

# 山东烟台实证报告：TOPCon对比BC平均增益3.16%!

## 一、重要结论

### 1、累计发电增益稳定领先

在 2025 年 11 月 6 日 -2026 年 2 月 28 日的近 4 个月监测周期内，高功率 TOPCon 组件较同功率 BC 竞品，平均单瓦发电增益达到 3.16%。(650W TOPCon 组件累计单瓦发电量 **310.26kWh/kW**，对照组 650W BC 组件为 **300.76kWh/kW**)。逐月数据表明，TOPCon 组件在每一个月份的累计发电增益均保持为正，未出现负增益情况，验证了其在秋冬季节、多天气条件下的可靠优势。对于电站投资者而言，稳定的正向增益和全生命周期内的累计收益，才是衡量组件价值的核心指标。

### 2、弱光时段增益放大效应显著

11 月至 12 月，山东烟台地区秋冬季多云、雾霾天气频发，低辐照时段占比显著升高。据烟台市气象局(福山国家基本气象站)数据，11 月-12 月烟台辐照度 <400W/m<sup>2</sup> 的天数约 43-47 天，占比为 70%-77% (基于气象站日照，天气与辐照数据综合估算)，650W TOPCon 组件在此阶段表现出强劲的弱光响应能力 11 月单瓦增益高达 **5.39%**，12 月达 **4.30%**。这一数据直接印证了 TOPCon 在低辐照条件下漏电流控制能力的领先性。

### 3、双面率优势有效释放

项目采用固定支架安装，组件下沿离地高度 1.5 米，背面可充分接收地面反射光与空气散射光。TOPCon 组件凭借高双面率特性，在冬季低角度光照条件下额外捕获地面反射光资源，为累计发电增益作出重要贡献。以沙地场景 22%-25% 的地面反照率测算，高双面率可为电站带来显著的额外功率输出，相当于客户用相同的组件容量获得更高的综合发电能力。

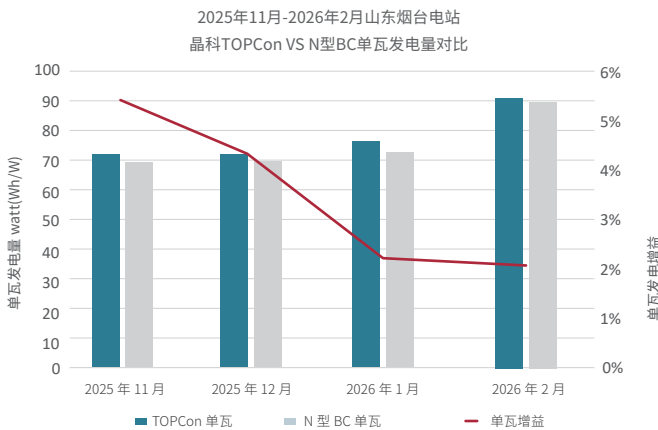


图 1: 项目实景图

## 二、项目背景

山东烟台地处胶东半岛，位于北纬 37°22'、东经 119°87'，属暖温带季风性大陆气候，四季分明、温暖湿润、雨量充沛。秋冬季受冷空气影响，多云、雾霾天气占比较高，弱光时段持续时间长；冬末春初日照条件逐步改善，辐照强度回升。这种典型

的气候特征为评估光伏组件在不同光照条件下的性能差异提供了理想的自然试验场。

为客观量化 TOPCon 组件在典型北方季风气候区的长期性能，本次实证选址于烟台市一座小型地面电站(分布式项目)，开展为期近 4 个月的组串级对比测试。监测周期覆盖秋末至冬末，涵盖弱光占比高、日照角度低、气温偏低等复杂工况，为华北及类似气候区域的光伏组件选型提供可复现、可对比的实证数据支撑。

## 三、项目设计

本次实证采用平行对比方案，严格控制变量以保证数据有效性。

**安装方式:** 固定支架，朝南安装，倾角 15°。

**离地高度:** 组件下沿距地面 1.5 米，为背面反射光提供充足空间。

**测试样本:** TOPCon 组件(额定功率 650W) 15 块，同功率 BC 竞品组件(额定功率 650W) 15 块，两类型组件总容量均为 9.75kW。

参数	TOPCon	N 型 BC
铭牌功率 (W)	650	650
组件尺寸 (mm)	2382X1134	2382X1134
测试规模 (kW)	9.75	9.75

**电气配置:** 两路组串接入同一型号组串式逆变器的独立 MPPT 通道，同步采集发电量数据。

**监测周期:** 2025 年 11 月 6 日至 2026 年 2 月 28 日，覆盖秋末、冬季及初春，累计近 4 个月。

**数据采集:** 系统连续记录各组件串的发电量 (Wh)、组件面辐照度、背板温度环境温湿度等参数，采样间隔为 1 分钟，确保数据完整性与可比性。

**核心监测指标:** 月度单瓦发电量 (Wh/W)、累计单瓦发电量 (Wh/W)、相对发电增益 (%)。

## 四、结论

本次山东烟台近 4 个月实证充分验证了 TOPCon 组件在北方典型气候条件下的发电性能优势，核心结论如下：

**第一，累计收益与月度稳定性双重领先。** 监测期内，TOPCon 组件累计单瓦发电量较同功率的 BC 组件高出 3.16%，且每一个月份均实现正增益。即使在 1-2 月日照增强、弱光时段占比降低的情况下，增益依然保持正值 (1.82%、1.69%)，未出现任何月份的性能反转。对于电站投资者而言，持续的正增益和全生命周期累计收益，正是选择组件的核心依据。

**第二，技术机理支撑弱光优势。** 从电池结构分析，TOPCon 所采用的 TOPCon 电池正负电极分布于电池正背两侧，漏电路径主要集中在边缘微小区域，整体漏电流控制能力更强。而 N 型 BC 组件因背面指状交叉电极结构复杂、工艺步骤多，潜在漏电点分布更为密集，在低辐照条件下更易产生额外损耗，从而对全天发电量造成持续影响。这一机理直接解释了其在 11-12 月多云、雾霾等低辐照天气频发时，单月增益高达 4.30%~5.39% 的表现来源。

**第三，综合价值：月月正收益，累计收益为王。** 对于电站投资者而言，持续的正发电增益和全生命周期累计收益，才是选择组件的核心依据。TOPCon 组件在累计发电增益、弱光表现、月度稳定性三方面均体现出明显优势，其结构层面的漏电控制优势和高双面率设计，为其在全场景下的持续领先提供了根本保障。光伏行业正从“拼价格”走向“拼价值”，而双面发电正是被低估的价值高地。在山东烟台乃至类似暖温带季风气候区，高功率的 TOPCon 组件能够有效挖掘非峰值光照资源、延长有效发电时长，为终端用户带来可量化的长期收益提升。