



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) ****—2024

放大自发辐射光源校准规范

Calibration Specification for Amplified Spontaneous Emission Light
Source

××××-××-××发布

××××-××-××

实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

放大自发辐射光源校准规范

Calibration Specification for Amplified
Spontaneous Emission Light Source

JJF(电子)

—2024

归口单位：中国电子技术标准化研究院

主要起草单位：工业和信息化部电子第五研究所

广州赛宝计量检测中心服务有限公司

参加起草单位：

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：郑琳琳(工业和信息化部电子第五研究所)
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)

参加起草人：苏阳(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)
黄俊杰(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)
孙陆(广州赛宝计量检测中心服务有限公司)

目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 功率谱密度	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	1
5.1 光谱特性.....	1
5.2 功率谱密度.....	1
5.3 最大输出功率.....	1
5.4 输出功率稳定性.....	1
5.5 光谱平坦度.....	1
5.6 偏振度.....	1
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准项目.....	3
7.2 校准方法.....	3
8 校准结果表达.....	6
9 复校时间间隔.....	6
附录 A 原始记录格式.....	7
附录 B 校准证书内页格式.....	9
附录 C 测量不确定度评定示例.....	11

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量名词术语》和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性规范。

本规范为首次发布。

放大自发辐射光源校准规范

1 范围

本规范适用于 C 波段, L 波段以及 C+L 波段的放大自发辐射光源的校准, 其它波段放大自发辐射光源或宽带光源也可参照此规范进行。

2 引用文件

无引用文件

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 功率谱密度 power spectral density

功率谱密度定义为单位波长间隔的光功率, 单位为 dBm/nm。

4 概述

放大自发辐射光源是放大自发辐射效应而产生宽带光的新型光源, 其光源主体部分是增益介质掺铒光纤和高性能的泵浦激光器。放大自发辐射光源具有光谱宽度宽、低相干性、输出功率大、波长稳定性好、易与光纤耦合、使用寿命长等特点, 在光纤传感、光纤陀螺及光器件测试领域中有很重要的应用, 可以极大地提高光纤无源器件的测试效率。

5 计量特性

5.1 光谱特性

5.1.1 波长范围: (1525~1625)nm

5.1.2 光谱带宽: $\geq 30\text{nm}$

5.2 功率谱密度: $\geq -30\text{dBm/nm}$

5.3 最大输出功率: $>0\text{dBm}$

5.4 光功率稳定度

短时间稳定度: $\pm 0.05\text{dB}(15\text{min})$;

长时间稳定度: $\pm 0.5\text{dB}(5\text{h})$ 。

5.5 光谱平坦度: $\leq 10\text{dB}$

5.6 偏振度: $<5\%$

注：上述计量特性指标不用于合格性判定，仅供参考，若仪器说明书指标超出以上指标，以说明书为准。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(23±5)℃；

6.1.2 相对湿度：≤80%；

6.1.3 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 光谱分析仪

波长范围：(1260~1640)nm

波长测量最大允许误差：±0.1nm

波长分辨力：≤0.1nm

功率测量范围：(-60~+20)dBm

功率测量最大允许误差：±0.4dB

功率测量动态范围：>40dB

6.2.2 光功率计

工作波长：(1260~1640)nm

功率测量范围：(-50~+30)dBm

功率测量最大允许误差：±0.2dB

非线性：优于±0.05dB

重复性：≤0.01dB

6.2.3 偏振度测量仪

工作波长：(1260~1640)nm

偏振度测量范围：0~100%

偏振度最大允许误差：±2.0%

6.2.4 可变光衰减器

工作波长：(1260~1640)nm

衰减范围：(0~60)dB

衰减最大允许误差：±0.2dB

偏振依赖损耗(PDL)：<0.1dB

以上指标仅供参考，需要根据具体被校仪器进行选择。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

表 1 校准项目表

序号	校准项目
1	光谱特性
2	功率谱密度
3	最大输出功率
4	光功率稳定度
5	光谱平坦度
6	偏振度

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

仪器上应有下列标识：名称、型号、制造厂名、出场编号或产品序列号等、显示屏清晰，无明显划痕。仪器应标明所使用的电源电压和频率，仪器电源线、信号线等插接紧密，各开关、旋钮、按键等功能正常，不应有影响其电气和光学性能的机械损伤，通电后光源正常点亮。

7.2.2 光谱特性

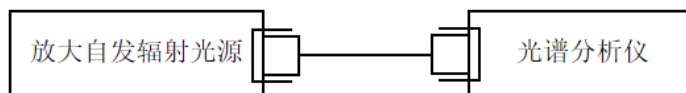


图 1 放大自发辐射光源光谱特性校准连接图

7.2.2.1 如图 1 所示，用光纤连接放大自发辐射光源和光谱分析仪。

7.2.2.2 按说明书规定时间预热待测光源和光谱分析仪，光源设为连续输出状态。

7.2.2.3 波长范围和光谱带宽

用光谱分析仪的自动扫描功能测量待测光源的光谱图，然后用光谱仪的峰值搜索功能找出光谱图上的功率峰值点，并做标记，同时在功率峰值点两侧标记出功率峰值下降 3dB（或按照仪器说明书中光谱带宽的要求）后光谱图上对应的两个波长点 λ_1 , λ_2 。波长范围即这两个波长点之间的光谱范围，光谱带宽为这两个波长点之差，按公式(1)计算，

将测量结果记录在附录 A 表 A.2 中。

$$\Delta\lambda = |\lambda_2 - \lambda_1| \quad (1)$$

式中: $\Delta\lambda$ -----光谱带宽, nm;

λ_1, λ_2 -----波长范围对应的两个波长值, nm。

7.2.3 功率谱密度

7.2.3.1 如图 1 所示, 用光纤连接放大自发辐射光源和光谱分析仪。

7.2.3.2 按说明书规定时间预热待测光源和光谱分析仪, 光源设为连续输出状态。

7.2.3.3 用光谱分析仪的自动扫描功能测量待校准光源的光谱图, 选择单次测量后, 在光谱分析仪功率测量菜单中选择功率谱密度, 测量单位设置为 dBm/nm, 在待校光源波长范围内, 测出待校准光源的最低功率谱密度并将结果记录在附录 A 表 A.3 中。

7.2.4 最大输出功率

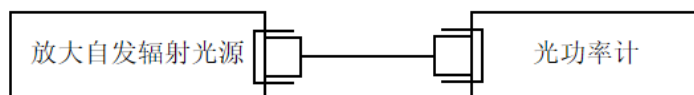


图 2 放大自发辐射光源最大输出功率测试连接图

7.2.4.1 按图 2 连接放大自发辐射光源和光功率计。

7.2.4.2 按说明书规定时间预热待校准光源及光功率计, 将光源设置为最大输出功率连续输出状态。

7.2.4.3 按待测光源说明书在光功率计上设定好波长点, 开始测量, 每隔 30s~60s 记录光功率值 P_i , 测量三次取平均值作为最终测量结果, 按式(2)计算, 将测量结果记录在附录 A 表 A.4 中。

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^3 P_i}{3} \quad (2)$$

式中: \bar{P} -----输出光功率最大值, dBm;

P_i -----输出光功率的单次测量结果, dBm。

7.2.5 光功率稳定度

7.2.5.1 按图 2 连接放大自发辐射光源和光功率计。

7.2.5.2 按说明书规定时间预热待校准光源及光功率计, 将光源设置为最大输出功率连续输出状态。

7.2.5.3 按光源说明书在光功率计上设定好波长点, 开始测量, 在一定时间内(短时间稳定度为 15 分钟, 长时间稳定度一般至少 5h), 按照等时间间隔记录光功率值, 测得 n 个光功率值 P_i ($i=1, 2, \dots, n; n \geq 10$), 单位为 dBm, 分别记录在附录 A 表 A.5 和 A.6 中。稳定度按式(3)计算。

$$R_t = \pm \frac{P_{\max} - P_{\min}}{2} \quad (3)$$

式中: P_{\max}, P_{\min} ----时间 t 内测量最大功率, 最小功率。

7.2.6 光谱平坦度

7.2.6.1 如图 1 所示, 用光纤连接放大自发辐射光源和光谱分析仪。

7.2.6.2 按说明书规定时间预热待测光源和光谱分析仪, 光源设为连续输出状态。

7.2.6.3 用光谱分析仪的自动扫描功能测量待校准光源的光谱图, 按照仪器说明书规定的光谱范围内, 用光谱仪测得功率最大值和最小值, 单位为 dBm, 二者之差即为光谱平坦度, 按式(4)计算, 将测量结果记录在附录 A 表 A.7 中。

$$\Delta P = P_{\max} - P_{\min} \quad (4)$$

式中: P_{\max}, P_{\min} ----规定波长范围内测得的最大光功率和最小光功率。

7.2.7 偏振度测量

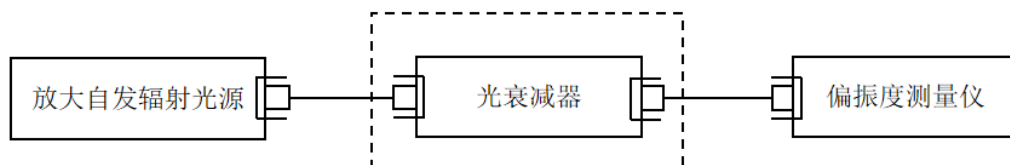


图 3 放大自发辐射光源偏振度测试连接图

7.2.7.1 按图 3 连接各设备, 若放大自发辐射光源的输出功率大于偏振度测量仪的最大功率限值, 需加入可变衰减器将待校光源的输出功率降至偏振度测量仪功率限值以内, 由于光可变衰减器的偏振依赖损耗 PDL 值会对放大自发辐射光源的偏振度测量有影响, 为降低影响, 应选 PDL 值 $< 0.1\text{dB}$ 的光可变衰减器; 若放大自发辐射光源的输出功率小于偏振度测量仪的最大功率限值, 则取消光衰减器。

7.2.7.2 按说明书规定时间预热图 3 中的仪器。

7.2.7.3 按待校光源说明书设定偏振度测量仪的波长点, 打开光源输出键, 使其处于连续输出状态, 用偏振度测量仪测量待校准光源偏振度并记录在表 A.8 中。

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”；
- 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；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- p) 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

放大自发辐射光源复校时间间隔一般不超过 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，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

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 光谱特性

表 A.2 光谱特性

项目	校准结果		扩展不确定度 U ($k=2$)
波长范围	λ_1 (nm)	λ_2 (nm)	(nm)
光谱带宽			

A.3 功率谱密度

表 A.3 功率谱密度

项目	校准结果 (dBm/nm)	扩展不确定度(dB/nm) U ($k=2$)
光谱密度		

A.4 最大输出功率

表 A.4 最大输出功率

波长 (nm)	测量值 (dBm)	测量值 (dBm)	测量值 (dBm)	平均值(dBm)	扩展不确定度(dB) U ($k=2$)

A.5 功率稳定性

表 A.5 短时间稳定度 (15min)

时间(min)	0	1.5	3	4.5	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15
功率测量值(dBm)											
功率稳定性 R (dB)											

表 A.6 长时间稳定度 (5h)

时间(min)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
功率测量值(dBm)											
功率稳定性 R (dB)											

A.6 光谱平坦度

表 A.7 光谱平坦度

波长范围	校准结果	
	P_{\max} (dBm)	
	P_{\min} (dBm)	
	平坦度 (dB)	

A.7 偏振度

表 A.8 偏振度

波长(nm)	校准结果 (dB)	扩展不确定度(dB) U ($k=2$)

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 光谱特性

表 B.2 光谱特性

项目	校准结果(nm)	扩展不确定度 U ($k=2$)(nm)
波长范围		
光谱带宽		

B.3 功率谱密度

表 B.3 功率谱密度

项目	校准结果 (dBm/nm)	扩展不确定度(dB/nm) U ($k=2$)
光谱密度		

B.4 最大输出功率

表 B.4 最大输出功率

波长(nm)	校准结果 (dBm)	扩展不确定度(dB) U ($k=2$)

B.5 功率稳定度

表 B.5 功率稳定度

项目	校准结果（dB）
短时间(15min)	
长时间(5h)	

B.6 光谱平坦度

表 B.6 光谱平坦度

项目	校准结果（dB）
光谱平坦度	

B.7 偏振度

表 B.7 偏振度

波长(nm)	校准结果（dB）	扩展不确定度(dB) U ($k=2$)

附录 C

测量不确定度评定示例

放大自发辐射光源校准结果的测量不确定度评定

C.1 波长的不确定度评定

C.1.1 测量方法

参照放大自发辐射光源校准规范，使用光纤连接放大自发辐射光源，光衰减器和光谱分析仪，按规定预热后测量光源的波长。

C.1.2 测量模型

C.1.2.1 建立测量模型

$$\delta_c = \delta_{\text{std}}$$

式中： δ_c -----被校光源的波长，nm；

δ_{std} -----光谱分析仪测量的波长值，nm。

C.1.2.2 传播系数

$$u^2(\delta_c) = c_1^2 u^2(\delta_{\text{std}})$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_c}{\partial \delta_{\text{std}}} = 1$$

C.1.3 计算标准不确定度

C.1.3.1 不确定度来源分析

光源波长的不确定度来源主要包括，由于测量重复性引入的不确定度 u_1 和光谱分析仪测量波长最大允许误差引入的不确定度 u_2 。

C.1.3.2 各不确定度分量计算

C.1.3.2.1 由于测量重复性引入的不确定度 u_1

采用 A 类方法评定，对放大自发辐射光源重复测量 10 次光源波长，分别得：1550.63nm、1550.60nm、1550.52nm、1550.61nm、1550.67nm、1550.62nm、1550.55nm、

1550.63nm、1550.56nm、1550.63nm, $\bar{\delta}=1550.602\text{nm}$, 按 A 类不确定度评定, 则

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum(\delta - \bar{\delta})^2}{(n-1)}} = 0.05\text{nm}$$

C.1.3.2.2 光谱分析仪测量波长引入的不确定度 u_2

由光谱分析仪的说明书可知其波长测量最大允许误差为 $\pm 0.1\text{nm}$, $k=\sqrt{3}$, 则此项引入的标准不确定度为

$$u_2 = 0.06\text{nm}$$

C.1.4 标准不确定度一览表(见表 1)

C.1.5 合成标准不确定度

$$u_c = c_1 \times u(\delta_c) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.1\text{nm}$$

C.1.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 0.2\text{nm}$$

标准不确定度一览表 (表 1)

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	测量重复性	0.05nm	1	0.05nm
u_2	光谱分析仪测量波长不准	0.06nm	1	0.06nm
合成标准不确定度 $u_c = c_1 \times u(\delta_c) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.1\text{nm}$				
取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度 $U = u_c \times k = 0.2\text{nm}$				

C.2 功率的不确定度评定

C.2.1 测量方法

参照放大自发辐射光源校准规范, 使用光纤连接放大自发辐射光源和光功率计, 按规定预热后测量光源的光功率。

C.2.2 测量模型

C.2.2.1 建立测量模型

$$P_m = P_{\text{std}}$$

式中: P_m -----被校光源的光功率, dB;

P_{std} -----光功率计测量的标准值, dB。

C.2.2.2 传播系数

$$u^2(P_m) = c_1^2 u^2(P_{\text{std}})$$

灵敏系数为:

$$c_1 = \frac{\partial P_m}{\partial P_{\text{std}}} = 1$$

C.2.3 计算标准不确定度

C.2.3.1 不确定度来源分析

功率的不确定度来源主要包括, 由于测量重复性引入的不确定度 u_1 和光功率计测量光功率误差引入的不确定度 u_2 。

C.2.3.2 各不确定度分量计算

C.2.3.2.1 由于测量重复性引入的不确定度 u_1

采用 A 类方法评定, 对放大自发辐射光源重复测量 10 次光功率, 分别得: 10.08dB、10.09dB、10.12dB、10.08dB、10.11dB、10.15dB、10.12dB、10.08dB、10.11dB、10.13dB, $\bar{\delta} = 10.107\text{dB}$, 按 A 类不确定度评定, 则

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{(n-1)}} = 0.03\text{dB}$$

C.2.3.2.2 光功率计测量光功率误差引入的不确定度 u_2

光功率计测量光功率的最大示值误差为 $\pm 5\%$ ($\pm 0.21\text{dB}$), 按照均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则此项引入的标准不确定度为

$$u_2 = \frac{0.21}{\sqrt{3}} = 0.12\text{dB}$$

C.2.4 标准不确定度一览表(见表 2)

C.2.5 合成标准不确定度

$$u_c = c_1 \times u(P_m) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.13\text{dB}$$

C.2.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 0.26\text{dB}$$

标准不确定度一览表（表 2）

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	测量重复性	0.03dB	1	0.03dB
u_2	光功率计测量不准	0.12dB	1	0.12dB
合成标准不确定度 $u_c = c_1 \times u(P_m) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.13\text{dB}$				
取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = u_c \times k = 0.26\text{dB}$				

C.3 光谱密度的不确定度评定

C3.1 测量方法

用光谱分析仪的自动测量功能测量待校准光源的光谱图，选择单次测量后，在光谱分析仪菜单中选择功率谱密度测量功能，测量单位为 dBm/nm，在待校光源光谱范围内，测出待校准光源的最低功率谱密度作为待校光源的功率谱密度测量值。

C.3.2 测量模型

C.3.2.1 建立测量模型

$$P_d = P_{d\min}$$

式中： P_d -----被校光源的功率谱密度，dBm/nm；

$P_{d\min}$ -----光谱分析仪测量的最低功率谱密度，dBm/nm。

C.3.3 计算标准不确定度

C.3.3.1 不确定度来源分析

功率谱密度的不确定度来源主要包括，由于测量重复性引入的不确定度 u_1 和光谱分析仪功率谱密度测量误差引入的不确定度 u_2 。

C.3.3.2 各不确定度分量计算

C.3.3.2.1 由于测量重复性引入的不确定度 u_1

用多次测量统计标准差估计，光谱分析仪测量待校光源功率谱密度 10 次，采用 A 类方法评定，测量值如下：

P_d (dBm/nm)	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
	28.35	28.51	28.47	28.36	28.54
	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}
	28.50	28.41	28.45	28.54	28.48
$\overline{P_d}$ (dBm/nm)	28.461				
$s(P_d)$ (dB/nm)	0.068				

按 A 类不确定度评定，则：

$$u_1 = 0.068 \text{ (dB/nm)}$$

C.4.3.2.2 光谱分析仪测量误差引入的不确定度 u_2

光谱分析仪说明书中，功率谱密度测量最大允差用功率测量最大允差估算为 $\pm 0.5\text{dB/nm}$ ，B 类评定，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则此项引入的标准不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29 \text{ (dB/nm)}$$

C.3.4 标准不确定度一览表(见表 3)

C.3.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.3 \text{ (dB/nm)}$$

C.3.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 0.6 \text{ (dB/nm)}$$

标准不确定度一览表（表 3）

标准不确定度分量 u	不确定度来源	标准不确定度值(dB/nm)	不确定度类型
u_1	测量重复性	0.068	A
u_2	光谱分析仪测量不准	0.29	B
合成标准不确定度 $u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.3 \text{ (dB/nm)}$			
取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = u_c \times k = 0.6 \text{ (dB/nm)}$			

C.4 偏振度的不确定度评定

C.4.1 测量方法

参照放大自发辐射光源校准规范，使用光纤连接放大自发辐射光源、光可变衰减器和偏振度测量仪，按规定预热后测量光源的偏振度，测量三次平均值为光源的偏振度。

C.4.2 测量模型

C.4.2.1 建立测量模型

$$DOP_c = \overline{DOP}$$

式中： DOP_c -----被校光源的偏振度， dB；

\overline{DOP} -----偏振度测量仪的测量平均值， dB。

C.4.2.2 传播系数

$$u^2(DOP_c) = c_1^2 u^2(\overline{DOP})$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial DOP_c}{\partial \overline{DOP}} = 1$$

C.4.3 计算标准不确定度

C.4.3.1 不确定度来源分析

功率的不确定度来源主要包括，由于测量重复性引入的不确定度 u_1 和偏振度测量

仪测量误差引入的不确定度 u_2 。

C.4.3.2 各不确定度分量计算

C.4.3.2.1 由于测量重复性引入的不确定度 u_1

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, 测量值如下:

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5
1550nm	8.45	8.51	8.47	8.46	8.54
DOP (%)	λ_6	λ_7	λ_8	λ_9	λ_{10}
	8.55	8.51	8.45	8.54	8.48
\overline{DOP}	8.496				
$s(DOP)(\%)$	0.039				

每个测量点测量 3 次, 按 A 类不确定度评定, 则:

$$u_2 = \frac{s(DOP)}{\sqrt{n}} = 0.023\%$$

C.4.3.2.2 偏振度测量仪测量误差引入的不确定度 u_2

偏振度测量仪说明书中, 偏振度指标为 $\pm 1.0\%$, B 类评定, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则此项引入的标准不确定度为:

$$u_2 = \frac{1.0\%}{\sqrt{3}} = 0.6\%$$

C.4.4 标准不确定度一览表(见表 4)

C.4.5 合成标准不确定度

$$u_c = c_1 \times u(\overline{DOP}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.7\%$$

C.4.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度

$$U = u_c \times k = 1.4\%$$

标准不确定度一览表（表 4）

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	测量重复性	0.023%	1	0.023%
u_2	偏振度测量仪测量不准	1.2%	1	1.2%
合成标准不确定度 $u_c = c_1 \times u(\overline{DOP}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.7\%$ 取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度 $U = u_c \times k = 1.4\%$				