

# 知识产权保护雾霾污染减轻效应 及其技术创新机制检验



张磊 许明 阳镇\*

**摘要:**从知识产权保护制度视角为正面抗击雾霾污染提供经验证据,具有十分重要的意义。本文基于55个国家的面板数据分析了知识产权保护与雾霾污染的关系,弥补了跨国经验研究缺乏的不足。研究发现,各国知识产权保护水平的提升总体有利于降低其雾霾污染,知识产权保护水平每上升1个单位,雾霾污染浓度将下降5.2%;与发达国家相比,经济发展水平相对较低的发展中国家强化知识产权保护所获得的雾霾污染改善效应更大;进一步的中介效应检验发现,知识产权保护通过促进企业技术创新显著减轻了雾霾污染,技术创新在知识产权保护的雾霾污染改善总效应中占比达到31.03%。积极推动全球生态治理、实现经济绿色发展,要充分发挥知识产权保护的制度性保障功能,促进企业技术创新,推动全球环境质量改善。

**关键词:**知识产权保护;雾霾污染;技术创新;中介效应

## 一、问题提出

大气污染问题已经成为世界各个国家和地区广泛关注的焦点,谈“霾”更是让人“色变”。20世纪美国“洛杉矶烟雾事件”、英国“伦敦烟雾事件”、日本“四日市哮喘病事件”等重大雾霾侵袭事件给予后世深刻的历史警醒。大气污染问题之所以让人产生担忧,主要是由于它会给社会造成严重的健康危害和巨大的经济损失。有研究表明,目前全球超过35亿人口(约占世界总人口的1/2)长期暴露在不安全质量的空气之下,每年因恶劣空气质量而死亡的人数比不安全饮水致死人数高出5倍多<sup>①</sup>;空气污染导致

\* 张磊(通讯作者),湘潭大学商学院、湘潭大学社会主义经济理论研究中心(邮编:411105),E-mail: zlphd@xtu.edu.cn;许明,中国社会科学院工业经济研究所(邮编:100044),E-mail: xmphd@cass.org.cn;阳镇,清华大学经济管理学院、清华大学技术创新研究中心(邮编:100084),E-mail: yang-z19@mails.tsinghua.edu.cn。本文得到教育部高校国别与区域研究项目“拉美国消除贫困与跨越中等收入陷阱的中国方案”(2020-G54)、中国社会科学院青年基金项目“多产品视角下的最低工资制度改革对中国出口企业产品加成率的影响研究”以及中国社会科学院京津冀协同发展智库基础研究项目“中国与主要发达国家增强产业韧性、规避供应链风险研究”(2020P05)的资助。感谢两位匿名审稿人的建设性意见,当然文责自负。

① 数据来源于《2016年环境绩效指数(EPI)报告》。

中国损失了10%的GDP(Hsu等,2016)。正因如此,大气污染问题成为包括环境经济学在内的多个学科的重要研究内容之一。

现有大量经济学研究进行了有益探索,尤其集中于验证Grossman和Krueger(1995)提出的环境库兹涅兹曲线,抑或分析经济集聚和产业结构(张可和汪东芳,2014)、城镇化(王会和王奇,2011)、贸易开放和FDI(康雨,2016;冷艳丽等,2015)、能源结构和能源价格扭曲(马丽梅等,2016;冷艳丽和杜思正,2016)、环境规制(王书斌和徐盈之,2015)、财政分权(黄寿峰,2017)等因素对大气污染的影响,这些研究为大气环境治理提供了可参考和借鉴的经济政策选择。总体来看,大部分文献主要侧重于分析“什么因素在多大程度上加重了雾霾污染”,而从正面直接回答如何有效抗霾的严谨经济学研究则较为少见;并且,现有关于雾霾污染的研究主要是基于单一国家数据的分析,鲜有涉及国际经验证据。

改善大气环境是积极推动全球生态治理、实现经济绿色发展的迫切要求。经济发展对环境质量的影响不能独立于制度因素起作用(黄寿峰,2017),而知识产权保护制度是人类最重要的制度创新之一(顾振华和沈瑶,2015),其最直接的效果体现在推动技术进步上,而技术创新对于改善大气污染具有至关重要的作用。因此,知识产权保护为推动环境质量改善提供了关键性制度保障。

鉴于此,本文将分析知识产权保护对于降低雾霾污染程度的效果,并检验技术创新在这一过程中的潜在传导作用,提供关于“抗霾”政策选择的经验证据。本文的主要贡献可能在于:(1)立足于制度视角,正面回答了知识产权保护对于减轻雾霾污染的效果,弥补了现有关于环境污染研究中制度因素分析较少的不足;(2)针对雾霾污染跨国研究鲜见的问题,提供了知识产权保护与雾霾污染关系的国际经验证据,并区分了对于不同经济发展水平国家的异质性影响;(3)利用中介效应模型,检验技术创新在知识产权保护与雾霾污染减轻之间的中介作用。雾霾污染是全球大气环境治理的重点,本文为解决日益严重的雾霾污染问题提供了新的经验分析,对于丰富相关领域文献具有重要意义。

本文余下部分的结构安排如下:第二部分简要回顾相关文献,并提出理论假说;第三部分设定计量模型,说明变量和数据,并对样本国家雾霾污染状况做简要统计描述;第四部分为实证分析,包括基准回归结果、异质性估计、内生性和稳健性分析;第五部分为机制检验;第六部分是研究结论和政策启示。

## 二、文献综述与理论假说

### (一) 文献综述

现有大量研究分析了多种因素对环境污染的影响,而鲜见直接研究知识产权保护

与环境污染关系的文献。与本文相关的文献主要有如下两类。

一是关于知识产权保护与技术创新的研究。主要存在三种观点。第一种观点认为，知识产权保护可以增加海外分包合作和技术转移的可能性(Canals 和 Sener, 2014)，积极推动技术创新效率和速率的提升(王华, 2011；吴超鹏和唐葭, 2016)，总体上有利于一国的技术创新(Gangopadhyay 和 Mondal, 2012；Chu 等, 2014)。第二种观点认为，创新活动具有较强的惯性，知识产权保护会强化所有者的垄断力量，提高国际技术转移成本，减缓全球技术进步速度，对技术创新没有促进效果，甚至产生抑制作用(陈国宏和郭昉, 2008；Brüggemann 等, 2016)。第三种观点则认为，知识产权保护与技术创新之间可能呈非线性关系(郭春野和庄子银, 2012)，包括倒 U 型关系(李平等, 2013；刘思明等, 2015)和 U 型关系(Allred 和 Park, 2007)两类截然相反的研究发现。

二是关于技术创新与环境污染的研究。大量研究发现，技术创新有利于提升产品清洁度和节能减排效率，降低大气污染程度、促进低碳发展(李巍和郗永勤, 2017；Shen 和 Lin, 2017)，尤其是劳动生产技术进步有利于推动工业环境全要素生产率的提升(董敏杰等, 2012；刘宪, 2020)，降低环境污染程度。与此同时，技术进步在推动经济增长的过程中也可能带来更多的碳排放(Acemoglu 等, 2012)，对经济增长和工业减排可能存在双刃效应(申萌等, 2012；金培振等, 2014)。

总体上，现有关于知识产权保护与技术创新、技术创新与环境污染的研究均存在一定争议。主要原因在于上述研究所采用的数据存在较大差异，也可能没有较好地进行国家和地区异质性的分析。例如，有研究指出技术创新对环境污染的影响可能会因各国所处经济发展阶段和样本地区选择的不同而不同(原毅军和谢荣辉, 2015；李巍和郗永勤, 2017；张磊等, 2018)。因此，知识产权保护作为经济社会发展中的不可或缺的制度因素，其对环境污染的影响还有待提供更多的经验证据。

## (二) 理论假说

通过文献梳理发现，知识产权保护可能与环境污染存在某种关联，并且技术创新可能在其中发挥着重要作用。

技术创新市场能最直接地反映知识产权保护制度的作用。知识产权保护对企业的绿色产品设计以及绿色生产和污染治理过程具有一定的积极效果，这主要是因为知识产权保护制度的完善对技术创新具有激励效应和保障效应。一方面，知识产权保护程度的提高可以使创新者获得一定时期内的技术垄断权及相应的超额创新收益，激励企业不断增加研发投入，激发各类主体的技术研发积极性，从而促进技术创新。并且，知识产权保护的这种激励效果可能对其他企业产生溢出效应，带动更多的潜在创新主体增加研发投入，推动创新成果涌现。其中与绿色产品、治污技术相关的知识产权专利都是雾霾治理的重要内容。另一方面，知识产权保护的加强会提高模仿成本，减少“搭便车”行为，为具有知识产权的创新成果提供了法律保障，从而迫使企业进行自主研发以

提高自身技术水平。知识产权制度的完善可以规范绿色产品和技术产权的使用行为,有效打击侵害知识产权的行为,保障创新者的合法权益,促进技术创新能力提升(周云波和张敬文,2020)。此外,加强知识产权保护还为优质技术转移提供安全保障。例如,知识产权保护会显著提高跨国企业高质量产品的创新成功率,让全球价值链“链主”放心地将高质量产品的生产制造转移至低成本的发展中国家(顾振华和沈瑶,2015),并通过 FDI 技术溢出提升东道国企业创新绩效(胡立君和郑玉,2014;尹志锋等,2013)。

进一步,技术创新能够改善要素资源投入和促进污染治理,从而有效降低雾霾污染程度。在较完善的知识产权制度框架下,企业能够降低创新成果应用与效益转化过程中的时间成本与制度成本,更好地推动一国企业的绿色与环保专利技术在绿色生产、环境保护领域的应用。一方面,技术创新可以优化要素资源投入结构,提高要素投入的清洁度,推动新型绿色产品的持续涌现,实现产品生产过程的绿色化;另一方面,治污技术进步还可以实现生产过程污染的事后治理,进而有效降低一国雾霾污染程度。在边际收益递减规律下,经济发展较落后地区的技术创新在促进低碳发展方面可能存在后发优势(李巍和郝永勤,2017),其知识产权保护对改善环境质量和促进低碳发展的作用可能更显著。

结合上述理论分析,本文提出如下两个待检验的研究假说。

假说 1: 知识产权保护程度的提高总体上有利于减轻一国的雾霾污染。

假说 2: 促进技术创新是知识产权保护能有效降低雾霾污染程度的重要机制。

本文接下来利用跨国面板数据实证检验知识产权保护对雾霾污染的影响,并区分其对不同经济发展水平国家影响的异质性,尝试检验技术创新在其中可能起到的中介作用,为丰富相关领域研究做出一定边际贡献。

### 三、研究设计

#### (一) 模型设定

为检验知识产权保护水平与雾霾污染程度变化之间的因果关系,本文建立如下基准计量模型:

$$\ln pm2.5_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 iprotec_{it} + \sum_{k=2}^n \alpha_k X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $i$ 表示国家, $t$ 表示时间; $\ln pm2.5_{it}$ 表示国家 $i$ 在第 $t$ 年的雾霾污染程度,并取自然对数; $iprotec_{it}$ 为相应国家和年份的知识产权保护水平; $X_{it}$ 为一组相关控制变量; $\theta_i$ 表示不可观测的个体固定效应或随机效应, $\varepsilon_{it}$ 为随机误差项。

## （二）样本和变量

### 1. 样本国家

受雾霾污染和知识产权保护变量数据限制，本文样本为 55 个国家 2007—2014 年的面板数据<sup>①</sup>。样本国家中，有 28 个发达国家和 27 个发展中国家<sup>②</sup>；包括 24 个欧洲国家、8 个北美洲国家、8 个亚洲国家<sup>③</sup>、7 个非洲国家、6 个南美洲国家和 2 个大洋洲国家；目前 OECD 的 35 个成员国中，除拉脱维亚外，其他国家均被纳入样本。总体上，样本覆盖区域较为广泛，具有较好的代表性。

### 2. 变量和数据

被解释变量是雾霾污染 (*lpm2.5*)。本文用各国年均  $PM_{2.5}$  浓度表示雾霾污染程度，对其值取自然对数。美国耶鲁大学、哥伦比亚大学和巴特尔研究所等单位研究人员通过卫星搭载设备对全球气溶胶光学厚度进行了长期的遥感监测，并将测定得到的栅格数据转化为全球各地区的  $PM_{2.5}$  浓度年均数值。该数据在邵帅等 (2016)、张磊等 (2018) 相关研究中得到认可和应用。本文  $PM_{2.5}$  数据来源于耶鲁大学环境法律与政策中心 (YCELP) 联合哥伦比亚大学国际地球科学信息网络中心 (CIESIN)、世界经济论坛 (WEF) 发布的环境绩效指数 (EPI) 的原始数据。

解释变量为知识产权保护 (*ipprotec*)。目前使用较广泛的知识产权保护衡量方法有世界经济论坛 (WEF) 的调查指标“知识产权保护得分”和国际产权联盟 (PRA) 的国际产权指数分项指标“知识产权保护得分”以及 Ginarte 和 Park (1997) 的 GP 指数及其拓展指标等，现有文献视具体情况不同而使用不同指标。本文所采用的数据来自世界经济论坛发布的《全球竞争力报告》(The Global Competitiveness Report) 细项指标“知识产权保护”，其原始获取方式是世界经济论坛进行的高管意见调查 (Executive Opinion Survey)。该指标将各个国家和地区的知识保护水平标准化为 1~7 的不同等级计分 (小数点后保留 1 位有效值)，数值越大表示知识产权保护程度越高。这一知识产权保护衡量方式在顾振华和沈瑶 (2015) 等人的研究中得到应用。

控制变量包括以下 6 项。(1) 经济增长 (*gdprate*)。知识产权保护强度与经济增长

① 2014 年是较新雾霾污染数据较易获得的年份；2007 年之前《全球竞争力报告》仅提供各国家和地区知识产权保护水平排名，2007 年及之后才有具体数值衡量。本文 55 个样本国家分别是 (按英文名称排序)：阿根廷、澳大利亚、奥地利、比利时、巴西、喀麦隆、加拿大、智利、中国、哥伦比亚、哥斯达黎加、科特迪瓦、捷克共和国、丹麦、多米尼加共和国、爱沙尼亚、芬兰、法国、德国、希腊、危地马拉、洪都拉斯、匈牙利、冰岛、印度、爱尔兰、以色列、意大利、日本、韩国、卢森堡、马来西亚、毛里求斯、墨西哥、荷兰、新西兰、尼加拉瓜、挪威、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、卢旺达、塞内加尔、斯洛伐克共和国、斯洛文尼亚、南非、西班牙、瑞典、瑞士、突尼斯、土耳其、英国、美国、乌拉圭。

② 28 个发达国家分别为 (按英文名称排序)：澳大利亚、奥地利、比利时、加拿大、捷克共和国、丹麦、芬兰、法国、德国、希腊、匈牙利、冰岛、爱尔兰、以色列、意大利、日本、韩国、卢森堡、荷兰、新西兰、挪威、葡萄牙、斯洛文尼亚、西班牙、瑞典、瑞士、英国、美国。其他国家视为发展中国家。

③ 土耳其地跨欧亚两洲，因其有 97% 的领土在亚洲，故视为亚洲国家。

密切相关(蔡虹等, 2014)。同时, 经济运行状况还在很大程度上影响着污染排放及其防治。一方面, 经济增长越快, 生产投入要素资源越多, 产生污染负外部性的可能性就越大; 另一方面, 经济快速发展, 居民环境保护意识不断增强, 且国家财政有更充裕的资金用于污染防治, 就更可能改善污染状况(冷丽艳和杜思正, 2015)。本文用 GDP 增长率来衡量各国经济增长状况, 数据来自世界银行的世界发展指数(WDI)数据库。(2) 产业结构(*manu*)。工业化化石燃料消耗及其废气排放是雾霾污染的主要原因。目前众多国家都尚未完成工业化进程, 这一过程中的粗放型发展需要消耗大量能源资源, 从而产生较严重的污染问题。本文用各国工业增加值占 GDP 比重来衡量其产业结构, 数据来自 WDI 数据库。(3) 金融支持(*save*)。环境污染防治离不开金融市场支持, 居民存贷款行为为各国雾霾污染防治起到了重要的资金融通作用。本文用各国国民存蓄总额占 GDP 比重来衡量金融支持功能, 这一数据来自 IMF 世界经济展望数据库(World Economic Outlook Database)。(4) 外商直接投资。目前, 现有文献对外商直接投资(FDI)的环境效应的研究结论不一。FDI 可能产生技术溢出, 通过技术转移效应减轻东道国污染; 也可能由于“污染天堂”效应和生产规模扩大而加重雾霾污染(严雅雪和齐绍洲, 2017)。本文采用相对指标 FDI 技术转移效果(*fditech*)和绝对指标 FDI 流量(*ifdi*)两个指标来考察 FDI 的环境效应。前者来自《全球竞争力报告》细项指标“FDI 和技术转移”<sup>①</sup>; 后者来自 WDI 数据库, 并对其取自然对数。(5) 市场化程度(*market*)。市场化程度高的国家往往较注重包括知识产权在内的产权保护, 同时其市场化经济生产快速发展, 也可能进一步增加污染排放。各国市场化程度数据来自《全球竞争力报告》。(6) 研发投入(*rd*)。研发(R&D)投入提高有利于增加技术产出, 强化知识产权保护, 推动绿色生产和雾霾污染防治。本文用各国“企业在 R&D 上的投入”衡量其研发状况, 数据来自《全球竞争力报告》。(7) 环保税收。环保税收对污染排放具有重要影响。它在一定程度上体现各国的环境规制程度, 并通过市场化手段将企业的排污行为内部化。目前, 碳税仍处于起步推广阶段<sup>②</sup>, 世界各国较普遍使用的环保税种主要是针对能源和汽车运输征收的两种环保税。本文分别用能源税、汽车运输税占 GDP 比重(*tax1*、*tax2*)表示各国环保税收征管力度, 数据来源于 OECD 数据库。

### (三) 统计描述

本文对 55 个样本国家的年均雾霾污染浓度进行了统计。其结果显示, 不同国家之间的年均 PM<sub>2.5</sub> 浓度值表现出很大差异, 主要原因可能是这些国家处于不同的经济发展阶段, 在经济结构等方面具有较大的异质性。其中, 中国和印度是两个最大的发展中国家, 近年其 PM<sub>2.5</sub> 浓度最高, 主要源于经济迅猛增长过程中的污染排放。图 1 展示了

① 该指标仍是标准化为 1~7 不同等级的计分(原始数据小数点后保留 1 位有效值), 后面提及的各国市场化程度、研发投入以及机制检验中的技术创新数据均与此类似。

② 截至 2014 年, 55 个样本国家中实施碳税的仅有 14 个(另有澳大利亚 2012—2013 年实施两年, 但于 2014 年取消)。

2000—2014年样本国家PM<sub>2.5</sub>浓度变化的时间趋势<sup>①</sup>。从其中可以发现,55个样本国家PM<sub>2.5</sub>浓度年均值总体稳定在10微克/立方米左右;在年均PM<sub>2.5</sub>浓度排名前五的国家中,印度PM<sub>2.5</sub>浓度表现出不断增加的趋势,而中国、韩国、匈牙利、波兰的PM<sub>2.5</sub>浓度在2008年前后开始逐渐缓慢下降。本文主要变量的统计性描述如表1所示<sup>②</sup>。此外,本文对解释变量进行了相关性分析,Pearson相关系数矩阵结果显示,绝大多数解释变量相关系数都低于0.3,说明解释变量之间不存在较严重的多重共线性问题,可以将这些变量同时作为解释变量进行回归分析<sup>③</sup>。

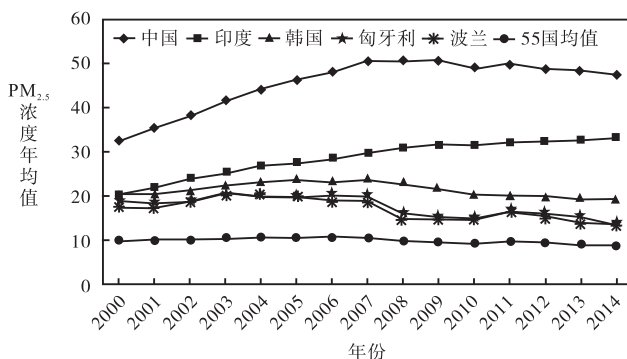


图1 2000—2014年全部样本及排名前五国家PM<sub>2.5</sub>浓度年均值变化(单位:微克/立方米)

表1 主要变量统计性描述

变量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>lpm2.5</i>	2.201	0.572	0.470	3.938
<i>iprotec</i>	4.411	1.118	2.100	6.300
<i>gdprate</i>	2.621	3.591	-10.220	14.190
<i>manu</i>	28.360	6.589	11.720	46.760
<i>save</i>	21.120	7.698	3.000	54.000
<i>fditech</i>	4.892	0.523	2.400	6.400
<i>fdi</i>	8.853	1.963	3.086	13.510
<i>market</i>	4.821	0.685	2.100	6.500
<i>rd</i>	3.882	0.983	1.900	6.000
<i>tax1</i>	1.309	0.738	-1.775	3.015
<i>tax2</i>	0.542	0.394	0.0109	2.239

① 鉴于前期雾霾污染数据可获得性较好,图1雾霾污染数据在时间年限上向前延伸至2000年,以便于观察其长期变化趋势。

② 在时间年限上限定本文考察期为2007—2014年。

③ 受文章篇幅限制,Pearson相关系数矩阵结果未予报告,备案。

## 四、经验分析

### (一) 基准回归结果

表 2 列示了全样本国家的知识产权保护对雾霾污染程度影响的基准回归结果,这一结果是在不考虑中介效应时知识产权保护对雾霾污染影响的总效应。

表 2 知识产权保护对雾霾污染的影响: 基准回归结果

	(1)	(2)
	RE	FE
<i>ipprotec</i>	-0.055*** (-3.32)	-0.052*** (-3.31)
<i>gdprate</i>	-0.003** (-2.01)	-0.003* (-1.92)
<i>manu</i>	0.019*** (6.16)	0.019*** (6.18)
<i>save</i>	-0.004*** (-2.74)	-0.004*** (-3.28)
<i>fditech</i>	0.099*** (6.01)	0.105*** (6.64)
<i>lfdi</i>	0.013** (2.55)	0.011** (2.18)
<i>market</i>	0.088*** (4.91)	0.089*** (5.25)
<i>rd</i>	-0.062*** (-2.81)	-0.078*** (-3.66)
<i>tax1</i>	0.019 (0.84)	0.004 (0.17)
<i>tax2</i>	0.131** (2.49)	0.144*** (2.75)
常数项	1.124*** (7.93)	0.803*** (7.25)
<i>N</i>	375	375
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.471	0.473

注: 本文所有表格中, \*\*\*、\*\*、\*分别代表在 1%、5%、10%水平上显著, 括号内数据为 *t* 统计量。表中 RE 是 Random Effect 的缩写, 代表随机效应; FE 是 Fixed Effect 的缩写, 代表固定效应。

本文对随机效应和固定效应模型结果进行了豪斯曼 (Hausman) 检验, 检验结果 *p* 值为 0, 强烈拒绝使用随机效应模型 (即 RE 估计结果) 的原假设, 而应采用固定效应模型 (即 FE 估计结果)<sup>①</sup>。其中模型 (2) 是固定效应标准回归结果 (即表 2 中第 (2) 列)。其

① 感谢匿名审稿专家严谨地指出这一点。



结果显示,知识产权保护显著有利于该国雾霾污染程度的降低,具体来说,在其他控制变量保持不变时,知识产权保护水平每提高 1 个单位<sup>①</sup>,会使得雾霾污染程度降低 5.2%,且在 1% 的统计水平上显著<sup>②</sup>。因此,知识产权保护这一制度因素能够减轻各国雾霾污染的命题得到国际经验证据的支持。从其他变量来看,经济增长总体有利于减少雾霾污染,原因可能是各国有更充裕的资金进行清洁产品生产和污染防治(冷丽艳等,2015);工业增加值比重上升,特别是污染密集型工业发展,使得产业结构恶化,工业生产过程中的化石燃料消耗进一步增加,显著加重了雾霾污染;金融支持显著改善了污染防治过程中的资金融通状况,有利于降低雾霾污染程度;关于外商直接投资的两个变量系数均表明,平均来看,各国 FDI 并未产生明显的技术转移或溢出效果,反而加重了东道国雾霾污染,形成直接的“污染转移”,这一结果与周力和李静(2015)的研究一致;市场化程度提升推高了雾霾污染浓度,可能的解释是市场化使得各国引资、引项较为自由宽松,未能过滤掉污染产业和明确严格的排放标准,助长了污染产业的发展;研发投入加大有助于清洁产品生产和绿色技术创新,进而减轻雾霾污染;环保税收两个变量系数显示,平均来看,能源环保税并没有明显起到改善雾霾污染的作用,汽车运输税的影响甚至为正<sup>③</sup>,这一结果与张磊等(2018)的研究一致。模型(1)为随机效应回归结果,结论与模型(2)基本一致。

总之,从全样本基准回归结果来看,各国知识产权保护水平的提高总体有利于降低其雾霾污染程度。知识产权保护为减轻雾霾污染提供了重要制度性保障,这一结论总体得到各国经验事实的支持。

## (二) 异质性分析

一般来说,知识产权保护对不同经济发展水平国家的雾霾污染影响可能表现出一定的异质性。本文将全部样本分为发达国家和发展中国家,进一步检验知识产权保护对不同经济发展水平国家雾霾污染的影响。

表 3 中 FE 估计结果显示,在发展中国家,知识产权保护减轻雾霾污染的效果要比发达国家该效果更显著。从模型(2)来看,发达国家知识产权保护有利于降低雾霾污染浓度,但这一影响不显著,可能的解释是发达国家本身环保意识较高,排放制度较完备,其雾霾污染减轻并不在很大程度上依赖知识产权保护带来的技术进步。与之形成鲜明对比的模型(4)表明,在发展中国家,知识产权保护显著有利于降低其雾霾污染程

① 由于知识产权保护水平标准化为 1~7 不等程度的计分,故知识产权保护水平提高 1 个单位,即指提高 1/7(14.29%) 的强度。

② 本文尝试加入核心自变量二次项以检验知识产权保护与雾霾污染之间是否存在 U 型或倒 U 型的非线性关系。结果显示,加入二次项后,知识产权保护一次项和二次项均不显著,而其他控制变量的系数和显著性均与不加入二次项时保持基本一致。因此,这种非线性关系并未在本文跨国检验中得到证实。感谢匿名审稿专家提醒阐述这一点。

③ 这可能是由于环保税收与雾霾污染存在一定程度的相互影响,从理论上讲,雾霾污染越严重,环保税会越高(张磊等,2018)。

度。在其他控制变量保持不变时,发展中国家知识产权保护水平每提高1个单位,可使得雾霾污染浓度降低5.7%,且这一污染减小幅度要大于全样本回归时5.2%的平均效果。这说明,在经济发展水平较低的国家,其知识产权保护强度提高对于改善雾霾污染具有明显的后发优势,促进环境质量改善的潜力和空间更大,这一结论与李巍和郗永勤(2017)的研究相印证。其他变量系数符号与基准回归结果保持一致。

分样本回归估计结果表明,发展中国家发挥知识产权保护制度作用所获得的环境质量收益更大。因此,对于经济发展水平较低、经济结构较不合理、环境污染挑战更严峻的广大发展中国家和地区来说,在现有基准水平上进一步强化自身知识产权保护制度功能,促进其环境污染状况改善和经济绿色发展,更具紧迫性和高效性。

表3 知识产权保护对不同经济发展水平国家雾霾污染的影响:异质性分析

	(1)	(2)	(3)	(4)
	发达国家		发展中国家	
	RE	FE	RE	FE
<i>ipprotec</i>	-0.072*** (-2.62)	-0.024 (-1.10)	-0.055** (-2.41)	-0.057** (-2.54)
<i>gdprate</i>	-0.002 (-0.68)	-0.007*** (-2.71)	-0.003 (-1.63)	-0.003 (-1.59)
<i>manu</i>	0.022*** (4.59)	0.008* (1.70)	0.017*** (3.78)	0.015*** (3.48)
<i>save</i>	-0.005** (-2.42)	-0.003 (-1.63)	-0.002 (-1.17)	-0.003 (-1.45)
<i>fditech</i>	0.081*** (2.58)	0.020 (0.79)	0.110*** (5.28)	0.115*** (5.68)
<i>lfdi</i>	0.013** (2.10)	0.001 (0.14)	0.015 (1.54)	0.012 (1.19)
<i>market</i>	0.145*** (4.71)	0.014 (0.48)	0.044* (1.92)	0.050** (2.25)
<i>rd</i>	-0.078** (-2.41)	-0.039 (-1.41)	-0.030 (-0.97)	-0.040 (-1.33)
<i>tax1</i>	0.052 (1.40)	-0.028 (-0.95)	0.008 (0.26)	0.002 (0.08)
<i>tax2</i>	0.119* (1.85)	0.011 (0.21)	0.093 (0.91)	0.145 (1.39)
常数项	1.111*** (4.93)	2.456*** (9.85)	1.108*** (5.37)	1.163*** (6.72)
<i>N</i>	194	194	181	181
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.506	0.715	0.493	0.476

### (三) 内生性讨论和稳健性检验

#### 1. 内生性讨论

回归模型可能具有一定的内生性,这一问题主要源于模型设定偏误(遗漏变量)、

样本选择偏误、双向因果关系等。从本文的经验分析来看,在核心解释变量知识产权保护之外,控制变量遵循相关条件和有关条件原则<sup>①</sup>,结合相关文献一般做法,涵盖了经济增长、产业结构、金融支持、市场化、研发投入等变量,并加入表示经济开放可能带来的 FDI 技术转移以及反映环保税收征管的控制变量,同时控制了固定效应,因而存在模型设定偏误的可能性较小;在样本选取方面,55 个样本国家广泛分布于全球各大洲的不同地区,覆盖了不同经济发展水平和不同污染程度的国家,具有较高代表性,且被解释变量也不存在有限取值问题,因此回归模型不存在样本选择偏差。可能存在的担忧是,知识产权保护与雾霾污染之间互为因果,例如一国雾霾污染较重,说明其经济发展的任务较紧迫,粗放型发展方式仍是该国的主要发展模式,可能还处于工业化的中前期阶段,对知识产权的保护程度和重视程度可能较低;同时,严重的雾霾污染还可能引起人们的环保警觉,进而会影响一国的环境技术创新及其知识产权保护程度。为了减轻反向因果问题,本文借鉴席鹏辉(2017)、葛鹏飞等(2018)的研究,从如下两方面做出努力:(1)采用知识产权保护滞后项作为核心解释变量,直接减少当期雾霾污染的反向因果干扰,这是因为知识产权保护滞后项不受当期雾霾污染的影响;(2)采用知识产权保护滞后项和更高层级、更为宏观的市场层面的“产权制度完善程度”(prights)<sup>②</sup>作为当期知识产权保护的工具变量,利用两阶段最小二乘法(2SLS)和 GMM 方法进行工具变量估计。

其内生性检验结果如表 4 所示。首先,模型(1)和模型(2)的解释变量滞后回归结果与基准回归结果基本一致,且说明知识产权保护减轻雾霾污染的作用效果存在一定的滞后驱动效应,但这种积极影响仅在滞后一期存在,滞后二期降低雾霾污染程度的效果则不存在,甚至产生消极影响。其次,模型(3)2SLS 回归与基准回归结果仍然一致,其不可识别检验 LM 统计量的  $p$  值为 0.00,强烈拒绝不可识别的原假设;弱工具变量检验的 Cragg-Donald Wald  $F$  统计量远大于 10% 显著性水平临界值,表明对于名义显著性水平为 5% 的检验,其真实显著性水平不会超过 10%,拒绝弱工具变量的原假

表 4 内生性检验:解释变量滞后回归和工具变量(IV-2SLS、GMM)估计

	(1)	(2)	(3)	(4)
	RE	FE	2SLS	GMM
	第二阶段主回归			
<i>L.ipprotec</i>	-0.074*** (-2.85)	-0.079*** (-3.28)		

① 控制变量满足相关条件,即该控制变量要与核心解释变量相关;满足有关条件,即该控制变量能影响到被解释变量。

② 产权制度是衡量各国较为宏观的制度环境的较好变量。本文中,产权制度完善程度(包含金融财产等各方面产权)与知识产权保护密切相关,但又不受雾霾污染的反向影响,在回归中可视为较好的工具变量。该变量数据来自《全球竞争力报告》,原始获取方式为世界经济论坛组织的高管意见调查(Executive Opinion Survey)。

续表 4

	(1)	(2)	(3)	(4)
	RE	FE	2SLS	GMM
第二阶段主回归				
<i>L2.iprotec</i>	0.051* (1.92)	0.044* (1.78)		
<i>iprotec</i>			-0.052** (-2.30)	-0.258*** (-5.80)
<i>gdprate</i>	-0.004** (-2.31)	-0.004** (-2.31)	-0.004*** (-2.78)	-0.010 (-1.24)
<i>manu</i>	0.022*** (5.15)	0.021*** (4.76)	0.016*** (5.00)	-0.013** (-2.39)
<i>save</i>	-0.005*** (-2.89)	-0.005*** (-3.46)	-0.005*** (-3.59)	0.033*** (6.65)
<i>fditech</i>	0.091*** (5.03)	0.097*** (5.71)	0.093*** (5.66)	0.049 (0.97)
<i>lfdi</i>	0.004 (0.78)	0.002 (0.31)	0.002 (0.46)	0.083*** (5.08)
<i>market</i>	0.080*** (4.03)	0.084*** (4.53)	0.083*** (4.82)	-0.155** (-2.06)
<i>rd</i>	-0.087*** (-3.71)	-0.105*** (-4.75)	-0.089*** (-4.01)	0.256*** (4.54)
<i>tax1</i>	0.008 (0.24)	-0.029 (-0.91)	-0.017 (-0.77)	0.257*** (7.33)
<i>tax2</i>	0.115 (1.17)	0.190* (1.78)	0.129* (1.70)	-0.301*** (-4.23)
常数项	1.178*** (5.88)	1.344*** (7.21)	—	1.642*** (5.63)
<i>N</i>	274	274	323	324
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.461	0.468	0.464	0.431
第一阶段辅助回归				
<i>L.iprotec</i>			0.436*** (8.23)	0.743*** (21.18)
<i>prights</i>			0.416*** (7.32)	0.244*** (6.22)
不可识别检验、弱工具变量检验和过度识别检验				
<i>LM</i> 检验			130.188	285.62
统计量及 <i>p</i> 值			(0.00)	(0.00)
Cragg-Donald Wald			119.420	1162.95
<i>F</i> 统计量			(10% 临界值为 19.93)	(10% 临界值为 19.93)
Sargan 检验			0.660	2.69
统计量及 <i>p</i> 值			(0.42)	(0.10)

注：解释变量滞后回归括号内数据为 *t* 统计量，工具变量估计第一阶段回归括号内数据为 *t* 统计量、第二阶段回归括号内数据为 *z* 统计量；2SLS 工具变量回归采用 FE 估计量，故差分过程使其结果不含常数项；GMM 为两步 GMM 估计。

设；过度识别检验 Sargan 统计量的  $p$  值大于 0.1，故不能拒绝两个工具变量均为外生的原假设。最后，模型(4)GMM 估计两步回归中的工具变量和核心解释变量结果与 2SLS 估计结果基本一致，且工具变量均通过了不可识别检验、弱工具变量检验和过度识别检验<sup>①</sup>。总之，考虑内生性问题后，以上结论依然成立。

## 2. 稳健性检验

本文从如下三个方面对基准回归结果进行了稳健性检验。(1)剔除经济开放带来的 FDI 异质性。如前所述，FDI 对环境污染具有重要影响，一方面可能产生技术溢出，通过技术转移效应减轻雾霾污染，另一方面也可能产生直接的“污染转移”效应。本文剔除这一关键因素异质性，去掉关于 FDI 的两个控制变量来检验回归结果的稳健性。其结果表明，不考虑经济开放因素的结果与基准回归结果保持一致。(2)采用 OECD 国家子样本。本文利用 OECD 国家样本再次回归，结果依然稳健。(3)采用未实施碳税国家样本。55 个样本国家中，至 2014 年有 14 个国家<sup>②</sup>实施全国性碳税政策。本文将实施碳税政策的样本剔除，采用未实施碳税的国家样本进行回归，结果仍与基准回归结果一致。相关稳健性检验结果如表 5 所示。

表 5 知识产权保护减轻雾霾污染的稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
	剔除 FDI 异质性	OECD 国家子样本	未实施碳税国家
<i>ipprotec</i>	-0.069*** (-4.34)	-0.059*** (-2.68)	-0.047** (-2.54)
<i>gdprate</i>	-0.002 (-1.56)	-0.002 (-1.08)	-0.003** (-2.10)
<i>manu</i>	0.024*** (7.75)	0.022*** (5.42)	0.016*** (3.62)
<i>save</i>	-0.004*** (-2.67)	-0.005*** (-2.80)	-0.003** (-2.10)
<i>fditech</i>		0.070*** (2.68)	0.127*** (6.80)
<i>lfdi</i>		0.010** (2.06)	0.006 (1.12)
<i>market</i>	0.127*** (7.83)	0.127*** (5.08)	0.087*** (4.45)
<i>rd</i>	-0.053** (-2.49)	-0.084*** (-3.03)	-0.072*** (-2.83)
<i>tax1</i>	0.008 (0.34)	0.017 (0.69)	0.003 (0.10)

① 感谢匿名审稿专家强调 GMM 估计这一点。

② 这 14 个国家分别是：智利、哥斯达黎加、丹麦、芬兰、法国、冰岛、印度、爱尔兰、日本、墨西哥、挪威、瑞典、瑞士、英国(澳大利亚在 2012—2013 年实施过碳税政策，但于 2014 年取消)。

续表 5

	(1)	(2)	(3)
	剔除 FDI 异质性	OECD 国家子样本	未实施碳税国家
<i>tax2</i>	0.127** (2.43)	0.130** (2.21)	0.232*** (2.75)
常数项	1.440*** (11.96)	1.256*** (7.16)	1.163*** (8.03)
<i>N</i>	397	242	267
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.401	0.496	0.498

注：括号内数据为 *t* 统计量；稳健性检验均采用 FE 估计。

## 五、机制检验

如理论部分所述,加强知识产权保护会对企业产生较强的技术创新激励,有利于促进清洁产品生产,并可能直接对雾霾污染预防和治理产生积极影响,从而最终降低雾霾污染程度。因此,企业技术创新可能是知识产权保护减轻雾霾污染的一条重要作用路径。为检验企业技术创新在知识产权保护与雾霾污染减轻之间可能起到的中介作用,本文借鉴 Baron 和 Kenny (1986) 的中介效应模型 (Intermediary Effect Model) 构建方法,在前文方程 (1) 将被解释变量对解释变量回归的基础上,再将中介变量 (技术创新) 对解释变量进行回归,最后将被解释变量同时对中介变量和解释变量回归。据此,后两步需分别再建立如下两个模型:

$$innov_{it} = \beta_0 + \beta_1 ipprot_{it} + \sum_{k=2}^n \beta_k X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$lpm2.5_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 ipprot_{it} + \gamma_2 innov_{it} + \sum_{k=3}^n \gamma_k X_{it} + \theta_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,  $innov_{it}$  为企业技术创新,衡量各国企业创新能力,该指标数据仍源自《全球竞争力报告》<sup>①</sup>。其他变量或符号含义与前文一致。这一中介效应检验方法在刘长庚等 (2017) 相关研究中得到应用。

针对方程 (1) ~ 方程 (3) 的中介效应检验程序如图 2 所示。根据检验程序,需在前述基准回归估计系数  $\alpha_1$  的基础上,分别再对上述两式主要变量系数进行估计。

知识产权保护对企业技术创新能力的影响结果如表 6 模型 (1) 和模型 (2) 所示。由模型 (2) 回归结果可知,知识产权保护在 1% 的显著性水平上提升了企业技术创新能力。具体来看,控制变量不变时,知识产权保护水平每提高 1 个单位,平均可使得企业

<sup>①</sup> 该指标仍标准化为 1~7 不等程度计分,原始获取方式是世界经济论坛的高管意见调查 (Executive Opinion Survey)。

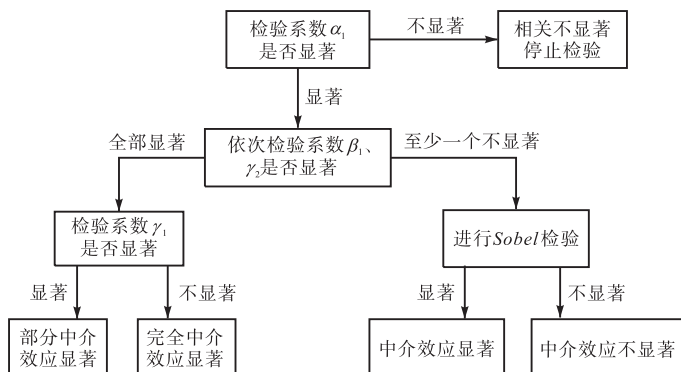


图2 中介效应检验程序

技术创新能力提升 0.450 个单位。从其他控制变量来看,经济增长对企业技术创新的影响为正,但影响均不够显著;工业发展影响为负,说明样本国家工业发展总体上并未呈现较强的技术进步导向;金融支持显著有利于企业创新,起到创新资金融通作用;FDI 相对指标表明其并未产生技术转移效应,不利于技术创新,绝对指标反映出积极效果但远远小于不利影响,说明潜在创新效果不是来自 FDI 技术转移效应,而是来自资本竞争效应(张磊等, 2018);市场化程度和企业研发投入水平的提升均显著促进企业技术创新。总之,知识产权保护能够增强企业技术创新能力的结论得到国际经验证据的支持。

进一步,模型(3)和模型(4)汇报了中介效应检验结果。其结果显示,知识产权保护和中介变量企业技术创新均显著降低了雾霾污染程度。根据图 2 中介效应检验程序、表 2 基准回归结果以及表 6 中介效应检验结果发现, $\alpha_1$ 、 $\beta_1$ 和 $\gamma_2$ 、 $\gamma_1$ 的估计系数均显著,说明企业技术创新在知识产权保护与雾霾污染减轻之间的中介机制成立,且为部分中介效应。在此基础上,本文利用 Mackinnon 等(1995)提出的中介效应占比计算方法对上述企业技术创新的部分中介效应进行测算:

$$\text{Intermediary Effect} = \gamma_2 \times \beta_1 / (\gamma_2 \times \beta_1 + \gamma_1)$$

根据这一中介效应算法和表 6 相关估计系数计算得到的企业技术创新的中介效应占比为 31.03%<sup>①</sup>。换句话说,知识产权保护的雾霾污染减轻效应有 31.03%的比例是通过促进企业技术创新这一中介机制实现的<sup>②</sup>。这一机制很容易理解,企业技术创新一方面有利于产品的清洁生产,减少污染排放,另一方面可以直接利用绿色技术进行雾霾污染防治,从而降低一国的雾霾污染程度。总的来看,技术创新中介效应分析为各国积极抗霾进一步明确了努力方向。

①  $(-0.036 \times 0.450) \div [(-0.036 \times 0.450) + (-0.036)]$ 。

② 额外的 68.97%需由技术创新之外的其他机制解释。对于知识产权保护能够减轻雾霾污染的其他机制分析,仍有待进一步研究。感谢匿名审稿专家指出这一点。

表 6 知识产权保护减轻雾霾污染的中介机制：技术创新

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>innov</i>	<i>innov</i>	<i>lpm2.5</i>	<i>lpm2.5</i>
	RE	FE	RE	FE
<i>ipprotec</i>	0.202*** (5.79)	0.450*** (7.12)	-0.038** (-2.16)	-0.036** (-2.16)
<i>innov</i>			-0.038*** (-2.62)	-0.036** (-2.53)
<i>gdprate</i>	0.007 (1.22)	0.003 (0.55)	-0.003* (-1.93)	-0.003* (-1.86)
<i>manu</i>	-0.003 (-0.71)	-0.067*** (-5.38)	0.017*** (5.27)	0.017*** (5.23)
<i>save</i>	0.003 (0.75)	0.018*** (3.37)	-0.003** (-2.26)	-0.004*** (-2.78)
<i>fditech</i>	-0.347*** (-8.17)	-0.624*** (-9.91)	0.076*** (4.04)	0.083*** (4.61)
<i>lfdi</i>	0.022 (1.61)	0.010 (0.49)	0.013*** (2.62)	0.011** (2.27)
<i>market</i>	0.105* (1.86)	0.314*** (4.63)	0.100*** (5.46)	0.100*** (5.76)
<i>rd</i>	0.706*** (15.14)	0.839*** (9.90)	-0.031 (-1.25)	-0.048** (-1.99)****
<i>tax1</i>	0.064** (1.99)	0.037 (0.41)	0.020 (0.88)	0.005 (0.23)
<i>tax2</i>	-0.126** (-2.02)	-0.263 (-1.26)	0.120** (2.29)	0.134** (2.59)
常数项	1.467*** (6.05)	1.941*** (3.95)	1.201*** (8.36)	1.252*** (10.02)
<i>N</i>	375	375	375	375
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.565	0.631	0.481	0.484

## 六、结论及启示

长期以来,环境污染问题是多个学科研究的热点。目前从知识产权保护等制度视角分析雾霾污染问题的研究以及关于雾霾污染的跨国经验分析都十分少见。本文利用跨国面板数据分析了知识产权保护减轻雾霾污染的效应,区分对不同经济发展水平国家影响的异质性,并检验技术创新的中介效应,进一步丰富了相关领域文献。

本文的经验分析主要得出以下结论:(1)平均来看,知识产权保护对各国减轻雾霾污染产生了显著的积极作用。异质性分析进一步表明,在经济发展水平相对较低的发展中国家,其知识产权保护改善雾霾污染的效果更显著,具有明显的后发优势和更大的潜力。其可能的原因是,发达国家经济结构总体较清洁,环境规制和排放标准相对较



严,本身污染程度较低,而发展中国家污染密集型工业仍占较大比重,雾霾防治的努力空间还较大。基准回归结果的内生性分析表明,知识产权保护减轻雾霾污染具有一定的滞后驱动效应,解释变量滞后回归、工具变量回归以及不考虑开放可能带来的技术转移、利用 OECD 国家样本和未实施碳税政策国家样本回归均验证了结论的稳健性。(2)中介效应检验表明,“知识产权保护—企业技术创新—雾霾污染减轻”的理论推断得到经验证据支持。各国知识产权保护显著促进了企业技术创新,进而能使雾霾污染程度降低。技术创新有利于企业实现绿色生产,更有利于雾霾污染的直接防治。知识产权保护为推动企业技术创新、减轻雾霾污染提供了重要的制度性保障。

本文研究结论为各国减轻雾霾污染、改善环境质量提供了有益启示。各国在进行雾霾污染防治过程中,要注重发挥知识产权保护的制度功能。特别是发展基础较差、环境挑战较严峻的国家和地区更应强化知识产权保护和促进企业技术创新,以获取更大的环境质量收益。以技术创新促进清洁生产和污染防治,是改善雾霾污染的直接有效措施,但不可忽视对新技术的知识产权保护,真正让经济制度为环境污染防治提供根本保障。此外,推动全球生态治理和实现经济绿色发展,需要世界各国的共同努力。发达国家企业在产业转移过程中应对发展中国家进行适当慷慨的技术转移,而不应进行直接的污染转移;发展中国家要积极借鉴发达国家的经验和先进技术,为全球大气污染治理做出更大努力。

值得一提的是,本文尽管从制度视角为回答知识产权保护与雾霾污染减轻关系做了初步探索,为正面抗击雾霾污染提供了经验证据支持,但在机制分析方面仍然存在一定的可拓展空间,尤其是在微观层面数据更具可得性的未来,还可从企业层面提供更多相关影响机制的微观经验证据。

### 参考文献

- [1] 蔡虹,吴凯,蒋仁爱.中国最优知识产权保护强度的实证研究[J].科学学研究,2014(9):1339-1346.
- [2] 陈国宏,郭弢.我国FDI、知识产权保护与自主创新能力关系实证研究[J].中国工业经济,2008(4):25-33.
- [3] 董敏杰,李钢,梁泳梅.中国工业环境全要素生产率的来源分解——基于要素投入与污染治理的分析[J].数量经济技术经济研究,2012(2):3-20.
- [4] 葛鹏飞,黄秀路,韩先锋.创新驱动与“一带一路”绿色全要素生产率提升——基于新经济增长模型的异质性创新分析[J].经济科学,2018(1):37-51.
- [5] 顾振华,沈瑶.知识产权保护、技术创新与技术转移——基于全球价值链分工的视角[J].国际贸易问题,2015(3):86-97+176.
- [6] 郭春野,庄子银.知识产权保护与“南方”国家的自主创新激励[J].经济研究,2012(9):32-45.

- [7] 胡立君, 郑玉. 知识产权保护、FDI 技术溢出与企业创新绩效[J]. 审计与经济研究, 2014(5): 105-112.
- [8] 黄寿峰. 财政分权对中国雾霾影响的研究[J]. 世界经济, 2017(2): 127-152.
- [9] 金培振, 张亚斌, 彭星. 技术进步在二氧化碳减排中的双刃效应——基于中国工业 35 个行业的经验证据[J]. 科学学研究, 2014(5): 706-716.
- [10] 康雨. 贸易开放程度对雾霾的影响分析——基于中国省级面板数据的空间计量研究[J]. 经济科学, 2016(1): 114-125.
- [11] 冷艳丽, 杜思正. 能源价格扭曲与雾霾污染——中国的经验证据[J]. 产业经济研究, 2016(1): 71-79.
- [12] 冷艳丽, 冼国明, 杜思正. 外商直接投资与雾霾污染——基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 国际贸易问题, 2015(12): 74-84.
- [13] 李平, 宫旭红, 齐丹丹. 中国最优知识产权保护区间研究——基于自主研发及国际技术引进的视角[J]. 南开经济研究, 2013(3): 123-138.
- [14] 李巍, 郝永勤. 创新驱动低碳发展了吗?——基础异质和环境规制双重视角下的实证研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2017(5): 14-26.
- [15] 刘宪. 中国经济增长的产业逻辑及当前阶段的战略选择——基于长期消费需求的视角[J]. 消费经济, 2020(2): 20-28.
- [16] 刘思明, 侯鹏, 赵彦云. 知识产权保护与中国工业创新能力——来自省级大中型工业企业面板数据的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2015(3): 40-57.
- [17] 刘长庚, 张磊, 韩雷. 中国电商经济发展的消费效应研究[J]. 经济理论与经济管理, 2017(11): 5-18.
- [18] 马丽梅, 刘生龙, 张晓. 能源结构、交通模式与雾霾污染——基于空间计量模型的研究[J]. 财贸经济, 2016(1): 147-160.
- [19] 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(9): 73-88.
- [20] 申萌, 李凯杰, 曲如晓. 技术进步、经济增长与二氧化碳排放: 理论和经验研究[J]. 世界经济, 2012(7): 83-100.
- [21] 王华. 更严厉的知识产权保护制度有利于技术创新吗?[J]. 经济研究, 2011(S2): 124-135.
- [22] 王会, 王奇. 中国城镇化与环境污染排放: 基于投入产出的分析[J]. 中国人口科学, 2011(5): 57-66, 111-112.
- [23] 王书斌, 徐盈之. 环境规制与雾霾脱钩效应——基于企业投资偏好的视角[J]. 中国工业经济, 2015(4): 18-30.
- [24] 吴超鹏, 唐菂. 知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效——来自中国上市公司的证据[J]. 经济研究, 2016(11): 125-139.
- [25] 席鹏辉. 财政激励、环境偏好与垂直式环境管理——纳税大户议价能力的视角[J]. 中国工业

- 经济, 2017(11): 100-117.
- [26] 严雅雪, 齐绍洲. 外商直接投资与中国雾霾污染[J]. 统计研究, 2017(5): 69-81.
- [27] 尹志锋, 叶静怡, 黄阳华, 秦雪征. 知识产权保护与企业创新: 传导机制及其检验[J]. 世界经济, 2013(12): 111-129.
- [28] 原毅军, 谢荣辉. 产业集聚、技术创新与环境污染的内在联系[J]. 科学学研究, 2015(9): 1340-1347.
- [29] 张可, 汪东芳. 经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出[J]. 中国工业经济, 2014(6): 70-82.
- [30] 张磊, 韩雷, 叶金珍. 外商直接投资与雾霾污染: 一个跨国经验研究[J]. 经济评论, 2018(6): 69-85.
- [31] 周力, 李静. 外商直接投资与 PM<sub>2.5</sub> 空气污染——基于中国数据的“污染避难所”假说再检验[J]. 国际经贸探索, 2015(12): 98-111.
- [32] 周云波, 张敬文. 经理人股权激励可以提升企业价值吗? ——来自中国 A 股上市公司的证据[J]. 消费经济, 2020(1): 26-34.
- [33] Acemoglu D., Aghion P., Bursztyn L., et al. The Environment and Directed Technical Change[J]. American Economic Review, 2012, 102(1): 131-66.
- [34] Allred B. B., Park W. G. Patent Rights and Innovative Activity: Evidence from National and Firm-level Data[J]. Journal of International Business Studies, 2007, 38(6): 878-900.
- [35] Baron R. M., Kenny D. A. The Moderator-mediator Variable Distinction in Social Psychological Research: Conceptual, Strategic, and Statistical Considerations[J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1986, 51(6): 1173-82.
- [36] Brüggemann J., Crosetto P., Meub L., et al. Intellectual Property Rights Hinder Sequential Innovation: Experimental Evidence[J]. Research Policy, 2016, 45(10): 2054-68.
- [37] Canals C., Sener F. Offshoring and Intellectual Property Rights Reform[J]. Journal of Development Economics, 2014(108): 17-31.
- [38] Chu A. C., Cozzi G., Galli S. Stage-dependent Intellectual Property Rights[J]. Journal of Development Economics, 2014(106): 239-49.
- [39] Gangopadhyay K., Mondal D. Does Stronger Protection of Intellectual Property Stimulate Innovation?[J]. Economics Letters, 2012, 116(1): 0-82.
- [40] Ginarte J. C., Park W. G. Determinants of Patent Rights: A Cross-national Study[J]. Research Policy, 1997, 26(3): 283-301.
- [41] Grossman G. M., Krueger A. B. Economic Growth and the Environment[J]. Quarterly Journal of Economics, 1995(110): 353-77.
- [42] Hsu A., Emerson J., Levy M., et al. The 2016 Environmental Performance Index[R]. New Haven: Yale Center for Environmental Law and Policy, 2016.
- [43] Mackinnon D. P., Warsi G., Dwyer J. H. A Simulation Study of Mediated Effect Measures[J].

Multivariate Behavioral Research, 1995, 30(1): 41.

- [44] Shen X., Lin B. Abatement Efforts, Technological Progress, and Pollution Control in China's Industrial Sector[J]. Emerging Markets Finance and Trade, 2017, 53(6): 1337-51.

## The Haze Pollution Mitigation Effect of Intellectual Property Protection and Its Technological Innovation Mechanism Test

Zhang Lei<sup>1</sup>, Xu Ming<sup>2</sup> and Yang Zhen<sup>3</sup>

(1. Business School, Centre for Studies on Socialist Economic Theory, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China; 2. Institute of Industrial Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100044, China; 3. School of Economics and Management, Technical Innovation Research Center, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** It is of great significance to provide empirical evidence for the positive fight against haze pollution from the perspective of intellectual property protection system. Based on panel data from 55 countries, this paper analyzes the relationship between intellectual property protection and haze pollution, which makes up for the lack of transnational empirical research. The study found that the improvement of the level of intellectual property protection is generally conducive to reducing haze pollution, and for every unit of increase in the level of intellectual property protection, the concentration of haze pollution decreases by 5.2%; Compared with developed countries, developing countries with relatively low level of economic development have a greater reduction effect in haze pollution by strengthening intellectual property protection; Intermediary effect inspection found that intellectual property protection significantly reduces haze pollution by promoting technological innovation of enterprises, and technological innovation accounts for 31.03% of the total reduction effect of haze pollution under intellectual property protection. To promote global ecological governance and realize green development, we need to give full play to the institutional guarantee function of intellectual property protection, promote technological innovation of enterprises, and further improve global environmental quality.

**Keywords:** Intellectual Property Protection; Haze Pollution; Technological Innovation; Intermediary Effect

**JEL Classification:** O34 Q53 Q55