

双面玻璃晶体硅太阳能电池组件封装工艺

双面玻璃晶体硅太阳能电池组件有着美观、透光的优点,应用非常广泛,如:太阳能智能窗、太阳能凉亭和光伏建筑顶棚,以及光伏玻璃幕墙等等。随着国内外光伏建筑一体化(building integrated photovoltaic, BIPV)的推广,其商业市场将进一步扩大。但目前由于双面玻璃晶体硅太阳能电池组件封装工艺的技术瓶颈,市场价格相对较高。因此寻求一种优异的封装方法与工艺迫在眉睫。与普通组件结构相比,双面玻璃组件利用玻璃代替TPE或TPT(Tedlar 复合薄膜)作为组件背板材料。本文阐述了不同封装工艺与封装材料对组件封装效果的影响,并根据实验现象和结果提出了改进方案和途径。

1、双面玻璃晶体硅太阳能电池组件的结构

双面玻璃太阳能电池组件的结构有多种,本文主要讨论的是层压封装的双面玻璃晶体硅太阳能电池组件(简称双面玻璃组件)。图1是双面玻璃太阳能电池组件结构。这种组件由玻璃-EVA 胶膜- 太阳能电池-EVA 胶膜- 玻璃共5层组成。与普通太阳能电池组件结构相比,双面玻璃组件利用背板玻璃代替TPE(或TPT)。TPE 为柔性材料,玻璃是硬度高的刚性材料,双面玻璃层压封装过程中由于两层刚性玻璃的挤压,很容易出现气泡、移位、太阳能电池裂片、玻璃碎裂现象。

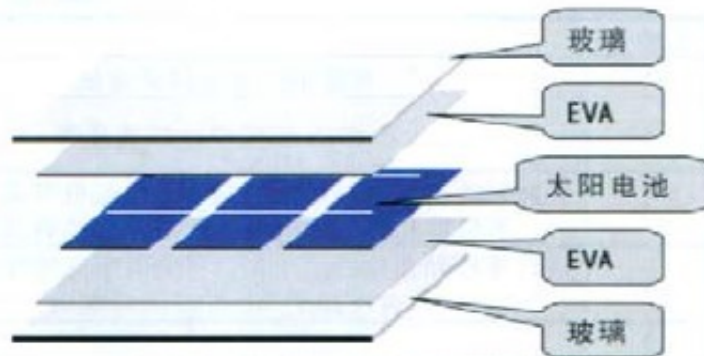


图 1 双面玻璃太阳能电池组件结构

Fig.1 Structure of glass-glass solar modules

2、实验中出现的问題

气泡现象是双面玻璃组件封装最易出现的问題,组件中常见的气泡有两类:一是由于空气从组件边缘渗入产生的气泡,外观如图2所示;二是由于组件内部空气未及时排出产生的气泡,外观如图3所示。存在气泡的组件在使用时,EVA 与玻璃、电池易脱层,严重影响组件外观、电性能和寿命。电池片移位现象在双面玻璃组件封装中也比較常见,如:

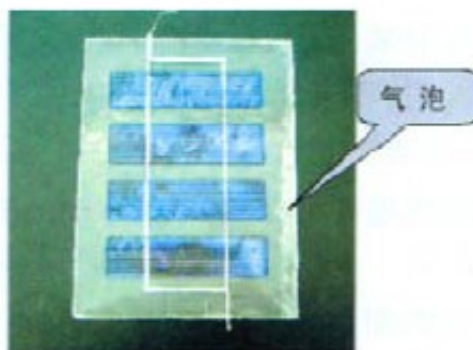


图 2 双面玻璃组件边缘气泡现象

Fig.2 Air bubbles at the edge of glass-glass solar modules

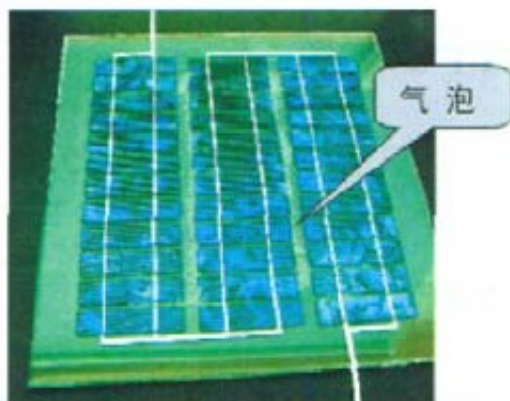


图3 双面玻璃组件中心气泡现象

Fig.3 Air bubbles in the center of glass-glass solar modules

图4所示, 电池片移位影响组件的外观, 严重时会使电池间的连接条发生扭曲、电池片重叠短路等, 影响组件电性能与寿命。电池片的移位主要由于封装时EVA发生收缩, 电池片在两层玻璃之间移动阻力小, 双面玻璃组件的电池片移位现象更为显著。

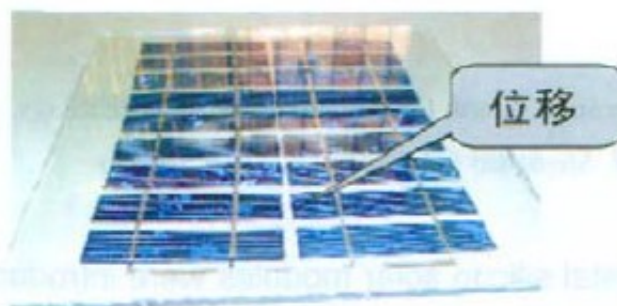


图4 双面玻璃组件电池移位现象

Fig.4 Shift of solar cells in glass-glass solar modules

3、实验结果与分析

如前所述, 在双面玻璃组件层压封装实验中, 组件常出现气泡、电池移位、碎片等现象。为了寻求一种简单方便的封装方法, 解决这些问题, 我们设计了大量实验, 逐步解决了这些问题。不同实验方法、封装材料下组件的效果如表1和表2所示。

表1 不同实验方法下组件的效果比较
Tab.1 Experimental results of different encapsulation methods

实验号	实验方法	电池组件效果	规模生产的可行性
1	普通组件层压封装方法	大量气泡, 移位厉害	工艺简单成熟, 适用于大规模生产
2	在EVA胶膜中加玻璃纤维	气泡较多, 移位不明显	工艺较简单, 据文献报道玻璃纤维影响组件寿命
3	在封装流程中层压过程将结束, 层压机开盖前夕, 按下急停开关, 待电池组件冷却后再将其取出	无气泡产生, 有轻微移位现象	层压周期很长, 效率低
4	设计带冷却系统的层压机, 将太阳能电池组件在层压机内冷却至70℃以下再取出	根据实验3做出的设想, 未做实际实验	层压周期较长, 设备与电力成本高
5	PC/PET膜包裹封装法	无气泡产生, 有轻微移位现象	工艺简单, 层压周期短, 材料成本低
6	采用方法5同时, 层压过程先低温(低于70℃)抽真空, 再加热层压	无气泡产生, 无明显移位现象	工艺简单, 不需设备改造, 周期较长

表 2 使用不同 EVA 的实验效果
 Tab.2 Experimental results by using different EVA films

实验号	EVA 层数	EVA 种类	组件效果
1	2	厂商 1(0.3 mm 厚)	组件中间位置有较多气泡产生, 电池片几乎没有移位, 有碎片现象
2	3	厂商 1	组件中间有少量气泡产生, 电池片移位小
3	4	厂商 1	没有气泡产生, 电池片有轻微移位现象
4	5	厂商 1	没有气泡产生, 电池片移位明显
5	2	厂商 2(0.6 mm 厚)	没有气泡产生, 电池片有轻微移位现象
6	3	厂商 2	没有气泡产生, 电池片移位明显
7	4	厂商 2	没有气泡产生, 电池片移位较大

产生气泡是双面玻璃组件层压封装中最常见也是最难解决的问题。通过大量实验, 我们发现产生气泡的主要原因有两方面: 一是由于玻璃与太阳电池片均是刚性的, 两层玻璃之间存在空隙, 将双面玻璃组件从层压机中取出后, EVA 尚处于熔融状态, 空气可以迅速沿空隙进入玻璃之间, 从而产生气泡。针对这一情况, 我们首先采用太阳电池组件在真空状态下冷却的方法, 即层压机内冷却法, 这种方法能很好地解决气泡问题, 但组件封装周期时间长, 不利于产业化; 随后我们改进封装工艺, 封装过程中, 采用 PC/PET 膜包裹封装法, 避免了气泡的产生, 这种方法工艺简单、效果好, 适于工业化生产。二是由于 EVA 太薄, 双面玻璃组件两层玻璃之间空间相对较大, 需要填充的 EVA 比普通组件多, EVA 在熔融状态时不能充满玻璃与玻璃之间的空隙, 残留在电池片附近的空气不能排出从而产生气泡, 这类气泡一般出现在组件中央电池片之间。目前市场上 EVA 厚薄差距很大, 范围从 0.25 ~ 0.8 mm, 在双面玻璃组件封装实验中, 我们发现使用两层厚度在 0.4mm 以下的 EVA 时, 很容易在组件的中部产生气泡, 而改用三层或四层 EVA, 就很少有气泡产生。

双面玻璃组件电池片移位是由于 EVA 的收缩引起的, 可以从两个方面着手: 一是选择适合种类与厚度的 EVA, 减少 EVA 有方向性的收缩。不同 EVA 热收缩性差别较大, 双面玻璃组件封装中尽量采用收缩较小的进口 EVA。从表 2 可以看出, 使用两层单层厚度为 0.5 ~ 0.6 mm 的 EVA 最为适宜(EVA 太薄则电池易裂片、产生气泡, 太厚则电池易移位), 单层厚度不够可适当增加层数。EVA 收缩一般由组件四周指向中心, 且横向与纵向收缩幅度差异较大(与 EVA 种类有关), 实验结果显示: 封装前将 EVA 划上横竖的一些刀痕, 可以减少 EVA 收缩的方向性, 封装后的电池移位现象明显减少。二是优化层压工艺, 增加电池片移位的阻力。在 EVA 未收缩之前, 对层压机进行下室抽真空, 上气囊充气, 这样两层玻璃紧压 EVA 与电池片, 多次实验结果表明, 这种方法能较好解决电池片移位问题。

在双面玻璃组件层压实验中, 电池片碎片。产生这两类问题原因主要是电池片焊点不均匀、层压力度过大、玻璃热膨胀系数不一致等。注意到上述三点, 使用双层强度大的钢化玻璃, 调节合适的气囊充气时间, 保持焊点均匀, 基本上可以避免电池片碎片、玻璃裂纹现象。

4 结论

双面玻璃组件封装过程中, 在组件上面与下面各加一片柔性聚脂膜, 两层聚酯膜通过组件边缘多出的 EVA 将组件胶封成密闭腔体, 这样能很好阻止组件内部气泡的产生。另外, 封装材料的选择对组件封装效果影响很大, 正面与背面使用的钢化玻璃一定要满足相关国家标准与行业标准要求; EVA 的选择除了考虑热胶粘度、玻璃强度、氧、紫外老化性能外, 还应考虑 EVA 膜厚度与热收缩性能, EVA 厚度以 0.5 ~ 0.6 mm 最为适宜。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/baike/1651.html>