

# 氢液化储运技术研发获支持

■本报记者 仲蕊



资料图

近日,航天科技集团六院101所牵头申报的“国家能源液氢技术重点实验室”成功入选国家能源局“十四五”第一批“赛马争先”创新平台名单。“双碳”目标背景下,我国氢能发展迎来机遇期,液氢作为实现氢能高效规模应用的关键技术开始受到重视。

此前,受技术水平和成本约束,我国液氢较多用于航天领域。业内人士认为,随着氢能及燃料电池产业化步伐加快,氢能的大规模需求时代或将到来。我国液氢产业正在各方力量加持下,加强经济性、技术性、国产化突破,为推动氢能产业大规模发展奠定基础。

## 规模化更具经济性

与气态氢相比,液氢具有高效可控、不易污染、品质稳定等特点,有望成为氢能实现规模化应用的重要推动力。但由于液氢化工厂投资大、耗电多,一直以来,液氢普遍被认为不具备经济性。

江苏国富氢能技术装备股份有限公司战略总监魏蔚指出,液氢具有规模效应,当规模扩大时,液氢化的能耗和单位成本将显著降低。液氢达到足够的规模后将更具经济性,而在规模偏小且没有持续用氢需求情况下,应以高压氢储运等其它技术路径过渡。

“事实上,氢液化工厂的成本由大规模固定资产投资和耗电耗能的液化成本两部分组成,随着规模的扩大,氢液化工厂的运营成本和投资成本会大幅降低。”魏蔚表示,以不同规模的液氢工厂为例,液化规模为5吨/天及以下时,液氢工厂的综合能耗将超过15千瓦时/千克;当液化规模达到10-30吨/天时,氢液化工厂的综合能耗约为9-14千瓦时/千克;当液化规模扩大至150吨/天,液化能耗可降低至6千瓦时/千克。

随着氢液化工厂规模的扩大,不仅耗电成本在逐步降低,固定投资成本也开始走低。当液氢工厂的产能规模由5吨/天扩大至50吨/天时,氢液化的总成本可降低

50%。未来,产能达到50-150吨/天时,成本可进一步降至目前的40%。

中科富海低温科技有限公司氢能业务中心总经理宁永强表示,日本、美国等国家的经验已经证明,液氢的运输成本仅为高压氢气的1/8-1/10,因此液氢在氢能规模化储运方面具有明显优势,是降低氢储运成本的重要方式。

## 核心技术装备逐步国产化

值得关注的是,近年来,我国部分氢能企业持续加大液氢全产业链研发,从液化膨胀、液氢储运,到液氢加注和车载储氢,已完成了相应的科研实验,在全产业链装备上实现了百分百国产化。记者在2023世

界氢能技术大会上也了解到,部分企业已开始探索车载液氢技术突破与应用落地。

未势能源科技有限公司副总裁魏超朋介绍,公司正以系列化重载交通工具液氢系统及核心零部件为产品核心,通过合作建设液氢工厂和液氢加注站,推动液氢重卡和液氢船舶等氢能重载交通工具的推广和应用。

宁永强指出,目前,我国在液氢技术层面基本都有了国产替代方案,未来行业应通过技术迭代和升级提升液氢化的规模和效率,以尽快实现液氢道路运输与民用领域应用。以中科富海为例,近日,中科富海研发、制造并出口欧洲的首套具有自主知识产权的1.5吨/天液氢化装备已在海外用户现场调试成功,标志着我国已掌握液氢

化核心技术,打破了以往液氢装备被国外垄断的局面。

不过总体来看,我国液氢技术距离欧洲、美国、日本等国家和地区仍有较大差距。以美国为例,美国基于氢膨胀制冷的液氢出厂价仅为十几元人民币,10年前就已达到10万吨/年的产能量级,而现阶段我国每年液氢产能仅有百吨的量级。

从主要的液化循环装置来看,目前氢液化主要采用氨膨胀制冷循环和氢膨胀制冷循环。由于氢膨胀制冷循环的单位能耗更低,大规模氢液化装置都采用氢膨胀制冷工艺。但放眼全球,掌握氢膨胀制冷液化技术的仅有美国空气产品公司、德国林德集团和法国液化空气集团,我国在氢膨胀制冷循环研发方面仅有航天六院101所、中科富

海和国富氢能取得了部分技术成果。

“氢气是战略物资,价格昂贵,而且我国是贫氢国,加快氢膨胀制冷循环工艺的设计研究,以及氢气透平膨胀机和正仲氢转化器等关键设备的国产化,将是未来需要攻克的难点。”魏蔚直言,面对技术全球化和成本竞争,我国需要选择更为艰难的技术攻关道路,而非仅仅停留在现有的成果之上。

## 打造特色技术路径

近两年,我国已有多个氢液化项目开工建设。2022年2月,齐鲁氢能(山东)发展有限公司氢能一体化及储氢装备制造项目举行开工仪式,项目总投资约5.4亿元,将建设一期10吨/天和二期30吨/天液氢产能规模。今年3月,内蒙古举行“风光制氢一体化项目”三方签约仪式,该项目为全国首家绿氢液化项目,规划一期日产液氢10吨、二期日产液氢30吨,制氢液化投资约9亿元。

“结合我国能源资源禀赋,构建具有我国特色的绿氢液化储运方式尤为关键。”魏蔚指出,我国能源资源“西富东贫、北多南少”,而需求则是“东富西贫、南多北少”。这一逆向分布催生了大规模储运需求,因此,我国氢能的运输与电力、天然气的转运路径相似。2023年4月,我国首条“西氢东送”输氢管道示范工程被纳入《石油天然气“全国一张网”建设实施方案》,今年“西氢东送”元年,未来新的能源转运大幕已经拉开,当氢储运达到一定规模时,将会进一步推动液氢市场应用。

此外,液氢产业的发展也离不开企业的系统推进、技术优化。“液氢发展需要企业率先进行项目示范,企业申报项目提出需求,国家才能推动相关政策的制定。”一位不愿具名的液氢领域专家对记者表示,充分利用系统工程思维是液氢民用化、商业化应用的核心。“核心技术的积累不可能一蹴而就,需要从基础研究、材料、工艺等环节推动系统性工程进步,以及整个系统的集成优化。”

## 持续引领行业

# 华为发布全场景智能光储新品和解决方案



图为《光伏安全白皮书》发布现场。

6月13日,在2023年德国慕尼黑国际太阳能展(Intersolar Europe 2023)期间,华为智能光伏新品发布会成功举行。华为数字能源智能光伏产品线总裁陈国光发布了智能光伏战略和全新升级的智能光伏品牌 FusionSolar,华为数字能源电站智能光伏业务总裁郑越、工商业智能光伏业务总裁钟明明、户用智能光伏业务总裁周涛分别发布了三大场景的智能光伏新品和解决方案。

## 三大战略发布

此次发布的智能光伏战略包括三个方面:一是聚焦4T(Watt/Bit/Heat/Battery)技术融合,加大研发投入,持续创新技术引领,加速光伏产业发展进程。二是联合伙伴,携手共筑行业高质量标准,推动产业健康发展。三是携手全球6大生态伙伴,共创、共享、共赢,共同推动产业持续、高质量发展。

在电站场景,过去十年,华为通过数字技术和电力电子技术的融合创新,以智能光伏解决方案推动行业从低成本转向高价值,引领智能组串式成为全球主流;未来将通过“光储网云”融合,打造智能光储发电机,加速光伏成为主力能源。

在工商业场景,华为深耕行业,以“智”取胜,技术创新推动主动安全成为标准,让绿色走进千行百业,助力客户可持续商业运营和绿色低碳转型。面向未来十年,华为“优光储充用云”一站式解决方案将助力每个园区/工厂实现100%自给自足,致力于让每个企业早日实现100%的清洁能源应用。

在户用场景,更进一步,引领未来。通过部件革新与技术升级,引领家庭用能的未来演进。通过离网状态的备电、EMMA对家庭能源的智能调度,和未来VPP之间的互联互通等核心技术,最终实现以家庭为单位的用电独立与用电自由。家庭不再

是孤立的个体,从社区、区域到城市,依托能量流与信息流,实现大范围内能量的交换与流动,智能的调度与管理。

此外,在构筑安全基石、行业标准牵引、联合伙伴推动产业发展等方面,华为将坚持“聚焦核心,开放生态”携手伙伴为客户提供更具竞争力的解决方案,为伙伴带来更大的发展机遇,共同推动产业高质量发展。

## 全面升级 FusionSolar 品牌

华为在数字能源领域已经深耕十几年,致力于融合数字技术和电力电子技术优势,打造数字化、智能化的智能光伏解决方案 FusionSolar。Fusion 代表融合,Solar 代表光伏,FusionSolar 代表了融合创新的理念。随着产业和业务的不断发展,我们进一步明确智能光伏业务的愿景:光储融合,全面智能,加速光伏成为主力能源,让绿色电力惠及千行百业、千家万户;同时,全面升级 FusionSolar 品牌。

FusionSolar 作为全新的品牌形象,定位为光伏领域的融合创新引领者,融合数字技术和电力电子技术的创新领先能力,融合产业链能力和智慧,提供安全稳定的产品和以人为本的极致体验,携手产业伙伴共建开放共赢的产业生态,共同加速光伏成为主力能源,推动能源向绿色、普惠的可持续能源转型,让绿色电力真正惠及千行百业、千家万户。

## 发布三大场景新品和解决方案

郑越提出,目前光伏迅猛发展,电网稳定性面临巨大挑战,光储融合成为必然;“光伏+”多种复杂场景,也将带来更多挑战。基于以上趋势与挑战,华为发布了 FusionSolar 智能光储解决方案,以 SUN2000-330KTL 新一代1500V 智能光伏控制器为核心,通过支持光储低压交流

耦合、子阵级智能融合控制、全面领先的并网能力、光储全链路“5+4”重安全设计以及智能融合诊断,为客户带来更优度电成本(LCOE)、电网友好、安全可靠、全面数字化四大价值。

钟明明发布了工商业优光储充用云解决方案,基于优光储充用云的融合、协同、安全、智能的解决方案。从智多发电、智能用电、智高可靠、智简运维四个维度去降低客户用电成本,并通过在设备、资产、人身三层构建主动安全,整个解决方案包括:首款匹配182/210组件的1300W优化器,首个全系列实现企业级供电可靠的逆变器,首款使用智能组串式架构的200kWh工商业储能,首个720kW模块化全液冷超充主机,以及首个融合全链路智能化的工商业智能管理系统。

周涛发布户用智能光伏解决方案4.0,1+4+X一站式解决方案(1=智能能源控制器,4=智能组件&智能组件控制器、智能组串式储能、智能充电桩、智能光伏管理系统,X=全屋备电盒、EMMA、家庭用能生态等),将家庭自用提升至90%+,并逐步向100%演进,实现用电自由、智控体验、主动安全等核心价值。

安全是行业可持续发展的基石。此次发布会上,TüV莱茵与华为联合发布《光伏安全白皮书》,认证华为智能光伏全场景解决方案全方位满足安全标准,为光储应用设立行业安全标准。

长风万里鹏正举,勇立潮头智为先。华为将持续技术创新,为全球绿色低碳转型与可持续发展做出坚实贡献。截至2023年3月底,华为智能光伏全球累计生产绿电7700亿度,减少碳排放3.5亿吨,相当于植树4.8亿棵。未来,华为将与客户、伙伴携手同行,加速光伏成为主力能源,让绿色电力惠及千行百业,千家万户,共同推动产业的高质量健康发展,共建绿色美好未来。(仲新源)

风光大基地项目推进取得新进展。近期,内蒙古、山东、青海、江苏、山西等省份纷纷公布第三批风光大基地项目清单。截至目前,已有6个省份下发第三批风光大基地项目备选名单,合计规模超40吉瓦。

“不过,还要认识到一个重要的现实问题,西北地区是风光大基地建设的重点区域,具备发展风光大基地的土地条件,但用电负荷远不如中部、东部和南部地区,这就需要考虑输送问题。”日前,在新型电力系统与绿色能源创新论坛上,中国工程院院士、清华大学建筑节能研究中心主任江亿作出如上表述。

## 重“供”轻“发”,则无法建成管用的电网

在4月召开的能源局2023年第二季度新闻发布会上,国家能源局新能源和可再生能源司副司长王大鹏介绍,截至目前,第一批9705万千瓦风光大基地项目已全面开工,项目并网工作在积极推进,力争今年年底前全部建成并网投产。同时,第二批基地项目已陆续开工建设,第三批基地项目清单已印发实施。

在华北电力大学经济与管理学院教授袁家海看来,实现碳达峰碳中和目标,需要绿色电力的支撑。风光大基地是构建新型电力系统的重要组成部分。“目前我国正在推进西部集中式新能源电站建设,而在区域发展不平衡的情况下,如何利用好绿电还面临挑战。以青海为例,青海本身电量需求不大,负荷强度和负荷密度较低,但绿电占比高,有能力大量外送,怎样平衡好区域间的发电和输送,是非常重要的问题。”

与会专家也提出了类似观点。一方面,目前,风光大基地以沙漠、荒漠、戈壁地形为主,多分布在西北地区,而这些地区并不是我国主要负荷地区。另一方面,我国东部能源电力需求大,但相较“三北”地区不具备大规模开发利用清洁能源的土地条件。比如,浙江作为我国东部重要负荷中心之一,资源匮乏型大受端电网特征明显。在上述情况下,如果只重“发”轻“供”,则无法建成管用的电力系统。

## 不断挖掘省间资源互补潜力

自然资源保护协会清洁电力项目副主任刘明明指出,我国电源侧正朝着清洁化、低碳化方向加速发展,风电、光伏发电装机规模已占到电力系统的三成。这也导致电网侧发生一系列变化,其中最重要的是如何在新形势下做好电力保供。刘明明建议从省间资源互济方向上寻求有效解决方案,在区域内挖掘资源的互济和共享潜力。“区域内各省在迎峰度夏期间或在用电缺口,可以利用区域内不同省份的最大负荷时段差异,签订省间互济协议。”

随着新型电力系统建设持续推进,越来越多的省份正加强省间互动。比如,浙江最高负荷已突破1亿千瓦,新能源和外来电的不确定性进一步凸显。为保障华东区域电力高效配置,浙江电网大力推进特高压交流环网建设,为大规模省间电力互济提供安全高效的能源配置平台。

进入夏季,广东用电负荷不断攀升。为保障广东迎峰度夏用电需求,闽粤联网工程启动了新一轮闽电送粤。截至5月底,本轮闽电送粤已完成送电量超3亿千瓦时,单日最大送电规模突破100万千瓦,达到该工程投产以来最高水平。

同时,5月,广东还与福建签署了2023年电力电量互送协议。协议明确,两省计划于今年通过闽粤联网工程互送30万千瓦基础电力,预计全年输送电量将达25亿千瓦时以上,坚持两省间电力互补互济、调剂余缺、相互支援,实现能源资源大范围优化配置。

## 期待政策机制革新

展望未来,与会专家提出,持续加强各省份和各区域之间的互通互济,需要进一步打破跨区交易壁垒,完善市场机制与电价体系,激励多样化市场主体参与系统建设,建设监管机制。而这些都离不开新型电力系统体制和机制的持续改革。

中国电力企业联合会规划发展部主任张琳说:“电力系统建设期待政策机制革新。当前一个时期,特别是碳达峰阶段,产业政策和机制创新更容易取得立竿见影的效果。在市场机制方面,要加快推进电力市场化设计。持续深化电力中长期市场建设,进一步规范和完善中长期交易机制,健全跨省跨区中长期交易机制,发挥中长期交易‘压舱石’作用。持续推进电力现货市场建设,加快推动具备条件的省份开展现货市场运行,推动电网跨省跨区送受两端备用、调峰等辅助服务资源共享,促进形成灵活反映电力供需状况和发电成本的现货价格,是打破省间壁垒最有效的市场化手段,也是实现在更大范围内优化资源配置和减碳的必要措施。”

国家电网三级顾问蒋莉萍则从宏观角度提出,构建新型电力系统,需要在制度安排、管理措施方面加以重构。适应高比例可再生能源新型电力系统的未来格局,需要考虑建立共担责任的新型安全文化格局,打造“共同但有区别的责任”+“各自能力原则”的新型供电安全保障体系。

新型电力系统建设目标下

省间电力互济能力持续加强

■本报记者 董梓童