

中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX/IEC 61853-1:2011

光伏组件性能测试和能量评定 第1部分： 辐照度和温度性能测量和功率评定

Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating—Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating

(IEC 61853-1: 2011, IDT)

(报批稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

工业和信息化部标准报批稿

工业和信息化部标准报批稿

工业和信息化部标准报批稿

目次

前言.....	II
1 范围和目的.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 抽样.....	1
4 标志.....	1
5 试验和合格判据.....	2
6 报告.....	2
7 功率评定条件.....	3
7.1 总则.....	3
7.2 STC (标准测试条件).....	3
7.3 NOCT (电池标称工作温度).....	3
7.4 LIC (低辐照条件).....	3
7.5 HTC (高温条件).....	3
7.6 LTC (低温条件).....	3
8 辐照度和温度性能测量程序.....	4
8.1 目的.....	4
8.2 线性组件的简化测量程序.....	4
8.3 自然光线下使用跟踪器的测量程序.....	5
8.4 自然光线下不使用跟踪器的测量程序.....	6
8.5 使用太阳模拟器的测量程序.....	6
9 功率评定.....	8
9.1 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 的插值.....	8
9.1.1 总则.....	8
9.1.2 相应温度下的 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 的插值.....	8
9.1.3 相应辐照度下 I_{sc} 的插值.....	8
9.1.4 相应辐照度下 V_{oc} 的插值.....	8
9.1.5 相应辐照度下 P_{max} 的插值.....	9
9.1.6 拟合方法的适应性.....	9
9.2 功率评定.....	9
表1 参考功率条件概要 (AM1.5).....	3
表2 I_{sc} 、 P_{max} 、 V_{oc} 和 V_{max} 与辐照度和温度对应表.....	4
图1 被测组件电池背面的温度测量位置.....	5

前 言

GB/T XXXXX《光伏组件性能测试和能量评定》分为四个部分：

- 第1部分：辐照度和温度性能测量和功率评定；
- 第2部分：光谱响应，入射角和组件工作温度测量；
- 第3部分：光伏组件能量评定；
- 第4部分：标准气候条件。

本部分为 GB/T XXXXX 的第1部分。

本部分按照 GB/T 1.1-2020 规定的起草规则编写。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 61853-1:2011《光伏组件性能测试和能量评定 第1部分：辐照度和温度性能测量和功率评定》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 9535 地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 18911 地面用薄膜光伏组件 设计鉴定和定型
- GB/T 6495.1 光伏器件第1部分：光伏电流—电压特性的测量(IEC 60904-1)
- GB/T 6495.2 光伏器件第2部分：标准太阳能电池的要求(IEC 60904-2)
- GB/T 6495.3 光伏器件第3部分：地面用光伏太阳器件的测量原理及标准光谱辐照度数据(IEC 60904-3)
- GB/T 6495.5 光伏器件第5部分：用开路电压法确定光伏(PV)器件的等效电池温度(ECT) (IEC 60904-5)
- GB/T 6495.7 光伏器件第7部分：光伏器件测试中引入的光谱失配误差的计算(IEC 60904-7)
- GB/T 6495.9 光伏器件第9部分：太阳模拟器性能要求(IEC 60904-9)
- GB/T 6495.10 光伏器件第10部分：线性特性测量方法(IEC 60904-10)
- GB/T 2828 (所有部分)计数检查抽样方案和程序(IEC 60410)

为了便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- a) “IEC 61853的本部分”一词修改为“本部分”；
- b) 删除国际标准的前言。

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这些专利的责任。

本部分由工业和信息化部提出。

本部分由全国太阳能光伏能源系统标准化技术委员会(SAC/TC90)归口。

本部分起草单位：无锡尚德太阳能电力有限公司、协鑫集成科技股份有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中国电子科技集团公司第十八研究所、中国电子技术标准化研究院。

本部分主要起草人：龚海丹、王国峰、陈晓达、肖志斌、冯亚彬、裴会川。

光伏组件性能测试和能量评定 第1部分：辐照度和温度性能测量和功率评定

1 范围和目的

本部分规定了在一定的辐照度和温度范围内，以功率（瓦）评定来衡量光伏组件性能的要求。第2部分描述了测量入射角性能效应的试验程序，由辐照度、环境温度以及风速预估组件温度，光谱响应对能量输出的影响。第3部分规定了光伏组件能量评定（瓦-时）的计算方法。第4部分规定了用于计算标准的能量评定的标准时间周期和气候条件。

本部分一是规定一个测试和评定的系统，以确保在一系列特定条件下光伏组件功率（瓦）以最大功率运行。二是提供光伏组件在不同辐照度和温度下的全套的特性参数，以便依据第3部分进行光伏组件能量评定。

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 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

IEC 60410 计数抽样方案和程序 (Sampling plans and procedures for inspection by attributes)

IEC 60891:2009 光伏器件的I-V实测特性的温度和辐照度修正方法 (Photovoltaic devices – Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics)

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

IEC 60904-2 标准太阳能电池的要求 (Photovoltaic devices – Part 2: Requirement for reference solar devices)

IEC 60904-3 地面用光伏太阳器件的测量原理及标准光谱辐照度数据 (Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data)

IEC 60904-5 用开路电压法确定光伏(PV)器件的等效电池温度(ECT) (Photovoltaic devices – Part 5: Determination of equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method)

IEC 60904-7 光伏器件测试中引入的光谱失配误差的计算 (Photovoltaic devices – Part 7: Computation of spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices)

IEC 60904-9 太阳模拟器性能要求 (Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements)

IEC 60904-10 线性特性测量方法 (Photovoltaic devices – Part 10: Methods of linearity measurement)

IEC 61215 地面用晶体硅光伏组件设计鉴定和定型 (Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval)

IEC 61646 地面用薄膜光伏组件设计鉴定和定型 (Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules-Design qualification and type approval)

3 抽样

按照IEC 60410规定的方法,从同一生产批或几批次产品中随机抽取3个组件用于性能鉴定试验。这些组件应按照第5章的规定进行预处理,以确保功率的稳定。

这些组件应依据相应图纸和工艺流程单所规定的材料和部件制造而成,并符合制造厂常规检验、质量控制与产品验收程序的要求。组件应完好无损,并附带制造厂的搬运说明以及推荐安装的二极管、边框和支架等的组装说明。

如果被测组件不是来自生产线,而是一种新设计的样品,应在测试报告中予以说明(见第6章)。

4 标志

每个组件都应有下列清晰且不可磨灭的标志:

- 制造厂的名称、字母简称或符号标识;
- 类型或者型号;
- 序列号;
- 引出端或引线的极性(可用颜色代码标识);
- 由制造厂规定的该产品类型在预处理后,STC条件下最大输出功率的标称值和最小值(见第5章)。

制造的日期和地点应标注在组件上,或可通过组件的序列号追溯。

对于将来的产品,按9.2进行第7章和表1定义的NOCT(电池标称工作温度)、LIC(低辐照度条件)、HTC(高温条件)和LTC(低温条件)条件下功率评定,并将结果标注在标签上或者在制造厂提供的该型号每个组件的出厂文件中加以声明。

5 试验和合格判据

组件应按照第8章规定的辐照度和温度性能测量程序进行试验。在试验中,应严格遵守制造厂关于组件搬运、安装和连接的说明。

特别注意:预处理-在开始测量前,测试用的器件应按GB/T 9535(第5章)或GB/T 18911(10.18)规定的进行光老练测试并达到稳定。

预处理后该产品测得的STC条件下功率值应在制造厂标明的功率范围内。

注:该合格/失败判据应考虑实验室的测量不确定度。例如,如果实验室在STC条件下测量结果的扩展不确定度是 $\pm 5\%$,则实验室测得功率大于铭牌标称额定功率的95%,即判断为合格。

在第8章的参数组合表生成后,组件应在STC条件下再次进行测量,以确认性能是否稳定。

6 报告

试验完成后,测试机构应按照GB/T 27025的要求出具性能测试的鉴定报告,报告中应包括测量的功率特性参数。每一份证书或测试报告应至少包括下列信息:

- a) 标题。
- b) 测试实验室的名称、地址以及完成校准或试验的地点。

- c) 证书或报告及每一页应的唯一性标识。
- d) 客户的名称和地址（适用时）。
- e) 校准或试验样品的描述和识别。
- f) 校准或试验项目的描述和条件。
- g) 接收试验项目的日期以及校准或试验的日期（适用时）。
- h) 标明所使用的校准或试验方法。
- i) 抽样程序的标准（必要时）。
- j) 试验方法的任何偏离、增补或删除，以及某特定试验的相关信息，如环境条件。
- k) 第8章是否使用了简化的方法完成参数组合表的声明。如果使用了简化的方法，报告中应给出用于验证所使用的简化方法的两个不同光强下的最大功率和开路电压的相对温度系数值。
- l) 测量、检查和推导的结果，包括作为最低限度的表2所填写的 I_{sc} 、 P_{max} 、 V_{oc} 和 V_{max} ，组件温度系数值 α_1 、 β_1 ，平均功率，3块被测组件在所有参考功率测试条件（第7章中规定）下的值，在最大功率点的组件功率（W）的温度系数 γ_1 。
- m) 校准或试验结果的估计不确定度的声明（必要时）。
- n) STC条件下测量的功率是否符合制造厂的额定功率范围（考虑实验室测量不确定度）的声明。
- o) 对证书或报告内容负责的责任人的签名、职务或者等效的身份证明，签发的日期。
- p) 结果只与校准或试验项目有关的说明（必要时）。
- q) 证书或报告不应部分复制，经实验室书面许可方可整体复制的声明。

7 功率评定条件

7.1 总则

参考功率条件见表1所示，更加详细的描述见标准下文。前3个参考功率条件由IEC 61215或IEC 61646确定。组件应在以下的评定条件下进行测试并确定最大功率。对于每一个评定条件，均应使用IEC 60904-3给出的AM1.5光谱辐照度分布以及垂直入射辐照度。

表1 参考功率条件概要（AM1.5）

条件	辐照度 $W \cdot m^{-2}$	温度 $^{\circ}C$
STC 标准测试条件	1000	电池温度：25
NOCT 电池标称工作温度 (根据 GB/T 9535 或 GB/T 18911 确定)	800	环境温度：20
LIC 低辐照度条件	200	电池温度：25
HTC 高温条件	1000	电池温度：75
LTC 低温条件	500	电池温度：15

注：本表中提供的测量条件下的测试结果可以直接作为第8章中参数组合表的一部分。

7.2 STC (标准测试条件)

- 电池温度: 25 °C;
- 辐照度: 1000 W·m⁻²;

7.3 NOCT (电池标称工作温度)

- 电池温度: NOCT (由GB/T 9535或GB/T 18911的10.5确定)
- 辐照度: 800 W·m⁻²;

7.4 LIC (低辐照条件)

- 电池温度: 25 °C;
- 辐照度: 200 W·m⁻²;

7.5 HTC (高温条件)

- 电池温度: 75 °C;
- 辐照度: 1000 W·m⁻²;

7.6 LTC (低温条件)

- 电池温度: 15 °C;
- 辐照度: 500 W·m⁻²;

8 辐照度和温度性能测量程序

8.1 目的

本测量程序是用于确定辐照度和温度对组件性能的影响。

光伏器件的输出功率是一个与组件温度和入射辐照度相关的直接函数。对于许多晶体硅材料,光伏器件的性能和温度是线性相关的,但是对于薄膜材料而言性能和温度没有线性关系。短路电流一般与辐照度线性相关。开路电压与辐照度是对数相关。填充因子和辐照度是非线性相关,导致最大功率与辐照度非线性相关。这些与温度和辐照度的函数关系是测量得到的,而非使用广泛的处理模型对相关性的简单推导得到。

注1: 如果已经证明组件的 I_{sc} 是线性的(根据 IEC 60904-10), 在试验中 I_{sc} 可以用来测量辐照度。

需要测量与温度和辐照度相关的组件性能参数组合。分别作 I_{sc} , V_{oc} , V_{max} 和 P_{max} 的表格, 通过大量充分的数据来确保这些测量统计的有效性(见8.3.11和8.5.11)。 V_{oc} 和 V_{max} 的数据表不用于能量评定, 但对组件定型和系统设计是非常有用的参数。

测量不需要在指定的精确辐照度和温度下进行。可以根据 IEC 60891, 将实际辐照度和(或)温度值下测得的 I-V 曲线换算到表格中所规定值下的 I-V 曲线。上述的插值不能超过 100 W·m⁻²。所有这些插值应在测试报告中注明, 插值对测量不确定度的影响应包含在不确定度评估报告里。测量应在或者超过表2规定的极限辐照度(考虑仪器测量精度并符合8.3.2的规定)下进行。

应根据表2的模板, 做 I_{sc} , P_{max} , V_{oc} 和 V_{max} 每个参数的表格。

注2: 在 300 W·m⁻² 和 50 W·m⁻² 辐照度下测量有助于评估非线性特性。

注3: 参数 I_{max} 和填充因子 (FF) 的表格可根据四个测量的参数推算得到。

表2 I_{sc} , P_{max} , V_{oc} , 和 V_{max} 与辐照度和温度对应表

辐照度 $W \cdot m^{-2}$	光谱	组件温度			
		15 °C	25 °C	50 °C	75 °C
1100	AM1.5	NA			
1000	AM1.5				
800	AM1.5				
600	AM1.5				
400	AM1.5				NA
200	AM1.5			NA	NA
100	AM1.5			NA	NA

AM1.5参照IEC 60904-3。

测量组件与温度和辐照度相关的性能参数组合表有四种测量程序。其中简化法测量程序只能应用于依据IEC 60904-10确定的线性组件。还有两种方法是在室外自然光下进行（一种需要跟踪器，另一种不要跟踪器）。第四种方法是在室内使用太阳模拟器完成。

8.2 线性组件的简化测量程序

对于线性组件（由IEC 60904-10确定）来说，最大功率对辐照度的相关性和最大功率与温度的相关性是相互独立的。这种情况下测量以下数据即可：

- 在固定温度下， $100 W \cdot m^{-2}$ 到 $1100 W \cdot m^{-2}$ 的辐照度范围内，参数（ I_{sc} 、 V_{oc} 、 P_{max} 、 V_{max} ）与不同辐照度的关系；
- 在两个固定辐照度下，一个在 $800 W \cdot m^{-2}$ 到 $1000 W \cdot m^{-2}$ 之间，另一个在 $100 W \cdot m^{-2}$ 到 $300 W \cdot m^{-2}$ 之间，参数（ I_{sc} 、 V_{oc} 、 P_{max} 、 V_{max} ）与温度的关系；

比较在两组辐照度下得到的最大功率和开路电压的相对温度系数。若开路电压的两个相对温度系数值偏差在10%以内，最大功率的两个相对温度系数值偏差在15%以内，则表格中填写以上b)中测量得到的两个温度系数的平均值。如果不是上述情况，则表格中需要填写每种条件下的测量数据。

注：由于短路电流的相对温度系数值较小，故以上判据中未考虑。

8.3 自然光下使用跟踪器的测量程序

8.3.1 本程序中所需的仪器见IEC 60904-1。

测量被测组件在图1所示的3个位置的温度（需确保每个位置都是直接在电池的正后方），取这三个位置温度的平均值作为被测组件温度。对于晶硅组件，可使用IEC 60904-5规定的等效电池温度测量方法代替本方法。

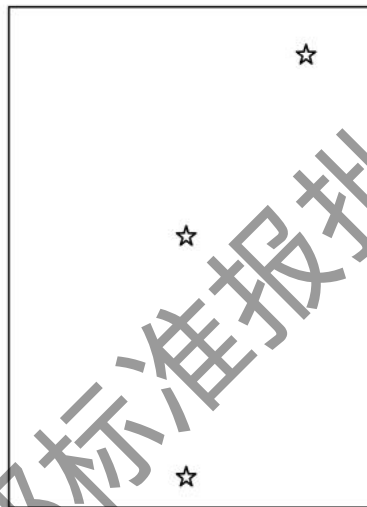


图 1 被测组件电池背面的温度测量位置

8.3.2 在自然光下测量，应覆盖整个白天的各种辐照度条件。由云、雾、烟等引起的短时辐照度变化，应小于由标准器件根据 IEC 60904-1 规定的在收集每个测量点时所测量得到的总辐照度的±1%。风速应小于 2 m·s⁻¹。为了增加数据范围和提高数据的准确性，至少要进行 3 天测量。

8.3.3 在双轴跟踪器上，标准器件（依据 IEC 60904-2 规定）与被测组件共平面安装，从而确保两者均与直射太阳光束垂直，偏差在±2° 以内。连接必要的测试仪器。

注：以下章节中规定的测试需要在同一天中数小时内尽可能快的完成，以使得光谱变化的影响最小化。如果不能在一天中完成，则可能需要进行光谱修正。

8.3.4 如果被测组件和标准器件都备有温度控制装置，则将温度设定在需要的温度下。如果没有温度控制设备：

- a) 将被测样品遮蔽起来，避免太阳光和风的影响，直到其温度与周围的空气温度一致，温差在±2 °C 以内；
- b) 使被测样品温度达到稳定；
- c) 将被测样品预置到低于目标温度的某个温度，然后让组件自然升温。

注：在升温过程中电池平均温度和背板平均温度之间可能存在差异。可依据 GB/T 60904-5，通过观察测试周期内开路电压的变化来确定温度的变化。

8.3.5 移除遮挡（若使用），然后立即同时记录被测组件的温度和 I-V 特性参数（至少包括 I_{sc}、V_{oc}、V_{max} 和 P_{max}）、标准器件的温度和短路电流，以及使用光谱辐射计测量的光谱辐照度（若没有使用匹配的标准器件）。

8.3.6 辐照度 G₀ 应根据标准器件测得的电流（I_{sc}）值和 在 STC 下的标定值（I_{rc}）进行计算，见公式（1）。计算中使用标准器件的短路电流的相对温度系数 α_{rc} 对结果进行修正。

$$G_0 = \frac{G_{rc} \times I_{sc}}{I_{rc}} \times [1 - \alpha_{rc}(T_m - T_{rc})] \quad \dots\dots\dots (1)$$

其中 G_{rc} 为标准器件校准时的辐照度，一般为 1000 W·m⁻²，T_{rc} 为标准器件校准时的温度，一般为 25 °C。如果被测样品与标准器件的光谱响应不匹配，则 G₀ 需要根据 IEC 60904-7 进行光谱失配修正。

8.3.7 如果测试参数的变量是辐照度，在不影响空间均匀性的条件下降低被测样品上的辐照度至所需要的水平。可应用以下几种方法实现这一目标：

- a) 使用校准过的网孔密度均匀且不会改变光的光谱能量分布的滤光装置。如果选用该方法，在操作过程中滤光装置不应覆盖标准器件，以确保不影响入射辐照度的测量。这种情况下平面内的辐照度根据滤光装置的校准参数（光的透射比）相应折算。使用滤光装置后，辐照度均匀性应根据 IEC 60904-9 规定的均匀性测试方法进行验证，测量辐照度均匀性等级所用到的探测器的尺寸应按照被测器件中的电池尺寸来调整。测试结果应体现在测试报告中。
- b) 使用未校准的网孔密度均匀的滤光装置。如果选用该方法，测试过程中滤光装置应覆盖标准器件。在这种情况下，标准组件的短路电流特性应是线性的（符合 IEC 60904-10 规定）。在这种情况下，平面内的辐照度根据标准器件的输出与其校准值的比值相应折算。通过滤光装置后的辐照度的均匀性应根据 IEC 60904-9 规定的均匀性测试方法进行验证，测量辐照度均匀性等级所使用的探测器的尺寸应按照最小器件尺寸（可以是被测器件的电池尺寸，也可以是标准器件的电池尺寸）来调整。测试结果应体现在测试报告中。
- c) 控制入射角度。如果采用该方法，标准器件应与被测样品具有相同的反射特性，并且与被测组件共平面安装，偏差在 $\pm 1^\circ$ 以内。在这种情况下，标准器件应与被测组件具有相同的封装方式（以获得相同的入射角特性），标准器件的短路电流特性应是线性的（符合 IEC 60904-10 规定）。平面内的辐照度根据标准器件的输出与其校准值的比值相应折算。

注 1：滤光装置网孔的最大尺寸应小于标准器件和被测样品的最小边长的 1%，否则会由于放置的位置产生可变误差。

注 2：入射角方法对大角度下被测样品和标准组件之间的角度差是敏感的。因此使用本方法时入射角不应大于 60° 。

8.3.8 如果测试参数的变量是温度，通过控制器调整温度或在自然辐照水平下将组件交替暴晒和遮挡来调整组件温度，使其达到和保持在所需的温度。被测样品也可采用自然加热方法，在加热过程中定期应用 8.3.5 描述的数据记录程序记录数据。

8.3.9 在数据记录期间，确保被测组件和标准器件的温度稳定，其变化在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 以内；由标准器件测得的辐照度变化在 $\pm 2\%$ 以内。

8.3.10 重复 8.3.5 到 8.3.9，直到完成表 2 中规定的温度和辐照度参数组合表。即填写完成 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 的参数组合表。

8.3.11 每一种测量条件下应至少进行三次测量，至少需要三天。持续收集数据直到表中 V_{oc} 、 I_{sc} 和 P_{max} 数值的相对标准偏差小于 5%。

注：室外条件下角度响应和光谱响应会影响测量结果。光谱响应可通过使用光谱匹配的标准电池进行修正或使用分光辐射度计并进行光谱失配计算后进行修正。角度影响可通过使用跟踪器进行消除。

8.4 自然光下不使用跟踪器的测量程序

第二种收集室外数据的方法是长期监控被测组件室外性能，然后提取必要的参数导入参数组合表中。在符合 8.3.2 规定的条件下，这是一种有效的方法。本方法无需使用跟踪器，但需要进行角度响应的修正（见 8.3.11 中的注）。

8.5 使用太阳模拟器的测量程序

8.5.1 本程序中所需的仪器见 IEC 60904-1。

符合 IEC 60904-2 规定的标准光伏器件，按 IEC 60904-10 的规定，在 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 到 $1100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 的辐照度范围内标准光伏器件的短路电流是线性的。在使用 8.5.7 中的 a)， b)， c) 方法时，标准器件应使用与被测组件相同的封装方法。

太阳模拟器应符合 IEC 60904-9 规定的 BBB 等级或更高的等级。

注 1：封装系统会影响光伏器件的光学性能和光谱响应，应确保本测量程序中使用的标准器件与被测组件具有相匹配的光谱响应。

注2：在使用氙灯等光源测试直接带隙电池和多结电池时需要注意，温度会导致能带带隙的变化，它可以使得光源光谱中某些特征谱线被吸收，从而引起较大的性能变化。对于多结器件，能带带隙的变化会改变子电池的电流平衡，从而引入其它性能变化。

注3：对于一个多结器件， I_{sc} 和FF均为模拟器光谱辐照度的非线性函数。由于子电池的电流相互之间是不平衡的，因此使用不能调节光谱的太阳模拟器测量时会造成较大的误差。对于商业化的多结电池，在AAA级模拟器下，已经出现过高于15%的电流和功率误差。

8.5.2 太阳模拟器测试平面内被测器件和标准器件应共平面安装，确保垂直于光束中心线，偏差在 $\pm 2^\circ$ 以内。连接必要的仪器。

8.5.3 如果被测器件和标准器件具有温度控制装置，则将温度设定在需要的温度下。如果无温度控制装置，则允许被测组件和标准器件的温度与周围的空气温度差异在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内。

注：如果在非平衡温度条件下测量，应按照图1所示安装温度传感器。

8.5.4 使用标准器件将测试平面内的辐照度设置到所关注范围内的上限。

8.5.5 记录被测组件的温度和I-V特性参数（至少 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} ），同时记录标准器件的温度和短路电流以及使用光谱辐射计测量的光谱辐照度（如果没有使用匹配的标准器件）。

8.5.6 辐照度 G_0 应根据标准光伏器件测得的电流（ I_{sc} ）值和STC下的标定值（ I_{rc} ）进行计算，见公式（2）。计算中使用标准器件的短路电流的相对温度系数 α_{rc} 对结果进行修正。

$$G_0 = \frac{G_{rc} \times I_{sc}}{I_{rc}} \times [1 - \alpha_{rc}(T_m - T_{rc})] \quad \dots\dots\dots (2)$$

其中 G_{rc} 为标准器件校准时的辐照度，一般为 $1000\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ， T_{rc} 为标准器件校准时的温度，一般为 25°C 。如果被测样品与标准器件的光谱响应不匹配，则 G_0 需要根据IEC 60904-7公式1进行光谱失配修正，将所有辐照度修正到AM1.5的辐照度值。

8.5.7 如果被测参数的变量是辐照度，在不影响空间均匀性或光谱能量分布的条件下降低被测器件上的辐照度至所需要的水平。可应用以下几种方法实现这一目标：

- a) 增加测试平面和灯之间的距离。标准器件和被测样品维持在同一个平面内，平面内的辐照度根据标准器件的输出与其校准值的比值相应折算。
- b) 使用光学镜头。仔细确认确保在测试平面内镜头不会明显的改变被测样品和标准样品所响应的波长范围内的光谱能量分布，也不会明显的改变空间均匀性。标准器件和被测样品维持在一个平面内，平面内的辐照度根据标准器件的输出与其校准值的比值相应折算。
- c) 控制入射角度。如果采用本方法，光源和被测样品之间的距离应足够大，以确保倾斜表面的辐照度变化小于2%。并且，如果选用本方法，标准组件应与被测样品具有相同的反射特性，且与被测样品共平面安装。在这样的情况下，被测平面的辐照度根据标准器件的输出与其标定值的比值相应折算。
- d) 使用校准过的网孔密度均匀的滤光装置。如果采用该方法，在操作过程中滤光装置不应覆盖标准器件以确保不影响入射辐照度的测量。这种情况下平面内的辐照度根据滤光装置的校准参数（光的透射比）相应折算。
- e) 使用未标定的网孔密度均匀的滤光装置。如果采用该方法，测试过程中滤光装置应覆盖标准器件。在这种情况下，平面内的辐照度根据标准器件的输出与其校准值的比值相应折算。
- f) 通过脉冲太阳模拟器确定不同辐照度水平下器件特性。这需要一个光谱辐射度计，能够在测试过程中测量太阳模拟器光谱辐照度，或者能够确认a)中确定的标准器件与被测器件在所关注的辐照度、光谱分布和温度范围内是否具有很好的匹配性。

注1：滤光装置网孔的最大尺寸应小于标准器件和被测样品的最小边长的1%，否则会由于放置的位置产生可变误差。

注2: f) 中, 应通过记录被测器件和标准器件在太阳模拟器下输出的短路电流来确定标准器件与被测器件的光谱匹配性。构筑被测器件与标准器件输出的短路电流的归一化后的相对比值和辐照度的关系图。在所关注的辐照度范围内, 整体比值的偏差不应超过1%。方法 f) 不能用于多结器件。

8.5.8 如果被测参数的变量是温度, 通过合适的方法调整温度(见 GB/T 9535 或 GB/T 18911)。

8.5.9 在测量过程中确保被测组件和标准器件的温度变化不超过 $\pm 1^\circ\text{C}$ 。

8.5.10 重复8.5.5到8.5.9的过程, 直到完成性能测试以填写表2中规定的温度和辐照度参数组合表。

8.5.11 在每个测试条件下至少进行3次测试。持续收集数据直到表中 V_{oc} 、 I_{sc} 和 P_{max} 数值的相对标准偏差小于5%。

9 功率评定

9.1 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 的插值

9.1.1 总则

可使用以下的程序确定在直接测量的辐照度和温度以外的中间辐照度和温度值下的 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 。该程序应提供误差评估(见9.1.6)。

9.1.2 相应温度下的 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} 的插值

为了确定温度中间值所对应的 I_{sc} 、 V_{oc} 、 V_{max} 和 P_{max} , 可根据其与测量温度的相关性进行线性插值(回归)。

9.1.3 相应辐照度下 I_{sc} 的插值

为了确定辐照度中间值所对应的 I_{sc} , 可根据其与测量辐照度的相关性进行线性插值(回归)。

注: 对于非线性器件, 插值过程中使用的辐照度范围应尽可能小以减少误差。

9.1.4 相应辐照度下 V_{oc} 的插值

为了确定辐照度中间值所对应的 V_{oc} , 数据应进行拟合以确定公式中(3)的 v_1 和 v_2 :

$$V(G) = v_1 \times \ln(G) + v_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

注1: 该公式是基于 V_{oc} 与辐照度是对数相关。 V_{max} 的插值可使用不同的系数, 利用与 V_{oc} 插值相同的函数关系来完成。

注2: 对于非线性器件, 插值过程中使用的辐照度范围应尽可能小以减少误差。

9.1.5 相应辐照度下 P_{max} 的插值

为了确定辐照度中间值所对应的 P_{max} , 考虑到数据点之间的非线性在所关注的辐照度区域($\pm 30\%$ 以内)附近的数据应按照多项式进行拟合。

注: 在某些情况下, 对于整条 I_{sc} - P_{max} 曲线可能得不到较好的拟合。在这种情况下, 使用几个高于和几个低于所关注的 I_{sc} 中间值的数据点。这就需要在接近辐照度所需值下采集更多的实验数据。

对于线性组件, 如果测量的辐照度之间的差异不超过30%, 在中间辐照度水平下, 可使用线性插值获得 P_{max} 。(见IEC 60891: 2009, 修正程序3)

9.1.6 拟合方法的适应性

通过检查误差函数的全局极小值(通过调查误差曲面)以验证9.1.2到9.1.5的算法的有效性。如果这些算法是无效的, 可使用其它合适的关系。

9.2 功率评定

对于每个被测组件使用关于 P_{max} 表2和9.1.5中给出的插值过程（必要时），以确定第7章和表1中的每个参考功率条件下的 P_{max} 。对于每种组件类型，记录的参考功率条件（除STC）应是三个被测组件测量结果的平均值。记录上述平均值与测量结果的范围并用于第4章所规定的标志。

工业和信息化部标准报批稿

工业和信息化部标准报批稿

工业和信息化部标准报批稿