

全球份额从不足7%飙升到35%——

## 中国 LNG 运输船驶出“新航速”

■本报记者 梁沛然

中国船舶工业行业协会近日发布的最新数据显示,1-7月,我国船舶工业领域造船完工量、新接订单量和手持订单量三大指标全面增长,分别占世界总量的47.8%、67.7%和52.9%,均位居世界第一。在新一轮发展周期下,大型船厂订单不断,已排至2026-2028年,液化天然气(LNG)船舶全球市场份额更是从此前的不足7%飙升至35%。

## ■“三高”船型市场份额提升

LNG运输船也被称为“海上超级冷冻车”,是国际公认的高技术、高难度、高附加值的“三高”产品,与航空母舰、大型邮轮并称造船业“皇冠上的三颗明珠”。

2008年以前,我国没有自主建造、设计的LNG船舶,韩国船企在国际LNG运输船市场长期占据主导地位。2008年后,中国船舶集团旗下沪东中华造船(集团)有限公司建造交付了我国首艘国产大型LNG运输船——“大鹏昊”号,成为“破局者”。

中国船舶工业行业协会秘书长李彦庆指出,2022年,我国船企全年承接大型LNG运输船订单55艘,相关建造厂商数量也由最初的20多家增长至120多家。我国LNG船的国际市场份额快速增长,打破了少数国家建造商对LNG运输船建造市场的垄断,开

启了全球气体船领域充分竞争发展的新格局。

中研普华研究院数据显示,随着全球LNG贸易量持续增长,叠加新规则下船舶降速造成的运力损失以及老旧船舶的拆解、改装带来运力损失等因素,2025-2030年,LNG船运力需求将会保持高位,预计全球年均需求量为50-60艘,部分造船企业订单量已经饱和。

据中国船舶集团江南造船厂消息,该公司民船2026年订单已经全部接满,部分生产线已经排到2028年。

## ■技术突破造世界之“最”

不少业内专家认为,LNG船的制造难度甚至在航母之上,因为将天然气液化的过程中,不仅对温度环境有很高要求,液化之后在整个运输的过程中,都需要保持低温高压,一旦无法达到运输环境,或中途有所疏忽,就会气化进而产生巨大压力将运输仓顶破。

为了确保LNG船舶运输过程中的安全性,就需要在运输仓下功夫,而运输仓的殷瓦钢内壁无疑是最难攻克的技术难关之一。

据悉,这是一种性能非常特殊的钢材,制造过程十分困难,运用在LNG船运输舱内壁时,厚度不能超过一毫米。据上海某大型船舶企业相关人士吴某介绍:“目前,我国能够胜任焊接这



资料图

种材料的焊工大概只有50人。仅材料制造和焊接这两项工艺,就让大部分船企知难而退。”

日前,由沪东中华造船(集团)有限公司开发的27.1万立方米超大型LNG运输船设计方案,同时获得国际四大船级社颁发的原则性认可(AIP)证书,这是迄今为止全球开发设计的最大型LNG运输船。

“这对于我国船企来说,不仅是高端技术的集合,更需投入大量资金,极具挑战性,也间接证明了我国船企的综合实力增强。可以预见的是,随着大型LNG船舶技术的突破和制造能力不断提升,未来相关订单也将越来越多。”上述上海某大型

船舶企业相关人士吴某说。

## ■绿色改造需求强劲

国际海事组织(IMO)最新公布的全球减排目标中,将净零排放目标的实现时间提前了50年。欧盟也明确,从明年开始,将航运业纳入排放交易计划,航运业低碳转型压力随之大增。

上海市交通委员会副主任王晓杰认为,航运业作为能源消耗和碳排放的主要来源之一,推动航运业能源结构调整已成为时代趋势。

在政策推动下,航运业正在加快向低排放或零排放转型,不少公司已经选择

适应的技术路线和燃料以应对船舶减排的高标准要求。

“目前来看,国内船舶和航运业正在全面推进LNG在船舶上的使用以促进船舶节能减排,包括制定和完善船舶应用LNG燃料的法规和技术标准体系、研发船用关键设备和技术,以及LNG加注站等设施建设。”上述上海某大型船舶企业相关人士吴某说,“未来我们还是比较看好LNG船舶和船运行业,因为船用LNG是目前技术最为成熟的清洁燃料。氢、氨、甲醇等燃料也会协同发展,但关键还要看技术匹配度。2035年前,如果这些燃料船舶技术稳步发展的话,LNG船舶还将占据主导地位。”

## 重型燃气轮机本土制造再迈坚实步伐

哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司第三台9HA燃机下线

■本报记者 李慧



9HA燃气轮机打包发运现场。哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司/供图

近日,在哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司,一台9HA燃气轮机顺利下线,被打包运往广东惠州大亚湾石化区综合能源站项目现场。据GE燃气发电集团中国区重型燃机销售总经理、哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司总经理马俊介绍,本次下线发运的燃机是该公司半年多来交付的第三台HA级燃气轮机。

## ■“本土制造”连续下线

据了解,哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司由哈电集团与GE燃气发电集团合资组建,今年2月,该公司生产的首台国产HA级重型燃机在秦皇岛重燃基地下线,标志着国内重型燃气轮机生产制造技术水平实现突破。

“自2022年9月开工生产以来,合资公司已陆续完成三台机组的生产制造并顺利交付用户。”马俊告诉《中国能源报》记者,“这是近年来合资公司持续引进、消化、吸收GE燃机的先进技术,不断深化关键部件本土化制造的成果。通过三台HA级燃气轮机的生产实践,合资公司的技术能力、装备能力和生产能力得到实质性跃升和发展。”

据马俊透露,当前,哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司已具备年产12台燃气轮机的装备制造能力,产品在国内市场的竞争力持续增强。

马俊表示,通过推进更多产品线落户国内,合资公司致力于打造哈电和GE在亚洲的“一个基地、三个平台”:即哈电和GE在亚洲最大的重型燃机制造基地,哈电和GE

在亚洲地区的重型燃机市场开发平台、制造国产化平台和技术服务本土化平台。

## ■助力新型电力系统建设

随着清洁能源转型的快速推进,近年来,燃气轮机在构建新型电力系统过程中发挥的作用越来越大。

GE燃气发电集团数据显示,9HA.01燃机电厂的一拖一联合循环环出力可达661兆瓦,9HA.02燃机可达838兆瓦,容量与国内660兆瓦和1000兆瓦煤电机组相当,完全可以作为基荷电力替代燃煤电厂。在效率方面,9HA.02燃机联合循环效率已达到64%以上。

2021年,天津华电军粮城电厂成为国内首座投入商业运行的9HA.01燃机电厂,供电能力达661兆瓦,区域供热面积可达700万平方米,可满足当地十余万居民的用电和采暖需求。

此次广东惠州大亚湾石化区综合能源站项目规划建设的两套

热电联产机组建成投产后,年发电量约为47亿千瓦时,供热量达1112万吉焦,不仅可以与可再生能源电力互补调峰,还能消纳周边企业生产的绿氢,将有力提升惠州市电力支撑能力,提高地区能源综合利用效率,满足大亚湾石化区西部的热负荷需求。

事实上,作为当前燃机发电领域最先进的技术产品之一,HA级燃机因其特别适合在大城市群用作纯凝发电,或作为调峰机组与可再生能源进行互补,在全球范围内装机量正不断快速增长。

截至目前,GE在全球已有88台HA级燃机投运,累计运行超过200万小时。GE燃气发电在国内共收获4个HA级燃机项目,涵盖9台HA级燃机,总装机量突破6.4吉瓦。

## ■掺氢燃烧成亮点

值得关注的是,惠州大亚湾石化区综合能源站项目投产后,燃机将采用10%(按体积计算)的氢气掺混比例与天然气混合燃烧,成为我国内地首座天然气-氢气双燃料的9HA电厂。

据马俊介绍,实际上,GE HA级燃机目前已普遍具备燃烧系统50%的掺氢能力,预计2030年将实现100%掺氢燃烧;合资公司生产的9HA燃机也已具备燃烧系统50%掺氢能力。

“GE已在B、E机组中积累了大量掺氢运行经验。目前,共134台掺氢燃机运行小时数超过800万。”马俊表示,“从目前技术来看,掺氢燃烧对于9HA燃机的燃烧系统来说是可行且经过验证的。当前,无论是国内还是国外制造的9HA燃机,都具备相同的掺氢能力,而GE多年的燃机掺氢运行经验,对于国内掺氢项目的执行,也可以提供很有价值的参考与借鉴经验。”



9HA燃气轮机。

哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司/供图

## 全钒液流电池产业链初步形成

短期内市场规模有望突破百亿元

■本报记者 苏南

“液流电池本征安全、循环寿命较长”“我国全钒液流电池产业链已初步形成”“全钒液流电池技术路线已进入商业化阶段”“全钒产业化的关键是如何降低系统成本”……这是近日记者在多个不同论坛上听到的观点。

在业内人士看来,不受资源约束、不受地理条件限制、建设地点比较灵活的特点,使得全钒液流电池在长时储能领域颇具优势。如今,全钒液流电池长期稳定性和可靠性在国内外多个项目中得到验证,产业链也已初步形成。不过,全钒液流电池产业仍需解决成本偏高的问题。

## ■商业化进程正在加速

目前,市场上液流电池的技术路径选择众多,其中商业化程度、技术成熟度最高的是全钒液流电池。

2019年,我国全钒液流电池储能装机规模为20兆瓦,2020年装机规模达100兆瓦,可见全钒液流电池装机量增长迅速。2022年,我国全钒液流电池储能项目建成5个、在建14个。今年1-7月,国内签约的全钒液流电池项目共15个,合计装机3.6吉瓦。

有预测数据显示,今年,我国全钒液流电池市场规模将达28.2亿元,2025年将增至81.7亿元,2027年将突破百亿元。

在业内人士看来,我国全钒液流电池储能产业发展前景向好。特别是拥有钒资源优势的河北、辽宁、湖南、四川、甘肃等地,全钒液流电池储能产业政策密集出台,从政府引导产业的角度支持全钒液流电池技术和产业发展。

“比较典型的是四川攀枝花,专门出台了针对全钒液流电池储能产业的发展规划,明确从电解液到电池的装备制造、再到全钒液流电池示范工程在当地的落地方案。”大连融科储能技术有限公司总经理王晓丽表示,钒可以循环使用,同时我国又是钒资源大国,具有发展全钒液流电池的产业优势。

## ■成本偏高制约产业发展

既然全钒液流电池储能市场发展空间广阔,那么缘何市场份额连锂电池储能的零头都赶不上?业内人士普遍认为,产品体积大、产业化不够、经济性不足等问题限制了全钒液流电池的发展,尤其是成本偏高,直接导致市场活力不足。

在业内人士看来,全钒液流电池应用最大的劣势就是初装建设成本高,全钒液流电池储能系统的投资成本约为3000元/kWh-4000元/kWh,

而锂离子电池约为1500元/kWh-2000元/kWh。虽然今年全钒液流电池储能系统成本有所下降,但基本还在3000元/kWh左右。

据了解,全钒液流电池储能产业分为上游、中游、下游。上游包括钒电解液、钒矿等,中游涉及电极、膜、结构的设计,下游以典型的电堆及BMS管理控制技术、系统集成以及用来生产的装备制造技术为主。“全钒液流电池储能要进一步发展和提升,很大程度上依赖材料端技术突破,而中游技术复杂,是技术壁垒较高的环节。”王晓丽表示。

“如今,90%以上液流电池企业是全钒液流电池企业,其成本主要集中在电堆和电解液,占比80%以上。以电堆为例,密度较低导致成本优势不明显。”大连海事大学交通运输工程学院教授马相坤表示,“如果全钒液流电池企业没有电解液工艺,每瓦时的成本高出0.5元,每千瓦时要高出500元。”

## ■技术创新仍大有可为

如何解决全钒液流电池成本偏高的问题?业内人士普遍认为,提升电解液利用率是降低系统成本,推动全钒液流电池储能产业化的关键。

南方科技大学碳中和能源研究院院长赵天寿认为,降低成本的关键是提升液流电池电流密度,因为电流密度的提高可以提升电解液的利用率,也就是钒的利用率。目前,全钒液流电池示范项目中的利用率一般在60%左右。

持上述观点的还有中南大学教授刘素琴。她认为,未来主要技术趋势是高浓度、高稳定性和高活性电解液,可从提高电解液的导电性和提高钒离子的活性等途径降低成本。此外,通过材料、结构的创新,可使全钒液流电池的电堆成本每瓦时降低0.3-0.35元。

王晓丽表示,降低成本,提高转化效率,一是要进一步升级从上游材料到电堆的技术,形成高功率密度、高工作电流密度的电堆,以及通过系统集成的设计提升效率。二是从产业规模角度来看,目前整个产业链初步建立,规模效应尚未显现,规模降本潜力巨大。



250kw/1MWh全钒液流电池光储充示范项目。承德新新钒钛储能科技有限公司/供图