

■人与自然·走进零碳园区(工厂)看转型

广东(阳江)绿能示范产业园

把绿能产业升级为零碳工业

本报记者 贺林平

温热的风，裹着淡淡的咸味；树干笔直的棕榈树，顺着一条滨海公路排成一字延伸开去；路的两边，金风科技、中材科技的厂房里，传出设备运转的声音，门口堆满了巨型、狭长的风机叶片……

“咱们现在所在的阳江高新技术产业开发区，就是阳江全市风电产业最为集聚、产业链最完备的区域之一。”说话间，广东省阳江市发展和改革局副局长何寰抬手一指，“你看，这里往南三四公里，就是茫茫南海，那可是一座巨大的风电‘聚宝盆’啊！”

阳江地处南海要冲，海域面积位居广东省第二，海上风电资源禀赋得天独厚。目前，阳江海上风电建成及在建规模共计1300万千瓦；吸引了三峡、中广核、明阳等多家行业龙头企业，成为国内规模最大的风电装备制造产业集群之一。

近日，记者走进南海之滨的广东(阳江)绿能示范产业园，探访园区如何将绿能产业升级为零碳工业，推动零碳园区建设。

丰富的海上风能资源提供了源源不断的“绿能”，为实现制造业零碳生产打下坚实基础

“依托绿色能源富集优势，阳江市率先探索和推动建设绿能示范产业园。”何寰介绍，广东(阳江)绿能示范产业园规划总面积约17平方公里，分为高新区、阳东、阳西3个园区，重点发展海上风电装备、特种钢铁、动力电池、储能设备等产业，“重点引入受碳排放约束度高、需要绿色标签的出口导向型制造企业，并构建由绿电为电源的园区供电体系，打造零碳制造业，逐步升级为零碳园区。”

在阳江高新区，规划用地430亩的阳江绿能示范产业园起步区正在紧锣密鼓地建设中。其中已建成的共计10万平方米的3座厂房，全部被绿新新能源技术开发有限公司用于开发生产面向欧盟市场的新能源电池产品。

公司总经理黎永兆介绍，此前企业生产的锂电池产品主要面向国内市场。现在，企业将目光投向了欧洲市场。根据欧盟要求，产品生产过程中必须使用规定比例的绿色能源，而且必须有据可查。

阳江绿能示范产业园零碳制造的定位，切中了企业转型升级的痛点。绿新新能源技术开发有限公司很快成立子公司，进驻产业园，预计今年下半年安装设备后投产。

要实现零碳生产，离不开绿电以及生产过程的低排放甚至零排放。阳江丰富的海上风能资源提供了源源不断的“绿能”，为实现制造业零碳生产打下了坚实的基础。

2018年以来，抢抓国家“双碳”目标以及广东省支持风电产业发展的机遇，阳江大力推进海上风电规模化、集群化发展，重点招引三峡、华电、中广核等能源开发企业，积极布局绿色能源产业。全市规划海上风电总装机容量已超4000万千瓦，初步形成了以海上风电为引领，涵盖风电、水电、光伏、抽水蓄能等多能齐发的绿色能源供应体系。

依托绿能示范产业园，阳江以海上风电为基础、多种绿色能源产业及相关制造业构筑的零碳工业生产体系正在酝酿升

级。“阳江人自古‘靠海吃海’。我们从无到有、从小到大实现了海上风电的跨越式发展。如今，以海上风电赋能工业，打造零碳制造业，是应时代发展需要，从绿能产业升级为零碳工业的绿色转型发展。”阳江市政府有关负责人表示。

阳江市主平台园区投资开发有限公司副总经理施宗庆介绍，绿能示范产业园将利用海上风电项目，物理溯源供电至园区和企业；同时，园区内还建设分布式光伏和配套储能设施。“经初步测算，园区可物理溯源绿电比例可达70%以上，园区电力碳排放因子可降低至广东省平均水平的四成左右。”

科技引领助推产业链上下游不断完备，推动园区逐步走向零碳生产

零碳生产，意味着生产过程需要绿电，同时离不开科技引领的产业链支撑，这样才能实现全流程的零碳生产制造。

阳江绿能示范产业园以科技引领，推动产业链上下游不断完备，以及生产工艺和产品创新升级。

“产业园构建集海上风电、分布式光伏、储能电站和智慧能源管理等于一体的绿色供电体系，打造集资源开发、装备制造、研发设计、检测认证、运维管理、综合服务等于一体的‘绿能’全产业链，这其中离不开科技引领。”何寰表示。

走进位于阳江高新区绿能示范产业园的东方电缆高端海缆系统南方产业基地，只见巨大的立式成缆设备自动运转，24小时即可绞合海缆5—6公里。登上128米高的立塔观光台俯瞰，出厂的电缆带经空中廊桥直接输送到专属码头出港入海。

就在10多公里外的海上风电场，东方电缆自主研发的全球首根500千伏交交流三芯海缆已投入使用，打破了国内外超高压海底电缆采用单芯海缆传输的局面。“三芯海缆占海面面积更小、经济性更优，在节约用海资源、降低安装及运维成本等方面具有明显的优势。”东方电缆子公司广东东方海缆有限公司常务副总经理兼总经办主任朱晓杰说。

在三峡新能源阳江发电有限公司展厅内，一台名为“三峡引领号”的风机模型造型奇特，引人注目。公司常务副总总监华灯点开一个视频，只见这台风机漂在海面上，随波浮动却岿然不倒。

项目通过在海上建设一座±500千伏海上换流站和总长115公里的500千伏海



“和一般的固定式风机不同，这种漂浮式风机是由锚链系于海底。”滕华灯解释，“它是个巨型‘不倒翁’，使用了不少创新技术，能抵御超17级台风，是海上风电迈向深远海的利器。”

目前，阳江已成立海上风电实验室等科创平台，与企业合作开展关键核心技术攻关，多项关键技术研发与示范应用走在全国乃至全球前列。这些创新技术的应用帮助企业在生产过程中节约资源、减少排放，逐步形成对生态环境友好的零碳工业。

建设能碳管理平台，推动绿电认证试点，零碳园区建设在摸索中前进

根据《广东省发展改革委关于开展零碳园区建设有关前期工作的通知》，实现“绿电直供”，就地、就近消纳绿电，是建设零碳园区的一个重要条件。

阳江市阳东区东平镇，双向四车道的228国道从山海之间穿过。一边是碧波涌动的大海，往深处40多公里，便是三山岛风电项目的大片风场。另一边的缓坡已成了一片热火朝天的工地。这里正在建设的就是我国首个海上风电海陆一体柔性直流输电工程。

项目通过在海上建设一座±500千伏海上换流站和总长115公里的500千伏海



底直流电缆，以及在陆上建设海缆转架空终端站和500千伏直流架空线路，为阳江三山岛4个海上风电项目的绿电，架起一条外输的“高速路”。

“以海上风电项目作为主要电源，以绿电送出直供输配电基础设施为支撑，阳江绿能示范产业园建设电力供应充足稳定。”阳东区委常委、常务副区长陈华清表示。

阳江建设零碳园区在摸索中前进，取得了初步成效。

2025年4月，国家能源局批复，支持在阳江建设高比例绿电供应园区，打造广东省绿色低碳外贸出口特色园区。目前，阳江市与广东电网公司及相关风电企业已就绿电供应、投资界面等问题达成基本共识。

能碳管理认证方面，阳江已委托广东电力设计研究院多次和国际机构对接交流有关碳足迹认证要求，利用“云、大、物、移、智”等数字化技术手段，建设园区能碳管理平台，通过数字技术赋能园区能碳管理工作。

据测算，园区全部建成后，每年可提供约33亿千瓦时可物理隔离可溯源且符合欧盟碳边境调节税认可的绿电直供，助力广东增强产业竞争新优势。

“阳江将做深做实绿能之都，推动绿能示范产业园纳入国家绿电直供、绿电认证试点，进一步打造国家级零碳园区。”阳江市委书记卢一先表示。

阳江建设零碳园区在摸索中前进，取得了初步成效。



图①：三峡阳江沙扒海上风电场。
梁文栋摄

图②：明阳风电主机生产车间。
梁文栋摄

图③：阳江阳西产业园区。
李洋摄

山东德州夏津县

这里有中国现存规模最大的古桑树群

董丝雨 邓美平

在山东省德州市夏津县的黄河故道古桑树群漫步，满目皆绿。一阵微风掠过，桑叶和桑椹在枝头轻轻摇曳，几个果农正在树下忙着施肥。

“天气转暖，来骑行和露营的游客也多了起来。等过一阵桑椹成熟了，游客会更多，鲜果不愁卖。”夏津县苏留庄镇西闫庙村村民闫发刚说。

夏津县拥有山东省唯一一处全球重要农业文化遗产——黄河故道古桑树群，保存古桑林6000余亩，其中百年以上古桑树2万余株。这里也是中国现存树龄最高、规模最大的古桑树群。

保护古桑树群，首先要摸清“家底”。我们通过查阅相关历史资料、开展实地调查等方式，掌握了全县古桑树的数量

和分布范围。并对每株古桑树的树高、胸径、冠幅等进行测量，拍照留存，统一编号，做到“一树一档”。”夏津县林业发展中心古桑树群站长赵学燕说，夏津县的每株古桑树都有自己的专属“身份证件”，记录树名、别名、树龄、编号、管理单位等信息。

在科学养护古桑树方面，夏津县总结出一套科学有效的方法。夏津县林业发展中心古桑树群站长孔胜利介绍，用土炕坯将古桑树围住，可以达到施肥、防虫的效果。为了减少病虫害，当地正探索在古桑树群中原有香椿树、山楂树的基础上，补植樱桃树、枣树，以及灌木和草本植物，从而形成生态系统更加稳定的混交林。

此外，夏津县还积极推动古桑树群与社区居民和谐共生。“林间道路都是用透水材料修筑，不干扰古树的生长环境。各种配套设施都是‘见缝插针’，确保没有挡住树木采光。”闫发刚细数古桑树群保护发展规划，很是欣慰。

西闫庙村不远处，是德百温泉旅游小镇，镇里有5000余株古桑树。“在建设小镇的过程中，我们始终遵循‘保住珍稀古树，保留历史痕迹’的原则，对设计图纸进行了10余次修改。”德百温泉旅游小镇

“采摘桑椹时，村民们采用的是‘抻包梗枝法’，即一人手执长钩，钩住枝条后轻轻晃动，桑椹落下，被树下几人抻起的布单悉数接住，能够最大程度保护古桑树的枝条不被折断。”孔胜利说。

我们将牢固树立绿水青山就是金山银山的理念，坚持保护优先、合理利用，让古桑树群保护成果更多惠及人民群众，以高品质生态环境支撑高质量发展。”夏津县委书记沙淑红说。

■生态论苑

“观鸟热”的兴起说明我国生态环境越来越好，即使在北京、上海这样的大城市里，因为生态持续向好，珍稀鸟类也会频频现身。

眼下，鸟儿越来越多，很多人纷纷拿起相机去拍鸟、观鸟。在北京各大公园、景点里，都有不少“打鸟人”，每天“长枪短炮”对准各类色彩缤纷的鸟儿，拍下它们或是飞翔，或是嬉戏等各类优美身姿。前段时间，生态环境部官方微博专门对普通人如何入门“打鸟”、文明观鸟作出指导。

“打鸟”是摄影行业用语，是指用长焦镜头远距离拍摄鸟类。黑海番鸭、荒漠林莺、中华长尾雀……目前，北京市野生鸟类已达527种，成为鸟类多样性最丰富的大都市之一，居民在中心城区就能“抬头观鸟”的美好愿景正在逐步成为现实。在全国各地，越来越多人喜欢拍摄鸟类，尤其是珍稀鸟类，从镜头里感受大自然的美丽与活力。“观鸟热”的兴起说明我国生态环境越来越好，即使在北京、上海这样的大城市里，因为生态持续向好，珍稀鸟类也会频频现身，一些候鸟变成了留鸟，在大城市公园、景点安下了家，成为城市里可爱的“鸟类居民”。

鸟类是生态系统的重要组成部分，在维持自然界生态平衡方面发挥着举足轻重的作用。鸟类对生态环境要求苛刻，被认为是生态环境质量的“试纸”，是生物多样性监测的指示物。许多重要的鸟类栖息地生长着众多濒危物种，候鸟在每年循环往复的迁徙过程中穿越广泛地区。通过保护候鸟和它们的生存环境，人类就能更好地保护生物多样性，从而保护地球生命共同体的根基，实现人与自然和谐共生。

保护鸟类，必须改善生态环境，修复生态系统。近年来，我国大力推进污染防治，开展蓝天、碧水、净土保卫战，生态环境质量得到前所未有的改善。天更蓝了，2024年，全国地级及以上城市PM2.5平均浓度为29.3微克/立方米，连续5年稳定达标；水更清了，2024年，全国优良水质断面比例达到90.4%，首次超过90%；地更绿了，目前，我国森林覆盖率超过25%，成为全球森林资源增长最多最快和人工造林面积最大的国家。与此同时，我国持续推进生态系统保护修复。目前，我国已正式设立三江源等第一批国家公园，建立各级各类自然保护地近万处，推进生物多样性保护重大工程实施，90%的陆地生态系统类型和74%的国家重点保护野生动植物物种得到有效保护，森林、草原、湿地等鸟类栖息空间得到悉心呵护。

最近，有“鸟界国宝”“鸟类大熊猫”之称的东方白鹳，被观测到连续13年赴约北京延庆野鸭湖湿地；国家一级重点保护动物小天鹅连续5年选择在湖南洞庭湖越冬……正因为人们营造了安心、适宜的生存环境，珍稀鸟类才会频频现身。如今，我国已经成为世界鸟类种类最多的国家之一。国家林草局数据显示，2024年，全国越冬水鸟达到监测最高数量，重点保护野生动植物野外种群数量总体呈现稳中有升的良好态势。

当然，生态环境质量的改善仍需久久为功，必须持续深入推进污染防治，同时还需协同推进降碳、扩绿、增长，增强绿色发展的动能，满足新时代高质量发展的需要。而生态系统的保护修复和稳定性提升，既受到生态环境治理的影响，也受到气候变化等自然因素的影响。因此，保护鸟类和它们的生存环境，更好地满足人们观鸟的需求，仍需我们坚持不懈地努力和坚持，才能让万里河山更加多姿多彩，让鸟类等“万物各得其和以生，各得其养以成”，实现人与自然和谐共生。

■数说美丽中国

发展林下经济首次写入《政府工作报告》
我国林下经济年产值超1万亿元

目前

全国林下经济规模化经营和利用林地面积6亿多亩

林下经济从业人数达3400万

拥有各类经营主体95万个

年产值超1万亿元



在广西龙胜、罗汉果、大叶百合等林下中药材，为当地农民提供了稳定的收入来源；在福建沙县，林下种植的穿山甲、牛奶根，成了沙县小吃炖罐的食材；在浙江安吉，“万亩林下经济产业园改造提升工程”规划建设林下露营基地等功能区，着力打造旅游产业集群……近年来，多地探索发展林下经济，取得了良好的成效。

林下经济是指依托森林、林地及其生态环境，遵循可持续经营原则，以开展复合经营为主要特征的生态友好型经济，包括林下种植、林下养殖、相关产品采集加工、森林景观利用等。作为林草产业的重要组成部分之一，林下经济是“绿水青山就是金山银山”理念的生动实践，对推动绿色发展、促进乡村全面振兴等具有重要意义。今年，“发展林下经济”首次写入《政府工作报告》。

为林下经济发展添动力、增活力。国家林草局出台《全国林下经济发展指南（2021—2030年）》《林草中药材产业发展指南》等，科学规划林下经济的区域布局、重点领域和经营模式；鼓励各地先行先试，在林地经营、资源利用、林权融资等方面大胆探索，推动山区林区“含绿量”“含金量”同步提升。

目前，全国林下经济规模化经营和利用林地面积6亿多亩。林下经济从业人数达3400万，拥有各类经营主体95万个，年产值超1万亿元。

进一步推动森林“四库”联动，让林草产业更好成为绿色富民产业。国家林草局相关负责人表示，未来将加强林下经济品牌建设，加快经营主体培育，加快市场营销流通体系建设，加强林下经济基地建设。到2030年，全国林下经济经营和利用林地总面积达到7亿亩，实现林下经济总产值1.3万亿元，形成林下经济产业高质量发展的良好格局。

(本报记者 董丝雨)