JJF

天津市地方计量技术规范

JJF（津）5002-2024

光伏组件校准规范

Calibration Specification for photovoltaic module

2024-05-16 发布　　2024-07-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

光伏组件校准规范

Calibration Specification for photovoltaic module

JJF(津) 5002-2024

归 口 单 位： 天津市市场监督管理委员会

主要起草单位： 天津市计量监督检测科学研究院

参加起草单位： 北京市计量检测科学研究院

河北省计量监督检测研究院

山西省检验检测中心

内蒙古自治区计量测试研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

冯　宇（天津市计量监督检测科学研究院）

刘　宇（天津市计量监督检测科学研究院）

柳云秀（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

于彩娟（天津市计量监督检测科学研究院）

张　磊（北京市计量检测科学研究院）

贾祎冬（河北省计量监督检测研究院）

崔　泓（山西省检验检测中心）

王　河（内蒙古自治区计量测试研究院）

目　　录

引　言……（Ⅱ）
1　范围……（1）
2　引用文件……（1）
3　术语和定义……（2
4　概述……（3）
5　计量特性……（3）
6　校准条件……（3）
6.1　环境条件……（3）
6.2　测量标准及其他设备……（4）
7　校准项目和校准方法……（5）
7.1　校准项目……（5）
7.2　校准前检查……（5）
7.3　校准方法……（5）
8　校准结果……（6）
9　复校时间间隔……（7）
附录 A　校准结果内页推荐格式……（8）
附录 B　校准原始记录内页推荐格式……（9）
附录 C　校准结果不确定度评定示例……（11）
附录 D　标准光伏器件量值传递链示意图……（21）

引　言

本规范依据国家计量技术规范 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》和JJF 1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。使用本规范时，引用文件的最新版本（包括所有的修改草案）适用于本规范。

本规范是华北大区共建计量技术规范，为首次发布。

光伏组件校准规范

1 范围

本规范适用于，基于太阳模拟光源的标准测试条件下，光伏组件中的二级标准光伏组件的光电性能校准。其他测试条件下二级标准光伏组件的光电性能校准可参照本规范执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1622-2017 太阳电池校准规范：光电性能

JJF 2061-2023 一级标准光伏组件校准规范

GB/T 2297-1989 太阳光伏能源系统术语

IEC 60891 光伏器件 实测 I-V 特性的温度和辐照度校正方法（Photovoltaic devices－Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics）

IEC 60904-1 光伏器件 第 1 部分：光伏电流-电压特性的测量（Photovoltaic devices-Part1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics）

IEC 60904-2 光伏器件 第 2 部分：标准光伏器件的要求（Photovoltaic devices-Part2: Requirements for reference solar devices）

IEC 60904-4 光伏器件 第 4 部分：标准光伏器件溯源链建立程序（Photovoltaic devices-Part4: Reference solar devices － Procedures for establishing calibration Traceability）

IEC 60904-7 光伏器件 第 7 部分：光伏器件测量中光谱失配修正的计算（Photovoltaic devices-Part7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices）

IEC 60904-9 光伏器件 第 9 部分：太阳模拟器性能分级（Photovoltaic

devices-Part9: Solar simulator performance requirements）

使用本规范时，应注意使用上述引用文件的有效版本。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范：

3.1 太阳电池 solar cell

满足 IEC 60904-2 《光伏器件 第 2 部分：标准光伏器件的要求》设计要求，依据 JJF 1622-2017 《太阳电池校准规范：光电性能》的溯源方法，其标准测试条件下的短路电流（标定值/CV 值）用作测量光源的辐照度。

注：参照 IEC 60904-4 等级定义，见附录 D，本规范中太阳电池对应于量值传递链中“二级标准”等级。

3.2 一级标准光伏组件 primary reference photovoltaic module

在自然或模拟太阳光下，以一级标准光伏器件为标准器校准的标准光伏组件。

注：参照 IEC 60904-4 等级定义，见附录 D，本规范中一级标准光伏组件对应于量值传递链中“二级标准”等级。

3.3 二级标准光伏组件 secondary reference photovoltaic module

在自然或模拟太阳光下，以一级标准光伏组件或太阳电池为标准器校准的标准光伏组件。

注：参照 IEC 60904-4 等级定义，见附录 D，本规范中二级标准光伏组件对应于量值传递链中“工作标准”等级。

3.4 标准测试条件 standard test conditions (STC)

用于光伏组件测量的光源总辐照度为 1000W/m2，并具有 AM1.5G 太阳光谱辐照分布，温度为 25℃。

3.5 正向扫描 forward scan

为获得电流-电压（I-V）曲线，由短路电流向开路电压方向扫描（I_{sc}-V_{oc}）。

3.6 反向扫描 reverse scan

为获得电流-电压（I-V）曲线，由开路电压向短路电流方向扫描（V_{oc}-I_{sc}）。

3.7 光电性能 photoelectric properties

光伏组件的光电性能即电流-电压（I-V）特性（如图1），主要体现在如下关键参数：短路电流 I_{sc}，开路电压 V_{oc}，最大输出功率 P_{max}，最佳工作电压 V_{Pmax}，最佳工作电流 I_{Pmax}。

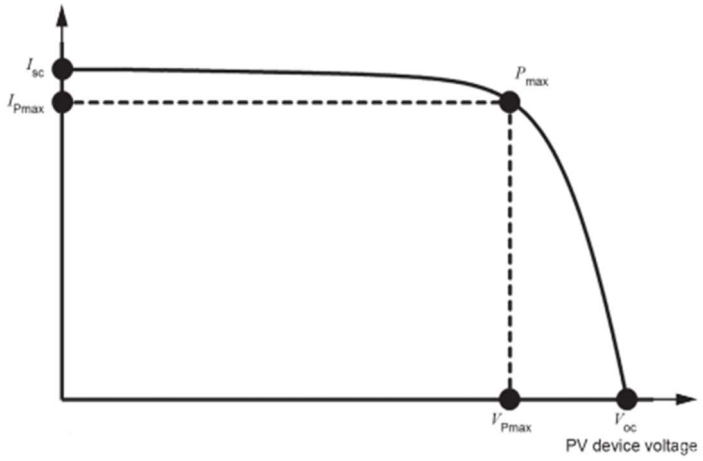


图1　光伏组件的电流-电压（I-V）特性曲线

4　概述

光伏组件，是一种基于光伏效应可以将太阳辐射能量转化成为电能且具有量值传递功能的光伏器件，是由若干单体太阳电池通过串、并联方式进行链接，并经过胶膜、玻璃、背板等封装而成。光伏组件的光电性能参数是衡量其性能优劣的关键指标，包括短路电流、开路电压、最大输出功率、最佳工作电流、最佳工作电压等。

5　计量特性

光伏组件光电性能参数范围如下：

5.1　短路电流 I_{sc}：0.1A～30A。

5.2　开路电压 V_{oc}：0.1V～150V。

5.3　最大输出功率 P_{max}：0.1W～1000W。

5.4　最佳工作电流 I_{Pmax}：0.1A～30A。

5.5　最佳工作电压 V_{Pmax}：0.1V～150V。

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

6　校准条件

6.1　环境条件

6.1.1　环境温度：（25±1）℃。

6.1.2　环境湿度：≤75%RH。

6.1.3　其他条件：环境清洁通风，无影响仪器正常工作的电磁场、机械振动等不利因素，应具有光学暗室条件。

6.2　测量标准及其他设备

6.2.1　太阳模拟器：要求其光谱匹配度、辐照度不均匀度和辐照度不稳定度均需符合IEC 60904-9：2020 《光伏器件 第9部分：太阳模拟器性能分级》中所规定的A+A+A+级要求，要求太阳模拟器的有效光照面上的辐照度能在200W/m^{2}到1200W/m^{2}范围内调节。

6.2.2　太阳电池：满足IEC 60904-2 《光伏器件 第2部分：标准光伏器件的要求》设计要求，依据JJF 1622-2017《太阳电池校准规范》的溯源方法，标定的太阳电池CV值，不确定度优于2.0%（k=2）。

6.2.3　一级标准光伏组件：标准测试条件下，由标准太阳电池标定的标准光伏组件，其短路电流不确定度优于2.0%（k=2）。

6.2.4　I-V曲线测试仪：用于采集太阳模拟器的辐照条件下标准光伏组件所产生的电信号，电流、电压测量最大允许误差±0.2%。

6.2.5　测温仪：用于测量光伏组件温度，可选用接触式测温仪或者红外测温仪，测量范围覆盖（20～30）℃，测量不确定度优于1℃（k=2）。

表1　校准用标准器主要技术指标

序号	标准器具	技术指标
1	太阳模拟器	符合IEC 60904-9:2020《光伏器件 第9部分：太阳模拟器性能分级》中所规定的A+A+A+级要求，辐照度范围200W/m^2～1200W/m^2
2	太阳电池	依据JJF 1622-2017《太阳电池校准规范》的溯源方法，标定的太阳电池CV值，不确定度优于2.0%（k=2）
3	一级标准光伏组件	其短路电流不确定度优于2.0%（k=2）
4	I-V曲线测试仪	电流、电压测量最大允许误差±0.2%
5	测温仪	测量范围（20～30）℃，测量不确定度优于1℃（k=2）

注：校准用计量器具和测量标准应经计量技术机构检定合格或校准，并在有效期内。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

本规范校准项目为：STC条件下的短路电流、开路电压和最大输出功率。

7.2 校准前检查

7.2.1 核对检查被校光伏组件的名称、规格型号、生产厂商、出厂编号等。

7.2.2 检查被测光伏组件的外观状况，清洁程度，有无裂纹、斑点、气泡和划痕等影响测量的缺陷，以及封装盒表面有无缺损和变形。

7.2.3 采用电致发光原理即EL测试方法，检查光伏组件中电池片是否存在肉眼无法观察的隐裂、虚焊、断栅等缺陷。

如发现以上影响校准数据的问题，应停止校准，和客户沟通之后再进行校准。

7.3 校准方法

7.3.1 使用太阳电池或一级标准光伏组件对太阳能模拟器1000W/m^{2}辐照度进行预先校准。如太阳电池或一级标准光伏组件与被校准二级标准光伏组件的电池片技术/材料/工艺不一致，或两者光谱失配因子大于0.5%，应参照IEC 60904-7 《光伏器件 第7部分：光伏器件测量中光谱失配修正的计算》的溯源方法对太阳电池或一级标准光伏组件的标定值（CV值）进行光谱失配修正，将修正后的CV值作为1000W/m^{2}辐照度校准的依据。光谱失配修正因子计算方法公式（1）：

$$MMF=\frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}E_{ref}(\lambda)s_{ref}(\lambda)d\lambda\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}E_{source}(\lambda)s_{test}(\lambda)d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}E_{ref}(\lambda)s_{test}(\lambda)d\lambda\int_{\lambda_1}^{\lambda_2}E_{source}(\lambda)s_{ref}(\lambda)d\lambda} \quad (1)$$

式中：

MMF ——光谱失配修正因子；

s_{test} ——被校准光伏组件光谱响应度；

s_{ref} ——标准太阳电池光谱响应度；

E_{source}——太阳模拟器光谱辐照度分布；

E_{ref} ——AM1.5G 标准太阳光谱辐照度分布。

注：积分波长范围的选取需涵盖被校准光伏组件和标准太阳电池的光谱响应波段。

7.3.2 将被校准光伏组件置于测试面内，保证光伏组件与太阳电池或一级标准光伏组

件平行共面，共面度偏差小于 1cm，平行度偏差小于 1°，并连接测试引线。

7.3.3 开启并调节控温装置，恒温被校准光伏组件 2 小时以上，保证光伏组件各区域温差控制在 1.0℃范围内，并且平均温度维持在（25.0±1.0）℃。

7.3.4 开始测试，分别以正向扫描（I_{sc}-V_{oc}）和反向扫描（V_{oc}-I_{sc}）方式测量光伏组件 *I-V* 曲线，同时测量被校准光伏组件温度和测试面内的辐照度，依据 IEC 60891《光伏器件实测 *I-V* 特性的温度和辐照度校正方法》中所述方法对测得 *I-V* 数据进行 STC 修正，获得光伏组件 STC 下的关键光电参数数据。利用公式（2）计算正向扫描和反向扫描条件下测得最大功率偏差 *RD*：

$$RD = \frac{2\times(P_r - P_f)}{P_r + P_f} \times 100\% \qquad (2)$$

式中：

RD ——正向扫描和反向扫描最大功率偏差；

P_r ——反向扫描测得的最大功率，W；

P_f ——正向扫描测得的最大功率，W。

如正向扫描和反向扫描测得最大功率值偏差大于 0.5%，则需要增加 *I-V* 曲线扫描时间，直至两种方式测得最大功率偏差 RD 等于或小于 0.5%。

7.3.5 测试并记录正向扫描和反向扫描所测得光电性能关键参数数据（开路电压V_{oc}，短路电流I_{sc}，最大输出功率P_{max}，最佳工作电压V_{Pmax}，最佳工作电流I_{Pmax}），取正反扫平均值作为单次测量结果。重复上述过程3次，取3次结果的平均值作为最终测试结果。

8 校准结果

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包含以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的地址和名称；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h）如果与校准结果的有效性应用相关时，应对被样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及其测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准结果内页格式具体参照附录 A，格式上可依据实际情况做合理改动。被校准二级标准光伏组件的电性能参数如短路电流、开路电压、最大功率、最佳工作电流、最佳工作电压等数据应记入校准原始记录，按附录 B 的格式给出。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由光伏组件的使用情况、使用者、光伏组件本身质量问题等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准结果内页推荐格式

证书编号 ********-****

校准结果

一、校准方法：

二、校准结果：

1、标准光伏组件 STC 条件下电流-电压特性曲线

被测光伏组件电流-电压特性曲线如下图所示：

2、标准光伏组件 STC 条件下关键光电参数

被测光伏组件 STC 条件下关键光电参数校准结果如下：

短路电流 I_{sc} (A)	开路电压 V_{oc} (V)	最大功率 P_{max} (W)	最佳工作电流 I_{Pmax} (A)	最佳工作电压 V_{Pmax} (V)

注：最佳工作电流、最佳工作电压不作为量传参数。

三、不确定度描述：

短路电流 $U_{rel}(I_{sc})=$ （$k=2$）；

开路电压 $U_{rel}(V_{oc})=$ （$k=2$）；

最大功率 $U_{rel}(P_{max})=$ （$k=2$）。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/808057023141006116