

我国深海油气勘探关键核心技术装备研制取得重大突破

海洋地震勘探装备“海经”首次实现超深水作业

本报讯 记者吴莉报道 中国海油日前发布消息,“海洋石油 720”深水物探船搭载我国自主研发的海洋拖缆地震勘探采集装备——“海经”系统,首次完成超深水海域地震勘探作业,发布了我国首张超深水三维地质勘探图,标志着我国深海油气勘探关键核心技术装备研制取得重大突破,对保障我国海洋油气开发自主可控、推进深远海油气资源开发具有重要意义。

据了解,拖缆地震勘探技术是世界探测海底地质结构最直接、最经济、最高效的方法。通过物探船搭载的成套拖缆装备“犁”过海面,以地震波信号实现对海底地层的“CT”扫描,从而看清海底油气储层。

“海经”是我国自主研发制造的首套拖缆模式地震勘探成套采集装备,由震源控制、拖缆采集、综合导航以及定位与控制等多种装备系统组成,突破了进口设备 22 米

作业水深的沉放深度限制,实现了从小道距到常规道距全系列覆盖,具备 2 赫兹超低频频率信号采集能力,大幅提高了地震资料分辨率。

近年来,随着我国油气勘探加速向深层深水区推进,自主高精度海洋地震勘探拖缆成套装备的体系建设需求迫切。但由于起步晚,我国海洋地震勘探拖缆成套装备长期依赖进口,多项技术参数和性能受限,制约着我国勘探技术的发展。

据中国海油技术专家阮福明介绍,与进口装备相比,“海经”采集到的地震资料识别度更高,可透过 3000 米水深精细刻画万米地层的复杂地质结构,装备整体性能满足了当前海洋石油勘探要求。

在本次作业过程中,“海洋石油 720”深水物探船按照设计要求,将“海经”系统中 10 条超过 8 千米长的电缆依次布放到海水中,形成一个面积相当于 1021 个标准足球

场大小的数据采集网,沿航线进行海面拖缆采集作业,实时完成震源和检波点的地震数据采集,在广袤的海面上如同经纬线一样准确划分出油气藏位置,实现深海油气资源的高质量勘探开发。

在我国已探明的油气储量中,40%左右

的海洋油气资源蕴藏在深水区域。此次作业位于珠江口盆地 3000 米超深水区块,是我国首次在水深超过 3000 米的超深水区域进行三维地震勘探。“我们坚持以增储上产为中心,加强科技引领,应用国产装备,向深、向远寻找大中型油气田,不断开

辟储量接替新领域,把能源的饭碗牢牢端在自己手里。”中国海油勘探副总师徐长贵介绍说。

据了解,自 2022 年 9 月投产以来,“海经”经历了从常规地震采集到高密度连续采集再到高覆盖滚动采集等多种作业方式,顺利完成 4 个工区总计 3935 平方千米海域的三维地震勘探,已实现产品定型及产业化生产,具备研发、制造、服务的全产业链能力,建立了完整的产业化制造体系。

中海油服党委书记、董事长、首席执行官赵顺强表示,“海经”的成功应用填补了我国在海洋拖缆地震勘探技术领域的空白,使我国成为全球第三个拥有全套海洋地震勘探拖缆采集装备的国家,进一步推动深海勘探技术实现高水平自立自强,为提高能源自给率、保障国家能源安全提供了更加有力的支撑。

(本文图片均来自中国海油)



“海经”震源控制系统入海。



“海经”震源控制系统在甲板待命。



“海经”拖缆定位控制系统正在调节电缆深度。

压缩空气储能产业化指日可待

——访中储国能(北京)技术有限公司总经理纪律

■本报记者 苏南

近日,由中国科学院工程热物理研究所和中储国能(北京)技术有限公司(以下简称“中储国能”)联合研发的国际首套 300 兆瓦先进压缩空气储能系统膨胀机完成集成测试,顺利下线。这标志着我国在压缩空气储能系统研发方面取得重大突破。

未来压缩空气储能行业发展前景如何? 300 兆瓦先进压缩空气储能产品何时量产? 压缩空气储能发展面临哪些挑战? 围绕上述问题,《中国能源报》记者专访了中储国能总经理纪律。

■ 原创技术世界领先

中国能源报:我国压缩空气储能发展情况如何? 从跟跑到领跑,经历了哪些技术迭代?

纪律:压缩空气储能技术并非新技术,上世纪 40 年代就已提出。针对传统压缩空气储能依赖化石燃料、大型储气洞穴、效率较低的问题,2000 年左右,全球开始开发新型压缩空气储能系统。我国压缩空气储能技术发展较快,特别是在新型压缩空气储能领域已居于国际领先水平。中国科学院工程热物理研究所所在国家“863”计划、“973”计划、国家重点研发计划、中国科学院 A 类先导专项等重大项目支持下,先后完成蓄热式压缩空气储能和液态空气储能技术研发,并于 2009 年在国际上原创性提出了超临界压缩空气储能系统。

通过多年努力,中国科学院工程热物理研究所完成 1—300 兆瓦先进压缩空气储能技术攻关,并先后完成国际首套 1.5 兆瓦、10 兆瓦及 100 兆瓦示范项目建设,建成我国物理储能领域首个国家级研发中心——“国家能源大规模物理储能技术研发中心”,并于 2018 年 12 月通过技术作价入股的方式成立中储国能。目前,中储国能已拥有完整的百兆瓦级先进压缩空气储能系统自主知识产权,具备百兆瓦级先进压缩空气储能系统研发、设计、核心装备制造、工程实施,以及电站投资和运营全套能力,研发及产业化进程已处于国际引领地位。

中国能源报:如何理解先进压缩空气储能系统的原理?

纪律:传统压缩空气储能主要依赖大型储气洞穴,如岩石洞穴、盐洞、废弃矿井等,受限于地理条件。我们团队掌握蓄热式压缩空气储能、液态空气储能及超临界压缩空气储能等新型压缩空气储能技术路线,统称为先进压缩空气储能技术。所谓“先进”主要表现为解决了传统压缩空气储能系统依赖大型储气洞穴、依赖化石燃料和系统效率低三大技术瓶颈。



纪律

■ 设计效率接近理论极限值

中国能源报:国际首套 300 兆瓦先进压缩空气储能系统研发应用情况如何?

纪律:我们团队是从千瓦级压缩空气储能系统研究起步,2013 年在河北廊坊建成国际首套 1.5 兆瓦先进压缩空气储能国家示范系统,2016 年在贵州毕节建成国际首套 10 兆瓦先进压缩空气储能国家示范系统,2021 年底在张家口建成国际首套 100 兆瓦先进压缩空气储能国家示范电站,并于 2022 年 9 月并网发电,前期积累了丰富的技术研发及工程示范经验。

2021 年,我们启动了 300 兆瓦先进压缩空气储能技术攻关。压缩空气储能技术的理论极限效率在 75%左右,目前 300 兆瓦系统的设计效率能达到 72.1%,已接近理论极限值。

研发 300 兆瓦先进压缩空气储能技术的同时,我们也在同步推动山东、河南、江西等多个商业示范电站的建设工作。项目进展最快的是山东肥城二期项目,正在建设 300 兆瓦盐穴压缩空气储能电站,初步计划今年底完工,争取明年上半年投产发电。

中国能源报:300 兆瓦先进压缩空气储能系统研制过程中,遇到哪些困难?

纪律:开展全球单机规模最大的 300 兆瓦先进压缩空气储能系统研发,尚无成功经验借鉴,研发的核心难点是如何提高效率、降低成本,并提高系统可靠性及调节性能。研发挑战集中在三个方面:一是如何基于近 20 年研发积累,不断优化先

进压缩空气储能系统各环节,使整个储能系统性能达到最优;二是如何不断创新研制 300 兆瓦系统用的宽负荷多级压缩机、高负荷多级膨胀机、高效紧凑型蓄热换热器等核心装备;三是如何在变工况运行要求下,通过系统的优化控制保障系统可靠、平稳、安全运行。

■ 规模化仍需政策支持

中国能源报:300 兆瓦先进压缩空气储能产品何时能实现量产?

纪律:我国装备制造能力很强,具备产能快速复制的能力。国际首套张家口 100 兆瓦先进压缩空气储能国家示范项目建成以后,该技术在内地多地开展推广应用,300 兆瓦先进压缩空气储能产品与 100 兆瓦类似,设备定型后即可规模化生产。

不过,300 兆瓦先进压缩空气储能技术能否大规模应用,还依赖于相关的电价政策。目前,一些地方虽然出台了省级政策,但是全国很多地方并未明确。除政策支持外,示范工程项目的建设速度及质量也很重要,因为工程技术提升、工程管理人员的培养有个过程,软实力的提升和扩充,并非短期内能实现。

中国能源报:投运的压缩空气储能项目盈利情况如何?

纪律:我们已建成 5 个压缩空气储能项目,前期主要是技术示范项目,商业运行的项目是山东肥城 10 兆瓦项目和张家口 100 兆瓦项目。

总体来说,压缩空气储能正处于产业化初期,是典型的投资额较大但长期收益稳定的重资产项目,回收周期与火电、水电类似,大概在 10 年左右。但由于压缩空气储能电站的建设周期较短,使用寿命却长达 30—50 年,电站的长期收益还是相当不错。特别是未来随着国家及地方的电价政策出台,产业链逐步完善、规模化生产降低成本,效率进一步提升后,压缩空气储能的电站收益及产业发展被业界普遍看好。

中国能源报:压缩空气储能快速发展还需要在哪几方面发力?

纪律:从宏观层面来讲,储能行业普遍希望形成合理的电价机制,充分体现储能的多重价值,即按储能实现的多重功能给予相应的综合收益,同时加强标准及规范制定,进一步规范压缩空气储能产业的发展。从技术层面来说,一是可以进一步优化、提升,包括提高系统单机规模,提升系统效率及各方面性能;二是降低成本,通过产业链逐步成熟、设备规模化生产及大规模工程应用等方法实现。

碳纤维风机叶片潜力待挖

■本报记者 李丽昱

“海上风电机组正朝着大型化、轻量化的方向发展,但传统叶片制造材料主要为玻璃纤维复合材料,当叶片长度超过一定值后,玻璃纤维材料模量增长接近极限,无法满足叶片大型化、轻量化的需求。”上海电气风电集团股份有限公司解决方案总经理黄轩在近日举行的风电产业高质量发展高峰论坛暨碳纤维应用研讨会上指出,“加大碳纤维材料在风机叶片上的应用已成必然趋势。”

◆ 碳纤维叶片应用已成趋势

近年来,国内风电装机量快速增长,国家能源局最新数据显示,今年前 7 个月,国内风电新增装机量达 2631 万千瓦,累计装机量达 3.9 亿千瓦。而随着平价时代到来,风机大型化趋势尤为凸显,陆上风机单机容量最高突破 10 兆瓦,海上风机单机容量突破 18 兆瓦,叶片长度也在不断刷新行业纪录。

快速大型化给风机叶片材料性能带来全新考验,传统玻璃纤维复合材料性能不足的情况下,碳纤维成为最新的“潜力股”。

黄轩指出,与玻璃纤维相比,碳纤维的比模量和比强度均大幅增加,碳纤维复合材料比玻璃纤维复合材料密度更低、强度更高,突破了玻璃纤维材料的性能极限,可保障风机叶片在增加长度的同时降低重量。“利用碳纤维叶片可进一步提升海上风电机组设计上限,甚至可支撑 20 兆瓦、300 米叶轮直径的机组开发。”

除了为海上风电机组大型化提供保障,业界普遍认为,随着我国海上风电开发范围不断扩大,深远海等复杂工况区域对叶片提出了更高要求,碳纤维材料的高强度性能将能适应更加恶劣的工况环境。另外,轻量化叶片还可以降低吊装和运输的难度,对海上风电全生命周期降本有所帮助。

◆ 国产碳纤维叶片实现突破

据吉林化纤集团党委书记、董事长宋德武介绍,2022 年,全球风机叶片对碳纤维的需求量占到全球碳纤维需求总量的 25.7%,我国风机叶片碳纤维需求量也占碳纤维整体需求的 23.5%。

在宋德武看来,与航空航天、军工科技等领域相比,风机叶片所需的碳纤维产品标准有所不同,技术成本相对更低,生产过程中,可根据不同性能、工艺和成本,设计不同应用性能和生产工艺参数,相对快速实现碳纤维量产。

在此情况下,近两年来我国碳纤维产

业高速增长。数据显示,2022 年,国产碳纤维产能达到 11.2 万吨,供应量首次超过进口量。

金风科技股份有限公司叶片结构主设兼叶片产品经理袁渊指出,近年来,国内碳纤维计划产能增长十分可观,碳纤维叶片的研发应用规模同样快速增长。“早在 2017 年,国际市场上已有整机制造商开启了碳纤维叶片的应用,LM、西门子歌美飒、维斯塔斯等跨国企业也都有百米级碳纤维叶片产出。随着国内海上风电市场的蓬勃发展,2022 年,国内海上大叶片发展实现了全面赶超。目前,国内市场上已有大量海上风机叶片采用碳纤维设计,国内主流整机和叶片厂商也都规划了下一代海上大兆瓦机组,更大的海上风机碳纤维叶片也都在开发之中。”

据了解,目前,明阳智能、上海电气、东方电气、金风科技等国内主流整机商都已开启碳纤维叶片的试验及生产应用。有数据显示,2022 年以来,国内新开发、新批量生产的海上风电机组中,超过 70%都应用了碳纤维叶片,即使在陆上风电机组中,部分企业也已经开始小批量实测应用碳纤维叶片。

◆ 上下游产业链协同必不可少

尽管碳纤维叶片蓝海已经显现,但业界普遍认为,碳纤维叶片未来仍需在成本、制造能力以及叶片状态检测技术上提升,从而进一步打开市场空间。

袁渊坦言,碳纤维材料虽然是大型海上风机叶片开发的必然选择,但实际上成本仍在制约碳纤维材料在风机叶片上的大批量应用。虽然碳纤维价格持续走低,但对应的玻璃纤维价格也在持续下降,从叶片设计角度,碳纤维叶片与传统玻纤叶片相比竞争力仍然有限。

除此以外,业界指出,当前国产纱线碳板与成熟进口纱线碳板性能存在一定差距,有缺陷漏检风险。

为应对行业存在的诸多问题和挑战,洛阳双瑞风电叶片有限公司研发技术中心副主任、高级工程师关洪涛呼吁,碳纤维作为国家战略性新兴产业,需要产业链协同发展。风电行业需要碳纤维企业继续优化成本,风电企业也需要综合考虑成本和可靠性,同时还应建立风电国产碳纤维的产品标准、碳纤维部件测试和设计许可值的行业规范,促进国产碳纤维和风电行业协同健康发展。

袁渊建议,随着叶轮直径进一步增大以及风电机组逐渐迈向深远海,碳纤维材料的性能稳定、部件结构形式的合理性,以及防雷设计的可靠性都将制约碳纤维在叶片设计中的应用前景。在此情况下,从原材料开发生产到叶片设计,再到批量化生产,都需要相关从业者共同克服应用短板。