地缘危机推动清洁燃料格局重塑

■本报记者 王林

睿咨得能源咨询公司日前发布《交通运输领域的清洁燃料》白皮书(以下简称“白皮书”)指出,霍尔木兹海峡通行受阻导致油气供应紧张,使得能源安全与脱碳成为清洁燃料投资的关键驱动力,推动全球交通运输领域清洁燃料格局重塑。



●生物燃料主导道路运输

“石油运输咽喉要道中断,增加了发展替代燃料的理由,正在从根本上重塑海、陆、空3个领域清洁燃料投资和应用路径。”睿咨得能源咨询公司生物能源副总裁托马斯·赫尔斯查普表示。

交通运输是全球温室气体排放的重要来源,根据国际能源署数据,约占全球总排放量的26.19%。其中,公路运输是排放最大单一来源,乘用车、卡车尤其是重型货车是主要排放源;海运承担着全球90%贸易运输量,单位货物碳排放率较高;航空运输碳强度极高,在特定贸易流中贡献了不成比例的高排放。

在道路运输领域,生物燃料正从气候减排工具逐渐向主流燃料迈进,白皮书预计,21世纪30年代末之前,生物燃料在全球公路运输领域应用将持续上升,之后将随着电气化推进而下降。

今年以来,霍尔木兹海峡危机推动国际油价持续上扬,使印度、印度尼西亚、巴西等燃料进口国加速提高乙醇和生物柴油掺混。印度推行E20(汽油中乙醇占比20%)政策,印度尼西亚采用B40(柴油中棕榈油基生物柴油占比40%)政策,巴西实施B15(柴油中生物柴油占比15%)政策。白皮书预计,这3个国家今年总计可节约280亿美元原油进口支出,在更高掺混情景下,到2028年有望节约330亿美元以上原油进口支出。

另据白皮书分析,全球氢燃料电池乘用车销量规模偏小且波动较大,在电动汽车加速普及背景下,氢气难以成为大众化乘用车主流燃料。相比之下,氢能重卡在长续航、高利用率和快速加注方面优势明显。

●海运领域多技术路线并行

在海运领域,船用替代燃料正面临监管不确定性与多技术路线并行的复杂局面。当前,国际海事组织“净零排放框架”获多数支持但仍有分歧,监管规则悬而未决延缓了对新船和基础设施的投资。

目前来看,海运领域主要替代燃料路线包括生物柴油、生物液化天然气、生物甲醇和电制甲醇。白皮书指出,生物柴油是短期过渡方案,2040年后电制燃料将成为船用替代燃料主力。

现阶段,生物柴油是落地门槛最低的船用替代燃料,可适配现有船舶发动机,已在部分海运路线实现规模化掺混应用,但面临持续稳定供应的难题。白皮书预计,到2030年,全球生物柴油有效产能仅为1.2亿吨极低硫燃料油当量,远不及全球每年逾3亿吨船用燃料需求。

国际期刊《自然》指出,从现在起到2040年,生物柴油掺混将是海运脱碳主要过渡燃料,将帮助现有船队快速降低碳排放,同时推进双燃料新船建造,做好港口配套基础设施储备;2040至2050年,随着可再生能源发电规模扩大与电制燃料成本下降,电制燃料将逐步成为船用燃料主力。

生物液化天然气和经济优势明显,但仅适用于双燃料船,目前这类船占比较小。生物甲醇原料冲突小,但价格相对较高。总体来看,二者在海运领域拥有良好应用前景,但大规模替代传统燃料仍受供应、成本及船队适配程度的制约。

电制甲醇、电制氨这类电制燃料,性能高度依赖生产所用电力的碳强度,而且受碳价波动影响更小。睿咨得能源咨询公司指出,电制甲醇通过将电解产生的绿氢与生物源或直接空气捕获的二氧化碳结合生产,在发动机兼容性和加注操作便利性上有优势,但生产成本远高于生物甲醇,且二氧化碳来源会推高成本并加剧供应瓶颈。当前技术水平下,直接空气捕获每吨二氧化碳将增加约300至500美元成本。

●可持续航空燃料应用加速

全球范围内,可持续航空燃料(SAF)应用也在加速。白皮书指出,随着供应链成熟和新产能上线,2030年后SAF产量增长将加速,到2040年全球SAF需求预计将达到每日120万桶。

按照地区划分,受可持续航空和脱碳目标影响,亚洲SAF需求增长最为强劲;对比之下,北美和欧洲将以更渐进且稳定速度扩张;其他地区增长相对有限,主要是政策支持力度较弱、基础设施发展较慢等因素所致。

欧盟航空安全局指出,2025年,欧盟航空燃料供应商合计供应3930万吨航空燃料,其中110万吨为SAF,较2024年增长近6倍,占比2.8%,超过2025年生效的2%法定最低掺混比例,标志着欧洲SAF市场从自愿试点阶段正式进入强制履约阶段。欧盟计划到2030年将最低掺混比例提升至6%。

今年以来,霍尔木兹海峡通行受阻导致全球油气供应紧张,国际油价节节攀升,推动航空燃油等成品油价格暴涨,SAF相对于航空燃油溢价已从2025年底每吨2150美元收窄至当前的每吨1040美元。

目前,全球有11种SAF工艺路线获得美国材料与试验协会标准认证,SAF与常规航油最高掺混比例为50%。受原料类型、工艺复杂性及与现有基础设施集成度等因素影响,不同工艺路线的生产成本差异显著,但绝对价格水平仍偏高,市场扩张主要由各国强制掺混政策驱动。同时,区域化SAF供应链发展路径明显,比如乙醇丰富的市场美国和巴西正在加强乙醇制航油路径。

从技术角度看,加氢处理酯和脂肪酸技术引领SAF生产,是相对较为成熟的工艺。但随着原料可用性收紧和其他部门竞争增加,其增长将达到结构性极限,酒精—喷气燃料技术等开始崭露头角。睿咨得能源咨询公司认为,在更强政策支持下,随着时间推移,未来SAF市场将形成更多元、更有韧性供应组合。

探万米深蓝 拓万亿蓝海

——访中科深蓝汇泽首席科学家崔光磊

■本报记者 卢奇秀

固态电池竞速正驶入“深水区”。半固态、准固态加速上车,全固态技术攻坚提速。赛道火热之下,车载、储能等主流赛道集中度持续提升。

中科深蓝汇泽新能源(常州)有限公司(以下简称“中科深蓝汇泽”),依托中国科学院青岛生物能源与过程研究所的技术积淀,把“深水区”变成“主战场”,以万米深海极端能源场景为切口,凭自主固态技术抢占高端特种新蓝海,走出一条“高端细分卡位、技术独家领跑、场景持续反哺、渐进民用拓展”的差异化路径。

近日,《中国能源报》记者专访中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究员、中科深蓝汇泽首席科学家崔光磊,解码这条差异化路径背后的产业逻辑。

●逆向卡位:在深海特种场景先“造血”

从产业化节奏来看,今年国内固态电池产业呈现结构性失衡。一方面,半固态、准固态技术快速落地,成为市场主流,却难以彻底解决安全短板;另一方面,真正具备技术代差优势的全固态电池虽被确立为终极方向,多数企业仍停留在材料验证、产线调试阶段,成熟规模化商业场景稀缺。更现实的是,多数企业扎堆车载、储能场景,导致赛道拥挤、验证周期漫长、盈利空间收窄,初创企业生存门槛被不断抬高。

“科技初创企业产业化的核心前提,是实现可持续生存。”崔光磊表示,中科深蓝汇泽选择以万米深海极端能源场景作为核心商业化切入点,差异化赛道构建高附加值产品体系,优先夯实企业健康运营的盈利基本盘,为长期技术迭代、产能扩张和民用场景拓展奠定坚实基础。

支撑这一选择的,是已经落地的产业化基础。目前,中科深蓝汇泽已完成数亿元融资,建成投产国内首条聚合物基固态电池产线;合作矩阵覆盖中国科学院深海所、中国一汽、中国中车、中天科技等科研院所与行业龙头。在市场布局层面,公司搭建了分层产品矩阵,“输出电芯—模组—PACK—深海BMS”全套产品,覆盖万米深潜、海底观测网等不同场景;横向绑定海洋科研院所、中船系单位,承接国家重大深海专项,筑牢国内基本盘;海外端优先落地国际科考样机示范项目,同步完成海外专利布局;产业端共建生态圈,联动上下游企业协同适配海洋特殊工况。

崔光磊进一步指出,今年是产业化爬坡关键年,中科深蓝汇泽将重点推进一期产线良率稳步爬坡与稳定满产,加速深海兆瓦时级能源基站批量交付,加大低空经济固态电池产品开发力度,力争实现大载重物流无人机、eVTOL小批量交付,并同步推进车规级产品定点验证。依托深海业务积累的现金流与工程经验,支撑整体业务布局;车载与低空场景下的工艺持续迭代,又反过来优化深海产品,持续减重降本,不断打开商业海洋工程的市场空间。

●技术突围:刚柔并济闯过“深海试炼”

国家海洋战略为深海电源市场带来巨大增量。崔光磊判断,深海能源产业正从“油气独大”走向多极并进,海底数据中心、海洋科考观测与深远海养殖、深海油气装备水下生产系统等都离不开电源支撑。3年内,无人与遥控水下航行器动力电池和海底实验站仍是海底电源“主战场”,我国水下固态电池市场有望保持30%增速,规模向十亿元跃升;5年后,随着海底观测网、海上风电存储、海上光电存储、深海采矿、深海电动渔船充电站常态化部署,市场将从“装备配套”扩展为“深远海能源基础设施”,规模向百亿元量级迈进。

但深海技术门槛极高。万米深海压强相当于1吨重物放在指甲盖上,对电池结构提出极限要求:壳体变形、电解液泄漏,威胁深潜装备安全;低温、密闭环境下性能直线下降,可能导致科考装备损毁、任务失败;深海漏水还会触发电解水引起的氢氧爆炸反应。

崔光磊指出,传统锂电池采用低闪点液态电解液,不耐深海高压且易漏液,存在安全隐患;无机固态电解质离子电导率高,却存在硬脆问题,难以长期承受深海高水压;聚合物固态电解质杨氏模量低、易于变形,同样无法满足要求。深海装备对电源系统提出高耐压、高比能、高安全“三高”要求。

破题之道在于材料体系的底层创新。中科深蓝汇泽开发耐受全海深苛刻环境的固态锂电池材料和技术,独创“聚合物—无机复合”固态电解质体系,提出并开发“刚柔并济—三相渗流”高性能复合固态电解质:以“刚性骨架”支撑高压下化学稳定性,以“柔性离子传输材料”打通载流子的跨界面传输,“三相渗流”设计则破解离子传输通量难题,由此突破聚合物基固态锂电池关键材料瓶颈。

固固界面接触是另一道难关。公司研发电极界面功能缓冲层强化技术,提升高容量电极的适配性;发明原位聚合固态化界面融合技术,解决固固界面接触失效难题。最终开发出满足深海工况“三高”需求的高比能聚合物基固态锂电池。

技术成色最终要靠极端场景检验。2017年,崔光磊团队研发的“青能Ⅰ号”固态锂电池系统,随“万泉号”全海深着陆器完成马里亚纳海沟万米海试,最大工作深度达10901米,我国由此成为第二个掌握全海深锂二次电池技术的国家。

2018年,“探索一号”科考船再赴马里亚纳海沟,团队研发的固态锂电池系统为“天涯”“海角”“万泉”等全海深着陆器提供充足能源动力,单次续航长达26天,创深海电源单次最长持续作业时间世界纪录。2020年11月13日,成功保障“沧海”与“奋斗者”的万米深海联合作业;2022年10月,研制交付国际首台套兆瓦级深海能源基站,顺利完成长达6个多月的海试运行。

截至目前,团队服务深海探测装备、搭建深海能源基站200余批次、累计超8000千瓦时,为我国获取首批超万米深度的全海深水文数据及海底复杂地形下实时勘测提供有效能源保障。

●循序渐进:5年成本与传统锂电持平

特种场景能“造血”,市场规模却在陆地。技术领先如何转化为规模落地?

政策端已给出清晰的时间表。今年9月,工业和信息化部等七部门联合印发《新型电池产业发展“十五五”规划》,提出到2030年,我国新型电池产业规模实现稳步增长,全固态电池初步实现规模化应用。

崔光磊判断,2027年将成固态电池产业化元年,深海场景是其中最有应用价值的方向之一。他特别强调,中科深蓝汇泽的深海电源产品采用聚合物复合固态电解质,电池内部不存在游离流动的液态电解液,依靠原位聚合工艺形成连续离子传导通路,与保留大量液态电解液的半固态、准固态有本质区别。产品已多次完成深海和低空等场景零故障交付,具备从深海向更多场景拓展的技术条件。

但成本仍是横在规模化面前的一道坎。现阶段公司仍以定制化固态电池产品为主,产能爬坡阶段固态电池成本偏高,降本增效仍是亟需解决的难题。崔光磊坦言,当前全固态电池成本约为传统液态电池的2—4倍,3年内有望降至液态电池的1.2—1.8倍,充分适配深海、极地、低空、超长续航等高溢价特种场景;伴随良率提升、固态电解质原材料规模化量产与产业链配套成熟,预计5年内全固态电池成本将与传统液态锂电池持平。

产业化路径由此清晰:短期聚焦深海特种核心市场,同步拓展低空经济赛道,推动深海场景与特种民用深度融合,实现一期产线满负荷运转;中长期锚定车规级应用,在常州推进5吉瓦时产线规划建设。

从万米深海到低空经济,再到高端车载与民用市场,中科深蓝汇泽的产业化路径提供了一个颇具启示的样本:固态电池的规模化破局,或许不在于一开始就冲向最大的市场,而在于先用最难的场景验证技术,再以真实的付费场景反哺技术迭代,最终让产品走向更广阔的市场。

储能企业三季度海外订单占比超九成

■本报实习记者 王静怡

市场研究机构集邦光储观察近日发布数据显示,今年第三季度,中国储能企业已披露的储能系统签约规模约74吉瓦时,海外签约订单约67.8吉瓦时,占签约规模的93%,海外市场已成为中国储能企业拓展业务的重要增量。与此同时,出口退税退坡、海外准入规则调整,也给企业带来新的成本与合规考验,成为储能企业“出海”需要面对的新课题。

●欧洲和中东成主要市场

从市场区域来看,欧洲和中东是三季度中国储能企业海外签约较为集中的区域。集邦光储观察数据显示,欧洲签约规模约31.2吉瓦时,占全部签约规模的42%;中东地区签约规模约21.3吉瓦时,占比28.7%。

从订单结构看,明确规模达到1吉瓦时及以上的订单共有19单,占全部签约订单的84%;单笔规模达到5吉瓦时及以上的订单有5单。

与此同时,研究机构SNE Research数据显示,今年上半年,全球锂离子储能电池出货量为461.3吉瓦时,同比增长71%,出货量前十位的企业均为中国企业,合计约占89%,其中,宁德时代以125吉瓦时居首,份额27.1%,同比增长81%,连续五年位列全球第一。

市场研究机构InfoLink Consulting预计,下半年储能电芯市场供需仍将维持紧平衡,多家厂商订单与出货之比将连续数月保持在1.2以上。结合头部厂商订单储备及产能释放节奏,该机构认为市场将延续较快增长,将2026年全球储能电芯出货预期上调至1026吉瓦时。

●多元需求释放

海外订单增长的背后,是储能在电力系统和用户侧的应用需求持续释放。SNE Research指出,可再生能源发展、电网稳定需求上升及数据中心扩张,正在推动全球储能市场增长。储能的作用也从电量存储,向平滑新能源出力、参与电力市场及保障供电等环节延伸。

从电力系统需求看,可再生能源发电占比提升,对灵活调节能力提出更高要求。阳光电源近期披露,采用其系统的斯里兰卡10兆瓦/40兆瓦时储能项目已于9月投入商业运营。该公司表示,当地用电高峰通常出现在晚间,随着风光发电规模扩大,电力系统需要更多能够快速响应的调节资源,该项目可提供削峰、调频等服务,支持电网稳定运行和可再生能源接入。

在电网调节需求增加的同时,成本下降也在改善储能项目的经济性。研究机构EUPD Research预计,今年,欧洲电池储能新增装机将达到57吉瓦时,同比增长78%。该机构认为,电池成本下降、电价上涨,以及提高光伏自发自用比例的需求,正在推动光储系统部署。工商业用户则希望通过配置储能降低能源成本,更好地利用现场发电。

SMM分析认为,全球储能中长期增长空间仍然明确,但区域结构、产品形态与利润获取方式将持续分化。工商业储能增长愈发依赖多元场景驱动,项目收益与政策环境仍会影响不同市场的需求表现。

●“出海”门槛抬高

贸易政策与市场规则的变化,正在调整储能企业海外竞争条件。今年4月起,我国电池产品增值税出口退税率由9%降至6%;2027年1月1日起将全面取消电池出口退税。对于已签约、计划明年出口的订单,退税减少带来的成本,将影响企业最终利润空间。

海外市场规则也在变化。自2027年2月18日起,投放欧盟市场或投入使用、容量超过2千瓦时的工业电池须配备电池护照;美国则对储能项目享受相关税收抵免设置“受禁止外国实体”限制,设备及供应链来源将影响项目抵免资格。

业内人士指出,北美和欧洲贸易措施及本地供应链要求不断变化,储能供应商的竞争重点已从价格延伸至供应链稳定性、本地生产能力和合规水平。

随着客户对供应稳定性与合规能力的要求提高,不少国内企业已在优化海外市场布局,提升本地化生产制造、技术服务、售后保障和经营能力。近期海辰储能披露,公司已部署产品追溯系统及二维码基础设施,推进电池护照准备工作;其在建的西班牙纳瓦拉工厂投资规模为4.05亿欧元,计划于2027年底逐步提升产量。8月,阳光电源位于埃及苏伊士运河经济区的储能系统工厂奠基,项目计划投资5000万美元,规划储能系统年产能10吉瓦时,计划于2027年4月投产,主要开展储能系统组装,面向埃及及周边市场供货。2月,阳光电源宣布,计划投资2.3亿欧元,在波兰建设其欧洲首座制造工厂,规划逆变器年产能20吉瓦、储能系统年产能12.5吉瓦时。该公司表示,本地制造将有助于缩短交付周期、提高市场响应能力,并增强欧洲供应链稳定性。