



中华人民共和国工业和信息化部

## 有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXX—2023

### 非接触式引伸计标定器校准规范

Calibration Specification for Non-contact Extensometer Calibrators

（报批稿）

XXXX—XX—XX发布

XXXX—XX—XX实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

# 非接触式引伸计 标定器校准规范

Calibration Specification for Non-contact  
Extensometer Calibrators

JJF（有色金属）XXXX—XXXX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

参加起草单位：陕西天成航空材料有限公司

陕西有色榆林新材料集团有限责任公司

国标（北京）检验认证有限公司

西南铝业（集团）有限责任公司

有色金属技术经济研究院有限责任公司

广东省科学院工业分析检测中心

山东南山铝业股份有限公司

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

余泽利（西安汉唐分析检测有限公司）

郑铤（西安汉唐分析检测有限公司）

房永强（西安汉唐分析检测有限公司）

张兵（西安汉唐分析检测有限公司）

**参加起草人：**

孙宝洋（陕西天成航空材料有限公司）

席洋（陕西有色榆林新材料集团有限责任公司）

樊志罡（国标（北京）检验认证有限公司）

谭本清（西南铝业（集团）有限责任公司）

闫雁楠（有色金属技术经济研究院有限责任公司）

伍超群（广东省科学院工业分析检测中心）

陈晓朋（国标（北京）检验认证有限公司）

程志远（山东南山铝业股份有限公司）

# 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 标定板 .....	(1)
4.2 上、下标定板的同轴度 .....	(2)
4.3 分辨力 .....	(2)
4.4 示值误差 .....	(2)
4.5 示值重复性 .....	(2)
4.6 示值稳定性 .....	(2)
5 校准条件 .....	(2)
5.1 环境条件 .....	(2)
5.2 校准项目和校准用设备 .....	(2)
6 校准项目和校准方法 .....	(3)
6.1 准备工作 .....	(3)
6.2 标定板圆形标记几何中心距离 .....	(3)
6.3 上、下标定板的同轴度 .....	(3)
6.4 分辨力 .....	(3)
6.5 示值误差 .....	(4)
6.6 示值重复性 .....	(5)
6.7 示值稳定性 .....	(5)
7 校准结果表达 .....	(5)
8 复校时间间隔 .....	(6)
附录 A 校准原始记录参考格式 .....	(7)
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	(9)
附录 C 标定器示值误差测量结果不确定度评定示例 .....	(10)
附录 D 校准标定器专用的三珠工作台结构 .....	(14)

# 引 言

本规范是以 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。

本规范为首次发布。

# 非接触式引伸计标定器校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围（0～50）mm 的非接触式引伸计标定器的校准，其他类型的引伸计标定器可参照本规范进行校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1096 引伸计标定器校准规范

JJG 201-2018指示类量具检定仪

JJF（有色金属）0010 材料力学性能测试用非接触式视频引伸计校准规范

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

非接触式引伸计标定器（以下简称为标定器）是对视频引伸计进行校准的专用设备，如图1所示，其由引伸计标定板、测微螺杆、位移控制器等部分构成。

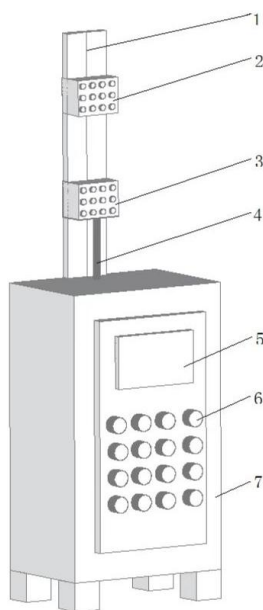


图1 标定器结构图

1—导轨；2—引伸计上标定板；3—引伸计下标定板；4—测微螺杆（可动心轴）；

5—数字显示器；6—控制键；7—标定器外壳

## 4 计量特性

### 4.1 标定板圆形标记几何中心距离

标定板相邻圆形标记几何中心距离为 6mm，A 类标定器标定板几何中心距离最大允许

误差不超过 $\pm 4\mu\text{m}$ ；B类标定器标定板几何中心距离最大允许误差不超过 $\pm 10\mu\text{m}$ 。

#### 4.2 上、下标定板的同轴度

标定器上、下标定板的同轴度不超过 $0.1\text{mm}$ 。

#### 4.3 分辨力

当标定器的测量范围不大于 $200\mu\text{m}$ 时，分辨力采用绝对值；当标定器的测量范围大于 $200\mu\text{m}$ 时，分辨力采用相对值，标定器的分辨力应符合表1规定。

表1 标定器分辨力计量特性

标定器类别	被校视频引伸计准 确度等级	分辨力	
		$R > 200\mu\text{m}$ %	$R \leq 200\mu\text{m}$ $\mu\text{m}$
A	0.2级	0.05	0.1
B	0.5级	0.12	0.25

注：1) 表中 $R$ 为测量范围；  
2) 以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考。

#### 4.4 示值误差

标定器校准点示值不大于 $300\mu\text{m}$ 时，示值误差采用绝对值；标定器校准点示值大于 $300\mu\text{m}$ 时，示值误差采用相对值表示。标定器应符合JJF（有色金属）0010的要求，具体见表2。

表2 标定器示值误差计量特性

标定器类别	被校视频引伸计准 确度等级	示值误差	
		$D > 300\mu\text{m}$ %	$D \leq 300\mu\text{m}$ $\mu\text{m}$
A	0.2级	$\pm 0.06$	$\pm 0.2$
B	0.5级	$\pm 0.15$	$\pm 0.5$

注：1) 表中 $D$ 为示值；  
2) 以上指标要求不作为合格性判定依据，仅供参考。

#### 4.5 示值重复性

标定器示值重复性应不大于表2中示值误差的绝对值。

#### 4.6 示值稳定性

A类标定器示值稳定性在1h内不超过 $0.2\mu\text{m}$ ，B类标定器示值稳定性在1h内不超过 $0.5\mu\text{m}$ 。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

校准试验应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 70\%$ 的条件下进行，校准过程中温度波动不大于 $1^{\circ}\text{C/h}$ 。校准前，应将标定器和量块等校准用设备同时置于仪器工作台上，平衡温度时间应符合JJG 201-2018中6.1.2的要求，不少于5h。

### 5.2 校准项目和测量标准

标定器的校准项目和测量标准的要求见表3。

表3校准项目和测量标准

序号	校准项目	测量标准
1	标定板圆形标记几何中心距离	万能工具显微镜的示值误差应不大于 $(1+L/100)\mu\text{m}$ ， $L$ 为被检刻度尺长度(mm)
2	上、下标定板同轴度	75mm刀口形直尺 (0.02~0.10) mm塞尺
3	分辨力	目力观察
4	示值误差	A类：量块，(0.1~50) mm，优于2等； B类：量块，(0.1~50) mm，优于3等； 指示仪的最大允许误差： $\pm 0.1\mu\text{m}$ （如分辨力为 $0.01\mu\text{m}$ 的电感测微仪）
5	示值重复性	
6	示值稳定性	

注：也可采用满足测量不确定度要求的其它测量标准进行校准。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 准备工作

检查标定器外观，标定器显示系统、控制系统等工作正常。

将标定器和量块等校准用设备同时置于仪器工作台上，放置足够长时间达到稳定温度。

### 6.2 标定板圆形标记几何中心距离

标定器的标定板分为上下两个标定板，对每块标定板分别随机选取2个圆形标记，以选取的圆形标记为起始位置，纵向测量6个相邻圆形标记的几何中心距离，取5次测量算术平均值作为标定板圆形标记几何中心距离，其误差应满足4.1要求。

注：当标定板纵向不满足测量6个相邻圆形标记几何中心距离时，可适当减少纵向测量间隔，但要增加选取的起始圆形标记（2~4个起始圆形标记）。

### 6.3 上、下标定板的同轴度



调整标定器上下两标定板使得其端部相距约 1mm，将刀口形直尺测量边约 50mm 长沿轴线方向紧靠在固定心轴上，用塞尺测量出刀口形直尺与可动心轴端部的最大间隙值，以该值的两倍作为校准结果。

#### 6.4 分辨力

绝对分辨力  $r$  是从标定器指示装置上能读取的最小量值。相对分辨力是从标定器指示装置上读取的最小量值与标定器指示的位移  $l_i$  的比值。目测检查并计算标定器的分辨力，其结果应满足表 1 的要求。

#### 6.5 示值误差

##### 6.5.1 校准点的分布

校准间隔和校准点的分布见表 4。

表 4 校准间隔和校准点的分布

校准范围 $d$ mm	校准间隔 mm	校准点 mm
$0 \leq d < 1$	0.1	0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9
$1 \leq d < 10$	1	1、2、3、4、5、6、7、8、9
$10 \leq d \leq 50$	10	10、20、30、40、50

注：测量范围不在表 4 范围内时，可适当扩充校准点，测量范围内不少于 24 个点。

##### 6.5.2 校准方法

校准前将三珠工作台安装在可动心轴上(校准标定器专用的三珠工作台结构见附录 D)，使三珠工作台三珠定位面与标定器心轴轴线保持垂直，同时将指示仪测头通过刚性支架安装在标定器上，调整支架使指示仪的测头对准三珠工作台的中心，调整标定器使可动心轴移动到初始位置。

校准时，先把尺寸为 1mm 的量块放在三珠工作台上，调整指示仪测头与量块接触，将指示仪与标定器示值清零，控制标定器至校准点，然后按照表 4 校准间隔选择合适量块，记录指示仪的读数。

对不大于 300 $\mu$ m 的校准点按公式 (1) 计算各校准点示值误差的绝对值：

$$\delta_i = a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0) \quad (1)$$

式中：

$\delta_i$ ——被校标定器在第  $i$  点示值的绝对误差， $\mu$ m；

$a_i$ ——第  $i$  校准点时指示仪的读数， $\mu$ m；

$\Delta L_i$ ——对第  $i$  校准点时使用量块的中心长度偏差,  $\mu\text{m}$ 。

$\Delta L_0$ ——对零位时使用量块的中心长度偏差,  $\mu\text{m}$ 。

对大于  $300\mu\text{m}$  的校准点按公式 (2) 计算各校准点示值的相对误差:

$$\Delta_i = \frac{a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0)}{L_i} \quad (2)$$

式中:

$\Delta_i$ ——被校标定器在第  $i$  点示值的相对误差, %;

$L_i$ ——第  $i$  校准点的标称值,  $\mu\text{m}$ 。

## 6.6 示值重复性

将指示仪通过刚性支架安装在标定器上, 调整标定器使可动心轴移动到初始位置, 调整指示仪的测头与标定器的可动心轴上表面相接触, 将指示仪与标定器示值清零, 以手动操作方式从同一方向重复移动标定器可动心轴 5 次, 使指示仪每次显示同一示值, 记录标定器 5 次示值, 按公式 (3) 计算重复性。

$$s = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{c_n} \quad (3)$$

式中:

$s$ ——重复性,  $\text{mm}$ ;

$d_{\max}$ ——标定器 5 次示值的最大值,  $\text{mm}$ ;

$d_{\min}$ ——标定器 5 次示值的最小值,  $\text{mm}$ ;

$c_n$ ——极差系数,  $n=5$  时  $c_5=2.33$ 。

## 6.7 示值稳定性

将指示仪通过刚性支架安装在标定器上, 调整指示仪的测头与三珠工作台上放置的  $1\text{mm}$  量块相接触, 将指示仪与标定器示值清零, 然后控制标定器可动心轴位移, 使指示仪的示值调整到校准范围内任一点, 等示值稳定后记下标定器第一次读数值, 然后每  $15\text{min}$  记录一次读数值, 连续观察  $1\text{h}$ , 取其最大与最小读数值之差作为校准结果。

## 7 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: “校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;

- c) 进行校准的地点（如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) 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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- n) 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。

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书参考格式见附录B。

## 8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。由于复校时间间隔长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的，因此，当标定器使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中标定器经过修理、更换重要部件的应重新校准。

## 附录 A

## 校准原始记录参考格式

原始记录编号				证书编号			
送校单位				校准依据			
被校设备信息							
器具名称				出厂编号			
型号/规格				设备编号			
制造厂家							
校准地点				环境条件	℃	%RH	
测量标准信息							
名称	型号	编号	测量范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书编号	有效期至	
校准结果							
分辨力/ $\mu\text{m}$							
1. 示值误差							
校准点/mm	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	
量块中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							
相对零位中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							
读数/ $\mu\text{m}$							
示值误差/ $\mu\text{m}$							
校准点/mm	0.6	0.7	0.8	0.9			
量块中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							
相对零位中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							
读数/ $\mu\text{m}$							
示值误差/ $\mu\text{m}$							
校准点/mm	1	2	3	4	5	6	
量块中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							
相对零位中心长度偏差/ $\mu\text{m}$							

读数/ $\mu\text{m}$						
示值误差/ $\mu\text{m}$						
校准点/mm	7	8	9			
量块中心长度偏差/ $\mu\text{m}$						
相对零位中心长度偏差/ $\mu\text{m}$						
读数/ $\mu\text{m}$						
示值误差/ $\mu\text{m}$						
校准点/mm	10	20	30	40	50	
量块中心长度偏差/ $\mu\text{m}$						
相对零位中心长度偏差/ $\mu\text{m}$						
读数/ $\mu\text{m}$						
示值误差/ $\mu\text{m}$						
扩展不确定度 $U(k=2)$						
2. 同轴度						
上、下标定板的同轴度						
3. 示值重复性						
校准点/mm	0.2					
测量次数	1	2	3	4	5	
测得值/mm						
重复性/ $\mu\text{m}$						
校准点/mm	10					
测量次数	1	2	3	4	5	
测得值/mm						
重复性/ $\mu\text{m}$						
4. 示值稳定性						
时间/min	0	15	30	45	60	
测得值/mm						
稳定性/ $\mu\text{m}$						

## 附录 B

## 校准证书内页参考格式

校准证书编号：××××

校准数据/结果			
分辨力/ $\mu\text{m}$			
同轴度/mm			
重复性/ $\mu\text{m}$			
稳定性/ $\mu\text{m}$			
校准点/mm	标定器示值绝对误差/mm	标定器相对误差/%	扩展不确定度 $U(k=2)$

……以下空白……

## 附录 C

## 标定器示值误差测量结果不确定度评定示例

## C.1 概述

标定器的示值误差为直接测量，用相应测量器具测量后，取多次测量值的平均值作为测量结果。本附录以标定器示值误差为示例，对其进行测量不确定度评定。其他校准项目可参照本附录作类似评定。

## C.1.1 测量依据

依据本规范 6.2.4。

## C.1.2 被测对象

选用标定器为被测对象，标定器位移范围（0~50）mm。

## C.1.3 测量方法及主要设备

使用 3 等量块，指示仪最大允许误差  $\pm 0.1\mu\text{m}$ 。

以标定器可动心轴位移递增的方式，对 0.2mm 和 10mm 测量位置重复测量 10 次。

## C.2 测量模型及不确定度来源分析

## C.2.1 测量模型

被校标定器示值误差的测量模型为：

$$\delta_i = a_i - (\Delta L_i - \Delta L_0) \quad (\text{C.1})$$

式中：

$\delta_i$ ——被校标定器在第  $i$  点的示值误差， $\mu\text{m}$ ；

$a_i$ ——第  $i$  校准点时指示仪的读数， $\mu\text{m}$ ；

$\Delta L_i$ ——对第  $i$  校准点时使用量块的中心长度偏差， $\mu\text{m}$ 。

$\Delta L_0$ ——对零位时使用量块的中心长度偏差， $\mu\text{m}$ 。

由于输入量各分量彼此之间相互独立不相关，校准时使用量块的中心长度偏差与对零位时量块的中心长度偏差可以视为一个整体，即令  $\Delta L = \Delta L_i - \Delta L_0$ ，则合成不确定度：

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(a) + c_2^2 u^2(\Delta L) \quad (\text{C.2})$$

此处得到其灵敏度系数为： $c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial a} = 1$ ， $c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial \Delta L} = -1$ 。

## C.2.2 测量结果不确定度的主要来源分析

标定器示值误差测量结果不确定度的主要来源有：

- (1) 被测设备的示值测量重复性引入的标准不确定度 $u_{11}$ ；
- (2) 标定器分辨力引入的标准不确定度 $u_{12}$ ；
- (3) 指示仪引入的标准不确定度 $u_{13}$ ；
- (4) 测量力变化引入的不确定度分量 $u_{14}$ ；
- (5) 指示仪测头与量块测量面接触位置不正确引入的分量 $u_{15}$ ；
- (6) 量块中心长度偏差引入的标准不确定分量 $u_2$ 。

### C.3 标定器示值误差测量不确定度的评定

#### C.3.1 输入量 $a_i$ 引入的标准不确定度 $u_1$

##### C.3.1.1 标定器示值测量重复性引入的标准不确定分量 $u_{11}$

(1) 通过连续测量得出测量数列，对标定器各校准点重复测量 10 次，测量结果见表 C.1，由贝塞尔式计算其标准偏差  $s$ ，属 A 类不确定度分量。

表 C.1 测量结果

校准点 (mm)	测量结果 ( $\mu\text{m}$ )									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.2	0.11	0.21	0.11	0.15	0.19	0.19	0.12	0.11	0.15	0.11
10	5.1	4.9	5.9	3.6	5.0	5.2	4.8	5.5	4.2	6.1

由测量数据计算得到其标准偏差：

$$s(x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (n=10) \quad (\text{C.3})$$

0.2mm 的实验标准偏差为  $s(0.2)=0.04 \mu\text{m}$

10 mm 的实验标准偏差为  $s(10)=0.74 \mu\text{m}$

则测量重复性引入的标准不确定度分量： $u_{11} = s(x)$

0.2mm 的  $u_{11} = s(x)=0.04\mu\text{m}$

10mm 的  $u_{11} = s(x)=0.74\mu\text{m}$

##### C.3.1.2 标定器分辨力 $r$ 引入的标准不确定度分量 $u_{12}$

标定器的分辨力 $r=0.1\mu\text{m}$ ，则分辨力引入的标准不确定度分量：

0.2mm 的  $u_{12}=r/(2\times\sqrt{3})=0.029\mu\text{m}$



10mm的 $u_{12}=r/(2\times\sqrt{3})=0.029\mu\text{m}$

重复性和分辨力引入的不确定度取较大者，所以分辨力引入的不确定度分量忽略不计。

#### C.3.1.3 指示仪引入的标准不确定度分量 $u_{13}$

指示仪的最大允许误差为 $\pm 0.1\mu\text{m}$ ，服从均匀分布， $k$ 取 $\sqrt{3}$ ，则指示仪引入的标准不确定度分量：

$$u_{13} = \frac{0.1\mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.058\mu\text{m}$$

#### C.3.1.4 测量力变化引入的标准不确定度分量 $u_{14}$

校准时测量力变化产生对量块压陷量不同，使测量结果出现误差，使用光栅位移指示仪时，根据JJF 1096 附录A.4.2.3可知，该分量估计为 $0.014\mu\text{m}$ ，作均匀分布处理， $k$ 取 $\sqrt{3}$ ，则测量力变化引入的标准不确定度分量：

$$u_{14} = \frac{0.0141\mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.008\mu\text{m}$$

#### C.3.1.5 指示仪测头与量块测量面接触位置不正确引入的标准不确定度分量 $u_{15}$

标定器上、下心轴不同轴，会引起基准轴线与测量轴线的偏离。另外测量轴线与三珠工作台三珠接触点形成的定位面间垂直度最大为 $0.01\text{mm}$ ，放上量块时产生斜置误差。上述两项误差造成测头与量块测量面接触位置不正确，根据JJF 1096 附录A.4.2.6可知，该误差约为 $0.020\mu\text{m}$ 。设该量为投影分布，包含因子 $k=10/3$ ，则：

$$u_{15} = \frac{0.020\mu\text{m}}{10/3} = 0.006\mu\text{m}$$

#### C.3.2 量块引入的标准不确定度分量 $u_2$

量块中心长度测量的扩展不确定度 $U=0.10\mu\text{m}+1\times 10^{-6}l$ ，校准点 $0.2\text{mm}$ 和 $10\text{mm}$ 使用的量块尺寸为 $1.2\text{mm}$ ， $10\text{mm}$ ，置信概率为99%正态分布时，自由度 $\nu \rightarrow \infty$ ，包含因子 $k=2.58$ ， $1.2\text{mm}$ 量块中心长度测量的扩展不确定度 $U=0.102\mu\text{m}$ ， $10\text{mm}$ 量块中心长度测量的扩展不确定度 $U=0.11\mu\text{m}$ ，则：

$0.2\text{mm}$ 量块引入的标准不确定度分量为 $u_2=0.102/2.58=0.039\mu\text{m}$

$10\text{mm}$ 量块引入的标准不确定度分量为 $u_2=0.11/2.58=0.043\mu\text{m}$

#### C.3.3 各输入量标准不确定度汇总

各输入量标准不确定度汇总见表 C.2。

表C.2各输入量标准不确定度汇总表

标准不确定度分量	不确定度来源	0.2mm		10mm		$c_i$
		不确定度分量	标准不确定度	不确定度分量	标准不确定度	
$u_1$	指示仪与标定器引入的不确定度	—	0.071	—	0.742 $\mu\text{m}$	1
$u_{11}$	测量重复性引入的分量	0.04 $\mu\text{m}$	—	0.74 $\mu\text{m}$	—	—
$u_{12}$	标定器分辨力引入的分量	0.029 $\mu\text{m}$	—	0.029 $\mu\text{m}$	—	—
$u_{13}$	指示仪引入的分量	0.058 $\mu\text{m}$	—	0.058 $\mu\text{m}$	—	—
$u_{14}$	测量力变化引入的分量	0.008 $\mu\text{m}$	—	0.008 $\mu\text{m}$	—	—
$u_{15}$	指示仪测头与量块测量面接触位置不正确引入的分量	0.006 $\mu\text{m}$	—	0.006 $\mu\text{m}$	—	—
$u_2$	量块引入的分量	—	0.039 $\mu\text{m}$	—	0.043 $\mu\text{m}$	-1

## C.3.4 合成标准不确定度

被校标定器示值误差的合成标准不确定度根据公式（C.4）计算：

$$u_c(\delta) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (\text{C.4})$$

各输入量合成标准不确定度汇总见表 C.3。

表C.3各输入量合成标准不确定度汇总表

合成标准不确定度	标准不确定度分量	不确定度来源	0.2mm 标准不确定度	10mm 标准不确定度	$c_i$
—	$u_1$	指示仪与标定器引入的不确定度	0.071 $\mu\text{m}$	0.742 $\mu\text{m}$	1
—	$u_2$	量块引入的不确定度	0.039 $\mu\text{m}$	0.043 $\mu\text{m}$	-1
$u_c(\delta)$	—	—	0.081 $\mu\text{m}$	0.743 $\mu\text{m}$	—

## C.3.5 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则被校标定器示值误差的扩展不确定度根据公式（C.5）计算：

$$U = k u_c(\delta) \quad (\text{C.5})$$

0.2mm 校准点示值误差的扩展不确定度为  $U=0.16 \mu\text{m}$ ， $k=2$ ；

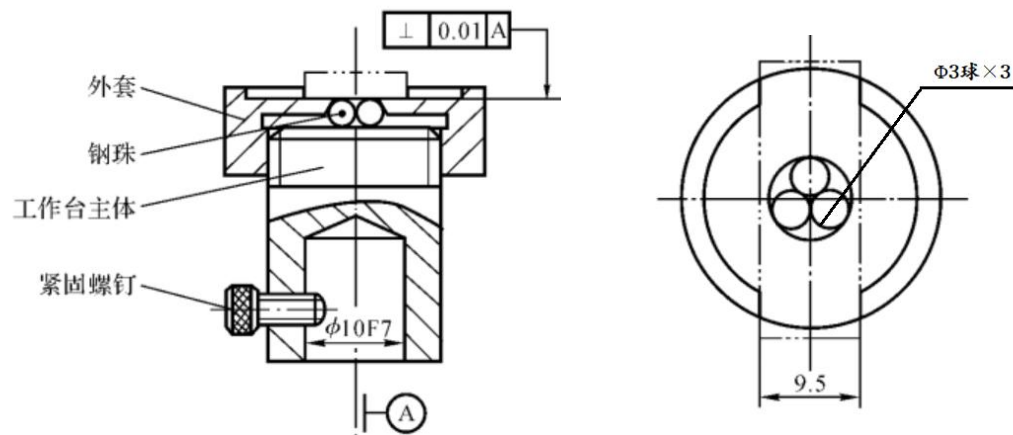
10mm 校准点示值误差的扩展不确定度为  $U=1.5 \mu\text{m}$ ， $k=2$ 。

## 附录 D

## 校准标定器专用的三珠工作台结构

校准标定器专用的三珠工作台结构见图 D.1 所示。

单位: mm



(a) 主视图 (b) 俯视图

图D.1 三珠工作台