

2023 年度光伏行业创新成果推介目录

中国光伏行业协会

2023 年 12 月 14 日

序 言

为进一步推动我国光伏产业创新发展，推广光伏领域创新成果，加强创新性产品供给，培育创新性技术文化，中国光伏行业协会(以下简称协会)开展了 2023 年度光伏行业创新成果推介活动，针对 2023 年行业内的创新技术、创新设计方案、创新解决方案面向行业广泛征集。截至到 2023 年 11 月底，协会秘书处收到了包含硅片、电池、组件、辅材辅料、储能、系统、智能制造等环节的近 50 项创新成果。

经过协会秘书处初审，组织近 26 位行业内权威专家对所有创新成果进行打分，召开专家讨论会后，综合考虑专家打分结果、专家意见，根据制造端和系统端报送的成果数量按比例遴选出具有先进性、新颖性和适用性，具有较好市场潜力和较大推广价值的制造端 10 项、系统端 8 项，共 18 项创新成果列入《2023 年度光伏行业创新成果推介目录》。

中国光伏行业协会

2023 年 12 月 14 日

声 明

本次活动的征集只针对技术、设计方案、解决方案，不针对具体企业和产品。在专家评分和论证讨论环节中，协会秘书处已将申报材料中的企业信息进行了模糊处理。

本次活动以非盈利为目的进行宣传、推广，不收取任何费用。

本目录中的资料内容均由申报单位自行提供，行业专家仅对创新成果是否具有先进性、新颖性和适用性，是否具有较好市场潜力和较大推广价值进行审议，未对创新成果知识产权归属问题进一步审议，若因申报材料中涉及抄袭、侵权等问题出现任何法律纠纷，一切法律责任由申报单位承担，中国光伏行业协会不承担任何法律责任。

中国光伏行业协会

2023年12月14日

目 录

(按项目名称首字母排序)

制造端

210R 矩形硅片设计及中版型组件尺寸统一	1
BIPV 用中空透光型碲化镉发电玻璃技术	1
GRP 玻纤增强聚氨酯复合材料光伏边框在光伏组件中的运用	2
单机 GW 级高效异质结(HJT)电池生产基线方案	3
低水汽透过率、高体积电阻率改性 EVA 太阳能电池封装胶膜	4
低压硼扩散炉研发及产业化	5
高产能微晶异质结 PECVD 设备	5
高效低成本 NBB 无主栅异质结电池焊接创新解决方案	6
高效低成本背接触电池组件技术	7

高效硅钝化接触太阳电池(TNC)技术8

系统端

100MW 钙钛矿平米级量产光伏技术10

创新户用储能产品 11

大跨度零挠度柔性支架 11

光伏自清洁涂层材料 12

环保光伏气膜新能源技术 12

液冷储能电池舱 12

一种双面光伏组件支架研发与推广应用 13

智能光伏控制器 13

制造端

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
1	210R 矩形硅片设计及中版型组件尺寸统一	<p>该版型具有优良的尺寸、电气兼容性，集装箱空间利用率达到了 98.5%，达顶格设计，是目前集装箱空间利用率最高的组件尺寸，能够实现客户价值和系统价值最大化，成为行业 500W~600W 系列组件中的极致产品。这也是矩形硅片首次公之于众，彻底打破光伏行业几十年来对“硅片是正方形”的思维定势。</p>	<p>210R 组件尺寸统一是推动行业进步升级的关键动力，为硅片的尺寸图统一及标准化提供了参考，在组件端增加了辅材供应的兼容性，降低产业链成本，带来规模化发展，充分释放整个产业价值，也有利于形成成熟的产业链生态、降低度电成本，推动应用端价值最大化。</p>
2	BIPV 用中空透光型碲化镉发电玻璃技术	<p>通过开发一套透光碲化镉发电玻璃的设计制备技术和装备，在市场上率先推出了无感透明碲化镉发电玻璃。</p>	<p>(1) 根据人体肉眼成像原理，开发了一套透光刻线设计方案。通过无感化的设计，解决传统透光产品容易造成视觉疲劳和眩晕的问题，从而实现了透光产品的人体工学优化。</p> <p>(2) 通过对视觉和户外的光线分析，定义了色差所需的刻线误差控制范围，并根据激光刻线装备物产生的根源，提出了 CCD</p>

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
			<p>纠偏、气浮支撑的技术应用，解决了透光产品容易产生色差的难题。</p> <p>(3)开发了一套刻线性能优异生产节拍快的透光刻线装备。提出使用平顶激光取代高斯激光，大面积振镜拼接刻线的技术方案，大幅提高了设备的生产效率，并将激光刻线的热影响区降低了70%。设计了一套低EHS风险的除尘系统，保障了设备的稼动率，并实现无粉尘接触保养。</p>
3	GRPU 玻纤增强聚氨酯复合材料光伏边框在光伏组件中的运用	<p>本材料具有极好的耐腐蚀、耐盐雾性能并且可以大大减少PID失效。此外，碳排放指标只有铝合金边框的14.5%，是一款低能耗的产品。售价比铝合金更低且能大幅提高组件性能，可以为客户带来更高的价值。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.光伏边框 A/B/C 面铺设玻纤织物，大大提高横向抗弯、抗剪切及抗冲击强度。 2.光伏边槽口内侧铺设玻纤织物大大提高槽口部位横向抗弯及剪切强度。 3.中间层为纯玻纤+聚氨酯结构保证型材纵向弯曲强度及拉伸强度。光伏边框腔体内侧铺设玻纤织物大大提高边框腔体角部强度及横向抗弯、抗剪切强度。表层采用脂肪族聚氨酯水性涂层对型材基材进行抗紫外保护。

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
4	单机 GW 级高效异质结(HJT)电池生产基线方案	<p>采用“大腔室、大产能”设计，单机产能达到了 1GW。整线设备主要包括 4 个环节：制绒清洗、非晶硅沉积、TCO 沉积和丝网印刷，其中，非晶硅沉积的核心设备 PECVD、TCO 薄膜沉积的 PVD 设备为企业自主研发。</p> <p>经客户项目验证，本方案在单线产能、稼动率、产品转换效率等各项指标上，均具有国际先进性。整线设备可适应各种国产化关键材料，兼容 166mm、182mm、210mm 等规格尺寸硅片，且是升级到 HBC 电池的通用平台。</p>	<p>1. 大腔室设计,大幅提升产能</p> <p>大腔室的设计，使得 PECVD 设备单腔室获得极高的有效镀膜面积，单机产能已经提升至 1GW，设备更容易实现大产能。以 210mm 半片产线为例，载板尺寸为 13*26、338 片，小时产能可达 23858 片</p> <p>2. 采用 RF13.56MHz 射频技术</p> <p>整线装备采用 13.56MHz 射频(RF)等离子体辉光放电技术，制备的微晶硅薄膜有极佳的均匀性、工艺窗口较宽、制备工艺稳定，制备出的微晶异质结太阳能电池具有极佳的稳定性和可靠性</p> <p>3. 高效 HBC 电池的通用装备</p> <p>HBC 电池都是用量产 PECVD 设备生产出来的，所有的工艺均可用于大规模生产，且异质结电池产线可以直接改造升级成 HBC 电池产线。</p> <p>2023 年 9 月，经福建省计量科学研究院（国家光伏产业计量测试中心）测试，异质结电池（HBC 电池）最高转换效率已达到了 27.42%</p>

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
5	低水汽透过率、高体积电阻率改性 EVA 太阳能电池封装胶膜	OE 系列改性 EVA 太阳能电池封装膜以 EVA 为主要原料,采用特殊改性技术,在 EVA 分子链上增加若干种特殊功能基团和聚合物分子链。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水汽透过率 < 4g/m².d, 与 POE 膜相当, 没有 POE 膜的助剂析出打滑和 EPE 膜的助剂向 EVA 层迁移, 造成内、外层交联度指标失控, 以及 EPE 膜的 POE 层厚度均匀性难以控制等影响胶膜性能的问题, 同时, OE 系列改性 EVA 胶膜又具有 EVA 胶膜良好的层压性能, 有助于提高层压良率, 适用于各种单玻和双玻组件的封装, 特别是 TOPcon、HJT 等 N 型电池及铜铟镓硒等薄膜电池组件的封装。 2. 体积电阻率 > 1.0*10¹⁷Ω.cm, 是 EPE 胶膜的约 100 倍, 具有良好的抗 PID 性能。 3. 拉伸强度 > 20MPa, 可提高组件抗风压和雪荷载性能, 有助于减少电池片隐裂, 特别是对强度要求较高的 BIPV 组件, 解决了现有封装胶膜拉伸强度较低的问题, 可满足光伏玻璃幕墙等结构玻璃对拉伸强度的要求。 4. 电气强度 > 50KV/mm, 耐电痕指数 (CTI) > 600V, 是 POE 和 EPE 胶膜的 1~2 倍, 可适应更高的系统电压, 以降低系统功率损耗, 降低度电成本。

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
6	低压硼扩散炉研发及产业化	<p>低压硼扩散炉是制备新一代 TOPCon 高效太阳能电池 p-n 结的核心工艺装备，在连续攻克超高温（1050℃）密封结构难题、腐蚀性难题（反应物腐蚀不锈钢）、超高温异型炉体技术、大承重浆结构（承重从 100kg 增至 150kg）、高工艺性能的顺向放片技术、大产能新型装载舟结构（产能从 1600 片/管提至 2880 片/管）一系列产业难题后，终于成功研发并产业化新一代大产能低压硼扩散炉。</p>	<p>依照“可靠设备+成熟工艺”的技术路线，围绕大产能、气场、温度场和压力场，重点研发反应腔室的真空控制技术、石英管耐压及密封技术、尾排及过滤技术、超长温区温度控制技术、高效安全的气体及流量控制技术、自动化上下料技术、大产能石英舟放片技术、高智能化的软件控制技术等相关核心技术，经过不断的创新技术研发和产业化的大量应用，该项目目前取得亮眼的成绩。</p>
7	高产能微晶异质结 PECVD 设备	<p>采用该技术的设备为 2022 年 2 月推出的高产能微晶异质结 PECVD 设备（OAK-Q）</p>	<p>1、以保证 PECVD 镀膜质量为前提，运用独特的精密腔体结构及叠层设计，增加设备产能的同时降低了设备成本和生产制造过程中的运营成本</p> <p>2、甚高频 PECVD 快速微晶技术：通过甚高频技术、双真空技术、封闭传输技术、半固定射频匹配器及调频射频电源的自优化射频系统</p>

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
			<p>等关键性的创新技术，研发出甚高频等离子体 PECVD 快速微晶沉积方法</p> <p>3、快速等离子体稳定（阻抗匹配）技术：采用电子调频匹配，加快等离子体稳定速度，保证沉积薄膜质量，提高电池片的光电转换效率</p> <p>4、多层真空机械手快速精确传输技术：通过机械手搬运硅片，平面度、稳定性优良，回避传统滚轮传输形成的曲面导致放电高度不均，影响成膜质量的问题</p> <p>5、反应器三维温度控制技术：通过载板全接触式三维加热技术，设计热传导效率为传统单腔热传输效率数倍，降低加热反应温度，缩短真空镀膜腔体反应时间，保障设备稳定运行，提升产品良率</p>
8	<p>高效低成本 NBB 无主栅异质结电池焊接创新解决方案</p>	<p>NBB 技术将主栅线全部去除，可显著降低银耗，且在焊接工序即形成有效的焊接合金层，以满足其产品可靠性需求，成为最具潜力的下一代组件技术。</p>	<p>1、工艺设计：充分发挥多主栅优势，创新使用多达 28 根焊带，使电子传输路径缩短至 7.4mm，极大程度上减少电能损耗，且进一步减少电池正面细栅遮挡，有效降低遮光面积，获取更多的光学收益</p> <p>2、设备端：通过空间交叠布置、机构同步直驱等方式，首先突破机械结构限制，在极小空间内对 28 根焊带进行同步工艺处理，使机械与工艺设计完美结合</p>

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
			<p>3、核心焊接工艺：NBB 设备首先使用分步、异位工装施加方案，有效避免工装与金属线夹爪空间干涉，同时保证焊接时压力施加充分，保障焊接过程中焊料与基材紧密接触，以达到焊带与电池片微米级贴合精度要求</p> <p>4、胶点施加方式：打破常规电子行业桎梏，首家引入“飞点”模块方案，机械动作与胶点施加同步完成，大大缩短生产节拍</p> <p>5、区别于传统焊接机工艺：NBB 技术采用超低温焊接+“保温”缓降方式，实现了低应力模式，有效解决了焊带收缩导致的断栅问题</p> <p>6、NBB 技术率先跨界应用 UV 无影胶，在引入过程中研制出一套快速评估可靠性测试方案</p>
9	高效低成本背接触电池组件技术	<p>高效低成本背接触电池组件技术创新性开发了大尺寸高质量钝化膜层沉积及界面处理技术、载流子选择性接触技术、低成本图形化工艺技术、新型金属化技术及组件封装技术等成套制备技术。项目将多项创新技术进行叠加，有效地减低表面复合速</p>	<p>创新性如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 高质量钝化膜层沉积及界面处理技术 (2) 载流子选择性接触技术 (3) 低成本图形化工艺技术 (4) 新型低成本金属化技术 (5) 组件高精度互联技术

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
		<p>率, 通过选择性钝化接触降低金属区复合速率;有效提高背接触电池转换效率及组件输出功率。</p>	
10	<p>高效硅钝化接触太阳能电池(TNC)技术</p>	<p>本技术是在 TOPCon 电池基础上自主开发的电池技术, 并在搭配该电池技术的基础上, 在组件端进行自主技术创新, 开发高功率高可靠性 SMBB 组件产品。该技术填补了中国管式 PE-TOx&Poly 的行业空白, 两次荣登 PIP 杂志年度及月度封面文章, 并获评中国进博会授予的 2022 年度十大“零碳中国”创新技术。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.开发了产业化 PECVD 多晶硅(Poly Si) 原位掺杂技术; 2.开发了产业化 PECVD 技术生长超薄隧穿氧化硅层和高电导率的多晶硅薄膜生长技术; 3.开发了低氧杂质高质量 N 型硅片, 降低大尺寸 N 型硅片在 TNC 太阳能电池生产过程中的同心圆问题, 提升电池生产良率及组件可靠性; 4.开发适合 TNC 电池正面硼扩散发射极的激光直接掺杂技术, 降低正面栅线接触电阻率, 提高光电转换效率, 并降低量产制造成本; 5.通过 SMBB 电池金属化图形设计降低正面栅线遮光面积; 6.开发高精度焊接技术, 优化焊接材料及工艺, 推广 SMBB 组件产品产业化; 开发低透水率背板、封装胶膜及封边胶材料; 开发差异化 TOPCon 单玻、黑组件、超大版型等组件产品

系统端

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
1	100MW 钙钛矿平米级 量产光伏技术	首款钙钛矿平米级商用组件，可广泛应用于大型地面电站、工商业分布式电站、建筑光伏一体化和城市户外光伏等场景。	<p>首家将钙钛矿光伏技术成功应用到 100MW 量产线上、实现连续制造，实现首个钙钛矿分布式电站、渔光互补电站和兆瓦级地面电站的并网，持续推进钙钛矿光伏技术的产业化进程。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 先后 9 次登上钙钛矿组件光电转换效率世界纪录表，四次蝉联“太阳能电池中国最高效率”钙钛矿单结领域冠军 2. 获得首个 IEC61215、IEC61730 钙钛矿产品稳定性全序列国内外双认证 3. 在浙江衢州建有首个钙钛矿产业基地，首条百兆瓦级钙钛矿产线于 2022 年初建成投产 4. 率先发布首款钙钛矿平米级商用组件 α 并实现出货 5. 实现首个钙钛矿分布式电站、渔光互补电站和兆瓦级地面电站的并网

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
2	创新户用储能产品	<p>本产品自适应能源配置，实现能源最优化应用。如，分时充放电模式可以很好地适应分时电价，根据该地区电力部门每天划分的高峰、平段、低谷等多段电价进行有针对性的能量管理，达到削峰填谷降低电费开支的目的。并可根据家庭电力负荷曲线对系统发电功率进行调节，实现能量时移，以改善电能质量和优化供能效率。</p>	<p>对于电网不稳定或者无电网应用场景，如海岛、基站等，该储能产品能带来更加可靠的备用能源供应，全系产品能实现<10ms 的 UPS 切换等级，真正做到无感知切换，让用户完全摆脱电力中断的困扰。并且，产品的 Backup 输出能力提升至 1.6 倍并可延续 30s，这为带载水泵、冰箱、空调等需要高瞬时功率启动的感性负载提供了有力的支撑；另外，产品的电压和电流谐波均控制在 3% 以内，高质量的电力对于家庭负载供电更友好；同时，该储能产品具备并发电机的功能，在系统离网的时候可以用发电机补充电池能量，或者搭配储能系统形成多能互补形式给负载供能，实现可靠用电。</p>
3	大跨度零挠度柔性支架	<p>应用于柔性光伏电站的大跨度零挠度柔性支架</p>	<p>开创防张弦索架结构、Cross-Tie 横向减振体系技术，突破性的实现了 30 米以上柱跨度、组件安装面零扰度、索系和组件低受力、震动抑制率 98% 等技术特性，达成管桩 50 根以内用钢量 25 吨以下、土地利用率高 90% 以上、大风无抖动和风颤、成本优化等应用结果，在 37.7m/s(十三级风)的极限试验下完好无损、无扭转风险，高达 3 米的空间为渔业养殖更多的光照和便利性创造条件。</p>

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
4	光伏自清洁涂层材料	是一种新型的太阳能发电板涂层材料，其主要特点是具有自清洁、不沾灰，抗静电，增透减反射和提升发电效率等性能。	该涂层应用在太阳能光伏电站上能够提高太阳能电池板的光吸收率，减少污染物在表面的附着，进而提高电池板的发电效率。同时，该涂层具有环保的特点，对环境没有污染，能够促进太阳能发电的可持续发展。
5	环保光伏气膜新能源技术	环保气膜是一种具有密闭性、能对产生粉尘、废气等污染源的环境进行环保封闭并净化处理的智能装备。	通过攻克太阳能光伏板轻质化、柔性化、与环保气膜一体化应用等技术难题，首创了新能源光伏技术与环保气膜技术的完美结合，填补了国内外同行业光伏气膜一体化应用技术的空白，首创了新能源技术在气膜行业应用的商业先例，对行业的发展具有引领作用。
6	液冷储能电池舱	一款具有高性能、高安全、高效率和高灵活性的电网级储能系统，它在电芯和系统两个层面实现了技术创新和成本降低，为客户提供了极具竞争力的储能产品和解决方案	电芯层面：采用自研的长寿命储能电芯，实现了 12000 次循环，超过了行业平均水平。通过创新研发出“三减一补一智造”技术，有效减缓并补充活性锂损失，提高电芯的稳定性和寿命。 系统层面：采用了高集成化系统设计，实现了占地面积减少 45% 以上、交付周期缩短 40%。采用了智能液冷技术，有效提高能量密度，降低自耗电，实现 pack 级精细化热管理，电芯温差在 3°C 以内，散热性能提升 16%，电芯寿命提高 10%。具备 AI 电芯健康监测和预警功能、pack 级消防、系统预留水消防等安全防护措施，远程一键升级、

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
			故障录波和故障诊断等智能营维功能，使系统的安全性和可靠性更高。具有柔性连接，积木式应用的特点，可以根据客户现场情况灵活布局，适用于多种应用场景。
7	一种双面光伏组件支架 研发与推广应用	此方案安全性可靠、实用性良好、经济效益显著，比传统支架方案节约0.03元-0.07元/W成本	新型固定支架方案可大幅增加整体结构的稳定性。檩条在组件长边方向布置可避免遮挡组件背面。经计算，可使组件离檩条距离超过80mm，大幅减少檩条对组件背面产生阴影，整个结构对组件背面基本无遮挡，不影响双面组件发电量。可在传统支架基础上降低用钢量。
8	智能光伏控制器	与同市场其他解决方案相比，本产品实现了多项行业突破。	1)三重直流安全： 智能组串分断技术 ：可对直流侧“组串反接、电流反灌、母线短路”等常见故障进行有效识别，并对异常电参数的影响程度做出智能化判断，在确保组件安全的情况下，最大限度地保障电站的稳定运行。 MPPT级绝缘诊断技术 ：将数字技术与电力电子技术融合，能精准感知每路MPPT的电压变化，结合智能算法和电子电路逻辑控制技术，可准确定位故障点对应的MPPT。当发生单点故障时，能识别故障组件在组串中的大致位置，提升故障点定位精度，有效缩短故障排查时间。 智能端子检测技术 ：PV端子上板设计，自动化生产，保障高可靠；交直流端子温度异常时，逆变器可告警/停机。

序号	项目名称	项目成果简介	创新性说明
			<p>2)鉴衡最高 L5 级电力载波认证,通讯更稳定。最大传输距离可达 1000 米, 可支持最大容量 9MW 的子阵列, 确保通信稳定。</p> <p>3)首款支持智能风扇除尘逆变器, 显著提高除尘效率, 降低维护成本</p> <p>4)兼容所有主流光伏组件 (166/182/210)</p>