

# 山东省经济增长与碳排放的关系研究

赵玉焕, 王邵军

(北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

**摘要:** 减缓和应对气候变化是国际社会关注的热点问题,其焦点之一是经济增长与碳排放的关系。针对这一问题,利用灰色关联系数对山东省经济增长与碳排放的关系进行了研究。测算了1990—2009年山东省的碳排放量;运用灰色关联系数分析了山东省的经济增长与碳排放的关系。结果表明:随着经济增长,山东省的碳排放呈现整体上升的趋势;山东省的经济增长与碳排放的关联程度并不显著。

**关键词:** 碳排放; 经济增长; 灰色关联理论

**中图分类号:** F205

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-3370(2013)02-0039-04

近年来,减缓和应对全球气候变化,减少二氧化碳为主的温室气体的排放成为国际范围内可持续发展的热点问题。作为碳排放大国,中国也承受着巨大的减排压力。据国际能源机构 IEA 公布的数据显示,2007年中国的二氧化碳排放量超过了美国,成为世界第一排放大国<sup>①</sup>。作为推动二氧化碳减排的重要力量,中国政府承诺到2020年单位GDP的二氧化碳排放量将比2005年下降40%~45%,同时将二氧化碳排放下降作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。然而,中国作为一个发展中国家,在完成减排承诺的同时必须要充分考虑到自身的经济发展现状。因此,研究二氧化碳排放与经济发展之间的关系对于中国制定经济和环境政策具有重要的理论与现实意义。

作为落实减排目标、实施低碳发展战略的着力点,各个省级经济区域的减排绩效至关重要,直接关系到全国碳减排目标的完成。因此,研究省域经济体的碳排放问题,对于各省合理地制定减排政策和措施是十分必要的。

山东省地处环渤海地带,经济增长居全国领先地位。但是在经济发展的过程中,能源的大量消耗和二氧化碳的高排放也成为制约山东省经济可持续发展的瓶颈。研究经济增长与碳排放的关系对于山东省转变经济发展方式、建设“环境友好型、资源节约型”的两型社会具有重要意义。

## 一、文献综述

对于经济增长和碳排放的关系,国内外学者的研究主要是建立在对环境库兹涅茨曲线(EKC)假说验证的基础上。该假说认为,经济增长和环境污染之间存在“倒U形”关系。在不同的经济发展阶段,人们赋予环境的价值也是存在差异的。在经济发展水平较低的时期,由于经济活动的规模较小,对环境污染的程度较轻;随着经济的不断增长,环境污染程度也不断增加,直至达到顶峰。之后,当收入水平提高时,环境污染逐渐减弱,环境质量得到改善。

Paresh 和 Seema Narayan (2010) 通过研究 43 个发展中国家的碳排放状况显示,碳排放的 EKC 假说因国家而异,选取的 6 个东亚国家不符合这一假说,并且只有中东和南亚国家的碳排放在长期内呈现减弱趋势<sup>[1]</sup>。Muhammad Nasir(2011)研究巴基斯坦的 1972—2008 年的数据显示,经济增长、能源消耗和对外贸易是促进碳排放的原因,在长期内碳排放符合环境库兹涅茨曲线的倒 U 形假说<sup>[2]</sup>。中国学者也以此为基础进行了相关的研究。付加锋(2008)基于生产和消费视角,认为无论是从生产视角还是从消费视角,单位 GDP 的二氧化碳排放量都具有显著的倒 U 形状<sup>[3]</sup>。韩玉军、陆喏(2009)则认为收入水平不同的国家有着不同类型的碳排放库兹涅茨曲线<sup>[4]</sup>。许广月、宋德勇(2010)验证了我国碳排放环境库兹涅茨曲线,中国及其东部地区和中部地区存在人均碳排放环境库兹涅茨曲线,但是西部地区不存

收稿日期: 2012-06-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70973009;71273026)

作者简介: 赵玉焕(1973—),女,经济学博士,副教授,博士生导师,E-mail:zhaoyuhuan@bit.edu.cn

①数据来源:OECD 数据库 www.oecd.org。

在该曲线<sup>[5]</sup>。

上述学者的研究为本文提供了借鉴和基础。对碳排放与经济增长以及对外开放关系的研究,目前取得了一定的进展,但是因为这是一个较新的研究领域,很多问题尚无定论,研究方法也有待于进一步完善。研究大多集中在国家层面上,对于省域经济的经济增长与碳排放关系的研究并不多见。现阶段,中国多数省区尚处于工业化初期或中期,转变经济发展方式成为重要课题。其中,协调经济增长与碳排放的关系尤为重要。本文利用灰色关联理论,对山东省经济增长与碳排放的关系进行了研究。

## 二、山东省碳排放量的测算

本文对山东省碳排放量的测算以山东省化石能源终端消费量为基础,参照联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的《2006 温室气体排放清单编制指南》,估算 1990—2009 年山东省的碳排放量。

本文中山东省的终端能源消费数据来源于《山东统计年鉴 1991—2010》和《中国能源统计年鉴 1985—2010》,低位发热系数和折标煤系数均参照《中国能源统计年鉴》,各类能源的碳排放系数参照 IPCC《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》。

根据 IPCC 提供的计算方法,采用如下方法估算碳排放量

$$C_t = \sum_i c_{i,t} = \sum_i q_{i,t} e_i (1 - sc_i) n_i$$

其中, $C_t$ 表示  $t$  时期的碳排放总量; $c_{i,t}$ 表示  $t$  时期消耗能源  $i$  产生的碳排放量; $q_{i,t}$ 表示能源消耗量; $e_i$ 表示按能源类型给出的碳排放系数; $sc_i$ 表示固碳率; $n_i$ 表示  $i$  种能源的氧化率。在本文中能源氧化率采用 IPCC 推荐值,即  $n_i=1$ ,固碳率  $sc_i=0$ , $e_i$ 按照 IPCC《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》提供的缺省因子进行计算。经过计算得到图 1 中山东省 1990—2009 年的碳排放量。

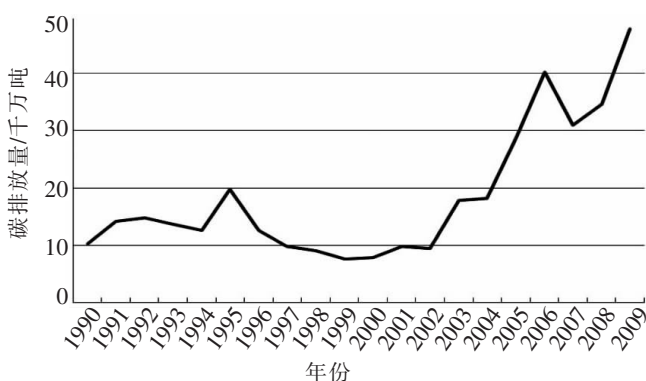


图 1 1990—2009 年山东省碳排放量

从山东省碳排放量的趋势图可以看出,在 2001 年之前,山东省的碳排放量保持在相对稳定的状态,基本维持在 10 千万吨左右,个别年份甚至接近 8 千万吨。但是,在 2001 年之后山东省的碳排放量迅速增加,2009 年达到了 47.7 千万吨,2001—2009 年均增长率达到 26%。

## 三、山东省经济增长与碳排放的关系

### (一) 数据分析

在实证分析中,山东省碳排放数据采用本文测算的碳排放量;经济增长指标以山东省地区和人均生产总值表示,数据年限为 1990—2009 年。山东省的地区生产总值和人均生产总值数据均来源于《山东统计年鉴 2010》。

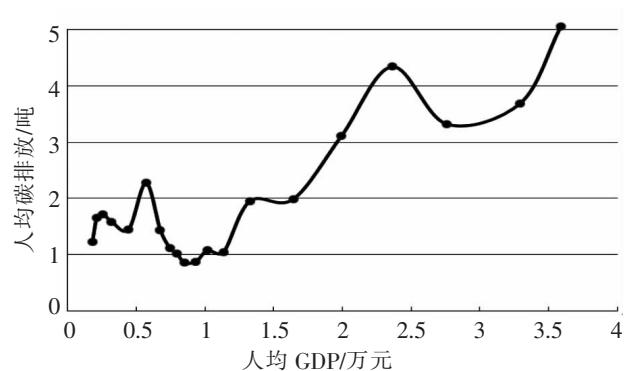


图 2 1990—2009 年山东省人均碳排放与人均 GDP 的关系

从 1990—2009 年山东省的人均 GDP(万元)与人均碳排放(吨)的关系看,在人均收入达到 1 万元之前,人均碳排放量先增加后减少;随着人均 GDP 的不断提高,人均碳排放量也逐渐增加,尤其是人均 GDP 在 1.6~2.25 万元时,增幅最为明显。因此,在 1990—2009 年,山东省的经济增长与碳排放并没有呈现出环境库兹涅茨曲线假说描述的“倒 U 形”。在多数年份,山东省的碳排放伴随着经济增长而增加,并没有出现明显的碳排放的拐点。这可能与中国(包括山东省)经济增长整体处于上升阶段有关。但是这并不能说明山东省经济增长与碳排放的关系是否符合环境库兹涅茨曲线。这需要更多的数据和更长的时间阶段才能有明确的结论。

环境库兹涅茨曲线仅描述了经济增长与碳排放的绝对量的关系,并不能完全反映碳排放量随着经济增长是否出现了改善。如果碳排放量的增长率小于经济增长率,或者碳排放的增长率逐年较少,那么也可以认为经济增长的质量出现改善。因此,本文拟从经济增长与碳排放量的增长率角度进行分析。以 1990 年为基期,设定上一年=100,计算得到山东省的经济增长与碳排放量的基期增长率,

如图3所示。

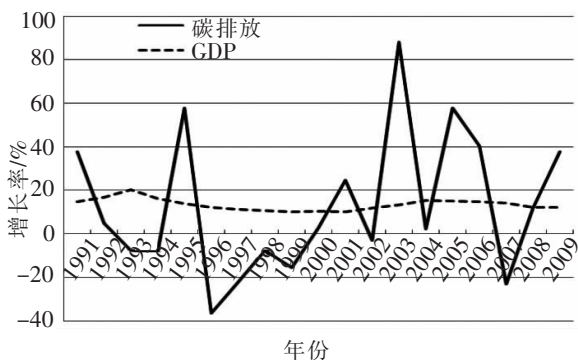


图3 山东省经济增长与碳排放增长率(上年=100)

从图3可以看出,从GDP和碳排放量的年增长率看,山东省的GDP增长率一直维持在10%以上,保持了持续的增长态势。但是,碳排放的年增长率出现了较大幅度的波动,其中在1999年之后,山东省的碳排放出现了大幅度的增长。这可能与工业化进程的加速和入世后的对外开放程度日益加深密切相关。

图4表示的是以1990年为基期的山东省经济增长率与碳排放增长率的关系,从图4中我们可以看出,1991—2009年山东省的经济增长一直保持强劲的增长态势;1991—2001年,山东省碳排放量的增长率有大幅的波动,有的年份出现了负增长的趋势;从2001年开始,伴随着经济的高速增长,山东省碳排放量的增长率出现了明显的提高。

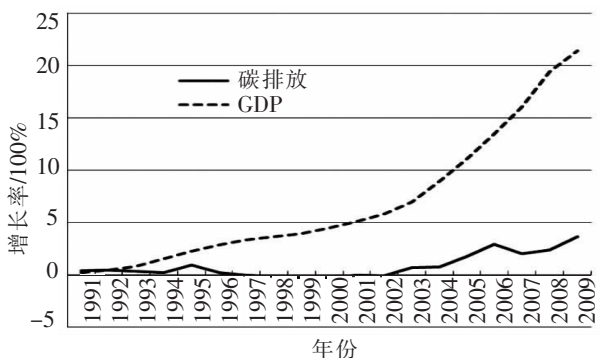


图4 山东省经济增长与碳排放增长率(1990年=100)

## (二)灰色关联分析

灰色关联分析法是灰色系统理论中研究关联度的一种重要方法,其基本思想是根据序列曲线几何形状的相似程度判断其联系是否紧密,曲线越接近,相应序列之间的关联度越大。灰色关联度的计算分为三种类型,分别为绝对关联度、相对关联度和综合关联度<sup>[6]</sup>。

以 $AG^0$ 表示山东省基期的人均地区生产总值, $AG_t$ 表示 $t$ 时期的人均地区生产总值; $C^0$ 表示山东省基期的碳排放量, $C_t$ 表示 $t$ 时期的碳排放量。本文使用灰色关联分析方法对山东省经济增长与碳排

放的关联度进行分析。

### 1.绝对关联度分析

由于山东省碳排放量和地区生产总值的单位不同,因此首先要对两序列进行无量纲化处理:

$$C=(C_1, C_2, \dots, C_n) \quad (1)$$

$$C^0=(C_1-C_1, C_2-C_1, \dots, C_n-C_1)=(c_1, c_2, \dots, c_n) \quad (2)$$

根据同样的方法,可以得到人均GDP序列的初始序列 $AG^0=(g_1, g_2, \dots, g_n)$

$$|s_0| = \left| \sum_{i=0}^{n-1} c_i + \frac{1}{2}c_n \right| \quad (3)$$

$$|g_0| = \left| \sum_{i=0}^{n-1} g_i + \frac{1}{2}g_n \right| \quad (4)$$

$$|g_0-s_0| = \left| \sum_{i=0}^{n-1} (g_i-s_0) + \frac{1}{2}(g_n-s_0) \right| \quad (5)$$

$$\varepsilon=(1+|s_0|+|g_0|)/(1+|s_0|+|g_0|+|g_0-s_0|) \quad (6)$$

将山东省1990—2009年的碳排放量数据和人均GDP数据代入式(6)可以得到二者的绝对灰色关联度为 $\varepsilon_1=0.483$ 。

### 2.相对关联度分析

在相对关联分析中,采用式(7)~(8)对碳排放量进行处理

$$C_0=(C_1/C_1, C_2/C_1, \dots, C_n/C_1)=(c'_1, c'_2, \dots, c'_n) \quad (7)$$

$$C'=(0, \frac{c'_2}{c'_1}-1, \dots, \frac{c'_n}{c'_1}-1) \quad (8)$$

同样的方法可以求出人均GDP对应的相对初始序列 $AG'$ ,根据式(3)~式(6)可求出碳排放量与人均GDP的相对关联度 $\varepsilon_2=0.554$ 。

### 3.综合关联度分析

本文认为碳排放量和经济增长的绝对量关系及相对变化率的关系同等重要。因此,对绝对关联度和相对关联度赋予同样的权重,即式(9)中的 $\rho=0.5$ ,计算得出碳排放量 and 经济增长二者的综合关联度 $\theta$ 为0.518。

$$\theta=\rho\varepsilon_1+(1-\rho)\varepsilon_2 \quad (9)$$

从以上三种关联度的计算结果看,山东省的经济增长与碳排放量的相关度并不明显,说明山东省的经济增长质量较为乐观。

## 四、结论

本文利用1990—2009年山东省的经济增长数据和碳排放量的数据,通过数据分析和灰色关联分析研究了山东省经济增长与碳排放的关系。主要研究结论如下:

1.山东省的经济增长与碳排放之间并非环境库兹涅茨曲线所表示的“倒U”形关系。2001年以来,

随着经济增长,碳排放也出现显著的增加。这一现象表明,在样本区间内山东省的碳排放随着经济的增长呈现出先减少后增加的趋势,并没有出现明显的库兹涅茨拐点。

2.从灰色关联的研究看,山东省的经济增长与碳排放的关联程度并不显著,山东省的经济增长的质量较为乐观,但是近年来,碳排放量的快速增长表明山东省还存在着较大的减排压力。

#### 参考文献:

- [1] Paresh K N, Seema N. Carbon dioxide emissions and economic growth: panel data evidence from developing countries [J]. *Energy Policy*, 2010 (38): 661-666.
- [2] Muhammad N, Faiz U R. Environmental kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: an empirical investigation [J]. *Energy Policy*, 2011 (39): 1857-1864.
- [3] 付加锋, 高庆先, 师华定. 基于生产与消费视角的CO<sub>2</sub>环境库兹涅茨曲线的实证研究[J]. *气候变化研究进展*, 2008(4): 376-381.
- [4] 韩玉军, 陆旸. 经济增长与环境的关系——基于对CO<sub>2</sub>环境库兹涅茨曲线的实证研究[J]. *经济理论与经济管理*, 2009(3): 5-11.
- [5] 许广月, 宋德勇. 我国出口贸易、经济增长与碳排放关系的实证研究[J]. *国际贸易问题*, 2010(1): 74-79.
- [6] 朱永升, 王卫华, 韩伯棠. 影响房地产市场需求因素的灰色关联度分析[J]. *北京理工大学学报: 自然科学版*, 2001(6): 782-785.

## Study on the Relationship between Economic Growth and Carbon Emission of Shandong Province

ZHAO Yuhuan, WANG Shaojun

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** In recent years, it's a hot and important issue to mitigate and respond to global climate change, and one important topic focuses on the relationship between economic growth and carbon emission. This paper studies the relationship between economic growth and carbon emission in Shandong province. It calculated carbon emissions from 1990 to 2009 of Shandong province, and used grey analysis method to figure out the relationship between economic growth and carbon emission of Shandong province. The result shows that carbon emission increases with economic growth and there is a weak relationship between economic growth and carbon emissions.

**Key words:** carbon emission; economic growth; grey analysis

[责任编辑: 箫姚]