

# 基于碳核算的碳中和进度及对策分析

苏贻哲, 孙悦, 彭馨怡, 钱语凡, 师羚榕

(南京审计大学, 江苏 南京 210000)

**摘要** 随着二十大再次定调“双碳”目标, 积极推进碳达峰碳中和、稳步实现经济和能源转型成为未来中国经济发展的重要议题。基于碳核算研究分析碳中和进度对评估我国能否顺利实现“双碳”目标并采取相应措施至关重要, 也是我国碳审计等相关监督体系发展的基础。江苏省的经济社会发展水平、碳排放情况在全国具有典型性, 因此本文选取江苏省作为研究区域, 基于多源融合获取的2000-2017年江苏省各地级市碳排放及碳汇数据, 分析江苏省不同区域的碳中和进度及驱动因素, 并在此基础上从经济层面和碳审计管理等政策方面提供相应的指导性建议。结果表明各地级市碳达峰基本实现, 但现阶段碳中和进度相对缓慢、达成率低。经济因子对于碳中和进度影响较大, 通过调整经济结构, 建立健全碳审计等方面能有效推进碳中和进度。

**关键词** 碳核算; 碳中和; 碳达峰; 碳中和进度

中图分类号: X32

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0064-03

## 1 相关研究背景

### 1.1 碳中和内涵

尽快实现碳达峰、碳中和是以习近平总书记为核心的中央领导集体充分考虑国内国际两个大势决定的重要政策, 是处理国家重点环保难题、实现可持续健康发展的必要抉择, 更是助力建设人类命运共同体的重要措施。那么究竟什么是碳中和? 不同组织和学者的观点略有差别。朱彤<sup>[1]</sup>综合了以下不同定义, 形成了较为全面的结论: 碳中和是指通过碳经济去除或平衡二氧化碳排放量, 或完全转向“后碳经济”减少二氧化碳排放量, 从而达到二氧化碳的净零排放。简言之, 可将碳中和理解为由人类活动所释放的二氧化碳, 和由自然界系统中“吸收”的二氧化碳相互抵消而实现“净零排放”。其中“吸收”二氧化碳的主要途径是通过生态建设、土壤固碳等措施, 这种生态系统吸收并蓄存二氧化碳的过程称为碳汇。因此, 对比碳排放端和碳汇端数据可对碳中和进度做出分析。

### 1.2 碳中和进度影响因素研究现状

在碳排放端, 2006年, 政府气候变化专家委员会(IPCC)发布了《IPCC国家温室气体排放清单指南(2006)》, 概括了工业、再生能源、生产应用、农村、森林、其他土壤运用、废弃物以及一些政府部门的温室废气排放量<sup>[2]</sup>。不同学者进一步通过排放量分解探析

其背后驱动因素, 其中Wang等(2005)对中国能源活动二氧化碳排放量分解, Jung等(2012)和Hammond等(2012)分别从韩国生态工业园和英国制造业角度对碳排放量进行拆分, 研究表明, 能耗强度的降低在减少二氧化碳的总量中扮演着重要的角色。张克勇等人(2019)分析了2000-2015年京津冀区域二氧化碳排放的空间特征, 结果表明, 京津冀区域二氧化碳排放量的差距拉大的原因是收入效应、能源结构、能源利用效率、运输密度等方面的差距日益加大<sup>[3]</sup>。

在碳汇端, 目前关于区域性碳汇的研究大多集中于全国、全省以及地方层面, 对于地级市或一些小尺度的研究成果较为欠缺。地级市作为中国经济建设的重要单位, 对地级市的碳源碳汇进行空间分布变化规律和驱动因子研究, 可以辅助评价地级市的生态环境保护情况, 对于促进可持续发展有着重大价值。

## 2 相关政策背景

### 2.1 国内相关政策分析

《2030年前碳达峰行动方案》和《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》于2021年10月相继出台。第一个方案要求, 不仅要把碳达峰、碳中和纳入我国社会经济发展的规划中, 还要着重实施《碳达峰十大行动》。第二个文件中指出应把推动碳达峰、碳中和纳入社会可

★基金项目: 2022年江苏省大学生实践创新训练项目“基于碳核算的江苏省碳中和进度及驱动因素分析”(项目编号202211287087Y)。

持续发展规划全局,其从推进县域经济社会发展模式绿色转型、促进绿色高质社会发展的整体水平……这些工作方面做出更全面的部署。

## 2.2 江苏省相关政策分析

江苏省于 2021 年 2 月 19 日发布实施了《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》文件。该文件提出的一项重点任务为控制全省碳排放总量和强度,支持一些有潜力和实力的地区先达峰。以减少本省温室气体的排放量为目标,该文件要求进行政策试点和推进碳排放权交易。2021 年 5 月 13 日,江苏省又发布了关于《推进碳达峰和碳中和 2021 年工作规划》文件,其首要任务为加强工作顶层设计等。

## 3 碳核算数据分析

### 3.1 碳排放量

#### 3.1.1 时空格局

基于多源遥感数据的融合分析<sup>[4]</sup>,1997 年至 2001 年江苏省各地级市碳排放量缓慢增长,在 1998 年各地级市碳排放量都出现下降的波动,但总体呈上升趋势,碳排放总量相差不大,数值集中在 10~20(百万吨)之间。在 2001 年至 2011 年期间,各地级市碳排放量增长迅速,苏州市碳排放量增长速率最高,10 年期间增长近四倍。其他地级市增长速率基本一致,与 2001 年相比平均增长 2~3 倍。1997 年至 2011 年,江苏省各地级市碳排放量总体呈逐年递增的趋势,但 2011 年至 2017 年,各地级市碳排放量基本维持在最高点波动,趋于平稳,进入一个比较稳定的平台期。

1997 年至 2017 年,各地级市碳排放量大小排名基本不变,苏州市碳排放量最高,与其他各市差距明显;宿迁市最低,但相较于各市差距并不大。

#### 3.1.2 碳排放影响因素

根据《江苏统计年鉴》中各地级市 GDP 统计数据,对 2000 年至 2017 年江苏省各地级市 GDP 排名(南京市、苏州市、无锡市、常州市、徐州市、扬州市、南通市、淮安市、镇江市、盐城市、泰州市、连云港市、宿迁市(由高到低)),分析各地级市 GDP 与碳排放量影响关系。

据图 2,由于经济因子影响,GDP 较高的地级市碳排放量较高,除苏州市 GDP 少于南京市,但其碳排放量明显高于南京市碳排放量外,其他各地基本遵循此规律。其次,碳排放量受工业企业影响较大。由江苏统计年鉴《1998-2017 年规模以上工业企业主要经济指标》,截至 2017 年,苏州市规模以上工业企业主要经济指标达 9840 亿元,在江苏省排名第一,与第二名

无锡市相差 4582 亿元,与第九名南京市相差 7492 亿元。工业企业数量较多,产值较大,是苏州市碳排放量明显高于其他地级市的重要原因之一。

## 3.2 碳汇量

### 3.2.1 时空格局

2000 年至 2017 年各地级市碳汇量保持不显著的波动上升,在此期间虽有上升,但总体数值差距不大,差值在 1~2(百万吨)之间。各地级市在 2014 年都出现明显上升,除徐州市、苏州市、连云港市三市外,各市都在 2014 年达到历年碳汇量最高点。

通过比较各地级市碳汇量,盐城市碳汇量最高,常州市最低。盐城市相较于其他地级市碳汇量明显较高,是常州市的 6 倍左右,与第二名南通市相差 10(百万吨)。

### 3.2.2 碳汇影响因素

根据第六次到第九次全国森林资源清查,江苏省森林覆盖率由 7.54% 增加到 15.2%,由《江苏省城市园林绿化情况》2000 年至 2017 年江苏省园林绿地面积 60064 公顷增加到 285981 公顷,建成区绿化覆盖率从 33.2% 增加到 43%。各地级市的相关数据也在增加,但由于影响碳汇量的因素较多,使得各地级市碳汇量保持不显著的波动上升。

## 3.3 碳中和进度

地区碳中和的进度可以用碳汇量与二氧化碳排放量的比值来衡量。当比值大于等于 1 时,实现碳中和,比值小于 1 时,比值越接近 1 越接近碳中和。

综合 2000 年到 2017 年江苏省各地级市的碳排放量和碳汇量,以各地级市年碳汇量与二氧化碳排放量的比值作为分析对象,按照各地级市的 GDP 进行排名,综合分析可以发现,整体上各地级市的比值在时间维度上呈现递减趋势并逐渐趋于平稳,GDP 与比值大体呈负相关,即 GDP 高的地级市年碳汇量与二氧化碳排放量的比值较低,GDP 低的地级市年碳汇量与二氧化碳排放量的比值较高。2000 年到 2004 年期间,部分地级市的碳汇量与二氧化碳排放量的比值大于 1,其中盐城市的比值甚至达到了 2,表明这些城市在早年间是碳中和状态,但随着不断发展二氧化碳排放量持续增加,并且超过了碳汇量。2008 年之后,江苏省所有地级市的碳汇量与二氧化碳排放量的比值均小于 1,且比值呈现缓慢下降趋势并逐渐趋于平稳。到 2017 年时,各地级市比值的平均值约为 0.3,其中盐城市的比值最高,约为 0.6,最接近碳中和;苏州市的比值最低,约为 0.11。大多数地级市的比值低于 0.4,只有宿迁市、连云港市、淮安市和盐城市的比值高于 0.4。除了盐城市的比值一

直较高,江苏省各地级市的比值与地区生产总值大致呈反相关关系,地区生产总值高的地级市碳汇量与二氧化碳排放量的比值一般比较低,但存在一些特例不符合此规律,如镇江市和泰州市。

根据以上分析我们得出,截至2017年我国还远未达到碳中和目标,比值还未出现向目标比值1增长的趋势,目前的碳中和进度缓慢,进度达成率低且逐渐从下降状态趋于平稳。

#### 4 以驱动因子角度剖析碳中和实现路径

##### 4.1 经济发展水平

###### 4.1.1 经济结构

产业结构是国民经济构成的主要部分。就全国范围而言,江苏省在产业结构中具有较突出的层次性。根据数据分析可知,1997年至2017年苏州市碳排放量最高。从产业结构上看,苏州市第二产业占地方生产总值的47.46%。纺织品、钢材、机械设备和各种代工公司,历来为苏州经济支柱产业。

江苏省要顺应社会主义市场的新变化,及时调节和改进生产结构,努力建设资源省用型、环境保护良好型的国民经济,进一步推动新型工业化。江苏省近几年产业结构对碳排放的抑制作用较为明显,应继续拉动结构性因素的抑制潜力<sup>[5]</sup>。

人口结构是经济结构的另一组成部分。人口结构对碳排放有着显著影响,其中,教育结构对碳排放强度的影响有着非常显著的贡献程度<sup>[6]</sup>。这也表明,高等教育的试点和推进将成为未来江苏省深入贯彻低碳环保战略的有效途径。同时,江苏省需合理分配教育资源,均衡不同地区的教育质量。

###### 4.1.2 经济发展方式

就城市结构而言,在城镇化初期的经济增长将会提高碳排放量,但在长期的城镇化发展将会因规模效应和科技提升而最终降低碳排放总量。城镇化对碳排放量的贡献程度也出现了“先增后减”的变化趋势。因此,江苏省应持续推动城市化进程,坚定不移实施乡村振兴计划,实现碳中和“先富带动后富”。

就生态环境问题而言,达成双碳政策的一个关键方面就是提高生态碳汇水平。而林木、草场、湿地等重要生态系统的增汇效果更加明显。江苏跨江滨海,平原辽阔,水网密布,湖泊众多。2017年,江苏林地面积为156万公顷,全国森林覆盖率为22.9%;湖水面积为6260平方千米,为江苏省国土面积的6%;湿地公园自然资源丰富,目前全国的湿地公园规模约为282.19万公顷。所以,江苏省应采取各项生态措施,

以提高生态系统的碳汇水平,增加碳吸收。

从资源利用程度来看,提高资源的利用效率可以有效减排。一方面促进了风能、光等新能源的应用,以充分发挥苏中、苏北的天然能源优势;另一方面强化了科技改进,加速煤电布局转化。同时,应保障能源安全,提高地方资源的利用率。

##### 4.2 政府审计行为

审计作为我国经济的主要监管力量,理应实施并加强碳审计。

根据国家双碳目标的实施,江苏省将进行工业环节减排审计和环境审计,并同时开展国家低碳审计。低碳审计是为应对低碳经济应运而生的一种崭新的模式。

第一,对企业和政府部门的低碳经济政策体系以及方针政策实施的目标进行评估,既着眼于预期目标的完成状态的掌握,又为低碳经济制度体系、方针政策的持续实施提供服务。

第二,对低碳企业项目实施绩效审计。重点对国家经费计划、筹集、保管、运用、投资情况实施审计,并对其科学性、合理化和经济效益实行考评。

第三,对政府部门履行职责状况做出评估,包括机构设置的科学合理、项目规划的科学化、目标实施的实效性做出评估。

第四,发展低碳技术的生产方式,不但要有科学、正确的设计理念,也要有前沿技术的基础,所以对低碳企业应当加强低碳技术的审计。

#### 参考文献:

- [1] 朱彤.理解碳中和内涵的三个维度[J].中国电力企业管理,2021(22):20-22.
- [2] 纪荣婷,黄言秋,程虎,等.“绿水青山就是金山银山”实践创新基地碳汇量核算及碳排放影响因素研究:以浙江省宁海县为例[J].生态与农村环境学报,2022,38(08):1002-1009.
- [3] 张子晗.碳中和目标下我国重点减排省区的碳排放影响因素识别及低碳路径选择[D].大连:东北财经大学,2022.
- [4] Jiandong Chen,Ming Gao,Shulei Cheng,et al.County-level CO<sub>2</sub> emissions and sequestration in China during[M].Scientific Data,2020.
- [5] 蔡珠.碳排放时空差异性及其政府行为影响研究[D].苏州:苏州科技大学,2021.
- [6] 杨帆,路正南.城镇化进程中人口结构对碳排放的影响分析——以江苏省为例[J].物流工程与管理,2019,41(04):130-135.