

资源型城市环境库兹涅茨曲线研究

——基于面板数据的实证分析

李惠娟^{1 2}, 龙如银¹

(1. 中国矿业大学 管理学院, 江苏 徐州 221116; 2. 徐州工程学院 经济学院, 江苏 徐州 221006)

摘要: 论文以 47 个地级资源型城市为研究对象, 利用 2003—2009 年的面板数据, 运用环境库兹涅茨曲线(EKC)模型, 以工业烟尘、工业废水和工业 SO₂ 为例对其环境污染与经济增长的关系进行了实证研究。结果表明: 资源类型影响资源型城市 EKC 的形状与转折点, 同种污染物在不同资源型城市的曲线不完全相同, 转折点在污染较重的资源型城市及人均 GDP 较低的资源型城市出现更早; 资源型城市的 EKC 与全国的 EKC 不完全相同, 相同的曲线下资源型城市的转折点出现更早。基于此, 论文提出资源型城市应积极进行环境治理、实施绿色转型、大力发展循环经济、扩大实施总量控制的污染物范围, 以促进这些城市的可持续发展。

关键词: 资源型城市; EKC; 面板数据; 环境污染; 经济增长

中图分类号: F293 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3037(2013)01-0019-09

资源型城市是一类比较特殊的城市, 它是因自然资源的开采而兴起, 且资源性产业在工业中占有较大份额的城市。在中国的 600 多座城市中, 有 118 座资源型城市^[1], 它们是中国城市的重要组成部分(图 1)。建国以来, 资源型城市为中国经济和社会发展做出了突出贡献, 提供 95% 的能源、80% 的工业原材料和 70% 的农业生产资料^[2], 但也为此付出较多的资源与环境成本。部分城市资源枯竭、空气与水体污染严重、土地塌陷等, 生态失衡程度远超普通城市, 可持续发展受到严重威胁。中国从 2000 年左右开始重视资源型城市的转型与可持续发展问题。2007 年 12 月, “国务院关于促进资源型城市可持续发展的若干意见”正式颁布, 标志着资源型城市转型被提升为国家战略, 其中, 改善生态环境是指导思想之一。

经济增长离不开工业生产, 环境污染与工业生产密不可分。一般情况下, 第二产业占 GDP 比重高, 则污染排放多。《中国城市统计年鉴》显示, 1995—2009 年, 全国地级及以上城市第二产业占 GDP 比重的平均值为 50.1%, 而在资源型城市, 这一比重则为 61.9%。以空气污染物 SO₂ 为例, 2009 年, 全国地级及以上城市平均排放 64 256 t, 资源型城市平均排放了 73 920 t。中国的十七大报告提出, 到 2020 年人均 GDP 比 2000 年翻两翻。如果资源型城市环境污染排放水平较高的状况无法改变, 则即使经济增长的目标可以达到, 改善生态环境的目标也可能很难实现, 这与国家大力建设资源节约型、环境友好型社会及低碳社会的目标背道而驰。

所以, 研究资源型城市环境库兹涅茨曲线(EKC), 判断经济增长与环境污染的关系、转折点何时出现、不同类型资源型城市的转折点有何差异、与全国的區別及如何改善是非常必

收稿日期: 2011-11-14; 修订日期: 2012-05-15。

基金项目: 国家自然科学基金项目(70973121); 教育部人文社会科学研究项目(08JA790126)。

第一作者简介: 李惠娟(1974-), 女, 江苏徐州人, 讲师, 博士研究生, 主要研究资源型城市的可持续发展。E-mail: lihuijuanya@yahoo.com.cn

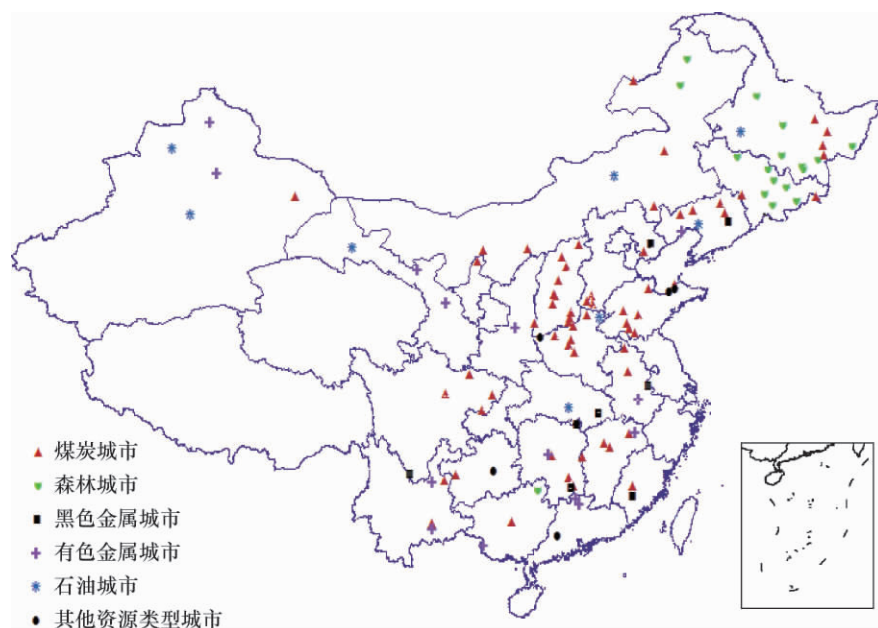


图1 我国118座资源型城市的分布

Fig. 1 Distribution of 118 resource-based cities in China

要的,对于推进资源型城市的和谐与可持续发展具有重要的现实意义。本文将以118个资源型城市中47个地级城市为研究对象,基于2003—2009年的数据,运用面板固定效应模型展开研究。

1 模型设定、指标与数据选择

1.1 模型设定

对经济增长与环境污染之间关系的研究多采用环境库兹涅茨曲线^[3]。参照 Victor 等^[4]、SONG 等^[5]对于 EKC 的研究模型,本文设定资源型城市的 EKC 模型为

$$\ln E_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 (\ln GDP_{it})^2 + \beta_3 (\ln GDP_{it})^3 + \mu_{it} \quad (1)$$

其中: E_{it} 表示第 i 个城市第 t 年的污染物排放水平, GDP_{it} 是第 i 个城市第 t 年的人均 GDP, α_i 反映了各城市的个体差异,表示各城市的固定效应, β_1 、 β_2 、 β_3 为系数, μ_{it} 为随机误差项。为了消除异方差性,所有变量取对数值进行计算。对于模型(1),当 β_1 、 β_2 、 β_3 取不同值时,资源型城市 EKC 呈现不同形状,如表1所示。

1.2 指标与数据选择

由于《中国城市统计年鉴》中2002年之前环境污染中只有 SO_2 排放量,而且是不包括市辖县的每平方公里排放量。由于市区及市辖县的 SO_2 排放强度不同,因此不易换算成全市的 SO_2 排放量;2002年的年鉴中没有出现其他污染物的排放指标及数据;2002年之后每年的年鉴中出现了全市的工业烟尘排放量、工业废水排放量、工业 SO_2 排放量的指标及数据。《中国环境年鉴》中虽然指标较为丰富,包括工业废水排放量、工业废气排放量、工业固体废物产生量、工业 SO_2 排放量、工业烟尘排放量、工业粉尘排放量等,但环境重点监测城市中只有17个资源型城市,样本太少,不足以反映资源型城市的全貌。

表 1 不同的 β 取值下曲线形状及转折点计算公式

Table 1 Shapes of curve and turning points calculation equation in case with different β values taken

情况	β 的取值	曲线形状	转折点个数	计算公式
1	$\beta_1 > 0 \ \beta_2 < 0 \ \beta_3 > 0$	“N 型”曲线	2	$\exp [(-\beta_2 + \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}) / (3\beta_3)] ,$ $\exp [(-\beta_2 - \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3}) / (3\beta_3)]$
2	$\beta_1 < 0 \ \beta_2 > 0 \ \beta_3 < 0$	“倒 N 型”曲线	2	同情况 1
3	$\beta_1 < 0 \ \beta_2 > 0 \ \beta_3 = 0$	“U 型”曲线	1	$\exp [-\beta_1 / (2\beta_2)]$
4	$\beta_1 > 0 \ \beta_2 < 0 \ \beta_3 = 0$	“倒 U 型”曲线	1	同情况 3
5	$\beta_1 > 0 \ \beta_2 = \beta_3 = 0$	单调递增直线	0	无
6	$\beta_1 < 0 \ \beta_2 = \beta_3 = 0$	单调递减直线	0	无

因此,考虑到数据的可得性及样本的大小,本文选取 47 个地级资源型城市 2003—2009 年的 3 种环境污染指标,即人均烟尘排放量(YCP)、人均废水排放量(FSP)、人均 SO_2 排放量($SO2P$),分别用工业烟尘排放量、工业废水排放量、工业 SO_2 排放量与全市人口的比值表示。数据来自《中国城市统计年鉴》。经济增长指标用全市的实际人均 GDP($GDPP$)表示(2000 年不变价),GDP 与人口数据来自《中国城市统计年鉴》,GDP 指数数据来自《中国统计年鉴》。数据的描述统计结果如表 2 所示。

表 2 数据的描述统计结果

Table 2 Descriptive statistics of variables

	单位	符号	平均值	中位数	最大值	最小值	标准差	样本数
人均 GDP	元/人	$GDPP$	11 659	8 138	57 391	2 689	9 205. 31	329
人均废水排放量	t/人	FSP	21. 36	13. 77	110. 82	2. 47	17. 74	329
人均烟尘排放量	t/10 ⁴ 人	YCP	169. 24	125. 65	1 125. 7	6. 63	157. 76	329
人均 SO_2 排放量	t/10 ⁴ 人	$SO2P$	438. 28	284. 18	4 212. 1	44. 64	514. 07	329

注: 资料由《中国城市统计年鉴》、《中国统计年鉴》(2004—2010) 整理而得。

2 实证结果与分析

2.1 47 个资源型城市的估计结果

根据上面的模型及数据,得到如表 3 所示的估计结果。可以看出,三种污染物的 EKC 方程均在 1% 或 5% 的水平下显著。其中,烟尘的 EKC 呈“N 型”,转折点在人均 GDP 1 750 元和 39 287 元,但是根据表 2 的结果,1 750 元在样本外,2009 年 47 个资源型城市中大部分城市的人均 GDP 小于 39 287 元,说明大部分城市烟尘的排放量随着人均 GDP 的增加而减少,但未来可能还要随之增加而增加,说明经济发展与烟尘排放没有脱钩;废水和 SO_2 的 EKC 呈典型的“倒 U 型”,与通常认为的经济增长与环境污染的“倒 U 型”曲线一致,转折点分别为人均 GDP 8 371 和 16 893 元,有一半以上资源型城市的人均 GDP 在废水 EKC 的右半段,而仅有近 1/4 的资源型城市的人均 GDP 在 SO_2 EKC 的右半段。

表 3 47 个资源型城市的 EKC 估计结果

Table 3 Estimation results of EKC model of 47 resource-based cities

	lnYCP	lnFSP	lnSO2P
lnGDP	27.96 (0.065)**	3.324 (0.051)*	5.808 (0.001)***
(lnGDP) ²	-3.138 (0.055)**	-0.184 (0.046)**	-0.298 (0.002)***
(lnGDP) ³	0.117 (0.051)**		
R ²	0.997	0.901	0.913
Adjusted R ²	0.997	0.884	0.899
转折点/(元/人)	1 750 ,39 287	8 371	16 893
EKC 形状	N 型	倒 U 型	倒 U 型
观察值个数	329	329	329

注: 括号内的数字为相应统计量的 P 值,*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著。下同。

2.2 各种类型资源型城市的估计结果

按照国家计委宏观经济研究院课题组(2002)的划分,资源型城市可以按其资源种类分为黑色金属城市、有色金属城市、石油城市、煤炭城市和森工城市,各类型城市的数量及具体名称如表 4 所示,可以看出,煤炭城市的数量最多,达 29 个,其他类型城市的数量相近。运用模型(1)对各种类型城市的环境库兹涅茨曲线进行估计,结果如表 5 所示。

表 4 各类资源型城市的数量及名称

Table 4 Numbers and names of resource-based cities

城市类型	数量	城市名称(地级市)
石油城市	5	盘锦、大庆、东营、濮阳、克拉玛依
煤炭城市	29	唐山、邯郸、邢台、大同、阳泉、长治、晋城、朔州、乌海、赤峰、抚顺、阜新、辽源、鸡西、鹤岗、双鸭山、七台河、淮南、淮北、萍乡、枣庄、平顶山、鹤壁、焦作、广元、达州、六盘水、铜川、石嘴山
森工城市	4	白山、松原、伊春、黑河
有色金属城市	5	葫芦岛、铜陵、韶关、白银、金昌
黑色金属城市	4	本溪、马鞍山、郴州、攀枝花

2.3 对比分析

(1) 资源型城市与全国的对比分析

学者们利用中国的数据得到不同污染物的 EKC 及转折点。SONG 等以 1985—2005 年的省级面板数据,运用动态最小二乘法,研究了 6 类环境污染物排放量与人均收入的关系,其中废水的 EKC 呈现“倒 U 型”,转折点在人均 GDP 9 705 元(2000 年价)^[5]。蔡昉等基于 1991—2006 年的省级面板数据,运用普通最小二乘法,得出 SO₂ 的 EKC 呈现“倒 U 型”,转折点在人均 GDP 18 963 元(1990 年价)^[6]。李飞等运用面板协整工具和动态最小二乘法对我国 30 个省级行政区 1985—2007 年的工业污染物进行研究,得出工业废水的 EKC 呈现“倒 U 型”,转折点在人均 GDP 67 020 元(2007 年价)^[7]。朱平辉等以中国 1989—2007 年的省级面板数据,使用空间固定效应模型,研究了 7 种工业污染物人均排放量的 EKC,其中,烟尘、SO₂ 的 EKC 呈“倒 U 型”,转折点分别在人均 GDP 5 607 元与 52 234 元,人均废水的 EKC 呈现“倒 N 型”,7 283 元附近为平台期,越过平台期后快速下降(2000 年价)^[8]。

表 5 各种类型资源型城市的 EKC 估计结果

Table 5 Estimation results of EKC model of different kinds of resource-based cities

	石油城市			煤炭城市			森工城市		
	lnYCP	lnFSP	lnSO2P	lnYCP	lnFSP	lnSO2P	lnYCP	lnFSP	lnSO2P
lnGDPP	-10.592	-136.289	-13.459	3.616	-80.913	5.683	-2 449.325	-1.155	-8.402
	(0.054) *	(0.049) **	(0.000 2) ***	(0.023) **	(0.004) ***	(0.040) **	-0.109	(0.023) **	(0.051) *
(lnGDPP) ²	0.513	13.085	0.751	-0.226	9.052	-0.306	271.01		0.459
	(0.058) *	(0.06) *	(0.000 1) ***	(0.010) ***	(0.005) ***	(0.040) **	-0.109		(0.052) *
(lnGDPP) ³		-0.414			-0.337		-9.992		
		(0.075) *			(0.004) ***		-0.109		
R ²	0.986	0.997	0.899	0.998	0.989	0.879	0.981		0.997
Adjusted R ²	0.983	0.996	0.868	0.997	0.986	0.853	0.966		0.995
转折点 (元/人)	30 442	12 236 , 115 692	7 791	2 984	5 373 , 11 135	10 755	7 081 , 10 068		9 232
EKC 形状	U 型	倒 N 型	U 型	倒 U 型	倒 N 型	倒 U 型	倒 N 型	直线	U 型
观察值 个数	35	35	35	203	203	203	28	28	28

	有色金属城市			黑色金属城市		
	lnYCP	lnFSP	lnSO2P	lnYCP	lnFSP	lnSO2P
lnGDPP	373.139	24.45	-0.897	382.68	1.57	49.86
	(0.046 9) **	(0.011) **	(0.012) **	(0.067 4) *	(0.000 0) ***	(0.000 4) ***
(lnGDPP) ²	-40.238	-1.242	-41.68		-2.58	
	(0.049 5) **	(0.015) **		(0.065 4) *		(0.000 5) ***
(lnGDPP) ³	1.446			1.51		
	(0.051 5) *			(0.064 0) *		
R ²	0.989	0.726	0.964	0.996	0.905	0.794
Adjusted R ²	0.984	0.643	0.947	0.992	0.872	0.708
转折点 (元/人)	9 194 , 12 395	18 826		6 485 , 15 130		15 721
EKC 形状	N 型	倒 U 型	直线型	N 型	直线型	倒 U 型
观察值 个数	35	35	35	28	28	28

由表 3 可以看出,与 SONG、蔡昉等学者的研究^[5-8]相比,资源型城市 SO₂ 的 EKC 与他们研究对象的 EKC 同为“倒 U 型”,但其转折点在人均 GDP 较低时出现;学者们研究对象的废水 EKC 形状呈现不同形态,而资源型城市的废水 EKC 呈现“倒 U 型”,并且其转折点在人均 GDP 较低时出现;资源型城市烟尘的 EKC 呈现“N 型”,而且在人均 GDP 超过 39 287 元后逐步上升。究其原因,研究口径、时间段、方法不同都是导致曲线形状及转折点有别的因素,但最重要的原因则是资源型城市的兴建与发展是基于自然资源,其产业结构具有典型的资源特征,由于“先污染,后治理”的发展思路及对污染控制不力,资源型城市的能耗更高、污染更严重,这使得其发展的负外部性过强,环境退化严重,所以其 EKC 形状与全国不完全相同。而且,根据 1996—2010 年《中国城市统计年鉴》的资料显示,资源型城市的人均财政收

支与人均 GDP 平均水平平均低于同期的全国平均值。所以,在类似的环境治理政策下,其转折点在人均 GDP 较低时出现。

(2) 不同类型资源型城市的对比分析

由表 5 的估计结果,一方面,同种污染物的 EKC 在各类资源型城市呈现不同形态,如烟尘的 EKC 呈现“U 型”、“倒 U 型”、“N 型”、“倒 N 型”, SO_2 的 EKC 呈现“U 型”、“倒 U 型”、“直线型”,废水的 EKC 呈现“倒 U 型”、“倒 N 型”、“直线型”。另一方面,即使 EKC 呈现相同形态,其转折点也有较大差别,如石油城市与森工城市的 SO_2 EKC 同为“U 型”,煤炭城市与石油城市的废水 EKC 同为“倒 N 型”,但在这两种曲线下,石油城市与森工城市相比、煤炭城市与石油城市相比,它们的 EKC 转折点在人均 GDP 较低时就已出现。这与资源异质性所造成的产业特点差异密不可分。

以石油与煤炭城市为例。石油城市的第二产业比重在所有资源型城市中最高,1995—2009 年的均值超过 80%,石油经济一柱擎天。随着石油储量减少,城市开始通过延长石油产业链或发展非油产业转型。由于生产工艺流程尚无法做到完全的清洁生产与循环生产,当经济规模增大时,虽然污染物排放强度有所下降,但排放总量仍上升。如大庆市,大力发展的石油石化深加工和石油石化装备制造业,改变了城市以石油开采为主的产业结构,增加了经济总量,单位 GDP 废水排放量以每年 12 个百分点的速度下降,但废水排放总量近 5 a 来增加 $334 \times 10^4 \text{ t/a}$,人均废水排放量增加 0.8 t/a,人均 SO_2 排放量虽然呈下降趋势,但一直高于 2004 年的水平,人均烟尘排放量控制较好,一直在下降。另外,石油城市的转折点在人均 GDP 较高时才出现,这与石油城市的人均 GDP 一直远高于其他类型城市有关。

煤炭是我国主要的能源,在一次能源消费构成中所占比例始终高于 70%。由于煤炭在开采、运输及燃烧过程中排放比其他能源更多的烟尘、废水及 SO_2 ,所以煤炭城市的污染较严重。近年来,在国家环保政策引导下,煤炭城市通过关闭小煤窑、小火电机组、小锅炉、脱硫、洗煤等措施加大污染物治理。在 2003 年人均 GDP 较低时,就已有 80% 的煤炭城市达到烟尘 EKC 的转折点。随着煤炭资源逐渐枯竭,各城市都在努力转型,一些城市提出把煤化工产业作为未来发展方向。虽然煤化工产业在中国有便利的生产条件、广阔的市场前景,减少原煤使用过程中的污染,但其所带来的 SO_2 、 CO_2 、废水排放却不可小视,其外排水中的化学需氧量(COD)、氨氮污染物含量很难达到一级标准,处理费用较高且易产生二次污染。洗煤业把原煤转为洁净煤,显著降低煤炭中灰分和硫分,减少烟尘、 SO_2 等排放,但生产过程中易产生大量不易达标的废水,所以近几年来部分污染物的 EKC 又有上升趋势。

3 主要结论与建议

本文以 47 个地级资源型城市为研究对象,运用 2003—2009 年的面板数据,对其工业烟尘、工业废水和工业 SO_2 的 EKC 模型进行分析,得出以下结论:资源型城市与全国的 EKC 不完全相同,相同的曲线下资源型城市的转折点出现更早;资源类型影响 EKC 形状与转折点,同种污染物在不同资源型城市的 EKC 不完全相同,转折点在污染较重的城市及人均 GDP 较低的城市出现更早。为了解决资源型城市的环境问题,本文提出 4 点建议:

(1) 实施节能减排,积极进行环境治理

节能减排可以减少环境污染,虽然初期会造成较大的潜在生产损失,但长期看,潜在生产损失将下降,最终低于潜在产出增长,所以,各资源型城市应高度重视并且正视环境问题,从科学发展的角度,摒弃以牺牲环境换取经济增长的发展思路,大力实施节能减排,并对已

遭受污染的区域给予及时治理。中央政府已于2007—2010年的4年间划拨了150多亿元的财力性转移支付资金到部分资源型城市,国家开发银行也给予资源型城市可持续发展专项贷款,仅黄石等6个城市就获得了 320×10^8 元,这其中就有专门用于生态环境改善的资金。应确保资金专款专用,按照“谁治理,谁受益”的原则,积极引导各种社会力量参与。借鉴成熟的环境治理技术,降低治理成本,切实改善污染物存量过多、生态环境恶化的状况。

(2) 杜绝“三高”项目,实施绿色转型

转型不是自然而然的结果,而是战略选择,转型成功与否关系到资源型城市的可持续发展。但单纯的人均收入水平增加并不足以迎来KEC的转折点,更应依靠经济增长方式转变的内在动力和相关的政策激励,所以资源型城市应在考虑当地实际情况及国家、区域发展规划的基础上,高瞻远瞩,制定并实施本地的绿色转型战略,杜绝“高投资、高消耗、高污染”的项目,选择符合当地资源禀赋要求、市场前景好、吸纳就业能力强的项目,发展“资源节约型、环境友好型”的接续产业,调整资源开采及初加工一业独大的产业格局。对所有建设项目严格执行“三同时(同时设计、同时施工、同时投产使用)”制度,创新转型模式。

(3) 依靠科技进步,大力发展循环经济

与其他研究相比,各类资源型城市污染物EKC呈“N型”或“U型”明显偏多,说明环境污染与经济增长关系的波动较大或环境污染在经济增长到一定程度时又逐渐严重。在日益强调环境规制的宏观背景及按照要素禀赋的比较优势组织生产的原则下,资源型城市很难从其他城市大量输入资源产品,也无法将高污染高能耗的资源开采及加工业转移出去,只能依靠科技进步才能达到经济与环境的双赢。各类资源型城市应根据产业特点,依靠科技力量,在企业、产业园内大力推行清洁生产、循环经济,争取使污染物排放强度与排放总量、人均排放量同步下降,真正实现经济发展与污染的脱钩。

(4) 优化环境统计指标,实施总量控制

“十一五”期间,中国将COD、SO₂列为总量约束性指标,减排目标为分别在2005年的基础上减少10%,大部分省份都已完成此目标。鉴于环境形势严峻的现状,中国环境保护部的“十二五”规划中将COD和氨氮污染物也列为总量约束性指标,其减排目标均为10%,SO₂和COD减排目标均为8%。建议在各地的统计年鉴中也增加COD、氮氧化物、氨氮污染物的指标,让它们如同“三废”指标一样,常态化地出现在各种相关资料中,而不仅仅是专业性的环境资料中,并且在条件成熟的情况下扩大实施污染物总量控制的范围。

另外值得注意的是,在中国资源型城市的烟尘、废水、SO₂问题还没有得到有效解决的时候,它们所造成的土壤、水体污染问题又显现出来,黑色金属城市及有色金属城市的情况比较严重。1995—2008年,黑色金属城市与有色金属城市中第二产业比重分别高达63.7%与66.3%,金属开采及冶炼是城市的主导产业。然而在金属尤其是有色金属的开采及冶炼过程中,部分企业只顾自身利益、眼前利益,缺乏社会责任感,排放大量不达标的废水、废气(包括SO₂)、不合理堆积固体废弃物,造成空气、土壤、水体的大面积污染。所以在今后的发展中,应密切监管此类企业行为,加大对违法行为的惩处力度,按照“谁污染,谁治理”的原则,切实保护生态环境,还蓝天碧水于民,实现经济与环境的和谐发展及双赢发展。

参考文献(References):

- [1] 国家计委宏观经济研究院课题组. 我国资源型城市的界定与分类[J]. 宏观经济研究, 2002(11): 37-39, 59.
[Task Force of Academy of Macroeconomic Research of State Development Planning Commission. Definition and classifica-

- tion of China's resource-based cities. *Macroeconomics* ,2002(11): 37-39 ,59.]
- [2] 朱训. 21 世纪中国矿业城市形势与发展战略思考[J]. 中国矿业 ,2002(1): 1-9. [ZHU Xun. The situation and development strategy of Chinese mining industrial cities in the 21th century. *China Mining Magazine* ,2002(1): 1-9.]
- [3] 林柏强,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. [LIN Bo-qiang ,Jiang Zhu-jun. Prediction and analysis of influencing factors of CO₂'s EKC in China. *Management World* ,2009(4): 27-36.]
- [4] Victor Brajer ,Robert W Mead ,Feng Xiao. Health benefits of tunneling through the Chinese environmental Kuznets curve (EKC) [J]. *Ecological Economics* ,2008 ,66(4): 674-686.
- [5] SONG Tao ,ZHENG Ting-guo ,TONG Lian-jun. An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: A panel cointegration approach [J]. *China Economic Review* ,2008 ,19(3): 381-392.
- [6] 蔡昉,都阳,王美艳. 经济发展方式转变与节能减排的内在动力[J]. 经济研究 ,2008(6): 4-11 ,36. [CAI Fang ,DU Yang ,WANG Mei-yan. The political economy of emission in China: Will a low carbon growth be incentive compatible in next decade and beyond? *Economic Research Journal* ,2008(6): 4-11 ,36.]
- [7] 李飞,董锁成,李泽红. 中国经济增长与环境污染关系的再检验——基于全国省级数据的面板协整分析[J]. 自然资源学报 ,2009 ,24(11): 1912-1920. [LI Fei ,DONG Suo-cheng ,LI Ze-hong. The re-estimation of relationship between economic growth and environmental pollution in China: A panel co-integration analysis. *Journal of Natural Resources* ,2009 ,24(11): 1912-1920.]
- [8] 朱平辉,袁加军,曾五一. 中国工业环境库兹涅茨曲线分析——基于空间面板模型的经验研究[J]. 中国工业经济 ,2010(6): 65-74. [ZHU Ping-hui ,YUAN Jia-jun ,ZENG Wu-yi. Analysis of Chinese industry Environmental Kuznets Curve—Empirical study based on spatial panel model. *China Industrial Economics* ,2010(6): 65-74.]

Environmental Kuznets Curve of Resource-based Cities in China —An Empirical Research Based on Panel Data

LI Hui-juan^{1,2}, LONG Ru-yin¹

(1. School of Management , China University of Mining and Technology , Xuzhou 221116 , China;

2. School of Economy , Xuzhou Institute of Technology , Xuzhou 221006 , China)

Abstract: Resource-based cities are a kind of special cities which have developed with the exploration of natural resources , and their resource-based industries account for a large share in the economy. In China , there are 118 resource-based cities which have made momentous contributions to the nation ' s development for decades. In general , industrial production makes economic growth , as well as environmental pollution. The higher the share of secondary sector in GDP is , the more pollution emission. The average of share of secondary sector in GDP in resource-based cities is ten percentage points higher than that in all prefecture-level cities. The pollution in resource-based cities is also more serious than that in these cities. With industrial dust , industrial waste water and industrial SO₂ as examples , this paper tests the relationship between environmental pollution and economic growth of 47 prefecture-level resource-based cities from 2003 to 2009 using Environmental Kuznets Curve (EKC) model. The result shows that three pollutants are significant at 1% or 5% level of significance. Here , the EKC of dust emission shows N-shaped. The turning points are 1750 and 39287 yuan of GDP per capita. But 1750 yuan is out of the sample. In 2010 , the GDP per capita is less than 39287 yuan in most resource-based cities. Per capita dust emission decreases with the increase of GDP per capita in most resource-based cities in the past several years , but will increase in the future. It shows that economic growth is not decoupling with dust pollutant. The EKCs of waste water and SO₂ show inverted U-shaped pattern , which is consistent with the general findings of the relation between economic growth and environmental pollution. The turning points are 8371 and 16893 yuan respectively. Herein , 8371 yuan is at the right part of waste water EKC in more than half of these resource-based cities , while 16893 yuan is at the right part of SO₂ EKC in just a quarter of them. In addition , we find that category of resources influence the shapes and turning points of EKC in resource-based cities. Pollutants have various shapes of EKC in different kinds of resource-based cities. Turning points would come early in cities which polluted seriously and have low GDP per capita. Compared with the whole country , resource-based cities have earlier turning point if there are similar EKC. Finally , some recommendations are offered to improve the sustainable development of resource-based cities such as taking environmental treatments , carrying out green transformation , developing circular economy and enlarging the overall control.

Key words: resource-based cities; Environmental Kuznets Curve; panel data; environmental pollution; economic growth