

海上风电现代产业链联盟
BUILDING MODERN OFFSHORE WIND
INDUSTRIAL ECOSYSTEM

海风链动



04 / 世界规模最大海上换流站“海风之心”成功安装就位
产业链协同攻坚取得重大突破

09 / 全国首个18兆瓦级风电机组规模化应用
海上风电项目首台机组成功吊装

18 / 新一代220千伏环保型高压电缆研发成功

卷首语

以“六步工作法”推动 联盟建设走深走实

《海风链动》联盟简刊已出到三期。从首期“凝聚联盟力量”的初心如磐，到第二期“在‘十五五’深蓝竞速中建立先发优势”的谋篇布局，我们始终以联盟为纽带，凝聚五条子链 28 家核心单位的智慧与力量，共同迈出了海上风电产业链协同发展的坚实步伐。在国家“双碳”目标的引领下，海上风电作为清洁能源的重要组成部分，对于保障国家能源安全、推动能源结构转型具有至关重要的战略意义。联盟的发展，正是顺应这一时代潮流，为我国海上风电产业的高质量发展注入强劲动力。

从“建起来”到“转起来”： 联盟上半年工作回顾

上半年，联盟工作取得阶段性成果。《海风链动》通过纸质、新媒体平台双渠道发布，定期向国务院国资委中央企业产业研究院（筹）报送，目前已采用联盟单位提供素材超 100 篇，先后报道了从全球首台 20 兆瓦海上风电机组并网发电，到全球首台 16 兆瓦大容量漂浮式机组完成安装，再到世界规模最大海上换流站“海风之心”现场安装等重大里程碑——是联盟单位共同砥砺奋进的生动诠释；组织走进 5 家联盟单位开展调研，充分了解关键环节国产化突破的坚实脚印，向国资委产研院、三峡集团等报送专业报告超 5 篇；成功举办联盟第一次工作会议、应急保障交流沙龙等活动，推动部署联盟 2026 年工作方案，促进信息互通、经验互鉴、问题共商。联盟已实现从“建起来”到“转起来”的关键跨越。

在此，我谨向各联盟单位给予的大力支持致以诚挚谢意！向为联盟建设倾注心力的全体同仁表示衷心感谢！

从“转起来”迈向“实起来”： 以“六步工作法”推动联盟走深走实

上半年的工作为联盟发展奠定了坚实基础，但面对“十五五”时期，深远海已成海上风电主战场、运维压

力陡增、数智融合需求凸显等一系列新挑战，以及国家对清洁能源发展的更高要求，联盟必须充分发挥信息共享、资源互通、能力互补的纽带作用，成为解决真问题、创造可衡量价值的实干型组织，在推动海上风电产业升级的进程中担当重任。

三峡集团通过系列工程实践总结提炼的“六步工作法”，形成了从技术攻关到商业转化的完整闭环：项目牵引——以项目一线需求为导向，通过走进一线、交流论坛、问卷调查等形式充分摸排，让产业链痛点浮出水面，梳理形成待破解的具体课题；供需联动——让需求端出题、供给端答卷，实现产业链上下游精准对接，让课题从一线来、方案到一线去；联合攻关——进而组建产学研用联合攻关体，以解决实际难题、实现降本增效为标尺，将共性需求凝练为紧扣一线刚需的协同攻关项目；示范应用——攻关成果直接嵌入海上风电规划、设计、建造、运维等实际应用场景，在真实海况中检验成效、落地见效；规模推广——成熟成果通过共链行动、联盟平台等向全产业链推广，从“首台套”走向“规模化”，实现“点上开花、链上结果”的放大效应；产业升级——规模化推广中产生的新反馈、新需求，又成为下一轮找问题、定课题的起点，以点带链推动产业整体升级。如此闭环往复，持续做实、做强。

《海风链动》——既是协同创新的价值“链”，也是联合攻关的实干行“动”。让我们以“六步工作法”为罗盘，以实干为风帆，共同推动联盟建设走深走实，为海上风电产业链高质量发展贡献更大力量，助力国家“双碳”目标的实现和能源安全的保障。

王尚群

三峡集团副总工程师兼新能源事业部主任
2026 年 7 月

目录

CONTENTS

01	子链建设 · 五大子链专版 SIDECHAIN DEVELOPMENT	
	海上并网与输电系统子链	04
	风电机组研发与制造子链	07
	风电场规划设计与建安子链	09
	海上风电智慧运维子链	10
	海上风电融合发展子链	12
02	成员风采 · 联盟动态 MEMBER PERSPECTIVES	
	核心成员单位最新动态集锦	16
03	行业动向 · 行业观察 INDUSTRY UPDATES	
	发展规划、电力市场、项目动态	26
04	科技动态 · 技术前沿 TECH DEVELOPMENTS	
	产学研协同技术与理论创新成果	36
05	海风匠心 · 链上故事 OCEANIC MASTERY	
	追风人的坚守	40
06	数据呈现 · 产业洞察 DATA PRESENTATION	
	产业发展数据一览	42
07	美丽海洋 · 可持续发展 OCEAN'S BEAUTY	
	探索海洋多元价值	46

编辑出版团队 & 联盟单位名录

编辑出版团队		海上风电现代产业链联盟单位名录	
主办单位	海上风电现代产业链联盟	牵头建设单位	1. 中国长江三峡集团有限公司 2. 中国三峡新能源（集团）股份有限公司 3. 中国长江三峡集团有限公司科学技术研究院 4. 上海勘测设计研究院有限公司
编委会主任	王益群（三峡集团）	风电机组研发与制造子链	5. 金风科技股份有限公司 6. 东方电气风电股份有限公司 7. 重庆成飞新材料股份公司 8. 洛阳轴承集团股份有限公司 9. 南京高速齿轮制造有限公司 10. 北京鉴衡认证中心有限公司
编委会副主任	吕鹏远（三峡能源）、杨定华（三峡科研院） 姜娟（上海院）、蔡绍宽（专委会）	海上并网与输电系统子链	11. 中车株洲电力机车研究所有限公司 12. 中电普瑞科技有限公司 13. 南京南瑞继保电气有限公司 14. 特变电工股份有限公司 15. 宁波东方电缆股份有限公司
编委会委员	于晨光（金风科技）、何光勇（东方风电） 钟虎平（成飞新材）、王金成（洛阳轴承） 孙义忠（南高齿）、张金峰（鉴衡） 冒洪生（中车株洲所）、徐龙泽（中电普瑞） 陈松林（南瑞继保）、陈斌（特变电工） 丁松（宁波东方）、罗金平（华东院） 刘东华（广东院）、汪涛（中交三航局） 肖鹏飞（中铁大桥局）、赵勇（广州打捞局） 郑南（中国船级社）、刘昌鹏（中交海峰） 黄荣（海电运维）、陶泽文（山东未来） 王坤林（广州能源所）、宁德志（大连理工） 高喜峰（天津理工）、王冀（国家海洋技术中心）	风电场规划设计与建安子链	16. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司 17. 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司 18. 中交第三航务工程局有限公司 19. 中铁大桥局集团有限公司 20. 交通运输部广州打捞局 21. 中国船级社
编辑部主任 & 副主任	汪聿为（三峡能源）、秦明（三峡科研院） 潘智轩（上海院）、雒德宏（三峡能源） 周蓓（三峡能源）、张继立（三峡能源） 易侃（三峡科研院）、乐治济（上海院）	海上风电智慧运维子链	22. 中交海峰风电发展股份有限公司 23. 福建海电运维科技股份有限公司 24. 山东未来机器人有限公司
本期栏目编辑	房佳明、刘若曦（三峡能源）；郭昊、 练冲、祝文龙、戴维冬（三峡科研院）； 朱涛、丁叶君、王琳一、赵然、陈超（上海院）	海上风电融合发展子链	25. 中国科学院广州能源研究所 26. 大连理工大学海岸与海洋工程全国重点实验室 27. 天津理工大学 28. 国家海洋技术中心
通讯员网络	高俊景（金风科技）、陈思远（东方风电） 罗莎莎（成飞新材）、王俊明（洛阳轴承） 杨友根（南高齿）、何杰英（鉴衡） 张恩舒（中车株洲所）、陈鹏（中电普瑞） 郑传健（南瑞继保）、瞿子涵（特变电工） 刘凤伟（宁波东方）、常晓飞（华东院） 徐龙博（广东院）、邹星（中交三航局） 孙国光（中铁大桥局）、张文耀（广州打捞局） 杜建港（中国船级社）、王其标（中交海峰） 赵明睿（海电运维）、王承达（山东未来） 姜家强（广州能源所）、王荣泉（大连理工） 刘卓（天津理工）、王世昂（国家海洋技术中心） 张驰（江苏运维）	联盟专家委员会	29. 中国海洋工程咨询协会海上风电分会



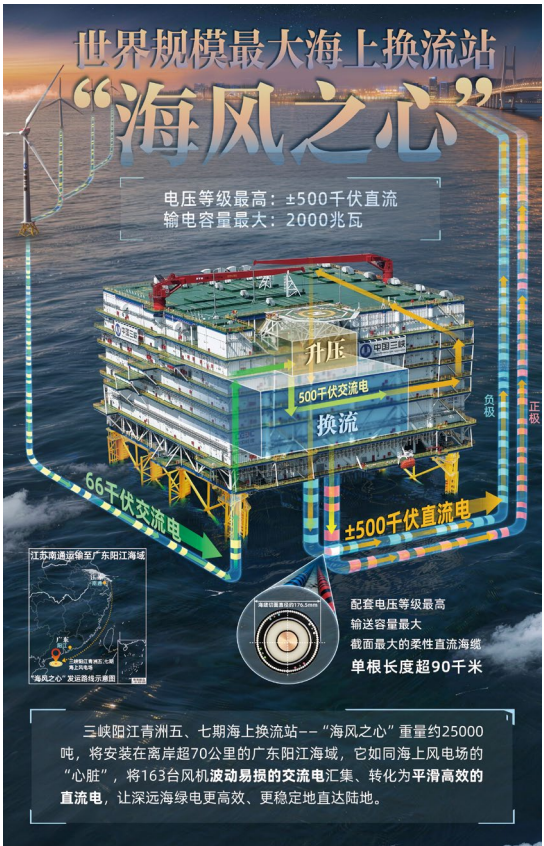
子链建设

SIDECHAIN
DEVELOPMENT

广东院 南瑞继保

中国能建广东院作为该项目 EPC 总承包单位，进行了突破性的技术革新。海上换流站集成大量电气、控保、暖通、消防等精密设备，广东院运用精细化协同设计技术和数字化设计手段，提出了新一代海上柔性直流换流站设计方案，开展全过程重量优化控制，大幅降低平台功率密度重量，为世界范围海上换流站建设提供了可持续、可推广的重要技术支持。其中，南瑞继保为该项目提供测量设备、直流控制保护系统及海上换流站交流保护系统等。

“海风之心”是世界首座 ± 500 千伏 /2000 兆瓦柔性直流海上换流站，采用世界首创的 ± 500 千伏集约化柔性直流送出拓扑，实现将青洲五、青洲七两个风电场共 163 台风机直接接入海上换流站，经升压、换流为 ± 500 千伏直流电后输送至陆上集控中心，大幅节省工程投资。“海风之心”由上部组块和下部基础两部分组成。上部组块为一座 7 层钢结构建筑，长 85.5 米、宽 82.5 米、高 44 米，总重约 2.5 万吨；下部的导管架长 82 米、宽 57 米、高 69 米，基础设置 8 根主管，用于连接支撑上部组块，对应 8 套桩腿耦合装置和 8 组插尖，总重约 1.7 万吨。



01

海上并网与输电系统子链

世界规模最大海上换流站“海风之心”成功安装就位 产业链协同攻坚取得重大突破

6 月 4 日，三峡阳江青洲五、青洲七海上风电场海缆集中送出工程实现关键突破——世界规模最大海上换流站“海风之心”在离岸超 70 公里海域，与万吨级导管架完成“毫米级”精准对接，成功安装就位。作为全球电压等级最高、输送容量最大的海上风电柔性直流换流站，“海风之心”的成功安装就位，标志着我国海上风电进入超高压直流输电时代，为深远海风电开发提供标准化可复制技术方案。

“海风之心”——世界规模最大海上换流站

电压等级	送出容量	上部组块	下部基础
± 500 千伏	2000 兆瓦	2.5 万吨	1.7 万吨

广州打捞局

广州打捞局承揽了“海风之心”总承包施工任务。历经 7 个多小时的奋战，世界规模最大海上换流站——“海风之心”在“祥泰口”半潜式运输船的托举下，与导管架精准对接完成。由于“海风之心”重量远超国内船机吊装能力极限，项目团队采用先进的“浮托安装”工艺。

与近海传统升压站相比，此次施工海域离岸超 70 公里，无近岸依托，面临风浪大、流速强、盐雾腐蚀重、台风频发等多重考验。针对一系列施工难题，各方项目团队创新技术手段，首次在海上风电领域应用 ART（虚拟增强现实系统）开展浮托安装全流程预演模拟，依托潮汐、风、流、船舶运动监测系统精准筛选最佳作业时段，配合半潜船动力定位系统与压载系统，顺

利完成 2.5 万吨级上部组块与导管架基础毫米级精度对接。与传统吊装方式不同，浮托工艺主要利用潮汐自然力和船舶动力定位系统，将上部组块缓慢“倒车入库”，每侧距离导管架基础的间隙仅有 150 毫米。在此过程中，通过橡胶护舷和桩腿耦合装置减缓上部组块与导管架基础间碰撞，完成插尖和桩腿间的精准对接。



随着“海风之心”的就位，三峡阳江青洲五、七期海上风电项目迈出关键一步。作为世界上电压等级最高、输送容量最大的海上风电柔性直流送出工程，项目全面投运后，每年将为粤港澳大湾区输送清洁电能约 60 亿千瓦时，相当于减少二氧化碳排放近 500 万吨。



风电机组研发与制造子链

从进口到国产 ——三峡科技主控系统为风电机组铸就“中国脑”

2026 年，三峡科技基于“智基”国产化技术体系，针对性研发了面向风电机组的主控系统，该系统已通过实验室测试，可用于风电项目的新机适配和老机组改造，预计将于今年完成现场验证。这标志着困扰行业多年的风电核心主控“进口依赖、技术封闭”的产业化瓶颈被有效打破。

国产化硬件底座，保障供应链安全稳定

整套主控系统以国产化硬件平台为核心，主控制器、I/O 单元及通信模块均选用国产处理器与接口方案，从器件层面保障了底层硬件的透明性与长期供应能力。针对风电机组的实际运行环境，硬件部分进行三防加固与散热优化设计。底层软件基于国产嵌入式操作系统搭建控制运行环境，底层驱动与硬件抽象层面向国产处理器深度适配，使主控策略与硬件平台之间可以灵活协同，便于根据风电机组特性进行长期维护与功能调整。同时，主控系统的现场总线接口与信号链路基于国产化芯片构建，配合系统级的防护处理，整体架构在硬件选型、底层适配和环境耐受方面具备突出能力，为风电场无人值守、长期连续运行提供了扎实的国产化基础支撑。

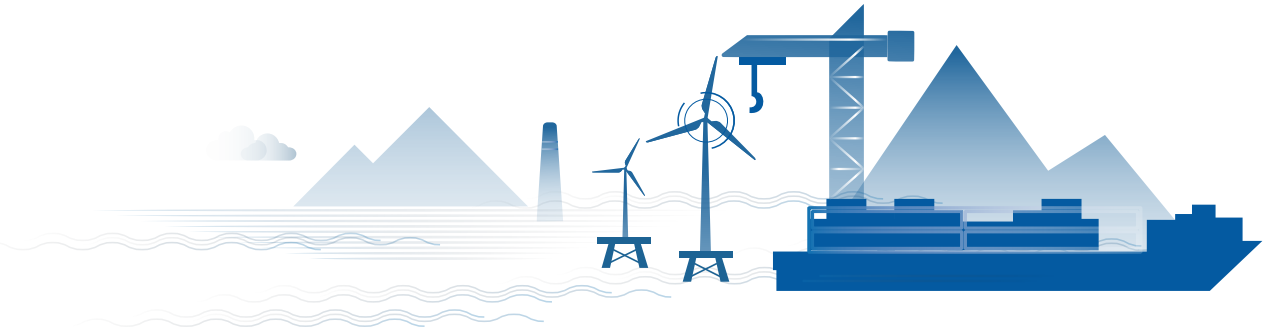
原位无缝替换，破解进口“黑箱”难题

针对原有进口系统技术封闭、备件依赖、通信协议不开放等长期痛点，研发团队基于国产工业通信协议栈，通过逆向解析与原位适配，打通了与变流、变桨、监控等子系统的数据交互通道，实现了对原进口主控系统的“原位替代”。改造过程中，系统充分兼容原有机组传感器、执行器及电气接口，仅通过更换控制器硬件并部署软件即实现投运，显著压缩了现场施工窗口，降低了现场作业风险。主控软件掌握全部底层源代码，现场工程师可据此进行控制参数深度调优与功能扩展，备件采购周期与成本也得到有效控制。

智能运维加持，适配现场复杂工况

针对风电场阵风、强湍流、风切变等复杂工况，系统对控制任务进行了实时性优化，主控响应更为迅速、抖动更低。同时，系统内建远程诊断与固件升级能力，支持健康状态趋势预警，有助于减少现场维护频次，保障机组长周期稳定运行，精准契合风电维护窗口稀缺的客观约束。

主控系统是风电机组的“大脑”，其国产化程度直接关乎产业链安全。此次国产主控系统的成功研制，是联盟在产业链关键环节“补短板”的生动实践，为后续更大规模风电项目的核心装备国产化提供了可复制、可推广的技术路径。



03

风电场规划设计与建安子链

全国首个 18 兆瓦级风电机组规模化应用
海上风电项目首台机组成功吊装

6月2日，中国能建广东院 EPC 总承包建设的广核广东阳江帆石二 1000 兆瓦海上风电场项目首台 18 兆瓦海上风电机组顺利完成安装，标志着我国 18 兆瓦级超大型海上风电机组规模化应用迈出关键一步。

帆石二项目位于广东省阳江市阳东区南鹏岛南海域，场址水深范围 46-53 米，最近端距离陆岸 70 公里，总装机容量为 1000 兆瓦，共安装 33 台单机容量 18 兆瓦和 25 台单机容量 16.2 兆瓦的海上风电机组，配套建设 500 千伏海上升压站和陆上集控中心各 1 座。

作为我国首个批量化应用国产 18 兆瓦级风电机组的海上风电项目，帆石二项目建设是促进深远海风电降本增效的重要实践，将有力推动国内海上风电产业向大容量、高效率、低成本的高质量发展新阶段加速迈进。

此次安装的 18 兆瓦级超大型风机由明阳智能研制，叶轮直径 292 米，整机扫风面积约 6.6 万平方米，相当

于 9 个标准足球场大小。满负荷运转状态下，叶轮每旋转一圈即可发电约 43 度，可满足 1 个普通家庭连续 9 天的日常用电，单台机组年发电量可达 5600 万度。

广东院项目团队综合考虑施工海域水文气象条件复杂、船舶设备协同困难等因素，决定采用单叶片吊装工艺。为确保叶片精准插入轮毂，项目团队启用叶片吊具运动控制系统，实时采集叶片的位置和姿态信息，并通过调整装置动态微调，有效抵消海风等外界干扰，实现对叶片位姿的精确控制。同时，结合实时动态定位和高空风速监测技术，对吊装全过程进行严密监控，确保每一道工序环环相扣、精准可控。

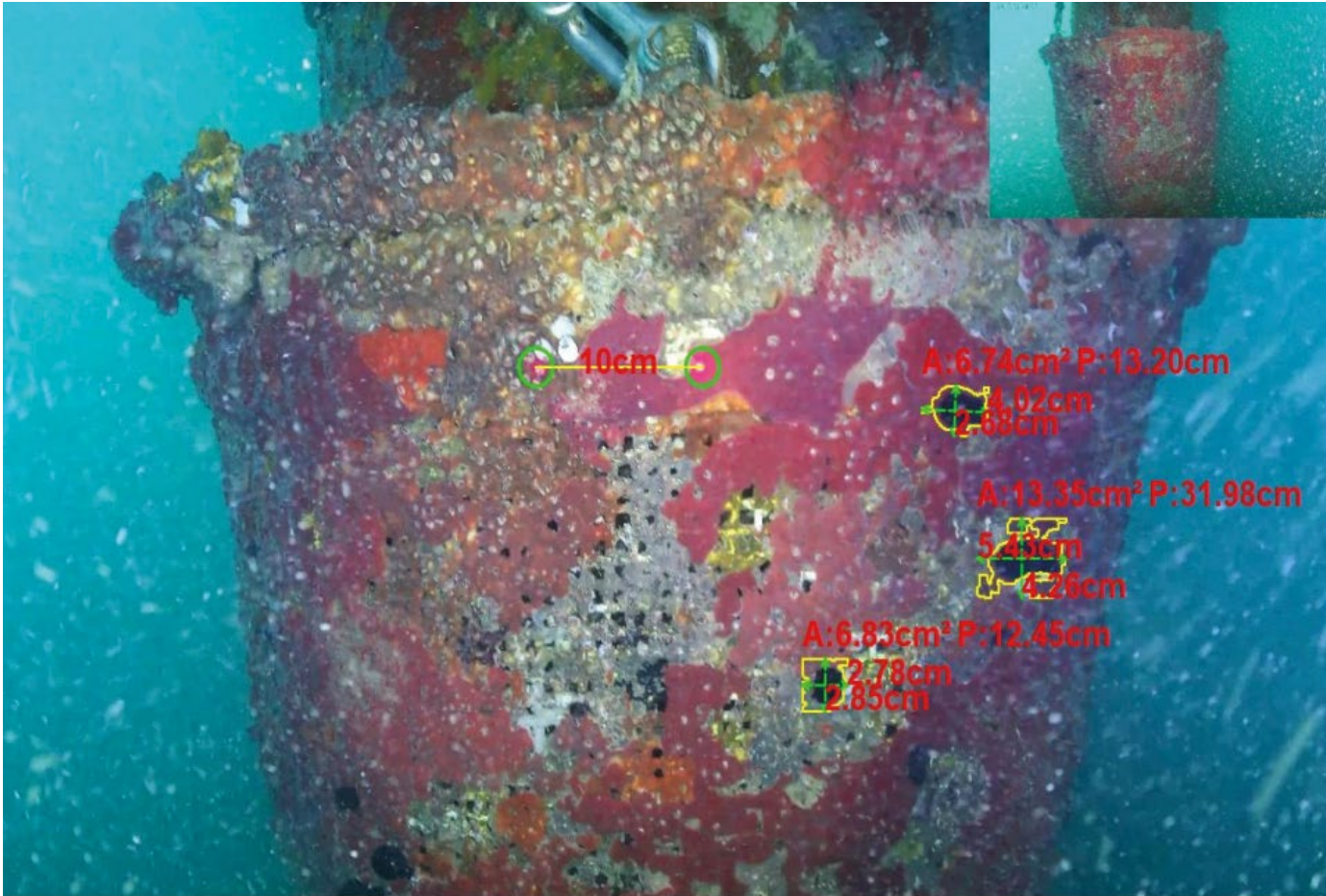
最终，在距离海平面近 190 米的高空，叶片与轮毂实现了“毫米级”精准对接，176 颗螺栓全部拧紧固定，首台 18 兆瓦风机一次性吊装就位。此次成功吊装，也为我国深远海项目大容量风电机组规模化吊装积累宝贵经验。



针对海上风电水下检测作业风险高、人工干预难、海生物干扰大、数据一致性要求严等行业痛点，中交海峰以技术创新为核心，构建以微型水下机器人为核心的无人化、可视化、数字化检测体系，实现多项关键技术突破：一是空化射流清污技术，在不损伤涂层与钢结构前提下，高效清除检测区域海生物与附着物，保障测厚、电位检测精度；二是三维建模测量技术，对牺牲阳极进行尺寸量化与消耗评估，精准测算剩余使用寿命；三是水下电位与超声测厚一体化作业，由水下机器人搭载专用仪器完成数据采集，全程自动记录、实时回传；四是“几”字形全覆盖巡检路径，配合双 4K 高清摄像与成像声呐，实现水下结构无死角检查，全过程视频留痕、可追溯。

当前，我国海上风电已进入大规模运维阶段，水下检测的智能化、无人化与标准化成为行业高质量发展的重要方向。中交海峰拥有专业的水下机器人操作与检测技术团队，在海洋工程检测领域已形成成熟的技术与管理优势。下一步，项目团队将以此为基准，稳步推进后续风机及海上升压站的检测作业，持续强化安全、质量与进度管控，以技术创新提升作业效能，以专业标准保障检测质量，为中广核阳江南鹏岛海上风电场的安全稳定运行提供可靠支撑，也为我国海上风电运维的智能化升级贡献力量。

水下机器人搭载三维建模测量技术系统完成水下测量



04

海上风电智慧运维子链

科技赋能深海运维 创新护航绿色风电 中交海峰启动中广核阳江南鹏岛海上风电场防腐检测，首台机组检测顺利完成

近日，中交海峰公司承担的 2026 年中广核阳江南鹏岛海上风电场风机及基础防腐检测项目正式开工。依托智能水下检测成套技术，项目已顺利完成首台风机防腐检测作业，各项技术指标均满足规范要求，为项目全面推进奠定坚实基础。

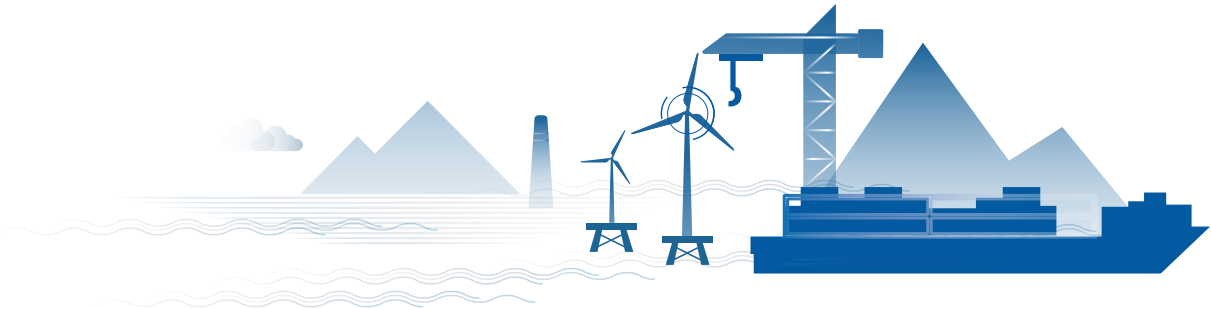


05

海上风电融合发展子链

“风光同场”技术创新 天津理工大学探索海上可再生能源融合开发新模式

在“双碳”目标的驱动下，单一品种的海上新能源开发面临资源利用率低、并网冲击大、单位成本高等瓶颈。“风光同场”将海上风电与海上光伏在同一海域协同布局以实现融合开发，这不仅是技术路径的创新，更是满足集约化用海需求、平抑电力波动、提升项目综合经济性与抗风险能力的必然选择。



驭风筑基：海上风电基础 - 塔筒 - 风机整体浮运新技术与装备

面向高效、低成本、大规模开发海上风能资源需求，天津理工大学党委书记、天津大学教授练继建创新团队围绕海上风电基础结构设计、施工技术与专用装备、全生命周期安全评价等关键环节开展攻关，创新发明了海上风电基础 - 塔筒 - 风机整体浮运新技术与装备。

该技术可在 8 级风海况下整体浮运安装，显著延长了施工窗口期。团队还发明了筒型基础整体沉放与调平精细控制技术，创造了 1 天整体沉放安装 1 台风机的世界纪录，安装倾斜度小于 1‰，优于国际标准，为实现“安全、高效、经济、环保”的海上风电开发提供了坚实支撑。

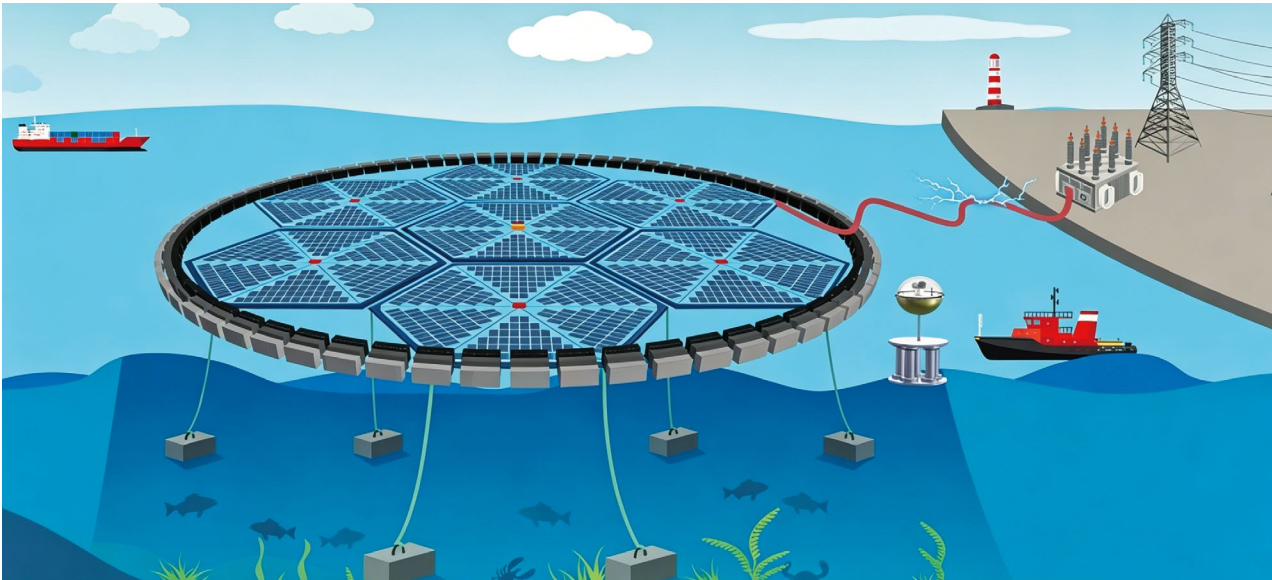
海上风电基础整体沉放和调平



浮光拓域：近海漂浮式光伏高效开发利用技术创新

水深增加使固定式光伏成本急剧上升，漂浮式光伏成为未来发展的重要选择。针对强台风、大波浪等复杂海洋环境，练继建团队创新提出张弦浮岛式、气膜式、浮块式等新型漂浮式光伏系统，采用“刚柔并济”设计理念，解决系统集成与安全难题。由国家电投投资研发的张弦浮岛式漂浮发电平台已完成近 1 年外海测试，实证可抗 3~4 米浪高，实现了国内海上漂浮式光伏的自主研发与产业化。团队还提出了“工厂模块预制 - 岸上组合拼装 - 整体下水拖航 - 高效定位施工”的高效建造技术，并研发了智能化监测运维装备。

张弦浮岛式光伏发电平台系统布置图



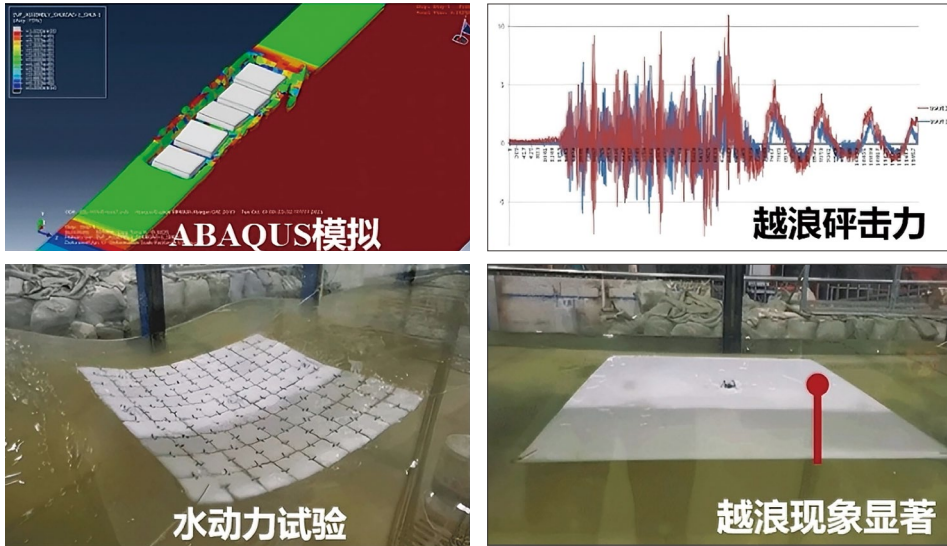
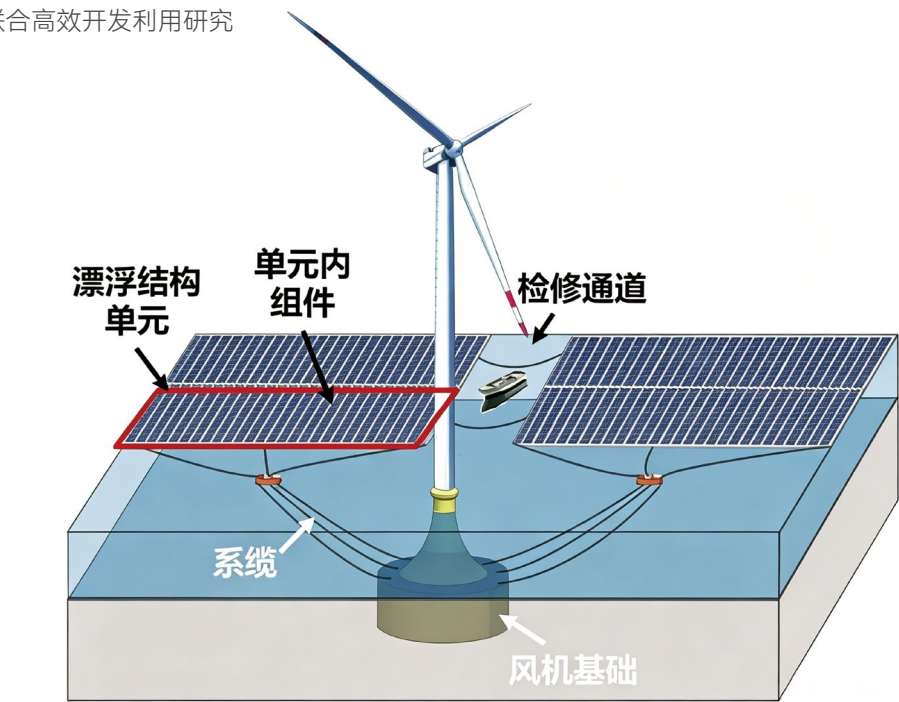
全球首个张弦浮岛式光伏发电平台“渤海 1 号”在天津临港成功示范



融合发展：探索海上风光同场开发技术降本新路径

在风电与光伏研究成果基础上，团队获国家自然科学基金联合重点基金，开展“渤海湾海洋风电与光伏联合高效开发利用研究”。针对渤海海域风、浪、流条件，自主研发新型海上光伏浮体结构型式，完成系列室内模型试验。研究提出了若干具备商业化应用价值的海面光伏漂浮式结构型式，探索风光共享基础设施及运维系统，显著降低开发成本，体现了海上风光联合开发的显著经济价值。

海上风电与光伏联合高效开发利用研究





成员风采

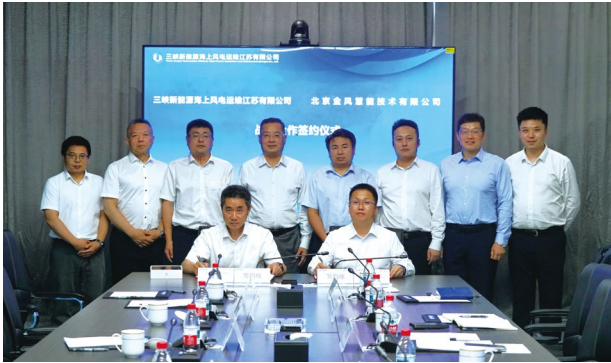
MEMBER
PERSPECTIVES

风电机组研发与制造子链

金风慧能

江苏运维与金风慧能签署战略合作协议

5月19日，三峡新能源海上风电运维江苏有限公司与北京金风慧能技术有限公司在盐城签署战略合作协议。双方就加强海上风电运维体系标准化建设、提升运维业务能力等深入交流并达成共识。未来，双方将发挥各自优势，推进海上风电运维业务提质增效，以实际行动助力“双碳”战略，为构建清洁低碳、安全高效的新能源体系贡献力量。



东方风电

获 2026 金砖国家工业创新大赛一等奖

近日，由工业和信息化部、福建省人民政府共同主办的 2026 金砖国家新工业革命伙伴关系论坛在厦门举行。东方电气集团所属东方风电 26 兆瓦级半直驱海上风力发电机组研制项目，从全球 1428 个参赛项目中脱颖而出，获得 2026 金砖国家工业创新大赛风电装备产业赛道一等奖，展示了东方风电在科技创新方面的硬核实力。



洛轴

中国轴承行业里程碑盛会在洛轴召开

5月12日，高端轴承科技创新高质量发展研讨会在洛轴隆重召开。此次研讨会是洛轴建厂以来、新中国轴承行业发展史上规格最高、参会院士数量最多、头部产业资源最集聚、行业影响力最为深远的标志性会议，打通了产学研用协同创新壁垒，凝聚了全行业强链补链固链的坚定共识，为破解高端轴承“卡脖子”难题、推动产业迭代升级、构建自主可控的高端轴承产业链供应链注入强劲动力。



海上并网与输电系统子链

东方电缆

新一代 220 千伏环保型高压电缆研发成功

东方电缆联合中国电科院、国网浙江电力等多家单位协同攻关，自主研发的新一代 220 千伏环保热塑性聚丙烯高压电缆系统，日前正式通过权威型式试验，关键技术指标达国内领先水平，为新型电力系统建设提供核心装备支撑。该产品直指高压输电“低碳化、高效能、强适配”发展需求，通过绝缘形式与结构优化实现三大突破：一是全生命周期降碳显著，单位长度二氧化碳当量减排约 5 吨 / 公里；二是生产效率大幅提升，生产周期缩短 70%、能耗降低 45%；三是场景适配性更强，输电性能与复杂电网工况匹配度显著提升，精准契合清洁能源基地外送、主干网架升级等高端场景对“减碳 / 零碳”装备的要求。



特变电工



行业首台最大容量柔性直流换流变试验成功

随着甘肃—浙江 ±800 千伏柔性直流工程越州站首台 ±800kV 换流变一次试验合格，特变电工电装集团衡变公司成功实现连续第 100 台特高压交直流变压器、电抗器厂内一次性试验全部合格的好成绩，完成了将厂内产品一次试验合格纪录数据刷新到“三位数”的跨越式突破！

风电场规划设计与建安子链

三峡上海院

基于人工智能大模型的风资源无缝隙精细化预报平台取得突破，获江苏省可再生能源行业协会科技进步二等奖

三峡上海院引入人工智能大模型，开展分钟至季节尺度无缝隙风资源预报研究。短期尺度上，提出融合卷积与注意力的数据驱动预测框架，结合动态时空建模，提升预报精度与突发响应能力。季节尺度上，构建全球可变分辨率动力预测系统，以气候模式耦合网格拉伸实现公里级加密模拟，避免嵌套边界突变，保持物理一致性。在此基础上研发高精度预测系统：短期用深度学习直接预报，中长期用数值模式加 AI 误差订正。系统在多个风电场进行测试应用，社会效益显著，推广应用价值广阔，获江苏省可再生能源行业协会科技进步二等奖。



华东院

浙江省“海葵”大模型正式上线

由华东院承建的浙江省海洋科学院“海葵”大模型正式上线运行并对外服务，全面赋能浙江省海洋“知、学、用、护”的智能化实践。海葵大模型有效整合了海科院在海洋防灾减灾、生态修复、战略规划等领域的海洋科研与数据优势，通过构建专业知识库及智能问答系统，显著提升了信息检索与知识共享的效率；同时，依托 MCP 协议调用不同业务系统和工具模块，为海洋监管业务提供了有力技术支撑。

锋云深蓝：锻造海上风电无人化运维的“智能利刃”

华东院“锋云深蓝机器人团队”在国际具身机器人场景应用大赛“四足机器人变电站智能巡检挑战赛”中，摘得赛事最高荣誉——全能卓越奖。该赛事是具身智能领域规模最大、赛制最严、实战性最强的行业赛事之一。目前，“锋云深蓝机器人团队”正在承担多个“海上 + 陆上”多场景新能源智慧电站标准化总成或前期设计等多项重点工程。



广东院

珠海金湾海洋牧场示范项目（一期）多功能固定式桁架网箱平台获颁中国船级社（CCS）入级证书

近日，中国能建广东院牵头 EPC 总承包建设的珠海金湾海洋牧场示范项目（一期）多功能固定式桁架网箱平台获颁中国船级社（CCS）入级证书，这是粤港澳大湾区首份风渔融合固定网箱平台 CCS 入级证书，标志着平台的设计合理性、建造质量、安全性能及装备可靠性获得全方位权威认可。



中交三航局

“三航工 9” 半潜驳船在上海小洋山北作业区域完成首次下潜试验

5 月 15 日，三航局“三航工 9” 半潜驳船在上海小洋山北作业区域完成首次下潜试验，标志着这艘 1.8 万吨举力的“海上巨无霸”具备施工能力。“三航工 9” 总长 105 米、型宽 43.5 米、型深 7.5 米。该船创新采用可拆式尾塔楼设计，配备 1000 千瓦时箱式储能站与一键调载计算机系统，兼具绿色环保与智能操控优势，可满足 1.2 万吨级混凝土沉箱运载安装、风电导管架运输等多场景作业需求。



广州打捞局

1600 吨深水起重船在上海振华重工启东海洋工程股份有限公司举行开工仪式

近日，交通运输部广州打捞局 1600 吨深水起重船在上海振华重工启东海洋工程股份有限公司举行开工仪式。该船总长约 138 米、型宽约 55 米、型深约 10 米，设计吃水 6.5 米，定员 150 人，具备无限航区航行能力。船舶安装国内 1600 吨级绕桩式起重机，配备国内最长 142 米桩腿，具备国内最大 90 米水深插桩式作业能力，可实现甲板以上 210 米吊高作业能力。船舶采用全电力驱动，通过 4 台全回转推进器的科学布置极大提高了 DP2 动力定位能力，具备复杂海况下高稳定性抢险打捞作业能力。船舶采用多任务设计理念，可用于近海风电场风机基础、塔筒、机舱及叶片的运输和吊装作业，并且兼顾平台维修、平台生活支持等能力。



中铁大桥局

《中国新闻》探访“大桥海风”号

“五一”期间，《中国新闻》走进三峡阳江青洲海上风电场，实地探访由大桥局打造的海上风电安装船—“大桥海风”号。该船正服务于青洲五、六、七 3000 兆瓦深远海风电场建设，成为推动海上风电向深蓝拓展的核心装备。“大桥海风”号配备 4 根 131 米桩腿，可稳固扎根海底；搭载 2000 吨级大型起重吊机，能将 118 米长、相当于 50 多层楼高的风机叶片精准吊装至 150 米高空，实现毫米级对接。



中国船级社

中国船级社全程护航“三峡领航号”创新示范落地

全球单机容量最大 16 兆瓦漂浮式海上风电“三峡领航号”在广东阳江海域完成安装。该项目凭借国内首次应用的主动压载系统实现深远海“稳稳扎根”，中国船级社（CCS）全程护航，先后为主动压载系统颁发 AIP 认证、开展全流程检验认证，助力创新示范落地。

海上风电智慧运维子链

海电运维

获评 2025 年福建省博士创新站

近日，福建省科学技术协会正式印发《关于认定 2025 年福建省博士创新站的通知》（闽科协学〔2026〕1 号），海电运维获批设立以福州大学张俊博士领衔的 2025 年福建省博士创新站。福建省博士创新站是全国试点的标杆平台，以低成本、高效率的产学研协同模式，有效打通创新链与产业链壁垒，是助力企业高质量转型的“创新引擎”，也是青年博士开展产业实践、推动技术落地的重要阵地。

中交海峰

中交海峰“海峰 5112”正式交付

近日，中交海峰投资研发的第二代 33 米新型智能全铝双体高速风电运维船“海峰 5112”正式交付，交船仪式在浙江平湖举行。“海峰 5112”采用拥有完全自主知识产权的半小水面高速双体船型，入级 CCS 船级社，总长 33.2 米，型宽 10.8 米，型深 4.0 米，试航航速约 26 节，续航能力达 800 海里，额定载客 12 人。船只兼具优异的快速性与耐波性，可在四级海况作业、五级海况航行，有效提升风场运维效率。同时，该船取得有效舱室证书，可满足深远海风场海上过夜需求；船上搭载 AI 可视化监控、燃油管理、5G 通信等智能系统，可实现船岸联动、智能排程等智慧化风电运维。此外，该船型配置专用顶靠橡胶护舷及海上升压站油水供给应急保障功能，适应性与可靠性更强，更加适用于深远海海上风电交通快线运维服务，为海上风电智慧运维和专业化、区域化、一体化的运维解决方案提供强力装备支撑。



海上风电融合发展子链

国家海洋技术中心

“守望者”海啸预警浮标迈入常态化部署新阶段

近日，国家海洋技术中心自主研发的“守望者”海啸预警浮标在西太平洋观测站点再次完成布放。这是国内首套具有完全自主知识产权、兼具海啸预警和海面水文气象观测功能的综合观测监测系统，标志着国产海啸预警浮标从单点突破迈向多功能、可复制的常态化部署。

“守望者”的研制历经十余年攻关。技术破壁阶段，团队逐一突破深海海面毫米级变化精确测量、海啸波检测识别、深远海精准布放等核心技术，科研样机在南海 3871 米水深示范成功，2019 年经中国海洋工程咨询协会鉴定性能达到国际先进水平，2021 年获海洋科学技术奖二等奖。工程创制阶段，团队完成从实验室成果到批量生产能力的跨越，2024 年形成产业化能力。

与同期美国 DART 浮标数据的对标分析表明，该装备在海平面高度测量分辨率、测量稳定性和数据有效接收率三项核心指标上均达到国际先进水平。“守望者”系列的研制和部署，使我国正从全球海啸观测数据的被动使用者转变为主贡献者，为完善海啸灾害防治体系提供了自主可控的核心装备支撑。

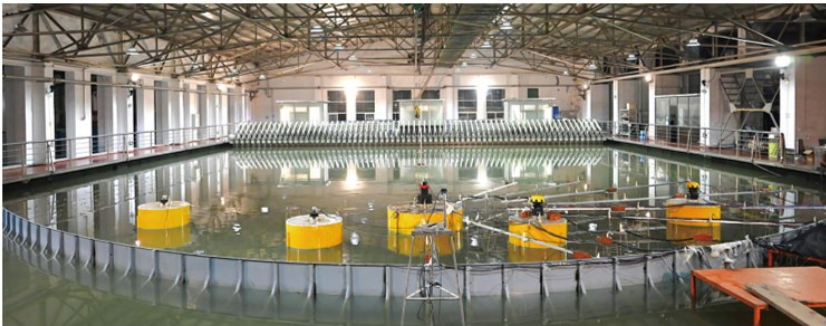
2026 年“守望者”海啸预警浮标在西太平洋常态化运行



大连理工大学

海岸与海洋工程全国重点实验室一成果斩获多项国际大奖

大连理工大学海岸与海洋工程全国重点实验室海洋能源团队自主研发的“天眼”聚能型波浪能发电系统, 凭借其在波浪能高效捕获和复杂海况适应性方面的核心创新, 入选国际能源署 (IEA) 《2025 年海洋能年度报告 (OES) 》, 被评价为“适合大规模波浪能开发利用的创新技术”。2026 年, 该成果接连斩获日内瓦国际发明展金奖和阿基米德国际发明与创新技术展金奖两项国际重磅奖项, 两项赛事均为全球顶尖发明创新平台, 成果获得国际业界高度认可。该技术紧密对接国家海洋新能源重大战略需求, 团队创新借鉴中国“天眼”天文望远镜汇聚电磁光波原理, 在海洋工程领域首创波场重构汇聚波能等前沿技术, 历经多年技术攻关, 在波浪能转换效率低、极端海况适应能力不足两大行业瓶颈方面取得突破, 为我国波浪能规模化、产业化开发提供关键技术支撑。



“天眼”聚能型波浪能发电系统模型



“日内瓦国际发明展”金奖



“阿基米德国际发明与创新技术展”金奖

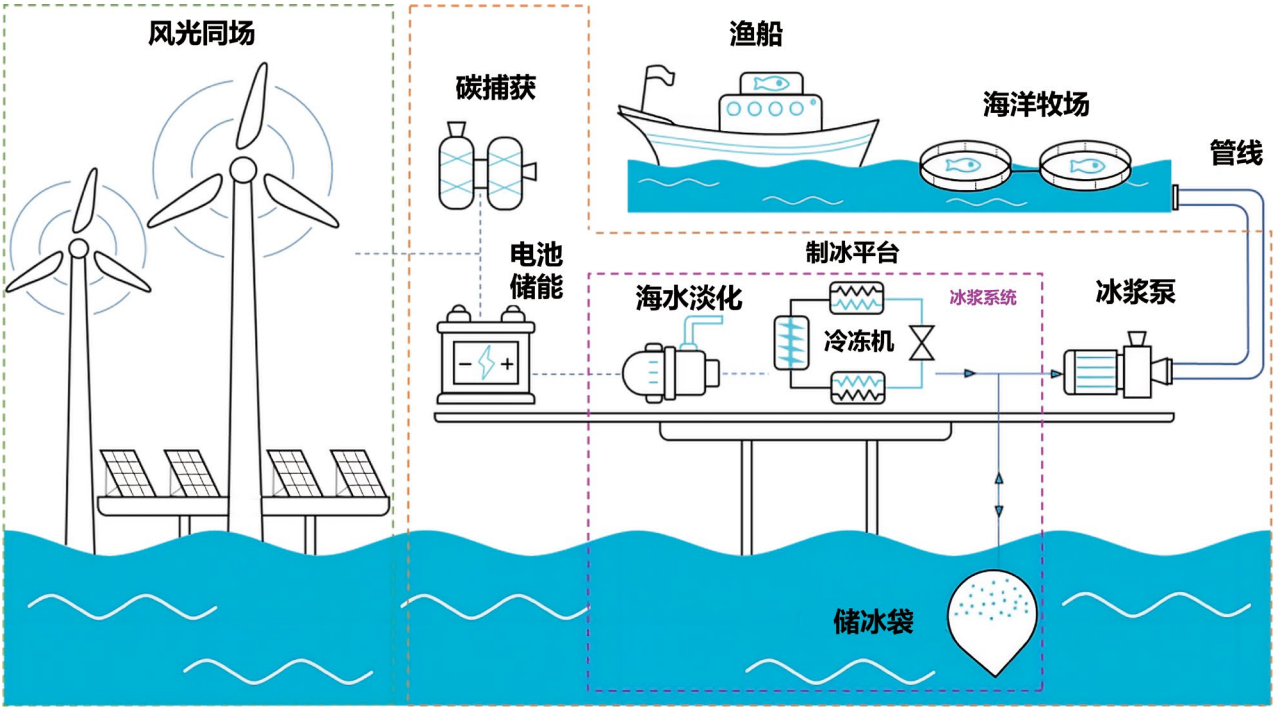
中国科学院广州能源研究所

“电转冰”储能技术研发为深远海绿电消纳提供新路径

深远海风电与光伏面临本地无负荷、并网成本高、输送损耗大的消纳困境。近日, 中国科学院广州能源研究所团队提出“电转冰” (Power-to-Ice, P2I) 系统, 成果发表于《Applied Thermal Engineering》。P2I 系统集海水冰浆制取、电池储能与碳捕集于一体, 将深远海绿电就地用于海水制冰, 转化为流态化冰浆, 存储于作业平台或水下柔性冰袋中, 直接服务远洋渔业冷链, 打通海上绿电消纳与冷链低碳转型闭环。研究团队以 100 MW 海上风电加 50 MW 海上光伏的混合发电场为

场景, 采用 NSGA-II 算法进行多目标协同优化。结果表明: 冰浆制取系统电负荷 98 MW, 配套 42 MW/163.8 MWh 电池储能保障高效稳定运行; 能效比达 5.74, 平准化成本 50.7 元 / 吨, 投资回收期仅 4.65 年。碳减排方面, 度电碳减排强度达 1.32 kg CO₂ / kWh, 是“电转氢”的 37.9 倍、“电并网”的 2.9 倍, 碳减排优势显著。近年来, 团队围绕冰浆制备、存储、系统控制与高效计量等核心环节已布局多项发明专利, 研究工作得到国家重点研发计划及 ANSO 学者访问计划等项目支持。

用于海上可再生能源消纳利用的 Power-to-Ice (P2I) 系统





政策动向：发展规划

国家发展改革委、国家能源局、工业和信息化部、国家数据局印发《关于促进人工智能与能源双向赋能的行动方案》

🕒 发布时间：2026 年 5 月 8 日

方案要求充分发挥我国能源产业体系完备、数据资源富集、应用场景广阔等优势，促进能源、算力、场景、数据、模型等要素高效协同，助力抢占人工智能产业应用制高点。到 2027 年，支撑人工智能创新发展的安全、绿色、经济的能源保障体系初步构建，清洁能源与算力设施互动能力显著提升。

国家能源局综合司发布“人工智能+”能源高价值场景清单

🕒 发布时间：2026 年 5 月 26 日

国家能源局组织开展了“人工智能+”能源高价值场景的申报和凝练工作，发布“人工智能+”能源高价值应用场景清单，包括海上风电场智能辅助规划设计、海上风电一体化协同运维决策、新能源大基地少人化智能运维等 51 个场景；并组织开展“人工智能+”能源融合试点。

人力资源社会保障部等 4 部门发布关于支持海洋经济发展促进就业创业的通知

🕒 发布时间：2026 年 6 月 16 日

通知要求着力提升海洋产业智能化、绿色化水平，支持海洋工程装备和新材料制造加速发展，集成利用海上风电、海上光伏、海上油气、海洋能等多种资源，研究在海洋领域增设职称系列，加强能源勘查、海水淡化、深海勘探开发、海洋药物和生物制品等领域新职业的开发、申报和认定，健全符合新职业特点的职称评价标准。

国家发展改革委、国家能源局发布《新型能源体系建设“十五五”规划》

🕒 发布时间：2026 年 6 月 25 日

规划提出“十五五”时期新型能源体系建设的主要目标：2030 年初步建成清洁低碳安全高效的新型能源体系；能源综合生产能力达到 58 亿吨标准煤，电力系统互补互济和安全韧性水平全面提升，能源进口多元可控；煤炭和石油消费达峰，非化石能源消费比重达到 25%，风电和太阳能发电装机比重超过 50%、成为电力装机主体，非化石能源发电量比重达到 50%、成为电量主体。规划还提出，建立完善新能源消纳综合评价指标体系，2030 年新能源发电量占比达到 30%；推进海上风电向深远海发展、海洋能规模化发展；探索海洋油气田和海上风电协同开发；发展渤海、黄海、东海、南海等海上风电基地。

国家发展改革委：十五五时期预计投资超过 5 万亿元建设新型电网

🕒 发布时间：2026 年 5 月 22 日

国家发展改革委召开 5 月份新闻发布会。委新闻发言人表示，在新型电网方面，我国已经建成规模巨大、运行安全、技术先进的全国坚强互联大电网，有效支撑了超过 18 亿千瓦的新能源并网消纳。十五五时期，预计将投资超过 5 万亿元，规划建设一批输电通道和省间电力互济工程，分层分区优化特（超）高压交流网络，实施一批城市配电网提质更新工程、薄弱县域电网改造工程、农网频繁停电治理工程。

海南省人民政府办公厅发布《海南省“十五五”海洋经济发展规划（2026-2030 年）》

🕒 发布时间：2026 年 5 月 7 日

规划明确提出海南省“十五五”海洋经济发展主要指标，到 2030 年海上风电装机预期达到 1650 万千瓦。规划提出推动海上风电产业规范有序发展，扩展海上风电消纳应用场景，探索“海上风电+”多能互补模式；推动海上风电装备制造制造业布局，推动风机技术创新、产品迭代和认证试验，健全完善海上风电机组检测试验基地运行机制和检测认证制度；加快推动数据中心与风电协同；探索建设海上风电制绿氨醇示范工程。

🕒 发布时间：2026 年 6 月 5 日

📍 来源：国家能源局

国家能源局综合司发布关于组织推进非公共电网可再生能源发电项目绿证核发的通知

通知明确“非公共电网项目”指不直接接入公共电网的可再生能源发电项目，包括离网型项目、接入用户侧内部（或绿电直连等项目内部）的并网型项目，并明确各类非公共电网项目的绿证核发路径。

🕒 发布时间：2026 年 6 月 22 日

📍 来源：国家发展改革委、国家能源局

国家发展改革委、国家能源局印发《可再生能源消费最低比重目标和可再生能源电力消纳责任权重制度实施办法》

办法引导全社会优先使用和主动消费可再生能源，推动可再生能源高质量发展，适用于能源用户可再生能源消费最低比重目标和省级行政区可再生能源电力消纳责任权重的制定、监测和考核，并明确了可再生能源非电消费最低比重目标完成情况核算方法、可再生能源电力消纳责任权重确定和核算方法。

🕒 发布时间：2026 年 5 月 20 日

📍 来源：广东电力交易中心

广东电力交易中心发布《广东电力中长期市场实施细则（2026 年版）》

细则提出电力市场成员包括经营主体、电力市场运营机构和电网企业。其中，经营主体包括参与电力中长期市场的发电企业、售电公司、电力用户和新型经营主体（含独立储能、虚拟电厂等）；电力市场运营机构包括电力交易机构、电力调度机构。

🕒 发布时间：2026 年 5 月 20 日

📍 来源：福建省发展和改革委员会

福建省发改委发布《福建省虚拟电厂建设运行管理办法（征求意见稿）》

办法指出虚拟电厂是基于电力系统架构，运用现代信息通信、系统集成控制等技术，聚合分布式电源、可调节负荷、储能等各类分散资源，作为新型经营主体协同参与电力系统优化和电力市场交易的电力运行组织模式；鼓励能源企业、能源产业链上下游企业及其他各类企业积极投资虚拟电厂，大力支持民营企业、中小微企业参与虚拟电厂投资开发与运营管理，共同推进技术及模式创新。

辽宁省发展改革委发布《辽宁省“十五五”海洋经济发展规划（征求意见稿）》

🕒 发布时间：2026 年 5 月 27 日

规划明确提出辽宁省“十五五”时期海洋经济发展主要指标，到 2030 年海上风电装机预期达到 650 万千瓦。规划提出加快海上风电项目建设，有序推进海上风电向深远海布局，打造千万千瓦规模大型海上风电基地。重点推进大连 200 万千瓦海上风电项目、丹东 350 万千瓦海上风电项目、营口 70 万千瓦海上风电项目、葫芦岛 80 万千瓦海上风电项目；加快推动国管场址辽东湾、北黄海 610 万千瓦海上风电项目。

政策动向：电力市场

🕒 发布时间：2026 年 5 月 20 日

📍 来源：国家发展改革委、国家能源局

国家发展改革委、国家能源局发布《关于有序推动多用户绿电直连发展有关事项的通知》

通知明确多用户绿电直连是指风电、太阳能发电、生物质发电等新能源发电不直接接入公共电网，通过专用线路和变电设施向多个用户供给绿电，实现供给电量清晰溯源和分配的模式，要求项目应按照“以荷定源”原则合理规划新能源装机规模，年自发自用电量占总可用发电量的比例不低于 60%。

行业观察

中低风速海上风电，还值得开发吗？

对话金风科技股份有限公司江苏分公司总经理康红

随着电力市场化改革持续深入，现货市场价格起伏、中长期合约博弈、绿色电力溢价消长等多重变量同时叠加，风电项目收益也从“清晰可算”变为“实时波动”。对于以江苏为代表的中低风速资源省份，命题更为尖锐——在风速不占优的条件下，如何承受电价波动与成本刚性的双重挤压？带着这一问题，记者与金风科技股份有限公司江苏分公司总经理康红进行了深度对话。



安装有金风科技机组的三峡江苏大丰 80 万海上风电场
(刷新当时我国离岸距离最远海上风电项目纪录)

行业之变：从“保发电”到“创价值”

过去，行业的核心关切是“怎样把风机立起来、怎样把电发出去”；而今，这一问题已升级为“怎样让每一度电创造最大经济价值”。

“我们和客户交流时，经常谈到一个判断：海上风电在能量密度、发电小时数等方面的比较优势，在市场环境下反而更容易被识别和定价。”康红的这一结论，基于对风光出力效能的综合评判。这些价值过去被固定电价“兜底”保护，并未在市场层面充分释放。

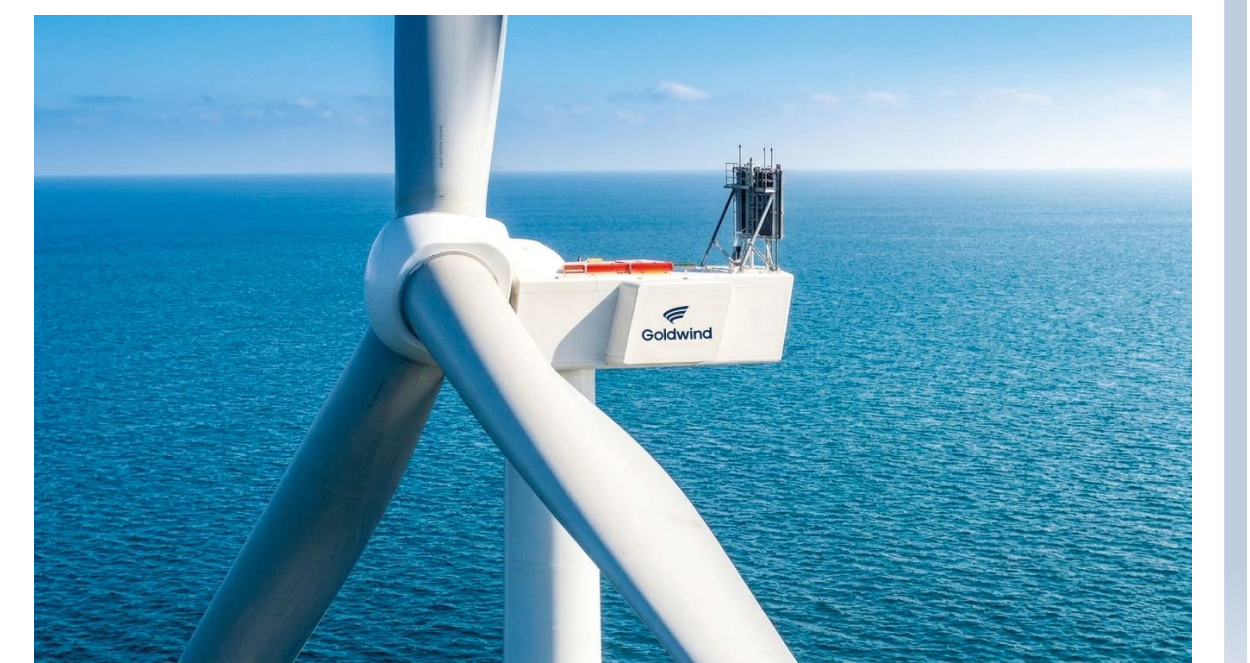
康红认为：“对主机商而言，核心命题非常清晰——当更高性能的机组设备、更聪明的控制策略与更懂交易的智能平台结合在一起，便构成了从‘单纯出售设备’到‘帮客户提升电力价值’的完整闭环。”

江苏样本：中低风速海域的“经济性突围”

江苏是全国海上风电累计并网规模最大的省份，截至 2025 年底已达 1349 万千瓦。但与此同时，江苏东部沿海 100 米高度年平均风速多在 6.3-7 米 / 秒之间，属于典型的中低风速海域。但在电力市场化环境下，规模本身已不再是护城河。康红直言，中低风速海域要跑赢市场，核心逻辑必须回归到度电价值成本（LCOV）上。

金风科技专为江苏这类中低风速海域打造了 GWH270-12.5MW 机型，据康红介绍，这款机型基于已大规模投运的成熟平台开发，同平台产品已有超过 6GW 订单、100 台以上的吊装业绩，扫风面积在同类 12MW 级别机型中处于领先水平，具有高性能、强智控的属性。结合金风自主研发的高性能翼型设计与碳纤维主梁，以及激光雷达主动驭风和智慧尾流控制等技术，整场发电量可以提升 2% 左右，从全生命周期来看，对于 300MW 的项目而言就是上亿元的增收。

但更核心的突破在于它不再是被动的“发电设备”，而是能够主动感知和参与电力交易的“智能资产”——依托自主研发的“天机云电力交易平台”，机组可以实时获取电价预测信号，结合场群调度算法精准响应：在高电价时段自动满发多发，最大限度兑现电量价值；在低电价时段智能调控出力，将机组寿命“存”到高价场景中。



安装有 100 台 GWH230-8.5MW 机组的江苏国信大丰 85 万千瓦海上风电项目
(江苏单体容量最大、机组数量最多的海上风电项目)

价值重构：市场化时代的竞争逻辑

江苏海上风能可开发潜力超过 6000 万千瓦，空间依然广阔。随着近海资源开发逐步饱和，产业重心将向深远海延伸。江苏省“十五五”规划明确提出，将打造千万千瓦级海上风电基地，加快海上风电规模化开发步伐。

金风科技在江苏海域应用了覆盖从 2.5MW 到 13.6MW 的跨代际产品，这些在不同海域环境、不同项目条件、不同客户需求中积累的实践经验，使金风科技对江苏海况特征与市场痛点有着深刻认知，也成为其帮助业主锚定经济性目标的重要积淀。

“我们的判断是，几个方向值得持续投入：一是机组持续向更优的度电成本迭代，在可靠性与发电效率之间寻求更精准的平衡；二是在智能化运维、发电策略、电力交易等环节发挥更大作用，帮助客户在市场波动中主动应对；三是依托江苏产业集聚高地，在产业链协同创新方面持续深挖，”康红说，“电价市场化不会改变江苏作为海上风电第一大省的基本盘。虽然这一变化增加了一定的收益不确定性，但我们可以相信，风电在江苏的市场价值空间，未来一定会倍数增长。”



安装有金风科技机组的江苏盐城国投大丰 H5# 海上风电场
(创造全国首个海上风电单月零故障运行纪录)

(来源：金风科技供稿)

国内项目动态

省份	项目名称	装机容量 (MW)	开发主体	当前动态	项目概况
广东	中核徐闻东二海上风电项目	300	中核集团	核准前公示	拟安装 21 台 14.3MW 机组
	国家电投阳江三山岛三海上风电场项目	506	国家电投	环评批复	拟安装 30 台 16.2MW 固定式及 1 台 20MW 漂浮式机组
江苏	华能射阳南区 H6# 海上风电场项目	550	华能集团	海域使用论证公示	拟安装 50 台 11MW 机组、容量 0.083MW 漂浮式光伏、1 座包围水体约为 3 万 m³ 半潜式养殖网箱
	华润射阳北区 H2# 海上风电场项目	408	华润集团	核准	拟安装 34 台 12MW 固定式机组，另含养殖网箱、固定式及漂浮式光伏
	华能东台 H3-1 海上风电场项目	151.2	华能集团	核准	拟安装 12 台单机容量 12.6MW 机组
	江苏华电灌云 H6# 海上风电项目	325	华电集团	海域使用论证公示	拟安装 26 台 12.5MW 机组
	中海油滨海南 H4-2#	408	中海油	用海预审	拟安装 34 台 12MW 固定式机组
浙江	舟山市普陀 2# 海上风电场项目	408	浙江舟山浙新能	核准变更批复	拟安装 34 台 12MW 级机组
广西	广西钦州海上风电示范项目	900	国家电投	环评受理	拟安装 38 台 10.5MW、18 台 10.0MW 以及 37 台 8.7MW 机组
福建	漳州六鳌 I-1 区海上风电场项目	208.7	中船集团	环评批复	拟安装 11 台 16.7MW 和 1 台 25MW 机组
	长乐外海 K/J/I 区	1528	华电、福能、东福新能源	核准统一延期 1 年	K 区 558MW (拟安装 31 台 18MW 机组)、J 区 656MW (拟安装 41 台 16MW 机组)、I 区 (北) 314MW (拟安装 18 台 16MW、1 台 26MW 试验机组)
辽宁	大连市海上风电场址 DL6 项目	500	三峡集团	海域使用论证公示	拟安装 32 台 13MW、6 台 14MW 机组
	中广核葫芦岛 80 万千瓦海上风电项目	812	中广核	环评公示	拟安装 58 台 14.0MW 机组
海南	中核海南昌江 60 万千瓦海上风电项目	600	中核集团	前期专项招标	二次发布前期工作咨询服务招标
	三峡海南昌江 CZ5-2 场址海上风电项目	600	三峡集团	前期专项招标	发布可研报告及相关专题招标
山东	华能滨州港防波堤 20 万千瓦海上风电项目	200	华能集团	环评审批	项目依托滨州港西防波堤进行建设，拟安装 20 台 10MW 机组

(来源：公开资料整理；统计时间：5 月 1 日 -6 月 30 日)

国际动态

01 国际海上风电政策动向

- 1. 英国政府自 2026 年 4 月 1 日起，取消 33 种与海上风电设备制造相关的工业品进口关税。
- 2. 欧盟动用单边经贸工具，对中国企业采取限制性措施，发出保护主义信号。2026 年 2 月 3 日，欧盟委员会依据欧盟《外国补贴条例》，针对金风科技在欧盟风电市场的业务活动启动深入调查。
- 3. 德国联邦网络局计划允许已运营及已中标海上风电项目继续享受 20 年电网费用豁免，以保障投资确定性。
- 4. 越南国会通过第 253/2025/QH15 号决议，引入新机制和政策措施，包括电力总体规划调整、电价确定、投资商遴选、电力购买协议、海上风电开发以及直接电力购买协议的实施等。
- 5. 巴西国家能源政策委员会发布海上风电指导原则，明确以距基线约 12 海里为初始参考距离，并推动统一门户集中化管理审批。
- 6. 韩国 2026 年新一轮海上风电招标，总规模约 1.8GW，其中 400MW 浮式、400MW 公共机构项目、1GW 固定式项目分开配置；招标政策强化本土化要求，将本地供应链贡献、技术运维能力及能源安全纳入评分体系。
- 7. 日本经济产业省于 6 月 5 日正式修订海上风电竞争配置指南，新规则提高了“项目可执行性”的评分权重，引入更细化的项目执行能力评估标准，并降低对建设进度的过度要求。
- 8. 英国与日本正式签署《Offshore Wind Compact》海上风电合作契约，预计撬动英国浮式海上风电投资总额约 90 亿英镑，支持英国境内总计 5.9GW 浮式风电项目开发。

02 国际海上风电项目前期动态

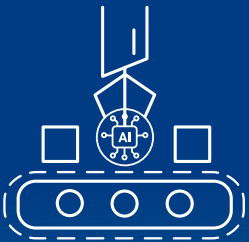
- 英国 Dogger Bank South 3000 MW 海上风电项目开发许可获批
- 英国 North Falls 1000 MW 海上风电项目开发许可获批
- 英国 Awel y Môr 576 MW 海上风电项目启动岩土勘测工作
- 英国 Morgan 1.5 GW 海上风电项目，原开发商德国 EnBW 公司因经济性原因放弃了其在 Morgan 场址的海上风电项目计划，目前该项目正在重新招标
- 英国 Hornsea 4（2.4GW）项目面临供应链成本持续增加、利率上升以及施工和交付风险增加等问题，丹麦开发商 Ørsted 宣布停止进一步开发

- 苏格兰 Morven 3 GW 海上风电项目提交开发申请
- 爱尔兰 Arklow Bank 2 800MW 项目推进审批
- 意大利 Sicily South 1140 MW 漂浮式海上风电项目进入环评与公众咨询
- 瑞典 Storgrundet 1020 MW 海上风电项目更新环评工作
- 法国 Centre Manche Énergies 1500 MW 海上风电项目提交单一授权申请
- 挪威 GoliatVIND 漂浮式项目撤回许可申请，原因是供应链与市场变化导致无法在规定期限内完成建设，进而失去 Enova 公司约 20 亿挪威克朗资助
- 韩国 Gyeongin Peace Wind 480 MW 海上风电项目推进预可研
- 越南广宁 4 号 50 MW 风力发电项目投资主张获批
- 菲律宾 GEA-5 首次海上风电招标启动，计划 3.3GW，三项目合计 1.65GW 正式拿到电网接入协议
- 澳大利亚 Star of the South 2200 MW 海上风电项目进入公众咨询期
- 肯尼亚成为首个加入全球海上风电联盟（GOWA）的非洲国家，其沿海技术潜力估计达 43GW

03 中国海上风电企业出海动态

- 1. 越南朔庄 7-2 海上风电项目首批机组设备完成交付，正式移交业主单位——越南企业 Xuan Cau Holdings。金风科技为该项目提供 19 台 GW155-4.7MW 机组，总容量 90MW。
- 2. 越南 REE 集团投资建设、中国能建广东院总承包建设的永隆 V1-3、V1-5&6 二期 128 MW 海上风电项目进入基础发运与风机设备发运阶段。
- 3. 远景能源再获越南 REE 集团朔庄 200MW 近海风电项目风机新单，将采用 25 台 EN-226/8.X 海上机组，标志着以远景能源为代表的中国海上风电技术、产品和解决方案再获国际市场青睐。
- 4. 韩国本土整机制造商尤尼森（Unison）与德国 Vensys AG 正式签署了 13.6MW—16MW 级大型海上风电整机技术引进合同，授权其在韩国本土实现生产制造。Vensys AG 在 2008 年就被金风科技收购 70% 股权，是其控股子公司，这标志着中国风电企业正在以纯技术授权的方式，将大功率海上风机技术落地海外。

（来源：公开资料整理）



科技动态

TECH
DEVELOPMENTS

数值修正携手 AI 预测 三峡科研院海上风电智能功率预测与效能监测系统落地阳江

随着我国海上风电加速向深远海拓展，大型基地集群化建设已成为行业主流趋势。一方面，海上气象条件复杂多变，现有功率预测精度难以满足电网调度对新能源出力预判的更高要求；另一方面，风电场站运行效能缺乏科学的量化评价体系，无法准确衡量场群实际发电能力与优化空间，一定程度上制约了精细化运维管理。上述问题已成为制约海上风电产业高质量发展的突出短板。

三峡科研院研制的“海上风电智能功率预测与效能监测系统”近日在三峡阳江沙扒海上风电场成功示范应用。该系统针对海上风电功率预测精度不足、运行效能难以科学量化等行业共性难题，构建了“多元数据融合—数值天气修正—AI 多尺度预测—运行效能评估”全链路技术体系。

数据层面，建立多源异构气象数据融合处理机制，有效整合场站测风塔、激光雷达及数值天气预报等多维度异构数据源，实现多尺度气象信息时空互补，针对海上风电数据质量参差不齐的现状，开发基于“统计—重构—时序—密度”的多维度评分框架的风电机组数据清洗新方法，有效提升输入数据可靠性与可用性。

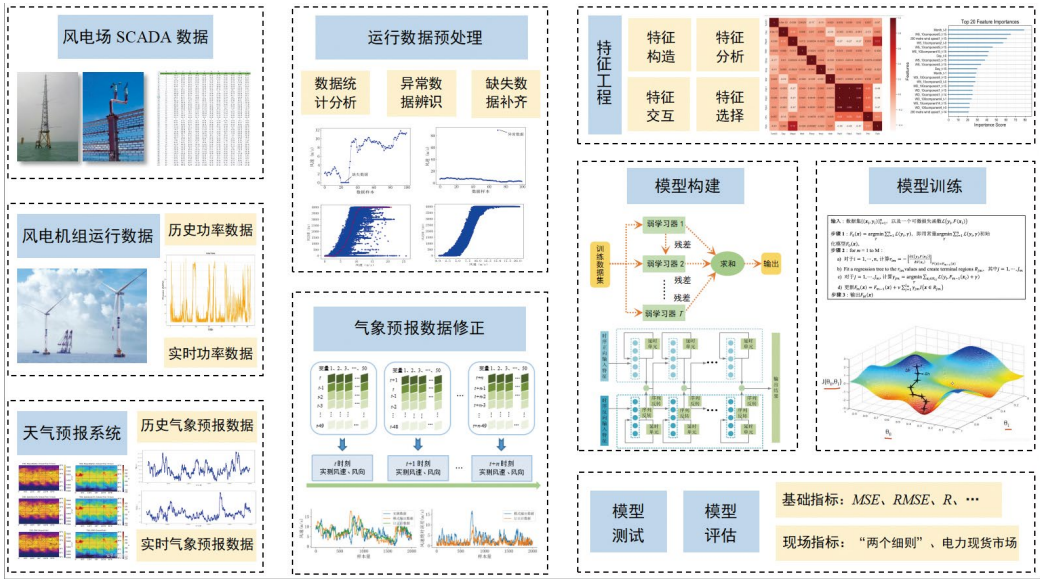
预报层面，针对数值天气预报模式在海上复杂气象环境下存在的系统性偏差问题，开发基于深度学习的天气模式后处理修正技术，充分挖掘历史观测数据与数值预报产品之间的非线性映射关系，实现对风速、风向等关键气象要素预报误差的智能识别与动态校正，有效降低海上风电功率预测的不确定性。

预测层面

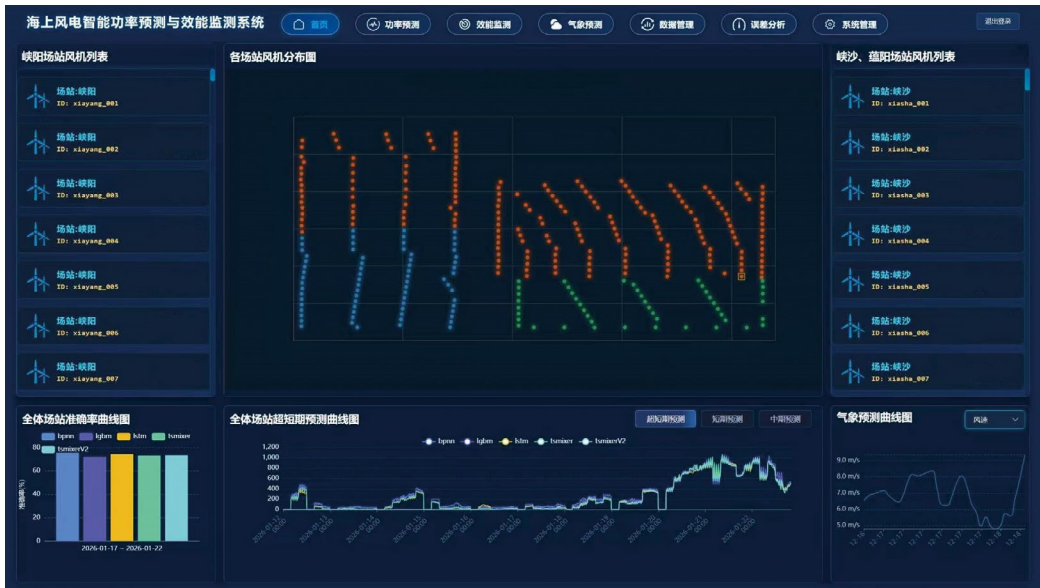
创新性提出“风机—场址—区域”一体化功率预测方法，从单机尺度到场站尺度再到场群尺度进行分层建模，实现从超短期到中期的多时间尺度精细化功率预测，有效应对海上风电出力波动性强、间歇性大的特点，为电网调度运行与电力市场交易提供全时段、多层次的预测支撑。

评估层面

建立涵盖尾流效应评估、低效机位识别等多维度的风电场运行效能综合评价体系，为场群优化调度与运维决策提供科学依据，有利于海上风电基地整体运营效益与资产利用效率。



智能功率预测与效能监测系统架构及功能示意



智能功率预测与效能监测系统可视化界面

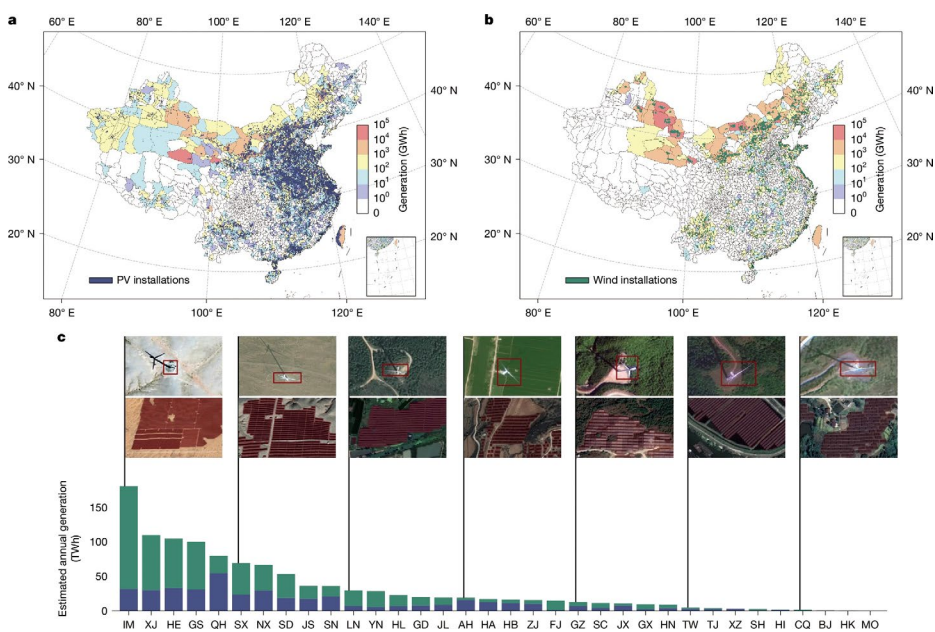
AI“天眼”首绘中国高精度风光分布 北大 - 阿里达摩院联合成果登顶刊

5月20日,《自然》(Nature)发表了北京大学与阿里巴巴达摩院的合作成果。团队利用自研AI深度学习模型,处理7.56TB、0.5米分辨率卫星影像,识别出1915个县的319972处光伏设施和91609台风机,首次绘制出全国高精度风光设施分布图,被学界评价为以“上帝视角”看清中国新能源格局。

传统新能源统计依赖逐级上报,时效与空间精度存在瓶颈。核心突破在于,AI模型从卫星影像中自动识别光伏阵列几何纹理和风机形态,实现端到端智能提取,效率与精度提升数个量级。

团队基于分布图模拟了省内整合、邻省互补、跨省协同和全国协同四种消纳策略。测算表明,在80%可调度灵活性下,全国跨省协同可额外提升新能源消纳约99.88太瓦时(约1000亿千瓦时),占风光发电量的9.1%,支撑平均负荷约120小时。该增量来自存量装机弃风弃光的减少,无需新增任何发电设施。其物理逻辑是风光互补——光伏白天出力高峰而夜间归零,风电夜间和冬季更强,扩大协调范围可平滑波动,降低对储能和调峰的依赖。

尽管数据截至2022年末覆盖海上风电,但其方法论对海上风电具有直接延伸价值。场址规划上,AI结合多源遥感可快速构建候选海域风速、水深、航道与生态红线等多维约束图谱,压缩勘察周期;运行监测上,光学与SAR融合穿透云层,实现施工与运行高频追踪;空间规划上,风光与海洋牧场、电缆走廊的多用途优化,可在AI遥感识别与优化建模框架下定量评估。这套能力延伸至海洋,将深刻改变场址选择、资源评估和空间规划范式,推动新型电力系统与“双碳”目标的实现。



中国太阳能光伏设施与风电机组空间布局及年发电量

海岸与海洋工程全国重点实验室 海上风电并网控制与智能化预报技术双突破

近期,备受瞩目的第51届瑞士日内瓦国际发明展落下帷幕。在这场全球历史最悠久、规模最大的发明盛会上,实验室交出亮眼成绩单:由中国长江三峡集团有限公司和海岸与海洋工程全国重点实验室联合研发的“规模化海上风电并网主动支撑控制装置”荣获展会最高荣誉——评审团特别嘉许金奖;“新能源气象-功率一体化数智预报系统”摘得金奖。本届展会吸引了来自35个国家和地区的2000多个项目同台竞技。此次两项成果获奖,标志着实验室在海上风电智慧运维领域的自主研发实力获得国际权威认可,向世界展示了绿色能源转型中的“中国智慧”。

“规模化海上风电并网主动支撑控制装置”直面行业长期存在的机组与储能运行“黑盒化”痛点,创新性提出融合分钟级快速气象预报与超短期功率预测的风电场一次调频控制技术,有效解决了风电并网后的频率调节难题。应用显示,该成果可提升场站发电效益3%-5%,在确保电网安全稳定的同时,实现了经济收益的最大化,为新能源场站的提质增效提供了关键技术支撑。

“新能源气象-功率一体化数智预报系统”针对海上风电气象与功率预测脱节、建模依赖外部技术等难题,首创多源数据融合、AI-机理深度融合算法及云端协同管控模式,在海上风电气象预测精度和功率建模工具自主性上实现了重大突破,打破了过去建模工具依赖外部技术的被动局面。目前,该成果已在多个海上风电场站成功示范,显著降低了场站考核成本,提升电力交易收益,为全球新能源运维贡献了“中国方案”。



规模化海上风电并网主动支撑控制装置



新能源气象-功率一体化数智预报系统



海风匠心

OCEANIC
MASTERY

01

中铁大桥局 高级工程师
肖圣和



于 2012 年参加工作，现任中铁大桥局浙江苍南海风示范项目项目经理。其先后参与国内多个海上风电项目的建设，涵盖福清兴化湾一期、华能嘉兴 2 号、长乐 A 区、平潭外海、漳浦六鳌二期、霞浦 B 区等，在海上风机基础施工与安装领域均积累了丰富的全流程施工经验。在基础施工方面，参与完成国内首次 4 桩直桩高桩承台基础施工，攻克了嵌岩桩施工中岩石强度高、孤石处理难等复杂地质难题；参与完成国内首个“双 40”风场的四桩导管架和三筒吸力式导管架基础施工，解决了深水风电基础施工的难题。在风机安装方面，完成国内多个知名厂家风机的安装工作，具体包括太原重工、中船海装、金风科技、明阳智能、GE、上海电气、东方电气、湘电风能等厂家从 5MW 至 20MW 级不同型号风机。作为项目主要负责人，在长乐 A 区风电场实现 3 天内完成 5 台吸力式导管架的安装，在漳浦二期风电场创造 24 小时吊装完成 16 兆瓦风电机组的记录，熟练掌握不同基础型式不同风机类型的施工工艺及技术要求，累计完成风力发电机组施工数量达 100 余台，具备丰富的海上风电风场施工经验。

02

三峡集团福建分公司生产管理部主任
周兴政



在深蓝处“摸石探路”

“是因为坚守了才有希望，不是因为希望才去坚守。”这是三峡集团福建公司生产主任周兴政最常挂在嘴边的一句话。从水电到海上风电的跨行转身，从兴化湾到引领海上风电跨越式发展的 20 兆瓦海上风机，他用十余年的坚守与求索，诠释了何为“匠心”。

从水力发电到海上风电，国内首个大容量海上风电试验场——兴化湾一期是周兴政参与的第一个海上风电项目。真正的锤炼，始于独自担纲。兴化湾二期海上风电项目，是周兴政“第一个自己经手、有建设责任压在自己身上的项目”。压力来自项目本身，更来自行业的未知。中国早期的海上风电，是一条充满未知的航路。“我们属于摸着石头过河，第一个吃螃蟹的人是比较要命的，没有成功的经验可借鉴。”

从兴化湾二期复杂地质下的桩基承台施工，到国内最大 8 兆瓦、10 兆瓦机组的首次吊装，再到长乐外海项目面对更恶劣海况与“抢装潮”的双重挤压——每一步，都是在“黑暗中摸索”。他引用领导的话道出当时心境：“我们是因为坚守了才有希望，不是因为希望才去坚守。”这份在不确定中的坚守，构成了“匠心”最坚硬的骨骼。

积累终引向质变。谈及 20 兆瓦超大容量海上风电机组的吊装，周兴政的评价干脆：“已经做到极致了。”在他眼中，那场精确到小时乃至分钟的组织策划，是工程建设经验集大成的体现。这背后，是前路亲历的所有项目的经验沉淀。正因有了那些“摸石头”的积累，三峡福建莆田项目才能创造出 248 天建成、远超行业常规周期的奇迹。

“每天碰到的问题、看到的工作都不一样”，这份不重复的充实感，让他心里“很踏实”。从水电到海上风电，从“练手”到“极致”，周兴政的足迹，几乎叠合着中国海上风电产业的发展轨迹。他的故事没有戏剧性的跌宕，却透着拓荒者的勇气与坚守者的韧性。这或许就是涌动在大国重器背后，最质朴而闪亮的“匠心”。

深耕项目一线，笃行实干创新

多年来，他始终扎根海上风电建设一线，以现场为阵地、以项目为战场，作为核心管理人员全程投身大丰 H8-2、大丰 H17、大丰 H8-1 等多个重点海工总承包项目。日复一日的现场历练，让他练就了过硬的项目管理本领，积累了丰富的实战经验。一直以来，他始终秉持精益求精的匠心，深耕工程质量与技术创新。带领团队先后斩获质量信得过 5A 班组、质量技术创新一等奖、质量管理创新一等奖等多项荣誉。与此同时，他积极探索突破，牵头参与多项科研与管理创新课题，深耕技术研发，累计申报专利 10 余项，用坚守与创新，为海洋工程发展注入源源不断的活力。

03

三峡上海院海洋工程事业管理部
工程管理部副主任 凌佳楠





数据呈现

DATA PRESENTATION

2026 年

我国海上风电装机规模继续保持高速增长，据初步统计

截至 3 月底累计并网装机

连续

4722 万千瓦

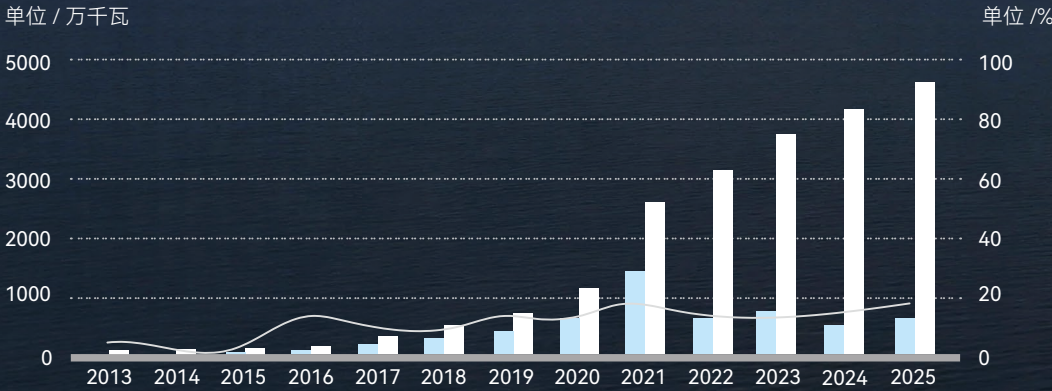
5 年位居全球首位

一季度新增并网装机

1-6 月完成核准容量超

21 万千瓦

796 万千瓦



• 2013-2025 中国海上风电装机容量

三峡集团

积极推动海上风电产业规模快速增长
2025 年围绕强链补链实施了一批重大海上风电项目

2025 年新增并网装机

占比

160 万千瓦

27.8 %

累计装机规模稳居全国首位，全球前列。

(来源：公开数据整理)

02

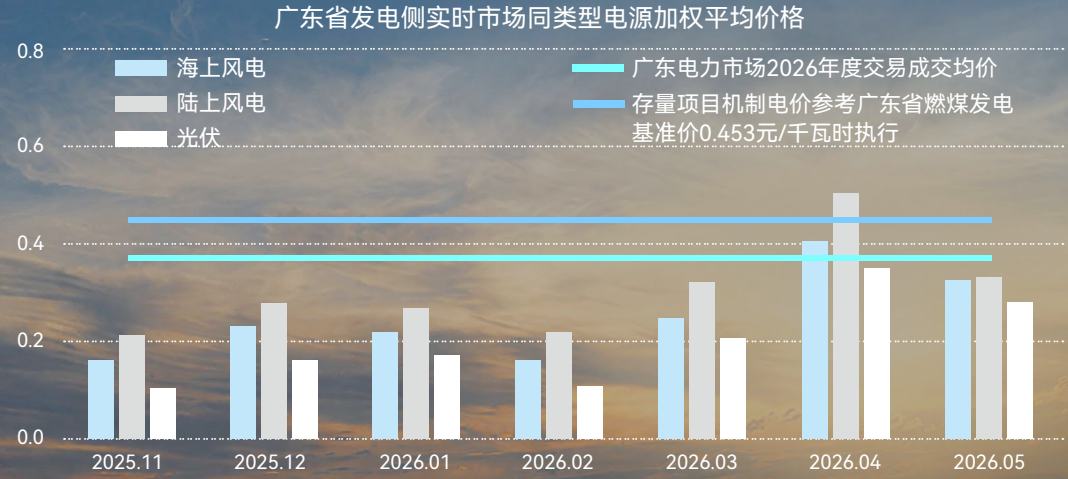
机组价格

2026 年 5 月海上风电机组（含塔筒）		2026 年 6 月海上风电机组（含塔筒）	
中标共计 2 个项目	平均中标单位价格为	中标共计 3 个项目	平均中标单位价格为
600 MW	3280 元 /kW	853 MW	3106 元 /kW

03

现货交易

据广东电力交易中心数据，2025.11—2026.05 期间
海上风电实时均价波动区间为
0.159~0.406 元 /kWh
春节前后触底，二季度随负荷回升。价格结构上，海上风电均价高于光伏但低于陆上风电。



04

碳价格

2026 年 4 月全国碳市场碳排放配额（CEA）			
总成交量为	环比上升	总成交额为	环比上升
901.45 万吨	63.76 %	6.72 亿元	56.64 %

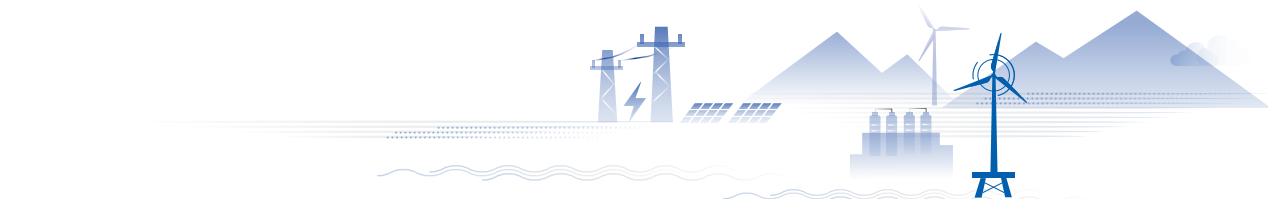
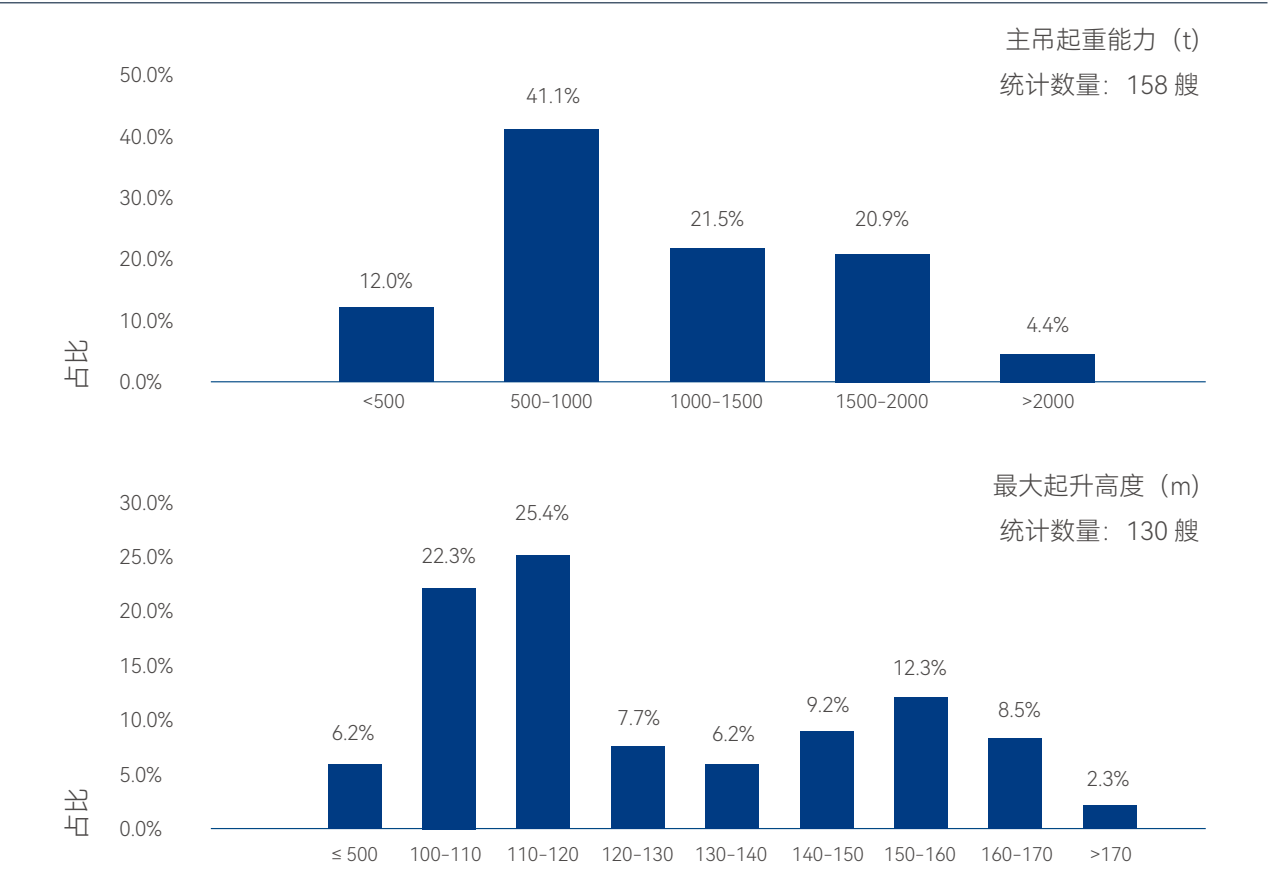
2026 年 5 月全国碳市场碳排放配额（CEA）			
总成交量为	环比上升	总成交额为	环比上升
1110.80 万吨	23.22 %	8.86 亿元	31.85 %

2026 年 6 月全国碳市场碳排放配额（CEA）			
总成交量为	环比上升	总成交额为	环比上升
1290.95 万吨	16.20 %	10.40 亿元	17.38 %

05 风机大型化与深远海趋势下我国风电安装船现状

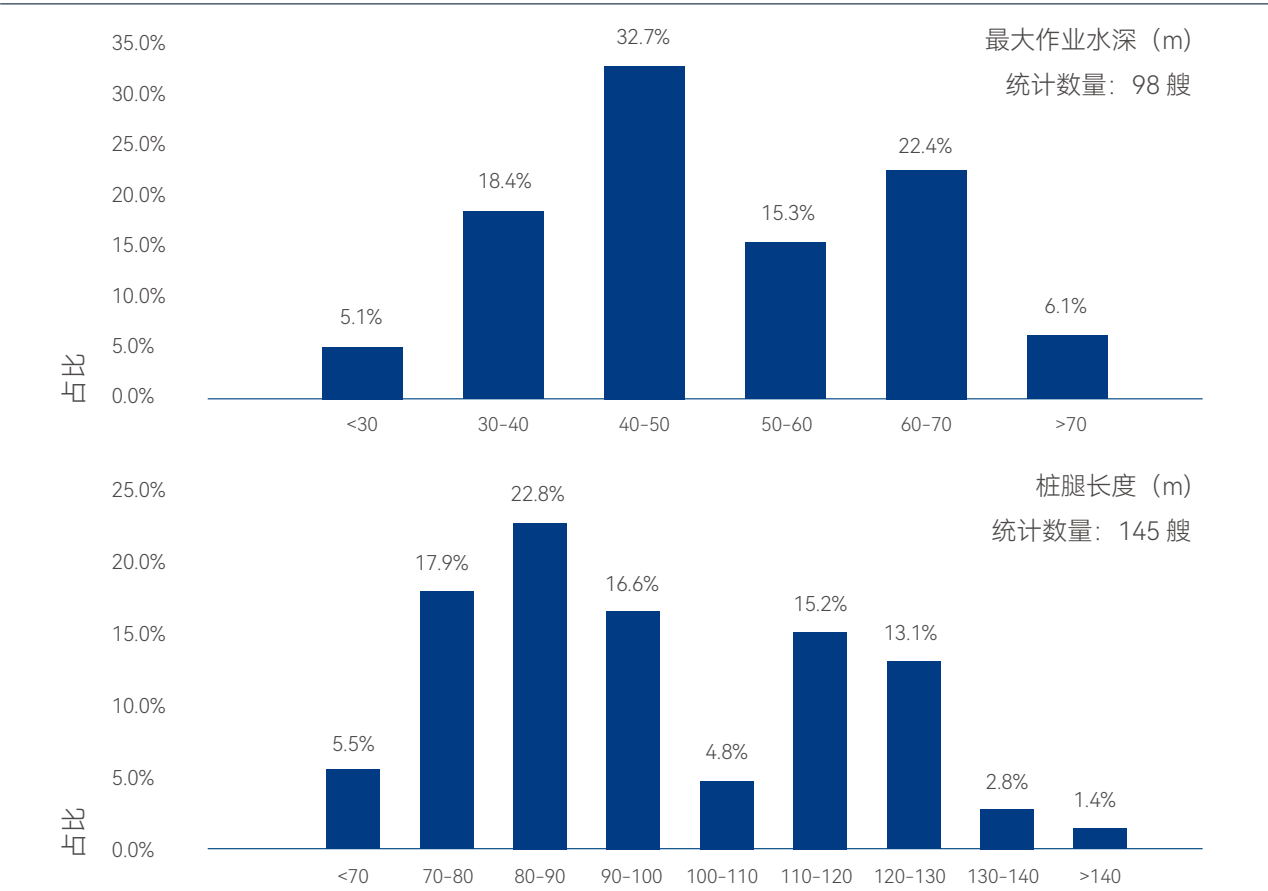
当前，我国海上风电产业正经历着前所未有的深刻变革。一方面，风电机组单机容量呈指数级攀升，16MW、18MW 乃至 20MW 的“巨无霸”已步入商业化吊装阶段；另一方面，风电场址正加速向离岸更远、水深更深（目前最远 89 公里、最深 56 米）的深远海挺进。在这一“双重变革”背景下，施工安装船作为产业链发展基石，其装备水平面临着严峻的“大考”。结合我国百余艘在役海上风电安装船的核心指标数据，下文将深度剖析当前装备现状与产业发展需求的匹配度，并勾勒未来的演进方向。

从当前我国海上风电安装船参数分布来看，主力船型主要集中在中等起重能力和中等起升高度区间。在主吊起重能力方面，500 吨至 1000 吨是最为集中的主力区间，占比高达 41.1%，95% 以上的现役安装船的起重能力集中在 2000 吨以下。在最大起升高度方面，100-120 米起升高度船型占比达到 47.7%，应用于当前主流的 10MW-15MW 级风机，而能够突破 160 米的顶尖高配船舶合计仅约 10%。



现有船型中，桩腿长度 70-100 米的船型构成了中坚力量，占比达到 57.3%，这批装备能够胜任当前主流深远海项目的水深需求；而桩腿长度超过 100 米我国同样具有较高比例的船型储备，约 37.3%，证明了我国现有的装备储备具备承载当下开发强度的能力。

在我国海上风电稳步走向深远海的背景下，当前吊装作业多处于 30~60 米以及更深海域的水深区间。面对这一深水门槛，我国海上风电安装船展现出了扎实的储备厚度与技术韧性，通过既有装备的改造与新一代平台的投放，处于平稳过渡期。而面对风机单体容量向 20MW 乃至 26MW 突进的趋势，现有安装船正遭遇严峻的起吊能力挑战。以全球首台在福建海域完成吊装的 20MW 海上风电机组为例，其轮毂中心高度达 174 米，单支叶片长达 147 米。要将如此超大机组在高空精准对接，船舶必须具备 160 米级的吊高能力，并跨越 2000 吨级的吊重门槛。而目前占比八成的常规船型吊重在 1500 吨级以下或起升高度不足 120 米，无法独立完成规模化吊装任务。未来，随着 26MW 级超级机型的落地，行业对 1800 吨级甚至 2500 吨级以上、具备 170 米以上极限吊高的重型装备需求将显著增加，如何快速扩充这一高配装备池，将成为决定大型化海上风电开发进度的重要变量。



(来源：三峡上海院供稿)



美丽海洋

OCEAN'S
BEAUTY



用好每缕风，守护这片海

当海风掠过百米高的白色风机，你听到的究竟是工业齿轮的轰鸣，还是万物生长的呼吸？

当我们把目光投向那片广袤的深蓝，在这里，海上风电早已超越了单一能源设施的定义，它不仅是点亮万家灯火的绿色电力源泉，更是海洋生态修复与生物多样性保护的参与者。随着一座座巨型风机在海风中缓缓转动，它们正以科技为笔、以责任为墨，将清洁能源的开发化作守护蔚蓝家园的力量，书写着一幅人与自然和谐共生的美好画卷。

温情守护，做海洋生灵的“避风港”

在冰冷的钢铁重器旁，三峡人始终对自然生灵怀揣着最柔软的善意与敬畏。无论是在辽宁庄河海上风电场，运维工程师们温柔地将误闯设备室的国家二级保护动物戴胜鸟“护送”至室外；还是在江苏如东海域，风机旁偶遇成群跃出水面的小海豚，这一幕幕的暖心瞬间，闪耀着钢铁丛林与自然精灵的和谐光辉。我们不仅是清洁能源的建设者，更是这片蔚蓝家园和万物生灵的坚定守护者。



风渔融合，打造蓝色粮仓

在山东昌邑，三峡首个“海上风电+海洋牧场”融合项目已初具规模：海面上，风机叶片缓缓转动，将风能转化为电能；海面下，人工鱼礁已形成天然的“海洋牧场”，贝类、鱼类在周边繁衍生息。监测数据显示，风电场区域的海洋生物多样性较开发前提升了 15%，实现了能源开发与生态修复的共赢。

作为海上新能源建设的主力军，三峡能源在大力发展海上风电、挖掘海洋清洁能源潜力的同时，严守海洋生态保护红线，从设备低碳选型、海上施工环保管控、运维清洁作业、海域生态日常监测等方面，最大程度降低对海洋环境的扰动，实现风电开发与碧海生态和谐共生、协调发展。

一片蓝海，承载双碳愿景；一身工装，扛起责任担当。三峡能源海上一线运维人，以岗位为阵地、以实干践初心，用精益求精的运维技术保障每一台风机安稳运转，用脚踏实地的行动守护这片蔚蓝海洋的澄澈与生机。

未来，三峡能源将持续深耕海上风电绿色产业，坚守生态环保责任，在守护海洋、发展绿电的道路上步履不停、奋力前行！
(来源：三峡能源供稿)

山东昌邑海上风电场



“水上发电、水下养鱼”：莱州湾畔的蓝色融合实践

渤海之滨，莱州湾畔。48 平方公里海面上，38 台 8 兆瓦风机迎风轮转。海面之下，黑鲷穿梭、海参蠕动、藻贝丛生。这是全国首个海上风电与海洋牧场融合试验项目，也是国家新能源领域增量混改重点工程。2026 年 5 月，项目投运满三年，一组数据勾勒出这场蓝色实验的答卷。

自 2022 年底并网至 2026 年 4 月，累计发电 27.4 亿千瓦时，节约标煤 82.39 万吨，减排二氧化碳 221.66 万吨，相当于造林 0.61 万公顷。2024 年风机利用小时数 3041 小时，可利用率保持 99% 以上，行业领先。项目采用 66kV 直送技术取消升压站，配套 100MW/200MWh 储能系统，进一步提升消纳能力。

这些数字讲的是“水上发电”，更值得关注的故事在水下。项目由中国广核集团与山东诚源集团联合打造。风机基础外围 50 米内，人工鱼礁有序投放，38 台桩基化为人工鱼礁矩阵。养殖区按科学分区：筏式养殖区培育海参幼苗，中层 4 至 8 米水深挂养贝类，底播增殖区放养海参与鱼类，三层立体布局各有生态位。

三年监测数据为效果提供了硬支撑。示范区水质常年优良，核心区为一类，清澈度较三年前提升 40%。生物多样性大幅增长，鱼类增加 30%，许氏平鲉、花鲈等形成集群栖息。鱼礁区生物量为未投礁海域的 2.6 至 3.2 倍，每立方米鱼类为周边 3 倍，礁表贝类覆盖率超 90%。在农业农村部国家级海洋牧场年度评价中连年获评“好”。

项目构建了“绿电直供牧场、生态反哺风电”协同机制：海上风电为智能投喂、在线监测提供清洁电力，降低养殖成本；贝藻混养净化水质，人工鱼礁稳固桩基、减缓腐蚀，延长设备寿命，化解了能源开发与渔业争海、传统养殖高耗能等共性难题。

(来源：根据公开报道整理)

莱州项目风机航拍



海风链动

**BUILDING MODERN OFFSHORE WIND
INDUSTRIAL ECOSYSTEM**

以海风为媒，链动未来
推动产业链上下游深度融合
助力打造安全、自主、可控、高效的现代化产业体系

主办单位

海上风电现代产业链联盟

2026年第03期 | 总第03期

