

正式与非正式环境规制的减排效应研究

——以长江经济带为例^{*1}

李强

【内容提要】:该文基于长江经济带 104 个城市 2003—2015 年市级面板数据,采用系统广义矩估计方法实证研究了环境规制对长江经济带环境污染的影响效应,研究结果表明,正式和非正式环境规制对长江经济带城市环境污染影响为负,表明正式与非正式环境规制的节能减排效应较为显著,并且两种环境规制对长江经济带环境污染的影响存在此消彼长的关系。分区域来看,非正式环境规制对长江上游、中游和下游地区环境污染影响为负,两者交互项的影响为正;与上下游地区不同的是,正式环境规制加剧了长江中游城市的环境污染水平。因此,建立跨区域的环境治理协调机制和生态补偿机制是实现长江经济带生态环境治理的重要手段。

【关键词】:正式环境规制;非正式环境规制;碳排放;长江经济带

【中图分类号】号:F205**【文献标识码】**:A**【文章编号】**:1009—2382(2018)05—0092—08

一、引言

伴随着城镇化和工业化进程的快速推进,长江经济带面临生态环境保护压力增大的严峻挑战,长江流域的环境治理刻不容缓。为了加大长江经济带的环境治理力度,2016年1月习近平主席两次提到长江经济带生态环境保护问题,生态优先、绿色发展是长江经济带经济社会发展的主题,从“黄金水道”“立体交通走廊”到“绿色发展”体现出长江经济带建设思路的调整。同时,中央政府也出台一系列政策、法规来治理长江流域的环境污染问题,如《长江经济带发展规划纲要》《长江经济带生态环境保护规划》《关于加强长江黄金水道环境污染防控治理的指导意见》等。如何推进长江经济带的环境治理业已成为政府与学界关注的热点问题。

随着长江经济带国家战略的实施,长江经济带已成为国内学者研究的重要对象,其中,长江经济带全要素能源效率、收敛性及其影响因素是现有文献研究的重点问题。一些学者的研究表明,长江经济带全要素能源效率呈现震荡上升的趋势(卢丽文等,2016),长江经济带中上下游地区生态效率的区域差异明显,上、中、下游地区生态效率总体呈现出依次递增的特点(刘传江和赵晓梦,2016)。与此相反,部分学者的研究发现,长江经济带全要素能源效率在不断下降,而且考虑环境因素比不考虑环境因素的全要素能源效率下降幅度更大(吴传清和董旭,2016),不同地区环境效率差异明显,这种差距呈扩大趋势(汪克亮等,2016)。长江经济带全要素能源效率的影响因素也是现有文献研究的一个分支,现有文献着重探讨了经济增长(陈芳,2016)、人口扩张(李建豹和黄贤金,2016)、城镇化(王旭熙等,2015)、产业结构(何宜庆等,2016)对长江经济带全要素能源效率的影响,综合而言,长江经济带碳排放及增长率、人均碳排放及增长率、能源强度都高于全国平均水平,但依然面临严峻的节能减排压力(黄国华,2016)。

¹ **基金项目**:安徽省自然科学基金面上项目“长江经济带产业转型升级与生态环境优化的协同机制研究”(编号:1708085MG172);安徽省创新发展研究重大课题“长江经济带产业结构与生态环境耦合优化研究”(编号:2017ZD003);安徽省教育厅自然科学研究重点项目“河长制视域下环境分权的减排效应研究:以长江经济带为例”(编号:KJ2018A0442);安徽高校优秀青年骨干人才国内访学研修项目(编号:gxfx2017030)。

作者简介:李强,安徽财经大学城市与县域经济研究中心副教授、博士(蚌埠 233030)。

环境治理的主体是一个多元化的主题，理应由中央政府、地方政府、企业和居民共同组成，各自发挥其在环境治理中的作用。早期环境规制的研究直接将环境规制等同于政府规制，主要依靠政府行政指令对资源使用和环境污染进行管理，以达到环境治理的目的，即政府主导下的正式环境规制。大量国内外学者的研究中环境规制指的是正式环境规制(Jaffeetal. , 1995;Deanetal. , 2000;Toshi&Sugino, 2007;黄德春和刘志彪, 2006;钟茂初, 2015)，其中环境规制对经济增长(宋马林和王舒鸿, 2013)、产业转移(汤维祺等, 2016)、技术进步(Hamamoto, 2006;张成等, 2011)、进出口贸易(朱平芳等, 2011;李小平等, 2012)的影响是现有文献研究的重点。

随着研究的深入，国外学者 Pargal & Wheeler (1995) 首次提出了非正式环境规制的概念。非正式环境规制是指当政府主导的正式环境规制较弱或失效时，公众通过谈判、协商等形式自发完成的环保协议、进而实现治理环境污染目的的行为规范。现有文献从不同维度对非正式环境规制的有效性作了研究，研究结论存在分歧。部分学者的研究表明，非正式环境规制加剧了污染产业的区际转移(张平和张鹏鹏, 2016)，有利于促进产业结构的调整(原毅军和谢荣辉, 2014)，也是治理环境污染的重要手段(Kathuria & Sterner, 2006)。也有学者的研究表明，非正式环境规制的减排效应要弱于正式环境规制(彭文斌等, 2014)，非正式环境规制的减排效应不明显(傅京燕, 2009)。

伴随着 2014 年《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》的实施，意味着长江经济带发展上升为国家战略，同时，长江经济带成为学界研究的重要对象。综合而言，现有文献对长江经济带环境问题的研究主要集中在“识别”阶段，即弄清楚目前长江经济带环境效率的现状、区域差异、影响因素等方面，着重对长江经济带的全要素能源效率、收敛性及其影响因素作了研究，但是对长江经济带环境规制(效率)关注较少，尤其缺乏长江经济带环境规制效率方面的经验研究。长江经济带横跨我国东、中、西三个区域，是实现我国区域协调发展的重要纽带。那么，对于长江经济带这样特殊区域而言，环境规制的减排效应究竟如何?正式环境规制与非正式环境规制之于长江流域的环境污染孰优孰劣?正式环境规制与非正式环境规制的交互效应如何?有鉴于此，本文基于长江经济带 104 个城市 2003—2015 年市级面板数据，采用系统广义矩估计方法实证研究正式环境规制与非正式环境规制对长江经济带环境污染的影响，在此基础上，探究两者交互项的影响效应，分析正式与非正式环境规制减排效应的区域差异。本文研究为长江经济带环境治理提供了新思路，对于有序推进长江经济带生态环境优化具有重要的参考价值，也为制定科学合理的长江经济带环境协同治理政策提供理论依据。

本文余下部分安排如下:第二部分系统分析正式环境规制与非正式环境规制影响长江经济带环境污染的内在机理，在此基础上，提出有待检验的三个研究假说;第三部分是实证研究设计，建立计量模型，对变量设定及数据进行说明;第四部分是实证研究部分，基于长江经济带市级面板数据，实证研究环境规制对长江经济带环境污染的影响，并将其分解为上游、中游和下游三大区域，探讨环境规制对不同区域环境污染的影响效应;第五部分总结本文研究的主要结论，凝练本文研究的启示性建议。

二、机理分析及研究假说

与我国经济快速增长相伴而生的是环境污染问题，不断恶化的生态环境逐渐成为影响我国经济发展的重要因素，也给我国经济社会发展带来了巨大限制(杨继生和徐娟, 2013)。中央政府高度重视环境治理问题，党的十八大，十八届三中、四中、五中和六中全会对生态文明建设做出了顶层设计和总体部署，并多次出台环境治理方面的指导意见。环境污染所具有的空间相关性及其空间溢出效应(Anselin, 2001;Maddison, 2007;豆建民和张可, 2015)无疑加大了环境治理的难度，使得我国环境治理政策收效甚微。现有文献对环境治理主体的探讨主要从政府和市场两个方向展开，进而演变出正式环境规制与非正式环境规制的研究;现有文献对环境规制路径的探讨主要从政府力量和市场力量展开，进而演变出碳税和排放权交易的研究。基于环境污染和治理问题的两大理论基础，国内外学者做了大量的扩展研究。综合而言，绝大部分学者的研究表明，正式环境规制具有较为明显的污染减排效应(Toshi & Sugino, 2007;钟茂初, 2015)，但现有文献就非正式环境规制减排效应的研究结论尚存分歧(Kathuria & Sterner, 2006;彭文斌等, 2014)。中央政府高度重视环境问题，也出台了一系列环境治理政策、法规，但实际情况是，环境污染愈发严重，特别是长江流域环境污染问题的愈发严重，更加释放了环境问题未实现有效治理的信号。那么，为什么中央政府高度重视环境保护而现实却是环境污染问题的种种乱象呢?环境治理为什么总是不尽如人意呢?直观上来看，中国环境规制的

制定者是中央政府，而地方政府是环境规制的主要执行者，意味着地方政府在环境规制执行上具有很大的自由裁量空间，从而提升了环境规制执行的弹性，为环境规制非完全执行打开了机会之窗。同时，由于中央政府与地方政府的目标函数是不一致的，地方政府往往不是以公共福利为目标，而是具有某种自利性动机，因此地方政府在环境规制上的竞争是影响环境规制绩效的重要因素。根据经济学理论，私人成本与社会成本不相等是产生环境污染负外部性的根源，庇古税政策认为应采用政府干预的手段来治理环境污染，主张通过征税和补贴方式来解决环境污染面临的外部性问题，用税收来抹平环境污染者私人成本与社会成本之间的差额，使之相等。基于以上分析，本文提出以下研究假说：

假说 1: 庇古税理论是正式环境规制影响环境污染的理论基础，正式环境规制通过矫正环境污染者私人成本与社会成本之间的差额，有利于降低污染排放量，因此，正式环境规制具有明显的减排效应。

以科斯为代表的制度经济学家提出通过市场机制来解决环境污染问题，借助分权制度、许可证交易制度、排放权交易制度等市场力量，解决环境污染所具有的外部性问题，使外部性内部化。奥斯特罗姆则认为，环境治理中不应过度强调政府的作用，并提出了环境自主治理模式来解决环境污染问题，其核心内涵是通过制度创新、相互监督等形式使环境污染的外部性问题内部化，进而形成了非正式环境规制理论 (Pargal & Wheeler, 1995)。非正式环境规制主张公众通过谈判、协商等形式自发完成的环保协议、进而实现治理环境污染目的的行为规范，可以弥补正式环境规制失效的不足，但并不否认政府环境政策对环境污染的影响。基于以上分析，本文提出以下研究假说：

假说 2: 科斯定理是非正式环境规制影响环境污染的理论基础，也是环境污染治理的重要手段。

综上，庇古税理论和科斯定理是现有环境治理研究的两大理论基础，其中庇古税理论强调政府干预在环境治理问题研究中的核心作用，进而形成了正式环境规制理论。科斯定理强调市场在环境治理问题研究中的核心作用，进而形成了非正式环境规制理论。正式环境规制与非正式环境规制都是治理环境污染的重要手段，两者具有一定的内在关联性。一方面，正式环境规制与非正式环境规制存在相互促进的一面。比如，政府环境规制政策、法规的出台代表了政府环境政策的总体方向，体现了政府环境治理的决心，有利于营造一种节能减排、环境治理的社会氛围，有利于增强居民对环境问题的认识，提高社会公众对环境污染治理的要求。因此，正式环境规制对非正式环境规制具有促进作用。另一方面，两者也存在相互替代的一面。正式环境规制强度的提升有利于降低环境污染水平，提高环境质量，在此背景下，公众在环境规制方面的意愿将显著降低，进而降低非正式环境规制水平；与此相反的是，当正式环境规制强度不高时，伴随着环境质量的下降，公众对于环境规制的意愿将不断提升，非正式环境规制强度不断提高。基于以上分析，本文提出以下研究假说：

假说 3: 正式环境规制与非正式环境规制之间存在紧密的联系，两者交互项是影响环境污染的重要因素，但两者对环境污染的影响效应可能是替代关系，也可能是互补关系。

三、研究设计

1. 模型设定

为了实证检验正式与非正式环境规制对长江经济带环境污染的影响，参考 Kathuria & Sterner (2006)、钟茂初 (2015) 等学者的研究，将正式与非正式环境规制交互项引入模型，本文建立的动态面板模型为：

$$POLLUTION_{it} = \beta_0 + \beta_1 POLLUTION_{i,t-1} + \beta_2 FER_{it} + \beta_3 IER_{it} + \beta_4 INTER_{it} + \beta_5 CONTROL + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，被解释变量 POLLUTION 表示环境污染水平；FER 和 IER 分别表示正式环境规制与非正式环境规制；INTER 为正式环境规制与非正式环境规制的交互项；CONTROL 为影响环境污染的其他控制变量； β_i 为模型的待估参数；下标 t 表示时间单元； ε_{it} 为模型的随机扰动项。

2. 变量设定

(1) 环境污染。现有文献对环境污染的表征方法较多，其中，“三废”即废水、废气及固废排放量是环境污染的常规表示方法(刘华军和杨骞，2014)，本文沿袭这一做法。本文研究基于长江经济带市级面板数据，数据主要来源于《中国城市统计年鉴》，考虑到数据的可得性，本文研究中“三废”排放分别用工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟尘排放量予以表示。在此基础上，对数据进行标准化处理，基于熵值法确定各指标的权重，采用主成分分析方法构建环境污染综合指数，用 POLLUTION 表示。

(2) 正式环境规制。现有文献对正式环境规制的表征方法较多，而且不同表征方法存在较大差异。国内学者的研究中，主要沿着以下方向展开：一是采用废水排放达标率、二氧化硫去除率和固体废物综合利用率表示，如赵细康(2003)、李玲和陶锋(2012)、徐敏燕和左和平(2013)等；二是采用单位工业增加值对应的主要污染物排放量表示，如魏玮和毕超(2011)。考虑到数据的可得性，本文参考第一种做法，即基于工业固体废物综合利用率、工业废水排放达标率、二氧化硫去除率构建环境规制综合强度，用 FER 表示。

(3) 非正式环境规制。相较于正式环境规制而言，非正式环境规制的相关研究不多，也是难以度量的一个指标。Pargal & Wheeler(1995)提到，人均收入越高的地区，居民对环境质量的要求也随之提高，人均收入与环境规制呈正相关关系(Dauspupta et al. , 2001)。本文沿袭这一做法，采用人均 GDP 表征非正式环境规制水平，用 IER 表示。

(4) 控制变量。现有文献的研究表明，财政分权在促进我国经济快速增长的同时，也加剧了我国的环境污染水平，是影响环境污染的重要因素(Levinson, 2003;李香菊和刘浩，2016)。为此，本文将财政分权变量引入模型，采用地方财政预算内收入与地区生产总值之比表示，用 FD 表征。长江经济带产业结构与环境污染之间具有较高的相关性(李强，2017)，本文采用第三产业与 GDP 之比表示产业结构，用 INDUS 表示。依托良好的区位优势 and 产业发展基础，长江流域是我国外商直接投资的重要集聚地，外向型经济的发展也对长江经济带的环境污染产生了重要影响。本文采用长江经济带城市外商直接投资占 GDP 的比例表征，用 FDI 表示。城镇化进程的快速推进也是影响长江经济带环境污染的重要因素，这里采用非农业人口与城市总人口的比值表示，即城镇化率，用 URBAN 表征。同时，研究与开发是影响经济发展方式、产业发展、环境污染的重要因素，本文采用学界常用的研发衡量方法，即科研综合技术服务业从业人数与城市单位从业人数之比表示，用 RD 表征。

3. 数据说明

本文基于长江经济带 104 个城市^②2003—2015 年面板数据，实证分析环境规制对长江经济带环境污染的影响，共有 1352 个观测值，数据主要来源于《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国城市统计年鉴》和各省(市)统计年鉴。对各变量的描述性统计见表 1 所示，数据处理及实证分析在 STATA. 11 软件中进行。

表 1 变量的描述性统计

| 变量 | 观测值 | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|----|-----|----|-----|-----|-----|
|----|-----|----|-----|-----|-----|

² ① 丽江市、昭通市、临沧市、普洱市、毕节市、巢湖市、铜仁市由于缺乏大量核心数据而被排除在外。

| | | | | | |
|-----------|------|------|------|-------|-------|
| POLLUTION | 1352 | 0.10 | 0.12 | 0 | 1 |
| FER | 1352 | 0.55 | 0.19 | 0.11 | 0.98 |
| IER | 1352 | 2.94 | 2.50 | 0.01 | 19.90 |
| INDUS | 1352 | 0.48 | 0.09 | 0.19 | 0.76 |
| FD | 1352 | 0.09 | 0.05 | 0.01 | 0.99 |
| FDI | 1352 | 0.02 | 0.02 | 0 | 0.46 |
| RD | 1352 | 0.01 | 0.01 | 0.001 | 0.08 |
| URBAN | 1352 | 0.24 | 0.15 | 0.02 | 0.96 |
| INTER | 1352 | 1.49 | 1.25 | 0.01 | 8.56 |

资料来源：作者计算整理。

四、计量检验

1. 动态面板模型回归

为了实证检验正式与非正式环境规制对长江经济带环境污染的影响，本部分采用实证研究方法进行分析。本文计量模型中解释变量环境污染（“三废”排放量）与被解释变量环境规制之间具有较高相关性，而且两者之间具有较强的双向因果关系，这恰恰是导致内生性的重要因素。为了避免内生性影响模型估计结果，本文采用系统广义矩估计方法进行估计，并采用差分变量的滞后项和水平变量的滞后项分别表示水平方程和差分方程的工具变量，估计结果见表2。表2中最后3行报告了随机干扰项的序列相关和工具变量有效性检验结果。结果显示，AR(2)和sargan检验都通过了显著性检验，意味着随机干扰项不存在序列(2阶)自相关问题，工具变量的选取也具有有效性，采用系统广义矩估计方法进行分析是有效的。

表2 计量检验

| 模型 | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|--------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| 估计方法 | SYS - GMM | SYS - GMM | SYS - GMM | SYS - GMM | SYS - GMM | SYS - GMM |
| 被解释变量 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 |
| L. POLLUTION | 0.707 *** (759.91) | 0.677 *** (701.92) | 0.695 *** (458.31) | 0.682*** (326.66) | 0.710 *** (280.33) | 0.697*** (131.42) |
| FER | -0.033 *** (-27.89) | -0.034 *** (-20.28) | -0.026 *** (-11.15) | -0.013 *** (-5.55) | -0.022 *** (-14.24) | -0.101 *** (-21.40) |

| | | | | | | |
|-------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| IER | -0.0003 *** (-3.42) | -0.001 *** (-8.37) | -0.0005** (-2.47) | -0.001 *** (-4.15) | -0.001 *** (-4.10) | -0.018 *** (-21.53) |
| INDUS | -0.370 *** (-103.43) | -0.300 *** (-53.84) | -0.231 *** (-39.64) | -0.207 *** (-32.49) | -0.156 *** (-23.66) | -0.167 *** (-15.85) |
| FDI | | -0.934 *** (-23.11) | -1.020 *** (-30.26) | -0.821 *** (-16.98) | -0.592 *** (-12.24) | -0.593 *** (-15.81) |
| FD | | | 0.056*** (12.90) | 0.079*** (16.12) | 0.135*** (26.96) | 0.127*** (14.69) |
| RD | | | | -3.396*** (-16.35) | -3.108*** (-28.59) | -2.187*** (-19.14) |
| URBAN | | | | | 0.020*** (7.38) | 0.016 *** (3.84) |
| INTER | | | | | | 0.033 *** (22.01) |
| — CONS | 0.231*** (157.81) | 0.225 *** (83.65) | 0.181*** (53.72) | 0.206*** (66.66) | 0.163*** (42.54) | 0.202*** (29.95) |
| N | 1248 | 1248 | 1248 | 1248 | 1248 | 1248 |
| AR(1) | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |
| AR(2) | 0.1608 | 0.1782 | 0.2125 | 0.1893 | 0.2205 | 0.3149 |
| Sargan test | 0.2393 | 0.7628 | 0.9835 | 0.9997 | 1.0000 | 1.0000 |

注：括号里数字为每个解释变量系数估计的 z 值，***、**、* 分别表示 1%、5%和 10%显著性水平。Sargan 检验的原假设是“过度识别约束是效性的”，若接受原假设表明工具变量设定是合理的。下表同。

资料来源：作者计算整理。

综合表 2 估计结果可知，正式环境规制和非正式环境规制变量系数均为负，并在 1%水平显著，表明正式与非正式环境规制对长江经济带城市环境污染水平具有负向影响，意味着正式环境规制是提高长江流域环境质量的重要因素，与现有文献的经验研究结论一致(Kathuria&Sterner, 2006;彭文斌等, 2014)，也验证了前文的研究假说 1 和假说 2。生态优先、绿色发展是长江经济带经济社会发展的主题，为了促进长江经济带生态环境的不断优化，政府层面应加大环境治理力度，同时加强对环境治理的监管力度，出台环境治理方面的法律法规，形成有效的环境治理制度规范，逐步调整以往“唯 GDP 论英雄”的政绩考核机制也是关键，提高环境污染、环境治理绩效在地方政府考核中的重要性，将其上升到与经济发展同等高度。另一方面，要不断提高公众对环境污染的认识，提高公众在环境治理中的参与度，借助政府与市场的力量，提高长江经济带城市环境质量。表 2 中模型(6)引入正式环境规制和非正式环境规制的交互项后，回归结果表明，交互项系数为正，并在 1%水平显著，表明正式环境规制和非正式环境规制对长江经济带环境污染的影响具有替代关系，即如果正式环境规制强度不断增强，那么非正式环境规制强

度将不断减弱;反之亦然。研究还发现,财政分权和城镇化变量系数为正,并在1%水平显著,表明财政分权和城镇化快速推进是加剧长江经济带环境污染的重要因素,这与杨瑞龙等(2007)、黄国宾和周业安(2014)、曾刚(2015)等学者的研究结论一致。财政分权和城镇化是促进长江经济带经济快速增长的关键因素,同时也加剧了长江流域的环境污染,此结论的启示性意义在于,分税制改革和快速城镇化背景下实现经济与环境的协调发展是急需破解的关键难题。研究还发现,外商直接投资和研发变量系数为负,并在1%水平显著,表明发展外向型经济、加大研发力度是实现长江经济带绿色发展的有效路径。值得注意的是,产业结构对长江经济带环境污染水平具有显著的负向影响,表明产业发展促进了长江流域环境质量的提升,意味着“重化工围江”并不是加剧长江经济带环境污染的关键因素。

2. 分区域的稳健性检验

长江流域横跨我国东、中、西三大板块,包括11个省(市、区),特别是,上、中、下游地区经济社会发展情况存在较大差异。因此,本部分将长江经济带分解为上游城市、中游城市和下游城市³,深入探究环境规制对长江经济带不同城市环境污染的影响,进而回答环境规制是否有助于减轻长江经济带不同城市的环境污染水平。为了避免内生性影响模型估计结果,同样采用系统广义矩估计方法进行估计,并将解释变量的1阶滞后项作为解释变量的工具变量,估计结果见表3。表3最后3行报告了随机干扰项序列相关和工具变量有效性检验结果,均通过了检验。

表3 分区域检验

| 模型 | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
|--------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 估计方法 | SYS- GMM | SYS-GMM | SYS- GMM | SYS - GMM | SYS- GMM | SYS - GMM |
| 被解释变量 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 | 环境污染 |
| 地区 | 上游 | 上游 | 中游 | 中游 | 下游 | 下游 |
| L. POLLUTION | 0.759 *** (17.22) | 0.764 *** (17.59) | 0.590*** (21.85) | 0.616 *** (32.53) | 0.739*** (61.23) | 0.739*** (83.16) |
| FER | -0.028 (-0.78) | -0.073* (-1.77) | 0.037 *** (4.67) | 0.022*** (2.66) | -0.003 (-0.67) | -0.067 *** (-6.24) |
| IER | -0.005 *** (-9.75) | -0.012 *** (-3.54) | -0.001 *** (-4.15) | -0.003 *** (-4.26) | 0.006*** (21.24) | -0.007 *** (-4.30) |
| INDUS | -0.027 (-0.43) | -0.089 (-1.27) | -0.173 *** (-9.84) | -0.157 *** (-5.97) | -0.236 *** (-8.56) | -0.250 *** (-9.33) |
| FDI | -1.210** (-2.36) | -0.933 (-1.64) | -0.513 *** (-5.68) | -0.533 *** (-4.41) | 0.285 *** (2.88) | 0.295*** (3.96) |
| FD | 0.180*** | 0.143** | 0.151*** | 0.179*** | 0.289 *** | 0.297 *** |

³ ① 长江经济带上游地区包括重庆、四川、贵州和云南,中游地区包括湖南、湖北和江西,下游地区包括上海、江苏、浙江和安徽。

| | | | | | | |
|-------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| | (3.74) | (1.97) | (3.91) | (4.71) | (12.22) | (9.86) |
| RD | -0.540 (-0.43) | 0.645 (0.63) | -1.597 *** (-6.52) | -1.083 *** (-3.49) | -0.388 (-1-23) | -0.518* (-1-69) |
| URBAN | -0.036 (-1.00) | -0.076 (-1.38) | 0.059** (2.57) | 0.061*** (4.52) | 0.002 (0.41) | 0.003 (0.35) |
| INTER | | 0.016** (2.56) | | 0.004 *** (3.07) | | 0.021 *** (8.12) |
| _CONS | 0.087** (2.35) | 0.129*** (2.98) | 0.112*** (11.59) | 0.100*** (7.09) | 0.098*** (7.68) | 0.146*** (7.92) |
| N | 324 | 324 | 432 | 432 | 492 | 492 |
| AR(1) | 0.0115 | 0.0123 | 0.0371 | 0.0359 | 0.0135 | 0.0125 |
| AR(2) | 0.5094 | 0.4689 | 0.3496 | 0.3632 | 0.7734 | 0.6504 |
| Sargan test | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

综合表3回归结果可知,非正式环境规制对长江上、中、下游城市环境污染影响为负,并在1%水平显著,表明非正式环境规制是提高长江流域环境质量的有益补充,提高非正式环境规制强度具有重要的现实意义。研究还发现,正式环境规制对长江上游和下游城市环境污染具有显著的负面影响,表明正式环境规制有利于降低长江上游和下游地区环境污染水平,意味着提高环境规制强度是实现长江上游和下游城市绿色发展的有效路径。值得注意的是,正式环境规制对长江中游城市环境污染影响显著为正,表明正式环境规制节能减排效应不明显,反而加剧了中游城市的环境污染水平,环境污染的负外部性和环境规制的正外部性是导致此结论的可能原因。因此,加快建立跨区域环境治理协同机制是实现长江经济带绿色发展的重要手段。引入正式与非正式环境规制交互项发现,长江经济带三大区域中交互项系数显著为正,表明正式环境规制与非正式环境规制对长江三大区域环境污染的影响效应存在替代关系,此消彼长,这与全样本回归结论相一致,意味着正式环境规制与非正式环境规制耦合优化有利于促进长江经济带生态环境的不断优化。控制变量方面,与全样本回归结论基本一致。具体来看,财政分权是加剧长江上游城市环境污染的重要因素,外商直接投资和产业结构则显著降低了环境污染水平;中游城市中,财政分权和城镇化加剧了环境污染水平,研究与开发、外商直接投资和产业结构则有利于降低中游城市环境污染水平;下游城市中,产业结构和研发是提高下游城市环境质量的关键,财政分权和外商直接投资加剧了环境污染水平。

五、研究结论及启示

生态优先、绿色发展是长江经济带经济社会发展的前提,涉及长江的一切经济活动都不能破坏长江流域的生态环境,如何治理长江经济带的环境污染业已成为学界与实践界关注的热点问题。为此,本文以长江经济带为考察对象,探讨了正式环境规制与非正式环境规制影响环境污染的作用机理,提出了三个研究假说,在此基础上,基于长江经济带104个城市2003—2015年市县级面板数据,采用系统广义矩方法实证研究了正式与非正式环境规制对长江经济带环境污染的影响效应,主要结论及启示如下。

(1) 正式和非正式环境规制对长江经济带城市环境污染影响为负，表明正式与非正式环境规制有利于降低长江流域的环境污染水平。政府与公众是两种环境规制的主体，本文研究的启示性意义在于，要借助政府与市场的力量，出台系列环境治理的政策、法规、制度等，提高环境规制强度，实现长江经济带的绿色发展。引入正式环境规制和非正式环境规制交互项的计量检验结果显示，交互项系数显著为正，表明两种环境规制对长江经济带环境污染的影响具有替代关系，意味着正式和非正式环境规制的耦合优化是降低长江经济带环境污染的重要手段。

(2) 影响长江经济带环境污染的其他因素方面，外商直接投资、产业结构和研发有利于降低长江经济带环境污染水平，吸引外资、加大研发力度、推进产业转型升级是实现长江经济带绿色发展的有效路径。研究还发现，财政分权和城镇化是加剧长江经济带环境污染的重要因素，分税制改革和快速城镇化背景下实现经济与环境的协调发展是急需破解的关键难题。

(3) 分区域回归结果表明，非正式环境规制降低了长江上、中、下游城市环境污染水平，意味着非正式环境规制也是实现长江经济带绿色发展的重要路径，这与全样本回归结果一致。正式与非正式环境规制交互项系数显著为正，表明两种环境规制对长江流域环境污染的影响效应具有替代关系，与全样本回归结论相一致，其启示性意义在于，如何实现正式与非正式环境规制的协调发展是当前急需解决的关键问题。值得注意的是，正式环境规制对三大区域环境污染的影响具有异质性。具体而言，正式环境规制对长江上游和下游城市环境污染影响为负，对长江中游城市环境污染影响为正，环境污染的外部性问题是可能原因，其启示性意义在于，建立长江经济带跨区域环境治理中的地方政府合作机制是重要选择。为此，加强中央政府的顶层设计，建立跨地区、跨部门的协调机制，共同治污。同时，设立相应的法律、法规，建立跨区域生态补偿机制也是实现长江经济带生态环境协同治理的重要手段。

参考文献:

1. Cutter, B. , and J. R. Deshazo. The Environmental Consequences of Decentralizing the Decision to Decentralize. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2007, 53(1) : 32 – 53.
2. Cole, M. A. , R. Elliott, and W Shanshan. Industrial Activity and the Environment in China: An Industry – Level Analysis. *China Economic Review*, 2008, 19: 393 – 408.
3. Dasgupta, S. Environmental Regulation and Development: Cross – country Empirical Analysis. *Journal of Oxford Development Studies*, 2001, 29(2) : 173 – 187.
4. Fredriksson, P. G. , and J. R. Wollscheid. Environmental Decentralization and Political Centralization. *Ecological Economics*, 2014, 107(C) : 402 – 410.
5. Glomsr d, S. , and T. Y. Wei. Coal Cleaning: A Viable Strategy for Reduced Carbon Emissions and Improved Environment in China? *Energy Policy*, 2005, 33(4) : 525 – 542.
6. Hanley, N. , et al. Do Increases in Energy Efficiency Improve Environmental Quality and Sustainability? *Ecological Economics*, 2009, 68(3) : 692 – 709.
7. Hu, J. L. , and S. C. Wang. Total – factor Energy Efficiency of Regions in China. *Energy Policy*, 2006, 34 (17) : 3206 – 3217.
8. Jacobsen, G. D. , et al. The Behavioral Response to Voluntary Provision of An Environmental Public Good:

Evidence from Residential Electricity Demand. *European Economic Review*, 2010, 56(5) : 946 — 960.

9. Konisky, D. M. Regulatory Competition and Environmental Enforcement: Is There A Race to the Bottom? *American Journal of Political Science*, 2007, 51(4) : 853 — 872.

10. Stern, D. I. Progress on the Environmental Kuznetscurve? *Environment and Development Economics*, 1998, 3(2) : 173 —196.

11. Zhang, X. P. , et al. Total — factor energy Efficiency in Developing Countries. *Energy Policy*, 2011, 39(2) : 644 — 650.

12. 黄国华、刘传江、赵晓梦：《长江经济带碳排放现状及未来碳减排》，《长江流域资源与环境》2016 年第 4 期。

13. 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》，《中国工业经济》2012 年第 5 期。

14. 李强：《产业升级与生态环境优化耦合度评价及影响因素研究——来自长江经济带 108 个城市的例证》，《现代经济探讨》2017 年第 10 期。

15. 李强、高楠：《城市蔓延的生态环境效应研究——基于 34 个大中城市面板数据的分析》，《中国人口科学》2016 年第 6 期。

16. 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》，《管理世界》2008 年第 7 期。

17. 彭文斌、吴伟平、邝嫦娥：《环境规制对污染产业空间演变的影响研究——基于空间面板杜宾模型》，《世界经济文汇》2014 年第 6 期。

18. 汤维祺、吴力波、钱浩祺：《从“污染天堂”到绿色增长——区域间高耗能产业转移的调控机制研究》，《经济研究》2016 年第 6 期。

19. 吴传清、董旭：《长江经济带工业全要素生产率分析》，《武汉大学学报(哲学社会科学版)》2014 年第 4 期。

20. 张成等：《环境规制强度和生产技术进步》，《经济研究》2011 年第 2 期。

21. 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》，《中国工业经济》2016 年第 7 期。

22. 张文彬、张理芑、张可云：《中国环境规制强度省际竞争形态及其演变——基于两区制空间 Durbin 固定效应模型的分析》，《管理世界》2010 年第 12 期。

23. 钟茂初、李梦洁、杜威剑：《环境规制能否倒逼产业结构调整——基于中国省际面板数据的实证检验》，《中国人口·资源与环境》2015 年第 8 期。