

见证自研自制风机硬实力

——走进内蒙古鄂尔多斯绿色供电项目

■本报记者 苏南

驱车驶入鄂尔多斯市鄂托克旗棋盘井镇,眼前是一望无际的草甸,碧蓝的天空下,48台白色风机沿缓坡错落列阵,巨大的叶片缓缓转动,羊群在塔筒下悠闲地吃草,一排排银色输电铁塔沿着架空线路伸向远方的工业园区,“绿电+牧业”和谐共生的画卷在草原上展开。这里就是内蒙古自治区首个离网型风电项目——鄂尔多斯市标段二绿色供电项目(以下简称“绿色供电项目”),总装机容量30万千瓦,安装48台单机容量6.25兆瓦的风电机组,其中远景能源提供了24台EN—200/6.25智能风机。绿色供电项目所发绿电通过220千伏架空线路直接供给鄂托克经济开发区内的冶炼、化工企业。在风资源条件、机型同台竞技的对标环境中,远景机组以更低的故障率、更高的发电量和更智能的运维体系脱颖而出。

■ ■ 自研自制铸就可靠“硬核”底座

爬上一处机位,一台远景EN—200/6.25机组静矗立在荒原上,高度相当于30多层楼,绕基座一圈却几乎听不到机械噪声,耳边只有呼呼的风声。

作为内蒙古自治区首个离网型风电项目,设备可靠性的要求远超常规并网风电场。“风机一旦频繁停机,将直接影响下游冶炼、化工等高负荷企业的连续生产。”远景能源鄂尔多斯项目经理郭涛对《中国能源报》记者表示,“冶炼厂一个月的用电量,比整个风场一年的发电量还大,风机但凡多停一个小时,都是实实在在的损失。”

“不是我们运气好,而是风机本身够硬。我们的齿轮箱、主轴承、发电机等核心大部件全部是远景自研自制,叶片也是远景配套方案。”郭涛解释,“自研的好处,一是可靠性经过充分验证,二是一旦发现小问题,我们自己非常了解,能够快速响应处理,不会影响发电效率。”

这份底气源自远景能源10余年的战略布局。早在2015年前后,远景能源就开始在齿轮箱、主轴承等核心部件领域深耕。截至目前,远景自研齿轮箱和主轴承累计交付量均已突破1.4万台,在全球19个国家、1100+座风场扎根,至今未发生一起因原材料缺陷导致的故障,主轴承更是保持零失效纪录。

自研的深层价值在于打通“黑匣子”。传统模式下,整机商与供应商之间数据互相屏蔽,部件载荷边界和性能边界难以透明传递,故障归因困难。通过自

研自制,远景能源实现从材料、部件到整机的全链条技术穿透,构建覆盖“材料—部件—系统—整机—机群”5个层次的测试验证体系。

在业内看来,“又便宜又好”的前提是掌握核心技术。远景能源的深度制造能力,让远景机组在绿色供电项目“不能停、不敢停”的离网场景中,展现出远超行业平均水平的可靠性表现。

■ ■ 极端工况下“多发电、不停机”

站在机位旁边,真切感受到草原风的“脾气”,上一刻还是和煦微风,下一秒一阵劲风呼啸而过。鄂尔多斯高原的气候条件恶劣,冬季温度可低至零下45摄氏度,春季风沙频发。这种天气对风机而言,既是发电量的“富矿”,又是可靠性的“考场”。

远景机组全部采用低温型设计,运行温度范围覆盖零下45摄氏度至零上30摄氏度。即便风速达到每秒25米,远景机组依然可以继续发电,而同场对比机组在每秒18米左右就已切出停机。

数据是最有力的证明。2025年8月单月,远景机组发电量约2350.56万千瓦时,较同项目其他机组高出13.73%。即便在投运首月遭遇全场停机两天的情况下,远景机组所在风场累计发电量仍比同项目其他机组高出约100万千瓦时。并网一年来,远景机组发电小时数高达3000小时,机组利用率高达99.4%,优异的性能和极高的可靠性,共同支撑着数十公里之外工业园区的稳定生产。

成绩的背后,是远景能源在智能控制领域的技术积淀。绿色供电项目远景机组应用伽利略智慧监测系统,并集成弯矩自适应控制,叶片净空控制,塔筒位移控制,系统阻尼控制,环境湍流自适应控制,全域自适应动态穿越等多项先进技术,让风机具备了“感知—判断—响应”的类生命体能力。

“针对当地风况不稳定、阵风频发,我们的控制系统结合双气象站数据,平均风速只要达到7级,风机就能立即响应进入发电状态。”郭涛介绍,“叶片覆冰也有在线监测,通过功率曲线和叶片气动特性判断,一旦发现结冰会自动进入保护模式。”

智能化同样体现在安全保障上。郭涛回忆,今年夏季,一场罕见台风经过内蒙古,最高瞬时风速超过每秒35米。风机在极端风况下自动预警、自动执行抗台停机策略、自动对准安全风向,全程无一异常。而



在日常运行中,CMS振动监测系统对传动链、发电机进行实时在线监测,发现异常即可精准定位、提前干预,将“事后维修”变为“事前预警”,大幅减少了非计划停机。

“故障预警周期能提前2个月以上。”郭涛表示,“这种基于物理机理与AI融合的预测能力,正是远景智能风机的核心竞争力所在。”

■ ■ 实现全生命周期智慧运维

对工业园区绿电直连场景而言,设备交付只是起点,长达数年的运维表现是价值兑现的关键。绿色供电项目的运维数据,为行业提供了一个“智慧运维降本增效”的鲜活样本。整个风场24台远景机组,平时驻场运维人员只有4个人。

近年来,远景能源智能化运维体系全面落地。首先,在线监测无处不在。塔筒螺栓应力、关键部件温度、振动频谱等数据全部实时上传至远景智慧风场管理平台,哪颗螺栓松动,后台一目了然。运维人员可精准作业、按需维护,避免了传统“登机巡检”的高人力成本。

其次,响应机制快速高效。“根据与客户签订的合

同,我们承诺大部件故障7天内响应、普通故障3天内解决。之所以能做到快速响应、处理,得益于自研部件供应链的深度掌控和周边区域备件库网络的支撑。绿色供电项目投运至今未发生一起大部件更换事件。”郭涛坦言。

再次,数据闭环持续进化。远景能源所有控制策略升级都先在实验风场完成充分验证后再批量推广,避免了“边运行边试验”带来的批量故障风险。这种“实验先行”的模式,保证了在运机组长期稳定运行。

随着“136号文”推动新能源全面入市,发电收益越来越依赖设备本身的可靠性和智能化水平。远景能源发布的伽利略A1风机,通过“天机”气象大模型与“天枢”能源大模型的深度融合,在示范风场已实现收益提升超20%。

在“双碳”目标与绿电直连政策的双重驱动下,工业园区绿色供电、离网型风电等新场景正加速规模化落地。这类场景对设备的考验更加严苛,已不再是简单比拼谁的功率大、谁的叶轮长这些参数,而是对发电效率、可靠性、运维经济性的综合大考。远景机组在鄂尔多斯交出的成绩单,或许正是中国风电走向“价值领先”的最好注脚。



▲图为国网天津高压公司青年员工在检修基地内开展“能千会管”专业培训。

金秋九月,津沽大地天朗气清。在天津市北辰区,500千伏北郊变电站重建工程站内主体建筑及各类设备已基本安装竣工,全面进入投运倒计时。这座运行了40年的变电站,如同天津电网的“心脏”,正以崭新的姿态迎接新生。它不仅见证着天津地区主网的跨越升级,更成为天津高压人四十年砥砺前行、逐光前行的生动注脚。

■ ■ 从“二八大杠”到“智能哨兵”： 安全长周期的变与不变

走进国网天津高压公司展厅,一件印有“长周期安全运行纪念”的老式背心默默诉说着上世纪80年代的故事。1986年9月,北郊变电站升压改造完成,天津电网正式迈入超高压时代。然而,当时的电网结构薄

弱,安全生产面临严峻考验。

“骑上二八大杠,带上铝饭盒、背上钳子包,单程最远得骑上几十公里。”老运维工谈晨回忆道。那时设备多依赖进口,被老师傅们戏称为“八国联军”,巡检全靠“眼看、耳听、手摸”。

如今,站在新北郊变电站,一幅现代化画卷徐徐展开。新站采用集约化设计,84.75亩的占地面积仅为老站的1/3,变电容量却从1602兆伏安提升至2400兆伏安。更令人自豪的是,核心装备已实现100%国产化,从“翻词典”到“自主可控”,彰显了中国电力工业的自信。

从1986年的9座到如今的110座220千伏及以上变电站,天津地区500千伏电网已经形成双环网,变电容量增长数十倍。随着电网发展,安全生产模式也发生了深刻变革。从2003年利民道集控站成立,到2021

四十年守护城市“电力心脏”

——天津主网运维跨越式发展侧记

▲图为高压供电所带电作业班。

年智能运检管控中心实体化运作,设备运维已从“经验判断”全面转向“数据驱动”。在今年“巴威”台风影响期间,工作人员轻点鼠标,即可通过视控系统实时掌握各站运行状态。智能布控球、安全督查中心等“智能哨兵”织就了一张严密的安全网。

“我们始终坚持‘安全第一、稳中求进’,努力成为天津电网安全稳定运行的‘压舱石’。”国网天津高压公司安全总监王金富表示。四十年间,这支队伍圆满完成了北京亚运会、奥运会、达沃斯论坛、上合组织天津峰会等重大保电任务,迎战了海河流域性特大洪水等极端灾害,安全生产长周期不断刷新。

■ ■ 从“工具改进”到“数字化转型”： 创新基因的传承与突破

“创新并不是说写了多少专利论文,而是要把论文写在祖国大地上。”天津市新时代职工创新创业之星冯冰如是说。刚参加工作时,面对沉重的线轴和野外无电可用的困境,他从移动充电宝获得灵感,研制出便携式检修现场能源输出组合套件,首创数字锁相环技术,解决了野外供电与带电检测相位难题,实现现场接电从3人15分钟降至1人半分钟,效率提升约90倍。

这种不畏艰难、精益求精的创新精神,在一代代高压人中传承。2009年,中国首个全自主知识产权全数字化变电站——陈甫220千伏变电站投运,标志着天津主网数字化探索走在全国前列。如今,数字孪生平台、无人机自主巡检、“空天地”一体化智能运检体系已广泛应用。

从昔日天津市劳模杜福庆创新研制带电更换架空地线线夹提线器,到如今90后国网劳模南杰胤带领团队训练AI识别0.5毫米细微隐患,创新的场景在变,但攻坚克难的初心未变。劳模创新工作室、“五小”成果、QC国际奖项……创新的种子在这片沃土上结出累累硕果。

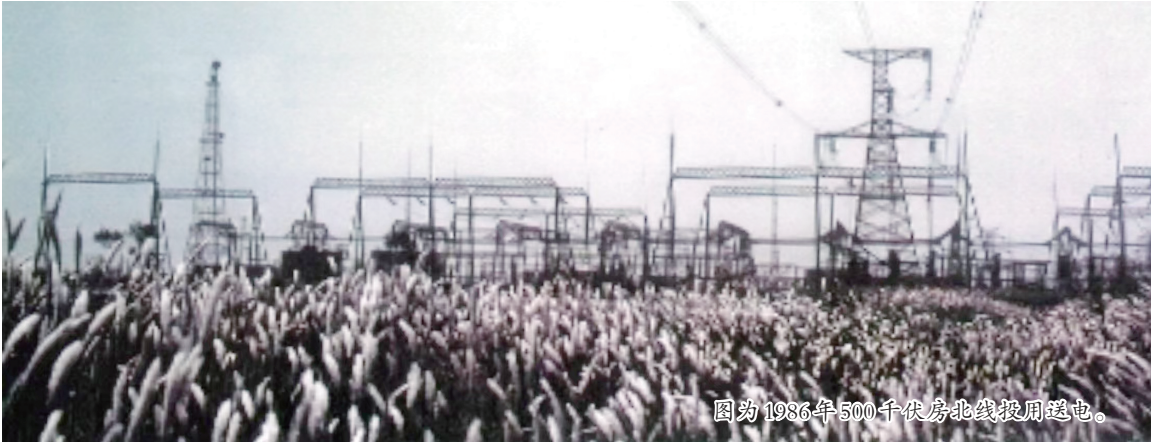
■ ■ 从“传帮带”到“国家级大师工作室”： 工匠精神的赓续与发展

“向上看,才能爬得更高。”年过七旬的“天津好人”孙宝玲常把这句话挂在嘴边。累计爬塔高度相当于5次登顶珠峰的壮举,这是那个时代以孙宝玲为代表的“三八女子带电作业班”的骄傲。如今,新一代的“她”力量——输电监控班的女员工们,借助科技手段守护着总长两千多公里的电力“大动脉”,用现代科技延续着前辈攀登不止的精神高度。

人才队伍的建设模式也在迭代升级。从过去的“传帮带”,到如今融合技能竞赛、实训基地、大师工作室的立体化培养体系,国网天津高压公司已成为人才培养的高地。2025年,国家电网公司变压器设备“能千会管”紧缺人才实训班在此开班;2026年初,孙沛川工作室被确定为国家级技能大师工作室。

“为青年成长搭梯子,帮助他们快速成才,是责任更是荣誉。”国网公司首席专家刘雪飞说。通过“攻关一项技术、培育一批人才、带动一个专业”的良性循环,一支知识型、技能型、创新型的人才队伍正在茁壮成长。

四季耕耘,初心如磐。站在新的历史起点,天津高压人将继续弘扬“求严、求实、求精、求效”的价值导向,在服务京津冀协同发展、保障能源安全的新征程上,擎光前行,续写华章。(国网天津市电力公司/图文)



图为1986年500千伏房北线投运送电。



图为500千伏新北郊站建设现场。