

# 中国工业环境规制的 城乡和省际差异

——来自环境保护专项行动的证据

李玉红

**摘要** 精确掌握企业污染治理状况，从而采取相应的环境保护对策是防治工业污染的关键。作者以铅蓄电池行业为例，采用环境保护专项行动数据，分析污染密集型企业的城乡与省际分布，并定量验证中国工业环境规制的空间差异。研究发现，农村地域是铅蓄电池生产企业分布的主要空间；工业园区是企业选址的重要形态和趋势，其中，省级以下园区是铅蓄电池生产企业分布的重要空间。采用多元 Logistic 模型分析发现，城区环境规制程度高于镇区和乡村，郊区最为宽松；国家级开发区环境规制高于省级开发区，而省级以下园区最为宽松。总体来看，城镇地域环境规制强度高于农村地域，集聚型空间高于分散型空间，而大部分省际环境规制并不存在显著差异。地方政府应有效分配常规环境执法资源，将执法重心向省级以下园区、郊区和乡镇下沉。

**关键词** 环境规制 环境执法 违法排污 工业园区 省级以下园区

[中图分类号] F205; F424 [文献标识码] A [文章编号] 2095 - 851X  
(2021) 01 - 0052 - 18

## 一、引言

党的十九大报告指出“我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活

【基金项目】中国社会科学院创新工程项目“绿色发展战略与政策模拟研究”（2021年）；中国社会科学院登峰计划重点学科建设项目“环境技术经济学”（2018—2022年）。

【作者简介】李玉红（1976-），中国社会科学院数量经济与技术经济研究所、中国社会科学院环境与发展研究中心研究员，邮政编码：100732。

致谢：本文初稿分别在2019年中国技术经济论坛和中国技术经济学会环境技术经济分会年会上汇报，感谢大理大学经济研究所廖望科教授和清华大学社科学院雷小苗博士的点评，感谢匿名审稿专家和编辑部提出的修改建议，当然文责自负。

需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾”。解决社会主要矛盾对生态环境保护提出许多新要求。环境规制作为政府干预污染外部性的重要手段，在生态环境保护方面起到越来越大的作用。精确掌握企业污染治理状况并采取相应的环境保护对策，是防治工业污染、打好污染防治攻坚战、提升政府生态环境保护能力的关键。

学术界对环境规制的研究通常局限在国家和省级层面，这些研究基本上得出了类似的结论，即经济较发达的东部地区环境规制程度较高，而污染密集型企业被吸引到环境规制宽松的地区（张可云等，2009；周浩、郑越，2015；屈小娥，2019）。中国东部、中部、西部存在经济差异的同时，城乡经济水平的差距也非常显著。那么，污染密集型企业在地区间和城乡间如何分布，不同地域空间类型的环境规制程度是否有差异，哪些地域空间的环境规制程度相对薄弱？这是本文所要回答的问题。这些问题对于政府合理配置环境保护资源具有重要的参考意义。

本文以生态环境部等九部委联合开展的环境保护专项行动所排查的铅蓄电池行业企业数据为样本，揭示污染密集型企业城乡和省际空间的分布状况并定量验证常规环境执法的空间差异。2003—2014年，原环境保护部牵头连续12年开展了“全国整治违法排污企业保障群众健康环保专项行动”（下文简称环保专项行动），这是中央层面实施的全国环境执法形式（杨志军、肖贵秀，2018）。2015年后在大气污染治理过程中，环保专项行动升格为中央环境保护督察，在污染治理当中发挥了有效作用（葛察忠等，2019；王岭等，2019）。与地方日常的环保执法主要覆盖重点企业不同，环保专项行动采取排查方法，覆盖某一行业范围内的全部企业，这为全面考察污染密集型企业的空间分布和对环境规制的服从程度提供了研究样本。

## 二、文献回顾

环境规制是当前学术界的研究热点，其与产业转移、技术进步以及经济增长等经济变量都有密切关系。

从本义来看，环境规制是指政府对企业排污外部性的干预。企业为服从某一或某些环境规制会采取各种措施，反映在两个指标上：一是企业为减少污染而付出的经济成本，包括投资和运行费用，中国企业污染治理成本对应的指标有企业“三同时”<sup>①</sup>投资、工业污染治理投资、废水和废气污染治理设施运行费用等；二是企业治污所带来的污染物排放量减少，如废气、废水和固体废物。

环境规制强度度量方法可归为三类：定性描述、投入型或绩效型指标、综合指数型指标（李钢、李颖，2012；程都、李钢，2017），也有学者认为可以分为基于污染治理投入、基于污染物排放、综合指标以及自然试验等（王勇、李建民，2015）。张

<sup>①</sup> 《中华人民共和国环境保护法》规定“建设项目中防治污染的设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”。

红凤和张细松(2012)建立了环境规制效率指数。赵红(2007)采用单位产值的废水和废气污染治理设施运行费用度量环境规制水平,也有研究采用单位产值的工业污染治理额(曾贤刚,2010;张成等,2010)或人均污染源治理投资额(周浩、郑越,2015)。很多研究同时采用了污染治理投入与污染物排放量度量环境规制。田光辉等(2018)以单位污染物排放量的环境治理投入来度量环境规制,其中,环境治理投入采用了“三同时”环保投资、工业污染源治理投资,以及工业废气、废水的污染治理设施运行费用的总和。有的研究则采用污染治理投资的某一部分来度量环境规制,如单位污染排放的工业污染治理设施运行费用(李小平、李小克,2017)。还有研究采用污染物排放强度来度量环境规制(傅京燕、李丽莎,2010)。由于方法多样,数据尺度不一,环境规制度量出现各种问题,如指标的多维性、可比性问题(王勇、李建民,2015)。指标存在不一致、难获得、不准确、内生性问题等缺陷,降低了实证研究结果的说服力和互相印证、反驳的能力(李钢、李颖,2012)。另外,污染物排放数据的统计范围往往是重点调查企业,而很多企业采用夜间偷排生产躲避环境监管(冯阔等,2019),违法排污企业的污染物排放量并不在统计范围内(李玉红、王皓,2019)。因此,采用污染物排放来度量环境规制存在一定的偏差,违法排污行为越多,偏差就越大。

在区域环境规制度量方面,张可云等(2009)考虑到各省市的产业结构差异,用实际排污强度与理论排污强度的比值度量环境规制,发现以北京、上海等为代表的东部省份环境规制较强,而中西部省份环境保护力度较弱。屈小娥(2019)对中国各省份环境规制强度进行测度,发现广东、北京和浙江等经济发达地区的环境规制最为严格。高峰(2016)也得出类似结论。如果说经济发展水平与环境规制存在同步关系,那么城乡经济发展水平的巨大鸿沟意味着城乡在环境规制上存在较大差异。郑易生(2002)提出,在不同地区之间存在经济水平差距的情况下会发生环境污染的社会转移现象,污染转移现象在二元化经济社会具有更大影响。自中国实施环境保护政策以来,一直存在重城轻乡的现象,这在学术界基本形成共识。如洪大用(2000)认为,城乡环境保护在组织、制度和舆论等控制手段方面都存在城市强、农村弱的现象。在传统乡镇企业时期,由于乡镇企业技术水平较低和从事资源开采加工等行业,存在一定的污染问题(姜百臣、李周,1994;魏后凯,1994;李周等,1999)。中国曾经在1989年和1995年对乡镇企业污染情况进行过两次较为全面的调查。从这些调查来看,乡镇企业的污染治理水平远低于位于城镇的企业。乡镇企业改制后,农村地域仍有大量分散企业以及各种工业集聚区(张海鹏、宁泽逵,2007;祁新华等,2010;王学渊、周翼翔,2012;王岩松等,2014;周曙东、张家峰,2014;李玉红,2015a、2017)。在大城市产业结构升级过程中,污染企业“退城搬迁”,城区工业企业向城区之外迁移(李玉红,2018)。徐志伟和刘晨诗(2020)基于2005—2012年京津冀地区企业具体的选址设厂地理信息,发现环北京市行政区划划边界50千米范围内为二氧化硫高排放带,反映出污染密集型企业向城区外围地区迁移的事实。另外,

针对园区环境问题，国家相继推出了国家生态工业示范园区和绿色园区等建设试点，这些试点示范主要是国家级开发区（田金平等，2016；赵若楠等，2020）。

总体来看，已有对工业环境规制的研究存在一定的局限性。首先，大部分环境规制度量口径是省市，而忽视了省市内部的城乡差异。其次，工业园区已成为企业空间布局的重要形式，但对不同类型工业园区环境规制的研究很少。政策关注点在于国家级和省级开发区，忽略了数量最多的省级以下园区。最后，从环境规制度量方法来看，如果存在环保执法不严、企业违法排污情况，统计的污染物排放量往往低于污染物实际排放量，采用与污染物排放量相关的指标度量环境规制的方法就缺乏准确性。

本文的边际贡献体现在以下三个方面。第一，采用企业层面数据揭示环境规制的空间异质性。已有对环境规制度量采用全国或省域汇总数据，而汇总数据掩盖了区域内部城乡空间差异性。采用企业数据可以详细观察企业所在地的空间特征，如是否位于产业集聚区、是否分散于城乡等。第二，对各类工业园区环境规制程度进行比较。工业园区已经成为中国工业布局的主要形态和趋势，目前尚未有对工业园区环境规制的研究。第三，探索新的度量环境规制差异的方法。已有环境规制度量方法采用常规性环保数据，而常规数据通常仅覆盖重点区域和重点调查企业。自上而下的环境保护专项行动对污染企业的地毯式排查弥补了常规性执法难以兼顾到非重点地区和非重点企业的缺点，能够反映出全部企业和全部地区环境规制的空间差异，是对已有方法的重要扩展。

### 三、环保专项行动度量环境规制强度的分析框架

环境规制通常包括两个层面，第一个是文本层面，包括环境法律法规、部门规章、行业标准等；第二个是执行层面，没有得到执行的文本就是一纸空文。目前来看，中国环境规制差异主要体现在执行环节。

#### （一）地方常规环境执法与中央环保专项行动

中国环境执法可以分为两类，一类是地方政府实施的常规环境执法，另一类是由中央政府实施的自上而下的环保专项行动。

##### 1. 常规环境执法

《中华人民共和国环境保护法》第六条规定“地方各级人民政府应当对本行政区域的环境质量负责”。也就是说，地方政府是环境执法的主体。常规环境执法是地方环保部门对本辖区企业排污状况进行的日常执法，包括巡查、抽查、监测、信访接待等。由于地方环保部门的人力、物力有限，环境监管往往只能覆盖面积有限的重点地域和数量有限的重点企业，通常是中心城区和大中型企业。工业企业比较分散的乡镇地域、规模较小的企业和级别较低的工业园区很难得到有效的日常监管。另外，目前中国企业技术水平参差不齐，相当一部分企业尚未达到“波特假说”（Porter and Linde, 1995）所说的通过环境保护提高企业和行业竞争力的程度。如果不进行污染

治理,企业尚且能够保持微薄的利润,一旦进行污染治理,很多企业将濒临亏损。地方政府为了维持本地的财政收入和就业,往往对污染密集型企业抱有同情态度,在环境监管方面较为宽松。

## 2. 环保专项行动执法

如果地方政府平时环境执法到位,企业不存在违法排污行为,那么就没有必要进行中央专项执法。如果地方政府常规环境执法不严,企业违法排污造成周边环境污染,即使是小企业也会因为长期违法排污形成严重污染。污染问题日积月累,环境风险逐渐增大。有些环境风险会爆发,发展成为群体性污染事故或区域性污染,引发社会强烈关注。最终由中央政府从上而下,派出督查组到地方开展督察工作。杨志军和肖贵秀(2018)将环保专项行动大致分为八个流程:事件出现→有关部门重视→成立专项治理领导小组→召开动员部署会议→制定和出台行动方案→全面执行行动方案→检查反馈→总结评估。

在中央环保专项行动中,执法主体通常是以生态环境部为代表的中央部委。环保专项行动从其他岗位抽调大量人力、物力,将有限的执法资源聚焦在社会反响强烈的重大污染问题上,将平时难以被地方政府发现或者发现而监管不彻底的污染企业全部覆盖。环保专项行动的起因往往是一起或多起企业污染事故,而其对象则是污染事故发生行业的所有企业。在这种运动式环境执法过程中,平时难以被日常执法“探照灯”发现的污染企业会被曝光和整治。自2003年起,针对企业违法排污屡禁不止的现象,原国家环保总局等多部委组织开展“整治违法排污企业保障群众健康环保专项行动”,每年都针对某类环境污染问题进行集中治理。环保专项行动起到监督、补充地方政府常规环境执法的作用。

总之,常规环境执法是地方政府日常有选择的执法形式,突出城区和大中型企业,忽略了广大乡村地区和小企业,而环保专项行动在地域空间和企业规模上的全覆盖,可以从某一截面反映出不同地域空间和不同规模企业服从环境规制程度的原貌。

### (二) 从环保专项行动的整治结果倒推环境规制强度

环保专项行动执法内容与常规环境执法内容类似,即检查企业遵守环境规制的情况和是否违法排污,包括是否严格执行“三同时”制度、是否进行“环境影响评价”、污染治理设施是否正常运行等。如果企业存在违法排污行为,会被处以停产整治等措施,如果企业不存在违法排污行为,可以继续生产。企业对环境规制的服从程度与地方政府常规环境执法强度存在一定的关系。一般来说,常规环境执法程度越严,覆盖面越广,企业对环境规制的服从程度越高,存在违法排污问题的概率越小;常规环境执法程度越低,覆盖面越小,企业服从程度越低,违法排污概率越高。总之,企业真实的违法排污程度反映了本地常规环境规制强度,因此可从环保专项行动整治结果来倒推常规环境规制强度。

在本文中,中央环保专项行动执法整治程度与地方政府环境规制强度存在这样的逻辑关系:中央专项执法与地方政府常规执法所依据的环境规制文本是相同的,如果

地方政府平时严格执行环境规制，那么，企业违法排污行为会被及时发现和处理，中央专项执法就不会查到违法排污行为，对企业采取整治措施的比例为零；如果地方政府不进行环境执法，企业排污行为没有任何日常监督监管，那么，中央专项执法就会发现全部的违法排污行为，对企业采取整治措施的比例就很高。因此可以从中央专项执法所采取的整治措施结果推断地方政府日常环境执法程度。中央专项执法整治比例越高，说明平时的违法排污行为越多，反映出地方政府常规环境执法越宽松，环境规制强度越低；专项整治比例越低，则说明平时地方政府环境执法越严格，环境规制强度越高。当然，这一关系的成立条件是企业同质性较强，这样才能排除产业结构差异的干扰，保证环境规制文本对于企业具有相同的约束力。

### （三）铅蓄电池行业环保专项行动概况

铅蓄电池行业是高污染密集型产业，包括极板生产、电池组装和回收加工三个子行业，其生产和回收加工环节排放的含铅废气会引起人体血液铅含量超标。铅蓄电池行业是最近二十年中国工业快速增长的典型（李玉红，2016）。2002年以来，中国汽车工业和电动自行车产量激增，带动上游的铅蓄电池制造业快速增长。在行业整治前，中国就已成为世界上最大的铅蓄电池生产国，铅蓄电池产量占世界总产量的1/4以上（王金良等，2011）。然而，由于污染治理滞后，高增长也导致了高污染，全国爆发多起铅蓄电池企业违法排污引起的群体性血铅中毒事故，在社会上引发治理企业污染的强烈呼声。2011年，原环境保护部等九部委采取针对铅蓄电池行业的环保专项行动，对全国所有铅蓄电池企业开展了地毯式排查。<sup>①</sup>经过这次专项整治，企业违法排污导致的血铅超标事故急剧减少，2012年仅有1起，2013年以后几乎没有引起全国反响的铅蓄电池企业污染事故发生。

## 四、模型设定、指标界定与数据说明

### （一）模型设定

本文采用多元离散 Logistic 模型模拟企业所受环境整治结果与空间类型等变量的关系。 $y$  表示企业所受整治结果，包括取缔、停产、停产整治、继续生产，分别以下标 1、2、3、4 表示。 $p(y)$  为  $y$  的概率函数，以继续生产为参照，用累积 Logistic 模型表示为：

$$\ln\left[\frac{p(y_i)}{1-p(y_i)}\right] = \alpha_i + \sum_i^m \beta_i type_i + \gamma_1 production1 + \gamma_2 production2 + \sum_i^n \delta_i province_i + \varepsilon \quad (1)$$

其中，截距项分别对应于取缔、停产和停产整治， $type$  是企业所在地的空间地域类型， $production1$  是极板生产企业生产规模， $production2$  是电池组装企业生产规模，

<sup>①</sup> 《关于2011年深入开展整治违法排污企业保障群众健康环保专项行动的通知》，[http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201104/t20110414\\_209192.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201104/t20110414_209192.htm) [2020-03-08]。

*province* 是企业所在省份,用以控制省际差异。空间地域类型 *type* 的系数  $\beta$  的估计值越大,说明被整治的概率越大,该地域空间的环境规制强度越低; $\beta$  的估计值越小,说明该地域空间的环境规制强度越高。

## (二) 指标界定

### 1. 环保专项行动整治结果 ( $y$ )

环保专项行动对违法排污企业采取的措施按严格程度由高到低排序为取缔、停产和停产整治,合格企业可以继续生产。

(1) 取缔。不符合国家产业政策、应淘汰的落后生产工艺和设备。

(2) 停产。环境保护、安全设施、职业卫生“三同时”执行不到位的。

(3) 停产整治。未经环境影响评价或达不到环境影响评价要求的、无污染治理设施、污染治理设施不正常运行或者超标排放的、不能依法达到防护距离要求的。

整治比例 ( $Y$ ) 指的是某一地域空间内企业因违法排污而接受环境整治措施的比例,即被取缔、停产和停产整治的企业数量占全部企业数量的比重。

### 2. 空间地域类型 (*type*)

本文的空间地域泛指城乡和省际,重点在城乡。中国企业的空间分布状况非常复杂。根据当前产业布局要求,一般新企业要位于产业集聚区,但仍有很多企业分散在乡村中。计划经济时期和改革开放初期,中国的工业主要分布在城市,然而,随着乡镇企业的发展,工业开始成为农村经济的重要支柱。20世纪末以来,中国确定了“企业向园区集中”的策略,各种类型的产业集聚区出现在城市的郊区甚至远郊区县,形成了工业企业分布“分散”与“集聚”并存的局面。根据企业是否连片分布将企业所在空间类型分为两种,第一种是分散型地域空间,如城区、镇区、郊区和乡镇的社区或村庄,企业以零星分布的形式出现;第二种是工业园区或产业集聚区等集聚型地域空间,如国家级开发区(包括高新区等产业园区)、省级开发区和省级以下园区,企业以集聚连片的形式出现(见图1)。

本文根据企业详细生产地址信息和国家统计局公布的《2011年统计用区划代码和城乡划分代码》,确定企业所在的省、市、区县、乡镇街道和村(社区),并参考李玉红(2015b)的做法,根据12位行政区划代码划分城乡地域。对于地址不详的企业,本文根据企业名称搜索其详细地址信息,确定企业所在地。分散型地域分为城区、镇区、郊区和乡村四类。

集聚型地域分为国家级开发区、省级开发区和省级以下园区三类。国家级开发区和省级开发区都有正规名称,可以根据《中国开发区审核公告目录》(2006年版)确定企业所在产业园区或开发区的级别。没有列入该目录的工业集聚区视为省级以下园区。

城镇地域包括城区、镇区、省级开发区和国家级开发区,农村地域包括郊区、乡村(乡辖村、镇辖村)和省级以下园区。需要说明的是,省级以下园区主要分布在乡镇,有的靠近镇区,大部分在乡镇辖村。随着城镇边界的扩张,国家级开发区和省

级开发区逐渐与主城区融合，成为城区的一部分。省级以下产业园区远离主城区，很难发展为城镇（李玉红，2018）。因而，本文把省级及以上开发区列为城镇地域，而省级以下园区归为农村地域。

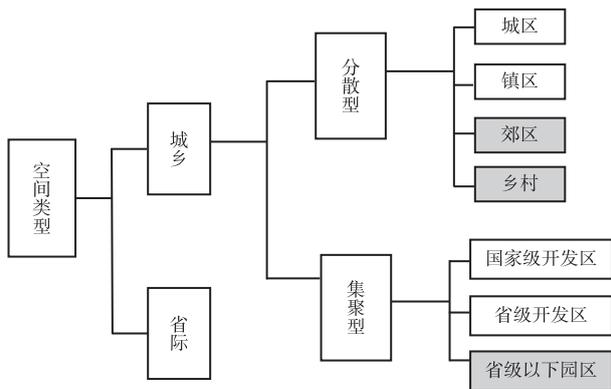


图1 企业空间地域类型

注：阴影部分表示农村地域。

### （三）数据说明

根据环保专项行动要求，各省份环保部门于2011年底在网站公开所有铅蓄电池企业的整治信息，具体包括企业名称、详细生产地址、整治状态、生产类型、产能等。本文采用的环保专项行动企业数据就来自各省份环保部门网站“重点行业环境整治信息公开”专栏。

2011年环保专项行动共排查铅蓄电池企业1962家，有生产地址信息和整治处理结果的企业共有1848家（包括铅蓄电池制造企业1680家和电池回收企业168家）。电池回收企业在拆解过程中铅污染严重，但由于数量少，而且基本上分布在农村，本文不予讨论。

铅蓄电池企业整治信息数据在反映环境规制水平方面具有独特的优势。第一，这套数据记录了企业对环境规制服从程度与企业所在的空间位置、生产状况等信息，因而可以考察环境规制强度的空间特征，这是其他企业数据库（如中国工业企业数据库）所不具备的；第二，该数据涵盖了铅蓄电池生产行业的所有企业，包括大量未列入中国工业企业数据库、重点调查企业污染物排放统计的样本。实际上，中国工业企业数据库仅录入规模以上工业企业数据，而重点调查工业企业废气及污染物排放统计仅包括重点调查企业<sup>①</sup>，大量小微企业被排除在外。虽然这些小微企业销售收入较少，但是如果不安装污染治理设施，其污染程度不亚于大企业。在工

<sup>①</sup> 根据与2010年重点调查企业数据库匹配，铅蓄电池行业仅有323家企业被录入，不足专项整治行动排查企业数的二成。

业污染治理中不能忽视小企业的影响。该数据可以全面反映所有企业对环境规制的服从程度。另外,铅蓄电池行业具有很强的同质性,避免了产业结构对于环境规制可比性的干扰。

各变量的含义及统计特征如表1所示。

表1 变量含义及统计特征

变量名称	变量含义及赋值	样本数	均值	标准差	最大值	最小值
整治结果 (y)	1 = 取缔, 2 = 停产, 3 = 停产整治, 4 = 继续生产	1680	2.2	1.1	4.0	1.0
地域类型 (type)	1 = 城区, 2 = 镇区, 3 = 郊区, 4 = 乡村, 5 = 省级以下园区, 6 = 省级开发区, 7 = 国家级开发区	1680	3.9	1.5	7.0	1.0
极板生产产能 (production1)	万千伏安时	1680	12.9	45.4	650.0	0.0
电池组装产能 (production2)	万千伏安时	1680	17.7	48.2	600.0	0.0

## 五、结果与讨论

### (一) 铅蓄电池生产企业在不同空间地域的分布

从城乡地域分布来看,农村地域是铅蓄电池生产企业的主要分布空间。由表2可以看出,铅蓄电池生产企业在各城乡地域类型都有分布,但是农村地域企业数量较多。专项行动整治之前,郊区、乡村和省级以下园区铅蓄电池生产企业合计达1054家,占比达到62.74%,而城镇地区仅占37.26%。

就产业园区而言,产业园区是铅蓄电池生产企业选址的主要形态和趋势,省级以下产业园区是铅蓄电池生产企业选址的重要空间。专项整治前,产业园区共有701家铅蓄电池制造企业,占全部企业的41.73%;而专项整治后,产业园区生产企业占比提高到67.89%。在产业园区中,省级以下园区的企业数量最多。专项整治前,省级以下园区有430家铅蓄电池生产企业,占全部企业的25.60%;专项整治后,企业比例提高到31.30%。国家级开发区的铅蓄电池生产企业数量最少,专项整治前仅有32家;省级开发区企业数量居中,专项整治前有239家。由于国家级和省级开发区具有特定的产业布局要求,对规模小、污染密集型企业有一定的进入门槛。在这种情况下,省级以下园区就成为污染密集型企业的主要选择,导致大部分污染企业选址在省级以下园区。

表 2 不同整治结果铅蓄电池生产企业的城乡分布

类型	数量(家)					比重(%)			
	全部企业	取缔	停产	停产整治	继续生产	取缔	停产	停产整治	继续生产
全部企业	1680	598	475	361	246	35.60	28.27	21.49	14.64
城区	137	50	36	28	23	36.50	26.28	20.44	16.79
镇区	218	79	83	38	18	36.24	38.07	17.43	8.26
郊区	248	128	54	48	18	51.61	21.77	19.35	7.26
乡村	376	170	116	70	20	45.21	30.85	18.62	5.32
省级以下园区	430	115	123	115	77	26.74	28.60	26.74	17.91
省级开发区	239	48	62	54	75	20.08	25.94	22.59	31.38
国家级开发区	32	8	1	8	15	25.00	3.13	25.00	46.88
城镇地域	626	185	182	128	131	29.55	29.07	20.45	20.93
农村地域	1054	413	293	233	115	39.18	27.80	22.11	10.91

资料来源：各省份环保部门网站“重点行业环境整治信息公开”专栏。

从地区分布来看，东部地区铅蓄电池生产企业集中（见表3）。专项整治之前，东部地区企业数占全国的74.29%，其中，江苏、浙江、广东和山东集中了全国59.64%的铅蓄电池生产企业，产能占全国的一半以上。专项整治之后，东部地区继续生产企业数占67.48%，其中，江浙粤鲁四省继续生产企业数占全国的47.97%，东部地区比例虽然有所下降，但依然占有主导地位。污染密集型企业的分布格局基本上反映了各地区的经济实力。

表 3 各省份铅蓄电池生产企业的城乡分布

省份	数量(家)								农村比重(%)	整治比重(%)
	城区	镇区	郊区	乡村	省级以下园区	省级开发区	国家级开发区	合计		
北京	0	0	3	1	0	0	0	4	100.0	100.0
天津	0	2	1	5	1	5	1	15	46.7	40.0
河北	16	7	5	50	10	13	0	101	64.4	89.1
山西	1	0	0	4	1	0	0	6	83.3	100.0
内蒙古	1	0	1	0	2	1	1	6	50.0	100.0
辽宁	1	0	2	5	1	3	0	12	66.7	73.3
吉林	0	1	1	0	0	1	3	6	16.7	100.0
黑龙江	2	0	0	0	0	0	0	2	0.0	50.0
上海	4	4	4	2	1	1	0	16	43.8	18.8
江苏	11	66	43	107	79	61	2	369	62.1	91.1
浙江	6	30	76	80	86	38	1	317	76.3	94.3
安徽	5	11	12	11	33	22	2	96	58.3	79.2

续表

省份	数量(家)								农村比重 (%)	整治比重 (%)
	城区	镇区	郊区	乡村	省级以下园区	省级开发区	国家级开发区	合计		
福建	1	11	3	20	47	10	3	95	73.7	88.4
江西	4	2	2	6	12	24	2	52	38.5	71.2
山东	15	32	23	9	21	27	1	128	41.4	77.3
河南	18	11	13	23	11	4	0	80	58.8	90.0
湖北	11	7	3	6	2	9	5	43	25.6	74.4
湖南	9	5	4	9	4	1	2	34	50.0	82.4
广东	12	21	27	13	93	13	9	188	70.7	79.8
广西	2	2	3	0	4	0	0	11	63.6	72.7
重庆	6	3	19	2	5	4	0	39	66.7	74.4
四川	3	3	1	21	14	1	0	43	83.7	93.0
贵州	2	0	0	0	0	0	0	2	0.0	100.0
云南	2	0	1	2	3	0	0	8	75.0	100.0
陕西	2	0	0	0	0	0	0	2	0.0	50.0
甘肃	2	0	1	0	0	0	0	3	33.3	66.7
宁夏	1	0	0	0	0	1	0	2	0.0	50.0

注：农村比重表示位于农村地域的企业数量占企业总数量的比重，整治比重表示整治结果为取缔、停产或停产整治的企业数量占企业总数的比重。

资料来源：各省份环保部门网站“重点行业环境整治信息公开”专栏。

## (二) 工业环境规制的空间差异估计结果

对式(1)的估计如表4所示。可以看出，全局系数为零的假设被拒绝，各变量系数为零的假设都被拒绝，说明选取的变量对因变量有显著影响。模型1是没有加入生产规模变量的估计结果，模型2和模型3加入了生产规模变量，分别对极板生产和电池组装两个生产过程进行估计。城乡类型变量以城区为参照，省域以浙江为参照。估计系数为正，企业被处以整治的概率较大，说明环境规制较为宽松，系数越大，环境规制越宽松；系数为负，企业被处以整治的概率较小，说明环境规制较为严格，系数越小，环境规制越严格。

在分散型空间类型中，镇区、郊区和乡村的估计系数都为正，意味着这些地域类型的环境整治概率都比城区高，其中城区环境规制最严格，镇区次之，郊区和乡村环境规制程度较低，郊区环境规制最为宽松。在产业园区中，三类工业园区的估计系数都显著为负值，说明产业集聚区环境规制程度都比城区严格。国家级开发区的估计系数最小，说明其环境规制最为严格，省级开发区次之，而省级以下园区环境规制最为

宽松。企业产能规模与环境规制程度有反向关系，企业产能规模越大，受到环境整治的概率越低。这也印证了大企业平时受到较为严格环境监管的事实。分地区来看，以浙江为参照，显著比浙江环境规制严格的地区包括上海和天津，而显著比浙江环境规制宽松的地区包括北京、江苏、安徽和四川。其他地区的系数并不显著或显著性不稳健。也就是说，大部分省份之间的环境规制差异并不显著。综合来看，农村各地域类型环境规制程度普遍低于城镇各地域类型，集聚型地域环境规制程度普遍高于分散型地域，而大部分省际环境规制差异并不显著。

表 4 多元 Logistic 模型估计结果

解释变量	变量说明	模型 1		模型 2		模型 3	
		估计值	p 值	估计值	p 值	估计值	p 值
<i>type</i> (参照 = 城区)	镇区	0.4044	0.0015	0.3194	0.0138	0.2819	0.0308
	郊区	0.6322	<0.0001	0.509	<0.0001	0.4638	0.0004
	乡村	0.5705	<0.0001	0.4708	<0.0001	0.4452	<0.0001
	省级以下园区	-0.3488	0.0007	-0.3631	0.0005	-0.3728	0.0004
	省级开发区	-0.8276	<0.0001	-0.6672	<0.0001	-0.6604	<0.0001
	国家级开发区	-1.0747	0.0002	-0.8052	0.0082	-0.7005	0.0207
<i>production1</i>	极板生产			-0.017	<0.0001		
<i>production2</i>	电池组装					-0.016	<0.0001
<i>intercept1</i>	取缔	-1.5103	<0.0001	-1.3408	<0.0001	-1.2998	<0.0001
<i>intercept2</i>	停产	-0.0468	0.7488	0.1795	0.2271	0.2251	0.1312
<i>intercept3</i>	停产整治	1.393	<0.0001	1.7251	<0.0001	1.7686	<0.0001
<i>province</i> (参照 = 浙江)	安徽	0.4744	0.0376	0.6856	0.0034	0.593	0.0105
	北京	2.0809	0.0681	2.0248	0.0757	2.0732	0.0698
	河北	-0.3833	0.0876	-0.4288	0.0569	-0.225	0.3214
	江苏	0.9458	<0.0001	0.9715	<0.0001	0.9531	<0.0001
	上海	-3.1738	<0.0001	-3.3659	<0.0001	-3.3845	<0.0001
	四川	1.5185	<0.0001	1.5067	<0.0001	1.5737	<0.0001
	天津	-1.2432	0.0129	-1.3786	0.0066	-1.4098	0.0054
<i>N</i>		1680		1680		1680	
<i>R</i> <sup>2</sup>		0.2551		0.3107		0.3128	

注：限于篇幅，估计系数不显著的省份省略。

### (三) 稳健性分析

地域类型变量 *type* 的估计系数符号在模型 1、模型 2 和模型 3 中保持一致，而且都在 5% 的水平下显著不为 0，说明估计结果具有稳健性，而从省际变量来看，大部分省级地区的环境规制程度差异不显著。为了检验省际工业环境规制差异程度，在模型 1、模型 2 和模型 3 中去掉地域类型变量，保留省际变量。由表 5 中的

估计结果显示,除北京、江苏、四川、上海、天津和福建的估计系数显著外,大部分省级变量估计系数依然不显著,与原估计结果基本保持一致。这说明对于铅蓄电池这一类污染密集型企业而言,专项整治行动之前环境规制空间差异主要在城乡而不在省际。

表5 省际变量估计结果

解释变量	变量说明	模型1		模型2		模型3	
		估计值	p值	估计值	p值	估计值	p值
<i>intercept1</i>	取缔	-1.2467	<0.0001	-1.1119	<0.0001	-1.0724	<0.0001
<i>intercept2</i>	停产	0.1443	0.296	0.3549	0.0117	0.4015	0.0044
<i>intercept3</i>	停产整治	1.5078	<0.0001	1.8512	<0.0001	1.8996	<0.0001
<i>production1</i>	极板生产			-0.0198	<0.0001		
<i>production2</i>	电池组装					-0.0186	<0.0001
省际变量 (参照 = 浙江)	安徽	0.1589	0.4754	0.4313	0.0604	0.3432	0.1309
	北京	2.4411	0.0321	2.3001	0.0432	2.3196	0.0422
	重庆	-0.077	0.8026	-0.1388	0.6566	-0.0465	0.8815
	福建	-0.5571	0.0128	-0.6273	0.0058	-0.5986	0.0086
	甘肃	-0.3451	0.7319	-0.5584	0.5806	-0.5504	0.5862
	广东	-0.1163	0.5296	-0.2227	0.2334	-0.0859	0.6458
	广西	-0.1671	0.7562	0.0748	0.8969	-0.1835	0.7401
	贵州	0.5501	0.6574	0.3774	0.7615	0.5295	0.6702
	河北	-0.1998	0.3613	-0.2926	0.1847	-0.0863	0.6984
	黑龙江	-0.1242	0.9195	0.9169	0.4727	0.7944	0.5314
	河南	0.3762	0.1122	0.1762	0.4598	0.1321	0.5796
	湖北	-0.1922	0.5165	0.0992	0.7487	0.1385	0.6518
	湖南	0.0154	0.9623	0.0328	0.9206	0.0661	0.8409
	内蒙古	0.6662	0.3597	0.6711	0.3581	0.6602	0.3656
	江苏	0.8551	<0.0001	0.8854	<0.0001	0.8524	<0.0001
	江西	-0.2888	0.2942	-0.0807	0.7746	-0.2687	0.3392
	吉林	0.0698	0.9447	-0.1652	0.8702	0.0394	0.969
	辽宁	-0.288	0.5369	-0.5145	0.2721	-0.5598	0.2322
	宁夏	-1.0344	0.4078	-0.9767	0.4375	-1.0417	0.4073
	山东	-0.0179	0.9299	0.1346	0.5162	0.1206	0.5602
上海	-2.8205	<0.0001	-3.0631	<0.0001	-3.1125	<0.0001	
陕西	-1.0344	0.4078	-1.2933	0.3012	-1.3397	0.2843	
山西	0.5501	0.4478	0.6436	0.3763	0.5298	0.4662	
四川	1.5219	<0.0001	1.4923	<0.0001	1.5515	<0.0001	
天津	-1.4718	0.0025	-1.5388	0.002	-1.5878	0.0014	
云南	-0.5495	0.3813	-0.8151	0.1958	-0.7894	0.2103	

本文引入收入水平进一步说明环境规制的城乡和省际空间差异。由于国家或地区的收入水平与环境规制程度具有很高的相关性 (Dasgupta et al., 2001), 一般来说, 人均收入高的地区环境规制往往较为严格, 因此在一些研究中, 将收入水平用作度量环境规制的代理变量。用中央环保专项行动对各省份违法排污企业的整治比例  $Y$  (见表 3) 来度量省际环境规制强度, 整治比例越高, 环境规制程度越低。对省际环境规制强度与人均 GDP ( $gdp$ ) 进行回归分析, 采用 OLS 估计显示, 人均 GDP 的估计系数并不显著 (见表 6)。在一次线性函数中, 人均 GDP 的  $p$  值为 0.165, 说明估计系数不显著。在一元二次函数中, 人均 GDP 和人均 GDP 二次项的估计值都不显著。

$$Y_i = \alpha + \beta_1 gdp_i + \beta_2 gdp_i^2 + \beta_3 ratio_i + \varepsilon_i \quad (2)$$

如果在省际环境规制强度和人均 GDP 的回归模型中加入农村企业所占比重  $ratio$ , 那么模型拟合度和回归系数均明显改变。从表 6 中可见, 模型 3 中加入农村企业比例变量, 模型拟合度比之前 2 个模型有所改善, 拟合优度提高到 0.5530。人均 GDP 平方的估计值在 10% 的水平下显著为负, 但是系数非常小, 几乎可以忽略。农村企业比例的估计值在 1% 的水平下显著为正, 农村企业比重每提高 1 个百分点, 则整治比例提高 0.65 个百分点。可见, 从省级层面来看, 收入水平差异不能解释其环境规制程度的差异, 省际环境规制程度差异更多来自省内城乡企业分布差异。农村企业比例越高, 其环境规制程度越低。农村地域环境规制的差异性决定了省际环境规制的差异。总体来说, 在本研究考察期, 省际环境规制程度差异并不显著, 而省域内部各城乡类型之间存在显著差异, 这个估计结果是稳健的。

表 6 环保整治比例与收入水平的估计结果

解释变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	估计值	p 值	估计值	p 值	估计值	p 值
$gdp$	-0.0003	0.1648	0.0010	0.3847	0.0012	0.1315
$gdp^2$			-0.0000	0.2494	-0.0000	0.0560
$ratio$					0.6475	0.0001
$N$	27		27		27	
$R^2$	0.0757		0.1264		0.5530	

本文的分析也表明, 用收入水平度量环境规制需要注意空间尺度。当用收入水平度量国家或省份的环境规制程度时, 应关注这些空间尺度内部的差异。从某一时间节点来看, 即使是在收入水平较高的省份, 环境规制程度并不一定更为严厉, 因为从省份地域内部来看, 城乡收入水平也存在巨大差别。城区环境规制严格的情况下, 企业可以选择城区周边的郊区和乡村; 国家级开发区门槛高, 那么企业可以选择门槛较低

的省级以下园区。以北京为例,从表3可以看出,北京市城区和镇区并没有铅蓄电池制造企业,全部铅蓄电池企业位于郊区和乡村。所以用收入水平度量环境规制程度,必须注意到空间内部的差异,如城乡差异、企业分布差异等。

## 六、结论与政策含义

本文以铅蓄电池行业环保专项行动所排查的企业数据为样本,揭示污染密集型企业的空间分布,并定量验证了中国工业环境规制程度的城乡和省际差异。研究结论如下。

第一,农村地域是铅蓄电池生产企业分布的主要空间,工业园区是企业选址的重要形态和趋势。环保专项行动整治前,农村地域的铅蓄电池生产企业数量占62.74%,而城区仅占8.15%。工业园区的铅蓄电池生产企业数量占41.73%,而省级以下园区铅蓄电池生产企业数量占25.60%。东部地区铅蓄电池生产企业集中,约占全国企业数量的70%。

第二,从不同空间类型的环境规制强度来看,首先,城镇地域类型环境规制强度高于农村地域类型,工业园区等集聚型地域环境规制程度普遍高于分散型地域。在分散型地域中,城区环境规制程度最为严格,镇区和乡村依次降低,而郊区环境规制最为宽松。在各类工业园区中,国家级开发区的环境规制最为严格,省级开发区次之,而省级以下园区最为宽松。其次,从省际来看,只有少数省份环境规制程度有差异,而大部分地区环境规制的差异并不显著。由于省域内部城乡收入水平也存在巨大的差异,企业更倾向于分布在城区周边的郊区和乡村。城乡地域环境规制差异性比省际差异性更显著。

在制定环境保护政策、分配环境执法资源方面必须重视城乡空间差异性。省级以下园区、郊区、乡村是地方政府环保执法的薄弱环节。国家级和省级开发区对规模小、污染密集型企业有一定的进入门槛,在此情况下,省级以下园区就成为污染密集型企业的主要选择,因而,必须重视级别较低的工业集聚区的污染防治问题。

在环保执法资源有限的情况下,地方政府应合理分配执法资源。地方政府常规环境执法往往重点关注大企业和城镇地区,而忽略农村地区和级别较低的工业集聚区。这容易出现“鞭打快牛”现象,而真正的“拖后腿”污染源得不到有效监管。因而,地方政府在常规环境执法过程中,应加强“补短板”,将执法资源向环境规制薄弱地带转移,对真正的“拖后腿”污染源进行有效监管。将环保执法重心向省级以下园区、郊区和乡村地域等环境规制薄弱地带下沉。应针对城乡不同功能区的工业布局进行立法,保护耕地和基本农田不受工业污染。最后,应限制省级以下工业园区数量和面积的无序扩张,回归园区节约土地、集约发展的初衷。

## 参考文献

- 程都、李钢（2017）：《环境规制强度测算的现状与趋势》，《经济与管理研究》第8期，第75—85页。
- 冯阔、林发勤、陈珊珊（2019）：《我国城市雾霾污染、工业企业偷排与政府污染治理》，《经济科学》第5期，第56—68页。
- 傅京燕、李丽莎（2010）：《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》，《管理世界》第10期，第87—98、187页。
- 高峰（2016）：《中国省际环境污染的空间差异和环境规制研究》，北京：经济科学出版社。
- 葛察忠、冀云卿、李晓亮（2019）：《生态环境统筹强化监督：国家环保执法的新机制》，《环境保护》第18期，第8—12页。
- 洪大用（2000）：《我国城乡二元控制体系与环境问题》，《中国人民大学学报》第1期，第62—66页。
- 姜百臣、李周（1994）：《农村工业化的环境影响与对策研究》，《管理世界》第5期，第192—197页。
- 李钢、李颖（2012）：《环境规制强度测度理论与实证进展》，《经济管理》第12期，第154—165页。
- 李小平、李小克（2017）：《中国工业环境规制强度的行业差异及收敛性研究》，《中国人口·资源与环境》第10期，第1—9页。
- 李玉红（2015a）：《农村工业源重金属污染：现状、动因与对策——来自企业层面的证据》，《农业经济问题》第1期，59—65页。
- 李玉红（2015b）：《中国乡村半城市化地区的识别——基于第一、二次全国经济普查企业数据的估算》，《城市与环境研究》第4期，第60—74页。
- 李玉红（2016）：《铅酸电池行业环保专项行动的环境与经济影响研究》，《中国环境管理》第5期，第96—102页。
- 李玉红（2017）：《中国农村污染工业发展机制研究》，《农业经济问题》第5期，第83—92、112页。
- 李玉红（2018）：《中国工业污染的空间分布与治理研究》，《经济学家》第9期，第59—65页。
- 李玉红、王皓（2019）：《违法排污视角下京津冀工业颗粒物排放研究》，《城市与环境研究》第1期，第16—30页。
- 李周、尹晓青、包晓斌（1999）：《乡镇企业与环境污染》，《中国农村观察》第3期，第3—12页。
- 祁新华、朱宇、张抚秀等（2010）：《企业区位特征、影响因素及其城镇化效应——基于中国东南沿海地区的实证研究》，《地理科学》第2期，第220—228页。
- 屈小娥（2019）：《我国环境规制的规制效应研究》，北京：经济科学出版社。
- 田光辉、苗长虹、胡志强等（2018）：《环境规制、地方保护与中国污染密集型产业布局》，《地理学报》第10期，第1954—1969页。
- 王金良、孟良荣、胡信国（2011）：《我国铅蓄电池产业现状与发展趋势——铅蓄电池用于电动汽车的可行性分析（1）》，《电池工业》第2期，第111—116页。

田金平、刘巍、臧娜等(2016):《中国生态工业园区发展现状与展望》,《生态学报》第22期,第7323—7334页。

王岭、刘相锋、熊艳(2019):《中央环保督察与空气污染治理——基于地级城市微观面板数据的实证分析》,《中国工业经济》第10期,第5—22页。

王学渊、周翼翔(2012):《经济增长背景下浙江省城乡工业污染转移特征及动因》,《技术经济》第10期,第98—105页。

王岩松、梁流涛、梅艳(2014):《农村工业结构时空演进及其环境污染效应评价——基于行业污染程度视角》,《河南大学学报(自然科学版)》第4期,第428—435页。

王勇、李建民(2015):《环境规制强度衡量的主要方法、潜在问题及其修正》,《财经论丛》第5期,第98—106页。

魏后凯(1994):《对中国乡村工业化问题的探讨》,《经济学家》第5期,第75—82页。

徐志伟、刘晨诗(2020):《环境规制的“灰边”效应》,《财贸经济》第1期,第145—160页。

杨志军、肖贵秀(2018):《环保专项行动:基于运动式治理的机制与效应分析》,《甘肃行政学院学报》第1期,第59—70、127页。

曾贤刚(2010):《环境规制、外商直接投资与“污染避难所”假说——基于中国30个省份面板数据的实证研究》,《经济理论与经济管理》第11期,第65—71页。

张成、于同申、郭路(2010):《环境规制影响了中国工业的生产率吗?——基于DEA与协整分析的实证检验》,《经济理论与经济管理》第3期,第11—17页。

张海鹏、宁泽逵(2007):《农村工业污染的区域因素分析》,《华中农业大学学报(社会科学版)》第5期,第103—108页。

张红凤、张细松(2012):《环境规制理论研究》,北京:北京大学出版社。

张可云、傅帅雄、张文彬(2009):《产业结构差异下各省份环境规制强度量化研究》,《江淮论坛》第6期,第10—15页。

赵红(2007):《环境规制对中国产业技术创新的影响》,《经济管理》第21期,第57—61页。

赵若楠、马中、乔琦等(2020):《中国工业园区绿色发展政策对比分析及对策研究》,《环境科学研究》第2期,第511—518页。

郑易生(2002):《环境污染转移现象对社会经济的影响》,《中国农村经济》第2期,第68—75页。

周浩、郑越(2015):《环境规制对产业转移的影响——来自新建制造业企业选址的证据》,《南方经济》第4期,第12—26页。

周曙东、张家峰(2014):《江苏农村工业化中环境污染的规模效应、污染排放强度效应与产业结构效应研究》,《江苏社会科学》第4期,第363—268页。

Dasgupta, S., A. Mody and S. Roy, et al. (2001), “Environmental Regulation and Development: A Cross-Country Empirical Analysis”, *Oxford Development Studies*, 29, pp. 173 - 185.

Porter, M. E. and Claas van der Linde (1995), “Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), pp. 97 - 118.

# Spatial Heterogeneity of Environmental Regulation on Industrial Pollution: Evidence from a Top-down Environmental Enforcement Action

LI Yu-hong

(Institute of Quantitative and Technical Economics,  
Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

**Abstract:** It is of great value for policy maker to obtain precise information about firms' pollution control and abatement behavior. This paper employs firm-level data from a top-down environmental enforcement action by Ministry of Environmental Protection and other eight ministries. It discloses the spatial distribution of pollution-intensive firms and tests quantitatively the spatial heterogeneity of environmental regulation in terms of both province-level and urban-rural level. It finds that most enterprises located in rural areas instead of urban areas. Most pollution-intensive firms are located in industrial clusters, especially clusters approved by governments below province level. Environmental regulation in urban areas is more strict than that in rural areas while environment regulation in clusters is more strict than that in non-cluster area. Environmental regulation is the most strict in urban built-up areas, laxer in villages of town and township and the least strict in suburban villages. Among the industrial clusters environmental regulation is the most strict in clusters approved by central government while clusters approved by government below province-level is the least strict. Environmental regulation among most provinces is not significantly different. Local governments could allocate environmental enforcement resources efficiently by inputting more resources into the least strict areas. Environmental monitoring and enforcement should be strengthened in suburban villages and industrial clusters approved by government below province level.

**Key Words:** environmental regulation; environmental enforcement; pollution violation; industrial cluster; clusters approved by government below province level

责任编辑：庄立