

团 体 标 准

T/CPIA 0055.1—2024

晶体硅光伏电池 第 1 部分：n 型隧穿氧化钝化接触光伏电池

Crystalline silicon photovoltaic cells—Part 1: n-type photovoltaic cells with tunnel oxide passivating contacts

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2024 - 03 - 10 发布

2024 - 03 - 15 实施

中国光伏行业协会 发布

目 次

| | |
|---|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 技术要求 | 1 |
| 4.1 外观 | 1 |
| 4.2 尺寸 | 2 |
| 4.3 力学性能 | 2 |
| 4.4 电性能 | 2 |
| 4.5 可靠性 | 3 |
| 4.6 电致发光图像 | 3 |
| 5 试验方法 | 3 |
| 5.1 外观 | 3 |
| 5.2 尺寸 | 4 |
| 5.3 翘曲度 | 4 |
| 5.4 电极抗拉强度试验 | 4 |
| 5.5 电性能参数 | 4 |
| 5.6 温度系数 | 4 |
| 5.7 最大功率 (P _{max}) 初始光致衰减 | 4 |
| 5.8 双面率 | 4 |
| 5.9 热循环试验 | 4 |
| 5.10 光热衰减试验 | 5 |
| 5.11 电致发光 | 5 |
| 6 检验规则 | 5 |
| 6.1 检验分类 | 5 |
| 6.2 型式试验 | 5 |
| 6.3 出厂检验 | 5 |
| 6.4 检验项目 | 5 |
| 7 标志、包装、储存和运输 | 6 |
| 7.1 标志 | 6 |
| 7.2 包装 | 6 |
| 7.3 储存 | 6 |
| 7.4 运输 | 6 |

前 言

本文件按照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》的规定起草。

本文件是T/CPIA 0055《晶体硅光伏电池》的第1部分。T/CPIA 0055已经发布了以下部分：

——第1部分：n型隧穿氧化钝化接触光伏电池；

——第2部分：异质结光伏电池。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会提出。

本文件由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：泰州中来光电科技有限公司、中国电子技术标准化研究院、通威太阳能（成都）有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、无锡尚德太阳能电力有限公司、英利能源发展有限公司、苏州中来光伏新材股份有限公司、青海黄河上游水电开发有限责任公司西安太阳能电力分公司、江苏顺风新能源科技有限公司、天合光能股份有限公司、正泰新能科技股份有限公司、晶澳太阳能科技股份有限公司、晶科能源有限公司。

本文件主要起草人：张曼、乔振聪、潘飞、陈晓达、王赶强、周罡、高丹妮、黄海涛、刘莉丽、张付特、唐兰兰、姜倩、徐春、杜文星、马玉超、何大娟、张昕宇、周润娟。



晶体硅光伏电池 第1部分：n型隧穿氧化钝化接触光伏电池

1 范围

本文件规定了n型隧穿氧化钝化接触光伏电池（以下简称“电池”）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、储存和运输。

本文件适用于n型隧穿氧化钝化接触光伏电池的生产与检验。其他类似结构的光伏电池可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 2297 太阳光伏能源系统术语
- GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 29195—2012 地面用晶体硅太阳电池总规范
- GB/T 30869 太阳能电池用硅片厚度及总厚度变化测试方法
- SJ/T 11630—2016 太阳能电池用硅片几何尺寸测试方法
- T/CPIA 0020—2020 晶体硅光伏电池电致发光测试方法
- T/CPIA 0041—2022 晶体硅光伏电池热辅助光致衰减测试方法
- IEC 60891 晶体硅光伏器件的I-V实测特性的温度和辐照度修正方法 (Photovoltaic devices Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics)
- IEC 60904-1 光伏器件 第1部分：光伏电流-电压特性的测量 (Photovoltaic devices—Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics)
- IEC 63202-1 光伏电池 第1部分：晶体硅光伏电池的光诱导衰减的测试 (Photovoltaic cells—Part 1: Measurement of light-induced degradation of crystalline silicon photovoltaic cells)
- IEC TS 63202-3 光伏电池 第3部分：双面光伏电池电流-电压特性的测量 (Photovoltaic cells—Part 3: Measurement of current-voltage characteristics of bifacial photovoltaic cells)

3 术语和定义

GB/T 2297以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

n型光伏电池 n-type photovoltaic cells

以n型硅为衬底的光伏电池。

3.2

隧穿氧化钝化接触光伏电池 photovoltaic cells with tunnel oxide passivating contacts

TOPCon 电池 TOPCon PV cells

在光伏电池衬底与金属电极之间加入一层隧穿氧化层和掺杂多晶硅层，实现表面钝化和载流子选择性收集的晶体硅光伏电池。

4 技术要求

4.1 外观

电池的外观要求如下：

- a) 电池的颜色应均匀一致，无水痕、手印等外观缺陷。电池间应无明显的色差；
- b) 电池上不应存在肉眼可见的孔洞、裂纹及V形缺口；
- c) 同一片电池上出现的崩边、钝形缺口不应超过两处，且外形缺陷的长度应不大于1mm，由边缘向中心的深度应不大于1mm；
- d) 电池边缘向内2mm距离内不应有刻蚀线；
- e) 电池正面不应有层压后形成跳色的花篮印。

4.2 尺寸

电池的尺寸应满足表1要求，典型电池尺寸要求见表2，其他电池尺寸应符合产品规范的规定。

表1 电池尺寸要求

| 项目 | 要求 |
|---------------|-------|
| 边长允许偏差 mm | ±0.25 |
| 直径允许偏差 mm | ±0.25 |
| 相邻两边的垂直度 ° | 90 |
| 垂直度允许偏差 ° | 0.2 |
| 总厚度变化率 % | ≤16 |

表2 典型电池尺寸

| 硅片类型 | M6 | M10 | G12 |
|--------------|-------|-------|---------|
| 边长 mm | 166 | 182 | 210 |
| 直径 mm | 223±1 | 247±1 | 295±1 |
| 厚度 mm | ≤130 | ≤130 | ≤140 |
| 厚度允许偏差 μm | ±20 | ±20 | +20/-10 |

4.3 力学性能

4.3.1 翘曲度

电池允许的翘曲度宜不超过1mm，且应符合产品规范的规定。

4.3.2 电极附着强度（电极与焊点抗拉强度）

焊带与电极主栅应结合良好，无虚焊或过焊现象。

焊接后按照5.4的要求进行试验，电极与焊点应结合牢固，电极不应从基体材料上脱落，电极与焊点之间不应脱离。

主栅各焊点焊接拉力的均值应大于等于1.25N/mm，每根主栅线的单点合格率不低于80%。

4.4 电性能

4.4.1 电性能参数

电性能参数包括标准测试条件（Standard Test Conditions, STC）条件下开路电压、短路电流、最大功率，其他电性能参数要求（填充因子、转换效率、反向漏电流等）由供需双方约定，并符合电池电性能参数相关产品规范的规定。

4.4.2 温度系数

电池温度系数包括但不限于短路电流温度系数 α 、开路电压温度系数 β 和最大功率温度系数 δ 。电池温度系数应符合相关产品规范的规定。

4.4.3 最大功率 (P_{\max}) 初始光致衰减

按照IEC 63202-1方法进行试验后, 电池最大功率初始光致衰减率不应超过1%。

电池最大功率初始光致衰减比率以 Δ 表示, 由5.7试验前后的电性能参数对比得到, 按公式(1)进行计算:

$$\Delta = \frac{P_{\max.\text{before}} - P_{\max.\text{after}}}{P_{\max.\text{before}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

- Δ —— 电池最大功率初始光致衰减比率, 单位为百分比(%);
 $P_{\max.\text{before}}$ —— 试验前STC最大输出功率, 单位为瓦特(W);
 $P_{\max.\text{after}}$ —— 试验后STC最大输出功率, 单位为瓦特(W)。

4.4.4 双面率

按照IEC TS 63203-3进行测试, 电池双面率应不低于80%, 且符合产品规范的规定。

电池双面率以 $BiFi$ 表示, 由5.8规定的试验方法得到, 按公式(2)进行计算:

$$BiFi = \frac{P_{\max\text{rear}}}{P_{\max\text{front}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

- $BiFi$ —— 电池双面率, 单位为百分比(%);
 $P_{\max\text{rear}}$ —— 电池背面最大功率, 单位为瓦特(W);
 $P_{\max\text{front}}$ —— 电池正面最大功率, 单位为瓦特(W)。

4.5 可靠性

4.5.1 热循环试验

按5.9规定的方法进行试验, 试验后电池的外观、力学性能应符合4.1、4.3的规定, 电池片效率衰减应不超过3%。

4.5.2 光热衰减试验

按5.10规定的方法进行试验, 试验后电池的外观、力学性能应符合4.1、4.3的规定, 电池片效率衰减应不超过1%。

4.6 电致发光图像

电池电致发光图像要求如下:

- 隐裂: 电池外表面应允许有微裂纹, 不允许有贯穿隐裂纹。隐裂纹包括单条隐裂纹、多条隐裂纹、交叉隐裂纹等;
- 黑斑: 电池内部因接触效果欠佳导致的斑状灰色发黑面积应不超过30%;
- 黑环: 电池内部形成的圈状发黑现象, 不允许中心区域发黑或圈与圈之间的块状发黑, 黑环圈数不限;
- 断栅: 电池正面或背面因浆料粘度或网版堵塞造成的印刷栅线断开, 占总栅线的百分比不超过4%;
- 网纹印: 电池内部由烧结工艺不良导致接触效果欠佳的履带状阴影, 占电池面积应不超过30%;
- 云雾: 电池内部因接触效果欠佳导致的雾状灰色发黑, 面积应不超过30%;
- 黑边黑角: 电池边缘或边角因钝化效果欠佳导致的发黑区域, 允许垂直边部向内 ≤ 15 mm以内的宽度。

5 试验方法

5.1 外观

在照度不小于1000 lx的光源下对电池进行目测，或利用自动检测设备进行检测。

5.2 尺寸

电池的边长、直径、垂直度应采用分辨力优于0.02 mm的光学成像系统或千分尺测量。
电池的厚度应采用分辨力优于0.01 mm的测厚仪测量法。

5.3 翘曲度

按GB/T 29195—2012的规定进行。

5.4 电极抗拉强度试验

取长度大于电池片的涂锡焊带，将其浸入助焊剂溶液中10min，取出后在加热平台直至焊带表面无助焊剂药液残留。将涂锡焊带手工焊接在电池片的正背面主栅上，有效焊接距离贯穿整个电池主栅表面。

对焊接后的涂锡焊带与电池片进行180°的剥离试验，如图1所示。电池片放置拉力测试平台时应使用固片夹进行固定。涂锡焊带通过上夹板的开槽引出（开槽的宽度应略大于涂锡焊带的宽度）。

在试验机上以500 mm/min的速度进行试验，试验机的测力系统准确度应为1级或优于1级，记录平均剥离强度（平均剥离力与涂锡焊带宽度的比值），应取剥离曲线中相对峰值曲线段。电极抗拉测试需监控到主栅每个焊点位置，单片电池片平均选取5根主栅位置进行监控，同时记录单点合格率，单点合格率为每个峰值对应值宜 ≥ 1.25 N/mm的个数与总峰值个数的比值。

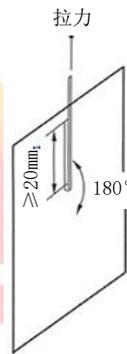


图1 剥离试验示意图

5.5 电性能参数

电池电性能参数检测按IEC 60904-1的规定进行。

5.6 温度系数

电池温度系数检测按IEC 60891的规定进行。

5.7 最大功率 (P_{max}) 初始光致衰减

电池最大功率 (P_{max}) 初始光致衰减按照IEC 63202-1的规定进行。

5.8 双面率

电池双面率参数按照IEC TS 63203-3的规定进行。

5.9 热循环试验

参考GB/T 29195的方法，将经初始光衰减稳定后的电池样品间隔地放置于环境试验箱（相对湿度小于60%）中，按照图5的温度分布，使电池的温度在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和 $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间循环。低温端和高温端之间的温度变化率不得超过 $100\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，在两个极端温度的保持时间不少于10min，一次循环时间不超过6h，循环次数5次。试验后按5.1、5.3、5.4、5.5的规定对电池的外观、力学性能和电性能参数中的最大功率进行检测。

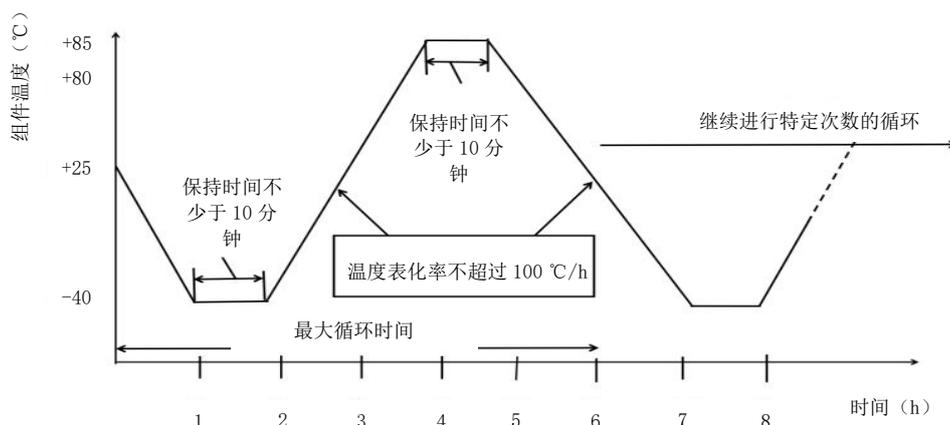


图2 热循环试验温湿度控制曲线

5.10 光热衰减试验

光热衰减试验按T/CPIA 0041—2022的规定进行。试验后按5.1、5.3、5.4、5.5的规定对电池的外观、力学性能和电性能参数中的最大功率进行检测。

5.11 电致发光

电致发光按照T/CPIA 0020—2020的规定进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为型式试验和出厂检验。

6.2 型式试验

有下列情形之一时，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 长期停产后恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上一次型式检验结果有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出型式检验要求时；
- f) 企业要求定期检验时。

型式检验若有任一项目不符合本文件要求，则应重新采样检验。若仍有不合格项，则型式检验为不合格。

6.3 出厂检验

产品出厂前应由检验部门进行检验(在一致条件下逐批生产或按企业规定方式汇总起来的一定数量产品为一批)，并出具检验结果或检验报告。出厂检验水平参照GB/T 2828.1—2012的要求。

6.4 检验项目

检验项目应符合表3的规定。

表3 检验项目

| 序号 | 项目 | 检验方法 | 型式检验 | 出厂检验 | 判定依据 |
|----|----|------|------|------|------|
| 1 | 外观 | 5.1 | √ | √ | 4.1 |
| 2 | 尺寸 | 5.2 | √ | — | 4.2 |

表3 检验项目（续）

| 序号 | 项目 | 检验方法 | 型式检验 | 出厂检验 | 判定依据 |
|----|-------------------------|------|------|------|-------|
| 3 | 翘曲度 | 5.3 | √ | — | 4.3.1 |
| 4 | 电极抗拉强度 | 5.4 | √ | — | 4.3.2 |
| 5 | 电性能参数 | 5.5 | √ | √ | 4.4.1 |
| 6 | 温度系数 | 5.6 | √ | — | 4.4.2 |
| 7 | 最大功率(P_{max})初始光致衰减 | 5.7 | √ | — | 4.4.3 |
| 8 | 双面率 | 5.8 | √ | — | 4.4.4 |
| 9 | 热循环试验 | 5.9 | √ | — | 4.5.1 |
| 10 | 光热衰减试验 | 5.10 | √ | — | 4.5.2 |
| 11 | 电致发光图像 | 5.11 | √ | √ | 4.6 |

7 标志、包装、储存和运输

7.1 标志

包装上应有清晰的标志，包括但不限于制造商名称、产品名称、产品型号、电池片转换效率或最大功率、生产日期、数量、追溯条码等信息。

7.2 包装

电池片包装应考虑防撞击防潮防挤压等要求，产品出厂时，每批产品应附有质量检验合格证明报告，合格证明报告上应注明产品名称、料号、检验项目和合格标志等，并盖有质量专用章和检验员签字。

7.3 储存

电池片包装后贮存环境应干燥、通风，温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于70%RH。严禁与具有挥发腐蚀性及其坚硬品混装。

7.4 运输

应使用有缓冲材料的包装进行运输，运输过程中做好防护措施。装卸产品及运输过程中，严禁与具有挥发腐蚀性及其坚硬品混装混运，确保无机械损伤、避免受潮，应有防震、防撞击、防挤压及防雨淋等措施。

在运输时应防止碰撞及日晒雨淋；在搬运过程中应保持外包装完好，小心轻放，防止损坏。