

## TP封装材料对光伏组件性能影响的研究

**摘要：**太阳能电池组件是光伏发电系统中的关键器件，决定着整个系统中光伏发电的效率及成本。对于晶体硅太阳能电池组件而言，如何提高组件耐久性及降低由于组件封装导致的功率损失是整个行业的一个研究重点。文章重点研究如何选择、使用不同封装材料，从而降低组件封装损失及提高组件耐久性。

目前世界上广泛应用的光伏组件，绝大部分采用钢化玻璃、EVA、晶体硅太阳能电池、背板来进行封装。随着光伏市场竞争的加剧，各组件制造商均将提高单位面积电池组件的输出功率及提高组件的耐久性能作为重要的研究方向。降低组件的封装损失有以下几种方法：提高玻璃、EVA的透光率；合理优化电池片排布的间隙；提高背板对光线的反射率；合理优化焊带、汇流带的长度及横截面积。提高组件的耐久性能有以下几种方法：选用耐候性更强的背板、EVA/TP等封装材料；相对提高组件的交联度；提高组件的焊接质量。本文主要研究TP封装材料对晶体硅太阳能电池组件的封装损失及耐久性的影响。

### 1TP及EVA的特性分析、对比

TP即聚烯烃材料，它的结构如图1所示，EVA是乙烯与醋酸乙烯酯的共聚物，它的结构如图2所示。

TP与EVA对组件性能比较：

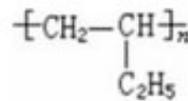


图1 TP分子式

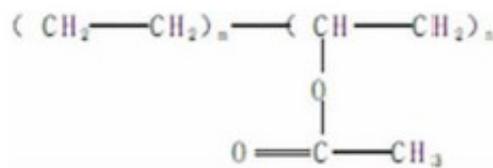


图2 EVA分子式

EVA封装成组件后长时间在户外环境中工作将释放一定的酸气和水，TP封装成组件后长时间在户外环境中工作不会释放酸气。

EVA封装成组件后长期在高温高湿的条件下，水汽会不断地透过EVA而到达电池面，从而对电池进行破坏，而TP材料封装成组件后透水率极低。

EVA封装过程中经过高温将进行化学反应，EVA在交联剂的作用下会发生交联反应，而TP封装过程发生的是物理变化并不交联。

选取一家生产TP封装材料的厂家对性能参数测试结果如表1所示，透光率曲线如图3所示。

高分子材料随着温度的变化有三种形态，分别是熔融态、高弹态、玻璃态，三种状态的硬度是逐渐加强的。在熔融态与高弹态交界处有一个熔融温度 $T_m$ ，在高弹态与玻璃态交界处有一个玻璃化转变温度 $T_g$ 。TP材料属于热固性的聚烯烃材料，我们组件封装完成后应用的是材料的高弹态。（理论工作温度是 $T_g$ 与 $T_m$ 之间）TP的熔融温度 $T_m=60$ ，玻璃态转化温度 $T_g=0$ 以下。N型组件在户外工作时很容易达到 $60$ 以上，因此存在组件中部分电池发生热斑时此处的TP温度会出现部分熔化，当温度降低时，此处的TP又会重新结晶。

表 1 生产 TP 封装材料的厂家对性能参数测试结果

检测项目	检测结果	备注
外观	良好	目测
透光率	低截止 90.5%	层压后测试
	高截止 89.5%	光谱范围(400~1200)
与玻璃的粘接力	53.9 N/cm	层压后测试
与背板的粘接力	81.8 N/cm	与东洋背板匹配
收缩率	纵向 4% 横向 4%	120℃、3 min
体积电阻率	4.7041 $\Omega \cdot \text{cm}$	高截止
	4.8429 $\Omega \cdot \text{cm}$	低截止
击穿电压	电压逐步施加到 20 kV, 未击穿	层压后测试

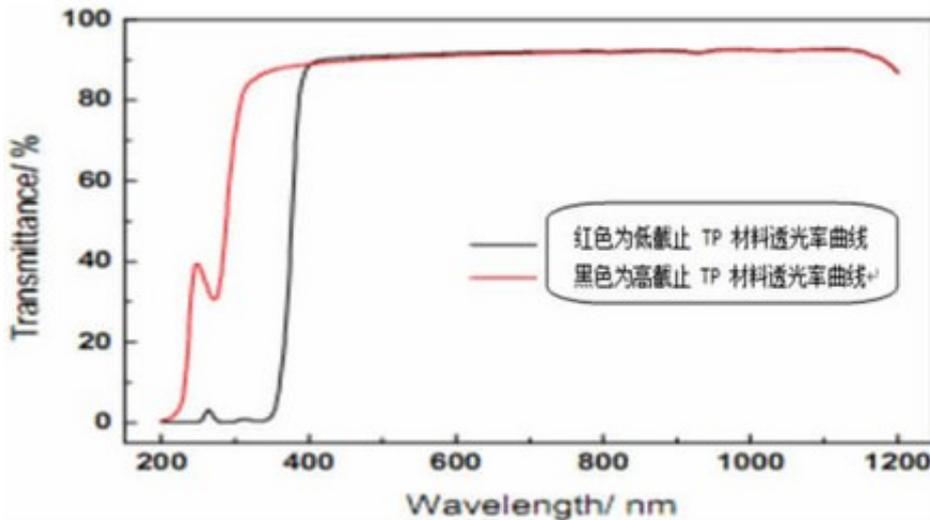


图 3 透光率曲线对比图

结晶度的大小直接影响材料的透光率从而影响组件的输出功率，假设 TP 在正常条件下的结晶度是 60%，组件在层压完成后风扇作用下迅速冷却，这样 TP 结晶后的晶粒很大，结晶度可能会是 58%，这样组件在测试时封装损失就会很小；同时将材料再次熔化时由于冷却速度的不同重新结晶后的透光率也会不同。综上所述，TP 材料组件在户外环境中冷却速度很慢造成材料的透光率降低从而光衰减较大。

因此，TP 材料封装组件是否会影响到后期组件的发电量及老化性能尚待进一步验证。

## 2 实验部分

试验选用单晶 N 型电池。试验前用同一台设备集中对电池进行分选试验（TP 材料所匹配电池片转换效率为 18%，常规 EVA 材料所匹配电池片转化效率为 18.6%）。试验用到的其他材料选择相同厂家、规格及批次材料；在组件制作时，焊接、敷设、层压等设备均选择相同机台及工艺。组件功率测试时，选择同一台测试仪同一时间段对两种组件样品测试。上述实验安排，排除了设备、工艺及其他材料差异导致组件输出功率的变化。将上述组件安装于同一发电场支架上，两者支架受光照条件一致，观察对比两款材料组件发电量情况。

与此同时，选取以上两款材料组件进行湿热试验（双 85）对比，观察湿热试验后组件功率衰减情况。

### 3实验结果及讨论

根据收集的实验样品组件的功率测试数据（表2）及实际发电量数据（表3），分析如下。

从16d的综合数据中可以得出：TP材料组件平均到每瓦的发电量要略高于常规EVA材料组件，分析原因可能与TP材料本身性能中在阳光斜射入组件时的特性有关，如图4所示。

表 2 功率测试数据

编号	Pmp(W)	VOC(V)	ISC(A)	IMP(A)	Vmp(V)	FF	电池效率	功率损失
TP 材料组件	255.457	37.453	9.249	8.685	29.412	73.74	18.00%	1.09%
常规 EVA 材料组件	261.862	38.076	9.501	8.837	29.633	72.38	18.60%	1.88%

表 3 发电量数据

编号(16 d数据)	总发电量(k·Wh)	功率(W)	平均每瓦发电量(k·Wh/kW)
TP 材料组件	14.5189	255.457	56.8350055
常规 EVA 材料组件	14.8551	261.862	56.72873498

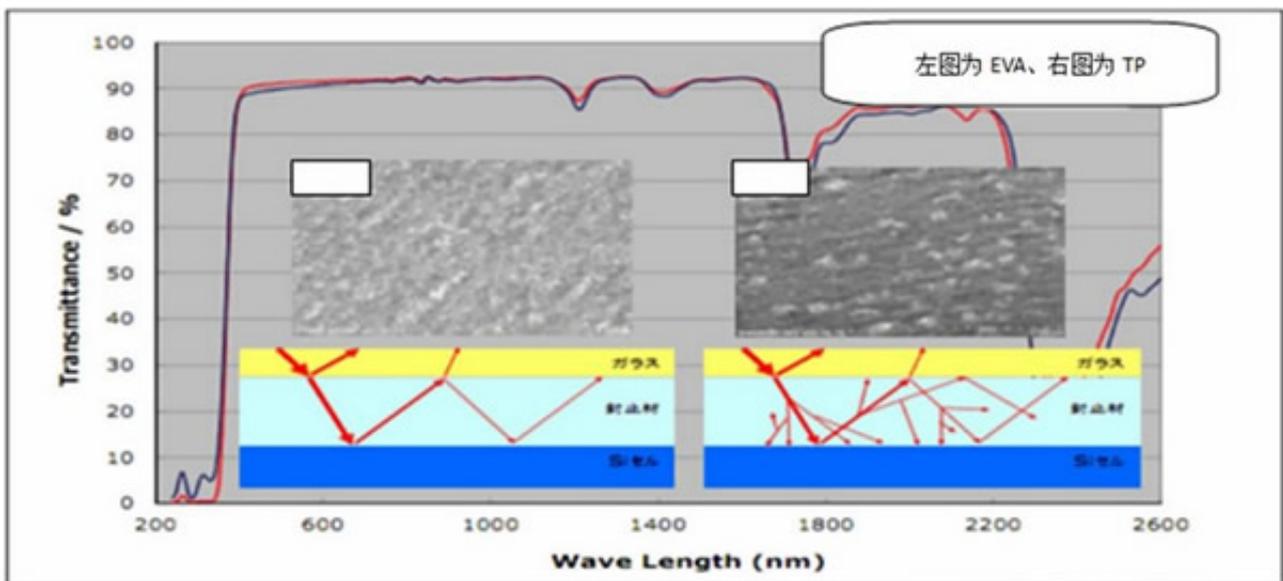


图 4 常规 EVA 材料与 TP 材料发电量对比图

据上看，在发电量上TP材料封装的组件不会低于常规EVA材料组件。湿热实验结果如表4所示。

表 4 湿热实验结果

编号	背板	玻璃	DH1000 衰减	DH2000 衰减
TP 材料组件	TPE	双绒面镀膜	0%	0.64%
常规 EVA 材料组件	TPE	双绒面镀膜	3.1%	6.2%

TP材料组件EL图如图5所示，常规EVA材料组件L图如图6所示。

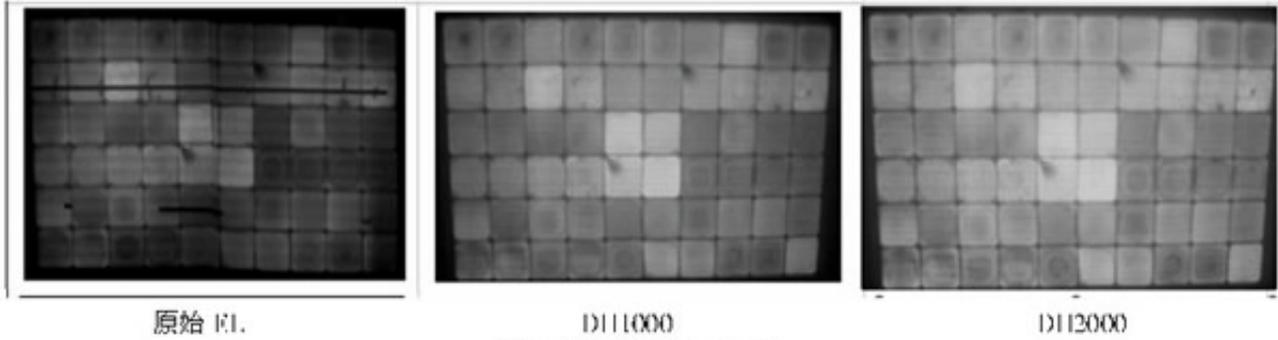


图5 TP材料组件 EL图

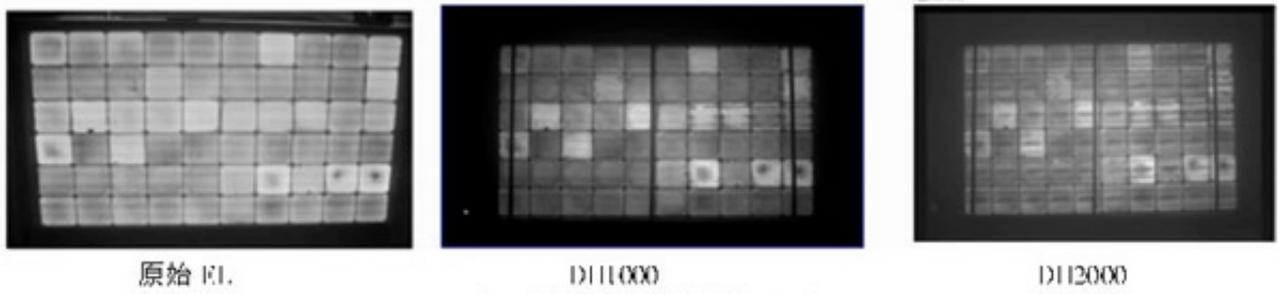


图6 常规 EVA 材料组件 EL图

#### 4结论

通过实验数据可以看出，TP材料封装组件在降低功率损失及实际发电量方面不会低于常规EVA材料封装组件。

通过实验数据证明，TP材料封装组件在湿热实验方面性能要优于常规EVA材料封装的组件。

综上所述，TP材料封装组件相对于常规EVA材料封装组件在输出功率及提高组件耐久性方面有一定的优势，同时在实际生产中是可行的。（李超 英利绿色能源控股有限公司）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/60053.html>