

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXX—XXXX

焊接检验尺校准规范

Calibration Specification for Welding Inspection Caliper

(征求意见稿)

2021—XX—XX 发布

2021—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

焊接检验尺校准规范

Calibration Specification for

Welding Inspection Caliper

JJF XXX—XXXX

代替 JJG 704-2005

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

起草单位：陕西省计量科学研究院

陕西省能源质量监督检验所

中国计量科学研究院

本规范主要起草人：

毛 斌 （陕西省计量科学研究院）

常 晟 （陕西省能源质量监督检验所）

冯 斐 （陕西省计量科学研究院）

崔建军 （中国计量科学研究院）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	3
4.1 标尺标记	3
4.2 指示装置各部分相对位置	4
4.3 测量面粗糙度	4
4.4 测量面平面度	4
4.5 角度误差	4
4.6 零值误差	4
4.7 重复性	4
4.8 示值误差	4
5 校准条件	4
5.1 环境条件	4
5.2 校准用计量标准器及配套设备	5
6 校准项目和校准方法	5
6.1 标记宽度及标记宽度差	5
6.2 高度尺、咬边深度尺和多用尺标记表面棱边至主尺标记表面的距离	5
6.3 测量面表面粗糙度	5
6.4 测量面平面度	5
6.5 角度样板的偏差和测角尺的示值误差	5
6.6 零值误差	6
6.7 重复性	6
6.8 主标尺示值误差	6
6.9 高度尺的示值误差	6
6.12 隙尺示值误差	7
7 校准结果表达	7
8 复校时间间隔	7
附录 A	8

附录 B.....	9
附录 C.....	11
附录 D.....	13
附录 E.....	15
附录 F.....	17

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范编写的基础系列规范。

与 JJG 704-2005《焊接检验尺》相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 焊接检验尺型号增加了两种型式，其中之一为数显焊接检验尺（见 3. 概述）；
- 标尺标记部分的标记宽度由 (0.15 ± 0.05) mm 变更为 $(0.08 \sim 0.18)$ mm，根据分度值不同，细分了标记宽度差的要求，由 0.05mm 细分为 $(0.03 \sim 0.05)$ mm（见表 1）；
- 最大允许误差中，增加了分辨力为 0.01mm 的数显焊接检验尺最大允许误差，游标焊接检验尺根据分度值的不同，细分了最大允许误差的要求（见表 3）；
- 增加了数显焊接检验尺的重复性测量（见 6.3.9）；
- 环境条件中增加了湿度要求和恒温时间要求（见 5.1）；
- 将术语专用样板修改为宽度尺标准样板（见 6.3.13）；
- 附录 A 中取消了高度参考值，增加了厚度参考值（见附录 A）；
- 增加了主尺边缘线性标尺示值误差的测量结果不确定度评定（见附录 B）。

本规范的历次版本发布情况：

- JJG 704-2005；
- JJG 704-1990。

焊接检验尺校准规范

1 范围

本规范适用于焊接检验尺的校准。

2 引用文件

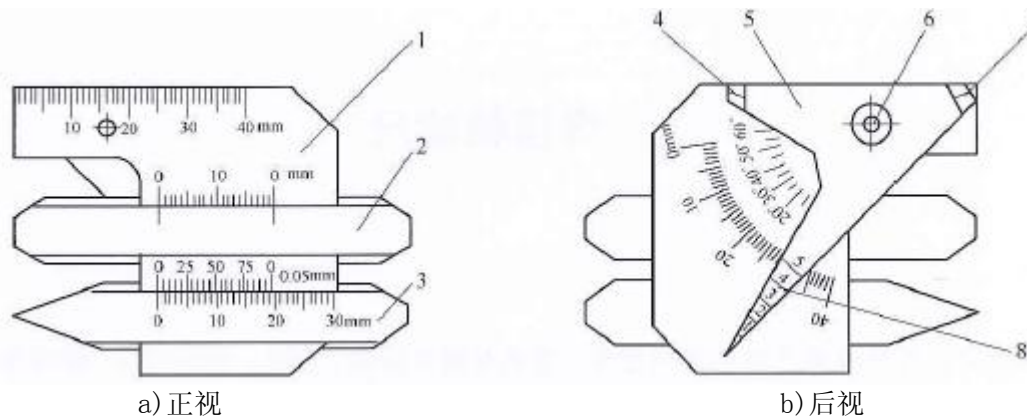
本规范引用下列文件

JB/T 12201-2015 焊接检验尺

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。

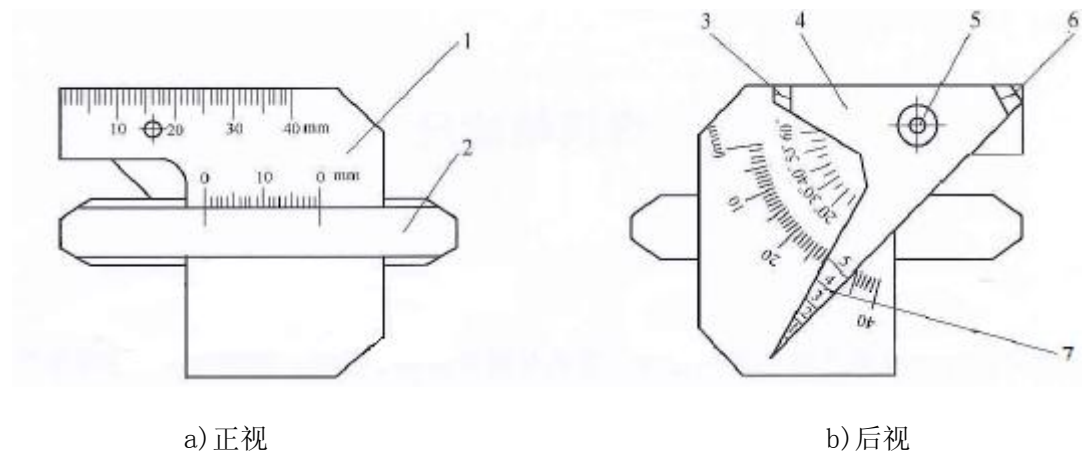
3 概述

焊接检验尺是利用线纹和游标测量或电子测量、数字显示原理，用于对焊缝宽度、高度、焊接间隙及坡口角度等尺寸读数的测量器具。分为游标焊接检验尺和数显焊接检验尺两种类别，常见型式组合分别为 I 型焊接检验尺（见图 1）、II 型焊接检验尺（见图 2）、III 型焊接检验尺（见图 3）、IV 型焊接检验尺（见图 4）、V 型焊接检验尺（见图 5）、VI 型焊接检验尺（见图 6）。



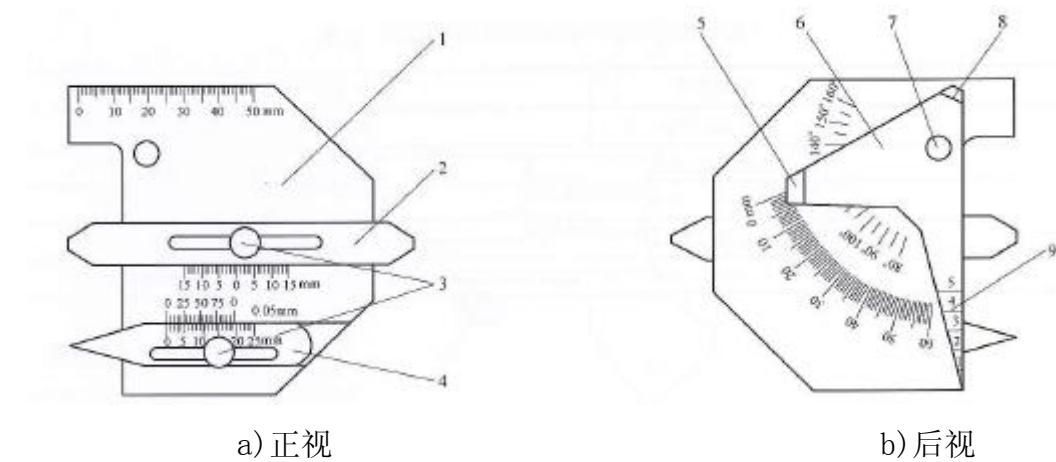
1-主尺；2-高度尺；3-咬边深度尺；4-宽度尺标记；5-多用尺(包括宽度尺、角度尺和间隙尺)；
6-锁紧装置；7-角度尺标记；8-间隙尺标记。

图 1 I 型焊接检验尺



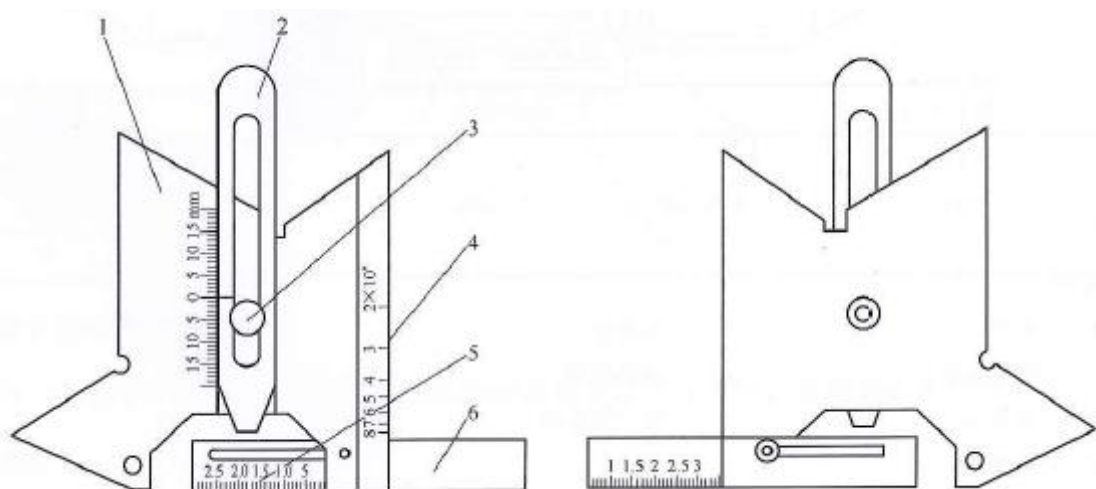
1-主尺；2-高度尺；3-宽度尺标记；4-多用尺（包括宽度尺、角度尺和间隙尺）；
5-锁紧装置；6-角度尺标记；7-间隙尺标记。

图 2 II型焊接检验尺



1-主尺；2-高度尺；3-咬边深度尺；4-宽度尺标记；5-多用尺（包括宽度尺、角度尺和间隙尺）；
6-锁紧装置；7-角度尺标记；8-间隙尺标记。

图 3 III型焊接检验尺



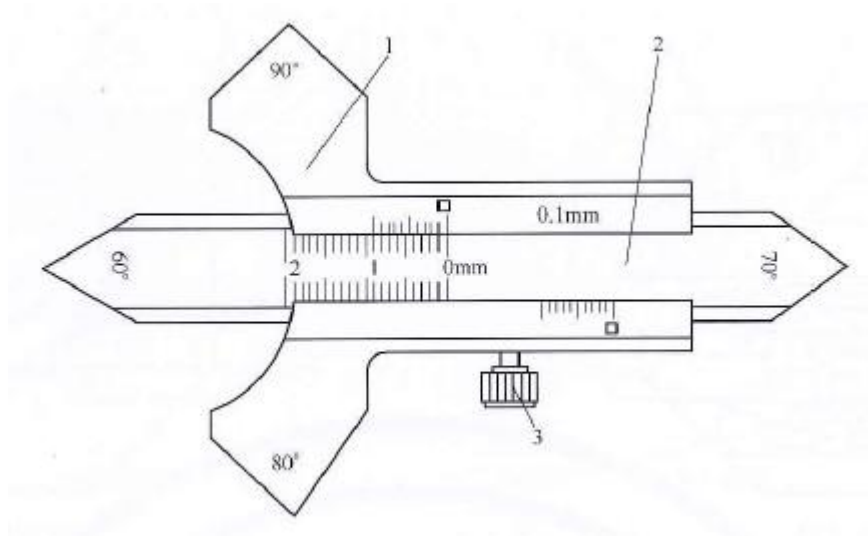
a) 正视

b) 后视

1- 主尺；2-高度尺；3-锁紧装置；4-角度尺标记；

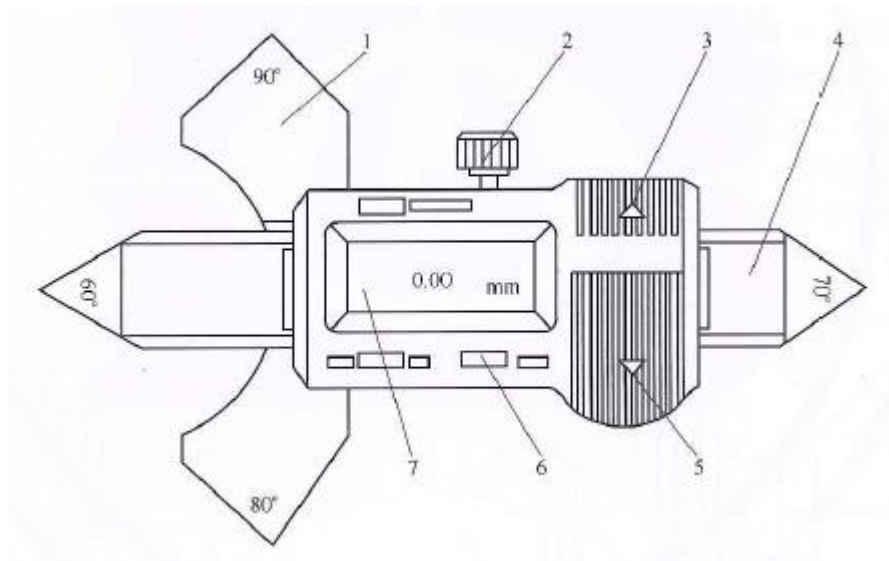
2- 5-宽度尺标记；6-多用尺（包括宽度尺、角度尺和间隙尺）。

图 4 IV型焊接检验尺



1-主尺；2-高度尺；3-锁紧装置。

图 5 V型焊接检验尺



1-主尺；2-锁紧装置；3-数据口；4-高度尺；5-电池盖；6-功能按钮；7-电子显示器。

图表 6 VI型焊接检验尺

4 计量特性

4.1 标尺标记

主尺标尺、高度尺、咬边深度尺和多用尺的标记宽度及标记宽度差不超过表 1 的规定

表 1 标记宽度及标记宽度差

分度值 (mm)	标记宽度 (mm)	标记宽度差
0.05	0.08~0.18	0.03mm
0.10		0.05mm
1		0.05mm

4.2 指示装置各部分相对位置

焊接检验尺的高度尺、咬边深度尺和多用尺标记表面棱边至主尺标记表面的距离不超过 0.3mm。

4.3 测量面粗糙度

焊接检验尺的各测量面表面粗糙度 Ra 值不超过 $0.8\mu\text{m}$ 。

4.4 测量面平面度

焊接检验尺的主尺、高度尺和咬边深度尺的测量面平面度不超过 0.02mm。

4.5 角度误差

焊接检验尺的角度样板的角度误差不应大于 $30'$ ，角度尺的最大允许误差不超过 $30'$ 。

4.6 零值误差

游标焊接检验尺的高度尺和咬边深度尺的零值误差不超过表 2 的规定。

表 2 游标焊接检验尺的零值误差

名称	零值误差 (mm)
高度尺	± 0.10
咬边深度尺	± 0.05

4.7 重复性

数显焊接检验尺的重复性不超过 0.03mm

4.8 示值误差

无论主尺紧固与否，焊接检验尺的最大允许误差不超过表 3 的规定。

表 3 焊接检验尺的最大允许误差

名称	最大允许误差 (mm)			
	游标焊接检验尺			数显焊接检验尺
	分度值			分辨力
	0.05	0.1	1	0.01
主标尺	—	—	± 0.2	—
高度尺	—	± 0.2	± 0.3	± 0.05
咬边深度尺	± 0.1	—	—	—
宽度尺	—	—	± 0.3	—
间隙尺	—	—	± 0.2	—

5 校准条件

5.1 环境条件

实验室温控范围 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度应小于 80%RH。校准前，应将被检焊接检验尺及校准用设备同时置于平板上；温度平衡时间不少于 2h。

5.2 校准用计量标准器及配套设备

校准用计量标准器及配套设备见表 2。

表 2 主要标准器及配套设备

序号	校准项目	主要校准设备
1	标记宽度及标记宽度差	读数显微镜 MPEV: 0.010mm (或工具显微镜: MPEV: 0.003mm)
2	高度尺、咬边深度尺和多用尺标记表面棱边至主尺标记表面的距离	塞尺 MPE: $\pm 0.008\text{mm}$
3	测量面表面粗糙度	粗糙度比较样块 MPE: +12%~-17%
4	测量面平面度	平板: 1 级, 塞尺 MPE: $\pm 0.008\text{mm}$
5	角度样板的偏差和测角尺的示值误差	万能角度尺 MPE: $\pm 5'$
6	重复性	
7	主标尺示值误差	工具显微镜: MPEV: 0.003mm
8	高度尺的零值误差和示值误差	量块: 3 级或 5 等, 针规: 2 级, 宽座角尺
9	咬边深度尺的零值误差和示值误差	量块: 3 级或 5 等
10	宽度尺示值误差	标准样板 MPE: $\pm 0.05\text{mm}$
11	间隙尺示值误差	卡尺 MPE: $\pm 0.03\text{mm}$

6 校准项目和校准方法

校准前, 首先对焊接检验尺的外观及各部分相互作用进行检查。确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 标记宽度及标记宽度差

目力观察。必要时用工具显微镜或读数显微镜测量。

6.2 高度尺、咬边深度尺和多用尺标记表面棱边至主尺标记表面的距离

目力观察。必要时用塞尺比较测量。

6.3 测量面表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块比较测量。

6.4 测量面平面度

用塞尺比较测量。

6.5 角度样板的偏差和测角尺的示值误差

用万能角度尺比较测量。

测量角度样板偏差时, 将万能角度尺的两测量面与角度样板两边均匀接触, 万能角度尺的示值与角度样板的示值之差即为角度样板偏差。

测角尺测量点的分布: 在测角尺测量范围内均匀选取 (2~3) 点。

I、II 型角度尺示值误差 Δ_i 由下式计算:

$$\Delta_i = (a_i + 90^\circ) - a_1$$

式中： a_i ——角度尺示值，单位为度（°）；

a_1 ——万能角度尺示值，单位为度（°）。

III型和IV型角度尺角度误差可直接由角度尺示值与万能角度尺的示值之差确定。

6.6 零值误差

目测，必要时用工具显微镜或读数显微镜测量。

将主持测量面至于 1 级平板上，移动高度尺式测量面与平板接触，读取高度尺标记与主尺零标记的差值作为高度尺的零值误差。

将主尺测量面置于 1 级平板上，咬边深度尺测量端面与平板接触，读取主尺游标上的零标记和尾标记与咬边深度尺相应标记的重合度差值作为咬边深度尺的零值误差。

6.7 重复性

数显焊接检验尺重复 5 次移动主尺使两外测量面手感接触，其五次测得值间的最大差异即为重复性。

6.8 主标尺示值误差

用工具显微镜在主标尺全长度范围进行测量，主标尺示值与工具显微镜示值之差即为主标尺的示值误差。

6.9 高度尺的示值误差

将焊接检验尺置于 1 级平板上，使高度尺测量面和主尺测量面与平板接触（数显焊接检验尺数字显示置零），将相应尺寸的量块平行地置于平板上，主尺测量面与平板接触，移动高度尺使高度尺测量面与量块工作面接触，测得的各点显示值与量块尺寸之差值即为高度尺示值误差。

高度尺另一端示值误差（如图 7）：在宽座直角尺内角处放一直径为（6~10）mm 的 2 级针规，使主尺两个基准面与宽座直角尺两个内角边均匀接触，移动高度尺与圆柱面接触，读取并记下高度尺示值，示值误差由下式计算：

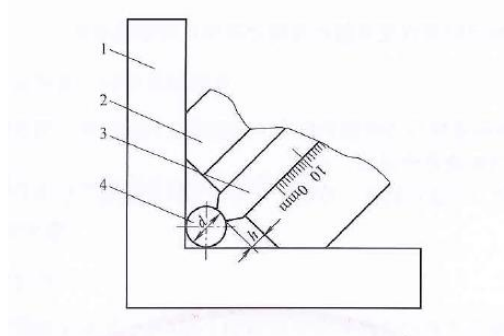
$$\Delta = h - 1.21d$$

式中：

Δ ——示值误差，单位为 mm

h ——高度尺示值，单位为 mm

d ——圆柱直径，单位为 mm



1- 宽座直角尺；2-主尺；3-高度尺；4-针规

图表 7 高度尺示值误差测量示意图

6.10 边深度尺的示值误差

将焊接检验尺置于 1 级平板上，使咬边深度尺测量面和主尺测量面与平板接触（数显焊接检验尺数字显示置零），将相应尺寸的量块平行地置于平板上，主尺测量面与平板接触，移动咬边深度尺使咬边深度尺测量面与量块工作面接触，各测量值与相应尺寸之差值即为咬边深度尺示值误差。

6.11 度尺示值误差

用宽度尺标准样块经行测量。

将宽度尺标准样块置于 1 级平板上，使主尺测量面与宽度尺标准样块一边接触，转动多用尺使内侧面与宽度尺标准样块另一边接触。从多用尺上读取的宽度值与宽度尺标准样块宽度的差值即为宽度尺的示值误差。校准测量位置参见下表。

表 宽度尺示值误差校准点

测量范围 (mm)	校准点 (mm)
0~30	6, 24
0~45	8, 32
0~60	12, 48

6.12 隙尺示值误差

用卡尺的刀口形外测量爪沿被较间隙尺标记中心方向测量，测量点为 1mm 和 5mm，被校间隙尺示值与卡尺示值的差值即为间隙尺的示值误差。

7 校准结果表达

经校准的焊接检验尺出具校准证书。校准证书内容见附录 A。

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，建议为 1 年。

附录 A

宽度尺标准样板的技术要求

A.1 宽度尺标准样块的几何形状及表面粗糙度要求参见图 A.1。

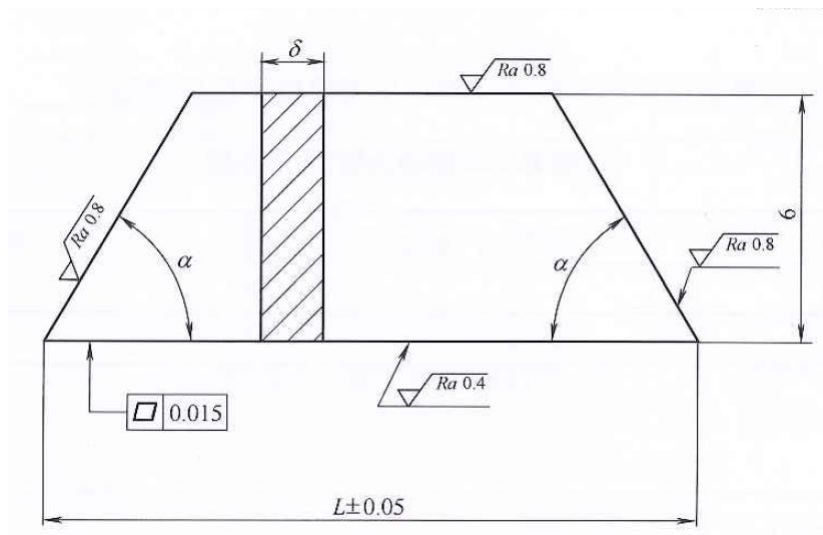


图 A.1 宽度尺标准样块

A.2 宽度尺标准样块的尺寸参见表 A.1 和图 A.1。

表 A.1 宽度尺标准样块的尺寸

尺寸	参考值
L	6mm, 8mm, 12mm, 24mm, 32mm, 48mm,
δ	$\geq 10\text{mm}$
α	$\leq 60^\circ$

附录 B

咬边深度尺示值误差的测量结果不确定度评定示例

B.1 测量方法

依据本规范，咬边深度尺的示值误差用 3 级量块进行测量，最大测量范围不超过 10mm，测量点为测量范围内均匀分布的 3 点。下面对最大测量范围 10mm 点示值误差的测量不确定度进行评定。

B.2 测量模型

咬边深度尺的示值误差可表示为下式：

$$\delta_i = L_c - L_b$$

式中： L_c ——咬边深度尺的示值（20℃条件下）；

L_b ——量块的标称长度（20℃条件下）。

B.3 方差和传播系数

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，故：

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 \quad (\text{B.2})$$

式中： $c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_c} = 1$ ； $c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_b} = -1$

u_1 ， u_2 ——分别表示 L_c 、 L_b 的标准不确定度。

B.4 标准不确定度的估算

B.4.1 咬边深度尺读数时对线误差引入的标准不确定度 u_1

咬边深度尺分度值为 0.05mm，对线误差区间半宽为 0.025mm，按均匀分布，得：

$$u_1 = 0.025/\sqrt{3} = 0.0144\text{mm}$$

B.4.2 量块引入的标准不确定度 u_2 B.4.2.1 量块检定引入的标准不确定度 u_{21}

根据量块检定证书，10mm 及小于 10mm 的 3 级量块长度的极限偏差不超过 $\pm 0.50\mu\text{m}$ ，按两点分布，得：

$$u_{21} = 0.50/1 = 0.50\mu\text{m}$$

B.4.2.2 咬边深度尺和量块的线膨胀系数引入的标准不确定度 u_{22}

咬边深度尺和量块的线膨胀系数差 δ_a 在 $\pm 1 \times 10^{-6} \text{℃}^{-1}$ 的范围内，按均匀分布，检定时温度按 $(20 \pm 5) \text{℃}$ 的极限值计算，则

$$u_{22} = 1000 \times 5 \times 1 \times 10^{-6}/\sqrt{3} = 0.03\mu\text{m}$$

B. 4. 2. 3 咬边深度尺和量块的温度差引入的标准不确定度 u_{23}

咬边深度尺和量块间的温度差，以等概率落于区间 $\pm 1^\circ\text{C}$ 内，则

$$u_{23} = 1000 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 1/\sqrt{3} = 0.07\mu\text{m}$$

故量块引入的标准不确定度

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{23}^2} = 0.5\mu\text{m}$$

B. 5 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)/\mu\text{m}$	传播系数	$ c_i \times u(x_i)/\mu\text{m}$
u_1	咬边深度尺对线误差	14.4	1	14.4
u_2	量块引入的不确定度	0.5	-1	0.5

B. 6. 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 14\mu\text{m}$$

B. 7. 扩展不确定度

扩展不确定度是由标准不确定度乘以包含概率约为 95% 时的包含因子 $k=2$ 得到，

即 $U = k u_c$ 所以

$$U = 2 \times 14.4 = 28.8\mu\text{m} \approx 0.03\text{mm}$$

附录 C

主尺边缘线性标尺示值误差的测量结果不确定度评定示例

C.1 测量方法

主尺边缘线性标尺的示值误差用万能工具显微镜测量。下面对 50mm 点示值误差的测量不确定度进行评定。

C.2 测量模型

主尺边缘线性标尺的示值误差：

$$\delta_i = L_c - L_b$$

式中： L_c ——主尺边缘线性标尺标称长度；

L_b ——万能工具显微镜测得示值。

C.3 方差和传播系数

引起测量结果不确定度的各分量相互独立，故

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2$$

$$\text{式中： } c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_c} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_b} = -1;$$

u_1, u_2 ——分别表示 L_c 、 L_b 的标准不确定度。

C.4.标准不确定度的估算

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

用万能工具显微镜对主尺边缘线性标尺 20mm 点进行 10 次重复测量，测量数据及计算结果见下表。

测量序次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值误差/ μm	15	11	14	12	16	12	13	14	15	12
单次测量实验标准差/ μm					$s = 1.65$					

$$\text{所以 } u_1 = s = 1.65\mu\text{m} \approx 2\mu\text{m}$$

C.4.2 万能工具显微镜引入的标准不确定度 u_2 C.4.2.1 万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_{21}

万能工具显微镜最大允许误差为 $(1+L/100)\mu\text{m}$ ，50mm 点示值误差为 $\pm 1.5\mu\text{m}$ ，按均匀分

布, 则 $u_{21} = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 0.87 \mu\text{m}$

C.4.2.2 主尺边缘线性标尺和万能工具显微镜的线膨胀系数引入的标准不确定度 u_{22}

主尺边缘线性标尺和万能工具显微镜的线膨胀系数差 δ_a 在 $0.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \sim 3.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 的范围内, 按均匀分布, 检定时温度按 $(20 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ 的极限值计算, 则

$$u_{22} = 50000 \times 5 \times 1.5 \times 10^{-6} / \sqrt{3} = 0.22 \mu\text{m}$$

C.4.2.3 主尺边缘线性标尺和万能工具显微镜间的温度差引入的标准不确定度 u_{23}

主尺边缘线性标尺和万能工具显微镜间的温度差, 以等概率落于区间 $\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ 内, 则

$$u_{23} = 50000 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 1 / \sqrt{3} = 0.33 \mu\text{m}$$

故万能工具显微镜引入的标准不确定度

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{23}^2} = \sqrt{0.87^2 + 0.22^2 + 0.33^2} \approx 1 \mu\text{m}$$

C.5 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i) / \mu\text{m}$	传播系数	$ c_i \times u(x_i) / \mu\text{m}$
u_1	测量重复性	2	1	2
u_2	万能工具显微镜	1	-1	1

C.6 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{2^2 + 1^2} \approx 3 \mu\text{m}$$

C.7 扩展不确定度

扩展不确定度是由标准不确定度乘以包含概率约为 95% 时的包含因子 $k=2$ 得到,

即 $U = k u_c$

$$U = 2 \times 3 = 6 \mu\text{m} = 0.006 \text{ mm}$$

附录 D

测角尺示值误差的测量结果不确定度评定示例

D.1 测量方法

测角尺的示值误差用万能角度尺进行测量，由测角尺给出相应的被测角度，用万能角度尺读出其测得值，测角尺的示值与万能角度尺示值之差为测角尺示值误差。

D.2 测量模型

测角尺的示值误差：

$$\Delta_i = (a_i + 90^\circ) - a_1$$

式中： a_i ——测角尺的示值（°）；

a_1 ——万能角度尺的示值（°）。

D.3 方差和传播系数

引起测量结果不确定度的各分量相互独立，故

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2$$

式中： $c_1 = \frac{\partial \Delta_i}{\partial a_i} = 1$ ； $c_2 = \frac{\partial \Delta_i}{\partial a_1} = -1$ ；

u_1 ——测角尺的标准不确定度；

u_2 ——万能角度尺的标准不确定度。

D.4 标准不确定度的估算

D.4.1 测角尺刻线对准引入的标准不确定度 u_1

测量测角尺示值误差时，需将指标线同相应测量点的标称刻线对准，根据实验和相关的技术资料，该值与对线所用的两刻线宽度和宽度差有关，会产生 $\pm 1' \sim \pm 6'$ 的对线误差。按照最大误差估计 $\pm 6'$ 估算，均匀分布，得：

$$u_1 = 6 / \sqrt{3} = 3.46'$$

D.4.2 万能角度尺引入的标准不确定度 u_2 D.4.2.1 万能角度尺读数误差引入的标准不确定度 u_{21} ，

用万能角度尺测量时，由于万能角度尺采用游标细分原理的影响，实际读数时会带来读数误差，其值为万能角度尺分度值的一半，均匀分布。所用万能角度尺分度值为 $2'$ ，

$$\text{则 } u_{21} = \frac{2}{2 \times \sqrt{3}} = 0.58'$$

D.4.2.2 万能角度尺示值误差引入的标准不确定度 u_{22}

万能角度尺的示值误差为 $\pm 2'$ ，按均匀分布。

$$\text{则 } u_{22} = 2/\sqrt{3} = 1.15'$$

故万能角度尺的标准不确定度 u_2

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = \sqrt{0.58^2 + 1.15^2} = 1.29'$$

D.4.2 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	传播系数	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	测角尺的标准不确定度	3.46'	1	3.46'
u_2	万能角度尺的标准不确定度	1.29'	-1	1.29'

D.5 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{3.46^2 + 1.29^2} = 3.7'$$

D.6 扩展不确定度

扩展不确定度是由标准不确定度乘以包含概率约为 95% 时的包含因子 $k=2$ 得到，

即 $U = k u_c$

$$U = 2 \times 3.7' = 7.4'$$

附录 E

高度尺（数显焊接检验尺）示值误差的测量结果

不确定度评定示例

E.1 测量方法

依据本规范，高度尺（数显焊接检验尺）的示值误差用五等量块进行测量，最大测量范围不超过 20mm，下面对最大测量范围 20mm 点示值误差的测量不确定度进行评定。

E.2 测量模型

高度尺的示值误差可表示为下式：

$$\delta_i = L_c - L_b$$

式中： L_c ——高度尺的示值（20℃条件下）；

L_b ——量块的标称长度（20℃条件下）。

E.3 方差和传播系数

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，故：

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 \quad (\text{B.2})$$

式中： $c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_c} = 1$ ； $c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_b} = -1$

u_1 ， u_2 ——分别表示 L_c 、 L_b 的标准不确定度。

E.4 标准不确定度的估算

E.4.1 高度尺引入的标准不确定度 u_1 E.4.1.1 分辨力引入的标准不确定度 u_{11}

数显焊接检验尺的分辨力为 0.01mm，服从均匀分布，所以

$$u_{11} = 0.01/2\sqrt{3} = 0.003\text{mm} = 2.9\mu\text{m}$$

E.4.1.2 示值误差引入的不确定度 $u(d_{13})$

分辨力为 10 μm 的数显焊接检验尺，其示值最大允许误差为 $\pm 0.03\text{mm}$ ，认为符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则 $u_{12} = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 17.4\mu\text{m}$ 。

因此

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = \sqrt{2.9^2 + 17.4^2} = 17.7\mu\text{m}$$

E.4.2 量块引入的标准不确定度 u_2

E. 4. 2. 1 量块检定引入的标准不确定度 u_{21}

根据量块检定证书, 20mm 及小于 20mm 的 3 级量块长度的极限偏差不超过 $\pm 0.60\mu\text{m}$, 按两点分布, 得:

$$u_{21} = 0.60/1 = 0.60\mu\text{m}$$

E. 4. 2. 2 高度尺和量块的线膨胀系数引入的标准不确定度 u_{22}

焊接检验尺和量块材质均为钢制, 线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 即半宽为 $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 检定时温度按 $(20 \pm 5) \text{ } ^\circ\text{C}$ 的极限值计算, 按均匀分布,

$$u_{22} = 20000 \times 5 \times 1 \times 10^{-6} / \sqrt{3} = 0.06\mu\text{m}$$

E. 4. 2. 3 高度尺和量块的温度差引入的标准不确定度 u_{23}

高度尺和量块间的温度差, 假设温差在 1°C 范围内, 按均匀分布, 则

$$u_{23} = 20000 \times 11.5 \times 10^{-6} \times 1/2\sqrt{3} = 0.07\mu\text{m}$$

故量块引入的标准不确定度

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2 + u_{23}^2} = 0.61\mu\text{m}$$

E. 5 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i) / \mu\text{m}$	传播系数	$ c_i \times u(x_i) / \mu\text{m}$
u_1	高度尺引入的不确定度	17.7	1	17.7
u_2	量块引入的不确定度	0.61	-1	0.61

E. 6. 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 17.8\mu\text{m}$$

E. 7. 扩展不确定度

扩展不确定度是由标准不确定度乘以包含概率约为 95% 时的包含因子 $k=2$ 得到, 即 $U = k u_c$ 所以

$$U = 2 \times 17.8 = 35.6\mu\text{m} \approx 0.04\text{mm}$$

附录 F

校准证书内容及内页格式

A.1 校准证书应包括以下信息

- 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) 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。

A.2 推荐校准证书内页格式见表 A.1

表 A.1 校准证书内页格式

证书编号：

序号	校准项目	校准结果	备注
1	标记宽度		
2	标记宽度差		
3	高度尺、咬边深度尺和多用尺标记表面棱边至主尺标记表面的距离		
4	测量面表面粗糙度		
5	测量面平面度		
6	角度样板的偏差		
7	测角尺的示值误差		
8	重复性		
9	主标尺示值误差		
10	高度尺的零值误差		
11	高度尺的示值误差		
12	咬边深度尺的零值误差		
13	咬边深度尺的示值误差		
14	宽度尺示值误差		
15	间隙尺示值误差		

