

团 体 标 准

T/CPIA 00XX—201X

光伏组件用背板

Insulated Backboards for PV Solar

（征求意见稿）

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。

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

中国光伏行业协会 发 布

目 次

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语与定义.....1

4 产品分类.....2

5 技术要求.....2

6 取样、预处理条件和试验条件.....4

 6.1 取样.....4

 6.2 预处理条件.....4

 6.3 试验条件.....4

7 试验方法.....5

 7.1 外观.....5

 7.2 厚度.....5

 7.3 单位面积质量.....5

 7.4 拉伸强度和断裂伸长率.....5

 7.5 层间剥离强度（复合型背板）.....6

 7.6 背板与 EVA 剥离强度及辅材.....7

 7.7 背板与硅胶剥离强度.....7

 7.8 背板与胶带剥离强度（90°）.....8

 7.9 涂层附着力（涂覆型背板）.....8

 7.10 耐磨性.....10

 7.11 抗划伤性.....10

 7.12 热收缩率.....10

 7.13 耐热性.....11

 7.14 击穿电压.....11

 7.15 体积电阻率.....11

 7.16 局部放电.....11

 7.17 绝缘穿透距离 DTI.....13

 7.18 相比电痕化指数 CTI.....13

 7.19 色度（L*、a*、b*）和黄变指数测试.....14

 7.20 雾度.....14

 7.21 透射率.....14

 7.22 耐溶剂性.....15

 7.23 耐碱性.....15

 7.24 耐酸性.....16

 7.25 热循环试验.....16

 7.26 湿冻试验.....16

 7.27 恒定湿热试验.....17

 7.28 紫外试验.....18

 7.29 紫外湿热试验.....18

 7.30 紫外湿冻试验.....19

7.31 水蒸气透过率.....	19
7.32 可燃性.....	20
8 标志、包装.....	20
8.1 标志.....	20
8.2 包装.....	20
9 运输和贮存.....	20
9.1 运输.....	20
9.2 贮存.....	20

前 言

本标准根据 GB/T 1.1-2009 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这些专利的责任。

本标准由中国光伏行业协会标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

光伏组件用背板

1 范围

本标准适用于光伏组件用绝缘背板（以下简称“背板”）。

本标准规定了光伏组件用背板的分类、性能要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款，通过本规范的引用而构成本规范的条款。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191-2008 包装储运图示标志

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 1408.2-2016 绝缘材料 电气强度试验方法 第2部分：对应用直流电压试验的附加要求

GB/T 1410-2006 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 2408-2008 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直

GB/T 2410-2008 透明塑料透光率和雾度的测定

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 6672-2001 塑料薄膜和薄片 厚度测定 机械测量法

GB/T 7142-2002 塑料长期热暴露后时间-温度极限的测定

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 16935.1-2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分：原理、要求和试验

GB/T 21529-2008 塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 电解传感器法

GB/T 23988-2009 涂料耐磨性测定 落砂法

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 36289.1-2018 晶体硅太阳能电池组件用绝缘薄膜 第1部分：聚酯薄膜

ASTM E313-2010 仪器测量的颜色坐标的白色与黄色指数计算规程

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 61730-1:2016 光伏(PV)组件的安全鉴定 第1部分：结构要求(Photovoltaic (PV) module safety qualification-Part 1:Requirements for construction)

IEC 61730-2:2015 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)

IEC 62788-2:2017 光伏(PV)组件用材料测试规范 第2部分：高分子材料-前板和背板(Measurement procedures for materials used in photovoltaic modules-Part 2: Polymeric materials-Frontsheets and backsheets)

3 术语与定义

下列术语与定义适用于本文件。

3.1 耐磨性 abrasion resistance

材料承受摩擦，刮擦或腐蚀等机械作用的能力。

3.2 相比电痕化指数 comparative tracking index

CTI

5个试样经受50滴滴液期间未电痕化失效和不发生持续燃烧时的最大电压值。

3.3 绝缘穿透距离 distance through insulation

DTI

基于绝缘材料薄层的可靠绝缘作用所需的厚度值。

3.4 水蒸气渗透率 water vapor transmission rate

WVTR

在特定的温度和湿度条件下，单位时间内透过单位面积试样的水蒸气量，单位为g/(m²·24h)。

3.5 压力蒸煮老化试验 pressure cooker test

PCT

压力蒸煮老化试验，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，最主要是将待测品置于严苛的温度（121℃）、饱和湿度（100%R.H.）及压力环境下测试，测试试样耐高温高压高湿的能力。

3.6 空气面 air face

指在整个光伏组件层压好之后，背板与空气接触的一面。

4 产品分类

4.1 按结构分类：

产品按结构可分为含PET结构背板和不含PET结构背板。

4.2 按工艺分类：

产品按工艺可分为复合型、涂覆型和挤出型。

5 技术要求

背板的基础性能要求见表1。

表 1 基础性能要求

序号	项目		单位	复合型	涂覆型	挤出型
1	一般要求	外观	—	外观平整，无气泡、杂质、皱纹和分层		
2		厚度	—	标称值±10%		
3		单位面积质量	g/m ²	由供需双方商定		
4	机械性能	拉伸强度	MPa	≥100	≥100	≥15
5		断裂伸长率	%	≥120	≥100	≥300
6		层间剥离强度（复合型背板）	N/cm	≥4	—	—

7		背板/EVA 剥离强度 (180°)		N/cm	≥70	≥70	≥70
8		背板/硅胶剥离强度 (180°)		N/cm	≥30	≥30	≥30
9		背板/胶带剥离强度 (90°)		N/cm	≥5	≥5	≥5
10		涂层附着力		级	—	0	—
11		耐磨性		L	≥150	≥60	≥150
12		抗划伤性		—	背板表面耐候层无明显被划伤, 受光面或者里侧不可以目视看到划穿。		
13	热学性能	热收缩率	纵向 MD	—	≤1.0%	≤1.5%	≤1.5%
			横向 TD	—	≤0.5%	≤1.0%	≤1.0%
14		耐热性	150℃, 24h	—	无裂纹, 无褶皱等外观缺陷		
			175℃, 30min	—	无裂纹; 黄变指数ΔYI≤5。		
16	电学性能	击穿电压(油)		kV	≥18	≥18	≥18
17		局部放电		V	≥1000	≥1000	≥1000
18		体积电阻率		Ω·m	≥1.0×10 ¹⁴	≥1.0×10 ¹⁴	≥1.0×10 ¹⁴
19		绝缘穿透距离 DTI	1000V	μm	≥150	≥150	≥150
			1500V		≥300	≥300	≥300
20		相比电痕化指数 CTI		V	>600	>600	>600
21	光学性能	色度 (L*, a*, b*) 和黄色指数		—	由供需双方商定		
22		雾度 (透明背板)		—	<45%	<45%	—
23		透射率 (透明背板)		—	≥75%	≥75%	—
24	化学性能	耐溶剂性 (乙酸乙酯) 空气面		次	≥100	≥100	≥100
25		耐碱性		—	不分层、不起泡、不变色		
26		耐酸性		—	不分层、不起泡、不变色		
27	其它性能	水蒸汽透过率	电解传感器法	g/(m ² ·24h)	≤1.5	≤1.75	≤1.5
			红外传感器法		≤2.5	≤2.5	≤2.0
28		可燃性		—	VTM≥HB	VTM≥HB	VTM≥HB

背板的老化性能要求见表2。

表 2 老化性能要求

序号	项目		复合型	涂覆型	挤出型
1	热循环试验	TC200	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;
		TC300	拉伸强度保持率≥60%;	拉伸强度保持率≥60%;	拉伸强度保持率≥60%;
		TC400	断裂伸长率保持率≥60%;	断裂伸长率保持率≥60%;	断裂伸长率保持率≥60%;
			层间剥离强度≥3.5N/cm;	涂层附着力: 0 级;	黄变指数ΔYI≤2.0。
			黄变指数ΔYI≤2.0。	黄变指数ΔYI≤2.0。	
2	湿冻试验	HF10	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏;
		HF20	拉伸强度保持率≥60%;	拉伸强度保持率≥60%;	拉伸强度保持率≥60%;

		HF30	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 层间剥离强度 $\geq 3.5\text{N/cm}$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 2.0$ 。	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 涂层附着力: 0 级; 黄变指数 $\Delta YI \leq 2.0$ 。	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 2.0$ 。
3	恒定湿热试验	DH1000	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 60\%$;	外观: 不分层、不起泡、无裂 纹, 表面和胶层无显著发黏;
		DH1500	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 层间剥离强度 $\geq 3.5\text{N/cm}$;	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 涂层附着力: 0 级;	拉伸强度保持率 $\geq 60\%$;
		DH2000	黄变指数 $\Delta YI \leq 4.0$; 透射率衰减率 $< 5\%$ 。	黄变指数 $\Delta YI \leq 4.0$; 透射率衰减率 $< 5\%$ 。	断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 5.0$ 。
4	紫外试验	UV120 kWh/m ²	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$;	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$;	外观: 不分层、不起泡、无裂 纹, 表面和胶层无显著发黏;
		UV200 kWh/m ²	断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 层间剥离强度 $\geq 2.5\text{N/cm}$;	断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 涂层附着力: 0 级;	拉伸强度保持率 $\geq 40\%$;
		UV300 kWh/m ²	黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$; 透射率衰减率 $< 5\%$ 。	黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$; 透射率衰减率 $< 5\%$ 。	断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$ 。
5	紫外湿热试验 (UV+DH 500h, UV 累计辐照量 $\geq 75\text{kWh/m}^2$)		外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 4.0$ 。		
6	紫外湿冻试验 (20 周期, UV 累计辐 照量 $\geq 75\text{kWh/m}^2$)		外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 拉伸强度保持率 $\geq 40\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 40\%$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 4.0$ 。		
7	PCT 试验	24h	外观: 不分层、不起泡、无裂纹, 表面和胶层无显著发黏; 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黏; 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黏;
		48h	层间剥离强度 $\geq 3.5\text{N/cm}$; 背板与 EVA 剥离强度 $\geq 30\text{N/cm}$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$ 。	背板与 EVA 剥离强度 $\geq 30\text{N/cm}$; 黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$ 。	拉伸强度保持率 $\geq 60\%$; 断裂伸长率保持率 $\geq 60\%$; 背板与 EVA 剥离强度 ≥ 30 N/cm; 黄变指数 $\Delta YI \leq 3.0$ 。

6 取样、预处理条件和试验条件

6.1 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1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。

6.2 预处理条件

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

6.3 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。

7 试验方法

7.1 外观

沿卷材横向取原幅宽长约1m的背板作为试样,在自然光下用目视法检查评定。背板的表面应无气泡、褶皱、分层、擦伤、压痕,且在1m²面积范围内颜色不匀的现象。

7.2 厚度

7.2.1 仪器设备

精度为0.001mm的测厚仪。

测厚仪应有一个表面为平面的测量面,所有测量面应该是抛光的。

每一测量面的直径应在2.5mm到10mm之间,两平面不平行度小于5μm。测量面对试样施加的负荷应在0.5N~1.0N之间。

7.2.2 试样制备

在距试样纵向端部大约1m处,沿横向整个宽度截取试样,试样宽100mm。

7.2.3 试验步骤

根据GB/T 6672-2001进行测试。

- a) 试样和测量仪的各测量面无油污、灰尘等污染;
- b) 测量前应检查测量仪零点,在每组试样测量后应重新检查其零点;
- c) 测量时应平缓放下侧头,避免试样变形;
- d) 按等分试样长度的方法测10点。对未裁边的试样,应在距边50mm开始测量。

7.2.4 试验结果

报告所有测量值的平均值,如需要,报告中还应给出每一测量值。

7.3 单位面积质量

7.3.1 仪器设备

精度为0.01g的分析天平,精确为1mm的钢尺。

7.3.2 试样制备

从背板不同部位裁取3块100mm×100mm的试样,试样两表面应平整光滑且平行,无气泡、凹坑等不良现象。

7.3.3 试验步骤

根据ISO 536:2012进行测试。

7.3.4 试验结果

将质量换算至1m²,以g/m²的单位报告3个测量结果的平均值。

7.4 拉伸强度和断裂伸长率

7.4.1 仪器设备

- a) 测厚仪:精度0.01mm;
- b) 万能材料试验机:试验机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.4.2 试样制备

沿背板的纵向和横向分别裁取长150mm、宽10mm的试样各5条，试样应外观完整，厚度均匀，边缘平滑，无毛刺。

7.4.3 试验步骤

a) 在试样中部标出相距50mm的标记线，在每条试样的标线间测量3点厚度及宽度，取其平均值为试样厚度和宽度，试样宽度的测量精度分别不低于0.1mm；

b) 将试样平直的夹于上下夹具之间，使其在拉伸时不在夹具内滑移，且不受夹具的机械损伤，并使得两夹口与试样上的两标线重合；

c) 以100mm/min速度施加负荷直至试样断裂；

d) 记录每条试样的最大负荷和试样断裂时两标线间的伸长。如试样发生滑移，或在夹口处（与任一夹具的距离小于10mm）断裂，或由于其他明显错误导致的过早断裂，该试验数据无效，应重新另取一个试样进行试样。

7.4.4 试验结果

分别按公式（1）和（2）计算试样的拉伸强度和断裂伸长率。

$$\sigma = \frac{f}{h \times b} \dots\dots\dots (1)$$

式中：σ——拉伸强度，单位为兆帕（MPa）；

f——最大负荷，单位为牛顿（N）；

h——试样厚度，单位为毫米（mm）；

b——试样宽度，单位为毫米（mm）。

$$\varepsilon = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：ε——断裂伸长率；

L₁——试样未拉伸时两标线间距离，单位为毫米（mm）；

L₂——试样断裂时两标线间的距离，单位为毫米（mm）

分别取纵向和横向的5个测量数据的中值作为试验结果，拉伸强度和断裂伸长率结果修约至整数。

7.5 层间剥离强度（复合型背板）

7.5.1 仪器设备及辅材

a) 超白压花玻璃：厚度为3.2mm，在380nm-1100nm波段上透射比为91.5%以上；

b) 光伏组件封装用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≥75.0%；

c) 万能材料试验机：试验机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%；

d) 层压机。

7.5.2 试样制备

a) 将试样条用光伏组件用封装EVA胶膜压制在超白压花玻璃上（背板/EVA胶膜/玻璃），层压条件根据EVA型号确定，层压成层压件，冷却至室温后待用。

b) 沿背板MD方向裁切成宽度为10±0.5mm，长度为250~300mm的长条各5条。

7.5.3 试验步骤

a) 按照 GB/T 2790-1995 规定使用万能拉力机，将试样未胶接的一端弯曲 180°，夹入上夹具，另一端与压制的压花玻璃夹紧在下夹具，如图 1。注意使夹头间试样准确定位，以保证所施加的拉力均匀地分布在试样的宽度上。

b) 开动机器，使上下夹头以 100±10mm/min 的速率分离。

c) 记下夹头的分离速率和当夹头分离运行时所受到的力，继续试验，直到至少有 100mm 的胶接长

度被剥离。同时记下交接破坏的类型，即粘附破坏、内聚破坏或被粘物破坏。

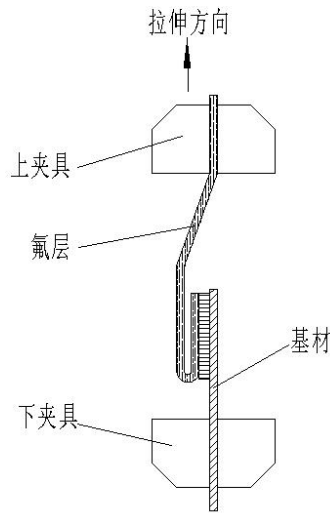


图 1 180° 剥离试验示意图

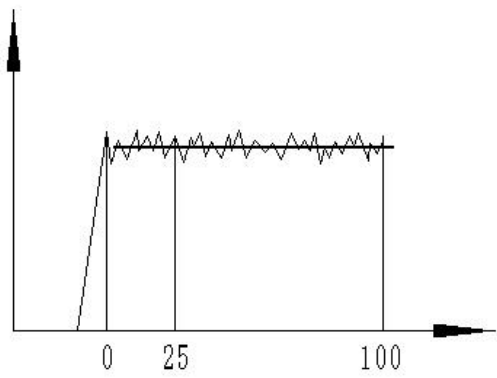


图 2 剥离力曲线

7.5.4 试验结果

对于每个试样，从剥离力和剥离长度的关系曲线上测定平均剥离力，以N 为单位。计算剥离力的剥离长度至少要100mm，但不包括最初的25mm，可以用划一条估计的等高线（见图2）或用测面积法来得到平均剥离力。

记录下在这至少100mm剥离长度内的剥离力的最大值和最小值，按公式（3）计算相应的剥离强度值。

$$\sigma_{180^{\circ}} = \frac{F}{B} \dots\dots\dots (3)$$

式中：σ_{180°}——180° 剥离强度，单位为牛顿/厘米（N/cm）；
F——剥离力，单位为牛顿（N）；
B——试样宽度，单位为厘米（cm）。
报告5个测量结果的平均值。

7.6 背板与 EVA 剥离强度及辅材

7.6.1 仪器设备

- a) 层压机；
- b) 万能拉力机：拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%；
- c) 超白压花玻璃：厚度为3.2mm，在380nm-1100nm波段上透射比为91.5%以上；
- d) 光伏组件封装用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≥75.0%。

7.6.2 试样制备

按7.5.2要求制备试样。

7.6.3 试验步骤

对试样沿长度方向将背板与EVA一端撕开，按照7.5.3进行剥离试验。

7.6.4 试验结果

按照7.5.4进行试验结果处理。

7.7 背板与硅胶剥离强度

7.7.1 仪器设备

- a) 层压机;
- b) 万能拉力机: 拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%;
- c) 超白压花玻璃: 厚度为3.2mm, 在380nm-1100nm波段上透射比为91.5%以上;
- d) 光伏组件封装用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 $\geq 75.0\%$;
- e) 铝箔: 阳极氧化。

7.7.2 试样制备

- a) 将背板裁切成宽度为 $10 \pm 0.5\text{mm}$, 长度为250~300mm的长条各10条。
- b) 将硅胶均匀的涂于背板试样的外表面(接触空气面), 硅胶厚度为 $2\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$, 用另一片背板的外表面将硅胶覆盖, 两片背板及硅胶间应无缝隙, 共制备五组试样。
- c) 将试样放置在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$, 相对湿度 $50 \pm 5\%$ 下固化168h。

7.7.3 试验步骤

按照7.5.3进行剥离试验, 并观察分离界面。

7.7.4 试验结果

按照7.5.4进行试验结果处理:

- a) 如分离界面出现在背板与硅胶间, 则显示值为背板/硅胶的剥离强度。
- b) 如分离界面出现在硅胶本身层间, 则表明背板/硅胶的剥离强度 $>$ 显示值。

7.8 背板与胶带剥离强度 (90°)

7.8.1 仪器设备

- a) 万能拉力机: 拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%;
- b) 胶带: 具有封装功能的双面发泡胶带。

7.8.2 试样制备

沿背板的纵向和横向分别裁取长度为500mm, 宽度为25mm的试样各5个, 试验宽度的测量精度不低于0.25mm。

7.8.3 试验步骤

a) 沿试样长度方向将胶带的一半贴于试样上, 用3kg的压辊来回推压3次, 静置时间依照不同厂家型号而定。

b) 使用万能拉力机, 将未与背板粘结的一侧加入上夹具, 夹紧并保持垂直, 进行 90° 剥离, 速度50mm/min, 如图3所示。

7.8.4 试验结果

按照7.5.4进行结果处理。

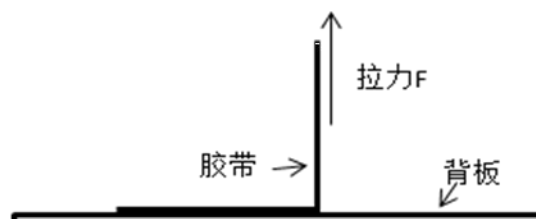


图3 90° 剥离示意图

7.9 涂层附着力 (涂覆型背板)

7.9.1 仪器设备

- a) 切割刀具：
 - i) 单刀切割的刀刃为 20° ～30° ， 以及其他尺寸；
 - ii) 六个切割刀的多刃刀具，刀刃间隔为 1mm 或 2mm。
- b) 一系列导向和刀刃间隔装置；
- c) 软毛刷；
- d) 透明压敏胶带，宽 25mm，粘着力（10±1）N/25mm；
- e) 目视放大镜，放大倍数为 2 倍～3 倍。

7.9.2 试样制备

在试样上至少取3个不同的位置，裁切成150mm×100mm，划格单元1mm×1mm，共10×10。

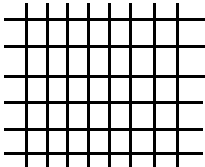
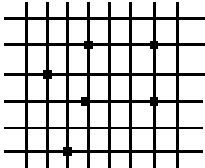
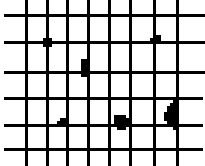
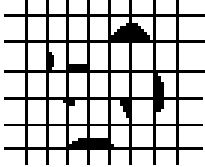
7.9.3 试验步骤

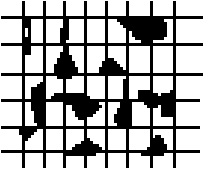
按GB/T 9286-1998的操作步骤进行试验。

7.9.4 试验结果

试验结果的评定按表3进行。

表 3 划格试验结果分级

分级	说明	发生脱落的十字交叉切割区的表面外观
0	切割边缘完全平滑，无一格脱落	
1	在切口交叉处有少许涂层脱落，但交叉切割面积受影响不能明显大于5%	
2	在切口交叉处和/或沿切口边缘有涂层脱落，受影响的交叉切割面积明显大于5%，但不能明显大于15%	
3	涂层沿切割边缘部分或全部以打碎片脱落，和/或在格子不同部位上部分或全部剥落，受影响的交叉切割面积明显大于15%，但不能明显大于35%	

4	涂层沿切割边缘打碎片剥落，和/或一些方格部分或全部脱落。受影响的交叉切割面积明显大于35%，但不能明显大于65%	
5	剥落的程度超过4级	----

7.10 耐磨性

7.10.1 仪器设备

耐磨试验器。

7.10.2 试验步骤

按照GB/T 23988-2009规定进行试验，采用ISO标准砂中的中级砂，砂粒直径为（500~1000） μm （其中粒径在600 μm ~850 μm 之间的砂粒质量占总质量的比例应不低于50%），砂粒测试次数应不超过25次。

7.10.3 试验结果

取2个测定结果的平均值，保留一位小数。两次平行测定相差应小于其平均值的25%。

7.11 抗划伤性

按IEC 61730-2:2015 MST 12的规定测试。

7.12 热收缩率

7.12.1 仪器设备

- a) 烘箱：自然循环空气，温度范围：室温~300℃，控温精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；
- b) 数显游标卡尺：精度0.01mm。

7.12.2 试样制备

沿背板横向和纵向裁成100mm×100mm的试样，并做好纵向、横向标记。若薄膜幅宽小于100mm，试样宽为薄膜幅宽。

7.12.3 试验步骤

分别测量每块试样的纵向、横向尺寸 L_0 ，精确到0.01mm。然后把试样放入预先升温至150℃的烘箱中30min，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 。

7.12.4 试验结果

按公式（4）计算试样的热收缩率：

$$X = \left[1 - \frac{L_1}{L_0}\right] \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

X——热收缩率；

L_0 ——热收缩前试样的横向、纵向尺寸，单位为毫米（mm）；

L_1 ——热收缩后试样的横向、纵向尺寸，单位为毫米（mm）。

分别报告纵向和横向测量结果的平均值。

7.13 耐热性

7.13.1 仪器设备

- a) 烘箱：自然循环空气，温度范围：室温～300℃，控温精度±2℃；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计或测色仪；

7.13.2 试样制备

裁取A4大小背板2张，并按7.5.2进行层压。

7.13.3 试验步骤

将2块层压试样分别平铺于预先升温至 $(150\pm 2)^\circ\text{C}$ 、 $(175\pm 2)^\circ\text{C}$ 的烘箱中，分别保持24h、30min，从烘箱中取出试样，冷却至室温，用肉眼在散射的日光下距试样不超过300mm目视观察背板外观，其中 $(175\pm 2)^\circ\text{C}$ 条件的试样按7.18测试试样的黄变指数。

7.14 击穿电压

7.14.1 仪器设备

耐压测试仪。

7.14.2 试样制备

从背板不同部位裁取50mm×50mm试样5个，试样两表面应平整光滑且平行，无气泡、凹坑等不良现象。

7.14.3 试验步骤

按照GB/T 1408.1-2016的规定，采用交流电压，在油浴条件下进行试验。

7.14.4 试验结果

报告5个测试结果的中值，并报告升压速度、周围所用介质类型。

7.15 体积电阻率

7.15.1 仪器设备

高阻计。

7.15.2 试样制备

从背板不同部位裁取3个100mm×100mm的试样，试样两表面应平整光滑且平行，无气泡、凹坑等不良现象。

7.15.3 试验步骤

按照GB/T 1410-2006的规定进行试样。

试验条件：施加在试样上的直流电压为500V，电化时间为2min。

7.15.4 试验结果

报告3个测试结果的平均值。

7.16 局部放电

7.16.1 仪器设备

7.16.2 试样制备

从薄膜卷上分别裁取11块100mm×100mm的背板作为试样，样品表面干净、无褶皱。

7.16.3 试验步骤

- 按IEC 61730-2:2004的规定进行测试；
- 将样品加入测试线路,如图4,以低于局部放电的测试电压逐步升压，升压速率20~100 V/s；
- 升压至产生局部放电时，记录此时起弧电压值 U_{inc} ，并保持 T_0 ；
- 继续升压至 U_{max} ， $U_{max}=1.1 \times U_{inc}$ ，记录 U_{max} ，并保持时间 T_1 ；e) 降低加载电压至灭弧电压 U_{ext} ，此时样品周边视在电荷量 q 小于额定值（<10pC），并保持 T_2 （如图5）。

注：如果在 U_{ext} 下， T_2 时间内发生局部放电，需进一步降低电压至再一次 $q < 10\text{pC}$ ，并在该 U_{ext} 下保持 $T_2=120\text{s}$ （如果在 T_2 内再发生局部放电，重复以上该过程）。

7.16.4 试验结果

测试局部放电灭弧电压 U_{ext} ，取该11个值的平均值 $U_{ext,avg}$ ，并计算局部放电灭弧电压标准偏差 σ ，根据公式（5）计算获得允许最大系统电压。

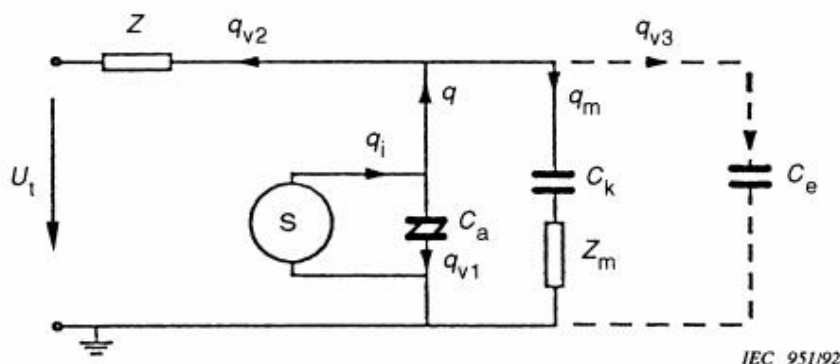


图4 测试线路图

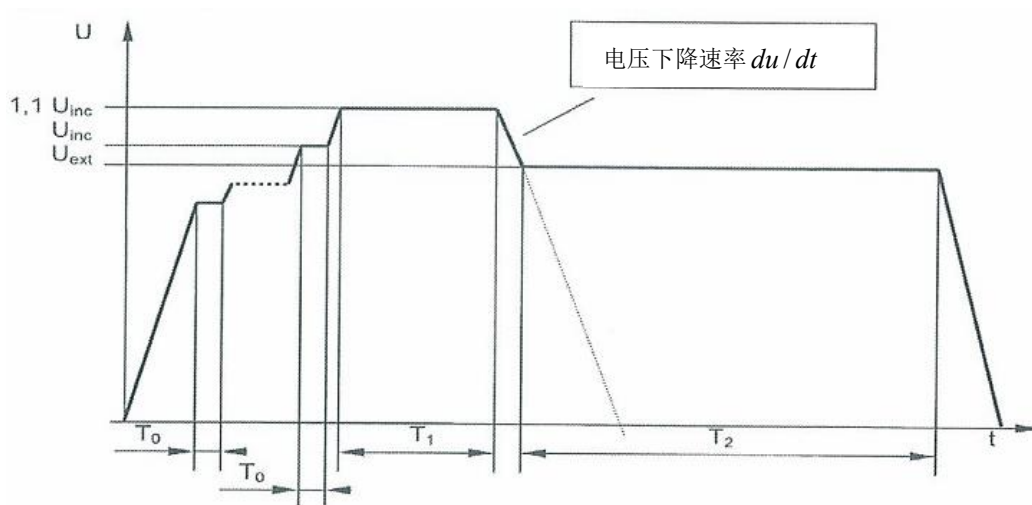


图5 测试电压

$$U_{sys}(V) = \frac{(U_{ext,avg} - \sigma) \times \sqrt{2}}{F_1 \times F_2 \times F_3} \dots\dots\dots (5)$$

式中：常数 $\sqrt{2}$ =1.414——峰值计算；
 F_1 =1.2——基本安全系数（湿度、温度等）；
 F_2 =1——迟滞系数；
 F_3 =1.25——附加安全系数（双倍或增强绝缘）。

7.17 绝缘穿透距离 DTI

7.17.1 仪器设备

- a) 切片机；
- b) 测量工具，如校准的光学显微镜、激光显微镜或扫描电子显微镜。

7.17.2 试样制备

- a) 裁取尺寸大致为210 mm×148 mm的背板试样（A5格式），两个方向的公差为±20 mm；
- b) 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背板大小大致相同：背板（EVA面朝下）；
 - （1）光伏组件用封装EVA胶膜，厚度为450 μm ± 100 μm；
 - （2）最小长度为15cm的800μm±50μm（例如60%Sn / 40%Pb）的焊锡丝；
 - （3）隔离材料（例如含氟聚合物薄膜），厚度≤50μm；
 - （4）具有表面结构的光伏玻璃3.2mm±1mm（底部），结构向下；
- c) 按b) 顺序进行层压，层压条件参照组件封装工艺，视具体EVA型号而定；
- d) 层压后将玻璃取出，并取出隔离材料。

7.17.3 试验步骤

- a) 在切片之前移除嵌入的焊锡丝，并确保不要损坏背板；
 - b) 采用切片的方法获得与焊锡丝方向垂直的横截面；
 - c) 将准备好的横截面安装在显微镜上，并调节显微镜，以获得清晰的横截面图像；
 - d) 在显微图像中测量总体最小厚度，标识每个单独的结构层厚度，并保存测量图像。
- 重复测量5次，按照IEC 61730-1第5.6.4.2节的规定，DTI为符合绝缘要求层的厚度的总和。

7.17.4 试验结果

报告5个测量结果的最小值，并报告焊丝类型、EVA厚度、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。

7.18 相比电痕化指数 CTI

7.18.1 仪器设备

漏电起痕试验仪。

7.18.2 试样制备

- a) 裁取20mm×20mm背板试样，试样应光滑，无擦伤、瑕疵、灰尘、杂质等；
- b) 试样厚度应为3mm或更厚，每一材料试样可重叠已获得要求至少3mm的厚度。

7.18.3 试验步骤

按GB/T 4207-2012 的规定测试。

7.18.4 试验结果

报告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。

7.19 色度（L*、a*、b*）和黄变指数测试

7.19.1 仪器设备

- a) 分光光度计或测色仪。
- b) 基准白板，完全反射漫射体；
- c) 仪器工作白板。

7.19.2 试样制备

- a) 试样应色泽和质地均匀、内部无气泡，表面无污渍、无擦伤等缺陷；
- b) 透明和半透明的片装试样，两表面应平整且平行；不透明的试样至少有一个表面平整；薄膜试样不应有明显的皱折；
- c) 从背板上分别裁取100mm×100mm试样3个。

7.19.3 试验方法

按照ASTM E313-2010的规定进行试验。

对于透明的试样应测定试样空气侧的光谱透射率（透射法），对于不透明和半透明试样应测定试样空气侧的光谱反射率（反射法），并分别记录L*、a*、b*及YI值。

试样的黄变指数 ΔYI 按式（5）计算：

$$\Delta YI = YI - YI_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中： ΔYI ——黄变指数，正值表示试样黄色指数增加，负值表示黄色指数减少；

YI——试样受光、热等老化后的黄色指数；

YI_0 ——试样受光、热等老化前的黄色指数；

取3个测试结果的平均值，精确到小数点后一位。

7.20 雾度

7.20.1 仪器设备

分光光度计或测色仪。

7.20.2 试样制备

按7.19.2裁取100mm×100mm试样3个。

7.20.3 试验方法

根据GB/T 2410-2008规定测试，报告3个测量结果的平均值。

7.21 透射率

7.21.1 仪器设备

分光光度计。

7.21.2 试样制备

按7.19.2裁取100mm×100mm试样3个。

7.21.3 试验方法

用分光光度计在波长300nm～1250nm范围内测试透射率。

7.21.4 试验结果

计算每个试样在300nm-1250nm范围内透射率平均值，并报告3个测量结果的平均值。

试样的透射率衰减率C按式（6）计算：

$$C = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

C ——透射率衰减率；

T_1 ——试样老化前的透射率；

T_2 ——试样老化后的透射率。

报告3个测量结果的平均值。

7.22 耐溶剂性

7.22.1 试剂和材料

- a) 测厚仪；
- b) 乙酸乙酯，化学纯；
- d) 脱脂棉；
- e) 耐溶剂手套、吸管等安装装备。

7.22.2 试验步骤

根据GB/T 23989-2009 手工擦拭法（A法）规定进行试验。

7.22.3 试验结果

在散射日光下目视检查试样长度的中间8cm的区域的外观，观察其是否破损露出底材，并测量其厚度。

7.22.4 结果评定

同一试样制备两块样板进行平行试验，擦拭至规定次数时，以两块试板中有一块未露出底材即评为“通过”。

7.23 耐碱性

7.23.1 试样制备

从背板不同部位裁取3个100mm×100mm的试样，试样两表面应平整光滑且平行，无气泡、凹坑等不良现象。

7.23.2 试验步骤

将试样浸泡在装有pH为3±0.2的盐酸溶液的密闭容器中保持24h，取出试样，用清水冲洗干净后，用肉眼在散射的日光下距试样不超过300mm目视观察背板外观。

7.24 耐酸性

7.24.1 试样制备

从背板不同部位裁取3个100mm×100mm的试样，试样两表面应平整光滑且平行，无气泡、凹坑等不良现象。

7.24.2 试验步骤

将试样浸泡在装有pH为11±0.2的氢氧化钾溶液的密闭容器中保持24h，取出试样，用清水冲洗干净后，用肉眼在散射的日光下距试样不超过300mm目视观察背板外观。

7.25 热循环试验

7.25.1 仪器设备

- a) 高低温老化试验箱；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计或测色仪；
- c) 万能拉力机：拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.25.2 试样制备

- a) 裸片：每个测试级别分别裁取150mm×100mm试样3个（涂覆型背板），长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条；
- b) 层压件：按7.5.2制备试样。

7.25.3 试验步骤

根据IEC 61215-2:2016中11.11进行热循环试验。

试验条件：使温度在 $-(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ~ $(85\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 之间循环（如图6）。

- a) 将所有试样放入高低温老化试验箱中，并确保试样的每个面受热均匀；
- b) 循环次数为200，300，400时，将试样取出；
- c) 老化试验后观察样品外观；试验前后分别对层压件试样空气面按ASTM E313-2010进行黄度指数，计算黄变指数；按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率，分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率；按7.5测试复合型背板的层间剥离强度；按7.9测试涂覆型背板的涂层附着力。

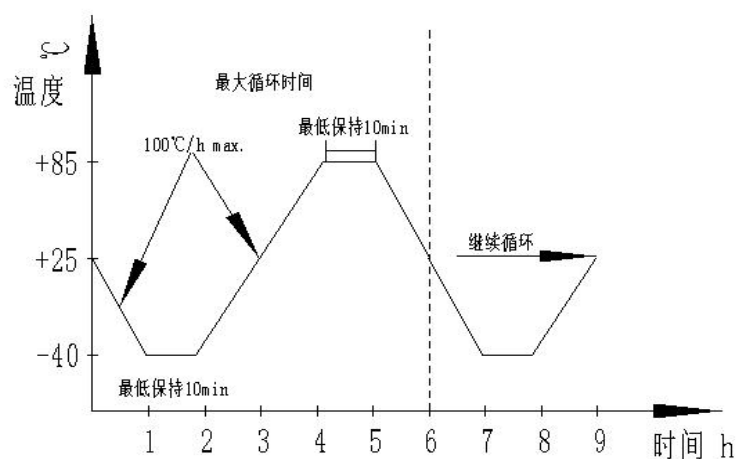


图6 热循环温度曲线

7.26 湿冻试验

7.26.1 仪器设备

- a) 高低温老化试验箱；

- b) 层压机;
- c) 分光光度计或测色仪;
- c) 万能拉力机: 拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.26.2 试样制备

- a) 裸片: 每个测试级别分别裁取150mm×100mm试样3个(涂覆型背板), 长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条;
- b) 层压件: 按7.5.2制备试样。

7.26.3 试验步骤

根据IEC 61215-2:2016中11.12进行湿冻试验。

试验条件: 使温度在 $-(40\pm2)^{\circ}\text{C}$ ~ $(85\pm2)^{\circ}\text{C}$ 之间循环(如图4), 在室温以上保持相对湿度为 $(85\pm5)\%$ 。

- a) 将所有试样放入高低温老化试验箱中, 并确保试样的每个面受热均匀;
- b) 循环次数为10, 20, 30时, 将试样取出;
- c) 老化试验后观察样品外观; 试验前后分别对层压件试样空气面按ASTM E313-2010进行黄度指数, 计算黄变指数; 按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率, 分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率; 按7.5测试复合型背板的层间剥离强度; 按7.9测试涂覆型背板的涂层附着力。

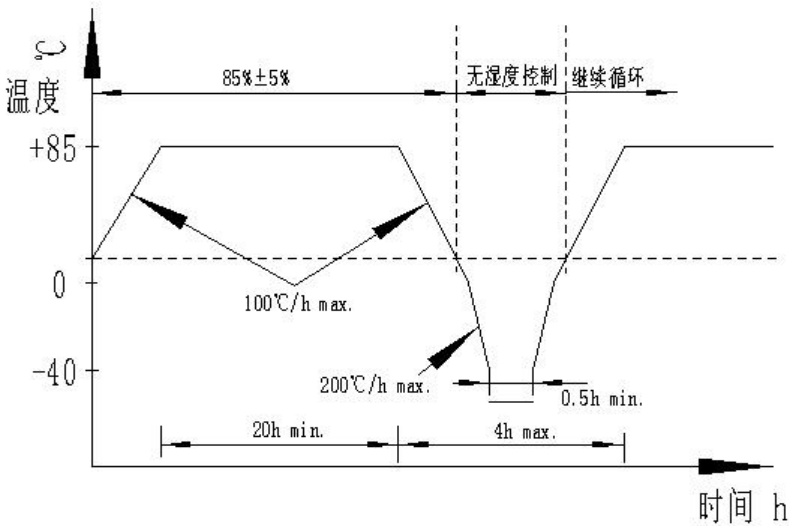


图4 湿冻温度曲线

7.27 恒定湿热试验

7.27.1 仪器设备

- a) 恒定湿热老化试验箱;
- b) 层压机;
- c) 分光光度计或测色仪;
- d) 万能拉力机: 拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.27.2 试样制备

- a) 裸片: 每个测试级别分别裁取150mm×100mm试样3个(涂覆型背板), 长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条;
- b) 层压件: 按7.5.2制备试样。

7.27.3 试验步骤

根据 IEC 61215-2:2016 4.13 进行湿热老化试验。

试验条件：温度：(85±2)℃

相对湿度：(85±5)%

- a) 将所有试样放入恒定湿热老化试验箱中，并确保试样的每个面受热均匀；
- b) 循环次数为1000，1500，2000时，将试样取出；
- c) 老化试验后观察样品外观；试验前后分别对层压件试样空气面按ASTM E313-2010进行黄度指数，计算黄变指数；按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率，分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率；按7.5测试复合型背板的层间剥离强度；按7.9测试涂覆型背板的涂层附着力；按7.21测试透明背板空气面的透射率，并计算透射率衰减率。

7.28 紫外试验

7.28.1 仪器设备

- a) 紫外试验箱；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计或测色仪；
- d) 万能拉力机：拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.28.2 试样制备

- a) 裸片：每个测试级别分别裁取150mm×100mm试样3个（涂覆型背板），长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条；
- b) 层压件：按7.5.2制备试样。

7.28.3 试验步骤

根据 IEC 61215-2:2016 进行紫外辐照试验。

- a) 将所有试样放入紫外老化试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面。
- b) 试验条件：
温度：(60±5)℃
UV波长：280nm~400nm，其中波长280nm~320nm之间的紫外辐照量为总辐照量的3%~10%；
- c) 辐照功率累积：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；
- d) 辐照强度分别为120 kWh/m²，200 kWh/m²和300 kWh/m²时，将试样取出；
- e) 老化试验后观察样品外观；试验前后分别对层压件试样玻璃面按ASTM E313-2010进行黄度指数，计算黄变指数；按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率，分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率；按7.5测试复合型背板的层间剥离强度；按7.9测试涂覆型背板的涂层附着力，按7.21测试透明背板空气面的透射率，并计算透射率衰减率。

7.29 紫外湿热试验

7.29.1 仪器设备

- a) 紫外高温高温试验：紫外辐照度的准确度为±15%，均匀性为±15%；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计或测色仪；
- d) 万能拉力机：拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.29.2 试样制备

- a) 裸片：长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条；

b) 层压件：按7.5.2制备试样。

7.29.3 试验步骤

a) 将所有试样放入紫外湿热老化试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面。

b) 试验条件：

温度：(85±2)℃；

相对湿度：(85±5)%；

UV A波长：320 nm~400nm，UV B波长：280 nm~320nm，其中 UV B辐照量是总波段辐照量的3%~10%，辐射强度：120~250W/m²；试验箱环境温度：82℃±5℃，相对湿度为85%±5%；

c) 辐照功率累积：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；

d) 老化试验后观察样品外观；试验前后分别对层压件试样玻璃面按ASTM E313-2010进行黄度指数，计算黄变指数；按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率，分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率。

7.30 紫外湿冻试验

7.30.1 仪器设备

a) 紫外湿冻试验箱：温度精度±0.1℃，湿度精度±0.1%RH；

b) 层压机；

c) 分光光度计或测色仪；

d) 万能拉力机：拉力机的拉伸负荷和伸长率的精度相对误差不大于1%。

7.30.2 试样制备

a) 裸片：长150mm、宽10mm的试样MD/TD 各10条；

b) 层压件：按7.5.2制备试样。

7.30.3 试验步骤

a) 将所有试样放入紫外湿冻老化试验箱内，裸片试样辐照面为空气面，层压件试样辐照面为玻璃面。

b) 试验过程：280 nm~400 nm (UVB 280 nm~320 nm, UVA 320 nm~400 nm)；辐射强度：120~250W/m²，UVB占UV (A+ B) 能量的3%~10%；温度控制范围：-40℃~85℃，升降温速率满足7.26中的规定；湿度控制范围：30%~85% RH，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。

c) 辐照功率累积：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；

d) 老化试验后观察样品外观；试验前后分别对层压件试样玻璃面按ASTM E313-2010进行黄度指数，计算黄变指数；按7.4测试背板的拉伸强度和断裂伸长率，分别计算拉伸强度保持率和断裂伸长率保持率。

7.31 水蒸气透过率

7.31.1 仪器设备

水蒸汽透过率测试仪。

7.31.2 试样制备

按照设备操作规程截取一定尺寸的试样3个。试样厚度应均匀，无折痕、皱折、擦伤、针孔等缺陷。

7.31.3 试验方法

7.31.3.1 电解传感器法

按照GB/T 21529-2008的规定进行试验。

测试条件：温度：（38±0.5）℃，相对湿度：（90±2）%。

7.31.3.2 红外传感器法

按照GB/T 26253-2010的规定进行试验。

测试条件：温度：（38±0.5）℃，相对湿度：（90±2）%。

7.31.4 试验结果

报告3个测试结果的平均值。

7.32 可燃性

根据GB/T 2408-2008规定测试。

8 标志、包装

8.1 标志

包装箱外应标示型号、批号、数量及生产厂商名称，出厂年、月、日，并有“小心轻放”、“怕湿”等运输标志，运输标志应符合GB/T 191-2008的规定，装运箱的标志不应因运输条件和自然条件退运、变色和脱落。

8.2 包装

包装箱应符合防潮、防尘、防震的要求，装箱内应有装箱明细表、检验合格证、备附件及有关的随箱文件，必要时备附件及有关的随箱文件单独包装。

9 运输和贮存

9.1 运输

包装后的产品应能以任何交通工具，运往任何地点。在长途运输时不得装在敞篷车厢和船舱中，中途转运时不得存放在露天仓库中。在运输过程中不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车（或其它运输工具）装运，并且产品不允许经受雨、雪或液体物质的淋洗与机械损伤。

9.2 贮存

产品贮存时应放在原包装内，应贮存在干燥、阴凉的环境中，不允许有各种有害气体、易燃、易爆品及有腐蚀性的化学物品，并且应无强烈机械振动、冲击和强磁场作用。包装箱应垫高离地面至少20cm，距离墙壁、热源、冷源、窗口或空气入口至少50cm。从产品生产日期起，产品的保质期为12个月，超过12个月后，需对产品进行检验，如合格则仍可使用。