

# 团 体 标 准

T/CPIA XXXX—202X

## 光伏组件用定向反射光学薄膜

Solar Light Redirecting Film for Photovoltaic Modules

（征求意见稿）

（本稿完成日期：2021-01-12）

（在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上）

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国光伏行业协会 发布



# 目 次

前言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 要求.....	2
5 试验方法.....	4
6 检验规则.....	7
7 标志、包装、运输、贮存.....	8
附录 A（参考性附录）.....	10

## 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。

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： .....

本文件主要起草人： .....

# 光伏组件用定向反射光学薄膜

## 1 范围

本标准规定了光伏组件用定向反射光学薄膜（以下简称：反光膜）的术语和定义、要求、样品准备、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于贴敷在光伏组件内涂锡焊带表面的反光膜。其他使用用途的反光膜，如用于太阳能电池串间贴敷的反光膜，暂不完全限定于本标准范围内，但也可参考此标准部分条款。

## 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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3979 物体色的测量方法

GB/T 6672 塑料薄膜与薄片厚度的测定 机械测量法

GB/T 6673 塑料薄膜与片材长度和宽度的测定

GB/T 7921 均匀色空间和色差公式

GB/T 12027 塑料 薄膜和薄片 加热尺寸变化率试验方法

GB/T 13936 硫化橡胶 与金属粘结拉伸剪切强度测定方法

GB/T 28724 固体有机化学品熔点的测定 差示扫描量热法

IEC 61215-1-1:2016 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第1-1部分：晶体硅光伏组件试验的特殊要求 Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval—Part 1-1 Special requirements for testing of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules

ISO 527-3 塑料 抗拉性能的测定 第3部分：薄膜和片材的试验条件Plastics — Determination of tensile properties —Part 3:Test conditions for films and sheets

ISO 8510-2 粘合剂--软质与硬质粘合试样组件的剥离试验--第2部分：180°剥离Adhesives — Peel test for a flexible-bonded-to-rigid test specimen assembly — Part 2: 180° peel

ASTM E424-71 薄板材料的太阳能传播和反射的试验方法 Standard test methods for solar energy transmittance and reflectance(terrestrial) of sheet materials

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**反光膜** solar light redirecting film

一种具有表面定向反射光学结构和底面粘结层的光学薄膜。

## 4 要求

## 4.1 外观

表面应平整、清洁、光滑，无折痕、无扭曲、无污点、无分层、无可见擦伤和划痕、无可见杂质和毛边。

## 4.2 规格及偏差

反光膜的厚度、宽度、长度需符合下表要求。

表1 规格及偏差

序号	项目	单位	规格	偏差
1	厚度	$\mu\text{m}$	60~130或标称值	$\pm 10$
2	宽度	mm	0.8~1.3或标称值	$\pm 0.05$
3	长度	m	标称值	0~+5
注：特殊规格和要求，可按合同规定执行				

## 4.3 粘结层

粘结层厚度为 $25\pm 10\mu\text{m}$ ，粘结层熔点为 $65\sim 85^{\circ}\text{C}$ 。

## 4.4 微观结构

反光膜的微观结构需符合下表要求。

表2 微观结构

序号	项目	单位	要求	偏差
1	反射角度	$^{\circ}$	120	$\pm 3$
2	反射结构宽度	$\mu\text{m}$	标称值	$\pm 3$
3	反射结构高度	$\mu\text{m}$	标称值	$\pm 1.5$
4	条纹角度（膜方向）	$^{\circ}$	标称值	$\pm 3$
注：特殊规格和要求，可按合规定执行				

## 4.5 力学性能

反光膜的力学性能需符合下表要求。

表3 力学性能

序号	项目	厚度规格	单位	要求
1	拉伸强度	$\leq 100\mu\text{m}$	Mpa	$\geq 80$
		$> 100\mu\text{m}$		$\geq 100$
2	断裂伸长率	$\leq 100\mu\text{m}$	%	$\geq 50$
		$> 100\mu\text{m}$		$\geq 50$
3	收缩率	-	%	$\leq 2.0$
4	层间剥离强度	$\leq 100\mu\text{m}$	N/m	$\geq 20$
		$> 100\mu\text{m}$		$\geq 40$
5	高温动态剪切强度	$\leq 100\mu\text{m}$	MPa	$\geq 0.08$
		$> 100\mu\text{m}$		$\geq 0.12$
6	高温静态剪切时间	$\leq 100\mu\text{m}$	S	$\geq 40$

		>100 $\mu\text{m}$		$\geq 70$
注：5高温动态剪切强度和6高温静态剪切时间测试，符合其中之一即为合格				

#### 4.6 光学性能

反光膜的光学性能需符合下表要求。

表4 光学性能

序号	项目	单位	要求
1	反射率(300~1100nm)	%	$\geq 90$
2	光密度	-	2.0-5.0

#### 4.7 可靠性测试

反光膜的可靠性测试需符合下表要求。

表5 可靠性测试

序号	项目	测试条件	要求
1	恒定湿热实验	85 $^{\circ}\text{C}$ , 85%RH, 1000 小时	试验后： 1.反光膜及与其接触的其他材料，无分层、起泡、变色、褶皱等现象 2. 组件最大输出功率的衰减不超过试验前测试值的5% 3.组件绝缘电阻应满足初始试验同样的要求
2	热循环实验	-40~85 $^{\circ}\text{C}$ ，200次循环	试验后： 1.反光膜及与其接触的其他材料，无分层、起泡、变色、褶皱等现象 2. 组件最大输出功率的衰减不超过试验前测试值的5% 3.组件绝缘电阻应满足初始试验同样的要求
3	UV预处理+热循环实验+湿冻实验	UV 15Kwh/m <sup>2</sup> ; -40~85 $^{\circ}\text{C}$ ，50次循环; -40~85 $^{\circ}\text{C}$ ，85% RH, 10次循环	试验后： 1.反光膜及与其接触的其他材料，无分层、起泡、变色、褶皱等现象 2. 组件最大输出功率的衰减不超过试验前测试值的5% 3.组件绝缘电阻应满足初始试验同样的要求
4	UV测试	60 $\pm$ 5 $^{\circ}\text{C}$ ，120Kwh/m <sup>2</sup>	试验后： 1.反光膜及与其接触的其他材料，无分层、起泡、变色、褶皱等现象 2.试样的反射率变化 $\Delta R \leq 5\%$ 3.试样的黄色指数变化 $\Delta b \leq 2$

#### 5 试验方法

## 5.1 通则

### 5.1.1 取样

应至少去掉卷材最外面3层反光膜。片状样品（部分测试项目要求），随机取样。

### 5.1.2 预处理

除非另有规定，应将所有试样保持在温度（ $23\pm 2$ ）℃，相对湿度（ $50\pm 5$ ）%下至少放置24h。

### 5.1.3 试验条件

除非另有规定，所有试验应在温度（ $23\pm 2$ ）℃，相对湿度（ $50\pm 5$ ）%下进行。

## 5.2 外观

应在不低于500lux的照度下，目测检查，观察者视力应正常或矫正视力0.8及以上，将反光膜放置于静置的工作台上，眼睛距离观察试样不超过300mm，并采用与工作台45°进行观察。

## 5.3 规格及偏差

厚度按照GB/T 6672规定进行，每个试样取5个点计算平均值；宽度及长度按照GB/T 6673规定进行，每个试样取5个点计算平均值。

## 5.4 粘结层

用美工刀轻划开反光膜，将粘结层与支撑层分离开，测试支撑层的厚度，其中粘结层厚度等于反光膜厚度减支撑层厚度。测试方法按照GB/T 6672规定进行，每个试样取5个点计算平均值。取分离后的粘结层进行熔点测试。差示扫描量热设定按照GB/T 28724进行测试，读取熔点值。

## 5.5 微观结构

a) 取长度为50-100mm的反光膜，平铺在金相显微镜下，反射面朝上，调整倍距至屏幕中央出现5~10个条纹格栅为最佳，此时使用软件量测条纹与长边切线角，如图1；

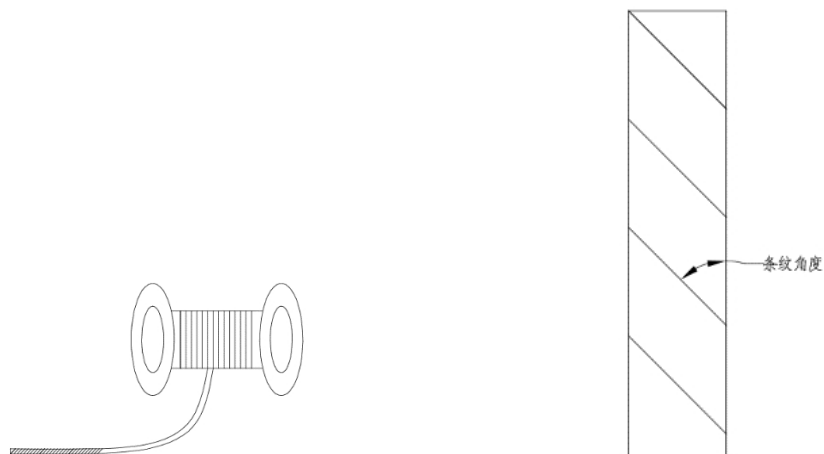


图1 反光膜条纹角度示意图

b) 取长度为50-100mm反光膜，根据量测的条纹角度，保证与条纹角度垂直方向裁切，然后进行镶嵌、固化、抛光，使用显微镜测量截面金相，调整倍距至屏幕中央出现3~5个反射峰为最佳，此时量测反射角的宽度、高度及角度，如图2。



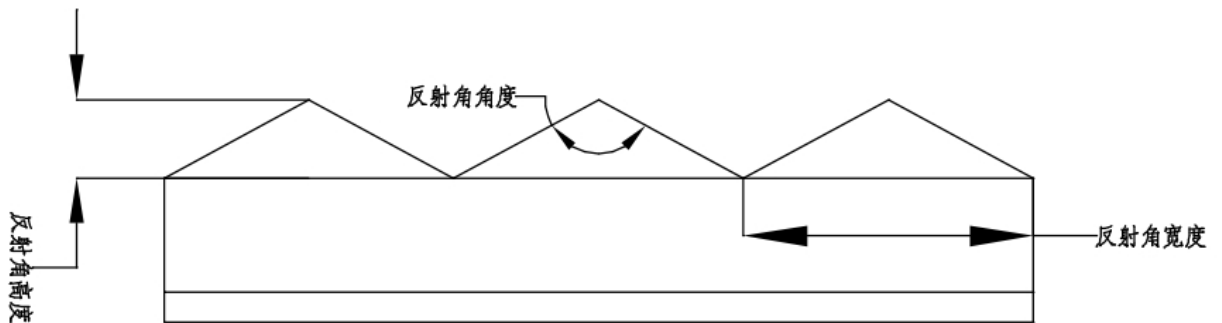


图2 反光膜反射结构示意图

### 5.6 拉伸强度及断裂伸长率

按照ISO527-3规定，取长度约为150mm的反光膜，置于拉力测试仪中，标距50mm，拉伸速度100mm/min施加负荷至样品被破坏，测试拉伸强度及断裂伸长率，结果分别取5个试样测试值，计算平均值。

### 5.7 收缩率

按照GB/T12027规定，进行如下测试。取5根长度约为150mm的反光膜试样，测量试验前试样的长度，分别用高温胶带将反光膜的一端固定在测试平台上；将试样置于150℃的烘箱中保温15min，每根反光膜都处于垂直悬吊状态；保温完成后，取出样品，测量试验后试样的长度；结果取5个试样测试值，计算平均值。

按公式（1）计算试样的热收缩率：

$$X = (L1 - L0) / L0 \dots\dots\dots (1)$$

式（1）中：

X——热收缩率；

L0——热收缩前试样的横向、纵向尺寸，单位为毫米（mm）；

L1——热收缩后试样的横向、纵向尺寸，单位为毫米（mm）。

### 5.8 层间剥离强度

按照ISO 8510-2的规定，取长度约为150mm试样，沿长度方向将粘结层与支撑层分开，以100mm/min的剥离速度进行180°剥离试验。结果取5个试样测试值，计算平均值。

### 5.9 高温剪切测试

#### 5.9.1 实验前准备

a) 尺寸为125\*50\*1mm不锈钢板（上部带孔，便于悬挂），用异丙醇清洁干净，将钢板置于90~110℃的加热台加热3~5min；将300g砝码置于100℃烘箱中预热10min；

b) 裁取5根长度约为80mm的反光膜，将反光膜依次平行于不锈钢板长边贴敷，贴敷搭接长度30mm，膜与膜间隔约5mm，反光面朝向空气；

c) 轻轻按压反光膜表面约3秒，将预热后的砝码加至反光膜上约5秒让膜充分贴合在钢板上。关闭加热台电源，待钢板冷却5~10min后取下。

### 5.9.2 高温动态剪切强度

将拉力测试仪的环境试验箱温度设置在100℃，保持恒温。按照GB/T13936的规定，将已贴敷好反光膜的不锈钢板试样夹持拉力测试仪上，测试仪夹爪分别夹持反光膜尾部和不锈钢板，拉伸速度100mm/min。记录剪切力，计算剪切强度。结果取5个试样测试值，计算平均值。

### 5.9.3 高温静态剪切时间

将环境试验箱温度设置在100℃，保持恒温。将已贴敷好反光膜的不锈钢板试样放置于环境温度100℃的烘箱中，不锈钢板挂在烘箱支架上，300克砝码挂于反光膜底部，进行挂重测试，记录砝码保持不掉落时间。结果取5个试样测试值，计算平均值。

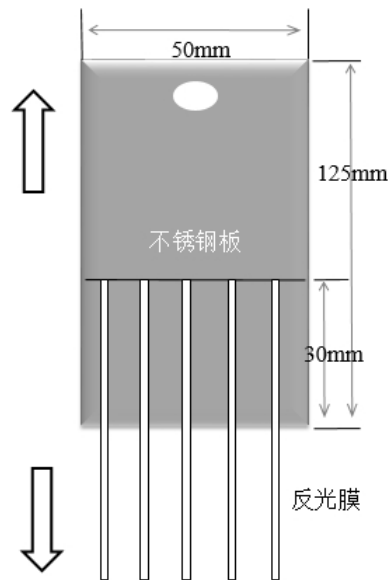


图3 高温剪切测试样品示意图

### 5.10 反射率

按照ASTM E424-71规定，取长\*宽为50\*50mm试样，使用分光光度计法进行测试。分光光度计的波长范围设置为300nm~1100nm。结果取3个试样测试值，计算平均值。

### 5.11 光密度

取长\*宽为50\*50mm的试样，使用x-rite 361测试仪器，测试窗口选择直径为3mm；将样品平整的放置在仪器测试窗口处，试样反射面朝下，按照x-rite361光密度仪操作方法进行测试。结果取3个试样测试值，计算平均值。

### 5.12 可靠性测试

5.12.1 按照 IEC61215-1-1 中 10.13、10.10、10.11、10.12 的规定，制作贴敷了反光膜的光伏组件，每个测试序列 2 个样品，进行 DH1000、TC200、UV+TC50+HF10 序列可靠性测试。

5.12.2 模拟光伏组件结构制作层压板，将长\*宽为 50\*50mm 反光膜居中封装到层压板内（层压板的长、宽均 $\geq 70$ mm），样品数量 1 个，进行 UV120Kwh/m<sup>2</sup> 测试。可靠性测试前，按照 5.9 要求测试层压板上反光膜区域的反射率值 R<sub>0</sub>。

5.12.3 按照 IEC61215-1-1 中 10.10 规定，样品温度 60 $\pm$ 5℃，UV 波长 280-400nm，其中波长 280~320nm 之间的紫外辐照量为总辐照量的 3~10%；辐照功率校准：按试样表面实际所受的辐照量进行累计，至少每 30Kwh/m<sup>2</sup> 用辐照计进行紫外功率校准一次。

5.12.4 试样恢复室温后，按照 5.9 要求测试层压板上反光膜区域的反射率值 R<sub>1</sub>，计算反射率变化率  $\Delta R$ 。按照 GB/T6672 和 GB/T7921 的规定测试试样可靠性测试前后的黄色指数变化  $\Delta b$ 。

按公式（2）计算试样的反射率变化率：

$$\Delta R = (R_1 - R_0) / R_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\Delta R$ ——反射率变化率；

R<sub>0</sub>——可靠性测试前试样的反射率，单位为%；

R<sub>1</sub>——可靠性测试后试样的反射率，单位为%。

结果取试样内 3 个位置的测试值，计算平均值。

## 6 检验规则

### 6.1 检验分类

检验分型式检验和出厂检验。

### 6.2 型式检验

有下列情况（包含但不限于）之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品鉴定时；
- 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) 质量一致性检验结果与上次鉴定检验结果有较大差异时；
- f) 质量技术监督机构或客户提出鉴定检验要求时。

### 6.3 出厂检验

外观及尺寸偏差按照 GB/T2828.1 的规定进行抽样，采用一般检验水平 II，AQL=1.0；其他指标检验每批抽取一卷，取样检验。

### 6.4 检验项目

鉴定检验项目应符合表 6 的要求。

表6 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
外观	4.1	5.2	√	√
反光膜厚度	4.2	5.3	√	√
反光膜宽度	4.2	5.3	√	√
反光膜长度	4.2	5.3	-	√
粘结层厚度	4.3	5.4	√	√
粘结层熔点	4.3	5.4	√	-
反射角度	4.4	5.5	√	-
反射结构宽度\高度	4.4	5.5	√	-
条纹角度（膜方向）	4.4	5.5	√	-
拉伸强度	4.5	5.6	√	√
断裂伸长率	4.5	5.6	√	√
收缩率	4.5	5.7	√	√
层间剥离强度	4.5	5.8	√	√
高温静态剪切*	4.5	5.9	√	√
高温动态剪切*	4.5	5.9	√	√
反射率	4.6	5.10	√	-
光密度	4.6	5.11	√	√
可靠性测试	4.7	5.12	√	-

## 6.5 合格判定

当所有鉴定检验项目符合本文件的要求时，则鉴定检验合格；若有任一鉴定检验项目不符合本文件的要求，则鉴定检验不合格。

## 7 标志、包装、运输、贮存

### 7.1 标志

产品应标识、注明以下信息：

- 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。

### 7.2 包装和运输

产品应密封包装，产品应避光、避热、避潮运输，避免摔打和露天堆放，不得导致产品弯曲和包装破损。

### 7.3 贮存

产品应当贮存在室内，温度控制在0℃～25℃范围内，相对湿度低于60%，避免直接光照。不要靠近加热设备和暴露在有灰尘的地方。

- a) 在开箱之前，检查贮存产品的包装箱应原封不动；
- b) 一旦原包装箱被打开，产品应48h内使用完，未用部分用原包装或相似包装重新包装好。

### 7.4 质量证明书

每批产品应附有质量证明书，注明：

- 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) 各项分析检验结果和技术监督部门印记；
- g) 本标准编号；
- h) 出厂日期。

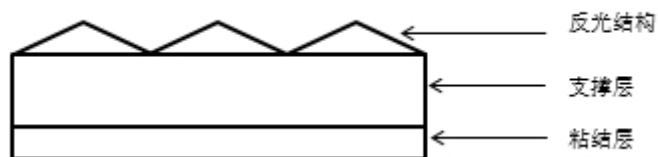
## 附录 A

(参考性附录)

### 反光膜结构说明

#### A.1 结构说明

反光膜一般有多层结构，常见的结构为：外层反光结构，采用镀铝材质，具有良好的可靠性和反射率；中间层为支撑层，常用的有聚酯薄膜（PET）等，具有良好的机械支撑作用；内层粘结层，常用的有乙烯醋酸乙烯酯共聚物（EVA）、聚烯烃（POE）等，具有良好的粘结性能和可靠性。常见的反光膜结构示意图见下图，其他结构反光膜也可参考此标准要求。



图A.1 反光膜结构示意图