

中华人民共和国工业和信息化部

通信计量技术规范

**JJF（通信）062─2022**

**偏振控制器校准规范**

**Calibration Specification for Polarization Controllers**

（报批稿）

202X-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

偏振控制器校准规范

**Calibration Specification for**

**Polarization Controllers**

**JJF(通信)062-2022**

|  |  |
| --- | --- |
| **归 口 单 位：** | 中国信息通信研究院 |
| **主要起草单位：** | 中国信息通信研究院 |
| **参加起草单位：** | 中移铁通有限公司 |

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：

周轩羽（中国信息通信研究院）

傅栋博（中国信息通信研究院）

张颖艳（中国信息通信研究院）

参加起草人：

付 康（中国信息通信研究院）

陈永红（中移铁通有限公司）

刘 丽（中国信息通信研究院）

**目 录**

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

[1 范围 (1](#_Toc103880609))

[2 引用文件 (1](#_Toc103880610))

[3 概述 (1](#_Toc103880611))

[4 计量特性 (1](#_Toc103880612))

[4.1 插入损耗 (1](#_Toc103880613))

[4.2 插入损耗变化量 (1](#_Toc103880614))

[4.3 偏振相关损耗 (2](#_Toc103880615))

[4.4 偏振模色散 (2](#_Toc103880616))

[5 校准条件 (2](#_Toc103880617))

[5.1 环境条件 (2](#_Toc103880618))

[5.2 测量标准及其他设备 (2](#_Toc103880619))

[6 校准项目和校准方法 (3](#_Toc103880620))

[6.1 校准前检查 (3](#_Toc103880621))

[6.2 校准前准备 (3](#_Toc103880622))

[6.3 插入损耗校准 (3](#_Toc103880623))

[6.4 插入损耗变化量校准 (3](#_Toc103880624))

[6.5 偏振相关损耗和偏振模色散校准 (4](#_Toc103880625))

[7 校准结果表达 (4](#_Toc103880626))

[8 复校时间间隔 (5](#_Toc103880627))

[附录A 校准原始记录推荐格式 (6](#_Toc103880628))

[附录B 校准证书内页推荐格式 (7](#_Toc103880629))

[附录C 偏振控制器不确定度评定示例 (8](#_Toc103880630))

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。

**偏振控制器校准规范**

# 范围

本规范适用于（1270～1640）nm波长范围内的偏振控制器的校准。

# 引用文件

JJG（通信）040-2018 光衰减器

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

偏振控制器是改变输入光信号偏振状态的重要仪器，能够将任意输入的偏振状态转变为任意期望输出的偏振状态，可分为波片型、光纤环型、电光型、压光型等类型。以波片型偏振控制器为例，典型的波片型偏振控制器光学系统主要由两个1/4波片和一个1/2波片组成，其结构如图1所示，第一个1/4 波片将任意输入光变成线偏振光，1/2波片将线偏振光调节到任意需输出的偏振方向，最后一个1/4波片将线偏振光调节到任何需输出的偏振态。

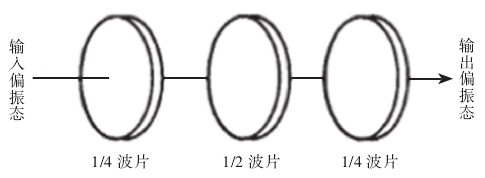


图1 波片型偏振控制器结构示意图

随着传输速率的提高，通信系统对光纤中的偏振模色散（PMD）、电光调制器中的偏振相关调制（PDM）、光放大器中的偏振相关增益（PDG）等一系列由偏振引起的损害越来越敏感，偏振引起的传输损伤也逐渐成为光纤通信系统向更高速率演进的瓶颈。因此偏振控制器被广泛用来实现偏振控制，从而克服偏振引起的传输损伤，并成为偏振相关损耗等参数测试系统的重要组成部分。

# 计量特性

## 插入损耗

≤1.5 dB

## 插入损耗变化量

≤0.05 dB

## 偏振相关损耗

≤0.1 dB

## 偏振模色散

≤0.1 ps

注：以上指标不用于合格性判定，仅供参考。

# 校准条件

## 环境条件

### 环境温度：（23±5）℃，校准过程中环境温度变化不大于±2℃

### 相对湿度：≤80％

### 电源电压：AC（220±11）V，频率：（50±1）Hz

### 实验室应无剧烈振动/震动和影响测量结果的电磁场干扰

## 测量标准及其他设备

### 稳定激光光源

### 中心波长：（1270～1640）nm范围内，满足校准需求的工作波长；

### 输出功率：≥-5 dBm；

### 输出功率稳定度：优于±0.005 dB/15min；

### 输出方式：光纤连接器型，建议为FC/PC型光纤连接器。

### 光功率计

#### 工作波长：（1270～1640）nm；

#### 光功率测量范围：(-40～0) dBm；

#### 线性度（光功率变化量＜2dB时）：不超过±0.005 dB；

#### 分辨力：≤0.01 dB；

#### 输入方式：光纤连接器型，建议为FC/PC型光纤连接器。

### 偏振综合分析仪

#### 工作波长：（1270～1640）nm；

#### 偏振相关损耗：

##### 分辨力：≤0.01 dB；

##### 测量不确定度：0.04 dB（*k*=2）；

#### 偏振模色散：

##### 分辨力：≤0.01 ps；

##### 最大允许误差（＜1ps时）：±0.05 ps；

#### 输入/输出方式：建议为FC型接口。

### 光纤活动连接器及法兰盘：建议采用 FC型。

### 工作平台：平稳、抗振动。

# 校准项目和校准方法

## 校准前检查

#### 被校仪器应具备规格、型号、制造厂名、设备编号及相应的警示标志等。

#### 被校仪器应带有必要的附件、说明书。

#### 被校仪器各部件应安装牢固，能确保正常工作。

#### 被校测试仪通电后显示功能正常。

## 校准前准备

所有校准用设备和被校仪器均置于工作台上，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。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。

## 插入损耗校准

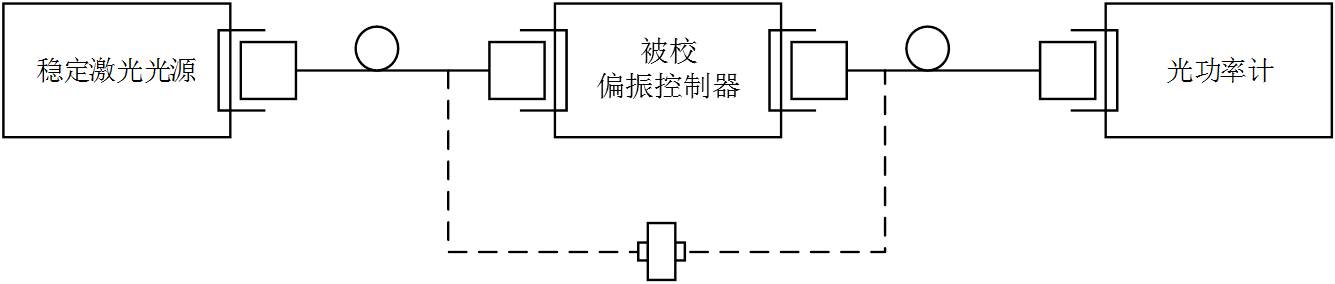


图2 偏振控制器插入损耗校准装置示意图

#### 调整稳定激光光源和光功率计波长的设定值为被校偏振控制器的工作波长并记录此时的工作波长。

#### 按图2中虚线连接设备，即通过法兰盘直接连接稳定激光光源和光功率计。

#### 将此时光功率计读数设为参考值，光功率计显示为0dB。

#### 按图2中实线连接设备，将被校偏振控制器（初始状态下）连接到激光稳定光源和光功率计之间，记录此时光功率计读数的绝对值，即为插入损耗。

#### 重复步骤b)至步骤d)，共进行三次测量，分别记录插入损耗和，按公式（1）计算三次测量结果的算术平均值为被校偏振控制器的插入损耗校准结果

##### （1）

## 插入损耗变化量校准

#### 按照6.3 a)至d)步骤测量偏振控制器的插入损耗。

#### 调节偏振控制器，使其处于偏振控制的工作状态，在所有偏振状态遍历完成的时间段内，记录插入损耗测量的最大值和最小值，按照公式（2）计算插入损耗变化量。

##### （2）

#### 重复步骤a)至步骤b)，共进行三次测量，计算三次测量结果的算术平均值作为被校插入损耗变化量的校准结果。

## 偏振相关损耗和偏振模色散校准

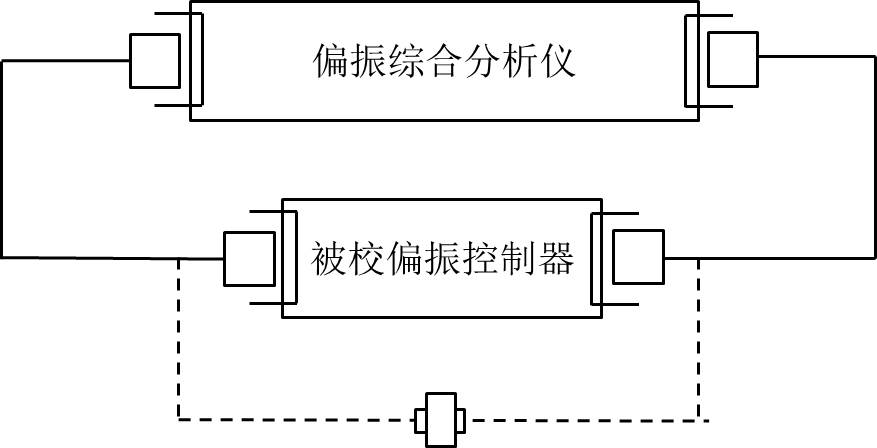


图3 偏振控制器偏振相关损耗和偏振模色散校准装置示意图

#### 设定偏振综合分析仪的波长为被校偏振控制器的工作波长并记录此时的工作波长。

#### 按图3虚线连接设备，偏振综合分析仪的偏振态发生单元输出口与偏振分析单元输入口直接通过法兰盘进行连接，开启偏振综合分析仪进行自校准。

#### 按图3实线连接设备，偏振综合分析仪的偏振态发生单元输出口与被校偏振控制器输入口连接，被校偏振控制器输出口连接到偏振综合分析仪的偏振分析单元。

#### 启动偏振综合分析仪进行偏振相关损耗和偏振模色散测量，分别记录偏振相关损耗值*PDL*和偏振模色散值*PMD*。

#### 重复步骤b)至步骤d)，共进行三次测量，分别得到偏振相关损耗和偏振模色散的三次测量结果，计算三次测量结果的算术平均值作为被校偏振控制器偏振相关损耗和偏振模色散的校准结果。

# 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：

#### 标题：“校准证书”；

#### 实验室名称和地址；

#### 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

#### 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

#### 客户的名称和地址；

#### 被校对象的描述和明确标识；

#### 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；

#### 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；

#### 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

#### 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

#### 校准环境的描述；

#### 校准结果及其测量不确定度的说明；

#### 对校准规范的偏离的说明；

#### 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；

#### 校准结果仅对被校对象有效的声明；

#### 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

# 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。

1. 校准原始记录推荐格式

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. 插入损耗

测试波长： nm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 第一次*L*1/dB | 第二次*L*2/dB | 第三次*L*3/dB | 平均值/dB |
|  |  |  |  |

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： dB

1. 插入损耗变化量

测试波长： nm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 第一次/dB | 第二次/dB | 第三次/dB |
| 插入损耗最大值 |  |  |  |
| 插入损耗最小值 |  |  |  |
| 插入损耗变化量 |  |  |  |
| 平均值/dB |  | | |

1. 偏振相关损耗

测试波长： nm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 第一次*PDL*1/dB | 第二次*PDL* 2/dB | 第三次*PDL*3/dB | 平均值/dB |
|  |  |  |  |

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： dB

1. 偏振模色散

测试波长： nm

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 第一次*PMD*1/ps | 第二次*PMD*2/ps | 第三次*PMD*3/ps | 平均值/ps |
|  |  |  |  |

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： ps

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

校准人（签名） 核验人（签名）

1. 校准证书内页推荐格式

证书编号：

共 页 第 页

1. 插入损耗

测试波长： nm

插入损耗： dB

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： dB

1. 插入损耗变化量

测试波长： nm

插入损耗变化量： dB

1. 偏振相关损耗

测试波长： nm

偏振相关损耗： dB

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： dB

1. 偏振模色散

测试波长： nm

偏振模色散： ps

测量结果的扩展不确定度(*k*=2)： ps

1. 偏振控制器不确定度评定示例

依据偏振控制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11896A的偏振控制器进行了校准，并对测量结果的不确定度进行了评定。

C.1插入损耗

C.1.1测量模型

(C.1)

——偏振控制器输出端光功率，dBm；

——偏振控制器输入端光功率，dBm。

C.1.2不确定度来源

* 1. 光源的稳定度引入的不确定度*u*1；
  2. 光功率计线性度引入的不确定度*u*2；
  3. 光功率计的分辨力引入的不确定度*u*3；
  4. 由于测量重复性引入的不确定度*u*4。

C.1.3不确定度评定

C.1.3.1光源的稳定度引入的不确定度*u*1

光源的稳定度优于*a*1(±0.005dB/15min)，均匀分布, ，则

dB (C.2)

C.1.3.2光功率计线性度引入的不确定度*u*2

偏振控制器插入损耗通常小于2dB，在插入损耗测试范围内光功率计的线性度为±0.002dB，均匀分布, ，则

 dB (C.3)

C.1.3.3光功率计的分辨力引入的不确定度*u*3

光功率计的分辨力为0.001dB，均匀分布, ，则

dB (C.4)

C.1.3.4由测量重复性引入的不确定度*u*4

进行3次测试，分别得到插入损耗为0.852dB、0.863dB、0.880dB。采用极差法,查表得测量次数n=3时, =1.69，则：

(C.5)

C.1.4不确定度合成

C.1.4.1 不确定度分量评定

表C.1标准不确定度评定表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *ui* | 不确定度来源 | 分布 | *ki* | *ui*/ dB | 评定方法 |
| 1 | *u1* | 光源稳定度 | 均匀 |  | 0.0029 | B |
| 2 | *u2* | 光功率计线性度 | 均匀 |  | 0.0012 | B |
| 3 | *u3* | 光功率计的分辨力 | 均匀 |  | 0.00029 | B |
| 4 | *u4* | 测量重复性 | 正态 | —— | 0.010 | A |
| =0.011 dB | | | | | | |
| *U*=*k*=0.02 dB | | | | | | |

C.1.4.2合成标准不确定度

由于各不确定度分量间不相关，则合成标准不确定度为

dB (C.6)

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.1.4.3扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则*U*=*k*=0.03 dB。

可得到被校偏振控制器插入损耗测量结果的扩展不确定度*U*=0.03 dB（*k*=2）。

C.2偏振相关损耗

C.2.1不确定度来源

* 1. 偏振综合分析仪引入的不确定度*u*1；
  2. 仪表分辨力引入的不确定度*u*2；
  3. 测量重复性引入的不确定度*u*3；

C.2.2不确定度评定

C.2.2.1 偏振综合分析仪引入的不确定度分量*u*1。

偏振综合分析仪型号为N7788BD，根据计量校准证书给出的偏振相关损耗测量不确定度*U*=0.04 dB，*k*=2，则

(C.7)

C.2.2.2 仪表分辨力引入的不确定度分量*u*2。

偏振综合分析仪测量分辨力为0.01 dB，均匀分布，，则：

(C.8)

C.2.2.3 测量重复性引入的不确定度分量*u*3。

重复测量三次，测量结果分别为0.04 dB，0.06 dB，0.04 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.9)

C.2.3不确定度合成

C.2.3.1 不确定度分量评定

表C.1标准不确定度评定表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *ui* | 不确定度来源 | 分布 | *ki* | *ui*/ dB | 评定方法 |
| 1 | *u1* | 仪表准确性 | 正态 | 2 | 0.02 | B |
| 2 | *u2* | 仪表分辨力 | 均匀 |  | 0.0029 | B |
| 3 | *u3* | 测量重复性 | 正态 | —— | 0.0069 | A |
| =0.021 dB | | | | | | |
| *U*=*k*=0.05 dB | | | | | | |

C.2.3.2合成标准不确定度

由于各不确定度分量间不相关，则合成标准不确定度为

 dB (C.10)

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（*u2*和*u3*）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.2.3.3扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则*U*=*k*=0.05 dB。

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

C.3 偏振模色散

C.3.1不确定度来源

1. 偏振综合分析仪引入的不确定度*u*1；
2. 仪表分辨力引入的不确定度*u*2；
3. 测量重复性引入的不确定度*u*3；

C.3.2不确定度评定

C.3.2.1 偏振综合分析仪引入的不确定度分量。

偏振综合分析仪型号为N7788BD，根据仪表技术指标，测量小于1ps偏振模色散时最大允许误差为±0.04ps，*k*=，则

(C.11)

C.3.2.2 仪表分辨力引入的标准不确定度分量。

偏振综合分析仪测量分辨力为0.01 ps，均匀分布，，则：

(C.12)

C.3.2.3 测量重复性引入的不确定度分量。

重复测量三次，测量结果分别为0.07 ps，0.05 ps，0.08 ps，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.3.3不确定度合成

C.3.3.1 不确定度分量评定

表C.1标准不确定度评定表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *i* | *ui* | 不确定度来源 | 分布 | *ki* | *ui*/ ps | 评定方法 |
| 1 | *u1* | 仪表准确性 | 正态 | 2 | 0.023 | B |
| 2 | *u2* | 分辨力 | 均匀 |  | 0.0029 | B |
| 3 | *u3* | 测量重复性 | 正态 | —— | 0.011 | A |
| =0.025 ps | | | | | | |
| *U*=*k*=0.05 ps | | | | | | |

C.3.3.2合成标准不确定度

由于各不确定度分量间不相关，则合成标准不确定度为

 dB (C.14)

其中测量重复性和分辨力引入的测量不确定度分量（*u*2和*u*3）因重复计算，合成时取较大的分量计算。

C.3.3.3扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则*U*=*k*=0.05 ps。

可得到被校偏振控制器偏振模色散测量结果的扩展不确定度*U*=0.05 ps（*k*=2）。