**《光伏系统效率测试仪校准规范》（征求意见稿）**

**编制说明**

**一、任务来源**

受全国光伏专用计量器具计量技术委员会的委托，由台州市计量技术研究院和福建省计量科学研究院作为起草单位负责制定国家计量技术规范——《光伏系统效率测试仪校准规范》，参加起草单位为国网台州供电公司，编制时间从2021年12月至2023年12月。

**二、编制的目的和意义**

随着我国光伏发电在发电领域的比重越来越大，光伏发电效率是业界广泛关注的重点，光伏电站发电效率体现了光伏电站的综合发电能力，同时直接反映了光伏电站的收益情况。光伏电站的投资回收时间将很大程度上取决于光伏发电系统的真实效率情况，电站发电效率的高低主要决定于光伏组件转换效率、逆变器效率以及线损等因素，要提高光伏发电效率，需要找到影响发电效率的因素及程度，因此有效的光伏发电效率测试仪器和测试方法显得尤为重要。

光伏系统效率测试仪是专门针对光伏发电效率进行测试的仪器，在光伏领域中应用广泛，其计量性能的准确可靠十分重要。目前国内没有相应的计量技术规范对光伏系统效率测试仪进行全性能校准，制定本校准规范的目的是对光伏系统效率测试仪的计量性能进行全面的评估，对校准方法进行统一的规定，确保光伏系统效率测试仪的量值准确可靠，有利于提高光伏电站领域检测设备校准的规范性，促进我国光伏电站的健康发展。

**三、国内外现状和需求**

光伏系统效率测试仪在光伏领域中应用广泛。光伏系统制造商、大中型光伏电站、专业研究机构、系统安装人员、维护人员、检定机构以及向电力系统并网供电的用户都按照需要配备或准备配备了一台光伏系统效率测试仪来进行光伏系统能源转换效率的测量。

目前国内外光伏系统效率测试仪的生产厂家众多，进口的主要有意大利HT的电能质量分析仪-太阳能光伏系统效率测试仪(SOLAR300N)、德国METREL的光伏系统电气综合测试仪(MI3108)、法国CA的光伏系统效率测试仪(FTV-100)等，国产的主要有中电科仪器仪表有限公司便携式光伏组串测试仪(6591A),科威尔技术股份有限公司的光伏阵列I-V曲线测试仪(IVT-30-1000)等。这些光伏系统效率测试仪广泛应用于光伏电站的评估、验收、运维和第三方检测中。

目前国内对光伏系统效率测试仪的计量溯源常见的方法为分项目溯源，一般分为辐照度部分、电学部分和温度部分。辐照度部分主要参照的技术规范有ISO 9847-1992《太阳能与标准总日射表比对校准工作总日射表》，JJG458-1996总辐射表检定规程，JJF(闽)1087-2018 《光伏电池型太阳辐照度测试仪校准规范》；电学部分主要参照的技术规范有：交流部分：JJG780-1992《交流数字功率表检定规程》、JJF1491-2014《数字式交流电参数测量仪校准规范》；直流部分：JJF 1587-2016《数字多用表校准规范》、JJG（粤）055-2019《直流数字功率表检定规程》；温度部分要参照的技术规范都是各省发布的地方规程或规范，如JJG(浙)76-2004 《数字温度计检定规程》和(闽)(苏)(皖)(川)(桂)(冀)等地方规程。可以看出，存在两方面的问题：一是每部分的可选择技术依据少则3个，多则5个甚至更多，确实比较乱。二是有些规程名称对上了，其实原理不尽相同，比如说辐照度JJG458-1996《总辐射表检定规程》是针对气象部门常用的热电堆型总辐射表，而不适用于光电型辐照度得测量。因此由于这些现状，造成了相关使用者在设备采购选型、到货验收和使用中评估没有计量技术规范可依的局面，急需制定相关校准规范，用于统一光伏系统效率测试仪的量值溯源。

**四、编制过程**

1．编制原则

本规范编制原则如下：

通用性：标准内容应便于实施、适用性强；

完整性：校准规范中的项目和方法应力求完整、全面和实用，涵盖各类光伏系统效率测试仪参数校准的技术特性；

正确性：校准规范内容应科学准确，文字描述精炼。

2．各阶段的主要工作

编制小组在2021年12月收到任务通知后制定了规范起草计划，拟定了编写提纲，查阅了国内外相关标准、规范和文章。在编写过程中，利用大量实验验证了校准方法的可行性，并与国内外多家光伏系统效率测试仪生产厂商和国内用户进行了技术交流。编制小组于2023年8月完成了规范初稿的编写，随后对规范校准方法进行了实验验证，形成了实验报告，并对实验中的校准结果进行了不确定度分析。

**五、主要内容和说明**

本校准规范主要由引言、范围、引用文件、术语和定义、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法及附录等主要部分组成。具体内容和说明如下：

1. 引言

本校准规范编制的基础性说明，其中引用了JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》 、JJF 1001《通用计量术语及定义》 、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》。

2. 范围

规定了本规范的适用范围。

3．引用文件

说明了本规范编制所引用的文件。包括了JJG 458-1996总辐射表、JJF 1075-2015钳形电流表校准规范、JJF 1409-2013表面温度计校准规范、JJF 1491-2014数字式交流电参数测量仪校准规范、JJF 1587-2016数字多用表校准规范、GB/T 39857-2021 光伏发电效率技术规范。

4. 术语和定义

参考引用文件中所包含的通用性术语和定义，包括辐照度。

5. 计量特性

说明了光伏系统效率测试仪需要校准的项目和要求，其中光伏系统效率测试仪计量特性包括：辐照度示值误差（修正因子）、光伏系统电参数示值误差(包括交流电压、交流电流、交流功率、直流电压、直流电流和直流功率)、环境温度示值误差、光伏面板温度示值误差、效率示值误差(修正因子)。

6. 校准条件

对校准的环境条件、校准仪器提出了要求。为保障光伏系统效率测试仪校准的准确性，在校准环境中针对校准辐照度计提出了室内和户外的环境要求，针对校准电参数部分和温度部分提出了环境要求：环境温度：(20±5)℃，相对湿度：(55±20)%。在校准过程中，环境温度波动不应超过0.5℃，周围环境应无强振动和强电磁干扰存在。。

校准用设备包括标准辐照度测试仪、太阳模拟器、数字多用表、标准功率源、标准铂电阻温度计及电测设备、水三相点瓶及保存装置、恒温设备、铂电阻温度计及其配套测量仪、表面温度源。

7. 校准项目和校准方法

校准项目为辐照度示值误差(修正因子)、交流电压示值误差、交流电流示值误差、交流功率示值误差、直流电压示值误差、直流电流示值误差、直流功率示值误差、环境温度示值误差、光伏面板温度示值误差、效率示值误差(修正因子)。

辐照度示值误差（修正因子）项目编写了室内法和户外法两种校准方法；

电参数项目：交流电压示值误差、交流电流示值误差、交流功率示值误差、直流电压示值误差、直流电流示值误差、直流功率示值误差都编写了标准源法和标准表法两种校准方法；

环境温度示值误差项目采用了恒温槽中标准比对法；

光伏面板温度计示值误差项目采用温度源热板法；

效率示值误差(修正因子)项目采用模拟标准值比对法。

8. 附录

包括了校准结果内页推荐格式、校准原始记录内页推荐格式、校准结果不确定度评定示例。

**六、实验验证**

为了验证本规范中校准项目和方法、技术条件的可行性和正确性，对光伏系统效率测试仪、逆变器效率测试仪分别进行了实验验证，并对其校准结果进行了不确定度分析。

结果表明：本校准规范所规定的各校准项目合理，校准要求和技术条件合理，校准方法正确可行、可操作性强。

**七、总结**

《光伏系统效率测试仪校准规范》在起草前进行了广泛调研，同时进行了大量的实验，对初稿中所提出的校准项目和方法进行了实验验证，根据前期调研和实验结果对初稿进行了修改，形成了征求意见稿。

《光伏系统效率测试仪校准规范》编制小组

2023年09月