

中华人民共和国国家标准

GB/T 36289.2—2018

晶体硅太阳能电池组件用绝缘薄膜 第2部分：氟塑料薄膜

Insulating films of crystalline silicon photovoltaic (PV) modules—
Part 2: Fluorine plastic films

2018-06-07 发布

2019-01-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 36289《晶体硅太阳能电池组件用绝缘薄膜》分为以下部分：

——第1部分：聚酯薄膜；

——第2部分：氟塑料薄膜；

.....

本部分为 GB/T 36289 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国绝缘材料标准化技术委员会(SAC/TC 51)归口。

本部分起草单位：苏州固泰新材股份有限公司、常熟市冠日新材料有限公司、桂林电器科学研究院有限公司、浙江歌瑞新材料有限公司、中化蓝天氟材料有限公司、杭州福膜新材料科技有限公司、阿科玛(中国)投资有限公司上海分公司、杜邦(中国)研发管理有限公司、常州回天新材料有限公司、江苏辉伦太阳能科技有限公司、常熟阿特斯阳光电力科技有限公司、衢州氟硅技术研究院。

本部分主要起草人：唐超、邵名魏、罗传勇、张波、宋玉侠、徐诚、颜光清、李爱竹、孙家悦、胡红杰、周君、赵兴国、杨连丽、钟军。

晶体硅太阳能电池组件用绝缘薄膜

第2部分：氟塑料薄膜

1 范围

GB/T 36289 的本部分规定了晶体硅太阳能电池组件用氟塑料薄膜的分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本部分适用于晶体硅太阳能电池组件用氟塑料薄膜(以下简称“氟膜”)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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 包装储运图示标志

GB/T 1408.1 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分:工频下试验

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 2410 透明塑料透光率和雾度的测定

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热试验

GB/T 2423.17 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 3979 物体色的测量方法

GB/T 4207 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 均匀色空间和色差公式

GB/T 13542.2—2009 电气绝缘用薄膜 第2部分:试验方法

GB/T 18830 纺织品 防紫外线性能的评定

GB/T 21529 塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 电解传感器法

GB/T 22472—2008 仪表和设备部件用塑料的燃烧性测定

GB/T 23988 涂料耐磨性测定 落砂法

GB/T 26253 塑料薄膜和薄片水蒸气透过率的测定 红外检测器法

IEC 61215:2005 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型(Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

氟含量 fluorine content

在氟膜配方体系中,氟在单位物料质量总和中所占的质量百分比。

4 分类

氟膜常用作晶体硅太阳能电池组件用背板的表面保护层,为背板提供耐腐蚀和抗环境侵蚀能力。

按所使用的原材料的不同,氟膜主要包括聚氟乙烯(PVF)薄膜、聚偏二氟乙烯(PVDF)薄膜、乙烯-四氟乙烯共聚(ETFE)薄膜、乙烯-三氟氯乙烯共聚(ECTFE)薄膜等种类。

按生产工艺的不同主要分为以下几种:

- 吹塑法:通过单层或多层挤出机将原料挤出后通过环形模具、吹胀拉伸成型;
- 流延法:通过单层或多层挤出机将原料挤出后通过 T 型模具流延至冷却辊成型;
- 挤出拉伸法:通过单层或多层挤出机将原料挤出流延后,通过单拉或双拉系统将薄膜拉伸成型;
- 溶液法:利用溶剂将原料溶解成溶液后,涂覆在载体上,挥发掉溶剂后与载体剥离,形成薄膜。

5 技术要求

5.1 一般要求

氟膜外观表面应平整光滑,无孔洞和分层。尽量避免其他缺陷,如皱纹、擦伤、油污、黑点、压痕和颜色不匀。

5.2 性能要求

氟膜的性能要求见表 1。

表 1 性能要求

序号	性 能	单位	要 求			
			PVF	PVDF	ETFE	ECTFE
1	标称厚度及允许偏差	—	标称值 $\pm 10\%$	标称值 $\pm 10\%$	标称值 $\pm 10\%$	标称值 $\pm 10\%$
2	热收缩率(150℃,30 min)	%				
	纵向(MD)		≤ 5.0	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5
	横向(TD)		≤ 5.0	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5
3	水蒸汽透过率(38℃,相对湿度 90%) 红外法或电解法	$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$	≤ 70	≤ 70	≤ 70	≤ 70
4	拉伸强度	MPa				
	纵向(MD)		≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30
	横向(TD)		≥ 30	≥ 20	≥ 20	≥ 20
5	断裂伸长率	%				
	纵向(MD)		≥ 100	≥ 100	≥ 100	≥ 100
	横向(TD)		≥ 60	≥ 10	≥ 10	≥ 10
6	击穿电压	kV	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0
7	体积电阻率	$\Omega \cdot \text{m}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$	$\geq 1.0 \times 10^{12}$
8	阻燃性	级	HB	VTM-0	VTM-0	VTM-0
9	耐盐雾性(48 h)	—	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色

表 1 (续)

序号	性 能	单位	要 求			
			PVF	PVDF	ETFE	ECTFE
10	恒定湿热试验 (85 ℃,相对湿度 85%,2 000 h)	—				
	外观	—	不收缩、无褶皱和明显变色	不收缩、无褶皱和明显变色	不收缩、无褶皱和明显变色	不收缩、无褶皱和明显变色
	拉伸强度保持率(MD,TD)	%	≥50	≥50	≥50	≥50
	断裂伸长率保持率(MD,TD)	%	≥40	≥40	≥40	≥40
	黄色指数 Δb	—	≤2.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0
11	UV 试验(200 kWh·m ⁻²)	—				
	外观	—	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色	不收缩、无褶皱和变色
	拉伸强度保持率(MD,TD)	%	≥50	≥50	≥50	≥50
	断裂伸长率保持率(MD,TD)	%	≥50	≥50	≥50	≥50
	黄色指数 Δb	—	≤3.0	≤3.0	≤3.0	≤3.0
12	耐磨性	L/μm	≥3.0	≥3.0	≥3.0	≥3.0
13	氟含量	%	≥20	≥30	≥35	≥35
14	相比电痕化指数(CTI)	V	由供需双方商定			
15	紫外光透过率	%	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
16	透光率(透明膜)	%	≥85	≥85	≥85	≥85

6 试验方法

6.1 取样、预处理条件和试验条件

6.1.1 取样

取样时应去掉卷材最外面三层氟膜,裁取全幅宽约 2 m 作为试样。

6.1.2 预处理条件

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

6.1.3 试验条件

除非另有规定,所有试验应在(23±2)℃,相对湿度(50±5)%下进行。

6.2 外观

沿卷材横向取原宽幅长约 1 m 的氟膜,在自然光线下用目视法检查评定。

6.3 厚度

按 GB/T 13542.2—2009 第 4 章的规定。在同一卷样品上沿薄膜卷横向取原宽幅长 100 mm 的氟

膜作为试样,在试样上测量 9 个点,其中每两个点间距不少于 50 mm,对于未切边的试样,测量点应距离边缘 50 mm。对于已切边的试样,测量点应离边缘 2 mm。记录数据结果取中值。

6.4 热收缩率

按 GB/T 13542.2—2009 第 23 章的规定。将试样悬挂置于恒温烘箱中,加热温度为 $(150\pm 2)^{\circ}\text{C}$,加热时间为 30 min。对两个试样进行试验,结果分别取纵向、横向收缩率的平均值。

6.5 水蒸汽透过率

按 GB/T 21529 或 GB/T 26253 的规定进行。测试条件:温度 $(38\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(90\pm 2)\%$,对三个试样进行试验,结果取中值。

6.6 拉伸强度和断裂伸长率

按 GB/T 13542.2—2009 第 11 章的规定。试样长为 200 mm,宽为 $(15\pm 1)\text{mm}$,横向和纵向各取 5 个。试样宽度的测量精度不低于 0.1 mm。在试样中部标出两个 100 mm 间距的标记线,以 100 mm/min 的拉伸速度施加负荷直至试样破坏为终点。结果分别取横向和纵向的 5 个测试值的中值。

6.7 击穿电压

按 GB/T 1408.1 的规定。采用上下电极直径为 $\phi 6\text{ mm}$ 的电极系统。试验在变压器油中进行。变压器油的电气强度不小于 12 kV/mm。试样尺寸为 100 mm $\times$ 100 mm,试样数量为 5 个。采用短时(快速)升压方式进行试验,升压速度为 500 V/s。结果取中值并报告最小值。

6.8 体积电阻率

按 GB/T 1410 的规定。采用测量电极直径为 $\phi 25\text{ mm}$ 、高压电极直径为 $\phi 27\text{ mm}$ 的两电极系统,电极材料可选用真空镀膜、导电橡皮、油贴铝箔。施加在试样上的直流电压为 500 V,电化时间为 2 min,试样数量为 3 个,取测试值的中值作为试验结果,并报告最小值。

6.9 阻燃性

PVF 型氟膜按 GB/T 22472—2008 中第 7 章的规定,试样尺寸为 $(125\pm 5)\text{mm}$,宽 $(13.0\pm 0.5)\text{mm}$ 。PVDF 型、ETFE 型和 ETCFE 型氟膜按 GB/T 22472—2008 中第 11 章的规定,试样尺寸为 $(200\pm 5)\text{mm}$,宽为 $(50\pm 1)\text{mm}$ 。试样应先置于温度为 $(70\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 恒温箱内处理 $(168\pm 2)\text{h}$,然后置于干燥器中冷却至室温,分别取 3 个试样进行试验,以 HB 或 VTM 等级判定。

6.10 耐盐雾性

按 GB/T 2423.17 的规定。试样尺寸为 300 mm $\times$ 300 mm,试样数量为 3 个,试验时间为 48 h。试验后在散射的日光下目视检查,检查试样是否出现收缩、褶皱和变色等异常现象。

6.11 恒定湿热试验

按 GB/T 2423.3 的规定。裁取 3 个 100 mm $\times$ 100 mm 试样,将其置于温度为 $(85\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $(85\pm 5)\%$ 的恒温恒湿试验箱中处理 2 000 h,试验后取出试样,检查并记录试样是否出现收缩、褶皱和变色;同时按 6.6 的规定,经恒定湿热处理 2 000 h 后再测定试样的拉伸强度和断裂伸长率,并计算拉伸强度和断裂伸长率保持率,结果取中值;按 GB/T 3979 和 GB/T 7921 的规定测定试样的黄色指数 b ,计算 Δb ,结果取中值。

6.12 UV 试验

按 IEC 61215:2005 中 10.10 的规定。裁取 3 个 100 mm×100 mm 试样,试验温度为 $(60\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 。施加 UV A 波长:320 nm~400 nm,辐照总能量为 $200\text{ Wh}\cdot\text{m}^{-2}$,其中最小施加 UV B 波长:300 nm~320 nm。试验后取出试样,检查并记录试样是否出现收缩、褶皱和变色;同时按 6.6 的规定,经 UV 试验后再测定试样的拉伸强度和断裂伸长率,并计算拉伸强度和断裂伸长率保持率,结果取中值;按 GB/T 3979 和 GB/T 7921 的规定测定试样的黄色指数 b ,计算 Δb ,结果取中值。

6.13 耐磨性

按 GB/T 23988 的规定。砂粒选用灌沙标准砂,粒径范围:0.25 mm~0.65 mm,平均粒径为 0.58 mm。将试样氟膜用透明聚氨酯胶水均匀展平并粘附在 $\geq 180\mu\text{m}$ 透明聚酯薄膜基材上,使胶水充分固化,制备 3 个试样,分别对试样的氟膜面进行试验,直至因砂磨损导致出现 $\phi 4\text{ mm}$ 范围露出聚酯薄膜作为终点。

6.14 氟含量

6.14.1 原理

在充满氧气且盛有 10 mL 0.5%NaOH 吸收液的氧瓶中引燃试样,其中有机物的碳、氢被氧化,氟化物被氢氧化钠吸收转化为氟离子,待燃烧产物被吸收完全后,再用离子色谱-外标法测定其中的氟离子含量。

6.14.2 试剂

所用试剂如下:

- 氟标准溶液,1.0 mg/mL;
- 去离子水,电导率 $\leq 0.056\mu\text{S}/\text{cm}$;
- 0.5%NaOH 吸收液。

6.14.3 仪器

所用仪器如下:

- 离子色谱仪及分析系统;
- 氧燃烧瓶,500 mL 石英制厚壁磨口锥形烧瓶,内带有铂丝试样载框;
- 酒精灯;
- 分析天平,精度 0.1 mg;
- 定量滤纸,用于称量和包裹试样用,应剪成图 1 形状。

单位为毫米

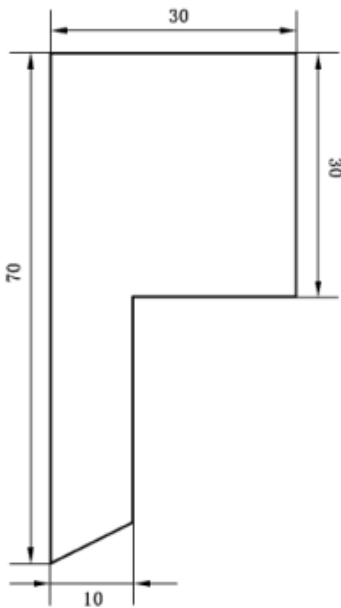


图 1 包裹试样的滤纸片形状

6.14.4 步骤

6.14.4.1 试样制备

将氟塑料薄膜剪碎，混合均匀。试样和用来包裹的滤纸片应避免污染，使用镊子夹取试样和纸。
称取约 10 mg 试样，置于定量滤纸中心，折叠成图 2 形状，固定于铂丝下端的螺旋处，露出滤纸条尾部。



图 2 定量滤纸折叠图样

6.14.4.2 燃烧试样

在 500 mL 燃烧瓶内加入 10 mL 0.5% NaOH 吸收液，并将瓶口用水湿润；从氧气钢瓶连接一根清洁的小管；将小管插入燃烧瓶吸收液上方，急速通入氧气约 1 min，并小心将小管由吸收液上方逐渐转移至瓶口，务必使瓶内的空气排尽，但小管不要触及瓶壁及液面，立即用表面皿覆盖瓶口，移置他处远离氧气钢瓶。
用酒精灯点燃包有试样的滤纸尾部，迅速将瓶塞插入燃烧瓶中，按紧瓶塞，并用少量水封闭瓶口；此时，供试样在燃烧瓶中剧烈燃烧，伴随着大量烟雾。

6.14.4.3 燃烧物的吸收处理

燃烧完毕（应无灰色、黑色碎片或颗粒，若燃烧后留有灰色、黑色碎片或颗粒，表示试样燃烧不完全，

应重新取样试验),立即充分振摇,使生成的烟雾完全被吸收液吸收后,放置 1 h,开启瓶塞,用少量去离子水冲洗瓶塞及铂丝载样器,合并洗液及吸收液,转移至 250 mL 容量瓶中稀释定容。同时做空白试验。

6.14.4.4 配制氟离子标准溶液

从 1.0 mg/mL 氟离子标准贮备液中分别移去 0.1 mL、0.5 mL、1 mL、2 mL 至 100 mL 容量瓶中,稀释定容,分别配成 1 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、20 mg/L 的标准溶液,制作标准曲线。

6.14.4.5 测定

选择表 2 的色谱条件或其他能达到同等分离程度的离子色谱条件,待仪器稳定后,将试样注入离子色谱仪进行测定。

表 2 色谱条件

色谱柱	IonPac®AG11-HC+IonPac®AS11-HC
柱温	40 ℃
淋洗液	20 mmol/L NaOH 自发生
流速	1 mL/min
抑制器电流	25 mA
检测器	电导检测器
检测器温度	40 ℃
抑制器型号	ASRS
进样量	25 μL

6.14.5 结果

氟含量以氟的质量分数计。按式(1)进行计算:

$$w = \frac{(c - c_0) \times 250 \times 10^{-6}}{m} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- c ——从标准曲线中查得的试样中氟离子浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
 - c₀ ——空白试验中氟离子浓度的数值,单位为毫克每升(mg/L);
 - m ——试样质量的数值,单位为克(g);
 - 250——试样稀释体积的数值,单位为毫升(mL)。
- 以两次平行试验结果的算术平均值作为结果,两次平行测定结果的绝对差值不大于 1%。
- 注:其他有关测定氟含量的试验方法,如“氧弹燃烧——分光光度法”正在研究中。

6.15 相比电痕化指数(CTI)

按 GB/T 4207 的规定。裁取 50 mm×50 mm 的氟膜,将之进行多层叠合,叠合至总厚度大于或等于 3 mm 进行试验。

6.16 紫外光透率

按 GB/T 18830 的规定。

6.17 透光率(适用于透明薄膜)

按 GB/T 2410 的规定。

7 检验规则

7.1 出厂检验

应按表 3 的规定进行检验。

表 3 出厂检验项目、批量和检验频率

检验项目	检验批量	检验频率
表 1 中第 1 项、第 2 项、第 4 项、 第 5 项、第 6 项	同样的原材料,连续生产的产品为一批	每批随机抽检
外观		每卷检验

7.2 型式检验

有下列情形之一时,应进行型式检验:

- 新产品定型或老产品转厂生产的鉴定;
- 长期正常生产时,每年进行一次;
- 原材料、配方、工艺有较大改变时;
- 停产半年以上恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 质量监督机构提出检验要求时。

型式检验包括本部分要求的全部项目。

7.3 判定

产品的各项性能检验结果若符合本部分的规定,则判定为合格。若经检验有不合格项,则应加倍取样进行复检,并以复检结果为准。若复检结果合格,则判定该批产品为合格,若仍不合格,则判定该批产品为不合格。

7.4 验收

需方按本部分规定进行产品验收,经检验合格的产品,应予以接收。

8 包装、标志、运输和贮存

8.1 包装

产品应密闭、遮光包装。包装用轴芯、塑料薄膜、挡板、纸箱等包装材料应能保证使用要求。包装应能保证产品安全运输的需要,并附产品合格证。

8.2 标志

产品外包装上应标明产品名称、执行标准、商标、批号、规格、净重、生产日期、制造厂及“小心轻放”“防潮”等标志,并符合 GB/T 191 的规定。

8.3 运输

产品在运输过程中不得有日晒、雨淋、磕碰和剧烈震动。

8.4 贮存

产品应贮存在干燥、阴凉的环境中。从产品生产之日起,产品的保质期为 12 个月。超过 12 个月后,可对产品进行检验,如合格则仍可使用。
