

太阳能逆变器中的接地漏电控制

The Ground Leakage Control in Solar Power Inverter

Stéphane Rollier, Bernard Richard, Martin Keller LEM 公司

Hans Welschen 飞利浦照明 (PHILIPS LIGHTING)

摘要: 为节约能源以及可持续能源发展, 太阳能利用越来越受到重视。文章介绍了各国太阳能电池发展的近况, 分析了太阳能电池的特性和输出, 与电网的连接和控制, 太阳能电池板的漏电测量等。

关键词: 太阳能电池板 电流传感器 无电隔离系统 漂移

Abstract: In order to save energy and sustainable energy development, more and more attention to the use of solar energy. The article describes the development of the national situation of solar cells, solar cells analysis of the characteristics and output, and power grid connection and control, solar panels, such as measurement of leakage.

Keywords: solar panels current sensors not isolation drift

[中图分类号] TM615 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349(2008)12-0021-03

1 前言

《京都协议书》致力于各国政府提高绿色能源的生产并为该项推广的每个方案给予补助。各国政府已经决定支持为节约能源以及可持续能源而做出的一切努力。这可以说明太阳能重获生机的原因。

正是由于盈利性分析, 太阳能在几年前就已经成为利益的一个来源。实际上, 与生成的可用能源相比, 太阳能所需要的投资明显更高。这就是直到该更新承诺和当今的电子技术出现之前的现状, 更新承诺和当今的电子技术使该能源更加有利可图。

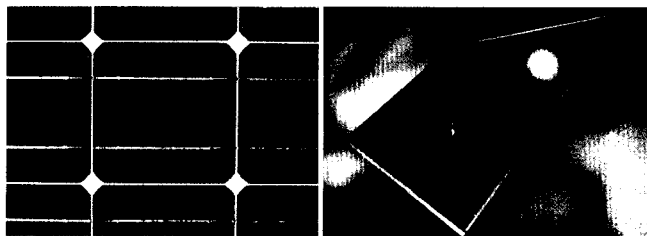
例如, 2004年欧洲已经装配了410.5MW太阳能, 与2003年相比增长了69.2%。德国在光伏市场处于领先地位, 随后是日本和美国。然而西班牙也肯定了其光伏市场重要性的增长地位(2004年装配11.8 MW而2003年为6.5MW)。

肯定这一总的趋势是世界性光伏电池生产的发展。去年已经生产了1194MW(代表具有平均生产能力3kW的大约40万套系统), 也就是说比2003年多出450MW, 增长率高于60%。2004年, 日本完成了50%以上光伏电池的生产, 其他

主要来自欧洲(26%)、美国(12%)和世界其他国家(12%)。

2 太阳能电池板

太阳能电池板由串联和并联在一起的太阳能电池方阵构成。然后用玻璃和塑料将这些电池封装。为了能够安装在屋顶上, 这些太阳能电池板通常被装在铝框或钢框内, 如图1所示。



(照片1)

(照片2)

图1 太阳能电池板(照片1)和组件(照片2)

现在市场上供应有各种各样的太阳能电池, 一般来说现在的太阳能电池板所产生的直流电流在7A到7.5A之间。市场上还有产生不同电流值的其他型号(例如薄膜太阳能电池

组件)。

3 太阳能电池板的特性

太阳能电池最大功率由电池的工作点进行定义,与一定的电压(V_m)和电流(I_m)相对应(图2)。当电池短路时,产生一个恒定电流(电流的大小取决于光的强度)。

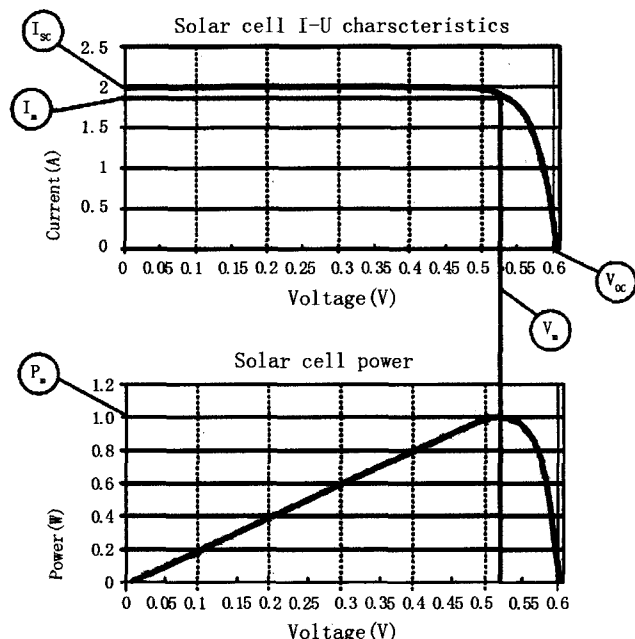


图2 太阳能电池特性曲线

当电池开路时,会产生一个以 V_{oc} 表示的大约0.6V的电压。整个太阳能电池板的总电压取决于板上所使用的太阳能电池数量。一般使用36块、54块或72块电池,产生的相应电压 V_{oc} 为22V、33V或44V。

而且,还可以将几块电池板以串联和/或并联的方式连接起来,从而获得所需要的功率和/或最大允许电压。小于120V的电压 V_{oc} (标准状态+25℃时)视为可以触摸的安全电压。

4 太阳能电池板输出与控制

在正常的运行过程中,太阳能电池板可以通过采用特殊的控制流程保持在其最大功率运行点。例如,一块由36块电池构成的太阳能电池板根据不同的温度会产生一个大约14V到18V的电压。

为了使电池板产生的功率最大,一般采用特殊软件和专用电子元件来控制电池的运行点。

这种方法所产生的电能一般有两种用途:

- (1) 用于对远离配电网的自动化装置的电池进行充电。这一般称为“离网系统”(2002年市场占有率为30%)。
- (2) 用于作为绿色电能反馈回电网。这种“电网连接”系

统将会在下文予以描述(2002年市场占有率为70%)。

经逆变器到电网的太阳能电池方阵可以通过变压器连接,也可以不经过变压器直接连接,即所谓的无变压器,表示无电隔离系统(图3)。变压器可以采用位于逆变器和电网之间的传统50/60Hz类型,也可以采用作为逆变器直流部分部件的高频变压器。

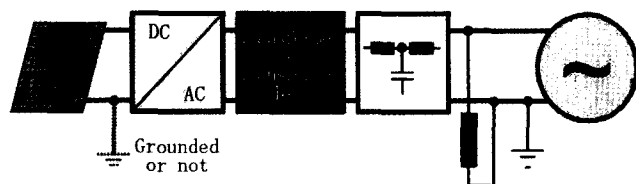


图3 无电隔离系统

无变压器设计在改善总效率和降低成本的应用场合已经成为一个总趋势。

高频变压器具有重量轻和体积小的优点。紧凑和轻量化设计具有同样重要的作用。

还有一个功率的问题。产生较高的功率需要大型变压器,从而需要更大型的装置和更高的成本,这也正好说明人们对无变压器配置感兴趣的原因。

不管使用何种系统,有变压器也好,无变压器也好,关键的问题是要保证整个系统的安全,更重要的是要确保与整个系统相接触的人员安全。

作为一个起点,太阳能电池板的金属框可以接地。对于较大型的系,根据建筑安装标准的要求必须将太阳能电池板接地;由于雷击的相似性,这种做法在高山地区也很有用(如瑞士和奥地利)。

在美国,系统直流部分必须接地。当发生电气故障时,接地连接必须中断,整个装置也必须与电网断开。在下一个安装规范发布之后,会有不一定要进行接地连接的机会。

在欧洲,直流系统接地与否不予限制,但是配有无变压器逆变器的直流系统将通过逆变器电子元件进行接地(经电网零线)。电池方阵不需要另外的接地连接,以避免产生直流接地电流。

在德国和其他一些国家,在可能将逆变器接地和开始运行之前必须对接地绝缘进行测试。在使太阳能电池板直流电压对地漂移时,首要的是必须确保安全。触摸单一点不会立即发生危险。

5 太阳能电池板的漏电

当系统对地电阻(最小500 kΩ)大于1kW/V时定义为漂移(图4)。

尽管光伏(PV)方阵可以作为漂移接入,整个系统的漂移将

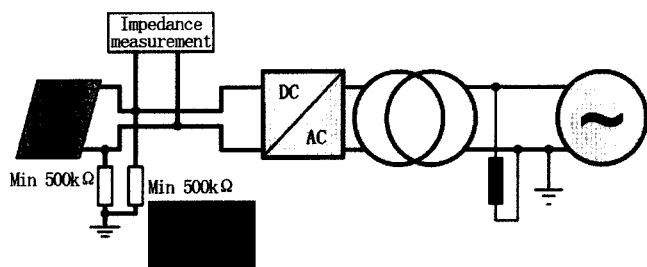


图4 系统对地漂移的定义

取决于光伏方阵的最大可能电压(对于已经安装的接地电阻)。

在未闭合电流路径(如通过电阻器闭合)的情况下不可能测量可能的接地漏电。由于无变压器逆变器在测量过程中必须与电网断开(通过继电器触点),因此对于有变压器逆变器和无变压器逆变器来说以上原则都是适用的。

对于无变压器PV系统来说,建筑安装规范要求一个B型RCD(剩余电流装置)。由于光伏方阵的接地故障可能会产生一个直流电流,因此对直流电流也灵敏的B型还是必需的。这种RCD的缺点是对干扰脉冲的高灵敏度,实际上必须将这些干扰脉冲手动复位。综合了这种功能的逆变器具有如下一些优点:

- (1) 该功能可以与所需的方阵绝缘测量相结合;
- (2) 在逆变器开始运行之前可完成小直流电流的灵敏度测量,高频开关信号可能对测量产生干扰;
- (3) 该功能可以在误动作之后通过自动复位实现;
- (4) 最后一点是由于太阳能电池和附近的地平面之间电容的存在,在接受较大稳态交流接地电流时,交流和直流接地电流保护值可以根据人身安全水平设定(30mA)。该电流最大允许设置为300mA。突然改变30mA可导致断开。差动电流测量可用于此功能。

6 电流传感器的直流偏移

对电网连接的另外一个要求是不能将直流电流供入电网。各国的允许电流值各不相同,但是一般要求为标称电流输出值的0.5%或1%。因此,在逆变器控制环路中所使用的电流传感器直流偏移应该尽可能的低。

而且,作为逆变器内IGBT切换延迟的结果,直流偏移应尽量避免或尽可能的小。这个直流偏移所能引起的结果可能是网络分配变压器的饱和。为了减小这个直流偏移,新的逆变器拓扑技术正在开发过程中。

必须将输出电流的全谐波失真(THD)限制在一个由不同公用程序定义的值。由于尚未协定一个真实值,全谐波失真(THD)会根据所涉及国家的不同而不同。

当这些问题发生时,通常将电路断路器用于把太阳能装置从电网上断开。

为响应不断增长的市场需求,提供一种小型低成本可靠的基于电流传感器的解决方案,LEM特别设计CT系列(图5)来满足现代太阳能拓扑技术的标准。

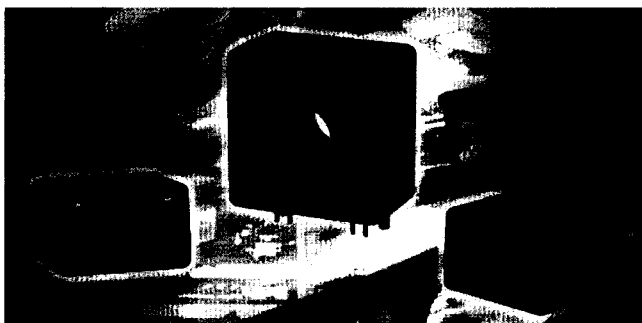


图5 CT系列电流传感器(照片)

常规使用的装置(如RCD)都是众所周知的设备,但是体积相当庞大,而且也不符合太阳能逆变器的新要求。考虑到直流电流和交流电流都必须通过由高速IGBT切换而产生的高达30kHz光谱元件来进行监测,这些常规装置可能会发生故障。

阻抗测量也可以作为一种检查绝缘水平和检测太阳能电池板内接地故障的方法。要实现这一点,必须进行三种测量,即阻抗测量、电阻率变化+阻抗测量(用于检测太阳能电池板内对称接地故障)以及电压测量。

对于漂移的以及经变压器接入电网的PV,目前尚无特别的要求。但是,在启动之前对PV方阵和地之间的阻抗测量可作为证明真实漂移点的方法(对于最小值500kΩ/V要求为1kΩ/V)。要测量这个值,可以使用电压或电流传感器。

对于接地的以及经变压器接入电网的PV,阻抗测量和/或差动电流测量可用于证明接地连接。

LEM CT系列差动电流传感器用于安全测量标称值为100mA、200mA和400mA的电流,在标称电流下提供一个5V的线性电压输出。在80%峰值电流时反应时间小于20ms,在90%峰值电流时反应时间小于60ms。高技术(“磁通量闸门”)的使用已经成为这些问题的解决方案,特别是要对十分小的直流或交流电流进行精确测量时。也可以测量高达30kHz的直流元件和交流元件。CT产品为PCB安装型体积小重量轻的元件,配有一个用于插入接地漏电线的开孔。一般来说,CT系列也适用于其他场合,包括中型功率逆变器场合。

7 结论

正是有着国际协议要求降低矿物燃料所产生的二氧化碳量以及各国政府派发的补助支持,根据统计预测,到2010年欧洲可能由太阳能所产生的能量大概有4500MW。这可保证电气测量要求会越来越得以实现,从而确保质量和安全。