

· 管理与改革 ·

# 江苏省典型工业园区碳排放核算及低碳路径发展现状

程一鸣<sup>1</sup>, 孙璇<sup>2</sup>, 潘志勇<sup>2</sup>, 卢文超<sup>1</sup>, 张初<sup>1</sup>, 陆继来<sup>2</sup>, 祁闯<sup>2\*</sup>

(1. 江苏省生产力促进中心, 江苏 南京 210042; 2. 南京财经大学食品科学与工程学院, 江苏省现代粮食流通与安全协同创新中心, 江苏 南京 210023)

**摘要:**总结了江苏省典型工业园区绿色发展现状及面临的挑战,分析了园区碳排放现状和碳排放核算体系,指出当前还存在着园区碳排放基数不清、环境容量接近极限、产业结构和碳排放结构存在差异、碳排放数据统计核算体系有待建立等问题,提出了基于产业提质、节能减排、基建改造和低碳管理的工业园区低碳发展行动路线,以及构建差异化绿色发展格局、打造绿色产业发展体系、强化绿色技术创新供给等后续发展方向。

**关键词:**碳排放核算;低碳路径;工业园区;江苏省

中图分类号:X324

文献标志码:B

文章编号:1006-2009(2023)06-0001-04

## Carbon Emission Accounting and Low-carbon Path Development of Typical Industrial Parks in Jiangsu Province

CHENG Yi-ming<sup>1</sup>, SUN Xuan<sup>2</sup>, PAN Zhi-yong<sup>2</sup>, LU Wen-chao<sup>1</sup>, ZHANG Ren<sup>1</sup>, LU Ji-lai<sup>2</sup>, QI Chuang<sup>2\*</sup>

(1. Productivity Centre of Jiangsu Province, Nanjing, Jiangsu 210042, China; 2. Modern Grain Circulation and Security Collaborative Innovation Center, College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing, Jiangsu 210023, China)

**Abstract:** This paper summarized the green development status and challenges faced by typical industrial parks in Jiangsu Province, analyzed the carbon emission status and carbon emission accounting system of the parks, pointed out that there were still several issues such as unclear carbon emission base of the parks, environmental capacity approaching the limit, differences between industrial structure and carbon emission structure, and urgent need to establish a reliable carbon emission data statistics and accounting system. It proposed a low-carbon development action route for industrial parks based on industrial quality improvement, energy conservation and emission reduction, infrastructure renovation and low-carbon management, as well as future development directions such as building a differentiated green development pattern, creating a green industry development system, and strengthening the supply of green technology innovation.

**Key words:** Carbon emission accounting; Low-carbon path; Industrial parks; Jiangsu Province

工业是中国能源消化和碳排放的主要领域,工业集聚发展的重要形式是工业园区,这也是工业发展的普遍特征<sup>[1]</sup>。经过 40 余年的发展和建设,工业园区已成为城市化和工业化发展的主要载体,是主要的工业布局方式和生产空间。目前,我国共有约 1.5 万家各类工业园区,省级及以上工业园区达 2 500 余家,贡献了全国 50% 以上的工业产值,同时也产生了全国约 31% 的二氧化碳(CO<sub>2</sub>)排放量。近年来,企业入园率逐渐提高,导致工业园区在全

国碳排放的占比不断提高,已成为我国碳排放的重要来源<sup>[2-3]</sup>。《国家应对气候变化规划(2014—

收稿日期:2022-12-11;修订日期:2023-08-22

基金项目:江苏省青年基金资助项目(BK20210676);江苏省农业科技自主创新基金资助项目(CX213069);南京财经大学教学改革课题基金资助项目(JG21497);江苏高校优势学科建设工程基金资助项目

作者简介:程一鸣(1981—),男,江苏宜兴人,高级工程师,硕士,研究方向为工程经济。

\* 通信作者:祁闯 E-mail: 1476114617@qq.com

2020年)》《工业和信息化部 发展改革委关于组织开展国家低碳工业园区试点工作的通知》(工信部联节〔2013〕408号)及《关于推进国家生态工业示范园区碳达峰碳中和相关工作的通知》(科财函〔2021〕159号)等系列文件围绕工业园区绿色低碳和循环发展提出了明确要求,指出推动低碳工业园区建设是提高产业竞争力的核心支撑,是园区工业转型升级的主要途径,也是落实国家碳达峰、碳中和目标的重要举措。今以江苏省典型工业园区为例,基于碳排放现状和碳排放核算体系分析,提出工业园区低碳发展行动路线。

### 1 江苏省典型工业园区绿色发展现状

江苏省是我国的制造业大省,能源消耗结构类型为煤炭主导型,总能耗也在快速增长中,顺利实现经济转型的首要任务是推动工业绿色发展,将工业低碳发展放在首位<sup>[4]</sup>。《江苏省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》明确提出要进一步推进绿色低碳发展,加快绿色战略转型,建设美丽江苏。全面提升绿色产业竞争力,全面执行新发展理念,抓住绿色发展战略机遇,推动高质量发展走在前列。在“后疫情时代”全面推进绿色产业发展的背景下,抓住战略机遇,构建绿色产业体制机制,拓展绿色产业发展空间,培育绿色产业发展载体。因此,工业园区减少碳排放、实现绿色转型的需求日益迫切。

基于前期对江苏省江阴、高淳、溧水、盐城等高新区和工业园区的调研发现,工业园区深化绿色转型高质量发展面临着诸多挑战。从经济发展来看,经济快速发展需求与“双碳”目标实现存在阶段性矛盾,要重点打造一批产业集群,对能源有着持续增长的需求,会导致碳排放值远高于目前碳排放量,给园区整体实现“双碳”目标带来巨大压力;从产业转型来看,产业结构以能耗较高的制造业为主,绿色转型难度大,以重化工、钢铁、机械、纺织等为代表的传统产业仍占据经济重要地位,在能源利用、产品制作环节仍面临低碳化的压力;从资源能源来看,主要能源结构还是石油和煤炭等传统能源,光伏、风能、太阳能等可再生能源占比较低,且资源潜力有限;从管理体制来看,绿色发展机制需要进一步健全,统一管理和引导的难度较大,节能低碳管理精细化、智慧化水平有待提升,新一代信息技术对清洁生产、循环化管理的支撑作用不强,

企业环境信用评价、能源合同管理、低碳监督,以及二氧化碳统计、监测和核查等制度体系还不健全。

因此,在推动园区企业产品绿色制造和绿色发展的过程中,如何科学、系统地引导和管控企业绿色科技发展和碳排放,工业园区发挥的职能尤为重要。工业园区绿色可持续发展既是实现“强富美高”新江苏建设的重要途径,也是实现“双碳”目标的内在要求。

### 2 江苏省典型工业园区碳排放现状分析

工业园区是工业企业的集中区域,实行园区低碳发展是温室气体减排的主要路径<sup>[5]</sup>。工业园区具有规模性优势,基础设施的集约化程度较高,企业的聚集性特点使得产业的共生效益显著,同时园区具有相对独立且高效的行政管理体系。以上特征为工业园区的高质量创新发展提供了新活力,使其逐渐成为区域乃至全国工业绿色低碳发展的示范区和“领头羊”<sup>[6]</sup>。

通过对江苏省典型工业园区调查发现,园区在深化转型和高质量发展中还面临诸多挑战。一是多数园区碳排放底数不清,减排路径不明确。工业园区在国际统计体系中并非独立的统计单元,目前尚缺乏标准统一、边界清晰、准确可靠的数据基础,使得园区排放特征与现状不清晰。园区碳排放底数不清导致其温室气体减排潜力、减排路径、成本效益及在全球气候变暖中的预期贡献不明确。二是园区能源资源约束加大,环境容量接近极限。部分地域严重依赖外部的能源、资源输入,环境状况不容乐观,尤其是区域水环境容量有限,水环境、生态环境极为脆弱敏感。为落实全球温升控制和国家自主贡献的双重目标,园区面临着工业绿色发展和推进能源低碳化转型的双重压力。三是园区产业结构和碳排放结构存在显著差异。由于工业园区数量多、种类广、差异大,既有特大型园区,又有小微园区,缺乏同步治理,相当一部分园区在科技创新和科学管理方面存在差距,产业发展仍存在大而不强、结构不优、发展粗放等问题。此外,园区既有生产端又有消费端的特点,兼具为周边区域提供基础保障和服务,导致其边界物质能量组成复杂、通量巨大。四是园区层面的碳排放数据统计核算体系有待建立。现有园区缺乏完备的碳排放核算体系,碳排放相关基础数据不全,进而影响了园区对自身碳排放的核算和分析,导致园区碳排放特征

和温室气体减排策略不明确。相关政策研究和低碳实践还处于初期阶段,亟待开展全面、广泛、深入的核算与普查,通过“摸清家底”为温室气体减排策略的制定和实施奠定基础。工业园区的碳排放有其自身的独特性,不可简单地套用国家、城市、企业等层面的温室气体核算方法,应分析园区的发展特征与组成结构,从实际需求出发,基于已有研究成果探讨制定碳排放核算方法,有效指导园区落实“双碳”目标路线。

### 3 江苏省典型工业园区碳排放核算体系

碳排放核算是制定减排政策、掌握排放特征、评价降碳效果的基础,当前研究已在国家、城市、企业等层面形成了一些核算指南或标准<sup>[7-9]</sup>。然而,在工业园区层面尚缺少规范、统一的碳排放核算标准,主要原因是园区数据的统计口径、范围及可得性存在差异<sup>[9]</sup>,不同研究采用的核算范围、边界与方法等不同,影响了碳核算结果的可比性。

碳排放核算内容主要包括核算对象、核算范围和核算方法。核算对象的确定主要有两条路径:一是结合园区实际碳排放源,明确具体的核算对象;二是参考标准、国际公约、政府文件等列出的温室气体种类确定核算对象。核算范围主要包括3个方面:一是园区边界内产生的直接排放(如热力供应、本地电力、工业生产、固体废弃物处理等);二是园区外购电力和热力引起的碳排放;三是园区内管理部门和企业等运输排放、产品购买的上游排放等间接排放。目前,碳排放核算主要采用系统测算和非系统测算两种方法。系统测算法应用较为普遍,包括能源消耗法、投入产出法和生命周期法,主要依据为政府间气候变化专门委员会(IPCC)清单指南。能源消耗法主要根据不同能源的碳排放系数,借助基本等式,对各区域范围内的碳排放量开展粗略估算。由于不同国家或城市的燃烧技术、燃料类型、燃烧条件等存在差异,在计算过程中会利用缺省因子,给计算结果带来了较大的不确定性。相比而言,本地化的排放因子更加适用,可以反映园区的实际碳排放情况<sup>[8]</sup>。此外,在利用能源消耗法计算园区各企业的间接排放时,既要收集详细数据,又要配套投入较大规模的物力、人力和时间,实际可操作性不强。投入产出法是通过编制投入产出表,基于产品输出与原料输入之间的数学关系,建立不同部门之间直接或间接关系的经济统计

方法。相较于直接碳排放,输入端因交通运输、原料投入、能源开采等活动而引起的隐含碳排放不容忽视。代旭虹<sup>[10]</sup>基于投入产出表构建了福建荔城工业园区碳足迹评估体系,表明原料消耗引起的上游碳排放量约占该园区碳排放总量的42%。生命周期法是对产品生命周期内每个碳排放环节开展系统估算,从而建立产品碳排放核算体系,主要被应用于企业的碳排放核算体系<sup>[4,11]</sup>。

综上所述,目前工业园区碳排放核算研究仍未实现方法简便性与结果完整性之间的平衡,园区碳排放核算数据要求与现有数据统计基础不匹配,导致相关研究的核算结果存在差异。因此,应基于在实践过程中获取的详细数据,构建具有实际指导作用且与园区当前发展阶段相符的碳排放核算方法。

### 4 江苏省典型工业园区低碳发展行动路线

低碳发展模式即以低排放、低污染、低能耗、高效率、高效能、高效益为基础,将低碳理念贯彻到园区发展中,以节能减排作为主要发展方式,以低碳发展作为重要发展方向,以碳中和技术作为核心发展方法,打造低碳排放的园区发展方式,构建绿色园区发展模式<sup>[12]</sup>。目前,江苏省典型工业园区的低碳发展模式主要包括:①优化存量、严控增量,开展节能减排行动。加强园区能源管理,建设区域智慧能源系统(包括企业内部节能和能源回收利用系统、企业间能源梯级利用系统、能源综合利用系统),完善能源梯级利用,推进污水近零排放,提高园区用水效率,推动资源循环利用,打造“无废园区”<sup>[13]</sup>。②优化结构、促进共生,实施产业提质战略。大力发展绿色产业,组织开展绿色企业、绿色项目入库,打造具有园区特色的节能环保产业和园区绿色产业集群,构建区域产业共生网络,加快产业循环利用,通过集群集聚强化、技术创新协同、流通协同发展、营商环境优化等举措,推动产业链、价值链的优化配置和区域产业集聚,促进大中小企业的融通发展。③创新机制、搭建平台,提升低碳管理水平。健全绿色评价机制,压实企业主体责任,借鉴国内外能耗统计和碳标识等方面的先进经验,加快绿色技术供给,构建低碳创新体系,实施绿色制造示范,引领区域绿色创新,加强绿色金融保障,搭建绿碳管理平台。④优化布局、注重配套,推进基建提升改造。依据园区资源环境空间分布特点,明确基础设施选址选线的准入、监管等绿色化要

求,实施绿色交通推广工程、建筑节能改造工程和低碳社区创建工程。

基于此,提出江苏省典型工业园区低碳发展行动路线(见图1),图中色块起始分别表示预期技术应用年限和普及年限。聚焦产业提质、节能减排、基建改造和低碳管理,开展重点企业碳排放信息公开试点示范、绿色建筑改造示范、微电网试点建设。突出“特色”:发挥沿江地域优势,围绕长江大保护,加快打造长江生态安全示范区,加快多式联运枢纽建设;突出“效率”:加快构建智慧物流体系,形成便利高效、绿色低碳的城乡物流一体化服务体系;突出“创新”:设立“绿色账户”、推出“能源碳码”、发展“绿色金融”,建立碳资产综合管理平台。重点加强工业园区智慧能源系统建设,构建绿色发展体系,打造具有全国乃至全球影响力的绿色发展示范园区。

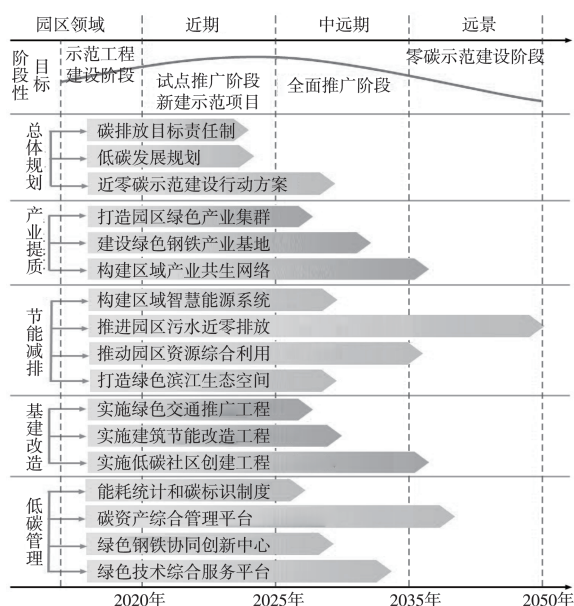


图1 江苏省典型工业园区低碳发展行动路线  
Fig. 1 Action route for low carbon development of typical industrial parks in Jiangsu Province

## 5 总结与展望

近年来,江苏省工业园区坚持走协调、创新、绿色发展的新型工业化道路,生态环境质量改善取得积极成效,绿色发展成绩斐然。然而,从全面提升绿色发展和控制碳排放的要求来看,工业园区还普遍存在着绿色技术创新能力不强、绿色产业竞争力较弱、绿色发展治理水平不高等问题。下一阶段,

将按照“分类指导、分步达峰”的发展思路,以推动工业园区差异化绿色发展为路径,进一步提升工业园区绿色统筹治理能力。

(1)构建差异化绿色发展格局。立足园区基础,支持率先达峰类园区建设零碳示范园,引导稳步达峰类园区调整产业结构,加快后进达峰类园区能源结构优化。

(2)打造绿色产业发展体系。坚持“存量升级、增量引育”发展理念,布局发展“双碳”科技、低碳服务等一批绿色新业态,实施清洁能源产业化工程,打造绿色产业应用场景,推动传统产业绿色化转型,加速推动绿色产业集群化发展。

(3)强化绿色技术创新供给。以增强绿色技术源头供给为核心目标,开展绿色新型研发机构认定,培育绿色科创企业矩阵,打造高能级绿色创新平台,壮大绿色创新人才队伍,建设绿色技术创新服务体系。

## [参考文献]

- [1] 陈吕军.“双碳”目标指引中国工业园区绿色发展[J]. 中国环境管理,2021,13(6):5-6.
- [2] 史方标.“双碳”背景下工业园区低碳发展的五个创新[J]. 人类居住,2022,10(1):21-23.
- [3] 尹稚祯,冯丹.新疆大型工业园总体规划环评指标体系的建立与验证[J]. 环境监测管理与技术,2022,34(4):1-5.
- [4] 续文文.江苏省工业企业能源消费碳减排对策研究[D]. 镇江:江苏大学,2020.
- [5] 魏康霞,廖兵.工业园区温室气体排放核算及路径研究[J]. 能源研究与管理,2014,12(4):51-54.
- [6] 郭扬,吕一铮,严坤,等.中国工业园区低碳发展路径研究[J]. 中国环境管理,2021,13(1):49-58.
- [7] 吕斌,熊小平,康艳兵,等.中国产业园区温室气体排放核算方法研究[J]. 中国能源,2015,37(9):21-26.
- [8] 陈彬,杨维思.产业园区碳排放核算方法研究[J]. 中国人口·资源与环境,2017,27(3):1-10.
- [9] 严坤,吕一铮,郭扬,等.工业园区温室气体核算方法研究[J]. 中国环境管理,2021,13(6):13-23.
- [10] 代旭虹.基于碳足迹评估的工业园区低碳发展模式的研究与实证[D]. 厦门:厦门大学,2014.
- [11] 郭春梅,卞晨航,孟冲,等.天津生态城低碳体验中心碳排放及减碳潜力研究[J]. 环境监测管理与技术,2022,34(2):7-11.
- [12] 卢瑞轩.新发展阶段工业园区“双碳”目标实现路径分析[J]. 产业创新研究,2021,20(5):12-14.
- [13] 郭志达,王月,丹颖.“无废城市”建设的结构模式与主要思路[J]. 环境监测管理与技术,2019,31(6):1-3.