

5.15%! 国电电力天津30MW项目晶科N-TOPCon组件实际发电增益显著

在国电电力于天津蓟县所建设的 30MW 光伏电站中，我们对搭载了 TOPCon 与 PERC 两种电池片技术的双面光伏组件发电性能进行了比较研究。项目所在地蓟州区隶属于暖温带半湿润大陆性季风型气候，四季分明，阳光充足，热量丰富，夏季高温多雨，冬季寒冷，太阳能年总辐射达 1450~1600kWh/m²(5220~5760 MJ/m²)，光资源条件优异，利于光伏项目的开发与建设。

项目额定容量 30MW，共由 12 个 2.5MW 的光伏发电单元组成，设计每条组串由 26 片组件组成，每 17 条组串接入一台组串式逆变器中，每个发电单元配置 11 台 225kW 组串逆变器以及 1 台 2500 kVA 箱式变压，项目容配比为 1。支架选型固定支架，倾角 30°，采用竖向两排支架方案，组件最低离地高度 0.5 米。为了直观对比 N/P 型组件在实际运行条件下的发电量差异，项目安装了 P 型双玻 545 组件共计 20MW，搭配 N 型双玻 560W 组件共计 10MW。

组件型号	装机容量 (MW)	累计发电量 (kWh)	单千瓦发电量 (kWh/KW)	相对增益 (%)
N 型 560Wp	2.52636	428291.5	169.53	
P 型-1 545Wp	2.4525	395897.2	161.43	5.02%
P 型-2 545Wp	2.41326	389089.1	161.23	5.15%

备注：数据来源于国电电力

表 1：N 型和 P 型组件发电量及增益对比

结果：

基于 N 型 TOPCon 组件更低的温度系数、更高的双面率、更低光致衰减等方面的发电性能优势，对比常规 P 型 PERC 组件可以在相同直流侧容量下带来至少 3% 的发电量增益。结合实际情况分析，由于该项目地处气候区夏日环境温度较高，极端高温达 40 摄氏度，考虑组件自身工作升温后，组件工作温度可达近 60 摄氏度。更优异的组件温度系数可以降低组件受温度所带来的输出功率影响，搭载了 TOPCon 技术电池片的 Tiger Neo 系列组件温度系数低至 -0.29%/°C，将能有效提升相同工况下组件的发电量。通过一个 N 型组件阵列与两个 P 型组件阵列的发电量对比得出，相较于常规 P 型 PERC 组件，晶科 N 型 TOPCon 组件的单千瓦发电量增益分别达到 **5.02%** 和 **5.15%**，有力支撑了 N 型组件在实际户外应用中卓越的性能。

结论：

基于 P 型 PERC 和 N 型 TOPCon 组件单千瓦发电量的对比与分析，TOPCon 组件区别于常规 PERC 组件优异的发电表现得到了充分的凸显。一般而言，在夏季应用中随着日照增加光伏组件的发电量也会增加，但随之而来的组件升温将会降低 P 型组件的发电效率，从而影响项目收益。也正因如此，针对炎热的应用环境采用拥有更优温度系数的 N 型 TOPCon 组件的优先级得到了进一步提升。不仅如此，区别于常规 PERC 组件的基底掺硼，选择基底掺磷工艺的晶科能源 N 型 TOPCon 组件能有效降低组件光致衰减，搭配优质辅材选择，从功率输出层面上捍卫客户全生命周期发电收益水平。在功率衰减性能方面，N 型组件具备天然的优势，首年衰减 1%，年度线性衰减 0.4%，而 P 型组件首年 2%，年度 0.45% 衰减，由于功率衰减 N 型组件带来发电量增益约 1.8% 左右。在高温发电性能方面，与组件温度系数和组件工作温度密切相关，N 型组件温度系数为 -0.29%/°C，而 P 型组件温度系数为 -0.35%/°C，在夏季高温条件下，假设组件运行工作温度 55°C 左右（环境温度 30°C 左右），N 型组件的功率损失比 P 型组件低 1% 左右，且随着组件运行温度的进一步增加，N 型组件高温发电性优势将会更加突出。同时，N 型组件由于更高的转换效率，相应降低了所吸收光能的热转换，从而降低了组件的工作温度，此次 30 兆瓦天津项目也充分的证实了这一点。N 型组件较 P 型组件平均工作温度低约 1°C 左右，结合优异的温度系数和较低的工作温度，N 型组件发电量比 P 型组件高 2% 左右。在双面发电性能方面，N 型组件双面率为 80% 左右，P 型组件双面率为 70% 左右，那么双面率差异（10%）带来的 N 型组件发电量增益在 1%-1.5% 之间。

理论上分析，由于具有优异的功率衰减特性、高温发电性能、双面发电性能、低辐照发电性能等优势，N 型组件理论发电量增益在 3% 左右，而实证项目数据显示 N 型组件单瓦发电量相比 P 型组件高出 5% 以上，远比理论增益更优异，N 型组件发电性能得到了充分的验证，为光伏产品技术路线的选择以及客户组件产品的选型提供一定的技术依据。**此外，该结果也体现了 N 型 TOPCon 组件显著的“四高四低”优势，即高功率、高效率、高双面率和高发电量，以及低衰减、低温度系数、低 BOS 和低 LCOE。**

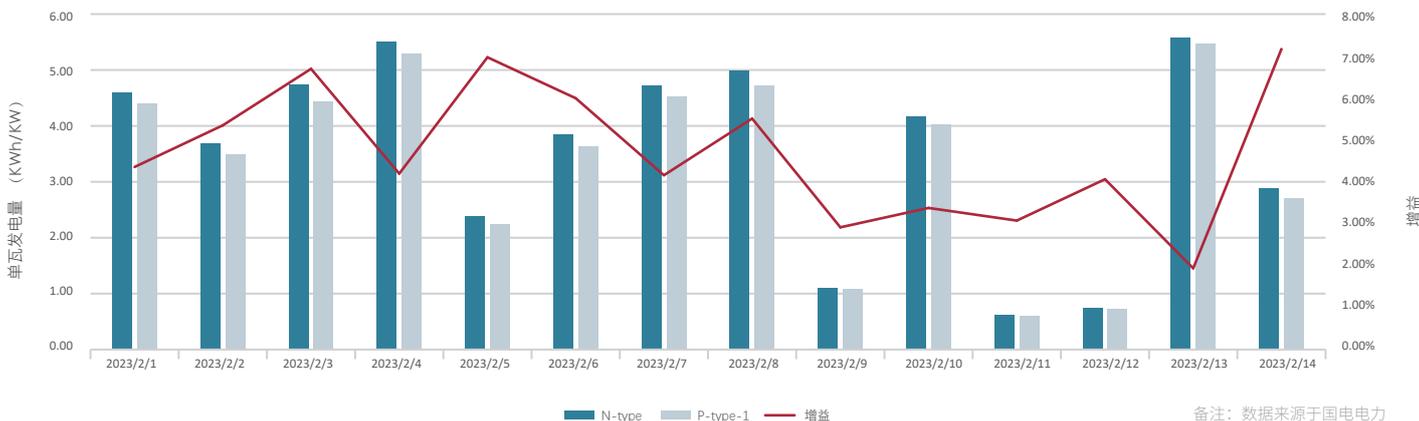


图 1：N 型和 P 型组件单日发电量对比