

光伏异质结有望迎来产能上量

■本报记者 董特童



德国检测机构哈梅林太阳能研究所近日发布报告显示，天合光能自主研发的高效n型全钝化异质结(HJT)太阳能电池效率评级达到27.08%，创造新纪录。今年以来，隆基绿能、通威股份等光伏企业先后打破异质结太阳能电池纪录，头部企业吉瓦级中试线稳定运行，越来越多大型光伏发电设备招标为异质结设立单独标段，异质结技术产业化进展顺利，或将迎来大规模扩产。

●功率、效率齐提升

据天合光能介绍，此次新成果除采用天合光能大面积210半片工业级磷掺杂的直拉法n型硅片衬底和薄膜钝化技术外，重点对背面全钝化异质结技术、多频率射频工艺对掺杂微晶系统优化，以及超细线印刷技术进行提升，实现电池光学和电学性能的再一次飞跃，首次突破27%。

自2023年以来，我国光伏企业数十次刷新异质结组件功率、效率世界纪录。今年10月底，通威股份表示，THC 210异质结组件在2384×1303毫米尺寸下，最高输出功率达到776.2瓦。

电池效率是衡量光伏技术进步的重要指标。近年来，n型高效电池技术凭借更高的理论光电转换效率实现快速发展。其中，异质结被视为更具长期发展潜力的重点技术，吸引光伏企业广泛布局。

中国光伏行业协会与赛迪智库集成电路研究所发布的《中国光伏产业发展路线图(2023—2024年)》(以

下简称《报告》)显示，2023年，异质结电池平均转换效率达到25.2%，助力光伏组件效率进入700瓦阶段。2023年采用182毫米尺寸72片TOPCon单晶电池组件功率达到580瓦，而采用210毫米尺寸66片异质结电池组件功率达到710瓦。

《报告》预测，未来随着生产成本的降低及良率的提升，n型电池将成为电池技术的主要发展方向之一，效率也将较快提升。预计2025至2030年，异质结电池平均转换效率将分别达到26.2%、26.4%、26.6%和26.8%。

●能源消耗同比较低

泉为科技先进光伏技术研究院常务副院长甄永泰表示，异质结技术具有工艺流程短、工艺温度低、双面率高、温度系数低等优势，能够显著提升光伏系统发电效率和稳定性。随着技术不断进步和成本逐步降低，异质结电池市场前景也将越来越广阔。

异质结技术优势已经转化为在产线应用上。《报告》显示，电池线人均产出率主要指产线直接员工的人均产出(不含管理人员)。2023年，PERC电池片产线人均产出率为4.5兆瓦/(人·年)。2023年新投产的TOPCon电池片产线集成的智能化水准较高，人均产出率约5.1兆瓦/(人·年)。而异质结技术基于生产工艺流程较短，产线人数也较少，异质结电池片人均产出率可达7.2兆瓦/(人·年)，远高于其他技术。同时，异质结电池片生产电耗和水耗远低于PERC和n型

TOPCon，具有多重优势。预计未来随着光伏电池片产线自动化、智能化程度不断提升，以及电池转换效率持续提高，异质结电池片人均产出率将有较大提升空间。

华泰证券研报显示，异质结凭借更高的转化效率、双面率和良率等优势有望迭代当前电池存量产能，并引发硅片、组件环节产能升级和改造。异质结电池在温度系数、双面率、良率等环节均优于同质结电池，且能更好与钙钛矿等其他技术相结合发展。未来，光伏产业发展前景向好，新增装机需求稳定，异质结技术若实现推广有望给全行业带来较大增量空间，促进行业格局重塑和产能迭代。

●具备规模扩产条件

不过，截至目前，异质结电池片市场仍未实现大规模扩产。2023年，新投产的量产产线已经以n型电池片产线为主，但异质结电池片市场占比仅2.6%。在业内人士看来，异质结技术的主要挑战在于成本。

比如，异质结电池片生产过程中银浆消耗较高。《报告》显示，2023年n型TOPCon电池双面银浆(铝)(95%银)平均消耗量约为109毫克/片，而异质结电池双面低温银浆消耗量约为115毫克/片。

甄永泰说：“针对异质结光伏电池的深入研究与项目都在推进。我们已经搭建了完整的技术研发团队，制定了多项降本增效实施路线，包括硅片薄片化、光转膜、叠层TCO技术、0BB技术、双面微晶技术工艺等。这些技术研发与应用，将进一步推动异质结光伏电池组件成本降低与效率提升，为光伏行业发展注入新的活力。”

多家券商指出，总体来看，目前异质结技术产业链进展顺利，即将进入大规模扩产发展新阶段。东吴证券表示，规模化是异质结降本的重要路径。据统计，今年第一季度光伏行业异质结产能已达51吉瓦。另有行业分析机构数据显示，2024年前5个月，国内共有8个项目计6.15吉瓦的异质结组件集中采购项目。同时，今年6月，通威股份新建的1吉瓦异质结中试产线正式投产运营，头部企业的加入有望助力异质结降本增效提速。

华泰证券认为，异质结大规模产业化的前提条件为成本与TOPCon持平，组件功率至少高出25瓦，同时下游客户可以根据需要选择高功率或低功率组件，其中低功率组件成本低于TOPCon，而高功率组件成本与TOPCon打平的同时功率高出25瓦，异质结的两大扩产条件已基本具备，大规模扩产在即。

本报讯 12月20日凌晨2时，随着各项调试工作完毕，国内首套110千伏和35千伏单芯式移相变压器在河北正定110千伏印村变电站正式投入运行，为均衡区域电网负荷潮流、提升新能源发电消纳能力提供有力保障。

110千伏印村站位于正定县分布式光伏高比例接入示范区，该区域风、光资源丰富，目前已接入分布式光伏用户约1750余户，容量接近80兆瓦。然而，由于该地区用电负荷水平较低，新能源消纳能力不足，使得该区域电力设施负载失衡，新能源发电与用电负荷存在逆向分布，影响电网供电安全 and 经济运行。

为推进分布式光伏等绿色新能源建设，国网河北省电力公司选取正定为试点，开展110千伏柔性交流互联示范工程建设，通过在正定110千伏印村变电站加装移相变压器及相关配套装备，实现电网负荷潮流智能调控。国网河北电科院输电技术中心主任高树国说：“移相变压器就好比给电网装上‘智能阀门’，通过优化调节线路电能流动，均衡优化区域电网负荷分布，从而提升电网接收和消纳新能源发电的能力。”

110千伏和35千伏单芯式移相变压器由中国电科院、国网河北电科院、国网石家庄供电公司、天威保变电气、华北电力大学等多家单位联合研制。单芯式移相变压器内部创新采用六角接线方式，能够通过调节内部电压向量相角和幅值，从而改变变压器在线路中的等效阻抗，达到调节线路潮流的效果，相较传统变压器和双芯式移相变压器具有占地面积小、造价成本低等显著优势。“移相变压器投运后，能够有效干预线路潮流分布，均衡两侧变压器负载，将在优化局部电网结构、提升当地新能源消纳能力和供电可靠性方面发挥重要作用。”国网石家庄供电公司发展部王聪说。

据悉，110千伏和35千伏单芯式移相变压器安装投运后，最大可将约8万千瓦新能源发电输送至县域负荷中心，将极大缓解负荷中心供电压力，有效解决区域电力设备超重载和电网潮流倒送等问题，有利于进一步优化区域电网结构，实现电能的经济传输和使用。

(田源 康伟 武玉琨)

国内首套单芯式移相变压器在河北投运

关注

深圳成立国内首个地方虚拟电厂标准化技术委员会

加快推动虚拟电厂技术标准化、规范化进程

本报讯 12月24日，深圳市虚拟电厂标准化技术委员会(以下简称“深圳市虚拟电厂标委会”)启动大会暨第一次全体工作会议召开。该委员会是国内首个地方虚拟电厂标准化技术委员会，是深圳市虚拟电厂发展的重要里程碑，将加快推动虚拟电厂技术标准化、规范化进程，为深圳乃至全国的虚拟电厂高质量发展提供有力支撑。

会议由深圳市发改委、深圳市市场监管局联合主办，深圳国家高技术产业创新中心、南方电网深圳供电局联合承办。来自华为、特来电、港华能源、中国科学院深圳先进技术研究院等单位、科研院所的50余名委员及专家出席会议。会议审议表决了标委会章程、秘书处细则，介绍了深圳虚拟电厂标准体系建设情况和2025年地方标准制修订计划，并围绕车网互动、建筑负荷管理、智能微网等主题进行经验分享。

据了解，深圳市虚拟电厂标委会承担深圳虚拟电厂领域内技术标准文件的制修订、宣贯、实施、复审和解释等工作，是通过“深圳标准”引领“深圳质量”的具体载体。首届标委会汇聚产学研各方力量，由29位委员和12位顾问组成，来自相关领域的行业主管部门、科研机构、高校、关联企业等。首届主任委员由深圳市发展改革委原党组成员、副主任、二级巡视员余璟担任。

一直以来，深圳高度重视虚拟电厂标准化工作，到目前已初步构建虚拟电厂技术标准谱系，并发布《虚拟电厂终端通信及安全加密规范》《电动汽车充电设施有序充电和V2G双向能量互动技术规范》等3项地方标准，为深圳虚拟电厂规范化发展提供有力支撑。截至2024年11月，深圳虚拟电厂管理中心累计接入虚拟电厂运营商59家，接入容量380万千瓦，最大可调节能力达84万千瓦，组织开展精准响应超百次，累计调节电量560.3万千瓦时，减少碳排放约4681.2吨，为各虚拟电厂运营商带来经济效益约1820万元，创造直接经济效益达1.7亿元，带动百余企业进入虚拟电厂产业链，涵盖信息技术、新能源、新材料、高端装备、新能源汽车、绿色环保6大新兴产业，以及人工智能、未来网络、新型储能3大未来产业。

接下来，深圳市虚拟电厂相关科研机构及上下游企业将依托标委会这一平台，充分发挥标准化的技术力量，建立健全高水平标准化工作机制，以标准化建设为抓手，推动虚拟电厂产业高质量发展，为加快建设新型能源体系、新型电力系统贡献深圳智慧、提供深圳方案、树立深圳标杆。

(李江南 刘峰 杨晶晶)

航运业绿色低碳转型期待创新合作

■本报记者 李慧



随着应对气候变化成为全球共识，作为国际贸易支柱之一的航运业近年来也加入绿色低碳转型的“大军”。2023年，国际海事组织通过新的温室气体减排战略，提出到2050年实现国际航运温室气体净零排放的目标。为此，航运业按下了减排脱碳的“加速键”。

●航运业减排任重道远

作为国际贸易最重要的运输方式之一，有数据显示，航运业包揽了全球超过80%的贸易量。由于目前多数商业船舶使用航空重油，随之而来的是航运业温室气体排放量日趋高涨。

联合国贸发会议的相关数据显示，过去10年间，航运业温室气体排放量增加了20%，2023年，航运业排放量已经接近全球排放总量的3%。国际海事组织曾发出警告，如果不采取有效措施，预计到2050年，全球船舶碳排放量在全球人为碳排放总量中的占比，可能从2020年的3%猛增至18%。

为此，2023年，国际海事组织海洋环境保护委员会第80届会议上，通过了最新的船舶温室气体减排战略，为国际航运逐步实现净零排放设立了两个阶段性指标：到2030年，将国际航运温室气体年排放总量在2008年基础上至少减少20%，力争减少30%；到2040年，国际航运温室气体年排放总量比2008年至少减少70%，力争减少80%。

然而，知易行难，尽管航运业减排已经达成一致，但实施过程仍然充满挑战，技术、资金，以及相关标准和法规层面都存在难题待解。

根据国际海事组织的规定，航运业需同时降低船舶与运输两方面的碳强度，在减排的同时还应加大采用相关绿色技术，到2030年，实现国际航运单次运输任务的二氧化碳排放量比2008年平均减少40%及以上，“温室气体零排放或接近零排放的技术、燃料和/或能源”至少占国际航运所用能源的5%，力争达到10%。

而据联合国贸发会议估计，到2050年，全球船舶的脱碳化转型每年将需要80亿至280亿美元，其中，仅建设100%碳中和燃料的基础设施每年就需要高达280亿至900亿美元的投资。

●产业链需协同发力

面对行业挑战，西门子能源全球副总裁、亚太及大中华区(深圳)创新中心负责人赵作智认为，推动航运业加速实现绿色低碳转型，需全产业链协同合作，从技术创新到商业模式落地，全面推动行业绿色可持续发展。

“过去几十年间，全球航运业在船舶制造水平、

清洁燃料研发、运输组织效率等方面都取得了长足进步。但面对行业减排脱碳的新要求，仍然存在诸多挑战。”赵作智向《中国能源报》记者表示，“比如，氢、氨、甲醇等清洁替代燃料的应用仍需推动技术发展，世界各国航运减排标准也需进一步协调。这些问题既非一朝一夕可以解决，也不是单个企业能够推动，需要全产业链通力合作。”

向绿而行”是大势所趋，在此过程中，创新与合作是不可或缺的。西门子能源致力于协同产业链各方，从而避免“短板效应”，推动行业加速实现绿色低碳转型。

值得一提的是，中国在航运业转型过程中正发挥着举足轻重的作用。根据中国船舶集团统计数据，2022年全年，新接绿色动力船舶订单占总订单的49.1%，截至2023年6月底，绿色船舶在订单中占比超过90%。

马士基·麦克-凯尼·穆勒零碳航运中心首席执行官博思民(Bo Cerup-Simonsen)表示，航运业几乎涉及所有产业链，因此对于全球实现低碳化转型具有关键性作用。“虽然航运本身在绿色低碳转型前期成本中的占比并不大，但其能够从供应链各环节助力减排，从而驱动几乎所有产业链的低碳化进程。”博思民告诉《中国能源报》记者，“促进航运业转型，除产业链合作外，各国间的政策协同也很重要。国际海事组织已经提出了以温室气体定价机制(经济要素)和目标型船用燃料标准(技术要素)为主要内容的减排中期措施，明年将在其春会上形成最终方案。从全球范围来看，目前，促进航运业减排脱碳的相关行业标准、政策法规仍显不足。中国在全球航运业转型过程中正发挥着越来越重要的作用，未来期待中国能与其他国家进一步加强合作，共同促进相关标准、法规的建立。”

●转型路径选择多元化

在转型路径方面，航运业当前拥有多样化选择，无论是节能增效技术，还是船舶替代燃料均各具优势。在赵作智看来，船舶的减排需要综合运用多种减排策略，比如采用“双管齐下”的方法。

“全球现有船舶数量庞大，因此，提升现有船舶能效是航运业当前减排可选择的关键路径之一。”赵作智向《中国能源报》记者表示，“通过技术革新和运营优化，航运公司可以有效减少现有船舶的燃料消耗和碳排放。预计到2030年，通过提高效率，全球在运营的船舶可以节省16%的传统燃料。”他以西门子能源BlueDrive PlusC直流电力推进系统为例介绍，搭载了该系统的海上风电安装船相较常规交流电力推进系统可以提升燃油效率18%，降低碳排放20%。

赵作智同时建议，加速推动替代(绿色)燃料应用。“根据国际海事组织设定的2040年减排目标，全球1/3吨位的船舶需要采用更为清洁的替代燃料。”他表示，“目前，液化天然气、电池、混合动力、绿色甲醇、绿氨等替代燃料都有应用，还有采用这些的双燃料驱动船型，每种方案都有其独特的优势和需要进一步完善的方面。”中国工程院院士黄震指出，实际上，船舶替代燃料的选择可以从6个方面来评价：发动机适用性、安全性、燃料可供性、法规标准完备性、大规模制备的经济性以及环保性。“目前来看，绿色甲醇技术成熟度高，配套设施也很完善，发展最为迅速，紧随其后的是绿氨。航运业绿色替代燃料的选用有一个过程，短期内任何一种替代燃料都难以主导市场，长期来看，未来不可能始终是多种燃料并存，总会有一两种燃料胜出。”