



中华人民共和国国家标准

GB/T 18311.47—XXXX/IEC 61300-3-47:2014

代替 GB/T 18311.16—2007

纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和 测量程序 第 3-47 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

Fibre optic interconnecting devices and passive components—Basic test and
measurement procedures—Part 3-47: Examinations and measurements—
End face geometry of PC/APC spherically polished ferrules using interferometry

(IEC 61300-3-47:2014,IDT)

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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 干涉测量法	3
4.1 概述	3
4.2 插针/连接器夹具	4
4.3 光干涉系统	4
4.4 带图像采集摄像机的显微镜	4
5 干涉仪性能要求	4
5.1 XY 轴校准（曲率半径）	4
5.2 Z 轴校准（光纤高度）	4
5.3 插针轴与干涉仪光轴对中（顶点偏移校准）	4
5.4 斜面端面倾角和定位键角	5
6 测量方法	5
6.1 概述	5
6.2 测量区域	5
6.3 曲率半径测量方法	6
6.4 端面球面度（顶点偏移）测量方法	6
6.5 光纤高度测量方法	6
7 规定细节	8
附录 A（规范性） 干涉仪校准	10
A.1 XY 轴校准	10
A.2 Z 轴校准	10
A.3 插针轴与干涉仪光轴对准（顶点偏移校准）	10
A.4 斜面端面倾角和定位键角	10
附录 B（资料性） 斜面球形抛光插针端面角度测量方法	11
附录 C（资料性） 插针端面几何尺寸计算公式	12
图 1 球面抛光插针端面曲率半径	1
图 2 球面插针端面顶点偏移	2
图 3 球面抛光插针端面光纤高度	3
图 4 球面抛光插针端面角度	3
图 5 典型干涉仪示意图	4
图 6 插针端面测量区域	6
图 7 插针端面表面	7

图 8 插针端面平均化区域和装配区域 7

图 9 插针端面数字化模型 8

图 10 不包含接插区域的插针端面数字化模型..... 8

图 B.1 斜面球形抛光插针根据干涉环计算定位键误差示例..... 11

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3-47部分。GB/T 18311已经发布了以下部分。

- 第3-1部分：检查和测量 外观检查；
- 第3-2部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振依赖性；
- 第3-3部分：检查和测量 监测衰减和回波损耗变化(多路)；
- 第3-4部分：检查和测量 衰减；
- 第3-5部分：检查和测量 衰减对波长的依赖性；
- 第3-6部分：检查和测量 回波损耗；
- 第3-20部分：检查和测量 纤维光学分路器件的方向性；
- 第3-25部分：检查和测量 无角度插针和装有光纤的无角度插针的同心度
- 第3-26部分：检查和测量 光纤和插针轴线间的角偏差的测量；
- 第3-28部分：检查和测量 瞬间损耗；
- 第3-30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3-34部分：检查和测量 随机配接连接器的衰减；
- 第3-40部分：检查和测量 带保偏光纤尾纤连接器的消光比；
- 第3-47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。

本文件代替GB/T 18311.16—2007《纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-16部分：检查和测量 球面抛光套管端面半径》，与GB/T 18311.16—2007相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 修改了“范围”（见第1章，2007年版的第1章）；
- 增加了“术语和定义”（见第3章）；
- 删除了“概述”和“装置”（见2007年版的第3章和第4章）；
- 增加了“干涉测量法”（见第4章）；
- 增加了“干涉仪性能要求”（见第5章）；
- 修改了“测量方法”（见第6章，2007年版的第5章）；
- 修改了“规定细节”（见第7章，2007年版的第6章）。

本文件等同采用IEC 61300-3-47:2014《纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-47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》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 增加了“规范性引用文件”一章；
- 增加了3.3的符号“A”，以便后续使用。

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、中国电子科技集团公司第八研究所、苏州苏驼通信科技股份有限公司、江苏通光光缆有限公司。

本文件主要起草人：杨元旭、潘倩、杨超、于振钦、熊婷婷、陈瑜、沈欣栋、李晓黎、赵锐。

GB/T 18311.47—XXXX/IEC 61300-3-47:2014

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

——2007年首次发布为GB/T 18311.16—2007，本次为第一次修订。

引 言

纤维光学互连器件和无源器件在光学通信和非通信应用中占有重要地位，已规模生产并商品化，发展成为高技术产业。随着光纤通信技术领域内新技术、新产品和新产品的不断涌现和发展，相应产品试验和测量技术也较快发展。为使产品试验和测量程序在国际上协调一致、促进贸易往来，IEC迄今为止已制定并颁布IEC 61300系列试验和测量程序标准，覆盖了纤维光学互连器件和无源器件光学性能、机械性能和环境性能的测量和试验等，是国际范围内支撑产品检验和验收的重要基础性标准。

我国纤维光学互连器件和无源器件产品参照IEC 61300系列标准建立了试验和测量程序标准体系，其中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》包括了纤维光学互连器件和无源器件系列的基本试验和测量程序，旨在为产品规范制定者和产品试验者提供系列统一且可重复的基本检查和测量方法。GB/T 18311拟由以下22部分构成：

- 第 3-1 部分：检查和测量 外观检查；
- 第 3-2 部分：检查和测量 单模纤维光学器件偏振依赖性；
- 第 3-3 部分：检查和测量 监测衰减和回波损耗变化(多路)；
- 第 3-4 部分：检查和测量 衰减；
- 第 3-5 部分：检查和测量 衰减对波长的依赖性；
- 第 3-6 部分：检查和测量 回波损耗；
- 第 3-7 部分：检查和测量 单模器件衰减和回波损耗的波长相关性；
- 第 3-9 部分：检查和测量 远端串音；
- 第 3-11 部分：检查和测量 啮合力和分离力；
- 第 3-20 部分：检查和测量 纤维光学分路器件的方向性；
- 第 3-25 部分：检查和测量 无角度插针和装有光纤的无角度插针的同心度；
- 第 3-26 部分：检查和测量 光纤和插针轴线间的角偏差的测量；
- 第 3-28 部分：检查和测量 瞬间损耗；
- 第 3-30 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 3-33 部分：检查和测量 用针规测量弹性对中套筒的分离力；
- 第 3-34 部分：检查和测量 随机配接连接器的衰减；
- 第 3-40 部分：检查和测量 带保偏光纤尾纤连接器的消光比；
- 第 3-45 部分：检查和测量 随机配接多芯光纤连接器的衰减测量；
- 第 3-47 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；
- 第 3-50 部分：检查和测量 空间光开关的串音；
- 第 3-55 部分：检查和测量 偏振保持无源光学元件的偏振消光比和键控精度。

纤维光学互连器件和无源器件 基本试验和测量程序 第3-47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

1 范围

本文件描述了测量球面抛光型插针或连接器端面几何尺寸的方法。本文件中提到的词语“插针”和“连接器”能互换使用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

曲率半径 radius of curvature

B

插针物理接触球形的端面部分的曲率半径。

注：通常假定插针端面是球形的，但实际上端面通常是非球形的。（见图1）

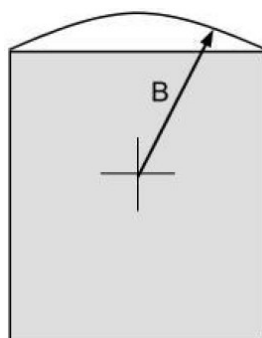


图1 球面抛光插针端面曲率半径

3.2

顶点偏移 apex offset

C

顶点偏移是端面顶点到插针中心轴的距离，如图2所示用两根平行线间距表示。顶点偏移主要是由端面研磨工艺造成。

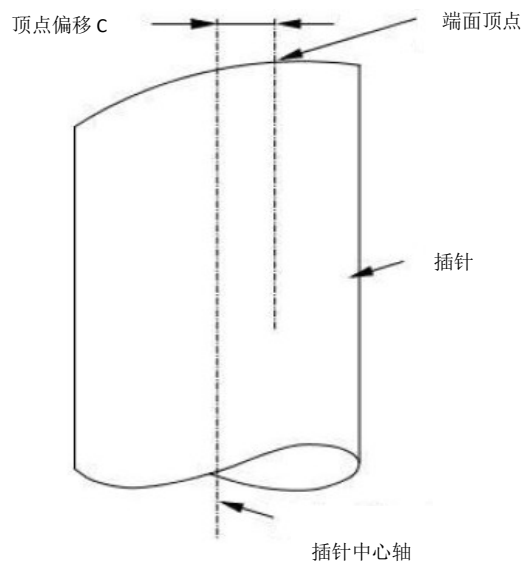


图2 球面插针端面顶点偏移

3.3

光纤高度 fibre height

A

光纤端面与虚拟球形插针端面的距离（参见附录C）。

注：通常假定插针端面是球形的，但实际上端面通常是非球形的。光纤高度正值表示光纤凹陷（见图3a），负值表示光纤凸出（见图3b）。

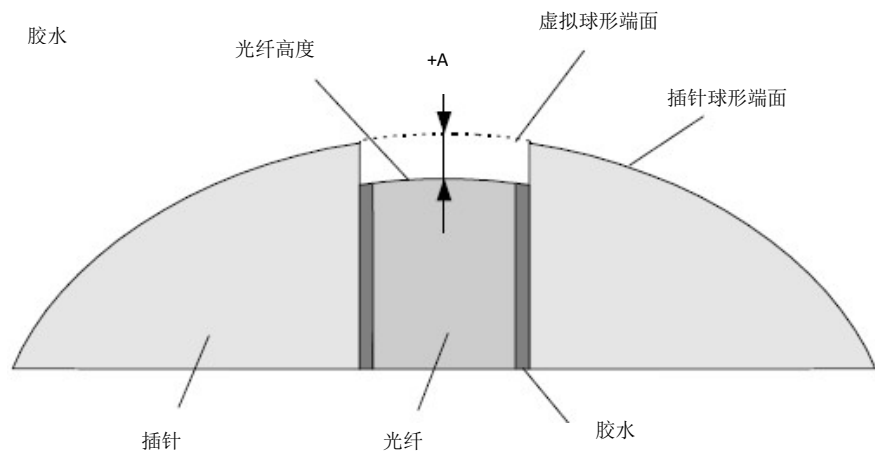


图3a 光纤高度+A（光纤凹陷）

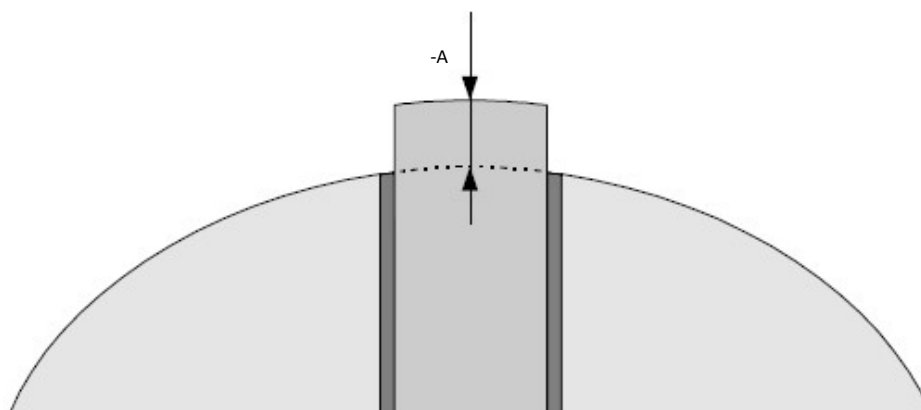


图3b 光纤高度-A（光纤凸出）

图3 球面抛光插针端面光纤高度

3.4

端面角度 end face angle

球面抛光插针的端面角 θ 定义为：插针轴线垂直面与球形端面纤芯处的切线所夹的标准角度（见图4）。

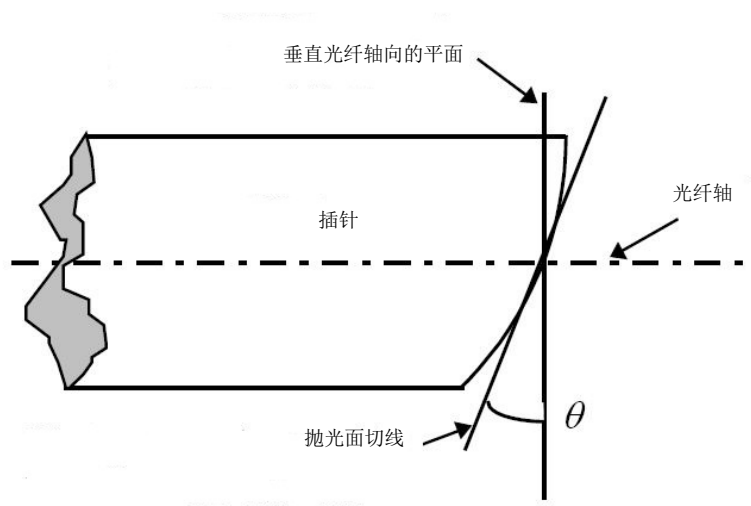


图4 球面抛光插针端面角度

4 干涉测量法

4.1 概述

典型的干涉仪测量系统如图5所示。包括合适的插针/连接器夹具，带显微镜的光干涉装置，以及图像采集摄像机。

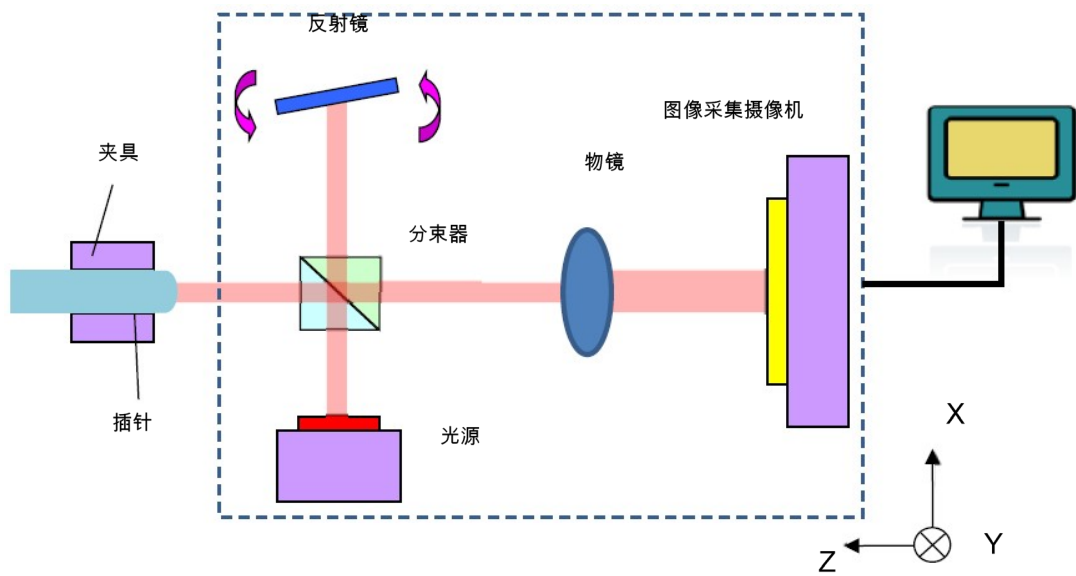


图5 典型干涉仪示意图

4.2 插针/连接器夹具

该装置能够把插针/连接器固定在与干涉仪光轴一致的位置，并能够严密保护插针端面。夹具夹持插针长度应不小于2倍插针直径。宜将插针调节到与干涉仪光轴一致的位置。同时，也能调节干涉仪的参考反射镜，达到光轴调节的目的。对于斜面插针，需要把斜面端面轴对准干涉仪光轴。

4.3 光干涉系统

可显示插针端面干涉条纹（一般是环状条纹）的光干涉系统，如迈克尔逊（Michelson）干涉仪。

4.4 带图像采集摄像机的显微镜

端面图像将被投射到图像采集摄像机上，视场不小于 $250\mu\text{m}$ 。配套软件处理这些图像并计算被测参数。

5 干涉仪性能要求

5.1 XY轴校准（曲率半径）

干涉仪应具备测量曲率半径的功能，测量半径 $5\text{ mm}\sim 30\text{ mm}$ 的样品时，准确度应优于 $\pm 0.1\text{ nm}$ 。参见附录A。

5.2 Z轴校准（光纤高度）

干涉仪应具备测量光纤高度的功能，准确度应优于 $\pm 0.1\text{ nm}$ 。见附录A。

5.3 插针轴与干涉仪光轴对中（顶点偏移校准）

干涉仪应具备测量顶点偏移的功能，插针旋转 180° 的两次测量，最大差异应不大于 $5\mu\text{m}$ 。见附录A。
注：仅对测量平面插针适用。

5.4 斜面端面倾角和定位键角

测量斜面连接器时，需校准固定位置。测量插针定位键角的准确度宜优于 $\pm 0.1^\circ$ ，测量插针斜面端面倾角的准确度宜优于 $\pm 0.03^\circ$ 。

注：定位键角是斜面连接器插针接触面的旋转偏差角，由定位键决定（参见附录B）。

6 测量方法

6.1 概述

宜调整测量系统满足以下条件，试验才能正常进行：

- 使用夹具固定样品；
- 在显示器上可直接观察插针端面光纤区域画面；
- 调整插针直到出现干涉环；
- 调整插针轴精确对准干涉仪光轴（顶点偏移校准步骤）；
- 执行其他校准步骤；
- 根据试样调整测量系统（如样品是平面还是斜面插针/连接器）。

6.2 测量区域

应在插针端面上定义3块测量区域（见图6）。

- 装配区域：装配区域设定在插针端面上，由一个直径为D的圆形区域减去直径为E的插拔区域来限定。配对连接时，装配区域应确保覆盖插针端面接触区域；
- 插拔区域：插拔区域定义为插针端面上直径E的圆形区域，包括光纤端面 and 固定胶区域；
- 平均化区域：平均化区域定义为光纤端面上直径F的圆形区域，用于光纤高度A测量时的平均化。

以上3块区域宜以插针中轴为圆心，对于标称光纤直径 $125\text{ }\mu\text{m}$ ，曲率半径 $5\text{ mm}\sim 30\text{ mm}$ 的插针，直径D、E、F的数值如下：

$$D = 250\text{ }\mu\text{m}$$

$$E = 140\text{ }\mu\text{m}$$

$$F = 50\text{ }\mu\text{m}$$

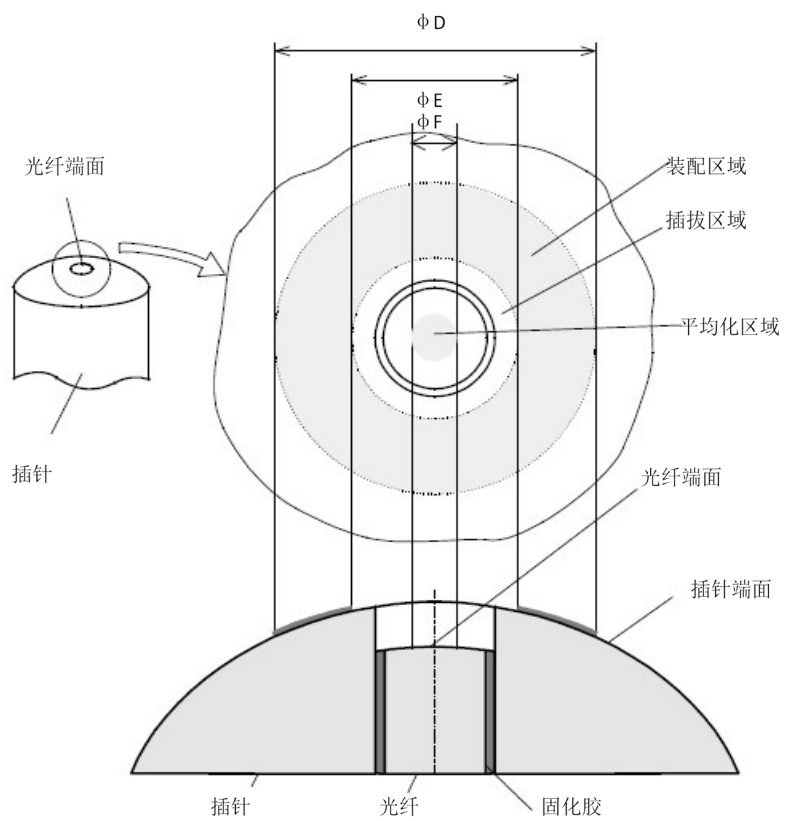


图6 插针端面测量区域

6.3 曲率半径测量方法

应按以下步骤测量：

- a) 用干涉仪测量端面，通过附带的处理器采集端面三维数据（见图7）。
- b) 根据光纤和插针的折射率和吸收系数，修正采集到的端面数据。
- c) 根据装配区域数据，计算最佳拟合曲率半径（参见附录C）。

6.4 端面球面度（顶点偏移）测量方法

应按以下步骤测量：

- a) 用干涉仪测量端面，通过附带的处理器采集端面三维数据（见图7）。
- b) 根据光纤和插针的折射率和吸收系数，修正采集到的端面数据。
- c) 分析干涉环图像，计算装配区域球面中心到光纤中轴的间距（参见附录C），该数值即顶点偏移。

6.5 光纤高度测量方法

应按以下步骤测量：

- a) 用干涉仪测量端面，通过干涉环采集端面三维数据（见图7）。
- b) 根据光纤和插针的折射率和吸收系数，修正采集到的端面数据。
- c) 利用平均化区域和装配区域的数据计算光纤高度A（见图7至图10和附录C）。

应按以下方法计算：

- 1) 根据装配区域端面数据得出最佳拟合曲率半径，进而得出端面修正数据并建立数字化端面模型。

如果插针端面是理想球面，装配区域端面数字化模型可是平面。(见图9)。

- 2) 分别计算光纤平均化区域和装配区域数字化端面模型的表面平均高度。两种表面平均高度之差即光纤高度 A ，见图10。正值表示光纤凹陷，负值表示光纤凸出。

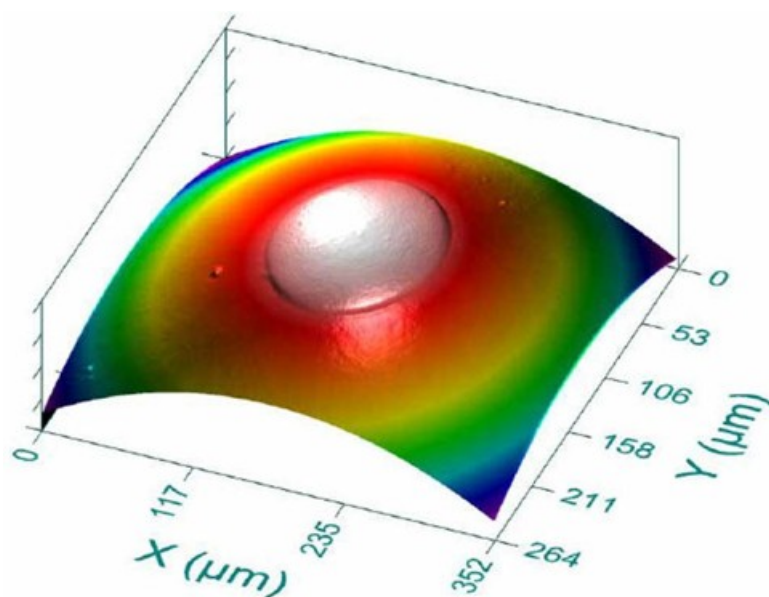


图7 插针端面表面

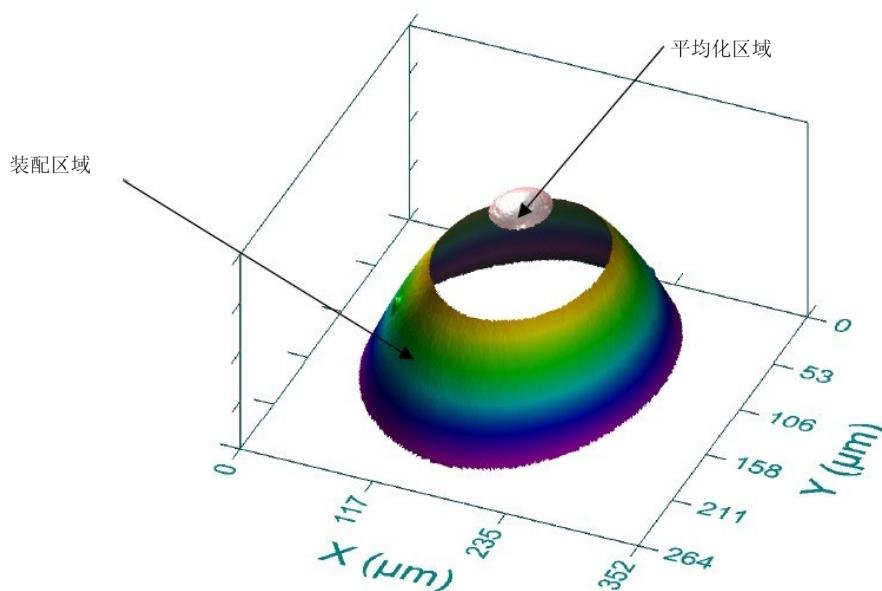


图8 插针端面平均化区域和装配区域

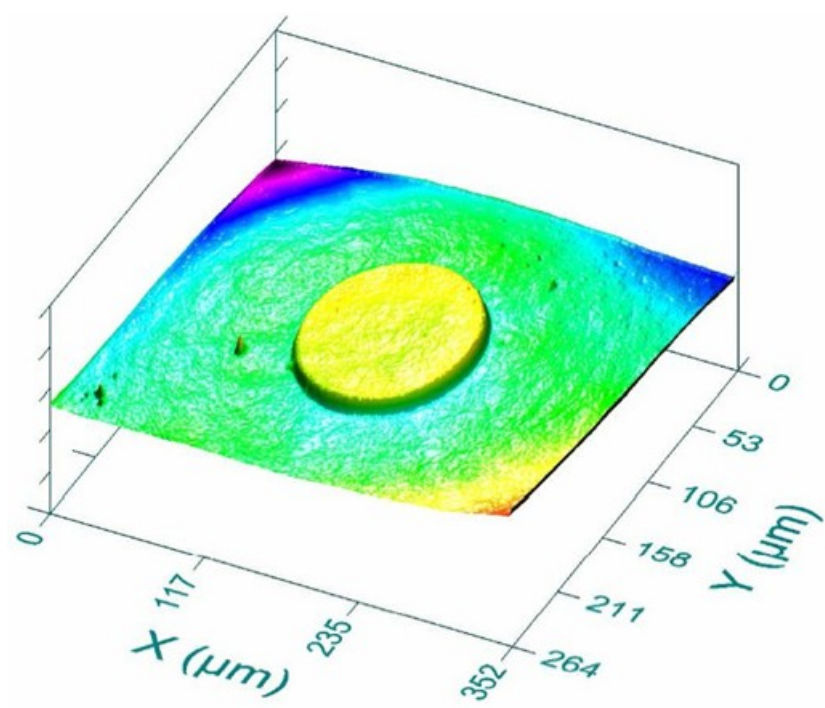


图9 插针端面数字化模型

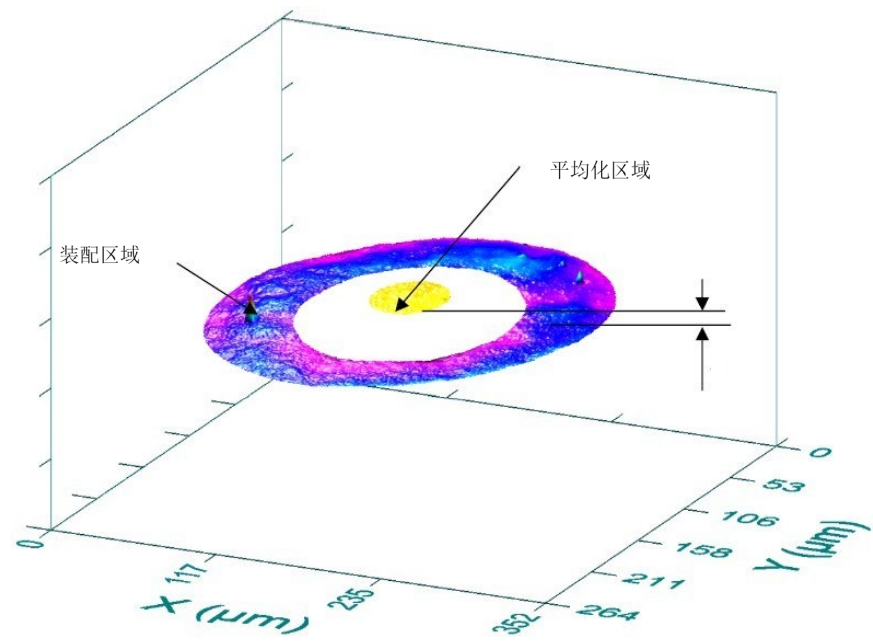


图10 不包含接插区域的插针端面数字化模型

计算端面数据时，必须考虑光纤和插针间的折射率及吸收系数差值。如果计算过程没有考虑这些差值，那光纤凹陷或凸出的将很可能出现误差。

7 规定细节

适用时，相关规范中应规定下列细节：

- 干涉仪类型；
- 插针类别，如 PC/APC；
- 仪器配套（如适配器，插针夹具等）；
- 插针在夹具中的旋转容差度（定位键误差）；
- 与本文件的差异；
- 测量不确定度。

附录 A
(规范性)
干涉仪校准

A.1 XY 轴校准

当实际情况不能满足第5章要求时，需进行XY轴校准。

如果干涉仪Z轴之前已经校准过，应通过已机械测绘过的球面物体（如校准件），沿XY轴向校准干涉仪。

也可使用光栅尺进行校准。

A.2 Z 轴校准

对于基于微分色散相移法原理的干涉仪，使用标称高度小于干涉仪光源波长1/4的校准件进行校准。

如果干涉仪使用白光光源，使用标称高度为Z轴量程1/4到3/4的校准件进行校准。

A.3 插针轴与干涉仪光轴对准（顶点偏移校准）

平面连接器校准方法如下：

将插针每隔一定角度测量一次（如间隔60°，测量6次）顶点偏移，通过最小二乘法获得所有偏移点轨迹的拟合圆，进而得出插针的顶点偏移位置。

计算出该偏移点后，用夹具或参考反射镜将该点调整到光纤中心点位置。

对于斜面APC连接器，参考A.4。

A.4 斜面端面倾角和定位键角

当斜面连接器的端面倾角和定位键角测试不能满足5.4要求时，需进行校准。

以下两种方法用于校准（方法b为基准法）

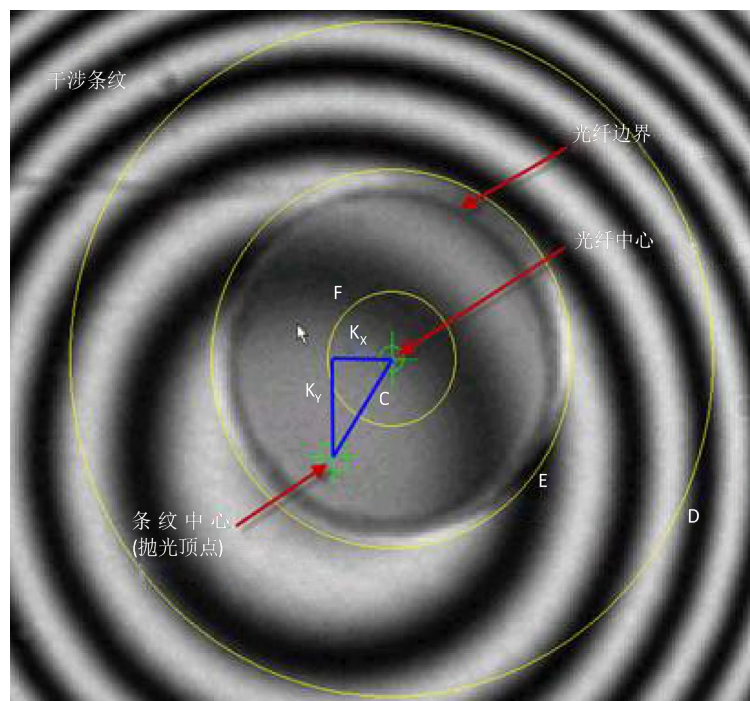
- a) 每次把连接器夹具或者光学系统选择一定角度（如8°），然后按照A.3方法校准仪器。如此循环直到旋转1周。
- b) 使用已机械测绘过的量块（如校准件），校准夹具或反射镜的方向。该校准件宜能模拟连接器的定位键和平斜面端面。可使用软件计算补偿定位键误差。

附录 B

(资料性)

斜面球形抛光插针端面角度测量方法

利用球形抛光插针端面的干涉环条纹，计算曲率半径 B 和顶点偏移 C 在角度 K 下的两个分量（见图B.1）。通过参数 B 和 K_x 计算斜面端面倾角，见公式（B.1）。通过参数 B 和 K_y 计算定位键角，见公式（B.2）。测量斜面插针时，宜通过适配器或定位装置将连接器对准干涉仪。该定位装置通过定位键限制插针的旋转。



图B.1 斜面球形抛光插针根据干涉环计算定位键误差示例

通过分析干涉环图像，应计算 K_x 方向顶点到光纤中心的距离（见图B.1）。角度 θ 也被称为斜面端面倾角，见公式（B.1）。

$$\theta = \arctan\left(\frac{K_x}{R}\right) + \theta_0 \dots\dots\dots (B.1)$$

通过分析干涉环图像，应计算 K_y 方向顶点到光纤中心的距离（见图B.1）。角度 α 也被称为定位键角，见公式（B.2）。

$$\alpha = \arctan\left(\frac{K_y}{R}\right) \dots\dots\dots (B.2)$$

注意：定位键角是通过公式（B.2），由顶点偏移的垂直分量 K_y （见图B.1）计算得到。另外，定位键角与插针的物理可旋转角度有关联，但不宜将两者混淆。由于测试过程中需要倾斜连接器或者干涉仪，对于浮动插针类连接器，定位键夹持精度、内部定位键尺寸公差等因素都会影响测试重复性。

附录 C

(资料性)

插针端面几何尺寸计算公式

单芯连接器的理想球形端面如公式 (C.1) 计算:

$$B^2 = (X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 + (Z - Z_0)^2 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

(X_0, Y_0, Z_0) ——球面中心坐标;

B ——曲率半径。

