

中国制造业 SO₂ 排放估计 及其指数分解分析

姚仕萍 薛智韵

【摘要】制造业是我国国民经济的支柱,但也是污染排放最多的行业。笔者分析中国制造业 SO₂ 排放变化的整体趋势,并采用指数分解分析法对 2001 年~2010 年的制造业 SO₂ 排放变化的规模效应、结构效应和技术效应进行分解分析。结果表明,规模效应是制造业 SO₂ 排放上升的重要因素,结构效应总体上增加了制造业的 SO₂ 排放,但作用较小;技术效应对制造业 SO₂ 的排放起到了一定的减排作用,但在不同年份表现程度差异较大。因此,有必要对当前制造业的结构进行调整,并进一步提高行业的减排技术水平。

【关键词】制造业 SO₂ 排放 指数分解分析

〔中图分类号〕X5 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1000-2952(2012)03-0057-05

一、引言

经济与环境协调发展问题已成为生态经济学、环境经济学等领域的研究热点。改革开放以来,伴随着我国经济的高速发展,环境污染和资源耗竭问题日趋严重,当前中国经济处于高速增长阶段,与此同时,二氧化硫排放量居高不下,中国已成为二氧化硫排放大国。当前国际社会倡导低能耗、低物耗、低排放和高效率“四位一体”的经济发展模式,控制二氧化硫排放量一直是各国环境保护工作的重点,在此背景下,有必要控制本国的二氧化硫排放,实现可持续发展。

近年来,污染排放与经济相关研究一直为国内外学者所关注。Markandya^①检验了西欧 12 个国家 150 年二氧化硫排放与人均 GDP 之间的关系,发现在国家层面和总量上存在“倒 U”形的环境库兹涅茨曲线;并就环境规制对环境库

兹涅茨曲线的影响作了进一步分析,结果表明,环境污染规制将使得 EKC 曲线拐点的位置发生变化,并在一定程度上影响 EKC 曲线的形态。Deacon & Norman^② 分别以 14 个国家的烟尘、颗粒及二氧化硫等污染物的浓度为考察指标,结果显示这几类污染物排放与人均收入之间确实存在环境库兹涅茨曲线关系。Paudel & Schafer^③

① Markandya, Anil Golub, Alexander, Pedroso-Galinato, Suzette. “Empirical Analysis of National Income and SO₂ Emissions in Selected European Countries” [J]. *Environmental & Resource Economics*, 2006, vol. 35.

② Deacon, Robert T. and Norman, Catherine S., “Does the Environmental Curve Describe How Individual Countries Behave” [J]. *Land Economics*, 2006, vol. 82, No. 2.

③ Paudel, Krishna P., Schafer, Mark J. “The Environmental Kuznets Curve under a New Framework: The Role of Social Capital in Water Pollution” [J]. *Environ Resource Econ*, 2009, (42).

在考察人均收入与水污染关系时，加入了社会资本这一变量，结果表明，人均收入与水污染之间并不存在环境库兹涅茨曲线关系。

Arik Levinson^①分析了技术变化及国际贸易对美国制造业污染排放的影响，得出结论美国制造业污染减少源于其国内制造业技术的提升，而并非透过国际贸易对其它国家的污染产业转移。

王春晓、李达^②通过综合简化型模型，分析了经济增长与环境质量的关系，实证研究结果表明二氧化硫排放与经济增长之间不存在“倒U”型环境库兹涅茨曲线，而是呈倒N型曲线，指出环境质量与经济增长具有较强的相关性。刘金全等^③以工业三废为指标，基于中国1989年~2007年间29个省的数据，采用面板分析法对污染排放与经济增长之间的关系进行了实证检验。结果指出：人均废水排放量与人均收入之间符合“倒U”形的环境库兹涅茨曲线假说；而随人均收入的增加，人均固体废物和人均废气排放量则呈现不断上升的趋势。朱平辉等^④采用中国30个省1989年~2007年间的的面板数据，使用空间固定效应模型分析得出工业废气、废水与经济增长为“倒N型”关系，且处于曲线上升阶段；而工业烟尘、工业固体废物、工业COD、工业二氧化硫、工业烟尘污染排放与经济增长之间呈现“倒U”形关系。

综上所述，当前的相关研究主要集中在经济增长、能源消耗和人均收入等与污染排放的关系上，而对专门行业的二氧化硫排放分析则较少。事实上，从行业发展来看，制造业在我国的经济发展中居于绝对的主导地位，是我国国民经济的支柱。据统计，1991年~2000年间，我国制造业占GDP的平均比重为33.9%，2001年后，这一比重上升到37%以上，制造业为推动我国经济和社会发展做出了巨大贡献。但制造业在高速发展的同时也成为了工业污染的主要来源，是我国能源消耗、污染排放最多的行业，随之带来了环境质量恶化、污染日趋严重等负面影响。

可以说，制造业减排工作的有效实施对工业部门以及全国的减排目标具有十分重要的战

略意义，事关我国经济与环境协调发展的大局。因此，在国家大力提倡节能减排的背景下，对制造业SO₂排放变化进行研究，对其变化趋势进行分解分析，探讨影响制造业SO₂排放变化的深层次原因，进而明确我国制造业SO₂排放的变化特征，从而有效实施节能减排工作，有着重要的意义。

二、制造业SO₂排放的整体变化趋势

先从整体上来分析我国制造业SO₂排放的变化趋势。统计年鉴中已经直接给出了历年SO₂排放量。但必须要说明的是，在2003年~2010年统计年鉴中的行业分类（SO₂排放表及工业总产值统计表）中的制造业有30个行业。但2001年~2002年统计年鉴的制造业行业分类只有29个行业，没有“废弃资源和废旧材料回收加工业”这项。为了方便计算，文章将2003年~2010年统计年鉴中的“废弃资源和废旧材料回收加工业”合并到“其他制造业”中，合并之后本文所采用的制造业部门就变成了29个。SO₂排放结果如表1所示。

表1 制造业历年SO₂排放量 单位：吨

年份	2001	2002	2003	2004	2005
排放总量	5653892	5638171	5742490	6941583	7432628
年份	2006	2007	2008	2009	2010
排放总量	7535000	7639376.2	7273476	7166883.5	7603774.9

资料来源：中国统计年鉴2001~2010。

将其绘制成折线图如图1所示：

① Arik Levinson. Technology, International Trade, and pollution from US Manufacturing [J]. American Economic Review, 2009, (99).

② 王春晓、李达：《我国经济增长中的二氧化硫排放特征分析》，《生态经济》2008年第2期。

③ 刘金全、郑挺国、宋涛：《中国环境污染与经济增长之间的相关性研究——基于线性和非线性计量模型的实证分析》，《中国软科学》2009年第2期。

④ 朱平辉：《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》，《中国工业经济》2010年第6期。

图 1

国内制造业 SO₂排放总量趋势图

单位：吨

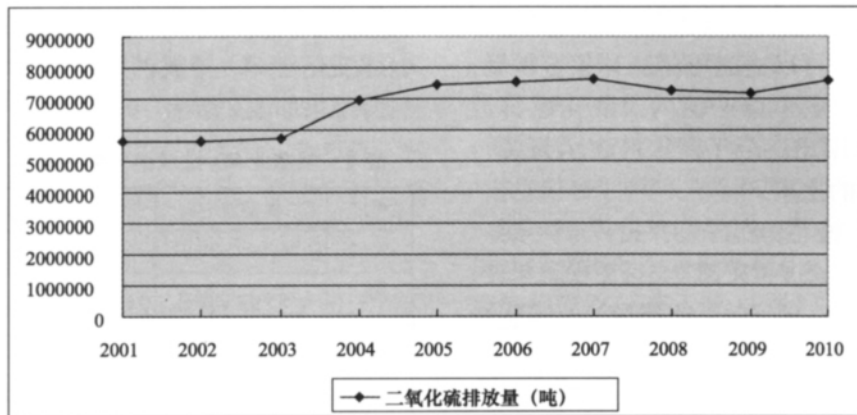


图 1 显示国内制造业 SO₂排放有一个先上升而后略降再上升的过程。2001 年~2007 年 SO₂排放量呈现上升态势，2008 年~2009 年则出现略微下降的趋势，2010 年 SO₂排放量又呈现出一定的上升趋势。

我国是制造业大国，中国在世界贸易中担当着“世界工厂”的角色，而制造业 SO₂排放趋势的变化与我国外部经济形势的改变有一定关系。2001 年底中国加入世界贸易组织以后，原区域性推进的对外开放转变为全方位的对外开放，我国建立健全了外贸协调服务机制，完善了贸易促进措施，中国的对外贸易进入了一个飞速增长的全新发展阶段。2001 年，我国进出口额首次突破 5000 亿美元，在 2001 年~2009 年间每年的进出口总额都有 1000 亿~3000 亿美元以上的增幅，年均增长速度达 18.6%。2007 年中国对外贸易继续保持平稳较快发展，进出口总额达到 21738 亿美元，增长 23.5%，首次跃上 2 万亿美元的新台阶，继续稳居世界第 3 位，出口名列世界第 2 位。占全球贸易比重近 7.7%。进入 2008 年，美国次贷危机不断加深并在 9 月份演变为“百年一遇”的国际金融危机，随着国际金融危机的影响不断加深和蔓延，当年 11 月份，中国对外贸易形势发生逆转，进出口额同比下降 9%，其中出口下降 2.2%，是 2001 年 7 月以来首次下降。2008 年，由于受全球经济危机的影响，我国贸易规模仍然较大，但进出口贸易的增幅有所下降，2008 年我国进出口额为 25608 亿美元，出口排名居世界第二

位，进口排名居世界第三位。2009 年更是新世纪以来中国对外贸易发展最为困难的一年，中国进出口总额 22072.2 亿美元，下降 13.9%。其中出口总额 12016.6 亿美元，下降 16.0%；进口总额 10055.6 亿美元，下降 11.2%。2010 年，在世界经济逐步复苏、国际市场需求回暖和国内经济向好势头更加巩固、稳外需扩进口政策效应不断显现、企业竞争力进一步增强等共同作用下，中国对外贸易实现了恢复性快速增长，进出口已经恢复到危机前水平并再创历史新高，结构进一步优化。2010 年，中国进出口 29727.6 亿美元，同比增长 34.7%。且进口增速快于出口增速，进出口趋向于平衡。^①

贸易是拉动我国经济增长的“三驾马车”之一，可以说贸易格局的变化引起了我国经济整体形势乃至制造业生产形势的改变，进而引发了制造业污染排放的变化。

三、制造业 SO₂排放的分解分析

为了研究影响制造业 SO₂排放变化的深层次原因，在此采用指数分解分析法 (IDA) 对制造业 SO₂排放进行分解分析，探讨制造业 SO₂排放变化的规模效应、结构效应及技术效应。我们借鉴 Arik Levinson 分析技术和国际贸易对美国制造业污染影响的方法，在此将 SO₂排放公式写为：

$$S = \sum_i^n S_i = \sum_i^n v_i z_i = v \sum_i^n r_i z_i \quad (1)$$

^① 商务部：《中国对外贸易形势报告（2011 年春季）》。

其中 s_i 即各行业的 SO_2 排放量, 来源于上文的计算; v_i 为制造业各行业总产值, V 为制造业全行业总产值, 皆可以查阅历年统计年鉴得到; $z_i = s_i/v_i$ 代表各行业单位产值的二氧化硫排放量, 可通过计算得出; $r_i = v_i/V$ 可表示为各行业产值占总产值的比重。

将公式 (1) 改写为矩阵表达式:

$$S = VR'Z \quad (2)$$

其中, R 与 Z 均为 $n \times 1$ 阶矩阵, n 为制造业中的行业个数, R' 为 R 的转秩。

将方程 (2) 全微分后变为:

$$dS = R'ZdV + VZ'dR + V'RdZ \quad (3)$$

其中, V 的变化即制造业规模的变化, $R'ZdV$ 代表了制造业规模的变化对该行业 SO_2 排放的影响, 可以表示为规模效应; R 的变化即结构的变化, 因此 $VZ'dR$ 可以反映出制造业结构的改

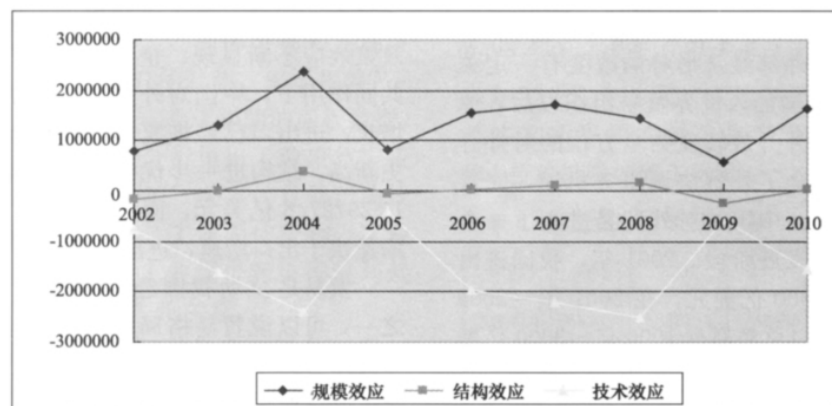
变对 SO_2 排放的影响, 代表了结构效应; Z 的变化即技术的变化, $V'RdZ$ 可以度量制造业行业的技术变化对 SO_2 排放的影响, 表示为技术效应。计算结果如表 2 所示, 并将其绘制成折线图图 2。

表 2 制造业 SO_2 排放的分解分析 单位: 吨

年度	规模效应	结构效应	技术效应
2002	797202.5052	-177043.2074	-754204.2134
2003	1308750.941	13059.21967	-1620907.708
2004	2383838	377218.1194	-2393121.486
2005	814612.1662	-62738.47963	-397930.497
2006	1556989.592	30366.92281	-1952107.995
2007	1707890.465	98824.7413	-2208298.875
2008	1445727.71	152067.5963	-2505531.211
2009	565953.2039	-239432.1204	-561132.6222
2010	1626125.826	38233.99252	-1562490.994

图 2

制造业 SO_2 排放的分解分析图



(一) 规模效应

通过研究可以看出, 规模效应基本为正值且是我国制造业 SO_2 排放上升的主要原因, 即制造业生产规模扩大和产能增加引起了能源消费的增长, 进而引发 SO_2 排放的上升。制造业规模的扩大一方面是当前我国正处于新型工业化阶段, 国内经济发展的需要所致; 但另一不可忽视的原因是我国已成为制造业出口大国, 制造业出口规模不断扩大确实是我国制造业 SO_2 排放增加的重要原因。

(二) 结构效应

由表 2 和图 2 可以看出, 相对于规模效应, 结构效应总体上显得较小, 最大的是 2004 年的

377218 吨, 占同期规模效应 2383838 吨的 15.8%; 最小绝对值是 2003 年的 13059 吨, 占同期规模效应 1308750.941 吨的 0.01%。从结构效应的作用方向来看, 仅有 2002、2005、2009 等 3 个年份的结构效应起到了减少二氧化硫排放的作用, 也就是说, 这 3 个年份出口产品结构中, 高污染或能源密集型产品所占比重得到一定程度下降, 而其他 6 个年份结构效应起到了增加二氧化硫排放的作用, 说明这 6 年制造业的生产结构中, 高污染产品的比重有一定程度上升。

(三) 技术效应

在影响污染排放的诸多因素中, 技术是 SO_2

减排的重要因素。本文的分析亦表明，我国制造业 SO₂排放的技术效应为负，起到了一定的减排作用，但在不同年份表现程度差异较大。在 2002 年~2004 年及 2006 年~2008 年间，技术效应有较为明显的减排作用；而 2005、2009 年度其减排作用并不明显；2004 年~2005 年间，技术效应的减排作用有所下降。技术效应整体为负表明我国制造业行业的技术有所进步，技术对生产的减排作用增大，制造业生产正朝高效节能的方向发展。但我国的环境法规标准制定还相对滞后，跟不上经济快速发展的步伐，国家制定的排污标准长期保持不变，致使企业节能减排主动性较差，缺乏采用清洁生产设备、技术和能源的积极性，长期以来企业排污强度变化不大，因此还需进一步提升企业减排技术水平，加大技术效应的作用。

四、结语

本文研究表明近年来我国制造业的 SO₂排放量总体呈现上升趋势。而对制造业 SO₂排放的分解分析结果表明，规模效应是制造业 SO₂排放量上升的重要因素；结构效应在一定程度上增加了制造业的 SO₂排放，但作用很小，且长期以来变化不大；技术效应对我国制造业 SO₂排放起到了一定的减排作用，但在不同年份表现程度差

异较大。

在我国加快工业化进程的大背景下，制造业仍将是我国国民经济的支柱。同时，出口是拉动我国经济增长的“三驾马车”之一，我国制造业的出口总量在短期内并不会有所下降，仍可能会继续保持较高的增长速度。因此，我国的制造业还将继续保持较高的增长，生产规模在短期内并不会有所缩小，相应制造业 SO₂排放的规模效应并不能得到抑制。因此，调整好产业结构、提高技术水平，是减少制造业 SO₂排放、降低我国制造业的污染水平，促使我国向制造业强国转变，优化我国环境条件，实现我国经济可持续发展的有效途径。一方面改善制造业产业结构，抑制“高耗能、高污染、资源性”产品的生产，引导产业结构向低能耗、低污染方向调整，争取负的结构效应。另一方面重视相关领域的前沿技术研究，使我国在节能减排等重点领域和关键环节取得技术突破，积极采用先进的环保技术和环保设备，减少生产过程中的污染排放，提高制造企业及整体行业的减污技术水平，扩大技术效应的减排作用。

本文作者：均为江西财经大学 2008 级西方经济学博士生
责任编辑：马光

Estimation of SO₂ Emission in Chinese Manufacturing Industry and its Index Decomposition Analysis

Yao Shiping Xue Zhiyun

Abstract: Manufacturing industry is the pillar industry in national economy, but it also produces the most serious pollution. This paper explores the change trend of manufacturing industry's SO₂ Emission during the year of 2001—2010. The influence factors are decomposed into scale effect, structural effect and technology effect through index decomposition analysis. The empirical results demonstrate that the scale effect is an important factor for increasing manufacturing industry's SO₂ emissions; the structural effect also increases manufacturing industry's SO₂ emissions, however, its effect is just a little; the technical effect decreases manufacturing industry's SO₂ emissions but has alteration in different years. It is necessary to adjust manufacturing industry structure and enhance SO₂ emission reduction level.

Key words: manufacturing Industry; SO₂ emissions; Index Decomposition Analysis