

# 地方政府竞争、科技创新与碳排放

李光龙, 陈小雨

(安徽大学 经济学院, 安徽 合肥 230601)

**[摘要]**在阐述地方政府竞争、科技创新影响碳排放内在机理的基础上,以2004—2019年省级面板数据为样本分析目前我国单位国内生产总值二氧化碳排放的空间特征,并采用固定效应模型及门槛模型实证分析地方政府竞争、科技创新及二者交互项对碳排放的影响。研究表明:我国单位国内生产总值二氧化碳排放量总体水平不断降低,碳排放量最大的地区集中在西北地区,最小的地区集中在北京以及东南部沿海地区;地方政府竞争、科技创新及二者交互项对碳排放均具有显著抑制作用,且科技创新对地方政府竞争驱动碳减排存在门槛效应;通过异质性分析发现,在不同的经济区和不同的产业发展水平下,地方政府竞争与科技创新对碳排放的作用效果存在差异性。因此,应当充分利用地方政府的“趋良竞争”,强化科技创新对碳减排的促进作用,推动产业升级,以实现可持续发展。

**[关键词]**地方政府竞争;科技创新;碳排放;可持续发展;STIRPAT模型;门槛效应;空间溢出

**[中图分类号]**F124.5;X321 **[文献标志码]**A **[文章编号]**2096-3114(2023)01-0090-11

## 一、引言

气候变化是当今人类面临的亟待解决的全球性挑战,缓解气候变化、减少二氧化碳排放的呼声在世界范围内越来越高。各国逐渐意识到环境问题的严峻性,认为解决二氧化碳排放问题是实现可持续发展的基础。作为一个负责任的大国,中国积极承担国际责任,及时采取有效措施减少碳排放。2009年,中国提出2020年的单位国内生产总值碳排放量将比2005年减少40%~45%的目标;在“十三五”规划纲要中,中国进一步提出要实现双重控制目标,即“有效控制碳排放总量,使单位GDP碳排放量减少18%”;2020年,中国再次提出“双碳目标”的新要求,“努力在2030年使碳排放达到高峰,力争在2060年实现碳中和”。

显然,降低二氧化碳排放问题刻不容缓,而具有公共物品属性的碳减排决定了其目标的顺利实现离不开政府的支持与引导。在财政分权后,地方政府有了更多的自主权,为实现本地区经济的快速增长,彼此之间会展开激烈竞争。区域间的竞争主要体现在对企业、资金、人才等流动资源的争夺,而招商引资成为争夺流动资源最主要的手段。地方政府竞争往往使本地区产业结构、城镇化水平等方面发生变化,这些现象都与碳排放密切相关。此外,在创新驱动背景下,地方政府受中央政府的引导与监督,对本地区科技创新发展有一定的刚性要求,这导致地方政府竞争行为会受到科技创新水平的影响,促使地方政府为创新而竞争,进而也会影响到本地区的碳排放量。因此,只有进一步认识和研究地方政府竞争、科技创新与碳排放之间的关系,才能更好地了解不同地区所产生的二氧化碳排放量的差异,从而有助于采取针对性措施,有效提高碳减排能力。

**[收稿日期]**2022-04-04

**[基金项目]**安徽省哲学社会科学规划重点项目(AHSKZ2019D018);安徽生态与经济发展研究中心课题(AHST2022020)

**[作者简介]**李光龙(1961—),男,河南罗山人,安徽大学经济学院教授,博士生导师,主要研究方向为财政与税收、生态经济与政策;陈小雨(1998—),女,山东淄博人,安徽大学经济学院硕士生,主要研究方向为财政与税收、生态经济与政策,邮箱:ccxiaoyuu@163.com。

基于以上分析, 地方政府竞争与科技创新之间的关系决定了实现碳减排目标无法将两者割裂开单独研究某一方对碳排放的影响。所以, 本文尝试进一步回答以下问题: 地方政府竞争与科技创新对碳排放是否起到了抑制作用? 二者共同作用的影响如何? 分区域检验是否存在异质性? 在不同的产业发展中是否存在异质性? 科技创新对政府竞争驱动碳减排是否存在门槛?

## 二、文献综述

### (一) 地方政府竞争与碳排放的相关研究

碳排放行为是生产和消费过程中的一种外部性行为, 市场机制在决定碳排放行为方面是失灵的<sup>[1]</sup>, 这就需要政府采取行动来矫正和补位。在政府竞争的背景下, 地方政府往往将环境标准作为竞争手段, 通过降低环境标准吸引流动资源进入, 在该过程中很容易造成碳排放量增加。但是, 环境标准的降低也会促进生产力的提高、产业结构的调整及科学技术的进步, 这反而会提高能源利用率, 降低碳排放。因此, 近年来已有不少文献研究地方政府竞争对碳排放的影响, 并得到“逐底竞争”和“逐顶竞争”两种差异性的结论。Kim 和 Wilson 证实“竞逐到底”理论的存在, 认为政府为了改善本地区福利, 加强对流动资本的竞争, 会降低环境标准, 放纵企业污染环境<sup>[2]</sup>。这对于高污染企业而言意味着较低的环境成本, 高污染企业便会在该地进行投资, 形成“污染避难所”, 对环境造成破坏。刘建民等通过实证检验也发现地方政府竞争以牺牲环境为代价来换取 GDP 的快速增长<sup>[3]</sup>。而李胜兰等认为各地逐渐将“绿色环保”标准纳入官员政绩考核体系, 地方政府“逐底竞争”行为从 2003 年开始转变为“逐顶竞争”<sup>[4]</sup>。类似地, 张文彬等学者发现, 随着科学发展观理念的不断深入、环境绩效考核的不断加强和考核体系的调整, 政府竞争行为趋良, 逐步形成“标尺竞争”<sup>[5]</sup>。田建国和王玉海进一步指出, 地方政府竞争对碳排放具有“趋良效应”, 不但有利于本地区碳排放水平下降, 而且可以促进周围地区碳排放总量的降低<sup>[6]</sup>。此外, 汪克亮等学者发现地方政府竞争能够促进本地区污染排放效率的提高<sup>[7]</sup>。

### (二) 科技创新与碳排放的相关研究

在关于科技创新与碳排放的关系上, 学术界大多基于技术进步、创新等视角进行研究, 主要形成两种观点: 促进论和抑制论。促进论认为科技创新增加碳排放。申萌等将经济、技术与碳排放等因素同时考虑到模型中, 指出技术进步对二氧化碳的直接影响比较小, 但具有较大的正向间接影响, 从而导致碳排放的增加<sup>[8]</sup>。同样, 马晓君等学者从工业碳排放角度进行实证检验, 发现为了推动经济增长而产生的二氧化碳排放量的增加远远高于由于技术进步而促进的碳排放量的减少<sup>[9]</sup>。然而, 有学者提出相反的观点, 认为科技创新能够有效减少二氧化碳的排放。李博发现区域技术创新能力的提高不仅会降低该地区碳排放水平, 而且会对其周边地区产生显著的空间外溢效应<sup>[10]</sup>。另外, 李金铠等将八大经济区作为样本, 分别从动态和静态角度, 分析了其碳排放效率的差异, 发现碳排放效率由于技术进步和技术效率的提高而获得较大的改善, 最终会减少碳排放总量<sup>[11]</sup>。

### (三) 地方政府竞争与科技创新的相关研究

现有文献主要从财政分权、环境规制等角度研究政府竞争对碳排放的影响, 但往往忽视地方政府竞争在影响碳排放过程中科技创新所扮演的重要角色。一方面, 地方政府竞争会影响本地区科技创新水平。地方政府通过竞争激励效应, 增加财政科技支出规模, 提升创新环境和创新能力<sup>[12]</sup>, 推动科学技术进步, 而技术进步可以有效降低二氧化碳排放强度<sup>[13]</sup>。但吴延兵指出地方政府这种“围绕增长而竞争”的模式使地方官员形成“重生产、轻创新”的自利性投资偏好, 忽视科技创新领域的投资<sup>[14]</sup>。田红宇等进一步通过实证检验发现, 地方政府竞争重点在收益大、周期短的政绩明星产业, 而科技创新投资大、周期长和风险高, 地方政府缺乏对科技创新的政策激励和财政支持, 也就意味着地方政府竞争程度与科技创新效率成反比<sup>[15]</sup>。另一方面, 竞争的主要驱动因素之一是技术变化<sup>[16]</sup>, 即科技创新发展水平又会在一定程度上影响地方政府竞争。中央政府将技术创新绩效等指标纳入地方政府考核体系中, 使

各地方政府围绕科技创新开展竞争<sup>[17]</sup>。同样,田时中等指出在地方攀比模仿的标尺竞争与创新驱动战略背景下,各个地方政府将采取多种措施,努力抢先占领科技创新发展良机,促进自身科技创新能力的提高<sup>[18]</sup>。

#### (四) 综述

上述研究为本文分析地方政府竞争、科技创新和碳排放的关系提供了有价值的参考,但现有文献的研究重点主要放在地方政府竞争或者科技创新对碳排放的影响,而鲜有文献将地方政府竞争与科技创新放在同一研究框架内,探讨两者共同对碳排放的影响。因此,本文试图将地方政府竞争、科技创新与碳排放纳入同一理论框架进行深入考察,并将科技创新作为门槛变量,研究地方政府竞争是怎样影响碳排放的,从而进一步丰富现有文献,弥补目前研究的不足,为可持续发展提供理论参考和政策建议。

### 三、理论分析与研究假设

#### (一) 地方政府竞争对碳排放的作用机理

地方政府具有一定的自主权,是相对独立的行为主体。在居民和资源自由流动的前提下,地方政府如果要吸引并稳固居民和资源在本地聚集,就需要提供最优非市场供给产品和服务<sup>[19]</sup>。因此,地方政府为扩大政治与经济利益,必然会展开激烈的竞争,而地方政府的竞争行为往往会导致环境质量发生变化,影响碳排放。目前,学术界认为地方政府“趋劣竞争”的主要原因在于,地方政府以放松环境规制进行环境政策博弈,争取流动性要素<sup>[20]</sup>,高污染企业进入本地区,导致碳排放增加。但是已有研究对该结论进行反驳,认为跨国公司更有可能进入环境政策更“稳定”甚至环境法规更严格的国家<sup>[21]</sup>。并且环境、创新等政策的“逐顶竞争”倒逼本地区改善资源配置效率<sup>[22]</sup>,更多的生产要素从污染和劳动密集型产业抽离出,转移到知识和技术密集型产业,有效抑制碳排放。同时,自2003年科学发展观理念提出以来,中央政府制定政绩考核时对环境问题重视程度提高,对地方政府实施更加严格的碳约束考核,使政府官员改变长期以来所持有的GDP至上的观点,反而会围绕环境保护和节能减排展开竞争。另外,随着我国经济发展水平的不断提高,人们的环保意识进一步提升,对环境质量要求也越来越高,此时地方政府考虑到辖区居民的需求,会相应地制定和实施更严格的环境标准,引进更加环保的生产设备,通过积极的节能减排行动有效推动碳排放量的减少,形成“趋良竞争”。而且,通过政府竞争吸引的外商投资,其所带来的环境治理与节能减排经验也为所在地政府提供了一些借鉴。基于以上分析,本文提出假设1:

H<sub>1</sub>: 地方政府竞争能够抑制碳排放,形成“趋良竞争”。

#### (二) 地方政府竞争与科技创新对碳排放的作用机理

值得注意的是,地方政府竞争和科技创新之间可能也存在着一定的交互关系,这也是影响碳排放的重要因素。科技创新可以推进技术进步,开发利用可替代、可再生能源,淘汰高污染、高消耗企业,推动经济增长由物质资源要素投入向科技知识要素驱动的转变,减少二氧化碳排放量<sup>[23]</sup>。但是市场失灵的存在表明市场对于驱动科技创新并非是完善的,要加快科技创新的进程,就需要借助政府的力量。从现实角度来看,学者们对地方政府行为在推动科技创新发展中所发挥的作用争论不休。深究之下,在于地方政府竞争态势改变了地方政府财政汲取能力、投资偏向和支出行为<sup>[24]</sup>,进而影响科技创新的发展。具体来说:第一,中央将部分经济和行政权力下放地方,地方政府不再完全依靠从中央获取最大的预算支出,而试图通过自己的努力扩大利益,制定实施更具吸引力的政策来引进资金、人才与技术,从而推动科技创新。第二,地方政府意识到科技创新是突破经济发展瓶颈的关键力量,只有内生的科技创新才能实现经济实质性的突破,获得质的发展。因此,地方政府在创新领域展开标尺竞争,加大科技创新的支持力度,提升自身科技创新水平,力争抢占科技创新制高点。第三,地方政府主要为本地区所处的相对位次展开竞争而不是因绝对成绩展开竞争,如果鼓励科技创新有利于提高相对位次,那么地方政府将会

选择创新导向<sup>[25]</sup>。由此可见, 地方政府竞争对科技创新水平具有直接影响, 但科技创新也会在一定程度上促进地方政府的“逐顶竞争”, 主要表现在, 当科技创新水平较低时, 地方政府会通过吸引外资来提高科技创新能力, 奋力追赶其他地区, 推动经济发展。在该情况下, 地方政府往往过度放松环境政策的实施, 使经济发达地区一些高污染、高排放企业进入, 带来更多的经济效益<sup>[26]</sup>。但随着科技创新发展到一个阶段, 地方政府科技创新资金相对充足, 在多元考核要求下, 地方政府不再一味追求以牺牲环境为代价换取的经济增长与技术进步, 而是通过市场准入、排放和技术标准、排污税费等政策工具, 提高外商投资进入门槛和运营成本<sup>[27]</sup>, 此时, 科技创新水平的提高有利于激发政府竞争的绿色发展效应, 助推碳减排的实现。基于以上分析, 本文提出假设 2 和假设 3。

H<sub>2</sub>: 地方政府竞争与科技创新的关联作用能够抑制二氧化碳排放的增加, 即科技创新可以强化地方政府行为对碳排放的抑制效应。

H<sub>3</sub>: 科技创新对地方政府竞争影响碳排放存在门槛效应。

#### 四、研究设计

##### (一) 模型设定

本文参考 Dietz 等提出的 STIRPAT 模型<sup>[28]</sup> 计算不同因素对环境产生的影响, 如下:

$$I_i = \alpha P_i^\beta A_i^\gamma T_i^\delta e_i$$

两边取对数后得:

$$\ln I_i = \alpha + \beta \ln P_i + \gamma \ln A_i + \delta \ln T_i + e_i$$

根据以上理论分析, 为了厘清地方政府竞争、科技创新与碳排放的关系, 本文在 STIRPAT 模型的基础上, 对影响因素进行适当调整, 测度其对碳排放的影响, 设立如下基准模型:

$$\ln C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln com_{it} + \alpha_2 \ln tec_{it} + \alpha_3 \ln com_{it} \times \ln tec_{it} + \alpha_4 control_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

模型(1)中, 下标  $i$  表示地区, 下标  $t$  表示时间。被解释变量  $C_{it}$  为碳排放, 解释变量  $com_{it}$  为政府竞争,  $tec_{it}$  为科技创新,  $control_{it}$  为控制变量, 包括能源结构( $ec$ )、城镇化水平( $ubr$ )、产业结构( $str$ )、财政分权( $fac$ ) 和经济发展水平( $rgdp$ )。  $\mu_i$ 、 $\lambda_t$ 、 $\varepsilon_{it}$  为省份固定效应、时间固定效应与残差项。

##### (二) 变量选择与数据来源

1. 被解释变量: 碳排放。化石燃料的燃烧是产生二氧化碳的主要原因, 由于我国各省二氧化碳排放量的具体数据无法直接从数据库中获取, 因此本文借鉴陆远权和张德钢的处理方法<sup>[29]</sup>, 利用以下碳排放计算公式, 对中国 30 个省份(不包括港、澳、台以及西藏自治区) 2004—2019 年的能源消耗数据进行了整理和估算:

$$CO_2 = \sum_{i=1}^7 CO_{2i} = \sum_{i=1}^7 E_i \times NCV_i \times CEF_i$$

其中:  $CO_2$  表示总的碳排放量, 分别来自煤炭、天然气、焦炭等能源的燃烧排放,  $E$  代表初级化石燃料的消耗量,  $NCV$  是平均低位发热量,  $CEF$  为 IPCC(2006) 提供的碳排放系数。具体数值见表 1。

表 1 IPCC 计算方法中设计的各种指标及系数

燃料类型	煤炭	天然气	焦炭	燃料油	汽油	煤油	柴油
NCV(kj/kg)	20908	38931	28435	41816	43070	43070	42652
CEF(kg/tj)	95333	56100	107000	77400	70000	71500	74100

首先, 利用上述公式, 我们可以计算出各省市历年的碳排放量。其次, 我们将计算出的各地区碳排放数据除以相应的 GDP 值来消除经济规模的影响, 从而得到单位 GDP 的碳排放量, 这是本文用来衡量地区碳排放量的最终指标。

2. 核心解释变量: 地方政府竞争。地方政府之间的竞争很大程度上体现在招商引资份额上, 其主要目的是获取资本, 因此, 本文借鉴郑磊的研究方法<sup>[30]</sup>, 采用各省区市实际利用外资与当年全国实际利

用外资之比来表示。在确定地方政府竞争衡量指标时存在争论,且考虑到本文的核心变量是地方政府竞争,为使结果更有说服力,本文另外选取人均外商直接投资(依据当年人民币兑美元的年平均汇率将其单位转化成人民币)来衡量地方政府的竞争力,检验其稳健性。

3. 调节变量:科技创新。科技创新常常从投入和产出两个层面进行刻画,本文借鉴冯锐的做法<sup>[31]</sup>,选用发明专利申请授权数和实用新型专利申请授权数来构造科技创新变量。

4. 控制变量。本文设置的控制变量包括:能源消费结构(*ec*),选取煤炭消费量与能源消费总量之比来表示。城镇化水平(*ubr*),选取年末总城镇人口与年末总人口之比来表示。产业结构(*str*),选取第二产业与地区生产总值之比来衡量。财政支出分权(*fac*),采用地区人均财政支出占全国人均财政支出的比重来表示。经济发展水平(*rgdp*),采用人均GDP来衡量。

考虑到数据的可得性,本文选取我国2004—2019年30个省份(不包括港、澳、台以及西藏自治区)作为样本,其数据来自于历年《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》、《中国环境统计年鉴》、EPS数据库及各省市统计年鉴。同时为了使所有变量与模型相一致,并减少异方差、极端值影响,本文对选取指标进行相关处理。篇幅所限,原始数据留存备索。

## 五、实证分析

### (一) 我国碳排放的现状

从全国层面来看,各地区对碳减排重视程度不断提高,单位国内生产总值碳排放量由2004年的3.1吨每万元下降到2019年的1.1吨每万元,总体上呈现递减趋势,意味着我国通过大量依赖化石能源消耗而获得经济发展的局面得到改善,资源配置更加合理,能源利用效率进一步提高,生产生活与经济发展方式逐步向绿色转型升级;从2019年各省单位GDP碳排放量分布来看,我国单位GDP二氧化碳排放量在空间上呈现出北部高南部低的态势,其中碳排放量最大的地区集中在西北地区,最小的地区集中在北京以及东南部沿海地区。宁夏、山西、内蒙古3个省份单位GDP二氧化碳排放量排名前三,北京、广东、上海3个省份位列后三位<sup>①</sup>。这表明我国能源在经济比较发达地区的使用效率较高,在西北地区使用效率较低。

### (二) 地方政府竞争、科技创新对碳排放的影响

本文采用固定效应进行实证回归,结果见表2。从列(1)可以看出,地方政府竞争在1%的显著性水平上对碳排放表现出负向作用,即地方政府的竞争可以有效抑制碳排放。这可能是因为地方政府已经察觉到环境污染所带来的严重危害,意识到加强环境保护的必要性。同时,伴随着中央将环保建设纳入考核指标,各地方政府也积极响应中央政府的号召,采取相关措施,比如通过制定环保政策、加强环境规制、提高引进外资的环保要求等方式,提高辖区的环境质量,推进碳减排计划进一步落实。从列(2)的结果可以看

表2 地方政府竞争、科技创新对碳排放的影响

	被解释变量 lnC		
	(1)	(2)	(3)
<i>lncom</i>	-0.0404*** (0.0117)	-0.0341*** (0.0118)	-0.0393*** (0.0120)
<i>ln tec</i>		-0.0551** (0.0248)	-0.0452* (0.0245)
<i>lncom × ln tec</i>			-0.0197*** (0.00485)
<i>ln ec</i>	0.385*** (0.0562)	0.383*** (0.0557)	0.355*** (0.0509)
<i>lnubr</i>	0.0815 (0.170)	0.196 (0.181)	0.0656 (0.198)
<i>lnstr</i>	0.248*** (0.0914)	0.266*** (0.0909)	0.332*** (0.0959)
<i>lnfac</i>	0.553*** (0.0914)	0.523*** (0.0888)	0.448*** (0.0853)
<i>lnrgdp</i>	-1.069*** (0.125)	-1.063*** (0.123)	-1.052*** (0.121)
<i>-cons</i>	11.64*** (1.235)	12.15*** (1.232)	11.84*** (1.208)
省份固定	是	是	是
年份固定	是	是	是
N	480	480	480
R <sup>2</sup>	0.972	0.972	0.974

注: \*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的显著性水平上显著,括号内的数值为稳健标准误。下同。

①数据来源:《中国统计年鉴》、《中国能源统计年鉴》相关数据整理和测算结果。

出,将地方政府竞争与科技创新纳入一个框架时,地方政府竞争与碳排放仍显著负相关。从列(3)可以看出,地方政府竞争与科技创新交互项的系数显著为负,意味着地方政府竞争与科技创新在减少碳排放过程中形成了良性的互动。可能在于,一方面,竞争程度较高的地区,地方政府往往会提供更完善的规章制度来吸引流动要素,比如采取税收优惠、人才补贴、科技奖励等做法,优化营商环境,吸引外商投资,促使科学技术要素集聚,从而推动本地区科技水平的提升;另一方面,地方政府竞争最直观的表现就是加速本地区经济的增长,即地方政府竞争程度越高的地区,经济增速一般会越快。为了实现这一目标,地方政府通常会通过信息不对称的优势,加大科技投入力度,推动科技进步,缓解碳减排动力不足的问题,从而在技术层面上抑制碳排放。

从控制变量的回归结果看,能源结构对碳排放表现为显著正相关。煤炭行业是产生二氧化碳的主要原因之一,即煤炭消费越多,碳排放量也会相应增多。城镇化进程对碳排放存在正向影响,但显著性不强。可能在于城镇化的发展伴随着城市规模的扩大和新兴城市的出现,这对水泥、建材、钢铁等高耗能行业产生更大的需求,会加剧碳排放,但城镇化的发展也同样带来了环保技术的推广以及人才的积累,最终使城镇化进程对碳排放的影响具有不确定性。产业结构与碳排放量正相关,碳排放的重要组成部分是工业排碳,第二产业比重过高往往引起碳排放量增多。所以,产业结构升级在推动减排行动中的作用形式和作用程度应予以关注,这也是各地在减少碳排放过程中努力的方向。财政支出分权的回归系数显著为正,表明随着财政分权的上升,地方政府可能将更多的资源投向基础设施建设,从而增加碳排放量。人均GDP对碳排放具有显著抑制作用,主要是经济发展水平提升,有助于提供更充足的技术、人才、资金用于环保治理,使用低耗能的生产设备,从而减少碳排放量。

### (三) 异质性检验

#### 1. 不同区域的异质性

我国三大经济地区的经济发展基础与政策实施存在较大的差异,东部地区禀赋优良、经济发展基础较高,中部其次,西部地区相对落后,且中国产业集中于东部地区,这也会进一步造成地区间碳排放量的差异。

本文根据三大经济区的划分,将总样本划分为东部、中部与西部三大区域,对不同区域分别进行模型估计,进一步探讨地方政府竞争、科技创新对碳排放的影响,结果如表3所示。

在东部地区,地方政府竞争和科技创新对碳排放的影响显著为负。这可能是由于我国东部地区经济发达,地方政府财政实力较强,具有更高水平的基础设施建设,在吸引高精尖人才与高新技术企业方面更具优势。同时,随着近年有关减少碳排放量、加

强环境保护政策的出台和实施,各省为达到环境标准的要求,对更高质量的环保资源展开竞争,将更多的资金用于环境污染治理,从而促进了碳排放的减少。但地方政府竞争与科技创新的交互项对碳排放的影响不显著,表明在东部地区地方政府竞争与科技创新之间的互动还未达到推动碳减排的效果,可能在于样本数目较少而存在误差。

表3 分地区异质性分析

解释变量	东部		中部		西部	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>lncom</i>	-0.138*** (0.0278)	-0.133*** (0.0289)	-0.135*** (0.0346)	-0.167*** (0.0386)	0.0233 (0.0199)	0.0106 (0.0215)
<i>ln tec</i>	-0.127*** (0.0361)	-0.119*** (0.0381)	0.165*** (0.0406)	0.212*** (0.0428)	-0.161** (0.0707)	-0.182** (0.0726)
<i>lncom × ln tec</i>		-0.00378 (0.00815)		-0.0456*** (0.0174)		-0.0152* (0.00871)
控制变量	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
R <sup>2</sup>	0.986	0.986	0.984	0.986	0.962	0.963

注:东部地区包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、广西、海南;中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、内蒙古;西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

在中部地区,地方政府竞争及交互项显著抑制碳排放,但科技创新对碳排放有正向影响。这一方面在于中部地区处于经济快速崛起的阶段,地方官员有较大的压力,为了在短期内实现赶超,可能把焦点更多地放在科技创新所带来的经济价值,而忽视了对生态的破坏,导致对环境产生不良的影响。另一方面,中部地区距离东部地区较近,根据产业梯度转移理论,中部地区很容易成为原属于东部地区的高能耗、高排放产业转移的承接地,导致中部地区的科技创新水平的提高并未对碳排放产生抑制作用。

在西部地区,地方政府竞争与碳排放量呈正相关,而科技创新及交互项对碳排放的影响为负。由于西部地区经济实力较弱,地形地势、气候较为恶劣,地方政府竞争更多地考虑经济增长,而较少关注环境保护。在这种情况下,竞争所带来的效益对碳减排方面的投资相对较少。但自改革开放以来,西部大开发战略要求西部地区提高科技创新水平,全面提升西部地区创新能级,构建多层次科技创新平台,地方政府也意识到要想获得较好的竞争优势,必然要转变经济增长模式,进行产业结构升级。因此,提高地方政府竞争能力会增加科技创新成果产出,而科技创新水平的提升是抑制碳排放的重要原因。

## 2. 产业发展的异质性

处于不同产业结构下的地方政府,面临着不同的竞争环境并且具有不同的发展战略<sup>[32]</sup>,这使得它们在竞争资源的策略上也存在不同。同时,由前文分析可知,地方政府竞争与科技创新之所以能够影响碳排放,其中非常重要的原因是地方政府竞争与科技创新促进了产业的发展,推动企业转变生产模式,降低工业资源密集型产业比重,发展知识技术密集、物质资源消耗少以及综合效益好的新型战略产业<sup>[33]</sup>,从而导致在不同的产业发展战略下地方政府通过竞争获取资源并利用资源是有差异的,这也会导致对碳排放产生不同的影响。因此,本文借鉴徐德云的做法<sup>[34]</sup>,以“产业结构指数”确认产业发展水平,并按照各地区产业发展水平的中位数分为两组,回归结果显示,在产业发展水平高的样本组中,地方政府竞争及其交互项显著抑制碳排放,但在产业发展水平低的样本组,地方政府竞争对碳排放的影响未通过显著性检验。这意味着只有在产业发展水平较高的地区,政府竞争才更能发挥对碳排放的负向效应,这可能是由于产业的发展推动企业淘汰落后、不合理的产业,促进资源向绿色低碳产业聚集。而产业发展水平较低的地区缺乏高质量要素资源,此时地方政府竞争可能不利于要素合理分配,不能有效引导高污染、高排放企业的绿色转型。篇幅所限,结果留存备案。

### (四) 稳健性检验

为保证结果的可靠性,本文采取以下稳健性检验:第一,将科技创新滞后一期引入模型,重新进行回归。通过回归结果可以看出,各变量的回归系数都与前文保持了较好的一致性。第二,反向因果也是模型中可能存在的问题。当碳排放量过大时,受中央环境考核的影响,地方政府往往会增大对环保的竞争。同时碳排放量过大也可能推动技术进步,提高企业能源利用率,提升科技创新水平。因此,本文选取地方政府竞争与科技创新滞后一期作为工具变量,采用两阶段最小二乘法对模型中可能存在的内生性问题进行检验。结果发现,在考虑内生性情况下,地方政府竞争、科技创新以及两者的交互项仍与碳排放负相关,这说明本文得到的结论是稳健的。第三,如前文所述,将地方政府竞争变量换为人均外商直接投资额,发现各变量的回归系数也都没有发生实质变化,均通过检验。篇幅所限,稳健性结果未列示,留存备案。

### (五) 进一步扩展研究

#### 1. 门槛效应检验

在不同的科技创新水平下,地方政府竞争可能对碳排放产生不同的影响,存在科技创新水平的“门槛效应”。对此,本文进一步选取 Hansen 的门槛模型进行分析<sup>[35]</sup>,根据门槛模型,设定如下:

$$\ln C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln com_{it} I(\ln tec_{it} \leq \gamma) + \alpha_2 \ln com_{it} I(\ln tec_{it} > \gamma) + \alpha_3 control_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中:  $Intec$  为门槛变量,  $\gamma$  为待估的门槛值,  $I(\cdot)$  为示性函数, 其他变量内涵与模型(1) 相同。

本文以科技创新为门槛变量, 对是否存在门槛及门槛的个数进行检验, 结果见表 4。由表 4 可知, 单一门槛在 5% 的水平上显著, 门槛估计值为  $Intec = 6.4907$ , 但双重和三重门槛检验不显著。因此以科技创新作为门槛变量时, 地方政府竞争与碳排放之间存在单一门槛效应。

表 5 为门槛模型估计结果, 从表 5 回归结果可知, 在不同的科技创新水平下, 地方政府竞争对碳排放影响效果是不同的。当科技创新水平小于 6.4907 时, 地方政府竞争对碳排放量不存在显著影响, 而当科技创新水平跨越门槛时, 地方政府竞争回归系数变为  $-0.03$ 。这意味着在以科技创新为门槛变量时, 地方政府竞争对碳排放的影响是非线性的, 其抑制作用随着科技创新水平的提升而增强。产生这种现象的原因在于, 当科技创新水平较低时, 地方政府通过竞争激励各行各业提高科技创新活力, 但为了本地区的发展, 会更更多地关注科技创新带来的经济效应, 不会将碳减排放在重要位置。而当科技创新达到一定水平后, 地方政府会对科技创新提出更高质量的环保标准, 这将对处于价值链末端、科技创新能力较弱的企业进入本地区发挥一定的阻碍作用, 但对科技创新能力强的企业进入本地区提供大力支持。此外, 地方政府在环境考核压力下会提高环境政策标准, 通过竞争吸引高质量资源进入, 营造良好的科技创新氛围, 使科技增长率远远大于资源的消耗率, 从而实现科技创新与低碳经济的协同发展。因此, 在改善生态环境、减少碳排放的背景下, 应正确引导地方政府竞争行为, 遏制地方政府向“逐底竞争”转变, 避免恶性竞争, 加强政府竞争与科技创新的良性互动, 为减少碳排放奠定基础。

表 4 门槛变量的显著性检验和门槛值估计

模型	F	P	BS 次数	临界值			门槛估计值	95% 的置信区间
				10%	5%	1%		
单一门槛	39.61 **	0.0433	300	33.7891	38.9577	65.2240	6.4907	[ 6.4052, 6.6758 ]
双重门槛	21.91	0.2533	300	33.8911	38.8418	57.8558	—	—
三重门槛	11.85	0.5333	300	32.0878	40.3372	48.6968	—	—

## 2. 空间效应检验

考虑到碳排放可能会引起空间问题, 导致地方政府行为发生变化, 而这种变化是否会影响本文的结论还需要进一步研究, 因此, 本文根据地理距离权重矩阵计算了我国 2004—2019 年 30 个省份碳排放的全域 Moran 指数。由空间估计系数可知, 碳排放之间存在正的空间自相关性。通过综合考虑各变量的显著性、 $R^2$  和  $\log L$  等指标, 本文建立个体固定效应空间杜宾模型来研究地方政府竞争、科技创新及其交互项对碳排放的影响。具体模型如下:

$$\ln C_{it} = \rho W \ln C_{it} + \beta_1 \ln com_{it} + \beta_2 \ln tec_{it} + \beta_3 \ln com_{it} \times \ln tec_{it} + \beta_4 control_{it} + \theta_1 W \ln com_{it} + \theta_2 W \ln tec_{it} + \theta_3 W \ln com_{it} \times \ln tec_{it} + \theta_4 W control_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

模型(3) 中,  $\rho$  是碳排放的空间自回归系数,  $W$  是空间权重。

当空间面板模型  $\rho \neq 0$  时, 用回归系数直接进行分析是不准确的, 应考虑解释变量对被解释变量的直接效应和间接效应。因此, 本文参考 Elhorst 的做法<sup>[36]</sup>, 对模型进行分解, 利用偏微分来解释空间计量模型中变量变化的影响。具体做法如下:

先将空间杜宾模型的一般形式转化为(4)式:

表 5 门槛模型估计结果

解释变量	系数估计值	T 统计量	P 值
$\ln com \times I(Intec \leq \gamma_1)$	0.0070792	0.34	0.733
$\ln com \times I(Intec > \gamma_1)$	-0.0280782 *	-1.79	0.084
$\ln ec$	0.3705695 ***	9.42	0.000
$\ln ubr$	0.1089223	0.37	0.713
$\ln str$	0.1917871	1.51	0.141
$\ln fac$	0.2517702 *	1.88	0.071
$\ln rgdp$	-0.6250587 ***	-10.59	0.000
$_{-}cons$	7.730387 ***	10.11	0.000



$$Y = (I - \rho W)^{-1}(X\beta + WX\theta) + \varepsilon \tag{4}$$

再对(4)式中被解释变量求偏导,以获得(5)式:

$$\left[ \frac{\partial E(Y)}{\partial X_{1K}} \cdot \frac{\partial E(Y)}{\partial X_{NK}} \right] = \begin{bmatrix} \frac{\partial E(Y_1)}{\partial X_{1K}} \cdot \frac{\partial E(Y_1)}{\partial X_{NK}} \\ \dots \\ \frac{\partial E(Y_N)}{\partial X_{1K}} \cdot \frac{\partial E(Y_N)}{\partial X_{NK}} \end{bmatrix} = (1 - \rho W)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_K & w_{12}\theta_K & \cdot & w_{1N}\theta_K \\ w_{21}\theta_K & \beta_K & \cdot & w_{2N}\theta_K \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_{N1}\theta_K & w_{N2}\theta_K & \cdot & \beta_k \end{bmatrix} \tag{5}$$

当考虑到空间权重后,地方政府竞争及其交互项均显著负向影响碳排放,科技创新水平的提高也有利于碳排放的减少,这与前文的分析结果基本一致。

此外,由表6可知,地方政府竞争的直接效应显著为负,但间接效应不显著,说明地方政府竞争能够有效减少辖区内的碳排放量,但对邻近地区碳排放没有显著影响,科技创新的直接效应为负,但间接效应为正。可能的原因在于:一方面,一些科技创新成果不具有普适性,只能应用于本地区,不能被其他地区适用,导致科技创新带来的效益受到限制;另一方面,本地区科技水平的提升可能会导致低技术、高污染企业向邻近地区转移,从而给周边地区带来环境压力。交互项的直接效应与间接效应都显著为负,这也说明了地方政府竞争与科技创新的关联作用对本地及周边地区碳减排均有正向影响。

表6 空间杜宾模型的直接效应和间接效应

解释变量	被解释变量 lnC		
	直接效应	间接效应	总效应
lncom	-0.0242 *	0.0798	0.0556
	(0.0137)	(0.1022)	(0.1049)
ln tec	-0.0434 *	0.2442 *	0.2008
	(0.0252)	(0.1287)	(0.1328)
lncom × ln tec	-0.0229 ***	-0.1018 **	-0.1247 ***
	(0.0039)	(0.0405)	(0.0416)
ln ec	0.3742 ***	0.1884	0.5627 **
	(0.0303)	(0.2089)	(0.2225)
lnubr	-0.0201	1.6591	1.6390
	(0.1516)	(1.0791)	(1.0890)
lnstr	0.4028 ***	1.1386 **	1.5414 ***
	(0.0983)	(0.4834)	(0.5114)
lnfac	0.3367 ***	-2.6337 ***	-2.2970 ***
	(0.0773)	(0.8414)	(0.8655)
lnrgdp	-0.9525 ***	0.1395	-0.8130 ***
	(0.0890)	(0.2689)	(0.2667)

### 六、结论性评述

本文基于2004—2019年30个省级面板数据,采用固定效应模型及门槛模型实证分析了地方政府竞争、科技创新及两者的交互项对碳排放的影响,并得出如下结论:第一,单位国内生产总值二氧化碳排放量总体水平不断降低,在空间分布上呈现出北部高南部低的态势。碳排放最大的地区集中在西北地区,最小的地区集中在北京以及东南部沿海地区。第二,从整体层面来看,地方政府竞争、科技创新及二者交互项对碳排放均具有显著抑制作用,并且科技创新对地方政府竞争驱动碳减排存在门槛效应。第三,从分地区来看,地方政府竞争能够显著促进东、中部地区二氧化碳排放量的减少,对西部地区的作用不显著;科技创新对碳排放的负向效应仅存在于东部和西部地区,对中部地区反而发挥正向的作用;地方政府竞争与科技创新的交互项对东部地区的二氧化碳排放量没有显著作用,对中部地区和西部地区抑制作用明显。第四,从产业发展来看,地方政府竞争在产业发展水平高的地区更能有效促进碳减排,而在产业发展水平低的地区,地方政府竞争并不能有效发挥对碳排放的抑制作用。第五,从其他控制变量来看,经济发展对碳排放具有显著抑制作用,而能源结构、产业结构、城镇化水平与财政支出分权均促进二氧化碳的排放。第六,从空间溢出效应来看,地方政府竞争对周边地区的碳排放量不存在显著影响,而地方政府竞争与科技创新的交互项既能有效减少辖区内的碳排放量,也能够促进邻近地区降低碳排放,但科技创新存在正向空间溢出特征。

基于此,本文提出以下政策建议:首先,合理利用地方政府竞争对碳减排的积极作用。中国经济取得高速增长的主要原因之一是地方政府竞争,但人们却容易忽视在经济发展过程中所引起的环境问题。因此,在我国努力实现“双碳目标”,迈向高质量发展的背景下,中央政府应继续完善包含碳减排在内的环境考核制度与监督体系,促使地方政府维持“趋良竞争”。一方面,地方政府的政绩考核需要提高绿

色与生态标准要求的占比,在政策方面引起重视;另一方面,中央政府应实行更科学、更公正透明、更有力的监督,充分发挥监督保障作用。此外,地方政府应合理利用本地区的竞争优势,加大碳减排投入,并针对趋劣竞争采取措施,例如落实责任主体,对未尽责的单位实施处罚,确保失责必究,从而通过多方面增强地方政府竞争抑制碳排放的能力。其次,切实加大科技创新在实现碳减排目标中的驱动力度,加大绿色低碳科技创新支出,促进科技创新成果转化,推进科技创新与碳减排的协同发展。具体来说,东部地区应继续保持其科技创新优势,并影响带动周围地区,促进创新能力的协调发展;中部地区应匡正科技创新方向,提高企业减排意识,淘汰高污染产业,遏制以牺牲环境为代价的科技创新,推进节能减排工作的稳步发展;西部地区应增强科技创新信心,加快科技创新的基础设施建设,加大低碳技术创新投入,强化科技创新对低碳环保的支撑力量,从而推动其绿色发展。此外,防范地区间科技创新对碳排放的正向空间溢出效应,阻止高污染企业的转移,鼓励各地自身低碳科技创新水平提高的同时,帮助邻近地区发展低碳技术,将科技进步带来的低碳效益实现最大化。最后,持续增强地方政府竞争与科技创新的良性互动。地方政府应鼓励企业积极引进国外低碳、绿色技术。当科技创新水平较低时,各地区可以先模仿,形成以创新为核心的良好竞争激励,促进资源的高效配置,然后再赶超,逐步实现自主创新,坚持走“高技术、低排放”的发展道路。同时,地方政府官员要避免急功近利,通过政策优惠,积极引导社会资金进入。否则很容易导致本地区只追求科技创新短期成效,甚至产生虚假的成果。此外,应规范地方政府支出行为,推动产业结构优化,倡导低碳生活方式,缓解城镇集聚对碳排放带来的压力。

#### 参考文献:

- [1] 张华. “绿色悖论”之谜: 地方政府竞争视角的解读[J]. 财经研究, 2014(12): 114 - 127.
- [2] Kim J, Wilson J D. Capital mobility and environmental standards: Racing to the bottom with multiple tax instruments[J]. Japan and the World Economy, 1997, 9(4): 537 - 551.
- [3] 刘建民, 陈霞, 吴金光. 财政分权、地方政府竞争与环境污染——基于 272 个城市数据的异质性与动态效应分析[J]. 财政研究, 2015(9): 36 - 43.
- [4] 李胜兰, 初善冰, 申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J]. 世界经济, 2014(4): 88 - 110.
- [5] 张文彬, 张理芑, 张可云. 中国环境规制强度省际竞争形态及其演变——基于两区制空间 Durbin 固定效应模型的分析[J]. 管理世界, 2010(12): 34 - 44.
- [6] 田建国, 王玉海. 财政分权、地方政府竞争和碳排放空间溢出效应分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2018(10): 36 - 44.
- [7] 汪克亮, 王洋洋, 赵斌. 地方政府竞争、FDI 与污染排放效率[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2021(5): 1 - 15.
- [8] 申萌, 李凯杰, 曲如晓. 技术进步、经济增长与二氧化碳排放: 理论和经验研究[J]. 世界经济, 2012(7): 83 - 100.
- [9] 马晓君, 陈瑞敏, 董碧滢, 等. 中国工业碳排放的因素分解与脱钩效应[J]. 中国环境科学, 2019(8): 3549 - 3557.
- [10] 李博. 中国地区技术创新能力与人均碳排放水平——基于省级面板数据的空间计量实证分析[J]. 软科学, 2013(1): 26 - 30.
- [11] 李金铠, 马静静, 魏伟. 中国八大综合经济区能源碳排放效率的区域差异研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2020(6): 109 - 129.
- [12] 卞元超, 吴利华, 白俊红. 财政科技支出竞争是否促进了区域创新绩效提升? ——基于研发要素流动的视角[J]. 财政研究, 2020(1): 45 - 58.
- [13] 张兵兵, 徐康宁, 陈庭强. 技术进步对二氧化碳排放强度的影响研究[J]. 资源科学, 2014(3): 567 - 576.
- [14] 吴延兵. 中国式分权下的偏向性投资[J]. 经济研究, 2017(6): 137 - 152.
- [15] 田红宇, 祝志勇, 刘魏. 政府主导、地方政府竞争与科技创新效率[J]. 软科学, 2019(2): 22 - 25.
- [16] Porter M E. Technology and competitive advantage[J]. Journal of Business Strategy, 1985, 5(3): 60 - 78.
- [17] 卞元超, 白俊红. “为增长而竞争”与“为创新而竞争”——财政分权对技术创新影响的一种新解释[J]. 财政研究, 2017(10): 43 - 53.
- [18] 田时中, 余本洋, 陆雅洁. 财政投入、地方政府竞争与区域科技创新[J]. 统计与决策, 2020(3): 150 - 154.
- [19] 周业安, 冯兴元, 赵坚毅. 地方政府竞争与市场秩序的重构[J]. 中国社会科学, 2004(1): 56 - 65.
- [20] 朱平芳, 张征宇, 姜国麟. FDI 与环境规制: 基于地方分权视角的实证研究[J]. 经济研究, 2011(6): 133 - 145.
- [21] Rivera J, Oh C H. Environmental regulations and multinational corporations' foreign market entry investments[J]. Policy Studies

- Journal, 2013, 41(2):243-272.
- [22] 卞元超, 宋凯艺, 白俊红. 双重分权、竞争激励与绿色全要素生产率提升[J]. 产业经济评论, 2018(3):15-34.
- [23] 王鑫静, 程钰, 丁立, 等. “一带一路”沿线国家科技创新对碳排放效率的影响机制研究[J]. 软科学, 2019(6):72-78.
- [24] 辛冲冲, 陈志勇. 财政分权、政府竞争与地方政府财政汲取能力——基于动态空间面板模型的实证分析[J]. 山西财经大学学报, 2019(8):1-16.
- [25] 陈凯, 肖鹏. 财政分权、地方政府竞争与技术创新——基于277个地级市的空间计量分析[J]. 中国科技论坛, 2021(2):69-79.
- [26] 刘儒, 卫离东. 地方政府竞争、产业集聚与区域绿色发展效率——基于空间关联与溢出视角的分析[J]. 经济问题探索, 2022(1):79-91.
- [27] 蔡乌赶, 许凤茹. 环境规制如何影响空气污染? ——基于中国284个地级市数据的实证研究[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2020(5):33-40.
- [28] Dietz T, Rosa E A. Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology[J]. Human Ecology Review, 1994, 1(2):277-300.
- [29] 陆远权, 张德钢. 环境分权、市场分割与碳排放[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(6):107-115.
- [30] 郑磊. 财政分权、政府竞争与公共支出结构——政府教育支出比重的影响因素分析[J]. 经济科学, 2008(1):28-40.
- [31] 冯锐. 金融集聚、绿色技术创新和绿色经济效率[J]. 经济经纬, 2022(4):150-160.
- [32] 黄金升, 陈利根, 张耀宇, 等. 产业结构差异下地方政府经济行为与工业地价研究[J]. 产业经济研究, 2017(3):81-90.
- [33] 许宁, 施本植, 刘明. 产业结构视角下地方政府竞争对绿色经济效率的影响[J]. 技术经济, 2019(6):67-79.
- [34] 徐德云. 产业结构升级形态决定、测度的一个理论解释及验证[J]. 财政研究, 2008(1):46-49.
- [35] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2):345-368.
- [36] Elhorst J P. Spatial econometrics from cross-sectional data to spatial panels[M]. Heidelberg: Springer, 2014.

[责任编辑:高婷]

## Local Government Competition, Scientific and Technological Innovation and Carbon Emission

LI Guanglong, CHEN Xiaoyu

(School of Economics, Anhui University, Hefei 230601, China)

**Abstract:** On the basis of expounding the internal mechanism of local government competition and scientific and technological innovation affecting carbon emissions, this paper analyzes, based on the provincial panel data from 2004 to 2019, the spatial characteristics of carbon dioxide emissions per unit of GDP in China, and empirically analyzes the impact of local government competition, scientific and technological innovation and their interaction on carbon emissions by using fixed effect model and threshold model. The research shows that the overall level of carbon dioxide emissions per unit GDP in China is decreasing, and the largest carbon emissions are in the northwest, while the smallest ones are in Beijing and the southeast coastal regions; Local government competition, scientific and technological innovation and their interaction have significant inhibitory effects on carbon emissions, and scientific and technological innovation has a threshold effect on carbon emission reduction driven by local government competition; Through the heterogeneity analysis, it is found that the effects of local government competition and scientific and technological innovation on carbon emissions are different in different economic zones and different industrial development levels. Therefore, we should make full use of the “competition for good” of local governments, strengthen the role of scientific and technological innovation in promoting carbon emission reduction, and promote industrial upgrading to achieve China’s sustainable development.

**Key Words:** local government competition; scientific and technological innovation; carbon emissions; sustainable development; STIRPAT model; threshold effect; spatial spillover