

隐性经济视角下异质性环境规制对 雾霾污染的时空效应

贺三维^{1, 2} 张臻¹ 甘杨旻¹¹

(1. 中南财经政法大学 公共管理学院, 中国湖北 武汉 430074;

2. 中国科学院 地理科学与资源研究所, 中国 北京 100101)

【摘要】: 隐性经济作为制度监管的漏洞给生态环境带来了严重威胁, 然而目前仍缺乏应对隐性经济及雾霾污染的长期有效的治理措施。文章采用MIMIC模型测算了中国大陆31个省份2000—2018年的隐性经济规模, 结果表明各省份隐性经济规模年均值介于11.74%~17.35%之间, 并呈现出缓慢上升的趋势。基于对雾霾污染空间相关性特征的检验, 文章进一步采用空间杜宾模型探究异质性(正式和非正式)环境规制、隐性经济及其交互作用对雾霾污染的影响。得出以下研究结论: 隐性经济的存在会弱化本地及邻近地区正式环境规制的治理效力, 甚至使其无效化。非正式环境规制的规范性压力抑制了本地的污染性隐性经济活动, 是治理隐性经济及雾霾污染的有效工具, 但其并未对邻近区域的隐性经济活动产生影响。正式、非正式环境规制与隐性经济的交互作用对雾霾污染的影响存在空间异质性, 非正式环境规制的抑制作用主要体现在西部地区。据此, 文章从规制工具及隐性经济等角度提出了相应的政策建议。

【关键词】: 环境规制 隐性经济 雾霾 空间杜宾模型 污染治理 跨区域流动 高污染企业

【中图分类号】: F205 **【文献标志码】:** A **【文章编号】:** 1000-8462(2022)04-0178-12

生态环境部发布的《2019中国生态环境状况公报》显示, 2019年中国有多达180个城市空气质量超标, 北部和中东部城市持续出现大范围雾霾天气, 不仅危害着人们的生活和健康^[1], 也直接和间接地造成了巨大的经济损失^[2]。对此, 中国政府相继颁布了一系列环境治理的法律法规和政策措施, 如环保税、排污权交易等, 这些政府制定的、旨在保护环境的法律法规和规章制度被称为正式环境规制。多数学者认为政府的环境规制措施能够约束企业排污行为, 进而对环境治理起到积极的促进作用。Zhang等认为政府的环保行政法规抑制了SO₂、烟尘等大气污染物的排放^[3], Féres等认为政府环保部门的巡查次数与企业的环保行为之间存在正向的关联^[4]。但也有学者基于“绿色悖论”^[5, 6]、“遵循成本说”^[7]等理论认为环境规制是无效的。环境规制增强的预期促使企业加大对当前能源的消耗^[5, 6]; 规制力度加强导致的企业向约束较弱区域的迁移行为在大气污染物的传输下仍对本地空气质量产生威胁^[8, 9]; 环境规制导致的成本负担使得污染企业和利益集团通过游说环保监督机构来降低预期惩罚成本^[10]; 地方政府基于“晋升锦标赛”的逐底竞争使得政府宁愿以环境换经济^[11]。环境规制是否具有大气污染治理效力尚未有统一论断, 现有研究多是考虑了政府部门的宽约束以及企业的迁移、寻租等行为, 而较少考虑由于企业向隐性经济部门转移而产生的规制非完全

作者简介: 贺三维(1987—), 女, 湖北荆州人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 研究方向为城市与区域发展、资源环境经济。
E-mail: hesanwei@zuel.edu.cn

基金项目: 国家社会科学基金项目(20FGLB065)

执行问题，而这是决定环境规制大气污染治理效力的重要因素之一。

隐性经济是指未被政府部门监管的，社会生产的但未被统计在官方数据中的收入。我国存在较大规模的隐性经济活动，杨灿明等测算出我国 1998—2007 年期间隐性经济规模占 GDP 的比例在 10.5%~14.5%之间，并呈现缓慢增长的趋势^[12]。El-gin 等认为，隐性经济通过规模效应和放松管制效应作用于环境污染^[13]。高度劳动密集型的隐性经济部门所产生的污染是有限的，隐性经济规模越大，污染物的排放越少，同时，隐性经济部门对政府法律法规约束力的规避使得企业往往会以环境污染为代价换取经济收益，污染密集型的隐性经济削弱了正式环境规制的治理效力。而行政腐败导致的“规制俘获”更给隐性经济的蔓延提供了契机^[10]。Wang 等认为隐性经济部门污染物的排放要高于正式经济部门，因而隐性经济规模的增大会加剧环境污染^[14]。而闫海波等认为中国高污染、高耗能经济活动的投资大、风险大，再加上政府监督力度增加，导致地下资金更多存在于第三产业部门，因而对环境污染的影响较小^[15]。当前仅有较少研究关注到由于隐性经济而产生的环境规制执行偏差问题，更少有研究将其与环境规制及雾霾污染联系起来，对于隐性经济始终缺乏长期有效的治理措施。

现有关于环境规制与隐性经济的研究大多只考虑了以政府规制措施为主的正式环境规制，而忽略了公众在隐性经济监管和环境治理中的重要作用。法律法规等命令型规制措施，例如劳动市场规制、贸易壁垒等减少了官方经济部门人员的选择空间^[16]，过度的环境管制往往伴随着更大的隐性经济规模^[17]。市场激励型规制所带来的税收负担会挤压官方经济劳动的利润，而成本负担越大，越会刺激企业的隐性化^[16]。隐性经济活动的隐蔽性增加了政府监管部门环境监测的难度，极大提高了执法成本，难以保证监管的实时性和全覆盖。而由公众、企业、非政府组织等提出的，旨在保护环境的协议、承诺或计划等规制措施，即非正式环境规制有效弥补了正式环境规制的不足^[18]。地下经济活动对社区及周边地区环境的破坏会引起社区群众和非政府环保组织的不满，公众依靠对工人和管理人员施压、居民投诉、负面宣传、产品抵制等方式对企业施加了“非正式监管”^[18, 19]。非正式环境规制监督的实时性、低成本及对企业和政府的规范性压力等特点使其成为环境治理的重要一环，其能否成为抵制隐性经济、改善大气环境的新方式值得深入研究。因此，本文从非正式环境规制的角度研究隐性经济，以期为治理隐性经济和大气污染提供新思路。

雾霾污染并非是局部的环境问题，在空气流、温度、湿度等气象因素影响下，对周边地区存在空间溢出效应。加强环境规制可能促使污染企业迁移而对周边地区的环境质量造成破坏^[8, 9]，也可能通过刺激企业的技术创新而改善本地及周围地区的环境质量^[20]。基于对中国三大城市群的研究，Feng 等发现，本地严格的环境规制会降低雾霾污染，但周边地区环境规制强度的提升会加强本地的雾霾污染^[21]。除环境规制外，隐性经济对雾霾污染的影响也存在着空间效应。Huang 等基于空间杜宾模型研究发现，隐性经济规模的增长不仅会带来当地雾霾污染的加剧，还会造成周围地区环境的恶化^[22]。然而，当前较少文献全面研究环境规制、隐性经济和雾霾污染的空间效应，十分有必要从空间角度探究污染物的区域转移机制，为区域联防联控机制的建设提供政策建议。因此，本文构建空间杜宾模型研究正式、非正式环境规制对雾霾污染的影响，并探究隐性经济在其中产生的影响，以期为治理隐性经济和雾霾污染提供有效途径。

1 理论假设

为了达到政府部门的环境规章制度标准，企业需要增加对绿色清洁技术的研发投资，施行绿色管理以减少企业排污量。企业技术创新以及排污费或环保税的征收增加了企业负担^[23, 24]，使得部分企业选择迁移到环境规制相对宽松的其他区域^[9]，一定程度上减少了本地的污染密集型生产活动，促进了该区域产业结构的转型升级和环境质量改善^[23]。而隐性经济是发展中国家制度弱化的体现^[25]，也是政府环境规制失效的重要原因。隐性部门企业具有规模小、数量多、地理位置分散等特点，政府难以有效监管隐性部门的排污行为^[26]。基于隐性经济部门的隐蔽性特征，Baksi 等构建了包含正式经济部门及隐性经济部门的垂直生产模型，并假定从隐性经济部门购买的污染中间品的价格低于正式经济部门生产中间品的边际成本^[27]。为了减少生产成本，部分正式生产部门倾向于将污染中间品的生产外包给隐性经济部门^[28]，或者将全部生产活动转向隐性经济部门以规避政府的环境管制，从而导致环境污染加剧。基于以上垂直生产模型的理论分析，提出假设 1。

假设 1: 正式环境规制一方面促进企业采用先进的绿色生产和污染处理技术进行减排, 另一方面其强制性和高负担促使了隐性经济活动增加, 进而导致雾霾污染加剧^[22, 25]。

中国环境规制的力量主要源于自上而下的政府压力, 但随着我国经济快速发展和人民生活水平提高, 公众及社会团体的环保意识逐步提升, 以公众为主导的非正式环境规制成为完善“多元共治”环境治理体系、提升环境管理能力的新动力, 逐步推动政府监管机构科学分配监管资源, 从而提高地区环境质量。公众和社会团体作为环境质量和生态效益的直接受益者, 能实时监督隐性部门企业的排污行为^[29], 并推动政府加大环保投入与环保监督^[30]。公众舆论本身也影响着污染型企业的声誉和股价^[31], 并通过产品抵制、对企业管理人员施压等措施间接影响着企业的生产决策过程^[4], 同时投资者、供应商等利益相关者对绿色环境的共同诉求进一步增加了企业环境污染的惩罚成本, 从而遏制污染密集型企业的蔓延。根据以上理论分析, 提出假设 2。

假设 2: 以公众为主导的非正式环境规制会抑制隐性经济活动, 进而减少雾霾污染。

在考虑减排成本的情况下, 企业为了规避政府的环境监管选择将部分或全部生产活动转入隐性经济部门。若企业从事隐性经济活动被发现, 企业将面临罚款或向官员贿赂, 具体处罚取决于企业面对的监管官员是正直官员还是腐败官员。当环境保护与经济发展政策不相协调时, 污染企业向政府官员“游说”或“寻租”成功, 政府寻租腐败的经济行为是导致环境规制执行偏差的重要原因之一^[14]。一方面, 行政腐败给寻找污染转移的企业创造了机会, Biswas 等认为腐败利于隐性经济企业规避政府的环境监管^[32], 促使隐性经济规模扩大, 给当地环境造成负面影响^[32]。另一方面, 行政腐败阻碍了投资于环保行业的厂商入驻, 导致当地的经济发展和环境保护双重受阻。根据以上理论分析, 提出假设 3。

假设 3: 行政腐败问题会导致隐性经济规模增加, 给当地环境造成负面影响^[32]。

综上所述, 正式和非正式环境规制对雾霾污染具有不同的作用路径, 十分有必要考虑隐性经济和腐败等因素的调节效应, 这对于正确理解环境规制的有效性具有重要的理论和现实意义。基于以上研究假设, 构建“环境规制—隐性经济—雾霾污染”的理论分析框架。根据两部门动态一般均衡模型, 政府主导的正式环境规制增加可能会促使企业生产活动从官方部门向隐性经济部门转移, 并产生行政腐败问题, 使得隐性部门集聚着更多的污染密集型产业, 导致单位产出的污染量增加。同时隐性部门的存在增加了政府监管难度, 但随着公众和社会团体的环保意识提升, 公众主导的非正式环境规制能实时监督隐性部门企业的排污行为, 并通过影响企业的生产决策过程和增加企业环境污染的惩罚成本, 从而遏制隐性部门污染密集型企业的蔓延。

2 模型与变量

2.1 模型设定

理论分析表明, 正式及非正式环境规制以及腐败均会作用于隐性经济活动进而对大气环境产生影响, 因此本文将环境规制与隐性经济的交互项及腐败与隐性经济的交互项纳入方程。同时考虑到大气治理并非仅仅涉及单个地区的污染治理, 还受到周边区域环保政策及治理成效的影响, 本文将空间因素纳入研究范围, 构建空间杜宾模型 (SDM):

$$\begin{aligned}
 pm_{it} = & \alpha_0 + \alpha_1 fer_{it} + \alpha_2 ier_{it} + \alpha_3 se_{it} + \\
 & \alpha_4 fer_{it} \cdot se_{it} + \alpha_5 ier_{it} \cdot se_{it} + \alpha_6 corr_{it} + \\
 & \alpha_7 corr_{it} \cdot se_{it} + \alpha_8 x_{it} + \rho W pm_{it} + \\
 & \alpha W fer_{it} + \beta W ier_{it} + \lambda W se_{it} + \\
 & \sigma W corr_{it} + \gamma W fer_{it} \cdot se_{it} + \\
 & \tau W ier_{it} \cdot se_{it} + \xi W corr_{it} \cdot se_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it}
 \end{aligned} \tag{1}$$

式中： pm_{it} 表示雾霾污染程度，用各省份的年均 $PM_{2.5}$ 浓度值表示； fer_{it} 为正式环境规制强度； ier_{it} 为非正式环境规制强度； se_{it} 表示隐性经济规模； $fer_{it} \cdot se_{it}$ 及 $ier_{it} \cdot se_{it}$ 为正式、非正式环境规制与隐性经济的交互项，反映了环境规制通过隐性经济对雾霾污染产生的间接影响； $corr_{it}$ 为腐败程度； $corr_{it} \cdot se_{it}$ 为腐败与隐性经济的交互项，反映了腐败与隐性经济之间的交互作用； x_{it} 为控制变量； W 为空间权重矩阵¹； ρ 为空间滞后系数，反映了周边地区雾霾污染程度对本地空气质量的影响； δ_i 为个体固定效应； μ_t 为时间固定效应； ε_{it} 为随机误差项。

2.2 变量与数据

本文的研究数据源于《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国劳动统计年鉴》《中国科技统计年鉴》等。对于文中所涉及到的价值形态的数据，本文均以2000年为基期进行平减。

①雾霾污染（ pm ）。雾霾污染程度是本文的被解释变量，以首要污染物 $PM_{2.5}$ 的年均浓度值来表示。数据源于美国大气成分分析组使用卫星遥感的气溶胶光学深度数据，通过ArcGIS将此数据转化为 $PM_{2.5}$ 监测数据，以对数形式计入方程。

②环境规制。环境规制强度为本文的核心解释变量，本文将环境规制分为正式环境规制（ fer ）和非正式环境规制（ ier ）。目前对正式环境规制的度量指标并没有统一的标准，已有的指标包括环境行政处罚案件数^[22]、工业三废去除率^[33]、污染物处理设施年度运行费用^[34]等。本文以排污费占工业增加值的比例来衡量正式环境规制。非正式环境规制是基于公众自身环保意愿产生的污染抵制行为^[18]。基于数据的可得性和相对完整性，本文以人均环境信访数作为非正式环境规制的衡量指标。

③隐性经济（ se ）。目前对隐性经济的测度存在多种方法，考虑到隐性经济的广泛性及多样性，本文借鉴杨灿明等^[12]采用多指标多原因模型（Multiple Indicators Multiple Causes Model, MIMIC）^[16, 35]，以税收负担、居民可支配收入、失业率、自我就业率和政府管制作为原因变量，以经济发展水平和劳动力参与率作为指标变量。并以杨灿明等^[12]所计算的2007年中国各地区隐性经济规模为基准年份的隐性经济规模，借鉴Giles等^[36]的方法，计算2000—2018年中国各地区的隐性经济指数（隐性经济占官方GDP的比例）：

$$seco_{it} = seco_{i,2007} \cdot \left(\frac{\eta_{it}}{\eta_{i,2007}} \right) \quad (2)$$

式中： $seco_{it}$ 为第*i*个地区第*t*年的隐性经济规模占GDP的比例； $seco_{i,2007}$ 为基准年份（2007年）隐性经济占官方GDP的比例； η_{it} 为计算得到的初始隐性经济规模。

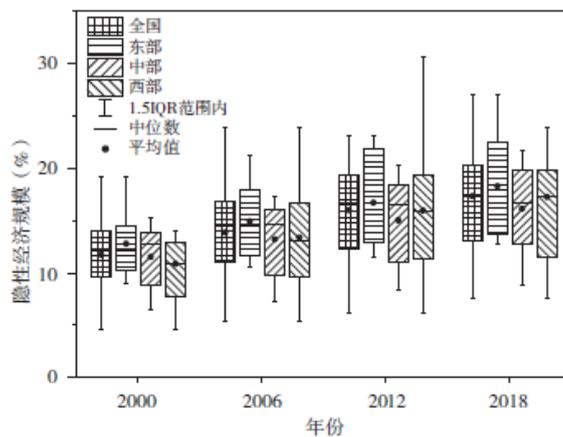


图 1 2000—2018 年全国及分区域隐性经济规模变化箱线图

计算结果如图 1, 2000—2018 年中国大陆 31 个省份的隐性经济规模位于 11.74%~17.35%之间, 并呈现出缓慢上升的趋势。分区域来看, 东部地区的隐性经济规模最大, 介于 12.80%~18.31%之间, 而中部及西部地区隐性经济规模相对较小, 分别介于 11.54%~16.15%和 10.89%~17.26%之间。自 2001 年中国加入 WTO, 国际间的经济合作和贸易往来带动了国内整体经济水平的上升, 隐性经济活动的经济体量逐渐增大, 加上经济体制转型带来的市场监管体系的不健全进一步促进了地下经济活动的蔓延。尤其是在东部地区, 消费水平的上升、交通体系的完善、人员与贸易的频繁流动为地下经济活动提供了契机, 因此东部地区的隐性经济规模相对较高。

④腐败 (corr)。腐败官员比例的增加降低了非正规部门的预期惩罚成本, 削弱了环境规制政策的监管力度, 进而加剧了环境污染程度^[14]。本文以职务犯罪立案数与公职人员数之比来表示各省份的腐败程度。职务犯罪立案数是指人民检察院每年立案侦查的贪污、受贿、渎职案件数, 公职人员数则以公共管理、社会保障和社会组织年末就业人员数表示。

⑤固定资产投资 (asset)。化工、钢铁、冶金等高污染高耗能产业的固定资产投资促进了地区的经济增长, 在有限资源的约束下, 政府官员往往选择固定资产投资而非环境治理^[37]。本文以社会固定资产投资来衡量固定资产投资, 并做对数处理。

⑥贸易开放度 (peropen)。贸易开放对一国环境状况的影响是双向的, 既可能导致“污染避难所”的产生, 也有可能存在“污染光环效应”^[38]。因此, 贸易开放程度对环境的影响存在不确定性, 本文以人均货物进出口总额来表示。

⑦研发强度 (rd)。企业技术研发的投入带来了产品生产成本的增加, 加重了企业的经营负担, 但绿色生产技术和末端处理技术的改进可以有效减少污染^[33]。本文以各地区研究与实验发展内部经费支出来衡量, 并做对数处理。

3 实证结果分析

3.1 雾霾污染的时空分布特征

图 2 为 2000—2018 年全国及分区域²PM_{2.5}年均浓度变化趋势图, 图 3 则反映了 PM_{2.5}在 2000、2006、2012 及 2018 年的空间分布情况。从全国层面来看, 多数年份 PM_{2.5}的年均浓度值均超过了我国《环境空气质量标准》提出的 PM_{2.5}年均浓度准则值 (35 μg/m³), 并呈现出先上升后下降再上升再下降的“M”型变化趋势。这种波动上升再波动下降的变化趋势与中国经济的发展及生态文明建设密切相关。分区域来看, 东部及中部地区的雾霾污染程度均高于全国平均水平, PM_{2.5}年均浓度值分别介于 25.70 μg/m³~47.56 μg/m³与 29.35 μg/m³~47.23 μg/m³之间, 尤其是天津、山东、河南等省份, 其部分年份的年均 PM_{2.5}浓度甚至超过了 70 μg/m³, 雾霾污染较为严重。西部地区的空气质量相对较好, PM_{2.5}年均浓度介于 21.55 μg/m³~35.92 μg/m³之间, 并在 2014 年之后有较大幅度的下降。从空间上来看, 雾霾污染在 2000—2006 年期间, 呈现出以河南、宁夏等为中心的空间扩散化、连片化趋势, 在华北、华东、华中、西北地区形成了大范围的高污染区域, 尤以天津、河北、山东、河南等省份的污染最为严重。随着大气环境的治理, 各省份环境质量逐步好转, 在 2012 年呈东西两侧污染组团的空间分布格局, 2018 年雾霾污染主要集聚于东部的少数省份。

3.2 雾霾污染的空间溢出效应

由于大气污染物存在跨区域流动, 一个地区的雾霾污染不仅源自本地的生产活动, 同时还受到周边地区雾霾污染的影响^[21]。为了测度雾霾污染的空间集聚程度, 本文计算了 2000—2018 年 PM_{2.5}浓度的全局 Moran's I 指数, 同时为了反映雾霾污染集聚的空间差异性, 本文进一步绘制了 2000、2006、2012 及 2018 年 PM_{2.5}的局部 Moran's I 空间分布图 (图 4)。2000—2018 年全国 Moran's I 指数位于 0.145~0.292 之间, 除 2010 年外, 其余年份的 Z 值均明显大于 1.65, 表明中国大陆各省份雾霾污染存在正

向的空间自相关性，即雾霾污染呈现出空间集聚特征。从局部的空间集聚来看，高污染集聚组团主要位于华北（河北、北京）、华东（山东、安徽、江苏）、华中（河南、湖北）等地区的部分省份，而低污染集聚区则主要位于中国的西南和东北地区，高值和低值污染集聚区范围逐步扩大，区域空气质量呈两极化趋势。

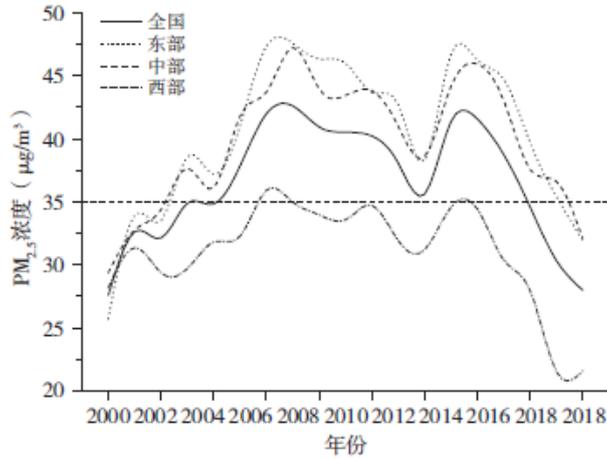


图 22000—2018 年全国及分区域 PM_{2.5} 浓度变化趋势图

随着地区产业结构和能源结构的调整，某些省份及其邻近区域的雾霾污染程度存在空间跃迁现象。本文借鉴 Rey^[39] 的时空跃迁分类方法将雾霾污染 Moran 散点的时空变迁分为四类。第一类为某省份雾霾污染的相对跃迁，表现为 HH→LH、HL→LL、LH→HH 三种变迁模式，代表省份分别为陕西、青海和江西等。第二种类型为邻近区域的时空跃迁，表现为 HH→HL、HL→HH、LL→LH 三种变迁模式，代表省份为甘肃、天津和海南等。第三种类型为某省份及其周边省份同时跃迁，表现为 HH→LL、LL→HH 两种变迁模式，代表省份为宁夏和上海。大部分省份属于第四种类型，即本地与周边省份均未发生变迁，在 2000—2018 年共有 19 个省份未发生变迁，占总体的 61.29%。这表明雾霾污染的空间集聚具有路径依赖特征，并且呈现出西部地区向低污染集聚区转变、东部地区向高污染集聚区转变的趋势。尽管从总体上看，多数省份的雾霾污染治理已初见成效，但部分省份，尤其是东部省份的大气治理仍任重道远。

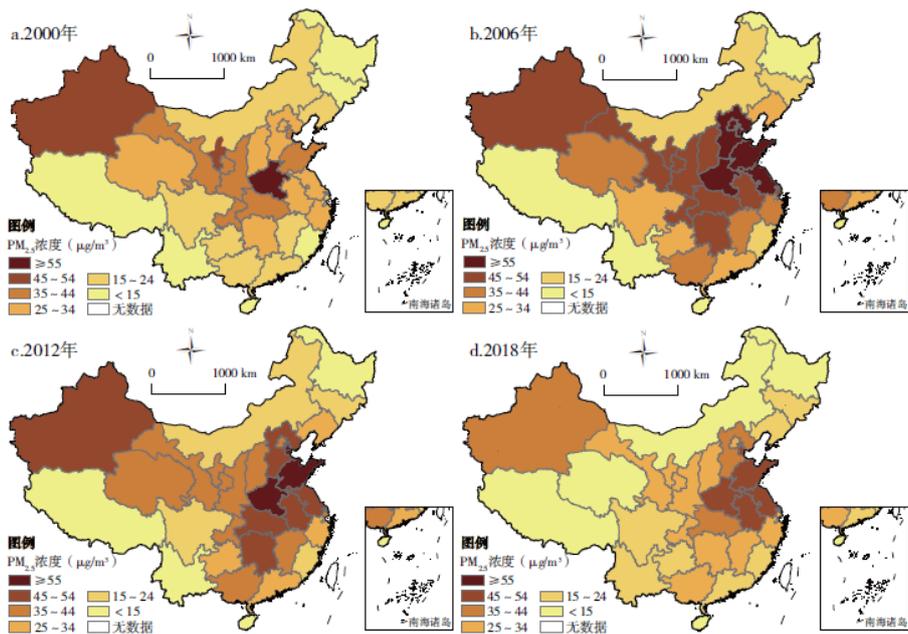


图 3 2000、2006、2012 及 2018 年 PM_{2.5} 浓度的空间分布图

注：基于自然资源部标准地图服务网站下载的 GS(2020)4632 号的标准地图制作，底图无修改。图 4 同。

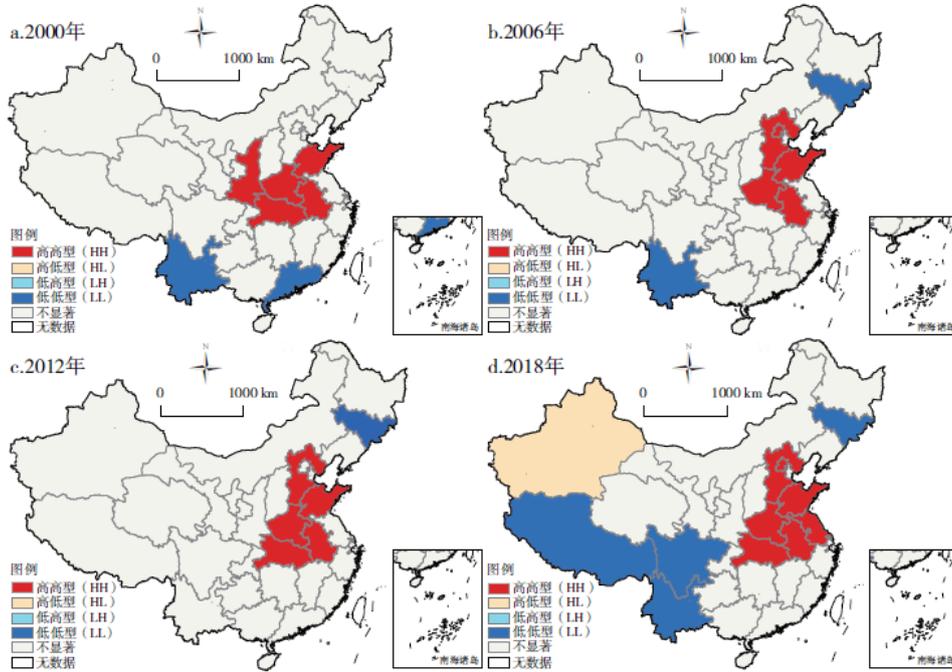


图 4 2000、2006、2012 及 2018 年 PM_{2.5} 浓度的 LISA 集聚图

3.3 环境规制、隐性经济与雾霾污染

雾霾污染存在的空间自相关性违背了变量之间相互独立的假设，使用非空间模型会导致有偏的估计^[20]，因此本文将空间因素纳入研究范围。LM 检验和 RobustLM 检验的结果表明空间滞后模型及空间误差模型均存在，LR 检验和 Wald 检验的结果（由于文章篇幅限制，本文仅展示个体固定效应 SDM 模型的 LR 检验和 Wald 检验结果）表明 SDM 模型优于 SAR 及 SEM 模型，本文选择空间杜宾模型（SDM）探究正式、非正式环境规制与隐性经济对雾霾污染的影响。考虑到可能存在的随个体或时间而变的非观测效应，本文将模型进一步划分为个体固定效应 SDM 模型、时间固定效应 SDM 模型及双向固定效应 SDM 模型。由于反馈效应的存在，SDM 模型的系数并不能直接反映解释变量对因变量的影响程度^[22]，因此，本文基于偏微分法将各解释变量对因变量的影响分解为直接效应、间接效应及总效应可知个体固定效应模型的 R-squared、Log-likelihood 均显著高于时间固定效应及双向固定效应模型，因此本文主要讨论个体固定效应模型结果³。

模型（1）~（3）中，雾霾污染的空间滞后系数 ρ 均显著为正，表明雾霾污染具有显著的空间溢出效应，周边地区的雾霾污染对本地的生态环境具有一定的负向影响。

正式环境规制（fer）的直接效应和间接效应均显著为负，表明在没有隐性经济的情况下，政府的环境规制措施能够抑制雾霾污染的产生，周边地区严格的环境规制措施在治理自身污染的同时，通过地区间环境治理策略的互动和大气污染物传输的减少，一定程度上减少了本地污染物的积聚。正式环境规制与隐性经济交互项（fer · se）的直接效应及间接效应均显著为正，表明正式环境规制与隐性经济的相互作用对雾霾污染具有正向的促进作用，政府环境规制的强制执行激励了企业向地下经济活动的转移，激烈的市场竞争使得隐性经济部门将更多的资本投入到生产而非排污处理上，加剧了对环境的破坏，同时正式环境规制

的这一间接效应还通过空间溢出恶化了邻近地区的空气质量。根据计算，正式环境规制对应的隐性经济规模的临界值分别为 13.48%、15.26%、14.93%，而中国 2000—2018 年的隐性经济规模介于 11.74%~17.35% 之间，并呈现出缓慢上升的趋势，这表明正式环境规制呈现出无效化，甚至恶化大气环境的趋势。

非正式环境规制 (ier) 的直接效应显著为正，可能原因在于当不存在高污染的地下经济活动时，公众的环保诉求并不足以对高污染企业产生足够的影响力。而非正式环境规制与隐性经济交互项的直接效应显著为负，表明一定规模的隐性经济活动所带来的污染问题可以激起公众对于该生产活动的不满，公众的投诉举报打破了隐性经济的隐蔽性，对政府的规制执行施加了压力，而对产品及企业的抵制行为直接影响着企业的利润，进而抑制了高污染隐性经济活动的发生，利于大气环境的治理，但其间接效应并不显著，表明公众的环境治理具有“孤岛效应”，对周边地区并不具有明显的治理效力。

隐性经济 (er) 的系数显著为负，表明在不存在环境规制的情况下，隐性经济对雾霾污染具有一定的抑制作用，原因可能在于当不存在环境规制时，隐性经济活动多为小规模的劳动密集型生产经营活动，其产生的污染相较于大规模资本型产业要少。腐败 (corr) 的系数显著为负，可能原因在于当不存在隐性经济时，企业的寻租行为加剧了正规生产部门的市场竞争，减少了经济活动的发生或促进了经济活动的外迁，进而一定程度遏制了污染物的大量排放^[34]。腐败与隐性经济交互项的直接及间接效应均显著为正，政府官员的腐败行为使得污染企业的惩处几率相对降低，企业向收益更大的隐性经济部门转移，腐败通过扩大隐性经济规模导致了本地及周边地区的更为严重的雾霾污染。

就其他控制变量而言，社会固定资产投资的系数显著为正，在“晋升锦标赛”的压力下，政府官员相较于可持续的发展更倾向于获取短期的经济效益，因此在有限资源下，政府官员会更多地进行固定资产投资，这一方面促进了电力、冶金、造纸等高收益高污染行业的发展，另一方面也挤占了环境治理投入，使得城市环境基础设施建设、工业污染治理等得不到有效补充，因而难以对大气污染进行有效治理^[37]。贸易开放度的直接、间接及总效应均显著为正，表明“污染天堂”假说同样适用于中国，经济转型期薄弱的环境监管机制、低廉的劳动力成本及大规模的商品需求等都使中国成为发达国家的“代加工厂”，随着中国经济发展水平及人力资本的上升，这一情况正在逐渐改变。研发强度的系数显著为负，清洁能源的使用、清洁生产工艺及污染处理技术的创新、绿色智能设备的应用以及推广为实现经济的高质量发展提供了可能性。

3.4 区域异质性分析

考虑到各地区在经济发展、制度环境等方面的较大差异，本文进一步考察了正式、非正式环境规制与隐性经济的区域异质性影响。由于东北地区的样本量过少，本文按照传统的区域划分方法将中国大陆 30 个省份划分为东、中、西三大区域，分区域空间杜宾模型回归结果。

东部及西部地区正式环境规制与隐性经济的交互项显著为正，且其间接效应也显著为正，而中部地区则并不显著。东部地区是全国经济发展的重要引领，承担着率先实现高质量发展，推动治理能力现代化的重任。随着中央对于生态文明建设重视程度的加强，各省政府严抓环境破坏行为，对高污染企业实行了关停并转、排污费、资源税等多项环保政策，倒逼企业采用绿色环保生产设备，创新三废处理技术，但沉重的绿色成本也使部分高污染中小企业选择转入隐性经济部门规避政策约束，且这种影响通过空间溢出也导致了邻近区域污染的加剧。西部地区生态环境脆弱，土地荒漠化、土壤盐渍化等问题严重制约着当地的经济建设，政府实施了三北防护林、退耕还林还草等多项生态修复工程，正式环境规制强度处于较高水平，规制的严厉性及政府监管的困难使得隐性经济活动逐渐蔓延，扭曲了环境规制政策的意图。而对于中部地区，资源型产业的建设并未实现经济的快速崛起，政府将工作重心放在经济绩效上，环境监管相对宽松，存在政策执行偏差，再加上资源型产业的高成本、高风险，隐性资本难以进入高污染的资本密集型生产活动，劳动密集型的隐性经济对雾霾污染的影响相对较小。

非正式环境规制与隐性经济的交互项在东部及中部均不显著，原因可能在于虽然环境信息公开制度、环保公众参与法律法规等公众环保参与措施逐步出台，但公众环保参与仍然存在企业环境信息不透明、公众参与环保决策程度低、农村人口环保积极

性不高、个人环保行为不规范、政府未及时响应等问题，非正式环境规制不足以制约污染企业的环境破坏行为，公众环保认知及环保参与决策机制有待进一步完善。而对于西部地区，显著的负向影响原因可能在于西部地区生态环境的脆弱性使得政府将生态文明建设置于优先位置，对于公众的环境举报具有更为积极的响应，政府的严格执法沉重打击了污染密集型的隐性经济活动。

东部及西部地区腐败与隐性经济的交互项均显著为正。这表明腐败与隐性经济的交互作用对大气中污染颗粒物的积聚存在正向激励作用，官员腐败降低了企业从事隐性经济活动的惩处几率，企业更多地将生产活动转向低成本的隐性经济活动，尤其是东部地区企业数量多、规模大，官员腐败所引起的隐性经济活动相较中、西部具有更大规模，进而对于环境质量产生更大的破坏力。而中部地区腐败与隐性经济的交互项并不显著，可能原因在于中部地区的官员腐败行为并未显著提高隐性经济中污染严重的资本密集型企业占比，资源型产业的高成本及高风险阻碍了隐性资本的进入，进而对于雾霾污染并没有显著的促进作用。

就其他控制变量而言，社会固定资产投资在东中部地区显著为正，而在西部地区并不显著，这与东中部地区的基础设施及产业建设具有一定关联，尤其是中部地区，中部崛起战略拉动下的农业产业化、工业化、城镇化建设所带动的能源消耗的增长引起了较为严重的环境问题，而西部生态环境的脆弱性仍然阻碍着经济体系的建设。在对外开放方面，东部地区贸易开放度的系数显著为正，中部地区和西部地区则并不显著，东部地区出口贸易较为发达，大量初级品的生产及出口加剧了资源的消耗及对环境的破坏^[40]，形成了“污染避难所”。东部地区技术研发显著为负，而中、西部地区则并不显著，东部地区绿色生产及处理技术的发展及推广成为生态文明社会建设的重要推手，而中西部技术创新研发能力的不足及技术推广的滞后一定程度上不利于生态环境的改善。

3.5 稳健性检验

为了检验模型的稳健性，本文从以下两方面进行检验：①以地理距离矩阵代替邻接矩阵；②由于2007年环境信访数出现异常低值，因此将2007年数据剔除再进行空间杜宾模型回归可知，稳健性检验结果与上文结论基本一致，本文的研究结果是稳健可靠的。

4 结论与建议

正式与非正式环境规制是政府及公众环境污染治理的主要方式，然而隐性经济的存在扭曲了环境规制的治理效果。本文基于2000—2015年中国大陆30个省份的面板数据，采用固定效应空间杜宾模型探究正式及非正式环境规制、隐性经济、腐败及雾霾污染的作用关系。研究表明：①政府主导的正式环境规制在约束高污染企业、减少正式经济部门大气污染物排放的同时，其规制政策的强制性和严格性导致了经济活动向隐性经济的转移，随着隐性经济规模的增大，正式环境规制呈现出无效化的趋势。②公众的环保参与有效抑制了高污染隐性经济活动的蔓延，在隐性经济的激励下逐渐显现出环境治理效力，成为控制隐性经济和治理环境污染的重要方式。③从全国层面来看，正式环境规制的直接效应及通过隐性经济产生的间接效应均具有空间溢出效应，周边地区的正式环境规制措施同样影响着本地的环境治理，而非正式环境规制则存在“孤岛效应”，其尚未对邻近区域的环境污染产生足够的治理效力。④官员腐败增加了“规制俘获”的可能性，放大了隐性经济对环境的破坏。⑤分区域来看，正式环境规制与隐性经济的交互作用在东部和西部地区对雾霾污染产生显著的正向影响，而非正式环境规制对隐性经济的抑制作用主要表现在西部地区。

基于上述研究结果，本文的政策启示如下：①环境法律法规的严格执行是保证生态文明建设稳步进行的基础，而政府规制工具的多样化和灵活性利于减少企业负担，避免企业在成本压力下铤而走险，对进行绿色生产存在技术和资金困难的企业进行指导和帮扶有助于正式部门企业的节能减排及减少企业的隐性化。②鉴于隐性经济带来的负面影响，政府既要建立合理的隐性经济监督核算机制，又要扩大监督范围，遏制企业的环境违法违规行，加大对隐性经济部门污染排放的惩罚力度，降低隐性经济部门污染密集型企业的比例。③既要调动公众的环保积极性，发挥公众的参与作用及社会组织的协调作用，拓展公众参与环境治理的渠道，又要完善政府部门的环境信访应答机制，积极构建政府为主导、企业为主体、社会组织和公众共同参与的环境治理体

系。④坚持反腐的高压态势，反腐的常态化能够制约企业的寻租行为，形成稳定的政策预期，利于实现经济的高质量发展。

参考文献:

[1]Almetwally A A, Bin-Jumah M, Allam A A. Ambient air pollution and its influence on human health and welfare: An overview[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2020, 27 (20) :24815-24830.

[2]Yu H, Peng H, Temulun T, et al. How harmful is air pollution to economic development? New evidence from PM_{2.5} concentrations of Chinese cities[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 172:743-757.

[3]Zhang Z, Zhang G, Song S, et al. Spatial heterogeneity influences of environmental control and informal regulation on air pollutant emissions in China[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2020, 17 (17) :1-22.

[4]Féres J, Reynaud A. Assessing the impact of formal and informal regulations on environmental and economic performance of Brazilian manufacturing firms[J]. Environmental and Resource Economics, 2012, 52 (1) :65-85.

[5]Sinn Hans-Werner. Public policies against global warming: A supply side approach[J]. International Tax & Public Finance, 2008, 15 (4) :360-394.

[6]Liu Y, Li Z, Yin X. The effects of three types of environmental regulation on energy consumption—evidence from China[J]. Environmental Science and Pollution Research International, 2018, 25:27334-27351.

[7]原毅军, 刘柳. 环境规制与经济增长: 基于经济型规制分类的研究[J]. 经济评论, 2013 (1) :27-33.

[8]Chong Z, Qin C, Ye X. Environmental regulation, economic network and sustainable growth of urban agglomerations in China[J]. Sustainability, 2016, 8 (5) :467-488.

[9]Zheng D, Shi M. Multiple environmental policies and pollution haven hypothesis: Evidence from China's polluting industries[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 141 (JAN. 10) :295-304.

[10]Zhang Z. Research on strategies of the possibility of decreasing of environmental regulations capture[C]. Proceedings of 2009 International Conference on Public Administration (5th) (Volume II), 2009:5.

[11]上官绪明, 葛斌华. 地方政府税收竞争、环境治理与雾霾污染[J]. 当代财经, 2019 (5) :27-36.

[12]杨灿明, 孙群力. 中国各地区隐性经济的规模、原因和影响[J]. 经济研究, 2010, 45 (4) :93-106.

[13]Elgin C, Öztunalı O. Environmental Kuznets curve for the informal sector of Turkey (1950-2009) [J]. Panoeconomicus, 2014, 61 (4) :471-485.

[14]Wang S, Yuan Y, Wang H. Corruption, hidden economy and environmental pollution: A spatial econometric analysis based on China's provincial panel data[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019,

16:2871-2894.

[15] 闫海波, 陈敬良, 孟媛. 中国省级地下经济与环境污染——空间计量经济学模型的实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(S2):275-280.

[16] Schneider F. Shadow economies around the world:What do we really know?[J]. European Journal of Political Economy, 2005, 21(3):598-642.

[17] Friedman E, Johnson S, Kaufmann D, et al. Dodging the grabbing hand:The determinants of unofficial activity in 69 countries[J]. Journal of Public Economics, 2000, 76(3):459-493.

[18] Pargal S, David W. Informal regulation of industrial pollution in developing countries:Evidence from Indonesia[J]. Journal of Political Economy, 1996, 104(6):1314-1327.

[19] Heyes A, Kapur S. Community pressure for green behavior[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2012, 64(3):427-441.

[20] Wang X, Li M. The Spatial spillover effects of environmental regulation on China's industrial green growth performance[J]. Energies, 2019, 12(2):267-280.

[21] Feng T, Du H, Lin Z, et al. Spatial spillover effects of environmental regulations on air pollution:Evidence from urban agglomerations in China[J]. Journal of Environmental Management, 2020, 272:110998.

[22] Huang S, Chen D. Has environmental regulation restrained smog pollution:Evidence from China[J]. Singapore Economic Review, 2020, 65(3):555-575.

[23] Song Y, Yang T, Li Z, et al. Research on the direct and indirect effects of environmental regulation on environmental pollution:Empirical evidence from 253 prefecture-level cities in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 269:122425.

[24] Guo L L, Qu Y, Tseng M L. The interaction effects of environmental regulation and technological innovation on regional green growth performance[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 162(20):894-902.

[25] 余长林, 高宏建. 环境管制对中国环境污染的影响——基于隐性经济的视角[J]. 中国工业经济, 2015(7):21-35.

[26] Blackman A, Bannister G J. Community pressure and clean technology in the informal sector:An econometric analysis of the adoption of propane by traditional Mexican brickmakers[J]. Journal of Environmental Economics & Management, 1998, 35(1):1-21.

[27] Baksi S, Bose P. Environmental regulation in the presence of an informal sector[R]. Departmental Working Papers, 2010, 105(9):152-157.

[28] Chattopadhyay S, Banerjee S, Millock K. Pollution control instruments in the presence of an informal

sector[R]. Documents de Travail du Centre d'Economie de la Sorbonne, 2010.

[29] 俞会新, 王怡博, 孙鑫涛, 等. 政府规制与环境非政府组织对污染减排的影响研究[J]. 软科学, 2019, 33(6):79-83.

[30] 张华, 冯烽. 非正式环境规制能否降低碳排放? ——来自环境信息公开的准自然实验[J]. 经济与管理研究, 2020, 41(8):62-80.

[31] 李欣, 杨朝远, 曹建华. 网络舆论有助于缓解雾霾污染吗? ——兼论雾霾污染的空间溢出效应[J]. 经济学动态, 2017(6):45-57.

[32] Biswas A K, Farzanegan M R, Thum M. Pollution, shadow economy and corruption: Theory and evidence[J]. Ecological Economics, 2012, 75:114-125.

[33] Zhou Q, Zhang X, Shao Q, et al. The non-linear effect of environmental regulation on haze pollution: Empirical evidence for 277 Chinese cities during 2002-2010[J]. Journal of Environmental Management, 2019, 248(15):109274.1-109274.12.

[34] 余东华, 崔岩. 双重环境规制、技术创新与制造业转型升级[J]. 财贸研究, 2019, 30(7):15-24.

[35] Schneider F. Measuring the size and development of the shadow economy. Can the causes be found and the obstacles be overcome?[J]. Essays on Economic Psychology, 1994:193-212.

[36] Giles D, Tedds L, Werkneh G. The Canadian underground and measured economies: Granger causality results[J]. Applied Economics, 2002, 34(18):2347-2352.

[37] 黎文靖, 郑曼妮. 空气污染的治理机制及其作用效果——来自地级市的经验数据[J]. 中国工业经济, 2016(4):93-109.

[38] Jiang L, Zhou H-f, Bai L, et al. Does foreign direct investment drive environmental degradation in China? An empirical study based on air quality index from a spatial perspective[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 176:864-872.

[39] Rey S J. Spatial empirics for economic growth and convergence[J]. Geographical Analysis, 2010, 33(3):195-214.

[40] 徐冬, 黄震方, 黄睿. 基于空间面板计量模型的雾霾对中国城市旅游流影响的空间效应[J]. 地理学报, 2019, 74(4):200-216.

注释:

1 为使每个地区至少有一个邻居, 在空间权重矩阵中将海南设置为广东省的邻居。

2 按照国家统计局文件中东、中、西部省份的划分, 东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南; 中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南; 西部地区包括内蒙古、广西、重庆、四

川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

3 由于西藏地区数据缺失较多，因此本文该部分的研究对象为中国大陆除西藏以外的 30 个省份。