

JJF(有色金属) XXXX─XXXX

20××-××-××发布 20××-××-××实施

发 布

中华人民共和国工业和信息化部

光伏组件紫外预处理试验箱校准规范

Calibration Specification of ultraviolet pretreatment test chamber for photovoltaic modules

（预审稿）



JJF（有色金属）XXXX—XXXX

光伏组件紫外预处理试验箱校准规范

Calibration Specification of ultraviolet pretreatment test chamber for photovoltaic modules

归 口 单 位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

 中国石油集团工程材料研究院有限公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

1. 本规范主要起草人：

目 录

[引言 (](#_Toc9228_WPSOffice_Level1)Ⅱ)

[1 范围 (1](#_Toc23837_WPSOffice_Level1))

[2 引用文件 (1](#_Toc7848_WPSOffice_Level1))

[3 概述 (1](#_Toc13054_WPSOffice_Level1))

[4 计量特性 (1](#_Toc19851_WPSOffice_Level1))

[5 校准条件 (](#_Toc25829_WPSOffice_Level1)2)

[5.1 环境条件 (2](#_Toc5126_WPSOffice_Level2))

[5.2 测量标准及其他测量设备 (2](#_Toc5126_WPSOffice_Level2))

[6 校准项目和校准方法 (2](#_Toc2741_WPSOffice_Level1))

[6.1 校准项目 (2](#_Toc22718_WPSOffice_Level2))

[6.2 校准方法 (3](#_Toc22008_WPSOffice_Level2))

[6.3 数据处理 (](#_Toc22008_WPSOffice_Level2)5)

[7 校准结果表达 (7](#_Toc25466_WPSOffice_Level1))

[8复校时间间隔](#_Toc14803_WPSOffice_Level1) (7)

[附录A校准原始记录参考格式](#_Toc20191_WPSOffice_Level1) (9)

[附录B 校准证书内页参考格式](#_Toc29371_WPSOffice_Level1) (13)

[附录C测量误差不确定度评定示例](#_Toc5266_WPSOffice_Level1) (15)

引 言

本规范是以JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》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。

本规范主要参考标准JJF 1101-2019 《环境试验设备温度、湿度参数校准规范》

本规范为首次发布。

光伏组件紫外预处理试验箱校准规范

1 范围

本规范适用于光伏组件紫外预处理试验箱的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 2062-2023光伏组件用紫外老化箱校准规范

JJF 1664-2017温度显示仪校准规范

GB/T 19394-2003/IEC 61345: 1998 光伏（PV）组件紫外试验

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；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 概述

光伏组件紫外预处理试验箱(以下简称紫外预处理试验箱)是模拟太阳光光谱里紫外部分的装置，配合适当的温度，用于考核光伏组件抗紫外辐射能力的试验。紫外预处理试验箱通常采用中空箱体式结构，光源侧置或顶置。

4 计量特性

4.1 温度偏差

紫外预处理试验箱温度偏差允许误差±5℃。

4.2 温度波动度

紫外预处理试验箱温度波动度允许误差为±0.5℃。

4.3 温度均匀度

紫外预处理试验箱温度均匀度为2.0℃。

4.4 温度显示仪示值误差

紫外预处理试验箱温度显示仪示值误差为±2.0℃。

依据GB/T 19394-2003中4（c）的相关要求。

4.5 紫外辐照度修正系数

紫外辐照度修正系数不超过( 0.6~1.4 )。

4.6 紫外光谱积分辐照度

UVC 波段: ( 250~280 ) nm 、 UVB 波段: ( 280~320 ) nm 和 UVA 波段:( 320~400 ) nm 的积分辐照度。

4.7 紫外辐照度不均匀度

紫外预处理试验箱内指定测量平面上的紫外辐照度不均匀度不超过 15% 。

4.8 紫外辐照度不稳定度

紫外预处理试验箱内的紫外辐照度不稳定度不超过 5% 。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度：15℃～35℃；

相对湿度：30%～85%；

电网电压波动符合紫外预处理试验箱和检测设备的使用要求，无影响其正常工作的电磁场、机械振动；校准地点应无影响辐照度和光谱测量的杂散光。

5.2测量标准及其他测量设备

测量标准及其他测量设备技术指标见表1。

表1 测量标准及其他测量设备技术指标

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 测量范围 | 技术要求 |
| 1 | 多通道数据采集器 | （0～1100）℃ | 不低于0.02级 |
| 2 | 热电阻 | （0～300）℃ | ±（0.15℃+0.002|*t*|） |
| 3 | 温度校准仪 | 模拟热电阻输出温度范围：-200℃～2300℃ | 不低于0.02级 |
| 4 | UVA紫外辐照度计 | (320~400)nm波段 | 示值误差不应超过 ±10% ; 零值误差不超过满量程示值的±1% ; 受到大于 1 mW / cm 2 的稳定紫外辐射源稳定照射 10 min , 紫外辐照度计的初始和结束示值相对变化应小于 2% ; 各量程测量的非线性不超过 ±1% ; 校准紫外辐照度计时采用的上一级标准光源的类型应与紫外预处理试验箱内紫外光源相一致。 |
| 5 | UVB紫外辐照度计 | (280~320)nm波段 |
| 6 | UVA+UVB复合紫外辐照度计 | (280~400)nm波段 |
| 7 | 光谱仪 | ( 250~400 )nm | / |

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表2。

表2 校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 温度偏差 |
| 2 | 温度波动度 |
| 3 | 温度均匀度 |
| 4 | 温度显示仪示值误差 |
| 5 | 紫外辐照度修正系数 |
| 6 | 紫外光谱积分辐照度 |
| 7 | 紫外辐照度不均匀度 |
| 8 | 紫外辐照度不稳定度 |

6.2 校准方法

6.2.1校准前检查

用目视和手动检查,内容包括:制造厂名或商标、出厂编号、仪器名称、型号；灯管玻壳无发黑，通电后各个灯管均正常点亮；辐照度和温度测量和显示装置能正常工作。

6.2.2 温度的校准

6.2.2.1 校准温度点

紫外预处理试验箱的校准点一般根据客户要求选择常用的温度点或选择设备适用范围下限、上限和中间点。

6.2.2.2温度的校准

测量点位置、测量点数量和温度的校准方法应符合JJF 1101-2019中7.2.2、7.2.3和7.2.4的相关要求。

6.2.3温度显示仪示值误差

6.2.3.1测量标准器与仪表的连接

测量标准器与仪表的连接应符合JJF 1664-2017中6.2.2.1图2、图3的相关要求。

6.2.3.2示值误差的校准方法

仪表的校准点一般不少于5个，包括上限、下限在内原则上均布的整十度或百度点。也可以选择用户指定的校准点。

温度信号的输入值依据相应的分度表。首先输入下限值温度对应的标称电量值，读取仪表的温度示值；然后开始增大输入信号(上行程时)，分别输入各校准点温度所对应的标称电量值，并读取仪表的示值，直至上限在；输入上限温度信号并读取仪表示值后减小输入信号(下行程时)分，别输入各校准点温度所对应的标称电量值，并读取仪表的示值，直至下限。用同样的方法重复测量一次。

取两个循环读数的平均值计算示值误差。因此，每个校准点有4个仪表示值，取4个仪表示值的平均值与校准点温度之差作为该校准点的示值误差。

6.2.4 紫外辐照度修正系数

紫外预处理试验箱正常启亮后不少于30min，紫外预处理试验箱内设定温度为60℃，待设备稳定后进行后续测量。

如图1所示,将UVA和UVB紫外辐照度计分别垂直放置于指定测试面的中心点,直接测得 UVA波段和UVB波段的辐照度,分别测量3次,取平均值作为测量结果。使用紫外辐照度计对紫外预处理试验箱进行校准的过程中,应考虑紫外预处理试验箱工作温度和校准紫外辐照度计时的温度之间的差异对紫外辐照度计性能产生的影响。如紫外辐照度计的额定工作温度范围能覆盖65℃,则应在测量时进行与紫外预处理试验箱内工作温度相适应的温度修正。 如紫外辐照度计的额定工作温度范围不能覆盖65℃,则不适合用于直接测量紫外预处理试验箱的紫外辐照度，应考虑为其配置温控装置，使其在测量时工作在被校准时的温度 (可通过查阅有效的校准报告得到)。注意温控装置受光面采用的材料在波段(250~400 )nm 的透过率是一致的。依据JJF 2062-2023中7.3紫外辐照度修正系数的相关要求。



图1 紫外辐照度测量示意图

6.2.5 紫外光谱积分辐照度

将光谱仪的受光探头垂直放置于测试面的中心点,以不大于5nm的波长间隔测量(250~400)nm范围内的紫外辐射光谱分布,应根据被校光源的特性合理选择积分时间。为了避免高温对光谱仪本体的影响, 光谱仪应放置在紫外预处理试验箱外,使用具有抗外封装的光纤进行耦合。

6.2.6 紫外辐照度不均匀度

将图1中的指定测试面划分成面积不超过20cm×20cm的等分区域,每个测试点位于每一等分区域的正中央。将UVA+UVB 复合辐照度计放置在测试点上,测量各个测试区域的紫外辐照度。

6.2.7 紫外辐照度不稳定度

将UVA+UVB 复合辐照度计放置在指定测试面上的中心点上,每2 min记录该点的紫外辐照度一次，连续测量30 min ,共记录16次。

6.3 数据处理

6.3.1 温度偏差

Δ*t* max = *t* max – *t*s （1）

 Δ*t* min = *t* min– *t*s （2）

式中：

Δ*t* max—温度上偏差,℃；

Δ*t* min —温度下偏差,℃；

*t* max —各测量点规定时间内测量的最高温度,℃；

*t* min—各测量点规定时间内测量的最低温度,℃；

*t*s—设备设定温度,℃ 。

6.3.2 温度波动度

紫外预处理试验箱温度波动度按公式（3）计算：

=±max- )/2］ （3）

式中：

——温度波动度，℃；

——30min内测量点*i*在*n*次测量中的最高温度，℃；

——30min内测量点*i*在*n*次测量中的最低温度，℃。

依据JJF 1101-2019中温度波动度计算的相关要求。

6.3.3 温度均匀度

紫外预处理试验箱温度均匀度按公式（4）计算：

= - （4）

式中：

——温度均匀度，℃；

——30min内各测量点温度平均值的最大值，℃；

——30min内各测量点温度平均值的最小值，℃。

6.3.4 温度显示仪示值误差

紫外预处理试验箱温度显示仪示值误差按公式（5）计算：

 -*t* （5）

式中：

—各被校点的示值误差，℃；

—仪表示值的平均值，℃；

*t*—被校点温度值，℃。

6.3.5 紫外辐照度修正系数

由公式（6）定义:

*α*= （6）

式中：

*α*—紫外预处理试验箱的紫外辐照度修正系数，无量纲；

*G*—紫外预处理试验箱的紫外辐照度指示值，W / m2；

*G*0 —标准器的紫外辐照度测量值，W / m2。

也可使用光谱仪进行紫外辐射的绝对光谱辐照度测量，然后根据公式（7）在需要波段的光谱范围对绝对光谱辐照度测量数据进行积分,得到该波段的紫外辐照度。

 *G=* （7）

式中：

λA ,λB —关注波段范围内的波长上限和下限，nm；

SR (λ)—光谱仪测得的紫外辐射的绝对光谱辐照度，W·m-2·nm -1。

公式（6）中的辐照度 *G*0同样需要测量3次，取平均值作为测量结果。

6.3.6 紫外光谱积分辐照度

按照6.2.5要求，测量后分别计算UVC波段(250~280)nm、UVB波段( 280~320 ) nm和UVA波段(320~400)nm积分辐照度占整个测量波段范围(250~400) nm积分辐照度的比例。

6.3.7紫外辐照度不均匀度

= （8）

式中：

—紫外预处理试验箱内指定测量平面上的紫外辐照度不均匀度；

—紫外预处理试验箱内指定测量平面上测得的紫外辐照度最大值；

—紫外预处理试验箱内指定测量平面上测得的紫外辐照度最小值。

6.3.8紫外辐照度不均匀度

将UVA+UVB 复合辐照度计放置在指定测试面上的中心点上, 每2min记录该点的紫外辐照度一次,连续测量30 min ,共记录16次。测量完毕后,将数据按公式(9)计算得到紫外辐照度不稳定度。

=（9）

式中：

—紫外预处理试验箱内的紫外辐照度不稳定度；

—在指定测量时间内指定测量平面中心点上测得的紫外辐照度最大值;

—在指定测量时间内指定测量平面中心点上测得的紫外辐照度最小值。

7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

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) 客户的名称和地址；

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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

j) 校准环境的描述；

k) 校准结果及测量不确定度的说明；

l) 对校准规范的偏离的说明；

m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；

n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。紫外预处理试验箱使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中经过修理、更换重要部件时应重新校准。

附录A

校准原始记录参考格式

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 原始记录编号 |  | 证书编号 |  |
| 委托单位 |  | 校准依据 |  |
| 被校设备信息 |
| 器具名称 |  | 出厂编号 |  |
| 型号/规格 |  | 设备编号 |  |
| 外观 |  | 制造厂 |  |
| 准确度等级 |  |
| 校准地点 |  | 环境条件 | ℃ %RH |
| 测量标准信息 |
| 标准器名称 | 标准器型号 | 编号 | 不确定度/ 准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

校准结果

1、温度校准

温度设定值 ℃

|  |
| --- |
| 紫外预处理试验箱内各测量点的温度实测值（℃） |
| 次数 | 测量点 |
| *A* | *B* | *C* | *D* | *E* | *F* | *G* | *H* | *…* | *L* | *O* |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| · |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 修正值（℃） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 平均值（℃） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最大值（℃） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 最小值（℃） |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 温度偏差（℃） |  |
| 温度上偏差（℃） |  | 温度下偏差（℃） |  |
| 不确定度*U*（℃），*k*=2 |  |
| 温度均匀度（℃） |  |  |
| 不确定度*U*（℃），*k*=2 |  |
| 温度波动度（℃） |  |
| 不确定度*U*（℃），*k*=2 |  |

2、温度显示仪示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 被校点℃ | 相对应的电量值mV，Ω | 行程 | 仪表显示值/ ℃ | 示值误差℃ |
| 第一次 | 第二次 | 平均值 |
|  |  | 上 |  |  |  |  |
|  |  | 下 |  |  |  |  |
|  |  | 上 |  |  |  |  |
|  |  | 下 |  |  |  |  |
|  |  | 上 |  |  |  |  |
|  |  | 下 |  |  |  |  |

不确定度*U*（℃），*k*=2：

3、紫外辐照度修正系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长范围 | 标准器示值W / m2 | 标准器修正系数 | 标准值W / m2 | 标准值平均 W / m2 | 显示值W / m2 | 显示值平均W / m2 | 修正系数 |
| UVA |  |  |  |  |  |  |  |
| UVB |  |  |  |  |  |  |  |

4.紫外光谱积分辐照度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长nm | 光谱辐照度W /·m-2·nm-1 | 波长nm | 光谱辐照度W /·m-2·nm-1 | 波长nm | 光谱辐照度W /·m-2·nm-1 |
| 250 |  | 305 |  | 360 |  |
| 255 |  | 310 |  | 365 |  |
| 260 |  | 315 |  | 370 |  |
| 265 |  | 320 |  | 375 |  |
| 270 |  | 325 |  | 380 |  |
| 275 |  | 330 |  | 385 |  |
| 280 |  | 335 |  | 390 |  |
| 285 |  | 340 |  | 395 |  |
| 290 |  | 345 |  | 400 |  |
| 295 |  | 350 |  |  |  |
| 300 |  | 355 |  |  |  |

( 250~400 )nm 紫外光谱积分辐照度: W / m2 ;

UVA波段(320~400)nm 紫外光谱积分辐照度: W/m2 ,占比: % ;

UVB波段(280~320)nm紫外光谱积分辐照度: W / m2 ,占比: % ;

UVC波段(250~280) nm紫外光谱积分辐照度: W / m2 ,占比: %。

5.紫外辐照度不均匀度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 紫外辐照度/(W/m2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | … |
| A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| H |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

紫外辐照度最大值: W/m2 ;

紫外辐照度最小值: W/m2;

紫外辐照度不均匀度: %。

6. 紫外辐照度不稳定度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 标准器读书W/m2 | 测量次数 | 标准器读书W/m2 | 测量次数 | 标准器读书W/m2 |
| 1 |  | 7 |  | 13 |  |
| 2 |  | 8 |  | 14 |  |
| 3 |  | 9 |  | 15 |  |
| 4 |  | 10 |  | 16 |  |
| 5 |  | 11 |  |  |  |
| 6 |  | 12 |  |  |  |

紫外辐照度最大值: W/m2 ;

紫外辐照度最小值: W/m2;

紫外辐照度不稳定度: %。

校准结果的测量不确定度:

7. 紫外辐照度修正系数：*U* rel = ( *k* =2 ) ;

紫外光谱积分辐照度: ( 250~280 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

( 280~320 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

( 320~400 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

紫外辐照度不均匀度: *U* rel = ( *k* =2 );

紫外辐照度不稳定度: *U* rel = ( *k* =2 );

附录B

校准证书内页参考格式

1. 温度校准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准点 | 校准结果 | 不确定度*U*/℃，*k*=2 |
| 上偏差（℃） |  |  |
| 下偏差（℃） |  |  |
| 温度波动度（℃） |  |  |
| 温度均匀性（℃） |  |  |

2. 温度显示仪示值误差

传感器类型 ，参考端温度自动补偿状态 ，偏差指示仪表的设定值 。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准点/℃ |  |  |  |
| 示值误差/℃ |  |  |  |
| 确定度*U*/℃，*k*=2 |  |  |  |

3.紫外辐照度修正系数

被校紫外预处理试验箱紫外辐照度修正系数校准结果如下:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 波段 | 标准值W / m2 | 显示值W / m2 | 修正系数 |
| UVA |  |  |  |
| UVB |  |  |  |

4.紫外光谱积分辐照度

被校紫外预处理试验箱紫外光谱积分辐照度校准结果如下:

UVA 波段 ( 320~400 ) nm紫外光谱积分辐照度占比: % ;

UVB 波段 ( 280~320 ) nm紫外光谱积分辐照度占比: % ;

UVC 波段 ( 250~280 ) nm紫外光谱积分辐照度占比: % 。

5. 紫外辐照度不均匀度

被校紫外预处理试验箱紫外辐照度不均匀度校准结果如下:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 紫外辐照度/(W/ m2) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | … |
| A |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| E |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| F |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| H |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

紫外辐照度最大值: W / m 2;

紫外辐照度最小值: W / m2 ;

紫外辐照度不均匀度: %。

6.紫外辐照度不稳定度

被校紫外预处理试验箱紫外辐照度不稳定度校准结果如下:

紫外辐照度最大值: W/m2;

紫外辐照度最小值: W/m2;

紫外辐照度不稳定度: %。

校准结果的测量不确定度:

7. 紫外辐照度修正系数：*U* rel = ( *k* =2) ;

紫外光谱积分辐照度: ( 250~280 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

( 280~320 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

( 320~400 )nm : *U* rel = ( *k* =2 );

紫外辐照度不均匀度: *U* rel = ( *k* =2 );

紫外辐照度不稳定度: *U* rel = ( *k* =2 );

附录C

测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

紫外预处理试验箱温度偏差测量标准由多通道数据采集器和温度传感器组成，以校准点60℃为例评定温度偏差测量结果不确定度。

C.1.2 测量模型

温度上偏差的计算公式为：

Δ*t* max = *t* max – *t*s （C.1）

式中：

Δ*t* max—温度上偏差, ℃；

*t* max —各测量点规定时间内测量的最高温度,℃；

*t*s—设备设定温度, ℃ 。

C.1.3 不确定度来源及分析

紫外预处理试验箱温度偏差不确定度的主要来源有：

（1）重复测量引入的标准不确定度分量*u*1（*t* max）；

（2）多通道数据采集器最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*2（*t* max）；

（3）传感器最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*3（*t* max）；

（4）紫外预处理试验箱温控仪最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*（*t*s）。

C.1.3.1 重复测量引入的标准不确定度分量*u*1（*t* max）

紫外预处理试验箱的温度校准点为60℃，当紫外预处理试验箱工作温度达到设定温度并稳定后开始读数，每隔2min记录一次所有测量点的温度，在30min内对紫外预处理试验箱做10次独立重复测量，得到各测量点30次测量平均值和各测量点单次测量标准偏差*s*，如表C.1所示。

表C.1 各测量点测量平均值和单次测量标准偏差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量点 |  | B |  | D |  | F |  | H |  |
| 平均值/℃ | 62.2 | 62.5 | 62.4 | 62.1 | 62.1 | 62.2 | 62.3 | 62.1 | 61.9 |
| *s*(/℃ | 0.3 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.3 |

计算合成样本标准偏差：

*s*p= = 0.28℃

则由重复测量引入的标准不确定度分量：

*u*1（*t* max）=*s*p= 0.28℃

C.1.3.2 多通道数据采集器最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*2（*t* max）

校准点为60℃时，多通道采集器最大允许误差为±（0.01%RD+0.005%FS），即±0.06℃，区间半宽为0.06℃，服从均匀分布，取包含因子*k*=，则：

*u*2（*t* max）==0.04℃

C.1.3.3 传感器最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*3（*t* max）

校准点为60℃时，铂电阻最大允许误差为±（0.15℃+0.002|*t*|），即±0.27℃，区间半宽为0.27℃，服从均匀分布，取包含因子*k*=，则：

*u*3（*t* max）==0.16℃

C.1.3.4 紫外预处理试验箱温控仪最大允许误差引入的标准不确定度分量*u*（*t*s）

紫外预处理试验箱温控仪最大允许误差为±1.0℃，区间半宽为1.0℃，服从均匀分布，取包含因子*k*=，则：

*u*（*t*s）==0.58℃

C.1.3.5 不确定度分量汇总

不确定度分量汇总表如表C.2所示。

表C.2 不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准点 | 不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度/℃ |
| 60℃ | *u*1（*t* max） | 重复测量引入 | 0.28 |
| *u*2（*t* max） | 多通道数据采集器最大允许误差引入 | 0.04 |
| *u*3（*t* max） | 传感器最大允许误差引入 | 0.16 |
| *u*（*t*s） | 温控仪最大允许误差引入 | 0.58 |

C.1.4 合成标准不确定度

由于输入量之间，彼此独立不相关，则合成标准不确定度：

*U*c=0.67℃

C.1.5 扩展不确定度

取*k*=2，则温度偏差的扩展不确定度：

*U*=*k*×*u*c=2×0.671.3℃，*k*=2

C.2紫外老化箱紫外辐照度修正系数测量结果不确定度评定示例

C.2.1测量模型如公式 ( C.2 ) 所示:

*α*= （C.2）

式中：

*α*—紫外预处理试验箱的紫外辐照度修正系数, 无量纲；

*G*—紫外预处理试验箱的紫外辐照度指示值,W / m2；

*G*0 —标准器的紫外辐照度测量值，W / m2 。

C.2.2不确定度来源包括:

（1）标准器读数重复性引起的不确定度*u*1 ( *G*0 )；

（2）标准辐照度计校准溯源引起的不确定度*u*2 ( *G*0 )；

（3）温度变化引起的不确定度*u*3 ( *G*0 )；

（4）杂散光引起的不确定度,标准紫外辐照度计安装引起的不确定度*u*4 ( *G*0 )；

（5）被校光源的不稳定性引起的不确定度, 辐照不均匀性引起的不确度度*u*5 (*G*0)。

C.2.3标准不确定度分量的评定

C.2.3.1标准器读数重复性引起的不确定度评定 *u*1 ( *G*0 )

通过用标准紫外辐照度计进行10 min的连续测量，1 min测量1次，得到测量数据见表C.3。

表C.3 标准紫外辐照度计测量重复性数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号*i* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/（W/m2） | 187.7 | 187.4 | 187.5 | 188.0 | 187.6 | 187.3 | 187.3 | 187.3 | 188.3 | 187.5 |

其算术平均值:

==187.6 W/m2

单次试验标准差:

s==0.31 W/m2

实际测量中是重复测量 3 次取平均值, 则可得到:

*u*1 ( *G*0 )==0.10%

C.2.3.2标准辐照度计校准溯源引起的不确定度 *u*2 ( *G*0 )的评定

根据校准证书,校准不确定度为13.0% ( *k* =2 )，标准不确定度为 6.5% , 或表示为

*u*2 ( *G*0 ) =6.50%

C.2.3.3温度变化引起的不确定度*u*3 ( *G*0 )的评定

根据实验，在( 23 ~60 )℃标准紫外辐照度计的示数随温度的变化率约为-0.26/℃，估计为均匀分布,则

*u*3(*G*0) =0.15%

C.2.3.4杂散光引起的不确定度*u*4 ( *G*0 )的评定

由于紫外老化箱内壁基本为不锈钢材料，光反射情况复杂，来自周围环境中的杂散辐射引起的测量不确定度按实验室环境的1倍估算为

*u*4 ( *G*0 )=2.00%

C.2.3.5标准紫外辐照度计安装引起的不确定度*u*5 (*G*0)的评定

标准器重复装调后测量10次， 测量数据见表 C.4。

表 C.4 标准紫外辐照度计安装重复性数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号*i* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/（W/m2） | 181.9 | 180.3 | 182.7 | 183.2 | 183.5 | 182.8 | 183.8 | 182.8 | 182.9 | 183.5 |

标准紫外辐照度计的安装与装调给测量结果带来的测量不确定度:

*u*5 (G0)==0.52 %

C.2.3.6被校光源的不稳定性的不确定度 *u*6 (*G*0)的评定

通过用标准紫外辐照度计进行10 min的连续测量,1 min测量1次,得到测量数据见表C.5。

表 C.5紫外老化箱自身示值重复性数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号*i* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 示值/（W/m2） | 202.1 | 202.2 | 202.3 | 202.1 | 201.8 | 201.5 | 201.6 | 201.7 | 201.8 | 202.1 |

其算术平均值:

==201.9W/m2

单次试验标准差:

s==0.26 W/m2

实际测量中是重复测量 3 次取平均值, 则可得到:

*u*6 ( *G*0 )==0.07%

C.2.3.7辐照不均匀性引起的不确定度*u*7( *G*0 )的评定

取覆盖均匀性测量指定试验平面中央 9 个点的均匀性，由于箱体内辐照度不均匀带来的测量不确定度

*u*7( *G*0 ) =2.7%

C.2.4合成标准不确定度和扩展不确定度

C.2.4.1标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表C.6。

表 C.6 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 分量*ui* | 不确定度来源 | 标准不确定度分量/ % |
| *u*1( *G*0 ) | 标准器读数重复性引起的不确定度 | 0.10 |
| *u*2( *G*0 ) | 标准辐照度计校准溯源引起的不确定度 | 6.5 |
| *u*3( *G*0 ) | 温度变化引 起的不确定度 | 0.15 |
| *u*4( *G*0 ) | 杂散光引 起的不确定度 | 2.0 |
| *u*5( *G*0 ) | 标准紫外辐照度计安装引起的不确定度 | 0.52 |
| *u*6( *G*0 ) | 被校光源的不稳定性引起的不确定度 | 0.07 |
| *u*7( *G*0 ) | 辐照不均匀性引起的不确定度 | 2.7 |

C.2.4.2合成标准不确定度计算

由于各不确定度分量互不相关，因此合成标准不确定度为:

==7.3%

C.2.4.3扩展不确定度的确定

取*k* =2 ,得到扩展不确定度为:

==2×7.3%=15%