

[主持人语]低碳城市作为低碳技术应用、碳市场交易和碳管理政策实施的主要平台,是一个复杂的有机体系,其研究涵盖的内容十分广泛。这一系统可细分为时间、空间和功能三个维度。时间维是从描述城市低碳发展的物质运动过程角度来展开研究;空间维是从包容城市低碳发展及其现象的场所角度来展开研究;功能维是从城市低碳发展所发挥的有利作用角度来展开研究。本期专栏的三篇文章,前两篇主要涉及城市低碳发展的空间维,第一篇从城市整体角度,测度了我国地级以上城市 GDP 值前 110 强城市的碳排放强度、人均碳排放和单位碳排放提供就业岗位数三大指标的空间分异,并定量分析了影响碳排放的主要因素;第二篇则从大学校园这个特殊社区角度,分析了节能减排存在的问题,提出要从强化节能减排意识入手,把个人自律和强化管理两方面结合起来,形成大学低碳校园建设的长效机制。第三篇从功能维角度,就低碳交通这个要素,分析了城市道路交通低碳技术的应用现状与发展趋势,提出了中国城市道路交通低碳技术发展的三大战略选择和六项主要措施。通过这三篇文章,以期拓展城市低碳发展的理论研究,引导低碳技术应用于城市建设实践。

## 中国城市碳排放的空间分异与影响因素

张 旺<sup>1</sup>, 邹 毓<sup>2</sup>

(1. 湖南工业大学 全球低碳城市联合研究中心,湖南 株洲 412007;

2. 湖南工业大学 建筑与城乡规划学院,湖南 株洲 412007)

[摘 要]运用 Theil 指数,测度我国地级以上城市 GDP 值前 110 强城市碳排放的区域差异,并采用 STIRPAT 模型分析碳排放量的影响因素。中国城市碳排放的空间分异较为明显,西部城市的碳排放水平整体上落后于东、中部城市;总体差异值按碳排放强度>人均碳排放>单位碳排放提供就业岗位数的顺序递减,地带内差异远远大于地带间差异;常住人口数、能源强度、人均 GDP 值是影响样本城市整体碳排放量的主导因素,产业结构多元化演进水平对碳排放增长的缓解作用不甚明显。

[关键词]碳排放;空间分异;Theil 指数;STIRPAT 模型

[中图分类号]X506

[文献标识码]A

[文章编号]1674-117X(2013)05-0001-06

### Analysis of Spatial Difference and Influence Factors on Carbon Dioxide Emission in Chinese Cities

ZHANG Wang<sup>1</sup>, ZOU Yu<sup>2</sup>

(1. Global Joint Research Centre for Low Carbon City, Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan 412007, China;

2. School of Architecture, Urban and Rural Planning, Hunan University of Technology, Zhuzhou, Hunan 412007, China)

**Abstract:** In view of regional difference on carbon emission measurement about GDP at top 110 Chinese Cities by using the Theil index, as well as carbon emission influence factors by STIRPAT model, we can get to know the following results, firstly, the spatial difference is obvious in carbon emission, and the whole carbon emission level of western cities is lower than that of eastern and middle cities. Secondly, the whole difference of capita emission is in de-

收稿日期: 2013-8-20

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划基金资助项目(2011BAJ07B03-06);湖南省教育厅一般科研项目(12C0082)

作者简介: 张 旺(1974-),男,湖南汨罗人,湖南工业大学教师,助理研究员,博士生,主要从事低碳城市、资源环境与可持续发展等问题研究。

scending order on employment numbers according to carbon emission intensity which is far bigger than per capital and unit, and difference in carbon emission in inter-city is bigger than inter-regions. Thirdly, resident population, energy intensity, per capita GDP are the leading factors for the whole cities carbon emission, but the function of diversify evolution level of industrial structure to alleviation the increasing carbon emission was not really obvious.

**Key words:** carbon dioxide emission; spatial difference; Theili index; STIRPAT model

目前,我国单位 GDP 的 CO<sub>2</sub> 排放量降低至 17%,已成为“十二五”规划约束性的硬指标,将和节能减排一样被分解到各个地区。世界能源机构(IEA)研究表明:未来与能源有关的 CO<sub>2</sub> 排放量的增长主要来自城市。为此,2010 年 8 月,国家发改委下发通知:广东、辽宁、湖北、陕西、云南五省和天津、重庆、深圳、厦门、杭州、南昌、贵阳、保定八市被列为低碳试点省市。据不完全统计,国内共有 200 多个地级以上城市制定了建设低碳城市的长远规划,没有一个省份例外。由于城市的自然条件、资源禀赋、能源结构、产业结构和经济社会发展水平等存在区域差异性和不平衡性,因而分解减排指标不宜“一刀切”,低碳城市建设也要避免“千城一面”,要按照“因城而异,分类指导”的原则进行。因此,在计算城市碳排放量的基础上,测度相关有可比性指标的空间分异状况并分析其影响因素,为我国城市节能减排提供科学基础和路径参考,成为一个现实而紧迫的课题。

国内外学者对碳排放空间分异的研究已陆续展开,如:利用 Theil 指数的分解形式来度量人均 CO<sub>2</sub> 排放的不平等<sup>[1-2]</sup>;中国大多数研究者将各省区按传统的东、中、西三大地带划分,对碳排放的区域差异进行了分析<sup>[3-5]</sup>;也有学者按各省区碳排放量大小划分为高、中、低三类区域开展比较<sup>[6-8]</sup>;还有的则直接分析各省区碳排放的区域差异及影响因素<sup>[9]</sup>。牛文元领衔的中国科学院可持续发展战略研

究组探讨了 2006 年 GDP 排名前 100 强的城市经济和碳排放的脱钩状态,并分析了三类城市的脱钩类别<sup>[10]</sup>。而对于分析 CO<sub>2</sub> 排放量影响因素的研究,基本上都考虑了人口总量、人均 GDP、城市化率和人类消费行为等经济、技术类人文驱动因子<sup>[11-16]</sup>。以上研究用多个国家、不同地理区域、各个省(市、区)等的截面数据或单个城市的时序数据来开展。而我国每个省区各城市的自然、人文条件差异也很显著,碳排放又主要集中在城市。因此,从这一角度而言,研究尺度还应缩小,以便开展更为深入细致的研究。

目前,学界对于大样本城市碳排放指标的测算、比较和空间差异及碳排放影响因素等方面的研究尚不多见。基于此,本研究考虑到城市碳排放水平的区域差异性,运用 Theil 指数,就碳排放强度、人均碳排放和单位碳排放提供就业岗位数三大指标,来测度大样本城市的空间分异,并引入 STIRPAT 模型定量分析不同区域影响碳排放量的因素、大小及差别,旨在为差异化的推动我国各地城市节能减排提供理论依据和定量信息。

## 一 研究对象、数据来源及研究方法

### (一)研究对象

选择中国 2009 年 GDP 排名前 110 强的地级以上城市(包括市辖区和下辖县市)为样本,按照传统的东、中、西三大地带划分,东部 54 座城市,中部 34 座城市,西部 22 座城市(见表 1)。

表 1 作为研究对象的样本城市

东部沿海地区(54 座)	中部地区(34 座)	西部地区(22 座)
沈阳、大连、鞍山、抚顺、石家庄、唐山、秦皇岛、邯郸、保定、天津、北京、济南、青岛、淄博、枣庄、烟台、潍坊、济宁、泰安、威海、日照、上海、南京、无锡、徐州、常州、苏州、南通、连云港、扬州、杭州、宁波、温州、嘉兴、湖州、绍兴、台州、福州、厦门、泉州、广州、韶关、深圳、珠海、汕头、佛山、湛江、中山、南宁、柳州、桂林、北海、海口、三亚	哈尔滨、齐齐哈尔、大庆、牡丹江、长春、吉林、呼和浩特、包头、赤峰、太原、大同、阳泉、长治、临汾、合肥、芜湖、马鞍山、南昌、九江、郑州、开封、洛阳、平顶山、安阳、焦作、武汉、宜昌、荆州、长沙、株洲、湘潭、岳阳、常德、张家界	西安、铜川、宝鸡、咸阳、延安、兰州、金昌、银川、石嘴山、西宁、乌鲁木齐、克拉玛依、重庆、成都、攀枝花、泸州、绵阳、宜宾、贵阳、遵义、昆明、曲靖

### (二)数据来源及处理

本次研究的数据分别来自:《中国统计年鉴 2010》、《中国城市统计年鉴 2010》、《中国城市建设统计年鉴 2010》、《中国能源统计年鉴 2010》、各省

(自治区、直辖市)统计年鉴 2010、各省(自治区、直辖市)2009 年国民经济和社会发展统计公报、各城市统计年鉴 2010、各城市 2009 年国民经济和社会发展统计公报等。

以 2005 年为基点, 将受价格影响的数据处理成可比价数据。人口为包括: 户籍人口、暂住半年以上的常住人口。能源消费包括: 能源生产、加工转换中的能源使用, 工业、农业、建筑业和第三产业能源消费, 城乡居民生活能源消费。关于各城市 CO<sub>2</sub> 排放总量的计算, 参考《IPCC 国家温室气体排放清单指南 2006》<sup>[17]</sup>, 采用二次能源消费量换算回一次能源消费量的方法, 即: CO<sub>2</sub> 排放总量 = 一次化石能源消费碳排放 + 二次化石能源消费碳排放 (换算回一次能源消费量计算) = 全社会煤炭消费量 × 煤炭的 CO<sub>2</sub> 排放系数 + 全社会石油消费量 × 石油的 CO<sub>2</sub> 排放系数 + 全社会天然气消费量 × 天然气的 CO<sub>2</sub> 排放系数。

### (三) 研究方法

1. 空间分异测度——Theil 指数分解法。对 Theil 指数进行一阶分解, 就可以将中国城市碳排放的总体差异, 分解为东、中、西三大地带间的差异和三大地带内各城市之间的差异, 计算公式为:

$$T(I) = T_B(I) + T_W(I) = \sum_{i=1}^3 p_i \times \ln\left(\frac{\bar{I}_i}{I_i}\right) + \sum_{i=1}^3 p_i \times \left[ \sum_{j=1}^j p_{ij} \times \ln\left(\frac{\bar{I}_i}{I_{ij}}\right) \right] \quad (1)$$

上式中,  $T(I)$  为 Theil 指数,  $T_B(I)$  为各地带间指标  $I$  的差异,  $T_W(I)$  为每个地带内各城市间的差距;  $p_i$  为第  $i$  区域 GDP (或人口) 在总 GDP (或总人口) 中的比重,  $p_{ij}$  表示  $i$  区域  $j$  城市 GDP 占区域 GDP 总量 (或人口总量) 的比重,  $I_i$  表示  $i$  区域所评价指标的平均值,  $I_{ij}$  表示  $i$  区域  $j$  城市所评价指标的值;  $T_B(I)$ 、 $T_W(I)$  之和即为总差异  $T(I)$ ,  $T$  值越大表示区域或城市之间的差异越大。

2. 碳排放影响因素分析——STIRPAT 模型。本研究选择 Dietz 等提出的 STIRPAT (Stochastic

Impacts by Regression on population, Affluence, and Technology) 模型<sup>[18]</sup>, 即:

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i \quad (2)$$

式中, 下标  $i$  表示城市 / 区域,  $P$  代表常住人口,  $A$  代表财富, 一般用人均 GDP 值表示,  $T$  代表技术,  $e$  代表模型误差, 因变量  $I$  代表 CO<sub>2</sub> 排放总量。在对模型取对数后, (2) 变为:

$$\ln(I_i) = a + b\ln(P_i) + c\ln(A_i) + d\ln(T_i) + \ln(e_i) \quad (3)$$

其中因素  $P$ 、 $A$  可以分解<sup>[19]</sup>, 而且  $T$  也可以分解<sup>[13]</sup>。所以, 为了便于更全面地分析问题, 我们将  $T$  分解为能源强度  $E$  (即单位 GDP 的能耗) 和产业结构多元化演进水平  $D$  ( $D = \sum (P/P + S/P + T/P)$ , 式中:  $P$  为第一产业产值;  $S$  为第二产业产值;  $T$  为第三产业产值), 于是 (3) 又变为:

$$\ln(I_i) = a + b\ln(P_i) + c\ln(A_i) + d_1\ln(E_i) + d_2\ln(D_i) + \ln(e_i) \quad (4)$$

由于因变量和自变量都是自然对数形式, 所以模型系数所表示的含义是百分比的变化。

## 二 结果与分析

### (一) 城市碳排放的空间分异特征

从分析空间分异角度, 选择 3 个衡量城市碳排放水平的核心指标: 一是单位 GDP 的 CO<sub>2</sub> 排放量, 评价生产系统的碳排放强度; 二是人均 CO<sub>2</sub> 排放量, 评价人均碳排放水平的高低; 三是单位碳排放提供的就业岗位数, 评价碳排放的岗位产出, 关注社会劳动阶层的民生问题。

首先计算出 110 座样本城市整体、东、中、西部城市各个指标的平均值 (见表 2), 再分别用式 (1) 对各类城市的空间差异进行测度, 并按东、中、西三大地带实施一阶分解 (见表 3)。

表 2 城市碳排放指标的比较

城市类型	碳排放强度 (吨/万元)	人均碳排放 (吨/人)	碳排放就业岗位贡献数 (个/万吨)
东部城市平均值	2.5202	10.1174	163
中部城市平均值	3.7771	10.6181	127
西部城市平均值	4.4653	12.2492	147
样本城市整体	3.2977	10.6985	149

从上表城市碳排放指标的比较结果来看: 碳排放强度的差异最大, 西部和中部城市超出样本城市整体分别为 1.167 6 和 0.479 7 吨/万元, 但东部城市却低于样本城市整体 0.777 5 吨/万元; 人均碳排放的差异在西部与东、中部城市之间也较为明显, 西部城市超出样本城市整体 1.550 7 吨/人, 而东、

中部城市却分别低于样本城市整体 0.581 1 和 0.080 4 吨/人; 碳排放就业岗位贡献数的差异也较大, 东部城市超过样本城市整体 14 个/万吨, 而中、西部城市则低于样本城市整体分别是 22.2 个/万吨。总而言之, 西部城市的碳排放水平整体上低于东、中部城市, 究其原因除自然条件、能源禀赋外,

主要由于它们所处的经济发展阶段不同所造成的。

表3显示:碳排放强度、人均碳排放量和单位碳排放提供的就业岗位数三个指标之间的总体指

数值也表现出不平衡性,即  $T_{\text{碳排放强度}} = 0.3834 > T_{\text{人均碳排放}} = 0.2598 > T_{\text{单位碳排放提供的就业岗位数}} = 0.0338$ , 说明三者之间的空间差异大小依次递减。

表3 城市碳排放的空间分异

低碳发展分异指标		总体	地带间	地带内	东部	中部	西部
碳排放强度	指数值	0.383 4	0.128 1	0.255 3	0.167 7	0.033 6	0.054 0
	贡献度(%)	100.00	33.41	66.59	65.69	13.16	21.15
人均碳排放	指数值	0.259 8	0.007 8	0.252 0	0.077 3	0.046 9	0.127 8
	贡献度(%)	100.00	2.98	97.02	30.68	18.61	50.71
单位碳排放提供的 就业岗位数	指数值	0.033 8	-0.014 7	0.048 5	0.062 6	0.005 1	-0.019 2
	贡献度(%)	100.00	-43.38	143.38	129.07	10.52	-39.59

1. 碳排放强度空间差异最大,以内部差异为主,排序为东部>西部>中部。从表3可知,地带内部差异是碳排放空间总差异的主要原因,其贡献度达到了66.59%;而三大地带内部的空间差异则表现为东部>西部>中部,东部内部差异对该区域的贡献度为65.69%,其指数值0.1677,甚至还超过了地带间的0.1281。由此说明,我国城市碳排放强度的差异主要是由地带内部差异引起的,即:在我国各区域内部的城市之间碳排放强度仍然存在巨大的空间差异,其中差异最为明显,即Theil指数值最大的为东部城市,它对总体差异的贡献度超过了40%。

东部城市碳排放强度的平均值为2.5202吨/万元,最低的两座城市分别为深圳(1.2167吨/万元)和台州(1.2314吨/万元),不到平均值的1/2;最高两座城市抚顺和唐山的相应指标值则分别达到了7.1637吨/万元、6.3401吨/万元,为平均水平的1.5倍以上,是最低两座城市相应指标值的5倍多。以抚顺、唐山、邯郸、日照、柳州和鞍山为首的碳排放强度大的、资源性或重化工城市,与以深圳、台州、珠海、厦门和湛江为首的碳排放强度小的、商业性或轻工业城市,及更多的交通枢纽或综合性城市在东部共存,是导致东部城市碳排放强度极大不平衡的内在原因。尽管这样的“极端”情况也可见于中西部城市,但只是个别现象,如中部的临汾碳排放强度是8.9419吨/万元、长春为1.6212吨/万元,西部的石嘴山是17.3304吨/万元、延安为1.4266吨/万元。上述典型城市正是拉大城市间、地带间区域分异的主要贡献者。

2. 人均碳排放量空间差异较大,以内部差异为主,排序为西部>东部>中部。如表3所示,地带内差异也是人均碳排放空间总差异的主要原因,其贡献度更是达到了97.02%;而三大地带内部的

空间差异却表现为西部>东部>中部,西部内部差异对该区域的贡献度为50.71%,其指数值0.1278,还远远超过了地带间的0.0078,这说明我国城市人均碳排放量的差异主要是由地带内差异引起的,即在我国各区域内部的城市之间人均碳排放强度更存在极大的空间差异,其中Theil指数值最大的却是西部地区,它对总体差异的贡献度也超过了40%。

西部城市人均碳排放量的平均值为12.2492吨/人,最低的两座城市分别为泸州(3.8089吨/人)和遵义(3.9088吨/人),均不到平均值的1/3;最高两座城市克拉玛依和石嘴山的相应指标值则分别达到了49.5805吨/人、44.0430吨/人,是平均水平的3.5倍多,是最低两座城市相应指标值的13倍多。西部既有以克拉玛依、石嘴山、乌鲁木齐和金昌等人均碳排放量大的矿业城市,也有以泸州、遵义、延安和咸阳等人均碳排放量小的经济社会发展落后城市,两极分化的情况导致了西部地区内部城市人均碳排放的极大不平衡。虽然这样的“极端”情况也可见于东、中部地区,但也只是个别情况,如东部的唐山为28.5581吨/人、湛江是2.1054吨/人和中部的包头是36.7645吨/人、张家界为2.4599吨/人,上述城市间的差距导致地带间、地带内人均碳排放总体指数值较大。

3. 单位碳排放提供就业岗位数空间差异最小,以内部差异为主,排序为东部>中部>西部。各城市单位碳排放提供就业岗位数的Theil指数仅0.0338,在三大碳排放指标空间差异值中最小。地带间的贡献度为-43.38%,这说明东、中、西部地区城市通过生产、生活造成碳排放而提供就业岗位的地带间差异很小。而地带内差异是造成空间总差异的最主要原因,其指数值为东部>中部>西部,东部内部差异对该地带的贡献度为

129.07%。

东部城市单位碳排放提供就业岗位数的平均值为163个/万吨,最低的两座城市分别是唐山(38个/万吨)、鞍山(40个/万吨),不到平均值的1/4;最高两座城市即北京和珠海的相应指标值则分别达到了457个/万吨、414个/万吨,超过了平均水平的1.5倍以上,是最低两座城市相应指标值的10倍以上。东部既有北京、珠海、海口和厦门等单位碳排放提供就业岗位数多的服务业发达城市,也有唐山、鞍山、邯郸、抚顺等单位碳排放提供就业岗位数少的重化型老工业城市,城市之间相差甚大的资源禀赋、能源效率、劳动生产率和职能分工等综合因素导致它们单位碳排放提供就业岗位数的

分异显著。

## (二)碳排放的主要影响因素分析

根据(4)式,运用SPSS19.0软件的岭回归函数分别对样本城市整体及东、中、西部各市进行拟合回归。设 $K$ 值取值为 $[0,1]$ ,步长为0.01,得到岭回归的岭迹图。从各岭迹图看出,当 $K > 0.07$ 时,岭迹图变化趋于平稳,自变量回归系数也趋于稳定,因而文中取 $k = 0.08$ 时的岭回归拟合结果确定随机模型。再对回归方程进行检验,调整后 $R^2$ 、 $F$ 检验值均通过了相应的检验,岭回归方程中全部自变量的参数 $t$ 也基本上通过了显著性为5%的 $t$ 检验,说明四个截面模型的岭回归方程拟合较好,具体拟合结果如表4所示。

表4  $k = 0.08$  时岭回归的拟合结果

城市类别		$a$	$b$	$c$	$d_1$	$d_2$	$R^2$	$F$
样本城市整体	B	-5.833 4	0.880 6	0.821 8	0.864 7	0.045 2	0.973 6	969.178 4
	$t = B/SE(B)$	-20.700 7	50.958 6	31.429 4	30.785 7	2.561 6		Sig = 0.000 0
东部地带城市	B	-6.482 7	0.919 6	0.865 9	0.944 9	0.027 3	0.989 6	1 169.933 1
	$t = B/SE(B)$	-21.695 5	49.954 2	30.777 0	29.843 4	1.664 4		Sig = 0.000 0
中部地带城市	B	-5.952 7	0.880 8	0.832 5	0.844 3	0.061 1	0.960 6	176.813 8
	$t = B/SE(B)$	-10.523 3	17.668 4	16.509 7	12.790 3	1.382 7		Sig = 0.000 0
西部地带城市	B	-2.855 0	0.780 9	0.560 0	0.818 7	0.140 2	0.947 3	76.370 5
	$t = B/SE(B)$	-2.393 4	16.692 7	5.108 8	8.798 5	2.142 3		Sig = 0.000 0

注:表中B表示岭回归方程自变量 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ 的非标准化系数, $t = B/SE(B)$ 表示岭回归方程自变量系数的 $t$ 检验值,Sig F表示岭回归方程 $F$ 检验值的显著性水平。

各指标非标准化回归方程系数即B值表明常住人口数、人均GDP、能源强度、产业结构多元化演进水平每发生1%的变化,将引起 $CO_2$ 排放总量相应发生 $b$ 、 $c$ 、 $d_1$ 、 $d_2$ 所指代数值的百分数变化。

1. 样本城市整体情况。表4第二行显示,碳排放量的影响因素按显著程度大小排序,常住人口数、能源强度、人均GDP值、产业结构多元化水平每增加1%,导致碳排放总量分别增加0.8806%、0.8647%、0.8218%、0.0452%,样本城市碳排放对常住人口数、能源强度、人均GDP值比较敏感,表明这三者是城市碳排放的决定性因素。其原因解释如下:人口增长对能源、土地和水等资源产生了更大的需求,特别是化石能耗增加导致 $CO_2$ 排放量的增长,对环境造成了压力;而以能源强度为代表的技术水平提高则在一定程度上抑制了碳排放的过快增长;以人均GDP值为代表的财富增长引致生产能力提高、生活水平进步,均增加了资源环境的负荷,这与我国广大城市大多还处于工业化中期的发展阶段是相适应的;而广大城市还是“三高—低(高投入、高消耗、高污染、低效益)”的粗放式

发展模式,产业结构调整步伐不快,从而产业结构多元化演进水平对碳排放增长的缓解作用不够明显。

2. 三大地带城市差异。从东、中、西三大地带城市来看,各变量对碳排放量的影响大小存在差异:首先,东部城市的能源强度、常住人口数、人均GDP值的估计系数最大,它们每增加1%,将引起碳排放量分别增长0.9449%、0.9196%、0.8659%;其次,中部城市估计系数按大小排序依次是常住人口数>能源强度>人均GDP值,它们每各增加1%,将引起碳排放量分别增长0.8808%、0.8443%、0.8325%;第三,最低的西部城市估计系数按大小排序依次为能源强度>常住人口数>人均GDP值,它们每各增加1%,将引起碳排放量分别增长0.8187%、0.7809%、0.5600%。以上说明能源强度、常住人口数、人均GDP值对东部城市碳排放量的影响因素最显著,而对西部城市的敏感性最低,对中部城市的显著性居中。这主要还是它们所处经济社会发展阶段的不同所造成的,东、西部城市的技术状况、人口密度和财富

水平刚好是一高一低两个极端,因而其对碳排放的影响因素也是一大一小。另外,产业结构多元化演进水平对碳排放的影响虽不如其它三个因素显著,但在三大地带城市之间也存在差异:西部城市最大,东部次之,中部最小。原因主要在于西部城市产业结构水平最低,第三产业比重较低,碳排放对产业结构优化的敏感性最大;而东部城市产业结构水平最好,大都由“二三一”结构向“三二一”转变过程中,碳排放对其的敏感性也较大。

本文通过运用 Theil 指数,测度我国地级以上城市 GDP 值前 110 强城市碳排放的区域差异,并采用 STIRPAT 模型分析碳排放量的影响因素,最后得到以下结论:

1. 中国城市碳排放的空间分异较为明显,西部城市的碳排放水平整体上落后于东、中部城市。总体差异值按碳排放强度 > 人均碳排放 > 单位碳排放提供就业岗位数的顺序递减,地带内差异远远大于地带间差异。

2. 一阶分解各指标的 Theil 指数,发现均是以地带内差异为主。地带内差异值按大小排序,碳排放强度为东部 > 西部 > 中部;人均碳排放为西部 > 东部 > 中部;单位碳排放提供就业岗位数为东部 > 中部 > 西部。

3. 常住人口数、能源强度、人均 GDP 值是影响样本城市整体碳排放量的主导因素,产业结构多元化演进水平对碳排放增长的缓解作用不甚明显。东、西部城市碳排放量的影响因素按能源强度 > 常住人口数 > 人均 GDP 值的顺序递减,而中部城市则是常住人口数 > 能源强度 > 人均 GDP 值的排序。各因素对城市碳排放的影响存在区域差异,也直接导致城市间碳排放存在较大的空间分异。

本文研究的不足之处在于:因收集全部城市、较长时期、较多指标的基础数据存在较大困难,本文一方面只对 2009 年 110 座城市的截面数据进行了分析,基于碳排放还受路径依赖影响,今后还要加强时序动态变化方面的研究;二是对样本城市只按东、中、西部进行分类,未能更加细致深入地研究各种职能类型城市低碳发展的差异,以及交通和建筑部门、各细分行业、生活消费等碳排放的不同。

#### 参考文献:

[1] Druo JA, Padilla. International Inequalities in Per Capita CO<sub>2</sub> E - mission: A Decomposition Methodology by Kaya

Factors [J]. Energy Economics, 2006, 28:170 - 187.

- [2] 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 - 72.
- [3] 徐大丰.我国碳排放结构的区域差异分析[J].江西社会科学,2010,(4):79 - 82.
- [4] 岳超,胡雪洋,贺灿飞,等.1995 - 2007 年中国省区碳排放及碳强度的分析[J].北京大学学报:自然科学版,2010,46(4):510 - 516.
- [5] 刘占成,王安建,于汶加,等.中国区域碳排放研究[J].地球学报,2010,(5):728 - 732.
- [6] 李国志,李宗植.中国二氧化碳排放的区域差异和影响因素研究[J].中国人口·资源与环境,2010,20(5):22 - 27.
- [7] 宋德勇,徐安.中国城镇碳排放的区域差异和影响因素[J].中国人口·资源与环境,2011,21(11):22 - 27.
- [8] 张珍花,方勇,侯青.我国碳排放水平的区域差异及影响因素分析[J].经济问题探索,2011,11:90 - 97.
- [9] 彭觅,吕斌,张纯,等.中国能源碳排放的区域差异及其影响因素分析[J].城市发展研究,2010,17(7):8 - 14.
- [10] 牛文元.中国新型城市化报告 2010[M].北京:科学出版社,2010:21 - 24.
- [11] Shi A. The impact of population pressure on global carbon dioxide emissions, 1975 - 1996: evidence from pooled cross country data[J]. Ecological Economics, 2003(44):29 - 42.
- [12] York R, Rosa E A, Dietz T. STRIPAT, IPAT and IMPATC: analytic tools for unpacking the driving of forces of environmental impacts [J]. Ecological Economics, 2003(46):351 - 365.
- [13] Schipper L, Bartlett S, Hawk D, Vine E. Linking life—styles and energy use: a matter of time? [J]. Annual Review of Energy, 1989(14):271 - 320.
- [14] 刘兰翠.我国二氧化碳减排问题的政策建模与实证研究[D].合肥:中国科技大学,2006.
- [15] 燕华,郭运功,林逢春.基于 STIRPAT 模型分析 CO<sub>2</sub> 控制下上海城市发展模式[J].地理学报,2010,65(8):983 - 990.
- [16] 吴殿廷,吴昊,姜晔.碳排放强度及其变化——基于截面数据定量分析的初步推断[J].地理研究,2011,30(4):579 - 589.
- [17] IPCC. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories[R]. IGS, Japan: the National Greenhouse Gas Inventories form [J]. The Annals of Regional Science, 2006, 40(2):351 - 357.
- [18] Dietz T, Rosa E. A. Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology [J]. Human Ecology Review, 1994, 1:277 - 300.

责任编辑:徐 蓓