

# 中国环境规制类型对区域生态效率影响的 差异化机制研究\*

课题组

**内容提要:**区域生态效率的提高是中国经济发展与环境保护实现双赢的重要路径,而有效的环境规制体系是促进区域生态效率提高的重要因素。本文利用2008—2013年中国30个省际面板数据,将环境规制工具分为强制型、市场型和自愿型,检验了各类环境规制对中国东、中、西部区域生态效率的影响。研究表明:(1)东、中、西部地区的强制型环境规制与生态效率之间呈倒“U”型的关系;(2)东、中部地区的市场型环境规制对生态效率具有正向促进作用,但西部地区呈倒“U”型关系;(3)东、中部地区的自愿型环境规制与生态效率之间呈倒“U”型关系,西部地区的自愿型环境规制对生态效率的影响具有正向促进作用,但是,并不显著。这表明,“波特假说”在中国能否成立与环境规制的类型及区域经济、环境特征具有紧密关联。最后,本文针对不同区域提出了优化和调整环境规制工具组合的政策建议。

**关键词:**环境规制;生态效率;强制型;市场型;自愿型

**中图分类号:**F124 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2016)01—0157—09

## 一、引言

改革开放以来,中国经济发展取得了巨大进步,然而,中国的经济增长是以资源的过度消耗和环境的污染为代价的。2014年中国GDP总量达63.4万亿元,占世界的比重为13.4%,但消耗了世界21.5%的能源和44.4%的钢材。2013年中国废水排放总量高达695.4亿吨,工业SO<sub>2</sub>排放量高达2043.9万吨,2014年城市空气质量达标率仅为9.9%。面对中国经济发展引发的资源过度消耗和环境损害问题,习近平总书记指出,必须建立系统完整的制度体系,用制度保护生态环境、推进生态文明建设。2015年9月,国务院发布《生态文明体制改革总体方案》,对生态保护的法规体系、市场体系做了进一步改革部署。因此,如何通过环境规制体系的优化提高区域生态效率,是急需研究的重要

问题。然而,不同类型环境规制工具的作用机理不同,其对区域生态效率影响的效果如何尚缺乏研究,而且,中国东、中、西部地区生态效率高和环境规制工具健全程度存在明显差异,因此,有必要研究中国不同环境规制工具对不同区域生态效率的影响机制。这一研究不仅对评价环境规制的政策效果,调整环境规制工具组合运用具有重要启示意义,同时,还有助于拓展“波特假说”的理论内涵。

## 二、文献综述

### 1. 环境规制

Gonzalez(2009)将环境规制定义为政府政策的推拉效应;Frondel等(2007)指出,环境规制是政府环境政策工具,同时,也是生态创新的重要推动力;贾瑞跃(2012)则强调,环境规制工具主要包括政府介入的行政命令、以市场为导向的激励措施以及以

收稿日期:2015-10-26

\* 基金项目:国家社会科学基金重大项目“长江经济带产业绿色发展战略与政策体系研究”(15ZDA020);湖南省自然科学基金杰出青年项目“环境规制、技术创新对产业生态效率的影响机制研究”(2015JJ1018)。

作者简介:课题组成员包括:任胜钢\*(1975-),男,湖南津市人,中南大学商学院教授,博士生导师,博士,研究方向为产业发展战略与管理,E-mail:13875856216@163.com;蒋婷婷(1990-),女,广西桂林人,中南大学商学院硕士研究生,研究方向为环境规制与区域生态;李晓磊(1990-),男,安徽亳州人,中南大学商学院硕士研究生,研究方向为环境规制与产业生态;袁宝龙(1986-),男,甘肃西峰人,中南大学商学院博士研究生,研究方向为环境规制与产业生态化发展。\*为通讯作者。

信息披露或公众参与为特征的自愿型规制。从不同学者对环境规制的定义中可以发现,环境规制对生态环境有着重要的影响。目前,关于环境规制测度的方法,主要有单一指标法(李永友,2008)、替代指标法(陆暘,2009)、赋值法(Matthew等,2005)和复合指标法(Dasgupta等,1995)。但几种测度方法均存在一定的缺陷。单一指标法直接采用某一种环境规制政策工具对环境规制强度进行测度,研究结论会因为选取指标的不同而不同,若指标选取不当,易造成偏差;替代指标法并不能够反映环境规制政策的直接效应,而往往对于环境规制政策的研究考虑的多为直接效应;赋值法是人人为地对环境规制政策进行打分,存在极大的主观性。

## 2. 生态效率

生态效率这一概念最早是由德国学者 Schaltegger & Sturm(1990)提出,他指出,生态效率水平可以用价值增量与环境影响增量之间的比值来表示;OECD(1998)则将生态效率定义为生态资源用于满足人类需要的效率。不同的学者在评价生态效率水平过程中,会针对不同的研究对象和研究目的采取不同的方法。通过梳理,可以归纳为以下四种(尹科等,2012;Song等,2012):价值—影响比值计算法(张子龙,2015)、数据包络分析法(薛钢等,2015)、生态价值成本指数模型(WBCSD,2001)、能值(或物质流)账户核算法(Vogtlander,2002)。本文将利用包含有“期望”产出和“非期望”产出的方向性距离函数模型,对中国的生态效率进行评价。

## 3. 环境规制对生态效率影响

关于环境规制对生态效率影响的研究,目前国内学者基于不同的前提假设、研究样本、分析方法和变量设计进行了大量的理论和实证研究,得出了不同的结论,大致可分为以下三种。

(1)环境规制在一定程度上促进生态效率水平提高。Laplante & Rilstone(1996)以污染排放量作为生态效率的衡量指标,实证结果表明,环境规制确实能促使企业减少污染量的排放。Panayoutou(1997)研究表明,制定相关环境政策和制度,能够减少二氧化硫对环境带来的负面影响;Hettige等(2000)指出,在实施严格环境规制的国家或地区,工业污水排放量显著减少;Cole等(2005)等的以英国工业为研究对象,实证结果表明,环境规制可以有效减少英国工业空气污染物排放;Kathuria

(2007)选取以环境新闻报道为代表的舆论压力作为非正式环境规制的衡量指标,结果表明,环境规制能够显著抑制企业污染排放量。

(2)环境规制在一定程度上抑制生态效率水平提高。Greenstone(2001)选取污染密集型企业作为研究对象,实证表明,严格的环境规制反而抑制了污染密集型产业的发展;Blackman & Kildegaard(2010)以墨西哥为例,选取当地环境保护机构执行的环境监察情况作为正式环境规制的衡量指标,结果显示,正式环境规制并不能促使企业进行“绿色”技术创新;尤济红等(2013)基于工业行业相关数据,结果表明,环境规制对生态效率产生抑制作用;张子龙(2015)以中国省际面板数据为对象,指出环境规制政策的实施在短期内对生态效率的提高具有一定的负效应。

(3)环境规制对生态效率水平的影响具有不确定性。Golder & Banerjee(2004)以印度集群产业为研究对象,结果显示,印度集群产业的环境规制行为与其下游水质的关系不明显;李玲等(2012)以中国制造业为研究对象,研究发现,环境规制和生态效率之间符合“U”型关系;沈能(2012)对中国工业各环境效率的研究表明,环境规制强度和生态效率之间符合倒“U”型的关系;张华等(2014)利用中国省级面板数据的研究发现,环境规制对生态环境的直接影响轨迹呈倒“U”型。

综上所述,目前环境规制对生态效率影响的研究主要存在以下不足:一是将环境规制以污染治理费用等单一指标进行替代,尚未区分不同环境规制工具的作用机理差异;二是现有研究多集中于环境规制对产业生态效率的研究,鲜有研究不同类型的环境规制工具对不同区域生态效率的影响。因此,本文做出如下贡献:其一,将环境规制划分为强制型、市场型和自愿型三种类型,分别采取不同的指标进行测度,有助于全面解析环境规制对区域生态效率的影响;其二,选取中国东部、中部和西部三大区域作为研究对象,探讨环境规制对生态效率影响的区域差异性;其三,本文分析了环境规制区域生态效率影响的门槛效应,有助于确定不同区域环境规制强度的门槛值。

## 三、实证模型构建

本文采用 Dietz & Rosa(1997)提出的扩展式

IPAT 模型进行实证检验,即  $I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i$ , 该模型被广泛用于研究人口、经济和环境之间的定性或定量关系。本文在此模型基础上,加入环境规制变量,并将环境规制作为门槛变量。同时,加入产业结构变量,旨在探讨生态效率区域差异化的原因,最后得到环境规制影响区域生态效率的计量回归模型:

$$EE_{it} = \alpha_1 ER_{it}^2 + \alpha_2 ER_{it} + \alpha_3 P + \alpha_4 \ln(A)_{it} + \alpha_5 T_{it} + \alpha_6 IS_{it} + \varepsilon_{it}$$

式中,  $\alpha_i$  为估计参数;  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项,其中  $i, t$  分别表示第  $i (i=1, 2, \dots, 30)$  个省份和第  $t (t=1, 2, \dots, 6)$  年;  $EE$  表示生态效率水平,用方向性距离函数计算得出;  $ER$  表示环境规制水平,并将其分为强制型、市场型和自愿型三种类型;  $IS$  表示产业结构,用第三产业增加值占地区生产总值的比重表示;  $P$  表示人口结构,用非农人口占总人口的比重表示;  $A$  表示富裕程度,用各省份人均 GDP 表示;  $T$  表示技术水平,用单位地区生产总值能耗来表示。其中,环境规制水平 ( $ER$ ) 在此之前做了标准化处理,因此,不宜再取对数;人口结构、产业结构和技术水平都用分数表示,取值小于 1,也不宜取对数。为了消除异方差的影响,仅对富裕度一个指标进行了对数处理。此外,根据环境规制和生态效率之间的散点图可以发现,二者之间并不是简单的线性关系,因此,在原模型的基础上引入环境规制平方项,旨在验证环境规制与生态效率之间的非线性关系,同时,便于确定不同区域环境规制强度的门槛值。计量回归模型的变量定义和计算如表 1 所示。

表 1 计量回归模型各变量的定义和计算

定义	变量	计算	单位
因变量	生态效率 ( $EE$ )	用方向性距离函数计算得出	—
自变量	环境规制 ( $ER$ )	分强制型、市场型和自愿型三种类型	—
控制变量	人口结构 ( $P$ )	各省份非农人口占总人口的比重	%
	富裕程度 ( $A$ )	各省份人均 GDP 表示	万元/人
	产业结构 ( $IS$ )	各省份第三产业增加值占地区生产总值的比重	%

资料来源:作者自行整理

#### 四、数据来源与处理

##### 1. 数据来源

本文选取中国 30 个省、直辖市、自治区作为研

究对象,时间跨度为 2008—2013 年。所有指标数据来源于《中国统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国环境年鉴》《各地区统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国国土资源统计年鉴》、国家统计局网站以及中国环保部环境认证中心官方网站等,考虑到数据的一致性和可获得性,西藏、台湾、香港和澳门地区不包括在研究范围之内。

##### 2. 数据处理

(1) 生态效率的测算。① 生态效率指标选取。生产过程伴随着污染的排放,有“期望”的产出和“非期望”的产出。鉴于此,本文选取土地消耗、能源消耗、水资源消耗、人力消耗等资源消耗为投入要素,以经济发展总量为期望产出,以三废排放为非期望产出,具体的指标体系构建如表 2 所示。

表 2 区域生态效率评价指标体系

指标	具体指标构成	说明
投入指标	能源消耗	万元 GDP 能耗(万元/吨)
	土地消耗	建设用地面积(平方米)
	水资源消耗	用水总量(万吨)
	人力资本消耗	就业人数(万人)
期望产出	经济发展总量	地区 GDP(亿元)
非期望产出	废水排放	工业废水排放量、化学需氧量(万吨)
	废气排放	SO <sub>2</sub> 排放量、烟尘排放量、工业粉尘排放量(万吨)
	固体废弃物排放	工业固体废物排放量(万吨)

资料来源:作者自行整理

② 生态效率的测算方法。根据 Bjr Stigson (1992) 提出生态效率的三个目标即减少资源的消耗、减少对环境的污染、提高产品或服务的价值,构建方向性距离函数模型,设定方向向量为  $g = (g_y, -g_b, -g_x)$ , 方向性距离函数可以表为:

$$\vec{D}(x, y, b; g_y, g_b, g_x) = \sup[\beta; (y + \beta g_y, b - \beta g_b) \in P(x - \beta g_x)]$$

式中,  $\beta$  表示按照方向向量所能达到的“期望产出增加,非期望产出减少,投入减少”的最大比例。本文假设每个省份的投入不变,方向向量为  $g = (1, -1)$ 。则有:

$\vec{D}(x, y, b; g_y, g_b, g_x) = \sup[\beta: (y + \beta, b - \beta) \in P(x)]$   
 针对某一特定的省份,线性规划方程可以表示为:

$$\vec{D}(x^{k'}, y^{k'}, b^{k'}; 1, -1, 0) = \max \beta^{k'}$$

s. t.

$$\sum_{k=1}^k z_k y_{km} \geq y_{k'm} + \beta^{k'}$$

$$\sum_{k=1}^k z_k b_{kj} \geq b_{k'j} - \beta^{k'}$$

$$\sum_{k=1}^k z_k x_{kn} \leq x_{k'n}$$

$$z_k \geq 0$$

式中,  $z_k$  为权重;  $\beta^{k'}$  即为所求解的值;  $D$  值越大,表明生态效率水平越高,生态环境越好。

(2) 环境规制的测算。① 环境规制指标选取。目前中国的环境保护体制及经济发展存在政府和市场双调控、公众和企业共同参与的特点,在环境规制指标的选取过程中,不能简单地由某一单一指标进行衡量。因此,本文在 Gunningham 等(1998)、张江雪(2015)等的研究基础上,将环境规制划分为强制型环境规制、市场型环境规制和自愿型环境规制(如表3所示)。

表3 不同类型环境规制指标选取

指标	具体指标选取	单位
强制型环境规制指标	废水排放达标率	%
	二氧化硫去除率	%
	烟(粉)尘去除率	%
	固体废物综合利用率	%
市场型环境规制指标	排污费征收总额	亿元
	资源税	亿元
	消费税	亿元
	车船使用税	亿元
自愿型环境规制指标	公众自愿参与	次
	环境标志	家
	环境事件披露	件

资料来源:作者自行整理

② 环境规制的测量方法。为了能够更准确、更全面地反映环境规制强度,本文参照傅京燕、李丽莎(2010)的指标构建方法,并在其基础上进行相应的调整,从而对不同类型环境规制强度进行测度。具体步骤如下:

首先,对各项指标进行归一化处理。通过对各项指标进行数学交换,以消除指标间的不可公度

性和指标间的矛盾性。本文按 0~1 的取值范围对各类单项指标进行线性标准化。

$$UE_{ij}^s = \frac{UE_{ij} - \text{Min}(UE_j)}{\text{Max}(UE_j) - \text{Min}(UE_j)} \quad (1)$$

式中,  $UE_{ij}$  为指标的原始值;  $\text{Max}(UE_j)$  和  $\text{Min}(UE_j)$  分别为主要衡量指标  $j$  在所有省份中每年的最大值和最小值;  $UE_{ij}^s$  为指标  $j$  的标准化值。

其次,计算各评价指标的调整系数 ( $W_j$ )。不同省份间各项指标相差较大,对于同一省份而言,不同衡量指标也存在一定差异。调整系数的作用类似于权重,通过对各项指标值进行调整,给每个省份的每项指标赋予不同的权重。计算公式如下:

$$W_j = \frac{I_{ij}}{\sum_i I_{ij}} / \frac{O_i}{\sum_i O_i} \quad (2)$$

式中,  $W_j$  即是各评价指标的调整系数。其中,就强制型环境规制而言,废水排放达标率、二氧化硫去除率、烟(粉)尘去除率和固体废物综合利用率等指标用各省份  $i$  污染物  $j$  的排放占全国同类污染排放总量的比重与该省份工业总产值占全国工业总产值的比重之比作为调节系数,则(2)式中的  $I$  表示污染物排放量,  $O$  表示工业总产值。就市场型环境规制而言,排污费征收总额指标用各省份  $i$  的工业总产值占全国工业总产值的比重与该省份工业企业数量占全国工业企业数量的比重之比作为调节系数,则(2)式中的  $I$  表示工业总产值,  $O$  表示工业企业数量;资源税、消费税、车船使用税等指标的调节系数用各省份  $i$  的工业总产值占全国工业总产值比重来表示。就自愿型环境规制而言,公众自愿参与指标用各省份受高中教育程度人口数占全国受高中教育程度人口总数的比重来计算调节系数,原因在于本文在衡量公众参与程度这一指标时,是选取各省份的环境信访量为衡量标准,一般而言,公众的这种行为受到教育程度和人口总数影响,因此,将受高中教育程度人口作为调节变量;环境标志指标的调节系数用该省份工业企业数量占全国工业企业数量的比重表示;环境事件披露用各省份报纸出版种数占全国报纸出版种数之比作为调节系数。

最后,通过各项指标的标准化值和平均权重,计算出各评价指标的环境规制与总的环境规制,标准化值和平均权重越大,说明环境规制强度越强。

计算公式如下:

$$S_j = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n W_j * UE_{ij}^s$$

$$ERS = \sum_{i=1}^p S_j$$

### 五、实证结果与分析

考虑到环境规制和生态效率水平的区域异质性,本文将中国30个省份划分为东部地区、中部地区和西部地区。其中,东部地区包括北京、天津、河北、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南10个省份,中部地区包括山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、广西11个省份,西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏和新疆9个省份。本文利用Eviews7.2统计软件对不同区域分别进行计量回归。

#### 1. 强制型环境规制对区域生态效率的影响

表4结果显示,东部、中部和西部地区的强制型环境规制强度与生态效率之间均呈倒“U”型的关系,进一步计算发现,东部、中部和西部地区的“门槛值”分别为0.67、1.353、2.154,而现行强制型环境规制强度均值为0.88、0.76、0.69,东部地区处于倒“U”型曲线的下降阶段,而中西部地区处于倒“U”型曲线的上升阶段。原因是,强制型环境规制工具属于行政命令型,根据边际效益递减理论,要使得生态效率水平获得同等的提高,其执行强制型环境规制的成本会明显大于中西部地区,这就使得东部地区最早达到成本—效益的平衡点,即门槛值点。同时,本文发现,强制型环境规制对区域生态效率影响的弹性自东向西依次降低,意味着强制型环境规制对区域生态效率的影响效应呈递减趋势。原因是,东、中、西部地区的工业化发展水平存在明显差异,东部地区工业资源消耗量大,污染物排放较多,污染物排放标准的提高会对企业产生较强的成本增加效应,当强制型环境规制强度跨越某一个门槛值后,企业执行强制型环境规制的成本高于边际收益,此时,企业会在污染治理与企业效益间权衡,也就造成了强制型环境规制强度过大,生态效率水平不升反降的现象。相反,中西部地区与之相比,强制型环境规制对企业的成本效应较小,企业技术创新的边际收益较高,能够很好地补偿企业的环境规制遵循成本。

表4 强制型环境规制对生态效率影响的实证结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
C	0.494*** (3.177)	0.800*** (9.445)	0.494*** (3.233)
ER	0.488*** (4.489)	0.463** (2.34)	0.561* (1.729)
ER2	-0.364*** (-4.705)	-0.172** (-2.180)	-0.134* (-1.664)
IS	0.210*** (5.160)	0.083 (0.973)	0.266 (1.613)
P	0.485*** (5.935)	0.137 (1.14)	0.111* (1.874)
A	0.013 (0.751)	0.002 (0.808)	0.001 (0.489)
T	-0.110*** (-4.917)	-0.009 (-0.459)	-0.0513** (-2.248)
R <sup>2</sup>	0.774	0.909	0.939
AD-R <sup>2</sup>	0.748	0.880	0.918
F值	30.297***	30.813***	43.607***

注:括号内为t统计值;\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%、10%显著水平

资料来源:作者利用Eviews软件计算得到

此外,研究还发现,产业结构对生态效率水平的影响为正,意味着第三产业增加值占地区生产总值的比重越高生态效率水平越高。这种正向作用仅在东部地区显著的原因是,东部地区第三产业更为发达。人口结构对生态效率的影响为正,可能原因在于,本文用非农人口所占比例来表示人口结构,在一定程度上,非农人口的受教育程度较高,环保意识较强。

#### 2. 市场型环境规制对生态效率影响

表5结果显示,市场型环境规制对东、中部地区生态效率的影响是正向促进作用,而西部地区市场型环境规制强度与生态效率之间呈倒“U”型关系。进一步计算发现,西部地区的“门槛值”为0.058,而现行西部地区的市场型环境规制强度为0.027,处于倒“U”型曲线的上升阶段。原因在于,市场型环境规制的实施过程中,相关利益主体有一定的选择权,通过对比成本与收益之间的大小选择资源优化配置方案,最终达到较低的成本获取最大的环境效益。但目前东部、中部和西部的市场化程度存在显著差异,中国批复的11个排污权交易试点中,除陕西之外,均位于东中部地区,而且中部地

区具有五个交易试点,排污权交易机制建设取得了一定成就,因此,中东部地区依靠市场激励手段解决环境问题更有效率。相反,对于生态效率水平较低的西部地区来说,市场化程度低,当市场型环境规制强度过高时,反而失去了市场的调节功能,这就使得西部地区市场型环境规制和生态效率呈现倒“U”型曲线关系。

表5 市场型环境规制对生态效率影响的实证结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
<i>C</i>	0.949*** (5.324)	0.838*** (9.683)	0.537*** (5.273)
<i>ER</i>	0.024** (2.324)	0.125* (1.892)	0.316*** (2.982)
<i>ER2</i>			-2.701*** (-2.858)
<i>IS</i>	-0.179*** (-3.49)	0.097 (1.143)	0.141 (0.954)
<i>P</i>	0.328*** (5.489)	-0.170 (-1.42)	-0.256* (-1.672)
<i>A</i>	0.007*** (4.307)	0.003 (0.28)	0.001 (1.267)
<i>T</i>	-0.175*** (-7.81)	-0.018*** (-6.176)	-0.509* (-1.934)
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.691	0.910	0.740
<i>AD-R</i> <sup>2</sup>	0.662	0.881	0.731
<i>F</i> 值	24.205***	31.115***	12.857***

注:括号内为*t*统计值;\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%、10%显著水平

资料来源:作者利用Eviews软件计算得到

另外,从选取的指标上看,本文用污费征收总额、资源税、消费税、车船使用税四项指标来综合衡量市场型环境规制强度。由于东中部地区市场化程度较高,税收补贴机制比较健全,合理的市场型环境规制强度会促进生态效率水平的提高。但西部地区经济比较落后,市场化程度低,当市场型环境规制强度增强到一定的水平,意味着西部地区上交的税费和排污费更多,治理生态环境的成本更大,负面影响西部地区的经济发展,西部地区则更缺乏资金用于环境治理,从而又会恶化经济十分落后的西部地区的生态环境。因此,市场型环境规制与西部地区生态效率呈倒“U”型关系。

### 3. 自愿型环境规制对生态效率影响

表6结果显示,自愿型环境规制对中、东部地

区环境规制与生态效率之间呈倒“U”型的关系,而对西部地区的生态效率的影响为正向促进作用,但是,并不显著。进一步计算发现,东、中部地区的“门槛值”为0.048和0.007,而现行自愿型环境规制强度分别为0.015和0.004,二者均处于倒“U”型曲线的上升阶段。原因是,中东部地区虽然自愿型环境规制机制相对来说要比西部地区完善,但是,依然处在发展初期。因此,从短期来看,中东部地区自愿型环境规制强度会对生态效率产生正向促进作用;但当达到门槛值时,随着环境规制强度的增强生态效率水平反而会降低。但对于西部地区来说,自愿型环境规制还处于雏形期,所以,对生态效率水平的作用不显著。

表6 自愿型环境规制对生态效率影响的实证结果

变量	东部地区	中部地区	西部地区
<i>C</i>	1.077*** (4.575)	0.859*** (10.824)	0.455*** (5.433)
<i>ER</i>	0.305*** (2.945)	0.049*** (2.982)	0.430 (1.264)
<i>ER2</i>	-3.158* (-1.711)	-3.729* (-1.957)	
<i>IS</i>	1.078* (1.937)	1.123** (2.116)	0.2563* (1.954)
<i>P</i>	0.345*** (4.319)	-0.366*** (-3.07)	0.148 (1.454)
<i>A</i>	-0.034* (-1.723)	0.004* (1.707)	0.002 (1.267)
<i>T</i>	-0.119*** (-3.41)	-0.009 (-0.522)	-0.051* (-1.684)
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.619	0.926	0.840
<i>AD-R</i> <sup>2</sup>	0.576	0.902	0.821
<i>F</i> 值	14.398***	38.633***	12.857***

注:括号内为*t*统计值,\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%、10%显著水平

资料来源:作者利用Eviews软件计算得到

此外,本文根据企业实施自愿型环境规制的动因,选取环境信访量、环境标志、环境事件披露三项指标来综合衡量一个区域的自愿型环境规制强度。对中东部地区来说,信访环保机制比较健全、环境标志企业较多、环境披露事件影响力大,企业在实施自愿型环境规制时,同样会遵循成本效益理论,这就使得自愿型环境规制强度对中东部地区生态效率的影响呈倒U型关系。对于西部地区来说,西

部地区体制机制相对不健全,政府对于环境信访的处理效率低于中东部地区,且西部民众很少会采取环境信访来参与生态保护。另外,西部地区拥有环境标志的企业较少,环境事件披露的受众面也相对较窄,对污染严重的事件或企业,无法形成舆论压力。因此,西部地区自愿型环境规制强度对生态效率的影响并不显著。

## 六、研究结论与政策建议

### 1. 研究结论与理论贡献

本文的研究结果表明,不同类型的环境规制对中国不同区域的生态效率影响具有明显的差异,“波特假说”是否成立,既与环境规制工具的类型相关,也与区域发展差异相关。进一步研究发现,当前不同类型的环境规制对不同区域的生态效率影响仍处于倒“U”型的上升阶段。

强制型环境规制对东、中、西部区域生态效率的影响均呈倒“U”型关系,表明短期内废水、废气、固废等污染物排放去除率标准的提高,可以促进区域生态效率的提高,但当超过阈值时,提高污染物去除率标准将降低区域生态效率水平。对强制型环境规制而言,“波特假说”是否成立存在不确定性。本文进一步发现,东部地区现行的强制型环境规制强度已超过阈值,表明强制性环境标准的提高会阻碍东部地区生态效率的提高。相反,中、西部地区的强制性环境规制强度尚未超过阈值,意味着强制性环境标准的提高会促进东部地区生态效率的提高。

市场型环境规制对东、中、西部区域生态效率的影响关系具有明显差异,东部和中部地区的市场型环境规制对生态效率呈正向促进作用,但是,西部地区的市场型环境规制对生态效率呈倒“U”型关系。对市场型环境规制而言,“波特假说”在东部和中部地区成立,但是,在西部地区是否成立存在不确定性。本文进一步发现,西部地区的市场型环境规制强度尚未超过阈值,表明现行市场型环境规制能够促进生态效率的提高。

自愿型环境规制对东、中、西部区域生态效率的影响关系也具有明显差异,东部和中部地区的自愿型环境规制对生态效率呈倒“U”型关系,但是,西部地区的自愿型环境规制对生态效率的影响并不显著。对自愿型环境规制而言,“波特假说”在东部

和中部地区是否成立存在不确定性,在西部地区也不成立。本文进一步发现,东部和中部地区的市场型环境规制强度尚未超过阈值,表明现行自愿型环境规制能够促进生态效率的提高。

本文的理论贡献表现在以下几个方面:第一,本文从区域生态效率的视角检验了“波特假说”的成立性,与前人研究相比,生态效率这一概念的引入既考量了区域经济绩效,又涵盖了区域环境绩效,更加符合区域可持续发展的理论要求;第二,“波特假说”在中国是否成立并没有形成一致结论,前人研究更多从区域经济特征来解释结论的差异性,而本文从环境规制工具本身的作用机理来解释,同时,兼顾了中国的区域经济差异,将内生与外生因素有机结合,有助于全面解释关于“波特假说”成立的争议性结论。

### 2. 政策建议

(1)就东部地区而言,强制型环境规制已超过阈值,市场型和自愿型环境规制对区域生态效率具有促进作用。因此,中部各省份在污染物排放总量及标准控制的基础上,应大力发展排污权交易、征收排污费和资源、环境税,依靠市场机制将区域经济发展的外部性内部化。同时,东部地区应进一步完善公众参与环境治理的机制,提高企业披露环境信息、申请环境标志的经济性激励,鼓励公众和企业自愿参与环境保护。

(2)就中部地区而言,强制型环境规制距离阈值还有一定差距,市场型环境规制对区域生态效率具有较强的促进作用,自愿型环境规制对区域生态效率的影响处于倒“U”型曲线的上升阶段。因此,东部各省份应加快完善污染物排放和处理标准制定,适度提高环境标准。同时,依托国家在山西、内蒙古、河南、湖南、湖北设立的排污权交易试点,进一步强化环境保护的市场交易机制。

(3)就西部地区而言,强制型和自愿型环境规制均对区域生态效率的影响均处于倒“U”型曲线的上升阶段,而且市场型环境规制对区域生态效率影响的弹性比强制性环境规制大。因此,西部地区应首先强化环境保护标准、污染物排放标准,防止高污染行业的过度集中,在此基础上,借鉴中东部地区的经验,建立排污权交易机制,完善环境税费制度,同时,要适度控制环境税费和污染物排放交易成本,避免环境规制的成本效应超过补偿效应。

## 参考文献:

- [1] Bjrn Stigson. A Road to Sustainable Industry: How to Promote Resource Efficiency in Companies [R]. Dsseldorf: WBCSD, 2001.
- [2] Blackman A, Kildegaard A. Clean Technological Change in Developing-country Industrial Clusters: Mexican Leather Tanning [J]. Environmental Economics and Policy Studies, 2010, 12, (3): 115 - 132.
- [3] Cole M A, Elliott R J R, Shimamoto K. Industrial Characteristics, Environmental Regulations and Air Pollution: an Analysis of the UK Manufacturing Sector [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2005, 50, (1): 121 - 143.
- [4] Dasgupta S., Mody A., Roy S. Wheeler D. Environmental Regulation and Development: a Cross-Country Empirical Analysis, World Bank, Policy Research Department [C]. Working Paper, 1995.
- [5] Del Rio Gonzalez P. The Empirical Analysis of the Determinants for Environmental Technological Change: A Research Agenda [J]. Ecological Economics, 2009, 68, (3): 861 - 878.
- [6] Dietz T, Rosa E A. Environmental Impacts of Population and Consumption [J]. Environmentally Significant Consumption: Research Directions, 1997, 1, (1): 92 - 99.
- [7] Frondel M., Horbach J., Rennings K. End-of-pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions across OECD Countries [J]. Business Strategy and the Environment, 2007, 16, (8): 571 - 584.
- [8] Goldar B, Banerjee N. Impact of Informal Regulation of Pollution on Water Quality in Rivers in India [J]. Journal of Environmental Management, 2004, 73, (2): 117 - 130.
- [9] Greenstone M. The Impacts of Environmental Regulations on Industrial Activity: Evidence from the 1970 & 1977 Clean Air Act Amendments and the Census of Manufactures [R]. National Bureau of Economic Research, 2001.
- [10] Gunningham N, Grabosky P N, Sinclair D. Smart Regulation: designing Environmental Policy [M]. Oxford: Clarendon Press, 1998.
- [11] Hettige H, Mani M, Wheeler D. Industrial Pollution in Economic Development: the Environmental Kuznets Curve Revisited [J]. Journal of Development Economics, 2000, 62, (2): 445 - 476.
- [12] Kathuria V. Informal Regulation of Pollution in a Developing Country: Evidence from India [J]. Ecological Economics, 2007, 63, (2): 403 - 417.
- [13] Matthew A. C., Elliott R. J. R. FDI and the Capital Intensity of "Dirty" Sector: A Missing Piece of the Pollution Haven Puzzle [J]. Review of Development Economics, 2005, 9, (4): 530 - 548.
- [14] OECD. Eco-efficiency [R]. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1998.
- [15] Panayotou T. Demystifying the Environmental Kuznets Curve: turning a Black Box into a Policy Tool [J]. Environment and Development Economics, 1997, 2, (4): 465 - 484.
- [16] Rilstone P. Environmental Inspections and Emissions of the Pulp and Paper Industry in Quebec [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 1996, 31, (1): 19 - 36.
- [17] Schaltegger S., Sturm A. Ökologische Rationalität [J]. Die Unternehmung, 1990, 44, (4): 273 - 290.
- [18] Song M, An Q, Zhang W, et al. Environmental Efficiency Evaluation Based on Data Envelopment Analysis: A Review [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16, (7): 4465 - 4469.
- [19] Vogtlander J G. Communicating the Eco-efficiency of Products and Services by Means of the Eco-costs/value Model [J]. Journal of Cleaner Production, 2002, 10, (1): 57 - 67.
- [20] 傅京燕, 李丽莎. 环境规制、要素禀赋与产业国际竞争力的实证研究——基于中国制造业的面板数据 [J]. 北京: 管理世界, 2010, (10).
- [21] 贾瑞跃, 赵定涛. 工业污染控制绩效评价模型: 基于环境规制视角的实证研究 [J]. 长沙: 系统工程, 2012, 30, (6).
- [22] 李玲, 陶锋. 中国制造业最优环境规制强度的选择——基于绿色全要素生产率的视角 [J]. 北京: 中国工业经济, 2012, 29, (5).
- [23] 李永友, 沈坤荣. 中国污染控制政策的减排效果——基于省际工业污染数据的实证分析 [J]. 北京: 管理世界, 2008, 24, (7).
- [24] 陆暘. 环境规制影响了污染密集型商品的贸易比较优势吗? [J]. 北京: 经济研究, 2009, 15, (4).
- [25] 沈能. 环境效率、行业异质性与最优规制强度——中国工业行业面板数据的非线性检验 [J]. 北京: 中国工业经济, 2012, 29, (3).
- [26] 薛钢, 陈思霞, 蔡璐. 城镇化与全要素生产率差异: 公共支出政策的作用 [J]. 济南: 中国人口·资源与环境, 2015, 25, (3).
- [27] 尤济红, 高志刚. 政府环境规制对能源效率影响的实证研究——以新疆为例 [J]. 北京: 资源科学, 2013, 35, (6).
- [28] 尹科等. 国内外生态效率核算方法及其应用研究述评 [J]. 北京: 生态学报, 2012, 32, (11).
- [29] 张子龙等. 中国工业环境效率及其空间差异的收敛性 [J]. 济南: 中国人口·资源与环境, 2015, 25, (2).
- [30] 张江雪, 蔡宁, 杨陈. 环境规制对中国工业绿色增长指数的影响 [J]. 济南: 中国人口·资源与环境, 2015, 25, (1).



## The Differentiation Mechanism Study on the Effect of Types of Environmental Regulation to the Regional Eco-efficiency in China

Research Team

**Abstract:** Improving the regional ecological efficiency is an important path to achieve a win-win economic development and environmental protection. An effective environmental regulation system is the key factor to promote the regional ecological efficiency. By adopting the panel data from 30 provinces of China in 2008—2013, the paper divided environmental regulation tools into 3 types: mandatory, market-oriented and voluntary. And this paper examined the impact of each type of environmental regulation in China's eastern, central and western regional ecological efficiency. Results show that (1) Mandatory environmental regulation in China's eastern, central and western regions has an inverted "U" shaped relationship with ecological efficiency; (2) Market-oriented environmental regulation in China's eastern, central regions has a positive relationship with ecological efficiency, but in the western region is an inverted "U" shaped relationship; (3) Voluntary environmental regulation in China's eastern, central regions has an inverted "U" shaped relationship with ecological efficiency, and voluntary environmental regulation in the western region can promote the ecological efficiency, but not dramatically. This suggests that whether the "porter hypothesis" can be set up in China is closely related to environmental regulation types, regional economic development, and regional environmental characteristics.

Finally, this paper puts forward some useful suggestions for the optimization and adjustment of environmental regulation tools for different regions. (1) As for the eastern region, mandatory environmental regulation has surpassed the threshold value, and the market-oriented and voluntary environmental regulation has a promoting effect on the regional ecological efficiency. Therefore based on the pollutant total amount and the standard control, eastern provinces should develop the emissions trading, and collect fees for discharging pollutants on the resources, environmental taxes. At the same time, the eastern region should further improve the mechanism for public participation in environmental governance, improve corporate disclosure of environmental information and economic incentives for application environment mark, and encourage the public to voluntarily participate in environmental protection enterprise; (2) As for the central region, there exists some gap from the threshold value for mandatory environmental regulation. And market-oriented environmental regulation has a strong role in promoting the regional ecological efficiency, the relationship of voluntary environmental regulation and the regional ecological efficiency is at the rising stage of the inverted "U" type curve. Therefore, eastern provinces should speed up making the perfect pollutant emissions standards, improve environmental standards. At the same time, relying on the establishment of pilot of emissions trading in Shanxi, Inner Mongolia, Henan, Hunan, Hubei, eastern provinces should further strengthen the market trading mechanism of environmental protection; (3) As for the western region, both the relationship between mandatory, market-oriented environmental regulation and regional ecological efficiency are at the rising stage of the inverted "U" type curve. However the elasticity of market-oriented environmental regulation on regional ecological efficiency is more obvious than that of mandatory environmental regulation. Therefore, the western region should first strengthen the environmental protection standards, and prevent the excessive concentration of high pollution industry. The western region establishes emissions trading mechanism, perfects the system of environmental taxes and fees. At the same time, western cities should moderately control environmental tax and pollutant emission trading costs, avoid that the environmental regulation cost is more than the compensation effect.

**Key Words:** environmental regulation; ecological efficiency; mandatory type; market-oriented type; voluntary type

(责任编辑:文 川)