

JJF

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-××××

## 照明光源频闪测量仪校准规范

Calibration Specification for Light Flicker Meter

征求意见稿  
(2021.9.24 第1次修改)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

国家市场监督管理总局发布

# 照明光源频闪测量仪 校准规范

Calibration Specification

for Light Flicker Meter

JJF XXXX-XXXX

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

江苏省计量科学研究院

参加起草单位：中国测试技术研究院

深圳市计量质量检测研究院

杭州市质量技术监督检测院

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：**

赵伟强（中国计量科学研究院）

张帆（江苏省计量科学研究院）

**参加起草人：**

闫劲云（中国计量科学研究院）

刘慧（中国计量科学研究院）

曾丽梅（中国测试技术研究院）

李向召（深圳市计量质量检测研究院）

汪哲弘（杭州市质量技术监督检测院）

# 目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 术语.....	1
3 概述.....	2
4 计量特性.....	2
5 校准条件.....	2
6 校准项目和校准方法.....	3
7 校准结果表达.....	4
8 复校时间间隔.....	5
附录 A.....	6
附录 B.....	7
附录 C.....	8

# 引 言

JJF 1001-2011《通用计量名词术语》、JJF 1032-2005《光学辐射计量名词及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》共同构成本校准规范制订工作的基础性技术文件。本校准规范为首次发布。

## 光源频闪测量仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于照明的光源频闪测量仪值校准，测量的参数包含闪烁频率、闪烁指数和闪烁深度。

### 2 术语

#### 2.1 闪烁频率 frequency

闪烁频率是指光源的光周期性输出的频率。

#### 2.2 闪烁指数 flicker index

闪烁指数表示为光输出的一个周期内，光输出平均值以上的面积除以光输出光波形的总面积，即

$$FI = \frac{A_1}{A_1 + A_2}$$

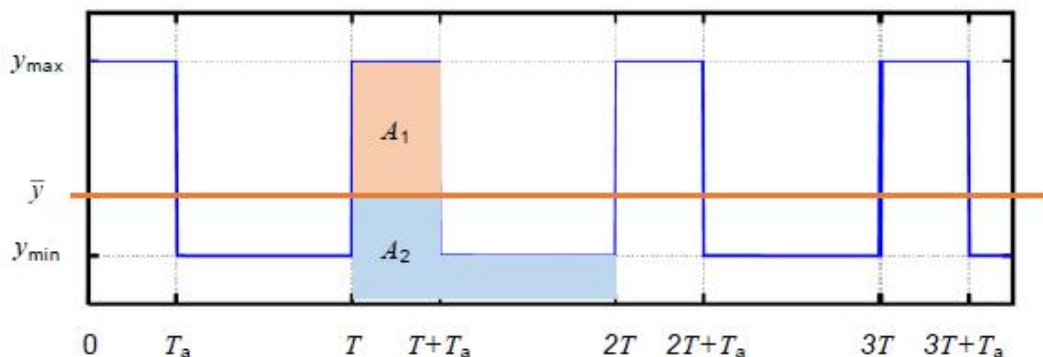


图 1. 频闪指数的定义

#### 2.3 闪烁百分比 (percent flicker)

闪烁百分比指在光输出波形的一个周期内，最大光输出值与最小光输出值之差与最大光输出值与最小光输出值之和的百分比，即

$$PF = \frac{I_{MAX} - I_{MIN}}{I_{MAX} + I_{MIN}} \times 100\%$$

闪烁百分比又称调制深度 (modulation depth)

### 3 概述

频闪测量仪是用于测量光源频闪特性的设备，用于测量光源的闪烁频率、闪烁指数和闪烁百分比。频闪测量仪一般由光度探头、高速 I/V 转换器、电压采样模块、数据处理模块和显示模块组成。光度探头将光照度信号的强弱信号转换成光电流信号，经 I/V 转换器转换成电压信号，由电压采集模块得到数字化的电压信号，经数据处理后最终在显示设备上显示频闪特性的读数。

通常，频闪测量仪对光源的闪烁频率测量范围是（0~2000）Hz，频闪测量仪的采样速率至少在 10 kS/s，更高精度的频闪测量仪的采样速率应不低于 100 kS/s。

### 4 计量特性

4.1 闪烁频率：（1~2000）Hz，MPE 0.2%

4.2 闪烁指数：0~1，MPE 0.010

4.3 闪烁百分比：0%~100%，MPE 5%

注：以上指标不作合格性评定，仅供参考。

### 5 校准条件

#### 5.1 环境条件

实验室的温度应处于在（23±3）℃范围内，相对湿度：≤70%。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、震动和电磁场的干扰。

#### 5.2 测量标准及其他设备

##### 5.2.1 标准频闪测量仪

标准频闪测量仪响应时间低于  $1 \times 10^{-5}$  s，采样速率不低于 100 kS/s。闪烁频率测量不确定度优于  $U_{rel} = 0.1\%$ （ $k=2$ ），闪烁指数测量不确定度优于  $U = 0.01$ （ $k=2$ ），闪烁百分比  $U = 2.0\%$ （ $k=2$ ）。

##### 5.2.2 可编程闪烁光源

可编程闪烁光源由可编程信号发生器和 LED 光源组成。LED 光源的额定功率应大于 1W。根据需要设定光源输出稳定光（即不存在闪烁，闪烁频率为 0 Hz），或者频闪光，光波形为正弦波、方波或者三角波。闪烁频率可设定在 0 Hz 至 2000 Hz 之间。光强动态调节范围 0%~100%。

##### 5.2.3 积分球

积分球直径在 10 cm 以上，不应有裂痕和凹凸不平等缺陷，密闭性良好。球的内壁和球内挡屏等应均匀涂上一层白色漫反射涂料，涂层反射率 80%以上。积分球开有三个窗口。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

频闪测量仪的校准项目为闪烁频率、闪烁指数和闪烁百分比。

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 实验前准备

可编程闪烁光源、积分球、标准频闪测量仪和待测频闪测量仪按照图 2 的配置安装，开机，预热。积分球光入射窗口 A，窗口紧贴放置 LED 频闪光源，且 LED 发光面朝向积分球内部。另外两个窗口是探测器窗口 B 和 C，放置标准频闪测量仪和待测频闪测量仪的探头。

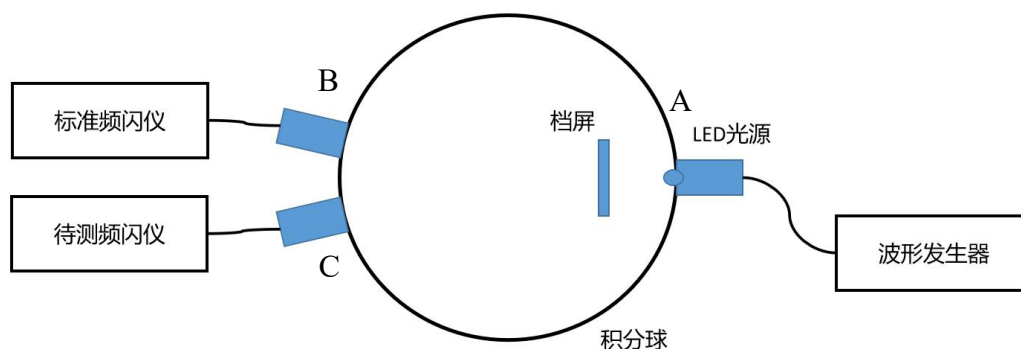


图 2. 频闪测量仪的校准装置

#### 6.2.2 校准过程

##### 6.2.2.1 打开可编程闪烁光源点亮 LED

根据需要设定光源输出稳定光（即不存在闪烁）或者频闪光源，光波形为正弦波、方波或者三角波。闪烁频率设定在 0 Hz 至 2000 Hz 之间。推荐设定的频闪频率依次是（0, 10, 50, 60, 100, 120, 500, 1000, 2000）Hz, 闪烁百分比设定在 20%±10%, 50%±10%或 100%。

##### 6.2.2.2 记录实验数据

启动标准频闪测量仪和待校准频闪测量仪的频闪特性值测量，测量持续时间在 1s 以上。分别记录标准频闪测量仪和待校准频闪测量仪的闪烁频率读数，闪烁指数读数和闪烁百分比读数。

##### 6.2.2.3 更变条件后再次测量

在完成 6.2.2.2 的数据记录后，按照 6.2.2.1 更变可编程闪烁光源的光波形或闪烁频率，待光源稳定后，重新执行 6.2.2.2 记录实验数据，直到满足 6.2.2.4 最低校准点数量要求。

##### 6.2.2.4 最低校准点数量要求

可编程闪烁光源设定完成并点亮 LED，读取标准频闪测量仪和待测频闪测量



仪的频闪特性参数值并完成记录，称为完成一个校准点的测量。至少完成 6 个不同条件的校准点的校准。

### 6.3 数据处理

#### 6.3.1 闪烁频率

每一个校准点，计算当前校准点的闪烁频率相对示值误差，计算公式如下：

$$\eta = \frac{f_T - f_{STD}}{f_{STD}} \quad (1)$$

其中：

$\eta$  —— 闪烁频率的相对示值误差；

$f_T$  —— 待测频闪测量仪的闪烁频率读值；

$f_{STD}$  —— 标准频闪测量仪的闪烁频率度值。

#### 6.3.2 闪烁指数

每一个校准点，计算当前校准点的闪烁指数示值误差，计算公式如下：

$$\Delta FI = FI_T - FI_{STD} \quad (2)$$

其中：

$\Delta FI$  —— 闪烁指数的示值误差；

$FI_T$  —— 待测频闪测量仪的闪烁指数读值；

$FI_{STD}$  —— 标准频闪测量仪的闪烁指数度值。

#### 6.3.3 闪烁百分比

每一个校准点，计算当前校准点的闪烁百分比示值误差，计算公式如下：

$$\Delta PF = PF_T - PF_{STD} \quad (3)$$

其中：

$\Delta PF$  —— 闪烁百分比的示值误差；

$PF_T$  —— 待测频闪测量仪的闪烁百分比读值，%；

$PF_{STD}$  —— 标准频闪测量仪的闪烁百分比读值，%。

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书或校准报告上反映，校准证书数据页格式见附录 A。校准证书或校准报告应至少包括以下信息：

- 标题：“校准证书”；
- 实验室名称和地址；
- 进行校准的地点（如果与实验室地址不同）；
- 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数标识；
- 客户的名称和地址；
- 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受日期；
  - h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，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) 校准证书或校准报告签发人的签名、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。

## 8 复校时间间隔

光源频闪测量仪的复校时间建议为 1 年。使用特别频繁时应适当缩短，如果发现测量结果异常时，应随时进行校准。使用者可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 光源频闪测量仪校准证书内页参考格式

证书编号：

序号	波形	标准值			仪器显示值		
		频率 (Hz)	闪烁 指数	闪烁 百分比	频率 (Hz)	闪烁 指数	闪烁 百分比
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

校准不确定度说明：

校准员：

核验员：

## 附录 B

## 光源频闪测量仪校准原始记录参考格式

送检单位及地址：

仪器型号：

仪器编号：

序号	波形	标准值			仪器显示值		
		频率 (Hz)	闪烁 指数	闪烁 百分比	频率 (Hz)	闪烁 指数	闪烁 百分比
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

温度：

湿度：

校准员：

核验员：

校准日期：

## 附录 C

## 测量不确定度评定示例

## C.1 闪烁频率测量不确定度分析

## C.1.1 校准方法

采用标准频闪测量仪和可编程频闪光灯，按本规范的相关规定开机预热，测量待校准频闪测量仪的的闪烁频率示值。

## C.1.2 数学模型

## C.1.2.1 建立数学模型：

$$\eta = \frac{f_T - f_{STD}}{f_{STD}} = \frac{f_T}{f_{STD}} - 1 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$\eta$  ——闪烁频率示值误差；

$f_{STD}$  ——闪烁频率标准值；

$f_T$  ——闪烁频率测得值。

## C.1.3 不确定度分量评定

C.1.3.1 标准频闪测量仪引入的不确定度  $u_{rel,1}$ 

标准频闪源由信号发生器驱动 LED 光源产生。标准闪烁频率值由标准频闪测量仪测量得，合成相对标准不确定度为  $U_{rel}=0.01\%(k=2)$ ，则相对标准不确定度  $u_{rel,1} = 0.005\%$ 。

C.1.3.2 光源频闪测量仪重复性引入的不确定度  $u_{rel,2}$ 

以某一光源频闪测量仪为例，在 3 min 内重复测量 6 次，测量结果如下：

次数	1	2	3	4	5	6
读数 (Hz)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

考虑使用仪器读数的最小有效位的半值作为仪器的重复性则

$$u_{rel,2} = \frac{1}{2} \times \frac{0.01}{10.00} = 0.05\%$$

## C.1.3.3 合成标准不确定度

不确定度来源		$u_i$ (%)
$u_{rel,1}$	标准频闪测量仪	0.005%
$u_{rel,2}$	待测光源频闪测量仪重复性	0.05%

以上各项标准不确定度分量互不相关，所以合成标准不确定度：

$$u_{\text{rel,c}} = \sqrt{u_{\text{rel,1}}^2 + u_{\text{rel,2}}^2} = 0.051\%$$

#### C.1.4 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ,  $U_{\text{rel}} = 2u_{\text{rel,c}} = 0.11\%$  ( $k=2$ )

### C.2 闪烁指数测量不确定度评定

#### C.2.1 校准方法

采用标准频闪测量仪和可编程频闪光灯，按本规范的相关规定开机预热，测量待校准光源频闪测量仪的闪烁指数示值。

#### C.2.2 数学模型

$$\Delta FI = FI_{\text{T}} - FI_{\text{STD}} \dots \dots \dots \text{(C.2)}$$

式中：

- $\Delta FI$  —— 闪烁指数的示值误差；
- $FI_{\text{T}}$  —— 待测频闪测量仪的闪烁指数读值；
- $FI_{\text{STD}}$  —— 标准频闪测量仪的闪烁指数度值。

#### C.2.3 不确定度分量评定

##### C.2.3.1 标准频闪测量仪引入的不确定度 $u_1$

标准频闪源由信号发生器驱动 LED 光源产生，其闪烁指数由标准频闪测量仪测量得，其合成标准不确定度为  $U=0.002(k=2)$ ，则不确定度分量  $u_1=0.001$ 。

##### C.2.3.2 光源频闪测量仪重复性引入的不确定度分量 $u_2$

以某一光源频闪测量仪为例，在 3 min 内，测量 6 次，测量结果如下：

次数	1	2	3	4	5	6
输出值	0.488	0.487	0.488	0.488	0.488	0.489

应用极差法， $C=2.53$  则  $u_2 = 0.002 / 2.53 = 0.00079$

##### C.2.3.3 合成标准不确定度

不确定度来源		$u_i$
$u_1$	标准频闪测量仪	0.001
$u_2$	待测光源频闪测量仪读数重复性	0.00079

以上各项不确定度分量互不相关，所以合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0015$$

#### C.2.4 扩展不确定度的评定：

取  $k=2$ ,  $U = 2u_c = 0.003 (k=2)$

### C.3 闪烁百分比测量不确定度评定

#### C.3.1 校准方法

采用标准频闪测量仪和可编程频闪光源，按本规范的相关规定开机预热，测量待校准光源频闪测量仪的闪烁百分比示值。

#### C.3.2 数学模型

$$\Delta PF = PF_T - PF_{STD} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

- $\Delta PF$  —— 闪烁百分比的示值误差；  
 $PF_T$  —— 待测频闪测量仪的闪烁百分比读值，%；  
 $PF_{STD}$  —— 标准频闪测量仪的闪烁百分比读值，%。

#### C.3.3 不确定度分量评定

##### C.3.3.1 标准频闪测量仪引入的不确定度 $u_1$

标准频闪源由信号发生器驱动 LED 光源产生，其闪烁百分比值由标准频闪测量仪测量的。其合成相对标准不确定度为  $U=0.4%(k=2)$ ，则不确定度分量  $u_1=0.2%$ 。

##### C.2.3.2 光源频闪测量仪重复性引入的不确定度 $u_2$

以某一光源频闪测量仪为例，在 30min 内，同一区域重复测量，测量结果如下：

次数	1	2	3	4	5	6
测量值 (%)	29.06	29.05	29.03	28.88	29.10	29.05

应用极差法， $C=2.53$  则  $u_2 = (29.10 - 28.88) / 2.53 = 0.087%$

##### C.2.3.3 合成标准不确定度

不确定度来源		$u_i$
$u_1$	标准频闪测量仪	0.2%
$u_2$	光源频闪测量仪重复性	0.087%

以上各项不确定度分量互不相关，所以合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.22\%$$

#### C.2.4 扩展不确定度的评定：

取  $k=2$ ,  $U = 2u_c = 0.44% (k=2)$