



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJFZ(机械)016—2022

波纹度测量仪校准规范

Calibration Specification for
Waviness Measuring Instrument
(报批稿)

2024—**—**发布

2024—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

波纹度测量仪校准规范

Calibration Specification for

Waviness Measuring Instrument



归口单位：全国机械汽车专业计量技术委员会

主要起草单位：斯凯孚（上海）汽车技术有限公司

参加起草单位：阿美特克商贸（上海）有限公司

上海市轴承技术研究所

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

付丽霞 （斯凯孚（上海）汽车技术有限公司）

张 彤 （阿美特克商贸（上海）有限公司）

郭媛媛 （斯凯孚（上海）汽车技术有限公司）

沈 强 （斯凯孚（上海）汽车技术有限公司）

参加起草人：

尹春节 （阿美特克商贸（上海）有限公司）

傅 明 （上海市轴承技术研究所）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(4)
5 计量特性.....	(5)
5.1 工作台面的平面度.....	(5)
5.2 工作台对基准回转轴线的垂直度.....	(5)
5.3 径向误差.....	(6)
5.4 轴向误差.....	(6)
5.5 传感器的示值误差.....	(6)
5.6 测量系统基础波动.....	(6)
5.7 波纹度示值误差.....	(6)
5.8 测量重复性.....	(7)
6 校准条件.....	(7)
6.1 环境条件.....	(7)
6.2 校准用标准器具.....	(7)
7 校准项目与校准方法.....	(8)
7.1 工作台面的平面度.....	(8)
7.2 工作台对基准回转轴线的垂直度.....	(9)
7.3 径向误差.....	(9)
7.4 轴向误差.....	(9)
7.5 传感器的示值误差.....	(10)
7.6 测量系统基础波动.....	(11)
7.7 波纹度示值误差.....	(11)
7.8 测量重复性.....	(11)
8 校准结果表达.....	(11)
9 复校时间间隔.....	(11)
附录 A 波纹度示值误差测量不确定度评定示例	(12)
附录 B 校准证书内容	(16)

引 言

本规范按照 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写原则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的要求编写。

本规范为首次制定。

波纹度测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量系统分辨力不大于 $0.01\mu\text{m}$ 的周向波纹度测量仪的校准，亦适用于同类型的圆度测量仪表面波纹度的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 429 圆度、圆柱度测量仪检定规程

JJF(机械)1102-2023 圆度仪谐波标准器校准规范

JJF 1094 测量仪器特性评定

GB/T 24632.1 产品几何量技术规范(GPS)圆度 第一部分：词汇和参数

GB/T 7234 产品几何量技术规范(GPS)圆度测量 术语、定义和参数

GB/T 7235 产品几何量技术规范(GPS)评定圆度误差的方法半径变化量测量

GB/Z 24637.1-2009 产品几何技术规范(GPS)通用概念 第1部分：几何规范和验证的模式

GB/Z 26958.1 产品几何技术规范(GPS)滤波 第1部分：概述和基本概念

GB/T 32324 滚动轴承 圆度和波纹度误差测量及评定方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

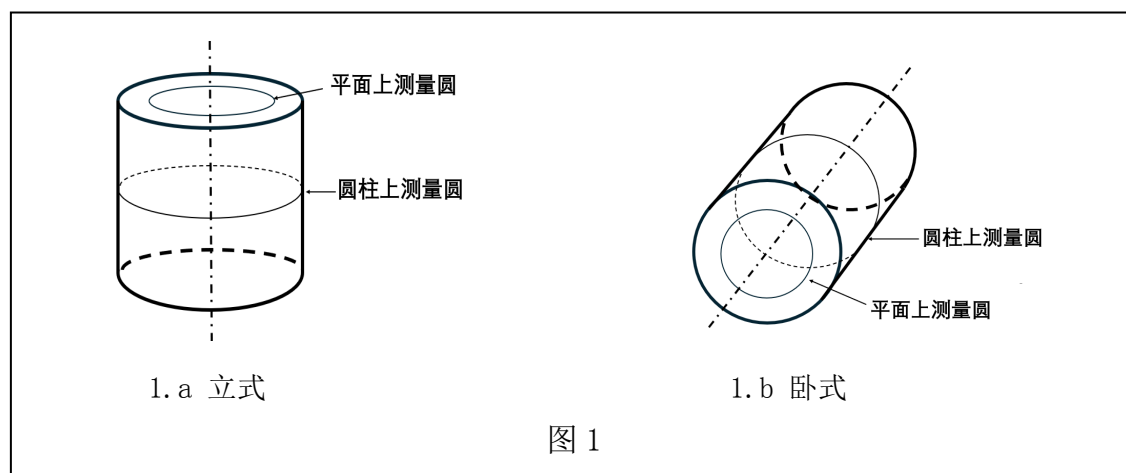
3 术语

3.1 周向

指“圆周方向”，即绕圆柱体轴线回转的方向（垂直于轴线，同时垂直于截面半径）。它与“轴向”、“径向”共同构成圆柱坐标的三个正交方向。

3.2 圆周轮廓

测量点在一个平面上，且各点距离参考（评定）中心近似相等。圆周轮廓测量适用于旋转对称件（如圆柱、圆锥和球体等），以及平面和螺旋体，如图1为在圆柱及其端面上测量圆周轮廓。



3.3 每转波数

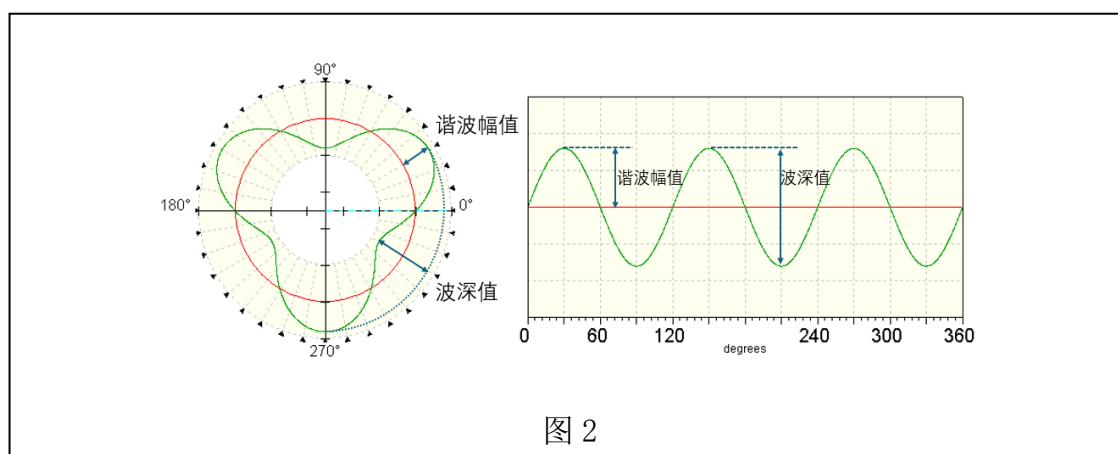
每转波数 (UPR 即 undulations per revolution)。零件圆周上所包含的完整的周期性波动的数目。

3.4 谐波

在实测的圆周或平面轮廓上，经傅立叶转换得到一组正弦波，由每转波数 (UPR)、对应幅值（或波深）及相位等参数来表征。

3.5 周向波纹理度

即为圆周方向的谐波，是一种正弦波沿圆周轮廓周期性循环的形态偏差 (360° 响应)，用每转波数 (UPR) 及其振幅 (Amplitudes) / 波深 (Wave depths) 来表征，如图 2 所示。



3.5.1 静态周向波纹理度

原始的圆周轮廓，经傅立叶展开后获得的一组正弦波上的每转波数与幅值，谐波分析如图 3 所示。

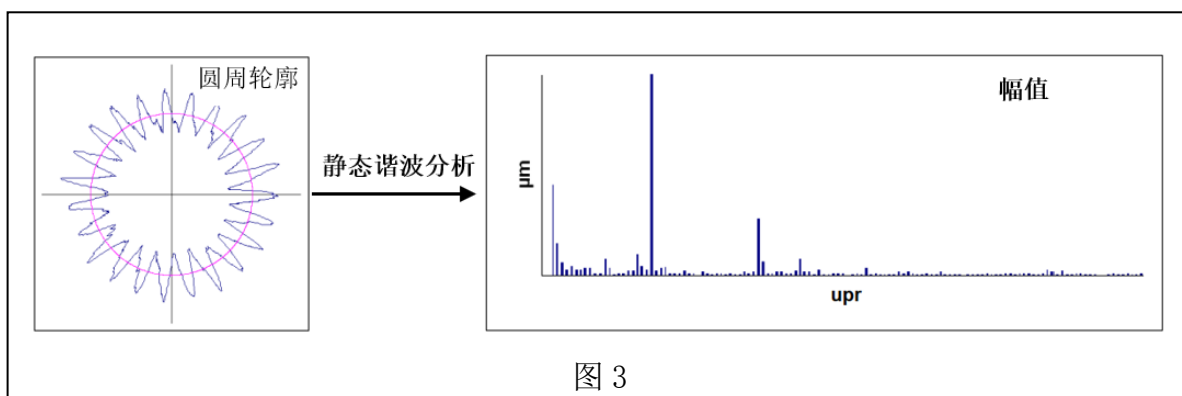


图 3

3.5.2 动态周向波纹度

原始的圆周轮廓，经傅立叶展开后获得的一组正弦波上的每转波数与速度值，谐波分析如图 4 所示。

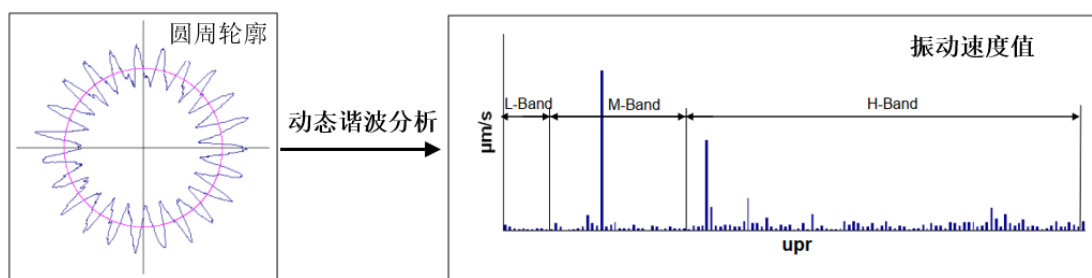


图 4

$$v = \frac{\lambda}{t} = \lambda \cdot f \quad (1)$$

$$\Delta V = \sqrt{2} \cdot \pi \cdot \frac{f}{60} \sqrt{\sum_{H_{from}}^{H_{to}} (H_i \cdot i)^2} \quad (2)$$

对速度公式 (1) 进行微分转换得公式 (2)

式 (2) 中:

ΔV —— 震荡速度 (动态波纹度), 单位: $\mu\text{m/s}$;

i —— 波数, $i=1, 2, 3, \dots, n$;

H_i —— 第 i 个波的幅值 (单峰);

f —— 虚拟转速 (一般为 700RPM)。

3.6 周向波纹度误差

随机或周期性偏离基准圆的表面不平度，取高于圆度波数的一个范围内的波数集合的峰谷幅值作为波纹度误差。

3.7 周向波纹度评定中心

以最小二乘圆（LSC）或最小区域圆（MZO）分析方法获得的基准圆圆心，作为周向波纹度评定中心。

3.8 滤波

滤波是把数据中关注的特征从其他特征中分离出来的方法。

通过降低非理想要素中某些信息成分得到所需的非理想要素的操作。

3.9 虚拟转速

软件模拟特定速度旋转零件产生的振荡速度(周向波纹度)，把此特定旋转的速度称为虚拟转速，仅适用于动态周向波纹度。

3.10 测量系统

由主轴、旋转工作台和仪器基座等，以及精密传感器、放大器检测电路、滤波器、计算处理、显示输出等系统构成。

4 概述

周向波纹度测量仪是以高精密回转中心为测量基准，通过传感器测量被测件不同转角位置上的实际轮廓到回转中心的半径变化量，并采用滤波器和计算机处理等测量系统来定量评价被测件某横截面周向波纹度的测量仪器。按基准回转轴线形成方式分为工作台回转式和传感器回转式两类，按回转主轴方向分为立式和卧式两种类型。主要用于测量圆环、圆柱、圆锥、圆球和轴承滚道等回转体表面各截面轮廓的周向波纹度和圆度等参数。图5、图6、图7及图8为几种典型的波纹度测量仪结构示意图。

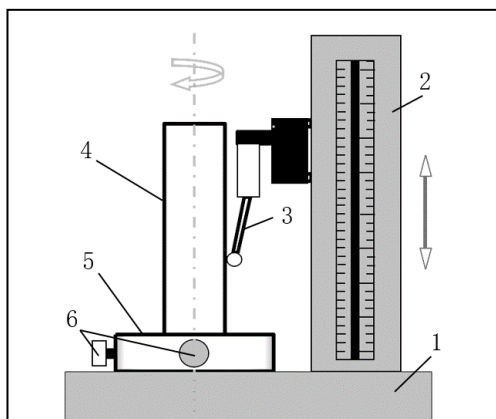


图5 工作台回转式波纹度仪

1—基座；2—立柱；3—传感器；4—被测件；
5—回转工作台；6—调平调心旋钮

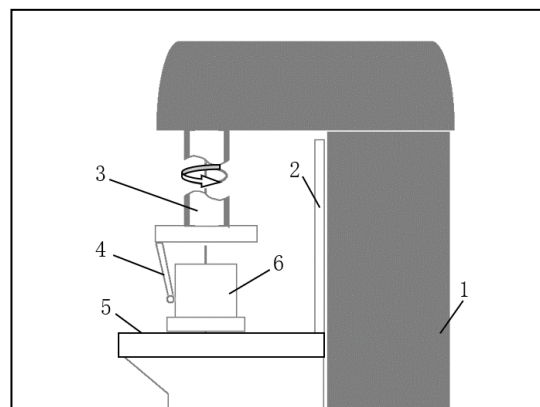


图6 传感器回转式波纹度仪

1—基体；2—立柱；3—回转轴；4—传感器；5—
工作台；6—被测件



图7 立式波纹度仪

1—传感器角度调整夹紧杆；2—传感器；3—垂直调节手
轮；4—垂直导轨；5—水平导轨夹紧杆；6—水平调节手
轮；7—水平导轨；8—传感器微调滑块；9—定心工作台

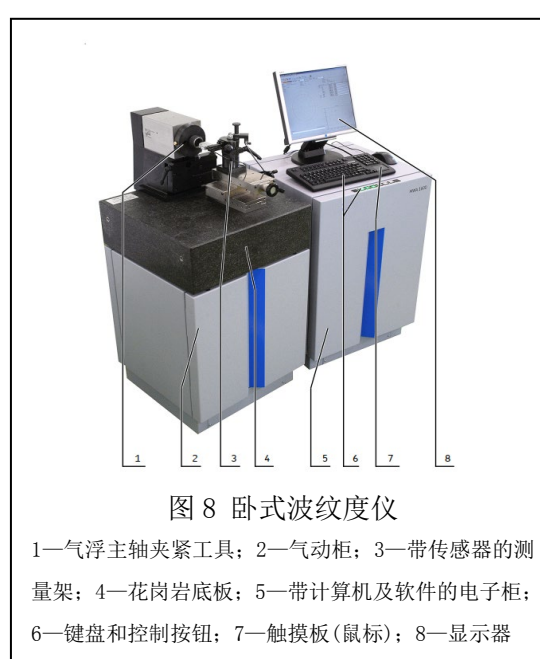


图8 卧式波纹度仪

1—气浮主轴夹紧工具；2—气动柜；3—带传感器的测
量架；4—花岗岩底板；5—带计算机及软件电子柜；
6—键盘和控制按钮；7—触摸板(鼠标)；8—显示器

5 计量特性

5.1 工作台面的平面度

工作台全范围任意 $(100 \times 100) \text{ mm}^2$ 平面度不大于 0.003 mm ，工作台不应有凸起，边缘 5 mm 范围不计。

5.2 工作台对基准回转轴线的垂直度

工作台面对基准轴线的垂直度不大于 $0.01 \text{ mm}/100 \text{ mm}$ 。

5.3 径向误差

测量系统的径向误差不大于 $0.1\mu\text{m}$ 。

5.4 轴向误差

测量系统的轴向误差不大于 $0.1\mu\text{m}$ 。

5.5 传感器的示值误差

用标准定标块校准波纹度测量仪示值误差，传感器的最大允许误差为 $\pm 5\%$ 。

5.6 测量系统基础波动

按照仪器径向误差的大小，测量系统的基础波动应不大于表 1 的规定。由于轴承零件的波纹度和已安装轴承的振动噪音之间存在关联，所以在轴承行业使用的测量设备是检测以一定速度旋转的零件产生的震荡速度，用该速度值来表征动态周向波纹度。

表 1 周向波纹度测量仪的静态/动态基础波动

径向误差 μm	静态基础波动 (H) μm			动态基础波动 (ΔV) $\mu\text{m/s}$		
	Max1	Max2	Max3	低频 L (1~15)UPR	中频 M (16~100)UPR	高频 H (101~150)UPR
≤ 0.015	0.007	0.004	0.003	1.5	2.5	4
$> 0.015 \sim 0.025$	0.012	0.007	0.005	2.5	4	5
$> 0.025 \sim 0.05$	0.030	0.015	0.010	6	5	8
$> 0.05 \sim 0.10$	0.040	0.025	0.015	8	6	8
备注：Max1、Max2 和 Max3 为最大的前三个值。						

5.7 波纹度示值误差

测量系统波纹度即谐波幅值 HA 的示值误差应满足表 2 中最大允许误差的要求。

表 2 圆周波纹度测量仪的主要性能要求

周波数	谐波幅值 HA 最大允许误差 (MPE)	测量重复性
低频段 (1~15) UPR	$\pm 7\%$	1%
中频段 (16~100) UPR	$\pm 8\%$	2%
高频段 (101~150) UPR	$\pm 10\%$	3%
高频段 (150~500) UPR	—	5%

5.8 测量重复性

测量系统重复性误差不大于表 2 的规定。

6 校准条件

6.1 环境条件

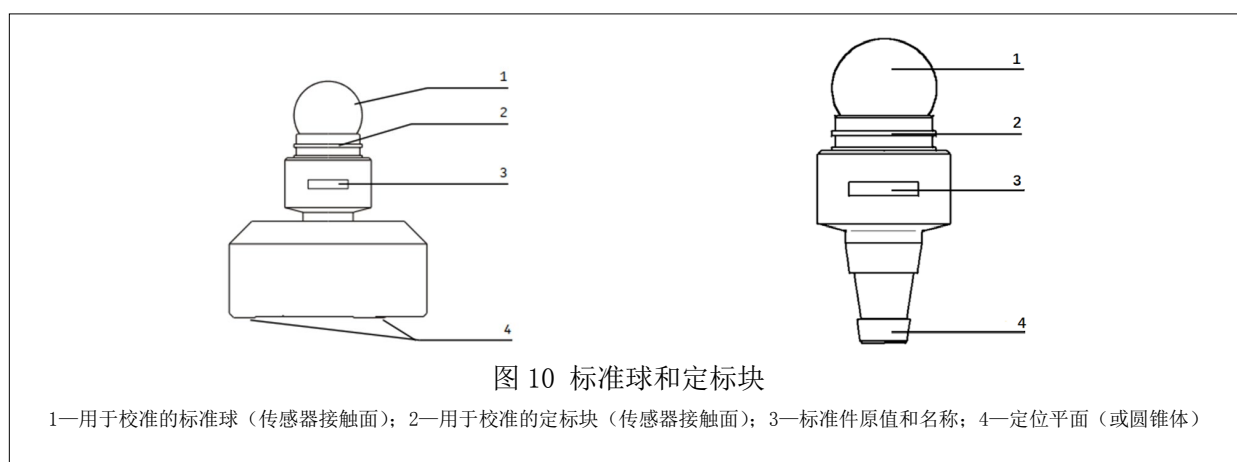
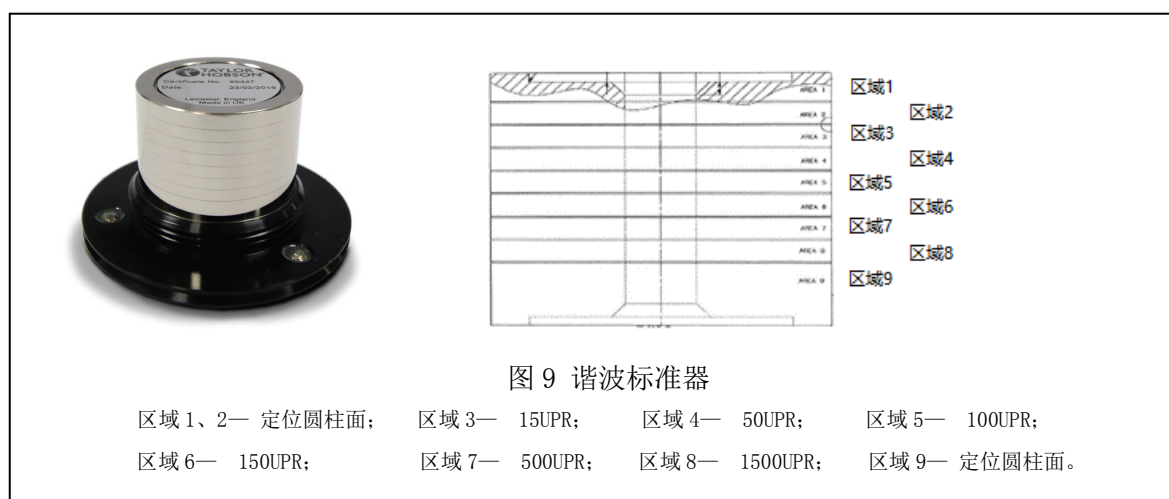
6.1.1 校准室内温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；温度变化量： $\leq 0.5^\circ\text{C}/\text{小时}$ ；湿度： $\leq 70\%\text{RH}$ 。

6.1.2 被校仪器及所用标准器具在室内平衡温度的时间不少于 5h。

6.1.3 校准室内应无影响测量的灰尘、噪音、振动、气流、腐蚀性气体和较强磁场。

6.2 校准用标准器具

校准用的谐波标准器如图9所示，标准球和标准半球如图10和图11所示。校准项目及主要校准标准器具见表3。



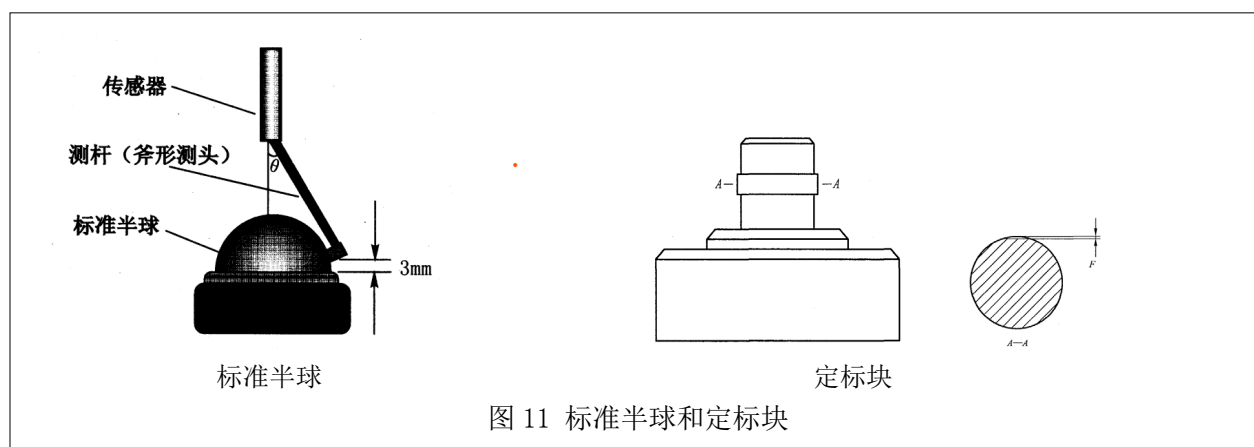


表3 校准项目及校准用标准器

序号	校准项目	校准器具
1	工作台面的平面度	刀口尺
2	工作台对基准回转轴线的垂直度	—
3	径向误差	标准球或标准半球
4	轴向误差	标准球或标准半球或一级平晶
5	传感器的示值误差	定标块
6	测量系统基础波动	标准球或标准半球
7	波纹度示值误差	谐波标准器
8	测量重复性	

注：不具备“谐波标准器法”的可用“标准球/定标块法”，即表中序号5、6和7、8任选一组校准。

7 校准项目与校准方法

检查外观，确认没有影响校准计量特性的因素。

按照仪器使用说明书的规定执行仪器的启动和准备程序。

7.1 工作台面的平面度

用刀口尺以光隙比较法测量，将刀口尺垂直紧靠工作台表面，并在纵向、横向和对角线方向逐次检查，如果刀口尺与工作台平面透光微弱且均匀，则该工作台表面平面度合格；如果进光强弱不一，则说明该工作台凹凸不平，其最大光隙为被校仪器工作台平面度误差。

7.2 工作台对基准回转轴线的垂直度

7.2.1 选用标准球测针,横向装卡传感器(或将带有球形测头的肩形架安装在传感器上),使传感器测头与工作台平面接触。如果工作台平面不连续则需在其上放置圆柱形平晶或两端面平行的圆柱标准件,且直径大于100mm,使测头与平晶或标准件的端面接触。

7.2.2 调节传感器的径向位置,使测头回转轨迹的直径为100mm。开始测量画出轮廓后,按最小二乘圆法、滤波(1~15)UPR评定,其偏心量 $e_{\text{偏心}}$ (即H1)作为校准结果。

7.2.3 对具有自动调平调心功能的仪器,启动测量前先将工作台调平,如预设调平为 $0.5\mu\text{m}/100\text{mm}$,然后进行画轮廓。

7.2.4 回转轴与立柱的任一相对位置均应满足工作台面对基准回转轴线的垂直度要求。

7.3 径向误差

7.3.1 将标准球置于可调工作台中心,选用标准球头测针,使测头中部与标准球直径处接触(见图12),使用仪器调心功能使标准球与主轴回转轴准确对心。也可采用标准半球,使测头在距离托座肩约3mm处与标准半球接触(见图13)。

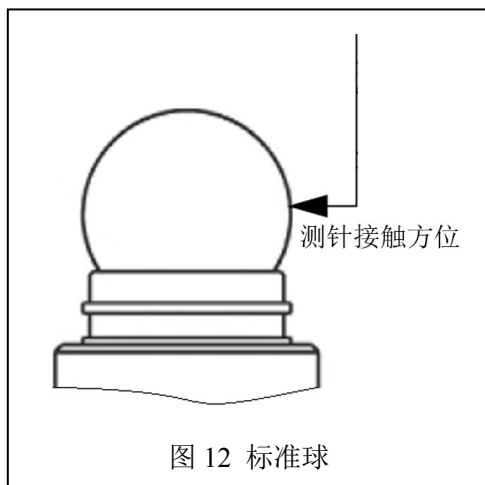


图12 标准球

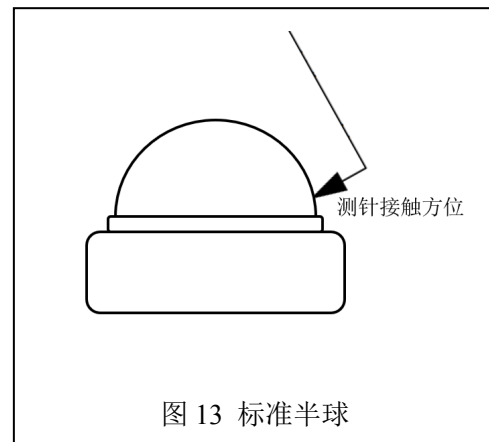


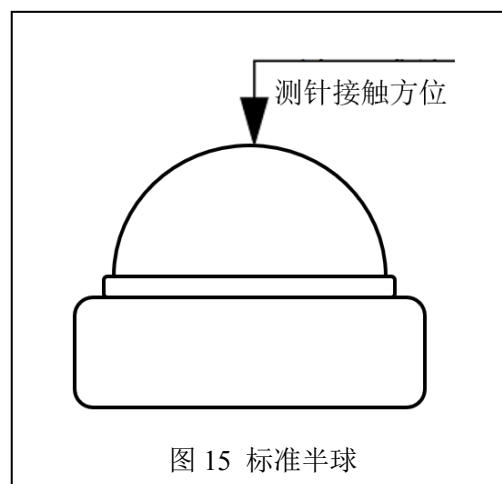
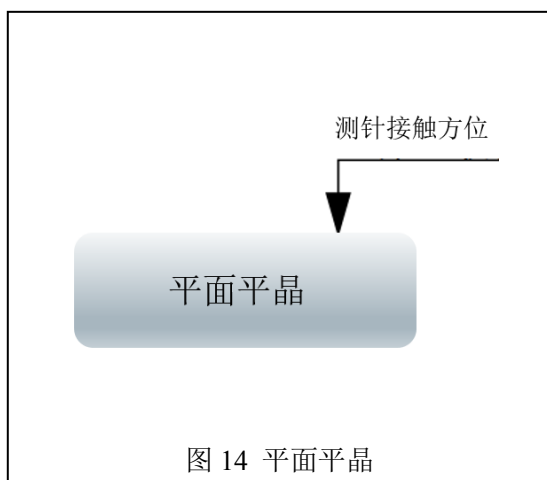
图13 标准半球

7.3.2 完成调心和采集数据后,以最小区域圆法、滤波(1~50)UPR评定其圆度值,作为径向误差的校准结果。

7.4 轴向误差

7.4.1 将平面平晶或标准半球置于可调工作台中间,安装球头测针于传感器上,将传感器横向装夹使测头直接与平晶工作面(或标准半球顶部)接触如图14(或图15)所示。

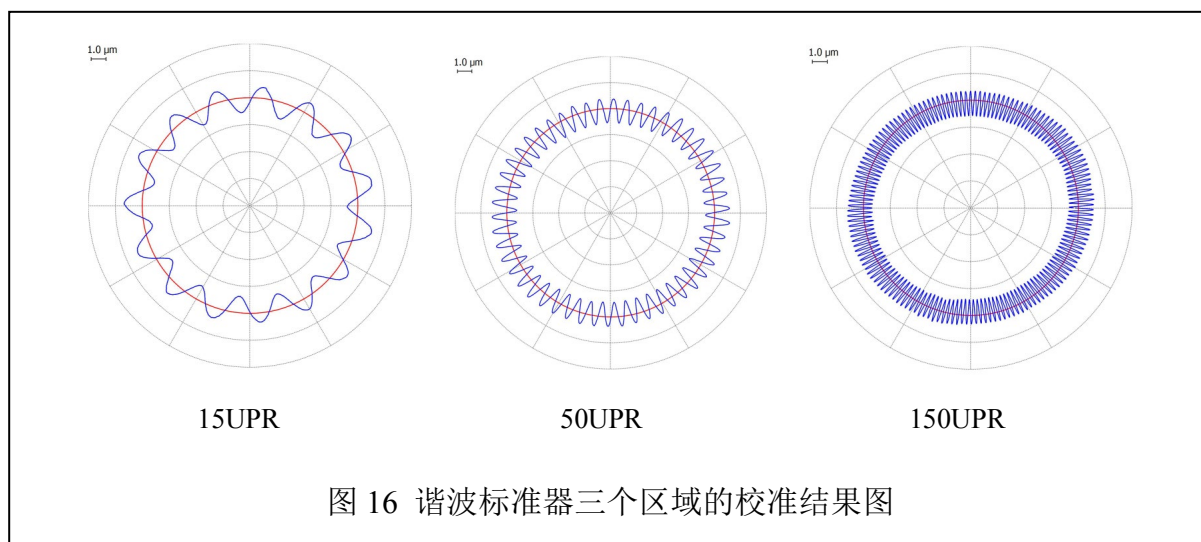
7.4.2 使用仪器自动调平功能,使平晶工作面(或标准半球顶部)和主轴回转轴线精确垂直(如调平设置为 $0.5\mu\text{m}/100\text{mm}$)。对标准半球则需要对工作台进行调平调心。



7.4.3 完成调平调心和采集数据后，以最小区域圆法、滤波（1~15）UPR 评定其跳动值，作为轴向误差的校准结果。

7.5 传感器的示值误差

将图 10 或图 11 所示的标准球和定标块置于波纹度测量仪工作台中心，在定标块区



域中截面处进行测量。使测针球头与定标块中截面相接触，调整定标块与仪器回转中心同轴。采用高斯滤波器，滤波器范围选择（1~500）UPR 或选通档，以最小外接圆法评定其圆度误差，并以测量得到的圆度误差作为定标块的弦高值。传感器的示值误差 Δ 按下式计算， Δ 应不大于 $\pm 5\%$ 。

$$\Delta = \frac{\text{测得值} - \text{标准值}}{\text{标准值}} \times 100\% \quad (3)$$

7.6 测量系统基础波动

如果不具备谐波标准器条件的,则可使用图 10 所示的标准球或图 11 所示的标准半球。选用测头直径为 $\Phi(1\sim3)\text{mm}$ 的标准球测针,使测头与标准球直径处接触(见图 12),使用仪器调心功能使标准球与主轴回转轴准确对心。启用仪器校准模式,静态/动态波纹度的校准结果应符合表 1 要求。

7.7 波纹度示值误差

7.7.1 选用测头直径为 $\Phi 1\text{mm}$ 的球测针,使用如图 9 所示的谐波标准器,至少在标准器的 15UPR、50UPR 和 150UPR 三个区域进行校准。校准时先通过谐波标准器上下圆柱区域用自动调平调心功能,调整标准器与主轴回转轴线准确对心,然后使测头与选中区域接触后启动测量。滤波器范围选“无滤波”档,以最小二乘圆法评定其波纹度。如图 16 所示为标准器分别在 15UPR、50UPR 和 150UPR 三个谐波区域的校准结果图。

7.7.2 任一 UPR 区域以三次测量的算术平均值为测得值,波纹度谐波幅值 H_A 的示值误差 Δ 按式(3)计算,各区域的 Δ 应符合表 2 要求。

7.8 测量重复性

按照本规范 7.7 条款的校准方法,对谐波标准器 15UPR~150UPR 范围内的某一区域重复测量 5 次,5 次测量结果的极差即为测量重复性,任一区域的重复性均应符合表 2 要求。

8 校准结果表达

校准结果应给出主要计量特性的测量不确定度,波纹度示值误差测量不确定度的评定见附录 A;经校准的仪器出具校准证书,校准证书内容至少包括附录 B 所列信息。

9 复校时间间隔

波纹度测量仪应定期进行校准,由于复校时间间隔的长短影响测量数据的质量风险,因此使用单位应根据测量设备的使用情况、使用者及设备本身质量等因素,自主确定复校时间间隔,建议一般情况下不超过 1 年。

附录 A

波纹度测量仪示值误差测量不确定度评定

A.1 校准方法

波纹度测量仪示值误差是采用谐波标准器进行校准, 在标准器的 15UPR、50UPR 和 150UPR 三个不同谐波区域分别校准, 各区域谐波幅值的测得值与其对应的标准值(标准器校准值)之差即为示值误差。

A.2 测量模型

波纹度测量仪谐波幅值的示值误差如下:

$$e = H_A - H_0 \quad (\text{A.1})$$

相对误差: $\Delta = \frac{\text{测得值} - \text{标准值}}{\text{标准值}} \times 100\%$, 即 $\Delta = \frac{e}{H_0} \times 100\%$

式(A.1)中:

e —谐波幅值示值误差;

H_A —谐波标准器在被校波纹度测量仪上的测得值;

H_0 —谐波标准器的校准值(标准值)。

A.3 方差与灵敏系数

由式(A.1)得:

$$u_c^2 = c_1^2 \cdot u^2(H_A) + c_2^2 \cdot u^2(H_0) \quad (\text{A.2})$$

对式(A.1)求导得各分量灵敏系数:

$$C_1 = \frac{\partial e}{\partial H_A} = 1 ; \quad C_2 = \frac{\partial e}{\partial H_0} = -1 .$$

A.4 各输入量的标准不确定度

A.4.1 输入量 H_A 的标准不确定度分量 $u(H_A)$

H_A 的标准不确定度主要来源于波纹度仪的测量重复性和测量系统分辨力, 重复性以 A 类不确定度评定, 分辨力采用 B 类评定。以使用谐波标准器校准为例, 在标准器 15UPR、50UPR 和 150UPR 三个区域分别进行重复性测量, 得测量列见表 A.1 所示。

A.1 波纹度仪测量重复性

单位: μm

波数/转 测量次数		15 UPR	50 UPR	150 UPR
1		0.500	0.497	0.487
2		0.500	0.495	0.487
3		0.499	0.495	0.487
4		0.498	0.496	0.487
5		0.500	0.495	0.486
6		0.499	0.496	0.487
7		0.499	0.496	0.487
8		0.499	0.497	0.487
9		0.498	0.495	0.486
10		0.501	0.497	0.487
平均值 $\bar{x} = \Sigma x_i/10$		0.4993	0.4959	0.4868
单次测量的标准偏差 $s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n - 1}}$	绝对	0.00090	0.00083	0.00040
	相对	0.18%	0.17%	0.082%
平均值的标准偏差 $s_{rel}(\bar{x}) = \frac{s_{rel}(x_i)}{\sqrt{m}}$ (m = 3 为实际测量次数)		0.10%	0.098%	0.047%
$u_{1rel} = s_{rel}(\bar{x})$				

波纹度测量系统最低分辨力按 $0.010\mu\text{m}$, 并认为其等概率分布, 由此引起的标准不确定度为:

$$u_2 = \frac{0.010}{2\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ } \mu\text{m}$$

对幅值 $H_A \approx 0.5\mu\text{m}$, 其相对不确定度为:

$$u_{2rel} = \frac{0.0029}{0.5} \times 100\% = 0.58\%$$

在测量重复性和分辨力引起的不确定度分量 u_{1rel} 和 u_{2rel} 中, 取数值较大者做为输入量 H_A 的标准不确定度。

由于 $u_1 = s(\bar{x}) < u_2$ 即 $u_{1rel} < u_{2rel}$

所以

$$u(H_A) = u_2 = 0.0029 \text{ } \mu\text{m}$$

即

$$u_{rel}(H_A) = u_{2rel} = 0.58\%$$

A.4.2 输入量 H_0 的标准不确定度分量 $u(H_0)$

$u(H_0)$ 的标准不确定度来源于谐波标准器的校准不确定度，参考谐波标准器校准证书，其校准结果及其扩展不确定度见表 A.2。

表 A.2 谐波标准器校准值及其扩展不确定度

波数/转	幅值（校准值） H_0	扩展不确定度 U ($k=2$)	相对扩展不确定度 U_{rel} ($k=2$)
15 UPR	0.482 μm	0.010 μm	2.1%
50 UPR	0.477 μm		
150 UPR	0.474 μm	0.015 μm	3.0%

所以输入量 H_A 的标准不确定度分量如下：

$$15\text{UPR 及 } 50\text{UPR 区域 } u(H_0) = \frac{0.010\mu\text{m}}{2} = 0.005\mu\text{m}$$

$$\text{其相对不确定度为: } u_{rel}(H_0) = \frac{2.1\%}{2} = 1.1\%$$

$$150\text{UPR 区域 } u(H_0) = \frac{0.015\mu\text{m}}{2} = 0.0075\mu\text{m}$$

$$\text{其相对不确定度为: } u_{rel}(H_0) = \frac{3.0\%}{2} = 1.5\%$$

A.5 合成标准不确定度

由式（A.2）得合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 \cdot u^2(H_A) + c_2^2 \cdot u^2(H_0)} \quad (\text{A.3})$$

将灵敏系数 $C_1 = 1$ 及 $C_2 = -1$ 带入式（A.3）得：

$$u_c = \sqrt{u^2(H_A) + u^2(H_0)}$$

$$\text{即 } u_{c\text{rel}} = \sqrt{u_{rel}^2(H_A) + u_{rel}^2(H_0)}$$

合成标准不确定度：

15UPR 及 50UPR 区域

$$u_{c\text{rel}} = \sqrt{(0.58\%)^2 + (1.1\%)^2} = 1.3\%$$

150UPR 区域

$$u_{c\text{rel}} = \sqrt{(0.58\%)^2 + (1.5\%)^2} = 1.6\%$$

标准不确定度分量汇总及合成标准不确定见 A.3。

表 A.3 标准不确定度分量汇总及合成标准不确定度

不确定度分量	不确定度来源		标准不确定度 $u_{rel}(x_i)$			灵敏系数 c_i	$ c_i \times u_{rel}(x_i)$
			15 UPR	50 UPR	150 UPR		
$u(H_A)$	测量重复性	二者取数值较大者	0.10%	0.098%	0.047%	1	0.58%
	测量系统分辨力		0.58%				
$u(H_0)$	谐波标准器校准值		1.1%		1.5%	-1	1.1% （15 UPR 及 50UPR） 1.5% （150UPR）
合成标准不确定度： 15UPR 及 50UPR 区域 $u_{c\ rel} = 1.3\%$ 							

A.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$15\text{UPR 及 } 50\text{UPR 区域 } U_{rel} = k \cdot u_{crel} = 2 \times 1.3\% = 2.6\%$$

$$150\text{UPR 区域 } U_{rel} = k \cdot u_{crel} = 2 \times 1.6\% = 3.2\%$$

A.7 不确定度结果报告

使用谐波标准器对波纹度测量仪进行校准，校准结果及其扩展不确定度见表 A.4。

表 A.4 波纹度测量仪校准结果及扩展不确定度

校准区域	校准结果 H_A	相对扩展不确定度 $U_{rel} (k=2)$
15 UPR	0.499 μm	2.6%
50 UPR	0.496 μm	2.6%
150 UPR	0.487 μm	3.2%

附录 B

校准证书内容

- a) 标题，如“校准证书”；
 - b) 实验室的名称和地址；
 - c) 进行校准的具体地点；
 - d) 校准证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
 - e) 送校单位的名称和地址；
 - f) 被校对象的描述和明确标识；
 - g) 进行校准的日期，校准证书的发布日期；如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
 - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
 - i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
 - j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
 - k) 校准环境的描述；
 - l) 对校准规范偏离的说明（若有）；
 - m) 校准结果及测量不确定度的说明；
 - n) 校准证书签发人（批准人）的签名及签发日期；
 - o) 校准结果仅与被校对象有关的声明；
 - p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。
-