



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 427—2004

带表千分尺

Micrometers with Gauge

2004 - 03 - 02 发布

2004 - 09 - 02 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

带表千分尺检定规程

Verification Regulation of

Micrometers with Gauge

JJG 427—2004
代替 JJG 427—1986

本规程经国家质量监督检验检疫总局于2004年03月02日批准，并自2004年09月02日起执行。

归口单位： 全国几何量工程参量计量技术委员会

起草单位： 黑龙江省计量检定测试院

哈尔滨市计量检定测试所

哈尔滨电机厂有限责任公司

吉林省计量科学研究院

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

本规程主要起草人：

马 荃 （黑龙江省计量检定测试院）

王 利 （哈尔滨市计量检定测试所）

褚云库 （哈尔滨电机厂有限责任公司）

马钟焕 （吉林省计量科学研究院）

参加起草人：

张蕴冬 （哈尔滨市计量检定测试所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
4.1 刻线宽度及宽度差	(1)
4.2 微分筒锥面的端面与固定套管上毫米刻线的相对位置	(2)
4.3 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离	(2)
4.4 带表千分尺两测量面的平面度和平行度	(2)
4.5 带表千分尺的比较仪	(2)
4.6 带表千分尺的测力及测力变化	(2)
4.7 带表千分尺的示值误差	(2)
4.8 带表千分尺的重复性	(2)
5 通用技术要求	(2)
5.1 外观	(2)
5.2 各部分相互作用	(2)
6 计量器具控制	(3)
6.1 检定项目	(3)
6.2 检定条件	(3)
6.3 检定方法	(3)
6.4 检定结果处理	(5)
6.5 检定周期	(5)
附录 A 带表千分尺示值误差测量不确定度评定	(6)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(9)

带表千分尺检定规程

1 范围

本规程适用于测量上限至 100mm、分度值为 0.001mm 的带表千分尺的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

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

GB/T 1216—1985 外径千分尺

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

JJG 39—1990 机械式比较仪检定规程

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

带表千分尺（见图 1）是由机械式比较仪（以下简称比较仪）、尺架和测微头等部分组成的一种千分尺。它主要用于外尺寸的比较测量。

带表千分尺的测量范围一般分为（0～25）mm，（25～50）mm，（50～75）mm 和（75～100）mm 四种。比较仪分度值为 0.001mm，示值范围一般为 $\pm 0.03\text{mm}$ 和 $\pm 0.05\text{mm}$ 两种。

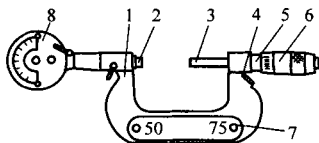


图 1 带表千分尺

1—尺架；2—测砧；3—测微螺杆；4—锁紧装置；
5—固定套管；6—微分筒；7—隔热装置；8—比较仪

4 计量性能要求

4.1 刻线宽度及宽度差

固定套管上的纵刻线和微分筒上的刻线宽度为（0.15～0.20）mm，刻线宽度差不超过 0.03mm。

4.2 微分筒锥面的端面与固定套管上毫米刻线的相对位置

当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。

4.3 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不超过 0.4mm。

4.4 带表千分尺两测量面的平面度和平行度

两测量面的平面度和平行度不超过表 1 的规定。

表 1 带表千分尺两测量面的平面度和平行度

测量范围/mm	测量面平面度/ μm	两测量面平行度/ μm
0 ~ 25 25 ~ 50	0.6	2
50 ~ 75 75 ~ 100	0.6	3

4.5 带表千分尺的比较仪

应符合 JJG 39—1990《机械式比较仪检定规程》中分度值为 0.001mm，夹持部位的直径为 $\phi 8\text{mm}$ 的技术要求。

4.6 带表千分尺的测力及测力变化

测力（是指测砧与球面接触时所作用的力）为（2~5）N。测力变化不超过 1N。

4.7 带表千分尺的示值误差

最大允许误差不超过 $\pm 3\mu\text{m}$ 。


4.8 带表千分尺的重复性

重复性不超过 $0.13\mu\text{m}$ 。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 首次检定的带表千分尺不应有碰伤、锈蚀、划痕等外观缺陷，表盘及测微头上的刻线应清晰、平直、均匀，无断线，表盘玻璃应完整透明。

5.1.2 带表千分尺上应标有编号、测力范围、厂标和  标志。

5.1.3 后续检定和使用中检验的带表千分尺允许有不影响使用准确度的外观缺陷。

5.2 各部分相互作用

5.2.1 微分筒在工作行程内往返转动时应灵活、平稳，无卡滞和摩擦现象，无手感觉到的径向摆动和轴向窜动，测微头锁紧装置的作用应可靠。

5.2.2 比较仪的指针转动应平稳无跳动。

6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

6.1 检定项目

检定项目见表 2。

表 2 检定项目和主要检定器具一览表

序号	检定项目	检定器具	检定类别		
			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	刻线宽度及宽度差	工具显微镜示值误差： (1 + L/100) μm	+	-	-
4	微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置	—	+	-	-
5	微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离	2 级塞尺或工具显微镜	+	-	-
6	带表千分尺两测量面的平面度和平行度	2 级平面平晶、平行平晶、1 级量块	+	+	-
7	带表千分尺的比较仪	见 JJG39—1990	+	+	-
8	测力及测力变化	量仪测力仪：2.5 级	+	-	-
9	示值误差	4 等量块	+	+	+
10	重复性	专用工具	+	+	+

注：表中“+”表示应检定，“-”表示可以不检定。

6.2 检定条件

6.2.1 检定环境条件

检定带表千分尺的检定室内温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，带表千分尺和检定用工具在检定室内等温时间不少于 2h。

6.2.2 检定用设备

主要检定器具见表 2。

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

目力观察和试验。

6.3.3 刻线宽度及宽度差

在工具显微镜上检定。微分筒和固定套管上至少各均匀分布地抽检 3 条刻线。刻线宽度差以最大值和最小值之差确定。

6.3.4 微分筒锥面的端面与固定套管刻线的相对位置

首先将带表千分尺测量下限调整正确，然后使微分筒锥面的端面与固定套管任意毫米刻线的右边缘相切，此时读取微分筒的零刻线与固定套管纵刻线的偏移量即为离、压线值。

6.3.5 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检定。也可以用厚度为 0.4mm 的 2 级塞尺用比较法进行检定，检定时应在微分筒转动一周内不少于三个位置上进行。

6.3.6 带表千分尺两测量面的平面度和平行度

两测量面的平面度用 2 级平晶以技术光波干涉法进行检定。距边缘 0.2mm 处允许有塌边。

两测量面的平行度用平行平晶检定时，依次将四块平行平晶放入两测量面间，转动微分筒，使两测量面与平行平晶接触后锁紧测微螺杆，读出两测量面上出现的白光干涉条纹数。以四块平晶中出现的干涉条纹最多的一次数值作为带表千分尺两测量面的平行度。

两测量面平行度量块检定时，依次用尺寸约为上下限的中间尺寸，其间隔为微分筒 1/4 转的四组量块进行。每组量块以同一部位按图 2 所示的四个及中间共五个位置放入两测量面间。检定时，首先将量块夹持在测量面中心位置对零位后，锁紧测微螺杆，顺次在比较仪上读取同一尺寸量块在测量面间五个位置上的示值，并求出其差值。取四组读数差中的最大值作为带表千分尺两测量面的平行度。

仲裁检定时，以平行平晶检定方法为准。

6.3.7 比较仪

按 JJG39—1990《机械式比较仪检定规程》进行。

6.3.8 测力及测力变化

用量仪测力仪的球工作面与带表千分尺工作面相接触后进行检定。

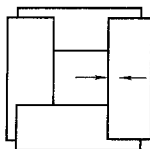


图 2

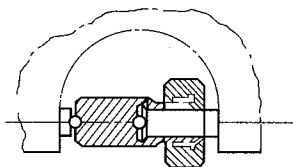


图 3

6.3.9 示值误差

用 4 等量块在测微头 25mm 行程范围内均匀分布的五个位置上进行检定。所用量块

尺寸如下： $(A + 5.12)$ mm， $(A + 10.24)$ mm， $(A + 15.36)$ mm， $(A + 21.5)$ mm， $(A + 25)$ mm 尺寸。其中 A 为带表千分尺的下限值。

检定时，先用下限尺寸量块调整好零位，然后转动微分筒，使测微头上的示值分别处于各受检点上，锁紧测微螺杆后，将相应尺寸的量块放入两测量面间，在比较仪上读出各点的示值误差。每一点都要拨动拨叉 5 次，取其平均值作为该点的示值误差。各点示值误差 e 均不超过规定数值。

$$e = L - L_s \quad (1)$$

式中： L ——代表千分尺的读数值；

L_s ——量块的实际尺寸。

6.3.10 重复性

转动微分筒使两测量面接触，并使比较仪的指针分别处于零位和正负最大刻度值附近，紧固测微螺杆，拨动拨叉五次，取其中最大与最小读数差除以极差系数 dn ($dn = 2.33$) 求得实验标准差 s 作为带表千分尺的重复性。

检定测量上限为 $(50 \sim 100)$ mm 的带表千分尺时，可借助于延长杆进行检定（如图 3）。

6.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的带表千分尺发给检定证书；不符合本规程要求的发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.5 检定周期

带表千分尺的检定周期可根据使用的实际情况确定，一般不超过 1 年。

附录 A

带表千分尺示值误差测量不确定度评定

A.1 测量方法

依据本规程，带表千分尺的示值误差是用 4 等量块在其规定的 5 个位置上进行检定。现对测量范围为 (75 ~ 100) mm，分度值为 0.001mm 的带表千分尺，在 23℃ 条件下，取检定点为 100mm 为例，进行测量不确定度评定。

A.2 数学模型

示值误差 e ：

$$e = L_a + L_b - L_s \quad (\text{A.1})$$

式中： L_a ——带表千分尺微分筒读数值；

L_b ——带表千分尺比较仪读数值；

L_s ——检定用量块的实际尺寸。

A.3 方差和灵敏系数

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial e}{\partial L_a} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial e}{\partial L_b} = 1; \quad c_3 = \frac{\partial e}{\partial L_s} = -1$$

由于各输入分量彼此独立，依据方差公式：

$$u_i^2(y) = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 \cdot u^2(x_i)$$

得

$$u^2(e) = u^2(L_a) + u^2(L_b) + u^2(L_s) \quad (\text{A.2})$$

A.4 不确定度一览表：

$l = 100\text{mm}$

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)/\mu\text{m}$	$c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$ c_i \cdot u(x_i) / \mu\text{m}$	自由度
$u(L_a)$	重复性	0.143	1	0.143	9
$u(L_b)$	比较仪示值误差	0.289	1	0.289	50
$u(L_s)$	量块	0.372	-1	0.372	22
$u(L_{s1})$	对零量块	0.130			100
$u(L_{s2})$	检定用量块	0.148			100
$u(L_{s3})$	带表千分尺与量块线胀系数差	0.245			50
$u(L_{s4})$	带表千分尺与量块温差	0.199			2
		$u_c = 0.49\mu\text{m}$	$\nu_{\text{eff}} = 54$		

A.5 计量标准不确定度分量

A.5.1 带表千分尺重复性引起的不确定度分量 $u(L_a)$

在重复性条件下,对 100mm 点重复测量 10 次,求得单次测量实验标准差为 $0.32\mu\text{m}$,检定时每点读数 5 次,取平均值作为测量结果。

$$u(L_a) = \frac{0.32}{\sqrt{5}}\mu\text{m} = 0.143\mu\text{m}$$

$$\nu(L_a) = 9$$

A.5.2 带表千分尺机械式比较仪示值误差引起的不确定度分量 $u(L_b)$

比较仪相对零位的示值允许误差为 $\pm 0.5\mu\text{m}$,在其范围内服从均匀分布,估计其相对不确定度为 10%,则

$$u(L_b) = \frac{0.5}{\sqrt{3}}\mu\text{m} = 0.289\mu\text{m}$$

$$\nu(L_b) = \frac{1}{2} \left(\frac{10}{100} \right)^{-2} = 50$$

A.5.3 量块引起的标准不确定度分量 $u(L_c)$ A.5.3.1 对零用量块引起的不确定度分量 $u(L_{c1})$

查资料,75mm 4 等量块的不确定度为 $0.35\mu\text{m}$,取自由度 $\nu = 100$,包含因子 $k = 2.7$,则

$$u(L_{c1}) = \frac{0.35}{2.7}\mu\text{m} = 0.130\mu\text{m}$$

$$\nu(L_{c1}) = 100$$

A.5.3.2 检定用量块引起的不确定度分量 $u(L_{c2})$

查资料,100mm 4 等量块的不确定度为 $0.4\mu\text{m}$,取自由度 $\nu = 100$,包含因子 $k = 2.7$,则

$$u(L_{c2}) = \frac{0.40}{2.7}\mu\text{m} = 0.148\mu\text{m}$$

$$\nu(L_{c2}) = 100$$

A.5.3.3 温度偏离 20°C 时,带表千分尺与检定用量块线胀系数差引起的不确定度分量 $u(L_{c3})$

带表千分尺与量块的线胀系数均为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$,线胀系数差的分布区间半宽为 $2 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$,在其区间内服从三角分布,估计相对不确定度为 10%,当 $\Delta t = 3^\circ\text{C}$, $L = 0.1 \times 10^6\mu\text{m}$ 时,

$$u(L_{c3}) = \frac{2}{\sqrt{6}} \times 10^{-6} \times 3 \times 0.1 \times 10^6\mu\text{m} = 0.245\mu\text{m}$$

$$\nu(L_{c3}) = 50$$

A.5.3.4 带表千分尺与检定用量块温差引起的不确定度分量 $u(L_{c4})$

两者等温后,仍存在一定温差。估计温差为 $\pm 0.3^\circ\text{C}$,在其区间内为均匀分布,估计相对不确定度为 50%,当 $L = 0.1 \times 10^6\mu\text{m}$, $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ 时,

$$u(L_{\text{测}}) = \frac{0.3}{\sqrt{3}} \times 0.1 \times 10^6 \times 11.5 \times 10^{-6} = 0.199 \mu\text{m}$$

$$\nu(L_{\text{测}}) = 2$$

以上四项彼此独立，将其合成：

$$u(L_s) = \sqrt{0.130^2 + 0.148^2 + 0.245^2 + 0.199^2} = 0.372 \mu\text{m}$$

$$\nu(L_s) = 0.372^4 \div \left(\frac{0.130^4}{100} + \frac{0.148^4}{100} + \frac{0.245^4}{50} + \frac{0.199^4}{2} \right) = 22$$

A.6 合成标准不确定度和有效自由度

由于各输入分量彼此独立：

$$u_c = \sqrt{0.143^2 + 0.289^2 + 0.372^2} = 0.49 \mu\text{m}$$

$$\nu_{\text{eff}} = 0.49^4 \div \left(\frac{0.143^4}{9} + \frac{0.289^4}{50} + \frac{0.372^4}{22} \right) = 54$$

A.7 扩展不确定度 U_p

取置信概率 $p = 95\%$ ，按有效自由度 $\nu_{\text{eff}} = 54$ ，查 t 分布表

$$U_{95} = t_{95}(54) \times u_c = 2.01 \times 0.49 = 0.99 \mu\text{m}$$

A.8 测量结果不确定度报告与表示

测量范围为 (75 ~ 100) mm，分度值为 0.001 mm 的带表千分尺，在 23℃ 条件下，用 4 等量块检定示值误差的扩展不确定度为

$$U_{95} = 0.99 \mu\text{m}$$

$$\nu_{\text{eff}} = 54$$

带表千分尺的最大允许误差为 $\pm 3 \mu\text{m}$ 。经分析计算 $U_{95} = 0.99 \mu\text{m}$ ，则 $\frac{0.99}{3} < \frac{1}{3}$ ，故用此方法检定可行。

附录 B

检定证书和检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式

检 定 结 果

温 度： ℃

相对湿度： %

序号	主要检定项目	检定结果
1	带表千分尺机械式比较仪的示值误差	
2	带表千分尺重复性	
3	带表千分尺示值误差	
检定依据：JJG 427—2004《带表千分尺检定规程》		

检定单位地址：

联系电话：

传真：

B.2 检定结果通知书内页格式

具体要求同 B.1，并指出不合格项目。

检定结果：应给量化的值（不要简单给“不合格”三字）。