

ICS 31.030
CCS L 90

团 体 标 准

T/CPIA 0005—2022
代替T/CPIA 0005—2017

光伏涂锡焊带

Tin-coated copper ribbon for photovoltaic application



2022-12-30 发布

2023-01-15 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 产品分类	2
5 符号	2
6 要求	3
6.1 外观	3
6.2 涂层厚度	3
6.3 外形尺寸	3
6.4 侧边弯曲度	3
6.5 化学成分	3
6.6 力学性能	4
6.7 电学性能	4
6.8 抗腐蚀性能	4
6.9 PCT 加速老化性能	4
6.10 耐老化性能	4
6.11 可焊性	4
7 试验方法	4
7.1 试验条件	4
7.2 外观	5
7.3 涂层厚度	5
7.4 外形尺寸	5
7.5 侧边弯曲度	6
7.6 化学成分	7
7.7 力学性能	7
7.8 电学性能	7
7.9 抗腐蚀性能	8
7.10 PCT 加速老化性能	8
7.11 耐老化性能	9
7.12 可焊性	9
8 检验规则	10
8.1 检查和验收	10
8.2 检验分类	10
8.3 组批	10
8.4 型式检验	10
8.5 出厂检验	11
9 标志、包装、运输、贮存	11
9.1 标志	12
9.2 包装	12

9.3 运输	12
9.4 贮存	12
附录 A (资料性) 涂锡焊带成品化学成分要求与分析方法示例	13



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。

本文件代替 T/CPIA 0005—2017《光伏涂锡焊带》。本文件与 T/CPIA 0005—2017 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了产品分类；
- 修改了表 1；
- 删除了原先 5.1 标记；
- 修改了矩形涂锡焊带外观的要求，增加了圆形涂锡焊带的外观要求；
- 增加了圆形涂锡焊带涂层厚度的要求；
- 增加了圆形涂锡焊带的直径允许偏差；
- 修改了侧边弯曲度的要求；
- 增加了含铍焊料中铍含量的要求；
- 增加了圆形涂锡焊带的力学性能，删除了互连带类型，并修改了厚度 $\leq 0.15\text{mm}$ 矩形涂锡焊带的断后伸长率要求；
- 增加了圆形涂锡焊带的可焊性要求，删除了无铅焊料的可焊性要求；
- 修改了矩形涂锡焊带涂层厚度试验方法，增加了圆形涂锡焊带涂层厚度的试验方法；
- 修改并增加了厚度及直径的试验方法；
- 修改了 PCT 加速老化性能中光伏背板的要求；
- 增加了耐老化性能中试样及辅材的要求；
- 增加了含铍焊料铍含量的测定；
- 修改了可焊性的试验方法；
- 修改了型式检验中外观、涂层厚度、外形尺寸允许偏差、侧边弯曲度的取样规定以及允许不合格的数量；
- 删除了出厂检验的可焊性项目；
- 修改了对于非定长涂锡焊带的包装；
- 修改了贮存。

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这些专利的责任。

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：国家太阳能光伏产品质量检验检测中心、中国电子技术标准化研究院、苏州宇邦新型材料股份有限公司、青海黄河上游水电开发有限责任公司西宁太阳能电力分公司、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、江苏太阳集团有限公司、太仓巨仁光伏材料有限公司、无锡市斯威克科技有限公司、常熟阿特斯阳光电力科技有限公司、天合光能股份有限公司、无锡尚德太阳能电力有限公司、西安泰力松新材料股份有限公司、中广核风电有限公司、安徽铜诚新能源材料有限公司、常州九天新能源科技有限公司。

本文件主要起草人：单演炎、刘毅、庄天奇、李小娟、肖锋、朱骄峰、董鹏、张月、张群、白灵科、闵耀焰、侯如钟、蒋忠伟、臧智毅、陈庆谊、冀文彧、徐敏杰、邹正阳、丁彬斌、钱琳琳、汤杰、项威、于昊。

T/CPIA 0005—2022

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2017年首次发布为T/CPIA 0005—2017；

——本次为第一次修订。



光伏涂锡焊带

1 范围

本文件规定了光伏组件用涂锡焊带的术语和符号、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本文件适用于地面晶体硅光伏组件用涂锡焊带及薄膜组件用汇流带。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 1216 外径千分尺
- GB/T 2828.1 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 3048.2 电线电缆电性能试验方法 第2部分：金属材料电阻率试验
- GB/T 5121（所有部分）铜及铜合金化学分析方法
- GB/T 5231 加工铜及铜合金牌号化学成分
- GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 8012 铸造锡铅焊料
- GB/T 9056 金属直尺
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 10574（所有部分）锡铅焊料化学分析方法
- GB/T 14594 电真空器件用无氧铜板和带
- GB/T 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱方法
- GB/T 20919 电子数显外径千分尺
- GB/T 21389 游标、带表和数显卡尺
- YS/T 746（所有部分）无铅锡基焊料化学分析方法
- YS/T 747 无铅锡基焊料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

涂锡焊带 tin-coated copper ribbon

在一定尺寸的铜基材表面涂覆一定厚度的锡基焊料而形成的复合导电材料。

3.2

互连带 interconnection ribbon

又称互连条，用于连接光伏电池片，收集、传输光伏电池片电流的涂锡焊带。

3.3

汇流带 bus ribbon

又称汇流条，用于连接光伏电池串及接线盒，传输光伏电池串电流的涂锡焊带。

3.4

侧边弯曲度 camber

又称镰刀弯，涂锡焊带侧边的不平直度，用涂锡焊带侧边与测量部分两端点直线之间的最大距离 h 与两端点间距离 L_0 的比值表示（如图1所示），简称“侧弯”。

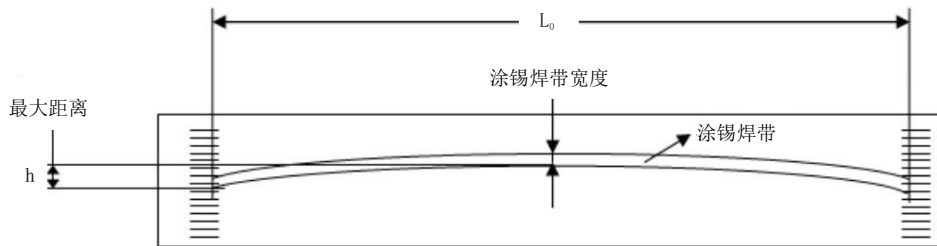


图1 侧边弯曲度示意图

3.5

高温高压蒸煮试验 pressure cooker test

PCT试验或HAST饱和蒸汽试验 (Highly Accelerated Temperature and Humidity Stress Test)

一般称为压力锅蒸煮试验或是饱和蒸汽试验，最主要是将待测品置于严苛的温度、饱和湿度(100 %R. H.)及压力环境下测试，测试试样耐高温高湿高压的能力。

4 产品分类

根据涂锡焊带生产工艺以及铜基材横截面形状主要分为矩形涂锡焊带和圆形涂锡焊带。

5 符号

表1所列符号适用于本文件

表1 符号

符号	单位	说明
A	%	延伸率，等同于 GB/T 288.1 中规定的断后伸长率
R_m	MPa	抗拉强度，即材料在试验期间能抵抗的最大力与试样原始截面积之商
$R_{p0.2}$	MPa	规定塑性延伸率为 0.2 % 时的应力，即规定塑性延伸强度
t	°C	测试涂锡焊带体积电阻时的试验温度
$R_{(t)}$	Ω	在温度 t 时，涂锡焊带的电阻
α_{20}	—	20 °C 试样的电阻温度系数， $3.93 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$
$R_{(20)}$	Ω	在 20 °C 时，涂锡焊带的电阻
R_{Cu}	Ω	铜基材的电阻
ρ_{Cu}	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	20 °C 时铜基材的电阻系数
S_{Cu}	mm^2	铜基材横截面积
R_p	—	保护评级
R_s	—	外观评级
C	mm/m	涂锡焊带的侧边弯曲度
h	mm	钢直尺与涂锡焊带之间的最大距离
L_0	m	涂锡焊带样品两端点间的最大距离
L_1	m	涂锡焊带标距长度
ϕ	mm	圆形涂锡焊带的直径

6 要求

6.1 外观

矩形涂锡焊带表面应平整、清洁、光滑，无脏污、黑斑、划伤、夹杂物、分层、扭曲。涂层均匀，呈光亮金属状，无腐蚀黑点，无露铜和裂纹，无超出厚度和宽度允许偏差的锡瘤、锡珠、毛刺，针孔和锡瘤、锡珠数量应不超过3个/10cm且单个锡瘤、锡珠面积应小于 0.5 mm^2 ，边缘处应无连续毛刺。

圆形涂锡焊带表面应光滑、清洁、无脏污、划伤、压伤、夹杂物、氧化层、扭曲。涂层均匀，呈光亮金属状，无腐蚀黑点，无露铜，无超出允许偏差的锡瘤、锡珠，针孔和锡瘤、锡珠数量应不超过3个/10cm且单个锡瘤、锡珠的最大高度应小于1mm。

6.2 涂层厚度

6.2.1 矩形涂锡焊带

单面涂层厚度应为标称厚度 $\pm 5\ \mu\text{m}$ 。

6.2.2 圆形涂锡焊带

圆形涂层厚度应为标称厚度 $\pm 5\ \mu\text{m}$ ，且最小涂层厚度应不小于 $6\ \mu\text{m}$ 。

6.3 外形尺寸

6.3.1 矩形涂锡焊带的外形尺寸允许偏差应符合表2的规定，特殊规格和要求可按合同规定执行。

表2 矩形涂锡焊带的外形尺寸允许偏差

单位为毫米

厚度允许偏差	宽度允许偏差	长度允许偏差 ^a
± 0.01	± 0.05	± 1.0
^a 仅适用于定长涂锡焊带		

6.3.2 圆形涂锡焊带的直径允许偏差应为 $-0.005\text{ mm}\sim+0.020\text{ mm}$ 。

6.4 侧边弯曲度

手工焊接及自动焊接的矩形涂锡焊带，侧边弯曲度均不应不大于 4 mm/m 。圆形涂锡焊带的侧边弯曲度不作要求。

6.5 化学成分

6.5.1 原料化学成分

用作基材材料的铜的化学成分应符合GB/T 5231的规定，互连带铜基材应满足TU1及或优于其级别的无氧铜要求，汇流带铜基材应满足T1及或优于其级别的无氧铜要求。

用作涂层材料的锡铅焊料成分（除铜元素外）应符合GB/T 8012的规定。无铅锡基焊料成分应符合YS/T 747的规定。含银焊料的银含量应在标称值的 $\pm 0.5\%$ 范围内，含铋焊料的铋含量应在标称值的 $\pm 1.0\%$ 范围内，特殊成分焊料由供需双方协商确定。

涂锡生产过程中应控制焊料的铜含量使得互连带涂层中的铜含量应不大于 0.4% ，汇流带涂层中的铜含量应不大于 0.5% 。

6.5.2 涂锡焊带成品化学成分

涂锡焊带成品中铜基材的含量应符合GB/T 5231的规定，涂层中锡、铅、银或其他合金元素含量应符合GB/T 8012或YS/T 747的规定。

涂锡焊带成品的杂质元素含量应符合GB/T 5231和GB/T 8012或YS/T 747的规定要求，对于铜基材和涂层中共有种类的杂质元素含量值取两值中的大值。

注：涂锡焊带成品化学成分要求与分析方法示例参见附录A。

6.6 力学性能

6.6.1 矩形涂锡焊带的抗拉强度(R_m)、断后伸长率(A)及规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)应符合表3的规定。

表3 矩形涂锡焊带的力学性能

厚度 mm	类型	抗拉强度(R_m) MPa	断后伸长率(A) %	规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) MPa
>0.15	互连带	≥ 130	≥ 20	由供需双方协商确定
	汇流带	≥ 170	≥ 25	—
≤ 0.15	互连带	≥ 100	≥ 10	由供需双方协商确定
	汇流带	≥ 120	≥ 10	—

6.6.2 圆形涂锡焊带的抗拉强度(R_m)、断后伸长率(A)及规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)应符合表4的规定。

表4 圆形涂锡焊带的力学性能

直径 mm	抗拉强度(R_m) MPa	断后伸长率(A) %	规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) MPa
$0.2 \leq \phi < 0.25$	≥ 150	≥ 15	由供需双方协商确定
$\phi \geq 0.25$	≥ 180	≥ 20	由供需双方协商确定

6.7 电学性能

涂锡焊带的电学性能应满足： $R_{(20)} < R_{Cu}$ 。

6.8 抗腐蚀性性能

涂锡焊带经48 h的中性盐雾试验后，按GB/T 6461的规定进行评级，保护评级(R_p)应为10级；外观评级(R_f)中，涂锡焊带表面的斑点和局部的颜色变化(发暗)的总缺陷面积应不低于4级且表面不应出现发黄、发黑、起皮、剥落、鼓泡、开裂、龟裂现象。

6.9 PCT 加速老化性能

按7.10的规定进行试验，试验后，距焊带两侧10 mm起色泽无明显黄变及发黑。

6.10 耐老化性能

按7.11的规定进行试验，试验后，距焊带两侧10 mm起色泽无明显黄变及发黑。

6.11 可焊性

涂锡焊带经焊接后，涂层与基体材料应结合牢固、不分层，焊接处无异色。

矩形涂锡焊带与基体材料之间的平均剥离强度应不低于4.0 N/mm，圆形涂锡焊带与基体材料之间的平均剥离强度应不低于1.0 N/mm。

7 试验方法

7.1 试验条件

除另有规定外，试验环境应满足以下要求：

- 温度：15 ℃~35 ℃；
- 相对湿度：≤75 %；
- 大气压力：86 kPa~106 kPa。

7.2 外观

涂锡焊带外观应在不低于500 lux的照度下，目测检查，要求观察者视力正常或矫正视力0.8及以上，将涂锡焊带放置于静置工作台上，观察者眼睛距离观察试样不超过300 mm，并采用与工作台成45° 进行观察。涂锡焊带表面的锡瘤、锡珠、针孔，采用点规进行比较。

7.3 涂层厚度

7.3.1 矩形涂锡焊带的涂层厚度测量按 GB/T 6462 的规定进行，也可按 GB/T 16921 的规定进行，但测量区域应为矩形且矩形宽度不超过矩形涂锡焊带宽度的三分之一。每段试样至少取五点测量，每个点都应在矩形涂锡焊带宽度方向的中间区域，计算五点测量值的算术平均值作为单面涂层厚度，并报告最大值。

7.3.2 圆形涂锡焊带厚度测量按 GB/T 6462 的规定进行，也可按 GB/T 16921 的规定进行，每段试样至少取 3 个位置测量，每个位置至少在环绕一周的焊带外表面上取分散均匀的四个点，计算四点测量值的算术平均值作为该位置的涂层厚度，最后计算 3 个位置涂层厚度的算术平均值作为圆形涂锡焊带的涂层厚度。

7.3.3 圆形焊带最小涂层厚度测量方法：最小涂层厚度测量按 GB/T 6462 的规定进行，也可按 GB/T 16921 的规定进行，每段试样至少取 3 个位置测量；当用金相法时，可以直接测得每个位置的最小涂层厚度；当用 X 射线法时，每个位置至少在环绕一周的涂锡焊带外表面上取分散均匀的五个点测量，取其中的最小值，最后计算 3 个位置最小涂层厚度的算术平均值作为圆形涂锡焊带的最小涂层厚度。

7.3.4 仲裁时，应按照 GB/T 6462 的规定进行测量。

7.4 外形尺寸

7.4.1 厚度及直径

涂锡焊带的厚度及直径应使用符合 GB/T 1216 或 GB/T 20919 规定的分度值为 0.001 mm 的千分尺测量，测量时将涂锡焊带放置于千分尺两测量面之间并注意保持涂锡焊带平整无弯曲、无扭曲变形，测量示意图如图 2-3 所示。在涂锡焊带纵向取 3 个不同位置测量，计算算术平均值。

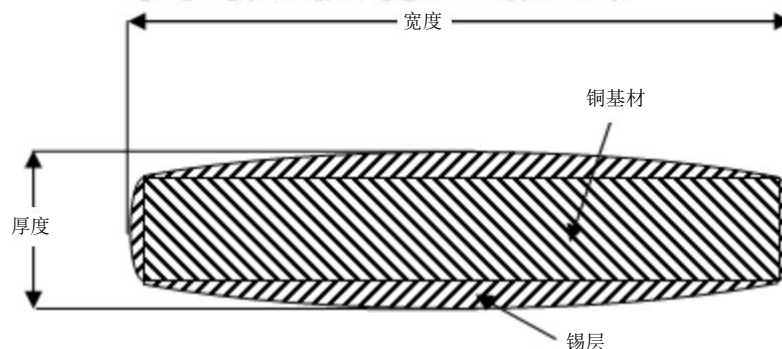


图 2 矩形涂锡焊带外形尺寸测量示意图

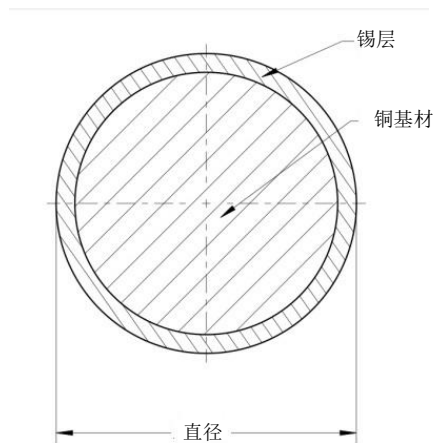


图3 圆形涂锡焊带外形尺寸测量示意图

7.4.2 宽度

涂锡焊带的宽度应使用符合 GB/T 21389 规定的分度值为 0.01 mm 的卡尺测量。测量时，先将涂锡焊带弯折，弯折线应垂直于涂锡焊带的长度方向，并保持弯折处涂锡焊带不发生扭曲，即弯折后的两涂锡焊带面保持平行，用卡尺测量弯折处涂锡焊带的两个平行面的宽度。在涂锡焊带纵向取 3 个不同位置进行测量，计算算术平均值。

7.4.3 长度

涂锡焊带的长度应使用符合 GB/T 9056 规定的分度值为 1 mm 的直尺测量。每根涂锡焊带测量 3 次，计算算术平均值。

7.5 侧边弯曲度

7.5.1 将涂锡焊带平行放置于表面平整、干净且垂直于地面的玻璃面上，用一把钢直尺作基准，用符合 GB/T 21389 规定的卡尺测量钢直尺与涂锡焊带之间的最大距离，如图 4 所示。整个测量过程需保证涂锡焊带不受外力呈自然状态。按照式 (1) 计算侧边弯曲度。

$$C = \frac{h}{L_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- C——涂锡焊带的侧边弯曲度，单位为毫米每米 (mm/m)；
- h——钢直尺与涂锡焊带之间的最大距离，单位为毫米 (mm)；
- L_0 ——涂锡焊带样品两端点间的最大距离，单位为米 (m)。

7.5.2 对于非定长涂锡焊带，取 1 m 涂锡焊带作为样品进行测量；对于定长涂锡焊带，直接取样进行测量，按正比例折算成 1 m 的数值。

7.5.3 每根涂锡焊带测量 3 次，计算算术平均值。

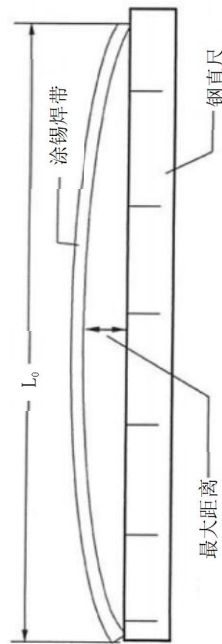


图4 侧边弯曲度测量示意图

7.6 化学成分

7.6.1 原料化学成分

铜基材原料的化学成分分析按 GB/T 5121（所有部分）的规定进行。

锡铅焊料的化学成分分析按 GB/T 10574（所有部分）的规定进行。

无铅锡基焊料化学成分分析按 YS/T 746（所有部分）的规定进行。

涂锡生产过程中的焊料应按 GB/T 10574 标准中铜含量测定的规定进行。若涂层为纯锡，则按 YS/T 746 标准中铜含量测定的规定进行。

含铋焊料中铋含量应按 GB/T 10574.3 或 GB/T 10574.13 标准中铋含量测定的规定进行。若待测溶液中铋含量浓度高于标准规定的范围，则应先对待测溶液进行相应倍数的稀释再进行测定。

7.6.2 涂锡焊带成品化学分析

涂锡焊带成品铜基材的化学分析方法应用适量分析纯稀硝酸（1+4）溶解涂层分离出铜基材后，再用 800 目金相砂纸磨去铜基材表面多余的氧化层，再置于烧杯中，加入冰乙酸（1+4），加热煮沸 2 min~3 min，弃去溶液，试样以去离子水冲至无酸味，再以分析纯无水乙醇洗涤二次，取出，待无水乙醇挥发后立即置于 105 °C 左右的电热恒温干燥箱中干燥 3 min~5 min，取出，置于干燥器中待用，并按照 GB/T 5121.1 的规定测定铜含量。

涂锡焊带成品按 GB/T 5121（所有部分）的规定测定锡、铅、银等涂层中的合金元素含量以及铜基材与涂层的所有杂质元素含量。采用归一化法将涂锡焊带成品的锡、铅、银等合金元素含量测定结果换算为涂层中锡、铅、银等合金元素含量。

7.7 力学性能

涂锡焊带的抗拉强度 (R_m)、断后伸长率 (A) 及规定塑性延伸强度 ($R_{p0.2}$) 的测量按 GB/T 228.1 的规定进行。

拉伸试验时，原始试样标距为 100 mm。试验的速度控制应符合如下要求：

- 从涂锡焊带拉伸应变开始，前 2 mm 或应变 2% 以内，拉伸速度为 5 mm/min；
- 后续的拉伸速度可设置为 10 mm/min~20 mm/min，也可始终保持 5 mm/min。

7.8 电学性能

7.8.1 测量

在20℃±5℃的温度下，取涂锡焊带中间部分为标距（短线，用细记号笔标出），将电阻测试仪接触点夹持在标距细线两端，涂锡焊带的体积电阻测量按GB/T 3048.2的规定进行，同一规格型号涂锡焊带分别取5根测量，计算算术平均值。

7.8.2 计算

根据式(2)计算铜基材在20℃时的体积电阻：

$$R_{Cu} = \frac{\rho_{Cu} \cdot L_1}{S_{Cu}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- R_{Cu} ——铜基材体积电阻，单位为欧姆（Ω）；
- ρ_{Cu} ——20℃时铜基材的电阻系数（取值见表5），单位为欧姆平方毫米每米（Ω·mm²/m）；
- S_{Cu} ——铜基材横截面积（按尺寸标称值计算），单位为平方毫米（mm²）；
- L_1 ——涂锡焊带标距长度，单位为米（m）。

表5 铜基材电阻系数

牌号	代号	状态 ^a	电阻系数/(Ω·mm ² /m) 不大于	导电率/%IACS不小于
TU00	C10100	060	0.017070	101
		H01	0.017241	100
		H02	0.017415	99
		H04	0.017593	98
TU0 TU1	T10130	060	0.017241	100
		H01	0.017415	99
	T10150	H02	0.017593	98
		H04	0.017774	97

^a 参照 GB/T 14594 规定，060 代表软化退火；H01 代表 1/4 硬；H02 代表 1/2 硬；H04 代表硬。

根据式(3)计算涂锡焊带在20℃时的体积电阻：

$$R_{(20)} = \frac{R_{(t)}}{1 + \alpha_{20}(t - 20)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $R_{(20)}$ ——20℃时试样标长两端间的体积电阻，单位为欧姆（Ω）；
- t ——测试涂锡焊带体积电阻时的试验温度，单位为摄氏度（℃）；
- $R_{(t)}$ ——试验温度t℃时试样标长两端间的体积电阻，单位为欧姆（Ω）；
- α_{20} ——20℃试样的电阻温度系数， $3.93 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$ 。

7.9 抗腐蚀性能

取长度大于等于200mm的涂锡焊带3根，按GB/T 10125的规定进行中性盐雾试验，试验周期为48h，试验结束后，按GB/T 6461的规定进行评级。

7.10 PCT 加速老化性能

7.10.1 试样及辅材

试样及辅材如下：

- a) 涂锡焊带：长度200mm±2mm的涂锡焊带3根；

- b) 超白压花玻璃：厚度3.2 mm，在380 nm~1100 nm波段上透射比为91.5 %以上；
- c) EVA胶膜：表面平整、无折痕、无污点、无可见杂质、无气泡、压花清晰，交联度应不低于75.0 %；
- d) 光伏背板：采用复合型结构的背板，表面应清洁平整、无褶皱、划痕、脱层、气泡、杂物等，水蒸气透过率应小于 $2.0 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ 。

7.10.2 试样制备

按照光伏背板、EVA胶膜、涂锡焊带、EVA胶膜、超白压花玻璃的顺序叠放，在层压机中按照可使EVA交联度大于80 %的工艺参数进行层压封装，并且应保证封装后涂锡焊带边缘距离封装材料边缘距离不小于50 mm。

7.10.3 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 将处于室温下没有经过预处理的试样放入气候室中；
- b) 在下列严酷条件进行试验：
 - 1) 试验温度： $121 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
 - 2) 相对湿度：99 %~100 %；
 - 3) 试验时间：24 h。

若加速老化试验后发现边部有显见的水汽侵入，则试验无效。

7.11 耐老化性能

7.11.1 试样及辅材

试样及辅材如下：

- a) 涂锡焊带：长度 $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 的涂锡焊带3根；
 - b) 超白压花玻璃：厚度3.2 mm，在380 nm~1100 nm波段上透射比为91.5 %以上；
 - c) EVA胶膜：表面平整、无折痕、无污点、无可见杂质、无气泡、压花清晰，交联度应不低于75.0 %；
- 光伏背板：采用复合型结构的背板，表面应清洁平整、无褶皱、划痕、脱层、气泡、杂物等，水蒸气透过率应小于 $2.0 \text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{h})$ 。

7.11.2 试样制备

取长度为 $200 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 的涂锡焊带3根作为试样及相应尺寸的玻璃、背板和EVA胶膜，按照背板、EVA胶膜、涂锡焊带、EVA胶膜、玻璃的顺序叠放，在层压机中按照可使EVA交联度大于80 %的工艺参数进行层压封装，并且应保证封装后涂锡焊带边缘距离封装材料边缘的距离大于等于50 mm。

7.11.3 试验步骤

试验步骤如下：

- a) 将处于室温下没有经过预处理的试样放入气候室中；
- b) 在下列严酷条件进行试验：
 - 1) 试验温度： $85 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
 - 2) 相对湿度： $85 \% \pm 5 \%$ ；
 - 3) 试验时间：1000 h。

若加速老化试验后发现边部有显见的水汽侵入，则试验无效。

7.12 可焊性

7.12.1 取一材质为纯铜的标准哈氏铜片，用无水乙醇对其抛光面进行清洁，并用冷风吹干。

7.12.2 取长度大于或等于200 mm的涂锡焊带作为试样，将其浸入质量浓度为 $0.15 \text{ g}/\text{mL} \sim 0.30 \text{ g}/\text{mL}$ 的松香乙醇溶液中1 min，取出后在滤纸上贴3 s。将涂锡焊带手工焊接在标准哈氏铜片的抛光面上，含铅焊料实际焊接温度为 $340 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ，无铅焊料实际焊接温度为 $370 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ ，特殊焊料由供需双方协商确定，有效焊接距离大于或等于20 mm。

7.12.3 对焊接后的涂锡焊带与铜片进行 180° 的剥离试验，如图5所示。若铜片在测试过程中会发生

变形，可用两片硬质夹板将铜片夹在其中固定，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或直径），测试时涂锡焊带与铜片的剥离距离应不小于 20 mm。

7.12.4 在电子万能试验机上以 20 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或直径的比值），应取剥离曲线中相对平稳的曲线段且平稳曲线段的长度大于或等于 15 mm。

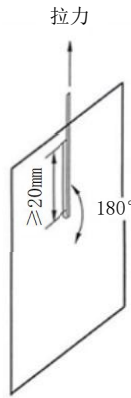


图 5 剥离试验示意图

8 检验规则

8.1 检查和验收

涂锡焊带应由制造方质量检验部门检验合格，并附合格证后方可出厂，保证产品质量符合本文件的规定，并填写产品出货检验报告单。

需方对收到的产品按本文件的规定进行复验，复验结果与本文件的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，可由供需双方共同认可的检验机构进行，且由供需双方共同进行取样。

8.2 检验分类

涂锡焊带产品检验分为型式检验和出厂检验。

8.3 组批

涂锡焊带的出厂检验应按批进行。每批应由相同原材料（相同基材、相同涂层焊料）、相同工艺下连续生产的同一规格的产品组成。

8.4 型式检验

8.4.1 通则

型式检验应至少每半年进行一次。如有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定；
- 产品转厂生产时；
- 原材料、配方、工艺有较大改变时；
- 停产半年以上恢复生产时；
- 出厂检验结果与型式检验有较大差异时；
- 质量监督机构提出检验要求时。

8.4.2 检验项目

型式检验项目为本文件规定的所有项目，应符合表 6 的规定。

表 6 检验项目

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法的章条号	允许不合格品数量	型式检验	出厂检验
外观	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.1	7.2	0	●	●
涂层厚度	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.2	7.3	0	●	●
外形尺寸	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.3	7.4	0	●	●
侧边弯曲度	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.4	7.5	0	●	●
化学成分	任取 1 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.5	7.6	0	●	—
力学性能	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.6	7.7	0	●	●
电学性能	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.7	7.8	0	●	●
抗腐蚀性能	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.8	7.9	0	●	—
PCT 加速老化性能	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.9	7.10	0	●	—
耐老化性能	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.10	7.11	0	●	—
可焊性	任取 3 捆 (卷/盘/轴) /批, 1 个试样 /卷 (盘/轴)	6.11	7.12	0	●	—

注：“●”为必检项目；“—”为不检项目。

8.4.3 判定规则

当全部型式检验项目合格时,则判定型式检验合格。

若涂锡焊带的化学成分检验不合格时,判定型式检验不合格。

若涂锡焊带的外观、涂层厚度、外形尺寸、侧边弯曲度、力学性能、电学性能、抗腐蚀性能、PCT 加速老化性能、耐老化性能或可焊性项目检验不合格,应重新加倍抽样进行复检。若复检结果合格,则判定型式检验合格;若复检结果仍不合格,则判定型式检验不合格。

8.5 出厂检验

8.5.1 检验项目

出厂检验项目包括外观、涂层厚度、外形尺寸、侧边弯曲度、力学性能、电学性能,应符合表 6 的规定。

8.5.2 判定规则

当全部出厂检验项目合格时,则判定该批产品出厂检验合格。

若涂锡焊带的外观、涂层厚度、外形尺寸、侧边弯曲度、力学性能、电学性能或可焊性项目检验不合格,应重新加倍抽样进行复检。若复检结果合格,则判定该批产品出厂检验合格;若复检结果仍不合格,则判定该批产品出厂检验不合格。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 每卷、每盘、每轴产品上应注明：

- a) 生产企业名称、商标；
- b) 产品名称；
- c) 产品规格（外形尺寸）、涂层牌号；
- d) 批号；
- e) 产品净质量（kg）；
- f) 生产日期；
- g) 追溯条形码。

9.1.2 每批产品应有产品出货检验报告单，产品合格证，随货运单发给需方，注明：

- a) 生产企业名称、商标；
- b) 产品名称；
- c) 产品规格（外形尺寸）、涂层牌号；
- d) 产品净质量（kg）和数量；
- e) 检验员印记或签名；
- f) 各项检验结果和质量部门印章；
- g) 生产/出厂日期；
- h) 产品执行标准。

9.2 包装

9.2.1 对于定长涂锡焊带，通常采用纸盘或成卷包装。

9.2.2 对于非定长涂锡焊带，通常采用工字轴或锥形轴形式包装，且不应存在接头，线圈不应紊乱，成轴线应距轴板内侧边缘不小于 5 mm。

9.2.3 对所有出货成品涂锡焊带产品宜采用真空袋包装。

9.3 运输

产品在运输过程中应避免碰撞、雨淋受潮。装卸过程中应轻装轻卸，防止碰伤、擦伤和污染，严防摔掷，勿压、勿挤并采取防震措施。

9.4 贮存

产品应贮存在干燥、清洁、通风，无腐蚀性化学物品的良好仓库内，相对湿度不超过60%，该条件下，采用真空包装的产品保质期为六个月及以上，含铋、无铅或其他特殊焊料成分的产品保质期由供需双方协商确定。

附录 A

(资料性)

涂锡焊带成品化学成分要求与分析方法示例

涂锡焊带成品示例：2.00×0.15 0.20 TU1 63A GB/T XXXXX—XXXX

示例涂锡焊带成品的铜基材牌号为TU1，按照“GB/T 5231-2012 加工铜及铜合金牌号和化学成分”标准规定，TU1 的化学成分要求如表A.1 所示。

表 A.1 TU1 化学成分质量分数

铜基材	杂质，不大于/%										
Cu	P	Bi	Sb	As	Fe	Ni	Pb	Sn	S	Zn	O
99.97	0.002	0.001	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003	0.002	0.004	0.003	0.002

示例涂锡焊带成品的涂层代号63A，按照“GB/T 8012-2013 铸造锡铅焊料”标准规定，63A的化学成分要求如表A.2所示。

表 A.2 63A 焊带涂层的化学成分质量分数

合金元素		杂质，不大于/%								
Sn	Pb	Sb	Bi	Fe	As	Cu	Zn	Al	Cd	Ag
62.50~ 63.50	余量	0.012	0.020	0.010	0.010	0.020	0.0010	0.0010	0.0010	0.015

则示例涂锡焊带成品化学成分要求如表A.3所示。

表 A.3 63A 焊带成品的化学成分质量分数

铜基材	涂层合金元素	涂锡焊带杂质，不大于/%											
		Pb	P	Bi	Sb	As	Fe	Ni	S	Zn	O	Al	Cd
99.97	62.50 ~ 63.50	(100 -Sn) 余量	0.002	0.020	0.012	0.010	0.010	0.002	0.004	0.003	0.002	0.001 0	0.001 0

示例涂锡焊带成品按GB/T 5121 的规定测定涂层 63A焊料的锡铅合金元素含量以及铜基材与焊料的所有杂质元素P, Bi, Sb, As, Fe, Ni, S, Zn, O, Al, Cd含量。

归一化法换算示例：例如按GB/T 5121 的规定测定得到涂锡焊带成品的Sn为 10.18 %，Pb为 6.04 %，采用将Sn、Pb归一化为 100 %将涂锡焊带成品的锡、铅含量测定结果换算为涂层中锡、铅含量，如式A.1、A.2 所示，Sn为 62.76 %，Pb为 37.24 %。

$$Sn \% = \frac{10.18}{10.18 + 6.04} \times 100 \% = 62.76 \% \dots\dots\dots (A.1)$$

$$Pb \% = \frac{6.04}{10.18 + 6.04} \times 100 \% = 37.24 \% \dots\dots\dots (A.2)$$