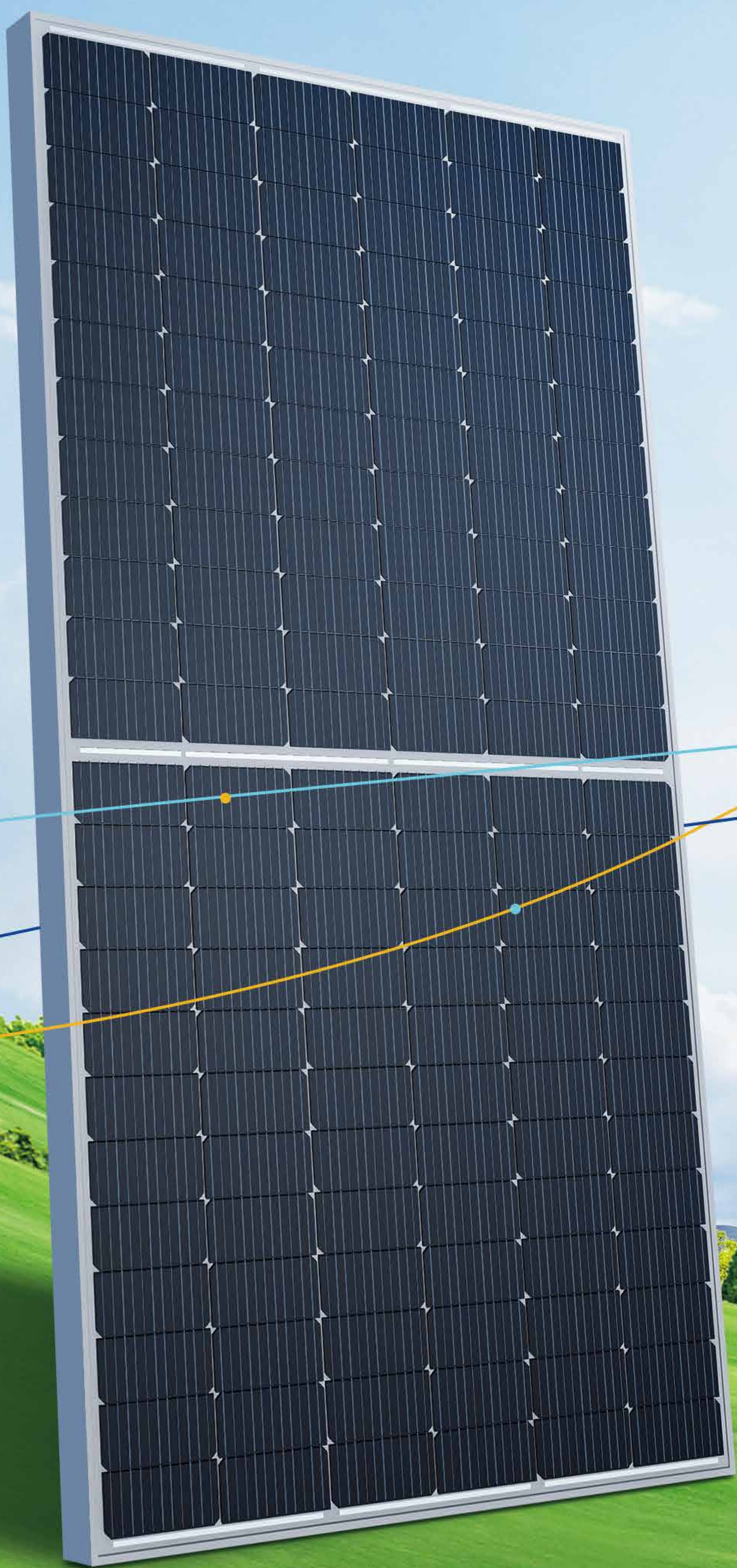


JASOLAR

DEEPBLUE 3.0

DeepBlue 3.0

产品技术白皮书



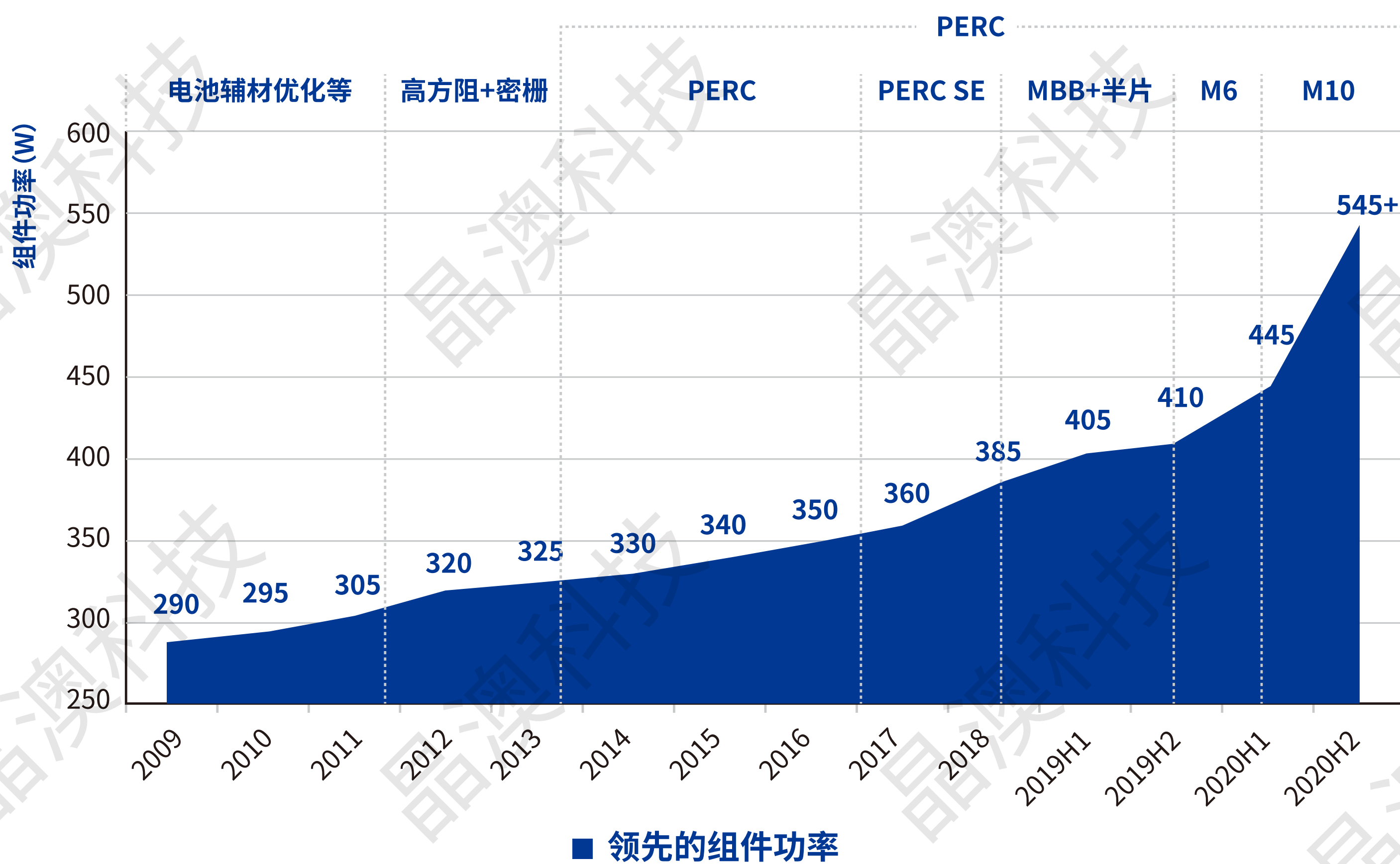
01 PART

诞生背景

光伏产业的发展是不断追求最低度电成本 (LCOE) 的过程, 尤其在全球能源转型的关键时刻, 光伏组件的降本增效成为降低LCOE的重要途径, 通常有两种实现途径: 一是不断提高电池转换效率和组件输出功率; 二是不断降低光伏组件的单瓦成本。

近年来光伏发电技术的更新似乎被按下了“加速键”, 在产品技术端已经完全突破了常规增速, 尤其自2019年起在大尺寸硅片技术的推动下, 出现了各类超高功率组件, 直接将最领先的组件功率从2019年的410W提升到2020年上半年的445W, 接着继续提升到了下半年的500W+, 甚至更高。

晶澳科技一直以技术创新为发展根基, 尤其进入2020年以来, 晶澳科技进一步加大了产品研发投入, 基于M10硅片 (182mm边距) 技术、PERCIUM+技术、多主栅 (MBB)、半片技术等, 结合多项技术叠加应用强势推出了目前量产功率可高达590W, 为客户带来更低度电成本解决方案的高效率、高功率光伏组件——DeepBlue 3.0。



组件功率发展趋势以及主要提效手段

02 PART

设计思路

DeepBlue 3.0通过采用182mm边距大尺寸硅片、应用新一代PERCIUM+电池提效技术、同时优化组件尺寸和版型, 最终实现降低LCOE提升客户价值的目的。

光伏硅片尺寸最早源于半导体硅片, 因此, 在很长一段时间内, 光伏行业一直沿用半导体6英寸和8英寸的硅片, 即125mm和156mm的光伏硅片。2013年底, 几家主要的光伏企业牵头统一了标准为156.75mm的硅片, 2015年起156mm硅片逐渐被156.75mm硅片所代替, 2018年158.75mm硅片逐渐占领市场, 而到了2019年166mm和210mm硅片的推出, 彻底打开了大尺寸硅片的尺寸之争。此时, 光伏行业对硅片尺寸的选择, 已不再基于半导体行业标准, 而是基于最低光伏系统的LCOE。

DeepBlue 3.0采用产业链逆向设计思维方法, 以客户价值为核心, 以最低度电成本为考量, 综合考虑生产、运输、安装、系统配套、系统性能表现等各环节实际情况, 确定了目前最佳的大尺寸组件方案, 182系列DeepBlue 3.0产品应运而生。

1) 原材料供应

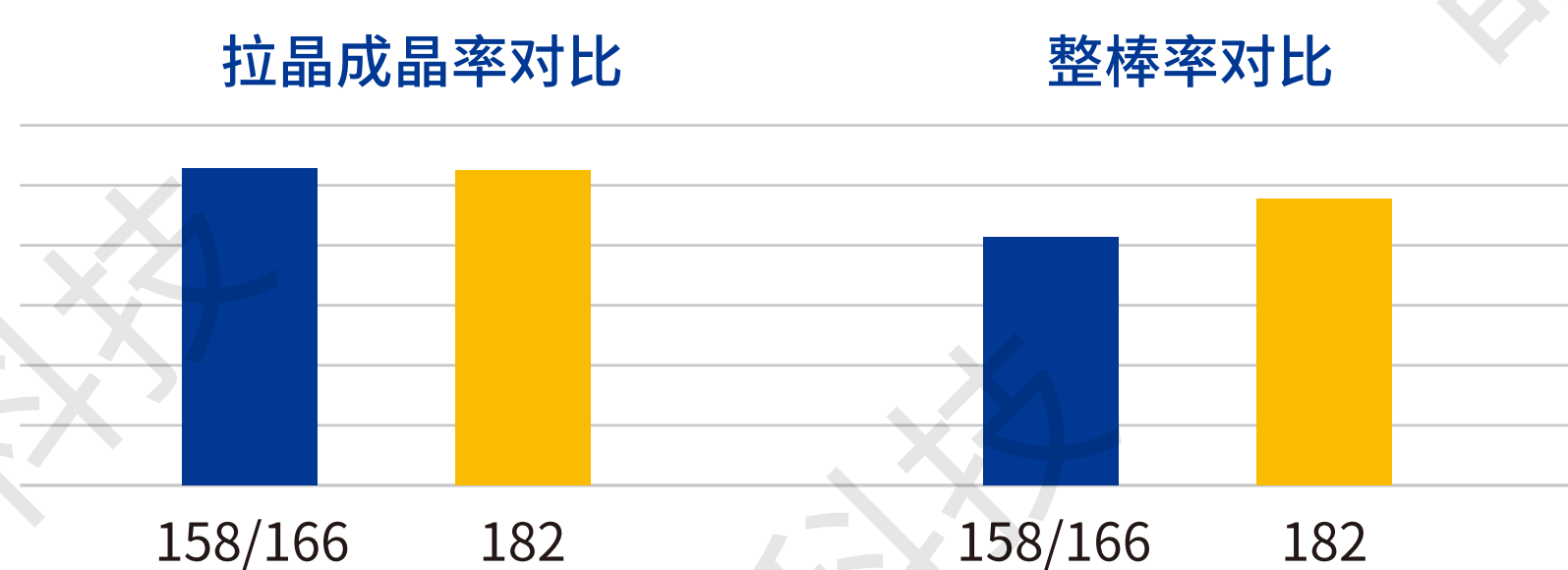
对于大尺寸光伏组件, 相应配套辅材供应至关重要。182mm产品的光伏背板、EVA等尺寸调整灵活, 不存在尺寸上的瓶颈; 针对压延型光伏玻璃, 182产品的玻璃供应链已经完全成熟, 不存在技术和产能上的问题。

2) 设备成熟度

182mm产品的生产设备产业链成熟度高。在拉晶方面, 大部分炉型在初步改造后即可控制高质量低成本的大尺寸单晶硅棒; 在电池和组件环节中, 设备改造幅度很小, 且有丰富的可参考成功经验。

3) 工艺普及率

- ◆ 拉晶环节, 182产品与158产品的成晶率基本持平, 单产目前也是持平状态, 后续单产还有增长空间。



182及158/166拉晶环节比较

- ◆ 切片环节, 182成品率已基本同166持平。
- ◆ 电池制备环节, 182系列在扩散和镀膜均匀性方面表现优异, 生产良率和电池转换效率同166持平。
- ◆ 在组件制备环节, 二分片的激光切割技术成熟, 现有组件设备与182系列的匹配度也非常高。

4) 运输成本最低

在实际运输过程中, 昂贵的国际运输限制了光伏组件的尺寸。光伏组件的国际运输一般采用海运集装箱的方式。集装箱作为国际标准化的运输载体, 尺寸固定, 因此可以通过最大程度利用集装箱容量的方法来降低运输成本, 在此前提下, 经过计算, 相比市场上已有的166mm、210mm系列组件, 基于182mm硅片的大尺寸组件可以最大化利用集装箱空间, 节约运输成本。

5) 搬运安装合理性

182mm组件的尺寸和重量均在人工搬运的合理范围内。正常情况下, 光伏组件需要两人进行搬运和安装, 大尺寸组件在重量上均不会超过40kg, 在人工搬运的重量范围内。同时, 组件尺寸也适合工人搬运, 成年人臂展1.7米左右, 182mm版型组件宽度在1130mm左右, 此宽度在臂展的灵活操作范围内。

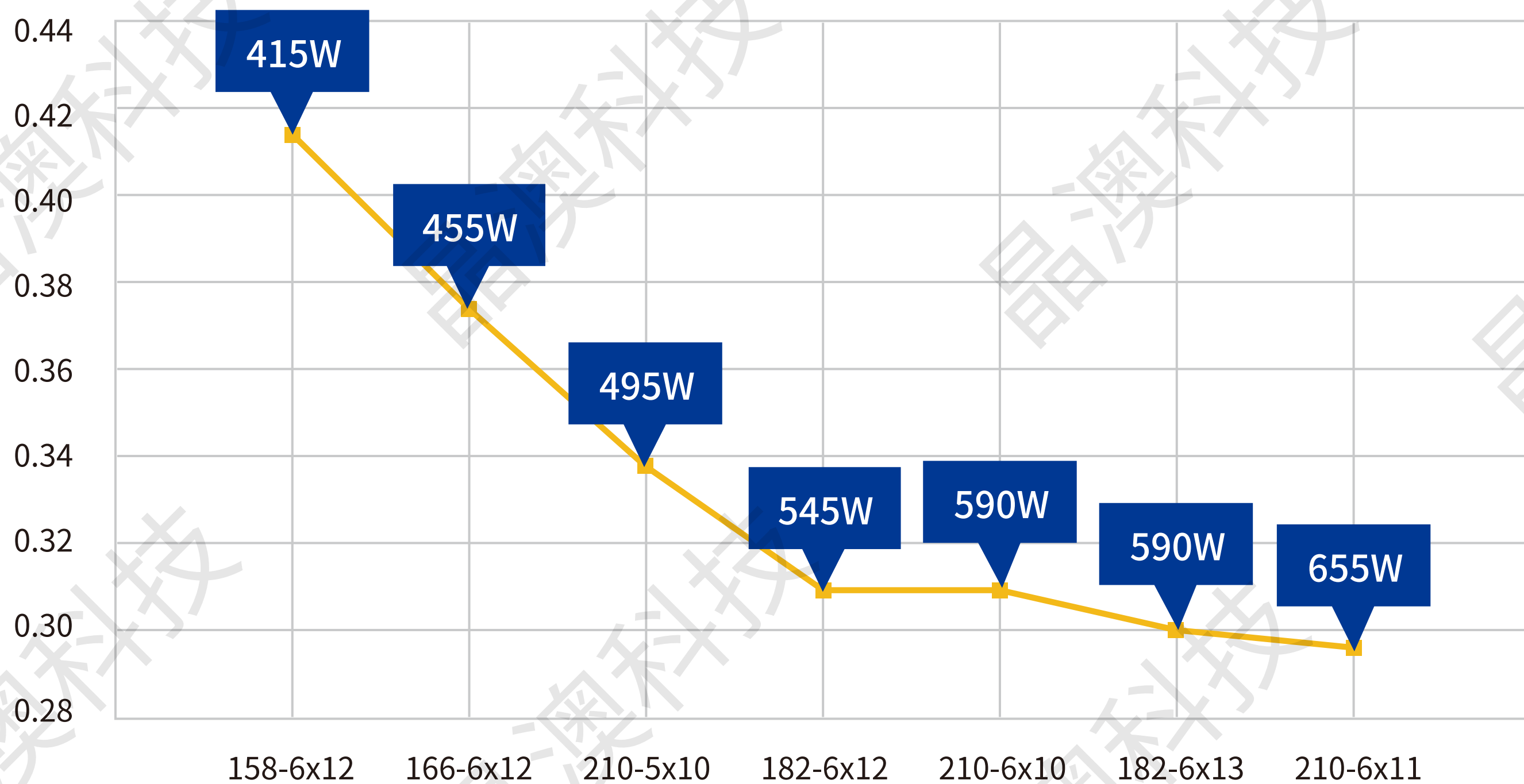
6) 系统兼容性

主要考虑同支架系统和逆变器的兼容性。支架系统方面, 182mm组件可兼容固定支架和跟踪支架等主流安装方式; 逆变器方面, 182mm组件完全兼容所有主流集中式逆变器, 对于组串式逆变器, 主流逆变器厂家已经推出或计划推出匹配大电流的解决方案。

7) 制造成本与BOS成本

在兼容产业各环节的基础上, 182系列产品的一体化制造成本显著降低。硅片尺寸升级对单瓦成本的下降起着积极的作用。然而, 并非硅片尺寸越大, 一体化成本越低, 因为硅片尺寸过大带来的通量价值可能会被硅片和组件端抵消。在组件尺寸方面, 当组件效率相当时, 适当增加组件尺寸可以有效降低BOS成本, 但是当组件尺寸进一步增大时, 随尺寸增加带来的BOS成本下降越来越不明显, 同时尺寸增加而随之带来的机械载荷风险、运输安装困难、支架承受能力等限制因素使其实际效用大打折扣。因此, 组件尺寸并不是越大越好, 而应该通过对全产业链、整个光伏系统综合评估得出合理的尺寸, 得出最佳制造成本、可变BOS成本以及LCOE成本。

可变BOS成本(元/W)



组件功率、尺寸与BOS成本关系

综上所述, DeepBlue 3.0产品与现有尺寸产品相比工艺跨度小、其设备和工艺现有成熟度高、升级产线的难度和成本低、供应物料限制小、一体化单瓦制造成本低、BOS成本低, 因此最终确定采用182mm硅片、设计66/72/78多样化版型的组件。



66版型

72版型

78版型

DeepBlue 3.0组件66/72/78多样化版型

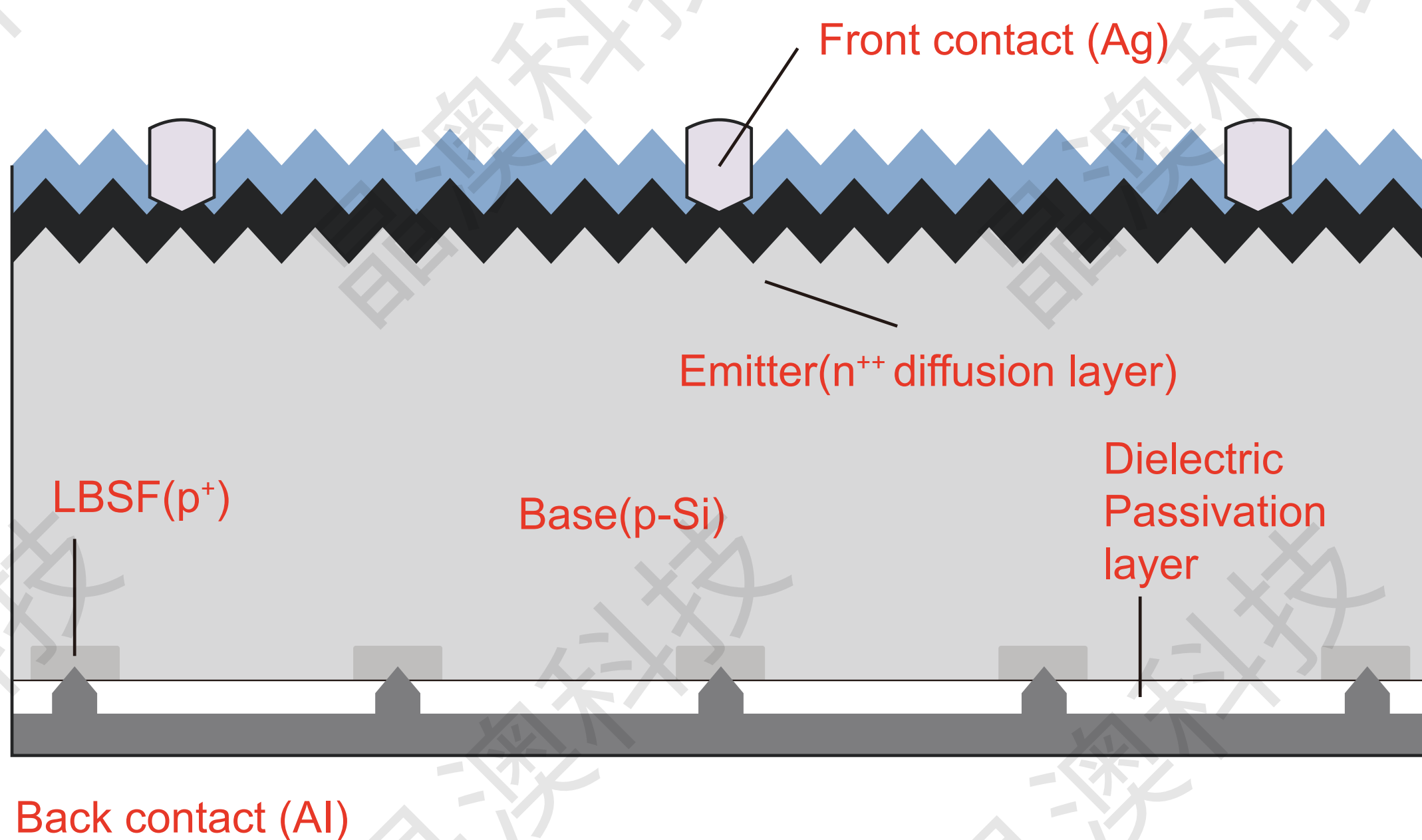
03 PART

核心技术

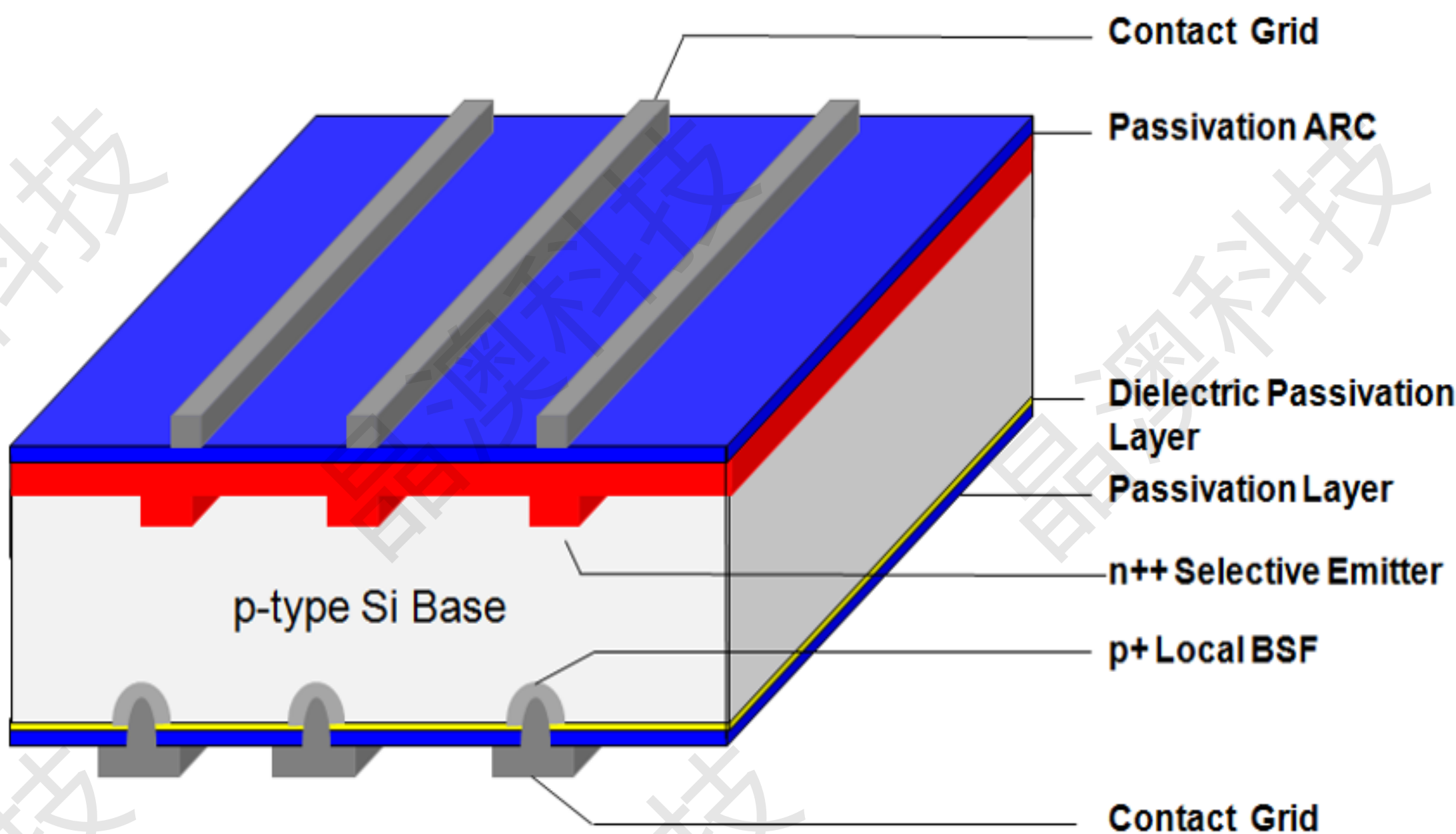
为了达到有效降低LCOE的目的, DeepBlue 3.0产品采用了多项降本增效的核心技术, 包括新一代PERCIUM+电池、掺镓硅片、多栅、半片、先进组件技术等。

3.1 PERCIUM+电池

DeepBlue 3.0系列组件应用新一代高效PERCIUM+电池, 通过优化正面和背面的钝化工艺, 量产电池平均效率超过23.1%, 同时具有更加优异的长波光谱响应, 具备更加出色的低辐照发电性能, 还具备非常出色的高温发电性能。从2017年到2020年三年的户外实测数据中可以看出, 新一代PERCIUM+电池相比于第一代技术发电量提升2-3%。

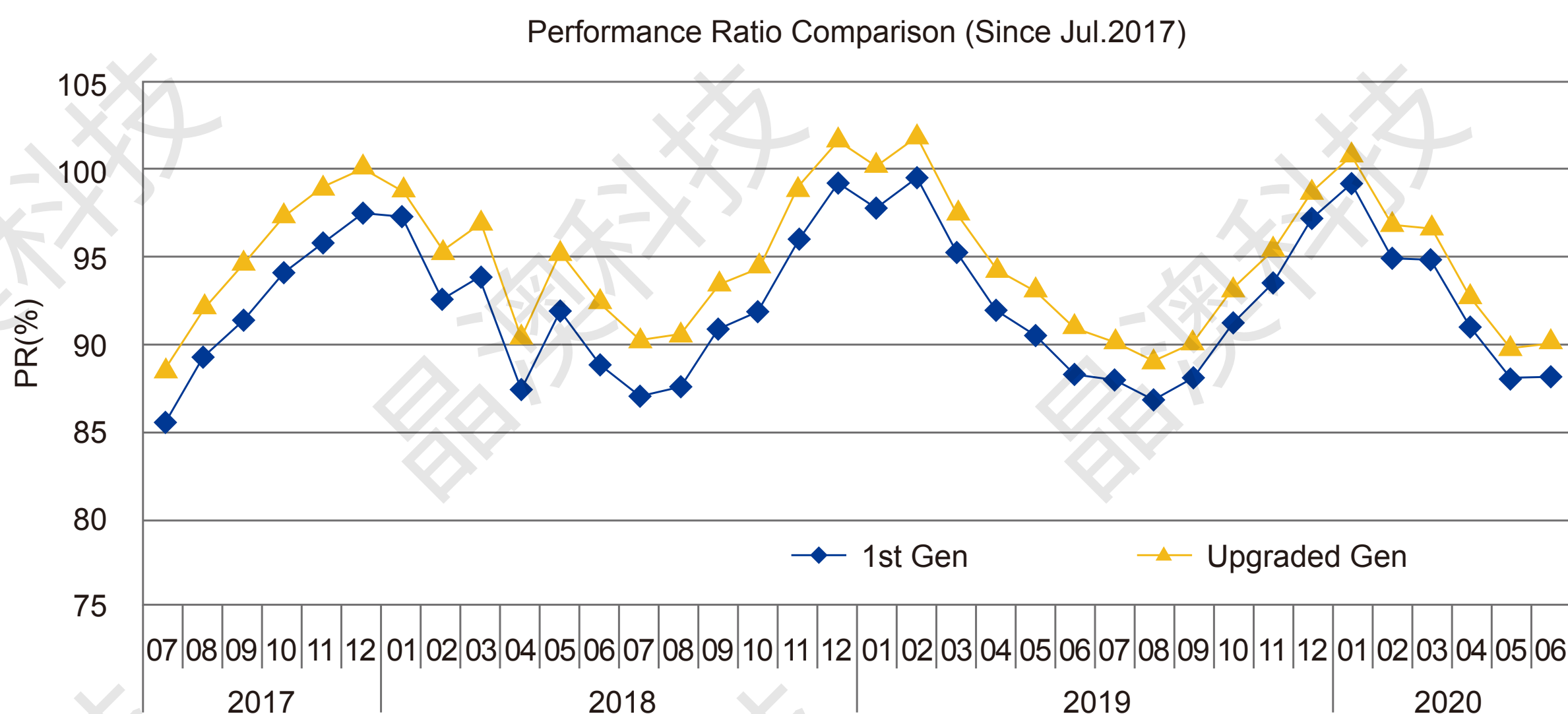


第一代PERCIUM



新一代PERCIUM+

两代PERCIUM电池结构图



两代PERCIUM户外实测发电比较

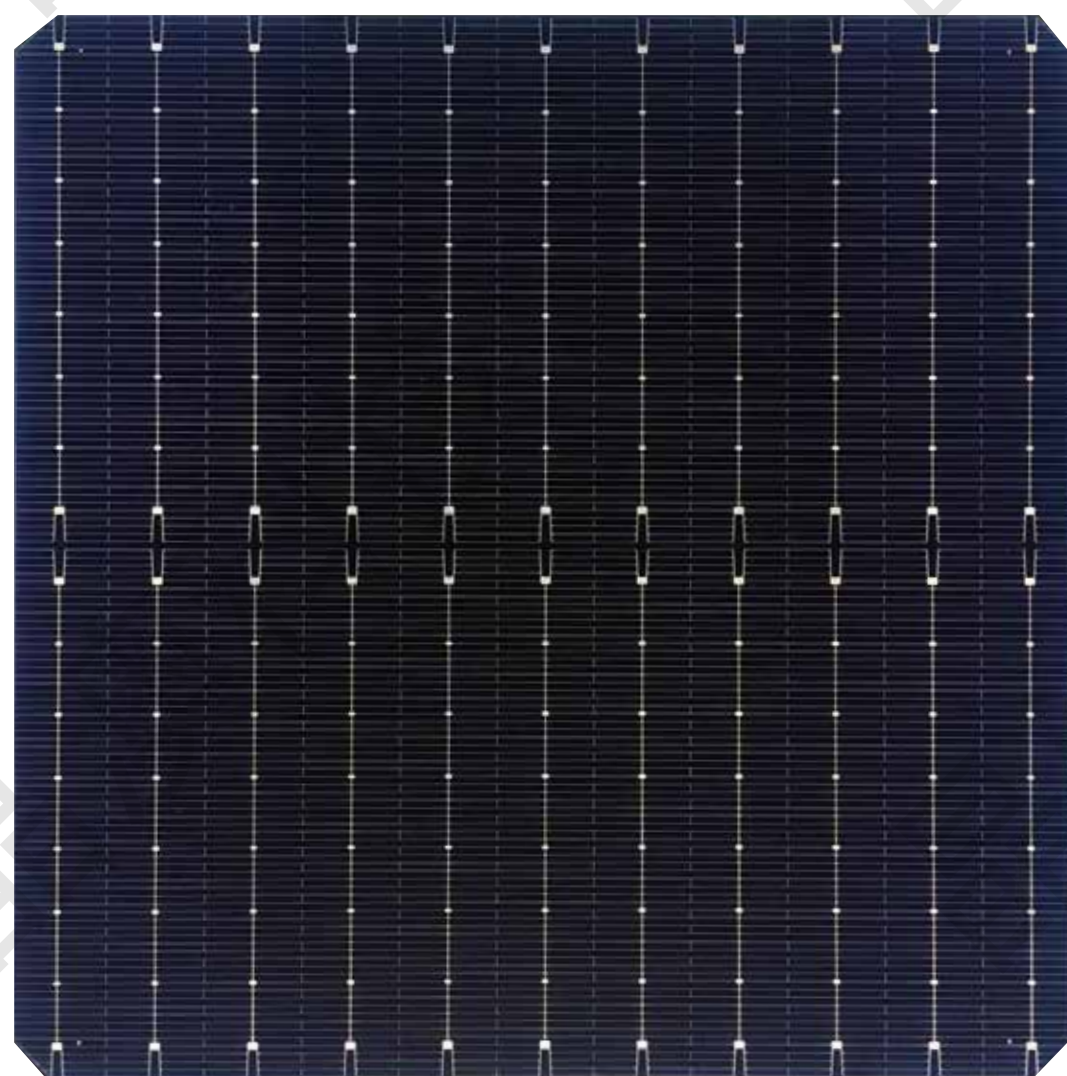
3.2 掺镓技术

高效单晶电池全部采用掺镓硅片，
抗衰减能力更优，保证高效发电持久稳定。
首年功率衰减仅为2%。



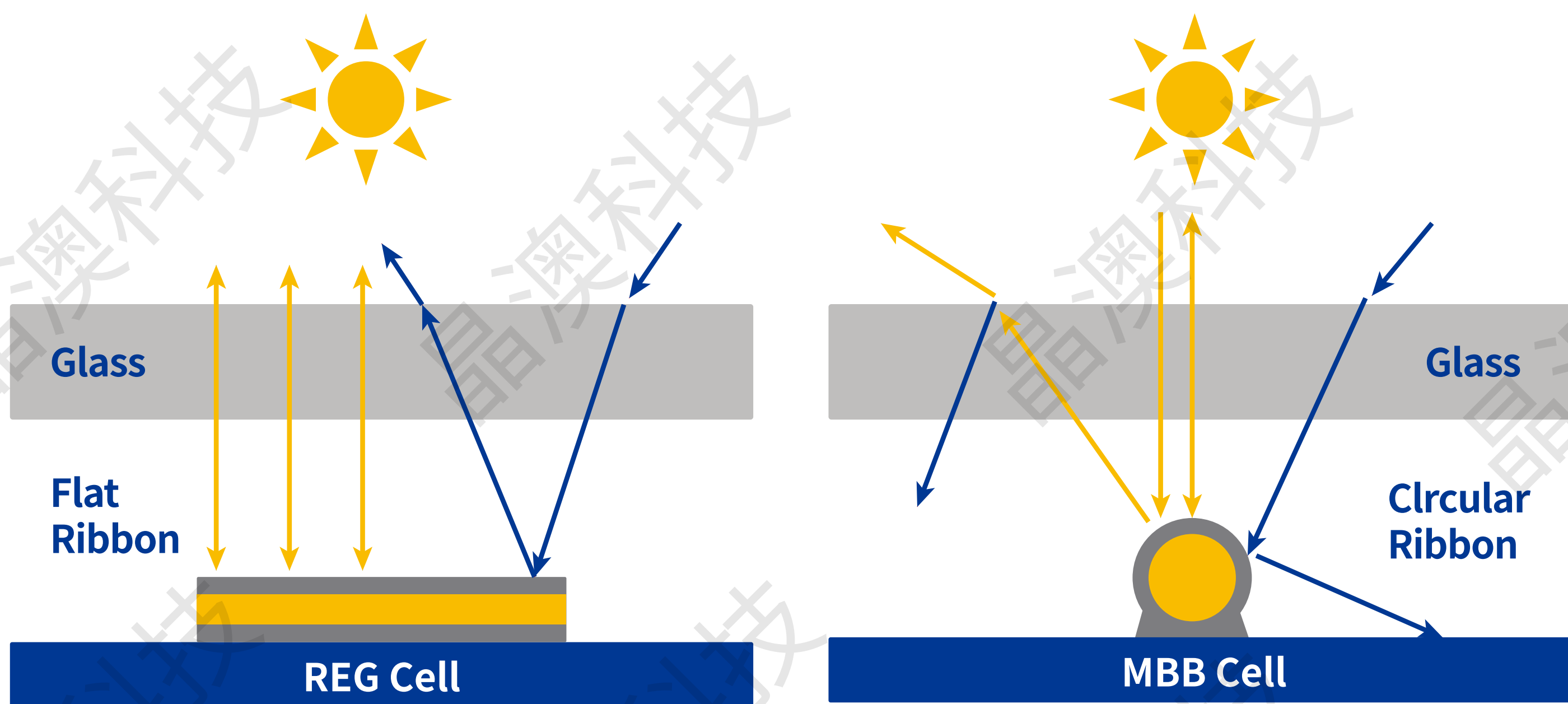
3.3 多栅电池技术

DeepBlue 3.0系列组件采用MBB电池技术，通过综合考虑电池效率、生产良率以及成本，确认11根主栅为最佳解决方案，11主栅设计缩短了电流传输距离、降低了电阻损耗，因此电池的转换效率得以提高，与此同时还降低了断栅和隐裂对组件性能带来的影响。

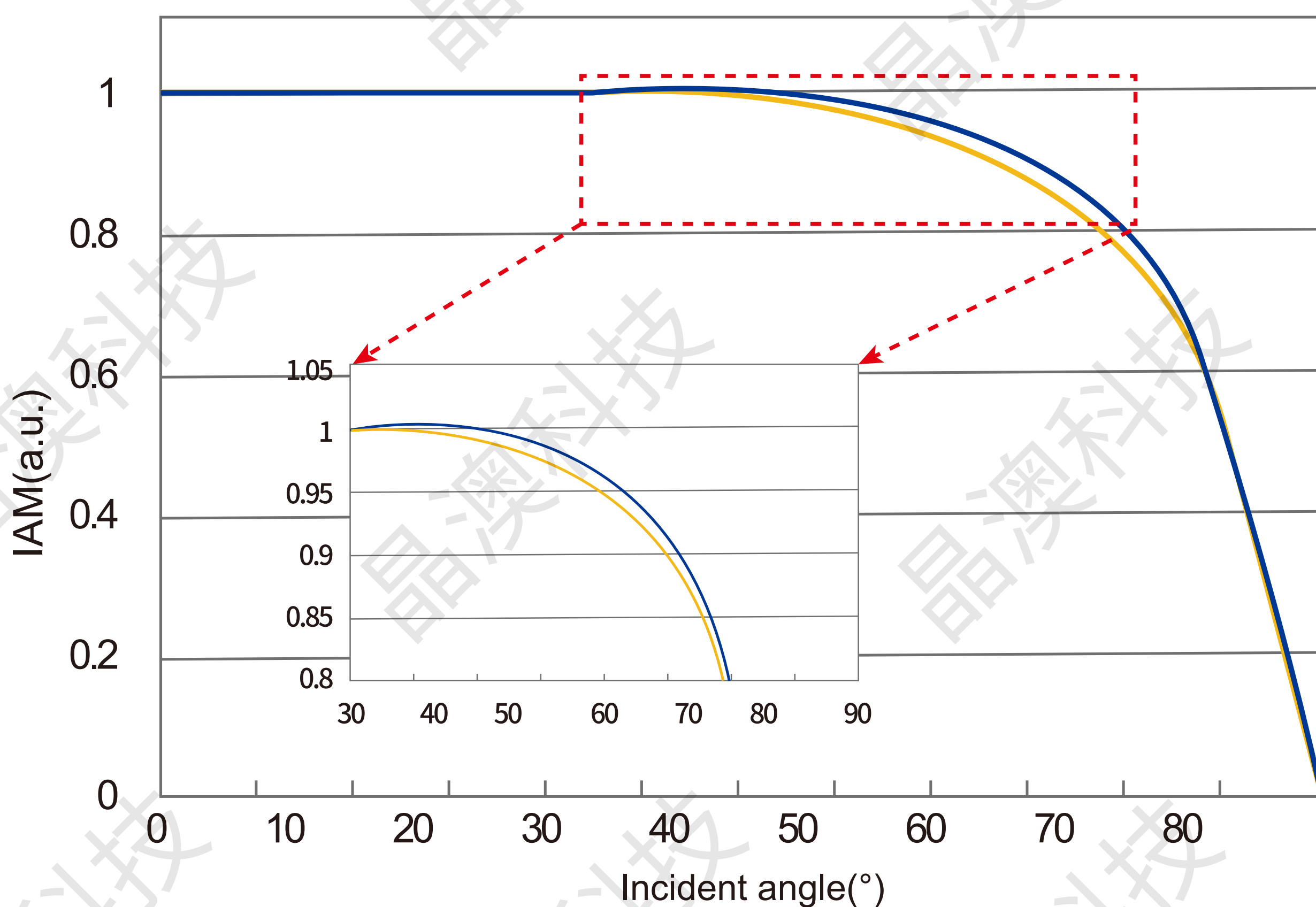


采用多栅电池技术的电池片

电池采用圆形焊带设计，在光线斜入射时IAM性能优于常规扁平焊带。并且更多主栅配合更小直径的圆形焊带设计，可以降低应力带来的影响，可以有效提升组件的耐高低温性能和机械载荷性能。



— Flat ribbon — Circular ribbon



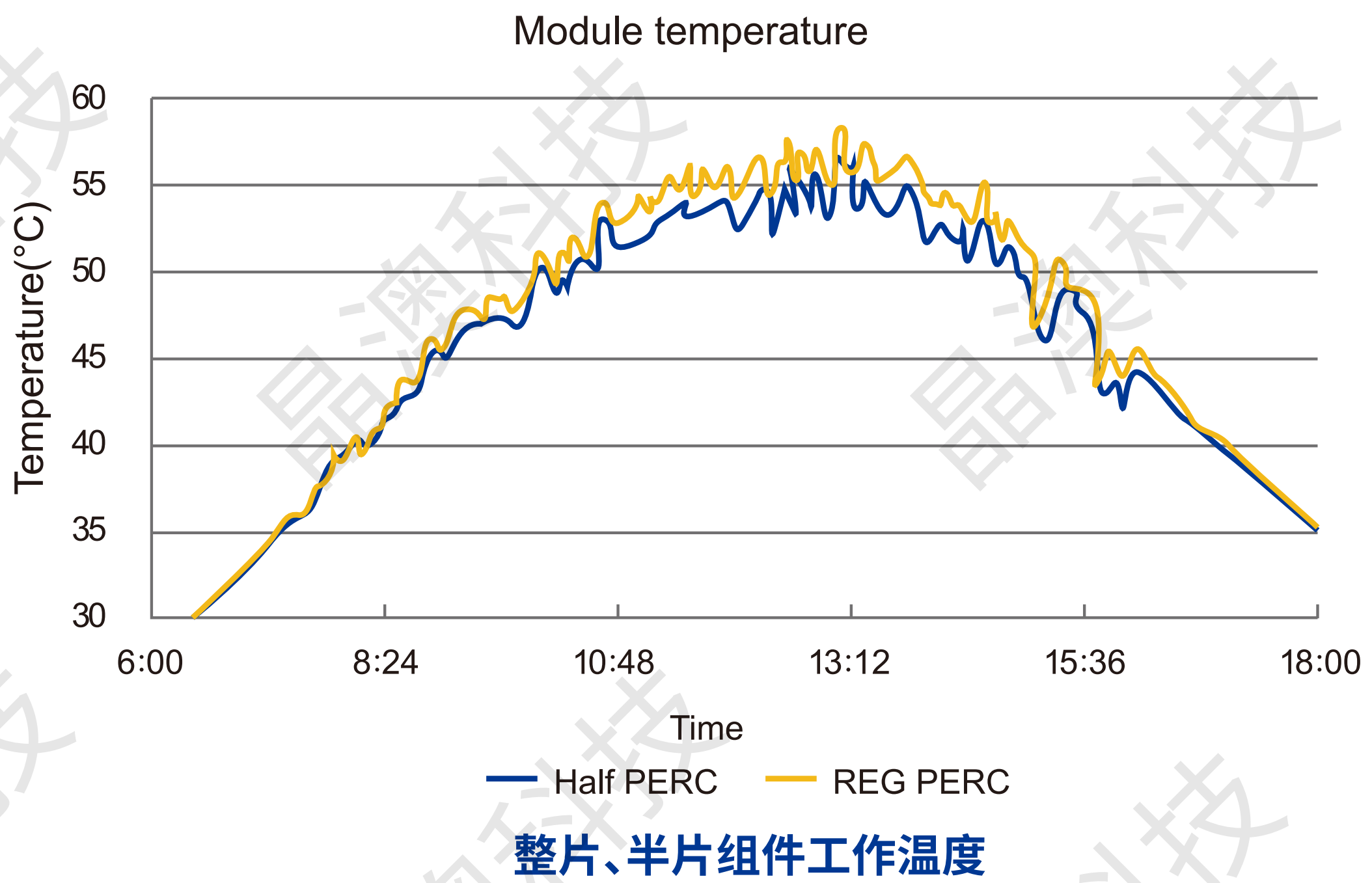
圆形焊带设计与IAM性能优势

3.4 半片技术

DeepBlue 3.0系列组件采用半片电池技术, 不仅具有较高的转换效率, 还具有较低的额定工作温度 (NOCT)。相比于全片电池组件, 半片组件工作温度低2-3°C, 同时其热斑温度较全片电池组件低10-20°C。此外, 半片电池组件还具有较低的阴影遮挡损失。



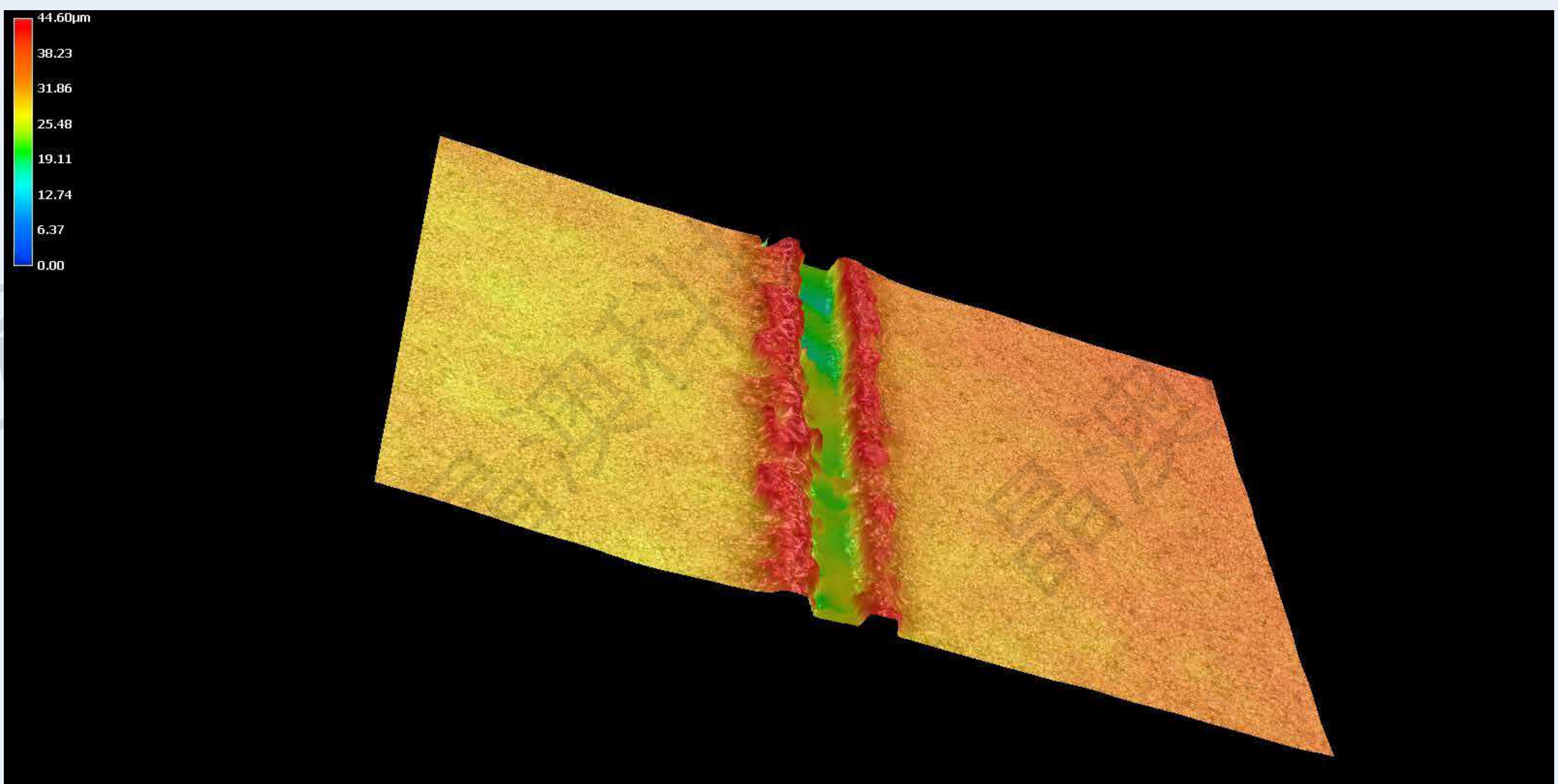
整片、半片电池片



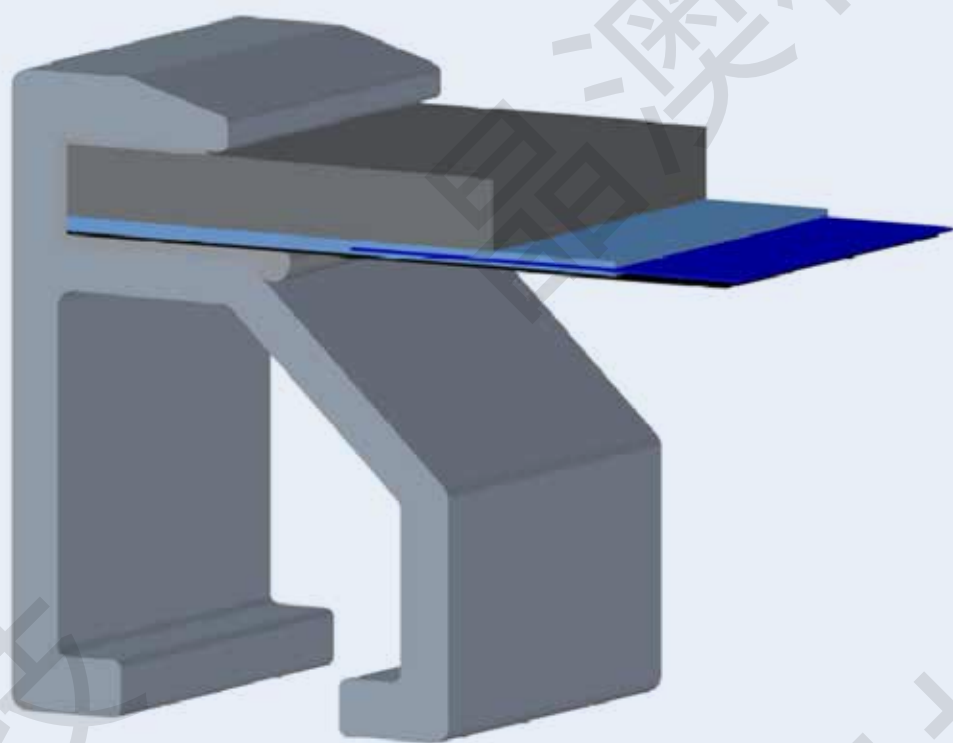
3.5 先进的组件技术

DeepBlue 3.0系列组件通过以下对组件工艺和材料的优化,提升了组件的转换效率和可靠性:

- ◆ 采用高透玻璃增加光线透过率、提升组件耐候性。
- ◆ 优化胶膜及背板,提升组件功率及可靠性。
- ◆ 优化电池片切割工艺,降低激光损伤,提升产品可靠性。
- ◆ 可选创新的导轨边框设计,组件重量更小,安装更便捷,机械载荷性能更优异。



激光切割工艺优化



创新导轨边框设计

先进的组件技术

04PART

产品优势

4.1 客户价值

LCOE是评估光伏发电项目的核心指标,为客户提供最低LCOE解决方案是晶澳科技的价值体现。

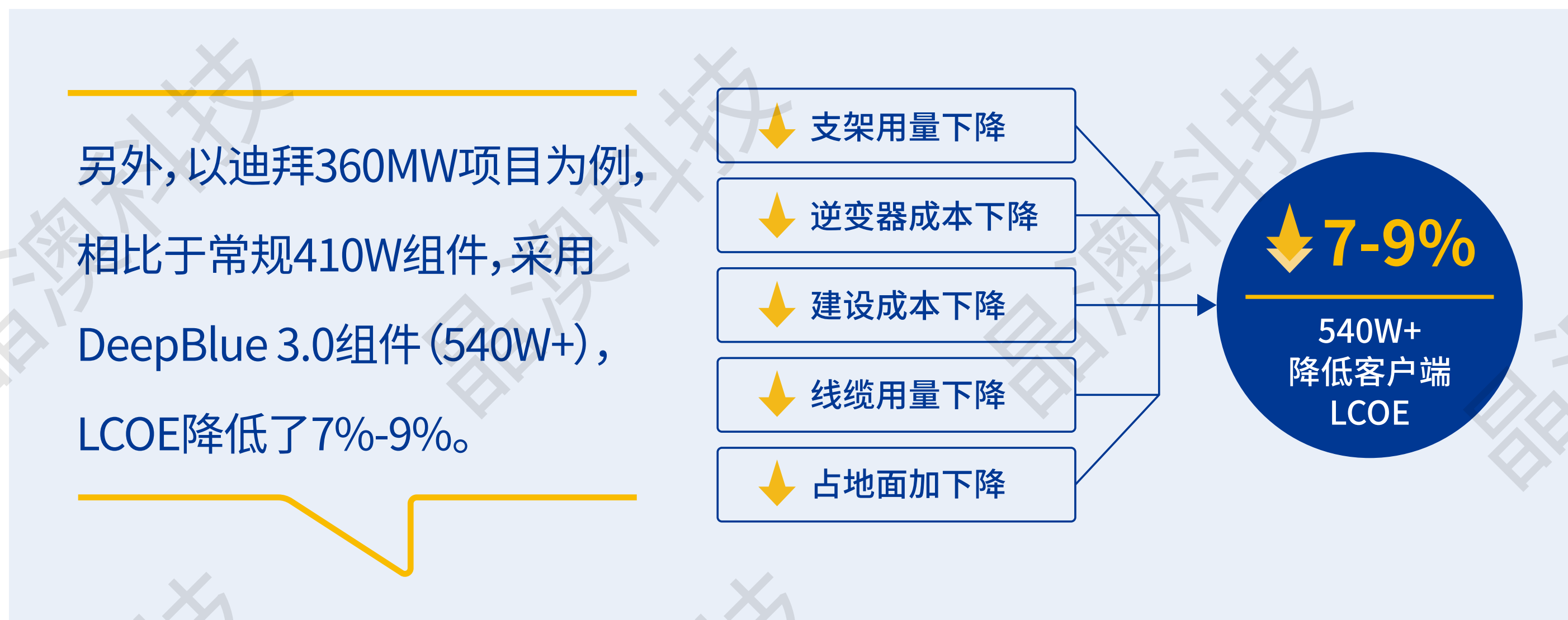
DeepBlue 3.0组件可以有效降低系统BOS成本,尤其是支架相关成本(约占系统成本10%)。同其他类型组件相比,DeepBlue 3.0组件无论采用固定支架安装方式还是采用跟踪支架安装方式,都具有一定的价格优势。

方案	210-5X10	210-6X10	182-6X12	182-6X13	166-6X12
逆变器	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
逆变器安装	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
箱变	0.044	0.044	0.044	0.043	0.044
箱变土建安装	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
通讯	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
线缆	0.050	0.044	0.048	0.048	0.066
线缆施工	0.017	0.015	0.016	0.016	0.023
支架和桩基	0.222	0.199	0.194	0.187	0.232
成本小计(元/W)	0.339	0.308	0.308	0.300	0.371

数据来源:第三方EPC公司

组件型号	210-5X10	210-6X10	182-6X12	182-6X13	166-6X12
组件尺寸(mm)	2187*1102*30	2172*1303*40	2285*1134*35	2471*1134*35	2117*1052*35
主流档位(W)	495	590	540	590	455
开路电压(Voc)	51.5	41.3	49.6	53.3	49.75
短路电流(Isc)	12.21	18.31	13.86	13.93	11.46
工作电压(Vmp)	42.6	34.2	41.64	44.8	41.52
工作电流(Imp)	11.63	17.25	12.97	13.17	10.96
组件效率(Eff)	20.7	20.8	20.8	21.1	20.4
Tacker Saving(%)	4%	8%	8%	14%	baseline

数据来源:一线跟踪支架厂商



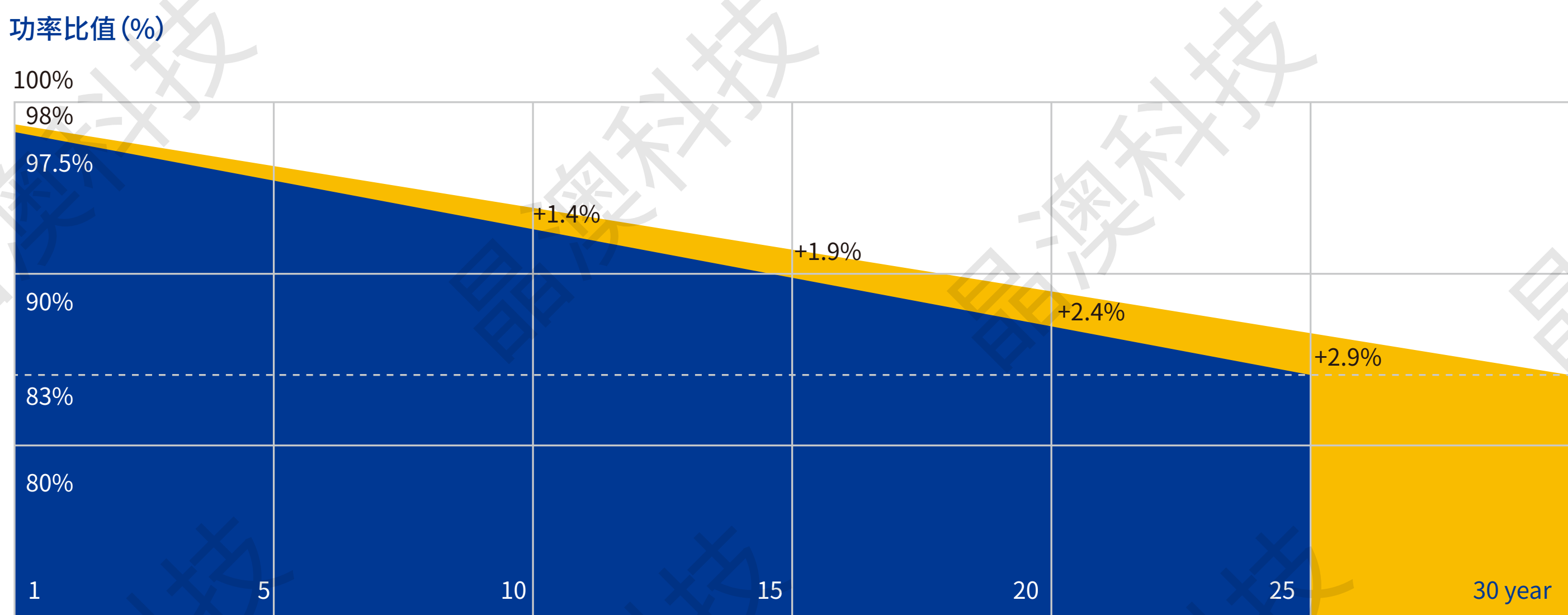
4.2 产能保证

根据全球光伏行业的发展趋势,尤其应用市场的潜力,结合晶澳科技产品战略,预计2021年底,DeepBlue 3.0系列组件产能将会达到30GW左右,晶澳科技未来将继续持续稳定的为客户提供优质、高效、低成本的光伏产品以及最低LCOE的解决方案。

4.3 可靠性保证

1)30年线性功率输出保证

首年功率衰减仅为2%,单玻组件2-25年线性衰减为0.55%/年,双玻组件2-30年线性衰减为0.45%/年。

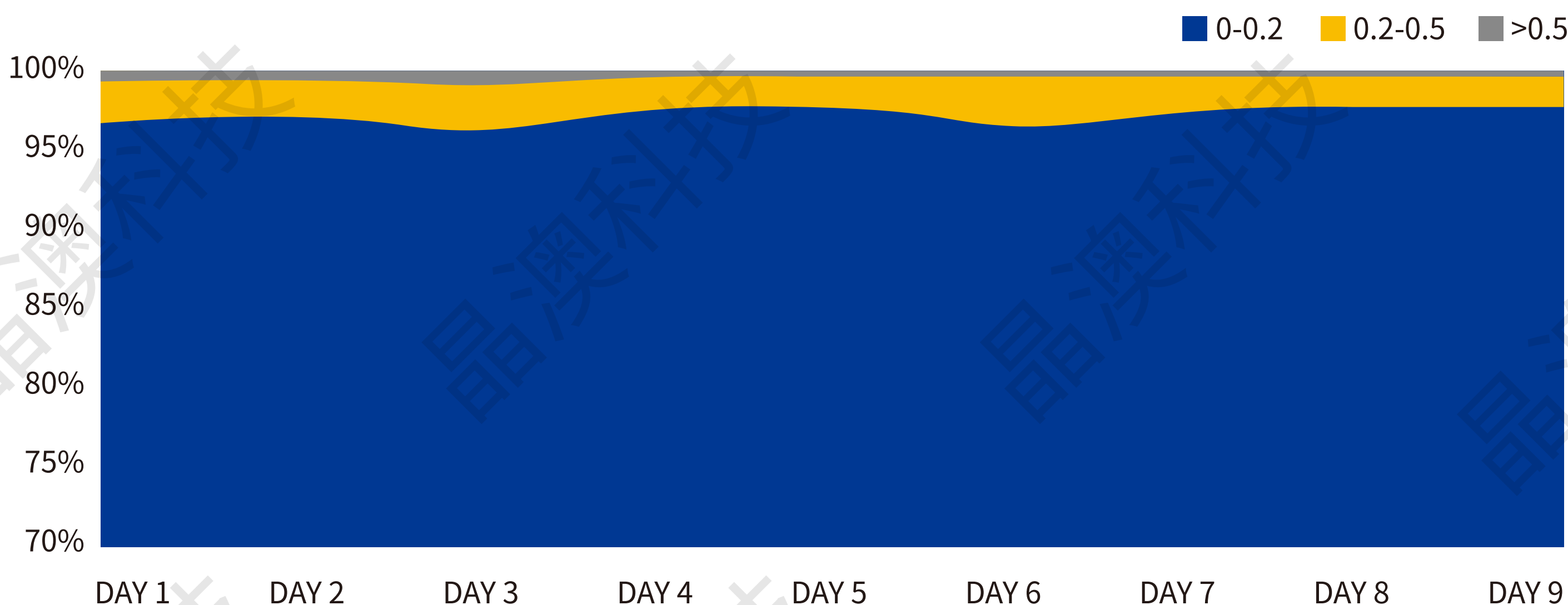


组件功率变化(单玻-蓝色 双玻-黄色)

2)热斑风险保障

DeepBlue 3.0采用182mm大尺寸硅片,相比于采用G1和M6硅片的组件,电池串并联结构相同的情况下,电流有所提升,因此热斑风险会有一定程度的增加。Deep-Blue 3.0组件通过以下途径有效地控制了热斑风险。

- ◆ **电池片漏电流管控:** 电池片漏电流的大小直接影响光伏组件的热斑特性,电池片漏电流越小,热斑温度越低,热斑风险越低。如下图,反向漏电流控制在0-0.5A的电池片比例大于99%。



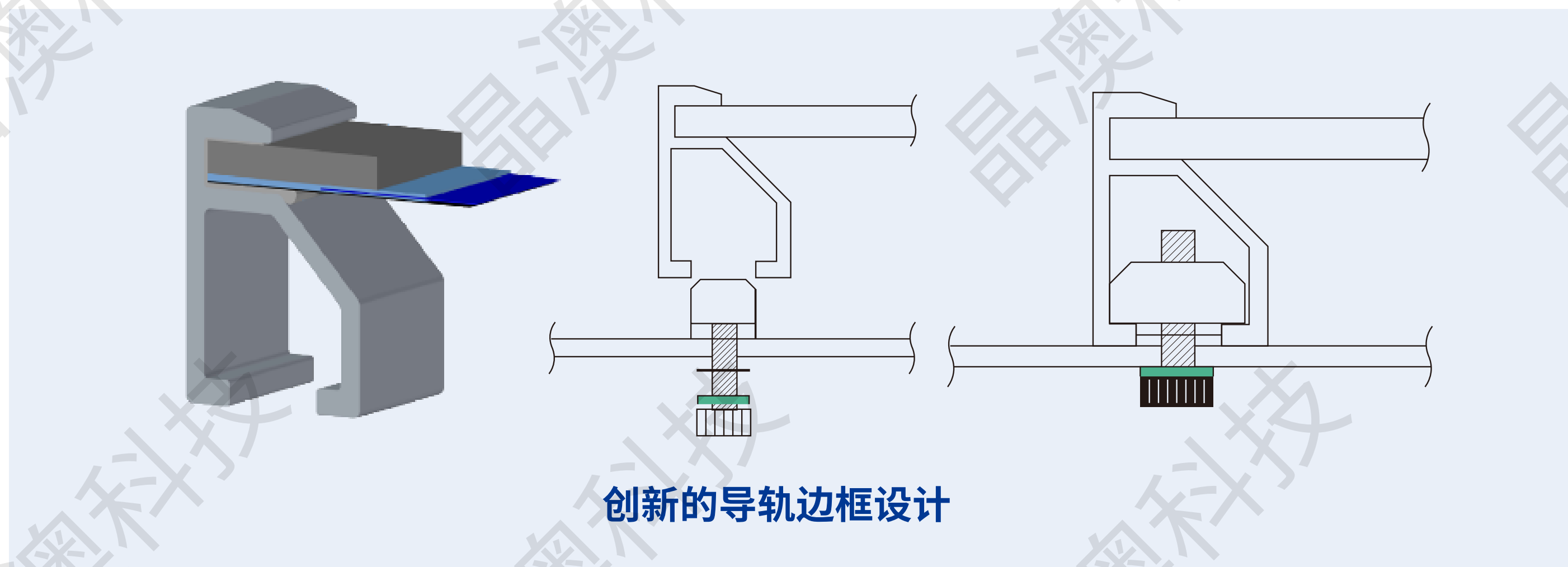
182漏电分布趋势图

- ◆ **无损切割:**相对于传统的激光熔融切割, DeepBlue 3.0产品采用的无损切割使用连续激光将电池片加热并辅助以雾化冷却, 形成温度梯度进而造成热应力导致电池片开裂。这种切割方式不仅可以有效降低电池片切割口处的微裂纹、提升电池片的并联电阻、有效降低漏电流, 并且切割表面非常光滑, 切割后的电池片机械强度同未切割的电池片接近。

- ◆ **辅材优化:**通过采用耐温性能更加优异的封装材料, 提升组件耐热斑性能。


3) 机械载荷

DeepBlue 3.0采用创新的导轨边框设计, 不仅提升了组件安装的便捷性, 而且还有效增强了组件的机械载荷能力。同时, DeepBlue 3.0组件还兼容常规压块安装方式。组件正面静态机械载荷能力可以达到5400Pa, 背面静态机械载荷能力可以达到2400Pa。



创新的导轨边框设计

4.4 全面的产品及体系认证



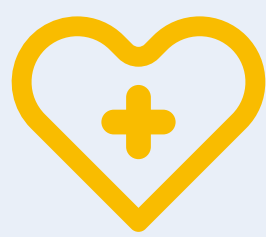
IEC61215 IEC61730
UL61215 UL61730



ISO 9001:2015
质量管理体系



ISO 14001:2015
环境管理体系



ISO 45001:2018
职业健康安全管理体系



IEC TS 62941:2016地面用光伏组件
光伏组件设计鉴定和定型质量保证导则

4.5 低成本物流运输

DeepBlue 3.0产品采用集装箱运输顺畅, 182产品较158/166每个集装箱瓦数多装10-20%, 从而节约运输成本。从运输安全性、成本和便捷性等方面综合考虑, DeepBlue 3.0组件采用了目前主流的立式包装、最多叠一层包装箱、装卸余量100mm, 在便于装卸包装箱的同时, 最大限度的利用载体空间, 降低了组件的运输成本, 这也是DeepBlue 3.0组件尺寸设计的核心。



DeepBlue 3.0产品的包装运输

组件类型	组件总数 (pcs)	总功率 (KW)
158	748	307
166	620	285
182	620	335

集装箱装运量

4.6 系统兼容性

在DeepBlue 3.0组件的设计之初, 晶澳科技已经综合评估了组件同逆变器的兼容性, DeepBlue 3.0组件可以完美兼容集中式逆变器和组串式逆变器。DeepBlue 3.0组件采用了182mm尺寸硅片, 工作电流可以达到13A左右, 相比于采用M2和G1尺寸硅片的光伏组件, 组件电流有所提升。对于集中式逆变器, 可以通过升级逆变器熔丝、开关等器件, 完美兼容182组件; 对于组串式逆变器, 即使不考虑组件端直流损耗, 当双面组件发电增益达到15%时, 仍可完美兼容182组件。根据逆变器技术的发展趋势, 在一定功率范围内, 无论是组串式逆变器还是集中式逆变器, 其功率会逐步提升, 同时额定电流也会随着组件工作电流调整。

此外, DeepBlue 3.0组件可完美兼容固定支架和跟踪支架等主流安装方式。对于固定支架安装方式来讲, 通过支架钢结构的微调即可适应组件尺寸和重量的变化, 而固定支架结构长度或宽度的扩展性则很容易实现。对于跟踪支架安装方式来讲, 需要支架厂家根据组件的尺寸和重量进行重新核算, 提供最优性价比的解决方案。

05 PART

产品性能及参数

DeepBlue 3.0组件效率高达21%，并且具有优秀的温度系数等，详细参数见下表。

型号/电参	JAM72S30 -545/MR	JAM78S30 -590/GR	JAM72D30 -540/MB	JAM78D30 -585/GB
最大功率 (Pmax) [W]	545	590	540	585
最大功率点电压 (Vmp) [V]	41.8	44.8	41.64	44.56
最大功率点电流 (Imp) [A]	13.04	13.17	12.97	13.13
开路电压 (Voc) [V]	49.75	53.3	49.6	53.2
短路电流 (Isc) [A]	13.93	13.93	13.86	13.88
组件效率 [%]	21.09	21.10	20.84	20.90
功率公差	0~+5W			
短路电流温度系数 (α -Isc)	+0.045%/°C			
开路电压温度系数 (β -Voc)	-0.275%/°C			
最大功率温度系数 (γ -Pmp)	-0.350%/°C			
质保	首年2%,25年线性衰减年度0.55%		首年2%,30年线性衰减年度0.45%	
重量 (Kg)	28.6	31.1	31.6	33.4

DeepBlue 3.0系列组件主要技术参数

一直以来,在“客户至上”这一核心价值观的指引下,晶澳科技专注技术革新,致力于为全球客户提供高效、可靠的光伏产品,并赢得了光伏行业和全球客户的共同认可。晶澳科技保持一直以来的稳健风格,结合市场需求,推出当前最稳定、可量产的DeepBlue 3.0产品,为全球客户提供可有效降低LCOE、提高电站收益的最佳组件选择。DeepBlue 3.0组件功率实现重大突破,是晶澳科技在持续提高产品性能、提升用户长期收益的过程中迈出的重要一步。未来,晶澳科技将继续专注产品技术创新、推动光伏行业发展,为客户提供更优质、更可靠的产品,使清洁能源的发展惠及更多人。

收获更多阳光

晶澳太阳能科技股份有限公司

地址：北京市丰台区汽车博物馆东路1号院诺德中心8号楼

总机：+86 10 6361 1888 传真：+86 10 6361 1999

邮箱：sales@jasolar.com marketing@jasolar.com

邮编：100160

JA-20210312