

中华人民共和国推荐性国家标准

《光伏组件防火性能试验方法》

(报批稿)

编制说明

标准编制组

2025年8月

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化管理委员会《关于下达2023年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2023〕10号）的要求，推荐性国家标准《光伏电池组件防火性能试验方法》制定项目由国家消防救援局归口，计划编号为20230021-T-450。国家消防救援局委托全国消防标准化技术委员会防火材料分技术委员会（TC113/SC7）承担起草和技术审查任务。本标准由全国消防标准化技术委员会与全国太阳光伏能源系统标准化技术委员会共同归口管理。

（二）制定背景

光伏组件是分布式光伏发电系统的核心部件，具有易老化、易积热的特点，在日常运行使用过程中遇到来自外部的火源时极易被引燃，且火势蔓延扩散速度快，直接影响光伏发电系统及所在建筑的消防安全。近年来，光伏组件的防火性能已成为行业关注的焦点。国际标准化组织、欧盟和美国相继发布了一系列用于测试和评价光伏组件防火性能的标准。随着分布式光伏电站的迅速发展和大规模普及应用，欧美等国家已明确规定在安装使用光伏电池板前必须对光伏电池板进行防火性能测试，满足防火性能要求后方可投入使用。然而，我国现行的标准体系中尚缺乏针对光伏组件防火性能的试验方法和分级标准。本标准的制定将有效弥补国内在光伏组件防火性能标准化测试方面的空白，有效降低光伏火灾风险。

二、国家标准编制原则、主要技术要求的依据及理由

（一）编制原则

本次标准制定遵循先进性、适用性、科学性和规范性原则，在标准编制过程中，编制组紧密围绕我国光伏行业发展现状和实际应用中遇到的消防安全技术挑战，开展标准编制工作，编制原则包括以下几个方面：

1、针对光伏组件在检测技术的缺失，充分听取并吸收了来自科研单位、检验机构、生产企业以及监督管理部门有关专家的建议与意见；

2、标准参考了国内外相关资料，借鉴吸收其中适用的先进内容，通过一系列试验验证了技术内容的科学性与合理性；

3、结合我国光伏产品在生产、使用领域的具体情况，力求标准的合理性与实用性相结合。

4、严格按照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》的要求编写。

（二）主要技术要求的确定依据

1、主要技术内容的确定和依据

本标准的编制参考了UL 790《屋面材料防火性能标准测试方法》、ISO 12468-1《屋面材料外部火灾 第1部分 试验方法》、EN 1187《屋顶暴露于外部火灾下的试验方法》以及GB/T 30735-2014《屋顶及屋顶覆盖制品外部对火反应试验方法》等国内外标准。

美国标准UL790应用较为广泛，考虑了坡度、基材、风速、火

源的影响，共包含6种试验方法。UL790采用大尺度火灾规模来评价太阳能光伏组件的防火性能，火源功率较大，主要针对光伏组件防火性能的评价。

欧盟标准EN 1187《屋顶暴露于外部火灾下的试验方法》，该标准包括4种试验方法，分别评估火焰在屋顶表面的蔓延、火焰烧穿以及在屋顶下表面燃烧的情况。侧重于屋面材料的防火性能评价。

ISO 12468-1《屋面材料外部火灾 第1部分 试验方法》，该标准主要考虑燃木、风和热辐射的影响，主要针对屋面材料和光伏组件。

本标准在编制时结合国内外现有相关技术标准，综合评估了火灾风险、适用场景、产品管理、现有技术水平等多方面因素，确定了基于不同规模的外部火源场景，测试和评价光伏组件及其基层材料对火反应特性的总体技术路线，标准主要技术内容如下。

（1）范围

本标准适用于晶体硅光伏组件（包括单晶硅和多晶硅光伏组件）。需要时，其他光伏组件可参照执行。

（2）试验原理及分级

本标准规定了光伏组件暴露于来自外部火源时的防火性能评价方法。根据光伏组件的使用场景以及可能遭受的外部火源制定试验方法。

不同使用场景的光伏组件遭受外部火源的来源不同。一类是来自相邻建筑的火源，比如外部的火灾蔓延，外部的飞火以及屋面火

灾。另一类是来自建筑物内部的火源。不同使用场景下光伏组件所面临的火灾风险、对火反应特性均有差异，因此试验方法有所不同。

试验原理为：选用不同试验基板模拟屋面结构，根据光伏组件应用的不同屋面场景，将光伏组件安装在相应试验基板上，采用不同试验方法测试光伏组件的对火反应，根据光伏组件的燃烧特性以及光伏组件对基板的保护能力，将光伏组件分为A、B、C三个防火性能等级。试验方法包含间歇施火试验、火焰蔓延试验、燃木试验、飞火试验。

(3) 基板及试验样品

根据光伏组件应用的屋面场景，选用不同试验基板来模拟不同的屋面结构。基板用于光伏组件背面并支撑试验样品，标准规定间歇施火试验、火焰蔓延试验、燃木试验各需要1个基板，飞火试验不需要基板。当光伏组件遭受外部火源冲击时，观察光伏组件的燃烧情况以及光伏组件对基板的保护程度（基板是否暴露、燃烧以及产生飞火的情况），根据试验结果将光伏组件分为不同防火性能等级。基板分2种，一种是可燃基板，另一种是不燃基板，可燃基板采用松木板或胶合板来模拟，不燃基板采用水泥板或石膏板来模拟。试验基板构造为：长1320mm，宽1020mm，单个木条长183mm或120mm，宽19mm，四边平整。木条横跨基板窄边，相距6.4mm，用钉子固定在公称截面为38mm×89mm的2根木条上，并留有余边。为了实现标准与实际应用场景相统一，标准中规定了统一的试验基板做法，但不同试验方法对应不同试验基板。不同基板代表了不同

的屋面结构形式。

光伏组件的型号众多，其成品尺寸差异较大，本标准在编制时与行业技术人员沟通，要求光伏组件试样的大小应能覆盖基板并允许进行拼接。在火焰蔓延试验中，因为基板较长，提出试验样品应至少能覆盖基板的宽度的要求。

(4) 试验设备及校准

编制组基于前期开展的科研课题研究结果和验证试验设计了试验设备，该装置利用燃木、风机和燃气火源模拟实际场景中外部飞火、风力作用以及屋面火源。基于试验室方法的复现性要求，标准规定了试验前需要对气体流速、火焰大小以及倾斜角度进行校准。如试验中要求控制气流均匀稳定流过试样上表面，气体流速为 (5.3 ± 0.2) m/s，试验中要保证A级、B级火焰温度为 (760 ± 28) °C，C级火焰温度为 (704 ± 28) °C，试验基板的倾斜度设置为 127mm/300mm。

(5) 间歇施火试验、火焰蔓延试验、燃木试验和飞火试验

光伏组件作为建筑外围结构的一部分，易遭受建筑外部火灾的影响。建筑外部火灾的发生、发展和传播都不同于建筑内部火灾，火蔓延的方式主要有热传导、热对流、飞火等，因此光伏组件的防火性能测试应综合考虑上述因素。光伏组件火灾的发生主要由两种方式引起：一是建筑外部火焰因强风作用飞落接触到邻近的下风向光伏组件，引起火灾蔓延；二是当室内或外墙燃烧发展到猛烈阶段，大量高温烟气和火焰通过屋檐上窜，造成光伏火灾。针对上述火灾

引发形式，本标准规定了四种不同尺度的试验方法，分别是间歇施火试验、火焰蔓延试验、燃木试验和飞火试验。间歇施火试验是将火焰按照规定的时间间歇性施加到光伏组件上，模拟火舌掠过光伏组件的情形；火焰蔓延试验是持续施加火焰到光伏组件上，考察火焰在光伏组件上的传播情况；燃木试验是将点燃的木垛放置在光伏组件上，模拟外来飞火对光伏组件的破坏情况；飞火试验与火焰蔓延试验一致，模拟外立面起火对光伏组件的直接作用。试验结果主要反映光伏组件三个方面的性能：一是抵抗火焰在光伏组件表面蔓延传播，减少对光伏组件的破坏，其破坏程度体现在光伏组件损毁的程度、火焰传播的距离；二是抵抗火焰穿过光伏组件，防止对下层建筑结构的损坏的能力；三是防止燃烧产生飞火造成屋面或相邻建筑发生火灾的能力。因此，光伏组件满足防火性能要求的规定为：试验结束后，光伏组件不能被吹走或滑落、被保护的基板不能外露、燃烧的飞火不能掉落地面、试样背火面不能持续燃烧。

(6) 结果表示

试验结果表示为不同方法试验后的结果判定，主要考虑四个方面。第一，光伏组件本身不能燃烧蔓延。对于火焰蔓延试验，要求A级火焰蔓延不得超过1800mm，B级不得超过2400mm，C级不得超过3900mm，且试验中不应存在火焰横向蔓延。第二，基板不能外露，要求试验基板不能因试样的断裂、滑落、开裂或变形而暴露，否则判定为不合格。第三，试样背火面不能出现持续燃烧，要求在A、B、C级的间歇施火试验和燃木试验中，基板下方任何时候都不

得有持续火焰。第四，飞火不能掉落地面，要求试样不能以有焰或无焰燃烧的形式飞离或脱落。掉落于地面的试样如果产生火焰或者持续阴燃，即认为是产生了有焰燃烧或无焰燃烧，则判定为不合格。

2、主要试验、验证结果及分析

标准制定过程中，标准编制组从现有建筑防火对材料的防火安全要求出发，围绕传统的建筑材料燃烧性能火蔓延与热释放和光伏在外部受火条件下的对火反应两方面，分别开展了背板材料的单体燃烧试验、光伏组件的单体燃烧试验、光伏组件的防火性能试验的标准验证工作，相关验证数据及分析见下列数据列表。

表3 背板材料单体燃烧性能试验

序号	材料名称	燃烧增长速率指数 (W/s)	600s的总放热量 (MJ)	火焰横向蔓延是否到达试样长翼边缘	烟气生成速率指数 (m ² /s ²)	600s总烟气生成量 (m ²)	燃烧性能等级
1	PET	59.4	1.0	否	15.8	69.2	B
2	SP-PET-300	63.3	1.2	否	18.7	57.8	B
3	SP-TPE-300	355.2	2.7	否	11.4	28.7	D
4	SP-TPT-300	1118.9	4.9	否	70.7	51.8	E
5	TPT/TPE	812.4	3.9	否	69.6	47.8	E

表4 光伏组件单体燃烧性能试验

序号	材料名称	燃烧增长速率指数 Figra _{0.2} (W/s)	燃烧增长速率指数 Figra _{0.4} (W/s)	600s的总放热量 (MJ)	火焰横向蔓延是否到达试样长翼边缘	烟气生成速率指数 (m ² /s ²)	600s总烟气生成量 (m ²)
1	100W单晶硅	81.8	81.8	6.6	否	17.3	135.5

2	200W单晶硅	217.2	217.2	31.6	否	9.7	126.7
3	100W多晶硅	88.3	88.3	9.1	否	15.5	136.9
4	200W多晶硅	335.0	335.0	39.1	否	23.5	292.2

表5 光伏组件防火性能试验

序号	检验项目	间歇施火试验 (A级)	燃木试验 (B级)	火焰蔓延试验 (A级)	飞火试验 (C级)
1	制品表面及内部火焰向上传播最大距离, m	0	0	0.05	0
2	制品表面及内部火焰向下传播最大距离, m	0	0	0.05	0
3	制品表面及内部最大烧毁长度, m	0	0	0.1	0
4	燃烧熔滴物或碎片	无燃烧熔滴物或碎片从受火面落下	无燃烧熔滴物或碎片从受火面落下	无燃烧熔滴物或碎片从受火面落下	无燃烧熔滴物或碎片从受火面落下
5	燃烧/灼然碎片穿透	无燃烧/灼然碎片穿透	无燃烧/灼然碎片穿透	无燃烧/灼然碎片穿透	无燃烧/灼然碎片穿透
6	穿孔最大面积, mm ²	10	0	20	8
7	所有孔洞总面积, mm ²	30	0	80	10
8	侧向火焰传播	侧向火焰传播未达到测试区边界	侧向火焰传播未达到测试区边界	侧向火焰传播未达到测试区边界	侧向火焰传播未达到测试区边界
9	内部灼然	无内部灼然	无内部灼然	无内部灼然	无内部灼然
10	试验基板	无燃烧和脱落	无燃烧和脱落	无燃烧和脱落	无燃烧和脱落

三、与法律法规及其他强制性标准的关系，配套推荐性标准的制定情况

(一) 与法律法规及其他强制性标准的关系

本标准与有关的现行法律、法规和强制性标准协调一致，无冲突。

(二) 配套推荐性标准的制定情况

本标准属性为推荐性国家标准，无其他需要配套的推荐性标准。

四、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的对比分析（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况）

(一) 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准在修订过程中，参考了国外先进标准UL 790《屋顶材料防火性能标准测试方法》、EN 1187《屋顶暴露于外部火灾下的试验方法》、ISO 12468-1《屋面材料外部火灾 第1部分 试验方法》和国内相关标准GB/T 30735-2014《屋顶及屋顶覆盖制品外部对火反应试验方法》、JGJ 203《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》、GB/T 20047.2《光伏组件安全鉴定第2部分：试验要求》，与上述标准相比，在测试方法上各有侧重点。

表6 UL 790、ENV1187和ISO 12468-1试验方法对比

标准		基材	风速	热辐射	火源		
					木垛	刨花	燃气火源
UL 790	间歇施火试验	用白松木或黄松木作为基材，1.32m长	气流均匀稳定流过样品上表面，速度(5.3±0.2)m/s	无	无	无	燃气火源一道明亮的三角形火焰，约0.9m宽，然后逐渐聚拢，直至在倾斜桌面
	火焰扩散试验	A级长度为2.4 m；B级长度			无		

		为2.7 m ; C级长度 为3.9 m。					边缘呈152 mm宽。A、 B、C三个 级别分别 对应施火 时间不同。
	木垛 火试 验	用白松木 或是黄松 木作为基 材，1.32m 长			不同级别尺寸、 质量、木条堆积 方式、点燃方式 都不同。 A级试验木垛质 量为2000±50g; B级试验木垛质 量为500±50g; C级试验木垛质 量为9.25±1.25g		无
	飞火 试验				无		同间歇施 火试验
ENV 1187	TEST1	装在实际 使用的基 材上进行 试验,若未 能提供相 应基材,也 可根据实 际应用情 况选择木 质刨花板 基材、金属 基材及不 燃基材三 种基材中 的一种。	无	无	无	600g 刨花	无
	TEST2		试样表面风 速分别为2 m/s和4 m/s	无	8根木条,共两 层,整体尺寸为: 100×100×20 mm	无	无
	TEST3		试样表面7 个点的风 速,风速大 约为3 m/s	尺寸为 (600×600)mm, 被安装在距试 样表面	整体尺寸为: 55×55×32 mm, 在其顶面和地面 中心有5mm宽槽	无	无
	TEST4		在试样下方 用 6, 7 m/s 的风速产生 15 Pa的负 压	500 mm 处,且 与样品表面平 行。辐射板中心 位置的热辐射 为 12.5 kW/m ² , 四 周的热辐射量 为 10 kW/m ²	无	无	55.2%氢 气, 27.4% 天然气, 17.4%氮 气
ISO 12468-1	A级试 验	底板包括: 木集成板、 木条板(板 条间隔5 mm)、增 强硅钙板、 压型钢板、 不连续底 板、特定 的底板。	均为3 m/s	无	辐射通量为 12.5±0.5kW/m ²	无	木垛质量: 550±50g;
	B级试 验				木垛质量: 33±5g;		
	C级试 验				40mm×40mm×40 mm,底面有3 mm宽切槽。		

(二) 以国际标准为基础的起草情况

本标准未采用国际标准。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见和依据

本标准的制定过程中无重大分歧意见。

六、标准实施过渡期建议

本标准为首次制定，建议标准实施过渡期为12个月。

七、实施国家标准的有关政策措施

标准发布实施后，建议由归口标准化技术委员会和标准编制单位共同组织宣贯，同时建议有关部门组织标准宣传和培训，加强对光伏组件生产企业、检测机构以及监督部门的技术指导。

八、对外通报的建议及理由

无。

九、废止现行有关标准的建议

无。

十、涉及专利的有关说明

不涉及专利。

十一、国家标准所涉及产品、过程或服务的目录

光伏组件。

十二、其他应予说明的事项

标准审查专家建议标准名称由《光伏电池组件防火性能试验方法》修改为《光伏组件防火性能试验方法》。