环境规制减排效果的门槛效应分析

舒安东

（天津大学管理与经济学部，天津 300072）

【摘　要】 本文利用1996—2014年我国30个省份的面板数据，从行政、法律、经济和技术四个领域来刻画环境规制，实证检验了不同环境规制手段的减排效果是否具有门槛效应。研究发现，环境规制的强度确实因环境规制的手段不同而有所不同，其中，法律手段、技术手段未因地方政府的异质性表现出明显的门槛特征，而行政手段在政府规模较小（地方财力不足）地区的减排效果显著，经济手段在政府规模较大（地方财力雄厚）地区的减排效果显著。

【关键词】 环境规制；环境治理体系和能力现代化；政府规模；门槛效应

【中国分类号】DF46；F062.2；X32　　【文章编号】1674-6252（2019）06.0064.05

【文献标识码】A　　【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2019.06.064

引言

依据我国环境保护法规定，地方各级人民政府应当对本辖区的环境质量负责。因此，面对严峻的生态环境挑战，地方政府迫切需要提高环境治理水平，推动生态环境治理体系和治理能力现代化，为打好污染防治攻坚战、实现经济社会高质量发展提供坚实保障。在庇古看来，政府应该对污染主体的生产行为实施必要的干预或规制，才能确保社会整体的福利水平达到帕累托最优。近年来，各级政府采取了严格的环境规制，可是环境质量的改善并不尽如人意，环境规制的效果也就备受关注，现有研究倾向于将其归结为地方政府的不完全执行[1]。生态环境领域的地方政府不完全执行主要分为两种，一是不作为，就是没有正确认识地方经济社会发展和生态环境保护的关系，将经济社会高质量发展和生态环境高水平保护对立起来，或是“先发展、后治理”，或是“要环保，不要民生”。随着中央生态环境保护督察的落实与压实，自上而下的压力会推动各级政府的积极环保行为。二是乱作为，存在层层加码、级级提速等简单政策输出现象，存在“一律关停”“先停再说”等敷衍应对做法，存在以生态环境保护为借口紧急停工停业停产等简单粗暴的“一刀切”行为。这些乱作为，有认识和意识问题，更多的原因是地方政府没有能力做到分区施策和分区管治，没有能力实现精准治污，是生态环境治理体系和治理能力现代化的推进没有跟上生态环境保护的形势和需要，误认为环境规制强度越大越好、环境规制手段越多越好，才致以出现动作过大、行为过火。建设美丽中国，坚决打好污染防治攻坚战，地方政府需要推进生态环境治理体系和治理能力的现代化，关键之一就是提升环境规制的治理效果，这就要充分考虑环境规制手段的效果差异性，做到辨证施治。

与现有研究相比，本文的贡献是：第一，考虑环境规制手段的差异性，从中国生态环境保护实践入手，实证检验环境规制不同手段的减排效果，为推动生态环境治理体系和治理能力现代化提供经验指引；第二，考虑环境规制手段选择或偏好的地区差异性，进一步揭示不同环境规制强度与减排效果的关系。生态环境保护工作受制于地方财力，因此，依据地方政府一般公共预算收入对环境规制强度的门槛效应进行分析，能够进一步揭示环境规制强度与减排效果的关系，为地方政府环境规制的分区施策、分区管治提供经验支撑。

1 文献综述

虽然大多数研究并没有就环境规制对资源配置效率[2]、企业创新效率[3]、绿色技术创新[4]等方面的经济影响达成一致，但却普遍认同了环境规制对污染减排的积极影响，认为提高环境规制强度或水平有助于治污减排[5]，认为环境规制在一定程度上增加了企业的排污成本，并进一步影响了竞争力[6]、研发投入[7]，甚至还增加了行业壁垒，从而抑制低生产率企业进入和促进低生产率企业退出[8]。波特假说则进一步站在动态发展的视角，认为环境规制存在创新补偿效应，严格且合理恰当的环境规制能够倒逼企业进行环境友好的创新投入，使得企业在提高竞争力的同时达到降低污染排放的目的。

随着现实需要和研究深入，一些研究开始关注环境规制减排效果的差异性。通常认为，严格环境管制，大多表现出较好的污染减排效果[9]。不过，有研究认为，基于市场的激励型环境规制或源自公众的非正式环境规制的效果则可能因地区或行业等因素而表现出不同的减排效果[10,11]。与此同时，环境规制手段的实际减排效果还受到其强度的影响。一方面，低强度的环境规制行为可能无法起到抑制污染排放的作用[12]。另一方面，环境规制不同手段与污染排

作者简介：舒安东（1999—），男，主要从事宏观经济研究，E-mail: shuandong@126.com。

放、或企业环保投入的关系则可能随着强度的增加而表现出多种的非线性模式[13,14]。同样基于非线性的角度，有的学者开始认为，在考虑技术创新、产业结构调整、外商投资等其他经济社会因素的情况下，环境规制的减排效果可能发生结构性变化，表现出显著的门槛特征[15,16]。

综合已有的研究，不难发现，环境规制不同手段的减排效果确实存在差异，很重要的原因在于采用了不同的代理变量来表征环境规制[17]，还有的原因是实证检验样本的不同，既有数据样本选择的差异，还有环境规制主体的差异性或异质性。此外，虽然多种环境规制手段并存于我国的环保实践中，但由于不同地区间地理禀赋、污染排放、发展模式存在差异，加上不同规制手段对制度环境、污染物种类等因素表现出的异质性[18]，不同环境规制手段的实际影响效果表现出明显差异[19]。例如，市场激励型环境规制手段虽然较命令控制型有着更低成本和更高合意目标实现能力，但由于对制度基础有着较高要求[20]，市场激励型环境规制可能仅在市场化水平较高的地区才能表现出显著的减排效果[21]。

2 模型与数据

2.1 模型设定与变量定义

环境规制不同手段的减排效果不尽相同，那么，作为实施各项环境规制手段的主体，地方政府本身的个体异质性因素是否也会影响到某种环境规制手段的减排效果？换言之，对地方政府而言，环境规制不同手段及其强度可能会影响到减排效果。地方政府环境规制的选择与施行取决于政府实施某一规制手段的成本与收益的关系[22]，而地方政府的规模往往是这一关系的决定性因素[23]。实际上，不同规模的地方政府往往也会面临不同程度的地区环境污染问题[24]，进而环境规制手段及其强度在不同规模的地方政府下也可能存在显著差异。环境规制手段的减排效果可能在当地方政府规模达到一定程度、越过一定的门槛值后才开始显现，或是由关系不显著而变为显著。因此，针对于地区发展实际选取适当的环境规制手段是进一步提高环境规制减排效果的重要举措。

考虑到政府规模这一异质性因素的影响，对环境规制手段与污染排放之间可能呈现出的不同门槛特征进行分析。基于 Hansen[25] 提出的面板门槛模型，构建门槛效应如下模型：

$$\mathrm{Pollu}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \mathrm{Policy}_{it}(\mathrm{thr} \leqslant \gamma) + \beta_2 \mathrm{Policy}_{it}(\mathrm{thr} > \gamma) + \beta_i \mathrm{Controls}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

因变量为环境污染（Pollu），分别采用工业 SO_2 排放量、工业 COD 排放量表征（单位：万 t）。“十一五”之后，主要污染物减排量纳入国民经济和社会发展的约束性指标，相应地，工业 SO_2、工业 COD 的排放量就受到环境规制的影响。

自变量为环境规制（Policy）。类似研究大多依据研究目标而对环境规制手段进行分类，在此，根据第六次全国环境保护大会的界定，从行政、法律、经济、技术四个手段予以刻画。第六次全国环境保护大会上提出“三个转变”，其中一个转变就是从主要用行政办法保护环境转变为综合运用法律、经济、技术和必要的行政办法解决环境问题。行政手段（Admin），用各地实施的环境行政处罚案件数表征[26]（单位：件）；法律手段（Legis），用各地累积颁布的地方环境标准数表征[21]（单位：件）；经济手段（Econ），主要包括排污费、治理激励和可交易的排污许可证，其中后两者发挥作用需要完善的市场经济体系作为支撑，且排污收费制度实施时间较早[28]，故用实际征收排污费总额表征（单位：万元）；技术手段（Tech），承担课题数可以衡量一个地区的研究开发性成果[29]，故用高校与科研机构 R&D 课题数来表征技术手段的强度（单位：个）。

门槛变量为政府规模（Size），用地方一般公共预算收入表征政府规模[30]（单位：亿元）。需要说明的是，即使中央政府通过各种途径对地方的生态环境保护予以财政支持，地方财力仍是影响地方政府环保行为的主要变量，因此选择地方政府一般公共预算收入作为门槛变量是有依据的。

γ 为需要估计的门槛值。β_1 和 β_2 分别为门槛变量在 $\mathrm{thr} \leqslant \gamma$ 和 $\mathrm{thr} > \gamma$ 时自变量环境规制对因变量污染排放的影响系数。

控制变量包括：经济水平（Gdp），用各地人均国内生产总值（GDP）表征（单位：万元 / 人）；经济结构（Stru），鉴于中国经济增长主要来自第二产业和第三产业的贡献，且第三产业增加值是反映产业结构升级趋势的主要指标，采用第二产业与第三产业增加值的比值表征[31]（单位：1）；能源消费（Energy），用各地区能源消耗总量表征（单位：吨标准煤）；外商直接投资（Fdi），用外商投资企业投资总额表征（单位：百万美元）。

2.2 数据来源

选择中国 30 个省份作为研究样本（基于数据可获得性的原因，样本不包括中国香港、澳门、台湾和西藏地区），时间跨度为 1996—2014 年，所有数据均来自相应年份的《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》和《中国能源年鉴》。此外，针对少量缺失值采用直线插值法进行补全处理。

3 实证分析

首先，进行门槛效果检验以确定门槛的个数，进而确定模型的形式。依次在不存在门槛、一个门槛和两个门槛的设定下对模型（1）进行估计，得到的 F 统计量和采用自抽样（Bootstrap）方法得出的 F 值、门槛估计值及相应的 95% 置信区间见表 1。

由表 1 可以看出，如果用工业 SO_2 排放量表示环境污染，法律手段和技术手段只有双重门槛显著，而单一门槛不显著，说明在将政府规模作为门槛变量下，法律、技术这两类环境规制手段不存在门槛效应。经济手段和行政手

表1 门槛效果检验

	工业 SO_2 排放量				工业 COD 排放量			
	门槛数	F 值	门槛值	95% 置信区间	门槛数	F 值	门槛值	95% 置信区间
行政手段（Admin）	单一	25.816*	785.560	[696.440，1 082.310]	单一	17.796**	254.870	[137.930，2 755.680]
	双重	28.578**	2 759.460	[56.780，6 220.910]	双重	17.415***	452.000	[431.700，456.860]
	三重	0.000	—	—	三重	−19.727	—	—
法律手段（Legis）	单一	15.421	—	—	单一	6.203	—	—
	双重	13.375***	—	—	双重	4.762	—	—
	三重	0.000	—	—	三重	0.000	—	—
经济手段（Econ）	单一	23.894**	1 542.300	[56.780，6 220.910]	单一	81.844***	516.310	[507.780，519.020]
	双重	10.733***	4 096.510	[56.780，6 220.910]	双重	30.607***	1 010.905	[749.900，2 253.270]
	三重	1.064	—	—	三重	−0.000	—	—
技术手段（Tech）	单一	20.576	—	—	单一	14.968	—	—
	双重	21.277***	—	—	双重	34.549***	—	—
	三重	0.000	—	—	三重	0.000	—	—

注：F 值和门槛值均为采用 Bootstrap 反复抽样 300 次得到的结果；*、**、*** 分别表示在 0.1、0.05、0.01 水平下显著

段的单一、双重门槛显著，而三重门槛不显著，说明存在双重门槛效果。如果用工业 COD 排放量表示环境污染，行政手段和经济手段具有双重门槛效应，说明这两类环境规制手段与环境污染的关系可能在当政府规模依次超越两个门槛值后，呈现出不同的效果，即规模不同的地方政府在采取行政手段或经济手段时可能具有不同的减排效果。技术手段、法律手段没有表现出显著的门槛效果，说明这两类环境规制手段与环境污染的关系并没有受到地方政府规模变化的影响。

对于存在门槛特征的环境规制手段，使用稳健标准误的固定效应模型对门槛模型进行回归，结果见表 2。

可以看出，以工业 SO_2 排放量表征环境污染，政府规模（Size）较小（即地方政府财力不足时），行政手段的估计系数在 1% 的水平下显著为负，经济手段的估计系数不显著。在政府规模（Size）中等时，行政手段的估计系数不再显著，经济手段的估计系数在 10% 的水平下显著为正。在政府规模（Size）较大（即地方财力雄厚）时，行政手段的估计系数仍然不再显著，经济手段的估计系数在 1% 的水平下显著为负。同样，用工业 COD 排放量表征环境污染，在政府规模（Size）较小时，行政手段的估计系数在 5% 的水平下显著为负，经济手段的估计系数在 10% 的水平下显著为正。在政府规模（Size）中等时，行政手段的估计系数在 1% 的水平下显著为正，经济手段的估计系数在 5% 的水平下显著为正。在政府规模（Size）较大时，行政手段的估计系数在 1% 的水平下显著为负，经济手段的估计系数不再显著。综合来看，可以判定，在经济欠发达地区（通常一般公共预算收入较小），行政手段能够抑制污染排放，在经济

表2 门槛回归结果

变量	工业 SO_2 排放量		工业 COD 排放量	
	行政手段	经济手段	行政手段	经济手段
政府规模（Size）（$thr \leqslant \gamma_1$）	−0.080***（−2.98）	0.039（1.02）	−0.069**（−2.22）	0.177**（2.66）
政府规模（Size）（$\gamma_1 < thr \leqslant \gamma_2$）	0.084（0.45）	0.179*（1.77）	0.688***（3.07）	0.230**（2.54）
政府规模（Size）（$thr > \gamma_2$）	−0.064（−0.33）	−0.152***（−3.27）	−0.680***（−2.94）	−0.058（−0.65）
经济水平（Gdp）	0.014（0.31）	0.042（0.86）	0.029（0.39）	0.073（1.02）
经济结构（Stru）	0.127**（2.57）	0.073（1.43）	0.106*（1.72）	0.082（1.38）
能源消费（Energy）	0.313**（2.54）	0.332*（2.02）	−0.657***（−4.76）	−0.724***（−3.96）
外商直接投资（Fdi）	−0.232***（−3.57）	−0.213***（−3.78）	0.203**（2.40）	0.177**（2.31）
F 值	6.68	5.64	9.52	19.17
Within R^2	0.316 6	0.354 8	0.441 1	0.488 3
样本量	570	570	570	570

注：*、**、*** 分别表示回归系数在 0.1、0.05、0.01 的水平上显著，常数项的回归结果略去，括号中的数字表示 T 值，所有变量进行了标准化处理

发达地区（通常一般公共预算收入较大），经济手段能够抑制工业污染排放。此外，法律手段和技术手段这两类环境规制手段未因地方政府的异质性因素而表现出明显的门槛特征，说明对于不同规模的地方政府而言，法律、技术这两类环境规制手段都有显著的治污减排效果。

4 主要结论与政策建议

4.1 研究结论与展望

长期以来，我国在生态环境保护领域通过环境规制不断强化落实地方政府环保主体责任，因而有必要检验环境规制的减排效果。本文利用 1996—2014 年中国 30 个省份的面板数据，从行政、法律、经济和技术四个领域来刻画环境规制，实证检验了环境规制不同手段的减排效果是否具有门槛效应。研究发现，环境规制的强度确实因环境规制的手段不同而有所不同，其中，法律手段、技术手段未因地方政府的异质性表现出明显的门槛特征，而行政手段在政府规模较小地区的减排效果显著，经济手段在经济发达地区的减排效果显著。

当然，环境规制的分类，以及环境规制效果的实证，都是基于变量选择的数据结果，并不能完全、真实地反映环境规制不同手段及其强度的减排效果。本文根据第六次全国环境保护大会所提出的“三个转变”，将环境规制手段分成法律手段、经济手段、技术手段和行政手段，并分析环境规制手段减排效果的门槛效应，分析结果自然受到环境规制手段分类、变量选择的影响。正是因为环境规制不同手段及其强度的减排效果可能存在不同，因此，需要更多的实证去分析环境规制不同手段及其强度的减排效果、作用路径，从而为地方政府制定环境规制政策工具组合提供更好的经验支撑。

4.2 政策建议

基于本文的实证研究，提出如下政策建议：

（1）加强环境法治建设，坚持依法保护环境。法治是建立长效保护机制的基础。近些年来，生态环境保护领域出台了许多政策和制度，仅中央层面审议通过 40 余项生态文明和环境保护具体改革方案，有必要进一步通过环境立法予以固化和细化，并在健全环境立法、严格环境执法、推动自觉守法的基础上，强化环境司法、信息公开和公众参与等各个环节。

（2）完善环境质量和污染物排放标准，培育发展新动能。新旧动能的转换，技术升级是关键，创新发展是引领。无论发展新技术、新业态、新模式，还是改造升级传统产业，既需要根据环境质量需要和经济技术条件，加快修订完善大气、水污染物综合排放标准，去化解淘汰落后产能，也需要用标准去引领生产技术升级。要鼓励有条件的地区制定实施严于国家的污染排放标准，强化排污者责任，坚持源头防治。

（3）科学统筹综合施策，综合运用各种环境规制手段。展望“十四五”乃至今后较长一段时期内，生态环境保护仍然处于负重前行期，要基于不同地区的生态环境承载能力，响应不同地区对生态环境质量的期待和要求，实行最严格的生态环境保护制度。在标本兼治的基础上，铁腕治理，仍需要强化有短期治理效果的环境规制手段，守住生态环境质量只能改善不能恶化的底线。

参考文献

[1] 冉冉 .“压力型体制”下的政治激励与地方环境治理 [J]. 经济社会体制比较 , 2013(3): 111-118.

[2] 韩超 , 张伟广 , 冯展斌 . 环境规制如何“去”资源错配——基于中国首次约束性污染控制的分析 [J]. 中国工业经济 , 2017(4): 115-134.

[3] 李婧 . 环境规制与企业技术创新效率研究 [J]. 中国经济问题 , 2013(4):38-44.

[4] 梁劲锐 , 史耀疆 , 席小瑾 . 清洁生产技术创新 、治污技术创新与环境规制 [J]. 中国经济问题 , 2018(6):76-85.

[5] ZHU S J, HE C F, LIU Y.Going green or going away: environmental regulation, economic geography and firms’strategies in China’s pollution-intensive industries[J].Geoforum, 2014, 55: 53-65.

[6] 李小平 , 卢现祥 , 陶小琴 . 环境规制强度是否影响了中国工业行业的贸易比较优势 [J]. 世界经济 , 2012, 35(4): 62-78.

[7] 颉茂华 , 王瑾 , 刘冬梅 . 环境规制 、技术创新与企业经营绩效 [J]. 南开管理评论 , 2014, 17(6): 106-113.

[8] 李蕾蕾 , 盛丹 . 地方环境立法与中国制造业的行业资源配置效率优化 [J]. 中国工业经济 , 2018(7): 136-154.

[9] CHEN Z, KAHN M E, LIU Y, et al.The consequences of spatially differentiated water pollution regulation in China[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2018, 88: 468-485.

[10] REN S G, LI X L, YUAN B L, et al.The effects of three types of environmental regulation on eco-efficiency: a cross-region analysis in China[J]. Journal of Cleaner Production,2018, 173: 245-255.

[11] 张橦 . 新媒体视域下公众参与环境治理的效果研究——基于中国省级面板数据的实证分析 [J]. 中国行政管理 , 2018(9):79-85.

[12] 张同斌 . 提高环境规制强度能否“利当前”并“惠长远”[J]. 财贸经济 , 2017, 38(3): 116-130.

[13] LI R Q, RAMANATHAN R.Exploring the relationships between different types of environmental regulations and environmental performance: evidence from China[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 196: 1329-1340.

[14] 李月娥 , 李佩文 , 董海伦 . 产权性质、环境规制与企业环保投资 [J]. 中国地质大学学报 (社会科学版), 2018, 18(6): 36-49.

[15] XIE R H, YUAN Y J, HUANG J J.Different types of environmental regulations and heterogeneous influence on“green”productivity: evidence from China[J]. Ecological Economics, 2017, 132: 104-112.

[16] 吴伟平 , 何乔 .“倒逼”抑或“倒退”?——环境规制减排效应的门槛特征与空间溢出 [J]. 经济管理 , 2017, 39(2): 20-34.

[17] 张华 . 地区间环境规制的策略互动研究——对环境规制非完全执行普遍性的解释 [J]. 中国工业经济 , 2016(7):74-90.

[18] 卢洪友 , 刘啟明 , 祁毓 . 中国环境保护税的污染减排效应再研究——基于排污费征收标准变化的视角 [J]. 中国地质大学学报 (社会科学版), 2018(5):72-87.

[19] YANG J, GUO H X, LIU B B,et al.Environmental regulation and the Pollution Haven Hypothesis: do environmental regulation measures matter?[J].Journal of Cleaner Production, 2018, 202: 993-1000.

[20] KATHURIA V. Controlling water pollution in developing and transition

countries—lessons from three successful cases[J].Journal of Environmental Management, 2006, 78(4): 405-426.
[21] 李永友 , 沈坤荣 . 我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]. 管理世界 , 2008(7): 7-17.
[22] 潘峰 , 西宝 , 王琳 . 中国地方政府环境规制激励机制研究 [J]. 中国经济问题 , 2015(6): 26-36.
[23] 马光荣 , 李力行 . 政府规模、地方治理与企业逃税 [J]. 世界经济 , 2012, 35(6): 93-114.
[24] 郑怡林 , 陆铭 . 大城市更不环保吗 ?——基于规模效应与同群效应的分析 [J]. 复旦学报 (社会科学版), 2018, 60(1): 133-144.
[25] HANSEN B E.Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J].Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345-368.
[26] 郑洁 , 付才辉 , 赵秋运 . 发展战略与环境治理 [J]. 财经研究 , 2019, 45(10): 4-20, 137-137.
[27] 冯志军 , 陈伟 , 杨朝均 . 环境规制差异、创新驱动与中国经济绿色增长 [J]. 技术经济 , 2017, 36(8): 61-69.
[28] 朱明 . 湖南省综合科技水平定量分析——评价、比较、预测 [J]. 软科学 , 1989(3): 30-36.
[29] 周黎安 , 陶婧 . 政府规模 、市场化与地区腐败问题研究 [J]. 经济研究 , 2009, 44(1): 57-69.
[30] 吕炜 , 王娟 . 高增长背景下的产业结构升级迟滞研究——经验证据与体制解析 [J]. 财经问题研究 , 2012(6): 3-10.

The Threshold Effect on Emission Reduction of Environmental Regulations

SHU Andong

(College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: Based on the panel data of 30 provinces in China from 1996 to 2014, four types, namely economic, legislation, technical and administrative means, of environmental regulation are measured. From the result of threshold effect, it is found that the intensity of environmental regulation really varies with the means of environmental regulation. Among them, legal means and technical means do not show obvious threshold characteristics due to the heterogeneity of local governments, while administrative means have significant emission reduction effect in small-scale areas of government, and economic means have significant emission reduction effect in developed areas

Key words: environmental regulation; modernization of governing capacity; environmental commissioner; threshold effect