公众投诉、环境规制对工业技术创新的影响研究

胡逸群[1,2]，赵莉[2*]，杨昌龙[1]

[1. 中国石油大学（北京）克拉玛依校区工商管理学院，新疆克拉玛依 834000；2. 中国矿业大学经济管理学院，江苏徐州 221116]

【摘　要】 在碳达峰碳中和背景下，工业如何实现环保、科技与经济的共同进步已成为中国亟待解决的难题。本文基于中国工业2008—2018年的省级面板数据，建立动态面板模型，采用系统广义矩（GMM）估计方法，对现代环境治理体系中公众投诉、环境规制及工业技术创新三者的关系进行了探讨。结果表明：①公众投诉、环境规制成为直接推动工业技术创新产出的重要因素；②环境规制在公众投诉影响工业技术创新产出的过程中发挥着部分中介作用；③产业集聚强化了公众投诉对工业技术创新的促进作用。因此，完善公众投诉制度、提升公众环保意识、加强环境规制强度、优化政策支持及提升产业集聚程度，对于工业实现经济绩效与环境绩效的双赢具有重要意义。

【关键词】 公众投诉；环境规制；产业集聚；创新投入；创新产出

【中图分类号】X322；F425；F273.1　　【文章编号】1674-6252（2022）03-0105-08

【文献标识码】A　　【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2022.03.105

引言

过去几十年，我国工业走了一条重经济、轻环保的发展之路。在实现经济高速增长的同时，给自然环境带来了极大的压力。“水十条”“土十条”“大气十条”，以及排污许可制度的实施与推动，表明了我国政府整治环境污染问题的决心。而工业若想从根本上解决环境污染问题，提升技术创新能力是关键[1]。“波特假说”认为，严格而有效的环境规制能引导企业自发地进行创新活动，创新能力的提升不仅能够增强企业的竞争力，还能够增加经济效益，从而实现环境效益与经济效益的“双赢”[2,3]。但仅靠政府单方面的环境管理可能存在政府失灵的问题[4]，因此，公众参与在环境保护方面的重要性逐渐被各界认知[5]。从2012年原环境保护部建立12369环保举报热线，到2015年新修订的《环境保护法》中增加“信息公开和公众参与”专章，表明政府、公众、企业等主体构成的多元环境治理体系逐步受到政府的重视。现代化环境治理体系是以多元共治、公众参与为理念，构建以政府、公众、企业为主体，以环境质量改善为目标的环境治理体系。现代化环境治理体系的构建，意味着企业面临的环保约束由单一的政府约束转换为政府与公众的双重约束。那么值得深思的是，面对政府和公众双重约束的工业能否实现环保、科技与经济的共同进步？

因此，本文基于“政府—公众—企业”构成的现代化环境治理体系，结合我国国情，探究公众环境治理投诉、政府环境规制和工业技术创新三者之间的关系。在分别研究公众投诉、环境规制对技术创新直接影响的基础上，探究环境规制在公众投诉影响技术创新过程中的中介作用，并深入分析随着产业集聚的加入，公众投诉、环境规制对工业技术创新的影响趋势，从而为正确引导公众参与环境治理、实现工业经济绩效与环境绩效的双赢提出针对性的对策建议。

1 文献综述

1.1 公众投诉和技术创新

新制度主义认为企业在面临公众施加的社会压力时，会迫于道德驱使提高合法性[6]。因此，公众是约束企业行为的重要因素之一[7]。在环境治理方面，由于信息成本和双方博弈，使得政府和企业之间存在信息不对称问题[8]，导致政府对企业污染行为监管是不完全和滞后的。而公众具有数量多、灵活性强的特点，且随着环境问题日益凸显公众保障自身环境利益的意识也在逐步加强，因此公众环境参与是改善政府单方面管理信息不对称的有效手段之一[9]。公众投诉

资助项目：国家自然科学基金面上项目“环保压力下企业可持续环境行为实现机理和对策——基于路径依赖、聚焦感知和环保意愿”（72172147）；中央高校基本科研业务费项目“利益相关者视角下公众压力对企业环境行为的影响机理研究”。

作者简介：胡逸群（1995—），女，助教，主要研究方向为环境管理和技术创新管理，E-mail：huyiqun@cupk.edu.cn。

*** 责任作者：**赵莉（1984—），女，副教授，主要研究方向为环境管理、技术创新管理、知识管理，E-mail：zhaoliwrc@163.com。

是公众通过多种渠道获取企业环境违法信息，通过信访、申诉、投诉等方式向政府反映或举报的行为。但公众投诉能否促进工业技术创新，学者研究相对较少且观点不一。Li 等 [10]、张国兴等 [11]、Zhao 等 [12] 认为，公众投诉行为能够迫使企业进行绿色技术创新，从而实现清洁生产，改善周边环境质量；然而，黄清煌等 [13]、游达明等 [14] 则持相反观点，认为由于我国公众参与制度起步较晚，公众尚不能正确参与到环境治理过程中，过度举报等行为抑制了企业创新积极性。

1.2 环境规制和技术创新

环境规制是政府以保护环境为目的制定的相关环境法规和政策，旨在引导市场主体做出改善环境的决策，在提升整体经济效益的同时减少污染物排放，实现环境可持续发展的目标 [15]。有关环境规制与技术创新的研究，可追溯至 20 世纪 70 年代，美国经济学家 Weitzman 在 1974 年通过理论分析，认为与政府的指挥控制手段相比，税收等市场制度更能够促进企业进行技术创新 [16]。直到 Porter 和 Vander Linden 提出“波特假说”后，才有学者针对环境规制与技术创新的关系进行实证研究。在已有的大量研究中，环境规制对技术创新的影响主要表现为三方面观点。第一，环境规制促进技术创新。Hojnik 和 Ruzzier[17]、李广培等 [18] 主要基于“波特假说”理论，认为企业随着政策的引导加强技术研发，可实现资源利用率的提升、产品性能的增强、生产排污的达标等目标，从而提升企业的竞争优势。在这个过程中，创新收入大于创新成本，产生“创新补偿”效应，实现了环保与经济的“双赢”目标。第二，环境规制抑制技术创新。Yuan 和 Xiang[19]、袁宝龙 [20] 主要基于新古典经济理论，认为企业为实现环保达标，需投入大量的成本，而环保成本则挤占了原有的创新投入，那么企业必须对现有工艺进行调整，最终影响了企业生产效率及创新进度，产生了“遵循成本”效应。第三，环境规制对技术创新的影响是不确定的。“创新补偿”效应和“遵循成本”效应是非同步的，因此，有学者开始质疑环境规制与技术创新之间的静态关系。沈能等 [21] 认为，有关环境规制与技术创新之间的关系之所以不确定，是因为我国区域间差异较大，且制约二者关系的因素较多，因此可能存在着诸多“门槛”。该文首次利用门槛模型对环境规制与技术创新的关系进行了研究，研究结果显示环境规制与技术创新呈 U 形动态关系。随后也有大量学者对于环境规制与技术创新之间的动态关系进行了研究，如谢靖等 [22] 均验证了环境规制与技术创新之间存在着 U 形动态关系。然而也有学者持不同观点，如钟念等 [23] 认为环境规制与制造业技术创新水平的关系呈现显著的倒 U 形关系。

1.3 环境规制的中介作用

公民社会理论主张研究社会问题时应从国家、经济、社会公民三方面进行系统分析，即应同时考虑政府、企业和公众三个主体 [24]。因此，在研究环境治理问题时，应将政府、公众和企业三个主体同时纳入研究框架中，探究三者间的互动机制。在现代化环境治理体系中，政府主要通过环境规制对企业的行为进行约束。而公众一方面以投诉的参与行为驱动企业实现环境合规，从而对企业的行为产生直接约束；另一方面通过公众投诉等拓宽了政府获取相关信息的渠道，影响政府环境规制强度从而间接影响企业生产行为。Wang 和 Di[25]、Liao[26] 发现当地公民的信访行为可显著提升地方政府对企业的环境规制强度，从而对当地绿色投资产生间接的促进作用。

1.4 产业集聚的调节作用

产业转型升级加速了工业集聚程度，为进一步提升竞争优势，企业不再以“点”的形式存在，而是加强集聚程度形成“线”或“面”，实现产业集聚 [27]。有大量的理论与实证研究显示，产业集聚有助于知识溢出效应和技术溢出效应的产生，能够加速集聚区域内企业间的学习、吸收和转化，对产业成长和产业竞争优势发挥着积极作用。因此，当企业面临严格的环保约束时，可向集聚区内环保达标企业进行知识、技术和经验学习，从而降低环保成本，减少对研发经费的挤出。Peng[28] 发现产业集聚的技术溢出效应可缓解环保成本对研发投入产生的“挤出效应”，因此产业集聚在环境规制影响工业绿色产品创新的过程中发挥着积极的调节作用，即当工业企业面临公众或政府形成的环保压力时，产业集聚产生的溢出效应有利于企业进行技术创新，使企业更好地兼顾环境绩效和经济绩效。

综上所述，有关环境规制与技术创新的关系虽已有大量研究，但关于公众投诉对技术创新影响的研究较少，未深入探讨环境规制在公众投诉影响技术创新过程中的中介作用，且较少考虑产业集聚背景。因此，本文基于“政府—公众—企业”三个主体构建的现代化环境治理体系，研究公众参与中的公众投诉行为，建立公众投诉、环境规制与技术创新的动态面板模型，以中国工业 2008—2018 年省级面板数据为基础，分析产业集聚背景下公众投诉、环境规制与工

业技术创新的动态影响关系。产业集聚背景下公众投诉、环境规制与工业技术创新的关系如图 1 所示。

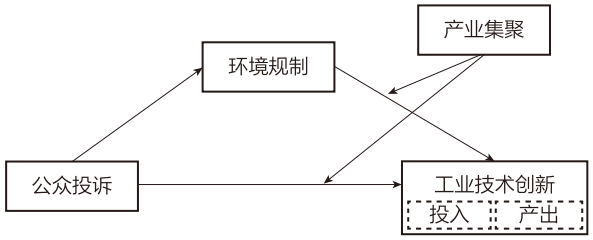

图1　产业集聚背景下公众投诉、环境规制与工业技术创新关系

2 研究设计与方法

2.1 变量说明

（1）工业技术创新。在以往的研究中，学者们多将技术创新分为创新投入及创新产出两个维度，且多以研究与发展经费投入作为创新投入的测量指标，以专利数或新产品销售收入作为创新产出的测量指标。专利是测量创新产出的重要测度指标，但因其在国内外界定差异较大，且新产品销售收入不仅能够反映新产品在市场中被消费者接受的程度，还能客观地反映出新技术在市场中的价值 [29]。因此，本文将技术创新分为创新投入（II）及创新产出（IO）两个维度，并参照王莉静和王庆玲 [30] 的观点选用研究与发展经费内部支出衡量创新投入，选用新产品销售收入衡量创新产出。

（2）公众投诉强度（PPI）。本文参考 Fu 和 Geng[31] 的观点，选用与环境相关的投诉举报与信访数量作为公众投诉强度的测量指标。数量越多则反映该地区公众投诉强度越高，公众参与环境保护的程度越高。

（3）环境规制强度（ERI）。有关环境规制强度的评价指标主要集中于污染物排放、污染治理投入、污染治理效果和环境规制强度综合指数四个方面。本文基于傅京燕和赵春梅 [32] 的方法，结合工业污染物排放和污染治理投入两个方面，构建环境规制强度综合指数评价环境规制强度。选用各地区工业废气治理设施本年度运行费用和工业 SO_2 排放量的比值、工业废气治理设施本年度运行费用和工业烟 / 粉尘排放量的比值、工业废水治理设施本年度运行费用和工业废水排放量的比值、固体废弃物综合利用率四个指标。具体计算过程为：首先，对指标进行归一化处理；其次，选取工业 SO_2 排放量、工业烟 / 粉尘排放量、工业废水排放量、固体废弃物产生量，利用熵值法计算权重，计算结果如表 1 所示；最后，结合归一化的指标和权重计算各地区环境规制强度。

表1　环境规制强度综合指数权重计算结果

指标	工业 SO_2 排放量	工业烟 / 粉尘排放量	工业废水排放量	固体废弃物产生量
权重（W）	0.070	0.083	0.127	0.720

（4）产业集聚（IA）。本文研究对象为工业，因此参考 Silvestredos 和 Dalcol[33]、周小柯等 [34] 的方法，选取区位熵指数，即地区专业化指数衡量各地区工业的相对集聚程度。具体计算公式为：$LQ_{it}=\frac{x_{it}/X_t}{q_{it}/Q_t}$，其中，$i$ 表示省份；t 表示年份；LQ 表示区域熵值；x 表示省份工业主营业务收入；X 表示全国工业主营业务总收入；q 表示省份地区生产总值；Q 表示全国的国内生产总值。

（5）控制变量。本文选取的控制变量包括工业所有制结构、地区经济发展水平和外商直接投资。其中，所有制结构（OS）选用国有资产比重来衡量；地区经济发展水平（GDP）选用地区生产总值来衡量；外商直接投资（FDI）选用实际利用外商资本金来衡量。

各变量衡量指标见表 2。

表2　各变量的衡量指标

变量	衡量指标	单位	数据来源
创新投入（II）	研究与发展经费内部支出	万元	《工业企业科技活动统计年鉴》
创新产出（IO）	新产品销售收入	万元	《工业企业科技活动统计年鉴》
公众投诉强度（PPI）	投诉举报与信访数	件	《中国环境年鉴》
环境规制强度（ERI）	综合指数	—	《中国环境统计年鉴》
产业集聚（IA）	区位熵指数	—	《中国统计年鉴》
所有制结构（OS）	国有资产比重 = 国有资产 / 工业总资产	百分比	《中国工业统计年鉴》
经济发展水平（GDP）	地区生产总值	亿元	《中国区域经济统计年鉴》
外商直接投资（FDI）	实际利用外商资本金	万元	《中国工业统计年鉴》

2.2 数据及模型设定

由于公众投诉强度的相关数据在 2008 年以前公布不全，且目前能查找到的关于环境规制强度的最新数据只公布至 2018 年，因此，本文选用 2008—2018 年我国工业省级面板数据。此外，又由于西藏自治区的数据缺失，本文将其剔除，数据也未包括中国港澳台地区。考虑到技术创新的惯性和连续性，在探究对创新投入及创新产出的影响时，将二者的滞后一期也作为解释变量引入模型中。因此本文建立动态面板

模型，选用系统广义矩估计（Generalized Method of Moments，GMM）方法进行实证检验。

本文的回归模型如下：

（1）以创新投入为被解释变量：

$$II_{it}=\beta_0+\beta_1 II_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$II_{it}=\beta_0+\beta_1 II_{it-1}+\beta_2 ERI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (2)$$

为探究公众投诉、环境规制对工业技术创新的传导机制，本文将分析环境规制的中介效应和产业集聚的调节作用。因此，在公式（1）的基础上，参照温忠麟和叶宝娟[35]提出的中介效应检验方法和调节效应检验思路，构建以下模型：

$$ERI_{it}=\beta_0+\beta_1 ERI_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$II_{it}=\beta_0+\beta_1 II_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 ERI_{it}+\beta_4 GDP_{it}+\beta_5 FDI_{it}+\beta_6 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (4)$$

$$II_{it}=\beta_0+\beta_1 II_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 IA_{it}+\beta_4 PPI_{it}\times IA_{it}+\beta_5 GDP_{it}+\beta_6 FDI_{it}+\beta_7 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$II_{it}=\beta_0+\beta_1 II_{it-1}+\beta_2 ERI_{it}+\beta_3 IA_{it}+\beta_4 ERI_{it}\times IA_{it}+\beta_5 GDP_{it}+\beta_6 FDI_{it}+\beta_7 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (6)$$

（2）以创新产出为被解释变量：

$$IO_{it}=\beta_0+\beta_1 IO_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$IO_{it}=\beta_0+\beta_1 IO_{it-1}+\beta_2 ERI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (8)$$

$$ERI_{it}=\beta_0+\beta_1 ERI_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 GDP_{it}+\beta_4 FDI_{it}+\beta_5 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (9)$$

$$IO_{it}=\beta_0+\beta_1 IO_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 ERI_{it}+\beta_4 GDP_{it}+\beta_5 FDI_{it}+\beta_6 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$IO_{it}=\beta_0+\beta_1 IO_{it-1}+\beta_2 PPI_{it}+\beta_3 IA_{it}+\beta_4 PPI_{it}\times IA_{it}+\beta_5 GDP_{it}+\beta_6 FDI_{it}+\beta_7 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$IO_{it}=\beta_0+\beta_1 IO_{it-1}+\beta_2 ERI_{it}+\beta_3 IA_{it}+\beta_4 ERI_{it}\times IA_{it}+\beta_5 GDP_{it}+\beta_6 FDI_{it}+\beta_7 OS_{it}+\upsilon_i+\gamma_t+\varepsilon_{it} \quad (12)$$

以创新产出为解释变量的模型构建思路与以创新投入为解释变量一致，因此不再赘述。

其中，i 表示省份；t 表示年份；II、IO 分别表示工业的创新投入、创新产出，为被解释变量；PPI 表示公众投诉强度，为解释变量；ERI 表示环境规制强度，为解释变量和中介变量；IA 表示产业集聚程度，为调节变量；GDP、FDI、OS 分别表示经济发展水平、外商直接投资及所有制结构，为控制变量；υ、γ 分别表示地区和时间的固定效应；ε 表示随机扰动项。

3 实证分析

本文实证研究主要解决三个问题：第一，公众投诉、环境规制对工业技术创新的直接影响［模型（1）、模型（2）］；第二，环境规制的中介作用，即环境规制在公众投诉影响工业技术创新的过程中是否发挥中介作用［模型（1）、模型（3）、模型（4）］；第三，产业集聚的调节作用，即随着产业集聚的加入，公众投诉和环境规制对工业技术创新的影响会发生何种变化［模型（5）、模型（6）］。因此，为检验模型的稳健性及解决三个主要问题，本文对 6 个模型进行检验。

为防止数据单位不同带来的误差，本文对所有数据均进行无量纲化处理。由于引入被解释变量的滞后一期，为防止内生性问题，本文采用系统 GMM 估计对动态面板模型进行实证分析检验。从 AR（2）检验和 Sargan 检验 P 值均大于 0.1，可以看出，模型均符合 GMM 估计有效性的假定。

3.1 公众投诉、环境规制与工业技术创新投入

3.1.1 公众投诉、环境规制对创新投入的直接影响

从表 3 的模型（1）可知，公众投诉强度的系数显著且为正（β_1 =0.032，$P<0.1$），说明公众在环境治理方面的投诉举报行为能够对工业技术创新投入产生正向的激励作用，但效果较为微弱，公众投诉强度每增加 1 个单位，创新投入仅增加 0.032 个单位。而模型（2）显示，环境规制强度系数虽为正数，但未通过显著性检验（β_1 =0.008，$P>0.1$），说明由政府主导的环境规制尚未能够有效促进工业技术创新投入。此外，从控制变量的检验结果可知，地区经济发展水平和外商直接投资能够有效地促进工业技术创新投入。

3.1.2 环境规制的中介作用

基于中介效应检验的思路可知，模型（1）公众投诉强度回归系数通过显著性检验，可进行下一步；模型（3）公众投诉强度回归系数通过显著性检验；模型（4）环境规制强度未通过显著性检验，则进行 sobel 检验，经检验 P 值为 0.087，未通过显著性检验，可知环境规制在公众投诉影响创新投入的过程中未发

挥中介作用。但从模型（3）公众投诉回归系数可知，公众投诉举报行为可对政府环境规制强度发挥较为微弱的促进作用。

3.1.3 产业集聚的调节作用

表 3 模型（5）主要检验在公众投诉正向影响工业创新投入过程中产业集聚的调节作用。基于检验结果可知，公众投诉强度和产业集聚交互项的回归系数显著为正（β_4 =0.229，$P < 0.001$），表明产业集聚在公众投诉与工业技术创新投入之间发挥着正向调节作用，即随着产业集聚的增强，公众投诉强度对工业技术创新投入的激励效果越好。由于模型（2）中环境规制对工业技术创新投入直接影响不显著，故不再讨论产业集聚在该过程中的调节作用。

3.2 公众投诉、环境规制与工业技术创新产出

3.2.1 公众投诉、环境规制对创新产出的直接影响

表 4 模型（1）检验结果说明，公众投诉能够有效激励工业技术创新产出，且与表 3 模型（1）结果相比可知，与促进创新投入的程度相比，公众投诉对创新产出的促进作用更加明显。由此可见，当工业面临公众投诉压力时，更加愿意选择从产品中做出反应，从而获取更多有环保偏好的消费者和营业收入。此外，从模型（2）环境规制强度系数显著为正可知，环境规制同样能够对创新产出发挥正向激励作用。

3.2.2 环境规制的中介作用

基于中介效应检验流程，从模型（1）公众投诉强度系数、模型（3）公众投诉强度系数、模型（4）公众投诉强度和环境规制强度系数均显著可知，环境规制在公众约束影响工业创新产出的过程中发挥着中介作用，且是部分中介作用。进一步根据中介效应计算公式可得，环境规制发挥的中介效应为：0.033 × 0.004/（0.033 × 0.004+0.125）=1.05%。可见，公众投诉在影响工业技术创新产出的过程中有 1.05% 是通过环境规制强度间接影响的。

3.2.3 产业集聚的调节作用

从表 4 模型（5）可知，产业集聚在公众投诉影响创新产出的过程中同样发挥着正向调节作用，且交互项的系数为 0.395，高于表 3 模型（5）交互项的系数，说明产业集聚程度对创新产出的正向调节更加突出，而在环境规制影响创新产出的过程中则不显著。

根据表 3、表 4 中被解释变量滞后一期的系数均显著为正，说明创新投入、创新产出和环境规制强度的增加是一个逐步递增的过程，同时也体现本文采用动态面板模型的合理性。此外，本文将工业技术创新分为创新投入和创新产出，从两个维度的检验结果可知，主要变量系数的正负及显著性基本未发生明显变化，说明数据回归估计具有较好的稳定性。

表 3　以创新投入为被解释变量的检验结果

被解释变量 模型	II （1）	II （2）	ERI （3）	II （4）	II （5）	II （6）
PPI	0.032* （1.75）	—	0.004** （2.05）	0.031 （1.40）	0.091** （2.30）	—
ERI	—	0.008 （1.15）	—	0.010 （1.35）	—	0.023 （1.32）
IA	—	—	—	—	−0.008 （−1.32）	−0.025 （−1.55）
ERI × IA	—	—	—	—	—	0.057** （2.18）
PPI × IA	—	—	—	—	0.229*** （2.72）	—
GDP	0.089*** （3.53）	0.095*** （3.93）	−0.072 （−1.60）	0.099*** （4.38）	0.095*** （4.43）	0.096*** （4.06）
FDI	0.032** （2.17）	0.034* （1.78）	0.136*** （2.83）	0.027** （2.11）	0.011 （0.77）	0.039 （1.52）
OS	−0.009*** （−3.06）	−0.006 （−0.87）	0.017 （0.81）	−0.006 （−1.34）	−0.004 （−1.24）	−0.005 （−1.58）
ERI_{t-1}	—	—	0.876*** （5.17）	—	—	—
II_{t-1}	0.869*** （7.07）	0.875*** （6.37）	—	0.086*** （7.63）	0.849*** （7.12）	0.868*** （9.97）
c	0.001 （0.17）	−0.005 （−0.87）	−0.009 （−0.32）	−0.007 （0.257）	−0.004 （0.308）	0.008 （0.78）
AR（2）	0.126	0.169	0.717	0.169	0.519	0.171
Sargan	0.674	0.292	0.136	0.292	0.121	0.146
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
省级固定效应	是	是	是	是	是	是

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著

4 结论与政策启示

技术创新作为工业企业乃至整个行业获取竞争优势的主要途径之一，一直备受关注。“双碳”目标愿景下，随着现代化环境治理体系日趋成熟，如何使工业企业实现环保、科技与经

表 4　以创新产出为被解释变量的检验结果

被解释变量 模型	IO （1）	IO （2）	ERI （3）	IO （4）	IO （5）	IO （6）
PPI	0.125*** （4.07）	—	0.004* （1.77）	0.127*** （4.20）	0.099 （0.84）	—
ERI	—	0.032** （2.25）	—	0.033** （2.39）	—	0.004 （0.16）
IA	—	—	—	—	−0.099 （−0.40）	−0.031 （−0.90）
ERI × IA	—	—	—	—	—	0.053 （0.94）
PPI × IA	—	—	—	—	0.395* （1.82）	—
GDP	0.197* （1.73）	0.231* （1.77）	−0.072 （−1.60）	0.210* （1.76）	0.194 （1.61）	0.215 （1.46）
FDI	0.077* （2.01）	0.086** （2.06）	0.136*** （2.83）	0.063** （2.02）	0.045 （1.38）	0.067 （0.82）
OS	−0.004 （−0.33）	0.007 （0.48）	0.017 （0.81）	0.006 （0.42）	−0.002 （−0.14）	0.004 （0.37）
ERI_{t-1}	—	—	0.876*** （5.17）	—	—	—
IO_{t-1}	0.543*** （2.99）	0.570*** （2.88）	—	0.525** （2.75）	0.538*** （2.91）	0.578** （2.66）
c	−0.013 （−1.14）	−0.034 （−1.38）	−0.009 （−0.32）	−0.034 （−1.50）	−0.006 （−0.62）	−0.013 （−0.78）
AR（2）	0.166	0.120	0.717	0.130	0.164	0.335
Sargan	0.674	0.567	0.136	0.680	0.726	0.573
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
省级固定效应	是	是	是	是	是	是

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 显著性水平下显著

济的共同进步，成为我国目前亟待解决的课题。本文通过我国工业 2008—2018 年省级层面的面板数据，建立动态面板模型，采用系统 GMM 估计对公众投诉、环境规制和工业技术创新的动态关系进行实证检验，得出以下主要结论：

（1）公众投诉、环境规制成为直接推动工业技术创新产出的重要因素。公众投诉对工业创新投入及创新产出均具有显著正向影响，但对创新产出的正向促进作用较大；环境规制仅对创新产出具有显著促进作用。随着《市场准入负面清单》《关于大力发展绿色流通的指导意见》《关于促进绿色消费的指导意见》等政策的颁布，为环保产品提供了市场机遇。产品流通的优化，政府对于绿色消费的倡导，既为工业的新产品提供了市场机遇，也提高了消费者对环保产品的购买意愿，为工业新产品销售收入的增长奠定了基础。当企业面临较强环境规制时，由于减排成本挤占研发经费，导致研发经费降低。但企业为实现环保达标，在研发经费被挤占的前提下加大研发投入，增加幅度则较不显著。因此，公众投诉和环境规制对于工业技术创新产出的影响更加明显。

（2）环境规制在公众投诉影响工业技术创新产出的过程中发挥着部分中介作用。公众投诉对创新产出的正向影响有 1.05% 是通过环境规制间接影响的。可见，在环境治理过程中，“政府—公众—企业”三个主体间可实现良性互动。政府为进一步推进环境保护工作应完善公众参与制度，公众通过多种渠道向政府反映工业企业的环境违规行为，不仅能够对工业企业施加环保压力，还能为政府环境监管提供更多信息，从而强化对工业技术创新产出的促进作用。以上说明多元环境治理体系的构建对于环保、科技和经济共同进步发挥着重要作用。

（3）产业集聚强化了公众投诉对工业技术创新的促进作用。产业集聚在公众投诉影响工业技术创新的过程中发挥着积极的调节作用。集聚区域内的溢出效应，为企业技术创新提供了便利性，从而进一步提升了企业技术创新的积极性。因此，在公众投诉的约束下，集聚区域内的企业更能兼顾自身经济与社会环境的协调发展。

基于以上实证研究结果，本文提出以下政策建议：第一，政府应进一步提高公众环保意识，呼吁更多公众参与环境治理。同时，应进一步完善公众参与奖惩制度，一方面通过奖励机制激发更多公众的参与意愿，另一方面通过惩罚机制引导公众通过正确且合理的方式参与环境治理工作。第二，政府应建立畅通的信息交流平台，并规范工业环保信息的公开制度，缓解政府、公众、企业三个主体间的信息不对称问题。第三，政府应加强环境监管力度，同时做好对工业企业的治污引导工作，给予一定的政府补助或融资等政策支持，缓解企业技术创新的资金困难，进一步促进企业技术创新实现绿色转型升级。第四，积极引入高质量的外资。由于技术溢出效应的存在，高质量的外资能够为本土企业带来先进的技术及管理理念，从而通过技术创新的提升增加本土工业的竞争力。在引入外资时注意考察其环境污染情况和技术先进性，防止成为“污染天堂”转移地。

参考文献

[1] HE Z X, SHEN W X, LI Q B, et al. Investigating external and internal pressures on corporate environmental behavior in papermaking enterprises of China[J]. Journal of cleaner production, 2018, 172: 1193-1211.

[2] PORTER M E. America's green strategy[J]. Scientific American, 1991, 264(4): 168.

[3] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of economic perspectives, 1995, 9(4): 97-118.

[4] HAFEZI M, ZOLFAGHARINIA H. Green product development and environmental performance: investigating the role of government regulations[J]. International journal of production economics, 2018, 204: 395-410.

[5] 郑思齐 , 万广华 , 孙伟增 , 等 . 公众诉求与城市环境治理 [J]. 管理世界 , 2013(6): 72-84.

[6] 董明 . 环境治理中的企业社会责任履行 : 现实逻辑与推进路径——一个新制度主义的解析 [J]. 浙江社会科学 , 2019(3): 60-73, 49-49.

[7] 姚鑫悦 , 兰岚 , 徐鹏 , 等 . 公众参与制度化解邻避冲突的有效性——基于“制度—行为”互动关系 [J]. 中国环境管理 , 2021, 13(4): 143-151.

[8] 臧传琴 , 刘岩 , 王凌 . 信息不对称条件下政府环境规制政策设计——基于博弈论的视角 [J]. 财经科学 , 2010(5): 63-69.

[9] GE T, HAO X L, LI J Y. Effects of public participation on environmental governance in China: a spatial Durbin econometric analysis[J]. Journal of cleaner production, 2021, 321: 129042.

[10] LI Q, LIU G Z, CAI B F, et al. Public awareness of the environmental impact and management of carbon dioxide capture, utilization and storage technology: the views of educated people in China[J]. Clean technologies and environmental policy, 2017, 19(8): 2041-2056.

[11] 张国兴 , 邓娜娜 , 管欣 , 等 . 公众环境监督行为、公众环境参与政策对工业污染治理效率的影响——基于中国省级面板数据的实证分析 [J]. 中国人口 · 资源与环境 , 2019, 29(1): 144-151.

[12] ZHAO L, ZHANG L, SUN J X, et al. Can public participation constraints promote green technological innovation of Chinese enterprises? The moderating role of government environmental regulatory enforcement[J]. Technological forecasting and social change, 2022, 174: 121198.

[13] 黄清煌 , 高明 , 吴玉 . 环境规制工具对中国经济增长的影响——基于环境分权的门槛效应分析 [J]. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2017, 19(3): 33-42.

[14] 游达明 , 蒋瑞琛 . 我国环境规制工具对技术创新的作用——基于 2005-2015 年面板数据的实证研究 [J]. 科技管理研究 , 2018, 38(15): 39-45.

[15] 蒋樟生 , 周洁 , 赵馨子 , 等 . 双重环境规制、创新开放度与制造企业创新投入 [J]. 中国环境管理 , 2021, 13(1): 128-135.

[16] WEITZMAN M L. Free access vs private ownership as alternative systems for managing common property[J]. Journal of economic theory, 1974, 8(2): 225-234.

[17] HOJNIK J, RUZZIER M. What drives eco-innovation? A review of an emerging literature[J]. Environmental innovation and societal transitions, 2016, 19: 31-41.

[18] 李广培 , 李艳歌 , 全佳敏 . 环境规制、R&D 投入与企业绿色技术创新能力 [J]. 科学学与科学技术管理 , 2018, 39(11): 61-73.

[19] YUAN, B L, XIANG Q L. Environmental regulation, industrial innovation and green development of Chinese manufacturing: based on an extended CDM model[J]. Journal of cleaner production, 2018, 176: 895-908.

[20] 袁宝龙 . 制度与技术双“解锁”是否驱动了中国制造业绿色发展 ?[J]. 中国人口 · 资源与环境 , 2018, 28(3): 117-127.

[21] 沈能 , 刘凤朝 . 高强度的环境规制真能促进技术创新吗? ——基于“波特假说”的再检验 [J]. 中国软科学 , 2011(4): 49-59.

[22] 谢靖 , 廖涵 . 技术创新视角下环境规制对出口质量的影响研究——基于制造业动态面板数据的实证分析 [J]. 中国软科学 , 2017(8): 55-64.

[23] 钟念 , 李廉水 , 刘军 . 环境规制对中国制造业技术创新的影响 [J]. 中国科技论坛 , 2017(5): 57-63.

[24] 张雁林 , 杜建国 , 金帅 . 企业环境污染治理中的三方博弈 [J]. 生态经济 , 2015, 31(4): 29-33.

[25] WANG H, DI W H. The Determinants of Government Environmental Performance: An Empirical Analysis of Chinese Townships[R]. Washington: The World Bank, 2002: 704-708.

[26] LIAO Z J. Environmental policy instruments, environmental innovation and the reputation of enterprises[J]. Journal of cleaner production, 2018, 171: 1111-1117.

[27] LI X H, XU Y Y, YAO X. Effects of industrial agglomeration on haze pollution: a Chinese city-level study[J]. Energy policy, 2021, 148: 111928.

[28] PENG H, SHEN N, YING H Q, et al. Can environmental regulation directly promote green innovation behavior?—Based on situation of industrial agglomeration[J]. Journal of cleaner production, 2021, 314: 128044.

[29] 苏屹 , 安晓丽 , 王心焕 , 等 . 人力资本投入对区域创新绩效的影响研究——基于知识产权保护制度门限回归 [J]. 科学学研究 , 2017, 35(5): 771-781.

[30] 王莉静 , 王庆玲 . 高技术产业技术引进消化吸收再创新分阶段投入与产出关系研究——基于分行业数据的实证研究 [J]. 中国软科学 , 2019(1): 184-192.

[31] FU J Y, GENG Y Y. Public participation, regulatory compliance and green development in China based on provincial panel data[J]. Journal of cleaner production, 2019, 230: 1344-1353.

[32] 傅京燕 , 赵春梅 . 环境规制会影响污染密集型行业出口贸易吗 ?——基于中国面板数据和贸易引力模型的分析 [J]. 经济学家 , 2014(2): 47-58.

[33] SILVESTRE B D S, DALCOL P R T. Geographical proximity and innovation: evidences from the Campos Basin oil & gas industrial agglomeration—Brazil[J]. Technovation, 2009, 29(8): 546-561.

[34] 周小柯 , 席艳玲 , 吉生保 . 产业集聚对经济增长的影响及其区域差异——基于中国制造业省级面板数据的经验证据 [J]. 管理现代化 , 2015, 35(1): 25-27.

[35] 温忠麟 , 叶宝娟 . 中介效应分析 : 方法和模型发展 [J]. 心理科学进展 , 2014, 22(5): 731-745.

(下转96页)

[24] KRUGMANPR.On the relationship between trade theory and location theory[J]. Review of international economics, 1993, 1(2): 110-122.
[25] DOUJM, HANX. How does the industry mobility affect pollution industry transfer in China: empirical test on pollution haven hypothesis and porter hypothesis[J]. Journal of cleaner production, 2019, 217: 105-115.
[26] 孙久文 , 张翱 . 论区域协调发展视角下“行政区经济”的演变 [J]. 区域经济评论 ,2020(06):25-29.
[27] 刘志彪 . 区域一体化发展的再思考——兼论促进长三角地区一体化发展的政策与手段 [J]. 南京师大学报 (社会科学版), 2014(6): 37-46.
[28] 王业强 , 魏后凯 . 产业特征、空间竞争与制造业地理集中——来自中国的经验证据 [J]. 管理世界 , 2007(4): 68-77.
[29] HAALANDJ I, KINDH J, HELENEK, et al. What Determines the Economic Geography of Europe?[R].London:CEPR, 1999.
[30] AMITIM.Specialization patterns in Europe[J]. Weltwirtschaftlichesarchiv, 1999, 135(4): 573-593.
[31] 陈强 . 高级计量经济学及 Stata 应用 (第二版) [M]. 上海 : 高等教育出版社 , 2014.
[32] 王文春 , 荣昭 . 房价上涨对工业企业创新的抑制影响研究 [J]. 经济学 (季刊), 2014, 13(2): 465-490.

Can the Integration of Yangtze River Delta Reshape the Spatial Distribution of Pollution Industry?

HAN Xu [1], DOU Jianmin [2*]
(1. Shanghai Administration Institute, Shanghai 200233, China; 2. Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Abstract: This paper studies the spatial distribution changes of pollution-intensive industries in the integration process of Yangtze River Delta from the perspective of industrial geographical concentration and dispersion, explains the internal logic and differences of market integration, government cooperation integration and environmental regulation integration affecting the geographical concentration of pollution industries, and uses the micro database of Chinese industrial enterprises to carry out an empirical study on the relationship between the integration and geographical concentration, and obtains the following conclusions: ①The market integration and the government cooperation integration of the Yangtze River Delta can promote the continuous decline of the geographical concentration, and the integration of environmental regulation will cause the geographical concentration of pollution industries to rise again after reducing the geographical concentration of pollution industries in stages. ②In the process of integration of the Yangtze River Delta, government cooperation reduces the geographical concentration of pollution industry more significantly than the integration of market and environmental regulation. ③Heterogeneous pollution industries show a differentiated tendency of geographical concentration, and pollution industries with high emissions, high migration costs (weak liquidity) and high market demand tend to be geographically concentrated.
Keywords: Yangtze River Delta integration; pollution-intensive industry; industrial geographical concentration; industrial characteristics

（上接111页）

The Influence of Public Complaint and Environmental Regulation on Industrial Technology Innovation

HU Yiqun[1,2*], ZHAO Li[2], YANG Changlong[1]
(1. School of Business Administration, China University of Petroleum -Beijing Karamay, Karamay 834000, China; 2. School of Economics and Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: In the context of carbon peak and carbon neutral, how the industry achieves the common progress of environmental protection, technology and economy has become a difficult problem to be solved in China. Based on the provincial panel data of Chinese industry from 2009 to 2018, a dynamic panel model was established, and the estimation method of SYS-GMM was adopted to discuss the relationship among public complaint, environmental regulation and industrial technology innovation in modern environmental governance system. The results showed that: first, public complaint and environmental regulation are the important factors that directly promote the output of industrial technology innovation. Second, environmental regulation plays a partially mediating role in the process of public complaints affecting industrial technological innovation output. Third, industrial agglomeration strengthens the promoting effect of public input on industrial technological innovation. Therefore, it is necessary to improve the public complaint system, enhance the public awareness of environmental protection, strengthen the intensity of environmental regulation, optimize policy support and enhance the degree of industrial agglomeration. It is of great significance for the industry to achieve a win-win situation between economic performance and environmental performance.
Keywords: public complaint; environmental regulation; industrial agglomeration; innovation input; innovation output