

光伏并网逆变器中国效率评价方式

王 婷¹, 王 宗¹, 范士林¹, 唐 洲²

(1. 鉴衡认证中心, 北京 100013; 2. 南车株洲电力机车研究所有限公司, 湖南 株洲 412001)

摘 要: 借鉴欧美地区光伏逆变器效率评价方式, 从我国太阳能辐照条件出发, 提出了一种更科学的光伏逆变器效率评价方法, 避免了目前我国一直采用的用最大转换效率评价光伏并网逆变器发电性能好坏的方法的片面性。

关键词: 光伏并网逆变器; 最大功率点跟踪效率; 转换效率; 欧洲效率; CEC 效率; 中国效率

中图分类号: TM615; TM464

文献标识码: A

文章编号: 2095-3631(2014)03-0056-04

Evaluation Method of Chinese Efficiency for Grid-connected Photovoltaic Inverters

WANG Ting¹, WANG Zong¹, FAN Shi-ling¹, TANG Zhou²

(1. China General Certification Center, Beijing 100013, China; 2. CSR Zhuzhou Institute Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: According to the real status of light intensity in our country, it presented a more scientific Chinese efficiency evaluation method of grid-connected photovoltaic (PV) inverters based on the European and American efficiency evaluation methods. This new method can avoid the one-sidedness of the ordinary Chinese efficiency evaluation method in which maximum conversion efficiency has been used to evaluate the quality of grid-connected PV inverters.

Keywords: grid-connected PV inverters; maximum power point tracking (MPPT) efficiency; conversion efficiency; European efficiency; CEC efficiency; Chinese efficiency

0 引言

光伏发电系统的发电量由太阳能资源特性和发电设备特性而决定。中国太阳能资源理论储量达到每年 17 000 亿 t 标准煤, 全国三分之二的国土面积年日照在 2 200 h 以上。光伏并网逆变器作为光伏发电系统中的关键部件, 虽然成本只占系统总成本的 10% 左右, 但其效率、可靠性将直接影响系统整体发电量。逆变器的发电量与其相应工作电压、负载点下的转换效率、MPPT (最大功率点跟踪) 效率以及相应负载下的权重系数等相关; 而我国一直以来使用“最大转换效率”片面地评价逆变器的发电效率。因此建立合理评价光伏并网逆变器的发电效率的方式是十分必要的。

收稿日期: 2014-04-09

作者简介: 王婷 (1986-), 女, 工程师, 研究方向为太阳能功率变换器。

1 光伏发电综合效率影响因素

光伏发电系统的综合效率为太阳能光伏电池板的光电转换效率、光伏并网逆变器 MPPT 效率及其自身转换效率三者之乘积。光伏并网逆变器作为太阳能电池板阵列与电网之间的转换装置, 是光伏电站中的核心部件。它将太阳能电池板阵列发出的直流电能转换为与电网同频、同相的交流电并馈入到电网上, 其性能的提升对于提高整个光伏发电系统的发电量、延长光伏电站的寿命、降低整个光伏发电系统的成本至关重要。

1.1 光伏电池板的光电转换效率

光伏电池板的光电转换效率受光伏电池组件材料性能、光照强度、温度等因素影响。目前, 大部分太阳能光伏电池板的转换效率只有 10%~20%。

太阳能电池板的输出功率是光照强度和器件结温的非线性函数。图 1 示出不同辐照度下的 $U-I$ 与 $U-P$ 关

系。可以看出,辐照度越高,太阳能电池板短路电流增加越明显,而开路电压只略增大,功率也随之增加^[1]。由于太阳光辐射受地区差异性影响很大、很多地区辐射密度太低,导致太阳能电池板的转换效率偏低。图2示出温度对开路电压以及短路电流的影响,可以看出,随着温度的升高,太阳能电池短路电流 I_{sc} 小幅升高,开路电压 V_{oc} 明显降低,填充因子数量下降,光电转换效率明显下降。

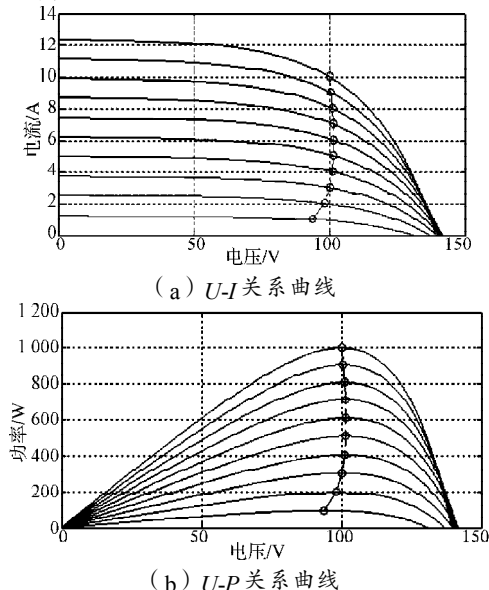


图1 不同辐照度下光伏电池的 $U-I$ 以及 $U-P$ 关系图
Fig. 1 $U-I$ and $U-P$ characteristics of the solar cell with different irradiances

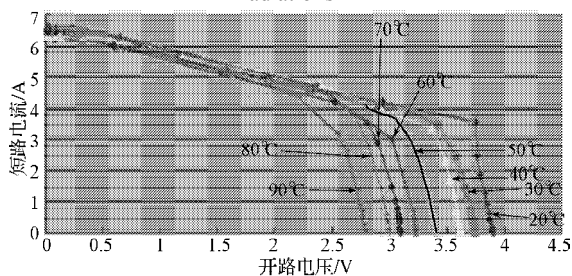


图2 电池组件温度与开路电压以及短路电流的关系
Fig. 2 Relationship between temperature, open-circuit voltage and short-circuit current of solar cells

光伏电池组件材料性能直接影响其发电效率(图3)。以晶硅电池组件为例,组件温度每上升 1°C ,发电效率会相对下降 0.5% ,此为被广泛接受的模型。

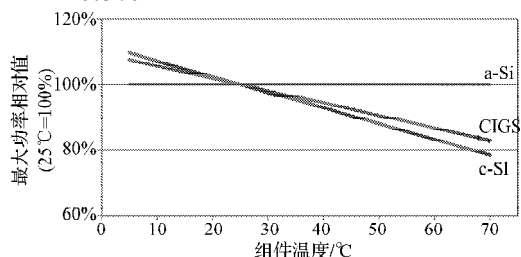


图3 不同材料组件温度相对最大功率的关系
Fig. 3 Relationship between the max power and module temperature of different materials

1.2 逆变器效率

光伏并网逆变器的MPPT效率及其自身转换效率是最能第一时间比较和反映逆变器性能的关键参数。

实际应用环境中,光伏电池组件输出的最大功率点会随太阳能辐照度及温度的变化而变化。逆变器能实时跟踪并工作在太阳能电池板的最大功率点附近,以保证有最大的直流输入,这是光伏系统能保持较高发电量的关键性能指标。评价其跟踪精度的指标称之为MPPT效率。

光伏并网逆变器自身转换效率是业主十分关心的硬性指标。以一台 500 kW 光伏并网逆变器为例,其日平均输出电能为 $400\text{ kW}\cdot\text{h}$,假定逆变器转换效率从 96% 提高到 97% ,按 $1.1\text{元}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 光伏上网电价计算收益,并以5年运营周期来计算,这 1% 的效率提升所带来的收益已超过一台 500 kW 逆变器自身成本。所以如何选取合适并正确的测试参数,对光伏并网逆变器效率进行全面、有效的评估,将为光伏并网发电系统设计中选择合适的逆变器提供非常有效的技术支持。

2 目前中国逆变器效率评价方式

我国在逆变器效率的评价方面研究尚属空白,一直以来使用“最大转换效率”评价逆变器的发电效率,评价方式存在一定的局限性。

实际工作时,逆变器不会一直工作在“最大转换效率”负载点,其输入电压以及负载点会随辐照度和温度的变化而变化,最大转换效率的逆变器现场发电量也未必为最大。图4示出某逆变器转换效率曲线,其中图4(a)中最大转换效率为 99.37% ;图4(b)中最大转换效率为 98.67% ,虽低于图4(a)所示,但在整个工作范围内曲线较为平稳。不同使用地的太阳能资源存在差异,故其在一定的辐照强度下的持续时间也会不同,反映到逆变器上表现为不同负载点驻留时间的不同,其相应负载条件下的能量占比亦不同。

