

异质性气候政策与出口低碳技术含量

李 锴 齐绍洲 杨 勇

(武汉大学 气候变化与能源经济研究中心,湖北 武汉 430072)

摘要:本文围绕气候政策是否促进了出口低碳升级这一主题进行实证研究,利用中国省区面板数据,从全要素维度测算出口低碳技术含量,并基于市场和制度因素考察政策有效性。研究发现:首先,不同气候政策对出口低碳技术含量产生差异性的影响效果,节能目标政策能够提升出口低碳技术含量,排污费和碳市场均未产生激励作用,新能源补贴这一鼓励性规制具有积极的升级效果。其次,从气候政策的创新作用渠道来看,节能目标和新能源补贴显著推动了低碳技术创新,另外两种限制性政策未能诱发“创新补偿效应”。再次,由于产业分布的差异,规制措施在中西部地区产生更为显著的作用。随着地区市场国有化程度增加,政策的升级效果将会增强,而随着地区财政分权程度提高,政策的升级效果将会减弱。最后,本文在完善市场机制、依法加强规制强度以及提高政策执行效果等方面给出了相关建议。

关键词:气候政策;排污费;节能目标;新能源补贴;碳市场;出口技术含量;低碳升级

中图分类号:F062.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5230(2019)02-0105-11

一、引言

近年来,伴随日趋深入的工业化和城镇化进程,二氧化碳等气体的排放量不断增多,导致生态环境和气候恶化,严重束缚了中国经济的可持续和高质量发展。以高能效和低排放为核心特征的发展模式——低碳经济,不仅是全球经济发展不可逆转的大趋势和新的经济增长点,更是中国占据世界新一轮贸易竞争制高点的关键。特别是“中国制造”已经成为影响世界经济格局的一个“特殊”现象,其出口竞争优势可归结为国内劳动力的低成本和化石能源的高消耗,而不依赖于技术创新^[1]。显然,这种外延粗放型贸易增长方式与当今低碳经济的发展潮流相违背,亟待加以改变。

转换高碳发展轨道、促进贸易低碳转型升级,不仅是当前“中国新改革”无法回避的关键问题之一,而且是中国践行新发展理念的战略要求。诚然,出口贸易转型升级不仅仅局限在简单的静态贸易

收稿日期:2018-09-27

基金项目:国家重点研发计划“我国重点行业与地区碳配额分配方法与能力建设”(2018YFC1509005);国家自然科学基金面上项目“企业区位再选择与地区生产率提升政策”(71373189);国家自然科学基金面上项目“环境规制与‘中国式’产能过剩的防治”(71873097)

作者简介:李 锴(1985—),男,湖北武汉人,武汉大学气候变化与能源经济研究中心讲师;
齐绍洲(1965—),男,河南宝丰人,武汉大学气候变化与能源经济研究中心教授;
杨 勇(1977—),男,湖北武汉人,武汉大学气候变化与能源经济研究中心副教授。

结构调整上,如从加工贸易向一般贸易转变等,更多应体现在出口技术复杂度(export technological sophistication)这一更为重要的出口技术含量属性上^{[2][3]}。与此同时,世界经济的不确定性、贸易保护主义和贸易摩擦的加剧,使得中国必须加快实现贸易转型升级。

纵观现有文献,直接讨论气候政策与出口低碳技术含量的文献较为缺乏。其中,与本文相关的代表性理论假说主要有两个:一是“污染避难所假说”,该假说认为严格的环境规制会加重出口企业的生产成本,降低企业国际竞争力,甚至促使企业转移到规制强度更低的地区去。一些学者基于不同模型分析框架(如I-O、H-O-V模型等),发现高标准的环境规制会削弱一国相关产业的比较优势,影响国际竞争力,损害出口贸易^[4]。然而,一些学者考虑到传统的出口规模、比较优势等指标无法真实地反映出口竞争力,于是从产品质量、技术复杂度等角度分析了环境规制对出口升级的影响^[5]。从本质上讲,环境规制的出口经济效应是多种因素作用的结果,单一规制指标难以反映出异质性,故有必要对环境规制进行政策分类,以便更加科学、全面地探究不同政策的出口经济效应^[6]。二是“波特假说”,该假说认为环境规制能够激励企业改善资源配置效率,引发技术革新,诱发企业的“创新补偿效应”,最终提高企业的生产率和市场竞争力^{[7][8]}。有效的环境规制将对企业产生减排约束,形成污染排放的影子价格,有助于激发环境技术创新,是一种必要的政府干预^[9]。现在越来越多的文献在对单项政策进行评估时,大多采用DID或准自然实验的方法,该方法可以更好地识别政策与技术创新之间的因果关系,但该效应的大小和显著性也依研究对象而有所差异^{[10][11]}。也有部分文献从不同政策的特征出发,如命令控制机制(command and control regime)和市场机制(market-based regime),评估和比较政策的异质性创新效果^[12]。

相比上述文献,本文的边际贡献主要体现在以下方面:第一,在以往的实证研究中,异质性气候政策本身往往很少被量化并统一引入模型进行分析,本文主要考察四种政策:排污费、节能目标、新能源补贴和碳市场,弥补以往研究只考虑单一规制效应而相对忽略异质性效应这一缺陷;第二,区别于一般文献只考虑用出口技术复杂度来体现出口技术含量属性,缺乏“绿色”或“低碳”内涵,本文基于松弛的测度模型(slack-based measure,SBM)测算出口低碳技术含量,以此精确地反映中国出口低碳升级的动态变迁过程;第三,现有文献未考虑市场和制度因素对气候政策有效性的影响,本文在对出口低碳技术含量影响程度进行基准分析的基础上,引入地区市场和制度因素,进一步考察气候政策的有效性,使研究更切合实际。

二、理论分析和研究假设

参考《中国应对气候变化国家方案》和《中国应对气候变化的政策与行动》等文件,本文主要考察工业层面的四种气候政策:排污费、节能目标、新能源补贴和碳市场。从实施规制的方式看,节能目标政策属于命令控制机制,另外三种属于市场机制;新能源补贴属于鼓励性政策,而另外三种属于限制性政策。不同政策提升出口低碳技术含量的有效性如何?我们从两个层次进行分析:

(一)气候政策对出口低碳技术含量的影响效应分析

理论上讲,采取市场机制能解决资源配置无效率问题,更大程度地节约成本,提高生产率水平和国际竞争力,是引导出口产业低碳发展的最佳选择。然而,首先,中国气候或环境治理一直带有计划经济色彩,采取了较多强制性的行政措施,即“行政命令有余,市场手段不足”。排污费、碳市场等限制性政策并非属于完全意义上的市场机制,其本身存在成本约束有限、政府干预较多、价格信号失真等问题,难以有效发挥资源配置作用,往往只能起到短期激励效果,影响程度也比较有限。其次,低规制强度政策很可能挤占企业技术创新投资,使得“成本效应”占主导地位,不利于出口产业低碳升级^[13]。而高规制强度政策能够使“创新补偿效应”有效抵消“遵循成本”带来的负面影响,进一步深化产业分工,提高出口技术含量。最后,中国高碳出口行业的减排成本较高,绿色或低碳技术投资偏好的调整成本较高,其对气候规制的“容忍水平”也较高^[14],需要更加严格的政策施加成本约束才能驱动出口低碳升级。总之,中国的气候政策主要还是依靠行政手段而非市场手段,这是由历史决定的。但是,

未来必然会采用更多的市场机制来提高政策效率以及提供更多的灵活性。因此,就目前而言,更为严厉的气候政策通过诱发技术创新可以提高出口低碳技术含量。基于以上分析,本文提出以下假设:

假设 1:不同气候政策会形成差异性的出口低碳升级效果,相对于限制性市场机制,实施“硬约束”的命令控制机制更能提升出口低碳技术含量。

(二)基于市场和制度因素的气候政策有效性分析

与传统产业政策不同,前瞻性的气候政策更加强调政府的政策工具以及地区的市场和制度因素对其有效性的影响。具体到中国的市场环境,除了一些公共品行业所形成的自然垄断之外,中国工业中更为直接的市场表现就是国企特殊化所形成的一些制度性和策略性进入壁垒。不管是命令控制机制政策,还是市场机制政策,中国政府在资源配置中往往扮演主要角色,实际上为经济运行中的“计划经济”提供了空间,强化了规制措施实施的政策效果。尽管由于缺乏竞争,国企的生产率表现可能不及非国企,但在履行环境保护、气候治理以及社会责任等方面发挥重要作用,无疑是中国气候、环保政策的重要参与主体和政策传导渠道。自从“十一五”以来,中国大多数地区已经将节能减排目标纳入国企业绩的考核范围,这种机制可增强相关政策的执行效果。

至于中国的制度环境,财政分权体制改革使地方政府拥有了对当地经济发展的“剩余索取权”,被认为是地方政府强烈参与经济活动的重要制度激励^[15]。财政分权强化了地方利益的主体地位,弱化了中央对地方行为的干预和指导。而且,在以“谋利性”为导向的政绩考核体系下,作为气候规制实施者的地方政府往往具有一定的自由裁量空间或弹性,这可能导致部分规制措施非完全执行,即选择性执行,甚至拒绝执行。总之,中国式财政分权和晋升激励,使地方政府气候政策的制定存在着“逐底竞争”或传染性^[16],其根本目的不在于节能减排或减缓气候变化,而是相互争夺资本等流动性资源,容易对规制的经济效应产生制约作用。据此,本文提出如下假设:

假设 2:随着地区市场国有化程度增加,政策的低碳升级效果将会改善;而随着地区财政分权程度提高,政策的低碳升级效果将会弱化。

三、研究设计及数据说明

(一)研究设计

1. 异质性气候政策的出口低碳升级效应检验。本文首先建立政策的出口低碳升级效应评估模型,重点比较命令控制机制与市场机制政策、限制性政策与鼓励性政策对出口低碳技术含量影响的差异。同时,考虑到政策变量、控制变量与技术含量之间可能存在滞后性和内生性问题,因变量采取下一期,建立如下面板数据模型:

$$\begin{aligned} \text{tetc}_{it+1} = & \alpha_0 + \alpha_1 \text{fee}_{it} + \alpha_2 \text{target}_{it} + \alpha_3 \text{subsidy}_{it} + \alpha_4 \text{carbon}_{it} + \\ & \alpha_5 \text{fdi}_{it} + \alpha_6 \text{hc}_{it} + \alpha_7 \text{ci}_{it} + \eta_i + \delta_t + \epsilon \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中, i 表示省区^①, t 表示时间; tetc 表示出口低碳技术含量; fee 、 target 、 subsidy 和 carbon 分别表示四种气候政策:排污费、节能目标、新能源补贴和碳市场; fdi 、 hc 和 ci 分别表示三个控制变量:外资进入度、人力资本和碳强度; η_i 、 δ_t 分别代表个体效应和时间非观测效应, ϵ 是随机误差项。

传统贸易增长模式以高耗能、高污染和低附加值为主,而技术创新一直被认为是出口升级的重要手段和驱动力^[17]。下一步,本文接着分析气候政策的技术创新效应,以探析出口升级效应的创新作用机制。参考 Nicolli 和 Vona 的研究,建立技术创新的诱发因素(包括知识存量、政策和市场)回归模型^[18]:

$$\begin{aligned} \text{patent}_{it+1} = & \beta_0 + \beta_1 \text{stock}_{it} + \beta_2 \text{fee}_{it} + \beta_3 \text{target}_{it} + \beta_4 \text{subsidy}_{it} + \beta_5 \text{carbon}_{it} + \\ & \beta_6 \text{state}_{it} + \beta_7 \text{vertical}_{it} + \beta_8 \text{concen}_{it} + \eta_i + \delta_t + \epsilon \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)中, patent 表示低碳技术专利数量; stock 表示技术知识存量,以控制技术创新的路径依赖特征; state 、 concen 和 vertical 分别表示不同市场结构:国有化程度、市场集中度和垂直一体化。

2. 基于市场和制度因素的气候政策有效性检验。从理论上说,市场和制度环境对气候政策的制

定以及实施效果存在一定的调节作用,需要对政策工具的有效性加以甄别。鉴于此,本文基于市场和制度因素分析气候政策的出口升级效应,建立以下模型:

$$tetc_{it+1} = \varphi_0 + \varphi_1 climate_{it} + \varphi_2 climate_{it} \cdot Z_{it} + \varphi_3 X_{it} + \eta_i + \delta_t + \varepsilon \quad (3)$$

式(3)中,climate表示上述提到的四种气候政策,Z表示市场因素或制度因素,X表示其他控制变量。根据上文分析,我们分别用国有化程度和财政分权程度作为市场与制度因素的代表性指标。在具体分析中,一方面,在式(1)中加入气候政策变量与市场或制度变量的交乘项,即式(3);另一方面,根据市场或制度变量将样本分为高低两组,再进行分组回归。

(二)数据来源和指标处理

1. 出口低碳技术含量。借鉴许治和王思卉对技术含量测度指标设计的思路,省区工业出口低碳技术含量是以该省区行业出口占总出口的份额为权重,对每一行业碳生产率进行加权求和^[3]。由于数据可得性问题,参考 He Jie、李锴和齐绍洲的研究,假设省区的行业碳生产率可以表示为省区碳生产率与基期全国行业碳生产率的乘积,将中国各省区出口低碳技术含量指标写成式(4)^{[19][20]}:

$$tetc_{it} = \sum_{j=1}^{35} y_{jit} c_{jit} \approx \sum_{j=1}^{35} (y_{jit} c_{j0}) c_{it} \quad (4)$$

式(4)中,j表示各出口行业^③, $y_{jit} = Y_{jit}/Y_{it}$ 为第j个行业出口交货值占整个工业部门的比重, c_{jit} 为相应行业层面的碳生产率, c_{j0} 表示基期全国j行业的碳生产率。本文基于SBM模型和Malmquist-Luenberger指数,在全要素分析框架下对碳生产率进行测算^[21]。所使用的投入产出数据说明如下:期望产出为以2000年不变价表示的工业总产值,非期望产出为二氧化碳排放量,劳动投入量为全部从业人员年平均人数,资本投入为固定资本净值,能源投入指标为终端能源消费量。

2. 政策指标。本文的节能目标政策指标分为两个层面:第一个层面是节能目标值(intensity),即采用各地区“十一五”和“十二五”中每年公布的能源强度下降目标。由于各地节能目标值的大小并不能完全反映政策管控力度差异,故第二个层面采用节能政策执行强度指标(policy),具体是对各省区每年颁布的政策措施进行逐年累积计数^④。对于每一项政策,本文根据政策效力,分省级地方性法规、地方政府规章和地方规范性文件三档进行评分(依次为5、3和1),并以政策效力分数为权重进行加权得到各省区每年的政策执行强度指标^[22]。

由于缺少省级层面的新能源补贴统计数据,本文拟用各省A股上市公司补贴数据替代^[23],并以新能源行业作为关键词在补贴项目明细中进行检索,按省区和年度将属地企业的补贴数据分别加总,形成省级层面的补贴数据,并定义新能源补贴(subsidy)为补贴存量除以员工人数,即人均补贴存量。排污费指标用排污费收入与工业总产值之比来衡量,以控制产出规模对排污费的影响。碳市场采用虚拟变量交互项方式构建,即用碳试点分组的虚拟变量(碳试点省区取1,非碳试点取0)与碳试点政策的时期虚拟变量(T2014)的交乘项(carbon)来表示碳市场政策驱动的净效应,体现双重差分思想。

3. 低碳技术创新。本文采用低碳发明专利来衡量创新水平,这样做的好处主要在于数据可得性强^{[24][25]}。本文结合世界知识产权组织(WIPO)定义的“绿色技术”和中国《国家重点低碳技术推广目录》,根据当前低碳技术的总体水平、受关注程度和应用潜力情况,将工业领域低碳技术分为:提高能源利用效率技术(能效技术)、太阳能等可再生能源供给技术(可再生)和燃料及原材料替代类技术(替代类)。同时,依据WIPO给出的《绿色专利清单》(green patents inventory)的国际专利分类(IPC)代码和OECD环境技术类别以及相应的联合专利分类(CPC)代码,在中国国家知识产权局(SIPO)专利数据库中检索各分类每年各省区工业企业的发明专利数。

4. 控制变量。外资进入度用“三资”工业企业固定资产净值占规模以上工业企业固定资产净值的比重来衡量,以反映外资进入的长期累积效应。人力资本用拥有大学学历人口比重来表示,以体现劳动者的知识水平。碳强度用工业碳排放与不变价总产值之比来衡量,以反映各地区工业耗能状况。市场结构的三个指标:国有化程度、市场集中度和垂直一体化,分别用国有资本占比、大中型企业资产

占比和附加值比(价值增值法)来表示。

鉴于相关指标原始数据的可得性,本文所选用的研究时段为2001~2015年,数据来源于国研网、国泰安数据库、万方数据(法规)库、中国法律法规网、《中国统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国经济普查年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国环境统计年鉴》以及各省区统计年鉴。

四、实证分析

(一)基准分析

1. 基本回归检验。表1报告了异质性气候政策与出口低碳技术含量的回归结果。模型(1)只考虑了四个气候政策变量:排污费、节能目标(采用节能目标值)、新能源补贴和碳市场。不同气候政策的影响存在一定差异:排污费显著抑制出口低碳升级,而其他三种政策均能显著提升出口低碳技术含量。也就是说,当企业面临节能目标和碳减排约束以及获得新能源补贴时,政策能够有效驱动出口向低碳方向升级。模型(2)在模型(1)的基础上增加了三个控制变量——外资进入度、人力资本和碳强度,四个政策变量的估计结果未发生明显改变。

为了如实反映各地区政策实施力度,我们更倾向于采用政策执行强度指标(policy)。同时,估计方程还加入政策执行强度和节能目标政策时期虚拟变量(T2006)的交互项(po2006 = policy × T2006),以考察国家“十一五”以来的节能目标政策是否增强了政策升级效果。模型(3)~(4)的估计结果显示,交互项(po2006)的系数在1%水平上显著为正。可见,国家实行节能目标责任制和节能考核评价制,是命令控制机制产生积极提升效果的前提和保障。

表1 异质性气候政策与出口低碳技术含量

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
变量	tetc	tetc	tetc	tetc	tetc	tetc	tetc
fee	-0.116*** (0.0404)	-0.128*** (0.0418)	-0.158*** (0.0458)	-0.169*** (0.0464)	-0.692*** (0.130)	-0.168*** (0.0466)	-0.168*** (0.0464)
intensity	0.0324* (0.0170)	0.0291* (0.0167)					
policy			-0.00681 (0.00447)	-0.00470 (0.00447)	-0.00229 (0.00433)	-0.00570 (0.00468)	-0.00497 (0.00448)
po2006			0.0131*** (0.00385)	0.0117*** (0.00383)	0.0105*** (0.00365)		0.0118*** (0.00383)
subsidy	0.00340*** (0.00089)	0.00350*** (0.00098)	0.00212** (0.000941)	0.00210** (0.00104)	0.00132 (0.00102)	0.00227** (0.00103)	
carbon	0.2610** (0.102)	0.2140** (0.107)	0.1220 (0.135)	0.0938 (0.138)	0.1190 (0.128)	0.0818 (0.142)	0.0990 (0.137)
fee ²					0.1240*** (0.0290)		
pol11th						0.0114*** (0.00379)	
pol12th						0.0127*** (0.00414)	
sub11th							0.00106 (0.00085)
sub12th							0.00371** (0.00162)
控制变量	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes
样本	420	420	420	420	420	420	420
R ²	0.955	0.956	0.960	0.961	0.963	0.961	0.961

注:估计模型均控制了个体固定效应和时间效应,限于篇幅,只报告了主要变量的估计结果;回归系数括号里的数为稳健标准误,*、**、***分别表示在10%、5%和1%水平上显著,下表同。

具体来说,节能目标政策侧重于强制性规制或“硬约束”,即通过严格的生产标准规范企业的节能选择行为。强制性规制通过限制高碳出口企业的市场进入,加快淘汰落后高碳产能,规定和推广节能低碳技术及应用等路径,从而提升出口低碳技术含量。相比之下,在表1模型(3)和(4)中另外两种限制性政策——排污费和碳市场——均未对出口低碳技术含量产生有效的激励作用。究其原因,这两种基于市场的价格型和数量型政策面临着诸多现实问题,比如成本约束有限、规制体系不健全、政府干预较多等,由此所形成的内在匮乏的节能减排动力和压力,显然很难发挥市场机制的“完美”功效^[26]。也就是说,低碳技术含量与规制强度正相关,较强的规制水平可能更有利于限制性政策作用的发挥。此外,作为新能源产业政策的核心工具,政府扶持有助于提升出口低碳技术含量。鼓励性政策补贴能够缓解新能源企业研发投入不足,降低技术创新的不确定性,从而促进企业技术发展。

模型(5)~(7)进一步对气候政策变量展开分析:模型(5)考虑排污费与出口低碳技术含量可能存在非线性关系,将其平方项加入方程。实证结果显示排污费的一次项和二次项均显著,但数据样本显示中国各省区排污费指标均未越过其拐点。模型(6)将节能目标政策时期虚拟变量(T2006)设置成“十一五”和“十二五”两个时期虚拟变量(属于该时期取1,不属于取0),并加上政策执行强度与两个五年规划时期虚拟变量的交互项(po11th和po12th)。结果显示,相对于“十五”时期,“十一五”和“十二五”时期节能目标政策执行强度均在1%水平上显著促进出口低碳技术含量增加,其影响系数分别为0.0114和0.0127。模型(7)加入新能源补贴与两个五年规划时期虚拟变量的交互项(sub11th和sub12th),结果显示相对于“十五”时期,“十二五”时期新能源补贴政策的效果更为显著,影响系数为0.00371。

2. 创新作用机制检验。提升出口低碳技术含量的关键机制为本土企业技术变革所带来的低碳创新发展。基于此,表2报告了异质性气候政策与低碳技术创新的回归结果。表2中模型(1)的被解释变量为总体低碳技术专利(patent),其回归结果显示四个气候政策变量的影响存在明显的异质性。排污费的系数显著为负,碳市场变量的系数不显著,说明这两种限制性政策措施未能诱发“创新补偿效应”。不同于排污费和碳市场工具,节能目标交互项(po2006)的系数显著为正,说明节能目标政策对低碳技术创新产生了积极的诱发效果。也就是说,当企业面临严格的“硬约束”时,节能目标政策更能诱发企业从事专门的低碳技术创新。新能源补贴政策虽说在中国引发了诸多问题,如盲目跟风上马光伏、风电项目,信息不对称等,但也的确实现了技术投资效应,促进了低碳创新发展。

表2 异质性气候政策与低碳技术创新

模型	(1)	(2)	(3)	(4)
变量	patent	patent ^e	patent ^r	patent ^s
fee	-0.137 ** (0.0598)	-0.146 ** (0.0634)	-0.273 * (0.147)	-0.311 *** (0.112)
policy	-0.022 *** (0.0042)	-0.0168 *** (0.00420)	-0.0410 *** (0.00896)	-0.0145 *** (0.00426)
po2006	0.017 *** (0.00348)	0.0139 *** (0.00346)	0.0310 *** (0.00767)	0.0140 *** (0.00371)
subsidy	0.049 *** (0.0174)	0.0565 *** (0.0191)	0.0620 ** (0.0305)	0.0139 (0.0214)
carbon	-0.131 (0.108)	-0.177 * (0.0941)	0.000196 (0.177)	-0.0196 (0.0957)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
lnalpha	-2.316 *** (0.111)	-2.402 *** (0.134)	-1.564 *** (0.122)	-2.709 *** (0.168)

注:在过度分散检验基础上,模型均采用更适合估计专利产出的负二项回归方法。

同时,要分析上述低碳技术创新的具体原因,还需要进一步识别低碳技术领域的主要类别^[27]。在此,我们分别以能效、可再生与替代类技术专利数据为因变量(分别用 patent^e、patent^r和 patent^s表示)再次进行回归分析。模型(2)~(4)基于低碳技术专利分解的结果显示,在控制了相关变量及非观

测效应情况下,排污费对能效、可再生、替代类技术创新均存在显著抑制效应,而节能目标政策能显著推动这三类子领域的技术创新发展。新能源补贴政策在能效、可再生技术方面存在显著诱发效果,但未能引发替代类技术创新。碳市场只限制了能效技术发展,对其他两类技术创新影响不显著。

从低碳技术专利估计结果来看,虽然一些学者认为排污费征收将在未来的节能减排、污染治理乃至转型升级过程中发挥更为关键的作用^[28]。但实证结果表明,排污费政策在能源节约、资源综合利用以及发展清洁能源等领域未产生积极作用。因此,应从污染的源头着手,推动地区治污控制从“末端治理”向“源头治理”转变,促进本地产业的技术升级。碳市场由于试点时间较短,处于起步阶段,配额分配体系不够成熟,其治理效果尚未显现。然而从中长期来看,全国碳市场的建立将有助于推动结构转型,促进低碳技术发展,为中国出口低碳升级提供新的动力^[29]。相对于新能源补贴只在能效和可再生两个技术领域产生积极创新效果,命令控制机制在全部三个技术领域均能诱发正向作用。从这个角度来看,命令控制机制比市场机制(不管是限制性还是鼓励性市场机制),在低碳技术创新方面都发挥了更大的推动作用。

3. 稳健性检验。本文从解决内生性和变量处理两个方面进行稳健性检验:第一,气候规制变量可能存在内生性问题^[29],因而会干扰实证分析结果的稳健性。在这四种气候政策中,碳市场试点的设立由中央决定,可视为外生变量。表3模型(1)将排污费、节能政策执行强度和新能源补贴这三个变量过去三年的移动平均值进入方程,回归结果显示行政化目标和鼓励性规制的估计系数均显著为正。模型(2)~(3)采用工具变量策略进一步解决模型的内生性问题,分别选择气候规制的滞后一期和其他省区的加权平均水平(以省区间的经济距离(即人均实际GDP差距)的倒数再标准化确定权重)作为工具变量(IV)^[30]。为确保IV的有效性,本文同时报告 Kleibergen—Paaprk LM 统计量和 Wald F 统计量。表3模型(2)~(3)的估计结果表明,如计量经济学理论所预期的一样,IV估计结果的标准误会增大,但本文关注的主要政策变量的估计系数大小和显著性结论与上文基准回归的结论基本一致。第二,针对出口低碳升级指标,我们改变行业结构和碳生产率设定方式,看是否会导致估计结果发生明显的改变。中国出口产品90%来源于工业制成品,本文将两类政府垄断性行业(采矿业和电力蒸气热水生产供应业)去掉,重新测算制造业出口低碳技术含量 $tetcm$ 。表3模型(4)报告了异质性气候政策对制造业出口低碳技术含量的影响,与表1结果类似,在三种限制性政策中,行政化目标规制对制造业出口低碳技术含量产生了显著的提升作用。另外,除了基于SBM模型测度的全要素碳生产率指标,本文重新测算单要素维度下工业和制造业出口低碳技术含量(单要素碳生产率直接用单位碳排放的产值来衡量),分别用 $setc$ 和 $setcm$ 表示。从表3模型(5)~(6)的估计结果来看,一方面,实证分析的结论比较稳健;另一方面,模型(6)的估计系数绝对值更大,说明去掉了垄断性

表3 稳健性检验

模型	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
变量	tetc	tetc	tetc	tetcm	setc	setcm
fee	-0.238*** (0.0506)	-0.249*** (0.0887)	-0.255*** (0.0899)	-0.184*** (0.0427)	-0.311*** (0.0837)	-0.325*** (0.0792)
policy	-0.00571 (0.00501)	-0.00448 (0.00453)	-0.00457 (0.00443)	-0.00808* (0.00445)	-0.00103 (0.00677)	-0.00523 (0.00679)
po2006	0.0143*** (0.00418)	0.0120*** (0.00385)	0.0133*** (0.00405)	0.0148*** (0.00380)	0.00967* (0.00577)	0.0137** (0.00577)
subsidy	0.00217** (0.00101)	0.00237** (0.00112)	0.00259** (0.00137)	0.00311*** (0.00105)	0.00389** (0.00175)	0.00502*** (0.00174)
carbon	0.107 (0.143)	0.0952 (0.138)	0.122 (0.148)	0.102 (0.138)	0.0112 (0.213)	0.0172 (0.214)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
KP LM		8.268***	9.483***			
KP Wald F		13.507*	15.257*			

注:模型(1)对应的政策变量(fee、policy、po2006和subsidy)为过去三年的移动平均值;KP LM为Kleibergen—Paaprk LM不可识别检验统计量,KP Wald F为Kleibergen—Paaprk Wald F弱识别检验统计量。

行业后,各规制工具对制造业出口低碳技术含量的驱动作用更强。以上基准模型估计和稳健性检验的结果表明,本文的假设 1 成立。

(二)进一步分析

1. 区域环境的异质性影响。鉴于中国各区域工业发展的差异性特征,本部分将 30 个省区分为东部和中西部两个区域分别进行考察,以期研究气候政策对出口低碳技术含量影响的区域差异。表 4 模型(1)~(4)和(5)~(8)分别给出了中西部和东部地区的区域对比结果。总体上看,不管是在单要素和全要素维度,抑或是在工业和制造业层面,限制性措施在中西部地区都有更为显著的效果,而鼓励性政策在东部地区存在部分显著结果。在“腾笼换鸟”战略下,中西部地区承接了国内外转移的传统高碳型产业,而东部地区低碳行业出口规模早已超过高碳行业。就作用机制而言,限制性措施的成本约束效果更容易发生在高碳型行业,鼓励性补贴则对以高新技术产业为代表的新能源企业影响更大。因此,产业空间布局的差异可能是引起两类规制在东部与中西部两大区域表现有别的重要因素。

表 4 基于传统划分的区域对比结果

区域 模型 变量	中西部地区				东部地区			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	tetc	tetcm	setc	setcm	tetc	tetcm	setc	setcm
fee	-0.153*** (0.0417)	-0.174*** (0.0379)	-0.243*** (0.0681)	-0.265*** (0.0640)	-0.172 (0.176)	-0.177 (0.176)	0.127 (0.220)	0.121 (0.221)
policy	-0.0132** (0.00630)	-0.018*** (0.00616)	-0.00779 (0.00937)	-0.0143 (0.00946)	0.00692* (0.00370)	0.00719** (0.00363)	0.000158 (0.00492)	0.000460 (0.00487)
po2006	0.0244*** (0.00649)	0.0285*** (0.00625)	0.0266*** (0.00970)	0.0327*** (0.00960)	8.79e-05 (0.00292)	-0.000153 (0.00285)	0.00732* (0.00420)	0.00705* (0.00416)
subsidy	0.000764 (0.00142)	0.00199 (0.00143)	-0.000731 (0.00223)	0.000504 (0.00222)	0.0363 (0.0274)	0.0370 (0.0273)	0.0432* (0.0262)	0.0441* (0.0261)
carbon	0.3840*** (0.121)	0.4020*** (0.118)	0.4050*** (0.148)	0.4250*** (0.157)	-0.0274 (0.135)	-0.0307 (0.133)	-0.00285 (0.117)	-0.00687 (0.115)
样本	266	266	266	266	154	154	154	154

注:按照传统划分方式,本文将 30 个省区分成两个区域:东部(11 个省区)和中西部地区(19 个省区)。

具体来说,在中西部地区,排污费虽然得到显著的估计结果,但作用方向为负,显示排污费政策无法发挥节能减排的功效,未能推动中西部地区出口低碳升级。执行强度与目标政策时期虚拟变量的交互项(po2006)的估计系数显著为正,说明当 2006 年推出节能目标制度之后,该政策对出口低碳技术含量起到促进作用,体现良好的干预效果。碳市场的系数也在 1%水平上显著为正,说明相对于区域内其他非试点地区,碳试点地区(湖北和重庆)在低碳升级方面取得了明显成效。与中西部地区有所不同的是,在模型(5)~(8)的估计结果中,限制性规制对东部地区出口低碳技术含量影响甚微。可见,政策的升级效果存在显著的区域差异,政府应支持限制性政策在具有高碳型特征的中西部地区发挥碳减排指挥棒的导向引领作用,加速低碳升级。

2. 市场环境的异质性影响。国有化程度是气候政策有效传导的重要市场条件。为此,本文以国有化程度指标(用国有资本比重来表示)为基准测算省区平均值,高于平均值则定义为高国有化程度地区(group=0),否则定义为低国有化程度地区(group=1)。在估计方程(1)中加入政策变量与国有化程度分组虚拟变量的交互项(以 feegs、pogs、subgs 和 cargs 分别代表排污费、节能目标、新能源补贴和碳市场与国有化程度分组虚拟变量的交互项)进行回归,验证国有化程度对各种气候政策的出口低碳升级效应的调节作用。

表 5 基于国有化程度考察气候政策有效性(I)

区域 模型 变量	全国	
	(1)	(2)
	setc	setcm
feegs	1.363*** (0.197)	1.389*** (0.198)
pogs	0.006*** (0.00195)	0.005*** (0.00187)
subgs	0.0725** (0.0303)	0.0709** (0.0300)
cargs	0.0600 (0.295)	0.0976 (0.282)
样本	420	420

表 5 模型(1)~(2)显示,交互项变量估计系数均为正(只有 *cargs* 不显著)。这表明,相对而言,排污费、节能目标和新能源补贴政策对国有化程度更高地区的出口低碳技术含量具有显著的提升作用。也就是说,市场国有化程度越高,政策越有利于促进出口低碳升级。为了进一步对比分析,我们按照国有化程度进行分组回归,其结果见表 6 模型(1)~(6)。不管是在国有化程度较高地区还是较低地区,排污费均明显抑制出口低碳技术含量,但在国有化程度较高地区,其估计系数绝对值明显小些。“十一五”以后,节能目标和新能源补贴政策在国有化程度较高地区对出口低碳技术含量产生了积极的促进效应,而新能源补贴在国有化程度较低地区产生了显著抑制作用。

表 6 基于国有化程度考察气候政策有效性(II)

模型变量	国有化程度较低地区			国有化程度较高地区		
	(1) tetc	(2) setc	(3) setcm	(4) tetc	(5) setc	(6) setcm
fee	-0.607*** (0.141)	-1.107*** (0.253)	-1.094*** (0.252)	-0.128*** (0.0381)	-0.223*** (0.0695)	-0.243*** (0.0649)
policy	0.00714* (0.00412)	0.00749 (0.00733)	0.00736 (0.00725)	-0.019*** (0.00565)	-0.0144 (0.00900)	-0.023*** (0.00865)
po2006	-0.000202 (0.00346)	0.00115 (0.00623)	0.00110 (0.00618)	0.023*** (0.00499)	0.026*** (0.00864)	0.0324*** (0.00814)
subsidy	-0.0415* (0.0224)	-0.083*** (0.0306)	-0.079** (0.0304)	0.006*** (0.00146)	0.0053** (0.00233)	0.0067*** (0.00231)
carbon	-0.0574 (0.127)	-0.0347 (0.176)	-0.0355 (0.172)	0.218 (0.164)	0.0447 (0.214)	0.0626 (0.209)
样本	182	182	182	238	238	238

结合以上结果,我们认为,气候政策对出口低碳技术含量的促进效果主要是通过国有企业来实现的。国有化程度越高,气候规制提升低碳技术含量更有效。当然,命令控制政策是现阶段中央政府、地方政府协调经济增长与应对气候变化关系的主要规制工具,其他政策工具也并非完全意义上的市场机制,需要通过大量的行政干预来实现政策效果。其中,国有企业扮演更为重要的社会责任角色。

3. 制度环境的异质性影响。对于制度环境,现有研究更多以财政自主度来度量财政分权。本文以预算内财政收入与预算内财政支出之比来进行测度,并构造财政分权程度分组虚拟变量(高于省区平均值定义为财政分权程度较高地区,否则定义为财政分权程度较低地区)。为考察财政分权对规制措施有效性的影响,在估计方程(1)中引入政策变量与财政分权分组虚拟变量的交互项(以 *feegd*、*pogd*、*subgd* 和 *cargd* 分别代表排污费、节能目标、新能源补贴和碳市场与财政分权程度分组虚拟变量的交互项),回归结果如表 7 所示。

表 7 基于财政分权考察气候政策有效性(I)

区域模型变量	全国	
	(1) setc	(2) tetc
feegd	-0.140 (0.205)	-0.164** (0.073)
pogd	-0.00088 (0.0028)	0.00078 (0.0012)
subgd	-0.098** (0.043)	-0.0095 (0.026)
cargd	-0.510* (0.241)	-0.558** (0.246)
样本	420	420

表 7 模型(1)~(2)的结果显示,大多数交互项的回归系数为负,说明相对财政分权程度较低地区,气候政策对财政分权程度较高地区出口低碳技术含量的促进作用会降低。也就是说,中国式财政分权下激励扭曲与约束不足会对气候规制的出口低碳升级作用产生消极影响。财政分权自主度越高,地方政府气候治理让步经济发展的制度空间就越大,从而导致气候政策普遍未完全执行。由于缺乏激励相容的制度约束,“谋利型”的地方政府鲜有动力去关注气候治理,难免会造成能源浪费、资源错配以及低碳经济效率低下。表 8 模型(1)~(6)分区域的回归结果进一步显示,在财政分权程度较低地区,除了排污费,其他规制均对出口低碳技术含量的促进作用较为显著;而在财政分权程度较高地区,政策工具难以发挥其应有的作用。结合以上分析,本文的假设 2 得到验证。

表 8

基于财政分权考察气候政策有效性(II)

模型 变量	财政分权较低地区			财政分权较高地区		
	(1) setc	(2) tetc	(3) setcm	(4) setc	(5) tetc	(6) setcm
fee	-0.323 *** (0.0753)	-0.353 *** (0.0769)	-0.172 *** (0.0459)	-0.403 *** (0.111)	-0.393 *** (0.112)	-0.228 *** (0.0612)
policy	-0.00996 (0.00856)	-0.0183 ** (0.00864)	-0.0136 ** (0.00590)	0.00631 (0.00817)	0.00978 (0.00787)	0.00485 (0.00464)
po2006	0.0244 *** (0.00776)	0.0321 *** (0.00783)	0.0226 *** (0.00523)	0.00223 (0.00697)	-0.00115 (0.00675)	0.000522 (0.00377)
subsidy	0.00315 (0.00202)	0.00438 ** (0.00210)	0.00244 * (0.00136)	0.00393 (0.0346)	0.00971 (0.0361)	0.0203 (0.0200)
carbon	0.400 *** (0.139)	0.368 ** (0.142)	0.512 *** (0.113)	0.172 (0.167)	0.181 (0.174)	0.0402 (0.127)
样本	266	266	266	154	154	154

五、主要结论与评述

面对现实的能源问题和国际应对气候变化的呼声,我国需要采取合理有效的气候政策促进“中国制造”向“中国创造”升级,走出高能耗、高排放的出口困境,提高出口低碳竞争力和出口低碳技术含量。当前,在贸易增速“换挡”和碳减排任务依然艰巨的背景下,中国通过转型升级向高质量迈进,迫切需要为共赢的贸易升级战略寻求新的动力和政策引导。

本文围绕气候政策是否提升了出口低碳技术含量这一主题进行了实证研究,回归结果表明:(1)不同政策对出口低碳技术含量产生差异性的影响效果,相对于限制性市场机制政策,实施“硬约束”的命令控制机制更能提高出口低碳技术含量,鼓励性规制如新能源补贴也会驱动出口低碳升级。从政策的创新作用渠道来看,实证结果也证实节能目标和新能源补贴政策在低碳技术领域产生了积极促进创新的效果,另外两种限制性措施未能诱发“创新补偿效应”。(2)由于产业分布的差异,不同类型的规制措施在东部与中西部地区的影响程度和作用方向存在明显不同,且在中西部地区发挥了更为显著的作用。进一步分析发现,随着地区市场国有化程度增加,政策的升级效果将会改善;随着地区财政分权程度提高,政策的升级效果将会弱化。

与发达国家相比,中国在气候治理方面更多依赖于行政命令控制模式,比如设定自上而下的节能目标、设立能效标准等。这种强制性手段因其实施效果的可确定性,在很大程度上良性地影响和指导了中国气候政策的方向,并在实践中对构建气候治理体系和减缓气候变化做出了较大贡献。然而,面对日益加深的国内气候问题和国际气候谈判压力,中国需要采取更多的灵活性手段,如碳税、用能权交易、绿证交易等。命令控制机制的过多硬性规定、过高行政成本,难以从根本上形成内在的节能减排动力,也将最终导致气候政策的低效率。因此,要想实现市场机制措施的积极提升效应,中国还需要在新一轮改革的浪潮中依法加强规制强度,重视和强化市场机制的资源配置和创新补偿效应,形成与之配套的市场和政府内外“双引擎”。同时,应认识到单一政策的低碳升级效果存在局限性,要以直接管制为主逐渐转变为行政管制、经济手段和“软手段”等多种政策工具综合运用,实现协同与互补。

现阶段,中西部地区“集聚式”承接国内外产业转移,高碳型产业占比较高,政府应适当提高规制水平,以控制高碳型产业规模并改变技术偏好的方向。东部地区初步形成的“长三角、珠三角和环渤海”三大高新技术产业密集区,是鼓励性规制继续发挥主导作用的“良田”。此外,在坚持市场化改革方向的背景下,加强政策执行效果不能仅仅依赖于国企规模的扩大或国企垄断地位的上升。提高国企效率、完善市场化建设以及促进行业竞争将是增强政策传导效应的有力举措。在制度环境方面,中央政府应着力优化财政分权制度、改革政绩考核体系与奖惩机制,有效限制或弱化地方政府倾向性财政支出。相应地,地方政府应合理制定用于气候治理投资的财政预算,切实领悟“绿水青山就是金山

注释：

- ① 本文的省区是省、直辖市、自治区的简称，暂不包括中国西藏自治区、香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾地区。
- ② 在测算技术知识存量时，本文同时考虑了陈腐率(decay rate)和扩散率(diffusion rate)，具体测算公式请见 Lovely 和 Popp^[31]。
- ③ 限于篇幅，不再报告 35 个工业行业名称，备案。
- ④ 本文参考中国节能规划、各省区节能目标措施等文件，通过万方法律法规数据库对各省区的节能政策进行了搜索和统计(1980~2015 年)。在政策搜集和筛选过程中，仅保留涉及具体政策落实的行业标准、行业准入、淘汰落后产能、锅炉(窑炉)改造、余热余压利用、电机系统节能改造、完善节能标准标识、推广节能技术与产品等措施。
- ⑤ 补贴存量用永续盘存法(PIM)来核算，价格指数来自研发支出价格指数，即消费物价指数和固定资产投资价格指数的加权平均值，权重分别为 0.55 和 0.45，折旧率取 15%。

参考文献：

- [1] 王杰，刘斌. 环境规制与中国企业出口表现[J]. 世界经济文汇，2016，(1)：68—86.
- [2] Hausmann, R., Hwang, J., Rodrik, D. What You Export Matters[J]. Journal of Economic Growth, 2007, 12(1)：1—25.
- [3] 许治，王思卉. 中国各省份出口商品技术复杂度的动态演进[J]. 中国工业经济，2013，(8)：44—56.
- [4] Hering, L., Poncet, S. Environmental Policy and Exports: Evidence from Chinese Cities[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2014, 68(2)：296—318.
- [5] 盛丹，张慧玲. 环境管制与我国的出口产品质量升级——基于两控区政策的考察[J]. 财贸经济，2017，(8)：80—97.
- [6] 邵帅. 环境规制如何影响货物贸易的出口商品结构[J]. 南方经济，2017，(10)：111—125.
- [7] Porter, M. E., Linde, C. V. D. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship [J]. Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4)：97—118.
- [8] Ramanathan, R., He, Q., Black, A., et al. Environmental Regulations, Innovation and Firm Performance: A Revisit of the Porter Hypothesis[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, (1)：79—92.
- [9] Veugelers, R. Which Policy Instruments to Induce Clean Innovating? [J]. Research Policy, 2012, 41(10)：1770—1778.
- [10] Calel, R., Dechezleprêtre, A. Environmental Policy and Directed Technological Change: Evidence from the European Carbon Market[J]. The Review of Economics and Statistics, 2016, 98(1)：173—191.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 时乐乐，赵军. 环境规制、技术创新与产业结构升级[J]. 科研管理，2018，39(1)：119—125.
- [14] 童健，刘伟，薛景. 环境规制、要素投入结构与工业行业转型升级[J]. 经济研究，2016，(7)：43—57.
- [15] 李梦洁，杜威剑. 环境规制与企业出口产品质量：基于制度环境与出口持续期的分析[J]. 研究与发展管理，2018，30(3)：111—120.
- [16] 陈强远，李晓萍，曹晖. 地区环境规制政策为何趋异？——来自省际贸易成本的新解释[J]. 中南财经政法大学学报，2018，(1)：73—83.
- [17] 毛其淋，方森辉. 创新驱动与中国制造业企业出口技术复杂度[J]. 世界经济与政治论坛，2018，(2)：1—24.
- [18] Nicolli, F., Vona, F. Heterogeneous Policies, Heterogeneous Technologies: The Case of Renewable Energy [J]. Energy Economics, 2016, 56(35)：190—204.
- [19] He, J. Pollution Haven Hypothesis and Environmental Impacts of Foreign Direct Investment: The Case of Industrial Emission of Sulfur Dioxide (SO₂) in Chinese Provinces[J]. Ecological Economics, 2007, 60(1)：228—245.
- [20] 李镔，齐绍洲. “FDI降低东道国能源强度”假说在中国成立吗？——基于省区工业面板数据的经验分析[J]. 世界经济研究，2016，(3)：108—122.
- [21] Färe, R., Grosskopf, S., Jr, C. A. P. Environmental Production Functions and Environmental Directional Distance Functions[J]. Ssrn Electronic Journal, 2007, 32(7)：1055—1066.

(下转第 137 页)