



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

(征求意见稿)

2025.11

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。

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	II
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	2
5 安全要求	3
5.1 电气安全	3
5.2 防火安全	5
5.3 机械安全	5
5.4 有害物质限制	6
6 试验方法	6
6.1 试验分类	6
6.2 常规检查	7
6.3 电气安全试验	7
6.4 防火安全试验	8
6.5 机械安全试验	8
6.6 有害物质检测	9
附录 A（规范性）绝缘配合尺寸	10
A.1 绝缘尺寸	10
A.2 影响因素	13
A.3 绝缘穿透距离	13

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

本文件规定了光伏组件的总体要求、电气安全、防火安全、机械安全要求，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的光伏组件。本文件不适用于聚光光伏组件。其他类型光伏组件可参考使用。

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—202X 太阳能光伏能源系统术语
GB/T 2408—2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
GB/T 6495.1—202X 光伏器件 第1部分：光伏电流-电压特性的测量（IEC 60904-1:2020，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 13539.6—2024 低压熔断器 第6部分：太阳能光伏系统保护用熔断体的补充要求（IEC 60269-6:2021，IDT）
GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求（IEC 60060-1:2010，MOD）
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—202X 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—202X 光伏组件安全鉴定 第2部分：测试要求（IEC 61730-2:2023，IDT）
GB 26572—2025 电器电子产品有害物质限制使用要求
GB/T 29551—2023 建筑用太阳能光伏夹层玻璃
GB/T 43057—2024 光伏组件 动态机械载荷试验
GB 55037—2022 建筑防火通用规范
GB/T XXXXX—202X 光伏组件风雪荷载计算及测试评估方法
GB/T XXXXX—202X 光伏组件防火性能试验方法

3 术语和定义

GB/T 2297—202X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—202X，4.23]

3.2

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—202X，定义3.3.5，有修改]

3.3

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的，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—202X，定义3.3.6]

3.4

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—202X，定义3.4.5]

3.5

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—202X，定义3.4.6]

3.6

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—202X，定义3.4.7]

3.7

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—202X，定义3.4.8]

3.8

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—202X，定义3.4.9]

3.9

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—202X，定义3.4.16]

3.10

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—202X，定义3.4.17]

3.11

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，定义3.2]

4 总体要求

4.1 光伏组件在正常使用、合理可预见的误用以及故障情况下，应不会对人身、财产和周围环境产生危险。

4.2 光伏组件应具备在户外环境应力条件下安全运行的能力，在预期寿命内保持电气安全、机械安全和防火安全。

4.3 用于提供光伏组件机械稳定性的机械连接（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—202X 中 6.4 的相关要求。

4.4 当可调节或可移动的结构部件在使用过程中，因受外界因素影响而出现非预期移动，且这种非预期移动可能引发火灾、电击或机械损伤等危险状况时，此类部件应配置锁紧装置。

4.5 针对光伏组件内部的机械连接，不能仅依靠部件自身表面摩擦力（如单纯的弹簧压力）作为抑制部件转动或松动的唯一措施。若零部件的松动或旋转可能引发火灾、电击或机械损伤等风险，则需防止其出现松动或旋转情况。这些零部件的合规性应通过螺钉连接试验（6.5.7）。

4.6 对于特殊场景应用的光伏组件及配套零部件，应满足相应标准内规定的附加要求验证光伏组件的安全。

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，以防止人员接触带电部分，且不应有电击风险，应通过可接触试验（6.3.4）。

5.1.1.2 光伏组件应具备在潮湿环境下安全运行的绝缘性能，应通过湿漏电流（6.3.3）试验。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、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，而不会使人员面临电击风险。应通过抗划伤试验（6.3.5）。

5.1.1.4 光伏组件应具备承受雷击引起的过电压或由低压设备开关引起的过电压能力，应通过脉冲电压试验（6.3.8）。

5.1.1.5 光伏组件的电气间隙和爬电距离应满足本标准附录 A.1 的要求。

5.1.1.6 在人员密集区域安装运行的光伏组件，应使用快速关断装置以降低电击风险。

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程度分为 II 类、0 类和 III 类，在对应规定的区域使用的光伏组件应满足表 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. 可触及导电部分和绝缘材料的可触及表面应采用双重绝缘或加强绝缘与危险带电部分隔离或其结构设计具有等效防护功能。 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和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。	仅要求功能绝缘，没有结构要求或绝缘要求。 ^b	否	功能绝缘	功能绝缘	功能绝缘	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
^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 对于Ⅲ类光伏组件（系统电压 $\leq 35\text{ V}$ ），光伏组件内不同电位的带电部分之间至少应有功能性绝缘，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，满足附录 A3.1 的要求，应通过绝缘厚度试验（6.3.2）。

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，应满足 GB/T 20047.1—202X 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，应满足 GB/T 20047.1—202X 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，应通过引出端强度试验（6.3.7）。

5.1.3.5 光伏组件外部直流连接器应满足 GB/T 20047.1—202X 中 6.3.5 的要求，接线盒应满足 GB/T 20047.1—202X 中 6.3.6 的要求。

5.1.3.6 光伏组件的绝缘隔障应满足 GB/T 20047.1—202X 中 6.3.8 的要求。

5.1.3.7 光伏组件的旁路二极管应满足 GB/T 20047.1—202X 中 6.3.11 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火灾风险。应通过热斑耐久试验（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，不应发生热失控等可能引发火灾风险的故障。应通过旁路二极管热性能试验（6.4.2）。

5.2.1.3 光伏组件在意外反向电流条件下，不应发生过热起火或永久损坏。应通过反向电流过载试验（6.4.3）。

5.2.1.4 光伏组件的外部聚合物部件（接线盒、线缆、连接器、聚合物框架等，薄层绝缘材料除外）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材料应符合 GB/T 2408—2021 中的垂直燃烧分级 V-1 级及以上的要求。

5.2.1.5 光伏组件层压件上所有暴露的可燃材料（铭牌、裸露的密封胶、裸露的接线盒边部硅胶等）应符合 GB/T 20047.1—202X 中 10.18.8 的要求。应通过可燃性试验（6.4.4）。

5.2.2 建筑光伏组件燃烧性能和防火性能

应用于建筑附加型场景（BAPV）和建筑光伏一体化场景（BIPV）的光伏组件，应满足以下要求：

- a) 燃烧性能应至少符合 GB 8624 中燃烧性能等级 B1-C 的要求，并通过燃烧性能分级试验（6.4.5.1）。
- b) 防火性能应至少符合 GB/T XXXXX—202X（光伏组件防火性能试验方法）中等级 C 的要求，并通过防火性能分级试验（6.4.5.2）。

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。

5.3.1.2 组件内的机械连接应能够承受应用中产生的热应力、机械应力和环境应力，且使用期间整体连接强度不降低至安全水平以下。通过外观检测（6.2.1）、静态机械载荷试验（6.5.2）、动态机械载荷试验（6.5.3），组件破损试验（6.5.4）进行检验。0 类组件（如用于限制出入区域的组件）无需通过组件破损试验（6.5.4）。

5.3.1.3 针对柔性组件，应按照制造商的文件要求使用规定的基板和粘合剂/安装方法安装组件后，通过机械安全试验检验其合规性。如果制造商规定的应用场景允许在刚性或柔性安装条件下进行安装，试验应在最易发生失效的安装条件下进行。

5.3.2 耐静态机械载荷

光伏组件应具备耐受静态载荷的能力，平板型光伏组件的正面设计载荷应不低于3600 Pa，背面设计载荷应不低于1600 Pa。其他类型光伏组件的正面或背面设计载荷应不低于1600 Pa。应通过静态机械载荷试验（6.5.2）。

5.3.3 耐动态机械载荷

光伏组件应具备耐受动态变化载荷的能力。应通过动态机械载荷试验（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（6.5.4）。

5.3.5 抗冲击

光伏组件应具备抗冲击性能，在规定的试验后组件应不破损。应通过冰雹试验（6.5.5）。

5.3.6 抗风雪载荷

平板型光伏组件应具备耐受不均匀的风、雪载荷的能力。非平板型光伏组件应通过一定措施确保其安装后具备抗风、雪载荷的能力。应通过风雪载荷试验（6.5.6）。

5.4 有害物质限制

5.4.1 光伏组件中不应含有过量砷及其化合物等有毒有害物质，且在可预见的环境应力下，光伏组件不应泄露对环境造成污染和人身健康造成危害的有害物质。

5.4.2 光伏组件所使用的光伏玻璃砷含量（以三氧化二砷计）应不高于 0.005%（50 ppm）。

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	
○	○	○	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
○ ^a	○ ^a	—	抗划伤试验
○	○	—	等电位连接连续性试验
○	○	—	脉冲电压试验
○	○	○	引出端强度试验

绝缘防护类别			试验项目
○	○	○	绝缘配合评估
			防火安全试验：
○	○	○	热斑耐久试验
○	○	○	旁路二极管热性能试验
○	○	—	反向电流过载试验
○	○	○	可燃性试验
○ ^b	○ ^b	○ ^b	防火试验
			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
○	○	—	风雪载荷试验
○	○	○	螺钉连接试验
○ 必要试验。 — 不需要进行的试验。 ^a 不适用于刚性/刚性结构的光伏组件（如双玻光伏组件）。 ^b 防火试验通常仅对用于建筑一体化光伏产品或建筑附加型光伏产品要求。因此，防火试验的应用实施由光伏组件安装地点决定，不由分类决定。			

6.2 常规检查

6.2.1 外观检查

按照GB/T 20047.2—202X中10.2进行试验。

6.3 电气安全试验

6.3.1 绝缘厚度试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.5进行试验，所测得的绝缘厚度必须大于本标准中表A.1或表A.2对应光伏组件绝缘防护类别（5.2.2）的要求

6.3.2 绝缘试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.13进行试验。

6.3.3 湿漏电流试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.14进行试验。

6.3.4 可接触试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.9进行试验。

6.3.5 抗划伤试验

按照GB/T 20047.2—202X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 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”。

6.3.7 引出端强度试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.27进行试验

6.3.8 脉冲电压试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.12进行试验。

6.3.9 绝缘配合评估

按照GB/T 20047.2—202X中10.34进行试验，并作如下修改：
删去GB/T 20047.2—202X表9；使用表3替换GB/T 20047.2—202X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)高度低于 2000 米的试验电压的海拔修正系数

工作海拔 m	试验电压倍增系数 k_{ul} 与GB/T 20047.1—202X表3和表4规定的最小电气间隙有关 mm		
	$0.0625 < c_l \leq 1$	$1 < c_l \leq 10$	$10 < c_l \leq 100$
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

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，试验后外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

6.4.2 旁路二极管热性能试验

按照GB/T 9535.2—2025中4.18.1的方法进行试验，试验后外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

6.4.3 反向电流过载试验

按照GB/T 20047.2—202X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℃，试验后外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

6.4.4 可燃性试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.18的方法进行试验。

6.4.5 防火试验

6.4.5.1 燃烧性能分级试验

按照GB 8624规定的方法进行燃烧性能分级试验。

6.4.5.2 防火性能分级试验

按照GB/T XXXX—202X（光伏组件防火性能试验方法）的规定进行火焰蔓延试验、燃木试验，区分光伏组件的防火性能等级。

6.5 机械安全试验

6.5.1 锐边试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.7进行试验。

6.5.2 静态机械载荷试验

按最严苛的安装方式，根据GB/T 9535.2—2025中4.16的方法进行试验，试验后外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

试验载荷的定义为：

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

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）；

γ_m ——安全系数，应不小于1.5。

注1：光伏组件正面设计载荷应不低于3600 Pa，背面设计载荷应不低于1600 Pa，计算得出正面试验载荷应不低于5400 Pa，背面试验载荷应不低于2400 Pa。

注2：光伏组件的安装方式优先选用厂家安装手册中明确的安装方式，未明确的选用最严苛的安装方式。

6.5.3 动态机械载荷试验

按照GB/T 43057的方法进行试验，试验后外观检查（6.2.1）、绝缘试验（6.3.2）、湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

6.5.4 组件破损试验

按照GB/T 20047.2—202X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，试验后外观检查（6.2.1）和湿漏电流试验（6.3.3）满足要求。

6.5.6 风雪载荷试验

按照GB/T XXXXX—202X（光伏组件风雪荷载计算及测试评估方法）第6章中的二分区分布载荷加载试验方法进行试验和判定，使用制造商定义的设计载荷最低的安装方式进行试验，正面二分区试验载荷应不低于[2400, 1800] Pa，背面二分区试验载荷应不低于[-2400, -1100] Pa。

6.5.7 螺钉试验

按照GB/T 20047.2—202X中10.22的方法进行试验。

6.6 有害物质检测

按照GB/T XXXX的方法进行试验。

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≤35 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 ^b		≤35 V DC ^a				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 ^{a, b} 以及爬电 ^c 距离（mm）																													
1) 双重/加强绝缘 ^f 内部带电部分和外部可触及表面距离 ^a	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/功能绝缘: 光伏组件内部不同电势带电部分距离 ^{c, d}	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
^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 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满足表 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 ^b		≤35 V DC ^a				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 ^{a, b} 以及爬电 ^g 距离（mm）																													
1) 基本绝缘： 内部带电部分和外部可触及表面距离 ^a 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			0.5	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		6.1	8.6	12.0		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
<div><div>^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。</div><div>^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。</div><div>^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。</div><div>^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。</div><div>^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。</div><div>^f 如果材料组别未定，则最小爬电值为材料组别Ⅲ（仅污染等级 2）值的 150 %。</div></div>							

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IEC 61140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

参考GB/T 20047.1—202x 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

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.3.2.1和B.2.4。

A.2.5 材料组别

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.3.2.2和B.2.5。

A.2.6 爬电距离

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.3.3和附录B.4。

A.2.7 电气间隙

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.3.4和B.3。

A.3 绝缘穿透距离

A.3.1 薄层绝缘

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.4.2和B.5.2。

A.3.2 胶合接头

参考GB/T 20047.1—202x 6.6.4.3和B.5.1。

A.3.3 功能性绝缘穿透距离（DTFI）

更多详细依据参考GB/T 20047.1—202x 6.6.4.4和B.5.3。