

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2169—2024

氘灯光谱辐射照度 (200 nm~400 nm) 校准规范

Calibration Specification for Deuterium Lamps
Spectral Irradiance (200 nm~400 nm)

2024-10-19 发布

2025-04-19 实施

国家市场监督管理总局 发布

氙灯光谱辐射照度 (200 nm~ 400 nm) 校准规范

Calibration Specification for Deuterium Lamps
Spectral Irradiance (200 nm~400 nm)

JJF 2169—2024

归口单位：全国光学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

苏州市计量测试院

参加起草单位：江苏省计量科学研究院

陕西省计量科学研究院

深圳市计量质量检测研究院

本规范委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

代彩红（中国计量科学研究院）

吴志峰（中国计量科学研究院）

黎 俊（苏州市计量测试院）

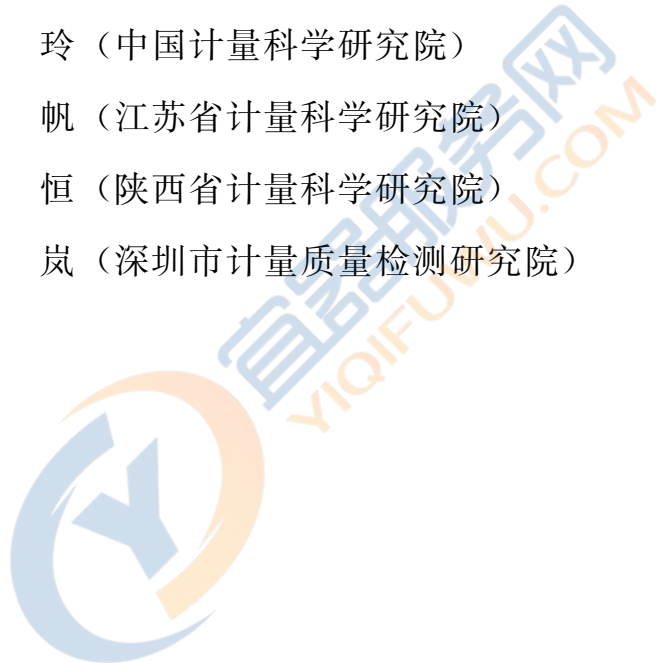
参加起草人：

李 玲（中国计量科学研究院）

张 帆（江苏省计量科学研究院）

张 恒（陕西省计量科学研究院）

杜 岚（深圳市计量质量检测研究院）



目 录

引言 (II)

1 范围..... (1)

2 概述..... (1)

3 计量特性..... (1)

3.1 光谱辐射照度稳定性..... (1)

3.2 光谱辐射照度..... (2)

3.3 相邻校准周期内光谱辐射照度变化率..... (2)

4 校准条件..... (2)

4.1 环境条件..... (2)

4.2 测量标准及其他设备..... (2)

5 校准项目和校准方法..... (2)

5.1 校准项目..... (2)

5.2 校准前检查..... (2)

5.3 校准方法..... (2)

6 校准结果表达..... (4)

7 复校时间间隔..... (5)

附录 A 校准证书内页推荐格式 (6)

附录 B 校准原始记录参考格式 (7)

附录 C 测量不确定度评定示例 (10)

引 言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1032《光学辐射计量名词术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定评定与表示》和 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》共同构成支撑本规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次发布。



氙灯光谱辐射照度 (200 nm~400 nm) 校准规范

1 范围

本规范适用于氙灯在 200 nm~400 nm 波长范围内的光谱辐射照度的校准。氙灯等其他类型紫外光源在 200 nm~400 nm 波长范围内的光谱辐射照度校准可参照本规范进行。

2 概述

氙灯是一种气体放电灯，灯丝阴极发射的热电子在电场加速下向阳极运动，与氙气分子产生非弹性碰撞而激发紫外辐射。按照窗口的形式可以分为端窗型和侧窗型，按照插脚方式可分为插座式和引线式。采用紫外玻璃窗口的氙灯的光谱范围为 185 nm~400 nm，采用合成二氧化硅窗口的氙灯的光谱范围为 160 nm~400 nm，采用 MgF_2 窗口的氙灯的光谱范围为 115 nm~400 nm。

由于氙灯发出的辐射主要集中在紫外波段，且具有高稳定性、复现性好，寿命长，体积小、使用方便等优点，使其成为国际上紫外波段常用的光谱辐射照度传递标准光源，用于保存和传递 200 nm~400 nm 波段光谱辐射照度量值，还可用于紫外波段光谱辐射计的校准等。

典型氙灯的结构示意图如图 1 所示，主要由灯壳、阴极、阳极、小孔、芯柱等组成。有的氙灯系统带有监测探测器，用于监测氙灯紫外辐射的变化。常用氙灯的功率是 30 W，工作电流约为 300 mA。

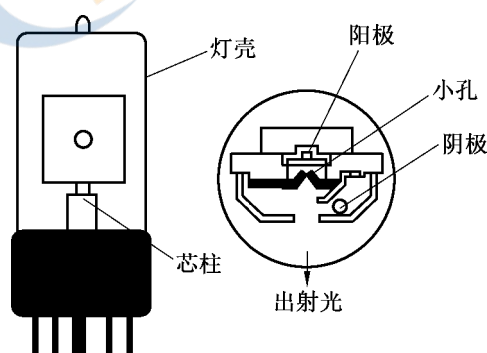


图 1 典型氙灯的结构示意图

3 计量特性

3.1 光谱辐射照度稳定性

待氙灯预热稳定后，在 200 nm~400 nm 波长范围，30 min 内氙灯的光谱辐射照度变化量不超过 1.5%。

3.2 光谱辐射照度

距离氙灯 500 mm 处, 200 nm 波长的光谱辐射照度大于或等于 $0.03 \mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ 。

3.3 相邻校准周期内光谱辐射照度变化率

在 200 nm~400 nm 波长范围, 氙灯相邻校准周期内光谱辐射照度最大变化率不超过 $\pm 12\%$ 。

注: 以上指标不适用于合格性判定, 仅供参考。

4 校准条件

4.1 环境条件

4.1.1 环境温度: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$, 相对湿度: $\leq 80\%$ 。

4.1.2 光学暗室。环境应清洁, 无腐蚀性气体, 周围无影响仪器正常工作的粉尘、振动和电磁场、杂散光的干扰。

4.2 测量标准及其他设备

4.2.1 光谱辐射照度标准氙灯

光谱辐射照度标准氙灯应经过老化, 相邻校准周期内变化率不超过 $\pm 10\%$, 200 nm~400 nm 范围光谱辐射照度测量不确定度 $U_{\text{rel}} = 9.0\%$ ($k=2$)。

4.2.2 其他配套设备

光谱辐射照度校准装置主要由光谱辐射计 (照度测量模式)、氙灯调整平台、光阑和杂散光屏蔽系统、准直激光等组成。

光谱辐射计 (照度测量模式): 入射光学系统一般为积分球或漫反射板。工作波长范围不小于 200 nm~400 nm, 波长示值误差不超过 $\pm 0.5 \text{ nm}$, 采样间隔不大于 5 nm, 采用长波通滤光片法测量的杂散光系数小于 10^{-4} , 非线性误差小于 1.0%。

氙灯调整平台: 调整氙灯的六维姿态, 确保氙灯发射面的中心与测量系统的光轴重合且垂直。

光阑和杂散光屏蔽系统: 用于屏蔽系统的杂散光。

准直激光: 用于调整并保存氙灯及测量系统的光轴。

5 校准项目和校准方法

5.1 校准项目

光谱辐射照度稳定性、光谱辐射照度、相邻校准周期内光谱辐射照度变化率。

5.2 校准前检查

校准前, 应检查氙灯的外观。氙灯应标明制造厂名、出厂编号、型号, 玻壳应透明, 不得有气泡、结石、斑点、条纹、擦伤、发雾及影响透明度的缺陷, 薄厚均匀。

氙灯电源如采用自带电源, 应标明制造厂名、出厂编号、型号。氙灯电源显示部分和按键等不应有影响正常工作的缺陷, 如影响其正常工作, 则应立即通知送校单位。

5.3 校准方法

5.3.1 校准前准备

氙灯在使用前用酒精棉球轻轻擦拭窗口, 避免用手触摸。操作时应轻拿轻放, 保持

氙灯玻壳清洁。调整氙灯位姿，确保氙灯发射面的中心与测量系统的光轴重合且垂直。

5.3.2 校准装置原理图

采用光谱比较测量法，将标准氙灯和被校氙灯依次移至光谱辐射照度校准装置的光轴位置。先用标准氙灯校准光谱辐射计（照度测量模式）在 200 nm~400 nm 的光谱辐射照度响应度，再用光谱辐射计测量被校氙灯的光谱辐射照度。如图 2 所示。

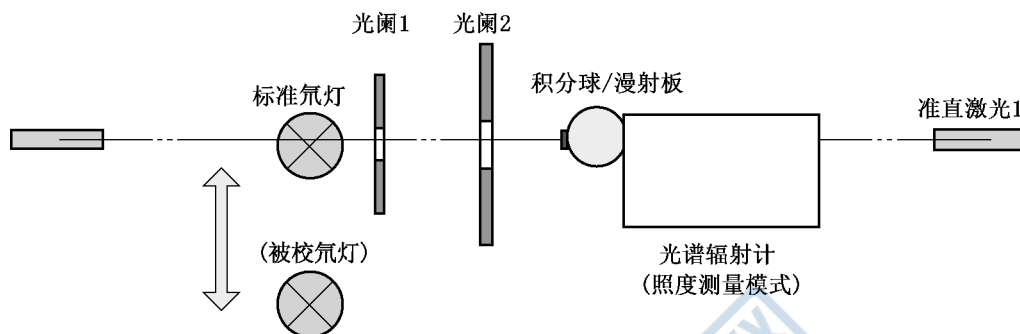


图 2 光谱辐射照度校准装置的原理框图

5.3.3 光谱辐射照度稳定性

点燃被校氙灯，预热稳定后，30 min 内用光谱辐射照度校准装置等间隔测量被校氙灯的光谱辐射照度不少于 4 次。设最小值为 $E_{\min}(\lambda)$ ，最大值为 $E_{\max}(\lambda)$ ，平均值为 $\overline{E}(\lambda)$ 。按式 (1) 计算光谱辐射照度变化量 $S(\lambda)$ 。测量时可减小氙灯的测量距离，确保足够的测量信噪比：

$$S(\lambda) = \frac{E_{\max}(\lambda) - E_{\min}(\lambda)}{\overline{E}(\lambda)} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$S(\lambda)$ ——光谱辐射照度变化量；

$E_{\max}(\lambda)$ ——测量光谱辐射照度的最大值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ；

$E_{\min}(\lambda)$ ——测量光谱辐射照度的最小值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ；

$\overline{E}(\lambda)$ ——测量光谱辐射照度的平均值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ 。

取 200 nm~400 nm 范围、间隔 10 nm 的最大光谱辐射照度变化量作为光谱辐射照度稳定性校准结果。

5.3.4 光谱辐射照度

校准时应选择合适的测量距离并做记录，通常为 500 mm，也可根据校准需求选择其他合适的测量距离。

氙灯光谱辐射照度的校准采用光谱比较测量法，在光谱辐射照度校准装置上进行测量。校准方法如下：

a) 将标准氙灯安装于光谱辐射照度校准装置上，测量每一波长 λ 处的光谱响应信号 $V_s(\lambda)$ 。

b) 将被校氙灯安装于光谱辐射照度校准装置上，测量每一波长 λ 处的光谱响应信号 $V(\lambda)$ 。

c) 设标准氙灯的光谱辐射照度值为 $E_s(\lambda)$ ，则被校测氙灯的光谱辐射照度值 $E(\lambda)$ 按式 (2) 计算：

$$E(\lambda) = E_s(\lambda) \cdot \frac{V(\lambda)}{V_s(\lambda)} \quad (2)$$

式中：

$E(\lambda)$ ——被校氙灯的光谱辐射照度值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ；

$E_s(\lambda)$ ——标准氙灯的光谱辐射照度值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ；

$V(\lambda)$ ——被校氙灯的光谱响应信号，V 或 A；

$V_s(\lambda)$ ——标准氙灯的光谱响应信号，V 或 A。

氙灯校准波长点间隔应不大于 10 nm。

5.3.5 相邻校准周期内光谱辐射照度变化率

上一校准周期被校氙灯的光谱辐射照度为 $E_0(\lambda)$ ，本次校准的光谱辐射照度为 $E(\lambda)$ 。采用 10 nm 采样间隔数据，按式 (3) 计算相邻校准周期内光谱辐射照度变化率 $\Delta E(\lambda)$ ：

$$\Delta E(\lambda) = \frac{E(\lambda) - E_0(\lambda)}{E_0(\lambda)} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\Delta E(\lambda)$ ——相邻校准周期内光谱辐射照度变化率；

$E(\lambda)$ ——本次校准的光谱辐射照度值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ ；

$E_0(\lambda)$ ——上一校准周期的光谱辐射照度值， $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$ 。

取 200 nm~400 nm 范围光谱辐射照度最大变化率作为校准结果。

6 校准结果表达

经校准的氙灯发给校准证书。校准证书内页推荐格式见附录 A。校准证书应至少包含以下内容：

- 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（包括校准时试验装置内的温度和湿度）；
- l) 校准的波长范围；
- m) 校准结果及测量不确定度的说明；

- n) 对校准规范的偏离的说明；
- o) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- p) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- q) 未经实验室书面批准，不得部分复印证书的声明。

7 复校时间间隔

建议氙灯光谱辐射照度（200 nm～400 nm）的复校时间间隔为 2 年或累计使用 50 h，以先到者为准。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。



附录 A

校准证书内页推荐格式

A.1 光谱辐射照度校准结果：

波长/nm	光谱辐射照度 $E(\lambda)$	测量不确定度/% ($k=2$)	波长/nm	光谱辐射照度 $E(\lambda)$	测量不确定度/% ($k=2$)
200			310		
210			320		
220			330		
230			340		
240			350		
250			360		
260			370		
270			380		
280			390		
290			400		
300			——		

A.2 光谱辐射照度稳定性：

A.3 相邻校准周期内光谱辐射照度变化率：

说明：

1. 光谱辐射照度 $E(\lambda)$ 单位： $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$
2. 校准距离： mm
3. 校准用标准氙灯：
4. 被校准氙灯的工作电流： mA；电压： V
5. 光谱辐射照度校准装置的光谱带宽： nm
6. 其他有必要说明的事项

附录 B

校准原始记录参考格式

第 页/共 页

原始记录编号：		证书编号： -	
客户名称：		电话：	送检日期：
客户地址：		邮编：	联系人：
检测类别：	☐ 校准	☐ 测试	
制造厂：	型号规格：	出厂编号：	
外观检查：	☐ 正常	☐ 有缺陷	☐ 其他说明：
所依据的技术文件： ☐ JJF 2169—2024《氙灯光谱辐射照度（200 nm～400 nm）校准规范》 ☐ 其他文件：			
校准使用的主要基（标）准装置或主要标准器： 名称： 型号规格： 测量范围： 测量不确定度： 证书编号： 证书有效期至：			
校准方法：光谱比较测量法 用标准氙灯校准光谱辐射照度校准装置，得到 200 nm～400 nm 校准装置的光谱辐射照度响应度，再用光谱辐射照度校准装置测量被校氙灯的光谱辐射照度。			
实验室环境条件：温度： °C 相对湿度： %			

光谱辐射照度校准结果：

波长/nm	光谱辐射照度 $E(\lambda)$	测量不确定度/% ($k=2$)	波长/nm	光谱辐射照度 $E(\lambda)$	测量不确定度/% ($k=2$)
200			310		
210			320		
220			330		
230			340		
240			350		
250			360		
260			370		
270			380		
280			390		
290			400		
300			—		

光谱辐射照度稳定性：

波长/nm	光谱辐射照度 $E_1(\lambda)$	光谱辐射照度 $E_2(\lambda)$	光谱辐射照度 $E_3(\lambda)$	光谱辐射照度 $E_4(\lambda)$	光谱辐射照度最大值 $E_{\max}(\lambda)$	光谱辐射照度最小值 $E_{\min}(\lambda)$	平均光谱辐射照度 $\bar{E}(\lambda)$	光谱辐射照度变化量 $S(\lambda)/\%$
200								
210								
220								
230								
240								
250								
260								
270								
280								
290								
300								
310								
320								
330								
340								
350								
360								
370								
380								
390								
400								

相邻校准周期内光谱辐射照度变化率：

波长/nm	上一校准周期光谱辐射照度 $E_0(\lambda)$	本次校准周期光谱辐射照度 $E(\lambda)$	相邻校准周期内变化率/%	波长/nm	上一校准周期光谱辐射照度 $E_0(\lambda)$	本次校准周期光谱辐射照度 $E(\lambda)$	相邻校准周期内变化率/%
200				310			
210				320			
220				330			
230				340			
240				350			
250				360			
260				370			
270				380			
280				390			
290				400			
300							

说明：

- 1. 光谱辐射照度 $E(\lambda)$ 单位： $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$
- 2. 校准距离： mm
- 3. 校准用标准氙灯：
- 4. 被校准氙灯的工作电流： mA；电压： V
- 5. 光谱辐射照度校准装置的光谱带宽： nm

复校时间间隔：2 年或累计使用 50 h，以先到者为准。

校准日期： 校准地点：
校准员： 核验员：

附录 C

测量不确定度评定示例

本附录对氙灯在 200 nm~400 nm 光谱辐射照度的测量结果进行不确定度评定。

C.1 校准方法

用标准氙灯校准光谱辐射照度校准装置,得到 200 nm~400 nm 校准装置的光谱辐射照度响应度,再用校准装置测量被校氙灯的光谱辐射照度。

C.2 不确定度评定的测量模型

光谱辐射照度的测量模型为:

$$E(\lambda) = E_s(\lambda) \cdot \frac{V(\lambda)}{V_s(\lambda)} \quad (\text{C.1})$$

式中:

$E(\lambda)$ ——被校氙灯的光谱辐射照度, $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$E_s(\lambda)$ ——标准氙灯的光谱辐射照度, $\mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{nm}^{-1}$;

$V(\lambda)$ ——被校氙灯的光谱响应信号, V 或 A;

$V_s(\lambda)$ ——标准氙灯的光谱响应信号, V 或 A。

不确定度来源包括:测量重复性,安装与装调误差,标准氙灯的测量不确定度,波长误差,距离测量,测量系统的非线性、杂散辐射、氙灯不稳定性等。

假设各不确定度之间互不相关,则不确定度计算公式可表示为:

$$u^2(E_\lambda) = u^2(E_s) + u^2\left(\frac{V_\lambda}{V_{s\lambda}}\right) \quad (\text{C.2})$$

C.3 输入量的相对标准不确定度评定

C.3.1 测量重复性

被校氙灯安装并预热后,测量条件固定,在 200 nm~400 nm 波长范围,连续进行多次 ($n \geq 6$) 重复测量,根据贝塞尔公式计算测量的相对实验标准偏差,即测量的重复性引起的相对标准不确定度 $u_{1\text{rel}}$ 。本示例中的测量次数为 6,测量的重复性不确定度见表 C.1。

表 C.1 测量的重复性 ($n=6$)

波长/nm	重复性%	波长/nm	重复性%	波长/nm	重复性%
200	1.50	270	0.40	340	0.40
210	1.30	280	0.40	350	0.50
220	1.00	290	0.40	360	0.50
230	0.80	300	0.40	370	0.50
240	0.60	310	0.30	380	0.60
250	0.40	320	0.30	390	0.80
260	0.40	330	0.30	400	0.90

C.3.2 安装与装调

对被校氙灯进行多次安装和装调 ($n \geq 3$), 安装和装调带来的测量不确定度为 $u_{2\text{rel}}$ 。表 C.2 为 3 次安装和装调带来的测量不确定 (采用极差算法)。

表 C.2 安装和装调带来的不确定度 ($n=3$)

波长/nm	安装和装调/%	波长/nm	安装和装调/%	波长/nm	安装和装调/%
200	1.60	270	0.43	340	0.55
210	1.50	280	0.43	350	0.60
220	1.10	290	0.43	360	0.60
230	0.90	300	0.35	370	0.60
240	0.70	310	0.35	380	0.60
250	0.43	320	0.35	390	0.90
260	0.43	330	0.35	400	0.95

C.3.3 标准氙灯的量值溯源

标准氙灯的量值溯源标准不确定度 $u_{3\text{rel}}$ 见表 C.3。

表 C.3 标准氙灯的量值溯源标准不确定度

波长/nm	标准氙灯的量值溯源/%	波长/nm	标准氙灯的量值溯源/%	波长/nm	标准氙灯的量值溯源/%
200	2.64	270	0.90	340	1.13
210	2.14	280	0.92	350	1.19
220	1.76	290	0.93	360	1.24
230	1.50	300	0.91	370	1.29
240	1.22	310	0.91	380	1.37
250	0.92	320	0.95	390	1.67
260	0.91	330	0.97	400	1.79

C.3.4 波长误差

式 (C.3) 描述了氙灯不确定度与波长不确定度的关系:

$$u_{4\text{rel}} = \frac{1}{E} \left| \frac{dE}{d\lambda} \right| u_{\lambda} \quad (\text{C.3})$$

式中:

$\frac{dE}{d\lambda}$ ——氙灯光谱分布对波长的导数;

u_{λ} ——波长的测量不确定度。

光谱辐射计的波长误差为 0.025 nm, 带来的光谱辐射照度测量不确定度 $u_{4\text{rel}}$ 见表 C.4。

表 C.4 波长误差带来的测量不确定度

波长/nm	波长误差/%	波长/nm	波长误差/%	波长/nm	波长误差/%
200	0.25	270	0.14	340	0.08
210	0.19	280	0.12	350	0.08
220	0.18	290	0.12	360	0.06
230	0.18	300	0.11	370	0.06
240	0.17	310	0.11	380	0.03
250	0.16	320	0.10	390	0.03
260	0.15	330	0.09	400	0.03

C.3.5 距离测量

采用千分尺测量被校氙灯与校准装置之间的距离，测量误差为 0.5 mm，对于 500 mm 的测量距离，带来的光谱辐射照度测量不确定度 $u_{5\text{rel}}$ 为 0.25%。

C.3.6 测量系统的非线性

采用双光阑法测量系统的非线性，带来的测量不确定度 $u_{6\text{rel}}$ 不超过 0.5%。

C.3.7 杂散辐射

采用截止滤光片法测量系统的杂散辐射，带来的测量不确定度 $u_{7\text{rel}}$ 见表 C.5。

表 C.5 杂散辐射带来的不确定度

波长/nm	杂散辐射/%	波长/nm	杂散辐射/%	波长/nm	杂散辐射/%
200	0.50	270	0.10	340	0.10
210	0.25	280	0.10	350	0.10
220	0.20	290	0.10	360	0.10
230	0.15	300	0.10	370	0.10
240	0.12	310	0.10	380	0.10
250	0.10	320	0.10	390	0.10
260	0.10	330	0.10	400	0.10

C.3.8 氙灯的光谱辐射照度稳定性

氙灯光谱辐射照度的测量时间约为 30 min，经实测计算，测量期间氙灯的光谱辐射照度变化带来的测量不确定度 $u_{8\text{rel}}$ 小于 0.50%。

C.4 相对合成标准不确定度

以上各不确定度分量不相关，各不确定度分量、相对合成标准不确定度 u_c ，以及扩展不确定度的计算结果见表 C.6。

表 C.6 测量不确定度评定

波长/nm	不确定度的 A 类评定/%	不确定度的 B 类评定/%							合成标准不确定度/%	扩展不确定度/%
	测量重复性 $u_{1\text{rel}}/\%$	安装与装调 $u_{2\text{rel}}/\%$	标准灯 $u_{3\text{rel}}/\%$	波长 $u_{4\text{rel}}/\%$	距离 $u_{5\text{rel}}/\%$	测量系统的非线性 $u_{6\text{rel}}/\%$	杂散辐射 $u_{7\text{rel}}/\%$	氘灯的光谱辐射照度稳定性 $u_{8\text{rel}}/\%$	$u_c/\%$	$U/\%$ ($k=2$)
200	1.50	1.60	2.64	0.25	0.25	0.50	0.50	0.50	3.6	7.1
210	1.30	1.50	2.14	0.19	0.25	0.50	0.25	0.50	3.0	6.1
220	1.00	1.10	1.76	0.18	0.25	0.50	0.20	0.50	2.4	4.9
230	0.80	0.90	1.50	0.18	0.25	0.50	0.15	0.50	2.1	4.2
240	0.60	0.70	1.22	0.17	0.25	0.50	0.12	0.50	1.7	3.4
250	0.40	0.43	0.92	0.16	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.7
260	0.40	0.43	0.91	0.15	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.7
270	0.40	0.43	0.90	0.14	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.6
280	0.40	0.43	0.92	0.12	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.7
290	0.40	0.43	0.93	0.12	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.7
300	0.40	0.35	0.91	0.11	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.6
310	0.30	0.35	0.91	0.11	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.6
320	0.30	0.35	0.95	0.10	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.6
330	0.30	0.35	0.97	0.09	0.25	0.50	0.10	0.50	1.3	2.6
340	0.40	0.55	1.13	0.08	0.25	0.50	0.10	0.50	1.5	3.0
350	0.50	0.60	1.19	0.08	0.25	0.50	0.10	0.50	1.6	3.2
360	0.50	0.60	1.24	0.06	0.25	0.50	0.10	0.50	1.7	3.3
370	0.50	0.60	1.29	0.06	0.25	0.50	0.10	0.50	1.7	3.4
380	0.60	0.60	1.37	0.03	0.25	0.50	0.10	0.50	1.8	3.6
390	0.80	0.90	1.67	0.03	0.25	0.50	0.10	0.50	2.2	4.4
400	0.90	0.95	1.79	0.03	0.25	0.50	0.10	0.50	2.3	4.7