

## 自主研制 H260-18MW 海上风电机组面世

## 中国海装引领海上风电步入更“大”时代

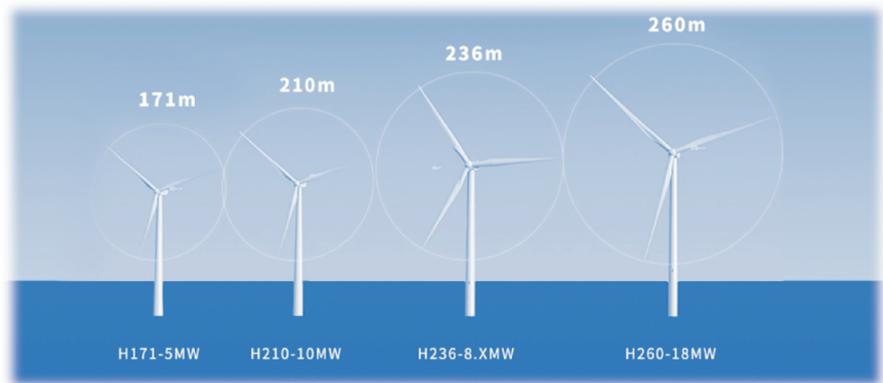
■ 向琴瑶 李杨

近日,由中国船舶集团有限公司牵头,中国船舶集团海装风电股份有限公司(以下简称“中国海装”)自主研制的 H260-18MW 海上风电机组在山东省东营经济开发区海上风电产业园研制成功。目前,中国海装已突破大功率海上风电机组及关键部件核心技术,引领全球海上风电领域达到新的里程碑,对推动国家能源结构转型、加快实现“双碳”目标具有深远意义。

## ■ 百舸争流 乘风御海大时代

过去十年,以风电为代表的新能源产业发展取得巨大成就,我国风电装机规模已连续 12 年稳居世界首位。2021 年,进入规模化发展的海上风电装机量跃居世界首位,为我国能源转型及海洋强国战略的落地提供了强大支撑。

2022 年,国内海上风电步入平价元年,竞价上网成为海上风电发展的最新模式。如何降低全生命周期的度电成本、提升发电量、助力海上风电实现平价上网,成为行业关注的焦点。而竞价上网成为海上风电发展的最新模式。风电机组的大型化和高可靠成为风电规模化发展和降低成本的必然要求。近年来,国际龙头风电企业纷纷加速部署 15MW 级以上大功率海上风电机组。



研制工作,国内整机厂商也将目光投向更大兆瓦海上风电机组的研发与应用。

作为我国大型海上风电装备研发制造领域的破局者、世界纪录的创造者,海上风电事业的引领者,自 2008 年深耕海上风电以来,中国海装开创并引领了国内风电行业大功率、长叶片风电机组的大型化发展,牢牢掌握了机组大型化的核心技术,开创了国内大兆瓦海上风电机组平价批量应用的先河。秉承“研制一代、预研一代、探索一代”的理念,中国海装始终按照阶梯前进的方式,持续稳步在提升风轮直径和额定功率方面寻求新突破。

依托中国船舶集团公司船舶海工装备底蕴以及协同研发制造能力,凭借十余年海上引领的积淀,中国海装坚持自主创新、安全可控、科学发展的原则,提出了海上风电“大型化、轻量化、一体化、国产化、智能化”的发展理念,并以此为目标,成功完成了 H260-18MW 海上风电机组开发与研制,该机组将有效提升海上风电机组单机功率与发电效率,降低深远海海上风电场度电成本,在高速、深远海地区具备极强的市场前景。

## ■ 履行致远 技术迭代新突破

H260-18MW 海上风电机组由中国海装基于全产业链研制开发,采用中速集成

方案,多项关键技术实现突破,走出了一条自主发展的技术道路,成功引领海上风电步入更“大”时代。

整机平台化设计技术为可靠性能赋能。中国海装提出了基于载荷均衡需求、发电系统柔性匹配及叶片同源共模的风力发电机组平台化设计方法,开发了专用 SuperBladed+ 叶片载荷迭代平台,构建了叶片设计因素与载荷敏感关系模型,突破了风电机组离散化的传统开发模式,解决了风电机组快速迭代与安全可靠之间的矛盾。

整机一体化设计技术打造冠军产品。中国海装打造了机组-塔架-基础一体化全数字仿真与设计平台,解决了大风轮直径风电机组系统设计参数高效匹配与零部件载荷解耦的难题,实现了行业新开发同级别机型单位千瓦扫风面积最大、发电性能最优、机组成本最优的总体设计,整机技术水平国际领先。

集成化设计技术构建安全堡垒。中国海装开展了适用于不同环境与功率等级的传动链构型匹配性研究,开发了高可靠、高性价比的轻量化中速传动链构型,形成了具有自主知识产权的传动链正向设计能力,掌握了高效安全大型风电机组传动链设计、优化与集成等关键核心技术,引领了海上中速技术路线的发展方向。

智能控制技术让机组高效服役。中国海装构建了风电整机运行状态全息感知系统,发明了多源在线监测的变桨变矩多目标融合协同降载控制技术,解决了大型海上风电机组支撑结构共振抑制、超长柔性叶片颤振抑制难题,支撑结构振幅降低 50%,叶片、轮毂等极限载荷降低 10%;提出了状态参数辨识自适应增功控制技术,提升单机发电量 3%,确保机组稳定运行的基础上发电性能最优;开发了国内首

个海上风电机组国产化 PLC 主控软硬件系统,解决了风电主控系统卡脖子问题。

协同创新推动国产化道路走进现实。为避免大兆瓦海上风电机组核心技术即部件配套的“卡脖子”难题,中国海装以自主可控为核心,开展并完成了具有自主知识产权的,18MW 级海上风电机组及核心部件研制,提升了自主产品的国产化率。目前 H260-18MW 机组整机国产化率以达 80% 以上,叶片、齿轮箱、发电机等核心部件均由中国船舶集团内企业设计生产,国产化率高于 99%,引领了国内技术和产业的发展,推动我国海上清洁能源装备做大做强。

## ■ 增效降本 产业协同共牵引

本次下线的 H260-18MW 超大型海上风电机组叶轮扫风面积约 5.3 万平方米,相当于 7 个标准足球场的面积。在满发风速下,每转动一圈可发电 44.8 千瓦时,单台机组每年可输出超过 7400 万千瓦时清洁电能,可满足 4 万户三口之家一年的用电量,可减少燃煤消耗 2.5 万吨、二氧化碳排放 6.1 万吨,节能减排效果显著。

对风电场建设而言,H260-18MW 海上风电机组具有全球最大风轮直径,在相同条件下发电效益更高、更大功率提升发电量的同时,可有效节约用海面积、

中国海装自主研制的 H260-18MW 海上风电机组

降低机位点数量,进而降低海上风电场降低工程减少成本,为海上风电走向深远海打下坚实基础。以 1000MW 项目为例,安装 16MW 机组,机位点数量 63 个,安装 18MW 机组,机位点数量可减少约 13%,降低基础造价达上亿元,经济性十分可观。

对全行业而言,H260-18MW 海上风电机组的成功下线也成功推动海上风电产业链完成升级迭代,带动了风电叶片、齿轮箱、发电机、变流器、基础等零部件全产业链的快速发展,打造出百亿规模的风电产业发展集群,形成我国经济发展新的增长点。同时,项目成果的科学和经济价值显著,项目所形成的新平台、新装备和新工艺等研究成果,通过应用、反馈和完善,可有力提升海上大功率风电机组的设计研发和生产测试技术水平,促进其不断向科技研发、行业创新和资源节约转变,最终提高我国风电整体装备制造水平,引领风电行业产业升级,产生显著的社会和经济效益,产业化前景十分广阔。

御风向海,行者致远。中国海装将以 H260-18MW 海上风电机组下线为新的起点,持续秉承“创新引领,海陆并举,向海图强”的发展思路,以更强劲的发展势头,开辟风电产业新天地,加快打造国内前列、国际一流的风电装备及新能源系统集成服务商,持续推动风电行业技术的长足进步,共同迎接平价春天的到来。

## ■ 关注

## 贵州电网数智配电网助力乡村振兴

■ 刘振铭

2021 年,我国分布式光伏增长近 2900 万千瓦,占全部新增光伏发电装机的 55%,历史上首次突破 50%。受电网通道、土地和光照等资源的限制,清洁电力的发展从以传统的集中式为主向分布式与集中式并重发展转变,配电网成为清洁能源的消纳重点之一。山区农村广阔的屋顶资源、丰富的光照资源将有助于光伏并网和电网减碳,但也为山区配电网的消纳和安全稳定运行带来挑战。

为全方位执行党中央关于碳达峰碳中和的战略部署,助力贵州省碳达峰进程,南方电网贵州电网有限责任公司(以下简称“贵州电网”)着力构建数字化与智能化共同驱动的高品质绿色农村电网升级版,支撑电力系统安全稳定运行的同时,也更加高效地服务国家“双碳”目标的落地。

贵州山区丰富的建筑屋顶、大棚资源以及山坡荒漠等为“光伏+特色农业”的开发模式提供较为良好的基础,乡村能源转型与产业升级融合发展,但存在三大挑战需要克服。一是山区负荷具有“季节性+迁移性”特点,长时间尺度来看,电网设备轻载,但在一些负荷峰值时段,设备及线路

重载、过载问题非常突出,电网投资和设备利用率难以平衡;二是山区电网低负荷密度特征下难以避免远距离供电,光伏并网叠加如电动汽车、电动农具、家用电器等新场景大量出现,山区电网供电品质与薄弱网架结构难以平衡;三是大量乡村生态特色产业快速发展对电力可靠性提升需求迫切,但是在多山、多林木、多灾的区域提升电网的可靠性,每增加一个“9”,投资将成几何倍数增加,在低负荷密度难以算清“投资-收益”间的平衡账。

得益于数字与能源的加速融合,农村能源体系也在加速向清洁低碳转型。首先,利用大数据挖掘分析,人工智能化决策、数字化控制,支持有效联动、有机融合,可实现山区电力系统安全稳定运行;其次,在资源大范围优化的同时,也构建出广泛互联、智能互动、安全可控的新型电力系统;最后,通过数字化推动能源电力供应绿色发展、节能减排,提升电力系统整体能量利用水平。

为了适应乡村振兴以及乡村能源转型的新需求、新问题,电网的平台性和枢纽性作用更加突出和关键,“以数促智、数智赋能”是贵州电网在乡村电网转型过程中的新思考和新尝试。

首先,以数字引领价值,构建以数字为尺的绿色低碳价值体系,形成“数字-碳量-碳排放”的立体价值标签,引导清洁能源有序并网,形成能源低碳流,让低碳节能与收益、效率形成强相关;其次,推动电力网、信息网与海量数据的深度融合,实现信息分散资源的主动聚合和主动同步,补齐乡村电网在清洁能源开发上分散无序的短板,同时利用边云协同助推“智能主网”与“分布式智能电网”的协调发展;第三,通过数字技术扩展电网服务平台和服务领域,建立电网和用户能量管理系统互动机制,引导负荷使用和光伏并网向促进清洁能源消纳和电网节能降碳的方向发展,同时利用电网现有的运行数据、气象数据、雷击数据、灾害数据等,为整县光伏开发商、综合能源服务商等提供数据辅助服务(如光伏板覆尘、电网故障等)。

贵州电网将在贵州省六盘水盘州羊场乡开展乡村分布式智能电网示范,助力构建山区绿色可靠供电体系。一方面,面向电网结构直流化、分布式能源多样化以及通信方式复杂化的特点,研究多能源、多场景和多尺度下的边云协同技术研究和终端设备,形成支撑大量分布式能源资源通信的分层分群结构和主动同步技

术;另一方面,构建分布式光伏监控主站,基于大数据和人工智能技术,将电网资产和分布式能源资源形成深度关联,通过碳流分析、光伏板覆尘、故障检测等辅助服务发挥电网平台优势、扩展服务边界,同时提供并网需求快速登记服务,形成并网、运行和维护的闭环关联,支撑整县并网业务进度的可视化和便捷化;此外,贵州电网还将进一步把主站扩展为分布式能源的数字化底座,进一步支撑服务分布式氢能源、分散式风力发电、分布式生物质能发电、冷热电三联供等系统的服务与管理,将负荷信息、发电信息、地理信息、灾害与气象信息整体融合贯通,在重点区域构建分布式能源系统的数字化孪生,探索更柔性、更智能、更包容的能源利用与系统运行新形态,通过更优质可靠的电力和更便捷的能源接入,助力打造乡村振兴示范区。

在分布式、多层次能源规模与日俱增的发展背景下,着力构建支撑新型电力系统数字化服务能力的融合型信息基础设施,充分发挥电力数据的深度和广度优势,将为政府精准施策提供可靠的依据。随着电网“数+智”融合转型与推进,新型电力系统将具备更加高效可靠的运行特性以及更加便捷的能源接纳能力,融入和服务国家“双碳”和“乡村振兴”战略。

(作者系南方电网贵州电网公司战略规划部总经理)

## 华能集团新能源装机突破 5000 万千瓦

本报讯 华能阿拉善左旗巴彦诺日公 30 万千瓦风电项目日前实现全容量并网发电,华能集团新能源装机规模至此突破 5000 万千瓦。

该项目位于内蒙古自治区阿拉善盟左旗巴彦诺日公苏木境内,属于典型的“沙戈壁”项目,是中国华能在阿拉善盟首个并网发电的新能源项目,共安装 60 台 5 兆瓦风电机组,配备 90 兆瓦/180 兆瓦时储能装置。项目建设过程克服了疫情影响、供货紧张、自然环境恶劣、地质条件复杂等重重困难,实现“当年核准、当年开工、当年并网”的目标。

据悉,项目并网后,预计年均发电量 9.52 亿千瓦时,可替代标煤 29.29 万吨,减排二氧化碳 46.61 万吨。同时,配套建设的储能,将有效改善当地电源结构,提高发电设备可靠性,提升电网整体运行效率,具有良好的经济效益和社会效益。(华讯)

## 中广核国内新能源在运装机超 3500 万千瓦

本报讯 中广核山东庆云中丁 10 万千瓦风电项目近日全容量投运,标志着该公司国内新能源项目 2022 年新在运装机容量达到 721 万千瓦。至此,中广核国内新能源项目总在运装机容量突破 3500 万千瓦。

2022 年,中广核新能源全力推动海上风电、大基地项目等重大项目建设,在保障公司全年“两增一控三提高”目标的基础上,创造条件推动项目投资落地、开工建设,实现年度新增投运目标,为全力实现新能源“十四五”规划目标奠定基础。

其中,甲子 90 万千瓦海上风电场是目前国内最大的平价海上风电场,也是全国首个海上开工、首个并网发电、首个全容量投运的平价海上风电场;国内首个海上风电与海洋牧场融合发展研究实验项目烟台莱州海上风电场 30 万千瓦全容量投运,实现了中广核在我国北方海域海上风电建设“零”的突破;国内首个真正意义上海上光伏电站烟台招远项目开工建设;兴安盟 300 万千瓦风电基地革命老区风电产业帮扶项目一期 100 万千瓦并网发电,我国首个单体百万千瓦级陆上风电基地正式投产;中广核西藏阿里雪域高原“零碳”光储热电示范项目 10 万千瓦光伏项目实现全场投运,打造了目前全国海拔最高的光储热电项目。(钟希)

## 山焦华晋沙曲二矿:

## 把实事办到员工心坎上

■ 李艳军

“治国常有,利民为本。为民造福是立党为公、执政为民的本质要求。必须坚持在发展中保障和改善民生,鼓励共同奋斗创造美好生活,不断实现人民对美好生活的向往。”党的二十大报告着眼全面建设社会主义现代化国家的目标任务,对增进民生福祉、提高人民生活品质作出重要部署。

近年来,山西焦煤华晋煤沙曲二矿(以下简称“沙曲二矿”)不断强化民生改善工作,把提升员工幸福感、获得感、满足感作为工作的重中之重,推进民生工作不断迈上新台阶。

“现在通勤车直接开到宿舍门口,太方便了。上了一天班,可以美美地睡一觉。”综采一队员工郭志文开心地说到。“我们根据考勤与作息时间,对通勤车发车时间、运行路线以及乘车人数深入

调研,结合实际情况进行调整,现已满足各个时段上下班员工需求。”该矿车队负责人张兴利介绍。

通勤车运行以来,由于路况复杂,一直未开通直达单身公寓的路线,员工下车后还有较长一段路需步行或搭乘其他交通工具,出行很是不便。近日,沙曲二矿统筹协调、细致谋划,对通勤车运行时间路线重新梳理规划,确保不同时间上班的员工有人接、有车坐,提升了员工们的幸福指数。

除了方便快捷的通勤车,安装直饮水机这件看似很小的事,也暖到了员工的心窝。

安装直饮水机虽是小事,却是关乎员工健康的大事。沙曲二矿着力解决员工饮水问题,为员工提供优质、放心的水提供便利,把看似普通的小事当成办实事要事,实实在在办好办妥。

“以前一到下班时间,经常会看见大

家伙儿打着水回宿舍,现在宿舍就能打到直饮水,再也不用提着大桶小桶排队去接水了。”经过深度净化处理,直饮水机有效去除水中细菌、重金属等有害物质,保留水中有益矿物质,水质完全达到饮用标准,我们喝水也有了保障。“现在出门可以直接接杯热水就走,简直太方便了。”……直饮水的安装受到了员工的好评,员工们都说:“虽然最近的天气变冷了,但大家的心里暖洋洋的。”

不止于此。工作和生活环境的改变,也让员工们感受到焕然一新新气象。

最近,沙曲二矿单身公寓环境更加美观,管理更加规范。为完善服务机制,提高服务保障能力,矿井聘请了专业物业公司,为员工创造良好的居住环境。

一大早,物业人员忙碌的身影随处可见。大门口认真负责查验的安保人员、院落楼层打扫卫生的保洁人员、排查线路问题的检修人员等,个个勤恳务

实。近几个月来,院内整体环境质量发生着变化,他们的辛勤付出得到了矿上员工的认可。

为全面规范员工公寓管理,沙曲二矿近日整合公寓楼资源,改善住宿条件,将原居住于杨家坪生活区的 198 名员工全部搬迁至员工公寓,安排车辆提供点对点搬家接送服务,并统一发放床单、被褥等生活用品,有效解决了员工住宿问题。

“我们最近刚搬到单身公寓,打开宿舍时眼前一亮,角角落落都收拾得特别干净,各类设施设备应有尽有,服务太周到了。”掘进三队刘小龙班组两位员工感慨道。

自进驻以来,物业公司将准军事化管理融入到服务中,以严格、统一、规范、高效的管理受到了沙曲二矿员工的一致好评。该公司负责人表示:“我们力求以更标准、更专业的服务,为员工创造更加和谐、优美、舒适、安全、文明的生活环境。”

当前,山西焦煤把“全方位创造员工高品质生活”摆在更加突出的位置,沙曲二矿坚持从员工利益出发,注重人文关怀,切实改善员工生产生活条件,确保每件实事真正办在员工的心坎上。