

中国省域生活能源碳排放空间计量分析

岳婷, 龙如银

(中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116)

摘要: 基于2006—2011年中国各省域生活能源消费碳排放的截面数据,运用空间计量统计分析软件和空间计量经济模型,检验了省域之间生活能源消费碳排放的空间自相关性,并分析生活能源消费碳排放的影响因素。结果表明,省域生活能源消费碳排放存在显著的空间自相关性,居民收入水平和人口规模,对居民生活能源消费碳排放的正向影响效应最为显著,生活能源消费综合碳排放系数以及生活能源价格对生活能源消费碳排放的影响也较大。在生活能源价格较难调整以及经济不断增长和人口规模不断增加趋势下,优化生活能源消费结构,减小生活能源消费综合碳排放系数,以及提倡居民生活节能,是减少生活能源消费碳排放的主要途径。

关键词: 居民生活能源消费碳排放; 居民收入水平; 人口规模; 生活能源价格; 生活能源综合碳排放系数

中图分类号: F063.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2014)02-0040-07

随着中国经济的快速增长、居民生活水平的不断提高,生活能源消费总量也在日益增加,从而带来不断增加的碳排放。根据《中国能源统计年鉴》公布数据的整理结果,生活用能总量从2000年的15 965万吨标准煤增加到2011年的37 410万吨标准煤,增长了1.34倍,占能源消费总量的比重维持在10%左右,这一比重与发达国家20%以上的比重相比仍然较小^[1],居民生活用能总量及其比重在未来有较大的增长潜力。居民生活能源消费也是碳排放的重要来源之一,居民的生活方式也间接地影响能源消费总量和碳排放总量^[2],因此,居民生活能源消费及其产生的碳排放是节能减排工作应关注的重点之一。

经济增长、产业结构、人口规模、能源价格、能源利用效率被认为是能源消费碳排放的主要影响因素^[3]。近年来,国内外学者逐渐重视对生活能源消费碳排放的研究,有学者对生活能源消费碳排放的变化趋势与特征,以及其影响因素进行了相关研究^[4-8]。研究发现,收入水平和能源消费结构是能源消费碳排放的重要影响因素,生活能源消费结构的优化可以有效地降低碳排放,人口规模也对能源消费碳排放产生一定的影响。也有学者将居民生活能源二氧化碳碳排放进行分解,认为人口规模效应、城乡结构、收入水平、生活能源消费强度、生活能源消费结构及

生活能源碳排放系数是生活能源消费碳排放变动的原因^[9-10]。

此外,已有文献研究表明,区域能源消费碳排放与经济增长之间关系显著,不同经济区域由于资源禀赋、经济发展、产业结构和能源利用效率等因素的差异,能源消费碳排放也具有明显的空间差异性,碳排放强度呈现分化趋势^[11-13],经济发达的区域碳排放强度相对较高^[14]。也有研究表明,能源消费碳排放虽然在东、中、西部经济带上存在差异性,但也存在一定的区域相关性^[15]。目前,关于生活能源消费的研究,较多地关注省域生活能源消费结构和人均生活用能的空间差异^[16-18],对省域生活能源消费碳排放的空间相关性进行研究的文献较少,且在现有能源消费和碳排放的研究中,空间计量经济学分析方法较多地运用在区域经济增长、能源消费及其碳排放、电力消费等研究上^[19-21],运用到居民生活能源消费碳排放研究上的文献较少。本文借助空间计量统计分析软件,运用空间统计和空间计量方法模型,对中国省域生活能源消费碳排放的空间相关性及其影响因素进行实证分析。

一、数据来源与指标选取

(一)数据来源

居民生活能源种类主要有原煤、其他洗煤、型

收稿日期: 2013-10-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71273258); 国家社会科学基金资助重大招标项目(12&ZD062); 江苏省高校哲学社会科学重点资助项目和基地重大项目(2010JDXM013)

作者简介: 岳婷(1984—),女,博士研究生,E-mail: yueting2729@163.com; 龙如银(1966—),男,教授,博士生导师,

E-mail: longruyin@163.com

煤、焦炭、焦炉煤气、其他煤气、汽油、煤油、柴油、液化石油气、天然气、热力、电力等。本文采用除能源数据缺失省份(台湾、香港、澳门和西藏)外的30个省、自治区和直辖市(以下简称为各省域)的空间样本数据。数据主要来源于历年《中国能源统计年鉴》和《中国统计年鉴》,根据2007—2012年间公布的数据,将煤及煤制品、石油及石油制品、天然气、电力、热力单

位换算为标准煤,并归类为4大类,分别为煤、石油、天然气、电力,由于中国热力供给大部分来源于煤燃烧,因此,将热力也归为煤这一类别中。参照相关文献中各类能源的碳排放系数^[22-25],可以计算出各省份从2006—2011年各年份的综合碳排放系数和碳排放总量,并将相关数据平均化,以消除年度波动。

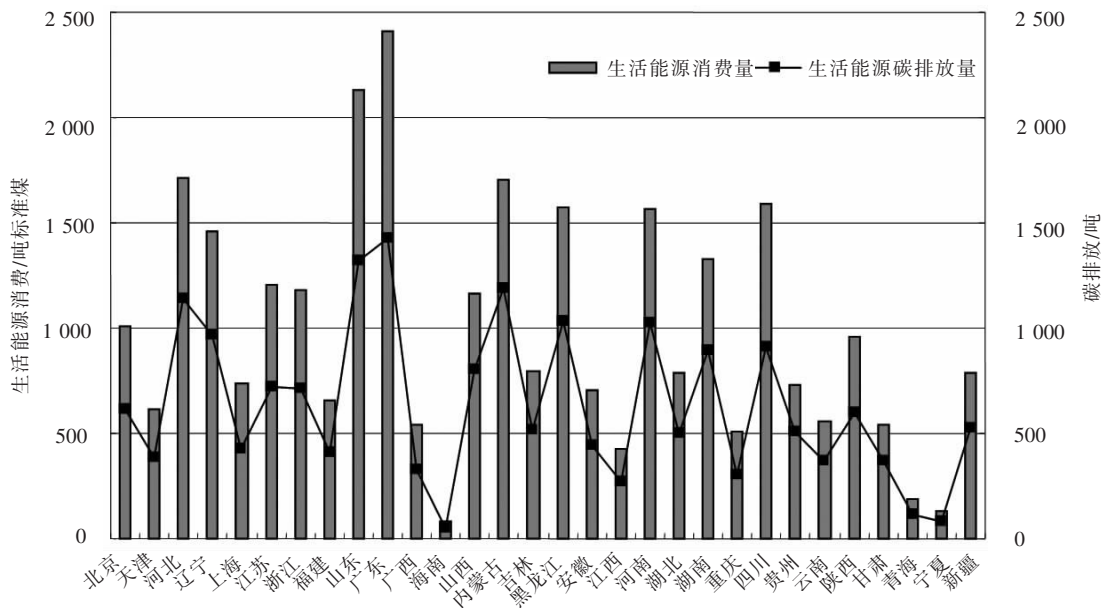


图1 2011年各省域居民生活能源消费量和生活能源碳排放量

如图1所示,2011年各省域居民生活能源消费量(用REC表示)和生活能源碳排放量(用RCE表示)的区域差异性显著,总体来看,东部地区(海南省除外)和中部地区省域生活能源消费总量和碳排放量大于西部地区。

(二) 指标选取

前文文献综述表明经济增长、产业结构、人口规模、能源价格、能源利用效率被认为是能源消费的主要影响因素。人口规模效应、城乡结构、收入水平、生活能源消费强度、生活能源消费结构及生活能源碳排放系数是生活能源碳排放变动的主要原因。产业结构与能源利用效率对生活能源消费的影响相对较小,而生活能源消费行为属于个人消费行为的一种,根据经济学相关理论及文献,收入和价格是商品需求的主要因素,在实证研究中通常假定能源消费量与能源需求量相等。生活能源消费碳排放来源于居民的生活能源消费,因此收入和价格因素也是生活能源碳排放的主要影响因素。不同的能源有着不同的碳排放系数,从而能源消费结构也对生活能源消费碳排放产生影响,生活能源消费综合碳排放系数根据生活能源消费结构计算得出,可以

反映出生活能源消费结构的不同。人口规模也影响着生活能源消费量的增加,从而对生活能源碳排放产生影响,本文将城乡居民的生活能源消费碳排放作为一个整体来研究,不考虑城乡结构的影响。因此,本文主要分析各个省域居民收入水平、生活能源价格、生活能源消费结构,以及人口规模4个因素对居民生活能源消费的影响。

1. 居民收入水平(RIL)

随着经济的快速增长,居民生活水平不断提高,居民用于生活能源消费支出比重也逐年上升。而用消费价格指数处理过的居民实际消费水平可以更加实际地反映居民收入水平的变化。因此,本文用居民实际消费支出代替居民收入水平,分析其对居民生活能源消费碳排放的影响。

2. 居民生活能源价格(EP)

一般而言,生活能源价格对能源消费具有较直接的影响,从而影响生活能源消费碳排放水平。但目前,没有统一的指标来反映生活能源的价格变化,文献中常用生活水电燃料价格来代替生活能源价格。因此,本文用各省居民生活水电燃料消费价格指数衡量生活能源价格变动产生的影响。

3.生活能源消费综合碳排放系数(CF)

不同的能源种类碳排放系数不同,根据能源统计年鉴中各省份生活能源消费结构,以及各类能源的碳排放系数,可以计算出各省域生活能源消费的综合碳排放系数,以此来衡量能源消费结构对生活能源碳排放产生的影响。

4.人口规模(PS)

各省域空间差异显著,人口规模差异也较大,本文用不同年份各个省域人口数来衡量人口规模对生活能源碳排放的影响。

根据上述分析,省域生活能源消费碳排放量可

表示为包含收入水平、生活能源价格、生活能源碳排放系数和人口规模的函数为

$$RCE=f(RIL,EP,CF,PS,\mu) \quad (1)$$

将其对数化可得经验分析模型

$$\ln RCE_i = \beta_0 + \beta_1 \ln RIL_i + \beta_2 \ln EP_i + \beta_3 \ln CF_i + \beta_4 \ln PS_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

其中,β₀为常数项;β₁表示第*i*个省域的生活能源消费碳排放的居民收入水平弹性系数;β₂表示生活能源碳排放的能源价格弹性系数;β₃表示生活能源消费碳排放的能源消费结构系数;β₄为人口规模弹性系数;ε_{*i*}为残差项。

对相关数据进行整理可得表1,可以看出,整体

表1 2006—2011年生活能源消费碳排放情况

| 地区 | 省域 | 生活能源消费量/ 万吨标准煤 | 生活能源消费碳 排放量/万吨 | 人均生活能源碳 排放量/万吨 | 生活能源消费碳 排放强度/(吨/元) | 综合碳排放系数/ 吨/吨标准煤 |
|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------------|
| 东部地区 | 北京 | 876.58 | 532.29 | 0.494 | 0.274 | 0.607 2 |
| | 天津 | 495.17 | 316.01 | 0.410 | 0.347 | 0.638 2 |
| | 河北 | 1 421.78 | 968.87 | 0.202 | 0.371 | 0.678 7 |
| | 辽宁 | 1 240.16 | 844.40 | 0.287 | 0.370 | 0.680 9 |
| | 上海 | 574.37 | 338.85 | 0.284 | 0.124 | 0.589 9 |
| | 江苏 | 924.68 | 563.80 | 0.120 | 0.132 | 0.609 7 |
| | 浙江 | 953.13 | 575.13 | 0.183 | 0.148 | 0.603 4 |
| | 福建 | 544.59 | 346.09 | 0.150 | 0.172 | 0.635 5 |
| | 山东 | 1 672.56 | 1 059.11 | 0.177 | 0.234 | 0.633 2 |
| | 广东 | 1 734.84 | 1 039.51 | 0.177 | 0.151 | 0.599 2 |
| | 广西 | 416.64 | 252.10 | 0.088 | 0.176 | 0.605 1 |
| | 海南 | 63.14 | 38.53 | 0.074 | 0.144 | 0.610 2 |
| 中部地区 | 山西 | 951.43 | 655.11 | 0.275 | 0.481 | 0.688 6 |
| | 内蒙古 | 1 120.22 | 767.91 | 0.461 | 0.687 | 0.685 5 |
| | 吉林 | 658.93 | 432.02 | 0.241 | 0.374 | 0.655 6 |
| | 黑龙江 | 1 152.09 | 749.98 | 0.301 | 0.518 | 0.651 0 |
| | 安徽 | 567.65 | 372.84 | 0.094 | 0.185 | 0.656 8 |
| | 江西 | 375.98 | 243.32 | 0.085 | 0.185 | 0.647 1 |
| | 河南 | 1 334.38 | 903.20 | 0.142 | 0.275 | 0.676 9 |
| | 湖北 | 867.57 | 634.49 | 0.152 | 0.242 | 0.646 4 |
| | 湖南 | 939.65 | 634.49 | 0.146 | 0.238 | 0.675 2 |
| | 西部地区 | 重庆 | 404.86 | 244.57 | 0.142 | 0.256 |
| 四川 | | 1 672.56 | 721.96 | 0.177 | 0.338 | 0.595 6 |
| 贵州 | | 693.80 | 484.28 | 0.189 | 0.467 | 0.698 0 |
| 云南 | | 503.05 | 336.94 | 0.110 | 0.238 | 0.669 8 |
| 陕西 | | 754.60 | 454.28 | 0.201 | 0.388 | 0.602 0 |
| 甘肃 | | 471.56 | 326.73 | 0.181 | 0.408 | 0.692 9 |
| 青海 | | 172.27 | 102.26 | 0.309 | 0.620 | 0.593 6 |
| 宁夏 | | 125.19 | 82.08 | 0.202 | 0.349 | 0.649 9 |
| 新疆 | | 589.52 | 397.79 | 0.276 | 0.570 | 0.674 8 |

注:本文将单位收入生活能源消费碳排放量,称为生活能源消费碳排放强度,用RCEI表示。

来说,东部地区生活能源消费碳排放水平高于中部和西部地区,东部地区省域平均生活能源碳排放量

为909.80吨,中部和西部地区分别为885.32吨和598.60吨。从碳排放系数来看,中部地区碳排放系

数整体比东部和西部地区大,就省域而言,产煤大省的综合碳排放系数较高,例如,贵州省、甘肃省、山西省、内蒙古自治区的综合碳排放系数较高,而四川省、广东省和上海市的综合碳排放系数较小。

二、研究方法 with 实证分析

(一) 研究方法

1. 空间自相关检验模型

空间自相关是指在进行样本数据观测分析时,位于位置的样本观测值与其他位置 $j(j \neq i)$ 的观测值有关,即 $y_i = f(y_j)$, $(i, j = 1, 2, \dots, n, j \neq i)$, 表示变量在同一分布区的观测数据之间存在潜在的相互依赖性。空间自相关是对属性值在区域的空间特征的描述,常用的方法有 Moran's I 检验^[26-27]。空间自相关指数(Moran's I)用于衡量空间要素的相互关系,其值在正负 1 之间,大于零表明存在空间正相关,数值越大正自相关关系越强,小于零则表明空间相邻单元属性不相似,数值越小表明差异性越大,等于零表示属性值的分布与区位数据的分布相互独立,服从随机分布。计算公式为

$$\text{Moran's I} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (Y_i - \bar{Y})(Y_j - \bar{Y}) \right]}{\left[S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \right]} \quad (3)$$

式中, $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$; $\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$; Y_i 表示第 i 个省域的观测值(本文指省域生活能源碳排放值); n 为省域总数(本文指港澳台和西藏除外的 30 个省、市、自治区); W_{ij} 为二进制的邻接空间权值矩阵,采用邻接标准或距离标准,其目的是定义空间对象的相互邻接关系,邻接标准为两个地区相邻取值为 1, 否则为 0。

2. 空间计量回归经济模型

空间计量回归模型主要有两种,即空间滞后模型(Spatial Lag Model, SLM)和空间误差模型(Spatial Error Model, SEM)^[28]。SLM 模型主要探讨因变量在某一地区是否有扩散现象,反映因变量的影响因素是否通过空间传导机制作用于其他地区,公式为

$$y = \rho W_y + X\beta + \varepsilon \quad (4)$$

式中, Y 为因变量; X 为 $n \times k$ 的外生变量矩阵; ρ 为空间回归关系系数; W 为 $n \times n$ 阶的空间权值矩阵,一般用邻接矩阵; W_y 为空间滞后因变量; ε 为随机误差向量。

SEM 主要用来度量邻近地区因变量的误差冲

击对本地区观察值的影响程度,反映了区域外溢是随机冲出的作用结果,其公式为

$$y = X\beta + \varepsilon, \varepsilon = \lambda W\varepsilon + \mu \quad (5)$$

式中, ε 为误差项向量; λ 表示空间误差参数,衡量样本观察值中的空间溢出效应,即相邻地区的观察值 y 对本地区观察值 y 的影响方向和程度; μ 为满足正态分布的随机误差向量; W 为相关的空间权重矩阵。

(二) 实证分析

1. 空间自相关检验

通过计量统计分析可得(如图 2~图 4 所示),在 0.05 的显著性水平下,2006—2011 年各省域居民生活能源消费碳排放(REC)平均值(经对数化处理后用 LREC 表示)的 Moran's I=0.208 2,人均生活能源消费碳排放(PCREC)的 Moran's I=0.423 6,生活能源消费碳排放强度(RCEI)的 Moran's I=0.603 2。综合 3 幅 Moran 散点图可以看出,第一三象限的点明显多于二四象限,表明中国 30 个省域中,在生活能源消费碳排放量上表现出正的空间自相关性的省域所占比例较大。正的空间自相关表示相邻地区的特性类似,即具有较高碳排放量的省域相对地趋于和较高碳排放量的省域相靠近,或者较低生活能源消费量的省域相对地趋于和较低生活能源消费量的省域相邻的空间联系结构;负的空间自相关性则表示相邻地区在生活能源消费碳排放量等指标上存在一定的异质性。从 Moran 散点图结果(如表 2 所示)来看,省域生活能源消费碳排放的空间相关性检验结果表明,位于第一象限的省域多于其余象限,即表现出高一高正空间相关性的省域所占比例较大;人均生活能源碳排放和生活能源消费碳排放强度空间相关性检验结果表明,位于第一象限表现出高一高正相关关系的省域数量减少,位于第三象限表现出低一低空间相关性的省域有所增加。总体来看,生活能源碳排放在省域上的空间自相关关系显著。

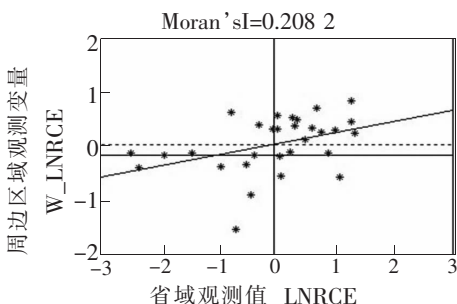


图 2 生活能源消费碳排放 Moran 散点图

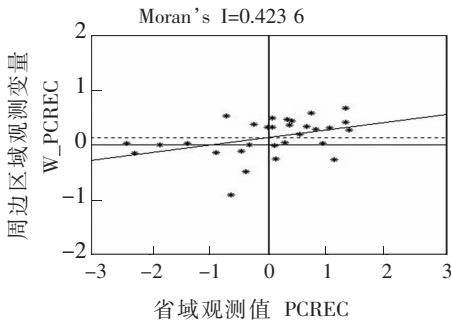


图3 人均生活能源消费碳排放 Moran 散点图

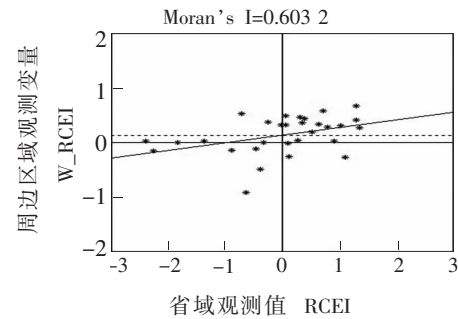


图4 生活能源消费碳排放强度 Moran 散点图

2. 空间计量统计分析

通过最小二乘估计,对中国省域生活能源消费碳排放 2006—2011 年间的平均值与居民收入水平、生活能源价格、生活能源消费综合碳排放系数、人口规模的关系进行分析,结果如表 3 所示。结果表明,影响因素均通过了 1% 的显著性水平检验,模型的拟合优度较好。但 Moran 指数检验结果验证了省域生活能源碳排放存在空间自相关性,OLS 估计可能会忽略空间效应,从而产生不确切的结果,因此,为进一步验证空间自相关性及各影响因素的影响程度大小,需对模型进行空间滞后模型检验或空间误差模型检验。根据 Anselin 提出的判别准则^[29],如果在空间依赖性的检验中发现,空间滞后修正模型(LM-Lag)较空间误差修正模型(LM-Error)在统计上更加显著,且 R-LMlag 显著而 R-LMerror 不显著,则可以判断出适合的模型是空间滞后模型;反之,则可以判断出空间误差模型是恰当的模型。从表 4 空间计量模型检验结果来看,本文的实证研究中,空间滞后修正模型最优。

表 2 Moran 散点图结果

| 象限 | REC | PCREC | RCEI |
|-----|---|---|---------------------------------------|
| 高-高 | 河北、辽宁、山东、山西、内蒙古、河南、江苏、浙江、黑龙江、陕西、湖北、湖南、安徽、甘肃 | 河北、辽宁、山东、山西、内蒙古、河南、江苏、浙江、黑龙江 | 河北、辽宁、山东、山西、内蒙古、河南、江苏、浙江、黑龙江、安徽、甘肃、陕西 |
| 低-高 | 北京、重庆、四川 | 北京、重庆、四川 | 北京、重庆、四川 |
| 低-低 | 江西、新疆、云南、广西、天津 | 江西、新疆、湖南、云南、广西、天津、陕西、湖北、安徽、甘肃、宁夏、吉林、上海、广东 | 江西、新疆、湖南、云南、广西、上海、广东、湖北、吉林、天津 |
| 高-低 | 上海、广东、贵州 | 贵州 | 贵州 |
| 不显著 | 海南、青海、宁夏、福建、吉林 | 海南、青海、福建 | 海南、青海、宁夏、福建 |

表 3 OLS 回归分析结果

| 变量 | 系数 | 标准差 | t 统计值 | P 值 |
|-------|-----------|----------|----------|---------|
| C | -41.352 4 | 10.235 5 | -4.040 1 | 0.000 4 |
| lnRIL | 0.937 3 | 0.173 9 | 5.389 9 | 0.000 1 |
| lnPI | 0.977 1 | 2.017 5 | 2.962 6 | 0.006 6 |
| lnCF | 0.884 5 | 1.997 3 | 3.446 9 | 0.002 0 |
| lnPS | 0.816 0 | 0.082 8 | 9.854 1 | 0.000 0 |

$R^2=0.840 6, F=32.971 8, \log L=-6.209 7, AIC=22.419 3, SC=29.425 3$

表 4 空间计量模型检验结果

| 空间相关性检验 | MI/DF | 统计值 | P 值 |
|-----------------------------|-------|---------|---------|
| Lagrange Multiplier (lag) | 1 | 4.244 5 | 0.019 0 |
| Robust LM (lag) | 1 | 1.938 9 | 0.036 7 |
| Lagrange Multiplier (error) | 1 | 3.887 3 | 0.048 7 |
| Robust LM (error) | 1 | 2.581 7 | 0.108 1 |
| Lagrange Multiplier (SARMA) | 2 | 5.856 2 | 0.044 3 |

表5 空间滞后模型估计

| 变量 | SLM | | |
|-------|---|---------|---------|
| | 系数 | 标准差 | P值 |
| C | -32.077 3 | 9.991 4 | 0.001 3 |
| lnRIL | 0.795 1 | 0.170 0 | 0.000 0 |
| lnPI | 0.148 8 | 1.915 8 | 0.023 4 |
| lnCF | 0.218 7 | 1.746 1 | 0.000 4 |
| lnPS | 0.747 4 | 0.084 4 | 0.000 0 |
| 统计检验 | $R^2=0.857 7$, $\log L=-4.528 0$, $AIC=21.056 1$, $SC=29.463 3$ | | |

从空间滞后模型估计结果(如表5所示)可知,生活能源碳排放影响因素系数均通过了显著性检验,生活能源消费的收入水平弹性系数为0.795 1,生活能源价格弹性系数为0.148 8,生活能源消费综合碳排放弹性系数为0.218 7,人口规模的弹性系数为0.747 4。因此,居民收入水平的提高是我国居民生活能源消费碳排放量增加的主要影响因素,随着居民收入增加,生活质量的提高,在住房、家用电器、居住舒适度等方面的需求也越来越高,必然会带来更多的能源消费,进而产生更多的碳排放;人口数量的增加也是生活能源消费总量增加的一个主要因素;生活能源综合碳排放系数和生活能源价格也对生活能源碳排放产生较大影响。

三、结论及启示

由空间统计分析和空间计量模型估计结果可

知,中国省域居民生活能源消费碳排放具有较显著的空间自相关性。其中,较多的省域在生活能源碳排放上呈现出正的自相关性,即高碳排放的省域趋于与高碳排放的省域相邻或被其包围,低碳排放的省域趋于与低碳排放的省域相邻或被其包围。这与各个相邻的省域具有较为相似的经济水平、人口规模,以及可获得的生活能源结构等特征有较大关系。因此,在对其进行理论和实证分析,以及制定节能减排措施时,应考虑地理空间因素对生活能源消费碳排放造成的区域相似性和差异性。

在生活能源消费碳排放的影响因素中,居民收入水平的影响最为显著,随着收入水平的提高,生活质量的改善,生活能源消费量会持续增加,并产生更多的碳排放,另外,人口数量的增长也会带来生活能源消费碳排放量的不断增加。生活能源碳排放量相对较大的省域,其生活能源消费结构中煤炭的占比通常较大,而在生活能源碳排放量相对较小省域,其天然气的比重通常较大。因此,生活能源的消费结构对生活能源碳排放水平影响较大。生活能源价格变动,会对经济发展和人民生活产生较大影响,一般变动幅度较小。因此,在经济增长和人口规模增加趋势下,优化生活能源消费结构,减小生活能源消费综合碳排放系数,是减少生活能源消费碳排放的主要途径。

参考文献:

- [1] 陈利顺. 城市居民能源消费行为研究[D]. 大连:大连理工大学管理学院,2009.
- [2] Wei Yiming, Liu Lancui, Fan Ying, 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.
- [3] 邹艳芬, 陆宇海. 基于空间自回归模型的中国能源利用效率区域特征分析[J]. 统计研究, 2005(10): 67-71.
- [4] 贺仁飞, 牛叔文, 贾艳琴. 人均生活能源消费、收入和碳排放的面板数据分析[J]. 资源科学, 2012, 34(6): 1142-1151.
- [5] 冯玲, 齐涛, 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.
- [6] Munksgaard J, Pedersen K A, Wier M. Changing consumption patterns and CO₂ reduction[J]. International Journal of Environment and Pollution, 2001, 15(2): 146-158.
- [7] Reinhard Haas, Lee Schipper. Residential energy demand in OECD-countries and the role of irreversible efficiency improvements[J]. Energy Economics, 1998, 20: 421-442.
- [8] Lukas G S, Ismet U V. Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: a review of modeling techniques[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2009(13): 1819-1835.
- [9] 汪东, 汲奕君, 田丽丽, 朱坦. 中国居民生活能源消费 CO₂ 排放的影响因素研究[J]. 环境污染与防治, 2012, 34(4): 101-105.
- [10] 丁永霞. 我国居民生活能源消费时空变化分析[D]. 兰州: 兰州大学, 2011, 28-31.
- [11] 赵雲泰, 黄贤金, 钟太洋, 彭佳雯. 1999—2007年中国能源消费碳排放强度空间演变特征[J]. 环境科学, 2011, 32(11): 3145-3152.
- [12] 张雷, 黄园渐, 李艳梅, 等. 中国碳排放区域格局变化与减排途径分析[J]. 资源科学, 2010, 32(2): 211-217.
- [13] 谭丹, 黄贤金. 我国东、中、西部地区经济发展与碳排放的关联分析与比较[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 18(3): 54-57.
- [14] 郑长德, 刘帅. 基于空间计量经济学的碳排放与经济增长分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(5): 80-86.
- [15] 徐英夕. 我国能源碳排放的空间差异及低碳发展路径研究[J]. 江西农业学报, 2013, 25(2): 140-146.

- [16] 耿海青, 谷树忠, 国冬梅. 基于信息熵的城市居民家庭能源消费结构演变分析——以无锡市为例[J]. 自然资源学报, 2004, 19(2): 257-262.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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, 18(3): 93-98.
- [20] 吴玉鸣, 李建霞. 省域经济增长与电力消费的局域空间计量经济分析[J]. 地理科学, 2009, 29(1): 30-35.
- [21] 张晓平. 20世纪90年代以来中国能源消费的时空格局及其影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2008, 15(2): 38-41.
- [22] IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories; volume[R]. Japan: The Institute for Global Environmental Strategies, 2008.
- [23] 胡佳雨. 我国外商直接投资于二氧化碳排放相关性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2010: 29.
- [24] Zhong Xiangzhang. Can China afford to commit itself an emissions cap? an economic and political analysis [J]. Energy Economics, 2000, 22(6): 585-614.
- [25] 查冬兰, 周德群. 地区能源效率与二氧化碳排放的差异性——基于 Kaya 因素分解[J]. 系统工程, 2007, 25(11): 65-11.
- [26] 万坤扬, 陆文聪. 中国技术创新区域变化及其成因分析——基于面板数据的空间计量经济学模型[J]. 科学学研究, 2010, 28(10): 1582-1591.
- [27] 龙奋杰, 郑思齐, 王轶军, 郭明. 基于空间计量经济学模型的城市公共服务价值估计[J]. 清华大学学报: 自然科学版, 2009, 49(12): 2028-2031.
- [28] 孟斌, 王劲风, 张文忠, 等. 基于空间分析方法的中国区域差异研究[J]. 地理科学, 2005, 25(4): 393-400.

Spatial Econometric Analysis of Residential Energy Consumption of China's Provinces

YUE Ting, LONG Ruyin

(School of Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221116, China)

Abstract: This paper makes a statistical analysis of carbon emission from residential life energy consumption of China's provinces, based on the cross-sectional data of residential energy consumption from 2006 to 2010. It also analyzes carbon emission from residential energy consumption and its influencing factors, tests spatial dependence of different provinces, using spatial statistical software and spatial econometrics models. Spatial autocorrelation test results show that regional space dependence effect exists in the space distribution of carbon emission from residential life energy consumption among adjacent provinces. Through spatial econometric model estimation, we can obtain that income effect is the most pronounced positive impact and population growth has greater contribution to carbon emission from residential energy consumption increase. And resident's energy price and comprehensive coefficients of carbon emissions of resident's energy consumption also have obvious impacts. With residents' income increase and the quality of life improvement, more energy will be consumed to improve life and more carbon will be emitted. Resident's energy price is difficult to be adjusted. Optimization of resident's energy consumption structure and advocating resident's energy-saving behavior are necessary.

Key words: carbon emission of residential energy consumption; income level of residents; population growth; residential energy prices; comprehensive coefficients of carbon emission of resident's energy consumption

[责任编辑: 箫姚]