



# 江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）273—2024

## 紫外线加速耐候试验机校准规范

Calibration Specification for Ultraviolet Accelerated Weather Testers

2024-09-26 发布

2024-12-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 紫外线加速耐候试验机 校准规范

Calibration Specification for Ultraviolet

Accelerated Weather Testers

JJF(苏) 273 — 2024

本规范经江苏省市场监督管理局于 2024 年 09 月 26 日批准，并自 2024 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：宿迁市计量测试所

参加起草单位：南京信息职业技术学院

南京新路阳电子有限公司

江苏双星彩塑新材料股份有限公司

江苏景宏新材料科技有限公司

本规范委托江苏省光学计量专业技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

庄苏宁（宿迁市计量测试所）

张 乐（宿迁市计量测试所）

刘小谜（宿迁市计量测试所）

**本规范参加起草人：**

姚绍卫（南京信息职业技术学院）

赵建华（南京新路阳电子有限公司）

周玉坤（江苏双星彩塑新材料股份有限公司）

陆银秋（江苏景宏新材料科技有限公司）

# 目 录

引言 .....	II
1 范围 .....	1
2 引用文件 .....	1
3 术语和计量单位 .....	1
4 概述 .....	1
5 计量特性 .....	2
6 校准条件 .....	3
6.1 环境条件 .....	3
6.2 测量标准及其他设备 .....	3
7 校准项目和校准方法 .....	4
7.1 校准项目 .....	4
7.2 校准方法 .....	4
8 校准结果表达 .....	9
9 复校时间间隔 .....	9
附录 A 校准原始记录参考格式 .....	10
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	13
附录 C 紫外线加速耐候试验机测量结果不确定度评定示例 .....	14

# 引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编写，相关术语及测量不确定度评定遵循 JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1032-2005《光学辐射计量名词术语及定义》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》。

本规范为首次发布。

# 紫外线加速耐候试验机校准规范

## 1 范围

本规范适用于波长范围在（250～400）nm 内的紫外线加速耐候试验机的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 879 -2015	紫外辐射照度计
JJF 1101-2019	环境试验设备温度、湿度参数校准规范
JJF 1525-2015	氙弧灯人工气候老化实验装置辐射照度参数校准规范
ISO 9370	Plastics—Instrumental determination of radiant exposure in weathering tests—General guidance and basic test method

注：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 术语和计量单位

### 3.1 辐[射]照度 irradiance

表面上一点处的辐射照度是入射在包含该点的面元上的辐射通量除以该面元面积之商，单位为  $\text{W}/\text{m}^2$ 。

## 4 概述

紫外线加速耐候试验机也叫紫外老化试验箱，是一种模拟光照的光老化试验设备，设备采用荧光紫外灯为光源，通过模拟自然气候中的紫外、雨淋、高温、高湿、凝露、黑暗等环境条件，对材料进行加速耐候试验，以获得材料耐候性的结果。

紫外线加速耐候试验机主要由荧光紫外灯管、喷头、热水加热器等组成，图 1 是紫外线加速耐候试验机的结构示意图。

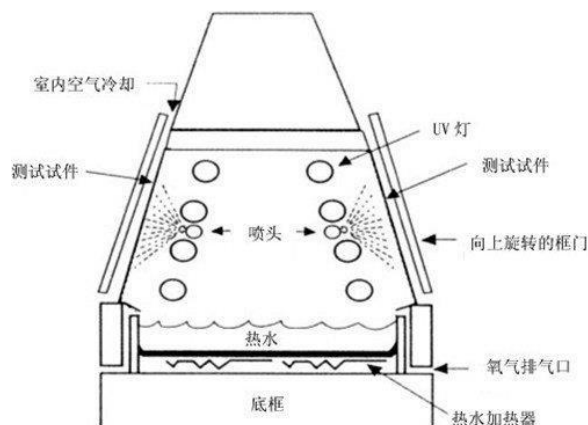


图 1 紫外线加速耐候试验机结构示意图

## 5 计量特性

紫外线加速耐候试验机的计量特性包括：中心波长偏差、辐照度零值误差、辐照度相对示值误差、箱体内辐照不均匀性、箱体内辐照度稳定性、箱体内温度偏差、箱体内温度均匀度、箱体内温度波动度、箱体内相对湿度偏差、设定时间偏差。

### 5.1 中心波长偏差

中心波长测量偏差不得超过 $\pm 5\text{nm}$ 。

### 5.2 辐照度零值误差

对于有辐照度显示的被校紫外线加速耐候试验机，其辐照度的零值误差一般不超过 $\pm 2\%$ （FS）。

### 5.3 辐照度相对示值误差

对于有辐照度显示的紫外线加速耐候试验机，其相对示值误差一般不超过 $\pm 15\%$ 。

### 5.4 箱体内辐照不均匀性

箱体内辐照不均匀性一般不超过 17.6%。

### 5.5 箱体内辐照度稳定性

箱体内辐照度的稳定性不超过 2%/30min。

### 5.6 箱体内温度偏差

箱体内温度示值偏差不得超过 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.7 箱体内温度均匀度

箱体内温度均匀度不超过  $2.0^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.8 箱体内温度波动度

箱体内温度波动度不超过  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.9 箱体相对湿度偏差

箱体湿度偏差应不超过 $\pm 10\% \text{RH}$ 。

### 5.10 设定时间偏差

时间偏差应不超过 $\pm 2 \text{min}/30 \text{min}$ 。

注：以上技术要求不用于合格性判断，仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

环境温度： $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $\leq 70\%$ ；

电源电压及频率： $(220 \pm 11) \text{V}$ ， $(50 \pm 1) \text{Hz}$ 。

紫外线加速耐候试验机周围应无强烈振动及腐蚀性气体存在，应避免其他冷、热源影响。实际工作中，环境条件还应满足测量标准器正常使用的要求。

### 6.2 测量标准及其他设备

#### 6.2.1 辐照度测量设备

满足性能要求的紫外辐射照度计或者紫外光谱辐射照度计，具有法定计量机构出具的检定或校准证书。

校准用紫外辐射照度计的性能要求：零值误差应不超过 $\pm 1.0\% \text{ (FS)}$ ；最大允许相对示值误差应不超过 $\pm 8.0\%$ 。

校准用紫外光谱辐射照度计的性能要求：光谱辐射照度的测量重复性应优于 $1.0\%$ ；光谱辐射照度的测量不确定度 $\leq 8.0\% \text{ (} k=2 \text{)}$ 。

#### 6.2.2 波长测量设备

满足性能要求的紫外光谱辐射照度计或者光谱仪，具有法定计量机构出具的校准证书。

最小光谱测量范围： $250 \text{nm} \sim 400 \text{nm}$ ；波长最大允许误差： $\pm 1 \text{nm}$ ；波长重复性： $\leq 1 \text{nm}$ 。

#### 6.2.3 温度测量标准

一般应选用多通道温度显示仪表或多路温度测量装置，通道传感器数量不少于5个，并能满足校准工作需求。

测量范围： $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ ；分辨力：不低于 $0.01^{\circ}\text{C}$ ；最大允许误差： $\pm (0.15^{\circ}\text{C} + 0.002 |t|)$ 。



注：| $t$ |为温度的绝对值，单位为℃。

#### 6.2.4 湿度测量标准

一般应选用多通道温湿度显示仪表或多路温湿度测量装置，通道传感器数量不少于1个，并能满足校准工作需求。

测量范围：10%RH~100%RH；分辨力：0.1%RH；最大允许误差：±2.0%RH。

#### 6.2.5 秒表

测量范围：0.01s~24h；最大允许误差：±0.5s/24h。

### 7 校准项目和校准方法

#### 7.1 校准项目

校准项目见表1

表1 紫外线加速耐候试验机校准项目

序号	校准项目
1	中心波长偏差
2	辐照度零值误差
3	辐照度相对示值误差
4	箱体内辐照不均匀性
5	箱体内辐照度稳定性
6	箱体内温度偏差
7	箱体内温度均匀度
8	箱体内温度波动度
9	箱体内相对湿度偏差
10	设定时间偏差

#### 7.2 校准方法

紫外线加速耐候试验机应能正常工作，校准前，按照使用说明书的要求进行预热，使试验机达到稳定状态。

##### 7.2.1 中心波长偏差

将波长测量设备的受光探头垂直放置于测试面的中心点，测量紫外光中心波长。为了避免高温对波长测量设备本体的影响，建议将波长测量设备放置在紫外线加速耐候试验机外，使用具有抗紫外封装的光纤进行耦合。重复测量3次，取平均值，按式(1)计算中心波长偏差。

$$\Delta\lambda = \bar{\lambda} - \lambda_0 \quad (1)$$

式中:

$\Delta\lambda$ ——中心波长偏差, nm;

$\bar{\lambda}$  ——3次测量的平均值, nm;

$\lambda_0$  ——箱体内紫外灯管的标称波长, nm。

### 7.2.2 辐照度零值误差

先调节控制系统机械零点或电零点。关闭紫外辐射源后, 记录紫外线加速耐候试验机的辐照度显示值  $E_0$ , 设此时的满量程值为  $E$ , 按式 (2) 计算零值误差。

$$\Delta E = \frac{E_0}{E} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$\Delta E$ ——零值误差, %;

$E$  ——满量程的辐照度值,  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

$E_0$  ——被校试验机的辐照度显示值,  $\text{W}/\text{m}^2$ 。

### 7.2.3 辐照度相对示值误差

对于有辐照度显示的被校装置, 将紫外辐照度计或紫外光谱辐射照度计的探测器放置在样品架位置, 调整探测器的接收面与荧光灯灯管中心的距离, 使探测器的接收面平行于荧光灯灯管主轴。

#### a) 紫外辐照度计法

重复测量三次, 分别记录紫外辐照度计扣除暗电流后的辐照度值  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ , 按式 (3) 计算平均值作为标准辐照度  $E_s$ 。

$$E_s = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3} \quad (3)$$

式中:

$E_s$  ——标准 (光谱) 辐照度,  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

$E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ ——实测 (光谱) 辐照度,  $\text{W}/\text{m}^2$ 。

#### b) 紫外光谱辐射照度计法

根据需要校准的波长范围, 选择紫外光谱辐射照度计扫描的起止波长, 测量紫外荧光灯的光谱辐射照度, 计算该波长范围内的积分辐射照度。重复测量三次, 得到三个积分辐射照度值  $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ , 按式 (3) 计算标准辐照度值  $E_s$ 。

记录紫外线加速耐候试验机显示的辐照度值  $E_m$ , 使用方法 a) 或 b) 得到的标准辐照度值  $E_s$ , 按式 (4) 计算辐照度相对示值误差  $\Delta E$ 。

$$\Delta E = \frac{E_m - E_S}{E_S} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

$\Delta E$  ——相对示值误差, %;

$E_m$  ——被校试验机显示的(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ ;

$E_S$  ——标准(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ 。

## 7.2.4 箱体内辐照不均匀性

### 7.2.4.1 测量位置

(a) 当箱体内为单层时, 灯管水平安装在设备内的顶部时, 在设备内规定的照射平面上放置多个辐照度探测器时, 以 5 个为例, 其中 1 个探测器放置在平面几何中心, 其余 4 个探测器按对称位置放置在四角, 与水平样品架边缘距离为 50mm, 各测量点用英文符号 A~E 表示, 位置分布情况见图 2。

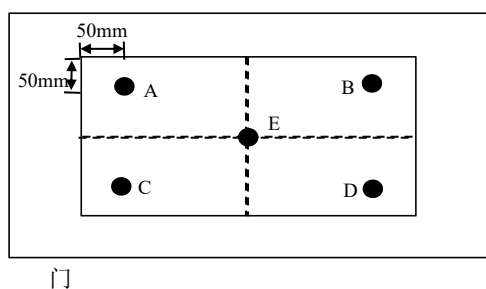


图 2 测量位置示意图

(b) 当箱体内为多层时, 参照 (a) 单层箱体放置辐照探头。

### 7.2.4.2 测量方法

按 7.2.4.1 放置好各探测器, 选择常用测量点, 设定紫外线加速耐候试验机辐照度值, 待试验机示值稳定后, 分别记录各探测器测得的辐照度值, 设其中最大辐照度值为  $E_{\max}$ , 最小辐照度值为  $E_{\min}$ , 按式 (5) 计算箱体内辐照不均匀性。

$$\Delta E = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

$\Delta E$  ——辐照不均匀性, %;

$E_{\max}$  ——5 个测量位置中最大(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ ;

$E_{\min}$  ——5 个测量位置中最小(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ 。

## 7.2.5 箱体内辐照度稳定性

选择常用测量点, 在设备内照射平面几何中心放置 1 个辐照度探测器。待示值稳定

后, 分别于 0min, 5min, 10min, 15 min, 20min, 25min 和 30min 记录探测器测得的标准紫外辐照度值, 设上述 7 次测量中的最大值为  $L_{\lambda\max}$ , 最小值为  $L_{\lambda\min}$ , 按式 (6) 计算稳定性  $S$ 。

$$S = \frac{L_{\lambda\max} - L_{\lambda\min}}{L_{\lambda\max} + L_{\lambda\min}} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

$S$  ——辐照度稳定性, %;

$L_{\lambda\max}$ ——7 次测量中最大 (光谱) 辐照度,  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

$L_{\lambda\min}$ ——7 次测量中最小 (光谱) 辐照度,  $\text{W}/\text{m}^2$ 。

## 7.2.6 箱体内部温度偏差

### 7.2.6.1 校准点的选择

温度校准点一般根据用户需要选择常用的温度点进行, 或选择设备使用范围的下限、上限和中间点。

将温度通道传感器均匀放置在箱体内, 以 5 个为例, 各测量点摆放位置参考图 2。

### 7.2.6.2 测量方法

将被校试验机设定到校准温度, 待试验机温度到达设定值并在稳定状态下, 记录各测量点 30 分钟内 (记录时间间隔为 2min) 的温度值。取全部测量点 30 分钟内测得的最高温度值  $t_{\max}$  和最低温度值  $t_{\min}$ , 代入公式 (7) 和 (8) 计算温度偏差。

$$\Delta t_{\max} = t_{\max} - t_0 \quad (7)$$

$$\Delta t_{\min} = t_{\min} - t_0 \quad (8)$$

式中:

$\Delta t_{\max}$ ——温度上偏差,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t_{\min}$ ——温度下偏差,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\max}$  ——全部测量点 30 分钟内测得的最高温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\min}$  ——全部测量点 30 分钟内测得的最低温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_0$  ——试验机设定温度,  $^{\circ}\text{C}$ 。

## 7.2.7 箱体内部温度均匀度

将被校试验机设定到校准温度, 待试验机温度到达设定值并在稳定状态下, 记录各测量点 30 分钟内 (记录时间间隔为 2min) 的温度值, 取每次测量中各测量点实测最高温度值  $t_{\text{imax}}$  和最低温度值  $t_{\text{imin}}$ , 代入公式 (9) 计算温度均匀度。

$$\Delta t_u = \sum_{i=1}^n (t_{imax} - t_{imin}) / n \quad (9)$$

式中:

$\Delta t_u$  ——温度均匀度, °C;

$t_{imax}$  ——各测量点在第  $i$  次测量 ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) 中测得的最高温度, °C;

$t_{imin}$  ——各测量点在第  $i$  次测量中测得的最低温度, °C;

$n$  ——测量次数。

#### 7.2.8 箱体内温度波动度

将被校试验机设定到校准温度, 待试验机温度到达设定值并在稳定状态下, 记录各测量点 30 分钟内 (记录时间间隔为 2min) 的温度值。计算每个测量点在 30 分钟内测得的最高温度与最低温度之差的一半, 代入式 (10), 取全部测量点中变化量的最大值作为温度波动度校准结果。

$$\Delta t_f = \max[(t_{jmax} - t_{jmin})/2] \quad (10)$$

式中:

$\Delta t_f$  ——温度波动度, °C;

$t_{jmax}$  ——测量点  $j$  ( $j=1, 2, 3, 4, 5$ ) 在 30 分钟内测得的最高温度, °C;

$t_{jmin}$  ——测量点  $j$  在 30 分钟内测得的最低温度, °C。

#### 7.2.9 箱体内相对湿度偏差

将湿度传感器放置在箱体中心位置, 待试验机湿度达到设定值并在稳定状态下, 记录测量点 30 分钟内的相对湿度值 (记录时间间隔为 2min), 或根据设备运行状况和用户校准需求确定时间间隔和数据记录次数。取多次测量值的平均值作为实际测量值, 按式 (11) 计算得到箱体内相对湿度偏差。

$$\Delta h_u = \bar{h} - h_0 \quad (11)$$

式中:

$\Delta h_u$  ——箱体内湿度偏差, %RH;

$\bar{h}$  ——箱体内湿度实际测量值的平均值, %RH;

$h_0$  ——箱体内湿度设定值, %RH。

#### 7.2.10 设定时间偏差

将试验机运行时间设定为 30min, 待试验机开始运行, 电子秒表同时开始计时。待试验机运行结束, 记录电子秒表的时间, 代入公式 (12) 计算得到时间偏差。

$$\sigma_t = t_s - t_0 \quad (12)$$

式中:

$\sigma_t$ ——设定时间偏差, min;

$t_s$ ——时间实际测量值, min;

$t_0$ ——时间设定值, min。

## 8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反应, 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) 如果与校准结果的有效性和应用有关时, 应对被校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。

## 9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 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。

建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

校准原始记录参考格式

委托单位				记录编号	
单位地址				仪器名称	
制造厂		型号		出厂编号	
校准地点		温度		相对湿度	
本次校准所使用的主要标准计量器具					
标准器名称		测量范围			
证书编号		准确度等级/最大允许误差/测量不确定度			
有效期至		溯源机构名称			

1、中心波长偏差

灯管标称值 (nm)	测量值 (nm)			平均值 (nm)	偏差 (nm)
	1	2	3		

2、辐照度零值误差：\_\_\_\_\_

3、辐照度相对示值误差

标准值 W/m²	显示值 W/m²	相对示值误差 (%)

4、箱体内辐照不均匀性

紫外辐照度 (W/m²)	A	B	C	D	E	不均匀性 (%)
1						
2						
3						

## 5、箱体内辐照度稳定性

紫外辐照度 (W/m <sup>2</sup> )	0min	5min	10min	15min	20min	25min	30min	稳定性 (%/30min)
1								
2								
3								

## 6、箱体内温度偏差

温度参数记录							
设定值	℃	实测温度/℃					
次数		1	2	3	4	5	$t_{imax} - t_{imin}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
平均值							
MAX-MIN							
温度上偏差:	℃				温度下偏差:	℃	



7、箱体内温度均匀度：\_\_\_\_\_℃

8、箱体内温度波动度：\_\_\_\_\_℃

9、箱体内相对湿度偏差

湿度参数记录			
设定值 (%RH)			
次数 (O 位置)	实测湿度 (%RH)	次数 (O 位置)	实测湿度 (%RH)
1		9	
2		10	
3		11	
4		12	
5		13	
6		14	
7		15	
8			
湿度偏差 (%RH)			

10、设定时间偏差

序号	设定时间 (min)	实际测量值 (min)	设定时间偏差 (min)

中心波长值校准结果的扩展不确定度  $U=$  (k=2)辐照度校准结果的相对扩展不确定度  $U_{rel}=$  (k=2)温度校准结果的扩展不确定度  $U=$  (k=2)相对湿度校准结果的扩展不确定度  $U=$  (k=2)

校准：

核验：

校准日期：

## 附录 B

## 校准证书内页参考格式

- 1、中心波长偏差：\_\_\_\_\_ nm
- 2、辐照度零值误差：\_\_\_\_\_ % (FS)
- 3、辐照度相对示值误差：\_\_\_\_\_ %
- 4、箱体内辐照不均匀性：\_\_\_\_\_ %
- 5、箱体内辐照度稳定性：\_\_\_\_\_ %/30min
- 6、箱体内温度偏差：\_\_\_\_\_ °C
- 7、箱体内温度均匀度：\_\_\_\_\_ °C
- 8、箱体内温度波动度：\_\_\_\_\_ °C
- 9、箱体内湿度偏差：\_\_\_\_\_ %RH
- 10、设定时间偏差：\_\_\_\_\_ min

中心波长值校准结果的扩展不确定度  $U=$  \_\_\_\_\_ ( $k=2$ )

辐照度校准结果的相对扩展不确定度  $U_{rel}=$  \_\_\_\_\_ ( $k=2$ )

温度校准结果的扩展不确定度  $U=$  \_\_\_\_\_ ( $k=2$ )

相对湿度校准结果的扩展不确定度  $U=$  \_\_\_\_\_ ( $k=2$ )

## 附录 C

## 紫外线加速耐候试验机测量结果不确定度评定示例

本附录对紫外线加速耐候试验机的中心波长、箱体内紫外辐照度、箱体内温度和相对湿度测量结果进行不确定度评定。

## C.1 中心波长测量结果不确定度评定示例

## C.1.1 测量模型

$$\Delta\lambda = \bar{\lambda} - \lambda_0 \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\Delta\lambda$  ——箱体内中心波长的偏差，nm；

$\bar{\lambda}$  ——箱体内中心波长 3 次实际测量值的平均值，nm；

$\lambda_0$  ——箱体内紫外灯管的标称波长，nm。

## C.1.2 不确定度来源分析

不确定度来源包括：标准器读数重复性引起的不确定度，标准辐照度计校准溯源引起的不确定度。

## C.1.3 标准不确定度分量评定

C.1.3.1 标准器读数重复性引起的不确定度 $u_1(\lambda)$ 

以 340nm 波段的校准为例，用波长测量设备对被校紫外线加速耐候试验机的中心波长进行 10 次的重复测量，得到测量数据如下：

表 C.1 中心波长测量重复性数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 (nm)	341.1	341.2	341.2	341.1	341.2	341.2	341.2	341.2	341.2	341.2

其算术平均值： $\bar{\lambda} = 341.2\text{nm}$

$$\text{单次试验标准差: } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (R_i - \bar{R})^2}{(10-1)}} = 0.042 \text{ nm}$$

任选 3 台同类型的设备，每天分别用标准装置的 3 个不同波长点各自重复条件下连

续测量 10 次，共得到 9 组测量列，每组测量列分别按上述方法。计算得到单次实验标准差如下：

表 C.2 中心波长单次实验标准差

实验标准差 (nm)	$S_1=0.048$	$S_2=0.042$	$S_3=0.058$
	$S_4=0.053$	$S_5=0.032$	$S_6=0.067$
	$S_7=0.042$	$S_8=0.063$	$S_9=0.032$

则合并样本标准差：

$$S_p = \sqrt{\frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 S_i^2} = 0.05 \text{ nm}$$

在实际工作中以 3 次测量算术平均值作为测量结果，则可：

$$u_1(\lambda) = \frac{S_p}{\sqrt{3}} = 0.029 \text{ nm}$$

#### C.1.3.2 计量标准器量值溯源引入的不确定度 $u_2(\lambda)$

根据校准证书，量值溯源引入的不确定度为 0.1nm ( $k=2$ )，可得到：

$$u_2(\lambda) = 0.05 \text{ nm}$$

#### C.1.4 标准不确定度分量汇总

表 C.3 标准不确定度分量与灵敏系数计算列表

分量 $u_i(\lambda)$	不确定度来源	标准不确定度分量 (nm)
$u_1(\lambda)$	标准器读数重复性引起的不确定度	0.029
$u_2(\lambda)$	标准辐照度量值溯源引入的不确定度	0.05

#### C.1.5 合成不确定度 $u_c(\lambda)$

以上两分量彼此独立，互不相关，故合成标准不确定度为

$$U_c(\lambda) = \sqrt{u_1(\lambda)^2 + u_2(\lambda)^2} = 0.1 \text{ nm}$$

#### C.1.6 扩展不确定 $U(\lambda)$

取包含因子  $k=2$ ，本次校准测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \times U_c(\lambda) = 2 \times 0.1 \text{ nm} = 0.2 \text{ nm}$$

## C.2 箱体内部紫外辐照度测量结果不确定度评定示例

### C.2.1 测量模型

$$\Delta E = \frac{E_m - E_s}{E_s} \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

式中:

$\Delta E$  ——相对示值误差, %;

$E_m$  ——被校试验机显示的(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ ;

$E_s$  ——标准(光谱)辐照度,  $\text{W/m}^2$ 。

### C.2.2 不确定度来源分析

不确定度来源包括: 标准器读数重复性引起的不确定度, 标准紫外辐照度计量值溯源引入的不确定度, 杂散光引起的不确定度, 标准紫外辐照度计装调引起的不确定度等。

### C.2.3 标准不确定度分量评定

#### C.2.3.1 标准器读数重复性引起的不确定度 $u_1(E)$

用标准紫外辐照度计对紫外线加速耐候试验机进行 10 次重复测量, 得到测量数据如下:

表 C.4 标准紫外辐照度计测量重复性数据

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 ( $\text{W/m}^2$ )	0.47	0.47	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47

其算术平均值:  $\bar{E}=0.473 \text{ W/m}^2$

$$\text{单次试验标准差: } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (R_i - \bar{R})^2}{(10-1)}} = 0.0048 \text{ W/m}^2$$

标准器读数重复性引起的不确定度用多次重复测量引起的相对标准不确定度来表示, 在实际中标准辐照度值以 3 次测量的算术平均值作为测量结果。则标准器读数重复性引起的不确定度为:

$$u_1(E) = \frac{S}{\bar{E} \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.59\%$$

#### C.2.3.2 标准紫外辐照度计量值溯源引入的不确定度 $u_2(E)$

根据校准证书, 量值溯源不确定度为  $U_{\text{rel}}=17\%$  ( $k=2$ ), 则标准紫外辐照度计量值溯源引入的相对标准不确定度为 8.5%, 可表示为:

$$u_2(E) = 8.5\%$$

### C.2.3.3 杂散光引起的不确定度 $u_3(E)$

由于箱体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一倍估算为：

$$u_3(E) = 2.0\%$$

### C.2.3.4 标准紫外辐照度计装调引起的不确定度 $u_4(E)$

标准紫外辐照度计的装调给测量结果带来的测量不确定度为：

$$u_4(E) = 1.0\%$$

## C.2.4 标准不确定度分量汇总

表 C.5 标准不确定度分量与灵敏系数计算列表

分量 $u_i(E)$	不确定度来源	标准不确定度分量 (%)
$u_1(E)$	标准器读数重复性引起的不确定度	0.59
$u_2(E)$	标准辐照度计量值溯源引入的不确定度	8.5
$u_3(E)$	杂散光引起的不确定度	2.0
$u_4(E)$	标准用紫外辐照度计装调引起的不确定度	1.0

## C.2.5 合成标准不确定度

由于各分量彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度为

$$U_c(E) = \sqrt{u_1(E)^2 + u_2(E)^2 + u_3(E)^2 + u_4(E)^2} = 8.8\%$$

## C.2.6 相对扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，本次校准测量结果的扩展不确定度为：

$$U_{rel} = k \times u_c = 2 \times 8.8\% \approx 18\% \quad (k=2)$$

### C.3 箱体内温度偏差测量结果不确定度评定示例

#### C.3.1 测量模型:

$$\Delta T = T - T_0 \quad (\text{C.3})$$

式中:

$\Delta T$  ——为某校准温度点上的温度偏差, °C;

$T$  ——某校准点规定时间内测量的最高或最低温度, °C;

$T_0$  ——设备设定温度, °C。

#### C.3.2 不确定度来源分析

标准不确定度的来源包括: 温度测量重复性引入的不确定度, 温度测量标准量值溯源引入的不确定度, 温度测量标准分辨力引入的不确定度, 温度测量标准温度波动度引入的不确定度, 温度测量标准温度均匀度引入的不确定度, 。

#### C.3.3 标准不确定度分量评定

##### C.3.3.1 温度测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(T)$

用温度测量标准对被校紫外加速耐候试验机(温度分辨力为 0.1°C)在 60°C 测量点重复测量 10 次, 结果如下:

表 C.6 温度测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}$ (°C)	60.0	60.0	60.1	60.1	60.0	60.1	59.9	60.0	60.0	60.1

其示值的平均值为 60.03°C, 单次测量的实验标准差为:  $S=0.07^\circ\text{C}$ , 实际重复测量 2 次, 则重复性测量带来的标准不确定度为:

$$u_1(T) = \frac{0.07^\circ\text{C}}{\sqrt{2}} = 0.05^\circ\text{C}$$

##### C.3.3.2 温度测量标准量值溯源引入的标准不确定度 $u_2(T)$

根据上级机构的校准证书, 在 60°C 校准点, 量值溯源引入的不确定度为 0.06°C,  $k=2$ 。则:

$$u_2(T) = 0.03^\circ\text{C}$$

##### C.3.3.3 被校紫外线加速耐候试验机分辨力引入的标准不确定度 $u_3(T)$

被校紫外线加速耐候试验机分辨力一般为  $0.01^{\circ}\text{C}$ ，则由分辨力引起的标准不确定度分量为：

$$u_3(T) = \frac{0.01^{\circ}\text{C}}{2\sqrt{3}} = 0.0029^{\circ}\text{C}$$

由于重复性引入的标准不确定度分量大于被测试验机分辨力引入的不确定度分量，则分辨力引入的不确定度分量可以忽略不计。

#### C.3.3.4 温度测量标准温度波动引入的标准不确定度 $u_4(T)$

温度测量标准的温度波动最大应不超过  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，则

$$u_4(T) = \frac{0.2^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.12^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.3.5 温度测量标准温度均匀度引入的标准不确定度 $u_5(T)$

温度测量标准均匀度最大应不超过  $0.3^{\circ}\text{C}$ ，按均匀分布，则

$$u_5(T) = \frac{0.3^{\circ}\text{C}}{2\sqrt{3}} = 0.087^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.4 标准不确定度分量汇总

表 C.7 标准不确定度分量汇总表

分量	不确定度来源	标准不确定度分量 ( $^{\circ}\text{C}$ )
$u_1(T)$	温度测量重复性	0.05
$u_2(T)$	温度测量标准量值溯源	0.03
$u_3(T)$	被校试验机分辨力	0.0029 (忽略)
$u_4(T)$	温度测量标准温度波动	0.12
$u_5(T)$	温度测量标准温度均匀度	0.087

#### C.3.5 合成标准不确定度 $u_c(T)$

由于各分量彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度为

$$u_c(T) = \sqrt{u_1^2(T) + u_2^2(T) + u_4^2(T) + u_5^2(T)} = 0.16^{\circ}\text{C}$$

#### C.3.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，本次校准测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(T) = 2 \times 0.16^{\circ}\text{C} = 0.32^{\circ}\text{C} \quad (k=2)$$



## C.4 箱体内相对湿度偏差测量结果不确定度评定示例

### C.4.1 测量模型:

$$\Delta h_u = \bar{h} - h_0 \quad (\text{C.4})$$

式中:

$\Delta h_u$ ——箱体内湿度偏差, %RH;

$\bar{h}$  ——箱体内湿度实际测量值的平均值, %RH;

$h_0$  ——箱体内湿度设定值, %RH。

### C.4.2 不确定度来源分析

标准不确定度的来源包括: 湿度测量重复性引入的不确定度, 湿度测量标准量值溯源引入的不确定度, 湿度测量标准分辨力引入的不确定度, 湿度测量标准稳定性引入的不确定度。

### C.4.3 标准不确定度分量评定

#### C.4.3.1 湿度测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(H)$

用湿度测量标准对被校紫外加速耐候试验机在 76%RH 校准点重复测量 10 次, 结果如下:

表 C.8 相对湿度测量数据

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\bar{x}$ (%RH)	78	76	78	77	76	77	77	77	78	78

其示值的平均值:  $\bar{x}=77.1\%RH$ , 单次测量的实验标准差为:  $S=0.74\%RH$ , 则测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(H) = S = 0.74\%RH$$

#### C.4.3.2 湿度测量标准量值溯源引入的标准不确定度 $u_2(H)$

根据上级机构的校准证书, 量值溯源引入的不确定度为  $U=1.7\%RH$ ,  $k=2$ 。则:

$$u_2(H) = 0.85\%RH$$

#### C.4.3.3 被校紫外线加速耐候试验机分辨力引入的标准不确定度 $u_3(H)$

被校紫外线加速耐候试验机分辨力一般为  $0.1\%RH$ , 不确定度区间半宽  $0.05\%RH$ , 服从均匀分布, 则由分辨力引起的标准不确定度分量为:

$$u_3(H) = \frac{0.05\%RH}{\sqrt{3}} = 0.029\%RH$$

由于重复性引入的标准不确定度分量大于被测试验机分辨力引入的不确定度分量，则分辨力引入的不确定度分量可以忽略不计。

#### C.4.3.4 湿度测量标准稳定性引入的标准不确定度 $u_4(H)$

湿度测量标准相邻两次校准最大变化为 0.5%RH，按均匀分布，由此引入的标准不确定度分量为：

$$u_4(H) = \frac{0.5\%RH}{\sqrt{3}} = 0.29\%RH$$

#### C.4.4 标准不确定度分量汇总

表 C.9 标准不确定度分量汇总表

分量	不确定度来源	标准不确定度分量（%RH）
$u_1(H)$	湿度测量重复性	0.74
$u_2(H)$	湿度测量标准量值溯源	0.85
$u_3(H)$	被校试验机标准分辨力	0.029（忽略）
$u_4(H)$	湿度测量标准稳定性	0.29

#### C.4.5 合成标准不确定度 $u_c(H)$

由于各分量彼此独立，互不相关，因此合成标准不确定度为

$$u_c(H) = \sqrt{u_1^2(H) + u_2^2(H) + u_4^2(H)} = 1.2\%RH$$

#### C.4.6 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，本次校准测量结果的扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(H) = 2 \times 1.2\%RH = 2.4\%RH \quad (k=2)$$

江苏省地方计量技术规范  
**图像色度亮度计校准规范**  
JJF(苏) 273—2024  
江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷  
版权所有不得翻印

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本  
2024 年 12 月 印刷