

移动支付会削弱环境政策效果吗?

——基于庇古税凸显性视角下的消费者行为分析

祝嘉良 曾咏新 方颖*

摘要: 本文使用中国某沿海城市2016—2020年个人层面线下零售消费数据,考察移动支付是否削弱了商品零售场所塑料购物袋有偿使用政策的实施效果。研究发现,移动支付明显降低了塑料袋价格这一庇古税的税收凸显性,导致与现金支付相比,消费者在使用移动支付时更倾向于购买塑料袋。本文借助消费者在现金支付下的取整行为,对移动支付如何影响庇古税凸显性进行机制上的分析与验证。

关键词: 移动支付;庇古税凸显性;消费者行为

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2026.04.14

一、引言

移动支付的普及极大提升了居民生活的便利程度,但与此同时,消费者支付方式的转变是否也在无形中改变了部分环境政策得以生效的心理基础?尤其对庇古税形式的环境政策而言,消费者对庇古税的感知程度可能影响环境政策的实际效果(Chetty et al., 2009; Finkelstein, 2009; Sexton, 2015),文献将这种特征定义为“税收凸显性”(tax salience),也称“税收显著性”。以中国2008年开始实施的“限塑令”^①为例,其本质是一项针对消费者的庇古税政策,因为消费者需要为购买和使用塑料袋付出成本,此时消费者对塑料袋价格的感知程度正是庇古税凸显性的一种外在表现。在现金支付主导时期,“限塑令”对限制一

* 祝嘉良,厦门大学宏观经济研究中心、厦门大学经济学院、厦门大学王亚南经济研究院、计量经济学教育部重点实验室(厦门大学);曾咏新,厦门大学经济学院;方颖,广东外语外贸大学国际经济贸易研究院。通信作者及地址:方颖,广东省广州市番禺区广州大学城外环东路178号广东外语外贸大学南校区,510006;电话:15019718772;E-mail:fangying95@foxmail.com。作者感谢本刊编辑部和匿名审稿专家的建设性意见,以及国家自然科学基金项目(72133004)和福建省社会科学基金项目(FJ2026B026)的资助。本研究得到计量经济学教育部重点实验室(厦门大学)高性能计算平台的支持。

① 2007年12月出台的《国务院办公厅关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》规定“自2008年6月1日起,在所有超市、商场、集贸市场等商品零售场所实行塑料购物袋有偿使用制度,一律不得免费提供塑料购物袋”,该通知也被广泛称为“限塑令”。详见https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2008-03/28/content_4869.htm,访问时间:2025年3月28日。

一次性塑料袋消费起到了重要作用(何浩然和陈安来,2010;He,2012)。但与现金支付相比,移动支付的非实体性降低了消费者的“支付痛苦”(pain of paying),削弱了消费者对价格的感知能力(Soman,2003;Agarwal et al.,2024)。考虑到“限塑令”以塑料袋价格的形式收取庇古税,如果移动支付削弱了消费者对塑料袋价格的感知能力,是否会导致“限塑令”这一塑料袋庇古税的税收凸显性出现下降从而削弱政策效果?

基于此,本文使用中国某沿海城市2016—2020年个人线下消费数据对移动支付的潜在环境影响进行考察,发现与现金支付相比,消费者在使用移动支付时有更高的塑料袋购买倾向。本文借助消费者在使用现金支付时的取整行为,验证移动支付对塑料袋庇古税凸显性的影响机制,因为消费者为了在现金交易中规避持有小面额零钱所带来的不便,倾向于将消费金额进行取整(Chen et al.,2019)。考虑以下两种情形:一是当恰好存在一个可以通过购买塑料袋进行取整的金额时,比如当消费金额为19.8元时,消费者可以购买一个0.2元的塑料袋将总金额取整为20.0元;二是当消费金额已经是一个整数时,比如消费金额为20.0元,此时购买一个塑料袋将会使消费金额达到20.2元,如果消费者本身没有携带零钱,将不得不用更大面额的现金进行找零,从而导致持有小面额零钱的不便,此时消费者购买塑料袋的倾向会降低。两种情形显示出塑料袋价格这一庇古税的税收凸显性,因为消费者此时能够更加切实地感知塑料袋价格的存在。本文通过断点回归进行了验证,当断点为4.9、9.9、14.9等特殊点位时,消费者的塑料袋购买倾向在断点处有一个显著的下降。相反,取整行为在消费者使用移动支付时是不显著的,因为移动支付免去了处理实体货币的需要,导致塑料袋庇古税凸显性的下降。本文的定量估计结果表明,如果全国范围内的消费者将支付方式完全转向移动支付,将导致每年额外13.9亿至27.3亿个塑料袋的使用,约占“限塑令”实施以来平均每年减少的塑料袋使用数量的10.4%至20.4%,这一发现意味着移动支付普及导致的消费者行为转变使得“限塑令”这一环境政策的有效性受到挑战。

现有文献针对移动支付如何影响消费者行为以及数字经济发展如何影响环境进行了较为丰富的研究。研究发现移动支付通过提升金融包容性、降低风险、缓解流动性限制与降低心理账户损失等角度影响了消费者的行为(Huang et al.,2020;Zhao et al.,2022;Zhu et al.,2023),数字平台、数字监管等方面的进步促进了国内经济的绿色发展(曹光宇等,2023;余典范等,2023),数字外卖平台的绿色助推也有助于减少一次性餐具的使用(He et al.,2023)。但是,移动支付普及所引致的零售领域消费者行为变化是否可能对已有环境政策的效果造成潜在影响,现有文献的研究仍然较少。

因此,本文的贡献在于:第一,研究思路,本文将“支付痛苦”与“税收凸显

性”两个概念相联系,揭示了移动支付影响消费者塑料袋购买行为的重要机制。现有文献已经表明移动支付作为一种非实体的支付方式会改变消费者对价格的感知程度(Soman, 2003; Agarwal et al., 2024),同时消费者对税收的感知程度可能影响税收的实际效果(Chetty et al., 2009; Finkelstein, 2009; Sexton, 2015),国内文献也针对消费者、企业等不同纳税主体考察了税收凸显性在税收制度中的重要性(陈怡心和代志新, 2024; 樊勇等, 2018)。本文强调了税收凸显性在庇古税政策中的作用,以及移动支付如何通过影响消费者对塑料袋价格的感知进而影响塑料袋庇古税的税收凸显性。第二,研究方法上,本文巧妙地利用了现金支付下的取整行为,为验证移动支付如何影响税收凸显性提供了新的实证手段。根据 Prescott and Shy(2023),在使用现金支付的交易中,持有小面额零钱可能带来的不便会影响消费者的购买行为。在这一因素的影响下,消费者更偏好一个整数形式的消费金额(Lynn et al., 2013; Wadhwa and Zhang, 2015; Kelting et al., 2019),这种偏好也刺激消费者进行额外的消费以实现消费金额的取整(Chen et al., 2019; Shy, 2020; Knotek II, 2008; 祝嘉良等, 2026)。本文借助消费者使用现金支付时的取整行为,考察在消费者使用移动支付时,塑料袋庇古税的税收凸显性是如何被影响的。第三,研究结论上,虽然现有文献已经验证了庇古税在减少塑料袋消费方面的有效性(Convery et al., 2007; He, 2012; Cabrera et al., 2021),但本文在此基础上进一步考虑支付方式转变对政策效果的影响。从数字化转型发展的视角,现有文献表明数字化对不同国家(地区)的金融、就业等方面产生积极影响(Deininger and Goyal, 2012; Suri et al., 2021; Kelley et al., 2024),国内文献同样考察了移动支付对促进家庭金融、消费等方面的积极作用(尹志超等, 2019; 马彪等, 2023; 骆文月等, 2024)。本文聚焦移动支付如何改变消费者行为以及由此带来的潜在环境影响,有助于完善对数字化转型发展这一概念的理解,也为政府的相关环境政策制定提供了视角拓展与数据支持。

二、实证研究设计

(一) 政策背景:中国塑料袋庇古税政策——“限塑令”

2007年12月,政府为了应对日益严重的塑料袋污染问题,发布《国务院办公厅关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》,并自2008年6月起开始实施。这一政策旨在限制塑料袋的使用,因此也被广泛称为“限塑令”。“限塑令”规定在商品零售场所实行塑料购物袋有偿使用制度,此时购买塑料袋所花费的金额对消费者而言无异于一种庇古税,有助于鼓励消费者减少塑料袋的使用。在“限塑令”实施五年后,全国主要商品零售场所的塑料袋消费数量减少了670

亿个,相当于节约600万吨石油。^①现有文献同样通过实证研究证实了“限塑令”的积极成果,何浩然和陈安来(2010)、He(2012)发现“限塑令”在中短期内使得消费者购买的新塑料袋数量显著减少约50%。

(二) 数据处理

本文使用中国某沿海城市的个人层面线下零售交易数据,对庇古税凸显性视角下的消费者行为进行分析。数据来自该沿海城市的一家大型连锁零售公司,该零售公司同时也是地区性的龙头企业,在当地经营超过70个商业实体,包括购物中心、超市、家电商场及便利店等。该公司所在的沿海城市常住人口300余万,2020年平均可支配收入约为5万元人民币。本文使用该大型连锁零售公司提供的2016—2020年线下零售交易数据,且并不涉及线上购物平台等渠道,具体指标包括消费者每次交易所购买的具体商品、消费金额、支付方式、交易时间及所在超市等,本文通过会员号识别消费者并构建面板数据^②。

塑料袋销售方面,该公司旗下所有超市均只销售两种款式的塑料袋,其中中等型号塑料袋价格为0.2元,大型号塑料袋价格为0.3元。该公司旗下所有超市的计费系统均将交易价格向下精确到角,比如当交易价格为19.74元时,消费者只需要支付19.7元。这为消费者在使用现金支付时的取整行为提供了可行性,此时消费者只需要额外购买一个0.3元的塑料袋将金额取整为20.0元,就可以避免持有“角”这一级别的小面额零钱。

图1(a)展示了本文样本期间消费者支付方式的变化趋势。从2016年到2020年,移动支付的使用占比从2%上升到38%,现金支付的使用占比则从55%下降到25%。除了这两种支付方式之外,信用卡和礼品卡的使用占比相对较低且逐年下降,2020年仅各占5%左右。基于图1所展示的情形,本文更关注移动支付与现金支付这两种主要支付方式及其差异^③。图1(b)展示了2016—2020年移动支付与现金支付两种支付方式下的塑料袋消费情况,其中2020年年初塑料袋消费的极端增长可能与疫情相关。数据显示,随着移动支付占比的提升,塑料袋消费整体呈现增长的趋势,尽管使用现金支付购买的塑料袋持续下降,但并不足以完全抵消移动支付导致的增长,这进一步佐证了移动支付可能导致塑料污染问题的观点。

① 详见 <https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=19678>, 访问时间:2025年3月28日。

② 本文回归数据的描述性统计见附录I。限于篇幅,附录未在正文列示,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载。

③ 本文数据只保留使用现金支付与移动支付两种支付方式的交易。如果消费者在当次交易中只购买了家具、电器等大件商品,一方面金额较大更可能使用移动支付,另一方面大件商品不需要对是否购买塑料袋进行决策,因此可能导致回归结果的偏误,本文将这部分交易从样本中删除。

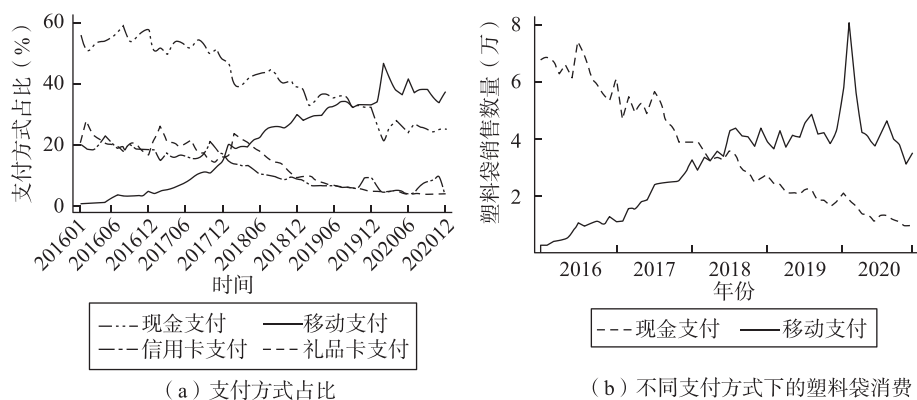


图 1 消费者支付方式及塑料袋消费的变化趋势(2016—2020 年)

数据来源:根据中国某沿海城市个人消费数据计算得到。

(三) 计量模型构建

本文重点考察消费者在使用现金支付与移动支付两种不同支付方式时的塑料袋购买行为差异,模型设定如下:

$$Y_{in(jt)} = \alpha_0 + \alpha_1 Mobile_{in(jt)} + \alpha_2 X_{in(jt)} + \nu_i + \delta_j + \mu_t + e_{in(jt)}, \quad (1)$$

其中,下标 i 、 n 分别表示消费者与交易序数,因此每一条数据代表消费者 i 在样本期间的第 n 次交易,此外 j 、 t 分别表示交易所在超市与交易时间。 Y 表示消费者在塑料袋购买方面的行为,包括三个指标:是否购买塑料袋 If 、购买塑料袋的数量 $Quantity$ 、购买塑料袋的金额 $Expenditure$,其中针对是否购买塑料袋使用的是 Logit 模型。 $Mobile$ 是一个 0-1 变量,如果消费者在当次交易使用移动支付则为 1,使用现金支付则为 0。 X 表示控制变量,包括消费者当次交易的商品总规格 $Spec$ ^①,购买的商品规格越大,对塑料袋的需求越高,以及消费者在上一次交易中是否购买塑料袋 $L.Plastic$,如果消费者在上一次交易中购买了塑料袋,则可能在当次交易中进行重复利用。 ν_i 表示消费者固定效应, δ_j 表示超市固定效应, μ_t 表示时间(年份×月份)固定效应, $e_{in(jt)}$ 表示误差项。

三、实证结果及分析

(一) 基准回归

本部分依据上文构建的计量模型,实证检验移动支付对消费者塑料袋购买行为的影响,表 1 展示了公式(1)的回归结果。由于第(1)列被解释变量 If 为

^① 本文针对商品标签所标注的商品规格进行统计,其中可识别的商品大部分为食品与日用品,同时也是样本中交易频率最高的商品类别,商品规格可识别的交易占交易总数的 90% 以上。商品规格单位包括升与千克,为了简化,本文将升与千克两个单位视为等价,直接加总计算每次交易的商品总规格。

0-1 变量,本文采用 Logit 回归,结果是显著为正的,表明由于移动支付非实体的特点,消费者在使用移动支付时更有可能忽视庇古税的存在,这将导致税收凸显性降低,从而对消费者的塑料袋购买决策产生正向影响。根据表 1 Panel B 的边际效应估计结果,与现金支付相比,使用移动支付会增加消费者约 4.7% 的塑料袋购买倾向。第(2)列与第(3)列的回归结果指向同样的结论,即消费者在使用移动支付时倾向于购买更多数量和金额的塑料袋。

表 1 基准回归结果

	<i>If</i>	<i>Quantity</i>	<i>Expenditure</i>
	(1)	(2)	(3)
Panel A: 回归系数			
<i>Mobile</i>	0.199*** (0.008)	0.051*** (0.003)	0.015*** (0.001)
控制变量	是	是	是
消费者固定效应	是	是	是
超市固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
消费者数量	11 526	11 526	11 526
样本量	529 900	529 900	529 900
R ²		0.032	0.051
Panel B: Logit 回归的边际效应			
<i>Mobile</i>	0.047*** (0.002)		

注:括号内为标准误。*、**和***表示在 10%、5%和 1%的统计水平下显著。下同。

公式(1)的模型设定存在潜在的内生性问题:一是当消费者有意愿购买塑料袋但消费金额又无法取整时,可能选择使用移动支付,从而造成反向因果问题;二是存在遗漏变量导致消费者既倾向于使用移动支付又有更高的塑料袋购买概率,比如消费者习惯只带手机进行购物,等等。因此本文采用两种方法解决内生性问题:一是使用工具变量进行 2SLS 回归;二是以初次使用移动支付作为冲击,构建多期双重差分模型。

(二) 工具变量回归

本文参考尹志超等(2019)和 Zhao et al.(2022)的研究,将超市当天其他消费者的移动支付使用占比 *Mobile_store* 作为工具变量进行 2SLS 回归。原因在于,如果超市使用标语、折扣等形式鼓励消费者使用移动支付,可能改变消费者的支付方式选择,这种选择与消费者是否购买塑料袋或是否取整无关,并且超

市的相关行为最终会体现在当天移动支付使用占比当中。同时根据 Zhao and Guo(2022)的同伴效应理论,消费者在排队结账时观察到的其他消费者的支付方式也可能对消费者的选择产生影响。因此,将超市当天其他消费者的移动支付使用占比作为工具变量符合相关性假设,并且该指标几乎很难通过其他渠道影响消费者的塑料袋购买行为。而消费者本人是否购买塑料袋并不会影响其他消费者的支付方式,因此规避了上文提到的反向因果问题,符合工具变量的外生性假设。

表 2 针对表 1 的三个被解释变量分别进行 2SLS 回归,其中第(1)列为第一阶段回归结果,回归系数显著为正,表明了工具变量与本文核心解释变量的相关性,并且第一阶段的 F 统计量为 8 285.257,大于 10,不存在弱工具变量问题。第(2)—(4)列为第二阶段回归结果,回归系数均显著为正,与表 1 基准回归的结果一致。

表 2 工具变量回归

	<i>Mobile</i>	<i>If</i>	<i>Quantity</i>	<i>Expenditure</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Mobile_store</i>	0.829*** (0.009)			
<i>Mobile</i>		0.024* (0.014)	0.065*** (0.022)	0.026*** (0.005)
控制变量	是	是	是	是
消费者固定效应	是	是	是	是
超市固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
样本量	529 900	529 900	529 900	529 900
R ²		0.022	0.028	0.041

（三）多期双重差分模型

本文试图构建如下多期双重差分模型,将初次使用移动支付之后就一直使用移动支付的消费者作为处理组,从而保证消费者的支付方式选择并不取决于当次交易是否购买塑料袋、消费金额是否取整或其他可能遗漏的变量,并将样本期间只使用现金支付的消费者作为控制组,考察消费者在开始使用移动支付之后是否提升了塑料袋的购买。但需要指出的是,鲜有消费者在整个样本期间只使用现金支付这一种支付方式,并且当部分消费者初次使用移动支付之后,尽管现金使用次数会大幅减少,但也很少有消费者从此不再使用现金。因此本文放宽了对处理组与控制组消费者的筛选条件,将样本期间 80%以上交易都是使用现

金支付的消费者视为控制组,将初次使用移动支付之后便将移动支付作为主要支付方式(移动支付占比80%以上)的消费者视为处理组^①,构建多期双重差分模型。最终得到处理组消费者3 825名,控制组消费者917名。^②模型设定如下:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Treatment_i \times Post_{it} + \beta_2 X_{it} + \nu_i + \mu_t + e_{it},$$

其中,下标*i*、*t*分别表示消费者与时间(月份),数据结构为消费者-月度数据。被解释变量*Y*表示消费者当月购买的塑料袋个数*Quantity*以及购买塑料袋金额*Expenditure*。*Treatment*表示处理组消费者为1,控制组消费者为0。对处理组消费者,*Post*表示初次使用移动支付及之后月份为1,使用移动支付之前为0,控制组消费者*Post*始终为0。控制变量包括消费者当月的平均商品规格及上月购买的塑料袋个数。 ν_i 与 μ_t 分别表示消费者固定效应以及时间(年份×月份)固定效应, e_{it} 表示误差项。

在进行多期双重差分回归之前,本文首先对平行趋势假设进行评估:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=-5}^5 \gamma_k Treatment_i \times Month_{ik} + \beta_2 X_{it} + \nu_i + \mu_t + e_{it}.$$

本文以处理组消费者初次使用移动支付前第6个月(即第-6期)为基期^③,考察处理组消费者在初次使用移动支付之前的塑料袋购买行为与控制组消费者是否存在差异。图2展示了平行趋势假设评估的结果。其中,图2(a)展示了消费者塑料袋购买数量的事前趋势,图2(b)为塑料袋购买金额,两者均未拒绝事前趋势平行的假设。

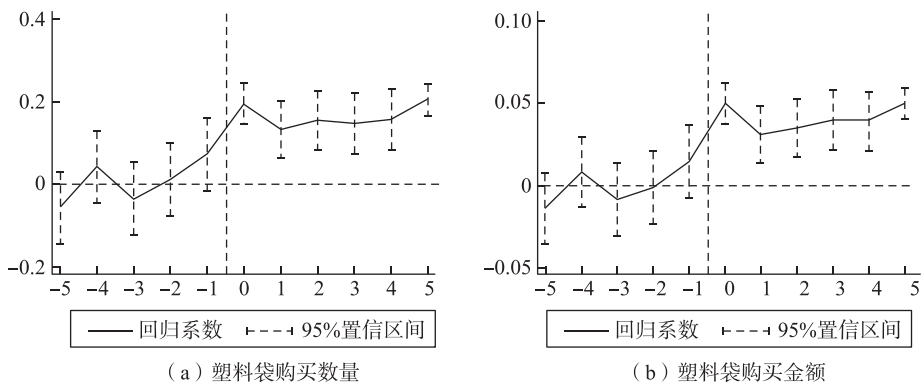


图2 消费者塑料袋购买行为的平行趋势假设评估

注:横轴表示以月份为单位的样本期数,纵轴表示回归系数,以冲击前第6个月(第-6期)为基期。冲击前系数均未在10%的统计水平下显著。

① 在极端情况下,比如消费者在样本末期才开始频繁使用移动支付,会导致“样本期间80%以上交易都是使用现金支付”与“初次使用移动支付之后将移动支付作为主要支付方式”两个条件出现重合,本文将出现这种情况的消费者样本予以删除。

② 本文在附录I中对这部分消费者的交易数据进行描述统计,其中主要变量的数值分布与本文回归样本整体是基本一致的。本文还在附录I中对处理组与控制组消费者的月度数据进行了描述性统计。

③ 本文将第-6期之前的样本归并为第-6期,第5期之后的样本归并为第5期,并使用归并后的第-6期作为基期。

表 3 第(1)列和第(2)列展示了多期双重差分模型的回归结果,可以发现,移动支付的使用显著改变了消费者对塑料袋的购买习惯,消费者每月的塑料袋购买量 *Quantity* 与塑料袋消费金额 *Expenditure* 显著上升,这与表 1 所得到的结论是一致的。

表 3 多期双重差分回归结果

	<i>Quantity</i>	<i>Expenditure</i>
	(1)	(2)
<i>Treatment</i> × <i>Post</i>	0.184*** (0.019)	0.046*** (0.005)
控制变量	是	是
消费者固定效应	是	是
时间固定效应	是	是
样本量	102 573	102 573
R ²	0.039	0.050

（四）稳健性检验与异质性分析

本文通过处理极端值、更改回归方法、分样本回归等稳健性检验保证了本文基准回归结论的有效性,并通过异质性分析发现移动支付的影响在消费者自身消费习惯与消费者所处的消费环境方面存在异质性,具体分析及结果详见附录 II。

四、机制分析

本部分通过考察现金支付下消费者的取整行为,证明移动支付提升消费者塑料袋消费倾向的一个重要机制在于降低了庇古税的税收凸显性。在使用现金支付时,消费者为了避免持有面额过小的零钱,可能通过选择购买塑料袋来实施取整行为,尽管这并不符合消费者最初的意图,但无意中提升了塑料袋的消费。相反,如果消费者原本的消费金额已经是一个整数,那么消费者在使用现金支付时将不会额外购买一个塑料袋,因为这会带来持有小面额零钱的不便。这意味着在使用现金支付时,塑料袋价格作为一种明确的庇古税,消费者对其感知程度较高,也即税收凸显性较高。但是这种现象在消费者使用移动支付时几乎是不存在的,因为移动支付不会引发消费者关于是否愿意持有小面额零钱的权衡,这也反映了移动支付对于庇古税凸显性的微妙影响。

（一）消费者取整行为的内在逻辑

Chen et al.(2019)、Shy(2020)发现携带硬币等小面额零钱所带来的不便会改变消费者在使用现金支付时的购买决策,这也正如 Knotek II(2008)所强调的,消费者在使用现金支付时更喜欢整数金额。考虑到塑料袋本身相对较低的价格,消费者更有可能在取整偏好的驱动下将塑料袋纳入自身的消费决策当中。在这种情形下,塑料袋价格也即庇古税对消费者而言非常凸显。

本文通过简化 Knotek II(2008)的模型对消费者的取整行为进行描述。本文首先定义消费者购买塑料袋的总效用为:

$$U_1 = u_1 - t - \left(\frac{t+p}{P} - 1 \right)^2,$$

其中, U_1 表示消费者购买塑料袋的总效用, u_1 表示持有塑料袋得到的效用,比如塑料袋提供了携带商品的便利, t 表示塑料袋的价格,也即对塑料袋所征收的庇古税。 p 表示除了塑料袋以外,消费者购买其他商品的总消费金额。 P 表示一种没有任何交易摩擦的假设价格,在本文考虑的环境中,交易摩擦指的是本次交易是否会使消费者额外持有小面额零钱,因此无摩擦价格 P 的取值为大于等于消费金额 p 的最小整数。相似地,消费者不购买塑料袋的总效用为:

$$U_2 = u_2 - \left(\frac{p}{P} - 1 \right)^2,$$

其中, U_2 表示消费者不购买塑料袋的总效用, u_2 表示没有持有塑料袋的效用。由于没有购买塑料袋,公式不包含塑料袋价格 t 。需要指出的是,本部分讨论的塑料袋购买行为主要是为了与取整行为相联系,以下两种情形本文不进行讨论:一是购买塑料袋之前与之后均不能实现取整;二是购买塑料袋之前与之后的消费金额均取整,这将形成塑料袋价格与持有塑料袋的效用之间的对比,与取整行为无关。

基于以上设定,本文针对以下两种情形进行分别讨论。第一种情形是购买塑料袋之前的金额没有实现取整,存在一个无法取整导致的负效用。如果消费者通过购买一个塑料袋使总消费金额 $t+p$ 与无摩擦价格 P 一致,可以消除无法取整导致的负效用。在这种情形下,消费者购买塑料袋与不购买塑料袋的效用差异为:

$$U = U_1 - U_2 = (u_1 - t) - \left(u_2 - \left(\frac{p}{P} - 1 \right)^2 \right) = u - t + \left(\frac{p}{P} - 1 \right)^2, \quad (2)$$

其中, $u = u_1 - u_2$ 。不妨假设消费金额 p 为9.8元,则消费者可以通过购买一个0.2元的塑料袋使得总消费金额 $t+p$ 与无摩擦价格 P (10.0元)一致,将具体

数值代入公式(2)可以得到 $U = u - t + 0.0004$ ^①, 只要 $u - t$ 大于 -0.0004 , 即可满足 U 大于 0。在不考虑取整行为的视角下, 消费者需要满足 $u - t$ 大于 0 才会选择购买塑料袋。这意味着当其他商品的消费金额尾数恰好满足取整条件时, 消费者进行塑料袋购买决策时所需要考虑的成本相对更低。

第二种情形是购买塑料袋之前的金额已经实现取整, 没有无法取整导致的负效用, 此时额外购买一个塑料袋会导致金额无法取整, 产生无法取整导致的负效用。在这种情形下消费者购买塑料袋与不购买塑料袋的效用差异为:

$$U = U_1 - U_2 = \left(u_1 - t - \left(\frac{t+p}{P} - 1 \right)^2 \right) - u_2 = u - t - \left(\frac{t+p}{P} - 1 \right)^2. \quad (3)$$

同样假设消费金额 p 为 10.0 元, 无摩擦价格 P 也为 10.0 元, 消费者购买一个 0.2 元的塑料袋。将数值代入公式(3)得到 $U = u - t - 0.0004$ ^②, 此时需要 $u - t$ 大于 0.0004, 才能够满足 U 大于 0。这意味着当其他商品的消费金额已经与无摩擦价格一致时, 购买塑料袋必然导致无法取整的负效用, 此时消费者进行塑料袋购买决策的成本更高。

本文通过抓住消费者这一微妙的心理变化, 对现金支付下消费者的塑料袋购买决策进行了更全面的刻画。由于对整数消费金额的偏好, 消费者可以通过选择购买塑料袋实现取整, 但也可能阻止消费者在原本消费金额已经是整数的情况下购买塑料袋, 这两种情况都强调了塑料袋价格也即庇古税的税收凸显性对于消费者塑料袋购买决策的影响。

(二) 消费者对整数消费金额的偏好

本小节实证检验消费者在使用现金时是否对整数消费金额有更大的偏好。模型设定如下:

$$Round_{in(jt)} = \gamma_0 + \gamma_1 Mobile_{in(jt)} + \nu_i + \delta_j + \mu_t + e_{in(jt)},$$

其中, 下标 i, n 分别表示消费者与交易序数, 每一条数据代表消费者 i 在样本期间的第 n 次交易, 这与公式(1)的设定是相同的, j, t 分别表示交易所在超市与交易时间。 $Round$ 表示当消费金额的尾数为 0 或 0.5 元时为 1, 其余为 0。 $Mobile$ 表示消费者在当次交易使用移动支付为 1, 现金支付为 0。 ν_i, δ_j, μ_t 分别表示消费者固定效应、超市固定效应与时间(年份×月份)固定效应, $e_{in(jt)}$ 表示误差项。由于购买塑料袋这一行为本身与消费金额是否取整相关, 本文选取没有购买塑料袋的交易进行回归。

表 4 第(1)列展示了回归结果, 结果表明与现金支付相比, 使用移动支付时消费者实现整数消费金额的情形相对更少。由于商品金额的尾数分布是比较

① 公式(2)等号右侧最后一项可以计算为: $(9.8/10 - 1)^2 = 0.0004$ 。

② 公式(3)等号右侧最后一项可以计算为: $((10 + 0.2)/10 - 1)^2 = 0.0004$ 。

随机的,无论是现金支付还是移动支付,最终消费金额为整数的情形仍然是少数^①,因此虽然表 4 第(1)列回归系数所反映的边际效应相对较小,但也已经显示出在现金支付与移动支付两种支付方式下消费者对于整数金额偏好的显著差异。

本文采用多期双重差分的方法进一步保证表 4 第(1)列回归结果的稳健性。表 4 第(2)列的回归样本与表 3 相同,分别选取样本期间 80%以上交易都是使用现金支付的消费者为控制组,初次使用移动支付之后将移动支付作为主要支付方式(移动支付占比 80%以上)的消费者为处理组,被解释变量 *Round_ratio* 表示消费者当月所有交易中消费金额尾数为 0 或 0.5 元的占比。回归系数显著为负,表明在开始使用移动支付之后,消费者对整数消费金额的偏好明显下降,与表 4 第(1)列的回归结论一致。

表 4 消费者对整数消费金额的偏好

	<i>Round</i>	<i>Round_ratio</i>
	(1)	(2)
Panel A: 回归系数		
<i>Mobile</i>	-0.089*** (0.012)	
<i>Treatment</i> × <i>Post</i>		-0.008* (0.004)
消费者固定效应	是	是
超市固定效应	是	否
时间固定效应	是	是
样本量	298 835	102 573
R ²		0.001
Panel B: Logit 回归的边际效应		
<i>Mobile</i>	-0.022*** (0.003)	

（三）针对取整行为的断点回归分析

基于消费者对整数消费金额的偏好,当消费金额略低于一个整数以至于可以通过购买一个塑料袋进行消费金额的取整时,消费者的塑料袋购买行为在现金支付与移动支付两种支付方式下存在差异,比如现金支付下当消费金额的尾

① 附录 I 中展示了样本消费金额尾数的分布情况,尾数为 0 的交易占比 14.17%,其余尾数的占比没有显著差异。

数为 0.7 或 0.8 时,可以购买一个 0.2 元或 0.3 元的塑料袋实现取整。但需要指出的是,由于塑料袋价格的限制,当消费金额尾数为 0.9 时,消费者无法通过仅购买一个塑料袋进行取整,并且当消费金额尾数为 0 或 0.1 时,消费者为了避免持有小面额零钱的不便,不会选择购买塑料袋,这导致消费金额在整数附近出现了一个“断点”,即当消费金额的尾数在 0.9 左侧,即 0.7 或 0.8 时,对比消费金额尾数在 0.9 右侧,包括 0.9、0、0.1,消费者的塑料袋购买决策会出现一个断点式的下降。因此本文首先基于现金支付样本采用断点回归分析对取整行为可能导致的断点情形进行实证检验。模型设定如下:

$$If_{in(jt)} = \delta_0 + \delta_1 v_{in(jt)} + \delta_2 v_{in(jt)}^2 + \delta_3 I\{v_{in(jt)} > \hat{v}\} + \delta_4 X_{in(jt)} + e_{in(jt)},$$

其中,下标 i 、 n 分别表示消费者与交易序数,每一条数据代表消费者 i 在样本期间的第 n 次交易, j 、 t 分别表示交易所在超市与交易时间。样本只保留现金支付交易。被解释变量 If 表示消费者当次交易购买塑料袋为 1,没有购买塑料袋为 0。 v 表示当次交易中除了塑料袋以外的消费金额。 X 包括三个控制变量:当次交易购买的商品规格 $Spec$ 、消费者在上一次交易中是否购买塑料袋 $L.Plastic$ 以及消费者支付的现金数量 Pay ^①。 $e_{in(jt)}$ 表示误差项。 $I\{v_{in(jt)} > \hat{v}\}$ 中的 $\hat{v}$ 表示的是消费金额的临界值,即断点回归分析中的“断点”。虽然本文名义上所讨论的是塑料袋购买行为在整数点位的断点,并选取 5、10、15 等 5 的倍数作为特殊点位进行断点回归,但由于消费者在尾数为 0.9 时已经无法通过一个塑料袋实现取整,本文实际选择的断点分别对应的是 4.9、9.9、14.9 等^②。

图 3(a)展示了现金支付交易的断点回归结果,包括断点的回归系数及其 95% 置信区间范围,其中断点的选取范围为 100 元以内,并以 5 元为间隔。当消费金额处于临界点附近时,消费者的塑料袋购买行为会出现一个跳跃。这验证了 Chen et al.(2019)提出的假设,即消费者在使用现金支付时更倾向于一个整数的消费金额,这种心理影响了消费者的取整行为与塑料袋购买决策。图 3(b)则展示了移动支付交易的断点回归结果,断点的选取与现金支付交易相同。回归结果不同的是,移动支付交易并没有在整数消费金额处呈现出明显的跳跃,表明在使用移动支付时,消费金额与特定整数金额之间的接近程度并不会显著影响消费者购买塑料袋的决策。这主要是因为消费者在使用移动支付

① 此处消费者支付的现金数量并不完全等价于当次交易的消费金额,比如当消费金额为 54 元时,消费者可以支付 55 元并由收银员找零 1 元。这一情形在日常生活中比较常见,因为携带 1 张 5 元纸币与携带 4 张 1 元纸币相比更为方便,此时消费者支付的现金数量 Pay 为 55 元。但同时值得注意的是,如果消费金额为 9.7 元,并且消费者本身已经准备好了 0.7 元的零钱,那么此时塑料袋的购买概率会显著降低,因为消费者没有取整的动机。考虑到这种情形,本文参考 Chen et al.(2019)的做法,对现金支付交易进行了有选择性的筛选,只保留支付现金数量为整数的交易。

② 本文使用 Stata 软件的 `rdplot` 命令对不同断点附近的变化趋势进行绘图,结果展示于附录 III。

时不存在持有小面额零钱的不便,从而并不需要通过购买塑料袋的方式实施取整行为。

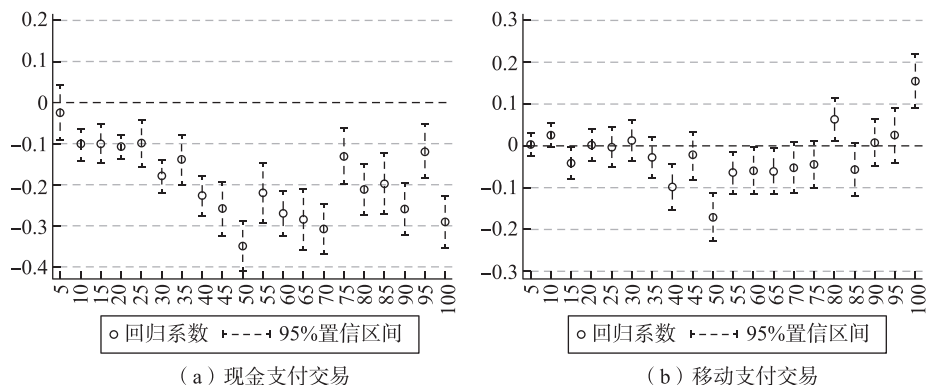


图3 断点回归结果

上述回归结果强调了一种违反直觉的现象,即在以现金支付为主导的时代,以塑料袋收费的形式征收庇古税可能反而在某些情形下鼓励消费者购买塑料袋,因为消费者希望通过购买塑料袋实现消费金额的取整,从而避免持有小面额零钱所带来的不便。在现有文献关于庇古税有效性的研究中,这种反直觉现象很大程度上被忽视了。随着移动支付的出现,消费者在持有现金方面可能产生的不便利性已经被彻底消除,消费者在使用移动支付时不会出于取整的考虑而购买不必要的塑料袋,这在本文的断点回归分析中已经得到了证明。然而,在不满足取整条件的其他消费金额尾数中,由于移动支付降低了消费者在消费时对于价格的感知程度,使得塑料袋价格这一庇古税的税收凸显性显著下降,并导致塑料袋购买数量的提升。

(四) 针对不同消费金额尾数交易的分样本回归

根据本文的上述分析,使用现金支付的消费者在特定的消费金额尾数(0.2、0.3、0.7、0.8)可以通过购买一个0.2元或0.3元的塑料袋实现取整(0.5或0),这强调了使用现金支付时这4个消费金额尾数的特殊性。而在使用移动支付时,消费金额尾数不会产生特殊的影响。因此本文进一步探究移动支付对于不同消费金额尾数交易中塑料袋购买行为的影响,从而对前文分析的结论进行佐证。

本文采用公式(1)的Logit模型进行分样本回归,其中第一个子样本包含消费金额尾数为0.2、0.3、0.7、0.8的交易,第二个子样本包含消费金额尾数为0、0.1、0.4、0.5、0.6、0.9的交易。表5展示了两个子样本的回归结果,尽管回归结果均显著为正,但表5 Panel A第(2)列的回归系数与显著程度明显大于第(1)列。为了避免消费者的塑料袋购买行为对支付方式选择产生反向影响,尤其表5

两个子样本划分方式与取整行为高度相关，更有可能出现内生性问题，本文采用工具变量法进行检验。表 5 Panel A 第(3)列与第(4)列分别展示了两个子样本 2SLS 回归的第二阶段结果，其中第(3)列的结果不显著，第(4)列的结果显著为正，显示出明显的差异。这表明本文对内生性问题的考虑是必要的，同时也验证了上文的分析结论，即因为消费者在使用现金支付时具有取整的动机，在满足取整条件的 0.2、0.3、0.7、0.8 这 4 个尾数中消费者有购买塑料袋的倾向，因此即使支付方式从现金支付转向移动支付，塑料袋的消费数量增长并不显著。根据表 5 Panel B 第(2)列的边际效应结果，在不涉及取整行为的 6 个消费金额尾数中，移动支付引致的塑料袋购买倾向平均提升 6.3%，这一结论强调了移动支付对于塑料袋价格这一庇古税的税收凸显性的影响。

表 5 针对不同消费金额尾数的分样本回归

	<i>If</i> (1)	<i>If</i> (2)	<i>If</i> (3)	<i>If</i> (4)
Panel A: 回归系数				
<i>Mobile</i>	0.098*** (0.014)	0.271*** (0.011)	0.022 (0.024)	0.035** (0.017)
控制变量	是	是	是	是
消费者固定效应	是	是	是	是
超市固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
样本量	195 606	324 975	195 606	324 975
R ²			0.019	0.025
Panel B: Logit 回归的边际效应				
<i>Mobile</i>	0.023*** (0.003)	0.063*** (0.003)		

根据基准回归的边际效应系数，移动支付能够提升消费者 4.7% 的塑料袋消费倾向，本文据此对移动支付可能造成的塑料袋数量变化进行定量估计。在本文的研究样本中，日平均交易数约为 4.4 万笔，如果其中有 60%^①的移动支付交易会对塑料袋消费数量产生显著影响，那么在向无现金社会转型的过程中，也即移动支付占比从 2020 年的约 40%（根据图 1）增加到 100% 时，本文研究数据所在城市在一天内会增加约 750^② 个塑料袋，则该城市一年内由于移动支付

① 根据表 5，在 10 个消费金额尾数中 0、0.1、0.4、0.5、0.6、0.9 这 6 个尾数的子样本是更加显著的。如果样本中消费金额尾数相对随机，那么至少有约 60% 的移动支付交易会导致塑料袋消费数量的增长。
② $44000 \times (100\% - 40\%) \times 60\% \times 4.7\% \approx 750$ 。

而新增的塑料袋消费数量将超过 27 万个。如果将本文研究样本中约 10 万名活跃消费者的数量拓展到全国范围内数量约为 10 亿的消费者的话，那么完全使用移动支付所带来的每年塑料袋消费数量潜在增长将达到惊人的 27.3 亿个。根据国家发展和改革委员会数据，2008 年“限塑令”实施以后平均每年可以减少约 134 亿个塑料袋。^① 因此支付方式转变导致的塑料袋消费数量增长将抵消“限塑令”这一庇古税政策中约 20.4% 的环境收益，这表明移动支付可能潜在地削弱了现有环境政策的实施效果。但是，考虑到基准回归并没有完全解决内生性问题，可能导致估计结果产生偏误，尤其是反向因果问题与遗漏变量问题会高估移动支付对消费者的真实影响^②，因此本文将基准回归得到的估计结果作为定量评估的上限。

根据工具变量回归的系数，移动支付能够提升消费者 2.4% 的塑料袋消费倾向，可以估算得到完全使用移动支付将导致每年塑料袋消费数量增长约 13.9 亿个，占“限塑令”政策环境收益的约 10.4%。理论上，工具变量回归系数反映的是支付方式选择受工具变量影响的子样本消费者的平均系数，这部分消费者的支付方式选择更容易受到超市当天其他消费者移动支付使用情况的影响，导致与其他消费者相比，这部分消费者对支付方式与塑料袋购买决策之间的心理关联可能更不敏感。可以认为工具变量回归系数提供了一个相对较低的估计值，更加接近真实影响系数的下限。因此，根据本文的定量评估结果，完全使用移动支付所导致的塑料袋消费数量增长范围在 13.9 亿至 27.3 亿之间，对“限塑令”政策实施效果的削弱程度在 10.4% 至 20.4% 之间，这也从定量角度解答了本文最初提出的疑问。

五、政策含义

移动支付削弱了消费者对塑料袋价格的感知能力，导致庇古税的税收凸显性下降，从而提升消费者对塑料袋的消费倾向。本文根据相关研究结果，提出如下政策含义：第一，对消费者行为进行更全面考察，制定更符合数字经济时代发展的环境政策，提升塑料袋庇古税的税收凸显性与消费者的感知程度。第二，强化限塑令、禁塑令等政策的执行与监管力度，要求商户在零售系统中明确

① 根据国家发展和改革委员会 2013 年 4 月发布的《关于深化限制生产销售使用塑料购物袋实施工作的通知》附件，“限塑令”实施以来全国主要商品零售场所塑料购物袋使用量累计减少 670 亿个。此时距离“限塑令”实施时间约为 5 年，因此计算得到平均每年减少约 134 亿个塑料袋的使用。详见 <https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=19678>，访问时间：2025 年 3 月 28 日。

② 比如当消费者有意愿购买塑料袋但无法取整时可能选择使用移动支付（反向因果），或者如果消费者习惯只带手机进行购物会导致消费者既使用移动支付又购买塑料袋（遗漏变量），两者均导致移动支付与塑料袋消费呈现同向变化，从而使回归系数产生高估。

设置塑料袋收费项目,并探索利用支付平台的数据接口,辅助监管部门实现对塑料袋政策执行情况的高效监测。第三,虽然零售领域主要以线下场景为主,但依托于会员、积分等形式构建的数字平台,同样可以发挥绿色助推作用,推广落实碳足迹与碳标签也有助于形成供需两端的良性减排循环。第四,政府与相关机构应发起针对性的公众宣传教育与环保意识培养活动,引导消费者关注移动支付便捷性背后可能隐藏的环境成本问题,倡导消费者形成可持续的行为习惯。

参 考 文 献

- [1] Agarwal, S., P. Ghosh, J. Li, and T. Ruan, "Digital Payments and Consumption: Evidence from the 2016 Demonetization in India", *The Review of Financial Studies*, 2024, hhac005.
- [2] Cabrera, J. M., M. Caffera, and A. Cid, "Modest and Incomplete Incentives May Work: Pricing Plastic Bags in Uruguay", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2021, 110, 102525.
- [3] 曹光宇、周黎安、刘畅、周璟鑫,“共享单车平台进驻对城市空气质量的影响”,《经济学》(季刊),2023 年第 23 卷第 2 期,第 801—817 页。
- [4] Chen, H., K. P. Huynh, and O. Shy, "Cash versus Card: Payment Discontinuities and the Burden of Holding Coins", *Journal of Banking and Finance*, 2019, 99, 192-201.
- [5] 陈怡心、代志新,“行为助推、税收凸显与纳税遵从——来自随机实地实验的证据”,《中央财经大学学报》,2024 年第 7 期,第 32—43 页。
- [6] Chetty, R., A. Looney, and K. Kroft, "Salience and Taxation: Theory and Evidence", *American Economic Review*, 2009, 99 (4), 1145-1177.
- [7] Convery, F., S. McDonnell, and S. Ferreira, "The Most Popular Tax in Europe? Lessons from the Irish Plastic Bags Levy", *Environmental and Resource Economics*, 2007, 38, 1-11.
- [8] Deininger, K., and A. Goyal, "Going Digital: Credit Effects of Land Registry Computerization in India", *Journal of Development Economics*, 2012, 99 (2), 236-243.
- [9] 樊勇、李昊楠、蒋玉杰,“企业税负、税收凸显性与企业固定资产投资”,《财贸经济》,2018 年第 39 卷第 12 期,第 49—61 页。
- [10] Finkelstein, A., "E-ztax: Tax Salience and Tax Rates", *The Quarterly Journal of Economics*, 2009, 124 (3), 969-1010.
- [11] He, G., Y. Pan, A. Park, Y. Sawada, and E. S. Tan, "Reducing Single-use Cutlery with Green Nudges: Evidence from China's Food-delivery Industry", *Science*, 2023, 381 (6662), eadd9884.
- [12] He, H., "Effects of Environmental Policy on Consumption: Lessons from the Chinese Plastic Bag Regulation", *Environment and Development Economics*, 2012, 17 (4), 407-431.
- [13] 何浩然、陈安来,“中国限制塑料袋使用的政策效果及国际经验借鉴”,《中国人口·资源与环境》,2010 年第 20 卷第 11 期,第 167—174 页。
- [14] Huang, Y., X. Wang, and X. Wang, "Mobile Payment in China: Practice and Its Effects", *Asian Economic Papers*, 2020, 19 (3), 1-18.
- [15] Kelley, E. M., C. Ksoll, and J. Magruder, "How Do Digital Platforms Affect Employment and Job

- Search? Evidence from India”, *Journal of Development Economics*, 2024, 166, 103176.
- [16] Kelting, K., S. Robinson, and R. J. Lutz, “Would You Like to Round Up and Donate the Difference? Roundup Requests Reduce the Perceived Pain of Donating”, *Journal of Consumer Psychology*, 2019, 29 (1), 70-78.
- [17] Knotek II, E. S., “Convenient Prices, Currency, and Nominal Rigidity: Theory with Evidence from Newspaper Prices”, *Journal of Monetary Economics*, 2008, 55 (7), 1303-1316.
- [18] 骆文月、高瑜、寇海洁, “移动支付、感知风险与中国家庭金融市场参与”, 《南开经济研究》, 2024年第6期, 第148—166页。
- [19] Lynn, M., S. M. Flynn, and C. Helion, “Do Consumers Prefer Round Prices? Evidence from Pay-what-you-want Decisions and Self-pumped Gasoline Purchases”, *Journal of Economic Psychology*, 2013, 36, 96-102.
- [20] 马彪、张琛、郭军、张晨, “电子商务会促进农户家庭的消费吗? ——基于‘电子商务进农村综合示范’项目的准自然实验研究”, 《经济学》(季刊), 2023年第23卷第5期, 第1846—1864页。
- [21] Prescott, B. C., and O. Shy, “Cash Payments and the Penny Policy Debate”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 2023, 208, 80-94.
- [22] Sexton, S., “Automatic Bill Payment and Salience Effects: Evidence from Electricity Consumption”, *Review of Economics and Statistics*, 2015, 97 (2), 229-241.
- [23] Shy, O., “How Currency Denomination and the ATM Affect the Way We Pay”, *Journal of Economics and Business*, 2020, 111, 105908.
- [24] Soman, D., “The Effect of Payment Transparency on Consumption: Quasi-experiments from the Field”, *Marketing Letters*, 2003, 14, 173-183.
- [25] Suri, T., P. Bharadwaj, and W. Jack, “Fintech and Household Resilience to Shocks: Evidence from Digital Loans in Kenya”, *Journal of Development Economics*, 2021, 153, 102697.
- [26] Wadhwa, M., and K. Zhang, “This Number Just Feels Right: The Impact of Roundedness of Price Numbers on Product Evaluations”, *Journal of Consumer Research*, 2015, 41 (5), 1172-1185.
- [27] 尹志超、公雪、潘北啸, “移动支付对家庭货币需求的影响——来自中国家庭金融调查的微观证据”, 《金融研究》, 2019年第10期, 第40—58页。
- [28] 余典范、龙睿、王超, “数字经济与边界地区污染治理”, 《经济研究》, 2023年第58卷第11期, 第172—189页。
- [29] Zhao, C., and J. Guo, “Are Veterans Happy? Long-Term Military Service and the Life Satisfaction of Elderly Individuals in China”, *Journal of Happiness Studies*, 2022, 23 (2), 477-508.
- [30] Zhao, C., Y. Wu, and J. Guo, “Mobile Payment and Chinese Rural Household Consumption”, *China Economic Review*, 2022, 71, 101719.
- [31] 祝嘉良、蔡熙乾、王立艳, “支付的心理學: 移动支付如何通过降低支付疼痛刺激冲动消费”, 《财贸经济》, 2026年第47卷第2期, 第45—62页。
- [32] Zhu, J., Y. Liu, and Y. Fang, “A Blessing in Disguise—The Effect of China’s Covid-19 Health Code System on Older People’s Mobile Payment Usage”, *Finance Research Letters*, 2023, 53, 103671.

Does Mobile Payment Undermine the Effectiveness of Environmental Policy: Consumer Behavior Analysis Based on the Perspective of Pigouvian Tax Salience

ZHU Jialiang ZENG Yongxin

(Xiamen University)

FANG Ying*

(Guangdong University of Foreign Studies)

Abstract: This study utilizes individual-level offline retail consumption data from a coastal city in China from 2016 to 2020 to examine whether mobile payment weakens the effectiveness of the policy requiring paid use of plastic shopping bags in retail establishments. The study finds that mobile payment significantly reduces the tax salience of the plastic bag price, which functions as a Pigouvian tax, increasing consumers' likelihood of purchasing plastic bags compared to cash payments. It also provides a theoretical framework and empirical validation regarding how mobile payment affects Pigouvian tax salience, using the rounding-up behavior under cash payment.

Keywords: mobile payment; Pigouvian tax salience; consumer behavior

JEL Classification: D12, Q51, Q58

* Corresponding Author: FANG Ying, Institute of International Trade and Economics, Guangdong University of Foreign Studies, Guangzhou University Town, No. 178 Waihuan East Road, Panyu District, Guangzhou, Guangdong 510006, China; Tel: 86-15019718772; E-mail: fangying95@foxmail.com.