



中华人民共和国建筑工业行业标准

JG/T 535—2017

建筑用柔性薄膜光伏组件

Flexible thin-film photovoltaic modules for building

2017-12-22 发布

2018-08-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 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 分类与代号及标记	2
5 材料	3
6 要求	3
7 试验方法	6
8 检验规则	9
9 标志、包装、运输和贮存	11
附录 A（规范性附录） 建筑用柔性薄膜光伏组件性能试验流程图及部分试验测试方法	12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由住房和城乡建设部标准定额研究所提出。

本标准由住房和城乡建设部建筑制品与构配件标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：汉能控股集团有限公司。

本标准参加起草单位：东莞市宏图仪器有限公司、迅力光能(昆山)有限公司。

本标准主要起草人：丁建、童翔、张英、李璇、丁秀云、史振亮、邓福岭、李建华、曹新民。

建筑用柔性薄膜光伏组件

1 范围

本标准规定了建筑用柔性薄膜光伏组件的分类、代号与标记、材料、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于建筑及构筑物上,具有柔性特性的薄膜光伏组件。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 191 包装储运图示标志
- GB/T 328.27 建筑防水卷材试验方法 第 27 部分:沥青和高分子防水卷材 吸水性
- GB/T 2423.18—2012 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Kb:盐雾,交变(氯化钠溶液)
- GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第 1 部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 6495.1—1996 光伏器件 第 1 部分:光伏电流-电压特性的测量
- GB/T 6495.3—1996 光伏器件 第 3 部分:地面用光伏器件的测量原理及标准光谱辐照度数据
- GB/T 6495.9—2006 光伏器件 第 9 部分:太阳模拟器性能要求
- GB/T 6495.10—2012 光伏器件 第 10 部分:线性特性测量方法
- GB 8624—2012 建筑材料及制品燃烧性能分级
- GB/T 18911 地面用薄膜光伏组件设计鉴定和定型
- GB/T 20047.1 光伏(PV)组件安全鉴定 第 1 部分:结构要求
- GB 29551 建筑用太阳能光伏夹层玻璃
- GB/T 31034 晶体硅太阳能电池组件用绝缘背板
- GB/T 33764—2017 地面光伏系统用直流连接器
- JG/T 449 建筑光伏组件用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)胶膜
- JG/T 450 建筑光伏组件用乙烯-醋酸乙烯共聚物(EVA)胶膜
- JG/T 492—2016 建筑用光伏构件通用技术要求

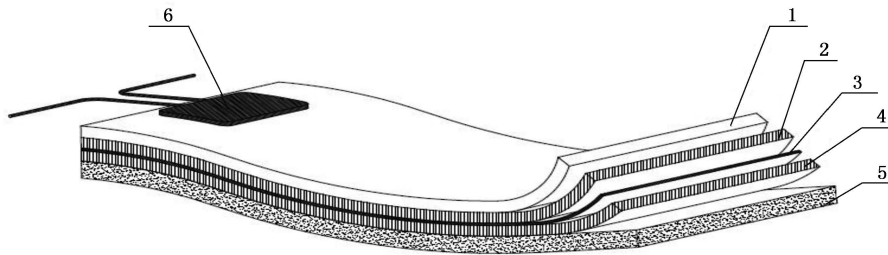
3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

柔性薄膜光伏组件 flexible thin-film photovoltaic module; FTPM

由薄膜太阳能电池、前挡膜、胶膜、背板、接线盒、引出线组成的,可重复卷曲或其他形式弯曲而不会造成明显物理性、电性能损害或可视性损坏的建筑制品。基本结构见图 1。



说明：

- 1——前挡膜；
- 2——胶膜；
- 3——太阳电池；
- 4——胶膜；
- 5——背板；
- 6——接线盒。

注：制造商可根据实际需求增加铝膜、封边胶等。

图 1 柔性薄膜光伏组件基本结构示意图

3.2

前挡膜 front sheet

位于光伏组件受光照面(正面),保护光伏组件内部互联电路避免外部应力及天气等因素影响组件正常工作,为组件提供电气绝缘的最外侧聚合物复合膜。

4 分类与代号及标记

4.1 分类与代号

柔性薄膜光伏组件类型及代号应符合表 1 的规定。

表 1 柔性薄膜光伏组件类型及代号

序号	组件类型(以电池类型分类)	代号
1	铜钢镓硒	CIGS
2	硅基	TF-Si
3	砷化镓	GaAs
4	碲化镉	CdTe
5	其他	—

注：其他新型薄膜光伏组件代号可根据组件类型名称命名,例如染料敏化薄膜光伏组件采用 DSSC。

4.2 标记

柔性薄膜光伏组件应按图 2 要求进行标记。

6.4 质量

组件每平方米的质量应不大于 4.0 kg。

6.5 标准测试条件下(STC)的性能

组件在标准测试条件下(STC)的性能应符合下列要求：

- a) 在标准测试条件下的初始最大功率应不小于额定功率的 95%；
- b) 按照附录 A 完成建筑用柔性薄膜光伏组件性能试验流程后，在标准测试条件下的最终最大功率应不小于额定功率的 90%。

6.6 光照稳定性性能

光照稳定性性能应满足式(1)要求：

$$\frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\text{average}}} < 0.02 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- P_{\max} ——光照稳定性性能试验程序确定的三个连续功率 P_1 、 P_2 、 P_3 的最大值；
- P_{\min} ——光照稳定性性能试验程序确定的三个连续功率 P_1 、 P_2 、 P_3 的最小值；
- P_{average} ——光照稳定性性能试验程序确定的三个连续功率 P_1 、 P_2 、 P_3 的平均值。

6.7 电气安全性

6.7.1 绝缘性

组件经受直流 1 000 V 加上 2 倍最大系统电压的绝缘耐压 1 min 后，应符合下列要求：

- a) 无绝缘击穿或表面无破裂现象；
- b) 对于面积小于 0.1 m² 的组件，绝缘电阻应不小于 400 MΩ；
- c) 对于面积大于 0.1 m² 的组件，绝缘电阻乘以组件面积应不小于 40 MΩ·m²。

6.7.2 湿漏电流

组件浸泡在水中，经受直流 500 V 或者最大系统电压保持 1 min 的湿漏电流试验后，应符合下列要求：

- a) 对于面积小于 0.1 m² 的组件，绝缘电阻应不小于 400 MΩ；
- b) 对于面积大于 0.1 m² 的组件，绝缘电阻乘以组件面积应不小于 40 MΩ·m²。

6.8 吸水性

组件经过吸水性试验后，应符合下列要求：

- a) 吸水率应不大于 1%；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.9 室外曝露性能

组件经室外曝露试验后，应符合下列要求：

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.10 耐紫外辐照性能

组件经耐紫外辐照试验后，应符合下列要求：

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.11 耐热循环性能

组件经耐热循环试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定；
- c) 在试验过程中无断路及电流不连续的现象。

6.12 耐湿-冻性能

组件经耐湿-冻试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定；
- c) 在试验过程中无断路及电流不连续的现象。

6.13 耐湿热性能

组件经耐湿热试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.14 盐雾腐蚀性能

组件经过盐雾腐蚀试验后,依次进行外观检查、绝缘、湿漏电试验、旁路二极管功能性试验、光照稳定试验,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷,无机械性损伤或材料腐蚀损害组件后期使用过程中的性能要求；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定；
- c) 旁路二极管应符合 GB/T 18911 的规定；
- d) 光照稳定后 STC 下功率不应小于额定功率的 90%。

6.15 耐冰雹性能

组件经过耐冰雹试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.16 卷曲性能

组件经卷曲试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定；
- c) 在试验过程中无断路及电流不连续的现象。

6.17 抗拉伸性能

组件经抗拉伸试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷；
- b) 在试验过程中无断路及电流不连续的现象；

- c) 受力方向上组件伸长量不应大于初始尺寸的 0.03%。

6.18 抗划伤性能

组件经抗划伤试验后,应符合下列要求:

- a) 划伤部位不可造成组件的带电体被暴露;
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.19 引出端受力性能

组件经引出端受力性能试验后,湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.20 热斑耐久性能

组件经过热斑耐久试验后,应符合下列要求:

- a) 外观不应出现 GB/T 18911 中的严重外观缺陷;
- b) 湿漏电流应符合 6.7.2 的规定。

6.21 燃烧性能等级

柔性薄膜光伏组件单独燃烧达到 GB 8624—2012 中平板状建筑材料及制品的燃烧性能等级和分级判据规定的 B2 级,由于光伏组件黏结于基材表面,试验结果的应用由黏结方式来确定,光伏组件宜连同基材一并制成试样试验,作出整体评价。

7 试验方法

7.1 外观检查

在不低于 1 000 lx 照度下,视线垂直试样表面,在距试样 1 m 处进行观察。

7.2 色彩均匀性

在较好的自然光或散射光照背景条件下,试样垂直放置,视线垂直试样正表面,在距试样 1 m 处观察。

7.3 尺寸偏差

将试样自然放置在水平测试台上,用最小分度值为 1 mm 的钢尺或钢卷尺测量,测量不少于 3 次,并以全部测量值与标称值的最大差值作为测量结果。

7.4 质量

使用天平等工具准确测量组件质量,精度为 0.01 kg,测量 3 次取平均值。

7.5 标准测试条件下(STC)的性能

试验程序应符合下列规定:

- a) 按照附录 A 选取组件,在标准测试条件下按 GB/T 18911 测定组件的初始最大功率;
- b) 按照附录 A 完成建筑用柔性薄膜光伏组件性能试验流程后,在标准测试条件下按 GB/T 18911 测定组件的最终最大功率。

7.6 光照稳定性能

光照稳定性能试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.7 电气安全性

7.7.1 绝缘性试验

绝缘性试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.7.2 湿漏电流试验

湿漏电流试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.8 吸水性

吸水性试验按 GB/T 328.27 的规定执行,其中分析天平精度为 0.1 g,试件尺寸以试件实际尺寸为准,浸泡时间为 24 h,吸水性试验后进行湿漏电流试验。

7.9 室外曝露性能

室外曝露性能试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.10 耐紫外辐照性能

耐紫外辐照性能试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.11 耐热循环性能

耐热循环试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.12 耐湿-冻性能

耐湿-冻试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.13 耐湿热性能

耐湿热试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.14 耐盐雾腐蚀性能

7.14.1 试验装置

试验装置按 GB/T 2423.18 的规定执行。应包括盐雾箱、湿热箱、标准大气箱。

7.14.2 试验程序

试验程序应符合下列规定:

- a) 选择 3 片组件依次进行外观检查、最大功率确定、绝缘性测试、湿漏电流测试。其中 2 片作为测试组件,另 1 片作为对照使用。
- b) 其中 2 片测试组件根据 GB/T 2423.18—2012 的规定选择其中一个“严酷等级”测试。
- c) 测试组件清洗和烘干后依次进行外观检查、绝缘性测试、湿漏电流测试、旁路二极管功能性测试、光照稳定测试、STC 下的功率确定。

7.15 耐冰雹性能

耐冰雹性能试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.16 卷曲性能

7.16.1 试验装置

装置应符合下列规定:

- a) 一个带有卷轴的装置,卷轴由电机带动可以分别进行顺时针及逆时针转动;
- b) 光源(自然光或符合 GB/T 6495.9—2006 的 BBA 级或更优的太阳能模拟器);
- c) 电致发光(EL)测试设备,可向组件施加恒定的正向电流;
- d) 红外成像(IR)测试设备,可向组件施加恒定的反向电流;
- e) 一个能使组件正面向外或向内安装的卷轴设备,应使组件在加电流时能自由卷曲,安装不能对组件造成破坏。滚轴直径为 254 mm;
- f) 质量块,保持组件与卷轴贴合,质量不应超过组件的 1.5 ± 0.5 倍;
- g) 试验过程中监测组件内部电路的连续性的仪器。

7.16.2 试验程序

试验程序应符合下列规定:

- a) 试验前,2片组件进行 STC 下的性能测试、湿漏电流测试;其中 1 片作为测试组件,另 1 片作为控制组件;
- b) 进行 EL 测试:组件正极接到 EL 设备电源正极,相应的组件负极接到 EL 设备电源负极;
- c) 进行 IR 测试:组件正极接到 IR 设备电源负极,相应的组件负极接到 IR 设备电源正极;
- d) 安装好 1 片组件,试验过程中连续监控其内部电路的连续性,电流为 STC 下的 0.1 倍最大功率点电流;
- e) 将该片组件安装在卷轴上,组件接线盒一端悬挂质量块,组件受光面向外从电池无接线盒一端开始贴合卷轴卷至组件末端完全贴合卷轴后展开,共进行 50 次循环;
- f) 将该片组件安装在卷轴上,组件接线盒一端悬挂质量块,组件背板面向外,从电池无接线盒一端开始贴合卷轴卷至组件末端完全贴合卷轴后展开,共进行 50 次循环;
- g) 将该组件受光面向外,紧贴卷轴卷至电池末端完全贴合卷轴后静置 6 h;
- h) 试验后,2 片组件重复 b) 和 c),进行 EL 测试和 IR 测试;
- i) 重复 a) 进行 STC 下的性能测试、湿漏电流测试。

7.17 抗拉伸性能

7.17.1 试验装置

试验装置应符合下列规定:

- a) 能够水平安装组件的支架,该支架应通过夹具使组件一端固定,保持组件与安装平面平行;
- b) 能够提供组件拉伸力的装置,如质量块;
- c) 试验过程中监测组件内部电路连续性的仪器。

7.17.2 试验程序

试验程序应符合下列规定:

- a) 安装好 1 片组件,试验过程中连续监控其内部电路的连续性,电流为 STC 下的 0.1 倍最大功率点电流;
- b) 用最小分度值为 1 mm 的钢尺或钢卷尺沿组件受力方向测量其长度;
- c) 组件另一端施加的力平行于水平面,在平行于组件长边方向上保持 1 h,应符合表 3 的规定;
- d) 应保证组件长边方向受力均匀;
- e) 试验至少 10 min 后,重复 b)。

表 3 组件幅宽与拉伸力关系

序号	幅宽/mm	拉伸力/N
1	$W \leq 400$	300+5
2	$400 < W \leq 800$	600+10
3	$W > 800$	900+15

7.18 抗划伤性能

7.18.1 试验装置

一个锯齿状的钢锯条,厚度为 $0.64 \text{ mm} \pm 0.05 \text{ mm}$,可在组件上施加 $8.9 \text{ N} \pm 0.5 \text{ N}$ 的力。

7.18.2 试验程序

试验程序应符合下列规定:

- 水平放置 1 片组件前表面向上;
- 钢锯条前端点在组件表面停滞 1 min 后以 $(150 \pm 30) \text{ mm/s}$ 的速度划过组件前表面;
- 选择 5 个不同方向重复上述 a)、b);
- 在组件背面重复上述 a)、b)、c);
- 重复外观检查、绝缘性试验和湿漏电流试验。

7.19 引出端受力性能

引出端受力性能试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.20 热斑耐久试验

热斑耐久性试验按 GB/T 18911 的规定执行。

7.21 燃烧性能等级

燃烧性能等级试验按 GB 8624—2012 中平板状建筑材料的规定执行。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 检验应分为出厂检验和型式检验。

8.1.2 出厂检验应在生产商出货后交货前进行。

8.1.3 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新组件或原组件转厂生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,生产工艺与封装材料变动,可能影响组件性能时;
- 正常生产时,每 2 年进行一次检验;
- 产品停产 2 年后,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次检验有较大差异时。

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

出厂检验项目应包括外观质量、色彩均匀性、尺寸偏差、质量、STC 下功率。

8.2.2 组批与抽样规则

产品外观质量和 STC 下功率 100% 应做出厂检验。色彩均匀性、尺寸偏差、质量应按 GB/T 2828.1—2012 规定进行,采用一般检验水平 II,正常检验一次抽样方案。

8.2.3 出厂检验判定规则

出厂检验全部合格,判为合格产品。100%检验项目,以块为单位判断是否合格;每批次中抽取若干试样检验时,项目检验不合格时,应在该批次再抽取不小于双倍试样检验,再次检验试样均应合格,否则判该批次产品为不合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验项目

型式检验项目应包括表 4 中的全部项目。

表 4 型式检验项目

项目名称	要求	试验方法
外观质量	6.1	7.1
标准测试条件下(STC)的性能	6.5	7.5
光照稳定性	6.6	7.6
电气安全性	6.7	7.7
吸水性	6.8	7.8
室外曝露性能	6.9	7.9
耐紫外辐照性能	6.10	7.10
耐热循环性能	6.11	7.11
耐湿-冻性能	6.12	7.12
耐湿热性能	6.13	7.13
盐雾腐蚀性能	6.14	7.14
耐冰雹性能	6.15	7.15
卷曲性能	6.16	7.16
抗拉伸性能	6.17	7.17
抗划伤性能	6.18	7.18
引出端受力性能	6.19	7.19
热斑耐久性能	6.20	7.20
燃烧性能等级	6.21	7.21
温度系数测量		A.2.1
组件标称工作温度的测量		A.2.2
标称工作稳定下的性能		A.2.3
低辐照度下的性能		A.2.4

8.3.2 组批和抽样规则

从出厂检验合格的同一检验批中应至少随机抽取 15 件。

8.3.3 型式检验判定规则

抽检产品全部符合第 6 章要求,该产品型式检验合格;样品数量超过一件的项目,一件样品不合格,该测试项目为不合格;两个及以上测试项目不合格,即为不合格产品;一项测试项目不合格,该项目应加倍抽样复检,复检样品全部合格判为合格产品。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

每块柔性薄膜光伏组件应有下列清晰牢固标志:

- a) 制造商或供应商的名称或符号;
- b) 产品名称和标记;
- c) 产品序号;
- d) 引出端或引线的极性,可用颜色代码标识;
- e) 制品允许的最大系统电压;
- f) 制造商或供应商在标准测试条件下测定的最大输出功率的标称值及最小值;
- g) 制造日期和地点应注明在制品上,或可由产品序号查到。

9.2 包装

包装应符合下列要求:

- a) 外包装箱应印有正放置、防潮、防晒和防震等标志,应符合 GB/T 191 的规定;
- b) 包装箱内应加入隔离设施,例如在组件之间加入油纸,以防止组件间摩擦,必要时应包含装箱单、产品说明书或安装维护手册及相关随机文件,且要求文件密封保存,防潮;
- c) 包装后的产品应以一般交通工具运输。

9.3 运输

组件的运输应符合下列要求:

- a) 可采用一般运输方式;
- b) 运输车辆应采取防雨措施;
- c) 运输和搬运过程中应轻拿轻放;
- d) 运输过程中包装箱应有遮棚。

9.4 贮存

产品使用前应存放于包装箱内库存,存储条件为通风干燥,避雨、避光,仓库内不允许存在有害气体和易燃、易爆物品及有腐蚀性化学物品,无强烈机械振动和冲击。

附录 A
(规范性附录)

建筑用柔性薄膜光伏组件性能试验流程图及部分试验测试方法

A.1 组件性能试验流程图

除色彩均匀性、尺寸偏差、质量、吸水性、卷曲、抗拉伸、抗划伤、盐雾、燃烧性能等级试验外,建筑用柔性薄膜光伏组件的其他检验项目试验程序如图 A.1 所示。

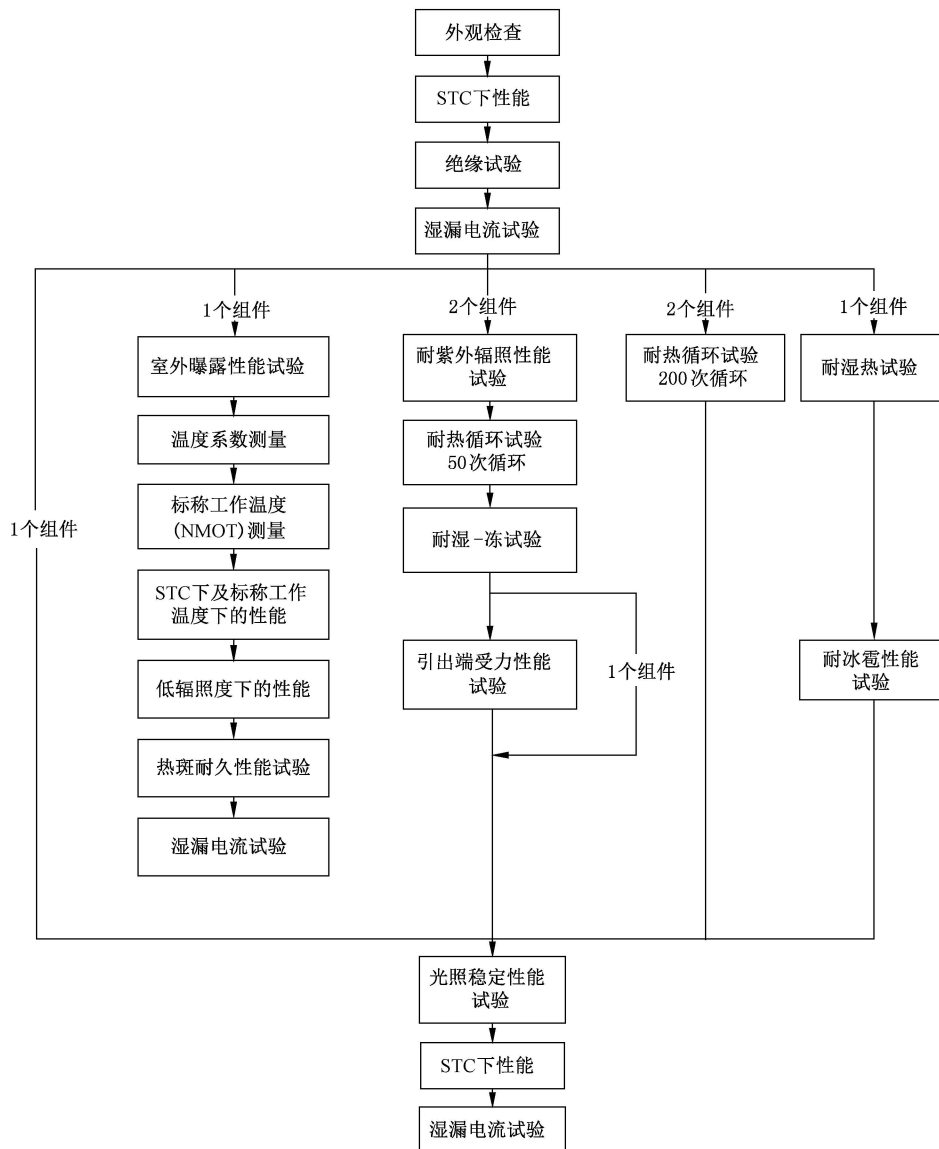


图 A.1 性能试验流程图

注：试验序列外另需 8 片组件,其中卷曲 2 片,抗拉伸 1 片,抗划伤 1 片,燃烧性能等级 1 片,盐雾 3 片。

A.2 部分试验测试方法

A.2.1 温度系数测量

按 GB/T 18911 的规定,从组件试验中测量组件的电流温度系数(α)、电压温度系数(β) 和最大功率温度系数(δ)。如此测定的温度系数,对于符合 GB/T 6495.10—2012 规定的线性组件,仅在测试中所用的辐照度 $\pm 30\%$ 内有效。

A.2.2 组件标称工作温度的测量

按 GB/T 18911 的规定,在标准参考环境所表明的环境条件范围内,该方法收集电池试验的真实温度数据。

A.2.3 标称工作温度下的性能

按 GB/T 18911 的规定,在标称工作温度(辐照度为 $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,环境温度为 $20 \text{ }^\circ\text{C}$,且满足 GB/T 6495.3—1996 规定的标准太阳光谱辐照度分布)条件下,确定组件随负载变化的电性能。

A.2.4 低辐照度下的性能

按 GB/T 18911 的规定,在 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和辐照度为 $(200 \pm 20) \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (用适当的标准器件测定)的自然光或符合 GB/T 6495.1—1996 要求的 BBA 级或更优太阳模拟器下,测量组件的电流-电压特性。用中性滤光器或其他不影响光谱辐照度分布的技术将辐照度降低至特定值。组件温度超出 $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$ 范围,可根据温度系数、GB/T 6495 系列修正到 $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 。
