

# 氢气隔膜压缩机大有可为

——访广东佛燃天高流体机械设备有限公司董事长黄津鹄

■本报记者 卢奇秀

随着加氢站建设提速，其核心设备——隔膜压缩机迎来前所未有的发展机遇。

不久前,黄津鹄奔赴佛山市,就任广东佛燃天高流体机械设备有限公司董事长,开启了第二次创业。作为国产隔膜压缩机科研带头人,他的资历颇为深厚:参与过国家“八五”“九五”重大技术装备研制和国产化工作;参与大亚湾核电站、秦山核电站、高温气冷堆隔膜压缩机的研发;主持完成国家“921 载人航天工程”中宇航员生命保障系统隔膜压缩机的研制任务;主持完成了大于 90MPa 的氢气隔膜压缩机的研制,填补了国内高压氢气隔膜压缩机的空白……

“可以预见,氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场,但其产品技术水平与国外相比还存在一定差距,高压、大容量极限还有待突破。”黄津鹄说,隔膜压缩机不能成为我国氢能产业发展的短板,这次创业是带着使命而来。

### 从向国外学习到自主创新

隔膜式压缩机是压缩和运输各种高纯气体、貴重稀有气体、有毒有害气体和腐蚀性气体的机器设备,广泛应用于氢能应用、核电核能、食品医药、石油化工、电子材料和国防军工等领域。

1916 年,法国人 Henri Corblin 发明了隔膜压缩机,该技术具有压缩比大、密封性好、压缩气体不受润滑油和其他固体杂质污染的特点。长期以来,隔膜压缩机技术被法国、德国和美国企业所垄断。随着几代人的努力,目前,我国隔膜压缩机生产能力达到国际先进水平,并形成一定的产业集群。其中,北京第一通用机械厂是国产隔膜压

缩机的发源地。

“这是一个从模仿学习到自主创新、再到原理创新的过程。”黄津鹄从学徒做起,历任北京第一通用机械厂隔膜室主任、压研所副所长、开发服务部经理。据他介绍,上个世纪 60 年代初,根据第一机械工业部要求,北京第一通用机械厂参考法国设备制造出我国第一台隔膜压缩机 G2V-5/200;20 世纪 60 年代末到 70 年代中期,以陈第岱为代表的第二代科研人员奠定了国产隔膜压缩机的基础理论;20 世纪 70 年代末到 80 年代末,以李永进为代表的第三代科研人员团队为隔膜压缩机膜片材料国产化奠定了基础。

“我算是第四代科研团队的‘带头人’。那时候接到指令就干,只要有进口隔膜压缩机的地方都去参观学习过,产品设计、机器调试、故障维修,什么活都干,这为以后的工作打下坚实基础。在上世纪 90 年代中期,中科院某单位进口了一台超高压 200MPa 的隔膜压缩机,当时没有人能调试,最后是由我调试成功的,而且这个纪录在中国隔膜压缩机界保持了将近 20 年。”黄津鹄说,他一辈子只做了隔膜压缩机一件事,研发出了膜片破裂报警检测系统,建立了系列化、模块化、标准化的产品体系,推动隔膜压缩机市场初具规模。

### 创业之路步履维艰

2001 年,黄津鹄创办了北京天高隔膜压缩机有限公司,开始了第一次创业。黄津鹄对设备进行了“压力补油,压力润滑”等多项技术改进,使设备的承载能力大幅度提升。“十一五”“十二五”和“十三五”期间,公司连续三届承担了国家科技部的加氢领域课题。由北京市人民政府、中国人民解放

军总装备部、北京市知识产权局、中国机械工业联合会等单位颁发的各种科学技术荣誉证书和奖章积攒了厚厚一摞。

“但创业之路并不平坦,为响应国家环保要求,工厂多次搬迁,业务发展和运营都受到极大的制约和影响,技术创新也难以及时转化。”黄津鹄坦言,也迷茫过,骨子里还是觉得自己是一名研发人员。2020 年底,黄津鹄接触到了佛燃能源集团股份有限公司。彼时,后者正在积极布局氢能产业。多次沟通后,双方于去年 6 月共同出资创建广东佛燃天高流体机械设备有限公司。由此,黄津鹄踏上了第二次创业之路。

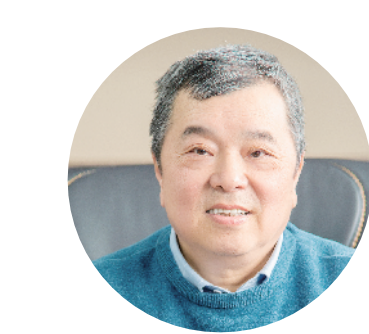
“新厂房一期产能 300 台/年,后续将扩产至 1000 台/年。2022 年订单总额有望实现 3 倍增长。公司在人才、服务、交付时间等方面的短板将快速补齐,自己也能专注于技术研发。”黄津鹄给自己起了个“黄老创”的网名,鼓励自己专注于创新研发。“在技术突破上,始终觉得自己担负着使命。单缸最大容积、单台机器最大电机功率的极限在哪?隔膜压缩机能否抽真空、能压缩多高温度的气体?当然还有隔膜压缩机新原理的探索,这里面还有很多想象空间,也是隔膜压缩机性能参数的边界,就像攀登珠穆朗玛峰,很难,也是乐趣所在。”

### 氢能将是最大的应用市场

近年来,氢能产业频迎政策利好,尤其是燃料电池汽车示范应用城市群的开展,加快了加氢站建设速度。

根据《中国氢能及燃料电池产业白皮书》预计,到 2030 年、2050 年,我国加氢站数量将分别达到 1500 座、10000 座。

“一座加氢站至少需要一、两台压缩



机。西部绿色能源制氢也有较大的设备需求。”黄津鹄介绍,此前,隔膜压缩机应用仅有百台级规模,根据不同的氢气来源、不同的压力和流量要求、不同的使用环境和控制运行要求配置,又是一个多品种、小批量的产品市场;以后氢气隔膜压缩机有望形成标准化、批量化的产品。由此,氢能将成为隔膜压缩机最大的应用市场。

据了解,当前,我国加氢站隔膜压缩机主要进口国外设备。黄津鹄坦言,皮实耐用是国产隔膜压缩机的优势,基于维修操作工人存在误操作、螺栓紧力大小不均匀的情况,设计预留了误操作空间。但我国隔膜压缩机整体工业基础跟国外相比还存在差距,阀门、高压表、控制器、安全阀、传感器等关键零部件国外品牌占比较多;国内优质膜片材料生产企业较少,且产品表面光洁度、热处理定型生产工艺与国外产品存在差距;国内膜腔曲线理论也没有国外研究得那么深刻,膜腔曲线和膜片应用结合研究还有待加强。

黄津鹄进一步指出,一百多年来,研发人员都是在隔膜压缩机各个零部件上面改进创新,虽然极大地提高了隔膜压缩机的

性能水平,但体积大、转速低、能耗较大的问题并没有根本解决,这恐难以满足加氢站大规模发展需求。在他看来,新型隔膜压缩机原理性创新迫在眉睫。

### 技术攻关再攀高峰

黄津鹄介绍,国内加氢站多用 500 公斤 45MPa 的压缩机,而 90MPa 和更大排量压缩机的需求正在增加。这意味着高压、大排量是压缩机行业的发展趋势。“但不能将设备体积简单放大,要在几乎不增加体积的情况下增加排量,提高能量密度。比如,气缸压力有上限,工人紧固螺丝耗时较长,效率不高。随着压力增大,螺丝紧固也非人力所为。

对此,黄津鹄设计出“卡箍式”气缸,实现了隔膜压缩机气缸紧固方式由“轴向”转向“径向”的颠覆性突破,该设计不仅实现 300MPa 的排气压力,气缸紧固力仅为传统气缸的 1/3,还减少 60%拆装时间。“创新一定要符合经济规律才有价值。”

黄津鹄开了一个科普隔膜压缩机的公众号,还记录一些生活感悟和思考,“从一个普通的设计师、企业中层干部到民营企业业主,个人命运同国家发展是紧密相连。国家提出碳达峰碳中和目标,氢能产业的‘天亮了’,这是一代隔膜压缩机人的历史机遇,我们要把握住,再努力创新攻关,将来国产隔膜压缩机还能走出国门,出口海外。”

黄津鹄说,二次创业是带着使命的。天高累计拥有的专利近 60 项,“理论结合实际,大胆创新,勇于实践”是他的成功法宝。目前他正在试验国内最高排气压力的隔膜压缩机,要让世界知道中国也有隔膜压缩机原理创新技术。

## 江苏启东:我国船企首次为非洲项目建造的浮式生产储卸油船即将试航



### 图片新闻

近日,由江苏启东中远海运海工承建的浮式生产储卸油船 N999 的多项系统调试已接近尾声,下月将进行命名、试航。

据了解,N999 是我国船企首次为非洲项目建造的浮式生产储卸油船,启东中远海运海工负责该项目的主船体和 life zone 的设计、采购和建造,以及上部模块的建造。该船总重约 20 万吨,设计使用年限为 30 年,船长 270 米,总宽 54 米,型深为 31.5 米,最大排水量约为 32 万吨,储油量不少于 144 万桶,日卸油量达 110 万桶,日处理气体能力达 505 万标准立方英尺,空船重量 4.8 万吨,上部模块重 2 万吨,生活区最多可居住 140 人。

该船集油气生产、处理、储卸、外输功能及系泊定位于一身,建造完成后将远赴非洲开展作业,为毛里塔尼亚、塞内加尔等国提供天然气。人民图片

## 浙江最大绿电熔盐储能项目验收

■严璐瑶 王未央

“天圣集团熔盐储能项目顺利通过初验,已基本具备送电条件。”8 月 15 日,浙江省内最大熔盐储能项目于绍兴天圣集团天实园区完成验收。据测算,该项目建成后,每年可发电 3200 万千瓦时,年供蒸汽量 42 万吨。

### 熔盐储能成新型储能佼佼者

今年以来,正打造国家电网新型电力系统省级示范区的浙江,积极探索新型储能发展模式,努力激活储能资源价值,保障大电网安全稳定运行和能源安全供给。6 月,浙江省发展改革委、浙江省能源局联合发布《浙江省“十四五”新型储能发展规划》,其中天圣集团绿电熔盐储能项目被列入首批示范项目,在探索新型储能发展领域上迈出了坚实的一步。

据悉,浙江天圣控股集团有限公司坐落于浙江绍兴柯桥印染集聚区,近年来成功探索并形成了“化纤+印染”一体化循环能源产业园经营模式。目前,天实产业园具备年产 130 万吨差别化纤维的生产能力,产能占全国化纤全拉伸丝产量的 10% 左右,规模处于全国行业前 10 位,因此蒸汽用热需求量十分庞大。

“我们之前都是用煤炭等化石燃料供热,但现在全球燃料产能下降,国内煤炭价格暴涨,叠加能耗“双控”政策影响,原先所

采用的燃煤锅炉、热电厂管道蒸汽和天然气等主要热源已无法保障蒸汽供应,所以必须寻求全新的破局之道。”天圣集团熔盐项目负责人俞建强介绍道。

随着建设成本不断下降、市场机制日趋完善,新型储能或将迎来大规模发展的机遇期。而熔盐储能作为新型储能界的佼佼者,是仅次于抽水蓄能、电化学储能的第三大储能技术,在助力打造零碳产业园的同时,可为高能耗用户提供绿色能源解决方案,解决企业的燃眉之急。

### 助力清洁电力消纳

熔盐储能打破了传统燃煤供汽、发电模式,通过高效利用西部地区的风电、光伏等可再生能源电力并在廉价谷电时段对熔盐罐进行加热,实现能量存储,存储的热量通过蒸汽发生系统产生蒸汽,可实现清洁供热,也可推动汽轮发电机再次输出持续、稳定的电能。

“这是全国首个利用谷电进行发电的熔盐储能项目,是规模化熔盐储能在用户侧的示范性尝试。通过在西部地区建设大型风光电基地,助力远方清洁能源消纳,让用户享受绿电权益,抵扣能耗指标的同时,还为企业免去了配建储能设施的额外投资成本。”国网绍兴供电公司客户经理孙季俭说道。

随着国家双碳目标的提出,清洁电力占比将越来越高,短时缺电力与全年富电

量、系统灵活性不足与新能源消纳受限等问题将更加突出,而储能技术则成了破解能源发展三元悖论的金钥匙。

国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华表示,熔盐储能可在低谷时段消纳富余电能,尖、高峰时段对外供热、供电,为保障民生可靠用电安上“双保险”。同时,该熔盐储能项目能以 1 万千瓦的功率运行 12 小时,可全负荷支持削峰填谷,有效平抑电网负荷峰谷差,为电力系统提供百兆瓦级灵活调节能力。这么一来,既提升了新能源消纳能力又平滑了电网负荷曲线,支撑能耗“双控”和“双碳”目标,减碳效益显著、投资效益可观。此外,其灵活稳定的消纳和输出能力使得企业生产在时间安排上更加灵活,创造出额外的时间价值,可谓一举多得。

据测算,熔盐储能供蒸汽项目建成后蒸汽成本可低至 210 元/吨。“我们大致算了一下账,假设投资一套年供蒸汽量为 100 万吨左右的熔盐储能装置,预计 2 至 3 年就可收回成本。从长远来看,这对我们企业发展来说是一笔稳赚的买卖。”俞建强对企业未来发展充满了信心。该熔盐储能电站建成后,产业园全年可节约动力煤 13.9 万吨,全年减排二氧化碳 36 万吨,为企业节能低碳转型插上“双翼”。

值得一提的是,该熔盐储能项目在绿电凭证上有着大量的刚性需求,借助绿电交易市场这一“枢纽”进行传导,促进光伏等新能源电站平价上网积极性,其优良的储能特性也有助于绍兴地区新能源的集中



高、低温熔盐罐系统 严璐瑶/摄

消纳。

据国网绍兴供电公司市场服务中心主任徐文华介绍:“由于受到疫情等因素影响,为了不影响工程进度,我们采用 110 千伏移动预装式变电站代替传统变电站,有效缩减变电站建设工期,确保该项目能够如期投运。”

一直以来,国网绍兴供电公司强化储能电力系统平衡调节功能,助力各类新型储能领跑“双碳赛道”,在新型储能领域做出许多大胆的尝试与探索。6 月 17 日,全

国首个 35 千伏中压直挂式储能电站在绍兴并网运行,进一步增强了电网支撑能力,并作为大型备用电源,有效提升故障后恢复能力,减少停电经济损失。此前,新凤凰公司新型复合储能项目,创新性地采用锌镍空液流电池,储能电池原料成本低、使用寿命更长。而在整合储能设备的基础上,国网绍兴供电公司通过“云储能”交易平台充分调动储能资源,带动更多市场及用户参与储能建设并享受红利,既满足企业用能需求,又降低用电成本。