

# 中国污染密集型产业地理分布研究

○周沂 贺灿飞 刘颖

本文利用 2003-2008 年工业企业普查数据, 探讨污染密集型产业地理分布的特征。研究发现, 我国污染密集型产业正进行着空间结构调整, 三大经济区污染密集型产业不断转出, 山东及中部地区成为新的集聚地; 轻型产业主要向中部地区转移, 技术密集型产业则主要在沿海地带重新分布。要素禀赋、环境规制以及全球化对污染密集型产业分布影响显著。其中, 技术及劳动力成本是企业区位选择的重要影响因素; 相较于资源要素的可得性, 国际市场潜力对于企业区位影响更为重要; 环境规制与污染企业的成立具有倒 U 型关系。

作者信息:

周沂, 北京大学城市与环境学院研究生

贺灿飞, 北京大学城市与环境学院教授, 北京大学-林肯研究院城市发展与土地政策研究中心副主任

刘颖, 北京大学城市与环境学院研究生

## 一、引言

改革开放以来, 随着工业的增长, 中国产业集聚、转移方向与程度发生着深刻变化, 工业地理格局经历着深刻重塑, 产业转移过程中的污染密集型产业转移成为热门研究话题。污染密集型产业包含的行业较多, 影响产业转移的因素各异, 部分污染密集型产业出于原材料成本的考虑, 将污染密集型产业布局在原料产地; 污染密集型产业多为资本、技术、劳动力要素密集型产业, 部分污染型产业布局在资本、技术优越以及劳动力成本较低的地区。然而, 近年来随着全球化的影响, 沿海地区港口条件的改善以及开放范围的扩大, 部分产业对国外原料的依赖也逐渐增强, 加之产业出口的需求, 沿海布局的战略将更加有利于成本的节约。另外, 近年来随着各地环境意识的提高, 我国污染密集型产业由经济发达地区迁移到欠发达地区。环境规制导致的“污染避难所”假说可能将显著影响污染密集型产业的地理分布。污染密集型产业地理空间格局的研究, 一方面将丰富经济地理在环境问题中的研究视角, 同时也将增加区位问题的研究成果; 另一方面, 其也可以揭示污染密集型产业发展演化的一般规律, 对转型期合理制定污染密集型产业转移的政策以实现区域可持续发展具有重要启示。

## 二、理论分析

在区位理论研究中, 传统的资源禀赋论强调自然资源、劳动力、技术等外生资源禀赋对产业区位的影响, 而新贸易理论引入规模报酬递增、不完全竞争市场、产品差异化等因素, 认为规模经济 and 市场规模效应导致产

业地理集中。新经济地理模型则将产业区位完全内生，强调交通成本与规模经济的相互作用，认为运输成本和规模经济的权衡是产业集聚的根本原因。传统的资源禀赋因素和新经济地理因素加上污染密集型产业所特有的环境成本等将共同影响污染密集型产业的地理分布。

要素禀赋假说 (Factor Endowment Hypothesis, FEH) 认为比较优势主要来源于相对要素禀赋的差异，因此资本充裕、技术先进的地区将专业化发展资本、技术密集型产业，而资源密集地区将专业化发展资源密集型产业。而生产的资本密集度与污染强度具有显著的正相关性 (Cole, 2003)。因此，在市场化条件下，污染密集型产业将会更多的选择资本等密集的地区。同时，部分污染密集型产业也是资源密集型产业，因此污染密集型产业也将更多的分布在原料、能源地。而在全球化国际贸易等不断发展的同时，沿海地区市场需求扩大、交通条件完善以及对国外原料的依赖增强，部分污染密集型产业也大多选择沿海地区，以靠近国际资源和国际市场获取比较优势。另外，部分污染密集型产业产品不仅满足本国的需求，还有出口国际市场的需求。杨汝岱等发现地理距离对企业出口到每个市场的每种产品的单位价格有显著的正面影响。可见离港口的距离越近将越有利于获取海外原材料，增加出口产品的价格竞争力。

污染避难所假说 (Pollution Haven Hypothesis, PHH) 是环境规制对污染密集型产业地理分布影响的重要理论依据，该假说认为环境标准较低的地区在污染密集型产业上具有比较优势，市场化会使这些地区专业化生产污染密集型产品，而欠发达地区正成为新的污染避难所。张可云等发现东部沿海发达地区与中西部欠发达地区相比在治污方面有较强的优势，同时，污染密集型产业从环境规制力度大的省市向环境规制力度小的省市转移，从而进一步证明环境标准成为污染密集型产业转移的一个重要推动力。李玉楠等研究发现环境规制显著影响我国污染密集型产业出口贸易，出口量和环境规制之间呈现出 "U" 型的关系，而在现有经济水平下大多数制造业处于拐点左侧，环境规制强度的提高仍不利于产业发展和出口贸易。

综上所述，要素禀赋、全球化与环境规制对污染密集型产业地理空间格局的影响作用是相互作用又彼此抵消的 (图 1)。另外，交通通达性、集聚经济、区域经济发展和区位条件等对产业区位的选择都具有重要作用。除此之外，产业属性特征、产业布局的不同阶段等也具有显著的差异。那么，要素禀赋、全球化以及环境规制是否对中国污染密集型产业地理分布产生影响？其影响机制是什么？产业异质性对其有怎样的影响？本文主要利用 1998~2008 年中国污染密集型产业数据，描述其空间格局演变，并采用 2003~2008 年的面板数据，分析要素禀赋、全球化和环境规制对污染密集型产业地理分布的影响。

### 三、污染密集型产业时空演变

#### 2.1 污染密集型产业定义

不同学者对污染密集型产业的界定提出了不同的方法，例如依据产业的环境治理成本、单位产值的污染排放、排放规模来衡量。为保证研究的可持续性与可比性，本文采纳国务院颁布的《第一次全国污染源普查方案》中对污染密集型产业的划分。考虑到电力、燃气及水的生产和供应业的特殊性，本文选择其中 10 个

---

在市场化条件下，污染密集型产业将会更多的选择资本等密集的地区。

---

环境标准较低的地区在污染密集型产业上具有比较优势，市场化会使这些地区专业化生产污染密集型产品，而欠发达地区正成为新的污染避难所。

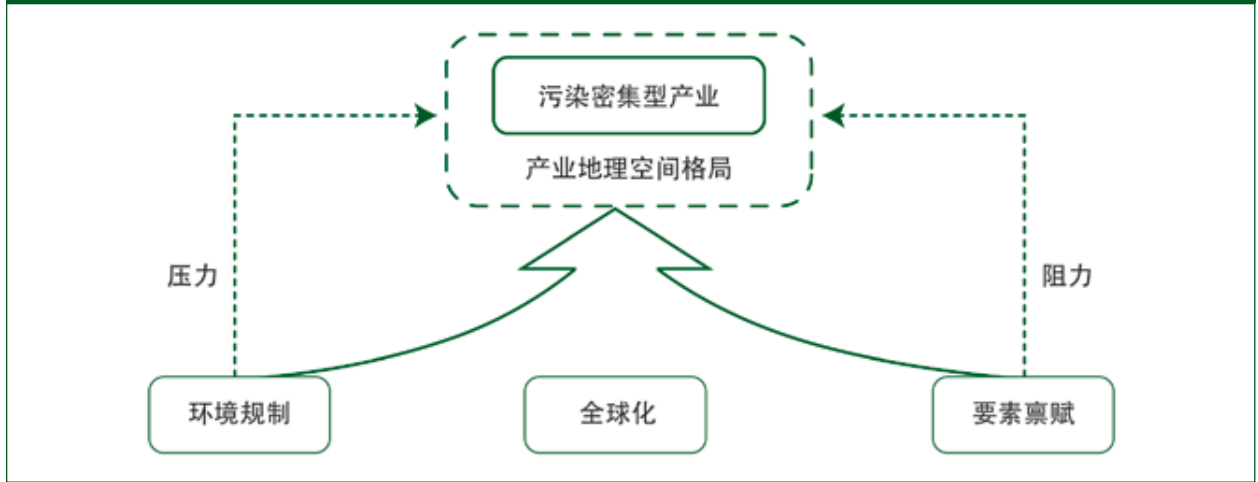
---

要素禀赋、全球化与环境规制对污染密集型产业地理空间格局的影响作用是相互作用又彼此抵消的

---

本文主要利用 1998~2008 年中国污染密集型产业数据，描述其空间格局演变，并采用 2003~2008 年的面板数据，分析要素禀赋、全球化和环境规制对污染密集型产业地理分布的影响。

图 1：分析框架



重点污染行业，分别为造纸及纸制品业（22）、农副食品加工业（13）、化学原料及化学制品制造业（26）、纺织业（17）、黑色金属冶炼及压延加工业（32）、食品制造业（14）、皮革毛皮羽毛（绒）及其制品业（19）、石油加工/炼焦及核燃料加工业（25）、非金属矿物制品业（31）、有色金属冶炼及压延加工业（33）。

## 2.2 数据来源

本文主要基于 1998~2008 年《工业企业普查数据库》，分别提取出 1998 年、2003~2008 年行业代码与本文研究所选择的污染密集型产业行业代码一致的所有企业。由于 1998 年的产业分类按照 1994 年的国民经济行业分类（GB/T4754~1994 制造业），而 2003~2008 年的产业分类按照 2002 年的分类（GB/T4754~2002 制造业）划分。本文按照 2002 年的行业标准进行分类，并对 1998 年的产业分类以及行政区划进行相应调整。其余数据则来自《中国城市统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》。

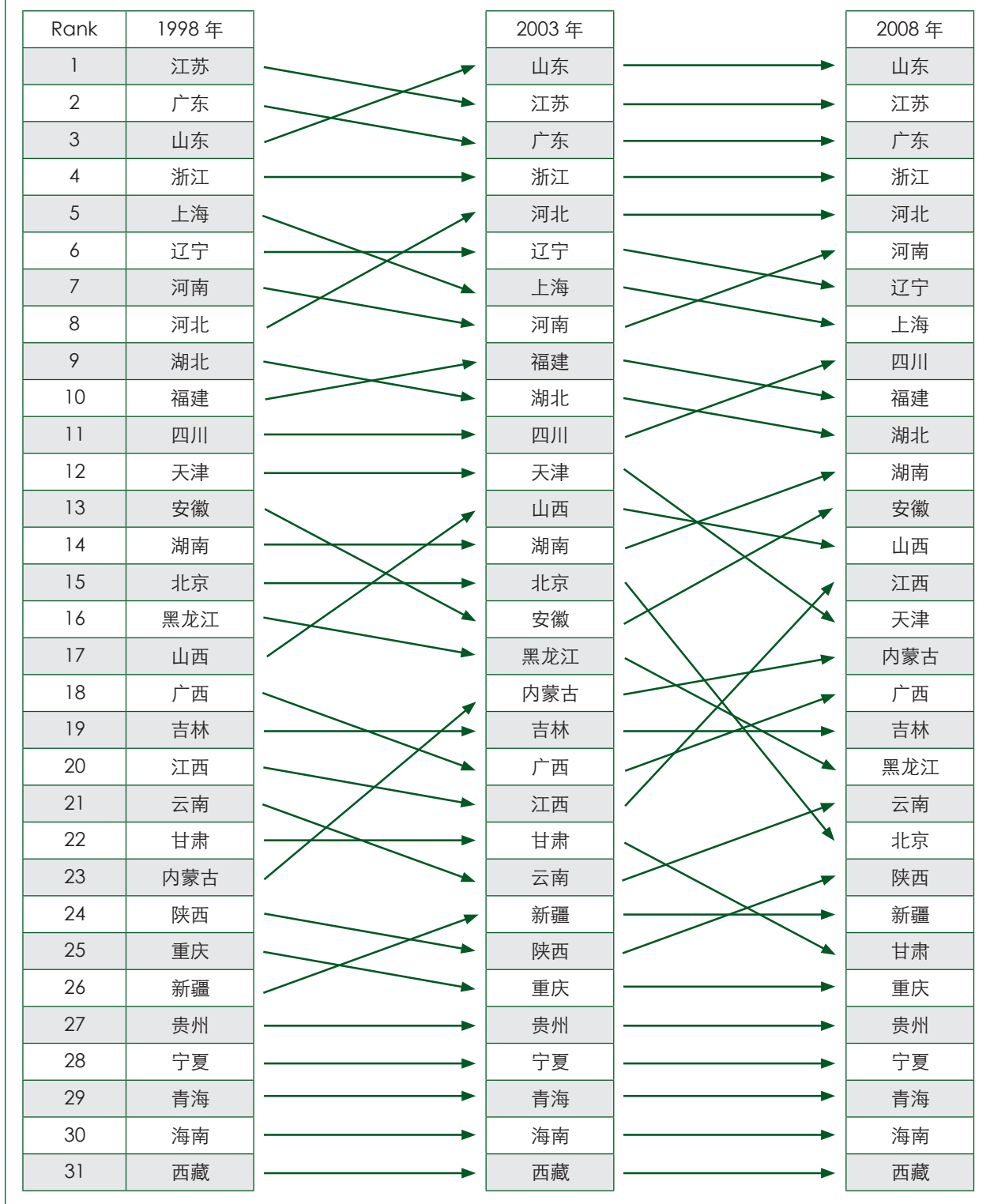
## 2.3 污染密集型产业的时空变化

### 2.3.1 省级层面

中国制造业地理格局经历了 80 年代的分散多元化和 90 年代来趋于地理集中专业化的发展。1998 年污染密集型产业在经历了地理集中专业化发展后，主要集中在江苏、广东、山东、浙江、上海等地区，江苏、广东、山东集中了全国 33.58% 的污染密集型产业。西藏、海南、青海和宁夏等西部城市由于本身产业基础薄弱，污染密集型产业分布较少。到 2003 年，污染密集型产业在 1998 年的基础上进一步集聚，但广东、上海等部分沿海城市污染密集型产业份额有所下降。到 2008 年，山东、广东、江苏和浙江由于污染密集型产业基数较大，所占的比例仍处于前列，但格局发生了较大的变化。首先，2003~2008 年的空间结构调整相对于 1998~2003 更加剧烈；其次，东部沿海省域污染密集型产业经历了较大的调整，山东污染密集型产业进一步发展，占全国污染密集型产业的 15.6%。上海、广东、浙江和北京污染密集型产业份额不断下降。中西部地区如广西、江西、湖南、内蒙、河北、江西、安徽、山东、河南、四川、陕西、云南、重庆和青海的污染密集型产业份额也有一定程度的增加，体现较为明显的产业结构调整方向如下图所示。

中国制造业地理格局经历了 80 年代的分散多元化和 90 年代来趋于地理集中专业化的发展。

图 2: 1998、2003 和 2008 年污染密集型产业比重变化



从具体的产业来看，造纸业在河南、海南、江西和辽宁等省区不断增加，这些地区同时也是产业技术较为发达和劳动力充裕的地区；山东、河南、浙江和江苏的化学原料及化学制品业由于产业资本、技术较为雄厚，其产业份额不断增加，而广东、北京、天津等地的产业份额不断下降；纺织产业作为东部沿海浙江、江苏、广东等省区的优势产业，其份额不断下降，而山东、河南、江西和四川等劳动力丰富及环境要求相对较弱的中、西部城市成为纺织业崛起的新地域；随着沿海地区生产成本的上升，皮革毛皮及其制品行业主要从浙江、江苏、广东及上海等地区向河北、河南、四川和福建等劳动力、原材料丰富以及出口便捷的地区迁移。石油加工、炼焦及核燃料加工业作为原材料依赖性产业，在山东、江西、陕西和河北等工业基础发达、能源动力充裕的地区产业份额增加较大。

### 2.3.2 地级市层面

将定义的污染密集型产业的企业数据累加到城市，由图 5 可知，1998 年污染密集型产业多分布在山东半岛、长江三角洲和珠江三角洲等经济发达的地区；到 2003 年，污染密集型产业进一步集中，并向环京津冀、山东半岛和长江三角洲地

图 3：污染密集型产业增加额排名前 5 省市

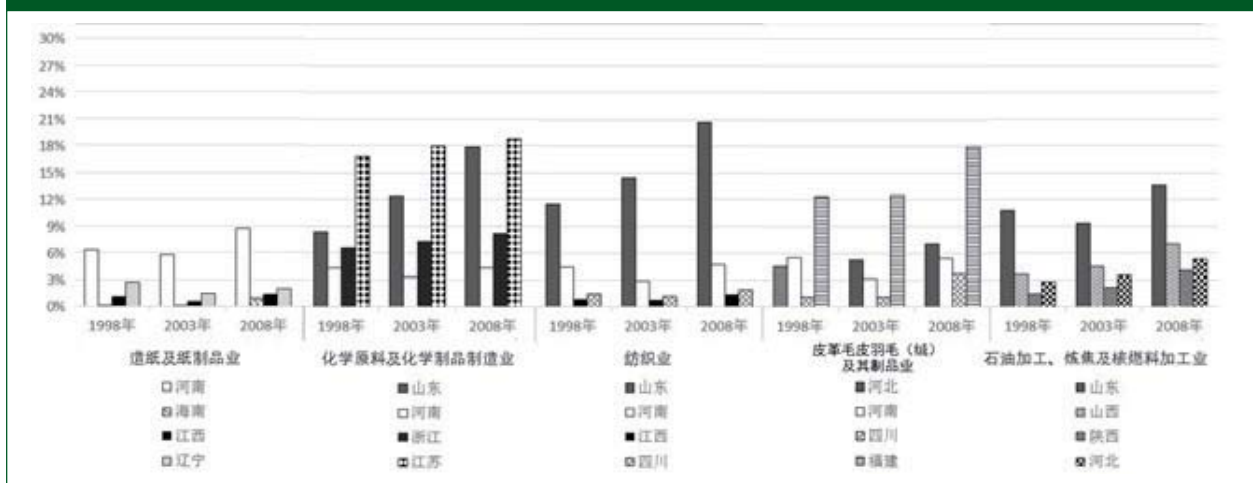
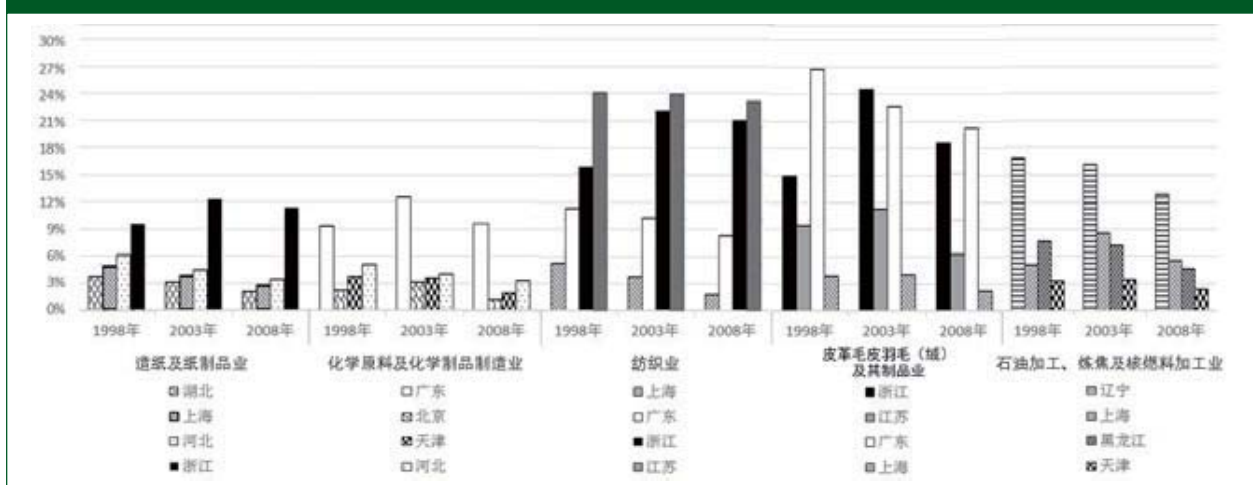


图 4：污染密集型产业减少额排名前 5 省市



区集聚；到 2008 年，污染密集型产业已扩展至中西部地区，尤其集中在环山东半岛以及山西和河南北部地区。从污染密集型产业新成立的企业来说，污染密集型产业新企业开始在中部地区以及西部的四川、重庆地区集中。由于产业基数较大，2008 年污染密集型产业企业仍多集中在东部沿海地区尤其是山东半岛和长三角地区，但相对于 2003 年，新成立的污染企业数量有明显的下降。由于两位数污染密集型产业所包含的类别较多，二位数产业下属三位数产业中也存在非污染型产业，因此，分产业以三位数污染密集型产业的新成立企业数进行实证分析，对于揭示污染密集型产业地理分布的变化更有说服力。

图 5：1998 年、2003 年和 2008 年污染型产业产值变化

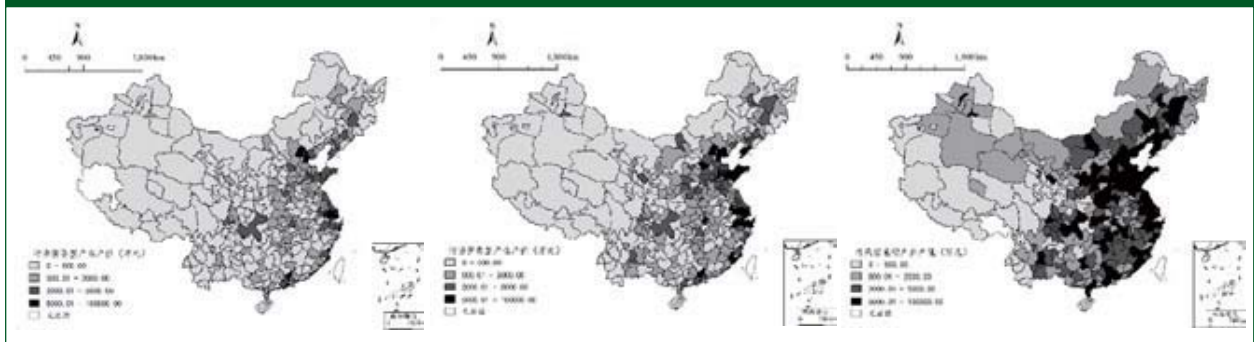
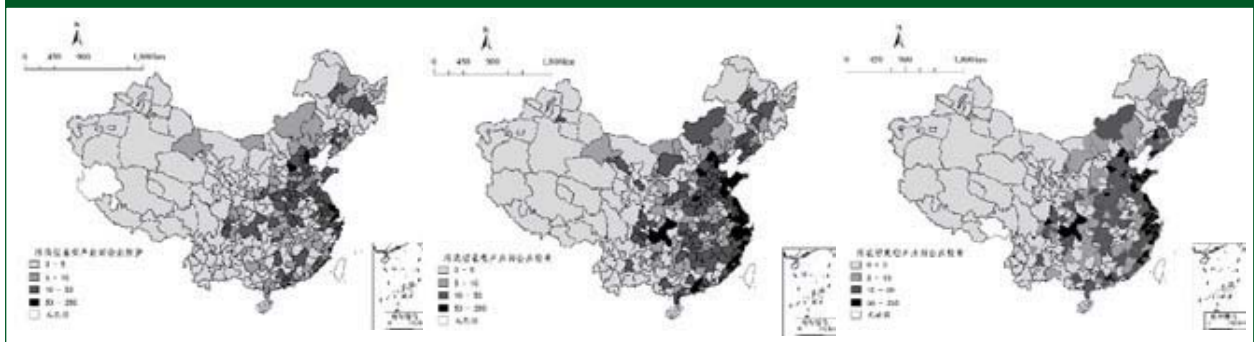


图 6：1998 年、2003 年和 2008 年污染型产业新成立企业数变化



## 四、模型的设定与变量选择

### 4.1 模型设定及变量选择

考虑到污染密集型产业本身对资源、资本、技术水平等的较高要求以及环境规制造成的环境成本的约束，为进一步探讨污染密集型产业地理分布的变化，本文引入反映要素禀赋、全球化和环境规制的特征变量，采用新企业成立率为解释变量，通过计量模型来研究污染密集型产业的地理分布变化的影响机制，模型定义如下：

$$NewFirm = \beta_0 + \beta_1 EF + \beta_2 Global + \beta_3 ER + \beta_4 AGG + \beta_5 Tra + \beta_6 Trans + \beta_7 Location + \varepsilon$$

其中， $NewFirm$  表示区域新企业成立率， $EF$  表示区域要素禀赋， $Global$  表示全球化的影响， $ER$  表示环境规制的作用， $AGG$  表示集聚经济的影响， $Trans$  表示交通基础设施的影响， $Location$  为区位的控制变量。

### 要素禀赋 (EF)

区域要素禀赋的富裕程度，尤其是对于污染密集型产业的影响大多体现在劳动力、资本、技术和资源要素上。因此，本文选择资源要素、资本要素、技术要素和劳动力要素来衡量要素禀赋对污染企业区位的影响。其中，资源禀赋 (NR) 按照徐康宁和王剑的方法，选取采掘业从业人员数占当地从业人员总数比例来反映资源的丰裕程度。资本要素禀赋选择企业固定资产净值年平均余额在城市的加总占 GDP 的比重来衡量。技术要素禀赋根据杨汝岱的计算方法，由企业全要素生产率加权求和得到城市全要素生产率，权重为企业的从业人员。劳动力要素采用企业数据库中职工的平均工资水平衡量区域的劳动力成本的差异。

### 全球化 (Global)

在全球化的过程中，占领国际市场以及获取国外原材料开始成为企业区位选择的重要因素。本文采用国际市场潜力和到港口的距离分别衡量国际市场潜力特征以及国际原材料获取成本。国际市场潜力是计算距离衰减后加和的出口交货值，计算公式如下：

$$P_n = \begin{cases} f_i, & d_i = 0 \\ \frac{f_i}{d_i}, & d_i \neq 0 \end{cases}$$

其中， $f_i$  为地市  $i$  的出口交货值， $d_i$  是地市  $i$  到最主要进出口口岸的最短距离。

### 环境规制 (ER)

对于污染密集型产业，环境规制力度是本文最为关注的变量，本文分别选取  $SO_2$  去除率和废水排放达标率衡量不同污染物排放要求，其同样也反映区域环境规制的强度。

表 1：解释变量定义及符号

变量		定义	时间	预期符号
要素禀赋	NR	采掘业从业人数占总从业人数比	2002~2007	+
	Cap	企业固定资产净值年平均余额 / GDP	2002~2007	+
	Tech	城市生产率	2002~2007	+
	Labour	职工平均工资	2002~2007	-
全球化	GMarket	出口交货值加权的国外市场潜力	2003~2007	+
	Port	1 / 到港口的最短距离		+
环境规制	$SO_2$	$SO_2$ 去除 (去除量 / 总量)	2002~2007	-
	Water	工业废水排放达标率 (达标量 / 总量)	2002~2007	-
	Agg	集聚经济	2003~2007	+
控制变量	Road	公路里程	2003~2007	+
	East	东部城市	2003~2007	
	Mid	中部城市	2003~2008	

新企业区位的选择主要受预期利润的影响,由于预期利润并不能直接观察到,但是每年每个城市新企业的成立是可以观察到的。故因变量有左截取的特点,其值在门槛值(0)及其以下被截断。因此,本文采用最大似然估计的Tobit模型进行估计。为了纠正行业特征和城市行业规模对成立率的影响,分别采用企业成立数(NFN)和该行业新企业成立总数与城市该行业企业总数的比重(NFR)表示城市污染企业吸纳能力。由于部分城市数据的缺失,经调整共279个城市(含4个直辖市)进入样本。由于要素禀赋、国际市场和环境规制对产业空间格局的影响也较难在当期反映,本文使用上一年的要素禀赋、市场和环境规制数据作为原变量的工具变量。在变量的预处理过程中对相关经济数据调整为2003年不变价格,并对连续变量进行log处理。

#### 4.2 模型结果分析


依据上述分析,本文主要采用新企业成立率来衡量污染密集型产业的地理分布格局的变化,对变量进行相关性分析发现,变量间相关性都不大,估计结果见表2。要素禀赋变量中自然资源禀赋(NR)和资本要素(Cap)均不显著。表明靠近原材料产地对污染密集型企业影响较小,不过这可能也与企业的规模以及企业所属产业类别等有关。技术要素显著为正,与预期相符,即污染密集型企业对技术有较高需要,在前文描述分析中也可以发现,污染密集型企业较多的转移到山东、河南、江西和河北等工业基础较为发达,技术传播便捷的地区。劳动力(Labour)为负,表明大多污染密集型企业更多的选择劳动力成本较低的地区,这与传统贸易理论中强调劳动力的重要性一致。全球化变量中,Gmarket显著为正,表明污染密集型企业较多的受到国际市场的影响。到港口的距离不显著,表明在生产的过程中,国际原材料的替代作用对污染密集型企业影响较小。不过这也与产业类型以及企业在不同的发展阶段有关。环境规制变量废水处理达标率Water与SO<sub>2</sub>排放达标率都显著为正,与预期相反,表明污染密集型企业反而选择废弃物处理率较高的地区,但Water<sup>2</sup>和SO<sub>2</sub><sup>2</sup>都显著为负,表明环境规制与污染密集型企业成立率存在倒“U”型关系,这与李玉楠研究的污染密集型企业出口与环境规制的倒“U”型关系较为一致。即环境规制对污染企业区位的选择具有阈值效应。在一定的阈值之前,企业将会选择地方的环境规制较严格的地区,而这些地区可能具有较好的污染处理的基础设施以及相对成熟的污染治理水平等,但在超过处理标准阈值以后,企业则需要更多的环境投资以达到规定的排放标准。将SO<sub>2</sub>处理率和废水处理率与技术交叉,SO<sub>2</sub>\*Cap和Water\*Tec显著为负就表明环境规制对于污染密集型产业的影响与当地的技术水平以及资本要素有关。企业将会选择技术水平较高的高环境标准地区,而在技术水平不变的情况下,环境规制越大,污染企业成立率越小。另外,不同的要素对不同规模企业的影响也具有显著差异。在分企业规模的回归模型中,小企业对于成本的反应更为敏感,技术要素、劳动力成本和环境规制水平对其影响较大。





	NFR	NFR	NFR	NFR	大企业	小企业	NFN	NFN	NFN	NFN	大企业	小企业
Water*NR				-0.984						0.128		
Water*Tec				-0.329***						-0.144*		
Water*Cap				-0.484						-0.168		
Water*Lab				0.188						0.125		
Water*Port				0.295						0.36**		
Water*Mar				-0.187						-0.309		
Agg	0.125***	0.124***	0.125***	0.125***	0.066**	0.102***	0.595***	0.593***	0.596***	0.597***	0.25**	0.545***
Road	0.620***	0.668***	0.589***	0.635***	0.703***	0.562***	0.679***	0.694***	0.656***	0.694***	0.34***	0.617***
East	0.28***	0.33***	0.30***	0.29***	0.22***	0.25***	0.254***	0.312***	2.701***	2.621***	1.13**	2.406***
Mid	0.23***	0.28***	0.25***	0.23***	0.002**	0.002***	0.139***	0.174***	1.542***	1.402***	0.75**	1.266***
Inclu dummy	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included
Year dummy	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included	included
_cons	-0.02*	-0.019**	-0.017**	-0.023**	-0.02**	-0.02***	4.297***	4.357***	4.305***	4.294***	2.81***	4.19***
LR chi2	4728.76	4628	4733.4	4738.3	1701.2	4119.5	-13073	-13175	-13086.6	-13069	-5190.6	-11453.
Log likelihood	8603.54	8553.18	8605.86	8608.31	1238.02	7342.45	4135.36	3931.75	4107.46	4142.69	1652.9	3775.18
N	16500	16500	16500	16500	33000	16500	16500	16500	16500	16500	33000	16500

## 五、结论与讨论

本文利用 2003~2008 年工业企业普查数据，以污染密集型产业及其新成立企业为研究对象，探讨污染密集型产业地理分布的时空特征。研究发现，在省域层面，我国污染密集型产业正在进行着剧烈的空间结构调整，上海、广东、浙江和北京污染密集型产业不断转出，山东及中部地区开始成为污染密集型产业新的集聚地；另外，不同污染密集型产业的转移模式不同：造纸等较为轻型的产业主要向内陆地区转移，而基础化学原料等技术密集产业则更主要在沿海地带重新分布。在地级市尺度，不同要素对污染密集型产业地理分布具有重要影响。首先，不同要素对于企业成立具有显著的差异。技术以及劳动力成本成为企业区位选择的重要影响因素；相较于资源要素的可得性，受全球化的影响，国际市场潜力对企业区位选择更为重要；而对于污染密集型产业具有重要影响的是环境规制，环境规制与污染企业的成立具有倒“U”型关系。其次，不同规模的污染企业，其地理分布影响因素也不同。小企业相较于大企业来说，对成本更为敏感，原材料的可得性、技术要素、劳动力成本等对其影响更为显著。最后，不同行业的企业在不同阶段，要素需求也有所差异。本文从新企业成立区位选择的视角来研究污染密集型产业地理分布变化，然而新企业的成立从来不只是受到一种或者几种要素的影响。但在当今的制度安排和时代背景下，由要素禀赋、全球化和环境规制影响的污染密集型产业调整将会持续地成为重要的研究议题，对其理解也有利于从可持续的视角认识产业空间结构调整所带来的环境问题。 

本文获得中国区域科学年会青年学者“优秀青年论文一等奖”，目前已被《自然资源学报》接受。