

# 经济增长与环境污染的关系研究

## ——以北京市为例基于区域面板数据的实证分析

周亚敏 黄苏萍

**摘要：**大多数发展中国家，经济发展所面临的环境约束条件已不同于发达国家在同等收入水平时的环境制约。因此，要重复发达国家“先污染，后治理”的方式对大多数发展中国家而言代价巨大。文章利用北京市 1985—2007 年的相关数据，借助 Eviews6.0 和 EXCELE 等工具，逐项分析了各类环境指标与人均 GDP 之间的实证关系，认为北京市的环境保护与经济发展呈现出良性关系，且并不完全符合环境库兹涅茨曲线（EKC），因此发达国家的“先污染，后治理”的发展经验不符合北京市的实际情况。北京市的环境治理在近几年取得了显著的成效，但仍存在需要改进的方面，尤其要加大控制工业废气的排放。

**关键词：**经济增长；环境污染；环境库兹涅茨曲线

### 一、引言

环境的承载能力有限，经济增长离不开对资源的消耗，由此也带来一系列的环境问题。但是经济发展不能因为资源消耗和环境污染而停步。从世界各国或地区经济发展历程来看，环境恶化是经济发展过程中所面临的重要问题。一方面由于在经济发展的过程中，污染物的排放量不断增加，从而导致了环境质量的下降；另一方面环境恶化反过来也限制了经济的长期持续增长。因此，经济增长和环境质量之间存在着密切的联系。环境库兹涅茨曲线（EKC）在一定意义上证明了环境污染与经济发展的相关性。它表明：环境危机只不过是一个阶段性现象，当经济增长达到较高阶段后，它就会自动得到解决（如图 1 所示）。环境库兹涅茨曲线的提出是建立在某些发达国家工业发展事实的基础上，而对大多数发展中国家而言，经济发展所面临的环境约束条件已不同于发达国家所经历的经济过程，依然想重复发达国家“先污染，后治理”的道路，付出的代价将会远远超过发达国家。这对于发展中国家来说是一项巨大的挑战。同时，基于倒 U 型曲线的“先污染，后治理”的经济发展方式是否合理，还有待进一步商榷。

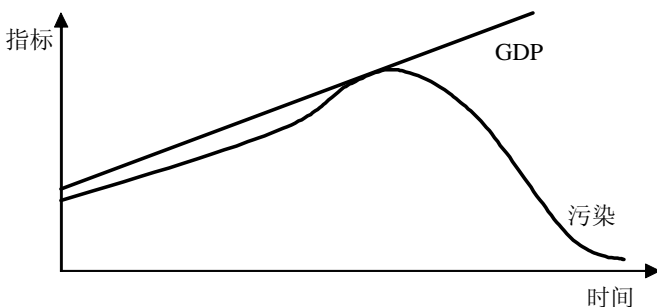


图 1 环境库兹涅茨曲线

本文试图利用北京市 1985—2007 年的数据，考察中国经济发展水平较高、对环境治理重视程度高的代表性城市的经济增长与环境污染间的真实关系，探索北京市环境污染与经济增长是否存在 EKC 关系，探讨北京市经济增长与环境污染水平的演变规律，以期对北京市的经济发展与环境保护提出相关建议。

[基金项目] 本文受到中国人民大学研究生科学研究基金项目（项目名称：经济增长与环境污染的关系研究——基于面板数据的实证分析；项目编号：08XNG020）的资助。

周亚敏：中国人民大学经济学院国际贸易专业 08 级博士生 电子邮箱：zhouyamin2007@yahoo.com.cn；黄苏萍：中国人民大学商学院企业管理专业 08 级博士生。

## 二、文献综述

自 20 世纪 60 年代以来, 经济发展对生态环境的影响就已经成为环境与生态经济学关注的热点。Chenery 和 Syrquin (1975) 研究了工业过渡期总收入、工业结构和污染三者之间的关系, 他们认为典型的工业发展过渡须经历五代, 而某些东亚国家却仅仅只是经历了两代 (Chenery et al., 1986)。美国经济学家 Grossman 和 Krueger 通过对 42 个国家横截面数据进行分析得出: 在经济发展的较低阶段, 人类的经济活动对环境污染水平也较低; 当经济发展到快速增长阶段, 以工业为代表的经济活动对资源的耗费大大超过资源自身的再生能力, 从而导致环境急剧恶化; 当经济发展到更高阶段, 由于经济发展, 人类对环境质量的要求提高以及其环境保护意识被唤醒, 一方面, 各种力量促使保护环境措施开始实施, 另一方面, 人们积极寻求降低资源消耗、减少环境污染的技术来发展工业, 于是环境开始得到改善 (Grossman & Krueger, 1995)。这就形成了一条环境污染水平先上升继而下降的倒 U 型曲线, 污染程度的峰值大约位于中等收入水平阶段。由于与美国经济学家库兹涅茨对收入分配状况的观察相似, 所以它被称为环境问题的库兹涅茨曲线 (EKC)。可以说, 环境库兹涅茨曲线集中体现了经济发展与环境污染的关系。“环境库兹涅茨曲线假说”认为: 在经济发展的初始阶段, 随着经济增长, 环境质量逐渐恶化 (污染上升), 当收入达到某一特定的“转折点” (Turning Point) 或称为“门槛” (Threshold Point) 时, 环境质量将得到改善 (污染下降)。这一假说的现实意义在于: 虽然经济发展的早期阶段可能出现环境恶化和资源短缺等暂时的现象, 但是通过发展本国经济最终能够解决这些问题。从长期来看, 一个国家改善本国环境的根本途径就是变得富有 (Berkman, 1992)。如果 EKC 假说是一个普遍现象, 那将意味着: 经济增长是环境改善的途径。由于 EKC 本身具有的这种强烈的现实意义, 引发了自 20 世纪 90 年代以来大量 EKC 的相关研究和广泛讨论。

大量学者运用各国截面、时间序列或面板数据, 对是否存在 EKC 进行了广泛研究。他们对环境与收入之间的关系进行了大量验证, 相关的研究文献很多 (Stern, 1998; Ekins, 1997; Dinda, 2004 等)。这些文献普遍认为发达国家和新兴工业化国家与地区适用于环境库兹涅茨曲线, 如对美国、西欧、日本和韩国、新加坡、中国香港和中国台湾的经验分析表明这些国家和地区均符合“倒 U 型” EKC 的特征。David (2001) 采用 100 多个地区的二氧化硫截面数据, 运用模型  $\Delta(E/Y) = a + b\Delta(\ln E/Y) + c\Delta(\ln E/Y)^2$  (其中 E 代表环境压力, Y 代表人均收入) 进行验证, 得出了这 100 多个地区的二氧化硫污染与经济发展呈倒 U 型曲线的结论。

Inmaculade (2004) 根据 22 个 OECD 国家 1975–1998 年二氧化碳排放量数据, 运用模型  $Y = a + b\ln X + c(\ln X)^2 + d(\ln X)^3$  (其中 Y 代表环境压力, X 代表人均收入) 进行验证, 得出了 N 型曲线的结论。这一结论恰恰印证了 Pezzey (1989) 和 Opschoor (1990) 提出的经济增长与环境污染呈 N 形曲线的关系。持这种观点的学者认为: 从长期来看, 倒 U 型曲线难以很好地解释经济发展和环境污染之间的后阶段关系, 当经济发展到一定水平后, 随着收入增加, 污染呈现出“先上升——后下降——再次上升”的趋势, 因此经济增长与环境污染呈现一种 N 形的关系。

也有大量国内学者围绕着经济增长与环境污染的关系展开研究, 他们运用面板数据对中国经济增长与环境污染指标之间的关系进行了相应的检验 (包群等, 2005, 2006; 彭水军等, 2006; 马树才等, 2006)。马树才和李国柱 (2006) 采用 1986–2003 年的数据, 根据协整理论对工业三废和人均收入建立  $\ln Et = a_1 + a_2 \ln Y_t + a_3 \ln Y_t^2 + a_4 \ln Y_t^3 + u_t$  的时间序列模型, 并通过平稳性检验和协整检验来研究经济增长与环境污染之间的关系。结果表明工业废弃物排放量与人均收入之间存在“倒 U”型结构, 而工业废水排放量与工业废气排放量不存在这种关系。他们进而认为: 没有证据表明我国的人均 GDP 的增加有助于解决中国的环境问题。如果要阻止环境进一步恶化, 只能通过一定的政策和激励措施, 减少企业的每单位产出的污染强度, 或通过产业转型, 从“多污染型”向“少污染型”产业转移来解决。

刘坤等 (2007) 利用烟台市 1986-2003 年的“三废”环境污染指标和人均 GDP 数据, 基于 VAR 计量技术, 通过变量平稳性和协整检验、脉冲响应函数和预测方差分解对经济增长与环境污染在时序维度的关系及动态性进行了实证研究, 表明经济增长本身是抑制污染物排放的有效手段, 但污染物排放并不必然导致人均 GDP 变化。

韩玉军、陆旸等 (2007) 对样本国家进行分组的研究, 结果显示不同组别的二氧化碳库兹涅茨曲线分别呈现倒 U 型、线性等关系。表明处于不同发展阶段的国家其经济增长与环境质量之间的关系存在着较大的差异, 处于“高工业、高收入”阶段的国家出现了 EKC 的“倒 U”型结构。“低工业、低收入”和“低工业、高收入”阶段的国家都表现出了“-”型结构, 在样本区间范围内“低工业、低收入”的国家只出现了一个微弱的“倒 U”型趋势。

### 三、模型设定

从现有国内外相关研究结果来看, 经济增长与环境污染之间的关系很难有一个统一的结论。本文在借鉴前人研究经验的基础上, 对北京市经济增长与环境污染之间的关系做具体的研究。首先, 我们考虑到以往研究中设想的经济增长与环境污染之间关系总是拘囿于三次方以下, 得出有 N 型、倒 U 和线性的关系。我们在本研究中设想经济增长与环境污染之间可能存在更多的拐点, 即可能存在三次方以上的关系。其次, 我们认为工业发展是经济增长的中坚力量, 而工业也是各产业中对资源消耗和环境污染最为突出的产业。为此, 我们将工业污染的一些指标作为测量环境污染的指标。再次, 我国是一个典型的地区发展不平衡的国家, 笼统地将我国的全国经济增长与环境污染作实证分析和检验可能会造成重大误差。因而, 我们拟将北京市的经济增长与环境污染之间的关系作为实证研究的对象。我们采用的样本数据来源于《中国环境年鉴》、《中国统计年鉴》和《北京市统计年鉴》, 选择的样本区间是 1985-2007 年。本研究以北京市人均 GDP 为自变量  $x$ , 分别以七个环境指标为因变量  $y$  建立起 7 个回归方程。由于本研究目的在于探索这七个环境污染指标与经济增长之间的关系, 因此本研究针对每个环境污染指标分别建立了四个回归方程, 并分别采用拟合最优的回归方程。这四个回归方程分别为:

$$\ln y_t = \beta_4 (\ln x_t)^4 + \beta_3 (\ln x_t)^3 + \beta_2 (\ln x_t)^2 + \beta_1 \ln x_t + e$$

$$\ln y_t = \beta_3 (\ln x_t)^3 + \beta_2 (\ln x_t)^2 + \beta_1 \ln x_t + e$$

$$\ln y_t = \beta_1 (\ln x_t)^2 + \beta_1 \ln x_t + e$$

$$\ln y_t = \beta_1 \ln x_t + e$$

其中  $y$  表示我们所选择的七个环境污染指标, 包括工业废水、工业废气和工业固体废物三类。工业废水指标包括工业废水排放总量; 废气指标包括工业废气排放总量、工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量、工业粉尘排放量; 工业固体废物指标包括工业固体废物产生量、工业固体废物贮存量。 $X$  表示经济增长, 以消除价格影响的北京市人均地区生产总值来衡量, 单位“元/人”。模型的估计结果存在以下几种情况: (1)  $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$ , 表明收入与环境指标之间不存在相关关系, 图形为一条水平直线; (2)  $\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$  且  $\beta_1 > 0$ , 收入与环境指标之间为正相关的线性关系; (3)  $\beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$  且  $\beta_1 < 0$ , 收入与环境指标之间为负相关的线性关系; (4)  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$  且  $\beta_3 = \beta_4 = 0$ , “倒 U”型的关系 (EKC); (5)  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$  且  $\beta_3 = \beta_4 = 0$ , “U”型关系; (6)  $\beta_1 > 0$ ,  $\beta_2 < 0$ ,  $\beta_3 > 0$  且  $\beta_4 = 0$ , 三次项显著, “N”型或“-”型; (7)  $\beta_1 < 0$ ,  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 < 0$  且  $\beta_4 = 0$ , “反 N”型或“∩”型; (8)  $\beta_4 \neq 0$  的情况在本文中呈现出新的形状。

### 四、实证分析结果

表 1 是各回归方程中的因变量环境污染指标与自变量人均 GDP 的相关性分析结果。在上述七个

表 1 北京市人均 GDP 与各环境指标的相关性分析

环境指标	工业废水排放总量 (万吨)	工业废气排放总量 (亿标立方米)	工业 SO <sub>2</sub> 排放量 (万吨)	工业烟尘排放量 (万吨)	工业粉尘排放量 (万吨)	工业固体废物产生量 (万吨)	工业固体废物贮存量 (万吨)
R <sup>2</sup>	0.918***	0.189*	0.443***	0.453***	0.438***	0.655***	0.356*
P 值	0.000	0.038	0.001	0.000	0.001	0.000	0.011

资料来源：1986–2008 年《北京市统计年鉴》、《中国统计年鉴》。

注：\*表示在 5%的水平上显著，\*\*表示在 1%的水平上显著，\*\*\*表示在 1%的水平上显著。

表 2 北京市经济增长与环境指标的相关性计量结果

典型环境指标	工业废水排放总量 (万吨)	工业废气排放总量 (亿标立方米)	工业 SO <sub>2</sub> 排放量 (万吨)	工业烟尘排放量 (万吨)	工业粉尘排放量 (万吨)	工业固体废物产生量 (万吨)	工业固体废物贮存量 (万吨)
常数项	14.506	20.222	6.521	2081.840	-21.525	-1.110	-85.045
ln (GDP/人)	-0.455***	-2.705**	-0.384***	-879.964*	5.291**	1.458*	18.842***
[ln (GDP/人)] <sup>2</sup>	-	0.148**	-	139.145*	-0.296***	-0.064*	-0.978***
[ln (GDP/人)] <sup>3</sup>	-	-	-	-9.735*	-	-	-
[ln (GDP/人)] <sup>4</sup>	-	-	-	0.254*	-	-	-
相关系数 (R <sup>2</sup> )	0.755***	0.419**	0.817***	0.941***	0.623***	0.831***	0.745***
实现转折点的时间	2006	2003	2004-2005	1993-1995	2004-2005	2004-2005	2004
转折点处的人均收入 (元)	50407	32061	37058-45444	8006-12690	37058-45444	37058-45444	37058
美元 PPP	6223	3876	4481-5610	1390-1520	4481-5610	4481-5610	4481

资料来源：1986–2008 年《北京市统计年鉴》、《中国统计年鉴》。

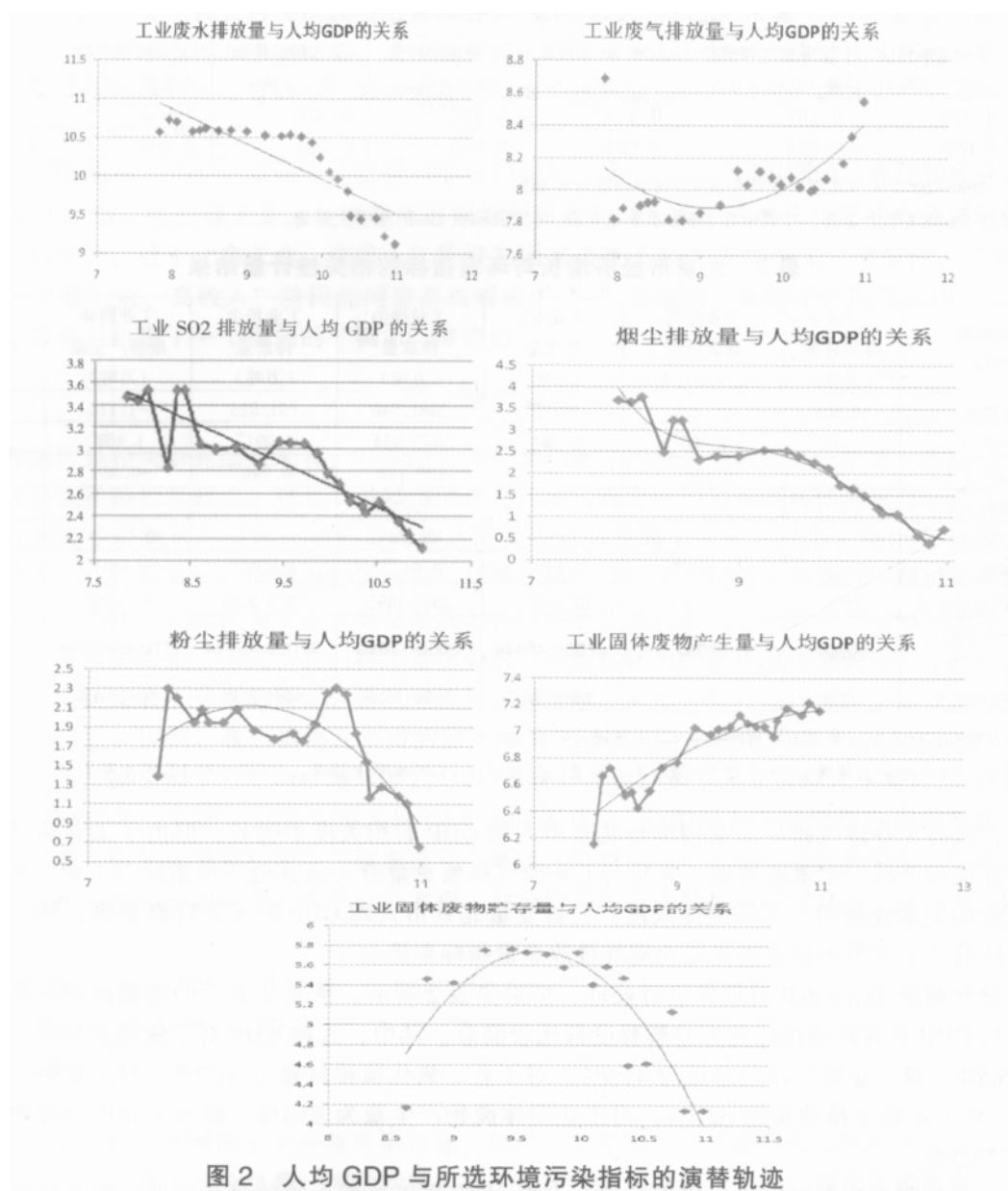
注：\*表示在 10%的水平上显著，\*表示在 5%的水平上显著，\*\*表示在 1%的水平上显著，\*\*\*表示在 1%的水平上显著。

指标中，只有工业废气排放总量指标与北京市人均 GDP 的相关度不明显，但由于工业废气排放总量是城市环境污染的一个重要指标，并且与工业废气排放总量有关的其他三项指标（工业二氧化硫排放量、工业烟尘排放量和工业粉尘排放量）与自变量北京市人均 GDP 的相关性都显著，所以本文没有因为单纯的计量结果不显著而将工业废气排放总量指标剔除。

本研究利用 Eviews6.0 对数据进行处理，结果如表 2 所示。从表 2 显示的数据处理结果来看，北京市人均 GDP 对各环境指标的方差解释度都比较满意。其中，人均 GDP 对工业废水排放总量的解释度为 75.5%，对工业废气排放总量为 41.9%，对工业二氧化硫排放量为 81.7%，对工业烟尘排放量为 94.1%，对工业粉尘排放量为 62.3%，对工业固体废物产生量为 83.1%，而对工业固体废物贮存量也达到了 74.5%。

由表 2 及图 2 我们可以得出如下结论：（1）北京市工业废水排放量和工业二氧化硫排放量对人均 GDP 的四次曲线、三次曲线和二次曲线拟合结果均不理想，因此我们保留对工业废水排放量和工业二氧化硫排放量对人均 GDP 的线性拟合。从图 2 可以看出，工业废水排放量和工业二氧化硫排放量同人均 GDP 的线性拟合程度较好，而且随着人均 GDP 的增加，工业废水排放量和工业二氧化硫排放量都呈减少的趋势，即二者都呈现出负相关的线性关系。通过 Chow-test 检验，我们发现工业废水排放量和工业二氧化硫排放量对人均 GDP 的关系分别在 2006 年和 2004 到 2005 年之间产生拐点，其中工业废水排放量对人均 GDP 的关系实现拐点的人均收入为 50407 元，工业二氧化硫对人均 GDP 实现拐点的人均收入为 37058–45444 元。（2）工业废气排放量与人均 GDP 的二次曲线关系拟合结果良好，图 2 显示北京市经济增长与工业废气排放量之间呈现“U 型”曲线关系，当人均收入达到 32061 元时出现拐点，在此之前工业废气排放量随着人均收入的增加而减少，环境质量逐渐得到改善。此后随着人均收入的增加，环境质量又呈现继续恶化的迹象。（3）工业烟尘排放量对人均 GDP 的四次曲线拟合结果较好，从图 2 的图形来看，烟尘排放量对人均 GDP 的关系类似于倒 N 型，但也趋向于





“横J”型。Chow-test 检验的结果表明,此曲线在1993年和1995年得到拐点,此时人均GDP分别是8006元和12690元。(4)工业粉尘排放量、工业固体废弃物产生量及工业固体废弃物贮存量与人均GDP的关系均呈现“倒U”型曲线关系,而且拐点均大约出现在2004年,此时人均收入为37058元。由此可见,工业粉尘排放量、工业固体废弃物产生量和工业固体废弃物贮存量三项指标随着人均收入的增加而增加,导致环境质量逐渐恶化,当越过一定的收入拐点后,环境质量逐渐得到改善。

## 五、结论与展望

本文利用北京市1985—2007年的有关数据,检验了7项环境污染指标与人均GDP的关系。通过对回归方程的筛选和图形的拟合,我们得出如下结论:

1.北京市七项环境污染指标与北京市人均GDP的关系大致可以分为三类:线性、二次曲线和四次曲线。其中工业废水排放量和工业二氧化硫排放量与人均GDP呈线性关系,即工业废水排放量和

工业二氧化硫排放量随着经济增长而逐年下降。工业烟尘排放量与人均 GDP 则呈四次方曲线关系, 即倒 N 型曲线。其余四项环境污染指标则均与人均 GDP 呈二次曲线关系, 其中工业废气排放量与人均 GDP 为“U 型”关系, 而工业粉尘排放量、工业固体废弃物产生量和工业固体废弃物贮存量与人均 GDP 均呈现“倒 U 型”曲线关系。因此, 总体来说, 尽管主要污染物的排放增长呈现逐年增长减缓的趋势, 但是大部分污染物的排放仍然具有典型的环境库兹涅茨曲线 (EKC) 特征。

2.北京市的部分环境指标符合 EKC 曲线, 并不意味着“先污染、后治理”的方式是可持续发展方式。如果污染增加的速度过快, 以至超过了技术进步减少污染的速度, 那么即使在一个地区足够富裕的情况下, 污染也会再次上升。通过牺牲长远利益换取短期收益的地区将得不到长远发展, “先污染、后治理”的方式对于北京市的长远发展来说是非常不利的。

3.就北京市而言, 近些年的环境保护卓有成效。其中, 对于工业废水、工业二氧化硫和工业烟尘的排放控制效果更佳, 自 1985 年以来呈现逐年下降的趋势。但有待于进一步加强对工业废气排放的控制。建议北京市政府在工业废气治理方面加大政策力度, 提高环境支出在总支出中的比重十分必要。

4.北京市应充分利用技术的后发优势, 借鉴发达国家业已成熟的环境治理技术, 将可能的环境治污成本降到最低, 穿越潜在的 EKC 曲线, 实现北京市经济又好又快的发展, 在全国各个地区经济发展中发挥示范效应。

#### [参考文献]

- 包群、彭水军、阳小晓, (2005) “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,” 《上海经济研究》第 12 期。
- 何正霞, (2009) “经济增长与环境污染关系的实证研究——以江苏省为例,” 《国际商务——对外经济贸易大学学报》第 3 期。
- 金碚, (2005) “资源与环境约束下的中国工业发展,” 《中国工业经济》第 4 期。
- 刘坤、刘贤赵、常文静, (2007) “烟台市经济增长与环境污染关系实证研究——基于 VAR 计量技术的检验分析,” 《环境科学学报》第 11 期。
- 马树才、李国柱, (2006) “中国经济增长与环境污染关系的 Kuznets 曲线,” 《统计研究》第 8 期。
- 彭水军、包群, (2008) “经济增长与环境污染: 环境库兹涅茨曲线假说的中国检验,” 《财经问题研究》第 8 期。
- David I Stern, (2006) “Is There An Environmental Kuznets Curve for Sulfur,” *Journal of Environmental Economics and Management*.
- Elisabetta Magnani, (2001) “The Environmental Kuznets Curve: Development Path or Policy Result?” *Environmental Modeling & Software* (16) .

(责任编辑 阿 齐)

#### Research on Relationship between Economic Growth and Environmental Pollution: an Empirical Analysis Based on Panel Data of Beijing

ZHOU Ya-min HUANG Su-ping

**Abstract:** To most of developing countries, the environmental constraints are totally different from that of developed counties at the same economic development level. Hence, the way “pollute first, then control”, which developed countries have carried out, means a huge expense for developing countries today. Employing Eviews 6.0 and EXCEL, this paper analyzes the related data from 1985 to 2007 of Beijing. The result shows that the relationship between economic progress and environmental pollution of Beijing is not accordance with the traditional EKC curve. In Beijing the environment management should be improved in several aspects, especially control the discharge of industrial waste gas.

**Keywords:** Economic growth; Environmental pollution; Environmental Kuznets Curve (EKC)