



晶科能源全球实证案例 分析手册

—
高效、可靠、可持续的绿色能源选择



海南海口实证

TOPCon技术综合发电效能显著领先N型BC组件 **5.11%**

项目地点：海南省海口市（北纬 19°31'32", 东经 110°07'22"）

选址原因：海口市位于海南岛北部，地处低纬度热带北缘，属于热带季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，四季常青，温暖舒适。全年日照时间长，辐射能量大，年平均总辐照量达 2043.8 kWh/m²，年平均温度为 25.2 °C，平均风速 2.9 m/s，相对湿度达到 89.3 %RH。

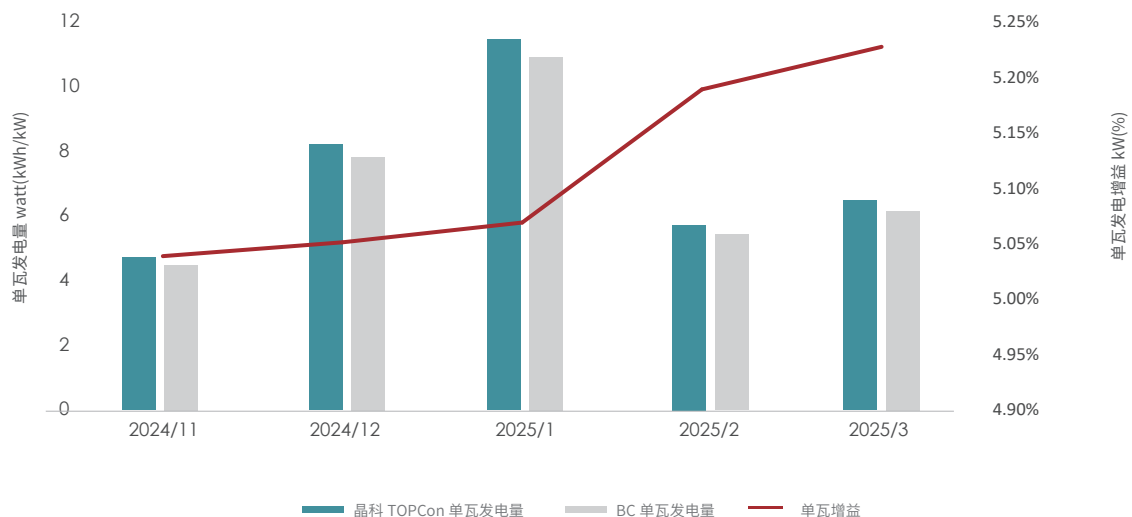
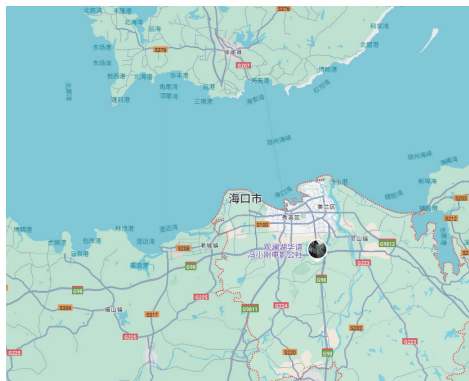
项目简介：本次实证选用的两种组件：晶科 N 型 TOPCon 组件，平均双面率 83.0%，和另一厂商的 N 型 BC 版本组件，平均双面率 68.7%。每种组件各有 10 块。采用固定支架（≈20°）安装在屋顶上，组件最低点距离地面 0.5m，地面条件为混凝土。所有组件均配备高精度传感器，以实时监测发电数据，确保测试结果的准确性和可信度。

样品类型	JKM575-72HL4-BDV	BC 组件
型号	TOPCon	BC
规格	2278X1134X30mm	
数量	18	18
(W)	575	575
屋面	工厂屋顶,固定支架(0°)	
组件离地间距	0.5m	
开始采集时间	2024-11-14	

测试结果：该报告对比分析，晶科 N 型 TOPCon 组件、N 型 BC 组件的发电性能、温度变化。为期一个季度（2024 年 11 月 15 日到 2025 年 03 月 31 日）的测试结果如下：

1) 根据晶科 TOPCon 组件和 N 型 BC 组件发电性能数据对比，可得结论：晶科 TOPCon 组件的发电性能优于 N 型 BC 组件，晶科 TOPCon 组件的发电性能比 N 型 BC 组件高 5.11 %。

2) 晶科 TOPCon 组件 PR 值为 95.48%,BC 组件 PR 值为 90.89%，晶科 TOPCon 组件的 PR 值显著高于本次实证所用的 N 型 BC 组件，表明其在实际运行中的综合损耗（包括温度损耗、线损、灰尘遮挡等）更低，系统效率更优。



河南孟州实证

TOPCon对比P型BC组件，月发电增益最高达 **4.71%**

项目地点：河南省孟州市（北纬 34°50', 东经 112°33'）

选址原因：此项目为业主实地发电项目，测试的结果反应了组件实际应用的表现，河南孟州为暖温带大陆性季风气候，雨热同季。测试期间经历了冬季，受太阳倾角影响对组件的双面发电性能的考验尤为关键

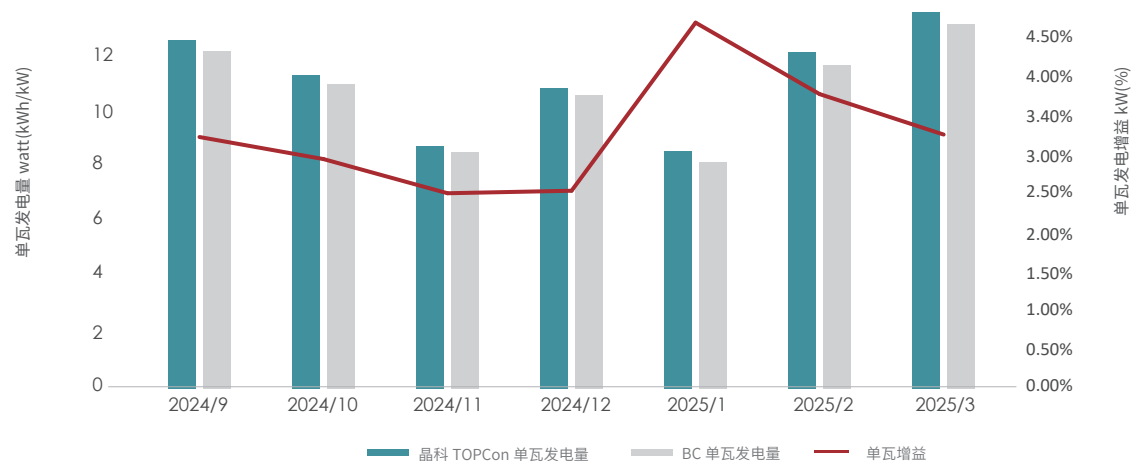
项目简介：本次实证选用的两种组件：铭牌功率为 575W 的 N 型 TOPCon 组件和另一厂商 575Wp 的 P 型 BC 组件，每种组件各有 18 块。采用固定支架安装，倾角设置为 35°。所有组件均配备高精度传感器，以实时监测发电数据，确保测试结果的准确性和可信度。

样品类型	JKM575-72HL4-BDV	BC 组件
型号	TOPCon	BC
规格	2278X1134X30mm	
数量	18	18
(W)	575	575
屋面	民房屋顶,固定支架(20°)	
组件离地间距	1.5m	
开始采集时间	2024-8-14	

测试结果：通过对 2024 年 9 月至 2025 年 3 月的发电性能分析，晶科能源的 TOPCon 组件展现出卓越的发电能力，其平均单瓦发电量较 P 型 BC 组件高出 3.27%。特别是在 1 月光照条件较弱的时期，TOPCon 组件凭借超过 80% 的双面率，能够高效利用地面反射光，进一步提升发电效率，单瓦发电量较 P 型 BC 组件高出 4.71%，充分彰显了高双面率的优势。

在测试期间，TOPCon 组件运行温度始终低于 P 型 BC 组件，BC 组件的散热问题主要体现在由于背接触设计，热量容易在背面积聚，导致组件温度升高，从而引发发电效率下降。而在 P 型 BC 双面组件中，散热问题可能会更严重，因为双面设计的组件两面均有玻璃，加上背接触设计会导致更高的温度积聚，从而进一步加剧效率下降和组件老化的风险。

TOPCon 双面率为 75-85%，远大于 P 型 BC 的 55-65%。在孟州，双面率的提升显得尤为重要，因为高反射率的沙地能够有效地将额外的光线反射到组件的背面。高双面率意味着组件能捕捉更多的反射光，从而显著提高发电量。





日本鹿儿岛实证

TOPCon对比N型BC组件的长期发电增益高 **7.1%**

项目地点：日本鹿儿岛（北纬 32°3'57"，东经 130°19'53"）

选址原因：鹿儿岛临近海岸，具有典型的亚热带海洋性气候，其高湿度、高盐雾环境以及四季分明的气候特点，为光伏组件的耐腐蚀性、耐久性测试及不同气候条件下的性能验证提供了理想场所，同时便于开展近海及海上光伏应用的探索。

项目简介：现场安装了两种技术类型的组件：N 型 TOPCon 组件及 N 型 BC 组件。测试设置为每家厂商的 2 块组件，安装在距地面 1.2 米高、倾角为 32°的固定支架上。组件的初始功率采用瞬态模拟器 SAT 方法且光谱修正未被考虑在测试结果，发电量是通过高精度 CR1000X 采集系统对单块组件的直流发电量进行采集的数据，采样间隔时间为 1 分钟。同时针对电站的组件面辐照度、组件背板温度、环境温度和湿度、大气压等信息均进行了采集和记录，采样间隔时间为 1 分钟。

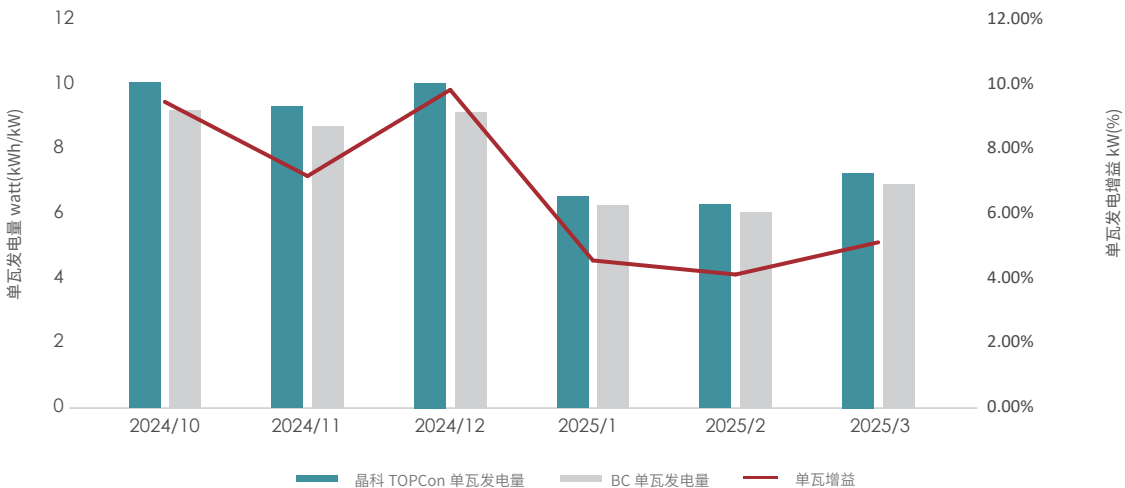
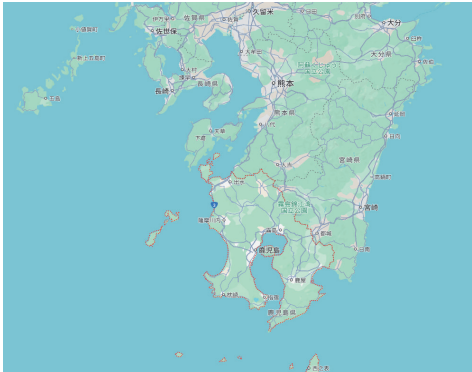
电池片技术	组件尺寸 (mm)	组件类型
N 型 TOPCon	2278x1134x30	双玻组件
N 型 BC	2278x1134x30	单玻组件

测试结果：2024 年 10 月至 2025 年 3 月，现场对两种不同技术类型的组件性能进行了详尽的测试。结果显示，TOPCon 组件的六个月归一化发电量达到了 495.36 kWh/kW，而 N 型 BC 组件归一化发电量为 462.54kWh/kW。相较而言，TOPCon 组件的平均单瓦长期发电增益达到了 7.1%。综合分析结果显示：

1. 2024 年 10 月至 2024 年 12 月，鹿儿岛阴雨天颇多，晴朗的天气寥寥无几。此低辐照占比较高的天气条件，格外凸显了 TOPCon 组件优异的弱光表现。以 10 月 15 日到 10 月 29 日长达 15 天的阴雨天为例，平均每日单瓦增益达到了 9.13%！

2. 在天气晴朗时，TOPCon 组件凭借可达 80%+ 的高双面率进一步提升发电量。鹿儿岛地区，高双面率的优势尤为突出。当地多为砂石，砂石地面反射率高，能够将更多光线反射至组件背面。高双面率意味着 TOPCon 组件可以更加有效地捕捉这些反射光，进而大幅提升发电量。

3. 本次实证项目位于距海边 2km 的海岛上，组件经受高湿度、高盐雾侵蚀的考验，组件可靠性尤为重要。TOPCon 组件已证明其在近海及海上场景中的高可靠性与耐久性，在严苛环境下仍能保持高效发电，显著延长系统使用寿命。



山东莱州实证

TOPCon对比P型BC组件单月最高发电增益 **4.77%**

项目地点：山东省莱州市（北纬 34°50'，东经 112°33'）

选址原因：莱州这一阳光充沛且具有海洋气候的沿海城市，相关组件正进行试点项目，以评估其在不同环境条件下的表现。本案例在实际的户用光伏电站场景中，对比了 TOPCon 与 P 型 BC 组件之间的发电情况。

项目简介：本项目为户用式光伏项目，项目地点位于山东省莱州市距离海岸线 2 公里，现场安装了两种类型的光伏组件：晶科的 N 型 TOPCon 组件（额定功率 575W）和 P 型 BC 组件（额定功率 580W）。组件朝向为正南，安装倾角为 20°。两类组件均为 15 块组件 / 串，使用的逆变器为同一厂家型号的逆变器，组件安装位置距离屋顶约 10cm，测试现场无遮挡。

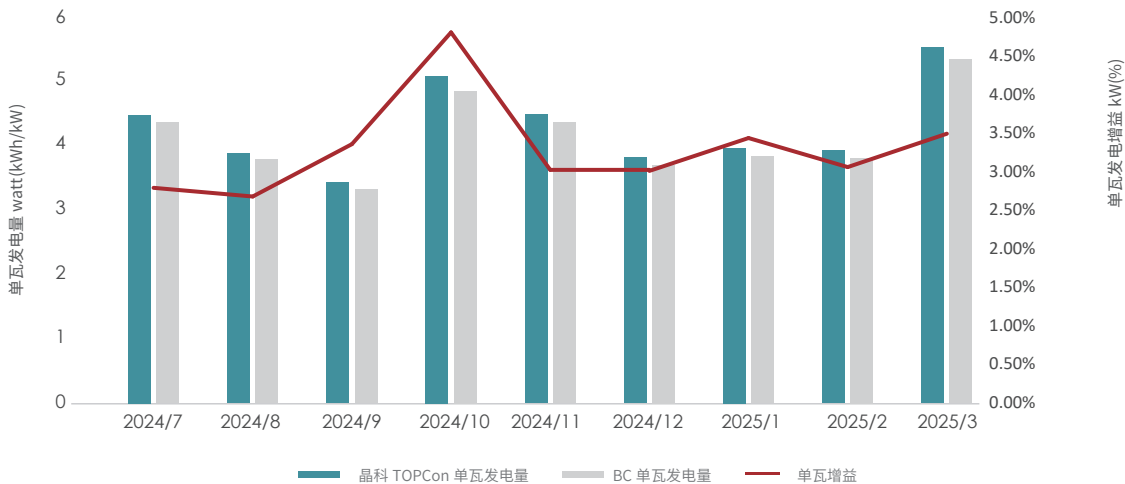
JKM575-72HL4-BDV		P 型 BC 组件
型号	TOPCon	BC
规格	2278X1134X30mm	
数量	16 pcs	16pcs
(W)	575	580
屋面	民房屋顶，固定支架 (20°)	
开始采集时间	2024-6-23	

测试结果：在 2024 年 7 月 -2025 年 3 月测试期间，晶科 N 型 TOPCon 组件日平均发电 4.27kWh/kW，P 型 BC 组件日平均发电 4.13kWh/kW，发电增益为 3.31%。在低光照条件下，TOPCon 组件表现尤为突出。根据 10 月和 11 月份晴好天气条件下，上午 7:00~9:00 和下午 15:00~17:00 的数据对比，TOPCon 组件相较于 P 型 BC 组件发电量高出 8.29%。综合分析结果显示：

1. 在山东 7-9 月的高温环境下，晶科 TOPCon 凭借优异的散热性能，使得在屋顶安装场景中其功率衰减远低于 P 型 BC 组件。高温条件下，晶科 TOPCon 能有效降低温度对发电效率的负面影响，从而提升整体系统的年发电量。

2. 在低辐照环境下，如早晨 7:00-9:00 和下午 15:00-17:00 时，晶科 TOPCon 的发电量较 P 型 BC 组件高出 8%。这表明，晶科 TOPCon 在弱光条件下表现更为出色，尤其是在阴天或光照较弱的时段，能够提供稳定且较高的能量输出。

3. 通过多项实证研究及海上光伏项目验证，晶科 TOPCon 已证明其在近海及海上场景中的高可靠性与耐久性。即使在高湿度与盐雾侵蚀等严苛环境下，晶科 TOPCon 仍能保持高效发电，显著延长系统使用寿命。





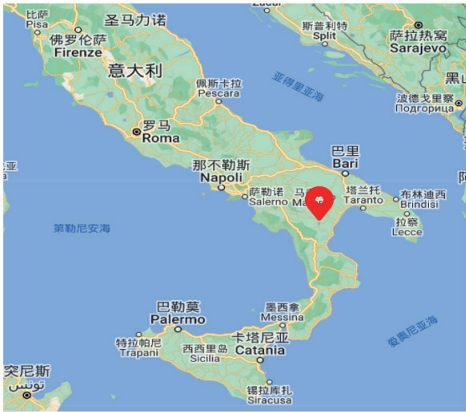
意大利实证

Tiger Neo 3.0比TBC组件平均发电增益高 **2.04%**

项目地点：意大利南部 Basilicata 地区 (北纬 40.42°, 东经 16.16°)

选址原因：该区域兼具地中海气候特征与典型欧洲电站环境参数, 年均辐照量达 1800kWh/m², 夏季极端温度突破 45°C, 冬季湿度波动显著, 可有效验证组件在高温高湿、辐照波动等复合应力下的长期可靠性。

项目简介：欧洲光伏市场需求占全球光伏市场需求的 15-20% 之间, 位居全球第二大光伏市场。该区域兼具地中海气候特征与典型欧洲电站环境参数, 年均辐照量达 1800kWh/m², 夏季极端温度突破 45°C, 冬季湿度波动显著, 可有效验证组件在高温高湿、辐照波动等复合应力下的长期可靠性。

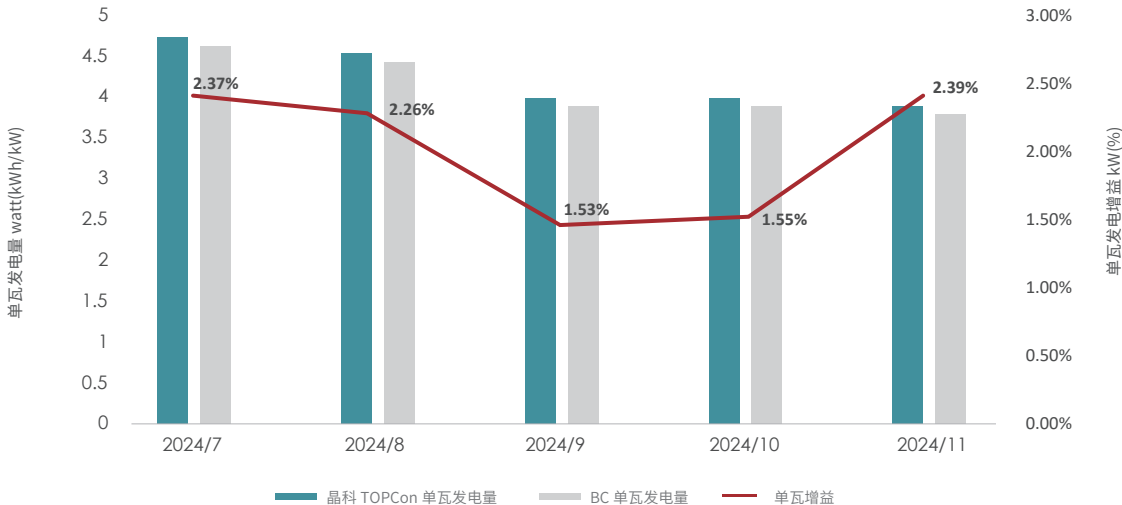


对比组的每个组串均为 16 块双面组件, 对比电站安装角度为 33°, 地面类型为草地, 组件底部离地距离 1m。

组件技术	组件功率 /W	组件尺寸(mm)	组件类型
晶科TOPCon	605	2278x1134	双面双玻
TBC	610	2278x1134	双面双玻

测试结果：数据显示, 在 2024 年 7 月 -11 月测试期间, Tiger Neo 3.0 组件日平均发电 4.21kWh/kW, TBC 组件日平均发电 4.13kWh/kW, 发电量增益为 2.04%。

月份	Tiger Neo 3.0 日 单瓦发电量 kWh/kW	常规 TBC 组件 日单瓦发电量 kWh/kW	单瓦增益
7 月	4.75	4.64	2.37%
8 月	4.52	4.42	2.26%
9 月	3.98	3.92	1.53%
10 月	3.94	3.88	1.55%
11 月	3.86	3.77	2.39%
总计	4.21	4.13	2.04%



福建莆田实证

TOPCon相较P型BC组件单月最高发电增益 **2.65%**

项目地点：福建莆田的滩涂地区 (北纬 24°59', 东经 118°27')

选址原因：在全球光伏装机量持续快速增长的背景下, 海上光伏作为一种创新的能源利用方式和资源开发模式, 以其发电量高和土地占用少的显著特点, 为解决陆地资源日益紧张的问题提供了有效的解决方案。然而, 要在海洋环境中稳定运行, 光伏组件必须能够经受住强风、极端温度、海水浸没、海水腐蚀以及海洋生物附着等特殊环境特征的考验。

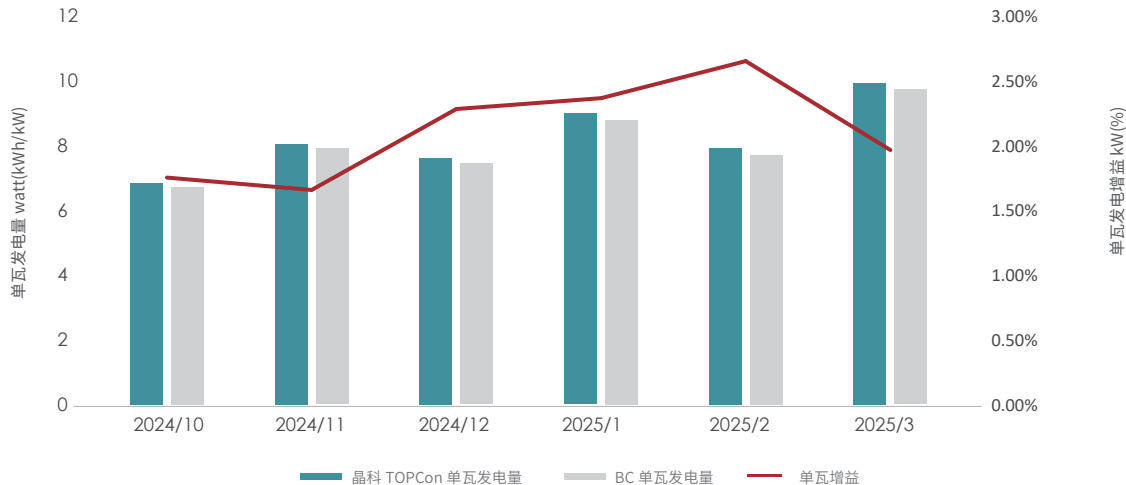
项目简介：福建莆田的滩涂地区, 以其独特的海洋气候特征, 包括潮汐、水汽和盐雾等复杂环境条件, 为光伏组件的性能评估提供了一个理想的测试平台。在本试验中, 共部署了 26 块晶科 N 型 TOPCon 双面组件和 26 块某厂家的 P 型 BC 双面组件。这些组件部署在距离海岸线约 100 米的滩涂地带, 采用固定式支架, 并以 20°的角度倾斜安装, 离地面高度为 5 米。



组件型号	组件功率	组件尺寸(mm)	组件类型	组件数量
N型TOPCon	575W	2278x1134	双面双玻	26块
P型BC	580W	2278x1134	双面双玻	26块

测试结果：在 2024 年 10 月至 2025 年 3 月的测试期间, 晶科 N 型 TOPCon 组件的总发电量达到 492.81kWh/kW, 而 P 型 BC 组件的总发电量为 482.60kWh/kW, 晶科 TOPCon 组件的单瓦发电增益达到 2.12%。其中, 2 月份仅有 6 个晴天, 在光照条件极为有限的情况下, 晶科 TOPCon 组件凭借其卓越的弱光性能, 单瓦发电量较 P 型 BC 组件高出 2.65%。即便在其他阴天环境下, 晶科 TOPCon 组件的平均发电增益也始终保持在 2% 以上。综合分析结果显示:

- 在海上安装场景中, 海面高辐射可使组件温度达到 50° C, 极易导致高温下功率衰减。晶科 TOPCon 凭借出色的散热性能, 其运行温度低于 P 型 BC 组件, 从而显著降低了因高温导致的功率衰减。
- 在海光场景中, 早晨的雾霾、傍晚的微光或偶尔的云层遮挡常常导致光照强度降低。此时, 光伏组件的弱光发电能力尤为重要。TOPCon 在弱光条件下的优势, 尤其适用于海光场景, 特别是在阴雨或多云天气下, 相较 P 型 BC 组件, TOPCon 的发电增益可超过 2%。



甘肃正宁实证

TOPCon较P型BC组件月最高发电增益2.06%

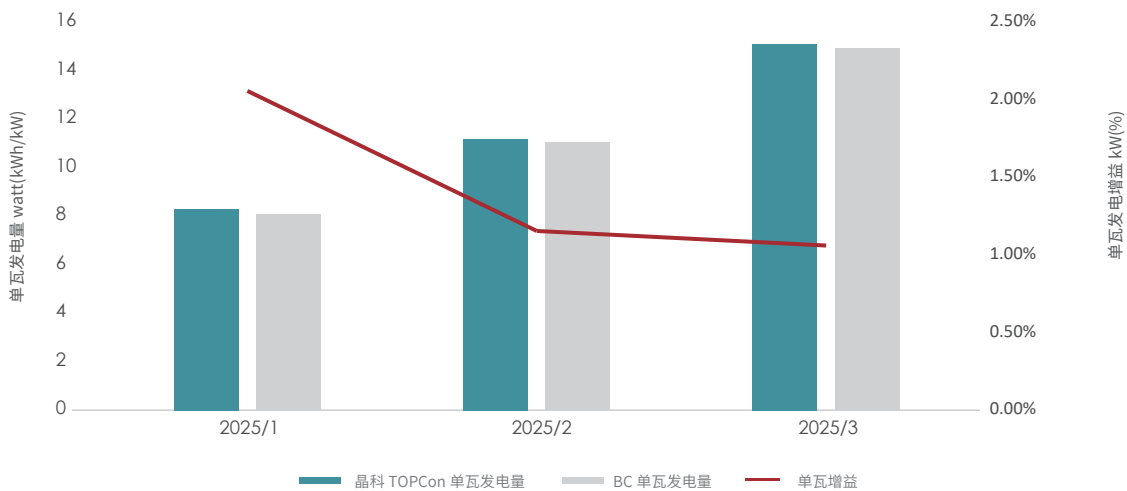
 **项目地点：**甘肃省庆阳市(北纬 35°14'40", 东经 107°57'38")

 **选址原因：**庆阳市位于甘南地区，属于温带大陆性季风湿润半湿润气候，四级分明，冬季寒冷干燥，夏季湿润温和，春秋冷热交替，年平均温度为 8.7℃，年平均降水量为 616 毫米，年平均日照小时数超过 2400 小时。该实证电站的设立，对于西北地区工商业项目研究光伏发电的综合性能具有重要意义。

 **项目简介：**本次实证涵盖 TOPCon 组件与某厂商生产的 BC 组件。所有组件均安装于当地小学的屋顶，以确保测量数据的准确性和一致性。其核心目标是深入分析这两种组件在实际应用中的发电性能表现，为客户提供高效且可靠的光伏解决方案。本次测试设计两种组件：铭牌功率 575W 的 N 型 TOPCon 组件和某厂商的 580W 的 BC 组件。每周组件各 18 块。采用固定支架安装方式，倾角设置为 20°。所有组件均配备高精度传感器，以实时监测发电数据，确保测试结果的准确性和可信度。

JKM575-72HL4-8DV		P 型 BC 组件
型号	TOPCon	BC
规格	2278X1134X30mm	
数量	18 pcs	18 pcs
(W)	575	580
屋面	学校屋顶,固定支架(20°)	
开始采集时间	2024-12-24	

测试结果：在 2024 年 12 月至 2025 年 3 月中，我们观察到一些显著的气候和性能变化。以 2025 年 2 月份为例，2 月记录到该电站的日间平均温度为 2℃-4℃，2 月份总辐照量为 329.3MJ/m²，由于冬季受到日照时间缩短和太阳高度角的影响，所以光伏组件基本处于低辐照的状态。在低辐照的条件下，TOPCon 组件的发电量比 BC 组件单瓦发电电量高 1.33%，这是由于 TOPCon 组件优异的弱光响应性能，使得在低辐照条件下能够更好发挥卓越的发电性能。由于甘肃地区早晚温差较大且风沙较多，这也体现 TOPCon 组件在复杂的气候环境下，能够相比同尺寸的 BC 组件更能稳定输出发电能力。



云南楚雄实证

TOPCon较N型BC组件平均发电增益超7.65%

 **项目地点：**云南省楚雄市(北纬 25°2', 东经 101°32')

 **选址原因：**云南楚雄为亚热带季风气候区，测试期覆盖干湿两季交替，包含连续阴雨（11 月平均雨日 15 天）、多云（12 月平均日照 4.2h）、晴朗（1 月平均日照 7.8h）三种典型天气模式，年均太阳辐射量达 5800MJ/ m²，紫外线强度超平原地区 30%，对于研究不同光伏技术产品的综合发电性能，尤其是在弱光性能、衰减情况等方面具有显著代表意义。

 **项目简介：**本次实证选用的两种组件：铭牌功率均为 610W 的 N 型 TOPCon 组件和另一厂商的 N 型 BC 组件，每种组件各有 26 块。采用固定支架安装在土地上，架高 4.5m，地面反射率约 20%，离地 3.8m，倾角设置为 10°。所有组件均配备高精度传感器，以实时监测发电数据，确保测试结果的准确性和可信度。

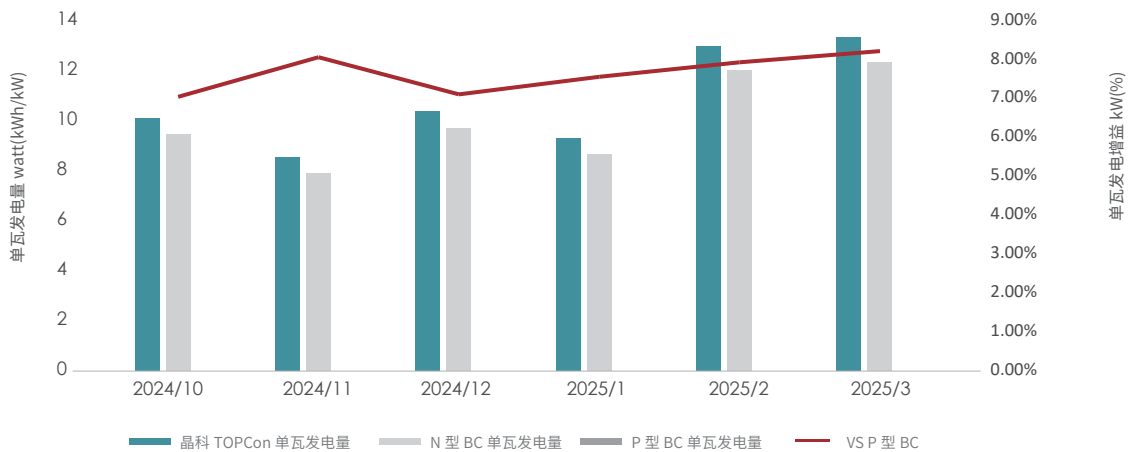
晶科 TOPCon 组件		N 型 BC 组件
型号	TOPCon	BC
规格	2278X1134X30mm	
数量	26 pcs	26pcs
(W)	610	610
屋面	工厂屋顶,固定支架(<10°)	
开始采集时间	2024-9-14	

测试结果：本次实证研究结果表明，在 2024 年 10 月 -2025 年 3 月测试期间，晶科 N 型 TOPCon 组件在云南楚雄地区的综合发电性能显著优于 N 型 BC 组件，平均发电增益高出 7.65%。得益于更高的双面率、优异的弱光性能以及卓越的抗紫外衰减能力这些优势，使得 TOPCon3.0 组件在实际应用中能够为用户带来更高的发电量和更稳定的性能表现。

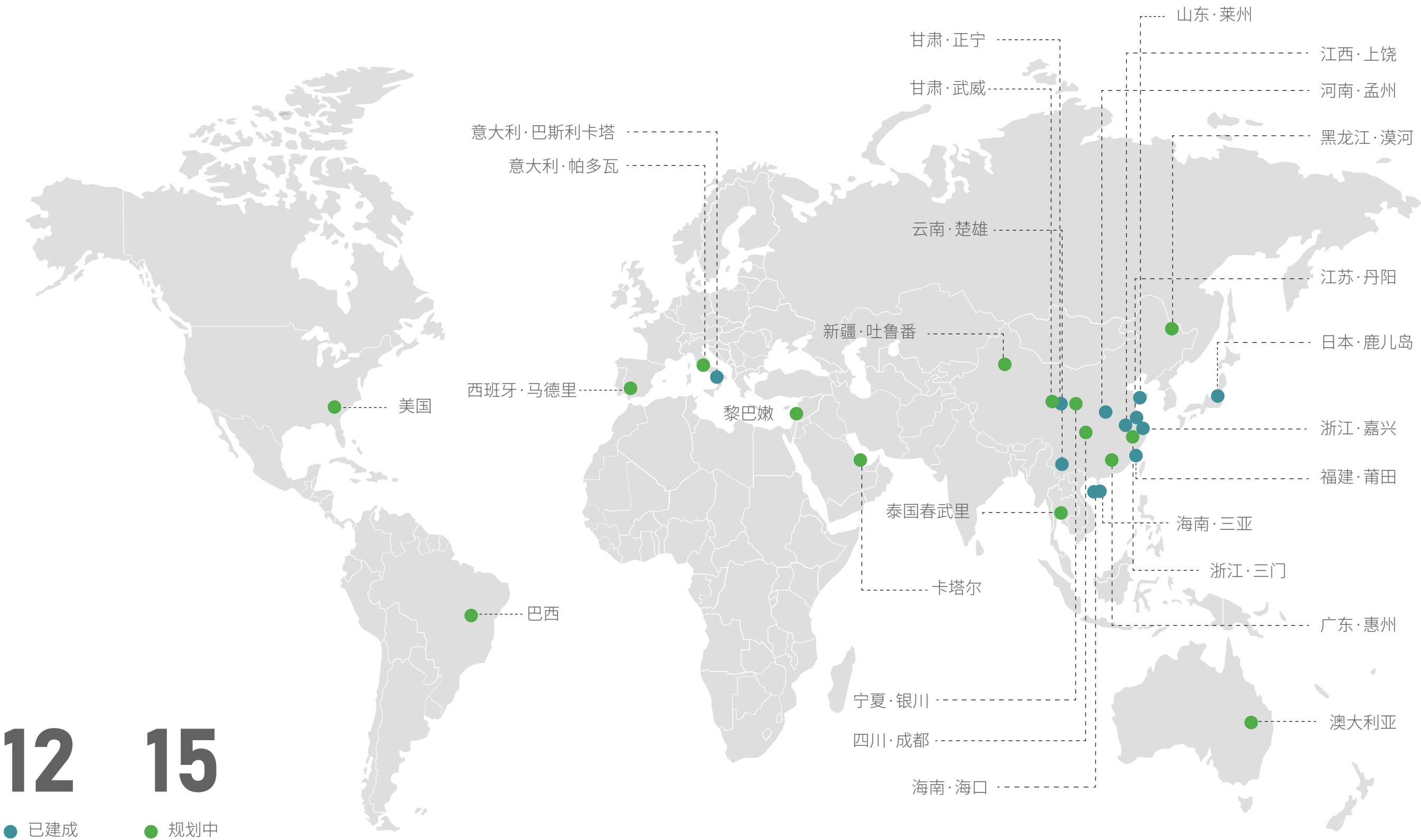
1、TOPCon 高双面率优势：本次实证进一步凸显了高双面率在地面电站综合发电中的关键作用。晶科 TOPCon 双玻组件的双面率高达 85%，相较于双面率仅为 65% 左右的 BC 组件，其双面率优势高达 15%~25%。在综合考虑架高、安装角度和地面条件等因素后，其额外发电量增益可达 3.28% 左右。

2、TOPCon 优异的弱光性能：晶科 TOPCon 组件在弱光条件下的表现尤为出色，在多云和阴雨天气中，TOPCon 组件的日发电量比 BC 组件高出约 7% 至 9%。特别是在 11 月连续阴雨的天气期间，TOPCon 组件的发电量始终保持在较高水平，单日发电量可超 BC 9%。

3、优异的抗紫外衰减能力：在 UVID90 kWh/m²（相当于 6 倍 IEC61215 UV15kWh/m²）测试中，晶科 TOPCon 组件展现了卓越的抗紫外衰减性能（2% 以内）。对于紫外线辐射强度较高的云南省而言，这一性能为光伏电站的长期高效运行提供了有力保障，确保了组件在复杂气候条件下的稳定发电能力。



Tiger Neo 全球实证电站



*以上实证电站对比设定为晶科TOPCon组件与BC组件，涵盖第三方测试场地与客户实证场地