



CDA196

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1140—2006

直角尺检查仪校准规范

Calibration Specification for Square Testers

2006-03-08 发布

2006-09-08 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

直角尺检查仪校准规范

Calibration Specification for
Square Testers

JJF 1140—2006
代替 JJG 243—1993

本规范经国家质量监督检验检疫总局于 2006 年 3 月 8 日批准，并自 2006 年 9 月 8 日起施行。

归口单位：全国几何量角度计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

参加起草单位：郑州市质量检测中心

本规范由归口单位负责解释

本规范主要起草人：

廖 寅 （上海市计量测试技术研究院）

沈志泽 （上海市计量测试技术研究院）

参加起草人：

王伯俭 （郑州市质量检测中心）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(3)
4.1 指示计	(3)
4.2 测力	(3)
4.3 工作台面的表面粗糙度	(3)
4.4 平面测头工作面的平面度	(3)
4.5 工作台面的平面度	(3)
4.6 左右两工作台面的平行度	(3)
4.7 立柱导轨面对工作台面的垂直度	(3)
4.8 测量重复性	(3)
4.9 示值误差	(3)
5 校准条件	(3)
5.1 环境条件	(3)
5.2 校准用标准器及相应设备	(4)
6 校准项目和校准方法	(4)
6.1 指示计	(4)
6.2 测力	(4)
6.3 工作台面的表面粗糙度	(4)
6.4 平面测头工作面的平面度	(4)
6.5 工作台面的平面度	(4)
6.6 左右两工作台面的平行度	(5)
6.7 立柱导轨面对工作台面的垂直度	(6)
6.8 测量重复性	(6)
6.9 示值误差	(7)
7 校准结果表达	(7)
8 复校时间间隔	(7)
附录 A 直角尺检查仪示值误差校准结果的测量不确定度分析	(8)
附录 B 计算工作台面的平面度示例	(14)
附录 C 标准直角尺的外形和技术要求	(15)
附录 D 校准证书内容要求	(16)

直角尺检查仪校准规范

1 范围

本规范适用于直角尺检查仪的校准。

2 引用文献

本规范引用下列文献：

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定技术规范

JB/T 10015—1999 直角尺检查仪

JJG 39—2004 机械式比较仪检定规程

JJG 117—2005 平板检定规程

JJG 118—1996 扭簧式比较仪检定规程

JJG 396—2002 电感测微仪检定规程

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

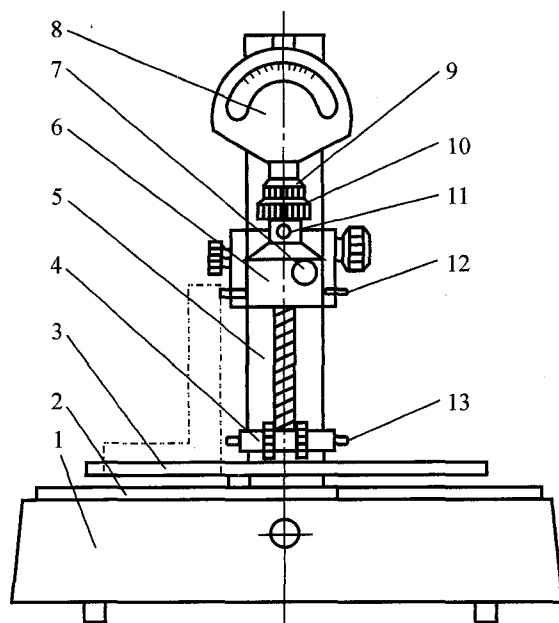
直角尺检查仪采用比较测量法或直接测量法，用于测量准确度等级为 0 级及其以下直角尺的垂直度。直角尺检查仪又可称为直角尺检定义、垂直度检测仪等。

直角尺检查仪的形式和基本参数见表 1。

表 1 直角尺检查仪的形式和基本参数

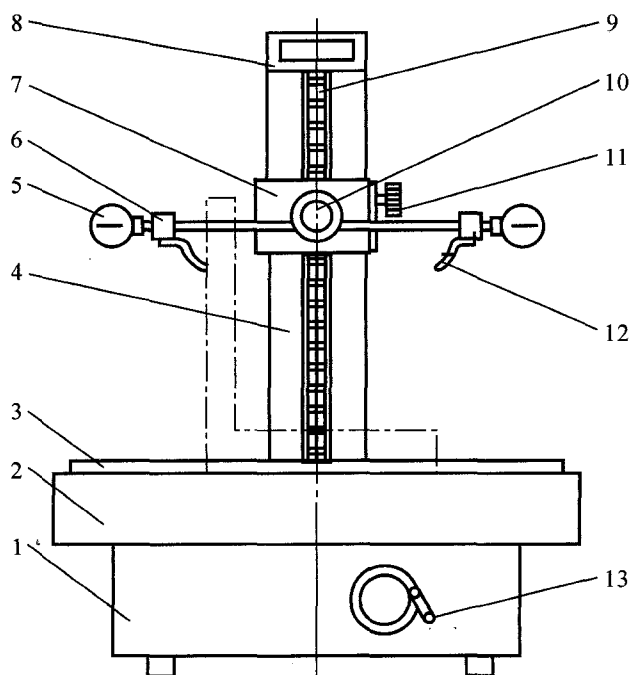
序号	基本参数	I 型直角尺检查仪	II 型直角尺检查仪
1	测量范围	(63~1000) mm	(63~500) mm
2	可测量直角尺的准确度等级	0 级、1 级、2 级	
3	夹持指示计的孔径	$\phi 8\text{mm}$ 或 $\phi 28\text{mm}$	
4	测量方法	固定测量	连续测量
5	指示计的分度值	$\leq 0.001\text{mm}$	
6	指示计的示值范围	$\pm 0.05\text{mm}$	

I 型直角尺检查仪（常见的外形如图 1 所示）其工作台为左右两端固定式或一端固定、一端可调式，仪器有换向装置。II 型直角尺检查仪（常见的外形如图 2 所示）其工作台为整体式，仪器无换向装置。



1—底座；2—工作台；3—靠板；4—固定测杆装置；5—立柱；
6—测量装置；7—测力换向旋钮；8—指示计（机械式比较仪）；
9—锁紧螺母；10—微动螺母；11—微动锁紧螺钉；12—活动测头；13—固定测头

图1 I型直角尺检查仪



1—底座；2—工作台；3—定位挡板；4—立柱导轨；
5—指示计（扭簧式比较仪）；6—表夹头微调机构；7—滑座；8—滑轮座；
9—链条；10—表夹头前后调整机构；11—前后紧固螺钉；12—支架；13—手轮

图2 II型直角尺检查仪

4 计量特性

4.1 指示计

指示计的分度值不大于 0.001mm。

4.2 测力

在指示计的整个示值范围内，仪器测头的测力不大于 3N。变换测量方向后，在指示计的同一指示位置上，两个方向的测力之差不大于 0.3N。

4.3 工作台面的表面粗糙度

4.3.1 合金工具钢工作台面的表面粗糙度 R_a 不大于 $0.10\mu\text{m}$ 。

4.3.2 岩石工作台面的表面粗糙度 R_a 不大于 $0.40\mu\text{m}$ 。

4.4 平面测头工作面的平面度

平面测头工作面的平面度不大于 $0.3\mu\text{m}$ ，不允许呈凹形。

4.5 工作台面的平面度

4.5.1 I 型直角尺检查仪左右两工作台面的平面度不大于 $1\mu\text{m}$ ，在两端 5mm 及沿长边的边缘 2mm 范围内允许塌边，不允许呈凸形。

4.5.2 II 型直角尺检查仪工作台面的平面度不大于 $2\mu\text{m}$ ，在两端 5mm 及沿长边的边缘 2mm 范围内允许塌边，不允许呈凸形。

4.6 左右两工作台面的平行度

I 型直角尺检查仪左右两工作台面的平行度在 200mm 范围内，纵向不大于 0.001mm，横向不大于 0.03mm。

4.7 立柱导轨面对工作台面的垂直度

立柱导轨面对工作台面的垂直度在 200mm 范围内，纵向不大于 0.01mm，横向不大于 0.05mm。

4.8 测量重复性

直角尺检查仪的测量重复性不大于 $0.4\mu\text{m}$ 。

4.9 示值误差

直角尺检查仪的示值误差不超过 $\pm \left(1 + \frac{H}{200}\right)\mu\text{m}$ 。

式中： H ——直角尺检查仪的测量高度，mm。

注：作为校准，不判断合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 校准室内温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，每小时温度变化不超过 1°C 。

5.1.2 校准前被校直角尺检查仪和所用校准工具在校准室内平衡温度的时间不少于 3h。

5.1.3 校准工作在稳固的工作台上进行。

5.2 校准用标准器及相应设备

校准用标准器及相应设备的计量性能见表 2。

表 2 校准用标准器及相应设备的计量性能

序号	校准用标准器及相应设备	计量性能
1	测力计	分度值不大于 0.2N
2	表面粗糙度比较样块	R_a : (0.10、0.40) μm
3	D60mm 平面平晶	2 级
4	D100mm 平面平晶	1 级
5	自准直仪	分度值为 0.2"
6	电子水平仪	分度值为 0.005mm/m
7	300mm 研磨平尺	平面度: 0.4 μm
8	标准直角尺	见附录 C
9	平尺	0 级
10	200mm×125mm 刀口形直角尺	0 级
11	塞尺	2 级
12	400mm 方形直角尺	00 级

6 校准项目和校准方法

首先检查确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

6.1 指示计

按照相应的国家计量检定规程中相应方法。

6.2 测力

用测力计进行测量。

6.3 工作台面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块比较或用表面粗糙度测量仪进行测量。

6.4 平面测头工作面的平面度

用直径为 60mm 的平面平晶以光波干涉法测量。

6.5 工作台面的平面度

6.5.1 I 型直角尺检查仪左右两工作台面的平面度用直径为 100mm 的平面平晶, 以光波干涉法分段进行测量。测量时, 将平面平晶放在工作台面上, 使呈现的光波干涉带的方向与工作台面纵向相平行, 根据干涉带的弯曲程度和方向, 计算各段工作台面的局部平面度 F , 其大小按式 (1) 计算:

$$F = B \times \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

式中：B——干涉带弯曲量与宽度之比；

λ ——使用的光波波长， μm 。

分段测量如图3所示，在 S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 位置上进行。平面平晶从工作台面的一端开始，首先测得 S_1 位置的 B_1 值，再使平面平晶沿工作台面纵向移动平面平晶直径的一半距离，分别得到 S_2 位置的 B_2 值、 S_3 位置的 B_3 值、 S_4 位置的 B_4 值，将 B_1 、 B_2 、 B_3 和 B_4 分别代入式(1)，经计算得到各段的局部平面度 F_1 、 F_2 、 F_3 和 F_4 ，通过计算可以得到整个工作台面的平面度。

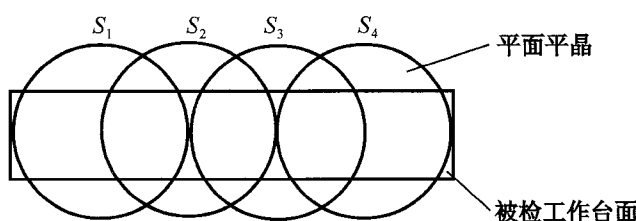


图3 分段测量工作台面的平面度

根据平面平晶在各个位置所得到的局部平面度 F_i ，按式(2)可求得各段相对于两端的偏差 δy_i 。

$$\delta y_i = 2 \left\{ \frac{i}{n} [(n-1)F_1 + (n-2)F_2 + \cdots + F_{n-1}] - [(i-1)F_1 + (i-2)F_2 + \cdots + F_{i-1}] \right\} \quad (2)$$

式中： n ——测量段数；

i ——测量段序号。

注： $(i-1)$ ， $(i-2)$ ， $\cdots$ ， $(i-n+1)$ 的值不大于0时，取值为0。

工作台面的平面度由 δy_i 的最大值和最小值的绝对值之和确定。

计算工作台面的平面度示例见附录B。

6.5.2 II型直角尺检查仪工作台面的平面度用自准直仪或电子水平仪进行测量。测量时，选用跨距为100mm的桥板，将反射镜或电子水平仪固定在桥板上，将桥板沿直线从工作台面的一端移至另一端，在自准直仪或电子水平仪上读取每个位置的读数。每次移动桥板时，必须首尾衔接。

根据自准直仪或电子水平仪在每个位置的读数，按平面度评定方法进行数据处理，计算出工作台面的平面度。

6.6 左右两工作台面的平行度

6.6.1 I型直角尺检查仪左右两工作台面的纵向平行度，是用自准直仪和研磨平尺进行测量。如图4所示，将直角尺检查仪和自准直仪置于同一平板上，把反射镜固定在研磨平尺上，再把研磨平尺置于直角尺检查仪的左侧工作台面上，紧贴靠板定位面。调整自准直仪和反射镜，使自准直仪视场中见到从反射镜反射回来的影像并对此位置进行读

数，然后将研磨平尺移到右侧工作台上，再次读数。两次读数值之差的绝对值即为左右两工作台面的纵向平行度。

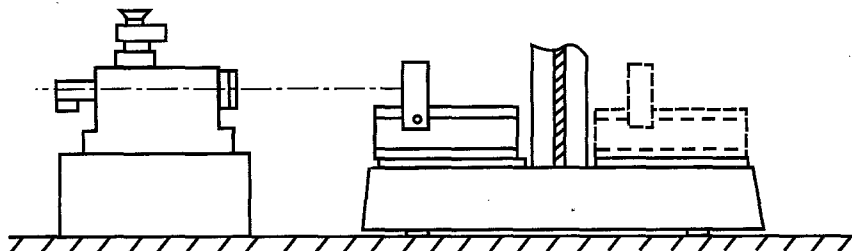


图4 测量左右两工作台面的纵向平行度

6.6.2 I型直角尺检查仪左右两工作台面的横向平行度，是用电子水平仪在左右两工作台面的横向各三个位置上进行测量，取其中最大差值作为左右两工作台面的横向平行度。

6.7 立柱导轨面对工作台面的垂直度

6.7.1 将标准直角尺放置在直角尺检查仪的左侧工作台面上，把活动测头移到标准直角尺的60mm位置处，并同时调整指示计指针使其读数为零；然后将活动测头移到标准直角尺的260mm位置处，在指示计上进行读数，其绝对值即为立柱导轨面对工作台面的纵向垂直度。

6.7.2 将直角尺检查仪的活动测头移至立柱最高位置，用平尺置于工作台面的中间，把刀口形直角尺放在平尺上，并使其长边工作面与直角尺检查仪立柱导轨面接触，再用塞尺测量立柱导轨面和刀口形直角尺长边工作面之间的间隙，此间隙量即为立柱导轨面对工作台面的横向垂直度。

6.8 测量重复性

6.8.1 I型直角尺检查仪的测量重复性，是用相同的方法在直角尺检查仪左右两工作台面上进行测量。将直角尺检查仪的活动测头移至400mm（或200mm）位置处，把标准直角尺分别置于直角尺检查仪的左（右）侧工作台面上，使标准直角尺的侧面与靠板定位面贴附，用手推动标准直角尺靠紧固定测头，在指示计上进行读数。重复测量5次，取5次读数值中的最大值和最小值之差作为极差，测量重复性 s 按式（3）计算：

$$s = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{d_n} \quad (3)$$

式中： $x_{\max}$ ——读数值中的最大值， μm ；

$x_{\min}$ ——读数值中的最小值， μm ；

d_n ——极差系数（测量次数 $n=5$ 时，查表得 $d_n=2.33$ ）。

6.8.2 II型直角尺检查仪的测量重复性，是用相同的方法在直角尺检查仪左右两指示计上进行测量。将标准直角尺以长边为基准面置于直角尺检查仪工作台面的中间部位，使标准直角尺的侧面与档板定位面贴附。调整滑座使左（右）侧指示计测头与标准直角尺底端工作面相接触，并同时调整指示计指针使其读数为零。然后摇动手轮直到标准直

角尺的顶端，记下指示计在顶端的读数值。重复测量 5 次，取 5 次读数值中的最大值和最小值之差作为极差，测量重复性 s 按式 (3) 计算。

6.9 示值误差

6.9.1 I 型直角尺检查仪示值误差的测量，是将标准直角尺（或方形直角尺）放置在直角尺检查仪的左侧工作台上，使直角尺的侧面与靠板定位面贴附。把活动测头移到直角尺的顶端位置，用手推动直角尺靠紧固定测头，在指示计上进行读数，以 a_1 表示。然后换向，把直角尺置于右侧工作台上，用相同的方法测量，在指示计上进行读数，以 b_1 表示。

在直角尺的工作高度范围内，按上述方法每间隔 100mm 测量一点，在指示计上进行读数，得到 $a_2, b_2, a_3, b_3, \dots, a_n, b_n$ ，则直角尺检查仪在该点的示值误差 δ 可按式 (4) 计算：

$$\delta = \frac{H}{h} \times \frac{a_i - b_i}{2} - \Delta \quad (4)$$

式中： H ——所用标准直角尺的工作高度，mm；

h ——所用标准直角尺的工作高度减去固定测头与工作台面之间的距离，mm；

a_i, b_i ——直角尺检查仪指示计在某测量位置的读数值， μm ；

Δ ——所用标准直角尺的垂直度， μm 。

注：固定测头与工作台面之间的距离为 25mm。

6.9.2 II 型直角尺检查仪示值误差的测量，是将标准直角尺（或方形直角尺）放置在直角尺检查仪工作台面的中间部位，使直角尺的侧面与档板定位面贴附。调整滑座使左侧指示计测头与直角尺底端工作面相接触，并同时调整指示计指针使其读数为零。然后摇动手轮，从直角尺底端工作面向上每间隔 100mm 测量一点，在指示计上进行读数，连续测量直到直角尺的顶端，记下每点相对于底端的读数差值 $E_{11}, E_{12}, \dots, E_{1n}$ 。将直角尺在原来位置上翻转 180° ，用右侧指示计以同样的方法测量，得到第二次的读数差值 $E_{21}, E_{22}, \dots, E_{2n}$ ，则直角尺检查仪在该点的示值误差 δ 可按式 (5) 计算：

$$\delta = \frac{E_{1i} - E_{2i}}{2} - \Delta \quad (5)$$

式中： E_{1i}, E_{2i} ——直角尺检查仪指示计在某个测量位置的读数差值， μm ；

Δ ——所用标准直角尺的垂直度， μm 。

7 校准结果表达

经校准的直角尺检查仪发给校准证书，给出校准结果及测量不确定度。测量不确定度分析和校准证书内页格式见附录 A 和附录 D。

8 复校时间间隔

复校时间间隔根据实际使用的具体情况确定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

直角尺检查仪示值误差校准结果的测量不确定度分析

A.1 测量方法

直角尺检查仪的示值误差是用标准直角尺进行校准的。

A.2 数学模型

A.2.1 I 型直角尺检查仪的示值误差 δ ：

$$\delta = \frac{H}{h} \times \frac{a_i - b_i}{2} - \Delta$$

式中： H ——所用标准直角尺的工作高度，mm；

h ——所用标准直角尺的工作高度减去固定测头与工作台面之间的距离，mm；

a_i, b_i ——直角尺检查仪指示计在某测量位置的读数， μm ；

Δ ——标准直角尺的垂直度， μm 。

注：固定测头与工作台面之间的距离为 25mm。

A.2.2 II 型直角尺检查仪的示值误差 δ ：

$$\delta = \frac{E_{1i} - E_{2i}}{2} - \Delta$$

式中： E_{1i}, E_{2i} ——直角尺检查仪指示计在某个测量位置的读数差值， μm ；

Δ ——标准直角尺的垂直度， μm 。

A.3 方差和灵敏系数

A.3.1 I 型直角尺检查仪：

$$\delta = \frac{H}{h} \times \frac{a_i - b_i}{2} - \Delta$$

灵敏系数 c_i 为

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial H} = \frac{a_i - b_i}{2h}; c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial h} = -\frac{H(a_i - b_i)}{2h^2};$$

$$c_3 = \frac{\partial \delta}{\partial a_i} = \frac{H}{2h}; c_4 = \frac{\partial \delta}{\partial b_i} = -\frac{H}{2h}; c_5 = \frac{\partial \delta}{\partial \Delta} = -1$$

令 u_1, u_2, u_3, u_4, u_5 分别表示 H, h, a_i, b_i, Δ 的不确定度，则

$$u_c^2 = (c_1 \cdot u_1)^2 + (c_2 \cdot u_2)^2 + (c_3 \cdot u_3)^2 + (c_4 \cdot u_4)^2 + (c_5 \cdot u_5)^2 \quad (\text{A.1})$$

A.3.2 II 型直角尺检查仪：

$$\delta = \frac{E_{1i} - E_{2i}}{2} - \Delta$$

灵敏系数 c_i 为

$$c_6 = \frac{\partial \delta}{\partial E_{1i}} = \frac{1}{2}; c_7 = \frac{\partial \delta}{\partial E_{2i}} = -\frac{1}{2}; c_8 = \frac{\partial \delta}{\partial \Delta} = -1$$

令 u_6, u_7, u_8 分别表示 E_{1i}, E_{2i}, Δ 的不确定度, 则

$$u_c^2 = (c_6 \cdot u_6)^2 + (c_7 \cdot u_7)^2 + (c_8 \cdot u_8)^2 \quad (\text{A.2})$$

A.4 标准不确定度一览表

A.4.1 I 型直角尺检查仪:

表 A1.1

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	标准不确定度值	c_i	$ c_i \cdot u_i / \mu\text{m}$	自由度
u_1	钢直尺的示值误差和估读误差	0.10mm	$\frac{a_i - b_i}{2h}$	0.0008	61
u_2	钢直尺的示值误差和估读误差	0.10mm	$-\frac{H(a_i - b_i)}{2h^2}$	0.0008	61
u_3	指示计的测量重复性和示值误差	0.31 μm	$\frac{H}{2h}$	0.16	59
u_4	指示计的测量重复性和示值误差	0.31 μm	$-\frac{H}{2h}$	0.16	59
u_5	标准直角尺垂直度的不确定度	0.31 μm	-1	0.31	50

A.4.2 II 型直角尺检查仪:

表 A1.2

标准不确定度分量 u_i	不确定度来源	标准不确定度值	c_i	$ c_i \cdot u_i / \mu\text{m}$	自由度
u_6	指示计的测量重复性和示值误差	0.33 μm	$\frac{1}{2}$	0.16	55
u_7	指示计的测量重复性和示值误差	0.33 μm	$-\frac{1}{2}$	0.16	55
u_8	标准直角尺垂直度的不确定度	0.31 μm	-1	0.31	50

A.5 计算标准不确定度分量

A.5.1 标准直角尺的工作高度 H 引起的不确定度分量 u_1 及自由度 ν_1

A.5.1.1 钢直尺的示值误差引起的不确定度分量 u_{11} 及自由度 ν_{11}

标准直角尺的工作高度 H 是用 500mm 的钢直尺测量的, 钢直尺的示值误差为

$\pm 0.15\text{mm}$ 。按均匀分布，其相对不确定度为 10%，则

$$u_{11} = \frac{0.15}{\sqrt{3}} = 0.09\text{mm}$$

$$\nu_{11} = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

A.5.1.2 钢直尺的估读误差引起的不确定度分量 u_{12} 及自由度 ν_{12}

钢直尺的估读误差为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。按三角分布，其相对不确定度为 25%，则

$$u_{12} = \frac{0.1}{\sqrt{6}} = 0.04\text{mm}$$

$$\nu_{12} = \frac{1}{2} \times (25\%)^{-2} = 8$$

A.5.1.3 标准直角尺的工作高度 H 引起的不确定度分量 u_1 及自由度 ν_1

$$u_1 = \sqrt{u_{11}^2 + u_{12}^2} = \sqrt{0.09^2 + 0.04^2} = 0.10\text{mm}$$

$$\nu_1 = \frac{u_1^4}{\frac{u_{11}^4}{\nu_{11}} + \frac{u_{12}^4}{\nu_{12}}} = \frac{0.10^4}{\frac{0.09^4}{50} + \frac{0.04^4}{8}} = 61$$

A.5.2 标准直角尺的工作高度减去固定测头与工作台面之间的距离 h 引起的不确定度分量 u_2 及自由度 ν_2

标准直角尺的工作高度减去固定测头与工作台面之间的距离 h 同样是用钢直尺测量后计算求得的，评定方法与 A.5.1 相同，故

$$u_2 = u_1 = 0.10\text{mm}$$

$$\nu_2 = \nu_1 = 61$$

A.5.3 直角尺检查仪指示计在某测量位置的读数值 a_i 引起的不确定度分量 u_3 及自由度 ν_3

A.5.3.1 直角尺检查仪指示计的测量重复性引起的不确定度分量 u_{31} 及自由度 ν_{31}

直角尺检查仪指示计的测量重复性可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

选择标准直角尺的 400mm 工作高度，重复测量 10 次，得到测量列：(1.0, 1.2, 1.0, 1.0, 1.1, 1.1, 0.9, 1.0, 1.2, 0.9) μm 。

$$\bar{a}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{10} a_{ij} = 1.04\mu\text{m}$$

实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum (a_{ij} - \bar{a}_i)^2}{n - 1}} = 0.11\mu\text{m}$$

则

$$u_{31} = s = 0.11\mu\text{m}$$

$$\nu_{31} = n - 1 = 9$$

A.5.3.2 直角尺检查仪指示计的示值误差引起的不确定度分量 u_{32} 及自由度 ν_{32}

分度值为 0.001mm 的指示计在任意 30 分度内的示值误差为 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 。按均匀分布, 其相对不确定度为 10%, 则

$$u_{32} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\mu\text{m}$$

$$\nu_{32} = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

A.5.3.3 直角尺检查仪指示计在某测量位置的读数值 a_i 引起的不确定度分量 u_3 及自由度 ν_3

$$u_3 = \sqrt{u_{31}^2 + u_{32}^2} = \sqrt{0.11^2 + 0.29^2} = 0.31\mu\text{m}$$

$$\nu_3 = \frac{u_3^4}{\frac{u_{31}^4}{\nu_{31}} + \frac{u_{32}^4}{\nu_{32}}} = \frac{0.31^4}{\frac{0.11^4}{9} + \frac{0.29^4}{50}} = 59$$

A.5.4 直角尺检查仪指示计在某测量位置的读数值 b_i 引起的不确定度分量 u_4 及自由度 ν_4

评定方法与 A.5.3 相同, 故

$$u_4 = u_3 = 0.31\mu\text{m}$$

$$\nu_4 = \nu_3 = 59$$

A.5.5 标准直角尺的垂直度 Δ 引起的不确定度分量 u_5 , u_8 及自由度 ν_5 , ν_8

标准直角尺的垂直度 Δ 引起的不确定度来源于标准直角尺的垂直度的测量不确定度, 可根据标准直角尺证书给出的不确定度, 采用 B 类方法进行评定。

标准直角尺的垂直度的测量不确定度为 $0.8\mu\text{m}$, 包含因子为 2.6, 其相对不确定度为 10%, 则

$$u_5 = u_8 = \frac{0.8}{2.6} = 0.31\mu\text{m}$$

$$\nu_5 = \nu_8 = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

A.5.6 直角尺检查仪指示计在某个测量位置的读数差值 E_{1i} 引起的不确定度分量 u_6 及自由度 ν_6

A.5.6.1 直角尺检查仪指示计的测量重复性引起的不确定度分量 u_{61} 及自由度 ν_{61}

直角尺检查仪指示计的测量重复性可以通过连续测量得到测量列, 采用 A 类方法进行评定。

选择标准直角尺的 400mm 工作高度, 重复测量 10 次, 得到测量列: (0.6, 0.8, 0.6, 0.7, 1.0, 0.9, 0.7, 0.8, 1.0, 0.6) μm 。

$$\bar{E}_{1i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{10} E_{1ij} = 0.77\mu\text{m}$$

实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum (E_{1ij} - \bar{E}_{1i})^2}{n - 1}} = 0.16\mu\text{m}$$

则

$$u_{61} = s = 0.16\mu\text{m}$$

$$\nu_{61} = n - 1 = 9$$

A.5.6.2 直角尺检查仪指示计的示值误差引起的不确定度分量 u_{62} 及自由度 ν_{62}

分度值为 0.001mm 的指示计在任意 30 分度内的示值误差为 $\pm 0.5\mu\text{m}$ 。按均匀分布，其相对不确定度为 10%，则

$$u_{62} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29\mu\text{m}$$

$$\nu_{62} = \frac{1}{2} \times (10\%)^{-2} = 50$$

A.5.6.3 直角尺检查仪指示计在某个测量位置的读数差值 E_{1i} 引起的不确定度分量 u_6 及自由度 ν_6

$$u_6 = \sqrt{u_{61}^2 + u_{62}^2} = \sqrt{0.16^2 + 0.29^2} = 0.33\mu\text{m}$$

$$\nu_6 = \frac{u_6^4}{\frac{u_{61}^4}{\nu_{61}} + \frac{u_{62}^4}{\nu_{62}}} = \frac{0.33^4}{\frac{0.16^4}{9} + \frac{0.29^4}{50}} = 55$$

A.5.7 直角尺检查仪指示计在某个测量位置的读数差值 E_{2i} 引起的不确定度分量 u_7 及自由度 ν_7

评定方法与 A.5.6 相同，故

$$u_7 = u_6 = 0.33\mu\text{m}$$

$$\nu_7 = \nu_6 = 55$$

A.6 合成标准不确定度 u_c 及有效自由度 ν_{eff}

A.6.1 I 型直角尺检查仪：

当 $H = 400\text{mm}$ ； $h = (400 - 25) = 375\text{mm}$ ； $\frac{a_i - b_i}{2} = \pm \left(1 + \frac{H}{200}\right) = \pm 3\mu\text{m}$ 时：

由式 (A.1) 得 $u_c^2 = 0.0008^2 + 0.0008^2 + 0.16^2 + 0.16^2 + 0.31^2$

$$u_c = 0.38\mu\text{m}$$

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{0.38^4}{\frac{0.0008^4}{61} + \frac{0.0008^4}{61} + \frac{0.16^4}{59} + \frac{0.16^4}{59} + \frac{0.31^4}{50}} = 100$$

A.6.2 II 型直角尺检查仪：

由式 (A.2) 得

$$u_c^2 = 0.16^2 + 0.16^2 + 0.31^2$$

$$u_c = 0.38\mu\text{m}$$

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{0.38^4}{\frac{0.16^4}{55} + \frac{0.16^4}{55} + \frac{0.31^4}{50}} = 100$$

A.7 扩展不确定度

A.7.1 I型直角尺检查仪:

取置信概率 $p=95\%$, 查表得到: $t_{95}(100)=1.98$, 则

$$U_{95} = t_{95}(100) \cdot u_c = 0.8\mu\text{m}$$

A.7.2 II型直角尺检查仪:

取置信概率 $p=95\%$, 查表得到: $t_{95}(100)=1.98$, 则

$$U_{95} = t_{95}(100) \cdot u_c = 0.8\mu\text{m}$$

由以上分析可知, 直角尺检查仪 400mm 测量高度的示值误差为 $\pm 3\mu\text{m}$, 其测量不确定度为 $0.8\mu\text{m}$, 不超过示值误差的三分之一。因此, 上述校准方法符合测量仪器特性评定的要求, 科学可行。

附录 B

计算工作台面的平面度示例

用直径为 100mm 的平面平晶，以分段法测量宽 50mm，长 250mm 的工作台面的平面度。

工作台面的长度 $l = 250\text{mm}$ ，平面平晶的直径 $D = 100\text{mm}$ 。

故测量段数 $n = \frac{l}{0.5D} = \frac{250}{0.5 \times 100} = 5$ 。

经分段测量各位置的局部平面度为： $F_1 = -0.09\mu\text{m}$ ， $F_2 = -0.06\mu\text{m}$ ， $F_3 = -0.15\mu\text{m}$ ， $F_4 = -0.18\mu\text{m}$ 。

将上述测量结果带入式 (2)，可得：

$$\delta y_1 = \frac{8F_1 + 6F_2 + 4F_3 + 2F_4}{5} = -0.41\mu\text{m}, \quad \delta y_2 = \frac{6F_1 + 12F_2 + 8F_3 + 4F_4}{5} = -0.64\mu\text{m},$$

$$\delta y_3 = \frac{4F_1 + 8F_2 + 12F_3 + 6F_4}{5} = -0.74\mu\text{m}, \quad \delta y_4 = \frac{2F_1 + 4F_2 + 6F_3 + 8F_4}{5} = -0.55\mu\text{m},$$

$$\delta y_5 = 0。$$

故被测工作台面的平面度为 $0.74\mu\text{m}$ (凹)。

附录 C

标准直角尺的外形和技术要求

标准直角尺的外形和技术要求如下：

标准直角尺的材料为合金工具钢或花岗石，要求其工作面表面硬度不低于 HV766 或 HS70；工作面和底面的表面粗糙度为 $R_a 0.10\mu\text{m}$ ；工作面和底面的平面度不大于 $0.5\mu\text{m}$ ，只允许呈凹形；工作面相对于底面的垂直度的测量不确定度不大于 $1.0\mu\text{m}$ 。

具体外形如图 5 所示：

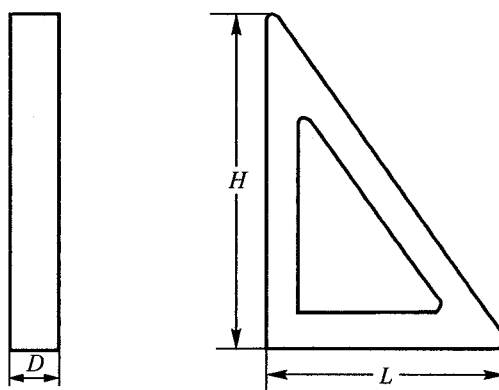


图 5 标准直角尺的外形

H ——标准直角尺的高度，mm；

L ——标准直角尺的宽度，mm；

D ——标准直角尺的厚度，mm。

附录 D

校准证书内容要求

- a) 标题“校准证书”;
 - b) 实验室名称和地址;
 - c) 进行校准的地点 (如果不在实验室内进行校准);
 - d) 证书或报告的惟一性标识 (如编号), 每页及总页数的标识;
 - e) 送校单位的名称和地址;
 - 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效性的应用有关时, 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, 不得部分复制证书的声明。
-

中华人民共和国
国家计量技术规范
直角尺检查仪校准规范

JJF 1140—2006
国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话 (010)64275360

<http://www.zgjl.com.cn>

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

880 mm×1230 mm 16开本 印张1.25 字数23千字

2006年8月第1版 2006年8月第1次印刷

印数1—2 000

统一书号 155026—2166 定价: 20.00元