

团 体 标 准

T/CMBN XXXX—XXXX

白光干涉仪制造

White light interferometer manufacturing

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 4

6 检验规则 5

7 标志、包装、运输和贮存 6

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××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

白光干涉仪制造

1 范围

本文件规定了白光干涉仪制造的术语定义、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于基于白光干涉原理的非接触式表面形貌测量仪器的设计、制造与验收。

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 191-2008 包装储运图示标志

GB 4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 25480-2010 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

ISO 25178

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

白光干涉仪 white Light Interferometer

基于白光干涉原理，用于非接触式表面形貌测量的仪器，适用于从超光滑到粗糙、从低反射率到高反射率物体表面的测量。

3.2

活动框 movable frame

可翻转的载物装置，内置带体组件，用于固定被测器件且不接触其上下表面，可实现器件的自动翻转与多平面测量。

3.3

凸起 protrusion

带体组件中运动柱受压后使隔离带局部向外凸出的结构，用于接触并固定器件侧壁，避免与器件上下表面接触。

3.4

垂直分辨率 vertical resolution

仪器在垂直方向能够分辨的最小高度差。

3.5

横向分辨率 horizontal resolution

仪器在水平方向能够分辨的最小特征尺寸。

4 技术要求

4.1 工作条件

仪器应在下列条件下正常工作：

a) 环境温度：20℃ ± 2℃；

- b) 相对湿度：30%~70%，无凝露；
- c) 供电电源：交流电压 220 V ± 22 V，频率 50 Hz ± 1 Hz；
- d) 环境要求：无明显的振动、冲击、强电磁场干扰及腐蚀性气体，应避免直射光源干扰。

4.2 外观与结构

4.2.1 外观

外观应符合以下各项要求：

- a) 各工作表面应平整、光洁，无明显的划伤、凹陷、锈蚀、脱落及污渍；
- b) 白光干涉仪光学件表面不应有霉、雾及影响使用的气泡、麻点、划痕等疵病，各种标志、数字清晰、正确；
- c) 各紧固部件应牢固可靠，无松动现象，各机械运动部件应灵活平稳，无卡滞；
- d) 涂层、镀层应均匀，无起泡、龟裂或脱落现象；
- e) 电气连接应可靠，线缆布局整齐，标识清晰；
- f) 仪器应具有必要的防护结构，防止灰尘、油污进入运动部位。

4.2.2 机械结构

机械结构应符合以下各项要求：

- a) 各机械连接件、紧固件应安装牢固，无松动；
- b) 运动部件（如扫描台、调焦机构）应运行平稳、无卡滞、无异响；
- c) 机械结构应具有足够的刚性和稳定性，确保测量过程中的抗振性。

4.3 技术参数

白光干涉仪应符合表1的规定。

表 1 技术参数

项目名称		参数要求
相机	像素	1.5M
	分辨率	1440(H) x1080(V)
横向分辨率		1.039 μm/p
标准视场		1122.12x1122.12 μm ²
物镜转塔		5孔
干涉物镜选项		5X、10X、20X、50X...
Z向参数	扫描范围	100 mm
	分辨率	0.01 nm
	最大扫描速度	100 μm/s
载物台	XY平台	行程:200 mm
		驱动形式: 电控
		闭环反馈控制
		分辨率: 0.1 μm
		移动速度: 100 mm/s
	倾料台	±4°
软件	TMS软件	4 kg
		多重3D数据获取模式
		简易设定、保存和导入测量设置
		简易的测量向导
		预扫描模式
		多重2D/3D数据处理功能
		关键尺寸(平面度、台阶高度)、轮廓、粗糙度等分析功能
	数据评价标准	ISO 25178
	数据输出格式	PDF, BMP, PNG, TIFF

表1 技术参数（续）

项目名称		参数要求
软件	报告输出格式	ASCII, STL
隔振选项		气浮隔振平台
仪器参数	尺寸	790*480*840
	重量	150 kg

4.4 性能指标

性能指标应符合表2的规定。

表2 性能指标

项目	要求
垂直分辨率	$\leq 0.1 \text{ nm}$
横向分辨率	$\leq 0.5 \text{ }\mu\text{m}$
最大测量范围（垂直）	$\geq 10 \text{ mm}$
重复性（ 1σ ）	$\leq 0.5\%$
扫描速度	$\geq 1 \text{ mm/s}$
噪声水平（RMS）	$\leq 0.2 \text{ nm}$

4.5 光学系统

光学系统应符合下列各项要求：

- 干涉条纹的对比度应不小于 0.8；
- 白光光源的中心波长稳定性应在标称值的 $\pm 2 \text{ nm}$ 范围内；
- 物镜的数值孔径（NA）误差应不超过其标称值的 $\pm 5\%$ ；
- 光学系统成像应清晰，无明显像差、眩光或杂散光干扰。

4.6 载物与定位系统

- 移板沿导杆移动应平稳，无晃动；定位后应能可靠固定，固定方式应便于操作。
- 活动框翻转范围应不小于 $0^\circ \sim 180^\circ$ ，翻转定位精度应不低于 $\pm 0.5^\circ$ 。
- 活动框应具备水平状态检测与指示功能，确保测量时被测表面与干涉仪光轴垂直。

4.7 机械系统

4.7.1 运动精度

运动精度应符合下列各项要求：

- Z向扫描机构的直线度误差应不大于 $1 \text{ }\mu\text{m} / 100 \text{ mm}$ ；
- 样品台的运动定位精度应优于 $\pm 0.5 \text{ }\mu\text{m}$ 。

4.7.2 平台精度

样品承载台面的平面度误差应不大于 $2 \text{ }\mu\text{m} / (100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm})$ 。

4.8 电气安全

电气安全应符合下列各项要求：

- 仪器的电气安全应符合 GB 4793.1-2007 的规定；
- 保护接地端子接触良好，接地电阻应不大于 $0.1 \text{ }\Omega$ ；
- 绝缘电阻应不小于 $20 \text{ M}\Omega$ ；
- 在额定电压下，电源输入端对机壳的泄漏电流应不大于 3.5 mA 。

4.9 软件功能

控制与数据处理软件应至少具备以下功能：

- a) 数据采集：可实现扫描参数设置、实时图像预览与采集；
- b) 数据处理：具备相位解算、滤波、拼图、三维形貌重建等功能；
- c) 分析与输出：能自动计算粗糙度（Sa, Sq）、台阶高度、几何轮廓等参数，并生成可定制的测量报告；
- d) 校准功能：提供仪器线性、放大率等关键参数的校准模块；
- e) 数据兼容性：测量数据可导出为通用格式（如.csv, .txt, .xls）。

4.10 环境适应性

仪器在以下条件运输贮存后，恢复至4.1工作条件，其性能仍应符合4.3至4.7的要求：

- a) 温度：-10℃~+55℃；
- b) 相对湿度：≤90%（40℃时）。

5 试验方法

5.1 试验条件

所有试验均应在4.1所规定的工作环境条件下进行。试验前，仪器应在该条件下预热不少于30 min。

5.2 外观与结构检验

在正常光照条件下，采用目视和手感检查的方法，按照4.2的要求进行判定。

5.3 性能指标试验

5.3.1 垂直分辨率

使用经国家计量机构溯源的、标称值为纳米级（如2 nm或5 nm）的标准台阶样板作为被测对象。在仪器最佳工作状态下，对台阶的同一位置连续进行10次测量，计算10次测量结果的标准偏差（1σ），该值即为垂直分辨率的试验结果。

5.3.2 横向分辨率

选用USAF1951分辨率板或具有等间隔光栅结构的标准样板。使用不同倍率的物镜进行成像，观察并记录能清晰分辨的最小单元组，依据分辨率板的标定值确定仪器的横向分辨率。

5.3.3 垂直测量范围

选择高度值接近仪器标称最大测量范围的标准台阶或量块。控制扫描台从初始位置运动至最大行程，软件应能完整采集并重建出该标准件的三维形貌，且测量结果与标称值误差在允许范围内。

5.4 光学系统试验

5.4.1 干涉条纹对比度

对一块洁净的光学平面进行测量，采集一帧未饱和的干涉条纹图像。在图像中选择垂直于条纹方向的线段，提取光强分布曲线。对比度（C）按公式（1）计算：

$$C = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min}) \quad (1)$$

式中：

I_{\max} ——条纹光强最大值；

I_{\min} ——相邻暗纹光强最小值。

5.4.2 光源波长稳定性

使用光纤光谱仪，在仪器预热后及连续工作4 h后，分别采集白光光源的光谱，记录中心波长的变化值。

5.5 机械系统试验

5.5.1 运动精度

将激光干涉仪的反射镜安装在仪器的Z向扫描部件上，调整光路。控制扫描台在全行程内运动，使用激光干涉仪测量其位移与直线度误差，数据采集间隔应不大于1 mm。

5.5.2 平台平面度

使用精度优于0.5 μm 的水平仪或电子水平仪，在样品台面的多个对角线和平行线上进行测量，记录最大与最小读数的差值。

5.6 电气安全试验

应按照GB 4793.1-2007中规定的方法，使用相应的安规测试仪，对保护接地电阻、绝缘电阻、泄漏电流等项目进行试验。

5.7 抗电磁干扰

5.7.1 静电放电抗干扰度

应按照GB/T 17626.2-1998中1级要求检测。

5.7.2 射频电磁场抗干扰度

应按照GB/T 17626.3-1998中1级要求检测。

5.8 软件功能验证

在仪器上连接标准样品或模拟器，由操作人员按照软件操作手册逐项执行4.7所列出的各项功能，检查其完备性和运行的正确性，并验证数据导出格式的有效性。

5.9 环境适应性试验

仪器的环境适应性试验应按照GB/T 25480-2010中规定的方法进行。试验后，在4.1规定的条件下恢复24 h，再重复5.3至5.6的关键项目试验，结果应符合本文件要求。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 检验条件与范围

每台产品在制造厂内经装配调试合格后，均应进行出厂检验。

6.2.2 检验项目

出厂检验应包括第四章及第五章内容。

6.2.3 判定规则

所有出厂检验项目均需符合本文件要求。若任何一项不合格，应返修后重新检验，直至全部合格，方可出具产品合格证明书并准予出厂。

6.3 型式检验

6.3.1 检验条件

当出现下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如产品的结构、材料、关键工艺有重大改变，可能影响产品性能时；

- c) 产品停产一年以上，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有重大差异时；
- e) 国家质量监督机构或认证机构提出进行型式检验的要求时。

6.3.2 检验项目

型式检验应对本文件第五章所规定的全部项目进行检验。

6.3.3 抽样规则

当进行批量产品的型式检验时，应从出厂检验合格的成品中随机抽取1台作为样本。抽样基数不应少于2台。

6.4 判定规则

6.4.1 单项判定

根据第五章的试验方法进行检验，各项指标均需满足第四章的要求。

6.4.2 综合判定

型式检验的所有项目均合格，则判定该次型式检验合格。若在性能或安全项目中出现不合格项，允许抽取加倍数量的产品对不合格项进行复检。若复检合格，则综合判定为合格；若复检仍不合格，则判定该次型式检验不合格，应暂停产品生产，查明原因并采取纠正措施后，重新进行型式检验。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

每台仪器应在明显位置固定永久性铭牌，铭牌内容至少应包括：

- a) 产品名称及型号；
- b) 制造商名称及商标；
- c) 出厂编号及制造日期；
- d) 执行标准编号；
- e) 额定电源电压、频率。

7.1.2 包装储运标志

包装箱外表面的标志应符合GB/T 191-2008的规定，应清晰、牢固，至少包括：

- a) 产品名称、型号及数量；
- b) 制造商名称及地址；
- c) 箱体尺寸（长×宽×高）及毛重、净重；
- d) “向上”、“怕湿”、“小心轻放”、“禁止翻滚”等图示标志；
- e) 收货单位及地址。

7.2 包装

7.2.1 仪器的包装应符合GB/T 13384的规定，采用防震、防潮、防尘的包装方式，确保产品在正常运输和贮存条件下不受损坏。

7.2.2 包装箱内应至少包含：

- a) 主机及主要附件（如物镜、标准样品等）；
- b) 产品合格证；
- c) 产品使用说明书；
- d) 装箱单。

7.3 运输

7.3.1 产品在运输过程中应小心轻放，避免剧烈震动、碰撞、雨淋及曝晒。

7.3.2 严禁与易燃、易爆、易腐蚀的物品混装运输。

7.4 贮存

7.4.1 产品应贮存在通风良好、干燥、无腐蚀性气体的库房内，环境条件应符合 4.8 的要求。

7.4.2 贮存期间，应避免直接放置于地面，并定期每半年一次检查包装状况。
