

沿着总书记指引的方向

全域筑梦 聚力成峰 (二)

清洁
新篇

国华投资山东分公司:

深海“黑科技” 守护海上绿电

本报通讯员 王家坤



大图 国华投资山东分公司HG14海上光伏项目。
小图 国华投资山东分公司调度中心监测画面。



碧波万顷的深海之下,一条隐秘的能源命脉静静蜿蜒。它就是串联海上新能源设备与陆上主电网的海底电缆。对于海上风电、海上光伏而言,这条“深海大动脉”关乎生死——没有它,绿电便无法上岸,清洁能源的规模化发展便无从谈起。

然而,这条大动脉的生存环境极为严酷。高温、高压、高腐蚀、强洋流冲击,海水腐蚀、海生物附着、材料老化,外加船舶抛锚、施工扰动……多重威胁时刻潜伏。数据触目惊心:海上风电运营故障中,电缆故障占比达37.8%,而由此造成的损失金额占比竟高达95.1%。海缆安全,已成为产业发展的突出瓶颈。集团公司的海上新能源业务同样深受其困——早期绝缘隐患难以预判,外力破坏防不胜防,涉船风险监控困难,应急处置效率低下,维修成本高昂、停运损失巨大。亟须一场技术破局。

今年是习近平总书记视察国家能源集团宁夏煤业10周年、榆林化工5周年、黄骅港3周年。十载砥砺、五载深耕、三载奋进,国家能源集团牢记“社会主义是干出来的”伟大号召,将科技创新作为破题之钥。

由国华投资山东分公司主导攻关的“海底电缆安全智能监测、预警与处置关键技术及应用”,于今年3月顺利通过中国电机工程学会权威成果鉴定,整体技术水准跻身国际领先行列。该项目围绕海底输电线路运行安全监测核心需求,以“精准感知-智能识别-风险研判-应急保障”为主线,实现了海缆绝缘故障早期识别、防外破精准预警、涉船风险提前预判及应急处置效率提升,最终形成“海底电缆全域立体感知与安全监测”技术体系,全面提升了海缆运行状态与环境风险的实时、精准、智能化监测能力,保障能源输送安全。一套为海缆量身定制的深海“黑科技”,应运而生。

给海缆装上“双防盾”

传统监测技术最大的痛,是“看不见”海缆早期那些微弱的绝缘隐患。以往要等到绝缘击穿、事故

爆发,人们才恍然大悟——而此时,风电场已停运,维修费用与发电损失动辄数千万元。

新系统的做法,是给海缆装上“感知神经”。它依托海缆内部原有的光纤,搭配分布式传感设备,像医生听诊一样,实时采集海缆运行中的温度和振动两项核心数据。再通过多源数据协同分析算法,构建起厘米级的绝缘异常预警体系。定位精度高达0.5米,哪怕只是一处细微的绝缘老化、一个微小的破损点,也能被精准揪出。更难得的是,它能智能过滤风机晃动、洋流冲刷等无关干扰,提前2个月发出绝缘异常预警,温度测量误差控制在±0.5摄氏度以内,隐患识别准确率超98.6%。用技术人员的话说:“不是等坏了再修,而是在它快要坏的时候,我们就知道。”

海缆的威胁不止来自内部。船舶碰撞、外力摩擦、海床冲刷,任何一样都可能造成海缆破损甚至断裂,进而导致整个输电系统瘫痪。为此,系统专门打造了一面“防护盾”。它将振动数据、气象数据、潮汐数据等多源信息融合进概率模型,能精准区分正常干扰与真实外破威胁。秒级识别风险类型及具体位置,外破风险识别准确率高达99.68%。既守住了海缆的物理安全底线,又避免了不必要的

应急出动,真正做到“精准防控、科学预警”。

海洋环境中,涉船风险是海缆的“隐形杀手”。有些船舶故意关闭AIS信号,变成无法监测的“影子船”;有些船舶在途经海上风电场时突发抛锚,锚链直接砸向海缆。传统技术对此束手无策,往往只能事后追责,损失已然造成。

新系统拿出了“双防盾”。一方面,实时动态追踪船舶轨迹,一旦AIS信号中断,立即标记为“异常目标”,结合气象水文信息提前预警,在“影子船”闯入核心保护区前就发出警报;另一方面,通过深度分析船舶航行轨迹、航速变化及海域环境数据,建立航行行为特征模型,可提前30分钟捕捉抛锚前兆。涉船风险识别率超过98%,彻底打破了“看不见、测不准”的僵局。

万一异常还是发生了,应急响应的速度直接决定损失大小。传统模式下,资源调度靠电话,响应慢、过程不可视,往往错过最佳时机。系统内置的“应急保障平台”,就像一位沉着冷静的调度指挥官。它整合船舶、气象、运维资源等各类数据,构建了混合深度强化学习应急响应与路径决策模型,能自动匹配最优处置路径和资源,实现“一键调度、快速处置”。整个过程实时可视,进度自动跟踪,形成

“预警—调度—处置—反馈”的智能化闭环。响应时间大幅缩短,经济损失与生态影响被降到最低。

实战止损数十万元

再先进的技术,也要经得起实战的检验。2025年3月12日,国华投资山东分公司集控中心,大屏幕上一条不起眼的温度数据异常,引起了值班人员的注意——最新投用的监测系统,针对望海场站某条主海缆,发出了黄色预警。

系统显示:距离登陆点3.5公里处,海缆存在一个微幅升温。这个升温远低于传统监测系统的报警阈值,但系统通过“多特征融合智能预判技术”,综合了过去两周内的电流波动、护层电流数据及微弱的局部放电特征,判断此处有98.6%的概率存在绝缘老化隐患,并精准定位到0.5米的范围内。

分公司迅速组织专家研判。4月2日,运维团队根据系统指引,对故障区间进行复测,隐患被确认。得益于“早发现、早预警”,4月15日,低风季窗口期,预防性维修按计划展开。维修人员发现,该段海缆的绝缘层已出现微小破损——如果不及时处理,2个月内极有可能发展成击穿事故。到那时,整个风电场将被迫停运,直接维修费用(主海缆约700万元)加上发电量损失,将以数千万元计。

4月28日,维修完成,恢复送电。从3月12日系统捕捉到最早征兆,到4月28日隐患彻底消除,不到两个月的时间,这套系统完成了一次从“微弱隐患捕捉”到“精准智能研判”再到“科学高效处置”的全链条闭环实战。它不仅避免了一起重大事故,更标志着海上风电运维模式实现了从“被动反应性维修”向“主动预测性维护”的历史性跨越。

守护不止于当下

目前,该系统已在国华投资多个海上新能源场站落地投用,累计监测海缆里程超千公里,自2023年上线以来始终保持海缆安全“零事故”的纪录。实打实的运行实绩,印证了它的可靠性与价值。

而技术团队脚步并未停歇。未来,这套系统将融入AI驱动的风险预测大模型,利用海量数据训练一个能够自我进化的“海缆数字孪生体”。它不仅诊断当前故障,更能模拟预测未来不同工况下的老化趋势与风险概率,实现以“年”为单位的寿命预测。同时,“水下数字孪生地图”技术也将引入——融合海底地形、水文、海缆状态及船舶活动等多维数据,为调度决策提供直观、精准的“上帝视角”。

从海上新能源,到海陆输电线路、海上油气平台输电系统、海洋探测项目……应用边界也在拓宽。这项深海“黑科技”将全方位守护每一条“海底动脉”,为我国海洋经济高质量发展注入强劲科技动能,为“双碳”目标的实现提供有力支撑,为能源结构转型注入持久动力。



2025年的一个深秋,凌晨4时,黄骅“野”的风像冰刀刮过。24号风机下,强光灯将作业区照得亮如白昼。长达108米的叶轮正等待提升至百米高空,与机舱进行毫米级对接。

河北新能源公司黄骅200兆瓦风电项目经理罗世魁,已在此坚守了11个小时。寒风穿透衣领,他却浑然不觉,全部注意力都聚焦在缓缓启动的巨物上。

几个小时前,会议室空气几乎凝固。气象预报显示,未来一周可用于吊装窗口期仅两天,而作业量至少需要3天。施工方主张延长作业抢进度,安全主管寸步不让:“夜间作业风险指数级上升,不能拿安全去赌!”

“进度重要,”罗世魁声音不大,却压住了全场,“但安全是‘1’,其他都是后面的‘0’。没有‘1’,一切归零。”说话时,他眼神沉淀为不容置疑的坚定。“方案必须调整。机舱对接最精密,提到清晨4点风力最稳时,叶轮吊装挪到下午,关键岗位加倍人手。所有问题现场协调、现场决策。这个窗口期,”他停顿一下,“我们必须抓住。”

最后一叶片迎着青灰色晨光精准嵌进轮毂法兰,螺栓初拧的沉闷声传来,地面紧绷的气氛骤然松动。罗世魁缓缓吐出一口白气,他没有加入庆祝,而是立即拿起对讲机安排收尾。从火电锅炉旁的烈焰炙烤,到风电“野”的彻骨寒风,这位老能源人在一线已奋战了几十年。他紧握的对讲机,不仅是工作的延伸,更是一代人从传统能源走向绿色能源的时代接力。

“飞手”与“慧眼”:技术破局运维难题

罗世魁的坚守,是河北新能源公司技术突围的一个缩影。在曲阳灵东光伏电站,场站运维人员马晓宇操控着一架工业无人机掠过成排的蓝色面

河北新能源公司:

零碳时代的 燕赵答卷

本报通讯员 张铭楚



大图 河北新能源公司蠡县二期项目鸟瞰图。
小图 唐县项目部职工踏勘巡查光伏组件。

本报通讯员 霍景涛 报

板。屏幕上的热成像图里,哪怕只有0.1摄氏度的异常发热点,都能清晰地显示。

过去人工巡检整片光伏区至少得一个月,现在无人机只要两天就能完成,还能发现肉眼不可见的热斑隐患。这项“无人机热斑巡检技术”,如今已成为河北新能源公司的标配。2025年,公司培养3名持证飞手,设备巡检效率大幅提升,在设备类型日趋多样的情况下,依然保持运行平稳。

技术的触角更延伸至产业链采购的关键环节。在安平二期风电项目,公司首次采用独立储能容量租赁竞价模式,经过42轮竞价最终以130万元成交,单项目节约成本288万余元,节支率达76.79%,为行业探索出“共享储能”的降本路径。

绿电实证:从“一度电”到“一片绿”

衡水安平一期100兆瓦风力发电项目的并网,

实现了河北公司风电板块并网装机容量从无到有的突破。2025年,河北新能源公司全年发电量达4.58亿千瓦时,可替代标煤约13.8万吨,减排二氧化碳约35.8万吨,相当于植树约1956万棵。

数字背后,是看得见的生态红利。在安平、蠡县风电项目建设中,公司实行包保责任制,班子成员驻扎基建现场,细化工期节点至“日”。蠡县二期200兆瓦风力发电项目中,送出线路工程是一场硬仗,全长31.66公里的线路跨越两个县,塔基达106座,更因与国家电网特高压线路路径冲突需重新规划。项目经理康志刚带队北上南下,穿梭于政府部门和电网企业,高峰期紧盯150余名施工人员作业安全。“对外协调+现场管控+后勤保障”的立体化作战体系迅速建立。众人划开大船,线路通讯光缆提前5天调通,滞后的施工进度被一点点追回。同时,公司严格落实生态环保要求,施工后及时开展植被恢复,确保“建一座电站、护一片青山”。

绿电的价值通过市场化交易加速释放。2025年,公司累计完成绿电交易5768.64万千瓦时,交易均价410.51元/兆瓦时,真正实现“生态价值变现”。同步完成的“绿电制绿水”项目备案变更,更为后续绿色电力交易的多元化消纳打通了关键环节。

行业领跑:从“跟跑”到“标杆”

作为河北公司新能源领军企业,河北新能源公司在管理模式上的创新正形成行业示范。公司构建“三表一清单”工程管控体系,科学制定三级节点计划,每周盘点完成情况。完善新能源项目高效“跑办”体系,组建省内各区域攻坚小组,将项目各阶段、各环节工作落实到人,全方位收集与梳理新能源领域最新政策法规,密切联系相关政府部门,确保站在信息“前沿”。各前期人员1个月有22个工作日“现场在车上”,办公在各市各县各乡镇,项目申报的关键时期,他们曾与政府部门六个职能科室连续熬夜共同奋战到凌晨一点,共同演奏电力改革的绿色乐章。2025年,武强120兆瓦风电项目出售后仅用17天发布征地预告,创下公司前期推进速度新纪录。

市场应对能力成为新的竞争优势。在河北南网新能源项目首次竞价交易中,公司深入分析电价走势,最终实现机制竞价成交比例58.17%,成交价格353元/兆瓦时,为行业应对电力市场化改革提供了可复制经验。

安全管理领域的探索同样具有借鉴意义。公司建立三级风险数据库并动态更新,全年累计查评问题1506项,整改完成率93.3%。推行基层单位主要负责人安全记分制度,推动安全责任嵌入日常管理,全年未发生人身伤亡事故和重大安全事件。

2026年是“十五五”的开局之年,恰逢习近平总书记视察宁夏煤业10周年、榆林化工5周年、黄骅港3周年的重要节点,也是公司从“快速发展”迈向“高质量发展”的关键分水岭,河北新能源公司也迎来了新的发展阶段。站在燕赵大地的风口,眺望的不再仅仅是几台风机的耸立,而是整个区域能源结构的深刻变革。公司将依托现有资源优势,加速推进“风光储一体化”基地建设,探索“绿电直连”与“源网荷储”协同互动新模式。同时,将重点推动清洁能源从单一发电向多元消纳转变,让每一度绿电都成为驱动地方经济绿色转型的强大引擎。

从传统火电到现代风电,变的是能源的形式,不变的是能源报国的初心。踏石留印、抓铁有痕,河北新能源公司将靠这韧劲这拼劲,把这张零碳蓝图一笔一笔绘就于燕赵大地上!