

ICS 17.180.30

CCS N 33

T

团体标准

T/CEATEC XXX—2026

微型光纤光谱仪性能测试与验证方法 (草案)

Test and verification methods for performance of miniature fiber
spectrometers

2026-X-XX 发布

2026-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 2

 4.1 测试目的 2

 4.2 测试原则 2

 4.3 测试条件要求 2

 4.4 测试设备要求 2

 4.5 测试环境要求 2

 4.6 测试人员要求 2

5 测试样品 3

 5.1 被测光谱仪要求 3

 5.2 样品数量 3

 5.3 样品状态调节 3

6 性能测试方法 3

 6.1 波长准确度 3

 6.2 波长重复性 3

 6.3 光谱分辨率 3

 6.4 信噪比 3

 6.5 动态范围 3

 6.6 杂散光 3

 6.7 光强度响应与线性度 3

 6.8 积分时间稳定性 3

 6.9 温度稳定性 4

 6.10 光纤传输效率 4

7 测试报告 4

 7.1 报告内容要求 4

 7.2 报告格式 4

8 验证方法 4

 8.1 验证目的与范围 4

 8.2 验证准则 4

 8.3 验证程序 5

 8.4 验证结果评定 5

9 验证报告 5

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。

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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次编制。

微型光纤光谱仪性能测试与验证方法

1 范围

本文件规定了微型光纤光谱仪性能测试与验证方法的总则、测试样品、性能测试方法、测试报告、验证方法以及测试报告。

本文件适用于波长范围在 180 nm~2600 nm 的微型光纤光谱仪的性能测试与验证。

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。

GB/T 11606 分析仪器环境试验方法

GB/T 15972 光纤试验方法规范

GB/T 26813 双光束紫外可见分光光度计

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1094 测量仪器特性评定

JJG 178 紫外、可见、近红外分光光度计检定规程

JJG 738 光谱仪器校准规范

ASTM E387 不透明滤光片法估算色散分光光度计杂散辐射功率比的试验方法 (standard test method for estimating stray radiant power ratio of dispersive spectrophotometers by the opaque filter method)

3 术语和定义

JJG 178、GB/T 26813及 JJF 1094中界定的及下列术语和定义适用于本文件

3.1

微型光纤光谱仪 micro optical fiber spectrometer

采用光纤作为光输入接口，通过光栅等色散元件分光，由阵列探测器接收光谱信号，并通过数据接口输出光谱数据的小型化光谱分析仪器。

3.2

动态范围 dynamic range

光谱仪能够同时测量的最大信号与最小可分辨信号的比值，通常以分贝 (dB) 或比值表示。

3.3

积分时间 integration time

探测器收集光信号的时间间隔，单位为毫秒 (ms) 或秒 (s)。

3.4

暗光谱 dark spectrum

在无光照条件下采集的光谱信号，用于扣除探测器的暗电流和电子噪声。

3.5**参考光谱 reference spectrum**

使用标准光源或标准样品采集的光谱信号，用于计算透射率、反射率等相对测量值。

4 总则**4.1 测试目的**

本文件规定的测试方法旨在系统评价微型光纤光谱仪的核心光学性能指标，确保其满足设计规格和应用需求，为产品质量控制、型式检验和验收提供技术依据。

4.2 测试原则

测试应遵循以下原则：

- a) 公正性原则：测试应在独立、客观的条件下进行，避免利益冲突；
- b) 可重复性原则：测试条件应明确记录，确保在不同时间、不同地点、不同人员操作时可获得一致的测试结果；
- c) 可追溯性原则：所有测试设备应经过计量校准，测试数据应完整记录并可追溯；
- d) 安全性原则：测试过程中应遵守光学安全规范，避免强光直射眼睛或皮肤。

4.3 测试条件要求

测试应在以下一般条件下进行：

- a) 光谱仪应完成预热，预热时间不少于制造商规定的最小预热时间，且不少于 15 min；
- b) 测试前应进行波长校准和暗光谱采集；
- c) 测试过程中应避免环境光干扰，必要时使用遮光罩；
- d) 光纤连接应牢固，避免弯折半径小于制造商规定的最小值（通常不小于 30 mm）。

4.4 测试设备要求

测试所用设备应满足以下要求：

- a) 计量器具应在有效期内，具有有效的校准证书；
- b) 测量不确定度应优于被测参数允许误差的 1/3；
- c) 设备应满足测试环境要求，具有足够的稳定性和可靠性。

4.5 测试环境要求

测试应在以下环境条件下进行：

- a) 温度：23 °C ± 5 °C；
- b) 相对湿度：≤ 80 % RH；
- c) 大气压力：86 kPa~106 kPa；
- d) 电磁环境：应避免强电磁干扰，周围 1 m 范围内无大功率电磁设备运行；
- e) 振动：测试台面振动幅度不大于 0.1 mm；
- f) 照明：测试区域应避免强光直射，环境照度不大于 200 lx。

4.6 测试人员要求

测试人员应具备以下资质：

- a) 熟悉微型光纤光谱仪的工作原理和操作规程;
- b) 经过本文件规定的测试方法培训并考核合格;
- c) 了解光学安全知识和实验室安全规范。

5 测试样品

5.1 被测光谱仪要求

被测微型光纤光谱仪应满足以下要求:

- a) 外观完好, 无机械损伤;
- b) 光学窗口清洁, 无划痕、污染;
- c) 光纤接口完好, 无松动;
- d) 电子接口功能正常;
- e) 附带制造商提供的产品说明书和出厂检验报告。

5.2 样品数量

应不少于 3 台同型号光谱仪。

5.3 样品状态调节

测试前, 被测光谱仪应在测试环境中放置不少于 2 h, 以达到热平衡状态。

6 性能测试方法

6.1 波长准确度

按 JJG 178 中规定方法进行评定。

6.2 波长重复性

按 JJG 178 中规定方法进行评定。

6.3 光谱分辨率

按 JJG 178 中规定方法进行评定。

6.4 信噪比

按 JJG 178 中规定方法进行评定。

6.5 动态范围

按 JJF 1094 中规定方法进行评定。

6.6 杂散光

按 ASTM E387 不透明滤光片法进行评定。

6.7 光强度响应与线性度

按 JJF 1094 中规定方法进行评定。

6.8 积分时间稳定性

按 JJG 738 中规定方法进行评定。

6.9 温度稳定性

按 GB/T 11606 中的方法进行评定。

6.10 光纤传输效率

按 GB/T 15972 中的方法进行评定。

7 测试报告

7.1 报告内容要求

测试报告应至少包含以下内容：

- a) 报告标题：“微型光纤光谱仪性能测试报告”；
- b) 报告编号、发布日期；
- c) 测试机构名称、地址、联系方式；
- d) 委托方信息（如适用）；
- e) 被测光谱仪详细信息；
- f) 测试依据：本文件编号及版本；
- g) 测试项目、测试条件、测试结果；
- h) 结果判定结论；
- i) 测量不确定度评定结果；
- j) 测试人员、审核人员、批准人员签字及日期；
- k) 测试机构资质证明（如适用）。

7.2 报告格式

测试报告格式应清晰、完整，不得涂改。电子报告应具有数字签名或防伪标识。

8 验证方法

8.1 验证目的与范围

验证的目的是确认被测微型光纤光谱仪的性能指标是否符合制造商规格或应用需求。验证范围包括本文件第 6 章规定的所有性能测试项目。

8.2 验证准则

8.2.1 合格判定

被测光谱仪的各项性能指标应满足表1要求：

表 1 性能指标要求

性能指标	合格判定标准
波长准确度	$\leq \pm 0.3 \text{ nm}$ （UV-VIS 波段）
	$\leq \pm 0.5 \text{ nm}$ （NIR 波段）
波长重复性	$\leq \pm 0.1 \text{ nm}$ （UV-VIS 波段）
	$\leq \pm 0.2 \text{ nm}$ （NIR 波段）
光谱分辨率	符合制造商标称值的 $\pm 20 \%$ 范围内

性能指标	合格判定标准
信噪比	$\geq$ 制造商标称值的 80 %
动态范围	$\geq$ 制造商标称值的 80 %
杂散光	$\leq$ 0.1 % (UV-VIS 波段)
	$\leq$ 0.5 % (NIR 波段)
线性度	$\geq$ 99 % (在动态范围内)
积分时间稳定性	相对标准偏差 $\leq$ 2 %
温度稳定性	波长漂移 $\leq$ 0.05 nm/°C
光纤传输效率	$\geq$ 80 % (1 m 光纤)

8.2.2 特殊应用判定

对于特定应用场景，可由供需双方协商确定更严格的判定标准，并在测试报告中注明。

8.3 验证程序

验证程序应包括以下步骤：

- 确认被测光谱仪信息完整，外观无损伤；
- 按第 4 章要求准备测试环境；
- 按第 4 章要求准备测试设备，确认设备在计量有效期内；
- 按第 6 章规定的测试方法逐项进行测试；
- 将测试结果与 8.2 的判定标准进行比较；
- 出具验证结论。

8.4 验证结果评定

8.4.1 单项判定

每项性能指标应单独判定：

- 符合判定标准：判定为”合格”；
- 不符合判定标准：判定为”不合格”。

8.4.2 综合判定

综合所有测试项目的判定结果：

- 所有项目均合格：综合判定为”合格”；
- 任一关键项目（波长准确度、波长重复性、光谱分辨率、信噪比）不合格：综合判定为”不合格”；
- 非关键项目不合格，但满足基本使用要求：综合判定为”有条件合格”，并注明限制条件。

9 验证报告

验证报告应包含以下内容：

- 报告编号和日期；
- 被测光谱仪详细信息；
- 测试环境条件记录；

- d) 测试设备清单及校准信息；
 - e) 各项测试的原始数据和计算结果；
 - f) 单项判定和综合判定结论；
 - g) 测试人员、审核人员、批准人员签字；
 - h) 测试机构盖章（如适用）。
-