



# 江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）XX—20XX

## 光纤可视故障检测仪校准规范

Calibration Specification for Optical Fiber Visible Fault Locators

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 光纤可视故障检测仪校准规范

Calibration Specification for Optical

Fiber Visible Fault Locators

JJF(苏)xxx — 20xx

本规范经江苏省市场监督管理局于 202X 年 XX 月 XX 日批准，并自 202x 年 XX 月 XX 日起施行。

归口单位：江苏省光学专业计量技术委员会

主要起草单位：南京市计量监督检测院

苏州市计量测试院

无锡市检验检测认证研究院

参加起草单位：南京中科神光科技有限公司

本规范委托江苏省光学专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

徐凌云（南京市计量监督检测院）

李凤娇（南京市计量监督检测院）

曾婷婷（苏州市计量测试院）

王冠钧（无锡市检验检测认证研究院）

本规范参加起草人：

陈 宽（南京中科神光科技有限公司）

# 目 录

引言 .....	( II )
1 范围 .....	( 1 )
2 引用文件 .....	( 1 )
3 概述 .....	( 1 )
4 计量特性 .....	( 1 )
5 校准条件 .....	( 2 )
5.1 环境条件 .....	( 2 )
5.2 测量标准及其他设备 .....	( 2 )
6 校准项目和校准方法 .....	( 2 )
6.1 校准前检查 .....	( 2 )
6.2 峰值波长 .....	( 3 )
6.3 CW 模式输出功率及输出功率不稳定性 .....	( 3 )
6.4 MOD 模式重复频率 .....	( 4 )
7 校准结果表达 .....	( 4 )
8 复校时间间隔 .....	( 5 )
附录 A 校准证书内页格式 .....	( 6 )
附录 B 校准原始记录格式 .....	( 7 )
附录 C 测量不确定度评定示例 .....	( 8 )

# 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 《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1094 《测量仪器特性评定》共同构成本规范制定的基础性系列规定。

本规范为首次发布。

# 光纤可视故障检测仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于光纤可视故障检测仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 249 0.1 mW～200 W 激光功率计检定规程

JJG 262 模拟示波器检定规程

JJF 1057 数字存储示波器校准规范

JJF（苏）271 光源频闪测量仪校准规范

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求

GB/T 31359 半导体激光器测试方法

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 概述

光纤可视故障检测仪也称光纤可视故障定位仪、红光笔、笔式红光源等，用于检测光纤断点。一般采用 650 nm 波长的半导体激光器作为发光器件，恒流源驱动发射出稳定的红色激光。使用时，将激光导入光纤，观察光纤上的漏光位置，即可准确地定位光纤故障点。图 1 为光纤可视故障检测仪结构图。

光纤可视故障检测仪输出激光功率一般在毫瓦级，可以调节连续（CW）模式和调制（MOD）闪烁模式。输出接口一般为直径 2.5 mm 的 FC、SC、ST、LC 接口，或附有 1.25 mm 光纤插芯。

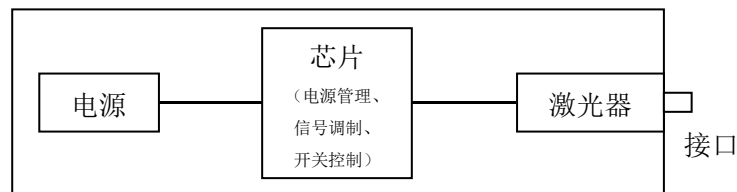


图 1 光纤可视故障检测仪结构示意图

## 4 计量特性

### 4.1 峰值波长：

最大允许误差： $\pm 20\text{ nm}$ 。

#### 4.2 CW 模式输出功率：

最大允许误差： $\pm 15\%$ ；

输出功率不稳定性： $\leq 5\%$ 。

#### 4.3 MOD 模式重复频率：

$(0.5\sim 10)\text{ Hz}$ 。

注：以上技术指标不适用于合格性判定，仅供参考。

### 5 校准条件

#### 5.1 环境条件

环境温度： $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ；

湿度： $(20\sim 80)\%\text{RH}$ ；

其他：校准区域内无剧烈震动、无影响测量数据的电磁干扰和背景辐射干扰。

#### 5.2 测量标准及其他设备

##### 5.2.1 光谱仪或傅里叶变换式光波长计

工作波长范围包含  $600\text{ nm}\sim 700\text{ nm}$ ，波长示值最大允许误差 $\pm 1.0\text{ nm}$ 。

##### 5.2.2 激光功率计

激光功率计的性能指标参照 JJG 249 中的要求，功率范围  $0.1\text{ mW}\sim 50\text{ mW}$ ，最大允许误差 $\pm 10\%$ 。

##### 5.2.3 光电探测器

上升响应时间小于  $10\text{ }\mu\text{s}$ 。

##### 5.2.4 示波器

性能指标参照 JJF 1057 或 JJG 262 中的要求，时间测量最大允许误差 $\pm 2\%$ 。

##### 5.2.5 激光衰减器

工作波长范围包含  $600\text{ nm}\sim 700\text{ nm}$ 。

注：光电探测器和示波器可用光源频闪测量仪代替， $(0.5\sim 50)\text{ Hz}$  范围内频率最大允许误差 $\pm 2\%$ 。

### 6 校准项目和校准方法

#### 6.1 校准前检查

名称、型号、编号、激光辐射标记字迹清晰。对该仪器可能产生的危险辐

射应有明确的防护要求或说明。

## 6.2 峰值波长

光纤可视故障检测仪开机预热稳定。将检测仪输出的光通过光纤导入波长测试设备，读取峰值波长值。重复测量 3 次，取平均值作为峰值波长测量结果，并按公式 (2) 计算峰值波长示值误差。

$$\bar{\lambda}_p = \frac{\sum_{i=1}^3 \lambda_i}{3} \quad (1)$$

$$\Delta\lambda_p = \lambda_0 - \bar{\lambda}_p \quad (2)$$

式中：

$\bar{\lambda}_p$ ——峰值波长测量平均值，nm；

$\lambda_i$ ——第  $i$  次峰值波长测量值，nm；

$\Delta\lambda_p$ ——峰值波长示值误差，nm；

$\lambda_0$ ——峰值波长标称值，一般为 650 nm。

## 6.3 CW 模式输出功率及输出功率不稳定性

光纤可视故障检测仪调至 CW 模式，预热达到稳定状态。将检测仪的输出光束垂直入射到激光功率计光接收面的中心，并调整检测仪与光接受面的距离，使光束直径小于光接收面直径。每隔 2 min 读取并记录激光功率计示值，共测量不少于 6 次。取平均值作为输出功率测量结果，并按公式 (4) 计算输出功率不稳定性。

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (3)$$

$$S = \frac{2}{\bar{P}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$\bar{P}$ ——CW 模式输出功率值，mW；

$P_i$ ——CW 模式第  $i$  次输出功率值，mW；



$n$  ——测量次数 ( $n \geq 6$ );

$S$  ——输出功率不稳定性, %。

#### 6.4 MOD 模式重复频率

光纤可视故障检测仪调至 MOD 模式, 预热达到稳定状态。选择适当的连接线连接光电探测器和示波器。按图 2 连接并调整装置, 将 MOD 模式下的光脉冲入射到光电探测器, 必要时在光路中加入激光衰减器。调节示波器的灵敏度和扫描速度, 使示波器上出现稳定的波形。

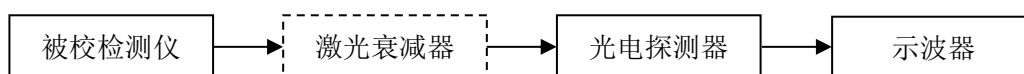


图 2 MOD 模式重复频率测量框图

根据脉冲周期计算重复频率:

$$f = \frac{1}{T} \quad (5)$$

式中:

$f$  ——重复频率测量值, Hz;

$T$  ——脉冲周期, s。

#### 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反应, 校准证书应至少包括以下信息:

- 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；
- 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

复校时间间隔是由仪器的使用情况、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

一、校准前检查：

二、峰值波长：

标称值 (nm)	实测值 (nm)	示值误差 (nm)	测量不确定度 $U$ ( $k=2$ ) (nm)

三、CW 模式输出功率：

标称值 (mW)	实测值 (mW)	测量不确定度 $U_{\text{rel}}$ ( $k=2$ )	不稳定性

四、MOD 模式重复频率：

实测值 (Hz)	测量不确定度 $U_{\text{rel}}$ ( $k=2$ )

## 附录 B

## 原始记录推荐格式

原始记录编号				证书编号			
送校单位						仪器名称	
型号规格		制造厂				出厂编号	
地点						校准日期	
温度	℃	湿度	%RH	依据的技术文件			
标准器具		规格型号		不确定度/准确度等级/最大允许误差		编号	
						有效性确认	
						□有效 □失效	

一、校准前检查：

二、峰值波长：

标称值 (nm)	测量值 (nm)			平均值 (nm)	示值误差 (nm)	测量不确定度 $U(k=2)$ (nm)

三、CW 模式输出功率：

标称值 (mW)	测量值 (mW)			平均值 (mW)	测量不确定度 $U_{rel}(k=2)$	不稳定性

四、MOD 模式重复频率：

脉冲周期 (s)	重复频率 (Hz)	测量不确定度 $U_{rel}(k=2)$

校准：

核验：

## 附录 C

## 测量不确定度评定示例

## C.1 光纤可视故障检测仪峰值波长测量不确定度分析

## C.1.1 测量方法

用激光波长计对峰值波长进行校准，测量 3 次取平均值。

## C.1.2 数学模型

$$\lambda_p = \frac{\sum_{i=1}^3 \lambda_i}{3}$$

式中：

$\lambda_p$ ——峰值波长测量值，nm；

$\lambda_i$ ——第  $i$  次峰值波长测量值，nm。

## C.1.3 灵敏系数

$$c_i=1。$$

## C.1.4 不确定度分量评定

峰值波长测量结果的不确定度主要来源于测量重复性、波长计分辨力和波长计示值不确定度。

C.1.4.1 测量重复性引入的不确定度  $u_1$ 

红光笔采用的 FP 激光器为多纵模（波长）输出，可能存在主波长在相邻峰值竞争的情况，主峰波长变化较大。用激光波长计重复测量峰值波长 10 次，测量数据为：

单位：nm

656.6	656.2	656.0	655.8	656.7
656.9	656.7	657.0	656.8	657.2

测量平均值  $\bar{\lambda}=656.6$  nm，根据贝塞尔公式计算单次实验标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{10-1}} \approx 0.5 \text{ nm}$$

取重复测量 3 次结果的平均值，故  $u_1=s/\sqrt{3} \approx 0.3$  nm

C.1.4.2 激光波长计分辨率引入的不确定度  $u_2$ 

所用激光波长计的分辨率为  $1 \times 10^{-5} \text{ nm}$ ，相对于  $u_1$ ，不确定度非常小，忽略不计。

C.1.4.3 激光波长计示值引入的不确定度  $u_3$ 

激光波长计溯源的不确定度为  $U_{\text{rel}}=1 \times 10^{-6}$  ( $k=2$ )，相对于  $u_1$ ，不确定度非常小，忽略不计。

## C.1.5 合成不确定度

$$u_c \approx u_1 = 0.3 \text{ nm}$$

## C.1.6 扩展不确定度

取扩展因子  $k=2$ ，则

$$U=ku_c=0.6 \text{ nm} \quad (k=2)$$

## C.2 光纤可视故障检测仪输出功率测量不确定度分析

## C.2.1 测量方法

用激光功率计对输出功率进行校准，测量 6 次取平均值。

## C.2.2 数学模型

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n}$$

式中：

$\bar{P}$  ——CW 模式输出功率值，mW；

$P_i$  ——CW 模式第  $i$  次输出功率值，mW；

$n$  ——测量次数 ( $n \geq 6$ )。

## C.2.3 灵敏系数

$$c_i=1。$$

## C.2.4 不确定度分量评定

功率测量结果的不确定度主要来源于光纤可视故障检测仪输出功率不稳定性、测量重复性和激光功率计示值的不确定度。

C.2.4.1 输出功率不稳定性引入的相对不确定度  $u_{\text{rel1}}$ 

根据 6.3 节得到被校光纤可视故障检测仪的输出功率不稳定性优于 5%，设服从均

匀分布，则不确定度分量为：

$$u_{\text{rel1}} = \frac{5\%}{2\sqrt{3}} \approx 1.5\%$$

#### C.2.4.2 测量重复性引入的相对不确定度 $u_{\text{rel2}}$

用激光功率计重复测量功率 10 次，测量数据如下：

单位：mW

26.3	26.2	26.2	26.0	26.0
25.8	25.8	25.7	25.6	25.5

测量平均值  $\bar{P}=25.91$  mW。根据贝塞尔公式计算单次实验标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (P_i - \bar{P})^2}{10-1}} = 0.27 \text{ mW}$$

取重复测量 6 次结果的平均值，故

$$u_{\text{rel2}} = \frac{s}{\sqrt{6}\bar{P}} = 0.43\%$$

#### C.2.4.3 激光功率计示值引入的相对不确定度 $u_{\text{rel3}}$

激光功率计溯源的不确定度为  $U_{\text{rel}}=1.2\%$  ( $k=2$ )，故

$$u_{\text{rel3}}=U_{\text{rel}}/k=0.6\%$$

#### C.2.5 合成不确定度

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{u_{\text{rel1}}^2 + u_{\text{rel2}}^2 + u_{\text{rel3}}^2} \approx 2.0\%$$

#### C.2.6 扩展不确定度

$$U_{\text{rel}}=ku_{\text{crel}}=4\% \quad (k=2)$$

### C.3 光纤可视故障检测仪重复频率测量不确定度分析

#### C.3.1 测量方法

用光电探测器和示波器对重复频率进行校准。

#### C.3.2 数学模型

$$f = \frac{1}{T}$$

式中：

$f$ ——重复频率, Hz;

$T$ ——脉冲周期, s。

故:

$$u_{\text{rel}}(f) = u_{\text{rel}}(T)$$

### C.3.3 不确定度分量评定

重复频率测量结果的不确定度主要来源于脉冲周期的测量重复性、光电探测器和示波器时间测量的误差。

#### C.3.3.1 测量重复性引入的不确定度 $u_{\text{rel1}}$

重复读取示波器周期示值 10 次, 测量数据  $T_i$  为:

单位: s

0.3798	0.3808	0.3815	0.3828	0.3828
0.3834	0.3838	0.3842	0.3842	0.3843

测量平均值  $\bar{T}=0.3828$  s。根据贝塞尔公式计算单次实验标准偏差:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (T_i - \bar{T})^2}{10-1}} = 0.0016 \text{ s}$$

相对不确定度分量  $u_{\text{rel1}} = s / \bar{T} = 0.42\%$ 。

#### C.3.3.3 光电探测器和示波器时间测量引入的不确定度 $u_{\text{rel2}}$

根据所用光电探测器说明书技术指标, 其上升时间为 1 ns; 根据所用示波器说明书技术指标, 其上升时间为 400 ps, 相对时基误差为  $\pm 10$  ppm。周期  $T$  测量的误差应为上升、下降时间与时基误差的和。上升、下降时间误差  $\delta t_1 = \pm 2 \times (1 \text{ ns} + 400 \text{ ps}) = \pm 2.8 \text{ ns}$ , 示波器时基误差  $\delta t_2 = \pm 1 \times 10^{-5} T$ 。

为保证 MOD 模式下光源的闪烁频率在人眼可感知的范围内, 光纤可视故障检测仪的重复频率一般在 10 Hz 以内, 则周期  $T > 0.1$  s。因此,  $\delta t_1$  会远小于  $\delta t_2$ , 可忽略不计。故有:  $\delta t = \delta t_1 + \delta t_2 \approx \delta t_2 = \pm 1 \times 10^{-5} T$ 。

假设服从均匀分布, 则时间测量引入的相对不确定度分量为:

$$u_{\text{rel2}} = \frac{1 \times 10^{-5} T}{\sqrt{3} T} \approx 6 \text{ ppm}$$

$u_{\text{rel2}}$  远小于  $u_{\text{rel1}}$ , 可以忽略不计。

### C.3.4 合成不确定度



$$u_{\text{crel}} \approx u_{\text{rel1}} = 0.42\%$$

### C.3.5 扩展不确定度

$$U_{\text{rel}} = k u_{\text{crel}} \approx 1\% \quad (k=2)$$

---

江苏省地方计量技术规范  
光纤可视故障检测仪校准规范

JJF(苏)XXXX—20XX

江苏省市场监督管理局发布

\*

江苏省计量协会印刷

版权所有不得翻印

\*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本

2025 年 04 月 印刷