

基于库兹涅茨曲线的浙江省经济发展与环境污染关系研究

王丹萍, 吴舒红, 陈瑞琛, 阎虎勤

厦门国家会计学院, 福建 厦门

Email: 405408298@qq.com, 417482021@qq.com, 1294555619@qq.com, yanhuqin@xnai.edu.cn

收稿日期: 2021年5月29日; 录用日期: 2021年6月21日; 发布日期: 2021年6月28日

摘要

近年来, 政府部门对环境保护与生态文明建设的重视程度越来越高, 这是因为经济发展和环境污染这两个话题总是紧密相关的。本文采用2007至2019年浙江省环境经济数据, 选取其中具有代表性的环境污染与经济发展指标, 构建了浙江省废水排放量、工业废气排放量、工业固体废物排放量与GDP的计量模型, 从而对浙江省环境污染物排放的库兹涅茨曲线特征进行了实证分析。结果表明: 浙江省2007至2019年废水排放量、工业废气排放量、工业固体废物排放量与GDP拟合曲线呈现倒“U”型曲线关系, 环境状况总体向好发展。

关键词

库兹涅茨曲线, 经济发展, 环境污染, 浙江省

Research on the Relationship between Economic Development and Environmental Pollution in Zhejiang Province Based on Kuznets Curve

Danping Wang, Shuhong Wu, Ruichen Chen, Huqin Yan

Xiamen National Accounting Institute, Xiamen Fujian

Email: 405408298@qq.com, 417482021@qq.com, 1294555619@qq.com, yanhuqin@xnai.edu.cn

Received: May 29th, 2021; accepted: Jun. 21st, 2021; published: Jun. 28th, 2021

Abstract

In recent years, government departments pay more and more attention to environmental protection and ecological civilization construction, because economic development and environmental pollu-

tion are always closely related. Based on the environmental and economic data of Zhejiang Province from 2007 to 2019, this paper selects the representative indicators of environmental pollution and economic development, constructs the econometric model of Zhejiang Province's wastewater discharge, industrial waste gas discharge, industrial solid waste discharge and GDP, and makes an empirical analysis on the characteristics of the Kuznets curve of environmental pollutant discharge in Zhejiang Province. The results show that: the fitting curve of Zhejiang Province's wastewater discharge, industrial waste gas discharge, industrial solid waste discharge and GDP from 2007 to 2019 presents an inverted "U" curve, and the overall environmental situation is developing well.

Keywords

Kuznets Curve, Economic Development, Environmental Pollution, Zhejiang Province

Copyright © 2021 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

1971 年的诺贝尔经济学奖获得者库茨涅兹在 1955 年首次提出“随着经济的增长，收入不平等先呈现出加剧的趋势，后得到改善。”随后，普林斯顿大学的经济学教授和罗斯曼与克鲁格在 1991 年率先对环境的质量与人均收入这二者之间的关系进行实证研究，其研究结果表明：随着经济的增长，环境破坏程度也是先加剧后得到改善的。于是，学者们将此类关系称之为库茨涅兹曲线(EKC)。随着时间的推移以及研究的不断深入，库茨涅兹曲线(EKC)的应用范围也在不断地扩大。

随着我国经济的不断增长，环境污染的问题也日益严重。党的“十九大”报告表明要不断加大对生态环境的保护力度，以期实现生态环境和经济有效增长的可持续协调发展。经济发展会造成环境破坏，从而影响到我们的正常生活，但是保护环境却很可能会对经济发展起到一定的制约作用。因此，研究环境污染与经济发展之间的关系，是我们应当迫切关注的话题。本文主要利用库兹涅茨曲线对经济指标和环境污染指标之间的关系进行分析。为了更深度探究经济发展和环境污染之间的关系，本文以浙江省为例，并从环境库兹涅茨曲线模型出发，通过选取并整理 2007 年至 2019 年浙江省的人均 GDP 和三种具有代表性的污染物指标数据，运用 Python 语言对其关系进行走势分析，并在此基础上，结合当前经济发展的方向，为浙江省的生态文明建设提供理论依据。

2. 文献综述

美国经济学家库兹涅茨(1995) [1]提出经济发展与人均财富差距变化的关系呈现出倒“U”形曲线的假说，因此被命名为库兹涅茨曲线。Panayotou (1996) [2]借用库兹涅茨的倒“U”型曲线来描述环境质量与人均收入间的关系，首次被称为环境库兹涅茨曲线(EKC)。环境库兹涅茨曲线大量地被应用于探讨环境和经济发展关系的研究中。

张剑[3]在研究烟台市生产总值与环境污染状况关系时，发现 2001~2017 年，烟台市工业固体废物产生量、烟(粉)尘排放量、废水排放量与人均 GDP 均呈倒“N”型关系，二氧化硫排放量与人均 GDP 呈倒“U”型关系，且各曲线均已达到拐点，符合环境库兹涅茨曲线的特征。尚杰、李新、邓雁云[4]环境库兹涅茨曲线的具体应用受到不同区域具体特征的影响可能会呈现出不同形状，但该理论对于研究经济发展方向、制定经济结构调整政策具有重大意义。李春梅[5]发现北京市的经济发展与大气环境之间呈现出“U”型、“N”

型等关系。与传统的“环境库兹涅茨曲线”并不相符。柯文峯[6]等人以山西省的数据进行研究发现，山西省存在着环境库兹涅茨曲线，但是随着经济的增长，山西省的自然环境逐步恶化。同样的结论也出现在包群、彭水军[7]的研究中，他们基于1996~2000年中国30个省(市、自治区)6类环境指标的面板数据，通过构建方程组得出中国存在环境库兹涅茨倒U型曲线；并且认为治理污染、改善环境质量的关键途径是加速经济增长的观点具有误导性。在处理环境恶化、污染排放这类具有负外部效应的问题时，环保经费的投入、治污技术的创新、贸易开放所带来的收益与产业结构的优化都是降低污染排放、减缓环境压力的重要途径。

林伯强、蒋竺均[8]研究发现，简单的二氧化碳库兹涅茨模型模拟的理论曲线对中国未来的二氧化碳排放情况预测能力较弱，人均二氧化碳排放数量还受能源消费强度和能源结构碳强度的影响，工业能源强度和煤炭消费比例是两者变动的决定性因素。樊胜岳、麻亮亮[8]选取我国1987~2013年土地利用、温室气体排放和用水量数据，运用投入产出法计算足迹家族中的土地足迹、碳足迹和水足迹，进行环境库兹涅茨曲线分析，得出指标的选取会影响环境库兹涅茨曲线形态的结论。

许广月、宋德勇[9]选用1990~2007年中国省域面板数据，运用面板单位根和协整检验方法，研究了中国碳排放环境库兹涅茨曲线的存在性。研究结果表明：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，但是西部地区不存在该曲线。宋马林[10]等人采用工业废气作为环境污染指标，且国内大多数省份的工业废气和GDP的库兹涅茨曲线的拐点大概会在2012~2017年内均可达到。

综上所述，此处以浙江经济及环境特征为例验证环境库兹涅茨曲线，以探寻浙江省经济发展状况与环境质量状况的关系为目的，为进一步促进浙江省经济发展与环境可持续发展提供参考与借鉴，并丰富环境库兹涅茨曲线的相关理论假设。

3. 数据来源

部分学者认为环境库兹涅茨曲线受到多种因素影响，因此选择合适的测量指标有利于更科学地衡量经济发展水平与环境状况之间的关系。本文使用废水排放总量，工业废气排放总量，工业废物排放总量作为衡量标准。许多学者也在此基础上使用三种废弃物的排放量来衡量环境污染程度。经济发展状况的衡量指标主要分为宏观经济指标与微观经济指标，国际上通常使用GDP(宏观经济指标)作为衡量标准。所以，本研究基于数据获取的难易程度以及计算便捷程度，将GDP值设置为经济发展状况的指标，同时选取三种工业废弃物作为环境污染程度的衡量指标。文中所使用数据(具体见表1)均从《浙江省统计年鉴》查询获得。

Table 1. Economic environment indicators in Zhejiang Province from 2007 to 2019

表1. 2007年~2019年福建省经济环境指标

年份	全省生产总值(亿元)	废水排放总量	工业废气排放总量(亿标立方米)	工业废物排放总量	人口数(万人)
2007	18,639.95	338,101.00	17,467.00	3613.00	4659.34
2008	21,284.58	350,377.00	17,633.00	3785.00	4687.85
2009	22,833.74	365,017.00	18,860.00	3910.00	4716.18
2010	27,399.85	422,618.00	24,435.00	4843.00	4747.95
2011	31,854.80	420,417.00	24,940.00	4529.00	4781.31
2012	34,382.39	420,960.00	23,967.00	4542.00	4799.34
2013	37,334.64	419,120.00	24,565.00	4404.00	4826.89
2014	40,023.48	418,262.00	26,958.00	4700.00	4859.18
2015	43,507.72	433,822.00	26,841.00	4678.00	4873.34
2016	47,254.04	430,857.00	22,185.00	4496.00	4910.85

Continued

2017	52,403.13	453,935.00	31,310.00	4828.00	4957.63
2018	58,002.84	463,895.00	28,498.00	5134.00	4999.84
2019	62,351.74	476,707.00	32,834.00	5315.00	5038.91

4. 模型原理

一个地区经济的发展导致环境污染的相关变化，其实是以牺牲环境保护为代价来促进经济的增长。当经济增长所带来的收益大于缓解环境污染的力度时，会表现为随着经济的增长水环境污染逐渐加重，反之则环境污染逐渐减轻。环境库兹涅茨曲线理论具体解释为一开始随着经济的增长，污染指标随之增长；随着时间推移，人们开始意识到保护环境的重要性，随后污染指标随着经济增长反而表现为下降趋势。即环境污染与经济增长之间为“倒 U 型”曲线关系。但是，库兹涅茨曲线的形态并不总是保持为经典的倒“U”型，由于区域经济发展水平不同，不同地区往往有不同的表现形式。众多的研究中也出现过“N 型”、“倒 N 型”、“U 型”、线型等不同形式。本文根据福建省环境质量指标的可获得性，选取三种：废水排放总量(Y_{1t})、工业废气排放总量(Y_{2t})、工业废物排放总量(Y_{3t})。对于经济增长指标，选择人均 GDP。模型所用数据来源于《浙江省统计年鉴》(2007~2019)。本文根据浙江省经济及环境发展的特点，选择“倒 U 型”形式，并将模型设定为如下三个：

$$\begin{aligned} Y_{1t} &= \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \alpha_2 X_t^2 + \delta_t \\ Y_{2t} &= \alpha_3 + \alpha_4 X_t + \alpha_5 X_t^2 + \delta_t \\ Y_{3t} &= \alpha_6 + \alpha_7 X_t + \alpha_8 X_t^2 + \delta_t \end{aligned}$$

模型确定后，利用 Python 进行数据拟合分析。

5. 浙江省经济发展指标与环境污染拟合结果分析

5.1. 工业废水排放总量的方程拟合

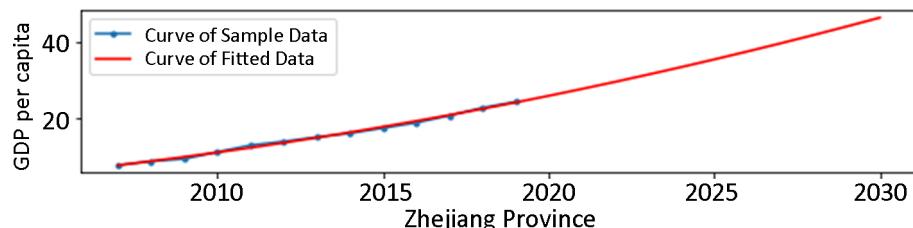


Figure 1. GDP per capita

图 1. 人均 GDP

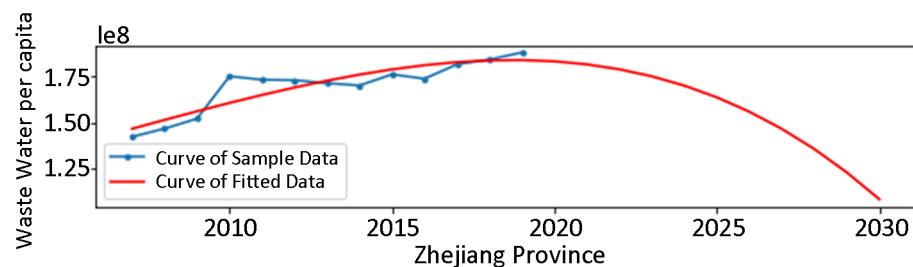


Figure 2. Waste waste per capita

图 2. 人均工业废水

如图所示, 图 1 为浙江省人均实际 GDP 图, 图 2 为浙江省人均废水排放量与人均实际 GDP 之间的能源库兹涅茨曲线。拟合方程为:

$$y_{1,t} = -1.475x^2 + 6.989x + 1.011$$

根据程序输出结果, 方程拟合结果显示的变化趋势基本与环境库兹涅茨曲线相吻合。随着人均 GDP 的持续增长, 浙江省人均工业废水排放量会先增加、再减少。从图 2 可以看出, 从 2007 年到 2019 年随着人均 GDP 的增加, 浙江省人均工业废水排放量也不断增加, 到 2019 年达到了最大值。从 2019 年开始, 随着人均 GDP 的增加, 废水排放量有了明显的减少, 并且预测在未来将持续减少。

这样的预测是具备实际意义的。近年来, 中国政府包括浙江省政府, 不断出台各项政策和措施来加强对工业废水排放量的控制, 例如 2020 年 1 月, 浙江省印发了关于浙江省工业园区(工业聚集区)“污水零直排区”的建设评估指标体系及评估验收规程的通知, 以加强浙江省内对废水、污水排放的控制。在诸如此类政策的实施下, 浙江省人均废水排放量极有可能如预测结果那样, 在 2019 年后, 呈现下降趋势。

5.2. 工业废气排放总量的方程拟合

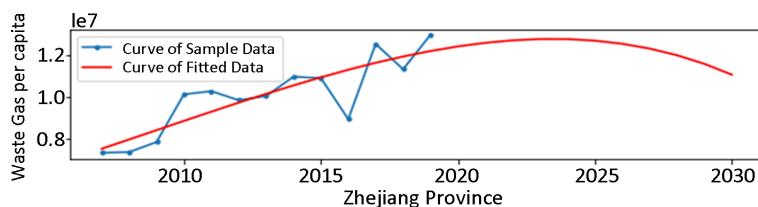


Figure 3. Waste gas per capita

图 3. 人均工业废气排放量

如图所示, 图 3 为浙江省人均工业废气排放量与人均实际 GDP 之间的能源库兹涅茨曲线。拟合方程为:

$$y_{2,t} = 5.599x^2 + 3.707x + 6$$

根据方程结果可以看出, 浙江省人均 GDP 与人均工业废气排放量两者之间呈现倒“U”型曲线特征, 基本与环境库兹涅茨曲线相吻合。意味着随着人均 GDP 的增长, 浙江省人均工业废气排放量会先增加、再减少。同时, 由图 3 的预测结果可以看出, 2007 年到 2024 年, 浙江省工业废气污染处于倒“U”型曲线的左部, 随着人均 GDP 的增长, 废气排放总量在迅速增加。2024 年以后, 浙江省工业废气排放量呈递减的趋势, 工业废气的排放会越过恶化阶段开始向好发展。

这样的参考结果具备参考价值, 但未必完成正确。预测结果显示, 浙江省人均工业废气排放量会在 2024 年达到极值。但随着中央和地方政府对工业废气排放的管控, 在未来几年, 浙江省人均工业废气排放量未必会呈持续上升趋势, 也可能受这项政策和措施的影响, 而较早达到极值点。

5.3. 工业废物排放总量的方程拟合

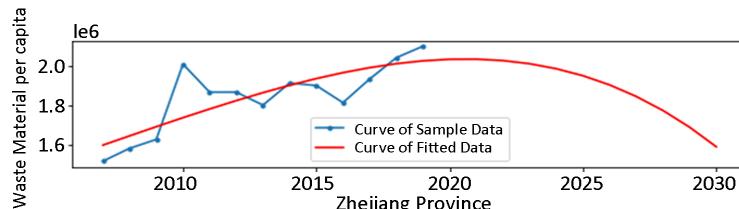


Figure 4. Total industrial waste emissions

图 4. 工业废物总排放量

如图所示,图4为浙江省人均工业废气排放量与人均实际GDP之间的能源库兹涅茨曲线。拟合方程为:

$$y_{3,t} = 6.325x^2 + 1.179x + 6$$

根据输出结果,在收入水平较低阶段,人均工业废物产生量随着人均GDP增加不断增加,而,也预计在2021年时,人均工业废物产生量将达到极值。现阶段的浙江省人均废物排放量正处于极值点,在未来,随着浙江省人均GDP的上升,浙江省人均工业废物排放量将呈现下降趋势,越过恶化阶段开始向好发展。

程序对浙江省人均工业废物排放量的预测同样具备参考意义。程序预测到2021年,浙江省人均工业废物排放量将达到最高,之后呈下降趋势。这样的预测与实际相挂钩,与政府的政策执行相联系。未来浙江省人均工业废物排放量很可能照这样的趋势发展。

6. 结论及建议

本文通过对浙江省2007~2019年经济发展与环境污染状况进行趋势分析,选取了具有代表性的经济环境指标。浙江省三种类型的污染物排放量均与GDP之间有相关关系且均符合环境库兹涅茨曲线,呈现倒“U”型曲线关系,表明浙江省环境污染问题正在得到改善,这说明浙江省政府部门的关注、人民群众的环保意识与科学技术得到了发展和提升,针对浙江省的环境保护问题提出以下建议:

首先,制定、健全保护生态环境的经济政策要转变观念,提高认识。要提高到以人为本,提高到满足人的生活质量的高度,这既是人类共同的要求,也是人类共同的责任。要做到环境保护与经济增长并重,环境保护与经济发展同步,既要遵循经济规律,更要遵循自然规律。这是制定、健全保护生态环境经济政策的思想基础。

第二,要尽快促进产业升级,优化调整产业结构。因地制宜、具体情况具体分析地制定产业升级计划,充分利用浙江省的沿海资源和地理优势,形成特色产业,适当发展现代服务业,如旅游业,大力发展现代服务业可以使浙江经济在平稳增长的同时减少污染排放。关闭生产总值贡献率低、高能耗高污染、环保质检不过关等工厂企业,在维持一些低污染低能耗的优势产业和企业的同时,发展战略性新兴产业,为引领产业升级提供支柱。

第三,在经济社会发展规划、计划中,建立衡量经济社会发展的双指标体系。国内生产总值(GDP)作为衡量经济发展的重要指标是必要的、可行的,是与世界接轨的。实践证明,它对促进经济发展起到了重要的推动作用,但是在经济社会发展的新形势下,它的缺陷和副作用也越来越明显。因此,还必须建立衡量社会发展的指标体系,其中包括保护生态环境的量化指标。进而推动经济社会发展,使人类生存既有丰厚的物质基础,又有优美的生存环境。

第四,有效发挥税收杠杆调节作用,促进资源行业持续健康发展。在增值税方面,对清洁生产以及低能耗的企业,在增值税上实行优惠政策,反之,对污染严重的企业则加征税收以弥补其生产对于环境造成的损害。在消费税方面根据对环境污染的影响程度不同实行不同的等级税率。在所得税方面,对环境友好型企业实现税收优惠,并且对治理环境污染的设备进行加速折旧,鼓励这类设备不断更新。

第五,优化能源结构。浙江省位于沿海地区,潮汐能与风电光能丰富。政府应加大政府补贴力度,对于清洁能源企业进行扶持,给予优惠利率贷款,优化融资能力等。通过一系列举措来降低清洁能源成本,缩小清洁能源与火电之间的成本差异。

基金项目

本论文得到了厦门国家会计学院“云顶课题:Python财务数据分析”项目和大米(厦门)科技股份有限公司的支持。

参考文献

- [1] Kuznets, S. (1995) Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, **8**, 1-28.
- [2] Panayotou, T., Perrings, C.A., Molerk, G., et al. (1994) Conservation of Biodiversity and Economic Development: The Concept of Transferable Development Right. *Environmental and Resource Economics*, **4**, 91-110.
<https://doi.org/10.1007/BF00691934>
- [3] 张剑. 新旧动能转换背景下烟台市环境库兹涅茨曲线及影响因素研究[J]. 应用能源技术, 2019(8): 8-12.
- [4] 尚杰, 李新, 邓雁云. 基于 EKC 的农业经济增长与农业面源污染的关系分析——以黑龙江省为例[J]. 生态经济, 2017, 33(6): 157-160+166.
- [5] 李春梅. 环境库兹涅茨曲线之于北京市的适用性分析[J]. 城市问题, 2017(4): 34-40.
- [6] 柯文峯, 沙景华, 闫晶晶. 山西省环境库兹涅茨曲线特征及其影响因素分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(S2): 389-392.
- [7] 包群, 彭水军. 经济增长与环境污染: 基于面板数据的联立方程估计[J]. 世界经济, 2006, 29(11): 48-58.
- [8] 林伯强, 蒋竺均. 中国二氧化碳的环境库兹涅茨曲线预测及影响因素分析[J]. 管理世界, 2009(4): 33-42.
- [9] 许广月, 宋德勇. 中国碳排放环境库兹涅茨曲线的实证研究——基于省域面板数据[J]. 中国工业经济, 2010(5): 37-47.
- [10] 宋马林, 王舒鸿. 环境库兹涅茨曲线的中国“拐点”: 基于分省数据的实证分析[J]. 管理世界, 2011(10): 168-169.