# 长三角经济一体化理论与实践

第4期(双控行动专题)

江苏大学产业经济研究院编制

2020年12月20日

## 【水环境治理1】

编者按: 随着经济发展水平的提升, 东部沿海地区不断提升环境规制水平, FDI 区位选择也会因环境规制发生变化, 环境库兹涅茨曲线是否存在也成为研究热点, 尤其是随着长江经济带一体化建设推进, 探究环境规制、FDI 区位选择对水资源利用效率的关系对于经济带绿色发展也变得至关重要。

# 环境规制、FDI 集聚与水资源利用效率的门槛效应研究: 长江经济带 一、问题提出

十三五规划明确提出"推进长江经济带发展",作为人口最多、经济最活跃地区之一,长期高强度的经济开发使其面临严峻水资源问题。经济带人均水资源占有量仅为世界平均水平1/4,但水资源需求量与日俱增,2016年江苏用水总量高达577.4亿立方米,而同期广东、山东用水总量仅为435、214亿立方米。水质型缺水问题严重,2015年底长江流域达到或优于Ⅲ类的断面比例仅为73.4%。"流域生态功能退化依然严重,长江双肾洞庭湖、鄱阳湖频频干旱见底,沿江产业发展惯性较大,污染物排放基数大"。因不合理利用外资与承载产业转移而充当某些发达国家或地区的水污染避难所,释放的超负额能量和污染已导致经济带日益演变为污染带,属地管理模式导致地方政府各自为政和逐底竞争。

2012年国务院发布《关于实行最严格水资源管理制度的意见》提出水资源开发利用控制红线、用水效率控制红线、水功能区限制纳污红线等。粗放型经济增长模式伴随着的水资源严重浪费与水环境持续恶化,需要借助环境规制理念与手段规范各用水主体的开发利用行为,提高水资源利用效率与降低非合意产出。作为经济增长推动力的FDI也存在"污染光环"和"污染避难"两种假说,承载先进技术尤其清洁生产技术能够提升环保水平,也有专家认为是发达国家为规避严格的环境规制和降低昂贵的环境治理成本,但至今难以得到较为明确的结论。本文从非合意产出视角选取长江经济带特定区域考察环境规制、FDI集聚与水资源利用效率,以期为绿色生态长江经济带建设提供一些政策引导。

#### 二、模型构建

数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis,简称DEA)是基于被评价对象间相对比较非参数技术效率分析,可忽略具体函数形式和数据标准化处理。此处采用考虑非合意产出的SE-SBM模型,SBM模型为考虑松弛改进的DEA模型,其能够解决径向模型对无效率测量未包含松弛变量的问题,SE-SBM还解决有效DMU的效率高低区分问题,同时非合意产出模型还将"坏"的产出纳入衡量体系,能够更加真实全面反映区域水资源利用效率。水资源是一种需要借助于其它生产要素才能发挥经济效益的资源,不能简单将水资源用量与区域经济增长直接关联,需要将水资源与劳动力、资本统一纳入要素投入,将经济效益(GDP)、非合意产出(废水排放量)作为产出测度区域用水效率。

环境规制或FDI集聚与水资源利用效率究竟呈现怎样的关系,在不同国家或区域的不同行业不同时期呈现不同的关系,已有研究大多也得出线性关系结论,其影响很难用简单的线性关系来刻画,在此构建非线性面板门槛模型。实质是将某一门槛值作为特定的未知变量纳入到回归模型中去,构建分段函数来实证检验与估计相应的门槛值及门槛效应。通过梳理现有文献已经初步发现,环境规制、FDI对资源耗费或污染排放非线性关系或门槛效应,只有环境规制强度超过特定门槛值,"波特假说"才能实现,也有专家验证"污染避难"或"污染光环"中存在的门槛效应。门槛模型中,每个门槛值作为一个临界点,不同的值域范围内变量间作用关系差异,可构造单个、双重或多重门槛模型。

#### 三、用水效率

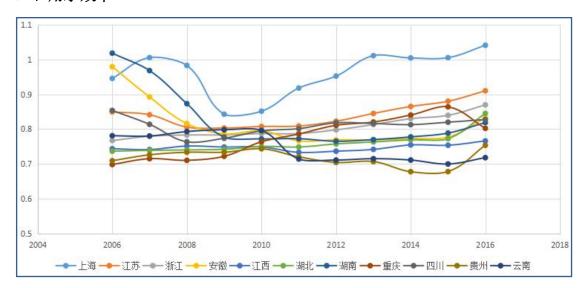


图1 长江经济带各省市用水效率示意图

首先,从水资源利用效率时间演进来看,整体上长江经济带水资源利用效率呈现"U"型趋势且2011年后持续上升,大部分省份用水量临近倒"U"型曲线下行拐点而使用水效率持续上升,这是否与地方政府承接产业转移中的"逐底竞争"相关也需要进一步验证。其次,从省际效率差异来看,效率值整体随经济带东(江浙沪)、中(皖鄂湘赣)、西(渝贵川滇)呈阶梯式下降,2016年江浙沪占据着水资源利用效率的前三甲。最后,从变异系数来看,长江经济带中段变异系数最小,尤其是十年间变异系数经历着不断直线下降的过程,中部省份水资源利用效率不断趋同。整体、东段、西段呈现"U"型曲线变化,水资源利用效率变异系数呈现规律也恰恰与环境库兹涅茨曲线相吻合。

#### 四、门槛效应

门槛估计方程	门槛估计值 Inpergdp		对应的人均gdp	95%置信区间		
regul	第1门槛值	0.5642	1.7580万元	[0.3721, 0.7137]		
	第2门槛值	2.0803	8.0068万元	[1.3970, 2.1444]		
lnfdi	第1门槛值	0.3721	1.4507万元	[0.3721, 0.4148]		
	第2门槛值	2.1230	9.1431万元	[2.0803, 2.1444]		
regul*lnfdi	第1门槛值	0.3721	1.4507万元	[0.3721,0.6497]		
	第2门槛值	2.0803	8.0068万元	[1.3970, 2.1444]		

表1 双重门槛估计值与置信区间

①当人均GDP低于1.7580万元或约2500美元,环境规制呈显著正向作用,此时

经济发展还没有进入起飞阶段,而经济带产业集聚与资源环境的矛盾还没有完全暴露出来,经济增长也能够在很大程度上抵消资源的耗费与污染的排放;②当人均GDP介于1.7580与8.0068万元时,环境规制呈现负向作用并可勉强通过显著性检验,长江经济带保持着10%左右增长速度,经济增长多以损害环境为代价,环境规制因各地方政府间的GDP锦标赛与逐底竞争,很难得到有效地贯彻执行,环境规制政策的必要性与有效性在这一阶段也倍受质疑;③当人均GDP大于8.0068万元即约1.1万美元的时候,环境规制正向作用显著,此时已经由高速度增长转向高质量发展,地方政府开始注重资源节约利用与生态环境保护,相关政策实施倒逼地方政府强化环境规制,虽高耗水高排放企业开始转移到长江流域中上游地区,整体水资源利用效率还是有所回升。

而涉及到FDI,在双重门槛模型下其对水资源利用效率并未呈现显著影响, FDI对水资源利用效率更多呈现"污染光环"还是"污染避难"尚不明确。FDI可以通过先进技术与管理经验溢出提升资源利用效率,但并非简单的"好"或"坏",二者的作用机理也呈现复杂的非线性关系。在人均GDP低于2000美元时,这些区域经济较为落后或工业化较为低端,FDI的进入能够传播更加清洁的生产技术,FDI存量的增加也能够提升区域节水减排水平。在人均GDP超过8.0068万元或约1.1万美元时,交叉项对水资源利用效率具有显著的正向作用,这些区域(江浙沪)已经基本达到中等发达国家的经济发展水平,其严厉环境与雄厚综合实力能引导FDI更多流向绿色环保或高技术产业领域。

#### 五、结论

在推动长江经济带绿色发展背景下,研究采用考虑非合意产出SE-SBM模型对长江经济带水资源利用效率测度,并采用面板门槛模型就环境规制、FDI集聚对水资源利用效率影响估计。结果显示,水资源利用效率整体呈现"U"型趋势,用水效率随经济带东部、中部、西部呈现阶梯式下降,经济带水资源利用效率呈现先收敛后发散趋势。在双重门槛面板模型估计中,当人均GDP低于1.7580或大于8.0068万元时,环境规制呈现显著正向作用,当人均GDP在两者间时,环境规制勉强呈现显著的负向作用;FDI对水资源利用效率并未呈现显著影响,"污染光环"或"污染避难"不显著;在人均GDP低于1.4507或超过8.0068万元时,FDI可通过环境规制

对水资源利用效率呈现显著的正向作用。

研究认为应从以下方面采取措施: ①坚持绿色发展与生态发展,全面落实最严格水资源管理制度,严格控制经济带水资源消耗总量与强度、水污染排放等;②选取适当环境规制强度与政策工具,加强环境规制的执行力与监督考核,在经济发展不同阶段制定有差别化的环境规制政策;③制定科学合理的外商直接投资利用政策,严格限制高耗水高排放"肮脏产业",引导外资进入绿色环保或高技术产业,坚决避免经济带成为FDI污染避难所;④建立经济带水资源利用及水环境治理协同机制,引导经济带合理安排产业布局,严格限制各省区逐底竞争与以邻为壑,规范长江经济带产业梯度转移。

(此文获2018年度中国水资源高效利用与节水技术论坛优秀论文一等奖,作者 为江苏大学产业经济研究院丁绪辉副教授)

## 【水环境治理2】

编者按:长江经济带为中国制造业的重点集聚区域,同时经济带各省市也经历着快速城镇化过程,工业化与城镇化二者相互交织相互作用,在其绿色发展与生态保护中,要着重关注城镇化发展特征对工业用水效率的影响关系,搞好工业化、城镇化、绿色化协同发展也已经变得势在必行。

# 双控行动下城镇化水平、城市首位度与长江经济带工业用水效率研究

#### 一、问题提出

长江经济带作为中国最为重要的内河经济带,横跨东中西三大区域 11 省市, 2018 年长江经济带工业用水量约 809 亿立方米,已占到中国工业用水总量的 64.12%,尤其江苏、上海等省市工业用水已占区域用水总量的 59.82%、42.29%。 2017 年长江流域 515 个评价水源地全年水质合格率仅为 73.2%,全年期水质劣

于 III 类水河长已占到 16.1%, 其中太湖水系符合或优于 III 类水河长比例仅为 33.1%。经济带历来是城镇密集带,城镇化率已从 1978 年 14.08%上升至 2017 年 58.28%,城市建成区面积 2.2182 万平方公里,占全国建成区总面积的 39.45%。城镇化也总是伴随着工业化发展与农村人口转移,是资金与技术等要素不断优化配置过程,但工业产业集聚、城镇人口过速增长与建设用地快速扩张,也 容易引发不可逆转水资源与水环境问题。在长江经济带生态优先、绿色发展的背景下,搞清楚城镇化及其发展特征与工业用水效率的内在作用机制,对于控制工业用水总量与工业废水排放、推动长江经济带高质量绿色发展很有必要。

因自然环境状况与社会经济发展的区际差异,水资源利用效率的驱动因素也较为复杂,国内外学者也围绕这一主题进行大量理论与实证研究。针对某些具体地区的已有研究指出,资源禀赋、产业结构、技术创新、外商投资、产业集聚等均会影响区域用水效率。也有专家借助于环境库兹涅茨曲线证实,伴随着城镇化,污染物排放会经历先上升后下降倒 U型路径。作为中国新型城镇化发展主体与未来高密度城镇化的集聚地带,有限水资源与脆弱水环境也必将成为长江经济带城镇化进程的严重障碍,控制工业用水总量与废水排放也成为不可回避现实问题。综合考虑非合意产出测度长江经济带工业用水效率,从经济带各省市城镇化发展水平与均衡程度出发,重点考察城镇化发展特征对工业用水效率的动态影响作用,对推动长江经济带高质量发展具有重要实践意义。

#### 二、实证过程

在工业用水效率的驱动因素选取上,主要从人口与土地城镇化等方面进行,考虑到各省市内部城镇化发展均衡程度即城市首位度,选取产业结构、发展水平、技术创新、环境规制、外商投资作为控制变量。具体情况如下:①人口城镇化,选取各省市非农人口比例,采用常住人口统计指标,意味着人口向城镇集中程度;②土地城镇化,此处选取城市已建成面积比例,代表城镇向外围扩展或农用地向城镇建设用地的转变;③城市首位度,此处选取区域内第一城市与第二城市城镇人口比值,代表区域内城镇化发展水平是否均衡;④城镇化与城市首位度交叉项,城镇化均衡程度与工业用水效率的关系可能与城镇化阶段有关,选取交叉项进行验证;此外还有上述提及的几个控制变量。

表2 长江经济带工业用水效率的Tobit模型估计结果

变量	回归系数	标准差	t统计量	P值	回归系数	标准差	Z统计量	P值
估计类型	混合面板Tobit回归				随机面板Tobit回归			
常数项	-0.0487	0.2996	-0.16	0.871	0.3211	0.2851	1.13	0.260
人口城镇化	-1.8904	0.6072	-3.11	0.002	-0.9267	0.5799	-1.60	0.110
土地城镇化	-1.5912	1.1725	-1.36	0.177	-4.4141	1.6832	-2.62	0.009
城市首位度	-0.3210	0.1092	-2.94	0.004	-0.3174	0.1012	-3.14	0.002
交叉项	0.7143	0.2515	2.84	0.005	0.7447	0.1999	3.72	0.000
产业结构	2.7282	0.3749	7.28	0.000	0.7715	0.3466	2.23	0.026
发展水平	0.00006	0.00001	5.32	0.000	0.00005	0.00001	3.58	0.000
技术创新	-0.0744	0.0227	-3.28	0.001	-0.0044	0.0242	-0.18	0.854
环境规制	19.0467	13.1952	1.44	0.151	6.2209	7.6012	0.82	0.413
外商投资	0.0528	0.0519	1.02	0.311	0.1857	0.1099	1.69	0.091

#### 三、结果分析

从长江经济带工业用水效率的Tobit回归结果来看(见表2),随机面板回归模型较混合面板模型估计的各项检验与拟合更显著,人口城镇化以0.110显著性水平可勉强算通过0.1的显著性检验,土地城镇化、城市首位度、城镇化与首位度的交叉项、产业结构、外商投资等显著作用于长江经济带工业用水效率,技术创新在混合面板回归模型中通过显著性检验。

人口城镇化对工业用水效率呈现显著负向作用,这也与诸多专家理论或实证研究结论相悖。2005-2017年间,长江经济带城镇人口从22981.98万增长到34680.62万,绝大多数省市也提升15个百分点以上。城镇化进程往往从大规模工业化与农业人口产业化开始,人口从农村向城镇转移会增加废污水排放,快速城镇化阶段势必造成工业用水效率下降。城镇化也会被地方政府政绩考核所左右,一些被转化为城镇人口劳动力技能较低,一般流向一些低端制造业领域,不利于工业用水效率提升。此外,人口城镇化率一般采用常住人口或年末人口进行统计,农民工这一特定身份也使其很难融入市民社会或人本型道路。

土地城镇化显著负作用于工业用水效率,这种负向作用远远大于人口城镇化。相对于西方发达国家城镇化渐进式的扩张情景,中国城镇化进程更多处于大跃进和空间扩展失控状态,这种"过度城镇化"现象也使资源环境承载能力严重负荷。2005-2017年,城镇建成区面积从12122.01平方公里增长到22181.89平方公里,

人口城镇化远滞后于土地城镇化扩张速度,财政分权制度在极大推动土地城镇化同时也有可能抑制人口城镇化。政府主导摊大饼式城镇粗放式发展模式,并未推动水资源从低效率农业向高效率工业转移。一些工业园区或开发区用地规模较大,这些城镇区域的产业结构转型离高质量发展要求甚远。

城市首位度显著负作用于工业用水效率,城镇化发展不均衡不利于区域工业用水效率的整体提升。2005-2017年,长江经济带城市首位度均值从1.63略下降到1.59,但湖北、四川、云南、安徽的城市首位度均超过1.7。目前长江经济带发展状况来讲,一城独大的城镇化结构布局的产业集聚与规模经济,已经更多地带来水资源耗费与水污染排放等城市病。超大中心城市出现也在一定程度上挤占其他城市的技术创新与环境治理等资源,中心城市严格环境规制也使一些高耗水高排放产业转移到其他周边城市,不利于整体工业用水效率提升。高技术产业或绿色经济需要的是专业人才与研发资金等,是较为完善的产学研转化机制,而不是简单地中心城市规模越来越大与人口越来越多。

从城市首位度与城镇化交叉项估计结果来看,显著正向作用于工业用水效率,即城市首位度推动工业用水效率提升决于城镇化发展阶段。2005-2017年,江浙城镇化水平从50%左右增长到65%以上且城镇化发展较为均衡,城镇化水平相对较低的中部地区(安徽、湖南、湖北)则城市首位度均超过1.6,而城镇化水平最低云贵川地区则城镇化发展更是严重失衡。城市首位度应与区域经济发展水平相一致,首位城市应该有合理规模上下限,中心城市对周边城市的"涓滴效应"与"虹吸效应"也受限于城市首位度。在城镇化发展初级阶段,聚集经济与规模经济的存在会对其他城市起到示范带动作用,在城镇化水平发展到一定阶段后,有利于工业用水效率整体提升,此门槛效应有待进一步检验。

#### 四、结论

论文考虑到工业水资源利用非合意产出,采用兼顾松弛变量改进与超效率问题数据包络分析模型,对长江经济带省际 2005-2017 年工业用水效率测度。采用随机与固定面板 Tobit 模型估计人口城镇化、土地城镇化与城市首位度等对经济带工业用水效率的影响。人口城镇化与土地城镇化显著负作用于工业用水效率,且土地城镇化的负向效应相对较大,快速城镇化并未带来城镇人口技术创新与文化素质

同步提升,粗放式发展模式也未能推动工业企业高质量绿色发展。城镇化发展失衡对工业用水效率呈现显著负向效应,一城独大格局会挤占周边城市的技术创新或环境治理资源,同时也容易导致高耗水高排放企业向周边城镇区域转移。但城市首位度与工业用水效率的关系也取决于城镇化发展阶段,城市首位度应与经济发展水平相一致,首位城市应该有其合理规模的上下限。

应从以下方面做好相应工作。第一,要全面推进新型城镇化建设,逐步提高人口城镇化质量,完善进城人口教育与职业培训,提升城镇新增劳动力技术水平;第二,规范地方政府的土地城镇化扩张偏好,科学制定与资源环境匹配发展规模和速度,实现城镇化与区域资源环境协调发展;第三,要坚持发挥中心城市示范带动与反哺辐射作用,积极推动城市群或经济带均衡发展,合理引导水资源合理配置与产业有序转移;第四,加快产业结构升级与调整,积极发展高技术产业等低耗水低排放产业,加强工业企业节水减排技术的研发与应用转化;第五,制定合理环境规制强度与执行标准,限制高耗水高排放外商投资企业进入,加强区际产业创新与环境治理合作,推动长江经济带绿色协同发展。

(此文获 2019 年度中国水资源高效利用与节水技术论坛优秀论文二等奖, 作者为江苏大学产业经济研究院丁绪辉副教授)

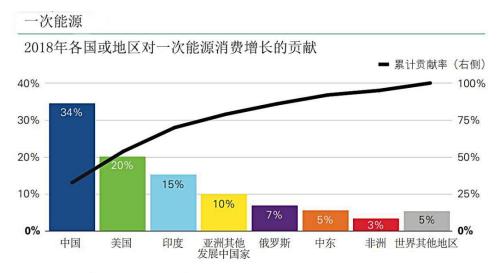
## 【碳排放与碳减排】

编者按:中国提出了力争于2030年前达到二氧化碳排放峰值、2060年前实现碳中和的中长期目标,彰显了中国积极应对气候变化、走绿色低碳发展道路的决心。面对这是一个新的目标,尽管过去几年来,中国在能源效率、可再生能源、核能和建立碳市场方面取得了进展。然而,针对目前中国高碳行业中的重点排空行业之一的电力行业,能否通过碳排放权交易价格摆脱高碳排放的路径依赖,并有效促进区域能源生产率的提升?碳排放权交易价格对区域能源生产率影响是否存在异质效应?

# 基于碳排控目标下的全要素生产率的测度:来自中国省际火力发电行业证据

#### 一、研究背景

改革开放以来,中国经济取得了前所未有的增长。过去40年我国的年均GDP增速达到9.5%,而近10年的经济增速甚至接近10%,这远高于同期世界经济的平均增速3.9%。2010年开始中国经济总量已超越日本,跃居全球第二,其对世界经济增长贡献率由1978年的3.1%升至2017的27.8%,远超美国的16.7%。经济增速明显高于世界平均水平、对世界经济增长的贡献跃居全球首位、国内生产总值稳居世界第二位……中国的发展超乎想象,堪称世界奇迹。



由于进位,上图的各国贡献和值不为100%

图1 2018年主要国家或地区能源消费增长贡献

高速的经济增长是以持续而快速的能源消耗为支撑的,2018年我国一次能源消费量(4.3%)一直以高于世界平均水平2.9%年均增速增长,能源消费增长贡献度达到34%。我们国家能源消费的主体依然是含碳的化石能源,尤其是煤炭(其消费份额稳居70%左右),煤炭增量占据全球的53%的份额。截止到2018年,我国煤炭消费总量达到39.7亿吨,同比增长1.0%,继2017年以来煤炭消费连续第二年出现增长。从主要耗煤行业看,电力行业全年耗煤21亿吨左右,钢铁行业耗煤6.2亿吨,建材行业耗煤5亿吨,化工行业耗煤2.8亿吨。

由此可见, 电力行业作为最大碳排放源, 同时也是碳排放市场的重要参与者。

现阶段我国主要还是以火力发电为主,截止2019年末约占全国装机容量的59.2%,相比2017年的火电装机占比下降的部分归结于可再生能源发电占比的上升,但仍有过半数的占比,并且,全国火电行业的排放量占全国一次能源消耗释放排放量的三分之一。因此,电力产业在我国向低碳转型的过程中起着举足轻重的作用。如果抓住电力行业的排放控制,将有利推动我国中长期的温室气体排放目标的控制实现。此外,2017年12月19日国家发改委召开了全国碳排放交易体系正式启动会议,国务院批复了《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》,文中指出发电行业作为全国碳市场启动初期纳入的唯一行业,表明中国发电行业的发展正式步入一个碳约束时代。

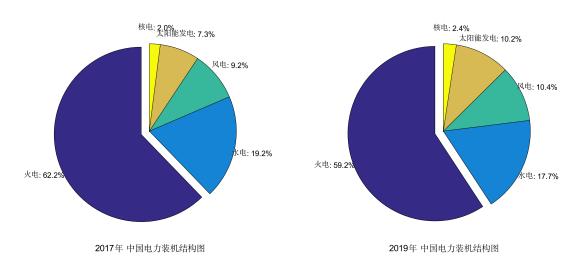


图2 2017与2019年中国电力装机结构图

这意味着中国注定将在未来全球气候谈判中扮演不可或缺的角色,而这种高耗能、高排放的经济增长方式显然是不可持续的。随着中国经济高质量发展格局需求,作为电力需求大、能源供应多的电力行业在满足经济发展的同时,如何兼顾到节能减排目标的实现为国民经济最重要的能源供应行业,以及如何化解两者的冲突,这是当前电力行业重要思考问题,是整个行业的一次考验和挑战。必须从原有高排放、高能耗,高污染、高增长型行业转化为低排放、低污染、高效率、高质量、可持续发展型行业。

#### 二、分析目标

文章用火力发电行业的省际数据为分析对象,以碳排放的市场交易价格和影子价格为纽带,兼顾碳排控的总量与强度两种环境规制,分析了中国现阶段碳交易市

场价格的存在的问题,对比分析了省际间在不同类型能源生产率之间的差异,并提出了有针对性的政策建议。

#### 三、主要结论

(1) 中国省级火电行业的二氧化碳平均边际减排成本为595元/吨,远高于目前的碳排放权试点交易价格,揭示了目前碳价格水平并未有效地反映碳配额供需市场现状; (2) 利用影子价格估算的区域能源生产率略高于基于六大个试点二氧化碳实际交易价格测算的能源生产率。此外,基于估算的三种不同类型的能源生产率指标表明,由于2013年以来,中国火力发电行业的二氧化碳排放量呈现下降趋势,积极有效地改善并提升了一些省份的能源生产率; (3) 碳排放是否增长对能源生产率的核算起着重要的作用。

#### 四、政策及建议

(1) 有效设定碳排放权价格的下限。碳排放价格最低下限,能够确保一个最低的减排成本,降低投资者的不确定性,而且一个合理有效的碳价格水平可以有效防止对能源生产率造成的损失。(2) 完善监管法律体系,实现市场稳定发展。法律法规方面,目前中国尚未形成一套完整的碳市场法律制度框架。首先需要加快推动出台《全国碳排放交易管理条例》,建立碳排放检测、报告与核查制度,同时制定发布《企业碳排放报告管理办法》以及《第三方核查机构管理办法》等配套准则,在制定法律时需明确交易流程、交易纠纷处理方案、交易参与者的权力义务以及对违反者的惩罚制度等。其次,要保证监管的透明性,充分发挥政府监管体系、第三方监管体系、内部自我监管的作用;最后,规范信息披露制度,加大监管力度。确保碳交易机制的运行和保障碳市场的健康发展。(3) 此外,文章以改善能源生产率为目标,还专门对基于现有碳价水平下的两种碳减排方式的问题进行了探讨。减排政策工具的选择往往取决于决策者的政策目标。有效反应碳交易市场供需的碳价水平不但有利于减少成本的不确定性,而且对节能减排、提高能源生产率方面有着积极的促进作用。

(本文第一作者及通讯作者系江苏大学产业经济研究院陈彬副教授, 文中主要 内容摘编自《Adjusting productivity measures for CO<sub>2</sub> emissions control: Evidence from the provincial thermal power sector in China》,该文发表于能源经济学领域国际权威学术期刊《Energy Economics》2020年第87期)

(责任编辑产业经济研究院丁绪辉副教授、陈彬副教授)