

团 体 标 准

T/CPIA 0031—2021

双面电池组件封装用透明保护膜

Transparent protective encapsulation film for bifacial cell modules

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2021-10-15 发布

2021-11-01 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 要求.....	2
5.1 外观.....	2
5.2 性能要求.....	2
6 试验方法.....	5
6.1 试验基本要求.....	5
6.2 外观.....	6
6.3 厚度.....	6
6.4 拉伸强度和断裂伸长率.....	6
6.5 层间剥离强度.....	7
6.6 与 EVA/POE 剥离强度.....	7
6.7 与硅胶剥离强度.....	7
6.8 涂层附着力.....	7
6.9 热收缩率.....	8
6.10 击穿电压.....	8
6.11 体积电阻率.....	8
6.12 相比电痕化指数 (CTI)	8
6.13 绝缘穿透距离 (DTI)	8
6.14 透光率、反射和紫外截止率.....	9
6.15 雾度.....	9
6.16 水蒸气透过率.....	9
6.17 耐溶剂性.....	9
6.18 耐酸性.....	10
6.19 耐碱性.....	10
6.20 耐盐雾性.....	10
6.21 耐沸水试验.....	10
6.22 沙尘试验.....	10
6.23 黄变值.....	10
6.24 高温高压蒸煮试验.....	10
6.25 恒定湿热试验 (85℃, 85%RH)	10
6.26 紫外老化试验.....	10

6.27	紫外湿热试验.....	11
6.28	紫外湿冻试验.....	11
6.29	序列老化试验（B 序列）.....	12
7	检验规则.....	12
7.1	检验分类.....	12
7.2	出厂检验.....	12
7.3	型式检验.....	12
8	标志.....	12
9	包装.....	13
10	运输及贮存.....	13
11	检验报告.....	13



中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

前 言

本文件根据 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》给出的规则起草。

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：苏州中来光伏新材股份有限公司、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、中国电子技术标准化研究院、中国电子信息产业发展研究院、无锡尚德太阳能电力有限公司、泰州中来光电科技有限公司、中天科技精密材料有限公司、苏州腾晖光伏技术有限公司、苏州福斯特光伏材料有限公司、浙江福斯特新材料研究院有限公司、苏州佳尔特新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：张付特、宋金帅、卢佳妍、刘毅、陈文浩、李小娟、王赶强、王世江、江华、任锴、魏钦、王同心、倪志春、杨小旭、周光大、吴继程。

CPIA

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

双面电池组件封装用透明保护膜

1 范围

本文件规定了双面电池组件封装用透明保护膜的术语和定义、产品分类、要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于双面电池组件封装用透明保护膜，其他涉及到透明保护膜的领域，可以参考本文件。

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 1408.1-2016 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分:工频下试验
- GB/T 2410-2008 透明塑料透光率和雾度的测定
- GB/T 2423.17-2008 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法试验Ka:盐雾
- GB/T 2423.3-2016 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法试验Cab:恒定湿热试验
- GB/T 2423.37-2006 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验L:沙尘试验
- GB/T 2790-1995 胶粘剂180°剥离强度试验方法挠性材料对刚性材料
- GB/T 4207-2012 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法
- GB/T 7921-2008 均匀色空间和色差公式
- GB/T 9286-1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验
- GB/T 13542.2-2009 电气绝缘用薄膜 第2部分:试验方法
- GB/T 17748-2016 建筑幕墙用铝塑复合板
- GB/T 23989-2009 涂料耐溶剂擦拭性测定法
- GB/T 26253-2010 塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 红外检测器法
- GB/T 31838.2-2019 固体绝缘材料介电和电阻特性 第2部分:电阻特性(DC方法)体积电阻和体积电阻率
- CNCACTs 0014-2013 光伏组件封装用背板技术规范
- IEC 61215-2:2016 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型-第2部分:试验程序(Terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval - Part 2: Test procedures)
- IEC 61730-2:2016 光伏(PV)组件的安全鉴定 第2部分:测试要求(Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 1:Requirements for testing)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

高温高压蒸煮试验 pressure cooker test

压力锅蒸煮试验 pressure cooker cooking test

饱和蒸汽试验 saturated steam test

高温高压蒸煮试验，简称 PCT 试验，一般又称为压力锅蒸煮试验或是饱和蒸汽试验，将待测品置于严苛的温度（121℃），饱和湿度（100%RH）及压力环境下，测试试样耐高温高压高湿的能力。

3.1**黄变值 color difference**

试验后 b 值与试验前 b 值的差值。

4 产品分类

透明保护膜按产品用途可分为透明前膜、透明背膜和透明网格背膜。

透明前膜主要用作柔性组件、光伏建筑一体化 (BIPV) 组件的前板，透明背膜、透明网格背膜主要用作双面组件的背板。

5 要求**5.1 外观**

透明保护膜表面应平整、无气泡、杂质、皱纹、分层、针孔和漏涂。

5.2 性能要求

透明保护膜基础性能要求应符合表1规定，其老化性能要求应符合表2规定。

表1 透明保护膜基础性能要求

序号	项目	单位	指标		
			透明前膜	透明背膜	透明网格背膜
1	厚度	—	标称值±10%		
2	拉伸强度	MPa	≥100（挤出型≥15）	≥100（挤出型≥15）	≥100（挤出型≥15）
3	断裂伸长率	%	≥100（挤出型≥300）	≥100（挤出型≥300）	≥100（挤出型≥300）
4	层间剥离强度（复合面）	N/cm	≥4	≥4	≥4
5	与 EVA/POE 剥离强度（180°）	N/cm	≥40	≥40	透明区≥40 网格区≥40
6	与硅胶剥离强度	N/cm	≥30 或内聚破坏	≥30 或内聚破坏	≥30 或内聚破坏
7	涂层附着力（涂覆面）	—	0 级	0 级	0 级

表1 透明保护膜基础性能要求（续）

序号	项目		单 位	指 标		
				透明前膜	透明背膜	透明网格背膜
8	热收缩率		% (TD)	TD≤1.0	TD≤1.0	TD≤1.0
			% (MD)	MD≤1.5	MD≤1.5	MD≤1.5
9	击穿电压		kV	≥16	≥16	≥16
10	体积电阻率		Ω • cm	≥1×10 ¹⁵	≥1×10 ¹⁵	≥1×10 ¹⁵
11	相比电痕化指数（CTI）		V	I 级 CTI≥600 II 级 600>CTI≥400 III级 400>CTI≥175		
12	绝缘穿透距离 DTI	1000V	μ m	≥150		
		1500V		≥300		
13	透光率		%	400 nm~1100 nm: ≥88	400 nm~1100 nm: ≥88	透明区域 400 nm~1100 nm: ≥88
14	雾度		%	≤80	≤80	≤80
15	反射率（白色网格区域）		%	/	/	400 nm~1100 nm: ≥70 400 nm~700 nm: ≥75
16	紫外截止率		%	280 nm~380 nm: ≥95	280 nm~380 nm: ≥95	透明区域 280 nm~380 nm: ≥95
17	水蒸气透 过率	电解传感器法	g/m ² • d	≤1.5	≤1.5	≤1.5
		红外传感器法		≤2.5	≤2.5	≤2.5
18	耐溶剂性（乙酸乙酯）		次	≥100	≥100	≥100
19	耐酸性（24h）		--	不分层、不起泡、不变色		
20	耐碱性（24h）		--	不分层、不起泡、不变色		
21	耐盐雾性（48h）		--	不分层、不起泡、不变色		
22	耐沸水试 验（24h）	外观	--	不分层、不起泡、不变色、无皱折，表面和胶层不发粘		
		层间剥离强度 （复合面）	N/cm	≥4	≥4	≥4
		涂层附着力 （涂覆面）	--	0 级	0 级	0 级
23	沙尘试验	外观	--	无明显的外观缺陷		
		透光率保持率	%	≥95	≥95	≥95

注 1：第 17 项“水蒸气透过率”方法 1）和方法 2）任选其一。

注 2：第 19 项“耐酸性”、第 20 项“耐碱性”和第 21 项“耐盐雾性”为应用在特殊场合的产品性能。

表2 透明保护膜老化性能要求

序号	项目		透明前膜	透明背膜	透明网格背膜
1	高温高压蒸煮试验 PCT48H		外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 30\%$ ； 层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 30\%$ ； 层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 30\%$ ； 层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
2	恒定湿热试验	DH1000h	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ；	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ；	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ；
		DH2000h	层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 与EVA/POE剥离强度（ 180° ） ≥ 30 N/cm；	层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 与EVA/POE剥离强度（ 180° ） ≥ 30 N/cm；	层间剥离强度（复合面） ≥ 3.5 N/cm或剥不开； 与EVA/POE剥离强度（ 180° ） ≥ 30 N/cm；
		DH3000h	涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	涂层附着力（涂覆面）：1级； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
3	紫外老化试验	UV80 kWh/m ²	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
		UV160 kWh/m ²		外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
		UV320 kWh/m ²		不适用	不适用
4	紫外湿热试验 (UV+DH500h, UV累计辐照量 ≥ 75 kWh/m ²)		外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观：不分层、不起泡、无裂纹，表面和胶层无显著发粘； 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$ ； 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$ ； 黄变值 $\Delta b \leq 3$ ； 透光率保持率 $\geq 95\%$ ； 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。

表2 透明保护膜老化性能要求（续）

序号	项目	透明前膜	透明背膜	透明网格背膜
5	紫外湿冻试验 (20 周期, UV 累计辐照量 $\geq 75\text{kWh}/\text{m}^2$)	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
6	序列老化试验 (B序列)	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发粘; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变值 $\Delta b \leq 3$; 透光率保持率 $\geq 95\%$; 紫外截止率保持率 $\geq 95\%$ 。
注1: 第4项“紫外湿热试验”和第5项“紫外湿冻试验”为参考项, 不做硬性要求; 注2: 可以按照表中老化测试时间长短对背板进行分级使用。				

6 试验方法

6.1 试验基本要求

6.1.1 取样

如是卷状试样, 则取样时从薄膜卷上应至少先去掉最外面一层薄膜, 然后再按试验方法中要求取样及制样。取样时的环境条件同试验条件; 如是片状试样, 则随机抽样。

6.1.2 预处理条件

除非另有规定, 所有试验开始前, 应将试样在温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 下至少放置24 h。

6.1.3 试验条件

除非另有规定, 试验应在温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 条件下进行。

6.1.4 结果的计算

以下公式 (1) (2) (3) (4) 分别给出了拉伸强度保持率、断裂伸长率保持率、透光率保持率、紫外截止率保持率的计算方法。

$$B = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

B —拉伸强度保持率；

σ_1 —老化试验后拉伸强度，单位为兆帕（MPa）；

σ_2 —老化试验前拉伸强度，单位为兆帕（MPa）。

$$D = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

D —断裂伸长率保持率；

ε_1 —老化试验后断裂伸长率；

ε_2 —老化试验前断裂伸长率。

$$C = \frac{T_1}{T_2} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

C —透光率保持率；

T_1 —老化试验后透光率；

T_2 —老化试验前透光率。

$$Z = \frac{C_1}{C_2} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

Z —紫外截止率保持率；

C_1 —老化试验后紫外截止率；

C_2 —老化试验前紫外截止率。

6.2 外观

沿卷材横向取原幅宽长约 1m 的产品作为试样，在自然光下用目视法检查评定。样品的表面应无气泡、褶皱、分层、擦伤、压痕、针孔、漏涂，且在 1 m² 面积范围内无颜色不匀的现象。

6.3 厚度

按 GB/T 13542.2-2009 中 4.1.1.3 规定检测。在同一卷样品中沿薄膜卷横向取三条原宽幅长 100mm 的产品作为试样，用精度为 0.001mm 的千分尺在每条试样上测量九点，其中每两个点间距不少于 50mm。对于未切边的试样，测量点应距离边缘 50 mm，对已切边的试样，测量点应距离边缘 2 mm。记录数据并计算测量结果的中值，并报告最大值和最小值。

6.4 拉伸强度和断裂伸长率

6.4.1 按 GB/T 13542.2-2009 第 11 章节规定进行测试。

6.4.2 试样大小为 15 mm×200 mm。分别裁取纵向和横向各 5 根。

6.4.3 按如下顺序进行测试：

- a) 沿着试样长度方向，在三个不同的点位测量厚度和宽度。测量厚度应精确到 0.001mm，宽度精确到 0.1 mm；
- b) 设定拉伸速度为 100 mm/min，将负荷计量系统、拉伸指示器和记录系统归零；

c) 启动机器,记录负荷-拉伸长度。

6.4.4 分别取纵向和横向的五个计算值的中值作为试验结果,并报告每个方向的最大值和最小值。结果修约至整数。

6.5 层间剥离强度

按GB/T 2790-1995的规定。试样长为200mm,宽为 (10 ± 1) mm,横向和纵向各取5个样品。试样宽度的精度不低于0.1mm,试样沿长度方向将复合材料的一层撕开,以100mm/min的剥离速度进行180°角剥离试验。分别取横向和纵向的5个测试值中值作为结果,并报告最小值。

6.6 与 EVA/POE 剥离强度

按GB/T 2790-1995规定进行测试。裁取试样大小90mm×270mm,将EVA/POE裁成大小为100mm×90mm的片,以试样/EVA/玻璃的顺序重叠,用层压机进行加压,使得EVA片位于薄膜的大致中心。将热压合而得的样品在标准试验条件下,用上下的夹子夹住未粘合部的薄膜,在剥离角为180°、拉伸速度为100mm/min的条件下测定粘合力。制备5组试样进行测试,结果取中值并报告最小值。

6.7 与硅胶剥离强度

按CNCATS 0014-2013,采用光伏组件封装用硅胶进行试验。将硅胶涂于层压件的空气面,硅胶厚度为 $2\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$,在硅胶上压上阳极氧化过的铝箔(200mm×25mm),用手指压实。制备三个试样。在标准试验条件下放置7天,等硅胶固化完全后,再进行测试。

6.8 涂层附着力

6.8.1 按GB/T 9286-1998规定进行测试。

6.8.2 按如下顺序进行测试:

- 选择一个区域没有瑕疵和表面缺陷小的区域,在照明放大镜下检查涂层的切割区,涂层表面干燥。
- 在测试样品表面划 10×10 个 $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ 小网格且每一条划线深及基材表面。
- 切割完要求的切口以后用一个软的刷子或薄纸去去除剥落的薄片或剥落的涂层。
- 将胶带的中心放在网格上方,用手指把胶带在网格区上方的部位压平,为了保证胶带与涂层接触良好,用手指间用力摩擦胶带。透过胶带看到涂层颜色全面接触是有效的显示。
- 在贴上胶带90秒±30秒时间内,拿住胶带悬空的一端,并在尽可能接近60°,快速地撕离胶带。
- 用照明放大镜检查栅格区域从底材或以前涂层到涂层的分离。对比评估附着力。

6.8.3 结果按如下所述所述进行评定。

- 0级:划线边缘光滑,在划线的边缘及交叉点处均无涂层脱落;
- 1级:在划线的交叉点有小片涂层脱落,且脱落总面积小于5%;
- 2级:在划线的边缘及交叉点有小片涂层脱落,且脱落总面积在5%~15%之间;
- 3级:在划线的边缘及交叉点有成片涂层脱落,且脱落总面积在15%~35%之间;
- 4级:在划线的边缘及交叉点有成片涂层脱落,且脱落总面积在35%~65%之间;
- 5级:在划线的边缘及交叉点有成片涂层脱落,且脱落总面积大于65%。

6.9 热收缩率

6.9.1 按GB/T 13542.2-2009中10.1规定进行测试。

6.9.2 裁取两块大小为100mm×100mm的薄膜,每个样品都应标明横向和纵向。测量时,每边的中心

标记为参比点。

6.9.3 分别测量每块试验的横向、纵向尺寸 L_0 ，精确到0.01 mm。然后把试样放入预先升温至150℃的烘箱中30 min，从烘箱中取出样品，冷却到室温。重新测量试样纵向、横向尺寸 L_1 。

6.9.4 取两个样品横向、纵向收缩率的平均值作为试验结果。

6.10 击穿电压

6.10.1 按GB/T 1408.1-2016 中10.1规定的方法进行测试。

6.10.2 将样品裁成100 mm×100 mm，共5块。测试位置选择以样品中心为圆心，直径30 mm的圆圈内。

6.10.3 采用交流电压，在油浴条件下进行试验。选择快速升压方式，以1000 V/s的升压速度，将试验电压由零开始均匀地升压直至击穿发生。通过调节升压速度，使绝大多数击穿发生在10 s~20 s之间。

6.10.4 通常做5次试验，取中值作为结果。如果任何一个试验结果偏离中值15%以上，则另做5次试验。然后取10次试验的中值作为击穿电压的值。

6.11 体积电阻率

按GB/T 31838.2-2019 规定。采用测量电极半径为25 mm、高压电极半径为27 mm的两电极系统，电极材料可选用真空镀膜、导电橡皮、金属箔。试样数量为5个，取测试值的中值作为试验结果。

6.12 相比电痕化指数 (CTI)

6.12.1 将样品裁成50 mm×50 mm。试样厚度应为3 mm或更厚，可重叠以获得要求至少3 mm的厚度。

6.12.2 按GB/T 4207-2012 进行测试。

6.12.3 记录5个试样耐受50滴液滴不失效的最大电压，并报告试样厚度或叠层数。

6.13 绝缘穿透距离 (DTI)

6.13.1 样品制备

6.13.1.1 裁取尺寸为210 mm×148 mm，允许公差±20 mm的样品；

6.13.1.2 准备用于层压的材料（从上到下），所有板材和光伏玻璃其尺寸与样品大小大致相同：

- 210 mm×148 mm 大小的待测样品；
- 光伏组件用封装EVA胶膜，尺寸200 mm×138 mm，厚度为450 μm ±100 μm ；
- 最小长度为15 cm，直径800 μm ±50 μm (96%Sn/4%Ag) 的焊锡丝；
- 隔离材料（例如离型膜），略大于样品，厚度≤50 μm ；
- 具有表面结构（压花）的光伏玻璃3.2 mm±1 mm。

6.13.1.3 将以上准备的物品按图1所示样品//EVA//焊锡丝//离型膜//玻璃的顺序放置后放入层压机，层压条件参照组件封装工艺，视具体EVA型号而定。

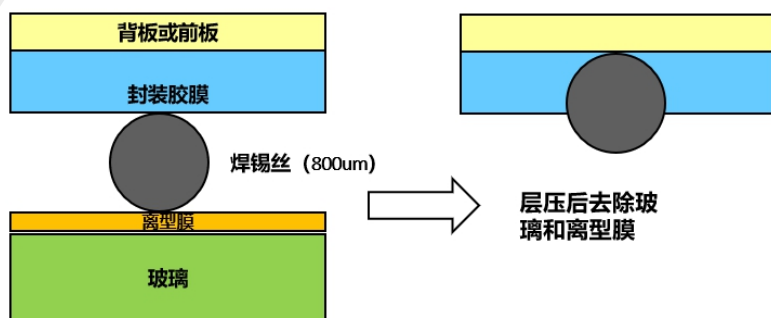


图1 DTI制样示意图

6.13.1.4 层压后将玻璃取出，并取出隔离材料。

6.13.2 金相测试样品准备

6.13.2.1 层压后的样品以垂直于焊锡丝的方向剪下带焊锡丝的一小块，放置于冷镶嵌模中并固定。

6.13.2.2 将固化剂和亚克力粉以 1:0.8 的比例混合，搅拌均匀。然后将混合物小心倒入冷镶嵌模中。

6.13.2.3 等待 10~15 分钟，待完全固化后取出样品便可。

6.13.2.4 使用金相试样磨抛机进行打磨抛光。

6.13.2.5 选取样品最薄的地方进行制样，每个样品制样 3 个。

6.13.3 试验步骤

6.13.3.1 将磨抛后的样品置于显微镜的载物台，调节合适的放大倍数，调焦至画面清晰后捕捉图像。

6.13.3.2 测量总体最小厚度，标识每个单独的结构层厚度，并保存测量图像

6.13.3.3 重复测试三个样品。

6.13.4 测试结果

取三次测量结果的最小值作为结果，并报告焊丝类型、EVA 克重、层压条件、在达到最高温度时的平均层压压力及横截面图像。

6.14 透光率、反射和紫外截止率

将样品裁成 50 mm×50 mm 的试样三块。反射率按 CNACTS 0014-2013 中 7.16 规定进行试验，透过率按 GB/T 2410-2008 方法 B 进行试验。从空气面测量，取三次测量的平均值作为试验结果。

紫外截止率按以下公式（5）计算。

$$C=100-T\cdots\cdots\cdots (5)$$

式中：

C—紫外截止率；

Z—紫外波段（280 nm~380 nm）的透过率。

6.15 雾度

按 GB/T 2410-2008 方法 A 进行试验，样品与一层封装胶膜层压后进行测试，取三次测量的平均值作为试验结果。

6.16 水蒸气透过率

按 GB/T 26253-2010 的规定，试验条件温度 $38^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $90\text{RH} \pm 2\text{RH}$ 。按照制样器规格进行裁样，每个样品制备 3 块试样。安装试样前，轻轻地把高真空油脂涂于每个舱的密封边缘，样品涂抹于 EVA 面。将样品放于腔体上，样品空气面朝上，盖上密封舱。结果取平均值，保留 2 位有效数字。

6.17 耐溶剂性

按 GB/T 23989-2009 手工擦拭法（A 法）规定进行试验。采用乙酸乙酯，同一试样制备两块样板进行平行试验。擦拭至规定次数时，在散射日光下目视检查试样长度的中间 8 cm 的区域的外观，观察其是否破损露出底材。两块试板中有一块未露出底材即评为“通过”。

6.18 耐酸性

按 GB/T 17748-2016 中 7.6.8 规定进行试验。从样品不同部位裁取 3 个 100 mm×100 mm 的试样, 用不被所用化学试剂侵蚀且不腐蚀试件的密封材料, 如凡士林, 将玻璃管的一端与涂层表面之间密封固定好。采用体积分数为 5% 的盐酸溶液。以破坏最严重的样品为记录。

6.19 耐碱性

按 GB/T 17748-2016 中 7.6.10 规定进行试验。试验同 6.18, 采用质量分数为 5% 的氢氧化钠溶液。

6.20 耐盐雾性

按 GB/T 2423.17-2008 的规定。试样尺寸为 300 mm×300 mm, 试样数量为三个, 试验时间为 48 h。试验后在散射的日光下目视检查, 三块样品中如有两块未出现起泡、开裂、分层、粉化和明显变色等异常, 则试验结果为合格。

6.21 耐沸水试验

按 GB/T 17748-2016 中 7.7.7 规定, 将样品置于 98℃±2℃ 的沸水中, 试验过程中应保持水面高出试样 50 mm。测试时间完成后, 将样品取出后擦干。预处理完成后, 检查并记录试样表面是否分层、起泡、褶皱、脱落、粉化, 复合面根据 6.5 测试层间剥离强度, 涂覆面根据 6.8 测量涂层附着力。

6.22 沙尘试验

按 GB/T 2423.37-2006 中 6.1 规定, 选择 Lc1 循环试验箱进行试验, 样品测试面为空气面。试验时间和试验条件由供需双方协定。优先选择试验条件: 沙尘浓度 (5±1.5) g/m³ 或 (10±3) g/m³, 风速 (20±2) m/s 或 (30±3) m/s, 试验时间 2h、4h 或 8h。按照标准要求要求进行恢复和清洁后, 检查外观, 按照 6.14 测量透光率并按 6.1.4 计算保持率。

6.23 黄变值

按 GB/T 7921-2008, 从空气面测量, 测量样品的初期和老化后的 b 值, 每个样品取五个不同位置进行测试, 测量结果取平均值。

6.24 高温高压蒸煮试验

将试样放入 PCT 老化试验箱中, 试验条件温度 121℃±2℃, 压力为 0.205 MPa, 保证试样的每个面受热均匀; 老化时间完成后取出样品。在标准条件下预处理后, 检查外观, 按照 6.4 测量拉伸强度、断裂伸长率并按 6.1.4 计算保持率, 按 6.5 测量复合面的层间剥离强度, 按照 6.8 测量涂覆面的涂层附着力, 按照 6.23 测量黄变值, 按照 6.14 测量透光率、紫外截止率并按 6.1.4 计算保持率。

6.25 恒定湿热试验 (85℃, 85%RH)

按 GB/T 2423.3-2016 中规定, 设置老化试验箱参数为温度 85℃, 湿度 85%RH。老化时间完成后取出样品。在标准条件下预处理后, 检查外观, 按照 6.4 测量拉伸强度、断裂伸长率并计算保持率, 按 6.5 测量复合面的层间剥离强度, 按 6.6 测量与 EVA/POE 剥离强度, 按照 6.8 测量涂覆面的涂层附着力, 按照 6.23 测量黄变值, 按照 6.14 测量透光率、紫外截止率并计算保持率。

6.26 紫外老化试验

6.26.1 测试方法

按 IEC 61215-2: 2016 中规定进行测试。

6.26.2 仪器要求

在经受紫外辐照时能控制样品温度的设备，样品的温度范围必须在 $60^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。测量记录样品温度的装置，准确度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。温度传感器应安装在靠近样品中部的前或后表面，能测试照射到样品试验平面上紫外辐照度的仪器，波长范围为 280 nm 到 320 nm 和 320 nm 到 385 nm，准确度为 $\pm 15\%$ 。紫外辐射光源，在试验平面上其辐照度均匀性为 $\pm 15\%$ ，无可探测的小于 280 nm 波长的辐射。

6.26.3 试验步骤

6.26.3.1 将所有试样放入紫外湿热试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面；

6.26.3.2 设置试验条件温度： $(60 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，UV 波长：280 nm~400 nm，其中波长 280 nm~320 nm 之间的紫外辐照量为总辐照量的 3%~10%；

6.26.3.3 辐照功率校准：按试样表面实际所受的辐照量进行累积，至少每 $30\text{kWh}/\text{m}^2$ 用辐照计进行紫外功率校准一次；

6.26.3.4 试验完成后取出样品。在标准条件下预处理后，检查外观，按照 6.4 测量拉伸强度、断裂伸长率并按 6.1.4 计算保持率，按照 6.23 测量黄变值，按照 6.14 测量透光率、紫外截止率并按 6.1.4 计算保持率。

6.27 紫外湿热试验

6.27.1 仪器要求

紫外辐照度的准确度为 $\pm 15\%$ ，均匀性为 $\pm 15\%$ 。

6.27.2 试验步骤

6.27.2.1 将所有试样放入紫外湿热试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面；

6.27.2.2 试验条件：样品温度： $(85 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ；相对湿度： $(85 \pm 5)\%$ ；UV A 波长：320 nm~400 nm，UVB 波长：280 nm~320 nm，其中 UV B 辐照量是总波段辐照量的 3%~10%，在波长 280 nm~400 nm 间的辐射强度： $150\text{W}/\text{m}^2$ ；

6.27.2.3 辐照功率校准：按试样表面实际所受的辐照量进行累积，至少每 $30\text{kWh}/\text{m}^2$ 用辐照计进行紫外功率校准一次；

6.27.2.4 试验完成后取出样品。在标准条件下预处理后，检查外观，按照 6.4 测量拉伸强度、断裂伸长率并按 6.1.4 计算保持率，按照 6.23 测量黄变值，按照 6.14 测量透光率、紫外截止率并按 6.1.4 计算保持率。

6.28 紫外湿冻试验

6.28.1 仪器要求

紫外湿冻试验箱：温度精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度精度 $\pm 5\%$ 。

6.28.2 试验步骤

6.28.2.1 将所有试样放入紫外湿冻试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面；

6.28.2.2 试验条件：280 nm~400 nm (UVB 280 nm~320 nm, UVA 320 nm~400 nm)；辐射强度： $150\text{W}/\text{m}^2$ ，

6.28.2.3 UVB 占 UV (A+ B) 能量的 3%~10%；温度控制范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ，升降温速率满足 IEC 61215-2:2016 中 4.12 湿冻试验中的规定；相对湿度控制范围：30%~85%，试验开始时立即开启紫外灯

光源，正常运行至-20℃，关闭光源。当循环试验温度升至0℃，打开光源，如此循环20次；

6.28.2.4 辐照功率校准：按试样表面实际所受的辐照量进行累积，至少每30kWh/m²用辐照计进行紫外功率校准一次；

6.28.2.5 试验完成后取出样品。在标准条件下预处理后，检查外观，按照6.4测量拉伸强度、断裂伸长率并按6.1.4计算保持率，按照6.23测量黄变值，按照6.14测量透光率、紫外截止率并按6.1.4计算保持率。

6.29 序列老化试验（B序列）

6.29.1 按照IEC 61730-2：2016 中B序列进行老化试验。

6.29.2 试验完成后取出样品。在标准条件下预处理后，检查外观，按照6.4测量拉伸强度、断裂伸长率并按6.1.4计算保持率，按照6.23测量黄变值，按照6.14测量透光率、紫外截止率并按6.1.4计算保持率。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验两类。

7.2 出厂检验

7.2.1 产品出厂前应由生产厂检验部门进行检验（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。

7.2.2 出厂检验项目为5.1中的外观及表1中的厚度、拉伸强度、断裂伸长率、热收缩率及与EVA/POE的剥离强度。

7.2.3 任何检验如有一项试验结果不符合表1要求，则从同一批中再取双倍数量的试样进行复验。复验结果（包括该项试验所要求的任一指标）即使只有一个指标不合格，则该批产品为不合格，不得入库。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情形之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品试制定型鉴定时；
- b) 原材料发生变化，可能影响产品性能时；
- c) 长期停产后恢复生产时；
- d) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目为本文件第5章所列全部要求。

7.3.3 型式检验样品按检测方要求。

7.3.4 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。

8 标志

产品的包装上应印有牢固、清晰的标志，包括：

- a) 生产厂名称；
- b) 产品名称；

- c) 注册商标;
- d) 型号;
- e) 生产批号;
- f) 生产日期。

9 包装

9.1 产品的包装材料必须具备防潮湿、防污染的性能。不应与产品发生物理、化学作用，不能影响产品质量。包装材料为硬纸箱，包装容器均须内衬塑料薄膜袋或采取其他防潮措施。

9.2 产品应有合格证，必要时另附产品质量合格证书、使用说明及注意事项。质量合格证书至少应包括下列内容：

- a) 产品型式名称和标准号;
- b) 生产厂名称和商标;
- c) 批号及有效贮存期;
- d) 检验结果或产品符合标准技术要求的证明;
- e) 检验人员签名和检验专用章;
- f) 检验日期。

10 运输及贮存

产品的运输及贮存应该符合以下要求：

- a) 产品应按分类、分批存放在通风、干燥处，严禁与产品可发生反应的物品接触，并注意防潮。
- b) 凡漏出包装容器外的产品，一律不得再返入包装容器内。
- c) 运输、装卸时应轻装、轻卸，防止包装污染和破损。产品在运输中应防止雨淋和阳光曝晒。
- d) 不得与使产品变质或能使包装损坏的物品混运。
- e) 应符合运输部门的有关规定。

11 检验报告

检验报告应包含下列内容：

- a) 试样来源、类型、材料的品种和成型工艺;
- b) 试样的批号、尺寸、数量;
- c) 试样的状态调节及试样环境条件;
- d) 仪器型号，温度、湿度条件;
- e) 试验设备的精度等级，加载速度;
- f) 每个试样的性能值，试验结果的平均值;
- g) 如有作废的试样组合件或试样，应写明数量及原因;
- h) 试验人员及日期。