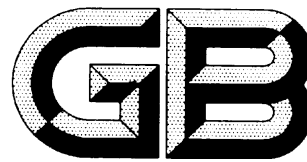


ICS 27.160

CCS K83



# 中华人民共和国国家标准

GB XXXX—XXXX

## 光伏组件安全要求

Safety requirements for photovoltaic modules

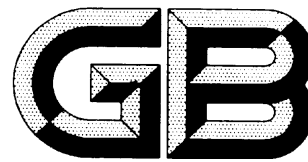
(报批稿)

2026.2

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

发布



# 中华人民共和国国家标准

GB XXXX—XXXX

## 光伏组件安全要求

Safety requirements for photovoltaic modules

(报批稿)

2026.2

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	3
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 总体要求 .....	5
5 安全要求 .....	6
5.1 电气安全 .....	6
5.2 防火安全 .....	8
5.3 机械安全 .....	8
5.4 有害物质限制 .....	9
6 试验方法 .....	9
6.1 试验分类 .....	9
6.2 常规检查 .....	10
6.3 电气安全试验 .....	10
6.4 防火安全试验 .....	11
6.5 机械安全试验 .....	12
6.6 有害物质（砷）检测 .....	12
附录 A （规范性）绝缘配合尺寸 .....	13
A.1 绝缘尺寸 .....	13
A.2 影响因素 .....	16
A.3 绝缘穿透距离 .....	16

## 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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

# 光伏组件安全要求

## 1 范围

本文件规定了地面用光伏组件的总体要求、安全要求，描述了对应的试验方法。

本文件适用于户外气候条件下长期工作且系统电压不大于1500V的光伏组件。其他类型光伏组件可参考使用。

本文件不适用于空间用光伏组件和聚光光伏组件。

## 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 2297—2025 太阳光伏能源系统术语

GB/T 5169.16—2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法（IEC 60695-11-10:2013，IDT）

GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 9535.1—2025 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第1部分：测试要求（IEC 61215-1:2021，IDT）

GB/T 9535.2—2025 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第2部分：测试程序（IEC 61215-2:2021，IDT）

GB/T 17045—2020 电击防护 装置和设备的通用部分（IEC 61140:2016，IDT）

GB/T 20047.1—2025 光伏组件安全鉴定 第1部分：结构要求（IEC 61730-1:2023，IDT）

GB/T 20047.2—2025 光伏组件安全鉴定 第2部分：测试要求（IEC 61730-2:2023，IDT）

GB/T 20284 建筑材料或制品的单体燃烧试验

GB/T 33351.1 电子电气产品中砷、铍、镉的测定 第1部分：电感耦合等离子体质谱法

GB/T 46980—2025 光伏组件防火性能试验方法

## 3 术语和定义

GB/T 2297—2025界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**光伏组件** photovoltaic module

具有封装及内部连结、能单独提供直流电输出的完整的光伏电池组合。

注：光伏组件一般由层压件、接线盒、边框（如有）组成。

[来源：GB/T 2297—2025，4.23]

### 3.2

**地面用光伏组件** terrestrial photovoltaic module

在地球大气环境中应用的光伏组件，相对于地球大气环境外应用的空间用光伏组件。

[来源：GB/T 2297—2025，7.6，有修改]

### 3.3

**非限制接近区域** non-restricted access area

所有人员包括非电气技术人员、未经过电气安全培训或教育的人员可以接近的区域。

注：建筑的屋顶为非限制接近区域，除非被明确标注为限制接近区域。

[来源：GB/T 20047.1—2025，3.3.5，有修改]

### 3.4

**限制接近区域 restricted access area**

只有获得相应权限的熟练电气技术人员和受过培训的电气人员才可进入的区域。

注：例如，通过围栏、特殊区划等措施限制公众接近，只有熟练电气技术人员或者受过电气安全培训的人员才能接近的电站级光伏装置为限制接近区域。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.3.6]

## 3.5

**基本绝缘 basic insulation**

能够提供基本电气防护的绝缘。

注：本概念不适用于仅用作功能性目的的绝缘。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.5]

## 3.6

**附加绝缘 supplementary insulation**

除了基本绝缘外，提供故障防护的单独绝缘。

示例：附加绝缘可在基本绝缘失效时降低电击风险。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.9]

## 3.7

**双重绝缘 double insulation**

既有基本绝缘又有附加绝缘构成的绝缘。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.6]

## 3.8

**加强绝缘 reinforced insulation**

带电部分具有相当于双重绝缘的电气防护类别的绝缘。

注：加强绝缘可能包含多层，每一层不能作为基本绝缘或附加绝缘单独测试。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.8]

## 3.9

**功能性绝缘 functional insulation**

为了设备所需的正常功能，在可导电部分之间设置的绝缘。

注：此处定义的功能性绝缘不具有电气防护功能，但可降低引燃和火灾的可能性。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.7]

## 3.10

**电气间隙 clearance; cl**

两导电部件之间，或者带电部分与可触及表面之间空气的最短距离。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.16]

## 3.11

**爬电距离 creepage distance; cr**

两导电部件之间，或者带电部分与可触及表面之间沿固体绝缘材料表面的最短距离。

[来源：GB/T 20047.1—2025， 3.4.17]

## 3.12

**绝缘屏障 insulation barrier**

绝缘件上凸起或凹入的结构，用以增大传导表面之间的爬电距离。

[来源：GB/T 4210—2015， 581-22-15]

## 3.13

**有害物质 hazardous substance**

对人、动植物和环境等有危害的物质。

[来源：GB 26572—2025， 3.2]

**4 总体要求**

4.1 光伏组件应在使用期间保持电气安全、防火安全和机械安全。

- 4.2 光伏组件应为可调节移动部件配置锁紧装置，避免在外界因素影响下发生可能引发电击、火灾或机械损伤等安全风险的非预期移动。
- 4.3 光伏组件机械连接（如边框）以及具备机械与电气功能的连接（如等电位连接），应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.4 的相关要求。
- 4.4 若光伏组件具备提供机械稳定性和等电位连接连续性的螺钉部件，该部件应通过螺钉连接试验（见 6.5.6）。
- 4.5 应用于特殊场景（如海上光伏、建筑光伏等场景）的光伏组件及配套零部件，应符合相应标准要求，确保光伏组件的安全。

## 5 安全要求

### 5.1 电气安全

#### 5.1.1 一般要求

- 5.1.1.1 光伏组件应采取足够的绝缘防护措施，以避免接触到裸露带电部件，避免电击风险，应通过可接触试验（见 6.3.4）。
- 5.1.1.2 光伏组件应保持在潮湿环境下安全运行的绝缘性能，应通过湿漏电流（见 6.3.3）试验。对于面积不大于  $0.1 \text{ m}^2$  的光伏组件，绝缘电阻应不小于  $400 \text{ M}\Omega$ ；对于面积大于  $0.1 \text{ m}^2$  的光伏组件，测得的绝缘电阻乘以光伏组件面积应不小于  $40 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}^2$ 。
- 5.1.1.3 使用聚合物材料作为前板或背板的光伏组件应在机械接触或切割应力下仍能提供足够的电气防护，以避免电击风险。应通过抗划伤试验（见 6.3.5）。
- 5.1.1.4 光伏组件应具备承受由低压设备开关引起的过电压能力，应通过脉冲电压试验（见 6.3.8）。
- 5.1.1.5 光伏组件的电气间隙和爬电距离应符合附录 A 的要求。

#### 5.1.2 绝缘防护

基于 GB/T 17045—2020 的要求，将光伏组件绝缘防护分为 II 类、0 类和 III 类，在对应等级的区域使用的光伏组件应符合表 1 的绝缘防护要求。

表1 绝缘防护

绝缘防护类别	概述	绝缘防护程度	直接接触防护措施	带电部分与可触及金属部件之间的绝缘	带电部分与可触及表面之间的绝缘	同一回路中具有不同电势的带电部分之间的绝缘 <sup>a</sup>	电气防护要求	应用区域要求	接触限制要求
II类	在组件级和/或系统级输出的电压、电流和功率达到危害等级	1. 使用基本绝缘作为基本防护措施以及附加绝缘作为故障防护措施，或等效使用作为基本绝缘和附加绝缘的双重绝缘，或加强绝缘作为防护 2. 可触及的导电部分及绝缘材料表面，应通过双重绝缘、加强绝缘，或采用能提供等效防护的结构设计，与危险带电部分隔离 3. 仅靠基本绝缘与危险带电部分隔离，或者通过结构配置设计实现等效防护的所有导电部分，均应采用附加绝缘与可触及表面隔离	是	加强绝缘或双重绝缘	加强绝缘或双重绝缘	功能性绝缘	在构造和封装上应保证只有通过双重绝缘或加强绝缘与危险带电部分隔离的部分可触及	应用于非限制接近区域，以及可接触到光伏组件已绝缘带电部分的场景	可安装于非限制区域（如住宅屋顶），允许普通用户接触
0类	在组件级和/或系统级电输出的电压、电流和功率达到危害等级	仅采用基本绝缘作为基本防护措施，且没有故障防护措施	是	基本绝缘	基本绝缘	功能性绝缘	可触及部件至少应通过基本绝缘与危险带电部分隔离	应用于限制接近区域	仅限于熟悉其使用和故障模式的人员接触实施操作
III类	串联使用时的开路电压 $V_{oc}$ 不应超过 35 V，且额定系统电压值不应超过 35 V，在 STC 下测得的额定电参数不应超过最大功率 240 W、短路电流 8 A	仅要求功能性绝缘，没有结构要求或绝缘要求 <sup>b</sup>	否	功能性绝缘	功能性绝缘	功能性绝缘	带电部分视为无危险的，无需与可触及部件隔离。为了确保功能正常，防止发生危险的电弧放电，不同极性的带电部分至少应通过功能性绝缘隔离	应用于非限制接近区域和可接触到未绝缘带电部分的装置 禁止串联超过 35 V 或并联其他电源（除非有反向电流保护）	无要求
<sup>a</sup> 如果相邻两片光伏电池之间的最大功率损耗低于 15 W（基于电池指标），则相邻的串联电池之间没有特殊绝缘要求。 <sup>b</sup> 对于III类光伏组件（系统电压 $\leq 35 V$ ），光伏组件内不同电位的带电部分之间至少有功能性绝缘，爬电距离和电气间隙的值见表 A. 2。DTI 没有要求。									

### 5.1.3 电气部件

5.1.3.1 光伏组件中提供薄层绝缘的部件应具备足够的绝缘厚度，符合附录 A 中 A.3.1 的要求，应通过绝缘厚度试验（见 6.3.1）。

5.1.3.2 光伏组件的内部布线应具备足够大的载流容量以满足相关功能，应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.2 的要求。

5.1.3.3 光伏组件外部电线和线缆应具备在环境应力下保持电气防护的能力，应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.3 的要求。

5.1.3.4 光伏组件的引出线缆应能够承受安装和使用过程中的拉力、扭力等机械负载，不应产生脱落、损坏或电气故障，应通过引线端强度试验（见 6.3.7）。

5.1.3.5 光伏组件外部直流连接器应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.5 的要求，接线盒应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.6 的要求。

5.1.3.6 光伏组件的前板和背板应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.7 的要求。

5.1.3.7 光伏组件的绝缘隔障应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.8 的要求。

5.1.3.8 光伏组件的电气连接应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.9 的要求。

5.1.3.9 光伏组件的旁路二极管应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.3.11 的要求。

5.1.3.10 光伏组件的电气绝缘用聚合物材料应符合 GB/T 20047.1—2025 中 6.5.2.2 的要求。

## 5.2 防火安全

### 5.2.1 一般要求

5.2.1.1 光伏组件应具备耐热斑的能力，在各类应用场景运行中产生的热斑不应造成光伏组件火灾风险。应通过热斑耐久试验（见 6.4.1）。

5.2.1.2 光伏组件旁路二极管运行时，其结温不应超过制造商规定的最高额定结温。应通过旁路二极管热试验（见 6.4.2）和旁路二极管功能试验（见 6.4.3）。

5.2.1.3 光伏组件在反向电流条件下，不应发生过热起火或永久损坏。应通过反向电流过载试验（见 6.4.4）。

5.2.1.4 光伏组件的外部聚合物部件应具备抵抗外部火源、阻止火焰蔓延的能力。光伏组件的外部聚合物部件（不包含接线盒、连接器、线缆、薄层绝缘部件）材料的燃烧性能等级应不低于 GB/T 5169.16 中的 V-1 级。

5.2.1.5 光伏组件应具备抵抗外部火源的能力，防火性能等级应不低于 GB/T 46980—2025 中 C 级的要求。应通过可燃性试验（见 6.4.5）和防火性能试验（见 6.4.6）。

### 5.2.2 建筑光伏组件防火安全

应用于建筑的光伏组件，燃烧性能应至少符合 GB 8624 中 B1 级的要求，应通过燃烧性能等级试验（见 6.4.7）。

## 5.3 机械安全

### 5.3.1 一般要求

5.3.1.1 光伏组件应无可触及的、能造成伤害的毛刺、锋利的边缘或尖角。通过外观检测（见 6.2.1）和锐边试验（见 6.5.1）。

5.3.1.2 光伏组件的机械连接部件应使用过盈配合或形状配合等设计，防止部件出现意外的转动或松动情况。

5.3.1.3 光伏组件应按照制造商的安装文件中要求使用的安装方法，通过机械安全试验（见 6.5）。

### 5.3.2 静态机械载荷

光伏组件应具备耐受静态载荷的能力。具备刚性平面结构和刚性边框的光伏组件，采取固定支架安装方式，其正面设计载荷应不低于2400 Pa，背面设计载荷应不低于1600 Pa。其他类型光伏组件采取固定支架安装方式，光伏组件的正面和背面设计载荷应不低于1600 Pa。采取跟踪支架、柔性光伏支架、特殊压块等安装方式的光伏组件设计载荷，应确保使用期间光伏组件的机械结构安全。应通过静态机械载荷试验（见6.5.2）。

### 5.3.3 动态机械载荷

光伏组件应具备耐受动态载荷的能力。应通过动态机械载荷试验（见6.5.3）。

### 5.3.4 破损防护

光伏组件在规定安装方式下遭受冲击后破损，光伏组件中间层不应断裂，光伏组件不应因表面碎片剥离而暴露内部电路。应通过组件破损试验（见6.5.4）。0类光伏组件无须通过组件破损试验（见6.5.4）。

### 5.3.5 抗冰雹

光伏组件应具备抗冰雹冲击性能，应在规定的冰雹试验后不破损。应通过冰雹试验（见6.5.5）。

## 5.4 有害物质限制

5.4.1 光伏组件不应泄漏对环境造成污染和人身健康造成危害的有害物质。

5.4.2 光伏组件的玻璃部件砷含量（以三氧化二砷计）应不高于0.005%（50 ppm）。应通过有害物质（砷）检测试验（见6.6）。

## 6 试验方法

### 6.1 试验分类

II类、0类、和III类光伏组件的试验项目见表2。

表2 试验分类表

绝缘防护类别			试验项目
0	II	III	
<b>常规检查</b>			
○	○	○	外观检查
<b>电气安全试验</b>			
○	○	—	绝缘厚度试验
○	○	○	绝缘试验
○	○	—	湿漏电流试验
○	○	—	可接触试验
○	○	—	抗划伤试验 <sup>a</sup>
○	○	—	等电位连接连续性试验 <sup>b</sup>
○	○	—	脉冲电压试验
○	○	○	引线端强度试验
○	○	○	绝缘配合评估
<b>防火安全试验</b>			
○	○	○	热斑耐久试验
○	○	○	旁路二极管热试验
○	○	○	旁路二极管功能试验
○	○	—	反向电流过载试验

表2 试验分类表（续）

绝缘防护类别			试验项目
0	II	III	
○	○	○	可燃性试验
○	○	○	防火试验
○	○	○	燃烧性能等级试验
<b>机械安全试验</b>			
○	○	○	锐边试验
○	○	○	静态机械载荷试验
○	○	○	动态机械载荷试验
—	○	○	组件破损试验
○	○	—	冰雹试验
○	○	○	螺钉连接试验 <sup>c</sup>
<b>有害物质限制试验</b>			
○	○	○	有害物质（砷）检测
注1：○ 必要试验。			
注2：— 不需要进行的试验。			
<sup>a</sup> 不适用于正面和背面均为刚性材料结构的光伏组件（如双玻光伏组件）。 <sup>b</sup> 不适用于具备导电表层（如镀层）的金属边框光伏组件（如镀镁铝锌钢制边框光伏组件）或使用绝缘非金属材料边框的光伏组件（如聚合物/玻纤复合材料边框光伏组件）或无边框光伏组件。 <sup>c</sup> 螺钉连接试验仅适用于具备螺钉连接结构的光伏组件。			

## 6.2 常规检查

按照GB/T 20047.2—2025中10.2进行外观检查。

## 6.3 电气安全试验

### 6.3.1 绝缘厚度试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.5进行试验，所测得的绝缘厚度应大于附录A中表A.1或表A.2对应光伏组件绝缘防护类别的要求。

### 6.3.2 绝缘试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.13进行试验。

### 6.3.3 湿漏电流试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.14进行试验。

### 6.3.4 可接触试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.9进行试验。

### 6.3.5 抗划伤试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.10进行试验。

### 6.3.6 等电位连接的连续性试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.11进行试验。

### 6.3.7 引线端强度试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.14进行试验，并作如下修改：删去“按照 GB/T 9535.1—2025中规定的C 序列测试流程，4.14.2（MQT 14.1）和4.14.3（MQT 14.2）试验应在MQT 12 试验后进行”。

### 6.3.8 脉冲电压试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.12进行试验。

### 6.3.9 绝缘配合评估

按照GB/T 20047.2—2025中10.34进行试验，并作如下修改：

删去GB/T 20047.2—2025表9；使用表3替换GB/T 20047.2—2025表10；

增加“如果导电部件之间的间隙穿过了空气以外的材料，则无需进行海拔修正”。

表3 检测(实验室)所处海拔低于2000米的试验电压海拔修正系数

实验室海拔 m	试验电压倍增系数 <sup>a</sup> $k_{01}$		
	电气间隙 (mm)		
	$0.0625 < c1 \leq 1$	$1 < c1 \leq 10$	$10 < c1 \leq 100$
0-199	1.17	1.23	1.25
200-499	1.15	1.21	1.22
500-999	1.12	1.17	1.18
1000-1999	1.08	1.11	1.12
2000以上	1.00	1.00	1.00

<sup>a</sup> 与 GB/T 20047.1—2025 表 3 和表 4 规定的最小电气间隙有关。

## 6.4 防火安全试验

### 6.4.1 热斑耐久试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.9的方法进行试验，试验后应符合外观检查(6.2.1)、绝缘试验(6.3.2)、湿漏电流试验(6.3.3)要求。

### 6.4.2 旁路二极管热试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.18.1的方法进行试验，试验后应符合外观检查(6.2.1)、湿漏电流试验(6.3.3)、旁路二极管功能试验(6.4.3)要求。

### 6.4.3 旁路二极管功能试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.18.2的方法进行试验。

### 6.4.4 反向电流过载试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.20的方法进行试验。试验过程中光伏组件外表面最高温度不应超过170℃，试验后应符合外观检查(6.2.1)、绝缘试验(6.3.2)、湿漏电流试验(6.3.3)要求。

### 6.4.5 可燃性试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.18的方法进行试验。

### 6.4.6 防火性能试验

按照GB/T 46980—2025规定的方法，采用不燃基材和光伏组件制造商指定的安装方式进行火焰蔓延试验和燃木试验。

### 6.4.7 燃烧性能等级试验

根据GB 8624规定的光伏组件燃烧性能等级和分级判据要求，采用不燃基材和光伏组件制造商指定的安装方式进行GB/T 20284的单体燃烧试验、GB/T 46980的火焰蔓延试验或燃木试验。

## 6.5 机械安全试验

### 6.5.1 锐边试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.7进行试验。

### 6.5.2 静态机械载荷试验

按制造商指定的安装方式，根据GB/T 9535.2—2025中4.16的方法进行试验，试验后应符合外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）要求。

试验载荷的定义为：

$$P_{Te} = \gamma_m \times P_{De} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_{Te}$  ——光伏组件的试验载荷，单位为帕斯卡（Pa）；

$P_{De}$  ——光伏组件的设计载荷，单位为帕斯卡（Pa）；

$\gamma_m$  ——安全系数，应不小于1.5。

例：具备刚性结构和边框的平板型光伏组件，采取固定支架安装方式，正面设计载荷应不低于2400 Pa，背面设计载荷应不低于1600 Pa，按照最低安全系数1.5，计算得出正面试验载荷应不低于3600 Pa，背面试验载荷应不低于2400 Pa。

### 6.5.3 动态机械载荷试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.20的方法进行试验，试验后应符合外观检查（6.2.1）和湿漏电流试验（6.3.3）要求。

### 6.5.4 组件破损试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.21的方法进行试验。

### 6.5.5 冰雹试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.17的方法进行试验，试验后应符合外观检查（6.2.1）和湿漏电流试验（6.3.3）要求。

### 6.5.6 螺钉连接试验

按照GB/T 20047.2—2025中10.22的方法进行试验。

## 6.6 有害物质（砷）检测

按照GB/T 33351.1的方法，对光伏组件玻璃部件进行试验。

附录 A  
(规范性)  
绝缘配合尺寸

A.1 绝缘尺寸

A.1.1 概述

对于绝缘配合而言，带电部分的电气间隙和材料选择是相互关联的，应相互协调考虑。

A.1.2 绝缘配合尺寸

表A.1顶部部分给出了II类组件的电气间隙和爬电距离要求，表A.2顶部部分给出了0类组件的电气间隙和爬电距离要求。

对于III类组件（系统电压 $\leq 35\text{ V}$ ），绝缘配合要求光伏组件内不同电位的带电部分之间至少有功能性绝缘，爬电距离和电气间隙的值见表A.2。DTI没有要求。

有关污染等级、材料类别、爬电距离和电气间隙等影响因素的更多详情见A.2。

表A.1 II类光伏组件的最低电气间隙（cl）、爬电距离（cr）和固体绝缘穿透距离

电压 <sup>b</sup>		≤35 V DC <sup>e</sup>			100 V DC			150 V DC			300 V DC			600 V DC			1000 V DC			1500 V DC									
-	污染等级	cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr										
		材料组别																											
		-	I	II	III	-	I	II	III	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III					
电气间隙 <sup>a,b</sup> 以及爬电 <sup>g</sup> 距离（mm）																													
1) 双重/加强绝缘 <sup>f</sup> : 内部带电部分和外部可触及表面距离 <sup>a</sup>	1	0.5	0.4			1.5	0.5			3.0	0.6			5.5	1.4			8.0	3.4			14.0	6.4			19.4	10.4		
	2		1.2	1.7	2.4		1.4	2.0	2.8		1.6	2.2	3.1		3.0	4.2	6.0		6.1	8.6	12.0		10.0	14.2	20.0		15.0	20.8	30.0
2) 基本/功能性绝缘: 光伏组件内部不同电势带电部分距离 <sup>c,d</sup>	1	0.1	0.2			0.5	0.3			1.5	0.3			3.0	0.7			5.5	1.7			8.0	3.2			11.0	5.2		
	2		0.2	0.6	1.0		1.2	0.7	1.0		1.4	0.8	1.1		1.6	1.5	2.1		3.0	3.0	4.3		6.0	5.0	7.1		10.0	7.5	10.4
根据电压的材料穿透距离（mm）																													
3) DTFI 功能性绝缘：不同电势带电部件距离																													
a) 无需额外测试		0.2			0.5			1.5			3.0			5.5			8.0			11.0									
b) 需额外测试（附录A2.3）					0.3			0.3			0.7			1.7			3.2			5.2									
4) 薄层（DTI）		0.03			0.03			0.03			0.03			0.06			0.15			0.3									
5) 胶合接头		0.2			0.3			0.5			1.0			1.5			2.0			3.5									
<sup>a</sup> 如果内部带电部分与外部可触及表面之间的测量电气间隙小于最小值（但大于或等于爬电距离），则应进行 6.3.9 的试验来验证合规性。 <sup>b</sup> 适用的相关电压为系统电压，第 2) 行除外。对于中间值的电压，可使用插值法计算。 <sup>c</sup> 第 2) 行适用于存在两种不同的封装胶膜的案例。STC 下不同电势部件之间的工作电压是相关的；针对双面光伏组件，使用应用双面应力辐照度（aBSI）下的工作电压。 <sup>d</sup> 如果不同电势的带电部分之间的测量电气间隙小于最小值（但大于或等于爬电距离），则应进行绝缘配合测试来验证电气间隙的合规性，以降低火灾风险。 <sup>e</sup> 如设计工作电压低于 20 V，可直接使用 GB/T 16935.1 中的数值。 <sup>f</sup> 对于第 1) 行，如果双重绝缘来自多段爬电通路（不同的材料组别或污染等级），则每个路径的电气间隙都应符合表 A.2 第 1) 行的基本绝缘要求。 <sup>g</sup> 如果材料组别未定，则最小爬电距离值为材料组别 III（仅污染等级 2）值的 150%。																													

表A.2 0类光伏组件的最低电气间隙（cl）、爬电距离（cr）和固体绝缘穿透距离

电压 <sup>b</sup>		≤35 V DC <sup>e</sup>				100 V DC				150 V DC				300 V DC				600 V DC				1000 V DC				1500 V DC			
-	污染等级	cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr			cl	cr		
		材料组别																											
		-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III	-	I	II	III
电气间隙 <sup>a,b</sup> 以及爬电 <sup>f</sup> 距离（mm）																													
1) 基本绝缘： 内部带电部分和外部可触及表面距离 <sup>a</sup> 或 2) 光伏组件内部不同电势带电部分距离 <sup>c,d</sup>	1	0.1	0.2			0.5	0.3			1.5	0.3			3.0	0.7			5.5	1.7			8.0	3.2			11.0	5.2		
	2	0.2	0.6	1.0	1.2		0.7	1.0	1.4		0.8	1.1	1.6		1.5	2.1	3.0		3.0	4.3	6.0		5.0	7.1	10.0		7.5	10.4	15.0
根据电压的材料穿透距离（mm）																													
3) DTFI 功能性绝缘：不同电势带电部件距离																													
a) 无需额外测试	0.2				0.5				1.5				3.0				5.5				8.0				11.0				
b) 需额外测试（附录A2.3）					0.3				0.3				0.7				1.7				3.2				5.2				
4) 薄层（DTI）	不适用				0.03				0.03				0.03				0.06				0.15				0.3				
5) 胶合接头	不适用				0.2				0.25				0.5				0.7				1.0				1.7				
<sup>a</sup> 如果内部带电部分与外部可触及表面之间的测量电气间隙小于最小值（但大于或等于爬电距离），则应进行 6.3.9 的试验来验证合规性。 <sup>b</sup> 适用的相关电压为系统电压，第 2) 行除外。对于中间值的电压，可使用插值法计算。 <sup>c</sup> 第 2) 行适用于存在两种不同的封装胶膜的案例。STC 下不同电势部件之间的工作电压是相关的；针对双面光伏组件，使用应用双面应力辐照度（aBSI）下的工作电压。 <sup>d</sup> 如果不同电势的带电部分之间的测量电气间隙小于最小值（但大于或等于爬电距离），则应进行绝缘配合测试来验证电气间隙的合规性，以降低火灾风险。 <sup>e</sup> 如设计工作电压低于 20 V，可直接使用 GB/T 16935.1 中的数值。 <sup>f</sup> 如果材料组别未定，则最小爬电距离值为材料组别 III（仅污染等级 2）值的 150%。																													

## A.2 影响因素

### A.2.1 概述

绝缘配合应考虑以下影响因素：

- 系统中可能出现的电压（过电压）；
- 系统中设备产生的电压（系统电压）；
- 系统或工作电压；
- 人身和设备防护（等级按照GB/T 17045的分类）；
- 环境条件（污染等级）；
- 绝缘性能（材料组别）。

### A.2.2 过电压类别和额定脉冲电压

按照GB/T 20047.1—2025中的B.2.2。

### A.2.3 工作电压

对于内部带电部分与外部可触及表面之间的距离（表A.1和表A.2第1行），关联的电压称为系统电压。对于光伏组件内部不同电位的带电部分之间的距离（表A.1和表A.2第2行和第3行），标准测试条件（STC）下的工作开路电压( $V_{oc}$ )与之关联。电压差取决于串联电路内的位置，选择光伏组件内最严苛的情况。工作电压评估不考虑接地故障。

### A.2.4 污染等级

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.3.2.1和B.2.4。

### A.2.5 材料组别

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.3.2.2和B.2.5。

### A.2.6 爬电距离

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.3.3和B.4。

### A.2.7 电气间隙

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.3.4和B.3。

## A.3 绝缘穿透距离

### A.3.1 薄层绝缘

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.4.2和B.5.2。

### A.3.2 胶合接头

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.4.3和B.5.1。

### A.3.3 功能性绝缘穿透距离（DTFI）

按照GB/T 20047.1—2025 6.6.4.4和B.5.3。

---