

基于 HLM 模型的生态环境保护与地区经济发展分析 ——以山东省为例

● 夏学杰

摘要:文章通过利用 HLM 模型来研究山东省 91 个市县生态环境保护与地区经济发展的关系,分析结果表明:废气的排放量与当地第一第二产业总产值有明显的正相关关系,这预示着一种环境随经济增长恶化的发展趋势。

关键词:生态环境保护 地区经济发展 HLM 模型

一、引言

本研究通过构建环境污染指标与经济指标之间的计量模型,来深入分析生态保护与经济发展、生活美好,以及人文和谐之间的关系。

二、文献回顾

在有关环境污染数据与经济指标关系的研究中,大多数的学者使用环境库兹涅茨曲线 (Environmental Kuznet Curve, EKC) 来刻画经济增长与环境之间的关系, Seldon 和 Song (1994) 分析了四种不同的空气污染物的排放与当地人收入之间的关系,发现两者间存在倒 U 型关系。为了描述环境污染及经济发展之间的相关关系,毛显强 (2011) 提出了污染——经济时间弹性系数,这个系数主要反映了一个国家或地区在一年间环境污染变化与经济发展变化之间的相互关系,它的值等于上述两者之间的比值。其中的计算指标需要选取较有代表性的环境污染变量指标和经济变量指标,环境污染变量指标可包括环境污染排放量指标,如主要污染物排放总量;在经济指标方面可以选用一国的国内生产总值 (GDP)、人均生产总值、行业增加值等;在财政状况关联性的研究问题上,可以选取地方财政一般预算支出等作为经济指标。

除此以外,我国经济的发展是基于先进的科学技术、高素质的人才和良好的政策与投资环境的基础之上,发展科教文卫事业 (在本文中体现为在影响因素中考虑到了中小学在校学生数和医院病床数对经济指标的影响) 不仅可以为国家和社会培养和输送大量掌握科学文化知识的人才,也能极大地改善人们的医疗状况,从更深层次的角度来看,也能丰富人民的精神生活,改善投资环境,最终还是能促进国民经济发展的良性循环。陈延 (2001) 提出科教文卫较为发达的城市,其经济实力也相应较强,通过对江苏省 13 个市的调查研究,用因子分析来探寻科教文卫建设和经济发展的关系,第一个因子在指标医院卫生院床位数、卫生技术人员数、卫生机构数上荷载较大,为综合因子;第二个因子在指标普通中学在校学生数和小学在校学生数上有较大荷载,为基础因子。李俊 (2012) 认为地区医

疗卫生发展和地区经济发展之间存在着相互相成的关系,经济发展对于当地医疗卫生事业的发展有重要的支撑作用,经济发展的成功可以为医疗卫生事业提供大量的资金投入以及人力、物力、信息和技术支持;而医疗卫生事业的发展对地区经济发展也有重要的促进作用,良好的医疗卫生事业发展可以通过改变环境来影响经济发展中的各个群体,延长为经济发展服务的劳动者的平均寿命和平均工作时间,更好地保护劳动生产力,从而促进经济健康平稳可持续地发展。

综上所述,在本研究中,我们选取了包含废气排放的指标平均 SO_2 和平均 NO_x 以及土地面积、年末总人口、年末单位从业人口、地方财政一般预算支出、中小学在校学生数以及医院病床数这些指标作为研究对象,试图构建计量模型来探讨自然、人文环境对经济指标的影响。

三、计量模型与实证方法

1. 样本描述。根据《山东省 2011 年统计年鉴》,本文收集了山东省 91 个市县 2011 年的县级单位主要统计指标。与此同时,还登录到“山东省省控及以上重点监管企业自行监测发布”网站进行数据搜索,通过点击“自动检测数据发布——重点废水监管企业、重点废气监管企业、城镇污水处理厂”等条目,汇总了山东省 91 个县、市的环境监测数据。

2. 模型和分析工具。检验企业废气排放对地区经济发展的影响,涉及地区和企业两个层面的变量,且企业数据嵌套在地区数据之中。对这种多层嵌套数据,传统的方法通常是将地区、企业变量都看作是同一水平的变量,直接在企业层面对数据进行分析。这实际上是在假设同一地区内的不同企业数据是相互独立,但这显然不符合实际,因为一个地区内的不同企业存在废气排放等多方面的相似性。类似地,我们不对不同地区的企业样本和同一地区的企业样本建立同一假设,否则可能会影响回归系数的无偏性、有效性以及一致性,可见利用传统的分析方法来分析具有分层特点数据会存在一定的缺陷。基于此,本文将利用传统回归方法和多层线性模型 (HLM) 假说进行检

验,并在研究的基础上对比分析两种不同分析方法产生的结果。

地区第一、第二产业总产值差异既会受到不同企业间废气排放的影响,也会受到不同地区间不同因素的影响。通过 HLM 模型可以分析出两者对地区第一第二产业总产值方差分布,无任何自变量的情况下的模型公式如下:

第一层方程: $Y_{ij} = \beta_0 + r$, 式中 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

第二层方程: $\beta_0 = \gamma_{00} + u_0$, 式中 $u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$

零模型总方程: $Y_{ij} = \beta_0 + \gamma_{00} + u_0$

基于零模型总方程的分析可以得出,第一第二产业总产值的差异主要来源于企业间的差异以及企业所在地区的差异两个方面,由于两种差异对第一第二产业总产值的影响各有不同,因此本文将分别列明企业以及地区特征变量对不同地区第一第二产业总产值的影响。本文首先基于企业变量在同一地区间的影响是不变的这一假定,通过在第一层方程中加入企业间的特征变量,分析其对第一、第二产业总产值的作用;然后,本文通过在第二层方程中加入不同地区的特征变量,分析不同地区的企业对第一、第二产业总产值的影响。各模型公式如下:

第一层方程:

$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_1$ (平均 SO_2 排放量) + $\beta_2 X_2$ (平均 NO_x 排放量) + r_{ij} , 式中 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

第二层方程:

$\beta_0 = \gamma_{00} + \gamma_{01} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{02} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{03} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{04} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{05} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{06} W_6$ (医院病床数) + u_0

$\beta_1 = \gamma_{10} + \gamma_{11} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{12} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{13} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{14} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{15} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{16} W_6$ (医院病床数) + u_1

$\beta_2 = \gamma_{20} + \gamma_{21} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{22} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{23} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{24} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{25} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{26} W_6$ (医院病床数) + u_2

在上述的两层方程中, i 表示企业, j 表示地区; Y_{ij} 表示 i 企业所属的 j 地区表的第一、第二产业总产值; β_0 是第一层方程的截距; β_1 和 β_2 表示企业的影响系数; X 代表了企业的特征; W 代表了地区的变量; r_{ij} 、 u_0 、 u_1 和 u_2 分别代表了方程间的随机误差。

3. 废气排放与地区经济发展。

(1) 传统回归分析。本次废气排放与地区经济发展的研究中选取了包含废气排放的指标平均 SO_2 和平均 NO_x 以及土地面积、年末总人口、年末单位从业人口、地方财政一般预算支出、中小学在校学生数和医院病床数。

设传统回归方程为:

$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_1$ (平均 SO_2 排放量) + $\beta_2 X_2$ (平均 NO_x 排放量) + $\beta_3 X_3$ (土地面积) + $\beta_4 X_4$ (年末总人口) + $\beta_5 X_5$ (年末单位从业人员) + $\beta_6 X_6$ (地方一般财政支出) + $\beta_7 X_7$ (中小学在校学生数) + $\beta_8 X_8$ (医院病床数) + r_{ij} , 式中 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

利用 SPSS 18.0 得出传统回归方程的系数如表 1 所示。

(2) HLM 模型的分析。为了更好地考虑各变量之间的影响关系,本文拟进一步利用多层线性模型(HLM)对假设进行检验。本次废气排放与地区经济发展的研究中企业特征变量包含废气排放的指标平均 SO_2 以及平均 NO_x ; 而地区特征指标分为土地面积、年末总人口、年末单位从业人口、地方财政一般预算支出、中小学在校学生数以及医院病床数。

基于 HLM 模型,本文利用了 HLM7 软件进行统计分析。地区第一、第二产业总产值差异既会受到不同企业间废气排放的影响,也会受到不同地区间不同因素的影响。通过 HLM 模型可以分析出两者对地区第一第二产业总产值方差分布,无任何自变量的情况下的模型公式如下:

第一层方程: $Y_{ij} = \beta_0 + r$, 式中 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

第二层方程: $\beta_0 = \gamma_{00} + u_0$, 式中 $u_{0j} \sim N(0, \tau_{00})$

零模型总方程: $Y_{ij} = \beta_0 + \gamma_{00} + u_0$

根据表 2 数据可知,地区层面方差为 1 849.371,企业层面方差为 7 563.517,通过计算组内相关系数 $\rho = \frac{\tau_{00}}{\tau_{00} + \sigma^2} =$

$\frac{1\ 849.371}{1\ 849.371 + 7\ 563.517} = 0.196$, 可知第一、第二产业总产值的总方差中,19.6%来源于不同地区间差异的影响,80.4%来源于企业个体间差异的影响,同时卡方检验结果显示第一、第二产业总产值的方差成分达到显著水平($\chi^2 = 230.635$, $p < 0.001$)。

基于零模型总方程的分析可以得出,第一第二产业总产值的差异主要来源于企业间的差异以及企业所在地区的差异两个方面,由于两种差异对第一第二产业总产值的影响各有不同,因此本文将分别列明企业以及地区特征变量对不同地区第一第二产业总产值的影响。本文首先基于企业变量在同一地区间的影响是不变的这一假定,通过在表 1 回归方程系数分析

模型	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
	B	标准误差	试用版		
1 (常量)	520 505.455	83 923.451		6.202	0.000
平均 SO_2	16.612	224.883	0.001	0.074	0.941
平均 NO_x	-55.989	106.535	-0.009	-0.526	0.600
土地面积	-229.527	56.561	-0.076	-4.058	0.000
年末总人口	-5 762.379	2 200.578	-0.148	-2.619	0.009
年末单位从业人员	-0.878	0.629	-0.051	-1.395	0.164
地方财政一般支出	9.572	0.396	1.041	24.182	0.000
中小学在校学生数	-3.116	1.698	-0.094	-1.835	0.067
医院病床数	131.252	28.713	0.145	4.571	0.000

a. 因变量: 第一第二产业总产值。

表 2 第一、第二产业总产值的方差分解

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	t-ratio	d.f.	p-value
For INTRCPT1, β_0					
INTRCPT2, γ_{00}	256.186	41.431	6.184	73	<0.001
Random Effect	Standard	Variance	X ²	d.f.	p-value
	Deviation	Component			
INTRCPT1, u_0	135.991	1 849.371	230.635	73	0.001
Level-1, r	57.961	7 563.517			

表 3 地区特征和企业特征对第一第二产业总产值的影响

Fixed Effect	Coefficient	Standard error	t-ratio	d.f.	p-value
β_0					
γ_{00}	513 867.132	103 790.574	4.951	73	<0.001
γ_{01}	-73.781	17.426	4.234	73	<0.001
γ_{02}	-4 663.741	2 354.235	1.981	73	0.045
γ_{03}	-0.561	0.847	-0.662	73	0.515
γ_{04}	9.872	2.264	4.361	73	<0.001
γ_{05}	-2.226	0.866	-2.571	73	0.018
γ_{06}	98.886	25.136	3.934	73	0.001
β_1	33.717	18.049	1.868	351	0.075
β_2	83.243	41.642	1.999	351	0.058
Random Effect	Standard	Variance	X ²	d.f.	p-value
	Deviation	Component			
u_0	37.264	1 134.767	187.336	73	<0.001
r	61.832	4 304.435			

第一层方程中加入企业间的特征变量,分析其对第一、第二产业总产值的作用;然后,本文通过在第二层方程中加入不同地区的特征变量,分析不同地区的企业对第一、第二产业总产值的影响。各模型公式如下:

第一层方程:

$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_1$ (平均 SO_2 排放量) + $\beta_2 X_2$ (平均 NO_x 排放量) + r_{ij} , 式中 $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

第二层方程:

$\beta_0 = \gamma_{00} + \gamma_{01} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{02} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{03} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{04} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{05} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{06} W_6$ (医院病床数) + u_0

$\beta_1 = \gamma_{10} + \gamma_{11} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{12} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{13} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{14} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{15} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{16} W_6$ (医院病床数) + u_1

$\beta_2 = \gamma_{20} + \gamma_{21} W_1$ (土地面积) + $\gamma_{22} W_2$ (年末总人口) + $\gamma_{23} W_3$ (年末单位从业人员) + $\gamma_{24} W_4$ (地方财政一般预算支出) + $\gamma_{25} W_5$ (中小学在校学生数) + $\gamma_{26} W_6$ (医院病床数) + u_2

在上述的两层方程中, i 表示企业, j 表示地区; Y_{ij} 表示 i 企业所属的 j 地区表的第一、第二产业总产值; β_0 是第一层方程的截距; β_1 和 β_2 表示企业的影响系数; X 代表了企业的特征; W 代表了地区的变量; γ_{ij} 、 u_0 、 u_1 和 u_2 分别代表了方程间的随机误差。

根据表 3 的数据显示,一个县的政府财政支出能正向地影响该县的第一二产业总值,即一个县的政府财政支出越高,在其他条件保持不变的情况下,一个县的第一二产业总值也越高。这说明了县政府财政支出对于一个县的第一二产业发展起积极作用。第二,一个县的中小学在校学生数以及医院病床数也会显著地影响该县的第一二产业发展,这一点符合人们日常感受,即教育水平越高和医疗条件越好越能促进该地区的经济发展。第三,一个县的土地面积与总人口数目会反向地影响该县的第一二产业总值。这说明在生活中,并不是像人们想象的那样人越多,土地面积越大就越能促进一个地区的经济发展,人均生产

效率以及单位土地的生产效率才是影响一个地区经济发展更为重要的因素。第四,统计分析表明,一个县的年末单位从业人员数目对于该县的第一二产业总值的影响在统计上是不显著的。这一发现跟已有的研究成果并不相符,可能是由于所收集的数据量不足,进而影响了统计模型的有效估计。

四、总结

本文基于传统回归分析以及 HLM 模型,分析了山东省 91 个县市废气排放与当地经济发展的关系。HLM 模型分析的结果表明,废气的排放量与当地第一二产业总产值有明显的正相关关系,这预示着一环境随经济增长恶化的发展趋势。

HLM 模型分析结果显示,废气的排放量越大往往使得一个县的第一二产业生产总产值越高,即一个县的第一二产业生产总产值会随着废气排放量的增加而提高。然而,我们不能因此而认为废气排放量是影响一个县第一二产业增长的主要原因,真实的情况很可能是若废气的排放量越大,说明工厂生产情况越好,进而影响了该县的第一二产业发展。鉴于 HLM 模型更加充分地反映各变量之间的相互影响关系,因此,本文也认为一个地区废气排放对地区经济有显著的影响。

此外,我们也发现教育水平越高和医疗条件越好越能促进该地区的经济发展,这也从侧面说明了污染环境为代价换来的经济发展可以通过人文和生活环境的改善来替代。

参考文献:

- [1] 张红凤,周峰,杨慧,郭庆.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).
- [2] 段华平,朱琳,孙勤芳,卞新民.农村环境污染控制区划方法与应用研究[J].中国环境科学 2010 30(3).
- [3] 陈金华.居民对海岛环境与发展感知的实证研究[J].经济地理 2008 01.
- [4] 张陈俊,章恒全.新环境库兹涅茨曲线工业用水与经济增长的关系[J].中国人口、资源与环境 2014 (5).
- [5] 盖美,胡杭爱,柯丽娜.长江三角洲地区资源环境与经济增长脱钩分析[J].自然资源学报 2013 (2).
- [6] 吴鹏举,李翠丹,黄伟奇.环境污染与经济增长、经济结构关系[J].生态环境 2009 (7).
- [7] 朱清海,梁蓓蓓.基于社区视角下的农村环境管理探讨[J].河南社会科学 2012 (20).
- [8] 张雷.多层线性模型应用[M].北京:教育科学出版社 2003.

基金项目:中国人民大学国家发展与战略研究院 2014 年度课题“中国特色美丽乡村创建战略研究”(项目号:E08)。作者简介:夏学杰(1979-),男,汉族,湖南省常德市人,中国人民大学农业与农村发展学院博士生,研究方向为农业经济学。

收稿日期:2015-09-14。