

# 消费的环境库兹涅茨曲线存在吗?

## ——基于空间杜宾模型的实证分析

张彩云<sup>1</sup>, 张运婷<sup>2</sup>

(1. 南开大学 经济学院, 天津 300071; 2. 上海对外经贸大学 国际经贸学院, 上海 201620)

**摘要:** 基于消费者责任角度, 文章研究了我国消费的环境库兹涅茨曲线, 并与生产的环境库兹涅茨曲线进行比较, 通过理论分析和实证研究发现: 污染转移是消费的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线形状产生差异的重要原因; 消费的环境库兹涅茨曲线的形状因污染物的不同而发生变化; 消费结构对消费的环境库兹涅茨曲线影响较大; 高消费地区耐用品消费比重上升导致污染排放增加。

**关键词:** 消费的环境库兹涅茨曲线; 污染转移; 空间杜宾模型; 消费结构

**中图分类号:** F014.5    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-2154(2015)10-0068-10

### Does There Exist an Environmental Kuznets Curve of Consumption?

#### ——An Empirical Study Based on Spatial Durbin Model

ZHANG Cai-yun<sup>1</sup>, ZHANG Yun-ting<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China;

2. School of Business, Shanghai University of International Business and Economics, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Based on the perspective of consumer responsibility, this paper discusses the consumption of the Environmental Kuznets Curve, and compared with the production of Environmental Kuznets Curve. Through theoretical analysis and empirical verification, we found the transfer of pollution is an important cause of the consumption of Environmental Kuznets Curve different from Kuznets Curve of the production; The shape of Environmental Kuznets Curve changes with the pollutant; Impact of the consumption structure of the environmental Kuznets curve is larger; In the area of high level of consumption, consumption structure promote the pollution emissions.

**Key words:** Consumption of Environmental Kuznets Curve; pollution transfer; Spatial Durbin Model; consumption structure

## 一、引言

作为民生问题的两个重要方面, 居民生活水平和环境质量一直是社会各界关注的热点问题。伴随着居民消费水平的上升, 我国的环境污染不断加剧, 关于改善环境质量的呼吁也愈发强烈。为此, 十八大报告指出, 坚持节约资源和保护环境的基本国策, 坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针, 着力推进绿色发展、循环发展、低碳发展。<sup>①</sup>在不减少居民收入条件下, 如何减少污染排放成为一个十分重要的问题。环

**收稿日期:** 2015-03-04

**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目“城市生态文明建设机制、评价方法与政策工具研究”(13&ZD158)

**作者简介:** 张彩云, 女, 博士, 博士后流动站研究人员, 主要从事资源环境经济与可持续发展研究; 张运婷, 女, 博士, 讲师, 主要从事国际金融研究。

<sup>①</sup>来自《中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要》, 中国经济网, 2011年3月17日。http://www.ce.cn/macro/more/201103/16/t20110316\_22304698\_2.shtml

境的库兹涅茨曲线 (Environment Kuznets Curve, EKC) 认为, 当收入上升到一定点, 随着收入的继续上升, 环境质量会改善<sup>[1]</sup>。以往关于环境库兹涅茨曲线的实证研究一般使用居民收入或者 GDP 代表收入水平, 用一个地区的污染排放作为被解释变量, 同时控制产业结构、技术水平、人口规模等变量, 考察污染是否会随收入水平的提高而下降。然而, 这样会造成一个误区, 即认为当收入水平到达拐点后, 随着收入继续增加, 一个国家或地区的环境会得到改善, 从而实现经济和环境的双赢。

但是, 存在这样一种现象: 目前, 收入水平都在上升, 发达国家和地区环境在改善, 而发展中国家和欠发达地区环境在恶化。针对这种现象, 有学者认为与污染转移有关。在开放经济下, 由于产业结构和消费模式的差异, 区域间贸易往来密切, 使商品的生产地和消费地出现分离<sup>[2]</sup>。由于市场和政策失灵等原因, 产品生产过程中排放的污染物多数留在了原产地, 最终污染由产地承担, 实质是污染从产品使用地转移给了产品生产地<sup>[3]</sup>。李方一等(2013)基于区域间投入产出表, 构建了区域间污染转移模型, 结果发现, 东部地区通过贸易将自身污染转移到了西部地区<sup>[4]</sup>。在此基础上, 本文提出两个问题: 发达国家和地区环境改善是否真的与污染转移有关? 如果讨论经济增长过程中产生的污染排放, 污染责任是消费者还是生产者?

以往大部分学者研究了 GDP 或居民收入与污染排放的关系, 实际上是从生产者角度讨论环境库兹涅茨曲线。而生态足迹被定义为维持一个人、地区、国家的生存所需要的或者能够容纳人类所排放废物的、具有生物生产力的地域面积<sup>[5]</sup>。从中可见, 相关生产活动也是为维持个人、地区及国家的生存需要。因此, 消费是生产的目的, 消费者应承担生产过程中的污染排放。基于此, 本文认为污染排放责任主要在消费者。

从统计数据看, 每个国家和地区的污染排放一般是按地域测算, 未考虑污染转移问题。如果仅从生产者角度出发, 一个地区承担污染排放包括生产产品的污染排放, 因此, 不需要考虑污染转移。然而, 如果从消费者责任角度考虑, 一个地区应该承担的污染是消费产品产生的污染, 因此要考虑污染转移。由此可见, 责任承担方不同, 经济增长与污染排放关系的研究结果也不同, 而污染转移是一个重要影响因素。

为全面考虑经济-环境的关系, 本文分别从生产者和消费者角度分析经济增长和污染排放的关系。一方面, 将两者结果进行对比, 以阐明污染转移在经济增长-污染排放关系中的作用; 另一方面, 着重分析消费者行为对污染排放的影响, 进而为如何通过消费这个途径改善环境提出相关建议。

## 二、文献综述

关于经济增长与污染排放的关系, 最具影响的是环境库兹涅茨曲线。Grossman 和 Kruger (1995) 从实证角度出发, 在控制其他变量基础上考察了 GDP 与不同污染物排放量之间的关系, 结果发现, 大部分污染物排放总量与经济增长呈“倒 U”型关系, 当人均 GDP 达到 8000 美元时, 将会到达拐点, 之后, 随着收入上升, 环境将会有所改善<sup>[6]</sup>。有部分学者认为这种现象出现是有条件的。产业结构、经济规模、人口密度、环境规制等会影响到环境库兹涅茨曲线的位置, 因此即使收入水平相同, 其他因素也会对环境质量造成影响<sup>[7]</sup>。Bimonte (2002) 研究表明, 即使证明了环境库兹涅茨曲线是成立的, 也不能就此认为收入达到一定水平后环境能自动改善, 环境库兹涅茨曲线的出现受到收入水平、教育水平、信息获得能力的影响<sup>[8]</sup>。Farzanegan 和 Markwardt (2012) 认为在收入水平低的阶段, 环境是一种奢侈品, 政府的精力更多是放在居民基本需求如通胀和失业问题上, 当收入水平到达一定水平之后, 环境成为一种普通商品, 居民对环境要求提高, 这时环境质量会有所改善<sup>[9]</sup>。从产品分工来看, 高收入国家环境规制严格, 低收入国家环境规制较为宽松, 污染密集型产业污染成本较低, 双方会通过贸易的方式进行分工, 这样高收入国家生产清洁产品, 而低收入国家生产污染产品。对于高收入国家来说, 通过贸易形式将污染转移到了低收入国家从而出现收入与污染程度负相关的现象<sup>[10]</sup>。

我国关于环境库兹涅茨曲线的研究虽然起步较晚, 但是研究成果已较为丰富, 主要从以下几个角度展开: (1) 环境库兹涅茨曲线是否存在。钟茂初 (2005) 考虑到了污染转移问题, 认为发达国家环境改善的一个重要原因是将污染转移到了发展中国家, 也就是说实际上不存在环境的库兹涅茨曲线<sup>[11]</sup>。赵细康等 (2005) 以废水排放量、废气排放量等四个指标作为环境质量的指标, 研究了污染排放与经济发展之间的

关系,结果发现,在大部分回归结果中,环境库兹涅茨曲线是不存在的<sup>[12]</sup>。包群等(2005)运用我国1996-2002年30个省的面板数据,选取了6类环境污染指标,对我国经济增长与环境污染之间的关系进行了实证研究,发现环境库兹涅茨曲线形状取决于污染指标和研究方法<sup>[13]</sup>。(2)环境库兹涅茨曲线的存在形式。王瑞玲、陈印军(2005)建立了我国经济发展水平与“三废”排放状况的模型,利用我国1985-2003年数据进行实证分析发现,我国“三废”的库兹涅茨曲线分别出现了倒“U”、正“U”和“三次曲线”三种类型<sup>[14]</sup>。彭水军、包群(2006)在控制了规模效应、技术效应、贸易、产业结构变化等因素的基础上,研究了不同类型污染物的环境库兹涅茨曲线及其拐点,结果显示,工业废水排放量、工业废水中污染物化学需氧量、工业烟尘排放量的EKC呈现为“倒U”型,工业粉尘排放量、二氧化硫排放量呈现N型,工业固体废弃物则为“U”型<sup>[15]</sup>。韩玉军、陆旸(2009)对“环境库兹涅茨曲线假说”暗含的同质性假设提出质疑,基于此,将研究对象分为“高工业、高收入”、“低工业、低收入”、“高工业、低收入”、“低工业、高收入”四组,结果发现,以上四组的EKC分别出现“倒U”型趋势、微弱“倒U”型趋势、线型、“N”型趋势<sup>[16]</sup>。(3)拐点何时出现。王志华等(2007)利用北京市1990-2004年的数据,分析了10种环境指标的环境库兹涅茨曲线,结果发现,北京市主要污染物的EKC呈现了“U”形或“N”形,多数环境变量的转折点在全人均GDP约1600美元~2100美元之间<sup>[17]</sup>。林伯强、蒋竺均(2009)对传统的环境库兹涅茨模型利用模拟和预测两种方法对中国的二氧化碳库兹涅茨曲线做了对比研究和预测,并分析了影响二氧化碳排放的因素,结果发现,中国二氧化碳库兹涅茨曲线的拐点是37170元,我国到2040年还是无法到达拐点<sup>[18]</sup>。许广月、宋德勇(2010)运用我国1990-2007年中国省际面板数据研究了中国碳排放的库兹涅茨曲线,结果发现,全国及东部和中部地区存在人均碳排放的库兹涅茨曲线,拐点分别是:59874元、73130元、54176元,我国西部地区不存在库兹涅茨曲线<sup>[19]</sup>。李从欣等(2012)对我国不同收入水平群体的环境库兹涅茨曲线进行了检验,发现城镇居民拐点的收入水平大于农村居民<sup>[20]</sup>。

本文认为以往的研究存在以下问题:(1)这些研究考察的是一个地区收入和污染排放的关系,默认污染排放的责任属于生产者,因此研究的是生产的环境库兹涅茨曲线,未考虑到消费者责任。(2)大多数研究没有考虑污染转移问题。居民收入来源于本地区的生产活动,因此无需考虑污染转移问题。要研究消费的环境库兹涅茨曲线,需要考虑污染转移问题,一个地区出现环境库兹涅茨曲线后段,可能因为污染转移存在。

为弥补以上研究不足,本文做出如下改进:(1)主要从消费者责任角度出发,研究消费的环境库兹涅茨曲线,将污染转移因素纳入研究。(2)比较生产的环境库兹涅茨曲线和消费的环境库兹涅茨曲线回归结果,进一步说明责任方不同,经济增长与污染排放的关系有所差异,弥补以往研究的缺陷。(3)在回归模型方面,空间经济学模型能够排除省份间污染转移的影响,在研究消费环境库兹涅茨曲线时,本文选择空间杜宾模型。

基于以上分析,本文建立理论模型,分别从消费和生产角度考虑经济增长和污染排放的关系,进而为宏观研究提供理论基础。运用Moran I指数和Getis-Ord指数验证中国污染排放中存在省际相关性,在回归中加入空间因素以考虑到污染转移的重要性,从而全面研究消费的环境库兹涅茨曲线,并与生产的环境库兹涅茨曲线进行比较。

### 三、理论模型

控制其他因素后,消费和收入对污染排放的具体影响是什么呢? Munksgaard和Pedersen(2001)从消费者责任出发,计算了一个地区二氧化碳净进口的公式<sup>[21]</sup>,本文将其用于污染排放。

$$M = EM^{DC} + EM_D^{IC} + EM_M^{IC} - EM^P \quad (1)$$

其中, $M$ 为污染净进口,与进出口有关; $EM^{DC}$ 为本地区居民使用能源所直接进行的排放; $EM_D^{IC}$ 是本地生产商为生产本地居民所需产品进行的间接污染排放; $EM_M^{IC}$ 为进口产品的直接和间接污染排放,前三项之和为本地区消费所造成的污染排放,第四项 $EM^P$ 为本地区生产的污染排放,即GDP或者收入的污染排放。

公式(1) 转化为:

$$EM^P = EM^{DC} + EM_D^{IC} + EM_E^{IC} \quad (2)$$

式(2) 是生产所排放的污染,其中  $EM_E^{IC} = EM_M^{IC} - M$  表示生产其他地区消费品的污染排放。

$$EM^C = EM^{DC} + EM_D^{IC} + EM_M^{IC} \quad (3)$$

式(3) 是本地区消费所排放的污染。从公式(2) 和(3) 可见:

$$EM^P = EM^C + EM_E^{IC} - EM_M^{IC} \quad (4)$$

公式(4) 是生产污染排放和消费污染排放之间的关系。整体看,如果  $EM_E^{IC} - EM_M^{IC}$  变小,即污染净转入减小或者净转出增加,即使  $EM^C$  变大,可能会出现  $EM^P$  下降的现象。如果  $EM_E^{IC} - EM_M^{IC}$  变大,即使  $EM^C$  减小,也可能出现一个地区排放上升的现象。如果污染净转入不变,随着消费污染排放的上升,生产污染排放也是上升的。也就是说,因为存在污染转移,消费的污染排放与生产的污染排放可能产生不同步现象,从环境库兹涅茨曲线角度看,两者存在差异。

以上理论分析说明由于污染转移存在,生产的环境库兹涅茨曲线与消费的环境库兹涅茨曲线出现差异,以下部分将从实证角度证明两者的差异,并着重分析消费的环境库兹涅茨曲线存在形式及影响因素。

## 四、计量模型、变量选择和数据来源

### (一) 变量与模型

有的学者用污染排放总量表示环境质量的标准,有的用污染物的人均排放量作为环境质量指标,这会对回归结果造成不同的影响。本文认为考虑到生态承载力,污染排放总量能够直接反映人类活动对生态环境的影响,因此用污染排放总量代表环境污染。

污染排放分别采用废水排放总量(fs)、二氧化硫排放总量(so<sub>2</sub>)、烟尘排放总量(yc) 三个指标,都用对数形式表示。因为固体废弃物相关数据缺失比较严重,为了保证样本的完整性,本文不考虑固体废弃物排放量。

如果要分析消费的环境库兹涅茨曲线,前文已经说明,一个地区污染排放不仅包括生产本地区居民消费品的污染排放,还包括生产其他地区消费品的污染排放,而这种污染转移通过贸易产生,因此地区之间污染排放通过贸易产生空间的关联性。以往关于环境库兹涅茨曲线的研究较少涉及到污染转移,因此多数没有涉及空间相关,即使有的研究涉及污染排放的空间相关,也仅局限于大气污染、水污染的自然扩散导致的地域相关性。而各个地区工业废水等是根据企业排水口所排放的废水计算,即一个地区统计的工业废水、二氧化硫等污染物的排放状况是本地区企业所排放的污染物。由此可知,两个地区污染排放也有空间联系,主要通过贸易产生联系。

普通的静态面板和动态面板数据模型,如固定效应模型、随机效应模型、差分广义矩估计、系统广义矩估计等模型,不涉及空间上的相关性,主要适用于生产的环境库兹涅茨曲线回归。若要分析消费的环境库兹涅茨曲线,就要解决污染转移问题。本文建立空间杜宾模型(Spatial Lag Model,SDM),这既能解决被解释变量在空间上的依赖性,又能解决变量的空间自回归问题和内生性问题。如果运用普通的 OLS(最小二乘法)对变量进行回归,会影响回归结果的有效性,因此选择 MLE(极大似然估计)方法对 SDM 模型进行估计。

空间杜宾模型设定如下:

$$\ln wr_{it} = X\alpha + WX\delta + \gamma_i + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

式(5) 中,lnwr 代表污染排放总量的对数,X 代表解释变量,i 代表省份,j 代表年份,W 代表省份之间相互影响的权重矩阵, $\alpha$  代表解释变量的系数向量, $\delta$  代表其他省份影响的系数向量。其中:

$$\begin{aligned} X\alpha = & \alpha_1 \ln jmxfp_{it} + \alpha_2 (\ln jmxfp_{it})^2 + \alpha_3 (\ln jmxfp_{it})^3 + \alpha_4 jssp_{it} + \alpha_5 cyjg_{it} + \alpha_6 jck_{it} + \alpha_7 \ln pop_{it} \\ & + \alpha_8 rkmd_{it} + \alpha_9 rkjg_{it} + \alpha_{10} rksz_{it} + \alpha_{11} nyxl_{it} + \alpha_{12} csh_{it} + \alpha_{13} hjgz_{it} \end{aligned} \quad (6)$$

在收入分析中:

$$\begin{aligned} \ln wr_{it} = & \alpha_1 \ln kzpsr_{it} + \alpha_2 (\ln kzpsr_{it})^2 + \alpha_3 (\ln kzpsr_{it})^3 + \alpha_4 jssp_{it} \\ & + \alpha_5 cyjg_{it} + \alpha_6 jck_{it} + \alpha_7 \ln pop_{it} + \alpha_8 rkmd_{it} + \alpha_9 rkjg_{it} + \alpha_{10} rksz_{it} \\ & + \alpha_{11} nyxl_{it} + \alpha_{12} csh_{it} + \alpha_{13} hjgz_{it} + \gamma_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (7)$$

(6)式和(7)式分别是消费的库兹涅茨曲线和生产的库兹涅茨曲线的回归方程。 $W$ 是指定空间权重矩阵,能够表示省份之间的相关性。本文将采用0~1赋值方法,权重赋值为1的变量包括其他一些重要贸易往来省份。因为无法获得省份之间贸易的数据,因此本文认为对外贸易额大的省份,和其他省份之间的贸易也会较为频繁,选出进出口总额较大的十个省份,将其赋值为1。<sup>①</sup>另外,当 $i=j$ 时, $w_{ij}=0$ ,以排除对SDM模型回归时,省份自身解释变量对被解释变量的重复影响。 $\gamma_i$ 和 $\varepsilon_{it}$ 分别代表截面效应和随机误差项, $\delta$ 代表其他省份影响的系数向量。

消费和收入对污染排放的影响如下: $\alpha_1 \neq 0, \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0$ ,则消费和收入对污染排放的影响呈现线性关系; $\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 = 0$ ,说明消费和收入对污染排放的影响呈现“U”型关系;如果 $\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0, \alpha_3 = 0$ ,那么消费和收入对污染排放的影响是倒“U”型的,即传统的环境库兹涅茨曲线; $\alpha_1 > 0, \alpha_2 < 0, \alpha_3 > 0$ ,表示消费和收入与污染排放之间是“N”型曲线的关系; $\alpha_1 < 0, \alpha_2 > 0, \alpha_3 < 0$ ,说明消费和收入对污染排放的影响呈现倒“N”型曲线。

对模型进行回归之前,本文先进行空间自相关检验(见表1)。运用Moran I指数和Getis-Ord指数G对废水、二氧化硫以及烟尘污染排放的空间自相关进行检验,结果发现,三种污染物都存在空间正的自相关,因此验证了本文的观点,地区之间存在污染转移现象。

表1 空间自相关检验

年份	Moran I 指数			Getis-Ord 指数 G		
	废水	二氧化硫	烟尘	废水	二氧化硫	烟尘
1997	-0.024	0.011*	0.021**	0.667	0.623	0.458**
1998	-0.046	0.024**	-0.022	0.666	0.599	0.476*
1999	-0.058	0.025**	-0.023	0.687*	0.607	0.467**
2000	-0.064	0.019**	-0.049	0.689*	0.615	0.454**
2001	-0.090**	0.024**	-0.045	0.709**	0.604	0.453**
2002	-0.090**	0.023**	-0.046	0.709**	0.604	0.451**
2003	-0.079*	0.019**	-0.044	0.697*	0.576	0.445**
2004	-0.078*	0.009*	-0.037	0.698*	0.556	0.440**
2005	-0.057	0.005	-0.032	0.680	0.543	0.436**
2006	-0.059	-0.016	-0.043	0.670	0.518*	0.422***
2007	-0.047	-0.015	-0.039	0.655	0.513**	0.418***
2008	-0.046	-0.017	-0.044	0.647	0.503*	0.417***
2009	-0.041	-0.019	-0.049	0.643	0.494**	0.421***
2010	-0.039	-0.019	-0.029	0.620	0.488**	0.417**
2011	-0.038	-0.027	-0.040	0.645	0.460**	0.395***

注:\*,\*\*,\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著水平。

主要解释变量包括人均消费(jmxfp)、人均可支配收入(kzpsr),人均净出口(jck)代表贸易对污染的影响,这个变量构成国外污染转移对一个地区污染排放的影响。上文已经说明,空间计量方法可以解决地区之间的污染转移问题,因此解释变量中将不再加入关于省份之间污染转移的变量。

控制变量包括:技术水平(jssp)、产业结构(cyjg)、人口规模(lnpop)、人口密度(rkmd)、人口结构(rkjg)、人口素质(rksz)、能源效率(nyxl)、城市化水平(csh)和政府因素(hjgz)。这些变量分别用GDP/就业人员人数、第二产业产值/GDP、人口总量的对数、每平方千米的人数、劳动年龄(15-65)人口比重、文盲率、单位GDP所使用的能源、城镇人口比重和人均治理污染投入代表。“ln”表示自然对数。

## (二) 数据来源

以上变量的数据来源于《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《新中国60年统计资料汇编》、《中国

<sup>①</sup>这十个省份分别是:北京、天津、上海、重庆、辽宁、山东、浙江、江苏、广东、福建。

人口年鉴》。数据涉及1997-2011年30个省份16个变量值。<sup>①</sup>人均消费、人均可支配收入、GDP、人均治理废水投入、人均治理废气投入以1996年为基准进行调整。

## 五、实证分析

### (一) 污染转移是导致消费的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线差异的重要原因

表2是运用MLE方法对空间杜宾模型进行回归的结果,是消费的环境库兹涅茨曲线。空间自回归系数在1%的统计水平下是显著的,表明模型存在空间自回归现象,再次说明必须要考虑到污染转移问题。

表2 MLE方法的空间杜宾模型回归结果

主要解释变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	人均消费			消费占GDP比重		
回归方法	MLE	MLE	MLE	MLE	MLE	MLE
被解释变量	lnfs	lnso <sub>2</sub>	lnyc	lnfs	lnso <sub>2</sub>	lnyc
拐点	4554.027 6635.197	5734.833 21496.460	23520.400 3438.484		2.057621 4.841614	2.026433 4.769151
曲线形状	倒“N”型	倒“N”型	“N”型		倒“N”型	倒“N”型
处于曲线中段的样本个数	149	270	429		0	0
lnjmxfp	-439.0*** (128.574)	-2634.0*** (890.049)	134.5*** (43.918)	3.192 (4.312)	-150.6*** (26.555)	-146.4*** (26.945)
(lnjmxfp) <sup>2</sup>	51.00*** (14.718)	284.2*** (102.118)	-14.94*** (4.995)	-4.879 (4.356)	152.1*** (27.053)	150.5*** (27.478)
(lnjmxfp) <sup>3</sup>	-1.974*** (0.561)	-10.17*** (3.896)	0.547*** (0.189)	1.874 (1.550)	-44.11*** (9.490)	-44.23*** (9.648)
jssp	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cyjg	控制	控制	控制	控制	控制	控制
jck	控制	控制	控制	控制	控制	控制
lnpop	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rkmd	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rkjg	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rksz	控制	控制	控制	控制	控制	控制
nyxl	控制	控制	控制	控制	控制	控制
csh	控制	控制	控制	控制	控制	控制
hjgz	控制	控制	控制	控制	控制	控制
省份	控制	控制	控制	控制	控制	控制
空间自回归系数	0.265***	0.265***	0.282	0.265***	0.264***	0.264***
N	450	450	450	450	450	450
R <sup>2</sup>	0.148	0.001	0.000	0.003	0.000	0.002
aic	1084.9	2738.0	39.73	1080.4	2680.1	2690.3

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著水平;括号内的值为标准误。

在控制其他变量基础上,随着人均消费增长,污染排放根据污染物发生变化。由废水和二氧化硫的结果显示,消费的环境库兹涅茨曲线呈现倒“N”型,即随着消费上升,污染排放出现先下降-再上升-后下降的现象。烟尘排放的结果证明,随着消费上升,环境最终会进入逐渐恶化的阶段。由曲线的拐点可知,在450个样本中,除二氧化硫外,绝大多数点处于曲线的下降阶段,即随着消费上升,污染排放是下降的。

为保证结果的稳健性,本文将主要解释变量消费,用消费占GDP比重表示,方程(4)-方程(6)是稳健

<sup>①</sup>因为1997年之前,重庆市属于四川省,因此数据年份从1997年开始。西藏数据缺乏,将其剔除。

分析的结果。随着消费比重的上升,污染排放呈现倒“N”型。所有拐点的值都大于1,而消费占GDP的比重小于1,因此,随着消费占GDP比重的上升,污染排放逐渐下降。

表3 固定效应模型的回归结果

主要解释变量	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
	人均消费			人均可支配收入		
回归方法	固定效应	固定效应	固定效应	固定效应	固定效应	固定效应
被解释变量	lnfs	lnso <sub>2</sub>	lnyc	lnfs	lnso <sub>2</sub>	lnyc
拐点		16843.63 2491.871	14916.46 2582.408		25324.7 2532.197	22452.72 2651.933
曲线形状		“N”型	“N”型		“N”型	“N”型
lnkzpsr	-16.82 (48.196)	768.1** (329.831)	957.9*** (341.236)	30.39 (40.540)	605.5** (274.068)	778.6*** (282.771)
(lnkzpsr) <sup>2</sup>	1.193 (5.489)	-88.57** (37.575)	-110.8*** (38.874)	-4.046 (4.473)	-68.49** (30.254)	-88.24*** (31.215)
(lnkzpsr) <sup>3</sup>	-0.0190 (0.208)	3.364** (1.425)	4.229*** (1.474)	0.173 (0.164)	2.540** (1.112)	3.286*** (1.147)
jssp	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cyjg	控制	控制	控制	控制	控制	控制
jck	控制	控制	控制	控制	控制	控制
lnpop	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rkmd	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rkjg	控制	控制	控制	控制	控制	控制
rksz	控制	控制	控制	控制	控制	控制
nyxl	控制	控制	控制	控制	控制	控制
cs	控制	控制	控制	控制	控制	控制
hjgz	控制	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	80.47 (139.663)	-2109.0** (955.534)	-2632.6*** (988.574)	-56.51 (121.230)	-1675.2** (819.160)	-2164.0** (845.175)
省份	控制	控制	控制	控制	控制	控制
N	450	450	450	450	450	450
R <sup>2</sup>	0.339	0.767	0.774	0.353	0.778	0.786
aic	257.2	1986.6	2017.2	247.4	1964.7	1992.9

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著水平;括号内的值为标准误。

表3是生产的环境库兹涅茨曲线以及未考虑污染转移的消耗的环境库兹涅茨曲线。不考虑污染转移时,本文将运用固定效应模型,不采用空间杜宾模型。回归结果显示,消耗的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线相同,也就是说未考虑污染转移时,两者趋势相同;考虑污染转移后,消耗的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线有差异。在理论研究中,本文已经阐明,污染转移是造成消耗的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线不同的主要原因,该结果也证明这种观点成立。

从消耗的环境库兹涅茨曲线来看,为什么大部分点处于下降阶段?本文认为,这与消费结构有关。由理论分析部分可以发现,控制污染转移后,如果消费结构变化不大,随着消费上升,消耗的污染排放上升,那么一个地区生产的污染排放也是在上升的。如果消费结构发生变化,例如污染排放较少的产品比重增加,即使消费增加,也可能出现污染排放下降的现象。

那么,为什么生产的环境库兹涅茨曲线最后没有出现下降而出现上升的阶段?一般,居民收入是逐渐上升的,结合我国现状,一直以来,我国大部分省份经济拉动主要依靠投资和对外贸易,内需不足,因此即使居民消费变化不大,也可能出现随着收入上升,污染上升的现象。

下文将从两个角度入手:为什么不同污染物消耗的环境库兹涅茨曲线的形状及拐点都不同?消费结构

对消费的环境库兹涅茨曲线有什么影响?

## (二) 进一步分析: 不同污染物及消费结构对消费的环境库兹涅茨曲线的影响

不同污染物消费的环境库兹涅茨曲线的形状和拐点不同。废水和二氧化硫排放的曲线为倒“N”型, 烟尘排放的环境库兹涅茨曲线为“N”型。由表2, 从废水排放量来看, 消费的环境库兹涅茨曲线中, 其拐点分别为4555元/人和6636元/人; 从二氧化硫看, 第一个拐点约5735元/人, 也就是说超过这个点, 二氧化硫排放量暂时会上升, 而超过21497元/人后, 二氧化硫排放会下降; 从烟尘排放角度看, 消费的第一个拐点为3439元/人, 消费的环境库兹涅茨曲线第二个拐点大约为23521元/人, 这意味着超过这个点后, 烟尘排放会有短暂的下降。

表4 关于消费结构的进一步回归

	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
回归方法	MLE	MLE	MLE	MLE	MLE
被解释变量	lnfs	lnfs	lnso <sub>2</sub>	lnso <sub>2</sub>	lnyc
拐点					29575.1 2770.073
曲线形状					“N”型
lnjmxfp	-200.1 (134.526)	-6.039*** (2.109)	8.280 (47.751)	19.440 (13.881)	120.200*** (46.160)
(lnjmxfp) <sup>2</sup>	23.320 (15.203)		-0.291 (5.428)		-13.420** (5.247)
(lnjmxfp) <sup>3</sup>	-0.886 (0.571)		-0.0143 (0.205)		0.491** (0.198)
xfjg	41.160 (33.899)	-107.400*** (34.960)	6.897 (11.201)	33.450 (233.641)	-12.970 (10.493)
xfjg * jmxfp	-5.263 (3.909)	12.380*** (4.159)	-0.822 (1.306)	0.419 (27.792)	1.388 (1.223)
jssp	控制	控制	控制	控制	控制
cyjg	控制	控制	控制	控制	控制
jck	控制	控制	控制	控制	控制
lnpop	控制	控制	控制	控制	控制
rkmd	控制	控制	控制	控制	控制
rkjg	控制	控制	控制	控制	控制
rksz	控制	控制	控制	控制	控制
nyxl	控制	控制	控制	控制	控制
cash	控制	控制	控制	控制	控制
hjjz	控制	控制	控制	控制	控制
省份	控制	控制	控制	控制	控制
空间自回归系数	0.300	0.265***	0.270	0.264***	0.300
N	450	450	450	450	450
R <sup>2</sup>	0.166	0.019	0.001	0.001	0.000
aic	1185.6	1253.3	155.2	2967.8	52.70

注: \*、\*\*、\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著水平; 括号内的值为标准误。

工业二氧化硫主要是燃烧煤和石油等燃料产生的气体, 烟尘属于颗粒状污染物, 工业烟尘的一个主要来源是企业生产过程中燃烧燃料排出的烟气。工业废水主要指工业生产过程中产生的废水、污水和废液, 其中含有随水流失的工业生产用料、中间产物和产品以及生产过程中产生的污染物<sup>[22]</sup>。原因可能如下: 这三种污染物的处理技术有所差异, 本文的技术指标选择的是统一技术指标, 因此可能会出现形状不同的环境库兹涅茨曲线, 废水容易循环利用, 因此可能会提前进入下降阶段; 未考虑到消费结构, 不同产品污染物排放不同, 而消费结构直接影响到产品生产, 因此可能导致不同污染物环境库兹涅茨曲线的形状和拐点都不同。

从处于曲线中段的样本个数可见,废水和烟尘排放的大部分点处于曲线下降阶段,而二氧化硫排放的大部分点处于曲线上升阶段,但是最终也会处于下降阶段。为什么会出现这种现象?下文将加入消费结构因素,对消费的环境库兹涅茨曲线做进一步分析。

表4是在消费的环境库兹涅茨曲线中加入消费结构的回归结果。本文用衣着、家庭设备用品及服务、医疗保健、交通和通讯、文娱耐用品、居住消费之和占消费比重作为消费结构的代表,与衣着、家庭设备用品、医疗保健、交通等产品生产的行业大多数属于第二产业,因此对污染排放影响较大,因此本文选择这些项目占消费比重作为消费结构的代表。消费结构具有两方面影响:第一,衣着、家庭设备等产品可能会增加污染排放;另一方面,这些产品消耗较慢,也可能对污染排放影响较小,因此需要看这两方面的综合影响。加入消费结构(xfjg)以及消费结构和人均消费的交叉项(xfjg\*jmxfp)继续验证消费的环境库兹涅茨曲线。

由表4不难看出,加入消费结构变量后,关于二氧化硫排放的方程中,消费影响变得不显著;在废水排放方程中,随着消费水平提高,废水排放下降。衣着等污染排放较高的产品消费比重上升,污染排放是下降的,这说明,这些产品消费的第二种作用大于第一种,即这些产品消耗较慢,会对污染排放作用较小。在方程(14)中,消费结构和消费支出的交叉项系数在1%的水平下显著为正,这说明在消费水平较高的地区,随着衣着等产品消费比重的上升,污染排放会增加。本文认为其原因可能是,随着消费水平提高,一方面消费产品较多,另一方面,除食品外的其他产品消费也在增加,因此污染排放会增加。

在烟尘排放的方程中,环境库兹涅茨曲线依然呈现“N”型,也就是说,随着消费上升,可能会存在污染排放下降的阶段,最终,消费增加会导致污染排放上升,因此某种程度上说明控制消费结构后,消费增加最终对污染排放起到促进作用。第一个拐点变小,第二个拐点变大,说明加入消费结构后,消费的环境库兹涅茨曲线中段变长,说明消费结构变化使污染排放提前进入上升阶段,衣着等消费品对污染排放的促进作用较大,与废水排放的研究结果相反。

## 六、结论、建议及展望

基于消费者责任角度,本文研究了消费的环境库兹涅茨曲线,并与生产的库兹涅茨曲线进行对比。首先,通过理论推导证明污染转移是造成消费库兹涅茨曲线和生产库兹涅茨曲线有差异的重要原因。然后,进行实证研究,运用1997-2011年中国30个省份的数据,测算污染排放的省际相关性,Moran I指数和Getis-Ord指数G显示废水排放、二氧化硫、烟尘排放都存在空间相关性,省份间污染转移是存在的。第三步,使用MLE方法对空间杜宾模型进行实证回归,验证了消费的环境库兹涅茨曲线的存在,并与生产的环境库兹涅茨曲线进行对比,证明污染转移是导致两者产生差异的重要原因;进一步加入消费结构因素,研究消费的环境库兹涅茨曲线发现,耐用品消费比重上升不一定会增加污染排放,消费高的地区,污染排放较高产品消费比重上升会导致污染增加。

根据以上结论,本文提出如下建议:

第一,各地区之间污染排放存在较强相关性,因此应该加强合作,共同治理,污染转出地应给予污染接受地区相应的经济补偿。省际之间进行贸易时,要考虑将污染排放纳入定价范围,以保证污染输出地承担相应的责任。

第二,不同污染物由于来源不同,处理技术存在较大差异,因此在研究环境的库兹涅茨曲线时,应该按污染物种类进行分析,并将处理技术纳入考虑范围。

第三,研究环境的库兹涅茨曲线时,要明确责任方。生产的最终目的是消费,因此应从消费者角度研究环境的库兹涅茨曲线。污染转移是导致消费的环境库兹涅茨曲线和生产的环境库兹涅茨曲线产生差异的重要原因,因此在环境库兹涅茨曲线的研究中应考虑到污染转移的作用。另外,不能认为随着收入上升,污染排放会改善,这样容易继续走“先污染,后治理”或“边污染,边治理”的道路,政府应适当引导消费者减少高污染消费品的消费。

第四,政府应深刻认识到消费结构对污染排放的重要影响。以上研究中,污染排放量较大的产品大部

分属于耐用品范围,在促进消费需求的经济政策下,耐用消费品的替代年限大幅缩短,甚至演变为了消耗品,这大大强化了污染。因此,政府要提倡社会循环利用耐用品,提高使用年限,节约消费。同时,鼓励环保型非耐用品消费,或减少消耗,使其由消耗品变为耐用品,尽量减少对环境的不利影响。另外,与中低收入群体相比,高收入群体对生活质量要求较高,可能出现过多消费耐用品现象,从而对环境产生更加不利的影响,因此,一方面鼓励高收入群体减少不必要消费,另一方面,在高低收入群体中,合理分配污染责任,对某些污染较重的耐用品,增加其消费税,以减少污染转移带来的环境不公平。

本文着重验证了消费的环境库兹涅茨曲线的存在性,并分析其与生产的环境库兹涅茨曲线的不同,但仍存在以下不足:一是未计算消费所排放的污染物,因此未从另一个角度研究消费的库兹涅茨曲线;二是关于消费结构,因数据原因,本文没有按照污染排放量对消费品进行分类,以更加深入研究消费结构对消费的环境库兹涅茨曲线的影响。由于本文首次运用空间经济杜宾模型来分析污染转移问题进而研究消费的环境库兹涅茨曲线,因此,在未来的研究中,可以通过计算地区之间污染排放的转入和转出,更加具体地研究污染转移对生产环境库兹涅茨曲线和消费库兹涅茨曲线的影响。

#### 参考文献:

- [1] WALTER I, UGELOW J L. Environment Policies in Developing Countries[J]. *Ambio*, 1979, 8(2/3): 102-109.
- [2] 姚亮, 刘晶茹. 中国八大区域间碳排放转移研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2010(10): 16-19.
- [3] 龚峰景, 柏红霞, 陈雅敏, 等. 中国省际间工业污染转移量评估方法与案例分析[J]. *复旦学报: 自然科学版*, 2010(3): 362-367.
- [4] 李方一, 刘卫东, 唐志鹏. 中国区域间隐含污染转移研究[J]. *地理学报*, 2013, 68(6): 791-801.
- [5] REES W E. Ecological Footprints and Appropriated Carrying Capacity: What Urban Economics Leaves Out[J]. *Environment and Urbanization*, 1992, 4(2): 121-130.
- [6] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic Growth and the Environment[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110(2): 353-377.
- [7] PANAYOTOU T. Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool[J]. *Environment and Development Economics*, 1997, 2(4): 465-484.
- [8] BIMONTE S. Information Access, Income Distribution, and the Environmental Kuznets Curve[J]. *Ecological Economics*, 2002, 41(1): 145-156.
- [9] FARZANEGAN M R, MARKWARDT G. Pollution, Economic Development and Democracy: Evidence from the MENA Countries [R]. MAGKS Discussion Paper, No. 27, 2012: 1-25.
- [10] COPELAND B R, TAYLOR M S. North-South Trade and the Environment[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109(3): 755-787.
- [11] 钟茂初. 环境库兹涅茨曲线的虚幻性及其对可持续发展的现实影响[J]. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(5): 1-6.
- [12] 赵细康, 李建民, 王金营, 等. 环境库兹涅茨曲线及在中国的检验[J]. *南开经济研究*, 2005(3): 48-54.
- [13] 包群, 彭水军, 阳小晓. 是否存在环境库兹涅茨倒U型曲线? ——基于六类污染指标的经验研究[J]. *上海经济研究*, 2005(12): 3-13.
- [14] 王瑞玲, 陈印军. 我国“三废”排放的库兹涅茨曲线特征及其成因的灰色关联度分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2005, 15(2): 42-47.
- [15] 彭水军, 包群. 经济增长与环境污染——环境库兹涅茨曲线假说的中国检验[J]. *财经问题研究*, 2006(8): 3-17.
- [16] 韩玉军, 陆畅. 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.
- [17] 王志华, 温宗国, 闫芳, 等. 北京环境库兹涅茨曲线假设的验证[J]. *中国人口·资源与环境*, 2007, 17(2): 40-47.
- [18] 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): 27-36.
- [19] 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.
- [20] 李从欣, 吕建珍, 李国柱. 收入、收入类别与环境库兹涅茨曲线[J]. *经济与管理*, 2012, 26(4): 21-26.
- [21] MUNKSGAARD J, PEDERSEN K A. CO<sub>2</sub> Accounts for Open Economies: Producer or Consumer Responsibility? [J]. *Energy Policy*, 2001, 29(4): 327-334.
- [22] 刘满凤, 谢哈进. 鄱阳湖生态经济区环境库兹涅茨曲线特征研究[J]. *江西财经大学学报*, 2014(4): 12-19.