

企业生态效率及其影响因素的实证检验

——基于DEA-Tobit两步法的分析

徐莉萍(教授), 戴 薇

【摘要】 选取2011~2014年重污染行业上市公司作为研究样本,采用数据包络分析法评价其生态效率,运用Tobit回归模型检验企业生态效率的影响因素,结果表明,2011~2014年,我国重污染行业上市企业的生态效率在逐步提高,但是整体水平依然偏低;上市年限、财务绩效显著正向影响企业生态效率,企业规模也具有正向作用;制造业企业的生态效率明显优于资源型产业企业的生态效率;经济发达地区的企业较经济欠发达地区的企业生态效率更高。

【关键词】 生态效率; 影响因素; 数据包络分析; Tobit模型

【中图分类号】 F275.5

【文献标识码】 A

【文章编号】 1004-0994(2016)24-0085-6

一、引言

工业企业是环境污染的主要“制造者”与能源的重要“消费者”,减少污染、节约能源是企业重要的社会责任。企业要实现可持续发展,必须厘清经济发展与环境保护的关系。2015年1月1日,修订后的新《环境保护法》正式开始实施。面对公众对环境治理的迫切要求和政府日益扩大的信息公开要求,上市公司应当认清形势,采取积极的环境管理措施,变被动的环境保护为积极的环境管理,在追求经济效益的同时更加重视环境效益以及社会效益。在此背景下,运用生态效率对企业环境绩效进行评价,可以有效提升企业环境管理水平,进而实现可持续发展。

Schaltegger和Stum在1990年首次提出了生态效率这一概念。这一概念随后被世界可持续发展商业理事会(WBCSD)采纳并传播,用来鼓励企业提高核心竞争力,承担环境保护责任。

时至今日,生态效率在区域、行业和企业的环境绩效评价中得到广泛应用。生态效率的优势在于能够对企业环境绩效进行定量分析,从而鼓励企业生产过程朝着工业增加值的最大化以及资源耗费和污染排放的最小化这一方向前进。

本文以我国重污染行业上市公司作为研究对象,对其生态效率进行评价,并进一步寻找影响企业生态效率的因素,揭示其内在联系与作用机理,试图从生态效率的视角为当前环境污染、能源紧张与经济发展的问题寻求解决思路。

二、文献综述

生态效率反映了企业在“经济”和“环境”两个维度的综合影响,在具体计量时,不同学者采取的测算指标也不同。戴志军和陆钟武(2005)将企业生态效率指标分解为资源效率、能源效率以及环境效率三项,厘清了输入和输出企业的资源、产品和污染物的种类与数量关系。张秀敏(2009)基于企业绩效指标的框架体系,结合具体案例并尝试以销售额/酸化物排放、销售额/温室气体排放、销售额/废物总量作为企业的生态效率指标来研究。Suh等(2014)以二氧化碳排放量和能源消耗量为投入量,以企业价值为产出量,分析了韩国16个行业的企业生态效率。金桂荣和张丽(2014)则使用省际数据,以劳动力、资本存量、能源投入和污染物排放为投入,以工业增加值为产出分析了中小企业的节能减排效率。

生态效率的评价方法包括比值法、指标体系分析、数据包络分析(DEA)等(孙源远和武春友,2008)。其中,DEA是运用最广泛的方法。陈静等(2007)借鉴WBCSD的生态效率指标体系构建了环境绩效的动态评估体系,用DEA模型对7家钢铁企业2002~2003年的环境绩效进行测算,发现DEA动态评价比单纯的静态评估更具合理性。Dyckhoff和Allen基于生产理论和活动分析,通过多维度价值函数推导出企业生态效率评价的基本DEA模型。刘永红等(2012)将污染物排放作为非期望产出引入数据包络分析中,评价了太钢、宝钢和武钢三家钢铁企业2000~2010年的生态效率,结果发现整体生

【基金项目】 国家自然科学基金项目“基于生态环境的地方政府资产、负债转换机理与多维度量及实证研究”(项目编号:71573075); 国家自然科学基金项目“主题功能生态预算报告构建方法及其实证研究”(项目编号:71273084); 湖南省科技计划项目“长株潭城市群生态绿心地区森林生态效益补偿定价研究”(项目编号:2015ZK3007)

□ 业务与技术

态效率最高的是太钢。赵天燕等(2015)则将DEA方法用于火力发电行业10家上市公司的环境效率测算,发现企业间的环境效率最大存在0.3503的差异。

此外,现有研究也开始逐步转向生态效率驱动力机制的分析,但相关研究还比较少。陈晓红和陈石(2013)对湖南化工企业进行调研后发现,技术进步、企业生态文化、环境规制强度、政府补贴以及地域等因素对于企业生态效率存在不同程度的影响。Suh等(2014)计算了韩国跨行业企业的生态效率,发现大部分行业企业的财务绩效对其生态效率的影响不具有显著性。郭文和孙涛(2013)从能源效率和环境污染两个角度测算了我国39个工业行业的生态全要素能源效率,发现初始投资规模大、技术壁垒高的行业效率高,而传统加工工业和劳动密集型行业效率偏低。

纵观以往文献可以发现,当前生态效率的评价对象多聚焦于某一区域或者某一类行业,国内尚缺乏对上市公司的生态效率进行全面考察的实证研究文献。因此,本文立足于中国企业的微观层面来研究环境绩效评价,使用跨行业的企业数据测算企业自身的生态效率。以现有文献中采用的投入和产出指标为基础,运用DEA方法对生态效率进行评价,并尝试做进一步的研究,用Tobit回归模型找出企业生态效率的主要影响因素,据此探讨提升企业生态效率的有效途径,作为当前区域和产业层次生态效率研究的有益补充。

三、企业生态效率测度及评价

(一)模型选择

数据包络分析(DEA)利用线性规划方式,结合多种投入与产出项目,计算出一个代表效率的综合指标,是评价效率最有效的一种非参数型方法。DEA方法的优点在于其测算不受人为因素影响,不同性质的投入产出的决策单元之间也能进行效率高低的评估,因此本文采用DEA作为测算企业生态效率的方法。应用DEA方法进行绩效评价时,首先需要在投入导向和产出导向之间进行判断。企业生态经营过程中,投入往往相比于产出更容易被控制,因此本文选择了以投入为导向的DEA方法,这也可以激励相关企业实施节能减排。基于以上考虑,本文选取基于投入导向的CCR-DEA模型测度企业的生态效率。

假设有n个决策单元(DMU),有p种投入,转换为q种产出,需要估计每个DMU的效率值,CCR-DEA模型如下:

$$\begin{cases} \text{maximize: } h_k = 1 / \sum_{i=1}^p (U_i Y_{ik}) \\ \text{subject to: } \sum_{j=1}^q (V_j X_{jk}) = 1 \\ \sum_{i=1}^p (U_i Y_{ik}) - \sum_{j=1}^q (V_j X_{jk}) \geq 0 \\ U_i \geq \varepsilon \geq 0; V_j \geq \varepsilon \geq 0 \\ (i=1, 2, 3, \dots, p; j=1, 2, 3, \dots, q; k=1, 2, 3, \dots, n) \end{cases}$$

其中,k为被评估的决策单元(DMU); h_k 为被评估DMU的相对效率值; Y_{ik} 为第k个DMU的第i个投入值; X_{jk} 为第k个DMU的第j个产出值; U_i 、 V_j 代表第k个DMU的第i个投入值权数和第j个产出值求得的权数。

运用CCR-DEA模型得出的效率值被称为综合技术效率(Technical Efficiency)。通过上述计算公式求得的每一个决策单元所衡量出的投入及产出的效率值都会介于0~1之间。若效率值为1,则决策单元有效;若效率值小于1,则非有效。

(二)投入产出指标选取

要准确测算生态效率,关键是合理选取投入与产出指标。企业生态效率评价中的“投入”是指企业各方面资源的综合利用以及排污所造成的环境影响,“产出”是指企业提供的产品或服务的价值。

参考已有的相关研究,在考虑数据可得性的基础上,本文选取固定资产净值(x_1)、企业在职员工总数(x_2)、能源消费总量(x_3)、二氧化硫排放量(x_4)作为投入指标,选取主营业务收入(y)作为产出指标。企业具体的主要投入、产出指标见表1:

表1 企业生态效率评价的投入产出指标选取

指标	指标名	具体内容	单位	参考文献
投入指标	资本输入(x_1)	固定资产净值	万元	陈晓红和陈石,2013; 金桂荣和张丽,2014
	人力输入(x_2)	在职员工数	人	
	能源输入(x_3)	燃料成本	万元	
	环境污染输入(x_4)	二氧化硫排放量	万吨	
产出指标	产品/服务价值(y)	主营业务收入	万元	张秀敏,2009

(三)样本选择与数据来源

本文选取2011~2014年重污染行业上市公司的数据作为研究样本。由于中国上市公司环境信息披露的整体水平不高,环境信息公开的程度较低,数据收集较为困难。考虑到企业数据披露的限制,在剔除缺失数据和ST类公司之后,通过手工搜集最终获得了38家重污染行业上市公司的完整数据,共有2011~2014年144个观测值。

根据证监会2012年行业分类指引,研究样本包含了电力、热力生产和供应业、煤炭开采和洗选业、黑色金属冶炼及压延加工业等八个主要重污染行业。

在样本搜集过程中,我们发现,企业对于能源消耗与污染排放相关数据的披露呈现逐年增长的趋势,披露研究所需完整数据的公司从2011年的35家增加到2014年的38家,此外还有一些企业由于披露的是单位数据而不是总量数据,故未纳入样本统计范围内。文中38家企业2011~2014年的能源消耗与污染物排放数据通过手工收集得到,其他相关数据主要来源于企业年报、社会责任报告、环境报告以及国泰安CS-MAR数据库。

(四)对企业生态效率的评价

本文采用Deap2.1软件,将表1中的投入产出数据代入,求解投入导向的CCR-DEA模型,求解结果为综合技术效率,最终得出2011~2014年研究样本企业各年的生态效率评价结果,具体如表2所示(“-”表示未披露相关数据):

表2 2011~2014年重污染行业上市公司生态效率评价结果

企业代码	企业名称	2011年	2012年	2013年	2014年
000027	深圳能源	0.685	0.584	0.641	0.664
000539	粤电力A	1.000	1.000	1.000	0.833
600011	华能国际	0.639	0.532	0.621	0.635
600021	上海电力	0.515	0.397	0.444	0.467
600726	华电能源	0.130	0.145	0.157	0.128
600795	国电电力	0.332	0.333	0.412	0.395
600886	国投电力	0.563	0.535	0.719	0.831
601991	大唐发电	0.668	0.535	0.590	0.555
000937	冀中能源	0.237	0.214	0.206	0.180
000983	西山煤电	0.203	0.231	0.264	0.163
600123	兰花科创	0.137	0.161	0.167	0.178
600188	兖州煤业	0.194	0.247	0.357	0.584
600397	安源煤业	0.103	0.589	0.660	0.458
601666	平煤股份	0.231	0.215	0.203	0.197
601898	中煤能源	0.303	0.337	0.398	0.329
002064	华峰氨纶	0.200	0.267	0.427	0.338
000709	河北钢铁	0.442	0.421	0.491	0.401
000717	韶钢松山	0.343	0.316	0.400	0.397
000761	本钢板材	0.377	0.379	0.417	0.340
000825	太钢不锈	0.791	0.954	1.000	0.826
002110	三钢闽光	0.512	0.491	0.634	0.530
600019	宝钢股份	0.969	1.000	1.000	0.950
600231	凌钢股份	0.460	0.423	0.516	0.358
600282	南钢股份	0.639	0.587	0.543	0.466
600399	抚顺特钢	0.269	0.313	0.212	0.247
600569	安阳钢铁	0.228	0.196	0.323	0.264
600782	新钢股份	0.276	0.285	0.37	0.348
600808	马钢股份	0.386	0.337	1.000	1.000
601003	柳钢股份	0.861	0.816	0.916	0.720
000629	攀钢钒钛	0.608	0.201	0.244	0.240
000655	金岭矿业	-	-	-	0.388
002422	科伦药业	0.283	0.273	0.337	0.194
600488	天药股份	0.185	0.251	0.272	0.226
002246	北化股份	0.610	0.461	0.469	0.492
002470	金正大	0.876	1.000	0.816	0.866
600500	中化国际	1.000	1.000	1.000	1.000
000878	云南铜业	-	-	-	1.000
002237	恒邦股份	-	-	0.872	0.890
	均值	0.464	0.458	0.531	0.502

表2给出了2011~2014年各企业的生态效率值,综合四年来看,生态效率均值为0.489,中位数为0.419,最大值为1,最小值为0.103。从评价结果来看,2011~2014年,各年分别只有2、4、5、3家公司位于综合效率水平前沿,其中中化国际连续四年生态效率值为1,成为研究样本企业中生态效率表现最好的企业,其次为粤电力A和宝钢股份。

从时间演化趋势上看,2011~2014年各年的生态效率均值为0.464、0.458、0.531和0.502,除了2013年出现较小波动,整体呈现逐年上升的趋势。这表明,近几年来我国政府制定的节能减排政策效果已经显现。

同时,各年平均效率维持在0.5左右。这意味着在给定资源投入的情况下,企业产值还可以增加50%,相应的,资源消耗和环境污染还可以减少50%。其中,2013年和2014年的生态效率均值略高于2011年和2012年,说明随着环境监管的加强和企业环境治理的改善,企业的整体生态效率水平也在不断上升。

从企业所属行业来分析,在样本企业所属的八个行业中,生态效率均值最高的是有色金属冶炼及压延加工业的企业,其次为化学原料及化学制品制造业,而煤炭开采和洗选业及医药制造业处于生态效率排名的末位,不同行业的生态效率值呈现出较大的差异。

从各个样本的具体状态来看,重污染行业上市公司的生态效率表现令人担忧,体现在以下几点:第一,企业生态效率水平参差不齐,各年生态效率变化在0.103~1之间,企业之间生态效率的差异较大,最大差值达到0.897;第二,结合4年的情况来看,59.72%的企业生态效率值在0.5以下,而实现生态效率有效的企业仅有9.72%,明显偏少,表明优势并不明显;第三,从各年的排名趋势来看,多数公司在综合技术效率变化上分别表现出轻微的退步或进步,但有一些公司例外,如安源煤业2011年效率值为0.103,排名第35位,但2013年效率值为0.66,跃升到第7位,出现较大幅度上升,生态效率进步明显;攀钢钒钛2011年效率值为0.608,排名第12位,但2014年效率值为0.24,排名跌至第32位,出现较大幅度的下降。这表明,随着越来越严格的环境监管政策,各企业都在积极改善企业环境绩效,但也有少数企业环境绩效改进的成果不显著,导致生态效率下降的情况发生,因此应当密切关注其发展动向。在下一阶段的改进工作中,各个企业应该结合自身的实际情况,在经营业绩不出现大幅度波动的情况下,先易后难,逐步实现自身生态效率的提升。

四、企业生态效率的影响因素分析

应用DEA方法得出企业生态效率值之后,我们以DEA计算出来的生态效率值作为回归的因变量,以相关因素作为自变量,进行回归分析,目的是根据自变量的系数和显著性程度,判断不同因素对生态效率值的影响方向与程度。由于DEA方法所衡量出来的效率值介于0~1之间,因此其数值与

□ 业务与技术

普通最小二乘法中因变量为连续变数的假设有所不同。Greene(1981)指出在这种因变量满足某种约束条件进行取值的情况下,若是以普通最小二乘法估计,将对结果造成偏误。因此,本文采用Tobit模型进行回归分析。

(一)假设提出与模型设定

上市公司财务绩效越好,盈利能力越强,就越有能力改善环境绩效,在生态环境保护工作中投入更多的资源,提高环境管理水平,从而体现其履行社会责任的程度(汪文隽和柏林,2015)。而财务状况较差的企业则难以承受环境整改的巨大成本。参考以往文献,本文选择净资产收益率(ROE)作为财务绩效的替代变量。基于此,本文提出:

假设一:上市公司财务绩效越好,则生态效率越高。

一方面,规模越大的上市公司,受到社会公众与媒体的关注度也就越高,为了防止污染物超标排放带来的负面影响,企业会采取节能环保措施以获得或维持自身的良好声誉;另一方面,大企业拥有雄厚的资金和较强的技术实力,一般能够独立做出环境管理的决策,取得较好的环境绩效。从以往文献看,企业规模对企业环保行动的决策具有很大影响。本文将企业资产取自然对数(SIZE),作为企业规模的替代变量。基于此,本文提出:

假设二:上市公司规模越大,则生态效率越高。

上市公司在环境管理方式上会因为企业年龄而存在差异。年龄大的企业在长时间的生产经营活动中积累了生产经验和环境管理经验,从而拥有比年龄较小的企业更高的环境管理水平。根据组织学习理论的观点,企业可以构建组织知识体系,发挥组织效能,从而提高组织的竞争能力。因此,企业年龄越大,积累的经验越多,生态效率就可能越高。本文采用上市年限(AGE)作为衡量企业年龄的指标。基于此,本文提出:

假设三:上市公司的企业年龄越大,则生态效率越高。

债权人考虑到资金安全等因素,在关注企业财务信息的同时,也会关注环境信息等非财务信息,从而对环境风险进行防范。为了满足债权人等利益相关者的要求,企业迫于压力对外披露环境绩效改进情况,提升债权人的信任度。此时,若能够直观地体现环境绩效的指标(如污染物排放量等)则有利于债权人了解企业对于环境问题的应对能力。偿债压力越大的企业,越倾向于通过提高生态效率来向债权人传达好的信号。因此,我们假设企业资产负债率(LEV)越高,则生态效率越高。基于此,本文提出:

假设四:上市公司资产负债率越高,则生态效率越高。

一方面,相较于经济欠发达地区,经济发达地区由于经历了较长的工业化时间,通常已经发生了一些对地区环境质量影响重大的污染事件,因此政府相关部门会制定较为严格的环保政策,以对在其辖区内的企业环境污染行为加以管制,有关污染排放的监测信息公开程度较好;另一方面,社会

公众对经济发达地区的企业违规排污等事件关注程度也较高,各方参与环境治理的水平更高。因此,经济发达地区的上市公司迫于政府和公众的环境监管压力,会对环境管理重视程度更高,从而提升其生态效率。本文将企业所在区域(REGION)设为虚拟变量,将注册地位于经济发达地区及沿海城市的企业定义为1,将注册地位于其他区域的企业定义为0。基于此,本文提出:

假设五:经济发达地区的上市公司生态效率更高。

根据行业特征,本文将样本企业所属行业进一步细分为资源型产业和制造业。其中,资源型产业包括电力、热力生产和供应业,煤炭开采和洗选业,黑色金属矿采选业;制造业则包括化学纤维制造业,黑色金属冶炼及压延加工业,医药制造业,化学原料及化学制品制造业,以及有色金属冶炼及压延制造业。从变量的描述性统计来看,在要素投入方面,资源型产业在资本投入、能源消耗和工业废气排放量上面都要远高于制造业企业。资源型产业属于高耗能高排放产业,高资源消耗和高污染排放是其业绩增长的主要途径,因此生态效率低于制造业企业。本文将行业特征(IND)设为虚拟变量,将制造企业定义为1,将资源型企业定义为0。基于此,本文提出:

假设六:资源型企业相比制造业企业的生态效率更高。

基于以上假设,本文进行企业生态效率的面板Tobit模型设定,具体如下:

$$ECO = \beta_0 + \beta_1 \times ROE_{it} + \beta_2 \times SIZE_{it} + \beta_3 \times AGE_{it} + \beta_4 \times LEV_{it} + \beta_5 \times REGION_{it} + \beta_6 \times IND_{it} + \varepsilon$$

其中, β_0 为截距项, β_1 、 β_2 、 β_3 、 β_4 、 β_5 、 β_6 为各个自变量的回归系数, i 为公司数($i=1,2,3,\dots,n;n=38$), t 代表时期($t=1,2,3,4$), ε 为残差项。ECO为企业生态效率,ROE为净资产收益率,SIZE为企业总资产对数,AGE为企业上市年限,LEV为资产负债率,REGION为企业所在区域,IND表示企业所处行业特征。其中,生态效率数据由前文内容计算得到,其他数据均来自CSMAR数据库,本文采用面板数据随机效应模型对模型进行估计。

(二)实证分析

本文使用Stata12.0软件中的Tobit回归模型进行计量分析,结果如表3所示:

表3 变量的描述性统计

变量	观测值	均值	最大值	最小值	标准差	中位数
ECO	144	0.489	1.000	0.103	0.268	0.419
ROE	144	0.047	0.833	-0.715	0.138	0.048
SIZE	144	18.316	26.405	0.212	10.344	23.780
AGE	144	12.160	21.000	1.000	4.824	13.000
LEV	144	0.606	0.867	0.129	0.170	0.647
REGION	144	0.521	1.000	0.000	0.501	1.000
IND	144	0.549	1.000	0.000	0.499	1.000

以上描述性统计的结果显示,重污染行业上市公司的生态效率整体水平偏低,均值仅为0.489,标准差为0.268。研究样本的ROE值在-0.715~0.833之间,均值为0.047,存在明显差异;资产对数的均值为18.316,企业平均规模较大;企业平均上市年限为12.16年。有52.63%的样本位于经济发达地区,同时,有44.74%的样本属于资源型企业。虽然样本都来自重污染行业上市公司,但是不同企业间生态效率差别较大,这使得本文探讨企业生态效率的影响因素更具有研究意义。

表4 变量相关性分析

变量	ECO	ROE	SIZE	AGE	LEV	REGION	IND
ECO	1						
ROE	0.1459*	1					
SIZE	0.1390*	0.1600	1				
AGE	0.0693*	-0.2500***	0.0661	1			
LEV	0.0501	-0.3865***	0.1089	0.3062***	1		
REGION	0.3516***	0.2414***	0.1369	-0.1386	-0.0881	1	
IND	0.2396***	-0.3983***	-0.2382***	-0.1641**	0.0384	-0.0879	1

注: *、**、***分别表示在0.1、0.05、0.01的水平上显著。

从表4列示的相关系数来看,生态效率与企业所在区域和所处行业特征在1%的水平上正相关,与财务绩效、企业规模和上市年限在10%的水平上正相关,而与资产负债率则不具有显著的相关性,这与原假设不符,有待进一步检验。相关系数的符号均与假设一致。

此外,变量之间的相关系数均小于0.5,表明模型不存在严重的多重共线性问题。

表5 企业生态效率影响因素的Tobit回归结果

变量	预期符号	系数	标准差	Z统计量	P值
ROE	+	0.3435109	0.1376640	2.50	0.013
SIZE	+	0.0015186	0.0010580	1.44	0.151
AGE	+	0.0197755	0.0075941	2.60	0.009
LEV	+	-0.0221287	0.1580547	-0.14	0.889
REGION	+	0.1928457	0.0807662	2.39	0.017
IND	+	0.2480542	0.0824224	3.01	0.003
_cons		0.0018042	0.1531433	0.01	0.991

注: Log likelihood=43.51046, Wald chi2(6)=22.60, Prob>chi2=0.0009, P<0.05表明各变量具有统计显著性。

从表5Tobit回归结果可以得出以下结论:

第一,企业的财务绩效与生态效率正相关,且在5%的水平上显著。在其他条件不变的情况下,净资产收益率提高,企业生态效率也随之提高,与假设一相符。这表明,财务绩效好的企业有能力把更多的资源投入到环境保护工作中,更倾向于提高环境管理水平,重视节能减排工作,以突显企业对社会和环境的贡献。

第二,企业规模与生态效率正相关,但显著性不强。这说

明上市公司规模越大,生态效率越高,但由于重污染行业企业普遍受到一定的环境管制,企业企图通过积极改善环境绩效来树立公司良好形象的方式在重污染行业企业中表现不显著。

第三,企业年龄与生态效率正相关,且在1%的水平上显著。这表明企业上市时间越久,生态效率越高,假设三得到验证。说明企业年龄越大,越有利于生产经验、环境管理经验以及员工经验的积累。从样本数据统计来看,2014年上市公司的年龄在十年及以上的占68.42%,这些企业经过早期经验的积累,在要素组合方式上更加优化,使其拥有比上市年龄较小的企业更高的生态效率。

第四,企业的资产负债率与生态效率之间负相关,没有通过显著性检验,这与本文的假设不相符。可能是我国上市公司的债权人存在对环境会计相关信息不太关心,对企业环保问题采取措施、施加影响不够的情况。由此推出,企业更可能是基于政府部门的环境监管要求进行环境管理,而非迫于债权人等其他利益相关者的压力。

第五,企业所在区域与其生态效率显著相关,这表明位于经济发达地区的企业生态效率要高于经济欠发达地区企业的生态效率,假设五通过验证。这也进一步说明企业生态效率受到政府监管等外部压力的显著影响。在经济发达地区,严格的环境执法和社会监督,会促进企业实现合规排放和环境治理水平的提高,因此经济发达地区的企业拥有更高的生态效率。

第六,企业所处行业的特征与生态效率显著相关,假设六通过验证。制造业企业的生态效率明显高于资源型企业的生态效率。这是因为资源型企业大多以初级加工产品为主要最终产品,以消耗资源和破坏生态环境为代价,生态效率低于制造业企业,产生的环境污染远比制造业严重,因而面临着更大的环境风险。这也反映出我国亟须进行产业转型升级的现实问题。

(三)稳健性检验

为了验证结论的可靠性,本文进行了如下稳健性检验:

第一,为了避免极端值的影响,本文对连续变量进行了缩尾处理,对处理之后的数据进行回归检验,得出的结果与前文一致。

第二,本文参考张秀敏(2009)和李大元等(2015)的做法,将企业生态效率用“万元销售收入二氧化碳排放量”来衡量,即:生态效率=主营业务收入/二氧化碳排放量。以生态效率作为被解释变量,重新进行多元线性回归,发现各解释变量回归系数方向和显著性程度基本不变,说明原有结论是稳健的。

□ 业务与技术

稳健性检验的结果如表6所示:

表6 稳健性检验结果

变量	预期符号	系数	标准差	T值	P值
ROE	+	0.4515749	0.1611065	2.80	0.006
SIZE	+	0.0129530	0.0059065	2.19	0.030
AGE	+	0.0094923	0.0046123	2.06	0.042
LEV	+	0.1463404	0.1290312	1.13	0.259
REGION	+	0.1751595	0.0401833	4.36	0.000
IND	+	0.2086328	0.0428383	4.87	0.000
_cons		-0.2665623	0.1676664	-1.59	0.114
$R^2=0.2801$; $Adj R^2=0.2317$; $P=0.0000$					

五、结论与对策

(一) 结论

本文以重污染行业上市公司作为样本进行实证研究,从微观层面对企业的生态效率进行了评价,并进一步研究了企业生态效率的影响因素,得出了以下结论:

第一,尽管长期来看我国工业经济的发展正在逐步脱离高耗能高污染的产业初级阶段,但重污染行业上市公司的生态效率总体水平不高,亟待改善。

第二,财务绩效、企业年龄与行业特征是显著影响上市公司生态效率的因素,且经济发展水平高的地区企业的生态效率更高。此外,企业规模也会对企业生态效率产生正向影响,但稳健性较差。

(二) 对策

为了进一步提高企业生态效率,保证经济与环境的可持续发展,本文提出如下政策建议:

第一,政府应着力于建立完善的环境信息披露监管系统,制定信息公开的统一标准,如指标设置、计量单位等,采取一定的强制性措施,督促上市公司依法公开环境信息。同时,对违规排污的企业给予严厉惩罚,使其承担因环境问题带来的经济成本和社会成本,推动上市公司更加自觉地改善环境绩效。

第二,提高企业生态效率,需要企业提升自身的环保意识,将生态效率的概念充分融入行业、企业以及产品的经济活动中,不断积累有益的环境管理经验,最大限度地降低单位产品的污染物排放量和资源消费量,实现经济发展与环保低耗双赢。

第三,优化资源型产业、制造业的环境资源消耗与经济发展的关系,促进企业从“高耗能低效率”向“低耗能高效率”转变。其中,要加快对资源型产业的改造升级,促使资源型产业向生态化方向转型升级。鉴于不同行业生态效率差异明

显,因此建议根据行业异质性来制定环境政策将更加有利于中国工业的发展。

限于数据的可获得性,本文选取的研究样本有限,未来还需进行更多样本的检验。此外,后续研究将会把其他环境污染物纳入生态效率评价的指标体系中,对企业生态效率进行更全面的评价,以更加深入地分析企业生态效率提升的动力机制。

主要参考文献:

戴铁军,陆钟武.钢铁企业生态效率评价[J].东北大学学报,2005(12).

张秀敏.企业绩效指标及其生态效率报告探析[J].经济问题探索,2009(3).

Suh Y., Seol H., Bae H., Park Y.. Eco-efficiency based on social performance and its relationship with financial performance[J]. Journal of Industrial Ecology, 2014(18).

金桂荣,张丽.中小企业节能减排效率及影响因素研究[J].中国软科学,2014(1).

孙源远,武春友.工业生态效率及评价研究综述[J].科学学与科学技术管理,2008(11).

陈静,林逢春,杨凯.基于生态效益理念的企业环境绩效动态评估模型[J].中国环境科学,2007(5).

H. Dyckhoff, K. Allen. Measuring ecological efficiency with data envelopment analysis (DEA) [J]. European Journal of Operational Research, 2001(2).

刘永红,郭忠行,谢刚.钢铁企业生态效率的DEA模型构建及应用[J].太原理工大学学报,2012(1).

赵天燕,孙涛,郭文.火力发电企业环境效率及全要素生产率[J].财贸研究,2015(5).

向顺鹏.加强基层审计机关资源环境审计[J].审计月刊,2015(10).

陈晓红,陈石.企业生态效率差异及技术进步贡献——基于要素密集度视角的分位数回归分析[J].清华大学学报,2013(3).

郭文,孙涛.中国工业行业生态全要素能源效率研究[J].管理学报,2013(11).

汪文隽,柏林.沪市制造业企业环境管理与财务绩效关系研究——基于面板数据联立方程组模型的实证分析[J].企业经济,2015(5).

李大元,孙妍,杨广.企业环境效益、能源效率与经济绩效关系研究[J].管理评论,2015(5).

作者单位:湖南大学工商管理学院,长沙410082