中国零碳园区建设内涵及其实现路径和战略研究

王金南*，阮梓纹，蔡博峰

（生态环境部环境规划院碳达峰碳中和研究中心，北京 100041）

【摘 要】2024年中央经济工作会议提出“建立一批零碳园区”。2025年政府工作报告要求“建立一批零碳园区、零碳工厂”。建设零碳园区是实现“双碳”目标的重要抓手，也是提升出口竞争力、增强全球贸易话语权的战略举措，对于推动经济社会高质量发展具有重要意义。本文梳理了中国园区绿色低碳发展的三阶段划分，认为我国已迈入以零碳园区建设为目标的3.0版本时代。研究系统阐述了零碳园区的理论定义，明确了其在空间尺度、时间进程、温室气体核算边界及实现路径等核心要素。基于此，本文进一步界定了我国零碳园区的实践内涵与建设使命，强调以实现温室气体核算范围一至范围三净零排放的零碳园区建设为最终目标。在实践方面，本文提出了碳管服务智慧化、能源结构零碳化、产业升级绿色化、基础设施低碳化、碳汇途径多元化、示范创建规范化六大基本建设任务，为中国园区绿色低碳转型与零碳发展实践提供理论支撑与政策参考。

【关键词】零碳园区；实践内涵；建设使命；实现路径；基本任务

【中图分类号】X32；F4；X5　　【文章编号】1674-6252（2025）05-0008-08

【文献标识码】A　　【DOI】10.16868/j.cnki.1674-6252.2025.05.008

引言

园区作为我国产业集聚发展的核心平台，不仅在推动实体经济高质量发展中发挥着不可替代的作用，也是环境保护和绿色转型的重要阵地[1, 2]。目前，全国超过80%的工业企业集中于各类园区，在有限空间内形成了高度集聚的生产体系，其工业总产值占全国一半以上，已成为地方经济增长的重要支撑和就业的核心来源[3]。然而，园区在促进经济增长与就业的同时，也面临资源消耗强度高、环境压力突出的挑战，被视为实现“双碳”目标和推进国家气候治理的关键空间单元[4]。因此，园区能否实现绿色低碳转型，将在很大程度上影响我国高质量发展、美丽中国建设及“双碳”目标的顺利实现。

1 中国园区绿色低碳发展已进入 3.0 时代

根据最新统计数据，截至2024年底，全国各类园区总数已突破8万个[5]。2020年研究数据显示，仅国家级工业园区基础设施的温室气体年排放总量就高达23.5亿吨 CO_2 当量[6]。园区能源消费集中、排放强度高，在国家碳排放控制中占据关键地位，这要求其在发展中率先在产业结构调整、能源系统优化和绿色技术推广等方面实现突破并发挥引领作用[7, 8]。在此背景下，中国持续推动园区可持续与高质量发展，自2000年启动国家生态工业示范区（即生态工业园区）建设以来，先后开展了循环化改造、低碳园区、绿色园区等多类实践，逐步探索

资助项目：国家自然科学基金项目“碳达峰、碳中和区域协同路径优化研究”（72140004）；中国环境与发展国际合作委员会“中国传统能源地区绿色低碳转型路径与政策研究”专题项目子课题“中国煤炭三角区零碳贸易产业园区发展机制研究”（C2025034）。

作者简介：王金南（1962—），男，中国工程院院士，研究员，主要从事环境规划与政策研究，E-mail：wangjn@caep.org.cn。

出多元化的发展路径[9,10]。尤其在2024年，中央经济工作会议首次明确提出“建立一批零碳园区”的要求，标志着园区建设进入以实现零碳目标为导向的全新阶段，进一步强化了园区在国家绿色低碳发展战略中的重要地位。

目前，国际和国内尚未对零碳园区的内涵、核算边界及实施机制做出统一的界定。随着我国零碳园区的试点工作不断推进，相关理论研究与实践路径仍亟待完善[11]。为此，本文在梳理我国既有园区发展实践的基础上，聚焦园区的碳排放核算方法、关键技术路径、治理机制与政策工具，系统探讨零碳园区的建设内涵与发展逻辑，提出可行的建设路径与重点任务，以期为我国园区的零碳转型提供理论依据与路径参考。特别是自2000年以来，国务院及国家发展改革委、生态环境部、工业和信息化部、商务部、科技部等部门在多项政策文件中陆续部署了10余类园区绿色发展试点工作，涵盖生态工业园区、循环化改造园区、绿色园区、低碳园区及减污降碳协同试点园区等多个方向，逐步构建了我国园区绿色低碳转型的政策体系与实践路径[12]。值得说明的是，我国园区体系覆盖国家级、省级和市县级开发区，按功能属性可细分为经济技术开发区、高新技术产业开发区、物流园区、保税区等多种类型。其中，工业园区数量较多、碳排放相对集中，具备相对清晰的地理边界与较强的行政可控性，是近年来绿色低碳相关试点推进的核心载体与重点领域。

图1系统梳理了以工业园区为代表的我国园区绿色低碳发展历程，整体可划分为三个发展时期。第一个时期是2001—2013年，为园区绿色低碳发展的“1.0时代”，以生态工业园区建设与园区循环化改造为核心，通过推动资源节约与环境治理机制创新，奠定了我国园区绿色发展的初步基础。第二个时期是2013—2024年，为园区绿色低碳发展的“2.0时代”，重点推进低碳园区试点、绿色园区规划和减污降碳协同示范，逐步构建园区碳排放核算、绿色能源利用及产业结构优化的技术与管理体系，积累了丰富的低碳转型经验。第三个时期自2024年起，随着地方零碳园区探索不断深化，2024年底的中央经济工作会议和2025年政府工作报告明确提出了零碳园区建设要求。2025年7月，国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局联合印发《关于开展零碳园区建设的通知》，标志着零碳园区建设由地方探索上升为国家行动，中国园区的绿色低碳发展进入“3.0时代”，园区建设迈入以零碳为核心目标的加速转型新阶段。

回顾2000年以来的园区绿色低碳实践，各类园区在差异化政策引导下逐步形成了特色鲜明的建设重点[13]，初步构建起相互补充、协同推进的绿色低碳发展格局。生态工业园区聚焦资源循环利用与产业共生，推动环境质量提升；低碳园区重在优化能源结构、降低碳排放并发展绿色产业；绿色园区坚持生态优先、资源节约、环境友好，实现园区经济与生态的双赢；减污降碳协同创新试点园区则探索污染物治理与温室气体减排的协同路径；零碳园区把发展目标从“减碳”跃升为“零碳”，进而迈向“负碳”示范，实现由单一排放削减向产业范式整体重塑的跨越。

2 零碳园区的定义、内涵与建设使命

欧美国家早在十年前便开始探索零碳园区建设模式，如德国柏林欧瑞府能源科技园于2014年建成，成为欧洲首个零碳智慧园区；美国恰塔努加生态工业园则通过资源循环实现“零排放”[14]。然

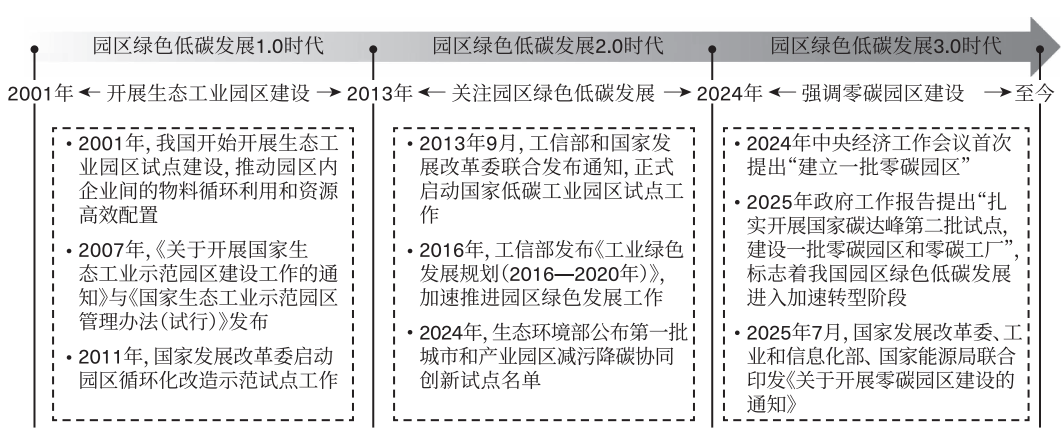

图1　中国园区绿色低碳发展的主要历程

而，国内外在零碳园区的标准体系、核算方法与边界设定上尚未形成统一共识，既反映了对碳排放边界认知的差异，也揭示了各方对于实现零碳目标的技术路线与转型节奏的不同战略选择。为此，本节将从理论定义出发，结合碳核算原则，梳理零碳园区的基本概念与核心内涵，并进一步探讨其在“双碳”目标背景下的转型使命与发展定位。

2.1 零碳园区的理论定义

2015 年《巴黎协定》确立了本世纪中叶全球温室气体净零排放目标，促使各国与企业相继提出碳中和①承诺，也推动了园区将碳中和设为关键量化指标；部分工业园区则以“近零碳”②作为阶段性过渡目标，强调“先大幅减排，逐步逼近零排放”[15]。随后，政府间气候变化专门委员会发布的《全球升温 1.5℃特别报告》阐释了净零排放③的紧迫性与路径，为零碳目标提供理论支撑[16]。如今，尽管国际社会尚未制定零碳园区的统一定义与评价标准，但该概念已在技术领先国家和地区逐步形成，并涌现出多项可借鉴的评价框架与技术指南。如国际标准化组织 14064 系列标准系统阐述了组织和项目层面温室气体排放的量化与核查方法，为园区实现零碳目标提供技术支撑[17]；政府间气候变化专门委员会则对“净零排放”作出科学定义，为零碳园区的概念界定与路径设计奠定理论基础[18]。

在上述理论与标准支撑下，零碳园区的界定需建立在对“零碳”“园区”及其碳核算边界的系统化认知[19]：首先，“零碳”是指在特定时间和空间范围内，通过削减人为温室气体排放并增强碳移除，实现碳排放与碳吸收之间的动态平衡，最终达到净零排放状态。碳移除手段包括碳捕集与封存、碳捕集与利用，以及森林、湿地等自然生态系统构成的生态碳汇。需强调的是，“零碳”并不等同于绝对无排放，而是通过减排与抵消的手段，在核算周期内实现温室气体净零排放。其次，“园区”是指在一定空间范围内，通过统一规划、集中布局、集约管理形成的产业集聚区域，具备清晰的物理边界和管理主体。第三，关于碳排放的核算边界，国际主流体系通常按核算边界划分为三个范围（图 2）[20]：范围一为园区内的直接排放，范围二为使用外购电力、热力等产生的间接排放，范围三则涵盖上下游供应链、产品使用和废弃等生命周期内的其他间接排放。在上述各范围核算基础上，还应计入相应的碳移除量，以计算园区的温室气体净排放量。

“零碳园区”的严格与规范定义应明确以下基本要素：①在空间上，基本具备明确的物理边界；②在核算范围上，覆盖范围一至范围三的温室气体排放，包括二氧化碳和其他非 CO_2 温室气体；③在时间维度上，宜以自然年度为核算周期；④在结果导向上，要求在既定时空边界内，通过减排与碳移除手段，实现温室气体的净零排放。然而，碳核算边界的界定问题依然是当前零碳园区建设中最大的技术与制度不确定性。一方面，园区的物理边界与管理边界往往不一致；另一方面，范围三排放的归属、覆盖程度及是否纳入核算，仍缺乏统一标准。

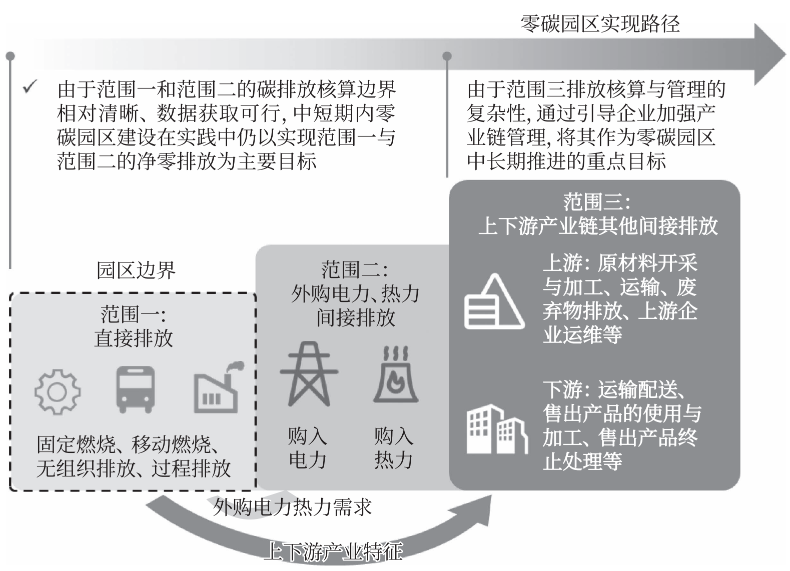

图 2　中国零碳园区的碳排放核算范围划分与零碳实现路径

---

① 碳中和指在特定时间范围内，通过植树造林、碳汇、碳交易等手段抵消自身排放，实现“排放量与吸收量相等”。相较于零碳、近零碳等概念，碳中和更强调排放与吸收的动态平衡，包含较为宽泛的抵消措施。

② 近零碳为在技术可及范围内最大程度减少碳排放，使得碳排放量接近零，但仍有极少残余排放。

③ 净零排放指在明确边界内，温室气体排放量与清除量（包括碳汇、碳捕集利用与封存等）实现平衡，从而达到净排放为零的状态。该概念强调全生命周期管理，优先减排并辅以抵消，主要适用于国家、城市或企业的长期气候目标。

此外，受限于碳排放数据可获得性、核算技术能力及管理职责划分等因素，实现覆盖范围一至范围三的净零排放在现实中仍面临较大挑战。因此，推动碳核算边界的明确化和核算方法的标准化，是零碳园区定义落实与建设推进的关键前提。

2.2 零碳园区的实践内涵

国际上（近）零碳园区建设主要聚焦于可再生能源的深度整合、能源系统智能化管理及碳移除技术的示范应用。在技术路径上，欧洲开展建设的（近）零碳园区广泛采用风能、太阳能，结合储能与智能电网，实现绿色转型与灵活调度；碳捕集、利用与封存技术被用于重点排放源，推动工业流程低碳化。政策方面，公私合作、多元投融资、完善的碳市场及税收激励等措施，有效增强了政策支持与资金保障，促进技术创新和推广。

因此，基于对零碳园区的定义分析及建设实践现状，零碳园区的建设不仅是技术层面的升级，更在实践层面是一项系统性工程，涉及深层次的技术集成与体制机制变革（图 3）[21]。需推动划定边界内的园区能源系统根本性转型，在工业生产、建筑运行、交通运输等关键领域，加快先进低碳乃至零碳技术的规模化应用；还需引入负碳技术，如一些颠覆性的碳移除技术及生态碳汇，为实现园区层面的净零排放提供支撑。

此外，零碳园区的构建不仅依赖于现有低碳技术的部署，更意味着对传统技术体系、经济结构与治理模式的系统重塑。园区的未来发展路径，尤其是聚集大量传统重工业企业的园区，必须打破高碳依赖，构建以低碳化、循环化与高效化为核心的新型产业。在产业体系层面，零碳园区更需推动上下游企业协同联动，实现资源与能源的高效循环利用，逐步形成闭环式循环经济结构。

在零碳园区建设的实践推进中，园区应设定高于国家平均碳强度控制水平的目标要求，体现其在技术演进与产业转型中的示范引领作用。通过构建更具前瞻性的目标体系与系统性的建设路径，零碳园区有望成为区域绿色转型的战略支点和制度创新的先行试验区。

2.3 零碳园区的建设使命

园区作为制造业、高新技术产业和现代服务业等多元业态的重要集聚平台，其改造与升级已成为推动我国产业体系低碳转型和经济高质量发展的关键。园区转型升级过程中，已有研究提出了“以地定产、以产见碳、以碳优产”的建设理念[22]，即基于园区空间属性科学规划产业布局（以地定产），结合产业结构预测碳排放水平（以产见碳），并通过碳强度控制优化能源结构与资源配置（以碳优产）。这一理念充分体现了碳排放作为基础性指标，已成为引领园区绿色转型与高质量发展的核心动力。

因此，零碳园区的建设使命在于以园区为载体，探索切实可行的净零排放路径与制度创新，率先构建以“零碳”为核心导向的发展新模式，推动园区成为我国发展新质生产力的重要平台。通过打造一批碳核算标准完善、技术体系先进、政策机制健全的示范案例，可为多层级、多类型园区协同实现碳中和提供有力支撑。通过“以园促区”“以园促市”，即以园区为抓手，带动所在区域和城市的产业结构优化、能源系统转型与政策机制创新，推动更大空间尺度的绿色低碳转型，逐步形成统筹协同的区域绿色低碳发展格局，实现区域经济发展与生态环境保护的协同增益。在“双碳”目标深入推进的关键阶段，零碳园区不仅是温室气体减排的核

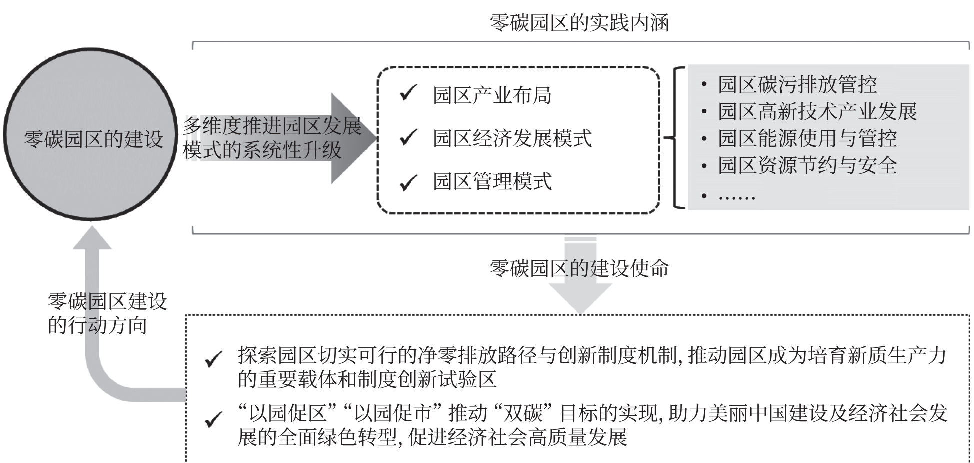

图 3　中国零碳园区的建设内涵与使命

心载体，也将成为建设美丽中国、推动高质量发展的重要支撑平台。

3 零碳园区的实现路径与建设任务

在梳理我国地方零碳园区建设现状的基础上，本节提出未来我国零碳园区建设中可行的实践路径，并据此系统分解关键任务，推动形成任务清晰的系统化推进框架。

3.1 我国零碳园区的实现路径

自 2023 年以来，云南、山西、山东、四川、江苏等地陆续发布了零碳园区建设方案或技术指南，如《山西省零碳（近零碳）产业示范区创建申报指南》《山东省近零碳城市、近零碳园区、近零碳社区示范创建实施方案》等。同时，部分行业协会与地方政府也相继出台了《低碳 / 零碳产业园区建设指南》《零碳园区评价标准》等团体标准，初步构建起涵盖发展目标、评价指标和核算边界的技术体系，为地方推进零碳园区建设与管理提供了参考依据。

目前，我国零碳园区建设主要由地方政府主导、行业协会协同推进的工作现状 [23]。已开展的试点工作遵循区域发展特点，因地制宜推进。华北和西部地区依托丰富的绿色电力资源，重点探索园区中以可再生能源为核心的零碳能源系统 [24]。华中、华东及南部制造业园区则充分利用园区的屋顶可用面积开展分布式光伏发电，依托能源管理平台实现能源的精准监测与优化调度，促进零碳用能模式的有效落地与推广 [25]。从实践现状看，我国零碳园区建设仍以促进未来园区实现净零排放的“目标导向”为主，重点聚焦低碳能源系统构建与减排技术的初步应用，强调通过加快减排力度为零碳创造有利条件。试点园区多以第三产业或轻工业为主体，碳排放核算范围主要覆盖范围一和范围二，通过“源网荷储”一体化系统提高绿电使用比例，辅以绿证交易与碳汇抵消等方式，在园区的运营环节实现净零排放。但整体来看，核算边界尚不完备，碳管理深度仍有限，尤其在涵盖范围三排放、全生命周期管理与产业链协同方面，尚缺乏系统性解决方案，难以支撑未来更高标准的净零目标。

面向未来，零碳园区建设应以逐步实现碳排放核算范围一、范围二及范围三的全覆盖，并逐步达成全面的温室气体净零排放为核心目标，兼顾路径设计中的阶段性、可达性与长期战略引领。作为推动区域绿色低碳转型的重要抓手，零碳园区的建设与认定应逐步实现从“目标导向”向“结果导向”的转变，建立更加系统化、可量化、可核查的推进机制。总体上，坚持“分阶段推进、分类分层实施”的原则，根据不同类型园区的产业特征、能源结构与管理能力，细化差异化的建设要求，推动零碳园区标准、核算体系与评价指标的系统规范与分类完善，提升政策落地的精准性与实效性。

因此，未来零碳园区建设的具体路径上，建议构建以核算边界清晰、任务安排明确、绩效结果可评估为特征的系统推进体系（图 2）。中短期阶段，重点聚焦范围一和范围二的碳排放，推动绿电替代、分布式能源建设和零碳技术应用，降低园区运行环节的碳排放水平，实现阶段性“运营净零”。中长期则逐步将范围三纳入碳管理范畴，通过建立碳足迹追踪体系、完善绿色采购和供应链协同机制，强化园区企业在上下游链条中的减排责任，实现全生命周期的净零排放 [26]。

3.2 我国零碳园区的建设任务

零碳园区的建设应立足于系统性减排，推动经济活动与碳排放的深度脱钩，实现从能源系统到产业体系的全面绿色转型 [27]。与单纯依赖大规模碳移除或碳抵消机制不同，真正意义上的零碳园区应以减排为主、抵消为辅，强调通过实质性、可验证的降碳路径实现“净零”目标 [28, 29]。尽管不同类型园区在功能定位、产业结构、资源条件等方面存在差异，其建设重点和路径有所不同，但其核心任务普遍围绕碳资产管理、能源系统重构、产业绿色升级、资源循环利用等关键领域展开 [30, 31]。结合当前实践基础与发展趋势，本文提出碳管服务智慧化、能源结构零碳化、产业升级绿色化、基础设施低碳化、碳汇途径多元化、示范创建规范化（“六化”）为当前我国零碳园区建设的核心任务（图 4）。

“六化”体系以碳排放核算为起点，优先构建园区能源消耗与温室气体排放的精准核算体系，全面掌握碳排放“家底”，并在此基础上依次推进能源结构优化、产业升级、基础设施改造等措施。与国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局近期联

合印发的《关于开展零碳园区建设的通知》提出的“八个重点任务”相比，二者在总体目标和方向上高度一致，但“六化”更加突出碳排放核算与碳资产管理的基础性和统领性作用，将其贯穿于建设全过程；而《关于开展零碳园区建设的通知》则聚焦于零碳园区的示范落地，任务内容更为细化，尤其强调节能降碳、资源节约集约及改革创新等方面的具体举措。本文提出“六化”体系，旨在在顶层制度和实践路径之间建立衔接桥梁，以碳排放精准核算为抓手，将分散的建设任务系统化、结构化。

3.2.1 碳管服务智慧化

零碳园区建设的首要任务是明确园区边界和排放现状，建立科学透明的碳排放核算体系 [32]。基于此，制定阶段性减碳目标和长期净零路径，推动园区从单一项目示范向系统化、规范化发展转型。通过建设统一高效的碳排放监测与管理平台，实现实时数据采集、动态监控和智能分析，提升精细化管理能力。推进“碳账户”体系建设，为企业提供碳足迹分析、资产管理和减排建议，强化整体碳治理。

3.2.2 能源结构零碳化

能源是园区排放的核心，推动园区实现低碳或零碳发展的关键在于提高清洁能源的使用比例，推进绿电直供、可再生能源微网和分布式能源系统等低（零）碳能源模式的应用 [33]。能源结构零碳化涵盖能源供应零碳化、消费电气化和智能化管理。园区应结合自身产业特点，构建零碳能源技术矩阵，探索并创新与零碳技术相匹配的应用场景 [34]。

3.2.3 产业升级绿色化

受工业发展路径和产业结构影响，我国多数园区在转型过程中面临较大阻力，尤其是传统产业占比高或产业结构单一的地区，受限于高昂的低碳技术成本，转型往往伴随就业压力和财政风险 [35]。应因地制宜推进“一园一策”的产业转型方案，通过差异化政策引导传统产业有序转型，配套专项资金支持和税收优惠，缓解企业负担。对于以高碳行业为主的园区，应聚焦重大工程引导绿色新兴产业培育，通过技术替代、工艺优化和低碳产品设计，构建低碳、绿色、智能的新型产业体系，提升园区绿色生产能力。

3.2.4 基础设施低碳化

基础设施是零碳园区建设的关键支撑，涵盖电力与热力系统、建筑用能、交通设施、废弃物处理及信息化管理系统 [36]。应聚焦重点领域，加快基础设施建设与升级，推动绿色建筑、节能设备和智能交通系统的广泛应用，实现基础设施全生命周期碳排放最小化，构建低碳、高效、互联互通的园区运行体系。

3.2.5 碳汇途径多元化

在坚持“以减排为主”的前提下，适度引入多元化碳汇手段，包括自然碳汇（如园区绿化、城市森林）和技术碳汇（如碳捕集、利用与封存技术）[37]，为难以消除的残余排放提供补偿路径，助力园区实现净零闭环。应将碳汇能力建设纳入园区净零排放体系，强化碳吸收与碳排放的动态平衡机制。

3.2.6 示范创建规范化

当前我国不同地区已基于地区园区发展情况发布了各具特色的零碳园区建设指标体系 [38]，各类标准或指南中通常包含原则性、非原则性和加分项指标，并通过评分与评级方式引导园区达标与创新 [39]。在国家层面，尽管近期发布的《关于开展零碳园区建设的通知》明确了国家级零碳园区建设指标体系及碳排放核算方法，相关工作仍处于初步试点阶段，且针对不同类型园区的差异化标准与评价体系尚未建立完善。因此，亟须明确核算边界、碳核算方法、减排路径及目标设定要求，推动试点从

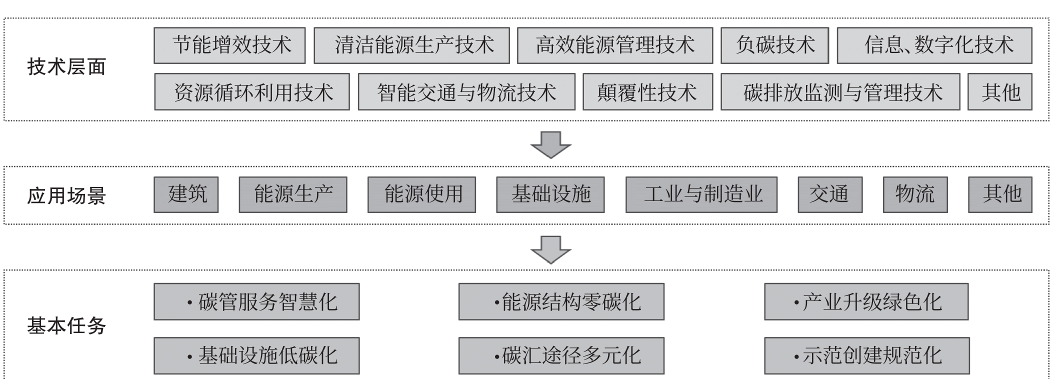

图 4　中国零碳园区建设的基本任务与场景

经验探索迈向制度化建设。在此基础上，形成可复制、可推广的建设模式与政策机制，推动多层级、多类型园区协同迈向零碳发展格局 [40]。

4 结论

园区作为我国工业体系和多元产业集聚的重要空间载体，是推动区域经济高质量发展和实现“双碳”战略目标的重要抓手。本文从理论与实践两个维度梳理了零碳园区定义应包含的核心要素与基本内涵。从理论上看，零碳园区建设应以结果为导向，在明确的时间与空间边界内，通过减排与碳移除措施，逐步实现从温室气体核算范围一到范围三温室气体排放的净零目标。在实践层面，受限于核算体系、数据基础和管理能力等条件，目前零碳园区的建设重在通过能源系统重构、产业结构优化、基础设施低碳升级与管理机制完善，重在推动碳排放持续下降。总体来看，我国零碳园区建设仍处于起步探索阶段，当前试点园区在标准体系、建设路径以及核算边界等方面尚不完善，国家层面亦缺乏系统化、可操作的顶层指导框架。

为此，我国零碳园区未来分阶段的建设路径主要为：中短期应重点聚焦构建统一、透明的碳排放核算体系，加快绿色电力替代和清洁能源布局，推动园区内重点企业低碳化改造，率先实现范围一与范围二排放的显著削减；中长期则需系统纳入产业链碳管理，强化制度保障，推进绿色供应链建设与区域协同治理，为园区全面转型奠定坚实基础。结合理论研究与典型案例经验，零碳园区建设应围绕“碳管服务智慧化、能源结构零碳化、产业升级绿色化、基础设施低碳化、碳汇路径多元化、示范创建规范化”六项核心任务展开。展望未来，应进一步加强国家关于零碳园区建设的顶层设计与地方试点互动联动，持续完善标准体系与政策支持机制，推动园区建设从“目标导向”向“结果导向”加快转变，不断提升零碳治理效能与系统集成水平，助力形成具有全球竞争力的绿色低碳发展新优势，为我国实现“双碳”目标与经济社会全面绿色转型提供坚实支撑。

参考文献

[1] 陈吕军 , 严坤 , 田金平 . 美丽园区建设的路径研究 [J]. 生态经济 , 2025, 41(1): 44-51.

[2] 拜冰阳 , 吕文魁 , 孙丽慧 , 等 . 推进我国园区生态文明示范的思考与建议 [J]. 环境保护 , 2022, 50(16): 65-69.

[3] 王金南 . 加快零碳园区示范及其标准建设 [J]. 北京观察 , 2025(3): 22-22.

[4] GUO Y, ZHOU M, PENG L Q, et al. Carbon mitigation and environmental co-benefits of a clean energy transition in China’s industrial parks[J]. Environmental science & technology, 2023, 57(16): 6494-6505.

[5] 观点指数研究院 . 2025 产业园区运营卓越表现报告 [R/OL]. (2025-05-22).[2025-08-02]. https://gdiri.guandian.cn/report_pdf/875158490aae18d1bbc1b086f8b85a6c.

[6] GUO Y, TIAN J P, CHEN L J. Managing energy infrastructure to decarbonize industrial parks in China[J]. Nature communications, 2020, 11(1): 981.

[7] 朱建全 , 刘海欣 , 叶汉芳 , 等 . 园区综合能源系统优化运行研究综述 [J]. 高电压技术 , 2022, 48(7): 2469-2482.

[8] 况杰 . 从生产要素角度看新质生产力如何促进产业园区高质量发展 [J]. 科技与金融 , 2025(1): 65-66.

[9] 刘瀚斌 , 包存宽 . 工业园区环境治理政策分析与优化路径 [J]. 环境与可持续发展 , 2020, 45(4): 120-128.

[10] LU Y, CHEN B, FENG K S, et al. Ecological network analysis for carbon metabolism of eco-industrial parks: a case study of a typical eco-industrial park in Beijing[J]. Environmental science & technology, 2015, 49(12): 7254-7264.

[11] 马欣 . “双碳”背景下零碳园区建设研究 [J]. 合作经济与科技 , 2023(8): 4-7.

[12] YAN K, GAO H B, LIU R, et al. Review on low-carbon development in Chinese industrial parks driven by bioeconomy strategies[J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2024, 199: 114541.

[13] 刘颖熙 , 欧阳章智 , 吴小刚 , 等 . 基于 CiteSpace 知识图谱的零碳园区研究综述 [J]. 电工技术 , 2024(24): 122-129.

[14] 谢典 , 高亚静 , 芦新波 , 等 . 零碳园区建设的发展现状、挑战与建议 [J]. 中国电力企业管理 , 2024(25): 92-93.

[15] CAMPBELL I, CALHOUN K, HAO Y H, et al. Near-zero carbon zones in China: policy roadmap and case study[R/OL]. (2019-11-01).[2025-08-01]. https://rmi.org/wp-content/uploads/2019/11/rmi_rear_zero_carbon_zones_in_china_policy_roadmap.pdf.

[16] IPCC. Global warming of 1.5 ℃ . An IPCC special report[R/OL]. (2018-10-10).[2025-08-02]. https://www.ipcc.ch/sr15/.

[17] ISO. ISO 14064-1: 2018 Greenhouse gases — Part 1: specification with guidance at the organization level[S]. ISO, 2018.

[18] IPCC. Climate change 2021: the physical science basis[R/OL]. (2021-01-01).[2025-08-02]. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/.

[19] 陈艳波 , 张宁 , 李嘉祺 , 等 . 零碳园区研究综述及展望 [J]. 中国电机工程学报 , 2024, 44(14): 5496-5516.

[20] 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.

[21] 张灵敏 , 江玮 , 王精 , 等 . 近零碳园区能源规划及其实施路径探讨 [J]. 生态与资源 , 2024(8): 98-100.

[22] 高晗博 , 严坤 , 吕一铮 , 等 . 我国工业园区碳达峰路径优化分析模型及实证研究 [J]. 中国能源 , 2023, 45(S1): 67-81.

[23] 徐拥军 , 王劲松 . 浅析零碳园区规划思路 [J]. 张江科技评论 , 2024(3): 126-129.

[24] 蒋庆哲 , 刘杨 , 蒲欣宇 , 等 . 零碳园区建设的系统路径、发展模式及治理生态 [J]. 中国人口 · 资源与环境 , 2025, 35(5): 13-23.

[25] 刘天阳 , 高亚静 , 谢典 , 等 . 功能型零碳园区建设路径分析 [J]. 综合智慧能源 , 2023, 45(8): 44-52.

[26] GUO Y, TIAN J P, ZANG N, et al. The role of industrial parks in mitigating greenhouse gas emissions from China[J]. Environmental science & technology, 2018, 52(14): 7754-7762.

[27] 清华大学习近平新时代中国特色社会主义思想研究院 . 建立一批零碳园区推进工业领域生态文明建设 [J]. 环境与可持续发展 , 2025, 50(2): 60-66.

[28] 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.

[29] 李渤 , 马韵鸿 , 吴平 , 等 . 双碳背景下智慧零碳园区建设路径与实践 [J]. 江苏通信 , 2024, 40(4): 67-71.

[30] RMI. 零碳园区综合解决方案 [R/OL]. (2022-03-01).[2025-07-02]. https://rmi.org.cn/wp-content/uploads/2022/10/Zero-carbon-District-Solution-0308-Web1.pdf.

[31] FENG J C, YAN J Y, YU Z, et al. Case study of an industrial park toward zero carbon emission[J]. Applied energy, 2018, 209: 65-78.

[32] 郭建军 , 廖权虹 , 白可 , 等 . 浅析碳核算数据模型及碳核算标准化体系建设 [J]. 标准科学 , 2024(11): 93-100.

[33] ZHANG B Q, WANG Y F, PAN L, et al. Net zero carbon park planning framework: methodology, application, and economic feasibility analysis[J]. Energy, 2025, 325: 136205.

[34] GUO Y T, XIANG Y, TAN Z K, et al. Competitive evaluation and multi-stage planning of park integrated energy systems[J]. Scientific reports, 2025, 15(1): 8660.

[35] 张晶 , 吕美群 , 李灿 . 传统产业园区的转型困局与更新模式研究 [J]. 低温建筑技术 , 2023, 45(10): 42-46.

[36] SUN Y H, LI Y H, NING J, et al. Twelve pathways of carbon neutrality for industrial parks[J]. Journal of cleaner production, 2024, 437: 140753.

[37] MÜHLBAUER A, KEINER D, GERHARDS C, et al. Assessment of technologies and economics for carbon dioxide removal from a portfolio perspective[J]. International journal of greenhouse gas control, 2025, 141: 104297.

[38] 张蕊 , 谢美娟 , 郭丽欣 . 我国产业园区绿色低碳发展标准化现状及建议 [J]. 标准科学 , 2024(12): 67-72.

[39] 丁冠元 , 张军华 , 潘京津 , 等 . 工业园区低碳评价指标探索 [J]. 信息技术与标准化 , 2024(10): 14-18.

[40] 白雪 . 加速落地的零碳园区探索差异化之路 [N]. 中国经济导报 , 2025-08-02(03).

Research on the Connotation, Realization Path and Strategy of Zero-Carbon Industrial Park Construction in China

WANG Jinnan*, RUAN Ziwen, CAI Bofeng

(Center for Carbon Neutrality, Chinese Academy of Environmental Planning, Beijing 100041, China)

Abstract: The 2024 Central Economic Work Conference proposed the establishment of a batch of zero-carbon industrial parks, while the 2025 Government Work Report further called for the establishment of zero-carbon industrial parks and zero-carbon factories. As a key pathway toward China's "dual carbon" goals, zero-carbon industrial parks also serve as a strategic initiative to enhance the international competitiveness of Chinese industries and reinforce China's role in global trade. This holds significant importance for promoting high-quality economic development and advancing the green and low-carbon transition. This paper reviews the three-stage framework of green and low-carbon development in China's industrial parks, arguing that China has entered the 3.0 era characterized by the goal of building zero-carbon industrial parks. The study systematically elaborates the theoretical definition of zero-carbon industrial parks, specifying their core elements such as spatial scale, temporal progression, greenhouse gas accounting boundaries, and implementation pathways. Based on this, the paper further defines the practical connotations and strategic objectives of zero-carbon industrial parks in China, emphasizing the ultimate goal of achieving net-zero emissions across Scope 1 to Scope 3 greenhouse gas accounting boundaries. In terms of practice, six fundamental construction tasks are proposed: the digitalization and intelligence of carbon management services, the decarbonization of energy systems, the greening of industrial upgrading, the low-carbon transformation of infrastructure, the diversification of carbon sink approaches, and the standardization of demonstration project implementation. Collectively, these components provide a theoretical foundation and policy roadmap to guide the systematic transformation of China's industrial parks toward green and zero-carbon development.

Keywords: zero-carbon industrial park; practical implications; construction mission; implementation pathway; fundamental task