

中国高污染工业行业环境负外部性计量 及其影响因素分析

刘 焰

摘 要:以我国规模以上21个高污染工业行业为对象进行研究,首先,将环境负外部性分为显性负外部性和隐性负外部性,以环境污染带来的直接社会资源耗费衡量显性负外部性,以环境污染造成的国民健康福利损失衡量隐性负外部性;第二,根据高污染工业“三废”数据,运用因子分析法,计量其各年的环境污染指数;第三,运用回归分析法,分析环境污染指数与显性负外部性和隐性负外部性的相关性;最后运用微分分析法,计量高污染工业行业总的环境负外部性。研究发现,高污染工业行业的隐性环境负外部性高于显性负外部性两倍以上;对外开放程度越高,环境负外部性越小;国家环境管理制度有利于降低环境负外部性;而人均GDP与环境负外部性显著正相关。

关键词:高污染工业行业;环境负外部性;环境污染指数

中图分类号:F23;F062.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7320(2018)01-0157-10

基金项目:广东省科技计划项目(2015A030401085)

一、引 言

近年来,中国每年因环境污染和生态破坏造成的经济损失,约占当年GDP的6.8%左右^①,其中高污染工业行业“三废”排放造成的环境污染及其经济损失尤其值得关注。笔者针对高污染工业行业的“三废”排放,从工业“三废”对社会造成的显性经济成本和隐性国民健康福利损失两方面,计量其环境负外部性。笔者结合计量经济学方法和微观经济学的边际分析法,通过对环境负外部性的计量,试图为环境成本内在化提供一种可行的分析思路。

绿色GDP核算的思想与方法对于环境负外部性的计量起了重要的影响作用。传统GDP衡量的是通过市场交易的产品与服务的价值总和,以任何货币交易都会“增加”社会福利为假设前提。事实上,有些货币性交易,如产生环境污染的经济活动,在带来经济收益的同时也会减少社会福利。绿色GDP核算就是对传统GDP核算的结果进行环境成本调整,从传统的GDP中扣除货币性交易带来的环境负面影响,得到“经环境成本调整的GDP”,简称EDP。其计算公式可表述为:EDP=国内生产净值(NDP)-资源耗减价值-环境退化价值,其中,资源耗减成本,指的是核算期内经济系统所消耗的所有自然资源的经济价值,对于生产性企业而言,这种资源损耗价值通过市场交易成为企业内在化的成本,计入企业的产品成本之中。而环境退化价值,指核算期内经济系统导致的自然生态破坏带来的损失,这种损失并未由企业承担,它存在于企业成本核算体系之外,由全社会共同承担,因此,它构成企业环境负外部性的重要内容。此外,笔者认为,企业环境污染造成的公众生命健康与福利损失,同样没有内在化为企业自

^①数据来源:国家环保部2015年相关数据。

身的成本费用,它更加潜在和广泛地影响着社会公众的健康寿命和生活质量,影响着社会福利。因而,企业的环境负外部性应包括两方面内容:生态环境退化成本和公众生命健康福利损失。

在环境退化成本的计量方面,受到绿色 GDP 核算方法的影响,理论与实务界较为广泛地采用维护成本法^[1],以直接支付的生态恢复和环境保护的费用,核算环境污染造成的自然生态退化损失。世界众多国家进行绿色 GDP 核算时,采用维护成本法衡量环境退化的经济损失,我国许多省市核算绿色 GDP 过程中,也普遍使用污染治理投资额衡量生态恢复和保护成本^[2]。此外,部分研究者还运用数理分析方法,建立相关数学模型,研究环境污染导致的自然生态退化损失,如 Kwak 等采用 MAUT(多属性效用理论)对韩国首尔大气污染损失进行计算^[3](P237-344);采用“剂量—反应法”衡量英格兰和威尔士汽车尾气排放的铅造成的污染损失^[4](P621-625);郝吉明,李继等推导出适用于我国的硫沉降导致森林损失的“剂量—响应”函数,并以湖南省为例,推算出 SO₂ 排放导致的森林损失^[5];杨志明等采用损伤函数和市场价值法,对广东、广西两地酸沉降破坏材料造成的损失进行了估算^[6]。

在衡量环境污染对公众生命健康福利和国民生活质量的影响方面,由于这种影响具有隐蔽性和无形性,实务中通常采用替代市场法进行计量。显露偏好法就是一种被广泛使用的替代市场法,使用该方法时,需选择某种市场化的物品或服务作为替代变量,将环境品质下降带来的负面效应予以货币化,具体包括“市场价格法”“享乐定价法”和“旅行费用法”三种估价技术。如陈硕、陈婷以呼吸系统疾病和肺癌相关治疗费用,衡量环境污染对公共健康造成的损失^[7];M. A. Delucchi 等利用享乐价格法计算美国大气污染造成的健康损失^[8](P139-152)。此外,李莹等采用意愿调查法对北京市环境污染的损害成本进行分析,结果显示,研究范围内的北京市居民为 5 年内降低大气污染物质浓度 50% 的平均支付意愿是每户每年 143 元^[9]。胡雁等采用了人力资本法计量环境污染对人体健康的损害^[10]。

高污染工业行业在生产过程中会污染大气、水体、土壤等自然资源,形成自然环境退化的损失,并间接影响公众生命健康福利,因而,笔者对高污染工业行业环境负外部性的计量,围绕其导致的环境退化成本和公众生命健康福利损失进行。对环境退化成本的核算,理论与实务界较为广泛采用维护成本法,这种计量方式实际上核算的是环境污染导致的直接社会经济资源损失,即为生态恢复和环境保护支付的费用^[11]。笔者承袭这种对环境退化成本的计量方式,核算高污染工业行业的工业“三废”带来的直接社会经济资源的损耗,因而环境退化成本是可以直接用货币计量核算的经济性成本,本文将其归类为显性的环境负外部性;而环境污染造成的公众生命健康福利损失相对于环境退化成本更具有潜在性和隐蔽性,难以使用直接的货币手段对其进行计量,必须选择相应的替代市场和替代性指标来衡量,因而,笔者将其归类为隐性的环境负外部性。即从显性和隐性两方面,共同计量高污染工业行业的环境负外部性,最终核算该行业总的环境负外部性。

笔者首先以因子分析法全面计量 2002-2012 年我国高污染工业行业“三废”排放的环境污染指数,再运用回归分析法和边际分析法,分析单位环境污染指数的变化导致的显性和隐性的环境负外部性,最后计量高污染工业行业 2002-2012 年总体的环境负外部性。笔者将边际成本理论与计量经济学方法相结合,应用微分分析法,从环境污染带来的直接经济资源耗费和公众生命健康福利的损失两方面,计量高污染工业行业的环境负外部性,并提出相应的建议 and 对策,因而该研究具有理论意义与现实可行性。

二、研究思路与设计

(一) 样本选择

参考袁广达的分类方法,将煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业、黑色金属矿采选业等 21 个行业划归高污染工业行业^[11]。

针对上述高污染工业行业,统计其 2002-2012 年的工业“三废”(废气、废水、固定废弃物,以下同)的数量,其中,废气包括:废气(亿标立方米)、二氧化硫(万吨)、烟尘(万吨)、粉尘(万吨);废水包括废水(万吨)、汞(吨)、镉(吨)、六价铬(吨)、铅(吨)、砷(吨)、挥发酚(吨)、氰化物(吨)、化学需氧

量(吨)、石油类(吨)、氨氮(吨);固体废弃物以万吨计。据此,计量高污染工业行业“三废”的环境污染指数,以及单位环境指数变化导致的环境负外部性。

(二) 数据来源

数据来源于 2003–2015 年《中国统计年鉴》《中国工业经济统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国卫生与计划生育统计年鉴》《中国贸易外经统计年鉴》《中国化学工业年鉴》等。由于上述年鉴的出版具有 2–3 年的滞后性,所以本研究年度仅为 2002–2012 年。

(三) 研究思路与方法

1. 采用因子分析法,计量高污染工业行业的环境污染指数

具体而言,以高污染工业制造企业排出的工业“三废”为计量对象,采用因子分析法,对高污染工业行业上述指标进行赋权,计量出高污染工业行业 2002–2012 年 11 年的环境污染指数。

2. 采用多元线性回归法,分析高污染工业行业环境污染指数与环境退化成本和公共健康福利损失的相关性

以高污染工业行业的环境污染指数为解释变量,以该行业造成的直接经济资源耗费和公众生命健康福利损失为被解释变量,分析环境污染指数变化与生态恢复保护成本和公众生命健康福利损失的相关性,从显性和隐性两方面,共同分析高污染工业行业环境的负外部性,并进一步衡量总的环境负外部性。相关变量的设置如下:

被解释变量的选取:

第一,对环境退化成本变量的设置。如前所述,对于环境退化成本的衡量,世界各国普遍采用维护成本法,如瑞典根据 SEEA 核算体系进行绿色 GDP 核算时,将传统 GDP 中包括的环保性支出作为环境退化成本予以扣除;日本和韩国的绿色 GDP 账户都包括环保支出账户,并以生态恢复和环境保护费用衡量环境退化成本。因此,笔者选择 2002–2012 年我国工业行业的环境污染治理费用,衡量环境退化所直接消耗的社会经济资源。

第二,对公众生命健康福利损失变量的设置。高污染工业行业对国民健康和公共福利的影响,体现对人均寿命、公众生命健康、国民生活质量水平等非直接经济损失的影响,这种影响缺乏直接的市场估价标准,一般需要寻找替代市场和替代变量,对其进行计量。

国外学者对于环境污染对公众健康危害的量化研究,始于对美国居民健康调查数据的研究。B. Brunekreff 发现,生活在城市化、工业化程度较高地区的居民,患呼吸系统疾病尤其是肺癌的概率要高于对照地区(城市化和工业化水平低、污染少的地区)相应概率的 0.3 至 1.5 倍^[12];据世界环境卫生会议调查研究,空气污染与婴幼儿早产、夭折及肺部发病率都有重大关联^[13];N. Künzli et al. 对奥地利、法国和瑞士的交通污染对公众健康的影响进行了研究,其结论为交通引起的空气污染造成每年约 6% 的人口死亡率^[14];何庆慈、孔玲莉针对学龄儿童进行了调查,发现当大气总悬浮微粒、二氧化硫和氮氧化物等污染物超标时,儿童呼吸系统疾病患病率明显高于无污染区^[15];陈硕、陈婷针对火电厂排放的二氧化硫污染源,对 161 个样本地区的空气质量与公共健康间关系进行了研究,得出结论为二氧化硫会提高呼吸系统疾病特别是肺癌的死亡率。2015 年《中国统计年鉴》中对 2014 年城市居民主要疾病死亡率及死因构成统计的资料显示,呼吸系统疾病的死亡率为 74.14 人/10 万人,位居疾病死亡原因的第四位,且该排名近几年来一直稳定。可见,呼吸系统疾病及肺癌与空气污染具有最直接的关联。为排除其他因素导致的国民生命健康损失,笔者参照陈硕、陈婷的相关方法,选择 2002–2012 年我国呼吸系统疾病住院费用与肺癌住院费用之和为替代指标,衡量高污染工业行业对公众生命健康福利造成的损失。环境污染程度提高,则呼吸系统和肺癌病人的人均住院费用上升,国民健康福利水平下降。

控制变量的选择:

影响高污染工业行业环境负外部性的因素还包括国家产业结构状况、对外开放水平、国家财政收入水平以及国家环境保护制度等因素。在此,国家产业结构状况指高污染工业行业产值占国家 GDP 总值

的比例,从理论上分析,这一比例对高污染工业行业的环境负外部性会产生直接影响;此外, Antweiler 等^[16](P877-908),党玉婷^[17],张相文、黄娟等^[18]的实证研究结果都证明一国的对外开放程度影响一国的环境质量水平,国家财政收入水平影响着国家对高污染行业的投资和扶持力度,从而影响着生态恢复和保护费用的投入水平,并对资源、环境与国民健康产生影响。国家环境管理制度,同样影响着企业环境污染治理投资的力度。我国环境管理制度包括环境保护目标责任制、综合整治与定量考核制度、污染集中控制制度、限期治理制度、“三同时”制度等。其中“三同时”制度是我国环境保护法的重要内容,是我国实施环境保护的基本制度,其具体内容为建设项目的环境保护措施与主体工程同时设计、同时施工、同时运行。席俊清、韩向宇等指出,“三同时”制度已被许多研究者认为对企业节能减排投资有着重要影响^[19];此外,一国 GDP 水平影响着环境治理投资水平和国民医疗支出水平,因而,笔者针对上述因素,选取相关变量作为回归模型的控制变量。相关变量定义见表 1。

表 1 变量定义表

变量名称		符号	说明
被解释变量	环境退化成本	EInv	以 2002-2012 各年中我国工业行业环境污染治理投资额衡量。
	公众生命健康福利损失	MedicFee	以 2002-2012 各年中我国城市居民呼吸系统疾病和肺癌的住院治疗费用衡量。
解释变量	高污染工业行业环境污染指数	PI	采用因子分析法,对高污染工业行业“三废”指标进行赋权,计量 2002-2012 各年中高污染工业行业环境污染指数。
控制变量	产业结构变量	Indcon	以 2002-2012 各年的我国高污染工业行业产值/GDP 的比重衡量。
	对外开放水平	Inex	以 2002-2012 各年的外商直接投资额/GDP 的比重衡量。
	国家财政收入的自然对数	LnGFina	以 2002-2012 各年国家财政收入的自然对数。
	国家环境管理制度	EPolic	以 2002-2012 各年中我国实施了“三同时”的投资项目的环保投资额/社会固定资产投资总额的比例衡量
	人均 GDP 水平	LnPgdp	我国 2002-2012 各年人均 GDP 的自然对数。

资料来源:作者编制。

笔者参考袁广达的分析方法,建立二个多元一次回归方程,分析高污染工业行业的环境污染指数与生态恢复与保护费用以及国民健康福利损失关系,具体如式(1)和式(2)所示。

$$EInv = \beta_0 + \beta_1 PI + \beta_2 Indcon + \beta_3 Inex + \beta_4 Gfina + \beta_5 EPolic + \beta_6 Pgdp + u$$

(1)

$$MedicFee = \beta_0 + \beta_1 PI + \beta_2 Indcon + \beta_3 Inex + \beta_4 Gfina + \beta_5 EPolic + \beta_6 Pgdp + u$$

(2)

式(1)和式(2)中, β_i 为待估计的回归参数, u 为随机误差项。变量定义如表 1 所示。

3. 运用微分分析法,计算高污染工业行业 2002-2012 年的环境负外部性

首先运用微分方法,计量 2002-2012 年高污染工业行业单位环境污染指数变化导致的环境退化成本和公众生命健康福利损失,并对其求和,计量单位环境污染指数变化导致的全部环境负外部性;再以此为依据,通过计算高污染工业行业各年环境污染指数的变化,计量各年的环境负外部性及其总和。具体计量方法为:

第一,分别对拟合出的回归方程组中的 PI 求一阶偏导,求出的偏导值既为 2002-2012 年环境污染指数每提高一单位,带来的环境退化成本以及公众生命健康福利损失。相关回归方程中 PI 的回归系数 β_1 ,为 2002-2012 年环境污染指数每提高一单位,带来的环境退化成本和公众生命健康福利损失的变化。再对二个回归方程中 PI 的系数 β 求和,即高污染工业行业 2002-2012 年单位环境污染指标变化导致的环境负外部性。具体公式为式(3)所示。

$$IE_U = \frac{\partial(EInv)}{\partial PI} + \frac{\partial(MedicFee)}{\partial PI}$$

(3)

式(3)中, IE_U 为单位环境污染指数变化带来的环境负外部性, (EInv)表示以环境退化成本为因变量的回归模型(式 1), (MedicFee)表示以公众生命健康福利损失为因变量的回归模型(式 2)。

第二,从 2003 年到 2012 年,计算各年的环境污染指数与上年的差额,再分别乘以 IE_U ,然后求和,以此计算 2002–2012 年高污染工业行业环境负外部性总额。具体如式(4)所示:

$$IE_{T(2002-2012)} = \sum_{i=1}^{10} (IE_U \times \Delta PI_i)$$

(4)

式(4)中, IE_T 为 2002–2012 年高污染工业行业环境负外部性总价值量, ΔPI_i 为 2003–2012 各年中,某年 PI 值与前一年的 PI 值之差,即每年增量的环境污染指数, $i=1-10$ 。

三、实证研究结果与分析

(一) 以因子分析法计量高污染工业行业 2002–2012 各年的环境污染指数

1. 进行 KMO 和巴特利特检验(结果如表 2 所示)

表 2 KMO 和 Bartlett 球形度检验

年份		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
KMO 取样适切性量数		0.573	0.488	0.521	0.476	0.492	0.527	0.537	0.581	0.595	0.589	0.600
Bartlett 的球形度检验	上次读取的卡方	112.302	90.062	117.644	117.447	110.896	109.302	101.490	111.970	119.882	116.425	122.027
	自由度	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
	显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

资料来源:作者计算。

2002–2012 年中,高污染工业行业的各项污染物数据的 KMO 检测值总体上都大于 0.5,Bartlett’s test 相应的概率均远小于显著性水平 0.05。因而可以进行因子分析。

2. 拟合因子得分计量模型

分别对 2002–2012 年的高污染工业行业的“三废”数据进行因子分析,分别提取了 2 公共因子,设为 P_1 、 P_2 。根据因子分析的累计方差贡献率,得出 11 个综合得分函数式,如式(5)–(15)所示。

$$F_{2002} = (38.035 \times P_1 + 31.539 \times P_2)/69.574$$

(5)

$$F_{2003} = (41.102 \times P_1 + 30.716 \times P_2)/71.818$$

(6)

$$F_{2004} = (44.173 \times P_1 + 31.374 \times P_2)/75.547$$

(7)

$$F_{2005} = (44.058 \times P_1 + 32.364 \times P_2)/76.422$$

(8)

$$F_{2006} = (43.374 \times P_1 + 33.041 \times P_2)/76.415$$

(9)

$$F_{2007} = (43.324 \times P_1 + 33.024 \times P_2)/76.349$$

(10)

$$F_{2008} = (43.168 \times P_1 + 33.107 \times P_2)/76.275$$

(11)

$$F_{2009} = (43.747 \times P_1 + 35.028 \times P_2)/78.775$$

(12)

$$F_{2010} = (44.321 \times P_1 + 36.256 \times P_2)/80.577$$

(13)

$$F_{2011} = (44.094 \times P_1 + 32.630 \times P_2)/76.679$$

(14)

$$F_{2012} = (44.406 \times P_1 + 34.636 \times P_2)/79.042$$

(15)

3. 高污染工业行业 2002–2012 各年环境污染指数的计量结果

根据各年的环境污染指数因子得分计量模型,计量各年的高污染工业行业的环境污染指数,结果如表 3 所示。

表 3 高污染工业行业各年的环境污染指数

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
-0.0064	0.0028	-0.0075	0.01423	0.0001	0.0001	-0.0010	0.0045	-0.0080	0.0030	0.0100

资料来源:作者统计计算。

由表3可见,2005年和2012年,环境污染指数较大,其次为2001年、2003年,而2002年、2004年、2008年和2010年,环境污染指数为负值,说明这几年来高污染工业行业“三废”环境污染程度有所改善。

(二) 描述统计与回归分析

1. 描述性统计

表4 描述性统计表

	最小值(M)	最大值(X)	平均值(E)	标准误	标准差
EInv	1367.200	8253.460	4220.100	767.075	2544.099
MedicFee	4619	7300	5673.54	284.360	943.116
PI	-0.0075	0.01423	0.00112	0.00167	0.00714
Indcom	0.4715	0.06477	0.82287	0.04947	0.16406
Inex	0.4246	5.0691	0.534283	0.02453	0.08135
LnGFina	4.2765	5.069	4.678428	0.08240	0.27329
EPolic	0.0060	0.0124	0.00792	0.00057	0.00188
LNPgdp	3.9780	4.6021	4.29539	0.06478	0.21482

资料来源:作者统计。

由表4各变量的描述性统计可见,高污染工业行业环境污染指数最大值为0.01423,产生于2005年,最小值为-0.0075,产生于2004年,平均值为0.00112。环境污染治理投资额中,最大值为8253.46亿元,产生于2012年,而最小值为1367.2亿元,产生于2002年。

对上述变量进行Pearson相关性检验,如表5所示。

由表5可见,高污染工业行业的环境污染指数与环境退化成本和公众生命健康福利损失在10%水平下显著正相关,说明高污染工业行业环境污染程度越高,产生的直接社会经济资源损耗和公众生命健康福利损失越大;对外开放水平与公众生命健康福利损失在5%水平下负相关,说明对外开放有利于改善环境负外部性;国家财政收入水平与人均GDP水平这两个自变量在1%水平上严重自相关。环境管理制度与公众生命健康损失在10%水平下显著负相关,说明国家环境管理相关制度可以抑制高污染企业的环境负外部性;人均GDP水平与生态恢复与保护费用以及公众生命健康福利损失均显著正相关,说明我国经济增长方式带来严重的环境负外部性损失。

表5 Pearson相关性分析

	EInv	MedicFee	PI	Indcom	Inex	LnGFina	EPolic	LNPgdp
EInv	1							
MedicFee	0.576 *							
PI	0.341 * (0.085)	0.447 * (0.068)	1					
Indcom	0.656 (0.125)	0.424 (0.194)	0.227 (0.502)	1				
Inex	-0.423 (0.195)	-0.681 ** (0.021)	-0.209 (0.537)	0.234 (0.489)	1			
LnGFina	-0.962 *** (0.000)	-0.616 ** (0.043)	0.200 (0.555)	0.787 *** (0.004)	-0.256 (0.448)	1		
EPolic	0.061 (0.859)	0.543 * (0.071)	0.076 (0.825)	0.169 (0.760)	0.124 (0.717)	0.113 (0.740)	1	
LNPgdp	0.965 *** (0.000)	0.616 ** (0.044)	-0.190 (0.576)	0.788 ** (0.004)	-0.258 (0.444)	1.000 *** (0.000)	0.108 (0.751)	1

注:括号内数值为P值。***、**、*分别指在1%、5%、10%水平下显著。

2. 回归结果分析

以环境退化成本和公众生命健康福利损失为被解释变量,以环境污染指数为解释变量,以产业结构

比例、对外开放水平、人均 GDP 水平以及国家环保制度为解释变量,进行多元线性回归分析。由于国家财政收入水平变量与人均 GDP 水平变量间存在严重的自相关关系,在两个回归模型的回归结果中,国家财政收入变量均被作为共线性统计量剔除。回归结果如表 6 所示。

表 6 回归分析结果

被解释变量		EInv	MedicFee
常量	Constant	-45259.314 *** (-5.386)	-18019.733 (-0.741)
解释变量	PI	52709.185 * (1.712)	119207.274 * (1.792)
控制变量	Indcon	-1477.233 (-0.561)	-1876.509 (-0.248)
	Inex	-3277.702 ** (-2.133)	-14225.797 ** (-2.014)
	EPolic	-42411.674 (-0.431)	-255457.497 * (-1.904)
	Pgdp	12289.800 *** (5.962)	5994.834 (1.014)
R 方		0.975	0.601

注:括号内数值为 t 检验值。***、**、*分别指在 1%、5%、10% 水平下显著。表 6 中各项环境负外部性的价值量相关计价单位均为亿元。参照陈硕、陈婷的方法,公共健康福利损失根据呼吸系统疾病与肺癌相关住院治疗费用计算,相关数据根据 2003-2013 年《中国卫生与计划生育统计年鉴》相关资料统计计算。

由表 6 可见,高污染工业行业环境污染指数与环境退化成本在 10% 水平下显著正向相关,环境污染指数每增加一个单位,带来 52709.185 亿元的生态恢复与环境保护支出;此外,环境污染指数与公众生命健康福利损失在 10% 水平下显著正相关,说明高污染工业行业环境污染指数每提高一单位,导致呼吸系统疾病及肺癌住院治疗的相关费用提高 119207.274 亿元;产业结构变量对环境负外部性的影响未见显著;对外开放水平在 5% 水平下与环境退化成本以及公众生命健康福利损失显著负相关,说明对外开放水平越高,环境治理费用和相关疾病治疗费用越低,环境负外部性越弱。环境管理制度变量与公众生命健康福利损失在 10% 水平下显著负相关,说明国家环境管理相关制度对高污染工业行业的污染排放产生了制约作用,有利于改善环境质量,增进社会福利。人均 GDP 水平与环境退化成本显著正相关,说明我国经济增长方式仍属于粗放型增长方式,经济增长一个单位,会导致 12289.8 亿元的生态恢复保护费用的投入。

（三）运用微分方法,计量高污染工业行业 2002-2012 年环境负外部性价值量

高污染工业行业 2002-2012 年,环境污染指数每提高一单位,环境负外部性增加的价值量 $IE(H)$ 计量过程与结果如式(16)所示:

$$IE(H) = \frac{\partial(EInv)}{\partial PI} + \frac{\partial(MedicFee)}{\partial PI} = 52709.185 + 119207.274 = 171916.645$$

(16)

由式(16)可见,高污染工业行业环境污染指数每提高一单位,带来的环境退化成本为 52709.185 亿元,带来的公众生命健康福利损失为 119207.274 亿元,总计 171916.645 亿元。

将 2003 年至 2012 年各年的环境污染指数与上年相比较的变化值,分别乘以单位环境污染指数变化导致的环境负外部性值 171 916.645 亿元,然后进行加总,可以计量 2002-2012 年高污染工业行业的环境负外部性的总值,具体如式(17)所示。

$$IE_{T(2002-2012)} = \sum_{i=1}^{10} (171\,916.645 \times \Delta PI_i) = 2\,819.432 \text{ (亿元)}$$

(17)

2002-2012 年,我国高污染工业行业产生由于环境污染程度的提高,导致的环境负外部性价值总计为 2 819.432 亿元。由于本文计量的对象仅限于 2002-2012 年高污染工业行业的工业“三废”环境负外部性,因而其总额占同期 GDP 总额的比例为 0.1%。

四、研究结论与建议

(一) 研究结论

高污染工业行业是我国环境污染的重要来源,对我国高污染工业行业的环境负外部性进行计量,有利于促使企业的环境成本内在化,形成环境成本的补偿机制,增进社会福利。笔者以我国高污染工业行业为对象,对高污染工业行业规模以上的21个行业的工业“三废”进行统计,运用因子分析法,计量了高污染工业行业2002-2012年的环境污染指数,并以各年的环境污染指数作为解释变量,以高污染工业行业带来的显性的资源耗费成本和隐性的公众生命健康福利损失作为被解释变量,以产业结构状况、对外开放水平、人均GDP和环境管理制度变量作为控制变量,回归分析高污染工业行业环境污染指数与行业环境污染导致的显性和隐性环境成本的相关性,再采用微分分析法,分析每一单位环境污染指数的变化导致的显性和隐性环境成本的变化,以此为依据,计量2002-2012年间高污染工业行业总的环境负外部性。结论为:

1. 2002-2012年,高污染工业行业环境污染指数显现出一定的波动变化态势,2002年、2004年、2008年和2010年,环境污染指数为负值,2005和2012年,环境污染指数较大,近年有扩大趋势。

2. 2002-2012年,高污染工业行业环境污染指数每提高一单位,带来的环境负外部性为171916.645亿元,其中,显性的环境负外部性为52709.185亿元,隐性的环境负外部性为119207.274亿元。说明高污染工业行业的隐性环境负外部性高于显性环境负外部性2倍以上。历史经验教训也证明,环境污染带来的公共健康福利损失远远大于经济损失,如1930年比利时马斯河谷烟雾事件,造成当地40%以上人群发生呼吸道疾病以及大量民众死亡,成为20世纪最早记录的大气污染惨案;以及1943年由汽车尾气及工业废气排放引起的洛杉矶烟雾事件、1948年美国多诺拉烟雾事件,以及我国目前较为严重的雾霾现象。因而,环境污染的公共健康福利损失,更应成为关注和研究的重点。

3. 对外开放水平越高,高污染工业行业的环境负外部性越弱。这与资源禀赋假说相一致^①[20](P215-247),也与众多学者的研究结论相吻合。大部分实证分析都不支持污染天堂假说^②,如Antweiler W & Copeland BR等建立微观理论模型,以SO₂为污染指标,采用44个国家、109个城市1971~1996年间的面板数据进行研究,发现自由贸易有助于改善处于样本平均水平的国家的环境;党玉婷认为,对外贸易能使中国有机会接触世界最先进的污染物处理技术,由此产生的技术效应大大降低了我国制造业各行业的产污系数。张相文、黄娟等分析中国21个工业行业的对外贸易对SO₂排放的影响,证明中国的对外贸易有利于节能减排;而刘渝琳等证实进口贸易可抑制环境污染,但出口与FDI加剧了中国环境污染^[21]。

4. 环境保护制度变量与公共健康福利损失负相关^③,说明国家环境管理相关法律和制度,对于高污染工业行业产生了制约作用,促进了企业环保投资,有利于改善环境质量,增进社会福利。相关的研究也支持这一结论,如张平淡等采用2005-2009年我国30个省份环保投资数据,发现环保投资对SO₂减排具有明显积极影响^[22]。

5. 人均GDP水平与环境退化成本显著正相关,说明我国经济增长方式仍属于粗放型增长方式。经济增长幅度越大,导致的环境污染越严重,则会消耗更多的社会经济资源用于生态恢复与环境治理。

(二) 建议

1. 近年来行业污染指数呈现出提高趋势,企业应进一步加强内部技术创新,开发节能环保技术,而不能依靠环境污染后的治理性投资进行环境改善。环境治理投资越大,直接社会资源耗费越多,环境的

①要素禀赋假说认为,资本密集型产业的污染水平往往高于劳动密集型产业。

②污染天堂假说(Pollution Haven Hypothesis)认为环境规制较松的国家,在环境污染产品生产上具有比较优势,自由贸易将推动环境污染型产业在环境规制较松的国家发展,从而使得这些国家成为“污染天堂”。

③在10%水平下显著。

负外部性会越大。

2. 由于高污染工业行业环境污染的隐性负外部性远远高于显性负外部性,政府与企业应综合制约与治理两方面的负外部性,尤其要关注隐性的负外部性。从已有的对环境负外部性的评估理论与方法看,大多侧重于对环境污染的外部性经济损害进行评价,但环境隐性负外部性对国民健康福利和生活质量的影响更具隐蔽性,应对其计量的方法进行深入研究。环境负外部性的经济损失补偿标准比较直接,而环境负外部性的国民健康福利损失的补偿标准,也应进一步斟酌和研究。

3. 对外开放水平与我国高污染工业行业环境污染指数显著负向相关,因而,进一步扩大对外开放,扩大进出口贸易,将有利于我国高污染工业行业节能降耗,减少污染治理成本。由于西方国家出口产品相对于我国较为清洁,其带来的本国环境污染程度更低,而我国出口产品技术相对落后,能耗相对大,产品生产及出口带来了较严重的国内环境成本。胡飞也证实出口规模的扩大加剧了我国东部和中部地区的环境污染,进口规模的变化未对我国东部和中部地区的环境污染产生明显的影响^[23]。因而,在对外开放过程中,加大西方先进技术与产品的进口,将会抑制我国环境负外部性,更会加倍提高国民的健康福利水平。

4. 进一步建立健全国家环境管理制度。我国环境投资结构中,“三同时”环境投资占比例很大,这一方面说明环境管理制度对企业节能减排起到了促进作用,另一方面也说明,环境管理制度与方法应该更加多样化。政府可针对不同工业行业,制定不同等级的环境负外部性控制标准和损失补偿标准,可将环境负外部性控制标准分为安全标准、预警标准、红线标准等多个等级,使环境管理制度具有层次性。当行业和企业环境负外部性超过一定控制标准后,相关管理部门应强制实行环境损失补偿,包括显性的资源耗费损失和隐性的公众生命健康福利损失的补偿。

5. 政府与企业都具有相应的社会责任,改变我国经济的粗放型增长方式,改善经济增长的质量,全面提高经济发展的水平。这既是降低我国高污染工业行业环境负外部性的根本性举措,同时也使我国国民经济逐渐走上健康发展之路。

鉴于资料的可获得性和分析方式的局限性,笔者对于环境负外部性的计量可能存在低估。对于环境退化成本,笔者采用的是普遍接受的维护成本法,以生态恢复和环境保护费用进行衡量。但是生态恢复与环境保护费用,不足以全面衡量环境污染带来的长远的生态环境损失,比如生物种群的减少、自然环境不可逆转的损害等,这些损失尚难以找到合适的方法进行衡量;此外,对于公众生命健康福利损失,笔者使用呼吸系统疾病和肺癌的住院治疗费用进行衡量,这也是目前常用的计量方法。但是高污染工业行业对于国民健康福利与生活质量的影响,远远不限于此。已有研究证明,环境污染不仅引发呼吸系统疾病,还会引发多种类型的恶性肿瘤和其他疾病,甚至跨代际的影响国民身体素质。此外,环境污染严重影响国民生活的幸福感。对于这类隐性环境负外部性,目前也难以进行定量分析。上述局限性也是作者今后进一步探讨的领域所在。

参考文献:

- [1] 李伟,劳川奇.绿色 GDP 核算的国际实践与启示.生态经济,2006,(9).
- [2] 蒋志华,李瑞娟.论绿色 GDP 核算试点中存在的六大问题.统计与决策,2010,(7).
- [3] S. J. Kwak, S. H. Yoo. A Constructive Approach to Air-quality Valuation in Korea. Ecological Economics, 2001, 38(3).
- [4] W. R. Dubourg. Estimating the Mortality Costs of Lead Emission in England and Wales. Energy Policy, 1996, 24(7).
- [5] 李继,郝吉明,段雷等. SO₂ 排放造成的森林损失计算:以湖南省为例.环境科学,2002,23(6).
- [6] 杨志明,王文兴,张婉华等.酸沉降破坏材料造成的经济损失的估算研究.重庆环境科学,1997,(2).
- [7] 陈硕,陈婷.空气质量与公共健康:以火电厂二氧化硫排放为例.经济研究,2014,(8).
- [8] M. A. Delucchi. The Health and Visibility Cost of Air Pollution: A Comparison of Estimation Methods. Journal of Environmental Management, 2002, 64(2).
- [9] 李莹,白墨等.居民为改善北京市大气环境质量的支付意愿研究.城市环境与城市生态,2001,(5).

- [10] 胡雁. 青岛市大气污染对人体健康经济损失评估. 中国公共卫生, 2003, (8).
- [11] 袁广达. 我国工业行业生态环境成本补偿标准设计——基于环境损害成本的计量方法与会计处理. 会计研究, 2014, (8).
- [12] B. Brunekreef, S. T. Holgate. Air Pollution and Health. The lancet, 2002, 36.
- [13] 中国环保部. 新常态下环境保护对经济的影响分析报告. 2015.
- [14] N. Künzli, S. Medina. Public-health Impact of Outdoor and Traffic-related Air Pollution: A European Assessment. The Lancet, 2000, 356.
- [15] 何庆慈, 孔玲莉. 空气污染对学龄儿童呼吸系统影响的研究. 护理学杂志, 2003, (5).
- [16] W. Antweiler, B. R. Copeland, M. S. Taylor. Is Free Trade Good for the Environment? American Economic Review, 2001, 91(4).
- [17] 党玉婷. 中国对外贸易与环境污染——基于多边及双边贸易的污染含量分析. 南开大学博士学位论文, 2010.
- [18] 张相文, 黄娟, 李婷等. 产品内分工下中国对外贸易对环境污染的影响——基于投入产出模型的分析. 宏观经济研究, 2012, (4).
- [19] 席俊清, 韩相宇, 敬红等. 论建设项目“三同时”验收监测的性质与作用. 中国环境监测, 2003, (10).
- [20] M. Mani, D. Wheeler. In search of pollution havens? Dirty industry in the world economy, 1960 to 1995. Journal of Environment & Development, 1998, 7(3).
- [21] 刘渝琳, 温怀玉. 外商直接投资、对外贸易与环境污染的实证研究. 当代经济科学, 2008, 30(2).
- [22] 张平淡, 朱松, 朱艳春等. 环保投资对中国减排的影响——基于 LMDI 的分解结果. 经济理论与经济管理, 2012, (7).
- [23] 胡飞. 产业结构升级、对外贸易与环境污染的关系研究——以我国东部和中部地区为例. 经济问题探索, 2011, (7).

Calculating on Negative Externality of Environment of High Pollution Industries in China

Liu Yan (South China Normal University)

Abstract: The paper calculates the negative externality of environment of 21 high pollution industries in China. Firstly, the paper divides negative environmental externality into two types: dominant externality which is measured by direct cost of social economic resource induced by environmental pollution, and recessive externality which is measured by national health and welfare loss; Secondly, according to the data of those industries' "three waste" from year 2002–2012, the paper calculates the environmental pollution indexes using factor analysis method; Thirdly, the paper studies the correlation between environmental pollution indexes and national health and welfare loss and direct cost of social economic resource using regression analysis method; Fourthly, using differential coefficient method, the paper calculates the total negative environmental externality of high pollution industries; Finally, the conclusion of the paper is that the recessive negative externality is two times higher than that of dominant externality, and degree of opening to outside world has negative correlation with negative environmental externality, and government's institution of environment management has made contributions to reduce environmental negative externalities, but the lever of GDP has positive correlation to the environmental negative externalities of high pollution industries.

Key words: high pollution industries; negative environmental externality; environmental pollution indexes

■收稿日期: 2017-02-23

■作者简介: 刘 焰, 华南师范大学经济与管理学院教授; 广东 广州 510006。

■责任编辑: 刘金波