

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF(浙) 1196-2023

激光对中仪校准规范

Calibration Specification
for Laser Alignment Instrument

2023-04-17 发布

2023-07-17 实施

浙江省市场监督管理局 发布

激光对中仪校准规范

Calibration Specification
for Laser Alignment Instrument

JJF (浙) 1196-2023

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：广电计量检测（杭州）有限公司

参加起草单位：广州广电计量检测股份有限公司

杭州市质量技术监督检测院

本规范委托广电计量检测（杭州）有限公司负责解释

本规范主要起草人：

龚俊庆（广电计量检测（杭州）有限公司）

许照乾（广电计量检测（杭州）有限公司）

曾阳平（广电计量检测（杭州）有限公司）

参加起草人：

谢才智（广州广电计量检测股份有限公司）

刘晓琴（广州广电计量检测股份有限公司）

杜腾锋（广州广电计量检测股份有限公司）

李 平（广州广电计量检测股份有限公司）

朱腾飞（杭州市质量技术监督检测院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 测量标准及其他设备.....	(2)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
8 校准结果表达.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 激光对中仪原始记录格式.....	(7)
附录 B 激光对中仪校准证书(内页)格式.....	(9)
附录 C 位移示值误差校准结果的不确定度评定示例.....	(10)
附录 D 倾角示值误差校准结果的不确定度评定示例.....	(13)

引 言

本规范依据 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》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制。

本规范为首次发布。

激光对中仪校准规范

1 范围

本校准规范适用于位移分辨力不小于0.001mm，测量范围不超过 ± 20 mm，倾角分辨力不小于 0.1° ，应用于轴对中的激光对中仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JB/T 11104-2011 电子数显倾角尺

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 测量单元

由检测元件所组成，用以确定受控条件值的装置。分为固定端测量单元和调整端测量单元。

3.2 轴对中

调整传动部件及被传动部件的位置，使两者的旋转轴在同一旋转中心上的过程。

4 概述

激光对中仪是一种采用基于光电效应原理的光电传感器，将光信号转换为电信号，测量物体相对位置的测量仪器。激光对中仪的主要作用是测得轴的对中参数，用于调整传动部件及被传动部件的相对位置，确保两者的旋转轴在同一旋转中心上。激光对中仪由固定端测量单元、调整端测量单元、测量主机、装夹附件组成，其典型应用场景示意图见图1。

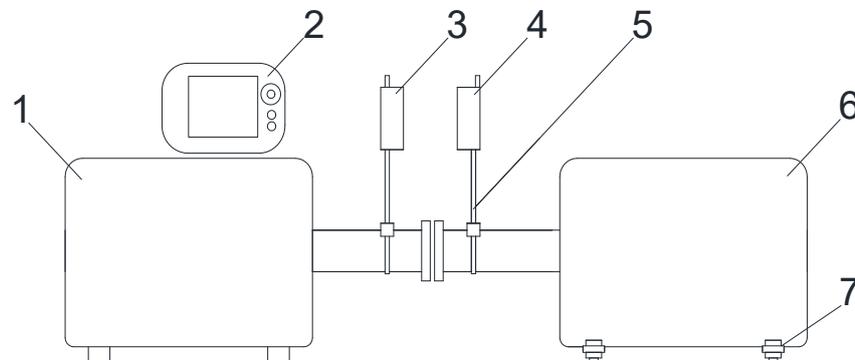


图1

1—固定端；2—测量主机；3—固定端测量单元；4—调整端测量单元；
5—装夹附件；6—调整端；7—可调脚垫

5 计量特性

5.1 位移示值误差

位移示值最大允许误差见表 1

表 1 mm

分辨力	最大允许误差	
	位移量 H 小于等于1mm	位移量 H 大于1mm至测量上限
0.001	± 0.010	$\pm(0.001+1\%H)$
0.01	± 0.01	$\pm(0.01+1\%H)$
注：表中 H 为位移量		

5.2 位移测量重复性

位移测量重复性不大于位移示值最大允许误差绝对值的 1/3。

5.3 倾角示值误差

倾角示值最大允许误差不超过 ± 2 个分辨力。

5.4 倾角示值变动性

倾角示值变动性不大于 1 个分辨力。

5.5 漂移

30min 内，对于位移分辨力为 0.001mm，其示值变化不超过 2 个分辨力值，对于位移分辨力大于 0.001mm，其示值变化不超过 1 个分辨力值；倾角示值变化不超过 1 个分辨力值。

6 校准条件

6.1 环境条件

室内温度： (20 ± 2) °C

室内温度变化： ≤ 1 °C/h

相对湿度： $\leq 75\%$

被校仪器放在校准室内平衡温度时间应不少于 4h

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。允许使用计量性能满足要求的其他测量设备。

表2 测量标准及其他设备

序号	仪器名称	测量范围	计量特性
1	万能工具显微镜	(200×100)mm	MPE:±(1+L/100)μm
2	数显分度头	(0~360)°	分度值不大于1′

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表3。

表3 校准项目

序号	校准项目
1	位移示值误差
2	位移测量重复性
3	倾角示值误差
4	倾角示值变动性
5	漂移

7.2 校准方法

校准前首先检查外观和各部分相互作用。确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

7.2.1 位移示值误差

固定端测量单元水平固定在万能工具显微镜的主显微镜上，调整端测量单元使用专用夹具水平固定，并居中放置在玻璃工作台上。调节调整端测量单元立柱轴线平行于纵向滑板移动方向。移动纵横向滑板，使固定端、调整端测量单元激光大致相互对准靶板或传感器中心位置。水平往复转动固定端测量单元的专用夹具，同时观察测量主机上的读数值，使固定端测量单元处于读数转折点位置，则此时固定端、调整端测量单元的测量轴线处于相互平行状态。

移动纵向滑板至各校准点，依次读取固定端、调整端测量单元的示值。根据激光对中仪位移的测量范围，选择均匀分布不少于5个点进行测量，固定端测量单元和调整端测量单元的各点位移示值误差计算见公式(1)。

$$\delta_i = D_i - (L_i - L_0) \quad (1)$$

式中： δ_i ——第*i*个校准点位移示值误差；

D_i ——第*i*个校准点固定端或调整端测量单元位移示值；

L_i ——第*i*个校准点万能工具显微镜的示值；

L_0 ——万能工具显微镜的初始零位值。

注：激光对中仪按类型可分为单轴型和双轴型，双轴型对中仪须检水平方向、竖直方向位移示值误差，单轴型只检单一方向位移示值误差。

7.2.2 位移测量重复性

在激光对中仪水平方向或竖直方向位移示值测量范围中段任一位置作为起点，移动万能工具显微镜纵向或横向滑板至位移某一示值，此时记录激光对中仪位移示值，移动万能工具显微镜滑板反向回到起点，重复上述操作10次，测得10个固定端测量单元水平方向或竖直方向的对中仪位移示值，用公式(2)计算固定端测量单元的位移测量重复性。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中： s ——重复性,mm；

D_i ——第*i*次位移示值,mm；

\bar{D} —— n 次位移示值的平均值，mm；

n ——位移测量次数， $n=10$ 。

调整端测量单元的位移测量重复性按照上述方法进行校准。

7.2.3 倾角示值误差

将固定端测量单元固定在数显分度头工作台上，旋转数显分度头，使固定端测量单元的倾角至 0° 位置，同时将数显分度头置零，转动数显分度头至各校准点，读取固定端测量单元倾角示值，应在倾角测量范围内每 45° 间隔依次选取校准点进行测量。固定端测量单元的各点示值误差计算见公式(3)。

$$\Delta_i = (a_i - a_0) - A_i \quad (3)$$

式中： Δ_i ——第*i*个校准点倾角示值误差， $^\circ$ ；

a_i ——第*i*个校准点固定端测量单元倾角示值， $^\circ$ ；

a_0 ——固定端测量单元倾角的初始零位值， $^\circ$ ；

A_i ——第*i*个校准点数显分度头的示值，°。

调整端测量单元的倾角示值误差按照上述方法进行校准。

7.2.4 倾角示值变动性

将固定端测量单元固定在数显分度头工作台面上，沿顺时针方向转动数显分度头至任意一角度值，记录固定端测量单元的倾角示值，重复上述操作5次，测得5个固定端机器的测量值，示值变动性以最大与最小的测量值的差值确定。

调整端测量单元的倾角示值变动性按照上述方法进行校准。

7.2.5 漂移

调整激光对中仪在任意位置固定，使激光对中仪位移、倾角读数值在测量范围内。在保持状态不变的情况下，每10min观察1次激光对中仪的位移、倾角读数值，以4次观测值中最大值与最小值的差值作为漂移校准值。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- m) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

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，建议不超过 1 年。

附录 A

激光对中仪校准原始记录格式

委托单位		校准地址				
型号规格		仪器编号				
生产单位						
温 度	℃	相对湿度	%			
校准依据						
测量标准 及其他设备	名称	器具编号	证书编号	到期日期	溯源单位	技术特征

校准项目与校准结果

1 位移示值误差 (单位: mm)

固定端 测量单 元水平 方向	受检点					
	万能工具显微镜初始零位值					
	万能工具显微镜示值					
	对中仪示值					
	示值误差					
固定端 测量单 元垂直 方向	受检点					
	万能工具显微镜初始零位值					
	万能工具显微镜示值					
	对中仪示值					
	示值误差					
调整端 测量单 元水平 方向	受检点					
	万能工具显微镜初始零位值					
	万能工具显微镜示值					
	对中仪示值					
	示值误差					
调整端 测量单 元垂直 方向	受检点					
	万能工具显微镜初始零位值					
	万能工具显微镜示值					
	对中仪示值					
	示值误差					

2 位移测量重复性:

次数 受检点	固定端测量单元位移(mm)											重复性
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	
次数 受检点	调整端测量单元位移(mm)											重复性
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值	

3 倾角示值误差

固定端测量单元受检点	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
固定端测量单元示值									
数显分度头示值									
示值误差									
调整端测量单元受检点	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
调整端测量单元示值									
数显分度头示值									
示值误差									

4 倾角示值变动性:

次数 受检点	固定端测量单元倾角(°)					变动性
	1	2	3	4	5	
次数 受检点	调整端测量单元倾角(°)					变动性
	1	2	3	4	5	

5 漂移

被测参量	第一次	第二次	第三次	第四次	漂移
固定端测量单元位移(mm)					
调整端测量单元位移(mm)					
固定端测量单元角度(°)					
调整端测量单元角度(°)					

本次校准结果的不确定度_____。

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 B

激光对中仪校准证书（内页）格式

校准项目与校准结果

1 位移示值误差

固定端测量单元 水平方向	受检点(mm)								
	示值误差(mm)								
固定端测量单元 垂直方向	受检点(mm)								
	示值误差(mm)								
调整端测量单元 水平方向	受检点(mm)								
	示值误差(mm)								
调整端测量单元 垂直方向	受检点(mm)								
	示值误差(mm)								

2 位移测量重复性:

固定端位移测量重复性	
调整端位移测量重复性	

3 倾角示值误差:

固定端测量单元受检点	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
示值误差									
调整端测量单元受检点	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	360°
示值误差									

4 倾角示值变动性:

固定端倾角示值变动性	
调整端倾角示值变动性	

5 漂移:

固定端位移示值漂移	
调整端位移示值漂移	
固定端倾角示值漂移	
调整端倾角示值漂移	

本次校准结果的不确定度_____

（以下空白）

附录 C

位移示值误差校准结果的不确定度评定

C.1 测量方法

固定端测量单元水平固定在万能工具显微镜的主显微镜上，调整端测量单元使用专用夹具水平固定，并居中放置在玻璃工作台上。调节调整端测量单元立柱轴线平行于纵向滑板移动方向。移动纵横向滑板，使固定端、调整端测量单元激光大致相互对准靶板或传感器中心位置。水平往复转动固定端测量单元的专用夹具，同时观察测量主机上的读数值，使固定端测量单元处于读数转折点位置，则此时固定端、调整端测量单元的测量轴线处于相互平行状态。

移动工作台至各校准点，读取固定端、调整端测量单元测量值，示值与标准值之差即为示值误差。本文以分辨力0.01mm、0.001mm的激光对中仪为例，进行位移示值误差不确定度评定。

C.2 数学模型

使用万能工具显微镜校准位移示值误差的数学模型为：

$$\delta_i = D_i - (L_i - L_0)$$

式中： δ_i ——第*i*个校准点示值误差；

D_i ——第*i*个校准点固定端、调整端测量单元示值；

L_i ——第*i*个校准点万能工具显微镜的示值；

L_0 ——万能工具显微镜的初始零位值。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_1

万能工具显微镜最大允许误差为 $\pm(1+L/100)\mu\text{m}$ ，激光对中仪单向测量范围一般不大于20mm，按均匀分布，则：

$$u_1 = \frac{0.0012}{\sqrt{3}} \approx 0.0007 \text{ mm}$$

C.3.2 测量重复性引入的标准不确定度 u_2

使用万能工具显微镜分别对分辨力0.01mm、分辨力0.001mm激光对中仪的10mm位移

校准点，10次连续重复测量得到测量列，分辨力为0.01mm测量列：10.04mm, 10.04mm, 10.04mm, 10.04mm, 10.04mm, 10.05mm, 10.05mm, 10.05mm, 10.05mm, 10.05mm；分辨力为0.001mm测量列：10.043mm, 10.043mm, 10.044mm, 10.044mm, 10.044mm, 10.044mm, 10.044mm, 10.044mm, 10.045mm, 10.045mm。计算实验标准差为：

$$\text{当分辨力为 } 0.01\text{mm 时, } s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \approx 0.0042 \text{ mm}$$

$$\text{当分辨力为 } 0.001\text{mm 时, } s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_i - \bar{D})^2}{n-1}} \approx 0.0007 \text{ mm}$$

则：

$$\text{分辨力为 } 0.01\text{mm 时, } u_{21} = s_1 = 0.0042 \text{ mm}$$

$$\text{分辨力为 } 0.001\text{mm 时, } u_{22} = s_2 = 0.0007 \text{ mm}$$

C.3.3 激光对中仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_3

由激光对中仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_3 呈均匀分布，由此带来的标准不确定度为：

$$u_3 = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

分辨力为0.01mm时：

$$u_{31} = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.01 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.003 \text{ mm}$$

分辨力为0.001mm时：

$$u_{32} = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.001 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.0003 \text{ mm}$$

当分辨力为0.01mm时，测量重复性所引入的不确定度分量大于激光对中仪分辨力引入的不确定度分量，则后者已经包括在重复性不确定度分量中；当分辨力为0.001mm时，测量重复性所引入的不确定度分量大于激光对中仪分辨力引入的不确定度分量，则后者已经包括在重复性不确定度分量中。

C.4 合成标准不确定度的计算

C.4.1 主要不确定度汇总表

分辨力	分量	不确定度来源	标准不确定度
0.01mm	u_1	万能工具显微镜示值误差	0.0007mm
	u_{21}	测量重复性	0.0042mm
0.001mm	u_1	万能工具显微镜示值误差	0.0007mm
	u_{22}	测量重复性	0.0007mm

C.4.2 合成不确定度

以上各项不确定度分量之间不存在相关性，所以合成标准不确定度如下：

分辨力为 0.01mm 时：

$$u_{c1} = \sqrt{u_1^2 + u_{21}^2} = \sqrt{0.0007^2 + 0.0042^2} \approx 0.005 \text{ mm}$$

分辨力为 0.001mm 时：

$$u_{c2} = \sqrt{u_1^2 + u_{22}^2} = \sqrt{0.0007^2 + 0.0007^2} \approx 0.0010 \text{ mm}$$

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度如下：

分辨力为 0.01mm 时：

$$U = k \times u_{c1} = 2 \times 0.005 = 0.01 \text{ mm}$$

分辨力为 0.001mm 时：

$$U = k \times u_{c2} = 2 \times 0.0010 = 0.002 \text{ mm}$$

附录 D

倾角示值误差校准结果的不确定度评定

D.1 测量方法

使用数显分度头对激光对中仪进行倾角示值误差校准。将固定端测量单元固定在数显分度头工作台面上，旋转数显分度头，使固定端测量单元的倾角计至12点方位，即 0° 位置，同时将数显分度头置零，转动数显分度头至各校准点，读取固定端测量单元倾角计读数值，倾角计示值与卧式数显分度头标准值之差即为示值误差。

D.2 数学模型

使用数显分度头校准倾角示值误差的数学模型为：

$$\Delta_i = (a_i - a_0) - A_i$$

式中： Δ_i ——第*i*个校准点示值误差， $^\circ$ ；

a_i ——第*i*个校准点固定端测量单元示值， $^\circ$ ；

a_0 ——固定端测量单元的初始零位值， $^\circ$ ；

A_i ——第*i*个校准点数显分度头的示值， $^\circ$ 。

D.3 标准不确定度评定

D.3.1 数显分度头示值误差引入的标准不确定度 u_1

选用的数显分度头的最大允许误差一般不大于 $30''$ ，按均匀分布，则：

$$u_1 = \frac{30''}{\sqrt{3}} = \frac{0.0083^\circ}{\sqrt{3}} \approx 0.005^\circ$$

D.3.2 测量重复性引入的标准不确定度 u_2

使用数显分度头对分辨力 0.1° 、分辨力 1° 的激光对中仪的 45° 倾角校准点，10次连续重复测量得到测量列，分辨力为 0.1° 测量列： 44.8° ， 44.8° ， 44.8° ， 44.8° ， 44.8° ， 44.9° ， 44.8° ， 44.8° ， 44.8° ， 44.8° ；分辨力为 1° 测量列： 45° ， 45° 。计算实验标准差为：

$$\text{分辨力为 } 0.1^\circ, \quad s_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \approx 0.04^\circ$$

$$\text{分辨力为 } 1^\circ, s_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} = 0.0^\circ$$

则：

$$\text{分辨力为 } 0.1^\circ, u_{21} = s_1 = 0.04^\circ$$

$$\text{分辨力为 } 1^\circ, u_{22} = s_1 = 0.0^\circ$$

D.3.3 分辨率引入的标准不确定度 u_3

由倾角计分辨力引入的不确定度分量 u_3 呈均匀分布，由此带来的标准不确定度为：

$$u_3 = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\text{分辨力为 } 0.1^\circ : u_{31} = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.03^\circ$$

$$\text{分辨力为 } 1^\circ : u_{32} = d \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} = 1 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.3^\circ$$

当分辨力为 0.1° 时，测量重复性所引入的不确定度分量大于对中仪倾角分辨力引入的不确定度分量，则后者已经包括在重复性不确定度分量中；分辨力为 1° 时，对中仪倾角分辨力所引入的不确定度分量大于由测量重复性引入的不确定度分量，则后者已经包括在对中仪倾角分辨力引入的不确定度分量中。

D.4 合成标准不确定度

D.4.1 主要不确定度汇总表

分辨力	分量	不确定度来源	标准不确定度
0.1°	u_1	数显分度头示值误差	0.005°
	u_{21}	测量重复性	0.04°
1°	u_1	数显分度头示值误差	0.005°
	u_{32}	激光对中仪分辨力	0.3°

D.4.2 合成不确定度

分辨力为 0.1° :

$$u_{c1} = \sqrt{u_1^2 + u_{21}^2} = \sqrt{0.005^2 + 0.04^2} \approx 0.04^\circ$$

分辨力 1° :

$$u_{c2} = \sqrt{u_1^2 + u_{32}^2} = \sqrt{0.005^2 + 0.3^2} \approx 0.3^\circ$$

D.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度如下：

分辨力为 0.1° :

$$U = k \times u_{c1} = 2 \times 0.04 \approx 0.1^\circ$$

分辨力为 1° :

$$U = k \times u_{c2} = 2 \times 0.3 \approx 1^\circ$$
