



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 941—2009

---

## 荧光亮度测定仪

Fluorescent Luminance Meter

2009-10-09 发布

2010-04-09 实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 荧光亮度测定仪检定规程

Verification Regulation of  
Fluorescent Luminance Meter

JJG 941—2009  
代替 JJG 941—1998

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2009 年 10 月 9 日批准，并自 2010 年 4 月 9 日起施行。

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

参加起草单位：浙江省计量科学研究院

北京市计量检测科学研究院

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

刘金元（中国计量科学研究院）

**参加起草人：**

马 瑶（浙江省计量科学研究院）

张卿贤（北京市计量检测科学研究院）

# 目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 A类仪器计量性能要求	(1)
5.2 B类仪器计量性能要求	(3)
6 通用技术要求	(3)
6.1 外观	(3)
6.2 标识	(3)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(3)
7.3 检定方法	(3)
7.4 检定结果的处理	(5)
7.5 检定周期	(5)
附录 A 检定证书和检定结果通知书内页格式	(6)
附录 B 荧光亮度测定仪测量不确定度评定实例	(7)

## 荧光亮度测定仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于指针式和数字式荧光亮度测定仪（以下简称仪器）的首次检定、后续检定和使用中的检验。

### 2 引用文献

GB/T 18851.2—2008《无损检测 渗透检测 第2部分：渗透材料的检验》

GB/T 5097—2005《无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件》

JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》

JJF 1032—2005《光学辐射计量名词术语及定义》

JJG 245—2005《光照度计检定规程》

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

### 3 术语和计量单位

线性度 linearity

线性是在指定范围内其输出与输入成正比，线性度用来衡量仪器的线性程度，单位是1。

### 4 概述

荧光亮度测定仪是测量荧光渗透液受紫外辐射激发后其亮度特性的仪器，一般由光电探测器及与亮度或一定距离上的照度成线性比例的光电信号输出处理系统等组成。常用的荧光亮度测定仪分为两类，A类仪器带有标准荧光板（由特定的荧光粉加粘结剂制作而成，在特定紫外辐射照射下所激发出的荧光波长和强度应是稳定的）；B类仪器自身带有紫外辐射源〔紫外辐射源的波长范围：(365±20)nm〕。

探测器、显示仪表组成光度计。荧光亮度测定仪测量原理示意图如图1所示。光度计探测器应具有 $V(\lambda)$ 修正滤光片， $V(\lambda)$ 匹配误差 $f_1 \leq 10\%$ 。 $f_1$ 由公式(1)计算：

$$f_1 = \frac{\sum_{380}^{780} |r_{\text{相}}(\lambda) - V(\lambda)| \Delta\lambda}{\sum_{380}^{780} V(\lambda) \Delta\lambda} \times 100\% \quad (1)$$

式中： $r_{\text{相}}(\lambda)$ ——探测器相对光谱响应度；

$V(\lambda)$ ——CIE标准视觉函数；

$\Delta\lambda$ ——波长间隔，取 $\Delta\lambda = 5 \text{ nm}$ 。

### 5 计量性能要求

#### 5.1 A类仪器计量性能要求

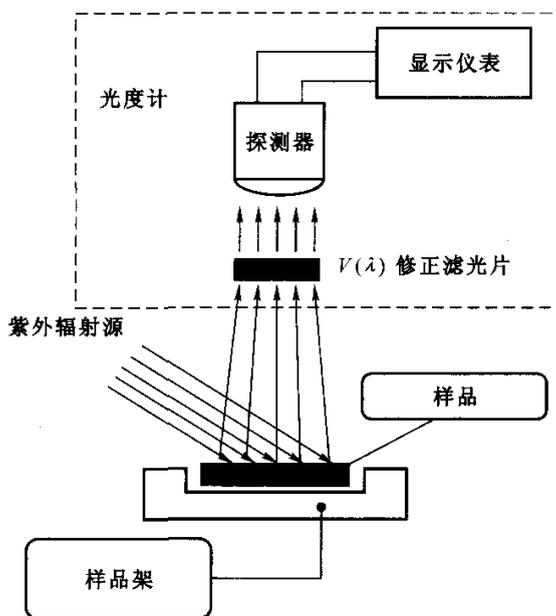


图1 荧光亮度检定仪测量原理示意图

## 5.1.1 光度计性能要求

光照度测量范围：(0~500)lx；在测量范围内光照度测量示值误差绝对值 $\leq 6\%$ 。

## 5.1.2 光度计线性度要求

仪器的线性度应在 1.0% 以内，线性度  $l$  由公式 (2) 计算：

$$l = \left| \frac{S_{150}}{S_{350}} \times \frac{B_{350}}{B_{150}} - 1 \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中： $B_{150}$ ， $B_{350}$ ——标准仪器指示值 150，350；

$S_{150}$ ， $S_{350}$ ——标准仪器指示值为 150 和 350 时待检仪器的示值。

## 5.1.3 工作荧光板的性能要求

在荧光板的检定中，稳定性  $d$  用公式 (3) 进行计算：

$$d = \left| \frac{B_{250} - S_{250}}{B_{250}} \right| \times 100\% \quad (3)$$

式中： $B_{250}$ ——标准仪器指示值， $B_{250} = 250$  lx；

$S_{250}$ ——被检仪器相应的示值。

若  $d > 6\%$ ，被检仪器的荧光板不合格，需要更换新的荧光板。

若  $d \leq 6\%$ ，被检仪器的荧光板合格，取修正系数  $k$ 。

$$k = \frac{B_{250}}{S_{250}} \quad (4)$$

被检仪器的荧光板检定值  $S'$  等于被检仪器的荧光板示值  $S$  与修正系数  $k$  之积，

即

$$S' = Sk$$

## 5.2 B类仪器计量性能要求

### 5.2.1 光度计性能要求

光照度测量范围： $(0\sim 500)\text{lx}$ ；在测量范围内光照度测量示值误差绝对值 $\leq 6\%$ 。

### 5.2.2 光度计线性度要求

仪器的线性度应在 $1.0\%$ 以内，线性度由公式(2)计算。

### 5.2.3 紫外辐射源的性能要求

紫外辐射源的波长应为 $(365\pm 20)\text{nm}$ ；距离辐射源中心 $50\text{mm}$ 处的紫外辐照度不小于 $200\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

## 6 通用技术要求

### 6.1 外观

仪器的各部件应能正常工作。A类仪器，荧光板应保持干燥，塑料膜面清洁，不应有发霉、破损现象。

### 6.2 标识

仪器应有如下标识：名称、型号、产品编号、生产厂及说明性标记。

## 7 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定以及使用中的检验。

### 7.1 检定条件

#### 7.1.1 检定设备

光照度计：光照度计一台，应符合一级光照度计的要求。

紫外辐照度计：UVA紫外辐照度计一台，峰值响应波长为 $365\text{nm}$ 。

标准荧光亮度检定仪一台，光照度测量范围： $(0\sim 500)\text{lx}$ ；在测量范围内光照度测量示值误差绝对值 $\leq 4\%$ 。

检定设备应经过计量检定部门检定或校准，并满足使用要求。

#### 7.1.2 辅助设备

紫外辐射源： $125\text{W}$ 高压黑光灯一只，辐射峰值波长为 $\lambda=(365\pm 20)\text{nm}$ ，预热 $15\text{min}$ 后， $10\text{min}$ 内辐照度稳定性高于 $5\%$ 。

白炽辐射源： $100\text{W}$ 白炽灯泡（或溴钨灯）一只，预热后 $10\text{min}$ 内稳定性高于 $2\%$ 。

$220\text{V}$ 交流稳压电源一台，稳压精度为 $\pm 1\%$ 。

#### 7.1.3 检定环境

检定环境为温度 $(23\pm 5)\text{℃}$ 、相对湿度小于 $85\%$ 的暗室。

### 7.2 检定项目

检定项目如表1所示。

### 7.3 检定方法

#### 7.3.1 外观检查

用目视法检查仪器，应符合6.1和6.2的规定。

表 1 检定项目表

检定项目		首次检定	后续检定	使用中检验
A 类仪器	外观检查	+	+	+
	光度计	+	+	+
	光度计线性度	+	-	-
	荧光板	+	+	+
B 类仪器	外观检查	+	+	+
	光度计	+	+	+
	光度计线性度	+	-	-
	紫外辐射源辐照度	+	+	+

注：“+”表示应检项目，“-”表示不检项目。

### 7.3.2 光度计的调整

将白炽辐射源移入工作场，接通电源。将标准仪器接通电源，预热 5 min。

将白色照相纸放在标准仪器的托盘里，放入标准仪器内。将标准仪器放在工作台上白炽辐射源下方辐射场相对均匀的位置，打开标准仪器盖，移动标准仪器的位置，使仪表指示为 250 lx，标注好标准仪器的位置，将标准仪器从工作台上取下。

再将白色照相纸放在被检仪器的托盘里，被检仪器放在与标准仪器相同的位置上，打开仪器盖，观察仪器的示值，若被检仪器显示偏离 250 lx，调整被检仪器显示至 250 lx。

### 7.3.3 光度计线性度

方法同 7.3.2，使标准仪器指示 150, 350 lx，即  $B_{150}=150$  lx,  $B_{350}=350$  lx。再测量被检仪器，观察仪器的示值并分别记录数据  $S_{150}$ ,  $S_{350}$ 。

根据公式 (2) 可计算得光度计线性度，应符合 5.1.2 的要求。

### 7.3.4 A 类仪器荧光板的检定

将紫外辐射源移入工作场，接通电源，预热 15 min。

将标准荧光板放在标准仪器的托盘里，将标准仪器放在工作台上紫外辐射源下方辐射场相对均匀的位置上，调节标准仪器的位置，使仪表指示为 250 lx，即  $B_{250}=250$  lx，标注好标准仪器的位置。

再将被检仪器放上荧光板放在与标准仪器相同的位置上，观察仪器示值并记录，即  $S_{250}$ 。

根据公式 (3) 计算得  $d$  值，根据 5.1.3 进行判断，若  $d \leq 6\%$ ，则根据公式 (4) 计算修正系数  $k$ 。

### 7.3.5 B 类仪器紫外辐射源辐照度的检定

将带有紫外辐射源的仪器移入工作场，接通电源，预热 15 min。

用 UVA 紫外辐照度计，在距离辐射源中心距离 50 mm 处测量辐射照度。测得紫

外辐照度应符合 5.2.3 要求。

#### 7.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的仪器发给检定证书；不符合本规程要求的发给检定结果通知书，并注明不合格项。检定证书的内页推荐格式见附录 A。

#### 7.5 检定周期

检定周期为 1 年，如使用次数较多，环境潮湿，又不具备干燥储存条件，可缩短检定周期。

送检时应携带前次的检定证书。

## 附录 A

## 检定证书和检定结果通知书内页格式

## A.1 检定证书内页格式:

## 1. 光度计

标准值/lx	150	350
显示值/lx		
相对示值误差/%		

## 2. 荧光板 (A类仪器)

标准值/lx	250
显示值/lx	
修正系数 $k$	

## 3. 紫外辐射源 (B类仪器)

UVA 波段紫外辐照度:  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

## A.2 检定结果通知书内页格式

## 1. 光度计

标准值/lx	150	350
显示值/lx		
相对示值误差/%		

## 2. 荧光板 (A类仪器)

标准值/lx	250
显示值/lx	
修正系数 $k$	

## 3. 紫外辐射源 (B类仪器)

UVA 波段紫外辐照度:  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

不合格项:

## 附录 B

## 荧光亮度检定仪测量不确定度评定实例

## B.1 光度计检定不确定度分析

荧光亮度检定仪的光照度计用标准荧光亮度检定仪通过比较法在装置上直接标定。

## B.1.1 不确定度 A 类评定

多次测量的重复性,按照 7.3.2 的步骤重复测量 3 次,测量数据见表 B.1。

表 B.1 测量数据

标准荧光亮度检定仪测量值/lx	250		
被检荧光亮度检定仪测量值/lx	250	250	251
平均值/lx	250.3		

计算实验标准差,因为测量次数较少,因此采用极差法进行计算。经过计算,实验标准差为:

$$u_1 = 0.25\%$$

## B.1.2 不确定度 B 类评定

B.1.2.1 标准荧光亮度检定仪的测量不确定度  $u_2$ 

标准荧光亮度检定仪的光照度表是直接用光强度标准灯在光轨上标定的,标准荧光亮度检定仪的标准不确定度  $u_2 = 2.0\%$ 。

- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| 1) 一级光照度标准   | $u_{21} = 0.47\%$ |
| 2) 光强灯不稳定性影响 | $u_{22} = 0.2\%$  |
| 3) 测量距离影响    | $u_{23} = 0.04\%$ |
| 4) 仪表变差      | $u_{24} = 1.5\%$  |
| 5) 仪表线性      | $u_{25} = 1.2\%$  |
| 6) A 类不确定度   | $u_{26} = 0.5\%$  |

B.1.2.2 光强度灯的稳定性  $u_3$ 

由电源波动引起的光强度灯的稳定性,会对荧光亮度检定仪的检定结果产生影响。光强度灯的稳定性由电源的稳定性决定,实验采用稳压精度为 1% 的稳压电源,因此光强度灯的稳定性产生的标准不确定度  $u_3 = 1.0\%$ 。

## B.1.3 合成不确定度

各个分量相互独立,则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.25^2 + 2.0^2 + 1.0^2} \% = 2.27\% \approx 2.3\%$$

## B.1.4 扩展不确定度

$$U = 4.6\% \quad (k=2)$$

## B.2 荧光板检定不确定度分析

荧光亮度检定仪的荧光板的检定,是用标准荧光亮度检定仪和标准荧光板通过比较

法在装置上直接标定的。当激发紫外辐射源在荧光亮度测定仪工作面处建立的辐射照度为  $1\ 000\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$  时，激发的荧光照度为  $250\ \text{lx}$ ，这是符合国际上对这类检测仪器的要求的。

### B.2.1 不确定度 A 类评定

多次测量的重复性，按照 7.3.4 的步骤重复测量 3 次，测量数据见表 B.2。

表 B.2 测量数据

标准荧光亮度测定仪标准荧光板测量值/lx	250		
被检荧光亮度测定仪测量值/lx	252	253	253
平均值/lx	252.7		

计算实验标准差，因为测量次数较少，因此采用极差法进行计算。经过计算，实验标准差为：

$$u_1 = 0.25\%$$

### B.2.2 不确定度 B 类评定

#### B.2.2.1 标准荧光亮度测定仪的测量不确定度 $u_2$

标准荧光亮度测定仪的光照度表是直接用工强度标准灯在光轨上标定的，标准荧光亮度测定仪的标准不确定度  $u_2 = 2.0\%$ 。

#### B.2.2.2 紫外辐射源的稳定性 $u_3$

紫外辐射源的稳定性，会对荧光板的检定结果产生影响。紫外辐射源的稳定性由电源的稳定性决定，实验采用稳压精度为  $1\%$  的稳压电源，因此紫外辐射源的稳定性产生的标准不确定度  $u_3 = 1.0\%$ 。

### B.2.3 合成不确定度

各个分量相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.25^2 + 2.0^2 + 1.0^2}\% \approx 2.24\% \approx 2.3\%$$

### B.2.4 扩展不确定度

$$U = 4.6\% \quad (k=2)$$

## B.3 线性度检定不确定度评定

荧光亮度测定仪的线性度由公式 (2) 来计算得到。

### B.3.1 不确定度 A 类评定

多次测量的重复性，按照 7.3.3 的步骤重复测量 3 次，测量数据见表 B.3。

表 B.3 测量数据

标准荧光亮度测定仪测量值/lx	150			350		
被检荧光亮度测定仪测量值/lx	150	151	152	353	352	353

计算实验标准差，因为测量次数较少，因此采用极差法进行计算。经过计算，实验标准差为：

$$u_1 = 0.46\%$$

### B.3.2 不确定度 B类评定

根据线性度定义公式 (2)，线性度的不确定度与荧光亮度检定仪的光照度测量值  $S_{150}$ ， $S_{350}$ ， $B_{150}$ ， $B_{350}$  不确定度有关。根据公式 (2)，计算不确定度的灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial l}{\partial S_{150}}, c_2 = \frac{\partial l}{\partial S_{350}}, c_3 = \frac{\partial l}{\partial B_{150}}, c_4 = \frac{\partial l}{\partial B_{350}}$$

荧光亮度检定仪光照度测量不确定度为 6.0%，标准荧光亮度检定仪光照度测量不确定度为 2.0%，四个分量可看作是线性无关的量，则其合成相对标准不确定度为：

$$\begin{aligned} u_2 &= \sqrt{c_1^2 \times 6^2 + c_2^2 \times 6^2 + c_3^2 \times 2^2 + c_4^2 \times 2^2} \% \\ &\approx \sqrt{0.007^2 \times 6^2 + 0.003^2 \times 6^2 + 0.003^2 \times 2^2 + 0.007^2 \times 2^2} \% \\ &\approx 0.050\% \end{aligned}$$

### B.3.3 合成不确定度

各个分量相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.46^2 + 0.050^2} \% \approx 0.47\%$$

### B.3.4 扩展不确定度

$$U = 0.94\% \quad (k=2)$$

## B.4 紫外辐射源辐照度检定不确定度评定

紫外辐射源的辐照度由标准紫外辐照度计在距离紫外辐射源固定距离直接测量。

### B.4.1 不确定度 A类评定

多次测量的重复性，按照 7.3.5 的步骤重复测量 3 次，测量数据见表 B.4。

表 B.4 测量数据

辐射照度/ $(\mu\text{W}/\text{cm}^2)$	265	268	262
平均值/ $(\mu\text{W}/\text{cm}^2)$	265		

计算实验标准差，因为测量次数较少，因此采用极差法进行计算。经过计算，实验标准差为：

$$u_1 = 1.4\%$$

### B.4.2 不确定度 B类评定

#### B.4.2.1 标准紫外辐照度计的测量不确定度 $u_2$

紫外辐射源的辐照度由标准紫外辐照度计在距离紫外辐射源固定距离直接测量，因此标准紫外辐照度计的测量不确定度会对紫外辐射源的检定结果产生影响。标准紫外辐照度计的标准不确定度  $u_2 = 10\%$ 。

#### B.4.2.2 紫外辐射源的稳定性 $u_3$

紫外辐射源的稳定性，会对辐射源辐射照度的检定结果产生影响。紫外辐射源的稳定性由电源的稳定性决定，实验采用稳压精度为 1% 的稳压电源，因此紫外辐射源的稳定性产生的标准不确定度  $u_3 = 1.0\%$ 。

## B.4.3 合成不确定度

各个分量相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{1.4^2 + 10^2 + 1^2} \% \approx 10.2 \% \approx 11 \%$$

## B.4.4 扩展不确定度

$$U = 22 \% \quad (k=2)$$

中华人民共和国  
国家计量检定规程  
荧光亮度检定仪  
JJG 941—2009  
国家质量监督检验检疫总局发布

\*

中国计量出版社出版  
北京和平里西街甲2号  
邮政编码 100013  
电话(010)64275360  
<http://www.zgjl.com.cn>  
北京市迪鑫印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行  
版权所有 不得翻印

\*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1 字数14千字  
2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷  
印数1—1 000  
统一书号 155026—2461 定价：24.00元