

经济增长和环境污染的关系研究

周重阳

西南民族大学, 四川 成都

收稿日期: 2023年1月17日; 录用日期: 2023年1月29日; 发布日期: 2023年2月16日

摘要

改革开放以来, 我国经济取得了快速发展, 但是与此同时环境问题日益突显。经济新常态下为了推动经济由高速发展向高质量发展进行转变, 环境问题越来越成为关注的重点。本文探究了经济增长和环境污染间的相关关系, 选取2005年~2017年时间序列数据, 运用实证分析发现, 当前我国垃圾排放量处于随人均GDP增加的阶段; 废水排放量随经济增长而减少; 二氧化硫排放量随经济增长下降。

关键词

经济增长, 环境污染, EKC曲线

Study on the Relationship between Economic Growth and Environmental Pollution

Chongyang Zhou

Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: Jan. 17th, 2023; accepted: Feb. 29th, 2023; published: Feb. 16th, 2023

Abstract

Since the Reform and Open policy, Chinese economy has obtained the rapid development, but at the same time the environmental problem is highlighting day by day. "Lucid waters and lush mountains are invaluable assets." Under the new normal of economy, in order to promote the transformation from high-speed economic development to high-quality development, environmental issues have increasingly become the focus of attention. This paper explores the relationship between economic growth and environmental pollution, selects the time series data from 2005 to 2017, and uses empirical analysis to find that China's garbage emission is increasing with

per capita GDP at present. Wastewater discharge decreases with economic growth; sulfur dioxide emissions fall with economic growth.

Keywords

Economic Growth, Environmental Pollution, EKC Curve

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

改革开放以来,我国经济取得了迅速的发展,人民生活水平获得了显著的提高,GDP 增长速度常年维持在 7%以上的高点¹。但是随着近年来我国经济进入新常态,经济增长速度开始放缓,原有的粗放的大水漫灌式的发展模式难以为继,经济的发展模式开始由高速度向高质量进行转变,通过优化产业结构、推动创新发展等方式为经济提速提质。

虽然改革开放使我国的经济发展走上了快车道,但是与此同时一系列的问题也相伴而生,环境污染的加重无疑是经济快速发展带来的副作用。“绿水青山才是金山银山”,伴随着全球绿色经济概念的提出和发展以及我国对于减污降排的迫切需要,各省市大力倡导绿色经济的发展,经济的发展不能以牺牲环境作为代价。产业的绿色转型作为绿色经济发展和可持续发展的主要方式,可以有效推动经济发展模式的转型与环境质量的显著提高。

建立健全绿色低碳循环发展经济体系,促进经济社会发展全面绿色转型,是解决我国资源生态环境问题的基础之策,只有全方位全过程推行绿色规划、绿色设计、绿色投资、绿色建设、绿色生产、绿色流通、绿色生活、绿色消费,使发展建立在高效利用资源、严格保护生态环境、有效控制温室气体排放的基础上,统筹推进高质量发展和高水平保护,建立健全绿色低碳循环发展的经济体系,才能确保实现碳达峰、碳中和目标,并且推动我国绿色发展迈进新阶段。

2. 文献综述

当前国内外虽然对于绿色经济发展的理论方面进行了一定的研究,但是其多为讨论绿色经济的实现路径和政策建议等。李春米(2010) [1]便以陕西省为例,通过选取数据进行实证分析论证了陕西省 EKC 现象基本存在,张红凤等(2009) [2]则以山东省作为研究对象,认为环境保护和经济发展间存在 EKC 关系,并且随着不断发展,两者间可以实现双赢,张慧毅和魏大鹏(2011) [3]进一步完善了 EKC 理论,通过研究发现企业的竞争力收到环境问题的制约,并且我国的环境破坏依然在加重,仍未跨过拐点进入环境改善阶段。李谷成(2014) [4]、景维民和张璐(2014) [5]分别以农业和工业为对象,计算了其生产总值并进行了实证检验,分析了农业绿色发展与生态环境的关系,通过联系实际返现在产业发展的过程中存在污染过高的问题,论证了产业转型与环境 EKC 理论具有很高的关系。陈楚(2019) [6]则论证了发展绿色经济的意义,探究了绿色发展的方向和实践路径,并认为我国产业和经济的绿色发展仍处于初级阶段。孙攀(2019) [7]在传统库兹涅茨曲线的基础上,论证了产业结构与环境污染的关系,丰富了 EKC 的相关理论,宋马林和王舒鸿(2013) [8]认为环境保护的加强可以推动技术的进步,而技术的进步又可以促进经济的发展,丰富

¹数据来源:国家统计局官网 <http://www.stats.gov.cn/>。

了环境保护对经济增长影响机制的研究。

在实证分析方面,涂爽和徐芳(2020) [9]以农业作为研究对象,选取 2005 年~2017 年的省际面板数据,通过空间杜宾模型 SDM 分析了农业领域经济增长与环境污染的相关关系,为绿色农业和可持续发展的相关理论提供了依据。邓光耀(2021) [10]则选取 2011 年~2018 年中国 30 个省份的面板数据,通过平滑转换模型对于经济增长和环境污染的相关关系进行了非线性影响的分析。为经济高质量发展、环境保护等方面研究提供了重要的借鉴和参考,李治国和周德田(2013) [11]利用向量自回归模型(VAR 模型)同样印证了在环境污染和经济增长间 EKC 关系存在的证据,而黄清煌和高明(2016) [12]则采用联立方程组的方法证明了 EKC 关系,并认为环境保护对经济增长的影响在东中西部不同地区间存在差异。

3. 实证分析

3.1. 变量选择与数据来源

本文主要探究环境质量改善与经济增长的相关关系,数据选择方面,在环境质量的相关指标上,选取具有代表性的“三废”(废水、废气、废物)的排放量变化作为分析环境改善的变量,选取废水排放总量作为废水排放的指标、选取二氧化硫排放量作为废气排放的指标、废物排放指标因所查找的数据缺少工业固体废弃物排放的相关数据,故选取垃圾清运量作为替代指标;在经济增长相关指标上,选取人均国内生产总值即人均 GDP 作为衡量经济增长的指标,减少了人口因素对于经济增长的影响。

数据来源方面,本文数据来自国家统计局官网,《中国统计年鉴》、《中国生态环境状况公报》、《新中国 60 周年统计资料汇编》。在时间长度上,由于相关数据的可得性,本文选取 2004 年~2017 年共 14 个观测值组成的时间序列数据进行分析,具体数据见表 1:

Table 1. Data list

表 1. 数据列表

年份	垃圾清运量 (万吨)	废水排放总量 (万吨)	二氧化硫排放量 (吨)	国内生产总值 (亿元)	人均国内生产总值 (元)
2004 年	15509.3	4,824,094	22,549,000	161840.2	12,487
2005 年	15576.8	5,245,089	25,494,000	187318.9	14,368
2006 年	14841.3	5,144,802	25,888,000	219438.5	16,738
2007 年	15214.5	5568494.16	24,680,000	270092.3	20,494
2008 年	15437.7	5,716,801	23,210,000	319244.6	24,100
2009 年	15733.7	5890877.25	22,140,000	348517.7	26,180
2010 年	15804.8	6,172,562	21,850,000	412119.3	30,808
2011 年	16395.3	6591922.44	22179081.69	487940.2	36,302
2012 年	17080.9	6847612.14	21,180,000	538580	39,874
2013 年	17238.6	6954432.7	20,439,000	592963.2	43,684
2014 年	17860.2	7161750.53	19,744,000	643563.1	47,173
2015 年	19141.9	7353226.83	18,591,000	688858.2	50,237
2016 年	20,362	7110953.88	11028643.04	746395.1	54,139
2017 年	21520.9	6996609.97	8753975.72	832035.9	60,014

(数据来源:国家统计局官网,《中国统计年鉴》、《中国生态环境状况公报》、《新中国 60 周年统计资料汇编》)。

3.2. 统计数据描述性分析

对数据进行统计性描述。分析结果如下见表 2:

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean	Variance
indrub	14	6680	14841	21521	16980	4235476
indwat	14	2529133	4824094	7353227	6255659	728086817334
Indso2	14	17134024	8753976	25888000	20551907	24818215569566
GDP	14	669966	161415	831381	459354	47598726039
GDPper	14	47527	12487	60014	34043	242384427
Valid N (listwise)	14					

Indrub 表示垃圾清理量, indwat 表示废水排放量, indso2 表示二氧化硫排放量, GDP 表示国民生产总值, GDPper 表示人均国民生产总值。由表可知从 2004 年~2017 年, 环境方面, 垃圾清理量平均每年约为 1.7 亿吨, 废水排放量平均每年为 625.6 亿吨, 二氧化硫排放量平均每年约为 2588.8 万吨; 经济增长方面, 国内生产总值平均每年为 459,354 亿元, 人均国内生产总值平均每年为 34,043 元。由此可见, 中国的经济有了很大的发展, 但是环境问题依然急需解决。

3.3. 回归分析

模型选择方面, 本文采用库兹涅茨曲线探究环境变化与经济增长的关系。根据相关文献, 选用环境质量与经济增长的简约回归模型进行分析, 其公式如下:

$$E_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + \beta_2 Y_t^2 + \beta_3 Y_t^3 + \mu$$

其中, E_t 代表第 t 年的污染排放总量, Y_t 代表第 t 年的人均国内生产总值。对于不同的 β 取值, 库兹涅茨曲线(EKC)具有不同的形式。EKC 与 β 取值的关系见表 3:

Table 3. List of EKC models

表 3. EKC 模型列表

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 取值	EKC 形状
$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 > 0$	N 型
$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0, \beta_3 < 0$	倒 N 型
$\beta_1 > 0, \beta_2 < 0, \beta_3 = 0$	倒 U 型(EKC 关系)
$\beta_1 < 0, \beta_2 > 0$	U 型
β_1 不等于 0, $\beta_2 = 0, \beta_3 = 0$	线性关系

选取表 3 的模型, 分别对垃圾排放量和人均 GDP、废水排放量和人均 GDP、二氧化硫排放量和人均 GDP 进行回归。分析结果见表 4:

在表 4 中, C 表示截距项, $GDPp^2$ 表示人均国民生产总值 GDPper 二次项, $GDPp^3$ 表示人均国民生产总值 GDPper 三次项, adj-Rsquare 表示调整后的拟合优度, obs 为观测值数量, 括号内的数值为对应的 t 值。

Table 4. Regression results
表 4. 回归结果

污染指标	indrub	indwat	indso2
C	16708.73 (38.18)	4,637,302 (11.86)	19,800,000 (7.28)
GDPper	-0.1488638 (-5.29)	-6.386498 (-0.16)	430.4806 (2.46)
GDPp ²	3.86e-06 (9.77)	0.0030823 (2.59)	-0.100551 (-4.09)
GDPp ³	0	-3.86e-08 (-3.53)	0
adj-Rsquare	0.9814	0.9853	0.8936
obs	14	14	14
形状	U 型	倒 N 型	倒 U 型(EKC 关系)

1) 垃圾排放量与人均 GDP 的 EKC 检验

根据垃圾排放量与人均 GDP 回归得到回归方程为：

$$\text{indrub} = 16708.73 - 0.15\text{gdpper} + 3.83\text{e} - 06\text{gdpper}^2$$

其中 GDPper 的系数小于 0，GDPper² 的系数大于 0，由表 3 可知，EKC 曲线为 U 型，即垃圾排放量随着经济增长先减少后增加(见图 1)。

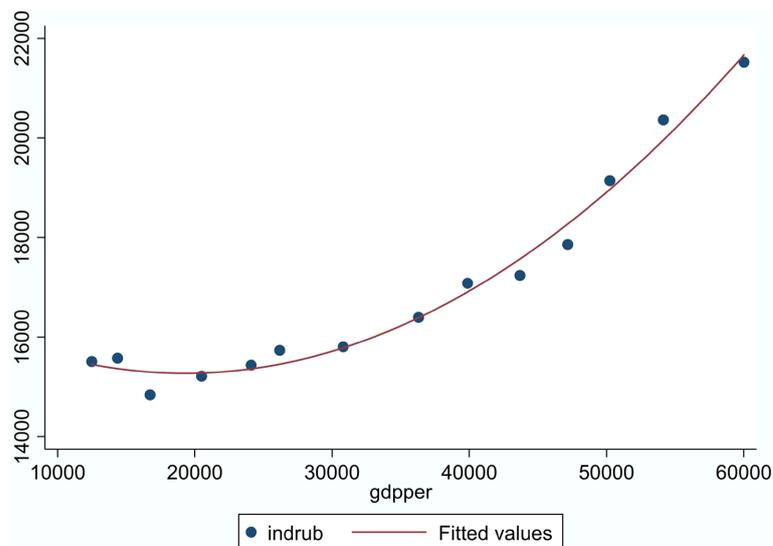


Figure 1. EKC curve of waste discharge

图 1. 垃圾排放量 EKC 曲线

对方程求一阶导数得：

$$-0.15 + 7.72\text{e} - 06\text{gdpper} = 0$$

表达式可知，当人均 GDP 高于 19,283 元时，垃圾排放量将会表现增加趋势，即人均 GDP 增加时，垃圾排放量将会增加，这样的结果可能是因为在经济发展还不充分的阶段，居民人均收入较少，因而消

费量相对较少；而随着经济不断发展，收入不断提高，居民的消费能力与消费意愿也不断增加，从而增加了垃圾排放量。目前中国人均 GDP 为 70,892 元，位于 U 型曲线左侧，处于垃圾排放量随人均 GDP 增加的阶段，这一结论与表 1 中的数据相符合。

2) 废水排放量与人均 GDP 的 EKC 检验

根据废水排放量和人均 GDP 回归得到的回归方程为：

$$\ln wat = 4637302 - 6.39gdpper + 3.83e - 06gdpper^2 - 3.86e - 08gdpper^3$$

其中 GDPper 的系数小于 0，GDPper² 的系数大于 0，GDPper³ 的系数小于 0，由表 3 可知 EKC 曲线为倒 N 型，即废水排放量随经济增长先减少后增加再减少(见图 2)。

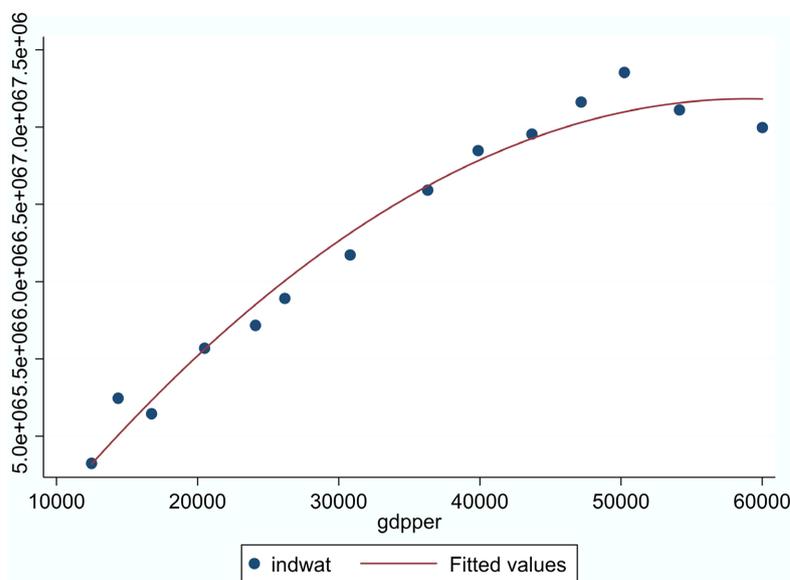


Figure 2. EKC curve of wastewater discharge
图 2. 废水排放量 EKC 曲线

对方程分别求一阶导数和二阶导数得：

$$\begin{aligned} -6.39 + 0.0062gdpper - 1.158e - 07gdpper^2 &= 0 \\ 0.0062 - 2.316e - 07GDPper &= 0 \end{aligned}$$

求得转折点分别位于人均 GDP 约为 1058 元和人均 GDP 约为 52,181 元处，拐点位于人均 GDP 约为 26617.44 元处，对应时间约为 2016 年。根据表达式可知，当人均 GDP 低于 1058 元时，废水排放量将会表现减少趋势；当人均 GDP 高于 1058 元时，废水排放量开始表现增加趋势；当人均 GDP 高于 52,181 元时，废水排放量表现减少趋势，这样的结果可能是因为在经济发展初期阶段，工业发展相对不充分，废水排放相对较少；而随着工业的不断发展，废水排放量随生产水平提高而提高；当经济发展较快时，产业结构会进行调整，并且资源利用效率不断提升，废水排放量随经济增长而减少。当前中国位于倒型曲线右侧，废水排放量随经济增长而减少。

3) 二氧化硫排放量与人均 GDP 的 EKC 检验

根据二氧化硫排放量和人均 GDP 回归得到的回归方程为：

$$\ln dso2 = 19800000 + 430.4806GDPper - 0.01gdpper^2$$

其中 GDP_{per} 的系数大于 0, GDP_{per}^2 的系数大于 0, 由表 3 可知 EKC 曲线为倒 U 型, 即二氧化硫排放量随经济增长先增加后减少, 这样的图形符合 EKC 关系(见图 3)。

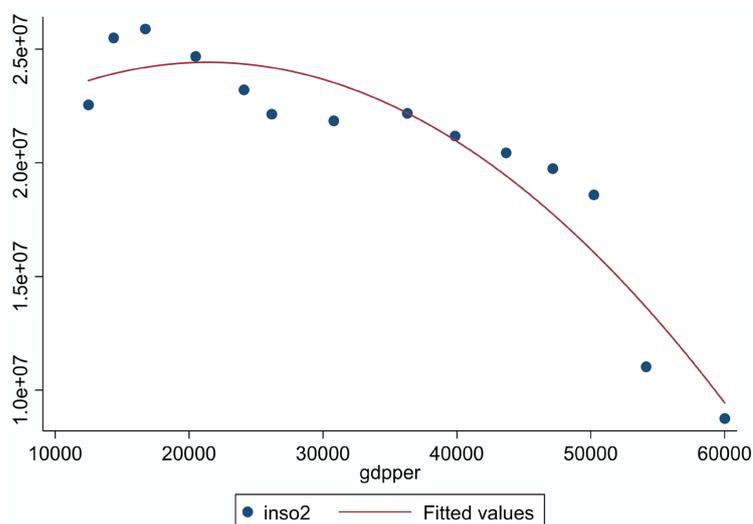


Figure 3. EKC curve of SO₂ emissions

图 3. 二氧化硫排放量 EKC 曲线

对方程求一阶导数得:

$$430.48 - 0.02GDP_{per} = 0$$

求得转折点位于人均 GDP 约为 21406.08 元处, 对应的时间约为 2008 年。根据表达式可知, 当人均 GDP 高于 21,406 元时, 二氧化硫排放量将会表现减少趋势, 即人均 GDP 增加时, 二氧化硫排放量将会增加, 这可能是由于二氧化硫的排放主要来自于工厂生产和汽车尾气的排放, 在经济发展初期, 工厂不断发展进行生产, 会使二氧化硫排放量增加, 而随着经济的发展, 经济结构开始进行调整, 并且开始使用清洁能源, 从而减少了二氧化硫的排放量。当前中国位于倒 U 型曲线转折点的右侧, 二氧化硫排放量随经济增长下降。

4. 结论和政策建议

4.1. 结论

我国传统的经济发展模式主要侧重于经济发展速度的提高, 对于环境的造成了很大程度的破坏, 而在新常态下, 经济的发展要逐渐向高质量发展进行过渡, 因此环境质量的改善便成为了越来越重要的问题。在此背景下, 本文主要探究环境质量改善与经济增长的相关关系, 在数据来源方面, 通过国家统计局官网, 《中国统计年鉴》、《中国生态环境状况公报》、《新中国 60 周年统计资料汇编》选取 2004 年~2017 年共 14 个观测值组成的时间序列数据进行分析。在模型构建方面, 通过在模型中加入二次项和三次项以探究经济增长和环境污染间存在的 EKC 关系。本文发现, 垃圾排放量的 EKC 转折点位于人均 GDP 约为 19282.88 元处, 对应的时间约为 2006 年目前中国人均 GDP 为 70,892 元, 位于 U 型曲线左侧, 处于垃圾排放量随人均 GDP 增加的阶段; 废水排放量的 EKC 转折点分别位于人均 GDP 约为 1058 元和人均 GDP 约为 52,181 元处, 拐点位于人均 GDP 约为 26617.44 元处, 对应时间约为 2016 年, 当前中国位于倒型曲线右侧, 废水排放量随经济增长而减少; 二氧化硫的 EKC 转折点位于人均 GDP 约为 21406.08 元处, 对

应的时间约为 2008 年；当前中国位于倒 U 型曲线转折点的右侧，二氧化硫排放量随经济增长下降。

4.2. 政策建议

1) 提高垃圾回收效率和再利用能力。宣传垃圾分类的相关知识，继续推进垃圾分类政策的推广和实施；提供消费者和厂商的环保意识，减少相应生产生活垃圾的排放；大力发展废弃资源再利用技术，提高排放垃圾中可利用资源的回收能力。

2) 推进水资源治理成效的提高。继续推进污染排放交易市场的发展，借助市场的力量，减少工业污水的排放；利用税收等相关政策，倒逼重度水污染企业进行整顿和调整，发展低污染低耗能生产工艺；对于生活用水，采用梯度收费模式，提高消费者对于水资源的保护意识，提升水资源利用效率。

推行削减碳排放的技术。通过技术创新，提高能源利用效率，发展低碳能源和可再生能源，改善能源消费结构。

参考文献

- [1] 李春米. 经济增长、环境规制与产业结构——基于陕西省环境库兹涅茨曲线的分析[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2010, 38(5): 96-102. <https://doi.org/10.13885/j.issn.1000-2804.2010.05.021>
- [2] 张红凤, 周峰, 杨慧, 郭庆. 环境保护与经济发展双赢的规制绩效实证分析[J]. 经济研究, 2009, 44(3): 14-26+67.
- [3] 张慧毅, 魏大鹏. 环境约束、环境库兹涅茨曲线与产业竞争力生成能力[J]. 中央财经大学学报, 2011(11): 56-61.
- [4] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命: 1978-2008 年[J]. 经济学(季刊), 2014, 13(2): 537-558. <https://doi.org/10.13821/j.cnki.ceq.2014.02.011>
- [5] 景维民, 张璐. 环境管制、对外开放与中国工业的绿色技术进步[J]. 经济研究, 2014, 49(9): 34-47.
- [6] 陈楚. 产业绿色发展: 政府行为、企业意愿与民间资本选择[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2019, 21(2): 57-68+107.
- [7] 孙攀, 吴玉鸣, 鲍曙明, 仲颖佳. 经济增长与雾霾污染治理: 空间环境库兹涅茨曲线检验[J]. 南方经济, 2019(12): 100-117. <https://doi.org/10.19592/j.cnki.scje.361045>
- [8] 宋马林, 王舒鸿. 环境规制、技术进步与经济增长[J]. 经济研究, 2013, 48(3): 122-134.
- [9] 涂爽, 徐芳. 农业经济增长与农业环境污染——基于空间效应的分析[J]. 农村经济, 2020(8): 109-117.
- [10] 邓光耀. 经济增长对环境冲突的非线性影响[J]. 统计与决策, 2021, 37(8): 120-123. <https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyj.2021.08.026>
- [11] 李治国, 周德田. 基于 VAR 模型的经济增长与环境污染关系实证分析——以山东省为例[J]. 企业经济, 2013, 32(8): 11-16. <https://doi.org/10.13529/j.cnki.enterprise.economy.2013.08.001>
- [12] 黄清煌, 高明. 环境规制对经济增长的数量和质量效应——基于联立方程的检验[J]. 经济学家, 2016(4): 53-62. <https://doi.org/10.16158/j.cnki.51-1312/f.2016.04.007>