

# 中国的环境效率与环境管制

——基于1986—2007年省级水平的估算

李胜文,李新春,杨学儒

(中山大学管理学院,广东广州510275)

**摘要:**环境效率是生产过程中潜在可实现的最少污染排放量与实际污染排放量之比,企业能否提高环境效率取决于环保投入的产出水平。文章在随机前沿生产函数基础上估算了中国1986—2007年省级水平的环境效率,结果显示:中国的环境效率较低且增长缓慢,其中中部地区环境效率最低,西部地区环境效率最高。目前的环境管制方式在东部较为有效,对中西部的影响则不显著。因此环境管制不但要针对污染物当量,还要综合考虑企业的成本、利润水平等因素,才能更好治理污染。

**关键词:**环境效率;随机前沿生产函数;环境管制

**中图分类号:**F062.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2010)02-0059-10

## 一、引言

改革开放以来中国经济保持了近30年的高速增长,但这主要是依靠要素投入增长实现的(郭庆旺、贾俊雪,2005),在人民生活水平得到极大提高的同时,环境污染问题也日趋严重。环境库兹涅茨曲线显示环境污染水平与经济增长关系呈“倒U”关系,即经济发展初期环境污染必定日益加重,只有人均收入超过一定水平后,经济发展过程中才会注重环境管制,环境质量才会逐步得到改善。新兴工业化国家的发展经历也表明,环境恶化是经济起飞阶段所面临的重要难题。为了避免重复工业化国家先污染后治理的发展道路,1992年8月中国第一次明确提出转变传统发展模式,走可持续发展道路;紧接着1993年10月全国第二次工业污染防治工作会议提出通过实行清洁生产防治工业污染;而后“十一五”规划中明确提出减少污染物排放总量,提倡发展循环经济

**收稿日期:**2009-11-08

**基金项目:**国家自然科学基金项目(70732005,主持人:蔡丽);国家社会科学基金项目(07CJY008,主持人:张书军);中国博士后科学基金项目(20090450908,主持人:李胜文),广东自然科学基金项目(9451027501002568,主持人:李胜文)

**作者简介:**李胜文(1973—),男,中山大学管理学院博士后流动站研究人员,讲师;  
李新春(1962—),男,安徽桐城人,中山大学管理学院院长,教授,博士生导师;  
杨学儒(1980—),男,中山大学管理学院博士生。

和建设环境友好型社会;2007年10月中共十七大将中国经济发展战略由“又快又好”调整为“又好又快”,进一步强调环境保护和经济发展的可持续,环境污染成为当前经济社会需要着重解决的中心问题之一。这就要求经济发展过程中必须采取措施有效控制环境污染,因此如何评估环境保护的效率,估算环境效率变得十分必要。

环境效率反映了特定技术条件下,经济社会减少环境污染的效率。环境污染是生产过程中不可避免的,对生产率和经济增长有负面影响。传统的效率估算中虽然包含了环保投入但并不包含污染产出,从而导致效率估算出现偏差。Pittman(1983)尝试把废水、废气作为非意愿产出加入效率研究中,并以美国 Wisconsin 的造纸业为例,评估了企业的污染控制行为对其效率的影响。Yaisawarng 和 Klein(1994)同时结合非意愿投入和非意愿产出,采用 Malmquist 指数来评估美国电力行业在减少环境污染的生产过程中技术效率和生产率水平所产生的变化,Chung 等(1997)进一步提出以不需要影子价格信息的 Malmquist-Luenberger 指数代替传统的 Malmquist 指数来估算存在环境污染时的生产率,并以瑞典造纸业为例,分析了通过减少非意愿产出而增加意愿产出所导致的效率变化。

近期国内部分研究人员在研究生产率时也把环境因素纳入考量。王兵等(2008)研究了环境管制下 APEC 国家全要素生产率(TFP)增长,发现环境污染管制对 TFP 增长具有一定的正贡献;胡鞍钢等(2008)结合环境因素估算了中国各省技术效率,发现环境因素对各省的影响并不一致,但技术效率与经济增长模式有密切关系;袁晓玲等(2009)在考察中国全要素能源效率时也把环境污染作为一重要因素而加以考虑。这些研究结合环境因素分析了效率或生产率的变化。但这些研究只是把环境因素作为技术效率或生产率的一个重要影响因素,考察的是技术效率或生产率,并没有单独估算环境效率;同时所采用的非参数分析法,虽然更有利于处理包含环境污染在内的多投入多产出的效率问题,但非参数法具有把随机误差当成效率的局限性,可能使效率值上偏。此外,污染物主要由废水、废气和固体废物构成,如果采用单一的污染物来衡量环境污染,那就暗含有这些地区的三种污染物构成比例为一致的假设,实际上污染物排放在各地区的构成和不同污染对环境的影响上并不相同,这可能会对各地区的污染物排放及效率评估产生偏差。所以本文的目的是提取污染物的公因子作为环境污染的综合指标,并采用参数法将环境保护中的环境效率从技术效率中分离出来,比较中国环境效率的区域差异,分析环境污染管制方式与环境效率的关系。

## 二、环境效率的界定

假设将生产过程中的投入分为两类:一是普通投入,这类投入对环境没有

危害；二是有害投入，这类投入对环境有危害，但这两类投入都是生产过程中必需的。根据 Reinhard 等(1999、2000)对环境效率的定义，环境效率是在既定的技术水平、普通投入和产出保持不变的条件下，可以实现的最小化有害投入数量与目前的有害投入数量之比。环境效率高表示现有技术条件下污染物可减少的程度比较低，此时只有通过进一步提高技术水平才能更大幅度地减少污染物排放；环境效率低表示即使不提高技术水平，也可以通过充分利用现有技术而大幅度减少污染物的排放，从而改善环境质量。环境效率与技术效率的区别在于环境效率表示在其他条件不变时，有害投入可以减少的程度，此时通过有害投入减少来反映；而技术效率则表示在产出不变的条件下，投入可以减少的程度(投入导向型)，此时所有投入均可能减少。

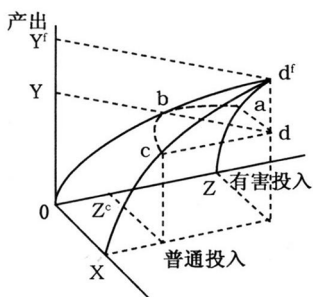


图 1 产出与普通投入和有害投入

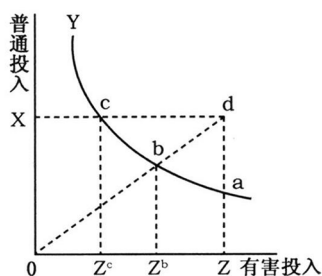


图 2 普通投入与有害投入

假设生产前沿面为  $f(\cdot)$ ， $Y$  是普通投入  $X$  和有害投入为  $Z$  条件下所观察到的产出，则有  $Y \leq f(X, Z)$ 。如图 1 所示， $0X^d d'Z$  是一个弧形的生产前沿面； $abcd$  是产量为  $Y$  的等产量面。把图 1 的三维空间图转为只有两种投入的二维平面后得到图 2， $d$  点的产出为  $Y$ ，是具有无效率的点， $d$  点的技术效率可表示为  $|Yb|/|Yd|$  (见图 1) 或为  $|0b|/|0d|$  (见图 2)。 $d$  点消除无效率后，其可以移动至生产前沿面  $0X^d d'Z$  上，如果所有投入都保持不变，则  $d$  点就移动至  $d'$  点处，此时产出变为  $Y'$ 。保持生产不存在无效率(即生产点只在  $0X^d d'Z$  弧形生产前沿面上移动)且普通投入  $X$  不变，通过减少有害投入至  $Z^c$ ，即移动至前沿面上的  $c$  点，此时产出仍为  $Y$ ，由于前沿面是一个弧形面，因此  $c$  点是等产量面  $abcd$  上有害投入最少的点，也即具有环境效率的点。投入导向的环境效率可以表示为：

$$EE = \text{Min}[\theta; f(X, \theta Z) \geq Y] = |0Z^c| / |0Z| \quad (1)$$

### 三、环境效率估算方法

生产过程中排放污染物是不可避免的，对污染物只能加以控制，以减少其对环境的污染，许多研究在估算效率时把污染问题当成生产模型中的特殊投入(Reinhard 等, 1999、2000; Shaik 等, 2002; Coelli 等, 2005)，本文也将环境污

染看成是一种有害投入,即看成是生产过程中必不可少的投入,但可以对其投入量(污染排放量)加以控制。然后借鉴 Reinhard 等(1999、2000)评估氮肥过度投入条件下的环境效率方法,首先构建如下总量生产函数为:

$$Y_{it} = f(X_{it}, Z_{it}; \beta) e^{V_{it} - U_{it}} \quad (2)$$

其中:  $i=1, 2, \dots, I; t=1, 2, \dots, T; Y_{it}$  表示第  $i$  省在  $t$  期的产出,  $Z_{it}$ 、 $X_{it}$  分别表示第  $i$  省在  $t$  期的普通投入和有害投入。 $\beta$  是待估参数向量。 $V_{it}$  是服从  $N(0, \sigma_v^2)$  分布的随机误差,且独立于  $U_{it}$ 。 $U_{it}$  表示技术无效率,服从截断型正态分布  $N(\mu_{it}, \sigma^2)$ 。假设普通投入有  $j$  种,有害投入只有 1 种,并选择 Translog 函数形式作为生产函数,于是得到:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln X_{ij} + \beta_z \ln Z_{it} + 0.5 \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln X_{ij} \ln X_{itk} + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} \ln Z_{it} \\ & + 0.5 \beta_{zz} (\ln Z_{it})^2 + V_{it} - U_{it} \end{aligned} \quad (3)$$

其中:下标  $j, k$  均表示普通投入的序号,且  $j=k$  时有  $\beta_{jk} = \beta_{kj}$ , (3) 式是具有无效率的生产(投入  $X_{it}$  和  $Z_{it}$ 、生产出  $Y_{it}$ )。如果(3)式的  $U_{it} = 0$ ,即不存在无效率的生产,此时的投入产出处于生产前沿面上(投入  $X_{it}$  和  $Z_{it}$ 、生产出  $Y_{it}^f$ )。如果此时保持普通投入  $X_{it}$  不变并减少有害投入  $Z_{it}$ ,使生产点在生产前沿面上移动,当移动至产出为  $Y_{it}$  且有害投入为  $Z_{it}^c$  的生产前沿点时,此点即为普通投入为  $X_{it}$  且产出为  $Y_{it}$  时具有环境效率的生产点,即有  $Y_{it} = f(X_{it}, Z_{it}^c)$ 。前述过程在图 1 中可以表示为假设最初的投入产出点为  $d$  点,消除无效率后  $d$  点移动至生产前沿面  $OX^d d^f Z$  上的  $d^f$  点,此时产出为  $Y^f = f(X, Z)$ 。如果保持普通投入  $X$  不变并减少有害投入  $Z$ ,那么生产点将在生产前沿面上沿着  $d^f X$  线向下滑动,当滑动至  $c$  点时,其产出为  $f(X, Z^c)$ ,而  $c$  点又处在等产量面  $abcd$  上,即有  $f(X, Z^c) = Y_{it}$ , 所以有:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \sum_j \beta_j \ln X_{ij} + \beta_z \ln Z_{it}^c + 0.5 \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln X_{ij} \ln X_{itk} + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} \ln Z_{it}^c \\ & + 0.5 \beta_{zz} (\ln Z_{it}^c)^2 + V_{it} \end{aligned} \quad (4)$$

在具有环境效率的投入产出点  $c$ , (3) 式、(4) 式的产出值相等,二式相减得:

$$0.5 \beta_{zz} [(\ln Z_{it}^c)^2 - (\ln Z_{it})^2] + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} (\ln Z_{it}^c - \ln Z_{it}) + \beta_z [\ln Z_{it}^c - \ln Z_{it}] + U_{it} = 0 \quad (5)$$

$$0.5 \beta_{zz} (\ln Z_{it}^c - \ln Z_{it})^2 + (\beta_z + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} + \beta_{zz} \ln Z_{it}) (\ln Z_{it}^c - \ln Z_{it}) + U_{it} = 0 \quad (6)$$

根据环境效率测量公式(1)  $(\ln EE_{it} = \ln Z_{it}^c - \ln Z_{it})$ , 整理后得到:

$$\ln EE_{it} = \left\{ \begin{aligned} & -(\beta_z + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} + \beta_{zz} \ln Z_{it}) \\ & \pm [(\beta_z + \sum_j \beta_{jz} \ln X_{ij} + \beta_{zz} \ln Z_{it})^2 - 2\beta_{zz} U_{it}]^{0.5} \end{aligned} \right\} / \beta_{zz} \quad (7)$$

若一个企业不存在技术无效率,那它也肯定不存在环境无效率,为保证  $U_{it}$

$=0$  时的  $\ln EE_{it} = 0$ , 故计算环境效率时(7)式的“ $\pm$ ”取“ $+$ ”更符合实际情况。

#### 四、环境效率估算结果

(一)投入产出及数据说明。本文采用 1986—2007 年的省级水平的工业投入产出数据来分析同期的环境效率,其中产出以工业增加值来衡量;普通投入包括劳动和资本,分别以从业人数和资本存量衡量;有害投入为污染物排放总量。污染物包括废水、废气和固体废物,分别以工业废水排放量、工业废气排放量和工业固体废物产生量来衡量。由于缺乏权威的办法将三种污染物合并成一个指标,因此本文参照樊纲和王小鲁(2003)采用因子分析处理多种市场化指标的办法,通过提取一个公因子来衡量三种污染物水平,从而将三种污染物合并成一个指标。

工业增加值、从业人数、工业废水排放量、工业废气排放量和工业固体废物产生量数据来源于中国统计年鉴(1987—2008 年),其中 2006—2007 年的从业人数采用之前 5 年的从业人数与社会总人口的回归方程来估算;1985—2000 年的资本存量数据来源于复旦中国经济研究中心,在 2000 年的资本存量基础上,以 9.6% 的折旧率来计算 2001—2007 年的资本存量;工业增加值采用工业增加值缩减指数平减,固定资产投资采用固定资产投资指数平减,1990 年及之前的固定资产投资指数以同期的固定资产形成缩减指数代替。

(二)模型回归结果。由表 1 结果可见, $\mu$  显著大于 0,表明  $U_{it}$  服从截断型正态分布; $\eta$  显著不为 0,表明技术无效率会随时间变化; $\sigma^2$ ,  $\gamma$  值均显著地大于 0,表明生产函数不仅存在技术无效率,而且技术无效率对产出有显著影响,绝大多数系数基本上在 1% 的显著性水平上显著不为 0,且似然函数对数值比较大,说明(3)式拟合结果比较理想。

表 1 回归结果

	回归系数	标准误	t 值		回归系数	标准误	t 值
$\beta_0$	1.16	0.84	1.39	$\beta_{LK}$	-0.19***	0.05	-3.64
$\beta_L$	-1.92***	0.54	-3.56	$\beta_{LZ}$	0.12	0.14	0.88
$\beta_K$	0.54***	0.11	4.93	$\beta_{KZ}$	0.14***	0.04	3.84
$\beta_Z$	1.11***	0.28	3.92	$\sigma^2$	0.02***	0.05	3.78
$\beta_{LL}$	0.75***	0.22	3.38	$\gamma$	0.89***	0.02	42.28
$\beta_{KK}$	0.01	0.02	0.49	$\mu$	0.25***	0.04	6.68
$\beta_{ZZ}$	-0.43***	0.12	-3.48	$\eta$	0.02***	0.00	11.00
似然函数对数值	1 025.13						

注:\*\*\* 表示在 1% 显著性水平显著,l,k,z 分别代表劳动、资本和污染。

(三)环境效率水平。从表 2 看,中国环境效率总体上处于较低水平,环境效率值为 0.141,环境效率仍有 0.859 的改善空间,但目前环境效率增长呈缓慢爬升势态,年均增长 1.03%;其中 1986—1998 年环境效率年增长率为 1.57%,于 1999—2003 年间达到最高值后,环境效率水平连续两年出现相对

较快下降,年均下降 1.87%,2006 年后又出现缓慢上升,年增长率为 0.73%。图 3 显示,1986 年以来中国环境效率的上四分位数、下四分位数、中位数及平均数都呈现了缓慢增长,并于 2003 年后出现小幅波动。环境效率增长速度与同期的经济增长速度(年均增长约 9.96%)相比差距显著,说明中国的环境保护力度仍需大力加强。

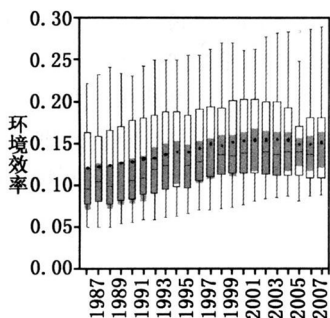


图 3 环境效率箱形图

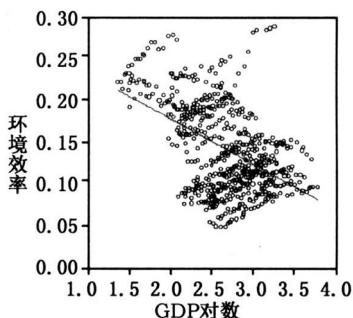


图 4 环境效率与 GDP 对数的关系

1986—2007 年,环境效率处在最低水平的后 10 个省份依次为辽宁(0.068)、湖北(0.077)、江苏(0.086)、福建(0.092)、湖南(0.096)、广西(0.099)、安徽(0.101)、广东(0.101)、浙江(0.102)、上海(0.105),其环境效率的算术平均值为 0.093。这些省份均为经济规模相对较大的省份,按其 1986—2007 年年均经济规模在全国由大至小的排名依次为 8、10、3、12、11、16、14、1、4、9,排名全部为 16 名以前。环境效率处于较高水平的省份从高到低依次为青海(0.250)、海南(0.220)、北京(0.213)、宁夏(0.211)、甘肃(0.209)、新疆(0.198)、陕西(0.190)、贵州(0.188)、天津(0.182)、内蒙古(0.164),其环境效率的算术平均值为 0.202,是排名后 10 个省平均值的 2.17 倍,这些省份经济规模在全国处于中下水平,按其 1986—2007 年年平均经济规模在全国由大至小的排名依次为 29、27、15、28、26、24、21、25、22、23,这些省份绝大多数在 21 名以后。因此从横向比较看,环境效率水平高低与经济规模呈负相关,图 4 中环境效率与 GDP(亿元)对数的关系也证明了这一点,这与环境保护的投入产出弹性较小有关,由此可见,长期以来中国环境管制力度较弱,在粗放型的扩大经济规模的过程中没有对环境给予应有的重视,因而经济活动中的规模效应反而带来了环境效率的下降。

从区域划分看,环境效率水平最低的是中部(0.115),其次为东部(0.131),西部的环境效率水平(0.173)最高。东部环境效率水平高于中部和东北,环境效率在地理位置上并没有呈现按东部、中部、西部逐步提高的态势,主要原因在于中部和东北地区也存在不少落后的工业,尤其是吉林、辽宁这些老工业地区的工业设备陈旧、环保能力与环保投入均比东部低,而西部工业相

对较少,因此污染物排放量也低,所以呈现较高的环境效率。

表 2 省级水平的环境效率

时间	1986—1998	1999—2004	2005—2007	1986—2007	时间	1986—1998	1999—2004	2005—2007	1986—2007
青海	0.244	0.272	0.234	0.250	黑龙江	0.091	0.127	0.137	0.107
海南	0.212	0.230	0.231	0.220	上海	0.086	0.128	0.149	0.105
北京	0.180	0.253	0.288	0.213	浙江	0.102	0.103	0.101	0.102
宁夏	0.222	0.207	0.167	0.211	广东	0.095	0.115	0.097	0.101
甘肃	0.190	0.231	0.250	0.209	安徽	0.089	0.116	0.121	0.101
新疆	0.197	0.203	0.190	0.198	广西	0.096	0.108	0.094	0.099
陕西	0.187	0.201	0.182	0.190	湖南	0.083	0.111	0.123	0.096
贵州	0.173	0.208	0.213	0.188	福建	0.090	0.100	0.086	0.092
天津	0.178	0.193	0.177	0.182	江苏	0.082	0.093	0.092	0.086
内蒙古	0.163	0.172	0.153	0.164	湖北	0.064	0.093	0.105	0.077
山西	0.144	0.163	0.148	0.149	辽宁	0.059	0.080	0.085	0.068
山东	0.146	0.149	0.136	0.146	全国	0.133	0.154	0.150	0.141
河南	0.143	0.152	0.145	0.145	西部	0.168	0.184	0.173	0.173
吉林	0.114	0.143	0.142	0.125	东部	0.123	0.143	0.141	0.131
河北	0.120	0.127	0.112	0.121	中部	0.104	0.131	0.131	0.115
江西	0.106	0.140	0.132	0.118	前十省	0.195	0.217	0.209	0.202
四川	0.108	0.115	0.116	0.111	后十省	0.085	0.105	0.105	0.093
云南	0.098	0.119	0.129	0.107					

## 五、环境管制方式与环境效率

环境管制是政府环境保护的一种有力工具,但如何更好地利用这一工具促进企业提高环保技术和环境效率、实现政府的环境保护目标需要进一步研究。从微观角度看,企业是否选择更有环境效率的生产方式取决于既定产出条件下其环保成本与排污成本之间的相对大小,而排污成本受环境管制力度大小的影响。目前排污费征收是环境管制的重要手段之一,中国对排污费的征收主要按污染物含有的有害物质当量标准来征收。对企业而言,环境管制的力度体现在单位污染物的排放成本(UC)、排污成本占总成本的份额(CP)、排污成本占利润的份额(PP)。本文将进一步考虑不同区域的环境管制方式对环境效率影响是否存在差异,为此建立了环境效率与 UC、CP 和 PP 之间的回归模型。

$$EE_{it} = \lambda_0 + \sum_p \lambda_p \times EF_{itp} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中:EE 为环境效率,λ 是待估参数,EF 为环境管制的三个方式,即 UC、CP 和 PP,p 为变量数,ε 是随机误差。以排污费征收额与污染公因子之比表示单位污染物的排放成本(UC),以工业增加值与工业利润之差来衡量成本,然后以排污费与其之比来衡量排污成本占总成本的份额(CP),以 PP 表示排污费占工业利润的份额。除 1989—2007 年的排污费征收额来源于 1990—2008 年《中国环境年鉴》外,其他数据均来源于 1987—2008 年《中国统计年鉴》。

对东部、中部、西部的 F 检验表明,所有地区的 F 统计量均不显著,不能拒绝不存在固定效应的零假设,说明个体效应不显著,因此混合型普通最小二乘法模型优于固定效应模型。对各个区域的 B-P 检验显示东部和中部的 LM 统计量均显著,表明东部和中部的随机效应模型优于混合型普通最小二乘法模型;西部的 LM 统计量不显著,表明混合型普通最小二乘法模型优于随机效应模型。

表3 环境管制方式与环境效率

变量/地区	东部	中部	西部
$\lambda_0$	0.15*** (15.86)	0.14*** (33.20)	0.10*** (21.49)
UC	1275.26** (2.27)	820.258 (1.36)	540.73 (0.97)
CP	0.12 (0.45)	0.11** (2.39)	0.12*** (3.39)
PP	0.02 (0.38)	0.01 (0.25)	0.01*** (3.48)
F 检验	0.16 (1.00)	0.35 (0.99)	1.19** (2.27)
B-P 检验	8.65*** (0.00)	177.83*** (0.00)	0.85 (0.35)
样本数	242	176	220

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 显著性水平上显著；B-P 检验 LM 统计量对应的括号内数值为 t 值，F 检验、B-P 检验括号内的数值为显著性水平。

检验结果显示：东部环境效率与 UC 具显著的正相关关系，与 CP、PP 的关系不显著，其主要原因在于东部单位污染物的排污成本比较高，东部每污染公因子的排放量的排污费为 0.36 万元，高于中部的 0.32 万元和西部的 0.32 万元，东部 UC 分别比中部和西部高 14.93% 和 14.92%，说明东部企业排污的单位成本比较高昂，对环保技术投入的产出水平也相对较高，减少污染物排放对企业具有较大激励。而排污费用占其利润和成本的份额相对较低，1986—2007 年东部企业排污费占利润和成本的份额也在逐年下降，年下降率分别为 4.92%、4.98%，东部企业对是否减少污染物排放在于考虑到单位污染物排放的减少可以带来较多的收入，也即环保投入的产出较高，它就会采用更好的环保技术，尽量减少生产过程中的污染物排放，因此东部地区通过提高 UC 可以有效提高环境效率，而提高 CP、PP 则对环境效率的影响不大。

中部环境效率与 CP 呈正相关关系，与 UC、PP 不存在显著关系；主要是因为排污费用占成本的份额较大，中部工业企业每万元成本中排污费占 24.16 元，中部 CP 比东部高 13.12%，但比西部低 7.06%，而单位污染物的排污成本相对较低，排污费占其利润的份额分别为 3.13%，高于东部的 2.56%，但明显低于西部的 6.31%，企业是否采用更为有效的环保措施主要是考虑到排污费用对其成本的影响，因此提高 CP 可以有效提高环境效率，而提高 UC、PP 则对环境效率的作用并不显著。

CP、PP 对西部环境效率具有显著的正效应，而 UC 对西部环境效率的影响则不显著。尽管西部单位污染公因子的排污费低于东部，而与中部持平，但西部企业的生产成本和盈利能力较低，从而导致西部每万元的工业成本中排污费占 26.00 元、每创造 1 万元利润平均交纳排污费 631.13 元，分别比东部、中部相应值高 7.60%、21.72% 和 100.32%、146.49%。西部企业排污费用占成本与利润的份额均较大，也即减少污染物排放可以大幅度地减少成本和增加利润，从



而激励其采用更为先进的环保技术,以减少污染物排放和提高利润水平。

改革开放以来,中国经济得到迅速发展,但区域差距也非常明显,1985—2007年东部地区劳均GDP分别约为西部和中部的2.22倍、1.90倍,中部和西部的经济发展水平明显较低。中西部为尽快发展经济和提高相关产业的竞争力,实施了较为宽松的环境政策,因此中西部地区企业的单位污染物当量排放成本较低。东部地区在经济发展水平得到提高后,环境问题也日益严重,为改善环境,加大了对污染排放的控制力度,因此对单位污染物当量征收了较高的排污费。由于不同地区企业的获利能力、技术与经营管理水平和污染物当量排放成本不一致,同一种环境管制方式在不同地区发挥的环保作用也所有不同,并不能在所有地区都有效地促使企业采取措施、提高环境效率和减少环境污染,对环境保护的作用也有所差别。目前中国的环境管制策略都是按照排污当量来征收排污费,东部的排污费实际征收标准较高,而中西部实际征收标准较低,这种方式对东部较为有效,但对中部和西部的效果则较差,因为中西部企业的单位排污成本较低,中部和西部企业是否减少污染物排放是着眼于排污费对其成本与利润的影响而不是单位污染物排污成本的高低。

## 六、结论

本文估算了1986—2007年中国及各省份的环境效率,发现中国的环境效率水平较低,平均仅为0.141,还有很大的改善空间,同期环境效率出现缓慢增长,说明中国在经济发展过程中并没有重视环境保护,经济发展明显优于环境保护,其中中部的环境效率最差,东部其次,西部环境效率最高。目前许多研究成果(Grossman等,1991;彭水军、包群,2006;符森,2008)显示中国大体还未达到“倒U”曲线的拐点,说明经济增长会导致环境的进一步恶化,环境效率的提高将减缓环境污染的增长速度,从而加速实现环境库兹涅茨曲线的拐点,推动环境质量逐渐改善,因此必须更加注重环境效率的提高。

征收排污费是环境管制的重要工具,其对不同地区企业的成本、利润影响不一致,导致企业的环保技术改进决策也不一致,从而影响了当地的环境效率。因此环境管制政策措施不但要考虑污染物的当量,还要结合企业的成本、利润等因素综合考虑,才能更加有效地减少污染、提高环境效率,达到环境保护的目的。目前对排污费的收取主要针对排污当量,这种方式在东部可以有效地提高环境效率、减少污染物排放,但在中西部地区这种环境管制方式的环保效果却并不明显,此时宜根据综合企业的成本与利润水平和排污当量来征收排污费,这样才能更有效地实现政府的环境保护目标。

### 参考文献:

[1]樊纲,王小鲁.中国市场化指数——各地区市场化相对进程报告(2001年)[M].北京:经

济科学出版社,2003.

- [2]符森.我国环境库兹涅茨曲线:形态、拐点和影响因素[J].数量经济技术经济研究,2008,(11):40—55.
- [3]郭庆旺,贾俊雪.中国全要素生产率的估算:1979—2004[J].经济研究,2005,(6):51—60.
- [4]胡鞍钢,郑京海,高宇宁等.考虑环境因素的省级技术效率排名(1999—2005)[J].经济学(季刊),2008,(7,3):933—960.
- [5]彭水军,包群.经济增长与环境污染——环境库兹涅茨曲线假说的中国检验[J],财经问题研究,2006,(8):3—17.
- [6]王兵,吴延瑞,颜鹏飞.环境管制与全要素生产率增长:APEC的实证研究[J].经济研究,2008,(5):19—32.
- [7]袁晓玲,张宝山,杨万平.基于环境污染的中国全要素能源效率研究[J].中国工业经济,2009,(2):76—86.
- [8]Coelli, Tim, Ludwig Lauwers, Guido Van Huylenbroeck. Formulation of technical, economic and environmental efficiency measures that are consistent with the materials balance condition[EB/OL].CEPA Working Paper Series,2005, No.06/2005.

## Environmental Efficiency and Environmental Regulation in China Based on the Provincial Data from 1986 to 2007

LI Sheng-wen, LI Xin-chun, YANG Xue-ru

(School of Business, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275, China)

**Abstract:** Environmental efficiency means the ratio of the potential least pollution emissions to the actual pollution emissions and its improvement depends on the output level of environmental protection input. Based on the stochastic frontier production function, the paper estimates the environmental efficiency in China at the provincial level from 1986 to 2007. The results show that overall the environmental efficiency in China is low and increases at a low speed. Among different areas, the environmental efficiency in the central areas is the lowest and the one in the western areas is the highest. And the environmental regulation is effective in the eastern areas, but has no significant effects in the central and western areas. Therefore, the governments should not only aim at pollutants equivalent weight, but also take into account such factors as the costs and profits of enterprises.

**Key words:** environmental efficiency; stochastic frontier production function; environmental regulation

(责任编辑 许柏)