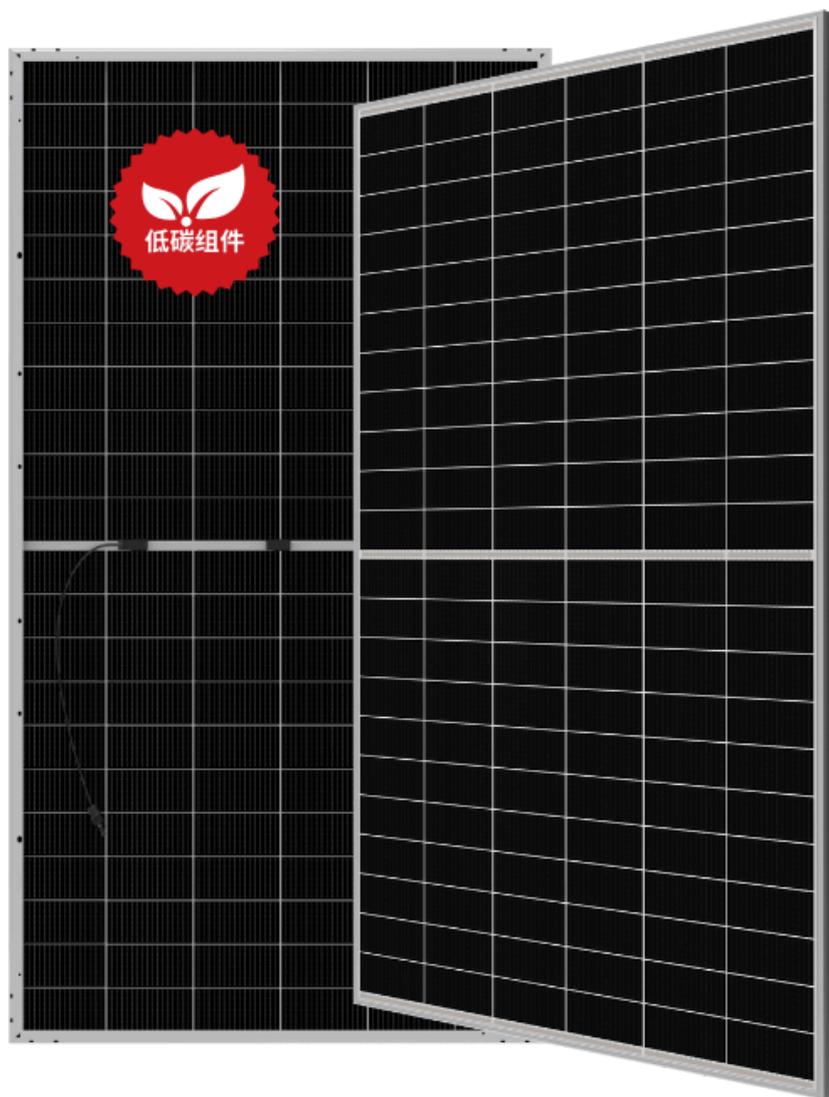


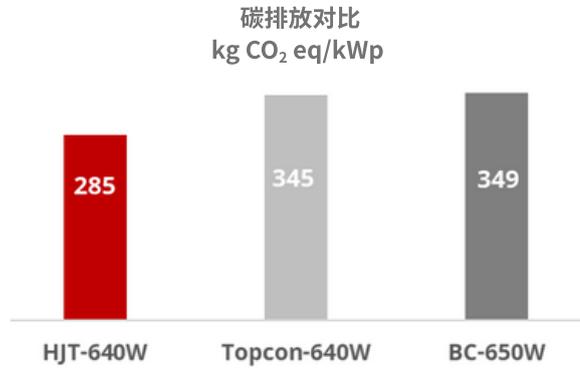
# 新一代低碳光伏组件

技术白皮书



全球领先的光伏和储能系统整体解决方案提供商-阿特斯阳光电力集团股份有限公司，向全球市场推出了行业内最具环保价值的低碳制造组件，引领行业在制造领域加快节能减排。该低碳组件专为公用事业以及工商业光伏系统设计，组件功率高达660瓦，效率高达24.4%，并于2025年8月开始全球交付。

这款最新的低碳组件采用了阿特斯自主创新的硅棒、硅片技术，并结合HJT电池片工艺，实现了从“摇篮到大门”（即组件原材料的开发到组件制造完成，按照法国碳足迹ECS规则计算），仅285 kg CO<sub>2</sub>/kWp的碳排放水平，比目前市场上的其他主流技术（如TOPCon、BC）降低约18%。

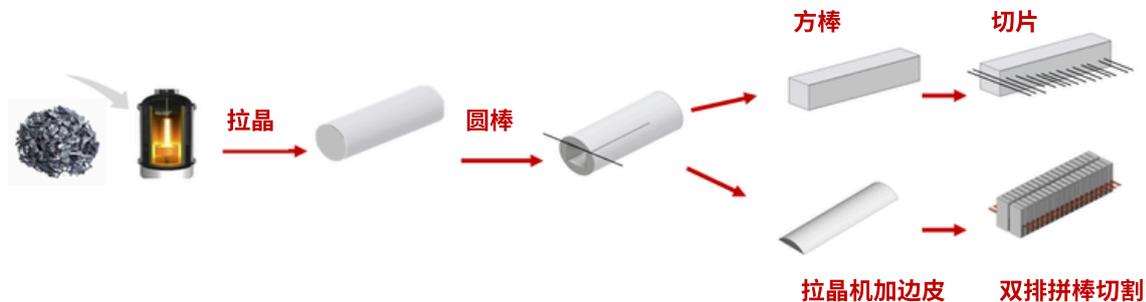


阿特斯通过在硅棒和硅片切割方面的突破性创新，以及优化的电池制造工艺，成功开发了低碳光伏组件。该组件在技术上实现了以下突破：

### 1. 创新的硅棒切割工艺，最大化利用硅料，降低碳排放。

阿特斯在行业内率先推出硅片“双拼半切”技术，优选硅棒边皮部分制成半切硅片，省去边皮料回炉拉棒环节，将铸锭利用率提高20%，并将碳排放降低9.7%，相当于每千瓦峰值功率减少约30千克二氧化碳排放，推动行业降本增效。

采用“双拼半切”技术，还能将硅棒边皮料一步到位切割为半切硅片，最大程度减少后续工艺步骤（如制绒、镀膜、丝印、搬运）中的破损风险，大幅提高生产良率。



### 2. 采用超薄硅片，降低硅材料消耗及碳排放

阿特斯低碳组件采用了超薄硅片，厚度仅为110μm（未来还有进一步减薄的空间），而TOPCon和BC目前主流硅片厚度分别为130μm和135μm。因此，低碳组件在硅片方面，比TOPCon和BC分别减少了碳排放4.5%和5.5%，约14~19 kg CO<sub>2</sub>/kWp。



### 3. 电池片工艺精简，制程短，温度低

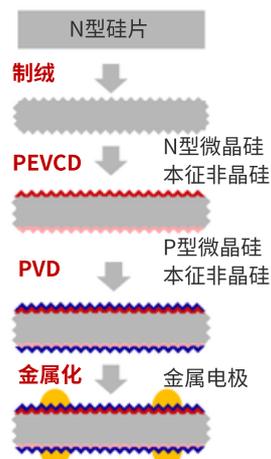
阿特斯低碳组件在电池生产中采用了HJT（异质结）技术。由于制造工艺更加简化，加工温度更低，电池生产阶段的碳排放进一步减少。

HJT电池的制造主要包括以下四个核心步骤：

- 清洗制绒：祛除硅片表面的杂质和损伤层，形成陷光绒面结构，提升光线利用率
- 制备双面本征非晶硅、微晶硅钝化接触薄膜：用等离子体增强化学气相沉积（PECVD）方法沉积双面i-a-Si:H、p-nc-Si:H、n-nc-Si:H
- 制备双面透明导电膜（TCO）：通过物理气相沉积（PVD）方法沉积双面TCO薄膜，TCO同时起到载流子收集和降低光线反射的作用
- 金属化：在双面TCO薄膜外侧通过丝网印刷技术形成栅线并在较低温度下固化，即可实现低的接触电阻

同时，HJT电池片各生产制程的最高温度均低于230°C。

HJT 电池片制造工艺



与HJT相比，TOPCon和BC电池片的生产工艺步骤分别为11步和13步，制程温度最高达960-1050 °C。

综合更精简的制程步骤和更低的制程温度，阿特斯低碳组件在电池片生产环节的碳排放比TOPCon和BC分别低4.2%和5.7%，减少碳排放约14-21 kg CO<sub>2</sub> / KWp。

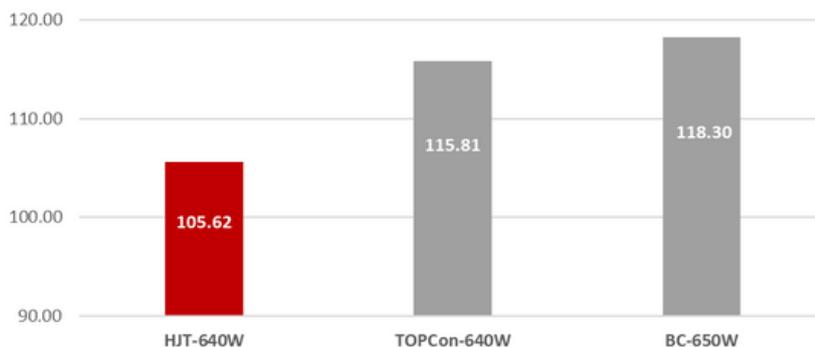
各电池片技术制程最高温度

HJT 电池片 (共4步)	TOPCon 电池片 (共11步，部分生产步骤及温度)	BC 电池片 (共13步，部分生产步骤及温度)
制绒 <90°C PECVD <230°C PVD <230°C 丝网印刷 <230°C	硼扩散-沉积 <940°C 硼扩散-氧化 <1050°C 正面SiNx <570°C 背面SiNx <570°C 丝网印刷 <720°C	LP1/2 <650°C 硼扩/磷扩 <960°C 氧化铝 <960°C 正背膜 <960°C 丝网印刷 <760°C

### 从“摇篮到大门”实现全方位低碳

在整个生产过程中，从铸锭、硅片、电池到组件，阿特斯低碳组件的总能耗为每兆瓦105.62兆瓦时，比TOPCon及BC技术低8.8%~10.7%。

低碳组件生产能耗 (MWh/MW)



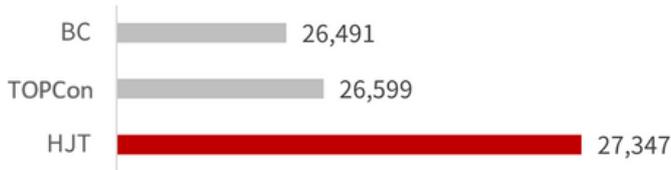
## 更短的碳回收周期

温室气体排放净避免量（即光伏系统全生命周期内减少的温室气体总量）和碳排放回收周期（即系统通过发电抵消自身生产过程中碳足迹所需的时间）是衡量环保效益的两个核心指标。与同规格的TOPCon和BC组件相比，阿特斯低碳组件碳足迹更低，温室气体排放净避免量更高，碳排放回收周期更短。

	<b>BC 650W</b>	<b>TOPCon 640W</b>	<b>HJT 640W</b>
总碳足迹（包括BOS）(tCO <sub>2</sub> e)	1,035	1,037	943
度电排放(gCO <sub>2</sub> e/kWh)	22.02	21.97	19.52
温室气体排放净避免量 (tCO <sub>2</sub> )	26,491	26,599	27,347
碳回收周期（月）	13.54	13.51	12.04

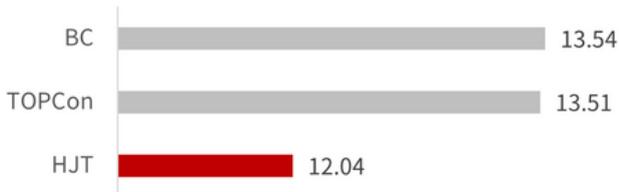
\*计算假设： 电站地点： 广州； 电站容量： 1.5MW； 水泥屋顶， 固定支架安装； 电站运营周期： 30年

温室气体排放净避免总量 (tCO<sub>2</sub>e)

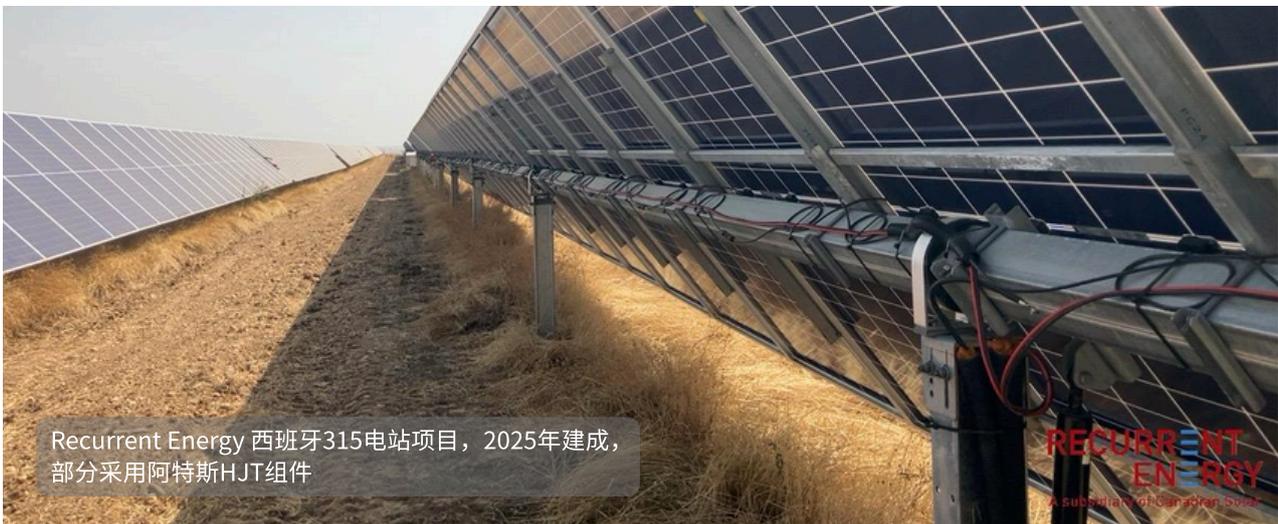


在温室气体排放净避免方面，阿特斯低碳组件比TOPCon多避免2.81%，比BC多避免3.23%

碳回收周期（月）



在碳回收周期（月）方面，阿特斯低碳组件比TOPCon缩短10.88%，比BC缩短11.08%。



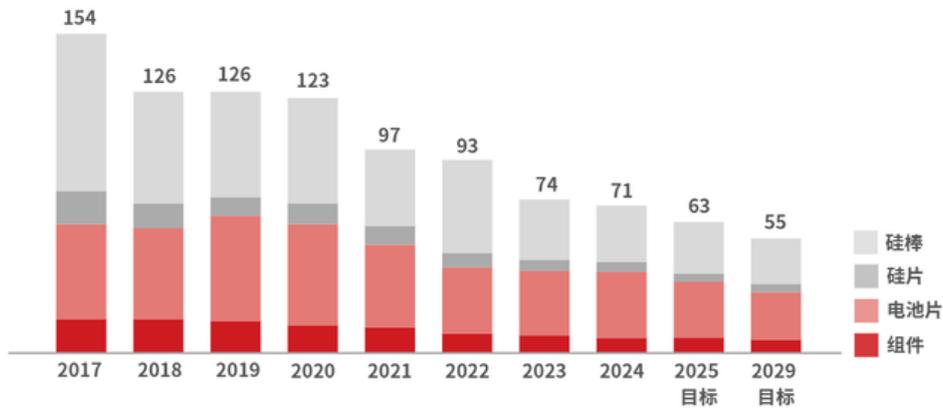
Recurrent Energy 西班牙315电站项目，2025年建成，部分采用阿特斯HJT组件



## 阿特斯致力于减少碳足迹及可持续发展

阿特斯积极投身于碳管理系统的建设，已经建立了一个完善的温室气体核算和管理流程，预计在2025年至2029年期间实现每兆瓦生产减少约13%的碳排放。

阿特斯温室气体排放强度 (tCO<sub>2</sub>e/MWp)



阿特斯积极推进“零碳工厂”建设，共有“零碳工厂”2家，公司所有生产基地100%完成GHGProtocol 温室气体盘查。截止2025年6月30日，有19款组件产品获得意大利环保产品声明(EPD)认证，包含了目前在售的主流10款N型产品；37款组件获得法国碳足迹ECS认证，包含目前在售的4款主流N型产品，按照PPE2 以及PPE V2两种计算方式，碳值低至350kg；另外，有5款产品获得ISO14067产品碳足迹认证。



阿特斯致力于可持续发展，将产品从设计、制造到安装和处理的环境影响降到最低。阿特斯在低碳新材料使用、组件结构设计等方面均有研究，这些技术未来也将应用于更多低碳组件产品上，例如：

### 无铅焊带：

可使组件回收摆脱重金属铅的干扰，在降低回收难度的同时，对环境要求严苛的应用场景提供了更安全、更可靠的产品解决方案。

### 低碳边框：

更低碳的钢边框和复合材料边框。钢边框采用先进的冷弯成型工艺，不仅可节省金属材料，还能显著降低加工能耗，钢边框全生命周期的碳排放较传统铝边框减少约77%。复合材料边框的碳排值仅为铝边框的20%-25%

### 长寿命组件产品：

2024年阿特斯实现了40年长寿命组件产品的出货。长寿命组件能够减少频繁更换组件，进而降低资源消耗和废弃物产生；同时以更优越的性能降低衰减率，减少产品整个生命周期内的碳排放。

### 回收再利用：

阿特斯在2022年与相关研究机构联合申请了江苏省碳达峰、碳中和科技创新项目—《退役光伏组件低碳拆解及高值化利用关键技术研发》，并搭建了组件拆解回收再利用示范线。作为PV Cycle, Take-e-way 等国际回收机构的会员，公司严格遵循欧盟《废弃电子电气设备 (WEEE) 指令》要求，承担光伏组件回收再利用以及废弃物管理等责任。

附件: 阿特斯低碳组件系列

	CS6.2-66HB	CS6.2-66HB-H	CS6.2-66HB-HP
组件功率 (W)	最高660	最高660	最高660
组件效率 (W)	24.4%	24.4%	24.4%
组件尺寸 (mm)	2382 x 1134 x 30	2382 x 1134 x 40	2382 x 1134 x 35
边框厚度 (mm)	30	40	35
玻璃厚度 (mm)	2.0+2.0	2.0+2.0	2.5+2.5
组件重量 (kg)	32.8	33.4	40.6
产品特点	高双面率, 低温度系数	更高载荷	更抗冰雹

CS6.2-66HB-H, 搭配40mm边框和双2.0mm玻璃, 具有极高的抗载荷能力, 适合高风载区域, 可通过高达+6000/-5400Pa载荷测试。

CS6.2-66HB-HP, 搭配双2.5mm玻璃, 35mm边框, 具有极强的抗火, 抗风, 抗冰雹能力, 载荷可通过+6000/-6450Pa测试, 冰雹可通过高达55mm直径, 防火等级根据IEC61730可达Class A, 根据UL61730美标可达Type 30。

[点击](#)了解更多有关阿特斯低碳组件的信息。

