

非晶硅薄膜电池组件的接地设计探讨

根据非晶硅薄膜电池的特点,分析了非晶硅薄膜电池负极接地的原因。并讨论了接地点选择、接地方式选择和对逆变器的要求等不同的设计方案。

石 巍 张彦昌/中南电力设计院



石 巍/高级工程师

由于传统能源面临着环境污染、能源枯竭等一系列问题,20世纪90年代以来,在可持续发展战略的推动下,可再生能源技术进入了快速发展的阶段。可再生能源主要有风能、地热能、水能、潮汐能以及太阳能等,太阳能以其资源丰富、利用方便和洁净无污染越来越受到人们的重视。

太阳能利用的重要途径之一是研制太阳能电池。按照材料区分,太阳能电池有晶硅电池、非晶硅薄膜电池、铜铟硒(CIS)电池、碲化镉(CdTe)电池和砷化镓电池等。非晶硅薄膜电池是最理想的一种廉价电池,它的最大特点就是薄,不同于单晶硅与多晶硅电池需要以硅片为衬底,而是在玻璃或不锈钢等材料的表面镀上一层薄薄的硅膜,其厚度只有单晶硅的1/300,可以节省大量的硅材料。加之可连续化大面积生产,能耗低,成本也低,在不远的将来,非晶硅薄膜电池将成为太阳能电池的主流产品。

非晶硅薄膜电池的特点

非晶硅薄膜电池之所以受到人们的关注和重视,是因为它具有以下优点:

1) 非晶硅具有较高的光吸收系数。特别是在 $0.3 \sim 0.75 \mu\text{m}$ 的可见光波段,它的吸收系数比单晶硅要高出一个数量

级。因此,它比单晶硅对太阳辐射的吸收效率要高40倍左右,用很薄的非晶硅膜(约 $1 \mu\text{m}$ 厚)就能吸收90%有用的太阳能。这是非晶硅材料最重要的特点,也是它成为低价格太阳能电池的最主要因素。

2) 由于非晶硅没有晶体所要求的周期性原子排列,可以不考虑制备晶体时必须考虑的材料与衬底间的晶格失配问题。因此,它几乎可以淀积在任何衬底上,包括廉价的玻璃衬底,并且易于实现大面积生产。

3) 非晶硅的禁带宽度比单晶硅大,随制备条件的不同在 $1.5 \sim 2.0 \text{ eV}$ 的范围内变化,这样制成的非晶硅太阳能电池的开路电压高。

非晶硅薄膜电池除了以上几个优点以外,还有一些缺点:

1) 漏电流。电池的表面积越大,电池单元与框架之间距离越近,对地电容就越大,漏电流也越大。非晶硅薄膜电池单元裱好在无暇的金属贴箔上,表面较大,因此漏电流会比较大。

2) TCO腐蚀。薄膜电池在电池表面和玻璃之间用 SnO_2 代替了电气绝缘的EVA,致使电池表面与外界之间无法保证电气绝缘,在相对潮湿的环境下容易发生腐蚀,主要原因是 SnO_2 与 H_2O 发生化学反应生成了不传导的 SnO ,这会使TCO玻璃界面逐渐分层。另外电池组件的玻璃衬底通常采用钠钙玻璃,钠钙玻璃内含有15%的钠,钠和水反应产生了 Na^+ , Na^+ 从玻璃移动到 SnO_2 层,与 SnO_2 层的F(氟)发生了化学反应,反应遇

关键词/Keywords

非晶硅薄膜电池·
负极接地·

H₂O而加速。因此漏电流可以从TCO玻璃表面或组件边缘进入半导体层,从而引起腐蚀。

经过分析,可以发现非晶硅薄膜电池板对地存在负偏压时腐蚀较大,负偏压越大,腐蚀越大;电池板的铝框架对漏电流的影响较大,没有铝框架时,漏电流非常小,对电池板的损害也较小。因此,非晶硅薄膜电池尽量不采用铝边框结构,减少漏电流;同时采取负极接地,控制负偏压,减少腐蚀。

非晶硅薄膜电池接地点的选择

根据上述分析,非晶硅薄膜电池为了减少腐蚀应该采取负极接地。在实际工程中,薄膜电池的接地点主要有以下三种方案:

1) 在电池组串的负极处接地,原理图如图1所示。

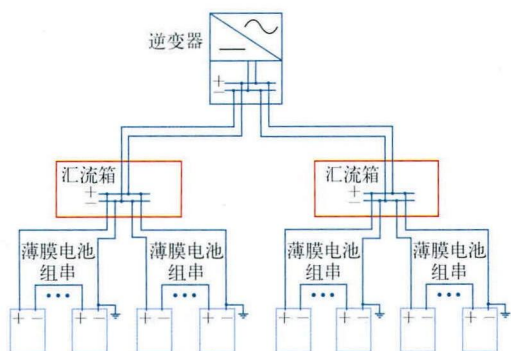


图1 在电池组串的负极处接地

2) 在汇流箱的负极处接地,原理图如图2所示。

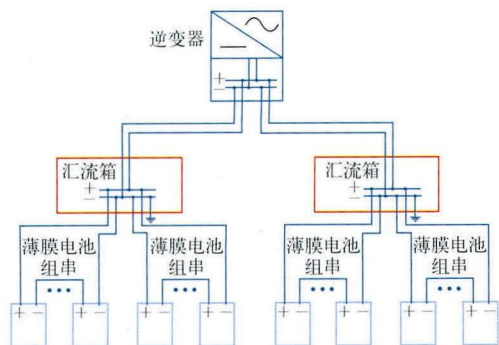


图2 在汇流箱的负极处接地

3) 在逆变器的负极处接地,原理图如图3所示。

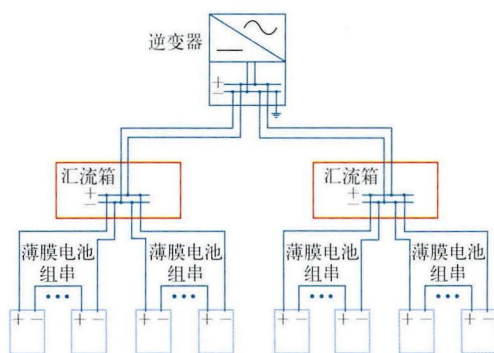


图3 在逆变器的负极处接地

这三种接地方式都能够控制负极的电位,减小负偏压,减少腐蚀。

1) 第一种接地点设置方案,接地点最多,接地效果最好。薄膜电池组串的负极接地点和光伏组件的支架和边框连接在一起,负极和大地之间形成了回路。在雷电活动较多地区的屋顶光伏发电项目中,光伏组件的支架和边框是作为雷电流的泄放通道,很可能造成雷电侵入波进入薄膜电池和汇流箱的负极。一般汇流箱中浪涌保护器的配置是按8/20 μs的雷电侵入波来配置,因此需要调整为10/350 μs的雷电侵入波配置。但是目前针对DC 1 000 V的浪涌保护器还没有10/350 μs的规格,因此这种接地点设置方案在雷电活动频繁的地区不能采用。

2) 第二种接地点设置方案,接地点较多,接地效果较好。汇流箱一般布置在组件阵列中,汇流箱的负极接地点和组件的支架连接在一起,多个汇流箱的负极和大地之间形成了回路。在雷电活动较多地区的屋顶光伏发电项目中,光伏组件的支架和边框是作为雷电流的泄放通道,也存在雷电侵入波进入汇流箱负极的风险。因此这种接地点设置方案在雷电活动频繁的地区也不建议采用。

3) 第三种接地点设置方案,接地点最少,接地效果一般。逆变器的负极接地点通过一点和组件支架的接地点连接在一起,不会和大地之间形成了回路。因此建议在雷电活动频繁的地区采用这种接地点设置方案。

综上所述,推荐采用第三种接地点设置方案。

非晶硅薄膜电池接地方式的选择

对于非晶硅薄膜电池的接地方式有两种方案：一是直接接地；二是通过电阻接地。具体分析如下：

1) 采用直接接地方式，必须采用内部或外部变压器隔离进行逆变并网，同时要在接地线路上增加直流漏电保护器以保护人身安全。

2) 采用电阻接地方式，也称为间接接地方式，负极通过阻值在 $100\text{ k}\Omega\sim 1\text{ M}\Omega$ 之间、功率在 50 W 以上的大电阻，并串接不大于 10 mA 的直流漏电保护器后接地。这种接地方式降低了非晶硅薄膜电池分布式电容方面的抑制能力，但降低了人员在正极触电的安全隐患。

这两种接地方式各有特点，需要根据工程情况灵活运用。

非晶硅薄膜电池对逆变器的要求

非晶硅薄膜电池需要对地电位为非负极性，因此对逆变器也有一定的要求：

1) 带工频隔离变压器的逆变器。电池板负端可直接接地，电池两端对地电压恒定为正偏压，有利于薄膜电池的工作寿命。但工频隔离变压器增大了逆变器体积，且会降低 $1\%\sim 2\%$ 的效率。

2) 带高频变压器的逆变器。电池板负端可直接接地，有利于薄膜电池的工作寿命，且高频变压器体积较小。但这种逆变器效率较低，比没有高频变压器的逆变器低 $4\%\sim 5\%$ 。

3) 全桥逆变器。由于不需加Boost电路，效率较高，但电池两端对地电压存在工频周期的正弦

波动或工频周期的方波波动，电池负端对地电压为负，可能会造成薄膜电池的腐蚀。

4) 半桥逆变器。由于串联Boost电路，效率较低，电池两端对地电压波动较小，但电池负端对地电压仍为负，可能会造成薄膜电池的腐蚀。

5) 三电平逆变器。电池板两端对地电压存在两倍开关频率的波动，漏电流较大，不适合用于薄膜电池。

结束语

综合以上分析，并结合国内已建成非晶硅薄膜电池光伏发电项目的运行情况，可以得到以下结论：

1) 非晶硅薄膜电池为了减少漏电流和降低TCO腐蚀，应该采用负极接地方式。接地点建议选择逆变器的负极位置。

2) 非晶硅薄膜电池的负极接地可以采用直接接地或经电阻接地方式，需要根据具体工程情况选择。

3) 非晶硅薄膜电池所采用的逆变器应该是带工频隔离变压器的逆变器或带高频变压器的逆变器。

参考文献

- [1] 水利电力部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册[M]. 北京：水利电力出版社，1989.
- [2] GB/T 19939—2005光伏系统并网技术要求[S]. 2005.
- [3] GB 50797—2012光伏发电站设计规范[S]. 2012.
- [4] Q/GDW 617—2011光伏电站接入电网技术规定[S]. 2011.

(收稿日期：2014-06-15) **EA**

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告