

Problems and Solutions in the Mass Production of PV-modules

Huihui Gao¹ Kuai Gao²

1.Xinyu Saiwei Power Technology Co., Ltd., Xinyu, Jiangxi, 338000, China

2.School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

In the mass production of photovoltaic modules, problems such as overlapping design of busbars, bulging of backplates near junction boxes, false soldering of busbars and solder strips, bubbles inside the modules, hidden cracks in battery cells, and paint peeling of black busbars are inevitable in the development process of photovoltaic modules. Because photovoltaic modules have developed rapidly in recent years, and new products have emerged one after another. However, the technological reserves in mass production are insufficient. The paper provides specific solutions to the technical difficulties encountered in mass production of photovoltaic products such as multi main gate modules, semi sliced modules, double glass modules, and all black modules.

Keywords

fragment; false welding; bubble; cleavage; paint stripping

光伏组件量产中的问题及解决方案

高慧慧¹ 高快²

1. 新余赛维电源科技有限公司, 中国·江西 新余 338000

2. 西安建筑科技大学管理学院, 中国·陕西 西安 710000

摘 要

光伏组件批量生产中,会遇到汇流条上下重叠设计,接线盒附近背板鼓包、汇流条和焊带假焊、组件内部出现气泡、电池片隐裂、黑色汇流条掉漆等问题,这些问题的出现是光伏组件发展过程中的必然。因为光伏组件近几年发展迅速,新产品层出不穷。然而,量产中的技术储备不足。论文针对多主栅组件、半切片组件、双玻组件以及全黑组件等光伏产品,根据量产中遇到的技术难题,给出了具体的解决方案。

关键词

破片;假焊;气泡;隐裂;脱漆

1 引言

光伏组件是利用光生伏特效应,将光能转化为电能,能独立发电的最小单元,属于近些年国际上大力发展的清洁能源之一。中国光伏在近十年的发展,可以说是突飞猛进,无论是设备的自动化程度、产品设计和生产、产品的性能,产品外观等都是世界第一。但是,在产品迅猛升级的过程中,难免在批量生产过程中遇到难题,毕竟批量生产和单个研发不一样,如研发考虑的是性质问题,能不能达到发电量高,使用寿命长。企业家在批量生产时考虑的是生产效率不高,成本低不低,利润高不高的问题,这就使得研发的技术不一定会顺顺利利批量生产。只有把批量生产中的一个一个技术问题攻破,才能实现企业的利润和消费者利益的双赢。

【作者简介】高慧慧(1988-),男,中国陕西榆林人,高级工程师,从事光伏电池和光伏组件研究。

2 光伏组件的设计问题及解决方案

2.1 组件引出线的设计

整片组件的汇流条采用的是上下重叠结构,中间虽采用背板或者EPE隔离,但是在户外长期发电发热的过程中,该区域非常容易鼓包脱层。最合理的设计是汇流条不重叠,不增加组件的局部厚度。也就是目前行业普遍使用的半切片光伏组件的设计,汇流条互相之间没有任何重叠,上下均有EVA充分黏结,质量安全可靠。另外,半切片光伏组件的设计中,尤其是引出线位置要格外注意,因为半切片光伏组件的接线盒都是长条状,如果背板开口较大,接线盒无法覆盖背板的开口,或者会出现即使刚覆盖到,但是覆盖面积不够,达不到IEC61730—2016标准。目前针对这个背板和EVA开孔都是采用自动化裁切设备,并且开孔为腰圆孔,规格普遍为9mm×14mm。接线盒尺寸为25mm×60mm,可完全覆盖该孔洞。如果设计为圆孔,较窄的接线盒就会出现覆盖面积不够的问题。

2.2 电池片的对称设计解决焊接虚焊和过焊问题

电池串是焊接机将焊带和电池片主栅线焊接后形成的,

这就要求电池片设计的网板图形是对称的,这样电池片在切片的过程中就不用区分方向。另外,针对目前主流的半切片电池片,电池片图形设计也要考虑到切片后印刷图形仍然是对称的,这样切片后,在上串焊机使用的时候可以不用区分方向。随着电池片生产成本的降低(银浆用量降低),电池片的银栅线由粗实线变化为虚线,并且虚线的点之间的距离在10mm以上,也就是行业内说的焊点的方式。然而,焊点的设计要考虑到焊接机焊接工装的尺寸和压针的位置,只有焊点和压针位置对应起来,焊接质量才是可控的。目前行业主流串焊机为奥特维焊接机,所以电池片图形设计可以参考奥特维焊接机的焊接工装进行设计。

2.3 EVA 的克重设计

EVA 是乙烯-醋酸乙烯的共聚物,主要是用来黏结组件中电池片和玻璃,电池片和背板,填充组件内部空隙,密封保护电池片。企业为了追求利益最大化,有时候会无底线地降低 EVA 克重,导致组件生产过程中出现气泡,裂片等问题。EVA 克重降低后,同样会出现后期组件脱层,组件衰减率超标,发电量低等问题。根据大量实验证明,目前行业采用 0.3mm 的焊带,对应 EVA 克重需要在 440g/m² 以上;直径为 0.32mm 焊带,对应 EVA 克重在 460g/m² 以上。

3 光伏组件生产中的问题及解决方案

3.1 汇流条假焊的问题及解决方案

目前行业均取消了手工焊接,采用机器进行汇流焊接,但是因为焊接机性能不够稳定会出现假焊现象,主要现象是焊接后,前 EL 测试没有任何异常,层压后焊带和汇流条脱焊,表现为后 EL 单根虚焊。该问题也是目前行业普遍存在的问题,并且这个问题主要是在设备长时间停机复产时出现,解决方案是停机后一定要挑动检查焊接质量,为了防呆,可以通过焊疤识别。没有焊疤的点,可以理解为锡没有完全融化,焊接不够充分,存在假焊的风险。

3.2 引出线露出接线盒的问题

该问题主要集中在白色背板组件中,因为接线盒是黑色,再加上背板在引出线位置开孔后,正面可以通过引出线孔洞看到背面接线盒的黑色,影响美观。可以在组件中间加垫白色的背板或者 EPE 小方块进行遮光处理^[1]。

3.3 组件破片问题及解决方案

组件破片一般发生在引出线位置,主要原因是组件在层叠过程中,尤其是引出线位置进行了 EPE 和 EVA 小方块的增加,重叠部分由于高度差的原因,在层压过程中该位置的高度高于其他位置,且组件在层压过程中由于温度差,导致玻璃弯曲等原因,造成引出线位置的电池片受力不均碎裂。

解决方法有以下几种方法,可以叠加使用达到解决破片的目的:①调整层压参数,主要是降低一腔的层压温度,提高二腔的温度以保证交联度满足要求;②降低层压压力,在

保证组件层压后没有气泡的前提下尽量减少层压压力,层压三段压力分别为 -80kPa、-60kPa、-40kPa 为宜;③降低 EVA 小方块的克重,减少引出线位置的高度差,EVA 小方块克重在 380g/m² 为宜;④将 EVA 小方块设计在背膜的上面,减少电池片的受力不均(不放置 EVA 小块,引出线位置会有气泡)。

3.4 单玻组件气泡问题及解决方案

单玻组件的气泡主要发生在中间汇流条位置,因为背板和 EVA 开孔导致四周 EVA 无法充分填充该区域,导致该区域出现气泡不良;解决方案是加垫 EVA 小方块,增加层压下压压力,使得周围 EVA 能顺利流动到并补充到引出线开孔位置,避免气泡产生。

单玻组件另外一种气泡是发生在层压机长时间层压,没有在规定时间内出料导致焖锅,电池片间隙出现气泡,并且伴随定位胶带位置的背板鼓包。

3.5 双玻组件边缘气泡问题及解决方案

双玻组件层压后,短边边缘容易出现一排小气泡^[2],玻璃短边边缘的四个角最为明显。在组件层压过程中,因为硅胶板是通过气囊的形式给组件加压,加上组件与组件之间有间隙,导致单块组件的背表面受力不尽相同,一般是组件四角受力较大。层压机开盖后,背玻不再受力,加上冷却过程中玻璃收缩等原因,导致上下玻璃的边缘间隙扩大,空气进入上下玻璃之间形成气泡。

当遇到这种组件气泡时,首先可以通过增加三段的层压压力,增加上下玻璃边缘的 EVA 量,减少冷却时玻璃间隙空气的进入;其次可以在双玻出现气泡的位置,增加一条 EVA;最后,也可以在双玻层压的过程中,四周增加层压框,降低组件层压前后玻璃的受力不均匀度。

3.6 边框间隙及高低差问题的解决方案

组件边框间隙和高低差主要表现为装框正常,当组件进入固化房长时间静止后,最底下 1~2 块出现不同程度的高低差,具体表现为短边高、长边低(组件正面向下)、长短边框之间出现高低不平整的现象。该问题的原因是边框角码与边框型腔高度存在一定的间隙,造成装框后角码没有完全将长短边框锁死。当组件堆叠在固化流水线上时,最下面的一块组件长边受到上面堆叠组件压力,短边因为流水线的弹性形变,受到流水线向上的推力(固化流水线上的组件都是前后错开放置,促进空气流通,便于硅胶固化),长、短边框受到的力相反,最终导致长短边框错位形成高低差。

解决方案是将固化线上的最下面 2~4 块组件调整为对齐放置,使长短边框受到同一方向的力,减少长短边框的高低差。当然,也可以通过固化流水线的改造,使得最下方组件的受力点不在长边框上,或者是均匀受力。

3.7 串间距不良及解决方案

组件在层压后出现串间距偏小或并串现象,组件一般为 6 串电池串组成,串与串之间通过耐高温的胶带进行固定,防止层压过程中串偏移,但是当胶带没有和电池片充分黏

结的时候就会出现串偏移。一般可以通过更换粘度更大的胶带,优化粘贴位置,增加胶带的长度,调整胶带粘贴效果——胶带粘贴后,出现明显的电池片青色,可以提升环境温度,增加胶带的黏性等(冬天最容易出现)。

3.8 黑色汇流条脱漆及解决方案

在使用黑色汇流条生产黑色组件时,容易出现黑色汇流条脱漆现象,影响组件外观。脱漆主要原因是黑色汇流条主体仍然是普通的锡包铜汇流条,表面为了制作组件后美观,在汇流条的一个外表面镀了一层带有碳粉的环氧树脂(黑色)。然而,在汇流条的高温焊接过程中,因为金属铜和聚合物的环氧树脂热膨胀系数相差很大,金属大幅度膨胀将表面的环氧树脂脱离,出现脱漆现象。解决方案是降低焊接温度,尤其是降低镀漆层的焊接温度。当然可以直接降低焊接头的温度,也可以采用在镀漆面增加较厚的高温胶带,增加隔热的方式进行单面降温。

3.9 接线盒虚焊及解决方案

接线盒和组件内部引出线没有充分焊接,出现虚焊的问题,主要是焊接温度低,或者焊头严重氧化导致。焊接温度低,锡无法充分融化,就会出现虚焊或者假焊。虚焊会导致组件在EL测试时出现黑串,组件功率降低1/3或者2/3。部分假焊在前期的EL和功率测试均正常,组件在户外长期发电过程中,引出线和接线柱之间因为接触电阻过大,发热,最终会出现完全脱开或者是接线盒烧毁。解决方案是提升焊接温度,常规手工焊接的烙铁头温度建议为400℃,机器焊接的焊接温度建议也在350℃以上;另外,可以设计接线盒引线柱具有单独的锡块,锡层厚度在0.5mm以上,确保焊接时,引线柱和引出线之间有充足的锡。

3.10 单玻组件隐裂问题及解决方案

双玻组件因为上下玻璃的刚性,组件在整个生产过程

中变形较小,电池片不会局部受到巨大压力而出现隐裂^[3]。但是,单玻组件因为只有一块玻璃,组件在生产过程中,随着流水线的剧烈升降和归正抖动,出现一定的概率的电池片隐裂。如果出现批量性隐裂,并且流水线观察没有出现明显抖动的,很有可能是背板的收缩率导致的。这两年随着光伏的降本,共挤型聚氨酯背板大量应用,然而,共挤型背板的热胀冷缩会导致电池片隐裂。主要表现为组件在层压出料后,由于组件温度的急剧下降,背板急剧收缩,带动内层EVA收缩,拉动电池片发生小八字隐裂,小八字隐裂出现在焊带和电池片边缘。组件随着后续流水线的运输,小八字隐裂在流水线的抖动下逐步扩大,最终导致大量电池片隐裂。如果是背板的问题,小八字隐裂会在组件中大量存在,组件贯穿隐裂率0.3%~20%不等。严重的背板收缩会导致层压后组件背板褶皱。

4 结语

目前,中国光伏产业无论是规模上还是技术上都是世界第一。但是,在光伏新技术快速迭代升级的过程中不可避免会遇到一些技术难题,我们只有对各类技术问题进行详尽分析论证,给出合理的解决措施,不断提高组件的生产效率,提高组件的长期可靠性和发电收益,中国的光伏之路才能长久地走下去,中国光伏技术才能长久地保持在世界第一。

参考文献

- [1] 高慧慧,高快.半切片光伏组件引出线问题的系统解决方案[J].电力工程技术创新,2022,4(3):27-30.
- [2] 曹敬乐,李俊斐,胡海生,等.浅谈双玻光伏组件边缘气泡的成因及解决方法[J].太阳能,2017(11):4.
- [3] 王欢,徐征,徐田帅,等.光伏组件隐裂特性的研究进展(下)[J].太阳能,2015(11):7.