



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 71—2005

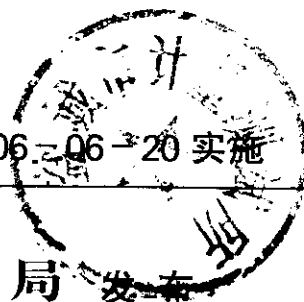
三等标准金属线纹尺

Standard Metallic Scale (Grade III)

2005-12-20 发布

2006-06-20 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



三等标准金属线纹尺检定规程

Verification Regulation of Standard

Metallic Scale (Grade III)

JJG 71—2005
代替 JJG 71—1991

本规程经国家质量监督检验检疫总局 2005 年 12 月 20 日批准,并自 2006 年 6 月 20 日起施行。

归口单位: 全国几何量长度计量技术委员会

起草单位: 中国计量科学研究院

本规程委托全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规程起草人：

赵 岩 （中国计量科学研究院）

李建双 （中国计量科学研究院）

陶香琴 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
5 通用技术要求	(2)
5.1 外观	(2)
5.2 标识	(3)
6 计量器具控制	(3)
6.1 检定条件	(3)
6.2 检定项目	(3)
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 三等标准金属线纹尺检定记录格式 1	(7)
附录 B 三等标准金属线纹尺检定记录格式 2	(8)
附录 C 检定证书及检定结果通知书 (内页) 格式	(9)

三等标准金属线纹尺检定规程

1 范围

本规程适用于三等标准金属线纹尺的首次检定、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 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定技术规范

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

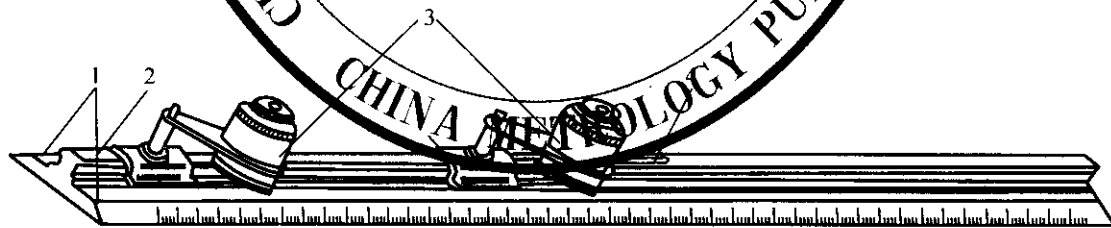
3 概述

三等标准金属线纹尺（以下简称三等线纹尺）多用于检定水准标尺、钢直尺及其他线纹尺。

目前使用中的三等线纹尺多用锡白铜、不锈钢、黄铜等材料制成。

三等线纹尺为一刚性直尺，其刻线在两个与工作面成 45° 角的斜面上，两面均刻有1020mm的刻线，其中一面的分度值为0.2mm，另一面为1mm。在三等线纹尺的背部有凸缘形导轨，两个7倍放大镜可在导轨上沿测量轴线的方向移动，用来放大三等线纹尺和被测尺的线纹间隔。在三等线纹尺上还有一个量程为 $(-30 \sim +50)^\circ\text{C}$ 或 $(-35 \sim +45)^\circ\text{C}$ 的水银温度计，其分度值为 0.5°C 。

三等线纹尺的外形结构见图1。



1—刻线面；2—导轨；3—放大镜；4—温度计

图1 三等线纹尺外形结构图

4 计量性能要求

4.1 三等线纹尺外形轮廓尺寸与刻线长度要求见表1。

表1 外形轮廓尺寸与刻线长度的要求

mm

项目	外形轮廓尺寸			0.2mm 刻线面刻线长度						1mm 刻线面刻线长度		
	长	宽	高	0.2	0.4	0.6	0.8	1	5~10	1	5	10
尺寸	1050.0	38.0	19.0	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	5.0	2.0	3.0	5.0
偏差	±0.8	±0.5	±0.4	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1

4.2 刻线宽度

刻线宽度应为 (0.05 ± 0.01) mm。

4.3 尺面粗糙度

刻线面尺面粗糙度 R_a 应不大于 $0.2\mu\text{m}$ ，非刻线面 R_a 应不大于 $1.6\mu\text{m}$ 。

4.4 刻线面尺边直线度

刻线面尺边直线度应不大于 0.1mm 。

4.5 尺底平面度

首次检定的三等线纹尺的尺底平面度应不大于 0.1mm ，后续检定和使用中检验的应不大于 0.2mm 。

4.6 标尺间隔误差

三等线纹尺标尺间隔的最大允许误差见表2。

表2 最大允许误差要求

标尺间隔	最大允许误差
100mm 和 10mm	±0.02mm
1mm 和 0.2mm	±0.01mm

4.7 示值误差

三等线纹尺示值最大允许误差为 $\pm (0.03 + 0.02L)$ mm， L 为三等线纹尺的标称长度，以米为单位。

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 三等线纹尺的刻线面不得有划痕、碰伤、锈蚀等现象。刻线应均匀，与尺边垂直且延伸到尺边，不得有断线，重线的现象。

5.1.2 在检定状态下，通过读数显微镜观察，全程刻线均应清晰。

5.1.3 三等线纹尺的标尺数码应大小适中，不得影响到刻线，且前后一致。

5.1.4 三等线纹尺的附件（温度计、放大镜）应齐全，放大镜应成像清晰且在导轨上滑动灵活。

5.1.5 首次检定的三等线纹尺应达到上述要求，后续检定及使用中检验的允许有不影响计量性能的外观缺陷。

5.2 标识

对于新制的三等线纹尺，在尺背凸缘上应标明制造材料、制造厂或厂标、出厂编号；在尺盒上应标明计量器具名称及制造厂或厂标。

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 检定条件

6.1.1 环境条件

6.1.1.1 检定三等线纹尺的环境温度应控制在 $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，且每小时的变化应不超过 0.5°C 。

6.1.1.2 检定前，三等线纹尺在规定的温度范围内恒温时间不得少于 4h。

6.1.1.3 检定时，三等线纹尺应支承于贝塞尔支点上，支点距尺端 231.3mm。

6.1.2 检定设备

三等线纹尺的主要检定设备见表 3。

6.2 检定项目

三等线纹尺的检定项目见表 3。

表 3 检定项目和主要检定设备一览表

序号	检定项目	主要检定设备	首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观与标识		+	+	+
2	外形轮廓尺寸、刻线长度	钢直尺、卡尺、读数显微镜	+	-	-
3	刻线宽度	分度值为 0.001mm 读数显微镜	+	-	-
4	尺面粗糙度	表面粗糙度比较样块、显微镜	+	-	-
5	刻线面尺边直线度	0 级平尺或平板、2 级塞尺	+	+	+
6	尺底平面度	0 级平尺或平板、2 级塞尺	+	+	+
7	标尺间隔误差	激光干涉仪或二等标准金属线纹尺、测长机、分度值为 0.001mm 读数显微镜	+	-	-
8	示值误差	激光干涉仪或二等标准金属线纹尺、测长机、分度值为 0.001mm 读数显微镜	+	+	-

注：1. 表中“+”表示应检项目；“-”表示可不检项目。

2. 可以使用满足检定结果不确定度要求的其他仪器或设备。

6.3 检定方法

6.3.1 外观与标识

目测。

6.3.2 外形轮廓尺寸与刻线长度

用钢直尺、卡尺及读数显微镜进行检定。

6.3.3 刻线宽度

用分度值为 0.001mm 的读数显微镜分别在线纹尺的首、末两端及中间抽检几条刻线。

6.3.4 尺面粗糙度

非刻线面的粗糙度可用表面粗糙度比较样块进行目测比较,刻线面的粗糙度应用表面粗糙度比较样块配合显微镜进行比较检定。

6.3.5 刻线面尺边直线度

将三等线纹尺刻线面的尺边切在 0 级平尺或平板上,使刻线面垂直于平板表面,在尺边与平尺或平板表面的最大间隙处用 0.1mm 的 2 级塞尺检定,以不能塞进为合格。

6.3.6 尺底平面度

将三等线纹尺放在 0 级平尺或平板上,在尺底面与平尺或平板表面的最大间隙处用 0.1mm (首次检定)或 0.2mm (后续检定和使用中检验) 2 级塞尺检定,以不能塞进为合格。

6.3.7 标尺间隔误差

三等线纹尺的标尺间隔误差,可用激光干涉仪进行检定,也可用二等标准金属线纹尺(以下简称二等线纹尺)作为标准尺,测长机或其他检定装置上进行检定。

表 2 中的项目 100mm 标尺间隔误差可与示值误差一起检定,0.2mm、1mm 和 0.2mm 可在线纹尺的首、末两端和中间

6.3.8 示值误差

三等线纹尺的示值误差,可用激光干涉仪进行检定,也可用二等线纹尺作为标准尺在测长机或其他检定装置上进行检定。

示值误差每隔 100mm 进行检定。

6.3.8.1 用激光干涉仪检定

三等线纹尺可用激光干涉仪,通过光波干涉的原理,将激光波长复现到三等线纹尺上。

三等线纹尺在 20℃ 时的长度 $L_{20℃}$ 由激光干涉仪直接求得。

6.3.8.1.1 检定程序

a) 在检定台上,将三等线纹尺沿与导轨平行的方向支承于贝塞尔支点上,0.2mm 刻线面朝上,调整好。关闭照明,尺子恒温约 30 分钟。

b) 采集并输入光路的空气平均温度 T 、光路气压 p 、相对湿度 f ,三等线纹尺的平均温度 T_1 、温度线膨胀系数 α 至数据处理系统。

c) 用显微镜瞄准三等线纹尺的零刻线,干涉仪清零,然后依次瞄准 100mm、

200mm、…、1000mm 刻线并记录数据，此为往测。然后立即瞄准 1000mm、900mm、…、100mm 及零刻线，进行返测。当显微镜再次瞄准零刻线时，干涉仪的读数（即回零）不得大于 $5\mu\text{m}$ 。以上为第一测回。

d) 重新调整尺子，关闭照明，尺子和仪器恒温约 20min。

e) 采集并输入 T , p , f , T_1 的值。

f) 按第一测回的检定程序完成第二测回的检定。两测回的平均值即为检定结果。

g) 将 0.2mm 刻线面调换成 1mm 刻线面，并调整好，关闭照明，尺子恒温约 30min。

h) 1mm 刻线面检定程序与 0.2mm 刻线面检定程序基本相同，但只检定全长，即只对零刻线和 1000mm 刻线进行瞄准读数。1mm 刻线面同样检定两测回，取两测回的平均值为 1mm 刻线面的检定结果。两测回可连续进行。

6.3.8.1.2 限差要求

在同一测回中，对同一刻线的往测与返测值之差不得大于 $5\mu\text{m}$ 。两测回对同一刻线的测量结果之差不得大于 $5\mu\text{m}$ 。当超差的刻线数不大于 3 个时，可进行补测，否则应全部重测。

三等线纹尺的记录格式 1 参见附录 A。

6.3.8.2 用二等线纹尺检定

三等线纹尺与二等线纹尺的检定可在 1m、2m、3m 测长机或其他检定装置上，采用串联纵动或并联纵动的方式进行。在 3m 测长机上，三等线纹尺与二等线纹尺采用串联纵动的方式进行比较测量，该方式符合阿贝原则；在 1m 测长机上，三等线纹尺与二等线纹尺采用并联纵动的方式进行比较测量，此时，两尺平行于导轨并排放置，由于该方式不符合阿贝原则，所以两尺应尽量靠近，以减少阿贝误差的影响。

6.3.8.2.1 检定程序

a) 在工作台上，标准尺与被检尺各架在阿贝误差支点上，0.2mm 刻线面朝上，调整好。关闭照明，尺子恒温约 30min。

b) 测量标准尺和被检尺的测前温度，两尺测前的温度差值应不大于 0.3°C 。

c) 微动工作台，使瞄准显微镜瞄准标准尺的零刻线，转动测量显微镜的测微轮，使其分划板上的双线夹准被检尺的零刻线，并记录测量显微镜测微器上的读数。移动工作台，使瞄准显微镜瞄准标准尺的 100mm 刻线，转动测量显微镜的测微轮，使其分划板上的双线夹准被检尺的 100mm 刻线，并记录测量显微镜测微器上的读数。在测量过程中不得转动瞄准显微镜的测微轮。以此类推，同样方法检定 200mm、300mm、…、1000mm 刻线，此为往测；然后立即进行 1000mm、900mm、…、200mm、100mm 及零刻线的返测。

d) 测量标准尺和被检尺的测后温度。将两次温度测量值取平均作为此测回两尺的温度值。上述往返测量组成第一测回。

e) 重新调整尺子，关闭照明，尺子和仪器恒温约 20min。

f) 按第一测回的检定程序完成第二测回的检定。两测回测量结果的平均值即为检定结果。两测回温度测量值的平均值作为两尺的温度值。

g) 将 0.2mm 刻线面调换成 1mm 刻线面, 并调整好, 关闭照明, 尺子恒温约 30min。

h) 1mm 刻线面检定程序与 0.2mm 刻线面检定程序基本相同, 但只检定全长。两测回可连续进行。两尺的测前、测后温度测量值的平均值作为两尺的温度值。

6.3.8.2.2 限差要求

测量结果的限差要求按 6.3.8.1.2。

6.3.8.2.3 计算公式

三等线纹尺经检定后, 其在 20℃ 时的尺长修正量 $\Delta L_{20\text{℃}}$ 可由公式 (1) 求得:

$$\Delta L_{20\text{℃}} = \Delta l_{20\text{℃}} + \overline{(b_0 - b)} + [\alpha_1(t_1 - 20) - \alpha_2(t_2 - 20)]L \quad (1)$$

式中: $\Delta l_{20\text{℃}}$ ——标准尺 20℃ 时的尺长修正量, μm ;

$\overline{(b_0 - b)}$ ——被检尺零刻线与被检刻线读数差的往返测平均值, 即被检尺相对于标准尺的尺长之差, μm ;

α_1, α_2 ——标准尺和被检尺的温度线膨胀系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

t_1, t_2 ——标准尺和被检尺的平均温度, $^{\circ}\text{C}$;

L ——被检尺被测间隔的标称长度, m。

当显微镜测微轮分度值在 $0.99\mu\text{m} \sim 1.01\mu\text{m}$ 之间时, 在数据处理中, 以标称分度值 $1\mu\text{m}$ 计算, 可不考虑分度值修正。

三等线纹尺的记录格式 2 参见附录 B。

6.3.8.3 检定结果不确定度

三等线纹尺全长的示值误差检定结果的扩展不确定度应不超过 $10\mu\text{m}$ ($k=2$)。

6.4 检定结果的处理

经检定, 对符合本规程中相应要求的三等线纹尺, 应出具相应的检定证书 (检定证书内页格式参见附录 C)。检定证书上应给出被检间隔在 20℃ 时的实际长度和使用时的尺长方程式。该实际长度用标称长度加修正值表示。

经检定不符合本规程要求的三等线纹尺, 应填发检定结果通知书, 并注明不合格项目 (检定结果通知书内页格式参见附录 C)。

6.5 检定周期

三等线纹尺的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

三等标准金属线纹尺检定记录格式 1

送检单位 _____
 产品编号 _____ 制造厂 _____ 证书编号 _____
 检定日期 _____ 检定员 _____ 核验员 _____

$p =$ _____ mmHg*	$t =$ _____ ℃	$f =$ _____ %
	$t_1 =$ _____ ℃	$\alpha =$ _____ $\times 10^{-6} \text{℃}^{-1}$

平直性 _____

0.2mm 刻线面:

标称长度	第一测回			第二测回			两测回 平均值	结果
	往测	返测	平均值	往测	返测	平均值		
(mm)	(mm)			(mm)			(mm)	(mm)
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
回零								

1mm 刻线面:

1000								
回零								

* 1mmHg = 133.322Pa

附录 B

三等标准金属线纹尺检定记录格式 2

送检单位 _____ 制造厂 _____ mm

产品编号 _____ 平直性 _____

标称长度 (mm)	被检尺读数		温度修正		第二测回	平均值 (μm)	标准尺修正 (μm)	结果 (μm)
	往测	返测	平均值	温度修正 (μm)				
0								
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
0								
1000								
刻线面 名称	标准尺温度 t_1 (°C)		被检尺温度 t_2 (°C)		平均	温度修正公式: $\Delta L_i = [\alpha_1(t_1 - 20) - \alpha_2(t_2 - 20)]L_i$		
	$t_{\text{始}}$	$t_{\text{终}}$	$t_{\text{始}}$	$t_{\text{终}}$				
0.2mm 面								
1mm 面								

温度修正公式: $\Delta L_i = [\alpha_1(t_1 - 20) - \alpha_2(t_2 - 20)]L_i$

检定员 _____ 核验员 _____

_____ 检定日期 _____

附录 C

检定证书及检定结果通知书（内页）格式

C.1 检定证书内页格式

检 定 结 果

0.2mm 刻线面：

表 1

被检间隔 (mm)	实际长度 $L_{20^{\circ}\text{C}}$ (mm)	被检间隔 (mm)	实际长度 $L_{20^{\circ}\text{C}}$ (mm)
0~100	100	0~600	600
0~200	200	0~700	700
0~300	300	0~800	800
0~400	400	0~900	900
0~500	500	0~1000	1000

1mm 刻线面：

(0~1000) mm 的实际长度 $L_{20^{\circ}\text{C}} =$ (1000) mm

该尺平直性为 mm

说明：

在 $t^{\circ}\text{C}$ 使用时的尺长方程式为：

$$L_{t^{\circ}\text{C}} = L_{20^{\circ}\text{C}} + \alpha \cdot (t - 20) \cdot L$$

 $L_{20^{\circ}\text{C}}$ 为化算至 20°C 时的长度检定结果 L 为标称长度

$$\alpha = \quad \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$$

C.2 检定结果通知书内页格式

要求同上，指出不合格项目。