

附件 1 零碳园区、工厂建设关键技术参考目录

一、能源清洁化领域

1. 可再生能源开发利用技术

- 光伏发电（光伏屋面、光伏幕墙、光伏车棚）
- 风力发电（陆上风电、分散式风电）
- 地热能利用（地源热泵、水源热泵）
- 生物质能（生物质燃料、沼气发电）
- 氢能（绿氢制备、氢燃料电池）

2. 储能技术

- 电化学储能（锂离子电池、钠硫电池）
- 抽水蓄能
- 储热/蓄冷（熔盐储热、冰蓄冷、水蓄冷蓄热、固体储热）
- 移动储能（储能车、便携式储能设备）

3. 智能微电网与能源管理

- 分布式能源管理系统（EMS）
- 虚拟电厂（VPP）
- 多能互补系统（冷热电储协同运行）
- 柔性直流输电技术

二、产业绿色化领域

1. 低碳生产工艺

- 高效电机与变频技术
- 余热余压回收（ORC 余热发电、余热锅炉）
- 清洁生产技术（无废工艺、低 VOCs 排放）
- 循环经济技术（废弃物资源化利用）

2. 绿色制造与产品创新

- 低碳材料制造（再生塑料、生物基材料）
- 产品碳足迹核算技术
- 零碳/低碳产品认证技术

3. 数字化与智能管理

- 工业互联网平台（设备能效监测）
- 人工智能优化算法（能源调度、工艺优化）
- 数字孪生技术（园区虚拟仿真）

三、设施低碳化领域

1. 建筑低碳化技术

- 超低能耗建筑（被动房、近零能耗建筑）
- 建筑光伏技术
- 绿色建材（再生混凝土、低碳水泥）
- 建筑遮阳与自然通风设计
- 装配式建筑、装配式机房和绿色施工

2. 基础设施低碳化

- 空调系统（高效机房、AI 智控）
- 智慧供水系统（漏损监测、智能阀门）
- LED 智慧照明（自适应调光、太阳能路灯）
- 零碳交通设施（充电桩、氢能加注站）
- 电梯节能（机房温控、势能收集）

3. 低碳交通技术

- 新能源汽车（纯电动、氢燃料汽车）
- 智能交通管理系统（车路协同、ETC）
- 共享出行平台（共享单车、拼车服务）

4. 园区集中式共享能源站

- 集中式蒸汽分级供应系统
- 蒸汽管网复合保温技术
- 集中式冷热和生活热水供应系统

5. 数据中心机房

- 虚拟化整合改造
- 氟泵自然冷却和直接蒸发冷技术

四、管理智慧化领域

1. 碳排放监测与核算

- 物联网传感器（实时能耗监测）
- 区块链技术（碳排放数据溯源）
- 卫星遥感监测（区域碳排放分布）

2. 数字化管理平台

- 园区级能碳管理平台（数据集成、可视化）
- 碳资产管理系统（碳表、碳标签）
- 智慧能源调度平台（需求侧响应）

3. 碳普惠与公众参与

- 碳账户与积分系统（个人/企业碳行为记录）
- 绿色消费平台（碳标识产品认证）
- 碳普惠交易平台（碳币兑换机制）

五、碳抵消与增汇领域

1. 碳捕集与封存（CCUS）

- 燃烧后捕集技术
- 直接空气捕集（DAC）
- 矿化封存（CO₂ 矿化混凝土）

2. 绿电与绿证交易

- 绿电溯源技术（证书区块链化）
- 国际碳信用（VCS、GS 标准）
- 国内 CCER 项目开发

六、辅助技术

1. 新材料与纳米技术

- 高效隔热材料（气凝胶）
- 光催化材料（空气净化）

2. 生物技术与生态修复

- 微生物燃料技术
- 生态修复技术（土壤改良、生物多样性保护）

3. 政策与金融工具

- 绿色金融（碳基金、绿色信贷）
- 碳税与碳定价机制