

中国的环境污染排放会 遵循环境库兹涅茨曲线吗？

董晓松 杨大力

摘要 一般认为，随着国民收入的提升，污染排放将先增后减，即呈现环境库兹涅茨曲线。然而中国并不能完美地展现这一规律，这可能是中国作为人口与制造业大国的特殊内外因组合所致。将污染排放分为生产污染排放与生活污染排放，作者选取废水（污水）排放量、COD 排放量和 SO₂ 排放量三项指标，基于 1997 年~2013 年全国 31 个省份的面板数据，分别检验生产污染、生活污染人均排放量的环境库兹涅茨曲线。结果表明，中国生产污染排放与生活污染排放存在显著的异步性；随着人口总量的增加、城镇化率的上升以及经济等因素的改变，中国污染排放有些指数的拐点初现，但总体进入转折期的前景尚不明朗。

关键词 中国 污染 产消异步 环境库兹涅茨曲线

[中图分类号] X196 [文献标识码] A [文章编号] 2095-851X (2016) 02-0031-15

一、引言

全球变暖、物种灭绝、植被锐减、资源殆尽等自然环境破坏现象与人类活动之间有着不可否认的关联 (Spangenberg, 2007)。经济社会活动对环境质量的影响已成为当代学者最为关注的问题之一。众多研究成果中，环境库兹涅茨曲线 (Environmental Kuznets Curve, EKC) 以极为简练、形象的形式描述了环境污染与人类经济社会活动之间的关系，即污染与收入之间的倒“U”型曲线。继 Grossman 和 Krueger (1991) 验证人均收入与环境质量倒“U”型关系的存在后，EKC 假说在实证研究领域得到广泛应用，其思想与形式深刻地影响了环境与发展领域的后续研究工作。针对不同污染物和不同地区，学者们应用参数和非参模型，以时间序列、截面或面板模型等方式大

【作者简介】董晓松 (1976-)，四川行政学院副教授，邮政编码：610071；杨大力 (1964-)，芝加哥大学政治学系 William C. Reavis 讲席教授、芝加哥大学北京中心主任。

致谢：感谢匿名审稿专家的建设性修改意见，当然文责自负。

量检验了这一假说。

然而,相关研究的结论并不一致,部分学者对传统的简约式(Reduced-form)EKC模型提出了质疑。Arrow等(1995)和Panayotou(1995)认为简约式EKC并没有指出收入增长能够改变环境质量的内部机理,而仅仅呈现一种统计上的相关性。简约式EKC的内涵还可能误导公共政策:(1)由于表现形式过于简单,简约式EKC容易导致“经济增长将最终解决环境问题,无须其它因素发挥作用”的误解。Carson(2010)反复强调收入增长本身并不是环境质量改善的重要决定因素,但那些重要的决定因素常常(但不总是)伴随着收入的变化而变化,如经济结构和环境质量偏好等。(2)简约式EKC模型容易使人误以为经济增长可以同时解决所有污染问题。在传统的污染物和污染源减少的同时,往往另有新的污染物和污染源出现,或者以往次要的污染物、污染源转变为主要污染物、污染源,人类活动产生的所有污染物与污染源并不能在同一个时间段内完全消失。Perman和Stern(2003)的研究成果指出,仅考察简约式EKC模型时,倒“U”型曲线并不存在,环境退化更可能是收入增加的单调上升函数,并且经济增长的速度和规模,以及技术变化对环境质量的影响比收入改变的影响更为贴近现实情况。Dasgupta等(2002)更是直接指出,多年来包括中国在内的许多国家的环境问题不断加重、并没有改善的趋势,这显然与EKC假说不相符。

改革开放以来,中国的经济高速增长,社会快速转型,国民消费水平显著提高。然而,与经济增长相比,中国的环境保护理念、规制与行动总体上仍相对滞后,导致中国环境质量严重下降(Montgomery, 2008)。鉴于此,本文以中国为实证研究的样本,尝试从生产污染和生活污染相分离的视角解释EKC研究中存在的分歧。人类的消费活动与生产活动导致环境污染,并且由于同步性并不一致,二者对环境污染的贡献也需要分别度量。在文章结构方面,第二部分通过文献综述分析了EKC的本质,从生产和生活两方面探讨人类活动对环境污染的影响,得到研究所需的实证框架;第三部分通过数据的描述性分析,探讨了中国生产污染与生活污染排放的异质性;第四部分是经验模型的建立、估计和解释;第五部分是结论。

二、EKC的本质

(一) EKC的概念与内涵

Grossman和Krueger(1991)用规模效应、技术效应和结构效应简要阐释区域环境污染的结构性内涵。规模效应是指在不考虑减排技术进步和产业结构优化的情况下,单纯由经济增长导致的污染排放增加;技术效应是指由经济增长导致技术进步与改良带来的污染排放减少;结构效应是指不同产业、不同社会发展阶段等结构性因素所导致的污染排放不同。这三种效应也被认为是研究EKC问题时不可或缺的三种因素(Grossman and Krueger, 1991; Grossman, 1993; Panayotou, 1993),分解模型可

表示为：

$$E_y = \sum_i a_{ii} s_{ii} Y_i \quad (1)$$

其中， Y_i 表示经济活动的规模； s_{ii} 是部门*i*在*t*时期的产出占整个经济规模的份额，代表由产业组成或社会构成等决定的影响污染排放量的结构性因素； a_{ii} 是部门*i*在*t*时期单位产出的污染排放量，由该部门在该时期的技术水平所决定；上述三者共同决定了 Y_i 规模下的污染排放总量 E_y 。随着人类社会物质的不断丰富，经济总量将不断增长，但结构性因素与技术水平会得到改良，使得污染排放量经历一个先升后降的倒“U”型曲线，即EKC形式。

一般情况下，EKC的经验估计是对某一环境因变量（环境污染浓度水平或人均污染排放量）与人均收入水平的非线性关系做回归分析，可表示为：

$$E = \beta_0 + \beta_1 Y + \beta_2 Y^2 + \varepsilon \quad (2)$$

式(2)通常被称为估计人均收入与环境污染的简约式模型(Panayotou, 1997)。其中， E 是环境因变量； Y 通常以人均GDP等指标代表收入水平以及生产水平； Y 和 Y^2 的设置是为了描绘污染排放量随着收入水平和生产水平的不断提高而呈现出的先增加后减少的倒“U”型曲线； ε 是误差项。当估计结果 β_1 为正、 β_2 为负时，环境污染与人均GDP之间呈现倒“U”型关系。EKC模型并不是通常意义上的经济学因果关系阐释模型，而是将污染排放量与收入水平、生产水平(人均GDP)相联系描述性模型。EKC模型虽然形式简单、指标单一，但因高度形象地描述了人类活动与环境污染之间的复杂关系而得到广泛应用。

(二) 人类活动影响环境质量

EKC模型的基本假设是：人类活动是污染排放的主要起因，人类活动导致了环境变化。人类活动对环境的影响由来已久，公元前800年左右，中国的森林便由于种植梯田水稻而被大规模砍伐(Elvin, 2008)，罗马帝国的繁荣程度与周边土地和水的污染程度呈正相关(Kula, 1998)。1798年，马尔萨斯在其著名的《人口原理》一书中提出技术进步的人口增长极限就是自然资源的极限。20世纪70年代初，IPAT模型被用于概述人类活动对环境的总体影响，即环境影响(Impact)受人口规模(Population)，财富(Affluence)和技术(Technology)的共同作用(Ehrlich and Holdren, 1971; Commoner, 1972)。人类活动与环境污染有着密不可分的关系，本文将人类活动划分为生产与生活两部分。

1. 人类生产活动对环境污染的影响

工业革命以来，虽然工业生产提供了大量就业机会并提高了生活标准，但也产生了工业废物乃至有毒物质等副产品。工业支撑着经济的发展，但往往伴随着环境污染，这始终挑战着人类增加产出的决心(Carlton and Perloff, 2000)。产业政策的目标始终是刺激投资的增加，因而今天的环境挑战是前所未有的(Szirmai et al.,

2013)。历史经验表明,现代工业过程对全球环境的恶化起了主要作用,许多国家积极推动制造业以促进经济发展,在力图提高生活水平的同时也导致环境恶化。自20世纪70年代以来,为了缓解环境污染,许多国家尤其是发达国家越来越重视工业生产全过程的节能减排(Rydval and Wilson, 2012)。

2. 人类生活活动对环境污染的影响

近年来,研究者们对衡量家庭消费模式对环境的影响表现出越来越大的兴趣,包括对不同类型家庭生活产生环境污染的比较研究以及生活行为所产生的工业需求等。如针对美国不同类型的家庭,Herendeen等创造性地提出“生存的能源成本”(Energy Cost of Living)的概念,同时考虑了使用家庭用品的直接能源成本和间接能源成本(Herendeen and Tanaka, 1976; Herendeen et al., 1981)。另外一些研究不仅考虑了能源的货币成本,还关注了相关的二氧化碳、二氧化硫排放等污染成本,如Vringer和Blok(1995)对荷兰的研究,Peters和Hertwich(2006)对丹麦的研究等。Lenzen等(2006)更是比较分析了澳大利亚、巴西、丹麦、印度和日本等五个国家的家庭能源需求差异,以及各国家庭污染排放的变化规律。此外,政府与非营利组织也越来越认识到,家庭个体的节能减排问题特别具有挑战意义(Serret and Ferrara, 2008)。以温室气体排放为例,在澳大利亚,家庭虽然仅消费了全国13%的最终能源,却至少贡献了30%的温室气体排放量(Gray et al., 2010);在欧盟和美国,家庭排放的温室气体分别占各自排放总量的41%和36%(Steemers, 2003)。可见,家庭消费已经成为影响环境污染和气候变化的重要原因。

三、中国生产污染与生活污染异步性的实证分析

(一) 中国生产污染与生活污染排放的异步性

就中国现状而言,生活污染与生产污染排放应存在一定的独立性。首先,中国生产的产品总量与中国消费的产品总量高度不一致,也就不存在生产污染与生活污染排放总量的同步。在农业社会,人类生产活动长期处于一种相对封闭、自给自足的状态,一地的产品生产基本对应当地的生活消费。随着对外贸易剧增,一地的生产开始向其它地区服务,不同地区间产生大量产品交换,导致本地生产与消费的差距越来越大(Sawhney and Rastogi, 2014)。贸易污染转移学说指出经济增长除需承受本地消费的污染物外,也将面对贸易带来的异地消费污染(Tobey, 1990; Levinson, 2009),高度的经济外部依赖性将影响一个地区的污染排放量和构成。中国经济高度依赖出口,大量产品供给其它国家或地区,本国的消费能力只能决定部分的生产能力,这也会在污染排放量和构成上反映出来。此外,对外贸易还可以通过其它渠道单独影响生产的污染排放。开放贸易后,有些国家倾向于采取更宽松的环境监管以取得或保持国际竞争力,这一观点被称为“竞次”(Race to the Bottom)假说(Frankel and Rose, 2005)。

其次，中国的生产效率改变不能同步转化为生活品质改变，进而导致生产污染排放变化与生活污染排放变化的异步性。一般而言，生产活动的改变通过家庭收入和产品使用的改变，可以有效传递给生活活动。但由于经济高度依赖外部市场，中国生产部门“制造”的产品与家庭生活“消费”的产品在数量与质量上差异巨大，进而造成生产污染与生活污染排放量的不同步。此外，中国生活污染的产生往往与人们的环保意识和生活习惯等相关，其变化规律和影响因素比生产污染更为复杂，变化周期也更难以把握（肖周燕，2015）。由于分配机制不合理、劳方谈判能力有限等原因，劳动力收入水平提升的速度长期低于生产力水平提升的速度，生产力水平的提高没能有效转化为家庭收入的提高（Whyte, 2009；安体富、蒋震，2012），生产活动的变化也就难以通过收入传递到生活活动。换言之，生产水平变化无法较大比例地转化为当期消费水平变化，导致了中国的生产污染与生活污染的异步性。

（二）中国生产污染和生活污染的描述性分析

1. 中国污染排放的结构变化

为考察生活污染排放对总污染排放的贡献，本文分别对比了工业和生活的废水（污水）、COD及SO₂排放量（数据来源于《新中国六十五年》与历年《中国环境统计年鉴》），如图1~图3所示。可以看出，2013年，生活污水排放量是工业废水排放量的2.31倍，生活COD排放量是工业排放的2.78倍，生活SO₂排放量是工业排放的0.11倍。可见，生活污染排放已经成为中国污染源的重要组成部分，不容忽视。

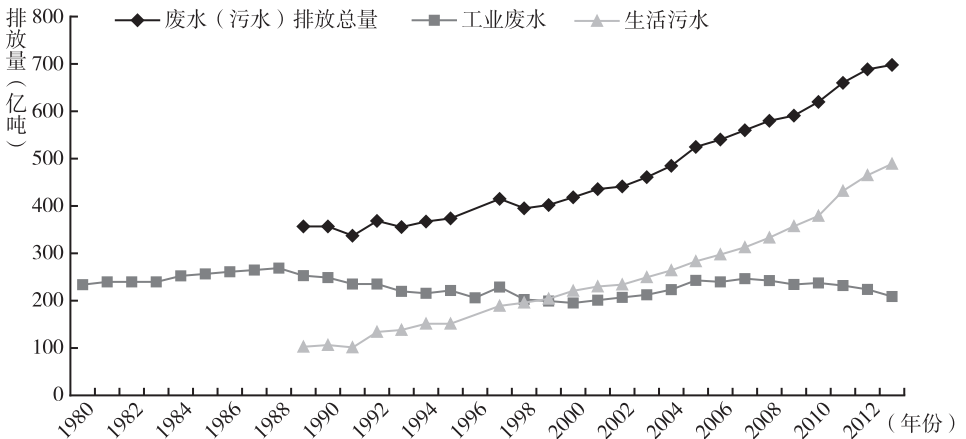


图1 中国废水（污水）排放量的变化趋势

2. 生产污染与生活污染的异步性

为进一步明确中国生产污染排放与生活污染排放的区别，针对上述三种污染物，

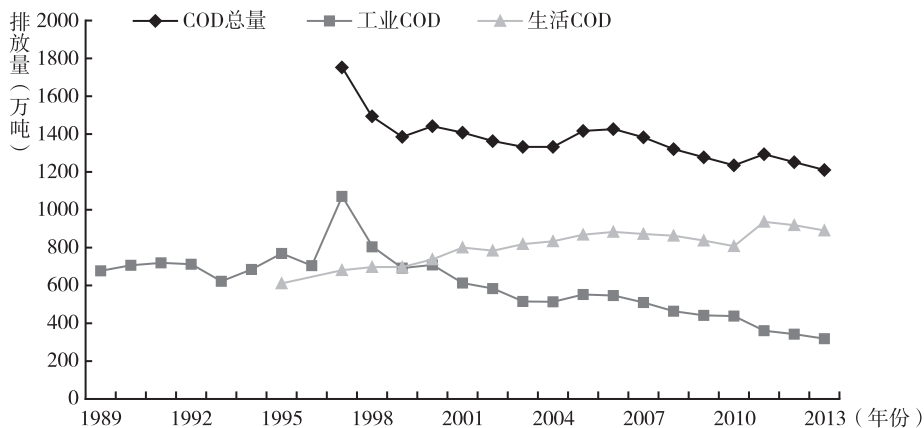
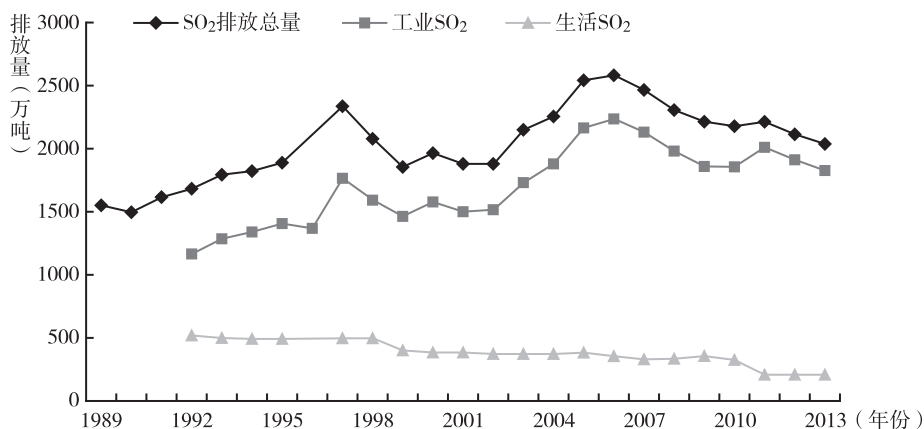


图2 中国COD排放量的变化趋势

图3 中国SO₂排放量的变化趋势

本文分别比较生产、生活人均污染排放量与人均GDP的相关性。就污水（废水）排放而言（图4、图5），中国的人均工业废水排放量随人均GDP的增长呈现先增后减的趋势，而人均生活污水排放量随人均GDP的增长呈现不断增加的趋势。就COD排放而言（图6、图7），可以看出，随着人均GDP的增长，人均工业COD排放量总体呈现下降趋势，而人均生活COD排放量却呈现上升趋势。就SO₂排放而言（图8、图9），研究发现，随着人均GDP的增长，中国人均工业SO₂排放量先持续增加，随后呈现下降，并暂时稳定在一个排放水平上；与此同时，人均生活SO₂排放量在不断下降。

近20年来，中国的人均生活污水排放量和人均生活COD排放量在不断增加，而

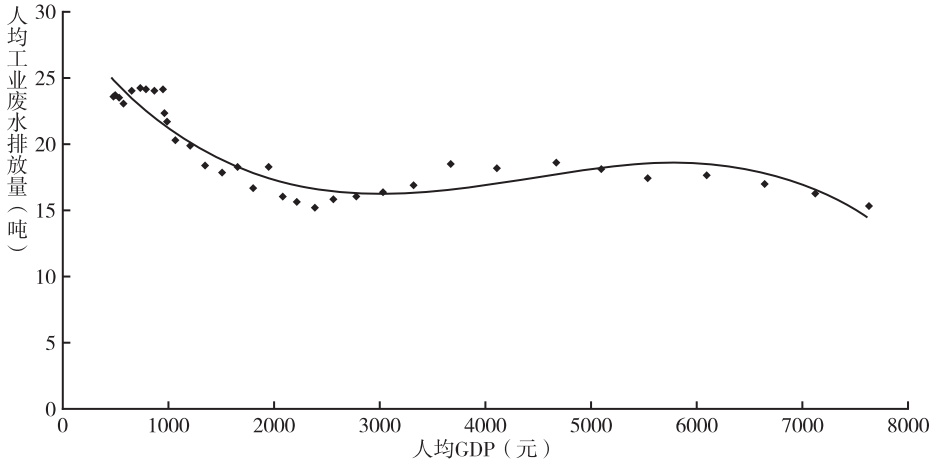


图4 人均工业废水排放量与人均 GDP 的散点图

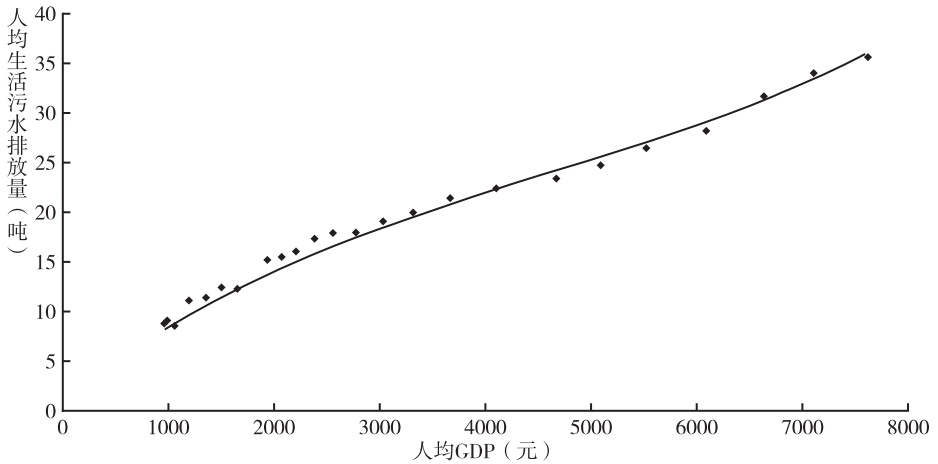


图5 人均生活污水排放量与人均 GDP 的散点图

人均生活 SO_2 的排放量在不断下降。对于生产污染排放，工业废水、工业 COD 的人均排放量在不断下降，而工业 SO_2 的人均排放量总体呈增加趋势。由此可见，中国生产污染与生活污染的排放量变化趋势并没有表现出同步性。

进一步分别对三种污染物的生产排放与生活排放进行相关分析，结果如表 1 所示。三者的相关系数均为负，即中国人均生产污染排放量与人均生活污染排放量呈显著负相关。中国工业生产的污染排放与城镇生活的污染排放并不是亦步亦趋，而是在一定程度上背道而驰。

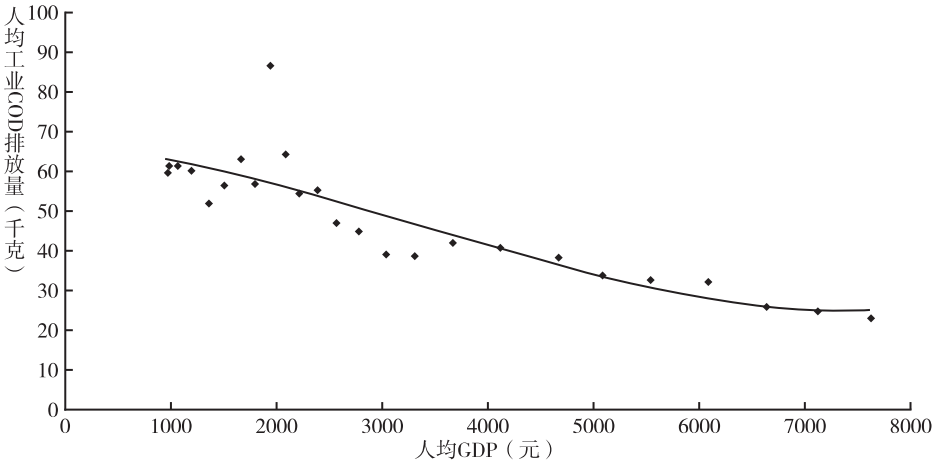


图6 人均工业 COD 排放量与人均 GDP 的散点图

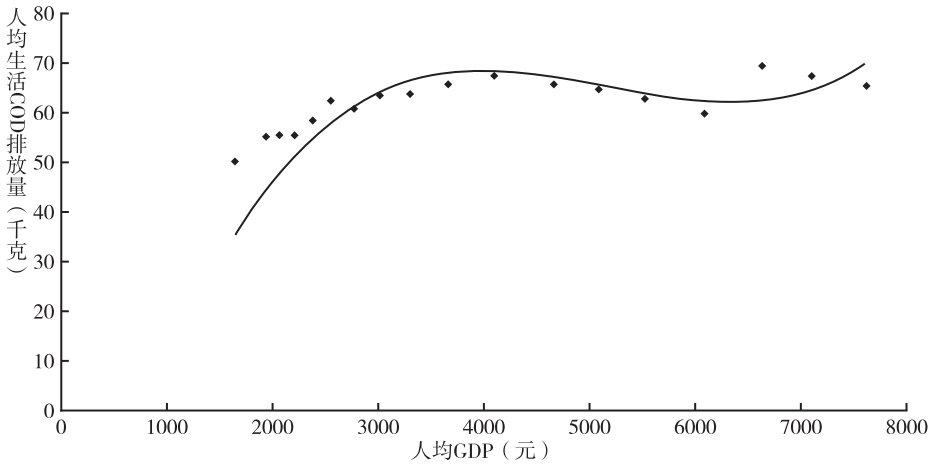


图7 人均生活 COD 排放量与人均 GDP 的散点图

综上所述，中国的生活污染排放量在污染排放总量中占有一定的比重，某些污染物的生活排放甚至超过工业排放。并且，中国生活污染排放量的增长趋势并没有与生产污染排放量保持一致，二者差异巨大。研究中国污染排放问题，不能简单地将生活污染与生产污染加总后统一考察，因为二者均为污染排放的重要来源，并且增长趋势并不一致。

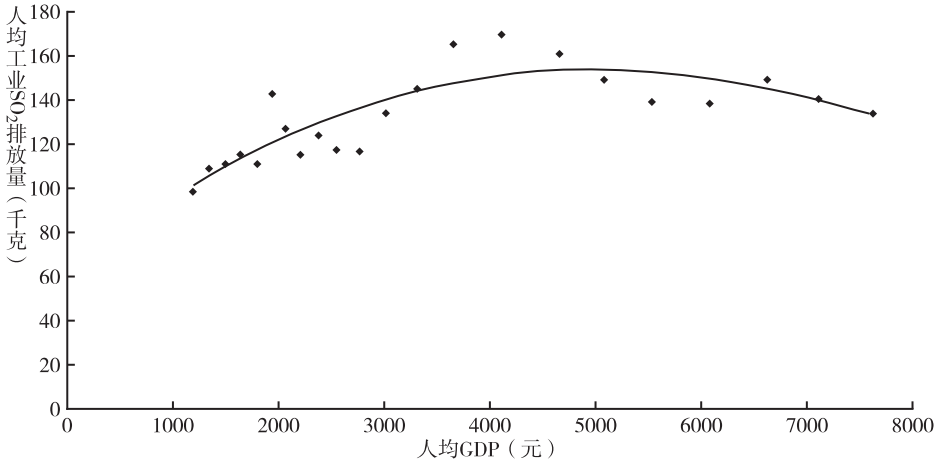
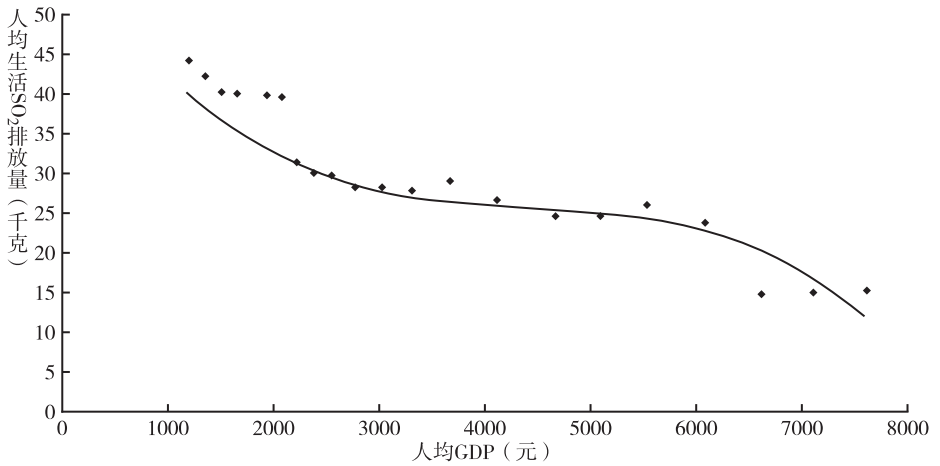
图8 人均工业SO₂排放量与人均GDP的散点图图9 人均生活SO₂排放量与人均GDP的散点图

表1 中国人均生产污染排放量与人均生活污染排放量的相关性

污染物	废水(污水)	COD	SO ₂
相关性	-0.467***	-0.798***	-0.608***

注：***表示在0.1%水平上显著。

四、模型、数据与估计

本文的实证研究首先将中国污染排放的考察对象分为生产与生活两个方面，然后根据理论分析，综合考虑了生产污染的市场结构因素与生活污染的消费结构因素。为了避免单一污染指标的片面性，实证研究选择了污水（废水）、COD 和 SO₂ 三种污染物。本文利用 1997 年~2013 年间 31 个省份（不包括香港、澳门和台湾）的面板数据，分别估计中国生产污染排放与生活污染排放的 EKC 模型。数据来源于《新中国六十年统计资料汇编》，以及历年《中国统计年鉴》，省、市、区统计年鉴，缺失数据以平滑法补齐。涉及的产值与收入数据均以 1980 年为基期进行平减处理。本文借鉴 Torras 和 Boyce（1998）的研究成果，采用如下模型：

$$E = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 Y^2 + \alpha_3 Y^3 + \beta X + \varepsilon \quad (3)$$

式（3）的含义与式（2）基本一致，式（3）增加了 Y^3 。这是因为，某地区单一污染指标的人均排放量在倒“U”型的基础上，有可能出现再次增长的现象，因而增加自变量的三次项，以检验这种趋势是否存在。此外，式（3）新增加的 βX 是影响污染排放的结构性变量矩阵 X 与其系数矩阵 β 的乘积，表示生产污染与生活污染产生的社会结构性差异。

（一）中国生产污染排放的 EKC 模型估计

1. 变量选择

本研究以式（3）为基础验证中国生产污染的人均排放量与人均工业产值的关系，利用本期人均工业产值衡量工业技术水平。虽然工业生产效率可以在一定程度上代表工业发展过程中的技术水平，但并不意味着工业生产效率可以完全代表技术水平，因为可能存在时间迟滞性与空间外溢性。为此，本文采用时间与空间固定效应模型，以部分弥补工业生产效率变量的指代不足（Açici, 2013）。控制变量包括：（1）城镇化率。城镇化发展过程对环境的影响复杂而又重大，对第二产业也有一定影响（蒋洪强等，2012）。王会和王奇（2011）关于城镇化对污染排放影响的测算表明，城镇化率每增加 1 个百分点，工业 COD 排放量、工业 SO₂ 排放量分别增长 0.48%、0.44%。本文的城镇化率为城镇常住人口数占总人口的比重。（2）教育水平。Hilson（2000）指出，教育水平的提升将有效提高员工的工作技能，因而可以进一步在生产环节抑制污染排放。Teoh 和 Thong（1984）认为“教育水平提升将显著提高企业的社会责任感”，而环境保护社会责任感的提高将减少企业的污染排放量。此外，教育水平的不断提升，也将提高环境监管部门的工作效率，进而导致工业污染排放量下降（Cordano and Frieze, 2000）。本文采用接受过高等教育人口数量占六岁以上人口数量的比重作为衡量教育水平的指标。

2. 估计结果

人均生产污染排放量与人均工业产值的估计结果如表 2 所示。从废水和 SO₂ 两项污染指标的估计结果可以观察到倒“U”型关系：污染最初随着人均工业产值的增加而增加，随后下降。人均工业产值立方项在统计上显著为正，但系数较小，根据 Torras 和 Boyce (1998) 的研究，这意味着污染排放量存在再次上升的可能性。从 COD 排放量的估计结果来看，一次项显著为负，二次项、三次项系数不显著，说明在我们的观察期内，中国各省份的工业 COD 排放量总体呈现一个长期减少的状态，并不符合倒“U”型关系。在结构性因素方面，城镇化率与工业废水和工业 SO₂ 排放量总体呈现正相关关系，说明城镇化增加了工业污染的人均排放量。但是，城镇化并不是对所有的污染物排放量都有正向作用，在工业 COD 排放方面就呈现出负向作用。这可能是因为本文选取的数据时段是 1997 年~2013 年，在这个时段内，与城镇化相关的其它因素已经发挥作用。教育水平对工业废水排放抑制作用显著，然而在抑制工业 COD 排放与工业 SO₂ 排放上的作用并不显著。

表 2 生产污染排放的估计结果

变量	废水	COD	SO ₂
人均工业产值	2.71e-04 ***	-4.93e-04 **	15.36e-04 **
人均工业产值 ²	-2.86e-09 ***	2.28e-09	-2.62e-08 ***
人均工业产值 ³	7.65e-15 ***	-3.55e-15	7.87e-14 ***
城镇化率	17.513 **	-39.686 **	144.405 ***
教育水平	-1.015 ***	0.141	0.790
constant	12.602 ***	66.796 **	75.922 ***
R ²	0.237	0.252	0.208
F	30.57 ***	33.04 ***	25.84 ***

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平上显著。

(二) 中国生活污染排放的 EKC 模型估计

1. 变量选择

仍以式 (3) 为基础验证中国的生活污染人均排放量与人均消费水平的关系，以本期人均消费金额（地区总消费额除以常住人口数）指代消费水平。研究仍然利用时间与空间固定效应，部分弥补消费水平变量的指代不足，并仍考虑消费污染的结构因素。(1) 城镇化率。一是城镇化率提升使得城市规模扩大，造成个人交通排放等污染量增加。Cole 和 Neumayer (2004) 认为，相对于乡村地区而言，汽车等交通工具更为广泛地应用于城镇化地区。二是城镇化率的提升，使得身处城市的居民生活方式更加耗能并产生更多污染。Torras 和 Boyce (1998) 指出，城镇化进程导致城市内部不同类型污染物的释放水平提高；城镇化程度越高，城市内人均污染物排放量越

大。(2)教育水平。应将教育措施设置为地区污染的控制变量之一,因为教育的普及是控制污染排放的一个必要的条件,教育可以提升个人的风险意识以及个人环境保护需求(Torras and Boyce, 1998)。因而在控制收入的前提下,随着消费者教育水平的不断提高,预期消费产生的边际污染排放量会下降。

2. 估计结果

人均生活污染排放量与人均消费水平的估计结果如表3所示。对生活污染排放三项污染指标的回归估计均未出现倒“U”型曲线。生活污水人均排放一次项、二次项显著为正,三次项显著为负,但系数较小,说明在观察期内生活污水人均排放量不断攀升,污染排放量下降的可能性较小。生活COD排放量与消费水平之间不存在明显的关联性。生活SO₂人均排放不断减少,但有上升的可能性,三次项虽显著为负,但系数较小。在结构性因素方面,城市扩张显著增加污水和COD的排放,而由于城市生活方式的改进,SO₂排放量在不断下降。而教育程度的估计系数均不显著,说明就消费个体而言,教育对污染的抑制作用不明显。

表3 生活污染排放的估计结果

变量	污水	COD	SO ₂
人均消费水平	1.67e-03 ^{***}	2.49e-03	-5.72e-03 ^{**}
人均消费水平 ²	4.41e-08	-2.11e-07	4.67e-07 ^{***}
人均消费水平 ³	-2.83e-12 ^{***}	7.07e-13	-1.25e-11 ^{***}
城镇化	9.802 ^{**}	53.429 ^{**}	-1.371
教育水平	0.059	-0.823	-1.092
constant	8.690 ^{***}	46.586 ^{***}	58.408 ^{***}
R ²	0.792	0.263	0.203
F	374.36 ^{***}	35.09 ^{***}	24.94 ^{***}

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平上显著。

需要说明的是,生产与生活污染排放的部分估计结果显示教育水平对污染的抑制作用不显著,可能是两个方面的原因造成的:一是目前中国教育还不足以有效增强人们的环保意识,进而无法有效抑制环境污染行为;二是教育水平与城镇化率等变量的指标数据之间有共线性问题,因而可能造成估计结果的不显著。

五、结论

本文通过对全国31个省份连续17年的面板数据进行分析,分别考察中国的生产污染及生活污染问题,发现部分污染物排放符合“环境库兹涅茨曲线”特征,主要结论如下:

(1) 中国工业污染排放中，部分污染物的排放遵循“环境库兹涅茨曲线”，不同污染物的排放变化曲线存在不同步与波峰交替出现的现象。此外，中国的生产污染排放与生活污染排放存在显著的异步性，二者并非随生产效率的提升而同步改变。

(2) 中国污染问题的预测与应对需要考虑中国在全球经济体中的地位与中国的特定发展时期，需要综合考虑城镇扩张、教育水平等结构性因素。在样本的观察期，随着生产水平不断提升，人均生产污染排放量总体呈现下降趋势。对于生活污染排放，随着居民消费水平提升，各种污染物排放量并没与生产污染出现一致的变化趋势，也没有显著地呈现倒“U”型曲线。此外，总的来看，中国的城市扩张不断推动污染排放量增加，而教育水平的提升在抑制污染方面作用有限。

(3) 中国对生活污染的治理刻不容缓。中国的生活污染排放在总量和结构上都处于一个高涨期，一方面是因为中国城镇化水平不断提升，使得更多的人进入城市，享有城市高能耗、高污染的生活方式，因而造成更多的污染。另一方面，随着收入水平的不断提高，家庭会拥有更大的消费能力，而目前还无法很好地抑制家庭消费带来的污染，需要更好的方式来约束和教育中国家庭，提升公民环保意识。

参考文献

安体富、蒋震 (2012):《影响我国收入分配不公平的若干产权制度问题研究》，《财贸经济》第4期，第14~23页。

蒋洪强、张静、王金南等 (2012):《中国快速城镇化的边际环境污染效应变化实证分析》，《生态环境学报》第2期，第293~297页。

王会、王奇 (2011):《中国城镇化与环境污染排放：基于投入产出的分析》，《中国人口科学》第5期，第57~66页。

肖周燕 (2015):《中国人口空间聚集对生产和生活污染的影响差异》，《中国人口·资源与环境》第3期，第128~134页。

Arrow, K., B. Bolin and R. Costanza, et al. (1995), "Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment", *Science*, 268(5210), pp. 520 - 521.

Açııcı, A. A. (2013), "Economic Growth and Its Impact on Environment: A Panel Data Analysis", *Ecological Indicators*, 24 (1), pp. 324 - 333.

Carlton, D and J. Perloff (2000), *Modern Industrial Organization*. MA: Addison-Wesley.

Carson, R. T. (2010), "The Environmental Kuznets Curve: Seeking Empirical Regularity and Theoretical Structure", *Review of Environmental Economics and Policy*, 4(1), pp. 3 - 23.

Cole, M. A. and E. Neumayer (2004), "Examining the Impacts of Demographic Factors on Air Pollution", *Population and Environment*, 26(1), pp. 5 - 21.

Commoner, B. (1972), "The Environmental Cost of Economic Growth", in R. Ridker (eds.), *Population, Resources and the Environment*, Washington DC: U. S. Government Printing Office, pp. 339 - 363.

Cordano, M. and I. H. Frieze (2000), "Pollution Reduction Preferences of U. S. Environmental Managers: Applying Ajzen's Theory of Planned Behavior", *Academy of Management*, 43(4), pp. 627 - 641.

Dasgupta, S., B. Laplante and H. Wang, et al. (2002), "Confronting the Environmental Kuznets

Curve”, *Journal of Economic Perspectives*, 16(1), pp. 147 – 168.

Ehrlich, P. and J. Holdren(1971), “Impact of Population Growth”, *Science*, 171(3977), pp. 1212 – 1217.

Elvin, M. (2008), *The Retreat of the Elephants: An Environmental History of China*. New Haven and London: Yale University Press.

Frankel, J. A. and A. K. Rose(2005), “Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality”, *Review of Economics and Statistics*, 87(1), pp. 85 – 91.

Gray, L. J., J. Beer and M. Geller, et al. (2010), “Solar Influences on Climate”, *Reviews of Geophysics*, 48 (4), pp. 7 – 59.

Grossman, G. M(1993), *Pollution and Growth: What Do We Know?*, CERP Discussion Papers.

Grossman, G. M. and A. B. Krueger(1991), *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement*, NBER Working Paper No. w3914.

Herendeen, R. A. and J. Tanaka(1976), “Energy Cost of Living”, *Energy*, 1(2), pp. 165 – 178.

Herendeen, R. A., C. Ford and B. Harmon(1981), “Energy Cost of Living, 1972 – 73”, *Energy*, 6 (12), pp. 1433 – 1450.

Hilson, G. (2000), “Pollution Prevention and Cleaner Production in the Mining Industry: An Analysis of Current Issues”, *Journal of Cleaner Production*, 8(2), pp. 119 – 126.

Kula, E. (1998), *History of Environmental Economic Thought*, London and New York: Routledge.

Lenzen, M., M. Wier and C. Cohen, et al (2006), “A Comparative Multivariate Analysis of Household Energy Requirements in Australia, Brazil, Denmark, India and Japan”, *Energy*, 31(2 – 3), pp. 181 – 207.

Levinson, A. (2009), “Technology, International Trade, and Pollution from US Manufacturing”, *The American Economic Review*, 99(5), pp. 2177 – 2192.

Montgomery, M. R. (2008), “The Urban Transformation of the Developing World”, *Science*, 319 (5864), pp. 761 – 764.

Panayotou, T. (1993), *Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development*. ILO Working Paper WP238.

Panayotou, T. (1995), “Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development”, in Iftikhar, A. and D. Jacobus (eds.), *Beyond Rio: The Environmental Crisis and Sustainable Livelihoods in the Third World*, London: Macmillan Press Ltd.

Panayotou, T. (1997), “Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool”, *Environment and Development Economics*, 2(4), pp. 465 – 484.

Perman, R. and D. I. Stern(2003), “Evidence for the Panel Unit Root and Cointegration Tests that the Environmental Kuznets Curve Does Not Exist”, *The Australian Journal of Agricultural Economics*, 47(4), pp. 325 – 347.

Peters, G. and E. Hertwich (2006), “The Importance of Imports for Household Environmental Impacts”, *Journal of Industrial Ecology*, 10(3), pp. 89 – 109.

Rydval, M. and R. Wilson (2012), “The Impact of Industrial SO₂ Pollution on North Bohemia Conifers”, *Water Air and Soil Pollute*, 223(9), pp. 5727 – 5744.

Sawhney, A. and R. Rastogi (2015), “Is India Specialising in Polluting Industries? Evidence from

US-India Bilateral Trade”, *The World Economy*, 38(2), pp. 360 – 378.

Serret, Y. and I. Ferrara (2008), “Conclusions and Policy Implications”, *OECD General Papers Special Issue: Household Behaviour and the Environment*, 2, pp. 181 – 197.

Spangenberg, J. H. (2007), “Integrated Scenarios for Assessing Biodiversity Risks”, *Sustainable Development*, 15(6), pp. 343 – 356.

Stemmers, K. (2003), “Energy and the City: Density, Buildings and Transport”, *Energy and Buildings*, 35(1), pp. 3 – 14.

Szirmai, A., W. Naudé and A. Alcorta (2013), *Pathways to Industrialisation in the 21st Century*, Oxford: Oxford University Press.

Teoh, H. Y. and G. Thong (1984), “Another Look at Corporate Social Responsibility and Reporting: An Empirical Study in a Developing Country”, *Accounting, Organizations and Society*, 9(2), pp. 189 – 206.

Tobey, J. A. (1990), “The Effects of Domestic Environmental Policies on Patterns of World Trade: An Empirical Test”, *Kyklos*, 43(2), pp. 191 – 209.

Torras, M., and J. K. Boyce (1998), “Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznets Curve”, *Ecological Economics*, 25(2), pp. 147 – 160.

Vringer, K. and K. Blok (1995), “The Direct and Indirect Energy Requirements of Households in the Netherlands”, *Energy Policy*, 23 (10), pp. 893 – 910.

Whyte, M. K. (2009), “Paradoxes of China’s Economic Boom”, *Annual Review of Sociology*, 35(1), pp. 371 – 392.

Will China’s Pollution Emissions Follow the Environmental Kuznets Curve?

DONG Xiao-song¹, YANG Da-li²

(1. Sichuan Administration College, Chengdu 610071, China;

2. Department of Political Science, The University of Chicago, USA)

Abstract: It is generally believed that, as national incomes rise, countries will experience rising and then decreasing levels of pollution and this pattern is known as the Environmental Kuznets Curve (EKC). Yet China will not completely follow this pattern because of its demographic and industrial characteristics. The authors consider the patterns of China’s pollution by separating industrial and household emissions. Using panel data from 31 provincial units and variables including waste water discharge, COD emissions, and SO₂ emissions, we examine the patterns of industrial and household emissions per capita. We find significant divergence in the emissions patterns, with some variables showing the EKC pattern but the overall prospects for China’s pollution emissions remain cloudy.

Key Words: China; pollution; industrial and household emissions; EKC