

# 新型城市碳排放环境库兹涅茨曲线检验

——基于中国城市面板数据分析

高广阔 张腾化 马海娟

(上海理工大学管理学院,上海 200093)

**[摘要]** 经济的快速增长导致经济与环境的矛盾日趋尖锐,环境库兹涅茨曲线的存在性检验一直都是学术界的热点问题。采用新型城市历史面板数据建立环境库兹涅茨曲线模型,结果表明我国新型城市的碳排放量与经济增长之间存在倒 N 型曲线关系。在发展经济的同时控制碳排放量的增长,把人均碳排放量控制在最高点之后,才能实现经济发展和环境改善的双赢发展模式。从国家发展战略与发展思路、产业结构等角度提出改善措施,为构建低碳城市提供政策建议。

**[关键词]** 碳排放;脱钩分析;新型城市;环境库兹涅茨曲线

**[DOI 编码]** 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2015.04.001

**[中图分类号]** F062.2

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 2095-3410(2015)04-0005-06

## 一、引言

走绿色发展道路,有效控制温室气体排放以减缓全球气候恶化已成为世界各国的必然选择。作为世界第二大碳排放国与联合国气候变化框架公约的缔约国之一,中国的减排责任与行动毋庸置疑。反映一个国家与地区环境与经济之间关系的经典模型是环境库兹涅茨曲线(Environment Kuznets Curve,简称 EKC)<sup>[1]</sup>,表示在其他条件不变的情况下,一个国家或地区的环境质量随着该国或该地区经济发展水平提高呈现出先恶化后改善的倒 U 型趋势。学术界对于该曲线是否真实存在以及曲线形状的研究与论证从未停止,其中支持二氧化碳排放 EKC 存在的较多。Richmond(2006)<sup>[2]</sup>提出对于经济合作与发展组织(OECD)国家有一定的证据表明 EKC 关系的存在,而对于非 OECD 国家则不存在 EKC 关系。Huang(2008)<sup>[3]</sup>对 21 个经济发达国家的温室气体排放与经济发展情况进行分析,发现有七个国

家出现了 EKC<sup>[3]</sup>。Muhammad Shahbaz(2013)<sup>[4]</sup>等人选取了土耳其 1970 年至 2010 年年度数据进行研究,发现经济增长与二氧化碳排放呈倒 U 型曲线。国内学者也对 EKC 进行了探究。杜婷婷、毛锋(2007)<sup>[5]</sup>以库兹涅茨环境曲线及衍生曲线为依据,对我国碳排放量与人均收入增长的时间序列数据进行拟合,得出我国碳排放量与人均 GDP 呈现出 N 型曲线,而非倒 U 型。付加锋、高庆先等(2008)<sup>[6]</sup>基于生产和消费视角,认为 GDP 与碳排放量具有显著的倒 U 形状。韩玉军、陆旸(2009)<sup>[1]</sup>则认为收入水平不同的国家 EKC 的类型存在较大差异。胡宗义、唐李伟(2013)<sup>[8]</sup>等建立 EKC 模型,通过 EKC 拐点分析表明我国碳排放跨过 EKC 拐点的可能性非常小,我国碳排放与经济增长将长期处于近似正线性相关状态,经济增长将始终伴随着高碳排放。

在不断推进城市化的发展过程中<sup>①</sup>,城市是制造业企业和人口聚集地,其基础设施建设消耗大量

**[基金项目]** 本文是国家社会科学基金项目“气候变化与中国产业结构调整研究”(项目编号:10BJY005)和上海市教育委员会科研创新项目“基于新综合指数测度法的生态文明建设指标体系构建研究”(项目编号:14ZS118)的阶段性成果。

**[作者简介]** 高广阔(1966- ),男,山东济南人,上海理工大学管理学院教授,经济学博士。主要研究方向:统计学、产业经济学。

高碳产品和原材料,是二氧化碳排放的主要来源,也是低碳经济发展的重要平台和载体。因此新型城市的减排问题成为亟待解决的课题,有必要从城市角度分析中国的碳排放及其变化情况,以便于对经济发展、技术进步、能源消费和碳排放之间的内在关系有全面的认识,为未来中国的温室气体减排策略制定提供详细的科学依据。

从以往文献来看,国内学者研究环境库兹涅茨曲线均从宏观(国家、省)角度出发,而以城市为研究对象,是本文的创新之处。另外,学者多采用时序数据研究碳排放环境库兹涅茨曲线,缺乏横向比较。本文采用面板数据,既可以反映每个城市环境与经济增长曲线形状在不同时间里呈现的曲线不同,又反映出不同发展水平的城市环境与经济发展曲线存在差异,而且面板数据包含较多的数据点,可以带来较大的自由度,因此结合时序和截面二维特征的面板数据更能够充分反映碳排放量和经济增长之间的关系。

首先,依据2001-2013年数据对我国2014年GDP百强城市进行Tapio脱钩分析,选取处于强脱钩或弱脱钩状态达5年或5年以上的30个城市定义为新型城市。然后,以我国新型城市作为研究对象,利用面板数据建立环境库兹涅茨曲线模型,分析碳排放与经济发展关系,提出减排措施,为制定减排政策提供有力支撑。

## 二、数据来源、原理与模型

### (一)碳排放量的量化分析

依据2006年政府间气候变化专门委员会(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)公布的国家温室气体清单指南中碳排放量的计算方法,使用碳排放估算公式:

$$CE = \sum_i F_i \times E_i \quad (1)$$

其中, $F_i$ 表示各类能源的强度,即第*i*种能源的碳排放系数, $E_i$ 为消耗的各种能源的实物量(吨)。碳排放总量记为CE,消耗的煤炭实物量(吨)记为 $E_c$ 。我国目前主要的能源消耗为煤炭、石油、天然气、水电和核电,由于水电和核电的碳排放系数均为零,所以不予考虑,式(1)简化为式(2):

$$CE = F_c \times E_c + F_o \times E_o + F_n \times E_n \quad (2)$$

$E_o$ 为消耗的石油实物量(吨), $E_n$ 为消耗的天

然气实物量(吨), $F_c$ 、 $F_o$ 、 $F_n$ 分别为煤炭消耗的碳排放系数(吨碳/吨)、石油消耗的碳排放系数(吨碳/吨)和天然气消耗的碳排放系数(吨碳/吨)。由于含碳量、燃料的燃烧率以及碳氧化率等指标的差异,不同机构提出的碳排放转换系数各不相同。这里选取四个主要研究机构(美国能源部、日本能源经济研究所、国家科委气候变化项目和国家发改委能源研究所)的能源消费碳排放系数平均值,作为各能源消耗的碳排放系数。煤炭、石油和天然气的碳排放系数分别取0.7329、0.5574和0.4226<sup>[9]</sup>,则上述式(2)最终转化为式(3)碳排放的计算公式。

$$CE = 0.7329 \times E_c + 0.5574 \times E_o + 0.4226 \times E_n \quad (3)$$

本文中,各年所需数据来自《中国统计年鉴》、《中国城市年鉴》和《中国能源统计年鉴》。

### (二)Tapio脱钩模型原理

建立脱钩模型,常用的有OECD脱钩和Tapio脱钩两种分析模式,本文采用Tapio脱钩分析模式。Tapio脱钩模型是Petri Tapio(2005)<sup>[10]</sup>研究欧洲1970年至2001年交通运输业能源与二氧化碳的脱钩状况时提出的,引入弹性的概念构建脱钩指标体系,该脱钩指标不受统计量纲变化的影响。同时,克服了OECD脱钩模型在选择基期时存在的困难,弹性概念可以动态地反映变量之间的脱钩关系。将交通运输量与经济增长间弹性值小于1的状态定义为脱钩,弹性值即为在某一特定的时间段内,当GDP变动一个百分点时,交通运输量变化的百分点,如式(4)所示:

$$r_{V,GDP} = \frac{\% \Delta V/V}{\% \Delta GDP/GDP} \quad (4)$$

其中, $r$ 为运输量弹性值, $V$ 为交通运输量,弹性值表示随着经济的增长会产生运输量增加的情况。运输量与此过程所产生的二氧化碳之间的弹性系数如式(5)所示:

$$r_{CE,V} = \frac{\% \Delta CE/CE}{\% \Delta V/V} \quad (5)$$

式(4)与式(5)相乘,可得到二氧化碳弹性系数,即二氧化碳的排放量和经济增长之间的脱钩值:

$$r = \frac{\% \Delta CE/CE}{\% \Delta GDP/GDP} \quad (6)$$

Tapio 模型的脱钩指标是以式(6)中弹性值  $r$  作为界定脱钩状态的标准,是目前研究经济与环境脱钩关系的主要方法。具体状态划分如表 1 所示。

表 1 Tapio 脱钩的 8 个状态与弹性值标准

变量		$\Delta CE$ (碳排放量增长)	$\Delta GDP$ (经济增长)	$r$ (弹性值)
负脱钩	扩张负脱钩	>0	>0	>1.2
	强负脱钩	>0	<0	<0
	弱负脱钩	<0	<0	$0 < r < 0.8$
脱钩	弱脱钩	>0	>0	$0 < r < 0.8$
	强脱钩	<0	>0	<0
	衰退脱钩	<0	<0	>1.2
连接	扩张连接	>0	>0	$0.8 \leq r \leq 1.2$
	衰退连接	<0	>0	$0.8 \leq r \leq 1.2$

计算 2014 年 GDP 百强城市的脱钩状态与弹性值,对照表 1,选出 2001 - 2013 年间处于强脱钩或弱脱钩状态达 5 年或 5 年以上的 30 个城市<sup>②</sup>,这些城市大多具备以下特点:(1)为直辖市、省会或省域副中心城市,是经济中心城市;(2)享有得天独厚的地理优势,交通发达,是枢纽城市;(3)被评为全国文明城市、国家卫生城市、中国优秀旅游城市等;(4)是国家经济政策的试点城市;(5)轻工业比重大于重工业,金融、贸易、旅游等服务业发达。我们将这 30 个城市定义为新型城市,并利用新型城市的数据建立环境库兹涅茨曲线模型。

### 三、EKC 模型验证

#### (一)EKC 模型介绍

EKC 是以经济变量为坐标横轴、环境发展变量作为坐标纵轴的曲线,将以经济发展变量作为自变量的环境指标函数称为 EKC 模型。最初的 EKC 拟合模型是二次多项式,即:

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 \quad (7)$$

还有三次函数模型,如:

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 \quad (8)$$

随后,David Stern 提出标准的 EKC 方程。考虑到数据可能存在异方差性,因此对因变量和自变量分别取对数后再进行回归。因变量为人均碳排放量  $CE/P$ ,解释变量为人均  $GDP/P$ ,标准对数 EKC 模型为:

$$\ln(CE/P)_{it} = \alpha_1 + \alpha_t + \beta_{1i} \ln(GDP/P)_{it} + \beta_{2i} \ln(GDP/P)_{it}^2 + \mu_{it} \quad (9)$$

式(9)中, $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $t = 1, 2, \dots, T$ ;  $\ln(CE/P)_{it}$ 和  $\ln(GDP/P)_{it}$ 分别为第  $i$  城市第  $t$  期的人均碳

排放量与人均 GDP 的对数值; $\alpha_1$  为反应个体差异的变量; $\alpha_t$  为时间效应; $\beta_{1i}$  和  $\beta_{2i}$  分别为  $\ln(GDP/P)_{it}$  和  $(\ln(GDP/P)_{it})^2$  的估计系数; $\mu_{it}$  为随机误差项。

#### (二)面板数据的单位根检验

人均碳排放量与人均 GDP 之间是否存在长期的关系取决于变量的单整性质和变量之间的协整性质,若变量是平稳的,且变量之间的组合是协整的,那么变量之间就存在长期均衡的协整关系。本文利用标准的对数 EKC 形式,建立如式(9)所示的 EKC 模型,利用相同单位根检验 LLC(Levin - Lin - Chu)检验和不同根单位根检验 Fisher - ADF 检验方法对变量  $\ln(CE/P)_{it}$ 、 $\ln(GDP/P)_{it}$  和  $(\ln(GDP/P)_{it})^2$  的平稳性做出综合判断,结果如表 2 所示。

表 2 新型城市变量水平值和一阶差分单位根检验

Ln(CE/P) <sub>it</sub>	原值		一阶差分值	
	截距项	截距项和趋势项	截距项	截距项和趋势项
LLC 检验	7.29948	-7.72790 **	-17.2907 **	-16.4723 **
Fisher - ADF 检验	21.2684	79.5725 **	211.123 **	178.882 **
Ln(GDP/P) <sub>it</sub>	原值		一阶差分值	
	截距项	截距项和趋势项	截距项	截距项和趋势项
LLC 检验	-1.34864	-5.69957 **	-12.2856 **	-14.3626 **
Fisher - ADF 检验	25.4201	65.1555	171.799 **	141.785 **
(Ln(GDP/P) <sub>it</sub> ) <sup>2</sup>	原值		一阶差分值	
	截距项	截距项和趋势项	截距项	截距项和趋势项
LLC 检验	0.90770	-4.35597 **	-11.9958 **	-13.3733 **
Fisher - ADF 检验	17.9604	51.4649	168.836 **	135.465 **

注: \*\* 表示统计量在 5% 的水平下显著。

由表 2 可以看出,  $\ln(GDP/P)_{it}$  和  $(\ln(GDP/P)_{it})^2$  是存在单位根的,变量  $\ln(CE/P)_{it}$  在同时含有截距项和趋势项时 LLC 检验和 Fisher - ADF 检验方法均不能接受存在单位根的原假设,变量  $\ln(CE/P)_{it}$  是平稳的。而在进行一阶差分后进行检验存在截距项时三个变量均不能接受存在单位根的原假设,变量是平稳的,所以综合判断  $\ln(CE/P)_{it}$ 、 $\ln(GDP/P)_{it}$  和  $(\ln(GDP/P)_{it})^2$  是一阶单整的。

#### (三)面板数据的协整检验

由于变量都是一阶单整的,所以需要对其进行协整检验,以确定变量之间是否存在长期联系。针对面板数据有关协整检验的方法可以分为两类:一类是在 Engle and Granger 二步法检验基础上建立的面板数据协整检验方法,包含的方法有 Pedroni 检验和 Kao 检验;另一类是在 Johansen 协整检验基础上建立的面板数据协整检验方法。分别采用 Pedroni 提出的异质面板检验和 Kao(1999)同质面板检验方

法检验  $\ln(CE/P)_{it}$ 、 $\ln(GDP/P)_{it}$  和  $(\ln(GDP/P)_{it})^2$  之间的协整关系。Pedroni 构造了 7 个检验面板协整关系的统计量,其中 4 个用联合组内维度描述,分别记为 Panel - v、Panel - rho、Panel - PP 和 Panel - ADF 统计量,另外 3 个用组间维度描述,分别为 Group - rho、Group - PP 和 Roup - ADF 统计量。在小样本条件下,Panel - ADF 和 Group - ADF 统计量较其他统计量有着更好的性质,Panel - PP 和 Group - PP 统计量次之,其他则最差。

表 3 面板数据协整的 Pedroni 检验结果

零假设	没有协整关系		
趋势假设	确定的截距和趋势项		
统计量	P 值	统计量	P 值
Panel v - Statistic	0.9650	Group rho - Statistic	1.0000
Panel rho - Statistic	0.9910	Group PP - Statistic	0.0000
Panel PP - Statistic	0.0000	Group ADF - Statistic	0.0000
Panel ADF - Statistic	0.0000		

从表 3 可以看出,在假设为异质面板数据的时候 Panel ADF - Statistic、Group ADF - Statistic、Panel PP - Statistic 和 Group PP - Statistic 四个统计量在 1% 的显著性水平下均强烈拒绝“不存在协整关系”的原假设。由此可知,我国碳排放量与经济增长之间存在长期均衡关系,可以利用 EKC 模型检验碳排放量与经济增长之间的是否存在经典的倒 U 型曲线的假说,进而分析二者之间的关系。

表 4 Kao 面板协整 ADF 检验的结果

零假设	没有协整关系	
趋势假设	没有确定趋势项	
方法	t 值	P 值
ADF	-5.166987	0.0000

从表 4 可以看出,在假设为同质面板数据的时候,同样拒绝变量之间不存在协整关系的零假设因此,可以得出,不管是假设这些面板数据是同质的还是异质的,人均碳排放量、人均 GDP 及其平方在长期趋于一致,即非平稳时间序列之间存在协整关系。

#### (四) 模型选取与实证分析

设因变量  $y_{it}$  和解释变量  $x_{it} = (x_{1,it}, x_{2,it}, \dots, x_{k,it})'$  是  $k \times 1$  维的,二者之间的线性关系满足:

$$y_{it} = \alpha_{it} + x_{it}\beta_{it} + \mu_{it}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (10)$$

式(10)是考虑  $k$  个指标在  $N$  个个体与  $T$  个时间点上的变动情况。其中,  $T$  表示在每个截面上成员的观测时点总数,  $N$  表示个体截面成员的总数,  $\alpha_{it}$  是

对应模型常数项,  $\beta_{it}$  是  $k \times 1$  维系数向量, 对应于解释变量向量  $x_{it}$ ,  $k$  为解释变量的个数, 随机误差项  $\mu_{it}$  相互独立, 且满足零均值, 等方差  $\sigma_m^2$  的假设。依据截距向量  $\alpha$  和系数向量  $\beta$  中各个分量限制要求的不同, 可以将面板模型分为不变系数模型、变截距模型和变系数模型。

通过 Hausman 检验, 确定选用固定效应模型。又通过比较发现, 变截距模型拟合效果优于变系数模型, 因此建立人均碳排放量与经济增长之间的固定影响变截距模型, 如式(11)所示。

$$\ln(CE/P)_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta_{1i} \ln(GDP/P)_{it} + \beta_{2i} [\ln(GDP/P)_{it}]^2 + \mu_{it} \quad (11)$$

利用 Eviews6.0 对式(11)进行实证分析, 估计结果如表 5 所示。

表 5 模型估计结果

变量	系数	P 值	变量	系数	P 值
C	-0.249211	0.9053	$\beta_1$	-0.814972	0.0476
$\beta_2$	0.083648	0.0000			
R - squared		0.951321	F - statistic		225.6872
Adjusted R - squared		0.947106	Prob(F - statistic)		0.0000

由表 5 可以看出,  $\beta_2$  的取值为正值, 所以选取的 30 个城市是正 U 型的 EKC, 而非典型倒 U 型曲线。已有的数据可以看出, 符合正 U 型 EKC 的新型城市的人均碳排放量与经济发展均处在上升的阶段, 即碳排放量依然是随着经济的发展而呈现增长的趋势, 只是增加的趋势逐渐地减缓, 而不存在典型的 EKC。由于所选取的样本量不是很大, 我国新型城市在所选取的 13 年间碳排放与经济增长之间的关系处于正 U 型曲线的上升阶段, 是否会是一直上升, 还是可能上升后会出现拐点, 因此, 在自变量中引入  $[\ln(GDP/P)_{it}]^3$ , 重新选择面板数据模型, 验证 EKC 的形状。

#### (五) 改进的 EKC 模型

在原来变量的基础上加入变量  $[\ln(GDP/P)_{it}]^3$ , 即建立含有解释变量三次方的模型。在建立模型之前, 首先依据已有的数据的特征, 选择适宜的模型, 然后求解验证环境库兹涅茨曲线的形状。依据式(11)的形式, 建立固定影响模型:

$$\ln(CE/P)_{it} = \alpha_i + \alpha_t + \beta_{1i} \ln(GDP/P)_{it} + \beta_{2i} [\ln(GDP/P)_{it}]^2 + \beta_{3i} [\ln(GDP/P)_{it}]^3 + \mu_{it} \quad (12)$$

利用 Eviews6.0 对式(12)进行实证求解, 估计

结果如表 6 所示。

表 6 模型参数估计结果

变量	系数	P 值	变量	系数	P 值
C	151.7228	0.0000	$\beta_1$	-47.99014	0.0000
$\beta_2$	4.906044	0.0000	$\beta_2$	-0.162509	0.0000
R-squared	0.951323		F-statistic	218.0331	
Adjusted R-squared	0.946960		Prob(F-statistic)	0.000000	

从表 6 可以看出,人均 GDP 的一次方、二次方和三次方均通过了  $\alpha = 0.05$  的显著性检验,且调整后的  $R^2 = 0.946960$ ,表明回归模型拟合效果显著。

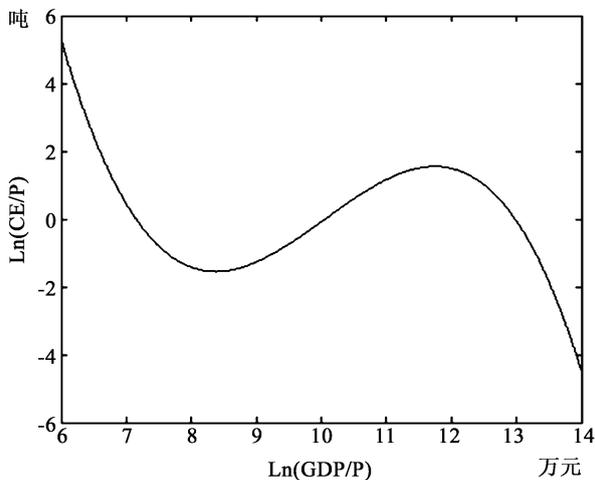


图 1 碳排放量与经济增长曲线

由图 1 可以发现,人均碳排放量与经济增长之间的关系并不是呈现出传统的倒 U 型曲线,也不是多数研究文献中的正 U 型曲线,而是一种倒 N 型关系,人均碳排放量随着人均 GDP 的增加有一个先下降再上升,然后再下降的过程。

#### 四、结论与建议

本文在研究城市碳排放量与经济增长之间的关系时,选择人均碳排放量与经济发展之间均处于弱脱钩状态的新型城市作为研究对象。随着经济不断增长,碳排放量也在增加,但是增加的幅度较经济增加来说,是相对缓慢的。然而新型城市的碳排放量的增长率小于经济发展的增长率,说明在发展低碳经济的大背景下,新型城市不再只是一味地发展经济,过度消耗资源,造成碳排放量成倍增加,而是在能源结构和经济发展的产业结构调整方面已经取得了一定进展。

基于环境库兹涅茨曲线,检验出我国新型城市人均碳排放量与经济增长之间的 EKC 呈现倒 N 型的曲线,随着经济的增长,人均碳排放量呈现先下

降、达到最低点而后上升、达到最高点再下降的趋势。目前,我国新型城市均处于中间上升的阶段,即从当前到未来人均碳排放量与经济增长之间呈现出典型的倒 U 型 EKC 形状。依据我国的实际国情,以新型城市作为参照标准可知人均碳排放量应该控制在最高点之后,当前任务则是减少二氧化碳排放,控制碳排放量增长。

1. 依据政府倡导的生态文明理念与生态文明建设战略,坚持国家新型城镇化规划中“集约、智能、绿色、低碳”的发展思路,积极推进“中国低碳生态城市规划方法研究”项目;引用先进国家绿色建筑和生态城市等领域的专业技术、工具和方法,推进我国“生态低碳城市规划”的实施进程。

2. 优化产业结构和能源结构。大力发展新材料、新能源等产业,积极培育健康产业和环保产业,重点提升物流业、金融业等产业,减少碳密集型产品的出口,缩短高碳产业的产业链条,降低高碳产业比重,扩大低碳产业份额。开发使用清洁能源,提高能源使用效率,减少能源损失和浪费,加大对可再生能源的投资,重点发展如生物质能、太阳能、水能、风能等低碳或无碳能源。

3. 科技创新。加大科技投入,完善技术研发体系,积极创新清洁能源开发技术和节能减排技术。

4. 改善居民消费模式。鼓励居民使用高效产品,倡导低碳生活理念,培养低碳生活方式,减少能源浪费,完善社区资源回收再利用网络渠道。

5. 完善城市交通体系。延长轨道交通线路,扩大轨道交通覆盖面积,促进城乡公共交通一体化;推广电动汽车,适量控制燃油小汽车,鼓励乘坐公共交通。

6. 促进建筑节能。严格执行新建筑的节能标准,利用节能技术,促进建筑节能。

7. 政府政策支持。政府适当控制城市化进程,以城市化为契机,控制碳排放;积极拉动低碳需求和政策导向,制定低碳规划,实施监控措施。

#### 【注】

①2001 年诺贝尔经济学奖得主斯蒂格利茨认为,中国的城市化进程是 21 世纪全球范围内最具影响力事件之一。

②30 个城市为上海、北京、广州、天津、南京、青岛、大

连、佛山、沈阳、东莞、南通、哈尔滨、长春、福州、徐州、鄂尔多斯、大庆、昆明、洛阳、襄阳、吉林、贵阳、淮安、岳阳、乌鲁木齐、茂名、常德、柳州、咸阳、兰州。

参考文献:

[1] Grossman G. M. , Krueger A. B. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement [J]. National Bureau of Economic Research Working Paper, No. 3914, 1991.

[2] Richmond A. K. , Kaufmann R. K. Is There a Turning Point in the Relationship Between Income and Energy Use and Carbon Emissions [J]. Ecological Economics, 2006, 56 (2): 176 - 189.

[3] Huang W. M. , Lee G. W. , Wu C. C. GHG Emissions, GDP Growth and the Kyoto Protocol: A Revisit of Environmental Kuznets Curve Hypothesis [J]. Energy Policy, 2008, 36 (1): 239 - 247.

[4] Muhammad Shahbaz, Ilhan Ozturk, Talat Afza, Amjad Ali. Revisiting the Environment Kuznets Curve in a Global Economy [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2003, 25: 494 - 502.

[5] 杜婷婷, 毛锋, 罗锐. 中国经济增长与 CO<sub>2</sub> 排放演化探析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2007, (02): 94 - 99.

[6] 付加锋, 高庆先, 师华定. 基于生产与消费视角的 CO<sub>2</sub> 环境库茨涅兹曲线的实证研究 [J]. 气候变化研究进展, 2008, (06): 376 - 381.

[7] 韩五军, 陆旸. 经济增长与环境的关系——基于对 CO<sub>2</sub> 环境库茨涅兹曲线的实证研究 [J]. 经济理论与经济管理, 2009, (03): 5 - 11.

[8] 胡宗义, 唐李伟. 碳排放与经济增长: 空间动态效应与 EKC 再检验 [J]. 山西财经大学学报, 2013, (12): 30 - 37.

[9] 许广月. 中国能源消费、碳排放与经济增长关系的研究 [D]. 武汉: 华中科技大学博士学位论文, 2010.

[10] Petri Tapio. Towards a Theory of Decoupling: Degrees of Decoupling in the EU and the Case of Road Traffic in Finland Between 1970 and 2001 [J]. Transport Policy, 2005, 12 (2): 137 - 151.

(责任编辑: 宋 敏)

## The Testing of Environment Kuznets Curve for Carbon Emissions of New Cities ——Based on the Panel Data Analysis of Cities in China

GAO Guangkuo, ZHANG Tenghua, MA Haijuan

(School of Business, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** With the rapid growth of economy, the contradictory between economy and environment has become increasingly acuter, and the existence of the Environmental Kuznets Curve test has been the hot issue in academia. The paper establishes and improves the Environmental Kuznets curve model using New - cities' historic panel data. The results indicate that the curve of carbon emissions and economic growth of the new - style cities presents inverted N shape. It is necessary to control the growth of carbon emissions firmly while developing the economy, making carbon emissions per capita lower than the highest point to achieve a win - win development model of urban environment improvement and economic development. The paper proposes improving measures from all kinds of perspectives such as the national development strategy and the development ideas, as well as industrial structure to provide policy recommendations for building low - carbon cities.

**Key Words:** carbon emissions; decoupling analysis; new cities; environmental Kuznets curve