

经济发展对环境质量的影响

——环境库兹涅茨曲线国内外研究进展

胡 聘, 许开鹏, 杨建新, 刘天星

(中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085)

摘要:“环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve)”是指环境破坏与收入水平之间成倒 U 形曲线关系,即随着经济发展和收入水平的提高,环境质量先破坏后好转。20 世纪 90 年代初,揭开了 EKC 研究的序幕;之后涌现大量实证研究和理论解释模型的探索;近年来的研究在前人的基础上视野更加宽阔,更注重理论模型的完善。从实证研究、计量模型和解释理论等 3 条线索回顾了近年来国内外的主要研究进展,认为现有研究在计量模型、数据处理、指标选取等方面虽然取得了巨大进展,但仍存在许多不足;EKC 研究要得到更进一步发展必须突破这些局限。

关键词:环境经济学;环境库兹涅茨曲线;生态库兹涅茨曲线;研究进展

Economic development and environmental quality: progress on the Environmental Kuznets Curve

HU Dan, XU Kai-Peng, YANG Jian-Xin, LIU Tian-Xing (Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(6): 1259~1266.

Abstract: Will the world be able to sustain economic growth indefinitely without running into resource constraints or despoiling the environment beyond repair? The Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, which came to be known by analogy with the income-inequality relationship postulated by Simon Kuznets (1955), proposes that there is an inverted-U shape relation between environmental degradation and income per capita. This has been taken to imply that economic growth will eventually redress the environmental impacts of the early stages of economic development. The objective of this paper is to critically review, interpret and synthesize the literatures on the EKC, which have developed rapidly in the past ten years.

Firstly, we made a comparison on the differences among the EKC of various types of environmental indicators. There is no single EKC relationship that fits all pollutants for all places and times. Our examinations have shown that, for the indicators relative closely to the physical environmental quality such as clean water, SO₂ emission TSP, dissolved oxygen in river, etc., the EKC assumes an inverted-U shape relation; but for the indicators relative to ecological changes such as deforestation, biodiversity, carbon dioxide emissions, etc., the EKC has a positive relation.

Secondly, we summarized the categories of the econometric models that used in EKC estimation. The quadratic equations were in common use, taking a typical inverted-U shape; the Log-Quadratic equations could strengthen the characteristic of the inverted-U shape relationship; the cubic equations might explain the fluctuant effects in the interactions between environmental quality and economic development. In addition, some researchers also explored the impacts of other variables in the models such as trade, population, technology geography, etc. with a much wider view.

Thirdly, we examined some theoretical studies on how to explain the EKC relation appeared in the models. These

基金项目:中国科学院知识创新工程资助项目(KZCX3-SW-424;KZCX2-SW-318-01-02);国家自然科学基金资助项目(40171042)

收稿日期:2004-03-19;**修订日期:**2004-05-10

作者简介:胡 聘(1963~),男,副研究员,主要从事生态经济与城市生态研究。E-mail: hudan@mail.rcees.ac.cn

Foundation item: the Knowledge Innovation Project of CAS (No. KZCX3-SW-424; No. KZCX2-SW-318-01-02), National Natural Science Foundation of China (No. 40171042)

Received date: 2004-03-19; **Accepted date:** 2004-05-10

Biography: HU Dan(1963~), Ph. D., Associate professor, mainly engaged in ecological economics and urban ecology. E-mail: hudan@mail.rcees.ac.cn

theoretical explanations focus on the following aspects: economical structure, international trade, technology progress, income elasticity of environmental and resource goods, and political variables. Although these explanations are relatively successful, none of them can be helpful for developing a mechanistic model.

In China, there appeared many successful researches on EKC in recent years. Most of these researches have been conducted in East China where local economy is relatively more developed and complete statistical data are available to systematically contribute to further exploration. From these studies we could find that the relationship between environmental deterioration and economic growth has an obvious inverse U-shape in most study cases, and the turn points arrived earlier than the average world level in a few study cases.

Finally, we discussed some limitations during current progress in EKC researches, and pointed out the promising points of researches currently still neglected, such as the relationships between changes in components, structure and functions of ecosystems and economic development, and the relationships between social capitals and economic development.

Key words: environmental economics; progress review; Environment Kuznets Curve; ecological Kuznets curve

文章编号:1000-0933(2004)06-1259-08 中图分类号:Q143,Q147 文献标识码:A

经济发展对生态环境的影响是环境资源与生态经济学的热点问题。Meadows, Cleveland, Arrow 等科学家保守地认为:经济发展会导致资源损耗和环境破坏,一旦超过生物圈的承载能力,整个生态系统将崩溃,收入水平的提高也变得没有意义;所以必须执行严格的环保政策,甚至不惜限制经济增长,以保证环境与经济的均衡^[1~3]。Beckerman 等乐观派认为:随着收入增长人们,更倾向于服务性产品,而对依赖于资源和产生污染的产品需求减少,从而环境质量会得以改善^[4]。

Grossman^[5], Shafik^[6], Selden^[7], Panayotou^[8]等认为:随着收入水平的提高,环境质量先破坏再好转,即环境破坏与收入水平呈“倒 U”形曲线,如图 1 所示。这种关系与 1955 年 Kuznets^[9]提出的收入不均与经济增长的关系类似,人们称之为“环境库兹涅茨曲线(Environmental Kuznets Curve, EKC)”。1990 年代早期,有人开始用单个污染物指标验证 EKC 曲线,随后 EKC 检验如雨后春笋般发展,但主要集中在对城市环境质量的研究;20 世纪 90 年代中后期 EKC 研究达到鼎盛,并开始从 EKC 现象的形成机制方面探究其内在的理论基础。下面从实证研究、计量模型、理论解释等 3 条线索回顾国内外的 EKC 研究进展,并讨论 EKC 研究的不足和发展趋势。

1 EKC 国外研究回顾

1.1 EKC 实证研究

关于 EKC 假设的最早研究是 Grossman-Krueger, Shafik-Bandyopadhyay^[6]和 Panayotou 在 20 世纪 90 年代初的 3 份独立的研究。1991 年, Grossman-Krueger 对 GEMS^①的城市大气质量数据做了分析,发现 SO₂ 和烟尘符合倒 U 形曲线关系,顶点在 \$4000~5000^②之间;而大气悬浮颗粒含量随人均 GDP 增长而升高。1992 年, Shafik-Bandyopadhyay 提出以下 10 个生态环境指标估算 EKC:清洁水缺乏率、城市公共卫生设施缺乏率、大气悬浮颗粒、二氧化硫、森林覆盖率、森林采伐、河流中溶解氧、河流中的大肠杆菌、人均城市垃圾产生量和人均碳排放量。他们根据世界银行提供的数据,使用 3 种不同的方程形式(线性对数,对数平方和对数立方)拟合各项环境指标与人均 GDP 的关系。

同时, Panayotou 也发现人均收入大约在 \$3000~5000 时,环境质量开始好转。

之后涌现出大量 EKC 实证研究,但是至今还没有一个一般性的能够科学全面地反映环境破坏和资源损耗整体水平的指标。

表 1 列出了对大气环境指标(SO₂、烟尘、总悬浮颗粒 TSP、NO_x 和 CO)的主要研究结果。SO₂ 主要是由重工业工厂和火力发电厂中煤的使用而产生的;NO_x 和 CO 主要是由汽车尾气产生的;烟尘和 TSP 的产生比较广泛。Selden-Song 和 Grossman-Krueger 都使用 GEMS 数据,不同的是前者选取总体(城市及其周边农村)环境水平而不单是市区数据,发现顶点在更高的收入

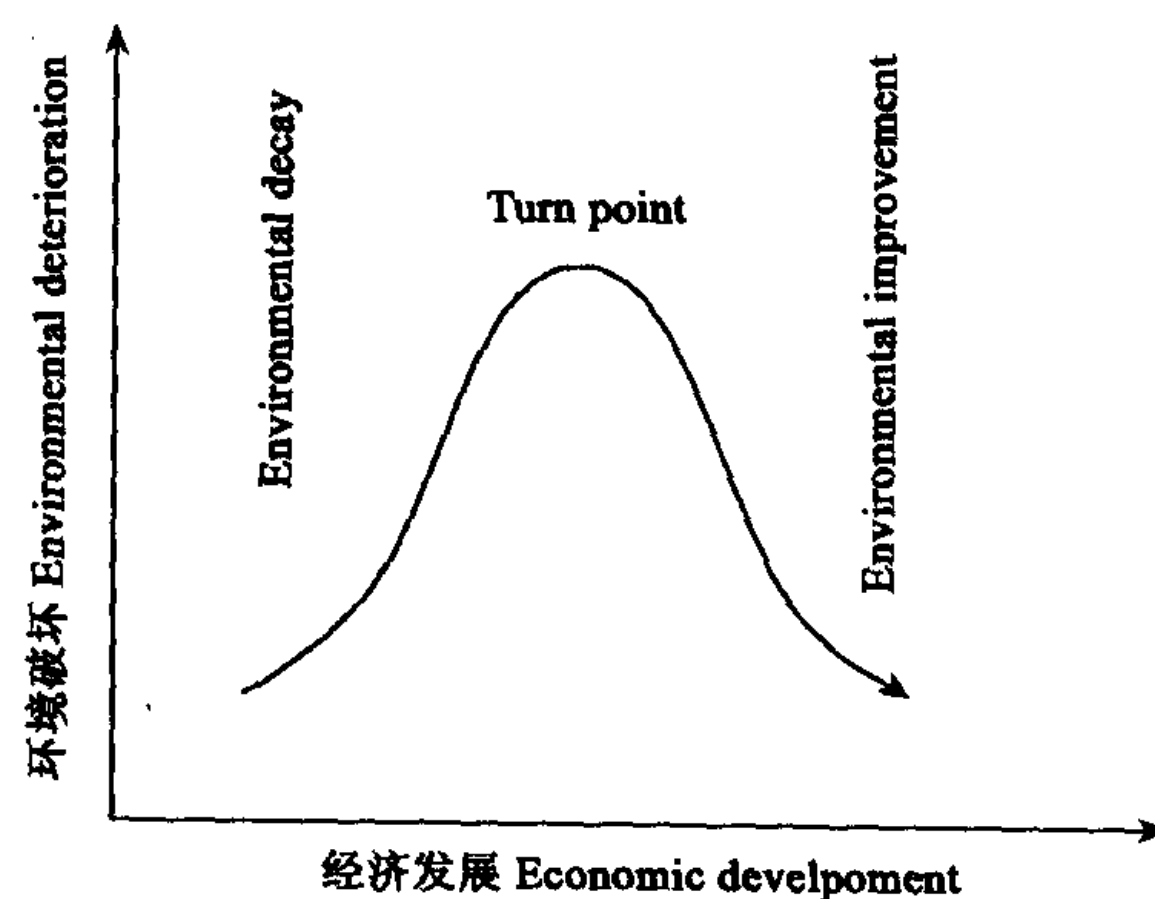


图 1 环境库兹涅茨曲线

Fig. 1 Environmental Kuznets Curve

① Global Environmental Monitoring System, WHO 和 UNEP 于 1976 年建立

② 本文货币单位均指按实际购买力平价(PPP)换算为 1985 年美元

水平出现；可见要改善整体环境质量难度更大。各个研究结果表明，虽然转折点出现时对应的收入水平差异较大；但都一致地呈现倒 U 形曲线。

表 1 大气环境指标 EKC 的研究(EKC 顶点时的收入水平,美元)

Table 1 Summary of EKC studies for air pollution indicators (the income level when EKC peaks at, 1985 U. S. dollars)

Study	SO ₂	Smoke	TSP	NO _x	CO
Grossman-Krueger ^[5]	N-shape *	4000~5000	increase	n. a.	n. a.
Shafik-Bahdyopadhyay ^[6]	3300	n. a.	3500	n. a.	n. a.
Panayotou ^[8]	3000~4900	n. a.	4500~7400	5500~9000	n. a.
Selden-Song ^[7]	8700	n. a.	10300	11200	6000
Cole ^[10]	6900	n. a.	7300	14700	9900
List-Gallet ^[11]	22000	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Stern-Common ^[12]	9000	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

* peak at \$ 4050 and trough at \$ 14000

表 2 列出了对水环境指标的主要研究结果。Grossman-Kruger 研究了表中所列的 5 个水环境指标,结果显示溶解氧的顶点位置最先出现,在人均收入 \$ 2700 左右;而硝酸盐的顶点位置在人均收入高达 \$ 10000 左右才出现(后来 Cole 等得到更高的结果: \$ 15600)。而 Shafik-Bandyopadhyay 对河流中溶解氧的研究没有发现顶点。比较表 1 发现水环境质量指标的转折点比大气的更早出现,这是因为水对人们的影响更密切,改善水环境质量更迫切。

表 2 水环境指标 EKC 研究(EKC 顶点时的收入水平,美元)

Table 2 Summary of EKC studies for water pollution indicators (the income level when EKC peaks at, 1985 U. S. dollars)

Study	Dissolved Oxygen	BOD	COD	Coliform	Nitrates
Grossman-Kruger ^[5]	2700	7600	7800	8000	10000
Shafik-Bandyopadhyay ^[6]	increase	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Cole ^[10]	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	15600

表 3 列出了对重金属指标的主要研究结果。Grossman-Kruger 还发现一些重金属污染指标也呈倒 U 形曲线,Hettige 等^[13]和 Rock^[14]对一般金属的浓度和一般性有毒物质做了研究,发现顶点在 \$ 10000~13000 范围内出现。

表 3 重金属与有毒物 EKC 研究(EKC 顶点时的收入水平,美元)

Table 3 Summary of EKC studies for concentrations of heavy metals (the income level when EKC peaks at, 1985 U. S. dollars)

Study	金属 General Metal	毒物 General Toxicant	铅 Lead	镉 Cadmium	砷 Arsenic	汞 Hydrargyrum
Grossman-Krueger ^[5]	n. a.	n. a.	1900	11600	4900	5100
Hettige ^[13]	n. a.	12800	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Rock ^[14]	10800	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.

表 4 中所列的指标可以分为 3 类:第 1 类是与日常生活密切相关的环境指标。Shafik-Bandyopadhyay 发现清洁水短缺率随收入增长下降;而城市垃圾的产生量是上升的。这是因为清洁水是反映生活质量的主要指标,收入的增长首先带动其上升;而生活条件改善后带来无节制的消费行为,使城市生活垃圾剧增。第 2 类是自然资源利用率。其结果比较复杂:就森林开采(deforestation)而言,Cropper-Griffiths^[15]得到的转折点很高;Shafik-Bandyopadhyay 发现它和收入没有关系;Panayotou 发现顶点在很低的收入水平(\$ 800~1300)时出现,这远低于燃烧污染物的结果。Skonhoft-Solem^[16]对挪威的土地发展展开研究,发现荒地剩余量随人均收入增长而下降;Michael^① 研究生物多样性,发现鸟类和哺乳类都呈 N 形曲线。第 3 类是与全球变化相关的碳排放和化石燃料消耗,一些研究的结果显示在很高的收入水平下才出现顶点(如 Shafik^[6]和 Moomaw-Unruh^[17]等),而另一些研究结果显示它们随收入水平增长而上升(如 Holtz^[18]和 Horvath^② 等)。说明这些对人们生活不直接相关、对国家(或区域)的直接利益损害不大、但对全球环境影响深远的全球性环境指标得不到有效的控制。

1.2 EKC 计量模型

下面对 EKC 实证研究的计量方程模型做一评述。EKC 实质是收入增长(y)对环境质量或资源消耗(E)的影响,即 E 是 y 的函数。各个研究者从不同的假设条件出发,考虑不同的主导因子,设计出种类繁多的方程形式,如表 5。

最简单常见的方程形式是收入与资源环境关系的二次方程,有的为了突出曲线特征形状而使用收入取对数后的二次方程;

① Michael A M, Michael L. Nieswiadomy sliding along the environmental kuznets Curve; The Case of Biodiversity, Economics Department of the University of North Texas, 2000

② Horvath R J. Energy consumption and the environmental Kuznets Curve Debate. Department of Geography, University of Sydney, 1997

得到明显的倒 U 形曲线。三次方程(如 Madhusudan^[19]等)显示为 N 形曲线;说明现实中存在很多波动效应。Grossman-Krueger 考虑了地理因素,结果表明城乡综合环境的改善比单提高市区环境质量更难实现。Gary K,Lise T^[20,21]考虑了人口密度、人口增长和收入分配等参数,认为人口压力大(密度高而且增长快)、收入分配高度不均的国家森林破坏更严重。Cropper-Griffiths, Cole, Suri^[22], Kaufmann^[23]等在研究中通过国际贸易额、制造业进出口比率、重要原料商品(如钢铁或木材)的国际价格、国际直接投资等参数研究贸易与环境问题,发现发达国家通过“环境倾销(Environmental Dumping)”使国内环境得到好转。

表 4 其它环境资源指标的 EKC 研究(EKC 顶点时的收入水平,美元)

Table 4 Summary of EKC studies for other indicators (the income level when EKC peaks at, 1985 U. S. dollars)							
研究者 Study	清洁水短缺率 Clean water	人均生活垃圾 产生量 Waste	森林采伐率 Deforestation	未垦地剩余 Wilderness	生物多样性 Biodiversity	人均碳排放 CO ₂	能源使用 Energy use
Shafik-Bandyopadhyay ^[6]	decrease	increase	disrelated	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Cropper-Griffiths ^[15]	n. a.	n. a.	4800 for Africa, and 5400 for Latin America	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Antle-Heidebrink ^[24]	n. a.	n. a.	2050	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Holtz-Eakin ^[18] , Selden ^[7]	n. a.	n. a.	n. a	n. a.	n. a.	increase	n. a.
Moomaw-Unruh ^[17]	n. a.	n. a.	n. a	n. a.	n. a.	12800	n. a.
Panayotou ^[8]	n. a.	n. a.	900	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Horvath ^①	n. a.	n. a.	n. a	n. a.	n. a.	n. a.	increase
Skonhofs-Solem ^[16]	n. a.	n. a.	n. a	decrease	n. a.	n. a.	n. a.
Michael ^②	n. a.	n. a.	n. a	n. a.	N-shape *	n. a.	n. a.

* for birds, peak at \$ 6500, and trough at \$ 20000; for animals, peak at \$ 4800~6100, and trough at \$ 19000

表 5 EKC 假设的计量方程模型*

Table 5 Different Econometric Models of EKC Hypothesis		
参数 Parameter	方程形式 Equation	研究案例 Case study
收入(y)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \epsilon_{it}$	Shafik-Bandyopadhyay ^[6] , Hettige ^[13] , Rothman ^[25] , Kahn ^[26] , Madhusudan ^[19]
	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \beta_2 y_{it}^2 + \epsilon_{it}$	
	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \beta_2 y_{it}^2 + \beta_3 y_{it}^3 + \epsilon_{it}$	
	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(y_{it}) + \epsilon_{it}$	
	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(y_{it}) + \beta_2 (\ln y_{it})^2 + \epsilon_{it}$	
收入(y) 和贸易(T)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \beta_2 y_{it}^2 + T_{it} + \epsilon_{it}$	Cropper-Griffiths ^[15] , Cole ^[10] , Suri-Chapman ^[22]
收入(y)和人口密度(P)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln(y_{it}) + \beta_2 \ln(P_{it}) + \beta_3 (\ln y_{it})^2 + \beta_4 (\ln P_{it})^2 + \epsilon_{it}$	Selden and Song ^[7] , Roberts and Grimes ^[27] , Vincent ^[28]
收入(y)、人口密度(P)和 地理参数(G)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 (y_{it}) + \beta_2 (P_{it}) + \beta_3 (G_{it}) + \beta_4 (y_{it})^2 + \beta_5 (P_{it})^2 + \beta_6 (G_{it})^2 + \epsilon_{it}$	Grossman-Krueger ^[5]
收入(y)、人口密度(P)、人口增长(g)和政策(p)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 (y_{it}) + \beta_2 (y_{it})^2 + \beta_3 (y_{it})^3 + \beta_4 (P_{it}) + \beta_5 (P_{it})^2 + \beta_6 (P_{it})^3 + \beta_7 (g_{it}) + \beta_8 (g_{it})(y_{it}) + \beta_9 (P_{it}) + \beta_{10} (P_{it})(y_{it}) + \epsilon_{it}$	Panayotou ^[8] , Gary-Lise ^[20,21]
收入(y)制度(I)和政策(p)	$E_{it} = \beta_0 + \beta_1 y_{it} + \beta_2 I_{it} + \beta_2 p_{it}$	Torras-Boyce ^[29] , Madhusudan ^[19]

* E = Environmental degradation, y = per capita income or per capita GDP, T=trade, P=population, G=geography, g=growth rate of population, p= policy, I= institution, t = time, ε= error, β= parameter

“环境-经济”系统是一个复杂的系统,其相互作用还受许多其它因素的影响,如:人口、地理、贸易、技术、收入分配和政策激励等。研究者从不同的侧重点出发,通过不同的计量模型发现这些控制参数在一定程度上改变了 EKC 曲线的细节,具体表现在顶点的高低、顶点出现的早晚和长时期内的波动,这些有助于针对性地采取措施把环境破坏降到最小。模型的复杂化能够反映一些细节情况,但不可能完全拟合现实,但却是一些很好的尝试,也暗示了将来的研究发展趋势。

1.3 EKC 一般解释

从 1990 年代中期开始,对 EKC 现象的理论解释受到研究者的重视,人们就经济结构、科技水平、国际贸易、收入需求弹性和政策等方面展开。

① Horvath R J. Energy consumption and the environmental Kuznets Curve Debate. Department of Geography, University of Sydney, 1997.
② Michael A M, Michael L. Nieswiadomy sliding along the environmental kuznets Curve: The Case of Biodiversity, Economics Department of the University of North Texas, 2000.

1.3.1 经济结构 Grossman-Krueger^[5], Panayotou^[8], Lopez^[30], Jean^[31]; David^[32], Markus^[33], Antonio^[34]等从经济结构的改变解释 EKC 现象,认为:在经济起飞阶段,第二产业比例加重,工业化和城市化带来严重的生态环境问题;当主要经济活动从高能耗高污染的工业转向低污染高产出的服务业、信息业时,生产对资源环境压力就降低;环境破坏和经济发展呈现倒 U 形曲线关系。但是这只说明污染严重产业占总体经济比重的减少,即单位总产出的污染会随着经济总量的提高而降低,而污染物的排放总量很难说清楚。

1.3.2 科技进步 Selden-Song^[9], Markus^[33], Magnus^[35]等认为科技进步提高了能源和资源的利用效率,在相同的产出下,资源的损耗和产生的污染都少了。在高科技水平下,一方面采用清洁生产工艺减少了环境破坏和资源消耗,同时可以解决历史积累的环境问题,环境质量会逐渐好转。

1.3.3 国际贸易 Lopez^[29], Copeland-Taylor^[36], Suri^[27], Roldan^[37,38]等从贸易对环境的影响研究 EKC。污染企业通过国际贸易和国际直接投资从高收入国家转移到低收入国家,使发达国家环境质量好转而发展中国家环境质量破坏更进一步破坏,即“环境倾销”。

1.3.4 环境奢侈品 Antle-Heidebrink^[19], McConnell^[39], Rothman^[24], Neha^[40]等把环境质量看作商品,研究它的收入弹性,发现随着收入水平的提高,人们会自发产生对“优美环境”的需求;收入水平越高这种需求越迫切,于是可以把环境质量看成“奢侈品(Luxury Goods)”,即高收入下的收入弹性高于低水平下的收入弹性。随着收入水平提高,人们会主动采取环境友好的措施,或者从个人消费的角度自发做出有益环境的选择。

1.3.5 国家政策 国家环保政策会改变 EKC 的形状——变得扁平或更早出现顶点。Torras-Boyce^[23]发现发展中国家的政策对环境不够友好,认为一个仅代表制造业阶层利益的专制政权,其政策不会考虑民众利益,有可能采取环境不友好的政策;而高效民主的政权将有利于环境友好政策的实施。

2 国内研究回顾

我国 EKC 研究起步较晚,主要是因为我国处于经济发展初期阶段,不具备完整的经济发展方面的时间系列数据;但是环境问题的紧迫性促使国内科学家开始重视这一问题,并且在实证研究方面做了很多工作。

因为东部地区经济发展速度快,生态环境问题(尤其是污染问题)也更严重;而且数据系列比较完全,能观察到比较完整的 EKC 过程;因此得到人们更多的关注。吴玉萍等选取北京数据建立经济增长与环境污染水平计量模型,发现了显著的倒 U 形曲线特征,而且比发达国家更早地达到了转折点,认为北京施行了比较有效的环境政策^[41,42]。沈满洪等用浙江省经济与环境数据得到各类指标的 N 形曲线^[43],认为我国的发展轨迹与世界上发达国家不同,存在更多波动。凌亢等从行业数据验证了南京的 EKC,发现废气排放量和 SO₂ 浓度都随收入增长严格递增,整体污染趋势在扩大^[44]。

在全国层面上,陆虹发现全国人均 CO₂ 排放量表现出随收入上升的特点^[45]。李周等根据“单位 GDP 污染排放量预测”和“GDP 总量预测”方法对“污染物总排放量”进行估算,预测了全国三废排放量达到顶点的时间(固废在 2004 年前后、废水在 2006 年前后、废气在 2010 年前后),而且从东部到西部存在阶梯性差异^[46]。胡守丽对 SO₂ 展开研究,发现北京、上海、广州等发达城市 SO₂ 的排放量与人均 GDP 呈倒 U 形曲线,而全国整体水平却持续上升(北京大学硕士论文)。洪阳指出生态预警线和临界线在 EKC 中的应用^[47],但没有提出预警线的度量方法。陈艳莹根据污染治理的规模效益理论发展了 EKC 模型并用该模型剖析了几个国内城市案例^[48]。

3 讨论

我国正面临着全面的工业化和城市化,生态环境问题日益突出;我们不能照搬发达国家的发展模式,但他们的发展经验值得借鉴。在国内展开 EKC 研究,对照发达国家的发展轨迹,不仅可以认识我们所处的发展阶段,更有利于采取更加合理有效的生态环境措施。鉴于目前的国内外 EKC 研究现状,结合我国实际情况,下述问题需要进行深入探讨。

3.1 经济发展与生态环境的相互作用

EKC 的本质是计量研究经济发展对生态环境的影响。在实际研究中,对于生态环境方面,还没有一个综合的一般性指标能够表征整个生态环境退化的内容。在经济发展方面,多用 GDP 和人均收入等货币指标,还可以考虑其它发展指标,如制造业比重、城市化水平、人类发展指数等。并且研究中应重视环境退化或改善对经济增长的反作用,实际上,经济和环境也是相互作用、相互影响的。从生态—经济水平上考察经济发展与生态系统组成结构与功能之间的双向因果关系,将环境库兹涅茨曲线拓展为“生态库兹涅茨曲线(Ecological Kuznets Curve)”,这不简单是生态环境指标的拓宽,而是“环境-生态-经济”的系统综合和对整个研究对象的外延。

3.2 数据质量与计量方法

环境问题于近几十年才得到重视,现有的环境监测和统计始于 20 世纪 70 年代末期甚至更晚,缺乏比较完整的污染发生发展的历史过程数据。而对多个国家(或地区)的截面数据,由于统计口径、地理差异等问题,不具备可比性。使用数据之前,应该先

对数据本身的时间和空间上的差异性进行分析处理。而且 EKC 研究存在计量经济研究的通病:主观性差异。1997 年 Ekins^[49]就指出:即使对同样的污染物指标,不同的研究者使用不同的数据、不同的函数形式和不同的估计技术,会得到不同的结果。研究者应处理好普遍存在的多重共线、自相关、异方差等统计问题,减少这种差异性。

3.3 收入水平和贸易作用

大量研究结果表明环境指标的峰值正位于当前世界平均收入水平左右,有人认为当前环境质量会自然好转;但世界收入水平分布是偏态的,即处于平均收入水平下的人口要远远多于平均水平之上的,世界环境问题任重而道远。国际贸易对降低发达国家的污染曾有很大的贡献,而发展中国家不可能复制这一模式,更应该加强环境上的国际合作。

3.4 模型改进

EKC 研究的改进将最终集中体现在新的模型中。EKC 研究往往是通过一个计量方程,反映收入、技术、贸易、政策、地理等因素对环境的影响;但对于为什么有这种关系存在、方程的系数应该怎样解释、如何反映这种关系的内部结构等问题并不明确。

3.5 研究拓展

以社会组织为核心的社会资本研究已成为目前发展经济学领域的一个热点问题,社会资本与经济的关系已日益受到国际同行的高度重视^[50]。经济与环境的相互作用是需要一定的社会条件的,在 EKC 模型中如何反映,如何采取更有效的政策以刺激这种作用,都需要建立有效的结构性模型分析内部关系和主导因素,为政策制定提供更科学的依据。从生态学角度看,研究社会资本与环境和生态系统的关系,并进一步研究社会资本与经济发展的关系,为最终将传统的以土地、劳动力和资本为主要变量的生产函数,拓展为以人力资本、社会资本、人造资本、文化资本甚至心理资本为变量的广义生产函数,具有十分重要的研究价值。

4 结语

本文围绕着环境库兹涅茨曲线这一环境经济学界研究热点,从实证研究、计量模型和理论解释等线索对国内外研究现状进行了比较客观、全面的回顾,归纳、总结了 EKC 现状研究存在的问题和需要进一步加以探讨研究的问题。EKC 研究从数据使用到研究的重点都在逐步深化,但 EKC 方法本身有其缺点和不足。如能在指标选取、数据分析和数学计量方法做改进,对平均收入、国际贸易、环境反馈作用、生态与经济的相互作用等问题重新认识,最后在模型上加以改进;不仅能开创国际上对 EKC 研究的新领域,亦能填补国内在 EKC 研究方面的空白。

References:

- [1] Meadows D H, Meadows D L, Randers J, et al. *The Limits to Growth*. London, Earth Island Limited, 1972.
- [2] Cleveland C J, Costanza R, Hall C A S, et al. Energy and the US Economy; a Biophysical Perspective. *Science*, 1984, **225**: 890~897.
- [3] Arrow K, Bolin B, Costanza R. Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment. *Science*, 1995, **268**: 520~521.
- [4] Beckerman W. Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? *World Development*, 1992, **20**: 481~496.
- [5] Grossman G, and Kreuger A. Economic Growth and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, 1995, **110** (2): 353~377.
- [6] Shafik N and S. Bandyopadhyay, *Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence*, Background Paper for the World Development Report the World Bank, Washington DC, 1992.
- [7] Selden T M, and Song D. Environmental Quality and Development: Is there a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 1994, **27**: 147~162.
- [8] Panayotou T. Demystifying the Environmental Kuznets Curve: Turning a Black Box into a Policy Tool. *Environment and Development Economics*, 1997, **2**: 465~484.
- [9] Kuznets S. Economic Growth and Income Equality. *American Economic Review*, 1955, **45** (1): 1~28.
- [10] Cole M A, Rayner A J, and Bates J M. The Environmental Kuznets Curve: an Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 1997, **2**: 401~416.
- [11] List J A and Gallet C A. The Environmental Kuznets Curve: Does One Size Fit All? *Ecological Economics*, 1999, **31**: 409~424.
- [12] David I. Stern, Michael S. Common. Is There an Environmental Kuznets Curve for Sulfur. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2001, **41**: 162~178.
- [13] Hettige H, Lucas B and Wheeler D. The Toxic Intensity of Industrial Production: Global Patterns, Trends and Trade Policy. *American Economic Review*, 1992, **82**: 478~481.
- [14] Rock M. Pollution Intensity of GDP and Trade Policy: Can the World Bank Be Wrong? *World Development*, 1996, **24**: 471~479.
- [15] Cropper M and Griffiths C. The Interaction of Population Growth and Environmental Quality. *American Economic Review*, 1994, **84**: 250~254.

- [16] Skonhoft A, Solem A. Economic Growth and Land-Use Changes the Declining Amount of Wilderness Land in Norway. *Ecological Economics*, 2001, **37**:289~301.
- [17] Moomaw W R and Unruh G C. Are Environmental Kuznets Curves Misleading? The Case of CO₂ Emissions. *Environment and Development Economics*, 1992, **2**: 451~463.
- [18] Holtz-Eakin D and Selden T M. Stoking the Fires? CO₂ Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 1995, **57**:85~101.
- [19] Madhusudan B, Michael H. Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Cross-country Analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, 2001, **29**:995~1010.
- [20] Gary K, Lise T. Is There an Environmental Kuznets Curve for Deforestation. *Journal of Development Economics*, 1999, **58**:231~244.
- [21] Gary K, Lise T. Deforestation, Distribution and Development. *Global Environmental Change*, 2001, **11**:193~202.
- [22] Suri V and Chapman D. Economic Growth, Trade and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 1998, **25**:195~208.
- [23] Kaufman R, Davidsdotter B and Garnham, D. The Determinants of Atmospheric SO₂ Concentration: Reconsidering the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 1998, **25**: 209~220.
- [24] Antle J M and Heidebrink G. Environment and Development: Theory and International Evidence. *Economic Development and Cultural Change*, 1995, **43**: 603~625.
- [25] Dale S R. Environmental Kuznets Curves-Real Progress or Passing the Buck? A Case for Consumption-Based Approaches. *Ecological Economics*, 1998, **25**:177~194.
- [26] Kahn M E. A Household Level Environmental Kuznets Curve. *Economics Letters*, 1998, **59** (2): 269~273.
- [27] Roberts J T and Grimes P E. Carbon Intensity and Economic Development 1962~91: A Brief Exploration of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 1997, **25**: 191~198.
- [28] Vincent J. Testing for Environmental Kuznets Curves within a developing country. *Environment and Development Economics*, 1997, **2**: 417~433.
- [29] Torras M and Boyce J. Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 1998, **25**: 147~160.
- [30] Lopez R. The Environment as a Factor of Production: The Effects of Economic Growth and Trade Liberalization. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1994, **27**: 163~184.
- [31] Jean Agras, Duane C. A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis. *Ecological Economics*, 1999, **28**:267~277.
- [32] David I. Stern. Explaining Changes in Global Sulfur Emissions: An Econometric Decomposition Approach. *Ecological Economics*, 2002, **42**: 201~220.
- [33] Markus P. Technical Progress, Structural Change, and the Environmental Kuznets Curve. *Ecological Economics*, 2002, **42**:381~389.
- [34] Antonio F. Empirical Evidence in the Analysis of the Environmental and Energy Policies of A Series of Industrialized Nations, During the Period 1960~1997. *Using Widely Employed Macroeconomic Indicators Energy Policy*, 2003, **31**:333~352.
- [35] Magnus Lindmark. An EKC-Pattern in Historical Perspective Carbon Dioxide Emissions, Technology, Fuel Prices and Growth in Sweden 1870~1997. *Ecological Economics*, 2002, **42**:333~347.
- [36] Copeland B R, Taylor M S. North-South Trade and the Environment. *Quarterly Journal of Economics*, 1994. 755~785.
- [37] Roldan M, Joan M A. Trade and the Environment from A 'Southern' Perspective. *Ecological Economics*, 2001, **36**:281~297.
- [38] Roldan M, Martin O'C, Joan M A. Embodied Pollution in Trade Estimating the 'Environmental Load Displacement of Industrialised Countries. *Ecological Economics*, 2002, **41**:51~67.
- [39] McConnell K E. Income and the Demand for Environmental Quality. *Environment and Development Economics*, 1997, **2**:383~400.
- [40] Neha K. The Income Elasticity of Non-Point Source Air Pollutants: Revisiting the Environmental Kuznets Curve. *Economics Letters*, 2002, **77**:387~392.
- [41] Wu Y P, Dong S C, Song J F. Modeling Economic Growth and Environmental Degradation of Beijing. *Geographical Research*, 2002, **21** (2):239~246.
- [42] Wu Y P, Dong S C. Evaluating Environmental Policy of Beijing. *Urban Environmental & Urban Ecology*, 2002, **15**(2):4~6.
- [43] Shen M H, Xu Y H. A New Typical Environmental Kuznets Curve. *Zhejiang Social Sciences*, 2000, **4**:53~57.
- [44] Ling K, Wang W C, Liu T. A Statistic Research on the Relation between Economy Development and Emission of Pollutants. *Statistic Research*, 2001, **10**:46~52.
- [45] Lu H. An analysis on China's Economy Development and on States pace model of Environmental——Take Air Pollution as an Example.

The Study of Finance and Economics, 2000, **26**(10):56~59.

- [46] Li Z, Bao X B, Estimation of Kuznets Curve of China's Environment. *Science and Technology Review*, 2002, **4**:57~58.
- [47] Hong Y, Luan S J. Approach on Kuznets relation between Environmental Quality and Economic Growth. *Shanghai Environmental Sciences*, 1999, **18**(3):112~114.
- [48] Chen Y Y. The Return to Scale of Pollution Abatement and the Environmental Kuznets curve: A New Explanation for the Form of EKC. *Forecasting*, 2002, **21**(5):46~49.
- [49] Ekins P. The Kuznets Curve for the Environment and Economic Growth: Examining the Evidence. *Environment and Planning*, 1997, **29**:805~830.
- [50] HU Dan. From Produced(Physical) Asset to Ecosystems Asset——Completeness of Asset and Capital. *Advance in Earth Sciences*, 2004, **19**(2):289~295.

参考文献:

- [41] 吴玉萍, 董锁成, 宋键峰. 北京市经济增长与环境污染水平计量模型研究. *地理研究*, 2002, **21**(2):239~246.
- [42] 吴玉萍, 董锁成. 北京市环境政策评价研究. *城市环境与城市生态*, 2002, **15**(2):4~6.
- [43] 沈满洪, 许云华. 一种新型的环境库兹涅茨曲线——浙江省工业化进程中经济增长与环境变迁的关系研究. *浙江社会科学*, 2000, **4**:53~57.
- [44] 凌亢, 王浣尘, 刘涛. 城市经济发展与环境污染关系的统计研究——以南京市为例. *统计研究*, 2001, **10**:46~52.
- [45] 陆虹. 中国环境问题与经济发展的关系分析——以大气污染为例. *财经研究*, 2000, **26**(10):56~59.
- [46] 李周, 包晓斌. 中国环境库兹涅茨曲线的估计. *科技导报*, 2002, **4**:57~58.
- [47] 洪阳, 栾胜基. 环境质量与经济增长的库兹涅茨曲线关系探讨. *上海环境科学*, 1999, **18**(3):112~114.
- [48] 陈艳莹. 污染治理的规模收益与环境库兹涅茨曲线——对环境库兹涅茨曲线成因的一种新解释. *预测*, 2002, **21**(5):46~49.
- [50] 胡聃. 从生产资产到生态资产:资产-资本完备性. *地球科学进展*, 2004, **19**(2):289~295.