

# 不同类型环境规制、FDI 与中国工业绿色发展

## ——基于动态空间面板模型的实证检验

谢宜章 邹丹 唐辛宜<sup>1</sup>

(湖南农业大学 商学院, 湖南 长沙 410128)

**【摘要】:** 运用动态空间面板模型检验不同类型环境规制与 FDI 对中国工业绿色发展的影响效应, 发现不同类型环境规制对中国工业绿色发展的影响存在较大差异: 命令控制型环境规制对工业绿色发展的促进作用不明显, 经济激励型环境规制对工业绿色发展促进作用非常显著; 经济激励型环境规制与 FDI 的交互效应能明显促进工业绿色发展, 命令控制型环境规制与 FDI 的交互效应对工业绿色发展的促进作用不显著; 命令控制型环境规制与中国港澳台地区 FDI 的结合不利于绿色技术创新和工业绿色发展, 但经济激励型环境规制与其他地区 FDI 的结合明显地推动绿色技术创新和工业绿色发展。因此, 其他地区外资比港澳台投资更有利于提高我国的绿色技术创新及工业绿色发展。

**【关键词】:** 环境规制 工业绿色发展 动态空间面板

**【中图分类号】:** F42 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1003-7217(2021)04-0138-08

### 一、引言

长期以来, 中国工业发展主要是依靠资源要素的投入, 强调产量规模扩张, 这带来了极大的环境成本和健康成本, 严重威胁到社会的可持续发展能力<sup>[1]</sup>。绿色发展是工业发展的新阶段<sup>[2]</sup>, 迫切需要通过实现工业绿色发展以促进经济增长与环境保护的双赢<sup>[3]</sup>。环境规制设计将环境成本内部化, 对激励企业进行研发创新与绿色技术进步发挥着重要作用<sup>[4,5]</sup>, 有利于实现工业绿色发展, 但不同类型环境规制的激励效应对绿色技术创新存在较大差异<sup>[6]</sup>。中国开放经济下, 外商直接投资(FDI)对推动产业转移、影响产业结构转型与技术溢出发挥着关键作用<sup>[7]</sup>, 但 FDI 主要受环境规制、人文制度及地理区位等因素的制约。因此, 探讨如何通过环境规制的设计以及发挥好 FDI 的积极作用, 促进中国工业绿色发展, 具有重要的现实意义。

已有相关研究主要集中于探讨环境规制对 FDI 区位选择的影响及 FDI 对环境标准的影响, 认为外资企业将污染型企业转移至中国环境标准执行较低的地区, 提出“污染天堂假设”<sup>[8]</sup>;环境规制对 FDI 区位分布存在显著负面影响, 外商投资企业通过国际产业转移应对我国严格的环境规制措施, 从而对我国招商引资规模产生负面影响<sup>[9]</sup>;环境规制对水平型的 FDI 影响较小, 但对垂直型 FDI 产生显著的负向影响<sup>[10]</sup>。同时, 认为 FDI 对环境标准的影响与当地政府的廉洁程度有关, 当前状况下, FDI 对当地的环境标准有负面影响<sup>[11]</sup>, 当地区腐败程度较低或人力资本水平较高时, FDI 有利于地区环境规制提升<sup>[12]</sup>。也有研究认为, FDI 会导致环境污染程度的正向变动, 引致增大环境规制强度, 而 FDI 的动机主要受环境规制强度的增大而降低<sup>[13]</sup>。已有相关研究还集中于 FDI 对环境污染、经济发展方式转变及工业绿色全要素生产率增长的影响效应方面的探讨。认为 FDI 无论是在总体还是

<sup>1</sup>作者简介: 谢宜章(1986-), 男, 湖南永州人, 博士, 湖南农业大学商学院副教授, 研究方向: 产业绿色发展、环境会计。

基金项目: 湖南省自然科学基金项目(2020JJ5265);湖南省教育厅科研优秀青年项目(19B255);湖南省社会科学成果评审委员会一般项目(XSP20YBC402)

分行业都有利于减少工业污染排放，其主要原因在于，FDI 通过技术引进与扩散带来的正向技术效应超过负向的规模效应与结构效应<sup>[14]</sup>。FDI 能否促进中国经济发展方式的转变主要在于 FDI 的质量，沿海和内陆两个地区的 FDI 质量提升均有助于经济发展方式的转变，并且沿海地区 FDI 质量的作用强度显著大于内陆地区<sup>[15]</sup>。FDI 可以驱使中国加强环境规制水平，严格的环境规制能有效地提高外资进入的环境门槛，其对 FDI 能起到“筛选”作用，因此，两者的良性互动是工业绿色全要素生产率增长的重要因素<sup>[16]</sup>。

然而，相关研究仍存在不足：一是没有将环境规制、FDI、工业绿色发展三者纳入统一框架内进行研究，或者纳入统一研究框架但没有考虑空间异质效应及模型本身具有的动态性、内生性<sup>[17,18]</sup>。二是对环境规制的分析没有扩展到不同类型工具层面，未深入研究不同类型环境规制通过 FDI 对工业绿色发展的影响，但认为不同类型环境规制的影响效应有较大差异，若忽视这种差异将导致结果不稳健<sup>[19,20]</sup>。三是研究环境规制、FDI 与工业绿色发展的关系时，未根据来源地的不同将 FDI 进行有效区分。实际上，不同来源地 FDI 与环境规制及工业绿色发展的关系存在较大差异<sup>[12]</sup>。针对上述不足，本文将环境规制扩展到不同类型层面及根据来源地对 FDI 进行有效区分，同时，考虑空间异质效应及模型本身具有的动态性、内生性，在梳理不同类型环境规制通过 FDI 对工业绿色发展影响机制的基础上，运用动态空间面板模型进行检验，从而为有效设计环境规制吸引清洁型 FDI 流入以促进工业绿色发展提供依据。

## 二、理论机理与研究假设

### (一) 不同类型环境规制对中国工业绿色发展的直接作用机制

环境规制对工业绿色发展的直接作用机制表现在，通过不断改变公众对产品的需求，倒逼企业在环境治理中增加投资，从而影响企业投资偏好与研发投入水平，促使企业强制改进生产技术、创新管理模式和科学调整投入结构等来消化企业增加的治污减排成本。不过，当环境规制执行力度较弱时，节能减排技术投资将高于环境惩罚税，企业宁愿接受环境惩罚税或增加环境治理投资，也不愿增加节能减排技术研发投入，从而对绿色技术进步及工业绿色发展产生负面影响。但随着公众收入水平提高以及对清洁产品偏好的增强，环境规制工具强度也随之增大。此时，环境惩罚税均大于环境治理成本，因调整成本较高，企业会在节能减排设备更新以及技术研发上投入更多资金，从而有利于促进工业绿色发展和绿色技术进步。

不同类型环境规制对工业绿色发展的作用机制不同。从传导路径来看，命令控制型环境规制主要通过政策的目标和执行两个层面来增加企业成本，而经济激励型环境规制主要通过外生能源价格加价形成。从作用条件来看，命令控制型环境规制主要以国有企业考核来保证政策执行效果，经济激励型环境规制有效传导的条件是能源价格市场化。整体来看，经济激励型环境规制存在外溢性，除节能减排技术创新外，还有助于其他类型技术创新的共同增长，为企业提供更灵活的选择；命令控制型环境规制采取“一刀切”的方式，不利于激发企业进行绿色技术创新的积极性，其诱发效应取决于政策的有效执行。此外，考虑到东、中、西部地区的工业化发展水平存在较大差异，东部地区执行命令控制型环境规制工具成本高于中、西部地区。当东部地区企业执行命令控制型环境规制的成本高于边际收益时，企业会在绿色研发和企业效益之间进行权衡，因此，命令控制型环境规制增强并不必然提高绿色技术创新水平和促进工业绿色发展，而是表现出明显的空间异质性。对应地，不同地区的市场化水平存在显著差异，因此，依靠市场激励手段解决环境问题的效率不同，对工业绿色发展的影响效应也不同。基于此，提出研究假设 1。

假设 1 不同类型的环境规制对工业绿色发展的影响存在差异。经济激励型环境规制对绿色技术创新的激励效应更强，更有利于促进工业绿色发展。但不同地区环境规制对工业绿色发展的影响效应存在明显的空间异质性。

### (二) 不同类型环境规制、FDI 对工业绿色发展的间接作用机制

环境规制政策工具是技术引进和外资引入与产业转移的重要门槛。产业不断向污染密集型行业转型，主要发生在中国改革

开放初期, 由于环境治理体系的不完善和环境规制政策强度较弱, 导致污染型产业技术被大量转移至国内, 工业污染加剧。近年来, 我国通过环境规制政策制定及加强对 FDI 流入的引导, 鼓励清洁型 FDI 流入, 限制高污染 FDI 进入。针对外资企业特别是污染型外商投资企业施加额外的环境治理成本, 在一定程度上对污染型外资进入有较大阻止作用, 进而减少工业污染。因此, 对进入中国的 FDI 适当实施环境规制政策工具是一种强制“精洗”, 具有“去污存清”作用, 有利于 FDI 促进工业绿色发展的引导作用。换言之, 环境规制与 FDI 的互动效应有利于促进工业绿色发展。

但不同类型环境规制与不同来源地 FDI 的互动关系也存在显著差异。一是相比港澳台 FDI 企业, 其他地区 FDI 企业具有较高的社会责任感, 更倾向于执行本国或企业统一的高环境规制标准, 当地环境规制放松对其投资的吸引力并不高。二是受反腐败公约等限制的其他地区 FDI 企业, 寻租的可能性较小, 而与大陆存在宗亲或文化联系的港澳台 FDI, 更加容易参与环境规制寻租行为。三是港澳台地区企业以价值链低端加工制造为主, 研发投入和技术水平相较其他国家(地区)的 FDI 企业通常要低, 在发挥环境标准提升作用以及在环境技术溢出方面对投资地区都不会太显著。其他国家(地区)的 FDI 企业(尤其是以欧、美、日等为代表的发达国家), 为维护企业自身的技术优势和企业自身形象, 虽然有技术方面的优势, 但也更愿意采用环境友好型清洁生产技术, 从而在环境规制标准的提升和环境技术溢出方面对投资地更加有利。因此, 港澳台 FDI 与命令控制型环境规制的结合可能导致环境规制更容易被俘获, 对绿色技术创新难以形成激励作用, 不利于工业绿色发展; 其他地区 FDI 与经济激励型环境规制的结合将有利于提高环境标准, 促进环境技术溢出, 推动绿色技术创新和工业绿色发展。为此, 提出研究假设 2。

假设 2 环境规制与 FDI 的互动效应有利于促进工业绿色发展, 这取决于不同类型环境规制与不同来源地 FDI 的互动关系。命令控制型环境规制与港澳台 FDI 的结合不利于绿色技术创新和工业绿色发展, 经济激励型环境规制与其他地区 FDI 的结合将明显推动绿色技术创新和工业绿色发展。

### 三、研究设计

#### (一) 计量模型设定

根据研究假设, 同时考虑到工业绿色发展本身具有的动态性和空间异质效应, 设定广义动态空间面板模型 (1)。

$$ID_{it} = \alpha_i + \xi ID_{it-1} + \rho W \times ID_{it} + \beta_1 ER_{it} + \beta_2 ER_{it} \times FDI_{it} + \beta_3 FDI_{it} + \delta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,  $ID_{it}$  是工业绿色发展, 为反映工业绿色发展的动态性加入一阶滞后项  $ID_{it-1}$ ;  $\alpha_i$  反映个体效应;  $\rho$  是空间自相关系数, 表示空间依赖性的方向和大小;  $W$  是空间权重矩阵;  $\varepsilon_{it}$  是随机扰动项,  $\varepsilon_{it} = \lambda W \varepsilon_{it} + u_{it}$ ,  $\lambda$  是空间误差系数, 反映相邻地区因变量的误差冲击对本地区观察值的影响程度。 $ER_{it}$  是环境规制, 将其分解为经济激励型环境规制  $ERP_{it}$  和命令控制型环境规制  $ERC_{it}$ 。 $ER_{it} \times FDI_{it}$  表示不同类型环境规制与 FDI 的交互效应, 其中 FDI 又区分为港澳台外商投资 ( $GAOT_{it}$ ) 和其他地区外商投资 ( $FI_{it}$ )。  $X_{it}$  是控制变量, 主要选取人力资本水平 ( $EDU_{it}$ )、科技创新水平 ( $RRD_{it}$ )、市场化水平 ( $MK_{it}$ ) 和能源价格 ( $EP_{it}$ ) 来控制其他因素对工业绿色发展的影响。

#### (二) 变量选取和数据来源

选取我国 30 个省市自治区的数据, 因西藏自治区数据缺失严重, 所以, 不在研究范围之内。因 2000 年之前与之后工业统计口径有较大变化, 所以, 使用的相关数据时间跨度是 2000-2014 年。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》《中国工业经济统计年鉴》《中国环境统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》等各期的相关数据。变量选取如下:

### 1. 工业绿色发展。

工业绿色发展是量和质的结合，不仅包括工业污染减排，还体现工业发展方式的转变。同时，结合指标可获得性，运用综合指标体系法对工业绿色发展进行测度。采用三级指标体系法，第一级指标主要包括 4 个方面，即节能减排、发展方式转变、结构优化和绿色技术创新，二级指标在一级指标的基础上扩展为 10 个指标，三级指标在二级指标的基础上扩展为 28 个指标<sup>[22]</sup>。主要采用熵值法客观赋权，综合为统一的工业绿色发展指数，以保证权重和结果的客观性和稳健性。此外，鉴于计量检验模型中其他变量可能部分包含在工业绿色发展指标体系当中，将重合的指标全部剔除后再运用熵值法测算工业绿色发展指数。

### 2. 环境规制。

将环境规制分解为命令控制型和经济激励型环境规制。经济激励型环境规制在中国常见的主要有可交易的排污许可证、排污费和补贴，选取单位 GDP 环保科研课题经费和单位 GDP 排污费收入进行衡量。强制性是命令控制型环境规制的主要特点，是指政府部门对保护环境所制定的相关法律和法规以及政策。中国应用最为广泛的环境规制主要是命令控制型环境规制，衡量指标具体见表 1。通过熵值法赋权获得不同类型环境规制的综合指数  $ER_{it}$ 、 $ERC_{it}$ 、 $ERP_{it}$ 。

表 1 不同类型环境规制指标选取<sup>[20-22]</sup>

分类标准	命令控制型				经济激励型	
衡量指标	受理环境 行政处罚 案件	两会环境 提案数	环评制度 执行率	三同时 执行 合格率	单位 GDP 排污费 收入	单位 GDP 环保科研 课题费

### 3. FDI。

用加总的港澳台投资工业企业资产额度分别和其他外商投资工业企业资产额度来表示  $FDI_{it}$ 。采用各地区规模以上工业企业总资产中港澳台投资工业企业资产额度所占的比重来衡量  $GAOT_{it}$ ，采用各地区规模以上工业企业总资产中除港澳台以外的其他外商投资工业企业资产额度所占的比重来衡量  $FI_{it}$ 。

### 4. 控制变量。

用各地区平均受教育年限来衡量人力资本水平  $EDU_{it}$ ，用科技活动经费内部支出/GDP 来衡量科技创新水平  $RRD_{it}$ ，用工业增加值/GDP 来衡量产业结构  $PS_{it}$ 。用政府财政支出占 GDP 比重来衡量市场化水平  $MK_{it}$ ，政府干预越少，该数值越低，表明其市场化程度越高。能源价格  $EP_{it}$  用能源价格指数与产出价格指数之比来表示，其中，采用动力和燃料价格构建指数代替能源价格指数，采用工业品出厂价格指数来代替产出价格指数，并均转换为基年不变价格指数。

### 5. 空间权重矩阵。

目前，空间权重矩阵主要采用空间邻接、地理距离及经济距离三种。考虑到空间权重选取对计量结果的重要性，用空间混合权重矩阵和空间邻接权重矩阵来衡量和计算空间权重矩阵。空间邻接权重矩阵  $W_A$  设定的依据是，相邻为 1，不相邻为 0。空间混合权重矩阵  $W_{mix}$  同时考虑地理距离和经济距离因素，若经济发展水平较为相近，而且地理上较为邻近，表明他们之间的交互影响程度越大。因此，将空间混合权重矩阵设定为地理距离权重矩阵  $1W_D$  和经济距离权重矩阵  $2W_E$  的乘积，即  $W_{mix}=W_D \times W_E$ 。变量的描

述性统计结果见表 2。

表 2 变量的描述性统计

指标	单位	平均值	最大值	最小值	标准差
ID		0.033	0.042	0.029	0.003
ER		0.033	0.041	0.027	0.002
ERC		0.019	0.029	0.012	0.003
ERP		0.006	0.012	0.003	0.002
FDI	%	17.187	59.110	0.977	14.613
GAOT	%	5.828	37.203	0.131	7.062
FI	%	11.359	41.630	0.039	9.420
EDU	年/人	8.267	11.836	5.968	0.978
RRD	%	0.416	6.142	0.028	0.709
MK	%	17.831	61.211	4.679	7.925
EP		1.395	3.524	0.851	0.468

### (三) 估计方法

动态空间面板模型可实现对被解释变量的延续性和惯性的考察，有效反映经济现象本质。估计动态空间面板模型采用无条件极大似然的方法<sup>[23]</sup>。首先，采用一阶差分消除个体效应，具体见式(2)。

$$\Delta Y_t = \tau^m \Delta Y_{t-m} + B^{-1} \Delta \epsilon_t + \tau B^{-1} \Delta \epsilon_{t-1} + \dots + \tau^{m-1} B^{-1} \Delta \epsilon_{t-(m-1)} + \sum_{j=0}^{m-1} \tau^j \Delta X_{t-j} \beta = \tau^m \Delta Y_{t-m} + \Delta \epsilon_t + X^* \quad (2)$$

然后，通过数值迭代法找出参数的最大值，具体见式(3)。

$$\begin{aligned} \log L = & -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \sum_{i=1}^N \log(1 - \alpha\omega_i) - \\ & \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \log \left[ 1 - T + T \times \frac{2}{1+\tau} (1 + \tau^{2m-1}) + \right. \\ & \left. T \left( \frac{1 - \tau^m}{1 - \tau} \right)^2 \frac{\beta' \sum_{\Delta_i} \beta}{\sigma^2} (1 - \alpha\omega_i)^2 \right] - \\ & \frac{1}{2\sigma^2} \Delta e^{*'} H_{V_{NB}}^{-1} \Delta e^* \end{aligned} \quad (3)$$

#### 四、不同类型环境规制、FDI 对工业绿色发展的影响效应检验

运用动态空间面板模型分别估计不同类型环境规制与 FDI、港澳台 FDI 及其他地区 FDI 的交互效应对工业绿色发展的动态空间效应。存在空间相关性是空间计量模型的前提，而最常用判定空间相关性存在的指标是 Moran's I 指数。通过计算得到面板 Moran's I 值为 0.1936，且在 1% 的显著性水平上拒绝不存在空间相关性的原假设，表明模型具有空间相关性，设定空间计量模型是合理的。估计结果显示，LMError 统计量为 2.143，且不显著 (p 值=0.143)，而 LMLag 统计量为 969.497，且非常显著 (p 值=0.000)，根据判定准则，应选择动态空间面板 SAR 模型进行估计。

##### (一) 整体 FDI 下的估计结果

考察整体 FDI 交互效应与不同类型环境规制对中国工业绿色发展的空间效应，并且设置环境规制、FDI 及交互项为内生变量，运用极大似然估计进行检验。结果显示 (见表 3)，工具变量的有效原假设均通过 Sargan 检验，表明所选取的工具变量是有效的。空间自相关系数显著为正，再次验证空间计量模型选择的正确性，忽视空间相关性和空间异质效应是有偏的。此外，被解释变量的滞后一期估计系数大致在 0.4 左右，且比较显著，说明工业绿色发展的动态效应明显，不容忽视。

表 3 中的环境规制对中国工业绿色发展的直接效应估计结果表明，环境规制 (ER) 在两种空间权重下的系数均显著为正，且估计结果相对稳健，因此，加大环境规制对工业绿色发展具有促进作用。即当环境规制增强时，环境惩罚税大于环境治理成本，企业将投入更多资金用于节能减排设备更新与技术研发，有利于促进绿色技术进步与工业绿色发展。但不同类型环境规制的影响效应存在较大差别，命令控制型环境规制对工业绿色发展的促进作用不明显，经济激励型环境规制却具有非常显著的促进作用。原因在于，命令控制型环境规制具有“技术强制性”，其“一刀切”的方式没有给企业选择绿色技术创新的权利；而经济激励型环境规制具有“市场灵活性”，除节能减排技术创新外，还有助于其他类型技术创新的共同增长，共同促进工业绿色发展。研究结论证实假设 1 的正确性。

表 3 不同类型环境规制与整体 FDI 的交互效应估计结果

变量	ER		ERC		ERP	
	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>
ID <sub>t-1</sub>	0.424*** (9.80)	0.444*** (10.30)	0.416*** (9.49)	0.429*** (9.80)	0.455*** (10.05)	0.485*** (10.49)
ER	0.015***	0.017***				

	(7.00)	(13.43)				
ER×FDI	-0.001 (-0.37)	-0.002 (-0.70)				
ERC			0.022 (1.13)	0.025 (1.21)		
ERC×FDI			0.003 (0.49)	0.005 (0.67)		
ERP					0.015*** (7.78)	0.013*** (7.00)
ERP×FDI					0.003*** (15.18)	0.003*** (15.80)
FDI	0.001* (1.70)	0.002* (1.91)	0.004*** (3.22)	0.004*** (2.98)	0.005*** (4.04)	0.004*** (4.10)
EDU	0.003** (2.10)	0.004** (2.20)	0.004** (2.21)	0.003** (2.47)	0.005** (2.61)	0.004** (2.66)
RRD	0.006*** (3.46)	0.020*** (4.82)	0.008** (2.05)	0.003* (1.77)	0.006** (2.59)	0.006*** (2.68)
MK	-0.009 (-1.00)	-0.008 (-0.28)	-0.010 (-1.08)	-0.007 (-0.81)	-0.002 (-1.26)	-0.005 (-1.49)
EP	0.005*** (2.89)	0.004*** (2.68)	0.005*** (2.75)	0.005** (2.43)	0.005** (2.41)	0.004* (1.69)
$\rho$	0.005 [0.007]	2.1e+04 [0.004]	0.004 [0.076]	1.7e+04 [0.029]	0.008 [0.001]	1.9e+04 [0.031]
Sargan 检验	231.300 [0.592]	228.517 [0.642]	225.087 [0.700]	224.764 [0.706]	247.582 [0.305]	248.205 [0.296]
LogL	2141	2141	2149	2150	2146	2144
R <sup>2</sup>	0.6638	0.6620	0.6934	0.6932	0.7760	0.7699
样本数	420	420	420	420	420	420

从不同类型环境规制与 FDI 的交互效应的估计结果来看,环境规制(ER)与 FDI 的交互项系数为负,但不显著,说明之前环境规制强度低与环境治理体系欠完善所引致的大量污染型产业和技术被转移至国内,加剧了工业污染,虽然也有部分拥有清洁技术的 FDI 抑制污染排放,因此,整体看效果不是很显著。命令控制型环境规制(ERC)与 FDI 的交互项系数为正,但不显著,也说明目前环境规制与 FDI 的交互效应对抑制工业污染排放没有起到应有的效果。不过,经济激励型环境规制(ERP)与 FDI 的交互效应明显促进工业绿色发展。激励企业进行绿色技术创新主要在于经济激励型环境规制,对 FDI 流入具有一定的吸引力,

同时具有“去污存清”的作用，可引导 FDI 促进工业绿色发展。FDI 的系数显著为正，表明 FDI 对工业绿色发展具有一定的促进作用。

从控制变量的系数来看，人力资本(EDU)和科技创新(RRD)的系数显著为正，表明对工业绿色发展具有正向促进作用。其实，绿色技术研发的重要基础是人力资本和科技创新。当环境规制增强或清洁型外资进入时，企业必须具备能够进行绿色技术研发或者吸收 FDI 技术外溢的人力和科技基础，进而推动绿色技术创新和工业绿色发展。市场化水平(MK)是个负向指标，其系数为负但不显著，说明目前我国市场化水平仍有待提高。能源价格 EP 的估计系数非常显著，且均为正，表明能源价格的提高带来的成本提高，有利于刺激企业进行技术研发，减少工业污染，促进工业绿色发展。

(二)港澳台 FDI 和其他地区 FDI 的估计结果

从环境规制与港澳台 FDI 交互效应的估计结果来看(见表 4),环境规制(ER)对工业绿色发展具有直接促进作用，但与港澳台投资(GAOT)的交互效应系数为负且不显著，研究结论与整体 FDI 保持一致。区分不同类型环境规制来看，估计结果存在较大差异。命令控制型环境规制(ERC)对工业绿色发展的促进作用仍然不明显，其与港澳台投资(GAOT)的交互效应却对工业绿色发展有非常显著的负面影响。这是因为港澳台 FDI 具有较低的环境标准，而且存在较大可能的寻租行为，绿色技术的外溢性也不强，其与命令控制型环境规制的结合容易导致环境规制被俘获，港澳台的污染性工业不断转移到大陆，导致工业污染加剧，对工业绿色发展不利。而且，尽管经济激励型环境规制对工业绿色发展的促进作用仍非常显著，但其与港澳台投资(GAOT)的交互效应并没有对工业绿色发展起到推动作用，这也表明港澳台投资对减少工业污染以及提高中国绿色技术创新的促进作用非常有限。

表 4 不同类型环境规制与港澳台 FDI 的交互效应估计结果

变量	ER		ERC		ERP	
	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>
ID <sub>t-1</sub>	0.459*** (10.95)	0.490*** (11.74)	0.430*** (10.15)	0.450*** (10.59)	0.500*** (11.45)	0.550*** (12.36)
ER	0.014*** (6.48)	0.012*** (5.53)				
ER×GAOT	-0.001 (-0.38)	-0.003 (-0.51)				
ERC			0.002 (0.12)	0.003 (0.15)		
ERC×GAOT			-0.005** (-2.19)	-0.006** (-2.21)		
ERP					0.013*** (6.66)	0.010*** (5.32)
ERP×GAOT					0.002 (0.61)	0.003 (1.08)
GAOT	0.005	0.004	0.003	0.002	0.006	0.014

	(0.57)	(0.41)	(0.82)	(0.85)	(0.27)	(0.60)
EDU	0.006*** (3.51)	0.007** (4.05)	0.005*** (3.14)	0.006*** (3.51)	0.006*** (3.78)	0.007*** (4.01)
RRD	0.008*** (3.89)	0.007*** (3.63)	0.009*** (4.17)	0.008*** (4.16)	0.005** (2.40)	0.007*** (2.64)
MK	-0.006 (-0.57)	-0.003 (-0.25)	-0.025 (-0.26)	-0.055 (-0.55)	-0.001 (-1.55)	-0.001 (-1.26)
EP	0.004* (1.84)	0.003* (1.72)	0.004* (1.76)	0.003* (1.70)	0.004* (1.95)	0.003* (1.78)
$\rho$	0.004 [0.018]	1.1e+04 [0.089]	0.003 [0.032]	3.5e+03 [0.090]	0.009 [0.000]	2.0e+04 [0.012]
Sargan 检验	233.523 [0.552]	232.796 [0.565]	220.783 [0.768]	223.105 [0.732]	242.686 [0.386]	242.787 [0.384]
LogL	2140	2138	2142	2141	2143	2139
R <sup>2</sup>	0.6211	0.6146	0.5817	0.5782	0.6699	0.6557
样本数	420	420	420	420	420	420

从环境规制与其他地区 FDI 交互效应的估计结果来看(见表 5),环境规制(ER)的直接效应、与其他地区 FDI 的互动效应的估计系数为正且非常显著,表明环境规制与其他地区 FDI 的交互效应对工业绿色发展有利。从不同类型环境规制与其他地区 FDI 的交互效应估计结果来看,命令控制型环境规制对直接促进中国工业绿色发展的作用不明显,但与其他地区 FDI 的交互效应显著为正。经济激励型环境规制的直接效应、与其他地区 FDI 的交互效应均显著为正,表明其他地区 FDI 对提高我国环境标准、激励绿色技术创新及减少工业污染有显著的正向效应。研究结论验证假设 2 的合理性。

表 5 不同类型环境规制与其他地区 FDI 的交互效应估计结果

变量	ER		ERC		ERP	
	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>	W <sub>A</sub>	W <sub>MIX</sub>
ID <sub>t-1</sub>	0.418*** (9.67)	0.436*** (10.08)	0.418*** (9.62)	0.432*** (9.89)	0.510*** (12.39)	0.552*** (13.33)
ER	0.016*** (8.02)	0.015*** (7.67)				
ER×FI	0.002*** (3.86)	0.012*** (4.01)				
ERC			0.029	0.036		

			(1.58)	(1.60)		
ERC×FI			0.002*** (4.20)	0.025*** (4.86)		
ERP					0.013*** (2.78)	0.037*** (2.79)
ERP×FI					0.003** (2.37)	0.004*** (3.07)
FI	0.008*** (5.75)	0.007*** (5.67)	0.009*** (6.05)	0.008*** (5.95)	0.007*** (3.39)	0.007*** (3.71)
EDU	0.004** (2.61)	0.004*** (2.84)	0.004*** (2.73)	0.005*** (2.94)	0.004*** (2.86)	0.005*** (2.87)
RRD	0.007*** (4.17)	0.007*** (3.90)	0.005*** (2.92)	0.005*** (2.91)	0.007** (3.60)	0.007** (3.26)
MK	-0.016 (-0.17)	-0.017 (-0.18)	-0.061 (-0.64)	-0.043 (-0.44)	-0.008 (-0.87)	-0.003 (-0.34)
EP	0.005** (2.72)	0.004** (2.21)	0.007*** (3.45)	0.006*** (3.12)	0.005** (2.14)	0.012*** (3.80)
$\rho$	0.004 [0.027]	1.9e+04 [0.009]	0.006 [0.003]	2.4e+04 [0.003]	0.009 [0.000]	2.4e+04 [0.009]
Sargan 检验	233.504 [0.550]	229.467 [0.625]	227.679 [0.657]	225.670 [0.690]	248.661 [0.289]	243.742 [0.368]
LogL	2141	2140	2143	2141	2143	2140
R <sup>2</sup>	0.6790	0.6772	0.7435	0.7411	0.7878	0.7797
样本数	420	420	420	420	420	420

## 五、研究结论与政策启示

以上研究表明：(1) 加大环境规制有利于促进工业绿色发展，但不同类型环境规制对工业绿色发展的影响效应存在较大差异。命令控制型环境规制对促进工业绿色发展的作用不明显，经济激励型环境规制却有非常显著的促进作用。(2) 只有经济激励型环境规制与 FDI 的交互效应才明显促进工业绿色发展，命令控制型环境规制与 FDI 的交互效应不显著。(3) 命令控制型环境规制与港澳台 FDI 的结合不利于绿色技术创新和工业绿色发展，但经济激励型环境规制与其他地区 FDI 的结合将明显推动绿色技术创新和工业绿色发展。其他地区外资比港澳台投资对提高绿色技术创新以及中国工业绿色发展更加有利。

为此，我国应丰富环境规制手段，逐步实现环境规制由命令控制型向经济激励型转变，同时，针对东、中、西的区域差异合理搭配各种环境规制工具，最大化实现对企业绿色技术创新的激励效应。此外，应适当加大环境规制力度及对其他地区 FDI

---

的引入,通过政策优惠及自身科技人才优势吸引清洁型 FDI 进入,并对部分来自港澳台的污染型 FDI 进行限制,强制“精洗”,“去污存清”,发挥环境规制与清洁型 FDI 的交互效应,共同推动工业绿色发展。

#### 参考文献:

[1]涂正革,王秋皓.中国工业绿色的评价及动力研究——基于地级以上城市数据门槛回归的证据[J].中国地质大学学报:社会科学版,2018(1):47-56.

[2]史丹.绿色发展与全球工业化的新阶段:中国的进展与比较[J].中国工业经济,2018(10):5-18.

[3]杨仁发,李娜娜.环境规制与中国工业绿色发展:理论分析与经验证据[J].中国地质大学学报:社会科学版,2019(5):79-91.

[4]Petroni G B,Bigliardi F,Galati.Rethinking the porter hypothesis:the underappreciated importance of value appropriation and pollution intensity[J].Review of Policy Research,2019,36(1):121-140.

[5]Berrone P,Fosfuri A,Gelabert L,et al.Necessity as the mother of green inventions:Institutional pressures and environmental innovations[J].Strategic Management Journal,2013,34(8):891-909.

[6]陶锋,赵锦瑜,周浩.环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗——来自环保目标责任制的证据[J].中国工业经济,2021(2):136-154.

[7]胡江峰,黄庆华,潘欣欣.环境规制、政府补贴与创新质量——基于中国碳排放交易试点的准自然实验[J].科学学与科学技术管理,2020(2):50-65.

[8]廖显春,夏恩龙.为什么中国会对 FDI 具有吸引力?——基于环境规制与腐败程度视角[J].世界经济研究,2015(1):112-119.

[9]周长富,杜宇玮,彭安平.环境规制是否影响了我国 FDI 的区位选择?——基于成本视角的实证研究[J].世界经济研究,2016(1):110-119.

[10]魏玮,周晓博,薛智恒.环境规制对不同进入动机 FDI 的影响——基于省际面板数据的实证研究[J].国际商务:对外经济贸易大学学报,2017(1):110-119.

[11]史青.外商直接投资、环境规制与环境污染——基于政府廉洁度的视角[J].财贸经济,2013(1):93-103.

[12]李子豪.地区差异、外资来源与 FDI 环境规制效应研究[J].中国软科学,2016(8):89-101.

[13]刘朝,韩先锋,宋文飞.环境规制强度与外商直接投资的互动机制[J].统计研究,2014,31(5):32-40.

[14]盛斌,吕越.外国直接投资对中国环境的影响——来自工业行业面板数据的实证研究[J].中国社会科学,2012(5):54-75.

- 
- [15]白俊红, 吕晓红. FDI 质量与中国经济发展方式转变[J]. 金融研究, 2017(5):47-62.
- [16]原毅军, 谢荣辉. FDI、环境规制与中国工业绿色全要素生产率增长——基于 Luenberger 指数的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2015(8):84-93.
- [17]朱东波, 任力. 环境规制、外商直接投资与中国工业绿色转型[J]. 国际贸易问题, 2017(11):70-81.
- [18]钟茂初, 姜楠. 政府环境规制内生性的再检验[J]. 中国人口·资源与环境, 2017(12):70-78.
- [19]任胜钢, 蒋婷婷, 李晓磊, 等. 中国环境规制类型对区域生态效率影响的差异化机制研究[J]. 经济管理, 2016, 38(1):157-165.
- [20]叶琴, 曾刚, 戴劲勃, 等. 不同环境规制工具对中国节能减排技术创新的影响——基于 285 个地级市面板数据[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 25(2):115-122.
- [21]王班班, 齐绍洲. 市场型和命令型政策工具的节能减排技术创新效应——基于中国工业行业专利数据的实证[J]. 中国工业经济, 2016(6):91-108.
- [22]彭星, 李斌. 贸易开放、FDI 与中国工业绿色转型——基于动态面板门限模型的实证研究[J]. 国际贸易问题, 2015(1):166-176.
- [23]Elhorst J P. Unconditional maximum likelihood estimation of linear and loglinear dynamic models for spatial panels[J]. Geographical Analysis, 2005, 37(1):85-106.