

光伏电站晶硅组件常见问题分析及优化管理建议

张力夫 朱光辉 陈 颢

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 经过调研大量光伏电站可知,晶硅组件容易出现黑心、黑斑、黑团、隐裂、裂片等问题。组件常见问题的原因主要包括两方面,一是生产制造环节原材料品质不佳及生产制备工艺出现问题;二是建设安装环节施工人员的不规范操作。为了保证晶硅组件的质量和电站稳定运行,应从生产制造和建设施工两方面对太阳能晶硅组件质量进行科学管理,不但要严格把控组件生产工艺,而且电站建设施工的组件交接、组件存放、施工安装等环节也要按照规范严格执行。

[关键词] 光伏电站; 晶硅组件; 质量管理; 科学管控; 组件检测

[中图分类号] TF843.5; TM914.4 [文献标志码] B [文章编号] 1008-5122(2021)02-0051-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.02.013

Common Defects Analysis and Optimization Management Suggestions of Crystalline Silicon Modules in Photovoltaic Power Station

ZHANG Li-fu, ZHU Guang-hui, CHENG Kuang

Abstract: After investigating a large number of photovoltaic power plants, it can be seen that the crystal silicon components were prone to problems such as black core, black spot, black mass, hidden crack and crack. Two main reasons for common problems of components were the poor quality of raw materials and the problems of production preparation process, and non-standard operation of construction personnel in construction installation. In order to ensure the quality of crystalline silicon components and the stable operation of power station, the quality of solar crystalline silicon components should be scientifically managed from the aspects of production, manufacturing and construction. Not only the production and manufacturing process of components should be strictly controlled, but also the components handover, components storage, construction and installation of power station construction should be strictly implemented in accordance with the specifications.

Key words: photovoltaic power station; crystalline silicon modules; quality management; scientific control; module detection

0 前言

随着我国光伏电站发展建设规模的扩大,部分光伏电站中光伏组件产品质量问题逐渐突显。根据近十几年来国内建成电站的统计数据,在建成的并网光伏电站中,近半数电站的首年发电效率衰减

为5.5%~11.5%(个别电站首年发电效率衰减超过15%)^[1-2]。电站首年理论发电效率衰减应为2.5%~3%,在寿命期内逐年衰减不应高于0.7%。

太阳能晶硅组件的造价成本在光伏项目的动态总投资中为47.5%~52.5%。与此同时,晶硅光伏组件在项目动态总投资里占全部设备投资的68.5%~79%。结合10多年的工程建设经验和行业发展统计数据,在集中式地面电站、分布式电站、水面电站以及农林结合的山地光伏电站等众多光伏电站中,太阳能组件发生质量问题进而导致发电

[收稿日期] 2020-12-03

[作者简介] 张力夫(1987—),男,山西晋中人,硕士,高级工程师,主要从事新能源项目建设、项目管理工作。

量下降的原因有两方面:一是组件生产制造环节中发生的质量品控问题,二是光伏系统设计或运行环境等因素造成的问题。本文将对影响太阳能晶硅组件的质量问题进行深入分析和讨论。

1 太阳能晶硅组件常见质量问题与检测方法

1.1 太阳能晶硅组件常见质量问题

1)组件出现裂纹。裂纹包括肉眼无法识别的隐裂,会导致电池发电受阻,形成热斑,甚至直接烧坏组件。

2)黑斑、黑团组件。经太阳能晶硅组件电致发光缺陷检测仪检测,出现黑斑或黑团的组件无法如正常组件一样发出红外光,故红外相片出现出黑心和黑斑。

3)机械损坏。在搬运或施工安装运行中,晶硅电池组件由于外力的作用,出现表面破损、玻璃破裂、背板划伤等损坏。

1.2 太阳能晶硅组件常用检测方法

1)EL 检测仪。太阳能晶硅组件电致发光缺陷检测仪,是根据硅材料的电致发光原理对组件进行缺陷检测及生产工艺监控的专用测试设备。

2)热斑检查与红外检查。红外检查(IR)是发

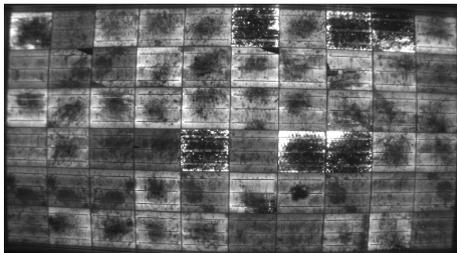


图2 黑心、黑团、黑斑组件的 EL 测试图

在组件制造生产层压组装环节中,组件因各种受力挤压碰撞会产生裂痕。如图3、图4所示,组件的 EL 检测图片会出现不均匀分布的黑色阴影区域(即组件受损或存在缺陷的症状)。

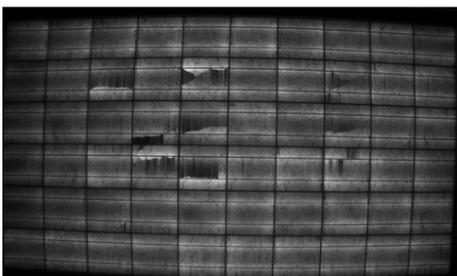


图3 组件隐裂 EL 测试图

现问题组件的非常有效的方法,该检查能够发现组件是否存在功率损失并明确组件的热斑位置。

3)组件 I-V 性能检测。光伏电站中的光伏组件的输出性能存在差异,部分光伏组件的输出功率接近或者低于额定功率。

2 太阳能晶硅组件问题原因分析

2.1 太阳能晶硅组件生产制造中常见问题及原因

正常晶硅组件是指 EL 图形中电池片亮度均匀、颜色基本一致、表面无明显缺陷的组件^[3-4]。以东北地区某项目为例,正常太阳能晶硅组件的 EL 检测结果如图1所示。

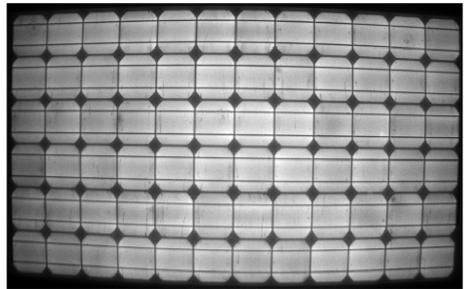


图1 正常太阳能晶硅组件 EL 测试图

在组件制造环节中,如果生产厂家选用的原材料品质不佳,或受到其他杂质污染,组件易出现黑心、黑团、黑斑等缺陷,EL 检测图如图2所示。

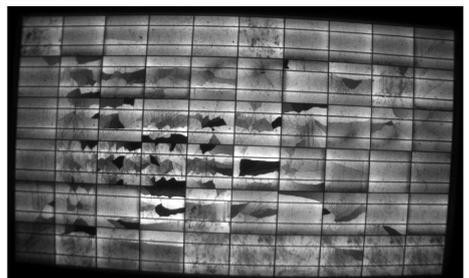
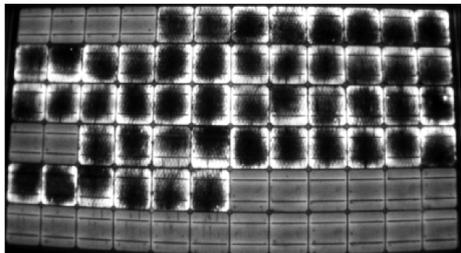


图4 组件裂片 EL 测试图

2.2 太阳能晶硅组件在电站建设过程中常见问题分析

2.2.1 组件问题

在电站建设过程中,晶硅组件易因施工人员操

作不规范而出现隐裂,背板划伤等问题。以东北某大型光伏项目为例,项目建设期间运至现场的光伏组件共约20万块,在建设前和建设过程中均按照规定进行了抽检工作。对存在施工安装人员不按规范安装现象的区域进行重点抽查,发现了部分隐裂和碎片组件,比例约为万分之一。此外,施工人员未按照施

工技术方案进行搬运和组件安装造成了背板划伤问题组件的比例约为万分之二,合计约40块。其中30块为施工人员未按照施工技术方案进行搬运和组件安装而造成的问题组件。背板划伤会影响组件及方阵的输出功率。EL检测图中黑色线状阴影区域和组件背板划痕的对应关系如图5所示。

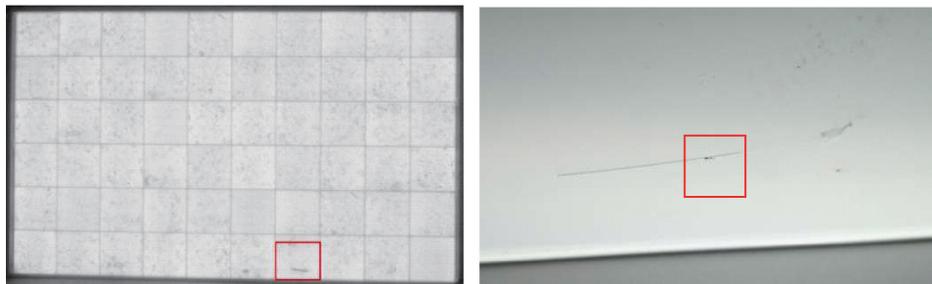


图5 背板划伤组件EL测试图和背板组件照片

2.2.2 组件试验

2.2.2.1 EL测试

为了验证背板划伤和暴力安装会导致晶硅组件隐裂和裂片,进而影响组件发电效率,在电站建设期

间,将备品组件进行了暴力破坏试验^[6-7]。选取了3块无隐裂、无划伤的正常组件进行人工踩踏、背板划伤的暴力破坏,并进行了EL测试,发现组件出现隐裂和破坏(图6)。

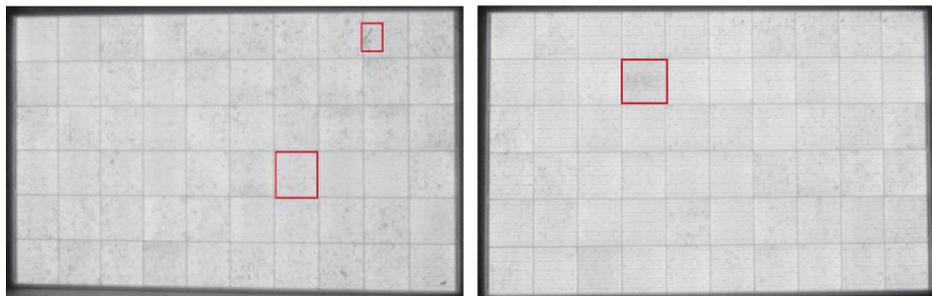


图6 暴力踩踏和背板划伤造成的隐裂、裂片组件EL检测图

由图6可知,野蛮暴力施工作业如暴力踩踏、背板划伤等会造成组件裂片和隐裂,使组件在运行过程中发热出现热斑,降低发电功率,影响电站发电量。

2.2.2.2 光伏组件热成像检测

在东北某光伏电站的建设期,进行了热成像抽检检测方案^[5],抽检200块组件均未发现热斑,结果如图7所示。同时对抽检合格组件进行暴力破坏,

然后进行热成像检测,结果如图8所示。经过破坏试验后,组件热斑明显,表明组件性能遭到破坏。

3 太阳能晶硅组件质量管理建议

从上述分析可知,太阳能晶硅组件产生缺陷进而影响项目正常运营的原因总体可以分为两大类,即来料原因(即组件生产制造环节)和后期人为原



图7 正常组件热成像检测图

因(即电站施工建设及运维环节)。太阳能晶硅组件作为太阳能光伏发电系统的核心元件,其质量对于光伏电站投资者和总承包单位来说,至关重要。因此,在组件制造环节、后期建设安装及运维过程中,一定要严格按照规定规范执行。

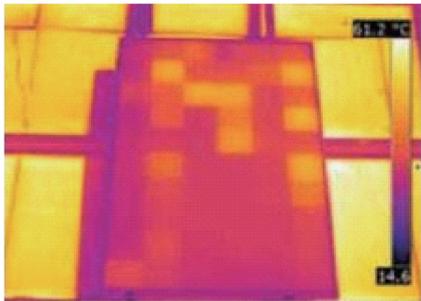


图8 暴力破坏性试验组件热成像检测图

3.1 把控产品源头

首先,从选择硅片的源头严格把控,选用国内或国际一线品牌厂商的电池片。组件制造的每个工序都要严格按照程序和规范执行,并且做到及时发现问题及时反馈,严禁不良电池片流入下一道工序,同时将不良电池片退回供应商以减少损失。其次,项目投资方或总承包建设方应对入围组件的供应商名单严格把控。在组件招投标阶段,对组件关键技术参数进行合理优化并制定把控标准;在项目实施前期,选择具有丰富经验和资质的组件检测单位和人员,驻厂监造,这样既保证产品质量又能及时催促供货,保证项目建设进度。

3.2 优化管理现场施工安装

在项目施工建设安装过程中,光伏组件的运输、吊装、二次搬运、调试及安装工作量较多,因此需要重点把控。

3.2.1 组件交接

1)在生产运输环节,要求制造商按照合同约定,明确责任,对光伏组件运输保险按期如实投保,以保证双方权益,保障设备质量。

2)光伏组件设备运抵项目现场时,严格按照现场接收程序,交接验收光伏组件设备。由于晶硅组件硬脆,应严格按标准化“吊装、搬运、存放”的流程进行。

3)为保证光伏组件后期的运行稳定、平稳发电,在开箱验收外观和合格性文件检查的同时,严格执行采用专业设备进行抽检验收工作。在光伏组件运抵施工现场后,根据到场时间、安装部位、安装方式的不同,进行随机等比例抽检,将不同批次的光伏组件送至专业检测机构检验。

3.2.2 组件存放

1)光伏组件需在现场指定区域或库房单独存放,并由保管员做好登记管理。

2)在施工安装过程前,保管员需每日巡检,避免组件出现丢失或人为损坏的现象。

3)室外存放组件时,需注意防雨、防潮;室内存放需注意防火。

3.2.3 施工安装

1)光伏组件安装时不管采用螺栓连接还是压块连接的安装方式,都应连接牢固。同时需注意,对于带边框的光伏组件,必须严格按照图纸执行,有明显的可靠接地。

2)光伏组件施工安装时,除了要保护设备,还必须因地制宜,根据不同的安装场景,制定相应的施工组织方案和安全预案。例如,对于屋顶光伏项目、水面光伏项目等作业区域特殊的项目,必须严格审核施工组织方案。作业前,对作业人员进行安全教育和安装方案的培训;进行安装作业时,对作业人员的安全文明施工实施检查监督,保障人员安全。

4 结束语

综上所述,组件产品质量及不良的原因繁多,包括生产制造环节的原材料问题和建设安装环节的不规范操作,但是只要对组件的“生产-运输-验收-安装-运维”环节进行科学管理,坚持“两手同时抓,两手都要硬”的原则,从组件制造源头和项目建设运维角度对太阳能晶硅组件的质量进行科学合理的质量管理,就能保证电站组件的整体质量,稳定光伏电站发电量,保证建设方和投资者的收益。

[参考文献]

- [1] 刘恩科,朱秉生,罗晋生,等. 半导体物理学(第7版)[M]. 北京:电子工业出版社,2011:286.
- [2] 孟德发,唐超,郭瑞,等. 太阳能电池背板的进展[J]. 化工新型材料,2014,42(1):7-9,39.
- [3] 肖娇,徐林,曹建明. 缺陷太阳能电池 EL 图像及伏安特性分析[J]. 现代科学仪器,2010(5):105-108.
- [4] 孔凡建. 太阳能电池组件 I-V 特性曲线异常[J]. 电源技术,2010,34(2):181-185.
- [5] 杨健,丁娜. 借助红外热像仪分析电气隐患[J]. 电气开关,2013(1):101-103,106.
- [6] 罗春明,何伟,周珂. 晶硅太阳能电池薄膜材料现状及发展趋势[J]. 绝缘材料,2012,45(3):29-33.
- [7] 夏文进,唐邓,章博,等. 太阳能电池背板用氟材料的应用研究[J]. 涂料工业,2014,44(12):55-60.