

经济结构、技术进步与环境污染

——基于中国工业行业数据的分析

李 斌, 赵新华

(湖南大学 经济与贸易学院, 湖南 长沙 410079)

摘 要: 文章将环境污染的影响分解为规模效应、结构效应、纯生产技术效应、纯污染治理技术效应、混合技术效应、结构生产技术效应、结构治理技术效应和综合效应, 并运用 37 个工业行业 2001—2009 年三种主要废气排放数据实证分析了工业经济结构和技术进步对工业废气减排的贡献, 得到如下结论: 纯生产技术效应、纯污染治理技术效应在减排过程中占据了主导地位; 工业经济结构的变化对工业废气减排的作用效果不明显, 相对 2001 年甚至还加剧了环境污染; 结构生产技术效应和结构治理技术效应都对废气减排起到了促进作用, 环境技术进步在一定程度上弥补了工业结构的不合理。

关键词: 技术进步; 环境污染; 经济结构; 经济发展

中图分类号: F424.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2011)04-0112-11

一、引 言

伴随着中国经济的高速发展, 中国经济总量在 2009 年末已超过 34 万亿元, 2009 年第二和第三产业在国内生产总值中的份额由改革开放初期的不足 70% 上升到近 90%。但是另一方面, 由于我国经济增长长期依赖大量要素的投入, 粗放型经济增长方式没有得到根本性的转变, 特别是快速的工业化进程加剧了自然资源的过度消耗, 导致环境污染日益严重。相关数据显示, 2009 年环境污染造成的直接经济损失高达 1.8 亿元。环境污染的负外部性严重影响了人们的生产、生活状况, 制约着我国经济的可持续发展。“十二五”规划中明确提出, “面对日趋强化的资源环境约束, 必须增强危机意识, 树立绿色、低碳发展理念, 以节能减排为重点, 健全激励和约束机制, 加快构建资源节约、环境友好的生产方式和消费模式, 增强可持续发展能力。”由此可见, 环境污染问

收稿日期: 2011-01-18

基金项目: 国家软科学重大项目(2008GXS1B022)

作者简介: 李 斌(1968—), 女, 湖南双峰人, 湖南大学经济与贸易学院教授, 博士生导师;

赵新华(1984—), 男, 湖南娄底人, 湖南大学经济与贸易学院博士研究生。

题已成为政府部门关注的焦点。

1996—2009年,工业废气排放总量由11.12万亿标立方米上升到43.61万亿标立方米,增长了约292.1%。由此可见,中国工业行业环境污染比较严重。但从工业总产值来看,我国规模以上工业企业工业总产值由1996年的6.27万亿元上升到2009年的54.83万亿元,增长了774.5%,远远高于工业废气排放总量的增长。因此,我国工业化过程中一定存在某些重要因素对环境保护起到了积极的促进作用。从现有的研究来看,有两个主要的因素:(1)生产技术和污染减排技术的发展,即随着生产技术的发展,要素生产率得到极大的提高;另一方面污染减排技术的发展导致单位产品的污染排放量减少(樊海潮,2009)。(2)经济结构的优化升级。经济结构的优化升级会使污染严重的产业所占比重逐渐下降,甚至通过国际产业转移,将其转移到其他发展中国家,从而减少国内的环境污染。可是现有研究主要集中在宏观层面,不能准确揭示工业部门环境污染的原因。

本文借鉴Grossman和Krueger(1991)、Ekins(1997)和Levinson(2009)提出的分解分析方法,研究中国工业经济规模、结构和技术对工业废气排放总量的影响。本文主要回答以下问题:近些年中国工业行业环境污染的主要决定因素是什么?工业结构是否得到不断优化升级,从而对环境产生了积极影响,减少了工业环境污染排放?如果工业结构得到不断优化升级,那么中国工业污染排放的减少过程中是技术占主导地位,还是工业结构变化占主导地位?技术进步中生产技术和污染减排技术各自的贡献是多少?为了解答上述疑问,本文采用2001—2009年中国工业行业的面板数据,对经济结构、技术进步影响工业废气排放中的二氧化硫(SO_2)、工业烟尘和工业粉尘三种主要污染物进行了研究。

二、文献综述

不同的经济结构和经济发展水平对环境污染的影响有着显著的差异。在经济发展早中期,经济结构主要以重工业为主,重工业的污染强度明显高于其他行业。随着经济的不断发展,工业化进入以高技术产业为核心的技术密集型阶段,污染强度显著下降,从经济结构的角度看,环境压力得到改善。经济增长与环境污染的相关性在一国的发展道路中不是一成不变的。如Shafik和Bandyopadhyay(1992)、Panayotou(1993)、Grossman和Kreuger(1993)等认为由于存在规模效应、结构效应和技术效应,随着一国收入水平达到某一特定临界点,环境与经济二者关系的可以从负相关转变为正相关。Grossman和O'Connor(1995)就东亚的经济增长和产业经济变化提出了一个模型,将工业化与环境污染程度演变分为三个阶段:(1)以生产劳动密集型产品为主的轻工业阶段;(2)以生产资源密集型产品为主的重化工业阶段;(3)以生产资本技术

密集型产品为主的电子工业阶段。

技术进步对环境质量的影响既体现在生产技术的进步上,又体现在污染治理技术上。技术进步能提高自然资源的利用率,使资源得到大量节约和循环利用,从而降低单位产出的自然资源消耗,减少环境污染。同时,技术进步使生产者采用清洁生产工艺、清洁能源和污染处理设备,从而改善环境质量。Grossman 和 Kreuger(1991)认为在理论上,结构优化和技术进步产生的环境效应之和足以超过经济规模增长所产生的负效应。

此后,国内外学者在经济结构、技术进步与环境污染方面做了大量的研究。如 Porter(1991,1995)认为,降低污染往往伴随着生产率的提高,设计合理的环境规制政策能够为企业技术创新的信息和动力,使企业在面对较高的污染治理成本时产生创新补偿效应,提高经济绩效。彭水军、包群(2006)考察了经济增长对环境质量、污染排放的影响,发现环境相关科研经费投入与环境污染之间存在显著的负相关关系,另外产业结构与环境污染基本呈现负相关关系。Arik Levinson(2009)分析了美国制造业中的技术进步、国际贸易对环境的影响,研究发现,美国制造业环境质量的改善,主要是依靠技术进步,而不是工业经济结构优化,如技术进步导致在 1987—2001 年间美国 SO_2 排放减少了 39%,而结构变化仅使 SO_2 排放减少了 12%,由此可以看出技术因素在环境保护的重要地位,但其对技术没有进一步区分为生产技术和污染治理技术。李斌、赵新华(2010)分析了不同技术进步对单位工业废气排放量所产生的 GDP 的影响,研究发现规模效率技术进步和中性技术进步对其产生显著的促进作用,表明这两种类型的技术进步降低工业废气污染的强度。国内近期的一些文献主要集中研究环境污染中的碳排放问题,如陈诗一(2009)、陈劭锋和刘扬等(2010)、魏巍贤和杨芳(2010)等。

上述研究提供了经济增长中经济结构、技术进步与环境污染关系的理论和实证支持,但是首先很少有文献直接研究经济增长规模、经济结构和技术进步对环境污染排放的贡献程度,且没有很好地量化区分生产技术和污染治理技术对环境污染排放的影响;其次上述文献主要研究各种因素的直接影响效果,并没有在实证分析中明确体现其间接的作用效果。

三、模 型

环境经济学家认为总的环境污染排放主要取决三个方面:经济规模、结构组成和技术(包括生产技术和污染治理技术)水平。在数量上,总的污染排放量 P 等于各经济部门污染排放量 p_i 之和。

$$P = \sum_{i=1}^n p_i, n \text{ 为部门数} \quad (1)$$

根据 Grossman 和 Krueger(1991)、Ekins(1997)和 Levinson(2009)的模

型,式(1)可以进一步表述为:

$$P = \sum_{i=1}^n p_i = \sum_{i=1}^n v_i Z_i = V \sum_{i=1}^n \theta_i Z_i \quad (2)$$

其中, V 表示经济总产值, v_i 表示部门 i 总产值; $\theta_i = v_i/V$ 表示部门 i 所占的比重,衡量了结构组成; $Z_i = p_i/v_i$ 表示部门 i 排污强度,衡量了其技术水平。上述模型虽然体现了技术水平对污染排放的影响,但是没有区分生产技术和污染治理技术。本文将 Z_i 进一步分解为:

$$Z_i = \frac{p_i}{v_i} = \frac{\bar{p}_i}{v_i} \times \frac{p_i}{\bar{p}_i} \quad (3)$$

其中, $\bar{p}_i$ 表示部门 i 在生产过程中产生的总污染量,即经减排技术处理前的排放量; $\bar{p}_i/v_i$ 表示单位产值的污染量,其大小衡量了生产技术,其值越小,生产技术越先进; $p_i/\bar{p}_i$ 表示单位污染量的最终污染排放量,其大小衡量了污染治理技术,其值越小,污染治理技术越先进。那么式(2)变为:

$$P = V \sum_{i=1}^n \theta_i \times \frac{\bar{p}_i}{v_i} \times \frac{p_i}{\bar{p}_i} = V \sum_{i=1}^n \theta_i \times S_i \times J_i \quad (4)$$

其中, $S_i = \frac{\bar{p}_i}{v_i}$, $J_i = \frac{p_i}{\bar{p}_i}$ 。

采用 Levinson(2009)微分方法可将模型分解为四个部分,分别为规模效应、结构效应、生产技术效应和治理技术效应。其虽能够很好地解释四种因素的直接影响,但只适合于连续序列样本,因此本文采用差分模型,处理后的差分模型如下:

$$\begin{aligned} \Delta P = & \sum_i \theta_i S_i J_i \times \Delta V + (V + \Delta V) \sum_i S_i J_i \Delta \theta_i + (V + \Delta V) \sum_i \theta_i J_i \Delta S_i + \\ & (V + \Delta V) \sum_i \theta_i S_i \Delta J_i + (V + \Delta V) \sum_i \theta_i \Delta S_i \Delta J_i + (V + \\ & \Delta V) \sum_i S_i \Delta \theta_i \Delta J_i + (V + \Delta V) \sum_i J_i \Delta \theta_i \Delta S_i + (V + \\ & \Delta V) \sum_i \Delta \theta_i \Delta S_i \Delta J_i \end{aligned} \quad (5)$$

式(5)将环境污染排放的增量分为八个部分。第一部分表示在保持基期经济结构和技术水平不变的情况下, t 期由于经济规模扩大导致的排污量的增加,简称为经济规模效应(GM);类似地,第二部分表示经济结构变化导致的排污量变化总量,简称经济结构效应(JG);第三部分和第四部分分别简称为纯生产技术效应(SJ)和纯污染治理技术效应(ZJ);第五部分表示在经济结构不变的情况下,技术(包括生产技术和污染治理技术)水平的变化导致的排污量变化,其反映了技术变化的混合排污效果,简称为混合技术效应(SZJ);同理,第六部分和第七部分分别表示经济结构与污染治理技术共同变化对污

染排放量的影响和经济结构与生产技术共同变化对污染排放量的影响,简称为结构治理技术效应(JZ)和结构生产技术效应(JS);第八部分表示经济结构、生产技术和污染减排技术共同变化对污染排放量的影响,简称为综合效应(ZH)。

式(5)主要有两个方面的优点:一方面,现有模型只考虑了经济规模不变情况下结构变化、生产技术以及污染治理技术三种因素的影响,没有考虑其在经济规模增量中的作用,因此低估了三种因素的作用效果。另一方面,现有模型没有考虑这三个因素的共同作用,因而也会造成低估这些因素的后果。式(5)在一定程度上弥补了这两方面的不足。

四、数据和变量处理

(一)行业及数据调整

本文采用的是中国工业行业的面板数据,但中国相关统计年鉴显示,关于工业分行业废气排量及数据处理在2000年的统计中只划分了十几个工业部门,与新分类标准相差比较大。为尽可能地保持数据的真实性,我们采用2001—2009年中国工业行业的数据。即使如此,2002年的分类还是存在一定的差异,如二位数行业中的其他采矿业、废弃资源和废旧材料回收加工业2003年后才公布,因此本文把它们与工艺品及其他制造业合并成其他工业行业。此外,木材及竹材采运业在2002年标准中属于农林牧渔业,故本文将其删除,不作为工业行业列入。因此,本文实际构建的是37个工业行业的面板数据。

(二)指标数据说明

工业经济规模(V):采用工业行业的总产值来表示。因为工业中任何中间产品、半成品等的生产都伴随着污染的排放,所以工业总产值相对工业增加值更能反映现实情况。由于现行的统计年鉴没有提供全部工业的数据,本文采用陈诗一(2009)的方法,即采用《中国经济普查年鉴》提供的2004年工业分行业主要经济指标的全部工业口径数据和规模以上口径数据,计算规模以上分行业总产值占全部工业总产值的比值作为调整依据,并以分行业工业品出厂价格指数进行平减。

工业经济结构(θ):采用工业中各行业总产值所占比重来衡量。

工业生产技术水平(S):采用工业各行业单位产值所产生的污染排放总量来表示。本文采用工业污染最终排放量与去除量之和来表示污染排放总量。

工业污染治理技术水平(J):采用工业各行业污染最终排放量与生产污染排放总量之比来表示。

工业生产技术水平与污染治理技术水平是一种间接的表示。本文主要研究工业中废气排放情况(包括 SO_2 、工业烟尘和工业粉尘)。上述指标的原始

数据来源于各年《中国统计年鉴》和《中国环境统计年鉴》。

五、实证分析结果

(一)描述性统计分析

在进行模型分析之前,我们首先对所用数据做简要的描述性统计分析,结果见表 1。

表 1 2001—2009 年中国工业行业年均数据的描述性统计分析

变量	单位	观测数	均值	标准差	最小值	最大值
v	亿元	37	7 732. 47	7 382. 57	577. 54	34 844. 01
p(SO ₂)	万吨	37	46. 46	162. 57	0. 27	982. 65
p(烟尘)	万吨	37	63. 67	277. 94	0. 13	1 697. 66
p(粉尘)	万吨	37	34. 16	143. 98	0. 00	846. 76
θ	%	37	0. 027	0. 025	0. 002	0. 117
S(SO ₂)	吨/亿元	37	104. 54	233. 31	0. 92	1 106. 79
S(烟尘)	吨/亿元	37	514. 27	1 959. 87	2. 14	12 062. 25
S(粉尘)	吨/亿元	37	240. 64	764. 10	0. 05	4 441. 10
J(SO ₂)	%	37	0. 69	0. 16	0. 12	0. 84
J(烟尘)	%	37	0. 23	0. 05	0. 14	0. 32
J(粉尘)	%	37	0. 27	0. 11	0. 05	0. 52

从表 1 中可以看出各指标在工业行业之间的差距。工业行业年均总产值(v)最大值为 2009 年通信设备、计算机及其他电子设备制造业的34 844. 01亿元,而最小值为水的生产和供应业的 577. 54 亿元,均值为7 732. 47亿元,远远小于最大值和最小值的平均值,说明各工业行业的产值分布不均,绝大多数工业行业总产值低于平均值。从 SO₂、工业烟尘和工业粉尘平均排放量来看,SO₂ 和工业烟尘排放量最大的行业都是电力、热力的生产和供应业,分别为 982. 65 万吨和1 697. 66万吨;工业粉尘排放量最大的是非金属矿物制品业,为 846. 76 万吨,且其 SO₂ 和工业烟尘排放量都比较大。进一步分析可发现,工业废气排放在行业中分布不均,排放量主要集中于几个行业(如电力、热力的生产和供应业等),而这些行业在工业总产值中所占比重相对来说较大。从平均生产技术和污染治理技术水平来看,中国工业行业之间的生产技术水平存在着非常大的差异,比如 SO₂ 中最大值与最小值相差1 200多倍(S 值越小,生产技术水平越高)污染治理技术水平在行业之间也存在较大的差异。整体上环境污染越严重的行业,其生产技术和污染治理技术水平都越低。以上充分说明不断调整优化升级工业结构以及提高生产技术和污染治理技术将大大地减少工业环境污染。

(二)模型计算结果及其分析

以上分析得出工业结构调整和技术进步会对环境污染产生重要影响,而我国工业行业的具体情况如何呢? 本文采用中国 2001—2009 年工业行业三

种主要废气排放量的数据进行分析。为了更好地进行比较分析,本文以 2001 年作为基准,其他年份的变化都是相对于 2001 年的变化量。具体结果如表 2 所示。

表 2 中国工业行业结构与技术对污染排放的影响情况 (单位:万吨)

变量 年份	ΔP	GM	JG	SJ	ZJ	SZJ	JZ	JS	ZH
(1)工业 SO ₂ 污染变化情况									
2002	16.99	249.84	-43.44	-140.98	-56.08	3.21	1.87	2.64	-0.04
2003	141.04	675.30	-164.26	-323.30	-75.43	9.95	0.84	16.90	1.05
2004	400.40	1 375.64	595.71	-1 132.77	-150.09	60.67	-35.99	-331.71	18.66
2005	634.60	1 922.41	483.47	-1 307.31	-314.32	119.29	-47.15	-247.22	25.25
2006	695.90	2 690.67	475.78	-1 755.16	-646.12	245.73	-84.08	-295.11	64.52
2007	626.33	3 694.57	482.18	-2 439.20	-1 289.37	531.49	-192.59	-284.13	123.26
2008	493.28	4 611.21	355.29	-3 129.11	-1 890.71	854.07	-190.56	-263.25	146.47
2009	348.16	5 461.90	269.02	-3 566.55	-2 804.36	1259.86	-157.64	-272.02	157.86
(2)工业烟尘污染变化情况									
2002	-17.76	137.25	-23.89	391.96	2 091.45	-2 618.59	-59.42	-2.17	65.66
2003	14 728.74	370.99	-88.01	590.71	18 032.41	-2 451.12	-1 919.87	-13.86	207.12
2004	56.40	755.74	233.05	261.58	-69.10	-954.82	-130.86	-172.76	133.59
2005	115.50	1 056.12	180.17	205.02	-279.15	-926.29	-95.58	-142.05	117.27
2006	35.50	1 478.18	169.84	40.51	-301.26	-1 208.64	-63.53	-184.96	105.37
2007	-42.16	2 029.69	176.18	-541.91	-541.19	-996.60	-164.11	-149.77	145.55
2008	-134.95	2 533.27	128.04	-296.47	-1 425.32	-941.57	-101.04	-227.95	196.13
2009	-194.78	3 000.61	103.20	-827.64	-1 966.74	-389.80	-151.76	-116.06	153.40
(3)工业粉尘污染变化情况									
2002	-17.05	130.62	-19.67	-91.05	-30.88	-8.91	0.89	1.63	0.29
2003	5 269.28	353.05	-30.17	-263.89	7 031.85	-1 785.90	-70.77	7.62	27.82
2004	112.75	719.20	-83.88	-203.33	-333.41	-13.85	36.74	-3.97	-4.60
2005	124.45	1 005.05	-78.30	-813.31	17.23	-37.45	-2.35	31.12	2.21
2006	18.55	1 406.71	-65.24	-1 141.79	-335.54	122.03	16.80	16.18	-0.54
2007	-68.10	1 931.56	10.85	-1 660.81	-784.06	457.08	-2.03	-27.34	6.65
2008	-169.28	2 410.78	128.83	-2 085.99	-1 321.39	834.25	-38.63	-127.62	30.47
2009	-227.45	2 855.53	274.57	-2 496.28	-1 743.09	1 146.95	-75.89	-263.77	74.51

从表 2 的第一部分可以看出,工业 SO₂ 的排放量 2001—2006 年增长趋势,2006 年达到最大值,相对于 2001 年增加了 695.90 万吨,随后几年在一定程度上出现了下降趋势,但是相对于 2001 年,工业 SO₂ 排放量还是增加了。在各种要素中,工业规模(GM)、工业结构(JG)、混合技术效应(ZHJ)和综合效应(ZH)对工业 SO₂ 的排放产生正作用,即加剧了环境污染,而纯生产技术效应(SJ)、纯污染治理技术效应(ZJ)、结构生产持术效应(JS)和结构治理技术效应(JZ)对工业 SO₂ 的排放产生了负作用,即改善了工业环境污染。

进一步分析发现,2009 年相对于 2001 年工业 SO₂ 的排放量增长了

25.87%，而工业经济规模变化导致工业 SO₂ 的排放量增长了 405.82%，两者之间如此大的差距，是何种因素起了主导作用？从图 1 中我们可以看出，各年中纯生产技术效应对工业 SO₂ 的排放量减少的贡献最大，2009 年，纯生产技术效应使工业 SO₂ 的排放量减少 264.99%，其次是纯污染治理技术效应使工业 SO₂ 的排放量减少 208.36%。从纯生产技术效应与纯污染治理技术效应的变化趋势来看，中国工业行业的环境污染保护技术不断地在提升。此外，中国工业结构的变化对工业 SO₂ 的排放量并没有产生负效应，甚至产生了加剧效果，2009 年，工业结构造成工业 SO₂ 的排放量增长了 19.99%，虽然小于 2008 年 26.40%。表明近些年来，中国工业结构的变化不合理，高污染行业并没有减少，反而有增加趋势。因此，工业结构并没有出现明显的优化升级。但是技术在一定程度上弥补了工业结构的不足。2009 年，结构生产技术效应和结构污染治理技术效应分别使工业 SO₂ 的排放量减少了 20.21% 和 11.71%。混合技术效应和综合效应使工业 SO₂ 的排放量增大，这主要是由生产技术变化与治理技术非同步变化造成的。同时中国工业行业结构不合理进而产生综合效应使 2009 年工业 SO₂ 的排放量增长了 11.73%。

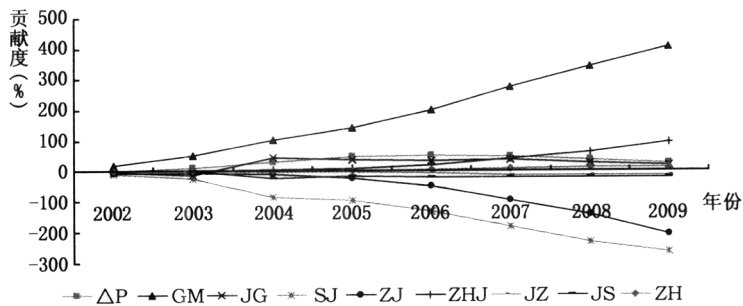
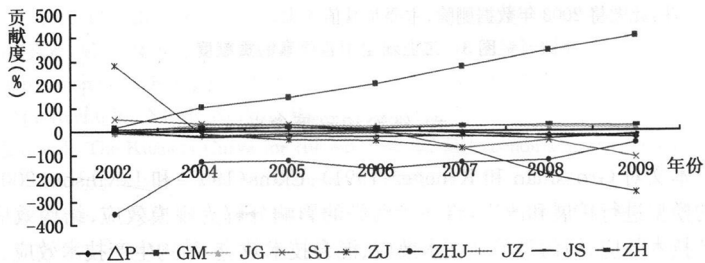


图 1 工业 SO₂ 中各要素的贡献度

从表 2 中的第二部分可以看出：工业烟尘排放 在 2001—2009 年主要有两



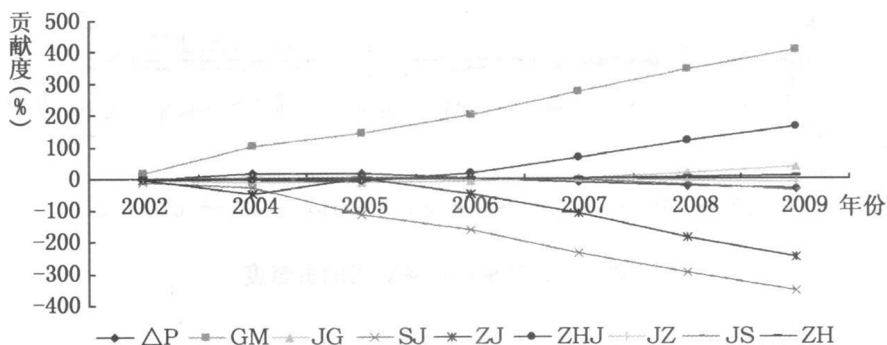
注：此图将 2003 年数据删除，主要是其值太大。

注：此图将 2003 年数据删除，主要是其值太大。

图 2 工业烟尘中各要素的贡献度

个阶段:2003—2006年,工业烟尘相对于2001年排放水平逐渐增加;而在2007—2009年,其值相对2001年则不断下降。工业经济规模、工业结构和综合效应扩大了工业烟尘排放量,而纯生产技术效应、纯治理技术效应、混合技术效应、结构生产技术效应和结构治理技术效应减少了工业烟尘排放量。从图2可以看出,技术进步的作用效果大致可以分为两个阶段:第一阶段是2001—2006年,其间生产技术和治理技术单独作用的效果不明显,但其联合作用效果显著;第二阶段是2007—2009年,其间生产技术和治理技术有了重大进步,但是二者之间的摩擦越来越严重。此外,与工业SO₂一样,工业结构对工业烟尘排放并没有产生有效的减少效应,反而扩大了排放量。同样,技术在一定程度上弥补了工业结构的不足。

从表2的第三部分我们可以得出工业粉尘排放与工业烟尘排放基本一致的结果。工业粉尘排放基本呈减少的趋势,虽然2003—2006年相对2001年有所增大,但相对上一年,其排放有所减少。工业结构对工业粉尘产生增排效应,技术效应还是处于主导地位,技术进步可以弥补结构不合理带来的增排效应。与工业烟尘排放有所不同的是(见图3),生产技术和治理技术的单独效应比较大,且混合技术效应并不像工业烟尘一样产生了减排效应,而是产生了相对较大的增排效应,如2009年其使工业粉尘排放增长了163.00%。



注:此图将2003年数据删除,主要是其值太大。

图3 工业粉尘中各要素的贡献度

六、结论和政策含义

本文对Grossman和Krueger(1991)、Ekins(1997)和Levinson(2009)提出的模型进行扩展和改进,将环境污染的影响分解为规模效应、结构效应、纯生产技术效应、纯污染治理技术效应、混合技术效应、结构生产技术效应、结构治理技术效应和综合效应。通过对37个工业行业的三种主要废气排放数据进行实证分析发现:2001—2009年,虽然中国工业总体经济规模扩大了4倍多,但是工业废气排放增长最多的SO₂也只增长了25.87%(这里没有考虑存

量问题)。其主要应归功于环境技术进步(包括生产技术和污染治理技术),生产技术与污染治理技术在工业环境保护中的作用效果基本相当。此外,中国近些年工业结构的变化不合理,也就是说工业结构的变化没有对工业环境保护起到显著的促进作用而是加剧了工业环境污染。从上文可知,Grossman和Oconor(1995)将工业化与环境污染程度演变分为三个阶段,而中国目前正处于工业化发展的中期即第二个阶段,重工业比重不断上升,这是造成这一结果的主要原因。最后,技术能弥补工业结构的环境负效应。

本文的研究结果具有明显的政策含义。首先,技术进步的工业环境促进效应意味着在各种环境科研费用的支出会促进生产技术和污染治理技术的进步,从而减少工业污染排放。其次,各种环境管制政策的实施(如环境税)是必须的。环境管制力度的加大会促进企业技术创新,或购买先进的生产设备和环境治理设备或实现行业转变,从而减少环境污染水平。最后,加快工业结构调整,政府招商引资的重点要放在以生产资本技术密集型产品为主的行业,逐步淘汰污染强度大的产业。

参考文献:

- [1]樊海潮.技术进步与环境质量:个体效用的作用分析[J].世界经济文汇,2009,(1):50—57.
- [2]李达.经济增长与环境质量——基于长三角的实证研究[D].上海:复旦大学,2007.
- [3]彭水军,包群.经济增长与环境污染——环境库兹涅茨曲线假说的中国检验[J].财经问题研究,2006,(8):3—17.
- [4]李斌,赵新华.科技进步与中国经济可持续发展的实证分析[J].软科学,2010,(9):1—7.
- [5]陈诗一.能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J].经济研究,2009,(4):41—55.
- [6]陈勋锋,刘扬,邹秀萍等.二氧化碳排放演变驱动力的理论与实证研究[J].科学管理研究,2010,(1):43—48.
- [7]魏巍贤,杨芳.技术进步对中国二氧化碳排放的影响[J].统计研究,2010,(7):36—44.
- [8]Grossman G M,Krueger A B.Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement[R].NBER Working Paper 3914,1991.
- [9]Ekins P.The Kuznets Curve for the environment and economic growth:Examining the evidence[J].Environment and Planning A,1997,29:805—830.
- [10]Levinson A.Technology,international trade,and pollution from US manufacturing[J].American Economic Review,2009,99:5,2177—2192.
- [11]Shfik N,Bandyopadhyay S.Economic growth and environmental quality:Time series and cross-country evidence[R].Policy Research Working Paper 904,The World Bank,1992.
- [12]Panayotou T.Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development[R].Technology and Employment Programme

Working Paper 238, International Labor Office, 1993.

[13] Grossman G M, A B kreuger. Environmental impacts of a North American free trade agreement[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1993.

[14] Porter M E. America's green strategy [J]. Scientific American, 1991, (4): 168.

[15] Porter M E, Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97—118.

Economic Structure, Technological Progress and Environmental Pollution: Based on the Analysis of Industrial Data in China

LI bin, ZHAO Xin-hua

(School of Economy & Trade, Hunan University, Changsha 410079, China)

Abstract: This paper divides the impacts of environmental pollution into scale effect, structure effect, pure production technology effect, pure abatement technology effect, mixed technology effect, structural production technology effect, structural abatement technology and combined effect, and empirically analyzes the contribution of industrial economic structure and technological progress to industrial exhaust gas emission reduction based on the emission data of three main exhaust gases in 37 industrial sectors from 2001 to 2009. The conclusions are as follows: firstly, pure production technology effect and pure abatement technology effect play a dominant role in emission reduction; secondly, the changes of industrial economic structure have no obvious effects on emission reduction, or even intensify the environmental pollution in comparison with the level in 2001; thirdly, structural production technology and structural abatement technology promote the emission reduction, and the environment technological progress makes up for the irrationality of industrial structure to some extent.

Key words: technological progress; environmental pollution; economic structure; economic development

(责任编辑 周一叶)