

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 941-xxxx

荧光亮度测定仪

Fluorescent Luminance Meter

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局 发布

# 荧光亮度测定仪

Verification Regulation of

Fluorescent Luminance Meter

JJG 941—xxxx

代替 JJG 941-2009

本规程经国家市场监督管理总局××××年××月××日批准，  
并自××××年××月××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

起草单位：陕西省计量科学研究院

甘肃省计量研究院

厦门太古飞机工程有限公司

本规程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：

刘金元（中国计量科学研究院）

参加起草人：

李 奕（陕西省计量科学研究院）

赵红东（甘肃省计量研究院）

尤培勇（厦门太古飞机工程有限公司）

# 目 录

1	范围 .....	(1)
2	引用文献 .....	(1)
3	术语和计量单位 .....	(1)
4	概述 .....	(2)
5	计量性能要求 .....	(2)
5.1	线性度 .....	(2)
5.2	紫外辐射源的性能要求 .....	(2)
5.3	探测器的相对光谱响应度 .....	(2)
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 .....	(4)
7.4	检定结果的处理 .....	(5)
7.5	检定周期 .....	(5)
附录A	标准样片a和b的制备 .....	(6)
附录B	检定证书和检定结果通知书内页格式 .....	(7)
附录C	荧光亮度测定仪测量不确定度评定实例 .....	(8)

## 引言

JJF 1001-2011 《通用计量术语》、JJF 1032-2005 《光学辐射计量名词术语及定义》、JJF 1059-2017 《测量不确定度评定与表示》、JJF 1002-2010 《国家计量检定规程编写规则》共同构成支撑本规程编订的基础性系列规范。本规程为 JJG 941-2009 的修订版本。与 JJG 941-2009 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

——增加了引言内容；

——删除了光度计检定的内容；

——删除了标准荧光板的检定相关的内容；

——根据 GB/T 18851.2-2008 和 ISO 3452-2:2006，增加了标准样片制备的内容。

——修改了荧光亮度测定仪线性度检定的内容；

JJG941-2009 的历次版本发布情况为：

——JJG941-1998。

# 荧光亮度测定仪检定规程

## 1 范围

本规程适用于新制造、使用中、修理后的指针式和数字式荧光亮度测定仪的首次检定、后续检定和使用中的检验。

## 2 引用文件

JJG245 光照度计检定规程

JJG879 紫外辐射照度计检定规程

GB/T 18851.2-2008 / ISO 3452-2:2006 无损检测 渗透检验 第 2 部分: 渗透材料的检验 (Non-destructive testing - Penetrant testing – Part 2: Testing of penetrant materials)

ASTM E1135-19 比较荧光渗透液亮度的标准测试方法 (Standard Test Method for Comparing the Brightness of Fluorescent Penetrants)

使用本规程时, 其最新版本 (包括所有的修改单) 适用于本规程。

## 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参数信号输出处理系统等组成。常用的荧光亮度测定仪带有紫外辐射源, 紫外辐射源的波长范围: (360±20) nm。

探测器、显示仪表组成光度计, 光度计是荧光亮度测定仪的主要组成部分, 完成荧光亮度的检测。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  $f_1$  由《JJG245 光照度计检定规程》中的附录 A.1 计算。

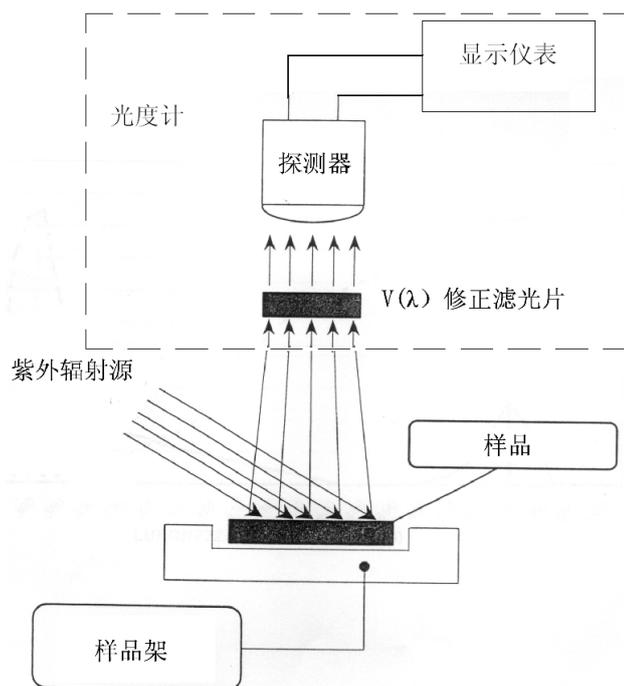


图 1 荧光亮度检定仪测量原理示意图

## 5 计量性能要求

### 5.1 线性度要求

荧光亮度检定仪的线性度应在 $\pm 3\%$ 以内，线性度由公式（2）计算。

$$l = \left[ \left( \frac{S_a}{S_b} \times \frac{B_b}{B_a} \right) - 1 \right] \times 100\% = \left( \frac{B_b}{S_b} - 1 \right) \times 100\% \quad (2)$$

式中  $B_a, B_b$ ——标准荧光亮度检定仪对标准样片 a 和 b 的读数；

$S_a, S_b$ ——待测荧光亮度检定仪对标准样片 a 和 b 的读数。

根据 7.3.2,  $B_a$  和  $S_a$  的读数为 80。标准样片的制备见附录 A。

### 5.2 紫外辐射源的性能要求

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

### 5.3 探测器的相对光谱响应度

探测器应具有  $V(\lambda)$  视觉修正器， $V(\lambda)$  匹配误差  $f_1 \leq 10\%$ 。

## 6 通用技术要求

### 6.1 外观

荧光亮度检定仪的光、机、电等机构应能正常工作。仪器应该能调节零点和

灵敏度。

## 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

紫外辐照度计：UV-A 紫外辐照度计一台，应符合《JJG879 紫外辐射照度计检定规程》中一级紫外辐射照度计的要求。

标准荧光亮度测定仪一台。

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 检定环境

检定环境为温度  $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 、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。

表 1：检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	+
线性度	+	+	+
紫外辐射源辐照度	+	+	+
探测器相对响应度	+	-	-

以上检定项目适用于仪器的首次检定、后续检定和使用中检验。

### 7.3 检定方法

#### 7.3.1 外观检查

用目视法检查荧光亮度测定仪及其光电探测器，应符合 6.1、6.2 条规定。

#### 7.3.2 线性度

根据附录 A 来制备标准荧光亮度样片。用以下方法进行线性度的检定。

(1) 将标准试样 a 放入荧光亮度测定仪，调节校准旋钮 (CAL)，使得读数为 80。

(2) 移除待测的荧光渗透液试样滤纸，放入空白干净的同样型号的滤纸在

样品夹内并将样品夹重新插入仪器。调节调零旋钮(ZERO),使得仪器读数为 000;

(3) 重复 (1) 和 (2) 的步骤直到放入标准试样的读数稳定,放入空白试样的读数为零。

(4) 重复 (1) ~ (3) 的步骤测量 b 标准试样,根据公式 (2) 来计算线性度,应符合 5.1 的要求。

### 7.3.3 紫外辐射源辐照度的检定

将荧光亮度测定仪移入工作场,接通电源,预热 15 分钟。

用 UV-A 标准紫外辐照度计,在距离辐射源中心距离 50mm 处测量辐射照度。测得紫外辐照度应符合 5.3 条要求。

### 7.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的荧光亮度测定仪发给检定证书;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。

### 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

## 标准样片 a 和 b 的制备

标准样片用来检测荧光亮度计的线性度。标准样片的制备参照 GB/T 18851.2-2008 中的附录 A 和 ASTM E 1135 第 7 章节的方法来进行。

- a) 为标准荧光渗透液准备 6 张型号为 Whatman No. 4 或等价型号的滤纸；  
将试样滤纸裁切到适合样品夹的大小；
  - b) 标准荧光渗透液需要进行适当的稀释，采用无荧光高挥发性的溶剂进行稀释，比如丙酮、二氯甲烷、乙醇等；
  - c) 试样 a 的制备：按照样品和稀释剂 1: 24 的比例进行稀释。稀释经过搅拌后，标准液倒在稳固的宽口的容器内；将试样滤纸分别浸入标准液内 5 秒钟后取出；将试样滤纸垂直夹在固定位置进行风干 15 分钟，避免强光照射、热和空气对流，试样滤纸应尽可能的被少接触。
  - d) 试样 b 的制备：按照样品和稀释剂 1: 30 的比例进行稀释。稀释经过搅拌后，标准液倒在稳固的宽口的容器内；将试样滤纸分别浸入标准液内 5 秒钟后取出；将试样滤纸垂直夹在固定位置进行风干 15 分钟，避免强光照射、热和空气对流，试样滤纸应尽可能的被少接触。
- 对应不同亮度等级的标准渗透液，应该分别制备不同亮度等级的标准样片。

附录 B

检定证书和检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式:

1、光度计:
线性度:     %
2、紫外辐射源:
UVA 波段紫外辐照度: $\mu$ W/cm <sup>2</sup>

B.2 检定结果通知书内页格式

要求同上，并注明不合格项目。

## 附录 C

## 荧光亮度检定仪测量不确定度评定实例

## C1. 线性度检定不确定度评定

荧光亮度检定仪的线性度由公式 (2) 来计算得到。

## C1.1 不确定度 A 类评定

按照 7.3.2 的步骤重复测量 3 次, 测量结果如表 2。

	$B_b$	$S_b$	$\left(\frac{B_b}{S_b} - 1\right) \times 100\%$
1	75	76	-1.3%
2	74	76	-2.6%
3	75	77	-2.6%

按照极差法进行, 线性度的 A 类标准不确定度为:

$$u_A = \frac{R}{C\sqrt{n}} = \frac{1.3\%}{1.69 \cdot \sqrt{3}} = 0.44\% \approx 0.5\%$$

## C1.2 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度计测量值  $S_b$ 、 $B_b$  不确定度有关。根据公式 (2), 计算绝对测量不确定度分量为:

$$u(S_b) = \frac{\partial l}{\partial S_b} \cdot \Delta S_b = -\frac{B_b \cdot \Delta S_b}{S_b^2} \times 100\% \approx -0.4\%$$

$$u(B_b) = \frac{\partial l}{\partial B_b} \cdot \Delta B_b = \frac{\Delta B_b}{S_b} \times 100\% \approx 0.4\%$$

二个分量可看作是线性无关的量, 则其合成标准不确定度为:

$$u_B = \sqrt{u(S_b)^2 + u(B_b)^2} \approx 0.6\%$$

## C1.3 合成不确定度

各个分量相互独立, 有:

$$\text{合成标准不确定度为: } u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.5^2 + 0.6^2} \times 100\% \approx 0.8\%$$

## C1.4 扩展不确定度

$$U = k u_c = 1.6\% \quad (k = 2)$$

## C2. 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。

## C2.1 不确定度 A 类评定

按照 7.3.3 的步骤重复测量 3 次，测量结果如表 3。

	1	2	3
辐照度 ( $\mu\text{ W/cm}^2$ )	415	412	416

按照极差法进行，辐照度的 A 类标准不确定度为：

$$u_A = \frac{R}{C\sqrt{n}} = \frac{4}{1.69 \cdot \sqrt{3}} \approx 1.4 (\mu\text{ W/cm}^2)$$

相对标准不确定度为：

$$u_1 = \frac{u_A}{\bar{u}} = 0.4\%$$

## C2.2 不确定度 B 类评定

### C2.2.1 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  $u_2 = 7.2\%$ 。

### C2.2.2 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产生的标准不确定度  $u_3 = 2.0\%$ 。

## C2.3 合成不确定度

各个分量相互独立，有：

$$\text{合成标准不确定度为： } u_c = \sqrt{(u_1)^2 + (u_2)^2 + (u_3)^2}$$

$$\sqrt{0.4^2 + 7.2^2 + 2^2} \approx 7.5\%$$

## C2.4 扩展不确定度

$$U_{\text{rel}} = k \cdot u_c = 15\% \quad (k = 2)$$