

TÜV 北德权威实证：晶科飞虎 3 组件遮挡性能全面领先

在光伏电站实际运行过程中，鸟粪、树叶、积灰、建筑阴影等局部遮挡情况难以避免，而由此带来的发电损失与热斑风险，也正在成为影响电站长期收益的重要因素。

2026 年 3 月，晶科能源委托全球权威认证机构 TÜV NORD，对三款光伏组件进行了五大典型遮挡场景对比测试。测试数据显示，在轻中度遮挡条件下，飞虎 3 (Tiger Neo 3.0) 组件功率衰减显著低于对比组件，部分场景下发电损失减少近 50%，进一步验证了 N 型 TOPCon 组件在真实应用环境中的发电可靠性优势。

权威第三方检测：五大遮挡场景全覆盖

本次测试依据 IEC 61215-2:2021 MQT 06.1 标准开展。测试覆盖单点遮挡、半片遮挡、渐进遮挡、多串遮挡以及短边遮挡五大典型场景，重点模拟分布式屋顶、工商业及地面电站中常见的复杂运行环境。测试条件采用 STC 标准环境（1000W/m²辐照度、AM1.5 光谱、25°C 电池温度），并使用 A+A+A+级脉冲太阳模拟器完成测试。

测试组件信息：

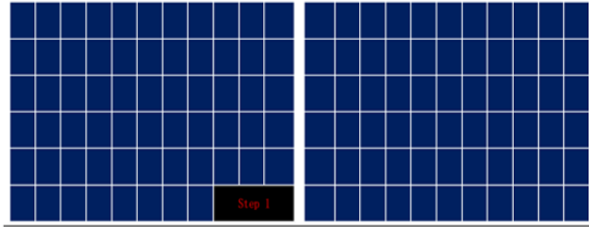
样品编号	测试产品	初始最大功率 Pmax
样品 1	BC 组件	650+W
样品 2	常规组件	630+W
样品 3	飞虎 3 (Tiger Neo 3.0)	650+W

核心测试数据：Tiger Neo 抗遮挡性能全面领先

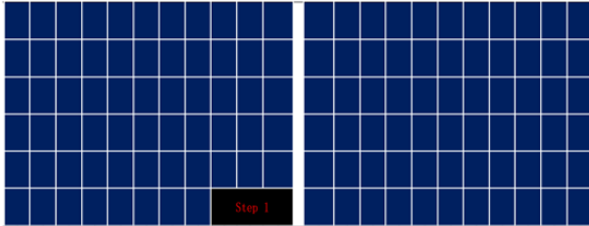
方法 1、不同位置单点遮挡测试

针对电站日常频发的鸟粪、落叶等局部单点遮挡问题，测试模拟了组件不同位置的局部遮挡工况，全方位验证遮挡点位对组件发电功率的影响。从整体测试结果来看，三款组件在边缘点位遮挡时性能差距较小，但在核心的中心区域遮挡场景中，产品性能差距被大幅拉开，Tiger Neo 3.0 展现出压倒性优势。

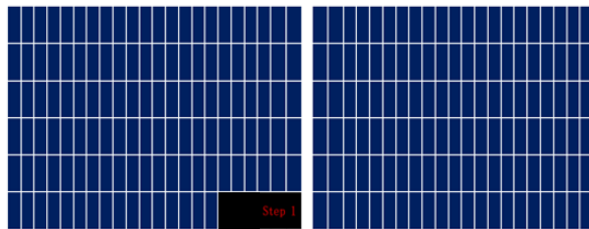
遮挡位置	BC 组件	常规组件	Tiger Neo 3.0
第 1 位置	-34.14%	-34.42%	-17.50%
第 2 位置	-47.27%	-48.63%	-24.32%
第 3 位置	-45.28%	-46.30%	-43.69%



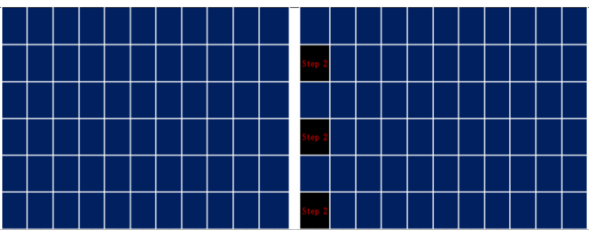
Sample #1-front-1st



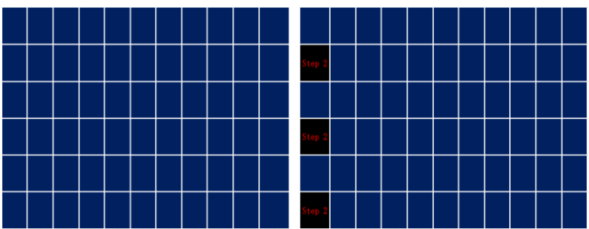
Sample #2-front-1st



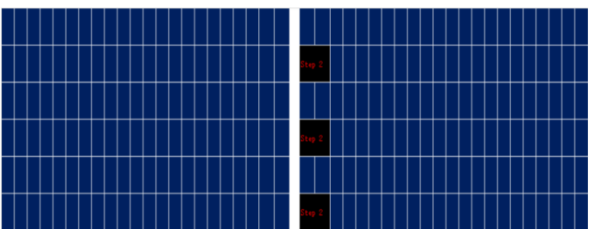
Sample #3-front-1st



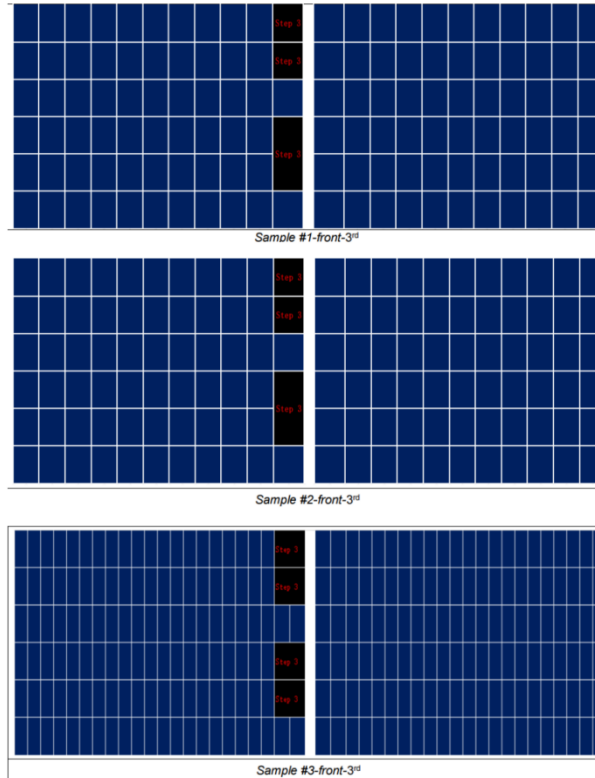
Sample #1-front-2nd



Sample #2-front-2nd



Sample #3-front-2nd

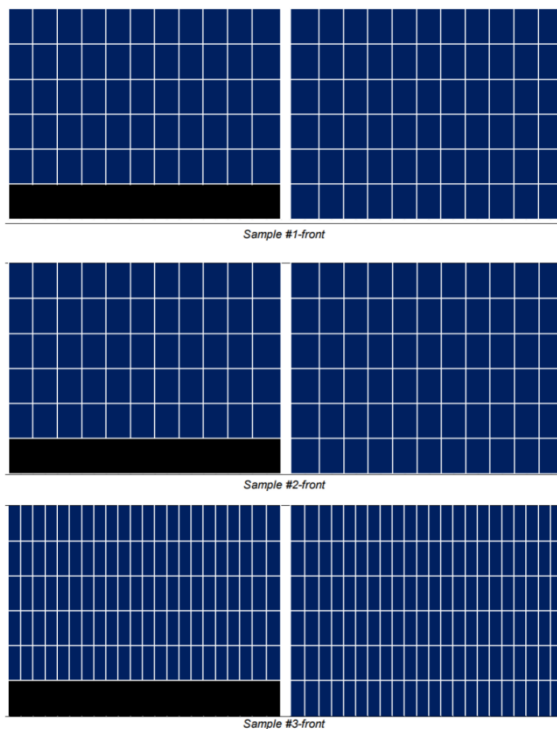


数据显示，在组件中心核心遮挡位置，BC 组件与常规半片组件功率衰减均超 34%，发电损耗严重，而 Tiger Neo 3.0 仅为 17.50%，相较两款对比产品衰减幅度直接降低 49.3%，能够有效规避局部异物遮挡带来的大幅发电亏损，完美适配户用屋顶、工商业电站的日常复杂工况。

方法 2、单串半面积遮挡测试

建筑物女儿墙、周边楼栋阴影造成的单串半面积遮挡，是分布式光伏场景中最普遍的遮挡工况，直接决定电站日常发电收益稳定性。本次专项测试精准还原该场景，直观对比三款组件的抗阴影损耗能力。

测试型号	功率衰减率
BC 组件	-34.2%
常规组件	-34.4%
Tiger Neo 3.0	-17.5%

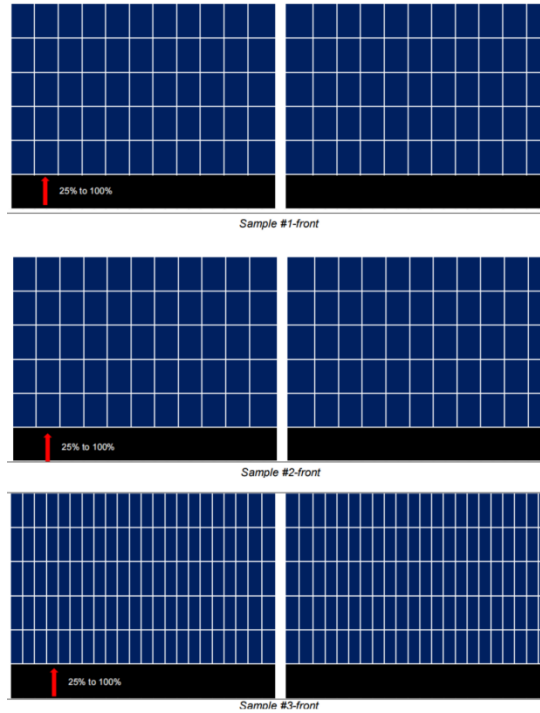


实测数据清晰体现产品差异化优势，BC 组件与常规半片组件在此工况下功率衰减均超 34%，发电损耗近乎腰斩，而 Tiger Neo 3.0 功率衰减仅为 17.5%，相较 BC 组件衰减率降低 48.8%，可帮助电站挽回 16.7%的发电量损失，从根源上解决了分布式屋顶阴影损耗的行业痛点，大幅提升电站日常发电收益。

方法 3、25%步进渐进遮挡测试

光伏组件在长期运营过程中，会持续面临灰尘堆积、植被生长蔓延等问题，遮挡范围会逐步扩大，形成渐进式损耗，这也是影响电站全生命周期收益的关键因素。本次测试设置 25%至 100%梯度遮挡比例，完整复刻组件长期渐变遮挡的真实工况。

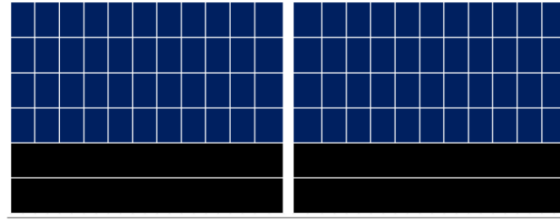
遮挡比例	BC 组件	常规组件	Tiger Neo 3.0
25%遮挡	-13.8%	-15.2%	-7.2%
50%遮挡	-34.2%	-34.4%	-17.7%
75%遮挡	-34.3%	-34.5%	-30.1%
100%全遮	-34.3%	-34.5%	-34.6%



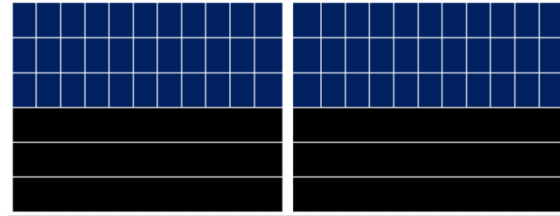
测试结果表明，在电站占比最高的 25%-75%轻、中度渐变遮挡区间内，Tiger Neo 3.0 发电稳定性全程领跑两款对比产品。尤其是在 25%轻度积灰、零星植被遮挡场景下，组件衰减率仅为 7.2%，不足 BC 组件损耗的六成，能够有效延缓组件长期积灰带来的发电衰减。即便在 50%、75%中度遮挡工况下，依旧保持大幅领先的抗损耗能力，可为电站全生命周期稳定收益提供坚实保障。

方法 4、双串及三串长边遮挡测试

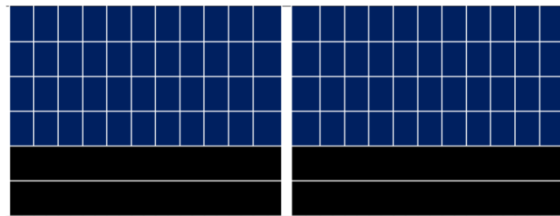
针对地面电站、工商业电站常见的通风设备、广告牌、大型设施遮挡等极端工况，本次测试设置双串、三串长边大面积遮挡场景，验证组件在重度遮挡下的极限发电能力。测试数据显示，双串长边遮挡工况下，三款组件发电损耗基本持平，无明显差距；但在覆盖组件 75%面积的三串大面积重度遮挡场景中，产品性能差距显著拉开。



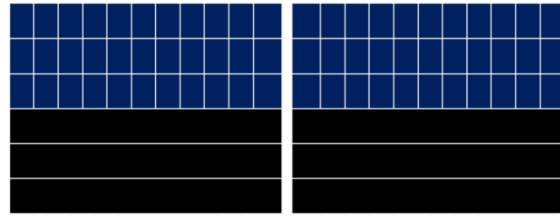
Sample #1-front-2 string



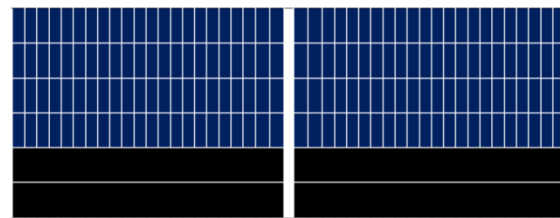
Sample #1-front-3 string



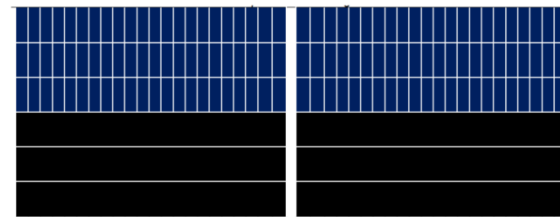
Sample #2-front-2 string



Sample #2-front-3 string



Sample #3-front-2 string



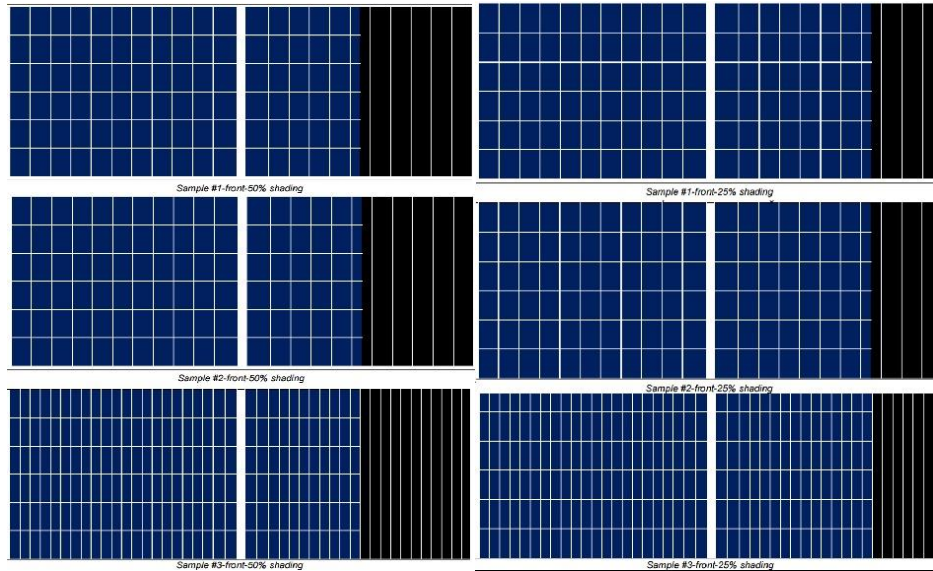
Sample #3-front-3 string

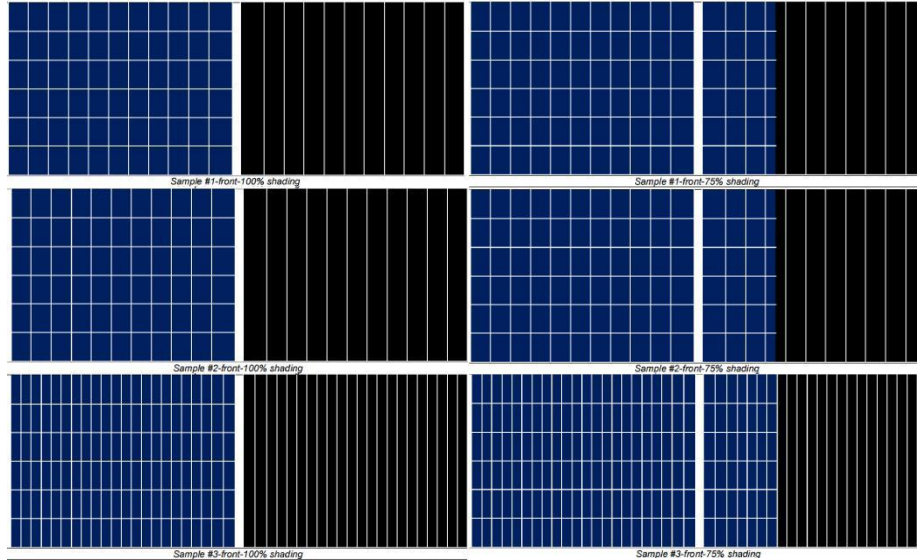
数据显示，BC 组件功率衰减为-68.4%，常规半片组件衰减为-68.7%，而 Tiger Neo 3.0 衰减率为-63.5%，相较 BC 组件减少 4.9 个百分点的功率损失，可在大面积遮挡的极端工况下，多挽回 15.5%的剩余发电能力，充分体现出产品在复杂极端场景下的超强适配性，能够最大限度降低重度遮挡带来的收益亏损。

方法 5、短边渐进遮挡测试

为全面覆盖全场景工况，本次测试同步模拟了地面反光物、底部积雪、低矮植被等从组件短边延伸的遮挡场景，通过梯度遮挡测试，验证三款组件在特殊遮挡模式下的性能表现。该类遮挡易造成电池串整体失配，属于光伏组件难以规避的物理性损耗限制。

遮挡比例	BC 组件	常规组件	Tiger Neo 3.0
25%	-50.2%	-50.1%	-50.1%
50%	-49.9%	-50.1%	-50.1%
75%	-49.8%	-49.9%	-49.8%
100% (半组件)	-49.1%	-49.4%	-49.4%





从实测结果来看，受物理结构限制，三款组件在短边遮挡工况下整体表现相近，功率衰减幅度基本持平。即便在这类无技术优化空间的工况下，Tiger Neo 3.0 依旧保持稳定发挥，在 25%、50% 中轻度短边遮挡场景中实现持平或略优的表现，做到全场景性能无短板，充分彰显产品的稳定性与可靠性。

综合对比：Tiger Neo 3.0 遮挡性能优势矩阵

整合五大专项测试数据可以清晰看出，Tiger Neo 3.0 的性能优势高度贴合光伏电站实际运营场景，在行业高发的各类遮挡工况中均实现大幅降损，各项优势幅度与实景应用高度匹配，商业化价值突出。

测试场景	Tiger Neo 3.0 优势幅度	实际应用对应
中心区域单点遮挡	衰减降低 49.3%	鸟粪、落叶集中遮挡
半片单串遮挡	衰减降低 48.8%	女儿墙、邻建阴影
25%轻遮挡	衰减降低 47.8%	初期积灰、零星植被
50%中遮挡	衰减降低 48.2%	中度积灰、局部阴影
三串大面积遮挡	衰减降低 7.2%	大型障碍物遮挡

结合全维度实测数据，按照遮挡面积与损耗程度划分层级，三款组件的抗遮挡性能梯队清晰分明，完全贴合光伏电站真实运营规律。在行业占比超 90%的轻度、中度遮挡工况中，Tiger Neo 3.0 形成了系统化的性能优势，大幅领先 BC 组件与常规半片组件；仅在遮挡面积超 75%的重度极限工况下，受物理遮挡规则限制，三款组件性能趋于一致，无明显差距。

整体性能排序明确：轻度遮挡 (<50%面积) 工况下，Tiger Neo 3.0 性能最优；中度遮挡 (50%-75%面积) 工况下，依旧以 Tiger Neo 3.0 领跑；重度遮挡 (>75%面积) 工况下，三款组件表现趋近统一。这也意味着，在电站日常运营的绝大多数场景中，Tiger Neo 3.0 都能持续创造超额发电收益，精准解决行业核心损耗痛点。

技术解析：为什么 Tiger Neo 在遮挡场景下表现更优

Tiger Neo 3.0 能够实现全方位、系统化的抗遮挡优势，核心源于 N 型 TOPCon 技术的底层架构优势。产品集成多主栅、HCP 高效电池钝化、MAX 金属化优化、FP 优化版图等多项前沿创新技术，从设计源头针对性解决遮挡发电损耗、高温衰减、长期低效等行业难题，核心参数全面领先行业主流产品。

在核心性能参数上，Tiger Neo 3.0 具备 $85\% \pm 5\%$ 的超高双面率，较主流 BC 组件高出 10-15 个百分点，可在地面反射良好的场景中实现 3%-5% 的额外背面发电增益； $-0.26\%/^{\circ}\text{C}$ 的优异温度系数，能够有效降低高温遮挡工况下的功率损耗；同时拥有首年衰减 $\leq 1\%$ 、年线性衰减仅 0.35% 的超低衰减特性，可保障组件 30 年全生命周期稳定高效发电，兼顾短期抗遮挡能力与长期发电稳定性。

热斑效应与反向电流损耗是组件遮挡后功率大幅衰减的核心诱因，也是行业长期难以突破的技术瓶颈。依托 N 型 TOPCon 底层技术加持，Tiger Neo 3.0 通过多重技术优化，从根源抑制遮挡损耗、规避热斑风险，构建起完善的抗遮挡发电增益体系。

产品通过优化电池并联电阻结构，大幅减少漏电通道，有效削弱被遮挡电池产生的反向电流对整板的影响；强化电池钝化层性能，降低载流子复合损失，最大化提升无遮挡区域的发电效率，实现“被遮区域少干扰、未遮区域高效率”；采用 264 片 (66 片 \times 4) 精细化多分片单元设计，细化电流收集路径，从结构上降低局部遮挡对整体发电功率的拖累；搭配双玻结构与优异的 N 型电池温控特性，优化背面散热性能，有效抑制遮挡引发的热斑温升，避免组件过热损耗与老化加速问题。多重技术协同发力，铸就了产品极致的抗遮挡实力。

全球实证数据支撑：多气候带验证

除 TÜV NORD 实验室权威实测数据外，晶科 Tiger Neo 系列组件已在全球多个典型气候带落地规模化项目，通过差异化实景工况持续验证产品的高效发电与稳定抗损能力，实现实验室数据与实景应用的高度统一。

在日本鹿儿岛 TÜV NORD 实证基地，2025 年 9 月至 2025 年 12 月的实景监测数据显示，在无遮挡、30% 地面反射的标准工况下，TOPCon 组件相较 BC 组件发电增益优势显著，单瓦发电量增益高达 2.51%，充分验证了超高双面率带来的背面发电核心价值。另外，在辐照度低于 200W/m² 的弱光环境下，TOPCon 组件相较于 N 型 BC 组件，实现 12.69% 的单瓦增益，充分验证了 TOPCon 组件优异的弱光发电性能。

数据来源说明：-本文遮挡测试数据全部引自 TÜV NORD Test Report No. TRPVP03191/26P/01