

ICS 27.160
CCS K 83



中华人民共和国国家标准

GB 47739—2026

光伏组件安全要求

Safety requirements for photovoltaic modules

2026-05-25 发布

2027-06-01 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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 安全要求	3
5.1 电气安全	3
5.2 防火安全	6
5.3 机械安全	6
5.4 有害物质限制	7
6 试验方法	7
6.1 试验分类	7
6.2 外观检查	8
6.3 电气安全试验	8
6.4 防火安全试验	10
6.5 机械安全试验	10
6.6 有害物质(砷)检测	11
附录 A (规范性) 绝缘配合尺寸	12
A.1 绝缘尺寸	12
A.2 影响因素	15
A.3 绝缘穿透距离	15
参考文献	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,描述了相应的试验方法。

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 1 500 V 的光伏组件。其他类型光伏组件参考使用。

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 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分:试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法

GB 8624—2025 建筑材料及制品燃烧性能分级

GB/T 9535.2—2025 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第 2 部分:试验程序

GB/T 17045—2020 电击防护 装置和设备的通用部分

GB/T 20047.1—2025 光伏组件安全鉴定 第 1 部分:结构要求

GB/T 20047.2—2025 光伏组件安全鉴定 第 2 部分:测试要求

GB/T 33351.2 电子电气产品中砷、铍、铋的测定 第 2 部分:电感耦合等离子体发射光谱法

GB/T 46980 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)可能接近的区域。

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,但能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

绝缘障碍 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 如果光伏组件带有可调节的移动部件,应为其配置锁紧装置,在外界因素影响下,不应发生可能导致电击、火灾或机械损伤等安全风险的非预期位移。

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,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,危险的带电部件不应直接裸露在外,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,应通过湿漏电流试验(见 6.3.3)。对于面积不大于 0.1 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 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 ^a	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

表 1 绝缘防护 (续)

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 ^a	电气防护要求	应用区域要求	接触限制要求
Ⅲ类	串联使用时的开路电压 V_{oc} 不超过 35 V, 且额定系统电压值不超过 35 V, 在标准测试条件 (STC) 下测得的最大电参数不超过最大功率 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 ^b	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, 不必与可触及部件隔离。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不应串联超过 35 V 或并联其他电源 (除非有反向电流保护)	无要求

^a 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。

^b Ⅲ类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符合表 A.2 的规定。绝缘穿透距离 (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 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),试验过程中光伏组件外表面最高温度不应超过 170 °C。

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 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—2025 中 5.3.2 规定的 B1 级的要求,并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。应通过外观检查(见 6.2)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。应通过机械安全试验(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 2 400 Pa,背面设计载荷应不低于 1 600 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 1 600 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 类光伏组件不必通过组件破损试验。

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(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按照表 2 实施。

表 2 试验分类表

绝缘防护类别			试验项目
0	II	III	
常规检查			
○	○	○	外观检查
电气安全试验			
○	○	—	绝缘厚度试验
○	○	○	绝缘试验
○	○	—	湿漏电流试验
○	○	—	可接触试验

表 2 试验分类表（续）

绝缘防护类别			试验项目
0	II	III	
○	○	—	抗划伤试验 ^a
○	○	—	等电位连接连续性试验 ^b
○	○	—	脉冲电压试验
○	○	○	引线端强度试验
○	○	○	绝缘配合评估
防火安全试验			
○	○	○	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
○	○	○	可燃性试验
○	○	○	防火试验
○	○	○	燃烧性能等级试验
机械安全试验			
○	○	○	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 ^c
有害物质限制试验			
○	○	○	有害物质(砷)检测
注：○ 必要试验；— 不必进行的试验。			
^a 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)。 ^b 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。 ^c 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 外观检查

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,其试验作如下修改:删去 GB/T 9535.2—2025 的 4.14.1 中“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,其试验作如下修改:

- a) 删去 GB/T 20047.2—2025 的表 9;使用本文件表 3 替换 GB/T 20047.2—2025 的表 10;
- b) 增加“如果导电部件之间的间隙穿过了空气以外的材料,则不必进行海拔修正”。

表 3 检测(实验室)所处海拔低于 2 000 m 的试验电压海拔修正系数(试验电压倍增系数^a k_{UL})

实验室海拔 m	电气间隙 cl/mm		
	0.062 5 < cl ≤ 1	1 < cl ≤ 10	10 < cl ≤ 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
1 000~1 999	1.08	1.11	1.12
2 000 以上	1.00	1.00	1.00

^a 与 GB/T 20047.1—2025 中表 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 进行试验。

6.4.2 旁路二极管热试验

按照 GB/T 9535.2—2025 中 4.18.1 进行试验。

6.4.3 旁路二极管功能试验

按照 GB/T 9535.2—2025 中 4.18.2 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 进行试验。

6.4.5 可燃性试验

按照 GB/T 20047.2—2025 中 10.18 的要求进行试验。

6.4.6 防火性能试验

按照 GB/T 46980 规定的方法,进行防火性能试验。

6.4.7 燃烧性能等级试验

按照 GB 8624—2025 中 5.3.2 的要求进行试验。

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

使用制造商指定的安装方式,按照 GB/T 9535.2—2025 中 4.16 进行试验。

试验载荷的定义见公式(1):

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

式中:

P_{Te} ——光伏组件的试验载荷,单位为帕斯卡(Pa);

γ_m ——安全系数,应不小于1.5;

P_{De} ——光伏组件的设计载荷,单位为帕斯卡(Pa)。

示例: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,正面设计载荷不低于2 400 Pa,背面设计载荷不低于1 600 Pa,按照最低安全系数1.5,计算得出正面试验载荷不低于3 600 Pa,背面试验载荷不低于2 400 Pa。

6.5.3 动态机械载荷试验

按照 GB/T 9535.2—2025 中 4.20 进行试验。

6.5.4 组件破损试验

按照 GB/T 20047.2—2025 中 10.21 进行试验。

6.5.5 冰雹试验

按照 GB/T 9535.2—2025 中 4.1 进行试验。

6.5.6 螺钉连接试验

按照 GB/T 20047.2—2025 中 10.22 进行试验。

6.6 有害物质(砷)检测

按照 GB/T 33351.2 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,需相互协调考虑。

A.1.2 绝缘配合尺寸

表 A.1 中给出了Ⅱ类组件的最低电气间隙、爬电距离和固体绝缘穿透距离要求,表 A.2 中给出了 0 类组件的最低电气间隙、爬电距离和固体绝缘穿透距离要求。

对于Ⅲ类组件,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按表 A.2。DTI 没有要求。

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

单位为毫米

电压 ^b	≤35 V DC ^c			100 V DC			150 V DC			300 V DC			600 V DC			1 000 V DC			1 500 V DC		
	污染等级	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr	cl	cr		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III		
材料组别																					
电气间隙 ^{a,b} 以及爬电 ^e 距离																					
1) 双重/加强绝缘 ^f ;	1	0.4	0.5	0.6	1.4	3.4	6.4	10.4	14.0	19.4	3.0	5.5	8.0	12.0	14.0	19.4	3.0	5.5	8.0	12.0	
内部带电部分和外部可触及表面距离 ^a	2	0.5	1.5	3.0	5.5	8.0	14.0	19.4	3.0	5.5	8.0	12.0	14.0	19.4	3.0	5.5	8.0	12.0	14.0	19.4	
2) 基本/功能性绝缘 ^g ;	1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.7	1.7	5.2	0.7	1.7	3.2	10.4	14.0	19.4	3.0	5.5	8.0	12.0	14.0	19.4	
光伏组件内部不同电势带电部分距离 ^{c,d}	2	0.2	0.6	1.0	1.2	1.5	3.0	5.2	0.8	1.1	1.6	3.0	5.2	8.0	11.0	11.0	5.0	7.1	10.0	15.0	
根据电压的材料穿透距离																					
3) 功能绝缘穿透距离(DTFI):不同电势带电部件距离																					
a) 不必额外测试	0.5			1.5			3.0			5.5			8.0			11.0			15.0		
b) 需额外测试(A.2.3)	0.2			0.3			0.7			1.7			3.2			5.2			10.4		
4) 薄层(DTI)	0.03			0.03			0.03			0.06			0.15			0.3			0.3		
5) 胶合接头	0.2			0.3			1.0			1.5			2.0			3.5			5.2		
^a 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表中最小值(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。 ^b 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。 ^c 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。 ^d 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。 ^e 如设计工作电压低于20 V,可直接使用GB/T 16935.1中的数值。 ^f 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。 ^g 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

单位为毫米

电压 ^b	≤35 V DC ^e			100 V DC			150 V DC			300 V DC			600 V DC			1 000 V DC			1 500 V DC			
	cl	cr	等级	cl	cr	等级	cl	cr	等级	cl	cr	等级	cl	cr	等级	cl	cr	等级	cl	cr	等级	
—	—	I	II	III	—	I	II	III	—	I	II	III	—	I	II	III	—	I	II	III		
材料组别																						
电气间隙 ^{a,b} 以及爬电 ^f 距离																						
1)基本绝缘: 内部带电部分 和外部可触及 表面距离 ^g 或 2)光伏组件内 部不同电势带 电部分距离 ^{c,d}	1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.7	1.7	1.7	1.7	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	5.2	5.2	
	2	0.2	0.6	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	5.5	5.5	5.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	11.0	11.0	
		0.2	0.6	1.0	1.2	0.7	1.0	1.4	0.8	1.1	1.6	3.0	3.0	3.0	5.0	7.1	10.0	10.0	10.0	7.5	10.4	15.0
根据电压的材料穿透距离																						
3)功能绝缘穿透距离(DTFI):不同电势带电部件距离	a)无需额外测试	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	5.5	5.5	5.5	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	11.0	11.0	
	b)需额外测试 (A.2.3)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.7	0.7	0.7	1.7	1.7	1.7	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	5.2	5.2	
	4)薄层(DTI)	不适用	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06	0.06	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.3	0.3	
	5)胶合接头	不适用	0.2	0.2	0.2	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.7	1.7	
^a 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。 ^b 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。 ^c 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。 ^d 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。 ^e 如设计工作电压低于20 V,可直接使用GB/T 16935.1中的数值。 ^f 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

绝缘配合需考虑以下影响因素：

- 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—2020 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 的 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 的 2)行和 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 中 6.6.3.2.1 和 B.2.4。

A.2.5 材料组别

按照 GB/T 20047.1—2025 中 6.6.3.2.2 和 B.2.5。

A.2.6 爬电距离

按照 GB/T 20047.1—2025 中 6.6.3.3 和 B.4。

A.2.7 电气间隙

按照 GB/T 20047.1—2025 中 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 中 6.6.4.2 和 B.5.2。

A.3.2 胶合接头

按照 GB/T 20047.1—2025 中 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 中 6.6.4.4 和 B.5.3。

参 考 文 献

- [1] GB/T 4210—2015 电工术语 电子设备用机电元件
 - [2] 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
 - [3] GB/T 16935.1 低压供电系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
 - [4] GB 26572—2025 电器电子产品有害物质限制使用要求
-

