

吉林省居民生活消费的间接碳排放特征及影响因素

李国柱, 代爱林, 孙进欣

(吉林师范大学 旅游与地理科学学院, 吉林 四平 136000)

摘要: [目的] 核算吉林省居民家庭生活消费的间接能源消耗量和碳排放量, 并分析其影响因素, 为政府引导居民实施低碳消费、改善区域环境质量提供决策参考。[方法] 以吉林省为例, 计算 2004—2013 年居民各类消费活动所产生的能源消耗量及碳排放量, 采用 STIRPAT 模型, 分析居民消费碳排放的影响因素。[结果] (1) “居住”、“文化娱乐”和“食物”3 类消费是间接能源消耗和碳排放的最主要来源; (2) 碳排放强度、人均消费支出、人口数量和城市化率每增加 1%, 吉林省居民生活消费间接能耗的碳排放分别增加 0.831%, 0.309%, 0.184% 和 0.055%, 碳排放强度对吉林省居民生活消费间接能耗的碳排放影响最大。[结论] 提高能源利用效率、发展新能源是减少碳排放量的首要措施。

关键词: 间接能耗; 碳排放; 居民生活消费; 吉林省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2017)03-0146-06

中图分类号: F205, X24

文献参数: 李国柱, 代爱林, 孙进欣. 吉林省居民生活消费的间接碳排放特征及影响因素[J]. 水土保持通报, 2017, 37(3): 146-151. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.03.025; Li Guozhu, Dai Ailin, Sun Jinxin. Characteristics of indirect carbon emissions and influence factors of residents' living expenditure in Jilin Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2017, 37(3): 146-151. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2017.03.025

Characteristics of Indirect Carbon Emissions and Influence Factors of Residents' Living Expenditure in Jilin Province

LI Guozhu, DAI Ailin, SUN Jinxin

(College of Tourism and Geographic, Jilin Normal University, Siping, Jilin 136000, China)

Abstract: [Objective] The energy consumption and carbon emissions in Jilin Province from residents' expenditure were estimated and their influence factors were analyzed, to provide government decision for guiding local resident to take low carbon consumption and for improving the regional environment. [Methods] Taking Jilin Province as an example, we calculated the energy consumption and carbon emissions generated by various types of consumer activities in 2004—2003. Based on the STIRPAT model, a multivariate linear model fitted by a ridge regression to examine the relationship between carbon emissions and a list of human activity indices was built. [Results] (1) The consumptions of living, education and entertainment, and food were the main aspects of indirect energy consumption and the carbon emission. (2) It was found that every 1% increases of carbon emission intensity, per capita consumption, population and urbanization rate, would result to 0.831%, 0.309%, 0.184% and 0.055% increases of carbon emission caused by residents' living consumption in Jilin Province. The intensity of carbon emissions had the greatest impact on the carbon consumption of indirect energy consumption in Jilin Province. [Conclusion] The primary measures for reduction of carbon emissions are enhancing energy utilization efficiency and developing new energy.

Keywords: indirect energy consumption; carbon emissions; residents' living expenditure; Jilin Province

能源问题倍受世界各国的关注, 中国是能源消费大国, 碳排放量迅猛增加, 面临着巨大的减排压力。近年来, 中国学术界对能源消耗和 CO₂ 排放的研究逐渐

深入。随着中国人民生活质量的提高和消费结构的升级, 居民生活消费诱发的能源消耗已经成为能源消耗的重要组成部分, 也渐渐引起国内外学者的关注。

国外学者 Kerkhof 等^[1]、Rosa 等^[2]注重对居民消费、环境与碳排放之间关系的研究, Hiller C^[3]分析居民衣、食、住、行等生活方式对能源消费的影响, Jones 等^[4]从交通、居住、食品、商品和服务等 5 个类别的角度计算居民生活碳排放。同时, 欧美国家的研究表明, 生活消费引发的完全能源消耗占全年人均能耗的 40%~50%。国内学者 Wei Yiming 等^[5]应用 CLA 法, 计算了 1999—2002 年中国城乡居民的生活方式对能耗的影响, 以及对应的 CO₂ 排放。王妍等^[6]运用投入产出分析的方法, 结合中国居民生活消费相关数据, 测算了 1995—2004 年城镇居民生活消费引发的能耗。杨玉含等^[7]根据与青海省城市和农村居民 8 项生活消费相关的能源消费数据, 运用统计分析方法, 评估了 2000—2008 年城市和农村居民生活能耗及其碳排放。冯玲等^[8]量化了 1999—2007 年中国城镇家庭居民生活直接、间接能源消耗及碳排放的变化, 研究了这段时间生活能耗与碳排的动态变化特性, 并分析了其潜在因素。冯蕊等^[9]估量了 2006—2008 年天津市居民平均每人生活消费碳排放及其在总的能耗碳排中所占的比例。张馨等^[10]利用生活方式分析法计算了中国居民的间接能耗和对应的碳排量, 研究了城市和农村居民直接和间接能耗的结构和变化趋势以及相对应的碳排。黄芳等^[11]依据中国城市和乡村居民消费情况, 估算了 2000—2010 年居民生活消费引发的直接及间接碳排放, 分析了中国居民家庭生活碳排的变化特征, 并采用 LMDI 法分解出中国居民家庭生活消费碳排的重要影响因素。朱勤等^[12]从居民消费视角, 基于时间序列数据估算人口城市化对碳排的影响; 采用 LMDI 方法把碳排变动解析为人口规模、居民消费、人口城镇化、消费抑制、能源强度和排放因子 6 种效应。

中国幅员辽阔, 区域差异显著, 类似刘莉娜等^[13]、付云鹏等^[14]和万文玉等^[15]等对居民生活碳排放的区域差异和城乡差异的研究成果较多, 但以吉林省作为研究区域的成果较少。近年来, 吉林省城乡居民的消费水平有了较大幅度的提高, 间接能源消费量也随之增长, 由此引起的 CO₂ 排放不容忽视。本文以吉林省为例, 研究居民家庭生活消费引发的间接能源消耗及碳排特征, 并对其影响因素进行分析, 可以为政府引导居民实施低碳消费, 改善区域环境质量提供决策参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

居民在采购和消费各类非能源商品(或服务)时也会造成间接的能源损耗, 称为间接能耗。居民日常生活中的间接能耗主要由食品、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 8 类项目产生, 因此仿照何爱等^[16]采取这 8 类消费活动引发的能耗来表示居民生活消费的间接能源消耗。数据来源于《吉林省统计年鉴 2005—2014》。碳排放主要是由能耗引起的温室气体(CO₂)排放。折算系数采用国家发改委的推荐值。

1.2 间接能耗与间接碳排放计算方法

在计算间接能耗与碳排时借鉴 Wei Yiming 等^[5]的计算方法, 首先分别计算上述 8 类消费项目的单位生产总值的能源强度与碳排强度, 再根据相对应的消费支出相关数据, 计算各种消费项目的间接能源消耗与碳排放。间接能耗涉及居民的衣食住行等方面面的能源消耗, 根据统计年鉴中列出的居民消费支出项目, 相关能耗行业有 24 项(表 1)。

表 1 居民消费支出项目及对应产业

消费支出项目	对应产业
食品	食品加工、食品制造、饮料制造、农林牧水渔业
衣着	纺织业、服装鞋帽制造、皮革毛皮羽毛(绒)及其制品业
居住	建筑业、电力等供应业、燃气生产和供应业、水的生产和供应业
教育文化娱乐与服务	造纸及纸制品业、印刷业、记录媒介的复制、文教工美体育和娱乐用品制造业
交通通讯	交通运输设备制造业、通信设备、计算机及其他电子设备制造业
医疗保险	医药制造业
家庭设备用品及服务	木材加工及木竹藤棕草制品业、家具制造业、塑料制品业、金属制品业
杂项商品与服务	烟草制品业、电气机械及器材制造业、批发零售贸易餐饮业

通过上述行业的能源消耗量及产值, 计算出该行业能源强度, 再结合吉林省居民消费支出数据来计算吉林省居民间接生活能源消耗。

能源强度的计算公式为:

$$EI_i = \frac{E_i}{G_i} \quad (1)$$

式中: EI_i ——第 i 项消费活动的相应能源强度;
 E_i ——第 i 项消费活动对应相关行业的能耗(t);
 G_i ——第 i 项消费活动对应的相关行业的年产值(万元)。下同。

碳排放强度计算公式:

$$CI_i = EI_i \times EF_{\text{标煤}} \quad (2)$$

式中: CI_i ——第 i 项消费活动的碳排强度;
 $EF_{\text{标煤}}$ ——标煤的碳排系数。折算系数采用国家发改委推荐值,为 2.456 7,即 1 t 标煤带来 2.456 7 t 的 CO_2 排放量。

间接能源消耗量的计算公式为:

$$E_i = \sum_{i=1}^8 P \times X_i \times EI_i \quad (3)$$

间接碳排:

$$C_i = \sum_{i=1}^8 P \times X_i \times CI_i \quad (4)$$

式中: E_i ——间接能源消耗量; P ——人口总量(万人); X_i ——居民在第 i 项消费项目的支出(元); C_i ——间接碳排放量(t)。

1.3 碳排放的影响因素分析方法

Ehrlich 和 Holdren 提出环境压力等式^[17],即 $I = PAT$,其中, I 表示环境压力, P 是人口数量, A 表示富裕度, T 是技术。Richard Y 等^[18]在经典 IPAT 等式基础上,提出了随机回归影响模型,也就是人口、富裕和技术的随机影响模型,简称为 STIRPAT 模型表达式为:

$$I = aP^bA^cT^de \quad (5)$$

式中: I ——环境影响; P ——人口规模; A ——富裕程度; T ——技术程度。

对(5)式两边取对数得:

$$\ln I = \ln a + b \ln P + c \ln A + d \ln T + \ln e \quad (6)$$

对 STIRPAT 模型进行扩展,将人口结构相关指标——包括人口城市化率、人口数量分别代入模型,扩展后的 STIRPAT 模型表达为:

$$\ln I = \ln a + bs(\ln P_s) + bt(\ln P_t) + c(\ln A) + d(\ln T) + \ln e \quad (7)$$

式中: a ——常数; I ——环境影响,用居民消费所引发的间接碳排总量表示(10^4 t); P_s ——人口数量(万人); P_t ——人口结构,用城市化率表示; A ——财富因素,用人均消费支出表示,单位为人民币元; T ——技术因素,用碳排强度表示(各消费项目单位产值的碳排量的平均值)。

2 结果与分析

2.1 城乡居民消费特征

2004—2013 年,吉林省城镇平均每人可支配收入由 7 840 元增加至 22 274 元,农村居民家庭收入也从 3 000 元增加到 9 621 元。城乡居民生活消费性支出也有很大的提高,城镇住民平均每人消费性支出从 6 068 元增加至 15 932 元,农村居民平均每人消费总支出从 1 971 元增加至 7 379 元。居民在食物、衣着、家用设备、居住、医疗保险用品、交通通讯、文化教育娱乐、杂项商品等 8 类商品或服务上的支出逐年提高(图 1)。

2004—2013 年,食品都是居民消费支出最多的 1 项,并且逐年增高,但所占比例却在下降。城镇住民的恩格尔系数由 35.93% 降到 29.24%,农民的恩格尔系数也由 45.61% 下降到 33.04%。就城镇住民而言,衣着、居住、文教娱服务和交通通信支出大致旗鼓相当,交通通信支出增进幅度相对较大,由 2004 年的 643 元增加至 2013 年的 2 217 元。医疗保健支出也由 527 元增长至 1 692 元,增进幅度和速度均较大。2004—2006 年,农村居民的居住支出、文教娱服务支出以及医疗保健支出额基本持平,2006 年以后居住支出成为仅次于食品的第 2 大消费项目,由 2007 年的 399 元增加到 2013 年的 1 288 元。

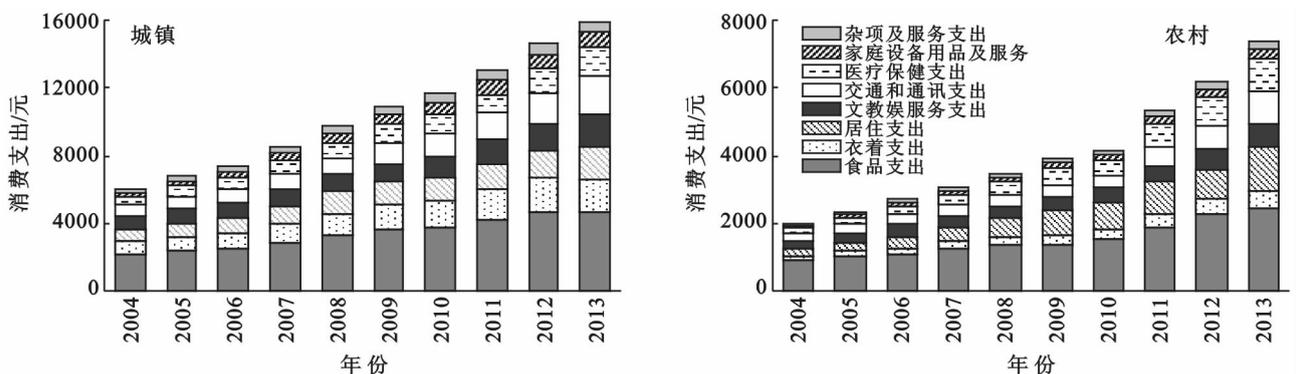
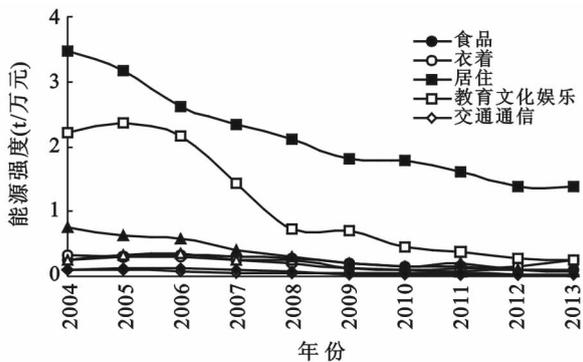


图 1 吉林省城镇和农村居民平均每人生活消费性支出

2.2 消费支出的能源强度变化特征

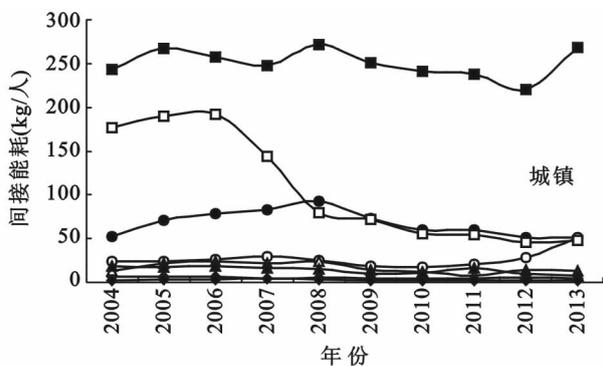
2004—2013年,吉林省居民8项消费性支出的能源强度都表现出降低的趋势(图2)。



注:能源强度以 t/万元标准煤来计算。

图2 2004—2013年吉林省居民消费性支出能源强度

“居住”的能源强度最高,其次是“教育文化娱乐”,但后者下降幅度更大。“居住”消费项的能源强度由 3.47 t 标准煤/万元下降到 1.39 t 标准煤/万元,降了 59.94%;“文化娱乐”消费项的能源强



注:间接能耗以 kg/人标准煤来计算。

图3 2004—2013年吉林省城镇和农村平均每人消费性支出产生的间接能耗

总体来看,吉林省农村居民平均每人消费性支出引发的间接能源消耗没有明显规律性。8大消费活动诱发的人均间接能源消耗由大至小依次为:居住 116.74 kg 标准煤/人、教育文化娱乐 36.17 kg 标准煤/人、食品 29.02 kg 标准煤/人、医疗保险 6.91 kg 标准煤/人、衣着 5.83 kg 标准煤/人、家庭设备用品及服务 4.0 kg 标准煤/人、交通通信 1.88 kg 标准煤/人、杂项商品与服务 0.64 kg 标准煤/人(各年平均值)。与城镇居民相同,“居住”是居民生活间接能源消耗最主要的来源,然后是“文化娱乐”和“食物”。从变化趋势上看,“居住”和“衣着”产生的能源消耗呈上升态势,“教育文化娱乐”逐年下降,“食品”则是先上升后下降。其他消费项目则略微下降(图3)。

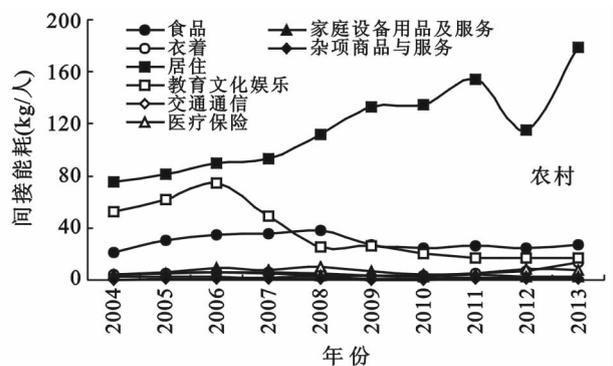
2.4 间接碳排放特征及碳排放因素分析

2.4.1 间接碳排放特征 2013年,吉林省居民生活

度由 2.22 t 标准煤/万元下降到 0.25 t 标准煤/万元,降幅达 88.74%;“家庭设备用品及服务”消费支出能源强度下降幅度最大,也是8个消费项目中下降幅度最大的,达 89.33%;其次是“交通通信”,下降了 80%,且能源强度是最低的。

2.3 间接能耗动态变化特征

2004—2013年,城镇居民8项人均消费引发的间接能耗由大至小依次是:居住 250.36 kg 标准煤/人,教育文化娱乐 105.8 kg 标准煤/人,食品 67.14 kg 标准煤/人,衣着 26.5 kg 标准煤/人,医疗保险 16.56 kg 标准煤/人,家庭设备用品及服务 14.13 kg 标准煤/人,交通通信 5.21 kg 标准煤/人,杂项商品与服务 2.63 kg 标准煤/人(各年平均值)。“居住”是吉林省城镇居民间接能耗的最主要来源,占间接能源消耗总量的 1/2 以上,其次是“文化娱乐”和“食物”,分别占 21.67%和 13.75%。从变化趋势上来看,“居住”略有上升趋势,“教育文化娱乐”减小幅度较大,城镇居民其他消费项产生的人均间接能耗虽呈下降趋势,但变化幅度不大(图3)。



消费间接能耗产生的总碳排为 2.40×10^7 t,其中城市 1.63×10^7 t,农村 0.77×10^7 t,前者远远高于后者。

2004—2013年,城镇居民生活消费引发的间接总碳排先增加后下降,在2006年达到最大值(2.15×10^7 t),2012年的碳排量是 1.36×10^7 t,是10a中最低值。而农村的最低值出现在2004年,为 5.2×10^6 t,在2013年达到最大值 7.7×10^6 t,呈波动上升趋势,这是由近年农村居民生活水平逐渐提高所决定的。

分消费项目来看,2004—2013年,吉林省居民间接产生的总碳排中,居住、教育文化娱乐和食品3项最高。从变化趋势来看,教育文化娱乐产生的碳排放量先下降,近2a保持平稳状态,而居住产生的碳排放量在近2a则有上升趋势,其他几项没有太明显的变化(图4)。

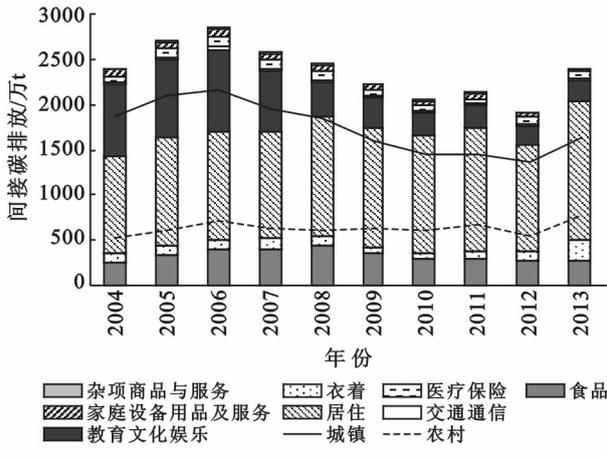


图 4 2004—2013 年吉林省居民生活间接碳排放

2.4.2 碳排放影响因素分析 将上文计算得出的吉林省居民消费的间接碳排放量、碳排放强度以及吉林省人口数量、居民人均生活性消费支出、城市化率代入公式 7 所示模型,在 SPSS 21.0 软件中使用岭回归估计方法拟合得到各变量的估计系数(表 2)。模型的方差分析得出 $F=11.865$, $\text{sig.}=0.009$,由表 3 可知 $R^2=0.906$,调整 $R^2=0.831$,整体拟合度较好。

从回归的结果看,效果比较好,较符合真实情况。从系数来看,人口数量、城市化率和碳排放强度增大都会促进吉林省间接能源消费碳排放量的增加。其中,碳排放强度是吉林省间接能源消费碳排放量最重要影响因素,其值每提高 1%,就使得碳排放量提高 0.831%;其次是人均消费水平,每提高 1%,间接能源消费碳排放提高 0.309%,人口数量每提高 1%,吉林省间接能源消费碳排放量则提高 0.184%,这是由人口对能源的绝对需求决定的;城市化率每提高 1%,就使得吉林省间接能源消费碳排放量提高 0.055%。

表 2 模型的岭回归估计结果

模型	标准系数		df	F	sig.
	Beta (系数)	标准的 Bootstrap (1 000)估计			
lnPs	0.184	0.407	1	3.791	0.041
lnPt	0.055	0.376	1	4.098	0.048
lnA	0.309	0.293	1	8.851	0.014
lnT	0.831	0.302	1	16.964	0.004

注:因变量为 $\ln(I)$ 为吉林省居民消费引发的间接碳排放总量)。

表 3 回归方程拟合优度

模型	多 R	R^2	调整 R^2	规则化“ R^2 ” (1-误差)	明显预测误差
标准数据	0.952	0.906	0.831	0.905	0.095
原始数据					0.237

注:惩罚因子为 040; 因变量为 $\ln I$; 预测变量为 $\ln Ps, \ln Pt, \ln A$ 和 $\ln T$ 。

3 结论

(1) 居民生活消费产生的间接碳排总量中,居住、文化娱乐和食物 3 大项最高。居住消费是吉林省居民生活消费间接能耗的最大来源,2004—2013 年,教育文化娱乐产生的碳排放量先下降,2012—2013 年保持平稳状态,而居住产生的碳排放量在同期则有上升趋势。在城市,间接能源消耗总量的 1/2 以上是居住消费贡献的,而教育文化娱乐和食物分别占 21.67% 和 13.75%。总体上看,居住消费产生的能耗略有上升趋势,而教育文化娱乐消费产生的能耗逐年下降。鉴于居住、教育文化娱乐和食品这 3 项消费都是吉林省间接能源消耗和碳排放的最主要来源,居民家庭生活消费的节能减排工作也应从这 3 项着手。政府应着力改善居民生活供暖设施,通过优化管网设施减少生产和运输过程中的热量损耗,限制供暖和制冷时间,普及节能炊具。

(2) 人口数量、人均消费水平、城市化率和碳排放强度的提高都会导致吉林省间接能源消费碳排放量的增加。其中,碳排强度是吉林省间接能源消费碳排放量最重要影响因子。

所以,提高能源利用效率、发展新能源依然是减少碳排放量的重要手段。在加快低碳能源技术研发和推广新能源利用的同时,还应通过征收碳税和低碳成本补贴等来鼓励居民低碳消费,引导居民生活方式向低碳节能模式转变。

[参 考 文 献]

- [1] Kerkhof A C, Nonhebel S, Moll H C, et al. Relating the environmental impact of consumption to household expenditures: An input-output analysis[J]. Ecological Economics, 2009,68(4):1160-1170.
- [2] Duarte R, Mainar A, Sánchez-Chóliz J. The impact of household consumption emissions in Spain[J]. Energy Economics, 2010,32(1):176-185.
- [3] Hiller C. Factors influencing residents' energy use: A study of energy-related behavior in 57 Swedish homes [J]. Energy and Buildings, 2015,87:243-252.
- [4] Jones C M, Kammen D M. Spatial distribution of U. S. household carbon footprints reveals suburbanization under-mines greenhouse gas benefits of urban population density [J]. Environmental Science & Technology, 2014,48(2):895-902.
- [5] Wei Yiming, Liu Lancui, Fan Ying, et al. The impact of lifestyle on energy use and emission: An empirical analysis of China's residents[J]. Energy Policy, 2007, 35:247-257.

- [6] 王妍,石敏俊.中国城镇居民生活消费诱发的完全能源消耗[J].资源科学,2009,31(12):2093-2100.
- [7] 杨玉含,刘峰贵,陈琼,等.青海省居民生活能源消费与碳排放分析[J].中国人口·资源与环境,2011,21(3):307-310.
- [8] 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.
- [9] 冯蕊,朱坦,陈胜男,等.天津市居民生活消费 CO₂ 排放估算分析[J].中国环境科学,2011,31(1):163-169.
- [10] 张馨,牛叔文,赵春升,等.中国城市化进程中的居民家庭能源消费及碳排放研究[J].中国软科学,2011(9):65-75.
- [11] 黄芳,江可申.我国居民生活消费碳排放的动态特征及影响因素分析[J].系统工程,2013,31(1):51-60.
- [12] 朱勤,魏涛远.居民消费视角下人口城镇化对碳排放的影响[J].中国人口·资源与环境,2013,23(11):21-29.
- [13] 刘莉娜,曲建升,黄雨生,等.中国居民生活碳排放的区域差异及影响因素分析[J].自然资源学报,2016,31(8):1364-1377.
- [14] 付云鹏,马树才,宋宝燕.中国城乡居民消费碳排放差异及影响因素:基于面板数据的实证分析[J].经济问题探索,2016(10):43-50.
- [15] 万文玉,赵雪雁,王伟军.中国城市居民生活能源碳排放的时空格局及影响因素分析[J].环境科学学报,2016,36(9):3445-3455.
- [16] 何爱,吕拉昌.基于居民消费视角的广州市能源消耗及碳排放特征[J].资源与产业,2015,17(4):61-68.
- [17] Chertow M R. The IPAT equation and its variant: Changing views of technology and environmental impact[J]. Journal of Industrial Ecology, 2000, 4(4): 13-30.
- [18] Richard Y, Eugene A R, Thomas D. STIRPAT, IPAT and Impact: Analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts[J]. Ecological Economics, 2003, 46(3): 351-365.

(上接第 145 页)

[参 考 文 献]

- [1] 张桂芳,杨玉珍.宅基地闲置程度及退出影响因素分析[J].中国土地,2016,3(7):23-25.
- [2] 周小平,黄蕾,谷晓坤,等.城乡建设用地增减挂钩规划方法及实证[J].中国人口·资源与环境,2010,20(10):79-85.
- [3] 李旺君,王雷.城乡建设用地增减挂钩的利弊分析[J].国土资源情报,2009(4):34-37.
- [4] 朱琳.城乡建设用地增减挂钩政策研究[D].成都:西南大学,2010.
- [5] 易小燕,陈印军,肖碧林,等.城乡建设用地增减挂钩运行中出现的主要问题与建议[J].中国农业资源与区划,2011,32(1):11-13.
- [6] 王君,朱玉碧,郑财贵.对城乡建设用地增减挂钩运作模式的探讨[J].农村经济,2007,8(3):29-31.
- [7] 叶剑平.一样的土地,不一样的生活[M].北京:中国人民大学出版社,2010:24-26.
- [8] 邱铃章.天津市、成都市城乡建设用地增减挂钩模式的启示[J].发展研究,2010,10(4):32-35.
- [9] 顾汉龙,冯淑怡,曲福田.重庆市两类城乡建设用地增减挂钩模式的比较[J].中国土地科学,2014,9(28):11-16.
- [10] 徐庆朗,张凤伟,李楠,等.影响城乡建设用地增减挂钩实施效果的因素分析[J].国土资源情报,2011,9:50-52.
- [11] 周婧,杨庆媛.农户层面农村宅基地流转研究进展与述评[J].地理科学进展,2012,2(31):139-148.
- [12] Chaney P, Sherwood K. The resale of right to buy dwellings: A case study of migration and social change in rural England[J]. Journal of Rural Studies, 2000, 16(1):79-94.
- [13] 黄春芳.城乡建设用地增减挂钩项目后效益评价研究[D].成都:西南大学,2011.
- [14] 邵裔娉.城乡建设用地增减挂钩项目后绩效评价研究[D].辽宁抚顺:东华理工大学,2013.