

问题探讨

# 光伏组件层压前电池片隐裂因素分析

王彦雷, 申 燕, 廉佳林

(山西潞安太阳能科技有限责任公司, 山西 长治 046000)

**摘要:**光伏组件层压前通过 EL 测试将半成品组件中的缺陷及时进行排查, 并进行返工, 是光伏组件生产中的关键环节。常见的返工缺陷有隐裂、虚焊和其它。其中, 电池片隐裂导致的返工比例最高。引起电池片隐裂的因素包括: 电池片晶体类型、环境温湿度、焊接机固定台温度、洁净度、敷设手法等, 全方位进行关注并采取相应措施, 是降低电池片隐裂的有效途径。

**关键词:**光伏组件; 层压前; 电池片隐裂; 分析

中图分类号: TM914

文献标识码: B

文章编号: 1006-8759(2017)02-0049-03

## THE ANALYSIS OF THE SOLAR CELL CRACKED FACTORS BEFORE THE LAMINATING PROCESS OF PHOTOVOLTAIC MODULES

WANG Yan-lei, SHEN Yan, LIAN Jia-lin

(Shanxi LUAN Photovoltaic technology co., LTD, Changzhi 046000, China.)

**Abstract:** It is the key links of photovoltaic module production that the defects should be discovered through the EL test before the laminating process and the photovoltaic module quickly. There are some common rework defects such as cracked and insufficient solder and the others. Among them, the cell has the highest percentage of cracked lead to rework. The factors that cause cell cracked include cell crystal type and ambient temperature and relative humidity and welding machine with fixed bed temperature and the cleanliness and manual operational. To pay attention to and take corresponding measures in an all-round manner, which is an effective way to reduce the solar cell slice of cracked.

**Key words:** photovoltaic modules, before the laminating process, the Solar Cell cracked factors, analyze.

光伏组件生产过程中, 会因为成品组件(或半成品组件)存在某种异常或缺陷而进行返工。发现异常或缺陷的质控点主要分为: 层压前 EL 测试、层压后目测、后道 EL 终测三个工序点。层压后, 玻璃、EVA、电池片、EVA、背板在高温高压的作用下会结合成一个整体, 常规下很难进行拆分, 返工困难很大。因此, 层压前通过 EL 测试将半成品组件中的缺陷及时进行排查、发现并更改, 显得尤为

重要。

层压前的工序包括电池片焊接和敷设, 由于设备、人、材料、方法、环境等因素, 每道工序都可能产生不良现象。焊接工序造成的常见不良现象包括: 电池片隐裂、虚焊、焊带偏移、锡丝、锡渣、铺锡、助焊剂结晶残留等。敷设工序造成的常见不良现象包括: 电池片隐裂、异物、并片、串间距小大、背板不良、背板小条不居中、汇流条间距小大、汇流条弯曲、汇流条虚焊、汇流条长短不一、条码粘贴不良、极反等。根据层压前 EL 测试出现不良现象的频次, 将以上不良造成的返工, 大致归为三类:

收稿日期: 2016-10-24

第一作者简介: 王彦雷(1986-), 男, 河北人, 本科学历。现就职于山西潞安太阳能科技有限责任公司, 组件分厂, 主管技术员。

第一类:隐裂返工。频次最高,焊接、敷设两工序都可能造成电池片隐裂。

第二类:虚焊返工。虚焊是焊接工序出现的不良,需要及时发现并调整自动焊接机设备。

第三类:人为返工。其他不良现象的总称,由于每种不良出现的频次较少、且多为人为粗心大意造成,因此,统称为人为返工。

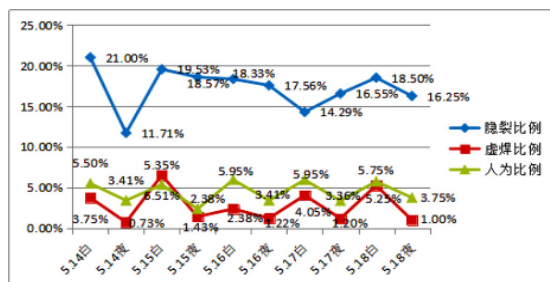


图1 2016.5.14~2016.5.18 层压前各因素返工比例

图1是笔者所在公司2016年5月份某段时期内生产单晶组件层压前EL测试不同类别返工比例折线图。可以看出,隐裂造成的返工比例最高,人为造成的返工比例次之,虚焊造成的返工比例最低。

本文针对层压前半成品组件造成返工的隐裂因素进行分析与研究,并提出整改措施。

引起层压前电池片隐裂的原因是多方面的,下面逐项进行分析。

## 1 单多晶类型

单晶电池片中,硅的所有原子排列短程有序、长程也有序;多晶电池片中,硅原子排列仅短程有序,存在晶界(如图2所示)<sup>[1]</sup>。由于多晶体晶界之间存在一定的作用力,当受到外力时,在晶界之间的相互作用力下,多晶电池片一定程度上不会破碎。相比之下,单晶电池片会比多晶电池片易碎,隐裂比例高。

对于自动焊接来说,由于电池片受力比较均匀,单多晶电池片隐裂比例区别不大;但对于手动焊接来说,由于人为力度的差异,单晶隐裂比例偏高。这是由单、多晶电池片内部结构的差异引起的。

## 2 环境温湿度

笔者所在公司所用焊接机使用说明中指出,环境温度过低,会造成碎片率增加;湿度增大时,

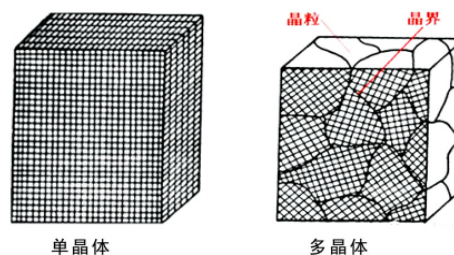


图2 单、多晶体硅原子排列方式

将会造成绝缘裂化,控制元件受损,而且湿度增大会造成凝露。另一方面,当湿度增大时,会增大电池片的翘曲度,进而增大隐裂的比例。最高温度为+40℃时,空气的相对湿度不超过50%;在较低的温度下可以允许有较高的湿度,例如:20℃时达到90%。建议运转时,周围空气温度为:10~40℃,24h,其平均值不超过+35℃;湿度为30%~75%,对于由于温度变化偶尔产生的凝露应采取特殊的措施,不得有结露。

## 3 焊接机

与手工焊接相比,自动焊接降低了对电池片的操作次数,实现了单焊、串焊的同步进行<sup>[2]</sup>。但是,当焊接机各参数、各零部件调节不当时,也会引起电池片的隐裂。主要包括以下几方面:

### 3.1 固定台温度

固定台划分为:预热台、焊接台、第一降温区、第二降温区、第三降温区五个区域。电池片焊接前经预热区,进入施焊工位,运用高频感应式焊接头进行焊接,焊接时升温速度、保温时间、降温速度均予以严格梯度控制,施焊前经三段梯度升温预热,焊后经四段梯度缓降温。建议预热台温度:50~60℃,焊接台温度110~140℃,降温区一温度:90~100℃,降温区二的温度低于降温区一,降温区三的温度低于降温区二的温度。电池片脆性大、易碎,急速升温或降温,造成电池片受热、受冷,引起热胀冷缩裂,再加上焊接施加一定的作用力,电池片很容易破碎。因此,加强预热台、焊接台、降温区的温度检测,是降低电池片隐裂的途径之一。

### 3.2 洁净度

移动台面、焊接台面、真空吸盘、传送皮带等,但凡电池片接触的位置,只要有异物,都有可能粘附在电池表面,造成隐裂。主要的异物除

了电池片碎渣，就是助焊剂结晶残留。因此，定时对焊头（包括前焊头、中焊头、后焊头）烟雾结晶进行清理，时刻保持焊接机工作台面的洁净度，显得尤为重要。

另外，焊接台上粘有特氟龙胶布。当焊接一段时间后，粘接的特氟龙胶布边侧有翘屈时，就必须更换掉。粘贴时，不得有空气残留在胶布底下。

### 3.3 基面不平、气嘴吸力不均

焊接平台高低不平、或吸附电池片的气嘴力度不均，同样会引起电池片隐裂。此两项不良因素，如在排版机上发生，也会引起电池片隐裂。

## 4 敷设手法

电池片单焊、串焊好以后，要经过敷设工序。敷设即按照玻璃、EVA、电池串、EVA、背板的顺序依次将上述各物进行叠放。叠放的过程中，为避免电池串偏移，要用高温胶带对电池串进行固定。另一方面，为了汇集电流，要用烙铁头将汇流带和电池串引出线进行焊接。在这个过程中，由于力度、手法等原因，可能会对电池片造成一定的损伤。笔者对所在公司 2016 年 6 月份某段时间内生产 9211 块单晶组件（6x12）中 708 片裂片位置进行了分析，如图 2 所示。

可以看出，裂片的位置主要集中在 D1、C1、E12、A1、D11、E3、B10、A12、D5、B1，共 10 个位置。通过对隐裂比例高、原因突出的位置进行细致分析，找出相关隐裂原因及针对性对策，如表 1 所示。

通过分析发现，隐裂比例高的位置，均为入

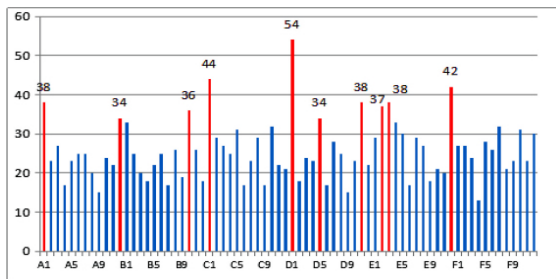


图 2 层压前 EL 测试电池片隐裂位置分布

为接触频次较多的地方，因此，提高员工标准化作业、加强手法力度的培训，突出注意项，是今后的方向。

## 5 原材料

表 1 电池片隐裂位置原因分析及整改措施

序号	隐裂位置	原因	整改措施
1	D1	D1、C1 位居组件 (6*12) 头部中央, 该位置不仅要进行 EVA 小条、背板小条的穿插, 还要引出四根汇流带, 同时也是 EL 测试探针的接触点。	1、尽可能使背板小条宽度与两根短汇流带间距保持一致, 避免背板小条左右晃动; 2、焊接短汇流带时, 直接将 2 根长汇流带短边弯起, 避免敷设好弯曲对电池片造成的顶力。
2	C1		
3	E12	胶带粘贴位置	手势要注意, 力度要柔和
4	A1	在垫 EVA 小块时, 会将汇流条歪曲, 焊带会随之歪曲, 电池片隐裂	轻轻将汇流条抬起, 将 EVA 小块垫上
5	E3	右手粘中部胶带, 左手可能会扶 E3 位置;	粘胶带只能一只手, 不能用另一只手扶
6	E2	条码粘贴位置	手势要注意, 力度要柔和
7	B10	胶带粘贴位置	手势要注意, 力度要柔和
8	A12	条形码粘贴条码错误或倾斜, 会进行返修, 返修是用力不均匀, 或者直接将汇流条折弯返修	在钢尺头部粘高温胶带, 减少在拿钢尺同时, 条形码粘连钢尺现象

引起电池片隐裂的原材料，包括焊带和电池片本身。

### 5.1 焊带扭曲

机器焊接安装的是轴装焊带，当焊带上存在个别扭曲现象时，肯定会造成电池片隐裂。因此，加强焊带供货商的产品要求，加强检验，是很有必要的，要做好上料记录。

### 5.2 电池片本身隐裂比例大

实际生产中发现，确实存在某一批次、某一箱体电池片隐裂比例偏高的情况。因此，实时对电池片来料进行 EL 隐裂抽测，加强电池片来料管理，做好上料记录，及时与供货商沟通，进行上料批次更换或单独箱体更换，也是降低层压前隐裂返工的有效途径。

降低层压前半成品组件隐裂返工比例，需要从多方面着手。首先，严格检验电池片、焊带等来料的质量，尽可能减少来料问题对半成品组件带来隐裂的隐患。其次，加强对环境温湿度的控制、焊接机固定台温度的控制、洁净度的处理，及焊接机机台平整度、吸嘴力度的管理。再次，关注敷设环节操作工的手法，加强培训，位置准确、力度柔和，培养良好的操作习惯及质量意识，也是必不可少的。

## 参考文献

- [1] 魏平. 从内部结果分析单、多晶电池性能差异 [J]. 视角, 2016-07-19.
- [2] 申燕. 降低光伏组件生产损耗的研究 [J]. 新材料产业, 2016(3): 56-59.