JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1215—2009

整体式内径千分尺（6000mm～10000mm）校准规范

Calibration Specification for Integrity (Stylus)

Internal Micrometres (6000mm～10000mm)

2009－04－08 发布　　2009－07－08 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

整体式内径千分尺（6000mm～10000mm）校准规范

Calibration Specification for Integrity (Stylus) Internal Micrometres (6000mm～10000mm)

JJF 1215—2009

本规范经国家质量监督检验检疫总局于2009年4月8日批准，并自2009年7月8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： 东方电机有限公司

哈尔滨电机厂有限责任公司

中国测试技术研究院

本规范由全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

本规范主要起草人：

刘　军（东方电机有限公司）

向东亮（东方电机有限公司）

褚云库（哈尔滨电机厂有限责任公司）

冉　庆（中国测试技术研究院）

参加起草人：

王　斌（东方电机有限公司）

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 ……（1）
4.1　测量头工作面的曲率半径 ……（1）
4.2　工作面的表面粗糙度 ……（1）
4.3　刻线宽度及宽度差 ……（1）
4.4　微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离 ……（2）
4.5　微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的相对位置 ……（2）
4.6　测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化 ……（2）
4.7　整体式内径千分尺所用百分表的示值误差 ……（2）
4.8　整体式内径千分尺的示值误差 ……（2）
4.9　刚性 ……（2）
5　校准条件 ……（2）
5.1　环境条件 ……（2）
5.2　测量标准器及其他设备 ……（2）
6　校准项目和校准方法 ……（2）
6.1　测量头工作面的曲率半径 ……（2）
6.2　工作面的表面粗糙度 ……（3）
6.3　刻线宽度及宽度差 ……（3）
6.4　微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离 ……（3）
6.5　微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的相对位置 ……（3）
6.6　测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化 ……（3）
6.7　整体式内径千分尺所用百分表的示值误差 ……（4）
6.8　整体式内径千分尺的示值误差 ……（4）
6.9　刚性 ……（4）
7　校准结果表达 ……（5）
8　复校时间间隔 ……（5）
附录A　整体式内径千分尺示值误差测量结果不确定度评定 ……（6）
附录B　校准证书内容 ……（10）

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

整体式内径千分尺（6000mm～10000mm）校准规范

1 范围

本规范适用于分度值为 0.01mm，测量范围为（6000～10000）mm 的整体式内径千分尺（以下简称整体式内径千分尺）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 1094—2002 测量仪器特性评定

JJG 22—2003 内径千分尺

JJF 1130—2005 几何量测量设备校准中的不确定度评定指南

JJG 34—2008 指示表（指针式、数显示）

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

整体式内径千分尺主要用于测量工件的内径，也可用于测量两个内表面之间的距离。整体式内径千分尺由四部分组成，包括测微头部分、接长杆部分（2m 或 6m 内径千分尺接长杆）、基尺部分和尺尾部分。其外形及结构见图 1。

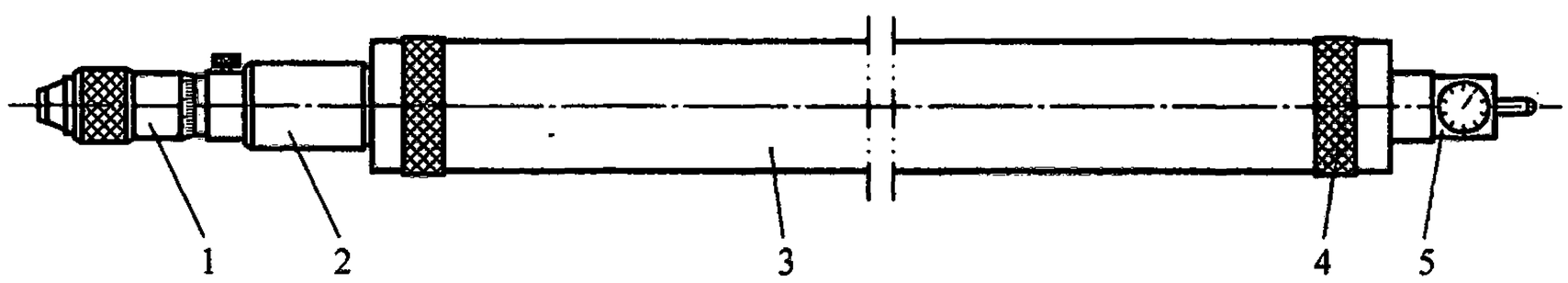

图 1 整体式内径千分尺示意图

1—测微头；2—接长杆；3—基尺；4—支撑点；5—尺尾部分

4 计量特性

4.1 测量头工作面的曲率半径

整体式内径千分尺测量头工作面的曲率半径，应不超过 100mm。

4.2 工作面的表面粗糙度

两测量头工作面的表面粗糙度应不超过 R_a 0.4μm；各接长杆的内量杆两端面的表面粗糙度不超过 R_a 0.2μm。

4.3 刻线宽度及宽度差

固定套管纵刻线和微分筒上的刻线宽度为（0.15～0.25）mm，刻线宽度差应不超过 0.05mm。

4.4 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离

微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离应不超过 0.4mm。

4.5 微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的相对位置

当测微头测量下限调整正确后，微分筒的零刻线与固定套管纵刻线对准时，微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的右边缘应相切；若不相切，压线不超过 0.05mm，离线不超过 0.1mm。

4.6 测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化

测微头的示值误差应不超过±8μm，当锁紧装置锁紧和松开时，引起的示值变化应不超过 2μm。

4.7 整体式内径千分尺所用百分表的示值误差

计量性能要求见 JJG 34—2008《指示表（指针式、数显示）》。

4.8 整体式内径千分尺的示值误差

整体式内径千分尺最大允许误差见表 1。

表 1 整体式内径千分尺最大允许误差

测量范围 L/mm	最大允许误差/mm
$6000<L\leqslant7000$	±0.07
$7000<L\leqslant8000$	±0.08
$8000<L\leqslant9000$	±0.09
$9000<L\leqslant10000$	±0.10

4.9 刚性

当两支撑点处于离基尺端面距离为整体式内径千分尺长度的 2/9 处和支撑点处于距离基尺端面 200mm 处时，两次测得的尺寸差值应不超过 0.03mm。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性的指标仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

室内温度（20±0.5)℃，校准时温度变化不大于 0.3℃/h，水平方向温度梯度不大于 0.2℃/m，平衡时间不少于 10h。

5.2 测量标准器及其他设备

测量标准器及其他设备见表 2。

6 校准项目和校准方法

首先检查外观，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

6.1 测量头工作面的曲率半径

整体式内径千分尺测量头用半径样板以比较法进行测量，也可用工具显微镜或投影仪进行测量。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

表 2　测量标准器及其他设备

序　号	校准项目	主要校准设备
1	测量头工作面的曲率半径	半径样板偏差（0.020～0.042）mm；工具显微镜 MPE：±（1μm+$L\times10^{-5}$）
2	工作面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样板 R_a 对其标称值的偏离量不超过+12%～−17%
3	刻线宽度及宽度差	工具显微镜
4	微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离	塞尺 MPE：±16μm 或工具显微镜
5	微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的相对位置	——
6	测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化	测长机 MPE：±（0.5μm+$L\times10^{-5}$）
7	整体式内径千分尺所用百分表的示值误差	百分表检定仪 MPE：±4μm
8	整体式内径千分尺的示值误差	激光干涉仪 MPE：±（0.03μm+1.5×$10^{-6}L$）
9	刚性	6m 以上激光测长机

6.2　工作面的表面粗糙度

用表面粗糙度样板以比较法进行测量。

6.3　刻线宽度及宽度差

在工具显微镜上测量。固定套管和微分筒上各至少均匀抽查三条刻线，刻线宽度差以最大值与最小值之差确定。

6.4　微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离

在工具显微镜上进行测量，也可用塞尺比较测量，测量时应在微分筒任意一转内不少于三个位置上进行。

6.5　微分筒锥面的端面与固定套管横刻线的相对位置

首先将整体式内径千分尺测微头的测量下限调整正确，然后使微分筒锥面的端面与固定套管任意横刻线的右边缘相切，读出微分筒的零刻线与固定套管纵刻线的偏移量即为离线值、压线值。

6.6　测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化

测微头的示值误差在测长机上测量，对于测微头的示值范围为 25mm 的，测量点应在测微头刻度范围内均匀分布 5 点；对于测微头的示值范围为 50mm 的，测量点应在测微头刻度范围内均匀分布 10 点。测量点的尺寸见表 3。

表 3　测微头的测量点　　mm

测微头的示值范围	25	50	
测量点尺寸	A+5.12	A+5.00	A+30.37
	A+10.25	A+10.12	A+35.00
	A+15.37	A+15.00	A+40.50
	A+20.50	A+20.25	A+45.00
	A+25.00	A+25.00	A+50.00
注：A 表示测微头的测量下限			

测量前先将测微头调整到测量下限 A 值上，然后放在装有直径 8mm 平面测帽、零位已调整正确的测长机上，按表 3 所列尺寸点进行测量。测微头的示值分别在微分筒固定和松开情况下进行测量。

各点的示值误差由测微头各点的示值与测长机上测得值的差值确定。示值变化由同一被测点在测微头固定和松开时测得值的差值确定。

6.7　整体式内径千分尺所用百分表的示值误差

校准方法参照 JJG 34—2008《指示表（指针式、数显式）》。

6.8　整体式内径千分尺的示值误差

在激光测长机上测量。对于整体式内径千分尺基尺与接长杆的组合尺寸，应按内径千分尺最小接长杆尺寸基数 25mm 或 50mm 累加组合方式进行测量。

测量前，将激光干涉仪的三个材料温度传感器均匀分布放置在被测整体式内径千分尺上，见图 2，待符合测量条件后进行测量；测量时规定支撑点在离端面距离为整体式内径千分尺基尺长度的 2/9 处，将整体式内径千分尺绕轴线旋转 360°，每转 90°测量一次，四次测量的最大值为校准结果。其示值误差由整体式内径千分尺标称尺寸与仪器测得值的差值确定。

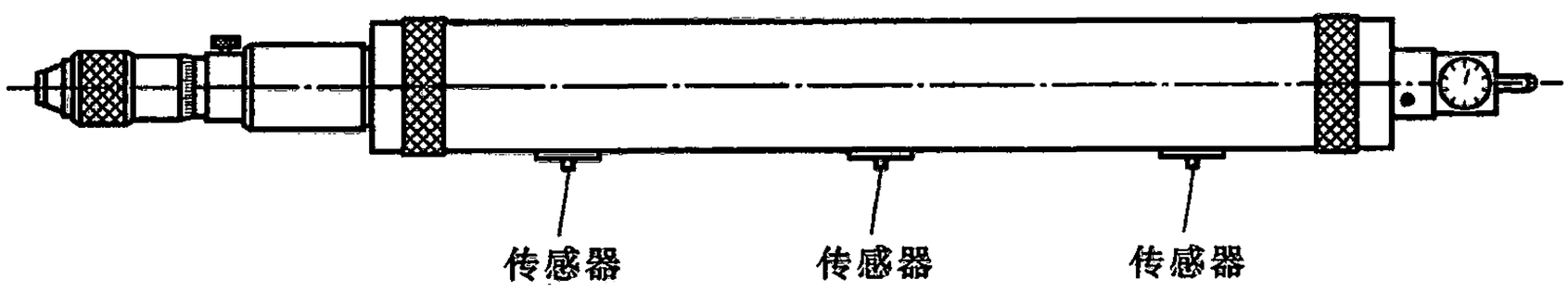

图 2　测量时激光干涉仪材料温度传感器分布示意图

6.9　刚性

在激光测长机上测量。测量时将整体式内径千分尺组合好后安装在激光测长机上，使两支撑点位于被测整体式内径千分尺基尺长度的 2/9 处，然后将其绕轴线转动 360°，每旋转 90°测量一次。再将支撑点移至离基尺两端面 200mm 处，以上述同样的方法测量。前后两次测量中对应尺寸之差的最大值为校准结果。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

7 校准结果表达

经校准后的整体式内径千分尺发给校准证书。校准证书应给出被测整体式内径千分尺实测尺寸及测量不确定度。

校准证书的内容见附录 B。

8 复校时间间隔

整体式内径千分尺复校时间间隔，送校单位可根据使用的具体情况自主确定，建议在使用前进行校准。

附录 A

整体式内径千分尺示值误差测量结果不确定度评定

A.1 概述

通过对整体式内径千分尺示值误差测量结果不确定度评定，确认本规范提出的整体式内径千分尺示值误差的技术要求、测量原理、测量条件、测量方法和测量程序的科学性、可行性、经济性。

A.2 任务和目标不确定度

A.2.1 测量任务

用国家计量技术规范确认的技术要求、测量原理、测量条件、测量方法和测量程序，对整体式内径千分尺进行测量，当测量点为 10000mm 时，其最大允许误差 ±0.10mm。

A.2.2 目标不确定度

由规范技术要求确定相对应的目标不确定度：

$$U_T = 0.10\text{mm} \times 1/3 = 0.033\text{mm}$$

A.3 测量原理、方法、程序和条件

A.3.1 测量原理

以 20m 激光测长机作标准器，在规范中允许的条件下，由激光测长机测量头与整体式内径千分尺相接触，用激光干涉测长法直接测量得到的，示值误差由两者示值之差确定。

$$\delta_i = L_i - L_s$$

式中：δ_i——示值误差；

L_i——被测整体式内径千分尺标称值（20℃条件下）；

L_s——激光测长机读数值（20℃条件下）。

A.3.2 测量方法

当被测量整体式内径千分尺在规定的温度条件下进行等温后，在测量设备 20m 激光测长机上，用激光干涉测长法直接测量得到整体式内径千分尺示值误差 $\delta_i = L_i - L_s$。

A.3.3 初始测量程序

——以 20m 激光测长机作标准器；

——将激光测长机的测头装上平面测帽，并将其工作面调整平行置零；

——将被测整体式内径千分尺安装在激光测长机工作台上，移动测量座使测帽与整体式内径千分尺的测头接触测量。

A.3.4 初始测量条件

——激光测长机符合 JJF 1066—2000《测长机校准规范》和 JJG 739—2005《激光干涉仪》对测长机的有关要求；

——实验室温度（20±0.5)℃，校准时实验室温度变化不大于 0.3℃/h，水平方向

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

温度梯度不大于 0.2℃/m；

——校准前被校整体式内径千分尺与激光测长机在实验室内平衡温度的时间不少于 10h；

——整体式内径千分尺与激光测长机都是钢制的。

A.4 测量过程数学模型

整体式内径千分尺示值误差的测量数学模型：

$$\delta_i = L_i - L_s$$

用 $u(\delta_1)$，$u(\delta_2)$，$u(\delta_3)$，$u(\delta_4)$，$u(\delta_5)$，$u(\delta_6)$分别表示由 δ_1，δ_2，δ_3，δ_4，δ_5，δ_6 引起的标准不确定度分量。

δ_1——整体式内径千分尺测微头及所用指示表对线误差引入的分量；

δ_2——测量重复性引入的分量；

δ_3——激光干涉仪示值误差引入的分量；

δ_4——激光测长机测量座移动时的角摆引入的分量；

δ_5——激光干涉仪材料温度传感器误差引入的分量；

δ_6——整体式内径千分尺线胀系数误差引入的不确定度分量。

由于测量过程在标准实验室进行，其湿度、气压等环境参数由激光干涉仪设置自动补偿，因此对被测对象的影响极小可以忽略不计。

A.5 标准不确定度分量的来源

标准不确定度分量的来源见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度分量的概述和评注

序 号	分量符号	不确定度分量名称	评 注
1	$u(\delta_1)$	整体式内径千分尺对线误差	整体式内径千分尺测微头对线误差及所用指示表对线误差引入
2	$u(\delta_2)$	测量重复性	在重复测量条件下，连续测量 10 次，求得单次测量实验标准差 $s=0.002$mm
3	$u(\delta_3)$	激光干涉仪示值误差	由激光干涉仪检定规程给出最大允许误差为 $\pm(0.03\mu m+1.5\times10^{-6}L)$
4	$u(\delta_4)$	激光测长机测量座移动时的角摆	激光测长机移动测量座在 10m 全长范围内移动的偏离角度 θ 小于 40″，从而引入角摆误差分量
5	$u(\delta_5)$	激光干涉仪材料温度传感器误差	实际测量时激光干涉仪材料温度传感器补偿误差造成长度变化，其材料传感器温度测量时的最大允许误差为±0.1℃
6	$u(\delta_6)$	整体式内径千分尺线胀系数误差	整体式内径千分尺线胀系数最大允许误差：$\pm1\times10^{-6}$℃$^{-1}$

A.6 标准不确定度分量计算评估

由于不确定度与整体式内径千分尺的长度有关，在此以 $L_i=10000\text{mm}$ 的整体式内径千分尺进行讨论分析。

A.6.1 整体式内径千分尺对线误差引入的标准不确定度分量 $u(\delta_1)$ B类评定

整体式内径千分尺的对线误差由测微头及所用指示表对线误差两部分，测微头最小显示分辨力为 10μm，所用指示表最小显示分辨力为 10μm，估计其读数值落在范围 1/5 处，半宽为 2μm；两者都在其分布范围内服从矩形分布，取分布因子 $b=0.6$，由此引起的标准不确定度分量 $\mu(\delta_1)$：

$$u(\delta_1)=2\sqrt{2}\mu\text{m}\times0.6=1.7\mu\text{m}$$

A.6.2 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u(\delta_2)$ A类评定

选整体式内径千分尺测量上限一个固定点，在重复测量条件下，连续测量 10 次，求得单次测量实验标准差 $s=0.002\text{mm}$，由此引起的标准不确定度分量：

$$u(\delta_2)=0.002\text{mm}=2.0\mu\text{m}$$

A.6.3 激光干涉仪引入的标准不确定度分量 $u(\delta_3)$ B类评定

从 JJG 739—2005《激光干涉仪》检定规程已知条件在（20±0.5)℃时，最大允许误差为：±（$0.03\mu\text{m}+1.5\times10^{-6}L$），在其分布范围内服从矩形分布，取分布因子 $b=0.6$，由此当整体式内径千分尺 $L_i=10000\text{mm}$ 时：

$$\delta_3=0.03\mu\text{m}+1.5\times10^{-6}\times10000\text{mm}=15.0\mu\text{m}$$

$$u(\delta_3)=15.0\mu\text{m}\times0.6=9.0\mu\text{m}$$

A.6.4 激光测长机测量座在导轨上移动时角摆引入的标准不确定度分量 $u(\delta_4)$ B类评定

由激光测长机得知测量座移动时在全长范围（10m）内移动的偏离角度 θ 小于 40″。测量座移动时偏离测量轴线而导致在测长方向的角摆 δ_4：

$$\delta_4=L\ (1-\cos\theta)\ =10\text{m}\times\ (1-0.999999981)\ =0.2\mu\text{m}$$

由于偏离角度 θ 值极小，其 θ 值不确定度近似于零，在其分布范围内服从矩形分布，取分布因子 $b=0.6$，由此得到分量 δ_4 的标准不确定度 $u(\delta_4)$：

$$u(\delta_4)=0.2\mu\text{m}\times0.6=0.1\mu\text{m}$$

A.6.5 激光干涉仪材料温度传感器误差引入的标准不确定度分量 $u(\delta_5)$ B类评定

校准室规定环境温度在（20±0.5)℃，整体式内径千分尺和激光测长机是在符合要求的温度条件下，充分等温后进行测量读数的。实际测量时对较大尺寸使用三个材料传感器，激光干涉仪的测量软件对材料温度进行修正补偿，其材料传感器温度测量时的最大允许误差为±0.1℃，整体式内径千分尺线胀系数为 $11.5\times10^{-6}℃^{-1}$。

$$\delta_5=0.1℃$$

其分布范围内服从矩形分布，取分布因子 $b=0.6$，由此引起的标准不确定度分量 $u(\delta_5)$：

$$\begin{aligned}u(\delta_5)&=L_i\ (\delta_5\times e)\ \sqrt{3}\times b\\&=10000\text{mm}\times\ (0.1℃\times11.5\times10^{-6}℃^{-1})\ \times\sqrt{3}\times0.6=12.0\mu\text{m}\end{aligned}$$

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

A.6.6 整体式内径千分尺线胀系数偏差引入的标准不确定度分量 $u(\delta_6)$ B类评定

整体式内径千分尺线胀系数为 $11.5\times10^{-6}℃^{-1}$，最大允许误差为 $\pm1\times10^{-6}℃^{-1}$，在半宽 $1\times10^{-6}℃^{-1}$ 范围内：

$$\delta_6=1\times10^{-6}℃^{-1}$$

测量时规定环境温度在（20±0.5)℃，半宽在 0.5℃范围内，其分布范围内服从矩形分布，取分布因子 $b=0.6$，当整体式内径千分尺 $L_i=10000\text{mm}$ 时，其标准不确定度分量 $u(\delta_6)$：

$$u(\delta_6)=1\times10^{-6}℃^{-1}\times0.5℃\times10000\text{mm}\times0.6=3.0\mu\text{m}$$

A.7 合成标准不确定度 u_c 和扩展不确定度 U

由于各标准不确定度分量之间彼此独立不存在相关性，当整体式内径千分尺 $L_i=10000\text{mm}$ 时，合成标准不确定度为：

$$u_c^2(L)=u(\delta_1)^2+u(\delta_2)^2+u(\delta_3)^2+u(\delta_4)^2+u(\delta_5)^2+u(\delta_6)^2$$

$$u_c(L)=\sqrt{u(\delta_1)^2+u(\delta_2)^2+u(\delta_3)^2+u(\delta_4)^2+u(\delta_5)^2+u(\delta_6)^2}$$

$$=\sqrt{1.7^2+2.0^2+9.0^2+0.1^2+12.0^2+3.0^2}\mu\text{m}=15.5\mu\text{m}$$

扩展不确定度 U 为：

取 $k=2.0$

$$U=ku_c=2\times15.5\mu\text{m}=31.0\mu\text{m}$$

A.8 不确定度概算汇总表

不确定度概算汇总见表 A.2。

表 A.2 不确定度概算汇总表

不确定度分量名称	评定类型	分布类型	相关系数 c_i	变化限 $a/\mu\text{m}$	包含因子 b	不确定度分量 $u_{xx}/\mu\text{m}$
$u(\delta_1)$整体式内径千分尺对线误差	B	矩形	0	$2\sqrt{2}$	0.6	1.7
$u(\delta_2)$测量重复性	A		0	2.0		2.0
$u(\delta_3)$激光干涉仪示值误差	B	矩形	0	15.0	0.6	9.0
$u(\delta_4)$激光测长机测量座移动时的角摆	B	矩形	0	0.2	0.6	0.1
$u(\delta_5)$激光干涉仪材料温度传感器误差	B	矩形	0	$11.5\sqrt{3}$	0.6	12.0
$u(\delta_6)$整体式内径千分尺线胀系数偏差	B	矩形	0	0.5×10	0.6	3.0
合成标准不确定度 u_c						15.5
扩展不确定度（$k=2$）U						31.0

附录 B

校 准 证 书 内 容

a）标题“校准证书”；
b）实验室名称和地址；
c）证书或报告的惟一标识（如编号），每页及总页的标识；
d）送校单位的名称和地址；
e）被校对象的描述和明确标识；
f）进行校准的日期；
g）对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
h）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
i）校准环境的描述；
j）校准结果及其测量不确定的说明；
k）校准证书或校准报告签发人的签名或等效标识，以及签发日期；
l）校准结果仅对被校对象有效的声明；
m）未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

标准分享网 www.bzfxw.com 免费下载

JJF 1215—2009

中华人民共和国
国家计量技术规范

整体式内径千分尺（6000mm～10000mm）校准规范
JJF 1215—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 字数14千字
2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷
印数1—3 000
统一书号155026—2409 定价：24.00元