



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) ****—20XX

光无源器件分析仪校准规范

Calibration Specification for Passive Optical Components Tester

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××

实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

光无源器件分析仪校准规范

Calibration Specification for Passive
Optical Components Tester

JJF(电子)xxxx—20XX

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

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：

苏阳（工业和信息化部电子第五研究所）

黄帅（工业和信息化部电子第五研究所）

刘子瑜（工业和信息化部电子第五研究所）

参加起草人：

顾林（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

郑琳琳（广州赛宝计量检测中心服务有限公司）

周其（深圳市维度科技股份有限公司）

目 录

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	4
7.1 校准项目	4
7.2 校准方法	5
7.2.1 外观及工作正常性检查	5
7.2.2 光波长示值	5
7.2.3 插入损耗示值	6
7.2.4 偏振依赖损耗示值	6
7.2.5 回波损耗示值	7
7.2.6 动态范围	7
7.2.7 波长显示分辨力	7
7.2.8 扫描轨迹噪声	8
8 校准结果表达	9
9 复校时间间隔	9
附录 A 原始记录格式	10
附录 B 校准证书内页格式	12
附录 C 测量不确定度示例	14

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量名词术语》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

光无源器件分析仪校准规范

1 范围

本规范适用于波长范围（1240~1650）nm，基于光波长扫描技术的光无源器件测试系统和光无源器件分析仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

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》。

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 轨迹噪声 trace noise

在光测量系统中，轨迹噪声是信号迹线的短期随机波动，表征系统在高信噪比下的测量分辨率，用实验标准差的 2 倍来表示，单位 dB，计算公式为

$$Noise = 2 \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2} \quad (1)$$

其中：Noise-----轨迹噪声，dB；

N-----测量次数；

P_i -----第 i 次测量结果，dB；

$\bar{P}$ -----测量结果的平均值，dB。

3.2 插入损耗 insertion loss

在光系统中由于介入光学元器件引起的附加光损耗，单位 dB。

[GB/T 14733.12-2008 电信术语 光纤通信 731-01-50]

3.3 偏振依赖损耗 polarization dependent loss

偏振依赖损耗(单位 dB，以下简称 PDL)是指光器件或者系统在所有可能的偏振状态下其损耗变化的最大值，一个系统的 PDL 是这个系统各组成部分的矢量和。

[Telcordia GR-1209-CORE Issue4 2010 无源光学器件的通用要求 4.7]

4 概述

光无源器件分析仪和光无源器件测试系统是一种基于光波长扫描技术的光学测量仪器，用于快速测量光滤波器、光分路器、波分复用器/解复用器等无源器件的光谱数据。其主要由可调谐激光器、高速光探测模块、光信号处理模块、数据采集与处理系统组成，通过在指定波长范围内连续扫描，测量被测光无源器件的透射或反射光功率随波长的变化关系，从而获得器件的光谱特性，典型测量原理图如图 1 所示：

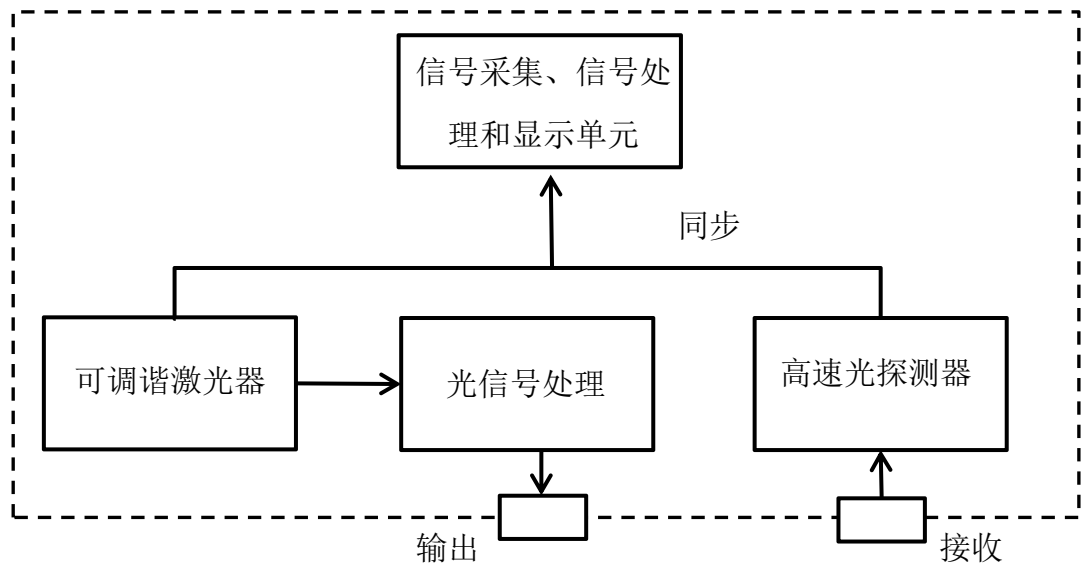


图 1 测量原理图

5 计量特性

5.1 光波长示值

波长范围：1240nm~1650nm；

最大允许误差：±2pm。

5.2 波长显示分辨力

波长显示分辨力：优于 0.4pm。

5.3 插入损耗示值

测量范围：(0.1~1)dB，最大允许误差：±0.1dB；

(1~60)dB：最大允许误差：±0.2dB。

5.4 偏振依赖损耗示值

测量范围：(0.1~10)dB；

最大允许误差： $\pm(0.054\sim0.45)\text{dB}$ 。

5.5 回波损耗示值

测量范围： $(5\sim30)\text{dB}$ 最大允许误差： $\pm0.5\text{dB}$ ；

$(30\sim50)\text{dB}$ 最大允许误差： $\pm1.5\text{dB}$ ；

$(50\sim60)\text{dB}$ 最大允许误差： $\pm2.0\text{dB}$ 。

5.6 动态范围

动态范围： $>60\text{dB}$ 。

5.7 轨迹噪声

轨迹噪声： $\leq 0.035\text{dB}$

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(23\pm5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度： $\leq 80\%$ 。

6.1.3 供电电压： $(220\pm22)\text{V}$ ， $(50\pm2)\text{Hz}$ 。

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

6.2.1 标准光衰减器

波长范围：满足校准需要的工作波长；

衰减范围： $(0.1\sim60)\text{dB}$ ；

最大允许误差： $\pm 0.10\text{dB}$ 。

6.2.2 回波损耗标准器

工作波长：满足校准需要的工作波长；

回波损耗： $(5\sim30)\text{dB}$ ，最大允许误差： $\pm 0.3\text{dB}$ ；

$(30\sim50)\text{dB}$ ，最大允许误差： $\pm 0.8\text{dB}$ ；

$(50\sim60)\text{dB}$ ，最大允许误差： $\pm 1.0\text{dB}$ 。

6.2.3 波长参考标准

波长范围：满足校准要求的工作波长。通常在 C 波段使用氰化氢（HCN）气体腔，在 O 波段使用氟化氢（HF）气体腔。

波长最大允许误差: $\pm 1\text{pm}$;

插入损耗: $\leq 5\text{dB}$ 。

注: 波长参考标准也可以采用波长精度满足要求的其他光器件。

6.2.4 偏振依赖损耗模拟器

波长范围: 满足校准要求的工作波长;

插入损耗: $\leq 5\text{dB}$;

偏振依赖损耗范围: $(0.1\sim 10)\text{dB}$, 应包含 3 个不同校准点;

最大允许误差: $\pm (0.033\text{dB}\sim 0.33)\text{dB}$ 。

6.2.5 可调谐光源

波长范围: 满足校准要求的工作波长;

输出功率: $\geq 0\text{dBm}$;

输出功率稳定性: $\pm 0.01\text{dB}$ (15 分钟)。

6.2.6 光功率计

波长范围: 满足校准要求的工作波长;

功率测量范围: $(-60\sim 3)\text{dBm}$;

非线性: $\leq \pm 1\%$;

分辨力: 0.001dB 。

注: 以上技术指标不用于合格性判别, 仅供参考。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

光无源器件分析仪校准项目见表 1。

表 1 光无源器件分析仪校准项目一览表

序号	项目名称	校准项目条款
1	波长示值	7.2.2
2	插入损耗示值	7.2.3
3	偏振依赖损耗示值	7.2.4
4	回波损耗示值	7.2.5
5	动态范围	7.2.6
6	波长显示分辨力	7.2.7
7	轨迹噪声	7.2.8

7.2 校准方法

7.2.1 外观及工作正常性检查

7.2.1.1 外观检查

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。

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。

7.2.1.3 预热

进行校准前，被校设备及校准用设备应按规定预热。

7.2.1.4 校准准备

光纤和光纤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，光纤以及校准用光器件端面类型建议采用 APC。

7.2.2 光波长示值

7.2.2.1 按图 2 所示连接设备。

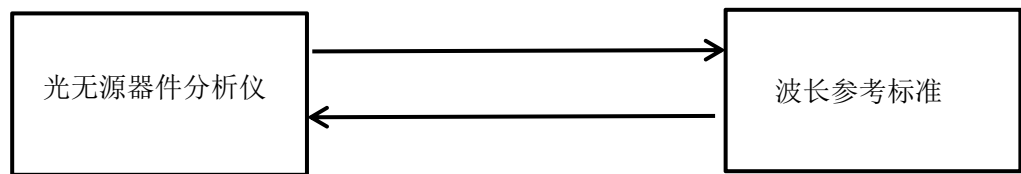


图 2 光波长示值校准示意图

7.2.2.1 将被校光无源器件分析仪输入输出口通过光纤直接相连后，执行插入损耗参考校准。

7.2.2.3 将被校光无源器件分析仪的波长显示分辨力设置为最小，波长扫描速度设置为最慢，并设置合适的输出功率（建议大于 0dBm）。

7.2.2.4 合理调整光谱曲线的横轴和纵轴，使得光无源器件分析仪视窗下显示单一完整的光谱曲线。

7.2.2.5 根据被校光无源器件分析仪的波长测量范围选择测量波段，通常为 O 波段或者 C 波段。在所测得的光谱曲线中选择不少于 3 条读取特征波长示值，重复 3 次取平均值记为波长测量结果。

7.2.2.6 调整被校光无源器件分析仪的波长扫描速度，使得扫描速度能覆盖被校仪表的

高中低三档，重复 7.2.2.3~7.2.2.5，并记录在表 A.2 中。

7.2.3 插入损耗示值

7.2.3.1 按图 3(a)所示连接设备，可调谐光源与光功率计的波长设为一致，设置标准光衰减器为 0dB，将此时光功率计示值作为参考值。调整标准光衰减器的衰减值，读取光功率计的示值变化，记为插入损耗标准值，并记录于表 A.3 中。



图 (a)

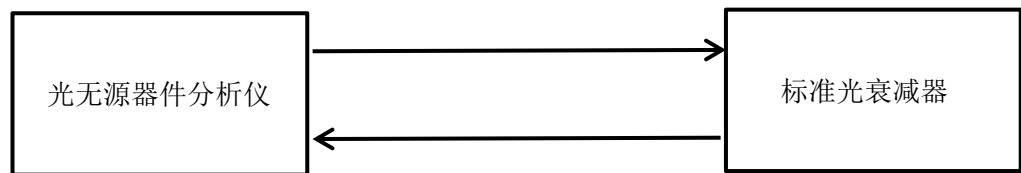


图 (b)

图 3 插入损耗示值校准示意图

7.2.3.2 调整可调谐光源和光功率计的波长值，重复 7.2.3.1 操作，将测量结果记录于表 A.3 中。

7.2.3.3 按图 3(b)所示连接设备，设置标准光衰减器的衰减值为 0dB。

7.2.3.4 设置被校光无源器件分析仪的波长扫描速度为 10nm/s，并执行参考校准。

7.2.3.5 调整标准光衰减器的衰减值，在测量范围内均匀选取 3 个以上波长点，读取被校光无源器件分析仪的插入损耗示值，重复测量 3 次，取平均值记为测量结果。

7.2.3.6 在被校设备插入损耗的量程范围内均匀选取不少于 3 个测量点，重复 7.2.3.5，并记录于表 A.3 中。

7.2.4 偏振依赖损耗示值

7.2.4.1 按图 4 所示连接设备。

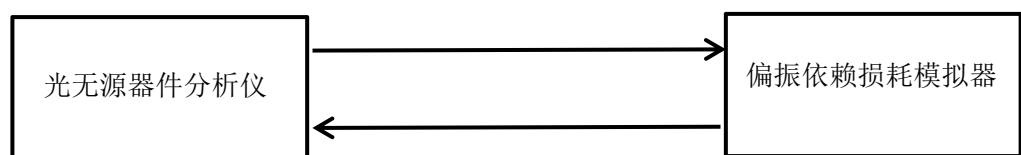


图 4 偏振依赖损耗示值校准示意图

7.2.4.2 根据所校光无源器件分析仪的波长测量范围，选取某一校准波长点（建议为 1310nm 或 1550nm），光输出功率不小于 0dBm，扫描速度为 10nm/s。

7.2.4.3 偏振依赖损耗模拟器的波长和量值设置为所选校准点。

7.2.4.4 读取光无源器件分析仪的偏振依赖损耗测量值，重复测量三次取平均值记为偏振依赖损耗测量结果。

7.2.4.5 调整偏振依赖损耗模拟器的量值，在被校设备的量程范围内取不少于 3 个点，重复 7.2.4.2~7.2.4.4 操作，将测量结果记录在表 A.4 中。

7.2.5 回波损耗示值

7.2.5.1 按图 5 所示连接设备，光纤类型建议 APC/APC。

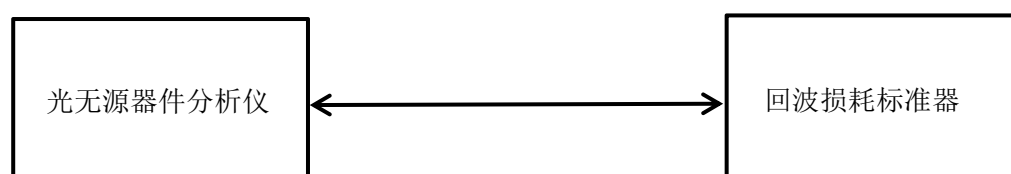


图 5 回波损耗示值校准示意图

7.2.5.2 选取某一校准波长点（建议为 1310nm 或 1550nm），设置光无源器件分析仪的波长测量范围，使其覆盖所选校准点，波长扫描速率设置为 10nm/s，输出光功率不小于 0dBm。

7.2.5.3 被校光无源器件分析仪执行回波损耗测量，重复测量三次，取平均值作为回波损耗测量结果。

7.2.5.4 调整回波损耗标准器的量值，重复 7.2.5.2~7.2.5.3 操作，将测量结果记录在表 A.5 中。

7.2.6 动态范围

7.2.6.1 用光纤直接连接被校光无源器件分析仪的输入、输出口，然后进行参考校准。

7.2.6.2 用遮光帽将被校光无源器件分析仪的光输入口盖住，测得此时的光谱曲线。

7.2.6.3 读取光谱曲线中的噪声峰值幅度，取绝对值作为动态范围测量结果，并将测量结果记录在表 A.6 中。

7.2.7 波长显示分辨力

7.2.7.1 用光纤直接连接被校设备输出和测量端口。

7.2.7.2 测量完成后, 读取光谱曲线采样点的个数 P , 记录此时的波长扫描范围 λ_s , 则波长显示分辨力 R_λ 可以按下式计算。

$$R_\lambda = \frac{\lambda_s}{P} \quad (2)$$

7.2.7.3 当被测仪器无法直接获取采样点数时, 也可以将曲线的波长采样间隔作为波长显示分辨力测量结果, 并记录在 A.7 中。

7.2.8 扫描轨迹噪声

7.2.8.1 用光纤连接被校光无源器件分析仪输入输出口后, 设置波长扫描速度为 10nm/s, 执行参考校准。

7.2.8.2 根据被校光无源器件分析仪的波长测量范围, 选取某一校准波长点 (建议为 1310nm 或 1550nm), 记录该波长下插入损耗的示值。

7.2.8.3 重复测量 6 次以上, 计算实验标准差 σ , 取 2σ 记为扫描轨迹噪声测量结果, 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、职务或等效标识；
- 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

建议复校时间间隔为 1 年。送校单位也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

项目	检查结果
外观检查	
工作正常性检查	

表 A.1 外观及工作正常性检查

A.2 光波长示值

表 A.2 光波长示值

扫描速度 (nm/s)	标准值 (nm)	示值(nm)			平均值 (nm)	示值误差 (nm)	扩展不确定度 $U(k=2)/nm$
	...						

A.3 插入损耗示值

表 A.3 插入损耗示值

波长 (nm)	标准值 (dB)	示值(dB)			平均值 (dB)	示值误差 (dB)	扩展不确定度 $U(k=2)/dB$

A.4 偏振依赖损耗示值

表 A.4 偏振依赖损耗示值

波长(nm)	标准值 (dB)	示值(dB)			平均值 (dB)	示值误差 (dB)	扩展不确定度 $U(k=2)/dB$

A.5 回波损耗示值

表 A.5 回波损耗示值

波长(nm)	标准值 (dB)	示值(dB)			平均值(dB)	示值误差 (dB)	扩展不确定度 $U(k=2)/dB$

A.6 动态范围

表 A.6 动态范围

波长(nm)	实测值(dB)

A.7 波长显示分辨力

表 A.7 波长显示分辨率

波长范围(nm)	取样点	波长显示分辨率

A.8 扫描轨迹噪声

表 A.8 扫描轨迹噪声

波长	序号	实测值(dB)
	1	
	2	
	...	
2σ (2 倍实验标准差)		

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 光波长示值

表 B.2 光波长示值

扫描速度(nm/s)	标准值(nm)	示值 (nm)	示值误差(nm)	扩展不确定度 (nm,k=2)

B.3 插入损耗示值

表 B.3 插入损耗示值

波长(nm)	标准值(dB)	示值 (dB)	示值误差(dB)	扩展不确定度 (dB,k=2)

B.4 偏振依赖损耗示值

表 B.4 偏振依赖损耗示值

波长(nm)	标准值(dB)	示值 (dB)	示值误差(dB)	扩展不确定度 (dB,k=2)

B.5 回波损耗示值

波长(nm)	标准值(dB)	示值 (dB)	示值误差(dB)	扩展不确定度 (dB,k=2)

表 B.5 回波损耗示值

B.6 动态范围__dB

B.7 波长显示分辨力__pm

B.8 扫描轨迹噪声__dB

附录 C

测量不确定度示例

C1 光波长示值的不确定度评定

C1.1 测量方法

参照光无源器件分析仪校准规范，使用 HCN 分子气室校准光无源器件分析仪的光波长示值。

C1.2 测量模型

建立测量模型：

$$\lambda = \lambda_{Std}$$

其中： λ ——被校光无源器件分析仪的光波长示值测量结果；

λ_{Std} ——HCN 分子气室的吸收波长标准值；

C1.3 传播系数

$$u^2(\lambda) = C_1^2 u^2(\lambda_{Std})$$

灵敏系数为：

$$C_1 = \frac{\partial \lambda}{\partial \lambda_{Std}} = 1$$

C1.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源有分子气室的吸收波长引入的不确定度 u_1 和测量重复性引入的不确定度 u_2 。

C1.4.1 分子气室的吸收波长引入的不确定度分量 u_1

根据上级溯源证书可知，HCN 分子气室的吸收波长扩展不确定度为 0.5pm($k=2$)，按照正态分布，B 类评定，则分子气室的吸收波长引入的不确定度可按式计算。

$$u_1 = \frac{0.5}{2} \text{pm} = 0.25 \text{pm}$$

C1.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定，使用 HCN 分子气室对被校光无源器件分析仪的波长示值进行校准，重复测量 10 次，测量值如表 C.1 所示。

表 C.1 光波长示值重复性测量结果

次序 \ 测量值(nm)	$\lambda=1550\text{nm}$
1	1550.517
2	1550.516
3	1550.516
4	1550.515
5	1550.516
6	1550.516
7	1550.516
8	1550.516
9	1550.516
10	1550.517
$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}$	1550.5161
$s(\lambda) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\lambda_i - \bar{\lambda})^2}{(n-1)}}$	0.0006

按 A 类不确定度评定，则： $u_2 = 0.0006\text{nm}$ 。

C1.5 标准不确定度一览表

C.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	评定方法	测量误差或准确度	分布	k 值	标准不确定度
u_1	分子气室的吸收波长引入的不确定度	B 类	0.0005nm	正态	2	0.00025nm
u_2	测量重复性	A 类	0.0006nm	—	—	0.0006nm

C1.6 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 互不相关，则： $u_c(\lambda) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.00065\text{nm}$ 。

C1.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度： $U = k \times u_c = 0.002\text{nm}$ 。

C2 插入损耗示值的不确定度评定

C2.1 测量方法

参照光无源器件分析仪校准规范，使用标准光衰减器校准光无源器件分析仪的插

入损耗。

C2.2 测量模型

建立测量模型：

$$L = L_{Std}$$

其中： L ——被校光无源器件分析仪的插入损耗测量结果；

L_{Std} ——标准光衰减器的衰减标准值；

C2.3 传播系数

$$u^2(L) = C_1^2 u^2(L_{Std})$$

灵敏系数为：

$$C_1 = \frac{\partial L}{\partial L_{Std}} = 1$$

C2.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源是标准光衰减器引入的不确定度 u_1 ，由于测量重复性引入的不确定度 u_2 。

C2.4.1 标准光衰减器引入的不确定度分量 u_1

根据上级溯源证书可知，标准光衰减器的衰减扩展不确定度为 0.03dB($k=2$)，按照正态分布，B 类评定，则标准光衰减器引入的不确定度分量可按下式计算。

$$u_1 = \frac{0.03}{2} \text{dB} = 0.015 \text{dB}$$

C2.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定，使用标准光衰减器对被校光无源器件分析仪的插入损耗进行校准，重复测量 10 次，测量值如下：

表 C.3 插入损耗重复性测量结果

测量值(dB) 次序	1	5	10
1	0.96	4.96	9.958
2	0.96	4.95	9.957
3	0.96	4.96	9.958
4	0.97	4.96	9.957
5	0.97	4.96	9.957
6	0.97	4.97	9.957
7	0.96	4.97	9.958

8	0.96	4.96	9.958
9	0.96	4.96	9.958
10	0.97	4.96	9.958
$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$	0.964	4.961	9.958
$s(L) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{(n-1)}}$	0.005	0.006	0.005

按 A 类不确定度评定, 则: $u_2 = \frac{0.006\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.0035\text{dB}$ 。

C2.5 标准不确定度一览表

表 C.4 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 u	不确定度来源	评定方法	测量误差或准确度	分布	k 值	标准不确定度
u_1	标准光衰减器引入的不确定度	B 类	0.03dB	正态	2	0.015dB
u_2	测量重复性	A 类	0.0035dB	—	—	0.0035dB

C2.6 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 互不相关, 则: $u_c(IL) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.016\text{dB}$ 。

C2.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度: $U = k \times u_c = 0.032\text{dB}$ 。

C3 偏振依赖损耗示值的不确定度评定

C3.1 测量方法

参照光无源器件分析仪校准规范, 使用偏振依赖损耗模拟器校准光无源器件分析仪的偏振依赖损耗。

C3.2 测量模型

建立测量模型:

$$PDL = PDL_{Std}$$

其中: PDL ——被校光无源器件分析仪的偏振依赖损耗测量结果;

PDL_{Std} ——偏振依赖损耗模拟器的标准值;

C3.3 传播系数

$$u^2(PDL) = C_1^2 u^2(PDL_{Std})$$

灵敏系数为:

$$C_1 = \frac{\partial PDL}{\partial PDL_{Std}} = 1$$

C3.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源有偏振依赖损耗模拟器引入的不确定度 u_1 和测量重复性引入的不确定度 u_2 。

C3.4.1 偏振依赖损耗模拟器引入的不确定度分量 u_1

根据偏振依赖损耗模拟器的说明书可知, 其最大允许误差为 $\pm(0.03\text{dB}+3\%\times\text{设置值})$ 。当偏振依赖损耗为 1dB 时, 最大允许误差为 $\pm 0.06\text{dB}$, 按照均匀分布, B 类评定, 则偏振依赖损耗模拟器引入的不确定度分量可按式计算。

$$u_1 = \frac{0.06}{\sqrt{3}} \text{dB} = 0.035\text{dB}$$

C3.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定, 使用偏振依赖损耗模拟器对被校光无源器件分析仪的偏振依赖损耗进行校准, 重复测量 10 次, 测量值如下:

表 C.5 偏振依赖损耗重复性测量结果

次序 \ 测量值(dB)	0.1	0.5	1
1	0.05	0.37	0.86
2	0.06	0.36	0.85
3	0.06	0.36	0.84
4	0.05	0.37	0.86
5	0.06	0.36	0.86
6	0.05	0.36	0.82
7	0.05	0.35	0.85
8	0.07	0.37	0.84
9	0.07	0.37	0.83
10	0.07	0.38	0.86
$\overline{PDL} = \frac{\sum_{i=1}^n PDL_i}{n}$	0.059	0.365	0.847

$s(PDL) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PDL_i - \overline{PDL})^2}{(n-1)}}$	0.009	0.008	0.014
---	-------	-------	-------

按 A 类不确定度评定, 则: $u_2 = \frac{0.014\text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.0081\text{dB}$ 。

C3.5 标准不确定度一览表

表 C.6 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 u	不确定度来源	评定方法	测量误差或准确度	分布	k 值	标准不确定度
u_1	偏振依赖损耗模拟器引入的不确定度	B 类	0.06dB	正态	$\sqrt{3}$	0.035dB
u_2	测量重复性	A 类	0.0081dB	—	—	0.0081dB

C3.6 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 互不相关, 则: $u_c(PDL) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.036\text{dB}$ 。

C3.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度: $U = k \times u_c = 0.08\text{dB}$ 。

C4 回波损耗示值的不确定度评定

C4.1 测量方法

参照光无源器件分析仪校准规范, 使用回波损耗标准件校准光无源器件分析仪的回波损耗示值。

C4.2 测量模型

建立测量模型:

$$RL = RL_{Std}$$

其中: RL ——被校光无源器件分析仪的回波损耗测量结果;

RL_{Std} ——回损标准件的标准值;

C4.3 传播系数

$$u^2(RL) = C_1^2 u^2(RL_{Std})$$

灵敏系数为:

$$C_1 = \frac{\partial RL}{\partial RL_{Std}} = 1$$

C4.4 计算标准不确定度

此项不确定度主要来源是回波损耗标准件引入的不确定度 u_1 和测量重复性引入的不确定度 u_2 。

C4.4.1 回波损耗标准件引入的不确定度分量 u_1

根据回波损耗标准件的上级溯源证书可知，其回波损耗的扩展不确定度为 0.2dB($k=2$)，按照正态分布，B 类评定，则回波损耗标准件引入的不确定度分量可按下列式计算。

$$u_1 = \frac{0.20}{2} \text{dB} = 0.10 \text{dB}$$

C4.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定，使用回波损耗标准件对被校光无源器件分析仪的回波损耗进行校准，重复测量 10 次，测量值如下。

表 C.7 回波损耗重复性测量结果

回波损耗/dB	20.12	20.14	20.15	20.17	20.16
	20.14	20.13	20.15	20.12	20.11
标准差/dB	0.019				

根据重复性测量结果，按 A 类不确定度评定，则： $u_2 = \frac{0.019 \text{dB}}{\sqrt{3}} = 0.011 \text{dB}$

C4.5 标准不确定度一览表

表 C.8 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 u	不确定度来源	评定方法	测量误差或准确度	分布	k 值	标准不确定度
u_1	回波损耗标准件引入的不确定度	B 类	0.20dB	正态	2	0.10dB
u_2	测量重复性	A 类	0.011dB	—	—	0.011dB

C4.6 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 互不相关，则： $u_c(RL) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.11 \text{dB}$ 。

C4.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度： $U = k \times u_c = 0.22 \text{dB}$ 。

