



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) ****—202X

光背向反射器校准规范

Calibration Specification for Back Reflector

(报批稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

光背向反射器校准规范

Calibration Specification for Optical
Back Reflector

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）

刘子瑜（工业和信息化部电子第五研究所）

申祥平（工业和信息化部电子第五研究所）

参加起草人：

刘君荣（工业和信息化部电子第五研究所）

彭益炜（工业和信息化部电子第五研究所）

杨斌（工业和信息化部电子第五研究所）

目 录

1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 光背向反射(optical backreflection).....	1
3.2 插入损耗(insertion loss).....	1
3.3 反射率(reflectance).....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
5.1 插入损耗.....	2
5.2 偏振依赖损耗.....	2
5.3 反射率.....	2
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 外观及工作正常性检查.....	4
7.2 插入损耗.....	4
7.3 偏振依赖损耗.....	6
7.4 反射率.....	8
8 校准结果表达.....	10
9 复校时间间隔.....	10
附录 A.....	11
附录 B.....	13
附录 C.....	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。

光背向反射器校准规范

1 范围

本规范适用于单模光背向反射器的计量校准，多模光背向反射器可参照执行。

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 光背向反射(optical backreflection)

光背向反射是指激光沿原来的路径反射回去。

3.2 插入损耗(insertion loss)

插入损耗（单位 dB，简称为 IL）是指在光系统中由于介入光学元器件而引起的附加光损耗，为输出光功率和输入光功率之比。计算如下式：

$$IL_{dB} = -10 \log \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)$$

式中： P_{out} 是输出光功率，mW；

P_{in} 是输入光功率，mW。

[Telcordia GR-1209-CORE Issue4 2010, 4.2 Insertion Loss]

3.3 反射率(reflectance)

反射率是指在同一点上，反射前后处在相应的能量传播方向的反射波与入射波的辐射功率密度之比，这里单位用 dB 表示。

[GB/T 14733.12-2008,术语和定义 731-03-25]

4 概述

光背向反射器是一种基于光可调衰减器和高反射材料来实现光背向反射率量值可调的仪器，主要应用于模拟连接器的累积反射、元器件测试、激光器的开发和生产等。其典型结构示意图如图 1 所示：

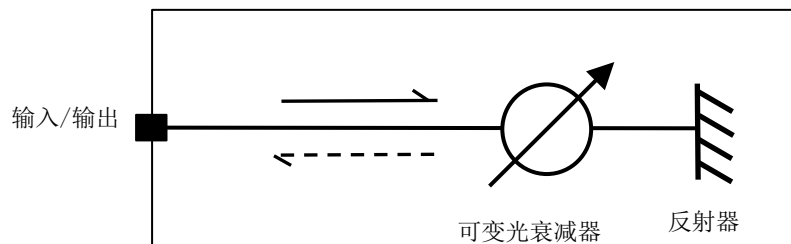


图 1 光背向反射器结构示意图

5 计量特性

5.1 插入损耗

波长范围: (1240~1650)nm;

插入损耗: $\leq 4\text{dB}$ 。

5.2 偏振依赖损耗

波长范围: (1240~1650)nm;

偏振依赖损耗: $\leq 0.2\text{dB}$ 。

5.3 反射率

波长范围: (1240~1650)nm;

反射率: $(-55\sim 0)\text{dB}$;

最大允许误差: $\pm 0.3\text{dB}$ 。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度: $(23\pm 5)^\circ\text{C}$, 校准期间温度变化不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 相对湿度: $\leq 80\%$

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

6.2.1 激光光源

输出波长：稳定光源 1310nm, 1550nm 或者可调谐激光器(1240~1650)nm。

波长最大允许误差：±5nm；

输出功率：≥0dBm；

输出功率稳定度：优于±0.025dB(15 分钟)；

6.2.2 光功率计

工作波长：(700~1700)nm；

测量范围：(-60~3)dBm；

最大允许误差：±5%；

非线性度：优于 3%。

6.2.3 偏振依赖损耗测试仪

工作波长范围：(1240~1650)nm；

偏振依赖损耗测量范围：(0.01~10)dB；

最大允许误差：±(0.01dB+5%×测量值)。

6.2.4 光环形器

工作波长：(1240~1650)nm；

插入损耗：≤1.5dB；

隔离度：>50dB

偏振依赖损耗：≤0.1dB。

6.2.5 扰偏仪

工作波长范围：(1240~1650)nm；

插入损耗：≤1.5dB；

偏振依赖损耗：≤0.1dB。

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

光背向反射器校准项目见表 1。

表 1 光背向反射器校准项目一览表

序号	项目名称
1	插入损耗

2	偏振依赖损耗
3	反射率

7.1 外观及工作正常性检查

7.1.1 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。

7.1.2 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。

7.1.3 预热

进行校准前，被校仪器及校准用设备应按规定预热。

7.1.4 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/PC。

7.2 插入损耗

7.2.1 如图 2 (a) 所示，按虚线连接标准设备，首先将激光光源和光功率计波长设置为波长 λ ，光功率计使用前需进行暗电平校准。暗电平校准完成后，打开激光光源，设置合适的激光光源输出功率，使光功率计能稳定测量反射信号，通常激光光源输出光功率不小于 0dBm。将光功率计的平均时间设置为 100ms，用光功率计测量此时激光光源的输出功率，读取光功率计读数 P_1 ，单位 dBm。

7.2.2 如图 2 (a) 所示，按实线连接标准设备，先将光功率计接入光环形器 A 端口，激光光源接入光环形器 C 端口，激光光源在光纤插拔进行时需保持关闭状态。按 7.2.1 所述激光光源与光功率计的操作方法测量出光环形器 A 端口的输出功率 P_2 ，单位 dBm。

此时测得该波长 λ 下光环形器 C→A 端口的损耗 $L_{CA}=P_1-P_2$ 。

7.2.3 如图 2 (b) 所示，将激光光源接入光环形器 A 端口，光功率计接入光环形器 B 端口。按 7.2.1 所述测出光环形器 B 端口的输出功率 P_3 ，单位 dBm。

此时测得该波长 λ 下光环形器 A→B 端口的损耗 $L_{AB}=P_1-P_3$ 。

7.2.4 如图 2 (c) 所示，将光背向反射器接入光环形器 A 端口，光功率计接入光环形器 B 端口，激光光源接入光环形器 C 端口。将光背向反射器反射率设置为 0dB 或者最大，波长设置为待测波长，并使其处于输出打开状态，参照 7.2.1 所述测出此时光环形器 B 端口的输出功率 P_4 ，单位 dBm。

此时测得该波长 λ 下激光由光环形器 C 进入光背向反射器后的损耗 $L_{CB}=P_1-P_4$ 。

7.2.5 插入损耗值按公式(1)计算:

$$IL = L_{CB} - L_{CA} - L_{AB} \quad (1)$$

7.2.6 重复 7.2.1~7.2.5 测得 3 次插入损耗的量值 $IL_m(m=1,2,3)$, 取其算数平均值作为光背向反射器的插入损耗。

7.2.7 将激光光源设置为不同的波长, 重复 7.2.1~7.2.6 步骤, 得到不同波长的插入损耗值, 测量波长应包含 1310nm 和 1550nm。

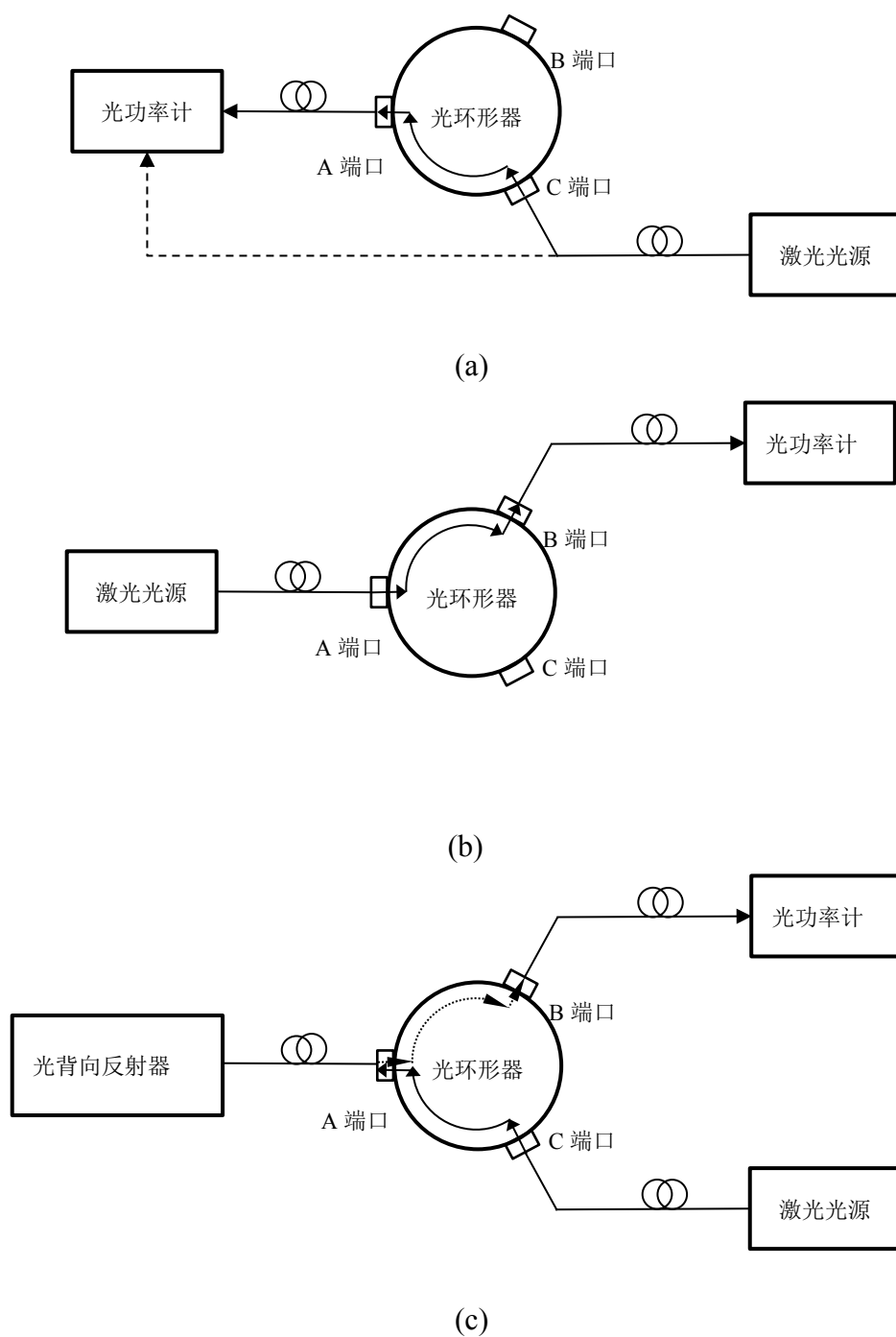


图 2 插入损耗的测量示意图

7.3 偏振依赖损耗

7.3.1 方法一

7.3.1.1 如图 3 所示，将激光光源输出端接入偏振依赖损耗测量仪的光源输入端，偏振依赖损耗测量仪的光输出端接入光环形器 C 端口，光环形器 A 端口接入光背向反射器，

光环形器 B 端口接入偏振依赖损耗测量仪的光探测端。

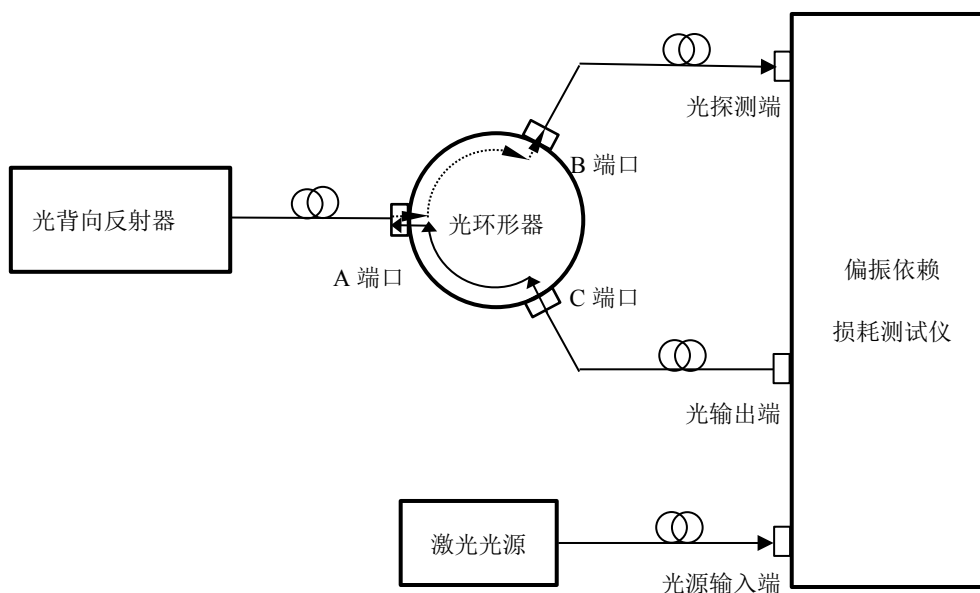


图 3 偏振依赖损耗的测量示意图

7.3.1.2 设置激光光源、光背向反射器和偏振依赖损耗测量仪的波长为待测波长 λ ，测量波长 λ 应包含 1310nm 和 1550nm。

7.3.1.3 设置光背向反射器的反射率为最大，并使其处于输出开启状态。

7.3.1.4 打开输出激光光源，设置激光光源处于连续输出模式。

7.3.1.5 用偏振依赖损耗测试仪测量偏振依赖损耗值，记录此时示值 PDL ，单位为 dB。

读取 3 次偏振依赖损耗测量仪的示值 $PDL_m (m=1,2,3)$ ，取其算术平均值作为光背向反射器的固有偏振依赖损耗值。

7.3.2 方法二

7.3.2.1 如图 4 所示，激光光源输出端接入扰偏仪的输入端，扰偏仪的光输出端接入光环形器的 C 端口，光环形器的 A 端口接入光背向反射器，光环形器的 B 端口接入光功率计。

7.3.2.2 设置激光光源、光背向反射器和偏振依赖损耗测量仪的波长为待测波长 λ ，测量波长 λ 应包含 1310nm 和 1550nm。

7.3.2.3 设置光背向反射器的反射率为最大，并使其处于输出开启状态。

7.3.2.4 打开输出激光光源，设置激光光源处于连续输出模式，调整激光光源的输出功率，使光功率计能稳定测量反射信号。

7.3.2.5 将光功率计设置为 min/max 测试模式,并重置测量,使此时光功率波动 $\Delta P=0\text{dB}$ 。将扰偏仪设置为扰偏状态,观察光功率计示值,待光功率计示值稳定后,读取 3 次示值 $\Delta P_m(m=1,2,3)$,取其算数平均值作为光背向反射器的固有偏振依赖损耗值。

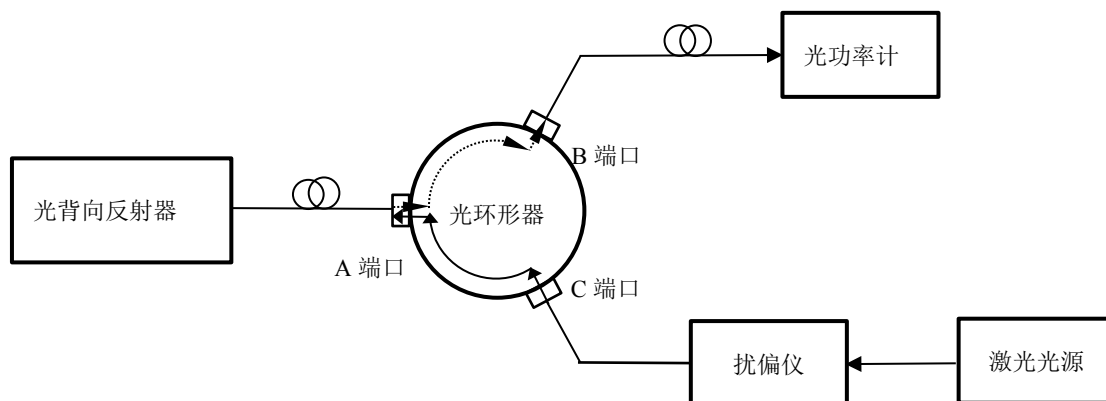


图 4 偏振依赖损耗的测量示意图

7.4 反射率

7.4.1 如图 5 所示,光环行器的 A 端口接入光背向反射器, B 端口接入光功率计, C 端口接入激光光源。

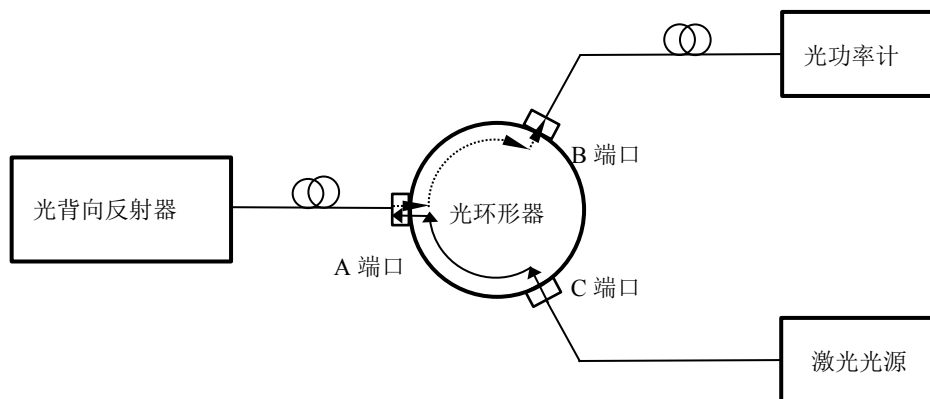


图 5 反射率的测量示意图

7.4.2 设置激光光源、光功率计和光背向反射器的波长为待测波长 λ 。

7.4.3 调整光背向反射器的反射率设定值,使量值为最大,并将光背向反射器设置为输出开启状态。

7.4.4 打开激光光源,调整光功率计的参考值使得光功率计示值显示为 0dB 。

7.4.5 将光背向反射器的反射率设置为 R_i , R_i 应包含反射率最大值和最小值, 并在量程范围内均匀取点, 建议 10dB 步进。

7.4.6 读取 3 次光功率计的示值 R_n ($n=1,2,3$), 其算术平均值作为 R_s , 单位为 dB。反射率实测值按公式(2)计算。

$$R_{STD}=R_s-IL \quad (2)$$

其中 IL -----被校光背向反射器插入损耗测量值, 单位为 dB;

R_s -----光功率计测量值, 单位为 dB。

7.4.7 将光源设置为不同的波长, 重复 7.4.1~7.4.6 步骤, 得到不同波长的反射率值, 测量波长应包含 1310nm 和 1550nm。

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。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 插入损耗

表 A.2 插入损耗

波长(nm)	次数	P_1 (dBm)	P_2 (dBm)	P_3 (dBm)	P_4 (dBm)
	1				
	2				
	3				
	平均值				
$L_{CA}(\text{dB})=P_1-P_2$:					
$L_{AB}(\text{dB})=P_1-P_3$:					
$L_{CB}(\text{dB})=P_1-P_4$:					
插入损耗 $IL(\text{dB})=L_{CB}-L_{CA}-L_{AB}$:					
测量不确定度($k=2$):					

A.3 偏振依赖损耗

表 A.3 偏振依赖损耗

波长(nm)	次数	偏振依赖损耗 $PDL(\text{dB})$
	1	
	2	
	3	
偏振依赖损耗平均值(dB):		
测量不确定度($k=2$):		

A.4 反射率

表 A.4 反射率

波长： (nm)							
标称值 R_i (dB)	光功率计示值 R_s (dB)				标准值 R_{Std} (dB)= R_s-IL	示值误差 ΔR (dB)	测量不确定度 ($k=2$)
	次数 1	次数 2	次数 3	平均值			

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 插入损耗

表 B.2 插入损耗

波长(nm)	标准值(dB)	测量不确定度($k=2$)

B.3 偏振依赖损耗

表 B.3 偏振依赖损耗

波长(nm)	标准值(dB)	测量不确定度($k=2$)

B.4 反射率

表 B.4 反射率

波长(nm)	标称值(dB)	标准值(dB)	示值误差(dB)	测量不确定度($k=2$)

附录 C

C1 反射率的不确定度评定

C1.1 测量方法

参照光背向反射器校准规范，使用可调谐激光源、光环形器和光功率计测量被校光背向反射器的反射率。

C1.2 测量模型

建立测量模型：

$$R = R_{Std}$$

其中： R ——被校光背向反射器的反射率；

R_{Std} ——标准值；

C1.3 传播系数

$$u^2(R) = C_1^2 u^2(R_{Std})$$

灵敏系数为：

$$C_1 = \frac{\partial R}{\partial R_{Std}} = 1$$

C1.4 标准不确定度分量

此项不确定度主要来源是可调谐激光源的输出功率不稳定引入的不确定度 u_1 、标准光功率计非线性引入的不确定度 u_2 ，测量重复性引入的不确定度 u_3 ，标准光功率计分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 ，光功率计光谱响应度引入的不确定度 u_5 和光环形器引入的不确定度 u_6 。

C1.4.1 可调谐激光源的输出功率不稳定引入的不确定度分量 u_1

根据说明书可知，可调谐激光源输出功率波动为 $\pm 0.025\text{dB}$ ，按照均匀分布，B类评定，则可调谐激光源的输出功率不稳定引入的不确定度为：

$$u_1 = \frac{0.025}{\sqrt{3}} \text{dB} = 0.014 \text{dB}$$

C1.4.2 标准光功率计非线性引入的不确定度分量 u_2

标准光功率计送中国计量院检定，其检定证书给出的光功率非线性为 $\pm 0.009\text{dB}$ ，按照均匀分布，B类评定，则标准光功率计非线性引入的不确定度为：

$$u_2 = \frac{0.009}{\sqrt{3}} \text{ dB} = 0.0052 \text{ dB}$$

C1.4.3 测量重复性引入的不确定度分量 u_3

采用 A 类方法评定，在 1550nm 波长下，光背向反射器设定为-30dB，设置好光源、光功率计重复测量 10 次，测量值如下：

表 C.1 反射率重复性测量结果

测量值(dB) 次序	$\lambda=1550\text{nm}$
1	-30.15
2	-30.21
3	-30.18
4	-30.15
5	-30.10
6	-30.14
7	-30.16
8	-30.22
9	-30.16
10	-30.12
$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$	-30.159
$s(R) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{(n-1)}}$	0.037

每个测量点测量 3 次，按 A 类不确定度评定，则测量重复性引入的不确定度为：

$$u_3 = \frac{s(R)}{\sqrt{n}} = 0.021 \text{ dB}$$

C1.4.4 标准光功率计分辨力引入的不确定度分量 u_4

常用光功率计的显示分辨力一般为 0.01dB，此项服从均匀分布，B 类评定，因此标准光功率计分辨力引入的不确定度为：

$$u_4 = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} \text{dB} = 0.0029 \text{dB}$$

C1.4.5 光功率计光谱响应度引入的不确定度分量 u_5

对光电型功率计在 $\pm 10 \text{nm}$ 范围内光谱响应度变化量通常小于 $\pm 0.05 \text{dB}$ ，按照均匀分布，B 类评定，则光功率计光谱响应度引入的不确定度为：

$$u_5 = \frac{0.05}{\sqrt{3}} \text{dB} = 0.029 \text{dB}$$

C1.4.6 光环形器引入的不确定度分量 u_6

根据经验可知光环形器的影响约为 $\pm 0.1 \text{dB}$ ，此项服从均匀分布，B 类评定，因此光环形器引入的不确定度为：

$$u_6 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{dB} = 0.058 \text{dB}$$

C1.4.7 由于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，因此本次不考虑分辨率引入的不确定度。

C1.5 标准不确定度一览表(见表 1)：

C1.6 合成标准不确定度

由于 u_1 、 u_2 、 u_3 、 u_5 和 u_6 两两互不相关，则：

$$u_c(R) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_5^2 + u_6^2} = 0.070 \text{dB}$$

C1.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度：

$$U = k \times u_c = 0.14 \text{dB}$$

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	标准不确定度值	$c_i = \frac{\partial f}{\partial X_i}$	$u(y) = c_i u(X_i)$
u_1	光源输入功率不稳定	0.014dB	1	0.014dB
u_2	标准光功率计非线性	0.0052dB	1	0.0052dB

u_3	测量重复性	0.021dB	1	0.021dB
u_4	标准光功率计的分辨力	0.0029dB	1	0.0029dB
u_5	光功率计光谱响应度	0.029dB	1	0.029dB
u_6	光环形器	0.058dB	1	0.058dB
<p>合成标准不确定度:</p> <p>$u_c=0.070\text{dB}$</p> <p>取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度:</p> <p>$U = k \times u_c = 0.14\text{dB}$</p>				