

国家标准《光伏组件报废技术要求》

（征求意见稿）编制说明

一、工作简介

1. 任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达 2024 年第三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〔2024〕25 号）要求，《光伏组件报废技术要求》国家标准正式立项，项目编号：20241714-T-609。本标准由中国建筑材料联合会提出，全国建筑用玻璃标准化技术委员会（SAC/TC 255）归口，太阳能光伏玻璃分技术委员会（SAC/TC 255/SC1）归口执行，水发兴业能源（珠海）有限公司牵头制定，项目周期为 18 个月。

2. 制定背景

在国家“双碳”战略背景下，光伏发电装机迅猛发展。2023 年底我国光伏累计装机已经达到 6.1 亿千瓦，其中工商业及户用分布式建筑光伏占比约 40%，未来几年还将继续增长，到 2030 年分布式光伏发电装机将达到 5 亿千瓦。光伏组件是光伏电站的关键部件，近年来，光伏组件在建筑围护结构上的广泛使用，决定了光伏组件类型、结构、安装方式等与建筑结合的多元化发展需求；然而，建筑分布式光伏组件大量安装也引发了诸多的结构、功能、电气安全、全生命周期发电效率等运维问题。为了加强建筑分布式光伏的结构、电气安全管理以及全生命周期的提质增效，需要科学合理判

定建筑光伏组件的结构、功能、电气等工况参数是否满足安全可靠运行要求，并实时评估判定在役光伏组件是否达到报废条件。现有国标虽描述了处理废弃光伏组件的要求及方法，却未结合光伏电站场景需求、涵盖如何多维度（结构、功能、电气安全等）判定光伏组件报废的条件与方法。本标准旨在填补这一空缺，提供明确的建筑光伏组件报废技术标准，使组件报废判断的工作有据可依、有章可循，保障建筑光伏组件从生产、安装、运维、报废、回收的全生命周期闭环管理，有利于分布式建筑光伏电站的安全、高效、经济运行和行业的健康可持续发展。

3. 起草过程

本标准的主要编制过程如下所示。

编号	项目		
1	预研、编写 标准草案	时间	2020年1月到2023年11月
		主题	对国内外产业发展状况、现有的国内外标准情况、相关产、学、研等机构进行调研，收集相关素材，编写标准草案。
2	立项申请 及答辩	时间	2023年12月-2024年4月
		主题	提出立项申请并参与立项答辩。
3	立项	立项时间	2024年5月31日
		计划号	20241714-T-609
4	标准启动	时间	2024年7月3日

	会暨第一次研讨会	会议方式	现场会议
		内容	对标准草案条款及主要技术问题、工作分工等展开讨论，形成编制工作分工安排及标准草案修改意见。
5	标准修改	时间	2024年7月4日至2024年7月23日
		内容	根据意见对标准草案进行修改。
6	标准第二次研讨会	时间	2024年7月24日
		会议方式	网络会议
		内容	对修改后的标准草案进行讨论，修改了标准的范围、术语和定义和流程图。
7	标准修改	时间	2024年7月25日至2024年8月6日
		内容	根据意见修改标准草案，将报废技术条件描述更详细、可量化。
8	标准第三次研讨会	时间	2024年8月7日
		征集方式	网络会议
		内容	对修改后的标准草案进行讨论，修改了第四章基本原则的部分条款，讨论并确定了部分可量化的外观报废技术条件。
9	标准修改	时间	2024年8月8日至2024年8月14日
		内容	根据意见修改标准草案，增加引言部分，对本标准所涉及的光伏组件的应用场景等进行说明，编制初步的验证方案。

10	标准第四次研讨会	时间	2024年8月15日
		征集方式	网络会议
		内容	对修改后的标准草案进行讨论，再次修改流程图及4.4条的描述，对初步验证方案进行讨论提出修改意见。
11	标准修改	时间	2024年8月16日至2024年9月3日
		内容	根据意见修改标准草案：修改引言、增加标准的编制背景；修改验证方案。
12	标准第五次研讨会	时间	2024年9月4日
		征集方式	网络会议
		内容	对修改后的标准草案进行讨论，修改了发电性能报废条件；对验证方案进行讨论，明确了验证目的、验证流程和验证方法。
13	标准内容测试验证	时间	2024年9月-12月
		内容	对两个建筑光伏项目进行验证，得出验证结论。
14	标准征求意见稿	时间	2024年12月15日
		内容	提交标准征求意见稿。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

1. 标准编制原则

本标准严格按照 GB/T 1.1-2020 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写》的有关规定编写。

2. 标准主要内容

(1) 适用范围

本标准给出了建筑光伏组件的报废基本原则、报废技术条件和报废判定方法。适用于安装在建筑上的光伏组件是否报废的判定。

(2) 主要技术内容

本标准主要技术内容分为三个部分，第一给出了报废的基本原则，第二给出了报废的技术条件，第三给出了报废的判定方法。

第一部分报废的基本原则：给出了需要进行报废判定的五种情形；明确了报废应考虑建筑光伏组件的外观、结构性能和电气性能，是后面编制报废技术条件的大前提；明确了报废的原则以及报废的技术路线图，非常清晰地描述了报废的技术要求和路线。

第二部分报废的技术条件：分别从外观、结构性能和电气性能三个方面给出建筑光伏组件报废的技术条件，明确给出了应判定为报废的可量化技术指标。

1) 外观报废条件

从玻璃面板、结构胶、封装材料、封装结构、电池层、背板、边框、接线盒等外观方面给出了建筑光伏组件的报废条件。

2) 结构性能报废条件

对于有承担建筑功能的建筑光伏组件，根据其牢固度缺陷指标来判定其是否达到报废的条件。

3) 电气性能报废条件

从电气安全性能和发电性能两个方面给出了建筑光伏组件的报废条件。

第三部分报废的判定方法：针对每个报废技术条件，给出具体、可操作的判定方法，包括外观检查判定方法、红外热成像检测方法、电致发光（EL）检测方法、面板牢固度测试方法、绝缘电阻测试和功率测试方法。且明确了该判定的前提是在项目现场进行测试，无需将建筑光伏组件拆卸下来测试。

3. 标准确定依据

本标准所涉及的报废技术条件条款是在现有相关标准的基础上确定，符合现有标准的相关要求，其中包含以下条款：

（1）本标准 5.1 节中，a）条款规定了“脱层面积总和超过光伏组件总面积的 1%”以及 d）条款规定了“所有气泡的面积总和超过光伏组件总面积的 1%”，其中脱层面积总和、气泡面积总和分别占光伏组件总面积比例为“1%”确定的依据是国际标准 IEC 61215-1:2021 地面光伏(PV)模块 设计质量和型式批准 第 1 部分：试验要求（Terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval Part 1: Test requirements），该国际标准的第 8 章外观缺陷中规定光伏组件不能具有可能导致可靠性降低的外观缺陷，其中一条外观缺陷为：“光伏组件中所有气泡的面积总和不应超过组件总面积的 1%”。因此在本标

准中规定，当建筑光伏组件出现“脱层面积总和超过光伏组件总面积的 1%”以及“所有气泡的面积总和超过光伏组件总面积的 1%”外观缺陷时，视为达到报废条件。

(2) 本标准 5.1 节中，e) 条款规定了“电池层出现电池破裂/破损，破裂/破损面积超过 10%”以及 f) 条款规定了“热斑面积总和超过光伏组件总面积的 10%”，其中电池破裂/破损面积、热斑面积总和分别超过光伏组件总面积的比例为“10%”确定的依据是国际标准 IEC 61215-1:2021 地面光伏 (PV) 模块 设计质量和型式批准 第 1 部分: 试验要求 (Terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval Part 1: Test requirements)，该国际标准的第 8 章外观缺陷中规定光伏组件不能具有可能导致可靠性降低的外观缺陷，其中一条外观缺陷为：“破裂/损坏的电池，导致光伏组件电路中的光伏有效面积降低超过 10%”。因此在本标准中规定，当建筑光伏组件出现“电池层出现电池破裂/破损，破裂/破损面积超过 10%”以及“热斑面积总和超过光伏组件总面积的 10%”外观缺陷时，视为达到报废条件。

(3) 本标准 5.2 节中规定“面板牢固度缺陷指标 > 30%，视为达到报废技术条件”，牢固度缺陷指标确定的依据是国家标准 GB/T 39525-2020 玻璃幕墙面板牢固度检测方法中的“表 1 牢固度分级表”以及“附录 A 牢固度分级说明”，该国家标准规定：只要牢固度缺陷指标 > 30%，即表示玻璃面板的牢固度一般，应在经过专业处理和维修维护后，才能满

足继续使用的要求。因此在本标准中规定，当承担建筑功能的建筑光伏组件玻璃面板牢固度缺陷指标 $> 30\%$ 时，视为达到报废条件。

(4) 本标准 5.3.1 节的表 1 中给出了“绝缘电阻测试电压值和电阻限值要求”，数据确定的依据是国际标准 IEC 62446-1: 2016+AMD1: 2018 CSV 光伏 (PV) 系统. 试验、文件和维护要求. 第 1 部分: 并网系统. 文件、试运行测试和检查 (Photovoltaic (PV) systems - Requirements for testing, documentation and maintenance - Part 1: Grid connected systems - Documentation, commissioning tests and inspection) 中的表 2。因此在本标准中规定，当建筑光伏组件的绝缘电阻值低于表 1 的限制时，视为达到报废条件。

(5) 本标准 5.3.2 条中规定“当建筑光伏组件在质保期内时，报废技术条件应符合合同的相关规定；当建筑光伏组件在质保期外时，其发电功率衰减率大于 20% ，视为达到报废技术条件”。本条考虑了建筑光伏组件在质保期内和质保期外的两种情况，以及功率衰减率大于“ 20% ”的确定，是在与光伏行业内多个光伏组件生产企业、光伏项目建设单位、光伏项目业主共同商议后决定的，代表了行业内各方的意见。同时，“ 20% ”确定还依据了工业和信息化部历年来发布的《光伏制造行业规范条件》，“ 20% ”功率衰减率覆盖了各个年份生产的光伏组件 25 年的最大功率衰减率，具有科学性和合理性。

三、试验验证的分析

1. 试验验证内容

对视频监控检查外观的判定方法、红外热成像检测方法、电致发光（EL）检测方法进行验证。

2. 试验验证依据

（1）视频监控检查外观参照国际标准《IEC 61215-1:2021 Terrestrial photovoltaic (PV) modules Design qualification and type approval Part 1: Test requirements（地面光伏(PV)模块. 设计质量和型式批准第1部分：试验要求）》进行测试。

（2）红外热成像检测参照国际标准《NB/T 11081-2023 光伏组件红外热成像（TIS）检测技术规范》进行测试。

（3）电致发光（EL）检测参照国家行业标准《NB/T 11081-2023 光伏组件电致发光（EL）检测技术规范》进行测试。

3. 试验验证过程

（1）验证设备

无人机、相机镜头、红外成像仪和 EL 检测仪。

（2）验证方法

1) 视频监控项目：使用安装在无人机上的相机拍摄建筑光伏组件的外观照片，通过分析拍摄的照片判断建筑光伏组件是否有外观缺陷等影响发电的情况。

2) 红外热成像检测项目：使用安装在无人机上的红外成像仪拍摄建筑光伏组件的红外成像照片，通过分析拍摄的红外照片判断建筑光伏组件是否出现热斑等情况。

3) 电致发光 (EL) 检测项目: 在无光照条件下, 对建筑光伏组串接通一定电压电流, 使用安装在无人机上的 EL 检测仪拍摄建筑光伏组件的电致发光照片, 通过分析拍摄的电致发光照片判断建筑光伏组件的内在缺陷 (如电池破裂/破损) 等。

(3) 验证对象

验证对象 1: 水发兴业能源集团的研发楼 BIPV 光伏系统 (含幕墙和雨棚)、BAPV 屋顶光伏系统和车棚光伏系统, 光伏系统实景如下图 1-2 所示。



图 1 水发兴业能源集团研发楼全景图



(a) BIPV 幕墙光伏系统



(b) BIPV 雨棚光伏系统



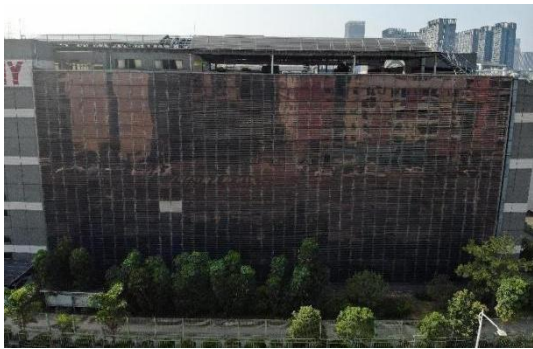
(c) BAPV 屋顶光伏系统



(d) 车棚光伏系统

图 2 验证对象 1 的光伏系统实景图

验证对象 2：深圳市创益新材料有限公司厂房区域 BIPV 幕墙光伏系统和 BAPV 屋顶光伏系统，光伏系统实景如下图 3 所示。



(a) BIPV 幕墙光伏系统



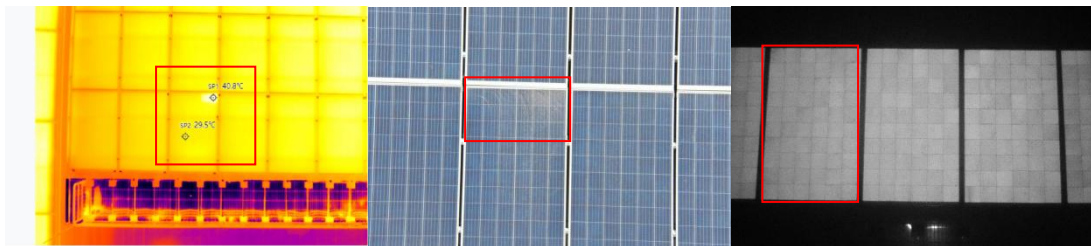
(b) BAPV 屋顶光伏系统

图 3 验证对象 2 的光伏系统实景图

4. 试验验证结果及分析

在试验验证过程中发现建筑光伏组件存在发热异常或热斑，EL 照片异常情况有：

(1) 发热异常



(a) 红外照片

(b) 实物照片

(c) EL 照片

图 4 BAPV 屋顶光伏组件发热异常的红外、实物和 EL 照片 1

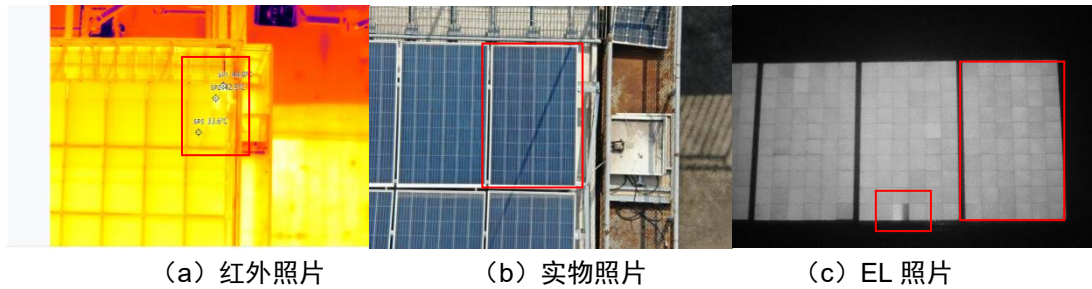


图 5 BAPV 屋顶光伏组件发热异常的红外、实物和 EL 照片 2

分析：如图 4、5 显示的位置均发现发热异常的 BAPV 组件，图 4 的异常发热温度比周围温度高出接近 9°C ，对应实物照片发现，该异常发热区域存在较为严重的灰尘遮挡情况，其对应的 EL 照片则无明显的异常；图 5 的异常发热温度比周围温度高出 11°C ，对应实物照片发现，该异常发热区域存在异物遮挡情况，其对应的 EL 照片则无明显的异常，但 EL 照片中发现有电池片的虚焊现象（如图中小红框所示）。

在光伏组件报废判定过程中，如图 4、5 显示的异常发热但 EL 照片和外观照片都显示正常的光伏组件，需结合光伏组件发电情况进行判定（根据本标准要求），若单纯由于灰尘遮挡引起组件异常发热，则可不判定为报废，通过清洗组件的方式解决发热问题；若发电数据存在明显的异常，则可判定为报废。如图 5EL 照片中显示的虚焊、但无异常发热和外观问题的光伏组件，需结合光伏组件发电情况进行判定（根据本标准要求），若发电数据正常，则可不判定为报废；若发电数据存在明显的异常，则可判定为报废。



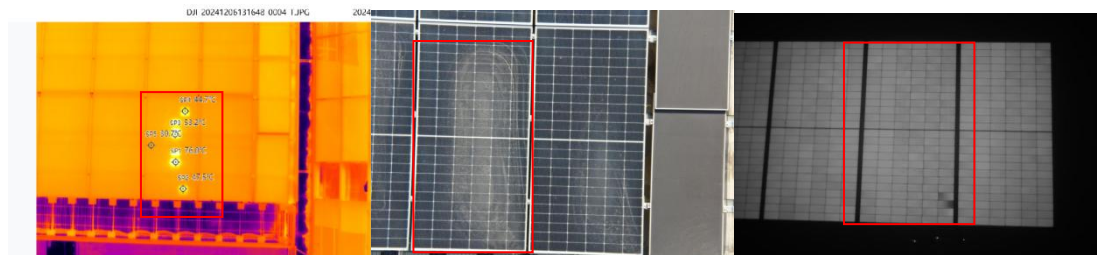
(a) 红外照片 (b) 实物照片 (c) EL 照片

图 6 车棚光伏组件发热异常发热异常的红外、实物和 EL 照片

分析：如图 6 显示的位置发现发热异常的光伏组件，异常发热温度比周围温度高出 10°C 左右，对应实物照片发现，该异常发热区域存在轻度的灰尘遮挡情况，其中两块光伏组件对应的 EL 照片显示明显的断栅和碎片，已超过光伏组件总面积的 10%。

在光伏组件报废判定过程中，如图 6 显示异常发热的光伏组件，虽然外观无明显的遮挡情况，但在结合 EL 照片分析后，显示其内部出现明显的缺陷（包括断栅和碎片），已超过光伏组件总面积的 10%，该类组件应判定为报废。

(2) 热斑



(a) 红外照片 (b) 实物照片 (c) EL 照片

图 7 BAPV 屋顶光伏组件热斑的红外、实物和 EL 照片

分析：图 7 显示的位置发现有热斑的 BAPV 组件，热斑点温度比周围温度高出 40°C 以上，对应实物照片发现，该热斑区域存在很严重的灰尘遮挡情况，其对应的 EL 照片则无

明显的异常；但图 67 的 EL 照片中发现有电池片的虚焊现象（如图中小红框所示）。

在光伏组件报废判定过程中，如出现图 7 显示的明显热斑现象的光伏组件，如热斑面积未超过光伏组件总面积的 10%，暂不判定为报废；应同时对其进行外观检测和 EL 测试，发现其 EL 照片无显示异常（内部无明显缺陷，或缺陷面积未达到报废技术条件），但其外观照片显示明显的严重遮挡时，可通过去除遮挡物或清洗组件的方式进行解决。

5. 试验验证结论

在试验验证工作中，标准编制组严格依据本标准征求意见稿的详细条款开展工作。对水发兴业能源集团和深圳创益公司的 BIPV 幕墙、BIPV 雨棚、BAPV 屋顶、车棚等光伏系统进行测试，运用严谨的方法进行比对验证、分析，以精准判断其合理性与合规性，进而形成如下结论：

（1）本标准征求意见稿规定的视频监控外观检查报废判定方法适用于建筑光伏组件报废的判定。

（2）本标准征求意见稿规定的红外热成像检测报废判定方法适用于建筑光伏组件报废的判定。

（3）本标准征求意见稿规定的 EL 检测报废判定方法适用于建筑光伏组件报废的判定。

四、技术经济论证及预期经济效益、社会效益和生态效益

1. 技术经济论证

本标准首次提出判定建筑光伏组件报废的科学依据，清晰地明确了报废的技术路线、判定条件和判定方法。标准所涉及的判定技术条件均在现有相关标准及行业公认数据的基础上确定，技术参数设置具有科学性和可靠性。标准所涉及的判定方法和使用的测试设备均为光伏和建筑行业内通用的测试方法及设备，对测试人员无特殊要求，只需具有一定经验的测试工程师即可顺利地完成测试工作，测试成本在行业可接受范围内，因此本标准提出的测试方法具有可用性和经济适用性。

2. 预期经济效益

近 20 年来，光伏发电技术快速发展，市场规模迅速壮大，国内以及全球的光伏发电装机量规模巨大，根据有关数据统计，2023 年，全球光伏发电装机容量为 1418.9GW，2013 年至 2023 年平均增长 25.9%，我国光伏发电新增并网容量 216.3GW，截至 2023 年底，全国光伏发电累计并网容量 608.9GW。根据光伏组件 25 年(标称寿命)的使用寿命，具有一定规模的废弃光伏组件即将在数年内出现，且每年废弃规模将逐步增长。根据国际能源署预测：到 2030 年，全球退役光伏组件总量将达到 800 万吨，中国光伏组件累计退役量将达到 150 万吨。退役光伏组件中，铝边框、钢化玻璃、晶硅电池片、背板、EVA 封装胶膜等可再生结构组成的占比超过 90%。按照当前各类可再生资源价格估算，到 2030 年，中

国退役组件回收创造的市场规模就将超过 50 亿元。本标准提供了科学判定光伏组件是否达到报废条件的技术要求和判定方法，是光伏组件退役的前提，将为保证合理且环保地报废、回收建筑光伏组件提供技术基础，将为行业带来巨大的经济效益。

3. 预期社会效益和生态效益

本标准明确了判定建筑光伏组件报废的技术要求和判定方法，为及时报废正在运行、但具有结构安全隐患或电气安全隐患的建筑光伏组件提供技术参考，可确保正在使用的建筑光伏组件的安全性，利于保证建筑用户的安全。

本标准的提出还能保障建筑光伏组件的发电价值最大化、缺陷光伏组件的及时退役，为建筑光伏组件工作环节与回收环节之间搭桥铺路，有利于光伏产业的完整性，从生产、发电运行、报废、回收到原材料再利用，形成闭环结构，进一步完善光伏组件回收的标准体系。

光伏组件回收作为新兴产业，本标准的提出可促进光伏组件报废、回收再利用行业的发展，为社会增加了就业机会。另外通过对回收产品的再利用可以减少对原生资源开采，达到降低资源提炼耗能和减轻生态环境影响的目的，对我国绿色、可持续发展具有促进作用。

五、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

当前，国际上已发布关于光伏组件回收的相关标准有

ISO/TS 21480: 2021《建筑用玻璃-光伏建筑一体化组件回收通用技术要求》，指导和规范了光伏组件的回收行为；但暂无国际标准规范光伏组件回收前判定是否可报废的边界条件，本标准给出光伏组件报废技术条件，正好填补该技术的空白。

六、以国际标准为基础起草的，是否合规引用或采用国际、国外标准，并说明不采用国际标准的原因

不涉及以国际标准为基础起草情况。

七、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准符合我国有关现行法律、行政法规的相关规定。本标准与其他相关标准无矛盾和不协调的地方。可与国家标准《光伏组件回收再利用通用技术要求》、《建筑用薄膜太阳能电池组件回收再利用通用技术要求》、《晶体硅光伏组件回收处理方法 物理法》配套使用。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

不涉及重大分歧。

九、涉及专利的有关说明

不涉及专利。

十、实施国家标准的要求

本标准为安装在建筑上的光伏组件报废的判定方法，建议建议将本标准作为推荐性国家标准发布实施。

因本标准为方法类标准，故建议标准发布 6 个月后再实施。

至于本国家标准实施 5 年后的过渡办法，本标准的制定

者将根据科学技术发展和经济建设需求，适时确认其有效性，适时复审本标准条款，及时制定修订项目计划，确保本标准维持高技术水平、取得显著效益。

十一、其他应当说明的事项

无

《光伏组件报废技术要求》标准编制组

2024年12月