

碳排放权交易政策对产业集聚的影响研究

王敏,胡忠世

(辽宁大学经济学院,辽宁沈阳110036)

摘要:以碳排放权交易政策作为政策评估对象,研究碳排放权交易政策对产业集聚的影响。利用2006—2017年分地区数据构建面板数据模型,利用二重差分法和三重差分法,并固定年份、地区以及行业效应,对实施碳排放权交易政策带来的影响进行实证研究。研究发现,碳排放权交易政策明显促进了试点地区受影响行业的产业空间集聚程度,其中,从地区层面分析,政策对中部地区影响程度最大;从行业层面分析,政策对黑色金属冶炼及压延加工业影响程度最大。通过影响机制分析发现,碳排放权交易政策通过促进企业创新提升产业集聚程度。因此,为了更好地兼顾环境保护和经济的持续发展,基于研究结论提出以下两点政策建议:一是加快企业科技创新进程;二是提升碳排放权交易政策广度。

关键词:碳排放权交易;产业集聚;三重差分;二重差分

中图分类号:F291.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2021)03-0001-12

一、引言

20世纪以来,经济快速发展的同时对自然环境造成了一定程度的破坏,各种环境问题的频发,使世界各国必须严肃面对环境问题所带来的严峻挑战,因此,人们力图以最小的经济代价去保护环境,达到经济和环境两个方面的相对平衡,这也是全球各个国家在绿色发展方面探索的方向。全球气候变暖是一种和自然有关的现象,是由于温室效应不断积累,导致地气系统吸收与发射的能量不平衡,能量不断地在地气系统累积,从而导致温度上升,造成全球气候变暖。全球气候变暖会打破全球生态系统平衡,加快生物灭绝速度,因此,控制温室气体排放迫在眉睫。中国政府早在2002年就进行了一些尝试,意在通过在环境治理中引入市场机制达到污染减排的效果,但是由于执行力度不够和政策不完善性,实施效果并不理想。随后,2007年,中国实施排污权交易制度,旨在减少有害废气的排放,这是我国在排污权交易制度上的重大突破,2011年,国家发展改革委印发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》,指出拟于2013年建立包括北京市、上海市、天津市、重庆市、深圳市、广东省和湖北省共7个试点碳市场。中国曾实施过六年的实施清洁发展机制(CDM),因此,在污染减排中引入市场机制有一定的经验可循。

碳排放权交易政策是政府以企业为依据发放碳排放配额,用以规定相应企业的二氧化碳排放的上限额度,以此限制企业的二氧化碳排放额,从而促进企业对温室气体总量和减排的管理,推进企业发展低碳经济。中国的碳排放交易市场是由国内市场和国外市场两部分组成,国内市场主要

收稿日期:2021-04-06;修回日期:2021-05-11

基金项目:国家社会科学基金一般项目“地方政府财政风险监测与预警的统计研究”(19BTJ004);辽宁大学亚洲研究中心资助项目“后疫情时代中日贸易合作研究”(Y202002)

作者简介:王敏(1975—),女,辽宁沈阳人,经济学博士,辽宁大学经济学院副教授,研究方向为产业经济;胡忠世(1995—),男,辽宁丹东人,辽宁大学经济学院硕士研究生,研究方向为产业经济。

以碳排放权交易政策为主导、7个试点省市形成的区域性市场,国外市场是以CDM项目为主导的国际性市场。碳排放权交易政策作为国家实现低碳经济的一种重要性政策,仅仅关注该政策带来的温室气体减排情况是远远不够的,碳排放权交易政策可能会导致碳排放量较少的企业向环境标准较高的地区转移,而碳排放量较大的企业也将面临两种选择,一种是向环境标准较低的地区进行转移;另一种则是由于转移的成本较高以及在地区已经形成具有一定规模的经济生态,企业可能仍然选择在环境标准较高的地区继续进行生产活动。因此,碳排放权交易政策可能会改变该地区的产业集聚程度。对于一个地区来说,产业集聚变化的影响是深远的,是政府制定相关产业政策的重要依据,是地区产业发展的基础,对于各个企业来说,产业集聚的变化影响企业发展的方向。产业集聚的研究在国民经济以及在社会发展中具有特殊的意义,是进行产业结构优化的重要依据,对于形成区域和市场优势、推动技术进步、完善产业布局具有十分重要的意义。

二、文献综述

1920年,英国著名经济学家庇古(Pigou)在《福利经济学》中提出了庇古税(排污收费)的概念,旨在通过制度规则去校正由于环境污染这种负外部性的存在导致在环境资源配置上的低效率与不公平,从而使外部性内部化。该税收等于该企业生产每一单位产品所造成的外部损害,即税收恰好等于边际外部成本。但是庇古税的征收属于理想化操作,因为其税收标准是企业生产所造成的外部损害,而这种损害是没有度量标准的,我们无法了解污染损失的准确货币值。因为污染的影响不仅具有多样性、流动性、间接性和滞后性,而且限于人类的认知水平,还具不确定性,而有的损失很难用货币来表示,譬如说物种的灭绝,所以庇古税的实施存在诸多限制。1960年,英裔美国经济学家科斯提出排污权交易理论概论。1968年,在科斯理论的基础上,Dales^[1]对排污权交易进行了详细阐述,提出了赋予排污权的可交易性能够解决环境污染的思想,并将其应用于水污染的控制研究中。1972年,Montgomery^[2]从理论上证明了基于市场的排污权交易系统明显优于传统的环境治理政策。他认为,排污权交易系统的优点是污染治理量可根据治理成本进行变动,这样可以使总的协调成本最低。随着学者们将目光投入到排污权的领域中,排污权交易制度也在研究和实践中逐渐完善。Stavins^[3]解释了排污权交易中的交易成本问题,他认为交易成本是市场中产品的卖价与买价之间的差价,交易成本在市场中无所不在。Roshan *et al.*^[4]从气候的角度对造成碳价不同的因素进行了解释,认为在温暖的地区,碳排放也会相应减少,从而对碳价造成一定影响。而Snyder^[5]认为如果碳交易市场自由发展,那么在交易过程中会导致投资额度不足,需要通过外部政策干预定价。

我国于1988年就引入了排污权交易制度的概念,我国学者早期针对排污权交易制度在美国的实施情况进行分析,提出了诸多想法。茅于軾^[6]研究了美国的“水污染控制法修正案”和“空气净化法案”执行情况,得出了美国的环境品质有了明显改善的结论,说明排污权交易制度对解决环境污染问题的有效性,坚定了我国实施排污权制度的准备步伐。唐受印^[7]基于我国现实情况总结了实施排污权交易的五个步骤,为如何实施排污权交易制度提供了明确的道路。吕忠梅^[8]明确了排污权交易制度的设置原则,进一步完善了唐受印^[7]研究得出的五个步骤。2007年,国内第一个排污权交易中心在浙江嘉兴挂牌成立。为了验证政策实施的有效性,李永友和沈坤荣^[9]利用跨省工业污染数据对此进行了实证分析,证明了环境政策有助于实现清洁增长的目标。刘晔和张训常^[10]研究发现,碳排放交易制度对企业的研发创新有显著的促进作用。任胜钢等^[11]研究表明,加强环境规制强度和um提高经济发展质量并不矛盾,环境规制强度的加强提高了全要素生产率,说明环境规制(排污权)对企业来说并不仅仅意味着生产成本的提高,从长远来看,对于企业本身又有着诸多好处,但是从短期来看,对不同规模的企业影响程度和好坏又有所差别。王文举和赵艳^[12]通过研究全球碳交易市场的特征关系,为未来中国碳交易市场发展提出了诸多对策。

综上所述,排污权研究已经得到了很完善的发展,但是我们发现排污权对产业集聚影响的实证研究很少。因此,我们尝试通过研究碳排放权交易政策对产业集聚的影响,加深了解碳排放

权交易政策对产业集聚的影响效果及影响机制,希望通过本文的理论分析和实证研究,为我国实施排污权交易相关政策提供理论依据,优化产业结构,推进企业的可持续发展,营造绿色低碳经济环境。

三、理论分析

碳排放权交易是在污染减排中引入市场机制,具体来说,就是将碳排放物商品化,对不同企业给予不同碳排放额度,并使其可以在市场上进行交易,这个额度是有上限的,如果企业达到碳排放额度上限,则需要在碳交易市场购买额度,而对于有的企业在碳排放上会有盈余额度,也可以在碳交易市场卖出碳排放额度,从而获得收益。碳排放交易是政府进行数量干预的一种有效减少二氧化碳排放的手段。

1991年,Porter^[13]提出环境波特假说,认为合适的环境规制能激发“创新补偿”效应,从而不仅能弥补企业的“遵循成本”,还能提高企业的生产率和竞争力,同时实现环境政策的环境红利和经济红利。当试点地区的受影响企业的碳排放额度受到限制,由于减排带来生产成本增加,企业将加大研发投入去增强创新能力,优化低碳技术,加快产品创新,这不但可以降低环境规制带来的成本,同时也可以将低碳技术改造带来的盈余碳排放额度在碳排放市场进行交易而获取额外收益。科技创新是指该地区的创新态度与机制、技术基础、集体学习曲线、知识溢出等,是推动产业集聚形成重要因素。科技创新主要通过两个方面影响当地市场环境:一是促进生产要素在该地区的流动效率,提高高附加值领域要素集聚程度,对外部资源环境产生影响;二是科技创新将会产生新的市场需求,使地区吸引相关企业以及配套机构,达到地区市场环境升级的效果。当地区产业集聚程度趋于稳定,知识溢出效应又会反作用于企业技术创新,促进企业技术的进步和完善,通过整个流程使产业集聚不断升级和完善。

四、变量及数据说明

(一) 数据及相关行业信息

本文选取2006—2017年31个省(市、自治区)的29个行业作为研究对象。数据来源于《中国工业经济统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、各省统计年鉴、EPS数据库、CSMAR数据库。其相关行业见表1。

(二) 主要变量

1. 产业集聚程度

克鲁格曼认为,经济活动的聚集与规模经济有密切联系,能够带来收益的递增。本文分别通过空间基尼系数、赫芬达尔-赫希曼指数以及区位熵,分别从产业的空间分布的均衡性、空间聚集程度以及产业的专业化程度来考察碳排放权交易政策对产业集聚的影响。

2. 其他变量

本文考虑了碳排放权交易政策对产业集聚程度的影响,还将对产业集聚程度产生影响的因素归纳为六个方面:外商直接投资渗透率(*FDIP*)、市场规模(*Scale*)、地区技术资源禀赋(*SCI*)、基础设施条件(*ROAD*)、

表1 行业对照表

证监会行业分类标准三级行业名称	是否为受影响行业
非金属矿采选业	否
农副食品加工业	否
食品制造业	否
饮料制造业	否
烟草制品业	否
纺织业	否
纺织服装、鞋、帽制造业	否
皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	否
木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业	否
家具制造业	否
造纸及纸制品业	是
印刷业和记录媒介的复制	否
石油加工、炼焦及核燃料加工业	是
化工原料及化学制品制造业	是
橡胶制品和塑料制品	否
非金属矿物制品业	是
黑色金属冶炼及压延加工业	是
有色金属冶炼及压延加工业	是

人力资本禀赋(*HUM*)、社会经济因素(*GDP*)。

(1) 外商直接投资渗透率(*FDIP*)。改革开放以来,我国 FDI 逐步增大,FDI 本身具有吸引效应,能吸引其他地区 FDI 在该地区集聚,FDI 与产业集聚具有循环因果关系,FDI 会增大产业集聚程度,同时产业集聚程度越大,越会吸引新的 FDI 流入。FDIP 对于产业集聚的影响,国内学者已经有很多成熟的研究结果。冼国民和文东伟^[14]研究了东部沿海地区产业集聚情况,谢里和曹清峰^[15]研究了中国制造业产业集聚情况,研究表明,FDIP 可以显著增强产业集聚程度。本文中 FDI 的渗透率(*FDIP*)通过某行业外企主营业务收入占行业主营业务收入的比率来衡量。

(2) 市场规模(*Scale*)。赵伟和张萃^[16]在 FDI 与中国制造业区域集聚的研究中,利用 Backward、Forward 和 Stepwise 进行回归分析发现,市场规模为对产业集聚影响的“最优”变量,本文的行业市场规模是用行业的主营业务收入与该行业的公司数的比率来度量。

(3) 地区技术资源禀赋(*SCI*)。地区技术资源禀赋主要是指一个地区的科技创新研发能力。科技创新一直都是各国在追求经济高速和高质量发展中始终不变的主题。科技因素对减少地区企业生产成本以及加快生产要素流动具有积极的推动作用,地区的科技发展水平越高,对地区经济发展越有利,科技的进步将影响地区的产业布局,促进地区产业布局升级,因此科技因素对产业集聚程度的影响不可忽视^[17]。本文选取地区的研究与试验发展人员全时当量作为度量地区技术资源禀赋的指标。

(4) 基础设施条件(*ROAD*)。地区基础设施条件对企业发展有着重要影响。地区经济的发展与基础设施的完善程度是息息相关的,地区的经济发展在一定程度上是建立在该地区基础设施之上的。李伯溪和刘德顺^[18]研究发现,基础设施对企业生产和人民生活产生了巨大影响。李妍等^[19]研究发现,城市基础设施条件显著影响了地区的经济增长,对企业的发展更有利,推进产业集聚的形成。本文选取人均城市道路面积来衡量地区的基础设施条件,人均城市道路面积越大,该地区的基础设施条件越好。

(5) 人力资本禀赋(*HUM*)。马歇尔强调,因为更大的劳动力“蓄水池”,非贸易投入的可得性和知识外溢带来的外部性会使得一个产业聚集于某地,也就是说知识水平和劳动力成本对产业集聚有较大影响。本文的人力资本禀赋的计算方法使用的是王小鲁等^[20]提出的受教育年限法。

(6) 社会经济因素(*GDP*)。地区固有的经济发展水平对产业集聚产生重要影响,经济发展水平不同给企业发展带来的影响也就不同,经济发展水平越高,越容易产生产业集聚,例如上海和深圳。本文选择人均 GDP 作为社会经济因素的衡量指标。

五、计量模型和实证结果

(一) 碳排放权交易政策对产业集聚程度的影响

本文为了检验碳排放权交易政策对产业集聚程度的影响,构造了如下 DID 模型:

$$\ln G_{jt}(\ln H_{jt}) = \beta_0 + \beta_1 time \times treat_1 + FDIP_{jt} + Scale_{jt} + \gamma_t + \eta_j + \varepsilon_{jt} \quad (1)$$

其中, G_{jt} 表示行业 j 在第 t 年的产业集聚程度,其中,括号内的 $\ln H_{jt}$ 为下文替换变量, $time$ 是时间虚拟变量,碳排放权交易政策是在2012年提出的,并在2013年正式运行,所以在2013年前 $time$ 取值为0,在2013年之后取值为1。 $treat$ 是行业虚拟变量,不受碳排放权交易政策影响的行业取值为0,受碳排放权交易政策影响的行业取值为1,具体见表1。 $time \times treat_1$ 的系数 β_1 是本文所关心的碳排放权交易政策对产业集聚是否存在影响。 $FDIP_{jt}$ 是外商直接投资渗透率控制变量。 $Scale_{jt}$ 是市场规模控制变量。 γ_t 为年份固定效应, η_j 为行业固定效应, ε_{jt} 为误差干扰项。

2013年政策对产业布局的回归结果见表2。第(1)列数据没有控制年份固定效应,同时也没有加入 $FDIP$ 和 $Scale$ 控制变量对产业布局(空间基尼系数)进行的回归,其中,碳排放权交易政策对产业集聚的回归系数为0.1689,在1%的显著性水平下显著,说明了碳排放权交易政策的实施显著增强了中国受影响行业的产业集聚程度。第(2)列是在第(1)列回归的基础上加上了 $FDIP$ 和 $Scale$ 两个控制变量。第(3)列和第(4)列是分别是在第(1)列和第(2)列的基础上加入了个体固定效应。从回归结

果可以看出,碳排放权交易政策使受影响行业的产业集聚程度显著增强,两个回归结果基本一致,说明回归结果具有稳健性。因此,碳排放权交易政策的实施使各试点行业的产业集聚程度加大,结果说明碳排放权交易政策的实施能够促进试点地区的产业集聚,并且外商直接投资渗透率和市场规模回归系数均为正,说明这两个影响因素均对产业集聚产生正向影响。

表3是以H指数作为被解释变量的回归结果,可以看出碳排放权交易政策对产业集聚的回归系数为0.2784,在5%的显著性水平下统计显著,与空间基尼系数的回归系数的符号一致,验证了碳排放权交易政策的实施可以增强产业集聚程度,在考虑企业自身规模的产业集聚程度的衡量中,政策仍对产业集聚程度有正向影响。说明了碳排放权交易政策的实施促进了产业集聚。两个回归模型基本一致,说明回归结果具有稳健性,同时FDIP和Scale回归系数均为正数,均对产业集聚产生正向影响。

表2和表3的回归结果都证明了碳排放权交易政策显著提高了受影响行业的产业集聚程度。从理论上来说出现这种情况的原因有两方面:一是碳排放权交易政策的实施会使地区环境标准提高,企业成本增加,短期来看会使企业外流;二是由于企业规模和政策实施引起的科技创新使地区产业发展更健康,长期来说对企业更有利,并形成一定的经济生态圈^[21-23]。

(二) 动态效应分析

使用双重差分法进行政策效应评估的前提是处理组在未受到政策干预前,其趋势应该与对照组一样即满足平行趋势假定。本文验证平行趋势的基本思路:通过对交互项进行回归,来检验政策是否存在效果,本文选择政策实施年前后的各4年进行对比,模型如下:

表2 碳排放权交易政策对产业集聚的影响:双重差分(空间基尼系数)

变量	OLS		FE(LSDV)	
	-1	-2	-3	-4
$time \times treat_1$	0.1689*** (0.0591)	0.1556*** (0.0581)	0.1689*** (0.0504)	0.1556*** (0.0526)
FDIP		1.5600*** (0.5176)		1.5600*** (0.4735)
Scale		0.0013 (0.0013)		0.0013 (0.0029)
-cons	-2.3478*** (0.0651)	-2.4655*** (0.0569)	-3.5142*** (0.0378)	-3.9861*** (0.1220)
年份固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	否	是
N	340	278	340	278
R-squared	0.9621	0.9609	0.1006	0.1446

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

表3 碳排放权交易政策对产业集聚的影响:双重差分(H指数)

变量	OLS		FE	
	-1	-2	-3	-4
$time \times treat_1$	0.2704*** (0.0698)	0.2784*** (0.0722)	0.2704*** (0.0710)	0.2784*** (0.0737)
FDIP		0.0692 (0.7287)		0.0692 (0.5271)
Scale		0.0089*** (0.0026)		0.0089** (0.0043)
-cons	-1.0154*** (0.1505)	-1.0351*** (0.1804)	-1.8885*** (0.0559)	-1.9353*** (0.1579)
年份固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	是	是
N	288	288	288	288
R-squared	0.9376	0.9387	0.5219	0.5307

注:括号内标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

$$G_{jt} = \beta_0 + \sum_{i=1}^4 \alpha_i Before_i \times treat_1 + \beta_1 Current \times treat_1 + \sum_{i=1}^4 \gamma_i After_i \times treat_1 + \beta_3 FDIP + \beta_4 Scale + \gamma_t + \eta_j + \varepsilon_{jt} \quad (2)$$

模型中, $Before_i$ 指政策实施前 i 年, $Current$ 为政策实施年, $After_i$ 为政策实施后 i 年, 其他变量如上文所述。从图 1 可以看出, 政策实施前处理组和对照组并不存在明显差异, 满足平行趋势的假定, 在政策实施年(2013 年) 之后的回归系数发生显著性变化, 在空间基尼系数的检验模型中, 政策之后的第 3 年系数变化显著, 这说明碳排放权交易政策实施后第 3 年开始对产业集聚程度产生显著影响, 任何企业的进入和退出都需要时间, 所以政策的效果具有滞后性。

而 H 指数是考虑到企业规模的产业集聚程度衡量指标。也就是说该指标可以避免由于地区个别企业规模过大, 而产生对该地区产业集聚程度的虚假判断。H 指数在政策实施年就对产业集聚产生影响, 这可能是因为 H 指数识别出来由于企业规模不同导致的企业对政策的响应程度, 也就是对于小微企业的影响是即时的。从图 1 的总体趋势来看, 碳排放权交易政策的实施对产业集聚是存在显著影响的。

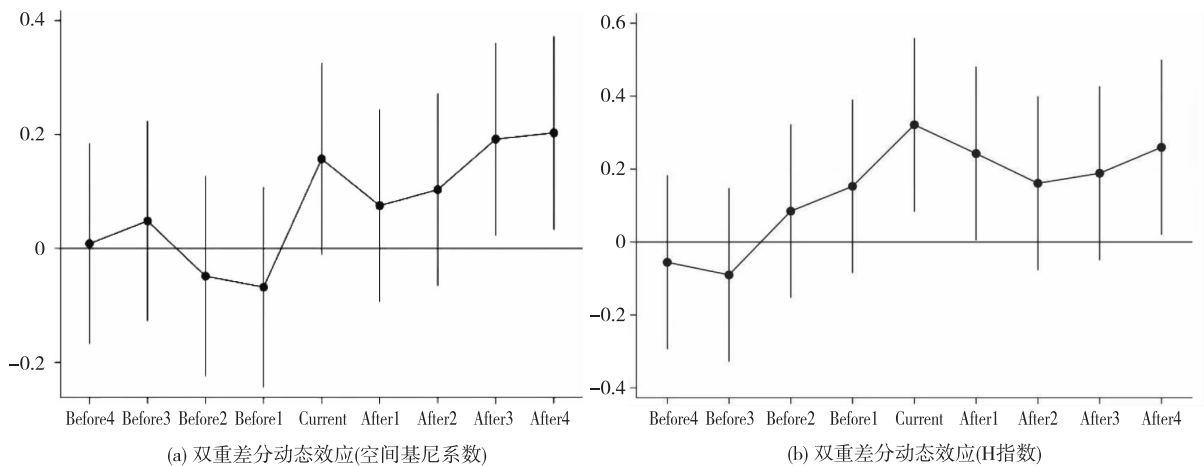


图 1 碳排放权对产业集聚程度的动态效应

(三) 碳排放权交易政策对产业专业化程度的影响

二重差分回归分析的过程中是利用空间基尼系数和 H 指数衡量产业集聚程度, 它是产业的地理集聚程度, 也就是说这两个指标是对空间内所有单位进行的整体考察, 但这两个指标无法对地区产业的专业化程度进行考察, 因此我们考虑使用区位熵指标来衡量地区产业专业化程度。当然由于集聚程度指标选取的不同可能产生不同的回归结果, 本文使用的空间基尼系数、赫芬达尔 - 赫希曼指数与三重差分选择的被解释变量区位熵各有优点, 因此本文使用三种指标和两类模型是为了使结果更具有可信性。在回归过程中, 回归结果很可能受到其他政策的影响, 例如 2007 年, 财政部、环保部和发改委批复江苏、浙江、天津、湖北、湖南、内蒙古、山西、重庆、陕西、河北和河南 11 个地区开展排污权交易试点, 该政策主要是控制污染物的排放。因此, 需要设置新的“处理组”和“对照组”, 才能得到碳排放权交易政策对产业布局影响的净效应。此外, 还需要区分试点地区和非试点地区、受影响行业 and 不受影响行业, 于是三重差分模型就成为最合适的选择。

为了验证碳排放权交易政策的实施对地区产业专业化的影响, 构造 DDD 模型如下:

$$\ln LQ_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 time \times treat_2 \times prov + \beta_2 time \times treat_2 + \beta_3 time \times prov + \beta_4 treat_2 \times prov + \beta_5 SCI_{ijt} + \beta_6 ROAD_{ijt} + \beta_7 HUM_{ijt} + \beta_8 GDPPP_{ijt} + \gamma_t + \mu_i + \eta_j + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, LQ_{ijt} 表示 i 省份 j 行业在 t 年的区位熵, $treat_2$ 表示政策试点行业, 取值为 1, 否则取值为 0。 $prov$ 表示属于 7 个试点地区, 取值 1, 否则取值为 0, η_j 为行业固定效应。表 4 报告了本文对模型 3 的回归结果。

上文双重差分的回归结果已经表明,碳排放权交易政策的实施使全国范围内受影响产业的空间集聚程度增强,表4的回归结果则表明了碳排放交易政策促进了试点地区产业专业化程度,该结果与前文得出的结论也相互印证。因此,通过三个模型的实证结果我们可以得出结论:碳排放权交易政策显著增强了试点地区受影响产业的产业集聚程度。

(四) 稳健性检验

本文模型的稳健性检验可以分为两种:一种是从计量方法的角度进行稳健性检验;一种是从区位熵计算指标的角度进行稳健性检验。

1. 计量方法角度

前文已经进行了 OLS 和 FE 回归方法的比较,在回归结果上我们所关注 $time \times treat_2 \times prov$ 的回归系数基本一致,都是碳排放权交易政策的实施使试点地区的区位熵变大,也就是说产业的专业化程度有所增强。

2. 计算指标角度

通过变量替换进行稳健性检验。上文三重差分模型在研究碳排放权交易政策实施对产业集聚程度的影响时,是以企业单位数作为区位熵的计算指标,本文再次选取工业销售产值作为区位熵计算指标,并进行与前文一样的三重差分估计,回归结果如表5所示。

从表5可以看出,在替换了区位熵计算指标后,我们所关注的回归系数显著为正,说明使用工业销售产值计算的区位熵与前文利用企业单位数计算的区位熵回归结果基本一致。同时本文对被解释变量进行了取对数和未取对数的回归对比,结果基本一致,因此,本文所得到的实证结论是比较稳健的。

表4 碳排放权交易政策对产业集聚的影响:三重差分(区位熵)

变量	OLS		FE	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$time \times treat_2 \times prov$	0.1187** (0.0554)	0.1200** (0.0547)	0.1371*** (0.0365)	0.1381*** (0.0365)
$time \times treat_2$	-0.031 (0.0414)	-0.0311 (0.0414)	-0.0462*** (0.0154)	-0.0464*** (0.0154)
$time \times prov$	0.0797 (0.0634)	0.0606 (0.0662)	0.0422** (0.0184)	0.0536*** (0.0199)
$treat_2 \times prov$	-0.4455*** (0.1596)	-0.4467*** (0.1593)	0 (0.0000)	0 (0.0000)
SCI		-0.0034 (0.0037)		-0.0021** (0.0009)
ROAD		-0.0104* (0.0059)		-0.0003 (0.0025)
HUM		0.0708 (0.0439)		0.0169 (0.0185)
GDPPP		0.0126 (0.0157)		-0.0048 (0.0076)
-cons	-0.0969 (0.3907)	-0.8468 (0.6286)	-0.1097*** (0.0099)	-0.2234 (0.1457)
控制变量	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	是	是
N	10425	10425	10425	10425
R-squared	0.2109	0.2113	0.0261	0.0190

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

表5 稳健性检验回归结果(计算指标替换)

变量	OLS		FE	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$time \times treat_2 \times prov$	0.1019* (0.0563)	0.1040* (0.0556)	0.1019** (0.0405)	0.1040** (0.0404)
$time \times treat_2$	0.0337 (0.0404)	0.0331 (0.0405)	0.0337* (0.0174)	0.0331* (0.0174)
$time \times prov$	-0.1559** (0.0674)	-0.1028* (0.0576)	-0.1559*** (0.0220)	-0.1028*** (0.0239)
$treat_2 \times prov$	-0.2393** (0.0916)	-0.2403** (0.0917)	0 (0.0000)	0 (0.0000)
SCI		-0.002 (0.0031)		-0.0020* (0.0011)
ROAD		0.0125** (0.0046)		0.0125** (0.0030)
HUM		-0.0431 (0.0541)		-0.0431* (0.0220)
GDPPP		-0.0227 (0.0243)		-0.0227** (0.0089)
-cons	-0.5038 (0.3543)	0.0797 (0.7133)	-0.2975*** (0.0118)	-0.0318 (0.1747)
控制变量	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	是	是
N	7898	7898	7898	7898
R-squared	0.1703	0.1707	0.0142	0.0190

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

六、影响机制分析

碳排放权交易政策的实施导致产业集聚程度增强的原因可以从碳排放权交易政策实施给企业带来的创新效应来解释^[24-25]。本文是从环境规制的角度探索如下传导过程:环境规制——企业研发创新——产业集聚。整个传导过程具体可以描述为:当企业受到来自环境规制的影响,成本增加,企业会通过研发新技术或者新设备来减少碳排放超过规定配额而带来的额外成本,并且盈余的配额也可以通过交易使得企业获得额外收益,同时由于该地区企业进行的研发创新又对其他市场提出了新的市场需求,这种新产生的市场需求会吸引利益相关企业在该地区落户(因为在该地区落户既可以最大程度减少运输和交易成本,又可以增强信息共享)。除了吸引企业到来,也可能产生新企业,或者促进其他企业进行研发创新以满足先行创新企业的市场需求。因此在这整个地区的技术创新过程中,地区企业数量不断增加,相关配套机构相继入驻,从而使地区产业集聚程度增加,当产业集聚达到一定程度,知识溢出效应反过来促进产业集聚区企业进行研发创新,从而使得该地区的产业集聚不断完善和升级。本文主要使用的是 Baron and Kenny^[26]提出的依次检验方法,需要特别指出的是,使用依次检验的方法检验中介效应近年来受到许多学者的质疑和批评,但是正如我国学者温忠麟和叶宝娟^[27]所说,依次检验的力度是强于 Bootstrap 法的检验力度,也就是说,对经过依次检验得出

表 6 影响机制分析:模型(5)

变量	OLS		FE	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$time \times treat_2 \times prov$	23.093 6 ** (11.233 9)	23.432 3 * (12.770 5)	22.083 5 *** (7.010 0)	21.408 4 *** (7.168 5)
$time \times treat_2$	-9.282 6 ** (3.722 5)	-4.803 4 (4.821 3)	-8.610 5 ** (3.397 1)	-7.512 6 ** (3.504 6)
$time \times prov$	-23.054 4 ** (10.444 5)	-28.885 3 * (14.764 4)	-22.656 0 *** (3.704 8)	-23.744 4 *** (3.797 7)
$treat_2 \times prov$	-20.890 6 (20.089 5)	-25.925 1 (20.717 2)	-8.888 1 (11.265 1)	-10.931 4 (11.544)
_cons	-3.533 1 (5.096 0)	-509.003 7 * (295.054 0)	6.301 7 ** (2.555 4)	-85.268 8 ** (40.512 2)
控制变量	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	是	是
N	8 604	8 427	8 604	8 405
R-squared	0.031 5	0.072 2	0.009 6	0.013 9

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

表 7 影响机制分析:模型(6)

变量	OLS		FE	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$time \times treat_2 \times prov$	0.046 1 * (0.023 7)	0.050 0 * (0.025 4)	0.046 1 * (0.024 5)	0.050 0 * (0.025 4)
$IApply$	$6.22e^{-06}$ *** ($1.13e^{-06}$)	$6.07e^{-06}$ *** ($1.17e^{-06}$)	$6.22e^{-06}$ *** ($1.14e^{-06}$)	$6.07e^{-06}$ *** ($1.19e^{-06}$)
_cons	0.399 7 *** (0.048 5)	0.408 0 *** (0.061 7)	0.274 2 *** (0.019 1)	0.302 9 *** (0.057 2)
控制变量	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是
个体固定效应	否	否	是	是
N	336	336	336	336
R-squared	0.766 2	0.766 8	0.339 9	0.341 4

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

显著的结论有更严格的要求。本文构建影响机制模型如下：

$$\ln LQ_{ijt} = \beta_{10} + \beta_{11}time \times treat_2 \times prov + \beta_{12}time \times treat_2 + \beta_{13}time \times prov + \beta_{14}treat_2 \times prov + \lambda_1 X + \gamma_t + \mu_i + \eta_j + \varepsilon_{1ijt} \quad (4)$$

$$IApply_{it} = \beta_{20} + \beta_{21}time \times treat_2 \times prov + \beta_{22}time \times treat_2 + \beta_{23}time \times prov + \beta_{24}treat \times prov + \lambda_2 Y + \gamma_t + \mu_i + \eta_j + \varepsilon_{2ijt} \quad (5)$$

$$HHI_{jt} = \beta_{30} + \beta_{31}time \times treat_2 + \beta_{32}IApply_{it} + \lambda_3 Z + \gamma_t + \eta_i + \varepsilon_{3jt} \quad (6)$$

其中,模型(4)与上文模型(3)一致。在企业创新的代理变量选择上,文献大多有两种选择:一种选择企业研发投入强度;另一种选择专利数量。考虑数据的可得性,本文选择专利数量作为企业创新的代理变量^[28],专利又分为发明专利、实用新型专利、外观设计专利,本文选择技术难度和含金量较高的发明专利申请数量作为企业创新代理变量,在控制变量的选择上,参照 Chang *et al.*^[29]的选择:企业总资产的自然对数(*lnTotalAssets*);企业年龄的自然对数(*lnAge*);企业资本性支出(*Capital*),利用企业的资本性支出与企业总资产的比值表示;企业人均固定资产净额自然对数(*lnFixedpp*);企业人均营业收入的自然对数(*lnSalespp*);企业营业收入同比增速(*SalesGrowth*);企业账面市值比(*Ratio*);企业资产负债率(*Lev*);现金资产比率(*CashRatio*);企业总资产收益率(*ROA*);年个股回报率(*Yretwd*)。根据依次检验的原则进行回归,模型(4)回归结果见上文表4,模型(5)回归结果见表6,模型(6)回归结果见表7。根据三个表的回归结果,本文关注的 β_{11} 、 β_{21} 、 β_{31} 、 β_{32} 均显著且皆为正,说明政策对于产业集聚存在着直接影响,也存在着通过企业创新而形成的间接影响。

七、进一步分析

(一) 区域差异性

东部是指最早实行沿海开放政策并且经济发展水平较高的地区;中部是指经济次发达地区,而西部则是指经济欠发达地区^[30]。城市的发展程度必然会影响到碳排放权交易政策对产业集聚的影响。从表8可以看出,碳排放权交易政策对东部和中部地区有显著影响,并且为正向影响,而对西部地区影响并不显著。由此可见,对于欠发达地区,政策的实施对地区的产业集聚程度影响并不显著,而东部和中部地区相比较而言,东部地区对于政策实施不是很敏感,这可能是因为经济发展水平较高的东部地区省市自身在碳排放权政策实施之前对于污染治理就较为严格,因此,在碳排放权交易政策实施之后相对中部地区而言并没有那么敏感。

(二) 行业异质性

不同的行业对于碳排放权政策反应的程度是不一样的,我们选择8个试点行业进行分析:造纸及纸制品业(210),石油加工、炼焦及核燃料加工业(213),化学原料及化学制品制造业(214),非金属矿物制品业(219),黑色金属冶炼及压延加工业(220),有色金属冶炼及压延加工业(221),电力、热力的生产和供应业(301),燃气生产和供应业(302)。从表9可以看出,政策对除了石油加

表8 差异性分析(地区)

变量	FE		
	东部	中部	西部
<i>time × prov</i>	0.0831** (0.0378)	0.6610*** (0.0785)	-0.0151 (0.0658)
<i>SCI</i>	-0.0068*** (0.0018)	-0.0048 (0.0082)	-0.0500*** (0.0132)
<i>ROAD</i>	0.0046 (0.0065)	-0.0450*** (0.0162)	0.0022 (0.0059)
<i>HUM</i>	-0.1476*** (0.0568)	0.2930*** (0.0889)	-0.0433 (0.0404)
<i>GDPPP</i>	0.0064 (0.0176)	-0.2334*** (0.0585)	0.0815*** (0.0232)
<i>_cons</i>	1.0428** (0.4711)	-1.5406** (0.6847)	0.7914*** (0.2901)
时间固定效应	是	是	是
地区固定效应	是	是	是
行业固定效应	是	是	是
个体固定效应	是	是	是
N	927	704	966
R-squared	0.1164	0.2250	0.0760

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

工、炼焦及核燃料加工业和燃气生产和供应业的行业都有较为显著的影响,其中,又以黑色金属冶炼及压延加工业的影响最大。首先,石油加工、炼焦及核燃料加工业和燃气生产和供应业属于高门槛行业,且行业内企业单位数并不多,所以即使存在政策影响也很难在产业集聚程度上表现出来。黑色金属冶炼及压延加工业本身碳排放量巨大,相比较而言,门槛并没有石油加工、炼焦及核燃料加工业和燃气生产和供应业高,受到政策影响更容易在产业集聚程度上表现出来。

表9 异质性分析(行业)

变量	FE							
	210	213	214	219	220	221	301	302
<i>time × prov</i>	0.179 0*** (0.065 4)	0.089 9 (0.092 5)	0.147 8** (0.062 0)	0.155 0** (0.065 5)	0.260 2*** (0.099 4)	0.173 1* (0.097 1)	0.215 5** (0.093 5)	0.144 8 (0.101 5)
<i>SCI</i>	-0.003 7 (0.003 6)	-0.004 9 (0.005 0)	0.001 (0.003 4)	-0.005 3 (0.003 6)	0.008 6* (0.004 8)	-0.001 7 (0.005 1)	-0.012 4*** (0.004 8)	-0.008 6* (0.005 1)
<i>ROAD</i>	0.000 3 (0.009 5)	-0.025 7* (0.014 1)	-0.007 3 (0.008 6)	0.000 1 (0.009 1)	-0.009 (0.012 6)	-0.011 (0.014 4)	0.017 2 (0.012 0)	0.016 9 (0.014 2)
<i>HUM</i>	-0.056 9 (0.067 8)	-0.200 6* (0.103 6)	-0.065 (0.062 7)	0.019 1 (0.066 3)	0 (0.104 6)	0.018 9 (0.111 0)	-0.043 1 (0.089 2)	0.161 3 (0.106 2)
<i>GDPPP</i>	0.005 6 (0.028 7)	0.093 6** (0.040 7)	-0.039 2 (0.027 2)	-0.033 2 (0.028 8)	0.053 (0.039 4)	0.044 3 (0.042 1)	0.099 7*** (0.038 2)	-0.015 9 (0.041 3)
<i>_cons</i>	0.324 6 (0.541 1)	1.814 6** (0.829 1)	0.714 8 (0.492 0)	0.056 7 (0.519 9)	0.144 8 (0.813 2)	-0.056 (0.877 9)	0.510 1 (0.700 6)	-1.258 (0.849 3)
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
地区固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
N	327	328	339	339	310	317	327	310
R-squared	0.114 8	0.098 5	0.114 0	0.073 5	0.220 9	0.094 9	0.105 8	0.053 2

注:括号内为标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著。

八、结论与政策建议

本文通过空间基尼系数、赫芬达尔-赫希曼指数、区位熵三个方面度量产业空间集聚程度在政策实施前后的影响,三者相互印证,相互补充,通过二重差分验证了碳排放权交易政策的实施不仅在全国范围内显著增强了受影响行业的产业空间集聚程度,我们还发现,随着时间的推移,政策对产业集聚带来的影响逐渐增强,这说明了企业逐渐适应了政策带来的改变,并且在企业创新上越发成熟,这是产业结构优化带来的直观表现,本文又通过三重差分验证了碳排放权交易政策的实施在地区的层面上增强了产业专业化程度。基于对碳排放权交易政策研究,本文的政策建议如下:

(一) 推进企业科技创新进程

碳排放权交易政策的实施对企业的研发创新具有显著的正向效应,通过提高政策强度促进企业进行研发创新,一方面,达到治污减排的目的;另一方面,提高企业的自主创新能力,优化产业结构,适应当前世界绿色低碳的经济主题。当然政策强度不能一味提升,要根据不同行业以及不同地区制定相应的政策强度,政策强度过高可能会导致大批企业由于成本过高而无法承担,政策强度过低则可能导致政策的效果并不明显,无法达到预期效果,因此要依据不同行业 and 不同地区实施相应的政策强度。同时对中小企业来说,可以鼓励科研机构 and 高等院校面向企业开放共享科技源,实行

政府与企业合作,减小企业研发创新带来的成本风险,同时对减排技术研发创新成果给予一定比例的补助。

(二) 提高碳排放权交易政策广度

碳排放权交易政策首批试点地区分别为北京市、上海市、天津市、重庆市、深圳市、广东省和湖北省 7 个省市,在本文的研究中我们发现,中部地区政策实施效果最为显著,因此可以适当增加中部地区的试点省份。通过提高碳排放权交易政策广度达到地区的产业结构优化,由点到线,由线到面,逐步优化,达到全国范围内政策实施地区的产业链接,形成有利于企业发展的产业集聚经济环境。

参考文献:

- [1] DAIES J H. Land, water and ownership[J]. Canadian journal of economic, 1968,1(4):791-804.
- [2] MONTGOMERY D. Markets in licenses and efficient pollution control programs[J]. Journal of economic theory,1972,5(3):395-418.
- [3] STAVINS R. Transactions costs and tradable permits[J]. Journal of environmental management and policy, 1995,29(2):133-148.
- [4] ROSHAN G, ARAB M, KLIMENKO V. Modeling the impact of climate change on energy consumption and carbon dioxide emissions of buildings in Iran[J]. Environ health science engineering, 2019,17(2):889-906.
- [5] SNYDER B F. Beyond the social cost of carbon: negative emission technologies as a means for biophysically setting the price of carbon [J]. Ambio, 2020,49(9):1567-1580.
- [6] 茅于軾. 美国政府的环境保护政策[J]. 美国研究,1990(2):94-111.
- [7] 唐受印. 试论排污权交易机制[J]. 中国环境管理,1990(6):8-10.
- [8] 吕忠梅. 论环境使用权交易制度[J]. 政法论坛,2000(4):126-135.
- [9] 李永友,沈坤荣. 我国污染控制政策的减排效果——基于省际工业污染数据的实证分析[J]. 管理世界,2008(7):7-17.
- [10] 刘晔,张训常. 碳排放交易制度与企业研发创新——基于三重差分模型的实证研究[J]. 经济科学,2017(3):102-114.
- [11] 任胜钢,郑晶晶,刘东华,等. 排污权交易机制是否提高了企业全要素生产率——来自中国上市公司的证据[J]. 中国工业经济,2019(5):5-23.
- [12] 王文举,赵艳. 全球碳市场研究及对中国碳市场建设的启示[J]. 东北亚论,2019(2):97-112+128.
- [13] PORTER M E. America's green strategy[J]. Scientific American,1991,264(4):168.
- [14] 冼国明,文东伟. FDI、地区专业化与产业集聚[J]. 管理世界,2006(12):18-31.
- [15] 谢里,曹清峰. FDI 渗透与产业集聚——中国制造业行业差异研究[J]. 山西财经大学学报,2012(4):48-57.
- [16] 赵伟,张萃. FDI 与中国制造业区域集聚:基于 20 个行业的实证分析[J]. 经济研究,2007(11):82-90.
- [17] 洪银兴. 论创新驱动经济发展战略[J]. 经济学家,2013(1):5-11.
- [18] 李伯溪,刘德顺. 中国基础设施水平与经济增长的区域比较分析[J]. 管理世界,1995(2):106-109.
- [19] 李妍,赵蕾,薛俭. 城市基础设施与区域经济增长的关系研究——基于 1997—2013 年我国 31 个省份面板数据的实证分析[J]. 经济问题探索,2015(2):109-114.
- [20] 王小鲁,樊纲,刘鹏. 中国经济增长方式转换和增长可持续性[J]. 经济研究,2009(1):4-16.
- [21] 余明桂,范蕊,钟慧洁. 中国产业政策与企业技术创新[J]. 中国工业经济,2016(12):5-22.
- [22] 张成,陆旸,郭路,等. 环境规制强度和生产技术进步[J]. 经济研究,2011(2):113-124.
- [23] 李强,聂锐. 环境规制与区域技术创新——基于中国省际面板数据的实证分析[J]. 中南财经政法大学学报,2009(4):18-23+143.
- [24] 黄德春,刘志彪. 环境规制与企业自主创新——基于波特假设的企业竞争优势构建[J]. 中国工业经济,2006(3):100-106.

- [25]原毅军,谢荣辉. 环境规制的产业结构调整效应研究——基于中国省际面板数据的实证检验[J]. 中国工业经济, 2014(8):57-69.
- [26]BARON R M, KENNY D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic and statistical considerations [J]. Journal of personality and social psychology, 1986, 51(6):1173-1182.
- [27]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(5):731-745.
- [28]CORNAGGIA J, MAO Y, TIAN X, et al. Does banking competition affect innovation? [J]. Journal of financial economics, 2015, 115 (1):189-209.
- [29]CHANG X, FU K, LOW A, et al. Non-executive employee stock options and corporate innovation[J]. Journal of financial economics, 2015, 115 (1):168-188.
- [30]卫倩倩,刘富华. 中国东中西部的金融发展与区域产业结构调整研究——基于面板数据的实证分析[J]. 经济研究导刊, 2012(33):78-84.

(责任编辑:孔群喜;英文校对:葛秋颖)

Impact of Carbon Emission Trading Policy on Industrial Agglomeration

WANG Min, HU Zhongshi

(School of Economics, Liaoning University, Shenyang 110036, China)

Abstract: In this paper, the impact of carbon emissions trading policy on industrial agglomeration is investigated by taking carbon emissions trading pilot policy as the policy evaluation object. A panel data model is constructed by using data from 2006 to 2017 by regions, and the effects of carbon emissions trading policy are investigated empirically by using the dichotomous and triple difference methods and fixing the year, region, and industry effects. The study shows that the carbon emissions trading policy significantly promote the industrial agglomeration of the affected industries in the pilot regions, with the greatest impact on the central region at the regional level and the greatest impact on the ferrous metal smelting and rolling processing industry at the industry level. Through the analysis of the impact mechanism, it is found that the policy promotes the innovation of enterprises and thus increases the degree of industrial agglomeration. Therefore, in order to strike a better balance between environmental and economic sustainable development, the paper proposes two policy recommendations based on the findings of the study: first, to promote the process of enterprise science and technology innovation; second, to improve the breadth of carbon emission trading policy.

Key words: carbon emissions trading; industrial agglomeration; DDD; DID