

GE 燃气发电:

# HA级燃机引领燃气发电新潮流

■本报记者 李慧

“HA级燃机技术代表着当前燃机发电市场最先进的技术。GE的HA级燃机是世界上最大、最高效也是增长速度最快的燃机,特别适合在大城市集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看来,燃气轮机的发展从最开始的轻型燃气轮机到重型燃气轮机,随着技术的不断进步,在全球范围内,燃气轮机目前已经迈向了“HA级时代”。

凭借优越的安全性与可靠性,GE的HA级燃机获得了全球电厂用户的认可,在20个国家收获了142台的订单。截至目前,全球已投运的GE HA级燃机机组总运行小时数已经突破了159万小时。

62.22%的实测联合循环全厂净效率被吉尼斯世界纪录认定为全球最高效的50赫兹燃机电厂。仅仅18个月之后,在美国南卡罗来纳州格林维尔的试验电厂里,GE 9HA.02燃机联合循环发电效率再创新高,突破了64%。2021年,中国天津华电军粮城电厂的9HA.01燃机,联合循环效率也达到了63.36%,成为目前国内投运的HA级燃机机组中效率最高的。

超高的发电效率不仅最大程度地增加了电厂的产能,还给电厂带来了更高的经济效益。“燃机电厂70%至80%的度电成本来自于燃料,所以发电效率高低直接决定了发电成本的高低。”阎福华给记者算了一笔账,“如果每年按4000运行小时计算,单台9H级燃机比9F级燃机节约燃料费用



▲ 东莞宁洲3×700MW燃气-蒸汽联合循环热电冷联产工程中的两台9HA.02重型燃机抵达东莞市。



▲ 中国天津华电军粮城电厂。

展空间,为此,GE坚定不移地推进燃机全产业链的本土化进程。

“我们的本土化进程大致可以分为三个阶段。第一阶段是实现了现场检修力量本地化,在国内培养了一批检修人员,节约了检修时间和人工成本。第二阶段,我们在秦皇岛成立了维修和服务基地,打造了零部件的本地维修能力。第三阶段,我们成立了合资公司——哈电通用燃气轮机(秦皇岛)有限公司,实现了整机以及全生命周期零件的本土化生产能力。”

事实上,GE的HA级燃机从设计之初就考虑到了全球各个市场的用户需求,针对中国市场也不例外。据阎福华介绍,由于国内用户对调峰、灵活性有很高的需求,为此,HA级燃机采用了1级进口导叶和3级可调静叶(VSV)的设计,燃烧室采用微孔预混燃烧技术,加上AFS轴向燃料分级燃烧技术,不仅令燃机运行更灵活,在更低负荷时就能够满足排放要求,还可以做到深度调峰。

马俊表示,中国的燃机市场是全球交货周期要求最短的市场之一,GE的合资公司为燃机客户提供全生命周期的服务,打造国内产业链、降低成本,把燃机的交货周期从20多个月缩短到14-16个月。

另外,由于国内很多电厂是热电联产,所以,HA级燃机对排气温度也有优化,能够使余热锅炉产生高品质的蒸汽,从而满足工业用蒸汽及供暖的需求。

与此同时,从应用场景来看,HA级燃机也充分考虑到了国内新型电力系统的发展方向,不仅能够替代煤电,还可以与可再生能源电力互补调峰,更能够消纳部分地区生产的绿氢,全面满足国内用户的需求。

据了解,截至目前,GE燃气发电在国内已经收获了4个HA级燃机项目,涵盖9台HA级燃机,包含6台9HA.01燃机及3台9HA.02燃机,总装机容量已经突破6.4吉瓦。

系统对快速灵活调峰的需求越来越大。HA级燃机不仅拥有更广泛的燃料适应性,同时还具有强大的调峰能力。数据显示,9HA.01燃机的调峰能力是65兆瓦/分钟,9HA.02燃机的调峰能力则达到了88兆瓦/分钟。“无论从速度上还是从质量上,都有非常明显的优势。”

另外,据测算,从占地面积来看,9F级燃机每千瓦装机占地0.125平方米,9HA.01燃机每千瓦装机占地0.1029平方米,9HA.02燃机每千瓦装机占地仅为0.0835平方米,9HA.01和9HA.02分别比9F级机组每千瓦装机的占地面积低了18%和33%。阎福华表示,基于此,HA级燃机更适用于作为电力负荷中心的大都市圈,可节约用地成本。

## 燃氢能力更上一层楼

值得注意的是,近年来,随着电力清洁化转型的加速,在天然气中混掺氢气燃烧发电悄然兴起。而HA级燃机在此领域也表现出更为强劲的优势。

根据GE的测算,如果采用高效的联合循环发电机组,以GE的9HA.02燃气机组为例,相比燃煤机组可以实现60%的碳减排,而如果在HA级联合循环机组中采用天然气混掺50%氢气燃烧,则可以将碳排放量进一步降低69%。

据阎福华介绍,燃气轮机混掺氢气作为燃料的技术并非新鲜事物,GE燃气轮机采用氢气作为燃料运行已超过30年。在此期间,全球有超过100台GE燃氢及其他

低热值燃料的机组在运行,累计运行小时数超过800万小时。

“GE的LM2500、6B、7E、9E、6F和7F等一系列燃机都采用过氢气作为燃料,在这方面,我们积累了丰富的经验。”阎福华表示,“HA级燃气轮机通过采用GE的微孔预混燃烧技术,提升了燃料与空气混合的均匀性,目前可实现50%的氢气混合燃烧比例。我们的目标是将100%燃烧氢气的燃机应用于新型电力系统。”

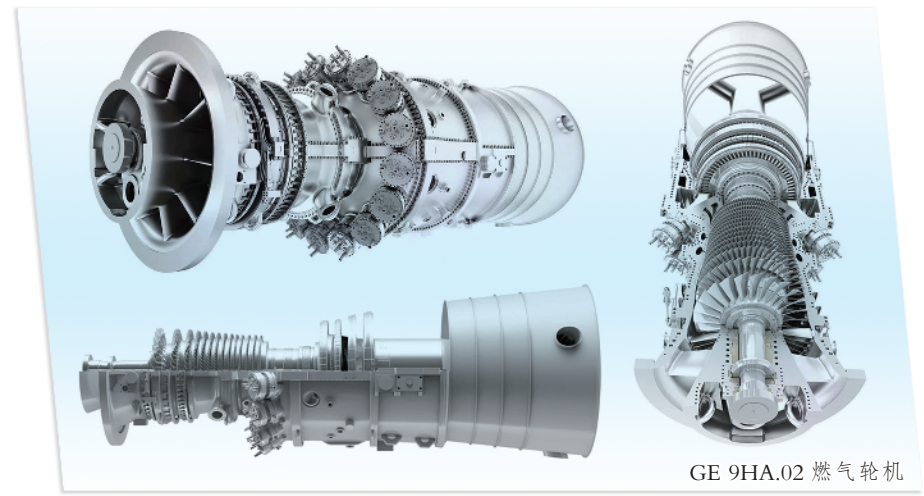
据了解,在中国,GE也已经有十几台燃烧高比例氢燃料的燃机在钢厂、化工厂等运行。去年,广东省能源集团旗下的惠州大亚湾石化区综合能源站订购了两台套GE 9HA.01重型燃气轮机联合循环机组,投产后将采用10%(按体积计算的)氢气掺混比例与天然气混合燃烧,有望成为中国首座掺氢燃烧的9HA电厂。

马俊强调,氢能无疑是新一代能源热点,目前业界也在不断探索可再生能源制氢。“HA级燃气轮机正在朝着采用氢气作燃料,从而向实现零碳发电的方向努力。GE计划在2030年前,将HA级燃机的燃氢能力提高到100%。”

## 产业链全面推进本土化

为了更好地发挥HA级燃机的诸多优势,GE不断深耕中国市场,大力推进全产业链的本土化进程。

马俊表示,GE持续看好中国燃气发电市场,预计未来5到10年,甚至更长的一段时间内,燃气发电在中国还有很大的发



GE 9HA.02 燃气轮机

## 5个“更”保驾护航稳定供电

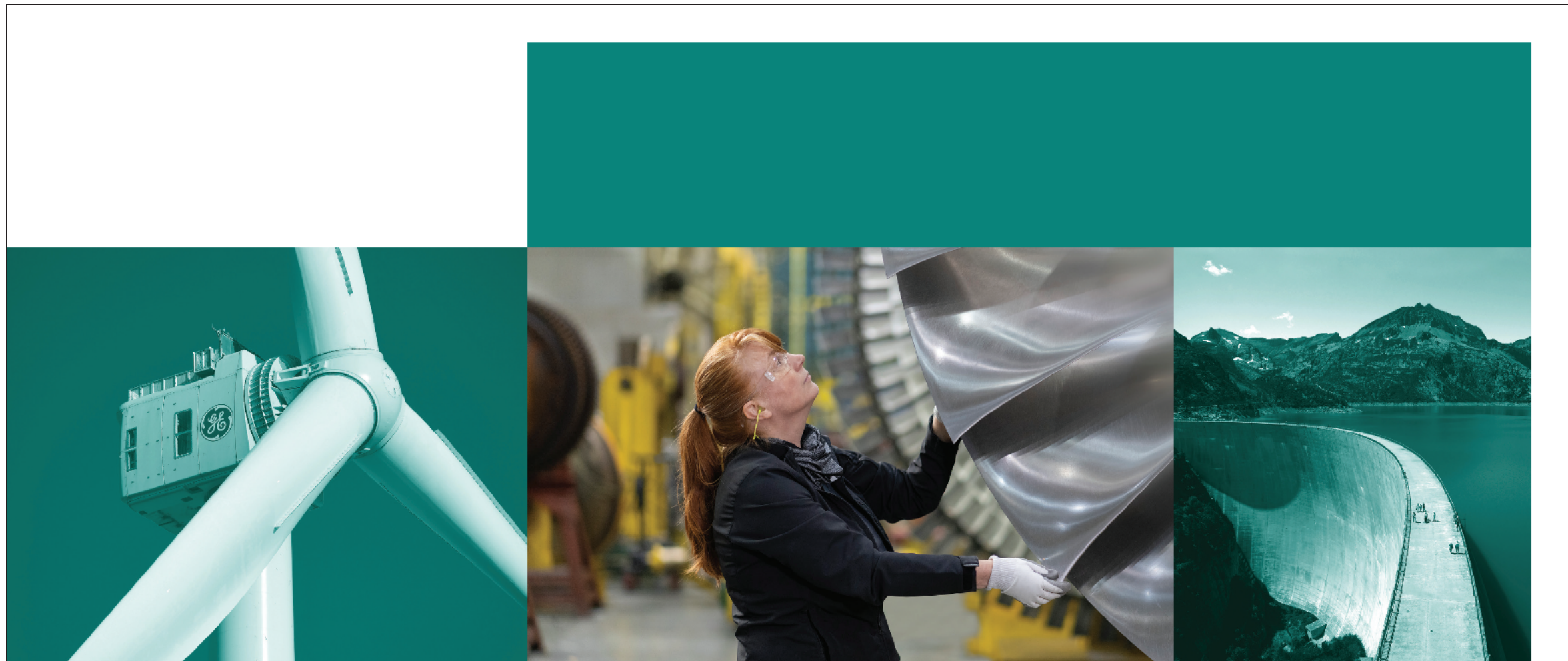
据GE燃气发电集团中国区产品技术总经理阎福华介绍,燃气轮机的发展经历了从B、E、F到目前最先进的9H级的更新过程。他通过将9H级燃机与9F级燃机比较指出,HA级燃机实现了五个“更”——更高效、更环保、更灵活、更经济、更紧凑,在助力安全稳定供电方面可谓更胜一筹。

事实上,GE HA级燃机自落地之时起,即以高效吸引了业界目光。早在2016年,全球首座配置GE 9HA燃机的联合循环燃气电厂——法国布尚电厂,就以

约5.7亿元人民币左右,这是非常可观的数字。”

在更高效、更经济的同时,HA级燃机的环保效益也令人刮目相看。HA级燃机不仅在碳排放方面优于其他机型,氮氧化物的排放量也小于其他类型的燃机。“以9HA.02燃机为例,其碳排放强度为309克/千瓦时,比9F级燃机的碳排放强度低6.7%。”阎福华告诉记者,“在氮氧化物排放方面,9HA.02燃机可以实现15ppm的排放,而9F级燃机的氮氧化物排放基本上都在25ppm左右。”

与此同时,阎福华表示,随着电气化转型加速和可再生能源电力快速增长,电力



GE VERNOVA  
Our portfolio of energy businesses

# 引领能源新纪元