

钙钛矿技术加速产业化

阶段性成果带火光伏新赛道

■本报记者 董梓童

今年以来，钙钛矿光伏技术迎来产业化落地的重要阶段。京山轻机日前宣布钙钛矿光伏设备实现批量交付，成为国内率先具备规模化供货能力的设备企业之一。与此同时，多条兆瓦级生产线陆续建成并进入调试或投运阶段，钙钛矿电站项目实现兆瓦级持续运行，部分示范电站已稳定发电近两年。业界认为，随着技术路径逐步清晰、设备和材料成本下降、标准化体系同步推进，钙钛矿技术正进入商业化验证期。

在光伏行业整体面临降本与结构性竞争压力的背景下，钙钛矿作为新一代光伏技术路线受到高度关注。当前，行业技术迭代方向已从传统晶硅效率提升转向以钙钛矿及钙钛矿/叠层为代表的材料结构创新。在国家“双碳”目标及全球能源转型趋势推动下，这一新兴技术路线被视为推动光伏产业从“效率竞争”迈向“结构创新”的关键力量，其产业化进展成为观察光伏技术未来动向的重要窗口。

技术路线分化加速

钙钛矿技术作为新一代光伏电池核心路线之一，正从实验室“效率纪录竞争”逐步转向“量产效率与稳定性并重”。今年以来，钙钛矿单结与钙钛矿/叠层两大路径同步推进，形成多技术路线并行发展的格局。TÜV 莱茵大中华区太阳能服务首席技术专家高祺指出，光伏电池技术发展方向正在发生结构性变化，在以 TOPCon 和 HJT 为代表的晶硅钝化技术逐步趋于成熟后，新材料结构成为行业实现效率突破的重要方向，其中钙钛矿技术已具备产业化验证基础，并在效率提升方面展现显著潜力。

极光电能联合创始人、总裁于振瑞表示，钙钛矿作为材料体系具备低温制备、可溶液加工、高光吸收系数等特性，能够突破晶硅材料效率上限，为行业提供新的

增长空间。他指出，当前钙钛矿技术路线主要分为单结和叠层两大方向，叠层路线又包含组件级四端结构和电池级两端结构。其中，单结技术成熟度最高，已在兆瓦级电站实现应用，是多数初创企业的主要选择；叠层路线则更适用于面积受限、高价值场景，预计在四五年内实现商业化应用。

从技术特性来看，单结钙钛矿产品成本更低，具备柔性和半透明优势，在建筑光伏一体化、车载光伏等新型场景具备不可替代性。而钙钛矿/晶硅叠层技术通过封装或沉积方式实现电池层结构叠加，可提升整体效率水平，为行业实现更高效率提供供能路径。

在业内人士看来，未来光伏产业竞争中，钙钛矿将不仅是“替代路线”，更是“增量路线”，能够通过晶硅结合创造新的技术门槛，推动光伏技术范式转换。不过，只有实现效率、稳定性、成本三者的平衡，钙钛矿技术才能在光伏市场中形成可持续竞争优势。

产线与示范项目同步推进

钙钛矿技术从实验室走向产业化的进程明显加快，核心体现在设备供给能力的形成、兆瓦级生产线陆续投运以及兆瓦级电站持续验证三方面。

于振瑞透露，极光电能 150 兆瓦中试线自 2022 年底建成以来，已连续运行近三年，产品良率稳定在 95% 左右；其吉瓦级产线的一期项目已于 2025 年初投产，经过半年的产能爬坡与工艺调试，目前已正式出货，良率保持在约 90%。

在下游应用方面，钙钛矿电站示范项目呈现出由“点状试验”向“场景化验证”转变的趋势。于振瑞介绍，目前已投运的钙钛矿电站中，单体规模达到兆瓦级，运行时间最长接近两年。近期华能集团投运 5 兆瓦地面电站，是目前国内最大的全钙钛矿



地面电站项目。此外，今年内还将有多个项目陆续建成，包括国电投大庆基地 8.58 兆瓦项目及无锡 6.8 兆瓦分布式项目，预计明年将出现单体 10 兆瓦级电站。这些项目的持续运行，为技术稳定性和发电性能提供了长期数据支撑。

不过，从产业链视角看，钙钛矿技术仍处于商业化验证初期。业内人士判断，钙钛矿产业化正处于由“技术可行”向“商业可行”过渡的关键阶段。在当前市场环境下，企业纷纷加快布局产线，构建从设备制造、材料供应到组件封装的一体化产业链体系，以抢占先发优势。随着装机规模逐步扩大、成本持续下降，钙钛矿有望在未来三年内进入产业化规模化阶段，形成从中试示范向商业化应用的实际迈进。

标准体系亟待完善

技术创新要实现商业化落地，必须建

立统一的标准体系。今年以来，钙钛矿技术标准制定工作明显提速，成为行业关注重点。

TÜV 莱茵全球电力电子产品服务副总裁兼大中华区太阳能与商业产品服务副总裁李卫春表示，钙钛矿材料与传统晶硅组件在结构及工艺方面具有明显差异，现有的检测认证体系已无法完全适用新材料技术，必须通过制定专门标准来确保技术评估的科学性与测量结果的一致性。他指出，光伏技术的发展高度依赖测试手段的进步，标准化工作不仅是产业化的基础，更是推动技术迭代的重要支撑。

目前，TÜV 莱茵已联合行业龙头企业成立钙钛矿技术应用推广联盟，并推动相关标准于去年年底至今年初完成制定，涵盖性能测试、温度系数、弱光表现等技术参数，同时建立针对可靠性验证的认证体系。于振瑞介绍，公司正与行业机构共同

参与中国光伏行业协会在新疆昌吉组织的标准会议，推动钙钛矿专项标准纳入行业标准体系，确保新技术在推广过程中有章可循。

从国际视角看，钙钛矿标准制定已成为全球技术竞争的新焦点。于振瑞指出，我国在钙钛矿产业化方面已形成领先优势，需要及时将技术优势转化为标准优势。因此，他呼吁行业各方加强协同，特别是有 TÜV 莱茵这样的国际第三方机构的参与，推动我国在国际标准制定中取得主动权，巩固全球竞争地位。

业内一致认为，钙钛矿标准体系的构建不仅关系到技术推广的效率，也将直接影响市场准入、产品认证以及金融机构对电站项目的投资信心。随着标准的逐步落地，将为钙钛矿技术在不同场景下应用提供权威评估依据，推动技术走向大规模、规范化发展。

安徽淮北：煤矸石变身“环保砖”



图片新闻

11月5日，工人在安徽省淮北市濉溪县南坪镇一家煤矸石生产烧结砖企业生产线上作业。

近年来，安徽省淮北市坚持走生态优先、绿色发展之路，依托煤炭资源优势，不断延伸产业链条，以废弃煤矸石为核心原料，研发生产新型环保空心砖、多孔砖和保温砌块，让“黑色废料”变身“绿色建材”，不仅带动了群众就业，还为乡村振兴注入新动能。 人民图片

关注

本报讯 11月3日，新疆和田县 300MW/1200MWh 构网型独立储能项目并网。该项目位于新疆和田县朗如乡，设计总装机容量达 300MW/1200MWh，采用磷酸铁锂电池作为储能载体，由 60 个 5MW/20MWh 储能单元系统协同构成。

据了解，为保障电力高效输送，该项目配套新建 1 座 220 千伏汇集站，通过 1 回 220 千伏送出线路接入和田 750 千伏变电站，形成了完整的能源存储与输送体系。

作为自治区重点项目，该项目的成功投运不仅创下和田地区已并网单体规模最大的构网型独立储能电站的纪录，更将为当地冬季电力保供及新能源产业高质量发展提供坚实支撑。 (宗合)

新疆和田单体规模最大的构网型独立储能电站并网

电池厂商“抢滩”新能源重卡

■本报记者 姚美娇

在“双碳”目标驱动下，新能源重卡发展已成为交通领域绿色低碳转型的重要一环。不过，续航受限、充电不便等因素仍制约着其规模化推广进程。基于此，今年以来，宁德时代、欣旺达等多家电池厂商瞄准行业痛点推出重卡电池新品，聚焦充电效率提升展开技术攻坚。

在业内人士看来，在政策支持、技术优化、基础设施建设等多维度协同发力下，新能源重卡在中长途运输领域的规模化、高效化发展运营有望加速驶入快车道。

多家电池企业涉足

今年已有多家电池厂商通过深化与车企战略合作、发布新品等方式涉足新能源重卡赛道。10月，欣旺达发布商用车超充电池、长寿命电池。4月，欣旺达动力举办“重卡专用动力电池发布会”，推出重卡专用大容量超充电芯。

同样在 10 月，宁德时代在业绩说明会上表示，公司正在打造重卡换电生态，加速重卡的电动化。公司商用动力电池出货快速增长，占比逐步提升，目前占总出货的比

例约两成。据悉，宁德时代在换电重卡领域深耕多年，并已天行重型商用车系列电池，包括超充版、长寿命版、长续航版以及高强度版。

5月，亿纬锂能发布 8 款开源电池产品，旨在以全场景解决方案覆盖商用车多样化应用需求。在重卡领域，亿纬锂能推出不同规格电池产品，包括 LF230P—453kWh 等。

电池厂商积极抢滩新能源重卡赛道的背后，是市场机遇的逐渐显现。近年来，新能源重卡政策扶持力度不断加大，《关于实施老旧营运货车报废更新的通知》《关于进一步做好老旧营运货车报废更新工作的通知》等文件的相继发布，为新能源重卡发展持续注入动能，市场规模不断增长，并加速进入物流领域。

高工产业研究院 (GGII) 预计，到 2030 年，我国重卡销量有望达到 160 万辆，新能源渗透率有望突破 60%。新能源重卡保有量将达到 370 万辆以上。若按电动重卡保有量占比 95%、年行驶里程 10 万公里计算，届时我国电动重卡可减少碳排放超 0.7 亿吨。

“超充”为核心方向

不过，虽然新能源重卡快速发展，但续航里程受限、电池自重较大等问题仍制约着其向更长运距场景渗透，而电池技术升级、创新补能模式成为破局关键。

从电池企业相关产品布局情况来看，普遍以“超充技术”为核心攻坚方向。例如，前述欣旺达动力发布的重卡专用动力电池，基于快充型材料体系与智能充电策略的协同创新，实现兆瓦级超大功率下的 3.5C 稳定充电；亿纬锂能重卡专用电池产品 LF230P—453kWh 电池，18 分钟可实现 SOC 10%—80%，最高达 1500kW 充电，并且耦合充电桩端液冷，快充省时，预计为用户创造每年 5 万元的运营增收。

值得注意的是，电池技术升级的同时，兆瓦级超充站建设与换电模式推广也被业界视为破解电动重卡补能难题的关键路径，相关产品研发及补能站点布局正不断完善升级。例如，近日特来电发布 10kV 中压 4MW 一体化全矩阵超充解决方案，在充电箱变方面实现单体 4MW 超大容量功率池，在充电终端方面实现双枪

在电池企业供应中占据更高比重，也将为电池企业带来新增增长点。国泰海通发布研报称，在以旧换新政策的推动下，中国电动重卡市场实现高速增长，渗透率持续提升。前三季度，我国新能源重卡累计销量达 13.78 万辆，同比增长 184%，超过 2024 年全年水平，渗透率进一步提升至 24.21%。与此同时，尽管欧美地区现阶段重卡电动化水平相对较低，但在碳排放考核趋严与补贴政策支持的驱动下，增长势头也已初步显现。随着电动重卡市场迎来爆发式增长，将为锂电行业带来广阔的增量空间，动力电池及关键材料企业有望从中受益。

持续完善产业生态

值得注意的是，电池技术升级的同时，兆瓦级超充站建设与换电模式推广也被业界视为破解电动重卡补能难题的关键路径，相关产品研发及补能站点布局正不断完善升级。例如，近日特来电发布 10kV 中压 4MW 一体化全矩阵超充解决方案，在充电箱变方面实现单体 4MW 超大容量功率池，在充电终端方面实现双枪

4MW，单枪 2MW 充电，10 分钟即可充满一辆重卡车。

特来电副总裁周小飞此前表示，加强重卡充电站建设并提升运维效率至关重要。“重卡电池正逐步趋于规范化和标准化，400 以上的大容量电池增速较快，且充电需求功率也在同步增大。”

从行业趋势看，电动重卡补能路径呈现多元化互补发展态势。国际智能运载科技协会秘书长张翔指出，在长途干线运输场景，采用超充技术更为适宜；而对于固定线路的封闭区域运营，换电模式则更具优势。“换电重卡中的电池管理成本相对更低，换电站可统一安排充电、检测等工作。另外，电动重卡多用于港口、矿山、钢厂等特定场景运输，路线固定、里程可预测，便于布局换电站。这些场景对车辆出勤率要求高，换电模式可以保证车辆高效运营。”

在业内人士看来，电动重卡规模化发展离不开产业各方协同发力，从产品创新到充换电网络建设以及商业模式探索，电动重卡产业生态有望日趋完善。申万宏源发布研报称，展望未来，政策端环保、路权、以旧换新补贴正促进新能源重卡渗透率快速提升。由于电动重卡投资额大，下游重视投资回报，需产业链生态协同发力。目前电动重卡产业链竞争格局稳固，整车/电池/电机等环节市场格局较为集中，下游需求的集中释放有望助推各环节释放高利润弹性。