

经济·管理

二氧化硫排污权交易对经济增长 “量”和“质”的影响研究

傅京燕,程芳芳

[摘要] 经济高质量发展需要兼顾环境保护和经济发展两个维度,这也是环境政策实施评价标准的核心问题。本文以市场型环境规制手段二氧化硫排污权交易为切入点,选择2003—2016年省级样本,利用双重差分法检验市场型环境规制手段是否能够实现环境和经济的双赢,并进行了一系列稳健性和区域异质性检验。研究发现:第一,排污权交易显著降低了二氧化硫排放量,说明排污权交易实施的有效性,且对经济增长数量和经济增长质量均表现出显著的促进作用,实现了经济和环境的双赢。第二,在排除另外一种市场型手段碳交易政策的影响后结果依然稳健。第三,不同区域的排污权交易对经济增长的影响表现出明显的区域异质性,其中排污权交易政策对东部地区经济增长的双重影响不显著,虽然实现了中部和西部地区经济在数量上的增长,但是没有实现经济的高质量发展。

[关键词] 排污权交易;市场型环境手段;经济增长质量;双重差分法

[中图分类号] F062.2 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5072(2020)06-0094-14

一、引言

经济高质量发展需要兼顾环境保护和经济发展两个维度,这也是环境政策实施评价标准的核心问题。经济增长与环境保护的协同发展是实现绿水青山就是金山银山“两山论”的关键要义,在高质量发展背景下,环境政策无疑要兼顾经济增长与环境改善,从经济—环境二维视角来审视政策效果。因此,需要对经济与环境相互作用的新特点进行研究回应,包括经济与环境如何联动与共融,从而体现高质量发展的内涵和特征。

基于我国环境污染治理的复杂性,政府在环境治理过程中不断探索和改进适合中国经济发展模式的环境政策。回顾我国环境规制政策工具发展历程,行政命令手段一直占据主导地位,市场型政策相对较少。2001年我国开始初步探索市场化的环境政策形式,建立了二氧化硫排污权有偿使用和交易机制。市场化环境治理机制的逐渐完善以及在全国范围的开展,不仅丰富了我国环境

作者简介:傅京燕,暨南大学经济学院教授,资源环境与可持续发展研究所所长,博士生导师,主要从事经济与环境政策分析;程芳芳,暨南大学经济学院博士生,主要从事经济与环境政策分析。

基金项目:国家社会科学基金项目“高质量发展视角下经济增长与环境保护的联动机制及共融模式研究”(批准号:19BJY079)。

政策工具的形式,而且在总量控制的前提下扭转了我国环境污染治理的被动局面,污染型企业开始主动承担污染减排责任。目前,粤港澳大湾区实施规划纲要明确把绿色金融等社会资本作为环境治理的融资手段,并制定了一系列鼓励绿色金融产品的创新机制,其中排污权交易手段作为绿色金融的一种重要环境权益交易方式在大气和流域治理方面具有重要的运用前景。市场型环境手段较命令控制型手段有助于激励企业的创新行为,同时也有助于增加市场的效率与环境治理的成本节约。

2018年《中国生态环境状况公报》显示全国338个地级及以上城市中,只有121个城市环境空气质量达标,仅占全部城市数的35.8%。本文以二氧化硫(SO₂)这一区域性主要污染物为研究对象,考察环境与经济之间的联动关系及政策效果。研究二氧化硫排污权交易对经济发展和环境保护的双重作用,一方面回答了我国市场型机制是否有效、环境保护和经济发展是否可以协同推进等当前政策前沿问题,另一方面也分析了环境政策工具在我国不同区域运用的有效性及其差异性。

相比于以往的研究,本文的边际贡献为:第一,环境规制的研究文献大多数都是从整体上关注命令型环境规制,只有少量文献关注市场型环境政策工具,对排污权交易的研究有助于深入挖掘市场手段在我国环境污染治理中的作用,是对环境政策分析的重要补充;第二,在排污权交易机制的研究文献中,多数都是考察排污权交易的试点政策对诸如技术创新、生产率等单一要素的影响,鲜有文献从经济增长数量 and 经济增长质量两个维度研究经济和环境的兼容性问题,对排污权交易经济效应的研究能够进一步正确认识环境和经济的相互作用关系;第三,从研究方法看,本文采用的双重差分和倾向得分匹配双重差分计量模型的应用在一定程度上避免了潜在的内生性问题,使研究结果更具稳健性。

本研究其余部分结构安排如下:第二部分为文献回顾;第三部分为制度背景和模型构建;第四部分为实证分析;第五部分为稳健性检验;第六部分为区域异质性检验;第七部分为结论与政策启示。

二、文献回顾

为平衡好经济稳增长和环境质量改善之间的关系,兼顾经济和环境二者目标的政策工具一直是环境经济学理论研究和政策研究的核心问题。环境规制虽然可以提高社会的整体福利,但是却让企业承担了外部性成本,降低了企业效益进而削弱其竞争力,^①“波特假说”理论则认为虽然环境规制给企业带来了一定的规制成本,但是其引发的企业创新活动可能会完全抵消法规的成本,降低总体生产成本并提高企业的竞争力。^②针对上述两种对立的观点,不同的学者将研究范围定位在企业 and 产业层面,或者地区 and 国家层面等验证“波特假说”是否成立,并得出了差异化的研究结论。“波特假说”的反对者认为,由于环境规制存在“挤出效应”,增加了企业生产过程中的环境保护成本,导致生产利润下降并严重制约了经济发展。^{③④}考虑中国二氧化硫排放情况,地级市层面上环境保护税对地区环境质量和经济增长产生了重要的影响,二氧化硫排污费征收标准的提高对

① Gray, W. B., Shadbegian, R. J., “Environmental Regulation and Manufacturing Productivity at the Plant Level”, *National Bureau of Economic Research Working Paper*, No. 4321, 1993.

② Porter, M. E., Van, der. Linde. C., “Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 9, No. 4, 1995, pp. 97 - 118.

③ Hering, L., Poncet, S., “Environmental Policy and Exports: Evidence from Chinese Cities”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 68, No. 2, 2014, pp. 296 - 318.

④ Jaffe, A. B., Newell, R. G., Stavins, R. N., “Environmental Policy and Technological Change”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 22, No. 1 - 2, 2002, pp. 41 - 70.

经济增长的数量和质量均产生了抑制效应。^①“波特假说”的支持者认为,环境规制通过技术革新提高企业生产力,进而抵消环境规制成本并提高市场竞争力。环境规制的外部性压力可以倒逼企业绿色化转型,从而发挥先行者优势,提高经济发展动力。^②也有部分研究者认为二者没有必然的联系,环境规制和经济发展之间的矛盾很难调和,不能简单地认为两者是促进或抑制的线性关系,环境规制和经济发展之间应该存在一种非线性的不确定关系。^{③④}

值得注意的是,环境规制不一定会对经济发展产生直接的促进或抑制效应,往往会受到中介工具的影响。例如,包括要素流动、贸易风险、逃税、腐败或不完全竞争等在内的市场条件会改变环境政策的分配效应。^⑤若将环境规制引入异质性企业模型的理论框架中分析企业行为,则发现环境政策及其执行程度会影响FDI的区位选择问题以及引致企业退出或进入本国市场。^⑥倘若从资源配置的角度出发,对外直接投资实际上是资源优化整合的重要手段,可以实现资源的优化配置,也能促进东道国的经济增长。^{⑦⑧}但是从环境规制强度的度量层面来看,几乎很难找到一种理想的方法,既有理论基础又易进行数据处理的单一变量来衡量环境监管的严格性。^⑨

上述文献涉及的环境规制工具是命令型环境政策工具,而市场型环境政策诸如碳税或碳交易政策等也会对经济产生一定的影响,倒逼企业向清洁型产业转型升级。与命令型政策工具不同的是,这种倒逼效应存在异质性,此外环境规制对企业绿色转型这种产业升级模式的促进作用与地方政府竞争有很密切的联系,而且存在空间溢出效应。^⑩但是,如果企业采用更有效的方法创新地响应环境规制并积极主动管理环境绩效,则能够依赖企业的资源和能力更好地获得可持续性利益。^⑪基于产业结构的研究视角,不同的市场型环境工具对经济增长的影响效应与作用机制存在差异,有研究发现市场型各政策工具对经济增长的影响效应及传导机制具有较强的互补性和异质性,提高市场型政策工具总体强度能够持续促进经济增长。^⑫

当然,经济发展不仅会受到环境政策的影响,还会受到其他因素的干扰,诸如城市规模、产业集聚水平、地理范围等。城市规模和城市产业集聚水平均会对城市绿色全要素生产率产生影响,但是由于城市规模、资源禀赋、地理位置等要素的差异,城市产业集聚对绿色全要素生产率的影

① 卢洪友、刘啟明、徐欣欣、杨娜娜 《环境保护税能实现“减污”和“增长”么?——基于中国排污费征收标准变迁视角》,《中国人口·资源与环境》2019年第6期。

② Simpson, R. D., Bradford, III. R. L., “Taxing Variable Cost: Environmental Regulation as Industrial Policy”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 30, No. 3, 1996, pp. 282–300.

③ Wils, Annababette., “The Effects of Three Categories of Technological Innovation on the Use and Price of Nonrenewable Resources”, *Eco-logical Economics*, Vol. 37, No. 3, 2001, pp. 457–472.

④ Czech, B., “Prospects for Reconciling the Conflict between Economic Growth and Biodiversity Conservation with Technological Progress”, *Conservation Biology*, Vol. 22, No. 6, 2008, pp. 1389–1398.

⑤ Fullerton, D., Muehlegger, E., “Who Bears the Economic Burdens of Environmental Regulations?”, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 13, No. 1, 2019, pp. 62–82.

⑥ 唐杰英 《环境规制、两控区政策与FDI的区位选择——基于中国企业数据的实证研究》,《国际贸易问题》2019年第5期。

⑦ 胡琰欣、屈小娥、李依颖 《我国对“一带一路”沿线国家OFDI的绿色经济增长效应》,《经济管理》2019年第6期。

⑧ Silajdzic, S., Mehic, E., “Absorptive Capabilities, FDI, and Economic Growth in Transition Economies”, *Emerging Markets Finance and Trade*, Vol. 52, No. 4, 2016, pp. 904–922.

⑨ Brunel, C., Levinson, A., “Measuring the Stringency of Environmental Regulations”, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 10, No. 1, 2016, pp. 47–67.

⑩ 杨骞、秦文晋、刘华军 《环境规制促进产业结构优化升级吗》,《上海经济研究》2019年第6期。

⑪ Ramanathan, R., He, Q., Black, A., et al., “Environmental Regulations, Innovation and Firm Performance: A Revisit of the Porter Hypothesis”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 155, 2017, pp. 79–92.

⑫ 史长宽 《市场类环境工具对经济增长的影响效应与作用机制——基于产业结构的视角》,《中南大学学报(社会科学版)》2019年第2期。

响存在区域异质性^①，而利用包含非期望产出的 SBM 模型测算 230 个城市的绿色全要素生产率，发现中国绿色全要素生产率增长速度呈波动趋势，技术效率总体呈下降趋势，而技术进步效率总体呈上升趋势。^② 基于新经济地理模型的市场潜力函数，其参数反映了规模经济的重要性，结果发现各地区之间的需求联系紧密且随着时间的推移而不断增长^③，但受限于地理范围，不同地区的经济增长路径模式存在异质性。^④ 以国际层面的三大自由贸易区为研究对象，探索不同区域内环境规制对贸易的影响情况，结果发现欧盟与中国—东盟自由贸易区成员国的环境规制对双边贸易产生了显著的负向影响，而北美自由贸易区出口国的环境规制对双边贸易产生了显著的正向影响。^⑤

通过对以上文献的回顾分析可知，环境政策对经济发展而言是一把“双刃剑”，从最初环境保护和经济发展相对平衡，到经济持续高速发展，环境保护政策已经无法满足经济发展带来的环境恶化，再到现在的环境保护被提升至国家战略层面，说明环境质量是区域产业发展的重要生产要素，也是城市品质和产业发展的重要内涵特征。由此可知，经济和环境的发展是一种动态演进过程。目前我国经济发展换挡降速，整个国民经济发展期间环境政策是否可以同时兼顾经济发展和环境保护是亟须回答的问题，而如何运用市场这只“看不见的手”作为关键的环境治理创新手段为实现环境和经济的双赢提供了可能性，也为本文研究以排污权交易为代表的市场型环境规制对经济增长的影响提供了切入点。

三、制度背景和模型构建

2001 年江苏省南通市顺利实施中国首例排污权交易，2002 年 3 月，环保总局发布《关于开展“推动中国二氧化硫排放总量控制及排污交易政策实施的研究项目”示范工作的通知》，在山东、山西、江苏、河南及上海、天津、柳州四省三市率先开展 SO₂ 排污有偿使用和交易的示范工作。但是早期的试点工作局限性很大，不仅范围有限而且涉及的行业也很少，未建立排污权交易中心，难以形成排污权交易市场，因此大部分试点地区的二级市场并不活跃，几乎没有交易量^⑥，此时的试点工作尚不成熟。

在对前期试点工作探索的基础上，2007 年国务院有关部门组织江苏、天津、浙江、河北、山西、重庆、湖北、陕西、内蒙古、湖南、河南 11 个省(区、直辖市)开展排污权有偿使用和交易试点，并取得了一定进展。因此，为保证所有试点地区均在政策研究范围内，本文以 2008 年为政策冲击时间节点，江苏、天津、浙江、河北、山西、重庆、湖北、陕西、内蒙古、湖南、河南 11 个省(区、直辖市)为实验组，其余省份(区、直辖市)为控制组。

① Wetwitoo, J., Kato, H., “Inter-Regional Transportation and Economic Productivity: A Case Study of Regional Agglomeration Economies in Japan”, *The Annals of Regional Science*, Vol. 59, No. 2, 2017, pp. 321 – 344.

② 余泳泽、杨晓章、张少辉 《中国经济由高速增长向高质量发展的时空转换特征研究》，《数量经济技术经济研究》2019 年第 6 期。

③ Hanson, G. H., “Market Potential, Increasing Returns and Geographic Concentration”, *Journal of International Economics*, Vol. 67, No. 1, 2005, pp. 1 – 24.

④ 刘贯春、刘媛媛、张军 《中国省级经济体的异质性增长路径及模式转换——兼论经济增长源泉的传统分解偏差》，《管理世界》2019 年第 6 期。

⑤ 成喜玲、刘淞延 《环境规制与区域经济一体化——基于三大自由贸易区面板数据的实证研究》，《经济问题探索》2018 年第 11 期。

⑥ 任胜刚、郑晶晶、刘东华、陈晓红 《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》，《中国工业经济》2019 年第 5 期。

由于有研究发现基于市场的排污权交易并未表现出显著稳定的效应^①，因此要检验排污权交易对经济增长的影响，有必要对排污权交易的有效性进行验证。为此，本文以各省份二氧化硫排放量为被解释变量，利用双重差分模型检验排污权交易是否真正降低了二氧化硫排放量，模型如下：

$$\ln(so_2)_{it} = \eta_1(time \times policy) + \omega_i X_{it} + \pi_i + \lambda_t + \kappa_{it} \quad (1)$$

其中， i 、 t 分别代表地区和时间， $\ln(so_2)$ 为各地区二氧化硫排放量的对数值， $time$ 为时间虚拟变量，年份为 2003—2007 年时 $time = 0$ ，年份为 2008—2016 年时 $time = 1$ ， $policy$ 为政策虚拟变量，实验组地区 $policy = 1$ ，控制组地区 $policy = 0$ ， η_1 为本文关注的政策有效性系数，若 η_1 显著为负，则说明排污权交易政策的实施是有效的。 X 为一系列控制变量，包括地区技术创新水平、环境规制强度、地区差异发展水平、产业结构和能源消费， ω_i 为待估参数向量， π_i 为个体效应， λ_t 为时间效应， κ_{it} 为扰动项。由于时间固定效应比时间分组 $time$ 更详细地区分了样本，而个体固定效应也比地区分组 $policy$ 更详细地区分了样本，因此，在模型(1)中不必加入 $time$ 和 $policy$ 项，只需加入交叉项即可，即模型(1)实际上是基于双向固定效应的 DID 模型。^②

为检验排污权交易对经济增长的政策效应，本文选用双重差分法，模型构建如下：

$$rjgdp_{it} = \alpha_1(time \times policy) + \lambda_i X_{it} + \mu_i + \chi_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$gel_{it} = \beta_1(time \times policy) + \delta_i X_{it} + \varphi_i + \tau_t + \varphi_{it} \quad (3)$$

其中， $rjgdp$ 为代表经济增长数量的人均地区生产总值， gel 为代表经济增长质量的绿色经济效率， α_1 、 β_1 为本文关注的政策评估效应系数， λ_i 、 δ_i 为待估参数向量， μ_i 、 φ_i 为个体效应， χ_t 、 τ_t 为时间效应， ε_{it} 、 φ_{it} 为扰动项。具体指标解释如下：

被解释变量：从两个维度考量经济增长，一方面是经济增长数量，用人均地区生产总值($rjgdp$)衡量，为消除价格波动带来的影响，对人均地区生产总值用生产总值指数进行平减处理。另一方面是经济增长质量，经济不仅要实现“量”的增长而且要有“质”的突破，“污染防治”作为三大攻坚战之一，经济增长要兼顾环境保护，倡导绿色消费、绿色生活等绿色理念，因此本文选择用考虑非期望产出的 $super-sbm$ 方向距离函数测算的绿色经济效率指标衡量经济增长质量，其中投入包括劳动、资本和能源，劳动投入用各省份第一产业从业人员数、第二产业从业人员数和第三产业从业人员数相加进行衡量，数据来源于 Wind 数据库。借鉴单豪杰^③的折旧——贴现法，折旧率选取 10.96% 进行资本存量测算，原始数据来源于《中国统计年鉴》。由于我国是为数不多的能源消费结构以煤为主的国家之一^④，因此将煤炭消费量占能源消费总量的比重作为能源投入，数据来源于《中国能源统计年鉴》。期望产出为平减后的人均地区生产总值，非期望产出为废水排放总量、固体废弃物排放总量和二氧化硫排放总量，数据来源于《中国环境年鉴》和《中国统计年鉴》。

控制变量：(1) 地区技术创新水平(tec)：技术创新水平是地区甚至一国的核心竞争力，技术创新能力与经济增长有很强的相关性，且不同地区的技术创新带来的经济增长效应也不尽相同。为真正度量地区创新能力，本文选择国内发明专利授权数衡量地区技术创新水平。(2) 环境规制强度(ers)：长期以来，基于 EKC、“波特假说”等理论的环境规制与经济增长之间的关系一直是环境经济学的研究热点，目前两者尚未有统一的定量关系，但是可以确定环境规制是影响经济发展的重要因素，本文选择用环境污染治理投资占 GDP 的比重衡量环境规制强度。(3) 地区发展不平衡

① 申晨、贾妮莎、李炫榆 《环境规制与工业绿色全要素生产率——基于命令—控制型与市场激励型规制工具的实证分析》，《研究与发展管理》2017 年第 2 期。

② 王桂军、卢潇潇 《“一带一路”倡议与中国企业升级》，《中国工业经济》2019 年第 3 期。

③ 单豪杰 《中国资本存量 K 的再估算：1952~2006 年》，《数量经济技术经济研究》2008 年第 10 期。

④ 邵帅、李欣、曹建华、杨莉莉 《中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角》，《经济研究》2016 年第 9 期。

水平(*taier*): 地区间经济发展水平差异导致经济资源由欠发达地区向发达地区流动, 若经济资源流失严重将会对地方经济增长产生剧烈的负向影响, 目前我国地区发展不平衡问题仍然很突出,^① 本文选择用泰尔指数衡量地区发展不平衡水平, 具体算法为:

$$taier_{i,j} = \sum_{j=1}^n \left[\frac{I_{i,j}}{I_i} \times \log \left(\frac{I_{i,j}/I_i}{P_{i,j}/P_i} \right) \right]$$

$I_{i,j}$ 表示*i*地区*j*直辖市的地区生产总值, $P_{i,j}$ 表示*i*地区*j*直辖市的总人口, 在对北京市、天津市、上海市和重庆市的泰尔指数计算时, *j*代表该直辖市的市辖区, *n*代表地区所包含直辖市或市辖区的个数。由于泰尔指数衡量的是差异性, 当出现负值时说明公平形势发生了逆转, 因此选择用泰尔指数的绝对值衡量地区发展不平衡的绝对水平。(4) 产业结构(*stru*): 经济增长中产业结构变迁发挥了重要作用, 产业结构的不断演进对经济数量型增长和质量型增长的影响均表现出动态波动过程,^② 本文选择用第二产业产值与第三产业产值的比值衡量产业结构动态转型过程, 当比值大于1时说明我国第二产业仍处于主导地位, 小于1时则说明第二产业正逐渐向第三产业转型升级。(5) 能源消费(*nyxf*): 能源是支撑一国经济增长和经济发展的重要物质基础, 经济高质量发展背景下的能源消费理论揭示了不同区域的能源消费具有多元化格局,^③ 单位产值的能源消耗可以衡量经济生产中的能源利用效率,^④ 直接影响经济发展质量即绿色经济效率。因此, 本文用单位生产总值的能源消费总量衡量能源消费。

数据来源: 地区生产总值、人均地区生产总值、第二产业产值和第三产业产值来源于国研网, 国内发明专利授权数来源于 Wind 数据库, 环境污染治理投资占 GDP 的比重来源于历年《中国环境统计年鉴》, 各地区能源消费总量来源于《中国能源统计年鉴》, 直辖市和市辖区数据来源于《中国城市统计年鉴》, 部分数据由各省市统计年鉴或统计公报补充, 各地区二氧化硫排放总量数据来源于历年《中国环境年鉴》和《中国统计年鉴》。另外, 用于平减的生产总值指数来源于国家统计局官方网站。

由于《中国城市统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》公布的截止年份为2017年, 即2016年统计数据, 同时为了避免早期试点工作的影响, 本文将样本区间设定在2003—2016年, 西藏和港澳台地区关键变量数据缺失严重, 故从样本集中剔除, 具体指标的描述性统计见表1。

表1 变量的描述性统计

变量	平均值	标准差	最小值	最大值	样本量
<i>rjgdp</i>	1.118	0.617	0.300	3.875	420
<i>gel</i>	0.117	0.235	0.000 1	1.216	420
<i>tec</i>	0.323	0.608	0.001 7	4.095	420
<i>ers</i>	1.191	0.743	0.024 0	4.240	420
<i>taier</i>	0.090 8	0.113	0.000 6	1.483	420
<i>stru</i>	1.205	0.333	0.240	2.023	420
<i>nyxf</i>	1.180	0.706	0.271	5.833	420
<i>so₂</i>	71.55	44.01	1.700	200.3	420

本文分别计算了实验组和控制组的经济增长数量和经济增长质量的平均值, 如图1所示。图1

① 杜秦川 《实现平衡、充分发展需破解四大结构性问题》, 《宏观经济管理》2019年第3期。

② 杨仁发、李娜娜 《产业结构变迁与中国经济增长——基于马克思主义政治经济学视角的分析》, 《经济学家》2019年第8期。

③ 韩君、张慧楠 《中国经济高质量发展背景下区域能源消费的测度》, 《数量经济技术经济研究》2019年第7期。

④ 许启钦、孙浦阳、陈思阳 《贸易开放是否改善了能源效率: 基于省区间比较优势非线性的实证分析》, 《上海经济研究》2011年第8期。

中(1a)为经济增长数量历年平均值变化,为消除指数增长趋势,对经济增长数量指标取对数处理。相比于实验组,控制组地区在2008年发生了明显的波动。无论是控制组还是实验组,2011年我国经济增长在绝对数量上都有所下降,可能是复杂的国内和国际经济形势的影响,导致经济下行压力加大,但是在2008年之前基本保持相似的平行增长趋势。图1中(1b)为经济增长质量历年平均值变化,可发现2008年之后实验组和控制组的经济增长质量开始出现趋同现象,在2011年这种趋同表现得更加明显,但是在2008年之前经济增长质量走势基本保持一致。

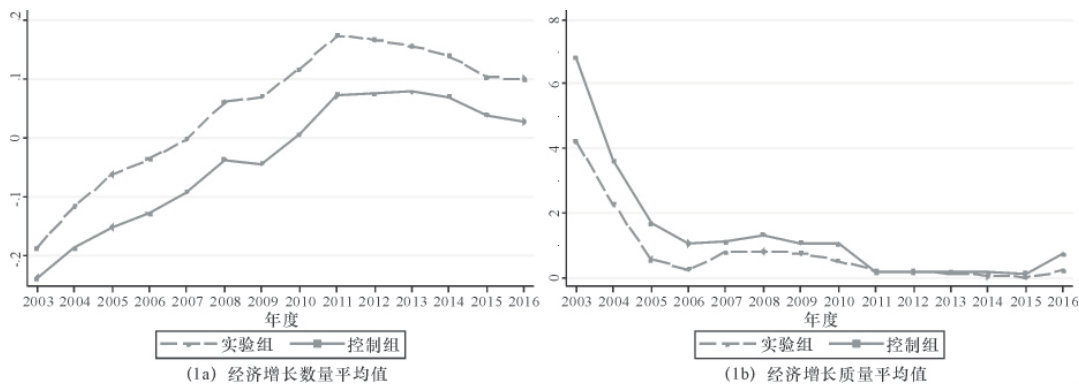


图1 实验组和控制组地区经济增长平均值变化

此外,本文将样本分为政策前和政策后两个时期,比较了控制组和实验组其余变量的均值变化情况。为更加直观地体现控制组和实验组地区各变量在政策实施前和政策实施后的均值变化,本文采用比值法进行分析,结果见表2。具体步骤为:首先计算出政策实施前后控制组和实验组均值,然后计算政策实施前后实验组变量与控制组变量的比值,最后将政策实施后的比值与政策实施前的比值做差值比较。当差值为负数时,表明二氧化硫排污权交易使实验组和控制组地区的变量之比变小了;当差值为正数时,表明二氧化硫排污权交易使实验组和控制组地区的变量之比变大了。

表2 控制组和实验组地区各变量在试点前后的均值比较

变量	政策前均值		比值	政策后均值		比值	比值变化
	控制组	实验组		控制组	实验组		
so ₂	66.773 7	103.196 4	1.545 5	56.762 7	84.104 0	1.481 7	-0.063 8
tec	0.066 8	0.057 8	0.866 1	0.457 7	0.485 2	1.060 1	0.193 9
ers	0.747 2	0.784 0	1.049 2	1.418 2	1.451 0	1.023 1	-0.026 0
taier	0.098 8	0.070 4	0.713 1	0.102 4	0.074 2	0.723 9	0.010 8
stru	1.192 5	1.369 3	1.148 3	1.111 8	1.288 0	1.158 5	0.010 3
nyxf	1.658 6	1.538 2	0.927 4	0.966 2	0.890 8	0.922 0	-0.005 4

从具体结果来看,实验组的二氧化硫排放量在政策前后都高于控制组,政策前实验组的二氧化硫排放量比控制组高出54.55%,政策实施之后这一比例下降至48.17%,降低了6.38%,这初步表明二氧化硫排污权交易降低了二氧化硫排放量。从技术创新变量来看,政策前实验组均值小于控制组均值,政策后实验组均值大于控制组均值,二氧化硫排污权交易政策增加了地方技术创新水平。从环境规制强度、产业结构升级这两个变量来看,无论是在政策前还是政策后实验组均大于控制组,但是二氧化硫排污权交易政策扩大了产业结构的差距,缩减了环境规制强度之间的差距。从区域发展不平衡程度和单位产值的能源消费水平这两个变量来看,无论是在政策前还是政策后实验组均小于控制组,但是二氧化硫排污权交易政策扩大了区域发展不平衡程度的差距,缩减了单位产值能源消费水平的差距。需要说明的是,这仅仅是在不考虑其他因素的情况下对单

变量的均值变化进行简单的对比分析，二氧化硫排污权交易是否真正降低了二氧化硫排放并促进了经济增长还有待更加严格地实证检验。

四、实证分析

表3列出了排污权交易政策的有效性检验结果，为了方便对排污权交易政策进行横向比较，第(1)列为未加入任何控制变量的双向固定效应回归模型，第(2)列为加入技术创新水平、环境规制强度、地区差异发展水平、产业结构升级和能源消费变量的双向固定效应回归模型。结果显示排污权交易显著降低了二氧化硫排放量，表明排污权交易政策的实施是有效的。

在前文对排污权交易政策有效性检验的基础上，采用双重差分法检验排污权交易对经济增长的影响。为了便于核心解释变量系数的横向比较，本文仍然选择不加控制变量的双向固定效应和加控制变量的双向固定效应两种模型进行回归估计，结果见表4，其中第(1)列和第(3)列是未加任何控制变量的基准回归模型，第(2)列和第(4)列为加入控制变量的回归模型。为了得到更为贴近实际的回归系数，本文只对第(2)列和第(4)列的回归结果进行解读。

表3 排污权交易政策的有效性检验

变量	(1)	(2)
<i>time × policy</i>	-0.105*** (0.038)	-0.099*** (0.033)
<i>_cons</i>	3.975*** (0.033)	3.985*** (0.090)
控制变量	NO	YES
时间效应	YES	YES
个体效应	YES	YES
<i>N</i>	420	420
<i>R</i> ²	0.593 3	0.699 8

注: Standard errors in parentheses, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

表4 排污权交易政策对经济增长的影响——双重差分法

变量	经济增长数量		经济增长质量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>time × policy</i>	0.050** (0.023)	0.055*** (0.020)	0.100*** (0.033)	0.101*** (0.033)
<i>tec</i>		0.014 (0.014)		0.026 (0.023)
<i>ers</i>		0.027** (0.011)		-0.031* (0.018)
<i>taier</i>		-0.176*** (0.058)		0.129 (0.093)
<i>stru</i>		0.194*** (0.031)		-0.024 (0.050)
<i>nyxf</i>		-0.117*** (0.021)		-0.053 (0.034)
<i>_cons</i>	0.963*** (0.020)	0.939*** (0.055)	0.586*** (0.028)	0.705*** (0.088)
时间效应	YES	YES	YES	YES
个体效应	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	420	420	420	420
<i>R</i> ²	0.372 6	0.499 9	0.518 3	0.528 3

注: Standard errors in parentheses, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

由表4的回归结果可知,核心解释变量 $time \times policy$ 的系数表明排污权交易政策对经济增长数量 and 经济增长质量均表现出了显著的促进作用,实现了环境和经济的双赢。这是因为排污权交易政策作为市场型环境规制,以市场为抓手对排污和治污主体进行经济激励,通过出售多余排污权获得经济回报,这实质上也是对企业环境保护行为的一种补偿。同时,排污权交易政策给排污企业带来了治污成本压力,但是长期的排污权交易可以通过经济激励补偿刺激排污主体企业技术革新提高企业全要素生产率,从而促进经济在数量和质量双重维度上的改变。

从控制变量来看,技术创新对经济增长数量 and 经济增长质量的正向促进作用均不显著,说明技术创新投入还不能满足我国经济发展在“量”上的需求,但是目前经济发展已经由高速增长转向高质量增长,不能再以单纯追求 GDP 的提高为目标,技术创新还是要偏向绿色经济发展。技术创新无疑是拉动经济增长的重要因素,而我国经济增长模式已由传统粗放型向集约型模式转变,通过提高生产要素的质量、使用效率以及技术进步等实现经济新增长,那么技术创新方式也会跟着转变继而带动经济增长质量的提升。

地区环境规制强度对经济增长数量表现出显著的促进作用,但对经济增长质量的促进作用还未显现出来,这也从侧面印证了环境和经济之间非对立和此消彼长的关系,而是可以达到共融共生的状态。根据“波特假说”理论,环境规制的创新补偿效应可以促进经济持续增长,也能够对经济增长产生一种“创造性破坏”作用,进而促使或逼迫生产部门打破原有的经济增长模式而创立新的经济增长模式^①以促进经济增长质量的改善。但是,新经济增长模式的建立是一个渐进式过程,经济增长质量在此方面还未显现出来。能源消费对经济增长数量 and 经济增长质量表现出显著或不显著的抑制作用,这说明我国经济增长在数量和质量上都不依赖于能源消费。

此外,产业结构调整升级作为我国经济结构方式转变的重要层面,也是优化经济增长方式的重要途径。目前,我国产业由低技术含量、低附加值向高技术含量、高附加值产业转型升级,促进地区全要素生产率的提升,带动了经济数量增长,但是转型过程中还存在诸多比如资源错配、要素利用率低等问题,难免出现转型阵痛,对经济增长质量的促进效果并不显著。地区发展不平衡程度在1%的显著性水平上对经济增长数量产生了负向抑制效果,说明受地理位置、经济规模以及经济结构等诸多因素的影响,地区发展不平衡会影响到经济增长在数量上的变动。理论上地区发展不平衡也会对经济发展质量产生抑制作用,但是结果显示对经济增长质量并没有产生显著的效果,由此可说明其对经济增长质量可能存在非线性影响效应,地区发展不平衡水平还在合理区间内波动,未超过引起经济增长质量实质性变化的“突变”值。

五、稳健性检验

双重差分法在应用时,政策前的实验组和控制组要满足绝对的平行趋势检验,这一严格的假设在现实经济体中很难实现,大多数情况满足变量的走势基本一致。为了避免低估或高估政策效果,本文选择倾向得分匹配双重差分法进行稳健性检验,具体做法为选择 Logit 模型,以 $policy$ 为被解释变量,以地区技术创新水平、环境规制强度、地区发展不平衡水平、产业结构升级和能源消费变量作为相应的协变量,考虑样本量的大小,选择用 1:1 近邻匹配法进行样本匹配,匹配之后的平衡性检验结果见表5。

① 陶静、胡雪萍 《环境规制对中国经济增长质量的影响研究》,《中国人口·资源与环境》2019年第6期。

表5 平衡性检验结果

变量	Mean		% bias	t - test		V(T) / V(C)
	Treated	Control		t	p > t	
<i>tec</i>	0.332 5	0.324 6	1.3	0.11	0.913	0.71
<i>ers</i>	1.212 8	1.152 8	8.1	0.76	0.449	1.19
<i>taier</i>	0.072 8	0.067 3	5.4	0.89	0.372	1.71
<i>stru</i>	1.317 1	1.312 2	1.6	0.16	0.876	0.98
<i>nyxf</i>	1.122 0	1.106 5	2.3	0.25	0.805	1.26

由表5可以看出,匹配后所有变量的标准化偏差(% bias)小于10%,且所有t检验结果显示不拒绝实验组与控制组无系统差异的原假设,表明匹配结果是有效的。通过检验倾向得分匹配的共同取值范围(见图2)也可以看出匹配前实验组和控制组概率分布存在明显的差异且共同趋势范围较小,匹配后实验组和控制组概率分布具有较好的一致性且共同取值范围较大,可以保证待估参数的准确性。

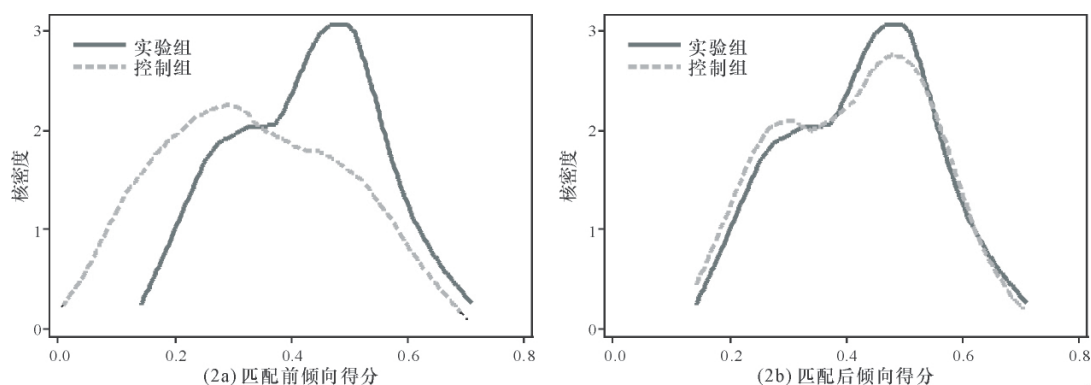


图2 样本匹配前后倾向得分核密度图

为确保双重差分模型回归结果的有效性,基于以上平衡性和核密度检验结果,本文选择倾向得分匹配双重差分法模型仍然从经济增长数量 and 经济增长质量两个维度做进一步的稳健性检验,结果见表6。

表6 排污权交易政策对经济增长的影响——PSM-DID

变量	经济增长数量		经济增长质量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>time × policy</i>	0.050 ** (0.023)	0.041 ** (0.020)	0.095 *** (0.033)	0.099 *** (0.033)
<i>_cons</i>	0.940 *** (0.020)	0.962 *** (0.056)	0.575 *** (0.029)	0.784 *** (0.095)
控制	NO	YES	NO	YES
时间效应	YES	YES	YES	YES
个体效应	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	409	409	409	409
<i>R</i> ²	0.371 9	0.545 3	0.505 9	0.520 6

注: Standard errors in parentheses, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

为保证前后结果的可对比性,仍然选择加控制变量和不加控制变量的双向固定效应模型进行回归估计。由表6可以看出,核心解释变量 *time × policy* 均通过了显著性检验,且系数符号没有发

生根本性的改变,大多数控制变量的显著性和系数符号也没有发生根本性改变。这一结果表明排污权交易政策不仅有利于经济在数量上的绝对增长,同样促进了经济高质量增长,与上述研究结果保持一致,说明结果具有稳健性。

2014年碳交易市场完全启动,^①碳交易和排污权交易的实质都是市场化机制的排放权交易,但属于不同的政策体系,制度设计特别是限制的条件也不尽相同。从标的物进行分析,以二氧化碳为代表的温室气体排放权交易不属于污染物,排污权交易主要是针对二氧化硫和氮氧化物等污染物。但是,考虑到气体排放的同根同源性,控制碳排放也意味着控制了化石能源等的消耗,也间接减少了污染物的排放。因此,为了排除碳交易政策对结果造成影响,本文纵向层面保留2003—2013年期间均未受到碳交易政策影响的样本进行回归,横向层面剔除了碳交易政策试点,以只受到排污权交易政策影响的样本进行回归。为了使纵向和横向结果得到一致性对比且使估计更加接近真实值,本文选择加控制变量的双向固定效应模型进行回归,结果见表7,其中(1)和(3)列为纵向检验结果,(2)和(4)列为横向检验结果。表7结果显示核心解释变量 $time \times policy$ 对经济增长数量 and 经济增长质量均表现出显著的促进作用,进一步验证了排污权交易可以实现环境和经济的双赢。

表7 排除碳交易政策影响后检验

变量	经济增长数量		经济增长质量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$time \times policy$	0.058*** (0.021)	0.028*** (0.009)	0.102*** (0.036)	0.090** (0.037)
_cons	0.949*** (0.059)	0.759*** (0.023)	0.684*** (0.102)	0.706*** (0.094)
控制	YES	YES	YES	YES
时间效应	YES	YES	YES	YES
个体效应	YES	YES	YES	YES
N	330	336	330	336
R ²	0.544 3	0.902 1	0.553 2	0.516 9

注: Standard errors in parentheses, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

六、区域异质性检验

尽管前文已经验证了排污权交易政策实施的有效性,但是由于试点地区属于不同经济带,研究结果是否存在政策效应评估差异了?因此,本文将根据试点所处不同的经济带对排污权交易的经济增长效应进行区域异质性检验。

由于2007年排污权交易政策涉及的11个试点地区分布于我国东中西三大经济带,现将排污权交易11个试点地区划分为三大区域,即东部地区的江苏、天津、浙江、河北,中部地区的山西、湖北、内蒙古、湖南、河南,西部地区的重庆和陕西,进行双重差分回归估计。为保证前后估计结果的可对比性,仍然选择加控制变量的双向固定效应模型进行回归,结果见表8。

① 李广明、张维洁《中国碳交易下的工业碳排放与减排机制研究》,《中国人口·资源与环境》2017年第10期。

表 8 排污权交易政策对经济增长的区域异质性检验

变量	东部		中部		西部	
	经济增长数量	经济增长质量	经济增长数量	经济增长质量	经济增长数量	经济增长质量
<i>time × policy</i>	0.036 (0.052)	0.073 (0.055)	0.043 ^{***} (0.014)	-0.029 (0.030)	0.088 ^{***} (0.015)	0.150 (0.094)
<i>_cons</i>	1.492 ^{***} (0.210)	1.050 ^{***} (0.221)	0.649 ^{***} (0.049)	0.466 ^{***} (0.109)	0.662 ^{***} (0.033)	0.895 ^{***} (0.206)
控制	YES	YES	YES	YES	YES	YES
时间效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
个体效应	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	168	168	126	126	126	126
<i>R</i> ²	0.246 5	0.697 2	0.931 1	0.673 1	0.948 3	0.514 9

注: Standard errors in parentheses, * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

表 8 回归结果显示二氧化硫排污权交易对经济增长的影响表现出明显的区域异质性,这是因为推行排污权交易要考虑市场化程度,三大区域市场机制的完善程度不同。东部地区市场化程度最高,但是在排污权有偿之前已经存在的企业在初期可以无偿取得配额分配,而在后期所有企业“一视同仁”地以相同价格购买排污权,这种“相等”实际上并不公平,甚至会出现“鞭打快牛”的反效果。中部地区由于市场发展不成熟,市场上实际推行的基于排污权的融资工具很少,产品难以创新,主要集中在排污权租赁、排污权回购、排污权质押贷款等方面,随着绿色金融等排污权交易手段在市场的推行,市场机制将会越来越完善。西部地区二级市场不活跃,出现不同程度的二级市场交易记录“断层”现象,同时政府对排污权交易市场过度干预,比如排污交易只限本地等,过度“保护”导致市场化机制难以建立。基于以上这些共性或特有的区域市场化交易机制问题,经济增长效应表现出了明显的差异性。

排污权交易政策对东部地区经济增长数量和经济增长质量的回归系数均没有通过统计意义上的显著性检验。这表明东部地区经济增长速度有绝对减缓趋势,地区发展不只是单纯对生产总值绝对数量上的考察。东部地区相比于其他地区工业发展较为先进,附加污染比较严重,排污权交易费用较高,排污主体实施起来过程比较复杂,而且又面临严格的其他类型环境规制成本,对经济增长的“量”和“质”都会造成一定的影响。另外东部地区先进的产业发展可以促进地区经济高速发展,但是受限于环境资源、能源要素供给,产业升级压力巨大,经济高质量发展的实现面临一定的困难。但是,由于东部地区相较于中部和西部地区来说经济增长目前还比较依赖于技术创新投入,技术投入力度较大,成果转化较多,可以带动经济在数量和质量上的双重提高,而环境规制越严格也会倒逼排污治污企业自主进行技术创新,创新补偿效应后续会发挥积极作用。

排污权交易政策对中部地区经济增长的影响结果显示排污权交易实现了经济发展在数量上的增长,但是对经济增长质量的作用并不明显。中部地区作为我国经济发展的第二梯队,主动承接新兴产业,而且自然资源相对比较丰富,经济发展在“量”上有明显的转变。但是中部地区对技术创新的投入相对比较薄弱,想要通过绿色科技创新、清洁能源转型等实现技术带动经济在质量上的进步有一定的滞后性,产业结构也仍处在持续优化升级阶段且中部地区区域之间还未实现经济的协同联动发展,因此要想兼顾经济增长“量”和“质”的双重效果还需政策上的推动。

排污权交易政策对西部地区经济增长的影响结果显示排污权交易仅促进了西部地区的经济增长数量,并没有实现西部地区经济的高质量发展。这是因为西部地区地域广阔,属于资源富集区,其独特的地理位置很容易吸引东部和中部地区投资转移或自主承接产业转移,虽然可以极大提高

经济增长在绝对数上的优势,但是也承担了环境污染的压力,降低了地区环境质量。西部地区传统产业转型升级与生态工业、新型产业建设正逐步推进,而且在“一带一路”沿线具有独特的区位优势,经济发展在质量上的改善具有明显的后发优势。

七、结论与政策启示

本文基于2003—2016年中国30个省份的样本数据,首先选择双重差分模型对排污权交易政策的有效性进行检验并对排污权交易政策能否实现经济和环境的共赢进行考察,其次选择倾向得分匹配双重差分法对研究结果做稳健性检验并排除碳交易政策的影响,最后对排污权交易试点进行不同经济带划分,考察排污权交易对经济增长的异质性效应。结果显示:(1)排污权交易政策显著降低了二氧化硫排放量,说明排污权交易政策实施的有效性,且对经济增长数量和经济增长质量均表现出显著的促进作用,实现了经济和环境的共赢。(2)倾向得分匹配双重差分稳健性检验结果显示排污权交易政策对经济增长数量和经济增长质量表现出正向促进效应,在排除碳交易政策的影响后结果依然稳健。(3)将试点地区划分为东中西三大经济带,结果显示不同区域的排污权交易政策对经济增长的影响表现出明显的区域异质性,其中排污权交易政策对东部地区经济增长的双重影响不显著,虽然实现了中部和西部地区经济在数量上的增长,但是没有实现经济的高质量发展。

根据以上研究结果,本文得出以下政策启示:

(1)在绿色经济发展的宏观背景下,需要充分发挥市场型环境规制工具的作用。本文的研究结果表明,排污权交易政策不仅能有效降低二氧化硫的排放,而且促进了地区经济发展在绝对数和质量上的增长,实现了经济和环境的兼容。这一研究结果为解决当前我国环境污染问题提供了新的治理方向,即要充分发挥市场在环境治理过程中的作用,逐步完善市场型环境政策。目前,排污权有偿使用和交易试点工作还需进一步推进,包括不同区域间配额的分配以及理清市场型手段与命令型手段之间的关系。另外,目前排污权交易与其他环境权益交易市场相似,存在二级市场交易不活跃的情况,从而难以有效激励市场主体进入以及难以实现对排污权交易价格进行市场定价,因此需要与资源有偿使用以及绿色金融相关联,发展排污权抵押等多元化盘活绿色资产的排污权交易市场创新,激活二级交易市场。

(2)市场型环境政策与经济发展并不相悖,可以达到共融共生状态。在排除碳交易政策的影响后,试点地区的排污权交易仍然对经济增长有显著的促进作用,排污权交易政策充分发挥了市场的主导作用和政府的保障性功能,政府和市场各有边界。在一级市场中各地方政府应该根据本地实际污染物排放情况选择合理的排污权定价方法和配额期限,使排污权价格能够市场化,真实体现供需状况。二级市场中要充分发挥“市场”的作用,政府充当监管角色,由交易双方根据市场情况自行决定是否交易以及交易定价,碳交易、用能权和水权在内的交易要充分利用排污权交易的政策示范作用。

(3)为进一步推进排污权有偿使用和交易试点工作,要充分重视排污权交易对经济增长的区域异质性。排污权交易在不同区域的实施效果存在明显的差异,说明市场手段在实现污染减排的同时不能很好地兼顾地域差异。因此,排污权交易机制的进一步完善要考虑不同经济带之间的异质性,因地制宜,各施其政。除了在中西部地区完善排污权交易市场外,可以使配额分配、交易成本、市场制度设计等方面的支持政策更多地倾向东部地区,给予企业自愿进行污染减排交易的激励,实现政府、市场、社会资本三方三地同治,逐步显现差异化的市场治理模式。

English Abstract

Research on the Impact of Sulfur Dioxide Emissions Trading on the “Quantity” and “Quality” of Economic Growth

FU Jingyan , CHENG Fangfang

Abstract: High-quality economic development needs to strike a balance between environmental protection and economic development , which is also a core issue in the evaluation criteria for environmental policy implementation. Departing from sulfur dioxide emissions trading against the market-based environmental regulation , this study collects provincial samples from 2003 to 2016 , and applies the double-difference method to investigate whether the market-based environmental regulation can achieve a win-win situation for both the environment and the economy. This study yields a series of sound and regional heterogeneity tests , which suggests the following findings. First , emissions trading has significantly reduced sulfur dioxide emissions , which shows the effectiveness of the implementation of emissions trading , and has shown a significant promotion effect on both the quantity and quality of economic growth , achieving a win-win situation for both the economy and the environment. Second , after excluding the impact of another market-based instrument , the carbon trading policy , the results remain robust. Third , the impact of emissions trading on economic growth in different regions shows obvious regional heterogeneity. Among them , the dual impact of emissions trading policies on economic growth in the eastern region is not significant , although it has achieved quantitative economic growth in the central and western regions , but does not achieve high-quality economic development.

Key Words: emissions trading; market-based environmental instrument; quality of economic growth; double-difference method

责任编辑 王治国
责任校对 邹雅嘉