

Doi:10. 11835 / j. issn. 1008-5831. pj. 2023. 01. 001

欢迎按以下格式引用:华怡婷,石宝峰. 互联网使用与家庭间接碳排放:测度及影响因素分析[J]. 重庆大学学报(社会科学版),2023(1):117-134. Doi:10. 11835/ j. issn. 1008-5831. pj. 2023. 01. 001.



Citation Format: HUA Yiting, SHI Baofeng. Internet usage and household indirect carbon emissions; Measurement and impact factor analysis [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2023(1): 117-134. Doi: 10. 11835/j. issn. 1008-5831. pj. 2023. 01. 001.

# 互联网使用与家庭间接碳排放: 测度及影响因素分析

华怡婷<sup>a,b</sup>, 石宝峰<sup>a,b</sup>

(西北农林科技大学 a. 经济管理学院; b. 信用大数据应用研究中心, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 面临全球气候变暖和能源短缺的双重危机,我国在明确提出“双碳”目标后,党的二十大报告再次强调了绿色低碳产业和绿色低碳生活方式在实现高质量发展中的关键作用。在此背景下,深入探讨家庭这一重要能耗部门的能源消费及其碳排放状况,对于探寻家庭碳减排的有效路径具有重要意义。本文以占据家庭主要能源消耗的间接用能为代表,以中国家庭追踪调查(CFPS)数据为基础,基于消费生活方式法测度了家庭间接碳排放量,并通过构建双向固定效应模型实证分析了互联网使用对家庭碳排放的影响;在此基础上,采用中介效应模型和 Bootstrap 法共同验证了互联网使用影响家庭间接碳排放的作用路径;并进一步基于家庭所在地区、城乡类别以及收入水平差异这三个视角,探讨了互联网使用对家庭间接碳排放的异质性影响。研究发现:首先,互联网使用正向促进了家庭间接碳排放,对享受型消费碳排放和发展型消费碳排放的增加效应最为显著,而对生存型消费碳排放则没有明显的影响。其次,互联网使用主要通过网络购物这一中介变量对家庭间接碳排放产生正向影响。最后,异质性分析表明:互联网使用对东部、中部以及西部地区家庭的间接碳排放均有显著的正向影响,且作用强度从中部、西部到东部地区依次递减;互联网使用对城镇家庭间接碳排放的影响主要由享受型消费碳排放和发展型消费碳排放构成,而对农村家庭碳排放的影响主要由享受型消费碳排放和生存型消费碳排放构成;从收入水平上看,互联网使用对家庭间接碳排放的正向影响主要体现在高收入家庭,对中等收入和低收入家庭的影响并不显著。因此,在加快推进互联网发展的同时,应促进低碳经济与互联网的有效融合,加强互联网内涵建设和生态治理,引导广大互联网用户增强环保意识,在确保居民生活水平提升的条件下鼓励家庭向绿色消费模式转变,为“双碳”目标的实现奠定良好的微观基础。

**基金项目:** 国家自然科学基金面上项目“‘风险-等级-利率’匹配视角下家庭农场信用评级与贷款定价研究”(72173096);国家自然科学基金面上项目“普惠金融视角下基于违约损失显著判别的农村个体工商户信用评价研究”(71873103)

**作者简介:** 华怡婷,西北农林科技大学经济管理学院,Email: huayingting8568@sina.com。

**通信作者:** 石宝峰,西北农林科技大学经济管理学院教授,博士研究生导师,Email: shibaofeng@nwsuaf.edu.cn。

关键词:家庭碳排放;互联网使用;消费碳排放;绿色低碳产业;绿色低碳生活方式;异质性影响  
中图分类号:X322;F49 文献标志码:A 文章编号:1008-5831(2023)01-0117-18

## 一、研究背景

随着世界经济的不断发展,化石能源消耗和温室气体排放量随之迅速增长,对环境造成了不利影响。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)早在2018年强调,必须将全球变暖控制在 $1.5^{\circ}\text{C}$ 以内,否则人类将难以避免因气候变化而造成的严重影响。面对全球气候变暖和能源短缺的双重危机,中国政府在第七十五届联合国大会(2020年9月22日)上明确表示,“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和”。实现“双碳”目标既是中国在全球气候谈判中的国际承诺,也是实现经济结构转型和可持续发展的必然选择。有学者指出要实现这些目标,意味着中国要至少减少90%以上的碳排放量<sup>[1]</sup>。据中国能源报统计数据,截至2021年6月,我国工业、建筑业和交通运输造成的碳排放分别占比65%、20%和10%,是我国主要的“三大碳排放”行业。然而,家庭作为社会经济活动的重要微观主体和基本单元,居民生活造成的能源消耗对碳排放的影响亦不容忽视。改革开放以来,家庭能源消费产生的直接和间接碳排放已占一次能源消耗碳排放总量的40%以上,并且随着经济的不断发展这一比例将越来越高<sup>[2]</sup>。可见,居民生活消费已逐渐超过工业、建筑业以及交通运输等领域成为我国碳排放增长的重要因素<sup>[3]</sup>。2022年10月16日,习近平总书记在党的二十大报告中明确要求,要“倡导绿色消费,推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”<sup>[4]</sup>。由此可见,改变居民的消费方式将有助于降低家庭生活的能源资源消耗造成的过度碳排放<sup>[5]</sup>,对我国实施“双碳”行动,推动经济社会的绿色发展和高质量发展具有重要的现实意义。

与此同时,随着信息技术的高速发展,目前我国城乡互联网已具有较高的普及率和渗透率。互联网经济时代的到来,使购物和投资等主要家庭经济活动与互联网使用已逐渐融合,加之近三年在新冠肺炎疫情的冲击下,使互联网消费受到青睐。据《2020中国电子商务报告》显示,我国电子商务的交易额已高达37.21万亿元,并且以9.3%的年均增长率高速发展。可见,随着“互联网+”战略落实和网络基础设施的不断完善,互联网已成为家庭消费与转型升级的重要引擎。然而,互联网使用在促进消费和经济发展的同时,必然会对能源消耗和碳排放产生一定的影响,但究竟是起促进还是制约作用目前在学术界尚无定论。基于此,本文在“双碳”目标背景下,以微观家庭作为突破口,深入探究和验证互联网使用是否以及如何影响家庭碳排放,在保障居民生活水平稳步提升的基础上探索出一条节能减排的有效路径,以期为“双碳”目标的实现提供新的研究视角,同时为我国节能减排政策的实施提供参考。

## 二、文献综述

本文从家庭碳排放的测算、影响因素及其与互联网关系等三方面阐述学术研究进展。

首先,在家庭碳排放的测算方面,多数学者认为家庭碳排放是指在居民家庭生活中通过直接能源消耗(电、煤、汽油等燃料)与间接能源消耗(日常消费产品)所产生的温室气体排放,由直接碳排放和间接碳排放构成<sup>[6-7]</sup>。大多数情况下间接用能及其碳排放要远高于直接用能<sup>[8]</sup>,因此通过测度间接碳排放来分析家庭碳排放具有一定的准确性和简洁性。家庭间接碳排放是家庭消费的各类非能源产品与服务在生产过程中产生的碳排放<sup>[9]</sup>。目前较为主流的测算方法有三种:(1)投入产出

法,又可细分为基本投入产出法<sup>[10]</sup>、半封闭投入产出模型<sup>[11]</sup>、碳排放系数法和投入产出模型结合的测算方法<sup>[12]</sup>等,能够反映系统各部分之间投入与产出数量的依存关系。(2)生命周期评价法,是对消费产品和服务整个生命周期的碳排放进行评估,又可细分为过程生命周期评价法<sup>[13]</sup>和经济投入产出生命周期评价法<sup>[14]</sup>;前者主要依据商品生产过程中的主要能耗流进行评估,具有一定的准确性;后者大多基于货币交易进行评估,具有一定的完整性。(3)消费者生活方式法是以消费为导向的能源消耗综合分析评估方法,主要通过家庭消费支出和碳排放投入产出矩阵进行测算,结果更具全面性、真实性和准确性,适用于微观数据条件下家庭间接碳排放的测算<sup>[15-16]</sup>。

其次,在家庭碳排放影响因素分析方面已取得较为丰硕的成果,常见的分析方法有 Kaya 碳排放恒等式<sup>[17]</sup>、IPAT 模型及其扩展模型<sup>[18-19]</sup>、LMDI 分解模型<sup>[20]</sup>、STIRPAT 模型<sup>[21]</sup>以及多元线性回归<sup>[22]</sup>等。其中,多元线性回归方法应用范围较广,且不受恒等条件的约束,能够准确计量各因素之间的相关性和拟合度,比较适于分析多因素综合影响的情况。从研究结论上看,可分为家庭特征以及宏观环境两个层面。其中,家庭人口规模<sup>[23]</sup>、人口年龄及其结构<sup>[24]</sup>、人口老龄化程度<sup>[25]</sup>、家庭成员就业率<sup>[26]</sup>、成员受教育水平<sup>[27]</sup>、家庭收入与消费<sup>[28]</sup>以及住房面积及其地域性差异<sup>[29]</sup>等家庭特征因素能显著影响家庭碳排放,此外也有学者证实了环保意识能够影响家庭能源消耗<sup>[30]</sup>,但也因群体和环境的不同而存在敏感性差异<sup>[31]</sup>。此外,经济发展水平(人均 GDP)、产业结构(第二产业 GDP 占比)、城市化率以及人口规模等宏观环境因素在家庭碳排放总量的控制中同样发挥着重要作用<sup>[32-33]</sup>,但不同区域可能因为燃料类型或消费习惯的不同而存在较大的异质性<sup>[34]</sup>。

最后,关于互联网与碳排放关系的探讨相对较少,且存在一定争议。有学者认为,互联网技术<sup>[35]</sup>、互联网经济<sup>[36]</sup>以及互联网普及率<sup>[37]</sup>的发展与提升能够提高生产效率,有助于降低碳排放强度,从而减缓碳排放和环境污染;也有学者认为,互联网技术的过度使用会导致设备和电力能源的消耗,不利于环境保护<sup>[38]</sup>。在互联网使用对碳排放的影响上也存在较大争议:有学者指出互联网使用在长期和短期对二氧化碳排放均没有体现出显著的相关关系<sup>[39]</sup>;Park 等认为互联网使用与碳排放不但具有长期关系,还会导致环境质量下降,应遏制和减少互联网使用<sup>[40]</sup>;Haseeb 则持相反观点,即互联网使用能够降低二氧化碳的排放,对环境质量起积极作用<sup>[41]</sup>。此外,Wang 和 Xu 发现互联网使用与碳排放之间呈现倒 U 型的非线性关系<sup>[42]</sup>。

综上,已有研究从测算方法、影响因素等方面对家庭碳排放问题进行了探讨,但仍存在以下可拓展之处:(1)现有研究虽然从互联网视角探讨了其对碳排放的影响,但已有研究却未达成一致结论,还有待继续探索;(2)现有关于互联网使用对碳排放影响的研究多从宏观层面探讨二者间关系,忽视了消费行为个体对碳排放影响的差异性,并且缺乏针对二者的作用路径和异质性探讨。

针对上述问题,本文利用 CFPS 中国家庭追踪调查数据,采用消费者生活方式方法测度了我国家庭间接碳排放量,并通过构建双向固定效应模型测算了互联网使用对家庭间接碳排放的影响,进一步采用中介效应模型和 Bootstrap 法检验了互联网使用影响家庭间接碳排放的作用路径。本文的边际贡献在于:(1)基于更具个体差异性的家庭间接碳排放微观测算数据,通过理论分析并实证检验了互联网使用对家庭碳排放的影响,拓展了家庭碳排放影响因素的研究范围。(2)分别从家庭碳排放结构和不同家庭特征两个层面深入探究了互联网使用对家庭碳排放的异质性影响效应,揭示了互联网使用影响家庭碳排放的作用路径,丰富了家庭碳排放的研究内容。

### 三、理论分析与研究假说

根据福利经济学理论,互联网技术的应用能够促进要素的帕累托最优配置,从而引起消费模式

创新和变革<sup>[43]</sup>。互联网技术的发展拓宽了家庭消费的受众范围,通过提供更加全面的商品种类以及更加便捷的交易方式降低了消费门槛,提高了家庭消费的频率和效率,进一步促进了家庭的消费意愿和消费水平的提升。而消费水平的提升对于家庭碳排放有较强的增加效应<sup>[44]</sup>。随着互联网普及率的不断提高,互联网使用与家庭日常消费已出现深度融合。《中国电子商务报告》显示,到2020年我国网络购物用户的规模已高达7.82亿,并连续多年保持全球规模最大、最具活力的互联网零售市场,网络购物已成为我国经济增长的新亮点。家庭间接碳排放源于消费,消费渠道的拓展是刺激消费升级进而提高消费水平的重要因素之一,同时也是导致家庭间接碳排放产生的关键路径。因此,网络购物作为一种消费渠道促进了家庭消费水平的提升和消费结构的改变,从而进一步导致了家庭间接碳排放的增加与变动。图1展示了互联网使用对家庭碳排放的影响及其路径。

基于以上分析,提出以下两个研究假说:

假说 H<sub>1</sub>: 互联网使用对家庭间接碳排放具有正向影响。

假说 H<sub>2</sub>: 互联网使用拓宽了消费渠道,并基于网络购物路径增加了家庭间接碳排放。

依据消费行为模式理论与相对收入假说,在分析框架中进一步纳入地区差异、城乡差异和收入差距,分层次从宏观、中观、微观角度挖掘异质性群体互联网使用对家庭间接碳排放的影响效应。首先,家庭所在地区的发展水平各不相同,对应各省份碳排放也存在显著的差异<sup>[45]</sup>。经济水平、城镇化化率、互联网渗透率以及商品经济发展程度相对较高的地区,能够有效满足家庭各种类型的消费需求,从而导致不同地区家庭间接碳排放的差异性。其次,在城乡二元经济结构背景下,乡村家庭的消费额和消费层次普遍低于城市<sup>[46]</sup>,不同消费水平引起不同的碳排放。虽然互联网使用能够改善农村家庭消费渠道单一的缺陷,但考虑到城乡家庭与物流中心距离的差异,仍然可能导致城乡家庭碳排放的异质性。最后,不同收入水平家庭的消费习惯不同,高收入家庭的消费水平普遍高于低收入家庭,其碳排放量或高于中低收入家庭;从消费结构上看,高收入水平的家庭倾向于发展和享受型消费,而收入水平较低的家庭倾向于生存型消费,这将导致家庭碳排放总量和结构的差异性。基于以上分析,提出第三个研究假说:

假说 H<sub>3</sub>: 互联网使用对家庭间接碳排放的影响因家庭所在地区、城乡类别以及收入水平的不同而存在异质性。

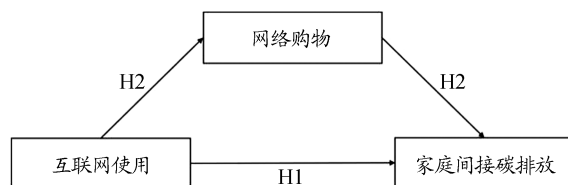


图1 互联网使用影响家庭碳排放的作用路径

## 四、数据来源、研究方法与变量选取

### (一) 数据来源

数据来源主要有两个部分。首先,碳排放量测算相关系数的来源:各细分行业的产值来源于《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》以及《中国经济普查年鉴》;各类能源的碳排放因子均参考IPCC。其次,家庭间接碳排放涉及的消费支出与家庭基本特征等相关数据均来自北京大学中国社会科学调查中心的中国家庭追踪调查(Chinese Family Panel Studies, 以下简称为CFPS)2016、2018年数据库。CFPS采用内隐分层与三阶段抽样法以及随机起点的循环等距抽样方式展开调查,应用计算机辅助面访技术,样本涵盖中国31个省、自治区、直辖市(不含港澳台),具有较高的科学性、覆盖度和可信度。对缺失数据采用分层均值插补法进行填充,剔除前后逻辑存在严重错误以及缺失

较为严重的样本,最终获得 12 321 个可追踪的城乡家庭的两期面板数据,其中 2016 年城镇家庭 5 893 户、农村家庭 6 430 户,2018 年城镇家庭 6 303 户、农村家庭 6 019 户,样本分布较为均衡。需要说明的是,2016 年和 2018 年数据没有受到近三年疫情因素影响,相对更为客观。

利用样本数据对家庭互联网使用率和家庭间接碳排放量的变动趋势进行分析,2016 年、2018 年两年间使用互联网的家庭占比从 68.36% 上升至 71.16%,样本家庭互联网使用率整体上呈大幅度上升趋势。进一步地,绘制了两年间各省互联网使用率与家庭间接碳排放量的散点图(此处省略)。从散点图可以发现:家庭互联网使用率越高的地区,家庭间接碳排放量也呈现出同样的变化趋势;此外,随着互联网使用率的提升,各省份的户均家庭间接碳排放量也呈现明显的上升趋势,这表明互联网使用可能会导致碳排放量的增加。

## (二) 研究方法

### 1. 模型构建

本文所用数据为两期平衡面板数据,为有效评价互联网使用对家庭间接碳排放的影响,需从混合回归、固定效应模型或随机效应模型中进行选择。首先,通过豪斯曼检验( $P$  值为 0.0000)验证了固定效应模型比随机效应模型更优;其次,进一步通过  $F$  检验( $P$  值为 0.0000)可知固定效应同样明显优于混合回归。基于此,结合前文的理论分析,本文将通过构建固定效应模型来探讨互联网使用对家庭间接碳排放的影响。此外,考虑到“不受个体而异,但随时间而变”的遗漏变量问题,因而将个体和时间固定效应引入模型,即采用双向固定效应模型进行实证分析。模型设定如下:

$$IHCG_{it} = \alpha_0 + \beta_1 NET_{it}^k + \beta_2 X_{master\_it} + \beta_3 X_{family\_it} + \beta_4 X_{region\_it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon \quad (1)$$

其中, $IHCG_{it}$  表示第  $i$  个家庭第  $t$  年的间接碳排放量。 $NET_{it}^k$  表示互联网使用情况,分别表示为“是否使用互联网”( $k=1$ )、“互联网使用人数占比”( $k=2$ )以及“互联网使用频率”( $k=3$ )。 $X$  表示除去家庭消费特征以外的一系列控制变量,包括家庭核心成员基本特征( $X_{master\_it}$ )、家庭基本特征( $X_{family\_it}$ )以及区域性社会经济特征( $X_{region\_it}$ )等 17 个相关指标。 $\mu_i$  和  $\mu_t$  分别表示家户固定效应和年份固定效应。 $\varepsilon$  为随机误差项。

### 2. 内生性问题处理

内生性是因果关系探讨过程中难以避免的问题,本文聚焦于互联网使用对家庭间接碳排放的影响,互联网使用是不同家庭基于能力和禀赋差异等实施的自选择行为,随机性程度较低,因此可能存在内生性问题。具体表现为残差项中可能存在既影响家庭间接碳排放又影响家庭互联网使用行为的因素,从而导致遗漏变量问题的存在。除了受到个体、家庭以及地区特征的显性变量影响外,还可能不存在随时间改变的家户特征以及不对家户改变的年份因素,以及很多无法观测和识别的潜在变量。针对以上问题,本文虽然通过纳入了个体、家庭以及地区层面的控制变量,并加入时间、家户的固定效应进行处理,但内生性问题依然可能存在。为此,本文采取工具变量法对模型内生性进行处理,选取了家庭层面的“互联网重要程度”<sup>①</sup>与省级层面的“互联网普及率”<sup>②</sup>作为互联网使用的工具变量进行检验。工具变量选择的主要原因:首先,“互联网重要程度”与“互联网普及率”均是家庭成员使用互联网的必要条件,能够对家庭使用互联网决策起到直接的影响;其次,“互联网重要程度”仅仅是家庭成员的主观意愿,而“互联网普及率”作为客观存在的外在环境,二者都难以

①互联网重要程度:来自 CFPS 问卷“互联网对您获取信息的重要性?”这一项询问,从 1-5 进行打分,1 表示非常重要,5 表示非常重要。

②互联网普及率:来源于《中国统计年鉴 2017》《中国统计年鉴 2019》,用移动或宽带互联网接入户数与对应省份人口规模的比值表示。

直接影响家庭的碳排放。因此,满足了有效工具变量必备的相关性和外生性条件。后文将对工具变量的有效性进行检验。

### (三) 变量选取与统计描述

#### 1. 核心因变量

家庭间接碳排放量。家庭间接碳排放又称为家庭消费碳排放,主要包括由食品、衣着、居住、家庭设备用品及服务、医疗保健、交通通信、教育文化娱乐服务、杂项商品与服务等居民日常八类消费项目在生产过程中所产生的碳排放的构成<sup>[14]</sup>。本文将依据以上家庭八项消费的经济数据及其相关行业的碳排放系数,采用消费者生活方式方法来测度家庭间接碳排放,如公式(2)所示。

$$IHCG_i = \sum_{n=1}^8 CI_n \cdot \text{Cos } t_{in} \quad (2)$$

其中, $IHCG$ 表示家庭间接碳排放量( $\text{kg CO}_2$ ); $CI_n$ 表示八项消费项目中第 $n$ 类消费的能源消耗强度( $\text{kg CO}_2/\text{元}$ ); $\text{Cos } t_{in}$ 表示第 $i$ 个家庭在第 $n$ 类消费项目上的花费额度(元)。由于现有数据库中没有八类消费项目所对应的能源消耗强度数据,因此在参考已有研究的基础上根据消费项目所对应的行业部门能源消耗量来计算出各类消费项目的综合能源消耗强度, $CI$ 的计算方式如公式(3)所示。

$$CI_n = \frac{\sum TE_{nj} \cdot CEF_{\text{标煤}}}{\sum PV_{nj}} \quad (3)$$

在上式中, $TE_{nj}$ 表示第 $n$ 类消费对应第 $j$ 个生产行业部门的能源消耗量( $\text{kg}$ 标准煤); $CEF_{\text{标煤}}$ 表示标准煤的碳排放系数( $\text{kg CO}_2/\text{kg}$ 标准煤); $PV$ 表示行业部门的产值(元)。依据国家统计局2017年公布的《国民经济行业分类》(GB/T+4754-2017)将家庭主要消费项目与不同的工业生产部门相联系,最终选定了25个相关行业部门,如表1所示。

表1 家庭主要八项消费项目及其相关生产行业部门

| 消费项目   | 相关生产行业部门  |
|--------|---|
| 居住     | 建筑业;电力、热力生产和供应业;燃气生产和供应业                          |
| 食品     | 农、林、牧、渔业;农副食品加工业;食品制造业;酒、饮料和精制茶制造业                |
| 衣着     | 纺织业;纺织服装、服饰业;皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业                     |
| 家用设备   | 木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业;家具制造业;橡胶和塑料制品业;金属制品业;电气机械和器材制造业 |
| 医疗保健   | 医药制造业   |
| 交通通讯设备 | 汽车制造业;计算机、通信和其他电子设备制造业;交通运输、仓储和邮政业                |
| 教育文化娱乐 | 造纸和纸制品业;印刷和记录媒介复制业;文教、工美、体育和娱乐用品制造业               |
| 杂项商品服务 | 烟草制品业;批发和零售业;住宿和餐饮业                               |

#### 2. 核心自变量

互联网使用。关键解释变量是家庭的互联网使用情况,主要从是否使用互联网、互联网人口占比、互联网使用频率三个层面进行衡量。(1)是否使用互联网:主要关注该家庭是否有成员通过手机或者电脑使用互联网,从广度上反映家庭互联网的使用情况。(2)互联网使用人数占比:通过家庭使用互联网的具体人数占家庭人口规模之比表征,从宽度上反映家庭互联网的使用情况。(3)互联网使用频率:CFPS问卷中询问了成员从事商业活动、娱乐、学习、工作、社交等五个方面的互联网使用频率,本文对各项活动的互联网使用频率进行均值处理得到综合互联网使用频率,从深度上反

映家庭互联网的使用情况。

### 3. 控制变量

借鉴已有学者研究,本文从个体、家庭和地区三个层面提取特征变量,对影响家庭碳排放的其他因素进行控制。由于 CFPS 问卷中没有体现专门针对户主的调查,故选用家庭财务管理者替代户主身份。个体特征包括:户主年龄、性别、婚姻状况、健康水平、当期就业状态以及环境保护意识等指标。家庭特征包括:所在地城乡类别、家庭总收入、家庭总负债、房产拥有量、家庭人口规模、老年人口占比、少儿人口占比、成员最高学历。地区特征包括:地区人口密度、人均 GDP 以及产业结构等指标。描述性统计如表 2 所示。

表 2 相关变量含义及描述性统计

| 变量名称       | 变量含义  | 均值     | 标准差    |
|------------|---|--------|--------|
| 间接碳排放(Ln)  | 家庭间接碳排放量  | 7.310  | 1.005  |
| 是否使用互联网    | 使用互联网=1;不使用互联网=0  | 0.687  | 0.464  |
| 互联网使用人数占比  | 使用互联网人数/家庭总人口(不使用互联网的家庭=0)                                  | 0.391  | 0.347  |
| 互联网使用频率    | 不使用=0;几个月一次=1;一月一次=2;一月2-3次=3;一周1-2次=4;一周3-4次=5;几乎每天使用=6    | 2.173  | 1.788  |
| 户主年龄       | 户主年龄  | 50.339 | 14.665 |
| 户主性别       | 男性=1;女性=0   | 0.522  | 0.500  |
| 户主婚姻状况     | 有配偶(有结婚证、有事实婚姻)=1;无配偶(未婚、同居、离婚、丧偶)=0                        | 0.839  | 0.367  |
| 户主健康水平     | 不健康=1;一般=2;比较健康=3;很健康=4;非常健康=5                              | 2.846  | 1.212  |
| 户主当期就业状态   | 在业=1;失业、待业、退出劳动市场等=0  | 0.751  | 0.432  |
| 户主环境保护认知   | 由0-10打分,0表示不严重,10代表非常严重                                     | 6.391  | 2.772  |
| 所在地城乡类别    | 城镇=1;乡村=0   | 0.495  | 0.500  |
| 家庭总收入(Ln)  | 家庭年总收入(经营性收入、工资性收入、租金收入、政府补助或他人的经济支持)                       | 10.769 | 1.108  |
| 家庭总负债(Ln)  | 家庭年总负债(房贷、其他银行贷、各类民间借贷)                                     | 3.765  | 5.260  |
| 房产拥有量      | 该家庭所有成员拥有的房产总量  | 1.059  | 0.622  |
| 家庭人口规模     | 家庭总人数(成员与家庭在经济上是一家人)  | 3.396  | 1.883  |
| 老年人口占比     | 家庭年龄大于60岁以上人口/家庭人口规模  | 0.258  | 0.359  |
| 少儿人口占比     | 家庭年龄小于16岁以下人口/家庭人口规模  | 0.155  | 0.204  |
| 成员最高学历     | 文盲/半文盲=0;小学=6;初中=9;高中/中专/技校/职高=12;大专=15;大学本科=16;硕士=19;博士=23 | 10.444 | 4.214  |
| 地区人口密度(Ln) | 人口规模(人)/面积(平方公里)  | 5.742  | 1.027  |
| 人均GDP(Ln)  | 人均GDP(元)  | 10.875 | 0.407  |
| 产业结构       | 工业GDP/GDP   | 0.406  | 0.060  |

## 五、实证分析

### (一) 互联网使用对家庭间接碳排放的影响

据前文分析,本文实证分析了互联网使用对家庭间接碳排放的影响:在模型1中均未加入控制变量;在模型2中仅加入表征个体、家户以及地区特征的控制变量;模型3在加入控制变量的基础上进一步加入工具变量,在回归过程中进行并通过了不可识别检验(P值均小于0.1)、弱工具变量检验(F值远大于10)以及过度识别检验(P值均大于0.1),保证了工具变量的可靠性与合理性。

表3 基准回归估计结果

|            | 家庭间接碳排放            |                      |                      | 家庭间接碳排放            |                      |                      | 家庭间接碳排放              |                      |                      |
|------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|            | 模型1                | 模型2                  | 模型3                  | 模型1                | 模型2                  | 模型3                  | 模型1                  | 模型2                  | 模型3                  |
| 是否使用互联网    | 0.138***<br>(7.89) | 0.0540**<br>(3.09)   | 0.172***<br>(3.75)   |                    |                      |                      |                      |                      |                      |
| 互联网使用人数占比  |                    |                      |                      | 0.207***<br>(8.20) | 0.109***<br>(4.43)   | 0.183***<br>(3.76)   |                      |                      |                      |
| 互联网使用频率    |                    |                      |                      |                    |                      |                      | 0.0506***<br>(10.29) | 0.0246***<br>(4.98)  | 0.0495***<br>(3.76)  |
| 户主年龄       |                    | -0.007***<br>(-9.19) | -0.007***<br>(-8.68) |                    | -0.007***<br>(-8.97) | -0.007***<br>(-8.59) |                      | -0.007***<br>(-8.99) | -0.007***<br>(-8.43) |
| 户主性别       |                    | 0.027<br>(1.88)      | 0.028<br>(1.95)      |                    | 0.027<br>(1.86)      | 0.027<br>(1.86)      |                      | 0.027<br>(1.89)      | 0.027<br>(1.93)      |
| 户主婚姻状况     |                    | 0.073**<br>(2.91)    | 0.077**<br>(3.05)    |                    | 0.079**<br>(3.13)    | 0.084***<br>(3.31)   |                      | 0.078**<br>(3.12)    | 0.086***<br>(3.37)   |
| 户主健康水平     |                    | -0.012*<br>(-2.22)   | -0.013*<br>(-2.31)   |                    | -0.012*<br>(-2.20)   | -0.012*<br>(-2.22)   |                      | -0.012*<br>(-2.22)   | -0.012*<br>(-2.27)   |
| 户主当期就业状态   |                    | 0.002<br>(0.14)      | 0.003<br>(0.17)      |                    | 0.001<br>(0.08)      | 0.001<br>(0.05)      |                      | 0.001<br>(0.06)      | 0.000<br>(-0.00)     |
| 户主环境保护认知   |                    | 0.002<br>(0.78)      | 0.001<br>(0.63)      |                    | 0.002<br>(0.74)      | 0.001<br>(0.67)      |                      | 0.002<br>(0.76)      | 0.001<br>(0.66)      |
| 所在地城乡类别    |                    | 0.168***<br>(4.80)   | 0.159***<br>(4.53)   |                    | 0.161***<br>(4.61)   | 0.154***<br>(4.38)   |                      | 0.164***<br>(4.70)   | 0.156***<br>(4.44)   |
| 家庭收入(Ln)   |                    | 0.114***<br>(12.49)  | 0.111***<br>(12.10)  |                    | 0.113***<br>(12.40)  | 0.112***<br>(12.23)  |                      | 0.112***<br>(12.27)  | 0.109***<br>(11.73)  |
| 家庭负债(Ln)   |                    | 0.024***<br>(17.09)  | 0.024***<br>(17.00)  |                    | 0.024***<br>(17.09)  | 0.024***<br>(17.07)  |                      | 0.024***<br>(17.08)  | 0.024***<br>(17.00)  |
| 房产拥有量      |                    | 0.031*<br>(2.51)     | 0.032**<br>(2.61)    |                    | 0.031*<br>(2.57)     | 0.032**<br>(2.63)    |                      | 0.032**<br>(2.61)    | 0.034**<br>(2.73)    |
| 家庭人口规模     |                    | 0.006<br>(1.12)      | -0.002<br>(-0.35)    |                    | 0.011<br>(1.96)      | 0.011*<br>(2.02)     |                      | 0.005<br>(0.89)      | 0.000<br>(-0.05)     |
| 老年人口占比     |                    | -0.039<br>(-1.00)    | -0.006<br>(-0.14)    |                    | -0.026<br>(-0.66)    | -0.007<br>(-0.16)    |                      | -0.029<br>(-0.73)    | -0.003<br>(-0.06)    |
| 少儿人口占比     |                    | 0.072<br>(1.51)      | 0.090<br>(1.85)      |                    | 0.096*<br>(1.99)     | 0.117*<br>(2.37)     |                      | 0.080<br>(1.66)      | 0.095*<br>(1.96)     |
| 成员最高学历     |                    | 0.011***<br>(3.49)   | 0.009**<br>(2.75)    |                    | 0.011***<br>(3.44)   | 0.010**<br>(3.17)    |                      | 0.010**<br>(3.02)    | 0.007*<br>(2.10)     |
| 地区人口密度(Ln) |                    | -0.022<br>(-0.60)    | -0.023<br>(-0.63)    |                    | -0.021<br>(-0.58)    | -0.021<br>(-0.59)    |                      | -0.021<br>(-0.58)    | -0.020<br>(-0.57)    |
| 人均GDP(Ln)  |                    | 0.152*<br>(2.02)     | 0.159*<br>(2.10)     |                    | 0.147<br>(1.95)      | 0.145<br>(1.94)      |                      | 0.145<br>(1.93)      | 0.141<br>(1.88)      |
| 产业结构       |                    | -0.336<br>(-1.25)    | -0.334<br>(-1.25)    |                    | -0.328<br>(-1.23)    | -0.322<br>(-1.20)    |                      | -0.321<br>(-1.20)    | -0.306<br>(-1.15)    |
| 控制变量       | 否                  | 是                    | 是                    | 否                  | 是                    | 是                    | 否                    | 是                    | 是                    |
| 家户固定       | 是                  | 是                    | 是                    | 是                  | 是                    | 是                    | 是                    | 是                    | 是                    |
| 时间固定       | 是                  | 是                    | 是                    | 是                  | 是                    | 是                    | 是                    | 是                    | 是                    |
| F统计量       | 251.09             | 67.30                | 67.33                | 251.11             | 67.62                | 67.46                | 275.69               | 68.08                | 67.40                |
| 样本量        | 12 321             | 12 321               | 12 321               | 12 321             | 12 321               | 12 321               | 12 321               | 12 321               | 12 321               |

注:括号中汇报结果为t统计量;\*、\*\*、\*\*\*分别表示5%、1%、0.1%的显著性水平,下同。



基准回归结果如表 3 所示,第 2 至 10 列先后报告了是否使用互联网、互联网使用人数以及互联网使用频率对家庭碳排放量的影响。整体上看,是否使用互联网、互联网使用人数以及互联网使用频率对家庭间接碳排放均呈显著的正向影响,表明互联网使用能够显著促进家庭间接碳排放的增加。具体来看,第 2 至 4 列报告了家庭是否使用互联网对间接碳排放的影响,可以看出有成员使用互联网的家庭间接碳排放量要明显多于不使用互联网的家庭,并且使用互联网的家庭每增加 1%,家庭间接碳排放量升高 17.2%;第 5 至 7 列互联网使用人数占比对家庭间接碳排放影响的估计结果显示,互联网使用人数占比对家庭间接碳排放的影响均在 0.1%的水平上,呈现显著的正向相关性,说明使用互联网的家庭成员越多间接碳排放量越大,模型 3 的回归结果表明互联网使用人数占比每增加 1%,家庭间接碳排放增加幅度为 18.3%,这可能是因为使用互联网的家庭成员越多,对家庭生活及消费方式的影响越大,从而导致更多的碳排放;第 8 至 10 列为互联网使用频率对家庭间接碳排放影响的回归结果,同样在 0.1%的显著性水平上表明互联网使用频率与家庭间接碳排放量正向相关,且每增加 1 个单位的互联网使用频率,家庭间接碳排放增多 4.95%,说明家庭上网成员使用互联网的频率的提高会导致家庭间接碳排放量的进一步增加。此外,考察其他控制变量发现,户主个人特征与家庭特征对家庭间接碳排放普遍具有较强的解释力,而地区特征对家庭间接碳排放没有显著的影响<sup>[47]</sup>。具体表现为:户主的婚姻状况、家庭所在地城乡类别、家庭收入、家庭负债、房产拥有量以及成员最高学历等因素对家庭间接碳排放均有显著的正向影响,而户主的年龄、健康水平等因素对家庭间接碳排放均有显著的负向影响,这一结论基本符合逻辑事实和理论预期。

(二) 互联网使用对不同消费类型家庭间接碳排放的影响

家庭间接碳排放是基于八项基本消费计算而来的综合性指标,可依据家庭消费结构将家庭间接碳排放划分为生存型、享受型和发展型消费碳排放。生存型消费碳排放包括衣着、食品和居住等维持家庭基本运转的消费项目;发展型消费碳排放包括家用设备与其他杂项商品或服务能够改善家庭生活状况的消费项目;享受型消费碳排放包括交通通讯设备、文化娱乐以及医疗保健等能够用以提升家庭生活质量的消费项目。以下实证分析均使用加入工具变量的两阶段最小二乘法(即模型 3)进行估计。

表 4 不同消费类型家庭间接碳排放的异质性影响

|          | 生存型消费碳排放        |                 |                 | 发展型消费碳排放          |                   |                   | 享受型消费碳排放           |                    |                    |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|          | (1)             | (2)             | (3)             | (4)               | (5)               | (6)               | (7)                | (8)                | (9)                |
| 是否使用互联网  | 0.058<br>(1.33) |                 |                 | 0.248**<br>(2.91) |                   |                   | 0.322***<br>(4.56) |                    |                    |
| 互联网使用人数比 |                 | 0.061<br>(1.33) |                 |                   | 0.264**<br>(2.91) |                   |                    | 0.343***<br>(4.58) |                    |
| 互联网使用频率  |                 |                 | 0.017<br>(1.33) |                   |                   | 0.071**<br>(2.89) |                    |                    | 0.093***<br>(4.56) |
| 控制变量     | 是               | 是               | 是               | 是                 | 是                 | 是                 | 是                  | 是                  | 是                  |
| 家户固定     | 是               | 是               | 是               | 是                 | 是                 | 是                 | 是                  | 是                  | 是                  |
| 时间固定     | 是               | 是               | 是               | 是                 | 是                 | 是                 | 是                  | 是                  | 是                  |
| F 统计量    | 51.71           | 51.72           | 51.81           | 46.10             | 46.11             | 46.13             | 52.75              | 52.97              | 52.59              |

注:篇幅所限未列出控制变量回归结果,如有需要可向作者索取,下同。

表 4 报告了互联网使用对不同消费类型家庭间接碳排放的影响。研究发现,互联网使用对不

同消费类型碳排放的影响存在层次明显的结构性差异。从互联网使用上看,是否使用互联网、互联网使用人数比以及互联网使用频率对发展型和享受型消费碳排放均有显著的正向影响:互联网使用人数占比对家庭间接碳排放的作用强度最大,是否使用互联网的作用强度次之,互联网使用频率的作用强度最弱,这说明随着家庭互联网使用人数的增加,家庭间接碳排放量的增加幅度越大。从不同消费碳排放上看,互联网使用对享受型消费碳排放的影响最为显著且作用强度最大,对发展型消费碳排放的影响和作用强度次之,而对生存型消费碳排放的影响并不显著。这一结果说明,互联网使用对家庭间接碳排放的增加效应主要源于享受型消费碳排放与发展型消费碳排放,或许能够通过调节消费结构来引导家庭实施低碳行为,从整体上降低家庭间接碳排放。

### 1. 互联网使用对生存型消费碳排放的影响

表5报告了互联网使用对生存型消费碳排放的影响。互联网使用仅对衣着和食品消费碳排放起促进作用,对衣着的影响均在0.1%的水平上显著,对食品的影响均在5%的水平上显著。从衣着消费碳排放上看,互联网使用人数以及是否使用互联网对家庭衣着消费碳排放的作用最为强烈,互联网使用频率的作用相对较弱,说明使用互联网的家庭中互联网使用人数越多对衣着消费碳排放的作用强度越大。从食品消费碳排放上看,互联网使用对食品消费碳排放的影响虽然显著,但作用强度较弱。该结果说明,提高家庭互联网使用率或增加互联网使用人数,将会从衣着和食品消费方面促进生存型消费碳排放的增加。

表5 互联网使用对家庭生存型消费碳排放的异质性影响

|          | 衣着消费碳排放            |                    |                    | 食品消费碳排放          |                  |                  | 居住消费碳排放         |                 |                 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|          | (1)                | (2)                | (3)                | (4)              | (5)              | (6)              | (7)             | (8)             | (9)             |
| 是否使用互联网  | 0.345***<br>(4.36) |                    |                    | 0.067*<br>(2.55) |                  |                  | 0.064<br>(0.73) |                 |                 |
| 互联网使用人数比 |                    | 0.366***<br>(4.37) |                    |                  | 0.071*<br>(2.54) |                  |                 | 0.069<br>(0.75) |                 |
| 互联网使用频率  |                    |                    | 0.099***<br>(4.35) |                  |                  | 0.019*<br>(2.54) |                 |                 | 0.019<br>(0.76) |
| 控制变量     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                | 是                | 是                | 是               | 是               | 是               |
| 家户固定     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                | 是                | 是                | 是               | 是               | 是               |
| 时间固定     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                | 是                | 是                | 是               | 是               | 是               |
| F统计量     | 111.84             | 112.83             | 112.11             | 280.79           | 283.82           | 282.94           | 19.47           | 19.47           | 19.49           |

### 2. 互联网使用对发展型消费碳排放的影响

表6报告了互联网使用对发展型消费碳排放的影响。互联网使用对家用设备和其他杂项及服务消费碳排放均有正向刺激作用,对家庭设备消费碳排放的影响均在5%的水平上显著,对其他杂项及服务消费碳排放的影响在0.1%的水平上显著。互联网使用人数占比对二者的作用强度最大,是否使用互联网次之,互联网使用频率的作用强度最小。该结论说明,互联网使用在促进家庭发展型消费碳排放时,主要通过其他杂项及服务消费来增加发展型消费的碳排放量。

### 3. 互联网使用对享受型消费碳排放的影响

表7报告了互联网使用对享受型家庭消费碳排放的影响。互联网使用仅对交通通讯和教育文娱消费碳排放起正向刺激作用,在0.1%的水平上显著影响交通通讯消费碳排放,在1%的水平上显

著影响教育文娱消费碳排放。此外,互联网使用对交通通讯消费碳排放的作用强度均大于对教育文娱消费碳排放的作用强度。该结果说明,使用互联网在促进享受型消费碳排放时,主要通过交通通讯和教育文娱消费来增加享受型消费碳排放。

表 6 互联网使用对发展型消费碳排放的异质性影响

|          | 家用设备消费碳排放        |                  |                  | 其他杂项及服务消费碳排放       |                    |                    |
|----------|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|          | (1)              | (2)              | (3)              | (4)                | (5)                | (6)                |
| 互联网使用    | 0.215*<br>(2.40) |                  |                  | 0.292***<br>(4.62) |                    |                    |
| 互联网使用人数比 |                  | 0.228*<br>(2.39) |                  |                    | 0.311***<br>(4.64) |                    |
| 互联网使用频率  |                  |                  | 0.062*<br>(2.38) |                    |                    | 0.084***<br>(4.63) |
| 控制变量     | 是                | 是                | 是                | 是                  | 是                  | 是                  |
| 家户固定     | 是                | 是                | 是                | 是                  | 是                  | 是                  |
| 时间固定     | 是                | 是                | 是                | 是                  | 是                  | 是                  |
| F 统计量    | 41.46            | 41.45            | 41.48            | 36.15              | 36.48              | 36.44              |

表 7 互联网使用对享受型消费碳排放的异质性影响

|          | 交通通讯消费碳排放          |                    |                    | 教育文娱消费碳排放         |                   |                   | 医疗保健消费碳排放         |                   |                   |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|          | (1)                | (2)                | (3)                | (1)               | (2)               | (3)               | (1)               | (2)               | (3)               |
| 互联网使用    | 0.452***<br>(5.47) |                    |                    | 0.396**<br>(2.76) |                   |                   | -0.157<br>(-1.31) |                   |                   |
| 互联网使用人数比 |                    | 0.482***<br>(5.50) |                    |                   | 0.424**<br>(2.77) |                   |                   | -0.168<br>(-1.33) |                   |
| 互联网使用频率  |                    |                    | 0.131***<br>(5.47) |                   |                   | 0.115**<br>(2.79) |                   |                   | -0.046<br>(-1.34) |
| 控制变量     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 |
| 家户固定     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 |
| 时间固定     | 是                  | 是                  | 是                  | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 | 是                 |
| F 统计量    | 40.35              | 40.54              | 39.97              | 38.96             | 39.17             | 39.08             | 25.54             | 25.58             | 25.53             |

(三) 中介效应检验

使用两步回归法(two-step regression)检验网络购物在互联网使用对家庭间接碳排放之间是否起到或起到怎样的中介作用,用家庭网络购物的消费额度来表示中介变量。首先,检验互联网使用与网络购物间的关系。表 8 第(1)至(3)列显示,是否使用互联网、互联网使用人数占比以及互联网使用频率均与网购额度之间有显著的正向相关关系,满足中介变量存在的条件之一。其次,将相关解释变量分别与中介变量同时对家庭间接碳排放进行回归。表 8 第(4)至(6)列显示:是否使用互联网对家庭间接碳排放的系数不再显著,而网络购物的估计系数显著为正,说明网络购物在是否使用互联网对家庭间接碳排放的影响中发挥完全中介效应;互联网使用人数占比对家庭间接碳排放影响的显著性水平降低,且回归系数明显变小,而网络购物的估计系数在 0.1%的水平上显著为正,

说明网络购物在互联网使用人数占比对家庭间接碳排放的影响中发挥部分中介传导效应;同理,网络购物在互联网使用频率对家庭间接碳排放的影响中发挥部分中介传导效应。进一步利用 Bootstrap 法对中介效应进行稳健性检验,检验结果均在 5% 的显著性水平上拒绝原假设。

表 8 中介效应回归分析

|               | 网购额度(Ln)            |                     |                     | 家庭间接碳排放            |                    |                    |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|               | (1)                 | (2)                 | (3)                 | (4)                | (5)                | (6)                |
| 是否使用互联网       | 3.432***<br>(41.69) |                     |                     | 0.015<br>(0.79)    |                    |                    |
| 互联网使用人数比      |                     | 4.851***<br>(39.06) |                     |                    | 0.060*<br>(2.25)   |                    |
| 互联网使用频率       |                     |                     | 1.353***<br>(71.09) |                    |                    | 0.013*<br>(2.05)   |
| 互联网购物消费额度(Ln) |                     |                     |                     | 0.011***<br>(5.11) | 0.010***<br>(4.56) | 0.009***<br>(3.56) |
| 控制变量          | 是                   | 是                   | 是                   | 是                  | 是                  | 是                  |
| 家户固定          | 是                   | 是                   | 是                   | 是                  | 是                  | 是                  |
| 时间固定          | 是                   | 是                   | 是                   | 是                  | 是                  | 是                  |
| F 统计量         | 460.65              | 319.36              | 279.64              | 65.05              | 65.14              | 65.19              |

## 六、异质性检验

### (一) 东中西地区与家庭间接碳排放异质性

根据地理位置和经济发展水平将样本划分为东部、中部和西部地区。前文实证结果表明是否使用互联网与互联网使用人数占比对家庭间接碳排放影响的差异性不大,简起见选择是否使用互联网(Net<sup>1</sup>)与互联网使用频率(Net<sup>3</sup>)进行探讨。

表 9 列示了互联网使用对各地区家庭间接碳排放的异质性分析结果。从家庭间接碳排放总量上看,东部、中部和西部地区家庭是否使用互联网对间接碳排放的影响均在 5% 的水平上显著为正,且作用强度从中部、西部到东部依次递减,这或许与互联网使用与消费伴随的快递产业有关。据 2016 至 2021 年《邮政行业发展统计公报》,东部地区是主要的快递发出地(业务量占比 78.1%),而异地快递是我国快递业务的主要类型(占比 85%),说明东部地区大量的快递发往了中部和西部地区,加之中、西部地区相较于东部地区具有路途远、运输和包装成本高的特征,从而导致中、西部地区家庭间接碳排放的单位增加幅度高于东部地区。从不同类型碳排放看,互联网使用激发了居民多元化的消费潜力,东、中、西地区家庭互联网使用对衣着、其他杂项以及交通通讯等消费碳排放有显著正向影响,且均对交通通讯消费碳排放的影响最为显著。互联网使用对食品与教育文娱消费碳排放的影响仅体现在东部地区,对中部和西部地区的影响并不显著,这可能是由于东部地区家庭相对更倾向于使用互联网来购买食品和投资教育及文化娱乐活动。此外,所有地区家庭互联网使用对碳排放影响幅度最大的均体现在教育文娱与交通通讯等享受型消费碳排放,东、西部地区影响幅度最小的均体现在生存型消费碳排放,中部地区影响幅度最小的为其他杂项与服务等发展型消费碳排放。

表 9 互联网使用对家庭间接碳排放影响的地区异质性

|     | 家庭间接碳排放          | 生存型消费碳排放         |                   |                   | 发展型消费碳排放          |                 | 享受型消费碳排放          |                    |                    |                   |
|-----|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|     |                  | 衣着               | 食品                | 居住                | 家用设备              | 其他杂项            | 交通通讯              | 教育文娱               | 医疗保健               |                   |
| 东部  | Net <sup>1</sup> | 0.124*<br>(2.01) | 0.336**<br>(3.07) | 0.079**<br>(2.88) | 0.047<br>(0.39)   | 0.224<br>(1.86) | 0.265**<br>(2.99) | 0.364**<br>(3.15)  | 0.656***<br>(3.30) | -0.185<br>(-1.09) |
|     | Net <sup>3</sup> | 0.035*<br>(1.99) | 0.097**<br>(3.09) | 0.023**<br>(2.87) | 0.015<br>(0.44)   | 0.065<br>(1.88) | 0.077**<br>(3.03) | 0.105**<br>(3.16)  | 0.192***<br>(3.37) | -0.053<br>(-1.09) |
| 样本量 |                  | 5 992            | 5 992             | 5 992             | 5 992             | 5 992           | 5 992             | 5 992              | 5 992              | 5 992             |
| 中部  | Net <sup>1</sup> | 0.249*<br>(2.04) | 0.413*<br>(2.07)  | 0.075<br>(1.33)   | -0.087<br>(-0.42) | 0.181<br>(0.74) | 0.371*<br>(2.50)  | 0.656**<br>(3.05)  | 0.644<br>(1.79)    | 0.104<br>(0.35)   |
|     | Net <sup>3</sup> | 0.071<br>(1.91)  | 0.126*<br>(2.05)  | 0.021<br>(1.18)   | -0.033<br>(-0.50) | 0.053<br>(0.70) | 0.108*<br>(2.36)  | 0.211**<br>(3.16)  | 0.169<br>(1.51)    | 0.023<br>(0.26)   |
| 样本量 |                  | 2 628            | 2 628             | 2 628             | 2 628             | 2 628           | 2 628             | 2 628              | 2 628              | 2 628             |
| 西部  | Net <sup>1</sup> | 0.182*<br>(2.09) | 0.298*<br>(2.00)  | 0.046<br>(0.93)   | 0.039<br>(0.23)   | 0.279<br>(1.66) | 0.300**<br>(2.66) | 0.556***<br>(3.64) | -0.249<br>(-0.95)  | -0.218<br>(-1.01) |
|     | Net <sup>3</sup> | 0.053*<br>(2.11) | 0.091*<br>(2.10)  | 0.014<br>(0.96)   | 0.011<br>(0.22)   | 0.083<br>(1.72) | 0.088**<br>(2.71) | 0.159***<br>(3.63) | -0.072<br>(-0.95)  | -0.060<br>(-0.97) |
| 样本量 |                  | 3 441            | 3 441             | 3 441             | 3 441             | 3 441           | 3 441             | 3 441              | 3 441              | 3 441             |

(二) 城乡差异与家庭间接碳排放的异质性

表 10 汇报了互联网使用对家庭间接碳排放影响的城乡异质性实证结果。城乡家庭互联网使用及其频率均在 5% 的显著性水平上与间接碳排放正相关,并且作用强度差异性不大。从消费结构上看,城乡家庭互联网使用对食品、居住、家用设备和医疗保健等消费碳排放的影响均不显著。城镇家庭互联网使用按照显著程度依次对交通通讯、其他杂项和教育文娱等消费碳排放起正向作用,说明城镇家庭通过互联网主要从发展型和享受型消费释放了更多碳排放;农村家庭互联网使用按照显著程度依次对交通通讯、衣着、教育文娱以及其他杂项等消费碳排放起正向刺激作用,对教育文娱、交通通讯和衣着消费碳排放的作用强烈,说明享受型和生存型消费是乡村家庭通过互联网使用释放能耗的主要渠道。从作用强度上看,互联网使用对农村家庭各项消费碳排放的作用强度均大于城镇家庭,说明农村家庭使用互联网会导致相对较多的碳排放。此外,互联网使用对城乡家庭交通通讯以及教育文娱等享受型消费碳排放的作用强度最大,对其他杂项等发展型消费碳排放的影响作用强度最小。

表 10 互联网使用对家庭间接碳排放影响的城乡异质性

|     | 家庭间接碳排放          | 生存型消费碳排放         |                    |                   | 发展型消费碳排放          |                 | 享受型消费碳排放          |                    |                   |                   |
|-----|------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|     |                  | 衣着               | 食品                 | 居住                | 家用设备              | 其他杂项            | 交通通讯              | 教育文娱               | 医疗保健              |                   |
| 城镇  | Net <sup>1</sup> | 0.141*<br>(2.23) | 0.179<br>(1.60)    | -0.002<br>(-1.23) | 0.112<br>(0.83)   | 0.180<br>(1.30) | 0.323**<br>(3.20) | 0.353**<br>(2.90)  | 0.470*<br>(2.22)  | 0.143<br>(0.77)   |
|     | Net <sup>3</sup> | 0.039*<br>(2.22) | 0.050<br>(1.60)    | -0.001<br>(-1.29) | 0.034<br>(0.90)   | 0.050<br>(1.31) | 0.092**<br>(3.27) | 0.099**<br>(2.91)  | 0.136*<br>(2.30)  | 0.038<br>(0.75)   |
| 样本量 |                  | 5 769            | 5 769              | 5 769             | 5 769             | 5 769           | 5 769             | 5 769              | 5 769             | 5 769             |
| 农村  | Net <sup>1</sup> | 0.164*<br>(2.38) | 0.534***<br>(4.46) | 0.004<br>(1.43)   | -0.038<br>(-0.32) | 0.224<br>(1.75) | 0.214**<br>(2.67) | 0.553***<br>(4.44) | 0.619**<br>(3.00) | -0.149<br>(-0.89) |
|     | Net <sup>3</sup> | 0.051*<br>(2.36) | 0.164***<br>(4.39) | 0.001<br>(1.38)   | -0.011<br>(-0.30) | 0.065<br>(1.63) | 0.066**<br>(2.64) | 0.175***<br>(4.46) | 0.201**<br>(3.13) | -0.050<br>(-0.95) |
| 样本量 |                  | 5 895            | 5 895              | 5 895             | 5 895             | 5 895           | 5 895             | 5 895              | 5 895             | 5 895             |

注:去除所在地城乡类别这一控制变量,其余控制变量与表 3 相同。

### (三) 不同收入水平家庭间接碳排放异质性

综合采用收入水平五分法和均值法,将全样本家庭划分为高收入( $\geq 75\ 000$ 元)、低收入( $\leq 30\ 000$ 元)以及中等收入3组进行探讨。表11结果表明,互联网使用对家庭间接碳排放的影响主要体现在高收入的样本,而对于中等收入和低收入样本的影响并不显著。就高收入家庭而言,是否使用互联网和使用频率每增加1%,间接碳排放分别提高28.1%和6.5%。并且,互联网使用对高收入家庭教育文娱消费碳排放的影响在0.1%的水平上通过检验,且作用强度大于1,这意味着高收入家庭教育文娱消费碳排放的增加幅度似乎要高于家庭互联网使用的增长。此外,高收入家庭互联网使用与交通通讯消费碳排放放在1%的显著性水平正向相关且作用强度较大。这一结果说明,互联网使用释放了高收入家庭对享受型消费的潜力,从而导致家庭间接碳排放的增加。

表11 互联网使用对家庭间接碳排放影响的收入异质性

|          | 家庭间接<br>碳排放             | 生存型消费碳排放         |                    |                 | 发展型消费碳排放          |                  | 享受型消费碳排放          |                   |                    |                   |
|----------|-------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
|          |                         | 衣着               | 食品                 | 居住              | 家用设备              | 其他杂项             | 交通通讯              | 教育文娱              | 医疗保健               |                   |
| 较高<br>收入 | <i>Net</i> <sup>1</sup> | 0.281*<br>(2.40) | 0.038<br>(0.22)    | 0.067<br>(1.46) | 0.227<br>(1.05)   | 0.230<br>(1.00)  | 0.422*<br>(2.41)  | 0.628**<br>(3.19) | 1.241***<br>(3.74) | 0.210<br>(0.75)   |
|          | <i>Net</i> <sup>3</sup> | 0.065*<br>(2.32) | 0.009<br>(0.21)    | 0.018<br>(1.62) | 0.059<br>(1.12)   | 0.055<br>(0.97)  | 0.098*<br>(2.31)  | 0.149**<br>(3.12) | 0.301***<br>(3.74) | 0.042<br>(0.61)   |
|          | 样本量                     | 2 678            | 2 678              | 2 678           | 2 678             | 2 678            | 2 678             | 2 678             | 2 678              | 2 678             |
| 中等<br>收入 | <i>Net</i> <sup>1</sup> | 0.051<br>(0.51)  | 0.885***<br>(4.58) | 0.047<br>(0.69) | -0.247<br>(-1.19) | 0.445*<br>(2.08) | 0.439**<br>(3.15) | 0.416*<br>(2.31)  | 0.105<br>(0.30)    | 0.295<br>(1.07)   |
|          | <i>Net</i> <sup>3</sup> | 0.0128<br>(0.43) | 0.266***<br>(4.46) | 0.015<br>(0.70) | -0.077<br>(-1.23) | 0.130*<br>(1.99) | 0.132**<br>(3.07) | 0.127*<br>(2.31)  | 0.030<br>(0.27)    | 0.079<br>(0.94)   |
|          | 样本量                     | 2 312            | 2 312              | 2 312           | 2 312             | 2 312            | 2 312             | 2 312             | 2 312              | 2 312             |
| 较低<br>收入 | <i>Net</i> <sup>1</sup> | 0.028<br>(0.24)  | 0.689**<br>(2.95)  | 0.064<br>(1.23) | 0.004<br>(0.02)   | 0.031<br>(0.14)  | 0.321**<br>(2.86) | 0.661**<br>(2.58) | 0.205<br>(0.59)    | -0.466<br>(-1.36) |
|          | <i>Net</i> <sup>3</sup> | 0.010<br>(0.25)  | 0.240**<br>(2.97)  | 0.022<br>(1.25) | 0.001<br>(0.02)   | 0.012<br>(0.17)  | 0.110**<br>(2.84) | 0.227*<br>(2.54)  | 0.072<br>(0.60)    | -0.162<br>(-1.36) |
|          | 样本量                     | 2 083            | 2 083              | 2 083           | 2 083             | 2 083            | 2 083             | 2 083             | 2 083              | 2 083             |

注:去除家庭收入这一控制变量,其余控制变量与表3相同。

## 七、研究结论与启示

### (一) 研究结论

基于“双碳”目标背景,利用2016年和2018年CFPS中国家庭追踪调查数据,在测算家庭间接碳排放量的基础上,从微观层面分析了互联网使用对家庭碳排放的影响,得出三点主要结论。

第一,互联网使用显著导致了家庭间接碳排放的增加,且对于享受型消费碳排放的增加效应最为显著,对发展型消费的增加效应次之,而对生存型消费碳排放则没有体现出明显的影响效应。

第二,机制检验表明,互联网使用主要通过网络购物对家庭碳排放产生正向影响,说明网络购物丰富了家庭的消费方式,同时也促进了家庭消费升级和规模扩张,是互联网使用导致家庭间接碳排放增加的重要渠道。

第三,异质性分析表明,互联网使用对家庭碳排放的作用强度从中部、西部到东部依次递减,这可能与互联网消费伴随着的快递量增长有关;城乡家庭互联网使用对间接碳排放的影响具有较大

的结构差异,城镇家庭互联网使用对间接碳排放的影响主要由享受型和发展型消费碳排放构成,农村家庭互联网使用对间接碳排放的影响主要由享受型和生存型消费碳排放构成;互联网使用对家庭间接碳排放的影响主要体现在较高收入的样本,而对于中等收入和较低收入样本的影响并不显著。

## (二) 政策启示

基于以上研究结论,结合互联网发展与家庭间接碳排放不断攀升之间的现实矛盾,提出三点政策启示。

一是在加快推进互联网发展的同时,推进以互联网为基础的新业态、新模式、新经济发展,加大对“互联网+”与共享经济、循环经济、智慧家庭模式的推广力度,促进低碳经济和互联网的有效融合。

二是加强互联网内涵建设,通过政府官方渠道宣讲绿色、节能、环保的低碳生活理念,引导广大互联网用户增强绿色消费和环保意识,在促进家庭消费升级的同时注重优化家庭消费结构,实现生活质量和节能减排的“双赢”。

三是考虑到互联网使用对家庭间接碳排放影响的差异,在确保生活水平提升的同时鼓励家庭依据自身特征调整消费模式,实现生活方式的绿色转型。比如,权衡地区差异与碳排放,促进绿色产品消费,打造绿色物流,构建绿色供应链体系,引导居民采购绿色产品,推动电商平台实施绿色包装,联合快递产业开展绿色运输,并做好废弃产品回收处理,实现产品全周期的绿色环保;注重城乡差异与碳排放,加强乡村互联网基础设施建设,完善通信网络服务体系,鼓励更多乡村家庭使用互联网,有利于转变农村家庭的绿色消费观念,改善乡村家庭消费结构,提升低碳高质量的生活水平;平衡收入差距与碳排放,瞄准高收入群体的消费结构,采取绿色消费补贴或者征收碳消费税等方式限制高收入群体的过度消费,通过改变家庭消费行为以逐步实现“低碳”生活方式的转变。

## 参考文献:

- [1] DUAN H B, ZHOU S, JIANG K J, et al. Assessing China's efforts to pursue the 1.5°C warming limit[J]. *Science*, 2021, 372(6540):378-385.
- [2] LIU L C, WU G, WANG J N, et al. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992-2007[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2011, 19(15):1754-1762.
- [3] 李治国,王杰. 中国城乡家庭碳排放核算及驱动因素分析[J]. *统计与决策*, 2021(20):48-52.
- [4] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[N]. *人民日报*, 2022-10-26 (01)
- [5] 曲建升,刘莉娜,曾静静,等. 中国城乡居民生活碳排放驱动因素分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2014(8):33-41.
- [6] BIN S, DOWLATABADI H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO<sub>2</sub> emissions[J]. *Energy Policy*, 2005, 33(2):197-208.
- [7] 曾静静,张志强,曲建升,等. 家庭碳排放计算方法分析评价[J]. *地理科学进展*, 2012(10):1341-1352.
- [8] YIN X M, HAO Y, YANG Z F, et al. Changing carbon footprint of urban household consumption in Beijing: insight from a nested input-output analysis[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 258:1-10.
- [9] BODEN T A, MARLAND G, ANDRES R J. Global, regional and national fossil-fuel CO<sub>2</sub> emissions[C]//Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, US Department of Energy. USA: Tenn, Oak Ridge, 2011.
- [10] LI Y M, ZHAO R, LIU T S, et al. Does urbanization lead to more direct and indirect household carbon dioxide emissions?

- Evidence from China during 1996–2012[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 102: 103–114.
- [11] ZHANG J J, YU B Y, WEI Y M. Heterogeneous impacts of households on carbon dioxide emissions in Chinese provinces [J]. *Applied Energy*, 2018, 229: 236–252.
- [12] QIN X D, WU H T, ZHANG X F, et al. The widening wealth inequality as a contributor to increasing household carbon emissions [J]. *Frontiers in Earth Science*, 2022, 10: 1–11.
- [13] SONG L, CAI H, ZHU T. Large-scale microanalysis of US household food carbon footprints and reduction potentials [J]. *Environmental Science & Technology*, 2021, 55(22): 15323–15332.
- [14] BOEHM R, WILDE PE, VER PLOEG M, et al. A comprehensive life cycle assessment of greenhouse gas emissions from US household food choices [J]. *Food Policy*, 2018, 79: 67–76.
- [15] 胡振, 龚薛, 刘华. 基于BP模型的西部城市家庭消费碳排放预测研究——以西安市为例 [J]. *干旱区资源与环境*, 2020(7): 82–89.
- [16] RAO P, XIE F T, ZHU S B, et al. Effect of broadband infrastructure on rural household CO<sub>2</sub> emissions in China: A quasi-natural experiment of a “broadband village” [J]. *Frontiers in Environmental Science*, 2022, 10: 367–380.
- [17] KAYA Y. Impact of carbon dioxide emission on GNP growth: Interpretation of proposed scenarios [R]. Paris: Presentation to the Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, IPCC, 1989.
- [18] EHRLICH P R, HOLDEN J P. One dimensional economy [J]. *Bulletin of Atomic Scientists*, 1972, 28(16): 18–27.
- [19] COMMONER B. *Making peace with the planet* [M]. New York: New Press, 1992.
- [20] SHI Y Y, HAN B T, HAN L, et al. Uncovering the national and regional household carbon emissions in China using temporal and spatial decomposition analysis models [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 232: 966–979.
- [21] WANG Y, YANG G C, DONG Y, et al. The scale, structure and influencing factors of total carbon emissions from households in 30 provinces of China—based on the extended STIRPAT model [J]. *Energies*, 2018, 11(5): 11–25.
- [22] ELLIS E A, NAVARRO-MARTINEZ A, GARCIA-ORTEGA M. Drivers of forest cover transitions in the Selva Maya, Mexico: Integrating regional and community scales for landscape assessment [J]. *Land Degradation & Development*, 2021, 32(10): 3122–3141.
- [23] BARAL S, BASNYAT B, GAULI K, et al. Factors affecting fuelwood consumption and CO<sub>2</sub> emissions: An example from a community-managed forest of Nepal [J]. *Energies*, 2019, 12(23): 1–12.
- [24] 童玉芬, 周文. 家庭人口老化对碳排放的影响——基于家庭微观视角的实证研究 [J]. *人口学刊*, 2020(3): 78–88.
- [25] FAN J S, ZHOU L, ZHANG Y, et al. How does population aging affect household carbon emissions? Evidence from Chinese urban and rural areas [J]. *Energy Economics*, 2021, 100: 1–15.
- [26] DUARTE R, FENG K S, HUBACEK K, et al. Modeling the carbon consequences of pro-environmental consumer behavior [J]. *Applied Energy*, 2016, 184: 1207–1216.
- [27] LYU P, LIN Y J, WANG Y Q. The impacts of household features on commuting carbon emissions: A case study of Xi’an, China [J]. *Transportation*, 2019, 46(3): 841–857.
- [28] CAO Q R, KANG W, XU S C, et al. Estimation and decomposition analysis of carbon emissions from the entire production cycle for Chinese household consumption [J]. *Journal of Environmental Management*, 2019, 247: 525–537.
- [29] Rong P J, Zhang Y, Qin Y C, et al. Spatial differentiation of carbon emissions from residential energy consumption: A case study in Kaifeng, China [J]. *Journal of Environmental Management*. 2020, 271: 1–11.
- [30] LI X Y, ZHANG D Y, ZHANG T, et al. Awareness, energy consumption and pro-environmental choices of Chinese households [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 279: 1–11.
- [31] HAN Y W, DUAN H M, DU X, et al. Chinese household environmental footprint and its response to environmental awareness [J]. *Science of the Total Environment*, 2021, 782: 1–11.
- [32] CHAI Z Y, YAN Y B, SIMAYI Z, et al. Carbon emissions index decomposition and carbon emissions prediction in Xinjiang



- from the perspective of population-related factors, based on the combination of STIRPAT model and neural network[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2022,29(21):31781–31796.
- [33] PANG Q H, DONG X W, PENG S, et al. Sector linkages and driving forces of Chinese household CO<sub>2</sub> emissions based on semi-closed input-output model[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2022,29(23):35408–35421.
- [34] LIU X Y, ZHANG L X, HAO Y, et al. Increasing disparities in the embedded carbon emissions of provincial urban households in China[J]. *Journal of Environmental Management*,2021,302:1–10.
- [35] LIN B Q, ZHOU Y C. Does the internet development affect energy and carbon emission performance? [J]. *Sustainable Production and Consumption*,2021,8:1–10.
- [36] WANG J D, ZHAO J, DONG K Y, et al. How does the internet economy affect CO<sub>2</sub> emissions? Evidence from China[J]. *Applied Economics*,2022:1–20.
- [37] CHEN X H, GONG X M, LI D Y, et al. Can information and communication technology reduce CO<sub>2</sub> emission? A quantile regression analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2019,26(32):32977–32992.
- [38] DAVID M, AUBRY A, DERIGENT W. Towards energy efficient buildings: How ICTs can convert advances? [J]. *IFAC-Papers Online*,2018,51(11):758–763.
- [39] SALAHUDDIN M, ALAM K, OZTURK I. Is rapid growth in internet usage environmentally sustainable for Australia? An empirical investigation[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2016,23(5):4700–4713.
- [40] PARK Y, MENG F C, BALOCH M A. The effect of ICT, financial development, growth, and trade openness on CO<sub>2</sub> emissions: An empirical analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2018,25(30):30708–30719.
- [41] HASEEB A, XIA E J, SAUD S, et al. Does information and communication technologies improve environmental quality in the era of globalization? An empirical analysis[J]. *Environmental Science and Pollution Research*,2019,26(9):8594–8608.
- [42] WANG J, XU Y B. Internet usage, human capital and CO<sub>2</sub> emissions: A global perspective[J]. *Sustainability*,2021,13(15):1–16.
- [43] 程名望,张家平. 新时代背景下互联网发展与城乡居民消费差距[J]. *数量经济技术经济研究*,2019(7):22–41.
- [44] 佟金萍,陈国栋,杨足膺,柏楚. 居民消费水平对生活碳排放的门槛效应研究[J]. *干旱区资源与环境*,2017(1):38–43.
- [45] 张友国,白羽洁. 区域差异化“双碳”目标的实现路径[J]. *改革*,2021(11):1–18.
- [46] 吴海江,何凌霄,张忠根. 中国人口年龄结构对城乡居民消费差距的影响[J]. *数量经济技术经济研究*,2014(2):3–19,35.
- [47] 王军,王杰,李治国. 数字金融发展与家庭消费碳排放[J]. *财经科学*,2022(4):118–132.

## Internet usage and household indirect carbon emissions: Measurement and impact factor analysis

HUA Yiting<sup>a,b</sup>, SHI Baofeng<sup>a,b</sup>

(*a. College of Economics and Management; b. Research Center on Credit and Big Data Analytics, Northwest A & F University, Yangling 712100, P. R. China*)

**Abstract:** Facing the dual crisis of global warming and energy shortage, China has clearly put forward the strategic goal of carbon peaking and carbon neutrality, and the Report of the 20th National Congress of the Communist Party of China emphasized the key role of green low-carbon industry and green low-carbon lifestyle in achieving high-quality development. In this context, discussing the energy consumption and carbon emissions in-depth of households, an important energy-consuming sector, is of great significance for exploring effective paths for household carbon emission reduction. This paper takes the indirect energy consumption, which accounts for the main energy consumption of households, as the research object. Based on the data of

Chinese Family Panel Studies (CFPS), this paper applies the Consumer Lifestyle Approach to measure household indirect carbon emissions, and constructs a two-way fixed effect model to empirically analyze the impact of internet usage on household carbon emissions. On this basis, the mediation effect model and the Bootstrap method are jointly used to verify the effect path of internet usage on household indirect carbon emissions. Further, from the three different perspectives of household location, urban and rural categories, and income level, the paper discusses the heterogeneous impact of internet use on household indirect carbon emissions. The results are as follows: firstly, internet usage positively promotes household indirect carbon emissions, and shows the most significant increasing effect on enjoyment-oriented consumption carbon emissions and development-oriented consumption carbon emissions, while it has no significant effect on survival-oriented consumption carbon emissions. Secondly, internet usage shows a positive impact on household carbon emissions mainly through the mediating variable which is online shopping. Finally, the heterogeneity analysis indicates that: internet usage has a significant positive impact on household carbon emissions in the eastern, central and western regions, and the intensity of the effect decreased in turn from the central, the western to the eastern regions; the impact of internet usage on urban household carbon emissions is mainly composed of enjoyment-oriented and development-oriented consumption carbon emissions, and the impact on rural household carbon emissions is mainly composed of enjoyment-oriented and survival-oriented consumption carbon emissions; in terms of income level, the positive impact of internet usage on household indirect carbon emissions is mainly reflected in higher-income households, but the impact on middle-income and lower-income households is not significant. Therefore, in the process of internet accelerating development, try to promote the effective integration of low-carbon economy and internet development, strengthen the construction of internet connotation and ecological governance, guide the internet users to increase their awareness of environmental protection, and encourage households to shift their consumption to green patterns under the conditions of ensuring the improvement of residents' living standards. In these ways, to lay a good micro-foundation for the realization of the carbon peaking and carbon neutrality goals.

**Key words:** household carbon emissions; internet usage; consumption carbon emissions; green and low-carbon industries; green and low-carbon lifestyle; heterogeneous impact

(责任编辑 彭建国)