

晶硅光伏电池转换效率首破28%

THBC如何打破光伏效率“天花板”

■本报记者 董梓童

日前,天合光能宣布,其自主研发的新型THBC混合式钝化背接触电池,经德国哈梅林太阳能研究所认证,最高转换效率达到28%。这是210R大面积电池首次突破28%的效率门槛,刷新了晶硅电池效率的世界纪录。

在光伏产业迈向高质量发展的关键阶段,效率与成本的协同优化已成为技术演进的核心命题。从PERC到TOPCon,再到HJT与BC并行发展,晶硅电池技术路径呈现“多线竞速”的格局。在这一背景下,天合光能并未拘泥于单一路线的替代逻辑,而是悄然做了一道“加法”,通过技术融合实现性能跃升与产业可行性的统一。

“不是技术叠加,而是结构性升级”

长期以来,光伏电池在技术路径上大致分为两类体系:一类是以PERC、TOP-Con为代表的高温扩散同质结技术;另一类是以HJT为代表的低温异质结技术。两者在产业发展中形成相对独立的技术生态。

“行业过去更多是在不同技术路线之间做选择。”天合光能光伏产品事业部新产品技术中心负责人张映斌指出,而THBC的探索则是将不同技术放在一起取长补短,通过生态融合实现效率与成本的再平衡。

具体来看,THBC在结构层面实现多重关键突破。据天合光能中央研究院首席科学家谢志刚介绍,在钝化体系上,通过引入低温异质结镀膜替代传统高温扩散结

构,使表面钝化能力达到当前晶硅体系中的领先水平;在载流子运输方面,通过选择性载流子收集结构优化电子与空穴提取路径,显著降低复合损失与接触电阻;在光学设计上,依托背接触结构实现正面无栅线布局,最大化入射光利用效率。

“传统TBC本质上仍是同质结扩散钝化,在空穴收集方面存在不足,会影响钝化效果和导电性能。”谢志刚进一步解释,通过引入异质结结构,THBC在保证高效钝化的同时,解决了接触电阻问题,使开路电压和填充因子均得到提升。由于效率提升,折算后的THBC单瓦成本进一步下降。

“THBC不是简单的技术叠加,而是在TOPCon产业基础上的一次结构性升级。”张映斌表示,从TOPCon视角看,这是对其能力边界的延展;从HJT和BC视角看,则是多技术优势的融合体现。

从实验室效率到场景价值

在光伏技术路线多元并行的当下,企业如何在既有技术基础上实现再突破,不仅取决于实验室效率,更取决于对产业趋势与应用场景的系统研判。

“我们并非单纯追求效率纪录,而是基于应用场景倒推技术选择。”张映斌表示,当前光伏行业正从“度电成本优先”逐步转向“系统价值优先”,综合发电与综合效率愈发关键。

围绕这一趋势,THBC技术在设计之



初便聚焦分布式等高价值场景需求,核心是把正面效率做到极致,同时兼顾成本下降路径,推动技术实现从实验室效率向场景价值的转化。

性能方面,THBC在高效率基础上,通过结构优化实现了更优的低辐照性能与可靠性表现。谢志刚表示,在复杂应用环境中,这类特性直接关系到全生命周期发电能力,效率不只是实验室指标,更体现在不同工况下的稳定输出能力。

随着光伏应用从集中式电站向分布式、建筑一体化等多元场景延伸,技术评价标准正在发生变化。THBC正面无栅线的结构特征,也为其在建筑光伏一体化等新兴领域拓展应用提供了可能。张映斌说,这类设计在视觉一致性和美观度方面具备优势,有利于光伏与建筑形态的深度融合。

“构建场景互补双轮驱动新格局”

产业化路径始终是决定一项创新能否

真正落地的关键。“新技术能否推广,关键不在实验室,而在产业体系的承接能力。”天合光能光伏产品事业部总裁倪莉莉表示,THBC在推进过程中,始终遵循立足现有产业基础、实现平滑演进的重要原则,而非“推倒重来”。

据张映斌介绍,THBC可以基于TOPCon成熟产线的延伸升级,通过叠加部分低温工艺与结构优化,既实现效率跃升,又有效控制新增投入。

“THBC生长于现有TOPCon量产生态之上,这是它区别于其他技术路线的重要特点。”谢志刚进一步指出,这种路径意味着其在设备改造、投资强度及产能利用率方面具备更强的现实可行性,有助于降低产业导入风险。

不同于早期技术替代时的剧烈切换,当前光伏技术更强调在既有基础上的持续优化与融合发展,这种“渐进式创新”正成

为行业主流趋势。值得一提的是,THBC在薄片适配、金属化路径等方面也展现出显著潜力。张映斌指出,该技术兼容110微米—130微米薄片,有助于进一步降低硅耗成本,同时在贱金属化方向具备拓展空间。

在应用层面,TOPCon与THBC并非替代关系,而是形成互补发展的技术格局,在不同应用场景下发挥各自优势,共同推动行业向更高效阶段迈进。

展望未来,天合光能勾勒出一幅清晰的图景:公司将构建“TOPCon+THBC”双轮驱动、互为支撑的发展新格局。一方面,针对全球85%以上的双面发电场景,深挖TOPCon技术潜力,推动其持续升级;另一方面,在单面发电场景中快速推进THBC全面产业化,充分发挥其正面功率更高的性能优势。

圆柱电池赛道持续“升温”

全极耳技术路线快速崛起

■本报记者 林水静

近日,圆柱电池赛道热度持续攀升。从特斯拉4680干电极工艺实现量产突破,到宁德时代等头部企业密集发布圆柱电池结构、热管理相关专利,再到长晟创新等新锐企业集中推出46系、21系全极耳新品,行业新品迭代、专利布局、产能规划动作频频,技术路线加速分化与融合,市场需求呈现爆发式增长。

■动力领域广获青睐

事实上,圆柱电池在发展初期并未被行业普遍看好。传统单极耳、多极耳结构打造的常规圆柱电池,仅适配电动工具、两轮出行、小型储能等应用场景。与传统单、双极耳圆柱电池相比,全极耳圆柱电池在结构上实现根本性革新。

据了解,全极耳圆柱电池有效解决了传统方案内阻偏大、大倍率放电易发热、电流传导不均等行业痛点,兼具更低内阻、更高能量密度、更强快充能力与更优循环寿命。如今,全极耳圆柱电池技术凭借多项性能优势快速崛起,已然成为动力电池领域极具竞争力的发展方向。

研究机构EVTank联合伊维经济研究院日前共同发布《中国圆柱电池行业发展白皮书(2026年)》(以下简称《白皮书》)显示,整体来看,2025年全球圆柱电池出货量约142亿颗,未来几年大

圆柱电池将快速应用到动力、储能和两轮车等领域,预计到2030年出货量约189.8亿颗。

其中,宝马、特斯拉等车企对46大圆柱的青睐推动其出货量,特别是今年宝马iX3的超预期增长为三元大圆柱增长带来更多确定性;另一方面,多氟多、国轩高科、中比新能源等企业的铁锂圆柱也广泛配套于江淮思皓E10X、奇瑞舒享家、五菱宏光mini和宝骏悦也等车型,推动全年动力领域圆柱电池出货量超过45亿颗。

业内人士指出,动力领域已成为圆柱电池规模增长的核心引擎,三元大圆柱与铁锂圆柱双线放量,共同推动圆柱电池在新能源汽车赛道渗透率持续提升。

■高端市场需求持续增长

行业在电芯容量、能量密度、制造工艺等层面连续取得实质性进展外,成熟业态体系也不断升级。除在新能源乘用车等高端动力市场延伸,也能够轻松适配无人机、算力中心备电、智能机器人等高端新兴领域,应用覆盖面与市场份额得到大幅拓宽。

随着产业大环境持续向好,国家层面相继出台多项扶持引导政策,低空经济相关规划持续落地拓宽应用场景,算电协同发展要求推动算力储能配套加速普及,针对具身智能产业的扶持举措与行业标准也日趋完善,多重利好因素

叠加之下,进一步催动高端动力电池市场需求持续升温。

长晟创新创始人樊文光在接受《中国能源报》记者采访时表示,从当前行业市场格局可以看出,在能量密度接近300Wh/kg甚至更高区间的电池市场中,无人机、AIDC备电、具身智能,还有一些传统领域的高端需求正在同时爆发。这种多个大赛道同时需求爆发的局面,是过去20年里前所未有。“一方面,产能需求快速释放,增长非常快;另一方面,300Wh/kg以上,或者280Wh/kg以上的电池供给都是极度稀缺的。这就形成一个局面:需求极其旺盛,供给极其稀缺,形成了市场的结构性错配。长晟正是瞄准这个需求与供给严重错配的蓝海市场,专注走全极耳圆柱电池路线,聚焦把全极耳技术和高能量密度体系较好地结合。”

锂电行业迎来高端需求快速增长的新空间。有业内人士表示,这一市场机会已吸引多家企业布局,聚焦供需缺口突出的高能量密度领域加快产品落地,也为具备技术优势的初创企业留出发展空间。

■高能量密度成未来趋势

能量密度正成为划分圆柱电池市场格局的核心标尺,推动行业从同质化内卷转向价值竞争。业内人士透露,行业内200Wh/kg以内的铁锂电池,甚至

260Wh/kg以内的三元电池,一旦技术成熟、产能形成规模后,极易快速陷入同质化、低水平、无序扩张的价格竞争,进而引发恶性“内卷”,不仅压缩企业盈利空间,也严重制约锂电行业健康、可持续、高质量发展。

行业对大圆柱电池产业化节奏需更趋理性。“未来大圆柱电池或全极耳技术路线是明确的,但也不能对节奏过于乐观。”樊文光表示,“圆柱电池从18650放大到21700,虽然直径只增加了3毫米,但行业发展了4年才真正大批量量产。现在从21700直径翻倍扩大到46系列大圆柱,按这个逻辑推算,仍需时间。之前行业过于乐观,把预期抬得过高,导致落地有偏差,但这并不代表这个路线本身有问题。”

据介绍,从市场布局来看,近两年圆柱电池领域新增产能大部分是全极耳技术路线。随着技术持续成熟,产品成本逐步下行,下游应用的需求也在不断提升。《白皮书》指出,2025年,全极耳圆柱电池技术逐渐趋于成熟稳定,是全极耳圆柱电池的量产元年,企业纷纷实现量产落地。全球范围内,全极耳圆柱电池总体出货量约4.1亿颗。预计2030年出货量将超过37亿颗。

“传统的跑马圈地、疯狂扩产、同质化竞争的格局会逐渐减弱。未来会有更多从客户底层真需求出发,不断挑战新技术边界的路径。”樊文光说。

本报讯 近日,中国工程院院士段宝岩带领的“逐日工程”研发团队突破了空间太阳能电站与微波无线传能的多项关键核心技术,自主研发了一对多目标微波无线传能的空间太阳能电站地面验证系统,在百米级距离实现千瓦功率输出,推动我国空间太阳能电站及微波无线传能技术迈向工程化应用。

在陕西省技术转移中心组织的成果评价会上,专家组一致认为,项目成果总体达到国际领先水平,对我国未来空间太阳能电站和微波无线传能相关理论与技术发展具有重要引领与支撑作用,产业化及工程应用前景广阔。

近年来,空间太阳能电站处于从理论探索迈向工程应用的关键阶段。该项目通过新的工程技术手段,将地球同步轨道上的太阳能进行有效收集后,以无线能量方式传回地面,将微波转换成直流电后送入普通电网中。

据段宝岩介绍,建设空间太阳能电站好比是在太空预定轨道部署空间微波充电桩,可打破传统卫星对自身太阳能帆板的单一依赖,利用先进的微波无线传能技术,在浩瀚太空中为卫星建起“无线充电站”。

近期,这项研究又取得一系列新突破:团队从多学科交叉、多系统耦合与系统可靠性角度出发,提出了分布式欧米伽空间太阳能电站创新设计方案,攻克了远距离、高功率、高效率一对多目标微波无线传能技术,实现一套发射系统为多个移动目标供电,解决了多目标供电的精准控制问题,未来有望为多个太空飞行器或地面移动设备同时供电。在空间发电上,太阳能聚光与光电转换效率显著提升。在发射与接收天线集成化、小型化与轻量化上取得关键进展,为设备的太空部署奠定了基础。(综合)

我国空间太阳能电站研究取得突破

首批国产高压油浸式交流滤波电容器在云南投运

■姚雨君 杜建华 赵紫燕

日前,位于云南省文山壮族苗族自治州富宁县的±500千伏富宁换流站凌晨两点依然灯火通明,随着南方电网云南文山供电局的运行人员完成最后一项送电操作,该站年度预试定检工作圆满完成,在全站恢复带电运行的同时,首批国产高压油浸式交流滤波电容器也正式投入运行。

据悉,±500千伏富宁换流站是云南服务“西电东送”战略最前哨窗口站之一,是云南电网与南网主网异步联网的重要枢纽站,同时也是全国首个集±500千伏换流站、500千伏变电站、500千伏串补站于一身的“三合一”大型换流站。该换流

站主要承担着“西电东送”、富宁工业园区、文山东部片区的供电任务。该站自2016年投运以来,“西电东送”累计电量已达894亿千瓦时,已向富宁工业园区累计输送电量509.99亿千瓦时。三站合建不仅减少了重复建设,节省了占地面积和整体投资成本,输电系统的稳定性、可靠性得到了进一步提高,线路输送功率更高效。同时,富宁换流站采用创新接线方式,可实现直流功率“全送云南、全送广西、或分送两省区”三种灵活运行模式,进一步优化了跨区电力资源配置。

此次±500千伏富宁换流站的年度“体检”,由南方电网云南文山供电局承担,一共完成运行、检修、控保、输电、高压、计量、自动化、金属、化学、油化10个

专业共2900余项检修作业。其中,对12台国产高压油浸式交流滤波电容器进行安装、试验、投运是年最重要的工作之一。

“换流阀运行过程中会产生大量谐波,谐波如同人体血液中的代谢废物,会造成继电保护和自动装置误动作或拒动,严重时可能造成地区电网与主网断开连接。这个时候就需要滤波电容器与电抗器、电阻器等配合协作,持续滤除谐波、平抑波动,保证整个电网‘血液循环’通畅。”南方电网云南文山供电局变电检修所直流维护班副班长张文浪介绍说,生产高压油浸式交流滤波电容器的主材是聚丙烯“粗化膜”,占成本的50%左右,其生产加工已经基本实现国产化,但关键的原材料

聚丙烯料此前全部需要从国外进口。

面对这一技术难题,在南方电网公司统一部署下,由南方电网科学研究院有限责任公司牵头,联合中国石化中原石油化工有限公司、佛山佛塑科技集团股份有限公司、西安西电电力电容器有限责任公司、山东泰开电力电子有限公司、四川大学等产业链上下游十多家单位,2023年采用自主可控超活性催化剂成功研发电容器用聚丙烯料,等精度精确控制在97.5%±0.5%,灰分低于20ppm,达到国外进口同类产品技术指标。

“在完成国产聚丙烯料研发后,我们围绕国产聚丙烯‘粗化膜’的空隙率、表面粗糙度与弹性模量等理化特性开展研究,通过定构加工与工艺优化,全国产聚

丙烯‘粗化膜’的电气强度较进口产品提升了10%,元件的耐压及耐久性得到显著提升。经过近两年的持续攻关,于2025年成功完成了样机研制。”南网科研院高压所副所长刘刚表示,样机通过型式试验,试验数据显示,国产电容器整机损耗较进口材料产品降低约7.5%,成本降低约20%,产品综合性能已达到使用进口材料产品水平。

据了解,全国产高压油浸式交流滤波电容器在云南的正式投产运行,一举打破了国外厂家在聚丙烯料核心原材料领域的垄断,实现关键技术的自主掌握和国产化,有效促进了电力电容器技术的自主创新和高质量发展,真正实现了从“中国制造”到“中国创造”。