

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2009.01.025

江苏省经济增长与环境污染的关系

张静中 李 华

(河海大学商学院,江苏 南京 210098)

摘要:根据江苏省 1990~2005 年经济增长与环境质量的相关数据,建立了典型环境指标排放量与人均 GDP 关系的计量模型.分析结果表明:工业废气排放量与人均 GDP 之间为倒 N 形曲线关系,工业废气中 SO_2 排放量与人均 GDP 对数值之间为 N 形曲线关系,工业废水排放量对数值与人均 GDP 对数值之间为 N 形曲线关系,工业固体废弃物排放量对数值与人均 GDP 对数值之间为三次曲线关系;生活污水、生活二氧化硫和生活烟尘排放量均与人均 GDP、人口密度关系密切.江苏省环境问题很严峻,亟待解决.建议江苏省进一步完善环保政策,严格执法和加大处罚力度,投入巨资进行环境治理,以确保环境问题得到有效解决.

关键词:经济增长;环境污染;环境政策;江苏省

中图分类号: F062.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1980(2009)01-0119-06

20 世纪 70 年代以来,许多学者研究了经济增长与环境污染之间的关系.在 Kuznets^[1]提出收入分配与经济增长之间存在倒 U 形曲线关系之后,有学者指出经济发展与环境质量之间也可能存在倒 U 形曲线关系. Grossman 等^[2]通过对 NAFTA 国家二氧化硫、燃烧烟雾排放量与经济增长之间关系的分析,得出了环境与收入之间存在倒 U 形曲线关系的结论.之后,Shafik 等^[3-6]分析了某些国家和地区环境污染指标与经济增长之间的关系,结果均支持环境与收入之间存在倒 U 形曲线关系的结论.吴玉萍等^[7]分析了北京市经济增长与环境污染水平之间的关系,得出了所选取的环境指标与人均 GDP 之间存在倒 U 形曲线关系的结论.韩中豪等^[8-10]分析了上海市、湖北省和吉林省经济增长与环境污染之间的关系,得出了经济增长与环境污染之间不存在倒 U 形曲线关系的结论.

本文根据江苏省的相关数据,建立了多元回归模型,分析了 1990~2005 年江苏省工业污染典型指标排放量与人均 GDP、贸易开放度、人口密度之间的关系以及 1998~2006 年江苏省生活污染典型指标排放量与人均 GDP、人口密度之间的关系.

1 江苏省经济增长与环境污染概况

江苏省位于我国大陆东部沿海中心,其面积是全国的 1.1%.1978 年以来,江苏省经济得到了快速发展.1990 年,该省 GDP、人均 GDP 分别为 1314.39 亿元、1954 元,2005 年分别增加到 18305.66 亿元、24560 元^[11].2005 年,江苏省人均 GDP 按现行汇率折算约为 3038 美元,比全国人均 GDP 的 1740 美元高出 74.60%.江苏省一直是位于全国前 5 位的经济大省之一.

由江苏省 GDP 中三大产业构成^[8]可知,1985 年至今,第二产业在江苏省经济增长中所占比重最大,贡献率也最大,而第一产业比重逐年呈下降趋势,第三产业比重呈上升趋势,说明江苏省近年来一直都在调整和优化产业结构,取得了一定成效^[12].在第二产业带来经济快速发展的同时,该省也出现了严重的环境污染问题.一方面,1990~2005 年,工业废气排放量由 5047 亿 m^3 增加到 20196.58 亿 m^3 ,增加了 3 倍多;工业二氧化硫排放量由 99.53 万 t 增加到 137.34 万 t,增加了 37.99%;工业废水排放量由 24.23 亿 t 增加到 29.63 亿 t,增加了 22.29%;工业固体废弃物排放量由 2234 万 t 增加到 5757.37 万 t,增加了 157.72%.另一方面,1990~2005 年,工业废气、工业二氧化硫、工业废水、工业固体废弃物的 GDP 每元排污量(即各污染物排放量与 GDP

的比值)均呈下降趋势,年均增速分别为-7.93%,-14.23%,-14.90%和-10.60%。因此,正确处理经济增长和环境污染之间的关系,坚持走可持续发展之路,意义重大。

2 模型构建

2.1 江苏省经济增长与工业污染典型指标的关系

2.1.1 指标选取

选取工业生产过程中所排放的废气、二氧化硫、废水和固体废弃物4个指标的排放量来表征环境污染水平。而对环境质量有着较大影响的因素有该地区人均收入、人口密度、技术、产业结构、进出口贸易、经济政策和环境政策以及该地区对环境保护的投资等。由于量化经济政策和环境政策对环境的确切影响水平还很困难,因而在数据建模过程中暂不考虑。鉴于数据的可获得性,用人均GDP代替人均收入,用贸易开放度^[13]该

表1 江苏省环境统计数据^[11]

Table 1 Environmental data of Jiangsu Province

年份	人均 GDP/元	人口密度/ (人·km ⁻²)	贸易 开放度	工业废气排 放量/亿 m ³	工业二氧化 硫排放量/万 t	工业废水 排放量/亿 t	工业固体废 弃物排放量/万 t
1990	1 954	663	0.133 946	5 047.00	99.53	24.23	2 234.00
1991	2 143	667	0.163 004	5 730.00	87.00	24.00	2 077.00
1992	2 845	674	0.176 222	5 352.00	89.17	22.49	2 450.00
1993	3 958	679	0.181 988	5 202.00	91.38	21.16	2 323.00
1994	5 779	684	0.274 234	5 772.14	98.30	21.16	2 725.00
1995	7 299	689	0.263 711	7 872.11	104.47	22.02	2 883.00
1996	8 471	693	0.286 500	7 450.81	104.07	21.97	2 891.00
1997	9 344	697	0.293 106	8 164.24	133.49	22.01	2 857.00
1998	10 021	700	0.303 914	7 487.85	124.02	20.29	2 944.00
1999	10 665	703	0.336 648	8 354.93	93.29	20.11	2 896.00
2000	11 773	714	0.440 197	9 078.20	84.33	20.19	3 038.00
2001	12 922	717	0.446 877	13 343.99	108.76	27.10	3 553.00
2002	14 391	719	0.547 373	14 286.46	111.97	26.30	3 796.00
2003	16 809	722	0.755 080	14 632.69	124.07	24.75	3 893.70
2004	20 852	724	0.911 366	17 818.42	123.99	26.35	4 672.53
2005	24 560	729	1.020 312	20 196.58	137.34	29.63	5 757.37

利用 SPSS13.0 软件对江苏省 1990~2005 年工业污染典型指标排放量与人均 GDP 进行相关性分析,结果见表 2。可见,选取的 4 大环境指标排放量与人均 GDP 之间具有一定的相关性。

2.1.2 模型构建

研究经济增长与环境污染之间的关系,主要是建立人均 GDP 与环境污染典型指标排放量之间关系的曲线模型。在数据处理过程中,为了消除数据异方差现象,各指标取对数后再进行数量分析。

为了便于分析人均 GDP 对环境指标的影响和数据处理,选用简化模型

$$E_t = \alpha_0 + \alpha_1 y + \alpha_2 y^2 + \alpha_3 y^3 + \alpha_4 p + \alpha_5 t_0 + \varepsilon$$

式中: E_t ——环境指标; y ——某一年的人均 GDP; p ——人口密度; t_0 ——贸易开放度; ε ——误差; α_0 ——常数; α_i ($i=1,2,3$)——偏回归系数。

利用 Eviews5.0 软件,分别以工业废气排放总量 $D(g)$ (亿 m^3)、工业废气中 SO_2 排放总量 $D(SO_2)$ (万 t)、工业废水排放总量 $D(w)$ (亿 t)和工业固体废弃物排放总量 $D(s)$ (万 t)为因变量,以人均 GDP(用 y 表示)、人口密度 p 和贸易开放度 t_0 为自变量,求出拟合方程:

$$D(g) = 4\,584.36 + 5.68 \times 10^{-5} y^2 - 1.2 \times 10^{-9} y^3 \quad (1)$$

(9.36^{***}) (6.59^{***}) (-3.48^{***})

$$R^2 = 0.952 \qquad F = 149.252 \qquad D = 1.365$$
$$D(\text{SO}_2) = 1486.58 - 1.68p - 156.54\ln y + 6.67(\ln y)^3$$
$$(2.58^{**}) \quad (-2.23^{**}) \quad (-1.48^*) \quad (2.38^{**})$$

$$R^2 = 0.517 \qquad F = 9.027 \qquad D = 1.563$$

$$\ln D(w) = 4.54 - 1.29\ln y + 0.03(\ln y)^3$$
$$(6.23^{***}) \quad (-4.48^{***}) \quad (4.68^{***})$$

$$R^2 = 0.624 \qquad F = 13.448 \qquad D = 1.531$$

$$\ln D(s) = 3.19 + 0.273t_0 + 0.003(\ln y)^3$$
$$(82.62^{***}) \quad (5.53^{***}) \quad (3.43^{***})$$

$$R^2 = 0.957 \qquad F = 166.327 \qquad D = 2.286$$

式中： R ——相关系数； R^2 ——修正的判定系数； F ——对整个回归方程的显著性检验值； D ——判定回归模型中误差项独立性的指标。括号内的数值表示对常数项与偏回归系数的检验值（即 t 值），带 *，**，*** 的 t 值分别表示常数项与偏回归系数在 10%、5%、1% 的水平上显著。

由式（1）~（4）可知，工业废气和工业固体废弃物对人均 GDP 的拟合结果非常理想，其判定系数都大于 0.9， F 统计值也很大，而工业废气中 SO_2 和工业废水的拟合结果不是很理想，这主要是由本次研究可收集到的数据样本偏少所引起的。

由式（1）可知，工业废气排放量与人均 GDP 之间为倒 N 形曲线关系，即随着人均收入的增长，工业废气排放量呈现出减少—增加—减少的总趋势。图 1 只显示了倒 N 形曲线上升的过程。

由式（4）可知，工业固体废弃物排放量和人均 GDP 取对数后，二者之间表现为三次曲线关系，工业固体废弃物的排放量随人均 GDP 的增加而增加，如图 2 所示。

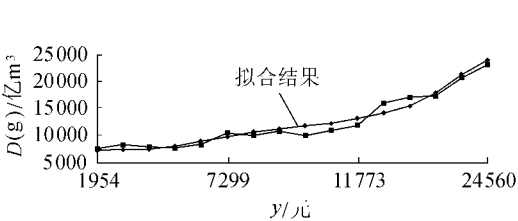


图 1 工业废气排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 1 Relationship between discharge of industrial gas and GDP per capita

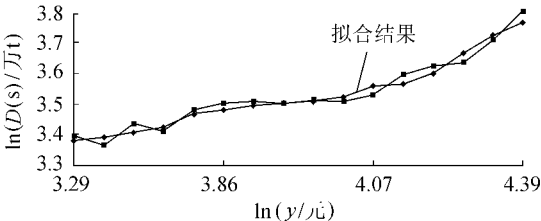


图 2 工业固体废弃物排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 2 Relationship between discharge of industrial solid residue and GDP per capita

由式（2）可知，二氧化硫排放量与人均 GDP 对数值之间存在 N 形曲线关系，如图 3 所示。
由式（3）可知，工业废水排放量和人均 GDP 取对数后，二者之间存在 N 形曲线关系，如图 4 所示。

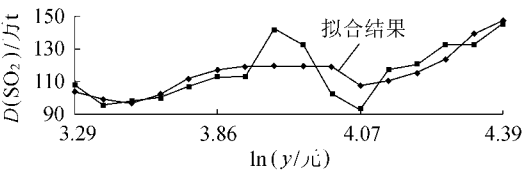


图 3 工业二氧化硫排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 3 Relationship between discharge of industrial SO₂ and GDP per capita

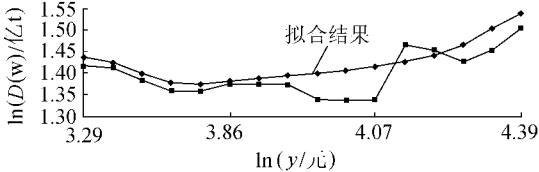


图 4 工业废水排放量与人均 GDP 的关系
Fig. 4 Relationship between discharge of industrial wastewater and GDP per capita

另外，贸易开放度指标只进入方程（4），表明它只对工业固体废弃物的排放有影响，二者之间正相关；人口密度指标只进入方程（2），表明它对工业二氧化硫的排放有影响，二者之间负相关。

2.2 江苏省经济增长与生活污染典型指标的关系

随着江苏省经济的快速发展，人均 GDP 逐渐增加，人民生活水平逐渐提高，与生活有关的环境问题日益

凸显出来,如表3所示,1998~2006年江苏省居民生活中污水、二氧化硫和烟尘排放量总体呈上升趋势。

2.2.1 相关性分析

利用SPSS13.0软件,根据表3相关数据以及表1中人均GDP、人口密度的数据,对江苏省1998~2006年生活污染典型指标排放量与人均GDP的关系进行相关性分析,结果见表4。

表3 1998~2006年江苏省生活污染典型排放排放量^[14]

Table 3 Discharge of non-industrial pollution of Jiangsu Province during 1998~2006											
年份	$D(w)/$ 亿 t	$D(SO_2)/$ 万 t	$D(g)/$ 万 t	年份	$D(w)/$ 亿 t	$D(SO_2)/$ 万 t	$D(g)/$ 万 t	年份	$D(w)/$ 亿 t	$D(SO_2)/$ 万 t	$D(g)/$ 万 t
1998	11.12	3.89	1.54	2001	15.84	6.05	2.08	2004	20.26	5.70	1.70
1999	13.50	4.48	1.58	2002	16.93	6.46	1.58	2005	22.31	6.10	2.60
2000	14.74	6.09	2.13	2003	17.26	6.22	1.72	2006	22.84	6.20	2.80

从表4可知,选取的生活污染典型指标排放量与人均GDP具有一定的相关性。

表4 江苏省生活污染典型指标排放量与人均GDP的相关性

2.2.2 模型构建

Table 4 Correlation between discharge of typical non-industrial pollution indices and GDP per capita in Jiangsu Province

环境指标	$D(w)$	$D(SO_2)$	$D(g)$
与人均GDP的相关性系数	0.961	0.506	0.759

利用Eviews5.0软件,分别以生活污水排放量 $D(w)$ 、生活二氧化硫排放量 $D(SO_2)$ 和生活烟尘排放量 $D(g)$ 为因变量,以人均GDP(用 y 表示)和人口密度 p 为自变量,求出拟合方程:

$D(w) = -1129502 + 2.968y + 1742.863p$ (5)
(-2.40*)(2.51**)(2.57**)

$R^2 = 0.952 \quad F = 80.148 \quad D = 2.358$

$\ln D(SO_2) = -164.249 - 0.794\ln y + 26.403\ln p$ (6)
(-8.14***)(-5.70***)(8.09***)

$R^2 = 0.927 \quad F = 51.891 \quad D = 2.021$

$D(g) = -72.288 - 0.003y + 1.436 \times 10^{-7}y^2 - 2.225 \times 10^{-12}y^3 + 0.132p$ (7)
(-5.28***)(-4.63***)(4.41***)(-4.17***)(5.39***)

$R^2 = 0.924 \quad F = 25.469 \quad D = 3.777$

3个方程的判定系数都接近于1,拟合结果很理想,通过显著性检验。式(5)~(7)表明:江苏省生活污水排放量与人均GDP为正相关,生活二氧化硫排放量对数值与人均GDP对数值为负相关,生活烟尘排放量与人均GDP之间为倒N形曲线关系。人口密度指标显著地进入了3个回归方程,且回归系数均为正,对环境质量有显著影响。

3 江苏省环境污染原因分析

由以上分析可知,江苏省经济增长与环境污染典型指标之间的关系曲线并不像发达国家那样,呈倒U(EKC)形^[15],原因是多方面的。

表5 1985年主要发达国家环保支出经费及其占GDP的比例^[16]

Table 5 Investment in treatment of environmental pollution and its percentage of GDP in developed countries in 1985

国家	支出经费/ 万美元	占GDP的 比例/%	国家	支出经费/ 万美元	占GDP的 比例/%
日本	8040	1.4	联邦德国	23640	3.1
美国	19820	0.5	英国	7640	1.1
法国	3900	0.5			

第二次世界大战后,发达国家在处理经济增长与环境质量问题的关系时基本上遵循“先增长,后环保”和“先污染,后治理”的原则^[16],但同我国相比,发达国家在环境政策、大规模的环境投资、技术进步和产业升级以及环保宣传方面的工作做得更到位有效。20世纪60年代开始,一方面发达国家民间环保运动逐渐兴起,另一方面政府也出台了大量的法律法规,制定了一系列的环境标准,至关重要是发达国家政府大量投资于环境管理和污染防治(表5)。同时,在有关环境保护技术的研发上,发达国家也已取得了实质性进展,并把这些技术广泛应用于实际生产过程,大大减少了污染物的排放量。20世纪80年代以来,发达国家成功完成产业升级,进入后工业化社会,第三产业发展已占主

导地位,污染型产业比重明显下降.此外,发达国家民众环保意识很强.

对比发达国家的经验,不难找出江苏省环境污染加剧的原因.一是目前江苏的环保做法仍属于污染在先、治理在后,使得环境污染难以有效治理.二是环保投入低^[17](表 6).从 1998~2005 年,每年平均投入环保资金 19.96 亿元,占 GDP 的 0.16%,低于 1985 年美国 and 法国 0.34 个百分点、英国 0.94 个百分点、日本 1.24 个百分点、德国 2.94 个百分点,环境治理目标因缺乏资金而难以实现.三是技术进步慢.工业废水、废气、废渣造成的污染,主要是技术方面的原因造成的,大多数企业仍采用落后的技术从事生产.四是利用外资的政策失误.20 世纪七八十年代,一些地方政府把引进外资作为政绩工程,对外资不加选择地引进,导致发达国家有些污染严重的产业转移到我国,江苏省的环境受害其中.五是产业升级缓慢.1980~2005 年,第三产业占 GDP 的比例增长缓慢,而第二产业占 GDP 的比例一直高居榜首.六是环保宣传力度不够,民众环保意识薄弱,致使生活环境污染指标随时间增加(表 3).

4 结 语

本文通过回归模型分析了江苏省经济增长与工业污染典型指标以及经济增长与生活污染典型指标之间的关系,并在此基础上探讨了造成江苏省环境污染的主要原因.为了进一步控制并解决该问题,提出如下建议:

- a. 进一步完善环保政策和法规.江苏省环境保护工作在国内起步较早,在依据国家环境保护法律法规,结合自身发展情况和特点的基础上,逐步建立了一系列的环境方面的政策和法规,为环境保护工作的开展提供了政策引导和法律依据.1993 年出台了《江苏省环境保护条例》,1997 年对该条例进行了修正^[18],针对工业排污、生态环境、水污染、噪声污染等制定了相应的政策和法规.为了进一步增强政策法规的可操作性,仍需进一步加强修订工作,以满足当前环保工作的迫切要求,适应瞬息万变的市场环境.
- b. 严格执法和加大处罚力度.虽然与环境有关的政策和法规已基本建立,但事实上监督机制仍不完善,执法过程仍存在漏洞.执法人员应在相关政策和法规的框架下,加强执法工作,加大对违法者的处罚力度.首先,应加强舆论对执法者的监督力度,对那些执法不严、徇私枉法者,予以曝光,并追究责任;其次,应对违法者加大处罚力度,一旦违法,必须支付高昂的违法成本,甚至使其濒临倒闭破产的境地.
- c. 投入巨资进行环境治理.江苏省环境污染问题还很严峻,治理环境污染是摆在各级政府和企业面前的艰巨任务.治理环境污染应由政府牵头,政府财政要出钱,污染大户要分担一部分资金.在各地设立环保基金,该基金专门用于环境治理事业,鼓励国内外企业、个人和政府积极捐款.对已造成环境污染的企业必须罚款,罚款所得将作为各地环保基金.环保基金由各地环保部门代管.政府每年应从财政收入中拿出一定比例的收入作为环保专项资金.必须保证资金投入到位,才能确保环境问题得到有效解决.

参考文献:

[1] KUZNETS S. Economic growth and income equality[J]. American Economic Review ,1955 45(1) :1-28.

[2] GROSSMAN G ,KRUEGER A. Environmental impacts of the North American Free Trade Agreement :NBER ,Working Paper ,No.3914 [R]. Cambridge :National Bureau of Economic Research , 1991.

[3] SHAFIK N ,BANDYOPADHYAY S. Economic growth and environmental quality :time series and cross-country evidence :World Bank Policy Research Working Paper , WPS 904[R]. Washington ,D. C. : World Bank ,1992.

[4] PANAYOTOU T. Economic growth and the environment :CID Working Paper ,No.56[R]. Boston :Center for International Development , Harvard University 2000.

[5] STEM D. Progress on the environmental Kuznets curv[J]. Environment and Development Economics ,1998(3) :175-198.

[6] LIST L ,GALLET C. The environmental Kuznets curve :does one size fit al[J]. Ecological Economics ,1999 31 :409-423.

[7] 吴玉萍 ,董锁成 ,宋健峰. 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(3) :239-246.

[8] 韩中豪 ,胡雄星 ,张明旭.上海市经济增长与环境污染水平的关系[J]. 环境与可持续发展 2007(2) :46-47.

[9] 蔡珞珈 ,黄蔚 .湖北省经济增长与环境污染关系研究 [J].当代财经 ,2006(8) 90-93.

[10] 苏伟 ,刘景双 .吉林省经济增长与环境污染关系研究 [J].干旱区资源与环境 ,2007 ,21(2) 37-41.

[11] 中华人民共和国国家统计局 .2006 年中国统计年鉴 [M].北京 :中国统计出版社 ,2006.

[12] 厉无畏 ,王振 .转变经济增长方式研究 [M].上海 :学林出版社 ,2006.

[13] PANAYOTOU T. Economic growth and the environmen[J]. Economic Survey of Europe ,2003(2) 45-72.

[14] 江苏省统计局 .2006 江苏省统计年鉴 [M].北京 :中国统计出版社 ,2006.

[15] GROSSMAN G ,KRUEGER A. Economic growth and the environmen[J]. Quarterly Journal of Economics ,1995 ,110 53-57.

[16] 侯伟丽 .中国经济增长与环境质量 [M].北京 :科学出版社 ,2005 4-12 55.

[17] 张晓 .中国环境政策的总体评价 [J].中国社会科学 ,1999(3) 88-99.

[18] 时炎 .关于引导性环境政策 [J].环境导报 ,2001(2) 1-5.

Relationship between economic growth and environmental degradation
in Jiangsu Province

ZHANG Jing-zhong , LI Hua

(Business School , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract : Based on the data of economic growth and environmental quality in Jiangsu Province from 1990 to 2005 , a model for relationship between the discharge of typical environmental indices and GDP per capita was established. The analytic results reveal that the relationship between the discharge of industrial gas and GDP per capita is an inverted N-curve , that between the discharge of SO₂ in industrial gas and the logarithmic value of GDP per capita is a N-curve , that between the logarithmic value of the discharge of industrial wastewater and the logarithmic value of GDP per capita is a N-curve , and that between the logarithmic value of the discharge of industrial solid residue and the logarithmic value of GDP per capita is a cubic curve. The discharges of non-industrial wastewater , SO₂ and gas closely relate with GDP per capita and population density. The environmental problem in Jiangsu Province is urgent and need to be solved as soon as possible. It is suggested that the Jiangsu Province government should further improve the corresponding policies and laws and reinforce the environmental investment so as to control and mitigate the pollution as well as to solve the environmental problem.

Key words : economic growth ; environmental degradation ; environmental policy ; Jiangsu Province