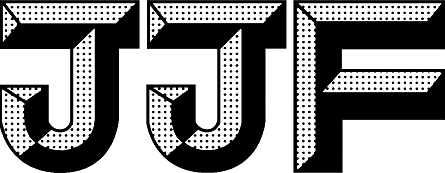
****

中华人民共和国工业和信息化部

通信计量技术规范

通信计量技术规范

**JJF(通信)063-2022**

**偏振模色散模拟器校准规范**

**Calibration Specification for Polarization Mode Dispersion Emulators**

**（报批稿）**

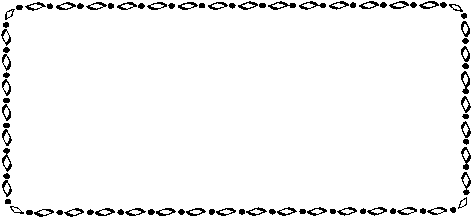
2022-XX-XX发布 202X-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发 布

偏振模色散模拟器

校准规范

**Calibration Specification for Polarization Mode Dispersion Emulators**



**JJF(通信)063-2022**

**归 口 单 位：**中国信息通信研究院

**起 草 单 位：**中国信息通信研究院

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：**

岳 蕾（中国信息通信研究院）

孙小强（中国信息通信研究院）

傅栋博（中国信息通信研究院）

**参加起草人：**

周轩羽（中国信息通信研究院）

付 康（中国信息通信研究院）

杨 琨（中国信息通信研究院）

**目 录**

引言.....................................................................（II）

[1 范围 (1](#_Toc96525439))

[2 引用文件 (1](#_Toc96525440))

[3 概述 (1](#_Toc96525441))

[4 计量特性 (1](#_Toc96525442))

[4.1 偏振模色散最大允许误差 (1](#_Toc96525443))

[4.2 插入损耗 (1](#_Toc96525444))

[4.3 偏振相关损耗 (1](#_Toc96525445))

[5 校准条件 (1](#_Toc96525446))

[5.1 环境条件 (1](#_Toc96525447))

[5.2 测量标准及其他设备 (1](#_Toc96525448))

[6 校准项目和校准方法 (3](#_Toc96525449))

[6.1 校准前检查 (3](#_Toc96525450))

[6.2 校准前准备 (3](#_Toc96525451))

[6.3 偏振模色散校准 (3](#_Toc96525452))

[6.4 插入损耗校准 (4](#_Toc96525453))

[6.5 偏振相关损耗校准 (4](#_Toc96525454))

[7 校准结果表达 (5](#_Toc96525455))

[8 复校时间间隔 (5](#_Toc96525456))

[附录A](#_Toc96525457) [原始记录推荐格式 (6](#_Toc96525458))

[附录B](#_Toc96525459) [校准证书内页推荐格式 (7](#_Toc96525460))

[附录C](#_Toc96525461) [偏振模色散模拟器不确定度评定示例 (8](#_Toc96525462))

**引 言**

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

**偏振模色散模拟器校准规范**

# 范围

本规范适用于偏振模色散在(0.1～200) ps范围的弱模式耦合偏振模色散模拟器的校准。

# 引用文件

JJF1428-2013 光纤偏振模色散测试仪校准规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

# 概述

偏振模色散（PMD）是两个正交偏振模之间的差分群时延，在光纤通信系统中引起脉冲展宽，导致误码率增加并限制系统的传输距离及带宽。在高速光纤通信系统，尤其是在100G相干光通信系统中，光纤损耗和色度色散问题相对容易解决，因此光纤PMD便成为限制系统传输容量和距离的决定性因素，这种情况下光纤PMD的精确测量变得尤为重要。PMD模拟器主要用于模拟长距离光纤通信链路中PMD所带来的影响，有利于PMD的补偿和分析，另外PMD模拟器也是PMD分析仪校准装置中的所使用的重要设备。

# 计量特性

## 4.1偏振模色散

最大允许误差：±10%(0.1ps ≤ PMD ≤ 1 ps)

±2%(1ps < PMD ≤ 200 ps)

## 4.2插入损耗

≤10 dB

## 4.3偏振相关损耗

≤1.0 dB

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

# 校准条件

## 5.1环境条件

5.1.1环境温度：(23±5)℃，校准过程中环境温度变化不大于±2℃

5.1.2相对湿度：≤80％

5.1.3电源电压：AC(220±11)V；频率：(50±1)Hz

5.1.4实验室应无剧烈震动和影响测量结果的电磁场干扰。

## 5.2测量标准及其他设备

5.2.1光谱分析仪

a) 波长范围：(1250~1640) nm

b) 波长测量不确定度：0.1nm（*k*=2）

c)分辨率带宽：优于0.06nm

5.2.2宽带光源

a) 中心波长：1310nm±20nm、1550nm±20nm

b)3dB谱宽：≥20nm

c)峰值谱密度：≥-30dBm/nm

d)最大输出功率：*≥-*5dBm

e)输出功率稳定度：优于±0.02dB/15min

注：如测试需要，可以增加其它中心波长点的宽带光源。

5.2.3偏振控制器

a)工作波长：(1250～1640) nm

b) 插入损耗：≤3.0 dB

c) 插入损耗变化量：≤0.05 dB

d) 偏振相关损耗：≤0.1 dB

e) 偏振模色散：≤0.1 ps

5.2.4激光光源

a) 中心波长：1310 nm±10nm、1550 nm±10nm

b) 输出功率：≥0 dBm

c) 输出功率稳定度：优于±0.02 dB（15min）

d) 输出方式：光纤输出，建议采用FC型光纤连接器

5.2.5光电型光功率计

a) 工作波长：（1250～1640）nm

b) 线性度（10dB内）：优于±0.05dB

c) 光功率测量不确定度：0.25dB（*k*=2）

5.2.6光隔离器

a) 工作波长：（1250～1640）nm

b) 插入损耗：≤3.0 dB

c) 隔离度：＞60dB

5.2.5光耦合器

a) 工作波长：（1250～1640）nm

b) 插入损耗：≤3.5 dB

c) 分光比：50:50

注：输入输出方式：光纤输入输出，建议采用FC型光纤连接器

5.2.6工作平台：平稳、抗振动

# 校准项目和校准方法

## 6.1校准前检查

1. 被校样品应具备规格、型号、制造厂名、设备编号及相应的警示标志等。
2. 被校样品应带有必要的附件、说明书。
3. 被校样品各部件应安装牢固，能确保正常工作。
4. 被校样品通电后显示功能正常。

## 6.2校准前准备

所有校准用设备和被校样品均置于工作台上，并按照说明书的要求进行预热。校准用设备应在检定或校准周期内使用。整套校准设备应静置一段时间以消除光纤应力变化对光偏振态的影响，各段连接光纤（或光缆）的位置在整个测试过程中应保持固定，光纤接头应保持清洁。

## 6.3 偏振模色散校准



图1 PMD模拟器校准装置框图

1. 按图1连接设备。
2. 选择与被校准PMD模拟器工作波长一致的宽谱光源，宽谱光源输出的光，经过光耦合器后分为两路，分别在光纤干涉环中沿顺时针和逆时针方向传输。
3. 调节偏振控制器使顺时针和逆时针的光波以不同的双折射轴入射到被测样品，直至在光谱分析仪上出现最大的波峰幅值。
4. 两束光波在光耦合器中合路输出进入光谱分析仪，由于光干涉作用仅发生在相同偏振方向上，且光纤双折射与波长有关，因此不同波长的光在光谱分析仪上显示出不同的光功率值。当光源的波长从*λ1*变化到*λN*时，满足式（1）的条件时光功率达到极大值

 (1)

式中：

*L*——光纤长度；

*N*——光谱曲线*λ1*变化到*λN*内的波谷个数；

——正交两个方向上的折射率差。

光在光纤中传输时延，则

 (2)

根据式（1）和式（2）计算得到差分群时延，即PMD与光波长的关系为

 (3)

1. 根据公式(3)，从光谱分析仪上读出一定波长范围内第一个峰值所对应的光波长值 *λ1*和最后一个峰值所对应的光波长值*λN*，以及首尾峰值波长之间的波谷个数*N*就可计算出PMD，并记录测量结果。
2. 重复e）步骤进行三次测量，取三次测量平均值为测量结果，原始记录推荐格式见附录A。

## 6.4插入损耗校准



图2 插入损耗校准装置框图

1. 按图2虚线连接设备，即通过法兰盘直接连接激光光源和光电型光功率计。
2. 将激光光源和光电型光功率计的波长设置为被校准PMD模拟器的工作波长，激光光源输出端通过法兰盘接入光电型光功率计，将光功率计置于“dB”，将此时光电型光功率计读数设置为参考值，光电型光功率计显示的数值为0 dB。
3. 按图2实线连接设备，将PMD模拟器的输入端与激光光源输出端连接，并将PMD模拟器输出端接入光电型光功率计，光电型光功率计显示数值即为插入损耗。
4. 重复三次测量，取三次测量平均值为测量结果，原始记录推荐格式见附录A。

## 6.5 偏振相关损耗校准



图3偏振相关损耗校准装置框图

1. 按图3连接设备。
2. 如图3所示，利用激光光源、偏振控制器和光电型光功率计，可以实现对PMD模拟器偏振相关损耗的校准。将激光光源和光功率计的波长设置为被校准PMD模拟器的工作波长，通过启动偏振控制器来随机改变光源的偏振态，并记录此时光功率计显示的最大值与最小值的差值，即为偏振相关损耗。
3. 重复三次测量，取三次测量平均值为测量结果，原始记录推荐格式见附录A。

# 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，推荐校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，并给出测量不确定度，不确定度评定实例见附录C。校准证书应至少包括以下信息：

1. 标题：“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 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；
8. 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；
9. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 对校准规范的偏离的说明；
14. 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 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

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。建议不超过1年。更换重要部件、维修或对仪器性能有怀疑时，应及时校准。

附录A

原始记录推荐格式

证书编号：

共 页 第 页

1. 外观及工作正常性检查

|  |  |
| --- | --- |
| 外观 |  |
| 工作正常性检查 |  |

1. 偏振模色散测试

测试波长(nm)：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 第一次 | 第二次 | 第三次 |
| 波长*λ1* (nm) |  |  |  |
| 波长*λN* (nm) |  |  |  |
| 波谷个数*N* |  |  |  |
| PMD  (ps) |  |  |  |
| PMD平均值(ps) |  | | |
| 扩展不确定度（ps） |  | | |

扩展不确定度的包含因子：*k*=2

1. 插入损耗和偏振相关损耗

测试波长(nm)：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测量结果 | 插入损耗(dB) | 偏振相关损耗(dB) |
| 第一次 |  |  |
| 第二次 |  |  |
| 第三次 |  |  |
| 平均值 |  |  |
| 扩展不确定度 |  |  |

扩展不确定度的包含因子：*k*=2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温度 |  | ℃ | 相对湿度 |  | % |
| 校准日期 |  | | | | |

校准人（签名） 核验人（签名）

附录B

校准证书内页推荐格式

证书编号：

共 页 第 页

1. 偏振模色散测试

测试波长(nm)：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测量参数 | 测量结果 | 扩展不确定度 |
| PMD (ps) |  |  |

扩展不确定度的包含因子：*k*=2

1. 插入损耗和偏振相关损耗

测试波长(nm)：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 测量参数 | 测量结果 | 扩展不确定度 |
| 插入损耗(dB) |  |  |
| 偏振相关损耗(dB) |  |  |

扩展不确定度的包含因子：*k*=2

附录C

偏振模色散模拟器不确定度评定示例

依据偏振模色散模拟器校准规范的各校准项目的计量特性、校准条件及校准方法的规定，对型号为PMDE10ps的PMD模拟器进行了校准，并对测量结果的不确定度进行了评定。

C.1偏振模色散校准

C.1.1 测量不确定度来源

* 1. 光波长测量准确性引入的不确定度*u1*；
  2. 相邻波峰的波长间隔测量引入的不确定度*u2*；
  3. 测量系统中偏振控制器、光耦合器等光纤器件自身偏振模色散给测量带来的影响引入的不确定度*u3*；
  4. 测量重复性引入的不确定度*u4*。

C.1.2 测量不确定度评定

C.1.2.1光波长测量准确性引入的不确定度分量。

光谱分析仪波长测量不确定度为0.1nm（*k*=2），波长范围1550nm±5nm，取1545nm计算得到：

(C.1)

正态分布，，则：

(C.2)

C.1.2.2相邻波峰的波长间隔测量引入的不确定度分量。

光谱分析仪波长测量不确定度为0.1nm（*k*=2），则在读取相邻波峰的波长间隔时引入0.2nm的不确定度分量（*k*=2）。波谷个数*N*=10，计算波长间隔测量相对不确定度时需要除以*N*，得到：

(C.3)

正态分布，，则：

(C.4)

C.1.2.3测量系统中偏振控制器、光耦合器等光纤器件自身偏振模色散给测量带来的影响引入的不确定度分量。

为测量系统中偏振控制器、光耦合器等光纤器件自身偏振模色散给测量带来的影响，根据经验值引入的偏振模色散值取0.0048ps，均匀分布，，则：

 (C.5)

(C.6)

C.1.2.4 测量重复性引入的不确定度分量。

PMD模拟器的测试数据记录在表1中。

表1 1550nm波段型号为PMD10ps模拟器的测量结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 第一次 | 第二次 | 第三次 |
| 波长λ1 (nm) | 1546.140 | 1546.140 | 1546.150 |
| 波长λN (nm) | 1553.880 | 1553.870 | 1553.870 |
| 波谷个数N | 10 | 10 | 10 |
| PMD  (ps) | 10.347 | 10.360 | 10.374 |
| PMD平均值(ps) | 10.36 | | |

测量重复性主要指被校PMD模拟器在多次测量时候引入的不确定度。重复测量三次,，采用极差法,标准偏差为,查表得测量次数*n*=3时, *dn* =1.69。则：

(C.7)

C.1.3 标准不确定度的合成

C.1.3.1 标准不确定度评定表

表C.1标准不确定度评定表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 不确定度来源 |  | 分布类型 |
| 1 | 光波长测量准确性 |  | 正态 |
| 2 | 相邻波峰的波长间隔测量 |  | 正态 |
| 3 | 测量系统中偏振控制器、光耦合器等光纤器件自身偏振模色散给测量带来的影响 |  | 均匀 |
| 4 | 测量重复性 |  | 正态 |

C.1.3.2合成标准不确定度为：

以上各项标准不确定度分量之间独立不相关，按计算公式，合成标准不确定度为：

(C.8)

C.1.4 扩展不确定度

取包含因子，则

(C.9)

可得到被校PMD模拟器偏振模色散测量结果的扩展不确定度*U*rel=1%(*k*=2)。

C.2插入损耗校准

C.2.1 测量不确定度来源

1. 由光源稳定度引入的标准不确定度（）；
2. 线性度误差引入的测量不确定度（）；
3. 分辨力引入的测量不确定度（）；
4. 测量重复性引入的测量不确定度（）；
5. 连接器插拔重复性引入的标准不确定度（）。

C.2.2 测量不确定度评定

C.2.2.1由光源稳定度引入的标准不确定度分量。

光源稳定度优于±0.005 dB每15分钟，按均匀分布，，则：

(C.10)

C.2.2.2线性度误差引入的测量不确定度分量。

光功率计的线性度误差为：±0.04 dB，均匀分布，，则：

(C.11)

C.2.2.3分辨力引入的测量不确定度分量。

光功率计的分辨力为0.001 dB，按均匀分布，=0.0005 dB，，则：

(C.12)

C.2.2.4测量重复性引入的测量不确定度分量。

由于标准光功率计的测量重复性非常好，约为±0.001 dB可以忽略不计，这里主要指测量结果的重复性。重复测量三次，测量结果分别为2.458dB，2.458dB，2.457dB，采用极差法, 得标准偏差为, 查表得测量次数*n*=3时, *dn*=1.69。则：

(C.13)

C.2.2.5连接器插拔重复性引入的标准不确定度分量。

连接器重复性根据经验可得，优于±0.02 dB。

设在该区间内为均匀分布，则：

(C.14)

C.2.3 标准不确定度的合成

C.2.3.1 标准不确定度评定表

表C.2标准不确定度评定表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 不确定度来源 | /dB | 分布类型 |
| 1 | 光源稳定度 |  | 均匀 |
| 2 | 线性度 |  | 均匀 |
| 3 | 分辨力 |  | 均匀 |
| 4 | 测量重复性 |  | 正态 |
| 5 | 连接器插拔重复性 |  | 均匀 |

C.2.3.2合成标准不确定度为：

(C.15)

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（*u3* 和*u4*）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.2.4 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则：

(C.16)

可得到被校PMD模拟器插入损耗测量结果的扩展不确定度*U*=0.06 dB(*k*=2)。

C.3偏振相关损耗校准

C.3.1 测量不确定度来源

1. 偏振控制器调节精度引入的不确定度*u1*；
2. 光功率计线性度引入的不确定度*u2*；
3. 测量重复性引入的不确定度*u3*。

C.3.2 测量不确定度评定

C.3.2.1偏振控制器调节精度引入的不确定度分量。

偏振控制器调节精度为5%，置信概率为95％，包含因子，偏振相关损耗PDL测量结果为0.025dB时：

(C.17)

C.3.2.2光功率计线性度引入的不确定度分量。

光功率计的线性度误差为：±0.04 dB，均匀分布，，则：

(C.18)

C.3.2.3测量重复性引入的测量不确定度分量。

由于标准光功率计的测量重复性非常好，约为±0.001 dB可以忽略不计，这里主要指被校PMD模拟器在多次测量时候引入的不确定度。重复测量三次，测量结果分别为0.026 dB，0.026 dB，0.024 dB，采用极差法, 得标准偏差为, 查表得测量次数*n=*3时, *dn* =1.69。则：

(C.19)

C.3.3 标准不确定度的合成

C.3.3.1 标准不确定度评定表

表C.3标准不确定度评定表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序 号 | 不确定度来源 | /dB | 分布类型 |
| 1 | 偏振控制器调节精度 |  | 正态 |
| 2 | 光功率计线性度 |  | 均匀 |
| 3 | 测量重复性 |  | 正态 |

C.3.3.2以上各项标准不确定度分量之间独立不相关，按计算公式，合成标准不确定度为：

(C.20)

C.3.4 扩展不确定度

取包含因子，则：

(C.21)

可得到被校PMD模拟器偏振相关损耗测量结果的扩展不确定度*U*=0.05 dB(*k*=2)。