
环境规制与工业创新绩效

——基于不同创新模式视角

万榕¹ 钟昌标¹ 葛浩然²¹

(1 宁波大学 商学院, 浙江 宁波 315211;

2 浙江万里学院 商学院, 浙江 宁波 315107)

【摘要】: 随着我国工业创新模式更趋多元化, 研究环境规制的工业创新效应更具现实意义。理论总结三种主要创新路径下的作用机制, 并借助系统 GMM、一元并行多重中介模型等方法, 从全局和分区视角细化考察我国环境规制对工业创新绩效的综合影响。研究结论: 在全国层面, 环境规制能通过自主创新与境外技术引进两种渠道对工业创新绩效产生正向影响, 但在模仿创新传导路径下, 环境规制的效果为负; 从分区检验看, 东部、中部和西部地区环境规制均可在自主创新路径下对工业创新绩效产生显著正向影响, 但中部地区环境规制在境外技术引进路径下的效果消极, 西部地区环境规制在模仿创新路径下效果积极。研究结论可为今后区域环境政策构建及企业创新模式选择提供新思路。

【关键词】: 中介效应 环境规制 创新模型 工业创新绩效

0 引言

传统工业创新发展作为实现区域经济绿色化和集约化转型的必然途径, 已经成为新时代中国经济高质量发展的主要任务。其中环境规制作为政府调节经济发展与环境保护的重要手段, 已在区域实践中发挥出明显的工业创新效应。然而, 这种效应到底是积极的“补偿效应”还是消极的“抵消作用”? 学者们各执己见, 观点不一。

现有文献主要聚焦于环境规制的直接创新效应刻画。目前学术界对环境规制与创新关系的研究主要有以下三种观点: 促进论、抑制论和不确定论。促进论的代表作是“波特假说”, 即环境与经济发展是共赢关系, 并且技术创新在环境规制促进企业竞争力的过程中发挥着中介效应^[1-2]; 与之相悖的是“成本假说”, 即在其他要素不变的条件下, 企业在面临治污成本时为了达成最小化成本, 会选择挤占原本用于创新的投入, 从而抑制企业的创新绩效^[3-4]。第三种观点认为环境规制与创新的关系并不是简单的促进或抑制, 而会因为不同的规制工具和强度产生差异, 同时行业和地区的不同也会导致规制激励效应的差异。蒋伏心等利用省级行业数据研究发现环境规制与企业技术创新呈现“U”型的动态关系^[5]。综上可知, 关于环境规制对工业创新绩效影响的

¹作者简介: 万榕, 宁波大学商学院硕士研究生, 研究方向: 区域生态经济;

钟昌标(通信作者), 长江学者, 经济学博士, 宁波大学商学院教授、博士生导师, 研究方向: 区域经济协调、生态经济;

葛浩然, 农学博士, 浙江万里学院商学院讲师, 研究方向: 转型经济地理、区域经济管理。

基金项目: 国家社会科学基金专项——“新时代兼顾公平与效率的区域协调发展战略研究”(项目编号: 18VJ023; 项目负责人: 钟昌标) 成果之一; 宁波大学研究生科研创新基金资助项目——“环境规制能否提升区域技术创新能力?——基于空间门槛效应研究”(项目编号: 2020SRIP0144; 项目负责人: 万榕) 成果之一; 浙江省软科学研究计划项目——“环境规制影响浙江工业创新绩效的路径及优化研究: 基于区域关系视角”(项目编号: 2021C35087; 项目负责人: 葛浩然) 成果之一

研究虽已非常丰富，但无论从理论还是实证角度均未形成一致结论，这就是说，随着创新模式的多元化，需要一个新的解释框架来刻画环境规制创新效应的内在机理及本质特征。在这个意义上，本文开始将差异化创新模式纳入分析框架中，剖析环境规制引致创新绩效变化的机理。

广义的创新模式包括了创新的过程与结果，本文强调的是创新过程。刘小鲁认为我国现行主要的工业创新模式除了自主创新外，还包括技术引进和模仿创新^[6]。显然在不同创新模式下，环境规制对于创新绩效的影响效果的差异化也是值得探讨的问题。李诗音等研究证明环境规制可以通过 FDI 与实体企业的技术创新产生“U”型关系，同时 FDI 的中介效应存在明显的区域异质性^[7]。伍格致和游达明研究了环境规制与技术引进之间的空间效应，发现仅在部分区域显著^[8]。刘祎等研究发现环境规制通过自主创新以及境外技术引进促进绿色全要素生产率提升，但无法通过境内技术引进作用于绿色全要素生产率^[9]。综上，学者集中于从单一创新模式传导下的环境规制创新效果进行研究，缺乏对不同模式的综合创新效果进行总结，容易产生实证偏差。

本文在研究环境规制与工业企业创新绩效关系的基础上，构建了涵盖三种创新模式的传导框架，并实证测算不同创新模式的响应规律；以区域创新结构和工业基础的差异化特征为依据，分区比较环境规制下工业企业的创新绩效变化及响应机制。通过研究，可以从全局和分区视角提供工业升级与环境保护“双赢”的有效路径，以推动整体工业实现高质量发展。

1 机制分析

由于区域内各类创新主体在自身利益考量下的创新意愿参差不齐，环境规制除了可以通过市场淘汰机制、挤占创新成本、迫使企业跨区域迁移等直接效应影响区域工业创新绩效外，实际上区域内企业也会通过转变创新模式的方式努力提升创新绩效。因此，本文从自主研发、技术引进、模仿创新三个维度对环境规制影响下工业创新绩效的变化原理进行分析。

1.1 自主创新路径下环境规制对创新绩效的影响

关于自主创新路径，虽然现有研究已证实 R&D 投入能够直接提高技术水平^[10]，但在不断严苛的环境约束下，企业间对自主创新态度的差异会更加凸显。在逆全球化背景下，我国企业面临投资东道国的技术封锁，亟须凭借优势产品掌握市场话语权，因此具有一定创新能力或资本基础的企业会选择放弃原有非核心技术引进与模仿的路径，转而选择自主研发。但自主创新具有风险大、投入多、周期长的特点，因此对于资本薄弱的中小型企业而言，为了缩短有限投入下的收益周期会选择其他风险更小的方式进行创新。

1.2 技术引进路径下环境规制对创新绩效的影响

技术引进是一种具有低成本、高效率优势的技术创新路径，这一逆向工程能够缩短我国工业企业的创新周期。但在技术引进路径下环境规制对创新绩效的影响却更为复杂。一方面环境规制的实施使得各地企业引进高科技含量的清洁生产技术，试图激励并带动本地工业企业创新升级。但技术的“沉默性”和“环境敏感性”使得环境规制下的创新可能无法得到充分吸收，甚至起到挤占资源的消极作用。另一方面，如上所述，我国作为技术获取方缺少创新的自主选择权，企业引入的非核心或不完整技术也无法获得可持续发展动力。更重要的是，其他国家会不断在原有技术基础上进行创新以保持自己技术领先地位，导致国内企业处于“技术引进-落后-再引进”的循环陷阱之中，缺乏自主研发的时间。

1.3 模仿创新路径下环境规制对创新绩效的影响

环境规制在模仿创新方面的影响主要来源于知识溢出明显的外商直接投资。环境规制的实施会起到规范企业污染行为的作用，增加技术偏向性企业的进入，并为本地企业模仿创新提供更广空间。从积极方面分析，外商直接投资可以通过技术溢出对我国工业企业的创新绩效产生影响。一方面会通过人才流动、竞争效应、示范效应、行业关联等途径与本行业企业形成技术关

联；另一方面能通过前瞻效应、旁侧效应和回顾效应带动整体产业链升级。而从消极方面分析，模仿创新的路径依赖也会造成创新资源的重复浪费，还会丧失对于自主创新的积极性。在综合影响下，环境规制对于区域创新绩效的影响更加复杂。

2 模型设定与数据选取

根据文献梳理和理论总结可知，中国工业企业在开放经济的环境下，提升创新绩效的途径除了最直接的自主研发投入以外，还可以选择效率更高的国外技术引进以及模仿创新^[4]。由于各路径之间存在共存关系，因此借鉴温忠麟等对于数据处理的办法^[11]，采用一元并行多重中介模型研究环境规制对于创新绩效的影响，具体模型如下：

$$\ln IP_{it} = C + \alpha_0 \ln IP_{it-1} + \beta_1 ERS_{it-1} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j z_{it}^j \tag{1}$$

$$\ln RD_{it} = C + \alpha_0 \ln RD_{it-1} + \beta_1 ERS_{it-1} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j z_{it}^j \tag{2}$$

$$\ln IM_{it} = C + \alpha_0 \ln IM_{it-1} + \beta_1 ERS_{it-1} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j z_{it}^j \tag{3}$$

$$\ln KS_{it} = C + \alpha_0 \ln KS_{it-1} + \beta_1 ERS_{it-1} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j z_{it}^j \tag{4}$$

$$\ln IP_{it} = C + \alpha_0 \ln IP_{it-1} + \beta_1 ERS_{it-1} + \delta_2 \ln RD_{it} + \delta_3 \ln IM_{it} + \delta_4 \ln KS_{it} + \sum_{j=1}^4 \gamma_j z_{it}^j \tag{5}$$

式中：i 与 t 分别为地区与时间，C、 α_0 、 β_1 、 δ 、 γ_j 为待估参数。IP 表示工业创新绩效(借鉴董直庆等^[12]和赵红^[13]的方法，使用区域工业领域发明专利授权数来作为工业创新绩效的代理变量)，ERS 表示环境规制强度(GDP/能源消耗量)，RD 表示研发经费支出(借鉴刘思明等的方法^[14]，使用永续盘存法(PIM)估算的研发资本存量来表示)，IM 表示国外技术引进(参照吴延兵的方法^[15])，KS 表示外商直接投资的知识溢出(外商投资工业企业从业人员数占工业企业从业人员数的比重)。本文所选择的控制变量包括经济发展水平(以 2004 年为不变价格，人均国民生产总值的自然对数)、受教育水平(借鉴吴延瑞的方法^[16]，用地区就业人员的平均受教育程度表示)、产业结构(第二产业产值占地区总产值的比重)、政府干预程度(地方财政支出占地方 GDP 比重)。

为了避免内生性问题对回归结果的影响，本文使用系统广义矩估计方法(SYS’GMM)对模型进行估计。首先，基于技术创新绩效的延续性，即企业创新绩效的提升与其过去的创新行为密切相关，本文在模型构建时统一将工业创新绩效的滞后项也纳入模型之中。与此同时，考虑到环境规制对技术创新绩效的影响具有一定窗口时间，因此，本文对于环境规制变量也采取 1 期滞后处理。

3 实证结果分析

3.1 全样本中介效应分析

根据构建的一元并行多重中介模型，研究我国区域性环境规制对工业创新绩效的传导效果(见表 1)。

表 1 全样本实证结果

	第一步	第二步	第三步
--	-----	-----	-----

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	lnpat	lnrd	lnim	ks	lnpat
L. lnpat	0.865***				0.911***
	(55.53)				(37.01)
L. ers	0.335***	1.886***	1.208***	-0.00977***	0.0714*
	(7.28)	(36.18)	(13.14)	(-30.96)	(1.74)
lnrd					0.0264*
					(2.06)
lnim					0.0165*
					(2.19)
ks					1.378**
					(2.98)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES
_cons	1.299***	-13.93***	-17.77***	0.0214	3.652**
	(3.98)	(12.54)	(12.81)	(1.32)	(2.96)
N	420	420	420	420	420
ar2	0.267	0.446	0.752	0.705	0.382
hansen	0.990	0.990	0.990	0.980	0.493

根据表 1 对中介效应的分析结果表明,环境规制通过自主创新对创新绩效产生正向影响($0.0498=1.886 \times 0.0264$)。这一结果与现有研究的结论一致^[17]。

其次,环境规制通过技术引进对于创新绩效产生正向影响($0.019932=1.208 \times 0.0165$)。这说明环境规制的实施对于企业引进清洁型、高科技含量的技术起到了激励作用。但技术引进中介效应(0.0199)还是小于自主创新中介效应(0.0498),这说明我国近几年的政策扶持与战略导向使得更多工业企业在面临环境规制时通常会选择自主创新以获取长久的发展优势。

最后,环境规制通过模仿创新对创新绩效产生负向影响($-0.0098=-0.00977 \times 1.378$),这主要是因为由于“环境污染天堂”假说,逐渐提高的环境规制对模仿创新产生负向影响(-0.00977)。因此,尽管模仿创新会使我国工业企业大大缩短创新周期,提高创新绩效(1.378),中介效应仍为负向。

3.2 分区中介效应分析

现有研究已从技术密集度、人力资本水平、经济总量等不同角度揭示环境规制创新效应的区域异质性^[18-20],因此从区域异质

性角度考虑环境规制与创新绩效传导关系更具有现实意义。鉴于此，将全部样本分为东部、中部和西部，分别使用中介效应进行回归(结果见表 2)，并比较在不同梯度中每种创新渠道在环境规制与创新绩效之间作出的贡献。

3.2.1 东部地区中介效应分析与比较

在个别中介效应分析方面，自主创新(RD)的中介效应为 0.1022(=0.511×0.2)，且通过了显著性检验，表明在东部地区，环境规制只有在自主创新路径下才会对工业创新绩效产生正向影响，模仿创新和技术引进中介效应并不显著。

东部地区工业企业在面临严苛的环境规制时，主要通过自主创新的模式来提高创新绩效。这是由于我国东部地区不仅依靠全球区位优势建立领先的工业产业链，也面临更加复杂快速的市场冲击，在摆脱传统模仿代工发展模式之后，自主创新不仅能帮助工业企业保持长期的生产份额，也能将企业的利润空间向价值链前端延伸。因此，当环境规制强度加大时，环境约束使得传统规模效应无法保证充分的利润空间，会进一步刺激工业企业选择难度更大的自主创新，获得市场先机，这符合“祖父规则”的定义。

表 2 东部、中部、西部地区实证结果

	东部地区					中部地区					西部地区				
	第一步	第二步			第三步	第一步	第二步			第三步	第一步	第二步			第三步
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	lnpat	lnrd	lnim	ks	lnpat	lnpat	lnrd	lnim	ks	lnpat	lnpat	lnrd	lnim	ks	lnpat
lnpat	0.853***				0.494***	0.137				-5.733**	0.470*				-0.001
	(-17.11)				(-3.95)	(-0.34)				(-2.23)	(-1.69)				(-0.01)
lnrd															
lnim															
ks															
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

3.2.2 中部地区中介效应分析与比较

在个别中介效应分析方面,自主创新(RD)和技术引进(IM)的中介效应分别为 564.3989($=31.69 \times 17.81$)和-40.3088($=-38.28 \times 1.053$),且通过了显著性检验。以上分析说明在中部地区环境规制是通过自主创新(RD)和技术引进(IM)渠道对创新绩效产生影响。

中部地区工业企业在面临环境规制的情况下,会和东部地区一样主要选择自主创新这种创新模式来提高创新绩效,而技术引进这一中介路径会使得环境规制对创新绩效产生负向影响。这主要是因为中部地区并没有拥有与东部地区类似水平的吸收能力和再生能力,所以环境规制带来的高技术含量创新可能在中部地区并不能很好地吸收,反而产生了消极作用。

3.2.3 西部地区中介效应分析与比较

在个别中介效应分析方面,自主创新(RD)和模仿创新(KS)的中介效应分别为 0.7329($=1.884 \times 0.389$)和 1.477($=0.0175 \times 84.40$),说明在西部地区环境规制是通过自主创新(RD)和模仿创新(KS)渠道对创新绩效产生影响。

西部地区工业企业系统性资本丰度相对较低且生产污染程度较高,因此环境规制的实施会对企业的微薄利润产生冲击,从而能够有效激励企业进行技术创新以获取创新绩效。但值得注意的是,模仿创新的中介效应高于自主创新,符合“污染天堂假说”一般假设。近年来,相比较东部和中部,西部地区的环境规制强度较低,大量高污染性质的外商直接投资企业纷纷涌入西部。同时从自身发展角度而言,尽管“西部大开发”战略的存在,西部地区的研发条件相较东部和中部地区来说仍有较大差距,这导致当面临环境规制的情况下,西部地区企业更依赖于模仿创新这类风险小、成本低、周期短的创新模式。

4 稳健性检验

为了避免实证模型出现稳健性问题,本文使用新产品销售收入作为创新绩效的代理指标,重新构造模型进行稳健性检验。稳健性检验结果与回归结果基本一致,说明回归结果可靠。限于篇幅,总样本与分样本结果不再列出。

5 结论与建议

研究结论:基于我国工业发展现状,环境规制会通过自主创新、技术引进和模仿创新对区域工业创新绩效的影响产生较大差异。从全国层面来看,环境规制通过自主创新与境外技术引进对创新绩效产生正向影响;在模仿创新路径下,环境规制对创新绩效产生了负向影响。从分区比较来看,东部地区环境规制只有在自主创新路径下才能对工业创新绩效产生正向影响;中部地区环境规制虽然也在自主创新路径下产生正向影响,但在境外技术引进方面的作用效果仍显消极;西部地区环境规制在自主创新和模仿创新路径下均会对工业创新绩效产生正向影响。

政策建议:各地政府应当根据本地工业发展特征,因地制宜制定更具针对性的环境政策,以激发企业创新的积极性。针对我国东部地区在自主创新路径下的传导效果,政府应该通过创新补贴、税费减免、平台搭建等形式鼓励企业的创新自发性;我国中部地区在鼓励自主创新的同时,还需规范技术引进行为,改善对于外来技术的吸收与再生能力;我国西部地区在获取外资的同时切忌以牺牲环境为代价谋求经济发展。

参考文献:

[1]XEPAPADEAS Anastasios,ZEEUW Aart de.Environmental policy and competitiveness:The Porter hypothesis and the composition of capital[J].Journal of Environmental Economics and Management,1999,37(2):165-182.

[2]PORTER M E.America's green strategy[J].Scientific American,1991,264(4):193-246.

-
- [3]JAFfe A B,PETERSON S R,PORTNEY P R,STAVINS R N.Environmental regulation and the competitiveness of U.S.manufacturing:What does the evidence tell us?[J].Journal of Economic Literature,1995,33(1):132-163.
- [4]JAFfe A B,STAVINS R N.Dynamic incentives of environmental regulations:The effects of alternative policy instruments on technology diffusion[J].Journal of Environmental Economics and Management,1995,29(3):43-63.
- [5]蒋伏心,王竹君,白俊红.环境规制对技术创新影响的双重效应——基于江苏制造业动态面板数据的实证研究[J].中国工业经济,2013(7):44-55.
- [6]刘小鲁.知识产权保护、自主研发比重与后发国家的技术进步[J].管理世界,2011(10):10-19,187.
- [7]李诗音,龚日朝.环境规制与实体企业技术创新——基于 FDI 中介效应的检验[J].湖南科技大学学报(社会科学版),2020,23(1):109-114.
- [8]伍格致,游达明.财政分权视角下环境规制对技术引进的影响机制[J].经济地理,2018,38(8):37-46.
- [9]刘伟,杨旭,黄茂兴.环境规制与绿色全要素生产率——基于不同技术进步路径的中介效应分析[J].当代经济管理,2020,42(6):16-27.
- [10]黄贤凤,武博,王建华.政府研发资助、合作研发与企业创新绩效关系研究[J].软科学,2014,28(1):15-19.
- [11]温忠麟,张雷,侯杰泰,刘红云.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报,2004(5):614-620.
- [12]董直庆,王辉.环境规制的“本地-邻地”绿色技术进步效应[J].中国工业经济,2019(1):100-118.
- [13]赵红.环境规制对企业技术创新影响的实证研究——以中国 30 个省份大中型工业企业为例[J].软科学,2008(6):121-125.
- [14]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,2015,32(3):40-57.
- [15]吴延兵.自主研发、技术引进与生产率——基于中国地区工业的实证研究[J].经济研究,2008(8):51-64.
- [16]吴延瑞.生产率对中国经济增长的贡献:新的估计[J].经济学(季刊),2008(3):827-842.
- [17]EVENSON R E, WESTPHAL L E. Technological change and technology strategy[M]//Handbook of Development Economics. Northampton:Edward Elgar Publishing,2003.
- [18]于鹏,李鑫,张剑,薛雅伟.环境规制对技术创新的影响及其区域异质性研究——基于中国省级面板数据的实证分析[J].管理评论,2020,32(5):87-95.
- [19]江珂,卢现祥.环境规制与技术创新——基于中国 1997—2007 年省际面板数据分析[J].科研管理,2011,32(7):60-66.

[20]王国印, 王动. 波特假说、环境规制与企业技术创新——对中东部地区的比较分析[J]. 中国软科学, 2011(1):100-112.