

# 我国工业废气排放量的影响因素分析

万 倩,孙红兵

(昆明理工大学 理学院,云南 昆明 650500)

**摘 要:**文中以环境污染中的工业废气排放量为研究对象,研究其影响因素。搜集了《中国统计年鉴》中 31 个地区从 2005-2010 年的相关数据,选取了电力消费量、企业个数、工业总产值这三个影响因素。以面板数据分析为基础,对工业废气排放量的影响因素进行实证分析,并建立固定效应模型,得出电力消费量、企业个数、工业总产值对工业废气排放量均具有正面影响,并且得出了各个地区的固定影响值。针对这些结论,提出了相关的政策建议:优化产业结构,促进环境优化;关注空气质量变化,适当控制工厂数量;推广环保技术,加强环保意识;改变工业发展局势,促进工业产业转移。

**关键词:**随机效应模型;Hausman 检验;固定效应模型;面板数据

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)04-0213-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.04.049

## Influence Factor Analysis of Industrial Exhaust Emissions in China

WAN Qian,SUN Hong-bing

(College of Science,Kunming University of Science and Technology,Kunming 650500,China)

**Abstract:**In this paper,taking the industrial waste gas emissions in the environmental pollution as the research object,study the influencing factors. Through analyzing the related data from 2005 to 2010 about 31 areas in China,select the three main factors including the power consumption,the number of enterprises and the total industrial output value. On the basis of the panel data analysis,through the empirical analysis on the influence factors of industrial waste gas emissions,and to establish a fixed effects model,it is concluded that the three main factors have a positive influence on the industrial emissions and get the fixed affect value of each regions. Against those conclusions,raise some related policy advises. Firstly,optimize the industrial structure and improve environment optimization. Secondly, focus on the changes of air quality and control number of factories properly. Thirdly,spread the environmental protection technology and strengthen environmental awareness. Finally,change industrial improvement situation and promote transformation of industrial property.

**Key words:**random effects model;Hausman test;fixed effects model;panel data

## 0 引 言

环境保护与经济增长一直备受学术界关注。空气是人类赖以生存的基本条件之一,如果大量的工业废气进入空气,就会严重威胁到人类的身体健康,引发多种呼吸系统疾病。由于我国空气污染严重,导致我国大中城市儿童呼吸道疾病频发。

随着经济快速发展,在工业化取得了显著成效的同时,环境问题也日益凸显,特别近几年持续的雾霾天气已经严重影响了社会生产和人民生活。工业废气排放是形成雾霾天气的最直接原因之一,研究其影响因素是指定降低工业废气排放决策的基础和前提。工业发展与环境的研究,有利于相关部门在处理此类问题时更具针对性,促使经济发展与社会效益、生态效益相

一致,实现区域在结构、等级、规模、功能等方面的高度化与合理化。区域也由低级到高级、由不协调到协调、由非持续向可持续发展转变。因此研究影响工业废气排放量的因素具有重要的现实意义。

## 1 文献综述

目前已经有许多学者从不同角度采用不同方法研究工业废气排放量与其影响因素的关系。其研究主要从三方面进行:一是库兹涅茨环境曲线,Grossman<sup>[1]</sup>、Shafik<sup>[2]</sup>认为污染与收入之间遵循 U 形曲线关系。随后 Arrow<sup>[3]</sup>,Bruyn<sup>[4]</sup>,张红凤<sup>[5]</sup>等开始探讨其背后的机制与成因、结构变化、技术进步、需求模式改变和更有效的政府政策法规等被认为是污染下降的主要原

收稿日期:2014-06-13

修回日期:2014-09-17

网络出版时间:2015-02-23

基金项目:云南省应用基础研究项目(2011FZ044)

作者简介:万 倩(1988-),女,硕士生,研究方向为经济统计;孙红兵,教授,博士,硕士生导师,研究方向为创新管理和区域经济等。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20150223.1241.037.html>

因;二是基于协整理论、格兰杰因果检验和 VAR 模型的研究。吴丹等<sup>[6]</sup>利用 VAR 模型分析不同地区经济增长与环境污染关系;三是运用灰色关联分析法进行的经济和环境协整性研究,该方法侧重于探寻经济发展和环境之间的协调状况。Lin<sup>[7]</sup>、王静峰等<sup>[8]</sup>、郑敏敏等<sup>[9]</sup>利用灰色关联分析工业废气排放量。

在应用多元回归分析建立回归模型时,如果所建的模型中缺失了某些不可观测的重要解释变量,那么使得回归模型随机误差项常常存在自相关。但是,运用面板数据建立回归模型<sup>[10]</sup>时,被忽略的解释变量可不需要实际观察值,模型参数的无偏估计是通过控制该变量对被解释变量的影响而获得的。因此,面板数据的优点有:可以同时利用时间序列数据和截面数据建立回归模型;能够更好地识别并度量单纯截面数据模型和单纯的时间序列模型所不能发现的影响因素,它能够构造并检验更复杂的模型。

因此,文中运用面板数据建立回归模型,从电力消费量、企业个数、工业总产值对工业废气排放量进行分析。

2 数据分析

2.1 数据来源分析

由于工业废气排放量主要与实体经济有关,工业废气排放量依赖于电力消费量、企业单位个数和工业总产值,因此文中采用《中国统计年鉴》中我国 31 个地区从 2005–2010 年的相关数据,以工业废气排放量作为因变量,以电力消费量、企业单位个数和工业总产值作为自变量进行深入分析,探究各个变量之间的相互关系,并建立面板数据模型来进行分析。

采取面板数据模型主要出于两方面的原因:  
(1)由于每个省条件不同,因而存在个体差异影响,那么需要用所有地区的数据,来对整个影响国家废气排放量的因素进行研究。

(2)在考虑废气排放量的影响因素时,可能会忽略一些重要变量,由此可能会导致一些内生性问题,而面板数据模型比一般线性回归模型好。

2.2 变量说明

自变量为电力消费量  $X_1$  (单位:千瓦/小时)、企业单位数  $X_2$  (单位:个) 和工业总产值  $X_3$  (单位:亿元) 这三个因素,因变量为工业废气总排放量  $Y$  (单位:万吨)。利用 MATLAB<sup>[11]</sup> 画出原始自变量数据以及取对数后数据的直方图,分别如图 1、2 所示。

从图 1 可以看出,原始各个自变量数据明显偏向一边,是非正态的。图 2 取对数后各个自变量数据大体上趋近于正态。因此文中采用对数数据进行建模,依次生成序列  $LN X_1 = \text{LOG}(X_1)$ ,  $LN X_2 = \text{LOG}(X_2)$ ,

$LN X_3 = \text{LOG}(X_3)$ ,  $LN Y = \text{LOG}(Y)$ 。

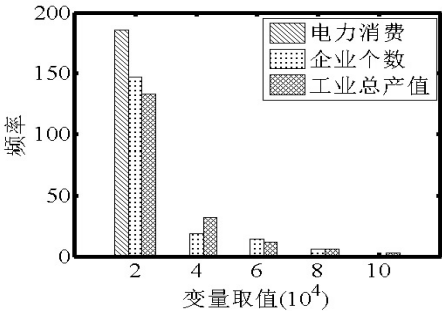


图 1 原始自变量数据直方图

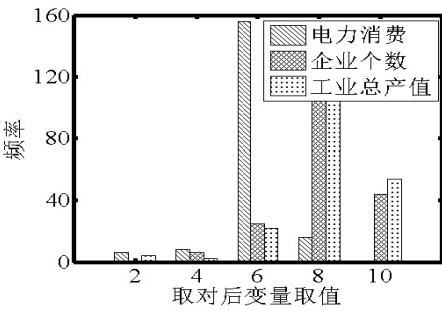


图 2 自变量取对数后的直方图

2.3 序列平稳性检验

因为非稳定序列参与回归会导致伪回归问题,为了避免这一问题,首先要进行单位根检验<sup>[12]</sup>。面板单位根检验方法有不同单位根情况下的检验方法 (IPS 检验、Fisher-ADF 检验和 Fisher-PP 检验) 和相同单位根情况下的单位根检验方法 (LLC 检验和 Breitung 检验)。Eviews7.2 输出结果可知,  $LN Y$ 、 $LN X_1$ 、 $LN X_2$ 、 $LN X_3$  四个序列 ADF 和 PP 检验的  $P$  值大于 0.05,说明四个序列都存在单位根,是非平稳的,因此需要对各个数列做差分,差分结果如表 1 所示。

表 1 各个变量的差分

|     | LN Y   |       | LN X <sub>1</sub> |       | LN X <sub>2</sub> |       | LN X <sub>3</sub> |       |
|-----|--------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|     | Stat   | Prob  | Stat              | Prob  | Stat              | Prob  | Stat              | Prob  |
| LLC | -30.61 | 0.000 | -16.51            | 0.000 | -10.67            | 0.000 | -13.97            | 0.000 |
| ADF | 119.30 | 0.000 | 81.39             | 0.015 | 72.80             | 0.065 | 90.09             | 0.002 |
| PP  | 143.24 | 0.000 | 91.22             | 0.002 | 96.62             | 0.000 | 90.71             | 0.002 |

由表 1 可知,经过一阶差分之后各个变量的 LLC、ADF 和 PP 检验的  $P$  值都小于 0.05,说明序列平稳了,可以进行协整检验,并且符合面板建模的前提。

表 1 是将数据导入到 Eviews7.2 后在 PoolGenr 中分别输入因变量  $LN Y$ ,自变量  $LN X_1$ 、 $LN X_2$ 、 $LN X_3$  的数据得到 Pool 面板数据框,在 Pool 面板数据框中仍然点击 View-Unit Root Test 分别对因变量差分  $DLN Y$ ,自变量差分  $DLN X_1$ 、 $DLN X_2$ 、 $DLN X_3$ 。

2.4 Joansen 协整检验

面板协整检验是将单个体的协整检验用于面板数

据环境。通过 2.3 的检验可以知道变量都是一阶单整的,为了确定变量间是否存在长期关系,需要对其进行协整检验<sup>[13]</sup>。Wu(1999)和 Maddala 建立的 Joansen 面板协整检验的检验统计量是通过联合单个截面个体 Joansen 协整检验的结果得到的。下面用 Joansen 面板协整检验对 LNY 与 LNX<sub>1</sub>、LNX<sub>2</sub>、LNX<sub>3</sub> 的协整关系进行检验,如表 2 所示。

表 2 Joansen 面板协整检验

| Hypothesized<br>No. of CE(s) | Eigenvalue | Trace<br>Statistic | 0.05 Critical<br>Value | Prob. * * |
|------------------------------|------------|--------------------|------------------------|-----------|
| None *                       | 0.144 147  | 71.369 98          | 47.856 13              | 0.000 1   |
| At most 1 *                  | 0.117 173  | 43.196 21          | 29.797 07              | 0.000 8   |
| At most 2 *                  | 0.082 260  | 20.638 84          | 15.494 71              | 0.007 7   |
| At most 3 *                  | 0.027 793  | 5.101 670          | 3.841 466              | 0.023 9   |

从表 2 的检验结果可以看出,变量之前存在四个协整关系。

表 2 是在做完差分的单位根检验后,点击 Quick-Group Statistic-Jahansen Cointegration Test。

3 模型的建立及分析

3.1 随机效应模型

首先建立随机效应模型,并采用 William H. Greene(1997)提出的豪斯曼<sup>[14]</sup>(Hausman)检验法对模型进行检验。豪斯曼检验有一个前提是:如果模型包含随机效应,它应与解释变量相关。因此选取原假设  $H_0$ : 基于解释变量与随机效应不相关的假设下,GLS 得出的估计量和内部估计量都是一致的,但是内部估计量不是有效的;在被择假设  $H_1$ : 基于解释变量与随机效应相关的假定下,内部估计量仍是一致的,而 GLS 不再是一致的。检验的统计量是:

$$W = (b_{CV} - b_{GLS})' [var(b_{CV}) - var(b_{GLS})]^{-1} (b_{CV} - b_{GLS})$$

其中,  $b_{GLS}$  为随机效应模型的估计参数;  $b_{CV}$  为固定效应模型的估计参数;  $k$  为解释变量的个数。

在原假设成立时,  $W$  服从自由度为  $k$  的  $\chi^2$  分布,利用上述统计量和  $\chi^2$  的临界值对比来判断原假设是否成立。用 Eviews 做的检验结果如表 3 所示。

表 3 豪斯曼(Hausman)检验

| Test Summary         |           | Chi-Sq. Statistic | Chi-Sq. d. f. | Prob.   |
|----------------------|-----------|-------------------|---------------|---------|
| Cross-section random |           | 24.010 003        | 3             | 0.000 0 |
| Variable             | Fixed     | Random            | Var(Diff. )   | Prob.   |
| LNX <sub>1</sub> ?   | 0.647 413 | 1.010 229         | 0.037 889     | 0.062 3 |
| LNX <sub>2</sub> ?   | 0.140 727 | 0.073 710         | 0.004 094     | 0.294 9 |
| LNX <sub>3</sub> ?   | 0.217 468 | 0.077 035         | 0.011 600     | 0.192 3 |

从表 3 中可以看到  $P$  值小于 0.000 1,因此判断对于选取的指标不能应用随机效应模型,故建立固定效应模型。

表 3 是在随机效应模型的基础上,点击 View-Fixed/Random Effects Testing 中选择 Redundant Random Effects-HausmanTest。

3.2 固定效应模型

对变量建立固定效应模型,并对模型进行检验,用 Eviews7.2 做的检验结果如表 4 所示。

表 4 固定模型检验

| Effects Test             | Statistic   | d. f.    | Prob.   |
|--------------------------|-------------|----------|---------|
| Cross-section F          | 40.598 624  | (30,152) | 0.000 0 |
| Cross-section Chi-square | 408.949 898 | 30       | 0.000 0 |

由表 4 中的  $P$  值小于 0.000 1,因此拒绝原假设(混合效应模型),建立固定效应模型。

表 4 是在固定效应模型的基础上,点击 View-Fixed/Random Effects Testing 中选择 Redundant Fixed Effects-LikelihoodRatio。

3.3 模型说明

从上面分析可知,文中应该选取固定效应模型,模型为:

$$LNY = \underset{(1.825)}{1.542} + \underset{(2.734)}{0.647} LNX_1 + \underset{(1.574)}{0.141} LNX_2 + \underset{(1.597)}{0.217} LNX_3$$

从 Eviews7.2 的输出结果可知,  $R^2 = 0.99$ ,  $F - statistic = 459.948$ 。说明回归方程具有显著性,拟合效果高达 99%。电力消费量每增加 1%,工业废气排放总量增加 0.647%;企业单位个数每增加 1%,工业废气排放总量增加 0.140%;工业总产值每增加 1%,工业废气排放总量增加 0.217%。说明电力消费量、企业个数、工业总产值对工业废气总排放量都具有正影响,符合实际意义。

并且从 Eviews7.2 的输出结果中可得出各个地区的固定影响分别为:北京是-0.600 7,天津是-0.134 5,河北是 0.711 7,山西是 0.170 1,内蒙古是 0.744 8,辽宁是 0.441 3,吉林是 0.093 74,黑龙江是 0.126 9,上海是-0.391 83,江苏是-0.478 2,浙江是-0.601 8,安徽是 0.273 5,福建是-0.347 2,江西是 0.051 35,山东是-0.113 8,河南是 0.599 9,湖北是-0.014 5,湖南是 0.599,广东是-0.883 0,广西是 0.494 8,海南是 0.059 99,重庆是 0.380 6,四川是 0.044 74,贵州是 0.354 8,云南是 0.195 2,西藏是-2.170 4,陕西是 0.170 1,甘肃是 0.075 03,青海是 0.285 9,宁夏 0.538 9,新疆是 0.402 2。地方固定影响值负的越大,说明影响越大。经济发展很快的地方,如西藏、北京、浙江、广东等地区的影响最大,其次是天津、江苏、福



建、山东、湖北。

#### 4 模型评价

文中采用对数面板数据模型来建模,首先对数据做了平稳性分析,存在一阶单根,所以数据是非平稳的。然后进行一阶差分,经过差分之后,数据变成平稳序列。通过协整检验,发现数据是协整的。建立随机效应模型,由豪斯曼(Hausman)检验,拒绝了随机效应模型,最终建立固定效应模型。

由回归模型可知,选取的自变量因素电力消费量、企业个数、工业总产值都与因变量工业总产值呈正相关,符合现实意义。

文中建立的固定效应模型的优点:能够准确地反映各个变量之间的差距并且其估计方法简单,结果理想。缺点:模型自由度比较小(因为有 $N$ 个截距系数)和存在对各个变量差异的限制性假设(即个体间差异为固定的)。

#### 5 结束语

通过上述实证分析发现,2005-2010年我国的工业废气排放总量随着电力消费量、企业个数及工业总产值的提高呈现逐年增加的趋势;大多数省市都处于大气环境污染加剧的阶段。从建立的模型可以看出,电力消费对工业废气排放量的影响最大,其次是工业总产值,最后是企业个数。从固定影响来看,西藏固定影响负值最大,其次是一些经济发展相对很好的地区,如北京、上海、广州、江苏、浙江等。

基于以上结论,为了实现经济发展与大气环境的协调发展,提出以下政策建议。

(1)优化产业结构,改善环境。

逐步淘汰污染严重的产业,并改造传统产业,倡导低碳经济、循环经济和生态经济,建立起高效益、低消耗的产业结构。强化工业园区建设,方便污染物的集中控制和治理,并大力发展具有低污染、低消耗、高产出和高就业等特点的第三产业。

(2)关注空气质量变化,适当控制工厂数量。

从上述结论可知,企业个数对工业废气排放量的影响很大,因此,要控制工厂数量,避免造成整个大气层更大的负担。并且过多地增加工厂企业,就会有更多的废物排放和资源消耗,给环境造成更大的压力。因此,必须密切关注空气质量变化,在工厂企业增加时,用政策手段给予一定程度上的控制,使空气质量与工业产值相互协调发展。

(3)推广环保技术,加强环保意识。

首先从企业角度来看,鼓励使用环保技术并开发新环保技术。对使用或者是开发环保技术的企业或工

厂给予奖励,并对已经发行的环保型产品给予补贴,增大其市场竞争力;与此同时,对于环境不利的产品或者企业给予惩罚(如扩大其征税),缩减市场份额。其次,要大力宣传环保知识,加强人们的环保意识。

(4)改变工业发展局势,促进工业产业转移。

从固定影响值来看,北京、浙江、广东、天津、江苏、福建、山东、湖北是固定影响为负的地区,这些城市都是工业发展很好的地区,为了避免一个地区对整体环境的负面影响过大,应该把工业发展转移到固定影响为正的地区,平衡发展,优化环境。


#### 参考文献:

- [1] Grossman G M, Krueger A B. Environmental impacts of a North American free trade agreement[R]. [s. l.]: National Bureau of Economic Research, 1991.
- [2] Shafik N, Bandyopadhyay S. Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence[M]. [s. l.]: World Bank Publications, 1992.
- [3] Arrow K, Bolin B, Costanza R, et al. Economic growth, carrying capacity, and the environment[J]. Ecological Economics, 1995, 15(2): 89-90.
- [4] de Bruyn S M. Explaining the environmental Kuznets curve: structural change and international agreements in reducing sulphur emissions[J]. Environment and Development Economics, 1997, 2(4): 485-503.
- [5] 张红凤, 周峰, 杨慧, 等. 环境保护与经济发展双赢的规制绩效实证分析[J]. 经济研究, 2009(3): 14-26.
- [6] 吴丹, 吴仁海. 不同地区经济增长与环境污染关系的VAR模型分析—基于广州、佛山、肇庆经济圈的实证研究[J]. 环境科学学报, 2011, 31(4): 880-888.
- [7] Lin S J, Lu I J, Lewis C. Grey relation performance correlations among economics, energy use and carbon dioxide emission in Taiwan[J]. Energy Policy, 2007, 35(3): 1948-1955.
- [8] 王静峰, 李柏年. 基于灰色预测模型的安徽省经济发展与环境污染关系研究[J]. 价值工程, 2009, 28(10): 24-27.
- [9] 郑敏敏, 肖秀钦, 陈庆华, 等. 福建省工业废气排放量的因子分析与灰色预测[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(4): 4-7.
- [10] 林谦. 面板数据的模型建立和检验分析[J]. 统计与信息论坛, 2006, 21(5): 35-39.
- [11] 刘卫国. MATLAB程序设计教程[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005: 99-129.
- [12] 李子奈. 计量经济学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 268-275.
- [13] 高铁梅. 计量经济分析方法与建模: EViews应用及实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 301-302.
- [14] 汪涛, 饶海斌, 王丽娟. Panel Data 分析的理论和应用发展综述[EB/OL]. 2002. <http://www.applstats.org/advanced/papers/Panel%20Data.doc>.

# 我国工业废气排放量的影响因素分析

作者：[万倩](#)，[孙红兵](#)，[WAN Qian](#)，[SUN Hong-bing](#)

作者单位：[昆明理工大学 理学院, 云南 昆明, 650500](#)

刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2015(4)

引用本文格式：[万倩](#). [孙红兵](#). [WAN Qian](#). [SUN Hong-bing](#) [我国工业废气排放量的影响因素分析](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2015(4)