《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会2026年团体标准制定计划，项目名称为《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

本标准旨在为晶体硅太阳能电池制造中的激光边缘隔离工序建立统一的技术要求，解决设备参数、划道质量评价和隔离效果判定不一致的问题。晶体硅电池在发射极扩散后，硅片边缘和背面会残留导电层，形成边缘漏电通道，降低并联电阻和填充因子；激光边缘隔离通过沿边缘刻划去除寄生导电层，是PERC、TOPCon和HJT等电池产线的关键工序。当前国产激光设备在波长、功率、脉冲宽度和扫描方式上差异较大，划道位置、深度和热影响区缺少统一要求，隔离效果多以电池成品电性能间接判断，工序异常难以及时发现；碎片率、划道宽度和绝缘性能的评价方法也不统一，不同产线的数据无法比较，新设备导入和工艺复制周期较长。通过制定本标准，将明确设备与工艺条件、激光参数控制范围、划道几何与质量要求、隔离效果指标、检验方法和过程控制要求，为设备验收、工艺调试和产品质量判定提供共同依据。

2.意义

制定本标准具有重要意义。一方面，统一的划道质量要求和隔离效果指标可使边缘隔离工序的质量判定由依赖成品电性能转向工序在线可测，缩短工艺调试周期，减少批量性漏电和效率损失。另一方面，规范激光参数与设备条件后，不同设备之间具备可比性，工艺在扩产线和新基地复制时的移植成本明显降低。同时，标准对

热影响区、微裂纹和碎片率提出要求，有助于控制机械强度损失，降低组件端隐裂和功率衰减风险。此外，标准可引导国产激光设备与在线检测装置形成配套的技术能力，促进设备、工艺和检测协同发展，为高效电池提效和良率提升提供支撑，也为后续相关工艺标准的制定积累经验。

综上，制定《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》团体标准，对稳定电池电性能、降低工艺复制成本及推动激光加工与检测装备协同发展均具有重要意义。

（四）主要工作过程

1.前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026年10月8日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》。

2.标准起草过程

2026年10月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2026年11月完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国晶体硅电池生产线的工艺现状和设备水平，按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1.标准主要内容

1.1 范围

本文件适用于晶体硅太阳能电池（PERC、TOPCon、IBC等）扩散制结后，采用紫外或绿光短脉冲激光在电池片正面近边缘处刻蚀闭合隔离槽，切断发射极绕镀层与基体

之间电连接的激光边缘隔离工序，包括工艺设计、设备选型、工艺控制与质量验收。

1.2 规范性引用文件

GB/T 2297　太阳光伏能源系统术语

GB/T 25915.1　洁净室及相关受控环境 第 1 部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

1.3 术语和定义

界定了太阳能电池激光边缘隔离技术的相关术语。

1.4 总体要求

对工艺环境、设备配置、安全防护、人员操作的基本要求进行规定。

1.5 工艺流程

对太阳能电池激光边缘隔离的工艺流程进行规定。

1.6 工艺参数要求

对太阳能电池激光边缘隔离的工艺参数要求进行规定。

1.7 质量控制要求

对太阳能电池激光边缘隔离的质量控制要求进行规定。

2.确定标准主要内容的依据

本标准严格遵循 GB/T 2297《太阳光伏能源系统术语》等相关技术规范，并结合 PERC、TOPCon、IBC 等晶体硅电池扩散制结后边缘漏电控制的工艺特点、产业发展现状及设备水平确定主要内容。在标准制定过程中，充分参考现行光伏电池电性能测试、组件可靠性验证等通用做法，为隔离槽几何参数、隔离电性能和可靠性指标提供技术基础；同时吸收行业内电池产线和激光设备企业的工程实践数据与应用案例，系统分析发射极绕镀层形成规律、紫外与绿光短脉冲激光的刻蚀特性以及能量密度与脉冲重叠率的匹配关系，以确保标准内容具有科学性和可操作性。标准还依据产业需求，对槽深与结深的比例关系、热影响区与重铸层控制、10 V 下隔离电阻与漏电流、相对对照片的转换效率和填充因子、过程能力以及湿热与热循环后的稳定性等关键指标进行了综合论证，既能满足工序在线判定和批量质量控制的需求，也契合高效电池提效降本的发展方向，从而为太阳能电池激光边缘隔离的工艺设计、设备选型、工艺控制和质量验收提供统一、规范、可靠的技术依据。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

在本标准制定过程中，对太阳能电池激光边缘隔离工序的关键质量特性进行了系统试验分析。通过对多批次硅片和多种参数组合的测试，评估了不同波长、功率、脉冲宽度和扫描速度下的刻蚀效果，并与传统边缘刻蚀方式进行对比，分析发射极绕镀层形态与参数匹配对隔离效果的影响。对高温高湿和温度循环等项目的测试，验证了隔离槽在组件使用工况下的稳定性。试验结果为标准中槽深与结深的关系、热影响区控制、隔离电性能判定和过程能力等指标的设定提供了依据，确保标准内容具备可行性与代表性。

（二）技术经济论证

在技术经济论证中，结合国内晶体硅电池产线的设备资源状况、电池结构特点和工序成本结构，对激光边缘隔离工艺的技术可行性与经济合理性进行了综合分析。紫外与绿光短脉冲激光刻蚀具有热输入小、槽宽可控、占用有效面积少等优势，可有效切断发射极绕镀层通道，提升并联电阻与填充因子。激光设备与在线检测装置配套逐步成熟，工艺窗口稳定可靠，可减少边缘漏电造成的降级与返修，在隔离彻底性和长期工作可靠性方面具有明显优势。调研表明，现有电池企业与设备企业具备达到标准要求的工艺能力，设备投入与运行成本适中，能够满足产业推广需求。统一的工艺与质量要求还能减少产线间判定口径不一致引起的复检与争议，提高产品良率和市场竞争力。

（三）预期经济效果

本标准实施后，将有效提升激光边缘隔离工序的质量一致性，减少企业间因指标和检测方法不统一产生的重复验证与质量纠纷，推动行业规范化发展。同时，标准促进激光设备、在线检测装置与工艺技术的协同优化，有助于扩大该工序在高效电池产线的应用，提升国产装备的配套能力。随着高效电池产能扩张和提效需求提升，对边缘隔离工艺水平的要求将进一步提高，带动设备和检测市场增长，扩大产业规模并增强企业竞争力。标准还将促进上下游协同，提高生产效率与综合效益，推动光伏电池制造工艺标准体系加速形成。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《太阳能电池激光边缘隔离技术规范》团体标准编制组

2026 年 11 月