

ICS 31.030

CCS L 90

团 体 标 准

T/CPIA 0030.3—2021

晶体硅光伏电池用浆料 第3部分：正面银 浆 烧结型银浆

Paste used for crystalline silicon photovoltaic (PV) cells Part 3:
Front-side silver paste Sintered silver paste

2021 - 10 - 15 发布

2021 - 11 - 01 实施

中国光伏行业协会 发布

目 次

| | |
|---------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 要求 | 1 |
| 4.1 外观 | 1 |
| 4.2 基本性能 | 1 |
| 4.3 成膜后性能 | 2 |
| 5 试验方法 | 2 |
| 5.1 试验条件 | 2 |
| 5.2 外观检查 | 2 |
| 5.3 固体含量 | 2 |
| 5.4 细度 | 3 |
| 5.5 粘度 | 3 |
| 5.6 方阻 | 3 |
| 5.7 附着力 | 4 |
| 5.8 耐老化试验 | 4 |
| 6 检验规则 | 4 |
| 6.1 检验分类 | 4 |
| 6.2 型式检验 | 4 |
| 6.3 出厂检验 | 5 |
| 7 标志、包装、运输、贮存、质量证明书 | 5 |
| 7.1 标志 | 5 |
| 7.2 包装 | 6 |
| 7.3 运输 | 6 |
| 7.4 贮存 | 6 |
| 7.5 质量证明书 | 6 |
| 附录 A(规范性) 附着力试验 | 7 |
| A.1 范围 | 7 |
| A.2 仪器与设备 | 7 |
| A.3 材料 | 7 |
| A.4 试样制备 | 7 |
| A.5 附着力测试 | 7 |
| A.6 测试结果处理 | 8 |

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》给出的规定起草。

T/CPIA 0030《晶体硅光伏电池用浆料》拟分为如下部分：

- 第1部分：背场铝浆 烧结型铝浆；
- 第2部分：背面银浆 烧结型银浆；
- 第3部分：正面银浆 烧结型银浆；
- 第4部分：正/背面银浆 固化型银浆。

本文件是T/CPIA 0030的第3部分。

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归口。

本文件起草单位：无锡帝科电子材料股份有限公司、国家太阳能光伏产品质量监督检验中心、青海黄河上游水电开发有限责任公司光伏产业技术分公司、中国电子信息产业发展研究院、中国电子技术标准化研究院、苏州腾晖光伏技术有限公司、上海爱旭新能源股份有限公司、江苏润阳悦达光伏科技有限公司、苏州晶银新材料股份有限公司、通威太阳能（合肥）有限公司、江苏太阳集团、无锡尚德太阳能电力有限公司、广州市儒兴科技开发有限公司、盐城阿特斯阳光能源科技有限公司、英利能源（中国）有限公司、无锡市儒兴科技开发有限公司。

本文件主要起草人：张洪旺、史卫利、单演炎、黄文浩、王旭辉、王世江、江华、裴会川、钱洪强、杨二存、陈如龙、邹一菲、陈登运、李鹏、王寅、欧阳洁瑜、郑旭然、吝占胜、梁家乐。

晶体硅光伏电池用浆料 第3部分：正面银浆 烧结型银浆

1 范围

本文件规定了晶体硅光伏电池用正面银浆的术语和定义、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于制备晶体硅光伏电池正面电极的烧结型银浆。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
 GB/T 17472 微电子技术用贵金属浆料规范
 GB/T 17473.2 微电子技术用贵金属浆料测试方法 细度测定
 GB/T 17473.3 微电子技术用贵金属浆料测试方法 方阻测定
 GB/T 17473.5 微电子技术用贵金属浆料测试方法 粘度测定
 GB/T 31985 光伏涂锡焊带

3 术语和定义

GB/T 17472界定的术语和定义适用于本文件。

4 要求

4.1 外观

正面银浆应为均匀的膏状物，无肉眼可见夹杂物、颗粒或结块。

4.2 基本性能

正面银浆的基本性能应符合表1的规定。

表1 正面银浆的基本性能

| 固体含量 % | 细度 (4 th) μm | 粘度 |
|-----------------------------------|-----------------------------|--|
| 标称值±1 (对于分步印刷主栅正银： 标称值±1.5) | ≤10 | <200 Pa·s, 标称值±20% ≥200 Pa·s, 标称值±15% |

4.3 成膜后性能

正面银浆成膜后的性能应符合表2的规定。

表2 正面银浆成膜后的性能

| 外观 | 方阻 mΩ/□ | 附着力 N/mm | 耐老化性能 |
|-------------------|------------|-------------|-----------|
| 表面平整致密；颜色呈均匀光亮的白色 | ≤5 | ≥1.5 | 由供需双方协商确定 |

5 试验方法

5.1 试验条件

除非另有规定，正面银浆的试验温度应在（15~35）℃，相对湿度（30~80）%试验环境下进行。

5.2 外观检查

正面银浆及其成膜后的外观应在照度不小于1000 lux的环境下目视检查。银浆外观检查前应充分搅拌均匀。

5.3 固体含量

5.3.1 仪器设备

试验所需仪器设备如下：

- a) 天平：精度为0.0001 g；
- b) 箱式电阻炉：最高使用温度可达到900℃，控温精度为±20℃；
- c) 陶瓷容量器（坩埚（2~4）ml或者陶瓷片（4~8）cm²）；
- d) 干燥器：附带变色硅胶干燥剂；
- e) 将陶瓷容量器放入已升温至750℃的马弗炉中烘干5min，烘干后的陶瓷容量器放置于干燥器中保存备用。

5.3.2 试样

将样品搅拌均匀，称取三份1 g~1.5 g的试料，准确至0.0001 g，分别置于已恒重的陶瓷坩埚中或陶瓷片上。

5.3.3 步骤

将装有试料的陶瓷坩埚或陶瓷片置于箱式电阻炉中，在保证氧气充分的情况下，升温至（700~850）℃，保温（15~30）min。关闭电源，打开炉门冷却至（80~100）℃，取出装有试料的陶瓷容器，置于装有干燥剂的干燥器中，冷却至室温，称重。

5.3.4 结果计算

5.3.4.1 银浆中固体质量分数按照公式（1）计算：

$$w = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

w ——银浆中固体的质量分数;

m ——陶瓷容器的质量, 单位为克 (g);

m_1 ——加热之前陶瓷容器与试料质量之和, 单位为克 (g);

m_2 ——加热之后陶瓷容器与试料质量之和, 单位为克 (g)。

5.3.4.2 结果表示至小数点后两位, 有效数字的尾数按照GB/T 8170 数值修约规则进行。

5.3.4.3 取三份试料测试结果的算数平均值作为测试结果。

5.3.4.4 三份试料测试结果相互之间的差值绝对值均不应大于平均值的1%, 否则重新测试。

5.4 细度

取三份试样, 按照GB/T 17473.2 的规定进行测试。

记录刻槽上从顶部到底部出现第四个连续断点地方的读数, 该读数为“细度(4th)”。

5.5 粘度

5.5.1 旋转粘度计法(仲裁法)

按照GB/T 17473.5 的规定测试, 设置测试温度为(25±0.5)℃, 转速10r/min, 扭矩百分比在10%~90%之间。待读数稳定后读取粘度数据。取两份平行试样, 结果取平均值。两个平行试样测试值之差应不大于平均值的3%。

5.5.2 锥/板粘度计法

按照GB/T 17473.5 的规定测试。设置测试温度为(25±0.5)℃, 调节转速或剪切率, 使扭矩百分比控制在10%~90%之间, 待样品温度稳定至测试温度后开始测试, 读取30s或60s或其它特定时间后的粘度数据。取两份平行试样, 结果取平均值。当粘度不小于14Pa·s时, 两个平行试样测试值之差应不大于平均值的3%; 当粘度小于14Pa·s时, 两个平行试样测试值之差应不大于平均值的5%。

5.6 方阻

5.6.1 按照GB/T 17473.3 的规定测试。

5.6.2 或印刷成面积为10mm×10mm正方形试样, 采用四探针测试仪测量。标准膜厚为10 μm。当试样膜厚非标准膜厚时, 通过公式(2)进行换算:

$$R_1 = \frac{R_2 \cdot h_2}{h_1} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

R_1 ——膜厚为10 μm标准厚度时的方阻, 单位为毫欧每方 (mΩ/□);

R_2 ——非标准膜厚试样的方阻, 单位为毫欧每方 (mΩ/□);

h_1 ——标准膜厚, 数值为10 μm;

h_2 ——试样实际膜厚, 单位为微米 (μm)。

5.7 附着力

附着力的测定按照附录A的规定进行。

5.8 耐老化试验

5.8.1 仪器设备

鼓风烘箱：稳定使用温度可以达到150℃，控温精度±1℃，底板加热（使用电热管加热），温度传感器位于烘箱上方，隔板采用镂空形式。

5.8.2 试样制备

按照附录A的规定制备试样。

5.8.3 老化

打开烘箱电源和鼓风，设置保温温度150℃。待烘箱温度稳定后，将试样放入烘箱，放置位置距离加热板距离不小于20 cm，距离温度传感器距离不大于15 cm，保温1 h后自然冷却至室温。

5.8.4 老化测试

附着力按照附录 A 的规定进行：

- a) 测试样品老化测试前的附着力；
- b) 测试样品老化后的附着力；
- c) 对比老化测试前后附着力的比值或读取测试后的绝对值。

6 检验规则

6.1 检验分类

正面银浆的检验分为型式检验和出厂检验。

6.2 型式检验

6.2.1 通则

在有下列情况（包含但不限于）之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品型式时；
- b) 产品转厂生产时；
- c) 正式生产后，材料配方、生产工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 停产时间超过六个月，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- f) 质量技术监督机构或客户提出型式检验要求时。

6.2.2 抽样

由同一次投料生产出的正面银浆为一个检验批。每批产品在随机抽取1瓶，取适量银浆作为检验样品。

6.2.3 检验项目

型式检验项目应符合表3的要求。

表3 检验项目

| 检验项目 | 要求章条号 | 试验方法章条号 | 型式检验 | 出厂检验 |
|--------|-------|---------|----------|------|
| 银浆外观 | 4.1 | 5.2 | ● | ● |
| 固体含量 | 4.2 | 5.3 | ● | ● |
| 细度 | 4.2 | 5.4 | ● | ● |
| 粘度 | 4.2 | 5.5 | ● | ● |
| 成膜后的外观 | 4.3 | 5.2 | ● | — |
| 方阻 | 4.3 | 5.6 | ● | — |
| 附着力 | 4.3 | 5.7 | ● | ● |
| 耐老化性能 | 4.3 | 5.8 | 供需双方协商确定 | — |

6.2.4 合格判定

当所有型式检验项目符合本标准的要求时，则型式检验合格；若有任一型式检验项目不符合本标准的要求，则型式检验不合格。

6.3 出厂检验

6.3.1 组批

由同一次投料生产出的正面银浆为一个检验批。

6.3.2 抽样

每批产品在100瓶以下时随机抽取1瓶，取适量银浆作为检验样品。每批产品在100瓶以上，每增加100瓶（不足100瓶时以100瓶计）多抽取1瓶产品取样。

6.3.3 检验项目

出厂检验项目应符合表3的要求。银浆外观检查为全数检验，其他项目以批次为单位进行抽检。

6.3.4 检验结果的判定

所有出厂检验项目，当试验结果中有不合格项目时，应从该批产品中另取双倍数量的试样进行重复试验。重复试验结果全部合格时，则判该批产品合格。若重复实验结果仍有不合格项目，则判该批产品不合格。

7 标志、包装、运输、贮存、质量证明书

7.1 标志

产品标识至少应包含以下信息：

- a) 制造商名称；
- b) 产品名称；

- c) 产品牌号;
- d) 批号;
- e) 产品净重量;
- f) 保质期;
- g) 生产日期;
- h) 储存条件(温度和相对湿度)
- i) 安全相关提示信息。

7.2 包装

产品应密封分装, 包装物应耐腐蚀、不易破损, 并加封条。

7.3 运输

密封包装好的正面银浆运输前应装入结实牢固的包装箱中, 包装箱四周应充填安全物质。产品运输过程中应避免污染和机械破损, 避免温度过高。

7.4 贮存

产品应在温度不高于 30℃、相对湿度不高于 70% 的环境条件下储存, 避免强光直射。自生产之日起有效储存期为 6 个月。打开密封包装后, 产品应尽快使用(建议 24 h 内用完), 应存放于温度不高于 30℃、相对湿度 30%~70% 的环境条件下。

7.5 质量证明书

每批产品应附有质量证明书, 至少应包含以下内容:

- a) 制造商名称、地址、电话、传真;
- b) 产品名称;
- c) 产品牌号;
- d) 批号;
- e) 产品净重量;
- f) 生产日期;
- g) 保质期;
- h) 各项分析检验结果和技术监督部门印记;
- i) 标准编号。

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

附录 A
(规范性)
附着力试验

A.1 范围

本附录规定了晶体硅光伏电池用正面银浆附着力的测试方法。
本附录适用于晶体硅光伏电池用正面银浆附着力的测定。

A.2 仪器与设备

所需仪器与设备如下：

- a) 拉力试验机：量程应包含（0~50）N，测量与记录所施加拉力的精确度应达到±5%；
- b) 控温烙铁：（90~150）W，能够在（300~370）℃控温；
- c) 温控板：能够在（50±5）℃控温；
- d) 丝网印刷机；
- e) 烘干炉；
- f) 隧道烧结炉：使用温度可达到1000℃。

A.3 材料

所需材料如下：

- a) 晶体硅电池片：未印刷电极；
- b) 焊带：符合 GB/T 31985 的要求；
- c) 助焊剂。

A.4 试样制备

A.4.1 将待测正面银浆充分搅拌均匀，使用丝网印刷机在晶体硅电池片上印刷正银电极，推荐长度不低于15 cm、宽度（0.4~1）mm、厚度（11~15）μm。

A.4.2 按照制造商提供的工艺条件烘干并经隧道烧结炉高温烧结。

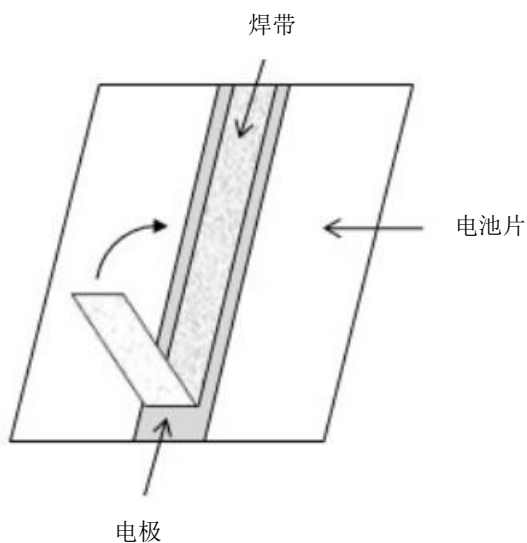
A.4.3 将焊带置于助焊剂中浸泡（5~15）min，取出后室温晾干。

A.4.4 将待焊接的晶体硅电池片放在温控板上，升温至（50±5）℃。选择与印刷电极宽度匹配的焊带，按照制造商推荐的焊接温度，用控温烙铁将焊带焊接到烧结好的电极上，焊接过程保持匀速，焊接时间不超过5 s。或者采用串焊机在推荐工艺条件下焊接。

A.4.5 每份样品至少有3个试样（以每一条焊接焊带的电极作为1个试样）测试结果可有效读取。

A.5 附着力测试

将试样夹在拉力试验机上，沿180°方向（见图A.1），以（100~300）mm/min的速度均匀地从电池片上拉焊带，记录，记录拉力值相对稳定区间的平均拉力，以平均拉力作为破坏拉力。



图A.1 附着力测试示意图

A.6 测试结果处理

按照公式 (A.1) 计算平均破坏拉力:

$$\bar{F} = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{n} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

F —— 单次试验的破坏拉力, 单位为牛顿 (N);

\bar{F} —— 平均破坏拉力, 单位为牛顿 (N);

n —— 测定次数。

计算平均破坏拉力时, 数值修约按照GB/T 8170 的规定进行, 结果保留两位有效数字。

附着力以焊接界面单位宽度的破坏拉力计, 按照公式 (A.2) 计算:

$$f = \frac{\bar{F}}{d} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

f —— 附着力, 单位为牛顿每毫米 (N/mm);

\bar{F} —— 平均破坏拉力, 单位为牛顿 (N);

d —— 电极与焊带焊接接触面宽度, 单位为毫米 (mm)。