

DOI: 10.15918/j.jbitss1009-3370.2016.0107

中国城镇居民能源消费及其影响因素

申俊, 孙涵, 成金华

(中国地质大学(武汉) 经济管理学院 资源环境经济研究中心, 武汉 430074)

摘要: 基于 2008—2012 年中国 30 个省域城镇居民直接、间接、完全能源消费的截面数据,运用空间计量经济学相关理论与方法,检验省域之间城镇居民能源消费的空间自相关性,分析城镇居民能源消费的影响因素。实证结果表明:中国城镇居民间接与完全能源消费存在显著的正空间相关性,直接能源消费的空间相关性不显著;能源价格和人口规模是影响中国城镇居民能源消费最重要的影响因素,因此在进行能源市场化改革时,要控制人口规模,稳定生活能源价格,保证居民正常生活;同时,政府也要积极引导和改善城镇居民的生活消费方式,鼓励提倡环保绿色出行方式,节约能源、保护环境。

关键词: 城镇居民直接、间接与完全能源消费; 空间计量; 居民能源价格; 城镇人口规模

中图分类号: F206

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2016)01-0045-09

随着全球温室效应的不断加剧,CO₂ 减排逐渐成为人们关注的热点,中国作为最大的 CO₂ 排放国,碳减排任务艰巨。目前,中国已将节能减排纳入国民经济发展的长期规划(王锋等,2011)^[1],化石类能源燃烧是造成温室效应的主要原因。中国是以煤为主的能源消费结构,煤炭能源的消费长期占能源消费总量的 70%左右,因此,改善能源消费结构是中国实现节能减排的关键。现阶段,中国主要的能源消费包括工业能源消费、居民能源消费、其他能源消费等,其中居民能源消费占能源总消费的 10%,是中国第二大类能源消费,其对居民生活、生态环境以及碳排放等的影响逐渐引起广泛的关注(Zhao,2012)^[2]。中国现阶段正处于工业化与城镇化发展的中期阶段,居民消费水平特别是城镇居民消费水平不断提高,消费结构不断改善,能源需求不断增强。中国城镇居民能源消费占居民生活能源总消费的 63%,随着经济的发展,未来中国城镇居民能源消费将会持续快速增长(Zhou,2010)^[3]。因此,城镇居民能源消费的碳减排将是中国实现整体节能减排的重要一环。

随着社会经济的发展,居民收入水平的增长是必然趋势,而收入的增加也会推动能源消费的增长(赵晓丽等,2011)^[4]。很多学者已经从居民收入水平、家庭住房能源消费(Ouyang 和 Ge,2009^[5];Chen 等,2008^[6])、能源消费结构的转变、家庭电气化设施的普及、家用汽车拥有量的增加、住房供热消费(Sathaye 和

Tyler,1991^[7];Glicksman 等,2001^[8];Taylor 等,2001^[9])等方面研究居民能源消费的影响因素,如 Riley(2002)^[10]在研究时发现私人汽车拥有量是影响居民能源消费的重要因素。樊茂清等(2006)^[11]发现时间因子与地区差异也对城镇居民的消费结构产生重要影响,富有的家庭消费更多的生活能源,而相对贫困的家庭则有更高的碳排放强度。薛丹(2014)^[12]通过建立多元回归计量经济模型,研究了中国居民生活用能源效率回弹效应。居民能源消费通过直接与间接两种方式影响能源总消费。现有的关于居民能源消费影响因素的研究大多只考虑了相关因素对直接能源消费的影响(Ouyang 和 Ge,2009;Chen 等,2008;Riley,2002;薛丹,2014 等),很少考虑其对间接能源消费和完全能源消费的影响。居民间接能源消费占全年能源消费总量的 40%~50%,且有不断增长的趋势(Wei Y M 等,2007)^[13],研究居民直接、间接和完全能源消费的影响因素对于降低居民能源消费和控制碳排放有重要意义。

对于居民能源消费主要有分解法和回归分析法,分解法又包括结构分解和指数分解。结构分解是指通过投入产出表来分析居民能源消费,李艳梅等(2008)^[14]基于投入产出分析法对中国居民间接能源消费进行了结构分解分析,结果表明,居民消费结构变化与产业结构演变都推动了中国能源消费的上升。房斌等(2011)^[15]基于投入产出的结构分解法分析表明人均 GDP 提高是推动中国能源消费增

收稿日期: 2015-05-23

基金项目: 国家自然科学基金资助项目“中国城市居民生活完全能源消费的测算及影响因素分析”(71103164)

作者简介: 申俊(1990—),男,博士研究生,E-mail:shenjuns130@hotmail.com

长的主要驱动力。投入产出分析法能够从投入产出的角度分析居民能源消费各部分的影响因素,但对于各区域之间可能存在的相互影响并没有考虑。指数分解法主要基于 Kaya 恒等式进行分解,岳婷等(2014)^[6]运用 LMDI 指数分解法将江苏省的能源消费增长效应分解为生产效应、结构效应和强度效应。研究表明,强度效应对能源消费增长起抑制作用,结构效应现阶段作用不明显,江苏省能源消费增长的主要促进因素是生产效应。回归分析法主要通过建立回归方程分析解释变量与被解释变量之间的关系。樊茂清等(2006)通过面板数据模型实证研究了中国城镇居民的消费结构,结果表明,居民能源消费的快速增长导致了整个能源消费的快速增长,而城镇居民的消费支出仍然有很大的增长空间。比较现有研究方法,分解法能够实现居民能源消费分解而无残差项,但缺点是影响因素的选取受限,一些因素如家庭汽车拥有量等并不容易被分解出来;回归分析变量的缺点在于存在残差项。

结合以上分析,本文选用回归分析法来探讨居民能源消费的影响因素。但犹如污染可能受邻域影响一样,由于存在能源技术扩散和区域经济依赖作用,本地区居民能源消费不仅会受到各要素的影响,也可能还会受邻域居民能源消费的影响。现阶段,社会经济、科技交通等方面的发展与进步已经使得区域之间交流更加频繁联系更加紧密,因而很多经济、环境、生态等要素都可能存在空间相关性,很多学者已经运用空间经济学来对这些因素进行分析,涉及居民能源消费空间分析方面的研究尚有欠缺。鉴于此,本文从计量经济学的角度,构建空间计量模型,来分析中国居民直接、间接和完全能源消费的空间交互作用及其影响因素。

一、城镇居民完全能源消费的影响因素分析

(一)城镇居民完全能源消费

中国城镇居民完全能源消费(T_REC)包括直接

能源消费(D_REC)与间接能源消费(ID_REC),直接能源消费是指居民直接购买和消费能源类商品产生的能源消费,如用于家电、取暖等消费的燃料和电力消费。城镇居民生活直接使用的能源主要有原煤、其他各类洗煤、煤气、汽油、柴油、液化石油气、天然气、热力和电力等。分地区各种类能源的城镇居民直接能源消费类数据可以从《中国能源统计年鉴》中获得,本文在核算过程中将各类能源消费按照标煤折算系数统一折算为标煤消耗量。

城镇居民完全能源消费的核算公式如下

$$T_REC=D_REC+ID_REC \quad (1)$$

城镇居民直接能源消费的核算公式如下

$$D_REC=\sum_i FC_i \times EF_i \quad (2)$$

其中,D_REC 为城镇居民能源消费;FC_i 为城镇居民第 i 种能源的消费量;EF_i 为第 i 类能源的标准煤折算系数。

间接能源消费是指居民日常生活中购买的非能源类产品间接产生的各类能源消耗。目前关于居民间接能源消费的核算方法主要有 3 种(张馨等,2011)^[7]:混合能源分析法、家庭代谢法、消费者生活方式分析法,这些方法均以投入产出模型为基础。

本文采用生活方式分析法(CLA)来核算中国城镇居民间接能源消费,该方法建立在投入产出—生命周期评价(EID-LCA)分析法的基础上,按照统计年鉴中城镇居民的八大类消费支出进行核算,包括食品、衣着、居住、家庭设备用品及服务、医疗保健、交通和通信、教育文化娱乐服务、其他商品和服务等。本文选取与城镇居民八大类消费相关的产业,来计算间接能源消费。

城镇居民间接能源消费的核算公式如下

$$ID_REC=\sum_i (IE_i \times X_i) \times PU \quad (3)$$

其中,ID_REC 为城镇居民间接能源消费,IE_i 为城镇

表 1 城镇居民八大类消费行为对应的行业部门

消费支出项目	对应行业部门
食品	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
居住	电力、煤气及水生产和供应业,电力、热力生产和供应业,燃气生产和供应业,水的生产和供应业,非金属矿物制品业,金属制品业
家庭设备用品及服务	木材加工和木、竹、藤、棕、草制品业,家具制造业,电气机械和器材制造业
医疗保健	医药制造业
交通和通信	汽车制造业,铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业,计算机、通信和其他电子设备制造业
教育文化娱乐服务	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
其他商品和服务	烟草制品业,批发、零售业和住宿、餐饮业

居民第 i 种消费所对应行业的能源强度; X_i 为第 i 类消费的消费支出; PU 指城镇人口规模。

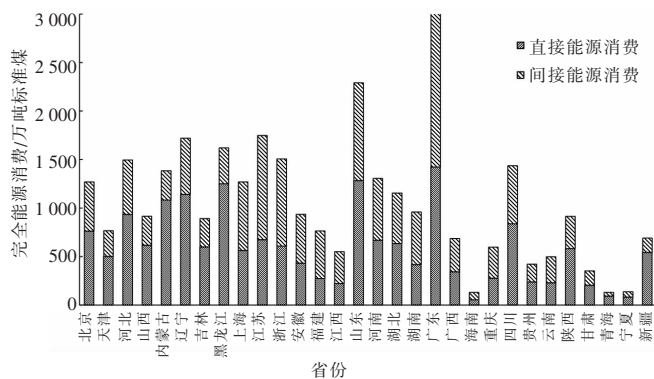


图1 中国城镇居民完全能源消费(2008—2012年)

根据式(1)、式(2)、式(3)和2008—2012年相关数据计算得到中国30个省的城镇居民完全能源消费如图1所示,中国各省域居民完全能源消费差异显著,广东省的居民能源消费相对最高,而青海、宁夏、海南等省域的居民能源消费则相对较低。从总体来说,东部(海南省除外)和中部地区的居民能源消费要高于西部地区。

(二)城镇居民能源消费的影响因素

城镇居民收入、生活能源价格、能源利用效率、产业结构等被认为是影响中国居民能源消费的重要影响因素。王文蝶等(2014)^[18]利用面板数据研究了人均能源消费与收入之间的关联与空间差异分析。李冶等(2013)^[19]在研究城市家庭碳排放影响因素时,选取了城市每户收入、人口水平、人口密度、家庭规模、住房面积等指标。冯玲等(2011)^[20]选取人均GDP、人均可支配收入、恩格尔系数、城市人均住宅面积4个指标来分析城镇居民生活能耗与碳排放之间的特征关系,但其在分析城镇居民生活能耗与所选指标之间关系时结果并不理想。此外也有学者将居民能源消费进行效应分解,认为居民生活水平的提高、能源消费产品内部结构转变、能源价格等是影响居民能源消费的主要因素(Ouyang和Ge,2009;赵晓丽等,2011;房斌等,2011;岳婷等,2010)。居民能源消费属于个人消费的一种,价格与收入是影响居民能源消费的重要因素。结合经济学理论及现有相关文献,本文选取生活能源价格、城镇居民消费支出、城镇人口规模、省域年均温度和城镇居民家用汽车拥有量5个指标来研究中国城镇居民的能源消费。

1.生活能源价格(EP)

从经济学角度来看,作为影响能源消费的重要影响因素,生活能源价格对于居民能源消费具有较

为直接的影响,但目前并没有通用指标来反映居民生活能源价格变化,生活能源价格并不完全将取决于市场供应关系,应充分考虑中国居民的消费水平(张欢和成金华,2011)^[21],现有文献中一般用居民生活水电燃料价格来反映居民生活能源价格(岳婷等,2014)。本文同样选用各省城镇居民生活水电价格指数来反映生活能源的变动。

2.城镇居民消费支出(RC)

城镇居民消费支出是指用于个人或家庭日常生活的全部支出,包括食品、衣着、居住、家庭设备用品及服务、医疗保健、交通和通信、教育文化娱乐服务、其他商品和服务八大类等,包括用于赠送的商品或服务。不同省域城镇居民消费支出与消费结构差异很大,这是由于各个地区的消费习惯、地理位置、饮食结构、气候条件、经济发展程度等不同所导致的(罗知、郭熙保,2010)^[22]。而居民消费支出的增长有助于能源消费的增长(赵晓丽等,2011),城镇居民能源消费与居民消费支出密切相关,消费支出促进了居民能源消费的快速增长,随着经济的发展,城镇居民的消费支出增长是一种必然趋势。因此,本文选用居民消费支出来反映其对居民能源消费的影响。

3.城镇人口规模(PS)

居民对生活质量的追求是引起居民能源消费增长的另一重要因素(吴玉鸣、李建霞,2008)^[23]。近年来,随着城镇居民生活水平的不断提高,居民能源消费随人口增长、城镇化和工业化的发展而不断增长,现有城镇居民能源消费主要以家庭为单位进行核算统计,为了衡量城镇人口规模对居民能源消费的影响,本文选取地区家庭户数作为城镇人口规模指标来进行分析。

4.省域年均温度(TEMP)

中国城镇居民能源消费很大一部分用于取暖消费,而这主要与地区温度相关,一般来说,温度较低的地区用于取暖的能源消费支出要高于温度相对较高的地区,若该地区温度升高,同样会导致用于取暖能源消费的降低,反之亦然。由于省域平均年温度数据缺乏,因此,本文用各省市省会城市的温度数据作为替代指标,采用全年的平均温度来反映省域年均温度对城镇居民能源消费的影响。

5.城镇居民家用汽车拥有量(CAR)

近年来,中国城镇居民直接能源消费结构不断发生变化,2000—2007年城镇居民成品油(汽油和柴油)的消费量增长速度从3%增长到6.5%(张馨等,2011)^[17],每百户家庭拥有的汽车和摩托车数量

由2000年的0.5辆和18.8辆增长到2007年的6.06辆和24.81辆,家用机动车辆的大幅增长在改变着城市居民的出行方式的同时也拉动了城镇居民生活能源的快速增长。因此,城镇居民家用汽车拥有量也是城镇居民能源消费需要关注的因素。

本文选取了中国30个(台湾、香港、澳门和西

藏除外)省、市、自治区作为研究样本,数据主要来自2009—2013年的《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及《中国人口与就业统计年鉴》。能源经济类数据以2008年为基期进行折算,消除物价的影响,所有变量数据取历年平均值,消除年度波动的影响,如表2所示。

表2 变量的描述性统计

变量	符号	观测值	极小值	极大值	均值	标准差
城镇居民完全能源消费	T_REC	30	74.18	2 857.50	878.11	595.89
城镇居民直接能源消费	D_REC	30	36.00	1 161.27	399.92	313.24
城镇居民间接能源消费	ID_REC	30	38.17	1 959.12	478.19	382.78
生活能源价格	EP	30	101.08	107.02	103.58	1.41
城镇居民消费支出	RC	30	11 134.55	95 95.97	18 548.24	15 853.17
城镇人口规模	PS	30	1 367.00	28 134.22	12 219.22	7 290.18
省域年均温度	TEMP	30	5.20	24.00	14.09	5.19
城镇居民家用汽车拥有量	CAR	30	4.29	33.22	12.89	7.25

二、空间计量经济模型

进行空间计量分析的一般思路是,首先运用空间分析 Moran 指数检验因变量(被解释变量)是否存在空间效应(空间自相关),若存在,则在此基础上结合空间经济学理论建立空间计量模型,并进行模型估计、检验与分析。

(一)空间自相关

检验空间自相关性是否存在的常用办法主要是 Moran 提出的 Moran's I 指数, Moran's I 的计算公式如下

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (4)$$

其中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$; $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$; Y_i 代表第 i 个地区的观测值; r_i 为地区总数; W 为二进制的空间权重矩阵,表示地区之间是否具有邻近关系。若两个地区邻接,矩阵元素取 1,否则取 0。Moran's I 值的取值范围为 $-1 < I < 1$ 。若 Moran's I 值大于 0,则说明存在空间正相关, Moran's I 值越大,正相关程度越强, Moran's I 值等于 0 说明不存在空间自相关, Moran's I 值小于 0 说明存在空间负相关,值越大,空间排斥现象越严重。此外,通过 Moran's I 散点图可以将区域间的空间关系划分为四个象限:第一象限为高—高(H—H)型区域,第二象限为低—高(L—H)型区域,第三象限为低—低(L—L)型区域,第四象限为高—低(H—L)型区域。第一三象限存在空间正相关,第二四象限存在空间负相关。

(二)空间计量模型

现有的空间计量模型主要有两类:一类是空间滞后模型(SLM),此时变量之间的空间依赖性导致了空间自相关,这类模型主要用来探讨变量在一个区域是否具有扩散现象即空间溢出;另一类是空间误差模型(SEM),模型的误差项导致了空间自相关。

(三)空间滞后模型

$$y = \rho W y + \beta X + \varepsilon \quad (5)$$

其中, y 为因变量; X 为外生解释变量; ρ 为回归系数,用来反映空间依赖程度; W 表示空间权重矩阵; $W y$ 为空间滞后因变量; ε 为随机误差向量。

空间误差模型为

$$y = \beta X + \varepsilon, \quad \varepsilon = \lambda W \varepsilon + \mu \quad (6)$$

其中, ε 为随机误差向量; λ 为截面因变量的空间误差系数; μ 为随机误差向量。模型中 λ 反映了样本值的空间依赖程度,其可以用来度量邻近区域关于误差冲击对于本地区的影响程度。

空间权重矩阵表征了各个空间元素之间存在关联与相互影响程度,现有的空间矩阵有 9 种,不同的权重矩阵得到的 Moran's I 值都不相同,因此合适的空间权重矩阵对于居民能源消费分析至关重要。本文首先使用 K-nearest 空间权重矩阵进行模拟分析,通过地理相邻信息表结果发现空间相关多发生于相邻区域,该方法所设计的权重矩阵并不适用。接着,本文选取 rook 空间权重矩阵,若两个空间元素之间相邻,则认为两者之间存在空间相关性,反之则不存在空间相关性。实证表明 rook 一阶权重矩阵较为合适。原因在于,随阶数的升高, Moran's I 值越低,经济活动的相关性因空间地理的增大而减小,符合地理学第一定理,但是二阶 rook 不理想。同

样,Queen 空间权重矩阵的结果也不理想。因此,本文最终选用 rook 一阶邻接关系的空间权重矩阵。

三、实证分析

(一)基础模型的构建与分析

通过上述分析,本文建立以中国城镇居民完全、直接、间接能源消费为被解释变量,生活能源价格、城镇居民消费支出、城镇人口规模、省域年均温度和城镇居民家用汽车拥有量为解释变量的双对数计量模型,OLS 估计结果如表 3 所示。

$$\ln(Y)=\beta_0+\beta_1\ln(RC)+\beta_2\ln(EP)+\beta_3\ln(PS)+\beta_4\ln(TEMP)+\beta_5(CAR)+\varepsilon \quad (7)$$

其中, Y 分别为 T_REC、D_REC 和 ID_REC; β 为回归参数; ε 为残差项。

通过对中国城镇居民能源消费 OLS 回归结果(表 3)可以看出,城镇居民完全能源消费的影响因素均通过了 10% 的显著性检验,城镇人口规模、省域年均温度、城镇居民家用汽车拥有量都通过了 1% 的显著性检验,模型的拟合优度较好。城镇居民直接能源消费的影响因素中能源价格不显著,而间接能源消费的影响因素中所有因素均显著,城镇居民消费支出、城镇人口规模、省域年均温度则通过了 1% 的显著性检验。

表 3 中国城镇居民能源消费的 OLS 回归结果

变量	T_REC	D_REC	ID_REC
常数	39.677 1 (1.550 6)	20.950 9 (0.533 3)	35.383 8* (1.753 8)
EP	-9.422 2* (-1.753 1)	-5.172 5 (-0.626 9)	-9.047 1* (-2.134 9)
RC	0.358 0** (2.356 6)	0.294 6* (1.263 3)	0.411 8*** (3.438 1)
PS	0.907 7*** (11.132 9)	0.916 5*** (7.322 7)	0.895 3*** (13.927 5)
TEMP	-0.891 8*** (-5.547 1)	-1.656 2*** (-6.710 0)	-0.148 1 (-1.168 3)
CAR	0.431 5*** (3.015 4)	0.689 1*** (3.136 8)	0.263 8** (2.338 0)
R^2	0.888 0	0.795 0	0.933 7
Adjusted- R^2	0.864 7	0.752 3	0.919 9
F 统计量	38.074 9	18.614 3	67.586 7
logL	-3.915 8	-16.775 9	3.213 6
AIC	19.831 5	45.551 8	5.572 9
SC	28.238 7	53.958 9	13.980 0

从表 3 可以看出,在不考虑空间因素的情况下,生活能源价格、城镇人口规模和省域年均温度是影响城镇居民完全能源消费的主要因素,生活能源价格与省域年均温度表现为负向作用,城镇人口规模表现为正向作用,这同人们一般的认识是相符的。相比之下,城镇人口规模与省域年均温度对直

接能源消费的影响较大,而生活能源价格对间接能源消费的影响较大,对直接能源消费则不显著;在 1% 的显著性水平下,城镇居民消费支出对间接能源消费(0.411 8)影响高于直接能源消费(0.294 6)的影响,而城镇居民家用汽车拥有量对直接能源消费(0.689 1)的影响要高于间接能源消费(0.263 8)影响。为了检验城镇居民能源消费可能存在的空间相关性,分别对城镇居民直接、间接、完全能源消费进行空间自相关检验。

(二)空间自相关检验

表 4 给出了 2008—2012 年中国城镇居民直接、间接、完全能源消费的 Moran's I 值及相关的统计检验结果,从表中可以看出中国城镇居民直接能源消费的空间相关性不显著,只有 2010 年表现出一定的正空间相关性,这表明尽管城镇居民直接能源消费存在空间差异,但这种差异主要是由地理环境、生活习惯等所决定的,因此直接能源消费在空间上并不显著相关。与之相反,中国城镇居民间接能源消费则表现出显著的正空间相关性,在 1% 的显著性水平下各年份城镇居民间接能源消费的 Moran's I 均值在 0.3 以上,这表明对于间接能源消费较高的地区其周边相邻区域的间接能源消费也相对较高,同样,对于间接能源消费较低的地区其周边相邻区域的间接能源消费也相对较低。从整体来看,中国城镇居民完全能源消费同样表现出正的空间相关性,尽管有逐年下降的趋势,这主要由于直接能源消费的空间不相关性导致的。

表 4 中国城镇居民直接、间接、完全能源消费的 Moran's I 值

变量	年份	Moran 值	期望值	平均值	标准差	z 值	p 值
直接生活能源消费	2008	0.102 7	-0.034 5	-0.033 8	0.120 9	1.129 4	0.134 0
	2009	0.111 0	-0.034 5	-0.033 6	0.115 5	1.250 9	0.106 8
	2010	0.127 8	-0.034 5	-0.033 5	0.113 5	1.420 6	0.088 1
	2011	0.058 2	-0.034 5	-0.032 4	0.120 7	0.750 0	0.234 0
	2012	0.072 4	-0.034 5	-0.038 3	0.120 7	0.917 2	0.168 0
间接生活能源消费	2008	0.333 9	-0.034 5	-0.038 2	0.112 5	3.308 9	0.003 0
	2009	0.330 3	-0.034 5	-0.039 6	0.116 3	3.181 3	0.006 1
	2010	0.325 0	-0.034 5	-0.029 5	0.114 6	3.093 2	0.004 2
	2011	0.327 5	-0.034 5	-0.034 3	0.115 6	3.129 0	0.004 0
	2012	0.302 6	-0.034 5	-0.343 0	0.116 8	2.883 6	0.003 0
完全生活能源消费	2008	0.177 2	-0.034 5	-0.032 5	0.114 8	1.827 3	0.047 0
	2009	0.173 3	-0.034 5	-0.031 3	0.115 2	1.776 5	0.058 9
	2010	0.156 1	-0.034 5	-0.029 6	0.117 4	1.581 1	0.074 0
	2011	0.117 9	-0.034 5	-0.035 5	0.115 7	1.325 5	0.085 0
	2012	0.111 9	-0.034 5	-0.029 1	0.122 6	1.150 2	0.090 2

为了进一步深入分析正相关性的变化,分别给出了 2012 年的城镇居民间接与完全能源消费 Moran 散点图(图 2、图 3)。从图 2、图 3 中可以看

出,城镇居民间接与完全能源消费的均主要集中的第一象限、第三象限,呈现显著的正空间相关性。相比而言,间接能源消费的 Moran 散点图更加向中心集中,高一高、低—高、低—低集聚区域较多,而直接能源消费的 Moran 散点图则更多的第一象限、第二象限,更多呈现出高一高、低—高集聚。通过 Moran 散点图结果(表 5)可以看出,河北、北京、山东、河南、江苏、安徽、湖北、上海、浙江等地间接与完全能源消费均处于高—高集聚,新疆、甘肃、陕西、宁夏、青海、云南等地间接与完全能源消费均处于低—低集聚,间接能源消费中处于低—高集聚的山西、低—低集聚的黑龙江、内蒙古、陕西等地由于直接能源消费较高在完全能源消费中山西、黑龙江处于高一高集聚,内蒙古、陕西处于低—高集聚。由此可以看出各省域之间的城镇居民间接与完全能源消费并不是完全表现出随机状态,而是存在某些空间上的集聚效应。也就是说,城镇居民能源消费相对较低的省域倾向于与其他城镇居民能源消费相对较低的省域临近,而城镇居民能源消费相对较高的省域倾向于与其他城镇居民能源消费相对较高的省域临近。因此,从整体上说,中国城镇居民能源消费的空间相关性是客观存在的。

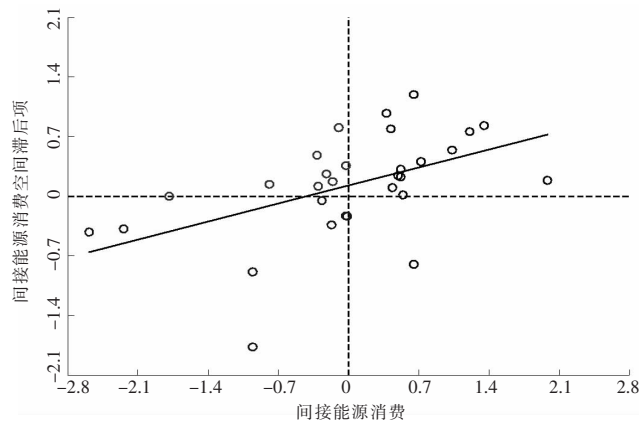


图 2 中国城镇居民 2012 年间接能源消费 Moran 散点图

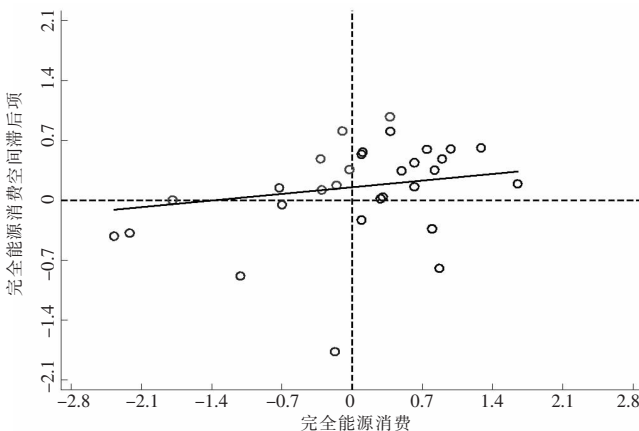


图 3 中国城镇居民 2012 年完全能源消费 Moran 散点图

表 5 中国城镇居民能源消费 Moran 散点图结果

集聚区	间接能源消费(ID_REC)	完全能源消费(T_REC)
高一高	辽宁、河北、北京、山东、河南、江苏、安徽、湖北、上海、浙江、湖南、福建、广东	黑龙江、辽宁、河北、北京、山西、山东、河南、江苏、安徽、湖北、上海、浙江、湖南
低—高	吉林、山西、天津、重庆、江西、贵州、广西	吉林、天津、重庆、江西、福建、广西
低—低	黑龙江、内蒙古、新疆、甘肃、陕西、宁夏、青海、云南	新疆、甘肃、宁夏、青海、云南、贵州
高一低	四川	内蒙古、陕西、四川、广东
不显著	海南	海南

同时,本文对所选取的可能影响城镇居民能源消费 5 个影响因素也进行了空间回归检验,结果表明各影响变量均表现出显著的空间正相关性,因此在分析居民能源消费影响因素时考虑空间相关性是合理且有必要的。

表 6 城镇居民能源消费各影响变量的 Moran's I 值

变量	Moran 值	期望值	标准差	z 值	p 值
EP	0.228 3	-0.035 0	0.114 8	2.293 1	0.019 0
PS	0.208 6	-0.345 0	0.118 7	2.006 9	0.033 0
RC	0.162 8	-0.033 6	0.098 0	2.003 5	0.043 0
TEMP	0.682 1	-0.030 1	0.113 7	6.263 0	0.001 0
CAR	0.266 4	-0.032 6	0.117 2	2.551 3	0.014 0

(三)空间回归模型分析

通过上述的 Moran 指数检验结果(表 6),可以看出中国城镇居民间接与完全能源消费存在显著的正空间自相关性,一般的 OLS 回归估计可能会忽略空间效应,进而产生一些不确定的结果。因此,需要从空间计量的角度进一步验证空间自相关性及其影响因素的大小,即进行空间滞后模型(SLM)或空间误差模型(SEM)。表 7 为中国城镇居民完全与间接能源消费的空间计量模型检验结果,对于完全能源消费 LM-Error 和 Robust LM-Error 检验均显著,而 LM-Lag、Robust LM-Lag、SARMA 检验不显著,同样,对于间接能源消费 LM-Error 和 Robust LM-Error 检验均显著,而其他检验不显著,由此可以看出空间误差模型(SEM)是较为合适的模型。根据 Anselin 提出的判别准则,在本文的实证研究中,空间误差模型(SEM)最优。

1.城镇居民完全能源消费空间分析

从中国城镇居民完全能源消费空间滞后模型的估计结果(如表 8 所示)可知,生活能源价格通过了 5% 的显著性检验,其他影响因素均通过 1% 的显著性检验。可以看出,一般的 OLS 估计高估了生活

表7 空间计量模型检验结果

空间相关性检验	T_REC			ID_REC		
	MI/DF	统计值	p 值	MI/DF	统计值	p 值
Moran's <i>I</i> (error)	0.238 6	3.027 7	0.0025	0.221 0	2.861 6	0.004 2
Lagrange Multiplier (lag)	1	0.019 2	0.889 9	1	1.203 6	0.272 6
Robust LM (lag)	1	0.294 7	0.587 3	1	0.660 5	0.416 4
Lagrange Multiplier (error)	1	3.514 6	0.060 8	1	3.017 1	0.082 4
Robust LM (error)	1	3.7901	0.051 6	1	2.474 1	0.075 7
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	3.809 3	0.148 9	2	3.677 6	0.159 0

能源价格、省域年均温度、家庭汽车拥有量对完全能源消费的作用,而低估了居民消费支出和城镇人口规模的作用。

从结果中可以看出,生活能源价格(EP)对城镇居民完全能源消费的影响因素最大且为负,即城镇居民生活能源价格每增长1%,完全能源消费下降8.4079%。这表明中国城镇居民能源消费对生活能源价格非常敏感,生活能源价格的上涨会导致居民能源消费的显著下降,而生活能源价格的下降也会促进居民能源消费的增加,有利于中国能源消费结构的改善。省域年均温度(TEMP)对城镇居民完全能源消费的影响为负,由于采用的省域温度指标,大城市的相对高温被全省平均,因此,取暖用能则成为居民能源消费的重要部分,而温度是影响居民取暖的关键因素,模拟结果表明,省域年均温度每增长1%,城镇居民能源消费下降0.7789%。

城镇人口规模(PS)、城镇居民家用汽车拥有量(CAR)、城镇居民消费支出(RC)的拟合系数均为正,且城镇人口规模的系数最大。这意味着城镇人口规模、城镇居民家用汽车拥有量、城镇居民消费支出每增长1%,中国城镇居民完全能源消费分别增长0.9281%、0.3483%、0.3919%。城镇人口规模对城镇居民能源消费的影响程度较大,特别是近年来随着新型城镇化、新型工业化的加快,大量农村人口涌入城市,城市人口规模激增,因此城镇人口规模成为拉动城镇居民能源消费的重要影响因素。汽油消费支出是中国城镇居民能源消费支出的重要部分,而汽油消费支出的增加主要是由于近年来中国城镇居民家用汽车拥有量的快速增长。居民消费支出的增长对中国居民能源消费的增长有重要的支撑作用。

2.城镇居民完全与间接能源消费的对比分析

从中国城镇居民完全与间接能源消费的空间

表8 城镇居民完全与间接能源消费的空间误差模型估计

变量	T_REC				ID_REC			
	系数	标准差	z 值	p 值	系数	标准差	z 值	p 值
常数	34.377 2	20.703 0	1.660 5	0.096 8	19.245 3	15.753 2	1.221 7	0.221 8
EP	-8.407 9	4.370 3	-1.923 9	0.054 4	-5.499 3	3.325 4	-1.653 7	0.098 2
PS	0.928 1	0.068 4	13.564 9	0.000 0	0.899 3	0.053 1	16.924 2	0.000 0
TEMP	-0.778 9	0.175 5	-4.438 7	0.000 0	-0.148 4	0.144 8	-1.025 2	0.305 3
CAR	0.348 3	0.119 6	2.911 0	0.003 6	0.254 5	0.091 5	2.782 5	0.005 4
RC	0.391 9	0.118 1	3.318 7	0.000 9	0.377 6	0.089 9	4.200 0	0.000 0
LAMBDA	0.504 4	0.186 9	2.698 1	0.007 0	0.609 1	0.161 7	3.767 9	0.000 2
R ²	0.908 9				0.949 3			
logL	-1.829 9				5.670 9			
AIC	15.659 9				0.658 2			
SC	24.067 1				9.065 3			

误差模型估计结果中可以看出,省域年均温度对于间接能源消费不显著,这与我们一般的认识是相符合的,主要原因在于间接能源消费主要消耗间接能源类产品如衣服、食物等,省域温度对这些产品影响不大,但是,省域年均温度却对完全能源消费显

著,在1%的显著性水平下,省域年均温度每下降1%完全能源消费上升0.8918%。这是由于省域温度变化对直接能源消费的影响较大,主要是省域温度的变化导致居民住房取暖消费支出的变化,从而间接地对居民完全能源消费产生影响。

相比之下,生活能源价格对于间接能源消费的影响要低于其对完全能源消费的影响。生活能源价格每上涨1%,间接能源消费下降5.4993%,而完全能源消费下降8.4079%。尽管其对间接能源消费的影响有所降低,但这同样表明了生活能源价格对于城镇居民生活能消费非常敏感与重要。城镇人口规模对居民间接能源消费的影响最大,城镇人口规模每上涨1%,居民间接能源消费上涨8.993%。随着城镇人口规模的增长,居民对于生活质量和生活水平要求也在不断增长,由此必然导致居民间接能源消费的快速增长。

居民消费支出每增长1%,间接能源消费增长0.3776%,略低于对完全能源消费(0.3919%)的影响。这表明居民消费支出对于完全与间接能源消费的影响基本相同,现阶段城镇居民直接能源消费已不再是最重要的能源消费支出,间接能源消费的支出比例正在不断扩大,这体现了城镇居民生活质量要求和能源消费观念的改变。城镇居民家用汽车拥有量每增长1%,间接能源消费上涨0.2545%,尽管低于其对完全能源消费的影响(0.4315%)。这表明家用汽车拥有量的增长一方面增加了直接能源的消费,另一方面更重要的是方便了城镇居民的生活与出行,使得人们有了更多的可能进行购物、旅游或其他等户外消费活动,从而促进了间接能源消费的增长。

四、结论与启示

为了对中国30个省域2008—2012年城镇居民完全能源消费进行空间计量分析,本文首先测算了中国城镇居民的直接能源消费,同时运用CLA方法测算了中国城镇居民的间接能源消费,反映中国城镇居民直接、间接、完全能源消费存在显著的空间自相关。进而,本文选取生活能源价格、城镇人口规模、城镇居民消费支出、省域年均温度、城镇居民家用汽车拥有量作为解释变量,中国城镇居民直

接、间接、完全能源消费作为被解释变量进行空间计量分析。通过实证分析可以得出以下结论与启示:

1.中国城镇居民间接与完全能源消费存在显著的正空间自相关,直接能源消费空间相关性不显著。因此,居民能源消费存在空间集聚现象,各省域能源消费对临近省域的影响不断增强,区域经济与能源消费的一体化程度逐步加深。因此,在对居民能源消费进行研究或者进行政策改革时,需要充分考虑到空间相关性。

2.生活能源价格和城镇人口规模是影响中国城镇居民能源消费的重要影响因素。能源价格关系居民的日常生活、居住出行等,城镇居民能源消费对生活能源价格的变化非常敏感,因此未来政府在进行居民生活能源价格调整需要特别重视其对居民能源消费与生活产生的影响,稳步进行能源市场化改革,逐步提高居民能源消费水平。城镇人口规模的增长也会带来居民能源消费的不断上涨,特别是近年来随着新型城镇化、新型工业化的加快,大量农村人口涌入城市,城市人口规模激增,城镇人口规模成为拉动城镇居民能源消费的重要影响因素。

3.城镇居民消费支出与家用汽车拥有量的增长显著促进了居民能源消费的增长。此外,家用汽车拥有量的快速增长也造成很多社会环境问题,如交通拥堵、汽车尾气污染等。因此,随着经济的发展与居民生活水平的提高,政府需要采取相关机制措施,积极引导和改善城镇居民的生活消费方式,鼓励乘坐公共交通工具出行,控制城市家用汽车数量过快增长。

4.在经济转轨和新型城镇化进程中,政策出台要稳步进行,稳定生活能源价格,减少因宏观环境变化带来的不确定性;稳步推进城镇化,控制人口规模,避免城市的过度拥挤;增加政府公共服务投入,改善居民出行方式,鼓励提倡环保绿色出行方式,节约能源,保护环境。

参考文献:

- [1] 王锋,冯根福.优化能源结构对实现中国碳强度目标的贡献潜力评估[J].中国工业经济,2011(4):127-137.
- [2] Zhao X,Li N,Ma C. Residential energy consumption in urban China: a decomposition analysis[J]. Energy Policy,2012,41:644-653.
- [3] Zhou N. Energy for 500 million homes:drivers and outlook for residential energy consumption in China[J]. Lawrence Berkeley National Laboratory,2010.
- [4] 赵晓丽,李娜.中国居民能源消费结构变化分析[J].中国软科学,2011(11):40-51.
- [5] Ouyang J,Ge J,Hokao K. Economic analysis of energy-saving renovation measures for urban existing residential buildings in China based on thermal simulation and site investigation[J]. Energy Policy,2009,37(1):140-149.
- [6] Chen S,Li N,Guan J,et al. A statistical method to investigate national energy consumption in the residential building sector of

- China[J]. *Energy and Buildings*, 2008, 40(4): 654-665.
- [7] Sathaye J, Tyler S. Transitions in household energy use in urban China, India, the Philippines, Thailand and Hong Kong[J]. *Annual Review of Energy and the Environment*, 1991, 16(1): 295-335.
- [8] Glicksman L R, Norford L K, Greden L V. Energy conservation in Chinese residential buildings: progress and opportunities in design and policy[J]. *Annual Review of Energy and the Environment*, 2001, 26(1): 83-115.
- [9] Taylor R P, Feng L, Meyer A S. China: opportunities to improve energy efficiency in buildings[R]. Asia Alternative Energy program and Energy & Mining Unit, East Asia and Pacific Region. The World Bank, 2001.
- [10] Riley K. Motor vehicles in China: the impact of demographic and economic changes[J]. *Population and Environment*, 2002, 23(5): 479-494.
- [11] 樊茂清, 任若恩. 我国城镇居民消费结构的实证研究[J]. *统计研究*, 2006(12): 23-26.
- [12] 薛丹. 我国居民生活用能能源效率回弹效应研究[J]. *北京大学学报: 自然科学版*, 2014(2): 348-354.
- [13] Wei Y M, Liu L C, Fan Y, et al. The impact of lifestyle on energy use and CO₂ emission: an empirical analysis of China's residents[J]. *Energy Policy*, 2007, 35(1): 247-257.
- [14] 李艳梅, 张雷. 中国居民间接生活能源消费的结构分解分析[J]. *资源科学*, 2008(6): 890-895.
- [15] 房斌, 关大博, 廖华, 等. 中国能源消费驱动因素的实证研究: 基于投入产出的结构分解分析[J]. *数学的实践与认识*, 2011(2): 66-77.
- [16] 岳婷, 龙如银. 中国省域生活能源碳排放空间计量分析[J]. *北京理工大学学报: 社会科学版*, 2014(2): 40-46.
- [17] 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.
- [18] 王文蝶, 牛叔文, 齐敬辉, 等. 中国城镇化进程中生活能源消费与收入的关联及其空间差异分析[J]. *资源科学*, 2014(7): 1434-1441.
- [19] 李治, 李培, 郭菊娥, 等. 城市家庭碳排放影响因素与跨城市差异分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2013(10): 87-94.
- [20] 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(5): 93-100.
- [21] 张欢, 成金华. 中国能源价格变动与居民消费水平的动态效应——基于 VAR 模型和 SVAR 模型的检验[J]. *资源科学*, 2011(5): 806-813.
- [22] 罗知, 郭熙保. 进口商品价格波动对城镇居民消费支出的影响[J]. *经济研究*, 2010(12): 111-124.
- [23] 吴玉鸣, 李建霞. 中国省域能源消费的空间计量经济分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2008(3): 93-98.

Energy Consumption and Influence Factors of Urban Residents in China

SHEN Jun, SUN Han, CHENG Jinhua

(Research Center of Resource and Environmental Economics, School of Economics and Management,
China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on the cross-section data of direct, indirect and total energy consumption of Chinese 30 provincial urban residents during the period of 2008—2012, this paper makes an inspection of spatial autocorrelation between the provincial urban residential energy consumption and analyzes influence factors of urban residential energy consumption by using the method of spatial econometrics and other relevant theories. The empirical results show that, both the indirect and total energy consumption of urban residential have positive significant spatial correlation and the spatial correlation of direct urban residential energy consumption is not significant; energy prices and the population size of urban are important factors influencing urban residential energy consumption in China, therefore, the Chinese government needs to control the urban population size and keep the residential energy price stable in order to ensure the normal life of residents when implementing energy market reform; at the same time, the government should actively guide and improve the energy consumption pattern of urban residents, encourage and advocate an environmental green travel mode to save energy and protect the environment.

Key words: direct, indirect and total energy consumption of urban residents; spatial econometric; energy price of urban residents; urban population scale

[责任编辑:孟青]