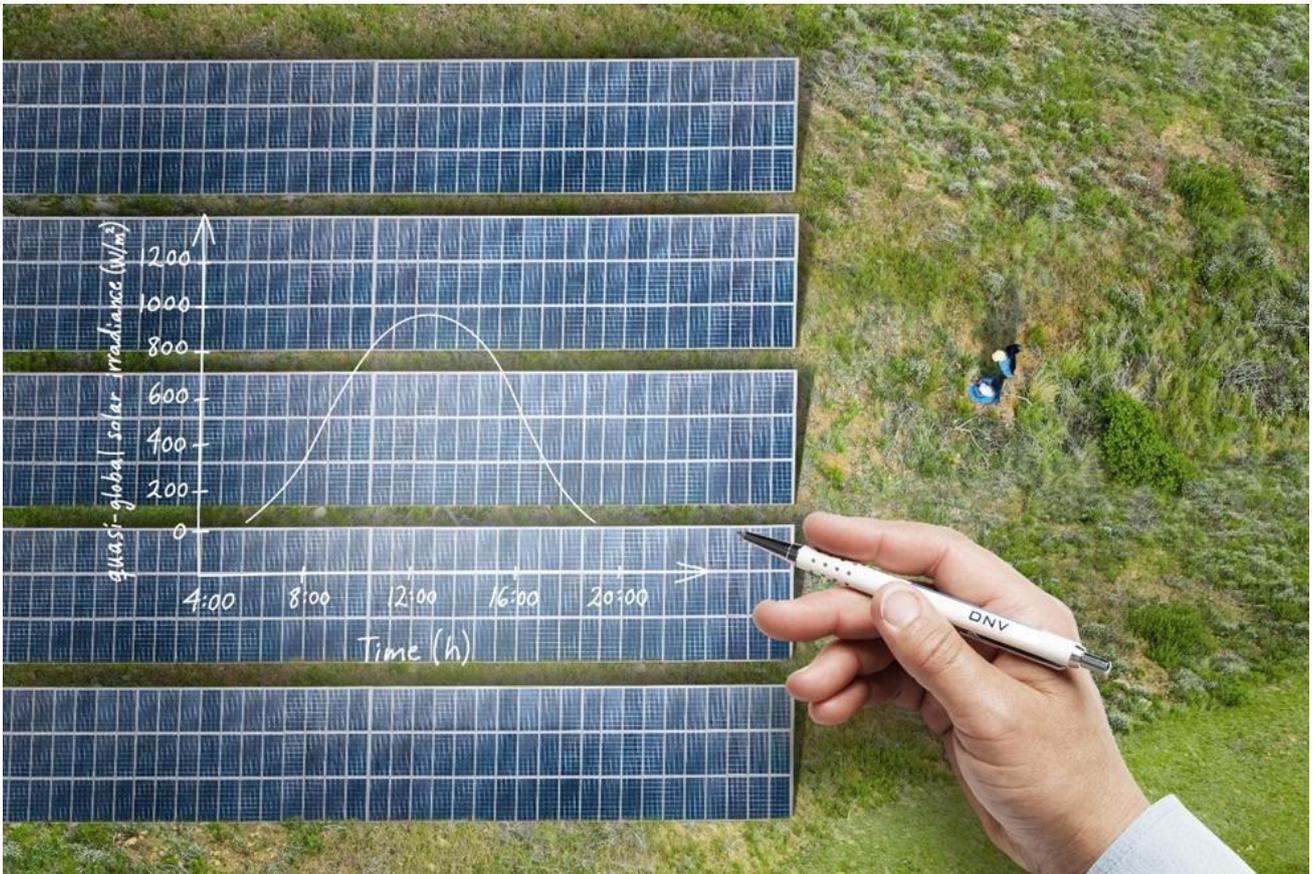


# 阿特斯TOPBiHiKu6和7系列

## DNV技术审核报告摘要



DNV对阿特斯新型TOPCon技术组件产品进行了全面的技术审查，如表 1 所示。DNV的审查涵盖公司、组件、性能、可靠性、兼容性、实证数据和 LCOE 分析。

阿特斯是一家集成了硅锭，晶硅片，光伏电池和太阳能组件的研发、生产及销售的制造商，其产能如图1所示。DNV认为阿特斯具有悠久的光伏组件生产历史，从阿特斯不断创新的产品以及与相关技术人员深入的沟通中可以看出，阿特斯对电池和组件的技术和质量控制有着深刻的理解。

DNV还指出，阿特斯在2022年ESG报告中展示了其在可持续发展方面取得的重大成就。如图 2 所示，阿特斯正在大幅减少其光伏组件和系统对环境的影响以及温室气体排放量。阿特斯太阳能还在平等、员工安全和权益方面做出了承诺。

表1: 阿特斯 TOPCon 组件

组件系列	电池数	属性
TOPBiHiKu6 CS6W-TB-AG	144	双面组件
TOPBiHiKu7 CS7L-TB-AG	132	双面组件
TOPBiHiKu7 CS7N-TB-AG	120	双面组件

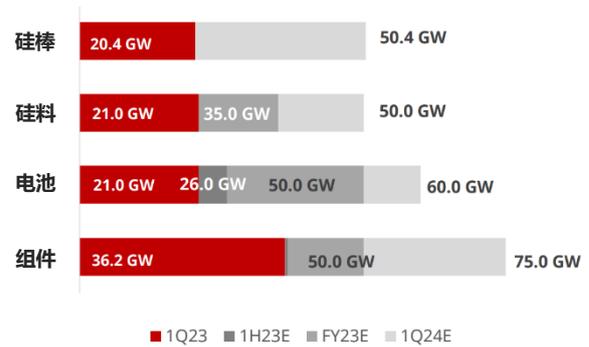


图1: 阿特斯产能分布 (数字来自阿特斯2023第一季度财报)

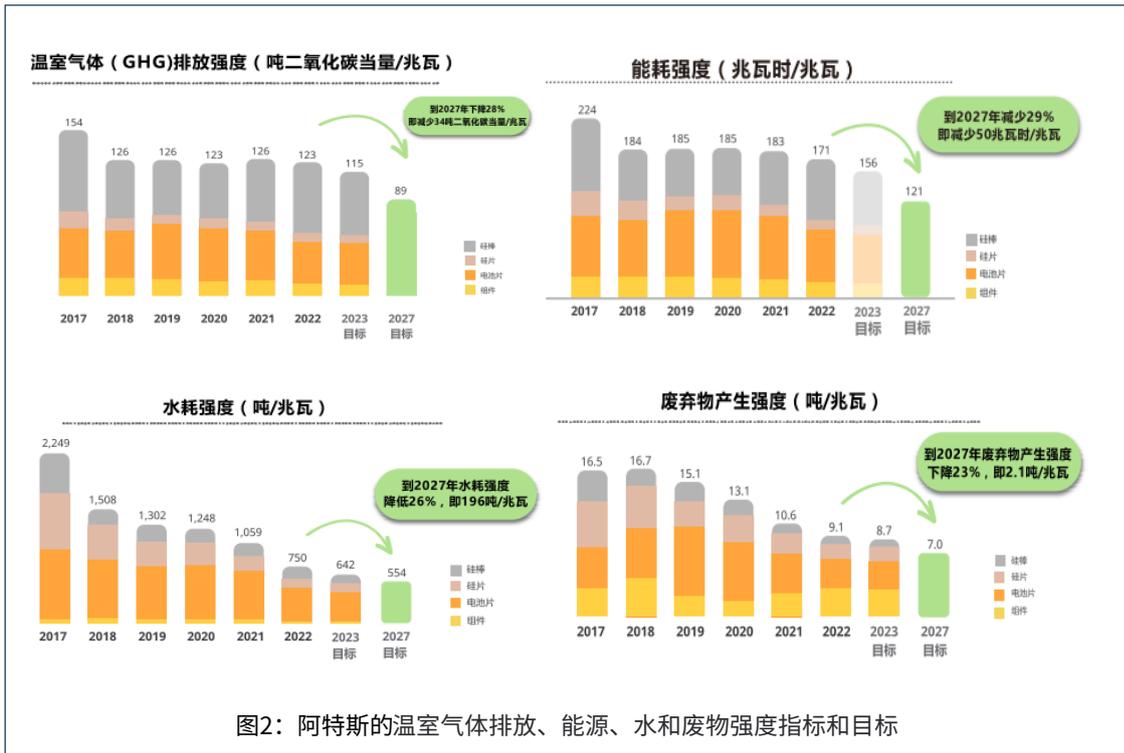


图2: 阿特斯的温室气体排放、能源、水和废物强度指标和目标

阿特斯双面 TOPCon 组件采用 210 mm (CS7) 或 182 mm (CS6) 尺寸的半片电池。这两个系列的组件均采用双面双玻结构，具有正面 EPE 封装和多主栅技术。表1中列出的三种组件都拥有行业领先的组件效率，最高可达22.6%，温度系数低至-0.29%/°C，双面率约为80%，这些参数都表明这些系列组件的预期实际表现将优于典型的商用组件。DNV指出，这些组件的测试证明了n型电池本身不易受到 LID 和 LeTID 的影响。

DNV审查了阿特斯在努力提升组件可靠性方面的的大量成果文件。阿特斯积极与各大知名研究机构（见图 3）就各类可靠性课题开展合作，从而改进自身的组件设计和测试评估。这些研究项目为阿特斯持续提升组件可靠性提供了大量有力支撑。

对于新产品开发，阿特斯定义了一个适用于 TOPCon 组件的集成产品开发内部流程(IPD)。

IPD 流程包括“可靠性设计”方法，以及严格的

验证阶段，包括过程和设计故障模式分析(PFMEA/DFMEA)，产品实验室测试和 BOM 验证。

DNV赞许阿特斯严格的组件验证流程，并审查了其针对封装胶膜的加严紫外线测试，PID 和封装材料的湿热测试，以及针对新接线盒设计的加速测试。 DNV认为阿特斯组件验证和使用寿命建模处于行业领先地位。阿特斯还通过对组件进行严格且详尽的重复测试项目，针对每个 BOM 变更或修改进行一套测试，以确保所有 BOM 的高可靠性。DNV认为，重复测试项目是广泛且彻底的。

DNV指出，阿特斯始终在对组件和电池进行测试，其中一些测试是其自行设计的，超出了常规行业标准要求。此类测试的示例包括两种类型的电池级腐蚀测试和电池级紫外线测试。其他测试示例包括玻璃钢化程度和四点弯曲、边框测试以及组件的疲劳、机械载荷和振动测试。阿特斯通过一系列高湿热和紫外线耐久性测试来解答了研究界对TOPCon 组件的担忧。 DNV 对阿特斯持续进行的组件级测试项目表示赞赏。

作为报告的一部分，DNV对中国嘉兴的TOPCon 组件工厂进行了工厂审核（泰国工厂也计划进行TOPCon组件审核）。审核不仅重点审核了生产流程，还涉及了工厂的其他方面，包括阿特斯的供应商质量管理、MES和SPC的使用以及人力资源管理。基于审核结果，DNV认为受审核工厂的阿特斯质量体系领先于业内其他组件工厂，且组件表现不佳的风险较低。

这些技术与阿特斯的综合产品开发流程、可靠性保证计划（包括持续进行的可靠性测试）、组件级使用寿命测试以及机械测试相结合，使得其产品耐久性表现出色，如表2所示，Pmax的衰减在第三方机构长时间测试中低于2%。DNV认为加严耐候



图3：阿特斯研究合作方

测试证明了组件设计的高耐用性。

表2: CS7N-TB-AG的第三方机构长期测试结果汇总

测试内容	时长/循环次数	测试编码	描述	功率衰减 (%)	EL变化	DNV意见
热循环	600	3	-40°C~85°C 600次循环	-0.2	肉眼可见变化	领先的耐久性
湿热	2000	2	2000小时, 85°C, 85%RH	-0.9	微小变化	领先的耐久性
载荷序列	1000/50/10	1	SML (3600/1600Pa) + DML + TC50+ HF10	0.1	微小变化	领先的耐久性
PID (-)	192	2	SML (3600/1600Pa) + DML + TC50 + HF10	-1.7	肉眼可见变化	抗PID好
PID (+)	192	2	192小时, 85°C, 85% RH, +1500 V	-0.3	无变化	抗PID好
背板载荷序列	200/2x[60/10]	2	DH200, 2x[UV60, HF10]	-1.7	肉眼可见变化	领先的耐久性
LeTID	324	2	324 小时, 75°C, 2x(Isc-Imp)	-0.1	无变化	低LeTID风险
LID	300	4	自然光曝晒300kWh/m2	-0.5	无变化	低LID风险
静态载荷	5400/2400	4	1小时 5400 Pa 正面, 1小时 2400 Pa 背面, 循环三次	+0.2	无变化	领先的耐久性
疲劳测试	1920	1	多次载荷循环, Pt=1920Pa, 使用四点螺栓	-0.2	无变化	通过
冰雹测试	35	1	35mm冰雹, 11冲击 + DML + TC50 + HF 10	-0.1	微小变化	
UV	90	1	90 kWh/m2 UV(280 - 350 nm)	-1.3	无变化	
第三方机构是否随机抽测组件?			是			

DNV认为阿特斯有能力提供比市场上类似组件更高质量和可靠性的光伏组件。根据测试结果、工厂审核、BOM 审查以及阿特斯测试和质量，DNV预计 TOPCon 组件将在超过 30 年的预期使用寿命内提供高发电量（假设系统设计正确）。此外，基于LCOE分析模型，以地面电站为例，TOPBiHiKu6和TOPBiHiKu7组件与使用144片半片的182 PERC组件相比，LCOE分别降低了2.5%和3.2%。

## 关于 DNV

我们是保险和风险管理方面的独立专家。在保护生命、财产和环境的宗旨驱动下，我们向客户及其利益相关者提供事实和可靠的见解，使他们能够满怀信心地做出关键决策。作为世界上许多最成功组织值得信赖的声音，我们利用我们的知识来提高安全和绩效，设定行业基准，并激发和发明解决方案来应对全球转型。