



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 379—2009

大量程百分表

Wide Range Dauges Reading in 0.01mm

2009-07-10 发布

2010-01-10 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

大量程百分表检定规程

Verification Regulation of Wide Range

Dauges Reading in 0.01mm

JJG 379—2009
代替 JJG 379—1995

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2009 年 7 月 10 日批准，并自 2010 年 1 月 10 日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

桂林量具刃具有限责任公司

中国测试技术研究院

本规程委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

王心航（天津市计量监督检测科学研究院）

刘佳丽（天津市计量监督检测科学研究院）

孙建华（天津市计量监督检验科学研究院）

赵伟荣（桂林量具刃具有限责任公司）

陈永康（中国测试技术研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性要求	(2)
4.1 指针末端与表盘刻线的宽度	(2)
4.2 测头工作面的表面粗糙度	(2)
4.3 测量力	(2)
4.4 数显式百分表的示值漂移	(2)
4.5 示值变动性	(2)
4.6 测杆受径向力对示值的影响	(2)
4.7 示值误差	(2)
4.8 回程误差	(3)
5 通用技术要求	(3)
5.1 外观	(3)
5.2 各部分相互作用	(3)
5.3 指针与表盘的相互位置	(3)
6 计量器具控制	(3)
6.1 检定条件	(3)
6.2 检定项目	(4)
6.3 检定方法	(4)
6.4 检定结果的处理	(6)
6.5 检定周期	(6)
附录 A (0~50) mm 数显式大量程百分表示值误差测量结果不确定度评定	(7)
附录 B (0~100) mm 指针式大量程百分表示值误差测量结果不确定度 评定	(11)
附录 C 指针式大量程百分表示值误差及回程误差的数据处理示例	(15)
附录 D 数显式大量程百分表示值误差及回程误差的数据处理示例	(16)
附录 E 检定证书和检定结果通知书(内页)格式	(17)

大量程百分表检定规程

1 范围

本规程适用于分度值/分辨力为 0.01mm，测量范围上限大于 10mm，小于等于 100mm 的指针式或数显式大量程百分表的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1130—2005 几何量测量设备校准中的不确定度评定指南

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

GB/T 1219—2008 指示表

GB/T 18761—2007 电子数显指示表

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

大量程百分表（以下简称百分表）分为指针式和数显式两类。指针式是利用齿条齿轮传动，将测杆的直线位移量转变为指针角位移的计量器具；数显式是利用电子传感器和数显技术，将测杆的直线位移量显示出来的计量器具。百分表主要用于测量制件的尺寸和形位误差等。其型式如图 1、图 2 所示。

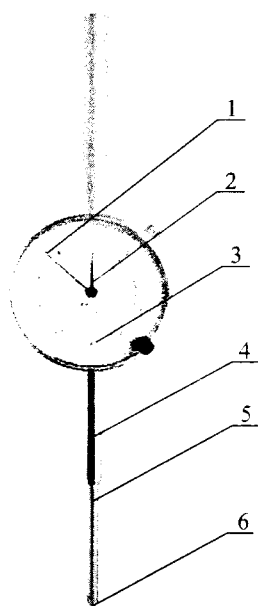


图 1 指针式百分表

1—长指针；2—转数指针；3—表盘
4—轴套；5—测杆；6—测头

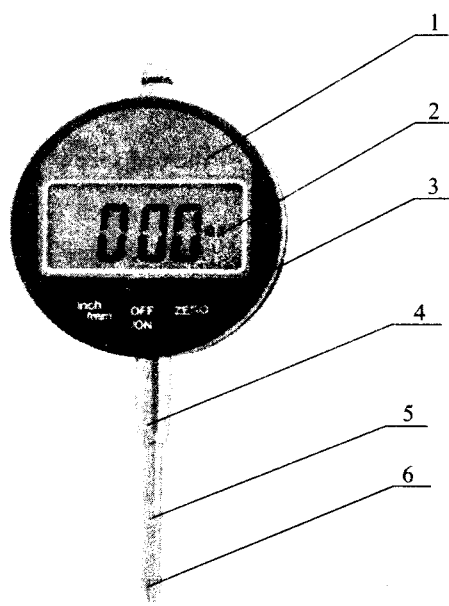


图 2 数显式百分表

1—表体；2—显示器；3—功能键
4—轴套；5—测杆；6—测头

4 计量特性要求

4.1 指针末端与表盘刻线的宽度

指针末端与表盘刻线的宽度为 (0.15~0.25) mm。

4.2 测头工作面的表面粗糙度

钢质测头不大于 $R_a0.1\mu\text{m}$;

硬质合金测头不大于 $R_a0.2\mu\text{m}$ 。

4.3 测量力

测量力不大于表 1 的规定。

表 1 测量力

N

测量范围上限 S/mm	$10 < S \leq 30$	$30 < S \leq 50$	$50 < S \leq 100$
最大测量力	2.2	2.5	3.2
测量力落差	1.0	1.5	2.2
测量力变化*	1.0	2.0	2.5

注：* 项只对数显式百分表要求。

4.4 数显式百分表的示值漂移

漂移量不大于 0.01mm/h。

4.5 示值变动性

指针式：不大于 0.005mm；

数显式：不大于 0.01mm。

4.6 测杆受径向力对示值的影响

指针式：不超过 0.005mm；

数显式：不超过 0.02mm。

4.7 示值误差

示值误差不大于表 2 中最大允许误差的规定。

表 2 示值最大允许误差和回程误差

mm

测量范围上限 S	型 式	示值最大允许误差 (绝对值)				回程误差
		任意 0.2mm	任意 1mm	任意 2mm	全程程	
$10 < S \leq 30$	指针式	—	0.015	—	$10 < S \leq 20$: 0.025	0.005
		—	—	—	$20 < S \leq 30$: 0.035	0.007
	数显式	0.01	0.02	—	0.03	0.01
$30 < S \leq 50$	指针式	—	0.015	—	0.040	0.008
	数显式	0.01	—	0.02	0.03	0.01

表 2 (续)

测量范围上限 S	型 式	示值最大允许误差 (绝对值)				回程误差
		任意 0.2mm	任意 1mm	任意 2mm	全量程	
$50 < S \leq 100$	指针式	—	0.015	—	0.050	0.009
	数显式	0.01	—	0.02	0.03	0.01

注：任意 0.2mm 是指 (0~0.2) mm, (0.2~0.4) mm, ……，(9.8~10) mm 等一系列 0.2mm 测量段。
 任意 1mm 是指 (0~1) mm, (1~2) mm, ……，(9~10) mm 等一系列 1mm 测量段。
 任意 2mm 是指 (10~12) mm, (12~14) mm, ……，(98~100) mm 等一系列 2mm 测量段。

4.8 回程误差

回程误差不大于表 2 的要求。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 百分表的表蒙透明、洁净，无气泡，表盘刻线清晰、平直，无目力可见的断线和粗细不均；表面无划伤、碰伤、锈迹、脱落、脱漆、毛刺及影响外观质量的其他缺陷。

5.1.2 表上必须有制造厂名（或商标）、测量范围、分度值或分辨力和出厂编号。

5.1.3 数显式百分表数字显示清晰、稳定、完整，功能键标注清晰、明确。

5.1.4 后续检定和使用中检验的百分表允许有不影响准确度的外观缺陷。

5.2 各部分相互作用

5.2.1 指针式百分表表圈转动平稳，静止可靠，与表体的配合无明显的松动，测杆移动及指针转动平稳、灵活，不得有卡住、阻滞和跳动现象。测杆的行程超过测量范围上限 1mm 以上。

5.2.2 数显式百分表测杆移动平稳、灵活，各功能键应工作可靠；测杆的行程超过测量范围上限 0.5mm 以上。

5.3 指针与表盘的相互位置

5.3.1 百分表的测杆处于自由状态，零刻线调至与测量轴线一致时，长指针应位于测量轴线左上方距离零刻线 $30^\circ \sim 90^\circ$ 范围内。

5.3.2 当转数指针指在整转数时，长指针偏离零刻线不超过 30 个分度。

5.3.3 指针末端上表面到表盘刻线面间的距离不大于 0.9mm，指针末端与表盘刻线方向一致，无目力可见的偏斜。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

6.1.1 检定百分表的室内温度在 $(20 \pm 8)^\circ\text{C}$ 范围内，温度变化每小时不超过 1°C ，检定前受检表在室内平衡温度的时间不少于 2h。检定室相对湿度不大于 80%。

6.1.2 检定设置

检定用标准器及设备见表 3。

表 3 检定项目、标准器及设备

序号	检定项目	主要检定器具	首次 检定	后续 检定	使用中 检验
1	外观	——	+	+	+
2	各部分相互作用	——	+	+	+
3	指针和表盘相互位置	万能工具显微镜 MPEV: $1\mu\text{m}+10^{-5}L$ 百分表 MPE: 0.02mm	+	—	—
4	指针末端与表盘的刻线宽度	万能工具显微镜 MPEV: $1\mu\text{m}+10^{-5}L$	+	—	—
5	测头测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $+12\% \sim -17\%$	+	—	—
6	测量力	测力计 MPE: $\pm 2\%$ (分度值或分辨力 $\leq 0.1\text{N}$)	+	—	—
7	数显表的示值漂移	——	+	+	—
8	示值变动性	带平面工作台的刚性表架	+	+	—
9	测杆受径向力对示值的影响	半圆柱侧块、刚性表架和带筋工作台	+	—	—
10	示值误差	指示类量具检定仪 MPEV: $6\mu\text{m}/50\text{mm}$ 卧式测长仪 MPEV: $1\mu\text{m}+10^{-5}L$	+	+	—
11	回程误差	同上	+	+	—

注：表中“+”表示检定，“—”表示可不检定

6.2 检定项目

首次检定、后续检定和使用中检验的项目见表 3。

6.3 检定方法

6.3.1 外观

目力观察。

6.3.2 各部分相互作用

观察和试验。

6.3.3 指针和表盘相互位置

试验和观察。

指针末端上表面至表盘刻线面间的距离用万能工具显微镜配以百分表进行测量，即

用 5 倍物镜分别使指针上表面和表盘刻线清晰，用百分表读数，两次读数的差值即为指针末端上表面至表盘刻线面间的距离。

6.3.4 指针末端与表盘的刻线宽度

用万能工具显微镜测量，至少抽检三条刻线。

6.3.5 测头测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块以比较法测量。

6.3.6 测量力

用测力计在受检表测量范围的始、中、末三个位置上测量，正向行程测量完后，继续使指针转过 20 个分度，再进行反行程测量。正行程的最大测力值为最大测量力；正行程最大和最小测力值之差为测量力变化，同一位置正反行程测力值之差的最大值为测量力落差。

6.3.7 数显式百分表的示值漂移

数显表开机后，将示值设定在任一数值上，至少每 0.5h 读数一次，取 1h 内示值最大漂移量。

6.3.8 示值变动性

将受检表装夹在刚性表架上，使测量轴线垂直于带筋工作台，分别在测量范围始、中、末三个位置，轴向拨动测杆 5 次（测杆移动量不超过 10mm），5 次中最大读数和最小读数之差即为该位置的示值变动性。

6.3.9 测杆受径向力对示值的影响

将受检表安装在刚性支架上，使表的测杆轴线垂直于带筋工作台，在测头与工作台之间放置一个半径为 10mm 的半圆柱侧块（量块附件），调整百分表于测量范围起始位置与侧块圆柱面最高位置附近接触，沿侧块母线垂直方向，分别在指示表的前、后、左、右 4 个位置移动侧块各 2 次，每次侧块的最高点与表的测头接触出现最大值（拐点）时，记下读数，这 8 个读数的最大与最小值之差即为测杆径向受力对示值的影响。这一测量还应在工作行程的中、末两个位置上进行。

6.3.10 示值误差

百分表示值误差用指示类量具检定仪或卧式测长仪测量。测量时，受检表测杆轴线应与标准器进给位移方向成一直线。也可用满足测量不确定度要求的其他方法进行测量。

6.3.10.1 指针式百分表

压缩受检表测杆至指针对零后开始测量，(0~1) mm 测量段内，每隔 0.2mm 测量一点，(1~10) mm 测量段内，每隔 0.5mm 测量一点，(10~20) mm 测量段内，每隔 1mm 测量一点，(20~100) mm 测量段内，每隔 5mm 测量一点，直至测量范围终点，然后继续压缩受检表 20 个分度，再反方向测量各受检点，直至回到零位。

在测量过程中，中途不得改变测头移动方向，也不得对仪器和受检表做任何的调整。

任意 1mm 的示值误差是由正行程 (0~10) mm 范围内，任意整 1mm 测量段中误差的最大值和最小值之差的最大值确定。

全量程的示值误差由正行程所有受检点中误差的最大值和最小值之差确定。

6.3.10.2 数显式百分表

压缩受检表测杆约 0.2mm，置零后开始测量，(0~10) mm 测量段内，每隔 0.2mm 测量一点，(10~100) mm 测量段内，每隔 2mm 测量一点，直至测量范围终点，然后继续压缩受检表 0.2mm，再反方向测量各受检点，直至回到零位。

在测量过程中，中途不得改变测头移动方向，也不得对仪器和受检表做任何的调整。

任意 0.2mm 示值误差由正行程所有 0.2mm 间隔的受检点中的相邻误差的最大值确定；

(0~30) mm 表任意 1mm 示值误差由正行程所有整 1mm 测量段中误差的最大值与最小值之差的最大值确定；

(0~50) mm 表和 (0~100) mm 表任意 2mm 示值误差由正行程所有 2mm 间隔受检点中的相邻误差的最大值确定；

全量程示值误差由正行程中所有受检点中的误差最大值与最小值之差确定。

6.3.11 回程误差

示值误差测量完后，取正、反行程同一受检点误差值之差的最大值作为受检表的回程误差。

6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的百分表发给检定证书，检定证书内页格式见附录 E；不符合要求的百分表发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.5 检定周期

检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

(0~50) mm 数显式大量程百分表示值误差测量结果不确定度评定

A.1 概述

通过对大量程百分表示值误差测量结果不确定度评估,依据 JJF 1130—2005《几何量测量设备校准中的不确定度评定指南》中 $U \leq U_T$ 的合格判据,对给定的测量任务判断其测量程序和测量条件的可行性和合格性。

A.2 测量任务和目标不确定度

A.2.1 测量任务

用本规程规定的技术要求、测量原理、测量条件、测量方法和测量程序,检定 (0~50) mm 数显式百分表的示值误差。

A.2.2 目标不确定度

根据 JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》的规定,大量程百分表示值误差的扩展不确定度 $U(k=2)$ 与其最大允许误差的绝对值 MPEV 之比,应小于或等于 1:3,即

$$U \leq U_T = \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV} \quad (\text{A.1})$$

由式 (A.1) 可以得到与规程技术要求相对应的目标不确定度 U_T ,见表 A.1。

表 A.1 目标不确定度 U_T mm

大量程百分表测量范围	最大允许误差绝对值 MPEV	目标不确定度 U_T
0~50	0.03	0.01

A.3 测量原理、方法、程序和条件

A.3.1 测量原理

以数显式指示类量具检定义作测量用标准器,数显式大量程百分表作为受检表,两者作接触式直接法测量,各受检点示值误差由两者示值之差确定。即

$$\delta_i = L_i - L_s \quad (\text{A.2})$$

式中: δ_i ——示值误差;

L_i ——大量程百分表示值;

L_s ——指示表检定义示值。

A.3.2 测量方法

压缩受检表测杆约 0.2mm,置零后开始测量,(0~10) mm 测量段内,每隔 0.2mm 测量一点,(10~50) mm 测量段内,每隔 2mm 测量一点,直至测量范围终点,全量程示值误差极差由正行程所有受检点中误差的最大值与最小值之差确定。

A.3.3 测量程序

——用指示类量具检定义测量受检表;

——指示类量具检定义是测量的主标准器;

- 安装受检表的测量方向和主标准器的测杆轴线应符合阿贝原则；
- 测量开始时，检定仪和受检表的示值均置零。

A.3.4 测量条件

- 指示类量具检定仪符合 JJG 201—2008《指示类（指针、数显）量具检定仪》中有关数显式指示表检定仪的要求；
- 测量温度 $(20 \pm 8)^\circ\text{C}$ ；
- 测量前受检表在检定室内平衡温度的时间不少于 2h；
- 检定仪的标准部件是玻璃光栅，受检表材料是钢制的；
- 检定人员十分熟悉大量程百分表的检定过程。

A.4 标准不确定度分量的来源和说明

大量程百分表示值误差测量不确定度分量来源和说明见表 A.2。

表 A.2 大量程百分表示值误差测量不确定度分量来源和说明

序号	符合	不确定度分量名称	说明
1	u_{Z1}	指示表检定仪的示值误差	由检定仪检定规程给出示值误差绝对值 MPEV: $6\mu\text{m}$
2	u_{CC}	测量重复性	重复测量 10 次，求出标准偏差 $s=3.0\mu\text{m}$
	u_{FB}	分辨力	$u_{FB} = \frac{a}{2 \times \sqrt{3}} = \frac{0.01\text{mm}}{2 \times \sqrt{3}} = 2.9\mu\text{m}$
3	u_{WD}	百分表和检定仪之间的温度差	温度对百分表和检定仪的影响存在差别
4	u_{XC}	百分表和检定仪之间的线膨胀系数差	百分表和检定仪的制造材料对温度的敏感度存在差别。
5	u_{JJ}	百分表和检定仪的测杆轴线的夹角	百分表测杆轴线虽然在检定仪测杆轴线延长线方向上，但两轴线存在夹角

A.5 标准不确定度分量的说明和计算

A.5.1 u_{Z1} ——数显式指示表检定仪的不确定度分量 检定规程给出
 数显式指示表检定仪示值误差的影响 Δ 为 $3\mu\text{m}$ ，误差为均匀分布，取分布因子 $b=0.6$ ，则

$$u_{Z1} = \Delta \times b = 3\mu\text{m} \times 0.6 = 1.8\mu\text{m}$$

A.5.2 u_{CC} ——测量重复性 A 类评定
 选择特征点 25mm 处，重复测量 10 次，相对变化量读数为 9 个 0.00mm ，1 个 0.01mm ，由贝塞尔公式计算出标准偏差

$$s = 3.0\mu\text{m}$$

A.5.3 u_{WD} ——大量程百分表和指示类数显式检定仪之间的温度差 B 类评定
 百分表和检定仪之间的温度差 δ_T ，以等概率落在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内，取矩形分布（分布

因子 $b=0.6$) 线膨胀系数假定为 $\alpha=11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 受检点 $L=50\text{mm}$, 则

$$u_{\text{WD}} = L \cdot \alpha \cdot \delta_T \cdot b = 50\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 0.6 = 0.34 \mu\text{m}$$

A. 5.4 u_{XC} ——大量程百分表和检定仪之间的线膨胀系数差 B类评定

假定百分表和检定仪之间存在线膨胀系数差 $\delta_a = \pm 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 取三角分布, 分布因子 $b=0.4$, 检定温度对 20°C 的最大偏差 Δt 为 $\pm 8^\circ\text{C}$, 受检点 $L=50\text{mm}$, 则

$$u_{\text{XC}} = L \cdot \Delta t \cdot \delta_a \cdot b = 50\text{mm} \times 8^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 0.4 = 0.32 \mu\text{m}$$

A. 5.5 u_{ij} ——大量程百分表测杆轴线和检定仪轴线的夹角 B类评定

百分表测杆轴线相对于检定仪轴线的存在夹角 θ , 但不应超过 $\pm 0.002\text{rad}$, 取矩形分布, 分布因子 $b=0.6$, 受检点 $L=50\text{mm}$, 则

$$u_{\text{ij}} = L \cdot \frac{\theta^2}{2} \cdot b = 50\text{mm} \times 0.000002 \times 0.6 = 0.06 \mu\text{m}$$

A. 6 合成标准不确定度和扩展不确定度

由于各不确定度分量之间不存在值得考虑的相关性, 当 $L=50\text{mm}$ 时, 合成标准不确定度 u_c 为:

$$u_c = \sqrt{u_{z1}^2 + u_{\text{CC}}^2 + u_{\text{WD}}^2 + u_{\text{XC}}^2 + u_{\text{ij}}^2}$$

代入数值后, 可得

$$u_c = \sqrt{1.8^2 + 3.0^2 + 0.34^2 + 0.32^2 + 0.06^2} \mu\text{m} = 3.53 \mu\text{m}$$

扩展不确定度:

$$U = \sqrt{2} \times k \times u_c = \sqrt{2} \times 2 \times 3.53 \mu\text{m} = 9.98 \mu\text{m}$$

A. 7 不确定度概算汇总表

不确定度概算汇总见表 A. 3。

A. 3 不确定度概算汇总表

分量名称	评定类型	分布类型	变化限		相关系数	分布因子 b	不确定度分量 $u_{\text{xi}} / \mu\text{m}$
			a^* 影响量单位	$a / \mu\text{m}$			
u_{z1} 指示表检定仪示值误差	规程给出	矩形		3.0	0	0.6	1.8
u_{CC} 测量重复性/分辨率	A			3.0	0		3.0
u_{WD} 百分表和检定仪之间的温度差	B	矩形		0.56	0	0.6	0.34
u_{XC} 百分表和检定仪之间的线膨胀系数差	B	三角	2	0.8	0	0.4	0.32
u_{ij} 百分表和检定仪的测杆直线的夹角	B	矩形		0.1	0	0.6	0.06
合成标准不确定度 u_c							3.53
扩展不确定度 ($k=2$) U							9.98

A.8 不确定度概算讨论

测量不确定度概算结果表明：在评定（0~50）mm 大量程百分表示值误差的极差测量不确定度时，选取最大受检点 $L=50\text{mm}$ 进行不确定度概算，其结果是：

$$U=\sqrt{2}\times k\times u_c=\sqrt{2}\times 2\times 3.53\mu\text{m}=9.98\mu\text{m}<U_T(0.01\text{mm}=10.0\mu\text{m})$$

满足了测量不确定度 $\frac{1}{3}$ 合格判据的要求，规程具有合理性和可行性。

附录 B

(0~100) mm 指针式大量程百分表示值误差测量结果不确定度评定

B.1 概述

通过对大量程百分表示值误差测量结果不确定度,依据 JJF 1130—2005《几何量测量设备校准中的不确定度评定指南》中, $U \leq U_T$ 的合格判据,对给定的测量任务判断其测量程序和测量条件的可行性和合格性。

B.2 测量任务和目标不确定度

B.2.1 测量任务

用本规程规定的技术要求、测量原理、测量条件、测量方法和测量程序,检定 (0~100) mm 指针式百分表示值误差。

B.2.2 目标不确定度

根据 JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》的规定,大量程百分表示值误差的扩展不确定度 $U(k=2)$ 与其最大允许误差的绝对值 MPEV 之比,应小于或等于 1:3,即

$$U \leq U_T = \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV}$$

由上式可以得到与规程技术要求相对应的目标不确定度 U_T ,见表 B.1。

表 B.1 目标不确定度 U_T

mm

大量程百分表测量范围	最大允许误差绝对值 MPEV	目标不确定度 U_T
0~100	0.050	0.016

B.3 测量原理、方法、程序和条件

B.3.1 测量原理

以卧式测长仪作检定用标准器,指针式大量程百分表作为受检表,两者作接触式直接测量,各受检点示值误差由两者示值之差确定。即

$$\delta_i = L_i - L_s$$

式中: δ_i ——示值误差;

L_i ——大量程百分表示值;

L_s ——卧式测长仪示值。

B.3.2 测量方法

压缩受检表测杆至指针对零后开始测量,(0~1) mm 测量段内,每隔 0.2mm 测量一点,(1~10) mm 测量段内,每隔 0.5mm 测量一点,(10~20) mm 测量段内,每隔 1mm 测量一点,(20~100) mm 测量段内,每隔 5mm 测量一点,直至测量范围终点,全量程示值误差极差由正行程所有受检点中误差的最大值和最小值之差确定。

B.3.3 测量程序

——用卧式测长仪检定受检表;

- 卧式测长仪是检定的主标准器；
- 安装受检表的测量方向和主标准器的测杆轴线应符合阿贝原则；
- 检定开始时，检定仪和受检表的示值均置零。

B.3.4 测量条件

- 卧式测长仪符合 JJF 1189—2008 《测长仪校准规范》中有关卧式测长仪的要求；
- 检定温度 $(20 \pm 8)^\circ\text{C}$ ；
- 检定前受检表在检定室内平衡温度的时间不少于 2h；
- 检定仪和受检表都是钢制的；
- 检定人员十分熟悉大量程百分表的检定过程。

B.4 标准不确定度分量的来源和说明

大量程百分表示值测量不确定度分量来源和说明见表 B.2。

表 B.2 大量程百分表示值测量不确定度分量来源和说明

序号	符号	不确定度分量名称	说明
1	u_{wc}	卧式测长仪的示值误差	由测长仪检定规程给出示值误差绝对值 MPEV: $\Delta = 1\mu\text{m} + 10^{-5}L$
2	u_{cc}	测量重复性	重复测量 10 次, 求出标准偏差 $s = 1.7\mu\text{m}$
3	u_{wd}	百分表和检定仪之间的温度差	温度对百分表和检定仪的影响存在差别
4	u_{xc}	百分表和检定仪之间的线膨胀系数差	百分表和检定仪的制造材料对温度的敏感度存在差别
5	u_{ij}	百分表和检定仪的测杆轴线的夹角	百分表测杆轴线虽然在检定仪测杆轴线延长线方向上, 但两轴线存在夹角

B.5 标准不确定度分量的说明和计算

B.5.1 u_{wc} ——卧式测长仪的不确定度分量 检定规程给出
 卧式测长仪示值误差 $\Delta = 1\mu\text{m} + 10^{-5}L = 2\mu\text{m}$, 取均匀分布, 取分布因子 $b = 0.6$, 则

$$u_{wc} = \Delta \times b = 2\mu\text{m} \times 0.6 = 1.2\mu\text{m}$$

B.5.2 u_{cc} ——测量重复性 A 类评定
 选择受检点 50mm 处, 重复测量 10 次, 计算出标准偏差 s 作为测量重复性。

$$s = 1.7\mu\text{m}$$

B.5.3 u_{wd} ——大量程百分表和卧式测长仪之间的温度差 B 类评定
 百分表和卧式测长仪的温度差 δ_T , 以等概率落在 $\pm 1^\circ\text{C}$ 范围内, 取矩形分布 (分布因子 $b = 0.6$), 线膨胀系数假定为 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$, 受检点 $L = 100\text{mm}$, 则

$$\mu_{wd} = L \cdot \alpha \cdot \delta_T \cdot b = 100\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1} \times 0.6 = 0.68\text{mm}$$

B. 5.4 u_{XC} ——大量程百分表和卧式测长仪之间的线膨胀系数差 B类评定

假定百分表和检定仪之间存在线膨胀系数差 $\delta_a = \pm 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，取三角分布，分布因子 $b=0.4$ ，检定温度对 20°C 的最大偏差 Δt 为 $\pm 8^\circ\text{C}$ ，受检点 $L=100\text{mm}$ ，则

$$\mu_{XC} = L \cdot \Delta t \cdot \delta_a \cdot b = 100\text{mm} \times 8^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 0.4 = 0.64\text{mm}$$

B. 5.5 u_{ij} ——大量程百分表测杆轴线和检定仪轴线的夹角 B类评定

百分表测杆轴线相对于卧式测长仪阿贝头的测量轴线存在夹角，按不超过 $\pm 0.002\text{rad}$ 计算，取矩形分布，分布因子 $b=0.6$ ，受检点 $L=100\text{mm}$ ，则

$$\mu_{ij} = L \cdot \frac{\theta^2}{2} \cdot b = 100\text{mm} \times 0.000002 \times 0.6 = 0.12\mu\text{m}$$

B. 6 合成标准不确定度和扩展不确定度

由于各不确定度分量之间不存在值得考虑的相关性，当 $L=100\text{mm}$ 时，合成标准不确定度 u_c 为：

$$u_c = \sqrt{u_{zj}^2 + u_{cc}^2 + u_{wd}^2 + u_{xc}^2 + u_{ij}^2}$$

代入数值后，可得

$$u_c = \sqrt{1.2^2 + 1.7^2 + 0.68^2 + 0.64^2 + 0.12^2} \mu\text{m} = 2.28\mu\text{m}$$

扩展不确定度：

$$U = \sqrt{2} \times k \times u_c = \sqrt{2} \times 2 \times 2.28\mu\text{m} = 7.92\mu\text{m}$$

B. 7 不确定度概算汇总表

不确定度概算汇总表见表 B. 3。

表 B. 3 不确定度概算汇总表

分量名称	评定类型	分布类型	变化限		相关系数	分布因子 b	不确定度分量 $u_{xx} / \mu\text{m}$
			a^* 影响量单位	$a / \mu\text{m}$			
u_{wc} 卧式测长仪示值误差	规程给出	正态		2.0	0	0.6	1.2
u_{cc} 测量重复性	A			1.7	0		1.7
u_{wd} 百分表和卧式测长仪之间的温度差	B	矩形		1.13	0	0.6	0.68
u_{xc} 百分表和卧式测长仪之间的线胀系数差	B	矩形	2	1.6	0	0.4	0.64
u_{ij} 百分表和卧式测长仪测杆轴线的夹角	B	矩形		0.2	0	0.6	0.12
合成标准不确定度 u_c							2.28
扩展不确定度 ($k=2$) U							7.92

B.8 不确定度概算讨论

测量不确定度概算结果表明：在评定（0~100）mm 大量程百分表测量不确定度时，选取最大受检点 $L=100\text{mm}$ 进行不确定度概算，其结果是：

$$U=7.92\mu\text{m}=0.008\text{mm}<U_T(0.016\text{mm})$$

满足了测量不确定度 $\frac{1}{3}$ 合格判据的要求，规程具有合理性和可行性。

附录 C

指针式大量程百分表示值误差及回程误差的数据处理示例

例如，后续检定一块量程为 50mm 指针式大量程百分表，得到一系列数据见表 C.1。

表 C.1 量程 50mm 大量程百分表（分度值 0.01mm）示值误差和回程误差的数据处理

工作行程/mm		受检点/分度										
		0	20	40	60	80	100					
		误差/ μm										
0~1	正	0	0	-3	-1	0	+1					
	反	-1	0	0	0	+1	+1					
工作行程/mm		受检点/分度										
		0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0
		误差/ μm										
1~6	正	+1	-2	+4	0	-1	-2	-1	-2	+1	+1	0
	反	-2	-5	0	-1	-2	-2	-2	-4	-3	-3	-4
6~10	正	0	+1	+2	+2	+3	+2	+8	+6	+8	-	-
	反	-4	-2	-1	+1	0	-5	+2	+4	+5	-	-
工作行程/mm		受检点/mm										
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		误差/ μm										
10~20	正	+8	+10	+14	+9	+10	+10	+10	+11	+12	+15	+16
	反	+5	+8	+9	+4	+4	+6	+4	+6	+6	+13	+13
工作行程/mm		受检点/mm										
		20	25	30	35	40	45	50				
		误差/ μm										
20~50	正	+16	+16	+21	+23	+30	+31	+36				
	反	+13	+13	+17	+19	+27	+27	+34				
示值误差/ μm												
全程示值误差				39								
任意 1mm 示值误差				6			回程误差			7		
结论				合格								

附录 D

数显式大量程百分表示值误差及回程误差的数据处理示例

例如, 后续检定一块量程为 50mm 数显式大量程百分表, 得到一系列数据见表 D.1。

表 D.1 量程 50mm 指示表 (分辨率 0.01mm) 示值误差和回程误差的数据处理

工作行程/mm		受检点/mm										
		0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
		误差/mm										
0~2	正	0.00	0.00	+0.01	0.00	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02	+0.02	+0.02	+0.01
	反	0.00	0.00	0.00	+0.01	0.00	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02	+0.01	+0.01
2~4	正	+0.01	+0.01	+0.02	+0.01	+0.01	+0.01	0.00	0.00	+0.01	+0.01	+0.01
	反	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	0.00	0.00	+0.01	+0.01	+0.01
4~6	正	+0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	+0.01	+0.01	+0.01
	反	+0.01	+0.01	+0.01	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	+0.01
6~8	正	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
	反	+0.01	+0.01	+0.01	+0.02	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01	+0.01
8~10	正	+0.01	0.00	0.00	0.00	+0.01	+0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
	反	+0.01	+0.01	+0.01	0.00	0.00	+0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
工作行程/mm		受检点/mm										
		0.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00
		误差/mm										
10~30	正	-0.01	+0.01	0.00	+0.01	0.00	0.00	+0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
	反	-0.01	0.00	+0.01	+0.01	0.00	-0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	-0.01
30~50	正	-0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	+0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
	反	-0.01	+0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	+0.01	0.00	-0.01	0.00	0.00
示值误差/mm												
全程示值误差				0.03			任意 0.2mm 示值误差				0.01	
任意 2mm 示值误差				0.02			回程误差				0.01	
结论				合格								

附录 E

检定证书和检定结果通知书（内页）格式

E.1 检定证书内页格式

检 定 结 果

温度： °C 相对湿度： %

序 号	主要检定项目		检定结果
1	示值变动性		
2	示值误差	任意 0.2mm	
		任意 1mm	
		任意 2mm	
		全量程	
3	回程误差		
检定依据：JJG 379—2009《大量程百分表》			

注：检定结果应给出量化的值。

E.2 检定结果通知书内页格式

温度： °C 相对湿度： %

序 号	主要检定项目		检定结果	合格判断
1				
2				
3				
检定依据：JJG 379—2009《大量程百分表》				

注：检定结果给出量化的值，并注明合格与否。

中华人民共和国
国家计量检定规程
大量程百分表
JJG 379—2009
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1.5 字数25千字
2009年12月第1版 2009年12月第1次印刷
印数1—2 000
统一书号155026—2450 定价:28.00元