

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 102—2020

环刀校准规范

Calibration Specification for Annular

2020-11-30 发布

2021-01-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

环刀校准规范

Calibration Specification for

Annular Sword



归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

主要起草单位：安徽省长江计量所

安徽省计量科学研究院

参加起草单位：中国计量大学

安徽省高速公路试验检测研究中心有限公司

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会解释

本规范主要起草人：

童树之（安徽省长江计量所）

谢树冰（安徽省长江计量所）

鲁 静（安徽省计量科学研究院）

石 韡（安徽省长江计量所）

宋 超（安徽省长江计量所）

参加起草人：

程银宝（中国计量大学）

陈 静（安徽省高速公路试验检测研究中心有限公司）

目 录

目 录.....	I
引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 概述.....	1
4 计量特性.....	2
4.1 环刀内表面的表面粗糙度.....	2
4.2 环刀内径示值误差.....	3
4.3 环刀外径示值误差.....	3
4.4 环刀高度示值误差.....	3
4.5 环刀刃口角度示值误差.....	3
4.6 环刀同轴度.....	3
5 校准条件.....	3
5.1 环境条件.....	3
5.2 测量标准及其他设备.....	3
6 校准项目和校准方法.....	3
6.1 环刀内表面的表面粗糙度.....	4
6.2 环刀内径示值误差.....	4
6.3 环刀外径示值误差.....	4
6.4 环刀高度示值误差.....	4
6.5 环刀刃口角度示值误差.....	5
6.6 环刀同轴度.....	5
7 校准结果表达.....	5
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 环刀内径示值误差测量结果不确定度评定.....	6
附录 B 环刀高度示值误差测量结果不确定度评定.....	9
附录 C 校准证书内容及内页格式.....	11

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》制定，本规范主要参考标准为 GB/T 50123-2019《土工试验方法标准》及 SL 110-2014《切土环刀校验方法》。

本规范为首次发布。

环刀校准规范

1 范围

本规范适用于土工试验仪器环刀的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

GB/T 15406-2007 岩土工程仪器基本参数及通用技术条件

GB/T 50123-2019 土工试验方法标准

SL 110-2014 切土环刀校验方法

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 概述

土工试验仪器环刀（以下简称环刀）是一种具有规定直径、高度、厚度和刃角的用于制备土样和测定密度用的专用器具。环刀按外形结构，可分为顶端带边式环刀和不带边式环刀两种，其结构示意图见图 1、图 2。常用环刀规格尺寸见表 1。

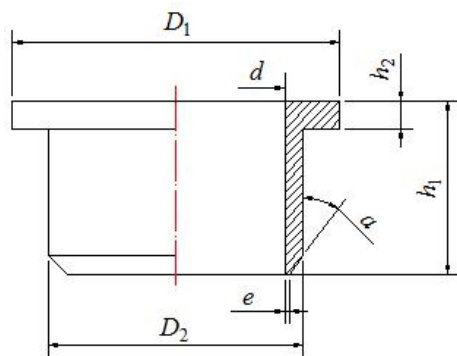


图 1 顶端带边式环刀结构示意图

D_1 —带边环刀外径； D_2 —环刀外径； d —环刀内径；
 h_1 —环刀高度； h_2 —环刀边高； e —刃口宽； a —刃口角度

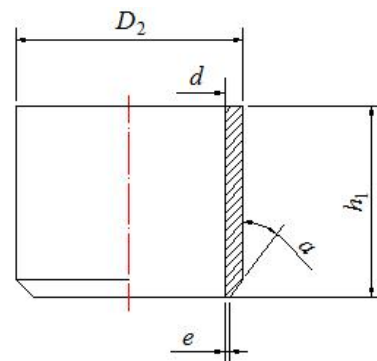


图 2 不带边式环刀结构示意图

D_2 —环刀外径； d —环刀内径；
 h_1 —环刀高度； e —刃口宽； a —刃口角度

表1 常用环刀规格尺寸

外形	标称值				
	h_1/mm	D_1/mm	d/mm	D_2/mm	$\alpha/(\text{°})$
不带边	50	—	50.46	55	15
带边	20	70	61.8	65	10
带边	40	70	61.8	65	10
不带边	20	—	61.8	65	10
不带边	50	—	71.38	75	15
带边	20	88	79.8	83	10
带边	40	88	79.8	83	10
不带边	20	—	79.8	83	10
带边	20	—	64	—	10
带边	40	—	64	—	10
不带边	20	—	40	—	10
不带边	40	—	40	—	10
不带边	20	—	50.46	—	10
不带边	40	—	50.46	—	10
不带边	20	—	64	—	10
不带边	40	—	64	—	10
不带边	20	—	70	—	10
不带边	40	—	70	—	10
不带边	40	—	79.8	—	10
不带边	20	—	100	—	10
不带边	40	—	100	—	10
不带边	20	—	200	—	10
不带边	40	—	200	—	10

4 计量特性

4.1 环刀内表面的表面粗糙度

内表面的表面粗糙度应不大于 $Ra3.2 \mu\text{m}$ 。

4.2 环刀内径示值误差

内径最大允许误差为 $\pm 0.08\%$ 。

4.3 环刀外径示值误差

外径误差在 $-0.1\% \sim 0$ 范围内。

4.4 环刀高度示值误差

高度误差在 $0 \sim +0.25\%$ 范围内。

4.5 环刀刃口角度示值误差

刃口角度最大允许误差为 $\pm 1^\circ$ 。

4.6 环刀同轴度

同轴度应不大于 0.06 mm 。

注：校准工作不判断合格与否，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 校准环境应清洁，无腐蚀性介质。

5.1.2 校准温度为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，校准时温度变化应不大于 2°C/h 。

5.1.3 湿度应不大于 $80\%RH$ 。

5.1.4 校准前，环刀和校准用器具等温平衡时间应不少于 2 h 。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。

表2 测量标准及其他设备

序号	校准项目	设备名称和技术要求
1	环刀内表面表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $+12\% \sim -17\%$
2	环刀内径示值误差	测量内尺寸千分尺 MPE: $\pm 0.010 \text{ mm}$
3	环刀外径示值误差	外径千分尺 MPE: $\pm 5 \mu\text{m}$
4	环刀高度示值误差	
5	环刀刃口角度示值误差	万能角度尺 MPE: $\pm 2'$
6	环刀同轴度	带表外卡规 MPE: $\pm 0.01 \text{ mm}$

6 校准项目和校准方法

校准前先目力观察，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 环刀内表面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。进行比较时，所用的表面粗糙度样块和被校测量面的加工方法应相同，表面粗糙度样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被校测量面一致。当被校测量面的加工痕迹深浅不超过表面粗糙度比较样块工作面加工痕迹深度时，则被校测量面的表面粗糙度一般不超过表面粗糙度比较样块的标称值。

6.2 环刀内径示值误差

在环刀内壁上，取均匀分布的两个截面，每个截面取三个均匀分布的位置，用测量内尺寸千分尺分别测量每个位置的内径，各位置的相对示值误差按公式(1)计算。

$$\delta = \frac{d_0 - d}{d} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

δ ——环刀内径相对示值误差；

d_0 ——环刀内径标称值；

d ——环刀内径测量值。

取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

6.3 环刀外径示值误差

在环刀外壁上，取均匀分布的两个截面，每个截面取三个均匀分布的位置，用外径千分尺分别测量每个位置的外径，各位置的相对示值误差按公式(2)计算。

$$\Delta = \frac{D_0 - D}{D} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

Δ ——环刀外径相对示值误差；

D_0 ——环刀外径标称值；

D ——环刀外径测量值。

取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

6.4 环刀高度示值误差

在环刀上取三个均匀分布的位置，用外径千分尺测量每个位置的高度，各位置的相对示值误差按公式(3)计算。

$$\varepsilon = \frac{h_0 - h}{h} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

ε ——环刀高度相对示值误差;

h_0 ——环刀高度标称值;

h ——环刀高度测量值。

取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

6.5 环刀刃口角度示值误差

在环刀刃口处取三个均匀分布的位置,用万能角度尺测量每个位置的角度,各位置的示值误差按公式(4)计算。

$$e = \alpha_0 - \alpha \quad (4)$$

式中:

e ——环刀刃口角度示值误差;

α_0 ——环刀刃口角度标称值;

α ——环刀刃口角度测量值。

取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

6.6 环刀同轴度

取均匀分布的二个截面,每个截面的各处用带表外卡规测量壁厚,先找出最小(或最大)壁厚 b ,再测出最小(最大)壁厚相对方向的壁厚 a ,则同轴度为两者之差的 1/2。

7 校准结果表达

经校准的环刀出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 C。

8 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、仪器本身质量等诸多因素所决定的,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,一般建议为 1 年。

附录 A

环刀内径示值误差测量结果不确定度评定

A.1 校准方法

在环刀内壁上，取均匀分布的两个截面，每个截面取三个均匀分布的位置，用三点内径千分尺分别测量每个位置的内径，取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

A.2 测量模型

环刀内径示值误差的测量模型见式 (A.1)：

$$e_d = d_0 - d \quad (\text{A.1})$$

式中：

e_d ——环刀内径示值误差；

d_0 ——环刀内径标称值；

d ——环刀内径测量值。

A.3 环刀内径示值误差测量不确定度的评定

A.3.1 不确定度来源

环刀内径示值误差测量结果的不确定度由测量重复性引入的不确定度分量 u_1 、校准时室温相对于 20℃ 的差值引入的不确定度分量 u_2 及三点内径千分尺最大允许误差引入的不确定度分量 u_3 组成。

A.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

以内径为 79.8mm 的不带边环刀为例，对内径进行 10 次测量，测量结果见表 A.1。

表 A.1 重复 10 次测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5
读数值/mm	79.814	79.815	79.810	79.812	79.814
第 i 次测量	6	7	8	9	10
读数值/mm	79.816	79.812	79.815	79.812	79.813

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(d_i)$ ：

$$s(d_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \approx 0.002 \text{mm} \quad (\text{A.2})$$

式中:

d_i ——第 i 次测量结果, mm;

\bar{d} ——10 次测量结果的平均值, mm;

n ——测量次数。

故不确定度分量为:

$$u_1 = s(d_i) = 0.002 \text{mm} \quad (\text{A.3})$$

A.3.3 校准时室温相对于 20℃ 的差值引入的不确定度分量 u_2

环刀校准时的室温条件为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, 环刀膨胀系数 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ 。假设校准时室温为 30°C , 校准时室温相对于 20°C 的差值 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, 按均匀分布, 则:

$$u_2 = L \cdot \alpha \cdot \Delta t / \sqrt{3} = 79.8 \text{mm} \cdot 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \cdot 10^\circ\text{C} / \sqrt{3} = 0.005 \text{mm} \quad (\text{A.4})$$

A.3.4 三点内径千分尺最大允许误差引入的标准不确定度分量 u_3

以测量范围 $(50 \sim 100) \text{mm}$, 分度值为 0.001mm 的三点内径千分尺测量环刀内径。已知三点内径千分尺的最大允许误差为 $\pm 0.005 \text{mm}$, 区间半宽为 0.005mm , 按均匀分布, 则:

$$u_3 = 0.005 \text{mm} / \sqrt{3} = 0.003 \text{mm} \quad (\text{A.5})$$

A.3.5 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.2

表 A.2 不确定度分量一览表

不确定度分量 u_i	不确定度来源	不确定度分量值/mm
u_1	测量重复性引入的不确定度	0.002
u_2	校准时室温相对于 20°C 的差值引入的不确定度	0.005
u_3	三点内径千分尺最大允许误差引入的不确定度	0.003

A.3.6 合成标准不确定度 u_c

各输入量之间相互独立, 互不相关, 因此:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.002^2 + 0.005^2 + 0.003^2} \text{mm} \approx 0.006 \text{mm} \quad (\text{A.6})$$

A.3.7 扩展不确定度 U

环刀内径示值误差测量结果的扩展不确定度:

$$U = ku_c = 0.006\text{mm} \times 2 = 0.012\text{mm} \quad (k=2) \quad (\text{A.7})$$

$$U_r = 0.02\% \quad (k=2) \quad (\text{A.8})$$

附录 B

环刀高度示值误差测量结果不确定度评定

B.1 校准方法

在环刀上取三个均匀分布的位置，用外径千分尺测量每个位置的高度，取各位置示值误差的最大值作为测量结果。

B.2 测量模型

环刀高度示值误差的测量模型见式 (B.1):

$$e_h = h_0 - h \quad (\text{B.1})$$

式中:

e_h ——环刀高度示值误差;

h_0 ——环刀高度标称值;

h ——环刀高度测量值。

B.3 环刀高度示值误差测量不确定度的评定

B.3.1 不确定度来源

环刀高度示值误差测量结果的不确定度由测量重复性引入的不确定度分量 u_1 、校准时室温相对于 20℃ 的差值引入的不确定度分量 u_2 及外径千分尺最大允许误差引入的不确定度分量 u_3 组成。

B.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

以高度为 50mm 的不带边环刀为例，对高度进行 10 次测量，测量结果见表 B.1。

表 B.1 重复 10 次测量结果

第 i 次测量	1	2	3	4	5
读数值/mm	49.978	49.980	49.976	49.978	49.975
第 i 次测量	6	7	8	9	10
读数值/mm	49.978	49.975	49.981	49.978	49.980

采用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(h_{1i})$:

$$s(h_{1i}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (h_{1i} - \bar{h}_1)^2}{n-1}} \approx 0.002\text{mm} \quad (\text{B.2})$$

式中:

h_{1i} ——第 i 次测量结果, mm;

\bar{h}_1 ——10 次测量结果的平均值, mm;

n ——测量次数。

故不确定度分量为:

$$u_1 = s(h_{1i}) = 0.002 \text{ mm} \quad (\text{B.3})$$

B.3.3 校准时室温相对于 20℃ 的差值引入的不确定度分量 u_2

环刀校准时的室温条件为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$, 环刀膨胀系数 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ 。假设校准时室温为 30°C , 校准时室温相对于 20°C 的差值 $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, 按均匀分布, 则:

$$u_2 = L \cdot \alpha \cdot \Delta t / \sqrt{3} = 50 \text{ mm} \cdot 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot 10^\circ\text{C} / \sqrt{3} \approx 0.003 \text{ mm} \quad (\text{B.4})$$

B.3.4 外径千分尺最大允许误差引入的不确定度分量 u_3

以测量范围 $(25 \sim 50) \text{ mm}$, 分度值为 0.001 mm 的外径千分尺测量环刀高度。已知外径千分尺的最大允许误差为 $\pm 0.004 \text{ mm}$, 区间半宽为 0.004 mm , 按均匀分布, 则:

$$u_3 = 0.004 \text{ mm} / \sqrt{3} \approx 0.002 \text{ mm} \quad (\text{B.5})$$

B.3.5 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 B.2

表 B.2 不确定度分量一览表

不确定度分量 u_i	不确定度来源	不确定度分量值/mm
u_1	测量重复性引入的不确定度	0.002
u_2	校准时室温相对于 20°C 的差值引入的不确定度	0.003
u_3	外径千分尺最大允许误差引入的不确定度	0.003

B.3.6 合成标准不确定度 u_c

各输入量之间相互独立, 互不相关, 因此:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.002^2 + 0.003^2 + 0.003^2} \text{ mm} \approx 0.005 \text{ mm} \quad (\text{B.6})$$

B.3.7 扩展不确定度 U

环刀高度示值误差测量结果的扩展不确定度:

$$U = k u_c = 0.005 \text{ mm} \times 2 = 0.010 \text{ mm} \quad (k=2) \quad (\text{B.7})$$

$$U_r = 0.02\% \quad (k=2) \quad (\text{B.8})$$

附录 C

校准证书内容及内页格式

C.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书或报告的唯一性标识（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；
- 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) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

C.2 推荐的校准证书内页格式见表 C.1。

表 C.1 校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件	温 度： _____℃ 相对湿度： _____%	地 点： 其 他：
序号	校准项目	校准结果
1	环刀内表面的表面粗糙度	
2	环刀内径示值误差	
3	环刀外径示值误差	
4	环刀高度示值误差	
5	环刀刃口角度示值误差	
6	环刀同轴度	
测量不确定度：		

校准员：

核验员：

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，本附录仅建议与校准内结果相关部分的内页格式。其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而在其他部分表述。

