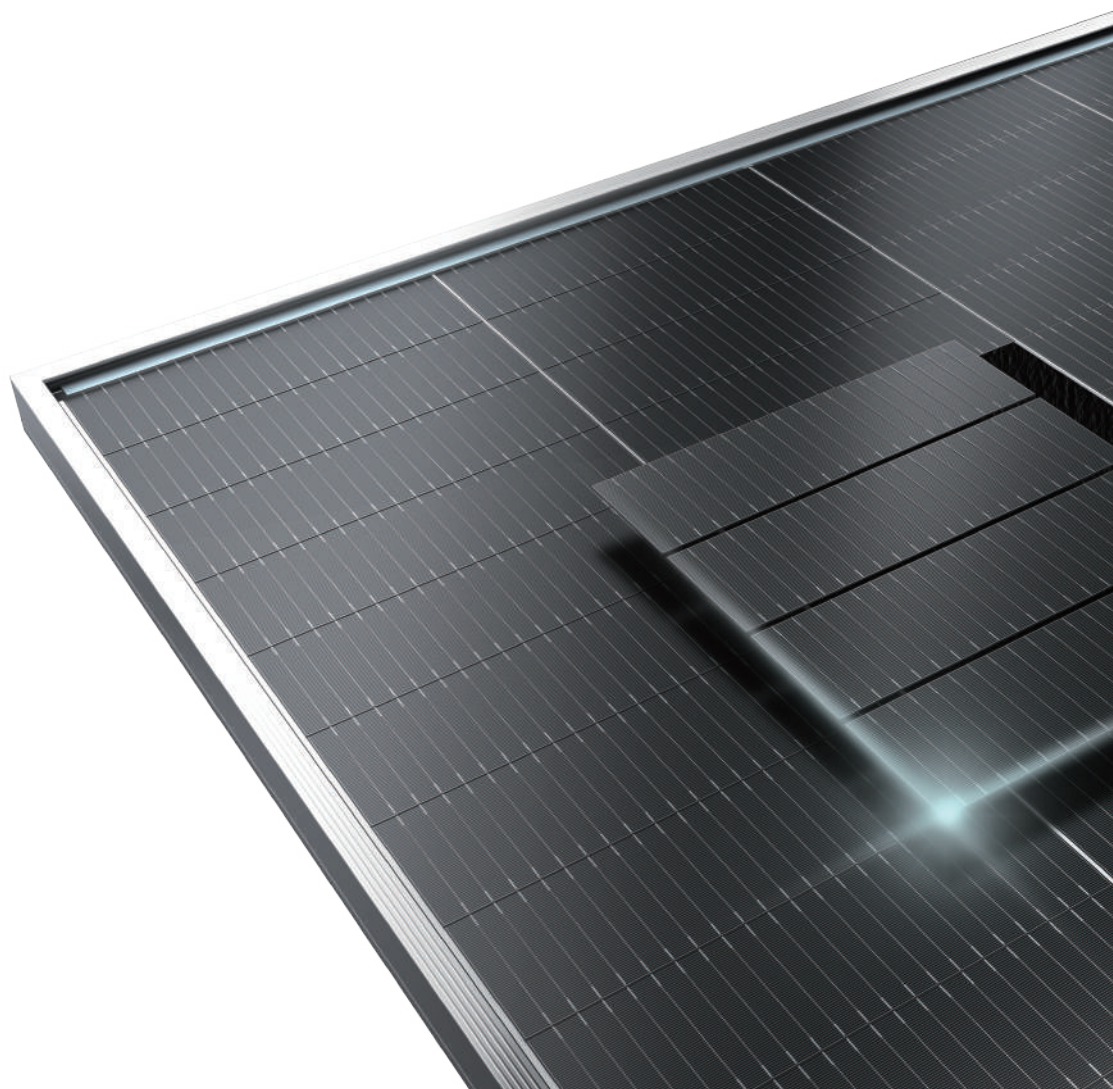




ASTRONERGY
正泰新能

ASTRO N7 Pro 产品技术白皮书



目录

01	背景	01
1.1	行业发展	01
1.2	技术发展	01
1.3	产品理念	02
02	ASTRO N7 Pro 技术创新	02
2.1	TOPCon 5.0+高效电池技术	02
2.2	多分片技术	04
2.3	“20BB+无间隙” 高密度封装技术	05
03	ASTRO N7 Pro 产品优势	06
3.1	更高双面率	06
3.2	更优温度系数	06
3.3	更强抗遮挡性能	07
3.4	更低功率衰减	08
04	ASTRO N7 Pro 性能保障与产品质保	08
4.1	可靠性保障	08
4.2	产品质保	09
05	ASTRO N7 Pro 客户价值	09
5.1	BOS与LCOE 一工商业场景&地面电站	09
5.2	实证表现	12
06	前景展望	13

01 背景

1.1 行业发展：向高质量发展的深刻转型

在全球“双碳”目标与能源安全战略的双重驱动下，光伏产业正加速告别以规模扩张为主的增长模式，全面迈入以技术创新和高质量为核心的新阶段。这一转型不仅是政策导向与市场选择的必然结果，更是产业突破成本瓶颈、强化核心竞争力的内在要求。当前，行业发展的核心逻辑已从产能与成本的单一维度竞争，转向以技术创新驱动的高质量发展。降本增效仍是光伏产业发展的核心逻辑，而高效率与高功率作为实现度电成本（LCOE）持续下降的关键路径，已成为全产业链技术创新的核心锚点。同时，行业正积极通过产品创新和应用场景拓展，摆脱同质化低价竞争的困境，构建良性的产业生态。

1.2 技术发展：多维协同创新的迭代路径

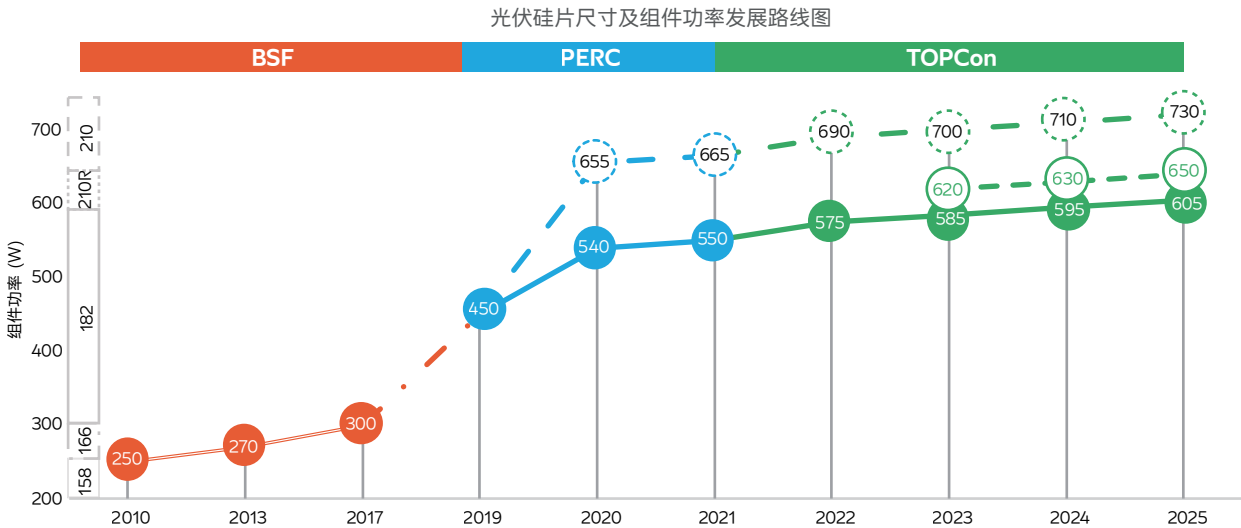
光伏组件技术的迭代升级为行业高质量发展提供了核心支撑，呈现出多维度协同创新的鲜明特征。

电池技术：技术路线已完成从PERC向TOPCon（隧穿氧化层钝化接触）的规模化替代。依托先进的电池钝化技术，TOPCon电池在降低界面复合、提升开路电压（Voc）方面展现出显著优势。

金属化工艺：栅线技术持续精进，从MBB（多主栅）发展到SMBB（超多主栅），并进一步向0BB（无主栅）技术演进。通过细化栅线宽度、增加接触点数量，有效减少遮光损失、降低串联电阻，并优化电流传输效率，显著降低银浆耗量与电阻损耗。同时，SE（选择性发射极）技术通过激光掺杂实现电极接触区的重掺杂与光照区的轻掺杂，有效降低了载流子复合，成为提升电池效率的关键辅助技术。

组件封装：为匹配高效电池并保障长期可靠性，组件BOM（物料清单）全面升级。镀膜玻璃凭借其增强光吸收、降低反射的优势成为标配；高密度封装技术通过低应力柔性互联设计，提升了发电面积利用率并降低了电池隐裂风险。

硅片与尺寸：硅片尺寸历经了从166mm到182mm、210mm的迭代。210R矩形硅片作为标准化创新的重要方向正在加速渗透，其衍生的2382×1134mm组件“黄金尺寸”，实现了98.5%的超高空间利用率，在功率、效率、系统适配性与物流成本之间取得了最佳平衡，成为推动全产业链降本增效的重要载体。



数据来源：CPIA《中国光伏发展路线图 2024-2025年》、PVinfolink等第三方机构报告

1.3 产品理念：n型全面升级，引领更低LCOE新标杆

正泰新能坚持以客户需求为导向，通过持续的技术积累与研发突破，不断推动组件产品迭代升级。近年来，公司重点布局n型TOPCon技术路线，在电池效率、制程工艺及量产稳定性方面取得长足进步。基于“成熟一代、储备一代、前瞻一代”的研发节奏，并考虑到现有n型产品仍有性能提升空间，团队从转换效率、制造成本、量产良率、工艺可行性和长期可靠性等多个维度综合评估，经过多轮测试与优化，正式推出ASTRO N7 Pro系列组件。该产品在上一代基础上实现了全面升级，功率输出、温度特性、衰减控制及结构强度均显著提升，从而进一步摊薄系统端度电成本，为客户创造更高回报率。ASTRO N7 Pro的发布，不仅有助于推动光伏行业技术加速迭代，也为全球清洁能源转型提供了更具竞争力的产品支撑。



ASTRO N7 Pro

突破 ■ To Pro

突破边界，Pro 体验

02 ASTRO N7 Pro 技术创新

ASTRO Pro系列组件基于210R矩形硅片平台，集成正泰TOPCon 5.0+高效电池技术、多分片技术、高密度封装技术等前沿创新技术，有效提升了组件的输出功率与长期可靠性。

2.1 TOPCon 5.0+高效电池技术

TOPCon 5.0+在上一代TOPCon 4.0的基础上实现了进一步的升级。它在沿用优异的成熟技术之外，还叠加了行业先进的ASP（侧面钝化）技术、Poly Finger背面局部钝化技术以及SNOP（全开口钢网印刷）+ 密栅3.0等技术，相比上一代电池，电池效率提升0.7%+。

ASP (ASTORNERGY Side Passivation) 侧面钝化

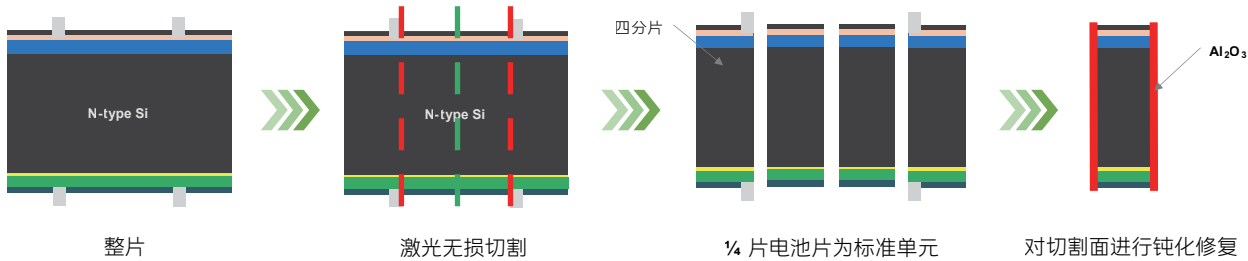
原理：通过对电池片切割面沉积氧化膜薄膜进行钝化修复，减少表面缺陷和悬挂键（Dangling Bonds），从而显著降低表面载流子复合。

技术优势：

抑制边缘分流：钝化层阻断杂质扩散或金属迁移导致的旁路路径，提高电池的开路电压（Voc）和填充因子（FF），实现电池Voc提升3mV，电池效率提升约0.25-0.3%。通过降低边缘复合，使得在电池边缘区域产生的光生载流子也能被有效收集起来，提升短路电流（Isc），进一步贡献于效率提升。

增强环境可靠性：边缘钝化层可有效阻隔环境中水分和氧气对电池内部的侵蚀，显著提升组件的抗PID（电势诱导衰减）性能，确保在高温高湿等恶劣环境下长期稳定运行。

提升机械耐久性：钝化层对微小的切割裂纹可起到一定的填充和修复作用，降低了电池因机械应力而发生隐裂扩展的风险，提升了组件的机械耐久性。

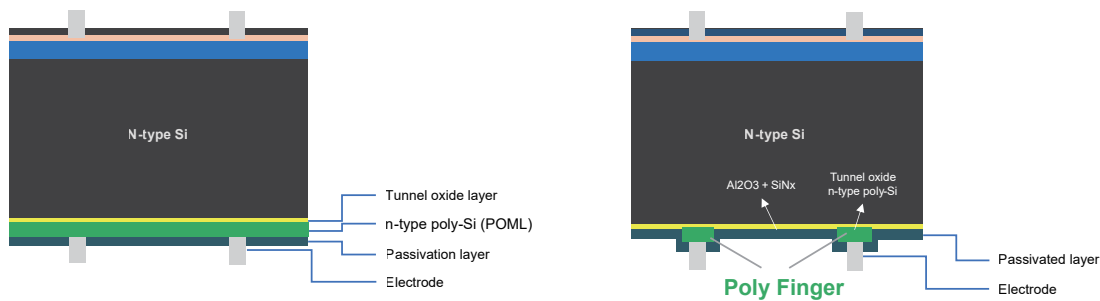


PF (Poly Finger) 背面局部钝化

原理：通过实现电池背面非金属栅线区域的n-poly层（掺杂多晶硅层）的去除或减薄，同时优化非poly区域的钝化效果，从而降低背面掺杂poly层的寄生吸收。

技术优势：

提升光电转换效率：通过降低串联电阻（Rs）和提升短路电流（Isc），可实现电池效率约0.1-0.15%的提升。PF技术大幅提高了电池背面的转化效率，使光线从背面入射时也能被高效利用，进而提升组件双面率约5%。



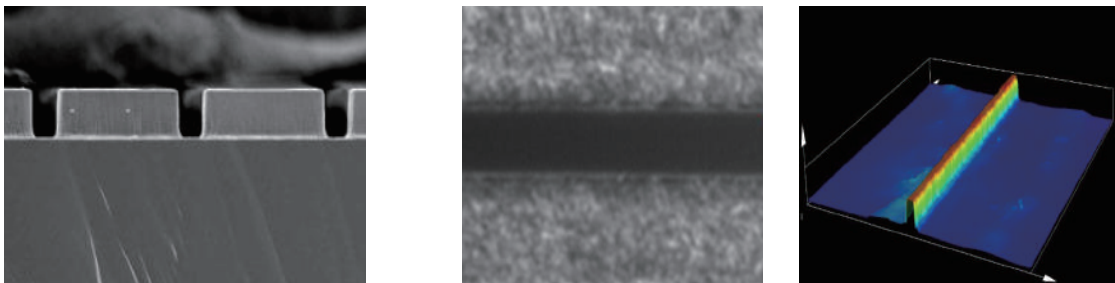
SNOP（Super Narrow Opening Print）钢网印刷

原理：SNOP技术使用特殊设计的全开口钢网即印刷区域无网纱遮挡。相比丝网，钢网在印刷过程中几乎不变形，具有更好的印刷边缘均匀性和精准度。钢网版透浆料更顺畅、栅线更细更平整均匀，实现了高精度的超细栅线及高宽比达到70%+，进而提高浆料利用率。

技术优势：

优化电流传输与光学性能：细栅线及优化的高宽比设计，实现了更优的电流传输路径，同时进一步减小了遮光面积。

拓宽工艺窗口，提升效率：结合密栅3.0技术，SNOP可有效拓宽硼扩的工艺窗口，通过匹配更高的方阻，降低表面掺杂浓度，减少载流子复合，最终实现电池效率的进一步提升0.1%+。



钢板结构SEM

2.2 多分片技术

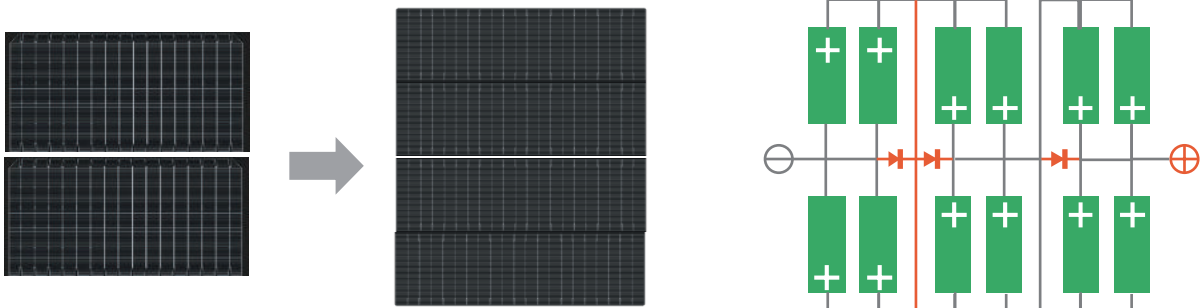
除了电池端的提效之外，ASTRO N7 Pro系列产品采用多分片技术——这是一项通过“物理分割、电路重组”来优化组件内部电流流通路径的平台型技术。

原理与优势：

降低内部损耗：通过将标准电池片切割为四片，每1/4电池片成为一个独立的“发电单元”，其内部电流降为整片的1/4，理论电阻损耗仅为整片的1/16，显著减少了由电流引起的功率损失。

增强抗遮挡性能：通过串联-并联的混合电路设计，当发生遮挡时，仅局部支路被旁路。相较于半片组件，四分片组件的热斑温度显著降低，减少了热斑造成的功率损失，提升了组件的可靠性和系统安全性。

提升机械可靠性：更小的单体电池尺寸从物理原理上增强了组件抵抗机械应力和抑制隐裂扩展的能力。

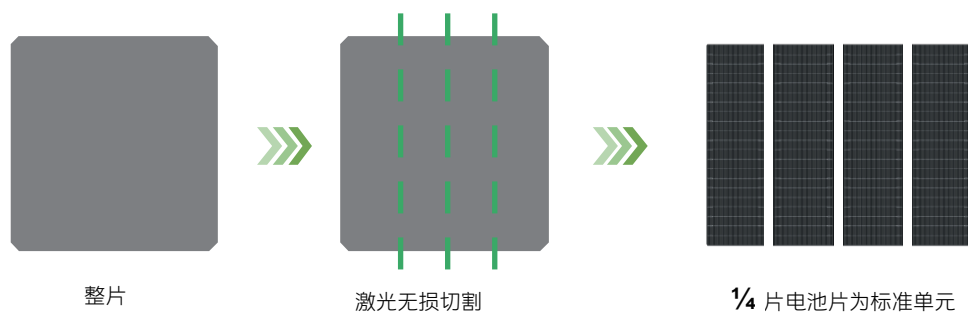


多分片切割

特殊电路设计

工艺保障：为克服切割与封装过程中的挑战，ASTRO Pro系列采用了无损激光切割技术、高精度串焊与应力缓冲技术以及全流程的EL（电致发光）隐裂检测，在充分发挥多分片优势的同时，将生产过程碎片率和隐裂风险降至最低。

协同效应：多次切割会引入更多电池切割面，造成边缘缺陷和载流子复合。而前述的ASP技术能极大程度地修复这些切割面缺陷，通过覆盖或修复边缘悬挂键形成保护层，有效抑制载流子复合，提升少子寿命，与多分片技术形成了完美的互补。



2.3 “20BB+无间隙” 高密度封装技术

ASTRO N7 Pro系列采用的“20BB+无间隙”高密度封装技术是一种颠覆性的封装工艺。两者协同，从光学利用和电学传输两个维度重构了组件的效率边界。

20BB（无主栅）技术：

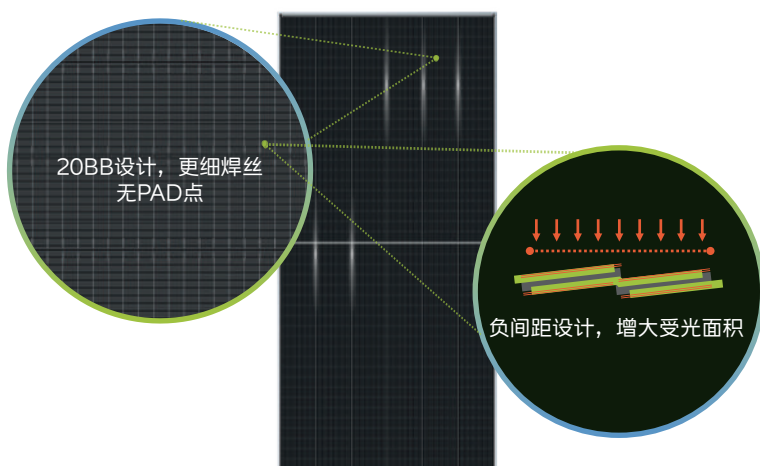
原理：通过载体膜将金属互联条预先固定在电池表面，然后通过层压工艺将载体膜、焊带与电池片一次性固定，形成一体化连接。20BB的设计极大增加了接触点，缩短了电流传输路径。

优势：该技术采用低温、低应力焊接工艺，使用无助焊剂的低温焊带，在层压过程中实现互联，减少高温对电池片的损伤，并为未来进一步减薄硅片厚度提供了可能。同时，低温工艺降低了制造环节的能耗与碳排放。此外，一体化覆膜互联在层压过程中起到缓冲作用，使焊丝受力更均匀，有效降低隐裂风险。

无间隙设计：

原理：通过优化电池片排列方式，消除传统组件中电池片之间0.5~0.2mm的常规间距，叠加一体化覆膜技术优化封装缓冲解决了片间接触时的应力问题，实现了超高密度封装。

优势：在消除片间缝隙后，单位面积内有效受光区域增加约0.81%，直接提升组件绝对转化效率。同时避免光线从缝隙透射或反射造成的光学损失，进一步提高光能利用率。且无间隙的设计减少了正面留白，使组件外观具有更高的一致性和美观度。

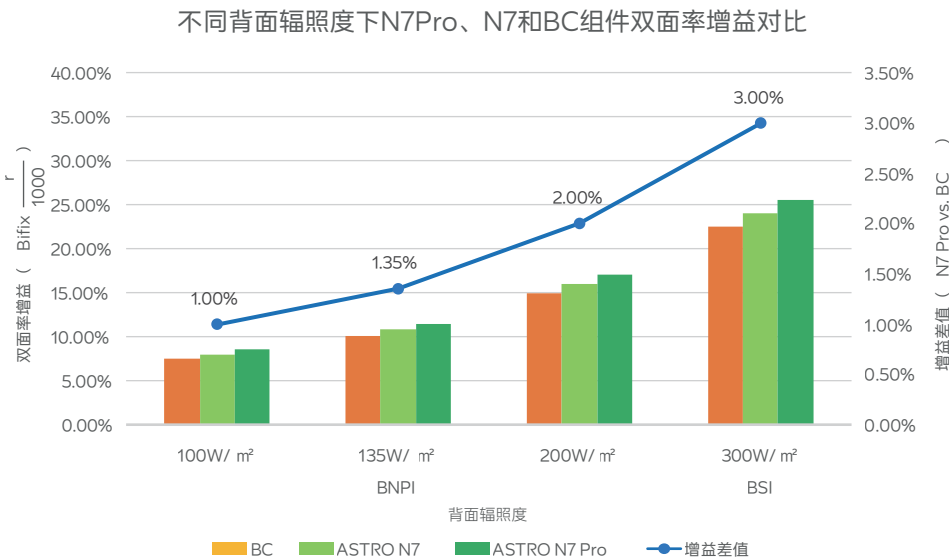


03 ASTRO N7 Pro 产品优势

基于上述技术创新，ASTRO N7 Pro系列组件在组件双面率、温度系数、抗遮挡能力、功率衰减及可靠性上实现了跨越式的提升。

3.1 更高双面率（85±5%）

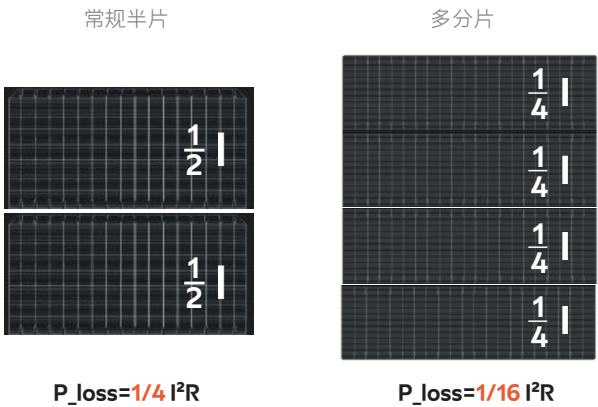
得益于TOPCon 5.0+电池背面的局部钝化优化，有效减少了寄生吸收，使得电池对背面光的吸收能力和转化效率显著增强。同时，电池背面采用了极细、超高密度的栅线设计，大幅减小了遮光面积，形成了一个更密集、更高效的电流收集网络，极大缩短了载流子的平均传输距离。综合以上技术，ASTRO N7 Pro系列组件的双面率达到85±5%。相较于上一代产品，在不同背面辐照度场景下可实现1-3% 的额外发电增益。



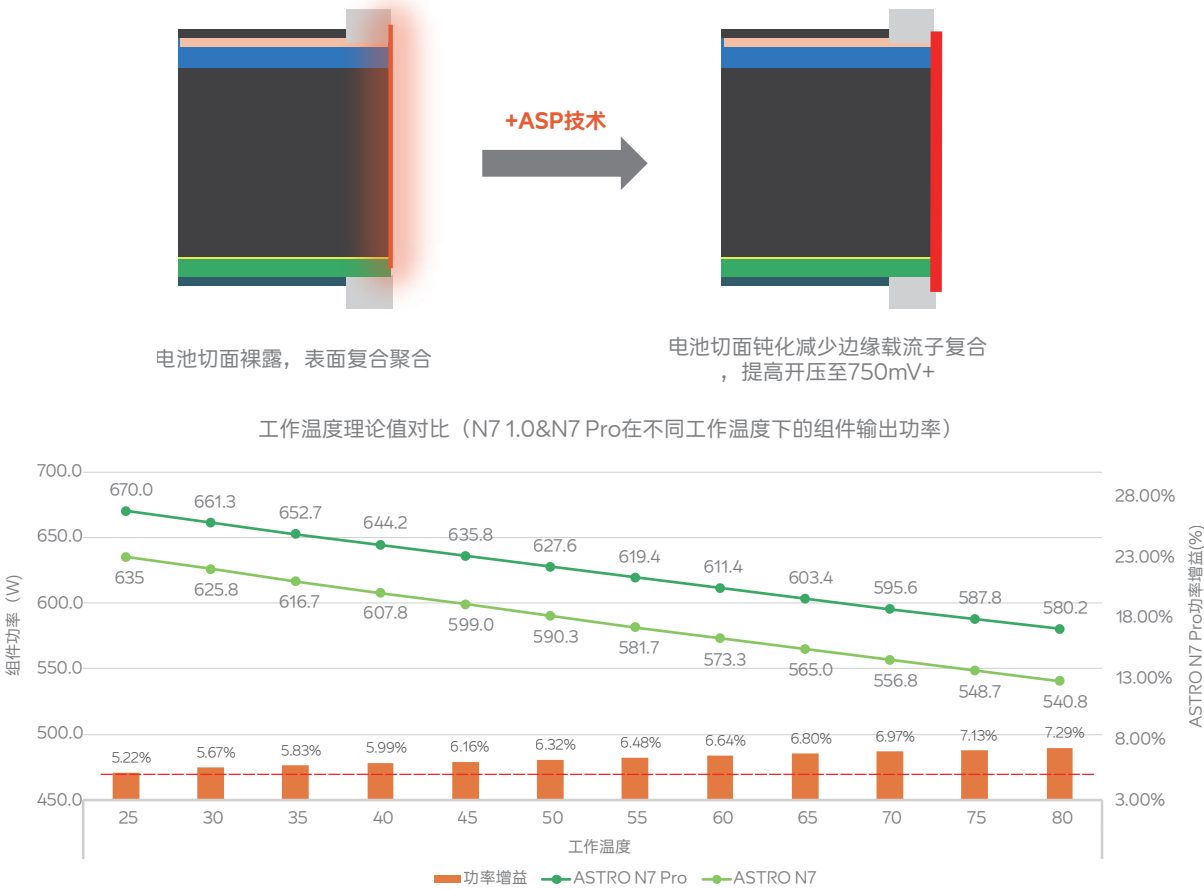
*以N7 Pro组件双面率为85±5%，N7组件双面率为80±5%，BC组件双面率为75±5% 计算

3.2 更优温度系数（-0.26%/℃）

多分片技术的贡献：多分片技术通过减小单片电池的面积，实现了更低的内部工作电流。根据焦耳定律（ $Q=I^2R$ ），四分片组件的内部电阻损耗降低至整片的1/16，发热量也随之大幅降低，从而在高温环境下保持更高的发电效率。

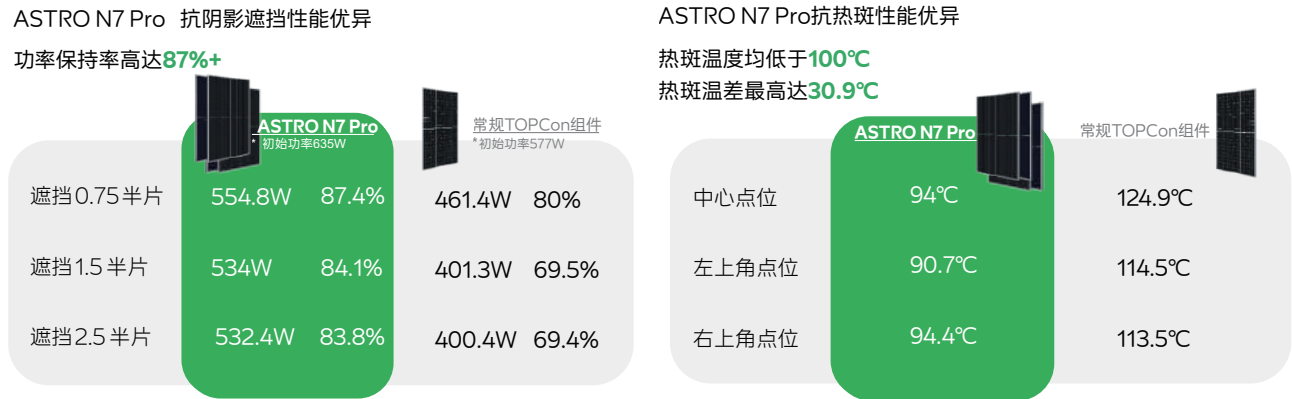


TOPCon 5.0+电池技术的贡献：ASTRO N7 Pro组件使用了高寿命硅片叠加采用了ASP侧钝化技术，能够显著抑制电池边缘的载流子复合，降低了整体复合速率，使得电池的开路电压更高且更稳定，从而优化了组件在高温下的电压输出特性。



3.3 更强抗遮挡性能

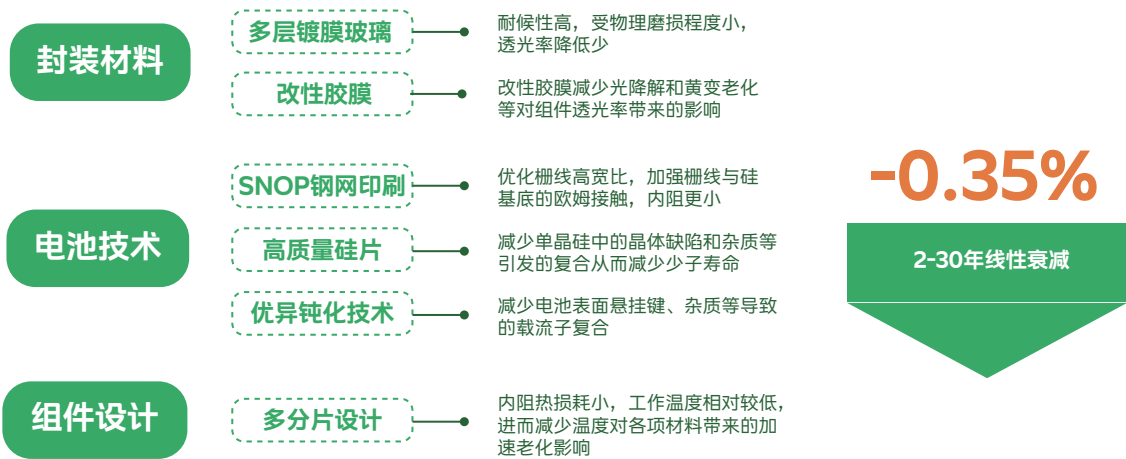
多分片技术将发电单元划分得更小、更独立，并优化了内部电路连接方式。组件内部由“旁路二极管”保护的子电池数量更多，电路被划分为更多、更短的独立支路。当发生局部遮挡时，相比半片组件，四分片组件的发电功率可提升20%以上。此外，由于每个子电池的工作电流仅为整片的1/4，即使被遮挡，其因反向电流导致的发热功率也远低于半片或整片电池，预计热斑温度可下降30℃以上，极大降低了热斑导致电池永久性损坏的风险，也减小了对系统功率的损耗。



*实测数据对比（地点：浙江，海宁 日期：2025.11月份 温度：15.2℃ 风速：0.7m/s 辐照度：878W/m²）

3.4 更低功率衰减

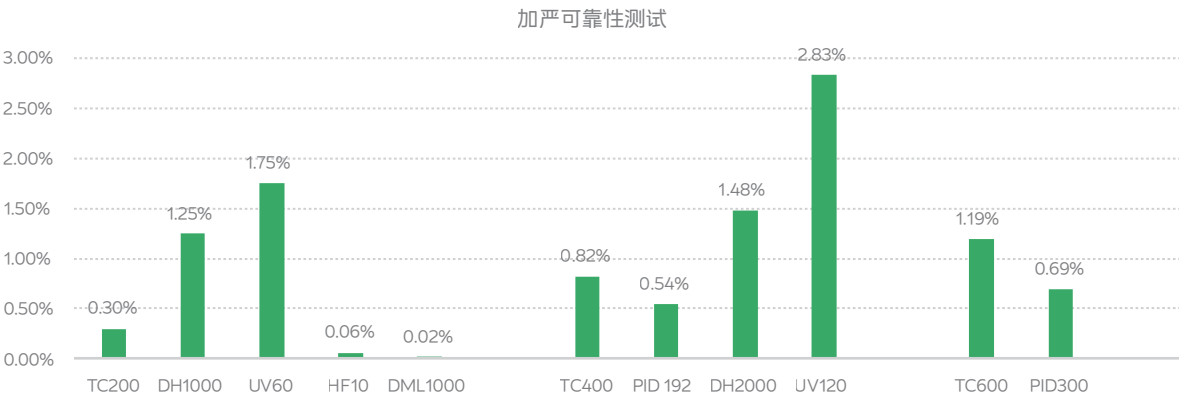
客观上说，光伏组件的光电转化能力受多方面因素影响，短期内主要受温度、辐照度、光谱和灰尘影响；长期则因复合、电阻、光学及封装材料老化而逐步下降。而行业内各种技术与材料的不断创新的目的就是为了减少热化损失、复合损失和电阻损失，并优化材料与封装抗老化能力以提高组件长期的发电效率。ASTRO N7 Pro组件从封装材料、电池技术、组件设计等多方面进行提升，使得组件2-30年线性功率衰减降低至0.35%，更大程度上保证了电站生命周期内的发电量。



04 ASTRO N7 Pro 性能保障与领先产品质保

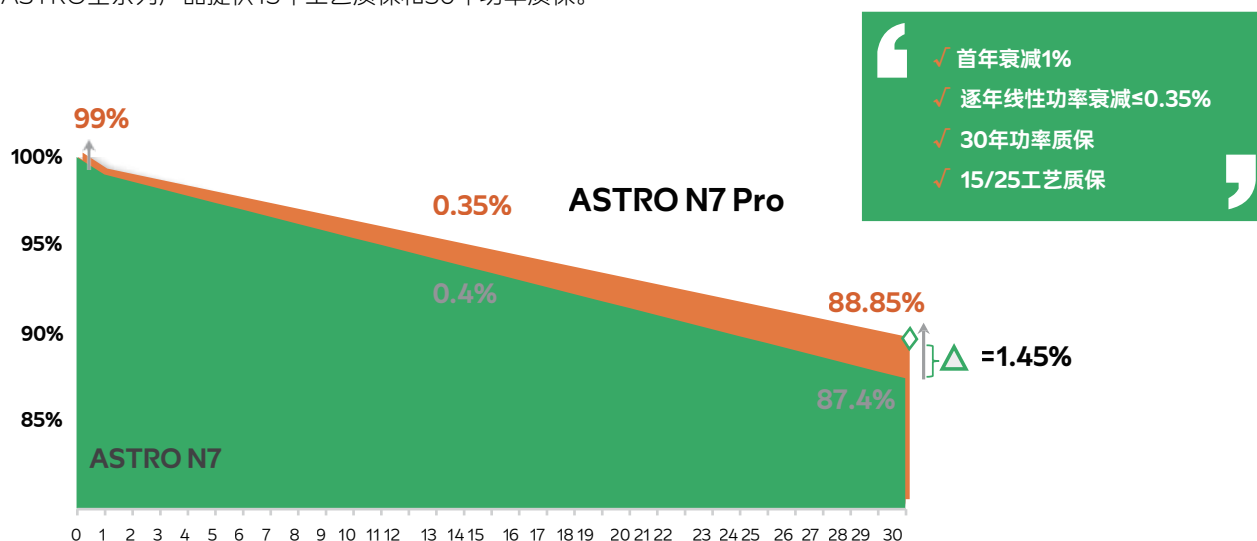
4.1 可靠性保障

组件的可靠性决定了其在全生命周期内的户外发电能力，直接影响电站的长期发电收益。ASTRO N7 Pro系列产品不仅通过了IEC标准的老化测试，还通过了远严于IEC标准的加严老化测试，充分验证了其在各种极端环境下的长期可靠性。



4.2 产品质保

得益于超高的转换效率，ASTRO Pro系列组件能将更多光能转化为电能，减少内部热能损耗。除此之外，组件封装材料的衰减与温度呈正指数相关，更低的工作温度也减缓了封装材料的老化速率。结合无主栅技术的低温焊接工艺，电池片的隐裂容忍度提高，进一步降低了因隐裂导致的功率衰减风险。而多分片技术带来的低热斑温度也降低了对封装材料的损伤。基于以上性能提升，ASTRO N7 Pro系列产品的首年衰减优化至1%，2-30年线性功率衰减优化至0.35%。此外，ASTRO全系列产品提供15年工艺质保和30年功率质保。



05 ASTRO N7 Pro 客户价值

5.1 更低BOS和LCOE

BOS（Balance of System）成本和LCOE（Levelized Cost of Energy）是电站项目投资和建设中最核心的两个评估指标。ASTRO N7 Pro系列凭借其高效率、高双面率、低温度系数和优异的弱光性能等综合优势，能够显著降低项目的BOS成本，并通过提升全生命周期的发电量，最终实现更低的LCOE，为客户带来更高的投资回报。

在不同的项目类型中，根据不同的项目地环境、安装方式，考虑电站基础投资例如包括逆变器、支架、电缆等主要设备成本，以及土建、安装工程、项目设计、工程验收和前期相关费用，ASTRO N7 Pro组件在发电量及LCOE度电成本方面均有一定程度的优势。



工商业分布式

在工商业场景中，选取浙江杭州5MW的电站进行模拟，采用ASTRO N7 Pro-660组件与相同版型尺寸和功率的BC组件进行对比。由于安装面积限制，项目的装机组件数量相同，但得益于ASTRO N7 Pro组件的优异弱光性能，故电站30年累计多发1,854,638度电，发电量增益 1.3%。其多发的电约等于660户普通家庭一整年的用电量。*按 2023 年全国户均年耗电 2 800 kWh 算（数据来源：国家能源局《中国电力统计年鉴》）

工商业光伏项目中，ASTRO N7 Pro与BC组件的发电量对比

产品类型	ASTRO N7 Pro	BC组件
项目地	浙江 杭州	
系统容量	5MW	
组件功率	660W	660W
BOS差异	无差异	BSL
首年单位发电量 (kWh/kW)	1052	1039
首年发电量 (MWh)	5260	5195
30年累计发电量 (MWh)	150047	148193
发电量增益	1.3%	BSL
IRR	13.5%	13.4%

*年平均辐照量约：1200kWh/m²，200W/m²辐照度下性能按2%差异值计算
*分布式屋顶电站，发电量基于PVsyst仿真模拟，采用Albedo=0

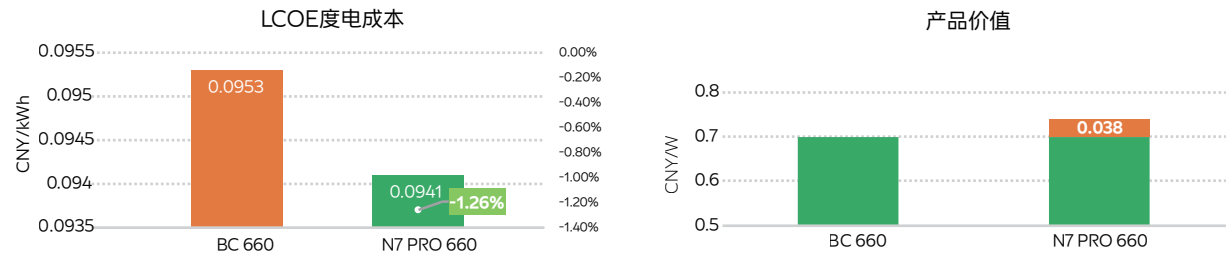
集中式地面电站

在大型分布式与地面电站场景中，选取典型干热气候的阿联酋阿布扎比和温和气候且光照充足的中国格尔木，分别搭配单轴1P跟踪支架和2P固定支架，容配比1.2进行100MW的电站模拟建设，分别采用ASTRO N7 Pro-660W组件和同版型的BC-660W组件进行对比分析LCOE的差异。

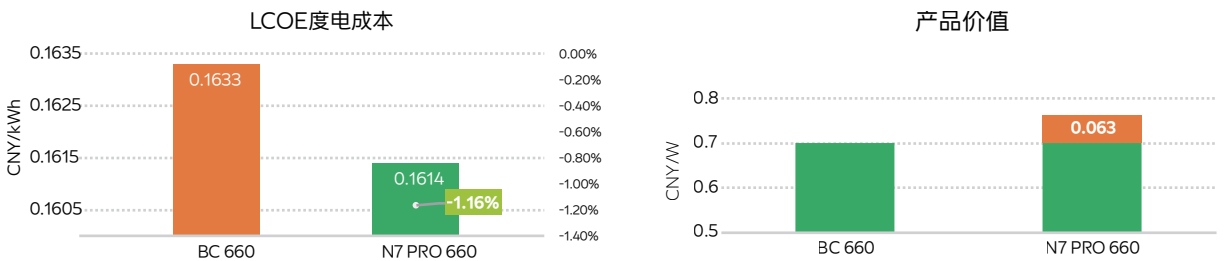
地面电站光伏项目中，ASTRO N7 Pro与BC组件的度电成本对比

产品类型	ASTRO N7 Pro	BC组件
项目地	中国，格尔木/阿联酋，阿布扎比	
组件功率	660W	660W
单串组件数量	27/29	
安装形式	2P固定支架/单轴跟踪支架	
地面反照率	20%	
年最低环境气温(°C)	-15/13	
系统电压(V)	1500	
功率温度系数(%/°C)	-0.26	-0.26
双面率	85%	75%
首年衰减	1%	1%
年度衰减	0.35%	0.35%
功率质保	30年	

中国，格尔木

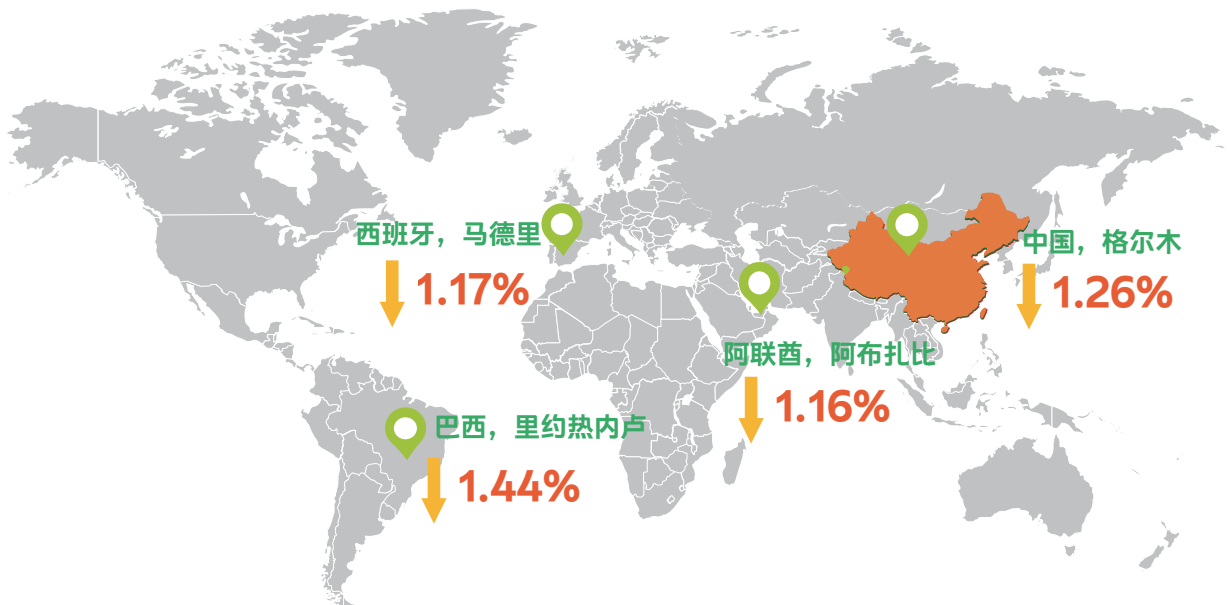


阿联酋，阿布扎比



相比BC组件，ASTRO N7 Pro的优异弱光性能和超高双面率使得中国格尔木和阿联酋阿布扎比的电站度电成本分别下降约1.16%~1.26%。若以相同的LCOE为基准进行对比，ASTRO N7 Pro展现出约0.038~0.063 CNY/W的产品价值空间。

如下图所示，在全球不同区域的大型电站项目中，ASTRO N7 Pro相比同版型、同功率的BC产品，LCOE降低了1.15%~1.5%，充分彰显了其强大的竞争力和产品价值，为全球客户提供了更优质的选择。



测算条件：
100MW，1500V
ASTRO N7 Pro 660W VS BC 660W
假定N7 Pro与BC同价

5.2 实证表现--更高单瓦发电量

实证电站数据显示，ASTRO Pro系列组件在不同环境下均表现出卓越的发电能力。例如，我们截取了2025年9月至2026年4月在宁夏和2025年11月至2026年4月在海宁的实证电站数据进行对比。从数据中可得出，四分片组件相比BC组件，均展现出了更高的单瓦发电量。尤其在阴天环境下，ASTRO N7 Pro的优势更加明显，有力验证了其在真实应用场景下的性能优势。



得益于其高双面率、优异的弱光性能、优异的温度系数、低工作温度等优势，在浙江海宁和宁夏石嘴山的实证电站中，ASTRO N7 Pro 发电性能比BC组件平均增益约1.2%-1.4%，低辐照条件下（例如阴雨天辐照度低于400W/m²）平均增益可达3.1%。

06 前景展望

在全球能源结构深度变革与“双碳”目标加速推进的历史交汇点，光伏产业正站在从“规模红利”迈向“技术红利”的关键拐点。当行业竞争从单纯的产能扩张转向以技术创新驱动的高质量发展，当度电成本的持续下降愈发依赖于转换效率的极限突破与全生命周期价值的深度挖掘——正泰新能坚信，唯有以持久、高效、绿色的能量解决方案回应时代命题，方能在产业新周期中行稳致远。

作为深耕光伏领域近二十载的先行者，正泰新能始终与行业变革同频共振。从率先实现n型TOPCon组件量产，到ASTRO系列产品的持续迭代升级，我们不仅见证了中国光伏从跟跑到领跑的跨越，更以“汇聚光能，助力零碳，畅享绿色新生活”的使命担当，将技术创新深植于企业发展的基因之中。面向未来，我们将继续秉持“以客户为中心，担当、协作、高效、创新”的价值观，在高效晶硅电池与组件技术领域持续深耕，以更高效率、更高功率、更高可靠性的产品，为大型地面电站、工商业分布式及户用场景创造更大价值。

我们深知，光伏产业的未来不属于低质低价的内卷竞争，而属于以技术突破构建差异化优势、以应用场景创新开辟增长空间的良性生态。正泰新能将始终坚守“为客户创造价值，为员工谋求发展，为社会承担责任”的经营理念，以“让世界共享光的价值”为承诺，与全球合作伙伴携手，共同推动光伏技术迈向新高度，让绿色能源惠及每一个角落，为零碳未来贡献持久而高效的中国力量。

全球布局

170⁺ GW

全球累计出货量*

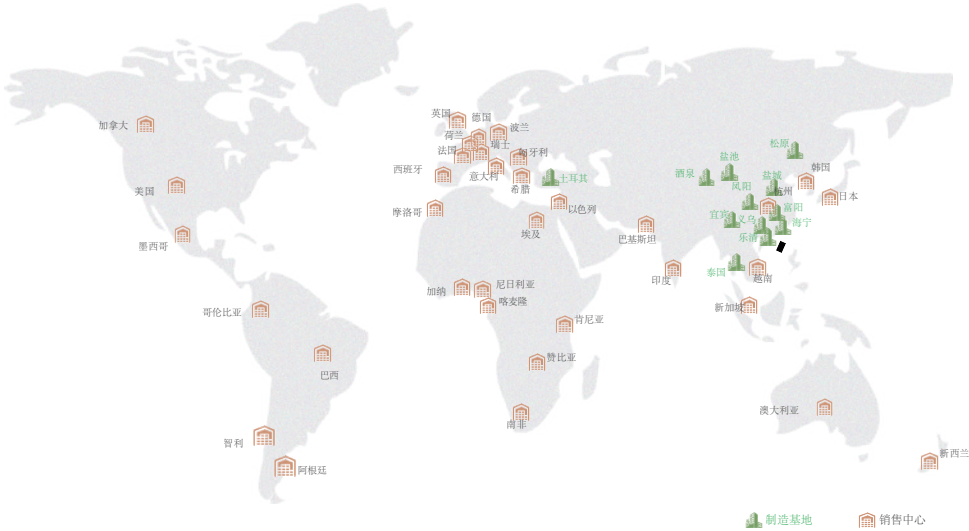
140⁺

业务遍及国家及地区

12

全球智能制造基地

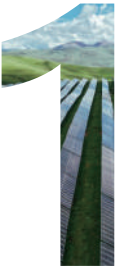
*数据截至2025年12月



综合竞争力 全球第一梯队

财务稳健性处于行业前列
综合竞争力处于第一梯队

NO. 1



第一梯队 组件供应商
获评彭博新能源财经 Tier 1 PV Module Maker

出货量全球第6
InfoLink 2025年组件出货量排名

TOPCon全球组件出货量第4
公开数据测算

Top Performer 最佳表现
10次获得Kiwa PVEL加严可靠性测试“最佳表现”组件供应

质胜中国 荣誉认证
多次获得TÜV莱茵“质胜中国”光伏组件户外发电量优胜奖 & 发电量仿真优胜奖 & 绿色高效组件转换效率优胜奖