

团 体 标 准

T/CPIA 0028.2—2024

代替 T/CPIA 0028.2—2021

光伏组件用玻璃 第2部分：双玻组件背板 增反射镀层玻璃

Glass for photovoltaic modules—Part 2: Back plate augmented reflective
coated glass for double-glass module

中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

2024 - 12 - 15 发布

2024 - 12 - 30 实施

中国光伏行业协会 发 布

全国团体标准信息平台

目 次

前 言 V

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

 4.1 按原片生产工艺分类 2

 4.2 按产品加工工艺分类 2

5 要求 2

 5.1 尺寸偏差 2

 5.2 外观质量 2

 5.3 弯曲度 3

 5.4 铁含量 3

 5.5 孔 4

 5.6 釉层 5

 5.7 光伏反射比 5

 5.8 抗冲击性能 6

 5.9 碎片状态 6

 5.10 附着力 6

 5.11 剥离强度 6

 5.12 耐湿热性 6

 5.13 耐热循环性 6

 5.14 耐紫外辐照性 6

 5.15 耐湿冻性 6

 5.16 高压蒸煮（PCT）测试 6

 5.17 耐热冲击性能 6

 5.18 弯曲强度 6

 5.19 表面应力 7

6 试验方法 7

 6.1 尺寸偏差 7

 6.2 外观质量 7

 6.3 弯曲度 8

 6.4 铁含量 8

 6.5 孔 8

 6.6 釉层 8

 6.7 光伏反射比 8

 6.8 抗冲击性能 9

 6.9 碎片状态 10

6.10 附着力 10

6.11 剥离强度 11

6.12 耐湿热性 11

6.13 耐热循环性 12

6.14 耐紫外辐照性 12

6.15 耐湿冻性 13

6.16 高压蒸煮（PCT）测试 13

6.17 耐热冲击性能 14

6.18 弯曲强度 15

6.19 表面应力 15

7 检验规则 15

7.1 检验分类 15

7.2 组件批抽样方法 16

8 标志、包装、运输和贮存 16

8.1 标志 16

8.2 包装 16

8.3 运输 17

8.4 贮存 17

附录 A 18

参考文献 20

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。

T/CPIA 0028—2024《光伏组件用玻璃》分为如下部分：

- 第1部分：前板减反射膜玻璃；
- 第2部分：双玻组件背板增反射镀层玻璃；

本文件是T/CPIA 0028—2024的第2部分。

本文件代替T/CPIA 0028.2—2021《光伏组件用玻璃 第2部分：双玻组件背板增反射镀层玻璃》，与T/CPIA 0028.2—2021相比，主要技术变化如下：

- 修改了上次版本中引用文件的错误，未写 GB/T 191—2016 包装储运图示标志；
- 增加了术语和定义 PCT；
- 修改了 5.4 和 6.4 铁含量；
- 修改了 5.8 抗冲击性能指标要求，增加表 6 等内容；
- 修改了 5.10 玻璃耐热冲击的要求；
- 修改了 5.11 玻璃弯曲强度的指标要求；
- 修改了试样尺寸内容涉及条款 6.8.1、6.10.1 和 A.2；
- 条款 6.8.1 删除内容：或与制品是同厚度、同种类的，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 610mm(−0mm, +5mm)×610 mm(−0mm, +5mm)的增反射镀层玻璃为样品；
- 修改了 6.8.2 仪器设备的内容；
- 修改了 6.8.3 实验步骤内容；
- 条款 6.10.1 删除内容：相同原料、相同厚度，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 300 mm×300mm 作为；
- 修改了 6.10.2 热冲击实验的实验步骤内容；
- 条款 6.11 弯曲强度，增加判定标准：同一批次随机抽选 5 件，如果测试不合格，则该批次视为不合格；
- 将 5.18 和 6.18 高压蒸煮（PCT）测试调整为 5.19 和 6.19；
- 将 5.18 和 6.18 变更为玻璃表面应力要求和试验方法；
- 附录 A，修订 A.2 试样，以制品为试样，随机抽取 5 块进行试验；修订 A.3 试验装置，长度不少于 365mm 改为长度不少于 1400mm；修订表 A.1 玻璃厚度范围。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布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：阿特斯阳光电力集团股份有限公司、中建材（宜兴）新能源有限公司、苏州阿特斯阳光电力科技有限公司、苏州 UL 美华认证有限公司、通威太阳能（合肥）有限公司、国家太阳能光伏产品质量检验检测中心、正泰新能科技股份有限公司、天合光能股份有限公司、隆基乐叶科技有限公司、晶澳太阳能科技股份有限公司、信义光伏产业（安徽）控股有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、湖南旗滨光能科技有限公司、福莱特玻璃集团股份有限公司、英利能源发展有限公司、浙江润海新能源有限公司、国家电投黄河上游水电开发有限责任公司西宁分公司、安徽信义光伏玻璃有限公司、郑州商品交易所。

本文件主要起草人：尉元杰、窦国强、陈玉国、郭素琴、王赶强、朱华、郭钊伟、黄艳萍、何晨旭、徐锋、李进、万波、李晓东、陈林、柴玲、万军鹏、田密、王帆、王广顺、储银枝、徐小明、王鑫。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2021年首次发布T/CPIA 0028.2—2021；
- 本次为第一次修订。

全国团体标准信息平台

光伏组件用玻璃 第2部分：双玻组件背板增反射镀层玻璃

1 范围

本文件规定了光伏双玻组件背板玻璃的术语和定义、产品分类、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存。

本文件适用于厚度大于等于 1.6 mm 且小于等于 2.5 mm 的光伏双玻组件背板用增反射镀层玻璃，包括浮法增反射镀层玻璃及压延增反射镀层玻璃，非增反射镀层玻璃可参照本文件。

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 191—2016 包装储运图示标志
- GB/T 1216—2018 外径千分尺
- GB/T 1347—2008 钠钙硅玻璃化学分析方法
- GB/T 2423.3—2016 环境试验 第2部分：试验方法
- GB/T 2790—1995 胶粘剂180度剥离强度试验方法 挠性材料对刚性材料
- GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9056—2004 金属直尺
- GB 15763.2—2005 建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃
- GB/T 20428—2006 岩石平板
- GB/T 30983—2014 光伏用玻璃光学性能测试方法
- GB/T 30984.1—2015 太阳能用玻璃 第1部分：超白压花玻璃
- GB/T 34328—2017 轻质物理强化玻璃
- JC/T 1006—2018 釉面钢化及釉面半钢化玻璃
- JC/T 2001—2009 太阳能电池用玻璃
- SJ/T 11571—2016 光伏组件用超薄玻璃
- IEC 61215-2:2021 地面用光伏组件 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)

3 术语和定义

GB/T 34328-2017、GB 15763.2-2005、JC/T 2001-2009、SJ/T 11571-2016和JC/T 1006-2018界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏反射比 PV reflectance

在晶体硅光伏电池的响应区间380nm~1100nm波段范围内的太阳光直接反射比。

3.2

增反射镀层玻璃 augmented reflective coated glass

经过特定生产工艺加工后在玻璃表面涂布牢固的涂层，然后控制加热和冷却过程，在玻璃表面引入永久压应力，玻璃内部形成张应力，最终提高玻璃的机械强度和耐热冲击性能，以及玻璃涂层区域反射率。

3.3

高压蒸煮试验 Pressure Cooker Test (PCT)

用于测定玻璃在高温高湿高压的恒定湿热条件下耐老化性能的试验。

4 产品分类

4.1 按原片生产工艺分类

分为浮法玻璃和压延玻璃。

4.2 按产品加工工艺分类

分为钢化玻璃和半钢化玻璃。

5 要求

5.1 尺寸偏差

5.1.1 长、宽允许偏差

产品规格为长方形或正方形。产品的长、宽尺寸的允许偏差应符合表1规定。

表 1 长、宽尺寸的偏差要求

单位为毫米

公称厚度 (T)	边长 ≤ 2000	边长 > 2000
$1.6 \leq T \leq 2.5$	± 1.0	± 1.5

5.1.2 对角线允许偏差

产品的最大对角线差应符合表 2 规定。

表 2 对角线差要求

单位为毫米

对角线长度	最大对角线差
长度 ≤ 2000	2.5
长度 > 2000	3.0

5.1.3 厚度允许偏差

产品的厚度偏差和厚薄差应符合表3规定。

表 3 厚度偏差及厚薄差要求

单位为毫米

公称厚度 (T)	厚度允许偏差		允许最大厚薄差	
	浮法	压延	浮法	压延
$1.6 \leq T \leq 2.5$	± 0.10	± 0.15	0.10	0.25

5.2 外观质量

产品外观质量应符合表4的要求。

表 4 外观质量

缺陷名称		说明	要求			
板面缺陷	辊伤、辊印、变形、白斑、灰斑、图案不清	目测可见	不允许			
	线道、亮线、暗线、裂纹	目测可见	不允许			
	表面脏污、发霉、纸印	目测可见	不允许			
	上表面开口泡	目测可见	不允许			
	色差	目测可见	1000mm 处无明显差异			
	夹杂物	长度范围/mm	$0.3 \leq L \leq 1.0$	$L > 1.0$		
		允许条数/个	$2 \times S$	不允许		
	崩边	允许	每片玻璃每米边长上允许有长度不超过 3mm，自玻璃边部向玻璃板表面延伸深度不超过 2mm，自板面向玻璃厚度延伸深度不超过厚度 1/2 的爆边数为一处。			
	圆形气泡	长度范围/mm	$\varnothing < 0.5$	$0.5 \leq \varnothing < 1.5$	$1.5 \leq \varnothing \leq 2.5$	$\varnothing > 2.5$
允许个数/个		不得密集存在	$5 \times S$	$3 \times S$	0	
板面缺陷	长形气泡	长度范围/mm	$0.5 \leq L \leq 1.0$	$1.0 < L \leq 3.0$	$3.0 < L \leq 6.0$	$L > 6.0$
		$W \leq 0.5\text{mm}$ 允许个数/个	不得密集存在	$3 \times S$	$2 \times S$	0
		$W \leq 1\text{mm}$ 允许个数/个	不得密集存在	$2 \times S$	$1 \times S$	0
	划伤	长宽范围/mm	$L \leq 10$ 且 $W \leq 0.5$	$L > 10$ 或 $W > 0.5$		
		允许条数/个	$4 \times S$	0		
釉层缺陷	图案完整性	目测可见	1000mm 处不可见			
	斑纹	釉层上深浅不均匀的条	1000mm 处背光观察不可见			
	划伤	$W \leq 0.2\text{mm}$	$L \leq 50\text{mm}$ $4 \times S$ 条			
		$0.2\text{mm} < W \leq 0.5\text{mm}$	$L \leq 30\text{mm}$ $1 \times S$ 条			
		$W > 0.5\text{mm}$	不允许			
	漏光点	$\varnothing \leq 1\text{mm}$	不允许密集存在			
		$1 < \varnothing \leq 2\text{mm}$	中部 $4 \times S$ 个，边部 $8 \times S$ 个			
		$2 < \varnothing \leq 3\text{mm}$	中部 $2 \times S$ 个，边部 $4 \times S$ 个			
		$\varnothing > 3\text{mm}$	不允许			
注1：表中L表示相应缺陷的长度，W表示宽度， $\varnothing$ 表示直径，S为以平方米为单位的玻璃板面积。气泡、划伤的数量允许上限量是以S乘以相应系数所得的数值，此数值应按GB/T 8170修约至整数。						
注2：圆形气泡密集存在是指100mm直径的圆面积内存在超过20个，长形气泡密集存在是指在100mm直径的圆面积内存在超过10个，漏光点密集存在是指在100mm直径的圆面积内存在超过10个。						
注3：直径大于0.5mm的气泡，气泡间的间距应大于300mm。						
注4：特殊规格及要求由供需双方商定。						

5.3 弯曲度

应符合下列要求：

- a) 玻璃整体弓形弯曲度应 $\leq 0.25\%$ ；
- b) 玻璃局部波形弯曲度应 $\leq 0.50\text{mm}/300\text{mm}$ 。

5.4 铁含量

超白压延玻璃 Fe_2O_3 含量应不高于 0.015%；普通浮法玻璃 Fe_2O_3 含量应不高于 0.02%，超白浮法玻璃 Fe_2O_3 含量应不高于 0.015%。

5.5 孔

5.5.1 概述

孔的形状及孔的边部加工质量由供需双方商定。

5.5.2 孔径

孔径一般不小于玻璃的公称厚度，孔径的允许偏差应符合表 5 的规定。小于玻璃的公称厚度的孔的孔径允许偏差由供需双方商定。

表 5 孔径及允许偏差

单位为毫米

公称孔径	允许偏差
$5 < D < 20$	± 0.5
异形孔	± 1.5

5.5.3 孔的位置

5.5.3.1 孔的边部距玻璃边部的距离

孔的边部距玻璃边部的距离 a 不应小于玻璃公称厚度的 2 倍。如图 1 所示。

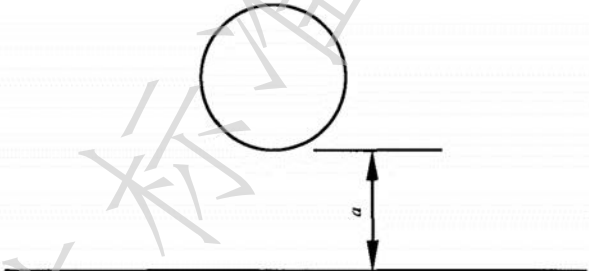


图 1 孔的边部距玻璃边部的距离示意图

5.5.3.2 两孔孔边之间的距离

两孔孔边之间的距离 b 不应小于玻璃公称厚度的 2 倍。如图 2 所示。

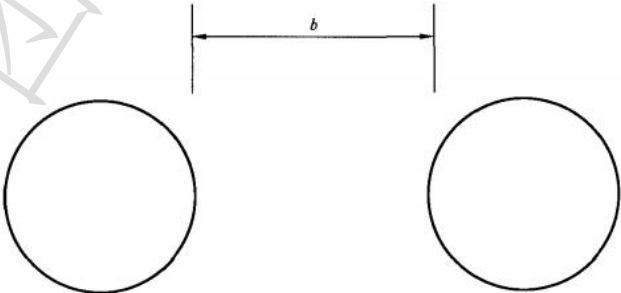


图 2 两孔孔边之间的距离示意图

5.5.3.3 孔的边部距玻璃角部的距离

孔的边部距玻璃角部的距离 c 不应小于玻璃公称厚度 d 的 6 倍。如图 3 所示。

注：如果孔的边部距玻璃角部的距离小于 35mm，那么这个孔不应处在相对于角部对称的位置上。具体位置由供需双方商定。

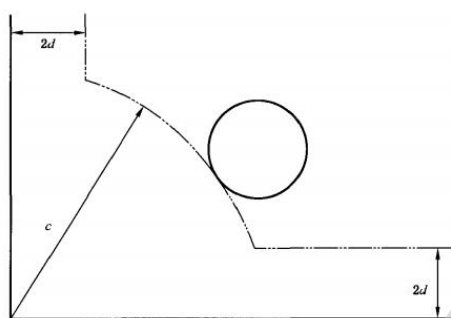


图3 孔的边部距玻璃角部的距离示意图

5.5.3.4 圆心位置表示方法及其允许偏差

圆孔圆心的位置的表达方法可参照图4进行。如图4建立坐标系，用圆心的位置坐标 (x, y) 表达圆心的位置。圆孔圆心的位置 (x, y) 的允许偏差与玻璃的边长允许偏差相同。

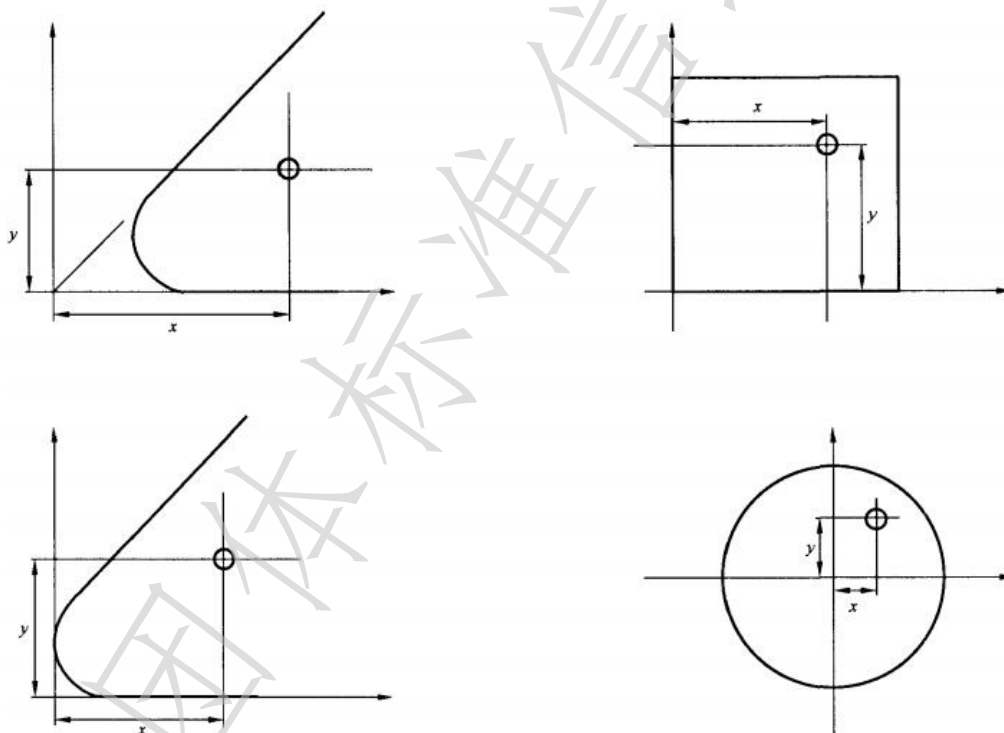


图4 圆心位置表示方法

5.6 釉层

5.6.1 概述

釉层的厚度 $15\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$, 尺寸及形状由供需双方协商确定。

5.6.2 印位偏差

是指丝印在玻璃板面的位置与图纸要求之间偏差，釉层长度、孔边距及其他偏差供需双方商定。

5.7 光伏反射比

应符合下列要求：

- 使用紫外-可见分光光度计测试法测试 $380\text{nm}\sim 1100\text{nm}$ 波段的背板玻璃，光伏反射比 $\geq 70\%$ ；
- 使用分光测色仪测试法测试 $380\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 波段的背板玻璃，光伏反射比 $\geq 75\%$ 。

5.8 抗冲击性能

按 6.8 试验后，试样应不破坏，抗冲击性能应满足表 6 的规定。

表 6 背板玻璃落球参照表

单位为毫米

公称厚度(T)	钢球质量	钢球直径(D)	落球高度
$1.6 \leq T \leq 2.5$	$227g \pm 2g$	38.1	500 (1 非丝印面的空气面两孔中间 ± 10 , 2 长边 1/4 中心空气面釉层交叉位置); 700 (3 边角电池半片中心位置)。

5.9 碎片状态

对于钢化玻璃，碎片状态满足以下要求：

每块试样在任何 $50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 区域内的最少碎片数应不少于 15 块，且允许有少量长条形碎片，其长度不超过 100mm。

对半钢化玻璃，碎片状态不作要求。

5.10 附着力

釉层附着力等级： ≤ 2 级。

5.11 剥离强度

剥离强度是指背板玻璃釉层区域和封装胶膜材料（如 EVA、POE）之间的剥离强度，老化测试前剥离强度 $\geq 60\text{N/cm}$ 。

5.12 耐湿热性

老化后背板玻璃的釉层不应存在明显的分层、起泡、开裂、粉化及脱落，釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$ ，釉层黄变指数 ≤ 3 ，釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 40\text{N/cm}$ 。

5.13 耐热循环性

老化后背板玻璃的釉层不应存在明显的分层、起泡、开裂、粉化及脱落，釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$ ，釉层黄变指数 ≤ 3 ，釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 40\text{N/cm}$ 。

5.14 耐紫外辐照性

老化后背板玻璃的釉层不应存在明显的分层、起泡、开裂、粉化及脱落，釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$ ，釉层黄变指数 ≤ 3 ，釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 40\text{N/cm}$ 。

5.15 耐湿冻性

老化后背板玻璃的釉层不应存在明显的分层、起泡、开裂、粉化及脱落，釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$ ，釉层黄变指数 ≤ 3 ，釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 40\text{N/cm}$ 。

5.16 高压蒸煮（PCT）测试

老化后背板玻璃的釉层不应存在明显的分层、起泡、开裂、粉化及脱落，釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$ ，釉层黄变指数 ≤ 3 ，釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 40\text{N/cm}$ 。

5.17 耐热冲击性能

按照 6.17 实验后，前板玻璃可以承受点加热至 200°C 造成的温度梯度不破坏。

5.18 弯曲强度

按照 6.18 实验要求，后板玻璃弯曲强度满足表 7 要求。

表 7 弯曲强度要求

公称厚度 mm	弯曲强度 MPa
2.0	均值≥120，最小值≥115； 或者最小值≥118
注：其他厚度玻璃弯曲强度要求由供需双方协议商定。	

5.19 表面应力

按照 6.19 实验要求，2.0mm 厚半钢化后半玻璃的表面应力需满足表 8 要求[来源：T/ZBH 026—2023]。

表 8 表面应力要求

公称厚度 mm	单点值 MPa	平均值 MPa	极差值 MPa
2.0	≥60	≥65	<15
注：其他厚度玻璃表面应力要求由供需双方协议商定。			

6 试验方法

6.1 尺寸偏差

6.1.1 长度、宽度

以制品为试样，用最小刻度为 1 mm 的钢卷尺或金属直尺进行测量。

6.1.2 对角线

6.1.2.1 以制品为试样，将试样水平放在符合 GB/T 20428—2006 的岩石平板上，用最小刻度为 1 mm 的钢卷尺或金属直尺进行测量，并求得其差值的绝对值。

6.1.2.2 对于倒角玻璃测量对角线差时两对角线长度 D1 和 D2 按图 5 测量。

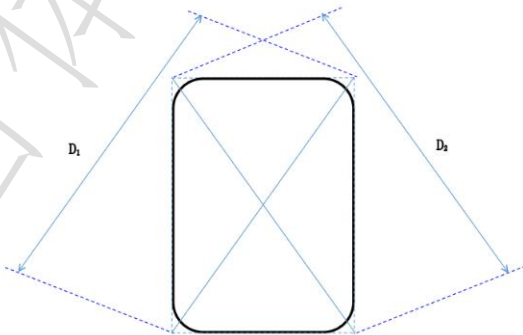


图 5 对角线测量示意图

6.1.3 厚度

以制品为试样，使用符合 GB/T 1216—2018 规定的外径千分尺或者与此同等精度的器具，在距玻璃板边 15mm 内的四边中点测量。测量结果的算术平均值即为厚度值，并以毫米(mm)为单位，按照 GB/T 8170—2008 修约到小数点后 2 位。实测厚度值与公称厚度之差即为厚度偏差，最大厚度值与最小厚度值之差即为厚薄差。

6.2 外观质量

以制品为试样，将试样垂直放置，实验要求照明条件为 700lx~800lx，视力要求不低于 1.0。试

样后 600mm 处设黑色屏幕, 屏幕与试样间以充足散射光照明, 在距试样 600mm 处进行目视观察, 视线与试样法线夹角为 $0^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。缺陷尺寸的大小以能看清楚的最大边缘为限。气泡、夹杂物尺寸和划伤宽度用放大 10 倍、精度为 0.1mm 的读数显微镜测定。划伤长度、崩边和缺角尺寸使用符合 GB/T 9056 金属直尺或具有同等以上精度的量具测量。目视检查并记录压痕、皱纹、线条、线道、裂纹、污物、霉变等缺陷情况。

6.3 弯曲度

以制品为试样, 按 GB/T 34328—2017 中 6.3 规定的方法分别进行弓形弯曲度及波形弯曲度的测量。

6.4 铁含量

按 GB/T 1347—2008 规定的方法进行试验。

6.5 孔

以制品为试样, 使用分度值为 0.02mm 游标卡尺或与此同等精度的其他器具, 对孔的尺寸进行测量, 使用最小刻度为 1mm 的金属直尺或钢卷尺测量孔的相对位置。

6.6 釉层

以制品为试样, 使用分度值为 0.02mm 游标卡尺或与此同等精度的其他器具, 对孔边部釉层的尺寸进行测量, 使用最小刻度为 1mm 的金属直尺或钢卷尺测量其他釉层的相对位置。

6.7 光伏反射比

6.7.1 试样

以制品为试样, 或与制品是同厚度、同种类的, 且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的背板玻璃为样品, 样品中间 $250\text{mm} \times 250\text{mm}$ 区域镀釉, 共 3 块。

6.7.2 仪器要求、试验步骤及计算

6.7.2.1 紫外-可见分光光度计试验步骤及计算

测试仪器应符合 GB/T 30983—2014 规定。

按 GB/T 30983—2014 规定的测试步骤在镀釉区域进行 380nm~1100nm 波段的测量, 并按式(1)计算反射比。

$$R_{f/g} = \frac{\int_{\lambda=380\text{nm}}^{1100\text{nm}} R_{f/g}(\lambda) S_{\lambda} d(\lambda)}{\int_{\lambda=380\text{nm}}^{1100\text{nm}} S_{\lambda} d(\lambda)} \times 100\% \approx \frac{\sum_{\lambda=380\text{nm}}^{1100\text{nm}} R_{f/r}(\lambda) S_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380\text{nm}}^{1100\text{nm}} S_{\lambda} \Delta\lambda} \times 100\% \cdots \cdots (1)$$

式中:

$R_{f/g}$ ——光伏反射比(%), 釉层为 R_f , 玻璃面为 R_g ;

$R_{f/g}(\lambda)$ ——光伏反射比(%), 釉层为 $R_f(\lambda)$, 玻璃面为 $R_g(\lambda)$;

S_{λ} ——大气质量 AM=1.5 时, 太阳光辐射相对光谱分布;

$\Delta\lambda$ ——波长间隔, 单位为纳米(nm);

$S_{\lambda} \Delta\lambda$ ——太阳辐射相对光谱分布于波长间隔的乘积, 见 GB/T 30984.1—2015 附录 A;

λ ——波长, 单位为纳米(nm)。

6.7.2.2 分光测色计试验步骤及计算

测试仪器应符合 GB/T 30983—2014 规定。

按 GB/T 30983—2014 规定的测试步骤在镀釉区域进行 380nm~780nm 波段的测量, 按式(2)计算反射比。

$$R_{f/g} = \frac{\int_{\lambda=380nm}^{780nm} R_{f/g}(\lambda) S_{\lambda} d(\lambda)}{\int_{\lambda=380nm}^{780nm} S_{\lambda} d(\lambda)} \times 100\% \approx \frac{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} R_{f/g}(\lambda) S_{\lambda} \Delta \lambda}{\sum_{\lambda=380nm}^{780nm} S_{\lambda} \Delta \lambda} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$R_{f/g}$ ——光伏反射比(%), 釉层为 R_f , 玻璃面为 R_g ;

$R_{f/g}(\lambda)$ ——光伏反射比(%), 釉层为 $R_f(\lambda)$, 玻璃面为 $R_g(\lambda)$;

S_{λ} ——大气质量 AM=1.5 时, 太阳光辐射相对光谱分布;

$\Delta \lambda$ ——波长间隔, 单位为纳米(nm);

$S_{\lambda} \Delta \lambda$ ——太阳辐射相对光谱分布于波长间隔的乘积, 见 GB/T 30984.1-2015 附录 A;

λ ——波长, 单位为纳米(nm)。

6.8 抗冲击性能

6.8.1 试样

以制品为样品, 共 6 块。

6.8.2 仪器设备

落球冲击装置是由 4 个壁厚 10mm~15mm 钢支架组成, 钢支架放置如图 6 所示。钢支架与玻璃接触面衬以厚度为 3mm、宽度为 10mm~15mm、硬度为邵尔 A50 的橡胶垫。使冲击面保持水平, 镀釉面朝下。

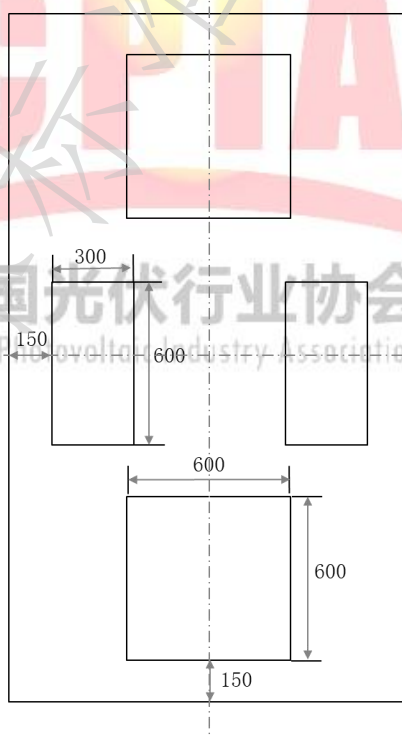


图 6 落球冲击钢支架示意图

6.8.3 试验步骤

试验在室温下进行, 使用表面光滑的钢球, 按表 6 规定质量及高度, 使其自由落下。每片玻璃冲击 3 个位置, 冲击顺序依次为 1 非丝印面的空气面两孔中间 $\pm 10\text{mm}$, 2 长边 1/4 中心空气面釉层交叉位置, 3 边角电池半片中心位置, 如图 7 所示。非增反射镀层玻璃可选取薄弱位置冲击。测试 6 块试样。

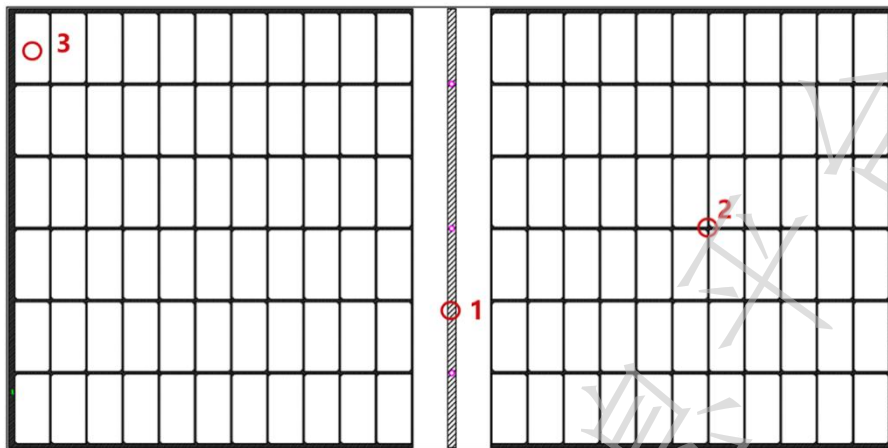


图7 落球冲击位置示意图

试样破坏数不超过1块为合格，多于或等于3块为不合格。破坏数为2块时，再另取6块进行试验，试样必须全部不被破坏为合格。对每块试样的冲击3个位置，观察其是否被破坏。

6.9 碎片状态

6.9.1 试样

以制品为试样，共4块。

6.9.2 仪器设备

可保留碎片图案的任何装置。

6.9.3 试验步骤

6.9.3.1 将背板玻璃试样平放在试验台上，并用透明胶带或其它方式约束玻璃周边，以防止玻璃碎片溅开。

6.9.3.2 在试样的长边中心线上距离边部20mm左右的位置，用尖端曲率半径为 $0.2\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 的小锤或冲头进行冲击，使试样破碎。

6.9.3.3 保留碎片的措施应在冲击后10s后开始，并且在冲击后3min内结束。

6.10 附着力

6.10.1 试样

以制品为试样，共3块。

6.10.2 实验步骤

用刀口宽约10mm-12mm的百格刀在测试样本表面划 10×10 (100个)的正方形小网格，以1.0mm-1.2mm为间隔，每一条划线应深及釉层的底层；用P-99胶带或等效力的胶纸牢牢粘住被测试的小网格，并用橡皮擦用力擦拭胶带以加大胶带与被测区域的接触面积及力度；用手抓住胶带一端，在垂直方向(90°)迅速扯下胶纸，用毛刷清扫切口，并用放大镜观察切口处釉层情况。

6.10.3 评价标准

ISO等级：0=ASTM 等级：5B（切口边缘完全光滑，格子边缘没有任何剥落）；

ISO等级：1=ASTM 等级：4B（在切口的相交处有小片剥落，划格区内实际破损 $\leq 5\%$ ）；

ISO等级：2=ASTM 等级：3B（切口的边缘和/或相交处有被剥落，其面积为 $5\% \sim 15\%$ ）；

ISO等级：3=ASTM 等级：2B（沿切口边缘有部分剥落、整大片剥落或部分格子被整片剥落，剥落的面积为 $15\% \sim 35\%$ ）；

ISO等级：4=ASTM 等级：1B（切口边缘有大片剥落、一些方格部分或全部剥落，其剥落面积为 $35\% \sim$

65%)；

ISO等级:5=ASTM 等级:0B (在划线的边缘及交叉点处有成片的膜层脱落,且脱落总面积大于65%)。

6.11 剥离强度

6.11.1 试样

6.11.1.1 试样所需材料:

- 玻璃:样品是与制品是同厚度、同种类的,且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为300mm×300mm的背板玻璃,样品中间250mm×250mm区域镀釉,样品玻璃共3块;
- 柔性背板:表面清洁、无褶皱划痕脱层等,背板自身不发生层间分离,样品尺寸300mm×300mm,样品数量共3块;
- 封装胶膜:使用太阳能组件封装用胶膜,样品尺寸为300mm×300mm,样品数量共6块。

6.11.1.2 试样制备步骤如下:

- 准备玻璃一块、封装胶膜两块、柔性背板一块;
- 按照玻璃/封装胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好,玻璃朝下放入层压机内,按产品要求的固化温度和时间进行固化交联,层压固化后的样品内应无气泡。制备三个样品。
- 在釉层区域,每隔5mm将柔性背板/胶膜层切割成宽度为10mm±0.5mm的试样,用于胶膜与镀釉玻璃之间剥离力测试。

6.11.2 仪器设备

仪器设备如下:

- 层压机;
- 拉力试验机。

6.11.3 试验步骤

按GB/T 2790—1995的试验方法,使用拉力试验机180°反向以100mm/min±10mm/min的速度匀速拉动小条,拉取至少10cm,记录玻璃和封装胶膜之间的剥离力F。

6.11.4 试验结果

剥离强度按式(3)计算,取三个试样的算术平均值,精确至0.1N/cm。

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

式中:

- σ_{180° ——180°剥离强度;
 F ——剥离力;
 B ——试样宽度。

6.12 耐湿热性

6.12.1 样品

- 玻璃样品:以制品为样品,或与制品是同厚度、同种类的,且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为300mm×300mm的背板玻璃为样品,共3块。
- 层压件样品:按照6.13.1制备层压件样品,共3块。

6.12.2 仪器设备

仪器设备如下:

- 湿热老化试验箱:仪器装置应符合GB/T 2423.3的规定;
- 层压机;
- 分光光度计/测色仪;
- 拉力试验机。

6.12.3 试验步骤

6.12.3.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

6.12.3.2 将处于室温下没有经过任何预处理的玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中。

6.12.3.3 试验条件为：试验温度 $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(85 \pm 5)\%$ ，试验时间 1000h。

6.12.3.4 实验完成后取出样片，先后用去离子水和无水乙醇清洁试样，并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30min，冷却至室温。

6.12.4 结果表示

试验结束后对所有样品进行外观检查，观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落，测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI，层压件样品按照 6.13.3 和 6.13.4 进行剥离强度测试，计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI （老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值），结果取平均值。

6.13 耐热循环性

6.13.1 样品

- a) 玻璃样品：以制品为样品，或与制品是同厚度、同种类的，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的背板玻璃为样品，共 3 块。
- b) 层压件样品：按照 6.13.1 制备层压件样品，共 3 块。

6.13.2 仪器设备

仪器设备如下：

- a) 热循环老化试验箱：仪器装置应符合 IEC 61215-2 耐热循环试验的规定；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计/测色仪；
- d) 拉力试验机。

6.13.3 试验步骤

6.13.3.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

6.13.3.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中，按照 IEC 61215-2 耐热循环试验的步骤进行试验，循环次数为 200 次。

6.13.3.3 实验完成后取出样片，先后用去离子水和无水乙醇清洁试样，并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30min，冷却至室温。

6.13.4 结果表示

试验结束后对所有样品进行外观检查，观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落，测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI，层压件样品按照 6.13.3 和 6.13.4 进行剥离强度测试，计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI （老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值），结果取平均值。

6.14 耐紫外辐照性

6.14.1 样品

- a) 玻璃样品：以制品为样品，或与制品是同厚度、同种类的，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的背板玻璃为样品，共 3 块；
- b) 层压件样品：按照 6.13.1 制备层压件样品，共 3 块。

6.14.2 仪器设备

仪器设备如下：

- a) 紫外老化试验箱：仪器装置应符合 IEC 61215-2 耐紫外试验的规定；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计/测色仪；
- d) 拉力试验机。

6.14.3 试验步骤

6.14.3.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

6.14.3.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中，按照 IEC 61215-2 耐紫外试验的步骤进行试验，玻璃样品镀釉面朝向光源，层压件玻璃面朝向光源。

6.14.3.3 实验完成后取出样片，先后用去离子水和无水乙醇清洁试样，并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30min，冷却至室温。

6.14.4 结果表示

试验结束后对所有样品进行外观检查，观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落，测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI，层压件样品按照 6.13.3 和 6.13.4 进行剥离强度测试，计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI （老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值），结果取平均值。

6.15 耐湿冻性

6.15.1 样品

- a) 玻璃样品：以制品为样品，或与制品是同厚度、同种类的，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的背板玻璃为样品，共 3 块；
- b) 层压件样品：按照 6.13.1 制备层压件样品，共 3 块。

6.15.2 仪器设备

仪器设备如下：

- a) 湿冻老化试验箱：仪器装置应符合 IEC 61215-2 耐湿冻试验的规定；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计/测色仪；
- d) 拉力试验机。

6.15.3 试验步骤

6.15.3.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

6.15.3.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中，按照 IEC 61215-2 耐湿冻试验的步骤进行试验，循环次数为 10 次。

6.15.3.3 实验完成后取出样片，先后用去离子水和无水乙醇清洁试样，并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30min，冷却至室温。

6.15.4 结果表示

试验结束后对所有样品进行外观检查，观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落，测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI，层压件样品按照 6.13.3 和 6.13.4 进行剥离强度测试，计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI （老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值），结果取平均值。

6.16 高压蒸煮（PCT）测试

6.16.1 样品

- a) 玻璃样品：以制品为样品，或与制品是同厚度、同种类的，且与制品在同一工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的背板玻璃为样品，共 3 块。
- b) 层压件样品：按照 6.13.1 制备层压件样品，共 3 块。

6.16.2 仪器设备

仪器设备如下：

- a) 高温高压蒸煮老化试验箱；
- b) 层压机；
- c) 分光光度计/测色仪；
- d) 拉力试验机。

6.16.3 试验步骤

6.16.3.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

6.16.3.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中，试验温度为 $121^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 99%-100%，试验时间 48h。

6.16.3.3 实验完成后取出样片，先后用去离子水和无水乙醇清洁试样，并放置于 $(110 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中干燥 30min，冷却至室温。

6.16.4 结果表示

试验结束后对所有样品进行外观检查，观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落，测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI，层压件样品按照 6.13.3 和 6.13.4 进行剥离强度测试，计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI （老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值），结果取平均值。

6.17 耐热冲击性能（以制品为样品，按照 2022029-CPIA 要求进行试验）（引用在研项目）

6.17.1 试样

以制品为样品，共4块

6.17.2 试验步骤

光伏组件的玻璃部分需平放在专门设计的测试承载台上，该承载台在预期热冲击作用区域下方设计为镂空结构，以便于热冲击测试的进行。在进行测试时，应将玻璃的空气面（即光伏组件在正常使用状态下朝向空气的一面）朝下放置，并采用耐高温胶带将热电偶固定在玻璃的空气面上，确保其与温度采集设备的正确连接。

加热点的位置应严格遵循规定，具体包括：短边的中心点、长边的中心点、试样两开孔中间位置、玻璃长边 $1/4$ 处、玻璃拐角处，如图 8 所示。除中心点外其他各加热中心点距离玻璃边缘 10 毫米的位置上。

测试过程中，使用热风枪对玻璃的非空气面进行局部加热，保持热风枪口与玻璃表面的距离在 5 至 10 毫米之间。应在 30 秒内将指定位置的温度升高至 200 摄氏度，随后立即停止加热。若在加热过程中，玻璃的任何位置出现破裂或损坏，则该次测试判定为不合格，应即刻终止试验。如果某一位置发生破坏则判定失败，停止试验；玻璃表面和边部鱼鳞状玻璃不应视作破坏。

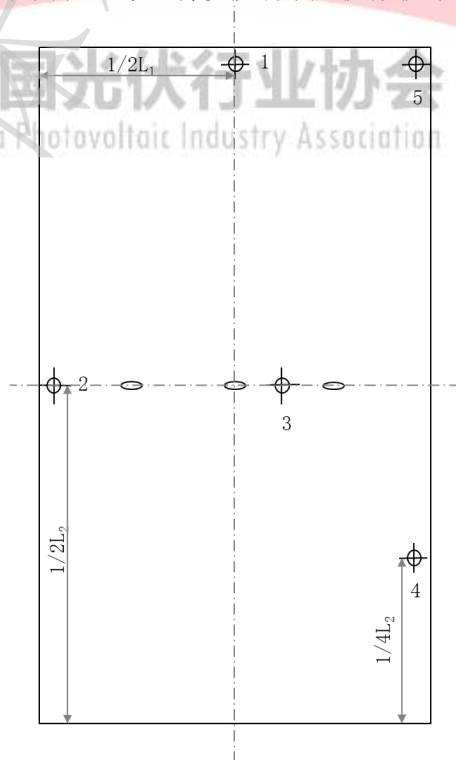


图 8 玻璃耐热冲击位置示意图

4块试样全部通过判定为合格。当有1块破裂或损坏时，重新追加1块试样，如果通过则判定为合格。当有2块破裂或损坏时，则重新追加4块试样，全部通过判定为合格。当有2块以上破裂或损坏时，则判定为不合格。

6.18 弯曲强度

按附录A进行试验，计算弯曲强度。同一批次随机抽选5件，如果测试不合格，则该批次视为不合格。

6.19 表面应力

6.19.1 试验目的

用于评估玻璃表面的压应力。

6.19.2 试样

以制品为试样，测试面为压花面或涂釉面非涂釉覆盖区域。测量前应清洁被测表面，被测点的选择应避开气泡、条纹、结石等玻璃缺陷位置，现场测量时应采取措施避免强光直射被测点。

6.19.3 试验步骤

在测试平台上放置黑色背景，将试样放置在平台上，无明显外界光源干扰，清洁玻璃测试面的灰尘、异物等。每片玻璃测量9点，按照序号顺序测量，测量点1、3、7、9应位于距离试样边部100mm以外的区域，测量点2、4、6、8位于距离试样边部不超过100mm区域，测量点5位于试样两开孔中间位置。测试点1、2、3为先出炉方向，7、8、9为最后出炉方向。测量设备标识垂直于试样长边。测量点位置及测试仪器方向如图9所示。

6.19.4 数据处理

表面应力计算方法：记录9个测量点的应力值的绝对值，以其中的绝对值最小数值作为单点值，以绝对值的算术平均值作为平均值，以绝对值的最大值与绝对值的最小值的差值作为极差值。表面应力取样点如图9所示。

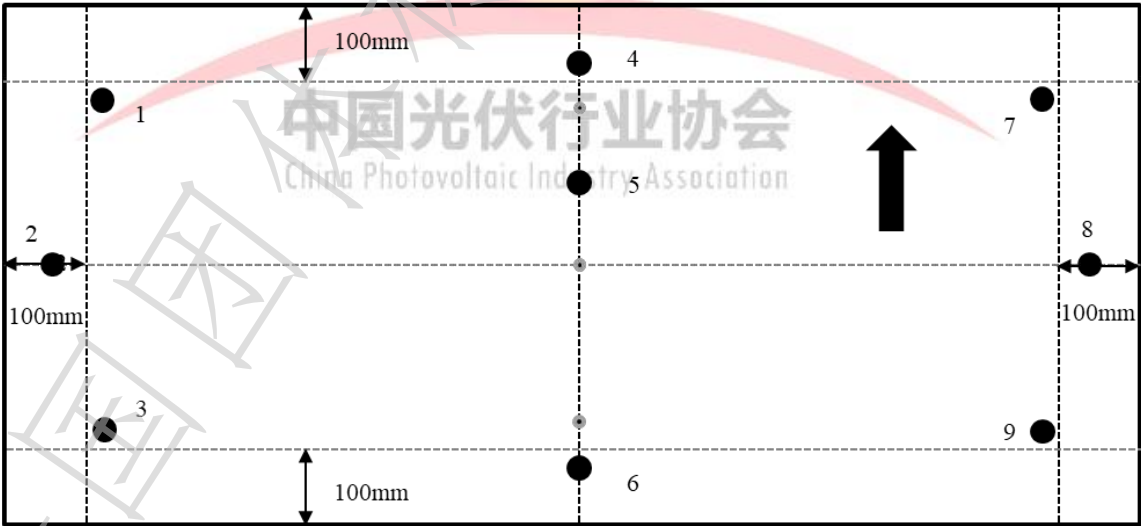


图9 表面应力取样点示意图及仪器测量方向（实心箭头）

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.1.1 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料和工艺等有较大改变，可能影响产品性能；
- c) 正常生产时，定期或积累一定产量后；
- d) 产品长期停产后，恢复生产；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求。

7.1.2 出厂检验

出厂检验包括厚度及其偏差、外观质量、尺寸及其偏差和弯曲度，其它检验项目由供需双方商定。

7.2 组件批抽样方法

7.2.1 同一厚度、同一规格连续生产的 1200 片产品为一批。当该批产品批量大于 1200 片时，以每 1200 片为一批分批抽样。

表 7 抽样表

单位为片

批量范围	样本大小	合格判定数	不合格判定数
2~25	5	0	1
26~90	13	1	2
91~150	20	2	3
151~280	32	3	4
281~500	50	5	6
501~1200	80	7	8

7.2.2 尺寸偏差、外观质量及弯曲度按表 7 规定进行随机抽样。对于产品要求的其它技术性能，应根据检测项目所要求的数量从该批产品中随机抽取。当该批产品批量大于 1200 片时，以每 1200 片为一批分批抽样，当检验项目为非破坏性试验时，可用它继续进行其它项目的检验。

7.2.3 判定规则

若不合格品数等于或大于表 9 的不合格判定数，则认为该批产品长宽允许偏差、外观质量、弯曲度不合格。

其它性能也应符合相应条款的规定，否则认为该批产品不合格。

若上述条款中有 1 项不合格，则认为该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品采用木箱或集装箱（架）包装，木箱或集装箱（架）应附有产品质量合格证，合格证上标明产品名称、花型、尺寸、厚度、数量、生产日期、产品执行标准、生产厂厂址和厂名、商标。木箱或集装箱上应标明花纹朝向和轻放、小心破碎、防雨怕湿等标志或字样。包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的要求，标志应清晰、牢固、易于识别。

8.2 包装

产品采用木箱或集装箱（架）包装，箱（架）应便于装卸、运输。每箱（架）宜装同一厚度、尺寸的玻璃。玻璃之间及玻璃与木箱之间应采取防护措施，防止玻璃破损和玻璃表面的划伤。也可由供需双方确定包装方式。玻璃包装前应保持清洁，玻璃包装箱应采取防潮措施，以防止玻璃在潮湿环境下霉变。

8.3 运输

运输时玻璃应固定牢固，防止滑动，倾倒，应有防雨措施。

8.4 贮存

产品应贮存在干燥通风处。



中国光伏行业协会
China Photovoltaic Industry Association

附录 A
(规范性)
弯曲强度试验方法

A.1 试验条件

环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ；环境相对湿度：40%~70%。为避免热应力的产生，在试验的全过程中，环境温度的波动应不大于 1°C 。

A.2 试样

每批次随机抽选5件全尺寸试样进行试验。制备试样时，切割刀口应在试样的同一表面。

试验前24h内不得对试样进行任何加工或处理。如果试样表面贴有保护膜，需在实验前24h去除。试验前，试样应在A.1规定的条件下放置至少4h。

A.3 试验装置

采用材料试验机进行试验。试验机应能连续、均匀地对试样加载，且能够将由于加载产生的震动降低至最小。试验机应装有加载测量装置，并在其量程内的误差应小于 $\pm 2\%$ 。支撑辊和加载辊的直径为50 mm，长度不少于1400 mm。支撑辊和加载辊均能围绕各辊轴线转动。加载辊间距 L_b 为 $200 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ，支撑辊间距 L_s 偏差不应大于2 mm。

A.4 试验程序

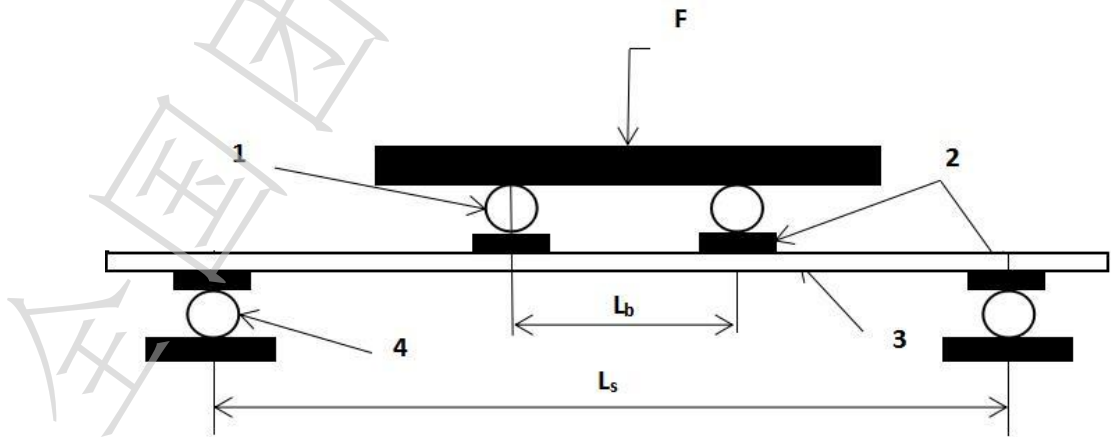
A.4.1 测量试样宽度及厚度

用符合GB/T 9056规定的分度值为1mm的金属直尺或用符合QB/T 2443规定的分度值为1 mm的钢卷尺测量试样的宽度，分别测量3次，取其算术平均值，并以毫米(mm)为单位修约到小数点后1位。

用符合GB/T 1216规定的分度值为0.01 mm的外径千分尺或与此同等精度的器具测量试样的厚度，为避免由于测量而产生的表面破坏，测量应分别在试样的两端进行（至少应在试样的位于加载辊以外的部分进行测量）。分别测量4点，取其算术平均值，并以毫米(mm)为单位修约到小数点后2位。也可在试验后测量破碎后的试样厚度，每块试样取4块碎片测量厚度，取其算术平均值，并以毫米(mm)为单位修约到小数点后2位。

A.4.2 放置试样

对于背板玻璃，镀釉面为加载面。为便于查找断裂源和防止碎片飞散，可在试样上表面粘贴薄膜。按图A.1所示放置试样。橡胶条的厚度为3mm，硬度为 (40 ± 10) IRHD。



标引序号说明：
1 ——加载辊；
2 ——橡胶条；
3 ——试样；
4 ——支撑辊；
 L_b ——加载辊间距；
 L_s ——支撑辊间距。

图 A.1 四点弯曲强度试验试样放置示意图

A.4.3 选择支撑辊间距

图A.1中支撑辊间距 L_s 根据试样的公称厚度按表A.1进行选择。

表 A.1 支撑辊间距 L_s

单位为毫米

玻璃厚度 (T)	支撑辊间距 (L_s)
$1.6 \leq T < 2.0$	600
$2.0 \leq T < 2.5$	700
$2.5 \leq T < 3.0$	800

A.4.4 加载

试验机以试样弯曲应力 $(2 \pm 0.4) \text{MPa/s}$ 的递增速度对试样进行加载,直至试样破坏。记录每块试样破坏时的最大载荷、从开始加载至试样破坏的时间(精确至1s)以及试样的断裂源是否在加载辊之间。

A.5 数据处理

断裂源应当在加载辊之间,否则应追加新试样重新试验,以保证每组试样原来的数量。6片玻璃四点弯强度,去除最小值,其余求平均值为该批次玻璃的弯曲强度,根据设备精度保留有效数据。

按式(A.1)计算试样的弯曲强度。

$$\sigma_{bGi} = F_{\max} \frac{3(L_s - L_b)}{2Bh^2} \times 10^{-6} + \sigma_{bgi} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- σ_{bGi} —— 单个试样弯曲强度,单位为兆帕(MPa);
- $F_{\max}$ —— 试样断裂时的最大载荷,单位为牛(N);
- L_s —— 两支撑辊轴心之间的距离,单位为米(m);
- L_b —— 两加载辊轴心之间的距离,单位为米(m);
- B —— 试样的宽度,单位为米(m);
- h —— 试样的厚度,单位为米(m);
- σ_{bgi} —— 单个试样由于自重产生的弯曲强度,通过式(A.2)计算得到,单位为兆帕(MPa)。

$$\sigma_{bgi} = \frac{3\rho g L_s^2}{4h} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

- ρ —— 试样密度,对于普通钠钙硅玻璃 $\rho = 2.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$
- g —— 单位换算系数, 9.8N/kg ;
- L_s —— 两支撑辊轴心之间的距离,单位为米(m);
- h —— 试样的厚度,单位为米(m)。

参 考 文 献

[1] T/ZBH 026—2023 晶硅光伏组件用材料 第3部分：双玻光伏组件用压延玻璃弯曲强度、抗冲击性及表面应力技术规范

