

第8000台国产风机主轴承下线

风电核心大部件国产替代再上新台阶

■本报记者 李丽昊

近日,远景能源与洛阳轴承集团有限公司(以下简称“洛轴”)宣布,成功下线第8000台自主研发制造的风机主轴承,这是继2024年获得国际感应淬火产品IECRE部件认证后,中国风机主轴承达成的最新成就。

从打不开、看不清进口产品“黑匣子”,到实现研发突破、规模化量产;从依赖进口到出口全球,国产风机主轴承自研自制历时近7年,其间中国新能源产业链随之淬炼完善,我国制造工业门类也得到有力拓展。随着风机关键零部件的国产替代“最后一公里”全面打通,“中国制造”正不断为全球能源低碳转型作出更大贡献。

■自研自制打开“黑匣子”

小到手表、家电,大到飞机、船舶,在几乎所有需要转动的设备中,轴承无处不在。但对于动辄百米高的风电机组来说,长寿命、高可靠性的主轴承的研发和制造却并非易事。

“轴承不是一个简单的结构件,是机器运转的‘关节’所在,其性能直接影响到整个设备的可靠性。”洛轴集团总经理于海波在接受《中国能源报》记者采访时表示,“对于风电机组来说,主轴承的转速、温升、精度等指标的细微变化,都会直接影响发电性能,一旦阻力增加,功耗就会增长。”

极高的要求之下,风机主轴承也被视作风电部件国产化进程中的“最后一环”。2019年前后,我国风电机组主轴承高度依赖进口,随着中国新能源行业飞速发展,产业链“短板”带来高成本、供货难的挑

战,自研自制成为保障供应链安全的唯一手段。

面对市场需求、降本增效、供应安全等多重挑战,洛轴和远景携手努力,风机主轴承“黑匣子”最终被打开,风电部件国产化的“最后一公里”得以走通。“洛轴与远景针对风机主轴承原材料、硬件设备、制造工艺、检测测试等多个环节进行深入探讨,逐条逐项解决技术难点,最终实现国产风机主轴承的下线交付。”于海波介绍说。

“远景与洛轴的全方位合作始于2018年,如今,超过7200台远景自研风机主轴承投运6年多来保持着‘零失效’纪录,这是国际顶级品牌也没能做到的。”远景能源高级副总裁、首席产品官、风机与装备产品平台总裁吴益民表示,“目前,远景销往海外市场的所有风机,主轴承100%国产,且全部来自与洛轴的合作。以洛轴为代表的中国制造业‘铁军’对中国乃至全球风电产业链的强力支撑不可替代。”

■精雕细节提升风机可靠性

“风吹过来的时候,轴承如何转动?转速如何波动?轴承要如何润滑?需要哪些运维手段?如何监控?这些都是主轴承研发生产过程中必须回答和解决的问题,远景+洛轴这种风电整机厂商和专业轴承厂商的强强联手是最优组合。”远景能源风机产品线总经理黄虎指出。

细节决定成败,精雕之下,风机主轴承持续迎来突破。远景通过将摩擦功理论和技术应用到风电领域,加载30年等效现实工况加速疲劳测试,大大提升了自研主轴



远景&洛轴自研自制主轴承

承的可靠性,同时运行温度、油脂铁含量、CMS振动监控等核心运行指标均优于行业平均水平,使用寿命显著延长。除此之外,适配不同应用场景的远景主轴承定制化设计可以实现每台风机的差异化运维,最终创造了“零失效”的行业纪录。

远景能源风电产品线副总经理杨亚文强调,远景与洛轴的合作,是把风机对轴承的细节化需求真正输入到严谨的研发过程中,将远景对风机的系统性理解、对轴承子系统的耦合研究都转化为精准需求。“这样开发出来的轴承不仅有更好的性能表现,也会更加可靠稳定,最终在风场运行中创造更大价值。”

自2019年首台自研主轴承下线应用以来,得益于优秀的实战表现,目前由远景和洛轴全面合作、规模生产的国产风机主轴承正在加速替代国际品牌。当前,风电

行业主轴承国产化水平已从10%大幅提升至60%左右,而远景风机的国产主轴承占比已高至80%,在打破“洋轴承”垄断的同时,实现了中国新能源产业链的新突破。

■创新强健“中国制造”筋骨

据市场研究机构伍德麦肯兹数据,2024年,金风科技、远景能源和明阳智能首次包揽全球风机装机容量前三,中国风电整机商在全球市场的统治力持续强化。更为值得关注的是,2024年,中国风电整机商在海外市场共计收获13.5吉瓦已确认订单,在海外市场实现2.1吉瓦新增装机,同比增长幅度均超过50%。

业界普遍认为,中国风电产业链的国际竞争力正不断增强,已经成为推动全球能源转型的中坚力量,而以关键零部件、基

础材料、基础工艺等为代表的产业基础,更在维护产业链供应链安全稳定、推动转型升级中起到重要支撑作用。

“目前,风电已经是中国第二大电源,打开主轴承的‘黑匣子’,不只关乎风电安全,更关乎国家能源安全,在这种情况下,风电关键部件的国产化势在必行。”吴益民表示,“主机厂商与供应商的共同努力,让未知变成已知,也让风机主轴承的100%国产向前迈出了坚实一步。”

当前正值“十四五”规划收官、“十五五”规划谋篇的关键节点,风电在“双碳”目标的牵引下规模可期,国产风机主轴承的产能规模势必迎来大幅提升。“到2030年,洛轴营业收入将达到150亿元,我们将进一步提高品控水平,提高工厂的数字化、智能化水平,加速打造风电产业新质生产力。”于海波表示。

陇东“沙戈荒”大基地电力外送打通关键通道



图片新闻

近日,由国网庆阳供电公司建设管理的陇东新能源330千伏送出工程A线及甘肃庆阳北750千伏变电站330千伏送出工程相继投运,标志着庆阳电网升级取得重大突破,不仅加速了清洁能源消纳,更为陇东“沙戈荒”大型清洁能源基地电力外送打通关键通道,进一步优化区域能源结构,助力“双碳”目标实现。下一步,国网庆阳供电公司将继续总结330千伏工程建设经验,深化“六精四化”成果应用,持续提升电网建设水平,实现工程安全、质量双达标。陈高凤/文 常传清/图

广西电网公司发布断面调控智能体

AI赋能电网调度

本报讯 近日,“2025智能经济论坛”在北京举行。南方电网公司参加该论坛并围绕“‘大瓦特一天璇一阿度’——支撑极端场景的电网断面调控智能体”作专题分享,介绍电网调度领域人工智能与业务深度融合的最新探索。

该智能体是广西电网公司联合南网数字集团、基于大瓦特一天璇大模型开发的调度运行融合智能体,融合强化学习算法,实现对电网断面状态的秒级感知、智能预测与自主调控。自2024年底上线以来,显著提升了正常态与极端故障场景下的电网断面控制及时性及安全水平。

断面调控智能体有三大关键技术:一是针对调度监控中的海量告警信号辨识难题,基于强化学习(GRPO)算法训练大模型,设计提示词和奖惩策略,通过精准推理,实现智能告警,减轻一线调度处置负担,提高实用化水平;二是针对实时断面风险预测与预控,提出多重专家经验引导与多目标强化学习的断面控制技术,综合平衡多种资源类型、合理安排多种调节手段,全面满足多类约束,实现高效断面调控,提高智能体决策可解释性;三是针对海量多变运行方式变化,提出高效的模型更新机制与人机协同安全校验方法,保障效果安全,保证智能体持续更新。经过不懈努力,团队先后攻克数据集构建、算法研发、系统集成等重重难关,最终实现“上调度合”目标。

近年来,电力系统日渐复杂,给电网调度运行带来一系列重大挑战。人工智能技术如何深度融合到调度运行业务中,如何提升AI应用的实用化、可解释性、可持续性,如何平衡系统的充裕性、经济性、安全性要求,一直是个行业难题。广西电网主网、数字集团参与的断面调控智能体是针对这个难题的一次重要探索,并初步取得了实际成效。

“‘大瓦特一天璇一阿度’——支撑极端场景的电网断面调控智能体”是大小模型融合的重要实践。从实践来看,大小模型融合的调度智能体方案是行之有效的AI落地路线。未来,南网数字集团将持续深耕这条路线,通过微调、强化学习等方法,提升大瓦特行业大模型的思维能力,增强大模型业务处置的过程驱动可靠性;通过学习迭代、仿真孪生等手段,持续提升智能体的泛化能力,适应实际生产环境中的各类型突发问题挑战,推动调度融合智能体成为南方电网公司加快世界一流企业建设的重要助力。(戴珍)

白马湖实验室钙钛矿太阳能电池同时刷新两项世界纪录

本报讯 近日,白马湖实验室联合苏州大学与新南威尔士大学,在钙钛矿太阳能电池领域取得重大突破,同时刷新两项世界纪录。其中,0.1平方厘米小面积电池效率高达27.3%,1平方厘米大面积电池效率达到26.9%;相关成果被国际权威期刊《太阳能电池效率表》(第66版)收录,展示出白马湖实验室在该领域的世界领先地位。

在太阳能电池研发领域,0.1平方厘米小面积电池是探索材料性能极限的试金石,验证新型材料与工艺的可行性,为技术拓展指明方向;而1平方厘米电池的转换效率则是评估电池性能与技术潜力的核心指标,更贴近工业生产实际,是连接实验室研究与大规模制造的桥梁。

然而,钙钛矿太阳能电池面积从0.1平方厘米扩大至1平方厘米时,常遭遇电荷传输效率下降、复合损失加剧、界面缺陷增多等难题,致使效

率大幅下滑。白马湖实验室团队在电池面积扩大小工艺过程中的效率损耗极小,与该领域以往成形成鲜明对比,这也被《太阳能电池效率表》(第66版)着重指出。这一突破性进展表明,白马湖实验室研究团队不仅充分挖掘了材料的高效潜力,更通过精准优化电池界面特性,有效控制电荷传输和复合损失,为钙钛矿太阳能电池的产业化应用筑牢根基,有望加速清洁能源领域的技术革新。

此次技术突破并非偶然,自2024年12月白马湖实验室以26.8%的小面积电池稳态光电转换效率认证打破世界纪录后,其团队秉持严谨科研精神,针对钙钛矿材料稳定性、界面工程优化等难题,通过无数次实验、数据分析与工艺改进,历时6个月日夜攻关,最终实现效率新突破。

针对钙钛矿光伏技术产业化进程中的核心

痛点,团队技术负责人孙靖淞指出:“当前钙钛矿电池稳态光电转换效率已突破27%大关,但电池的户外耐候性与大面积制备工艺仍需突破。”实验室需建立“基础研究—中试放大—产业落地”的梯度转化机制,通过政策引导、资本赋能、标准制定三管齐下,加速技术成熟度(TRL)从5级向9级跃迁。

据了解,成立于2022年的白马湖实验室是浙江省十大实验室之一,实验室由浙能集团牵头,联合浙江大学、西湖大学共建,具备科研成果转化的体制机制优势。当前,白马湖实验室正积极筹划以孵化子公司的形式推进钙钛矿太阳能电池中试扩大生产,旨在打破从实验室到产业化的“最后一公里”壁垒,通过梯度转化与多维赋能,推动钙钛矿电池真正走进光伏电站,为构建“双碳”目标下的新型能源体系提供坚实技术支撑。(罗漪 江欣)