

应用多项全球首创“黑科技”

全球单体容量最大漂浮式风电平台吊装完成



■ 李珊珊

7月3日,随着第二个叶轮与轮毂精准对接,全球单体容量最大的漂浮式风电平台“OceanX 明阳天成号”(以下简称“明阳天成号”)在中船黄浦冲船厂正式完成安装,为人类探索海洋能源再启全新篇章。

这台呈“V”字形排列,搭载两台8.3兆瓦海上风机的漂浮式风电平台由明阳集团自主研发,总容量达到16.6兆瓦,可应用于水深35米以上的全球广泛海域。

“明阳天成号”叶轮最高处达219米,空中最大宽度约为369米。整座风电平台排水总量约1.5万吨,整体拖航设计吃水5.5米。据测算,“明阳天成号”正式投运后,平均每年可发电约5400万度,能满足3万户三口之家一年的日常用电。

■ 高端材料创新性应用,造就“黑科技”浮式基础

风机样式的创新,需要以各核心部件技术的创新与升级为支撑。“明阳天成号”不仅推动了风机外观的革新,更在实质上推动了风机设计与制造的精进。

浮式基础是漂浮式风机在深远海“安身立命”的关键部件。和传统钢结构的浮式基础不同,“明阳天成号”的浮式基础由三个浮筒、混凝土臂和连接件组成。

“明阳天成号”首次采用抗压能力达到115兆帕以上超高性能混凝土材料来进行浮式基础的制造,这种混凝土材料强度达到普通混凝土的4倍左右,大大增加了浮式基础结构的承载能力。同时,浮式基础采用预应力高强混凝土装配式结构,由此实现了模块化设计和批量制造,大大降低了基础建造成本。

混凝土预制件的施工工艺上,明阳借

鉴了港珠澳大桥的沉箱预紧技术、混凝土预制件的接口密封和预应力张拉工艺。同时,约1500根钢绞线从浮体臂中穿过,在浮体建设过程中不仅要控制张拉力,更要保证在张拉过程中端面均匀受力。

“明阳天成号”还实现浮筒创新。传统浮筒采用纯钢结构或钢混结构,而“明阳天成号”首创性地采用“玻璃纤维外壳+XPS芯材+防护涂层材料”多种材料组合的方案制造浮筒。此方案不仅可以降低浮筒重量,还能满足浮筒曲面外形的要求。三个浮筒均为流线球形,迎浪时所遇到的波浪阻力较小,还可以提供一定的横向转动的偏航动力。针对浮筒外形进行的深度验证与测试显示,流线球形的设计实现了整体稳定性与载荷的最佳平衡。

值得一提的是,以一个漂浮式基础搭载两台风机,可有效减少单位千瓦造价、用海面积和运维成本。

■ 风机形态极致进化,助力海上巨人“更轻更稳”

在强大浮式基础的支撑下,“明阳天成号”风电平台的两座塔筒以“V”字形排列,这也是全球首台在一个浮式基础上安装两座塔筒的海上风电平台。

“明阳天成号”的塔筒为长椭圆形,这样的设计使塔筒的长轴面受风面积远大于短轴面,当风向和风电平台出现一定夹角时,塔筒受风面积增大,因此可以更快地对风,从而提升风能利用效率。

塔筒内部还安装了电梯及阶梯踏板两用通道,能够保证工作人员上下主机的舒适度。

在风机形态的进化之外,明阳还拓展拉索系统应用边界,在全球范围内首次给风机安装拉索系统。

“明阳天成号”巧妙利用塔架系统空间结构,借鉴并成功应用全球最大的高应力幅钢绞线成品拉索体系。13根主拉索和6根辅拉索用于绷紧主机,塔架与漂浮式基础,使风机组各部件之间形成稳定的张紧系统。拉索系统的设计还改变了传统风机载荷传递路径——传统风机的叶轮载荷及塔筒重力载荷通过塔架传递至基础。而“明阳天成号”由于采用了拉索系统,塔架重力载荷可分散至拉索,塔架只承担部分叶轮载荷。由此得以使塔架载荷大大降低,从而保证了塔架结构的轻量化设计。

要把这些约200米长、直径18厘米的拉索巧妙地连接在风机、塔筒与浮体之间,需要通过分级预紧、多维监测、同步张拉等手段,才能使13根主拉索同时达到各自预紧力设计要求,并让主缆最大预紧力达到350吨。

■ 全球首创双叶轮、双主机设计,实现捕风能力的“最优解”

在“V”字形塔筒上,两台主机、两个叶轮“并排”而立。扫风面积超5.2万平方米,相当于7个标准化足球场。

两个叶轮的叶片尖端之间只间隔5米,这样的极限设计,是综合考虑叶轮间距、风能利用效率和“V”型塔筒夹角之后的最优解。不仅确保了叶轮之间的安全距离,还能实现最大化的捕风率,以及“V”型塔筒结构的稳定性。

风机启动后,两个叶轮将朝相反方向转动,对向旋转使得叶轮中间区域的风速提升,空气动能转化的电能也随之增加,比同等扫风面积的单个大风轮风机的发电量提升4.29%。

从整个风场的布局来看,单台风机的叶片越长,尾流对后面风机的影响就越大,“明阳天成号”采用两个小尺寸风轮的方案,反向旋转带来的“耦合涡流”效应,能够减少整个风场的效率折损。

■ 首创单点系泊技术,彰显尖端创新“真功夫”

“明阳天成号”采用下风向设计,这一设计降低了塔筒净空对叶片的束缚,叶片也可以获得更大的活动空间,同时也能更加灵活有效地捕捉风能,提高整个机组的

发电效率。

在极端风条件下,漂浮式风机将面临全方位的挑战。要确保自身的稳定和安全,该风电平台在设计之初就需要考虑360°的台风载荷。

系泊系统方面,“明阳天成号”采用了单点系泊系统,在锚链的牵引下,它能够根据台风的方向进行自适应的偏航调整——台风吹向哪,“明阳天成号”就转向哪,让风轮始终正对来风方向。

在系泊系统中,要保证风机在海上能应对17级台风,转塔内的高精密回转轴承就必须具备足够的承载能力及超强的水下密封能力。为了让“明阳天成号”在海上稳稳运行,研发团队按照极高的标准和精度要求完成转塔系统的装配。

数据显示,单点系泊方案使支撑结构极限载荷降低40%,从而提高了风机在台风天气中的安全性和稳定性。这一技术的应用,推进了海洋能源装备和工程装备岸上作业的标准化与高效化。

■ 智领风电科技未来,真本领成就“硬实力”先锋

借助于先进的人工智能物联网、认知计算技术和数据科学的融合创新,“明阳天成号”具备卓越的环境感知能力、数据驱动的智能分析、精准决策制定以及全面的安全防护能力。这些创新技术的结合,可为“明阳天成号”提供敏锐的洞察力和高效的应对策略。

“明阳天成号”安装有超过3000个智能感应器,除传统的大部件监测传感器外,还配备惯导波浪监测、阴极保护、应力监测、螺栓载荷、高压柜气体监测、浮筒破损监测、防雷监测、自动消防等系统,通过视频、图像、音频、位移、温度、振动、应力、电压、电流、风速、风向等多传感器数据融合技术,可实时感知2000多个零部件运行状态。

借助明阳首创的全态势健康管理模型,“明阳天成号”可实现对不同部件的智能健康管理。该模型不仅能对风机进行智能预警、健康监测,还能通过可靠性评估及预测、故障树分析等来评估机组的整体状态。在AI大数据分析方法的支撑下,机组综合状态评价精度可达90%以上。

“明阳天成号”还采用了模拟仿真算法和人工智能算法。通过一系列智能策略,如姿态压载控制、尾流控制、智能航校

正、激光雷达前馈控制,以及基于多目标潮流计算的能量协同控制等,它能够灵活应对气候、季节等复杂多变的环境条件,实现自主调节控制参数和策略,从而最大程度提升发电性能。

“明阳天成号”还借助我国目前通信容量最大、波束最多、输出功率最大的民用通信卫星——亚太6D通信卫星进行数据的传输,可保证拖航期间对机舱信号柜、PCS系统等重要部件及子系统的实时监控和传输。同时,该通信方案可与传统光纤通信相互支撑,从而提升传统海上通信方式的容错率,保障了能源设备安全稳定运行。

此外,通过AIS、卫星等技术的融合应用,“明阳天成号”可对外来船舶进行实时监控,定位精度可达3米。同时通过配备雷达、能见度测距仪、太阳能航标灯、电笛等设备,“明阳天成号”可自动将闯入核心区域的外来船舶进行驱离,保障设备安全。

■ 铸造重器挺进深蓝,突破科技再探海洋极限

2020年4月,“明阳天成号”漂浮式风电平台1:10缩尺比样机在德国Quarry湖试运行,同年10月完成了在波罗的海为期2个月的海上运行,经历了等效到全尺寸高达72m/s的风速和30米波高的极端环境考验,并顺利获得权威机构DNV签发的可行性证书。

“明阳天成号”的研制与应用,可拓展全球海上风电开发规模,开启人类“向海图强”命运共同体新时代。同时有助于推动“海上三峡”建设,助力粤港澳大湾区能源安全和绿色低碳转型,牵引形成海上风电、海洋工程、绿色能源化工等万亿级产业集群。

从风电抗台风技术领航,到海上大兆瓦机组引领,再到深远海漂浮式风机领航,明阳集团不断实现自我超越,掀起多轮海上风电技术创新浪潮,依托先进技术参与全球市场竞争,不断延拓海上风电开发边界。这一次,明阳集团再次领跑深远海漂浮式风电创新,为人类文明走向深远海树立了标杆。

作为全球清洁能源领域的创新推动者和技术引领者,明阳集团未来将持续聚焦海洋能源技术突破,引领行业创新浪潮,用前沿科技探索海洋文明,开启人类获取海洋馈赠、拥抱海洋新时代。

贵州省煤矿顶板管理治本攻坚三年行动现场推进会:聚焦顶板管理 全力提升煤矿安保能力

■ 李远

安全生产是科学发展的基石。煤炭生产作为高危行业,安全生产更是重中之重。为扎实推进煤矿安全生产治本攻坚三年行动,深刻吸取近年来顶板事故教训,提高煤矿顶板管理技术水平,全力提升煤矿安全生产保障能力,6月27日至28日,贵州省能源局在盘州市召开全省煤矿顶板管理治本攻坚三年行动现场推进会。

贵州省能源局、国家矿山安全监察局贵州局有关负责人,有关重点产煤市(州)政府分管负责人,各产煤市(州)、县(市、区、特区)煤矿安全监管管理部门主要负责人,正常生产建设煤矿主要负责人等400多人参加会议。

顶板管理是一项系统性工程,也是煤矿安全生产的重要环节,更是攸关矿工生命的“头顶”大事。如何让顶板管得住、管得好,真正做到顶板“零事故”和井巷工程“零维修”是当前抓好顶板管理工作的重中之重。

会议要求,各煤矿企业、各级煤矿安全监管管理部门要建立健全顶板管理技术体系、支护质量和现场管理工作体系,有效防范巷道失修、支护失效、顶板失稳等问题发生。要规范顶板管理支护设计,严把支护设计审查关,严格落实“一巷一设计”“一面一设计”要求,结合巷道服务年限、断面大小、顶板厚度、围岩性质确定支护参数,确保巷道满足井下通风、运输、行人等需要。要推广顶板管理先进工艺,加快推进煤矿采掘机械化、自动化、智能化建设,大力推广应用盾构机、掘锚一体机、锚杆钻车等先进装备,试点应用巷道快速掘进与高效支护、远距离喷浆等技术装备。坚决淘汰炮采工艺和高档普采工作面,大力推广煤矿综采综掘工艺应用,切实提升煤矿安全生产水平。要规范顶板作业现场管理,强化顶板管理作业程序和行为,重点加大对采面上下端头、巷道交叉口、过断层和淋水区域支护情况的检查力度,大力推广井下作业地点“无监控不作业”,推进建设矿压在线监测预警系统,实时监测预警采掘工作面顶板有关情况,及时采取措施消除隐患。要加强顶板管理地质保障,按照巷道围岩地质力学参数测定相关规定,立足自身实际,规范开展参数测定工作,确保“参数全、数据真”。高度重视对断层等地质构造带的治理工作,将“过断层”改为“治断层”,不断提高煤矿顶板管理水平。

会上,来自高等院校和科研机构的专家对贵州煤矿灾害的治理予以充分肯定并献计献策。中国矿业大学贵州研究院院长龙景奎表示,贵州成功实现巷道支护、顶板管理,包括瓦斯、水害等其他灾害的治理,可以为全国其他省份煤矿安全生产提供借鉴和参考。

贵州理工学院矿业工程学院院长徐佑林表示,我们将继续深入研究解决煤矿顶板管理问题,更多从技术上实现突破,无论是从煤矿安全还是从经济效益方面,都要得到明显提高。

在现场观摩会上,大家深入了解盘州市淤泥金河煤矿1350底板瓦斯抽采巷掘进工作面“锚固协同支护技术”和打牛厂煤矿1570轨道石门巷道群“再造承载结构全空间支护技术”,感受井下作业安全性和稳定性的最新成效。

盘州市打牛厂煤业有限公司矿长李维宇说:“打牛厂煤矿始建于1993年,目前,产能已从当时3万吨/年提升到如今的90万吨/年,全面实现了机械化开采模式,总体上,煤矿产能,工人技能水平、待遇收入、安全开采意识都得到了显著提升。未来,打牛厂煤矿将不断创新开采技术,提高煤矿开采效率。”

谈及观摩感受,六盘水恒鼎实业有限公司董事长毛建忠说:“下一步公司将不断扩大矿井规模,加大科技投入,同更多科研院所深度合作,在瓦斯综合治理等方面持续发力,真正实现安全生产,为公司发展和地方的经济发展作贡献。”

山东能源集团贵州矿业绿塘煤矿安全副矿长陶维国说:“打牛厂煤矿的煤矿标准化水平、新技术思路思维等很令人震撼,为我们提供了非常好工作思路。”

贵州兴安煤业有限公司矿长孙谦说:“此次活动既有大学教授团队的讲解,也有现场施工管理人员的介绍,还有矿井与矿井之间的经验交流,是难能可贵经历。”

此前,贵州省能源局、国家矿山安全监察局贵州局联合印发《贵州省煤矿顶板管理治本攻坚三年行动方案(2024—2026年)》,要求聚焦煤矿顶板管理存在的共性问题、突出问题和重大问题,坚持治标与治本,当前与长远相结合,扎实开展顶板管理治本攻坚三年行动,推动树立顶板“零事故”和井巷工程“零维修”目标理念,加快推进煤矿支护技术与工艺改革升级,建立健全科学完备的煤矿顶板安全管理体系。

国网山西电力:“小飞侠”提高带电作业效率



■ 图片新闻

6月26日,国网山西超高压输电公司带电作业人员在山西省吕梁市文城县范家庄村500千伏洪洪线89号铁塔进行带电安装氧化锌避雷器作业。在本次带电作业中,作业人员使用了便携式升降装置“小飞侠”,仅耗时5分钟到达指定位置,相较于作业人员爬塔所需的20分钟,大幅提升了作业效率,且有效保障了作业安全性。冯剑桥/摄

浙江电网侧储能并网容量达180万千瓦

本报讯 6月30日,浙江省新型储能示范项目——温州鹿城丰门储能站顺利并网。至此,浙江电网侧储能电站已并网26座,总装机容量182.8万千瓦/365.6万千瓦时,同比增长10.3倍,圆满完成了浙江省2024年迎峰度夏新增新型储能目标任务。

“新型储能能在迎峰度夏电力保供关键时刻发挥顶峰作用,同时也能促进负荷低谷时段的新能源消纳。”国网浙江电力调控中心水电及新能源处处长陈文进表示。新型储能是指除抽水蓄能以外的储能技术,包括锂离子电池、液流电池、飞

轮、压缩空气、氢能等,被认为是构建新型电力系统的重要技术和基础装备。新型储能又分为电源侧、电网侧和用户侧储能。其中,电网侧储能主要为电网运行提供调峰、调频、备用、黑启动、需求响应等多种服务,促进地区性电网削峰填谷,缓解电网供电压力。

今年,由于相关政策支持及储能电池成本的下降,电网侧新型储能迎来大发展。6月6日,在丽水龙泉,全球首个成功应用半固态电池储能技术的泉电储能电站并网,装机规模10万千瓦/20万千瓦时。6月9日,在金华武义,浙江省装机规模最大的电网

侧储能项目——欣元储能电站并网,装机规模20万千瓦/40万千瓦时,进一步提升了当地电网供电可靠性和柔性调节能力。

此外,为保障电网侧储能的盈利,浙江省能源局下发了《关于做好新能源配储工作 推动新能源高质量发展的通知》。国网浙江电力也出台了《浙江新型储能电站调度运行管理规范(试行)》,规范储能调度管理。同时,电网侧储能还可以参与浙江省第三方独立辅助服务市场,以杭州萧电储能电站为例,2023年该电站全年参与削峰填谷和填谷调峰,收益285万元。(黄琳 陈菁伟)