

环境规制、地理区位与城市企业污染排放与治理行为

摘要：本文依据 2007 年深圳市和昆明市污染源普查数据，并采用 Tobit 模型和联立方程模型，研究环境规制、地理区位以及企业异质性对企业污染排放与治理行为的影响。研究发现，环境规制对于深圳企业的污染排放与治理行为具有约束作用，昆明市工业发展需求较大，环境规制对企业污染排放行为约束较小。地理区位对于企业污染排放与治理行为同样存在显著的影响。位于深圳特区和昆明主城区的企业污染排放行为更为集约，污染治理行为也更加高效。位于城市边界地区的企业，污染排放也越多。企业所有制结构、企业规模和经营时间等对于企业的污染排放与治理行为具有重要影响。与深圳市相比，由于昆明市经济发展需求较大，环境规制对于企业的环境行为约束相对更弱。研究成果将拓展城市环境地理研究，为制定提高城市环境质量的企业和政府层面的污染排放治理措施提供科学依据。

关键词：环境规制；地理区位；污染排放行为；污染治理行为；城市

1、引言

近年来，我国环境污染日益恶化。工业污染成为其中主要的污染源，而工业污染中的企业的环境行为对于环境质量的改善具有决定性的作用。企业作为环境行为的主体，其根本目标是追求利润的最大化。出于对成本的考虑和对利润的追求，企业往往对环境治理缺乏积极性。随着全球自然环境的恶化，政府与公众环境意识开始提高，开始关注工业企业环境意识和行为。因此，企业尤其是污染企业开始面临越来越严格的环境规制，也将承担越来越多的环境成本。不同类型的污染企业在不同的区位可能将面临不同的环境压力。因此，从城市内部出发，识别影响企业环境行为的关键因素，探讨环境规制和地理区位对企业环境行为的影响。将经济地理因素纳入到企业环境行为的研究，一方面丰富了经济地理的研究内容；另一方面，也增加了环境行为的研究视角，从区位差异揭示城市内环境规制的差异，也丰富了环境问题研究的视角。以企业为研究对象，在全国转变经济发展方式建设资源节约、环境友好型社会城市背景下，能够直接服务于政府、企业决策，也可为城市制定针对性城市工业污染治理政策提供结构性思路。

2、文献综述

对于企业污染排放与治理的研究可以追溯到庇古和科斯分别基于外部性理论和产权理论提出的用征收排污税和排污权交易来限制污染排放 (Pigou, 1932; Coase, 1960)。这个理论认为政府是保护环境的责任主体，应该由政府通过环境规制来改变企业的环境行为。随后，随着来自市场及社区的压力成为企业环境行为的主导驱动力量，企业逐渐将环境保护从原来的应付行为转变为自觉的主动行为。本文采用 Gray et al.(2007)的环境行为的基础模型进行分析。由于企业主要以利润最大化为目标，因此，在给定的环境行为 (EP) 下，同时考虑企业收益与成本使得利润最大化。从企业生产决策的角度，企业设定基准利润 Π_0 ，在给定环境行为 (EP) 下，企业环境治理成本 $CompCost(EP, X_{cc})$ 以及该环境行为水平下环境税收为 $Penalty(EP, X_{pen})$ 。

$$\Pi(EP, X_{cc}, X_{pen}) = \Pi_0 - \text{CompCost}(EP, X_{cc}) - \text{Penalty}(EP, X_{pen})$$

以利润最大化的企业将对提高环境行为的边际成本与边际利润之间平衡，并识别在低环境税收下增长的环境行为的收益。

$$\partial \text{CompCost} / \partial EP = -\partial \text{Penalty} / \partial EP$$

X_{cc} 和 X_{pen} 为企业属性(包括企业规模、企业年龄、行业类别等)和增加企业边际成本的企业环境属性。 $\partial^2 \text{CompCost} / \partial EP \partial X_{cc} > 0$ 和 $\partial^2 \text{Penalty} / \partial EP \partial X_{pen} < 0$ 。

X_{cc} 包括企业预期的环境规制水平和环境规制的严格程度(如果企业被查出, 罚金也将增加), 但并不是所有的 X_{pen} 变量都与企业的属性有关。企业所在区位及其周围的政治、人口、经济状况等对其都具有重要作用。在企业面临较高的环境规制(X_{cc})时, 企业的环境成本将增加, 相应的企业将会调整期环境行为, 以避免更多的环境罚金(Penalty)以及减小企业的环境成本

(CompCost)。而企业的环境行为主要表现为企业的污染治理行为与污染排放行为。已有大量以污染排放和治理的企业环境行为的研究, 污染的治理行为可见于Gray and Deily (1996), Gray and Shadbegian (2005), Nadeau (1997)等的研究, 而污染排放行为主要包括 Kahn (1999), Shadbegian and Gray (2003), Gray and Shadbegian (2004)等的研究中。

城市内部环境规制的差异主要体现在区域经济发展与环境功能上。Grossman和Krueger (1991, 1995)最早发现国民收入与环境质量的假定关系: 环境污染与人均收入存在倒U型曲线关系, 即经济发展初期, 随着收入上升, 环境污染上升; 但当人均收入达到了一定水平后, 环境污染指标开始下降, 环境质量会逐渐改善。反映在企业的环境行为上, 即经济发展较好的地区, 环境规制相对较强, 企业的污染排放行为得以控制, 污染治理行为进一步提高。另外, 关于城市内部不同区域城市功能的差异使得区域对环境的功能要求不一, 从而影响政府环境规制的执行力度, 进而影响企业的环境行为。例如, 企业污染排放河流城市功能较高, 则企业将会面临较高的环境成本, 企业的污染排放与污染物治理投资则会更高(周沂等, 2014)。

企业区位条件对企业环境行为的驱动作用的研究较少, 但学者们对企业的宏观区位条件和企业的微观区位条件都有所关注。城市内地理区位对污染企业的环境行为的影响主要表现在城市内环境要求的差异上。污染企业可能将选择城市边缘或经济欠发达等环境成本较低的地区。位于城市边界地区的企业, 政府出于经济发展的需要, 环境规制也相对较低, 企业将实施较为宽松的环境行为。Kahn (1999), Sigman (2002, 2004), Helland (2003)等发现环境规制存在边界效应, 规制者对于边界地区的企业往往将实施更少的关注, 环境规制较弱。周沂等(2014)发现深圳污染企业更多的布局在城市边缘地区。另外, 政府也倾向于将污染企业规划至对城市环境影响较小的工业园区。位于同一工业园也将有利于企业共享污染治理基础设施, 享受环境溢出, 降低企业的环境成本(Picazo and García, 2007; KassiniS, 2001)另外, 企业的异质性——企业的规模、企业所有制、经营时间等对企业环境行为也具有重要影响(陈江龙, 2006; 王建明, 2007; Wang & Wheeler, 2000; Talukdar & Meisner, 2001)。

深圳市作为我国制造业基地以及最具区位优势经济特区, 深圳三面临海, 加

上经济特区并与香港接壤，城市功能空间结构典型。在经济转型期，污染企业的环境行为对于其产业升级、城市功能升级具有重要的意义。昆明市拥有云南省最大的淡水湖——滇池，但却是一个水资源极度缺乏的城市。滇池流域全部落在昆明市境内，经济核心区与生态区的重合使得对其环境行为具有重要影响。因此，城市内部环境规制以及区域特征等对污染企业的环境污染与治理行为影响如何？企业自身异质性对于其污染排放与治理行为有何影响？本文将以深圳市和昆明为例，探讨污染企业所在区域环境规制特征、地理区位和企业异质性等对企业污染排放与治理的影响，并对比两个城市污染企业环境行为的差异。

3、企业地理空间特征

本文研究数据主要来源于国务院组织实施的深圳和昆明污染源普查数据，以及两个城市的规划底图数据。通过污染企业经纬度等数据借助 GIS 相关空间技术建立污染源企业点位空间数据库。由深圳企业空间分布可以看出深圳废水污染企业多靠近城市外围边界分布，尤其较多的分布在深圳与东莞交接的边界区域。深圳废气污染企业多分布在深圳的西南以及西北地区，深圳市的常年主导风向为东北偏东风，沿西北和西南地区分布也体现了较为明显的城市工业规划原则。深圳市固体废弃物污染企业多分布在城市外围边界，尤其是与东莞交界的边界处。同时，城市固体垃圾处理设施也多分布在城郊尤其是靠近城市边界城郊地区，这也体现了地理区位对企业的环境行为具有重要影响。昆明污染企业较多的分布在昆明主城区的地区，环绕滇池分布的地理分布格局明显。

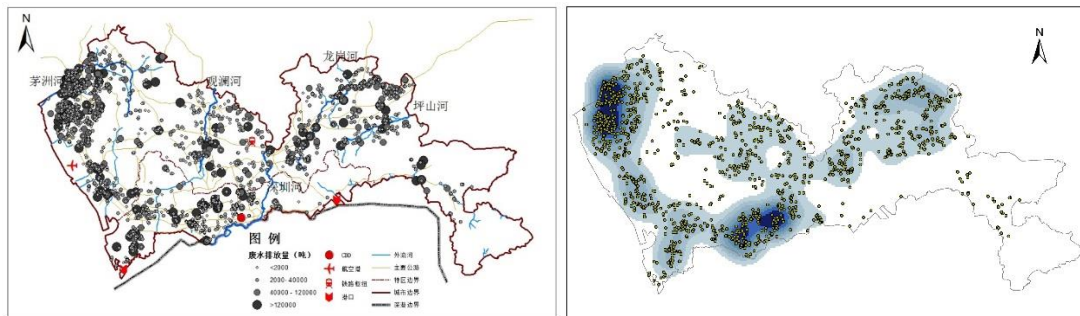


图 1 废水污染企业地理空间特征

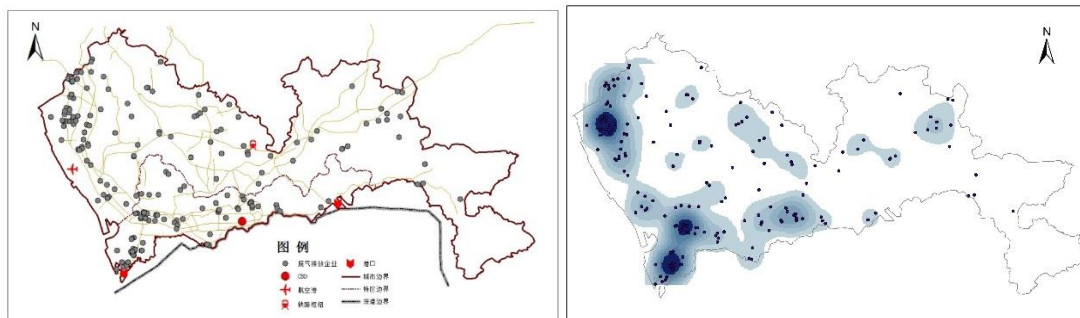


图 2 废气污染企业地理空间特征

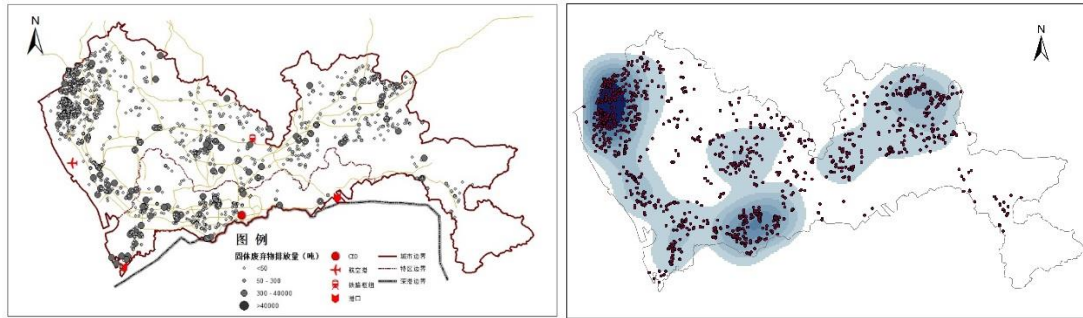


图3 固体污染企业地理空间特征

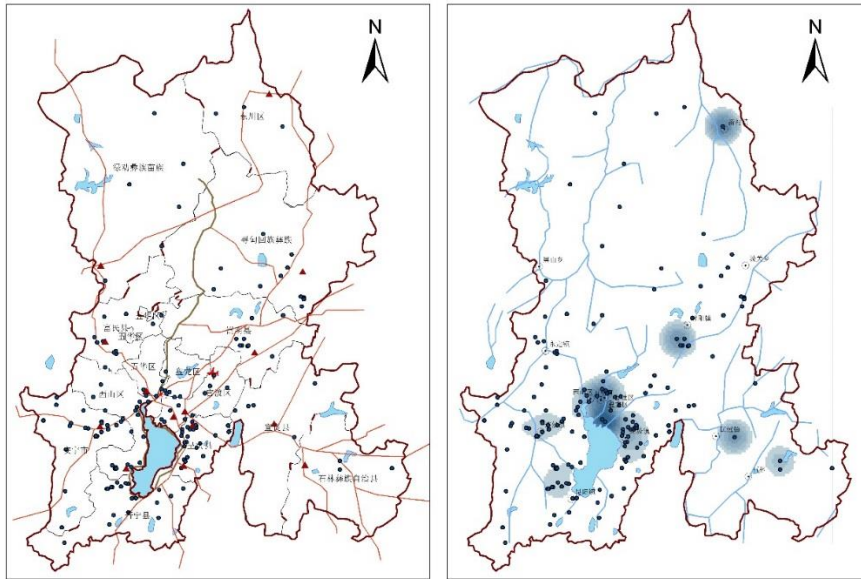


图4 昆明污染企业地理空间分布

4、环境规制、地理区位对企业环境行为影响机制

4.1 模型的设计

为进一步探讨企业环境行为统计上的规律，本文引入反映不同类型污染企业环境行为的特征变量，将企业的排放行为分为排放量(PFL)和排放率(PFLV)，治理行为分为污染治理设施运行费用(SSYXFY)和污染排放的达标率(DBLV)，通过计量模型来研究深圳和昆明污染企业的环境行为，模型定义如下：

$$PFL = \beta_{10} + \beta_{11}Regulation + \beta_{12}Location + \beta_{13}Z + \varepsilon$$

$$PFLV = \beta_{20} + \beta_{21}Regulation + \beta_{22}Location + \beta_{23}Z + \varepsilon$$

$$SSYXFY = \beta_{30} + \beta_{31}Regulation + \beta_{32}Location + \beta_{33}Z + \varepsilon$$

$$DBLV = \beta_0 + \beta_{41}Regulation + \beta_{42}Location + \beta_{43}Z + \varepsilon$$

由于污染企业存在部分企业的某类污染排放量为0，故因变量有左截取的特点。本文采用最大似然估计的Tobit模型进行估计(Tobin, 1958)。另外，企业的污染排放与治理行为在有可能存在相互影响。因此，本文用联立结构方程探讨

企业的污染与排放行为之间的关系。模型表达式如下：

$$PFL = \beta_{10} + \beta_{11}SSYXFY + \beta_{12}DBLV + \beta_{13}Z_1 + \varepsilon_1$$

$$PFLV = \beta_{20} + \beta_{21}SSYXFY + \beta_{22}DBLV + \beta_{23}Z_2 + \varepsilon_2$$

$$SSYXFY = \beta_{30} + \beta_{31}PFL + \beta_{32}PFLV + \beta_{33}Z_3 + \varepsilon_3$$

$$DBLV = \beta_{40} + \beta_{41}PFL + \beta_{42}PFLV + \beta_{43}Z_4 + \varepsilon_4$$

式中，PFL、PFLV、SSYXFY 与 DBLV 为联立结构方程模型的内生变量，Z1, Z2, Z3, Z4, β_{12} , β_{22} , β_{32} , β_{42} 为分别为相应方程的外生变量及其回归系数。 ε_1 , ε_2 , ε_3 , ε_4 为误差项。本研究用三阶段最小二乘法估计该结构方程。如果污染治理行为不仅是污染排放行为的结果，同时也是污染排放行为的原因，那么结构方程中相应变量的系数将是显著为正的，具体变量设置如下。

表 1 解释变量定义及其与其符号

	变量	定义	变量说明	污染类型
企业环境行为	PFL	污染排放量	因变量	共同
	PFLV	污染排放率	因变量	共同
	SSYXFY	设施运行费用	因变量	废水和废气
	DBLV	污染排放达标率	因变量	废水和废气
	GFZHLYLV	固体废弃物综合利用率	因变量	固废
环境规制	PGDP	人均 GDP	共同	共同
	River	受纳水体水质为三类以上赋值为 1	深圳	废水
	DC	受纳水体为滇池	昆明	废水
	Wind	城市风向下风向企业赋值为 1	共同	废气
地理区位	Distance	离边界的距离	共同	共同
	SEZ	是否位于特区内	深圳	共同
	Downtown	是否位于主城区	昆明	共同
	Industry	是否位于工业园区内	共同	共同
企业异质性	Employee	环保从业人数	共同	共同
	gyzcz	企业规模	共同	共同
	Age	经营时间	共同	共同
	SOE	国有企业赋值为 1	共同	共同
	FDI	外资企业赋值为 1	共同	共同
	Tech	企业技术水平	共同	共同
	PFZl	企业污染排放规模	共同	共同
	Discharge	污染排放方式	共同	共同

4.2 深圳和昆明企业污染排放与治理行为

本文采用 Tobit 分别对深圳和昆明三种污染类型的企业的环境排放与治理行为进行实质检验,并利用联立方程模型对企业污染排放与治理行为的关系进行探讨。在回归分析前,对变量进行斯皮尔曼相关分析,PGDP 和 SZE 的相关系数大于了 0.6,PGDP 和 Downtown 的相关系数大于了 0.6。因此,将两个变量置入两个不同的模型中。

对于深圳废水污染企业,排放率模型中 PGDP 显著为正,排放达标率模型显著为正,即环境规制高的地区,其排放虽然较高,但污染治理达标率较高。另外,River 变量在污染排放模型和达标率中显著为负,表明环境规制有促进企业有利的环境行为。对于昆明废水污染企业,PGDP 不显著,DC 变量在治理费用模型中显著为负,即环境规制对于昆明企业环境行为影响较小。SZE 在污染治理模型中达标率显著为正,费用模型显著为负,即特区内企业污染治理更为高效。昆明 Downtown 变量在排放率和达标率模型中显著为正,昆明市主城区企业废水排放率较大,但其达标率也相对较高。另外,深圳 industry 变量在排放率模型中显著为负,表明工业园区的企业污染排放率较低,污染处理率较高,这与 Picazoh, García (2007) 和 KassiniS(2001)的研究结论较为一致,即园区内企业有利于企业共享污染治理基础设施,污染处理率较高。而昆明 industry 变量并不显著。深圳市产业园企业环境治理更为高效,而昆明产业园对于企业环境行为影响并不显著。目前,昆明市配套产业和产业集群发展滞后,产业链尚处于发育阶段,产业趋同现象严重、集中度不高。产业园的建设并没有达到预期的目标。最后,关于企业自身属性,企业规模越大,污染排放率越小,其污染设施运行费用越大,达标率也越大。另外,企业的经营时间越长,企业的污染排放量也越高。与大多数研究相同(Wang& Wheeler, 2000; Talukdar& Meisner, 2001),深圳国有企业污染排放量相对较高,但污染排放率却较小,而外资企业污染排放量和排放率都相对较小,污染治理费用较高,污染处理达标率也较高,即外资企业污染排放和污染治理行为都更为友好。而昆明市国有企业污染治理投入较大,这主要与两地国有企业的行业类别有关。昆明市国有企业多为冶金、钢铁、化工等污染排放量较大的产业,其污染排放量较大,相应污染的治理费用也较高。

对于深圳废气污染企业,废气排放达标率模型中 PGDP 显著为正,表明环境规制越高的地方,污染治理行为越严格。Wind 风向变量在废气排放模型中显著为正,而污染治理模型中,治理费用相对较高,但达标率却相对较低。表明城市下风向地区由于规制较弱,其环境行为较粗放。昆明废气污染企业,PGDP 和 Wind 变量均不显著,环境规制影响不显著。深圳特区内的企业污染排放量相对较高,但污染治理达标也要求较高,特区对于企业环境行为具有较大影响。Downtown 也不显著,昆明 Distance 在排放模型中显著为负,表明离边界越近的地区排放量越大。相较于深圳工业基础以及城市发展的压力,昆明市在城市环境与经济发展上对于经济发展的依赖较强,主城区基础设施较为完善,仍为工业企业选择的一个重要地区。企业的异质性变量与废水模型具有一致的结论。

对于深圳固体废弃物企业,由于大多数固体废弃物主要通过交通运输到城市垃圾场进行处理,因此,此处只考虑了固体废弃物的产生、废弃物综合利用和处理模型。综合利用模型中,Distance 显著为正,即离边界越近的地区,由于其处

理成本降低，其废弃物综合利用率越低。另外，特区内污染企业废弃物产生量较低。处理率模型中，industry 显著为正，即工业园区内废弃物的处理率也越高。对于昆明固体废弃物企业，废弃物处理模型中，PGDP 和 Downtown 为正，即环境规制越强的地区，固体废弃物处理量越大。而主城区的固体废弃物处理量相较于其他地区也更高。

采用联立方程对污染企业的污染排放与治理行为进行探讨，发现深圳企业污染治理行为显著影响企业的污染排放行为，污染治理越高的企业，其污染排放也相对较高。而对于昆明市，企业的污染排放与治理行为存在相互影响的关系。这与深圳市的结论不同，主要是因为深圳市在经济转型的关键时期，城市环境质量要求较高，企业需要在一定的污染治理基础上满足自身的环境排放；而昆明市的环境要求相对较低，因此，企业的排放也同时可以影响企业的污染治理行为，具有“边污染边治理”的环境行为特征。

5、结论与讨论

本文利用 2007 年深圳市和昆明市污染源普查数据，研究深圳和昆明废水、废气和固体废弃物污染企业的环境污染与治理行为。本文发现：首先，环境规制对于深圳企业的污染排放与治理行为影响显著，对昆明企业污染排放行为约束较小。其次，地理区位对于企业污染排放与治理行为同样存在显著的影响。位于深圳特区和昆明主城区的企业污染排放行为更为集约，污染治理行为也更加高效。位于城市边界地区的企业，污染排放也越多。再有，企业规模、所有制、经营时间等对于企业的环境行为影响显著。最后，与深圳市相比，由于昆明市经济发展需求较大，排放行为与治理行为相互影响，存在“边污染边治理”的行为特征。在经济转型的关键时期，企业的环境行为不仅会影响区域的环境质量，同时对于企业自身长远发展也具有重要作用。因此，在产业升级转移的关键时期，避免“落后区域”成为污染的避难所，增强企业环境污染行为的监督，鼓励支持企业治理行为，对于提高环境治理成效尤为重要。由于数据的可得性，本文仅采用 2007 年污染企业普查数据对企业环境行为进行研究，截面数据可能并不能反映这种规制对其长期影响，但仍然可以反映企业的环境行为问题。