

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2023.03.005

<https://xuebao.xaut.edu.cn>

引文格式:尚梅,龚梦婷,杨晴. 碳减排视角下家庭消费模式绿色转型及驱动因素研究[J]. 西安理工大学学报,2023,39(3): 339-352.

SHANG Mei, GONG Mengting, YANG Qing. Research on the green transformation and driving factors of household consumption pattern from the perspective of carbon emission reduction[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 2023, 39(3): 339-352.

碳减排视角下家庭消费模式绿色转型及驱动因素研究

尚梅, 龚梦婷, 杨晴

(西安科技大学 管理学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 基于消费者生活方式法(CLA),利用 CFPS 数据,分析家庭特征通过消费模式对家庭碳排放的影响,并利用 Tapio 脱钩指数法与 LMDI 因子分解法,对家庭消费模式绿色转型进行测度并分析其影响因素。结果表明八类家庭消费中,居住、食品、家用设备和交通通讯类消费对家庭碳排放的贡献较大,所有家庭特征中家庭收入通过消费模式对家庭碳排放的影响最大。2012—2018 年我国不同地区不同收入水平家庭消费模式与碳排放总体上为脱钩联结关系,碳排放强度和消费倾向是抑制家庭碳排放增长的主要因素,消费结构和家庭人均收入水平是家庭碳排放增长的主要驱动因素。

关键词: 家庭碳排放; 消费模式绿色转型; 脱钩; LMDI 分解

中图分类号: X321

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2023)03-0339-14

Research on the green transformation and driving factors of household consumption pattern from the perspective of carbon emission reduction

SHANG Mei, GONG Mengting, YANG Qing

(School of Management, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: Based on the consumer lifestyle approach(CLA), using CFPS data, this paper analyzes the impact of household characteristics on household carbon emissions through consumption patterns, with the Tapio decoupling index method and the LMDI factor decomposition method used to measure the green transformation of household consumption patterns and analyze its influencing factors. The results show that among the eight types of household consumption, the consumption of housing, food, household equipment and transportation and communication make a greater contribution to household carbon emissions, and that among all household characteristics household income has the greatest impact on household carbon emissions through consumption patterns. From 2012 to 2018, household consumption patterns and carbon emissions at different income levels in different regions of China are generally decoupled and linked. Carbon emission intensity and consumption propensity are the main factors for restraining the growth of household carbon emissions. Consumption structure and per capita income level are the main driving factors for the growth of household carbon emissions.

Key words: household carbon emission; green transformation of consumption mode; decoupling; LMDI decomposition.

收稿日期: 2022-09-22; 网络首发日期: 2023-04-25

网络首发地址: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1294.N.20230424.1505.012.html>

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51578438);国家自然科学基金资助项目(71704140)

第一作者: 尚梅,女,博士,教授,研究方向为能源经济及项目管理。E-mail: 940615683@qq.com

通信作者: 龚梦婷,女,硕士生,研究方向为家庭碳排放。E-mail: gmt18729546448@163.com

在“双碳”目标的约束下,明晰居民家庭碳排放增长的主要来源,对降低家庭部门碳排放至关重要。随着经济的快速发展,家庭消费引起的碳排放所占比重逐年递增^[1-4]。据统计资料测算,2013—2020年,我国城乡居民的人均可支配收入平均年增长率分别为 8.2%和 10.2%,人均消费支出平均年增长率分别为 5.4%和 8.7%,使得家庭碳排放增加了近 40%^[5],家庭部门碳排放跃居成为第二大碳排放部门^[6]。长期以来,对碳排放的研究多集中于工业领域^[7]。因此,通过家庭消费模式绿色转型降低家庭碳排放对实现“双碳”目标至关重要。

有关家庭碳排放核算的研究主要集中于国家、地区和省域层面,研究方法主要有投入产出法和消费者生活方式法。Liu 等^[8]基于 1992—2007 年中国家庭数据,利用投入产出模型计算了中国家庭碳排放量,发现家庭碳排放量占总碳排放量的 40%以上。王瑛^[9]以 2000—2015 年为研究期,基于西部各省统计数据,采用投入产出法及碳排放系数法,核算了我国居民消费碳排放,发现间接碳排放和总碳排放呈波动上升趋势。胡振等^[10]基于 2014 年 CFPS 数据,采用消费者生活方式法(CLA)对我国西部地区家庭碳排放进行了核算。

有关家庭碳排放的影响因素研究方面,大多数学者从家庭收入、规模、家庭消费模式等方面展开研究。郑凡和王雅楠等^[11-12]利用 STIRPAT 模型,探讨家庭人口因素与碳排放的关系,发现家庭规模是影响的因素碳排放之一。胡振等^[13]利用 LMDI 模型对陕西省家庭碳排放的影响因素进行研究,发现家庭消费效应、家庭规模效应对家庭碳排放具有正向影响。还有部分学者研究家庭消费模式对碳排放的影响,徐新扩等^[14]基于消费模式通道法,分析了家庭社会经济特征通过消费模式对家庭碳排放的影响。

有关“家庭消费模式绿色转型”的相关研究还没有搜索到,根据本文对家庭消费模式绿色转型的界定,可以检索脱钩理论在家庭碳排放方面的应用,相关研究有曹庆仁等、张风斌分别利用脱钩指数法与 LMDI 法,对北京市和陕西省居民消费支出与碳排放之间脱钩关系及影响因素进行研究^[15-16]。

可以看出,学者们从不同视角对家庭消费和碳排放进行了广泛研究,但还存在以下可提升之处。首先,家庭消费模式绿色转型影响家庭碳排放的机理还需要进一步明晰,本文借鉴消费者生活方式理论及脱钩理论,梳理了家庭消费模式绿色转型及其对碳排放影响的机理,这是本文的创新点之一。其次,学者们研究家庭碳排放时往往选择宏观^[17]或微

观影响因素^[18],理论依据较匮乏,本文依据家庭特征影响家庭消费模式、家庭消费模式影响家庭碳排放的思路,分析家庭碳排放的影响因素,这是本文的创新点之二。最后,家庭消费模式绿色转型的研究还很少,本文拓展了脱钩理论,定量分析了不同地区、不同收入阶层家庭消费模式的绿色转型度,这是本文的创新点之三。

1 研究机理

Bin 和 Dowlatabadi^[19]提出从消费环节认识碳排放的消费生活方式法,该方法认为家庭特征通过家庭消费倾向和生活方式作用于消费模式,并最终影响家庭的碳排放水平。根据该理论,家庭特征决定家庭消费模式进而影响家庭碳排放^[14]。本研究中,家庭消费模式用家庭食品、居住等八大类消费金额表示,给定家庭消费水平,不同家庭八大类消费的比例会有差异,即不同家庭有不同的消费模式,从而导致不同的家庭碳排放水平。本文探讨家庭消费模式绿色转型的宗旨在于降低家庭碳排放,故界定家庭消费模式绿色转型为“家庭碳排放不再随着家庭消费支出的增长而同步增长”,可以用脱钩理论从不同层次进行分析。研究机理框架见图 1。

2 数据来源与家庭碳排放测算

2.1 数据来源

本文采用中国家庭追踪调查(CFPS)2012年、2014年、2016年及2018年数据,样本涵盖近1.5万户家庭,覆盖31个省份。调查数据涵盖家庭消费支出、家庭特征等。

2.2 家庭碳排放测算

家庭碳排放包括电力、热力、其他燃料及私人交通出行产生的碳排放和衣着等八类家庭消费产生的碳排放。为了便于后期的家庭消费模式绿色转型分析,本文研究中,考虑电费、集中供暖费与家庭居住关系更密切,故将其计入居住碳排放部分;由于居民主要使用液化石油气、天然气、煤气、柴草等燃料进行烹饪与食品加工,故将其他燃料(包括煤气、液化气、煤炭、柴草、木炭等)产生的碳排放加总到食品类消费碳排放量上;本地交通出行产生的碳排放加总到交通通讯消费碳排放量上。

其中,电力、热力、其他燃料及私人交通出行产生的碳排放参照张田田^[20]计算方法进行测算,衣着等八类家庭消费产生的碳排放参照刘莉娜等^[21]的计算方法进行测算。计算流程见图 2。

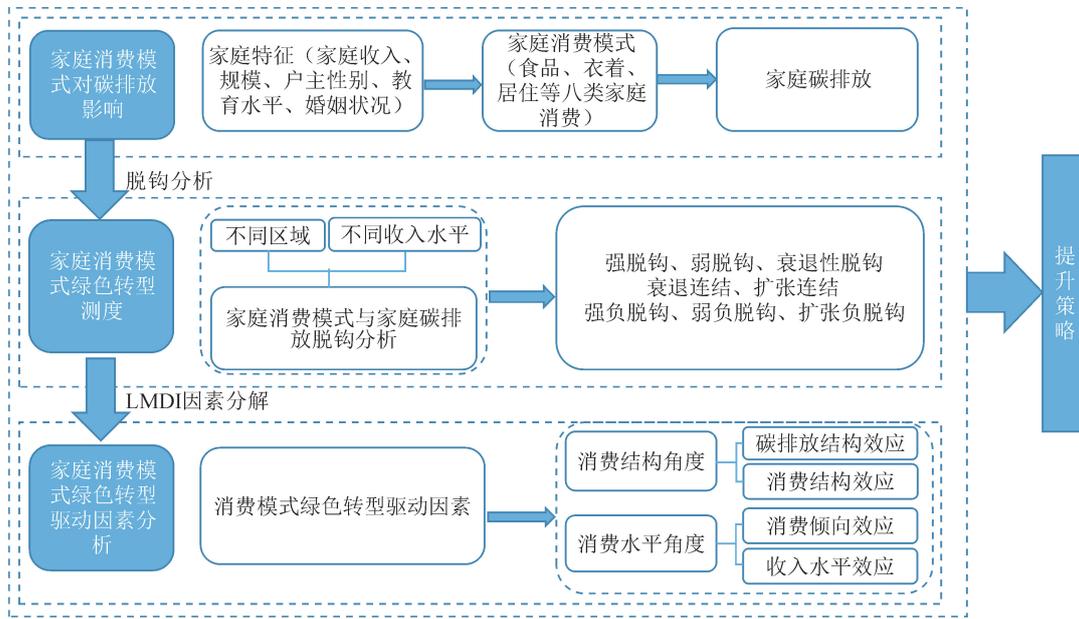


图1 研究机理框架图

Fig 1 Research mechanism frame diagram

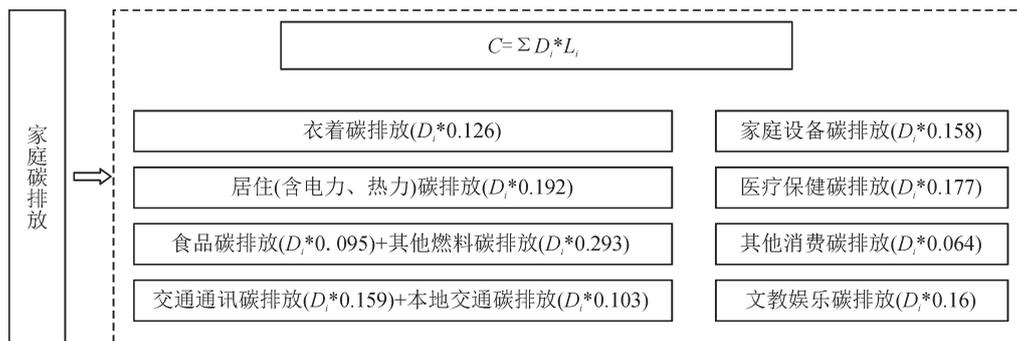


图2 碳排放计算流程

Fig. 2 Flow Chart of carbon emission calculation

3 家庭特征、家庭消费模式对碳排放的影响分析

本文从家庭消费模式受家庭特征影响、同时又影响家庭碳排放的思路,测算出家庭特征通过家庭消费模式对家庭碳排放的影响。

3.1 家庭特征、家庭消费模式对碳排放影响模型构建

根据研究框架图1,CFPS数据库统计了食品、衣着等八大消费项目,八大项目的消费金额即本文界定的家庭消费模式。

1) 家庭消费模式对碳排放的影响

建立模型分析家庭消费模式对碳排放的影响:

$$\ln C_j = \beta_0 + \beta_1 \ln Df_j + \beta_2 \ln Dc_j + \beta_3 \ln De_j + \beta_4 \ln Dh_j + \beta_5 \ln Dt_j + \beta_6 \ln Dm_j + \beta_7 \ln Dr_j + \beta_8 \ln Do_j + \mu \quad (1)$$

式中: $\ln C_j$ 代表第j个家庭人均碳排放的自然对数;

$\ln Dc_j$ 、 $\ln Df_j$ 、 $\ln Dh_j$ 、 $\ln De_j$ 、 $\ln Dt_j$ 、 $\ln Dm_j$ 、 $\ln Dr_j$ 和 $\ln Do_j$ 分别代表第j个家庭人均衣服鞋帽、食品、居住、家用设备、交通通讯、医疗、文教娱乐消费支出、其他消费支出的自然对数; β_0 为常数项; β_i ($i=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$)为八类家庭消费对家庭碳排放的影响系数; μ 为残差项。

2) 家庭特征对家庭消费模式的影响

根据研究框架图1,家庭消费模式又受家庭特征影响。本文以家庭八类消费项目支出金额分别作为被解释变量,家庭特征为解释变量,构建模型分析家庭特征对家庭消费模式的影响:

$$\ln Df_j = \beta_0 + \beta_{11} \ln S_j + \beta_{22} \ln P_j + \beta_{33} G_j + \beta_{44} E_j + \beta_{55} M_j + \mu \quad (2)$$

式中: $\ln S_j$ 、 $\ln P_j$ 、 G_j 、 E_j 和 M_j 分别代表第j个家庭人均收入自然对数、家庭规模自然对数、户主性别、受教育程度、婚姻状况; β_{11} 、 β_{22} 、 β_{33} 、 β_{44} 、 β_{55} 分别为家

庭收入、家庭规模、户主性别、受教育程度、婚姻状况对家庭消费模式的影响系数。

在保持模型(2)中解释变量不变的前提下,分别由其余七类家庭消费支出作为被解释变量,构建相应的计量模型,研究家庭特征对家庭消费模式的影响。

3) 家庭特征通过家庭消费模式对家庭碳排放的影响

假设其他因素不变,对模型(1)进行求导,得到食品类消费对家庭碳排放的贡献:

$$\frac{d(C_j)}{C_j} = \beta_1 \frac{d(Df_j)}{Df_j} \quad (3)$$

假设其他因素不变,对模型(2)进行求导,得到收入对家庭食品类消费的贡献:

$$\frac{d(Df_j)}{Df_j} = \beta_{11} \frac{d(S_j)}{S_j} \quad (4)$$

根据模型(3)和(4),得到收入通过食品类消费对家庭碳排放的贡献:

$$\frac{d(C_j)}{C_j} = \beta_1 \beta_{11} \frac{d(S_j)}{S_j} \quad (5)$$

类似地,可以测算户主性别、教育水平和婚姻状况通过八大消费项目对家庭碳排放的贡献。

3.2 变量说明

1) 家庭消费模式

家庭消费模式用家庭食品、居住等八大类消费金额表示,给定家庭消费水平,不同家庭八大类消费的比例会有差异,即不同家庭有不同的消费模式,从而导致不同的家庭碳排放水平。变量说明见表 1。

表 1 家庭消费支出说明

Tab. 1 Description of household consumption expenditure

消费支出类型	变量名
食品	Df
衣服鞋帽	Dc
家用设备	De
居住	Dh
交通通讯	Dt
医疗保健	Dm
文教娱乐	Dr
其他消费	Do

2) 家庭特征

家庭特征包括家庭经济及其他特征,家庭经济特征一般用家庭人均收入表示,家庭其他特征比较多,根据学者们的研究成果及数据可得性,本文选择的家庭其他特征包括家庭规模、收入、户主性别、婚姻状况、教育水平等。表 2 为家庭特征变量说明。

表 2 家庭特征变量说明

Tab. 2 Description of family characteristic variables

变量名称	变量含义	变量分类
家庭人均收入 S	家庭人均纯收入/(元·年 ⁻¹)	
受访人性别 G	男性;其他	$G=1$ 为男性;否则 $G=0$
婚姻状况 M	在婚有配偶;其他情况(未婚、离婚、丧偶)	$M=1$ 为在婚有配偶;其他情况 $M=0$
受教育水平 E	文盲;初中及以下;高中;大专;本科;研究生	文盲 $E=0$;初中及以下 $E=1$;高中 $E=2$; 大专 $E=3$;本科 $E=4$;研究生 $E=5$
家庭规模 P	家庭人数/人	

3.3 家庭特征、家庭消费模式对碳排放影响的结果分析

跟据模型(1)实证家庭消费模式对碳排放的影响,跟据模型(2)实证家庭特征对家庭消费模式的影响,依据模型(5)实证家庭特征通过家庭消费模式对家庭碳排放的影响。

3.3.1 变量描述性统计分析

本文从大样本及不同收入阶层两个视界对家庭

消费模式及碳排放展开分析。

1) 全国层面家庭碳排放、家庭消费模式描述性统计分析

从图 3 知,2012—2018 年我国城镇居民家庭消费支出占比最多的是食品、家用设备和居住类消费,三者之和在家庭总消费支出中占比高达 60%以上;食品类消费占比逐年降低,居住和文教娱乐类消费占比逐年增加。从图 4 知,2012—2018 年城镇居民

家庭碳排放量占比最多的依次是食品、居住消费和家庭设备消费碳排放,三者之和在家庭碳排放总量中的占比高达50%以上;食品类碳排放占比逐年降低,居住和文教娱乐类碳排放占比逐年增加。

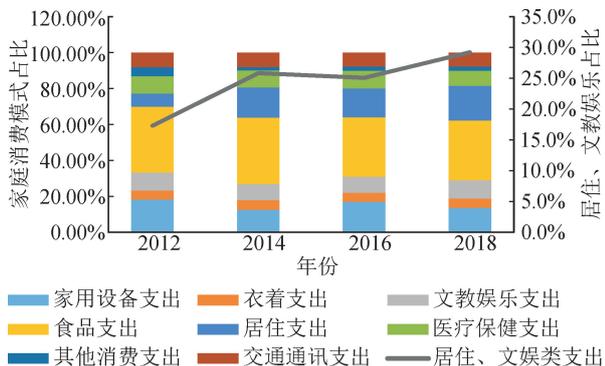


图3 城镇居民家庭消费模式变动情况

Fig. 3 Changes in consumption patterns of urban residents

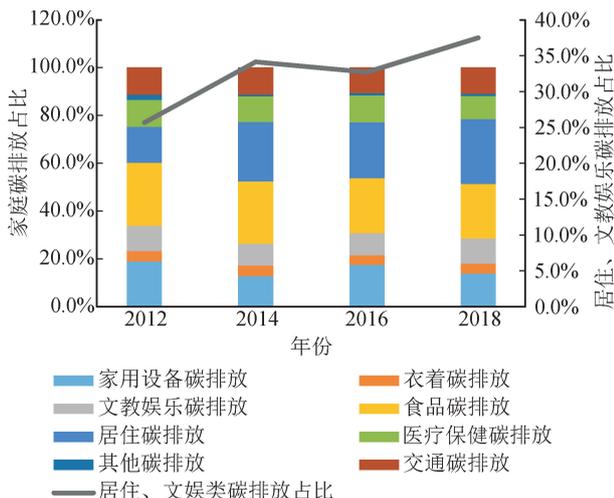


图4 城镇居民家庭碳排放变动情况

Fig. 4 Changes in carbon emissions of urban residents

2) 不同收入阶层家庭碳排放、家庭消费模式描述性统计分析

家庭消费模式用家庭食品、居住等八大类消费金额表示,不同家庭八大类消费的比例会有差异,即不同收入水平家庭有不同的消费模式。从图5知,家庭消费模式随着收入阶层变化而变化,从样本期平均水平来看,2012—2018年间,食品类消费占比随着水平家庭收入阶层提高而降低,即随着收入水平从低收入依次提升到中低、中等、中高、高收入水平,食品类消费占比从40%依次降低到37.9%、37.9%、37.8%、30%,与Engel定律吻合;家用设备、衣着、其他类消费占比随着家庭收入阶层的提高逐渐增加,即随着收入水平从低收入依次提升到中低、中等、中高、高收入水平,家用设备类消费占比从11%依次提高到12%、13%、15%、20%,衣着类消费占

比从3%依次提高到4.6%、4.8%、5.0%、5.1%,其他类消费占比从1%依次提高到2.1%、2.9%、2.9%、3.3%,这与高收入群体对舒适优质生活的追求高度相关;各收入阶层家庭居住类消费的占比相差较小。

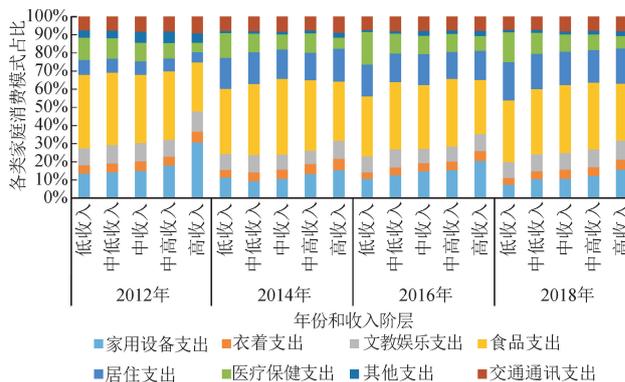


图5 不同收入阶层城镇居民家庭消费模式变动情况

Fig. 5 Changes in consumption patterns of urban residents in different income classes

同时,家庭消费模式变化导致家庭碳排放结构发生变化,见图6从样本期平均水平来看,2012—2018年间,随着家庭收入水平的提高,家用设备、文教娱乐、衣着类碳排放占比逐渐增加,即随着收入水平从低收入依次提升到中低、中等、中高、高收入水平,家用设备类碳排放占比从10.6%依次提高到11.8%、13.2%、15.4%、21.2%,衣着类碳排放占比从3.2%依次提高到3.7%、4.0%、4.2%、4.7%;随着家庭收入水平的提高,食品类、医疗保健类碳排放占比逐渐降低,即随着收入水平从低收入依次提升到中低、中等、中高、高收入水平,食品类碳排放占比从27.4%依次降低到27.1%、26.6%、26.3%、20.4%,医疗保健类碳排放占比从16.75%依次降低到12.5%、11.1%、11%、7.6%。

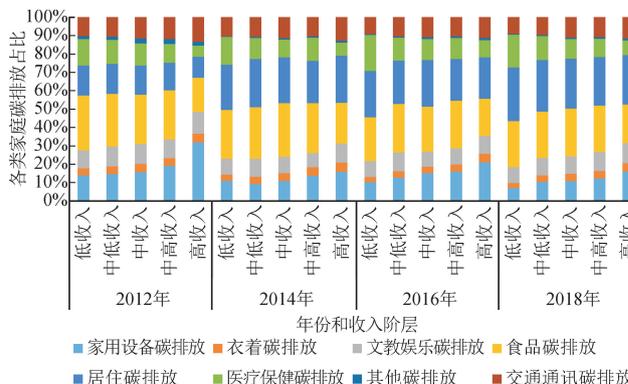


图6 不同收入阶层城镇居民家庭碳排放变动情况

Fig. 6 Changes in carbon emissions of urban residents in different income classes

3.3.2 家庭消费模式对碳排放影响实证结果

家庭消费模式对家庭碳排放的实证结果见表

3. 从平均水平看,2012—2018 年间,家庭食品、家用设备、居住、交通通讯类消费对家庭碳排放的影响较大,家庭居住、食品、家用设备和交通通讯类消费样本期内年平均每提高 1%,引致家庭碳排放年平均增加率分别为 0.223、0.213、0.127、0.093 个百分点;衣着类、其他类、文教娱乐、医疗保健类消费对家庭碳排放的影响较小,影响系数均小于 0.07。从增长态势看,2012—2018 年间,居住类消费对碳排放的影响呈下降趋势,食品类消费对碳排放的影响呈上升趋势;家用设备消费对碳排放的影响呈波动态势,分别于 2016 和 2018 年达到最大和最小值;交通通讯消费对碳排放的影响 2012 年最大。

表 3 家庭消费模式对家庭碳排放影响的实证结果
Tab. 3 Regression results from the impact of household consumption patterns on household carbon emissions

变量	2012	2014	2016	2018
衣着	0.006 (0.004)	0.018*** (0.003)	0.007* (0.003)	0.015*** (0.003)
家用设备	0.129*** (0.003)	0.142*** (0.004)	0.158*** (0.003)	0.077*** (0.003)
食品	0.122*** (0.005)	0.230*** (0.005)	0.269*** (0.006)	0.229*** (0.005)
居住	0.271*** (0.006)	0.225*** (0.004)	0.186*** (0.003)	0.211*** (0.004)
医疗保健	0.063*** (0.002)	0.055*** (0.002)	0.058*** (0.002)	0.054*** (0.002)

表 4 家庭特征变量的相关系数矩阵

Tab. 4 Correlation coefficient matrix of family characteristic variables

变量	家庭人均收入	家庭规模	户主性别	受教育水平	婚姻状况
家庭人均收入	1				
家庭规模	-0.25	1			
户主性别	0.05	-0.05	1		
受教育水平	0.41	-0.12	0.06	1	
婚姻状况	-0.06	0.10	-0.01	-0.06	1
VIF	1.28	1.36	1.01	1.21	1.27

从变动趋势看,家庭收入增长对各类消费的影响非常显著,2012—2018 年间,家庭收入对衣着、家用设备、食品、居住、医疗保健、交通通讯、文教娱乐、其他消费影响的增长率分别为 91.6%、74.3%、113%、135%、91.5%、83.8%、185%、102%,即家庭收入对消费模式的促进作用呈逐年递增态势。

据 CFPS 数据分析,2012—2018 年间,我国居

表 3(续)

变量	2012	2014	2016	2018
其他	0.015*** (0.002)	0.011*** (0.003)	0.021*** (0.003)	0.033*** (0.003)
交通通讯	0.121*** (0.005)	0.069*** (0.004)	0.088*** (0.005)	0.092*** (0.005)
文教娱乐	0.032*** (0.001)	0.028*** (0.001)	0.024*** (0.001)	0.028*** (0.001)
样本可决系数	0.734	0.760	0.766	0.721

注:*** 代表 $p < 0.01$, ** 代表 $p < 0.05$, * 代表 $p < 0.1$ 。各变量均为对数形式。

3.3.3 家庭特征对家庭消费模式影响的实证结果

家庭特征变量相关系数矩阵见表 4。除受教育水平外,所有家庭特征变量相关系数的绝对值均小于 0.2, VIF 小于 1.4,表明家庭特征变量之间不存在影响回归结果的共线性问题。

家庭特征对各项消费支出影响的实证结果见图 7。2012—2018 年间,家庭收入对八类消费支出均有正向的影响,从样本期平均水平看,家庭人均收入水平每提高 1%,引致衣着、家用设备、食品、居住、文教娱乐、交通通讯、医疗保健、其他类消费分别增加 0.511、0.478、0.359、0.298、0.624、0.433、0.179、0.557 个百分点,即随着收入水平的提升,家庭会追求更舒适、便捷的生活方式,促使家庭消费模式升级。

民家庭人均收入水平增长了 70%,引致的各类消费年均增长率为 7%,各类消费随收入增长而攀升的态势清晰可见。其可能原因如下:一方面可能与通货膨胀有关,据统计资料分析,2012—2018 年间我国通货膨胀率累计上升了 14.3%,即 2018 年 1.2 元的购买力相当于 2012 年 1 元的购买力,即居民家庭消费同等数量的物品,需要多支付 20%的费用,导致

家庭消费模式随时间的推移呈整体上升态势;另一方面,据统计资料分析,2012—2018年间我国人均GDP平均增长率为9.32%,表明宏观经济处于健康发展态势、居民家庭对于未来经济发展预期良好、消费意愿强烈,导致各类消费都处于上升态势;同时据CFPS统计

数据测算,2012—2018年间,样本中50岁以下户主占比的平均值为52.1%,即年富力强的户主占比较高,他们收入高、处于生命周期中财富水平较高的阶段,消费的能力和愿望都比较高,导致家庭消费模式的升级。

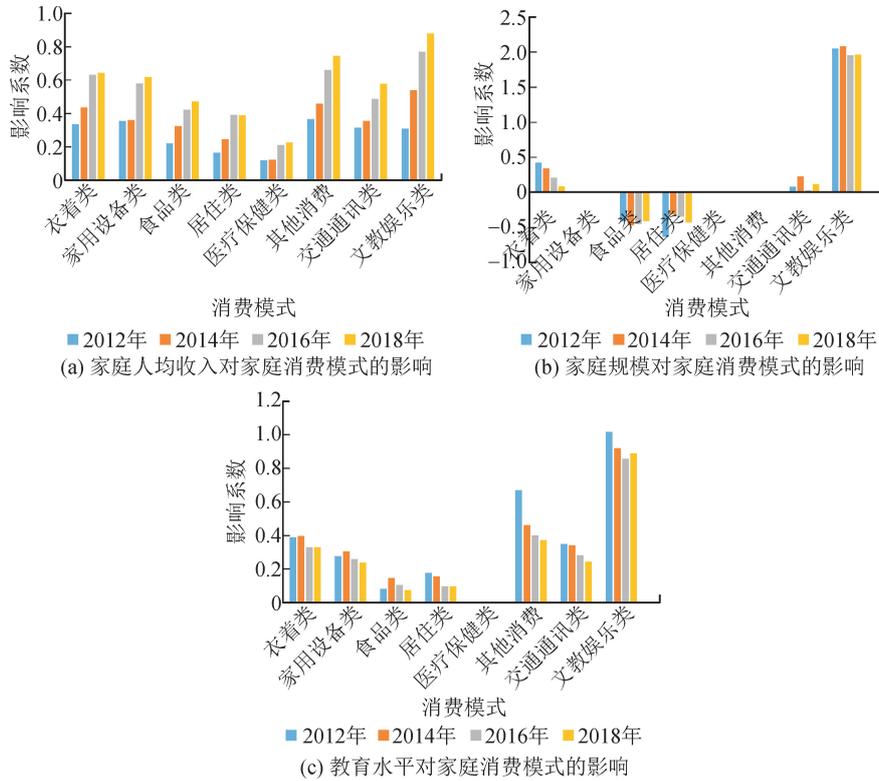


图7 2012—2018年家庭特征对消费模式的影响

Fig. 7 The influence of family characteristics on consumption pattern

家庭规模对衣着、交通通讯、文教娱乐类消费有正向影响,对食品、居住类家庭消费有负向影响,家庭规模小型化会导致家庭人均食品、居住类消费增加,体现了家庭规模的资源分享效应。

教育水平高的家庭文教娱乐类消费较高。

3.3.4 家庭特征通过家庭消费模式对家庭碳排放影响的实证结果

见表5,2012—2018年间,家庭收入通过居住、交通通讯、食品及家用设备类消费对家庭碳排放的影响较大。从样本期平均水平看,家庭收入水平每

提高1%,家用设备、食品、居住、交通通讯类碳排放分别增加0.058、0.081、0.063、0.039个百分点。这与随着家庭收入水平提升,家庭对舒适和高质量的生活需求增加高度相关,例如冬季取暖夏季制冷等舒适的室内温度、高档的电器及设备、私家车出行等高碳排放消费。家庭规模对食品、居住类碳排放有负向影响,对文教娱乐类碳排放有正向的促进作用。教育水平的上升会导致各类消费增加并显著增加家庭碳排放。

表5 家庭特征通过消费模式对家庭碳排放影响的回归结果

Tab. 5 Regression results from the impact of household characteristics on household carbon emissions through household consumption patterns

家庭特征	年份	衣着类	家用设备类	食品类	居住类	医疗保健类	其他消费	交通通讯类	文教娱乐类
家庭人均收入	2012		0.045	0.027	0.045	0.007	0.006	0.038	0.010
	2014	0.078	0.051	0.075	0.055	0.007	0.005	0.024	0.015
	2016	0.004	0.091	0.113	0.073	0.012	0.014	0.043	0.018
	2018	0.010	0.048	0.108	0.082	0.012	0.025	0.053	0.025

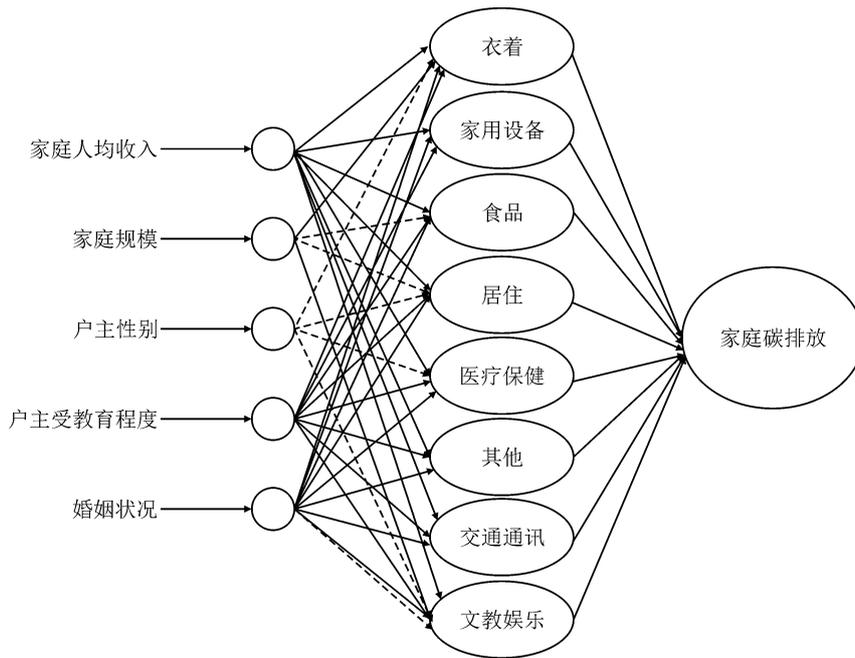
表 5(续)

家庭特征	年份	衣着类	家用设备类	食品类	居住类	医疗保健类	其他消费	交通通讯类	文教娱乐类
家庭规模	2012	0.003		-0.050	-0.171	-0.031	0.003	0.010	0.066
	2014	0.006		-0.107	-0.069	-0.010		0.016	0.058
	2016	0.001		-0.121	-0.063		-0.002		0.047
	2018	0.001	-0.009	-0.093	-0.089			0.011	0.055
教育水平	2012	0.002	0.035	0.010	0.048		0.010	0.042	0.033
	2014	0.007	0.043	0.034	0.035		0.005	0.024	0.026
	2016	0.002	0.041	0.028	0.018		0.008	0.025	0.021
	2018	0.005	0.018	0.017	0.020		0.012	0.022	0.025

注:表中空格表示不显著,家庭收入、家庭规模以及家庭各类消费均为家庭人均值的对数形式。

通过以上分析,可以刻画出家庭特征、家庭消费模式与家庭碳排放间的关系图。图中实箭线代表正向影响,虚箭线代表负向影响,无箭线代表影响不显著。

著。家庭特征影响家庭消费模式,进而影响家庭碳排放。其影响路径见图 8。



图中实箭线代表正向影响,虚箭线代表负向影响,无箭线代表影响不显著。

图 8 影响路径图
Fig. 8 Impact path

家庭消费模式影响家庭碳排放。家庭衣着、食品等八类家庭消费对家庭碳排放均有正向的促进作用。

家庭特征影响家庭消费模式,家庭收入对衣着等八类家庭消费均有正向的影响;家庭规模对食品、居住类家庭消费有抑制作用,对衣着、文教娱乐类家庭消费有正向的影响;受教育水平对衣着、家用设备、食品等八项家庭消费均有正向的影响。

家庭特征通过家庭消费模式影响家庭碳排放。家庭收入对衣着、家用设备、食品等八类家庭碳排放

有正向的影响;家庭规模对食品、居住类家庭碳排放有负向的影响,对衣着、文教娱乐类家庭碳排放有正向的影响;受教育水平对衣着、家用设备、食品等八项家庭碳排放有正向的影响。

4 家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分析

家庭消费模式可用家庭购买食品等八类消费支出表示。从家庭消费模式影响家庭碳排放的实证分析可以看出,家庭消费模式对家庭碳排放有正向的

促进作用,故家庭消费模式绿色转型度可以用家庭消费支出与家庭碳排放脱钩关系表示。根据研究框架图(见图1),本文从不同区域和不同收入两个视角测算家庭消费模式绿色转型度。

4.1 家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分析模型构建

Tapio 理论是分析碳排放与经济增长间脱钩关系的理论^[22],借鉴 Tapio 理论构建居民家庭碳排放与家庭总消费支出间脱钩测度模型为:

$$e(C, D) = (\Delta C/C)/(\Delta D/D) \quad (6)$$

式中: C 为家庭碳排放; D 为居民家庭消费支出; $e(C, D)$ 为家庭消费模式与家庭碳排放的总脱钩指数; ΔC 为家庭碳排放的变化量; ΔD 为家庭消费支出的变化量; $\Delta C/C$ 为居民家庭碳排放量的变化率; $\Delta D/D$ 为家庭消费支出的变化率。

借鉴对数平均迪氏指数法(LMDI),考虑家庭消费模式由消费水平及消费结构两方面组成,对家庭碳排放进行因素分解:

$$C = \sum \frac{C_i}{D_i} \times \frac{D_i}{D} \times \frac{D}{Y} \times Y \quad (7)$$

式中: i 为家庭消费的八大类型,即本文界定的家庭消费模式; C_i 为第*i*种消费的碳排放量; D_i 为家庭人均第*i*类消费; D 为家庭人均总消费支出; $I_i = C_i/D_i$ 为家庭消费碳排放强度效应; $S_i = D_i/D$ 为家庭消费结构效应,实质上是本文界定的家庭消费模式的另一种表达形式; Y 为家庭纯收入效应; $APC = D/Y$ 为家庭消费倾向效应。

再借鉴 Ang^[23]提出的加法形式 LMDI 分解公式对式(7)中各因素效应值进行分析,结果如下:

$$\Delta C = C^1 - C^0 = \Delta C_1 + \Delta C_S + \Delta C_{APC} + \Delta C_Y \quad (8)$$

$$\Delta C_1 = \sum \frac{c_i^1 - c_i^0}{\ln c_i^1 - \ln c_i^0} \times \ln \frac{I_i^1}{I_i^0} \quad (9)$$

$$\Delta C_S = \sum \frac{c_i^1 - c_i^0}{\ln c_i^1 - \ln c_i^0} \times \ln \frac{S_i^1}{S_i^0} \quad (10)$$

$$\Delta C_{APC} = \sum \frac{c_i^1 - c_i^0}{\ln c_i^1 - \ln c_i^0} \times \ln \frac{APC_i^1}{APC_i^0} \quad (11)$$

$$\Delta C_Y = \sum \frac{c_i^1 - c_i^0}{\ln c_i^1 - \ln c_i^0} \times \ln \frac{Y_i^1}{Y_i^0} \quad (12)$$

式中: ΔC 为报告期内居民消费碳排放量相对于基期的变化量; C^0 为基期家庭碳排放; C^1 为末期家庭碳排放; ΔC_1 、 ΔC_S 、 ΔC_Y 、 ΔC_{APC} 分别为各影响因素引起的家庭碳排放量的变化量。

$$e(C, D) = \frac{\Delta C/C_0}{\Delta D/D_0} = \frac{\Delta C_1/C_0}{\Delta D/D_0} + \frac{\Delta C_S/C_0}{\Delta D/D_0} +$$

$$\frac{\Delta C_{APC}/C_0}{\Delta D/D_0} + \frac{\Delta C_Y/C_0}{\Delta D/D_0} = e_1 + e_S + e_{APC} + e_Y \quad (13)$$

式中: e_1 为碳排放强度分脱钩指数; e_S 为消费结构分脱钩指数; e_Y 为家庭人均纯收入分脱钩指数; e_{APC} 为消费倾向分脱钩指数。

考虑到 CFPS 数据库数据截面数据信息量大,且按收入高低进行了分类,本文将 Tapio 脱钩分析理论进行拓展,用来分析同一时期不同收入阶层间随着收入阶层的提升消费支出与碳排放间脱钩关系的变化情况,即式(6)的拓展:

$$\begin{cases} e^*(c, d) = (\Delta C^*/C^*)/(\Delta D^*/D^*) \\ \Delta C^* = C^{j+1} - C^j \\ \Delta D^* = D^{j+1} - D^j \end{cases} \quad (14)$$

其中,收入分为5个阶层,每一收入阶层对应的碳排放为 C_j ($j=1, 2, 3, 4, 5$),对应的消费支出为 D_j ($j=1, 2, 3, 4, 5$); ΔC^* 为随着收入阶层的提升碳排放的变化; ΔD^* 为随着收入阶层的提升家庭消费支出的变化; $e^*(C, D)$ 为随着收入阶层的提升家庭消费支出与碳排放之间的总脱钩指数。

4.2 家庭消费模式绿色转型实证分析

首先,从时间视角测算家庭消费模式与家庭碳排放的总体脱钩度。其次,从代表家庭消费模式的消费水平和消费结构视角测算家庭消费模式与家庭碳排放的分脱钩度。最后,对脱钩理论进行拓展,测算统一截面上,随着收入水平的升级,不同收入阶层递进过程中消费与碳排放的脱钩程度。

1) 不同地区城镇居民家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分解

从时间视角,基于2012—2018年CFPS调查数据,按照式(6)测算不同年份全国及不同区域城镇家庭碳排放与消费模式的脱钩状态,并按式(13)从代表家庭消费模式的消费水平和消费结构视角探究呈现这种状态的驱动因素。从表6可以看出2012—2018年,除西北、西南、东北地区2012—2014年居民家庭消费模式与碳排放为扩张负脱钩,华北地区2014—2016年家庭消费模式与碳排放为弱脱钩外,我国各地区城镇居民家庭消费模式与碳排放总体呈扩连关系,表明总体上看我国居民家庭消费模式绿色转型还任重道远。从驱动因素看,碳排放强度和消费倾向是抑制家庭碳排放增长的主要因素,消费结构和家庭人均收入水平是家庭碳排放增长的主要驱动因素。

表 6 不同地区城镇居民家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分解表

Tab. 6 Decoupling relationship between consumption expenditure and carbon emissions of urban residents in different regions and breakdown of driving factors

地区	年份	脱钩指数	状态	$E(I, D)$	$E(S, D)$	$E(APC, D)$	$E(Y, D)$
全国	2012—2014	1.107	扩张连结	-0.243	0.346	-0.168	1.173
	2014—2016	0.985	扩张连结	-0.033	0.021	-0.165	1.162
	2016—2018	1.045	扩张连结	-0.049	0.092	-2.647	3.649
西北	2012—2014	1.770	扩张负脱钩	-0.630	1.393	-0.196	1.203
	2014—2016	0.940	扩张连结	-0.025	-0.029	-0.153	1.147
	2016—2018	1.006	扩张连结	-0.148	0.156	-1.748	2.746
西南	2012—2014	1.226	扩张负脱钩	-0.200	0.403	1.064	-0.041
	2014—2016	1.035	扩张连结	-0.033	0.063	-0.581	1.585
	2016—2018	0.935	扩张连结	-0.015	-0.045	-1.843	2.837
东北	2012—2014	1.254	扩张负脱钩	-0.412	0.658	-1.691	2.699
	2014—2016	1.025	扩张连结	-0.025	0.049	0.271	0.730
	2016—2018	1.005	扩张连结	-0.083	0.090	-2.523	3.522
华北	2012—2014	1.162	扩张连结	-0.144	0.285	0.220	0.801
	2014—2016	0.876	弱脱钩	-0.087	-0.022	-1.333	2.318
	2016—2018	1.143	扩张连结	0.012	0.124	0.986	0.021
华中	2012—2014	1.079	扩张连结	-0.229	0.307	0.514	0.487
	2014—2016	0.934	扩张连结	-0.025	-0.033	-0.709	1.702
	2016—2018	1.113	扩张连结	0.010	0.098	-0.264	1.269
华南	2012—2014	0.916	扩张连结	-0.227	0.161	-0.174	1.157
	2014—2016	0.969	扩张连结	-0.048	0.026	-0.333	1.325
	2016—2018	1.061	扩张连结	-0.026	0.084	-4.545	5.549
华东	2012—2014	1.046	扩张连结	-0.209	0.257	-0.323	1.320
	2014—2016	1.030	扩张连结	-0.003	0.033	0.244	0.756
	2016—2018	1.054	扩张连结	-0.071	0.126	-2.541	3.540

2) 不同收入水平城镇居民家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分解

不同收入水平视角,从表 7 知,2012—2018 年不同收入水平居民消费模式与碳排放之间呈扩张连结状态,即居民家庭碳排放随着消费水平的升级而同步增长,没有达到脱钩状态,且 2012—2018 年间,随着居民家庭收入水平的升级,低收入→中低收入、中低收入→中等收入、中等收入→中高收入、中高收入→高收入家庭消费模式与碳排放总脱钩指数平均值依次为 0.88、0.94、0.942、1.05,可以看出,随着收入水平的提高,我国居民家庭碳排放还处于近乎同步增长态势,表明在不断富裕的道路上,绿色消费意识仍需不断加强。

因素分解结果显示,碳排放强度和消费倾向是抑制家庭碳排放增长的主要因素。家庭人均收入水平是家庭碳排放增长的主要驱动因素,且 2012—2018 年间,在家庭收入水平升级进程中,低收入→中低收入、中低收入→中等收入、中等收入→中高收入、中高收入→高收入家庭人均收入水平效应脱钩指数 e_Y 平均值分别为 3.26、1.53、1.54、1.93,即家庭人均收入水平效应对低收入家庭碳排放增长的驱动作用大于其余收入阶层。在家庭收入水平升级进程中,消费结构是一个不稳定的影响因素,除低收入-中低收入及中高收入-高收入阶层升级中分别呈负向和正向驱动外,其他阶层升级进程中呈波动状态。

表7 不同收入水平居民家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分解表

Tab. 7 Decoupling relationship between household consumption patterns and carbon emissions at different income levels and breakdown of driving factors

年份	收入水平	脱钩指数	状态	$E(I, D)$	$E(S, D)$	$E(APC, D)$	$E(Y, D)$
2012	低收入→中低收入	0.971	扩张连结	-0.011	-0.014	-2.797	3.793
	中低收入→中等收入	0.957	扩张连结	-0.003	-0.035	-0.811	1.805
	中等收入→中高收入	0.923	扩张连结	-0.036	-0.033	-0.822	1.814
	中高收入→高收入	1.077	扩张连结	0.004	0.068	-0.861	1.867
2014	低收入→中低收入	0.860	扩张连结	-0.075	-0.048	-3.151	4.134
	中低收入→中等收入	0.884	扩张连结	-0.044	-0.055	-0.430	1.413
	中等收入→中高收入	0.993	扩张连结	-0.014	0.010	-0.309	1.307
	中高收入→高收入	1.028	扩张连结	-0.036	0.064	-1.216	2.217
2016	低收入→中低收入	0.846	扩张连结	-0.042	-0.087	-1.693	2.667
	中低收入→中等收入	0.978	扩张连结	-0.030	0.013	-0.187	1.182
	中等收入→中高收入	0.910	扩张连结	-0.006	-0.074	-0.808	1.799
	中高收入→高收入	1.009	扩张连结	-0.029	0.039	-0.732	1.731
2018	低收入→中低收入	0.858	扩张连结	-0.061	-0.056	-1.460	2.435
	中低收入→中等收入	0.952	扩张连结	-0.001	-0.041	-0.740	1.734
	中等收入→中高收入	0.944	扩张连结	-0.037	-0.011	-0.249	1.241
	中高收入→高收入	1.090	扩张连结	-0.058	0.144	-0.936	1.940

5 结 论

本文基于消费生活方式法,实证分析家庭特征通过消费模式对中国城市家庭碳排放的影响,并利用 Tapio 脱钩指数法和 LMDI 因素分解法,研究了 2012—2018 年中国不同地区、不同收入阶层居民家庭消费模式绿色转型测度及驱动因素分析得出以下结论。

1) 从统计结果来看,2012—2018 年我国城镇居民家庭消费支出占比最多的是食品、家用设备和居住类消费,三者之和在家庭总消费支出中占比高达 60%以上,食品类消费占比逐年降低,居住和文教娱乐类消费占比逐年增加。2012—2018 年城镇居民家庭中,食品、居住和家用设备碳排放占比最多,三者之和在家庭碳排放总量中的占比高达 50%以上,食品类碳排放占比逐年降低,居住和文教娱乐类碳排放占比逐年增加。

家庭消费模式随着收入水平变化而变化,随着收入阶层提升,家庭食品消费占比逐渐降低,这与 Engel 定律吻合。家用设备、文教娱乐、衣着、其他类消费占比随着家庭收入阶层的提高逐渐增加,这与高收入群体对舒适优质生活的追求高度相关。同时,家庭消费模式变化导致家庭碳排放结构发生变

化,随着家庭收入水平的提高,家用设备、文教娱乐、衣着类碳排放占比逐渐增加,食品类、医疗保健类碳排放占比逐渐减少。

2) 消费模式影响家庭碳排放水平。从平均水平看,2012—2018 年间,食品、居住、交通通讯和家用设备类消费对家庭碳排放的影响较大,家庭居住、食品、家用设备和交通通讯类消费样本期内年平均每提高 1%,引致家庭碳排放年平均增加率分别为 0.223、0.213、0.127、0.093 个百分点;衣着类、其他类、文教娱乐、医疗保健类消费对家庭碳排放的影响较小,影响系数均小于 0.07。

3) 家庭特征影响家庭消费模式。五类家庭特征中,家庭收入、家庭规模、受教育水平对家庭消费模式的影响较为显著。2012—2018 年间,家庭收入对八类消费支出均有正向的影响,且对各项消费支出的影响逐年增大,从样本期平均水平来看,家庭人均收入水平每提高 1%,会使得衣着、家用设备、食品、居住、文教娱乐、交通通讯类消费分别增加 0.511、0.478、0.359、0.298、0.624、0.433 个百分点;家庭规模对衣着、交通通讯、文教娱乐类消费有正向影响,对食品、居住类家庭消费有负向影响,家庭规模小型化会导致家庭人均食品、居住类消费增加,体现了家庭规模的资源分享效应;教育水平上升

会导致各类家庭消费增加,教育水平高的家庭文教娱乐类消费较高。

4) 家庭特征通过家庭消费模式影响家庭碳排放。2012—2018年间,家庭收入通过家用设备、居住、交通通讯、食品类消费对家庭碳排放的影响较大。从样本期平均水平来看,家庭收入水平每提高1%,家用设备、食品、居住、交通通讯类碳排放分别增加0.058、0.081、0.063、0.039个百分点。家庭规模对食品、居住类碳排放有负向影响,对文教娱乐类碳排放有正向影响。教育水平的上升会导致各类消费增加并显著增加家庭碳排放。

5) 除西北、西南、东北地区2012—2014年居民家庭消费模式与碳排放为扩张负脱钩,华北地区2014—2016年家庭消费模式与碳排放为弱脱钩外,2012—2018年我国各地区城镇居民家庭消费模式与碳排放总体呈扩连关系,表明总体上看我国居民家庭消费模式绿色转型还任重道远。从不同收入水平视角看,2012—2018年不同收入水平居民消费模式与碳排放之间脱钩关系均为扩张连状态,且2012—2018年低收入→中低收入、中低收入→中等收入、中等收入→中高收入、中高收入→高收入家庭消费模式与碳排放总脱钩指数平均值依次为0.88、0.94、0.942、1.05,可以看出,随着收入水平的提升,我国居民家庭碳排放还处于近乎同步增长态势,表明在不断富裕的道路上,绿色消费意识仍需不断加强。

因素分解结果显示,碳排放强度和消费倾向是抑制家庭碳排放增长的主要因素;家庭人均收入水平是家庭碳排放增长的主要驱动因素,且在家庭收入水平升级过程中,低收入→中低收入家庭人均收入水平分脱钩指数 e_Y 大于其余收入阶层段,即家庭人均收入水平效应对低收入家庭碳排放增长的驱动作用大于其余收入阶层;消费结构是一个不稳定的影响因素,低收入-中低收入消费结构分脱钩指数为负值,中高收入-高收入消费结构分脱钩指数为正值。

6 提升策略

根据研究结论,提出以下家庭消费模式绿色转型及碳减排策略。

家庭消费模式绿色转型及碳减排我国可从消费端和生产端考虑。在消费端,鼓励家庭低碳消费,并形成“低碳消费”的激励机制,引导家庭消费模式绿色转型;在产品供应生产端,通过增加资金投入和使政策工具,对碳排放强度较高的行业部门进行约束。

6.1 消费端碳减排策略

1) 引导家庭消费模式绿色转型

家庭消费模式影响家庭碳排放,不同类型消费对碳排放的贡献不同,食品、居住、交通通讯类消费属于基本生存型消费,这类导致的碳排放较高,政府应该在保证家庭生活质量的前提下通过经济、教育等手段引导家庭消费向绿色模式转型。

我国低、中低、中等、中高、高收入阶层家庭在食品方面的消费比重目前分别约为40%、37.9%、37.9%、37.8%、30%,在考虑不同收入阶层支付能力的前提下,可以通过健康理念传播、绿色环保意识教育、鼓励素食等渠道引导家庭消费更加绿色环保低碳的食品。

交通方面,首先政府可以在公共交通方面给予补贴,鼓励家庭采用地铁,单车,轻轨,有轨电车等绿色出行方式降低家庭交通出行碳排放。其次,通过建立资源共享平台,例如通过滴滴打车等降低出行碳排放。再次,通过提高燃油价格、加收燃油税等方式抑制私家车出行比例。

对碳排放强度较大的商品,比如家用设备及电器,通过征收绿色税收,或使用碳标签,激励消费者购买绿色的商品和服务。

2) 针对不同特征家庭定制有区别的家庭减排方案

家庭收入、家庭规模和受教育水平对家庭碳排放有显著的影响,不同特征家庭有不同消费模式,政府应针对不同特征家庭定制有区别的家庭碳减排方案。

从家庭消费模式绿色转型及驱动因素分析结果可知,在居民家庭收入水平升级进程中,低收入→中低收入、中低收入→中等收入、中等收入→中高收入、中高收入→高收入家庭消费模式与碳排放总脱钩指数依次增加,特别是中高收入跃升到高收入水平、以及中等收入跃升到中高收入水平的家庭,其收入水平每增加1%,碳排放水平分别增加1.09%及0.94%,说明目前随着收入水平的升级,我国居民家庭消费模式还属于高碳模式,根源在于随着家庭收入的升级,家庭在居住、交通、家用设备及电器等方面的消费比例提升。可以有针对性地制定以下对策。

首先,加强居民家庭消费模式的绿色低碳环保意识引导。从实证分析结果知,在我国居民家庭收入水平升级进程中,随着收入水平的升级,家庭碳排放都处于较高水平的增长态势。应特别关注的是,一方面,从中高收入跃升到高收入水平、以及中等收入跃升到中高收入水平的家庭,其家庭消费模式高碳倾向非常

显著;另一方面,家庭收入水平提升对低收入家庭碳排放增长的驱动作用大于其余收入阶层。故建议政府对所有居民家庭进行绿色消费模式教育的同时,加大对高收入及中高收入家庭的引导力度,并通过绿色电器补贴、绿色意识教育等方式引导低收入家庭在提升生活质量的同时降低家庭碳排放。

其次,电力消费是影响居住碳排放的最主要因素之一,建议政府按家庭人均电力消费实行阶梯电价政策。同时,建议政府加强清洁能源的宣传和补贴力度,鼓励低收入家庭使用清洁能源进行烹饪和取暖,双管齐下达到降低家庭居住碳排放的目的。

再次,燃油是促进家庭交通碳排放增加的主要因素,建议政府一方面对燃油车的燃料按消费额分档次征税,另一方面鼓励家庭采用绿色出行方式降低家庭交通出行碳排放。

最后,建议政府加强节能家电的宣传和补贴力度,鼓励家庭购买有节能标志的绿色电器,降低家庭碳排放。

家庭规模对居住和食品类碳排放有负向影响。随着人口政策的实施,我国家庭规模逐渐减小。在这种趋势下,制定减排政策需要充分考量家庭规模因素。在政策上,鼓励适龄青年成家立业;二孩和三孩政策推广;严格离婚程序,防止家庭规模小型化导致人均碳排放增加。

教育水平与各项家庭碳排放都正向相关。加强绿色消费的宣传教育,将节能减排教育和绿色消费教育纳入国民教育体系,提升居民节能减排意识。

6.2 生产端碳减排策略

首先,从生产端降低各类产品生产的碳排放量。政府需要提供补贴和相关的政策支持,鼓励企业调整产业结构和能源结构,加大对节能产品和技术的研究力度,采取集约化生产方式,提高能源利用效率,生产绿色环保产品,从生产端降低各类消费的碳排放强度。

其次,针对交通出行碳排放,对新生产的汽车实行严格的排放标准,推行新能源汽车,增加公共汽车站点,改善公交车空调系统。

最后,居住消费对家庭碳排放的贡献较大,针对电力消费碳排放,推广生物质能等清洁能源发电、提高火力发电效率,严格电冰箱等家用电器的标准,鼓励企业生产节能电器。在供暖方面,加大对可再生、更清洁的能源研发投入。

参考文献:

[1] FENG Zhenhua, ZOU Lele, WEI Yiming. The impact

of household consumption on energy use and CO₂ emissions in China[J]. *Energy*, 2011, 36(1): 656-670.

[2] LIU Xiaocheng, SWEENEY J. Modelling the impact of urban form on household energy demand and related CO₂ emissions in the Greater Dublin Region[J]. *Energy Policy*, 2012, 46: 359-369.

[3] HAMAMOTO M. Energy-saving behavior and marginal abatement cost for household CO₂ emissions[J]. *Energy Policy*, 2013, 63: 809-813.

[4] 陆莹莹, 赵旭. 家庭能源消费研究述评[J]. *水电能源科学*, 2008, 26(1): 187-191.

LU Yingying, ZHAO Xu. Review of researches on household energy consumption [J]. *Water Resources and Power*, 2008, 26(1): 187-191.

[5] 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, 37(20): 48-52.

LI Zhiguo, WANG Jie. Accounting and driving factors analysis of household carbon emissions in urban and rural China [J]. *Statistics and Decision*, 2021, 37(20): 48-52.

[6] 李科. 我国城乡居民生活能源消费碳排放的影响因素分析[J]. *消费经济*, 2013, 29(2): 73-76, 80.

[7] 冯玲, 吝涛, 赵千钧. 城镇居民生活能耗与碳排放动态特征分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2011, 21(5): 93-100.

FENG Ling, LIN Tao, ZHAO Qianjun. Analysis of the dynamic characteristics of urban household energy use and carbon emissions in China [J]. *China Population Resources and Environment*, 2011, 21(5): 93-100.

[8] LIU Lancui, WU Gang, WANG Jinnan, et al. China's carbon emissions from urban and rural households during 1992-2007[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2011, 19(15): 1754-1762.

[9] 王瑛. 西部地区居民消费碳排放时空格局及影响因素研究[D]. 西安: 西北大学, 2019.

WANG Ying. Spatial and temporal patterns of household carbon consumption and Its influencing factors in western China [D]. Xi'an: Northwest University, 2019.

[10] 胡振, 王玥, 何晶晶, 等. 西部城镇家庭能源消费及其碳排放的区域特征研究——基于中国家庭追踪调查的调研数据[J]. *干旱区资源与环境*, 2019, 33(4): 1-8.

HU Zhen, WANG Yue, HE Jingjing, et al. Characteristics of urban household energy consumption and carbon emissions in western China: evidence from China Family Panel Studies (CFPS) [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2019, 33(4): 1-8.

[11] 郑凡. 家庭人口对居民消费碳排放的影响研究[D]. 郑州: 河南大学, 2019.

ZHENG Fan. Study on the impact of household popu-

- lation on carbon emissions of residents' consumption [D]. Zhengzhou: Henan University, 2019.
- [12] 王雅楠, 孙养学, 李威. 人口相关因素对碳排放的影响研究——基于变截距模型的实证分析[J]. 生态经济, 2017(12):19-23.
WANG Yalan, SUN Yangxue, LI Wei. Research on the impact of population-related factors on carbon emission: an empirical analysis based on the varying-intercept mode [J]. Ecological Economy, 2017(12): 19-23.
- [13] 胡振, 龚薛, 刘华. 家庭消费碳排放影响因素及其变化趋势分析——以陕西省为例[J]. 生态经济, 2020, 36(5):24-30.
HU Zhen, GONG Xue, LIU Hua. Analysis on the influencing factors and changing trend of household consumption carbon emission: take Shaanxi Province as an example[J]. Ecological Economy, 2020, 36(5):24-30.
- [14] 徐新扩, 韩立岩. 消费模式如何影响家庭碳排放? ——来自中国城市家庭的微观证据[J]. 东南学术, 2017(3):154-163.
- [15] 曹庆仁, 李莹, 康伟. 北京市居民消费支出与碳排放的脱钩关系及影响因素研究[J]. 重庆理工大学学报(自然科学), 2020, 34(2):228-234, 251.
CAO Qingren, LI Ying, KANG Wei. Study on the decoupling relationship between household consumption expenditure and carbon emissions in Beijing and its influencing factors[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology, 2020, 34(2):228-234, 251.
- [16] 张风斌. 陕西省城乡居民家庭碳排放研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2021.
ZHANG Fengbing. Study on carbon emissions of urban and rural households in Shaanxi Province [D]. Xi'an: Xi'an University of Science and Technology, 2021.
- [17] 杨莉, 张雪磊. 江苏居民消费碳排放测度与影响因素研究——基于GTWR模型的实证分析[J]. 生态经济, 2020, 36(5):31-38.
YANG Li, ZHANG Xuelei. Study on measurement and influencing factors of household carbon emission in Jiangsu Province: an empirical analysis based on GTWR model [J]. Ecological Economy, 2020, 36(5): 31-38.
- [18] KENNY T, GRAY N F. A preliminary survey of household and personal carbon dioxide emissions in Ireland [J]. Environment International, 2009, 35(2): 259-272.
- [19] BIN Shui, DOWLATABADI H. Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO₂ emissions[J]. Energy Policy, 2005, 33(2):197-208.
- [20] 张田田. 城镇化进程中家庭碳排放变化趋势-驱动因素和减排对策[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.
ZHANG Tiantian. Household CO₂ emissions: trend, driving factors and mitigation strategies in the process of urbanization[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2017.
- [21] 刘莉娜, 曲建升, 邱巨龙, 等. 1995—2010年居民家庭生活消费碳排放轨迹[J]. 开发研究, 2012(4):117-121
- [22] TAPIO P. Towards a theory of decoupling: degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001[J]. Transport Policy, 2005, 12(2):137-151.
- [23] ANG B W. The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide[J]. Energy Policy, 2005, 33(7): 867-871.

(责任编辑 王绪迪)