

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX

## 显示用标准闪烁光源校准规范

Calibration Specification for Standard Display Flicker Sources

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局发布

# 显示用标准闪烁校准规范

Calibration Specification for  
Standard Display Flicker Sources

JJFXXXX—XXXX

归口单位：全国光学计量技术委员会

主要起草单位：厦门市计量检定测试院

中国电子科技集团公司第四十一研究所

中国计量科学研究院

参加起草单位：苏州市计量测试院

厦门市产品质量监督检验院

广东省计量科学研究院

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：

阮育娇（厦门市计量检定测试院）

孙权社（中国电子科技集团公司第四十一研究所）

黄艺滨（厦门市计量检定测试院）

祁玉林（中国计量科学研究院）

参加起草人：

刘宏欣（苏州市计量测试院）

史 园（厦门市产品质量监督检验院）

常志方（广东省计量科学研究院）

# 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 .....	2
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 .....	3
7.1 校准前检查 .....	4
7.2 闪烁度 .....	4
7.3 闪烁频率 .....	4
7.4 闪烁频率稳定度 .....	4
7.5 响应时间 .....	5
7.6 响应时间稳定度 .....	5
8 校准结果表述 .....	5
9 复校时间间隔 .....	6
附录 A 显示用标准闪烁光源校准原始记录参考格式 .....	7
附录 B 显示用标准闪烁光源校准证书（内页）参考格式 .....	9
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工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

# 显示用标准闪烁光源校准规范

## 1 范围

本规范适用于显示用标准闪烁光源的校准，其它闪烁光源可参照执行。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1057 数字存储示波器校准规范

GJB 7691-2012 数字示波器检定规程

JJF 2172-2024 显示器闪烁/响应时间测量仪校准规范

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 闪烁度 flicker level

标准闪烁光源闪烁的程度，用符号 $F$ 表示，单位为dB。通过将亮度信号随时间波动的数据经过傅里叶变换后得到的功率谱与人眼视觉频率敏感度响应函数（见图1）相乘得到的功率频谱（见图2）。对（0~60）Hz范围内的每一个频率，找到最大信号幅度值，记为 $P_{\max}$ ，将频率为0时的信号幅度值作为平均信号幅度值，记为 $P_0$ ，则闪烁度 $F$ 由公式（1）计算得到：

$$F = 10 \times \lg(P_{\max}/P_0) \quad (1)$$

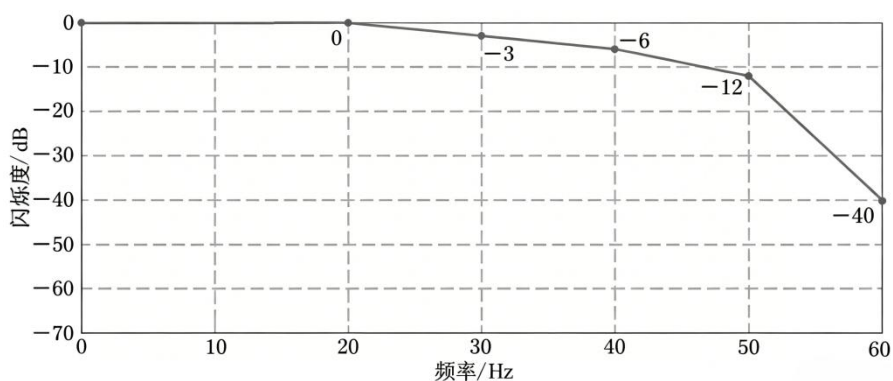


图1 人眼视觉系统的频率敏感度响应函数

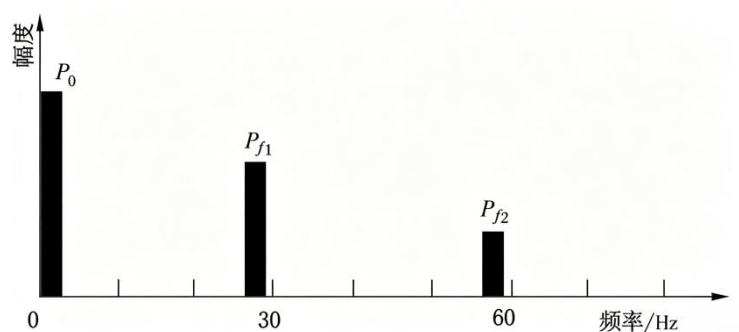


图2 功率频谱曲线

### 3.2 响应时间 response time

标准闪烁光源稳定亮度的电平从 10% ( $t_1$  位置) 上升到 90% ( $t_2$  位置) 所需要的时间与稳定亮度电平从 90% ( $t_3$  位置) 下降到 10% ( $t_4$  位置) 所需要的时间之和, 如图 3 所示。

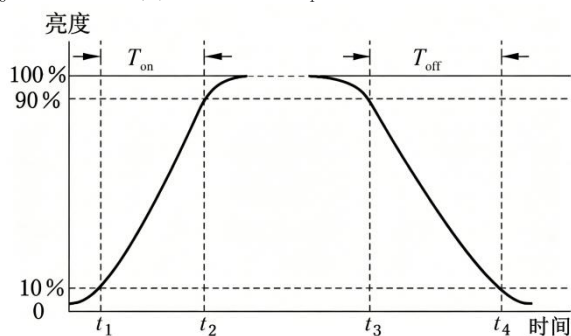


图3 响应时间示意图

## 4 概述

显示用标准闪烁光源（以下简称“标准闪烁光源”）主要用于显示器闪烁响应时间测量仪的校准和量值溯源。通常采用LED或OLED作为发光器件，通过控制单元和驱动电路调节发光器件的输出信号，如正弦波、方波、梯形波等，并具备响应时间、闪烁度与闪烁频率等参数的设置功能。其组成结构示意图如图4所示。

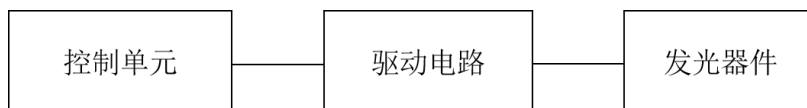


图4 标准闪烁光源组成结构示意图

## 5 计量特性

### 5.1 闪烁度

(-80~-10) dB的扩展不确定度 $U=0.5$  dB ( $k=2$ )，[-10~0) dB的扩展不确定度 $U=0.1$  dB ( $k=2$ )。

## 5.2 闪烁频率

范围(1~120) Hz，扩展不确定度 $U_{\text{rel}}=0.3\%$ 。

## 5.3 闪烁频率稳定度

稳定度 $\leq 0.2\%$ 。

## 5.4 响应时间

范围(0.1~200) ms，扩展不确定度 $U=1\%$  ( $k=2$ )。

## 5.5 响应时间稳定度

稳定度 $\leq 0.2\%$ 。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

# 6 校准条件

## 6.1 环境条件

环境温度：(23±5) °C；

环境湿度： $\leq 80\%$  RH；

暗室照度： $< 1$  lx；

供电电压：(220±11) V，频率：(50±1) Hz；

实验室应无剧烈振动和影响测量结果的电磁干扰等。

## 6.2 测量标准及其它设备

### 6.2.1 光电探测器

光谱响应范围：380nm~780nm，响应时间 $< 10$  μs，线性动态范围 $\geq 60$  dB。

### 6.2.2 数字示波器

数字示波器带宽 $\geq 200$  MHz，采样率 $\geq 1$  GSa/s，时基最大允许误差： $\pm 1 \times 10^{-6}$ ，直流增益最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

### 6.2.3 频率计

测量范围：(1~120) Hz，最大允许误差： $\pm 0.1\%$ 。

# 7 校准项目和校准方法



## 7.1 校准前检查

标准闪烁光源外观及工作正常性检查：

- (1) 仪器应有名称、规格型号、编号、制造厂名等标记。
- (2) 仪器不应有影响其电气和光学性能的机械损伤，按键、开关等均应工作正常，无松动现象。
- (3) 仪器通电后能正常工作。

## 7.2 闪烁度

- (1) 按照图 5 连接调整设备，使光电探测器的光轴垂直对准标准闪烁光源的中心位置。

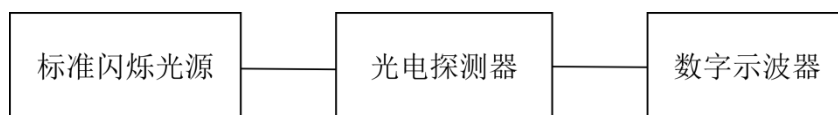


图 5 校准原理示意图

- (2) 按照说明书要求对标准闪烁光源进行预热；
- (3) 待光源稳定后，设置标准闪烁光源的调制频率和调制幅度，用光电探测器和数字示波器重复测量 3 次，取 3 次测量值的平均值作为闪烁度的测量结果，记为  $F_s$ 。
- (4) 在标准闪烁光源设置范围内均匀选取至少 3 个点，重复上述步骤，得到其他范围的闪烁度。

## 7.3 闪烁频率

- (1) 设置标准闪烁光源的闪烁频率，记为  $f_t$ ，用光电探测器和频率计重复测量 3 次，取 3 次测量值的平均值作为闪烁频率的测量结果，记为  $f_s$ 。
- (2) 根据公式 (2) 计算闪烁频率的相对示值误差  $\Delta f_{\text{rel}}$ ：

$$\Delta f_{\text{rel}} = \frac{f_t - f_s}{f_s} \times 100\% \quad (2)$$

- (4) 在标准闪烁光源设置范围内均匀选取至少 3 个点，重复上述步骤，计算出其他闪烁频率的相对示值误差。

## 7.4 闪烁频率稳定度

设置标准闪烁光源的频率，用频率计进行测量，测量总时长为 30 min，测量次数不少于 10 次，闪烁频率稳定度通过式 (3) 计算：

$$\Delta f = \frac{f_{\text{max}} - f_{\text{min}}}{\bar{f}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\Delta f$  ——闪烁频率稳定度；

$f_{\max}$  ——30 min 内最大测量值；

$f_{\min}$  ——30 min 内最小测量值；

$\bar{f}$  ——30 min 内平均测量值。

## 7.5 响应时间

(1) 设置标准闪烁光源响应时间，用光电探测器和数字示波器重复测量 3 次标准闪烁光源光亮度周期变化的时间，取 3 次测量值的平均值作为响应时间的测量结果，记为  $T_s$ 。

(2) 在标准闪烁光源设置范围内均匀选取至少 3 个点，重复上述步骤，得到其他范围的响应时间。

## 7.6 响应时间稳定度

设置标准闪烁光源的响应时间，用光电探测器和数字示波器进行测量，测量总时长为 30 min，测量次数不少于 10 次，响应时间稳定度通过公式 (4) 计算：

$$\Delta T = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{\bar{T}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$\Delta T$  ——闪烁频率稳定度；

$T_{\max}$  ——30 min 内最大测量值；

$T_{\min}$  ——30 min 内最小测量值；

$\bar{T}$  ——30 min 内平均测量值。

## 8 校准结果表述

测量结果以校准证书（或校准报告）的形式给出。校准证书至少应包括下列信息：

- 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) 证书或报告的唯一性标识（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，应对抽样程序进行说明；

i) 对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，以及签发日期；

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，不得部分复印证书或报告的声明。

## 9 复校时间间隔

复校时间间隔根据使用的具体情况，由使用单位自主决定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

显示用标准闪烁光源校准原始记录参考格式

记录编号：

客户名称										
样品	名称				型号规格			出厂编号		
	制造厂									
标准器	名称	型号规格	仪器编号	技术特征	溯源机构	证书编号	有效期限			
技术依据						温度：℃		相对湿度：%		
校准地点						证书编号				
校准员			核验员		接收日期					
校准日期			核验日期		发布日期					
校准结果：										
一、闪烁度：										
标准闪烁光源设置				闪烁度实测值（dB）				不确定度 $U, k=2$		
调制频率		调制幅度		1	2	3	平均值			
二、闪烁频率：										
闪烁频率设置值 (Hz)		闪烁频率实测值（Hz）				相对示值误差 (%)	不确定度 $U_{rel}, k=2$			
		1	2	3	平均值					
三、闪烁频率稳定度：										
测量次数	闪烁频率实测值 (Hz)	闪烁频率平均值 (Hz)		闪烁频率稳定度						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

四、响应时间：

标准闪烁 光源设置	响应时间实测值（ms）				不确定度 $U_{\text{rel}}, k=2$
	1	2	3	平均值	

五、响应时间稳定度：

测量 次数	响应时间实测值 （ms）	响应时间平均值 （ms）	响应时间稳定度
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

以下空白

附录 B

显示用标准闪烁光源校准证书（内页）参考格式

校准结果：

一、闪烁度：

标准闪烁光源设置		闪烁度实测值（dB）	不确定度 $U, k=2$
调制频率	调制幅度		

二、闪烁频率及稳定度：

闪烁频率标称值 （Hz）	闪烁频率实测值 （Hz）	相对误差 （%）	不确定度 $U_{rel}, k=2$
闪烁频率稳定度			

三、响应时间及稳定度：

标准闪烁光源 设置	响应时间实测值 （ms）	不确定度 $U_{rel}, k=2$
响应时间稳定度		

以下空白

## 附录 C

## 测量不确定度评定示例

## C.1 闪烁度测量不确定度评定

本示例以闪烁度校准点-6dB 和-38dB 为例进行闪烁度不确定度的评定。

## C.1.1 测量模型

被校标准闪烁光源的闪烁度的测量模型为：

$$F = F_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

$F$ ——闪烁度标准值，dB；

$F_s$ ——闪烁度测量值，dB。

## C.1.2 不确定度分量评定

不确定度来源主要包括：光电探测器响应非线性引入的不确定度，示波器幅度测量引入的不确定度，标准闪烁光源的闪烁度不稳定性引入的不确定度，以及测量重复性引入的不确定度。

C.1.2.1 光电探测器响应非线性引入的标准不确定度分量 $u_1(F)$ 

光电探测器响应非线性为 1%，引入的闪烁度测量最大误差为 1%，认为该项服从均匀分布，则由此引入的标准不确定度为：

$$u_1(F) = \frac{1\%}{\sqrt{3}} \approx 0.58\%, \text{ 即 } u_1(F) = 0.025\text{dB}.$$

C.1.2.2 示波器幅度测量引入的标准不确定度分量 $u_2(F)$ 

示波器的幅度测量的最大允许误差为 $\pm 2\%$ ，认为该项服从均匀分布，引入的电压测量标准不确定度为 $\frac{2\%}{\sqrt{3}} = 1.15\%$ ，根据推导，由此引入的闪烁度测量标准不确定度为：

$$u_2(F) = 1.15\% \times 0.614 \approx 0.88\%, \text{ 即 } u_2(F) = 0.031\text{dB}.$$

C.1.2.3 标准闪烁光源的闪烁度不稳定性引入的测量不确定度 $u_3(F)$ 

标准闪烁光源在 30 min 的亮度稳定性为 0.3%转化成对数约为 0.013 dB，此项不确定度服从均匀分布，因此不稳定性引入的不确定度为： $u_3(F) = \frac{0.013\text{dB}}{2 \times \sqrt{3}} \approx 0.004\text{dB}$ 。

C.1.2.4 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_4(F)$ 

用测量装置对标准闪烁光源的闪烁度进行 10 次独立重复测量，测量数据如表 C.1 所示。根据贝塞尔公式计算单次测得值的实验标准偏差  $s=0.02\text{dB}$ ，则测量重复性引入的不确定度分量 $u_4(F) = 0.02\text{dB}$ 。

表 C.1 闪烁度测量重复性实验结果（单位：dB）

测量次数	测量值	
	-6	-38
1	-6.04	-38.12
2	-6.07	-38.27
3	-6.05	-37.95
4	-6.06	-38.21
5	-6.09	-37.91
6	-6.04	-38.14
7	-6.03	-38.03
8	-6.02	-37.85

9	-6.06	-38.16
10	-6.05	-38.18
平均值	-6.05	-38.08
$s_n$	0.02	0.14

### C.1.3 合成标准不确定度的评定

表 C.2 闪烁度测量不确定度分量来源一览表

标准不确定度	不确定度来源	评定方法	标准不确定度分量
$u_1(F)$	光电探测器响应非线性	B 类	0.025dB
$u_2(F)$	示波器幅度测量	B 类	0.038dB
$u_3(F)$	标准闪烁光源的闪烁度不稳定性	B 类	0.004dB
$u_4(F)$	测量重复性	A 类	0.02dB (闪烁度: -6dB)
			0.14dB (闪烁度: -38dB)

由于各标准不确定度分量不相关，故合成标准不确定度为：

当闪烁度为-6dB 时，

$$u_c = \sqrt{(u_1(F))^2 + (u_2(F))^2 + (u_3(F))^2 + (u_4(F))^2} = 0.045\text{dB}$$

当闪烁度为-38dB 时，

$$u_c = \sqrt{(u_1(F))^2 + (u_2(F))^2 + (u_3(F))^2 + (u_4(F))^2} = 0.15\text{dB}$$

### C.1.4 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，则闪烁度的扩展测量不确定度为：

当闪烁度为-6dB 时，

$$U = ku_c = 0.09\text{dB}, k=2。$$

当闪烁度为-38dB 时，

$$U = ku_c = 0.30\text{dB}, k=2。$$

## C.2 闪烁频率测量不确定度评定

本示例以闪烁频率校准点 20Hz 为例进行闪烁频率不确定度的评定。

### C.2.1 测量模型

被校标准闪烁光源的频率示值误差的测量模型为：

$$\Delta f_{rel} = \frac{f_t - f_s}{f_s} \times 100\% \quad (\text{C.2})$$

式中：

$\Delta f_{rel}$ ——闪烁频率的相对示值误差，%；

$f_t$ ——闪烁频率标称值，Hz；

$f_s$ ——闪烁频率测量值，Hz。

### C.2.2 不确定度分量评定

不确定度来源主要包括：光电探测器响应时间引入的不确定度，频率计频率测量引入的不确定度，标准闪烁光源的频率不稳定性引入的不确定度，以及标准闪烁光源频率的测量重复性引入的不确定度。

#### C.2.2.1 光电探测器响应时间引入的标准不确定度分量 $u_1(f)$

光电探测器响应时间为  $10 \mu\text{s}$ ，引入的频率测量最大误差为 0.02%，认为该项服从均匀分布，则由此引入的标准不确定度为：



$$u_1(f) = \frac{0.02\%}{\sqrt{3}} \approx 0.012\%$$

#### C.2.2.2 频率计频率测量误差引入的标准不确定度分量 $u_2(f)$

频率计的频率测量的最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ ，认为该项服从均匀分布，则由此引入的标准不确定度为：

$$u_2(f) = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} \approx 0.06\%$$

#### C.2.2.3 标准闪烁光源的频率不稳定性引入的标准不确定度分量 $u_3(f)$

标准闪烁光源的 30 min 的频率稳定度为 0.05%，此项服从均匀分布，因此不稳定性引入的不确定度为： $u_3(f) = \frac{0.05\%}{\sqrt{3}} \approx 0.03\%$ 。

#### C.2.2.4 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_4(f)$

用测量装置对标准闪烁光源的频率进行 10 次独立重复测量，测量数据如表 C.3 所示。根据贝塞尔公式计算单次测得值的实验标准偏差  $s=0.027\text{Hz}$ ，则测量重复性引入的不确定度分量 $u_4(f) = \frac{0.027}{30} \times 100\% = 0.09\%$ 。

表 C.3 闪烁频率测量重复性实验结果（单位：Hz）

测量次数	测量值
1	20.01
2	20.02
3	20.05
4	20.06
5	20.04
6	20.03
7	20.07
8	20.08
9	20.09
10	20.07
平均值	20.05
$s_n$	0.027
$u_4(f)$	0.09%

#### C.2.3 合成标准不确定度的评定

表 C.4 闪烁频率测量不确定度分量来源一览表

标准不确定度	不确定度来源	评定方法	标准不确定度分量
$u_1(f)$	光电探测器响应时间	B 类	0.012%
$u_2(f)$	频率计频率测量误差	B 类	0.06%
$u_3(f)$	标准闪烁光源的频率不稳定性	B 类	0.03%
$u_4(f)$	测量重复性	A 类	0.09%

由于各标准不确定度分量不相关，故合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{(u_1(f))^2 + (u_2(f))^2 + (u_3(f))^2 + (u_4(f))^2} \approx 0.12\%$$

#### C.2.4 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，则标准闪烁光源的闪烁频率的扩展测量不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = k u_c = 0.24\%, \quad k=2。$$

### C.3 响应时间测量不确定度评定

本示例以响应时间校准点 3.00ms 为例进行响应时间不确定度的评定。

#### C.3.1 测量模型

被校标准闪烁光源的响应时间的测量模型为：

$$T = T_s \quad (\text{C.3})$$

式中：

$T$ ——响应时间标准值，ms；

$T_s$ ——响应时间测量值，ms。

#### C.3.2 不确定度分量评定

不确定度来源主要包括：光电探测器响应时间引入的不确定度，示波器时间测量引入的不确定度，以及响应时间测量重复性引入的不确定度。

##### C.3.2.1 测量装置带宽不充分引入的标准不确定度分量 $u_1(T)$

标准器由示波器（带宽 200MHz 以上）和光电探测器组成，则测量装置的瞬态响应时间为  $t_r = \sqrt{\left(\frac{0.35}{200 \times 10^3}\right)^2 + (10/1000)^2} \approx 0.01\text{ms}$ ，被测的响应时间为 3ms，则引入的最大相对误差为：

$$\delta = \frac{\sqrt{(3)^2 + (0.01)^2} - 3}{3} \times 100\% = 0.001\%$$

设为均匀分布，则测量装置带宽不充分引入的标准不确定度分量为：

$$u_1(T) = 0.001\% / \sqrt{3} \approx 0.001\%$$

##### C.3.2.2 示波器时间测量引入的标准不确定度分量 $u_2(T)$

示波器在 0.5ns~5s 的时间测量误差为 0.2%，认为该项服从均匀分布，则由此引入的标准不确定度为： $u_2(T) = 0.2\% / \sqrt{3} = 0.12\%$ 。

##### C.3.2.3 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_3(T)$

用测量装置对标准闪烁光源的响应时间进行 10 次独立重复测量，测量数据如表 C.5 所示。

表 C.5 响应时间测量重复性实验结果（单位：ms）

测量次数	测量值
1	3.02
2	3.03
3	3.03
4	3.03
5	3.02
6	3.01
7	3.02
8	3.04
9	3.02
10	3.03
平均值	3.025
$s_n$	0.009

根据贝塞尔公式计算单次测得值的实验标准偏差  $s=0.009\text{ms}$ ，测量 3 次取平均值，则测量重复性引入的不确定度分量  $u_3(T) = \frac{0.009}{3.025 \times \sqrt{3}} \times 100\% = 0.18\%$ 。

### C.3.3 合成标准不确定度的评定

表 C.6 响应时间测量不确定度分量来源一览表

标准不确定度	不确定度来源	评定方法	标准不确定度分量
$u_1(T)$	光电探测器响应时间	B 类	0.001%
$u_2(T)$	示波器时间测量	B 类	0.12%
$u_3(T)$	测量重复性	A 类	0.18%

由于各标准不确定度分量不相关，故合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{(u_1(T))^2 + (u_2(T))^2 + (u_3(T))^2} \approx 0.22\%$$

### C.3.4 扩展不确定度的评定

取  $k=2$ ，则响应时间的扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = ku_c = 0.44\%, \quad k=2。$$