

doi. 10. 3724/1005-0566. 20260407

公共充电站对居民消费活力的溢出效应： 来自北京市餐饮业的微观数据研究

李晓敏¹, 刘世哲¹, 李东昆², 许志成¹

(1. 河南大学经济学院, 河南 郑州 450046;

2. 河南大学中原发展研究院, 河南 郑州 450046)

摘要: 基于北京市多源异构大数据, 实证分析公共充电站对居民消费活力的影响。研究发现, 公共充电站能够显著提升居民消费活力, 且这一溢出效应在距公共充电站 500 ~ 700 m 范围内最为明显。机制分析发现, 公共充电站通过增加餐饮店周围的人流量提高居民消费数量, 通过降低空气污染提高居民消费质量。异质性分析发现, 公共充电站对居民消费活力的溢出效应在地理集聚程度较弱区域、郊区、无地铁覆盖区域更明显。进一步按照用餐时长划分, 公共充电站对常规正餐的带动效应最强, 速食简餐次之, 休闲慢餐无显著影响。

关键词: 公共充电站; 居民消费活力; 溢出效应

中图分类号: F572; F724

文献标识码: A

文章编号: 1005 - 0566 (2026) 04 - 0073 - 13

Spillover effect of public charging stations on residents' consumption vitality: A study based on micro-data from Beijing's catering industry

LI Xiaomin¹, LIU Shizhe¹, LI Dongkun², XU Zhicheng¹

(1. School of Economics, Henan University, Zhengzhou 450046, China;

2. Central Plains Development Research Institute, Henan University, Zhengzhou 450046, China)

Abstract: Based on multi-source heterogeneous big data from Beijing, this study empirically examines the impact of public charging stations on residents' consumption vitality. The findings show that public charging stations significantly enhance residents' consumption vitality, with the spillover effect being most pronounced within a 500 - 700 meter radius of the stations. Mechanism analysis indicates that public charging stations increase the quantity of residents' consumption by boosting pedestrian traffic around restaurants, and improve the quality of consumption by reducing air pollution. Heterogeneity analysis further reveals that the spillover effects of public charging stations on consumption vitality are more evident in areas with lower geographic agglomeration, in suburban regions, and in areas without metro coverage. Moreover, when consumption is categorized by dining duration, public charging stations have the strongest stimulating effect on regular full-service meals, a moderate effect on fast or casual meals, and no significant impact on leisure or slow dining.

Key words: public charging stations; residents' consumption vitality; spillover effect

基金项目: 国家社会科学基金后期资助项目“绿色转型背景下新能源汽车发展的阻滞与突破路径研究”(21FJYB014)。

作者简介: 李晓敏(1982—), 男, 河南洛阳人, 河南大学经济学院教授, 博士生导师, 经济学博士, 研究方向为新能源汽车产业政策、能源经济。通信作者: 刘世哲。

公共充电站作为新能源汽车能源补给的重要基础设施,是推动新能源汽车产业发展的关键支撑。已有研究表明,完善的充电基础设施有助于缓解用户的里程焦虑和充电焦虑,从而加速新能源汽车的推广与普及^[1],对产业高质量发展发挥着重要作用。自 2015 年以来,我国陆续出台多项政策文件,将充电基础设施建设纳入战略部署,要求地方政府加快本地区公共充电网络的布局。例如,2015 年 9 月国务院办公厅发布的《关于加快电动汽车充电基础设施建设的指导意见》提出了充电基础设施建设的总体要求。2023 年 6 月国务院发布的《关于进一步构建高质量充电基础设施体系的指导意见》进一步为 2030 年基本建成高质量充电基础设施体系提供了系统规划与政策支撑。2025 年 9 月,国家发展改革委等六部门印发《电动汽车充电设施服务能力“三年倍增”行动方案(2025—2027 年)》,明确了今后一段时期充电设施发展的目标和行动路径。在政策推动下,我国充电设施快速发展,公共充电站数量从 2014 年的 723 个增长至 2024 年的 12 万个,年均增长率达 66.7%;公共充电桩数量从 2014 年的 3 万台增长至 2025 年的 471.7 万台,年均增速为 58.3%。目前,我国已建成全球数量最多、覆盖最广、服务能力最强的充电基础设施体系。在此背景下,科学评估公共充电站建设的经济后果,进而优化城市空间布局,成为急需探讨的重要议题。

现有文献多从供给侧视角出发,探讨公共充电站对新能源汽车推广^[2]、酒店营收^[3]、商业营业额^[4]及房价^[5]的影响,但对其如何影响消费需求的研究仍然有限。随着新能源汽车的普及,公共充电站和充电桩已基本覆盖全国城市,对激发居民消费活力具有潜在而广泛的影响。公共充电桩通常设置于公共充电站内,其本质是一类为居民出行、消费与生活提供支撑的交通衍生型基础设施。与加油站不同,充电过程中普遍存在较长的

等待时间,用户往往需离车停留,在此期间车主可能会在停车等待时进行就地消费,进而对周边区域的消费产生溢出效应。换言之,充电站在提供基础能源服务的同时,也为“等待经济”创造了条件,成为提升消费活力的新型场景。《2022 中国电动汽车用户充电行为白皮书》指出,使用快充和慢充桩的平均充电时间分别为 48.7 min 和 2.9 h,其中有 40% 的用户在充电期间产生餐饮或购物行为;在未实际消费的群体中,约 60% 的用户表示,若充电站附近配套完善,也有消费意愿^①。国外的经验也支持这一判断。例如,Dong 等^[6]基于伦敦市 POI^② 数据的研究显示,充电需求与交通、零售和商业密度在统计上呈现出显著的正相关关系。Arlt 等^[7]发现,美国零售商(如餐馆和杂货店)倾向于通过投资充电站增加客流量。

与欧美以零售商主导的布局不同,我国充电站的发展呈现出更注重空间整合的特色。我国不少城市商业综合体正在通过停车场空间改造,将充电桩嵌入存量设施,以实现功能复合与业态协同。此类城市更新不仅提升了设施利用率,也对周边区域产生了积极的空间外溢效应^[3]。尽管已有一些调查发现,公共充电站与商场零售额之间存在正相关关系,但这类研究大多基于小样本或案例分析,尚未明确因果机制,也难以排除如交通便利性、人流量和商业布局等潜在干扰因素的影响。此外,现有研究缺乏基于经济学方法的机制建构与实证检验。因此,公共充电站是否以及通过何种机制影响居民消费活力,其溢出效应是否显著,仍有待系统验证和深入分析。

一、文献综述

(一)公共充电站的经济影响效应

随着新能源汽车产业的迅速发展,公共充电站的经济效应逐渐成为学术界关注的热点议题。现有研究主要从新能源汽车推广、商业效益及住

① “汽车之家研究院×BCG发布”,汽车之家网,<https://www.autohome.com.cn/news/202209/1260848.html>。

② POI 全称为“Point of Interest”,即“兴趣点”。它泛指互联网电子地图中的点类数据,通常包含名称、地址、坐标、类别等属性。

房价格等方面展开。在新能源汽车推广方面,学界起初在主张先推广车还是先建充电桩的问题上,遇到了“先有鸡,还是先有蛋”的争论^[8]。后续研究发现,即便控制充电桩与新能源汽车销量间的潜在逆向因果关系,完善的充电基础设施依然显著促进了新能源汽车的销售^[1-2]。在商业效益方面,Qian等^[3]利用美国多家酒店的月度营收数据发现,酒店附近的景点能够增强充电设施对酒店经济效益的促进作用,且高档酒店受益程度高于中低端酒店。Zheng等^[4]以加州为例发现,充电站可显著提升100 m范围内商业机构的年收入。在房价方面,赵小磊等^[5]基于北京市数据亦表明,公共充电站能带来3.0%~4.4%的住房价格溢价。总体而言,当前文献主要从供给端视角揭示充电设施的经济影响,尤其是在推动绿色出行和提升资产价值方面的正外部性。

(二)城市空间形态对消费的影响

现有研究认为,城市空间形态通过集聚经济、内部可达性等方面影响城市消费。首先,城市人口有助于扩大服务供给和消费选择,提升消费多样性与活跃度^[9-10],因此紧凑型的城市结构能够通过人口聚集带来的规模效应和集聚经济提高经济效率^[11],促进服务业发展^[12],进而促进城市服务消费^[13-14]。例如,街区路网密度的提高通过增加到访人数显著提升服务消费的数量、质量和多样性^[15],而人口密集区的餐饮业菜品种类也更丰富^[16]。其次,内部交通可达性是促进消费的关键路径。紧凑的城市布局提升了交通效率和资源要素流动性,降低了经济活动的执行与搜寻成本^[17],并对零售业形成集聚效应^[18]。

(三)交通基础设施对消费的影响

交通基础设施对消费的影响主要从宏观与微观两个层面展开。宏观研究多强调基础设施作为总需求的外生扩张工具,能弱化市场分割并促进消费增长^[19]。郭广珍等^[20]指出,道路基础设施能够通过刺激私家车消费进而重塑消费结构;张柳钦等^[21]表明高速公路建设提高了居民

收入,从而增加服务消费占比;肖挺^[22]从综合角度指出,高铁对跨区消费流动的推动效应最为明显。微观层面上,谢凯等^[23]基于CHFS数据发现,县域高铁提升了旅游频率与支出;陈勇吏等^[24]使用CFPS数据发现,共享单车进驻通过增加闲暇时间与可支配收入,提高了家庭总体支出与外出就餐频率。

尽管上述文献为本文研究提供了坚实基础,但仍存在以下3个方面不足:其一,现有研究集中于高铁、地铁、公路等传统交通基础设施,尚缺乏对公共充电站等新型基础设施的系统分析,更缺乏因果识别下的消费溢出效应估计;其二,多数文献依赖城市或家庭层面数据,难以实现微观层级的空间精度控制,存在潜在的匹配偏误;其三,机制识别不足,亦缺乏对消费反应异质性的系统探讨。为填补上述空白,本文采用高精度地理空间信息技术,将北京市10余万家餐饮店定位至“米”级尺度,结合多源数据探究公共充电站与商业空间的协同效应,并量化其对居民消费活力的影响机制与异质性表现,从而为相关政策制定提供更为科学的证据基础。

二、理论分析与研究假说

公共充电站作为新型基础设施的重要组成部分,不仅直接促进新能源汽车消费^[3],还通过充电等待情境与城市空间相融合,衍生出多样化的消费场景,进而可能对周边区域的消费活力产生正外部性。本文将这种外部性归纳为3类机制:消费的新增效应、转移效应与固化效应。

1. 消费的新增效应

该效应指消费者因充电所引发的即时消费行为。新能源汽车用户在充电过程中需等待从数十分钟到数小时不等的时间,这为他们提供了探索周边商业设施并进行临时消费的机会^[4]。这类消费涵盖餐饮、购物、娱乐等多个领域,反映出居民在等待中对时间价值的重新评估与利用。此外,充电APP提供的实时进度与周边商户推送信息,降低了用户的等待焦虑并延长其停留时间,显著提高了消费转化率。例如,非高峰时段的餐饮店

和零售商铺可借由充电车主的临时需求获得额外客流。一些地理位置原本偏僻的充电站周边区域,也因此逐步演变为新兴商圈。这类消费打破了以核心商业区为中心的传统消费格局,推动城市消费的时间和空间重构。

2. 消费的转移效应

随着充电站网络不断扩展,新能源汽车用户在充电期间更有动力进行探索式消费,即将消费从原有熟悉区域转移至充电基础设施完善、服务更优的其他区域。这种行为是基于对搜寻成本与预期收益的权衡。首先,充电桩分布密度提升,扩大了消费者的搜索半径,并降低了因电量或停车问题限制出行的顾虑^[25]。一些城市针对新能源汽车提供免费或低价停车政策,进一步降低了消费者到达目标商家的成本^[26]。其次,充电平台推送周边商户信息与服务,缓解了信息不对称,提高了消费匹配效率。消费者更容易找到价格更优、体验更佳的服务,从而从“就近消费”转向“理性选择”。最后,这种转移带来了城市消费空间的再分配。部分消费需求从传统核心商圈外溢至郊区或风景区,提高了非核心区域的消费吸附力,也推动了城市消费结构的去中心化。全天候充电允许车主错峰抵达并消费,使人流在时间维度上更加均匀,有助于缓解餐饮业高峰期排队与拥挤问题。

3. 消费的固化效应

当消费者在某一地点或时段重复进行充电时,往往会形成稳定的生活习惯与消费路径。以城市中无私人桩的用户为例,为享受低谷电价,他们倾向于在早晨 7 点前到居住地附近的公共充电站充电,期间常会进行晨练或在早餐店消费^[27]。长此以往,这类偶发性消费逐渐演化为固定行为,增强了充电站周边消费的确信性与稳定性。这种路径依赖现象在新能源货车司机群体中表现尤为明显^[28]。例如,司机之家的配套服务包括休息区、淋浴、餐饮、娱乐等功能,能够满足司机在充电等

待期间的一站式消费需求。因此,“公共充电桩+司机之家”模式不仅降低了用户的搜寻成本,还依靠习惯强度实现消费行为的固化,有助于形成新的稳定消费人群和场景。

综上所述,公共充电站通过新增、转移与固化 3 种效应,在不同路径下促进了居民消费活力的提升。据此,本文提出以下假设。

假设 H1:公共充电站对其附近的居民消费活力有正向的溢出效应。

三、研究设计

(一)数据来源

本文数据来源主要由 3 个部分构成:①北京市及各下辖区的公共充电站,以及餐饮店周边的加油站、购物设施、停车场、旅游景点、公交车站和地铁站等位置分布,数据均来源于高德地图数据开放平台^③;②北京市及各下辖区餐饮店的评论数量、综合评分、是否开展促销活动以及被“大众点评网”收录时长,均来源于“大众点评网”,该平台提供了高精度的地理位置信息,详细记录了各餐饮商户的地址、营业时间等属性,并构建了多层次的业态分类体系;③餐饮店距市中心距离,基于 Haversine 公式计算各个餐饮店到天安门之间的距离。在筛选过程中,对关键变量缺失的样本进行剔除,最终涵盖了北京市 2024 年 8 月份 108 725 家餐饮店的数据。

为确保数据精度与空间一致性,本文针对不同来源的原始数据,分别进行了坐标转换、重投影、数据清理、几何计算等多种预处理步骤。本文采用的地理坐标系为 WGS1984,投影坐标系为 EPSG32650。

(二)变量定义与数据描述

1. 因变量

居民消费活力。本文将居民消费活力分为消费数量与消费质量两个维度:一是消费数量由“大众点评网”中餐饮店的评论数来衡量,二是居民消费质量通过“大众点评网”餐饮店的综合评分来衡

③ 高德地图数据开放平台网址为 <https://lbs.amap.com/>。

量。为在避免异方差影响的同时,确保系数的有效对比,本文对二者进行了自然对数变换。

2. 核心解释变量

公共充电站。本文的核心解释变量为以每家餐饮门店为中心、500 m 半径范围内的公共充电站数量。计算过程为:首先,借助高德地图数据开放平台(API),获取北京市公共充电站的地理坐标;其次,借助 Python 软件构建以北京市 108 725 家餐饮门店为中心,500 m 为半径的缓冲区;最后,筛选并统计缓冲区内的公共充电站数量。

3. 控制变量

为缓解遗漏变量带来的内生性偏误,本文在模型中引入多维控制变量,包括娱乐设施、停车便利性、交通便利性和店铺自身特征 4 个方面。娱乐设施包括餐饮店周围 500 m 内购物设施和旅游景点数量;停车便利性包括餐饮店周围 500 m 内停车场数量;交通便利性包括餐饮店周围 500 m 内加油

站、公交车站与地铁站数量;店铺自身特征则包含餐饮店当期是否促销、平台收录时长与距市中心距离。

4. 机制变量

为探究公共充电站影响消费活力的内在机制,本文分别将人口活力与空气污染作为机制变量。人口活力以当月各餐饮店 500 m 内的逐小时人口活力均值衡量,通过调用百度慧眼平台接口获取,该数据来源于对调用百度地图定位 SDK 终端定位数据的统计值,能够高频率反映特定时空范围内的人群流动情况。空气污染水平以当月各餐饮店 500 m 内的 $PM_{2.5}$ 浓度均值衡量。将餐饮店周围 500 m 内区域与高分辨率(1 km × 1 km)的 $PM_{2.5}$ 栅格数据叠加,从而计算该区域内的平均污染浓度。数据来自中国大气成分近实时追踪数据集(<http://tapdata.org>)^[29-30]。变量定义与描述性统计见表 1。

表 1 变量定义与描述性统计

变量名称	变量符号	变量定义	样本量	平均值	标准差
居民消费数量	Quantity	评论数量(个)	108 725	506.518 43	1 577.241 70
居民消费质量	Quality	综合评分	108 725	3.808 71	0.382 26
公共充电站	Charger	公共充电站数量(个)	108 725	1.837 13	2.127 96
购物设施	Shop	购物相关设施数量(个)	108 725	14.563 33	17.252 18
旅游景点	Tourist	旅游景点数量(个)	108 725	0.688 80	2.143 20
停车场	Park	停车场数量(个)	108 725	2.597 62	2.289 49
加油站	Gas	加油站数量(个)	108 725	0.075 68	0.275 95
公交车站	Bus	公交车站数量(个)	108 725	3.779 81	2.830 10
地铁站	Subway	地铁站数量(个)	108 725	0.263 78	0.467 82
促销活动	Promotion	是否促销	108 725	0.029 90	0.170 32
收录时长	Time	平台收录时长(月)	108 725	46.333 03	46.671 82
市中心距离	Distance	距市中心(天安门)距离(千米)	108 725	18.836 29	15.975 49
早餐人口活力	Vitality1	8 点人口活力值(次)	108 725	14.946 83	9.311 63
午餐人口活力	Vitality2	12 点人口活力值(次)	108 725	18.243 98	13.213 57
晚餐人口活力	Vitality3	19 点人口活力值(次)	108 725	18.741 59	12.703 64
空气污染	Pollution	$PM_{2.5}$ 指数(微克/立方米)	108 725	22.381 83	3.420 21

(三) 实证模型设定

1. 基准回归分析

为估计公共充电站对居民消费活力的影响,本文构建的模型为:

$$Consumption_i = \beta_0 + \beta_1 Charger_i + \beta_2 X_i + \gamma_j + \varepsilon_i \quad (1)$$

在式(1)中, $Consumption_i$ 是本文的被解释变量,表示第 i 家餐饮店的消费活力水平,涵盖消费

数量和消费质量两个维度。 $Charger_i$ 为核心解释变量,表示第 i 家餐饮店周围 500 m 范围内公共充电站的数量。 X_i 表示一系列其它可能影响消费活力的控制变量。 γ_j 表示行政区固定效应,用于消除各行政区固有特征对结果的影响。 ε_i 为随机扰动项。

尽管式(1)能够初步识别公共充电站对居民消费活力的影响,但其结果可能受内生性问题的影响。这种内生性主要来源于样本选择偏误、遗

漏变量、反向因果等问题。鉴于此,本文在后文依次采用倾向得分匹配法、工具变量法以及类差分模型缓解。

2. 机制分析

为检验公共充电站通过何种路径影响居民消费活力,本文构建的模型为:

$$M_i = \varphi + \varphi_1 Charger_i + \varphi_2 X_i + \gamma_j + \varepsilon_i \quad (2)$$

在式(2)中, M_i 是机制变量,具体指人口活力值与空气污染水平,其余变量与式(1)相同。

四、实证结果与分析

(一)基准回归结果

表 2 展示了式(1)的估计结果,列(1)~列(2)报告了公共充电站对消费数量的估计结果,

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnQuantity	lnQuantity	lnQuality	lnQuality
Charger	0.078 67 *** (0.003 70)	0.031 96 *** (0.003 35)	0.002 71 *** (0.000 15)	0.001 19 *** (0.000 15)
Shop	—	0.004 90 *** (0.000 45)	—	0.000 16 *** (0.000 02)
Tourist	—	0.032 93 *** (0.003 28)	—	0.000 47 *** (0.000 15)
Park	—	0.021 71 *** (0.003 20)	—	0.000 70 *** (0.000 14)
Gas	—	-0.062 36 *** (0.021 99)	—	-0.002 25 ** (0.000 98)
Bus	—	0.031 63 *** (0.002 57)	—	0.000 80 *** (0.000 11)
Subway	—	0.208 46 *** (0.014 70)	—	0.006 61 *** (0.000 66)
Promotion	—	3.541 99 *** (0.020 46)	—	0.162 27 *** (0.001 18)
Time	—	0.018 80 *** (0.000 12)	—	0.000 23 *** (0.000 01)
Distance	—	-0.023 04 *** (0.001 04)	—	-0.000 58 *** (0.000 04)
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	108 725	108 725	108 725	108 725
R ²	0.054	0.278	0.028	0.134

注:括号中报告的是稳健标准误。***、**、* 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 时有统计学意义。下同。

列(3)和列(4)报告了公共充电站对消费质量的估计结果。可以发现,无论是否加入控制变量,公共充电站对消费数量和消费质量均表现出显著的正向影响。具体地,餐饮店周围 500 m 每增加 1 个公共充电站,平均可带来 3.196% 的消费数量提升与 0.119% 的消费质量提升。这表明,公共充电站在增强消费活力方面发挥着积极作用,从而证实了本文假设 H1 的成立。

(二)稳健性检验

1. 更换样本研究时间区间

基准分析是基于 2024 年 8 月夏季高温时段的数据。考虑到新能源汽车使用行为易受气温和季节因素的影响,本文将样本期更换至 2023 年 12 月(冬季),用同样的方法重新估计。表 3 列(1)和列(2)结果显示,冬季样本下公共充电站仍对消费数量与质量产生正向影响,这验证了基准结论的季节稳健性。

2. 更换核心解释变量衡量方式

为检验核心变量构建方法的敏感性,本文将原核心解释变量替换为虚拟变量(500 m 内是否存在充电站)。表 3 列(3)和列(4)显示,虚拟变量的回归系数仍均在 1% 的显著性水平下为正,这表明结论是稳健的。

3. 排除极端值的影响

为控制极端值干扰,本文对变量进行双侧 1% 缩尾处理。表 3 列(5)和列(6)结果显示,处理后公共充电站的回归系数不仅仍显著为正,且数值略有上升,进一步强化了基准结论的稳健性。

表 3 稳健性检验

变量	更换样本时间		替换解释变量		调整极端值	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality
Charger	0.031 04 *** (0.003 50)	0.001 13 *** (0.000 16)	0.154 59 *** (0.014 45)	0.004 96 *** (0.000 63)	0.030 88 *** (0.003 46)	0.001 14 *** (0.000 15)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	100 817	100 817	108 725	108 725	108 725	108 725
R ²	0.409	0.285	0.278	0.134	0.277	0.136

(三) 内生性讨论

1. 倾向得分匹配

考虑到公共充电站的建设并非随机,其选址往往集中于商业集聚程度高与人流量较大的区域,这可能导致样本存在选择性偏误。鉴于此,本文进一步采用倾向得分匹配来缓解该问题。本文通过有放回的卡尺内近邻匹配法,按照 1:1 的比例对样本进行配对。在匹配过程中,以公共充电站数量的均值为界,将连续变量转为二元处理变量。然后,通过 Logit 模型估计倾向得分,协变量与前文控制变量保持一致。结果显示,在消费数量与消费质量分别作为因变量的情形下,不论按照 1:1 还是 1:2 样本配对,匹配前后平均处理效应(ATT)均在 1% 的显著性水平上为正。在共同支撑范围检验中,非处理组与处理组仅有 9 个和 40 个样本超出共同取值区间,表明绝大多数样本可参与有效匹配。

平衡性检验结果显示,经匹配,协变量的偏差均小于 10%,表明处理组与控制组的可观测变量将不存在显著差异。核密度图结果显示,匹配后处理组与控制组更接近,这进一步表明匹配效果较好。根据倾向得分,为处理组匹配特征相似的控制组,并用匹配后的样本重新估计公共充电站对居民消费活力的影响。表 4 汇报了回归结果,结果显示,核心解释变量的回归系数依然显著为正。这表明在缓解了样本自选择问题后,基准结论依然稳健。

表 4 PSM 检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality
	1:1		1:2	
Charger	0.025 83 *** (0.004 89)	0.000 90 *** (0.000 22)	0.026 36 *** (0.004 06)	0.000 95 *** (0.000 18)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	46 251	46 251	66 860	66 860
R ²	0.275	0.131	0.274	0.129

2. 工具变量检验

为进一步缓解遗漏变量等不可观测因素的干扰,本文采用工具变量法进行缓解。具体而言,本

文选取餐饮店与周边 5 km 范围内汽车销售门店的平均直线距离作为公共充电站的工具变量。其理由:一是汽车销售企业在推广新能源汽车过程中,通常积极推动配套充电设施的布局,以增强产品吸引力、缓解顾客里程焦虑,已有研究表明,汽车销售集中区域往往是充电桩建设的优先覆盖对象^[31],因此餐饮店距离周边汽车销售门店的平均距离,能够反映其所处区域充电基础设施的分布密度,满足相关性条件;二是汽车销售门店的空间布局主要由土地规划、交通可达性与城市功能区划等宏观因素决定,与餐饮店的日常经营和消费者选择行为无直接关联。两类业态的服务对象、消费频率和决策逻辑存在显著差异,即便存在一定顾客重叠,其影响路径亦非直接,满足排他性条件。

为保证稳健性,本文同时汇报 4 km 与 6 km 的回归结果,具体结果见表 5。列(1)、列(4)、列(7)为第一阶段回归结果,工具变量的回归系数均显著为负,表明餐饮店距离汽车销售店越近,其周边公共充电站的密度越高,排除了弱工具变量问题。列(2)~列(3)、列(5)~列(6)、列(8)~列(9)为第二阶段回归结果,公共充电站对消费数量、质量的回归系数均显著为正,说明基准结论是稳健的。

3. 安慰剂检验

考虑到酒后不能驾车的安全法规和常识,若餐饮店主营业务为酒类消费,汽车用户即便在充电站充电,也大概率不会选择到附近的酒吧等场所进行消费。为区分一般餐饮消费和饮酒消费,本文从样本中筛选出餐饮店名称与“酒”相关的样本,重新回归分析^④。筛选后的回归结果见表 6 列(1)和列(2)。结果显示,公共充电站对饮酒消费并未产生促进作用,这证实了基准结论的稳健性。此外,由安慰剂检验结果可知,公共充电站不会对酒类餐饮消费产生显著促进作用。因此,酒类餐饮店可以自然作为对照组,而非酒类餐饮店作为

④ 本文首先通过关键词:酒、精酿、bar、beer 和 wine 筛选样本,并在此基础上剔除餐饮店所在路段名称含“酒”且不涉及“酒”的样本,最终得到 3 026 个观测值。

表 5 工具变量检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	Charger	lnQuantity	lnQuality	Charger	lnQuantity	lnQuality	Charger	lnQuantity	lnQuality
	第一阶段	第二阶段		第一阶段	第二阶段		第一阶段	第二阶段	
4 km 可达性	-0.134 83 *** (0.007 40)	—	—	—	—	—	—	—	—
5 km 可达性	—	—	—	-0.093 65 *** (0.006 27)	—	—	—	—	—
6 km 可达性	—	—	—	—	—	—	-0.108 47 *** (0.005 35)	—	—
Charger	—	0.793 21 *** (0.089 40)	0.032 86 *** (0.003 94)	—	1.114 11 *** (0.121 89)	0.043 46 *** (0.005 25)	—	0.523 03 *** (0.080 66)	0.021 53 *** (0.003 59)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	108 725	108 725	108 725	108 725	108 725	108 725	108 725	108 725	108 725
不可识别检验	337.228 [0.000]			226.724 [0.000]			422.541 [0.000]		
弱工具变量检验	169.854 [16.38]			103.525 [16.38]			175.775 [16.38]		

注:大括号内是 p 值,方括号内是 Stock-Yogo 检验在 10% 水平的临界值。

处理组。在此基础上,本文利用餐馆类型的异质性构建一个类差分模型。在基准模型中剔除原有公共充电站变量,引入非酒类餐饮店虚拟变量与 500 m 范围内充电站虚拟变量,以及二者的交互项,以检验公共充电站对居民消费活力的影响。类差分模型的估计结果见表 6 列(3)和列(4)。结果显示,公共充电站依然能够对消费数量、质量产生促进作用,这再次证实了基准结论的稳健性。

表 6 安慰剂检验

变量	安慰剂检验		类差分模型	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality
Charger	-0.005 38 (0.012 28)	0.000 10 (0.000 26)	—	—
Did	—	—	0.397 95 *** (0.052 67)	0.011 63 *** (0.001 44)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	3 026	3 026	108 725	108 725
R ²	0.297	0.275	0.290	0.183

(四)最佳范围分析

图 1 展示了基于渐进式空间划分的回归结果。回归以不同距离范围内的公共充电站数量作为核心解释变量,考察其对消费数量、质量的影响,并对估计系数进行可视化呈现。结果发现,公共充电站对消费数量与质量的回归系数在多数距离区间内均显著为正,且均在 500 ~ 700 m 区间最为显著。消费数量与质量平均分别提升 9.422% ~ 10.262%、0.328% ~ 0.351%。因此,公共充电站的溢出效应在 500 ~ 700 m 最为显著,体现出基础设施空间布局的非线性边界效应。原因在于以下 2 个方面。一方面,多数新能源汽车用户在出行过程中会主动关注公共充电站的分布情况,并在有补能需求时愿意为就餐等消费活动适度绕行。

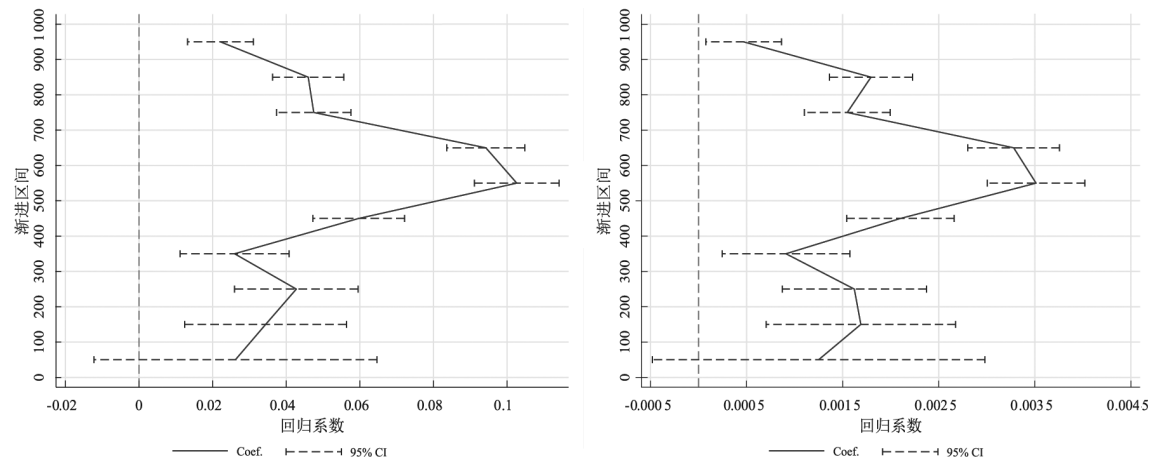


图 1 搜索半径渐进划分可视化图

500 ~ 700 m 的空间距离在实际出行中所需时间和交通成本较低,既不会对行程造成显著负担,又能避免因过度接近充电站而带来的噪声与安全隐患。因此,该距离范围在消费者心理和行为层面更具接受度,有助于将充电需求转化为周边餐饮消费,从而提升消费数量。另一方面,公共充电站往往位于交通干道附近,车流密度大、环境嘈杂,若餐饮门店与充电站距离过近,可能对顾客的就餐体验造成负面影响,抑制消费质量。而 500 ~ 700 m 的距离可在兼顾充电便利性的同时,提供相对安静、舒适的就餐环境,使消费者更愿意停留并提升消费满意度。

(五)机制检验

本文从人口活力与环境优化两个维度检验公共充电站通过何种路径影响居民消费活力。表 7 汇报了式(2)的估计结果。列(1)~列(3)分别考察公共充电站在早餐(8点)、午餐(12点)与晚餐(19点)3个时段对消费数量的人口活力机制。结果显示,在3个时段公共充电站均显著提升了人口活力值,这表明公共充电站能够提升餐饮店附近人流量,进而提升消费数量。对比不同时段可以发现,这一机制在午餐时段效果最明显。可能是因为:早餐期间,消费者通常选择在住所附近快速就餐,出行半径有限;晚餐时段则可能受到工作疲劳与交通拥堵等约束,整体出行意愿低于中午。因此,午餐时段成为公共充电站激发人口活力的最敏感时段。

表 7 机制检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	Vitality1	Vitality2	Vitality3	Pollution
Charger	0.341 78 *** (0.013 64)	0.680 34 *** (0.018 81)	0.488 72 *** (0.019 89)	-0.016 89 *** (0.002 67)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	108 725	108 725	108 725	108 725
R ²	0.453	0.486	0.435	0.721

列(4)报告了公共充电站对消费质量的环境优化机制检验结果。回归显示,公共充电站的回归系数为-0.016 89,在1%的水平上显著为负,表明公共充电站能够优化空气质量进而改善消费体验,显著提升消费质量。在传统燃油车占比较高

的区域,汽车尾气是主要污染源之一,尤其在人流密集的餐饮商圈,大量燃油车进出进一步加剧空气污染。而充电设施的完善有助于提升新能源汽车出行的便利性与普及率,进而替代部分燃油车出行,减少尾气排放。更清洁的空气环境有助于提升顾客的就餐舒适度与整体消费体验,从而在质量维度上产生正外部性。

(六)异质性分析

1. 地理集聚的异质性分析

餐饮业作为典型的接触型服务业,其空间分布通常呈现地理集聚特征。为检验公共充电站的溢出效应是否受地理集聚程度而异,本文采用与前文相同的方法,筛选并统计每家餐饮店 500 m 范围内其他餐饮店的数量,以此衡量其所处区域的地理集聚程度,并依据中位数对样本进行分组回归。表 8 结果显示,在地理集聚程度较弱区域,公共充电站对消费数量与质量的促进作用更为显著,且通过了组间差异检验。可能是因为:在集聚程度较弱的区域,新能源汽车用户在充电后的就餐选择较为有限,区域内少数餐饮店可独占或优先承接这部分充电客流,形成流量垄断特征。而在高度集聚区域,尽管总体人流密度更大,但用户的选择空间也更广,竞争加剧使得公共充电站带来的消费促进效应在个体餐饮店层面被显著稀释。

表 8 地理集聚的异质性分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	地理集聚 程度弱	地理集聚 程度强	地理集聚 程度弱	地理集聚 程度强
	lnQuantity		lnQuality	
Charger	0.038 66 *** (0.005 50)	0.008 29 ** (0.004 22)	0.001 14 *** (0.000 24)	0.000 63 *** (0.000 19)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	54 005	54 720	54 005	54 720
R ²	0.257	0.274	0.114	0.133
组间差异检验	0.030 ***		0.001 **	

注:组间差异检验结果是通过费舍尔组合检验,抽样 1 000 次估计获得。如无特殊说明,全文分组回归分析均基于此方法。

2. 空间异质性分析

北京市中心城区与郊区在人口密度、交通便利性及消费偏好等方面存在差异,这可能导致不同区位居民对公共充电设施的依赖程度及其消费

响应存在异质性。为此,本节将从距离市中心距离与行政区划^⑤两个方面进行分析。一方面,本文将天安门广场视为城市中心,并以六环路(半径约 30 km)为中心城区与郊区的分界线,进行分组回归分析。结果显示,公共充电站对消费数量和消费质量在中心城区与郊区均具有显著正向影响,且郊区的系数更大,并通过了组间差异检验。这表明公共充电站在郊区对消费活力的促进效应更为显著。另一方面,本文基于行政区划标准,将样本分为中心城区与郊区(含近郊区与远郊区),进行分组回归。表 9、表 10 结果显示,公共充电站对消费数量和质量在中心城区与郊区均具有正向影响,在郊区回归系数更大且均通过了组间差异检验,这表明公共充电站在郊区的作用更明显。进一步细分近郊区与远郊区后发现:在消费数量方面,公共充电站的回归系数在远郊区更大,且通过了组间差异检验,说明远郊地区的消费数量更易受充电设施的影响;在消费质量方面,近郊区的影响显著为正,而远郊区不显著,但未通过组间差异检验,说明二者在提升消费质量方面无显著差异。

表 9 按照行政区划的空间异质性分析 I

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	中心城区	郊区	近郊区	远郊区
	lnQuantity			
Charger	0.018 03 *** (0.003 78)	0.083 38 *** (0.007 37)	0.062 43 *** (0.007 72)	0.119 34 *** (0.025 47)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	65 320	43 405	36 638	6 767
R ²	0.275	0.202	0.219	0.157
组间差异检验	0.065 ***		0.057 ***	

表 10 按照行政区划的空间异质性分析 II

变量	(5)	(6)	(7)	(8)
	中心城区	郊区	近郊区	远郊区
	lnQuantity			
Charger	0.000 64 *** (0.000 17)	0.003 12 *** (0.000 32)	0.002 60 *** (0.000 34)	0.001 71 (0.001 11)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	65 320	43 405	36 638	6 767
R ²	0.126	0.101	0.116	0.059
组间差异检验	0.002 ***		-0.001	

3. “新”与“旧”基础设施的替代效应分析

鉴于公共交通与自驾出行之间可能存在替代或竞争效应。本文进一步考察公共充电站在是否邻近地铁站情境下对消费活力的异质性影响,并据此识别新能源汽车出行与轨道交通之间的空间互动关系。表 11 列(1)~列(2)与列(3)~列(4)显示,公共充电站的系数均显著为正,且在无地铁站时更大。然而,组间差异仅在消费数量回归中通过了检验,表明公共充电站对消费数量的影响在无地铁覆盖区域更为明显,对消费质量的影响则无显著差异。

在消费数量方面,一是地铁与新能源汽车作为两类主要出行方式,在功能上存在替代性。地铁运量大、通勤成本低,在高峰时段更受欢迎。而新能源汽车在城市核心区面临停车困难与拥堵成本,导致在地铁站密集区域,消费者更倾向于地铁出行,进而削弱了充电站周边餐饮店的客源基础。二是新能源汽车用户在充电过程中,往往会顺带在周边商铺消费,形成独特的等待型消费场景。而地铁出行则缺乏这种附带性消费,致使依托充电场景而存在的餐饮店面临客流断层。在消费质量方面,虽然地铁站和充电站在引流功能上存在重叠,但消费质量更多依赖于场景体验、环境氛围与服务内容,单纯的基础设施分布难以构成显著差异。

表 11 “新”与“旧”基础设施的替代效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	无地铁站	有地铁站	无地铁站	有地铁站
	lnQuantity		lnQuality	
Charger	0.035 77 *** (0.004 22)	0.020 65 *** (0.005 65)	0.001 20 *** (0.000 19)	0.000 94 *** (0.000 26)
控制变量	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制
N	81 304	27 421	81 304	27 421
R ²	0.265	0.275	0.127	0.128
组间差异检验	-0.015 **		-0.000	

4. 餐饮类型差异分析

充电桩主要分为快充和慢充两种类型。快充

⑤ 划分标准:中心城区:东城区、西城区、朝阳区、海淀区、丰台区、石景山区;近郊区:大兴区、通州区、顺义区、昌平区、门头沟区、房山区;远郊区:怀柔区、平谷区、密云区、延庆区。

通常需 30 min 到 2 h;慢充则通常需要 8 h 以上。在非居家环境中,由于居民出行时间有限且行程紧凑,大多数车主会优先选择快充方式,以便接续行程。与此同时,餐饮行业业态丰富,包含速食简餐、常规正餐、休闲慢餐等。不同类型的餐饮店用餐时长各不相同,消费者的用餐体验和时间消耗也有显著差异。基于新能源汽车充电时长与餐饮类型的匹配差异,本节探讨公共充电站的溢出效应是否会因餐饮类型而异。

本文的样本中有东北菜、东南亚菜、中东菜、俄罗斯菜等 38 种品类。本文大致将餐饮店类型按照用餐时长分为 3 类^⑥:第一是速食简餐类;第二是常规正餐类;第三是休闲慢餐类。接下来,本文按照餐饮店分类进行分组回归。估计结果见表 12。公共充电站对速食简餐和常规正餐的消费数

量与消费质量的回归系数均显著为正,且公共充电站对常规正餐的回归系数最大,而对于休闲慢餐则未显示出显著的提升效果。组间差异检验结果均至少在 5% 的水平上显著。这表明,公共充电站对常规正餐消费的影响最大,其次是速食简餐,而休闲慢餐并未受到影响。主要原因在于:一方面,使用公共充电站的消费者通常行程紧凑,倾向于选择与充电时长相匹配的餐饮类型。速食简餐与常规正餐出餐速度快,能够满足即时需求,而休闲慢餐耗时较长,延迟消费者行程的概率较大,导致消费者选择休闲慢餐的频率较低。另一方面,充电站周边人员流动大、车辆多、环境嘈杂,与速食简餐和常规正餐对环境的要求相匹配,但与休闲慢餐追求的安静舒适氛围冲突,因此公共充电站对休闲慢餐类餐饮消费没有促进作用。

表 12 按照饮食类型分组回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	速食简餐		常规正餐		休闲慢餐	
	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality	lnQuantity	lnQuality
Charger	0.024 50 *** (0.004 14)	0.000 58 *** (0.000 15)	0.050 74 *** (0.006 54)	0.002 48 *** (0.000 33)	0.003 05 (0.009 37)	-0.000 34 (0.000 47)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
区固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	59 441	59 441	34 262	34 262	8 007	8 007
R ²	0.234	0.062	0.335	0.177	0.324	0.092
组间差异检验	0.026 ***	0.002 ***	-0.048 ***	-0.003 ***	0.021 **	0.001 **

注:列(1)、列(2)分别为速食简餐和常规正餐在消费数量、消费质量的组间差异检验结果。列(3)、列(4)是常规正餐和休闲慢餐在消费数量、消费质量的组间差异检验结果。列(5)、列(6)是休闲慢餐和速食简餐在消费数量、消费质量的组间差异检验结果。

五、结论与政策建议

(一)研究结论

本文基于北京市的多源异构大数据,利用“大众点评网”与高德地图 POI 数据,实证检验了公共充电站对居民消费活力的影响。主要有以下发现。

第一,公共充电站对居民消费活力能够产生溢出效应,且这一影响在 500 ~ 700 m 最为显著。第二,公共充电站通过增加餐饮店周围的人流量提高居民消费数量,通过降低空气污染提高居民

消费质量。第三,公共充电站的溢出效应在地理集聚程度较弱区域更为明显。相较于中心城区,公共充电站的溢出效应在郊区更为明显。进一步细分远、近郊区后发现,这一影响在远郊区更明显,而对消费质量的影响在远、近郊区之间差异并不显著。公共充电站的溢出效应影响在无地铁覆盖区域更明显,但对消费质量的影响并不存在显著差异。按用餐时长划分,充电站对常规正餐的带动效应最强,速食简餐次之,休闲慢餐无显著影响。

⑥ 样本内部分菜品难以归类。如其他美食、美食、素食、食品滋补等表述模糊,无法契合基于用餐时长的分类框架,故不参与分类。

(二)政策启示

随着新能源汽车市场的不断壮大,理解并利用充电基础设施对消费活力的溢出效应,对于当前畅通内循环实现经济高质量发展具有重大的现实意义。基于此,本文提出以下政策建议。

第一,持续完善充电基础设施体系,激发居民消费活力。政府有关部门首先应加强逆周期调节,加大对公共充电站等新型基础设施的投资力度,持续吸引社会资本投入充电基础设施建设,尤其要为引入邻近商家等利益相关方的投资创造条件。其次,要推动超级充电桩、智能有序充电桩等新设备应用,提高设施利用率与运营效率。城市规划部门应重视充电站的商业带动效应,推动充电站与智能交通、停车管理等系统的互联互通,实现城市精细化治理。最后,强化顶层设计与行业监管,制定统一的建设标准与运营指南,确保充电网络安全高效运行,最大化其消费外溢效应,以扩大内需和实现高质量发展。

第二,依地情定举措,优化充电基础设施的消费提升效应。本文发现,与中心城区相比,公共充电站对郊区消费活力的影响更大。因此,政府部门应把郊区充电基础设施的建设和完善列入城市规划工作的重点。一方面这样做可以提高基础设施的投资收益,优化城市内部充电基础设施的消费提升效应;另一方面能够推动城市群间资源整合与互联互通,如构建京津冀、长三角、粤港澳等区域的消费联动新格局。基于充电基础设施在不同区域的异质性影响,政府相关部门在进行顶层设计时,应该做到:①实行差异化的区域推广策略,根据不同区位消费结构和人口密度调整财政补贴强度;②精准识别优先布局区域,避免多建、少建、错建,注重新老基础设施的融合与复合布局,最大化投资回报;③建立统一数据库和空间决策支持系统,综合考虑地块可用性、周边消费潜力与配套设施,提升资源配置效率。

第三,打造“即充即享”复合型消费场景,培育新消费生态。本文按就餐时长分组回归发现,

公共充电站对常规正餐消费的影响最大,速食简餐次之,休闲慢餐没有显著影响。基于此,应推动场景化充电网络布局,在交通枢纽和商业综合体周边配套极速充电与标准化餐饮服务,结合充电优惠券推出“充电+餐饮”联合套餐,延长消费者停留时间。对休闲慢餐业态,鼓励充电站与餐饮企业联营,支持书吧、茶艺等场景发展“充电社交”,并提供运营补贴。通过智能引导、预约充电等功能,适应多元用餐需求,助力餐饮业稳定发展,进一步释放消费潜力。

参考文献:

- [1] 李晓敏. 新能源汽车发展的阻滞与突破路径研究[M]. 北京:中国社会科学出版社,2024.
- [2] 李晓敏,刘毅然. 充电基础设施对新能源汽车推广的影响研究[J]. 中国软科学, 2023(1): 63-72.
- [3] QIAN L, ZHANG C. Complementary or congruent? the effect of hosting Tesla charging stations on hotels' revenue[J]. Journal of travel research, 2023, 62(3): 663-684.
- [4] ZHENG Y, KEITH D R, WANG S, et al. Effects of electric vehicle charging stations on the economic vitality of local businesses [J]. Nature communications, 2024, 15(1): 7437.
- [5] 赵小磊,李雪梅,毛雨濛. “电区房”的溢价效应:来自微观房屋交易信息的证据[J]. 世界经济, 2024(12): 219-248.
- [6] DONG G, MA J, WEI R, et al. Electric vehicle charging point placement optimisation by exploiting spatial statistics and maximal coverage location models[J]. Transportation research part D: transport and environment, 2019, 67: 77-88.
- [7] ARLT M L, ASTIER N. Do retail businesses have efficient incentives to invest in public charging stations for electric vehicles? [J]. Energy economics, 2023, 124: 106777.
- [8] YU Z, LI S, TONG L. Market dynamics and indirect network effects in electric vehicle diffusion[J]. Transportation research part D: transport and environment, 2016, 47: 336-356.
- [9] GLAESER E L, KOLKO J, SAIZ A. Consumer city[J]. Journal of economic geography, 2001, 1(1): 27-50.
- [10] WALDFOGEL J. The median voter and the median consumer: local private goods and population composition[J].

Journal of urban economics, 2008, 63(2): 567-582.

[11]王峤,刘修岩.空间发展模式与中国城市增长:基于几何形态视角的考察[J].经济学(季刊),2024(2): 588-604.

[12]钟粤俊,陆铭,奚锡灿.集聚与服务业发展:基于人口空间分布的视角[J].管理世界,2020(11): 35-49.

[13]彭冲,韩立彬,岑燕.城市内部空间结构与消费多样性:街区大数据视角[J].世界经济,2023(12): 64-91.

[14]邓慧慧,曾庆阁,张三峰,等.城市空间形态如何影响居民消费[J].财贸经济,2024(7): 130-146.

[15]彭冲,金培振.消费型街道:道路密度与消费活力的微观证据[J].经济学(季刊),2022(4): 1361-1382.

[16]李兵,郭冬梅,刘思勤.城市规模、人口结构与不可贸易品多样性:基于“大众点评网”的大数据分析[J].经济研究,2019(1): 150-164.

[17]CERVERO R. Efficient urbanisation: economic performance and the shape of the metropolis[J]. Urban studies, 2001, 38(10): 1651-1671.

[18]KOSTER H R A, PASIDIS I, VAN OMMEREN J. Shopping externalities and retail concentration: evidence from Dutch shopping streets[J]. Journal of urban economics, 2019, 114: 1-29.

[19]ZHENG L, CHANG Z, MARTINEZ A G. High-speed rail, market access, and the rise of consumer cities: evidence from China[J]. Transportation research part A: policy and practice, 2022, 165: 454-470.

[20]郭广珍,刘瑞国,黄宗晔.交通基础设施影响消费的经济增长模型[J].经济研究,2019(3): 166-180.

[21]张柳钦,亢延锟.高速公路开通对居民福利的影响:基于中国家庭追踪调查(CFPS)数据[J].南开经济研究,2021(4): 120-141.

[22]肖挺.交通设施、居民的消费区域流向与消费结构:来自我国省际层面的经验证据[J].财贸研究,2018(9):

12-27.

[23]谢凯,秦志龙,张荣杰,等.交通基础设施改善与家庭旅游消费:来自“高铁县”的经验证据[J].数量经济技术经济研究,2023(12): 90-110.

[24]陈勇吏,朱喜,李经,等.共享单车促进了居民消费吗?[J].经济学(季刊),2024(4): 1139-1155.

[25]LIU Y, ZHAO X, LU D, et al. Impact of policy incentives on the adoption of electric vehicle in China[J]. Transportation research part A: policy and practice, 2023, 176: 103801.

[26]MO B, KONG H, WANG H, et al. Impact of pricing policy change on on-street parking demand and user satisfaction: a case study in Nanning, China[J]. Transportation research part A: policy and practice, 2021, 148: 445-469.

[27]LI X, JENN A. Energy, emissions, and cost impacts of charging price strategies for electric vehicles[J]. Environmental science & technology, 2022, 56(9): 5724-5733.

[28]YE Z, BRAGIN M A, YU N, et al. Joint planning of dynamic wireless charging lanes and power delivery infrastructure for heavy-duty drayage trucks[J]. Applied energy, 2024, 375: 124029.

[29]GENG G, XIAO Q, LIU S, et al. Tracking air pollution in China: near real-time PM_{2.5} retrievals from multisource data fusion[J]. Environmental science & technology, 2021, 55(17): 12106-12115.

[30]XIAO Q, GENG G, CHENG J, et al. Evaluation of gap-filling approaches in satellite-based daily PM_{2.5} prediction models[J]. Atmospheric environment, 2021, 244: 117921.

[31]HUANG W, WU L, ZENG X, et al. Analysis of spatial distribution characteristics of electric vehicle sales and service shops and the corresponding influencing factors[J]. Transactions in GIS, 2023, 27(5): 1357-1390.