

地面电站光伏组件设备全制造周期质量控制探讨

张 宁

山东电力工程咨询院有限公司 山东 济南 250100

摘 要：随着碳达峰、碳中和的目标提出，太阳能光伏发电为主的新能源时代已经来临，太阳能光伏发电成为增量主力。本文通过对地面电站光伏组件设备制造全过程进行分析，总结梳理了实施全制造周期质量控制的相关技术要点，对设备制造质量管控实施重点难点进行了探讨。

关键词：地面电站光伏组件 全制造周期 质量控制

随着 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的目标提出，预示着以太阳能光伏发电为主要推动力的新能源时代已经来临，以太阳能光伏发电为代表的可再生能源发电将继续成为增量主力。创新光伏电站项目设备质量管理措施，辨识光伏组件设备全过程制造监督要点，提高光伏电站项目设备质量管理能力，已成为适应电力建设行业发展的必然要求，也是实现光伏电站建设项目提质增效的必然选择。

1、光伏组件介绍与分析

对设备的充分了解是实施好设备质量管理并取得良好效果的必要条件，地面电站光伏组件设备组成、生产阶段和特点主要如下：

1.1 光伏组件主要构成

典型地面电站光伏组件主要由光伏玻璃、EVA 胶膜、电池片、焊带、背板、铝合金边框、接线盒、硅胶等几大部分组成。

1.2 光伏组件的生产过程

光伏组件生产工序即封装工序，封装工序是面电站光伏组件生产工序最为严格的工序，封装工艺的好坏直接决定了组件质量的好坏，包括寿命，抗暴击的能力，尤其对于衰减率影响比较大。典型地面电站光伏组件封装工序主要包括分选、划片、串焊、叠层、层压、安装接线盒、打胶、装框、固化、清洗、终检 EL 及其它测试、包装。除检测和人工返修外，目前绝大多数工艺已经实现了完全自动化。

2. 生产过程的质量控制

2.1 关键原材料和零部件的追溯和鉴别

光伏组件的原材料来源安全可靠是保证光伏组件质量的第一道屏障。地面电站光伏组件主要原材料包括光伏玻璃、EVA 胶膜、电池片、焊带、背板、铝合金边框等。经过分析和辨识，质量控制过程应对关键原材料和零部件出厂检验及进货是否能够有效控制进行专门检查。

如检查关键原材料和零部件的存储条件以及存量，能否满足组件的生产要求；检查仓库取货记录，并且通过从生产线抽查生产中或成品组件序列号，追溯关键原材料和零部件的物料号和取货记录；检查关键原材料和零部件的购买

合同、发票，并且采购量与用量是否一致；检查实际生产所用关键原材料和零部件是否与获证产品相符。

2.2 关键原材料和零部件的质量控制

组件厂应具有完善的原材料和零部件出厂检验、进货检验和确认检验能力及程序化规定。要求验证产品持续符合标准要求进行的抽样检验，在产品成分或生产工艺有较大变动时、产品长期停产重新恢复生产时、国家级质量监督机构提出要求时企业也应进行确认检验。

如电池片进行外观和尺寸检验、红外检验；钢化镀膜玻璃进行外观、保质期、尺寸、抗冲击强度、钢化膜玻璃钢化度检验；EVA 胶膜进行外观、保质期及尺寸检验交联度、收缩率、剥离强度检验；背板进行外观、保质期及尺寸检验、背板收缩率检验、背板剥离强度检验、背板拉伸强度检验；接线盒外观、保质期及盒体线缆尺寸检验、接线盒二极管单向导通检验、接线盒机械完整性检验；硅胶进行外观及保质期检验、硅胶表干及固化时间检验；涂锡焊带外观、保质期及尺寸检验、涂锡焊带拉伸强度检验、涂锡焊带延伸率检验、涂锡焊带电阻率检验等。

关键原材料和零部件本身质量控制包含实物质量控制和文件资料控制，应确保两部分内容均符合要求。外观检查内容是标识、表面状态和清洁度等方面。通过标识检查可识别零部件属性，表面状态检查是对上一环节检查的再次确认，表面清洁度检查，尤其是电池片、钢化玻璃和胶膜，可确保零件本身的状态不对设备整体制造质量产生影响。文件资料控制则是确保组装前各零部件质量证明文件齐全、准确，此部分工作可采用抽检形式进行。

2.3 产品制造过程质量控制

光伏组件在设备生产工厂从无到有，从原材料到工厂组装、验收是设备后续施工使用的重要保障。基本上，光伏组件设备所有重要的质量控制都发生在本阶段。除了设备制造商内控质量体系保障外，对如此精密复杂、制造过程高度自动化的设备来说，实施专业的设备质量控制是最有效的手段。

封装工序是整条太阳能电池组件生产工序最为严格的工序，封装工艺的好坏直接决定了组件质量的好坏，包括他

的寿命,抗暴击的能力,尤其对于衰减率影响比较大,主流组件生产工艺及质量控制要点如下:

1) 电池分选:太阳能电池片生产线有很强的随机性,生产出来的电池性能不尽相同,所以为了有效的将性能一致或相近的电池组合在一起,所以应根据其性能参数进行分类;电池测试即通过测试电池的输出参数(电流和电压)的大小对其进行分类。以提高电池的利用率,做出质量合格的电池组件。应确认工厂有严格的产品生产控制程序,来确保产品的质量的一致性,并确保对生产程序的控制满足技术协议的具体要求。

2) 电池片焊接:是将汇流带焊接到电池正面(负极)的主栅线上,汇流带为镀锡的铜带,多出的焊带在背面焊接时与后面的电池片的背面电极相连。单片焊接好的电池的正面电极(负极)焊接到“后面电池”的背面电极(正极)上,这样依次将N张片串接在一起并在组件串的正负极焊接出引线。焊接工序应检查组件生产企业是否制定了有效程序文件和操作手册,对焊接设备的温度进行控制,以确保其在生产期间稳定性。

3) 叠层:背面串接好且经过检验合格后,将组件串、玻璃和切割好的胶膜及背板按照一定的层次敷设好,准备层压。敷设时保证电池串与玻璃等材料的相对位置,调整好电池间的距离,为层压打好基础。应检查组件企业人员现场操作应与相应程序文件和操作手册规定是否相符。

4) 组件层压:将敷设好的电池放入层压机内,通过抽真空将组件内的空气抽出,然后加热使EVA熔化将电池、玻璃和背板粘接在一起;最后冷却取出组件。层压工艺是组件生产的关键一步,层压温度层压时间根据EVA的性质决定。层压工序应检查层压设备和固化设备的温度均匀性控制;检查层压机加热板的温度、抽真空时间、抽真空速率、加压时间、设备密封性是否符合程序文件和操作手册要求;检查生产企业是否制定对层压机温度均匀性的检查规程,生产过程中的温度均匀性检查。组件生产企业应在监造方监督下对EVA交联度进行测试,确认层压的有效性。

5) 修边:层压时EVA熔化后由于压力而向外延伸固化形成毛边,层压完毕将其切除。此过程中同时检查层压后组件是否出现单片破裂、裂纹、明显位移等问题,检查组件是否存在气泡、脏污等问题。

6) 装框:给玻璃组件装铝框,增加组件的强度,进一步的密封电池组件,延长电池的使用寿命。边框和玻璃组件的缝隙用硅酮树脂填充,各边框间用角键连接。装框工序应以抽查方式检查光伏组件边框结构的完整性和安装的紧固性,确认注入胶量高度和均匀性符合相关文件要求。抽查现场使用硅胶是否存在过期现象。对于人工打胶,应检查操作人员是否能够按照作业指导文件进行技术规范进行操作。

7) 粘接接线盒:在组件背面引线处粘接一个盒子,以利于电池与其他设备或电池间的连接。应以抽查方式检查组

件的接线盒安装是否符合相关文件要求。查看接线盒与背板之间的硅胶密封情况,是否安装倾斜。引线电极是否准确无误地焊在相应位置,避免虚焊、假焊。引线穿入接线孔内应到位,无松动现象。同时,监督接线盒盖的安装操作符合相关作业指导书的要求。

8) 组件测试:测试的目的是对电池的输出功率进行标定,测试其输出特性,确定组件的质量等级。

3 过程检验和出厂检验质量控制的监督

在设备制造过程中,根据制造商设备情况和生产线特点,需要对设备状态进行检查,具体内容如下:

3.1 过程抽样检查项目

1. 串焊机焊接拉力测试 2. 电池片划片深度检查 3. 拼接电烙铁焊接温度检查 4. 槽胶胶量测量 5. 固定胶胶量测量 6. 灌封胶胶量及比例测量 7. 接线盒焊接电烙铁温度检查

3.2 过程全检项目

1. 功率测试检查 2. 最终EL测试检查 3. 绝缘耐压测试检查 4. 外观检查 5. 包装检查

3.3 成品抽样检查项目

1 尺寸/重量 2 外观检查 3EL隐裂测试 4 绝缘耐压测试 5 湿漏电试验 6 接地连续性试验 7 功率试验(电性能测试)

3.4 第三方成品抽样检查项目

1 外观检 2 绝缘耐压测试 3 接地连续性试验 4 功率试验(电性能测试) 5 湿漏电试验 6 热斑试验 7 湿热试验 8 紫外预处理试验 9 热循环试验 10 湿冻试验 11 机械载荷试验

当常规随机抽检测试结果不满足规定要求时,可由制造单位进行自查,确定问题原因。由于偶发因素引起的问题,可以采用扩大抽检范围的方式增大检验覆盖。如扩大抽检范围再检测的结果满足规定要求,可将首次抽检不合格品剔除,并记录不合格品编号。如扩大抽检范围再检测的结果仍不满足规定要求,则可反馈监理方采取拒收抽检覆盖批次所有产品。

结语:对设备制造过程的充分了解是实施好全制造周期设备质量管理并取得良好效果的重要先决条件。本文通过对组件设备生产全过程进行剖析,辨识出地面光伏电站组件设备重要质量监督点,涵盖了设备主要质量风险项。对地面光伏电站光伏组件实施全制造周期质量控制是重大工程设备质量安全的重要保障,有助于在产品制造过程中及时发现设备质量问题并消除质量安全隐患,避免重大质量安全事故发生。

参考文献:

- [1] 电力设备监造技术导则[S] 中国电力出版社
- [2] 林存超. 光伏组件质量问题分析及安装质量控制[J]. 中国科技信息, 2015(2):204-205.
- [3] 谢义. 单晶硅片质量对太阳能电池性能的影响研究[J]. 重庆科技学院学报:自然科学版, 2016, (01):107-109.

通讯作者:张宁,男,1982.11,汉,籍贯:山东济南,职称:工程师,研究方向:工程管理,学历:大学本科。邮箱:zhangning@sdepci.com