



建设零碳园区 加速生产侧绿色转型





关于落基山研究所（RMI）

落基山研究所(Rocky Mountain Institute, RMI)是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库，与政府部门、企业、科研机构及创业者协作，推动全球能源变革，以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所着重借助经济可行的市场化手段，加速能效提升，推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市、华盛顿特区及加利福尼亚州奥克兰和尼日利亚设有办事处。

作者与鸣谢

作者

郭凯迪, 李婷, 李威, 马欣悦, 王萌, 薛宇涵

作者按姓名拼音顺序排列。

除非另有说明, 所有作者均来自落基山研究所。

联系方式

李威, wli@rmi.org

王萌, mwang@rmi.org

引用建议

李威, 王萌, 李婷, 马欣悦, 郭凯迪等. 建设零碳园区, 加速生产侧绿色转型, 落基山研究所, 2025,

<https://rmi.org.cn/insights/zero-carbon-park-to-accelerate-green-production/>

RMI 重视合作, 旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。因此, 我们允许感兴趣的各方通过知识共享

CC BY-SA 4.0 许可参考、分享和引用我们的工作。 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

除特别注明, 本报告中所有图片均来自iStock。

鸣谢

木其坚 中国国际工程咨询有限公司资源与环境业务处处长, 副研究员

宋雨燕 国家级经济开发区绿色发展联盟秘书处主任

田智宇 国家发展改革委能源研究所能源可持续发展研究中心主任

魏一凡 国务院发展研究中心资源与环境政策研究所 助理研究

高 硕 落基山研究所电力系统与可再生能源项目主管

郝一涵 落基山研究所甲烷及非二氧化碳控排项目乡村和农业公平转型项目部门主任

李抒苒 落基山研究所重工业与循环经济部门主任

刘雨菁 落基山研究所电力系统与可再生能源部门主任

王 喆 落基山研究所交通、氢能和清洁技术投融资部门主任

张沥月 落基山研究所电力系统与可再生能源项目高级咨询师

专家按姓名拼音顺序排列。

本报告所述内容不代表以上专家及其所在机构观点。

目录

前言	5
一、园区是零碳发展的重要引擎	6
二、我国园区迈向零碳发展阶段	8
2.1 园区政策由绿色低碳向零碳演变	8
2.2 零碳园区标准体系与项目实践正在加速	12
2.3 零碳园区建设策略：多系统结合、分类别施策	15
三、中国零碳园区建设：示范先行带动四大革新	20
3.1 能源系统：面向零碳发展的能源综合解决方案	20
3.2 物质流碳管理：推动产业耦合、循环经济与低隐含碳建设	23
3.3 投融资与商业模式：拓宽零碳园区建设的资金渠道	25
3.4 碳排放数据：可溯性与透明度是低碳治理的核心要求	27
四、全球产业绿色发展视野下的海外园区	30
4.1 发展中国家的园区建设	30
4.2 中国投资的海外园区助力经济发展与气候效益的本地化	34
4.3 产业升级与国际合作助力发展中国家园实现跨越式低碳发展	36
五、推动园区低碳化建设，加速区域绿色低碳转型	39
参考文献	42

前言

园区，无论是占地 300 平方公里、堪比一座城市的大型产城结合体，还是仅有几平方公里的小型工业园区或功能区，都是产业集聚、能源消费和经济活力最直接的载体。2024 年 12 月，中央经济工作会议首次提到零碳园区概念。2025 年 7 月国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局印发《关于开展零碳园区建设的通知》，启动国家级零碳园区建设申报工作，标志着我国零碳园区建设驶入“快车道”。零碳园区还将成为“十五五”时期加快经济社会发展全面绿色转型的重要任务之一；国家初步确定力争建成 100 个左右国家级零碳园区的目标，将为绿色低碳产业带来巨大发展空间。

作为生产活动的重要地理单元，园区对中国“双碳”目标的实现发挥着不可替代的重要作用。从“生态园区”到零碳园区，园区始终位于中国推进低碳实践、加速实现“双碳”目标试点的最前沿。随着全球对供应链碳排放问题的日益关注，零碳工业园区正逐步成为供应链减排的战略核心。零碳园区不仅有助于实现气候目标，还孕育出广阔的商业机遇，进一步推动全球供应链脱碳以及地方与全球经济绿色转型。

我国各类园区达 15000 家之多，据估算，园区温室气体排放约占全国的 30% 以上。现有《国家级零碳园区建设指标体系（试行）》对园区的单位能耗碳排放提出了很高的要求，相当于在目前平均水平基础上降低 90%。据初步估算，即使全国园区碳排放强度在现有基础上下降 50%，也可实现约 19.5 亿吨 CO₂ 减排量，相当于全国 CO₂ 总排放量的 1/5~1/6，将对我国双碳目标产生巨大贡献。

建设零碳园区需要全面、系统的解决方案，不仅涉及绿色能源与电力供应、建筑、交通以及工业等多个系统之间的协调联动，还需同步推进关键支撑机制的建设，例如绿色与转型金融、循环经济，以及有效的碳排放与碳资产管理体系。最终目标是引导经济增长走上一条既能实现碳中和，又具备长期可持续性的高质量发展道路。

中国在零碳园区建设方面已打造出一批示范项目。这些园区成为大规模绿色电力消纳的核心平台，也是推动电力系统深度转型的重要催化剂。同时，智能技术与数字基础设施的广泛应用，显著提升了园区的运营效率，降低了碳排放，并构建了更加灵活、响应迅速的能源系统，取得了显著成效。零碳园区转型还为大规模更新和改造现有设施带来了宝贵的机遇，引导企业以高端、智能和绿色设备替换落后产能设备。如果能够进一步扩大低碳资产的投资规模，将会向全国工业园区发出强有力的积极信号，推动加快迈向绿色低碳发展路径。

中国也在持续为区域和全球的能源转型做出贡献。2023 年统计数据显示，中国企业已在亚洲和非洲合作开发了 70 多个海外园区，这些园区有望实现高质量与低碳的经济增长。近年来园区正逐步从传统的单一制造业中心转型为以创新驱动、以研发为导向的新型发展平台，其发展模式也越发重视本地需求和可持续性。可以说，海外园区是中国企业“走出去”的重要平台，也是联系当地绿色产业与低碳技术、开展新兴产业投资与贸易的重要载体。绿色低碳园区已经成为我国与世界开展区域绿色合作不可或缺的一部分。

在这样的背景下，本报告以园区的低碳发展为主题研究问题，探讨了我国零碳园区新要求下，园区在推动实现“双碳”目标过程中所发挥的技术示范、管理实践和制度创新作用。报告还提出了零碳园区建设应遵循的系统化、差异化模式，分析了推动零碳园区落地的关键难点和机遇，包括能源综合解决方案、物质流碳管理、投融资与商业模式、可追溯和可认证的碳排放管理等重要方面。最后报告认为通过形成可复制、可推广的零碳园区建设模式、加强区域合作，可为区域经济高质量发展和低碳转型提供有力支撑，助力经济发展与气候效益的本地化。

一、园区是零碳发展的重要引擎

园区作为国民生产、生活的重要载体，提供了大量的能源生产活动和基础服务设施，同时也成为碳排放的重要源头。我国各类园区达 15000 家之多，对全国的经济贡献达 30% 以上¹，其中列入《中国开发区审核公告目录》（2018 年版）的国家级和省级园区有 2543 家，这些园区的工业产值占全国工业产值的比例超过 50%。² 同时各类工业园区也是全国能源消耗及碳排放大户，据相关研究对 2015 年园区的测算分析，工业园区温室气体排放约占全国的 30% 以上。³ 参考国家发展和改革委员会、工信部、国家能源局 2025 年 7 月联合发布的《国家级零碳园区建设指标体系（试行）》，若园区碳排放强度在现有基础上平均下降 50%，则可实现约 19.5 亿吨 CO₂ 减排量⁴；全国园区能最终达到零碳园区指标，单位能耗碳排放达到 0.2-0.3 吨每吨标煤，则可实现约 33-35 亿吨 CO₂ 减排量，将是对我国双碳目标的巨大贡献。

园区作为零碳发展的单元，在运营主体清晰、管理结构完善的前提下，具备开展协同减排的优势。园区通常物理边界清晰，其内部与外部的碳排放流动易于建模和分析。外部碳排放可通过标准化方法进行对接，而内部碳排放可精细化监测，为碳核算和减排策略制定提供可靠依据。其次，在由统一主体运营管理的园区，可以减少能源子系统行业的壁垒。园区作为一个整体运营单位，能够整合内部能源子系统（如电力、供热、交通等），减少行业间的信息壁垒。第三，园区产业用能集中，为可再生能源的高比例消纳提供了较大空间。园区内多样化的产业类型和用能特征，使其具备较强的负荷调节与储能潜力，可通过优化能源结构、灵活调度和多能互补，实现可再生能源高效利用。

建设低碳、零碳园区⁵有利于促进能源系统的低碳转型和产业的区域绿色协调发展，探索绿色技术集成创新示范、电力体制改革等能源转型急需的突破领域。首先，零碳园区有利于能源系统低碳转型，尤其是促进可再生能源消纳。2020-2024 年，我国可再生能源装机比例提高了 16 个百分点，但可再生能源消费比例只提高了不到 3 个百分点，进一步提升可再生能源消纳已成为构建新型电力系统的重点。近年来，我国新能源装机扩张速度远超特高压和调节电源建设速度，导致“三北”地区弃风弃光问题凸显。例如，从 2023 年到 2025 年 3 月，甘肃区域弃光率从 5% 上升至 12.4%，河北区域弃风率从 5.7% 上升至 13%。⁶ 依托零碳园区实现高比例可再生能源就近就地消纳，通过“源网荷储”一体化模式，将分布式光伏、风电与储能、负荷管理有机结合形成自循环能源系统，是化解外送通道瓶颈制约、提高可再生能源消费占比、加快能源绿色低碳转型最切实可行的现实方案之一。⁵

同时，零碳园区还能推动构建绿色供应链、促进绿色产品生产。零碳园区是绿电直供最理想的试验田，能有效促进对绿电消费的认定，推动消耗绿色能源、应用绿色技术、制造绿色产品的“以绿制绿”模式的推广。在当前全球逐步建立产品碳足迹评价体系，而一些国家与地区甚至提出与贸易相关联的强制要求、跨国公司将产品碳足迹纳入可持续供应链管理的背景下，零碳园区采用可溯源能源供应系统和全流程碳足迹管理体系，可以帮助企业掌握各环节能源资源消耗和原材料碳排放水平，有针对性地提高生产工艺和技术装备绿色化水平，从而大幅降低产品碳足迹，更好地主动应对可能的强制性要求并赢得长远经济性与竞争力。

零碳园区还是推动区域经济高质量发展、引导产业降碳升级的重要平台。一方面，钢铁、建材、有色、石化化工等传统行业需要稳步实现碳排放下降，园区是探索以绿色能源为主体的低碳生产方式、创造低碳产业集群⁶的重要载体。另一方面，以锂电池、光伏、电动汽车、算力中心、数据中心等为代表的新兴产业已成为包括中国在内的很多国家的新经济增长点。零碳园区带来的产业升级、产业链协同与数字化赋能，能引领新兴产业高起点绿色发展。

i 本估算基于郭杨等《中国工业园区低碳发展路径研究》（2021）中测算的工业园区碳排放占全国比例值（31%）。由于缺少近期反映全口径园区排放总量的数据，本估算假设目前园区总排放比例仍接近该值。这一研究基于 2015 年 213 家国家级经开区数据分析测算，可大致看作全口径园区碳排放在全国碳排放中的占比。

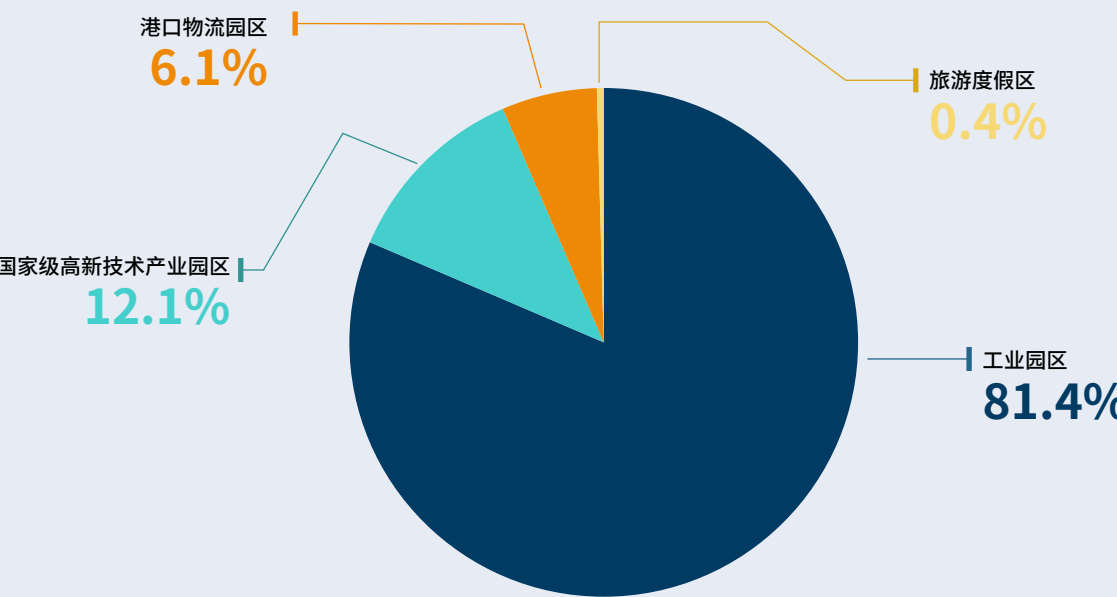
ii 零碳园区，是指通过规划、设计、技术、管理等方式，使园区内生产生活活动产生的二氧化碳排放降至“近零”水平，并具备进一步达到“净零”条件的园区。

专栏：我国经济技术开发区现状

截至 2023 年，我国共有 229 家国家级经济技术开发区，178 家国家级高新技术产业开发区和逾 2500 家省级开发区。2023 年，全国 229 家国家级经开区实现进出口总额 10.2 万亿元，占全国进出口总额比重为 25%。国家级经开区拥有国家级孵化器和众创空间 707 家，省级及以上研发机构 1.5 万家，高新技术企业 7.3 万家。2022 年，178 家国家级高新技术产业开发区创造了全国 14.3% 的 GDP，贡献了全国 13.6% 的税收，聚集了近 80% 的全国重点实验室、70% 的国家制造业创新中心、78% 的国家技术创新中心。

我国现有开发区中，以工业园区为主，共 2071 个，占比超过 80%，在园区体系中居于绝对主导地位。其次为国家级高新技术产业园区，共 307 个，占比约 12%。港口物流园区数量为 154 个，约占 6%。

图表 1 我国开发区中各类园区类型统计情况



来源：落基山研究所基于中国国家发展和改革委员会数据整理

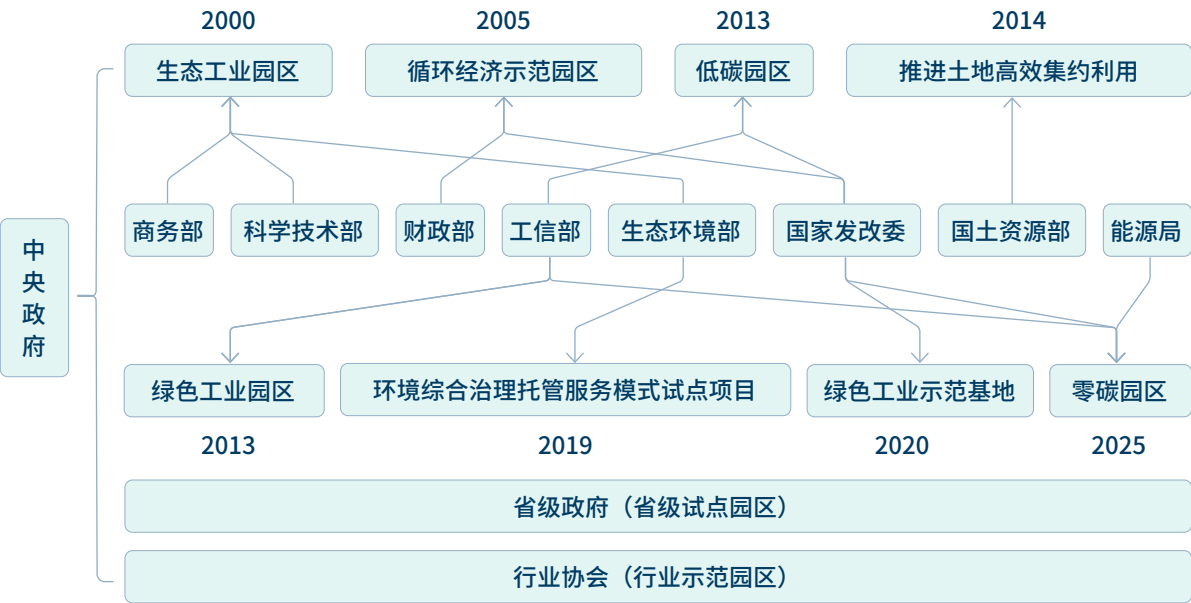
二、我国园区迈向零碳发展阶段

2.1 园区政策由绿色低碳向零碳演变

园区是我国一直以来推动环境治理、生态建设、低碳行动的一个地理单位。我国最早于 2007 年启动生态示范园区计划，自 2010 年起推动低碳和近零碳园区建设，2024 年至今进入零碳园区深化阶段。园区层面的减碳工作经历从生态园区到零碳目标的系统性演进：

- **生态化探索阶段（2007–2010年）**：我国于2007年启动生态示范园区计划，逐步推进生态文明建设；2010年，生态园区建设进一步升级，将低碳经济正式纳入生态工业示范园区建设内容，强调循环经济与环保，以园区资源节约和环境保护为核心。
- **低碳化试点阶段（2010–2024年）**：自2010年起，国家发改委开展了三批低碳省区和低碳城市试点工作，园区是低碳城市建设中的创新加分项。国家发改委、工信部于2013年联合启动国家级低碳工业园区试点，聚焦典型工业园区的低碳转型，推广可再生能源应用、技术改造和低碳管理体系，推动产业绿色发展。2016年，“十三五”规划首次提出“近零碳排放区示范工程”，并在《“十三五”控制温室气体排放工作方案》中提出到2050年建设50个近零碳排放区示范工程项目。
- **零碳目标深化阶段（2024年至今）**：2024年，中央经济工作会议首次提出“建立一批零碳园区”。2025年3月，政府工作报告提出扎实开展国家碳达峰第二批试点，建立一批零碳园区、零碳工厂。2025年7月，国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局印发《关于开展零碳园区建设的通知》，启动国家级零碳园区建设申报工作，发布国家级零碳园区建设指标体系，并提出统筹利用现有资金渠道支持零碳园区建设。2025年10月，中共中央印发《关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》，将“建设零碳工厂和园区”列为积极稳妥推进和实现碳达峰的重要工作之一。

图表 2 我国园区绿色低碳发展政策的演进



来源：落基山研究所根据公开资料整理绘制

零碳园区相比于生态、低碳园区，在制度设计上有两点新要求：

- 1. 明确的零碳园区评估指标：**零碳园区核心评价指标被分为两类，年综合能源消费量在20万吨至100万吨标准煤区间的，单位能耗碳排放需小于等于0.2吨/吨标准煤；年综合能源消费量大于等于100万吨标准煤的，单位能耗碳排放需小于等于0.3吨/吨标准煤。据测算，当前全国园区单位能耗碳排放大致在2.1吨/吨标准煤左右。因此，零碳园区单位能耗碳排放较全国平均水平下降90%左右，体现了“近零排放”关键指标的高标准、严要求。同时，引导指标对清洁能源消费占比、园区企业产出产品单位能耗、工业固体废弃物综合利用率、余热/余冷/余压综合利用率均提出了要求。
- 2. 系统性建设零碳园区的策略：**零碳园区特别强调在建设采取多系统解决方案的重要性。传统绿色园区、低碳园区的侧重点集中在绿电、污染治理等单方面，而零碳园区的建设具有全面性、系统性、复杂性的特点，单一方案难以完成，必须采取系统性解决方案。实施零碳园区需要囊括能源供给侧、使用侧、管理侧、非能源措施的配套（如基础设施、产业结构、循环经济）等方面，采用用能结构转型、节能降碳、园区产业结构优化、资源节约集约、基础设施改进、先进适用技术应用、能碳管理能力提升以及机制模式创新等措施，才可能实现“零碳”目标。

专栏：现有政策下零碳园区的主要指标和核算边界

2025年7月国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局发布的《关于开展零碳园区建设的通知》（以下简称“《通知》”）中提出了零碳园区评估的一个核心指标和五个引导指标。通过将各指标数值与以往政策指标进行对比可以发现，单位能耗碳排放和清洁能源消费占比的要求明显高于我国以往政策要求。可以认为，我国目前零碳园区考察的重心在于用能结构和产业结构的低碳转型。

图表 3 零碳园区各类指标评估比较

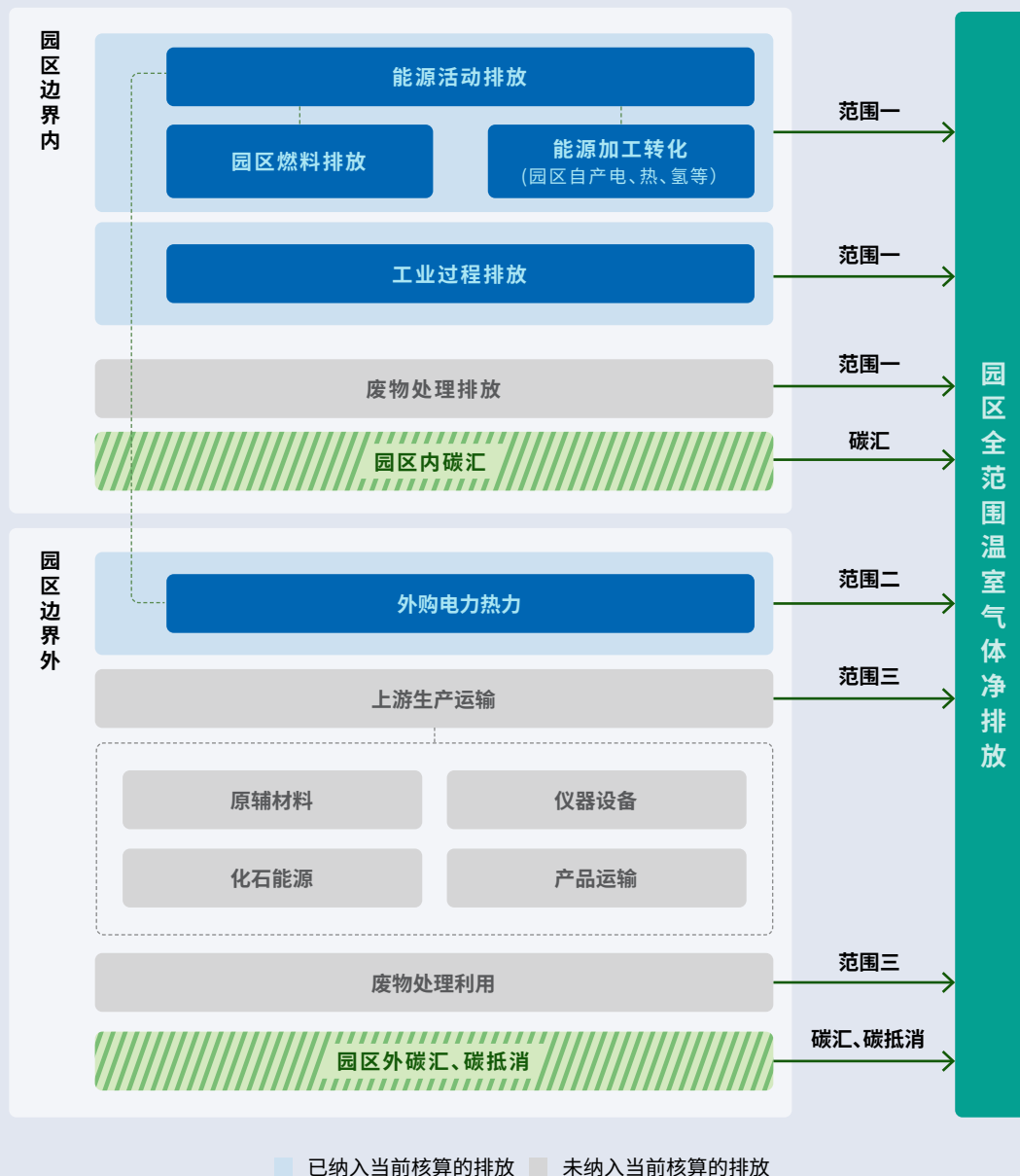
类型	指标名称	目标要求	指标评价	指标比较
核心指标	单位能耗碳排放	≤ 0.2 吨 / 吨标准煤 (年综合能源消费量 20-100 万吨标准煤 的园区)	该指标数值约为 全国平均能耗水 平的 10%	当前全国园区单位能耗碳排 放大致在 2.1 吨 / 吨标准煤 左右, 该指标标准较全国平 均水平下降 90% 左右。
		≤ 0.3 吨 / 吨标准煤 (年综合能源消 费量 ≥ 100 万吨标 准煤的园区)		

类型	指标名称	目标要求	指标评价	指标比较
引导指标	清洁能源消费占比	$\geq 90\%$	清洁能源占比要求远高于此前相关政策,且要求园区绿电直供比例不低于 50%	《“十四五”可再生能源发展规划》中提出全国能源发展目标为在 2030 年非化石能源消费占比达到 25% 左右。 碳达峰试点城市已发布目标,长治高新技术产业开发区 2030 年园区清洁能源使用率 50%;大连到 2030 年清洁能源使用率 60%;鄂尔多斯到 2030 年大中型矿山清洁能源发电占比 50%。 有领先园区案例已实现 90% 清洁能源消费占比。
	园区企业产出产品单位能耗	达到或优于二级能耗限额标准	约为行业前 20% 水平	《单位产品能源消耗限额编制通则》规定,应以代表本行业前 20% 左右国内能效先进水平为取值原则,并具有一定的技术前瞻性,取能源消耗等级的 2 级水平。
	工业固体废弃物综合利用率	$\geq 80\%$	与当前政策要求相当,高于行业指标要求	《关于加快推动制造业绿色发展的指导意见》中提出到 2030 年,大宗工业固废综合利用率达到 62%。 《深圳市近零碳排放区试点建设实施方案》中近零碳排放园区工业固体废弃物综合利用率指标为 92%。
	余热 / 余冷 / 余压综合利用率	$\geq 50\%$	与当前政策要求相当	《生态工业园区标准(征求意见稿)》中余热综合利用率指标要求 $\geq 60\%$ 。
	工业用水重复利用率	$\geq 80\%$	与目前政策要求相当	《工业废水循环利用实施方案》提出,到 2025 年力争规模以上工业用水重复利用率达到 94% 左右。 我国规模以上工业用水重复利用率从 2015 年的 89% 提高至 2021 年的 92.9%。

来源:落基山研究所根据相关政策文件整理分析

同时,《通知》附带了《零碳园区碳排放核算方法(试行)》,作为园区核算自身碳排放的指导性文件。《方法》指出,园区碳排放的核算边界为一个自然年内园区内能源活动和工业生产过程产生的直接或间接碳排放之和,且仅包括二氧化碳排放,不包括其他温室气体。此计算方法涵盖了产业类园区最主要的排放源,即园区范围一与范围二的主要排放,但并未包含范围三排放,也未考虑园区内外可能的碳汇或碳抵消对园区净排放量的影响(图表4)。

图表4 零碳园区温室气体核算范围



来源: 落基山研究所根据公开资料整理绘制

2.2 零碳园区标准体系与项目实践正在加速

我国零碳园区标准体系已形成初步框架，并在加速完善中。截至 2025 年 8 月，全国已有 4 个关于零碳园区的地方标准和近 30 个团体标准陆续发布，国家层面标准也在加速推进。在建设标准方面，由中国标准化研究院等单位牵头编制的国家标准《零碳产业园区建设导则》正在研制，将是首个国家层面的零碳园区标准。在评价标准方面，多个团体标准发布，例如，2025 年 3 月，中国节能协会正式发布《零碳园区评价技术规范》（T/CECA-G 0344-2025）团体标准，为园区零碳建设与评估提供了科学、可操作的依据。中国投资协会于 2023 年发布《零碳园区评价标准》，由多家专业机构联合编制，进一步丰富了标准体系内容。

在国家零碳园区战略的引领下，各省和地方积极探索零碳园区建设，形成了一系列地方层面的建设方案、指南和规范。东部沿海地区注重产业协同，如山东省采取限额试点模式，建立了全国首个完整的近零碳园区评价体系；福建省推动产业循环与城市协同发展，打造“核能驱动+零碳智慧”系统示范；江苏省发布详尽建设指南，并在无锡市启动覆盖零碳工厂、虚拟电厂等内容的三年行动方案。西北、西南地区突出可再生能源利用，如内蒙古发布国内首套零碳园区建设标准，云南省提出依托水电和光伏资源建立绿色能源体系。

图表 5 部分地方层面零碳园区政策

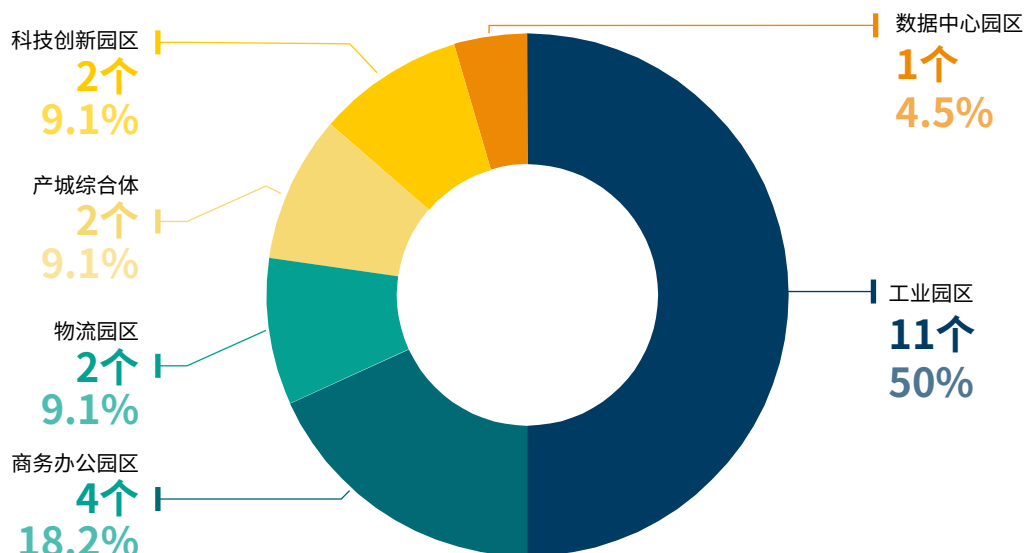
省份/自治区	主要政策文件与行动方案	关键措施
山东省	《山东省零碳园区建设方案》 《山东省近零碳示范创建评价指标体系（试行）》	- 遴选约 15 家园区作为试点 - 全国首个建立起完整近零碳园区评价体系的省份
福建省	《关于推动制造业绿色低碳发展的若干措施》 《东侨经济技术开发区零碳园区创建实施方案》	- 支持绿色园区开展低零碳升级改造 - 探索城市、园区和企业减污降碳协同机制
江苏省	《江苏省（近）零碳产业园建设指南》 《无锡市零碳园区建设三年行动方案（2025-2027年）》	- 省级建设指南提供了全流程的操作指导 - 无锡重点推进零碳工厂建设、源网荷储一体化项目、虚拟电厂发展以及零碳服务机构培育
湖北省	《湖北省近零碳排放区示范工程实施方案》	- 要求试点具备碳排放统计核算和低碳技术研发基础 - 重点在武汉、宜昌推动园区低碳化改造
广西壮族自治区	《广西生态环境保护“十四五”规划》	- 加强传统行业节能降碳技术改造，建立一批零碳园区 - 健全“双碳”标准计量与认证体系
内蒙古自治区	《零碳产业园区建设规范》	- 发布国内首套零碳园区建设规范 - 重点发展鄂尔多斯零碳产业园
云南省	《云南省推动零碳园区建设工作方案》	- 首批 5 个零碳园区已启动建设 - 重点推动西双版纳碳中和示范区，依托本地丰富的水电和光伏资源构建绿色能源体系
四川省	《四川省零碳工业园区试点建设工作方案》	- 到 2027 年打造一批零碳工业园区 - 强调零碳路径探索、应用场景打造、统计核算方法，以及融资模式创新与先进技术应用

来源：落基山研究所根据相关政策文件整理分析

目前，我国现有声称计划或建成为“零碳”的园区项目主要集中于工业园区类型，尤以风电、光伏、电池等新能源设备制造业为主要产业的园区，地域上主要分布在东部沿海和西北风光资源丰富的省份。这类园区多布局在东南沿海以及西北部风光资源富集地区，形成两类典型路径：东南沿海地区的出口型制造业正面临来自欧盟 CBAM、电池法案等关于产品绿电使用和碳足迹的严格要求，客观上强化了园区加快绿色转型的紧迫性；西北地区通过零碳园区建设推动绿电就地消纳与产业协同发展，希望实现从可再生资源优势向制造业升级的有效转化。

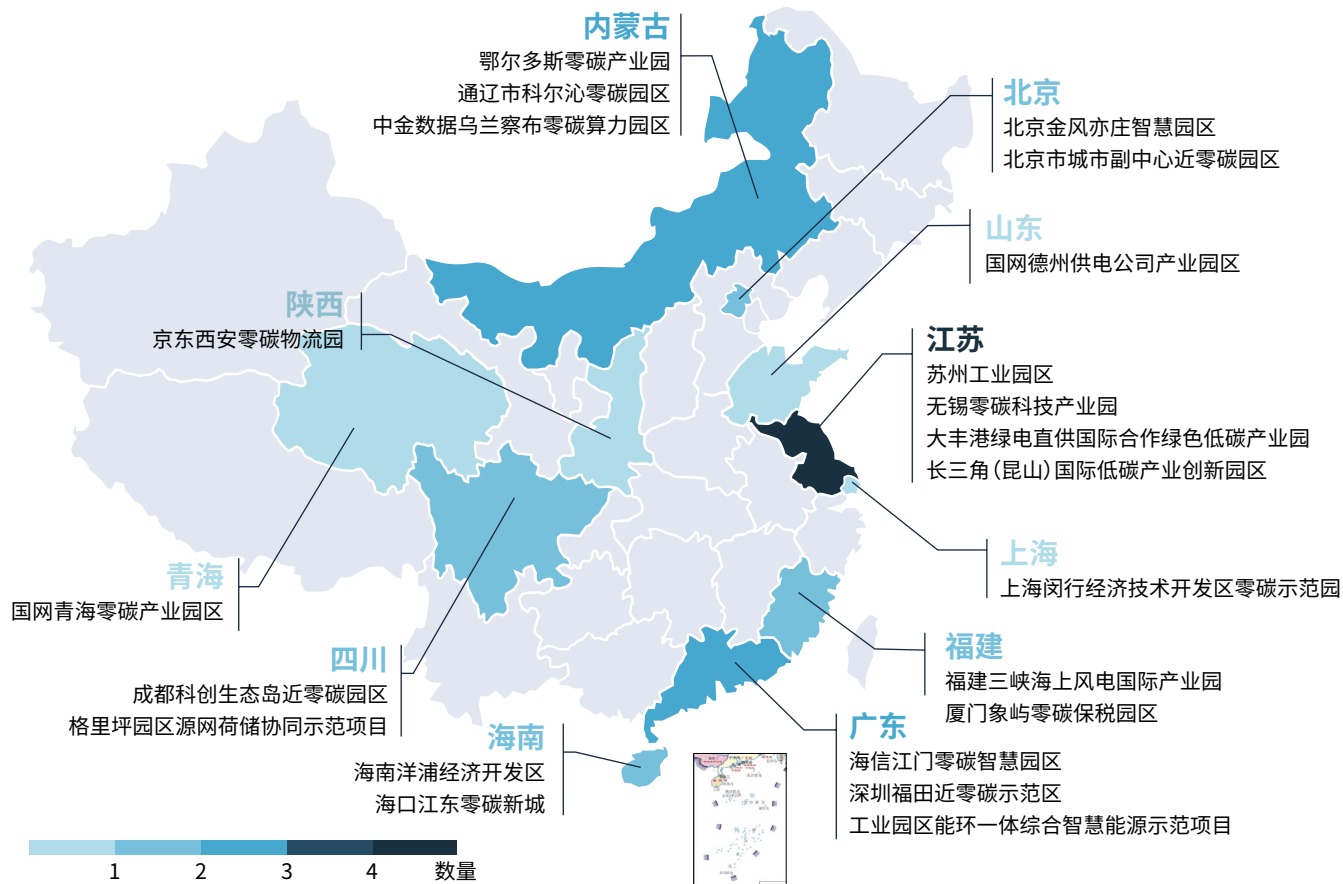
图表 6 我国现有声明为“零碳”的园区项目类型的初步统计

■ 工业园区 ■ 商务办公园区 ■ 物流园区 ■ 产城综合体 ■ 科技创新园区 ■ 数据中心园区



注：本图统计数据基于图表 8 收集整理的园区情况统计，园区分类按照落基山研究所《零碳园区综合解决方案》报告进行分类。

图表 7 我国部分“零碳”园区项目



来源：落基山研究所根据公开信息整理分析

图表 8 我国部分“零碳”园区项目情况

园区项目名称	地点	类型	时间	主要产业、特色
苏州工业园区	江苏 苏州	工业园区	2017年起转型探索	入选国家首批碳达峰试点园区，建立“碳效码”，探索零碳工厂
福建三峡海上风电国际产业园	福建 江阴	工业园区	2021年5月认证	海上风电装备制造，100%绿电供能，获北京绿交所碳中和证书
上海闵行经济技术开发区零碳示范园区	上海 闵行	工业园区	2021年创建	以先进装备制造业、生物医药和新材料为主导产业，能源电气化率达80%，目标2030年碳中和
国网青海零碳产业园区	青海	工业园区	2021年启动	以绿锂、绿硅、绿氢为主导产业，计划100%清洁能源供能，建成110千伏绿电示范项目
大丰港绿电直供国际合作绿色低碳产业园	江苏 盐城	工业园区	2022年示范启动	绿电直供可溯源，企业可通过园区“能碳智慧管理平台”申报碳排放认证
海南洋浦经济开发区	海南 洋浦	工业园区	2022年提出转型	石化产业零碳重塑，推动绿氢+零碳港口
鄂尔多斯零碳产业园	内蒙古 鄂尔多斯	工业园区	2022年一期投产	新能源装备制造园区，自建风光储+绿电交易，目标年减碳1亿吨
格林美武汉动力再生零碳示范园区	湖北 武汉	工业园区	2022年实现碳中和	光伏发电、工业生产减碳、资源循环利用、绿地碳汇开发、低碳生活，通过“SGS”碳中和认证
工业园区能环一体综合智慧能源示范项目	广东 佛山	工业园区	2023年建设中	光伏地消75%+能效升级，年减碳2750吨
格里坪园区源网荷储协同示范项目	四川 攀枝花	工业园区	2023年示范启动	55MW光伏+钒液流储能+智慧能源平台，年减排4万吨
海信江门零碳智慧园区	广东 江门	工业园区	2023年投运	光伏覆盖+绿氢物流，年减碳超7300吨
通辽科尔沁零碳园区	内蒙古 通辽	工业园区	2024年启动	风光绿氢绿氨全链条，绿电消纳率≥50%
北京金风亦庄智慧园区	北京	商务办公园区	2020年碳中和	风光储+CCER抵消，国内首张碳中和认证智慧园区
成都科创生态岛近零碳园区	四川 成都	商务办公园区	2021年启动	集中地源热泵+智能碳管控，年减碳约5000吨
深圳福田近零碳示范区	广东 深圳	商务办公园区	2022年建设	机关100%绿电+V2G零碳车队，中心城区近零碳示范
国网德州供电公司产业园区	山东 德州	商务办公园区	2021年实现碳中和	光伏全覆盖+空气源热泵+CCER抵消，企业型零碳示范
京东西安零碳物流园	陕西 西安	物流园区	2019年投运，2022年认证	分布式光伏+碳抵消
厦门象屿保税园区	福建 厦门	物流园区	2020年升级	光储+设备电动化
北京城市副中心近零碳园区	北京 通州	产城综合体	2020年启动	超低能耗+污水源热泵+100%绿电，年减排约2万吨
海口江东零碳新城	海南 海口	产城综合体	2023年交易首单碳汇	多能互补+蓝碳交易，新城级零碳示范

园区项目名称	地点	类型	时间	主要产业、特色
无锡零碳科技产业园	江苏 无锡	科技创新园区	2021年启动	光伏全覆盖+光储充,产学研一体低碳科技园
长三角(昆山)国际低碳产业创新园区(碳12坊)	江苏 昆山	科技创新园区	2023年建设中	热驱光储+绿电监管,年减碳1050吨
中金数据乌兰察布零碳算力园区	内蒙古 乌兰察布	数据中心园区	2023年开工	“零碳”数据中心,源网荷储一体化,绿电自给率>40%

来源：落基山研究所根据相关信息整理分析

注：园区分类按照落基山研究所《零碳园区综合解决方案》报告进行分类。图表6、图表7、图表8中的“零碳”园区为公开信息中披露为“零碳”，或计划建设为零碳，但 RMI 并未进行第三方核证其为零碳园区，也不代表该园区完成了国家零碳园区项目的审批。本表分析的目的是展示目前各地已有的计划建设为零碳园区的实践情况。

2.3 零碳园区建设策略：多系统结合、分类别施策

实现零碳园区不仅依赖于单一技术的突破，更需要能源系统、产业结构、基础设施、资源利用等多系统协同。结合当前政策导向与典型实践，可将零碳园区的实施路径归纳为三大策略。

1、绿色能源体系重构

能源结构的低碳化是实现零碳园区的基础。园区应加快用能结构转型，因地制宜发展自发自用、绿电直连、新能源就近接入增量配电网等绿色电力直接供应模式，同时推动园区企业积极参与绿证交易与绿色电力交易，建立园区层面的清洁电力消费机制，提升绿色电力消费占比；在热力供应方面，可采用生物质锅炉和电热泵提供零碳热力，替代传统燃气供热；此外，还可利用绿电制取绿氢，并将其应用于工业生产和交通运输，实现终端能源的深度脱碳。在基础设施方面，应加强绿色基础设施建设，系统推进电力、热力、氢能、供排水、污水处理等各类基础设施的绿色升级改造，强化多能协同、集中供能、智能调配等能力。同时，加快建筑和交通领域的绿色化改造，推广绿色建筑、低碳交通等应用场景。

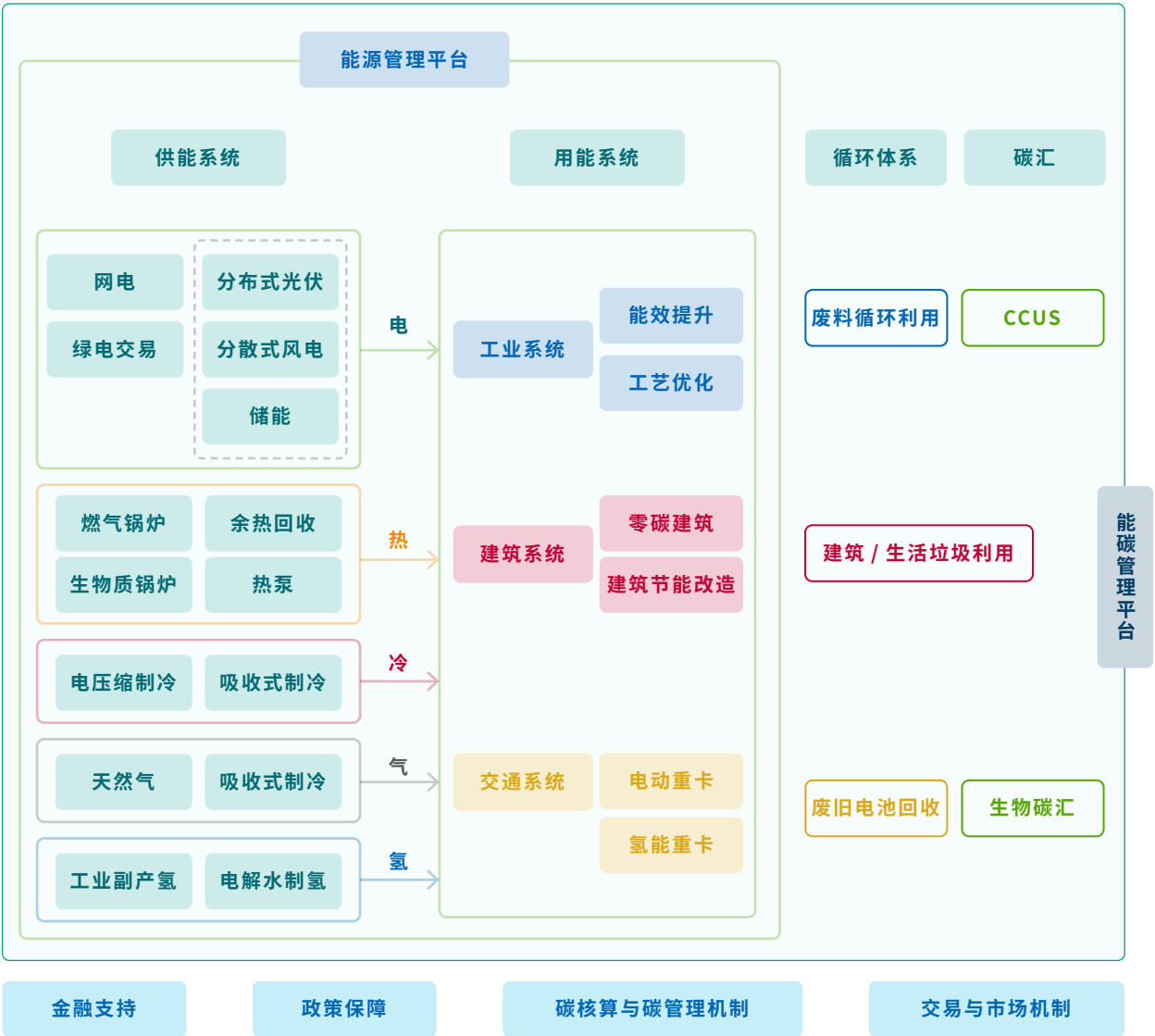
2、产业结构升级与技术创新应用

产业结构通常决定了园区的碳排放总量与强度。园区应引导传统高耗能产业向低碳、智能、高附加值方向转型，推动新一代信息技术、高端装备、新材料等绿色产业落地园区。同时，对于高能耗产业，则鼓励其通过技术改造和工艺升级，降低能耗强度。资源集约利用亦是支撑园区低碳运行的关键。应加强先进适用技术的推广应用，鼓励氢能、储能、碳捕集等新技术落地示范。同时，探索绿色技术研发与产业融合机制，推动科研机构与园区企业共建联合创新平台，打通技术孵化—转化—应用全链条，释放技术降碳潜力。

3、碳管理能力提升与商业模式创新

实现园区零碳化，还需建立精细化、智能化的覆盖主要用能企业的碳排放管理系统，实现能耗和碳排放的实时监测、负荷预测与智能调度，实现园区能源系统的动态优化与碳排放精细化管理，提高碳排放的可追溯性，为碳核算、源网荷储协调、电力需求侧响应、多能互补和资源循环利用提供系统支撑。同时，园区在政府、发电企业、电网企业及综合能源服务商等多方协同下，探索高比例可再生能源供给消纳路径，并通过虚拟电厂、负荷聚合等形式参与电力市场，提高能源资源配置效率和系统灵活性，推动形成可复制、可推广的低碳运营模式。

图表 9 零碳园区降碳体系



来源：落基山研究所

专栏：鄂尔多斯产业园向零碳发展的实践经验

2022 年，远景鄂尔多斯零碳产业园一期项目建成投产。园区以“新型电力系统”“绿色新工业集群”和“零碳数字操作系统”三大创新支柱为特色，预计到 2025 年将助力当地实现 3000 亿元绿色新工业产值，创造 10 万个绿色高科技岗位，并推动当地每年减排二氧化碳 1 亿吨。⁶

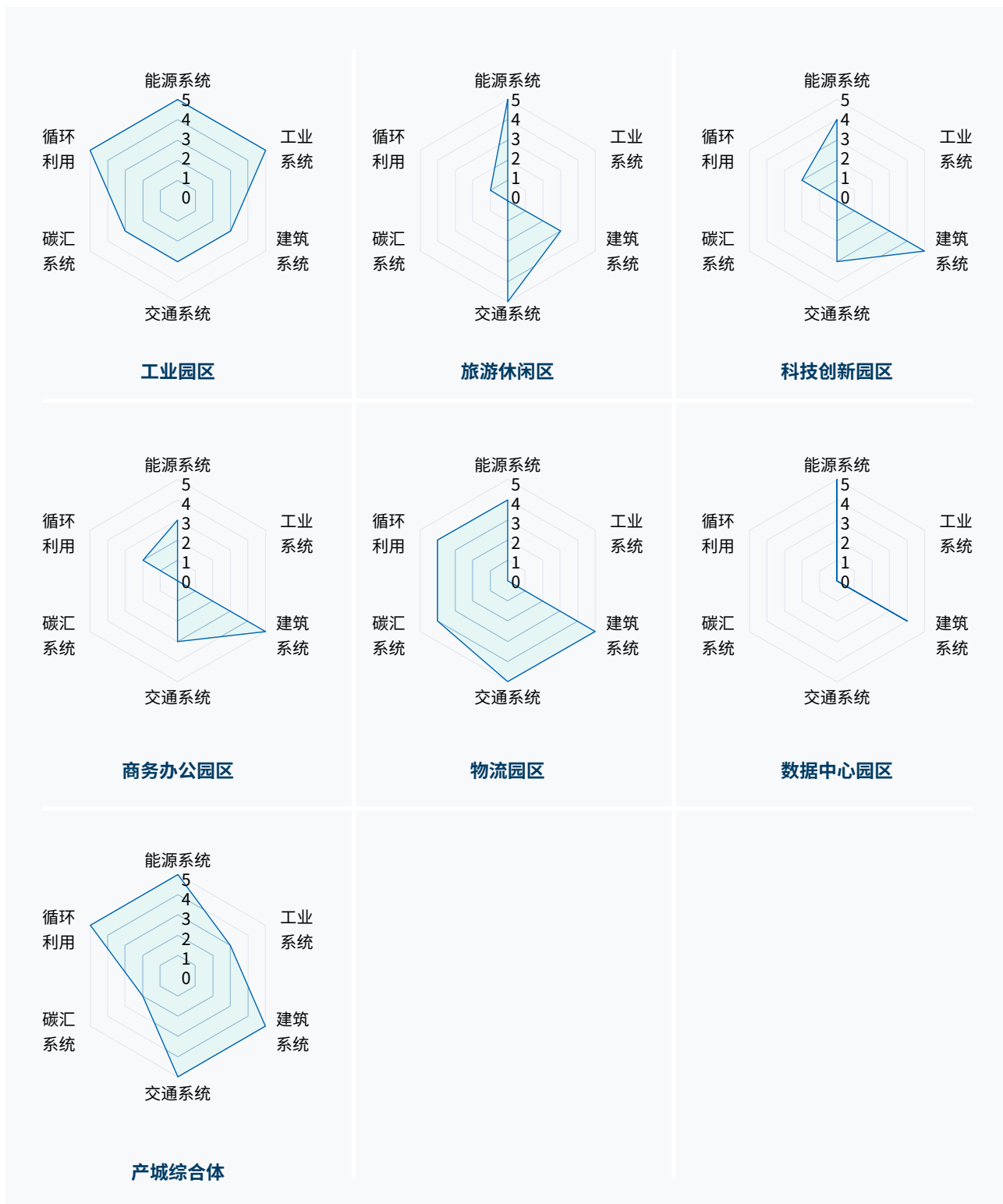
依托鄂尔多斯丰富的风光资源，园区配套建设了 38.5 万千瓦风光储一体化项目，实现新能源就地转化，园内企业绿电使用比例接近 70%。近年来，园区不断引进新能源产业链上下游企业，逐步形成涵盖风能、光伏、光热、氢能、储能、新能源重卡等为一体的“风光氢储车”全产业链，推动零碳工业体系加速落地。同时，园区还规划建设以光热为核心支撑的零碳功能体系，为园区提供绿色热能。

绿色发展不仅体现在能源端的清洁转型，更贯穿于生产过程的节能减排。园区建成的工业污水处理厂及水资源再生利用项目，使废水循环利用率达 95%，剩余废水最终转化为绿色产业所需产品，实现废水“零排放”。在绿色产品认证方面，园区于 2024 年 8 月成立了净零工业环境服务（内蒙古）公司，为入驻企业开展产品碳足迹管理与绿色低碳产品认证服务。⁷

在数智化方面，园区通过智能物联操作系统，将大数据、云计算、人工智能、物联网、区块链等先进数字化技术与风机、光伏、储能设备深度融合，构建清洁、稳定、高效的新型电力系统。依托零碳数字操作系统，园区能够精准测算产品全生命周期碳足迹，并赋予产品可追溯溯源、符合国际标准且经权威机构认证的“零碳绿码”，帮助企业突破碳关税壁垒。⁸与此同时，园区还与中国标准化研究院合作，联合制定国家标准《零碳产业园建设导则》，为行业发展提供示范性标准支撑。

零碳园区的实现路径应根据园区类型采取差异化策略。园区按主体功能可分为七类：工业园区、物流园区、科技园区、商务办公园区、旅游休闲区、数据中心园区以及产城综合体。不同类型、气候区、资源禀赋地区的园区在碳排放结构与减排潜力上呈现出明显差异，其减碳路径也应侧重不同系统。

图表 10 主要园区类型的减碳策略



来源: 落基山研究所

注: 本图按各个园区类型, 将建设零碳园区的策略分为能源系统、工业系统、建筑系统、交通系统、碳汇系统、循环利用 6 个系统维度, 对每个系统对该类型园区的减碳重要性打分, 评估不同类型园区开展零碳建设的主要系统和策略异同。

- **工业园区**用能主要集中在工业过程、交通运输、园区用热等方面，用能强度相对较高、碳排放集中。此类园区的减碳重点在于能源系统低碳化、工业系统优化、绿色工业耦合和循环利用系统。以重工业为主的园区应优先工业流程转变（如采用氢冶金等钢铁生产方式）和绿色能源应用，尤其是以绿氢、生物质、高温余热为代表的高温热源清洁化替代解决方案。以制造业为主的工业园区应优先使用绿电直供、分布式光伏、储能、工业热泵等技术，推动电力和中高温热源的低碳化。其次，在工业园区内应广泛开展极致能效提升，降低单位产值碳排放强度。最后，充分挖掘废热、废水、废气、工业废料等资源化潜力，构建工业循环经济。
- **物流园区**的零碳化主要包括仓储设施、场站内货物转运车辆的零碳化。其减碳策略应侧重园区内建筑用能电气化、转运车辆电气化以及用电的零碳化，还应注重货物运输的优化以及货运车辆新能源化的支撑，包括充电和加氢基础设施的配置，公转铁、公转水等多式联运综合调度系统的建立和基础设施的搭建等。
- **科技园区与商务办公园区**的碳排放相对集中于建筑能耗，其降碳重点是建筑系统降碳。通过推进超低能耗建筑、零碳建筑标准体系应用，部署智能照明、节能空调系统、楼宇自动化控制等手段，全面提升建筑运行能效。引入可再生能源供电，发挥建筑储能潜力，建造“光储直柔”一体化电网交互式建筑。
- **旅游类园区**的减碳路径聚焦于建筑系统与交通系统减碳，以及生态碳汇资源的开发。景区住宿、接待、展馆等建筑减碳的同时，应优化游客出行方式，发展电动观光车、共享交通工具和轨道交通接驳系统。自然类景区还拥有较大的自然碳汇开发潜力，应注环境本底保护，建设基于自然的碳汇系统，增强园区的碳移除潜力。
- **数据中心园区**以电力排放为主，减碳重点在于提高电能使用效率（如采用先进液冷散热技术、AI 调控负载分配、建设高效能 PUE 系统），并加快布局风电、光伏、储能等清洁能源配套实现“源-网-荷-储”一体化的零碳供能方案。
- **产城综合体**是集产业、居住、商业、教育、医疗等城市功能为一体、实现职住平衡的综合环境大型区域综合开发模式，是园区发展的高级形态，不仅关注生产，还注重生活和生态环境的建设。其碳排放来源呈现多来源、高复合特征。其减碳路径需统筹能源系统、建筑系统、交通系统与循环利用系统多维协同：推动绿色建筑集群发展，构建低碳交通网络，发展城市低碳智慧能源系统，降低工业能耗与工业过程排放，加强再生水利用、垃圾资源化等闭环管理体系，形成城市空间与产业运行协同降碳的策略。

三、中国零碳园区建设：示范先行带动四大革新

国内零碳园区建设处于起步阶段。零碳园区建设面临四大核心问题需要破解：1) 如何破解可再生能源供需错配与系统约束，实现园区高比例可再生能源消纳和能源结构的深度低碳化；2) 如何加强园区物质流碳管理，实现高效的产业耦合和高比例的循环经济；3) 如何促进投融资与商业模式创新、推动高投入项目实现规模化复制与可持续运营；4) 如何加强碳排放数据的溯源性与透明度、利于园区对外贸易与内部低碳治理的核心要求。这四方面问题的突破不仅有利于零碳园区的落地实施，也有助于构建可复制推广的减碳实践模式。

3.1 能源系统：面向零碳发展的能源综合解决方案

零碳园区建设的首要任务在于加快园区能源结构的低碳化转型。从零碳园区最核心的评价指标（0.2-0.3 吨 CO₂/吨标准煤的单位能耗碳排放和清洁能源消费占比≥ 90%）可以看出，能源排放的大幅度下降是建设零碳园区的首要任务。实现零碳能源需要做好供能侧的深度低碳化，大力开发和消纳零碳能源，同时也要实现电、气、冷、热、氢等能源在供给、运输、使用、储存等多环节以及在工业、建筑、交通等多行业情景的多系统综合管理。

实现高比例的绿电消费是园区能源绿色化的最重要措施。根据某些园区的统计，园区电力消费在终端能源消费中占比通常超过 50%，且用电负荷集中。⁸ 园区获取绿色电力的路径可分为两类：**就近消纳与市场交易**。前者包括场内自发自用、新能源就近接入增量配电网和绿电直连三种方式，实现绿色电力的就地或直供消纳；后者依托绿电交易与绿证认购两种机制，以市场化手段实现绿色电力的获取（图表 11）。未来，应围绕园区绿色电力供给体系建设，探索更多创新的路径和模式，促进园区实现高比例可再生能源消费。

图表 11 园区绿色电力获取途径

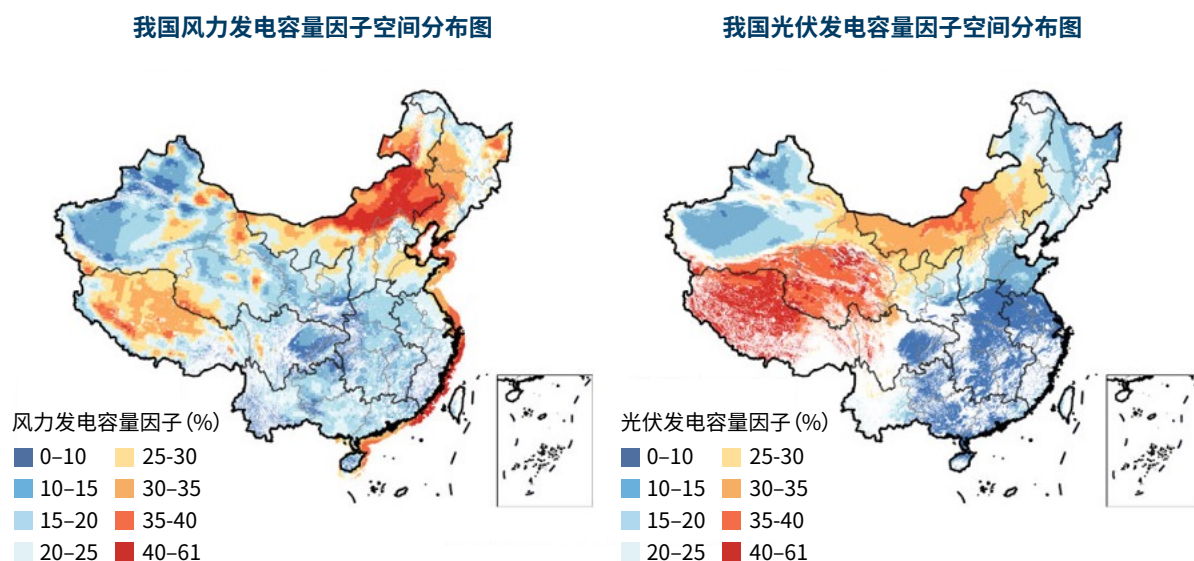
	模式	描述	优势	难点	适用园区
就近消纳	场内自发自用	用户通过安装光伏、风电自行发电自用。	减少对外部电网的依赖，降低用电成本。	受屋顶面积和发电能力限制，难以满足工业负荷。	屋顶资源丰富的物流、仓储园区。
	新能源就近接入增量配电网	新能源就近接入园区的局域电网，由增量配电网公司统一管理。	降低电价负担。	尚缺乏常态化发展机制，投资回收期长。	企业多、用电差异大、具备多种分布式能源形态的园区。
	绿电直连	新能源不直接接入公共电网，通过直连线路向单一电力用户供给绿电。	物理溯源强，适合出口导向型企业。	初期投资高，成本分担机制不完善，存在不确定性。	出口导向、尤其有面对电池法案要求企业的园区。
市场交易	绿电交易	用户通过电力市场交易平台购买新能源发电企业的绿电，同时获得相应的绿证。	满足企业从源头采购绿电的需求，便于对接外贸订单要求。	部分地区供应不足市场绿电规模有限，零碳园区对比例有上限要求。	有绿电交易意愿的企业。
	绿证认购	用户通过交易平台单独购买绿色电力证书（简称“绿证”）	市场供给充足，获取便捷。	部分贸易规则及链主企业、部分国家不认可（或仅部分认可），零碳园区对上限比例有要求。	具有绿证认购意愿的企业。

来源：落基山研究所根据相关政策文件整理分析

在零碳园区政策要求下，新能源就近消纳模式是零碳园区最应关注的绿电供给模式。但在现行政策条件下，就近消纳仍需破解三方面问题：

- **探讨优化产业布局，打造“可再生能源+园区”本地协同优势：**我国园区主要分布在中东部地区，尤其是长三角和珠三角区域。但从资源禀赋看，可再生能源主要分布在西北（风电、光伏）和东南沿海（风电）（图表 12）。在青海、内蒙古等地，风光资源极为丰富，绿电生产边际成本显著低于非富集区。例如，青海光伏项目度电成本可低至 0.28 元，比东部同类项目低出 0.3 元以上。⁹ 相比之下，东南沿海虽然拥有 27.8 亿千瓦的海上风电可开发量，但受制于跨部门审批流程复杂和建设成本高昂，实际开发利用率不足 0.9%。在此背景下，为实现绿电就近消纳，应推动新能源富集区与高载能产业的本地协同布局。电解铝、多晶硅、大数据中心等高载能产业用电稳定且对电价敏感，正好契合新能源“就地消纳、长期稳定供电”特性。例如，内蒙古阿拉善光伏直连项目直接向周边电解铝企业供电，年利用小时数从不足 1800 小时提升至 2200 小时，降低弃电率，同时为企业提供低成本绿电⁹。这种“绿电供给—产业需求”的本地化匹配模式，不仅提升了资源富集区承接高载能产业的能力，也增强了吸引产能转移的竞争力，推动新能源产业与区域经济协同发展。

图表 12 我国风电、光伏发电容量因子分布特征（剔除不可用土地面积）



来源：清华大学碳中和研究院

- **加快以储能为代表的新技术推广，提升绿电就近消纳实现自平衡的技术经济性：**在需求侧，园区建筑、交通、工业用能的电气化扩大绿电消费空间，为新能源就近消纳提供稳定负荷支撑。新能源装机规模需与园区用电规模匹配。根据要求，就近消纳项目自发自用电量占总发电量的比例不低于 60%，占总用电量的比例不低于 30%，并到 2030 年提升至不低于 35%。装机规模过大会导致设备冗余和成本攀升，装机不足又难以满足自用比例 30%。其次，就近消纳需要园区电网具有自平衡能力。风光发电具有随机性、波动性及间歇性，其与负荷曲线难以完全匹配，因此必须配套储能系统以平抑发电波动，并结合先进控制和数字化监测技术，实现“源-荷-储”的协同调度。然而，储能成本依然较高，目前电化学储能系统成本约为 400–800 元 /kWh。¹⁰ 但在政策推动和需求放量的背景下，储能产业链逐步实现规模化生产，设备成本持续下降。在技术路径上，储能技术正向多元化发展：锂离子电池储能技术占主导地位，压缩空气储能、液流电池储能为除锂离子电池储能外的主要技术路线，更多更优的储能产业规模持续扩大，造价水平稳步下降。例如，2024 年，锂离子电池储能系统和全钒液流系统中标价格较 2023 年分别下降约 44% 和 20%¹¹，为绿电就近消纳与自平衡的技术经济性奠定基础。同时，推动虚拟电厂建设，通过数字化平台聚合可调负荷，可实现更高效的电能使用，提升园区电网自平衡能力。

- **新能源就近消纳的主体认定与成本分摊机制已初步成型，尚需具体落实：**新能源就近消纳项目兼具发电与用电双重属性，其界面划分和责任界定直接关系到政策落地的可操作性。在费用分摊方面，争议焦点集中于输配电费和系统运行费的计费方式。最新出台的《关于完善价格机制促进新能源发电就近消纳的通知》对此做出明确：一方面，要求电源、负荷、储能整体接入，形成清晰的物理与责任界面，并通过分表计量实现电量数据透明化；另一方面，明确输配电费按照接网容量收取，系统运行费则暂按电量计费，未来逐步过渡至容量计费。在市场定位上，政策赋予项目“双重身份”：作为发电主体可整体进入电力市场，作为用电主体则享有与工商业用户同等的市场地位。整体来看，价格机制的完善将有助于提升绿电直连的经济性和制度确定性，加快新能源就地消纳模式的推广。但与此同时，也对项目的储能配置、灵活调节能力提出更高要求，其投资成本压力与实际运行成效仍有待进一步检验。因此，有待地方政府出台完整、细致、可操作的规则体系，明确关键细节。例如不同环节的分表计量标准、电量数据如何界定“有效消纳”、参与电力现货市场和辅助服务市场的具体流程等，这将是政策落地和模式推广的关键保障。

除电力外，供热领域是园区能源消费和碳排放的重要来源，应统筹推进热力系统的能源结构优化与零碳替代。可依托清洁电力、余热、生物质能等清洁能源实现供热系统的零碳转型。热力系统的零碳转型应优先选择“热泵 + 自然热源 / 余热”的路径。热泵技术通过消耗电力将低品位热量转化为高品位热量，1kWh 电可供 3–8kWh 热量，是高效、低碳供热方式。其核心在于根据用热密度、温度（压力）和应用场景进行分类，进而匹配相应技术路线。对于低温低密度需求，如分散式建筑采暖、生活热水，可适配“自然热源 + 热泵”解决方案。对于高密度需求，如北方城市集中供暖、连片工业用热，用热集中、单位土地取热密度高，适配“热泵 + 余热”（如火电机组、工业过程、数据中心余热），并结合区域热网与跨季节储热，解决热源与用热需求在空间与时间上的错配。在中高温应用场景，推广工业热泵技术能够高效满足食品、电子等行业的干燥、预热和清洗过程（50–120°C），以及造纸、轻纺等轻工业所需的中低压蒸汽需求（饱和压力 < 1MPa），减少化石燃料依赖。对于高温高压需求，如化工等行业对高压蒸汽（饱和压力 > 1MPa）的需求，现有热泵技术难以覆盖，适合利用生物质压块成型燃料、沼气和生物天然气、绿氢等零碳燃料，实现高参数用热的清洁替代。

此外，原燃料也是供能侧低碳转型的关键，应推动绿氢和生物质替代化石燃料。在重工业中，钢铁生产可用绿氢冶金替代传统基于焦炭的长流程炼钢工艺，实现近零排放的钢铁生产；水泥生产可大量使用基于生物质、城市固废的替代燃料，对燃煤的替代率可以达到 60% 以上；化工领域则可以结合绿氢和 Power-to-X (PtX) 技术有效地解决传统化石能源原料碳氢比偏高的问题，最大化降低化工反应过程的碳排放。但这些途径仍面临挑战：一是资源和布局限制明显，如生物质、地热和工业余热受制于地域分布和空间匹配度；二是经济性与技术成本偏高，储氢及勘探开发等环节尚需规模化突破；三是安全性与社会接受度不足，尤其是氢能在推广过程中仍需强化安全监管与公众认知。原燃料替代虽潜力巨大，但要实现规模化应用，还需在资源保障、成本控制和技术安全等方面持续发力。

从用能侧角度说，工艺改造和能效提升是实现深度减排的核心环节。对于钢铁、水泥、石化等能源消耗和碳排放密集的重工业企业而言，引入低碳新技术需要对现有工艺进行大规模改造。以钢铁行业为例，RMI 研究显示，绿氢直接还原铁（DRI）工艺相比传统的高炉转炉路径可减碳 70% 以上，但吨钢成本高出 20% 以上，其大规模推广有赖于风光储氢成本的下降。与此同时，用能电气化也是重要的低碳路径，通过将传统燃料消耗的热源、动力源转向电力驱动，并配套可再生能源供应，可在减碳的同时提升能源利用效率。在设备制造、纺织、食品等非重工业领域，能效提升与用能电气化结合的减排潜力更为显著。以电子设备制造业为例，RMI 研究表明，既有工厂无需大规模工艺改造，仅通过优化用能管理、升级高效设备、引入智能控制系统等能效措施，就能够实现高达 30% 的节能潜力。¹² 这不仅显著降低了能源成本，还能帮助企业增强竞争力和减碳能力。

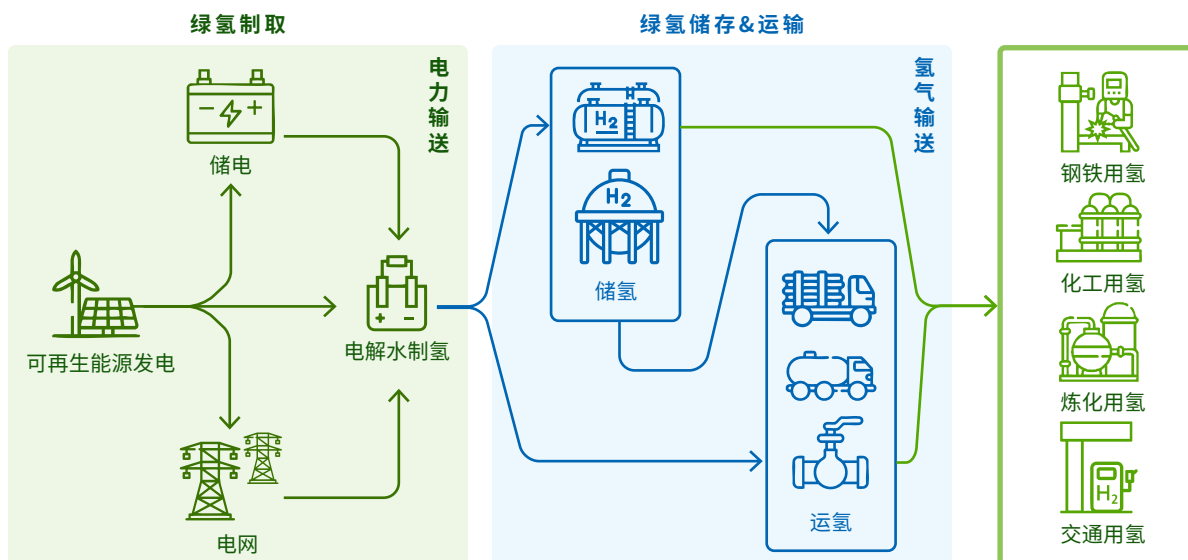
园区还需要借助智慧能源管理系统对绿色能源的生产、储存、运输、使用各环节进行管理。在传统园区能源管理模式，各类设备分散运行，导致能耗数据不可视、能源使用效率偏低、运行成本高企。综合能源管理体系可以实现工厂能源介质的智能监控、数据采集与分析，通过能源调配降低能源成本；借助物联网实时监控减少能源事故发生率；利用大数据能源分析调整能源结构；通过储能调峰调频降低电网冲击。

3.2 物质流碳管理：推动产业耦合、循环经济与低隐含碳建设

在能源系统低碳化的基础上，零碳园区还应加强物质流碳管理，通过产业耦合促进上下游物质循环利用，鼓励园区内及产业链上的物料闭环回收与循环经济，加强园区废弃物资源（如废气、废料、废渣、废水等）的高效利用，并尽可能使用低碳材料与全生命周期低碳的设备产品。

首先，园区应注重内部产业的物质流耦合，包括上下游产业的物质耦合。产业耦合的最主要形式是围绕绿色资源（例如绿氢、绿电、CCUS、固废等）开展产业的“集群化发展”。在工业的低碳、零碳转型过程中，以利用连续稳定的绿氢为例，可实现“集群化发展”的区域的典型布局（图表 13）既包含了工业生产产能，也包含了绿电、绿氢等相关低碳、零碳资源及其基础设施，以及上述元素之间的有机联动。园区应因地制宜，根据产能和资源情况选择合适的工业生产路径，协同各企业进行能源、副产品等资源的综合调配；充分应用当地的优势低碳、零碳资源，并配备或改造必要的基础设施——以绿氢为例，需包含用于制氢的可再生能源装机、电解槽以及储氢和运氢相关配套等。

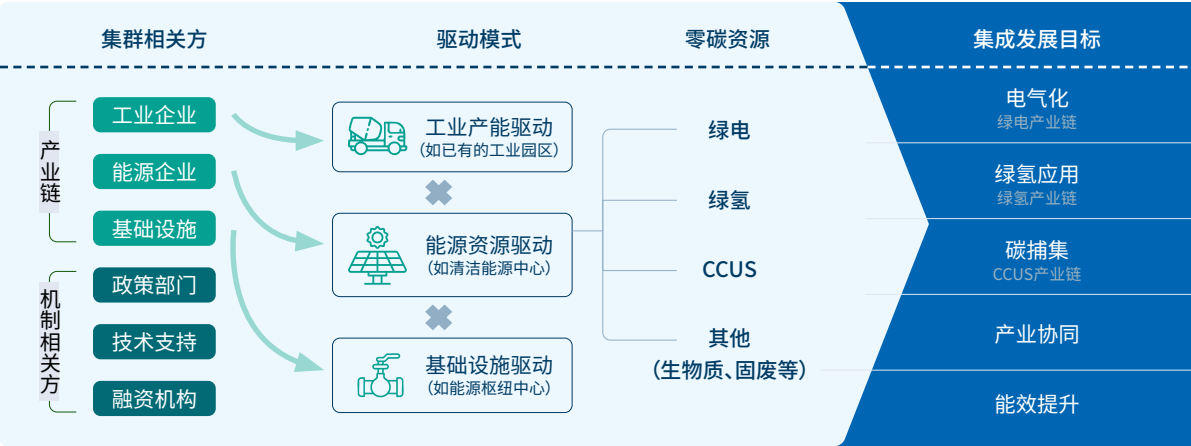
图表 13 提供连续稳定绿氢供应的途径



来源：落基山研究所¹³

“集群化模式”还需要可行的商业模式，协调工业产能和绿色资源的分布，聚集绿色资源的生产、储存、运输、使用等多相关方，实现风险的有效管理和分散。在低碳、零碳工业集群形成的主要驱动模式（图表 14）中，工业产能、能源资源和基础设施是集群中重要的三部分，都可成为低碳、零碳工业集群发展的驱动力。对于既有工业园区，已有的工业集群可以进行改造，以更加便于低碳、零碳的能源、资源应用。这一模式的主要优势是可避免原有产能的大规模搁浅。基础设施驱动则是将已有的天然气管道、储气库等基础设施利用起来，促成新的零碳园区。新建工业园区还应根据可再生能源的区域分布和产业情况，优化产业布局，适当把高耗能产业引入可再生能源丰富的地区，在再选址和再建基础上重构新的零碳园区。

图表 14 低碳零碳工业集群的驱动模式



来源: 落基山研究所¹³

其次，零碳园区还应加强循环经济建设，促进园区内及产业链上的闭环回收、再生资源的高效利用。据 RMI 测算，再生资源利用的碳减排潜力突出。2016 到 2020 年贡献全国碳减排量占 25%；2021 到 2025 年贡献减排量占 30%，到 2030 年占 35%。同时，再生资源生产规模潜力大。到 2050 年，再生钢铁占总量 60%，再生塑料占 55%，再生铝占 60%。¹⁴ 短中期内再生利用的碳减排潜力即可释放，总体技术就绪度较高，仅需要适宜的机制构建即可发挥规模化作用。园区内的领先企业可以发挥链主优势，在较完备的供应链管理基础上形成可行的、可复制的循环经济商业模式。园区还可将餐厨垃圾、厨余垃圾、建筑垃圾、废旧物资等转化为城市发展所需的资源、能源与再生产品，贡献于园区外的产业与生活转型。

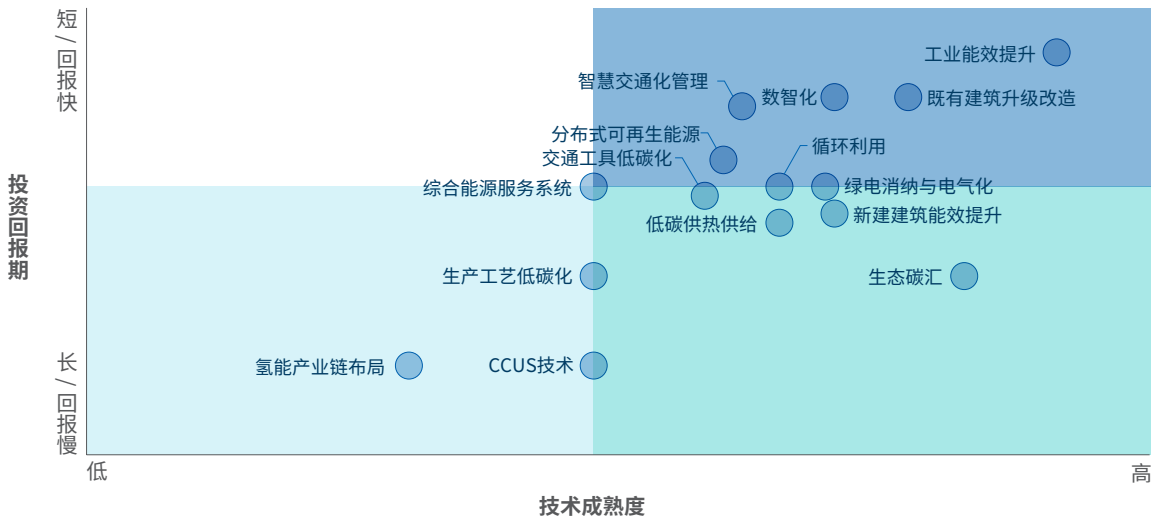
最后，虽然目前零碳园区政策尚未明确覆盖范围三排放，但从全范围零碳园区的角度看，园区也宜加强隐含碳管理，在建设园区时使用低碳材料。隐含碳排放是建筑材料生产运输和建筑施工过程产生的二氧化碳排放，广义也指隐含在任何设备、产品中的材料碳排放。零碳园区作为新建工程项目的聚集地，适宜成为低碳建材应用的集中示范区。降低园区隐含碳首先应该将低碳指标纳入园区建设的绿色采购体系，实现园区内基础设施与建筑广泛应用低碳建材。园区纳入隐含碳考虑的关键在于及时将对碳排放的约束指标纳入建设工程的评价指标中。通过建材的产品碳核算和碳标签体系建设、碳排放数据库和采购平台，在园区建设项目中纳入对隐含碳的规定，积极扩大低碳材料的使用力度。

3.3 投融资与商业模式：拓宽零碳园区建设的资金渠道

从园区建设投资角度，当前零碳园区建设的仍然面临多重压力，主要体现在资金规模、投资回报、融资渠道和碳减排效益经济化四个方面：

- **新建或改造的资金投入规模大。**零碳园区建设不仅需要在光伏、风电、储能等清洁能源设施方面进行大规模投入，还需同步建设智慧能源管理平台、多能互补系统、碳排放监测体系，推进绿色建筑改造。这类基础设施建设具有“资本密集型”特征，投资规模往往达到数亿元甚至数十亿元。相较于传统园区，零碳园区存在显著的增量成本，需要利用商业模式将前期的能源和数字化资产投入转化为市场价值。
- **投资回报周期长且收益不确定。**零碳园区的回报主要依赖节能降耗、碳减排和绿色电力消纳带来的长期效益，收益来源包括能源销售、资产增值、碳配额与CCER交易以及综合能源服务费。由于绿电和碳市场机制尚在发展中，价格波动大，收益预测存在较高的不确定性。同时，虽然部分可再生能源技术如风电和光伏等相对成熟，投资回收期约为5至8年，预期收益率在8%以上；但氢能、碳捕集、长时储能等新兴技术的商业模式尚未成熟，盈利路径不清晰，进一步增加了投资回收期 and 不确定性。

图表 15 零碳园区关键技术的技术成熟度和投资回报期评估



来源：落基山研究所

- **园区开展绿色融资的渠道仍较有限。**近年来，绿色金融体系在我国已初步建立，绿色信贷、绿色债券、绿色基金等产品不断涌现。然而，针对园区减排的专项金融工具仍然十分有限。例如，缺乏与零碳园区投资周期、技术风险和碳市场政策紧密匹配的定制化金融产品；现有绿色贷款与债券往往要求较高的信用等级与抵押条件，使得园区内企业，尤其是中小企业，融资门槛较高。同时，金融机构在零碳园区项目风险评估方面缺乏成熟的方法论与标准，难以准确量化其环境价值与未来收益，导致风险溢价较高，进而限制了建设主体的融资选择。
- **目前零碳园区仍缺少将碳减排转化为有效经济效益与市场激励的途径。**从碳市场角度说，园区并不是开展碳交易的主体；即使园区内企业可以参与碳市场，目前的碳价尚不足以激励大规模的减排投资。目前较成熟的碳收益机制，例如碳交易、下游买家对绿色产品支付的溢价、核证自愿减排量（CCER）的开发、产品在海外市场的拓展等，主要在企业层面开展并以企业为主要受益方，园区较难实际获得减碳的收益，从而缺少有效激励机制。

零碳园区要实现规模化突破，核心在于创新投融资机制与商业模式，拓宽资金渠道、降低投资风险。

- **商业模式创新为零碳园区带来多能整合的降本增效服务。**综合能源服务商围绕园区企业的生产、生活和管理需求，提供涵盖能源规划设计、工程投资建设、多能源运营服务及投融资服务等方面的一站式的能源解决方案，满足用户多元化用能需求和能源服务诉求，帮助园区实现降本、增效、低碳的目标。综合能源服务商围绕能源系统的全生命周期提供一系列高附加值服务。合同能源管理（EPC/EMC）模式是最主要的收入模式之一，将能源效率提升带来的收益进行分成。能源即服务（Energy-as-a-Service, EaaS）模式则是一种订阅制或租赁制的模式，将资产所有权和维护责任从客户转移给服务商。服务商还可利用其数据平台和聚合能力参与电力市场，获取额外的增值收益。综合能源服务商对零碳园区的建设起到关键作用，从技术集成到资金组织，发挥着核心枢纽作用。在商业模式方面，综合能源服务商通过跨主体的投资与收益分配机制，构建起“共担成本、共享收益”的合作体系，将零碳园区的建设成本转化为多方可参与的投资机会，从而实现多方共赢。
- **创新绿色金融工具为零碳园区拓展投融资渠道。**在目前基于项目开发的债券和贷款工具基础上，建立基于园区的绿色债券和贷款工具，形成“碳减排-融资条件”挂钩机制。如果新建园区有零碳相关规划和实施方案并配套实施的，按照规划和后期执行进度逐年配套发放绿色贷款和债券。将零碳园区相关项目，特别是工业园区项目，纳入转型金融分类标准当中。建立园区零碳与供应链和产品低碳管理关联机制；对于获得认证的零碳园区及其生产的产品，可减免其他认证手续和流程。
- **交易模式创新为零碳园区汇聚分散资源、创造经济价值。**
 - **分布式能源聚合参与能源交易**是通过一个聚合商或虚拟电厂将大量分散的、小规模分布式能源汇集起来，使其作为一个统一的、可调度大型实体参与电力市场交易的过程。通过分布式能源聚合能提升电网灵活性和稳定性、降低市场门槛、促进可再生能源消纳，并且为拥有分布式光伏、储能和电动汽车的用户提供新的收入来源，激励用户投资。园区参与分布式能源聚合通常可通过建设虚拟电厂并参与交易的形式开展，以园区自建虚拟电厂运营商或委托专业聚合商代理的模式，有效地将分散的能源资源转化为有价值的“电力商品”，不仅有可能降低自身的用能成本，还能在新型电力市场中开展交易。
 - **“登记与声明”机制（Book & Claim）**是一种用于追踪和分配可持续性属性（如碳减排效益）的会计和交易模式，允许清洁燃料或材料生产商在某处“登记”其产品带来的减排量，而客户可在另一处购买并“声明”这些减排效益，用于气候信息披露。在物理采购渠道缺失或较复杂时，“登记与声明”机制可连接有意愿的买卖双方，共同实现价值链脱碳；当采购规模扩大时，能促进生产商降低成本。目前该机制在企业采购可再生航空燃料、绿色钢铁和建材等领域已经有初步应用，可作为一种商业模式用于园区对绿色能源和材料的大规模采购中。

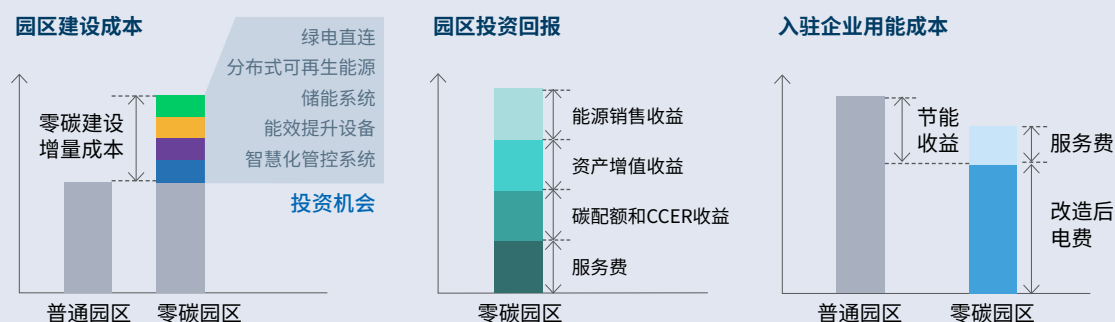
专栏：综合能源服务商的商业模式

综合能源服务商围绕园区企业的生产、生活和管理需求，提供涵盖能源规划设计、工程投资建设、多能源运营服务及投融资服务等方面的一站式的能源解决方案，满足用户多元化用能需求和能源服务诉求。综合能源服务商对零碳园区的建设起到关键作用，从技术集成到资金组织，发挥着核心枢纽作用。在商业模式方面，综合能源服务商通过跨主体的投资与收益分配机制，构建起“共担成本、共享收益”的合作体系，将零碳园区的建设成本转化为多方可参与的投资机会，从而实现多方共赢。

- 建设成本分担：原本需由园区独自承担的零碳建设增量成本被转化为社会化投资，由能源企业、金融机构等多方共同分担；建成后，投资方能获得资产增值收益，分享能源销售、碳减排和服务收益。
- 投资回报优势：零碳园区项目具有稳定能源需求和规模效应，能源服务的EMC、EaaS模式的投资收益明确，园区分布式能源聚合交易、Book & Claim创新模式则进一步增强了投资的灵活性与吸引力。
- 入驻企业收益：企业在园区内可获得更清洁的能源供应和更优质的能源服务，其综合用能成本低于传统园区，增强企业竞争力。

未来，综合能源服务商模式将进一步与数字化能源管理、智能调度平台和碳交易市场深度融合，实现能耗、碳排放与成本的全流程优化。通过引入大数据、人工智能和区块链等技术，综合能源服务商有望构建更加透明、高效、可追溯的能源价值链，形成“能源-碳-金融”联动，推动零碳园区从示范走向规模化发展。

图表16 综合能源服务商盈利模式



来源：落基山研究所

3.4 碳排放数据：可溯性与透明度是低碳治理的核心要求

园区碳排放数据的溯源性与透明度已成为园区应对国际贸易需求与内部低碳治理的关键基础。数据透明体现了政策合规与市场竞争的双重驱动逻辑。全国碳市场与“双控”政策亦依赖真实数据支撑排放总量控制。跨国企业将碳足迹纳入供应链准入标准，可信数据成为园区企业进入绿色供应链、提升 ESG 表现和品牌价值的核心。数据透明还具有内部优化与金融创新的双重价值。实时、可溯源的数据体系可帮助园区识别高排放环节，推动节能改造与能源调度优化，实现降本增效；同时，透明数据也是绿色信贷、绿色债券和碳市场交易的基础，能够将减排量转化为可交易资产，形成“数据—减排—收益—再投资”的循环，并增强园区对绿色资本的吸引力。

加强园区绿色低碳机制创新，是推动区域和企业减排的关键支撑。系统性开展碳预算、碳排放监测和碳信息披露，

应作为碳管理的基础制度，为政策制定提供量化依据、保障执行监督，并引导企业和园区采取科学减排措施，从而实现可核查、可持续的降碳目标。然而，在实际操作中，园区能源和碳排放数据的可追溯性、碳核算规则的一致性仍面临诸多挑战：

- 边界划定：**园区通常由多类企业、公共设施和交通系统构成，能源与物料在不同主体之间频繁流动，容易导致排放边界模糊和数据重复或遗漏。例如，集中供热、供电的排放应在园区层面与企业层面如何分配，缺乏统一的核算规则。
- 数据采集质量：**园区碳排放数据涉及电力、燃气、蒸汽、冷却水及废弃物处理等多个环节，数据分散在不同企业和服务单位之中，缺乏统一平台的收集和整合。尤其是中小企业普遍缺乏数字化管理能力，往往只能提供粗放的统计数据。
- 信息公开：**企业在披露碳排放数据时常出于保护商业秘密的考虑，限制数据共享，从而形成“信息孤岛”。在缺乏第三方独立核查的情况下，园区整体碳排放数据的真实性与完整性难以获得外部信任，这在一定程度上削弱了园区在国际市场和绿色供应链中的信誉。
- 标准体系：**目前，国际上产品层面的碳排放核算方法学（如ISO 14067、GHG Protocol Product Standard等）仍处于持续完善阶段，在系统边界、数据质量要求及生命周期边界划分上存在差异，且规则相对复杂。由于标准体系复杂且专业性强，许多企业难以独立完成碳核算，通常需要依托第三方认证机构开展工作。在园区层面建立统一的碳核算与管理平台，可为企业提供方法学支撑与数据管理服务，帮助其满足碳核算与信息披露要求，提升整体碳管理水平。

图表 17 不同碳核算规则对电力排放规定的对比

政策/法规	电力核算规则
欧盟CBAM	间接排放的默认值为国际能源署 (IEA) 对各国 2016 年至 2020 年电力的 5 年平均排放因子。申报人还可以使用电力的实际排放因子，但仅限于以下两种情况：1) 生产商品的装置和发电源之间直连；2) 电力消费者和发电商之间签署了 PPA。 绿证不能作为使用实际排放因子的依据。
《电动车电池碳足迹核算方法 (CFB-EV)》(欧盟电池法案)	电力建模优先级顺序为 1. 现场发电（直连电）。 2. 供应商电力产品，合同文书应符合标准，GO 是目前唯一符合欧盟最低可靠性标准的合同文书，其他类型合同需要提供评估和认证。 3. 剩余消费组合，剔除可跟踪电量后余下的各发电类型的电量组合，基于国家或地区发布的全国或地区剩余电力组合进行计算。 4. 平均消费组合。
法国Eco Bonus 法案	使用电力生产国的国家平均碳排放因子，或在特定条件下使用专门为特定生产场地供电设施的特定碳排放因子，并提供相关证明。
中国碳市场 ¹⁵	在核算企业层级净购入电量或设施层级消耗电量对应的排放量时，直供重点行业企业使用且未并入市政电网、企业自发自用（包括并网不上网和余电上网的情况）的非化石能源电量对应的排放量按 0 计算，重点行业企业应提供相关证明材料。 通过市场化交易购入使用非化石能源电力的企业，需单独报告该部分电力消费量且提供相关证明材料（包括《绿色电力消费凭证》或直供电力的交易、结算证明，不包括绿色电力证书），对应的排放量暂按全国电网平均碳排放因子进行计算。

来源：落基山研究所根据相关政策文件整理分析



专栏：苏州工业园区依托“碳网”平台追溯碳排放

苏州工业园区依托数字化管理能力建设了“碳网”平台，为园区及企业提供一体化碳排放核算与管理服务。“碳网”平台覆盖园区碳排放总量和强度，并按照行业、能源品种和产业结构等多维度进行对比分析，并通过能耗在线监测系统，将实时能耗数据按照国际和国内标准直接转化为碳数据，直观展现工业、服务业、建筑、交通和居民生活等多领域的排放占比。

在企业端，园区为重点企业建立了碳账户，并推广“碳效码”，通过综合评价建立‘一企一档’的碳管理档案。企业可直观看到行业碳效水平、自身碳效得分和碳减排潜力，从而实现精准减排。同时，“碳网”平台具备企业自主核算与降本增效的功能。依托园区“企业服务一张网”，企业可以登录平台，使用碳核算和碳足迹功能完成产品碳足迹及企业碳排放的核算，无需额外支付咨询费用，大幅降低了成本。企业填报的数据也直接回流至平台，实现了数据的稳定收集和持续更新，解决了信息平台运营中最难的“数据可得性”问题。

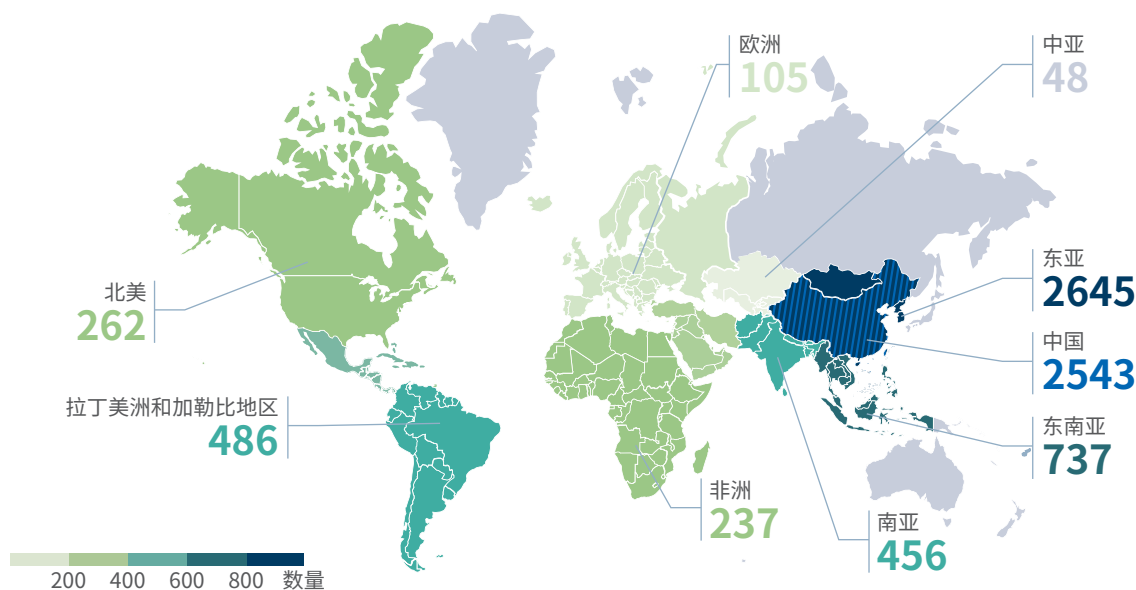
苏州工业园区通过“碳网”平台，将能耗监测、碳排放核算、碳账户管理和碳效评价有机结合，构建了覆盖全园区的数字化碳管理体系。“碳网”平台既帮助企业降低了碳管理成本，也为园区实现碳排放精准监测和减排路径规划提供了数据支撑，为其他园区探索数字化碳溯源管理提供了参考案例。¹⁶

四、全球产业绿色发展视野下的海外园区

4.1 发展中国家的园区建设

在发展中国家推进工业化与产业结构转型的进程中，园区与特殊经济区因资源和产业聚集优势而成为各国推动经济增长和可持续发展的重要地理单元。截至 2019 年，全球共有 5,383 个特殊经济区，其中发展中国家占绝大多数，达 4,772 个，占比约 89%；发达经济体有 374 个，转型经济体有 237 个。从区域分布看，亚洲是特殊经济区最集中的地区，共 4,046 个，占全球总数的四分之三以上，其中东亚（2,645 个，含中国 2543 个）居于绝对领先；东南亚和南亚分别拥有 737 个和 456 个特殊经济区。非洲、拉丁美洲及加勒比地区的特殊经济区数量分别为 237 个和 486 个。¹⁷

图表 18 全球特殊经济区数量（2019 年）



来源：落基山研究所基于 UNCTAD 和 Adrianople Group 数据绘制

全球特殊经济区在不同收入水平经济体中呈现出分层发展的特征。高收入经济体多将特殊经济区打造为复杂跨境供应链的平台，常见类型包括物流型和创新型园区，以及与科研设施紧密结合的高科技园区；中高收入经济体则着眼于将特殊经济区转向服务业经济、吸引高质量投资和产业升级，常见有高科技园区、聚焦高附加值制造业或细分价值链的专业园区及金融服务区；中等收入经济体重点推动产业升级、促进全球价值链整合、支撑技术扩散以促进本地经济发展，特殊经济区类型包括全球价值链导向的制造园区（如汽车、电子）和服务园区（如业务外包、呼叫中心）；低收入经济体则利用特殊经济区刺激工业发展、吸引外资和创造就业，集中资源发展基础设施，以资源型加工园区为主。

在可持续发展议程推动下，越来越多的发展中国家正加速推动工业园区的绿色化与生态化，建立相关的政策框架和示范园区。虽然多数国家制定的政策方向包括推动园区的可再生能源应用、循环经济、资源效率等内容，但多数仍处于早期阶段，且尚未建立针对碳排放指标的“低碳”园区目标（图表 19）。

图表示 19 全球主要发展中国家和地区园区建设情况概览

地区	园区数量	主要产业类型	主要政策
东南亚	737	印尼工业园区的主要产业包括金属矿产加工、加工制造、棕榈油、化工等。 新加坡的特殊经济区以物流、仓储、研发和其他高附加值知识密集型产业为主。 菲律宾特殊经济区的重点产业包括制造业、信息技术、农业产业、旅游业或医疗服务。 柬埔寨、老挝、缅甸和越南的特殊经济区以劳动密集型制造业为主。	东南亚部分国家已开始将生态工业园区 (EIP) 纳入国家政策体系。 越南 2018 年的第 82/2018/ND-CP 号法令正式提出生态工业区的概念;2022 年的第 35/2022/ND-CP 号法令进一步明确生态园区支持政策,吸引投资,提供优先贷款,提供技术援助,支持发行绿色债券;2025 年的 Circular 05/2025/TT-BKHDT 生态工业园区发展指南进一步细化了实施对象、绿色生产措施及认证条件等要点。 印尼在 2024 年政府文件中已提出生态工业园区的概念,建设生态工业园区的五种主要手段包括绿色基础设施设计、清洁生产、污染防治、资源效率(水和能源)以及企业间合作。印尼政府目前正在与一些国家政府及国际组织合作实施一些生态工业园区项目。 泰国规划了智慧工业园区和循环工业园区,应用可再生能源设施、智慧能源系统、循环水系统等技术,高效利用资源。
非洲	237	非洲特殊经济区中与生产相关活动主要集中于制造业和农业相关产业,其次涉及成衣加工、物流、仓储、包装、维修与维护等制造业配套服务。	越来越多的非洲生态工业园区通过工业园区推动出口、就业和工业化,部分先行国家正开始引入绿色、生态化理念。 埃塞俄比亚在 2023 年发布了生态工业园区综合指南,包括生态工业园区目标定位、绿色绩效评估体系、具体绩效指标、评估与监测模板、认证流程和评分系统等内容。 埃及近年来在国际组织的支持下,正在开发生态工业园区。 肯尼亚在 2010 年起在国际组织的支持下,正动员投资在其工业园区中引入环境友好的技术和实践,并于在地质资源丰富的 Olkaria 地区建立了绿色能源园区,目前正在进行招商引资。 尼日利亚正在卡杜纳州建设绿色工业区,使用可再生能源发展物流、农业、服务、物流等产业。
中东	97	该地区特殊经济区以制造业、物流、服务业为主。 沙特阿拉伯的特殊经济区有工业园区、物流枢纽、科技园区三种主要类型。 阿联酋自由区涵盖工业、物流、贸易、金融、服务等领域。	部分国家开始规划和建设绿色、生态 / 绿色园区发展。 沙特阿拉伯正在特大城市阿卜杜拉国王经济城规划建设一个零碳工业园区。 阿联酋提出 2021-2031 循环经济政策,将优先发展与支持绿色产业集群(生态工业园区)。 土耳其科技与贸易部在世界银行的支持下,启动了“土耳其绿色工业园区框架发展”的项目,旨在为工业园区设定“最低要求”或“可持续性绩效标准”,开展了全面的技术、财务和监管分析,以确定在资源效率、绿色基础设施(可再生能源、废水处理 / 再利用等)和循环性(例如工业共生)方面最可行的方案。
中亚	48	中亚地区哈萨克斯坦与乌兹别克斯坦工业园区最多。 哈萨克斯坦以重工业、能源化工与金属加工为主,物流与交通枢纽型园区亦较为突出。 乌兹别克斯坦自由经济区产业类型以农业、制药业、建材生产、化工产业为主。	部分国家开始推动生态产业园区建设,提供激励措施与优惠政策。 乌兹别克斯坦正在国际组织的支持下在两家工业园区推动 EIP 转型,该国在 2025 年通过的《关于进一步完善和全面规范废物回收利用体系的措施》法令中提出创建从事废物收集、分类、处理、加工、焚烧、回收和销毁的生态工业区。生态工业园区内外部基础设施的建设资金从国家预算资金中列支,生态工业园区投资者可享受激励措施与优惠政策。 哈萨克斯坦主权财富基金 Samruk-Kazyna 与远景能源于 2025 年达成合作,在包括零碳产业园的多个绿色能源转型领域深化合作。
拉美	486	拉丁美洲特殊经济区以发展进出口贸易和出口加工工业为主。 巴西特殊经济区以汽车、电子消费品、石油和化工产业为主。 墨西哥、哥斯达黎加、阿根廷特殊经济区产业以制造业、农食产品加工、物流为主。	部分国家在国家政策法规牵引和国际组织支持下,开展可持续工业园区建设。 阿根廷、玻利维亚、智利、哥斯达黎加、萨尔瓦多、危地马拉、巴拿马、巴拉圭正与联合国工业发展组织开展可持续工业园区倡议,旨在推动生态工业园区建设,重点关注循环经济、资源高效生产、产业共生。 巴西与远景能源在 2025 年宣布开发拉丁美洲首个净零排放工业园区。 阿根廷成立了可持续工业发展办公室,重点工作包括可持续工业园区。Ubajay 是阿根廷最具代表性的可持续工业园区。 墨西哥 2015 年更新的《墨西哥工业园区法规》(NMX-R-046-SCFI-2015)包含了可持续发展标准,该国许多工业园区已采取措施,争取获得可持续继续认证,实施高效的水和能源使用机制,并制定减少废物的政策。

来源: 落基山研究所根据相关国家政策与信息整理分析

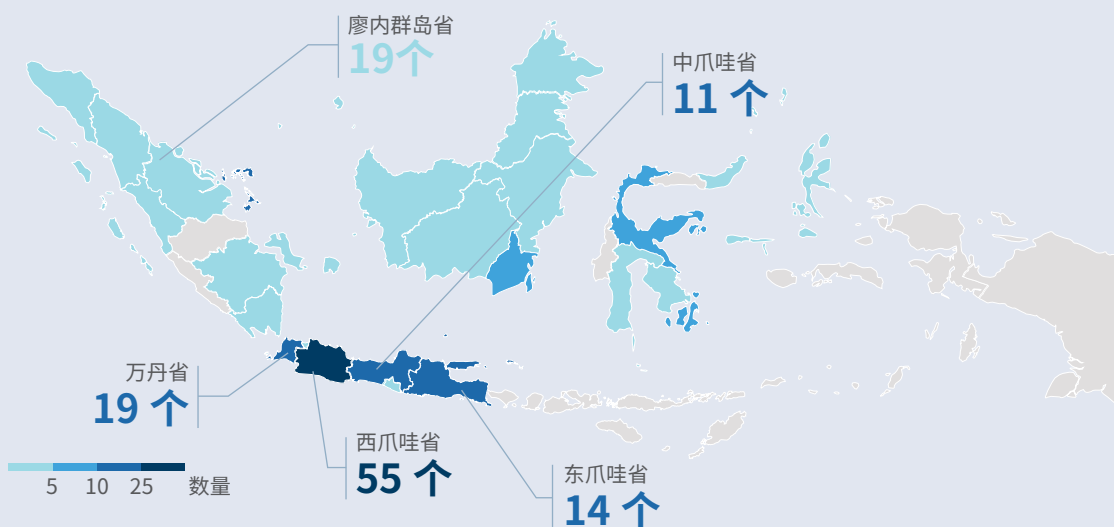
专栏：东南亚园区绿色发展的区域实践

印度尼西亚：加强生态工业园区顶层设计与国际合作

截至 2025 年，印度尼西亚全国共有 170 家注册工业园区经营主体。¹⁸ 过去五年间，工业园区数量增长了 44%。为鼓励园区内企业发展，2014 年，印尼政府出台了包括免征增值税、所得税和关税在内的财政激励政策。2024 年，印尼政府在政府条例中首次明确提出“生态工业园区”（EIP）概念，定义其为在规划、开发和管理过程中统一考虑社会、经济与环境因素的工业区。¹⁹ EIP 的五项关键手段包括绿色基础设施设计、清洁生产、污染防治、资源效率（水和能源）提升以及企业间协同合作。印尼工业部正在制定关于 EIP 的部长级条例，内容包括指标体系、验证机制、报告要求以及对采用绿色原则的园区管理方和入驻企业提供的激励计划。通过完善制度设计，印尼正在加快国家产业结构向绿色、可持续方向转型。²⁰

印尼还积极寻求国际合作，目前正与联合国工业发展组织（UNIDO）、瑞士政府、气候工程中心以及联合国项目事务厅等合作实施多个生态工业园项目。²¹

图表 20 印尼工业园区分布（2025 年）



来源：落基山研究所基于印尼政府 Online Single Submission 网站数据整理绘制

越南：完善生态工业园区政策并推动多地试点

截至2025年1月，越南共有433个已投入运营的工业园区。²²

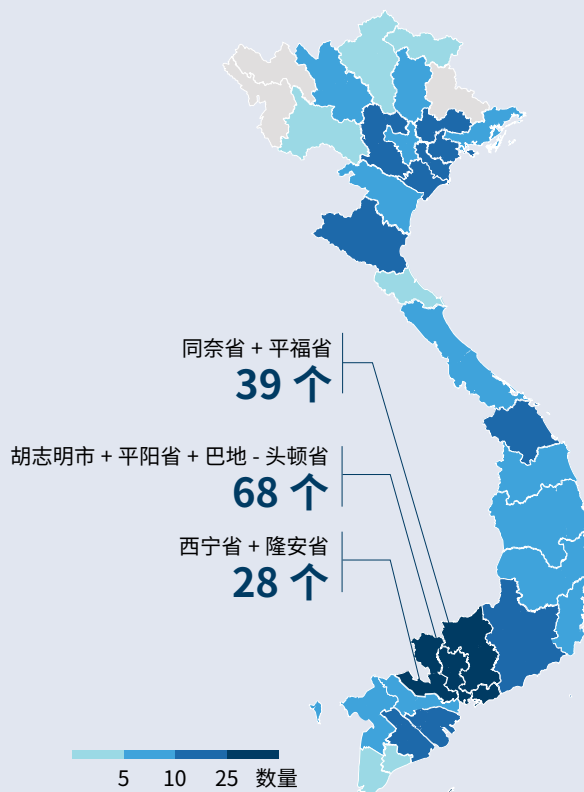
“实施生态工业园区（EIP）倡议，促进越南可持续工业建设”项目由越南计划投资部和联合国工业发展组织（UNIDO）自2014年起联合实施。在相关国际组织的支持下，在宁平、岘港、芹苴等地推动生态园区试点。这些试点园区的创新举措帮助 72 家企业每年节省 22,000 兆瓦时电力、60 万立方米水、140 太焦耳（TJ）化石燃料、约 3,600 吨化学品和废弃物，减少二氧化碳排放3.2万吨。²³

越南政府于2018年5月22日颁布了第82/2018/ND-CP号法令，首次引入生态工业园区的概念，提出企业应从事清洁生产、有效利用自然资源，并通过制造业合作促进产业共生，以提升企业的经济、环境与社会绩效。园区内生态企业可享受来自越南环境保护基金、越南开发银行等金融机构提供的优惠贷款，并优先参与技术支持、投资促进及技术市场信息获取等项目。²⁴在此基础上，2022年出台的第35/2022/ND-CP号法令新增和完善了以下内容：EIP 发展的支持与合作政策、EIP 认定标准、激励措施、认证程序等。²⁵2025年出台的05/2025/TT-BKHDT号法令则进一步细化生态工业园区发展的操作指南，明确了适用对象、绿色生产措施、认证要求及实施保障等关键要点。²⁶

在政策不断完善的同时，生态工业园区的建设也在稳步推进。2020年至2024年，生态工业园区试点项目进一步扩展至海防、同奈和胡志明市。截至2024年5月底，这一合作已帮助90家企业实施了899项高效的资源效率与清洁生产（RECP）解决方案，将开启新阶段改造。²⁷胡志明市也与澳大利亚莫纳什大学气候工程中心开展合作，制定将现有工业园区升级为净零排放工业园区（NZIP）的路线图，以支持绿色钢铁、铝、关键矿产、氨、电池及电动汽车零部件等清洁技术制造业的发展。²⁸

但总体而言，越南生态园区的转型进程仍相对缓慢。工贸部数据显示，截至2024年5月，在越南的400多个工业区中，仅有约1%至2%开始向生态模式转型。²⁹生态园区的进一步推广仍有赖于更加统一的政策信号和更加明确的实质性激励。

图表 21 越南工业园区分布（2025年）



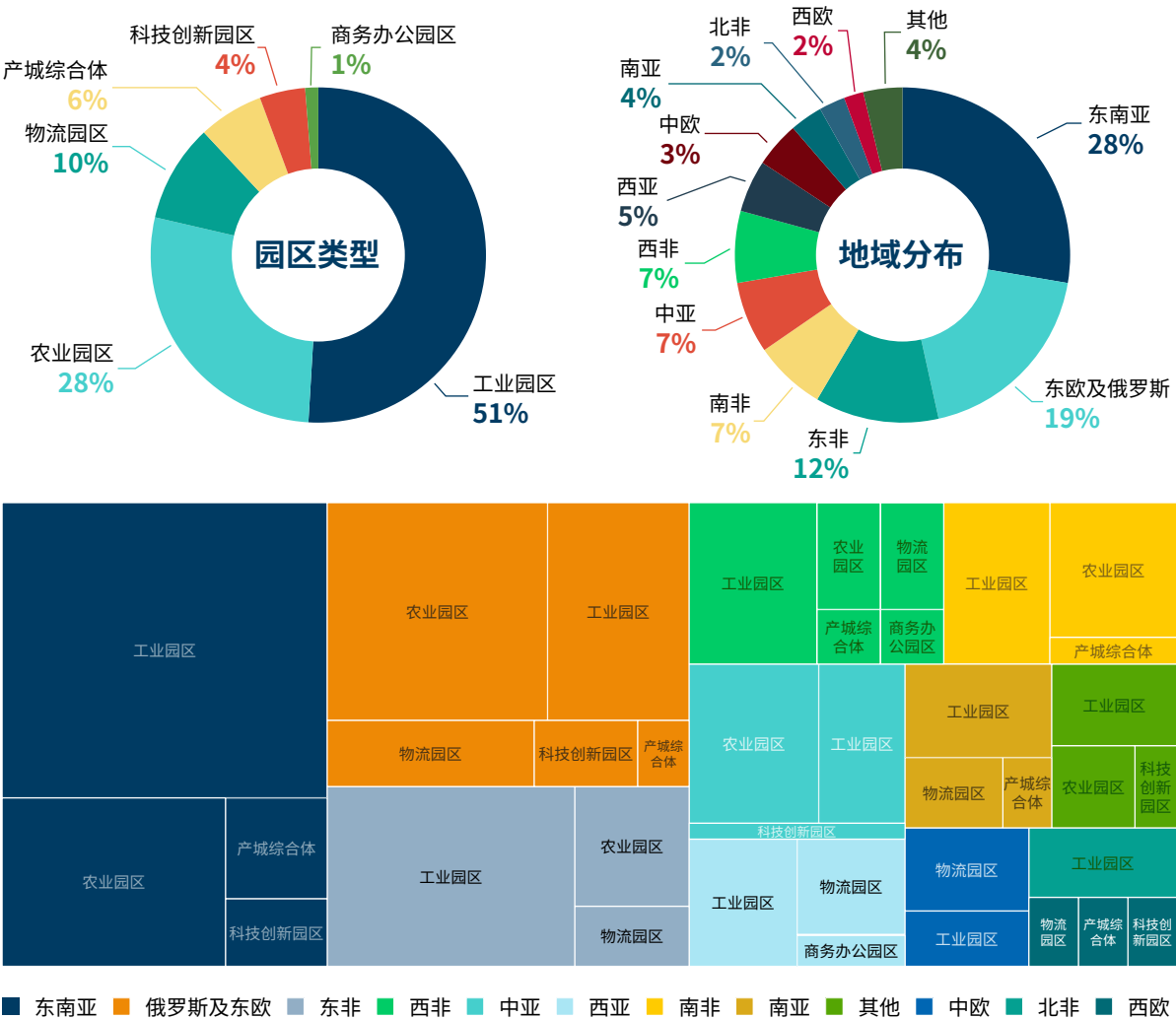
来源：落基山研究所基于 Delco Construction and Investment Joint Stock Company 网站数据整理绘制

4.2 中国投资的海外园区助力经济发展与气候效益的本地化

海外园区是中国海外投资的一种典型模式，是中国企业“走出去”的重要平台，也是与当地产业、技术开展投资与贸易合作的重要载体。根据统计，1992年至2022年间成立且截至2022年仍处于在营状态的中国海外投资园区共计159个。³⁰多数园区通过基础设施建设、制造业升级、供应链整合，对完善当地产业链条、提升制造能力、吸引投资等方面发挥了一定积极作用。随着“平台化、综合化”模式的推进，园区正从传统的加工制造业中心，转型为以创新研发和服务业为驱动的新型发展平台，成为中外企业以及相关方开展合作、布局产业配套和共同创新的重要桥梁。³⁰

从整体规模和布局看，中国投资的海外园区总投资额达6523亿元，覆盖全球六大洲的54个国家，总面积约6772平方千米。其中，亚洲有71个（占比45%），欧洲39个（占比24%），非洲44个（占比27%），其他地区也有分布。按园区类型划分，工业园区81个，农业园区44个，物流园区1个，产城综合体10个，科技创新园区7个，商务办公园区2个。工业园区是目前中国海外投资园区的主导类型，占比51%，在东南亚、非洲、西亚、南亚的投资类型中占比都最高。农业园区数量其次，占比为28%，是俄罗斯及东亚、中亚园区投资的主导类型。科技创新园区和商务办公园区数量较少（分别占比4%和1%）。时间分布上，绝大多数中国投资的海外园区建设于2000年之后，其中63%的园区建设于2013年之后。

图表 22 中国投资的海外园区类型、地域分布及地域内类型构成



来源：落基山研究所基于商务部官方网站、各园区官方网站、“走出去”公共服务平台、中国国际贸易促进委员会境外产业园区信息服务平台、中华全国工商业联合会官方网站、商务部《对外投资合作国别（地区）指南》、地方政府发布的对外合作发展报告等公开信息整理，并按照落基山研究所《零碳园区综合解决方案》的园区类型进行分类。

东南亚是目前中国海外投资园区最多的区域之一。中国相关方在东南亚各地工业园区的发展中发挥着日益重要的作用。代表性园区包括印尼的莫罗瓦利工业园区（IMIP）和纬达贝工业园区（IWIP）、马中关丹工业园区（MCKIP）、柬埔寨西哈努克特殊经济区（SSEZ）以及泰中罗勇工业园区等。这些工业园区大多由中资企业与东道国企业合资建设，入驻企业数量从 20 家到 300 家不等。主要行业包括金属矿产冶炼加工、汽车、太阳能电池组件和电子制造，且通常以出口为导向。这些工业园区为当地创造了数以万计的就业岗位，带动本地供应链的发展，推进了先进制造能力和环保技术的引入。许多园区还配套建设了发电厂、港口和道路等基础设施，直接或间接改善了周边社区的生活条件。然而，工业园区的环境和社会影响也备受关注。例如印尼金属冶炼园区的燃煤自备电厂碳排放问题近年来受到了较多国际关注。工业园区若在绿色能源替代、清洁生产和社区共建等方面继续加大投入，将有助于在创造经济价值的同时，带来更积极的绿色品牌形象和声誉、赢得本地市场和社区支持，并共同深入参与到能源转型的进程当中。

专栏：印尼镍冶炼园区的清洁转型探索

印尼作为全球最大的镍生产国，自 2009 年起通过《矿产与煤炭矿业法》确立“资源下游化”战略，禁止原矿出口，鼓励本地冶炼与加工投资。此举吸引了大量外资，推动形成以苏拉威西岛和北马鲁古为核心的镍冶炼产业园区，如 IMIP（印尼工业园区）和 IWIP（纬达贝工业园区）。这些园区集聚了从采矿、冶炼到不锈钢和电池材料的完整产业链，成为印尼工业化和出口创汇的重要支柱。然而，由于地处偏远、缺乏电网接入，园区普遍依赖自建燃煤电站供能，形成高碳排放的能源结构。

随着印尼承诺 2035 年碳达峰、2060 年实现碳中和，在电力领域制定目标到 2034 年可再生能源在发电结构中占比达到 30%，下游动力电池、电动汽车等行业提高产业链减排要求，印尼镍冶炼园区开始探索清洁转型。领先的大型园区已经开始规划部署可再生能源、低碳生产措施、制定能源转型目标。例如主要园区规划的可再生能源产能将达到相应园区目前正在运营及已经规划在建煤电装机的 10%–34%，其中包括莫罗瓦利园区在建的印尼目前规划的最大的地面光伏项目。格林美股份有限公司（GEM）还宣布将投资建设国际绿色产业园。许多园区与生产设施已经开始推进余热利用、煤电效率提升改造、储能建设、生物质掺烧、生产流程热量损失管理、交通与运输电动化等。

尽管可再生能源规划和园区清洁转型的优秀实践值得推广，这些行动目前规模尚且有限，印尼镍冶炼园区的清洁转型也面临种种挑战。例如所在区域森林覆盖率高，可用于可再生能源开发的土地有限，可再生能源的开发也必须考虑用地的可持续性；镍大宗商品市场的波动、产业链政策的不确定性、碳价机制等激励政策尚未落地，也使得企业难以进行清洁能源等长期大规模投资决策。仍有赖于下游企业有针对性的产业链管理要求与激励、相关大宗商品市场的绿色溢价机制、有利于绿色产品贸易的相关政策，以及配套方法学的建立与普及。

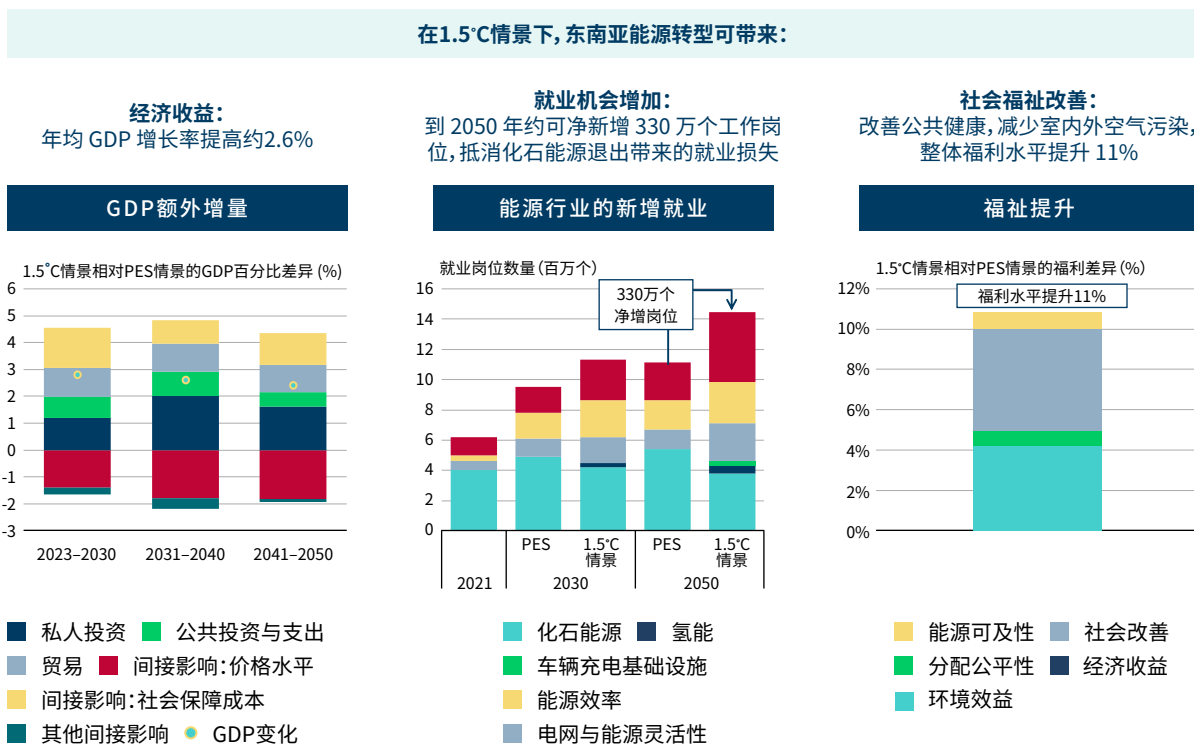
目前中国投资的海外园区中，明确以低碳园区为目标的商业化项目仍然较少。与低碳相关的项目以援助项目为主，对本地的低碳发展有一定示范效果。³⁰ 2015 年，中国设立 200 亿人民币的“中国气候变化南南合作基金”，承诺包括自 2016 年起中方在发展中国家启动 10 个低碳示范区。³¹ 例如，2020 年 7 月，中国与老挝签署关于合作建设万象赛色塔低碳示范区的合作文件，确定中方向老方援助相关低碳节能物资，并共同编制低碳示范区规划方案。万象赛色塔低碳示范区依托赛色塔综合开发区而建，是中国在发展中国家开展的低碳示范区合作项目之一。赛色塔综合开发区占地面积 11.5 平方公里，是中老两国政府间重点合作项目，也是老挝的国家级经济特区，承载了工业园区和万象新城的功能，吸引了来自不同国家的企业入驻。2021 年，中国向老挝万象赛色塔低碳示范区捐赠了 5 套环境监测设备和 2000 套太阳能 LED 路灯；2022 年，中方为示范区捐赠了包括 12 辆纯电巴士、8 辆纯电卡车的 28 辆比亚迪新能源汽车，成为当地首批纯电动商用车，帮助示范区实现低碳交通。³² 对于相对不发达的国家和地区，以援助推动的低碳项目也具有重要的示范和市场培育价值。

4.3 产业升级与国际合作助力发展中国家园区实现跨越式低碳发展

发展中国家将园区作为承载制造业、服务业和新兴产业的关键平台，体现了对经济发展的迫切需求，也为低碳转型提供了重要契机。东南亚、非洲、拉丁美洲等不少发展中国家和地区拥有丰富的可再生能源资源，如太阳能、风能、生物质能等，具备良好的开发和利用价值。多数非洲、拉美、南亚地区单位面积和单位装机的光伏发电潜力位于全球各国前列；全球风力密度最高的地区在北非、中亚国家分布最为集中。^{33 34} 这些资源为园区低碳化发展提供了坚实的可再生能源基础，能够有效降低对化石能源的依赖，推动能源结构优化。发展中国家如能推动以低碳为标准的园区建设，则有潜力帮助经济和产业实现跨越式的低碳化发展，通过在规划阶段就融入低碳理念，可以避免传统高碳路径的锁定效应，减少未来的转型成本。低碳园区作为较为集约的用能负荷，也有利于可再生能源开发利用、低碳技术、创新商业模式的先行示范，引领支持可再生能源开发应用、产业低碳转型的系统性政策和机制变革。同时，低碳园区带来的低碳产业新机遇，例如可再生能源、绿氢、生物质能源、储能电池等低碳技术的应用，也有潜力提升产品的环境表现和国际竞争力、带动发展中国家的产业结构升级。

通过低碳园区撬动能源转型，其所带来的经济发展与社会效益也不可小觑。例如，根据 IRENA 的研究，到 2050 年，相对于既有能源规划情景下的预测，符合 1.5 度目标的能源转型行动可将东南亚国家的年均 GDP 增长率净提高 2.6%，能源行业将有约 330 个净新增就业岗位，整体福利水平将提升 11%。能源转型带来的新增投资、贸易机遇，通过减少化石能源进口、能效提升和减少化石能源补贴而节约的公共开支，能源转型带来的正外部性节约的社会保障成本等 GDP 增益大大超过碳价、新能源技术成本等带来的负面影响。在就业层面，可再生能源领域、能效领域、氢能、新能源汽车基础设施等新型领域的就业岗位都将大幅增加，增加幅度远超过化石能源行业相对于既有能源规划预测情景的就业岗位缩减。能源转型带来的环境效益、公共健康效益、能源普及和供给水平的提升、国家和地区间发展差距的缩减、经济社会活动的活跃将能使东南亚地区的社会福祉水平整体提升约 11%。³⁵

图表 23 发展中国家对绿色产品需求有着较强增长空间（以东南亚为例）

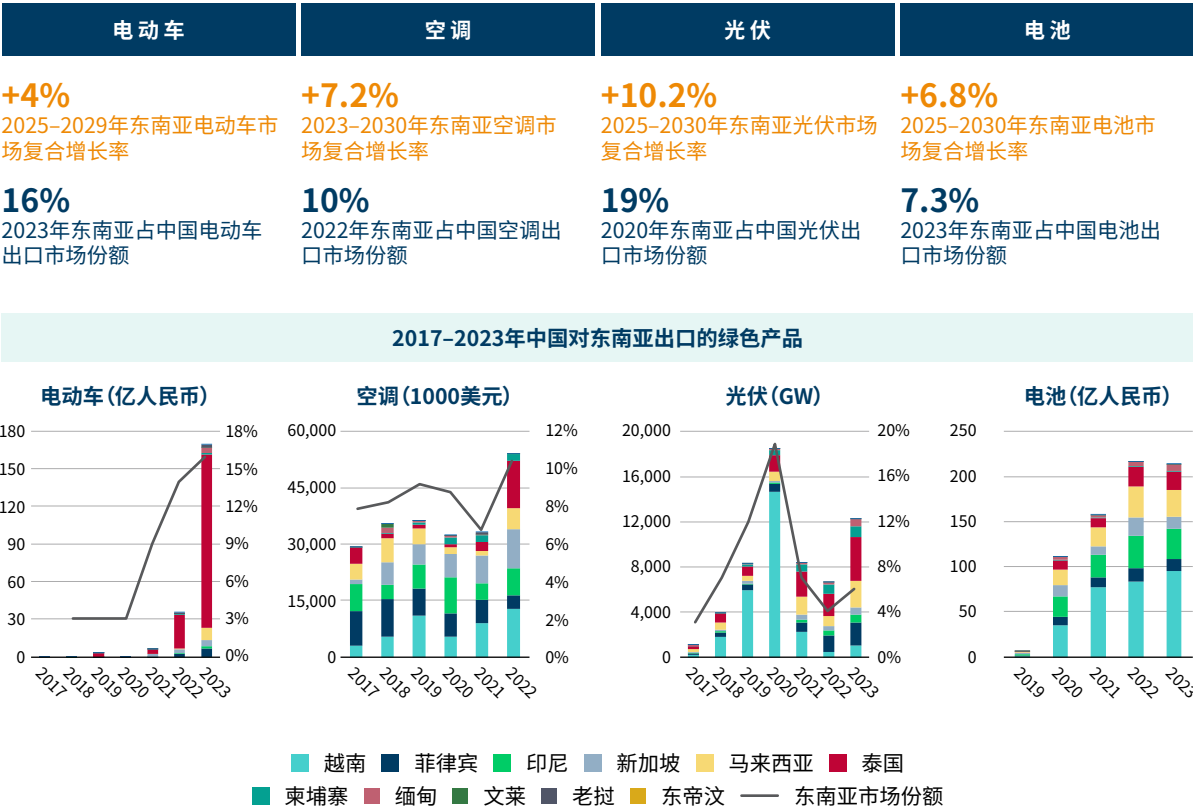


注: 此处“东南亚”地区包括文莱达鲁萨兰国、柬埔寨、印度尼西亚、老挝人民民主共和国(老挝)、马来西亚、缅甸、菲律宾、新加坡、泰国和越南; 呈现数据根据 IRENA 通过 E3ME 模型的计算, 以实际 GDP 计。基准情景系东南亚地区既有能源规划情景, 该情景下 2023-2050 年的年化实际 GDP 增长率约 4.7%。

来源: RMI 根据 IRENA 预测绘图

低碳园区的发展还具备广阔的跨区域合作空间。一方面，不少发展中国家将特殊经济区作为吸引外资的平台。借助这些外资产业集群，发展中国家可以吸引国际成熟的低碳技术，加速低碳基础设施建设。另一方面，通过技术共享、标准协同、资金支持和市场联动，如区域性绿色供应链建设、绿色技术对接与联合试验、绿色投融资合作等，发展中国家之间可以形成互补优势，共同促进低碳园区健康发展，提升整体低碳化水平。

图表 24 能源转型带来的经济发展与社会效益成为低碳发展的驱动力（以东南亚为例）



来源：RMI 基于袁新国等 2020、CPCA 2023、WITS、statista、IEA、mordor intelligence、GACC 数据整理

尽管低碳园区前景广阔，发展中国家的产业园区低碳化发展目前仍处在起步阶段，未来仍需破解多重挑战。

发展中国家以附加值低的初级产业为主，园区大规模低碳化动力不足。 尽管全球政府、企业及公众对低碳发展的认知水平不断提高，多数发展中国家已在《巴黎协定》框架下设定了国家自主贡献（NDC）目标、提出长期低碳发展愿景，越来越多的企业设立了气候行动目标和碳中和路线，许多低碳技术也已日趋成熟和规模化、成本大幅下降，但现实中，低碳技术在广大发展中国家的普及程度仍然参差不齐，本地产业链不成熟，部署低碳技术、使用可再生能源的初始成本仍相对较高。发展中国家园区的产业类型以附加值较低的资源型工业、中低技术制造业为主，制造业增加值占比低：撒哈拉以南非洲国家的工业以采矿、石油天然气开采为主，制造业集中在农产品初加工、纺织服装和简单装配业等门类；拉丁美洲国家依赖农产品与矿产品出口；东南亚国家逐渐向高附加值产业转型，但产业类型以纺织、电子装配、零件加工为主。^{36,37} 多数相关企业产品市场价格压力大，仍需以成本控制为首要目标。园区开发商更关注招商率和基础设施建设，对绿色能源基础设施投资意愿不足，使用高比例可再生能源的降本缺乏充足的吸引力。尽管有企业直接面向欧盟等对碳足迹有严格要求的市场，或属于产品全生命周期碳足迹下游供应商，但普遍仍缺乏主动采购绿色电力的动力。

园区低碳化建设的投资压力突出。发展中国家的政府财政能力有限，资金往往优先用于基础民生领域；低碳园区作为新兴发展方向，往往难以获得持续的财政支持，特别是在初期建设阶段的投融资压力较大。中国的相关经验显示，在低碳、零碳园区的建设初期，财政奖励、补贴等机制是项目落地的重要支持；随着绿色金融政策和市场机制的逐步完善，低碳园区可进一步通过绿色信贷、专项债券、碳资产交易、税收优惠、土地使用优惠、产业链合作等多元化模式实现可持续发展。不少发展中国家的绿色金融体系仍处于起步阶段，绿色债券、碳信用融资、环境基金等工具尚未普及，金融机构对低碳项目的风险评估能力不足，缺少支持低碳项目的金融产品和服务。虽然国际气候资金在一定程度上提供了支持，但资金规模远不能满足实际需求，且申请门槛高、流程复杂。地方政府和园区开发商在融资过程中常常面临信用评级低、担保能力弱、项目回报周期长等问题。

在实施层面，发展中国家园区进行低碳化发展仍需引进大量新型技术、人才与管理方式。在园区层面实现高比例可再生能源替代仍面临实施上的挑战，例如由于缺乏智能调度系统和经济型储能技术，高比例的间歇性可再生能源难以满足工业负荷的连续性要求。落基山研究所的调研还显示许多发展中国家可再生能源市场准入政策门槛高、电网接入政策不完善，尚未建立清晰的分布式能源并网机制，园区即使具备自发电能力，也难以实现稳定供电或向电网回馈，使得一些新能源开发商倾向于小规模屋顶光伏项目，阻碍了新能源规模化布局，加剧了供电波动性风险。系统规划、技术研发、核算监测等领域的人才、标准、政策短板导致许多发展中国家低碳技术成本偏高，或面临技术适配性差的问题。

五、推动园区低碳化建设，加速区域绿色低碳转型

低碳与零碳园区建设正在成为各国推动能源低碳化、产业绿色化的重要抓手。无论是国内“零碳园区”的试点与推广还是海外绿色低碳园区建设与合作，园区低碳化发展需兼顾技术路径、商业模式、多方合作三方面工作，确保园区在减碳的同时，带来积极的、本地化的经济、环境和社会效益，促进区域和跨区域协同的绿色低碳转型。

2025年7月，国家发展改革委、工业和信息化部、国家能源局等部门印发《关于开展零碳园区建设的通知》（以下简称“《通知》”），启动国家级零碳园区建设工作，标志着我国零碳园区建设驶入“快车道”。2025年10月，中共中央发布《关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》，明确零碳园区是推动经济社会全面绿色转型的任务之一；同期，国家发改委初步明确“十五五”时期力争建成100个左右国家级零碳园区，意味着未来五年，零碳园区建设将迎来系统性、规模化落地期。根据国家相关政策与布局，就实施而言，在“十五五”期间，建议在以下领域开展工作支持我国零碳园区从示范落地到全面推广。

助力园区建立用能和碳排放管理制度，开展园区能效碳效诊断评估

园区的能碳管理系统和能效诊断是帮助园区认识现有用能与排放情况、识别减碳路径的重要基础性工作。《通知》提出了推动园区建立用能和碳排放管理制度、提升园区能碳管理能力两项具体工作任务。我们建议在此基础上可针对典型的园区类型开展能耗数据收集和温室气体排放摸底工作，掌握不同园区能耗结构和排放结构的特征。可鼓励园区管委会建立数据共享、质量管控和隐私保护制度，并通过采用人工智能、工业互联网和物联网、智能传感等信息通信技术建设数字化能碳管理平台，统筹、整合分散在用能企业、能源服务企业和公共设施中的能耗与碳排放数据。园区还可针对中小企业数据基础薄弱的问题，提供标准化碳排放数据报送核算服务和共用的能碳数据系统。

通过供能侧、用能侧和智能管理系统协同的能源综合解决方案，加快园区能源结构转型

能源转型是零碳园区建设的最主要工作之一。《通知》明确提出要加快园区用能结构转型，特别是加强园区及周边可再生能源开发利用，支持园区与周边非化石能源发电资源匹配对接，科学配置储能等调节性资源，因地制宜发展绿电直连、新能源就近接入增量配电网等绿色电力直接供应模式，鼓励参与绿证绿电交易，探索氢电耦合开发利用模式；以及推动园区积极利用生物质能、工业余热等热能资源实现供热系统清洁低碳化。在此基础上，我们建议：

- 首先，园区零碳发展应协调园区红线内与红线外的资源条件，从系统化角度全面考虑园区用能和物质流管理的优势，统筹绿色资源和绿色产业，制定本地化的零碳能源转型策略。
- 其次，为实现高比例可再生能源生产消费以及绿色能源就近消纳利用，建议加强绿电直供、储能、原燃料替代、低碳供热等关键技术与机制的应用，形成可复制推广的实践经验和操作指南。在地方层面研究制定新能源就近消纳的主体认定与成本分摊机制细则，对关键细节如不同环节的分表计量标准、电量数据如何界定“有效消纳”、参与电力现货市场和辅助服务市场的具体流程等进行明确。

- 第三，在园区推广应用创新商业模式，助力绿色能源及服务的大规模应用。鼓励园区采用综合能源服务商、合同能源管理（EPC/EMC）、能源即服务（Energy-as-a-Service, EaaS）等创新商业模式，探索如分布式能源聚合参与能源交易、“登记与声明”机制（Book & Claim）等利于聚合绿色能源需求、降低新能源应用门槛的创新交易模式。

优化产业布局、强化金融与技术对接，实现园区产业绿色发展

产业绿色化是零碳园区建设的另一项重要工作，包含两重含义：传统高排放行业的低碳化转型及产业升级，以及绿色、低排放产业的推广。《通知》明确提出应调整优化园区产业结构，包括加快自身产业结构优化调整，布局发展低能耗、低污染、高附加值的新兴产业和“以绿制绿”模式。在此基础上，我们建议：

- 首先，研究产业布局与零碳资源协同的策略，推动新能源富集区与高载能产业的本地协同布局，将用电稳定且对电价敏感的高载能产业通过“绿电供给—产业需求”模式进行本地化匹配，优化产业布局与零碳资源的协同。研究制定不同区域基于优势绿色资源（如绿色电力、绿氢、碳捕集封存、固废资源等）建立产业耦合和集群化发展的策略。
- 其次，通过技术推广与对接、绿色投融资等支持高能耗企业减碳和园区产业升级。建议建立针对园区的绿色能源技术服务与对接平台，探索基于园区的绿色债券和贷款工具，形成“碳减排-融资条件”挂钩机制；可研究将零碳园区相关项目，特别是工业园区项目，纳入转型金融分类标准当中；还可建立园区零碳与供应链和产品低碳管理关联机制，为获得认证的零碳园区及其生产的产品提供流程优化等奖励。

完善园区碳排放核算及认证制度，提升园区能碳管理能力

零碳园区的可验证性、碳数据和绿色能源的可追溯性是零碳园区治理的内生需求，也是确保全产业链绿色转型的市场要求。园区碳排放管理的基础是科学、可信的碳核算方法学体系以及本地化的能碳数据收集能力，重要的支撑系统包括能碳数据平台、碳核算与认证服务等。《通知》提出园区应提升能碳管理能力，强化园区及企业用能负荷监控、预测与调配能力，为碳排放核算工作提供支撑。同时，支持园区引入外部人才、技术和专业机构，服务企业节能降碳改造、碳排放核算管理、产品碳足迹认证等。在此基础上，我们建议：

- 首先，在现有试行的零碳园区碳核算方法和指标体系基础上，针对园区碳排放核算体系开展系统性研究和国际对标等工作，就园区碳核算范围、领域、关键排放因子选取开展对比分析，确保零碳园区定义和内涵与国际衔接。可结合我国园区的碳排放特征，提出科学、可信的园区全范围全温室气体核算方法学。
- 其次，零碳园区目前以政府审批认定为主，未来可结合第三方认证机构和市场需求，在合理的监测、验证、报告流程基础上，建立零碳园区声明与认证制度，确保园区温室气体排放数据质量和碳减排成果的科学性和可验证性，以及零碳园区认证的可信度。

以园区为载体的绿色能源合作同时是发展中国家间和区域间绿色产业合作的重要方面。我国的风电、光伏产品覆盖全球 200 多个国家和地区，不仅丰富了全球供给，也为能源绿色转型和维护全球能源市场稳定作出突出贡献。2024 年 10 月，在第三届“一带一路”能源部长会议上发布的《“一带一路”绿色能源合作行动计划（2024-2029）》提出，未来 5 年，成员国将围绕能源领域重点前沿技术开展不少于 5 项联合研发项目和不少于 5 项清洁智能技术装备合作，聚焦矿山、冶炼、工业园区等多元用能场景，探索搭建清洁能源国际合作研究平台。2025 年 9 月，中国在联合国气候变化峰会上提出新国家自主贡献目标的同时，也明确提出深化国际绿色合作的主张，“加强绿色技术和产业国际协作，努力弥补绿色产能缺口，确保优质绿色产品在全球自由流通”。2025 年 10 月，国家能源局在国际能源变革论坛发布了“中国能源好物”清单，包括六十项覆盖五大关键领域的核心产品和解决方案，将为包括全球园区低碳发展在内的全球能源转型提供便捷的“菜单式”解决方案。通过将绿色能源技术与海外园区对接，结合绿色投融资和绿色产业支持，园区可以成为中国绿色能源合作的新窗口和新机遇。以海外园区为契机共创区域低碳发展新合作可围绕技术需求对接、经验标准互通、金融投资共建三方面开展。

推动绿色能源技术对接，赋能海外园区转型升级

发展中国家低碳园区的落地首先需要促进具体情境下能源转型技术与管理服务的匹配与对接。依托于我国在清洁能源、智慧能源管理系统、碳排放控制等领域的技术积累，建议在《“一带一路”绿色能源合作行动计划（2024-2029）》和“中国能源好物”框架下，建设中国与一带一路国家绿色能源技术 - 项目 - 服务对接平台，与东道主国家合作编制绿色能源需求清单，将海外园区对绿色能源技术的需求纳入清单，从而将中国绿色能源技术与海外园区能源转型需求有效对接。在海外园区内可设立中方企业运营的示范中心，展示中国的光伏产品、储能系统、节能设备、电动汽车等新能源技术，使园区成为技术和产品的实体展厅。鼓励中国绿色科技企业以“投资者 + 技术提供商”的双重身份参与园区建设，在提供园区建设资金的同时提供前沿解决方案。通过建设一批海外低碳、零碳园区标志性项目，以海外园区为载体带动发展中国家绿色产业升级。

标准互通与经验互鉴，推动中外园区绿色协同发展

从生态园区到零碳园区，中国在园区绿色化、低碳化发展方面已积累近 20 年探索的经验。在广大发展中国家大力开展绿色生态园区建设的背景下，中国可以在绿色合作中提供更多发展经验，缩短发展中国家低碳园区建设的学习曲线，避免园区高排放路径锁定效应，助力国际园区实现跨越式低碳发展。在《“一带一路”绿色能源合作行动计划》合作框架下，建议将低碳园区课题纳入共建“一带一路”国家共同开展的能源规划联合研究，探索建立系统性的双边、多边交流和能力建设机制，共同分享低碳、零碳园区建设的融资机制、激励政策、标准体系与路径探索等方面的经验，促进园区代表、政府机关、投融资机构与能源服务商的跨国交流学习。建议中国出海园区投资企业积极学习本地能源与环境管理政策，提升海外园区的环境、社会与治理水平，参与东道国标准制定和本地社区沟通，通过深耕本地市场提升海外园区运营管理水平。

同时，随着全球产业链和贸易联结的深化，推动中国与发展中国家的标准衔接能有效提升全球园区绿色管理水平。以中国 - 东盟能源合作为例，在中国—东盟自贸区 3.0 版升级议定书中，双方首次达成各自经贸协定中最高水平的绿色经济、供应链互联互通章节。双方明确在制定自身标准时可考虑参考对方标准，鼓励承认彼此合格评定结果，联合制定合格评定程序，并优先推进新能源汽车、电子电器等领域标准合作。建议将绿色产品、绿色基础设施、供应链碳管理、园区碳管理类标准作为中国与东盟国家标准衔接的重要内容，加速绿色技术在海外园区的应用落地，提升跨国供应链碳管理对园区生产降碳的倒逼作用。

挖掘海外园区金融合作潜力，释放绿色与投资价值

绿色金融、转型金融工具对于发展中国家园区低碳建设的支撑作用日益凸显。近年来，我国深度参与绿色金融国际合作与治理，提出了“一带一路”绿色投资原则，建设了“可持续投资能力建设联盟”。《“一带一路”绿色能源合作行动计划（2024-2029）》提出，需要共同强化绿色能源金融服务力度，丰富和创新投融资工具，增强发展中国家融资能力。在此基础上，为加强绿色低碳园区投融资，建议编制标准化目录与指南，可包括“低碳园区项目分类与支持目录”，为项目筛选、政策支持和金融机构认定提供统一标尺；以及“绿色能源技术与设备推荐目录”，收录经过验证的、具有成本效益的中国低碳技术与设备，降低东道国技术选型成本，并与出口信贷等工具绑定。可探索由政策性银行、商业银行与东道国开发性金融机构、主权财富基金等共同设立“低碳园区发展基金”，再与社会资本合作加大绿色园区股权投入，加速海外绿色园区投资。

参考文献

- 1 中华人民共和国国家发展和改革委员会，做好碳达峰碳中和工作，工业园区必须做出贡献，2021，https://www.ndrc.gov.cn/fggz/hjzy/zyzhlyhjhj/202103/t20210331_1315391.html
- 2 清华大学环境学院，工业园区综合能效提升现状、挑战与展望，2021，<https://www.env.tsinghua.edu.cn/info/1251/7733.htm>
- 3 郭杨等，中国工业园区低碳发展路径研究，2021，https://zghjgl.ijournals.cn/ch/reader/view_abstract.aspx?file_no=20210107
- 4 新浪财经，限电飙升、电价“跳水”，“三北风电”接下来怎么干？，2025，<https://finance.sina.com.cn/roll/2025-08-27/doc-infnmvkv7142456.shtml>
- 5 国家发展和改革委员会，专家解读 | 深刻认识推进零碳园区建设的重大意义，2025，https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/jd/202507/t20250708_1399062.html
- 6 中国日报网，全球首个！远景鄂尔多斯零碳产业园投产，石泰峰王莉霞率队调研，2022，<https://tech.chinadaily.com.cn/a/202204/13/WS625681a3a3101c3ee7ad046b.html>
- 7 人民日报，【人民日报看内蒙古】探访鄂尔多斯零碳产业园——零碳生产是如何实现的？（人与自然·走进零碳园区（工厂）看转型），2025，<https://www.peopleapp.com/column/30048710358-500006184645>
- 8 中央财经大学绿色金融国际研究院，IIGF 观点 | 工业园区综合能源服务的绿色金融支持分析，2021，<https://mp.weixin.qq.com/s/GEYj3kKbUHEY0nWLisN8qQ>
- 9 黄帅，650 号文 +1192 号文，绿电直连黄金期已至，2025，https://mp.weixin.qq.com/s/rfhwQj394K5hdU7pwmIvOw?scene=1&click_id=129
- 10 CNESA Datalink 全球储能数据库，<https://www.esresearch.com.cn/>
- 11 国家能源局，电力规划设计总院，中国新型储能发展报告 2025，2025，http://www.nea.gov.cn/20250731/1d40d09f75714280a9218d5bea178fbd/202507311d40d09f75714280a9218d5bea178fbd_453d9a0609da1d4456a8b12d843bd256cf.pdf
- 12 Wei Li, Guangxu Wang, Meng Wang, Towards Net-Zero Electronics: Unlocking the power of energy efficiency in manufacturing facilities, RMI, 2025, <https://rmi.org/insight/towards-net-zero-electronics/>
- 13 李抒苒，薛雨军，王珮珊等，集群化发展助力低碳转型之：工业场景中大规模绿氢应用模式研究，落基山研究所，2024，<https://rmi.org.cn/insights/transitioning-chinas-industrial-sectors-creating-clusters-for-large-scale-green-hydrogen-integration>
- 14 李抒苒，吴彦君，陈济等，中国零碳图景下的再生资源利用产业机遇，落基山研究所，2021，<https://rmi.org.cn/insights/%e4%b8%ad%e5%9b%bd%e9%9b%b6%e7%a2%b3%e5%9b%be%e6%99%af%e4%b8%8b%e7%9a%84%e5%86%8d%e7%94%9f%e8%b5%84%e6%ba%90%e5%88%a9%e7%94%a8%e4%ba%a7%e4%b8%9a%e6%9c%ba%e9%81%87/>
- 15 中华人民共和国生态环境部，《关于做好 2023—2025 年部分重点行业企业温室气体排放报告与核查工作的通知》，2023，https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202310/t20231018_1043427.html
- 16 新浪财经头条，解码苏州工业园区：如何打造工业体系低碳转型的试验，2025，<https://cj.sina.com.cn/articles/view/5044281310/12ca99fde02002erka?from=ggmp>
- 17 UNCTAD, WORLD INVESTMENT REPORT 2019: Special Economic Zones, 2019
- 18 BKPM, Informasi lokasi usaha | Kawasan industri, 2024, <https://oss.go.id/informasi/lokasi-usaha?tab=ki&page=17>
- 19 Database Peraturan, PP No. 20 Tahun 2024, 2024, <http://peraturan.bpk.go.id/Details/285219/pp-no-20-tahun-2024>
- 20 ISER, Langkah pemerintah mendorong industri hijau di Indonesia, 2025, <https://iesr.or.id/langkah-pemerintah-mendorong-industri-hijau-di-indonesia/>

- 21 Ministry of Industry of Indonesia, Kemenperin targetkan 11 kawasan industri RPJMN-PSN beroperasi di 2024, 2024, <https://arsi.kemenperin.go.id/Berita16.html>
- 22 Delco Construction, List Of The Active Industrial Zones In Vietnam After The Merger On 01/07/2025, 2025, <https://delco-construction.com/en/list-of-industrial-zones-in-vietnam/>
- 23 United Nations in Viet Nam, Eco-industrial park – sustainable approach Vietnam’s industrial development, 2019, <https://vietnam.un.org/en/8455-eco-industrial-park-%E2%80%93-sustainable-approach-vietnam%E2%80%99s-industrial-development>
- 24 ACSV Legal, Decree 82 on new concepts of industrial parks and their incentives, 2018, <https://acsvlegal.com/article/decree-82-on-new-concepts-of-industrial-parks-and-their-incentives-1>
- 25 Vietnam Law Library, Decree 35/2022/ND-CP, management of industrial parks in Vietnam (Tieng Anh / English), 2022, <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Thuong-mai/Decree-35-2022-ND-CP-management-of-industrial-parks-in-Vietnam/521687/tieng-anh.aspx>
- 26 Vietnam Law Library, Circular 05/2025/TT-BKHDT guidelines for development of eco-industrial parks, 2025, <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Thuong-mai/Circular-05-2025-TT-BKHDT-guidelines-for-development-of-eco-industrial-parks/646854/tieng-anh.aspx>
- 27 Vietnam Briefing, Eco-industrial parks in Vietnam, 2024, <https://www.vietnam-briefing.com/news/eco-industrial-parks-vietnam.html/>
- 28 Ministry of Foreign Affairs of Vietnam, Viet Nam to establish net-zero industrial zones, 2025, <https://en.mae.gov.vn/Pages/chi-tiet-tin-Eng.aspx?ItemID=8407>
- 29 越南人民报网, 为推进生态工业区发展创造突破, 2025, <https://cn.nhandan.vn/article-post140499.html>
- 30 世界资源研究所, 中国海外园区可再生能源开发技术潜力评估, 2024, <https://wri.org.cn/research/Technological-potential-assessment-of-Renewable-energy-projects-developed-in-China%27s-Overseas-Industrial-Parks>
- 31 中华人民共和国中央人民政府, 特稿: 南南合作的“中国样本”, 2023, https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202306/content_6888837.htm
- 32 中华人民共和国生态环境部, 应对气候变化南南合作有实效(大道不孤), 2022, https://www.mee.gov.cn/ywgz/ymqhbh/qhbhlf/202201/t20220107_966426.shtml
- 33 World Bank Group, Global Photovoltaic Potential Country Rankings, 2020, <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0038379/Global-Photovoltaic-Power-Potential-by-Country>
- 34 Global Wind Atlas, <https://globalwindatlas.info/en/>
- 35 IRENA, Socio-economic footprint of the energy transition: Southeast Asia, 2025
- 36 UNIDO, Industrial development report 2024: turning challenges into sustainable solutions: the new era of industrial policy, 2024
- 37 Asian development bank, ASEAN and Global Value Chains, Locking in Resilience and sustainability, 2023

李威，王萌，李婷，马欣悦，郭凯迪等. 建设零碳园区，加速生产侧绿色转型，落基山研究所，2025，<https://rmi.org.cn/insights/zero-carbon-park-to-accelerate-green-production/>

RMI 重视合作，旨在通过分享知识和见解来加速能源转型。因此，我们允许感兴趣的各方通过知识共享 CC BY-SA 4.0 许可参考、分享和引用我们的工作。 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



除特别注明，本报告中所有图片均来自iStock。



RMI Innovation Center
22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

© 2025年11月，落基山研究所版权所有。
Rocky Mountain Institute和RMI是落基山研究所
的注册商标。