



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 18311.2—XXXX

代替 GB/T 18311.2—2001

## 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和 测量程序 第3-2部分：检查和测量 单模 纤维光学器件偏振相关损耗

Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and  
measurement procedures—Part 3-2: Examination and measurements—Polarization  
dependent loss in a single-mode fibre optic device

(IEC 61300-3-2:2009, MOD)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

引言 ..... V

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 1

5 测量方法 ..... 2

    5.1 概述 ..... 2

    5.2 偏振扰动法 ..... 2

    5.3 Mueller 矩阵法 ..... 2

6 装置 ..... 3

    6.1 概述 ..... 3

    6.2 光源 (S) ..... 3

    6.3 临时接点 (TJ) ..... 3

    6.4 偏振控制器 (PSCS) ..... 3

    6.5 参考分束器件 (RBD) (可选) ..... 5

    6.6 探测器 (D) ..... 5

    6.7 数据读取/记录/处理装置 ..... 5

7 程序 ..... 5

    7.1 样品制备 ..... 5

    7.2 预处理 ..... 6

    7.3 初始测量 ..... 6

    7.4 试验注意事项 ..... 6

    7.5 参考测量 ..... 6

    7.6 设备测量 ..... 7

8 数据分析 ..... 7

    8.1 偏振扰动法 ..... 7

    8.2 Mueller 矩阵法 ..... 8

9 规定的细节 ..... 8

附录 A (资料性) 测量不确定性 ..... 9

    A.1 偏振扰动法 ..... 9

    A.2 Mueller 矩阵法 ..... 9

参考文献 ..... 11

图 1 分别基于“确定性”和“伪随机”技术的 SOP 轨迹图 ..... 2

图 2 测量装置 ..... 3

图 3 偏振扰动法用 PSCS 示例 ..... 4

图 4 PSCS 示例..... 5

图 5 参考测量装置 ..... 6

图 A.1 偏振扰动法测量装置不确定度（示例：详见正文）..... 9

图 A.2 Mueller 矩阵法的一种可选测量装置..... 10

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 18311《纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序》的第2部分。GB/T 18311已经发布了以下部分。

- 第1部分：检查和测量 外观检查；
- 第2部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振相关损耗；
- 第3部分：检查和测量 监测衰减和回波损耗变化(多路)；
- 第4部分：检查和测量 衰减；
- 第5部分：检查和测量 衰减对波长的依赖性；
- 第6部分：检查和测量 回波损耗；
- 第16部分：检查和测量 球面抛光套管端面半径；
- 第20部分：检查和测量 纤维光学分路器件的方向性；
- 第26部分：检查和测量 光纤和插针轴线间的角偏差的测量；
- 第28部分：检查和测量 瞬间损耗；
- 第30部分：检查和测量 单套管多芯光纤连接器抛光角度和光纤位置；
- 第31部分：检查和测量 纤维光学光源耦合功率比测量；
- 第34部分：检查和测量 随机配接连接器的衰减；
- 第40部分：检查和测量 带保偏光纤尾纤连接器的消光比；

本文件代替GB/T 18311.2—2001《纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-2部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振依赖性》，与GB/T 18311.2—2001相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了“范围”（见第1章，2001年版的1.1）；
- 增加了“术语与定义”和“缩略语”两章（见第3章和第4章）；
- 将“概述”更改为“测试方法”，并对相应的测试方法进行更改（见第5章，2001年版的1.2）；
- 更改了“装置”（见第6章，2001年版的第2章）；
- 更改了“程序”（见第7章，2001年版的第3章）；
- 增加了“数据分析”（见第8章）；
- 更改了“规定的细节”（见第9章，2001年版的第4章）。

本文件修改采用IEC 61300-3-2:2009《纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-2部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振相关损耗》。

本文件与IEC 61300-3-2:2009的技术差异及其原因如下：

- 将“确定性”和“伪随机”两个术语从IEC 61300-3-2:2009中的3.1移动到第3章“术语和定义”；
- 增加了“缩略语”一章；
- 将4.1中“可采用20 dB偏振消光比的光源”改为“可采用优于20 dB偏振消光比的光源”，实际使用上可采用更精确的仪器；
- 将5.1中“本文件的测量程序最初只包含一种方法，但已经进行了更新，纳入了IEC 61300-3-12先前描述的技术，即Mueller矩阵法。”改为注。

本文件做了下列编辑性改动：

- 增加了悬置段的小标题“3.1 概述”，并顺延了序号；
- 更正了图2、图5和A.2中图示，将“RDB”更正为“RBD”；
- 更正了公式(1)~公式(5)、公式(10)~公式(13)的符号下标格式，将“ $P_{ref}(i)$ ”和“ $P_{msd}(i)$ ”更正为“ $P_{ref}(i)$ ”和“ $P_{msd}(i)$ ”；
- 更正了公式(6)、公式(18)~公式(20)的符号下标格式，将“ $T_{max}$ ”和“ $T_{min}$ ”更正为“ $T_{\max}$ ”和“ $T_{\min}$ ”；
- 更正了公式(8)和公式(9)的符号下标格式，将“ $P_{msd,max}$ ”、“ $P_{msd,min}$ ”、“ $P_{ref,max}$ ”、“ $P_{ref,m}$ ”、“ $PDL_{setup}$ ”更正为“ $P_{msd,max}$ ”、“ $P_{msd,min}$ ”、“ $P_{ref,max}$ ”、“ $P_{ref,min}$ ”、“ $PDL_{setup}$ ”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本文件由工业和信息化部（电子）归口。

本文件起草单位：中国电子科技集团公司第二十三研究所、中国电子技术标准化研究院、上海天诚通信科技股份有限公司、中电科思仪科技股份有限公司、广检检测技术（上海）有限公司、江苏中天科技股份有限公司、上海电缆研究所有限公司、武汉光迅科技股份有限公司、中国信息通信研究院。

本文件主要起草人：李彦明、唐靖、黎镜锋、盛立文、郭毅、宋梦阳、杨超、吴俊、杨旭初、殷海成。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2001年首次发布为GB/T 18311.2—2001，本次为第一次修订。

# 引 言

纤维光学标准体系隶属于电子元器件标准体系，是电子元器件标准体系重要组成部分。纤维光学标准体系，按该专业领域所涉技术、产品、产业和实际应用情况，以及依据国际电工委员会从技术、产品和应用领域所属的技术委员会从事标准化工作领域划分，主要涵盖光纤光缆（含光纤预制棒），纤维光学互连器件和无源器件，纤维光学有源器件和分系统等大类产品（各大类产品又可进一步细分为门类产品、分门类产品以及具体型号规格的产品）以及技术领域标准。同时，按照标准技术属性和实际应用，主要分为专业基础标准（含名词术语、图形符号、参数符号、优先数系、基本试验和测量程序（方法）、应用指南，接口（机械接口、光学接口等）标准、性能标准、可靠性标准、封装标准等）和产品标准（进一步分为总规范、分规范、（门类规范）和详细规范）。电子元器件共性基础标准为纤维光学专业各类标准所用。对于规范、引导纤维光学器件的技术发展，促进产品的通用化、系列化、标准化具有重要指导意义。

GB/T 18311旨在规定了纤维光学互连器件和无源器件的基本测量方法，拟由18部分构成。

- 第1部分：检查和测量 外观检查；
- 第2部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振相关损耗；
- 第3部分：检查和测量 监测衰减和回波损耗变化(多路)；
- 第4部分：检查和测量 衰减；
- 第5部分：检查和测量 衰减对波长的依赖性；
- 第6部分：检查和测量 回波损耗；
- 第7部分：检查和测量 衰减和回波损耗的波长相关性；
- 第9部分：检查和测量 远端串音；
- 第20部分：检查和测量 纤维光学分路器件的方向性；
- 第25部分：检查和测量 插针和装有光纤插针的同心度；
- 第26部分：检查和测量 光纤和插针轴线间的角偏差的测量；
- 第28部分：检查和测量 瞬间损耗；
- 第30部分：检查和测量 单套管多芯光纤连接器抛光角度和光纤位置；
- 第31部分：检查和测量 纤维光学光源耦合功率比测量；
- 第33部分：检查和测量 用针规测量弹性对中套筒的分离力；
- 第34部分：检查和测量 随机配接连接器的衰减；
- 第40部分：检查和测量 带保偏光纤尾纤连接器的消光比；
- 第47部分：检查和测量 采用干涉法测量 PC/APC 球面抛光型插针的端面几何尺寸。





# 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-2部分： 检查和测量 单模纤维光学器件偏振相关损耗

## 1 范围

本文件旨在测量单模纤维光学器件的偏振相关损耗（即偏振依赖性）。本文件着重使用固定波长光源进行测量，因此适用于全波长偏振特性基本一致，可用单波长偏振特性表征的器件。典型的单模纤维光学器件和无源器件，包括连接器、接续器、分路器、衰减器、隔离器和光开关等。试验中观测到的传输损耗的最大变化量即为偏振相关损耗（PDL）。

本文件适用于宽带设备，不适用于窄带设备，如滤波器和复用器，参考IEC 61300-3-29进行此类测量。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

IEC 61300-3-29 纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-29部分：检查和测量 DWDM器件光谱传递特性 (Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and measurement procedures—Part 3-29: Examinations and measurements—Measurement techniques for characterising the amplitude of the spectral transfer function of DWDM components)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**确定性** **deterministic**

以一种可重复的方式扫描整个SOP空间的一个大子集的技术。这种方法沿着预定的轨迹扫描邦加球（Poincaré sphere），以产生一个良好的近似的全球覆盖。

### 3.2

**伪随机** **pseudo-random**

通过光路中延迟的伪随机变化来扫描偏振的技术，通常利用运动中光纤回路的分布式延迟实现。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DOP: 偏振度 (Degree of Polarization)

DUT: 被试器件 (Device Under Test)

PDL: 偏振相关损耗 (Polarization Dependent Loss)

PSCS: 偏振控制器 (Polarization state change system)

SOP: 偏振状态 (State of Polarization)

## 5 测量方法

### 5.1 概述

本文件描述了两种测量PDL的方法。偏振扰动法通过刺激所有可能的SOP（包括线偏振、圆偏振和椭圆偏振）来确定传输损失的最大变化。穆勒（Mueller）矩阵法是利用一组固定状态来确定灵敏度，并应用Mueller矩阵进行数学分析。

注：本文件的测量程序最初只包含一种方法，但已经进行了更新，纳入了IEC 61300-3-12先前描述的技术，即Mueller矩阵法。

### 5.2 偏振扰动法

在这种方法中，PDL是通过旋转输入光偏振到所有可能的代表性SOP，同时使用光功率计监测器件的传输响应来确定的。旋转可以以确定性或伪随机的方式来完成。

两种技术之间的覆盖率差异见图1。在任何一种情况下，由于PSCS产生的SOP和功率探测器对偏振扫描速率的响应时间的总体影响，该方法的精度取决于对邦加球的覆盖程度。

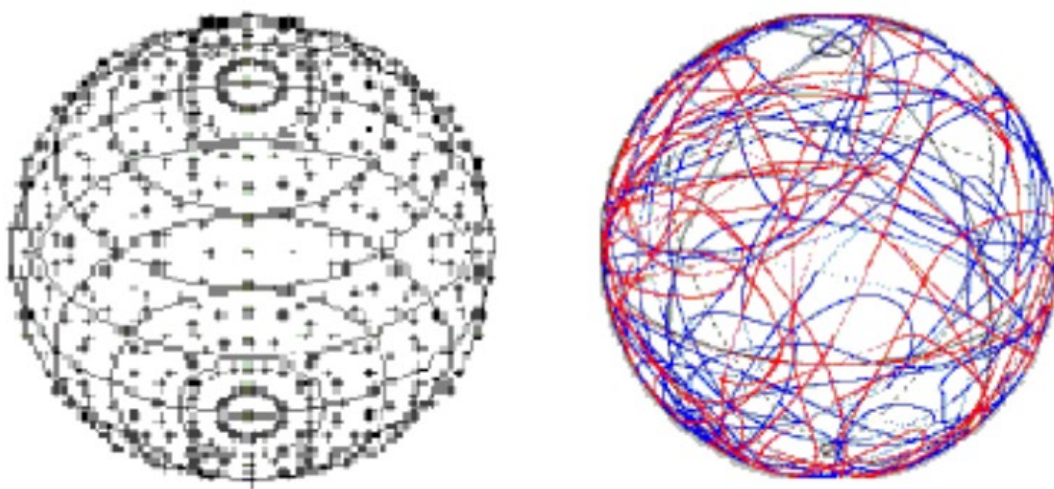


图1 分别基于“确定性”和“伪随机”技术的 SOP 轨迹图

### 5.3 Mueller 矩阵法

Mueller矩阵法是DUT在一组已知入射光在SOP照射下的测量方法。测量之后再进行矩阵计算，以确定DUT的PDL。通常，基于Mueller矩阵法和琼斯（Jones）矩阵法均可描述和量化光的SOP。对于完全偏振光，按照PDL测量的要求，Mueller矩阵法和Jones矩阵法是等价的。由于仅在DUT一侧用偏振仪测量直接得到的是Mueller矩阵的必要信息（即与功率比相对应的信息）而不是场振幅和相位，因此采用Mueller矩阵法来确定PDL。

Mueller矩阵法需要用元件性能的光功率表示。Mueller矩阵是一个正方形的16元矩阵。这里，光的SOP为一个4元斯托克斯（Stokes）。入射光的Stokes矢量乘以DUT的Mueller矩阵给出的输出光的Stokes矢量，这种输出光可来自传输、反射或散射。使用Mueller矩阵法测量DUT的PDL时，通常不需要确定完整的Mueller矩阵，只需要确定矩阵的第一行，它提供了关于光强的完整信息，而不需要确定偏振的合成态。

该方法的精度取决于光源波长稳定性、系统信噪比以及系统双折射漂移。

6 装置

6.1 概述

PDL的测量装置如图2所示。

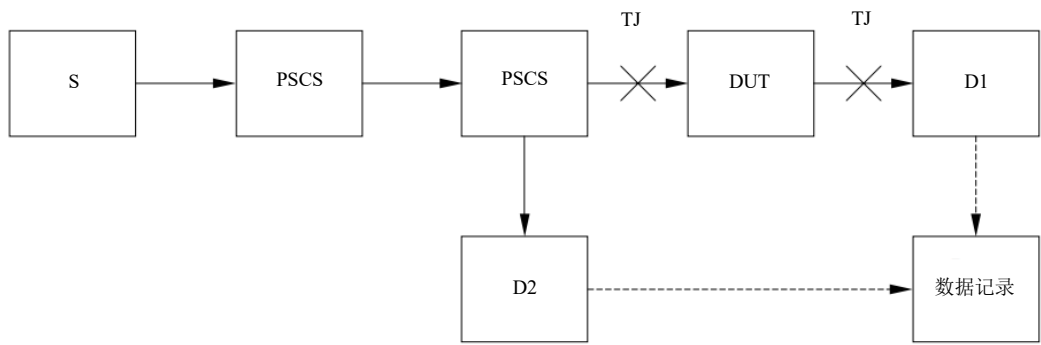


图2 测量装置

该装置由以下设备构成。

6.2 光源（S）

应使用能够产生相关规范规定的光谱特性（波长和光谱宽度）的光源。除非相关规范另有规定，光谱宽度应适当满足波长分辨率的要求。

光源功率在与探测器灵敏度结合时必须能够满足测量的动态范围要求。

除非相关规范另有规定，否则光源偏振消光比需达到13 dB以上。可采用优于20 dB偏振消光比的光源以保证对测量不确定度无明显影响。如光源的DOP还没有到这个水平，宜在测量波长范围内使用偏振片来维持这个消光比。

在测量期间，光源的光功率稳定性、DOP、SOP稳定性和波长稳定性应保持在期望的精度内。对于某些应用，可考虑采用窄线宽光源（如单纵模激光器），但应注意避免可能导致多光束干涉的后向散射和伪PDL。

光源的输出可以通过单模光纤或者能够耦合进单模光纤的耦合系统。应注意光纤中传输的只能是基模形态的光能量，如第7章所述。

注：多模激光器不可提供本测量方法所要求的足够的偏振稳定性。

6.3 临时接点（TJ）

这是一种临时将两个光纤端对准成为可重复使用、低损耗、低PDL接点的方法、器件或机械装置。这可以是机械连接器、机械接头、直接光注入的尾纤，或是熔接到光源的尾纤上。一般在PSCS之后采用熔接接头，因为如果光纤端面与其轴不垂直，机械接头可呈现出某种程度的偏振敏感性。临时接点的稳定性和插入损耗应分别与所要求的测量精度和动态范围相适应。

6.4 偏振控制器（PSCS）

6.4.1 概述

PSCS的选型将取决于实际选用的测量方法。

6.4.2 偏振扰动法

对于偏振扰动法，偏振调节器用来改变输入信号在整个邦加球面上的偏振。这可通过连续调整四分之一波/半波的延迟片对放置在光路中的相位关系(确定性)或使用偏振扰码器(伪随机，如由三个或三个以上的可移动光纤环组成)来实现。示例如下。

——体光学元件：

可由三个偏振选择光学元件级联而成(如偏振调节器之前的 SOP 已经由光源建立，只要两个光学元件就可满足)。系统的对准应足以确保注入光功率对于同一方向的光学元件具有重复性。图 3a 中的示例给出了安装在旋转台上并插入平行光路中的线偏振起偏器 (P)、半波片 (H) 和四分之一波片 (Q)。

——在线全光纤偏振调节器：

可由三个可旋转的芯棒级联而成，其周围缠绕单模光纤。此解决方案如图 3b 所示。

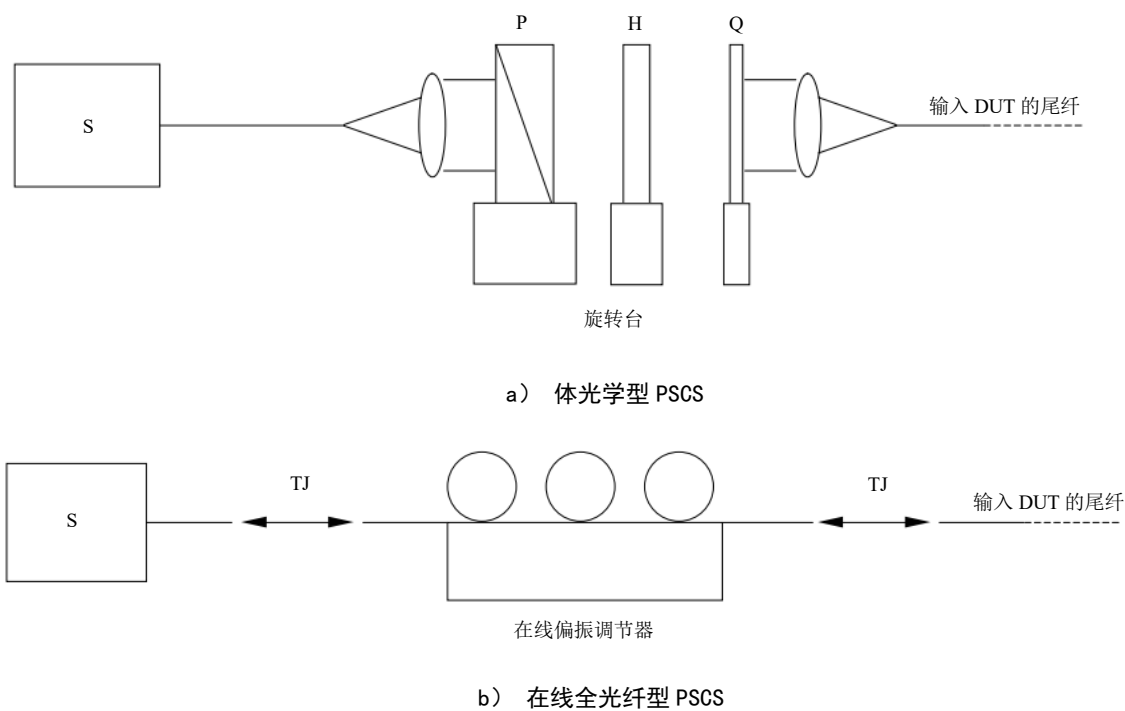


图3 偏振扰动法用 PSCS 示例

偏振扰动法的准确性高度依赖于PSCS和探测器组合对极化空间进行充分采样的能力以及PSCS插入损耗随偏振变化的稳定性。附录A讨论了与偏振扰动法相关联的不确定性。

6.4.3 Mueller 矩阵法

对于Mueller矩阵法，PSCS是将输入光调节为几个定义良好的SOP的方法，它们代表线性无关的Stokes矢量。虽然能使用任何SOP，但典型的选择是水平偏振、垂直偏振、45度线偏振和圆偏振的组合。8.2的公式正是基于这种选择。确定四种状态所需的精度取决于所需的PDL精度 ( $< \pm 0.5^\circ$  的精度作为准则)。该系统的示例如图4所示。

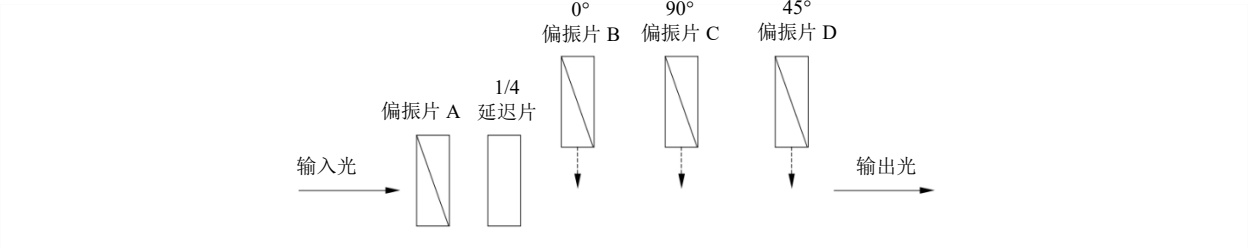


图4 PSCS 示例

这种排列能输出四个SOP，包括圆偏振光和三个线SOP，相互之间取向45°。输入光首先被偏振片(A)调节为高度线SOP。然后与偏振方向成45° 的四分之一延迟片转换为圆偏振。通过依次将标记为B、C和D的三个偏振片插入光束中，可以依次创建偏振的三个线性状态。偏振器B、C和D在光束中相互取向45°。系统的对准应足以保证发射功率对偏振片同一取向的再现性。

允许使用其他方法来重新调整SOP，例如使用如图3a所示的体光学元件，或者使用液晶可变延迟片或预先编程的光纤PSCS。

6.5 参考分束器件（RBD）（可选）

这是一种将光功率从输入端口以大约50：50或其他合适的分光比传输到两个输出端口的装置。最佳比值将取决于可用的信号电平和参考探测器的功率灵敏度。除非另有规定，否则应显示小于可接受规定的最小偏振相关的10%。值得注意的是，测量的动态范围将取决于分光比。

RBD的使用是可选的，因为只建议使用光源功率监视器。如光源功率稳定到比DUT的PDL好一个数量级，则能省略。

6.6 探测器（D）

所有使用的探测器都应具有足够的动态范围，以便与剩余的测量仪器一起进行测量。探测器应具有比DUT高一个数量级的偏振灵敏度，以减小误差。需要时，可在DUT后和探测器前使用消偏器，以达到要求的精度。

探测器应在预设的光功率水平上呈线性关系。任何探测器的非线性和偏振依赖性都直接贡献测量误差。因此，重要的是探测器及相关放大电路在所有测量范围内都表现出良好的线性度。应采取措施确保探测器的功率密度始终充分低于探测器的饱和水平。建议至少低于饱和电平3 dB运行（探测器），饱和电平的定义是超过测量设备相对精度规格的功率电平。在这种情况下，放大器通常对非线性的贡献最大，特别是当跨阻随着范围的切换而改变时。通常能在不改变范围的情况下测量低PDL值。

探测器应具有足够的光敏面，并置于足够靠近输出的位置，以采集从DUT尾纤输出的所有光功率。

对于所有状态法，如果连续扫描偏振，探测器应能足够快地测量功率，与偏振扫描速率有关，使测量值符合很好的偏振分辨状态。这通常由探测器的带宽和平均时间决定。

6.7 数据读取/记录/处理装置

提供了一种在扫描SOP时采集传输光功率的装置，以在测量结束时进行计算并报告结果。可采用一种基于计算机的系统以实现这种数据采集和分析功能。

7 程序

7.1 样品制备

按照生产厂家的指示，准备并清洁DUT。

7.2 预处理

除非相关规范另有规定，否则本测量不需要预处理。

7.3 初始测量

按照相关规范要求完成对DUT的初步检验和测量。

7.4 试验注意事项

在测量过程中任何光纤的运动都可影响SOP并导致测量误差。因此，应注意确保光纤或允许的装置不得移动。尤其对于Mueller矩阵法，对于偏振扰动法一般都不成问题。

在设备的每个元件的出入口处应剥离包层模式。如果这不是由纤维涂层完成的，则需要包层模消除器。

7.5 参考测量

将装置（图2）中DUT移除，见图5。如图5a所示，DUT可被完全去除，或如图5b所示，可替换装置上长度相当于尾纤长度的光纤环。无论哪种情况，在此步骤中都不应拆除仪器的测试缆。

从PSCS设置为第一个SOP开始，从D1和D2(如使用)处采集功率（单位：W）。

在测量方法中通过旋转PSCS得到全部所需的SOP，并从D1和D2采集每个点的功率。

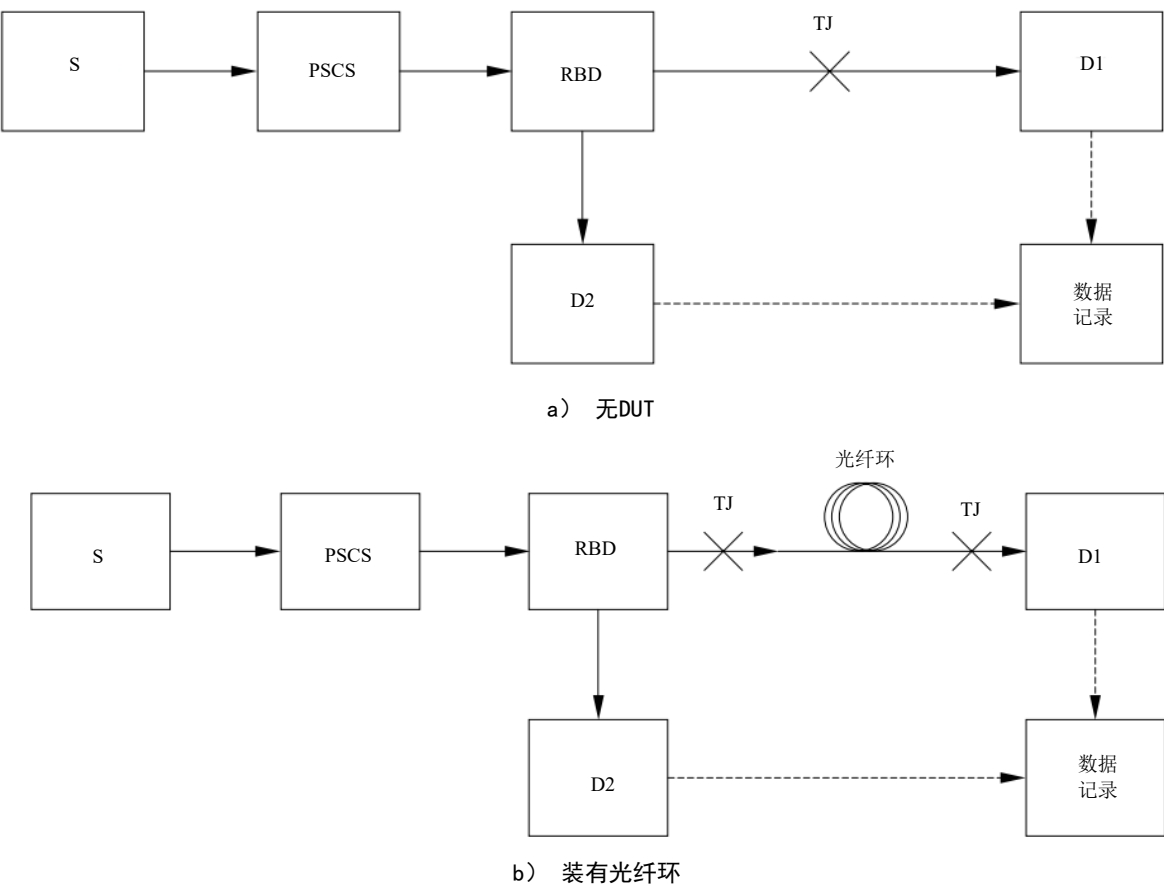


图5 参考测量装置

应记录每个测量点*i*的参考值 $P_{\text{ref}}(i)$ ，见公式（1）：

$$P_{\text{ref}}(i) = \frac{P_{1(i)}}{P_{2(i)}} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$P_1$ ——D1处的功率读数；

$P_2$ ——D2处的功率读数。

如不使用D2，则改写为公式（2）：

$$P_{\text{ref}}(i) = P_1(i) \dots\dots\dots (2)$$

## 7.6 设备测量

重新配置装置，如图2所示。

从PSCS设置为第一个SOP开始，从D1和D2(如使用)处采集功率（单位：W）。

在测量方法中通过旋转PSCS得到全部所需的SOP，并从D1和D2采集每个点的功率。

应记录DUT的每个测量点的值 $P_{\text{msd}}(i)$ ，见公式（3）：

$$P_{\text{msd}}(i) = \frac{P_{1(i)}}{P_{2(i)}} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$P_1$ ——D1处的功率读数；

$P_2$ ——D2处的功率读数。

如不使用D2，则改写为公式（4）：

$$P_{\text{msd}}(i) = P_1(i) \dots\dots\dots (4)$$

## 8 数据分析

### 8.1 偏振扰动法

对于偏振扰动法，如测量的SOP能分配给参考的SOP，则计算每个数据点的透射率 $T(i)$ ，见公式（5）：

$$T(i) = \frac{P_{\text{msd}}(i)}{P_{\text{ref}}(i)} \dots\dots\dots (5)$$

按公式（6）和公式（7）计算DUT的PDL(最大变化量)和平均插入损耗（IL），单位为dB。

$$\text{PDL} = 10 \times \log_{10}(T_{\text{max}}/T_{\text{min}}) \dots\dots\dots (6)$$

$$\text{IL} = -10 \times \log_{10}((T_{\text{max}} + T_{\text{min}})/2) \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$T_{\text{max}}$ ——所有 $T(i)$ 中的最大值；

$T_{\text{min}}$ ——所有 $T(i)$ 中的最小值。

如果没有像伪随机扫描那样在同一SOP下制作参考和测量样品，那么对于每个样品不能分别计算透射率。在这种情况下PDL计算公式见公式（8）：

$$\text{PDL} = 10 \times \log_{10}(P_{\text{msd,max}}/P_{\text{msd,min}}) \dots\dots\dots (8)$$

同时，装置的PDL计算公式见公式（9）：

$$\text{PDL}_{\text{setup}} = 10 \times \log_{10}(P_{\text{ref,max}}/P_{\text{ref,min}}) \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$P_{\text{msd,max}}$ ——所有 $P_{\text{msd}}(i)$ 中的最大值；

$P_{\text{msd,min}}$ ——所有 $P_{\text{msd}}(i)$ 中的最小值；

$P_{\text{msd,max}}$ ——所有 $P_{\text{ref}}(i)$ 中的最大值；

$P_{\text{msd,min}}$ ——所有 $P_{\text{ref}}(i)$ 中的最小值。

$PDL_{\text{setup}}$ 对测量不确定度有影响，设计时宜考虑减少 $PDL_{\text{setup}}$ 的影响。

## 8.2 Mueller 矩阵法

对于Mueller矩阵法，5.2中描述的SOP集应在参考和测量过程中产生。

从这些状态出发，需要利用Mueller矩阵生成第一行Stokes参数。

对于所使用的四种状态分别为：线性水平( $i=1$ )、线性垂直( $i=2$ )、线性对角( $i=3$ )和圆偏振( $i=4$ )；计算过程如下。

DUT的传输因子计算见公式(10)~公式(13)。

$$T(1) = \frac{P_{\text{msd}}(1)}{P_{\text{ref}}(1)} \dots\dots\dots (10)$$

$$T(2) = \frac{P_{\text{msd}}(2)}{P_{\text{ref}}(2)} \dots\dots\dots (11)$$

$$T(3) = \frac{P_{\text{msd}}(3)}{P_{\text{ref}}(3)} \dots\dots\dots (12)$$

$$T(4) = \frac{P_{\text{msd}}(4)}{P_{\text{ref}}(4)} \dots\dots\dots (13)$$

接下来，Mueller矩阵第一行按下列公式(14)~公式(17)计算：

$$m_{11} = (T(1) + T(2))/2 \dots\dots\dots (14)$$

$$m_{12} = (T(1) - T(2))/2 \dots\dots\dots (15)$$

$$m_{13} = T(3) - m_{11} \dots\dots\dots (16)$$

$$m_{14} = T(4) - m_{11} \dots\dots\dots (17)$$

按公式(18)和公式(19)分别计算最大和最小传输因子：

$$T_{\text{max}} = m_{11} + \sqrt{m_{12}^2 + m_{13}^2 + m_{14}^2} \dots\dots\dots (18)$$

$$T_{\text{min}} = m_{11} - \sqrt{m_{12}^2 + m_{13}^2 + m_{14}^2} \dots\dots\dots (19)$$

按公式(20)和公式(21)分别计算DUT的PDL和平均IL，单位为分贝(dB)。

$$PDL = 10 \times \log_{10}(T_{\text{max}}/T_{\text{min}}) \dots\dots\dots (20)$$

$$IL = -10 \times \log_{10}(m_{11}) \dots\dots\dots (21)$$

## 9 规定的细节

按适用情况，在相关规范中应规定下述细节：

- 光源中心波长和谱宽；
- 光源 DOP；
- SOP 变化系统的描述；
- 若使用偏振扰动法，设备的有效球面覆盖率；
- 参考分束器件的说明；
- 尾纤长度；
- 测量精度要求；
- 测量方法选择；
- 参考方法选择；
- 与本试验方法的任何偏差。



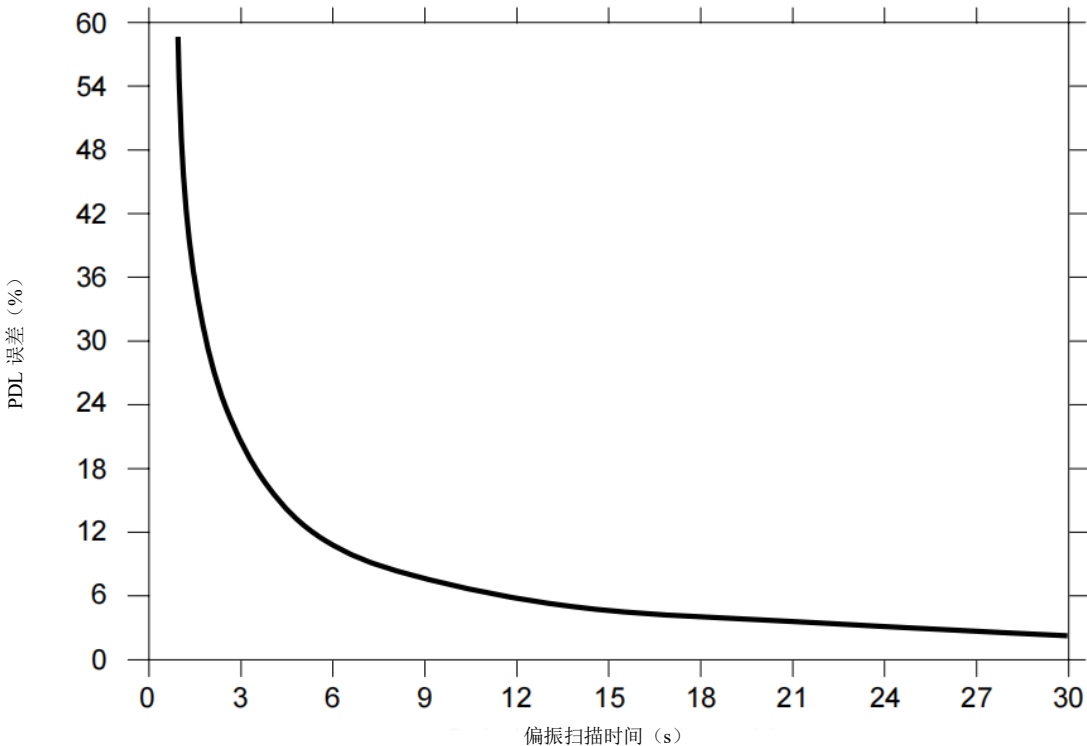
附录 A  
(资料性)  
测量不确定性

A.1 偏振扰动法

对于偏振扰动法，使用的偏振扰码器必须能够将固定的输入SOP从稳定的光源转换为所有可能的输出SOP。PSCS可以以步进模式或连续扫描模式运行。在这两种情况下，测量精度都是球体覆盖度和仪器分辨独特SOP能力的函数。如此一来，PSCS扫描时间和探测器响应时间对系统精度影响很大。

一般来说，偏振扰码器的扫描速率参数有两个影响精度。首先，SOP随探测器平均时间的变化量决定了装置的偏振分辨率。如果这种变化太大，样本将无法确定足够精度的最大值和最小值。这可以通过改变扫描速率或探测器平均时间来改善。第二是充分覆盖所有SOP的时间。总测量时间与SOP覆盖度的关系取决于偏振扫描的方法。如果PSCS以随机的方式改变SOP，那么覆盖范围是统计确定的，并且一般随着测量时间的延长而继续增加。如果PSCS以确定性的方式变化，则可能是重复的，并且在整个扫描周期完成后覆盖率不会增加。

为了建立系统精度，偏振分析器可以用来监测确定性或伪随机技术产生的SOP。例如，对于商用光纤环路扰码器，使用平均时间为20 ms的探测器，在10 s内以覆盖球体的速率运行至95 %的精度，计算了误差对运行时间的依赖关系(图A. 1)。重要的是要意识到，由于内部系统漂移，极长的扫描可能会适得其反，测量误差可能开始增大。



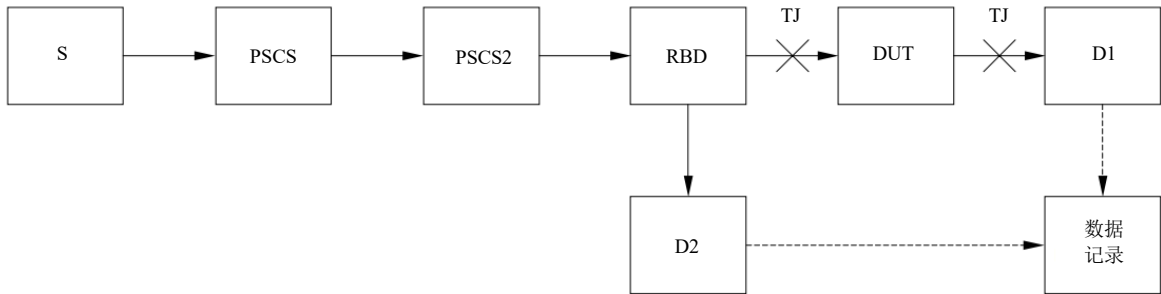
图A.1 偏振扰动法测量装置不确定度（示例：详见正文）

光源稳定性和探测器偏振依赖性的影响通常可以很容易地通过评估与参考测量值（见7.5）之间的功率值变化来确定。

A.2 Mueller 矩阵法

这种方法的使用也存在一定的限制条件，以保证测量结果有意义。当测量系统组件如PSCS和探测器(D1和D2)显示与测量DUT相同大小的PDL，以及当DUT端接有不可忽略的双折射长尾纤时，可以观察到显著的不确定性和不准确性。除了内部应力外，尾纤中的外部卷绕还会产生与线圈半径成正比的应力双折射。应力双折射产生光路阻滞，从而改变了PSCS、DUT和探测器D1的PDL轴的相对方向。这种附加的延迟有时在偏振扰动法中是无关的，但在四态测量中导致不可移除的校准不确定度。大静态双折射消除了未放置 DUT 的初始基线测量与使用DUT的最终测量之间的所需偏振对称性。大静态双折射的净效应是通过基线和最终测量中的不同因素来缩放PDL。此外，在延长测量过程中，长链互连纤维的动态双折射改变了基线PDL水平。

为尽量减少这些问题，提出了以下建议。尽可能使用锚定在表面的短直导线与低本征PDL(<10%预期样本值)探测器连接，并限制基线测量之间的测量时间。当这些条件不可能时，光纤引线的取向应在完全测量和测量平均值之间随机化，以尽量减少引线双折射效应。注意引线最完全的随机化必须包括纤维线圈不躺在单个平面内的取向。或者，必要时可以使用低PDL的第二个PSCS2（如光纤环控制器），并将其插入到如图A.2所示的第一个PSCS和DUT之间。



图A.2 Mueller 矩阵法的一种可选测量装置

## 参 考 文 献

[1]IEC 61300-1 Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and measurement procedures—Part1:General and guidance

[2]IEC 61300-3-12 Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and measurement procedures—Part 3-12: Examinations and measurements—Polarization dependence of attenuation of a single-mode fibre optic component: Matrix calculation method

---