

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2015.0005.0020

# 基于 Logistic 模型的安徽省城镇化演进碳增量 效应预测与分析\*

张乐勤<sup>1</sup>, 许信旺<sup>1</sup>, 许 杨<sup>2</sup>

(1.池州学院 资源环境与旅游系,安徽 池州 247000;2.对外经济贸易大学 国际商学院,北京 100029)

**摘 要:**基于 Logistic 模型,采用曲线回归分析方法,对安徽省未来城镇化发展水平进行了预测;运用 STIRPAT 模型,采用偏最小二乘回归分析方法,对城镇化过程的边际碳排放效应进行了测度;依据城镇化发展趋势及城镇化演进的碳排放效应,对安徽省未来城镇化演进的碳增量进行了测算,结果表明:2020,2030 年,安徽省城镇化水平将分别达到 57.02%,64.41%;城镇化演进对碳排放的弹性系数为 0.080 2;2012—2020 年,城镇化进程引致的碳增量为 200.3 万 t,平均每年增加 22.26 万 t,2020—2030 年,引致的碳增量为 101.97 万 t,平均每年增加 10.20 万 t.研究结果可为安徽省政府制定城镇化发展规划及碳减排政策提供参考,也可为同类研究提供方法借鉴.

**关键词:**城镇化演进;碳增量;预测;Logistic 模型;安徽省

**中图分类号:**F301.24 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-058X(2015)05-0080-09

城镇化演进意味着人口、工业、基础设施、交通的聚集,承载着人口及各类生产建设活动的增加,因而会造成更多的能源消费和碳排放<sup>[1]</sup>. York<sup>[2]</sup>对 14 个欧盟国家 1996—2000 年城镇化与能源消费及碳排放关系研究表明,城镇化对能源消费变动的贡献较大,会导致碳排放增加;Liddl 和 Lung<sup>[3]</sup>运用 17 个发达国家的数据,考察了城市化对碳排放的影响,得出了城镇化对碳排放具有正向影响的结论;Poumanyong P 和 Kaneko S<sup>[4]</sup>运用 STIRPAT 模型,对 99 个国家城镇化对能源利用及 CO<sub>2</sub> 排放的影响进行了实证研究,结果显示,城镇化对 CO<sub>2</sub> 排放在所有国家均显著,尤其是中等收入国家;Martinez-Zarzoso 和 Maruotti<sup>[5]</sup>运用 88 个发展中国家面板数据,验证了城市化与碳排放间契合环境库兹涅茨曲线;林伯强等<sup>[6]</sup>研究表明,中国城市化水平每变动 1 个百分点,会引起 CO<sub>2</sub> 排放总量 0.22 个百分点的同向变动;孙辉煌<sup>[7]</sup>运用中国 2000—2010 年中国省级面板数据,验证了城镇化对碳排放具有显著正向影响;樊杰等<sup>[8]</sup>研究认为,城镇化导致的人均生活能源消费提高,是影响我国能源消费趋势及碳排放增加的重要因素;许泮等<sup>[9]</sup>以 1995—2008 年中国 30 个省市的面板数据为基础,采用 STIRPAT 模型分析了城镇化对碳排放的影响,揭示了城镇化水平基数越低,城市化进程对碳排放的影响越大,区域城市化演进速度越快,对碳排放影响越大的规律;王建增<sup>[10]</sup>运用了动态面板数据模型分析了中国城市化水平对碳排放增长的影响,结果表明,城市化水平对碳排放有正向影响作用;杨晓军和陈浩<sup>[11]</sup>利用中国 1997—2009 年省级面板数据,实证探索了城镇化对 CO<sub>2</sub> 排放的影响效应.结果显示,城镇化与碳排放存在长期均衡关系.上述研究表明,城镇化演进的碳排放正向效应显著.

安徽省为生态建设省,加快推进城镇化进程为安徽省重要发展战略,未来安徽省城镇化发展水平如何,

收稿日期:2014-10-12;修回日期:2014-11-28.

\* 基金项目:安徽省教育厅 2014 年自然科学重点项目(KJ2014A175).

作者简介:张乐勤(1965-),男,安徽省宿松县人,教授,从事资源生态与可持续发展.E-mail:zhangleqing@sohu.com.

城镇化演进引起的碳增量有多少,将直接考验着安徽省生态省建设与社会经济可持续发展,文献检索表明,迄今为止,未有针对安徽省城镇化演进对碳排放影响前景研究的报道,鉴于此,拟基于 Logistic 模型,借助 SPSS 软件,采用曲线回归分析方法,对安徽省未来城镇化发展趋势进行探索.运用 STIRPAT 模型,采用偏最小二乘回归分析方法,对城镇化过程的边际碳排放效应进行测度,据此对城镇化演进的碳增量进行预测,可为安徽省制定城镇化发展规划及碳减排策略提供参考,有利于安徽省生态文明建设及经济社会可持续发展战略实施,也可为同类研究提供方法借鉴.

## 1 技术路线与方法

### 1.1 技术路径

从碳源与碳汇两层面对安徽省 1995-2011 年碳排放进行测算;借助 EXCEL 软件,通过作散点图,对安徽省 1995-2011 年城镇化演进与碳排放间关联性进行定量分析;运用 STIRPAT 模型,测度出安徽省 1995-2011 年城镇化对碳排放边际贡献;运用 Logistic 模型对安徽省未来城镇化演进趋势进行预测;依据安徽省 1995-2011 年城镇化演进对碳排放边际贡献及城镇化演进趋势,对安徽省城镇化演进的碳排放前景进行预测.

### 1.2 碳排放量估算

碳排放包括人为碳排放和自然碳排放,此处仅考察人为因素产生的碳排放.能源消耗及农作物生产是主要碳源,而林地和草地则是主要碳汇<sup>[12]</sup>,其中,能源消费碳排放可通过能源消耗的碳排放系数计算<sup>[12-14]</sup>,农作物生产的碳排放量及林地和草地的碳吸收量可以通过土地利用的碳排放及吸收系数计算<sup>[12]</sup>,公式如下:

$$C = CE - CS = \sum_{j=1}^8 (E^j \cdot ef^j) + S_1 \cdot \delta_1 - S_2 \cdot \delta_2 - S_3 \cdot \delta_3 \quad (1)$$

式(1)中, $C$ 表示碳排放总量; $CE$ 表示碳源碳排放量; $CS$ 表示碳汇碳吸收量;表示能源种类; $E^j$ 表示 $j$ 种能源消费量; $ef^j$ 表示 $j$ 种能源碳排放系数; $S_1, S_2, S_3$ 分别表示耕地、林地、草地面积; $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ 分别表示耕地、林地、草地碳排放(吸收)系数.碳排放(吸收)系数如表 1.

表 1 碳源(汇)排放(吸收)系数

类型	种类	碳排放系数	单位
碳源	原煤	0.755 9	t C/t
	焦炭	0.855 0	t C/t
	原油	0.585 7	t C/t
	燃料油	0.618 5	t C/t
	汽油	0.553 8	t C/t
	煤油	0.571 4	t C/t
	柴油	0.592 1	t C/t
碳汇	天然气	0.448 3	t C/t
	耕地	0.422	t C/hm <sup>2</sup> · a
	林地	5.77	t C/hm <sup>2</sup> · a
	草地	0.022	t C/hm <sup>2</sup> · a

注:① 能源碳排放系数来源于《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》;

② 耕地碳源排放系数、林地与草地碳汇系统来源文献[13].

### 1.3 城镇化演进对碳排放影响测度

STIRPAT 模型是定量分析人文因素对环境压力影响的一种有效方法<sup>[15]</sup>,表达式为

$$I = aP^b A^c T^d \varepsilon \quad (2)$$

式(2)中, $I, P, A, T$ 分别表示环境压力、人口、富裕度和技术, $a$ 是模型的系数, $b, c, d$ 为人口、富裕度、技术对环境压力的弹性系数, $\varepsilon$ 为模型误差。STIRPAT模型在定量分析人文驱动因素对环境压力方面具有独特优势,已在能源消费及碳排放研究中得到了广泛应用<sup>[16-17]</sup>。借鉴 STIRPAT 分析模型,在式(2)中引入城镇化因素,构建城镇化演进碳排放效应的 STIRPAT 扩展模型,表达式为

$$C = aP^b A^c T^d U^e \varepsilon \quad (3)$$

式(3)中, $U$ 表示城镇化水平, $e$ 为城镇化演进对碳排放影响的弹性系数,富裕度 $A$ 以人均 GDP 表征;技术因素 $T$ 以单位 GDP 能耗表征,为了通过回归方法获取模型系数,对式(3)取自然对数,得

$$\ln C = K + b \ln P + c \ln A + d \ln T + e \ln U \quad (4)$$

式(4)中, $K = \ln a + \ln \varepsilon, b, c, d, e$ 可借助 SPSS 软件,采用偏最小二乘回归方法获取。

#### 1.4 城镇化演进趋势测度

Northam<sup>[18]</sup>研究认为,城镇化过程契合“S”型轨迹,可用 Logistic 模型对此进行刻画<sup>[19]</sup>,其一般表达式为<sup>[20]</sup>

$$y = \frac{K}{1 + e^{-rx}} \quad (5)$$

式(5)中, $y$ 表示因变量, $a$ 表示积分常数, $r$ 表示内禀增长率, $K$ 表示上限容量, $x$ 为自变量。为了便于采用回归方法获取参数,对式(5)进行变形,首先,对式(5)两边求倒数、移项并取对数可得

$$\ln \left[ \frac{1}{y} - \frac{1}{K} \right] = -r \cdot x + \ln \frac{1}{K} + a \quad (6)$$

其次,令  $\ln b = -r, \ln c = \ln \frac{1}{K} + a$ ,可得

$$\ln \left[ \frac{1}{y} - \frac{1}{K} \right] = \ln b \cdot x + \ln c \quad (7)$$

再次,对式(7)进一步简化可得

$$y = \frac{K}{1 + K \cdot c \cdot e^{\ln b \cdot x}} \quad (8)$$

式(8)中, $y, x, K$ 表示意义同上; $c, b$ 分别为模型回归所得常数、系数。以  $U_t$  表示  $t$  时间城镇化水平,可将式(8)表示为

$$U_t = \frac{K}{1 + K \cdot c \cdot e^{\ln b \cdot t}} \quad (9)$$

式(9)中, $K$ 为关键参数, $K$ 值有多种估算方法,如自回归估算方法<sup>[19]</sup>、最小二乘回归拟合方法<sup>[20-21]</sup>、拟合优度最大估算方法<sup>[22]</sup>等。最优拟合优度方法,其机理是通过比较误差来确定最佳拟合模型,具有科学、严谨特点,得到了学术界的普遍认同<sup>[23-24]</sup>,为此,研究采用此方法来估算城镇化水平饱和值。

#### 1.5 城镇化演进的碳排放效应预测

依据式(4)中城镇化演进对碳排放影响的边际贡献及式(9)中  $U_t$  的城镇化发展趋势值,可预测出城镇化演进对碳排放影响前景。

## 2 数据来源与说明

鉴于数据获取的可靠性与完整性,选取 1995-2011 年安徽省统计数据进行分析。其中,能源消费数据来源于中国能源统计年鉴系列<sup>[25]</sup>;1995-2011 年人口、GDP、人均 GDP、耕地面积、林地面积、城镇化水平数据

来源于安徽统计年鉴系列<sup>[26]</sup>;草地面积数据来源于《中国草地资源数据》<sup>[27]</sup>。

能源消费界定为物质生产部门、非物质生产部门和生活消费的各种能源的总和,包括原煤和原油及其制品、天然气,不包括低热值燃料、生物质能和太阳能等。城镇化水平以城镇人口占总人口比例表征。GDP 总量采用不变价格进行调整,方法为实际指标=当年指标×100÷CPI 价格指数(以 1990 年为 100)。

### 3 结果与分析

#### 3.1 碳排放与城镇化关联分析

以能源消费数据为基础,依据公式(1),可得安徽省 1995-2011 年碳排放(图 1)。由图 1 可知,安徽省碳排放由 1995 年的 2 182.39 万 t 增至 2011 年的 10 120.20 万 t,呈持续增长态势,年平均增幅为 10.06%。进一步分析图 1 可知,2006 年前,碳排放增幅较小,年平均增幅为 8.5%,2006 年以来,增幅较大,年平均增幅为 13.74%。究其原因,同安徽省经济发展状况有关。2006 年前,安徽经济发展速度相对较慢,经济结构中第一产业所占比例较大,能源消费量相对较少。2006 年以来,安徽省以中部崛起战略为契机,不断推进城市化、工业化进程,工业成为经济增长的主导产业,带动了能源消费的不断攀升,致使碳排放量增幅明显。

以图 1 中碳排放及城镇化率数据为基础,借助 EXCEL 软件,可构建安徽省碳排放与城镇化率散点(图 2),通过添加趋势线选择多项式回归类型,可得相关系数为 0.991 7。由此表明,研究时段内,安徽省城镇化进程与碳排放间呈高关联度,城镇化演进的碳排放正向效应显著。

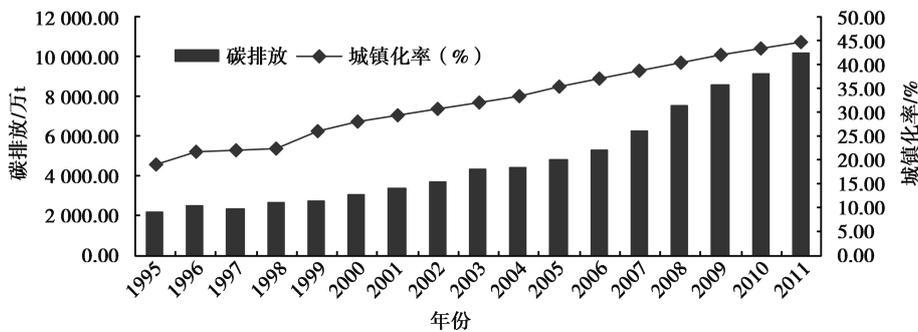


图 1 安徽省 1995-2011 年城镇化与碳排放动态变化

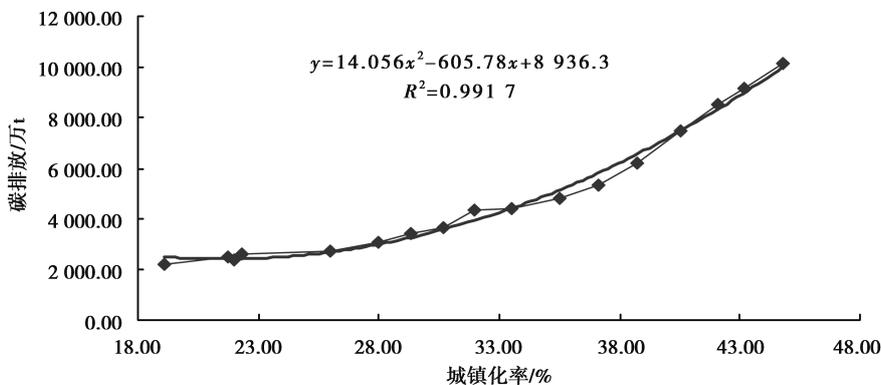


图 2 安徽省 1995-2011 年城镇化水平与碳排放散点图

#### 3.2 城镇化演进对碳排放边际影响测度

##### 3.2.1 自变量间主成分分析

为了消除碳排放影响因素间可能存在的共线性及异方差,将安徽省 1995-2011 年人口(P)、人均 GDP

(A)、单位 GDP 能耗( $T$ )、城镇化率( $U$ )数据取自然对数后输入 SPSS17.0 软件中进行主成分分析,所得结果如表 2,3.

表 2 主成分分析所得解释总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%	合计	方差的/%	累积/%
1	3.926	98.151	98.151	3.926	98.151	98.151	2.093	52.318	52.318
2	0.066	1.662	99.813	0.066	1.662	99.813	1.900	47.496	99.813
3	0.006	0.140	99.953						
4	0.002	0.047	100.000						

注:提取方法:主成分分析法.

表 3 主成分分析所得得分系数

变量	主成份 1	主成份 2
$\ln P$	-0.358	0.745
$\ln A$	1.502	-1.212
$\ln T$	-1.336	1.037
$\ln U$	-1.764	2.218

注:提取方法:主成分分析法;旋转法:具有 Kaiser 标准化的正交旋转法.

由表 2 可知,对  $\ln P, \ln A, \ln T, \ln U$  进行分析与筛选后,可提取 2 个主成分(即综合变量),以  $F_1, F_2$  表示,两个综合变量可解释原变量的 99.813%,由表 3 可得综合变量  $F_1, F_2$  与原变量间的关系

$$F_1 = -0.358 \ln P + 1.502 \ln A - 1.336 \ln T - 1.764 \ln U \quad (10)$$

$$F_2 = 0.745 \ln P - 1.212 \ln A + 1.037 \ln T + 2.218 \ln U \quad (11)$$

### 3.2.2 综合变量与碳排放 OLS 分析

依据式(10)、(11),可构建  $F_1, F_2$  时间序列数据,将  $\ln C$  作被解释变量, $F_1, F_2$  作解释变量,输入 SPSS17.0 中,采用两阶最小二乘法进行回归分析,模型分析所得  $R^2$  为 0.985, $F$  检验的 Sig 值为 0.000,表明模型拟合非常好,所得系数如表 4.

表 4 模型系数

	未标准化系数		Beta	$t$	Sig.
	$B$	标准误			
(常数)	8.371	0.016		532.224	0.000
$F_1$	0.372	0.016	0.741	22.951	0.000
$F_2$	0.332	0.016	0.661	20.463	0.000

由表 4 模型回归系数,可得被解释变量( $\ln C$ )与解释变量( $F_1, F_2$ )关系式

$$\ln C = 8.371(532.224) + 0.372F_1(22.951) + 0.332F_2(20.463) \quad (12)$$

式(12)中回归系数下的括号内为  $t$  统计值,将式(10)(11)代入式(12)可得

$$\ln C = 8.371 + 0.114 2 \ln P + 0.156 4 \ln A - 0.152 7 \ln T + 0.080 2 \ln U \quad (13)$$

将式(13)进行指数形式转换,可得

$$C = 4\ 319.953\ 9\ P^{0.114\ 2} A^{0.156\ 4} T^{-0.152\ 7} U^{0.080\ 2} \varepsilon \quad (14)$$

由式(14)可知,1995-2011年安徽省人口、人均GDP、单位GDP能耗、城镇化演进对碳排放的弹性系数分别为0.114 2,0.156 4,-0.152 7,0.080 2,表示当人口每增加1%,碳排放量将增加0.114 2%;人均GDP每增加1%,碳排放量将增加0.156 4%;单位GDP能耗每下降1%时,碳排放量将减少0.152 7%;城镇化水平每提升1%时,碳排放量将增加0.080 2%。由此表明,经济发展、人口增加是导致安徽省碳排放增加的主要因素,城镇化演进的碳排放增量效应显著,而单位GDP能耗下降则有利于碳减排。

### 3.3 城镇化演进趋势预测

将安徽省1995-2011年城镇化水平时序数据输入SPSS17.0软件中进行Logistic曲线拟合,经多次对上限进行不同赋值,结果显示:当K值为70%时,所得拟合优度 $R^2$ 最大(0.995),由此表明,70%为安徽省城镇化发展水平上限。

以安徽省1995-2012年城镇化率作因变量,时间作自变量(设1995年为1),以70%作城镇化上限容量,运用SPSS软件Logistic曲线回归方法进行拟合,所得模型的 $R^2$ 为0.995, $F$ 检验的Sig值为0.000,表明模型拟合非常好,所得拟合图如图3,模型回归系数如表5。

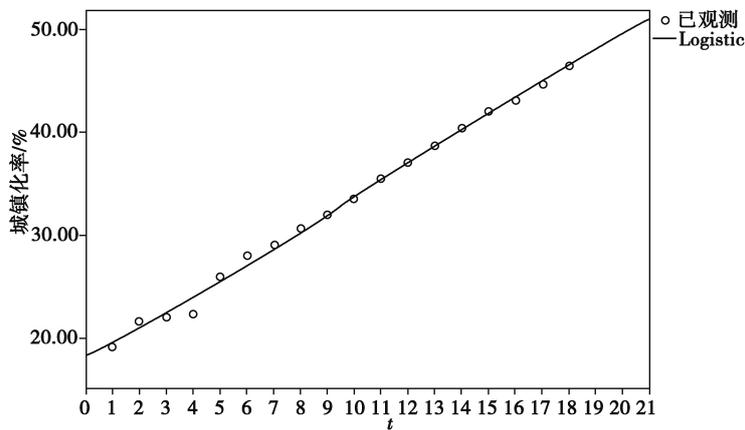


图3 安徽省1995-2011年城镇化率 Logistic 曲线回归拟合图

表5 Logistic 模型回归系数

	未标准化系数		标准化系数	$t$	Sig
	$B$	标准误	Beta		
$b$	0.908	0.002	0.369	583.311	0.000
$a$	0.040	0.001		53.889	0.000

表5表明,模型回归常数项为0.04,系数为0.908,将其代入式(9)可得安徽省城镇化演进的Logistic模型:

$$U_t = \frac{70}{1 + 2.8 e^{\ln 0.908 \cdot t}} \quad (15)$$

依据式(15),时间变量 $t$ 分别取18-35(设1995年=1),可对安徽省2012-2030年城镇化发展趋势进行预测,结果如图4。

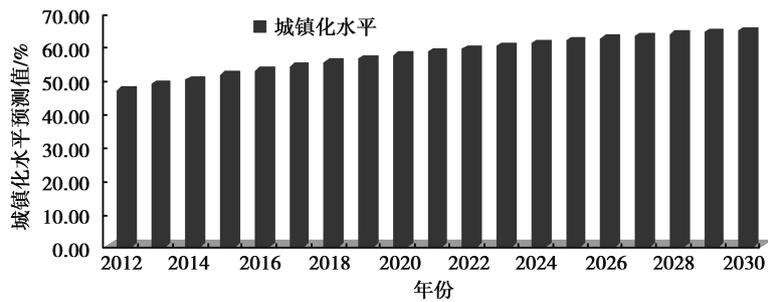


图 4 安徽省城镇化水平演进趋势预测

### 3.4 城镇化演进对碳排放增量效应预测

依据式(14)中城镇化演进对碳排放的边际贡献及图 4 中城镇化发展趋势,可对安徽省城镇化演进的碳排放增量进行预测,所得结果如表 6.

表 6 安徽省城镇化演进的碳增量预测值

年份	城镇化水平 预测值/%	城镇化水平 净增/%	城镇化水平 增幅/%	城镇化演进的 碳增量/万 t
2012	46.5	1.7	3.7946	30.80
2013	48.36	1.86	4.000 0	32.56
2014	49.78	1.42	2.936 3	23.98
2015	51.13	1.35	2.711 9	22.20
2016	52.43	1.3	2.542 5	20.86
2017	53.67	1.24	2.365 1	19.44
2018	54.85	1.18	2.198 6	18.11
2019	55.96	1.11	2.023 7	16.70
2020	57.02	1.06	1.894 2	15.65
2021	58.01	0.99	1.736 2	14.37
2022	58.94	0.93	1.603 2	13.29
2023	59.80	0.86	1.459 1	12.11
2024	60.62	0.82	1.371 2	11.39
2025	61.37	0.75	1.237 2	10.29
2026	62.08	0.71	1.156 9	9.63
2027	62.73	0.65	1.047 0	8.73
2028	63.34	0.61	0.972 4	8.11
2029	63.90	0.56	0.884 1	7.38
2030	64.41	0.51	0.798 1	6.67

由表 6 可知,2012-2030 年,安徽省城镇化发展引致的碳增量为 302.27 万 t,年均增长 15.91 万 t.其中,2012-2020 年,碳增量为 200.3 万 t,平均每年增加 22.26 万 t;2020-2030 年,碳增量为 101.97 万 t,平均每年增加 10.20 万 t,由此表明,安徽省城镇化演进具有显著的碳增量效应,但增量效应呈递减趋势,2020 年前,城镇化演进的碳增量效应明显,2020 年后,增量效应将趋缓.

## 4 结论与建议

基于 Logistic 模型,对安徽省未来城镇化发展趋势进行了预测,运用 STIRPAT 模型,对城镇化演进的边际碳排放效应进行了测度,依据城镇化发展趋势及城镇化演进的边际碳效应贡献,对安徽省未来城镇化演进的碳增量进行了测算,得出主要结论:2020,2030 年安徽省城镇化水平将分别提升至 57.02%,64.41%;安徽省城镇化进程对碳排放具有显著的正向效应,其边际弹性系数为 0.080 2;安徽省未来城镇化演进具有显著的碳增量效应,该增量效应呈减缓态势,2020 年前,城镇化演进的碳增量效应明显,2020 年后,增量效应将趋缓。

鉴于安徽省未来城镇化演进碳增量效应显著,提出政策建议.以低碳城镇化理念引导产业结构调整,未来城镇化建设中,加快经济结构向能源节约型和集约型转变,优先发展低耗能、高附加值的高新技术产业及以旅游业为龙头的第三产业;城镇化演进中,积极淘汰高耗能落后产业,依靠科技创新,努力提高能源利用率;在推进皖江城市带承接产业转移建设及振兴皖北发展战略中,严格执行国家环保、节能政策及环境保护基本法律制度,对引进项目严把“环评”、“节能”闸门,提高承接产业的节能准入门槛;以建设生态安徽、美丽安徽为目标,不断优化能源结构,提高天然气使用比例,积极开发利用太阳能、生物质能源、沼气等清洁能源。

采用组合模型,对安徽省未来城镇化演进的碳增量效应进行了测度,揭示了城镇化演进具有呈正向碳效应规律,所得结果与林伯强等<sup>[6]</sup>、孙辉煌<sup>[7]</sup>、王建增<sup>[10]</sup>、杨晓军和陈浩<sup>[11]</sup>一致.同时,也揭示了随着城镇化水平提升,碳增量效应呈减缓态势的规律,随着城镇化水平的提升,产品结构会得到更合理的调整,科技进步会带来发展模式的变革,各种配置会得到进一步优化,资源也会得到更合理的利用,从而降低了单位经济能源的消费量.同时,城市人口聚集的规模效应,政策导向的低碳消费模式改变,也会降低人均能源消费量,因而,使城镇化演进的碳增量效应呈减缓态势。

### 参考文献:

- [1] 卢祖丹.我国城镇化对碳排放的影响研究[J].中国科技论坛,2011(7):134-140
- [2] YORK R. Demographic Trends and Energy Consumption in European Union Nations 1960-2025[J]. Social Science Research, 2007, 36(3):855-872
- [3] LIDDLE B, LUNG S. Age-structure, Urbanization, and Climate Change in Developed Countries: Revisiting STIRPAT for Disaggregated Population and Consumption-related Environmental Impacts [J]. Population and Environment, 2010, 31(5):317-343
- [4] POUMANYVONG P, KANEKO S. Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO<sub>2</sub> Emissions? A Cross-country Analysis [J]. Ecological Economics, 2010, 70(2):434-444
- [5] MARTINEZ Z I, MARUOTTI A. The Impact of Urbanization on CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence from Developing Countries [J]. Ecological Economics, 2011, 70(7):1344-1353
- [6] 林伯强,刘希颖.中国城市化阶段的碳排放:影响因素和减排策略[J].经济研究,2010(8):66-78
- [7] 孙辉煌.我国城市化、经济发展水平与二氧化碳排放——基于中国省级面板数据的实证检验[J].华东经济管理,2012,26(10):69-74
- [8] 樊杰,李平星.基于城市化的中国能源消费前景分析及对碳排放的相关思考[J].地球科学进展,2011,26(1):57-65
- [9] 许泱,周少甫.我国城市化与碳排放的实证研究[J].长江流域资源与环境,2011,20(11):1304-1309
- [10] 王建增.碳排放增长的驱动因素:城市化与经济发展[J].统计与决策,2012(6):139-140
- [11] 杨晓军,陈浩.中国城镇化对二氧化碳排放的影响效应:基于省级面板数据的经验分析[J].中国地质大学学报:社会科学版,2013,13(1):32-37
- [12] 张润森,濮励杰,文继群,等.建设用地扩张与碳排放效应的库兹涅茨曲线假说及验证[J].自然资源学报,2012,27(5):723-732

- [13] 孙贤斌.安徽省会经济圈土地利用变化的碳排放效益[J].自然资源学报,2012,27(3):394-400
- [14] 翟石艳,王铮,马晓哲,等.区域碳排放量的计算——以广东省为例[J].应用生态学报,2011,22(6):1543-1551
- [15] 张乐勤,陈素平,王文琴,等.安徽省近 15 年建设用地变化对碳排放效应测度及趋势预测——基于 STIRPAT 模型[J].环境科学学报,2013,33(3):950-958
- [16] 张乐勤,李荣富,陈素平,等.安徽省 1995 年-2009 年能源消费碳排放驱动因子分析及趋势预测——基于 STIRPAT 模型[J].资源科学,2012,34(2):316-327
- [17] 张乐勤,李荣富,荣慧芳,等.安徽省近 10 年能源足迹测度及驱动因子分析[J].环境科学研究,2012,25(4):474-480
- [18] NORTHAM R M.Urban Geography[M].New York:John Wiley & Sons,1979
- [19] 陈彦光.人口与资源环境预测中 Logistic 模型承载力参数的自回归估计[J].自然资源学报,2009,24(6):1105-1114
- [20] 王建军,吴志强.城镇化发展阶段划分[J].地理学报,2009,64(2):177-188
- [21] 陈彦光,罗静.城市化水平与城市化速度的关系探讨——中国城市化速度和城市化水平饱和值的初步推断[J].地理研究,2006,25(6):1063-1072
- [22] 陈彦光,余斌.人口增长的常用数学模型及其预测方法——兼谈对 Keyfitz 双曲增长等模型的修正与发展[J].华中师范大学学报:自然科学版,2006,40(3):452-456
- [23] 李效顺,曲福田,陈友偲,等.经济发展与城市蔓延的 Logistic 曲线假说及其验证——基于华东地区典型城市的考察[J].自然资源学报,2012,27(5):713-722
- [24] 姚远,李效顺,曲福田,等.中国经济增长与耕地资源变化计量分析[J].农业工程学报,2012,28(14):209-214
- [25] 国家统计局.中国能源统计年鉴(1991-2012)[M].北京:中国统计出版社,1991-2012
- [26] 安徽省统计局.安徽统计年鉴(1996-2012)[M].北京:中国统计出版社,1996-2012
- [27] 中国科学院自然资源综合考察委员会.中国草地资源数据[M].北京:中国农业科技出版社,1994

## Prediction and Analysis on Carbon Incremental Effect in Anhui Urbanization Evolution Based on Logistic Model

ZHANG Le-qin<sup>1</sup>, XU Xin-wang<sup>1</sup>, XU Yang<sup>2</sup>

(1.Department of Resource Environment and Tourism, Chizhou University, Chizhou 247000, China;

2.Business School, University of International Business Economics, Beijing 100092, China)

**Abstract:** Based on Logistic model, curvilinear regression analysis method is used to predict future urbanization level of Anhui Province; STIRPAT model is applied with partial least squares regression analysis method to measure the marginal carbon emission effects of the urbanization process; based on urbanization development trends and carbon emission effects of urbanization evolution, the carbon increment of future urbanization evolution in Anhui Province is calculated. The results show that: ① The urbanization level of Anhui Province will reach 57.02% and 64.41% in 2020 and 2030 respectively; ② The elastic coefficient of urbanization evolution on carbon emissions is 0.0802; ③ In 2012–2020, the carbon increment induced by urbanization will be 2,003,000 t with an average annual increase of 222,600 t; In 2020–2030, the resulting carbon increment will be 1,019,700 t with an average annual increase of 102,000 t. These research results can provide a reference not only for Anhui provincial government to formulate the urbanization development planning and carbon emission reduction policies, but also for similar studies.

**Key words:** urbanization evolution; carbon increment; prediction; Logistic model; Anhui Province