

雾霾治理、地方政府竞争与地区全要素生产率

崔立志 陈秋尧*

摘要:在将城市面板数据与中国工业企业面板数据进行匹配的基础上,本文就地方政府竞争下环境治理策略互动形式进行了检验,然后构建空间自滞后模型并运用两阶段最小二乘法探讨了雾霾治理对全要素生产率的本地影响及其空间溢出影响,进一步从资源配置效应、创新补偿效应和污染避难所效应三方面考察了雾霾治理的传导机制。结果表明,随着环保政绩考核的加入,地理邻近城市环境治理策略逐渐从“逐底竞争”转变为“模仿”形式,即邻近城市加强或放松治理,该城市也加强或放松治理强度,相对竞优模仿形式下雾霾治理更有助于促进本地、邻地全要素生产率的提高,且不同区域、行业 and 所有制企业存在差异。进一步探究原因,发现加强雾霾治理产生的资源配置效应和创新补偿效应有利于促进城市间全要素生产率提高,而雾霾治理产生的污染避难所效应不利于城市间全要素生产率提高。由此,本文提出完善雾霾联防联控机制、创新绿色经济发展方式,实现环境保护和经济发展良性互动的建议。

关键词:雾霾治理;策略互动;模仿竞争;全要素生产率;SLX模型

一、引言

随着“十三五”期间污染攻坚战各项目标圆满完成,我国环境污染形势得到有效缓解。但是,生态环境质量离实现根本好转的目标还有很大差距。据《2019中国生态环境状况公报》显示,全国337个地级及以上城市中,有180个城市环境空气质量超标,同时京津冀、长三角地区空气污染形势依旧严峻,“十四五”时期将是我国继续深入打好污染防治攻坚战和持续改善生态环境质量的关键阶段。十九届五中全会通过的“十四五”规划明确提出,继续开展污染防治

*崔立志(通讯作者),安徽工业大学商学院,安徽创新驱动发展研究院,邮政编码:243032,电子邮箱:grey-theory@126.com;陈秋尧,安徽工业大学商学院,邮政编码:243032,电子邮箱:chenqiuyaopk@163.com。

本文是国家社会科学基金一般项目“技术风口下商业模式创新预测及对策研究”(18BGL029)和安徽省哲学社会科学规划项目“多元主体视阈下中国生态环境协同治理机制研究”(AHSKF2018D60)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家提出的修改建议,文责自负。

行动,加强细颗粒物和臭氧协同控制,基本消除重污染天气。因此,在贯彻五大发展理念的基础上,如何统筹处理好空气质量改善和经济发展之间的关系,如何充分发挥空气污染治理对产业结构优化升级和经济发展方式绿色转型的倒逼作用,是协同推进生态环境保护和经济高质量发展的一个亟待解决的重要问题。

现有文献一方面从财政分权(李香菊、刘浩,2016;黄寿峰,2017)、城市化(邵帅等,2019; Hanlon, 2020)、产业结构(邵帅等,2016)、能源结构(马丽梅、张晓,2014;邵帅等,2016;陈诗一、陈登科,2016)、道路交通设施(孙传旺等,2019;李建明、罗能生,2020)、技术创新(任亚运、张广来,2020)等视角深刻分析了雾霾污染的影响因素;另一方面基于宏观视角探讨雾霾治理的经济影响,如陈诗一和陈登科(2018)以及邓慧慧和杨露鑫(2019)分别研究了雾霾治理对人均GDP、工业绿色转型的影响。而从微观视角探讨环境规制和经济发展之间的关系则主要围绕波特假说和污染避难所假说展开(Milani, 2016; 金刚、沈坤荣,2018;张丹、陈乐一,2019;侯建等,2020)。波特假说强调严格而适宜的环境规制能够促进企业产生创新补偿效应,弥补环境规制带来的遵循成本(Porter & van der Linde, 1995),而污染避难所假说认为污染企业会从环境规制较强的国家或地区转移到规制较弱的国家或地区(Copeland & Taylor, 2004)。上述分析为后续研究奠定了基础,但是就我国国情来看,官员政绩考核体制和分权治理结构是一个十分重要的制度因素(杨瑞龙等,2007),地方政府不仅在发展经济方面展开竞争,而且在环境政策方面往往形成策略互动行为,这种环境规制策略互动行为在部分文献中得到证实(Konisky, 2007; 李胜兰等,2014; 金刚、沈坤荣,2018)。因此,环境规制策略互动行为不容忽视。

在上述研究的基础上,本文进行了拓展,主要的创新点有:第一,将雾霾治理、地方政府互动行为和全要素生产率三者联系起来,探讨了地方政府环境规制策略互动行为形式并通过构建两区制空间杜宾模型验证了策略互动行为,进一步讨论了其对全要素生产率的影响;第二,在分析雾霾治理对全要素生产率的影响机制方面,补充了雾霾治理对劳动力市场要素配置的作用,并同时从劳动力资源配置效应、创新补偿效应和污染避难所效应三大方面揭示了雾霾治理与全要素生产率的深层关系。

二、理论分析及假说

(一)地方政府竞争下的环境治理策略互动

政治集权和经济分权是我国治理体制的重要特征,这种体制有助于把竞争机制引入地方政府中(Blanchard & Shleifer, 2001; Xu, 2011),是中国经济得以快速发展的原因之一。在这样的制度下,GDP成为早期官员考核和晋升的主要标准(周黎安,2004),地方官员为了获得连任或者晋升效用,便会不遗余力地发展地方经济,甚至降低环境规制水平,利用相对宽松的制度环境吸引资本流入并带动劳动力流入,从相对竞争优势中发展本地经济(Woods, 2006)。而随

着中国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段,公众环保意识增强使劳动者对优质工作环境有了迫切追求(Fredriksson & Millimet, 2002; 张征宇、朱平芳, 2010),更为重要的是中央政府对环境保护重视程度不断提高,提出了生态文明建设等发展理念,并在对地方考核中加入了环境绩效因素(曹鸿杰等, 2020),迫使官员为了获得晋升,必须处理好环境保护和经济发展之间的关系,加强了地方政府间开展良性环境污染治理竞争的可能性(金刚、沈坤荣, 2018),因此提出:

H1: 地方政府环境治理存在策略互动形式,环境绩效考核的加入有助于改善“逐底竞争”现象。

(二) 雾霾治理与劳动力再配置

要素资源配置效率的改善能够有效提高中国的全要素生产率水平(Hsieh & Klenow, 2009; 龚关、胡关亮, 2013)。当城市面临严重雾霾污染时,劳动力要素资源的配置扭曲体现在如下方面:首先,雾霾污染增加了劳动者患呼吸道疾病、肺部疾病及一系列并发症的几率,从而降低患病劳动者的劳动生产率(Chay & Greenstone, 2003; 李卫兵、张凯霞, 2019),加大了原本同质劳动力的边际产出价值差异。其次,空气污染成为影响人们就业选址的重要因素(Chen et al., 2017; 孙伟增等, 2019),因此企业为避免人才因环境状况而逃离,提供超过其边际产出价值的工资待遇或补贴,从而加大了同质劳动力的工资报酬差异。最后,由于拥有更多工作选择权的高收入、高教育群体对雾霾污染的择址决策表现更为敏感,相反低收入、低学历劳动力对环境质量降低有着更大的容忍力,通常能够以牺牲宜居程度换取相对高额工资(Lu et al., 2018),这就更加恶化了行业内部的劳动力错配,劳动力无法足量匹配专业化岗位。当雾霾治理能有效改善空气质量时,有助于缓解或消除雾霾污染引起的劳动力市场错配,因此有:

H2: 雾霾治理通过提高劳动力市场配置效率,形成资源配置效应从而提高全要素生产率水平。

(三) 雾霾治理与企业决策

雾霾治理改变污染企业原有生产决策,其不得不将部分用于“生产”的要素投入转而投向“治污”用途(Gray, 1987)。面对生产决策改变所产生的遵循成本导致的利润损失,一方面,企业可以通过增大研发投入,获取技术创新、技术进步或管理方式优化所带来的额外收益,即产生基于波特假说的“创新补偿”效应以抵消遵循成本(Porter & van der Linde, 1995)。另一方面,污染避难所效应解释了高污染企业搬迁到环境治理强度较弱地区以规避遵循成本的可能(Copeland & Taylor, 2004; 沈坤荣等, 2017),这样不仅难以实现雾霾治理的规模效应,还可能导致污染排放空间扩散。针对地方政府间雾霾治理策略互动,企业在创新和迁址中若选择后者,将会对迁入地和迁出地的全要素生产率造成影响。本文提出如下假设:

H3: 雾霾治理产生的创新补偿效应有利于促进全要素生产率提高,但污染避难所效应不

利于地区内全要素生产率的提高。

最后结合以上所述,可知环境治理策略的差异对雾霾治理和地区全要素生产率有重要影响。第一,环境治理策略互动会影响雾霾治理成效。当地区间倾向于“逐底竞争”的策略互动时,即使地方政府怀有更强的雾霾治理动力,但由于邻地政府的“搭便车”行为也会导致空气质量不会有太大改善,弱化资源配置效应。第二,环境治理策略差异影响创新补偿效应和污染避难所效应的强弱,“逐底竞争”的策略互动不利于形成竞争向上的良性竞争,趋异的环境治理强度会加大企业规避遵循成本的空间自选择效应,因此有:

H4:地方环境策略互动越倾向于“逐底竞争”时,雾霾治理越不利于地区内全要素生产率的提高。

结合以上分析,本文逻辑框架如下图1所示:

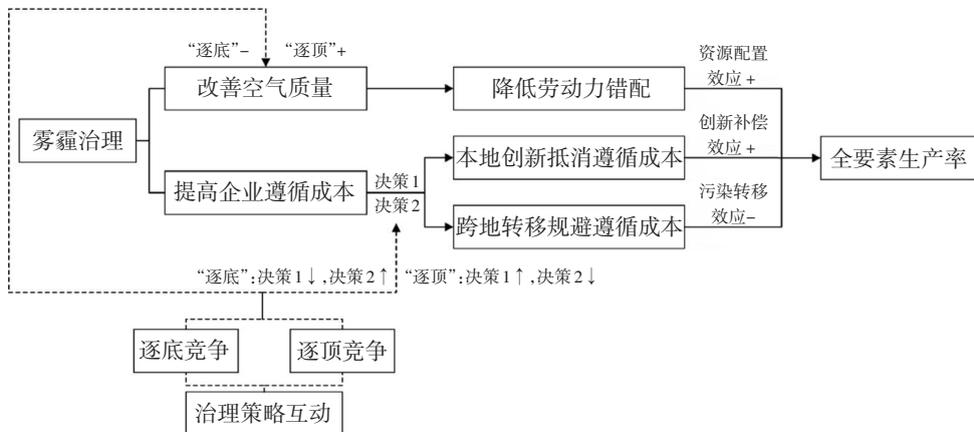


图1 雾霾治理策略互动影响全要素生产率的理论框架

三、模型构建及数据说明

(一) 计量模型构建

1. 雾霾治理策略互动的检验

为了检验中国地区间环境治理的执行互动形式,本文参考 Konisky(2007),以城市为单位设定两区制空间杜宾模型,将某一城市环境治理策略表示为对其余城市策略的反应,具体形式如下:

$$eri_{it} = \lambda_1 D_{it} \cdot Wer_{jt} + \lambda_2 (1 - D_{it}) \cdot Wer_{jt} + X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$eri_{it} = \rho_1 I_{it} \cdot Wer_{jt} + \rho_2 (1 - I_{it}) \cdot Wer_{jt} + X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

上式中, D_{it} 、 I_{it} 满足: $D_{it} = \begin{cases} 1, & Wer_{jt} < Wer_{jt-1} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ 、 $I_{it} = \begin{cases} 1, & eri_{it} > Wer_{jt} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ 。 eri_{it} 表示 t 时期

城市 i 的环境治理强度; $Weri_{jt}$ 表示 t 时期其余城市 j 环境治理强度的空间加权平均, 即 $Weri_{jt} = \sum_{i \neq j} w_{ij} eri_{jt}$, w_{ij} 为空间权重矩阵对应的元素; X_{it} 表示控制变量集; μ_i 表示城市固定效应, η_t 表示时间固定效应, ε_{it} 为随机扰动项。鉴于 eri_{it} 与其滞后项 $Weri_{it}$ 的空间依赖性, 因此本文使用空间极大似然估计对模型(1)、(2)进行估计。

根据变量 D_{it} 的定义, 当其余城市环境治理强度较其上年有所下降时, 本地环境治理的反应系数为 λ_1 , 反之当其余城市环境规制强度较其上年有所上升时, 反应系数为 λ_2 。同理, 据 I_{it} 设定, 当本地环境治理强度强于其余城市, 反应系数为 ρ_1 , 反之则为 ρ_2 。因此, 可以根据地方政府对其竞争对手的差异化反应系数 λ_1 、 λ_2 、 ρ_1 、 ρ_2 的大小及显著性, 判断政府间的环境治理策略选择, 参考张文彬等(2010)对互动形式的总结: “逐底竞争”表示本地政府仅在其竞争者降低环境治理力度或竞争者治理力度较低时, 采取降低环境治理的跟随策略。“逐顶竞争”表示本地政府仅在其竞争者提高环境治理力度或竞争者治理力度较高时, 采取提高环境治理的跟随策略。“模仿竞争”表示竞争者降低环境治理力度或竞争者治理力度较低时, 本地政府降低环境治理; 竞争者提高环境治理力度或竞争者治理力度较高时, 本地政府提高环境治理。其中当环境治理互动形式为模仿形式时, 由于 λ_1 、 λ_2 或 ρ_1 、 ρ_2 均显著为正, 难以区分差异, 本文进一步采用 Elhorst 和 Fréret (2009) 的方法, 检验 $\lambda_1(\rho_1)$ 与 $\lambda_2(\rho_2)$ 的显著性差异, 若 $\lambda_1(\rho_1)$ 显著大于 $\lambda_2(\rho_2)$, 本地政府对其竞争者降低环境治理或竞争者治理力度较低时, 采取降低环境治理的跟随策略的反应, 比其竞争者提高环境治理力度或竞争者治理力度较高时, 采取提高环境治理的跟随策略的反应要强, 此模仿策略互动更倾向于逐底竞争, 本文称这种反应为“相对竞劣模仿”; 反之, 若 $\lambda_1(\rho_1)$ 显著小于 $\lambda_2(\rho_2)$, 称其为“相对竞优模仿”。“差异化A”与“模仿竞争”相反, 竞争者降低环境治理力度或竞争者治理力度较低时, 本地政府提高环境治理; 竞争者提高环境治理力度或竞争者治理力度较高时, 本地政府降低环境治理。“差异化B”表示本地政府在其竞争者降低环境治理力度或竞争者治理力度较低时, 采取提高环境治理的跟随策略。“差异化C”表示本地政府在其竞争者提高环境治理力度或竞争者治理力度较高时, 采取降低环境治理的跟随策略。“无策略互动”则表示无论竞争者环境治理情况如何, 本地政府均不会做出调整。结果对应互动形式整理为表1所示。

表1 环境治理反应系数及含义

$\lambda_2(\rho_2)$ \ $\lambda_1(\rho_1)$	正	负	不显著
正	模仿 $\begin{cases} \lambda_1(\rho_1) > \lambda_2(\rho_2): \text{相对竞劣模仿} \\ \lambda_1(\rho_1) < \lambda_2(\rho_2): \text{相对竞优模仿} \end{cases}$	逐底竞争	逐底竞争
负	逐顶竞争	差异化A	差异化B
不显著	逐顶竞争	差异化C	无策略互动

2. 雾霾治理对全要素生产率的影响

为识别差异化环境治理互动形式下雾霾治理与全要素生产率的因果关系,参考 Vega 和 Elhorst(2015)的方法,构造两阶段最小二乘估计(2SLS)的空间自滞后模型(SLX)如下:

$$pm_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 eri_{it} + \alpha_3 vc_{it} + X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$tfp_{ift} = \gamma_0 + \gamma_1 pm_{it} + \gamma_2 Wpm_{it} + X_{it} + Z_{ft} + \mu_i + \eta_t + \xi_p + \varepsilon_{ift} \quad (4)$$

其中模型(3)对应第一阶段估计, pm_{it} 为城市 i 在年份 t 时的雾霾污染水平, eri_{it} 表示城市 i 年份 t 的环境治理强度, vc 为城市 i 在年份 t 的空气流动系数的年均值。模型(4)为第二阶段估计, tfp_{ift} 表示城市 i 的企业 f 在 t 年的全要素生产率水平, pm_{it} 为第一阶段回归预测值, Wpm_{it} 为 pm_{it} 空间加权平均,即 $Wpm_{it} = \sum_{i \neq j} w_{ij} pm_{jt}$, Z_{ft} 为企业层面控制变量, ξ_p 为行业固定效应,其余变量含义与前文相同。采用两阶段回归目的之一是分离多维环境目标中的雾霾治理效果,这是因为第一阶段回归剥离了环境治理的多维治理目标中对雾霾这一单独污染物的边际影响,进而 pm 预测值参与第二阶段回归以反映雾霾治理对全要素生产率的“本地-邻地”作用;其二是通过在第一阶段回归中选取外生的环境治理变量,有效识别雾霾治理与全要素生产率的反向因果关系问题,这是因为除前文所述的雾霾治理对全要素生产率的影响,全要素生产率高的经济发达城市,很大程度上为了城市形象,内生性地选择更为严格的雾霾治理措施,以保证维持高生产率对环境的更高要求(陈诗一、陈登科,2018),环境治理指标的选取后文有详细介绍。而采用SLX模型则是为了重点考察雾霾治理对全要素生产率的本地-邻地效应,由于模型设定中未含被解释变量的空间滞后项,SLX模型可以在两阶段回归中以最小二乘原理进行估计。模型中的空气流通系数(vc)则是为了有效控制雾霾污染的空间溢出效应,以准确识别第一阶段回归中本地环境治理对本地雾霾污染的影响(陈诗一、陈登科,2018)。

本文采用城市范围内企业全要素生产率衡量城市整体全要素生产率水平,原因有以下几点:第一,缓解前文所述内生性问题,由于微观企业数量庞大,单个企业的全要素生产率水平很难反向影响政府的宏观决策。第二,采用微观数据能够更好地与前文理论分析相对应,并进行机制检验。第三,避免了地方官员竞升与经济绩效挂钩造成的宏观统计数据虚构问题。其次这里设定三种类型的空间权重矩阵:邻接矩阵(W_1),当城市 i 与城市 j 接壤时,矩阵对应元素 w_{ij} 为1,否则为0。地理距离矩阵(W_2),矩阵中元素 w_{ij} 为城市 i 与城市 j 地理距离的倒数。地理经济距离矩阵(W_3): $W_3 = \theta W + (1 - \theta)W_2$,其中 W 表示经济距离矩阵,其对应元素为城市人均GDP差值的倒数, W_2 表示地理距离矩阵,为不失一般性,取 $\theta = 0.5$ 。为使矩阵与变量乘积有意义,本文对三种空间矩阵采取行标准化处理,同时为使矩阵行标准化有意义,对于无任何城市邻接的“孤岛”城市,设定与其距离最近城市为邻接城市。

(二)变量及数据选取

(1)全要素生产率(tfp)。数据来源为中国工业企业数据库,该数据包含年份区间内年产值500万元以上的国有和非国有制企业。具体处理方法如下:首先参考Brandt等(2012)、聂辉华等(2012)等研究对工业企业数据库进行贯序匹配以及筛选,其中“工业增加值”“中间投入”等变量的部分年份缺失值按已有研究或会计准则补齐(刘小玄、李双杰,2008)。根据分地区、行业的生产者出厂价格指数对工业增加值进行平减,转化为2003年基期价格水平。在此基础上仅保留制造业企业测算全要素生产率,鉴于OLS和FE方法有较大的缺陷,不足以解决内生性问题,且会损失有效信息量;OP、LP计算过程中也可能存在“函数相关性”,导致估计偏差。因此,本文参照Akerberg等(2015)的研究,将劳动力投入引入到生产需求函数中,采用ACF方法测算,获得2003—2013年中国制造业企业的全要素生产率水平。最后匹配企业所对应城市。

(2)环境治理(eri)。前文提及环境治理指标的选取会影响模型估计的稳健性,现有环境治理指标的选取大体从污染治理的投入、成本或者成效等方面建立综合体系衡量,尽管能够较好的区分环境治理强弱,但却易产生模型内生性。因此,本文使用环境词汇频率衡量城市环境治理强度(陈诗一、陈登科,2018;邓慧慧、杨露鑫,2019)。具体而言,首先收集统计30个省份(不包含港澳台和西藏地区)年初发布的政府工作报告中环境词汇占全文词汇的比重^①,之后按城市分类统计中国工业企业数据库中重工业企业的产值比重,通过省级环境词汇频率与重工业比重相乘获得城市环境治理指标,这是因为城市重工业比重越高,环境治理力度也越大(陈诗一、陈登科,2018)。同时政府工作报告属于省级层面数据,又于年初公布,不受当年经济波动和环境状况影响,保证了环境治理指标的外生性。本文对其取自然对数。

(3)雾霾污染(pm)。鉴于我国目前雾霾的主要成分是 $PM_{2.5}$,因此采用城市 $PM_{2.5}$ 浓度表示雾霾污染水平,但中国官方对空气质量的统计实行较晚,且覆盖城市范围较窄。因此,本文 $PM_{2.5}$ 浓度数据源自哥伦比亚大学国际地球科学信息网络中心(SEDAC)公布的全球 $PM_{2.5}$ 栅格数据,利用ArcGIS处理为中国285个城市的 $PM_{2.5}$ 浓度数据。采用该数据的优点有:一是时间和范围跨度较广,目前SEDAC公布了1998—2016年 $PM_{2.5}$ 栅格数据,通过栅格能够轻易匹配中国地级市的 $PM_{2.5}$ 浓度;二是相对于以点代面的地面监测 $PM_{2.5}$ 数据,栅格 $PM_{2.5}$ 浓度更能反映地区整体雾霾污染情况,同时解析出的 $PM_{2.5}$ 浓度与中国空气污染状况基本一致,得到学者们的广泛采用(邵帅等,2016;李卫兵、张凯霞,2019;邓慧慧、杨露鑫,2019),本文对原始 $PM_{2.5}$ 浓度数据取对数处理。

其余变量中,空气流动系数(vc)=十米风速×大气边界层高度,风速和边界层高度数据均

^①词汇包括:环境保护、环保、污染、环境监测、能源消耗、二氧化硫、环境规制、 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、生态、绿色、空气、废水、废气等。

来自欧洲天气预报中心(ECMWF)公布的第五代全球气候和天气月度数据(EAR5),并进行均值化处理获得年均值水平。城市层面控制变量包括:经济水平(*gdp*),用城市年人均GDP表示;人口密度(*pop*),采用年末总人口与城市辖区面积表示;产业结构(*indu*),采用工业产值占GDP的比重表示;市场化水平(*mark*),采用私营、个体就业人数占总就业人数之比表示;基础设施(*infr*),采用人均道路面积表示;城市层面控制变量来源为《中国城市统计年鉴》。企业层面控制变量包括:企业年龄(*age*), $age = \text{样本年份} - \text{企业开业年份} + 1$;负债率(*leve*),采用企业总负债与总资产的比重表示;固定资产比重(*fix*),采用固定资产与总资产的比重表示;利润率(*roa*),采用总利润与总资产的比重表示;企业层面控制变量来自《中国工业企业数据库》。本文对控制变量集取自然对数以消除可能存在的异方差并统一量级,对企业层面变量进行左、右0.5%缩尾以消除异常值,最终获得2003—2013年285个城市及各自城市对应企业的面板数据。相关变量描述性统计见下表2所示。

表2 变量描述性统计

	变量	变量含义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
核心变量	<i>tfp</i>	全要素生产率	1315894	6.8908	0.9774	0.4599	7.9164
	<i>pm</i>	雾霾污染	3135	3.4852	0.5016	1.5113	4.5089
	<i>eri</i>	环境治理	3135	-6.6683	0.4064	-8.2877	-5.3593
城市变量	<i>vc</i>	空气流动系数	3135	7.3551	0.2915	6.5471	8.2415
	<i>gdp</i>	人均GDP	3135	10.0719	0.8190	4.5951	12.4563
	<i>pop</i>	人口密度	3135	-3.4926	0.9122	-7.6628	-1.3236
	<i>indu</i>	工业比重	3135	-0.7493	0.2493	-2.4079	-0.0946
	<i>fdi</i>	外商投资	3135	-4.4798	1.3132	-11.3071	-0.9787
	<i>mark</i>	市场化水平	3135	-0.8757	0.3445	-3.0099	-0.1360
	<i>infr</i>	基础设施	3135	0.8546	0.9602	-5.6194	4.2910
企业变量	<i>age</i>	企业年龄	1314472	2.0317	0.7419	0	7.6068
	<i>leve</i>	负债率	1296111	-0.8408	0.8638	-13.0668	8.4843
	<i>fix</i>	固定资产比	1309237	-1.3474	0.9145	-13.7408	7.9306
	<i>roa</i>	利润率	1299437	-2.8098	1.0071	-13.8562	8.4925

四、实证分析

(一)基准回归

本文首先根据模型(1)、(2),检验中国城市间环境治理策略的互动形式,见表3。结果显示,对于不同类型的空间权重矩阵, λ_1 、 λ_2 、 ρ_1 、 ρ_2 均显著,表明地方政府会根据与其地理或经济上有关联的城市的环境治理强弱进行策略调整,这种模仿策略互动效应不仅局限于接壤

城市,地理和经济上相近城市都会成为本地政府的模仿对象。为了进一步探寻模仿形式差异,按前文设定检验差异化反应系数:当空间权重矩阵设定为邻接矩阵、地理距离矩阵时,有反应系数 $\lambda_1 > \lambda_2$ 、 $\rho_1 > \rho_2$;而矩阵设定为地理经济距离矩阵时,反应系数则表现为 $\lambda_1 < \lambda_2$ 、 $\rho_1 < \rho_2$ 。这表明地理距离矩阵下地方政府对降低环境治理的跟随反应弱于提高环境治理的跟随反应,整体呈“相对竞劣模仿”,相反,地理经济距离矩阵下,地方政府更愿意在其竞争者提高环境治理强度时加大自身环境治理强度,呈“相对竞优模仿”。这是因为经济相邻城市在追逐人才等高质量生产要素的同时,生产要素也对城市环境提出更高要求,促进环境治理的竞争向上。

表3 地方环境治理策略互动检验

	全样本			2003—2007年			2008—2013年		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
模型(1)									
λ_1	0.826*** (0.067)	1.052*** (0.104)	0.723** (0.297)	0.228* (0.121)	1.264* (0.691)	0.182 (0.168)	0.891*** (0.080)	1.052*** (0.102)	1.160*** (0.107)
λ_2	0.811*** (0.098)	1.022*** (0.125)	0.911*** (0.187)	0.066 (0.143)	1.190 (0.862)	0.164 (0.146)	0.863*** (0.081)	1.040*** (0.103)	1.166*** (0.106)
$\lambda_1 - \lambda_2$	0.015 (0.011)	0.034* (0.018)	-0.188*** (0.003)	— —	— —	— —	0.028 (0.022)	0.012* (0.007)	-0.006 (0.019)
Log L	1241.31	1132.09	907.67	1000.14	949.14	894.12	823.17	902.57	920.57
R ²	0.7693	0.7997	0.7689	0.5683	0.5921	0.4985	0.7948	0.7419	0.7112
模型(2)									
ρ_1	0.939*** (0.058)	1.379*** (0.089)	0.906*** (0.108)	0.718*** (0.187)	0.651*** (0.154)	0.196 (0.127)	1.150*** (0.083)	1.138*** (0.078)	1.126*** (0.086)
ρ_2	0.899*** (0.078)	1.353*** (0.129)	0.948*** (0.058)	0.050 (0.125)	0.193 (0.161)	0.141 (0.180)	1.126*** (0.086)	1.101*** (0.085)	1.164*** (0.081)
$\rho_1 - \rho_2$	0.041 (0.027)	0.026** (0.013)	-0.042*** (0.015)	— —	— —	— —	0.024 (0.017)	0.037*** (0.009)	-0.038** (0.019)
Log L	810.42	1001.18	1046.48	845.41	1105.58	917.57	989.33	995.91	941.54
R ²	0.7869	0.8124	0.8180	0.6310	0.6358	0.6012	0.8013	0.7921	0.7849

注:①控制变量及其空间滞后项、常数项、固定效应的结果因篇幅未予以汇报;②***、**、*分别表示回归系数在1%、5%、10%统计水平上显著;③括号内为标准误;④ $\lambda_1 - \lambda_2$ 和 $\rho_1 - \rho_2$ 是针对模仿形式差异的进一步检验。

进一步将样本区间划分为2003—2007年和2008—2013年两部分,原因在于2007年环保正式成为全国党政干部政绩考核内容。同时2007年之前各地方大气污染治理较为独立,例

如“两控区”政策、《大气法》修订均以重点污染城市为治理对象;而2007年之后空气污染治理多以区域联防为主,譬如2008年奥运会其间,北京优质的空气质量正是华北六省通力合作的结果,2010年国务院颁发《关于推进大气污染联防联控工作 改善区域空气质量的指导意见》,也突出强调区域联防联控措施的重要性。策略互动检验中,2003—2007年间城市间策略互动差异化反应显著程度较弱,这与现实中较为独立的环境治理策略相对应。2003—2007年策略互动反应系数 λ_1 、 ρ_1 在邻接矩阵和地理距离矩阵下显著大于0,而 λ_2 、 ρ_2 未通过显著性统计检验,说明此阶段环境策略互动形式表现为完全的“逐底竞争”形式,在大力发展经济的情况下,政府和公众面对雾霾污染的重视程度不足,地方也采取“搭便车”的消极行为。2008—2013年间环境治理策略互动所呈现出的模仿形式与全样本回归结果保持一致。

在此互动形式影响下,继续检验雾霾治理对全要素生产率的影响,表4中包含两阶段的回归结果,第一阶段回归中,无论是否控制一系列城市特征变量, *vc*、*eri* 项系数显著,表明在控制雾霾污染空间溢出性条件下,本地环境治理强度的提高能够有效降低本地雾霾污染,同时回归结果中F统计量值较大,表明环境规制以雾霾污染工具变量形式存在的合理性。在此基础上,利用第一阶段回归中预测值,作为第二阶段回归中的解释变量进行估计。

表4 雾霾治理对全要素生产率的影响

	W_1		W_2		W_3	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
第一阶段	<i>pm</i>					
<i>eri</i>	-0.1028*** (0.011)	-0.0395*** (0.009)	-0.1028*** (0.011)	-0.0395*** (0.009)	-0.1028*** (0.011)	-0.0395*** (0.009)
<i>vc</i>	-0.1344** (0.061)	-0.1124*** (0.023)	-0.1344** (0.061)	-0.1124*** (0.023)	-0.1344** (0.061)	-0.1124*** (0.023)
F	165.13	51.61	165.13	51.61	165.13	51.61
第二阶段	<i>tfp</i>					
<i>pm</i>	-1.8530*** (0.059)	-0.3234*** (0.098)	-1.3160*** (0.037)	-0.3013*** (0.098)	-2.3512*** (0.047)	-0.3858*** (0.102)
<i>Wpm</i>	17.9458*** (1.738)	0.8725*** (0.119)	21.9401*** (2.581)	0.9873*** (0.126)	5.6592*** (0.450)	0.5980*** (0.157)
控制变量	否	是	否	是	否	是
样本量	1315894	1296111	1315894	1296111	1315894	1296111
R ²	0.1316	0.1558	0.1313	0.1558	0.1315	0.1558

注:①***、**、*分别表示回归系数在1%、5%、10%统计水平上显著;②括号内为异方差稳健标准误;③篇幅限制省略了控制变量结果,下文表同。

第二阶段估计结果中,三种空间权重矩阵下 pm 项估计系数均在1%显著性水平下为负,结合第一阶段估计中环境治理显著降低雾霾污染的结果,表明雾霾治理确有提高本地全要素生产率水平,但具体影响途径有待进一步考察。同时, Wpm 项系数在三种空间权重矩阵下均为正且通过显著性统计推断,验证了雾霾治理对全要素生产率的空间效应为负,即邻地城市雾霾治理会降低本地的全要素生产率水平,原因可能是前文所述的雾霾治理可能产生的污染避难所效应,邻地雾霾治理水平提高时,本地易成为高污染、低效率企业的择址对象。具体到三种权重矩阵下, Wpm 项系数于邻接矩阵下较地理距离矩阵下存在差异,这可能由于两方面原因,一是由于企业规避环境规制的跨地区转移的目标未必全部集中在邻接城市,这就导致以相邻接为约束条件进行回归存在低估可能。二是地理邻接城市的空气质量容易相互影响,形成环境治理整体,当邻接城市形成协同的雾霾治理格局时,能够发挥空气环境改善对全要素生产率的促进作用,这也体现在邻接矩阵下较强的雾霾治理的本地效应。另外,与地理经济距离矩阵下的结果相比,采用地理距离矩阵导致雾霾治理对全要素生产率的空间溢出效应更明显,这与前文表3对城市间环境治理策略互动形式检验的结果相对应,由于模仿的差异,地理经济距离矩阵下相对竞优模仿提高区域内雾霾治理强度,有效遏制高污染企业的地区转移效应,也正是由于对高污染企业转移的遏制作用,高污染企业不得不“就地”优化生产方式,增强了地理经济矩阵下雾霾治理的本地效应。

(二)异质性分析

中国整体城市间的策略互动表现为“模仿”形式,雾霾治理对全要素生产率的“本地-邻地”效应也较为明显。但是,既有结论所参照样本覆盖范围较广,局部空间分析也可能与全局空间分析出现完全不同结果。本文为细致探寻可能的影响差异,先是通过区分区域异质性,检验不同策略互动下雾霾治理对全要素生产率的不同结果,而后在相同策略互动下探寻雾霾治理对不同微观样本生产率影响的差异。

1.区域异质性

将城市样本划分为东部、中西两个区域进行回归,结果见表5。东部和中西部两个区域环境策略均呈现模仿形式,单纯以“逐底”或“逐顶”模式对地区环境治理策略进行概括是不准确的。其中东部地区城市地理矩阵下治理互动呈“相对竞劣模仿”,地理经济距离矩阵下呈“相对竞优模仿”,这与全国范围内的结果保持一致。不同之处在于中西部地区,其整体反应系数较东部城市显著性有降低,说明中西部城市间环境治理的策略互动相对独立,可能源于中西部城市分布较为分散,交通网络发展也相对滞后,要素流通不足导致城市间联系较弱。并且中西部回归结果中,仅于邻接矩阵下有 $\lambda_1(\rho_1)$ 显著大于 $\lambda_2(\rho_2)$,地理经济距离矩阵下未呈现出“相对竞优特征”,这可能因为较为滞后的经济发展难以形成对优质资源追求的良性竞争,使得模仿互动中的“逐顶”效应较弱。

表5 雾霾治理影响全要素生产率的区域异质性

	东部			中西部		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
第一阶段	<i>pm</i>					
<i>eri</i>	-0.0422** (0.018)	-0.0422** (0.018)	-0.0422** (0.018)	-0.0721*** (0.015)	-0.0721*** (0.015)	-0.0721*** (0.015)
<i>vc</i>	-0.1298*** (0.024)	-0.1298*** (0.024)	-0.1298*** (0.024)	-0.1205*** (0.031)	-0.1205*** (0.031)	-0.1205*** (0.031)
F	27.51	27.51	27.51	34.99	34.99	34.99
第二阶段	<i>tfp</i>					
<i>pm</i>	-1.4884*** (0.118)	-1.4412*** (0.121)	-1.8226*** (0.166)	-0.8453*** (0.296)	-0.8907** (0.447)	-0.8088** (0.364)
<i>Wpm</i>	0.8318*** (0.140)	1.1101*** (0.182)	0.7697*** (0.148)	0.4035* (0.228)	0.4522 (0.316)	0.1395 (0.316)
样本量	989409	989409	989409	306702	306702	306702
R ²	0.1501	0.1501	0.1501	0.1952	0.1951	0.1951
策略互动						
λ_1	1.1008*** (0.142)	4.0729*** (0.726)	1.1575*** (0.168)	0.9917*** (0.379)	0.8578*** (0.245)	0.5599** (0.242)
λ_2	1.0868*** (0.160)	3.6825*** (0.807)	1.2516*** (0.172)	0.9652** (0.392)	0.851*** (0.245)	0.4567* (0.256)
$\lambda_1 - \lambda_2$	0.014 (0.009)	0.392*** (0.110)	-0.094* (0.053)	0.026** (0.013)	0.006 (0.014)	0.103 (0.072)
ρ_1	1.0443*** (0.136)	5.2729*** (0.675)	1.0019*** (0.159)	1.1355*** (0.364)	0.9272*** (0.232)	0.5575** (0.232)
ρ_2	1.0081*** (0.142)	4.2377*** (0.706)	1.0731*** (0.146)	1.0751*** (0.369)	0.8923*** (0.233)	0.4606** (0.231)
$\rho_1 - \rho_2$	0.036 (0.024)	1.035*** (0.246)	-0.072* (0.040)	0.067** (0.030)	0.035 (0.036)	0.097 (0.109)

注:策略互动形式检验中, λ 与 ρ 分别对应前文模型(1)、(2)回归结果,为制表便利将其置于一列中。

在此策略互动形式的影响下,第一阶段回归中,中西部雾霾治理成效优于东部地区,可见尽管东部城市间策略互动的模仿效应更强,但更为集中的城市分布提出了对雾霾协同治理的更高要求。第二阶段回归中,东部、中西部 *pm* 项系数显著为负,表明本地雾霾治理对全要素生产率的促进作用存在于不同区域的样本中,但是,相比于东部地区,中部和西部地区 *pm* 项系数绝对值较小,且显著性有所下降。这可能是由于中部和西部地区较为落后的生产技术和

较差的融资环境,导致地区雾霾治理产生的创新补偿效应较弱甚至不明显,但结合第一阶段回归结果,雾霾治理效果在中西部地区显著,表明中西部地区雾霾治理对全要素生产率的促进主要源自空气质量改善带来劳动力市场优化的资源配置效应。 Wpm 项回归结果中,东部地区仍保持为正,表明东部地区雾霾治理不利于邻地生产率提高,整体上东部雾霾治理的“本地-邻地”全要素生产率影响与全样本回归结果保持一致,这与东部地区样本企业和劳动力集中分布有关。而中西部城市雾霾治理的空间溢出效应较弱,仅于邻接矩阵下的回归结果中显著,这说明中西部地区环境治理更加逐底竞争的局面并未加剧污染转移。可能的原因有:一是中西部地区环境治理的强度不足,产生的企业遵循成本小于企业转移成本,不足以导致企业跨地区转移;二是中西部城市分布较为松散,城市间的中心距离较大,更高的企业转移成本降低了污染避难所效应的产生,这也与邻接距离矩阵下的空间溢出效应显著相对应。

2. 行业与企业异质性

继续考虑相同环境治理策略互动形式下雾霾治理对不同微观企业的影响差异,区分高低污染行业企业、高低技术行业企业以及不同企业所有制进行分析。

第一,划分高、低污染行业企业。原因在于高污染行业企业是环境治理的主要对象,受雾霾治理影响效果可能更强。化石燃料的燃烧是产生雾霾污染的重要因素,而长期以来煤炭在电力产量中的比例超过70%,并占全部工业企业空气污染物排放的68%(IEA,2007)。因此,本文根据2003—2013年《中国统计年鉴》中分行业煤炭消费量均值,划分年均煤炭消费总量大于500万吨的制造业行业为高污染行业,其余为低污染行业,考察各自雾霾治理对全要素生产率的影响,结果见下表6所示。结果显示雾霾治理对高、低污染行业企业的生产率影响存在差异。雾霾治理对全要素生产率的促进作用主要存在于高污染行业,高污染行业受雾霾治理影响导致生产成本提高,对其研发投入的激励作用明显,进而提高了生产率水平。相反,低污染行业企业回归仅在 W_2 下 pm 项显著,雾霾治理虽然还可能通过资源配置效应提高生

表6 雾霾治理影响全要素生产率的行业异质性

	高污染行业			低污染行业		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-0.2441* (0.140)	-0.2523* (0.144)	-0.2918** (0.122)	-0.0949 (0.207)	-0.1431* (0.085)	0.0830 (0.142)
Wpm	1.1200*** (0.170)	1.2038*** (0.178)	0.4453** (0.224)	0.2524 (0.227)	0.1796 (0.181)	0.0427 (0.172)
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	681010	681010	681010	615101	615101	615101
R^2	0.1491	0.1490	0.1491	0.1835	0.1836	0.1835

注:策略互动检验和第一阶段回归结果与表3、4一致,未予汇报,下表同。

生产率,但全国各地雾霾治理成效不一,劳动力的环境敏感性也不同,导致低污染行业中这种作用被弱化。其次,雾霾治理影响生产率的空间溢出效应仅于高污染行业下显著为正,这符合对污染避难所效应产生对象的认知,环境治理更多地影响高污染行业,导致其跨地区转移。

第二,划分国有企业和非国有企业。原因在于国有企业受政府约束的同时也受到政府的保护,受外部环境变动冲击时更能维持自身状态的稳定。表7结果中,国有企业回归 pm 项绝对值较非国有企业更大,表明国有企业在面临雾霾治理时拥有更多税收、补贴、法律等方面的优惠政策,能有效降低雾霾治理下治污成本增加对生产率的负面影响。正因如此,国有企业规避“遵循成本”的可能性大大降低,相反,非国有企业则更多地选择跨地转移以降低生产成本,表现为表7中非国有企业 Wpm 项回归系数较国有企业更显著。

表7 雾霾治理影响全要素生产率的企业性质异质性

	国有企业			非国有企业		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-1.0511** (0.480)	-1.0828*** (0.380)	-1.0722*** (0.362)	-0.0294 (0.147)	-0.2873** (0.131)	-0.1997* (0.102)
Wpm	0.7276 (0.568)	0.9360* (0.509)	0.9326* (0.478)	0.4561*** (0.165)	0.8937*** (0.131)	0.7748*** (0.124)
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	113345	113345	113345	1182766	1182766	1182766
R ²	0.1665	0.1666	0.1670	0.1601	0.1601	0.1601

(三)传导路径验证

前文分析表明,策略互动下雾霾治理确实对全要素生产率产生了“本地-邻地”实质影响,但“资源配置”“创新补偿”“污染避难所”三种效应是否是影响途径有待进一步考察。本文使用前文模型(3)、(4)进行验证,具体而言将第二阶段回归中被解释变量替换为可能的传导途径。

1.资源配置效应

本文通过检验雾霾治理对资本和劳动力错配程度的影响,间接检验其产生的资源配置效应。具体而言,参考Hsieh和Klenow(2009)的资源配置效率模型,依照龚关和胡关亮(2013)对模型的改进及参数设定,设定每年每个企业面临行业内资本和劳动力扭曲如下:

$$1 + \tau_{K,si} = \frac{\alpha_s}{\alpha_s + \beta_s} \frac{P_{si} Y_{si}}{RK_{si}}, \quad 1 + \tau_{L,si} = \frac{\beta_s}{\alpha_s + \beta_s} \frac{P_{si} Y_{si}}{wL_{si}} \quad (5)$$

其中 s 表示行业, i 表示企业; $\tau_{K,si}$ 、 $\tau_{L,si}$ 为资本和要素扭曲; α_s 、 β_s 为资本和劳动力产出弹性,由ACF方法得出; K_{si} 、 L_{si} 分别为资本和劳动力投入; $P_{si} Y_{si}$ 为企业产出价值; R 、 w 为利率和工资水平;其余相关参数的设定同龚关和胡关亮(2013)。第二阶段回归结果见表8所

示,其中雾霾治理有助于降低劳动力错配,对资本配置效率的影响不明显,其机理如前文所述,雾霾治理避免了空气污染这一非市场作用力对劳动力资源的错配。

表8 资源配置效应检验

	$1 + \tau_{K,si}$			$1 + \tau_{L,si}$		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-1.0277 (0.916)	1.0286 (0.921)	-1.0338 (1.017)	3.7212** (1.531)	3.8184** (1.818)	3.4859* (1.874)
Wpm	1.1260 (1.011)	-1.2609 (1.193)	1.5216 (1.163)	1.2446 (1.536)	1.1916 (1.423)	1.9486* (1.110)
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	1295943	1295943	1295943	1295943	1295943	1295943
R ²	0.0498	0.0489	0.0497	0.0998	0.0989	0.1021

注:因篇幅限制,表中仅汇报第二阶段回归结果。

2. 创新补偿效应

本文从两方面对创新补偿效应进行验证。第一,采用企业研发投入占管理费用的比值(rd)衡量企业通过技术进步改变生产率的意愿,这是因为当企业更希望通过自主创新或引进先进技术以提高自身生产率水平时,研发投入都是必不可少的部分,由于工业企业数据库仅2005年对企业研发投入进行统计,因此选取2005年截面数据对这一机制进行检验。第二,本文以城市范围内年末发明专利授权量取对数($patent$)衡量城市范围内企业通过自主创新所获得的技术进步水平。结果见表9所示,雾霾治理有助于提高企业的研发投入,但并未提升城市范围内企业整体自主创新能力。这说明了雾霾治理通过提高企业自主创新引发技术进步需要一定时间的积累,雾霾治理引发的创新补偿效应对全要素生产率的作用更多的体现在引进先进生产技术、获得管理优化等方面。

表9 创新补偿效应检验

	rd			$patent$		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-0.1993** (0.099)	-0.2343** (0.109)	-0.1600* (0.091)	1.6693 (2.285)	4.6544 (2.850)	-3.8364 (2.474)
Wpm	-0.1008 (0.098)	-5.9057*** (1.174)	-3.2887*** (0.800)	-5.5086 (3.617)	-9.2175 (11.569)	-5.9307 (9.128)
控制变量	是	是	是	是	是	是
样本量	226022	226022	226022	3135	3135	3135
R ²	0.0830	0.0831	0.0795	0.6093	0.6131	0.6080

3. 污染避难所效应

根据前文对高、低污染产业的划分,以城市高污染产业产值占当地总企业产值的比重衡量空气污染产业比重,检验雾霾治理的空间溢出效应是否由污染企业转移引起,结果见下表10所示。回归结果中 pm 项显著为正, Wpm 项显著为负,表明本地雾霾治理降低了该城市的污染产业比重,但会提高相近城市污染产业比重,污染避难所效应的产生不利于城市间全要素生产率的协同提高。该结论于地理经济距离矩阵下反映较弱,这与前文地理经济距离矩阵下城市间环境治理策略互动呈“相对竞优模仿”的结论相对应。鉴于污染企业的转移程度可能与城市间的距离高度相关,因此以50公里距离为起点,每次递增50公里设定不同阈值的地理距离权重矩阵,检验污染避难所效应的地理距离特征,结果见图2所示。发现随距离阈值的提高,污染企业转移效应先提高后降低,在150~200公里范围内达到最大值,说明在相互模仿的环境治理策略互动下,企业污染转移就近转移受到限制,因此不得不扩大转移范围,在随距离不断增大的转移成本和本地环境治理产生的遵循成本之间进行博弈,最终呈现出随距离先上升后下降的规律。

表 10 污染避难所效应检验

	W_1	W_2	W_3
pm	6.5182** (2.956)	8.0917*** (2.964)	6.8748** (2.806)
Wpm	-21.3481*** (5.865)	-30.4020*** (6.782)	-16.9210* (9.001)
控制变量	是	是	是
样本量	3135	3135	3135
R ²	0.0762	0.0861	0.0853

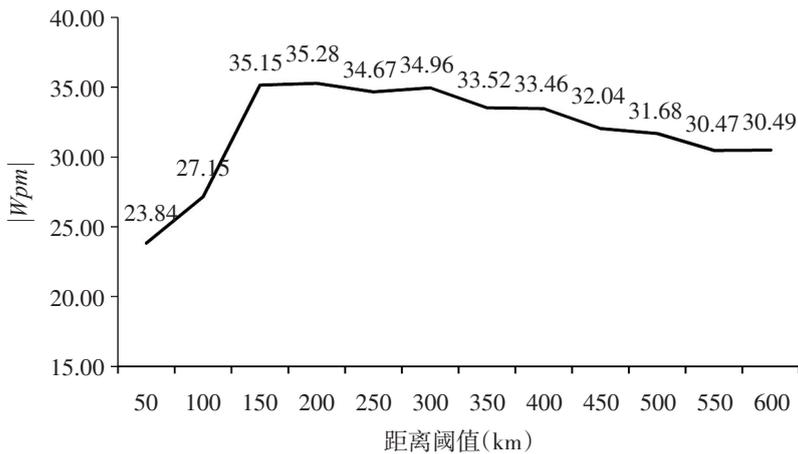


图 2 污染企业转移地理特征

(四) 稳健性检验

本文依主要实证结果,采取了一系列稳健性检验:第一,替换全要素生产率的估算方法,采用OP方法以及LP方法估算全要素生产率水平。第二,采用地理距离矩阵与经济矩阵对应元素相乘的方法构造地理经济矩阵。第三,剔除隶属于直辖市的企业,考虑到中国特殊的行政规划,直辖市往往拥有高于地级市的行政权力。第四,本文雾霾污染及环境治理水平源自城市层面,而全要素生产率来源企业层面,考虑到大样本下回归下更容易获得显著的回归系数,因此本文将企业全要素生产率按其年销售收入占所在城市年销售收入的比重加权汇总,各变量以城市为单位进行回归。第五,替换雾霾污染测量指标,采用达尔豪斯大学大气成分分析组(Atmospheric Composition Analysis Group)公布的PM_{2.5}浓度度量雾霾污染。稳健性检验结果见表11,回归结果呈现出雾霾治理对全要素生产率一致的“本地-邻地”效应,因此前文主体回归具有较强的稳健性。

表 11 稳健性检验

	OP 法测算 TFP			LP 法测算 TFP			替换 W_3 计算方法		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-0.460*** (0.102)	-0.346*** (0.098)	-0.616*** (0.140)	-0.466*** (0.102)	-0.348*** (0.098)	-0.649*** (0.141)	-0.323*** (0.098)	-0.301*** (0.098)	-0.375*** (0.090)
W_{pm}	1.371*** (0.157)	1.394*** (0.126)	1.238*** (0.119)	1.422*** (0.127)	1.427*** (0.158)	1.261*** (0.120)	0.872*** (0.119)	0.987*** (0.126)	0.653*** (0.142)
R ²	0.152	0.151	0.151	0.134	0.133	0.133	0.145	0.145	0.145
	剔除直辖市			企业按城市汇总			替换 PM _{2.5} 数据来源		
	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3	W_1	W_2	W_3
pm	-1.426*** (0.160)	-0.338*** (0.107)	-0.468*** (0.102)	-3.811** (1.502)	-4.098*** (1.271)	-3.906*** (0.928)	-0.235*** (0.098)	-0.218*** (0.098)	-0.291*** (0.090)
W_{pm}	1.078*** (0.177)	0.228* (0.130)	0.482*** (0.124)	4.522* (2.419)	11.587* (6.788)	9.049** (4.066)	0.676*** (0.101)	0.791*** (0.099)	0.516*** (0.116)
R ²	0.176	0.176	0.175	0.213	0.213	0.214	0.113	0.112	0.113

五、结论及政策建议

本文检验了城市环境治理策略互动形式,构建SLX模型并运用2SLS分离环境治理中的雾霾治理效果,检验了雾霾治理策略互动对全要素生产率的本地及邻地影响。结果表明:(1)随着环保政绩考核的加入,地理邻近城市之间环境治理由“逐底竞争”转为“模仿”形式,即相邻城市加强或放松治理,该城市也加强或放松治理强度,相对竞优模仿形式下的雾霾治理更有助于促进本地、邻地全要素生产率的协同提高;(2)异质性分析表明,与中西部城市相比,东部地区城市雾霾治理对全要素生产率的影响具有本地和空间溢出,同时雾霾治理的空间溢出

效应主要集中于高污染行业以及非国有企业;(3)机制探究发现,加强雾霾治理产生的资源配置效应和创新补偿效应有利于促进全要素生产率提高,雾霾治理产生的污染避难所效应不利于区域全要素生产率的协同提高。基于上述分析,本文提出以下两点建议:

第一,完善雾霾联防联控机制,提高雾霾治理的协同性。针对城市雾霾治理策略的“模仿”形式及其对全要素生产率的影响,区域内各城市需要统筹制定和实施大气污染防治。主要表现在:一是将雾霾联防联控纳入区域协同发展战略规划中,促进区域经济、人口、投资等与雾霾治理之间的互动,最大限度提升协同治理效果,形成“逐顶竞争”局面;二是落实区域内空气质量生态补偿机制,经济欠发达城市对空气改善作出了贡献,发达城市应为后发城市提供必要的资金、技术等援助,支持经济欠发达城市的工业技术改造、关停并转、安置员工等,提高城市间资金、技术协同性。

第二,创新绿色经济发展方式,实现环境保护和经济发展的良性互动。实行绿色发展,转变生产方式和生活方式,是实现环境保护和经济发展“双重红利”的必由之路。一是加大对区域内高污染、高能耗的行业,如钢铁、建材、石化、水泥、电厂等行业的整合力度,优化产业布局,并通过清洁生产技术改造这些污染大户;二是大力发展节能环保产业和清洁能源产业,释放并满足市场对节能环保设备、产品及其服务的消费需求和投资需求,形成对节能环保产业和清洁能源产业发展的有力拉动;三是加强绿色发展理念的宣传,倡导绿色出行、绿色消费等,形成环保、节约、健康的生活方式。

参考文献:

- [1] 曹鸿杰,卢洪友,潘星宇. 地方政府环境支出行为的空间策略互动研究——传导机制与再检验[J]. 经济理论与经济管理,2020,(01):55-68.
- [2] 陈诗一,陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究,2018,53(02):20-34.
- [3] 陈诗一,陈登科. 能源结构、雾霾治理与可持续增长[J]. 环境经济研究,2016,1(01):59-75.
- [4] 邓慧慧,杨露鑫. 雾霾治理、地方竞争与工业绿色转型[J]. 中国工业经济,2019,(10):118-136.
- [5] 龚关,胡关亮. 中国制造业资源配置效率与全要素生产率[J]. 经济研究,2013,48(04):4-15.
- [6] 侯建,董雨,陈建成. 雾霾污染、环境规制与区域高质量发展[J]. 环境经济研究,2020,5(03):37-55.
- [7] 黄寿峰. 财政分权对中国雾霾影响的研究[J]. 世界经济,2017,40(02):127-152.
- [8] 金刚,沈坤荣. 以邻为壑还是以邻为伴?——环境规制执行互动与城市生产率增长[J]. 管理世界,2018,34(12):43-55.
- [9] 李建明,罗能生. 高铁开通改善了城市空气污染水平吗?[J]. 经济学(季刊),2020,19(04):1335-1354.
- [10] 李胜兰,初善冰,申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J]. 世界经济,2014,37(04):88-110.
- [11] 李卫兵,张凯霞. 空气污染对企业生产率的影响——来自中国工业企业的证据[J]. 管理世界,2019,35(10):95-112.
- [12] 李香菊,刘浩. 区域差异视角下财政分权与地方环境污染治理的困境研究——基于污染物外溢性属性分析[J]. 财贸经济,2016,(02):41-54.
- [13] 刘小玄,李双杰. 制造业企业相对效率的度量 and 比较及其外生决定因素(2000-2004)[J]. 经济学(季

刊), 2008, 7(03): 843-868.

[14] 马丽梅, 张晓. 中国雾霾污染的空间效应及经济、能源结构影响[J]. 中国工业经济, 2014, (04): 19-31.

[15] 聂辉华, 江艇, 杨汝岱. 中国工业企业数据库的使用现状和潜在问题[J]. 世界经济, 2012, 35(05): 142-158.

[16] 任亚运, 张广来. 城市创新能够驱散雾霾吗?——基于空间溢出视角的检验[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(02): 111-120.

[17] 邵帅, 李欣, 曹建华, 杨莉莉. 中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济研究, 2016, 51(09): 73-88.

[18] 邵帅, 李欣, 曹建华. 中国的城市化推进与雾霾治理[J]. 经济研究, 2019, 54(02): 148-165.

[19] 沈坤荣, 金刚, 方娴. 环境规制引起了污染就近转移吗?[J]. 经济研究, 2017, 52(05): 44-59.

[20] 孙传旺, 罗源, 姚昕. 交通基础设施与城市空气污染——来自中国的经验证据[J]. 经济研究, 2019, 54(08): 136-151.

[21] 孙伟增, 张晓楠, 郑思齐. 空气污染与劳动力的空间流动——基于流动人口就业选址行为的研究[J]. 经济研究, 2019, 54(11): 102-117.

[22] 杨瑞龙, 章泉, 周业安. 财政分权、公众偏好和环境污染——来自中国省级面板数据的证据[R]. 2007.

[23] 张丹, 陈乐一. 环境规制、产业结构升级与经济波动——基于动态面板门槛模型的实证研究[J]. 环境经济研究, 2019, 4(02): 92-109.

[24] 张文彬, 张理芃, 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[J]. 管理世界, 2010, (12): 34-44.

[25] 张征宇, 朱平芳. 地方环境支出的实证研究[J]. 经济研究, 2010, 45(05): 82-94.

[26] 周黎安. 晋升博弈中政府官员的激励与合作——兼论我国地方保护主义和重复建设问题长期存在的原因[J]. 经济研究, 2004, 39(6): 33-40.

[27] Akerberg, D. A., K. Caves, and G. Frazer. Identification Properties of Recent Production Function Estimators[J]. *Econometrica*, 2015, 83(6): 2411-2451.

[28] Blanchard, O. and A. Shleifer. Federalism with and without Political Centralization: China versus Russia[J]. *IMF Staff Papers*, 2001, 48(4): 171-179.

[29] Brandt, L., J. Van Biesebroeck, and Y. Zhang. Creative Accounting or Creative Destruction? Firm-Level Productivity Growth in Chinese Manufacturing[J]. *Journal of Development Economics*, 2012, 97(02): 339-351.

[30] Chen, S., P. Oliva, and P. Zhang. The Effect of Air Pollution on Migration: Evidence from China[R]. 2017.

[31] Copeland, B. R. and M. S. Taylor. Trade, Growth and the Environment[J]. *Journal of Economic Literature*, 2004, 42(1): 7-71.

[32] Elhorst, J. P. and S. Fréret. Evidence of Political Yardstick Competition in France Using a Two-Regime Spatial Durbin Model with Fixed Effects[J]. *Journal of Regional Science*, 2009, 49(5): 931-951.

[33] Fredriksson, P. G. and D. L. Millimet. Strategic Interaction and the Determinants of Environmental Policy across U.S. States[J]. *Journal of Urban Economics*, 2002, 51(1): 101-122.

[34] Gray, W. B. The Cost of Regulation: OSHA, EPA and the Productivity Slowdown[J]. *American Economic Review*, 1987, 77(5): 998-1006.

[35] Hanlon, W. W. Coal Smoke, City Growth, and the Costs of the Industrial Revolution[J]. *Economic Journal*, 2020, 130(626): 462-488.

[36] Hsieh, C. T. and P. J. Klenow. Misallocation and Manufacturing TFP in China and India[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2009, 124(4): 1403-1448.

[37] IEA. World Energy Outlook 2007: China and India Insight[R]. 2007.

- [38] Chay, K. Y. and M. Greenstone. The Impact of Air Pollution on Infant Mortality: Evidence from Geographic Variation in Pollution Shocks Induced by a Recession[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 2003, 118(3): 1121–1167.
- [39] Konisky, D. M. Regulatory Competition and Environmental Enforcement: Is There a Race to the Bottom?[J]. *American Journal of Political Science*, 2007, 51(4): 853–872.
- [40] Lu, H., A. Yue, H. Chen, et al. Could Smog Pollution Lead to the Migration of Local Skilled Workers? Evidence from the Jing–Jin–Ji Region in China[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 53(5): 177–187.
- [41] Milani, S. The Impact of Environmental Policy Stringency on Industrial R&D Conditional on Pollution Intensity and Relocation Costs[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2016, 68(3): 595–620.
- [42] Poter, M. E. and C. van der Linde. Toward a New Conception of the Environment–Competitiveness Relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(1): 97–118.
- [43] Vega, S. H. and J. P. Elhorst. The SLX Model[J]. *Journal of Regional Science*, 2015, 55(3): 339–363.
- [44] Woods, N. D. Interstate Competition and Environmental Regulation: A Test of the Race–to–the–Bottom Thesis[J]. *Social Science Quarterly*, 2006, 87(1): 174–189.
- [45] Xu, C. G. The Fundamental Institutions of China's Reforms and Development[J]. *Journal of Economic Literature*, 2011, 49(4): 1076–1151.

Haze Governance, Local Government Competition and Regional Total Factor Productivity

Cui Lizhi^{a,b} and Chen Qiuyao^a

(a: School of Business, Anhui University of Technology; b: Anhui Innovation Driving Development Research Institute)

Abstract: On the basis of matching the city panel data with the Chinese industrial enterprise panel data, we test the interactive form of local government environmental governance strategy from the perspective of local government competition, then construct spatial lag of X model and discuss local influence of haze governance on total factor productivity and its spatial spillover effect by using two stage least square method. Transmission mechanism of haze governance is further examined from resource allocation effect, innovation compensation effect and pollution heaven effect. The results show that with the implementation of regional joint prevention and control policy, the environmental governance strategy of geographically adjacent cities has gradually changed from "race to the bottom" to "imitation" form, that is, the neighboring cities to strengthen or weaken governance, the local city also strengthen or weaken governance, haze governance under the form of relatively competitive imitation is more helpful to promote total factor productivity among cities, and with differences between regions, industries and ownership enterprises. Further exploration of the reasons, it is found that strengthening the resource allocation effect and innovative compensation effect of haze governance is conducive to the improvement of total factor productivity among cities, reducing the pollution heaven effect of haze governance is not conducive to the improvement of total factor productivity among cities. Therefore, we suggest to improve haze joint governance mechanism and innovate green economic development mode, realize the positive interaction between environmental protection and economic development.

Keywords: Haze Governance; Strategy Interaction; Imitation Competition; Total Factor Productivity; The SLX Model

JEL Classification: O18, Q56, R38

(责任编辑:朱静静)