

《微型光纤光谱仪性能测试与验证方法》

（征求意见稿）

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2026 年团体标准制定计划，项目名称为《微型光纤光谱仪性能测试与验证方法》的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《微型光纤光谱仪性能测试与验证方法》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

制定该技术规范的核心目的，在于为微型光纤光谱仪这一前沿光学分析设备建立一套科学、严谨且统一的性能评价与验证体系。随着光谱分析技术朝着微型化、芯片化和智能化方向加速演进，微型光纤光谱仪凭借体积小、便携性强、检测速度快等优势，正从传统的实验室离线分析加速向现场快速检测与实时在线监测拓展。然而，由于微型化设计在体积压缩与光路重构上进行了妥协，其在极限指标上与传统台式光谱仪存在差异，且行业内长期缺乏针对微型化设备的统一验证规范，导致产品性能界定模糊、测试方法不一，严重制约了下游应用场景的精准匹配与技术迭代。本规范旨在通过明确波长准确度、分辨率、信噪比、动态范围及环境适应性等核心技术指标的测试条件与验证流程，消除供需双方在性能认知上的壁垒。通过确立标准化的验证路径，引导生产企业优化光学结构与算法补偿机制，推动行业从粗放型制造向精细化、高可靠性方向转型，为光谱技术的广泛应用筑牢坚实的质量根基。

2. 意义

该规范的实施具有深远的产业战略意义，是推动光谱分析仪器产业链自主可控、加速前沿技术规模化落地的关键举措。微型光纤光谱仪作为环境监测、食品安全、

生物医学及工业在线质检等领域的“物质神经末梢”，其性能稳定性直接关系到检测数据的合规性与有效性。通过确立严格的性能测试与验证方法，不仅能够倒逼国内光学仪器企业对标国际先进水平，攻克微型化过程中的性能瓶颈，打破国外巨头在高端微型光谱仪领域的长期垄断，实现关键分析仪器的国产化替代；还能有效降低下游应用企业的设备选型与验证成本，避免因仪器性能波动导致的误判风险，提升现场检测与实时监测的公信力。此外，规范的建立将加速产学研用深度融合，打通实验室研发成果向工业化量产转化的“最后一公里”，培育一批具备核心竞争力的专精特新企业，提升我国在国际光电仪器市场的话语权，对于保障国家科技仪器安全、推动智能制造与智慧农业高质量发展具有不可替代的支撑作用。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026年5月28日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《微型光纤光谱仪性能测试与验证方法》。

2. 标准起草过程

2026年5月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于2026年7月中完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 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。

1.2 规范性引用文件

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)

1.3 术语和定义

界定了微型光纤光谱仪、动态范围、积分时间等关键术语。

1.4 总则

明确了测试的公正、可重复等原则，及环境、设备、人员的基本要求。

1.5 测试样品

规定样品需外观完好、不少于 3 台，且测试前需热平衡 2 小时。

1.6 性能测试方法

针对波长准确度等 10 项核心指标，分别引用了相应的检定规程进行测试。

1.7 测试报告

规定报告需包含设备信息、测试结果、不确定度及人员签字等内容。

1.8 验证方法

依据具体数值标准（如波长准确度 $\leq \pm 0.3 \text{ nm}$ ）对测试结果进行合格判定。

1.9 验证报告

要求报告汇总原始数据与单项判定，并给出综合合格结论。

2. 确定标准主要内容的依据

本标准的主要内容依据 GB/T 1.1《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的要求，紧密围绕微型光纤光谱仪的光学成像原理、核心元器件特性以及光谱分析的实际应用场景展开。首先，依据光谱仪的光学设计基础，涵盖入射狭缝、准直系统、分光元件（如光栅）及探测器等关键组件的物理特性，规范重点考量了光学分辨率、波长范围及杂散光抑制能力等核心指标的测试方法，确保光学系统的分光性能得到准确表征。其次，依据光电探测器的响应机理与信号处理逻辑，规范将信噪比、动态范围、灵敏度及暗噪声等电子特性作为关键验证依据，明确了在不同积分时间与光照条件下的数据采集与处理规则，以消除电子学噪声对微弱信号检测的干扰。此外，依据现场检测与在线监测的复杂工况需求，规范吸纳了波长重复性、温度漂移

特性及环境适应性等稳定性指标，将仪器在温湿度变化及机械振动下的性能波动作为重要评价维度。通过整合光学、电子学与计算机算法等多学科原理，旨在构建一套涵盖硬件性能、软件算法、系统集成及环境适应性的综合性验证体系，确保微型光纤光谱仪在实际应用中具备精准、稳定的光谱分析能力。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

试验验证工作主要围绕微型光纤光谱仪在不同工况下的光学性能稳定性与测量准确性展开，涵盖了波长准确度验证、分辨率测试、信噪比分析及杂散光抑制能力评估。通过对不同光学结构与应用场景的光谱仪样品进行对比，重点考察了仪器在宽光谱范围下的响应线性度、温度漂移特性及长期运行稳定性。试验结果表明，采用统一的测试光路与校准方法能显著降低测量结果的离散度，有效提升不同设备间数据的一致性与可比性。同时，验证了动态范围测试与暗噪声评估方法的有效性，确保了评价体系的科学性与可操作性，证明所确立的测试流程能够准确反映微型光纤光谱仪的核心性能指标，为技术规范的最终定稿提供了详实可靠的数据支撑。

（二）技术经济论证

技术经济论证主要着眼于微型光纤光谱仪产业化应用的技术成熟度与全生命周期成本效益。从技术层面看，确立系统的测试与验证方法有助于推动仪器企业攻克微型化过程中的性能瓶颈，提升产品在复杂环境下的测量稳定性与可靠性，打破国外在高端微型光谱仪领域的技术壁垒，实现关键分析仪器的自主可控。从经济层面分析，虽然引入严格的性能验证体系会增加初期研发与测试成本，但其带来的产品一致性与可靠性提升可大幅降低下游应用端的设备选型风险与维护成本，减少因测量误差导致的误判损失。综合考量，该规范的实施将促进上游光谱仪器行业从低端同质化竞争向高技术附加值方向转型，同时助力下游检测与监测领域降本增效，具有显著的技术先进性与经济合理性。

（三）预期经济效果

预期经济效果将体现在光谱仪器产业链上下游的价值重塑与整体竞争力的提升上。对于上游仪器制造行业，规范将加速淘汰性能不稳定、一致性差的落后产能，引导资源向具备核心光学设计与算法补偿技术的优势企业集中，通过高性能产品的溢价能力与规模化应用提升行业整体利润率。对于下游环境监测、食品安全及工业在线质检等领域，优质稳定的国产微型光谱仪供应将有效降低对进口设备的依赖，大幅节约设备采购成本与运维周期。此外，高可靠性光谱仪的应用将提升现场检测与实时监测的数据公信力，降低全生命周期的质量控制成本与合规风险。长远来看，这将推动我国光电仪器产业向全球价值链中高端迈进，产生巨大的间接经济效益与产业带动效应。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、测试样品的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、贯彻标准的要求和措施建议，包括（组织措施、技术措施、过渡办法）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《微型光纤光谱仪性能测试与验证方法》团体标准编制组

2026 年 7 月