

三峡地区资源环境与生态研究

# 重庆市经济发展与工业污染排放库兹涅茨曲线评价\*

何太蓉<sup>1,2</sup>, 郭跃<sup>3</sup>, 刘存东<sup>1</sup>

(1. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047; 2. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871;

3. 重庆师范大学研究生处, 重庆 400047)

**摘要** 利用环境库兹涅茨曲线模型, 选取重庆市 1995—2006 年经济与工业污染数据, 建立了单位 GDP 污染排放量模型和人均 GDP 污染排放量模型, 分析各类型污染指标与 GDP 增长的演替关系。研究发现: 重庆市单位 GDP 污染排放总量呈下降趋势, 表明技术进步和产业结构的调整已经产生了明显的环境效益, 近年经济发展与环境污染水平的演替轨迹与库兹涅茨曲线特征的吻合效果不理想, 所选各项指标的二次拟合曲线都没有转折点的出现, 说明重庆市还应该制定有效的环境政策和措施, 以保证经济和环境持续健康发展。

**关键词** 环境库兹涅茨曲线; 经济; 工业污染排放; GDP; 重庆市

中图分类号: X705

文献标识码: A

文章编号: 1672-6693(2009)02-0049-05

近年来, 经济增长的环境效应引起了人们的广泛关注。经济增长到底会改善环境质量还是引起环境污染, 这个问题曾引起了各方的争论。1991 年美国经济学家格鲁斯曼( Grossman )和克鲁格( Krueger )把西蒙·库兹涅茨<sup>[1]</sup>的“倒 U 型假说”引入环境污染和经济增长关系的研究, 发现一个国家或地区的环境污染水平起初随着经济发展和国民收入的增加而上升; 当经济发展到一定程度, 随着收入上升, 环境污染水平又会下降, 用曲线表示即呈倒 U 型的环境库兹涅茨曲线( Environmental kuznets curve, EKC )<sup>[2-5]</sup>。它是定量描述环境质量与经济增长之间客观关系的计量模型。Shafik<sup>[6]</sup>在 1992 年的《世界发展报告》中, 用 EKC 对不同国家经济增长和环境质量关系进行对比分析, 验证了环境库兹涅茨曲线。

自 1990 年以来, 发达国家针对多种具体污染物的研究都很好地证实了环境库兹涅茨曲线的存在<sup>[7]</sup>。目前, 我国关于 EKC 的分析和研究已经展开, 如东中西部在全国三废排放量的变化趋势<sup>[8]</sup>, 以及北京<sup>[9]</sup>、上海<sup>[10]</sup>、江苏<sup>[11]</sup>、浙江<sup>[12]</sup>等部分省市的研究。其结果表明, 我国污染物排放量 EKC 转折点尚未到达, 但某些城市, 如北京、上海等环境污染排放量的 EKC 已经通过了转折点, 呈现出下降趋势; 江苏、安徽、浙江等省也还有部分指标没有通过

转折点。但也有些学者认为, 环境库兹涅茨曲线( EKC )的形状不一定是倒“U”型, 在一定阶段, EKC 可能是倒“U”, 也可能是正“U”、三次曲线、单调递增、直线, 甚至可能是向后弯曲的<sup>[13-16]</sup>。

当前我国处于经济发展转型期, 最迫切的任务是节能减排, 最现实有效的突破口也是节能减排。西部地区能源资源丰富, 节能减排的任务十分艰巨。年轻的直辖市重庆随着三峡水库成库以来, 其经济发展与污染物排放引起了政府和学界的高度关注。本文选取重庆市 1995—2006 年各项经济数据和环境数据进行 EKC 关系研究, 探究重庆经济增长与工业污染排放之间的演替规律, 以期对当前节能减排大环境下重庆市制定环境政策和掌握经济发展状况提供依据。

## 1 重庆市经济发展与工业污染特征

### 1.1 GDP 增长情况

自重庆直辖以来, 经济发展势头良好。GDP 由 1995 年的 1 016.25 亿元增长至 2006 年的 3 491.57 亿元, 年增长率为 11.87%; 人均 GDP 由 1995 年的 3 386 元增长至 2006 年的 10 915 元, 其年增长率为 11.23%(表 1)。

### 1.2 工业污染变化情况

总体上看, 从 1995—2006 年, 重庆市环境质量

\* 收稿日期 2008-07-24 修回日期 2008-09-09

资助项目: 国家社会科学基金项目( No. 06XSH017 ); 重庆市教委科技项目( No. KJ080803 )

作者简介: 何太蓉, 女, 副教授, 博士, 研究方向为自然资源与环境, 通讯作者, 郭跃, E-mail: gy@cqnu.edu.cn.

有所改善。除工业废气排放总量呈现明显上升趋势外,其余如工业废水排放总量、工业固体废物排放量、工业粉尘和烟尘排放量均呈现明显下降趋势(表 1)。

表 1 重庆市 1995—2006 年相关经济和工业污染数据<sup>[17]</sup>

Tab. 1 Related data of economic and industrial pollution in Chongqing from 1995 to 2006<sup>[17]</sup>

年份	GDP/亿元	人均 GDP/元	工业废水排放总量/万 t	工业废气排放总量/亿标 m <sup>3</sup>	工业固体废物排放总量/万 t	工业 SO <sub>2</sub> 排放量/万 t	工业粉尘排放量/万 t	工业烟尘排放量/万 t
1995	1 016.25	3 386	95 590	1 979	230	71.45	22.39	16.12
1996	1 187.47	3 928	93 889	1 697	229	72.16	22.36	15.76
1997	1 360.24	4 470	101 324	1 794	273	71.43	33.18	14.90
1998	1 440.56	4 708	93 997	1 713	229	73.64	28.65	14.42
1999	1 491.99	4 856	90 220	1 839	291	75.88	26.44	14.07
2000	1 603.16	5 186	84 344	1 908	238	66.42	22.01	12.18
2001	1 765.68	5 700	81 214	1 856	168	56.94	21.41	11.01
2002	1 990.01	6 391	79 872	1 979	160	55.18	20.31	11.08
2003	2 272.82	7 261	81 973	2 277	142	59.97	22.23	11.98
2004	2 692.81	8 564	83 031	3 541	118	64.11	21.98	12.53
2005	3 070.49	9 689	84 885	3 654.55	184	68.32	21.28	13.13
2006	3 491.57	10 915	85 866	5 066.96	133	71.08	20.01	12.76

## 2 经济发展与环境质量评价方法

### 2.1 指标的选取

指标的选取有经济增长指标和环境指标两个部分。关于经济增长指标,本文选取重庆市 1995—2006 年 GDP 总量和人均 GDP;而环境指标则选取最能表现环境质量的两类指标:流量指标和存量指标。其中,流量指标包括工业废水、工业废气、工业固体废物的排放总量数据;存量指标包括工业废气中的二氧化硫以及工业粉尘和工业烟尘排放量的环境监测数据。

### 2.2 模型的构建

借助 EXCEL 软件系统,依据重庆市 1995—2006 年工业污染数据,以及 GDP 总量和人均 GDP 数据,分别进行曲线回归模拟。

由于单位 GDP 污染排放量的变化可用指数函数  $y = ae^{bx}$  来反映,其中  $y$  为单位 GDP 污染排放量,  $x$

为对应污染排放时间,  $a$ 、 $b$  为参数。方程两边取对数,得到  $\ln y = bx + \ln a$ ,则分别拟合出重庆市单位 GDP 工业废水排放总量模型、重庆市单位 GDP 工业废气排放总量模型和重庆市单位 GDP 工业固体废物排放总量模型。

依据重庆市 1995—2006 年的人均 GDP 及相应污染数据,以人均 GDP 为自变量  $x$ ,分别以上述选取的典型环境指标为因变量  $y$ ,进行二次曲线  $y = ax^2 + bx + c$  的模型回归,得到重庆市人均 GDP 工业污染物排放量模型。

## 3 评价结果与分析

### 3.1 单位 GDP 工业污染物排放量模型

利用 1995—2006 年单位 GDP 工业污染物排放量数据(表 2),用指数函数拟合,得到相应的单位 GDP 工业污染物排放量 EKC 模型(表 3,图 1)。

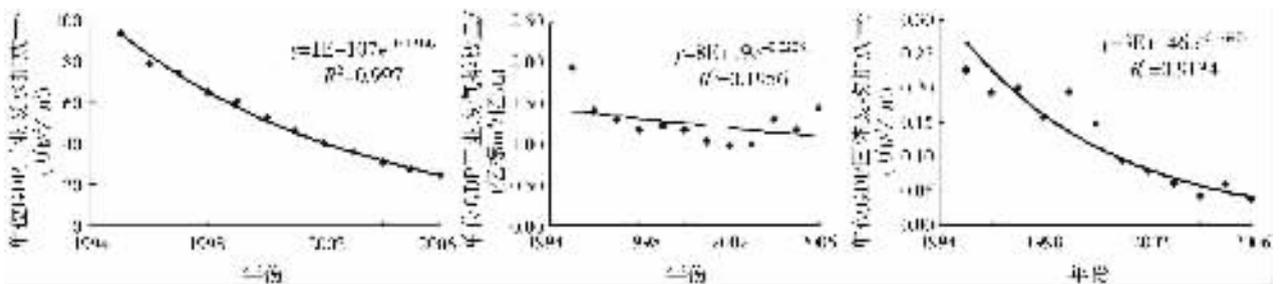


图 1 重庆市单位 GDP 污染物排放总量拟合模型

Fig. 1 Fitted curve of industrial pollutants emission in relation to per unit GDP in Chongqing

表 2 重庆市 1995—2006 年单位 GDP 工业污染物排放量

Tab. 2 Industrial pollutants emissions per unit GDP in Chongqing from 1995 to 2006

年份	GDP/ 亿元	单位 GDP 工业废水排放量/ (万 t/亿元)	单位 GDP 工业废气排放量/ (亿 m <sup>3</sup> /亿元)	单位 GDP 工业固体废物排放量/ (万 t/亿元)
1995	1 016.25	94.69	1.96	0.23
1996	1 187.47	79.63	1.44	0.19
1997	1 360.24	75.05	1.33	0.20
1998	1 440.56	65.77	1.20	0.16
1999	1 491.99	60.97	1.24	0.20
2000	1 603.16	53.07	1.20	0.15
2001	1 765.68	46.41	1.06	0.10
2002	1 990.01	40.52	1.00	0.08
2003	2 272.82	36.42	1.01	0.06
2004	2 692.81	31.35	1.33	0.04
2005	3 070.49	27.65	1.19	0.06
2006	3 491.57	24.59	1.45	0.04

表 3 重庆市单位 GDP 工业污染物排放量拟合模型

Tab. 3 Fitted curve of industrial pollutants emission in relation to per unit GDP in Chongqing

环境指标	回归方程	R <sup>2</sup>	F 检验值
工业废水	$y = 1E + 107e^{-0.1214x}$	0.9970	$7.5 \times 10^{-7}$
工业废气	$y = 8E + 19e^{-0.0228x}$	0.1956	$1.2 \times 10^{-10}$
工业固体废物	$y = 3E + 146e^{-0.1697x}$	0.9134	$6.1 \times 10^{-17}$

单位 GDP 的工业废水和工业固体废物排放均呈明显下降趋势;单位 GDP 工业废气排放量在 2000 年达到最低点后又有上升迹象;因工业废气排放总量 10 多年来一直处于上升的趋势,这与重庆市的能源消耗有关<sup>[18]</sup>。因此可以看出重庆市的空气污染状态依然十分严峻。

### 3.2 人均 GDP 污染量排放模型

用二次曲线  $y = ax^2 + bx + c$  的模型拟合,得到重庆市人均 GDP 工业污染物排放量模型(图 2)。

从表 3 和图 1 可见,从 1995—2006 年,重庆市

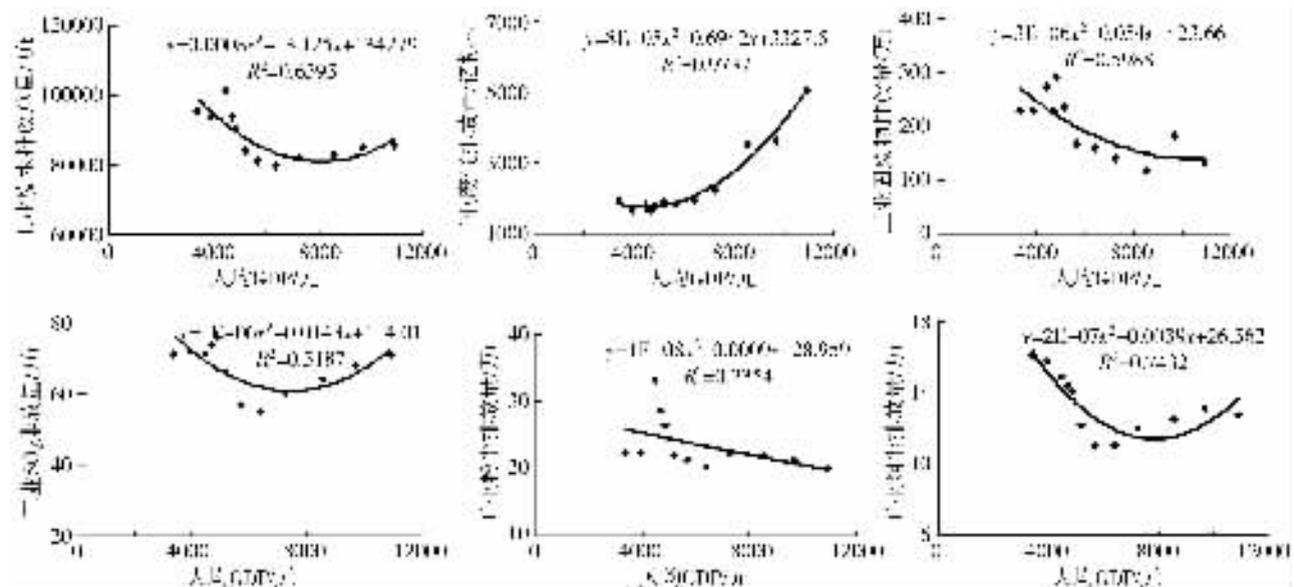


图 2 重庆市人均 GDP 与各典型污染指标的 EKC 拟合模型

Fig. 2 Environmental Kuznets Curve of main environmental indicator in relation to GDP per capita of Chongqing

可见,这6项工业污染指标与人均GDP的二次拟合曲线均为开口向上的函数,即接近于正“U”而非倒“U”形,而且均没有转折点出现。

## 4 结论与讨论

### 4.1 经济发展与工业污染排放的关系分析

从单位GDP工业废水、废气、固体废物排放量的拟合状况看,除了工业废气的拟合关系较差,其他两项的拟合关系非常好,其 $R > 0.95$ 。其中,单位GDP废水排放量的 $R$ 达0.9961,对环境库兹涅茨曲线有较充分的解释意义。

而重庆市人均GDP与多项工业污染指标的演变轨迹与理想的环境库兹涅茨曲线不相吻合,存在很大的差距,几乎呈现正U形。近年各项污染物排放量多呈现上升势头,拟合结果并不是倒U形,也不存在所谓的拐点。这主要是因为重庆市污染主要集中在工业密布的主城区,而且以汽车为主的大气污染随着汽车行业的发展有加重势头。说明重庆市的经济发展尚未达到较高的水平,仍处于工业化增长阶段。

### 4.2 技术进步和产业结构调整产生的环境效益

从人均GDP和各个污染指标的拟合情况来看,除工业废气排放总量呈现上升趋势以外,其他指标如工业废水排放总量、工业固体废物排放总量、工业二氧化硫排放总量以及工业粉尘排放总量均随人均GDP的不断增长呈下降趋势。当然其间有些波动,在2001—2002年期间,多项污染物排放均处于低值;之后由于多项建设尤其是三峡移民迁建以及城乡建设的发展需要,工业发展速度加快,从而污染物排放量又增加。从单位GDP的排放量来看,工业废水和固体废物排放量均随GDP的不断增长呈下降趋势,表明重庆市近年来,技术进步和产业结构的调整已经产生了较明显的环境效益。

### 4.3 重庆市在节能减排方面的建议

针对以上初步结论可见,重庆市现阶段还处于工业化增长阶段,工业污染状况比较严重,生态环境问题依然十分严峻。与北京<sup>[19]</sup>、上海<sup>[10]</sup>等城市相比,在节能减排方面还存在较大差距。节能减排是工业可持续发展的基本要求,为了使重庆市在GDP增长的同时,生态环境质量得到进一步改善,实现资源节约型、环境友好型的可持续发展,必须做到:1)推动工业结构的调整和升级,优先发展科技含量高、耗能低、污染低的行业,利用高技术产业改造传统产业,这一点很早就有专家认识到<sup>[20]</sup>。2)加强管理,实

施严格的环境准入条件,遏制高耗能高排放产业和项目的发展。3)结合国家给予重庆“新特区”的各项政策,在各项工业规划中纳入环境质量指标。

### 参考文献:

- [1] Kuznets S. Economic growth and income inequality [J]. *American Economic Review*, 1955, 45(1): 1-28.
- [2] Grossman G M, Krueger A B. Environmental impacts of a north american free trade agreement [M]. Princeton, NT: Woodrow Wilson School, 1992.
- [3] Grossman G M, Alan K. Economic growth and the environment [J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110(2): 13-24.
- [4] 胡聃, 许开鹏, 杨建新, 等. 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 [J]. *生态学学报*, 2004, 24(6): 1259-1266.
- [5] 韩贵锋, 徐建华, 苏方林, 等. 环境库兹涅茨曲线(EKC)研究评述 [J]. *环境与可持续发展*, 2006(1): 1-3.
- [6] Shafik N, Bandyopadhyay S. Economic growth and environmental quality: time series and cross-country evidence [R]. Background Paper for World Development Report 1992. Washington DC: World Bank, 1992.
- [7] 潘家华. 持续发展途径的经济学分析 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1997. 45-67.
- [8] 李周, 包小斌. 中国环境库兹涅茨曲线的估计 [J]. *科技导报*, 2002(4): 57-58.
- [9] 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 [J]. *地理研究*, 2002, 21(2): 241-246.
- [10] 杨凯, 叶茂, 徐启新. 上海市废弃物增长的环境库兹涅茨特征研究 [J]. *地理研究*, 2003, 22(1): 60-66.
- [11] 高振宁, 廖旭波, 邹长新. 江苏省环境库兹涅茨特征分析 [J]. *农村生态环境*, 2004, 20(1): 41-43.
- [12] 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 [J]. *浙江社会科学*, 2000(4): 53-56.
- [13] 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 [J]. *统计研究*, 2001(11): 46-56.
- [14] 吴开亚, 陈晓剑. 安徽省经济增长与环境污染水平的关系研究 [J]. *重庆环境科学*, 2003, 25(6): 9-11.
- [15] 谢贤政, 万静, 高毫洲. 经济增长与工业环境污染之间关系计量分析 [J]. *安徽大学学报(哲学社会科学版)*, 2003, 27(5): 144-153.
- [16] 刘耀彬, 李仁东. 武汉市“三废”排放的库兹涅茨特征及原因探析 [J]. *城市环境与城市生态*, 2003, 16(6): 44-45.
- [17] 重庆市统计局. 重庆市统计年鉴 2007 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2007.
- [18] 洪全. 重庆市能源消耗与大气污染关系探讨 [J]. *重庆*

- 师范学院学报(自然科学版) 2003 20(1) 51-53. [20] 邱道持,廖和平,印文,等. 重庆经济结构调整浅析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2000, 25(3): 321-325.
- [19] 穆红莉. 北京市环境库兹涅茨曲线特征分析[J]. 生态经济(学术版) 2008(1) 366-368.

## Evaluation of Economic Development and Industrial Pollution in Chongqing in Recent Years Based on EKC

*HE Tai-rong*<sup>1,2</sup>, *GUO Yue*<sup>3</sup>, *LIU Cun-dong*<sup>1</sup>

(1. College of Geography Science, Chongqing Normal University;

2. College of Urban and Environmental Science, Peking University, Beijing 100871;

3. Dept. of Graduate, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

**Abstract**: In recent years Chongqing has made rapid economic development. But it also faces an enormous pressure in energy-saving and carbon emission reduction especially in the industrial fields. This paper constructs the models of Environmental Kuznets Curve (EKC) with time series data of Chongqing from 1995 to 2006. The basic data include the industrial waste discharge per unit GDP, industrial waste discharge per capita GDP and corresponding environmental data. The relationship between typical environmental indexes and increase of GDP is analyzed. The results show that the industrial waste discharge per unit GDP displays general downward trend, which indicates the technological progress and readjustment of industrial structure have yielded significant environmental benefit. Meanwhile, on the whole the relationship of economic development and environmental pollution in recent years donot conform with the obvious characteristics of EKC. The fitting EKC curves of all environmental indexes have no turning point. So the efficient environmental policy and huge environmental investment of Chongqing have to make the economic and environment develop sustainable and healthily.

**Key words**: environmental Kuznets curve (EKC); economy; industrial pollution; Chongqing

(责任编辑 欧红叶)