

JJF

中华人民共和国国家计量技术
规范

JJF XXXX-XXXX

大量程数显千分表校准规范

Calibration Specification for Wide Range Electronic Digital-indicator

Gauge Reading in 0.005mm or 0.001mm

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

大量程数显千分表校准 规范

Calibration Specification for Wide
Range Electronic Digital-indicator Gauge
Reading in 0.005mm or 0.001mm

JJF × - × × × ×

本规范经国家市场监督管理总局于 20××年 ××月××日批准，
并自 20××年××月××日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

青海省计量检定测试所

黑龙江省计量检测测试院

苏州市计量测试院

参与起草单位：桂林量具刃具有限责任公司

三丰精密量仪（上海）有限公司

本规范主要起草人：

路瑞军（天津市计量监督检测科学研究院）

赵 勇 （青海省计量检定测试所）

梁玉红 （黑龙江省计量检测测试院）

王云祥 （苏州市计量测试院）

李凌梅 （天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

赵伟荣 （桂林量具刃具有限责任公司）

狄 龙 （三丰精密量仪（上海）有限公司）

目录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	4
4.1 测头测量面的表面粗糙度	4
4.2 行程	4
4.3 测量力	4
4.4 示值变动性	4
4.5 测杆径向受力对示值影响	4
4.6 示值误差	4
4.7 回程误差	4
4.8 示值漂移	4
5 校准条件	5
5.1 环境条件	5
5.2 校准用计量器具	5
6 校准项目和校准方法	5
6.1 测头测量面的表面粗糙度	5
6.2 行程	6
6.3 测量力	6
6.4 示值变动性	6
6.5 测杆径向受力对示值影响	6
6.6 示值误差	6
6.7 回程误差	9
6.8 示值漂移	9
7 校准结果的处理	10
8 复校时间间隔	10
附录 A 大量程数显千分表示值误差校准结果不确定度评定（光栅式指示表检定 仪法）	11
附录 B 大量程数显千分表示值误差校准结果不确定度评定（光栅式指示表检定 仪+量块组合法）	14
附录 C 大量程数显千分表示值误差及回程误差的数据处理示例	17
附录 D 校准证书内容及内页格式	18

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》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次制定文件。

大量程数显千分表校准规范

1 范围

本规范适用于分辨力为 0.005mm、0.001mm，测量范围上限大于 30mm，小于或等于 150mm 的数显千分表的校准。对于其它分辨力的大量程数显千分表(以下简称数显千分表)，也可以参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用下列文献：

JJG 34 指示表（指针式、数显式）检定规程

JJG 379 大量程百分表检定规程

GB/T 18761 电子数显指示表

ISO 13102 电子数显指示表的设计与计量特性 Geometrical product

specifications(GPS)—Dimensional measuring equipment:

Electronic digital-indicator gauge-Design and metrological

characteristics

凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本规范。

3 概述

大量程数显千分表是利用电子传感器和数显技术将测杆直线位移量通过数字显示的计量器具，主要用于绝对测量器具使用(也可做为相对测量器具使用)，对制件的外形尺寸或工件的形位误差参数等进行测量。按照显示方式的不同，数显千分表分为数字指示式和数字指示并带模拟指示两种，其结构示意图分别见图 1、图 2；按照表体形状不同，分为圆形与方形两种，其结构示意图见图 3、图 4。

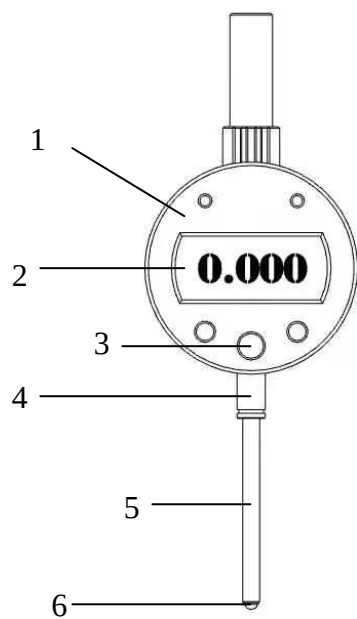


图 1 数字指示式大量程数显千分表示意图

1-表体；2-显示屏；3-功能键；4-轴套；5-测杆；6-测头

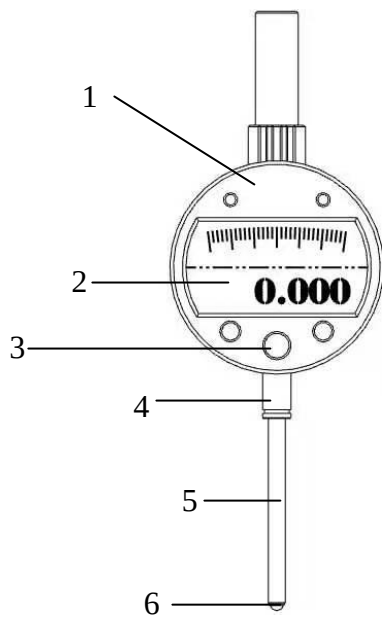


图 2 带模拟指示式大量程数显千分表示意图

1-表体；2-显示屏；3-功能键；4-轴套；5-测杆；6-测头

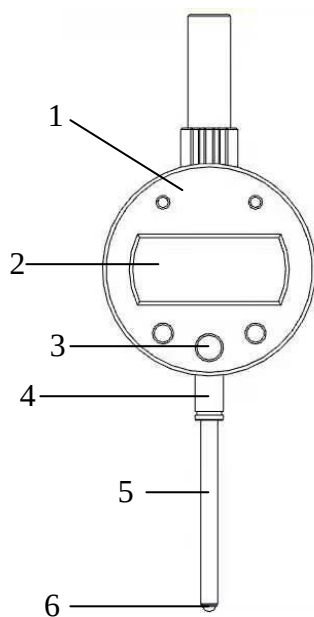


图 3 圆形大量程数显千分表示意图

1-表体；2-显示屏；3-功能键；4-轴套；5-测杆；6-测头

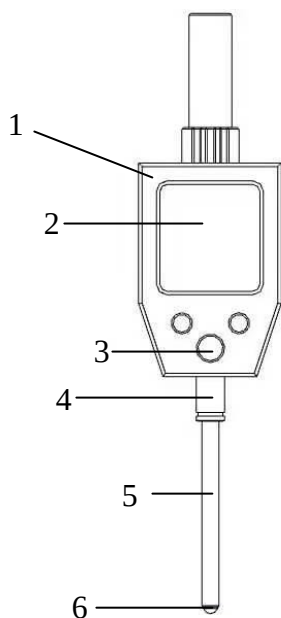


图 4 方形大量程数显千分表示意图

1-表体；2-显示屏；3-功能键；4-轴套；5-测杆；6-测头

4 计量特性

4.1 测头测量面的表面粗糙度

表面粗糙度不超过表 1 的规定。

表 1 表面粗糙度

μm

测头材料	钢	硬质合金
测头测量面的表面粗糙度	Ra0.1	Ra0.2

4.2 行程

数显千分表的行程应超过测量范围上限，超过量不小于 0.5mm。

4.3 测量力

厂家说明书或其它技术文件给出的限定值。

4.4 示值变动性

不超过表 2 的规定。

4.5 测杆径向受力对示值影响

不超过表 2 的规定。

表 2 示值变动性和测杆径向受力对示值影响

mm

类别		示值变动性	测杆径向受力对示值影响
分 辨 力	0.005	0.005	0.010
	0.001	0.001	0.002

4.6 示值误差

厂家说明书或其它技术文件给出的限定值。

4.7 回程误差

厂家说明书或其它技术文件给出的限定值，对于绝对测量的数显千分表可不校准回程误差。

4.8 示值漂移

测杆在任意位置时，1 小时内的示值漂移不大于其分辨力。对于具有自动关机功能的大量程数显千分表，不校准该项目。

注：校准不判定合格与否，上述计量特性指标仅供参考

5 校准条件

5.1 环境条件

室内温度为 $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ，温度变化 $< 1 ^\circ\text{C/h}$ ，相对湿度不超过 80%。校准时，数显千分表与校准用计量器具等温平衡时间不少于 2h。

5.2 校准用计量器具

校准项目和校准用计量器具见表 3。

表 3 校准项目和校准用计量器具

序号	校准项目	校准用主要计量器具名称	计量特性
1	测头表面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	MPE: +20%~-25%
2	行程	——	——
3	测量力	测力计	2 级或以上（分度值或分辨力 $\leq 0.1\text{N}$ ）
4	示值变动性	带平面工作台的刚性表架	——
5	测杆径向受力对示值的影响	半圆柱侧块、刚性表架和带筋工作台	——
6	示值误差	光栅式指示表检定仪	最大允许误差小于等于被校准表最大允许误差的四分之一
		量块	不确定度小于等于被校准表最大允许误差的四分之一
		带平面工作台的刚性表架	——
7	回程误差	光栅式指示表检定仪	最大允许误差小于等于被校准表最大允许误差的四分之一
8	示值漂移	——	——

6 校准项目和校准方法

首先检查外观与各部分相互作用，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

6.1 测头测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度样块比较测量

6.2 行程

手动试验和目力观察。

6.3 测量力

用测力计在受校表测量范围的始、中、末三个位置上测量，正行程测量完后，继续正向压缩测杆 0.01mm，再进行反行程测量。正行程的最大测力值为最大测力值，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。

6.4 示值变动性

将数显千分表装夹在刚性表架上，使测量轴线垂直与平面工作台，分别在测量范围始、中、末三个位置，轴向提动测杆 5 次（测杆移动量不超过 10mm），5 次中最大读数与最小读数之差即为该位置的示值变动性。取上述 3 个位置中最大值为校准结果。

6.5 测杆径向受力对示值影响

将数显千分表安装在刚性表架上，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），调整数显千分表于测量范围起始位置与侧块圆柱面最高位置接触，沿侧块母线垂直方向，分别在表的前、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 个读数的最大值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。取上述 3 个位置中最大值为校准结果。

6.6 示值误差

6.6.1 光栅式指示表检定仪法

将数显千分表可靠地紧固在光栅式指示表检定仪上，使数显千分表测杆轴线应与标准器的进给位移方向成一条直线。压缩数显千分表测量杆约 0.2mm，置零后开始测量。在测量杆正行程方向上，按照表 4 推荐的校准点校准至测量范围上限，继续压缩测杆 0.01mm 左右，再按照表 4 推荐的校准点进行反向校准直至零位。整个校准过程中，中途不得改变测杆的移动方向，也不应对数显千分表与指示表检定仪做任何调整。

大量程数显千分表各校准点的示值误差 e_i 由式（1）计算：

$$e_i = L_d - L_c \quad (1)$$

式中， L_d —数显千分表的示值；

L_c —光栅式指示表检定仪的示值。

6.6.2 光栅式指示表检定仪+量块组合法

当光栅式指示表检定仪行程不满足校准要求时，允许使用光栅式指示表检定仪+量块组合法对数显千分表进行校准。首先使用光栅式指示表检定仪按照表 4 中推荐的校准点对任意 0.025mm、0.05mm、0.1mm 进行校准，然后使用量块对全量程示值误差进行校准。使用量块校准的方法为：将数显千分表可靠地紧固在刚性表架上，测量杆轴线垂直于表架的平面工作台。数显千分表的测量头与工作台接触，压缩测量杆 0.2mm 左右，置零后开始测量。在测杆正行程上，除去已经使用光栅式指示表检定仪校准过的校准点外，按照表 4 推荐的校准点，在测量头与工作台之间从小到大依次放入相应的量块，并依次记录读数，直至测量范围上限。

数显千分表各校准点的示值误差 e_i 由式（2）计算：

$$e_i = L_d - L_g \quad (2)$$

式中， L_d —数显千分表的示值；

L_g —量块的实际值。

当两种校准方法结果不一致时，以第一种方法为准。使用光栅式指示表检定仪+量块组合法校准时，需在校准证书上注明该校准结果只适用于数显千分表用于绝对测量时。

数显千分表的校准可采用满足测量不确定度要求的其它方法。

任意 0.025mm 的示值误差，由正行程范围内任意 0.025mm 段示值误差的

最大值与最小值之差确定。

任意 0.05mm 的示值误差，由正行程范围内任意 0.05mm 段示值误差的最大值与最小值之差确定。

任意 0.1mm 的示值误差，由正行程范围内任意 0.1mm 段示值误差的最大值与最小值之差确定。

全量程示值误差由正行程范围内示值误差的最大值与最小值之差确定。

表 4 大量程数显千分表推荐校准点

mm

测量范围上限 t	推荐的校准点
$30 < t \leq 50$	1) 在 0mm~0.25mm 测量段以每间隔 0.025mm 校准 1 点； 2) 在 0.25mm~0.5mm 测量段以每间隔 0.05mm 校准 1 点； 3) 在 0.5mm~1mm 测量段以每间隔 0.1mm 校准 1 点； 4) 在 1mm~10mm 测量段以每间隔 1mm 校准 1 点； 5) 在 10mm~30mm 测量段以每间隔 2mm 校准 1 点； 6) 在 30mm~50mm 测量段以每间隔 5mm 校准 1 点； 7) 连续至全量程
$50 < t \leq 100$	1) 在 0mm~0.25mm 测量段以每间隔 0.025mm 校准 1 点； 2) 在 0.25mm~0.5mm 测量段以每间隔 0.05mm 校准 1 点； 3) 在 0.5mm~1mm 测量段以每间隔 0.1mm 校准 1 点； 4) 在 1mm~10mm 测量段以每间隔 1mm 校准 1 点； 5) 在 10mm~30mm 测量段以每间隔 2mm 校准 1 点；

	6) 在 30mm~50mm 测量段以每间隔 5mm 校准 1 点; 7) 在 50mm~100mm 测量段以每间隔 10mm 校准 1 点; 8) 连续至全量程
$100 < t \leq 150$	1) 在 0mm~0.25mm 测量段以每间隔 0.025mm 校准 1 点; 2) 在 0.25mm~0.5mm 测量段以每间隔 0.05mm 校准 1 点; 3) 在 0.5mm~1mm 测量段以每间隔 0.1mm 校准 1 点; 4) 在 1mm~10mm 测量段以每间隔 1mm 校准 1 点; 5) 在 10mm~30mm 测量段以每间隔 2mm 校准 1 点; 6) 在 30mm~50mm 测量段以每间隔 5mm 校准 1 点; 7) 在 50mm~150mm 测量段以每间隔 10mm 校准 1 点; 8) 连续至全量程
注: 1、任意 0.025mm 段指(0~0.025)mm, (0.025~0.05)mm, …(0.225~0.25)mm 等一些列 0.025mm 测量段。 2、任意 0.05mm 段指(0~0.05)mm, (0.05~0.1)mm, …(0.45~0.5)mm 等一系列 0.05mm 测量段。 3、任意 0.1mm 段指(0~0.1)mm, (0.1~0.2)mm, …(0.9~1)mm 等一系列 0.1mm 测量段。 4、任意 1mm 段指(0~1)mm, (1~2)mm, …(9~10)mm 等一系列 1mm 测量段。 5、任意 2mm 段指(0~2)mm, (2~4)mm, …(28~30)mm 等一系列 2mm 测量段。 6、任意 5mm 段指(0~5)mm, (5~10)mm, …(45~50)mm 等一系列 5mm 测量段	

6.7 回程误差

示值误差校准完成后, 取正、反行程同一点示值误差的最大差值作为校准结果。使用光栅式指示表检定仪+量块组合法时, 不校准该项目。

6.8 示值漂移

将数显千分表固定在测量范围内任意位置上开始记录读数, 每 15min 记录一次读数值, 取 1h 内数显千分表的最大值与最小值之差作为校准结果。

7 校准结果的处理

经过校准的数显千分表，发给校准证书。校准证书内容见附录 C。

8 复校时间间隔

根据数显千分表的使用情况和稳定性，复校时间间隔由用户自行决定，建议不超过 1 年。

附录 A

大量程数显千分表示值误差校准结果不确定度评定

(光栅式指示表检定仪法)

A.1 测量方法

示值误差是用满足最大允许误差要求的光栅式指示表检定仪,按照规定的测量间隔进行校准,取正行程中受校点误差中最大值与最小值之差作为全量程的示值误差。

A.2 测量模型

现对量程为 50mm、分辨力为 0.001mm 的大量程数显千分表的示值误差测量结果不确定度进行分析计算。

由大量程数显千分表各校准点的示值误差 $e_i = L_d - L_c$ 得:

$$e_i = L_d - L_c + L_d \cdot \alpha_d \Delta t_d - L_c \cdot \alpha_c \Delta t_c \quad (A.1)$$

式中, L_d —大量程千分表的示值(20℃条件下);

L_c —光栅式指示表检定仪的示值(20℃条件下);

α_d, α_c —分别为大量程千分表与光栅式指示表检定仪的线膨胀系数;

$\Delta t_d, \Delta t_c$ —分别为大量程千分表与光栅式指示表检定仪偏离标准温度 20℃ 的值。

A.3 方差与灵敏系数

为简化数学处理过程,通过如下方法将相关转化为不相关。

$$\text{令 } L \approx L_d \approx L_c, \quad \alpha \approx \alpha_d \approx \alpha_c \quad \Delta t \approx \Delta t_d - \Delta t_c$$

$$\delta \alpha = \alpha_d - \alpha_c, \quad \delta t = \Delta t_d - \Delta t_c$$

代入公式 (A.1), 经整理得:

$$e_i = L_d - L_c + L \cdot \delta \alpha \cdot \Delta t + L \cdot \alpha \cdot \delta t \quad (A.2)$$

灵敏系数: $c_1 = \partial e_i / \partial L_d = 1$, $c_2 = \partial e_i / \partial L_c = -1$

$$c_3 = \partial e_i / \partial \delta \alpha = L \Delta t, \quad c_4 = \partial e_i / \partial \delta t = L \alpha$$

依据不确定度传播律公式, 输出量 e 的估计值由式 (A.2) 得方差:

$$\begin{aligned} u_c^2 &= u^2(e) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2 \\ &= u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

A.4 标准不确定度一览表

标准不确定度分量见表 A.1

表 A.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	$c_i = \partial e / \partial x_i$	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	重复性引入标准不确定度分量	$0.43 \mu \text{ m}$	1	$0.43 \mu \text{ m}$
u_2	光栅式指示表检定仪引入的不确定度分量	$0.29 \mu \text{ m}$	-1	$0.29 \mu \text{ m}$
u_3	大量程数显千分表与光栅式指示表检定仪间膨胀系数引入的不确定度分量	$\frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{3}}$	$L \Delta t$	$0.29 \mu \text{ m}$
u_4	大量程数显千分表与光栅式指示表检定仪间温度差引入的不确定度分量	$\frac{1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$	$L \cdot \alpha$	$0.33 \mu \text{ m}$

A4.1 被测表引入标准不确定度分量 u_1

A 4.1.1 分辨力引入的标准不确定度分量 u_{11}

受校表的分辨力为 0.001 mm , 取均匀分布, 则 $u_{11} = 0.29 \delta = 0.29 \mu \text{ m}$

A 4.1.2 重复性引入的标准不确定度分量 u_{12}

重复测量 10 次, 用贝塞尔法计算得到 $u_{12} = 0.43 \mu \text{ m}$

取两者中最大值, 故取重复性引入标准不确定度分量 $u_{12} = u_1 = 0.43 \mu \text{ m}$

A 4.2 光栅式指示表检定仪引入标准不确定度分量 u_2

光栅式指示表检定仪, 50mm 时依据证书示值误差不超过 $1\mu\text{m}$, 取均匀分布, 则 $u_2=0.291\text{ }\mu\text{m}=0.29\mu\text{m}$

A 4.3 大量程数显千分表与光栅式指示表线膨胀系数不一致引入的不确定度分量 u_3

大量程数显千分表使用了金属容栅的膨胀系数为 α 为 $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 光栅式指示表检定仪使用了金属光栅, 膨胀系数 α 为 $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, 膨胀系数的界限为 $\pm 2\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。按照均匀分布, $L=50\text{mm}$, $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$,

$$\text{则 } L \cdot \Delta t \cdot u_3 = 2 \times 10^{-6} \times 50\text{mm} \times 5/\sqrt{3}=0.29\mu\text{m}$$

A 4.4 大量程数显千分表与光栅式指示表检定仪温度差引入的不确定度分量 u_4

它们之间存在一定温度差, 以等概率落在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内, 假设均匀分布。50mm 长度, 膨胀系数为 $11.5\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,

$$\text{则 } L \cdot \alpha \cdot u_4 = \frac{11.5\times 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}\times 50\text{mm}\times 1^{\circ}\text{C}}{\sqrt{3}}=0.33\mu\text{m}$$

A.5 合成不确定度

$$u_c(e_i) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 u_4^2}=0.68\mu\text{m}$$

A.6 扩展不确定度

$$U = \sqrt{2}k \cdot u_c(e_i) = 1.9\mu\text{m}, k=2$$

附录 B

大量程数显千分表示值误差校准结果不确定度评定

（光栅式指示表检定仪+量块组合法）

B.1 测量方法

示值误差是用量块，按照规定的测量间隔进行校准，取正行程中受校点误差中最大值与最小值之差作为全量程的示值误差。

B.2 测量模型

现对量程为 150mm、分辨力为 0.001mm 的大量程数显千分表的示值误差测量结果不确定度进行分析计算。

由大量程数显千分表各校准点的示值误差 $e_i = L_d - L_g$ 得：

$$e_i = L_d - L_g + L_d \cdot \alpha_d \Delta t_d - L_g \cdot \alpha_g \Delta t_g \quad (B.1)$$

式中， L_d —大量程千分表的示值；

L_g —量块的实际值；

α_d, α_g —分别为大量程千分表与量块的线膨胀系数；

$\Delta t_d, \Delta t_g$ —分别为大量程千分表与量块偏离标准温度 20℃ 的值。

A.3 方差与灵敏系数

为简化数学处理过程，通过如下方法将相关转化为不相关。

$$\text{令 } L \approx L_d \approx L_g, \quad \alpha \approx \alpha_d \approx \alpha_g \quad \Delta t \approx \Delta t_d - \Delta t_g$$

$$\delta \alpha = \alpha_d - \alpha_g, \quad \delta t = \Delta t_d - \Delta t_g$$

代入公式 (A.1)，经整理得：

$$e_i = L_d - L_g + L \cdot \delta \alpha \cdot \Delta t + L \cdot \alpha \cdot \delta t \quad (B.2)$$

灵敏系数： $c_1 = \partial e_i / \partial L_d = 1$ ， $c_2 = \partial e_i / \partial L_g = -1$

$$c_3 = \partial e_i / \partial \delta \alpha = L \Delta t, \quad c_4 = \partial e_i / \partial \delta t = L \alpha$$

依据不确定度传播律公式, 输出量 e 的估计值由式 (A.2) 得方差:

$$\begin{aligned} u_c^2 &= u^2(e) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2 \\ &= u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 \end{aligned} \quad (B.3)$$

B.4 标准不确定度

标准不确定度分量见表 B.1

表 B.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分类	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	$c_i = \partial e / \partial x_i$	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	重复性引入不确定度分量	$0.43 \mu \text{ m}$	1	$0.43 \mu \text{ m}$
u_2	量块的不确定度引入的不确定度分量	$0.18 \mu \text{ m}$	-1	$0.18 \mu \text{ m}$
u_3	大量程数显千分表与量块线膨胀系数不一致引入的不确定度分量	$\frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{3}}$	$L \cdot \Delta t$	$0.87 \mu \text{ m}$
u_4	大量程数显千分表与量块温度差引入的不确定度分量	$\frac{1^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$	$L \cdot \alpha$	$1.02 \mu \text{ m}$

B4.1 被测表引入标准不确定度分量 u_1

B4.1.1 分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1(L_d)$

受校表的分辨力为 0.001 mm , 取均匀分布, 则 $u_1(L_d) = 0.29 \delta = 0.29 \mu \text{ m}$

B4.1.2 重复性引入的标准不确定度分量 $u_2(L_d)$

重复测量 10 次, 用贝塞尔法计算得到 $u_2(L_d) = 0.43 \mu \text{ m}$

取两者中最大值, 故取重复性引入标准不确定度分量 $u_2(L_d) = u_1 = 0.43 \mu \text{ m}$

B4.2 量块的不确定度引入的不确定度分量 u_2

按照量块检定规程，150mm 量块的扩展不确定度为 $0.20\mu\text{m}+2\times 10^{-6}\times 150\text{mm}=0.5\mu\text{m}$, 证书 $k=2.8$,

则 $u_2=0.18\mu\text{m}$

B4.3 大量程数显千分表与量块线膨胀系数不一致引入的不确定度分量 u_3

大量程数显千分表使用了金属容栅的膨胀系数为 α 为 $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$, 钢制量块膨胀系数 α 为 $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$, 膨胀系数的界限为 $\pm 2\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$ 。按照均匀分布, $L=150\text{mm}$, $\Delta t=5\text{℃}$,

则 $u_3 = 2 \times 10^{-6} \times 150\text{mm} \times 5/\sqrt{3}=0.87\mu\text{m}$

B4.4 大量程数显千分表与量块温度差引入的不确定度分量 u_4

它们之间存在一定温度差, 以等概率落在 $\pm 1\text{℃}$ 范围内, 假设均匀分布。150mm 长度, 膨胀系数为 $11.5\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$,

则 $u_4 = \frac{11.5\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}\times 150\text{mm}\times 1\text{℃}}{\sqrt{3}}=1.02\mu\text{m}$

B.5 合成不确定度

$$u_c(e_i) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 + u_4^2} = 1.42\mu\text{m}$$

B.6 扩展不确定度

$$U = \sqrt{2}k \cdot u_c(e_i) = 4.1\mu\text{m}, k=2$$

附录 C

大量程数显千分表示值误差及回程误差的数据处理示例

C.1 例如，校准一块量程为 50mm 的大量程数显千分表（分辨力为 0.001mm），得到一系列数据见表下表。

误差(μm) \ 受检点 行程		0.000	0.025	0.050	0.075	0.100	0.125	0.150	0.175	0.200	0.225	0.250
(0~0.25)mm	正	0	+1	+1	+1	+1	0	0	0	0	0	0
	反	0	0	0	0	+1	+1	+1	0	0	0	0

误差(μm) \ 受检点 行程		0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	/	/	/	/	/
(0.25~0.5)mm	正	0	0	0	0	0	0					
	反	0	+1	0	+1	0	0					

误差(μm) \ 受检点 行程		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	/	/	/	/	/
(0.5~1)mm	正	0	0	0	0	0	0					
	反	0	+1	0	0	0	0					

误差(μm) \ 受检点 行程		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	/
(1~10)mm	正	0	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1	/
	反	0	0	0	+1	0	+1	+1	+1	+1	+1	/

误差(μm) \ 受检点 行程		10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
(10~30)mm	正	+1	0	+1	+1	+1	+2	+1	+1	+2	+2	+2
	反	+1	0	+1	+1	+1	+1	+2	+1	+3	+2	+3

误差(μm) \ 受检点 行程		30	35	40	45	50	/	/	/	/	/	/
(30~50)mm	正	+2	+2	+2	+2	+2						
	反	+3	+2	+3	+2	+3						

	任意 0.025mm	任意 0.05mm	任意 0.1mm	全量程误差	回程误差
允许误差(μm)	/	/	/	/	/
示值误差(μm)	1	1	1	2	1

附录 D

校准证书内容及内页格式

D.1 校准证书内容

校准证书的内容应排列有序、清晰，一般应至少包括下列内容：

- 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) 证书或报告的唯一性标识 (如编号)，每页及总页的标识；
- 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。

D.2 推荐的校准证书内页格式

推荐的校准证书内页格式见表 D.1

表 D.1 校准证书内页格式

证书编号：

环境条件	温度： 湿度：	地点： 其它：
序号	校准项目	校准结果
1	测头测量面的表面粗糙度	
2	行程	
3	测量力	最大测量力： 测量力变化： 测量力落差：
4	示值变动性	
5	测杆径向受力对示值影响	
6	示值误差	任意 0.025mm： 任意 0.05mm： 任意 0.1mm： 全程：
7	回程误差	
8	示值漂移	