

“零碳工厂”建设

中节能太阳能（镇江）公司



案例概述

中节能太阳能科技（镇江）有限公司依托光伏制造领域的产业优势，以“光伏能源+数字智造+硬件节能”为核心路径，在于 2022 年 1 月 12 日在江苏省镇江市正式启动“零碳工厂”建设工作，并以旗下年产 1.5GW 高效太阳能电池组件智能制造项目工厂展开全方位零碳化升级。通过整合厂房建筑节能设计、全屋面太阳能光伏屋顶建设与工业互联网智能制造平台搭建，构建覆盖能源“产、输、配、用”全环节的数据采集、存储、处理与分析体系，形成一整套可落地的“零碳工厂”建设与能碳管控解决方案，既实现工厂自身综合碳排放归零，更将建筑节能、绿色供能与数字智造深度融合，为光伏制造乃至整个工业领域提供“技术可行、效益可观、模式可复制”的低碳转型实践范本。

企业 / 机构简介



中节能太阳能科技（镇江）有限公司是

国务院国资委直属的中国节能环保集团有限公司的三级子公司，主营晶体硅太阳能电池及组件的研发、制造和销售，人工智能应用软硬件开发及销售。作为高新技术企业，获国家级 CNAS 和 TUV 目击实验室、博士后科研工作站等 10 余个创新平台，获专利授权 313 项，PVB 双玻组件技术获江苏省“科学技术三等奖”；连续十年全球组件出货量前 20，获“中国光伏组件企业 20 强”等称号，及国家级“绿色工厂”、碳足迹认证等。

案例成果

1. 能源替代端，打造“全屋面+幕墙”光伏供能网络，最大化利用厂房空间实施分块发电、集中并网，25 年总发电量预计达 18203.28 万 kW·h，相较同等火电年节约标煤 2400t（按标煤耗 315g/kW·h 计算），减少二氧化硫 3.6t、氮氧化物 3.3t 排放，实现“能源自给+减排降碳”双重价值。

2. 数字赋能端，开发含实时监测、综合分析、异常预警等核心功能的园区能源在线监测平台，获 2 项软件著作权；年节约能源成本超 60 万元，能耗强度下

降 15%，年减碳约 1.2 万吨并支持碳足迹核算，通过平台功能，运维成本降低 30%，为同类园区提供可复制的能源管理新模式。

3. 硬件节能端，多维度夯实降碳基础：硅片切割工艺改良环节年节省用电量 101.80 万度，对应减排 CO₂ 580t；更换的高效环氧树脂真空浇注干式变压器较传统油浸式节能 40-50%，电力系统经无功补偿后功率因数达 0.9 以上；优化建筑布局减少运输与线路无效能耗，搭配循环水系统提升水重复利用率，实现节能与环保协同。

项目亮点

- 1、“一带一路”碳中和技术创新典型案例优秀奖；
- 2、江苏省“首批省级碳达峰碳中和试点名单”；
- 3、国家“绿色工厂”、“江苏省绿色发展领军企业”；
- 4、2022 双碳科技创新典型案例；
- 5、碳中和承诺示范单位、绿色设计示范企业。

项目实施

一、硬件节能措施：破解高耗低效痛点，依托内外支持实现全环节控耗

针对企业厂区大布局分散（运输能耗高）、硅片切割工序高耗电、用水以直流为主（重复利用率不足 60%）等问题。项目以“全环节控耗”为目标推进改造，过程中充分依托中国节能环保集团专项建设资金与跨部门技术团队支持：

在建筑布局优化上，突破传统“功能性优先”的设计局限，克服布局分散导致的运输能耗高难题——在满足安全间距前提下紧密布置建筑与设施，同时将变电站、空压站等动力设施移至负荷中心，减少供配电与管道输送损耗，实施后运输及传输能耗降低 15% 以上；

工艺改造环节，聚焦硅片切割高能耗痛点，摒弃传统工艺采用“热应力 + 高精度微雾冷却”技术，为避免改造影响产能，通过“新旧生产线并行”模式平稳过渡，同步优化车间设备布局，优先选用干式变压器（较传统油浸式节能 40-50%）、大功率变频驱动设备，最终实现硅片切割环节年节电 101.8 万度，对应减排 CO_2 580t；

节电专项实施中，针对电力管理粗放问题，每 2-4 年委托资质单位开展电平衡测试并制定方案，采用高压配电模式、集中建设空压站（配置高效低噪压缩机），加装高低压混合补偿装置，将功率因数从不足 0.8 提升至 0.9 以上，显著降低电力浪费；节水体系构建上，解决传统直流用水低效问题，升级为循环 / 串联用水模式，建设循环水装置回收设备冷却水，单独处理工艺清洗纯水系统的清洁废水，同时在生产用水输入端与废水排放口安装计量装置，加强设施维护防跑冒滴漏，水重复利用率大幅提升。

二、全屋面 + 幕墙光伏系统：优化能源结构，克服空间与安全协调难题

原工厂主要依赖外购电力，碳排放高且能源成本居高不下。项目以“空间最大化利用”搭建光伏供能网络，过程中克服厂房屋顶承重与生产安全的协调难题——通过专业结构力学测算分区域施工，确保不影响厂房原有功能；同时获行业专家设备选型指导，推进实施：

先完成厂房屋顶与立面墙空间勘测，确

定 7.85345MWp 总装机容量方案；随后选用 450Wp 单晶硅单面组件（共 17541 块），搭配 320kW 组串式逆变器 19 台、50kW 与 33kW 组串式逆变器各 1 台、2 台，采用分块发电、集中并网模式；最终实现 25 年总发电量预计达 18203.28 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，年平均发电 728.13 万 $\text{kW}\cdot\text{h}$ ，相较实施前外购火电模式，年节约标煤 2400t，减少二氧化硫 3.6t、氮氧化物 3.3t 排放，实现“能源自给 + 减排降碳”双重效益。

三、园区能源在线监测平台：升级管理模式，解决数据滞后与兼容问题

原有工作模式依赖人工抄表，能源数据准确率不高，能耗异常响应时间长，约 12-24 小时，设备运维成本高。园区能源在线监测平台项目开发按四阶段推进平台建设，过程中组建光伏、数字、工艺跨部门团队，破解多设备通信协议不兼容难题（开发通用数据接口），并获外部知识产权申报指导：

第一阶段（立项），针对数据采集盲区问题，完成主变电系统与用水计量节点全调研，规划前后端分离 + 微服务架构，通过专家评审制定实施细则；

第二阶段（设计开发），围绕“实时化、精准化”需求，细化实时监控、异常预警等功能，明确分钟级数据采集要求，编制《用户需求说明书》；

第三阶段（实施），开发含数据采集、分析、碳排放核算的平台模块，部署 10 个以上主变电表及用水设备并调试互通，多轮测试确保数据准确率提升至 $\geq 99\%$ ；

第四阶段（验收），试运行期间根据反馈优化功能，通过终验后申报 2 项软件著作权，最终实现能耗异常响应时间从 24 小时缩短至 2 小时，设备运维成本降低 30%，年节约能源成本超 60 万元，能耗强度下降 15%，同时支持企业碳足迹精准核算，年总减碳量达 1.2 万吨。

项目影响力、可推广性与可持续性

项目深度响应国家“双碳”战略，为光伏制造领域零碳工厂建设提供技术路径与管理模式双维度参考；通过光伏能源替代与全环节节能措施，有效规避地方用电超

负荷导致的限电风险，数字化能碳管理更助力企业优化生产结构、提升资源利用效率，推动循环经济发展，成功树立工业绿色高质量发展标杆。

项目可推广性极强：“建筑节能 + 光伏屋顶 + 工业互联网”方案可操作性强，企业在可行性研究阶段即可融入设计；能源在线监测平台能直接适配工业园区、产业园区等多类场景，支持不同品牌电表、水表等多协议设备接入，兼容多数园区现有设施，无需大规模重构，大幅降低改造门槛与成本，且《用户需求说明书》、软件著作权等标准化成果提供现成技术模板，推广可实施性强。

可持续性方面，项目建立完善的能源管理体系，通过日常管控持续降低能源消耗，保障零碳运营长效性；同时依托线上云平台构建“数据赋能 + 智慧运维 + 实时监控”的生态圈，延伸智慧能源服务，为上下游企业提供支持，推动多行业绿色低碳与数字化协同发展，具备长期可持续的经济与社会价值。

专家点评

中节能太阳能科技（镇江）有限公司以光伏制造为基础，系统推进建筑节能、清洁供能与数字智造的深度融合，努力建设具备能源自给能力的“零碳工厂”。项目以“屋顶 + 幕墙”光伏供能网络为核心，结合智能能碳管理平台与多建筑节能改造，来实现生产全过程的降碳与能效提升。企业在能源结构、管理体系与数字化转型上的协同探索，体现出央企在推动绿色工业体系建设中的责任担当，也为制造业迈向高质量、低碳化发展提供了实践样本。