



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××—202X

水平尺校准规范

Calibration Specification for Levels Rules

(征求意见稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

水平尺校准规范

Calibration Specification for
Levels Rules

JJF ××××—202X

代替 JJF1085—2002

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规范委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目录

引言	II
1 范围	1
2 术语及定义	1
2.1 轴向移动量	1
2.2 角值	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 水准泡	2
4.2 工作面的平面度	2
4.3 线纹尺的示值误差	2
4.4 水平尺的零位误差	2
4.5 水准泡的角值	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	4
6.1 水准泡	4
6.2 工作面的平面度	4
6.3 线纹尺的示值误差	4
6.4 水平尺的零位误差	4
6.5 水准泡的角值	5
7 校准结果表达	7
8 复校时间间隔	7
附录 A 水准泡角值校准的测量不确定度评定（示例）	8
附录 B 专用校准装置的技术要求	13
附录 C 校准证书内容及内页格式	14

引言

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》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范的编写主要参考了GB/T 1146—2009《水准泡》、GB/T 1184—1996《形状和位置公差未注公差值》和QB/T 4621—2013《水平尺通用技术条件》的相关内容。

本规范是对JJF 1085—2002《水平尺校准规范》（以下简称原规范）的修订。与原规范相比，除编辑性修改外，主要变化如下：

——增加了引言部分。

——删除了引用文献部分。

——修改了水平尺的概述的内容。

——修改了水平尺的水准泡、工作面的平面度、线纹尺的示值误差、水平尺的零位误差等计量特性的内容。删除了水平尺的分度值误差计量特性，增加了水准泡的角值计量特性。

——修改了校准条件的室温要求，增加了湿度要求。

——修改了测量标准及其他设备的内容。

——修改了校准前的技术要求检查内容。

——修改了水平尺的零位误差校准方法的内容。

——删除了水平尺的分度值误差校准方法的内容。

——增加了水准泡的角值校准方法。

——修改了校准结果表达的内容。

——删除了水平尺分度值误差的校准数据处理实例的部分。

——根据JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》，增加了水准泡角值校准的测量不确定度评定（示例）的内容。

——修改了校准证书内容及内页格式的内容。

本规范的历次发布情况：

——JJF 1085—2002；

——JJG 848—1993。

水平尺校准规范

1 范围

本规范适于以水准泡显示角位移的水平尺的校准。

2 术语及定义

2.1 轴向移动量 axial displacement

水平尺在给定倾角倾斜时，水准泡气泡沿水准泡轴向移动的位移值。

2.2 角值 angle of inclination

水准泡气泡轴向移动量为 2mm 时水平尺的倾角。

3 概述

水平尺是利用液面水平的原理，以水准泡直接显示角位移，测量被测表面相对于水平位置、铅垂位置、倾斜位置偏离程度的一种测量工具。水平尺广泛用于普通机器、设备的水平、铅垂、倾斜角度的测量。按照水平尺外形分，水平尺可分为矩形、工字形和桥形等，其外形示意图见图 1、图 2、图 3。水平尺的水准泡为管状式，在其表面刻有 1 条或多条左右对称的标记线，水准泡外形示意图如图 4 所示。

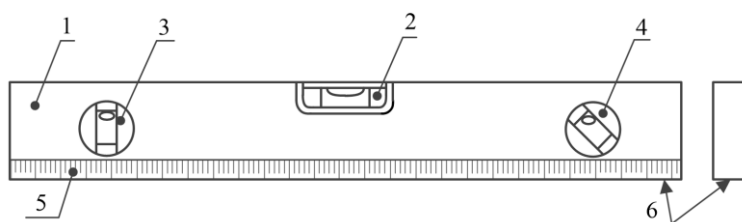


图 1 矩形水平尺外形示意图

1—尺体；2—水平位置水准泡；3—铅垂位置水准泡；4—45°位置水准泡；
5—线纹刻度；6—工作面

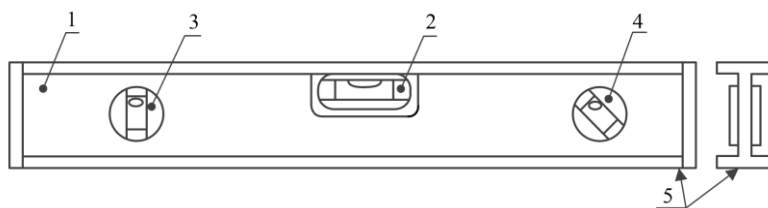


图 2 工字形水平尺外形示意图

1—尺体；2—水平位置水准泡；3—铅垂位置水准泡；4—45°位置水准泡；5—工作面

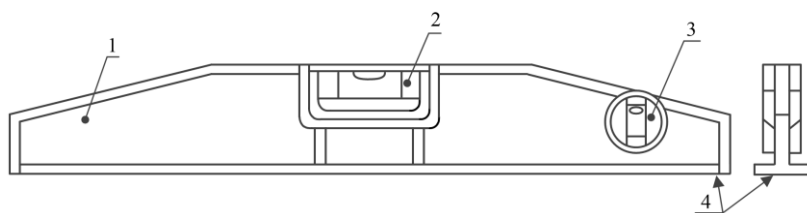


图3 桥形水平尺外形示意图

1—尺体；2—水平位置水准泡；3—铅垂位置水准泡；4—工作面



(a) 1条左右对称标记线



(b) 多条左右对称标记线

图4 水平尺水准泡外形示意图

4 计量特性

4.1 水准泡

水准泡应透明清晰，其气泡在使用范围内应能均匀移动，无肉眼可见的停滞和跳动现象。水准泡上的标记线应清晰、无毛边、无断线。水准泡的气泡长度应不大于内侧两标记线距离。

4.2 工作面的平面度

水平尺的工作面不允许呈凸形，工作面的平面度应符合表1的规定。

表1 水平尺工作面的平面度

水平尺标称长度(mm)	工作面平面度(mm)
$100 \leq l \leq 160$	≤ 0.08
$160 < l \leq 250$	≤ 0.10
$250 < l \leq 400$	≤ 0.12
$400 < l \leq 630$	≤ 0.15
$630 < l$	≤ 0.20

4.3 线纹尺的示值误差

线纹尺的任一线纹至零位的示值误差应不超过 $\pm(2\text{mm}+1 \times 10^{-3}L)$ ， L 是线纹尺的标称长度。

4.4 水平尺的零位误差

水平尺的零位误差应不大于0.5mm。

4.5 水准泡的角值

水平尺水准泡的角值应符合表 2 的规定。标称精度由水平尺生产厂家给出。

表 2 水平尺水准泡的角值

标称精度 (mm/m)	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0
角值 (')	≤19	≤37	≤44	≤49	≤52	≤55

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

校准所需环境条件要求如下：

- a) 室内温度: $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 湿度: $\leq 65\% \text{RH}$ 。

5.2 测量标准及其他设备

推荐使用表 3 所列的测量标准及其他设备，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及其他设备进行校准。

表 3 测量标准及其他设备

序号	校准项目	测量标准及其他设备
1	工作面的平面度	平板，2 级（或平尺，2 级） 塞尺，MPE: $\pm 0.012\text{mm}$
2	线纹尺的示值误差	钢直尺，MPE: $\pm 0.20\text{mm}$
3	水平尺的零位误差	平板，2 级 读数显微镜，MPE: 0.01mm 专用平面平行柱，见附录 B 专用 45° 角尺，见附录 B
4	水准泡的角值	专用校准台，见图 8 及附录 B 读数显微镜，MPE: 0.01mm 大量程百分表，MPE: 0.03mm

6 校准项目和校准方法

校准前，首先对以下技术要求进行适当的检查，确定满足要求后再校准：

- a) 水平尺工作面上不应有粗大的划痕、裂纹、碰伤等缺陷；
- b) 非工作面应平整，涂层应均匀，不允许有明显脱落现象；
- c) 带有线纹刻度的水平尺，尺体的线纹刻度、字符应清晰，数字和标记应正确。

6.1 水准泡

目力观察。

6.2 工作面的平面度

将水平尺放在平板（或平尺）上，用塞尺进行测量。

6.3 线纹尺的示值误差

线纹尺的示值误差用钢直尺直接测量。

6.4 水平尺的零位误差

6.4.1 水平尺水平位置的零位误差

见图 5，将水平尺放在平板（或平尺）上，待水平位置水准泡气泡稳定后，使用读数显微镜测量气泡一端与标记线之间的距离 a_1 。然后，将水平尺调转 180° ，放在平板（或平尺）的原位置，再次测量气泡另一端与标记线之间的距离 a_2 ， a_1 与 a_2 之差的一半即为零位误差。

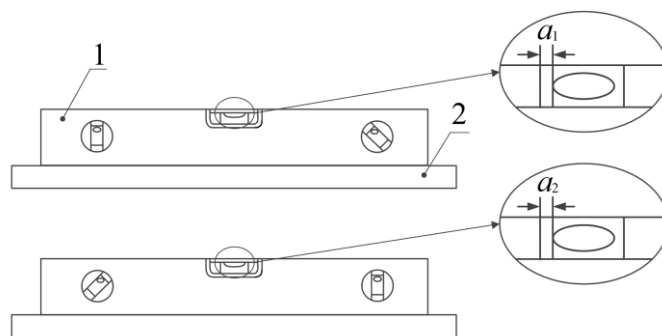


图 5 水平尺水平位置的零位误差测量示意图

1—被校水平尺；2—平板

6.4.2 水平尺铅垂位置的零位误差

见图 6，将专用平面平行柱放在平板上，再将水平尺工作面紧靠平面平行柱，待铅垂位置水准泡气泡稳定后，使用读数显微镜测量气泡一端与标记线之间的距离 a_1 。然后，将水平尺调转 180° ，放在专用平面平行柱的原位置，再次测量气

泡另一端与标记线之间的距离 a_2 ， a_1 与 a_2 之差的一半即为零位误差。

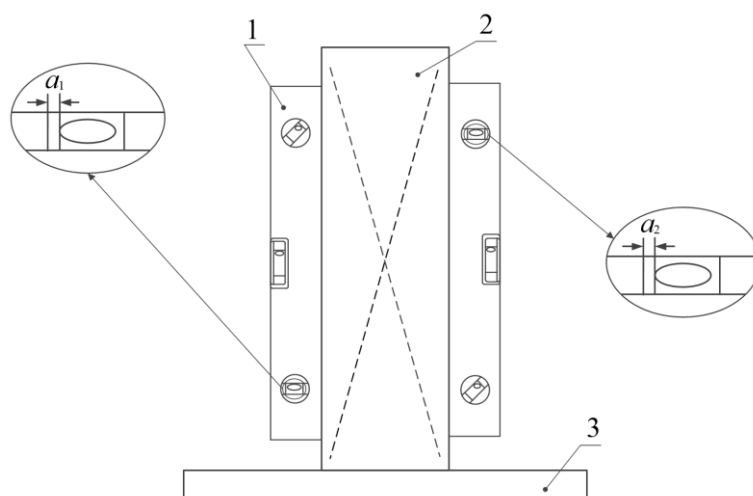


图 6 水平尺铅垂位置的零位误差测量示意图

1—被校水平尺；2—专用平面平行柱；3—平板

6.4.3 水平尺 45° 位置的零位误差

见图 7，将专用 45° 角尺放在平板上，再将水平尺工作面紧靠 45° 角尺工作面，待 45° 位置水准泡气泡稳定后，使用读数显微镜测量气泡一端与标记线之间的距离 a_1 。然后，将水平尺和专用 45° 角尺整体调转 180°，再次测量气泡另一端与标记线之间的距离 a_2 ， a_1 与 a_2 之差的一半即为零位误差。

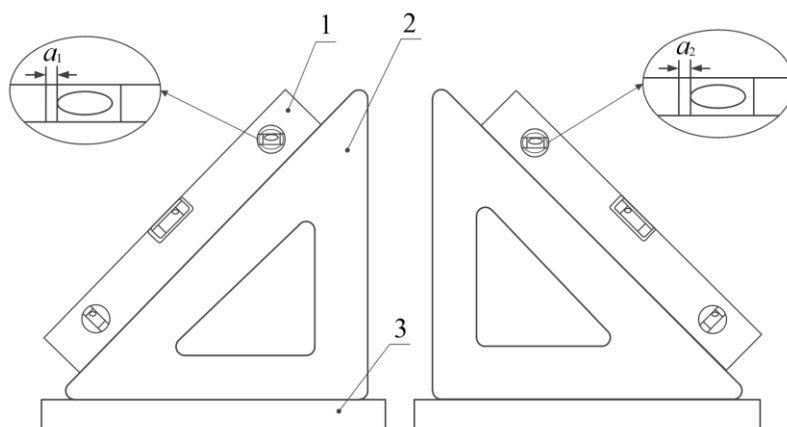


图 7 水平尺 45° 位置的零位误差测量示意图

1—被校水平尺；2—专用 45° 角尺；3—平板

6.5 水准泡的角值

构建如图 8 所示的专用校准台，该校准台主要由工作台、固定支座、升降支座、大量程百分表、读数显微镜、表架等组成。工作台水平放置在固定支座和升降支座上，支座轴线间距为 L （为方便计算， L 为 500mm 或 1000mm，间距偏差 $\Delta L \leq 3\text{mm}$ ）。将大量程百分表安装在刚性支架上，调整大量程百分表使其测杆

与升降支座同轴并垂直于工作台面。被校水平尺放置在工作台上，水平尺纵向与工作台纵向相一致。

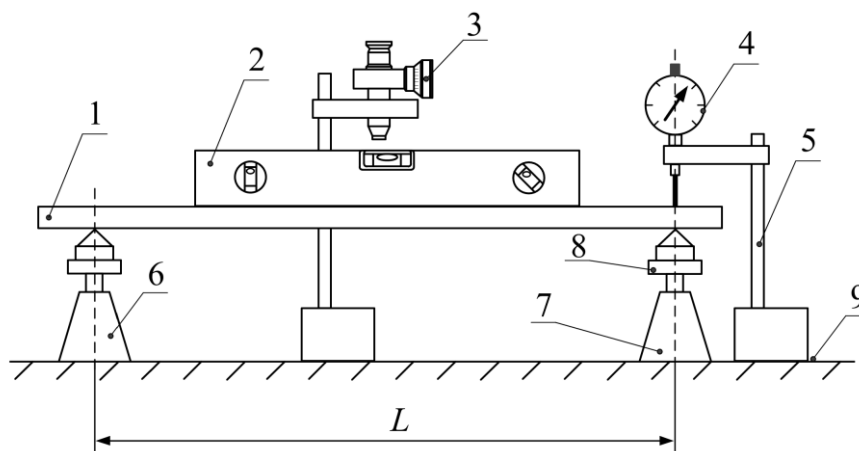


图 8 水准泡的角值专用校准台示意图

1—工作台；2—被校水平尺；3—读数显微镜；4—大量程百分表；
5—表架；6—固定支座；7—升降支座；8—升降螺母；9—基面

测量时，首先旋转升降螺母使水平尺水平位置水准泡气泡居中，将大量程百分表指针调至零刻线。使用读数显微镜测量气泡与右侧标记线之间的距离 l_1 。旋转升降螺母，当气泡移动至右侧标记线处时，读取大量程百分表读数 h_1 。则水平尺水准泡的角值 τ_1 按式 (1) 计算：

$$\tau_1 = \frac{2\text{mm} \times 10800' \times h_1}{\pi L l_1} \quad (1)$$

式中：

τ_1 —气泡居中右移时水准泡的角值，单位为分 (′)；

h_1 —升降支座上升高度，单位为 mm；

L —支座轴线间距，单位为 mm；

l_1 —气泡居中右移时的轴向移动量，单位为 mm；

以同样的方法测得水准泡气泡向左移动时的角值 τ_2 ，则水平尺水准泡的角值 τ 按式 (2) 计算：

$$\tau = (\tau_1 + \tau_2) / 2 \quad (2)$$

配合使用专用平面平行柱或专用 45° 角尺，按照上述方法，可实现水平尺在铅垂位置或 45° 位置水准泡角值的测量。

7 校准结果表达

经过校准的水平尺出具校准证书，证书内容应符合附录 C 的要求。

8 复校时间间隔

复校时间间隔可根据水平尺的实际使用情况自主决定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

水准泡角值校准的测量不确定度评定（示例）

A.1 概述

A.1.1 环境条件：室内温度为 $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，湿度不大于 65%RH。

A.1.2 测量标准：专用校准台，读数显微镜，大量程百分表。

A.1.3 被测对象：标称精度为 0.5mm/m 的水平尺。

A.1.4 测量方法：依据本规范 6.5 中的内容。

A.1.5 测量数据：见表 A.1。

表 A.1 水平尺水准泡角值的测量数据

序号	被测量	测量数据/mm
1	支座轴线间距 L	1000.0
2	升降支座上升高度 h_1	6.811
3	气泡居中右移时的轴向移动量 l_1	1.242
4	升降支座下降高度 h_2	6.251
5	气泡居中左移时的轴向移动量 l_2	1.250

A.2 测量模型

根据测量方法，可知测量模型为：

$$\tau = (\tau_1 + \tau_2) / 2 = \frac{1\text{mm} \times 10800'}{\pi L} \left(\frac{h_1}{l_1} + \frac{h_2}{l_2} \right) \quad (\text{A.1})$$

式中：

τ —水准泡的角值，单位为分（'）；

τ_1 —气泡居中右移时水准泡的角值，单位为分（'）；

τ_2 —气泡居中左移时水准泡的角值，单位为分（'）；

L —支座轴线间距，单位为 mm；

h_1 —升降支座上升高度，单位为 mm；

l_1 —气泡居中右移时的轴向移动量，单位为 mm；

h_2 —升降支座下降高度，单位为 mm；

l_2 —气泡居中左移时的轴向移动量，单位为 mm。

A.3 方差和灵敏系数

由于各分量相互独立，则由式（A.1）有：

$$u_c^2(\tau) = c_1^2 u^2(L) + c_2^2 u^2(h_1) + c_3^2 u^2(l_1) + c_4^2 u^2(h_2) + c_5^2 u^2(l_2) \quad (\text{A.2})$$

其中灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \tau}{\partial L} = -\frac{\tau}{L}, \quad c_2 = \frac{\partial \tau}{\partial h_1} = \frac{1\text{mm} \times 10800'}{\pi L l_1}, \quad c_3 = \frac{\partial \tau}{\partial l_1} = -\frac{1\text{mm} \times 10800' \times h_1}{\pi L l_1^2},$$

$$c_4 = \frac{\partial \tau}{\partial h_2} = \frac{1\text{mm} \times 10800'}{\pi L l_2}, \quad c_5 = \frac{\partial \tau}{\partial l_2} = -\frac{1\text{mm} \times 10800' \times h_2}{\pi L l_2^2}.$$

A.4 标准不确定度来源分析

标准不确定度分量来源分析见表 A.2。

表 A.2 水平尺水准泡的角值测量结果标准不确定度分量来源和说明

序号	符号	标准不确定度分量来源		说明
1	$u(L)$	支座轴线间距测量引入的标准不确定度分量	支座轴线间距偏差引入的标准不确定度分量 $u(L)$	B 类评定方法
2	$u(h_1)$	升降支座上升高度测量引入的标准不确定度分量	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(h_{1.1})$	A 类评定方法
			大量程百分表示值误差引入的标准不确定度分量 $u(h_{1.2})$	B 类评定方法
3	$u(l_1)$	气泡居中右移时的轴向移动量测量引入的标准不确定度分量	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(l_{1.1})$	A 类评定方法
			读数显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(l_{1.2})$	B 类评定方法
4	$u(h_2)$	升降支座下降高度测量引入的标准不确定度分量	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(h_{2.1})$	A 类评定方法
			大量程百分表示值误差引入的标准不确定度分量 $u(h_{2.2})$	B 类评定方法
5	$u(l_2)$	气泡居中左移时的轴向移动量测量引入的标准	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(l_{2.1})$	A 类评定方法

		不确定度分量	读数显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(l_{2.2})$	B 类评定方法
--	--	--------	-----------------------------------	---------

A.5 标准不确定度分量计算

A.5.1 支座轴线间距测量引入的标准不确定度分量计算

支座轴线间距偏差 $\Delta L \leq 3\text{mm}$ ，按均匀分布计算得到：

$$u(L) = 3\text{mm} / \sqrt{3} = 1.7321\text{mm}$$

A.5.2 升降支座上升高度 h_1 测量引入的标准不确定度分量计算

A.5.2.1 测量重复性引入的标准不确定度分量计算

在相同条件下，对同一轴向移动量对应的升降支座上升高度进行 10 次重复测量，计算得出单次测量实验标准差为 0.0035mm，则有：

$$u(h_{1.1}) = 0.0035\text{mm}$$

A.5.2.2 大量程百分表示值误差引入的标准不确定度分量计算

大量程百分表示值误差为 0.03mm，在测量范围内服从正态分布，计算得到：

$$u(h_{1.2}) = 0.03\text{mm} / (2\sqrt{3}) = 0.0087\text{mm}$$

由于 $u(h_{1.1})$ 与 $u(h_{1.2})$ 不相关，则有：

$$u(h_1) = \sqrt{u^2(h_{1.1}) + u^2(h_{1.2})} = 0.0094\text{mm}$$

A.5.3 气泡居中右移时气泡轴向移动量 l_1 测量引入的标准不确定度分量计算

A.5.3.1 测量重复性引入的标准不确定度分量计算

在相同条件下，使用读数显微镜对气泡与标记线之间的距离进行 10 次重复测量，计算得出单次测量实验标准偏差为 0.0049mm，则有：

$$u(l_{1.1}) = 0.0049\text{mm}$$

A.5.3.2 读数显微镜示值误差引入的标准不确定度分量计算

读数显微镜示值误差为 0.01mm，在测量范围内服从正态分布，计算得到：

$$u(l_{1.2}) = 0.01\text{mm} / (2\sqrt{3}) = 0.0029\text{mm}$$

由于 $u(l_{1.1})$ 与 $u(l_{1.2})$ 不相关，则有：

$$u(l_1) = \sqrt{u^2(l_{1.1}) + u^2(l_{1.2})} = 0.0057\text{mm}$$

A.5.4 升降支座下降高度 h_2 测量引入的标准不确定度分量计算

由于 h_1 与 h_2 的测量方法完全相同，则有：

$$u(h_2) = u(h_1) = 0.0094\text{mm}$$

A.5.5 气泡居中左移时气泡轴向移动量 l_2 测量引入的标准不确定度分量计算

由于 l_1 与 l_2 的测量方法完全相同，则有：

$$u(l_1) = u(l_2) = 0.0057\text{mm}$$

A.6 合成标准不确定度

A.6.1 标准不确定度汇总表见 A.2。

表 A.2 标准不确定度汇总表

标准不确定度 $u(x_i)$	标准不确定度分量		标准不确定度分量/mm		灵敏系数 c_i	$ c_i * u(x_i)$
$u(L)$	支座轴线间距测量引入的标准不确定度分量	支座轴线间距偏差引入的标准不确定度分量 $u(L)$	1.7321		-0.0361'/mm	0.0624'
$u(h_1)$	升降支座上升高度测量引入的标准不确定度	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(h_{1.1})$	0.0035	0.0094	2.7686'/mm	0.0259'
		大量程百分表示值误差引入的标准不确定度分量 $u(h_{1.2})$	0.0087			
$u(l_1)$	气泡居中右移时的轴向移动量测量引入的标准不确定度分量	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(l_{1.1})$	0.0049	0.0057	-15.1865'/mm	0.0864'
		读数显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(l_{1.2})$	0.0029			
$u(h_2)$	升降支座上	测量重复性引入的标	0.0035	0.0094	2.7502'/mm	0.0257'

	升高度测量引入的标准不确定度	准不确定度分量 $u(h_{2.1})$		0.0087		
		大量程百分表示值误差引入的标准不确定度分量 $u(h_{2.2})$				
$u(l_2)$	气泡居中右移时的轴向移动量测量引入的标准不确定度分量	测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(l_{2.1})$	0.0049	0.0057	-13.753'/mm	0.0782'
		读数显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u(l_{2.2})$	0.0087			

A.6.2 合成标准不确定度的计算

根据上述分析，按照公式 (A.2)，可计算得到水平尺水准泡角值测量结果的合成标准不确定度 $u_c(\tau)$ 为：

$$u_c(\tau) = \sqrt{c_1^2 u^2(L) + c_2^2 u^2(h_1) + c_3^2 u^2(l_1) + c_4^2 u^2(h_2) + c_5^2 u^2(l_2)}$$

$$= 0.137'$$

A.7 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则水平尺水准泡角值校准的扩展不确定度为：

$$U = k u_c(\tau) = 2 \times 0.137' \approx 0.28'$$

附录 B

专用校准装置的技术要求

B.1 专用平面平行柱的技术要求见表 B.1。

表 B.1 专用平面平行柱的技术要求

工作面的长度	工作面的平面度	两工作面的平行度
≤ 400 mm	< 0.02 mm	< 0.04 mm
> 400 mm	< 0.05 mm	< 0.10 mm
注：工作面的长度应大于被校水平尺的长度。		

B.2 专用 45°角尺的技术要求见表 B.2。

表 B.2 专用 45°角尺的技术要求

工作面的长度	工作面的平面度	45°角的角值偏差
≤ 400 mm	< 0.02 mm	$\pm 2'$
> 400 mm	< 0.05 mm	$\pm 2'$
注：工作面的长度应大于被校水平尺的长度。		

B.3 专用校准台的技术要求见表 B.3。

表 B.3 专用校准台的技术要求

工作台工作面的长度	工作台工作面的平面度
1200 mm	0.10 mm

附录 C

校准证书内容及内页格式

C.1 校准证书至少应包含以下信息：

- 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），每页及总页的标识；
- e) 送检单位的名称和地址；
- 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关性和应用有关，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，应对抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准证书或校准报告签发人的签名、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，不得部分复制证书或报告的声明。

C.2 推荐的校准证书内页格式

序号	校准项目		校准结果
1	水准泡		
2	工作面的平面度		
3	线纹尺的示值误差		
4	水平尺的零位误差	水平位置	
		铅垂位置	
		45°位置	
5	水准泡的角值		