JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

平面波动量仪校准规范

Calibration Specification for Plane Fluctuate Measuring Instrument

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

平面波动量仪校准规范

Calibration Specification for Plane Fluctuate Measuring Instrument

JJF (陕)XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：西安计量技术研究院

参加起草单位：陕西省计量科学研究院

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

张　娟（西安计量技术研究院）

任志刚（西安计量技术研究院）

毛　斌（陕西省计量科学研究院）

参加起草人：

武宏璋（西安计量技术研究院）

李玉红（西安计量技术研究院）

孙培强（西安计量技术研究院）

王　冰（西安计量技术研究院）

目　　录

引　言.....（Ⅱ）
1　范围.....（1）
2　引用文件.....（1）
3　概述.....（1）
4　计量特性.....（1）
4.1　表面粗糙度.....（2）
4.2　相对位置尺寸.....（2）
4.3　三个支撑面的整体平面度.....（2）
4.4　仪器示值误差.....（2）
4.5　指示表 .....（2）
5　校准条件.....（2）
5.1　环境条件.....（2）
5.2　校准项目及主要校准设备.....（2）
6　校准项目和校准方法.....（2）
6.1　工作面表面粗糙度.....（2）
6.2　相对位置尺寸.....（3）
6.3　支撑面的平面度.....（3）
6.4　仪器示值误差.....（3）
7　校准结果的表达.....（4）
8　复校时间间隔.....（4）
附录 A　平面波动量仪校准原始记录.....（5）
附录 B　平面波动量仪校准证书内容及内页格式.....（6）
附录 C　平面波动量仪示值误差测量不确定度评定.....（8）

引　　言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

平面波动量仪校准规范

1 范围

本规范适用于平面波动量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 34-2008 指示表（指针式、数显式）

JJG 117-2013 平板

GB/T1958 产品几何量技术规范（GPS）形状和位置公差 检测规定

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 概述

平面波动量仪是用于测量平板局部工作面平面度的计量器具。平面波动量仪的结构图见图 1（尺寸单位为 mm）所示。

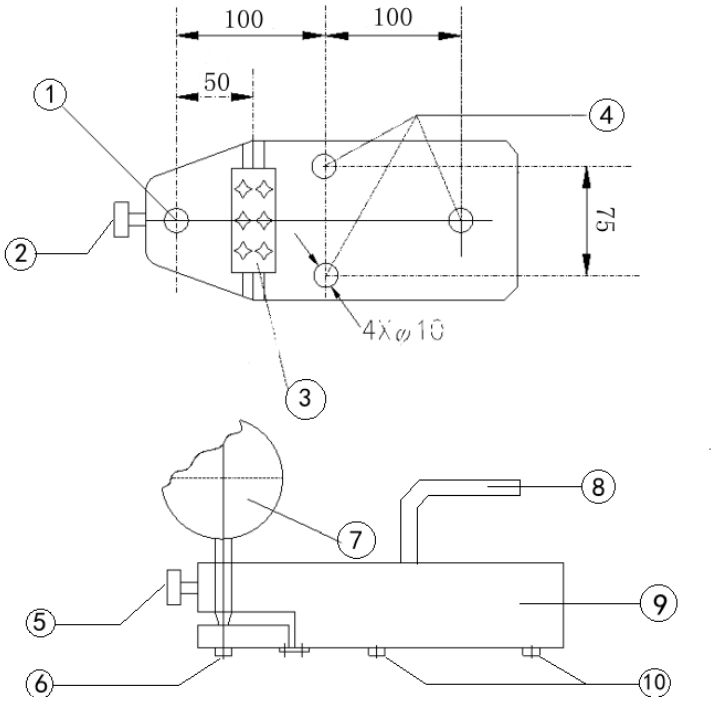


图 1 平面波动量仪结构图

1—测头安装孔 2、5—螺钉 3—薄弹簧片 4—3 个共面的固定支撑面

6—浮动测头 7—测微表 8—手柄 9—基座

4 计量特性

4.1 表面粗糙度

工作面表面粗糙度 *Ra* 应不大于 0.2μm；非工作面表面粗糙度 *Ra* 应不大于 0.4μm；

4.2 相对位置尺寸

三个固定支撑面和指示表孔位置尺寸最大允许误差±0.01mm；

4.3 三个支撑面的整体平面度

三个共面的固定支撑面整体平面度应不大于 0.01mm；

4.4 仪器示值误差

平面波动量仪的示值误差应不大于相应平板局部平面波动量要求的 1/3；

4.5 指示表

平面波动量仪所使用的指示表符合 JJG 34《指示表（数显式、指针式）》的要求。

注：校准不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：（20±5）℃,每小时温度变化不大于 1℃ ；相对湿度：≤80%。

5.1.2 校准前将平面波动量仪和校准用计量器具恒温时间不少于 2h。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 4。

表 4 测量标准及计量特性

序号	校准项目	测量标准及计量特性
1	工作面表面粗糙度	表面粗糙度比较样块：+20%～-25%
2	相对位置尺寸	坐标测量机：±（2μm+3×$10^{-6}L$）
3	支撑面的平面度	千分表（或扭簧表）： MPEV： 3.0μm
4	示值误差	量块：3 等；平板：0 级

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量设备进行校准。

6 校准项目和校准方法

校准前，对仪器的外观、各部分相互作用进行检查，确认没有影响计量特性的因素后再进行校准。指示表的移动平稳、灵活、无卡滞和松动现象。指示表测杆移动时指针无松动。

6.1 工作面表面粗糙度

平面波动量仪表面粗糙度用表面粗糙度比较样块进行比较测量，表面粗糙度测量时选择

最接近表面粗糙度值的样块标称值作为测量结果，也可以用表面粗糙度测量仪进行测量。

6.2　相对位置尺寸

测量时，按照三坐标测量及开机程序操作，根据被校准平面波动量仪的校准位置误差要求，建立坐标系，编辑测量程序；然后按照自动测量模式测量平面波动量仪对应的三个圆形支撑面中心和指示表孔中心位置尺寸；通过测量软件计算出测量尺寸。长度尺寸 L 按公式（1）计算。

$$L = L_1 - L_0 \qquad (1)$$

式中：

L—被测长度尺寸，mm ；

L_1—第二个位置（终点）读数，mm；

L_0—第一个位置（起点）读数，mm。

6.3　支撑面的平面度

支撑面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量，测量时在对角线位置上进行，顺时针移动刀口形直尺，在不同方向的对角线测量。其平面度根据各方位的间隙情况确定。当所校准方位上出现的间隙均在中间部位或两端部位时，取其中间隙最大的作为平面度。

6.4 仪器示值误差

a）用 3 等量块和 0 级大理石平板校准，校准时，把平面波动量仪放在 0 级大理石平板，在三个支撑面下垫 1.10mm 量块，然后在可动支撑面的下面放置量块 1.10mm，调整使指示表对零，然后在可动支撑面的下面依次放入间隔 20μm 的量块，即：1.12mm、1.14mm、1.16mm、1.18mm、1.20mm 量块，分别记录每点的读数；

b）测量应在正、反行程进行，正行程测量后，在进行反向测量，以最大尺寸 1.20mm 量块对零，依次从大到小放置量块反向测量。仪器示值误差是由校准点示值误差中最大值和最小值之差确定，其仪器的示值误差应小于相应平面波动量的 1/3。按公式（2）计算各校准点的示值误差。

$$\Delta_i = a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0) \qquad (2)$$

式中：

△i—第 i 校准点的示值误差， μm；

a_i—校第 i 校准点时是指标表的读数， μm；

ΔL_i—对校第 i 校准点时用量块中心长度偏差， μm；

ΔL_0—对零位时用量块中心长度偏差， μm。

7 校准结果表达

经校准的分析仪发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录B。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过12个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

平面波动量仪校准原始记录推荐格式

记录编号：_____

委托单位：_____

器具名称：_____ 规格型号：_____

制造厂商：_____ 出厂编号：_____

校准依据：_____JJF（陕）xx—2021《平面波动量仪校准规范》_____

校准用主要测量设备：

名称	测量范围	准确度等级\最大允许误差\测量不确定度	证书编号	有效期至

校准地点：_____ 环境温度：_____℃ 相对湿度：_____%

序号	校准项目								
1	表面粗糙度	工作面							
		非工作面							
2	相对位置尺寸	指示表孔和支撑面距离	X方向						
			Y方向						
		三个支撑面距离	X方向						
			Y方向						
		指示表孔和弹簧片距							
3	支撑面的平面度/mm								
4	示值误差	正向	量块	1.1mm	1.12mm	1.14mm	1.16mm	1.18mm	1.20mm
			测量值						
			示值误差						
		反向	量块	1.2mm	1.18mm	1.16mm	1.14mm	1.12mm	1.10mm
			测量值						
			示值误差						
5	测量不确定度 U= k=2								

校准人员：_____ 核验人员：_____ 校准时间：_____

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1 校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）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，如果与校准结果的有效性和应用有关时，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，应对被校样品的抽样程序进行说明；

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）校准结果及测量不确定度的说明；

m）对校准规范的偏离的说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2　推荐的校准证书内页格式见表B.1

表B.1　校准证书内页推荐格式

<table>
<tr><td>序号</td><td colspan="3">校准项目</td><td>校准结果</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td colspan="2" rowspan="2">表面粗糙度</td><td>工作面</td><td></td></tr>
<tr><td>非工作面</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">2</td><td rowspan="5">形状位置尺寸</td><td rowspan="2">指示表孔和支撑面距离</td><td>X方向</td><td></td></tr>
<tr><td>Y方向</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">三个支撑面距离</td><td>X方向</td><td></td></tr>
<tr><td>Y方向</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">指示表孔和弹簧片距离</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">支撑面的平面度</td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td colspan="3">仪器示值误差</td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="3">测量不确定度</td><td>U=　　k=2</td></tr>
</table>

附录 C

平面波动量仪示值误差测量不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量依据：本校准规范

C.1.2 环境条件；温度（20±2）℃，湿度 48%RH。环境温度变化不应超过 1℃/h，被校的平面波动量仪在实验室内的平衡时间 4h。

C.1.3 测量标准：量块

C.1.4 被测对象：平面波动量仪

C.1.5 测量过程及方法：直接法

用 3 等量块和 0 级大理石平板校准，校准时，把平面波动量仪放在 0 级大理石平板在三个支撑面下垫 1.10mm 量块，然后在可动支撑面的下面放置量块 1.10mm，调整使指示表对零，然后在可动支撑面的下面依次放入间隔 20μm 的量块，即：1.12mm、1.14mm、1.16mm、1.18mm、1.20mm 量块，依次记录每点的测量读数；仪器示值误差是由校准点示值误差中最大值和最小值之差确定。

C.2 测量模型

由测量原理和方法，得到测量模型：

$$\delta_i = a_i - (L_i - L_0) \qquad (A.1)$$

式中：

δ_i—各校准点的示值误差，μm；

a_i—校第 i 校准点时是指标表的读数，μm；

L_i—校准点所用量块实际尺寸，μm；

L_0—对零位时所用量块实际尺寸，μm。

C.3 灵敏系数

根据数学模型，对公式(A.1)求偏导得：

$$u_c^2(\delta_i) = c^2(a_i)u^2(a_i) + c^2(L_i)u^2(L_i) + c^2(L_0)u^2(L_0)$$

式中:

$$c(a_i)=\frac{\partial\delta_i}{\partial a_i}=1 \qquad c(L_i)=\frac{\partial\delta_i}{\partial L_i}=-1 \qquad c(L_0)=\frac{\partial\delta_i}{\partial L_0}=1$$

故： $u_c^2=u^2(a_i)+u^2(L_i)+u^2(L_0)$

C.4 标准不确定度分量

C.4.1 对零位标准量块引入的不确定度分量$u(\Delta L_i)$

由于 3 等量块的不确定度为 U=0.1 μm+1×$10^{-6}l_n$（k=2.7）则

$$u(\Delta l_1)=0.1\mu m/2.7=0.037\mu m$$

C.4.2 校准点标准量块引入的不确定度分量$u(\Delta L_0)$

由于 3 等量块的不确定度为 U=0.1 μm+1×$10^{-6}l_n$（k=2.7）则

$$u(\Delta L_0)=0.1\mu m/2.7=0.037\mu m$$

C.4.3 由重复性引入的标准不确定度$u(a_i)$

在各种条件不变的情况下,依次放入量块对平面波动测量仪的平面度重复测量 10 次，实验数据为（单位： μm）：3,5,2,4,5,3,4,3,2,3，贝塞尔公式计算得到 s=1.1 μm，实测时以 3 次测量值的平均值计算，按照均匀分布,则重复性引入的不确定度分量为：

$$u(a_{i1})=1.1/\sqrt{3}=0.64\mu m$$

C.4.4 由千分表引入不确定度分量$u(a_{i2})$：

千分表分度值为 1 μm,其示值误差不超过±1 μm，认为千分表示值误差在半宽为 0.1 μm范围内均匀分布，所以千分表示值误差引入的不确定度则：

$$u(a_{i2})=1/\sqrt{3}=0.58\mu m$$

C.4.5 由调整不到位引入的标准不确定度分量$u(a_{i3})$

估计平面波动测量仪三个支撑点在平板上垫量块大概会不在一个平面上，调整不到位影响可以控制在 e=±0.5 μm，符合均匀分布，则：

$$u(a_{i3}) = 0.5/\sqrt{3} = 0.29\mu m$$

以上三项合成的：

$$u(a_i) = \sqrt{u^2(a_{i1}) + u^2(a_{i2}) + u^2(a_{i3})} = \sqrt{0.64^2 + 0.58^2 + 0.29^2} = 0.9\mu m$$

C.4.6 平面波动测量仪与量块线膨胀系数给出的不确定度分量u_δ

δ_k 线膨胀系数为±1×10^{-6} ℃$^{-1}$，服从三角分布，包含因子 k 取$\sqrt{6}$，当 L=1.8mm 时，且△t=2℃，则：

$$u_\delta = \frac{1\times10^{-6}\circ C^{-1}}{\sqrt{6}} \times L \times \Delta t = \frac{1\times10^{-6}\circ C^{-1}}{\sqrt{6}} \times 1.8mm \times 2^\circ C = 0.0014\mu m$$

C.4.7 平面波动测量仪与所用量块的温度差给出的不确定度分量u_t

平面波动测量仪与量块它们之间存在温度差，以等概率落在±0.5℃范围内，当 L=1.8mm 时，且 a=11.5×10-6℃$^{-1}$，则：

$$u_t = L \times a \times \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 1.8mm \times 11.5\times10^{-6}\circ C^{-1} \times \frac{0.5^\circ C}{\sqrt{3}} = 0.006\mu m$$

从以上分析看出，平面波动测量仪与量块线膨胀系数给出的不确定度分量u_δ与平面波动测量仪与所用量块的温度差给出的不确定度分量u_t很小，几乎可以忽落不计计。

C.5 标准不确定度一览表

平面波动量仪的不确定度一览表

标准不确定度分量$u\ (x_i)$	不确定来源	标准不确定度值$u\ (x_i)$	c_i	$\lvert c_i\rvert \times u(x_i)$（$\mu m$）
$u(\Delta L_i)$	对零位标准量块引入的不确定度分量	0.037 μm	1	0.037
$u(\Delta L_0)$	校准点标准量块引入的不确定度分量	0.037 μm	-1	0.037
$u(a_{i1})$	重复性引入的标准不确定度	0.64 μm	1	0.9
$u(a_{i2})$	由千分表引入不确定度分量	0.58 μm		
$u(a_{i3})$	调整不到位引入的标准不确定度分量	0.29 μm		
u_δ	温度线胀系数引入的不确定度	0.408×10^{-6}℃$^{-1}$	3.6 μm ℃	1.4×10^{-3}

u_t	温度差引入的不确定度	0.29℃	2.07×10^{-6} μm ℃$^{-1}$	6.0×10^{-3}
u_c=1.0μm				

C.6 合成标准不确定度 u_c

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间不相关，则合成标准不确定度分量：

$$u_c = \sqrt{u^2(\Delta L_i) + u^2(\Delta L_0) + u^2(a_i)} = \sqrt{0.37^2 + 0.37^2 + 0.9^2} = 1.0\mu m$$

C.7 扩展不确定度

取包含因子 k=2，扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(\delta) = 2 \times 1.0 = 2.0\mu m$$