

战略性环境与贸易政策能否促进出口 企业环境研发创新

——理论及基于中国的实证研究

洪丽明 彭水军 陈泓文

摘要：在“双碳”目标及环保“税”时代背景下，我国作为出口大国实施战略性环境贸易政策是否能激励出口企业环境研发创新及绿色转型？本文基于发展中国家企业实际状况，在战略性环境贸易政策框架中放松对称性假设并引入企业环境研发投入，构建一个南北两国异质性企业竞争出口至第三国的博弈模型，理论研究表明：实施出口补贴与环境税有助于激励出口企业环境研发投入，但环境税与企业环境研发投入间并非严格单调递增关系，即环境税严格性高于一定临界值可能会挤出环境技术更落后的南方企业环境研发投入并促使其采取减产策略以控制剧增的环境成本。由此，南方国家企业环境研发投入可能促成贸易各国放松环境规制并改变出口补贴与环境税之间的相关关系。制定创新友好型排放税并借助其与出口补贴的新型战略关系，有利于我国更有效地影响企业减排策略，促进研发创新投资。进一步，基于中国上市公司经济数据及碳税市场化环境政策试点数据的实证研究表明，我国当前的碳税水平促进了企业环境研发创新投资，其中东部地区企业相对于中西部地区企业、非国有企业相对于国有企业绿色创新效应更显著。

关键词：战略性环境政策；出口补贴；环境研发创新；波特假说；异质性企业
[中图分类号] F741.2 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2022) 8-0085-18

引言

尽管全球气候与环境问题加剧，公众环保意识日益提升，但是许多国家仍不愿进行严格的环境规制，担忧环境规制将增加本国企业生产成本，造成国际竞争力减弱和失业增加，如美国曾于2001年宣布拒绝《京都议定书》，2020年退出《巴黎

[收稿日期] 2022-04-04

[基金项目] 福建省社会科学规划项目“逆全球化、异质性与南北战略性环境政策及我国的对策”(FJ2019C057)；福建省自然科学基金项目“南北贸易摩擦背景下战略性环境政策的影响机制、经验证据及我国的对策”(2022J05289)

[作者信息] 洪丽明：厦门理工学院经济与管理学院副教授；彭水军：厦门大学经济学院教授；陈泓文（通讯作者）：南昌大学旅游学院讲师，电子邮箱 15720170155208@stu.xmu.edu.cn

协定》等应对气候变化的全球协定，认为其使美国企业处于不利的竞争地位。事实上，严格环境规制危及企业国际竞争力是许多文献的隐含结论，例如 Kennedy (1994)^[1] 认为，在寻租效应下各国政府热衷于通过环境倾销^①帮助本国企业提高国际竞争力。而 Porter 和 Linde (1995)^[3] 认为环境保护与国际竞争力之间的冲突源于基于竞争静态视角的错误二分法，即给定清洁生产技术等条件，企业生产成本必然随环境政策严格性提高而提高并损害企业国际竞争力。相反，动态视角下，设计良好的环境政策可能激励企业环境技术研发创新，降低单位产品生产排污及环境成本，因此严格环境规制不仅能够改善一国环境质量，还有益于企业国际竞争力与社会福利水平提高，这一观点强调了环境规制压力对激励企业环境技术研发创新的作用并掀起围绕波特假说的论战。波特假说反对者认为，企业存在利润上升空间与新古典企业利润最大化假设不相容，同时严格环境政策也可能挤占企业环境技术研发资金进而危及企业国际竞争力。支持者则认为，可能是组织惯性、委托—代理问题、企业协作问题等市场失灵问题导致企业没有实现利润最大化，环境规制可以帮助企业克服这些问题从而促进企业环境研发投资，提升企业竞争力，如帮助管理者克服有限理性及机构惯性，提高投资收益 (Ambec and Barla, 2002)^[4]，帮助企业突破边际成本递增导致的产能限制 (André et al., 2009)^[5]，减少先行者劣势，创造战略优势甚至成为绿色市场的领导者 (Constantatos and Herrmann, 2011)^[6]，促使企业共同投资于新减排技术，提高减排技术外溢导致的过低研发投资和创新 (Greaker, 2006)^[7] 等，从而协调了波特假说与企业利润最大化假设。因此，能否诱发企业研发创新是环境规制与企业国际竞争力之间能否平衡的关键影响因素，是波特假说的主要争议点，也是环境经济学及微观企业生产决策研究的热点问题。此外，现有波特假说文献对发达经济体做了较充分的研究，但对发展中经济体的研究仍然较少。

同时，我国长期“高污染、高耗能、高排放”的粗放型贸易发展模式不仅加剧了环境污染，也无益于缩小南北环境技术差距，根据耶鲁大学和哥伦比亚大学发布的《2022年环境绩效指数报告》，中国环境绩效指数在全球180个国家中位列第160名，排名靠后。此外，环境规制相对完善的发达国家为避免自身企业国际竞争力受损，往往通过设置绿色贸易壁垒等方式要求环境规制尚未完善的中国等发展中国家建立严格环境规制，承担更多减排责任，如2022年6月欧洲议会通过了争议多年的“碳边界调整机制”修正案，将对来自中国在内未实行对称严格环境规制的发展中国家的进口品征收碳关税。作为负责任的发展中大国，我国十九大报告、十九届中央历次全会提出，要加快建立绿色生产的法律制度和政策导向，构建市场导向的绿色技术创新体系。“十四五”规划提出2030年前实现碳达峰、2060年前

^①Rauscher (1994)^[2] 对环境倾销做了如下界定：“将环境损害行为定价为低于边际环境损害成本的环境政策，即没有内在化环境外部性的环境政策。因此，企业可以未达到生产边际社会成本的价格倾销到国际市场”。实际研究中，战略性环境政策文献将一国为帮助本国企业以更低的价格在国际市场上倾销而实施较最优水平更为宽松的环境政策称为“环境倾销”。

实现碳中和的目标。由此,作为肩负经济发展与环境保护双重重任的出口大国,我国如何进行环境规制,以降低出口企业高污染排放,满足“双碳”目标而又不损害甚至增强企业国际竞争力?研究创新友好型环境政策是实现我国企业国际竞争力与环境效益双赢的高水平对外开放的关键,也为波特假说提供基于发展中国家的研究视角,具有重要理论及现实意义。

现有研究环境规制与企业绿色创新的文献中,实证研究大多采用双重差分法(徐佳和崔静波,2020^[8]; Kesidou and Wu, 2020^[9]; 于连超等,2021^[10]),或使用基于环境规制强度的面板数据模型(田成诗和韩振乙,2021)^[11]。理论研究则大多运用博弈论(徐乐等,2022^[12]; 曲薪池等,2019^[13]),或构建一般均衡模型开展分析(Qiu et al., 2018)^[14],但基于开放经济条件的理论分析及基于碳税数据的计量分析较少。而贸易扩张容易导致环境恶化(Chen et al., 2020)^[15],因此出口企业能否更大程度减污是值得探讨的重要课题(Banerjee et al., 2021)^[16]。战略性环境政策作为战略性贸易政策在环境领域的新变异形式,是国际贸易理论与环境经济学的学科交叉,运用博弈论分析与环境相关的贸易支流,有助于研究开放经济条件下环境规制对出口企业绿色创新的影响。

政策工具数量上,经济理论认为,政策工具数量少于政策目标数量将导致效率损失,如Conrad(1993)^[17]证明在克服不完全竞争和环境外部性两种政策目标下,最优税制应该是组合政策。为协调经济发展与环境保护,实现环境效益与企业国际竞争力双赢,发展中国家应该使用混合政策而非单独的环境政策。同时,现实世界中各国政府存在操控环境政策以帮助本国企业攫取国际市场竞争优势的战略行为,企业也有动力通过研发投入开展战略竞争并影响政府环境政策的战略选择,因此战略性情形下环境问题的外部性无法被合理内部化以实现帕累托最优,混合政策比单独的环境政策更为有效(Eichner and Pethig, 2019)^[18]。此外,在贸易自由化协定约束不完全的现实情形下,环境与贸易政策存在天然协同效应及战略关联,这有助于促进国内政策合作及改善贸易各国福利(Lee, 2007^[19]; Lahiri, 2011^[20]),同时实施环境贸易措施也有助于提升我国企业绿色创新(赵文霞和刘洪愧,2022)^[21]。尤其是后金融危机时代以来,国际贸易难以延续二战后几十年来的良好态势,贸易保护主义卷土重来,如2018年以来美国发动对华关税战。当贸易摩擦背景下各国贸易保护政策工具的使用限制被放松,为更有效地促进环境技术较落后的本国企业进行环境研发创新,中国等发展中国家有必要借助环境政策与贸易政策的战略关联实施战略组合政策,此时战略性环境贸易政策提供了更精准的研究框架。

政策工具类型上,不完全竞争、不完全信息条件下基于市场的环境政策工具(如排放税、排放交易等)优于非市场工具(如排放费、排放标准等),如Ambec和Barla(2002)^[22]发现基于市场的环境规制与创新的增长趋势一致。中国也于2018年开始实施排放税,以取代过去实施近四十年的排放费制度。同时,我国早在1985年就实施并完善以出口退税为代表的市场型出口鼓励政

策，出口补贴作为各国普遍采用的战略性贸易政策工具，对研究波特假说及出口企业国际竞争力具有针对性。因此本文考虑发展中国家实施环境税与出口补贴的战略组合政策，在战略性环境贸易政策框架中引入企业环境研发投资决策开展分析。

与本文密切相关的文献是 Ulph (1996a)^[23] 和 Tsai 等 (2015)^[24]。其中 Ulph (1996a) 在两国竞争出口至第三国的模型中引入企业战略环境研发投资，构建双寡头企业三阶段博弈模型开展分析，认为一国实施宽松环境规制有助于激励本国企业增加环境研发创新投资，因此在双边博弈下两国政府均有动力放松环境管制以促进本国企业研发，但无法求出均衡企业研发投资水平。相反，Tsai 等 (2015) 在进口竞争模型中证实，进口国实施严格环境规制有助于激励本国企业增加环境研发投资，但企业的环境研发投资可能会改变关税与排放税水平间的传统负相关关系^①，即在关税壁垒保护下，进口国企业生产扩张的同时也排放更多污染，政府则通过实施严格环境政策，增强企业环境研发投资激励来控制增加的环境污染，此时关税与环境政策水平反而正相关。本文则在 Ulph (1996a) 两国三地模型中引入南北清洁生产技术异质性及出口补贴，在战略性环境与贸易政策框架下考虑南方企业单边环境研发创新投资，关注发展中国家企业的均衡环境研发创新投资。研究发现，企业环境研发投资与环境税间并非严格单调递增或递减关系，而是呈现“倒U”型曲线关系，即当环境税低于一定临界值，企业环境研发创新投资随环境税严格递增，反之则随之递减并转向减产以控制剧增的环境税支出。由此，本文进一步阐明环境税对发展中国家企业减排策略选择（即减产策略与环境研发创新投资策略）的作用机制。同时，本文证实企业环境研发投资可能改变出口补贴与环境税间的传统正相关关系^②，即政府可能为激励本国企业环境研发创新而实施较宽松的环境税及更高的出口补贴。

本文边际贡献如下：第一，放松对称性假设，刻画现实世界中贸易各国的异质性有助于得出更为客观准确的结论（洪丽明等，2016）^[28]，本文引入不对称性假设考虑贸易各国企业清洁生产技术异质性及发展中国家企业的实际，有别于现有大部分基于对称性假设研究企业环境研发创新投资的文献并得出更有针对性的研究结论，即受环境税严格程度影响，波特假说在环境技术更落后的发展中国家并不总是成立。第二，本文在战略性环境政策框架中引入企业环境研发创新投资，由此得以在开放经济条件下开展研究并阐明环境政策对发展中国家利润最大化出口企业减排策略的作用机制，即当政府实施过于严格的环境政策，环境技术更落后的发展中国家企业选

^①即传统理论认为，国际贸易中双边关税壁垒上升促使贸易各国政府通过放松环境规制来间接补贴本国企业，而关税壁垒削减则使各国政府得以实施严格环境规制，保护环境，由此关税壁垒与环境政策水平之间呈现负相关关系（洪丽明和吕小锋，2017^[25]；Burguet and Sempere，2003^[26]）。

^②即传统理论认为，贸易自由化进程中出口补贴下降在减少企业出口的同时也促使出口国政府通过降低排放税来间接补贴本国企业，由此出口补贴与环境政策水平之间呈现正相关关系（Walz and Wellisch，1997^[27]；洪丽明和吕小锋，2017）。

择采取减产策略而非环境研发创新投资策略来更快控制高昂的环境税支出；反之，企业选择通过增加环境研发创新投资，提升单位产品减排效率来减少产量扩张带来的排污。第三，出口补贴是主要战略性贸易政策工具，而现有文献忽略了其通过激励企业环境研发投资而间接影响出口、环境污染及环境政策的可能性，也较少考虑贸易摩擦背景下出口补贴政策的回归使用对企业环境研发投资的影响（Walz and Wellisch, 1997；洪丽明和吕小锋，2017）。与大部分认为出口补贴水平与环境政策正相关的文献不同，本文在贸易摩擦背景下引入企业环境研发创新投资后证实二者可能负相关，这种新型战略关联有助于政府更有效地实现自身政策选择与企业减排策略的一致性。第四，本文基于中国碳税市场化环境政策试点数据开展计量回归分析，有别于现有大部分基于环境规制强度等非市场化环境规制指标的研究，也有别于现有基于双重差分等反事实分析法的研究。由此，本文综合运用博弈论与实证分析法，有助于跟进环保“税”时代中国等南方国家^①实施环境税政策对企业环境研发创新的作用机制研究及政策效应评估。

一、模型设定

本文假设一个南北两国企业竞争出口产品 X 至第三国市场的情形，其中两国企业出口量为 x_i ， $i = 1, 2$ ，分别代表南方国家和北方国家。假设单位产品生产排放 γ_i 单位污染物，其中 $\gamma_i > 0$ ，类似于 Yanase (2012)^[29] 的企业污染排放系数，代表企业清洁生产技术水平（即污染排放系数越高，清洁生产技术水平越低）。本文放松两国企业污染排放系数的对称假设以研究南北环境技术异质性，即 γ_1 、 γ_2 不必相等。考虑到北方国家具备较南方国家更先进的清洁生产技术，本文进一步假定 $0 < \gamma_2 < \gamma_1$ 。当 $\gamma_1 = \gamma_2 = 1$ 时模型退化为标准文献研究的两国对称情形。环境损害函数 $D(z) = \frac{dz_i^2}{2}$ 为平方损害函数，是净排放 z_i 的严格递增函数，其中 $d > 0$ ，为边际环境损害系数。

两国政府对本国企业单位产品排污征收环境税 t_i 以控制环境污染，南北清洁生产技术差距下南方企业投资环境研发创新（ER&D）以降低自身排污成本，提升国际竞争力。假设 ER&D 为单位产品生产减少 β 单位排污（ $0 < \beta < \gamma_1$ ），则企业采取 ER&D 后单位产品净排污为 $z_1 = \gamma_1 - \beta$ 。将企业 ER&D 成本函数参照 Tsai 等（2015）、Ulph（1996a）等设置为 $\kappa = \frac{\varphi\beta^2}{2}$ ，其中 φ 代表 ER&D 的有效性。

第三国代表性消费者的效用函数为 $u(X, z) = u(X) + y$ ，其中 y 为计价商品， $X = x_1 + x_2$ ， $u(X) = AX - \frac{X^2}{2}$ ，具有 $u'(X) = A - X > 0$ 、 $u''(X) < 0$ 的性质。建立拉

^①本文南方国家与北方国家分别是指发展中国家和发达国家，采取这种处理主要参照了一般文献的做法以实现表述的简洁性和有效性。

格朗日函数求解, 可得第三国市场的反需求函数为 $q(X) = A - X$ 。为更好实现经济发展与减排目标, 促进环境技术更落后的本国企业增加环境技术创新投资, 南方国家对本国单位出口品给予出口补贴 s , 此时南方国家企业价格函数为 $p(X, s) = q(X) + s = A - x_1 - x_2 + s$ 。

博弈按如下顺序进行, 首先为南北两国政府制定环境税及出口补贴政策, 以最大化本国福利。其次为南方国家企业做出环境研发投资决策。最后为两国企业同时做出产量决策, 以最大化企业利润。本文采取逆向递归方法求解子博弈精炼均衡。

二、均衡求解

(一) 企业利润最大化问题

1. 南北国家企业产量决策

在博弈第二阶段, 南北国家企业在第三国市场上开展古诺竞争。给定他国企业产量, 双寡头企业选择自身产量水平以最大化企业利润。

$$\max_{x_1} \pi_1 = (A - x_1 - x_2 + s)x_1 - \frac{1}{2}\varphi\beta^2 - t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 \quad (1a)$$

$$\max_{x_2} \pi_2 = (A - x_1 - x_2)x_2 - t_2\gamma_2x_2 \quad (1b)$$

根据一阶条件及反应函数可求得南北企业最优产量为:

$$x_1 = \frac{1}{3}[A + \gamma_2t_2 + 2s - 2t_1(\gamma_1 - \beta)] \quad (2a)$$

$$x_2 = \frac{1}{3}[A - 2\gamma_2t_2 - s + t_1(\gamma_1 - \beta)] \quad (2b)$$

由式 (2a)、(2b) 可知, $\frac{\partial x_1}{\partial t_1} < 0$, $\frac{\partial x_2}{\partial t_2} < 0$, $\frac{\partial x_1}{\partial t_2} > 0$, $\frac{\partial x_2}{\partial t_1} > 0$, 南北两国排放税均削减本国企业出口但促进他国企业出口。 $\frac{\partial x_1}{\partial s} > 0$, $\frac{\partial x_2}{\partial s} < 0$, 南方国家的出口补贴促进本国企业出口但减少北方国家企业出口。 $\frac{\partial x_1}{\partial \beta} > 0$, $\frac{\partial x_2}{\partial \beta} < 0$, 南方国家企业开展 ER&D 投资可提升单位产品减排效率, 削减环境成本从而扩大国际市场份额。因此, 南北国际市场竞争中南方国家环境税、出口补贴及企业环境研发投资均可战略影响北方国家企业出口。

2. 南方国家企业环境研发创新投资决策

此时, 南方国家企业选择环境研发创新投资 β 以最大化自身利润。

$$\max_{\beta} \pi_1(t_1, t_2, \beta, s) = (A - x_1 - x_2 + s)x_1 - \frac{1}{2}\varphi\beta^2 - t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 \quad (3)$$

$$\text{s. t. } \beta \leq \gamma_1$$

建立拉格朗日函数求解企业利润最大化问题:

$$L = (A - x_1 - x_2 + s)x_1 - \frac{1}{2}\varphi\beta^2 - t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 + \lambda(\gamma_1 - \beta) \quad (4)$$

若 $\lambda > 0$, 则 $\frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0$, 此时 $\beta = \gamma_1$, 且 $\frac{\partial \pi_1}{\partial \beta} > 0$, 企业环境研发创新完全消除污染物排放, 本文不考虑该极端情形。

若 $\lambda = 0$, 则 $\frac{\partial L}{\partial \lambda} > 0$, $\beta < \gamma_1$ 。取拉格朗日函数关于环境研发投入的一阶条件并求解最优的环境研发投入 $\hat{\beta}^*$:

$$\pi_{\hat{\beta}^*} = \frac{\partial \pi_1}{\partial \hat{\beta}^*} + \frac{\partial \pi_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial \hat{\beta}^*} = -\varphi\hat{\beta}^* + t_1x_1 = 0 \quad (5)$$

$$\hat{\beta}^* = \frac{t_1(A + \gamma_2t_2 + 2s - 2t_1\gamma_1)}{3\varphi - 2t_1^2} \quad (6)$$

南方企业战略操控自身环境研发投入以影响他国企业出口, 则一阶条件为:

$$\pi_{\hat{\beta}} = \frac{\partial \pi_1}{\partial \hat{\beta}} + \frac{\partial \pi_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial \hat{\beta}} + \underbrace{\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial \hat{\beta}}}_{\text{战略效应}} = -\varphi\hat{\beta} + t_1x_1 + (-x_1)\left(-\frac{t_1}{3}\right) = 0 \quad (7)$$

其中, $\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial \hat{\beta}}$ 为企业环境研发创新投资的战略效应, 求得战略性环境研发投入 $\hat{\beta}$ 为:

$$\hat{\beta} = \frac{4t_1(A + \gamma_2t_2 + 2s - 2t_1\gamma_1)}{9\varphi - 8t_1^2} \quad (8)$$

根据式 (6) 和式 (8)^① 可得 $\frac{\partial \hat{\beta}}{\partial s} = \frac{8t_1}{9\varphi - 8t_1^2} > 0$, $\frac{\partial \hat{\beta}^*}{\partial s} = \frac{2t_1}{3\varphi - 2t_1^2} > 0$, 南方国家实施出口补贴政策可促进本国企业 ER&D。比较式 (6) 与式 (8) 可知, 企业战略行为对 ER&D 的影响为:

$$\hat{\beta} - \hat{\beta}^* = \left(\frac{4t_1}{9\varphi - 8t_1^2} - \frac{4t_1}{12\varphi - 8t_1^2}\right)(A + \gamma_2t_2 + 2s - 2t_1\gamma_1) > 0 \quad (9)$$

根据式 (9), 南方企业战略性环境研发投入水平高于最优研发投入。南方国家企业环境研发投入关于北方排放税的偏导数为 $\frac{\partial \hat{\beta}}{\partial t_2} = \frac{4\gamma_2t_1}{9\varphi - 8t_1^2} > 0$, $\frac{\partial \hat{\beta}^*}{\partial t_2} = \frac{\gamma_2t_1}{3\varphi - 2t_1^2} > 0$, 南北国际市场竞争中北方排放税可能激励了南方企业增加环境研发

^① 本文排除企业环境研发投入为负的非现实情形, 根据利润最大化问题的二阶条件 $\pi_{11\beta\beta} = \frac{8t_1^2}{9} - \varphi < 0$ 可得 $9\varphi - 8t_1^2 > 0$, 此时 $3\varphi - 2t_1^2 > 0$ 也成立, 因此, 为保证式 (6) 和式 (8) 不为负, 本文假设 $A + \gamma_2t_2 + 2s - 2t_1\gamma_1 > 0$ 。

投资。因此，引入南方企业环境研发创新投资后北方排放税可同时影响南方企业出口及环境研发创新投资。对式（8）取关于本国排放税的偏导数：

$$\frac{\partial \hat{\beta}}{\partial t_1} = \frac{4[(A + \gamma_2 t_2 + 2s)(9\varphi - 24t_1^2) - 32t_1^3 \gamma_1]}{(9\varphi - 8t_1^2)^2} \quad (10)$$

$$\left. \frac{\partial \hat{\beta}}{\partial t_1} \right|_{t_1 \rightarrow 0} = \frac{4(A + \gamma_2 t_2 + 2s)}{9\varphi} > 0 \quad (11)$$

由式（10）可知 $\frac{\partial \{4[(A + \gamma_2 t_2 + 2s)(9\varphi - 24t_1^2) - 32t_1^3 \gamma_1]\}}{\partial t_1} < 0$ ，结合式

（11）可知存在一个特定临界值 $\bar{t}_1 > 0$ ，使得当 $t_1 \geq \bar{t}_1$ 时 $\frac{\partial \hat{\beta}}{\partial t_1} \leq 0$ 成立，而当 $t_1 < \bar{t}_1$

时 $\frac{\partial \hat{\beta}}{\partial t_1} > 0$ 成立。同理，根据式（6）可得 $\left. \frac{\partial \hat{\beta}^*}{\partial t_1} \right|_{t_1 \rightarrow 0} = \frac{A + \gamma_2 t_2 + 2s}{3\varphi} > 0$ 成立，且当

排放税高于一定水平时 $\frac{\partial \hat{\beta}^*}{\partial t_1} \leq 0$ 成立。

命题1：南方国家实施出口补贴与排放税政策有助于激励出口企业增加环境研发投入投资，但排放税与企业环境研发投入投资之间并非严格单调递增关系，而是“倒U”型曲线关系，即排放税严格性超过一定临界值可能会挤出本国企业环境研发投入投资，因此受环境税规制强度的影响，波特假说在发展中国家并不总是成立。此外，若南方企业战略操控自身环境研发投入投资以影响北方企业出口，将造成过度环境研发创新投资。

由命题1得到的启示是，环境税及出口补贴辅助政策均有助于出口企业环境研发投入创新，但过于严格的排放税可能使清洁生产更落后的发展中国家企业的环境支出剧增进而削减其环境研发投入投资。同时，若南方企业战略操控自身环境研发投入投资，提升国际竞争力以削弱北方企业出口，将造成过高的ER&D投资从而影响利润最大化目标的实现^①。

（二）国家福利最大化问题

1. 南北国家环境税决策

在博弈阶段一，南北两国政府选择自身环境税以最大化本国福利。

$$\max_{t_1} w_1 = \pi_1 - \frac{d}{2}[(\gamma_1 - \beta)x_1]^2 + t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 - s \quad (12a)$$

$$\max_{t_2} w_2 = \pi_2 - \frac{d}{2}(\gamma_2 x_2)^2 + t_2 \gamma_2 x_2 \quad (12b)$$

取福利函数关于最优排放税 t_i^* 的一阶条件：

^①这种战略扭曲与环境政策工具有关，排放税因具有市场化价格效应而往往诱发更多战略投资，排放标准则能减少过度投资从而实现更多企业利润（Tarui and Polasky, 2005^[30]；Ulph, 1996b^[31]）。

$$\begin{aligned}
 w_{t_1^*} &= \frac{\partial \pi_1}{\partial t_1^*} + \frac{\partial \pi_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial t_1^*} + \frac{\partial \pi_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} + \underbrace{(\gamma_1 - \beta)x_1}_{E_1} + (t_1^* - dE_1) \frac{\partial E_1}{\partial t_1^*} - s \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} \\
 &= \underbrace{(t_1^* - dE_1) \frac{\partial E_1}{\partial t_1^*}}_{\text{庇古效应}} - s \underbrace{\frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*}}_{\text{ER\&D效应}} = 0 \tag{13a}
 \end{aligned}$$

$$w_{t_2^*} = \frac{\partial \pi_2}{\partial t_2^*} + \frac{\partial \pi_2}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_2^*} - d\gamma_2^2 x_2 \frac{\partial x_2}{\partial t_2^*} + \gamma_2 x_2 + t_2 \gamma_2 \frac{\partial x_2}{\partial t_2^*} = 0 \tag{13b}$$

其中, $E_1 = (\gamma_1 - \beta)x_1$ 为企业进行减排投资后的污染净排放, 最优环境税 t_1^* 的减排效应 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1^*}$ 为:

$$\frac{\partial E_1}{\partial t_1^*} = \frac{\partial E_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial t_1^*} + \frac{\partial E_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} = \underbrace{-\frac{2}{3}(\gamma_1 - \beta)^2}_{\text{产量效应}} - \underbrace{x_1 \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*}}_{\text{ER\&D效应}} \tag{14}$$

式(14)中, 南方国家环境税的减排效应 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1^*}$ 可以分解为企业产量效应和环境研发投资效应, 环境税通过作用于企业产量与环境研发投资决策影响环境污染。产量效应下环境税通过削减生产规模而减少环境污染(即 $\frac{\partial E_1}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial t_1^*} = -\frac{2}{3}(\gamma_1 - \beta)^2 < 0$)。环境研发投资效应下环境污染效应与环境税水平有关(即 $\frac{\partial E_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} = -x_1 \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*}$), 即若南方国家政府征收适度环境税, 则会促进企业的 ER&D 投资(即 $\frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} > 0$), 与产量效应共同减少环境污染(即 $\frac{\partial E_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*} > 0$), 此时净污染效应为负(即 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1^*} < 0$); 而若政府实施过于严格的环境政策, 则在提升产量减污效应的同时也会减少南方企业的环境研发投资并降低其减污效率, 此时环境税的减污边际效应取决于二者力量的对比。整理得到命题 2。

命题 2: 南方国家环境税通过作用于本国出口企业的环境研发投资决策及产量决策实现减排目标。若政府征收适度环境税, 则会促进企业采取环境研发创新投资策略, 使企业侧重于通过提升减排效率来减少污染排放。若实施过于严格的环境政策, 则可能导致环境技术更落后的本国企业的环境成本剧增进而挤出其环境研发投入, 并促使其转向减产策略来控制环境成本及环境污染。

命题 2 给我们的启示是, 不同强度的环境税可促使企业采取不同的减排策略, 包括减产策略和环境研发投资策略, 这为政府的环境政策选择提供了操作空间。当南方国家面临严重的环境问题或需要短期内达到减污目标, 政府可以通过严格的环境规制促使企业削减产量从而快速实现目标。反之, 则征收适度环境税, 激励企业

采取环境研发创新投资策略，提升企业减排效率，从而协调环境保护与经济发展。

式(13a)中 $(t_1^* - dE_1) \frac{\partial E_1}{\partial t_1^*}$ 为庇古效应^①， $-s \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1^*}$ 为引入企业环境研发投入后的 ER&D 效应，求解最优环境税 t_1^* 、 t_2^* 为：

$$t_1^* = dE_1 + \frac{s \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1}}{\frac{\partial E_1}{\partial t_1}} \quad (15a)$$

$$t_2^* = d\gamma_2 x_2 \quad (15b)$$

据式(15a)，南方企业环境研发投入可能使本国最优排放税 t_1^* 偏离庇古税 dE_1 。而由式(15b)可得，北方国家最优排放税为庇古税，不受他国企业环境研发投入的影响。若南北两国战略操控本国环境税以影响他国企业出口及环境研发投入，则福利函数关于战略性排放税 t_i 的一阶条件分别为：

$$w_{t_1} = \underbrace{\left(\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_1} \right)}_{\text{战略效应}} + \underbrace{(t_1 - dE_1) \frac{\partial E_1}{\partial t_1}}_{\text{庇古效应}} - \underbrace{s \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1}}_{\text{ER\&D效应}} = 0 \quad (16a)$$

$$w_{t_2} = \frac{\partial \pi_2}{\partial t_2} + \underbrace{\frac{\partial \pi_2}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_2}}_{\text{产量效应}} + \underbrace{\frac{\partial \pi_2}{\partial x_1} \left(\frac{\partial x_1}{\partial t_2} + \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_2} \right)}_{\text{ER\&D效应}} - d\gamma_2^2 x_2 \frac{\partial x_2}{\partial t_2} + \gamma_2 x_2 + t_2 \gamma_2 \frac{\partial x_2}{\partial t_2} = 0 \quad (16b)$$

其中， $\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_1}$ 、 $\frac{\partial \pi_2}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial t_2}$ 分别为南北国家操控自身排放税以影响对方企业出口的战略效应， $\frac{\partial \pi_2}{\partial x_1} \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_2}$ 为北方国家操控自身排放税以影响南方企业 ER&D 的战略效应。求解南北战略性环境政策 t_i 为：

$$t_1 = dE_1 + \frac{s \frac{\partial x_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial t_1}}{\frac{\partial E_1}{\partial t_1}} - \frac{\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_1}}{\frac{\partial E_1}{\partial t_1}} \quad (17a)$$

$$t_2 = d\gamma_2 x_2 - \frac{x_2}{2\gamma_2} - \frac{t_1^2 x_2}{\gamma_2 (3\varphi - 2t_1^2)} < t_2^* \quad (17b)$$

由式(17a)与式(15a)可知， $t_1^* - t_1 = \frac{\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_1}}{\frac{\partial E_1}{\partial t_1}}$ ，其中 $\frac{\partial \pi_1}{\partial x_2} \frac{\partial x_2}{\partial t_1} < 0$ 。因此南方

①庇古税是使企业边际排放成本 t_1 等于边际环境损害成本 dE_1 的排放税水平。

国家战略性环境政策 t_1 是否较最优环境税 t_1^* 更宽松取决于其减排效应 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1}$ 。只要不至于加剧环境污染（即 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1} < 0$ ），南方国家就会实施较最优水平更宽松的战略环境政策（即 $t_1 < t_1^*$ ），侧重于通过促进企业环境研发投资，提高企业减排效率来控制环境污染，从而平衡企业利润最大化与环境保护。若环境污染加剧（即 $\frac{\partial E_1}{\partial t_1} > 0$ ），则实施更严格的战略性环境政策（即 $t_1 > t_1^*$ ），侧重于通过促进企业减产更快地控制污染。由式（17b）可知，南方企业环境研发投资也促成了北方竞争国的环境倾销（即 $-\frac{t_1^2 x_2}{\gamma_2(3\varphi - 2t_1^2)} < 0$ ）。整理得到命题3。

命题3：南方出口企业的环境研发投资可能同时影响南北两国环境政策：使本国最优排放税偏离庇古税水平，同时本国政府可能为激励企业增加研发创新投资而实施较最优水平更宽松的战略环境政策；促使清洁生产更先进的北方国家采取放松环境规制的战略，但不影响其最优环境政策。

Ulph（1996a）在两国三地模型中引入企业双边研发博弈，其理论分析表明两国政府均有激励放松环境规制以促进本国企业研发。而李昭华（2004）^[32] 考虑南北两国企业减污研发成本的不对称，发现此时南北政府在产品减污研发投资政策上仍呈现对称性，即均对本国企业环境研发进行补贴。本文则考虑南北两国环境技术异质性企业的不对称环境研发投资，发现南方国家企业的单边环境研发投资不只促成本国政府实施环境倾销，还可能促使环境技术更先进的北方竞争国采取战略措施。

2. 南方国家出口补贴决策

给定企业产量及环境研发投资，南方国家选择出口补贴以最大化本国福利。

$$\max_{s^*} w_1 = (A - x_1 - x_2 + s^*)x_1 - \frac{1}{2}\varphi\beta^2 - t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 - \frac{d}{2}[(\gamma_1 - \beta)x_1]^2 + t_1(\gamma_1 - \beta)x_1 - s^*x_1 \quad (18)$$

取福利函数关于最优出口补贴 s^* 的一阶条件并求解得：

$$s^* = t_1(\gamma_1 - \beta) + \underbrace{\frac{3}{2}[dx_1^2(\gamma_1 - \beta) - t_1x_1]}_{\text{ER\&D效应}} \frac{\partial\beta}{\partial s^*} \quad (19)$$

由式（19）可知，若不考虑企业环境研发投资，则南方最优出口补贴 $s^* = t_1\gamma_1$ ，即出口补贴与排放税正相关，能够帮助本国企业抵消环境税支出，维持国际市场竞争优势。

引入企业环境研发投资后，南方国家最优出口补贴与本国环境政策选择有关。若本国政府采取庇古税 $t_1 = dx_1(\gamma_1 - \beta)$ ，则 $[dx_1^2(\gamma_1 - \beta) - t_1x_1] \frac{\partial\beta}{\partial s} = 0$ ，此时可求

得：

$$s^* = dx_1(\gamma_1 - \beta) \quad (20)$$

由式(20)可知 $\frac{\partial s^*}{\partial t_1} < 0$ ，南方国家出口补贴随庇古税增加而递减。只要不至于加剧环境污染，南方国家政府就会实施较庇古税更宽松的环境政策（即 $t_1 < dx_1(\gamma_1 - \beta)$ ），侧重于通过促进企业研发创新，提高企业减排效率来减污，同时实施更高的出口补贴，以促进企业的环境研发投资及出口（即 $[dx_1^2(\gamma_1 - \beta) - t_1 x_1] \frac{\partial \beta}{\partial s} > 0, s^* > t_1(\gamma_1 - \beta)$ ）。反之，若可能加剧环境污染，南方国家政府将实施更严格的环境税，侧重于通过削减产量的方式减排（即 $t_1 > dx_1(\gamma_1 - \beta)$ ），此时政府的出口补贴激励也随之下降并挤出了企业 ER&D（即 $\frac{3}{2} [dx_1^2(\gamma_1 - \beta) - t_1 x_1] \frac{\partial \beta}{\partial s} < 0, s^* < t_1(\gamma_1 - \beta)$ ）。因此，引入企业环境研发投资后南方国家出口补贴与排放税可能负相关。

命题4：南方国家企业的环境研发投资可能使本国出口补贴偏离有效水平，并改变出口补贴与环境税之间的正相关关系。二者间的新型策略关联帮助南方国家政府更有效地影响企业的减排策略选择（即减产策略和环境研发投资策略），有助于保持政府政策选择与企业减排策略的一致性。

Brander 和 Spencer (1985)^[33] 在两国竞争出口至第三国的经典战略性贸易政策模型框架中证实，贸易各国具有单方面动机为本国厂商提供出口补贴，帮其降低价格并抢占国际市场份额。本文纳入排放税后发现，最优出口补贴随本国排放税增加而递增，以帮助本国企业抵消环境税支出，维持国际市场价格优势，即出口补贴与排放税正相关，这与 Walz 和 Wellisch (1997)、洪丽明和吕小锋 (2017) 等的结论相一致。纳入更多因素后，贸易与环境政策间的关系可能发生变化，如邢斐和何欢浪 (2011)^[34] 引入边际环境损害后证实，关税与排放税间的负相关关系可能改变，即当环境损害程度不大时，贸易自由化进程中关税削减会使各国环境税“向底线赛跑”，反之则会提高各国环境税。本文引入企业环境研发投资后发现，南方国家出口补贴与排放税间的传统正相关关系可能改变。实施排放税与出口补贴的战略组合政策有助于南方国家更有效地影响企业减排策略选择，保持政府政策选择与企业减排策略的一致性，促进环境规制者与受规制者间的良性互动。

三、计量模型及指标度量：来自中国的经验证据

(一) 数据来源

本文实证分析采用2017年我国沪深股市上市公司经济数据及其所在行业出口退税税率和所在地区碳税税率，其中我国征收碳税试点地区包括湖北、天津、北京、重庆、福建、广东、深圳和上海八个地区。数据来源主要分为四个部分：从国

家税务总局颁布的出口退税表获得各种商品出口退税税率的信息；从世界银行数据库（World Bank Open Data）获得中国各地征收碳税的试点情况；从国泰安数据服务中心（China Stock Market & Accounting Research Data, CSMAR）获得上市公司研发支出和相应的经济数据；根据世界知识产权组织（World Intellectual Property Organization, WIPO）在2010年发布的“国际专利分类绿色清单”，结合《联合国气候变化框架公约》七大分类划分标准确定绿色专利数据。

（二）变量选取与处理

理论部分的企业环境研发创新投资是主要被解释变量，本文选取上市公司绿色专利申请量的对数形式作为其代理变量，它能够体现企业绿色创新水平以及绿色创新投入。为避免0值的影响，将绿色专利申请数量加1再取对数，用 $\ln allpat$ 表示。理论部分的出口补贴在现实中表现为出口退税，用 $taxrate_mean$ 表示。本文选取出口退税表中商品编码的前两位，计算出该商品编码的平均出口退税率作为该行业的出口退税率，并将其与上市公司所在行业进行匹配。地区层面的碳税税率用 $carbontax$ 表示，对应于理论部分的环境税。

本文参照齐绍洲等（2018）^[35]选取企业层面的经济特征作为模型的控制变量。一是企业成熟度，成立时间越长的公司越能认识到技术在市场竞争中的重要性，也更有可能在已有技术基础上持续进行创新及研发投入，本文选取上市公司成立年限的对数作为企业成熟度的衡量指标，用 $\ln age$ 表示；二是企业规模，企业环境研发是高风险投资行为，规模越大企业越有实力研发，在抵御风险的同时能够获得高额收益，本文选取上市公司雇佣劳动的数量和每股净资产作为企业规模的衡量指标，取对数后分别用 $\ln employee$ 和 $\ln netassetper$ 表示；三是企业信用评价，企业负债水平代表投资者对企业信用的认可度，研发投入作为一种长期投资需要大量资金持续投入，企业负债可以改善其资金状况，为研发投入提供更充足的资金支持，本文选取上市公司的流动负债，取对数后为 $\ln floatingdebt$ ^①。

（三）模型与实证结果分析

本部分对命题1进行实证分析，由于数据的局限及对战略性影响定量分析方法的缺乏，难以对其余命题进行实证检验，即实证部分主要回答以下问题：出口补贴与环境税对企业环境研发投入具有怎样的影响？对此分别建立以下计量模型：

$$\ln allpat_i = \beta_0 + \beta_1 taxrate_mean_j + \alpha_k X_i + \varepsilon_{ij} \quad (21)$$

$$\ln allpat_i = \beta_0 + \beta_1 carbontax_n + \alpha_k X_i + \varepsilon_{in} \quad (22)$$

其中，下标 i 、 j 、 k 、 n 分别表示企业、行业、控制变量的个数和地区， ε_{ij} 和

①限于篇幅，本文选取变量的描述性统计结果可登录对外经济贸易大学学术刊物部网站“刊文补充数据查询”栏目查阅、下载。

ε_{in} 表示随机干扰项。被解释变量 $\ln allpat_i$ 是上市公司绿色专利申请量的对数，表示企业环境研发投入，在后续的稳健性分析中用上市公司研发投入金额的对数和研发人员数量的对数进行替换，分别用 $\ln rdspendsum_i$ 和 $\ln rdperson_i$ 表示。核心解释变量是上市公司所在行业的平均出口退税率和中国各地区所实行的不同碳税税率，分别用 $taxrate_mean_j$ 和 $carbontax_n$ 表示。 X_i 表示影响企业进行研发投资的其他经济因素，包括企业流动负债、每股净资产、流动资产、雇佣劳动、成立年限等。

表1中，列(1)表示上市公司所在行业平均出口退税率对企业环境研发投资的影响，列(2)在列(1)基础上控制了影响企业进行研发投资的其他经济因素。列(3)表示上市公司所在地区所实行的不同碳税对企业环境研发投资的影响，列(4)在列(3)基础上控制了影响企业进行环境研发投资的其他经济因素。

首先，从列(1) — (2)回归结果可以看出，出口退税对企业环境研发在1%水平下具有显著正向影响，在加入控制变量后结果没有发生改变，这印证了命题1。其次，列(3) — (4)回归结果显示，碳税在1%水平下显著地促进企业的环境研发，因此目前中国征收碳税可能有助于激发企业研发。在加入控制变量后碳税的系数保持正向显著。这进一步证实命题1。

表1 出口退税和碳税对企业环境研发投资的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\ln allpat$	$\ln allpat$	$\ln allpat$	$\ln allpat$
$taxrate_mean$	0.023 *** (0.007)	0.025 *** (0.006)		
$carbontax$			0.041 *** (0.010)	0.039 *** (0.009)
$\ln age$		-0.097 *** (0.025)		-0.091 *** (0.025)
$\ln employee$		-0.030 (0.306)		-0.019 (0.031)
$\ln floatingcap$		0.175 *** (0.439)		0.170 *** (0.440)
$\ln floatingdebt$		0.102 *** (0.026)		0.094 *** (0.026)
$\ln netassetper$		-0.003 (0.039)		0.006 (0.039)
观测值	1 615	1 609	1 615	1 609
R^2	0.006	0.097	0.013	0.102

注：***、**和*分别代表系数显著性水平为1%、5%和10%，括号内为标准误。

考虑企业地理位置、发展水平差异性对企业环境研发的影响，将样本按照地理

位置分为东、中、西部。由回归结果可知^①，碳税和出口平均退税率在1%水平下促进东部地区企业环境研发，可能的原因在于，东部地区经济发展水平较高，清洁生产技术也较先进，企业能够承担一定的环境研发投入。

企业所有制属性可能对环境研发投入产生不同影响，因此将样本分为国有企业和非国有企业，进一步考察出口退税和碳税对不同所有制属性企业的影响。从回归结果来看^②，出口退税率在1%水平下促进了非国有企业环境研发投入。碳税在1%水平下促进了非国有企业环境研发投入。可能的原因在于，出口退税及碳税作为市场型环境贸易政策工具，对非国有企业这一典型的市场主体的绿色创新激励作用更加明显。

四、结论及启示

本文在战略性环境贸易政策框架中引入异质性企业环境研发创新投资，研究南方国家实施环境税与出口补贴的战略组合政策影响出口企业环境研发创新投资及其减排策略的理论机制，同时采用中国碳税试点及微观上市公司经济数据开展实证检验，得出的主要结论及启示如下。

（一）主要结论

1. 南北国际市场竞争中南方国家实施出口补贴及排放税政策均有助于激励出口企业环境研发创新，但环境税水平高于一定临界值可能会挤出清洁生产技术更落后的发展中国家企业的环境研发投入，并促使其转向减产策略以更有效地控制剧增的环境税支出。因此研究创新友好型环境税水平具有重要意义。实证研究显示，我国当前的碳税水平有助于促进企业环境研发创新投资。其中，相对于中西部地区及国有企业，碳税对东部地区及非国有企业的绿色创新效应更显著。

2. 南方国家企业环境研发投入可能使本国最优环境税偏离庇古税，出口补贴偏离最优水平，并促使南北两国采取放松环境规制的战略措施。同时，若南方出口企业战略操控自身环境研发创新投资以影响北方企业出口，将造成环境研发投入过度而影响利润最大化目标。因此，适当减少企业战略行为可以带来帕累托改进。

3. 南方国家企业环境研发投入可能改变了本国出口补贴与环境税之间的正相关关系，只要不加剧环境污染，政府倾向于征收较庇古税更宽松的环境税并提供更高的出口补贴，侧重于通过促进企业研发创新，提高企业减排效率来控制环境污染。反之则实施比庇古税更严格的环境税并削减出口补贴，侧重于通过削减产量更快控制环境污染，此时环境税与出口补贴呈现负相关关系。

（二）政策启示

1. 我国当前实施碳税及出口退税政策有助于促进经济迈上更高质量、更有

^①限于篇幅，地区异质性分析结果查阅同前。

^②限于篇幅，所有制异质性分析结果查阅同前。

效率、更加公平、更可持续、更为安全的发展之路。构建政府为主导、企业为主体的环境治理体系,坚持和完善碳税为代表的市场化环境政策对促进我国出口企业绿色创新有重要意义。同时,进一步深化包括国有制企业在内的市场经济制度改革,有利于充分发挥碳税等市场型环境政策工具对国有企业绿色创新的激励作用。

2. 中国等发展中国家政府征收适度宽松的创新友好型环境税,对激励环境技术更落后的出口企业(尤其是我国中西部地区企业)的环境研发创新,协调环境效益与企业利润最大化目标有重要意义。我国近年来坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念,推进高水平对外开放的相关举措,有利于促进环境保护与经济增长的高质量发展。

3. 不同的环境税水平可能促使企业采取不同的减排策略(即减产策略或环境研发创新策略),实施环境贸易战略组合政策并借助环境税与出口补贴的新型战略关联有助于我国政府更有效地影响企业减排策略,保持企业减排策略与环境政策选择的一致性,促进环境效益与企业国际竞争力双赢的高水平对外开放。

[参考文献]

- [1] KENNEDY P W. Equilibrium Pollution Taxes in Open Economies with Imperfect Competition [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1994, 27 (1): 49-63.
- [2] RAUSCHER M. On Ecological Dumping [J]. *Oxford Economic Papers*, 1994, 46: 822-840.
- [3] PORTER M, LINDE C V D. Toward a New Conception of the Environment Competitiveness Relationship [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9: 97-118.
- [4] AMBEC S, BARLA P. A Theoretical Foundation of the Porter Hypothesis [J]. *Economic Letters*, 2002, 75: 355-360.
- [5] ANDRÉ F J, GONZÁLEZ P, PORTEIRO N. Strategic Quality Competition and the Porter Hypothesis [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2009, 57 (2): 182-194.
- [6] CONSTANTATOS C, HERRMANN M. Market Inertia and the Introduction of Green Products: Can Strategic Effects Justify the Porter Hypothesis? [J]. *Environmental and Resource Economics*, 2011, 50 (4): 267-284.
- [7] GREAKER M. Spillovers in the Development of New Pollution Abatement Technology: A New Look at the Porter-hypothesis [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2006, 52: 411-420.
- [8] 徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新 [J]. *中国工业经济*, 2020 (12): 178-196.
- [9] KESIDOU E, WU L. Stringency of Environmental Regulation and Eco-innovation: Evidence from the Eleventh Five-Year Plan and Green Patents [J]. *Economics Letters*, 2020, 190: 1-5.
- [10] 于连超, 张卫国, 毕茜. 环境保护费改税促进了重污染企业绿色转型吗? ——来自《环境保护税法》实施的准自然实验证据 [J]. *中国人口·资源与环境*, 2021, 31 (5): 109-118.
- [11] 田成诗, 韩振乙. 严厉的环境政策鼓励企业技术创新吗? [J]. *科研管理*, 2021, 42 (10): 166-173.
- [12] 徐乐, 马永刚, 王小飞. 基于演化博弈的绿色技术创新环境政策选择研究: 政府行为 VS. 公众参与 [J]. *中国管理科学*, 2022, 30 (3): 30-42.
- [13] 曲薪池, 侯贵生, 孙向彦. 政府规制下企业绿色创新生态系统的演化博弈分析——基于初始意愿差异化视角 [J]. *系统工程*, 2019, 37 (6): 1-12.

- [14] QIU L D, ZHOU M, WEI X. Regulation, Innovation, and Firm Selection: The Porter Hypothesis under Monopolistic Competition [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 92: 638-658.
- [15] CHEN S, LIN F, YAO X, et al. WTO Accession, Trade Expansion, and Air Pollution: Evidence from China's County-level Panel Data [J]. *Review of International Economics*, 2020, 28 (4): 1020-1045.
- [16] BANERJEE S N, ROY J, YASAR M. Exporting and Pollution Abatement Expenditure: Evidence from Firm-level Data [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2021, 105: 1-15.
- [17] CONRAD K. Taxes and Subsidies for Pollution-intensive Industries as Trade Policy [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1993, 25 (2): 121-135.
- [18] EICHNER T, PETHIG R. Strategic Pollution Control and Capital Tax Competition [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2019, 9: 27-53.
- [19] LEE G M. Trade Agreements with Domestic Policies as Disguised Protection [J]. *Journal of International Economics*, 2007, 71: 241-259.
- [20] LAHIRI B. The Welfare Synergy of Bundling International Environmental Agreements with International Trade Treaties [J]. *Review of International Economics*, 2011, 19 (5): 909-921.
- [21] 赵文霞, 刘洪愧. 中国环境贸易措施与企业绿色创新 [J]. *国际贸易问题*, 2022 (3): 105-120.
- [22] AMBEC S, BARLA P. A Theoretical Foundation of the Porter Hypothesis [J]. *Economic Letters*, 2002, 75: 355-360.
- [23] ULPH A. Environmental Policy and International Trade When Governments and Producers Act Strategically [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 1996a, 30: 265-281.
- [24] TSAI T H, TU K I, CHIOU J R. Tariffs and Environmental Taxes in the Presence of Environmental R&D [J]. *Environmental Resource Economics*, 2015, 60: 413-431.
- [25] 洪丽明, 吕小锋. 贸易自由化、南北异质性与战略性环境政策 [J]. *世界经济*, 2017 (7): 78-101.
- [26] BURGUET R, SEMPERE J. Trade Liberalization, Environmental Policy, and Welfare [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2003, 46 (1): 25-37.
- [27] WALZ U, WELLISCH D. Is Free Trade in the Interest of Exporting Countries When There Is Ecological Dumping? [J]. *Journal of Public Economics*, 1997, 66: 275-291.
- [28] 洪丽明, 黄伟, 郑霄鹏. 开放经济条件下战略性环境政策的理论研究脉络: 基于理论模型的文献综述 [J]. *国际贸易问题*, 2016 (4): 129-142.
- [29] YANASE A. Trade and Global Pollution in Dynamic Oligopoly with Corporate Environmentalism [J]. *Review of International Economics*, 2012, 5: 924-943.
- [30] TARUI N, POLASKY S. Environmental Regulation with Technology Adoption, Learning and Strategic Behavior [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2005, 50 (3): 447-467.
- [31] ULPH A. Environmental Policy Instruments and Imperfectly Competitive International Trade [J]. *Environmental and Resource Economics*, 1996b, 7: 333-355.
- [32] 李昭华. 国际贸易中企业产品消费减污与政府 R&D 投资政策: 基于 Bertrand 竞争的分析 [J]. *世界经济*, 2004 (6): 18-26.
- [33] BRANDER J A, SPENCER B J. Export Subsidies and International Market Share Rivalry [J]. *Journal of International Economics*, 1985, 1: 83-100.
- [34] 邢斐, 何欢浪. 贸易自由化、纵向关联市场与战略性环境政策 [J]. *经济研究*, 2011 (5): 111-125.
- [35] 齐绍洲, 林岫, 崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新? ——基于我国上市公司绿色专利数据的证据 [J]. *经济研究*, 2018 (12): 129-143.

Do Strategic Environmental and Trade Policies Promote
Environmental R&D Innovation of Export Enterprises
—Theory and Empirical Research Based on China

HONG Liming PENG Shuijun CHEN Hongwen

Abstract: In the era of “dual carbon” goals and environmental tax, can China’s strategic environmental and trade policies encourage environmental R&D innovation and green transformation of export enterprises? This paper relaxes the symmetry assumptions to capture the actual situation of firms from developing countries and introduces corporate environmental R&D innovation investment in the strategic environmental and trade policy framework. We develop a game model where heterogeneous firms in the North and the South export to a third country, and it shows that both export subsidy and environmental tax incentivize export enterprises’ investment in environmental R&D innovation. However, the relationship between environmental tax and corporate environmental R&D innovation investment is not strictly monotonously increasing. When the strictness of environmental tax is higher than a certain threshold, it may reduce environmental R&D innovation investment of enterprises in the South with backward environmental technology and prompt them to cut back production in order to control the increasing environmental costs. Therefore, environmental R&D innovation investment of enterprises in the South could lead to environmental deregulation in export countries and change the correlation between export subsidy and environmental tax. The government should formulate innovation-friendly environmental tax and use its new strategic linkage with export subsidy to effectively affect firms’ emission reduction strategies and promote environmental R&D innovation investment. Further empirical research based on the data of Chinese listed firms and the carbon tax pilot in China shows that China’s current carbon tax stimulates corporate environmental R&D innovation investment. Specifically, the green innovation effect is more significant in the eastern region than in the central and western regions, and more significant for non-state-owned enterprises than for state-owned enterprises.

Keywords: Strategic Environmental Policies; Export Subsidy; Environmental R&D Innovation; Porter Hypothesis; Heterogeneous Enterprises

(责任编辑 张晨烨)