



中华人民共和国工业和信息化部

电子计量技术规范

JJF(电子) XXXX—2024

消偏光源校准规范

Calibration Specification for Depolarized Light Sources

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

消偏光源校准规范

Calibration Specification for Depolarized
Light Sources

JJF(电子) XXXX—202X

归口单位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：工业和信息化部第五研究所

广州赛宝计量检测中心服务有限公司

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

辛奕(工业和信息化部电子第五研究所)

黄帅(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

刘鹏(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

参加起草人： 李静(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

郑文炜(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

刘国栋(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

目 录

目 录	I
引 言	III
1 范围	1
2 引用文献	1
3 术语和计量单位	1
3.1 偏振度 degree of polarization	1
3.2 中心波长 center wavelength	2
3.3 半峰值功率点谱宽 full width half maximum	2
4 概述	2
5 计量特性	2
5.1 输出光功率	2
5.2 中心波长	2
5.3 半峰值功率点谱宽	3
5.4 偏振度	3
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	4
7.1 校准项目	4
7.2 校准方法	4
7.2.1 外观与工作正常性检查	4
7.2.2 输出光功率	4
7.2.3 中心波长	6
7.2.4 半峰值功率点谱宽	6
7.2.5 偏振度	6

8 校准结果表达.....	7
9 复校时间间隔.....	8
附录 A.....	9
附录 B.....	12
附录 C.....	13

引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

消偏光源校准规范

1 范围

本规范适用于光纤传感用消偏光源(SLED, SLD)校准, 其他类型消偏光源可参照此规范校准。

2 引用文献

JJF 958-2000 光传输用稳定光源;

JJF 1456-2014 通信用光偏振度测试仪校准规范;

GB/T 14733.12-2008 电信术语 光纤通信;

Telcordia GR-1209-CORE Issue4 2010 无源光学器件的通用要求。

使用本规范时, 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

3.1 偏振度 degree of polarization

光束中偏振光在总光功率中所占的比例。

注: 根据《JJF 1456-2014 通信用光偏振度测试仪校准规范》, 偏振度可由式(1)给出:

$$DOP = \frac{P_P}{P} \quad (1)$$

式中:

DOP —偏振度;

P_P —偏振光部分的光功率值, mW;

P —总光功率值, mW。

光功率值通常用国际单位制的导出单位瓦(W)系列表征, 工程中一般用毫分贝(dBm)表示功率的量值。以上两种单位制可由公式(2)换算;

$$P_{dBm} = 10 \lg (P_{mW}/1mW) \quad (2)$$

式中:

P_{dBm} —以 dBm 为量值单位的功率值;

P_{mW} —以 mW 为量值单位的功率值。

3.2 中心波长 center wavelength

光源光谱-3dB 带通频率(带宽)范围所对应的波长平均值, 单位为 nm。

注: 根据《Telcordia GR-1209-CORE Issue4 2010》4.1.5 Center wavelength definition, 中心波长可由式(3)给出:

$$\lambda_c = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (3)$$

其中, λ_1 、 λ_2 为峰值功率点偏差 3dB 的两个波长, nm。

λ_c 为中心波长, nm。

3.3 半峰值功率点谱宽 full width half maximum

半峰值功率点谱宽为曲线半峰值功率点间的距离。

注: 根据 GB/T 14733.12-2008 电信术语 光纤通信中 731-01-57, 半峰值功率点谱宽为峰值功率点下降 3dB 后波长 λ_1 、 λ_2 , 谱宽可由公式(4)给出:

$$FWHM = \Delta\lambda = |\lambda_1 - \lambda_2| \quad (4)$$

其中, λ_1 、 λ_2 为峰值功率点偏差 3dB 的两个波长, nm。

λ_c 为中心波长, nm。

4 概述

消偏光源是针对特殊应用设计的一种光源, 采用光纤消偏振或晶体型消偏技术, 使输出的光谱具有极低的偏振度。它可以降低传感器对偏振的敏感性, 还可去除偏振相关损耗及探测器对偏振敏感等因素的影响, 主要用于光纤传感、光纤陀螺、器件测试等对偏振敏感领域。

5 计量特性

5.1 输出光功率

功率范围: (0.1~20)mW;

长时间($\geq 5h$)稳定度: 优于 $\pm 0.15dB$;

短时间(15min)稳定度: 优于 $\pm 0.03dB$ 。

5.2 中心波长

中心波长: 1310nm \pm 20nm、1550nm \pm 20nm。

5.3 半峰值功率点谱宽

半峰值功率点谱宽 $\geq 30\text{nm}$ 。

5.4 偏振度

偏振度 $\leq 5\%$ 。

注：以上技术指标不用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$

6.1.2 相对湿度：20%~80%

6.1.3 供电电压： $(220\pm 22)\text{V}$ ， $(50\pm 2)\text{Hz}$

6.1.4 周围无影响正常工作的机械振动和电磁干扰。

6.2 测量标准及其他设备

测量用标准设备应经计量检定合格或校准，并在有效期内。标准设备的测量范围应覆盖被校准的消偏光源，并有足够高的准确度和稳定性。根据所采用的校准方法，选择以下可以满足校准要求的校准设备。

6.2.1 偏振度测试仪

- (1) 中心波长： $(1260\sim 1620)\text{nm}$ ；
- (2) 偏振度测量范围：0.01%~20%；
- (3) 偏振度最大允许误差： $\pm 2\%$ 。

6.2.2 光谱分析仪

- (1) 工作波长： $(800\sim 1650)\text{nm}$ ；
- (2) 波长最大允许误差： $\pm 0.1\text{nm}$ 。

6.2.3 光功率计

- (1) 波长范围： $(800\sim 1650)\text{nm}$ ；
- (2) 功率范围： $(0.1\sim 100)\text{mW}$ ；
- (3) 光功率最大允许误差： $\pm 5.0\%$ ；
- (4) 光功率重复性： $\leq 0.01\text{dB}$ 。

6.2.4 衰减器

- (1) 波长范围: (800~1650)nm;
- (2) 衰减量: (0.1~30)dB, 连续可调;
- (3) 插入损耗: ≤ 3 dB。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

消偏光源校准项目见表 1。

表 1 消偏光源校准项目一览表

序号	项目名称
1	外观及工作正常性检查
2	输出光功率
3	中心波长
4	半峰值功率点谱宽
5	偏振度

7.2 校准方法

进行校准前,被校仪器及校准用设备应按规定预热,校准用光纤测试线和光纤连接头应保证其端面清洁,测量标准和被测仪器应置于平稳的测试台面。

7.2.1 外观与工作正常性检查

7.2.1.1 外观检查

检查仪器名称、型号、制造商、出厂编号、输出输入标志信息齐全,光纤接头、开关、按键、拨盘功能正常,无松动、损伤、脱落等,记录在表 A.1 外观及工作正常性检查。

7.2.1.2 工作正常性检查

通电后,开关、按键、显示屏和各种状态指示灯(标志)应工作正常,记录在表 A.1 外观及工作正常性检查。

7.2.2 输出光功率

7.2.2.1 功率范围

a) 按图 1 连接仪器。按说明书对光功率计进行校零,将光功率计中心波长设为被校消偏光源的名义中心波长。

b) 打开消偏光源，使其处于最大输出状态，每隔(30-60)s 用光功率计测量，共测 3 次，按公式(5)取平均得出被校消偏光源的最大输出光功率 P_{\max} ，记录在表 A.2 功率范围。



图 1 输出光功率校准示意图

$$P_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^3 P_i}{3} \quad (5)$$

式中： P_i —第 i 次测得的光功率测量值，mW；

P_{\max} —消偏光源的最大输出光功率，mW。

c) 使消偏光源处于最小输出状态，每隔(30-60)s 用光功率计测量，共测 3 次，取平均得出被校消偏光源的最小输出光功率 P_{\min} ，记录在表 A.2 功率范围。

d) $P_{\min} \sim P_{\max}$ 即为消偏光源的功率范围。

7.2.2.2 稳定度

a) 按图 1 连接仪器。按说明书对光功率计进行校零，将光功率计中心波长设为被校消偏光源的名义中心波长。

b) 设置消偏光源使其处于最大功率输出状态，光功率计测量时长设置为 15min 或 5h，按等时间间隔记录光功率计示值，测得 n 个光功率值 $P_i (i=1, 2, \dots, n, n \geq 10)$ 。

c) 根据公式(6)，计算得出被校消偏光源的功率稳定性 R_t 并记录在表 A.3 稳定度中。

$$R_t = \pm \frac{P_1 - P_2}{2 \times \bar{P}} \times 100\% \quad (6)$$

式中： P_1 、 P_2 —时间 t 内测得光功率值最大值与最小值，mW；

\bar{P} —输出光功率在时间 t 内的平均值，mW；

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (7)$$

式中： n —测量次数($n \geq 10$)。

功率稳定度可用百分比表示，也可用 dB 表示。

稳定度用 dB 表示时， R_{dB} 与百分比表征稳定度 R_t 的换算关系如下：

$$R_{dB} = 10 \times \lg (R_t + 1) \quad (8)$$

$$R_t = 10^{\frac{R_{dB}}{10}} - 1 \quad (9)$$

7.2.3 中心波长

7.2.3.1 按图 2 连接仪器。如消偏光源输出光功率上限在光谱分析仪测量上限以内，图 3 中光衰减器可略去。如消偏光源输出光功率上限高于光谱分析仪测量上限，调整光衰减器衰减值，使光功率计值在测量上限以内。

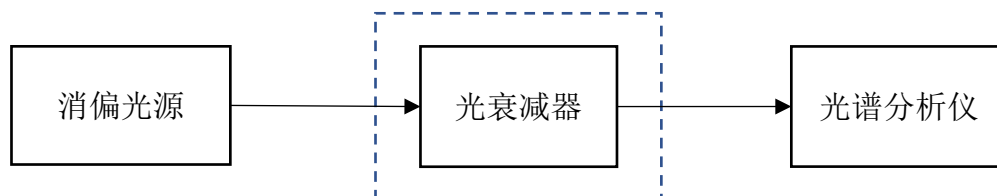


图 2 中心波长校准示意图

7.2.3.2 打开消偏光源，使其处于最大功率输出状态。

7.2.3.3 设置光谱仪中心波长为被校消偏光源的名义中心波长，合理设置光谱仪的波长扫描范围、分辨率带宽、光功率，波长扫描范围通常设置为 100nm、分辨率带宽通常设置为 2nm、参考功率设置为高于消偏光源输出峰值功率 10dB(或将光谱仪设置为自动测量)，使光谱分析仪显示完整的光谱曲线。

7.2.3.4 光谱分析仪执行 Peak search，找到峰值点及峰值功率点偏差 3dB 的两个波长 λ_1 、 λ_2 。

7.2.3.5 根据中心波长定义公式(3)，计算得出中心波长 λ_c 并记录在表 A.4 中心波长中。

7.2.4 半峰值功率点谱宽

7.2.4.1 测试连接和步骤同 7.2.3.1~7.2.3.4。

7.2.4.2 根据半峰值功率点谱宽公式(4)，计算得出半峰值功率点谱宽 $\Delta\lambda$ 并记录在表 A.5 半峰值功率点谱宽中。

7.2.5 偏振度

7.2.5.1 按图 3 连接仪器。如消偏光源输出光功率上限在偏振度测试仪测量上限以内，图 3 中光衰减器可略去。如消偏光源输出光功率上限高于偏振度测试仪测量上限，调整光衰减器衰减值，使光功率计值在测量上限以内。

7.2.5.2 打开偏振度测试仪，完成自检，波长设置为被校消偏光源的名义中心波长，模式设置为 DOP，平均次数设置为 5 以上。

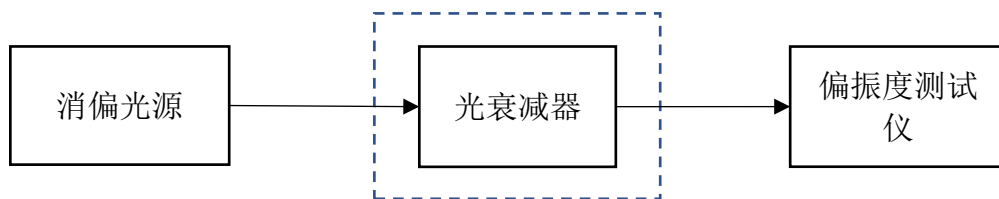


图 3 偏振度校准示意图

7.2.5.3 打开光源，使其处于连续输出状态，读取偏振度测试仪示值 DOP_i 并记录在表 A.6 偏振度中。

7.2.5.4 重复 7.2.5.1~7.2.5.3 步骤操作 3 次，取平均得出被校消偏光源的 DOP 并记录在表 A.6 偏振度中。

$$DOP = \frac{\sum_{i=1}^3 DOP_i}{3} \quad (10)$$

式中， DOP_i —第 i 次测得的偏振度；

DOP —消偏光源偏振度。

8 校准结果表达

校准后，出具校准证书。校准证书至少应包含以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- a) 实验室名称和地址；
- b) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同)；
- c) 证书的唯一性标识(如编号)，每页及总页数的标识；
- d) 客户的名称和地址；
- e) 被校对象的描述和明确标识；
- f) 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；
- g) 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；
- h) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- i) 校准环境的描述；
- j) 校准结果及其测量不确定度的说明；

- k) 对校准规范的偏离的说明;
- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识;
- m) 校准结果仅对被校对象有效的说明;
- n) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、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。

经修理或调整的, 应校准后使用。

附录 A

原始记录格式

A.1 外观及工作正常性检查

表 A.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观检查	
工作正常性检查	

A.2 输出光功率

表 A.2(a)功率范围

次数	输出光功率(mW)	测量不确定度($k=2$)(%)
1		
2		
3		
平均值(P_{\min})		
1		
2		
3		
平均值(P_{\max})		

表 A.2(b) 短期稳定度

次数	时间 (min)	功率值 (dBm)
1		
2		
3		
⋮		
n		
平均值 \bar{P}		
最大值 P_1		

最小值 P_2	
短期稳定性 R_{dB}	

表 A.2(c) 长期稳定度

次数	时间 (min)	功率值 (dBm)
1		
2		
3		
\vdots		
n		
平均值 \bar{P}		
最大值 P_1		
最小值 P_2		
长期稳定性 R_{dB}		

A.3 中心波长

表 A.3 中心波长

	测得值 (nm)	测量不确定度($k=2$) (nm)
波长 λ_1		
波长 λ_2		
中心波长 λ_c		

A.4 半峰值功率点谱宽

表 A.4 半峰值功率点谱宽

	测得值 (nm)	测量不确定度($k=2$) (nm)
波长 λ_1		
波长 λ_2		
半峰值功率点谱宽 $\Delta\lambda$		

A.5 偏振度

表 A.5 偏振度

次数	偏振度 DOP	测量不确定度($k=2$)
1		
2		
3		
平均值 \overline{DOP}		

附录 B

校准证书内页格式

B.1 外观及工作正常性检查

表 B.1 外观及工作正常性检查

项目	检查结果
外观检查	
工作正常性检查	

B.2 输出光功率

表 B.2(a) 功率范围

最大值(mW)	最小值(mW)	测量不确定度($k=2$)(%)

表 B.2(b) 功率稳定度

	测量值(dB)	测量不确定度($k=2$)
短期稳定性(15min)		
长期稳定性(5h)		

B.3 中心波长

表 B.3 中心波长

标称值(nm)	测量值(nm)	测量不确定度($k=2$)(nm)

B.4 半峰值功率点谱宽

表 B.4 半峰值功率点谱宽

测量值(nm)	测量不确定度($k=2$)(nm)

B.5 偏振度

表 B.5 偏振度

测量值	测量不确定度($k=2$)

附录 C

测量不确定度评定示例

C.1 输出光功率不确定度评定

C.1.1 测量方法

将光功率计及被校消偏光源开机充分预热后，用光纤将光源及光功率连接，设置光功率计与消偏光源中心波长一致，打开光源，光功率计测量值为消偏光源最大输出光功率值。

C.1.2 测量模型

建立测量模型：

$$P_s = \bar{P}$$

其中： \bar{P} ——为光功率计的测量平均值；

P_s ——为被校消偏光源的光功率测量值。

C.1.3 传播系数

因为各分量独立，则合成标准不确定度为

$$u^2(P_s) = c_i^2 u^2(\bar{P})$$

灵敏系数为：

$$c_i = \frac{\partial P_s}{\partial \bar{P}} = 1$$

C.1.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源是消偏光源最大输出光功率波动引入的不确定度 u_1 、光功率计最大允许误差引入的不确定度 u_2 、测量重复性引进的不确定度 u_3 。

C.1.4.1 消偏光源最大输出光功率波动引入的不确定度分量 u_1

消偏光源在最大输出功率时波动通常 $\pm 1\%$ (0.04dB)，B类评定，设为均匀分布，则：

$$u_1 = \frac{1\%}{\sqrt{3}} = 0.58\%$$

C.1.4.2 光功率计最大允许误差引入的不确定度分量 u_2

光功率计最大允许误差为 $\pm 4.5\%$ (0.19dB)，B类评定，设为均匀分布，则：

$$u_2 = \frac{4.5\%}{\sqrt{3}} = 2.6\%$$

C.1.4.3 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_3

用多次测量统计标准差估计, 光功率计重复测量消偏光源输出功率 10 次(仪器充分预热, 环境温度 22℃), 测量数据如下:

1310nm $P(\text{mW})$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
	8.32	8.33	8.32	8.34	8.35
	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
	8.36	8.34	8.33	8.34	8.35
\bar{P}	8.34				
$s(P)(\text{dB})$	0.02				

每个点测量 3 次, 则:

$$u_3 = \frac{s(P)}{\sqrt{3} \bar{P}} = 0.002\%$$

C.1.5 标准不确定度一览表(见表 1):

C.1.6 合成标准不确定度%

$$u_c(P_s) = c_1 u(\bar{P}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 2.67\%$$

C.1.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度

$$U = k \times u_c = 5.4\%$$

表 1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 u	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial f}{\partial X_i}$	$u(y) = c_i u(X_i)$
u_1	消偏光源输出功率不稳定	0.58	1	0.58
u_2	光功率计最大允许误差	2.6	1	2.6
u_3	测量重复性	0.002	1	0.002
合成标准不确定度: $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 2.67\%$ 取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度: $U_r = k \times u_c = 2 \times 2.67\% = 5.4\%$				

C.2 中心波长不确定度评定

C.2.1 测量方法

将光谱分析仪、消偏光源开机充分预热后，用光纤将光源及光谱分析仪连接，光谱分析仪测量光源的光谱，其测量值为消偏光源中心波长。

C.2.2 测量模型

建立测量模型：

$$\lambda_c = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

其中： λ_1 、 λ_2 ——光谱曲线中峰值功率点偏差 3dB 的两个波长 λ_1 、 λ_2 ；

λ_c ——中心波长。

C.2.3 传播系数

输入量 λ_1 、 λ_2 不相关，

$$u_c(\lambda_c) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}$$

$$\text{其中， } c_1 = \frac{\partial \lambda_c}{\partial \lambda_1} = \frac{2\lambda_2^2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}, \quad c_2 = \frac{\partial \lambda_c}{\partial \lambda_2} = \frac{2\lambda_1^2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}。$$

C.2.3 计算标准不确定度

C.2.3.1 λ_1 引入的不确定度分量 u_1

λ_1 不确定度主要来源是光谱分析仪测量精度引入的不确定度 u_{11} 、测量重复性引进的不确定度 u_{12} 。

C.2.3.1.1 光谱分析仪测量精度引入的不确定度分量 u_{11}

由说明书得光谱分析仪波长测量精度为 $\pm 0.1\text{nm}$ ，B 类评定，服从均匀分布，则：

$$u_{11} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058\text{nm}$$

C.2.3.1.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{12}

用多次测量统计标准差估计，光谱分析仪重复测量消偏光源中心波长 λ_1 10 次(仪器预热充分，环境温度 22℃)，测量值如下：

	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
1310nm	1320.928	1320.948	1320.980	1320.926	1320.950
$\lambda(\text{nm})$	λ_{16}	λ_{17}	λ_{18}	λ_{19}	λ_{10}
	1320.929	1320.940	1320.956	1320.952	1320.948
$\bar{\lambda}$	1320.945				
$s(\lambda)(\text{nm})$	0.017				

则:

$$u_{12} = s(\lambda) = 0.017nm$$

C.2.3.1.3 λ_1 引入的不确定度 u_1

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = 0.06nm$$

C.2.3.2 λ_2 引入的不确定度分量 u_2

λ_2 不确定度来源和 λ_1 一样, 得到 λ_2 的不确定度 u_2

$$u_2 = u_1 = 0.06nm$$

C.2.4 合成标准不确定度

$$u_c(\lambda_c) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = \sqrt{\left(\frac{2\lambda_2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}\right)^2 u_1^2 + \left(\frac{2\lambda_1}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}\right)^2 u_2^2} = 0.05nm$$

C.2.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度

$$U = k \times u_c = 0.10nm$$

C.3 偏振度不确定度评定

C.3.1 测量方法

将消偏光源、偏振度测试仪开机充分预热后，设置偏振度测试仪波长与消偏光源一致，设置测试为 DOP 模式，打开光源，用偏振度测试仪直接测量消偏光源偏振度。

C.3.2 测量模型

建立测量模型：

$$DOP_s = \overline{DOP}$$

其中： DOP_s ——被校消偏光源的偏振度；

\overline{DOP} ——偏振度测试仪测量偏振度的平均值；

C.3.3 传播系数

$$u^2(DOP_s) = c_i^2 u(\overline{DOP})$$

灵敏系数为：

$$c_i = \frac{\partial DOP_s}{\partial \overline{DOP}} = 1$$

C.3.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源是消偏光源输出光偏振度稳定性引入的不确定度 u_1 、测量重复性引进的不确定度 u_2 、偏振度测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3 、偏振度测试仪最大允许误差引入的不确定度 u_4 。

C.3.4.1 消偏光源输出光偏振度稳定性引入的不确定度分量 u_1

根据经验，消偏光源输出光偏振度的稳定性为 $\pm 0.01\%$ ，B 类不确定度，设为均匀分布，则：

$$u_1 = \frac{0.01\%}{\sqrt{3}} = 0.0058\%$$

C.3.4.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2

用多次测量统计标准差估计，偏振度测试仪测量偏振度 10 次，采用 A 类方法评定，消偏光源设定为 0dBm，测量值如下：

1310nm $DOP(\%)$	DOP_1	DOP_2	DOP_3	DOP_4	DOP_5
	4.95	5.01	5.01	4.96	4.94
	DOP_6	DOP_7	DOP_8	DOP_9	DOP_{10}
	4.95	4.91	4.95	5.04	5.04
\overline{DOP}	4.97				
$s(DOP)(\%)$	0.045				

则:

$$u_2 = s(DOP) = 0.045\%$$

每个测量点测量 3 次, 按 A 类不确定度评定, 则:

$$u_2 = \frac{s(DOP)}{\sqrt{n}} = 0.026\%$$

C.3.4.3 偏振度测试仪分辨力引入的不确定度分量 u_3

常用偏振度测试仪显示分辨力一般为 0.01%, 此项为 B 类评定, 服从均匀分布, 因此

$$u_3 = \frac{0.01\%}{\sqrt{3}} = 0.0058\%$$

重复性和分辨力引入的不确定度一般不重复计算, 取二者较大值, 因此本次不考虑偏振度测试仪分辨力引入的不确定度。

C.3.4.4 偏振度测试仪最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_4

根据厂家说明书, 常用偏振度测试仪最大允许误差一般为 $\pm 0.5\%$, B 类评定, 服从均匀分布, 则:

$$u_4 = \frac{0.5\%}{\sqrt{3}} = 0.29\%$$

C.3.5 标准不确定度一览表(见表 2):

C.3.6 合成标准不确定度

$$u_c(DOP) = c_1 u(\overline{DOP}) = 0.32\%$$

C.3.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度

$$U = k \times u_c = 0.64\%$$

表 2 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 u	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial f}{\partial X_i}$	$u(y) = c_i u(X_i)$
u_1	消偏光源输出偏振度稳定性	0.0058	1	0.0058
u_2	测量重复性	0.026	1	0.026
u_4	偏振度测试仪准确性	0.29	1	0.29
合成标准不确定度: $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_4^2} = 0.32\%$ 取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度: $U = k \times u_c = 0.64\%$				