

《形貌动态显微成像仪》编制说明

(征求意见稿)

一、工作概况

1. 任务来源

该任务是根据工信厅科函〔2025〕529号《工业和信息化部2025年第五批行业标准制修订和外文版项目计划》的要求，计划号：2025-1832T-JB，项目名称《形貌动态显微成像仪》。主要起草单位：中国科学院空天信息创新研究院、南京理工大学、凌云光技术股份有限公司等，要求在2026年12月完成修订。

2. 主要工作过程

起草阶段：

任务下达后，中国科学院空天信息创新研究院于2025年12月16日组织成立《形貌动态显微成像仪》标准起草工作组，工作组由中国科学院空天信息创新研究院、南京理工大学凌云光技术股份有限公司等单位的专家组成，由中国科学院空天信息创新研究院担任主要起草工作。工作组通过对国内形貌动态显微成像仪产品的调研和对国外同类产品资料的分析研究，参考了相关的行业标准、国家标准、国家计量技术规范和生产相关产品的企业标准，并顾及到产品的技术发展趋势，起草了本标准的工作组讨论稿。2026年2月28日，由中国科学院空天信息创新研究院牵头以网络会议的形式召开了本标准的起草工作组会议。起草工作组专家对本标准的工作组讨论稿进行了讨论，最终确认了标准编制原则和主要内容，并提出了修改意见。会后，起草单位对工作组讨论稿进行了修改，于2026年4月29日完成了本标准的征求意见稿，并递交给本标准归口单位全国光学和光子学标准化技术委员会（SAC/TC103）向全体委员和专家征求意见。

3. 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准主要起草单位：中国科学院空天信息创新研究院、南京理工大学、凌云光技术股份有限公司、上海理工大学、上海光学仪器研究所。

本标准主要起草人及承担工作见表1。

表1

主要起草人	承担任务
郝义伟、伍洲	主要起草，承担了本标准的主要起草任务
张薇、冯琼辉	组织协调标准编制工作； 协助起草，从标准化角度对标准草案进行完善。
张文喜、孔新新、王永彪、张瑞、戴玉、袁群、王浩宇等	协助起草，收集、分析国内外相关技术文献和资料，结合实际应用经验，对标准技术内容进行归纳、总结、验证。

二、标准的修订原则和主要内容

1.标准的修订原则

1) 体现产业发展。将应用新技术的产品和产品检验新技术纳入标准，促进推广和技术进步。

2) 面向市场。补充市场新增加的产品类型。标准所涉及的产品分类、基本参数和技术要求，在合理的前提下，尽量贴近目前国内产品现状。

3) 服务产业。产品技术要求和检验方法应确保产品质量，尽量采用产品生产企业和有关质检部门应用的成熟技术。由于本标准为首次制订，因此所涉及产品名称、术语和定义及技术参数等用语，应力求完整、准确、规范并能被业内理解和接受。

4) 标准的结构和内容编排等方面，依据 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》进行编写。

2.标准主要内容

本文件规定了形貌动态显微成像仪的术语和定义、型式和基本参数、要求、试验方法和检验规则。

本文件适用于基于外差干涉技术、频闪技术和白光干涉技术对微机电系统、微纳结构静态特性与动态特性综合测量的形貌动态显微成像仪的设计、制造和质量评价。

3.主要技术差异

本标准为首次制定。目前国内还没有形貌动态显微成像仪的相关国家、行业标准。

4.解决的主要问题

目前国内、外集成电路和微纳器件领域都没有能够实现面内振动测量、面外振动测量和三维形貌测量于一体的形貌动态显微综合测试仪器标准。本标准旨在规范形貌动态成像仪的系统架构和核心性能参数，并规定与用户需求直接相关的技术指标和测试方法，能够为相关仪器的研发和生产提供指导，对于提高三维振动测量和形貌测量的技术水平与应用效果具有重要意义。

在支持政府管理方面：

1) 规范市场秩序：通过制定形貌动态显微成像仪的行业标准，政府可以规范集成电路、微纳器件等特性测试高端装备的市场秩序，避免低质量、低效能的设备进入市场，减少行业恶性竞争，促进行业健康发展。

2) 加强质量监管：标准的发布为政府提供了明确的技术依据，可辅助于对相关领域的光学精密测量仪器及装备的质量进行监管，确保市场上的产品符合国家安全、环保、技术和质量要求。

在引领产业优化升级方面：

1) 推动技术创新：标准的制定将引导行业用户和研发单位加大投入，推动形貌动态显微成像仪在集成电路和微纳器件检测、智能制造、先进工艺等方面的技术创新，提升行业整体技术水平。

2) 优化产业结构：标准的发布将推动微纳检测行业向高端智能装备方向发展，淘汰落后的产品产能，优化光学精密测量仪器产业结构，提升行业整体竞争力。

3) 推动产业链协同发展：形貌动态显微成像仪的标准化将带动上游（集成电路、半导体、微机电系统）和下游（激光光源、探测器、数据采集系统等光机电部组件）产业链的协同发展，构造良好的产业生态。

在满足行业需求方面：

1) 提升仪器设备性能：通过标准化技术要求，提升形貌动态显微成像仪的性能，满足集成电路、微纳器件行业为高测量精度、高测量分辨率、高测量动态范围的设备需求。

2) 降本增效：通过标准化推动设备性能和产能提升，有效降低高端仪器设备的生产制造成本和行业用户的使用维护成本，提高集成电路和微纳器件的检测效率和生产质量，满足行业对高端自主检测仪器的高质量、高效率 and 低成本的供货需求。

在提升行业竞争力方面：

1) 提升行业影响力：标准制定将推动研制单位提升高端测量仪器产品质量和技术水平，提升研制单位在光学精密测量领域的知名度和影响力，获得更多行业用户的认可和合作。

2) 促进产品应用推广：标准制定和使用，能够有效促进形貌动态显微成像仪在集成电路和微纳器件行业的应用，为仪器产品的后续产业推广奠定基础。

在提升产品质量方面：

1) 统一技术规范：标准的制定为形貌动态显微成像仪产品的设计、制造、检测和应用提供了统一的技术规范，确保仪器设备的质量特性和技术性能达到行业用户要求，减少因技术差异导致的产品质量问题。

2) 提高产品一致性和可靠性：通过标准化生产制造和检测，形貌动态显微成像仪产品的一致性和可靠性将得到显著提升，降低因仪器设备批量生产和供应导致的性能不一致或质量不可靠的问题，确保产品的质量一致和可靠稳定性。

三、主要试验（或验证）情况

1. 主要技术指标确定的依据

标准主要起草单位中国科学院空天信息创新研究院等长期从事形貌动态显微成像仪的研发、生产和销售，对形貌动态显微成像仪的各项技术指标和试验方法有着丰富的经验。在该标准的制订过程中，主要起草单位人员参考或引用了 GB/T 13962《光学仪器术语》 GB 7247.1《激光产品的安全 第 1 部分：设备分类、要求》和 GB/T 25480-2010《仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法》等相关条款，并考虑到形貌动态显微成像仪是新型高科技产品，因此在标准制订中所涉及产品名称、术语和定义及技术参数等用语，力求完整、准确、规范并能被业内理解和接受。并对仪器的的测量范围、测量线性度、振动位移测量分辨力、形貌测量表面垂直分辨率等主要技术指标，以及控制系统以及整体性能要求和检测方法作了明确规定，从而形成了本文件。

2. 制订后验证的情况

正在进行中。

四、标准涉及专利的情况

本标准不涉及专利。

五、预期达到的社会效益，对产业发展的作用等情况

在经济效益方面，本标准的制定和实施有助于推动形貌动态显微成像仪技术的统一和规范化，降低生产成本和维修成本；能够满足集成电路、微纳传感器、微机电系统等行业对静态动态特性检测的迫切需求，降低成本，提高生产效率；符合标准的形貌动态显微成像仪具有更高的质量和性能，有助于提升企业在市场上的竞争力。

在社会效益方面，标准的制定和实施为政府在高端光学精密测量仪器相关行业的管理提供了标准的科学依据，有助于规范市场秩序；标准的实施能够有效保障同类光学测量仪器的

质量一致性和技术实现，为仪器产品的质量安全和满足用户需求提供助力；统一的标准有助于消除市场壁垒，促进高端光学精密测量仪器行业的公平竞争。

在生态效益方面，形貌动态显微成像仪是光学精密测量仪器，仪器研发、生产和制造过程中不涉及对生态环境的污染和过度的能耗，具有节能、环保等特性，通过提高仪器设备的生产制造效率和优化标准化装配集成工艺，可以有效减少仪器制造所需的原材料和能源的损耗与浪费，实现资源节约和高效利用。仪器研发生产过程中不涉及对环境有害的废弃物和污染物的排放，对生态环境友好。

六、国际、国外对比情况

貌动态显微成像仪利用巧妙的光学结构设计和针对性的测量逻辑将几种测量方式整合于一台设备中，不仅可以缩短微纳器件的测试时间，更重要的是可以满足如 MEMS 扫描振镜变形测试、MEMS 陀螺仪稳定传感测试、微纳转子传感基座摆动影响等需要静动态模式切换结合的集成测试，此类静动态结合的测量模式往往需要器件在静态表面参量逐步变化的情况下对动态特性进行分析，是传统的形貌成像仪和显微测振仪难以完成的。目前市场上的高精度的形貌动态显微成像仪基本上都被国外公司垄断，价格昂贵，维护成本较高，且由于国际形势复杂多变，国外进口精密测试设备购入风险提高，国内同类产品市场具有重大缺口，急需开展形貌动态显微成像仪自主研发，实现核心器件全面国产化，满足国内微纳器件的静态特性与动态特性高精度测量的迫切需求。

国外同类产品主要由德国 Polytec 公司研发生产，其产品在国内市场占有率超过 90%。Polytec 公司的 MSA-600 系列是一款集面外振动、面内振动、表面形貌测量功能于一体的光学测量工作站，可以对探测超声换能器、薄膜压力传感器、压电悬臂梁、梳齿驱动器、微系统扭转激振器等微纳器件面外振动、面内振动、表面形貌进行测量。仪器面外振动实时响应测量范围达到 2.5GHz，位移分辨率达到皮米量级，面内振动响应测量范围达到 2.5MHz，位移分辨率达到纳米量级，表面形貌探测垂直分辨率达到亚纳米级，水平分辨率达到亚微米级。

近年来，我国通过国家重大专项项目的执行，在形貌动态显微成像仪技术领域取得了重大进步，已具备一定的研发生产能力。中国科学院空天信息创新研究院已开发出 10 多型激光测振仪产品，成功研制了我国首型形貌动态显微成像仪，动态测试范围达到 25MHz，面外位移分辨率达到 30fm/Hz^{1/2}，速度测量范围达到 10m/s；将面内外振动测量与三维形貌测量结合，实现了微纳器件静态和动态模式分析功能，各项技术性能指标与国际知名品牌设备达到一致。

目前我国振动测量和形貌测量等干涉测量类高端科学仪器，无论是重大科学装备还是工业生产用的高精度检测设备基本还是依赖进口。由于国际形势复杂多变，国外高端设备向我国禁售和禁运的风险极大。项目提出的形貌动态显微成像仪标准，规定了与用户解决微纳器件动态特性和静态特性测量难题直接相关的技术指标和测试方法，具有自主知识产权，器件与技术全面国产化，重点解决微纳器件动态特性测量和质量检测的精度与效率难题，为微纳器件制造检测和产线配套的测试仪器研发提供相关指导。能够为解决国家高精度光学测量仪器“卡脖子”问题提供重要突破口，为实现我国高端光学测量仪器高水平自立自强提供助力。

目前未查询到有关形貌动态显微成像仪的国际标准。

目前也未查询到的有关形貌动态显微成像仪的国家及行业标准。经检索，国家标准中与本标准相关的主要有：

- GB/T 2298-2010 机械振动、冲击与状态监测
- GB/T 20485.41-2015 振动与冲击传感器校准方法 第 41 部分：激光测振仪校准
- GB/T 29716.2-2018 机械振动与冲击 信号处理 第 2 部分：傅里叶变换分析的时域

窗

——GB/T 32335-2015 机械振动与冲击 振动数据采集的参数规定

——GB/T 33523.604-2022 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 区域法 第 604 部分：
非接触（相干扫描干涉）式仪器的标称特性

以上标准均属于在振动测量领域的通用基础性标准，与本标准规范的内容完全不同。本标准梳理总结了微纳器件的微机械量和微几何量参数计量检测手段，并对相关标准进行了引用。因此，本标准与现行国家标准无冲突，并且能够互相补充。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准、特别是强制性标准的协调性

本标准属于属于光学和光子学领域标准体系表中的“01 光学仪器-05 光学设备-05 其他光学设备”，体系编号为：0410301050500007。

本标准与现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

八、重大分歧意见的处理经过和依据。

无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

建议本标准的性质为推荐性行业标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行相关标准的建议

无。

十二、其他需要说明的情况

无。