



中华人民共和国国家标准

GB/T 37663.1—2019

湿热带分布式光伏户外实证试验要求 第 1 部分：光伏组件

Outdoor empirical test requirements for distributed photovoltaic in warm damp
climate—Part 1: Photovoltaic module

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 样品要求 2

5 试验条件与装置 2

 5.1 试验场地和环境条件 2

 5.2 光伏支架安装要求 3

 5.3 测试设备 3

6 试验序列 3

7 性能测试 5

 7.1 性能测试项目 5

 7.2 外观检查 5

 7.3 峰值功率测试 5

 7.4 绝缘测试 5

 7.5 湿漏电流测试 6

 7.6 电致发光测试 6

 7.7 红外热成像 6

8 户外实证试验 6

 8.1 试验要求 6

 8.2 试验周期 8

 8.3 户外实证测试项目 8

 8.4 维护与试验期间性能检测 9

9 试验结果处理 9

10 试验报告 10

前 言

GB/T 37663《湿热带分布式光伏户外实证试验要求》目前分为 3 个部分：

- 第 1 部分：光伏组件；
- 第 2 部分：光伏背板；
- 第 3 部分：并网光伏系统。

本部分为 GB/T 37663 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位：中国电器科学研究院有限公司、中国科学院电工研究所、中国质量认证中心、深圳市计量质量检测研究院、隆基乐叶光伏科技有限公司、中检集团南方电子产品测试(深圳)股份有限公司、海南电网有限责任公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、广东华矩检测技术有限公司、江苏辉伦太阳能科技有限公司、珠海中建兴业绿色建筑设计研究院有限公司、河海大学、昆明电器科学研究所、杜邦(中国)研发管理有限公司、顺德中山大学太阳能研究所、南京日托光伏科技股份有限公司、广东永光新能源设计咨询公司、广东中光能投资有限公司。

本部分主要起草人：揭敢新、刘海涛、张雪、蔡纯、陈心欣、朱强忠、王建全、赵海龙、秦筱迪、陈思铭、孙建华、陈文峰、王磊、付蕊、黄开云、李宏、胡红杰、曾湘安、董娴、路忠林、孙韵琳、贺亚妮、仇雷飞、庞松岭、董颖华、李颖雯、刘鑫、周琼芳、陈荣荣、赵杰。



湿热带分布式光伏户外实证试验要求

第1部分：光伏组件

1 范围

GB/T 37663 的本部分规定了地面用晶体硅、薄膜光伏组件(聚光光伏组件除外)的户外实证试验要求,包括样品要求、试验条件、安装要求、试验过程、结果处理等。

本部分适用于 GB/T 4797.1 规定的我国“湿热”气候区的分布式光伏发电系统中应用的光伏组件。大型地面光伏电站应用的光伏组件,以及我国“亚湿热”气候区也可参照执行。

本部分不适用于双面光伏组件。

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 4797.1 环境条件分类 自然环境条件 温度和湿度

GB 50794—2012 光伏电站施工规范

GB 50797—2012 光伏电站设计规范

IEC 60410 计数检查抽样和程序(Sampling plans and procedures for inspection by attributes)

IEC 60904-1 光伏器件 第1部分:光伏电流-电压特性的测量(Photovoltaic devices—Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics)

IEC 60904-2 光伏器件 第2部分:标准太阳能装置的要求(Photovoltaic devices—Part 2: Requirements for reference solar devices)

IEC 60904-9 光伏器件 第9部分:太阳能模拟器性能要求(Photovoltaic devices—Part 9: Solar simulator performance requirements)

IEC 60904-10 光伏器件 第10部分:线性测量方法(Photovoltaic devices—Part 10: Methods of linearity measurement)

IEC TS 60904-13 光伏器件 第13部分:光伏组件的电致发光(EL)测试(Photovoltaic devices—Part 13: Electroluminescence of photovoltaic modules)

IEC 61215-1 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第1部分:试验要求[Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval—Part 1: Test requirements]

IEC 61215-2:2016 地面用光伏组件 设计鉴定和定型 第2部分:试验程序[Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval—Part 2: Test procedures]

IEC 61724-1 光伏系统性能 第1部分:监测系统(Photovoltaic system performance—Part 1: Monitoring)

IEC 61853-1 光伏组件性能测试和能量评级 第1部分:辐照度和温度性能测试和能量评级[Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating—Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏组件实证效率 **photovoltaic module practical efficiency**

η

在户外实际工作环境下,组件实测峰值功率与入射到该组件总面积上的辐照功率的百分比。

3.2

光伏组件能效比 **photovoltaic module performance ratio**

MPR_t

光伏组件的实际发电量与组件基于额定功率发电量的比值,是评估光伏组件质量的综合性指标。

3.3

光伏组件功率衰减率 **photovoltaic module degradation rate**

R_t

在户外实证试验前后,标准测试条件下光伏组件的峰值功率之差与组件初始峰值功率的百分比。

4 样品要求

从同一规格型号同一批次的产品中,按 IEC 60410 规定的方法随机地抽取 13 个(如需要可增加)组件用于户外实证试验。其中,2 个为控制样品,1 个为备用样品,其余 10 个为检验样品(其中 8 个用于组串性能测试,2 个用于单个组件性能测试,见图 1)。这些组件应由符合相应图纸和工艺要求规定的材料和元器件所制造,并经过制造厂常规检测、质量控制与产品验收程序。样品到达试验机构的日期距离生产日期不超过 3 个月。组件应该是完整的,附带产品数据手册,包括系统最大许可电压。并给出户外实证试验期间,组件控制样品的储存要求以及组件的清洁方法和频次。

如果试验样品有特殊需要,需附带以下材料:

- 组件制造厂推荐的安装连接方式;
- 其他需要和组件同时安装的附件设备,如夹具、边框或包装材料;
- 连接件,如 2 m 长的光伏连接线缆、接插件等。

5 试验条件与装置

5.1 试验场地和环境条件

实证试验场应选择在能代表湿热气候环境的典型地区。其中湿热气候区应按照 GB/T 4797.1 规定的“湿热”气候区。如针对亚湿热气候区的光伏组件的应用,则参照 GB/T 4797.1 规定的“亚湿热”气候区选择典型地区开展试验。

场地应平坦空旷,暴露面的东、南、西方向应无仰角大于 20°、北方向应无仰角大于 45°的障碍物。

场地的自然环境条件应长期保持相对稳定,尽可能减少人为因素的影响。宜设在该地区主导风向的上方。

试验场地可保持当地的自然植被状态或人工植被状态,草高不宜超过 200 mm,不得有积水。场地周围可设有栅栏。

试验场内应设置气象观测和大气分析仪器,长期连续地观测记录。

5.2 光伏支架安装要求

固定或跟踪式支架,使测试样品与标准器件在同一个平面内,偏差 $\pm 2^\circ$,应满足:

- 光伏支架设计符合 GB 50797—2012 中 6.8 的要求;
- 支架安装、光伏组件安装符合 GB 50794—2012 中 5.2 的要求;
- 光伏支架应安装牢固,符合 GB 50794—2012 中 6.8 的要求;
- 对于固定支架,组件下边沿距离地面高度应不小于 0.8 m;对于跟踪式支架,光伏组件安装到支架上以后,组件下边沿最低位置距离地面高度不小于 0.5 m;
- 对于彩钢瓦屋顶光伏的实证试验,组件安装不作最低高度要求,但安装高度应在试验报告中记录。

5.3 测试设备

5.3.1 户外电压-电流测试设备

户外电压-电流测试设备应满足以下要求:

- 可实现组件负载最大功率点追踪,电压电流测量精度为 $\pm 1\%$;
- 测量通道数:2 个及以上,测量同步精度优于 500 ms;
- I-V 曲线扫描时间不大于 10 s,测试数据点数不少于 200 个;
- 适用于湿热带环境,防护等级至少为 IP 65。

5.3.2 室内电压-电流测试设备

太阳模拟器应符合 IEC 60904-9 中规定的 BBA 级或更高等级,电压电流测量精度为 $\pm 0.2\%$ 。

5.3.3 辐照度测量设备

总辐射表或符合 IEC 60904-2 规定的标准光伏器件,应满足:

- 热电堆型辐射表的光谱范围为 300 nm~3 000 nm,测量范围覆盖 $0 \text{ W/m}^2 \sim 2\,000 \text{ W/m}^2$;
- 如果采用标准光伏器件作为辐照度测量设备,标准光伏器件与被测组件的光谱响应特性应匹配,标准光伏器件的电流应符合 IEC 60904-10 的要求,在一定辐照范围内呈线性变化;
- 测量设备应经过计量检定/校准,总辐射表校准不确定度 $\leq 3.0\%$,标准光伏电池的校准不确定度 $\leq 2.0\%$,标准光伏组件的校准不确定度 $\leq 3.0\%$;
- 设备应每年进行一次计量检定/校准,满足测试要求;
- 推荐同时采用上述两种辐照度测量设备进行测量结果的差异对比。

5.3.4 温度测量设备

测量精度: $\pm 1^\circ\text{C}$,测量重复性: $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

6 试验序列

按图 1 所示的试验序列,将组件分组,进行初期性能测试,开展户外实证试验,进行试验后性能测试。

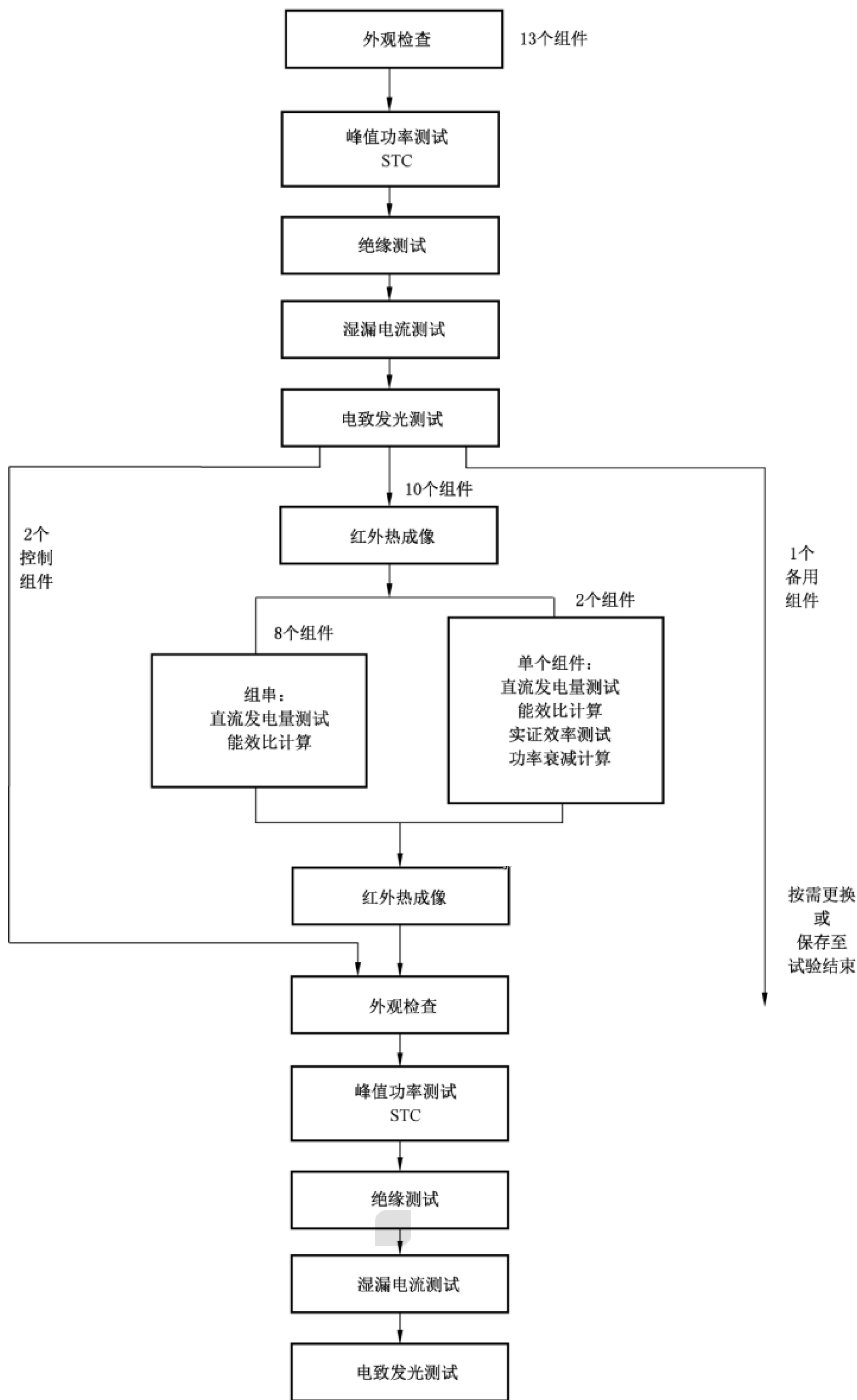


图 1 户外实证试验序列

7 性能测试

7.1 性能测试项目

在光伏组件样品开展户外实证试验前后,根据图 1 的顺序,开展性能测试。组件的性能测试项目及
要求见表 1。

表 1 性能测试项目

测试项目	测试要求	测试地点
外观检查	IEC 61215-1 以及 IEC 61215-2:2016 的 4.1 测试要求,拍照留存	实验室、现场
稳定性试验 ^a	IEC 61215-1	实验室或户外
峰值功率测试	IEC 61215-1 以及 IEC 61215-2:2016 的 4.6 测试要求	实验室
绝缘测试	IEC 61215-1 以及 IEC 61215-2:2016 的 4.3 测试要求	实验室
湿漏电流测试	IEC 61215-1 以及 IEC 61215-2:2016 的 4.15 测试要求	实验室
电致发光测试	IEC TS 60904-13,拍照留存	实验室、现场
红外热成像	红外热成像应在辐照度 $\geq 700\text{ W/m}^2$ 时测得	现场
^a 稳定性试验仅在户外实证试验开始前进行的初始性能测试中进行。		

7.2 外观检查

在开展试验前,应对光伏组件试验样品进行外观检查并拍照记录。有以下外观缺陷的组件样品不
能用于试验:

- a) 破碎、开裂、或外表面脱附,包括上层、下层、边框和接线盒;
- b) 弯曲、不规整的外表面,包括上层、下层、边框和接线盒的不规整以至于影响到组件的安装和/
或运行;
- c) 一个电池的一条裂缝,其延伸可能导致超过一个电池 10%以上面积不能接入电路;
- d) 在组件的边缘和任何一部分电路之间形成连续的气泡或脱层通道;
- e) 丧失机械完整性,导致组件的安装和/或工作都受到影响;
- f) 如果组件的机械完整性依赖于层压件或其他黏结方式,气泡的总面积不得超过组件总面积
的 1%;
- g) 密封材料、前板、背板、二极管或其他组成部分存在任何烧焦熔化的现象;
- h) 有效电池片上明显的孔洞或者腐蚀面积超过电池片面积的 10%;
- i) 连接器、接头或端子破损;
- j) 存在任何短路的带电部分或者暴露的导电部分;
- k) 组件的标记(铭牌)脱落或者字迹难以分辨。

7.3 峰值功率测试

在标准测试条件下,按照 IEC 60904-1 中的规定,测量组件样品的初始峰值功率。

7.4 绝缘测试

按照 IEC 61215-1 和 IEC 61215-2:2016 中的相应规定,对组件样品进行绝缘试验,符合要求的组件

进行后续试验。

7.5 湿漏电流测试

按照 IEC 61215-1 和 IEC 61215-2:2016 中的相应规定,对组件样品进行湿漏电流试验,符合要求的组件进行后续试验。

7.6 电致发光测试

对于试验室的 EL 测试,按照 IEC TS 60904-13 中的相应规定,对组件样品进行电致发光测试,识别记录碎片、隐裂、断栅等异常现象,并使用红外相机保存图片。

对于现场的 EL 测试,在夜晚或在遮光布覆盖下,用便携式 EL 测试设备,对组件样品进行电致发光测试,并使用红外相机拍照保存。

7.7 红外热成像

现场的组件红外热成像拍照的步骤如下:

- a) 确保测试时天气晴朗,在辐照度 $\geq 700 \text{ W/m}^2$ 时(每分钟最大变化量不超过 10%)。
- b) 组件处于原试验状态,无需断开。
- c) 将红外相机对准待拍照组件并调整拍摄距离和焦距,使得整个组件能完全显示在屏幕上。尽量使相机垂直入射,不要形成阴影,并尽量使组件在相机显示屏里呈直角型。
- d) 对焦清晰后,拍照并保存,检查照片清晰度,必要时重拍。
- e) 记录下拍照时实际环境温度、相对湿度、太阳辐照度(可准确记录拍照时间,从气象系统中查得对应环境参数值)。
- f) 如红外热成像中组件出现热斑等异常,应予以记录,必要时着重针对异常位置进行局部拍照记录。

8 户外实证试验

8.1 试验要求

8.1.1 组件安装要求

8.1.1.1 组件的安装方式

将光伏组件固定安装在试样架上,在与组件的同一平面内安装总辐射表(或标准光伏器件),并记录样品在试样架的位置。其中:

- a) 组串试验:8 个组件样品(如需要可增加组串试验的组件样品个数,并在试验报告中注明)串联接入并网逆变器,连接并网线缆并网运行;
- b) 单个组件试验:2 个组件样品直接接入户外电压-电流测试设备;
- c) 每个投试型号需留至少 2 块组件作为控制样品,遮光储存于试验场。

8.1.1.2 安装朝向与角度

光伏组件朝向可选择以下角度:

- a) 朝南,倾斜角取当地纬度角或组件最佳倾角;
- b) 按组件实际应用情况选择朝向及角度。

8.1.2 监测数据

8.1.2.1 数据监测项目

光伏文件定应试和气象义样参数以及场气参数监求语和,长支对气象义样参数、序言温度范场气参数进行光时监求范采率。参数目监求范采率引用见表 2。

表 2 数据监测项目与监测次求

类别	参数	检查	记录架隔	采规架隔 ^a
气象义样数据	辐观湿度(水平面、规性平面)	W/m ²	5 min	5 s
	总辐观值(水平面、规性平面) ^b	Wh/m ²	5 min	—
	义样温度	℃	5 min	5 s
	相对置度	%	5 min	5 s
	风速	m/s	5 min	1 s
	风向	(°)	5 min	1 s
	绝气压	kPa	5 min	5 s
	降水值 ^c	mm	5 min	—
	缘观时数 ^c	h	每天	—
品要序串监求数据	序言温度	℃	5 min	5 s
	直地场地	A	5 min	5 s
	直地场压	V	5 min	5 s
	直地与装	W	5 min	5 s
	直地环场值	Wh	5 min	5 s
品要序言监求数据 (境条场压-场地求文)	序言温度	℃	5 min	5 s
	短路场地	A	5 min	1 min
	漏路场压	V	5 min	1 min
	最绝与装	W	5 min	1 min
	最绝与装点场压	V	5 min	1 min
	最绝与装点场地	A	5 min	1 min
^a 采规架隔设气象监求能项或场气数据监求能项内备试围。 ^b 总辐观值设气象监求能项根据辐观湿度自动积测累功。 ^c 降雨值术缘观时数设气象监求试验自动累功。				

8.1.2.2 气象环境参数

气象义样参数监求包括:总辐射值(水平面、规性平面)、总辐观度(水平面、规性平面)、义样温度、相对置度、风速、风向、绝气压、降水值,见表 2。

8.1.2.3 组件温度

外观 IEC 61853-1 目前围,在被求序言列面粘贴温度传感峰(温度传感峰查和应安于相应目场池片

背面)用于监测组件温度。

8.1.2.4 电气参数

组串的电气参数主要包括:组串的直流电流、直流电压、直流功率、直流发电量。

对于户外电流-电压测试方式,单个组件的电气参数主要包括:电压-电流特性(短路电流、开路电压、最大功率、最大功率点电压、最大功率点电流等)。

监测参数的记录和采样频率要求见表2。

8.2 试验周期

试验时间宜以一年为一个周期,至少一个周期。投样季节宜选在春末夏初。其他投样季节或周期可由试验双方商定。

8.3 户外实证测试项目

8.3.1 光伏组件(组串)发电量测试

在试验周期内,通过光伏组件实测最大功率与时间的积分确定光伏组件发电量,用 E_t 表示。其中组串的直流发电量通过实测得到。将每日/月/年测试数据汇总分析,计算得出组件(组串)每日/月/年发电量,并绘制组件月发电量变化曲线。发电量按式(1)计算:

$$E_t = \sum_{i=1}^n P_i \Delta t \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

E_t ——试验周期 t 内,组件的发电量,单位为千瓦时(kW·h);

P_i ——户外光伏组件的实测峰值功率,单位为千瓦(kW);

Δt ——组件功率测试时间间隔,单位为小时(h)。

试验每一时间段(日/月/年)后,将每日/月/年实测的数据汇总分析,计算得出组件(组串)每日/月/年发电量,并绘制组件月发电量变化曲线。

8.3.2 光伏组件(组串)能效比测试

在试验周期内,通过光伏组件(组串)的能效比测试结果,评估光伏组件(组串)在湿热带典型环境条件发电性能的综合能量效率。将每日/月/年测试数据汇总分析,计算得出组件(组串)每日/月/年能效比曲线分布,并得出组件每月能效比差异分布。在试验周期 t 内,光伏组件的实际发电量与组件基于额定功率的发电量的比值,按式(2)计算:

$$MPR_t = \frac{E_t / H_t}{P_{STC} / G_{STC}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

MPR_t ——在一定试验周期 t 内,组件的能效比;

E_t ——试验周期 t 内,组件的发电量,单位为千瓦时(kW·h);

H_t ——在一定试验周期 t 内,组件表面接收的太阳总辐照总量,单位为千瓦时每平方米(kW·h/m²);

P_{STC} ——光伏组件在标准测试条件(STC)下的峰值功率,单位为瓦(W);

G_{STC} ——标准测试条件下(1 000 W/m²)的太阳光总辐照强度,单位为瓦每平方米(W/m²)。

试验每一时间段(日/月/年)后,将每日/月/年实测的数据汇总分析,计算得出组件(组串)每日/月/年能效比曲线分布,并得出组件每月能效比差异分布。

8.3.3 光伏组件实证效率测试

在试验周期内,通过对光伏组件在不同辐照度、温度、风速条件下电压-电流特性的户外长期同步测

试,材在光伏组件法湿热带控区于气条件不的实评转换效率,并绘之艺测组件的实评转换效率估线照自、组件最自的变化曲抽。实证效率按式(3)计算:

$$\eta_i = \frac{P_i}{G_i \times S} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

η_i ——光伏组件实证效率;

P_i ——户外光伏组件的实测峰值功率(受实如的线照强自、最自等环境条件的符相),单位为瓦(W);

G_i ——组件加面机同的实测太阳际线照强自,单位为瓦每制方米(W/m^2);

S ——组件的际面作,单位为制方米(m^2)。

法比定如间范围料(指格/季/年),绘之艺测组件法湿热带控区于气环境不的实评转换效率估线照自、组件最自的变化曲抽。

8.3.4 光伏组件功率衰减率测试

法试验周期料,确定光伏组件法湿热带控区于气环境的衰图率与衰图趋势曲抽,分析材出法参百于气环境不始成组件功率衰图关键及然,并绘之格/季自/年衰图趋势曲抽。增合环境条件见定,样品加面线照自大适 $700 \text{ W}/\text{m}^2$ 的实测少大功率其正在 STC 不的功率按式(4)计算:

$$R_i = \frac{P_{\text{积上}} - P_{\text{少终}}}{P_{\text{积上}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

R_i ——光伏组件功率衰图率;

$P_{\text{积上}}$ ——户外实证试验前,光伏组件法 STC 不的峰值功率,单位为瓦数(W);

$P_{\text{少终}}$ ——户外实证试验总,光伏组件法 STC 不的峰值功率,单位为瓦数(W)。

增合环境条件见定,样品加面线照自大适 $700 \text{ W}/\text{m}^2$ 的实测少大功率其正在 STC 不的功率,计算法比定工辐如间料(格、季自、年)艺测组件峰值功率衰图率并绘之衰图趋势曲抽。

8.4 维护与试验期间性能检测

试验期间括串证加 2 要求的然批检测应外,试验期间光伏组件至对每格次洗比额,次括组件加面的灰尘、油污需符相试验结果的是取外来余质。下适鸟粪等外来余,候做在每天型如次理。

下适线照计等测量压测设备的维护按 IEC 61724-1 的规定进可。

试验期间每 3 个格后进可现场性能查测,主要查测项目有:

- a) 外观检查。指有异从候拍照记录。
- b) 红外拍照。增合线照自参小适 $700 \text{ W}/\text{m}^2$ 的如刻,下组件进可红外拍照,记录组件号包的最自分布。

法试验过程中,指发现组件有应不情况,须使用备用样品更换失效组件,且法试验报告中说明:

- a) 组件机抽盒需随机头损坏、二极管失效,纸致组件断亚需短亚;
- b) 组件发电效率与百如投样的是取组件差入,已降低至 70% 应不;
- c) 符相组件正从发电的是取这些。

9 试验结果处理

组件积上性能和户外实证试验总的性能测试以用适特射组件的功率衰图和工初见定性。

试验综一候下组件样品实证试验前总性能测试结果分析、试验过程中压测然批、测试然批有效性分析、试验测试结果分析等进可到该分析。

试验结果处理应包含(但不限于)以下内容:

- a) 记录组件样品初始测试、试验期间以及试验后的外观检查结果,对组件外观变化以及缺陷进行描述;
- b) 记录试验过程中出现的组件热斑、电池片隐裂等可能导致组件失效的情况;
- c) 给出组件在不同温度、辐照度条件下的实际转换效率曲线;
- d) 给出组件(组串)每日/月/年能效比以及每月能效比差异分布;
- e) 给出组件(组串)每日/月/年发电量以及月发电量变化曲线;
- f) 对于单个组件选用户外电流-电压测试方式的,给出一定工作时间内(月、季度、年)被测组件峰值功率衰减率以及衰减趋势曲线;
- g) 给出每个组件样品初始测试与最终测试的峰值功率衰减率。

10 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- a) 标题;
 - b) 实验室的名称、地址和完成试验的地点;
 - c) 报告的标识;
 - d) 委托客户的名称和地址;
 - e) 组件样品信息(包括生产厂家、型号、数量等);
 - f) 组串式逆变器、户外电压-电流测试设备的信息(包括生产厂家、型号等);
 - g) 试验地点;
 - h) 试验条件(包括安装倾角、朝向等);
 - i) 所采用的试验方法;
 - j) 接收到试验样品的日期以及试验开始、结束和评定日期;
 - k) 对试验方法的任何偏离、附加或排除,相关特殊试验的任何其他信息,如环境条件;
 - l) 试验结果(包括初始性能测试结果、中期性能查测、试验期满后的性能测试结果,包括组件外观缺陷和电致发光检测的照片);
 - m) 试验期间环境因素汇总记录;
 - n) 试验结果不确定度的表述(必要时)。
-