy Policy on Air Quality of New Energy Vehicles—A Case Study of Guangdong Province

Zihan Zhang

University of International Business and Economics, Beijing  
Email: zihan98@foxmail.com

Received: May 15<sup>th</sup>, 2021; accepted: Jun. 18<sup>th</sup>, 2021; published: Jun. 25<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

The subsidy policy of new energy vehicles is an important policy for energy conservation, emis-

sion reduction and industrial upgrading in China. In recent years, the steep decline of subsidies has brought environmental risks. In this paper, the air quality data of cities with different degrees of policy implementation are used for causal test to identify the environmental improvement of subsidy policies, so as to give policy suggestions. The results show that in 2017, the policy of subsidies for new energy vehicles to reverse 20% of the impact on air quality in the near future is not clear; there was a negative effect in several lagging periods. In the third lagging period,  $\text{NO}_2$  significantly increased in the 5% confidence interval, and in the fourth lagging period, AQI significantly increased in the 5% confidence interval by 0.112%.  $\text{CO}$  and  $\text{O}_3$  both rose significantly at the 10% level, 0.062% and 0.197% respectively. Research shows that the decline of subsidies for new energy vehicles has a certain impact on air quality, which is a factor to be considered when formulating policies.

## Keywords

New Energy Vehicles, Subsidies, Environmental Protection, DID

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 绪论

### 1.1. 研究背景

汽车产业是国民经济的重要支柱产业，在国民经济中发挥着重要作用。截至 2019 年，中国汽车的产销总量已连续 11 年蝉联全球第一。而汽车工业的发展所带来的环境问题和能源问题也愈加突出，2019 年中国原油净进口量首次突破 5 亿吨，原油对外依存度也达到 70% [1]，这将进一步恶化我国的能源安全形势。同时巨大的汽车保有量带来的尾气排放使空气污染问题愈加严重。我国移动源污染已成为空气污染的重要来源，大量的汽油汽车需要燃油作为动力源，发动时产生的尾气排放直接威胁着居民健康[2]。空气污染一直是我国重要的民生问题，城市机动车辆排出的有害气体会对人们身心健康构成潜在威胁[3]。在中国各大城市中，机动汽车尾气是空气污染的主要来源之一。汽车尾气会产生的主要污染物有：一氧化碳、醛类化合物、氮氧化合物和颗粒物[4]，对环境和人体健康都存在巨大潜在危害。研究表明，尾气暴露与呼吸道症状出现有显著相关[5]。但由于在排放标准、检测方法、监管效率方面存在各种问题，导致机动车尾气污染却久治无果。新能源汽车产业是国家“十三五”时期重点发展的战略产业之一，国家将其视为改善大气污染和传统汽车产业升级的重要实现途径。新能源汽车指以非常规燃料作为动力来源的汽车，按照动力源主要分为混合动力汽车、燃料电池汽车、甲醇汽车、乙醇汽车、天然气汽车(包括压缩天然气、液化天然气和液化石油气)以及纯电动汽车等，由于多数新能源汽车造价成本高且技术不完善，目前生活中消费者购买的主流车型为纯电动汽车和混合动力汽车，纯电动汽车利用电能驱动，不会造成空气污染问题。混合动力汽车则是采取两种能源作为驱动力的汽车，能源来源主要为燃油和电力，因此混合动力汽车能一定程度降低尾气排放；按照用途则可以分为 4 种：新能源客车，新能源乘用车，新能源货车与专用车。因此新能源汽车相较于传统燃料汽车可以很大程度上减少尾气排放，对环境有益。然而新能源汽车作为新兴产业，存在许多矛盾与缺陷。技术配套体系、充电基础设施不完善，研发投入、续航能力、性价比等都制约着新能源汽车产业的发展。因此政

府自 2009 年以来启动了一系列的补贴政策，以鼓励企业创新，扶持新能源汽车产业发展。今年由于补贴逐步退坡，对环境是否产生相关影响尚未可知，因此研究新能源产业补贴政策与环境保护之间的关系具有现实意义。

## 1.2. 文献综述

政府的环境保护相关的产业政策可以分为行政手段和经济手段两大类[6]。行政手段即政府使用行政力量直接干预，如限行、关停企业等政策。相关的研究如 Viard 等研究了北京限行政策的影响，根据多个监测站每天的数据，得出空气污染在每隔一天下降 19%，在每周限制一天下降 8% [7]。这也说明机动车辆的减少有利于环境改善。但行政手段往往只在短期有效，Chen 等证明了 2008 年奥运会期间北京一些强制关停等政策短期改善了空气质量，但在 2009 年十月 60% 的影响就全部消失了[8]。

而经济手段指税收补贴、发放许可证等政策。经济手段往往利用市场调节，将外部性内部化。实证研究中，Barter 研究发现新加坡征收拥堵税可以抑制污染和堵车问题[9]，周黎安等利用 2001~2010 年地级市数据，证明补贴政策有效激励了燃煤电厂投运脱煤设施和 SO<sub>2</sub> 减排。

根据经济学中外部性理论，税收和补贴可以将外部性内部化，从而达到政策目的。新能源汽车的发展对于环境与经济具有正外部性，在传统经济学理论中，新能源汽车发展的社会边际收益往往大于厂商私人收益，从而导致厂商生产过少，并且价格高昂，消费者支付不起从而降低在汽车行业中的竞争力。此时政府采取一些扶持补贴政策，既有助于消费者购买新能源汽车促进环境保护，同时又可以促进产业的初步发展。

国内对新能源汽车补贴的研究较少，且主要集中在补贴政策对市场以及特定公司融资结构、效率的影响。在新能源汽车补贴政策的有效性研究中，Hao 分析了政策变化，证明补贴政策短期内可以有效降低新能源汽车的成本[10]。孙晓华等[11]通过调研数据，利用混合 Logit 模型就政府补贴对新能源汽车购买意愿的影响进行了实证分析发现：价格是决定消费者是否选择新能源汽车的重要因素，虽然政府补贴能够在一定程度上激发新能源汽车的购买意愿，但作用相对较弱；对于家庭年收入较低、更了解优惠政策和环保意识更强的消费群体，政府补贴的效果更为明显。

由此，近年的新能源汽车补贴退坡现象可能为产业发展以及环境后果带来隐患。国家对新能源产业补贴的目的是节能减排与产业升级，然而购车者往往对于价格更为敏感，环保意识薄弱，由此财政补贴所隐含的环保诉求并没有被消费者所接受，一旦购买力度“退坡”，就很难保证新能源汽车销量的持续以及对环保的减压功用。

新能源补贴对环境的改善作用是政策需要考虑的方面。因此，本文搜集了受补贴政策影响程度不同的城市的空气质量数据，基于 DID 计量模型研究新能源汽车补贴退坡政策对空气质量的影响。

本研究的难点在于：各城市间存在发展程度和环境政策的差异，发达地区和欠发达地区本身的环境差距会造成政策实施前已经出现了空气质量的差距，从而没有平行趋势；同时其他的因素，如出台其它类型的环境保护政策等会存在遗漏变量。本文将在实证模型部分讨论并分析这些问题。

接下来的研究框架结构如下：第二部分将梳理新能源补贴政策的变化、第三部分进行数据和实证方法的说明、第四部分报告实证结果并进行相关稳健性检验。第五部分得出结论，最后提出政策建议。

## 2. 政策梳理和样本选择

### 2.1. 政策梳理

为实现汽车产业转型升级，降低由于燃油汽车尾气排放引起的环境污染，近十多年来我国采取了一系列补贴政策以及相关配套政策以发展新能源汽车行业。

与新能源汽车相关的政策最早始于科技部组织实施的高技术研究发展计划(863 计划) (1986~2016), 由此开启节能与新能源汽车重大项目。我国新能源汽车产业由在个别城市试点到广泛推广, 新能源汽车的研发能力逐渐增强, 形成了比较完整的产业布局, 逐渐成为新的消费趋势。借鉴刘宏筭[12]研究中的分类, 我国新能源汽车产业发展大致可概括为以下三个阶段:

第一个阶段为启动阶段(2003~2009): 这个阶段从一些摸索性质的文件到 2009 年《节能与新能源汽车示范推广财政补助资金管理暂行办法》和《“十城千辆”节能与新能源汽车示范推广试点工作的通知》的出台, 标志着筹备工作的结束。这一阶段推出了一系列补贴政策, 并先决定于 13 个城市开展节能与新能源汽车示范推广试点工作, 鼓励试点城市率先在公交、出租、公务、环卫和邮政等公共服务领域推广使用节能与新能源汽车。对于补助对象的要求通常为车辆需要纳入推荐车型目录并且达到行驶里程。第二个阶段为深化发展阶段(2010~2015 年), 以《节能与新能源汽车产业发展规划(2012~2020 年)》为代表, 规划对乘用车的燃料消耗量做出了明确的要求。在此情形下, 我国新能源汽车量以年均 40% 的增速快速增加, 达成了政府的“初步新能源化”战略目标(图 1)。

这一阶段推出多项政策, 主要内容为扩大试点城市、开展私人购买新能源汽车补贴试点、开展新能源汽车充电设施建设奖励等; 2013 年 11 月 26 日推出第一批新能源汽车推广应用城市或区域名单, 包括多个城市及城市群。

2014 年 9 月开始免征新能源汽车车辆购置税。

第三阶段则是我国进行自身调整的关键时期, 即快速扩张与革新调整并举阶段(2016~2018 年) (以《关于调整新能源汽车推广应用财政补贴政策的通知》及双积分政策为代表)。提高准入门槛、强化监管为这一阶段的主题。

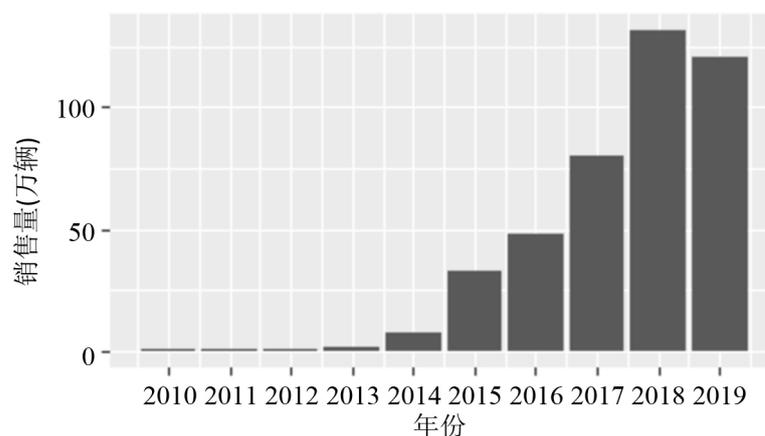
2017 年开始实施在保持 2016~2020 年补贴政策总体稳定的前提下, 通过调整完善补贴方法、改进资金拨付方式、提高生产企业及产品准入门槛、建立健全监管体系等措施, 形成进一步鼓励技术进步和扶优扶强的财政补贴机制, 净化产业发展环境, 促进产业健康快速发展。

然而补贴政策仅为临时的产业政策, 新能源汽车补贴退坡是必然的趋势。根据四部委 2015 年 4 月公布的《关于 2016~2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》补贴办法, 其中 2017~2018 年补助标准在 2016 年基础上下降 20%, 2019~2020 年补助标准在 2016 年基础上下降 40%。到 2021 年完全取消, 由市场决定新能源车的发展方向。

## 2.2. 退坡政策详述

本文使用 2017 年开始的新能源汽车产业补贴退坡政策作为研究对象, 因此将就 2017 年退坡变化进行详细的分析。

根据 2015 年发布的《2016~2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策》从 2017 年开始, 新能源汽车补贴将正式进入退坡状态。“补贴退坡”背后包含的不仅仅是补贴额度的下降, 而是一系列的政策变化。2016 年 12 月 28 日, 财政部、科技部、工信部、国家发改委正式联合发布新的新能源汽车推广运用补贴政策。政策规定除燃料汽车外, 2017 年在 2016 年标准上退坡 20%, 同时对地方财政补贴进行了规定, 即单车的补贴上限不能超过中央财政补贴的 50%。举例来说, 根据新能源乘用车补贴标注, 在 2016 年纯电动续航里程为  $100 \leq R < 150$  的新能源汽车补贴为 2.5 万元, 而这一补贴在 2017 年降低为 2 万元。除补贴外, 对于补贴门槛也进行了相关改进, 调整了《新能源汽车推广应用推荐车型目录》, 只有满足相关技术要求以及进入新能源汽车推广目录的车型才可获得补贴。对于纯电动汽车主要在车速、电池系统安全指标、耗电量做出了要求。而对于插电式混合动力乘用车来说, 主要对其燃料消耗量做出了限制。



(数据来源: 中汽协)

**Figure 1.** New energy vehicle sales volume from 2010 to 2019

**图 1.** 2010~2019 新能源汽车销售量

### 2.3. 样本选择

本文将使用广东省的 21 个地级市作为样本进行政策效果的分析。广东作为全国重要汽车生产基地, 一直以来高度重视新能源汽车产业发展。我国新能源汽车产业依托大型城市发展, 主要市场在北京、深圳、广州、上海等一线及新一线城市, 这些城市往往也面临着更大的节能减排压力, 同时新能源汽车配套政策、财政补贴落地快, 对消费者具有较大吸引力。

根据财政部相关文件, 对与不同地区的新能源汽车推广具有不同标准与政策要求。京津冀、长三角、珠三角等大气污染治理重点区域中的城市的新能源推广任务更高。以“十三五”期间新能源汽车充电基础设施奖励政策为例, 文件按地区将奖励程度分为三个等级: 大气污染治理重点区域(包括北京、上海、天津、河北、山西、江苏、浙江、山东、广东、海南)、中部省(包括安徽、江西、河南、湖北、湖南)以及其他省。可见对广东地区大气污染和新能源汽车产业发展的重视程度。

广东省的 9 个城市于 2013 年 11 月确定为第一批新能源汽车推广应用城市或区域, 其中包括广州、深圳以及珠三角地区(佛山、东莞、中山、珠海、惠州、江门、肇庆) [13]。中汽协数据显示, 截至 2017 年底, 全国新能源汽车保有量超过 170 万辆, 广东推广应用新能源汽车数超过 20 万辆, 大约占全国比例为八分之一。因此以广东省为样本, 对于研究国内的新能源汽车产业具有代表性。

同时, 广东省的新能源汽车产业高度集中在珠三角地区, 占全省新能源汽车推广比例达 94% [14]。珠三角地区经济发达, 具有雄厚的汽车工业基础, 聚集众多车企。而非珠三角地区的地级市占比较小。因此对于新能源汽车产业相关的政策, 珠三角地区和非珠三角地区所受影响程度不同, 较易区分, 这使得考察政策效果更具可操作性。

## 3. 数据说明及实证方法

### 3.1. 数据说明

为研究 2017 年新能源补贴退坡政策对空气质量的影响, 本文使用了广东省 21 个地级市从 2016 年 1 月到 2017 年 12 月的日均空气质量数据, 具体指标包括: 首先是 AQI 指数, 它反映了综合空气质量情况; 其次, 指标还包括汽车尾气中的一些主要污染物: PM<sub>2.5</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO, 这些指标可以将对空气质量的影响更加具体化; 最后包括了汽车排放的氮氧化物在阳光辐射下生成的臭氧(O<sub>3</sub>)。本文将这些每日的空气质量指标取平均得到月度数据, 以月为一期的时间维度, 从而考察政策前后的变化。

21 个地级市中，广州是国家中心城市，深圳为副省级市及计划单列市，深圳、珠海和汕头为经济特区，广州和湛江为中国首批沿海开放城市。城市之间存在着较大的经济发展差异、人口差异以及工业发展水平差异，为了控制这些差异，本文从各个地级市的城市统计年鉴中搜集了各市 2016 和 2017 年的 GDP、人均 GDP、第二产业比重作为此次研究的控制变量。最后将两份数据合并得到一组面板数据，一共 504 个观测值。表 1 描述了 21 个城市整体的空气质量特征和经济发展情况。

**Table 1.** Descriptive statistics of data

**表 1.** 数据描述性统计

Variable	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
AQI	504	52.876	13.476	20.733	96.567
CO	504	0.882	0.162	0.494	1.598
NO <sub>2</sub>	504	27.209	12.349	6.367	67.871
O <sub>3</sub>	504	106.621	25.704	27.097	189.679
SO <sub>2</sub>	504	10.955	3.883	2.633	24.194
PM2.5	504	31.847	11.022	9.733	66.767
GDP	504	3.99e+07	5.85e+07	2,050,000	2.25e+08
人均 GDP	504	78,078.71	38,728.29	35,651	184,000
工业占比	504	48.292	7.691	27.97	61.73

表 2 为珠三角地区和非珠三角地区基本变量的描述性统计。可以看到两组在空气质量上的差异不大，但珠三角地区的指标整体高于非珠三角地区。珠三角地区的经济发展指标则显著高于非珠三角地区。

**Table 2.** Grouping descriptive statistics

**表 2.** 分组描述性统计

非珠三角地区						
	N	mean	sd	min	max	
AQI	288	52.543	12.757	26.9	94.839	
CO	288	0.914	0.164	0.565	1.598	
NO <sub>2</sub>	288	21.539	9.02	6.367	54.226	
O <sub>3</sub>	288	102.282	21.739	27.097	164.467	
SO <sub>2</sub>	288	11.236	4.19	4.067	24.194	
pm25	288	31.166	10.383	10.4	66.129	
GDP	288	1.16e+07	6,900,000	2,048,113	2.64e+07	
人均 GDP	288	52,202.29	11,967.25	35,651	77,614	
工业占比	288	48.174	6.855	34.95	61.73	
珠三角地区						
AQI	216	53.319	14.397	20.733	96.567	

## Continued

CO	216	0.838	0.147	0.494	1.231
NO <sub>2</sub>	216	34.769	12.152	10.467	67.871
O <sub>3</sub>	216	112.407	29.257	46.387	189.679
SO <sub>2</sub>	216	10.581	3.406	2.633	23.233
pm25	216	32.754	11.785	9.733	66.767
GDP	216	7.77e+07	7.38e+07	1.12e+07	2.25e+08
人均 GDP	216	113,000	34,999.87	69,809	184,068
工业占比	216	48.449	8.697	27.97	59.63

### 3.2. 实证方法

#### 3.2.1. 双重差分法

要研究新能源汽车补贴政策退坡对于空气质量的影响，需要比较政策前后的空气质量状况。而影响空气质量的因素众多，经济基础、人口数量、政府的环保政策以及气象等因素都影响着—个区域的空气质量，地区差异和时间差异使得政策评估难以进行。因此十分有必要在这里使用双重差分方法。

双重差分方法(Difference-in-difference Method)在实证研究中常用来进行政策评估。国内外有大量使用此方法的研究文献，(Kureger, 1994)利用新泽西和宾夕法尼亚的快餐行业数据，发现最低工资的提高并没有减少就业。

双重差分模型的具体方法即构造出“对照组”和“实验组”，在政策冲击前，对照组和实验组中的被解释变量的变化趋势没有显著差异，则可以利用计量方法，同时加入一系列控制变量，通过政策冲击后两组的变化差异得出政策的实际效果。因此二重差分模型可以有效控制研究对象的事前差异，即除政策冲击外的因素影响，避免解释变量中存在的内生性问题，达到“自然实验”效果，从而分离出真正的政策效果。同时在面板数据中，双重差分法还能同时控制样本的个体差异以及随时间变化的无法观测因素。下文的模型构建便用到了这样的方法。

本文将使用二重差分法研究广东省新能源汽车产业补贴退坡政策对于空气质量的影响。虽然 2017 年开始实施的新能源汽车补贴退坡政策为全国性适用的政策而非试点政策，无法直接选出对照组和实验组，但我们仍然可以选取受政策影响程度不同的两组区域作为对照组和实验组，进而对比两组城市的空气质量变化趋势。如上文所述，广东省的新能源汽车产业高度集中于珠三角地区，并且这 9 个城市于 2013 年成为第一批新能源汽车推广应用城市，在 2014 年 6 月的广东省配套文件中，对这些区域也有明确的新能源汽车推广数量指标。因此这些城市相较于非珠三角区域的城市受政策影响程度更大，因此可将珠三角区域的城市(广州、深圳、佛山、东莞、中山、珠海、惠州、江门、肇庆)作为“实验组”，非珠三角区域的其它 11 个地级市作为“对照组”。

双重差分在应用中所需满足的前提为，在政策发生前，实验组和对照组需要具有共同的趋势，即实验组和对照组具有较为固定的差异。在本文中，珠三角地区城市和非珠三角地区城市在 2017 年附近的空气质量变化如图 2 所示。

如图 2 可见，两组城市 AQI 平均值在 2017 年 1 月前有明显的平行趋势，在 1 月，也就是正式新能源汽车补贴退坡政策后，虽然两组的空气质量指数都为下降趋势，但实验组较于对照组，空气质量指数明显下降的更加平缓，这为补贴政策退坡对环境的负面效应提供了初步证据。



Figure 2. Average trend of air quality index  
图 2. 空气质量指数平均变化趋势

### 3.2.2. 模型设定

基于已有面板数据，为考察政策效果，本文构建了如下回归方程：

$$AQI_{im} = \alpha_i + \beta_m + \delta \times PP_i \times D_m + \gamma \times X_{im} + \epsilon_{im} \quad (1)$$

其中， $i$  代表省份， $m$  代表月度变量。 $AQI_{im}$  是城市  $i$  在  $m$  时的 AQI 指数，以及其它燃油汽车尾气的主要污染物指数包括 PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>。PP 为虚拟变量，表示是否珠三角城市，珠三角城市为 1，非珠三角城市为 0。D 同样也为虚拟变量，政策实施后，即 2017 年 1 月后 D 为 1，政策实施之前 D 为 0。 $PP_i$  与  $D_m$  的交互项为实验组在政策实施后的变化， $\delta$  为我们关注的系数。 $X_{im}$  为城市相关的控制变量，控制了各地级市的发展程度、工业规模，具体包括 GDP、人均 GDP、第二产业占比三个变量。 $\alpha_i$  为城市的个体固定效应，即城市层面不随时间改变的不可观测因素，可以更精确反应个体特征。 $\beta_y$  是时间固定效应，可以精确反应时间特征。

在没有其它因素干扰的情况下，当政府对新能源汽车的补贴减少，直觉上可以推导出新能源汽车的需求量将下降，使得一些原本打算购买新能源乘用车的消费者转而购买普通汽车或者放弃购买。而这有可能使得汽车尾气排放增加，使空气质量恶化。在本样本中，珠三角地区占据广东省新能源汽车产业的大部分，因此受到政策影响更大，也就是空气质量下降的可能性越大。

### 3.2.3. 实证结果

表 3 报告了模型(1)的回归结果。我们用了多个空气质量指标作为被解释变量，可以看出政策实施后，AQI、SO<sub>2</sub> 在 5% 置信区间上显著负相关，而 O<sub>3</sub> 在 10% 置信区间上显著正相关。因此在控制了城市固定效应、时间固定效应以及 GDP、人均 GDP、工业占比等控制变量后，补贴退坡政策的实施降低了 AQI 指数和 SO<sub>2</sub>，增加了 O<sub>3</sub>，其它的污染气体没有显著影响。出现与前文直觉判断不同的原因可能是由于政策发布后传递到企业和消费者需要时间，有一定的滞后性，因此本文将进而分别检验政策发生后四期的空气质量变化。

### 3.2.4. 政策的滞后影响

上述回归结果与预测相反可能由于政策发布到消费者接受信息需要一段时间，即政策效果具有滞后性，因此本文加入滞后几期与政策变量的交互项。

**Table 3.** The model results  
**表 3.** 模型结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnAQI	lnPM2.5	lnNO <sub>2</sub>	lnSO <sub>2</sub>	lnCO	lnO <sub>3</sub>
DID	-0.061** (-2.100)	-0.056 (-1.618)	-0.044 (-1.096)	-0.082** (-2.048)	-0.021 (-1.092)	0.076* (1.908)
城市固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
控制变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y
_cons	4.090** (2.298)	2.934 (1.376)	6.840*** (2.772)	0.764 (0.312)	1.849 (1.598)	6.867*** (2.834)
N	273	273	273	273	273	273

\*表示 10%置信区间显著；\*\*表示 5%置信区间显著；\*\*\*表示 1%置信区间显著。

此时回归方程(1)中的变量 Dm 包含 2017 年政策正式生效后的四个月，即 2017 年的二月、三月、四月、五月。被解释变量同样为主要的污染物，并且加入 GDP、人均 GDP 和第二产业占比作为控制变量。

表 4 报告了滞后四期的回归结果。首先，滞后一期时只有臭氧显著，政策发生后 O<sub>3</sub> 显著增加，这与前文结果相同。滞后二期 AQI、PM2.5、SO<sub>2</sub>、CO 均显著负相关，表明在政策在两期时对空气指标的负面影响不明显，这其中可能有多种因素影响，将于下文进行详细的讨论。滞后三期时，NO<sub>2</sub> 在 5%置信区间上显著上升，系数方向符合预期，同时在滞后四期时 AQI 指数在 5%置信区间显著上升，实施政策后，AQI 指数上升 0.112%。CO 和 O<sub>3</sub> 均在 10%水平显著上升，分别为 0.062%和 0.197%。系数方向与预期相同。表明对新能源汽车产业补贴退坡系列政策对于空气质量有一定程度的负面影响，并且这种影响存在滞后性。而在政策刚刚生效后的两期，由于多种因素的影响，系数方向与预期不相符。

**Table 4.** The model lag results  
**表 4.** 模型滞后结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnAQI	lnPM2.5	lnNO <sub>2</sub>	lnSO <sub>2</sub>	lnCO	lnO <sub>3</sub>
政策 × 2 月	0.060 (1.039)	0.051 (0.729)	0.033 (0.403)	0.028 (0.346)	0.034 (0.913)	0.197** (2.508)
政策 × 3 月	-0.202*** (-3.038)	-0.226*** (-2.798)	-0.126 (-1.327)	-0.240** (-2.560)	-0.093** (-2.157)	-0.145 (-1.596)
政策 × 4 月	0.030 (0.455)	0.105 (1.301)	0.199** (2.098)	0.137 (1.457)	0.032 (0.739)	0.054 (0.594)
政策 × 5 月	0.112** (2.062)	0.071 (1.071)	-0.123 (-1.594)	-0.003 (-0.045)	0.062* (1.752)	0.135* (1.829)
城市固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
时间固定效应	Y	Y	Y	Y	Y	Y
控制变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y
_cons	3.845** (2.164)	2.509 (1.164)	6.687*** (2.645)	1.153 (0.460)	2.174* (1.890)	6.274** (2.593)
N	273	273	273	273	273	273

\*表示 10%置信区间显著；\*\*表示 5%置信区间显著；\*\*\*表示 1%置信区间显著。

## 4. 结果讨论

2017 年新能源汽车补贴退坡政策对于空气质量的影响存在滞后性，具有阶段性差异。在政策生效后两期大多空气质量指标反而具有改善的趋势，随后才显现出一些负面影响。对于这样的结果，本文将就以下原因进行讨论：

### 4.1. 政策信息传导

政策信息的传递需要时间，这可能是造成政策滞后性影响的原因之一。当各部委发布政策后，信息向消费者传导往往需要通过媒体、新能源汽车企业等中介。媒体报道具有时间成本，同时不同消费者对于媒体新闻的敏感程度不一，报道后和消费者关注到新闻之间也需要一定时间；同时，车企在做新能源汽车推广时，往往以大额度的补贴、低价为宣传点，政策调整后，车企也会存在菜单成本，需要时间制定价格和宣传策略。

### 4.2. 车企垫付补贴

我国新能源汽车补贴的发放形式为车企将汽车价格减去相应补贴出售给消费者，即企业先进行垫付，随后政府拨付相应资金到各车企。由于 2017 年新能源车企业竞争激烈，面临补贴退坡时，车企可能出于维护客户渠道、维持并进一步扩大市场份额从而垫付一部分补贴或者来不及调整价格，因此对于有意购买新能源汽车的消费者，国家补贴降低 20% 并不意味着价格上升 20%，从而导致政策的负面效果不明显。

### 4.3. 技术标准提高

2017 年新能源产业补贴退坡的同时，其它的技术标准也相应提高。对于新能源企业来说，从生产资质、能力售后服务以及产品安全保障能力等方面提高准入门槛，强化安全监管要求。同时对于插电式混合动力汽车提高要求，如插电式混合动力客车节油率水平要高于 40%，而乘用车 B 状态燃料消耗量与现行的常规燃料消耗量国家标准中对应限制相比小于 70%。这些提升的标准都会减少混合动力汽车造成的空气污染，从而干扰本次对政策效果的评估。

### 4.4. 大型城市限购政策

在实验组的 9 个城市中，广州、深圳为限购城市，这两个城市同时也是新能源汽车推广的主力，限购政策降低了视汽车为刚需的消费者的需求弹性，使得他们对于补贴政策变化敏感度降低。这也可能是新能源汽车补贴退坡初期，政策对空气质量影响不明确的原因。

## 5. 政策建议

### 5.1. 强调新能源汽车的环保功能

由前文实证结果可知，新能源汽车补贴退坡政策对空气质量的影响存在滞后性，在长期来看不利于空气质量改善。然而补贴政策作为扶持新兴产业的手段，不利于产业市场化与国际竞争，同时会导致部分企业的“骗补”行为。虽然由于疫情影响，为了提振汽车消费，原定于 2020 年完全退出的新能源补贴政策得以延续两年，但是补贴政策在新能源汽车产业逐渐成熟后注定要完全退出。

我国消费者购买新能源汽车的最主要原因是政府补贴，一旦补贴完全退坡，根据本文结论，空气质量的改善将更加举步维艰。因此应提高消费者环保意识，提高消费者对新能源汽车的全面认知，使地方政府、车企在进行新能源汽车推广时，不仅以价格和补贴为吸引消费者的方式，也应强调新能源汽车的环保功能，这有利于在补贴推出后，新能源产业的长期发展。

## 5.2. 政策稳定性

由于车企重新制定价格需要时间和成本, 经营计划、宣传方案也需要跟着政策变化即使调整, 同时新能源补贴政策还具有延迟发放的性质, 政策的变动易引起市场大幅波动。因此保持政策稳定连续更有利于市场稳定, 防止剧烈的市场波动; 更有利于企业专注提升技术, 促进市场竞争。研究表明, 新能源汽车研发补贴比市场补贴更能刺激企业投入, 但补贴都会降低市场稳定性, 因此补贴政策应更倾向于技术层面, 并逐渐向市场化发展, 落实双积分制度, 改善市场环境, 减少市场波动。

## 5.3. 加强基础设施建设

充电桩、充电站等基础设施建设对新能源汽车的发展起到基础性的作用。目前最影响消费者选择的因素之一便是充电不方便, 覆盖率小, 同时存在着后期维护不及时等问题。加大充电设施的建设力度和补贴力度有助于提高消费者对新能源汽车的潜在购买欲望, 提供充分保障。从不同规模城市的比较来看, 三线城市的充电站建设对新能源汽车市场培育的带动作用更为明显。因此, 在全国充电设施的分布来说, 孙晓华等研究发现充电站的利用率在不同城市呈梯度分布的特征, 规模越大的城市充电站的平均利用率越低[15]。因此, 未来充电设施政策制定可以给予小城市更多支持。

## 6. 结论

近年我国能源问题和空气质量问题突出, 同时新能源行业的国际竞争逐渐激烈, 因此新能源汽车产业的发展对于解决能源和环境问题, 以及提升产业链、增强国际竞争力来说至关重要。我国的新能源产业起步较晚, 虽然国内自主品牌发展态势良好, 但对于补贴政策较为依赖, 而补贴政策逐渐退出是未来的大方向。因此研究补贴政策退出所带来的影响是有意义的。本文通过对广东省 21 个地级市以受政策影响程度分组, 利用双重差分法, 得到了一系列结果。结果表明, 2017 年的新能源汽车补贴退坡 20% 的政策对于空气质量影响在近期不明确; 在滞后几期有负面作用, 滞后三期时,  $\text{NO}_2$  在 5% 置信区间上显著上升, 在滞后四期时 AQI 指数在 5% 置信区间显著上升 0.112%。 $\text{CO}$  和  $\text{O}_3$  均在 10% 水平显著上升, 分别为 0.062% 和 0.197%。研究表明, 新能源汽车补贴退坡对空气质量存在一定的影响, 是制定政策时需要考虑的一项因素。

## 参考文献

- [1] 中国石油经济技术研究院. 2019 年国内外油气行业发展报告[R]. 北京: 中国石油经济技术研究院, 2019.
- [2] 生态环境部. 中国机动车环境管理年报(2019) [R]. 北京: 生态环境部, 2019.
- [3] 袁建华. 环境污染、责任保险与机动车尾气排放治理: 自粤省观察[J]. 改革, 2012(8): 147-152.
- [4] 金华冠. 汽车尾气污染及其控制技术[J]. 汽车博览, 2019(2): 42-43.
- [5] Harris, A.M., Sempértegui, F., Estrella, B., Narváez, X., Egas, J., Woodin, M., *et al.* (2011) Air Pollution and Anemia as Risk Factors for Pneumonia in Ecuadorian Children: A Retrospective Cohort Analysis. *Environmental Health*, **10**, 93. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-10-93>
- [6] 石光, 周黎安, 郑世林, 张友国. 环境补贴与污染治理——基于电力行业的实证研究[J]. 经济学(季刊), 2016, 15(4): 1439-1462.
- [7] Viard, V.B. and Fu, S. (2015) The Effect of Beijing's Driving Restrictions on Pollution and Economic Activity. *Journal of Public Economics*, **125**, 98-115. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2015.02.003>
- [8] Chen, Y., Jin, G.Z., Kumar, N. and Guang, S. (2013) The Promise of Beijing: Evaluating the Impact of the 2008 Olympic Games on Air Quality. *Journal of Environmental Economics and Management*, **66**, 424-443. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2013.06.005>
- [9] Barter, P.A. (2005) A Vehicle Quota Integrated with Road Usage Pricing: A Mechanism to Complete the Phase-Out of High Fixed Vehicle Taxes in Singapore. *Transport Policy*, **12**, 525-536. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.05.004>

- [10] Hao, H., Ou, X., Du, J., Wang, H. and Ouyang, M. (2014) China's Electric Vehicle Subsidy Scheme: Rationale and Impacts. *Energy Policy*, **73**, 722-732. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.05.022>
- [11] 孙晓华, 徐帅. 政府补贴对新能源汽车购买意愿的影响研究[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2018, 39(3): 8-16.
- [12] 刘宏笕, 孙华平, 张茜. 中国新能源汽车产业政策演化及执行阻滞分析——兼论双积分政策的协同实施[J]. 管理现代化, 2019, 39(4): 41-46.
- [13] 财政部. 四部委确定第一批新能源汽车推广应用城市或区域名单[Z]. 2013.
- [14] 陈凡. 珠三角地区新能源汽车产业发展的比较研究[J]. 汽车工业研究, 2019(3): 17-20.
- [15] 孙晓华, 刘小玲, 于润群. 城市规模、充电设施建设与新能源汽车市场培育[J]. 运筹与管理, 2018, 27(7): 111-121.