

零碳园区建设路径与对策 研究报告

(2025 年)

中国信息通信研究院政策与经济研究所

2025年12月

版权声明

本报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

前 言

2025年政府工作报告提出，“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”。产业园区是支撑我国经济发展的关键环节，同时也是碳排放的重要来源。开展零碳园区建设工作，是以习近平同志为核心的党中央作出的重要战略决策，是扎实推进经济社会发展全面绿色转型的重要抓手，是提高绿色制造国际竞争力、突破绿色贸易壁垒的重要途径。

园区是产业集聚发展的核心单元，是串联产业链上下游企业的重要联合体，是汇聚创新资源和发展要素的资源池。我国要推进碳达峰碳中和战略，推动经济社会全面绿色转型，就必须牢牢牵住园区建设这个“牛鼻子”，通过调动园区内资金、人才、技术、能源等关键要素加快向低碳、零碳方向流动，推进可再生能源替代和循环经济发展，通过凝聚园区建设者、生产者、使用者等各方主体力量，构筑全新绿色低碳产业集群，打造绿色低碳高质量发展新高地。

零碳园区建设是一项复杂的系统性工程，本报告聚焦零碳园区建设，系统梳理钢铁、有色、石化等流程型产业，以及轻工、机械、家电、新能源汽车等离散型产业加快推动零碳园区建设的探索实践，分析整理零碳园区内涵特征和思路框架，从园区整体规划布局、重点环节优化、配套设施改造、数字技术赋能等不同维度，提炼零碳园区建设的主要路径、应用场景等，意在为各行业加快推动零碳园区规划建设及现有园区绿色升级提供可供参考的方案，并从标杆培育、技术创新、服务支撑、管理能力、要素供给等不同维度提出政

策建议，希望能对政策制定者、研究者、从业者等提供有益参考。

由于零碳园区仍处于快速建设发展阶段，我们对零碳园区的认识还有待持续深化，报告中如存在不足之处，敬请谅解。



目 录

| | |
|------------------------------------|----|
| 一、零碳园区建设的科学内涵与重大意义 | 1 |
| (一) 零碳园区的内涵特征与主要类型 | 1 |
| (二) 零碳园区建设的重要意义 | 5 |
| 二、国外零碳园区的建设推进情况 | 10 |
| (一) 美国：突出政府主导，推行分阶段建设路径 | 10 |
| (二) 欧盟：完善支撑服务，强化技术引领和路径扩散 | 12 |
| (三) 日本：激励约束并重，聚焦资源循环和低碳改造 | 16 |
| (四) 韩国：加强投资驱动，推进园区减污降碳协同 | 18 |
| (五) 其他发展中国家：强调信贷支持，部署针对性零碳项目 | 20 |
| 三、我国零碳园区政策部署和主要路径 | 22 |
| (一) 我国零碳园区政策体系逐步完善 | 22 |
| (二) 我国零碳园区建设的主要路径 | 28 |
| (三) 不同条件下零碳园区建设的路径适配性 | 40 |
| 四、对策建议 | 46 |
| (一) 树标杆，丰富零碳园区样本参考 | 47 |
| (二) 促创新，加快园区减碳技术驱动 | 48 |
| (三) 强服务，健全综合节能服务体系 | 49 |
| (四) 优管理，提高园区零碳管理能力 | 49 |
| (五) 强要素，加大重点要素培育供给 | 50 |

图 目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 图 1 各类园区平均投资额对比 | 7 |
| 图 2 韩国蔚山工业园能源资源交换示意图 | 20 |
| 图 3 我国零碳园区政策渐次推进 | 24 |
| 图 4 工业园区促进排放端碳减排路径示意图 | 36 |
| 图 5 工业园区设施节能减排管理路径示意图 | 38 |
| 图 6 工业园区全流程碳排放管理路径示意图 | 39 |
| 图 7 零碳园区建设路径 | 41 |
| 图 8 推动零碳园区建设的对策建议 | 47 |

表 目 录

| | |
|-------------------------------------|----|
| 表 1 零碳工业园区、零碳商业园区、零碳物流园区区别 | 3 |
| 表 2 全球生态工业园区计划 (EIPP) 产生的环境效益 | 6 |
| 表 3 全球生态工业园计划促进绿色就业能力培养成果 | 8 |
| 表 4 加州高科技智造园计划内容 | 12 |
| 表 5 欧盟 R-ACES 项目自我评估工具评价内容 | 14 |
| 表 6 欧盟-摩尔多瓦 EIP 建设经验教训 | 14 |
| 表 7 地方开展零碳园区建设目标 | 24 |
| 表 8 国内零碳园区建设标准或指南 | 27 |

一、零碳园区建设的科学内涵与重大意义

零碳园区建设不仅是技术层面上的能源转型或节能改造，更是涉及发展理念、产业体系、制度创新的系统性革命。零碳园区建设高度契合我国“双碳”目标的战略部署，有效支撑国家“双碳”战略先行先试，同时可重构产业空间组织形式，推动新型工业化向高质量迈进，并能够有效增强外向型产业的碳合规水平，为我国在全球气候治理和绿色竞争中赢得主动。

（一）零碳园区的内涵特征与主要类型

1. 零碳园区的科学内涵

过去，业界对园区绿色低碳转型的关注重点往往在于绿色制造、循环发展等优化策略，随着我国“双碳”战略深入实施和全球对碳足迹的关注日益加强，传统的渐进式减排路径已难以适应气候变化与产业转型的双重压力，“零碳”被提升到影响新型工业化建设和可持续发展的战略高度，加快园区低碳、零碳建设，成为园区发展的必答题。零碳园区是指以实现碳中和为目标，在园区建设、运营、管理等各阶段，综合采用技术创新、结构优化、管理能力提升等多种手段，促进能源清洁化、产业结构绿色化、设施低碳化、资源循环化等，实现温室气体零排放的产业园区。其核心目标是通过自主减排与外部抵消相结合，使园区碳排放总量与清除量达到动态平衡。主要具有以下特征：

一是能源供给清洁化：多能互补构建低碳能源网络。园区利用当地能源资源禀赋积极推进“绿电直供”，通过构建风光储氢能源项目，引入太阳能、风能、水能等多元可再生能源，以及地热能、氢能等新

型清洁能源，在源头降低能源生产和使用过程中的碳排放。部分园区还积极开展绿电交易，提高园区绿电消纳能力。

二是数据管理智能化：数字技术驱动能碳精准管理。大数据、物联网、人工智能等数字技术加快向园区管理渗透，将园区碳排放管理从经验驱动转向数据驱动。通过部署智能电表、碳排放监测终端、物流追踪传感器等物联设备，实现对园区内能源、建筑、生产、运输等不同场景的实时数据采集，结合经验数据构建园区碳排放管理模型，从而准确筛选碳排放占比较高的设备、环节，识别能耗运行异常，并进行针对性设备调整和运行优化。

三是零碳管理全链化：覆盖源头到末端的闭环脱碳体系。零碳园区绝非局部环节的改良，而是全生命周期脱碳的系统工程，覆盖从原材料绿色采购、生产过程工艺革新、产品碳足迹追溯（EPD 环境声明）和废旧产品回收利用的全链条、全环节、全流程，形成完整脱碳链条。

四是产品认证国际化：对接国际标准提高绿色竞争力。在全球碳壁垒高筑背景下，零碳园区通过清洁能源替代、绿色供应链管理、废物回收管理，以及智慧能源管理等，能够更好地满足国际产品碳足迹认证的全流程可追溯、碳足迹核算、再生材料使用等要求，成为产品绿色低碳认证的重要载体。当前国际主流标准如 ISO 14064（温室气体核查）、PAS 2060（碳中和声明）已成为产品出海“通行证”，我国园区正加速接轨。

2. 零碳园区的主要类型

基于园区内容可分为零碳工业园区、零碳商业园区和零碳物流园

区。一是零碳工业园区。工业园区主要业务是生产制造，建筑类型多为厂房和车间，能耗主要集中在生产制造产线，其零碳管理重点在能源替代、零碳低碳改造和园区级的碳排放协同管理。二是零碳商业园区。商业园区高层办公楼群集聚、用能需求趋同、容积率较大，独特的物理条件使其开展能源管理和碳排放控制具有较高潜力和效率。这类园区的能耗主要集中在建筑供电、交通出行以及商业运营活动等，零碳管理的重点在推进绿色建筑、推广绿色出行和构建智慧能源管理系统。三是零碳物流园区。物流园区是提供货物存储、分拣、包装、运输、配送等服务，汇聚了仓库、配送中心、运输枢纽、货运场站等各种物流设施和物流服务提供商，是物流产能集中的节点和推动节能减碳的重点，能耗主要集中在物流设备、物流运行等，开展零碳管理的重点在推广新能源物流装备和设施、部署可再生能源，以及推行智慧物流等。¹

表 1 零碳工业园区、零碳商业园区、零碳物流园区区别

| | 零碳工业园区 | 零碳商业园区 | 零碳物流园区 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 核心目标 | 高碳产业低碳转型，突破国际绿色贸易壁垒 | 提升商业运营可持续性，塑造低碳品牌形象 | 实现物流运输、仓储等全流程净零排放，提升物流链低碳竞争力 |
| 管理重点 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 能源基础设施 ✓ 氢冶金 ✓ 余热利用 ✓ 碳捕集封存及利用 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 清洁能源 ✓ 绿色建筑 ✓ 智慧能源管理 | <ul style="list-style-type: none"> ✓ 清洁能源 ✓ 新能源物流装备 ✓ 智慧物流管理系统 |

来源：中国信息通信研究院

基于建设方式主要包括全新规划建设零碳园区和低碳改造已有

¹ 本报告以工业园区为主要研究对象。

园区两大类。一是全新规划建设零碳园区。这类园区强调在规划建设初期即引入碳中和理念，将可再生能源禀赋、产业低碳属性和生态承载力作为基础参数，通过一以贯之的“零碳设计-高效建设-清洁供能-零碳运营-绿色拆除”，对园区进行全生命周期立项审查、施工审查和能效测评等，确保园区建设施工、运营管理等均符合“零碳”要求。**二是低碳改造已有园区。**这类园区强调对既有高碳基础设施和运行方式的渐进式破解，在维持生产和运营的前提下，对现有能源系统、设施设备、产业生态等进行重构和改造，提高园区碳效能效，相关改造并非简单的设施重建和技术转移和转化，而是基于园区现有物理条件和产业特性的“定制化”创新。这种模式改造成本低、适用范围广，将是我国推进零碳园区建设的主流模式。

基于创建模式主要包括政企合作、多元化投融资和科技创新等三大类。一是政企合作模式。通过当地政府与企业合作共建，形成“政策+市场”双轮驱动的建设模式。融资模式方面，园区建设资金在政府专项资金的基础上，引入绿色基金、能源服务公司（ESCO）等多元社会资本共同投资，降低初期资金压力。不仅如此，政企合作模式能够通过“园区+平台+数据+服务”输出标准化解决方案，具备较强的制度适应性，易于在县域、开发区、老旧工业区推广。**二是多元化投融资模式。**通过政府、社会资本、金融机构等多方参与，为园区建设提供多层次、可持续的资金支持。融资方式方面，可根据需要选用股权、债权、碳资产等多种金融工具组合灵活使用，满足园区不同阶段、不同资产属性的资金需求。**三是科技创新与产业升级模式。**这种模式旨

在通过研发和推广低碳技术、数智化技术等新技术促进园区和企业节能增效，通过设备更换改造等方式促进园区节能降碳改造和用能设备更新，并根据园区能源禀赋、产业基础等培育一批新兴产业，发展绿色新动能，从而实现园区高端化、智能化、绿色化转型。

（二）零碳园区建设的重要意义

1. 零碳园区建设符合我国双碳目标的发展要求

零碳园区是促进能源结构优化和实施行业碳管理的关键阵地。零碳园区作为一种新型园区发展模式，在推动能源领域变革与创新方面，发挥着极为重要的作用，是促进能源结构更加清洁、高效、低碳的重要阵地。根据国家发展和改革委员会发布的园区名录，我国已建成国家级与省级园区共计 2543 家，覆盖了全国 80% 的工业企业，排放了全国 31% 的二氧化碳，是碳达峰碳中和的重点控制对象。零碳园区大量采用太阳能、风能等可再生能源，替代传统化石能源，部分园区还大力推广智慧能源管理，为未来更大范围能源改革提供了积极示范和可参考的蓝本。根据联合国工业组织统计，到 2022 年，全球生态工业园区（EIP）通过提高能效节省的电量达到 2.3 万 MWh，通过提高水效节约的水量达 4.6 万立方米，通过废物综合利用节省的物料达 265 吨，降低的碳排放量达 1.3 万吨二氧化碳当量，有力促进了工业节能降碳和提质增效（如表-2）。根据《国家发展改革委 工业和信息化部 国家能源局关于开展零碳园区建设的通知（发改环资〔2025〕910 号）》，我国推广的“零碳园区”相比联合国“生态工业园区”，在改善用能结构、促进节能降碳、加强资源集约节约的基础上，特别强调提升园区“碳

管理能力”，将实质性推动园区层面碳排放的大规模、高效率降低。

表 2 全球生态工业园区计划（EIPP）产生的环境效益

| | 2021 年 | 2022 年 | 增速 |
|----------------------|--------|---------|---------|
| 能效-通过提高能效节省的电量 (MWh) | 1982.7 | 23388.4 | 1079.6% |
| 绿电-可再生能源产生的电量(MWh) | 0 | 1417.2 | / |
| 水效-节水量 (立方米) | 21775 | 46509 | 113.6% |
| 废物利用-节省的物料 (吨) | 12 | 265 | 2108.3% |
| 减碳-降低的碳排放量 (吨二氧化碳当量) | 1243 | 12952 | 942.0% |

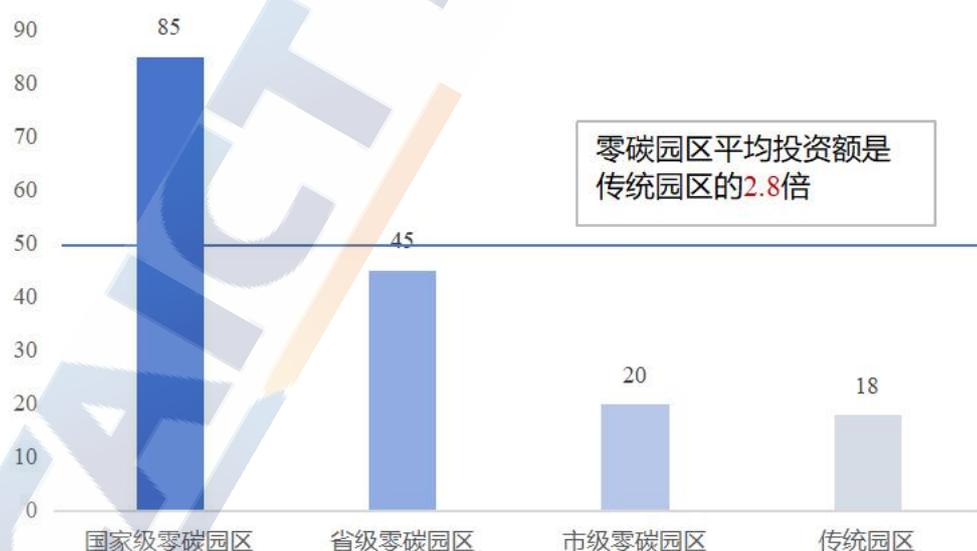
数据来源：联合国工业发展组织

零碳园区是促进产业协同耦合、提高产业链整体能效的重要载体。

零碳园区为能源供应、工业生产、交通运输、回收处理、碳管理服务等不同产业领域和环节提供了一个密切协同的集中场所，通过综合运用节能、减排、固碳等碳中和措施，使不同产业各节点主体能够更高效地协同运作，推动园区内温室气体排放总量与吸收自我平衡，实现园区内全链条、全周期、全领域的零碳发展。比如上游的材料、原料、零部件生产企业采用绿色工艺，降低生产过程的碳排放，中游的零部件组装企业优化装配和运输路线和效率，降低供应链环节的碳排放，下游的产品销售和服务企业强调绿色运营，通过优化打造绿色品牌、推动绿色产品标准认证、提升产品绿色回收服务等降低碳排放，同时通过对全链条全环节实施柔性互动，优化统筹协同调度，提升园区整体碳效水平。

2.零碳园区建设是实现新型工业化的重要载体

从经济层面看，零碳园区聚集了一批绿色低碳的新兴产业和创新型企业，为新型工业化提供了绿色发展引擎。零碳园区主要面向钢铁、有色、石化等传统产业，以及新能源汽车、锂电池等绿色新兴产业，推动了一批绿色技术创新、节能设备更新和优质项目落地生根。这些企业和项目以绿色技术研发、循环经济、智能制造等为核心，形成了具有竞争力的绿色低碳产业体系。零碳园区项目投资规模大、示范效应强，将有效撬动更多社会资本进入绿色低碳领域，更好发挥绿色投资乘数效应，带动绿色经济发展，根据中国循环经济协会测算，平均每个零碳园区带动绿色投资额超 50 亿元，是传统园区的 2-3 倍（见图-1）。零碳园区推动采用最先进的环保生产工艺和材料，为公众提供了真正的“零碳”产品和服务，有效刺激绿色消费。总体来看，零碳园区不仅提升了园区的经济活力和创新能力，更为新型工业化注入了绿色发展新动能，开辟了高质量发展新空间。



数据来源：中国循环经济协会

图 1 各类园区平均投资额对比

从社会层面看，零碳园区实现了环境效益、绿色生活、绿色就业

的综合性效益提升。零碳园区加快园区能源资源循环利用、降低园区环境污染和碳排放，通过合理规划土地利用、设置生态缓冲区等减少对生态环境的破坏，切实支撑了环境效益提升。零碳园区注重以人为本，为园区内员工和周边居民提供更加健康、舒适的工作和生活环境，有力支撑绿色出行、低碳办公和绿色建筑等新型生活方式，推动绿色生活普及和推广。零碳园区的建设通过引入绿色产业、升级能源基础设施和拓展碳管理服务，直接创造碳咨询、碳金融的新型就业岗位，为实现高质量就业与低碳发展协同推进提供重要路径。联合国工业发展组织数据显示，2022 年全球生态工业园计划展现出强劲带动效应，面向小微企业、园区管理机构、政府人员及服务供应商开展的绿色培训人次分别同比增长 200%、120%、78%与 82%，系统推动了低碳技能提升和绿色就业能力重构，为全球工业绿色转型注入持续动能（见表-3）。

表 3 全球生态工业园计划促进绿色就业能力培养成果

| 绿色就业能力培养（2022 年相比 2021 年同比增速） | |
|-------------------------------|--------|
| 接受过绿色培训的小微企业员工数量 | 208.1% |
| 工业园区管理-员工绿色培训数量 | 120.8% |
| 政府参与绿色相关工作的人员数量 | 77.8% |
| 接受过绿色培训的服务提供商数量 | 82.8% |

数据来源：联合国工业发展组织

3. 零碳园区建设是提高零碳竞争力的关键抓手

零碳园区作为具有前瞻性和创新性的园区模式，为绿色低碳技术创新提供了重要场所。在创新需求层面，零碳园区建设对风能和太阳能关键部件和材料创新、氢能储能等未来能源创新，生产端的新型低

碳冶金等绿色工艺创新，以及排放端的 CCUS 等负碳技术创新创造了更大的需求牵引。在创新主体层面，零碳园区汇聚了更具零碳创新能力和水平的龙头企业，以及众多顶尖科研机构 and 高端创新人才，能够形成“基础研究-中试验证-工程转化”的绿色技术创新链条。在创新推广层面，不同行业、不同地区的零碳园区为建筑节能、智能微电网、碳足迹管理等提供更加丰富的技术应用场景。总体来看，零碳园区先进要素汇聚、创新活动蓬勃、涉及领域广泛、覆盖环节全面，为绿色低碳前沿技术、设备等提供了集技术研发、场景验证与产业化推广于一体的丰厚沃土。

零碳园区对于应对绿色贸易壁垒具有重要意义。当前，越来越多的经济体开始提出进口产品“碳足迹”要求，欧盟碳边境调节机制 (CBAM)、《欧盟电池与废电池法规》等多项针对产品碳足迹的法规正式通过或已进入实施落地阶段。欧盟碳核算规则覆盖了产品生产全流程排放，企业不仅需要降低生产过程中的直接排放，也需要降低上游原材料、物流运输等环节的间接排放。此外，在相关规则下，我国绿证绿电交易难以作为绿电消费依据，只有物理意义上的“绿电直供”才能成为其认可的降低产品碳足迹的途径。欧盟 CBAM 和 CEAP 对数据溯源性的要求也对企业生产流程数据监测、报告等提出更高要求。相较于单个企业，零碳园区能够发挥平台化、产业集群化等优势，推动系统性降碳；在大电网背景下，零碳园区也是绿电直供理想的试验田；零碳园区还能够通过数字化技术构建系统的数据监测、报告与核查体系，更好应对欧盟数据溯源和透明度要求。总体来看，零碳园区

能够更好地实现产业链闭环，生产出符合绿色贸易标准和要求的“绿钢”“零碳铝”等产品。

二、国外零碳园区的建设推进情况

国外普遍将带有节能环保性质的园区称为“生态工业园”，强调能源高效利用、资源循环、碳排管控与污染治理，与我国低碳、零碳园区的目标高度契合，特别是发达经济体将节能、节水、环保等目标全面融入园区规划、建设、运营及回收等全生命周期，较早提出了园区“净零排放”“无碳排放”等管理理念，并结合本国本地区在能源、资源、技术、产业等方面的实际，进行了特色化实践，对我国推动零碳园区建设具有重要借鉴意义。

（一）美国：突出政府主导，推行分阶段建设路径

美国强调环境保护署（EPA）主导作用，为推动国内工业园区绿色低碳建设运营提供了重要政策支持。一是组建跨部门工作组，发挥部门合力。美国总统委员会可持续发展工作组（PCSD）召集相关利益方代表共同成立“生态产业园工作组”，包括商务部、能源部等部门，环境保护基金等金融机构，以及康奈尔大学工作与环境中心等高校，定期围绕园区建设进展、政策、困难问题等展开讨论，并将汇总的信息和数据发给环境署，为其进行政策调整奠定基础。二是为生态工业园区提供财税支持。美国环境署“棕地计划”对生态工业园区建设提供资金，其中费尔菲尔德园区作为全球最早的“生态工业园区”，在上世纪 90 年代建设期间获得了近 1 亿美元的税收补贴。“棕地计划”已延续至今，《基础设施投资与就业法案》向“费尔菲尔德项目”拨款 12 亿

美元。三是发布生态工业园区案例集，提供系统化的路径参考。PCSD 基于前期 4 个示范项目，在 1996 年提供了 15 个“生态工业园”的案例集，为全国推进园区绿色低碳转型提供有益的参考和示范。

在强有力的政策带动下，美国低碳、零碳工业园区取得积极进展，利用先进的环境保护和数字技术引导传统产业较多的州开展“生态工业园区”建设，部署了一系列生态园区试点，重点关注资源循环利用，以及利用数字技术推动园区内信息共享，实现物料、能源、设备等高效使用，助力降低碳排放强度。具体来看，一是**技术驱动园区节能降碳**。采用绿色低碳技术、建设绿色建筑等实施能源替代，或依托长期积累的**数字技术优势**，构建园区数据库，实现企业产品、废料或排泄物等信息共享，进而针对性进行资源交换，提升能源使用效率。如，美国加州 2025 年 7 月宣布建造 Solano Foundry 智造园，通过使用太阳能、电动汽车等新能源产品实现“几乎完全使用可再生能源”，同时利用“人工智能驱动的机器”“计算机芯片”等数字技术和设备，对园区内建筑、工厂、交通工具等开展智慧能源管理，最终实现园区“净零”排放（见表-4）。二是**建立资源回收网络促进园区循环发展**。通过在园区内建立基于能源与资源整合应用的产业共生网络，推动园区内企业间物质、能源和信息的交换与共享，实现副产物和废弃物的资源化利用，促进园区低碳循环发展。如得州的布朗斯维尔生态工业园区根据企业特性建立了“工业共生”路线图，促使企业之间形成包含重金属回收厂、乙醇制造、陶瓷制造厂等的“原料—废料—原料”交换的工业生产系统，提高园区内企业生产效益和环境效益。得克萨斯城工业园

将建造二氧化碳回收工厂，用于园区内碳排放的回收并将其转化为可持续的化学品、肥料、塑料等。工厂由 **Again** 公司进行相关设施建设和运营，计划将于 2025 年第四季度投入使用。

表 4 加州高科技智造园计划内容

| 特征 | 描述 |
|--------|---------------------|
| 现代工厂 | 使用机器人、人工智能和可再生能源的工厂 |
| 绿色设计 | 树木、自行车道和太阳能建筑 |
| 当地人的工作 | 数以千计的科技和绿色能源技术工作岗位 |
| 创新实验室 | 人们可以构建新想法和技术的空间 |
| 运输 | 方便前往高速公路和公共交通 |

来源：2025 年《加州科技制造园区规划》

（二）欧盟：完善支撑服务，强化技术引领和路径扩散

作为生态工业园区发源地，欧盟在“欧洲 2020 战略”、“欧洲绿色新政”等战略对成员国发展绿色低碳产业区提出明确要求和指导框架，部署了分阶段试点建设工作，并提供了一系列更具可行性的政策工具和培训资源等，特别是在能源供不应求和工业绿色化转型叠加的背景下，欧盟加快推进园区间、园区内企业间的能源共享共用和余电余热利用，提出减碳定量目标。一是部署专门试点项目支持工业园区或集群低碳转型。地平线 2020 资助“能源合作平台”（RACES）项目，支持高排放工业园区和集群使用可再生能源、交换剩余能源以及使用智慧能源管理系统，要求减碳量至少为 10%。项目从早期安特卫普（比利时）、尼堡（丹麦）和贝加莫（意大利）3 个试点园区，扩大至 10 个生态区，并将相关经验复制到 90 个高排放园区。二是为产业集群和决策者提供便利工具箱，促进园区内各方合作。欧盟 R-ACES 项目

开发了 3 大类实用工具，为园区内能源转型、工业企业入驻等提供便利化工具（见表-5）。主要包括：（1）自我评估工具，由企业用户线上填写其供暖、制冷、电力等能源需求、能源供给、利益相关方和现有基础设施，进而判断某一地区开展能源合作的潜力和机会，并结合能源供需匹配结果自动给出相关建议；（2）法律决策工具，为园区管理方和工业企业提供了一套入驻生态工业园区的合同模板，双方按照平台流程按步骤填写关于能源销售方式、能源销售价格、税费等，填写后自动形成合规合同文本；（3）能源管理平台，为园区提供寻找可行能源合作伙伴的 ICT 工具，可汇集各类能源的“过剩”和“需求”数据，按照地区、时间段等形成能源共享的“仪表盘”。

三是提供在线教育环境，支持园区管理方、能源运营方等提高园区低碳转型能力。欧盟“用例图书馆”收集了低碳园区各类型能源合作、各种可再生能源关键技术、余热交换工具、数字化能源管理工具的地点等的案例，“棋盘游戏”通过角色扮演增强案例吸引力和培训成效，“培训材料”板块整理了各类在线课程资料、报告等，为工业园区开展能源管理提供了丰富的能源转型路径参考。

四是欧盟发布低碳、零碳园区建设路径，推动经验在其他国家和地区的扩散和复制。欧盟《生态工业园区推进指南》从政策布局、推进过程、取得成效等方面总结了白俄罗斯、格鲁吉亚等 6 个欧洲“不发达”国家开展生态工业园区情况，并从可持续模式、总体规划、吸引租户、能源成本稳定性、融资、教育和宣传等 17 个维度，提炼欧洲经验教训，为发展中国家和地区建设生态工业园区提供了可行的路径参考（见表-6）。

表 5 欧盟 R-ACES 项目自我评估工具评价内容

| 评估维度 | 评估内容 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| 自我评估信息 | 低碳园区名称、完成日期、用户姓名等 |
| 生态区域统计 | 当供应 > 需求时，存在能源潜力，分数=最高分数*总需求/总供给； 当需求 > 供给时，存在能源短缺，分数=最高分数*总需求/总供给*0.75 |
| 蛛网图 | 自我评估问题的总得分、电力/供热/冷却 以蛛网图形式呈现 |
| 自我评估结果 | 自动生成提高数据质量和完整性的建议 |

来源：欧盟 2024 年《生态工业园区推进指南》

表 6 欧盟-摩尔多瓦 EIP 建设经验教训

| | 经验教训 | 东亚国家复制经验 |
|--------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1. 园区可持续发展模式 | 将可持续性和循环经济视为生态工业园区的关键 | 政府：制定新政策，或调整现有政策，关注可持续性 |
| 2. 国际框架本地化 | 欧洲与东亚国家工业园区国家监管和功能环境不同，欧洲 EIP 建设方案东亚国家可能并不适用 | 政府：学习国际经验，调整方案以适应国情 |
| 3. 土地法律 | 缺乏废水、危废管理等相关法规，导致园区存在对水和自然资源滥用，以及环境污染 | 政府：需要建立适用框架，包括：废物、水、能效、安全等 |
| 4. 总体规划 | 缺乏总体规划将导致 EIP 事倍功半 | 园区管理：在专家帮助下制定投资规划，确保污水处理、废物存储和处理、安保、消防应急服务等都考虑在内 |
| 5. 所有权 | 不同所有制结构导致 ESG 指标执行模糊不清 | 政府：明确推进 EIP 建设的主管部门或组织，并明 |

| | | |
|------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | | 晰权责 |
| 6.合同协议 | 某园区未与企业签署合同导致企业租户将园区内土地、办公场所等转租给其他企业 | 园区：签订具有法律约束效力的合同，特别是围绕能效、能耗、废物管理，以及相关数据获取等明确“租户”企业义务 |
| 7.能源成本和稳定性 | 疫情叠加俄乌冲突，导致 2022 年天然气价格是 2021 年的 7 倍，不少工厂负债累累 | 政府：制定路线图，在商定的截止日期前实现零排放 |
| 8.废物利用 | 摩尔多瓦未能发现废弃电气电子设备等有价值的废物资源 | 政府：高度关注塑料、电子等废物流，强化废物无害化处理技术开发 |
| 9.互通有无 | 在基础设施等方面有很多机会，如共享设备或资源等 | 政府：加强公司间合作的好处 租户公司：在废物、能源、水、可再生能源、碳排放等多方面与临近公司开展合作 |
| 10.教育宣传 | 摩尔多瓦未能在国家层面进行生态工业园区宣传推广 | 政府：强化 EIP 宣贯 |

来源：《欧盟 2024 年生态工业园区推进指南》

欧盟成员国如德国、荷兰等采用清洁能源、支持工业集群脱碳、资源循环共享等方式建设绿色低碳园区。**管理模式上**，欧盟各国在生态工业园区的管理方式及管理主体呈现多元化特点，如丹麦卡伦堡生态工业园区自发形成自主管理，荷兰、芬兰、法国、英国等国家则采取政府规划方式。**运作模式上**，一是利用可再生能源及创新技术实现**清洁能源转型**。欧盟园区通过使用沼气、光伏等可再生能源，引入第

三方公司和服务机构实施清洁能源替代，以及在公交和汽车等交通运输设施中使用储能技术等方式，优化能源生产和使用。**二是加快推进智能化改造提升能源效率。**在能耗方面，通过智能化能源管理系统实现能源管理控制过程自动化、可视化，促进园区能源能效提升和管理优化。如德国林欧瑞府（EUREE）零碳科技园广泛安装光伏板与风机，将太阳能、风能转化为清洁电力，并构建起分布式供能、本地用能、能源存储于一体的智能电网系统，精准控制园区内所有能源的运行，保障园区电力的稳定与可持续供应。**三是构建合作共生网络促进园区循环共享发展。**园区建立能源基础设施共享、能量交换及废弃物回收再利用等构建生态产业链，推动形成包含能源、信息、废弃物交换等的产业共生体系，促进能源共享和循环发展。如丹麦伦堡生态工业园构建“发电-热电联产-农业”等三十余条生态产业链，形成涉及能量交换、水循环、废物交换等的“工业共生体系”，成为循环化零碳园区标杆。

（三）日本：激励约束并重，聚焦资源循环和低碳改造

日本资源极度匮乏，二战后污染严重，高度关注资源循环利用对缓解资源紧张、支撑产业发展的作用，发布了一系列法律文件、资金政策等支持工业园区资源循环利用和降低污染排放。**一是发布法律法规倒逼园区资源循环利用。**日本政府发布《循环型社会形成推进基本法》和《循环型社会建设推进基本计划》，构建了促进循环利用的顶层法律依据，并通过《废弃物处理法》和《资源有效利用促进法》，为工业园区、企业、工厂等开展资源循环利用提供了更具针对性的法

律指导。二是为园区、集群等低碳改造提供资金支持，并辐射国际。

日本具有较好的产业政策基础，“节能降碳”更是经产省、环保署等支持重点，长期以来形成了体系化政策体系，近年来结合技术演进和产业发展态势，形成了更符合产业发展趋势的政策工具。如 2023 年起，日本经产省围绕炼油、钢铁、化工等高耗能工业领域，推进重点工业集群部署先进 CCS（碳捕获和封存）项目，其中 2023 年、2024 年部署两批共计 16 个重点产业集群的 CCS 项目，推进重点集群降碳。

日本采用先进的资源循环与废弃物处理等新技术，以及共享资源和互换副产品的产业共生网络，推动园区技术改造，实现废弃物再生资源化和能源循环利用。**管理模式上**，形成以地方自治体为建设主体，国家和地方政府共同辅助和管理，企业、研究机构、行政部门积极参与的**产学研一体化模式**。园区建设和管理主要由环境省和经产省共同负责，实行双重管理体制。其中，环境省负责废弃物的合理处理工作，经产省主要从产业方面进行管理，负责对可回收资源的管理工作。融资方面主要由民间自主投资经营，政府的直接支持或补助力度较少。**运作模式上**，一是注重采用新技术减排增效。园区利用副产品交换、CCUS 等先进的资源循环技术，以及垃圾无害化处理、废物回收再利用等废弃物处理技术，促进园区节能降碳。如日本藤泽生态工业园区通过搭建智慧能源系统、线上服务等构建节能环保、智慧互联平台，并采用储能、碳捕集、废物提取及转化等技术，实现园区能耗降低 40%，废物排放减少 95%。二是形成共享资源和互换副产品的产业共生组合。园区构建废弃物能源化、资源化系统，将废弃物加工或转化

成可利用的材料或设施，形成产业共生网络，实现固废综合利用。如日本川崎工业园区是日本第二大钢铁企业日本钢铁公司（JFE）所在地，充分利用钢铁、化学、石油化工等产业的集中优势，推动开展资源循环型生产和构建新型资源再生利用设施，促进园区循环化、节能化转型。

（四）韩国：加强投资驱动，推进园区减污降碳协同

韩国对“生态工业园区”进行了系统的路线规划，综合利用政府投资和金融机构投融资政策，支持低碳、零碳工业园区建设改造。一是为不同阶段零碳工业园区试点提供财政支持。自 2006 年起，韩国就开始推进低碳零碳工业园区试点建设。韩国国家清洁生产中心发布了一项为期 15 年的试点项目，第一阶段（2006 年-2010 年 5 月）投资 1500 万美元财政资金建立五个示范区，探索传统工业园转型为生态工业园区的可行性，第二阶段（2010 年 6 月-2014 年），投资 6800 万美元继续成立 3 个示范点，联合 30 个工业园区，推进“生态工业园区”建设经验总结，并导入竞争机制，开展园区绿色低碳评级；第三阶段（2015 年-2019 年），投资 680 万美元总结前两阶段园区建设模式，向全国推广。二是为低碳、零碳园区提供融资支持。2025 年 8 月，韩国产业园区公社公布“2025 年碳中和转型先导项目贷款支持项目”，邀请国内 14 家银行与园区公社签订合作协议，为园区内企业提供约 1000 亿韩元低息贷款，用于低碳技术开发的研发贷款约为 1/5，其余

为设备设施贷款。园区内的大、中、小企业，贷款占投资比重分别不超过 50%、90%和 100%²。

韩国构建基于能量、物质循环为核心的产业共生项目，并建立试点园区进行经验推广及商业化运营，助力经济和环境效益双提升。运作模式上，韩国主要推动在园区内构建集能量循环、物质循环为一体的“产业共生网络”，促进运行效率提升及降碳减污协同，同时推广积累的产业共生经验，形成商业化行为，实现经济效益和环境效益双赢。如韩国蔚山生态工业园区在垃圾焚烧、化工、造纸、有色、机械等企业之间建立能量利用（蒸汽、废热交换等）共生网络，形成能源、水、废物交换三大产业共生系统，实现减污降碳协同。同时，园区有序推进了一批产业共生项目商业化，进一步实现经济效益转化。园区下一步将推进“steam highway”项目，向附近需求企业供应产团内产生的废热和剩余蒸汽的蒸汽管道网，据测算，该技术将产生安装 2800 万台家用太阳能发电机的效果。未来园区将推进将园区内企业多余的能源提供给附近需求企业，实现园区内能源供需匹配，推进园区建设为节约能源的“零碳产业园区”。（见图-2）

² [韩国产业园区公社] 2025 年碳中和转型先导项目
<https://www.circular-economy.or.kr/site/siteBbsNotice/news-notice-view?ntcIdx=22&pageNo=1&pageBlock=10&pageSize=10>

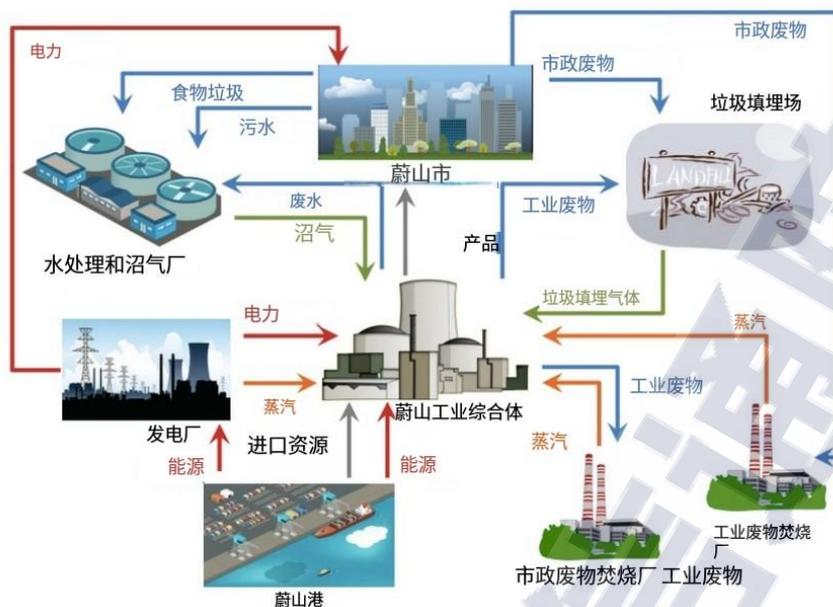


图 2 韩国蔚山工业园能源资源交换示意图

来源：联合国工业发展组织

（五）其他发展中国家：强调信贷支持，部署针对性零碳项目

巴西在推进园区绿色低碳转型方面，重点部署税收、信贷等工具撬动园区设备投资，着力推动生物技术、能源技术和电气化。一是安排财政资金支持工业园区设备加速折旧退税。2024 年 5 月，巴西签署《工业园区现代化法案》（第 2/2024 号法案），制定园区设备加速折旧计划，支持园区“数字化转型”和“生态转型”。计划将在 2 年内部署 34 亿雷亚尔退税资金用于支持机器和设备折旧，将设备折旧年限从 20 年大幅缩短至 2 年，预计将撬动 200 亿雷亚尔相关投资，其中，生物燃料生产和可再生能源生产设备是优先支持方向。二是部署低息贷款支持园区设备更新。2024 年 1 月，巴西国家工业发展委员会启动《新巴西工业计划》，2025 年 8 月该计划部署 120 亿雷亚尔的低息

贷款用于刺激工业园区设备更新，其中约 20%用于“生物经济和脱碳”任务，旨在提高园区竞争力和能源效率。该信贷计划将分为不同利率档次，其中 43 亿年利率为 8.5%，另 20 亿年利率为 7.5%。巴西利用可再生能源支持工业园区零排放转型，其中较典型的为圣保罗州的零碳排放计划。早在 2021 年，圣保罗州政府签署联合国“奔向零排放”活动，结合圣贝尔纳多-杜坎普工业园区产业基础和可再生能源发展基础，明确设定 2050 年实现净零排放目标。州政府优先支持太阳能和生物质发电、钢铁行业碳捕集和存储、水泥行业碳减排、建筑行业碳减排等，还专门支持开发了简化碳排放计量工具，用于提高园区碳核算、监测与管理的透明度与可操作性。在此基础上，该州将交通电气化列为下一阶段脱碳重点，并于 2023 年成功吸引奇瑞集团投资 3 亿雷亚尔，用于奇瑞巴西工业园的新能源汽车产线升级改造，为区域零碳转型注入新动力。

越南利用多元化金融工具和创新政策对零碳园区建设相关的能源、环保等项目提供支持，为发展中国家探索园区低碳、零碳转型提供了具有参考价值的实施路径与融资模式。一是对园区和集群的绿色环保项目提供低息贷款。越南环境保护基金（VEPF）对工业区及集群提供不超过商业利率 50%的优惠利率贷款，截至 2018 年底，该基金已贷出 294 个软贷款项目，共涉及 2.5 亿元越南盾，到 2020 年，相关环保项目的利率为每年 2.4%³。二是为可再生能源项目提供优惠贷款。越南发展银行对可再生能源项目提供一系列优惠贷款和信用担

³ 数据来源：联合国工业发展组织《越南支持生态工业园的资金来源——越南生态工业园干预》

保，支持方向主要包括煤矿/石油开采中的甲烷开发和利用项目、降低天然气损失的投资项目、水泥生产中的替代原料/废热利用项目、玻璃、钢铁等领域能源改造项目。三是发布推广零碳园区典型案例集和解决方案。2023年，越南基于联合国工业发展组织、世界银行等的案例资源，积极分享和交流园区低碳、零碳建设经验和知识，推广建设路径和方案，推动越南零碳园区建设取得长足进展。2020年至2024年，越南规划投资部在协福（胡志明市）、阿玛塔（同奈）、定武（海防）和和庆（岘港）4个工业区推进零碳园区建设，实施了429个资源效率和清洁生产解决方案(RECP)，帮助企业降低1.4万MWh/年的电量，降低5.56万吨二氧化碳当量的温室气体减排，减少27.8万立方米用水量。

三、我国零碳园区政策部署和主要路径

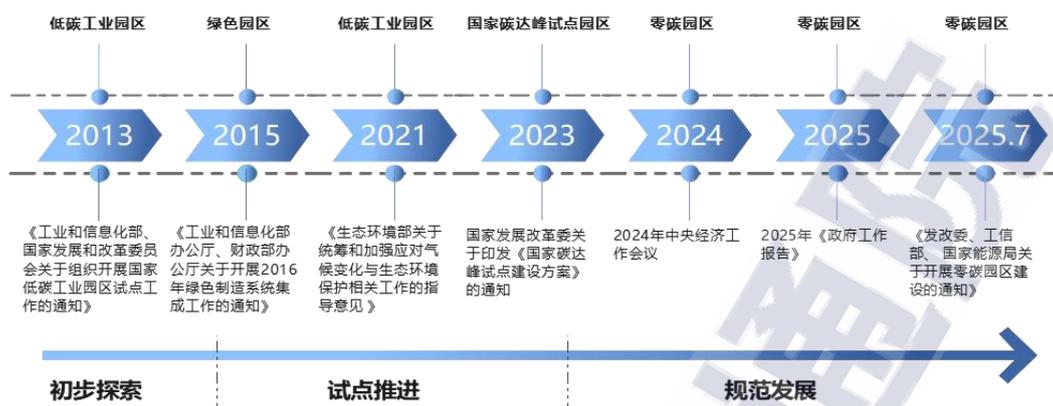
我国加快推进零碳园区政策部署和建设实践，国家层面明确零碳园区的建设标准与发展重点，地方政府积极发布区域性建设指南，初步构建了央地协同、多层联动的零碳园区政策推进机制。在相关政策引导下，各地园区积极推进近碳、零碳建设和改造，系统推进全生命周期减碳，形成了覆盖能源、资源、基础设施、技术等多维度的推进路径。

（一）我国零碳园区政策体系逐步完善

1. 中央层面零碳园区政策层层深入

零碳园区政策经历了从初步探索、试点推进到规范发展的渐次推进、层层深入的阶段性发展过程（见图-3）。2013年起为初步探索期，

国家相关部门探索性推出低碳工业园区、近零碳排放与碳中和试点示范、国家碳达峰试点园区等试点，强调能源低碳转型。2015年-2023年为试点推进期，《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》首次提出实施近零碳排放区示范工程的任务，标志着零碳排放区的理念从过去学术探讨正式上升为国家战略构想。工信部《绿色制造工程实施指南》提出推进绿色工业园区建设的任务。2021年，生态环境部《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》提出，支持基础较好的地方探索开展近零碳排放与碳中和试点示范，将“碳中和”纳入试点范畴，为“零碳园区”与“碳中和”愿景的衔接提供了政策抓手。2024年起，零碳园区建设进入规范发展期。中央经济工作会议首次提出推进零碳园区建设，随后该内容被写入2025年《政府工作报告》，今年7月，我国发改委、工信部、能源局三部门正式发布《关于开展零碳园区建设的通知》和《零碳园区碳排放核算方法（试行）》，首次从标准层面提出对园区碳排放的精准监测与效益考核，显著增强了对园区减排行为的约束与激励效能，为园区低碳化、零碳化转型提供了可测量、可评价、可落实的建设指引，标志着我国“零碳园区”进入有章可循、全面规范推进的新阶段。



来源：中国信息通信研究院

图 3 我国零碳园区政策渐次推进

2.地方加快零碳园区政策部署

自“双碳”目标提出以来，各地政府积极响应国家战略部署，并结合本地资源条件与发展基础，因地制宜地推进零碳园区建设。截至目前，全国已有至少 13 个省级政府明确提出建设低碳、近零碳或零碳示范园区的目标（见表-7）。例如，湖北、北京、重庆等省市在碳达峰实施方案中聚焦于低碳与“近零碳”示范园区创建，青海、新疆、内蒙古等省（区）则充分发挥可再生能源丰富、低碳技术优势等地域特色，明确提出以“零碳园区”为建设方向。这表明地方政府在落实中央政策的同时，注重与实际相结合，探索出一条贴合区域禀赋、差异化实施的园区低碳发展路径。

表 7 地方开展零碳园区建设目标

| 时间 | 地区 | 零碳工厂、零碳园区等建设目标描述 | 文件名称 |
|--------|----|------------------------------------------|----------------|
| 2020.9 | 湖北 | 以现有工作基础的城镇、园区、社区、校园、商业等试点区域为突破口，积累经验，逐步扩 | 《湖北省近零碳排放区示范工程 |

| | | | |
|---------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| | | 大试点范围,开展其他领域近零碳排放区示范工程建设,多领域多层次推动“近零碳”发展。 | 实施方案》 |
| 2022.1 | 北京 | 强化绿色技术示范应用,推进可再生能源和超低能耗建筑项目示范,建设近零碳排放示范园区。 | 《北京市碳达峰实施方案》 |
| 2022.11 | 安徽 | 鼓励绿色工厂对标国际先进能效水平,进一步提标改造,参与能效“领跑者”遴选,创建“超级能效”工厂或“零碳”工厂。 | 《安徽省工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2022.12 | 上海 | 对标国际先进水平,建设一批“超级能效”和“零碳”工厂。持续推进园区绿色低碳升级改造,推动设施共建共享、能源梯级利用、资源循环再利用,推进上下游协同绿色低碳转型,推进零碳园区试点建设。 | 《上海市工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2022.6 | 广东 | 着力打造一批各具特色、具有示范引领效应的近零碳/零碳企业、园区、社区、学校、医院、交通枢纽等。 | 《广东省碳达峰实施方案》 |
| 2022.6 | 甘肃 | 开展“零碳”园区创建。 | 《甘肃省碳达峰实施方案》 |
| 2023.1 | 江苏 | 探索建设“近零碳工厂”和“碳中和工厂”。引导绿色工厂提标改造,对标国际国内先进水平,创建一批“超级能效”工厂。 | 《江苏省工业领域及重点行业碳达峰实施方案》 |
| 2023.1 | 重庆 | 开展近零碳园区试点,打造一批近零碳试点建设优秀案例。 | 《重庆市工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2023.11 | 广西 | 通过利用园区闲置屋顶与地面资源,发展分布式光伏与分散式风电,打造零碳、低碳园区。 | 《广西壮族自治区工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2023.5 | 内蒙 | 实施园区可再生能源替代行动,在用电负荷相 | 《内蒙古自治区 |

| | | | |
|--------|----|-----------------------------------------------------|--------------------------------|
| | 蒙古 | 对集中、具备自主调峰能力的工业园区先行试点建设一批低碳示范园区、零碳示范园区。 | 《工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2023.7 | 山东 | 到 2025 年，建成一批近零碳城市、近零碳园区、近零碳社区，总结形成可复制、可推广的近零碳发展经验。 | 《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》 |
| 2023.8 | 新疆 | 推动绿色园区向近零碳、零碳园区升级改造。 | 《新疆维吾尔自治区工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2023.8 | 云南 | 建设一批“超级能效”工厂和“零碳”工厂，打造一批低碳零碳园区。 | 《云南省工业领域碳达峰实施方案》 |
| 2024.9 | 青海 | 积极创建“零碳”工厂、园区，加快建设零碳产业园区，打造国家级零碳技术集聚区和先行示范区。 | 《青海省推动工业绿色转型实施方案》 |

来源：中国信息通信研究院根据公开信息整理

3.零碳园区建设标准日渐清晰

近年来，我国地方政府、研究机构和社会团体联合开展标准制定方面的探索，发布零碳园区建设指南（见表-8）。一是地方政府探索零碳园区建设指南和评价标准。部分地方政府结合本地产业基础、能源构成等发布低碳、零碳产业园区建设标准体系，比如福建《工业园区低零碳创建评估准则》、江苏《(近)零碳产业园建设指南(暂行)》等，从基础设施、能源利用、资源利用、园区低碳管理、温室气体及污染排放等不同方面规定了零碳园区建设要求。二是政企合作推动构建零碳园区建设标准。CDI 开发区创新发展大会组委会响应联合国工业发

展组织与商务部联合发起的“可持续产业园区倡议”的实施方案，发起“CDI 绿色双碳百园计划”，推动发布《零碳园区建设指南》，提出投资模型、低碳建筑改造、碳排放监测等全流程解决方案，以及绿色能源、低碳生产、循环经济等技术路径。三是产学研合作发布零碳园区建设标准。中国技术经济学会发布，必维集团、远景集团、中国标准化研究院等机构 2022 年联合发布《低碳 / 零碳产业园区建设指南》团体标准，提出以零碳为目标的产业园区的建设原则、技术标准、运维管理等，为低碳 / 零碳产业园区的建设提供了清晰的指导。2025 年，中国质量认证中心牵头编制《零碳园区评价技术规范》(T/CECA-G 0344-2025)，进一步细化零碳园区评价指标，与建设指南形成“建设—评价”闭环体系。

表 8 国内零碳园区建设标准或指南

| 发布时间 | 发布主体 | 标准/指南名称 |
|---------|------------------|--------------------|
| 2022 | 天津市 | 《零碳产业园区认定和评价指南》 |
| 2023.4 | 内蒙古 | 《零碳产业园区建设规范》 |
| 2024.1 | 雄安新区 | 《零碳园区评价标准 公共建筑园区》 |
| 2024.7 | 福建省 | 《工业园区低零碳创建评估准则》 |
| 2024.8 | 盐城区 | 《沿海（近）零碳产业园区建设规范》 |
| 2024.10 | 江苏省 | 《(近)零碳产业园建设指南(暂行)》 |
| 2024.10 | CDI 开发区创新发展大会组委会 | 《零碳园区创建指南》 |
| 2022 | 中国技术经济学会 | 《低碳 / 零碳产业园区建设指南》 |

来源：中国信息通信研究院根据公开信息整理

2025 年 7 月 8 日，发改委、工信部、国家能源局正式印发《关于开展零碳园区建设的通知》，首次从国家层面提出零碳园区建设的

技术路径，围绕园区用能结构转型、节能降碳、产业结构、资源节约等八个方面，明确零碳园区建设的重点任务，为零碳园区建设提供了清晰的方向指引，释放了明确的政策信号。文件还同步发布了国家级零碳园区建设的指标体系，将“单位能耗碳排放”列为零碳园区的强制性核心指标要求，并设置清洁能源消费占比、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/余压综合利用率等一系列可选指标，为零碳园区划定了量化标准，结束了以往地方实践缺乏统一规范的局面。

（二）我国零碳园区建设的主要路径

我国各地区、各领域积极推进零碳园区建设，围绕园区规划、建设、运营全生命周期，在能源转型、资源集约、低碳改造、基础设施建设以及数字赋能等各方面展开了丰富探索和实践。具体来看，零碳园区建设主要包括能源引领、技术驱动、产业主导、项目牵引、数字赋能等不同路径。

1.能源端：加强能源近零供给，助力园区源头减碳

煤炭、天然气、石油等化石燃料燃烧是园区碳排放的主要来源，能源端转型升级是园区脱碳的重要抓手。园区通过建设可再生能源项目、部署绿电直连项目或开展绿电、绿证交易等直接、间接方式，提高园区可再生能源占比，推动园区能源由先进近零能源供给。

一是建设可再生能源项目。园区利用工厂、办公大楼等建筑屋顶，以及车棚、走廊、绿地或附属设施等开发建设分布式光伏系统，或建设小型分散式风电设备等，部分配置用户侧储能系统，实现可再生能

源自发自用、余电存储、电网调峰等多维能源利用模式。随着 N 型电池、钙钛矿电池等光伏技术，以及轻量化叶片、无轴承直驱风机等加快创新，未来园区光伏、风电发电效率有望进一步提升，为园区提供更高效的绿色电力。部分地方对园区的分布式光伏项目提供补贴，且相关可再生能源发电量不计入能耗总量考核，极大激发了园区投资热情。此外，园区还积极布局氢能、生物质能等新兴领域，构建多源互补、清洁低碳的能源供应体系。

专栏 园区投建可再生能源项目案例

案例：西安吉利配套零部件产业园屋顶分布式光伏发电项目建成投产。2024 年 10 月，西安吉利配套零部件产业园 12MW 光伏发电项目发电成功，项目充分利用园区内 20 栋厂房屋面，铺设光伏板进行光伏发电，预计每天向园区内 14 家企业输送绿电 3.56 万度，年发电量达 1300 万度。

二是就近发展绿电直连项目。绿电直连能够有效提升园区用能清洁化水平，为园区绿色低碳转型提供稳定可靠的能源保障，同时可确保绿色电力来源清晰、环境权益可核查，是应对绿色贸易壁垒的有效途径⁴。部分省份具有丰富的可再生能源资源，其园区周边分布有大型光伏、风电、水电等清洁能源设施。当地园区因地制宜，按照绿电能源端与园区距离大小，通过园区内部配电网、建设专属输电专线、建设特高压/超高压电网等，直接接入清洁电力，实现绿电就地开发与消纳，显著降低因长距离输配导致的能源损耗。2025 年 6 月，国

⁴ 绿电直连实现了发电侧与用户侧的直接物理连接，是欧盟碳边境调节机制（CBAM）认可的电力碳核算模式。

家发展改革委、国家能源局联合印发《关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》，明确了绿电直连发展的适用条件、运营机制和政策支持措施，为园区规模化推广绿电直接供应提供了明确的制度依据和实施路径。

专栏 园区推进绿电直供案例

案例：东营时代零碳产业园绿电直供项目启动建设。2025 年 7 月，东营时代零碳产业园依托东营海上风电和光伏资源，通过“点对点”直供园区，年功能超 8000 小时，可完全替代化石能源，支撑其成为全国首个 100%绿电直连的零碳园区。

三是开展绿电、绿证交易。绿电、绿证（可再生能源绿色电力证书）交易是以市场化方式促进可再生能源消纳、支撑园区从能源端碳减排的有效补充手段，2024 年我国绿证交易 4.46 亿个，同比增长达 364%⁵。园区内目前仍以单个企业为绿电、绿证市场化采购主体，与绿色发电企业签订购电协议，规模化购买绿色电力，或批量购买绿证，以市场化方式兑现绿电消费责任，保障园区绿电稳定可靠供应，提升绿色用能占比，为园区构建多维绿电消纳体系。部分省份开始推进以工业园区为主体采购绿电、绿证，如《江苏省（近）零碳产业园建设指南（暂行）》（2024）提出，“引导园区内企业积极购买绿色电力及绿色电力证书”，厦门火炬高新区建立“园区绿电绿证服务站”，服务园区内企业绿电、绿证交易等。

专栏 园区开展绿电、绿证交易案例

⁵ 数据来源：国家能源局 2025 年 4 月《中国绿色电力证书发展报告（2024）》

案例：中关村延庆园推动绿电交易。2025年3月，北京市中关村科技园-延庆园探索以园区为购电“聚合体”的新型绿电交易模式，依托京津唐电网，通过售电公司与购电企业双边协商，锁定最高价格，并对参与绿电交易的园区企业给予0.01元/千瓦时补贴。目前园区内已有43家企业实现100%绿电入市，绿电使用量占园区用电总量的65%。

2.产业端：优化产业结构布局，筑牢园区绿色根基

工业生产过程中会释放大量二氧化碳，产业端结构优化是园区绿色低碳转型的重要手段。园区通过低碳项目规划招商、节能降碳改造、高载能产业转移集聚等，提升产业“含绿量”，有力促进过程端节能降碳。

一是引入高标准低碳零碳产业开展低碳规划。工业园区结合地区特色、产业特色，在设计之初即明确低碳零碳建设规划和实施方案，制定具体的能效、水效、固废资源化水平、环境污染排放控制，特别是碳排放强度等关键指标要求，建立全面量化的“准入”标准体系，并严格执行上述标准，加强对拟进入项目的评估与审核，优先引入生产工艺先进、清洁生产水平高、碳排放强度低的企业。为园区低碳化、零碳化建设奠定坚实的产业基础。部分园区还积极引入具有耦合作用的企业，通过资源共享、装置互联互通等构建能源梯级利用、物料循环再生的生态产业链，比如构建“绿电-绿氢-绿醇-”产业链等，推动传统的“资源-产品-废物”线性发展模式，转变为“资源-产品-再生资源”的循环发展模式。

专栏 园区规划阶段高标准引入低碳企业案例

长三角（昆山）国际低碳产业创新园区高标准规划建设。2024 年 12 月，长三角（昆山）国际低碳产业创新园区启动开园，明确提出高标准规划建设低碳产业创新园区，入驻的 3 批共计 12 个入园项目和企业，比如苏州鲁南的“光伏支架研发生产项目”、峰飞航空科技的“绿色航空产业园项目”等全部符合绿色低碳要求。

案例：榆林经开区推动煤化工与石油化工融合发展。国能榆林化工有限公司在榆林经开区投资建设“陕煤 1500 万吨/年煤炭分质清洁高效转化示范项目”，推动利用粉焦气化制甲醇、甲醇制烯烃等，并以煤焦油为原料发展芳烃产业链，实现煤化工与石油化工的融合发展。到 2025 年 9 月，该项目二期已完工超 90%，预计二期工程每年将减少 931 万吨碳排放。

二是实施低碳工艺改造。低碳工艺改造是建设零碳园区的核心任务和关键路径。采用先进的低碳技术及生产工艺和设备对电机、风机、锅炉等高耗能设备开展设备更新、工艺优化、控制系统部署和调试等，推动设备能效提升，通过优化生产流程、缩短生产周期等方式提高园区整体的生产效率和管理水平，降低能源损耗及碳排放。国家发展改革委、工业和信息化部等部门持续深化绿色技术目录推广，并发布“两新”政策推动大规模设备更新，为工业园区绿色低碳技术迭代和节能设备升级提供系统性政策牵引。

专栏 园区实施低碳工艺改造案例

案例：宁波石化区优化工业技术降低碳排放。宁波石化园区⁶内石化企业加快节能降碳改造，通过引入重生成油液相选择性加氢脱烯烃技术（FHDO），替代固废处置风险大、成本高的白土吸附工艺，废白土年削减量超 1000 吨，减少碳排放 1800 吨；采用“超声波+离心脱水”技术处理油泥，年油泥产生总量减少超 1 万吨，减少碳排放超 4000 吨。

三是引导高载能产业集聚或转移，进行低碳优化。工业园区依据区域产业发展和资源禀赋比较优势，积极推动高载能产业，引导电解铝、硅基、化工等高载能产业，向风能、太阳能等可再生能源富集、环境容量充裕的西部地区有序集聚或转移，系统推动高载能产业在零碳园区的集中降碳减污及协同发展，促进产业合理分工和绿色能源的就地消纳，实现绿色转型与区域协调共进。部分园区还综合运用环保、安全、质量等法律法规和标准，依法依规淘汰落后工艺和过剩产能，为发展先进绿色产能腾出环境空间和发展容量。

专栏 高载能产业转移或集聚案例

案例：云南省工业园区依托水电优势承接电解铝产能。云南省抓紧“北铝南移”产业转移机遇，加快打造中国绿色“绿谷”，陆续推动文山、红河水电铝加工一体化重点产业园区，承接绿色电解铝产能，如红河州绿色低碳示范产业园承接魏桥集团位于山东滨州市的 600kA 电解铝生产线共计 193 万吨电解铝产能。

3.资源端：推进资源循环利用，构建园区用料闭环

⁶ 截至 2024 年该园区已连续 8 年稳居全国化工园区前三。

园区积极部署资源综合利用设施、建设固废资源化等项目、开展清洁生产审核等，推动各类资源减量化、综合化利用，实现废物资源“增值”，提高园区可持续发展水平。

一是加强园区固废资源综合利用。园区通过更新装置、优化工艺、部署项目等方式，对钢铁、建材、石化、有色等领域产生的钢渣、矿渣、炉渣、冶炼废渣、固体废料等大宗固废开展循环利废改造，积极开展工业固废协同处置、资源耦合、循环利用等，推进固废中有价元素提取，将其转化为再生产品。对于小部分生活垃圾、建筑垃圾等固体废弃物，推动智能化分选、焚烧发电、填埋处理等，建设工程积极利用废旧建筑材料等，提升固废处理效率与资源化利用率。

专栏：园区固废综合利用案例

案例：山西固废资源化利用交通科技园推动灰渣、钢渣高值化利用。2024 年，山西固废资源化利用交通科技园的高性能掺合料生产线建设投产，利用电厂灰渣、钢铁厂钢渣等为主要原料制备高性能掺合料，相关产品可用于特种水泥、混凝土制品等，预计每年消纳废渣约 15 万吨，减少碳排放约 16.8 万吨。

案例：上海天马无废低碳环保产业园固体废物处置项目投入运营。2024 年，园区固体废物处置项目获得危废经营许可证，将污水处理系统产生的浓缩液，回喷至焚烧厂焚烧炉处理，产生的沼气用于发电，工业固废处置能力为 65 吨/日。

二是推进园区水资源节约利用。我国工业用水约占用水总量的六分之一，推进工业园区废水循环利用，可以有效缓解水资源短缺，降

低企业用水成本。园区采用节水工艺和设备，通过采用分质预处理技术、膜分离技术等水处理技术提升污水处理效率，并建设集中式污水处理厂和再生水（中水）回用管网等，构建闭环的水循环网络，减少污水排放、优化水资源配置，提升园区水资源节约集约利用水平。

专栏：园区工业废水循环利用案例

案例：内蒙古鄂尔多斯蒙苏经济开发区零碳产业园区光伏废水零排项目。2024年10月，内蒙古蒙苏零碳产业园“工业污水处理厂及水资源再生利用”项目建成投产。针对光伏废水成分复杂、高浓度难降解等问题，项目采用除硅除硬高效沉淀、超滤+反渗透膜系统等先进工艺，实现废水“零排”和厂区水资源自平衡，投产以来每天工业废水处理量达10万吨，光伏废水循环利用率达95%。

三是强化园区余热余压资源化利用。园区工业企业集中，生产过程中会产生大量的余热余压等废弃能量，主要存在于烟气、冷却水、炉渣等载体中。园区积极部署余热锅炉、汽轮机、发电机、热泵系统、新型高效换热器等设施设备，推广余热余压发电、热电联产集中供暖、余热回收制冷、余压制冷等，最大幅度利用园区厂房、产线等的余热和势能，减少对一次性化石能源的需求，最终形成园区资源闭环，降低环境负荷，提升园区综合能效。

专栏：园区节能降碳改造案例

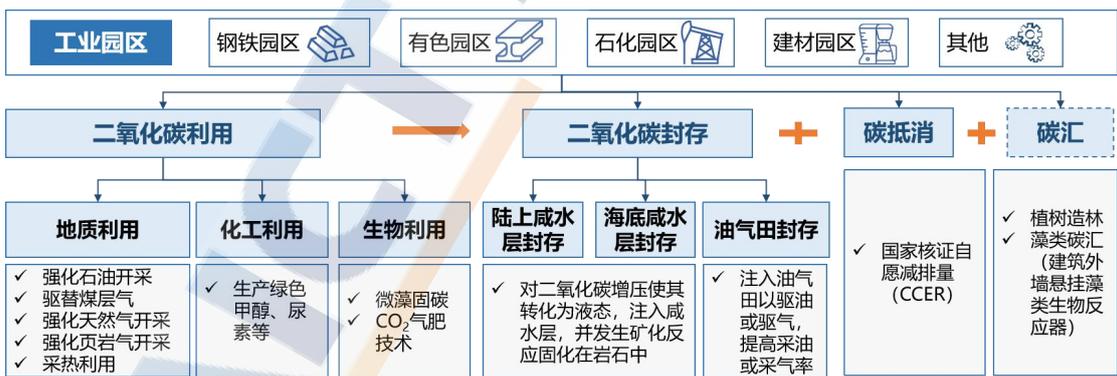
案例：山西太重智能高端装备产业园部署余热利用项目。太重智能高端装备产业园构建循环水+水源热泵系统，将冶炼车间的热水通过余热回收系统进行余热热能传输存储，用于支持园区供暖供水，到

2024 年每年可节约天然气 200 余万立方米。

4.排放端：开展减污降碳治理，促进园区末端减排

工业末端治理是控制碳排放和污染物最终排放的关键防线。园区通过部署碳捕集、封存和利用（CCUS）等负碳设施、建设集中式治污和危废安全处置设施等，确保末端污染物达标排放。

一是末端碳排放治理。工业园区及内部企业以降低碳排放总量和碳排放强度为目标，持续加强负碳方案设计和落地应用，其中碳捕集、封存和利用（CCUS）被业界认为是大规模减少温室气体排放的唯一技术选择。园区通过工程技术手段将捕集的 CO₂ 开展地质利用⁷、化工利用⁸、生物利用⁹等，无法利用的 CO₂ 将其封存至陆上咸水层、海底咸水层、枯竭油气田等，在排放端大规模减少碳排放量。此外，园区还使用碳排放权交易、碳汇等间接方式抵消碳排放，实现园区名义上的“碳中和”（见图-4）。



来源：中国信息通信研究院

图 4 工业园区促进排放端碳减排路径示意图

专栏 园区排放端碳管理案例

⁷ 将 CO₂ 注入地下,进而实现强化能源生产、促进资源开采的过程,如提高石油、天然气采收率,开采地热、深部咸(卤)水、铀矿等多种类型资源。

⁸ 将 CO₂ 转化为各种化工产品,如尿素、甲醇、合成气、低碳烃、含氧有机化合物单体、高分子聚合物等。

⁹ 利用植物或微生物通过光合作用吸收 CO₂, 将其转化为生物质。

案例：旭阳集团邢台焦炉烟气 CO₂ 捕集示范项目。2022 年 3 月，旭阳集团河北邢台园区焦炉烟气二氧化碳捕集示范项目成功投运，利用燃烧后化学吸收法捕集工艺及深冷分离工艺，对回收的 CO₂ 进行深度提纯，纯度高达 99.6%，捕集规模达 7500 吨/年，捕集的 CO₂ 可用于气体肥料、制冷、工业原料及食品应用等。

二是末端环境治理。工业园区针对生产过程中产生的废渣、废气、废水等一系列污染物，部署一系列环境治理项目，安装污染物收集、监测、净化、利用等装置和设备，推动污染物深度处理与达标排放。不少园区还将数字技术与污染处置装置深度融合，构建环境监测平台，从末端监测向生产过程穿透，推动园区科学精准治污。我国高度重视对园区污染物的问题排查和集中处置，截止 2024 年上半年，长江经济带、沿黄河省（自治区、直辖市）1900 余家省级及以上工业园区建成 2600 余座污水处理设施¹⁰。

专栏 园区排放端环保管理案例

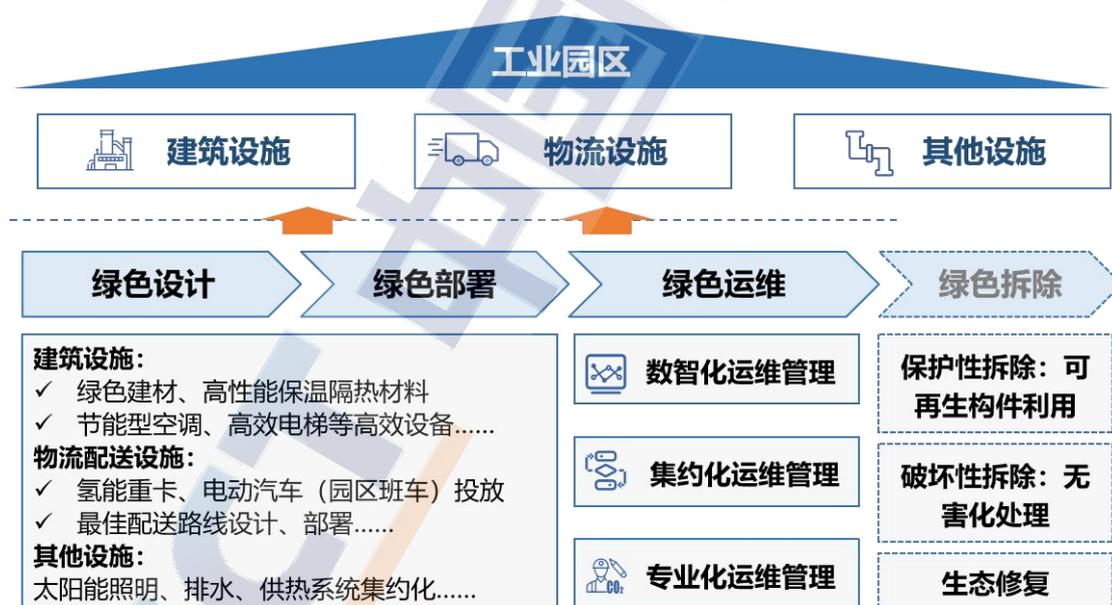
案例：江苏扬州工业园区加快推进污水处理。江苏扬州化工园区依托污水处理厂指导园区内近 40 家化工企业安装污水处理设施，并采用连续排水企业专管管理、间歇排水企业“共管错时排放”，实现年污水减少排放量越 146 万吨，为企业节约排污费用超 1800 万元。2024 年，园区入选国家级工业园区水环境管理典型案例。

5. 全流程：园区一体化节能减排管理

一是强化园区设施节能减排管理。园区结合整体发展规划和碳排

¹⁰ 数据来源：2024-12-03 《中国环境》《“一张清单、一套数据”，怎么管好工业园区污水？》

放目标，依托相关工程或项目等，针对厂区、办公大楼等建筑设施，配送车辆、仓储大楼等物流设施，以及照明系统、管网系统等配套设施，通过开展绿色设计或实施节能降碳改造、开展绿色拆除等，统筹推进园区内基础设施规划、建设、运营、拆除、回收等全生命周期的低碳管理，比如推广使用环保可再生建材、推广使用高效节能设备、推进排水、供热系统集约化等，部分园区还引入智能控制系统，支撑设施远程监控、自动化控制等，提高园区设施的能效、碳效水平。此外，园区个别设施拆除时采用环保、资源化方式，推进废弃物循环利用和无害化处理，最大程度降低对环境负面影响。（见图-5）



来源：中国信息通信研究院

图 5 工业园区设施节能减排管理路径示意图

专栏 园区设施近零设计或节能改造案例

案例：大湾区（襄阳）工业园升级太阳能路灯。2025 年 5 月，大湾区（襄阳）工业园（二期）实施太阳能路灯改造工程，采用“光

伏板自适应倾角调节+ 智能光控系统”，将园区二期 49 盏路灯全部更换为太阳能路灯，无需接入市电即可实现夜间稳定照明，更换后每年可节约用电超 5 万度，节约电费开支超 4 万元。

二是推动园区碳排放管理。园区建立面向企业的温室气体排放信息管理制度，推动控排企业积极进行产品碳足迹核算，开展排放数据收集、统计和报告，滚动制定碳排放管控目标与减碳计划，并建立碳管理团队，积极推进低碳技术创新推广，持续提升碳管理能力。部分园区积极推动建立企业级碳管理数字化平台，推动从单元工艺单元到整体生产流程的多层级碳资产核算、碳足迹统计与动态分析，提供园区视角的能碳监测、分析能力，开展针对性优化和改造等。园区还推进控排企业积极参与碳交易，支撑园区节能降碳改造。（见图-6）



来源：中国信息通信研究院

图 6 工业园区全流程碳排放管理路径示意图

专栏 园区智慧碳管理案例

案例：青岛中德生态园构建园区零碳操作系统。园区利用大数据、AI、人工智能、知识图谱等新一代信息技术，统筹数据填报、数据导入、系统对接、爬虫采集等多种数据来源，打造覆盖数据采集、转换、清洗直至数据建模等全过程的“双碳”操作系统，构建形成区域“碳家

底”资源池和“双碳”智慧大脑模型库，为“双碳”应用场景提供丰富的模型工具。

三是开展园区能效管理。园区建立用能管理制度，组织企业开展能效诊断、评估和报告，加强节能监察和管理，积极推进针对性节能改造和节能设备置换等，持续提升园区能效水平。部分园区构建统一的综合能源服务平台，基于数字技术实时获取各类能源及环保设备数据，对园区内各个点位能耗数据进行统一汇聚，实现能源输配、使用的可视化，对相关数据进行多维度智能化分析与诊断，指导园区企业合理用能、用水、用气等，实现能耗告警、能耗预测、事件处置等，实现园区整体能源和资源利用的最优化。

专栏 园区智慧能源管理系统案例

案例：杭州茧 SPACE 产业园零碳示范园智慧能源管理系统。2024 年 6 月，茧 SPACE 产业园零碳示范园投资建成，其自主研发的智慧能源运营管理平台可实现对光伏系统、储能系统、充电桩、电网等多个能源单元的集中监控与协调调度，平台可优先将光伏发电用于园区用电或电动车充电需求，余电在储能系统存储后，通过峰谷价差套利模式运行，协助提高光伏发电的本地消纳，实现园区能源智慧管控调度。

（三）不同条件下零碳园区建设的路径适配性

我国工业园区聚焦“零碳”目标，从能源供给、产业布局、资源利用、排放管理、园区全流程管理等五大维度，通过部署重大项目、强化技术驱动、加速设备更新、深化标准引领和数字赋能等手段，加速

零碳园区探索实践，聚焦不同环节探索形成多种减碳模式（见图-7）。园区可结合本地能源资源禀赋、资金实力、产业基础、发展阶段、排放特征、数字化基础等，酌情选用不同建设、优化和管理模式，呈现园区零碳建设和近零改造的多元组合方案，实现“碳源”与“碳汇”的动态平衡。



来源：中国信息通信研究院

图 7 零碳园区建设路径

一是立足能源禀赋差异，针对性推进能源近零供给。第一，直接建设绿电项目。对于可再生能源资源丰富、资金实力雄厚的工业园区，可直接建设绿电项目，利用工厂屋顶等现有条件建设分布式光伏、分散式风电和储能项目，最大程度实现绿电替代。第二，推进绿电直连。对于未确定供电方案、当地可再生能源富集，或已具备特高压等可再生能源长距离输送条件的园区，特别是出口外向型和受阻新能源领域的园区，可因地制宜，跳过公共电网中转环节，构建“点对点”直接对接的专用电网，实现可再生能源与工业园区的“源荷直达”。第三，推

进绿电/绿证交易。对于已与可再生能源供给省份签署绿电合作协议，并匹配绿电补贴、绿证核发等相对完善的交易制度或激励政策的地区，当地园区可充分响应相关政策部署，推动绿电、绿证在园区内部的交易与灵活流通，提升园区自发自用比例与经济性。**第四，提高能源供给效率。**对于用电负荷高、可再生能源充足、数字化基础较好的园区，可酌情配套建设智能微电网项目，通过智能调控对园区能源进行统一监控、运维和调度，实现负荷精准匹配和电力稳定供应。

二是紧扣不同产业特征，多元化推进产业低碳布局。**第一，加强低碳规划，高标准引入低碳/零碳产业。**对于新建园区，可在园区建设过程中，聚焦“低碳化”发展目标和要求，优先引入绿色能源与环保产业、高端装备与智能制造、循环经济与生物科技等产业，并结合发展需求和服务需求，适度引入绿色金融、碳咨询、绿色设计、绿色供应链等节能环保领域的生产性服务机构，实现园区新入驻企业即为绿色、低碳企业，提高园区产业的“低碳”含量。**第二，推进产业耦合，引入与园区现有产业耦合降碳的企业或项目。**对于个别具有耦合发展潜力的产业园区，可统筹规划部署相关能源、产业、资源利用等项目或企业，与园区现有产业形成产业链协同或耦合关系，如煤化工与绿氢、石油化工与煤化工、清洁能源与装备制造、现代化工与未来材料等，实现园区现有产业链的可再生能源替代、能效水平提升或资源综合利用等。**第三，加快低碳改造，推进园区内企业节能降碳改造。**对于炼油、乙烯等石化行业、水泥、玻璃等建材行业、钢铁、有色等高

耗能领域¹¹，可着力推进园区内高能耗企业对标绿色低碳技术目录和绿色工厂、零碳工厂标准，加快实施绿色技术推广和节能工艺改造，大力推进节能设施设备更新，淘汰落后工艺或生产装置设备，提升园区内生产工艺或设备能效水平。**第四，加强低碳优化，推进高载能产业集聚或转移。**对于本地能耗双控考核压力较大、接收地或园区具备可靠绿电供给或能耗指标资源相对丰富、资源承载力强等比较优势的园区或区域之间，可加强园区间、区域间协同合作，推进将冶金、化工等高能耗产业向具备可再生能源、资源综合利用等基础扎实的园区或地区搬迁或转移，为能耗集中管理和可再生能源统筹分配创造条件。

三是围绕不同资源类型，差异化推进资源综合利用。**第一，工业固废综合利用。**除高炉渣、赤泥、磷石膏等传统工业固废产品，光伏组件、风机叶片、锂电池等新兴固废也是各界关注焦点，其资源化利用成为我国破解资源约束和环境污染的重要手段。可通过部署相关项目、安装配套设施设备、严格执行固废处置标准等，对园区内固体废弃物进行集中资源化再利用。**第二，水资源综合利用。**对于钢铁、石化化工、纺织、造纸等工业废水量大、并伴随水资源流失的领域，可通过推广废水污染防治和循环利用技术、先进工艺或装备等，促进园区内水资源节约集约利用。部分园区还可打通生活用水、生产用水和降水收集等设施，实现各类水资源统筹管理，体系化提升水资源利用效率。**第三，余热余压等资源综合利用。**对于钢铁、水泥、石化化工、有色冶金等化学反应复杂、余热余压资源丰富的领域，可通过能量系

¹¹ 行业范围参考《高耗能行业重点领域节能降碳改造升级实施指南（2022 年版）》中涉及的 17 个高耗能行业。

统优化、装置装备部署改造、物料物料输送等，推动园区内高炉煤气、转炉蒸汽等废气余热余压、焦炭、炉渣等物料余热等梯级利用。

四是聚焦各类排放类型，系统性推进园区排放管控。第一，**加强末端碳排放治理。**碳捕集、封存和利用（CCUS）是目前我国钢铁、水泥、有色、化工等难减排行业深度脱碳的唯一技术路径，未来有巨大发展潜力。对于临近油田、海洋、玄武岩等二氧化碳封存资源，或具备资源开采、化工原料等利用条件的园区，可分类部署 CCS、CCUS 示范项目和装置，推进园区二氧化碳末端温室气体排放陆地、海洋、油气封存，或地质利用、化工利用和生物利用等，减少大气中二氧化碳排放。**第二，加强末端污染防治。**对于化工、印染等高污染排放产业，或电子、制药等复合污染排放产业集聚的园区，可通过强化环保标准实施、推广环保设备或工艺、部署污染防治装备或设施等，降低园区有害物质排放，加强污染物无害化处理。

五是赋能园区全流程“净零”管理。第一，**推动园区设施低碳管理。**对园区建筑、物流、照明、官网等基础设施，需进行统筹规划部署，加强相关设施的绿色设计、低碳改造和可再生能源替代等，实现相关设施的低碳建设和节能运行。**第二，推动园区能效管理。**对于数字化基础较好的园区，可综合利用物联网、大数据、区块链，以及人工智能等技术，构建园区级能效综合管理平台，实现对园区用能的实时监测、预警和精细化管理，同时配套合同能源管理、强化能耗指标要求等，引导园区内企业加强能效管理，提高园区能效水平。**第三，推动园区碳排放管理。**通过明确工业园区碳排放核算边界、方法和标

准，构建园区碳排放智能管理平台等制度或技术手段，提升园区碳资产核查和碳排放管控能力。这是工业园区实现“零碳”的核心环节和必由之路。

专栏 零碳园区建设综合案例

案例：江苏黄海新区低（零）碳产业园。黄海新区低（零）碳产业园示范区把绿色低碳理念贯穿到低（零）碳产业园示范区规划、建设、运营、管理全过程，深入推进绿电供给、工业清洁生产、智慧碳管理等，实现单位 GDP 能耗、单位 GDP 碳排等指标达到国内或国际先进水平。其中，**在能源近零供给方面**，园区依托屋顶分布式光伏、陆上示范风机，同步配套用户侧储能电站，可实现全年约 68% 的零碳电力自给。**在产业结构优化方面**，园区在产业规划期即明确“绿色低碳”招商思路，积极构建“绿电+冷能”绿色产业体系，2024 年签约项目主要聚焦绿电、冷能应用、高端制造、智慧场景等高端产业。**在资源综合利用方面**，园区实现滨海火电厂余热与滨海 LNG 冷能等资源梯次利用，实现冷热综合供给。**在零碳设施示范方面**，园区试点建设“光储直柔”建筑配用电即地源热泵系统，推动建设电动汽车快充站、智慧路灯、发电步道等辅助低碳设施。**在智慧碳排放管理方面**，园区依托智慧能碳管理平台，为入驻企业的生产设备加装物联装置，实现能碳管理全域可追溯和建模分析，智慧管控用能设备，支撑园区降碳 2%。

案例：海信江门零碳智慧园区。海信江门园区致力于通过能源转型和应用转型，推动园区的低碳化改造与产业升级，致力于打造零碳

智慧园区。在能源近零供给方面，园区部署了 11.4MW 的分布式光伏，从源头推进可再生能源供给，2023 年园区全年光伏发电量达 1258 万千瓦时，相当于降低 7371.8 吨二氧化碳当量。在碳排放管理方面，园区加强节能审查，并依托江门市政府与香港科技大学共建的“双碳实验室”，为园区内企业提供“零碳”规划、碳计量、碳披露等技术服务。在园区设施节能设计和改造方面，园区在建设期即对建筑屋顶、墙壁、空调通风、集中供暖系统等各类设施进行全面节能设计，并对相关系统进行了节能改造。在智慧能源管理方面，园区建立了能源管理平台，对各级用能设备和环节进行全面监测，有效识别节能潜力，助力海信视像科技江门工厂每年节约用电 14 万千瓦时，相当于减少 77.9 吨二氧化碳当量，有效提高了园区能效管理水平。

四、对策建议

零碳园区涉及能源结构、生产工艺、资源循环等全链条转型，同时跨越能源、土地、物流、建筑等多个管理部门，需要在现有政策的基础上，持续推进典型选树，提升零碳园区服务体系和管理能力，强化绿色低碳关键技术创新和集成示范推广，并加强在资金、人才、数据等关键要素支持，强化政府部门引导，调动园区管理、能源供给方、园区企业、金融机构，以及专业第三方各方合力，为园区低碳化改造和近零碳发展创造条件，支撑“双碳目标”实现。



来源：中国信息通信研究院

图 8 推动零碳园区建设的对策建议

（一）树标杆，丰富零碳园区样本参考

相较以往的园区绿色示范样本，零碳园区面临刚性碳排放指标要求，传统渐进式、局部化的绿色化改造已无法满足其系统性“净零”排放目标，零碳园区建设更具紧迫性与约束性，亟需积累一批在减碳、脱碳和负碳方面可验证、可复制的样本，为处于不同领域、不同发展阶段的园区提供整体转型范式参考，加速推进零碳园区建设的共识行程与行动落实。一是在当前“零碳园区”试点遴选的基础上，结合不同地区高新技术创新引领、传统工业集聚、可再生能源富集等特征，打造差异化零碳园区示范样本，如“技术驱动型”“工业主导型”“能源引领型”等，支持地方对基础较好的零碳园区给予重点支持。二是鼓励钢铁、有色、石化化工、建材等不同领域，对标杆园区的规划思路、管理模式、投融资模式、改造路线等进行深度总结，发布零碳园区建

设指南和优秀案例集等，形成高度凝练的“最佳实践工具包”。三是加大优秀案例推介和宣传推广，深入各地开展园区近零碳、零碳建设的讲座培训等，确保标杆经验“看得到”“学得懂”“跟得上”。

（二）促创新，加快园区减碳技术驱动

工业园区要真正实现“零碳”，关键在于绿色低碳技术创新和工艺改造、清洁能源替代、智慧管理、碳捕集封存及利用等关键核心技术的突破和集成应用。我国不断加快相关技术创新水平，但仍存在关键核心技术集成成本高、成熟度不足、应用场景缺失等难题，制约我国工业园区低碳化、零碳化转型，亟需强化关键技术攻关和规模化推广，强化低碳、零碳和负碳技术集成创新应用，提高技术实用性和普惠性，切实发挥技术驱动园区零碳转型的作用。一是加强低碳零碳负碳技术攻关。充分利用现有科技专项和“揭榜挂帅”等机制，加强固态电池、钙钛矿电池、高效制氢电解槽等下一代电池技术攻关，为工业园区的低成本储能、绿氢制储用、碳捕集利用与封存（CCUS）、高能效热泵等重点零碳、负碳示范项目提供低息贷款。二是加大系统集成示范推广。鼓励园区推进“源网荷储”协同互动，打破技术孤岛，开展风光氢储充一体化、多能互补、余热利用等系统集成示范，支持在钢铁、化工等领域园区推广氢电协同的氢能综合应用示范，鼓励有条件的地方对重点一体化项目优先保障绿电供应，通过技术协同实现“1+1>2”的减排效果。

（三）强服务，健全综合节能服务体系

零碳园区建设涉及能源、交通、建筑、金融等多个专业领域，远超传统园区管理机构的能力范围，特别是在碳计量管理、能源系统更新改造方面，亟需强化园区碳监测、核查、能源精细化管理等服务支撑体系建设，有效弥补园区自身运营能力短板，保障园区科学规划、高效建设和精准运营，确保园区“零碳”转型方案的科学性与可靠性。

一是培育一站式综合服务商。支持能源企业、咨询机构、数字化公司等转型或组建零碳服务综合体，为园区提供从碳盘查、规划咨询、技术方案、融资对接、工程建设到智慧运营的全生命周期解决方案。二是建立健全碳管理服务体系。加快培育和引进第三方碳核算、碳核查、ESG咨询、绿色认证等专业机构，提高园区碳排放计量管理能力，为园区及其企业提供准确可靠的碳排放数据管理和披露服务。三是推广能源托管与合同能源管理。推动创新服务模式，鼓励专业节能服务公司（ESCO）以市场化方式参与园区能源系统的投资、改造和运营，减轻园区初期投入压力，并通过节能收益共享实现双赢。

（四）优管理，提高园区零碳管理能力

工业园区“零碳”建设，涉及能效评估、碳排放监测、产业结构优化和工艺低碳改造、循环利用等多方面，有必要系统提升园区在产业布局、能源调度、碳排放管控等治理能力，构建涵盖产业准入和转型、用能优化、碳资产管理、资源综合利用等全链条的“零碳”管理体系，协同推动园区高质量低碳转型。一是加强园区产业结构管理。鼓励地方推动零碳园区建设时，支持有条件的园区、企业、园中园等开展低

碳零碳园区先行先试，并把本地先行先试项目作为吸引拥有碳中和创新技术、产品和商业模式的企业入园发展的契机。以低碳、零碳为原则，提高园区准入门槛，有序推进“两高一低”项目退出。**二是推广园区智慧管理。**大力推动物联网（IoT）、数字孪生、人工智能（AI）在园区的应用，鼓励园区开发推广微电网系统、智慧能源管理平台、智慧碳管理平台、废物综合利用平台等，鼓励企业将能源供给、碳排放管理、废物回收利用等与智能化相结合，实现对园区内能源生产、消费、存储和碳排的实时监测、智能调度与系统优化，提升园区整体运营和决策效率。**三是研究发展园区共生模式。**推动工业共生模式研究，开发新型共生体系，在园区设计起点，即综合考量园区能源、工业生产及废弃物循环输送等环节的循环共生，规划搭建构建园区能量、信息、资源等的循环网络和转化体系，并通过跨园区间的联通，实现区域性的经济循环，促进当地工业园区的绿色低碳发展。

（五）强要素，加大重点要素培育供给

园区零碳转型面临初始投资壁垒和新兴领域人才缺口，推进园区智慧管理和碳监测也需要高质量的企业生产、园区运营和碳排放数据支持，缺乏针对性的资金、人才与数据要素，园区转型方案可能因融资渠道不畅、人才队伍匮乏和决策缺乏数据基础而陷入停滞，必须构建起与之匹配的要素支撑体系，撬动市场力量、保障建设可持续性，确保园区零碳建设和改造方案从规划走向落地实施。**一是要构建多元化投融资机制。**充分利用国家绿色发展基金，撬动社会资本投向零碳园区。鼓励金融机构创新绿色信贷、绿色债券、绿色保险等金融产品，

加大对零碳园区重点项目资金投放，稳妥推进碳配额抵押贷款、绿证贷等金融服务创新，推动零碳园区与绿色金融的耦合。**二是**加大对零碳园区建设的财税支持。用足用好“两新”政策，加大园区对落后低效设备、高耗能高排放设备的更新改造，对园区内企业采购首台套氢能、储能、资源综合利用、CCUS等减碳装备的，按规定给予保费补助，降低创新风险。对生产相关节能节水项目装备的企业，充分落实所得税减免等优惠政策。**三是**强化零碳领域人才队伍建设。鼓励高校设立相关交叉学科，培养复合型人才，支持园区与企业联合引进顶尖零碳技术和管理人才，并在落户、住房、子女教育等方面予以保障，强化对零碳园区的智力支持。**四是**强化园区数据要素体系建设。支持在园区系统部署传感设备、仪器仪表、物联网络，实现园区能源、排放、运行数据实时采集，支持零碳园区管理模型、软件、APP等开发，深度挖掘数据价值，加强区块链溯源、数据加密、隐私计算等应用，提升园区数据安全治理与可信管控能力。

中国信息通信研究院 政策与经济研究所

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮编：100191

电话：010-62303061

传真：010-62303061

网址：www.caict.ac.cn

