



空气污染对绿色交通消费影响的实证分析

李晓敏, 赵小磊

引用本文:

李晓敏, 赵小磊. 空气污染对绿色交通消费影响的实证分析[J]. 信阳师范学院学报自然科学版, 2022, 35(4): 591–596. doi: 10.3969/j.issn.1003–0972.2022.04.011

LI Xiaomin, ZHAO Xiaolei. An Empirical Analysis on the Impact of Air Pollution on Green Transportation Consumption[J]. *Journal of Xinyang Normal University (Natural Science Edition)*, 2022, 35(4): 591–596. doi: 10.3969/j.issn.1003–0972.2022.04.011

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2022.04.011>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

中国空气质量空间格局影响因素研究

Impact Factors Research of Spatial Pattern of Air Quality in China

信阳师范学院学报自然科学版, 2020, 33(1): 83–88. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2020.01.014>

轨道交通建设对城市消费影响的实证分析

An Empirical Analysis of the Impact of Rail Transit Construction on Urban Consumption

信阳师范学院学报自然科学版, 2022, 35(3): 432–437. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2022.03.015>

空气污染对手足口病传播的短期影响效应研究——以温州市为例

Short-term Effects of Air Pollution on the Spreading of Hand, Foot and Mouth Disease: A Case Study in Wenzhou

信阳师范学院学报自然科学版, 2020, 33(1): 25–30,36. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2020.01.005>

一种基于数据包络分析的低碳出行对绿色交通发展的研究

Low Carbon Travel for the Development of Green Traffic based on Data Envelopment Analysis

信阳师范学院学报自然科学版, 2019, 32(3): 415–420. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2019.03.013>

新冠病毒肺炎疫情防控期间信阳市中心城区空气质量变化

Variations of Air Quality in the Central City of Xinyang During the Period of COVID–19 Pneumonia Contagion Prevention and Control

信阳师范学院学报自然科学版, 2020, 33(4): 599–604. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1003–0972.2020.04.014>

空气污染对绿色交通消费影响的实证分析

李晓敏^a, 赵小磊^{b*}

(河南大学 a. 经济学院; b. 中原发展研究院, 河南 开封 475004)

摘要:利用2010—2019年中国大陆地区的29个省会城市新能源汽车销量数据,基于双向固定效应模型、工具变量法与中介效应模型,实证检验空气污染对绿色交通消费的影响。研究发现,空气污染程度的升高显著促进了绿色交通消费。此外,影响机制分析表明,空气污染的升高通过提高公众和政府的环境关注度,进而促进了绿色交通消费。

关键词:空气污染;环境关注度;绿色交通消费

中图分类号:F572;X51 **文献标识码:**A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



An Empirical Analysis on the Impact of Air Pollution on Green Transportation Consumption

LI Xiaomin^a, ZHAO Xiaolei^{b*}

(a. School of Economics; b. Zhongyuan Development Research Institute, Henan University, Kaifeng 475004, China)

Abstract: Based on the sales data of new energy vehicles in 29 provincial capitals in Chinese Mainland from 2010 to 2019, the impact of air pollution on green transport consumption is empirically tested by using the two-way fixed effect model, instrumental variable method and intermediary effect model. The results show that the increase of air pollution has significantly increased the green traffic consumption. Besides, the analysis of the impact mechanism shows that the improvement of air pollution stimulates the green transportation consumption by increasing the public and government's environmental concern.

Key words: air pollution; environmental concern; green transportation consumption

0 引言

传统交通消费是一种以耗竭化石资源和破坏生态环境为代价的消费模式,以内燃机汽车为代表的传统交通和消费方式,引发了严重的空气污染问题。中国生态环境部公布的《中国机动车环境管理年报(2021)》显示,机动车尾气排放已成为许多城市空气污染的重要来源。据测算,交通领域尾气排放是空气污染主要成分PM_{2.5}的最大来源,其贡献率超过20%^[1]。此外,中国城市74%的碳氢化合物、63%的一氧化碳、37%的碳氧化物也都来源于交通领域的尾气排放^[2]。近年来,中国政府出台了一系列要求促进绿色交通消费的政策,这些政策主要包括《关于促进绿色消费的指导意见》(发改环资[2016]353号)、《关于加快建立绿色生产和消费

法规政策体系的意见》(发改环资[2020]379号)和《促进绿色消费实施方案》(发改就业[2022]107号)。促进绿色交通消费是贯彻新发展理念在交通领域的必然要求,对于推动高质量发展以及实现碳达峰碳中和目标都具有重要意义。

尽管已有许多文献研究传统交通方式对空气污染的影响^[3],并测算空气污染造成的个人成本和社会成本^[4-5],但是,鲜有学者研究这一背后的逆向逻辑,即空气污染是否促进了绿色交通消费?是不是空气污染越严重的地区,人们对绿色交通的需求越大?目前只有GUO等^[6]的研究发现,在中国20个主要城市中PM_{2.5}浓度会刺激消费者对纯电动类型的新能源汽车的采用,似乎证明了这种逻辑的合理性;然而,并没有识别和检验空气污染对新能源汽车采用的影响机制,也没有考察其他污染物排

收稿日期:2022-04-12;修订日期:2022-06-18;*.通信联系人,E-mail:104753201811@henu.edu.cn

基金项目:国家社会科学基金项目(21FJYB014);河南大学研究生教育创新与质量提升计划项目(SYLYC2022196)

作者简介:李晓敏(1982—),男,河南洛阳人,教授,博士,主要从事新能源汽车产业政策研究。

放与绿色出行的需求之间是否存在类似的逻辑。因此,在空气污染对绿色交通消费的影响方面,学术界还需要寻找新的证据。

鉴于此,在以往研究成果的基础上,本文基于2010—2019年中国大陆地区29个省会城市的空气质量指数和新能源汽车销量的面板数据,使用多元回归模型和中介效应模型考察空气污染对绿色交通消费的影响,从实践层面上为实现污染治理和刺激绿色交通消费的协同发展并最终实现“3060”碳达峰与碳中和的目标,提出针对性建议。

1 文献回顾与研究假设

现有的许多研究已经证明,通过对传统交通方式施加限制或使用绿色交通方式出行,可以带来明显的环境效益。梁若冰等^[2]利用双重差分(DID)、断点回归(RD)以及综合两类方法构建的RDID模型等准实验方法,评估了中国14个城市新开通的45条线路对空气污染的影响,发现轨道交通的开通具有显著的污染治理效应。与此类似,杨小聪等^[7]发现南京地铁3号线的开通显著降低了南京市污染指数以及部分空气污染物($PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 O_3)的污染水平。孙传旺等^[1]运用2000—2012年83个城市的面板数据进行实证研究,发现使用绿色交通基础设施能够改善城市空气质量。李建明等^[3]研究发现,开通高铁可以通过降低交通部门客运量,从而显著降低城市雾霾污染水平,且表现出随开通线路、开通年份和城市规模呈现收益递增的特征。自然地,如果一个地区的空气污染问题越严重,该地区的公众和政府进行绿色交通消费而改善现状的动机也就越大,此时该地区众多单一的绿色交通消费需求就会演化成群体绿色交通消费需求。基于此,提出假设1:城市空气污染会促进绿色交通消费。

那么,空气污染是如何促进绿色交通消费的呢?严重的空气污染会提高公众和政府对于空气质量问题的关注程度^[5]。严重的空气污染一方面有利于激发消费者的环保意识,从而促进绿色交通消费;另一方面可以促使政府通过立法、奖惩和宣传等措施促进居民的绿色交通消费。对于消费者个体而言,严重的空气污染问题会提高其对于环境问题的关注度,提高其对于绿色交通消费接受程度。例如,BAMBERG等^[8]发现环境压力可以显著激发居民的环保意识,促进亲环境的绿色消费。HANSLA等^[9]发现严重的环境问题会提高消费

者对于环境问题的关注程度,促进绿色消费行为,即使绿色电力价格成本较高,消费者仍愿意为绿色电力支付额外费用。HARTMANN等^[10]也发现消费者对于环境问题的关注程度越强,他们对节能减排的看法越积极,更愿意为绿色产品和服务支付更高的价格。据此,提出假设2:空气污染程度的升高能够提升公众与政府的环境关注度,进而促进绿色交通消费。

2 变量与数据、计量模型

2.1 变量与数据

2.1.1 被解释变量

选取2010—2019年中国大陆地区的29个省会城市的新能源汽车销量作为绿色交通消费的代理变量。所选取的新能源汽车只包含私人购买的乘用车,排除物流车、环卫车、客车、货车。数据来源于《节能与新能源汽车年鉴2011—2020》、达示数据平台与中国汽车工业协会。

2.1.2 解释变量

选取的解释变量为城市空气质量指数(Air Quality Index,简称AQI)。与单一污染物浓度相比,AQI是各种污染物浓度的综合指数,更有利于衡量空气质量。数据来源于中国生态环境部和全国城市空气质量实时发布平台。

2.1.3 工具变量

空气流动系数(VC)数据的来源同陈诗一等^[5],10 m高度风速与大气边界层高度来源于欧洲中期天气预报中心ECMWF所发布的ERA-INTERIM栅格气象数据。利用ArcGIS将此栅格数据整理得到样本城市在样本期间内每年的空气流动系数。逆温数据来源于NASA-MERRA2卫星数据集,其提供全球范围的空间栅格数据。对逆温次数的定义参考陈帅等^[11]的做法。

2.1.4 其余解释变量

影响新能源汽车销量的因素众多,为此,在以往学者的研究基础上,引入人口密度、人均可支配收入、路权优先政策、受教育水平、新能源汽车价格、汽油价格、新能源汽车技术水平^[12-13]等7个控制变量。数据主要来源于《中国统计年鉴2011—2020》《中国城市统计年鉴2011—2020》《中国教育统计年鉴2011—2020》智慧牙专利网与IncoPat专利平台。

另外,还引入了中介变量细化本文的研究。基于假设2,引入公众与政府对空气污染问题的关注

程度作为中介变量。以“空气污染”与“绿色交通”作为百度搜索指数的关键词, 获得样本城市 2010—2019 年内 PC+移动模式下组合关键词的年度日均值, 用于表示公众对空气污染问题的关注程度。参照陈诗一等^[5]的做法, 从样本城市年度政府工作报告中利用 Python 的 JIEBA 库进行精确模式分词对空气污染、绿色交通、雾霾、氮氧化物、PM₁₀、PM_{2.5} 等空气质量关键词进行筛选, 汇总获得以上关键词出现的次数, 作为政府对空气污染问题的关注程度。

2.2 计量模型

参照文献[14], 利用 2010—2019 年中国大陆地区的 29 个省会城市空气质量与新能源汽车销量的面板数据, 检验空气污染对绿色交通消费的影响机制。采用双向固定效应模型, 具体计量方程为:

$$\ln EV_{mt} = C + \alpha AQI_{mt} + \gamma_i X_{mt} + \mu_m + \lambda_t + \epsilon_{mt}, \quad (1)$$

其中: EV_{mt} 为城市 m 在 t 年内的新能源汽车销量; $\ln EV_{mt}$ 为 m 城 t 年新能源汽车销量的对数值, 表征居民的绿色交通消费; AQI_{mt} 为城市 m 在 t 年的城市平均空气质量指数, 表征样本城市空气污染程度; γ_i 是各控制变量的系数; X_{mt} 表示一组控制变量; μ_m 为城市固定效应; λ_t 为时间固定效应; ϵ_{mt} 为随机误差项。

在选取新能源汽车销量作为被解释变量之后, 本文的识别策略仍面对一些挑战。许多学者研究发现, 新能源汽车等绿色交通消费可以有效降低城市空气污染程度, 即绿色交通消费和空气污染程度之间可能存在互为因果的内生性问题。此外, 在识别空气污染和新能源汽车销量的因果关系时, 本文虽然控制个人、家庭与城市层面的多个变量, 但仍无法囊括所有变量。鉴于此, 借鉴陈诗一等^[5]与陈帅等^[11]的做法, 选取空气流动系数(VC)与地级市年均逆温次数(T -inversion)作为城市空气质量指数 AQI 的工具变量, 并采用两阶段最小二乘法来应对该问题。VC 的计算公式如下:

$$VC = WS \times BLH, \quad (2)$$

其中: WS 为 10 m 高度风速, BLH 为大气边界层高度。选取空气流动系数(VC)作为空气质量指数 AQI 的工具变量主要是出于以下两方面的考虑。一是满足相关性条件, 空气流动系数是 10 m 高度风速与大气边界层高度的乘积。风速是有效衡量大气污染传播速度和范围的关键指标, 大气边界层

高度是衡量大气污染传播高度的关键指标, 二者的乘积反映了该地区空气扩散能力的强弱^[5]。空气流动系数越大, 表示空气扩散能力越强, 空气中污染物的浓度就越低, 即 AQI 指数更小。二是满足外生性条件, 空气流动系数(VC)只取决于 10 m 高度风速与大气边界层高度, 而 WS 与 BLH 是两个外生的气候变量, 其变化通常只和天气与气象条件的变化有关, 与日常的经济活动无关。与此类似, 还选取逆温(T -inversion)次数作为空气质量指数 AQI 的工具变量也是出于相关性与外生性两个方面的考虑。逆温现象的出现完全取决于气象条件, 满足外生性条件, 具体来说是指某些天气条件下, 地面上空的大气结构会出现气温随高度增加而升高的反常现象。此外, 根据陈帅等^[11]的结论, 逆温的出现会带来显著的大气污染, 因此逆温次数应满足相关性条件。

为考察空气质量对绿色交通消费的影响, 设定如下 2SLS 模型(3)和(4):

$$AQI_{mt} = C_1 + \beta_1 IV_{mt} + \gamma_i X_{mt} + \mu_m + \lambda_t + \epsilon_{mt}, \quad (3)$$

$$\ln EV_{mt} = C_2 + \alpha_1 AQI_{mt} + \gamma_i X_{mt} + \mu_m + \lambda_t + \epsilon_{mt}. \quad (4)$$

其中: IV_{mt} 是 AQI 的工具变量, 包括 $\ln VC_{mt}$ 与 T -inversion $_{mt}$; $\ln VC_{mt}$ 是 m 城 t 年空气流动系数的对数值; T -inversion $_{mt}$ 是 m 城 t 年发生逆温的次数。其余变量含义同方程(1)。

3 实证结果与分析

3.1 空气污染对绿色交通消费的影响效果

在进行基准回归之前, 首先进行 Hausman 检验与过度识别检验, 检验结果拒绝了采用随机效应模型的原假设, 因此采用固定效应模型, 由于篇幅限制, 检验结果不再展示, 感兴趣的读者可以向作者索要。

考虑到双向固定效应模型估计结果的准确性高于传统的固定效应模型, 于是本文基于双向固定效应模型(1), 检验空气污染对居民绿色交通消费的影响效果, 结果见表 1。其中第(4)列同时控制城市固定效应与时间固定效应。结果显示, 空气污染程度 AQI 均在 5% 水平上显著为正。以第(4)列结果为例, 样本城市 AQI 每增加 1 个单位, 该城市新能源汽车销量就会提高 0.9%, 表明空气污染程度会提高居民的绿色交通消费, 验证了假设 1。

表1 基准回归

Tab. 1 Baseline regression

变量	(1) ln EV	(2) ln EV	(3) ln EV	(4) ln EV
AQI	0.010** (0.005)	0.011** (0.005)	0.009** (0.004)	0.009** (0.004)
城市固定效应	NO	YES	NO	YES
时间固定效应	NO	NO	YES	YES
观测值	290	290	290	290
R ²	0.709	0.706	0.776	0.749

注: ()中报告的是标准误差; *表示 $P < 0.1$; **表示 $P < 0.05$; ***表示 $P < 0.01$, 下同。

3.2 内生性检验

前文提到绿色交通消费也会反向影响城市空气质量,本研究虽然已对相关的变量进行了控制,但可能仍无法完全囊括所有变量,因此,通过工具变量法来解决内生性问题。选取空气流动系数和逆温次数作为城市空气质量的工具变量,并采用两阶段最小二乘法来检验空气污染对居民绿色交通消费的影响效果,结果见表2。3列回归结果均显示空气污染会提高新能源汽车销量,与基准结果一致,表明在使用工具变量后,空气污染促进绿色交通消费的结论依然成立。

表2 内生性检验

Tab. 2 Test for endogeneity

第一阶段回归结果	(1) AQI	(2) AQI	(3) AQI
ln VC	-8.352*** (1.633)	-8.563*** (1.501)	-8.3749*** (1.631)
T-inversion	0.1400** (0.0594)	0.129** (0.0631)	0.152** (0.0667)
控制变量	YES	YES	YES
第二阶段回归结果	(1) ln EV	(2) ln EV	(3) ln EV
AQI	0.008** (0.0034)	0.007** (0.0031)	0.009** (0.0042)
KM-PM	14.601	16.97	14.72
Cragg-Donald Wald F	24.409	30.813	25.059
控制变量	YES	YES	YES
城市固定效应	NO	YES	YES
时间固定效应	YES	NO	YES
观测值	290	290	290
R ²	0.695	0.731	0.697

以第(3)列的结果为例检验介绍工具变量的有效性。选取空气流动系数和逆温次数作为工具变量时,KM-PM值为14.72,表明不存在工具变量不可识别问题;Cragg-Donald Wald F值为25.059,表明不存在弱工具变量问题。在检验工具变量的外生性时,J统计量(未在文中报告)为0.372且显

著性为0.5421,表明通过了过度识别检验,即两个工具变量中至少有一个满足外生性假设。

3.3 稳健性检验

为了提高研究结论的可信性,采用3种方法进行稳健性检验,结果见表3。第一,替换因变量估计,用城市新能源汽车销量除以当年汽车总销量,计算得到当年新能源汽车市场份额,并以此代替新能源汽车销量来进行回归。第二,由于目前AQI指数已经被纳入地方官员的考核标准中,以往学者发现部分地方政府存在通过伪造AQI指数,实现提高AQI优良率的行为。因此,参考石庆玲等^[15]的方法,采用剔除“易伪造值”的方法进行稳健性检验二。具体做法是,考虑到100为AQI是否为优良的判断标准,因此删去AQI指数在95~105附近的数据再次进行回归。第三,考虑到模型的内生性问题,将所有控制变量的滞后一期加入到双向固定效应模型中,代替原有的变量进行回归。

表3 稳健性检验

Tab. 3 Robustness analysis

变量	(1) 市场份额	(2) 剔除伪造值	(3) 控制变量滞后一期
AQI	0.00004** (0.000018)	0.013** (0.007)	0.009** (0.005)
控制变量	YES	YES	YES
观测值	290	290	261
城市固定效应	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
R ²	0.651	0.741	0.754

4 基于公众与政府关注程度的中介效应检验

前文实证结果证明,空气污染的升高会促进绿色交通消费,显著提升新能源汽车的销量。那么空气污染对居民绿色交通消费的影响是如何实现的呢?基于前面的分析,本研究认为,空气污染会通过提高公众和政府的环境关注程度,进而促进当地的绿色交通消费。为此,选取公众(Popaware)和政府(Govaware)对空气污染的关心程度作为中介变量,参考文献[16]的做法,构建如下中介效应模型(5)和(6),进行中介效应检验,结果见表4。

$$AWARE_{mt} = C_3 + \alpha_3 AQI_{mt} + \beta_3 X_{mt} + \mu_m + \lambda_t + \epsilon_{mt}, \quad (5)$$

$$\ln EV_{mt} = C + \alpha_4 AQI_{mt} + \beta_4 X_{mt} + \gamma AWARE_{mt} + \mu_m + \lambda_t + \epsilon_{mt}. \quad (6)$$

表4中列(1)是空气污染程度AQI对绿色交

表 4 中介效应检验
Tab. 4 Test of mediating effect

变量	(1)ln EV	(2) Popaware	(3)ln EV	(4) Govaware	(5)ln EV
AQI	0.009** (0.004)	0.333*** (0.122)	0.0033** (0.00146)	0.096** (0.046)	0.0053** (0.0024)
Govaware					0.03854*** (0.0108)
Popaware			0.0171*** (0.00445)		
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
城市固定效应	YES	YES	YES	YES	YES
观测值	290	290	290	290	290
R ²	0.749	0.622	0.758	0.648	0.732

通消费的实证结果,其中 AQI 的系数在 5%的水平上显著为正,表明总效应显著。列(2)—列(5)是居民关注与政府关注两条传导机制的检验结果。首先,列(2)和列(3)结果显示,AQI 显著提高了公众对空气污染问题关注程度;当在第(1)列的基础上加入中介变量 Popaware 之后,AQI 与 Popaware 的系数均显著为正,Sobel-Z 检验的 P 值为 0.025 4,说明存在部分中介效应,AQI 与 Popaware 对绿色交通消费的直接效应与间接效应分别为 0.003 3 与 0.005 7。其次,列(4)和列(5)结果显示,AQI 显著提高了政府对空气污染问题关注程度;当在第(1)列的基础上加入中介变量 Govaware 之后,AQI 与 Govaware 的系数均显著为正,Sobel-Z 检验的 P 值为 0.027 7,说明存在部分中介效应,AQI 与 Govaware 对绿色交通消费的直接效应与间接效应分别为 0.005 3 与 0.003 7。综上所述,表明空气污染问题会提高居民和政府对空气污染问题的关注程度,表明城市空气污染能够提高居民、政府对空气污染问题的关注程度,进而显著促进绿色交通消费,假设 2 得到证实。

5 结论与政策建议

利用 2010—2019 年中国大陆地区的 29 个省

会城市新能源汽车销量数据,实证检验空气污染对绿色交通消费的影响。研究发现,空气污染程度的升高显著促进了绿色交通消费。影响机制分析表明,空气污染的升高通过提高公众和政府的环境关注度,进而促进了绿色交通消费。为促进中国交通领域的绿色转型和绿色消费,提出以下政策建议:

(1)从需求侧和供给侧双向发力促进绿色交通消费。综合运用报纸、电视、网络、微博、公众号等各类媒介积极宣传绿色交通带来的环境效益,提高绿色交通消费政策的知晓度。

(2)建立公众与政府共同参与的空气污染问题反馈和治理体系。政府应当完善空气质量的披露制度,建立健全舆论吸收、反馈与落实制度,及时回应公众对生态环境问题的关切,提高公众参与社会环境治理的积极性,建立起政府与公众在关注环境和治理环境方面的良性互动。

(3)加快完善针对本地区的空气污染治理与绿色交通消费的政策和制度,不断加强公众对空气质量以及生态环境的关注力度,积极发挥公众对政府治理环境的监督作用,提倡全社会积极参与到绿色交通转型的实践中,践行绿色交通消费的理念。

参考文献:

- [1] 孙传旺,罗源,姚昕.交通基础设施与城市空气污染:来自中国的经验证据[J].经济研究,2019,54(8):136-151.
SUN Chuanwang, LUO Yuan, YAO Xin. Traffic infrastructure and urban air pollution: Empirical evidence from China[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(8): 136-151.
- [2] 梁若冰,席鹏辉.轨道交通对空气污染的异质性影响:基于 RDID 方法的经验研究[J].中国工业经济,2016(3):83-

98.

LIANG Ruobing, XI Penghui. Heterogeneous impact of rail transit on air pollution-empirical study based on RDID method[J]. *China Industrial Economy*, 2016(3): 83-98.

- [3] 李建明, 罗能生. 高铁开通改善了城市空气污染水平吗? [J]. *经济学(季刊)*, 2020, 19(4): 1335-1354.
LI Jianming, LUO Nengsheng. Has the opening of high-speed rail improved the urban air pollution level? [J]. *China Economic Quarterly*, 2020, 19(4): 1335-1354.
- [4] 陈硕, 陈婷. 空气质量与公共健康: 以火电厂二氧化硫排放为例[J]. *经济研究*, 2014, 49(8): 158-169, 183.
CHEN Shuo, CHEN Ting. Air quality and public health: Taking sulfur dioxide emissions from thermal power plants as an example[J]. *Economic Research Journal*, 2014, 49(8): 158-169, 183.
- [5] 陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. *经济研究*, 2018, 53(2): 20-34.
CHEN Shiyi, CHEN Dengke. Haze pollution, government governance and high-quality economic development[J]. *Economic Research Journal*, 2018, 53(2): 20-34.
- [6] GUO Jianfeng, ZHANG Xuemei, GU Fu, et al. Does air pollution stimulate electric vehicle sales? Empirical evidence from twenty major cities in China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 249: 119372.
- [7] 杨小聪, 彭飞, 康丽丽. 绿色地铁: 轨道交通对空气污染的净化效果评估: 基于南京地铁3号线的实证研究[J]. *甘肃行政学院学报*, 2017(4): 82-94, 129-130.
YANG Xiacong, PENG Fei, KANG Lili. Green subway: Evaluation of the purification effect of rail transit on air pollution: An empirical study based on Nanjing Metro Line 3[J]. *Journal of Gansu Administration Institute*, 2017(4): 82-94, 129-130.
- [8] BAMBERG S. How does environmental concern influence specific environmentally related behaviors? A new answer to an old question[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2003, 23(1): 21-32.
- [9] HANSLA A, GAMBLE A, JULIUSSON A, et al. The relationships between awareness of consequences, environmental concern, and value orientations[J]. *Journal of Environmental Psychology*, 2008, 28(1): 1-9.
- [10] HARTMANN P, APAOLAZA-IBÁÑEZ V. Consumer attitude and purchase intention toward green energy brands: The roles of psychological benefits and environmental concern[J]. *Journal of Business Research*, 2012, 65(9): 1254-1263.
- [11] 陈帅, 张丹丹. 空气污染与劳动生产率: 基于监狱工厂数据的实证分析[J]. *经济学: 季刊*, 2020, 19(4): 1315-1334.
CHEN Shuai, ZHANG Dandan. Air pollution and labor productivity: Empirical analysis based on prison factory data [J]. *China Economic Quarterly*, 2020, 19(4): 1315-1334.
- [12] LI X, CHEN P, WANG X. Impacts of renewables and socioeconomic factors on electric vehicle demands: Panel data studies across 14 countries[J]. *Energy Policy*, 2017, 109: 473-478.
- [13] MA Shaochao, FAN Ying, GUO Jianfeng, et al. Analysing online behaviour to determine Chinese consumers' preferences for electric vehicles[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 229: 244-255.
- [14] EGNÉR F, TROSVIK L. Electric vehicle adoption in Sweden and the impact of local policy instruments[J]. *Energy Policy*, 2018, 121: 584-596.
- [15] 石庆玲, 郭峰, 陈诗一. 雾霾治理中的“政治性蓝天”: 来自中国地方“两会”的证据[J]. *中国工业经济*, 2016(5): 40-56.
SHI Qingling, GUO Feng, CHEN Shiyi. “Political blue sky” in fog and haze governance: Evidence from the local annual “two sessions” in China[J]. *China Industrial Economics*, 2016(5): 40-56.
- [16] 温忠麟, 刘红云, 侯杰泰. 调节效应和中介效应分析[M]. 北京: 教育科学出版社, 2012.
WEN Zhonglin, LIU Hongyun, HOU Jietai. Analyses of moderating and mediating effects[M]. Beijing: Educational Science Publishing House, 2012.

责任编辑: 张钰