

探访北方最大风光储一体化清洁能源项目——

风电机组如何安全过冬？

■ 本报记者 李丽雯

零下16摄氏度，是12月初吉林白城的气温。《中国能源报》记者身处我国北方最大风光储一体化清洁能源发电项目现场，举目四望，周围都覆盖着皑皑白雪，大风呼啸而来，手机都“冻得”电量告急。

“现在还没到最冷的时候，白城这边冬天最冷可以到零下30多摄氏度。”大唐吉林发电有限公司新能源事业部洮南区域运维中心主任冷伟峰告诉《中国能源报》记者，“极低的气温对风电设备、发电运行和维护工作都是严峻考验，要保障风电机组安全可靠运行可不是件容易的事。”

能源转型势不可挡，越来越多的风电机组开始面临极端天气的考验。严寒之中，风电机组如何做到高质量稳定运行？大唐吉林向阳二期240MW风电项目给出答案。

侧场地装机容量240兆瓦，竖立着70台远景能源EN-156/3.3兆瓦智能风机和2台EN-156/4.5兆瓦智能风机。2023年该项目等效满发小时数高达3790小时，机组可利用率100%，平均故障间隔时间9700小时以上，这是如何做到的？

作为该项目的风机设备供应商，远景能源现场工作人员告诉《中国能源报》记者，极端严寒不仅对新能源设备技术性能带来全新挑战，更对其可靠性提出更高要求，风电机组不仅需要具备抗冻性能和除冰能力，更需要配备有效的控制系统和维护策略。“针对低温环境的技术改造必不可少，为更好地在当地低温、沙尘环境下运行，风场选用的风机都是低温型机组，生存温度范围远超普通机组，在零下30度到40度区间内，都可以正常运行。”



大唐吉林向阳二期风电项目。远景能源/供图

■ 极端天气考验风机可靠性

受气候变化影响，全球范围内极端天气频发，对电力生产运行秩序带来极大影响。对于“靠天吃饭”的风力发电，气象驱动特征尤为复杂，异常气象带来的危害不可小觑——2021年冬季，美国得克萨斯州发生了极寒天气诱发的停电事故，直接导致风电叶片冷冻、变电站设备结冰，总计2000万千瓦的风力发电因此中断。

地处中高纬度的白城地区，也面临着类似考验。每到冬季，叶片结冰、极端严寒、超强大风都会对风电场稳定运行带来极大挑战。

记者近日走访的大唐向阳风电二期工程为吉林省白城市风电平价上网基地示范项目，装机容量600兆瓦。其中，项目西

■ 主动作为保障发电安全

做好设备硬件的调试只是第一步，面对极端天气，积极主动作为、各方紧密协作是维护风电场安全稳定运行的关键。

冷伟峰告诉《中国能源报》记者，并网投运至今，由于天气变化难以预测，胜利风电场的运行并非一帆风顺。“在风场运行过程中，提前识别问题、快速响应解决是保证发电安全的重要基础。”

“风电场刚投运的时候就遭受过严寒挑战，风电机组使用的偏航油脂在极低温条件下存在凝固风险，润滑程度下降导致转动阻力增加，对风电机组设备造成潜在损伤。”远景能源现场工作人员介绍，“借助远景伽利略智能控制系统，运维人员发现预警信息就实时做出紧急响应，及时与业

主沟通探讨，很快制定出新的应对策略，运行至今再没出现类似问题。”

据悉，作为国内最早在风机控制模式中考虑覆冰模式的整机厂家之一，远景能源还依托不断迭代优化的主控程序，实现对风机的智能控制，实时监控风机运行参数的变化，一旦监测到覆冰，机组会自动开启叶片结冰保护模式，保障设备在低温条件下的运行安全。

“2023年全年可利用小时数达到3790小时，风机可利用率100%，实际表现远超预期，可以说我们风场的风电机组成功经受住了严寒考验。”冷伟峰表示。据了解，在大唐吉林发电有限公司新能源事业部所属8家风电场中，该风电场风机利用小时数及可利用率均遥遥领先，荣获2023年“5A风电场”及“全年

无故障风电场”称号。

■ 在技术“无人区”探索极限

有统计显示，全球80%以上的停电事故由台风、暴雨、寒潮、冰灾和地震等极端天气和自然灾害引发。近年来，极端天气频发，单一灾害加重和各类灾害叠加的风险正不断增加。

新能源技术正逐步走进“无人区”，在构建新型电力系统的大背景下，电源结构、运行机理、控制基础正发生深刻变化。

在远景能源现场工作人员看来，“无人区”的路也需要一步步走出来，实践才能出真知。“EN-156/3.3是最早切入自研自制核心部件的机型，已在全球各地批量稳定运行，充分验证了其可靠性。面对愈加复

杂的天气环境，风电设备更应不断自我突破，进一步探索风电应用场景的边界，因地制宜进行风机定制化改造，同时借助伽利略系统实现智能监控。对远景而言，随着自研自制产品应用范围越来越广，更能够做到及时响应，为业主发电收益提供有力保障。”

冷伟峰进一步指出，极端天气对新能源设备的影响复杂而多面，要保障新能源发电项目稳定安全运行，一方面需要高可靠的发电设备，在各类环境中维持稳定发电，另一方面则需要精确的提前预警系统，防患于未然。“白城地区是吉林省推动能源绿色低碳转型的重要支点，面向建设新型电力系统的目标，我们将进一步加强新能源设备的维护工作，及时排查潜在故障，与各方一道共同维护电力供应安全。”

我国首个工厂化海水制氢项目在青岛炼化建成

本报讯 12月18日，记者从中国石化新闻办获悉，我国首个工厂化海水制氢科研项目在中国石化青岛炼化建成。项目采用海水直接制氢与绿电制绿氢结合的模式，每小时可生产绿氢20立方米，既为沿海地区消纳可再生绿电生产绿氢探索了新方案，也为资源化利用高含盐工业废水提供了新路径。

据悉，项目采用工厂化运行方式，利用青岛炼化水上光伏电站生产的部分绿电，通过电解槽将海水分解为氢气和氧气，所产氢气并入青岛炼化管网，用于炼化生产或氢能车辆加注，生产过程完全在工厂内进行。

绿氢是指通过太阳能、风能等可再生能源发电直接制取的氢，生产过程中基本不产生温室气体。我国沿海地区和海域具有较为丰富的风能、太阳能和海水资源，具有绿电生产绿氢的资源优势。利用海水直接电解制氢，可将不稳定且较难储存的绿电资源就地转化为相对容易储存和消纳的绿氢资源，而且还能节省宝贵的淡水资源，为氢能产业发展开辟新途径。

虽然海水制氢具有优势，但仍面临挑战。海水中约3%的盐含量以及杂质中的氯离子会对电解设备电极造成腐蚀，阳离子的沉积可能堵塞设备孔道，降低电解效率甚至损坏设备。中国石化青岛炼化和大连石油化工研



究院联合攻关，通过研发特制的关键设备和特殊工艺流程，成功攻克了耐氯电极技术、高性能板设计以及海水循环系统等关键技术难题，实现了科研开发与应用场景的高度耦合互联。

随着技术的不断成熟和成本的逐步降低，海水制氢技术有望在未来实现规模化产业应用。目前，我国正加快推进海水制氢的技术研究。国内高校、科研机构积极在海水制氢领域开展技术攻关。国家发展改革委、国家能源局2022年发布的《氢能产业发展中长期规划（2021—2035年）》，提出推进海水制氢等氢能相关的新技术研发。目前，我国氢能专利位居全球第一，绿氢制取、氢燃料电池、大流量加氢站控制系统等技术取得突破。

近年来，中国石化加快打造中国第一氢能公司，大力推进氢能全产业链技术研发应用，搭建关键共性技术平台，积极推动氢能产业高质量发展，成功投用兆瓦级质子交换膜（PEM）电解水制氢装置，在国内率先实现百千瓦级固体氧化物（SOEC）电解水制氢项目开车，突破燃料电池铂基催化剂公斤级工业生产。围绕绿氢炼化、氢能交通加强产业布局，成功投产我国首个万吨级光伏绿氢示范项目，建成136座加氢站和11个氢燃料电池供氢中心，初步形成“一大五小”氢能走廊格局，2023年加氢站氢气加注量占全国的40%左右。（吴莉）

巴西伊泰普直流送出改造项目第一阶段工程提前40天投运



李天雨/摄

■ 吴昊

当地时间12月7日14时10分，国家电网有限公司所属中国电力技术装备有限公司总承包建设的巴西伊泰普水电站±600kV直流送出改造项目阀厅4系统调试完成全部试验，试验结果正确，一次送电成功，系统运行稳定，提前40天交付巴西国家电力公司投入运行，标志着项目第一阶段阀厅4改造工程圆满完成。

伊泰普直流输电工程是世界电力发展史上具有里程碑意义的标志性工程，是上世纪

80年代全球电压等级最高、输送容量最大、技术水平最高的直流输电标杆，1984年首期投运，至今已运行约40年。

伊泰普直流改造项目是巴西重要电网基础设施重建升级项目，也是国家电网公司首次在海外承接的大型直流改造项目，充分体现了国家电网公司在直流输电领域的国际领先地位，是中国高压直流输电技术、装备和标准“走出去”取得的新突破，将有力提升公司在国际输变电领域的话语权，进一步彰显公司国际品牌影响力，具有重要意义。

该项目于2024年1月9日正式开工，工程

范围包含系统研究、成套设计、设备供货安装、调试培训及辅助运维。项目分为阀厅4检修和全范围改造两个阶段。第一阶段阀厅4改造土建施工包括阀厅管道清洁、照明系统改造及压型钢板更换等；电气安装施工包括阀厅内全部电气一次设备更换和接入原控系统，通风除湿系统改造，新增CCTV、红外测温及火灾报警等辅助系统。

第一阶段阀厅4改造工程技术复杂、新设备研制难度大、安全风险高、施工工期紧。国家电网公司高度重视本次改造工程，发挥集团优势，统筹协调，建立了“指挥统一、分工明确、责任清晰、运作高效、协作有力”的工作机制，精心组织各参建单位共同推进项目建设，加强主要技术方案、关键设备选型和重大施工调试方案研究，逐一解决了新型换流阀研制和安装、老控保适配新阀控、YY侧地刀合闸角度等10余个技术难题，对穿墙套管吊装和系统调试等三级风险进行了全面控制，顺利实现了提前合同工期40天一次送电成功，得到了业主巴西国家电力公司的高度评价和认可。

当前，项目第二阶段各项工作正在扎实开展。中电装备公司将聚焦“安全可靠、技术先进、绿色环保、国际一流”的海外精品示范工程建设目标要求，认真落实各项工作举措，全力确保项目安全、高质、高效、按期推进。

12月6日，江苏省扬州市自然资源和规划局联合财政、税务部门采取上门指导、信息共享、联合审核的方式，向江苏油田开具1500万元的矿业权出让收益缴款通知书，标志着全国首笔按收益率逐年征收的油气矿业权出让收益正式在扬州开征。

业内人士表示，这一举措体现了油气矿业权出让收益征收方式的调整优化，对于均衡矿业权人财务负担的时间分布，并鼓励加快转采、投产，尽快释放产能具有积极作用。

加大油气资源勘探开发和增储上产力度，加强能源产供储销体系建设，对保障能源安全十分重要。矿业权出让收益制度既关系矿产资源国家所有者权益，又涉及矿产企业的切身利益。一直以来，对于支持维护矿产资源国家所有者权益，促进矿产资源保护与合理利用，推动相关行业健康有序发展，相关政策一直探索前行。

2017年，国务院出台29号文，分别在出让、占有、开采和治理恢复4个环节提出不同的改革任务。其中，在出让环节将探矿权采矿权价款调整为体现国家所有者权益的矿业权出让收益。同年，财政部、国土资源部出台《矿业权出让收益征收管理暂行办法》（下称35号文），对矿业权出让收益征收、缴款、监管提出了具体要求。

2023年3月，财政部、自然资源部、税务总局出台了《矿业权出让收益征收办法》（财综〔2023〕10号，以下简称“10号文”），在总结实践经验的基础上，进一步在矿业权出让收益征收方式上进行了调整优化，在新旧政策衔接上进行分类明确，提出探矿权（采矿权）成交价+逐年征收的采矿权出让收益这一“价+率”的出让收益征收方式。其中，逐年征收的采矿权出让收益=年度矿产品销售收入×矿业权出让收益率。石油天然气矿业权出让收益率按陆上0.8%、海上0.6%的比例征收，煤层气按0.3%征收。自此矿业权出让收益征收方式经历了从一次性缴纳、分期缴纳到“价+率”等征收方式的探索和完善。至此，执行了近6年的“35号文”成为历史，压在矿业企业身上的重担终于卸下。

油气矿业权投资属大额投资，从竞得探矿权、投资矿产勘查，到办理相关权证手续、完成基础建设到生产耗时长，也属于长期投资，此前因出让收益市场基准价过高变相抬高了矿业权交易的准入门槛，大量地质勘查单位因缺少流动性资金被拒之门外。一些矿山企业无力缴纳巨额出让收益，也抑制了获得矿业权的积极性。

“江苏全国首笔按收益率逐年征收的油气矿业权出让收益也是10号文的实践和落地，进一步降低了矿业权取得门槛，活跃了矿业权出让市场，制度红利持续释放。”从事油气矿产资源管理研究人士说。

“首笔按收益率逐年征收的油气矿业权出让收益是一个好的开始。10号文通过明确按出让收益征收的方式，减轻了进入生产环节之前缴纳矿业权出让收益的压力，这对于降低企业成本负担、提高企业竞争力有积极作用。同时，均衡矿业权人财务负担的时间分布，尊重矿业权勘查开发客观规律，这对于保护矿业权人的合法权益、鼓励合理勘查开发活动具有积极影响。”上述从事油气矿产资源管理研究人士说。

业内人士表示，矿业权出让收益制度使得有实力、有技术、能够高效开发利用资源的企业获得矿业权，可以防止企业“跑马圈地”、无序扩张，促进资源集约节约利用，这对于提高资源利用效率、保障国家资源安全具有重要作用。而较高的权益金促使矿业权人在开采过程中更加注重资源的综合利用和环境保护，减少粗放式开采带来的资源破坏和环境损害。更重要的是，通过矿业权出让收益的征收，在缴款和退库上，提升了管理和服务效果，明确了自然资源、税务部门之间的费用信息传递机制，对矿业权人据实申报和缴款责任作了规定，确保征收机制落地落实。

首笔按收益率逐年征收的油气矿业权出让收益扬州开征

■ 本报记者 梁沛然