



导电胶对太阳能电池之间粘接强度的影响研究

国家电投集团西安太阳能电力有限公司 ■ 严华 朱疆* 胡杰 左燕 魏亚楠

摘 要: 从导电胶的体系、胶条形状两方面研究了导电胶对太阳能电池之间粘接强度的影响。结果表明, 不同的导电胶体系对电池之间粘接强度的影响较大, 线状导电胶胶条的粘接效果优于点状导电胶胶条。

关键词: 导电胶; 太阳能电池; 粘接强度

0 引言

当前, 光伏产业已经发展成为技术成熟、竞争充分的产业, 已成为我国新能源经济和国民经济的重要组成部分^[1-2]。光伏组件是光伏发电系统中的核心部分之一, 由太阳电池和其他封装材料组装而成, 其所使用的太阳电池可以是整片电池, 也可以是由整片电池切割而成的小片电池^[3]。通常, 光伏组件中的太阳电池之间需通过焊带进行连接, 然而随着光伏技术的不断创新, 新产品和新材料不断涌入市场, 目前越来越多的组件厂开始使用导电胶连接电池^[4]。

导电胶由多种不同的成分组成, 最主要的部分为基体和导电填料, 基体可以为太阳电池提供黏结性能, 而导电填料可以使电池之间具有良好的导电和导热性能^[5]。通过导电胶连接后, 电池之间的粘接强度取决于导电胶的规格和性能; 而此粘接强度不仅影响组件生产过程中的良率, 还会影响组件的可靠性, 是组件生产制作过程中至关重要的参数^[6-7]。因此, 研究导电胶对太阳电池之间粘接强度的影响是非常有必要的。本文研究

了导电胶体系和胶条形状对太阳电池之间粘接强度的影响, 并通过扫描电镜和万能拉伸机等测试设备进行了表征, 以期导电胶的选型提供一定的参考。

1 实验原材料及流程

1.1 实验原材料

实验使用尺寸为 156 mm×156 mm 的单晶硅太阳电池, 导电胶使用有机硅体系和丙烯酸体系导电胶。

1.2 实验流程

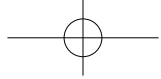
实验分别采用不同体系和不同胶条形状的导电胶进行涂覆。

具体实验流程如图 1 所示: 先将尺寸为 156 mm×156 mm 的单晶硅太阳电池切割成 40 mm×31 mm 的小片电池, 然后在小片电池的主栅上涂覆导电胶; 再将 2 片电池沿着长边方向重叠在一起 (见图 2); 在导电胶固化完全之后, 通过万能拉伸机测试电池之间的粘接强度。

对电池间的粘接强度进行测试时, 沿着电池

收稿日期: 2018-09-27

通信作者: 朱疆 (1990—), 男, 研究生, 主要从事光伏组件技术方面的研究。zhujiangxh@163.com



宽度方向进行拉伸并记录拉力测试的数值；每种实验测试 5~10 组样品。

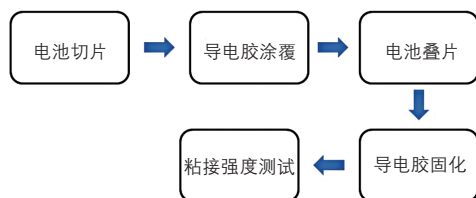


图 1 实验流程图

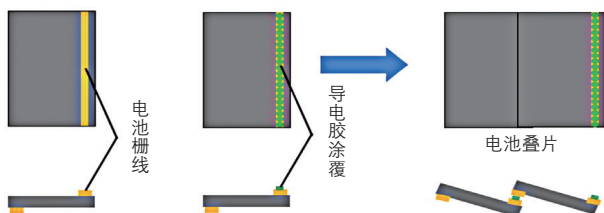


图 2 导电胶涂覆和电池叠片示意图

2 结果与分析

2.1 不同体系的导电胶对电池之间粘接强度的影响

实验使用了 2 种不同体系的导电胶：丙烯酸体系导电胶和有机硅体系导电胶，二者的性能对比如表 1 所示。分别使用 2 种体系的导电胶连接的电池间的拉力测试结果如图 3 所示。

表 1 2 种不同体系的导电胶的性能对比

参数	丙烯酸体系导电胶	有机硅体系导电胶
成分	丙烯酸、银	有机硅、银包铜
黏度 /cps	20000	18000
触变指数	4.8	6.5
固化条件	160℃ /14s	150℃ /30s
体积电阻率 /Ω·cm	0.00007	0.00038

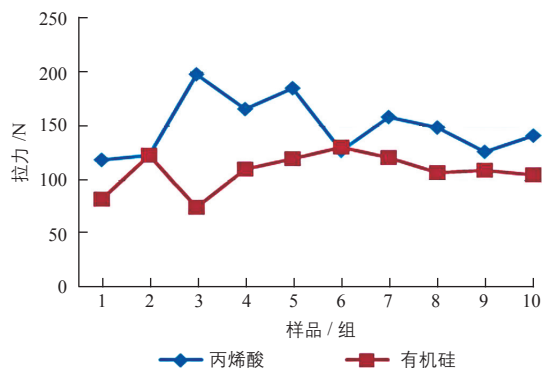


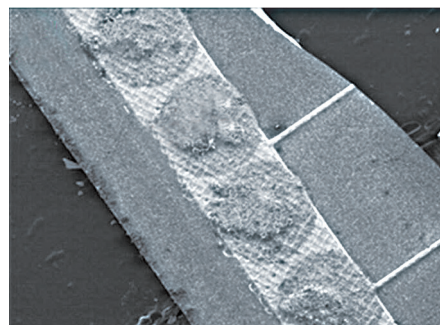
图 3 不同体系的导电胶连接的电池间的拉力测试结果

从图 3 中可以看出，使用丙烯酸体系导电胶进行连接后，电池间的拉力普遍大于使用有机硅体系导电胶。这说明采用丙烯酸体系导电胶的太阳电池间的粘接效果更优，制作出的光伏组件机械性能更好。

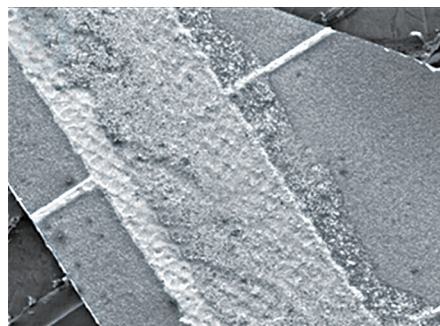
2.2 不同胶条形状的导电胶对电池之间粘接强度的影响

在进行导电胶涂覆时，丙烯酸体系和有机硅体系导电胶在电池栅线上点出的胶条形状均会随着点胶设备参数的调整而发生变化。因此，本实验仅从二者中选取 1 种作为实验对象。

本实验选用丙烯酸体系导电胶，通过调整点胶设备参数得到不同的胶条形状，如图 4 所示。图 4a 中，导电胶胶点之间有一定的间距，因此胶条形状为点状；图 4b 中，导电胶胶点之间连接成线状。



a. 点状



b. 线状

图 4 不同胶条形状的导电胶扫描电镜图

分别采用 2 种胶条形状的导电胶连接太阳能电池，然后分别测试太阳能电池之间的拉力大小，得到的结果如图 5 所示。

由图 5 可以看出，分别采用点状与线状 2 种导电胶胶条时，电池之间的拉力大小相差约 40 N。

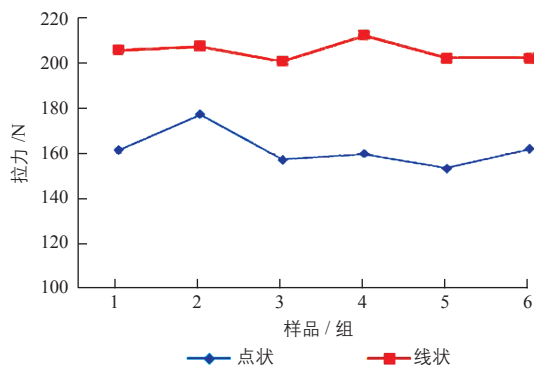
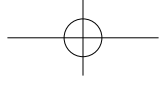


图5 采用不同胶条形状的导电胶连接的太阳电池之间的拉力测试结果

对于同一种导电胶来说,线状导电胶胶条所产生的粘接效果优于点状导电胶胶条。因此,在生产中可调节设备参数,使导电胶胶条呈线状,以提高太阳电池之间的粘接效果。

3 结论与展望

本文研究了导电胶体系和胶条形状对太阳电池之间粘接强度的影响。结果表明,不同导电胶体系对电池之间的粘接强度影响较大,采用丙烯

酸体系导电胶连接的电池间的粘接强度优于采用有机硅体系导电胶。此外,导电胶胶条形状可通过调节设备参数来调整,对同一种导电胶而言,不同胶条形状所产生的粘接强度也各不相同,线状导电胶胶条的粘接强度优于点状导电胶胶条。以上结论对于光伏组件生产过程中导电胶的选型和设备参数调节具有一定的指导意义,可推动导电胶在光伏组件领域的发展。

参考文献

- [1] 刘斌蓉. 太阳能光伏发电[J]. 阳光能源, 2004, 28(2): 43.
- [2] 陆维德. 太阳能利用技术发展趋势评述[J]. 世界科技研究与发展, 2007, 29(1): 95 - 99.
- [3] 焦富强. 导电胶接在光伏组件加工中的应用研究[J]. 太阳能, 2017, (1): 38 - 40.
- [4] 苏辉煌, 钟新辉, 詹国柱, 等. 导电胶的研究进展[J]. 粘接, 2008, 29(6): 28 - 33.
- [5] 章炜, 姚建吉, 詹科, 等. 导电胶研究进展[J]. 科技导报, 2018, 36(10): 56 - 65.
- [6] 刘峰, 张俊, 李承辉, 等. 光伏组件封装材料进展[J]. 无机化学学报, 2012, 28(3): 429 - 436.
- [7] 刘桂雄, 何建林, 余荣斌. 光伏组件可靠性评估的研究现状与思考[J]. 现代制造工程, 2014, (12): 123 - 126. 太阳能

(接第76页)

以下结论:

1) 当平单轴支架的东西向间距采取无逆跟踪技术且全年 09:00 ~ 15:00 无阴影遮挡时的间距, 11 个地区中, 除了玉树和昆明两地以外, 其他大部分地区采用平单轴支架光伏发电系统的 $LCOE$ 比采用固定支架的都高。因此, 从经济性角度来说, 在这种间距排布方案下, 平单轴支架不适合应用于屋顶分布式光伏项目。

2) 当平单轴支架的东西向间距取值从无逆跟踪技术且全年 09:00 ~ 15:00 无阴影遮挡时的值逐渐减少时, 存在一个最佳间距值, 该值对应最低度电成本 $LCOE_{min}$ 。在大部分高纬度 (34° 以上) 地区, 此 $LCOE_{min}$ 值比采用固定支架的 $LCOE$ 低; 而在大部分中纬度 ($25^\circ \sim 34^\circ$)、低纬度 (25° 以下) 地区, 此 $LCOE_{min}$ 值比采用固定支架的 $LCOE$ 高。这说明, 从经济性角度看, 在大部分高纬度地区,

屋顶分布式光伏项目应用平单轴支架可降低度电成本, 提高经济收益; 而在大部分中、低纬度地区, 平单轴支架不适合应用于屋顶分布式光伏项目。

3) 大部分高、中纬度地区的平单轴支架的东西向最佳间距值 L_c 为 3 m, 而大部分低纬度地区的 L_c 为 2.5 m。

参考文献

- [1] 王海波. 光伏发电系统增加单轴跟踪装置的经济性分析[J]. 能源工程, 2012, (4): 62 - 65.
- [2] 王雪青, 许远明, 张士廉, 等. 建设工程经济[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [3] 谢磊, 武浩, 万宏, 等. 平单轴跟踪光伏发电系统容量配比研究[J]. 太阳能, 2017, (12): 30 - 36.
- [4] 何银涛, 张梅, 黄华. 光伏发电跟踪支架阴影数学模型研究[J]. 太阳能, 2015, (3): 32 - 35.
- [5] 王士涛, 刘益松, 李彩霞. 逆跟踪技术在平单轴跟踪器上的应用[A]. 第15届中国光伏大会(CPVC15)论文集[C]. 北京, 2015: 154.
- [6] 陈祥. 光伏电站发电量的理论计算及差异分析[J]. 太阳能, 2011, (1): 39 - 41. 太阳能