

中国环境问题与经济发展的关系分析

——以大气污染为例

陆 虹

(上海财经大学 统计学系, 上海 200433)

摘 要:环境是影响经济发展的重要因素,而一国的经济发展水平和实力,也从客观上影响环境的改善。本文介绍了我国经济和环境的状况及特点,以大气污染为例,分析我国大气污染的库兹涅茨曲线的特性,发现我国的大气污染问题具有自身独特的特征,并用先进的统计分析方法来分析和验证这种关系,从数量上具体描绘出两者互为影响的关系。

关键词:经济发展;环境;空间状态模型

中图分类号:F124.5 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2000)10-0053-07

一、我国现今环境问题的特点

当代中国社会正处于从传统向现代加速转型的历史时期。在社会发展的这一特定阶段,作为社会问题之一的环境问题,也具有鲜明的社会特征。

首先,最为显著的是随着社会转型的加速进行,环境问题日趋严重。根据《中华人民共和国环境保护法》第 11 条的规定,国家环保局从 1990 年起,每年 6 月 5 日前后发布上一年的环境情况公报。1995 年和 1996 年连续两年的《中国环境状况公报》都指出:总体上讲,我国“以城市为中心的环境污染仍在发展,并向农村蔓延;生态破坏的范围仍在扩大。”1997 年的《中国环境状况公报》继续指出:“部分地区环境质量有所改善”,“部分地区生态环境继续恶化”。从数量的角度看,我国环境也呈恶化趋势,从下表可以看出这种趋势。

表 1 若干年份工业“三废”排放、产生情况

年份	废水(亿吨)	废气(亿立方米)	固体废物(万吨)
1982	230	54411	38369
1984	254	66969	38369
1986	260	69679	42435
1988	268	82989	60364
1990	249	85422	56132
1992	367	105462	61884
1994	365	113630	61704

资料来源:曲格平,李金昌:《中国人口与环境》,第 36~39 页;《中国环境年鉴》,1993、1995 年。

收稿日期:2000-04-28

作者简介:陆虹(1975-),女,安徽合肥人,上海财经大学统计学系硕士生。

并且近几年来,我国耕地呈连续减少的趋势。尽管耕地的递减量呈减少趋势,但是总的来说我国耕地的绝对数量在持续下降。同时,我国的森林覆盖率为 13.92%,仅占世界森林面积的 3%~4%。更重要的是,由于长期的开发和破坏,原始森林面积大大减少,森林结构不合理。因此,随着社会转型的加速推进,我国环境状况,无论是环境污染还是生态破坏,都有继续恶化的趋势,而且这种趋势还将持续相当长一段时间。

其次,环境问题越来越表现为人与人之间的矛盾。当今环境问题不仅反映了人与自然关系的失调,而且越来越反映出人与人之间关系的失调。从某种意义上说,人与人之间关系的失调已成为环境问题日益加剧的重要原因。在社会转型的加速期,中国奉行对外开放政策。从国际上看,对于一个相对贫穷落后的发展中国家而言,在一个开放的国际社会中,它容易成为发达国家转移污染的场所。1991 年外商在中国投资设立的企业共 11515 家,属污染密集型的有 3353 家,占总数的 29%。从国内来看,中国的污染问题从城市向农村蔓延,这反映出城乡居民关系的失调。其他如大江大河以及湖泊环境的破坏,在很大的程度上,也都是由于人与人之间、地区与地区之间的利益冲突,这种利益冲突使得大家难以采取一致的行动来保护环境。因此,所谓环境问题,实际上已经成为真正的社会问题。

此外,随着居民生活水平的提高,生活污染在环境问题中的分量在加重。与此同时,城市(尤其是大城市)环境问题受到高度重视,并在局部有所缓解,但是农村环境问题失控,呈日益蔓延加重的趋势。由此,环境问题与贫困问题有形成恶性循环的趋势,公众环境意识水平低下,环境问题与其他社会问题交叉、重叠,解决的难度日益加大。

二、中国环境库兹涅茨曲线的特性

自 90 年代初美国环境学家(Grossman and Krueger,1992 和 Shafik and Bandyopadhyay,1999)提出环境库兹涅茨曲线概念以来,环境经济学家讨论国家的环境政策时常引用与此有关的数据来支持自己所阐述的观点。环境库兹涅茨曲线试图描述污染问题与经济发展之间的关系。它假定,如果没有一定的环境政策干预,一个国家的整体环境质量与污染水平在经济发展初期随着国民经济收入的增加而恶化或加剧;当该国经济发展到较高水平(以国民的经济收入超过一个或一段值为标准)时,环境质量的恶化或污染水平的加剧开始保持平稳进而随着国民经济收入的继续增加而逐渐好转。即:在国民的经济收入(如人均 GDP)达到转折点之前,经济收入每增加 1%,某些污染物(如大气中的悬浮微粒、二氧化硫浓度、二氧化碳的排放量)的增加幅度会超过 1%;在转折点之后,某些污染物的下降幅度会超过收入的增长幅度(Shafik and Bandyopadhyay,1992)。形象地说,人均 GDP 与某些大气或水污染物呈倒“U”字型关系。

如何根据各自的数据来源估计环境库兹涅茨曲线转折点的具体数值,引起了诸多环境经济学家的关注。以大气环境质量为例,从污染物存量的角度,有人估计大气中 SO₂ 浓度的转折点在一人均 GDP(1985 年美元)4000—5000 美元(Grossman and Krueger,1992),或低于 8000 美元时发生转折(Grossman and Krueger,1994);另有人估计,大气中的 SO₂ 浓度和悬浮微粒浓度的转折点分别为一人均 GDP(购买力评价)3670 美元和 3280 美元(Shafik and Bandyopadhyay,1992)。与此不同的是,从污染物流量的角度,有人估计 SO₂ 和悬浮微粒人均排放量的转折点分别发生在一人均 2900 美元至 3800 美元之间和人均 4500 美元(Panayotou,1993);还有人估计上述两种人均排放量的转折点应发生在一人均 GDP 超过 8000 美元(1985 年美元)之处(Selden and Song,1994)。

值得注意的是,有些环境经济学家已经认识到,环境库兹涅茨曲线并不说明收入水平和某些环境问题之间存在必然的关系,环境库兹涅茨曲线及其转折点的估计值仅仅是建立在若干跨国数据和时间序列数据上的经验数据的描述而不能以此用于预测。而且,环境质量的改善并不会自动发生,它依赖于全社会环保意识的提高,有赖于严格的限制污染的环境政策的实施,还需要技术进步的支持。特别是,一个国家环境政策的选定可能带来大大优于(或劣于)处于同样收入水平国家的环境条件。

考察中国的实际情况可发现,按照世界银行的算法,1990年中国的人均GDP还处在低收入国家行列,仅为370美元;国家统计局按世界银行方法计算得出,1995年这一数字比1990年增长67.7%,达到670美元,仍远远低于世界平均水平的4880美元。本文按人民币对美元年平均汇价(中间价)计算,1995年人均GDP为581美元。不论按世界银行的计算还是按本文的计算,中国的人均收入都显然没有达到上述3000—8000美元的转折点水平范围。而且有材料证明,中国国民的环境意识普遍不高。根据1995年“全民环境意识调查”数据测算,我国城乡居民环境意识水平偏低,总体平均得分只有44.13分(最低分2分,最高分87分,标准差12.86),属“不及格”水平。其中,得分在60分以下的占90.1%;在60~70分之间的占7.9%,在70~80分之间的占1.6%;在80~90分之间的占1.4%,90分以上的没有人。从环境意识的各个具体方面看,“环境知识”的平均得分是6.03分;“基本价值观念”的平均得分是7.29分;“环境保护态度”的平均得分是17.07分;“环境保护行为”的平均得分是13.80分。由此可见,无论怎么看,中国公众的环境意识都是在及格水平之下。

尽管中国的国民收入水平低,公众的环保意识普遍较低,中国的环境质量却明显低于GDP的增长速度,其中1980—1995年GDP年平均增长率为7.7%,污染物排放总量年平均增长率却未超过4%,污染物人均排放量年均增长速度未超过3%,而平均每一元GDP所伴随的污染物排放量年平均为负增长。

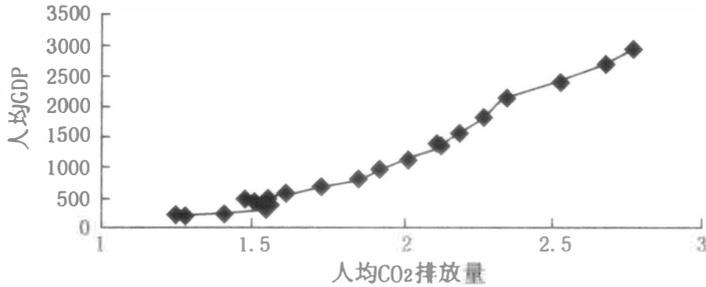
由于难于取得有关环境的全部数据,以下从《1999世界发展报告》的数据光盘中选取中国1976~1996年人均GDP(购买力平价,美元/人)和人均CO₂排放量(公吨/每人),来说明我国的环境与经济关系现状是否符合环境库兹涅茨曲线。将数据列于下表

表2 1975年~1996年中国人均GDP和人均CO₂排放量表

年 度	人均 GDP	人均 CO ₂ 排放量	年 度	人均 GDP	人均 CO ₂ 排放量
1975	1.2451	240	1986	1.9204	940
1976	1.2806	230	1987	2.0173	1120
1977	1.4105	250	1988	2.1288	1310
1978	1.5482	320	1989	2.1323	1340
1979	1.5608	380	1990	2.1158	1390
1980	1.5051	450	1991	2.192	1540
1981	1.4717	490	1992	2.2714	1810
1982	1.5532	530	1993	2.3433	2080
1983	1.6148	580	1994	2.518	2360
1984	1.7322	690	1995	2.6697	2660
1985	1.8533	810	1996	2.7674	2910

资料来源:《1999世界发展报告》数据光盘。

用上表数据绘制从 1976~1996 年的人均 GDP 和人均 CO₂ 排放量的散点图,如下所示:



从上图可以看出,至少从大气中的二氧化碳的含量来说,我国的现状与环境库兹涅茨曲线,特别是与 Shafik 和 Bandyopadhyay 所描述的并不一致。这表明中国的经济发展状况与环境污染水平的关系呈现较弱的环境库兹涅茨曲线特性。以下将具体从数量上来分析人均 GDP 和人均 CO₂ 的关系,经济发展和空气污染的相互关系。由于采用的是人均二氧化碳排放量和人均 GDP 数值,因此,在此剔除了人口增长的影响。随着经济发展,工业的排放物也相应增加;另一方面,经济的发展同时也说明可用于治理环境污染的资源也越多。下面引进状态空间模型来分析和验证这种关系。

三、数据的预处理与模型的建立

为了解决一些新型模型在小样本时间序列分析中的应用问题,本文提出用三次样条插值法来扩展样本数据,然后用扩展后的大样本数据进行建模的方法。具体的插值公式为:

$$f(x) = a_i(x-x_i)^3 + b_i(x-x_i)^2 + c(x-x_i) + d_i$$

$$i = \begin{cases} i & \text{若 } x_i \leq x \leq x_{i+1}, 1 \leq i < n \\ 1 & \text{若 } x < x_1 \\ n & \text{若 } x > x_n \end{cases}$$

选用表 1 中列出的 1976—1996 年这 21 年的年度样本数据,由于在预先试算模型时,发现由于样本量未达到大样本的要求,因此在此先将其扩展成 41 个半年度数据,以备下面建模使用。设扩展后的季度数据序列的时期标量为 t ,则所选择指标实际数据对应的年份与时期 t 的关系由表 3 列出。其它时期 t 对应的数据都是为建模方便而设定的虚拟数据,对扩展前后的数据分别处理验证了这些虚拟数据对提高模型精度起到了重要作用。

表 3 1976~1996 年历年半年季度与时期 t 的对应关系

时期 t	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
年季度	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
时期 t	23	25	29	31	33	35	37	39	41	43	
年季度	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	

状态空间模型有各种各样的形式,其状态转移方程模型形式为:

$$Z_{t+1} = FZ_t + Ge_{t+1}$$

其中: $s \times s$ 系数矩阵 F 称为转移矩阵,它决定了模型的动态形式; $s \times r$ 系数矩阵 G 称为输入矩阵,它决定了转移方程的方差结构,为了标识模型, G 的前 r 行和 r 列被设置成一个 $r \times r$ 恒等矩阵;输入向量 e_t 是一个独立的 r 维正态分布随机向量列,均值为 0,方差为 Σ_{ee} ,随机误差 e_t ,

有时称为震动向量。以下建立模型：

第一步，检查序列的平稳性及是否需要差分。经过检查，这里的人均 GDP 和人均 CO₂ 排放量都是不平稳的，首先对其进行差分变换。因为对非平稳的序列会拟合一个不适当的状态空间模型，且模型的估计也不一定收敛。

第二步，进行初步自回归来选定自回归模型的阶。这里，对于选定的变量集和相应的数据集，通过 AIC 统计量的值判别，选择二阶自回归模型比较合理。

第三步，选择状态空间模型形式进行初步估计。利用典型相关分析结果，将信息准则为正的变量加入到状态向量中，所以这里确定的状态向量为：GDP(T; T)、CO₂(T; T)、CO₂(T+1; T)，进一步进行初步自回归得到状态空间模型参数的初估计，这些估计值将作为迭代估计过程的起始值。

最后，对于状态向量，利用近似极大似然估计方法估计出状态空间模型中所有参数的最终估计，建立的状态空间模型如下所示：

$$(1-B^3) \begin{bmatrix} GDP_{t+1/t+1} \\ (CO_2)_{t+1/t+1} \\ (CO_2)_{t+2/t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.724 & 146.725 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -0.543 & 1.080 \end{bmatrix} (1-B^2) \begin{bmatrix} GDP_t \\ (CO_2)_t \\ (CO_2)_{t+1/t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1.900 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e_{t+1} \\ n_{t+1} \end{bmatrix}$$

$$VAR \begin{bmatrix} e_{t+1} \\ n_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3846.78952 & 0.18503252 \\ 0.18503252 & 0.00021374 \end{bmatrix}$$

参数估计值、标准误及统计量值如下：

参数	估计值	标准误	T 统计量值
F(1,1)	0.724107	0.069941	10.35312
F(1,2)	146.7246	4.998123	29.35594
F(3,1)	0.000049	0.00003	1.614117
F(3,2)	-0.54268	0.137116	-3.95783
F(3,3)	1.079796	0.150201	7.189028
G(3,1)	-0.00004	0.000034	-1.19807
G(3,2)	1.899619	0.213059	8.915938

将状态空间模型及一般回归模型的拟合值及预测值的结果列入下表进行比较。

表 4 状态空间模型与一般回归模型拟合比较表

YEAR	CO ₂	GDP	状态空间模型				一般回归模型	
			GDPFOR	RES1	CO ₂ FOR	RES2	CO ₂ FOR	RES3
1975	1.2451	240	723.36		1.25			
1976	1.2806	230	284.57	-495.34	1.39	0.02	1.44	-0.2
1977	1.4105	250	335.62	-34.57	1.55	0.02	1.44	-0.16
1978	1.5482	320	409.31	-15.62	1.58	0.00	1.45	-0.04
1979	1.5608	380	457.04	-29.31	1.53	-0.02	1.49	0.06

续表

YEAR	CO ₂	GDP	状态空间模型				一般回归模型	
			GDPFOR	RES1	CO ₂ FOR	RES2	CO ₂ FOR	RES3
1980	1.5051	450	516.32	-7.04	1.48	-0.03	1.52	0.04
1981	1.4717	490	562.31	-26.32	1.56	-0.01	1.55	-0.05
1982	1.5532	530	606.32	-32.31	1.61	-0.01	1.58	-0.1
1983	1.6148	580	676.13	-26.32	1.72	0.01	1.6	-0.04
1984	1.7322	690	814.41	13.87	1.85	0.01	1.62	-0.01
1985	1.8533	810	936.91	-4.41	1.92	0.00	1.68	0.05
1986	1.9204	940	1077.48	3.09	2.01	0.00	1.75	0.11
1987	2.0173	1120	1289.89	42.52	2.14	0.01	1.82	0.11
1988	2.1288	1310	1436.54	20.11	2.15	-0.01	1.91	0.11
1989	2.1323	1340	1407.96	-96.54	2.12	-0.02	2.01	0.12
1990	2.1158	1390	1479.79	-17.96	2.19	-0.01	2.03	0.1
1991	2.192	1540	1704.98	60.21	2.27	0.00	2.05	0.06
1992	2.2714	1810	2013.20	105.02	2.33	0.00	2.13	0.06
1993	2.3433	2080	2301.39	66.80	2.50	0.01	2.28	-0.01
1994	2.518	2360	2596.49	58.61	2.66	0.01	2.42	-0.08
1995	2.6697	2660	2887.04	63.51	2.77	0.01	2.57	-0.05
1996	2.7674	2910	3100.96	22.96	2.85	0.00	2.73	-0.06
1997			3258.20			2.93		
1998			3410.93			3.02		
1999			3550.62			3.01		
2000			3550.62			3.10		

以上的模型说明在人均 GDP 和人均 CO₂ 排放量的当前值和前期值之间,确实存在着相互之间的交互影响作用,而不是简单呈现为倒“U”字型的关系。经济活动的扩大可以引起环境问题,但同时也可有助于解决这些问题,有三种主要方式:

首先,当收入增加时,有些问题会减少。这是因为收入的增加为公共服务(如提供卫生设施、农村电力设备)提供了资金来源。当一个人不需要再为每天的生存担忧时,他就能为环境保护提供可赢利的投资。对经济增长和环境质量之间的这种积极的协同作用,切不可低估。

其次,有些问题开始是恶化的,但会随着收入的增加而减轻。大多数空气污染和水污染都属于这种类型,某些类型的森林砍伐和对自然栖息地的侵占也是如此。但只有当这些国家审慎地采取环境政策以确保增加的资金用于解决环境问题时,这种改善才会发生。

最后,随着收入的增加,某些环境恶化的指标值持续提高。现成的例子就是二氧化碳的排放量。在这种情况下,减少这种排放的费用比较高。但是,这种排放和废物造成的代价之高还没有为人们所认识到——其原因通常是这些代价为他人所承担。这方面问题的关键依然是政策。在绝大多数国家,个人和企业都很少有积极性来减少废物和排放量,而且通过规章制度、收费或其他方式实行鼓励措施之前,排放和废物还会增加。但是,在减轻其他方式的污染方面所取得的经验表明,一旦作出了政策承诺,就可能有所作为。

四、结 论

环境保护是发展中至关重要的一环,不大力进行环境保护,发展就会遭到破坏;而不发展,为投资所需的资金就会不足,环境保护工作也难以继续。下一代将面临着前所未有的挑战和机会。在 1990 至 2030 年期间,世界人口将增加 37 亿,因此粮食产量需要翻番,全球的工业产出和能源使用量很可能增长 2 倍,而发展中国家将增长 5 倍。伴随这种发展而来的是严重的环境破坏。在另一种情况下,经济发展也能带来环境保护工作的改善,带来更清新的空气和更清洁的水,并实际消除绝对贫困现象,形成这种不同局面的原因将是政策选择。

对发展中国家尤其是处于体制转型时期的经济欠发达国家而言,政府的环境政策可能是减缓环境破坏。根据中国数据呈现较弱的环境库兹涅茨曲线特性的事实,可得出这样的结论:首先,改革开放以来中国政府所推行的环境政策是比较成功的。在经济快速发展的过程中,它减缓了中国环境质量的恶化速度。其次,全球一体化的经济发展模式加上中国的改革开放政策,给中国的技术进步以良好的内外部环境和极大的技术转移机遇。中国的技术进步总体水平有较大幅度的提高。可以预见,中国未来的环境政策和技术进步水平对 21 世纪中国环境的影响将是巨大的。

主要参考书目:

- [1]世界银行. 1992 年世界发展报告[M]. 北京:中国财政经济出版社.
- [2]洪大用. 当代中国环境问题的几大社会特征[J]. 生态环境与保护,1999,(6).
- [3]张晓. 中国环境政策的总体评价[J]. 生态环境与保护,1999(4).

An Analysis on China's Economy Development and on Statespace Model of Environment —Take Air Pollution as An Example

LU Hong

(Department of Statistics, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, China, 200433)

Abstract: The environment is one of the important interrelated factors of the economic growth. Impersonally, the economic growth level and strength also influence the environment's improvement. For instance, while we analysis the Kuznets curve's characters of our country's air pollution, we find that the air pollution of our country has its own unique feature. Then, the quantity relationship between the economic growth and air pollution is analyzed by the advanced statistical method.

Keywords: economic growth; environment; statespace model