

CPVT 银川晶科 TOPCon 实证：固定支架发电增益超 3.68% 衰减远远优于 PERC

N 型发电性能更佳：

在固定支架上，组串 1 (N-TOPCon 组件) 较组串 2 (P-PERC 组件) 单瓦发电量平均增益为 3.68%。

N 型衰减更低：

组串 1 (N-TOPCon 组件) 和组串 2 (P-PERC 组件) 的平均功率衰减分别为 0.51% 和 1.38%，TOPCon 的光致衰减(LID)比 PERC 小得多。

PERC 电池效率正快速逼近其理论极限，此外，PERC 电池采用 P 型硅片，易受硼氧对 (BO) 引起的光致衰减(LID) 影响。为了应对这一挑战，光伏市场正迫切地从 PERC 技术转向 N 型技术。N 型技术采用掺磷的 N 型硅片，而不是 PERC 电池常用的 P 型硅片。

近年来，N-TOPCon 技术已成功从实验室走向量产，这使得对 N 型组件在户外环境下性能表现的深入研究变得尤为重要。与此同时，N 型 TOPCon 技术的电池凭借其优异的低衰减这一特点引起广泛关注。多项实验室测试报告和研究已经明确证明，在光致衰减 (LID) 和热辅助光致衰减 (LeTID) 方面，N 型电池比 PERC 电池表现更为出色。然而，光伏组件在实际运行条件下的性能可能会与实验室测试结果有所差异，尤其是在衰减方面，这是因为组件在运行时会受到周围环境条件，如辐照度、温度、湿度等的影响。因此，国家光伏质量检测中心 (CPVT) 选择在位于中国西北部宁夏银川 (38°34'57.77"N, 106°0'55.72"E) 进行了一项比较研究，旨在评估 PERC 和 TOPCon 组件的户外发电量和衰减可靠性。

户外对比研究中，采用晶科能源 20 块双面组件，包含 P-PERC 以及 N-TOPCon 技术。每个双面组件包含 144 块半片电池，具体如下：

组号	组件型号	数量	类型	安装方式
1#N-TOPCon	JKM555N-72HL4-BDV	10	双面	固定支架
2#P-PERC	JKM540M-72HL4-BDVP	10	双面	固定支架

表 1：样品信息

初始功率测试前对样品进行户外暴晒预处理，在组串并网工作状态下暴晒控制在不少于 60kWh/ m²，数据采集间隔为 1 分钟。

阵列前后间距为 10 米，固定支架倾角为 40°，如图 1 所示：

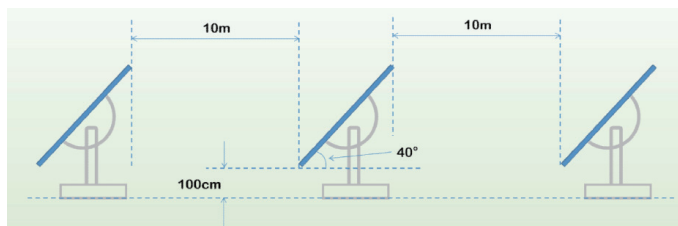


图 1：固定支架

2022 年 9 月 -2023 年 3 月测得的组件正面、背面累计辐照量、反射率数据，结果如表 2 和图 2 所示：

月份	固定支架月累计辐照量 (kWh/ m ² / 月)		反射率 (%)
	正面	背面	
2022-09	175.44	20.25	11.54
2022-10	137.67	15.02	10.91
2022-11	123.39	11.86	9.61
2022-12	119.57	10.51	8.79
2023-01	153.75	14.36	9.34
2023-02	103.42	12.15	11.75
2023-03	197.15	22.64	11.48

表 2：辐照及反射率

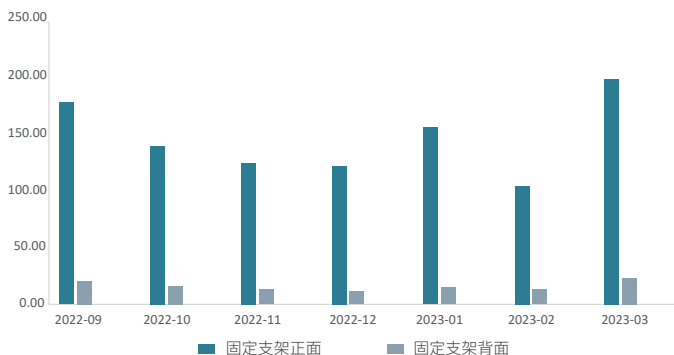


图 2：月度累计辐照量

公式 1:

$$\text{单瓦发电量 (Wh/W)} = \frac{\text{月累计发电量 (kwh)} \times 1000}{\text{组串组件平均测试功率 (W)} \times \text{组件数量} \times \text{测试周期}}$$

公式 2:

$$\text{功率衰减 (\%)} = \frac{\text{初始测试功率值 (W)} - \text{结束测试功率值 (w)}}{\text{初始测试功率值 (w)}} \times 100\%$$

月份	组串 1 单瓦发电量(Wh/W)	组串 2 单瓦发电量(Wh/W)
2022-09	5.64	5.44
2022-10	4.57	4.39
2022-11	4.45	4.29
2022-12	4.90	4.74
2023-01	5.01	4.81
2023-02	4.35	4.19
2023-03	6.11	5.88
均值	5.00	4.82

表 3: 单瓦发电量

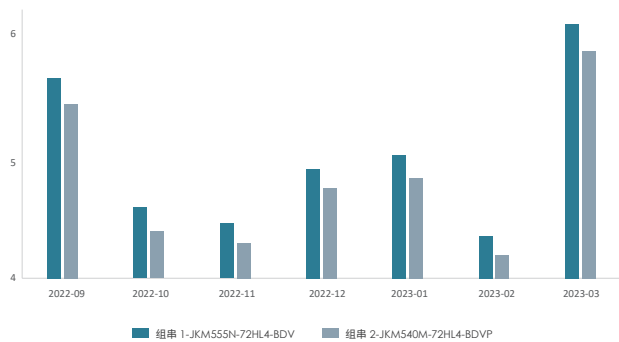


图 4: 单瓦发电量

N-TOPCon 组件和 P-PERC 组件的功率变化,如表 4 和表 5 所示:

	Isc(A)	Voc(V)	Imp(A)	Vmp(V)	Pmax(W)	FF(%)	Eff.(%)
组串 1	13.59	51.41	12.93	43.45	561.8	80.44	21.77
组串 2	13.68	49.54	13.00	41.33	537.3	79.30	20.82

表 4: 初始实验室测试数据结果(均值)

	Isc(A)	Voc(V)	Imp(A)	Vmp(V)	Pmax(W)	FF(%)	Eff.(%)
组串 1	13.57	51.57	12.90	43.34	558.9	79.90	21.66
组串 2	13.63	49.14	12.94	40.95	529.9	79.14	20.53

表 5: 期间实验室测试数据结果(均值)

采用公式 2 计算得出两个组串的功率衰减:

组串 1 (N-TOPCon 组件) 均值为 0.51%, 组串 2 (P-PERC 组件) 均值为 1.38%。

数据来源: 户外实证试验数据分析报告
晶科能源 (2022.09 - -2023.3)



第一组 N 型试验点



第二组 N 型试验点