



2020年分布式光伏嘉年华 @苏州

分布式光伏组件回顾与展望

李绍唐 2020.11.26

LONGi

分布式光伏的组件选型

以发电收益为中心，户用分布式兼顾美观性

- 光伏组件成本与售价

- 支架成本

- 电气设备成本

- 人工安装成本



- 光伏组件安装量

- 组件发电能力

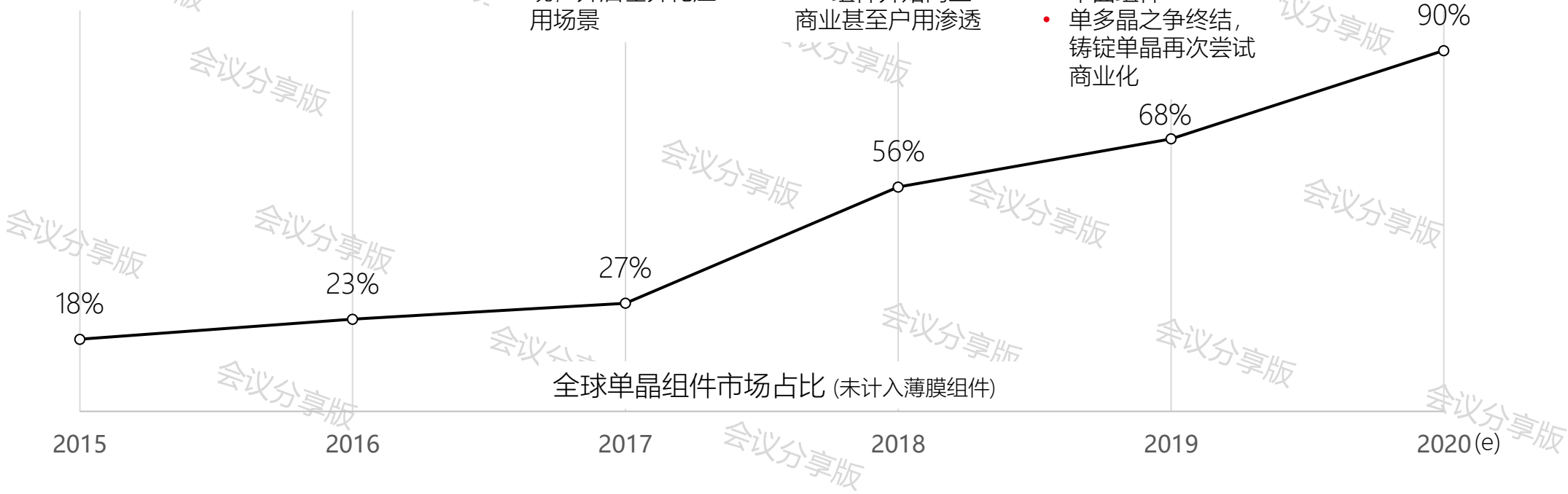
- 组件可靠性

- 组件长期质保

分布式光伏组件产品与技术回顾

单晶替代多晶，效率与功率大幅提升

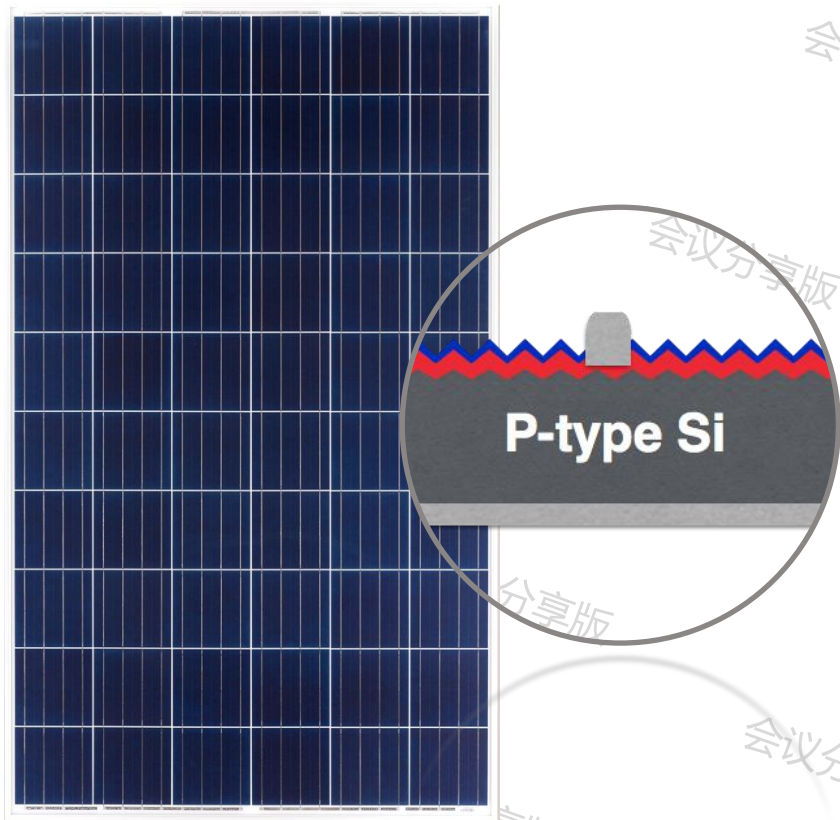
- 多晶组件是市场上的主流产品，隆基基于单晶硅片的成本大幅降低开始推广单晶组件
- 国内单晶PERC组件开始量产，PERC电池效率接近21%，组件功率可达290W，同期多晶为265W
- 60c单晶PERC组件效率达到300W，隆基提出分布式3.0时代
- 双面PERC组件出现，开启差异化应用场景
- PERC电池叠加SE
- 半片技术应用
- 531政策使行业竞争加剧，单晶硅片酝酿尺寸变化
- 72c组件开始向工商业甚至户用渗透
- 158.75在尺寸小变化中胜出，隆基推出166(M6)单晶硅片标准与组件产品
- 双面电池用于封装单面组件
- 单多晶之争终结，铸锭单晶再次尝试商业化
- 166产品热卖，156.75加速退出，158.75转向166(新出现的182、210组件主要面向地面电站)



Propelling the transformation

多晶组件

BSF电池结构下曾具有较高性价比



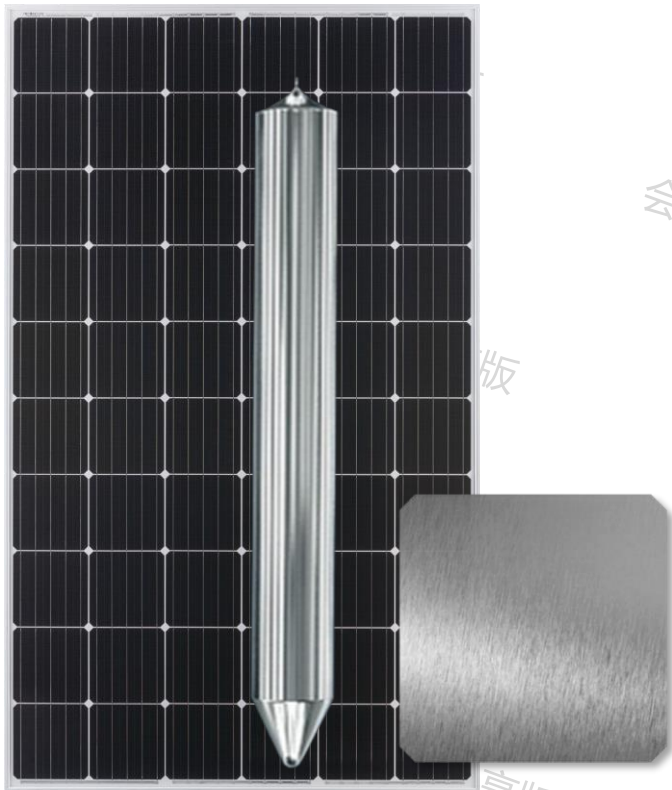
- 在BSF电池结构下，单、多晶电池效率差仅约1.3%
- 单晶电池倒角的存在使得CTM略低于多晶
- 早期单晶硅片氧含量较高因此初始衰减高于多晶，使得其发电能力上的优势没有明显显现
- 2000年以来多晶的总体市场份额一直高于单晶，单晶组件凭借外观与功率上的优势在欧美、日本的分布式市场有较多应用
- 铸锭单晶技术在2019年再次尝试商业化，但相对于成本不断下降的单晶硅片并不具备性价比。直接硅片技术因为金刚线切片技术的应用也没有发展起来

铸锭单晶示意图



单晶组件

隆基的产业技术创新与价值营销起到关键作用



- 隆基率先产业化应用RCZ与金刚线切片技术，同时推动供应链企业发展。十年来长晶与切片成本均下降80%以上
- 降低硅片氧含量与杂质含量改善初始衰减，提高单晶组件发电表现
- 联合发布M2硅片标准，一方面统一标准降低行业成本；另一方面在不改变组件尺寸的前提下增大硅片面积，使单晶组件功率提高约5W
- 2014年底隆基收购乐叶光伏进入光伏组件行业，开始向客户端普及单晶组件在系统成本、发电量上的价值



RCZ多次拉晶



低光衰P型硅片



高少子寿命&低电阻率



金刚线切割

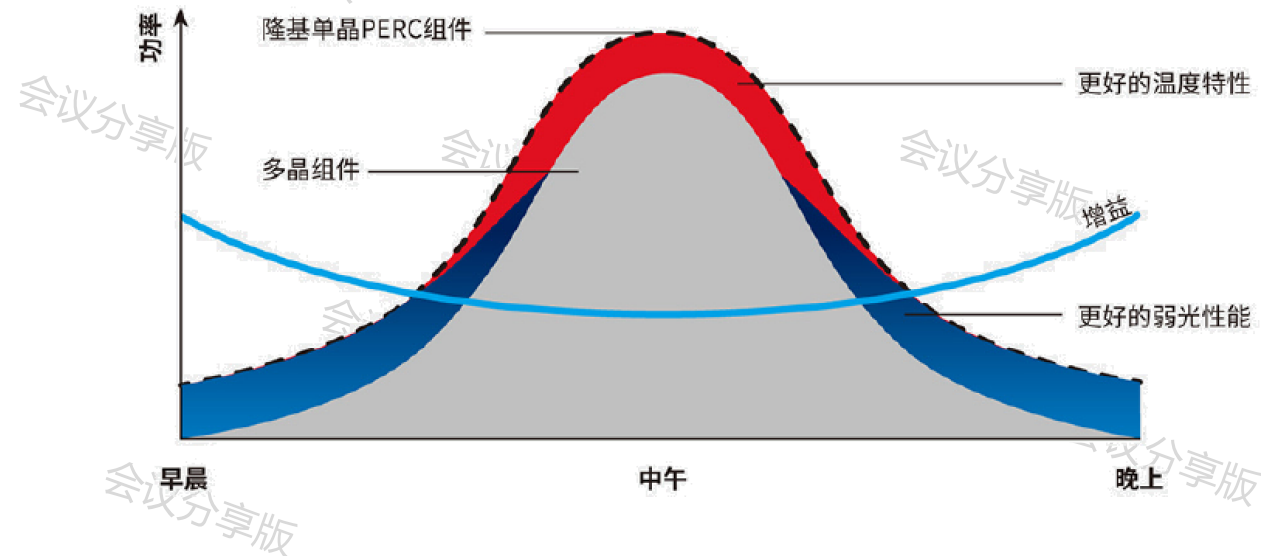
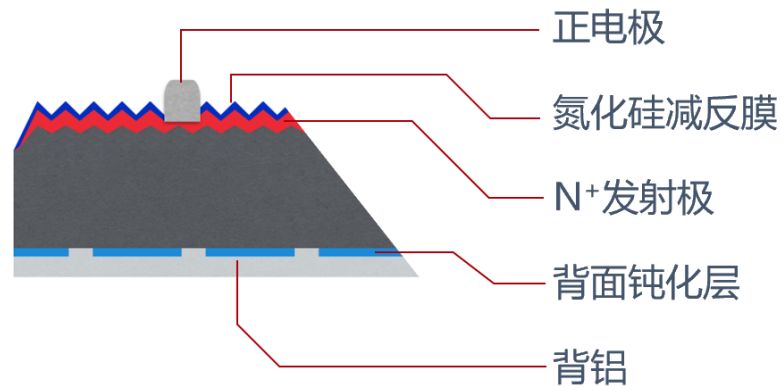


M2 硅片

单晶PERC组件

高效率叠加高发电量

- 引入背面钝化层同时起到表面钝化与场钝化效果，单面硅片因高少子寿命相对多晶具有优势。后续的优化升级包括使用低阻硅片、背面图形优化、选择性发射极、多主栅等
- 单晶PERC电池效率由2016年的20.5%提高到目前的23%，伴随着尺寸变化，60c组件功率由285W提高到375W。显著降低电站的BOS成本
- 通过光注入、电注入技术可以解决B-O衰减问题
- 领跑者项目加速了PERC技术的进步，单晶PERC首先应用在大型电站，隆基提出分布式3.0推动其应用在分布式市场

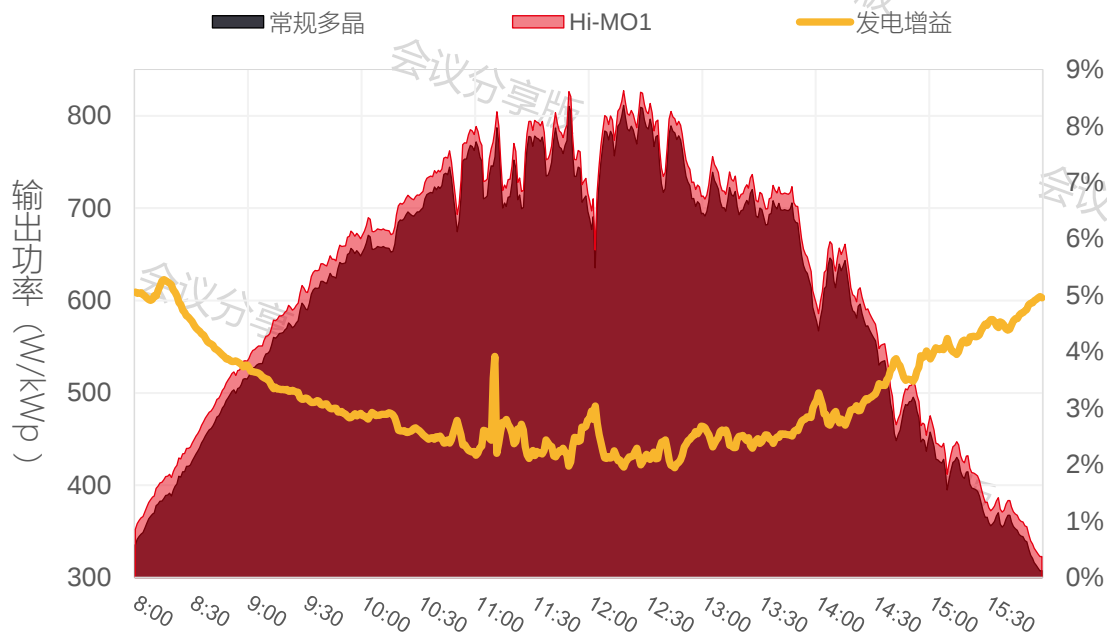


单晶PERC组件

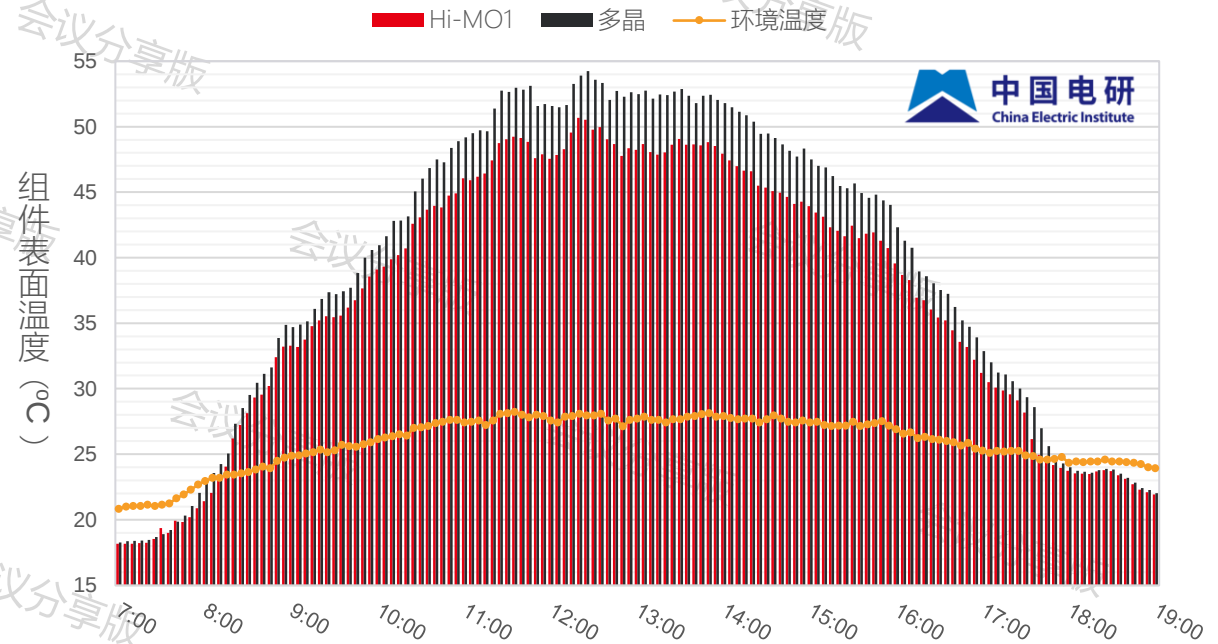
发电能力验证

- 隆基与中国电器院合作在海南三亚、新疆吐鲁番建设实证电站研究单晶PERC组件发电性能与可靠性，验证了单晶PERC组件相对多晶组件在弱光发电、工作温度等方面的优势，单W发电量可增加约3%
- 隆基PERC组件在2016年应用在国电投黄河水电大型实证电站、三峡新能源格尔木实证电站，发电增益被客户所认可

隆基乐叶泰州组件发电实时统计(20170918)



三亚实证基地组件表面温度实时统计(20170207)

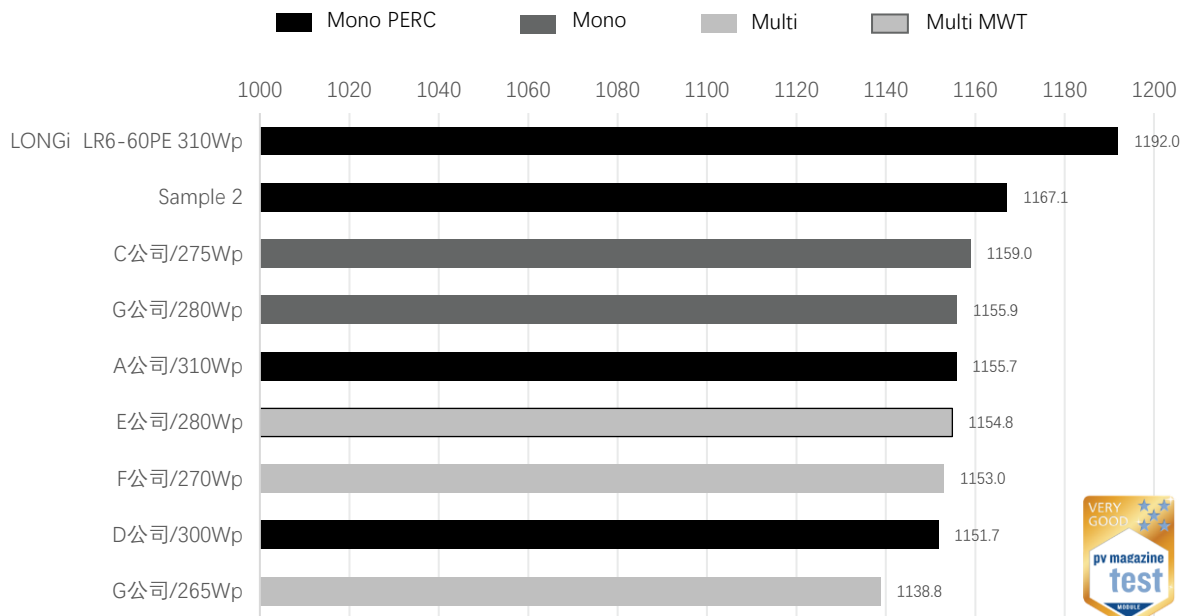


单晶PERC组件

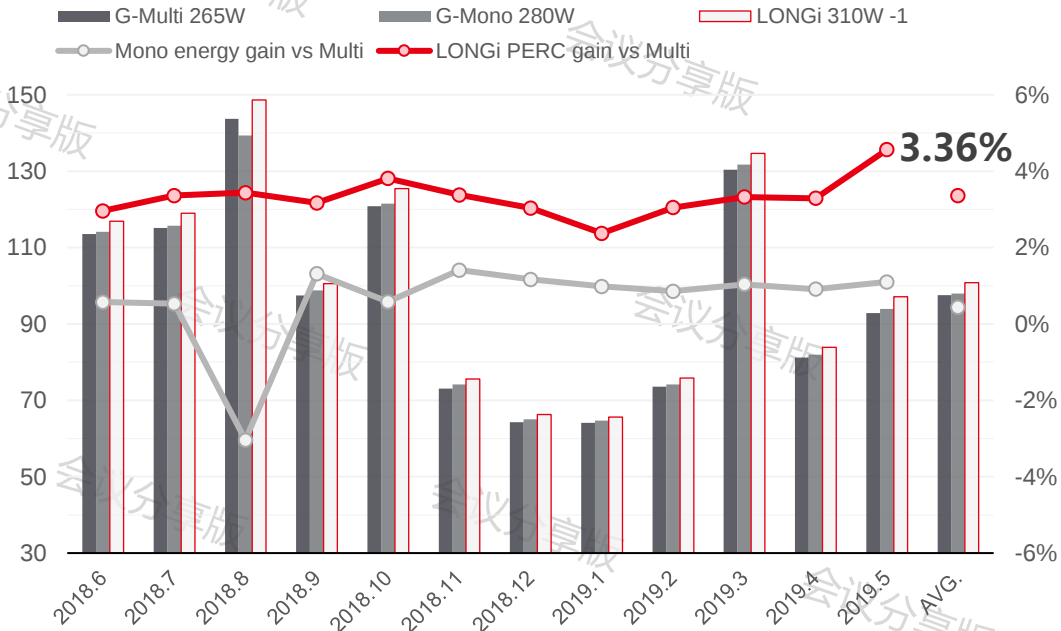
隆基组件的优秀表现

- Pvmagazine杂志的独立第三方测试中，隆基组件表现突出。不同厂家PERC组件表现差异较大，可能与光衰有关
- 在TÜV莱茵的“质胜中国”评比中，隆基PERC组件在2017、2018年获得发电仿真第1名，2019、2020获得户外实证第1名

单面组件年均比发电量 (kWh/kWp, 2018.6-2020.5)



月发电量 (2018.6~2019.5, Wh/Wp)

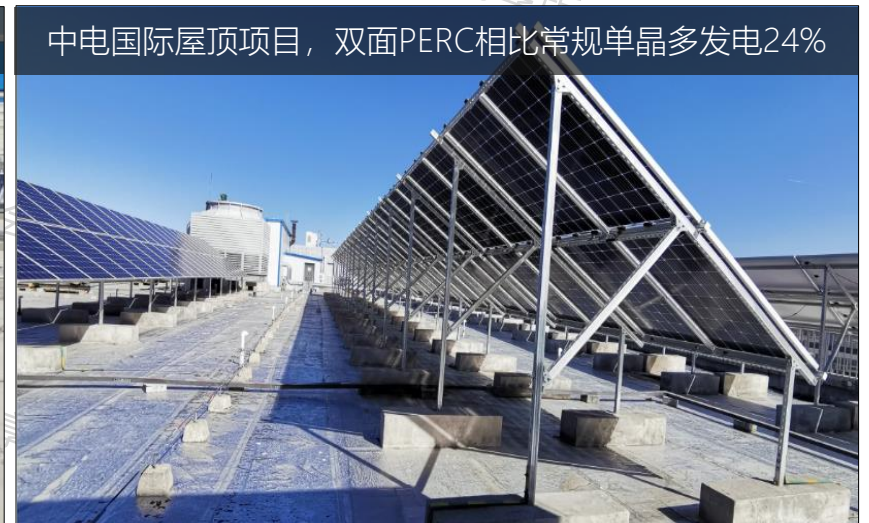
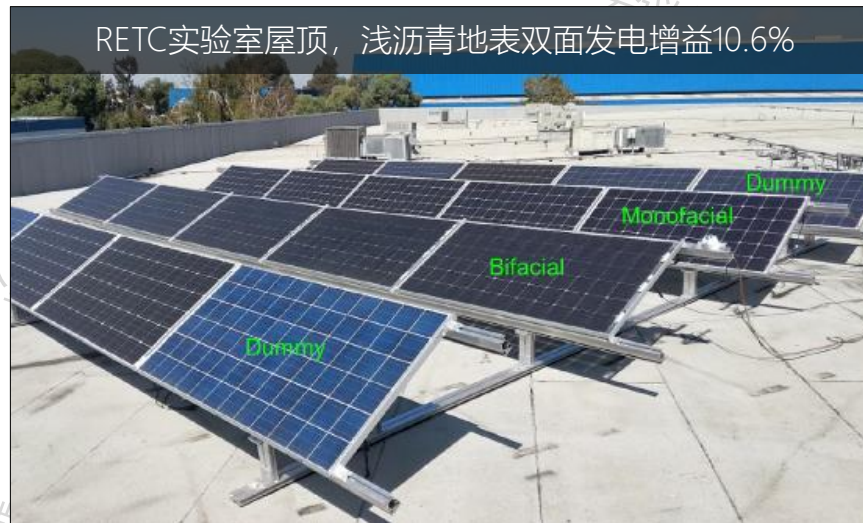
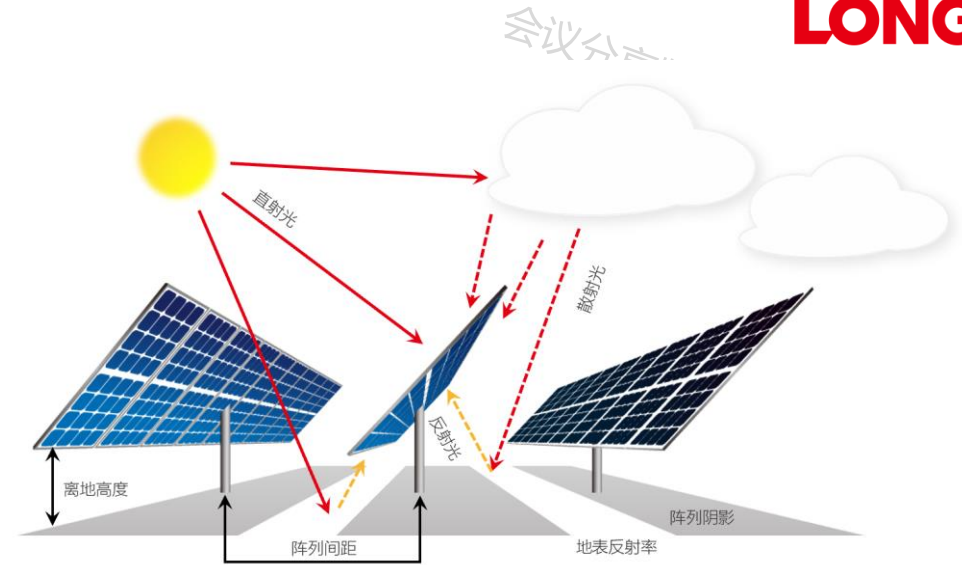


对照组：G公司单晶与多晶组件

双面PERC组件

分布式应用场景的差异化

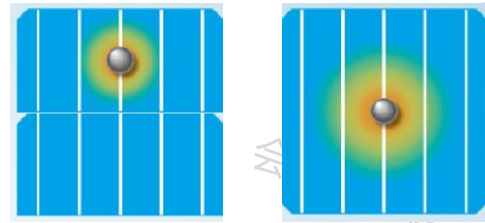
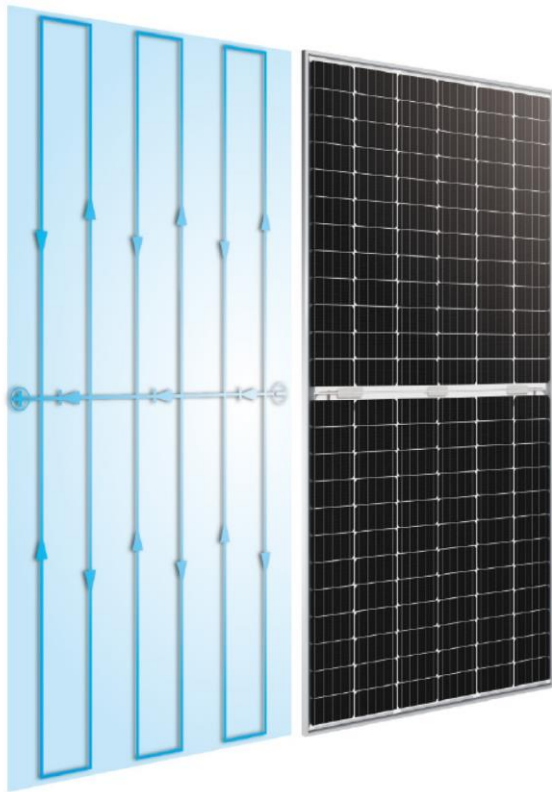
- 分布式项目以组件平铺安装为主，因此组件应用上以单面为主
- 双面组件可用在非平铺的户用及工商业项目中，高反射率地表可获得可观的发电增益
- 阳光棚、光伏车棚、光伏隔音墙适合于应用双面组件
- 双面PERC电池可用于封装单面组件，搭配白色EVA提高组件功率



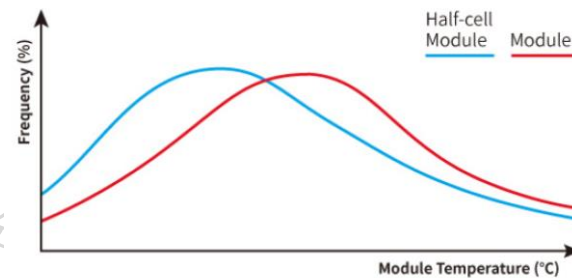
半片技术

提升功率与可靠性

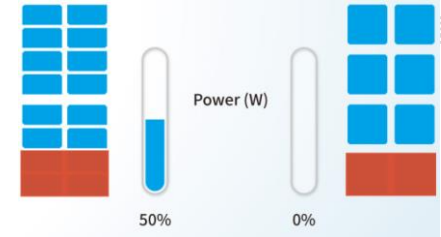
- 半片技术使电池工作电流减半，降低了热斑温度，也使后续的大硅片应用成为可能
- 半片组件曾存在多种组件设计，最终两分式版型胜出。组件的设计应力求简单
- 在半片基础上可叠加反光贴膜、多主栅等技术。反光贴膜因发电量不佳而被市场淘汰



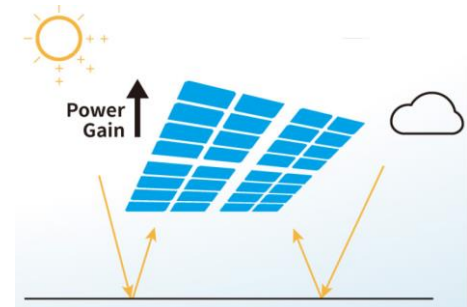
- 组件热斑温度降低10~20°C
- 提升了高效组件的可靠性



- 组件工作温度降低



- 提升阴影遮挡(竖装时)与受光不均时的发电性能

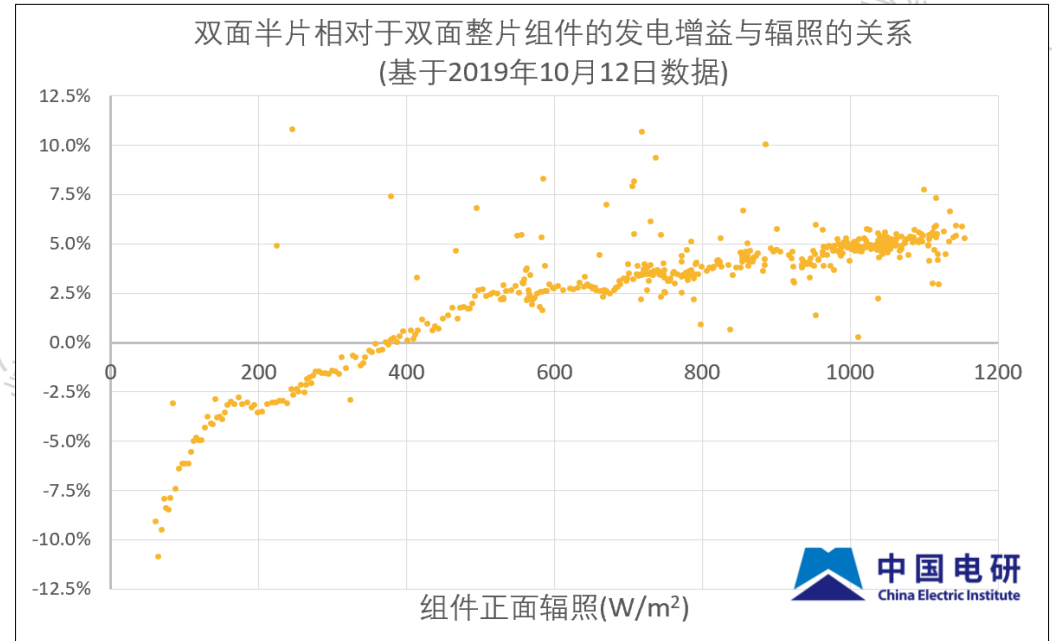


- 尤其适合高辐照环境

半片技术

发电能力验证

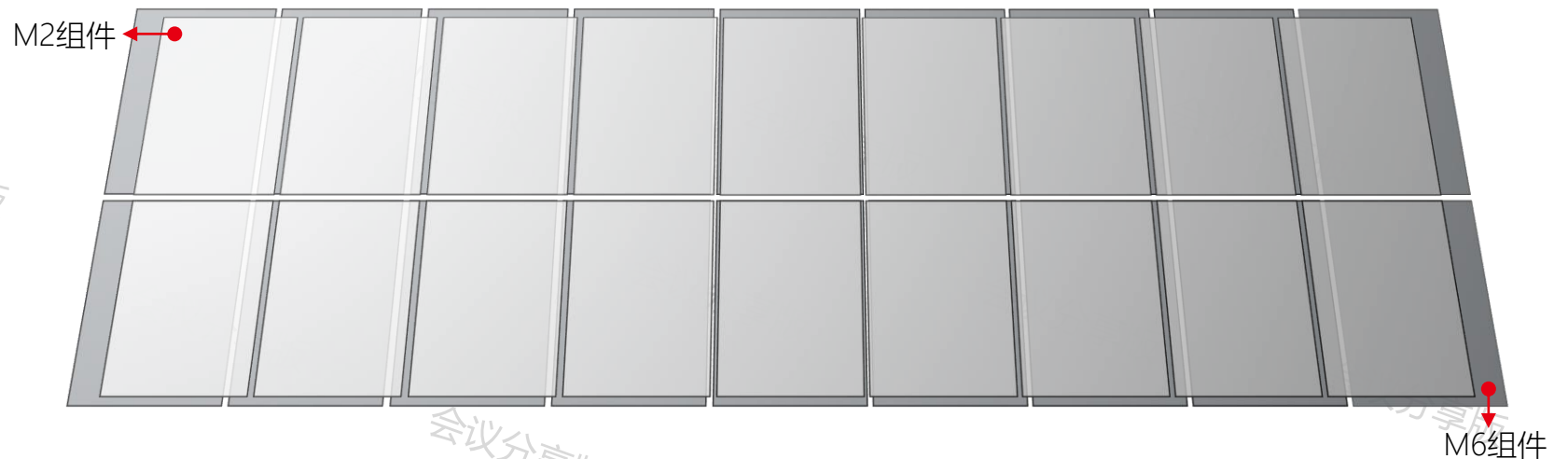
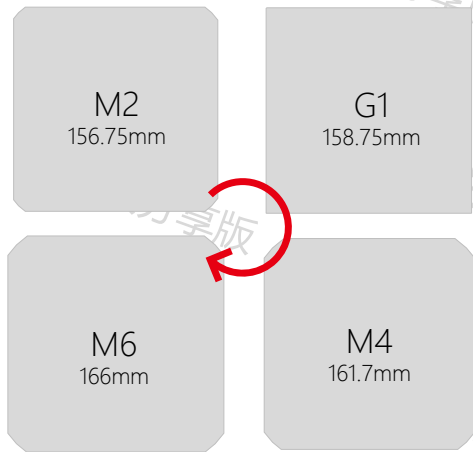
- 隆基与中国电器院合作验证了半片组件的发电能力：在海南定安县半片组件的单瓦发电量略优于整片组件
- 半片组件相比整片组件在辐照较高时发电量有优势，辐照较低时则整片发电好，临界辐照值约 450W/m^2 (考虑背面辐照)



M6组件在分布式上的价值

利用余量，提升收益

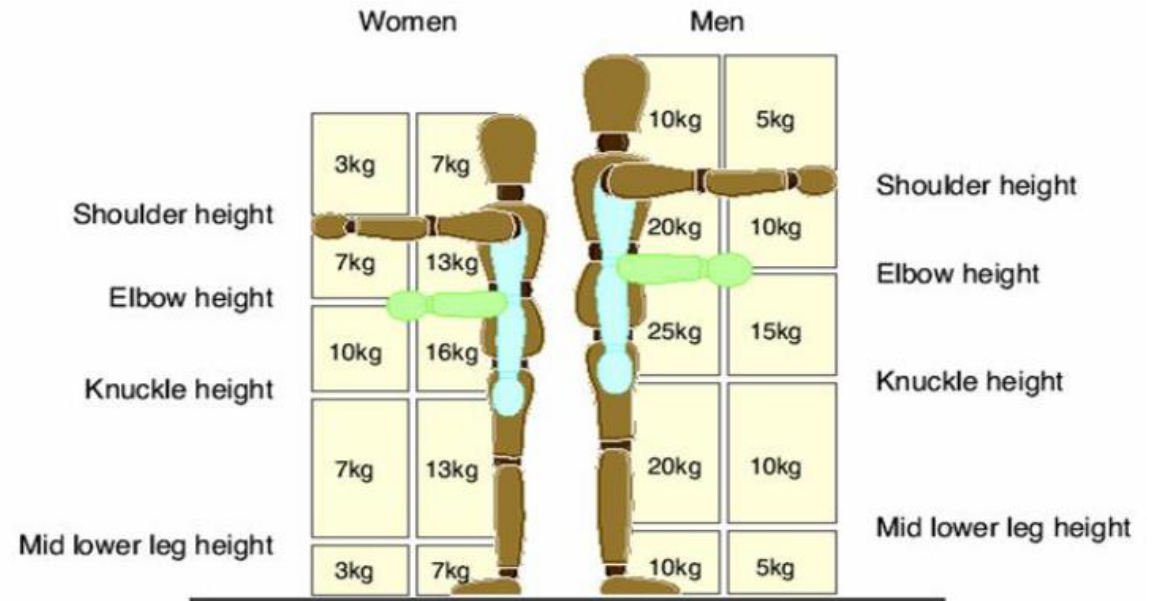
- 在2018年下半年硅片尺寸再次混乱化，隆基推出M6规格。M6组件经尺寸优化，长度与宽度上仅增加4~5%，可实现对原有产品的全场景替换，组件适度增大降低人工成本
- 利用电池环节管式设备的余量，兼容既有产能，利用组件环节玻璃宽度的余量，降低制造成本
- 户用分布式项目利用屋顶空间余量，提高安装容量，摊薄单W成本。适度提高组件宽度(1038mm)仍可单人安装
- 工商业分布式项目组件以平铺为主，组件加长仍可部分节省支架成本，串功率提高节省了电缆成本，组件效率提升可略微提高安装容量



分布式组件的硅片规格有必要变化吗

基于可行性与价值分析，M6是标准化的最佳选择

- 考虑到居民屋顶的复杂程度，1038mm的组件宽度基本达到单人安装的极限，20kg以下也是单人搬运的重量舒适区
- 居民屋顶：组件继续增大降低排布的灵活性，组件宽度宜标准化，屋顶空间如有余量可考虑采用72c、66c组件
- 不同于地面电站，平铺安装为主工商业屋顶高串功率带来的价值很有限，组件电流增加还会损失部分发电量
- 组件继续增大无法满足短边安装、4点安装的载荷要求，或将带来边框成本的显著增加
- 产品规格的不稳定不利于为客户提供长期质保



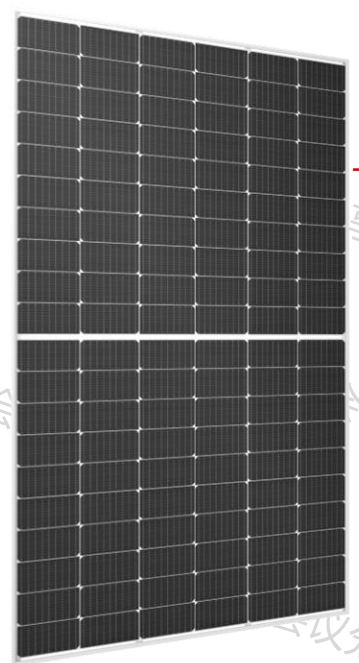
《HSE单个人力搬运限重指南》

隆基2021的分布式组件

基于M6硅片的标准化宽度组件

Hi-MO 4m

- 组件重量的接受度存在主观因素(如美国的限制不是20kg而是50磅)，隆基也将推出66c组件满足部分区域户用市场的需求

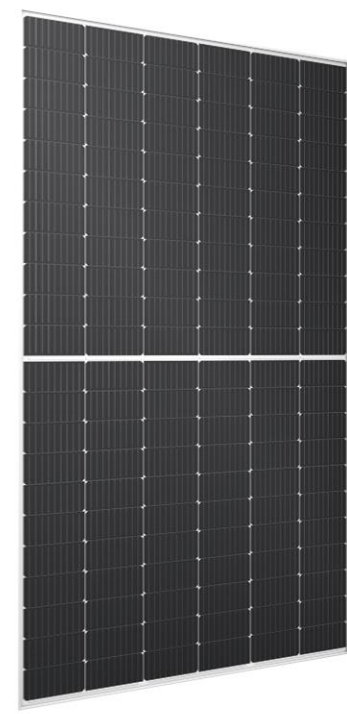


60c

375W
20.6%
1755×1038mm
(1.82m²)
19.5kg



居民屋顶



66c

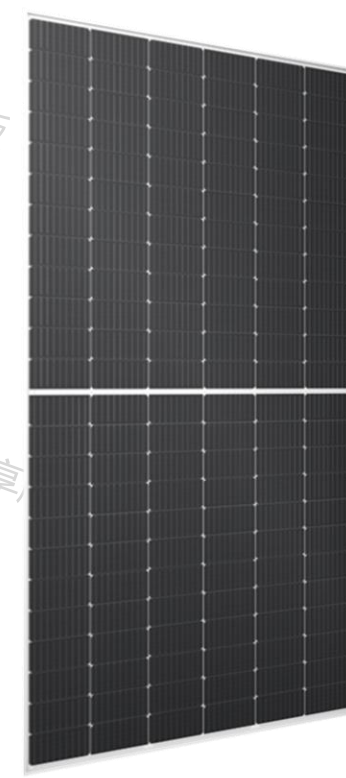
410/415W
敬请期待



居民屋顶



工商业屋顶



72c

450W
20.7%
2094×1038mm
(2.17m²)
23.5kg



居民屋顶



工商业屋顶

产品标准化有利于成本与质量控制

隆基具有全球最大的组件制造产能，将在2020年成为出货量最大的组件制造商

- 隆基一直致力于精简产品类别、精简产品BOM。标准化的产品有利于供应链匹配、生产与质量控制、库存管理



A	银川	0.5GW
B	西安	0.5GW
C	咸阳	5GW
D	大同	0.5GW
E	衢州	3GW
F	嘉兴	7GW
G	滁州	10GW
H	泰州	10GW

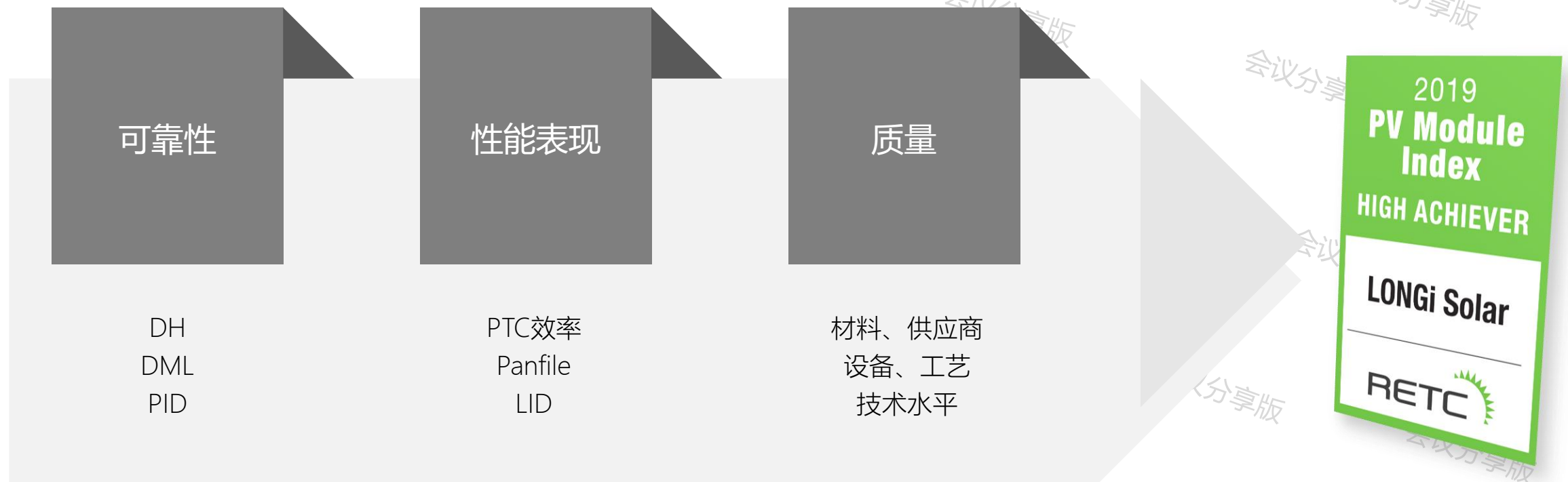
J	马来西亚古晋	0.7GW
I	越南光伏	7GW

总产能: 44.2GW

光伏组件的可靠性

宜选用经过加严可靠性验证的产品

- 可靠性决定了组件长期的发电表现，对发电收益至关重要
- 考虑到分布式应用场景的复杂性、相比地面更差的散热条件，对分布式组件的质量要求不应低于大型地面电站
- 客户对产品质量的要求将进一步提高头部企业的市场占比。品牌源于质量，质量成就品牌

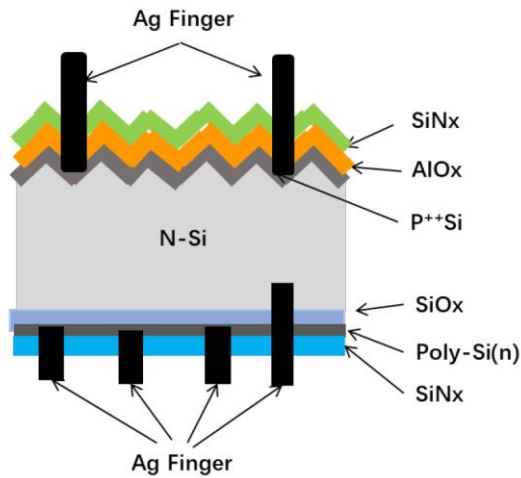


RETC: Renewable Energy Test Center

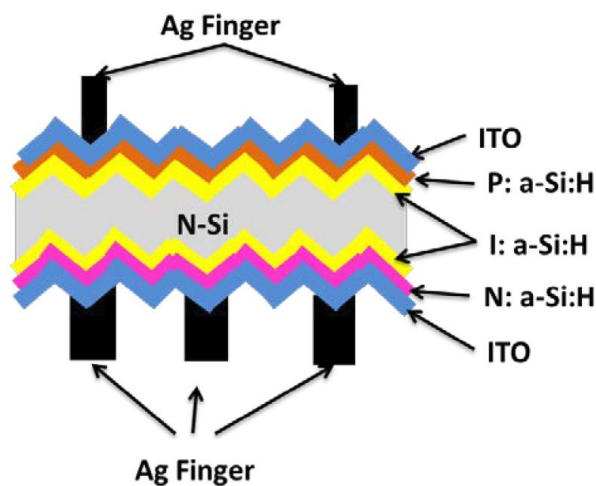
N型与HTJ的挑战与机会

目前难以挑战PERC技术的主流地位，宜以户用分布式市场作为切入点

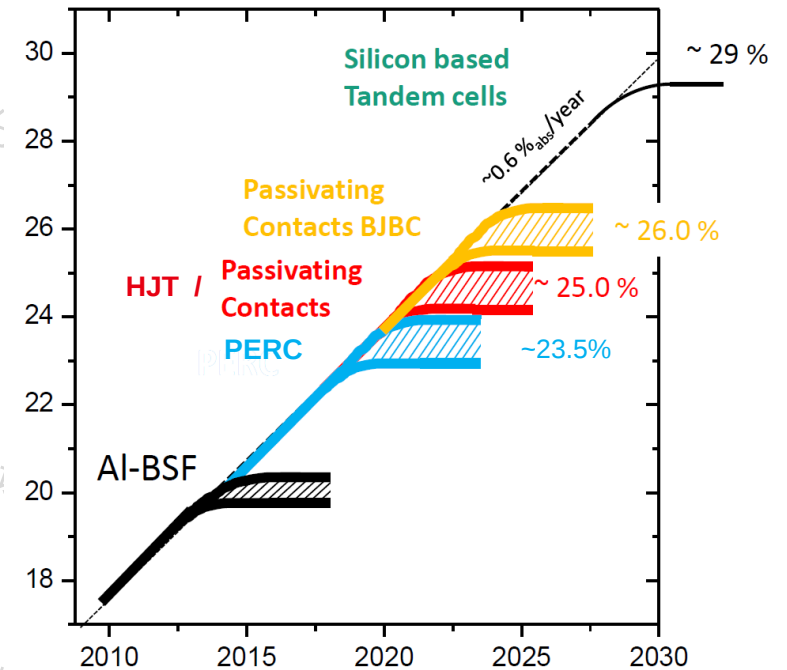
- PERC电池组件在技术与成本上的不断进步持续压制其他高效电池技术，其产能利用率普遍不高，需要避免“PERC行我也行”思维
- N型与HJT须努力使组件效率与PERC的差别拉大到1%以上，组件成本缩小到0.1元/W以内
- 在成本较高的情况下应考虑以高溢价的户用市场作为切入点而非地面电站，对标LG，REC，Sunpower



TOPCon电池(Poly-Si+SiNx)



HJT电池 (a-Si)



Peter Dold. CPVC 2017

会议分享版



Propelling the transformation