

适当的组件超配能够提高发电量

前言

在光伏系统设计和应用中，组件超配已经得到越来越广泛的应用。合理的组件超配设计可以提高逆变器的利用率，降低交流侧设备的度电成本，实现整体效益的最大化。

什么是超配？

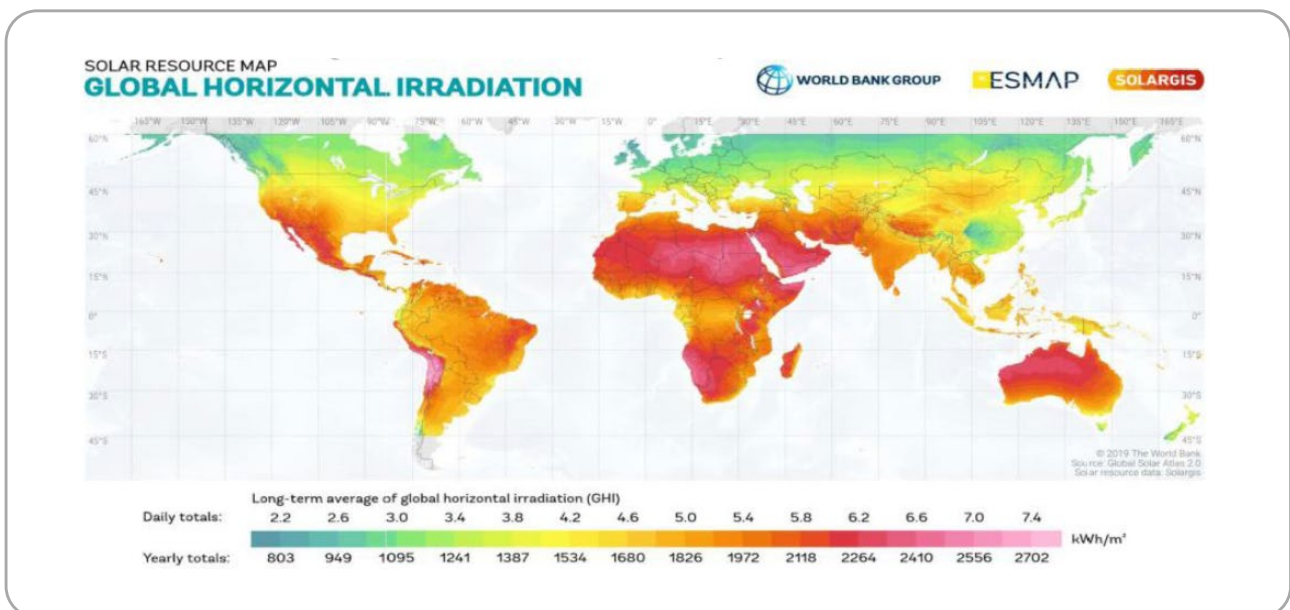
光伏系统设计中，组件的容量超过光伏逆变器的容量，就是我们所说的组件超配。

为什么需要超配？

组件的STC功率是理想条件下（辐照强度达 $1000\text{W}/\text{M}^2$ ，温度在 25°C ，光谱AM1.5）的最佳输出功率，而实际环境复杂多变，组件的输出功率总是受很多因素影响，不可避免会出现一些损失，使组件的输出功率总是小于它的额定功率。影响组件输出功率的因素如下：

1. 太阳能资源

光照是光伏发电的基础，不同地区光照条件差异很大，而组件额定功率输出只会在特定的条件下才会实现，也就是辐照强度达 $1000\text{W}/\text{M}^2$ ，温度在 25°C ，光谱AM1.5时。



一旦辐照度低于 $1000\text{W}/\text{M}^2$ 以下，光伏组件输出功率必然小于其额定功率（如图1），即使在太阳能资源丰富地区，也并非一整天都处于充足的光照条件下，早中晚的辐照度差异较大（如图2）。而且组件温度升高，组件电压下降较多，组件电流变化却微乎其微，因此组件功率会随着温度升高而下降（如图3、图4）。

图1: 不同辐照度下I-V(功率)曲线

不同辐照度下电流电压曲线 / 功率电压曲线 (350W)

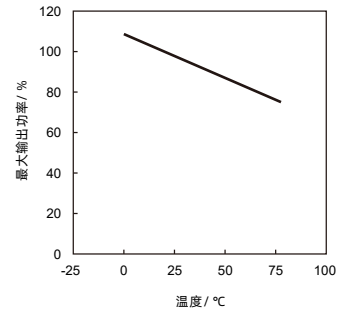
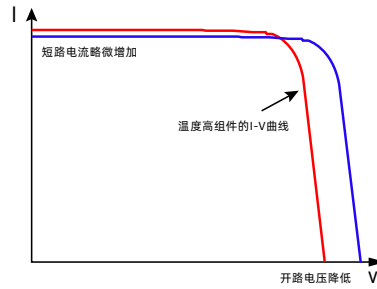
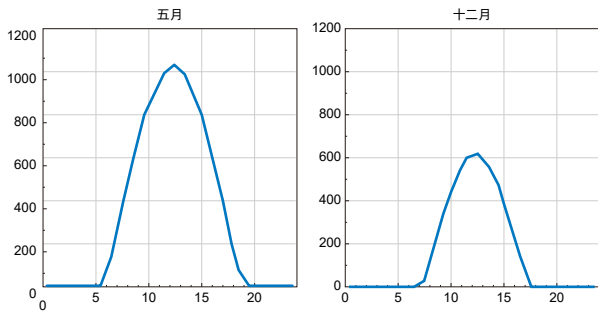
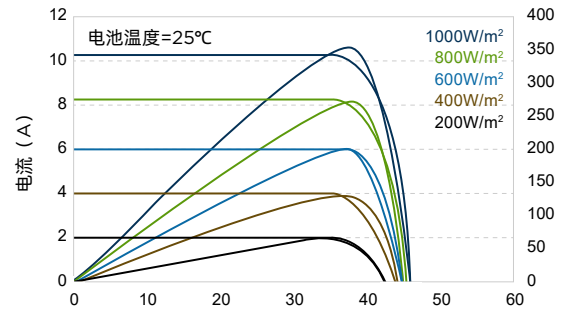


图2: hourly 辐照量

图3: I-V 曲线

图4: 温度-功率

2. 组件衰减

由NREL-SAM对全球2000多组件的户外衰减分析得到,组件正常老化衰减的状况下,组件第二年以后的衰减率将呈线性变化,25年的衰减率在8%~14%之间（如图5），也就是说实际每年组件发电能力不停在下降，根本无法维持额定功率输出。

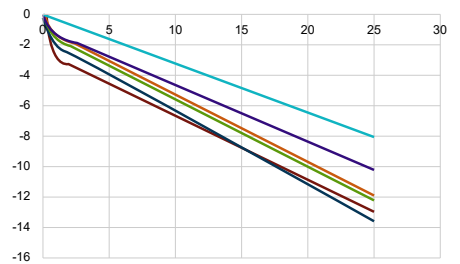


图5: 组件衰减

3. 组件方位角

不同方位角所接受到的辐照度不同，方位角在 0° （最佳朝向）时，光伏组件表面接收到的辐照度是最大的，随着方位角变大，辐照度加速降低（如图6），组件的实际输出功率也随之大幅下降。

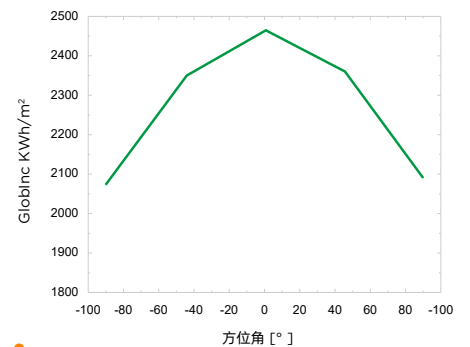


图6: 方位角-组件功率

4. 其他因素

组件表面的灰尘、异物、阴影遮挡等引起组件内部失配，以及直流线缆、接头，逆变器功耗等损失，都会降低组件的输出功率。

综合以上影响因素，传统1:1的DC:AC比设计情况下，光伏系统最高发电功率是低于其装机容量的，而通过一定比例组件超配可以弥补逆变器的容量损失，提高逆变器的容量利用率[注1]。图7说明了逆变器的容量利用率如何随着更高的DC:AC比率而增加。

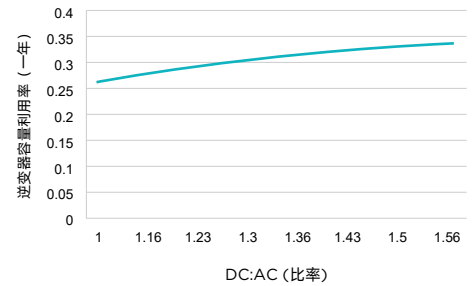


图7: DC:AC-逆变器容量利用率

注1: 逆变器的容量利用率，其定义为实际发电量和最大发电量之间的比率（逆变器一直在满输出状态下运行时，其容量利用率为1.0）。

组件超配的发电量模拟

为了更加直观的说明组件超配可以带来更高的发电量，我们选取墨西哥Hermosillo (29.09°, -110.98°) 地区为例，采用NREL-SAM软件模拟各种DC:AC比例下第一年的削峰和总发电量。

模型设定：组件选用Efficiency Module Model（温度系数：-0.4%/°C Pmp）；气象数据引用TMY3；系统损耗 L_{total} 损耗为1.5%（假设）；逆变器采用APsystems的QS1。此模型适用于任何地区。

图8为墨西哥Hermosillo地区不同DC:AC比之下的模拟结果，从图中可以看出，随着DC:AC比加大，系统发电量增幅不断攀升，增加的发电量总是大于由于削峰而产生的损耗。本图是在组件最佳倾角和正南方向条件下的模拟，并且没有考虑组件的衰减，实际上削峰损耗率会更低。

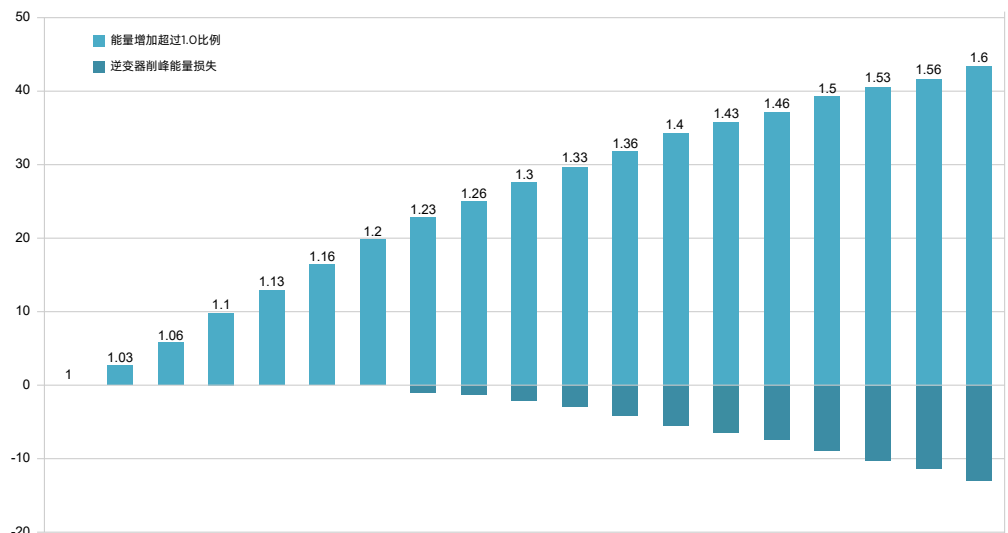


图8: Hermosillo 20° 组件倾角 180°组件方位角

总结

本文的主要目的是论证组件超配的价值。通过分析太阳光照、组件衰减、方位角以及系统损失与组件功率输出的关系，明确组件实际输出功率小于其额定功率，为提高逆变器的利用率，超配是必然的选择，并采用 NREL-SAM 实例模拟，通过数据说明增加 DC:AC 比会带来更高发电量，即使存在削峰损失，系统增加的发电量依然高于削峰带来的损失。

合理的直流交流比需要综合考虑系统发电收益，系统建设成本，运维成本，资产折（包括组件衰减等）等，就是在增加的投入成本和系统发电收益之间寻找平衡点。恰当的直流交流比可以增加系统收益，降低系统度电成本，实现整体收益最大化。