



# 天津市地方计量技术规范

JJF(津) XXXX—20XX

## 钢直尺检定义校准规范

Calibration Specification for Tester of Steel Rule

(报批稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

# 钢直尺检定义校准规范

Calibration Specification for Tester  
of Steel Rule

JJF(津) XXXX—20XX

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

**本规范主要起草人：**

- 刘红光 (天津市计量监督检测科学研究院)  
李 青 (天津市计量监督检测科学研究院)  
李凌梅 (天津市计量监督检测科学研究院)  
陈 洁 (天津市计量监督检测科学研究院)

**参加起草人：**

- 王 伟 (天津市计量监督检测科学研究院)  
路瑞军 (天津市计量监督检测科学研究院)  
马艺清 (天津市计量监督检测科学研究院)  
何振环 (天津市计量监督检测科学研究院)

# 目 录

引言.....	( II )
1 范围.....	( 1 )
2 引用文件.....	( 1 )
3 概述.....	( 1 )
4 计量特性.....	( 2 )
4.1 检定仪平台直线度.....	( 2 )
4.2 测量重复性 .....	( 2 )
4.3 示值误差 .....	( 2 )
5 校准条件.....	( 2 )
5.1 环境条件.....	( 2 )
5.2 校准用设备及技术要求.....	( 3 )
6 校准项目和校准方法.....	( 3 )
6.1 检定仪平台的直线度.....	( 3 )
6.2 测量重复性.....	( 3 )
6.3 示值误差 .....	( 3 )
7 校准结果表达.....	( 3 )
8 复校时间间隔.....	( 4 )
附录 A 钢直尺检定仪示值误差测量结果的不确定度评.....	( 5 )

## 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本技术规范为首次制定。

## 钢直尺检定仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于钢直尺检定仪的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

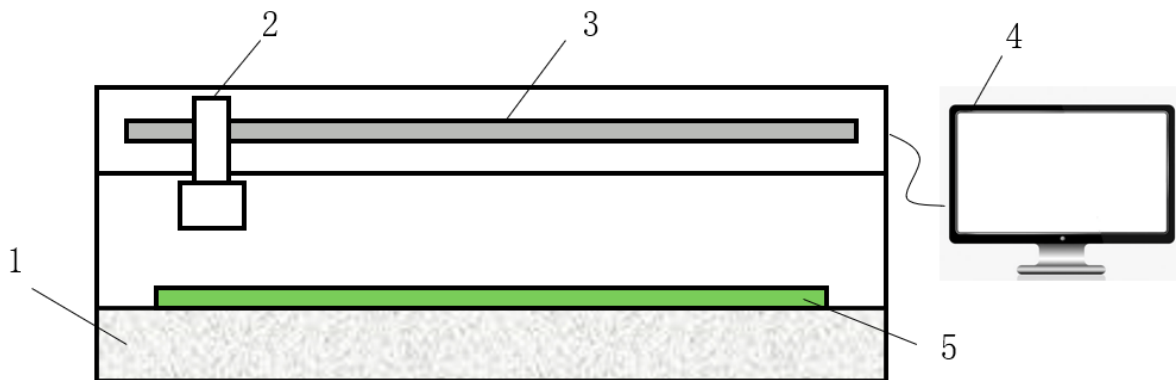
JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1097 平尺

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

### 3 概述

钢直尺检定仪（以下简称检定仪）是以影像测量为原理，光栅尺为基准元件，用于测量钢直尺的计量仪器。一般由检定仪平台、影像系统、位移传感器、测量软件等组成。其结构型式如图 1。



1-检定仪平台；2-影像系统；3-位移传感器；4-测量软件；5-被检钢直尺

图 1 钢直尺检定仪结构示意图

## 4 计量特性

- 4.1 检定仪平台直线度
- 4.2 测量重复性
- 4.3 示值误差

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

温度： $(20\pm 3)$ ℃，每小时变化不超过 1℃；或按照仪器说明书规定。

校准前，被校准的仪器在室内平衡温度时间不少于 24h，校准用标准器在室内平衡温度时间不少于 2h。

### 5.2 校准用设备及技术要求

校准用设备及技术要求见表 1。

表 1 校准用设备及技术要求

序号	设备名称	技术要求
1	电子水平仪	分辨力 0.01mm/m
2	标准金属线纹尺	二等

## 6 校准项目和校准方法

在进行仪器校准之前，首先进行外观检查，目测工作台和传感器没有影响校准工作的缺陷。必要时按照仪器使用说明书规定执行仪器的启动和准备程序。

### 6.1 检定仪平台的直线度

按 JJF 1097 平尺校准规范中相应方法进行校准。

### 6.2 测量重复性

首先将标准金属线纹尺安置在检定仪平台上，在测量位置上调整影像系统，使线纹尺刻线均成像清晰，调整金属线纹尺的纵轴线与影像系统的运动方向平行，用影像系统分别瞄准 0 刻线及 1000mm 刻线，对 0 至 1000mm 线纹间隔进行测量，反复 10 次，计算这 10 个测得值的实验标准差作为仪器测量重复性。

### 6.3 示值误差

按照 6.2 的方法安置标准金属线纹尺，测量各刻线相对于零刻线的线纹间隔，依次瞄准标准金属线纹尺的刻线并记录检测仪的测量数据，测得值与标准金属线纹尺实际值的差值作为测量结果，此为往测。然后立即反向进行返测，取两次测量结果的平均值作为最后结果。测量间隔：（0-10）mm 中的每毫米间隔；（0-1000）mm 中的每分米间隔。

示值误差也允许采用满足测量不确定度要求的其他方法进行校准。

## 7 校准结果的表达

经校准的钢直尺检测仪出具校准证书。

校准证书内页至少应包含下列内容：

校准条件；

校准项目和校准结果；

检测仪平台直线度；

测量重复性；

示值误差；

示值误差的测量结果不确定度（评定方法见附录 A）。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔可由用户根据实际使用情况自主决定，建议不超过 1 年。



## 附录 A

## 钢直尺检定仪示值误差测量结果的不确定度评定

## A.1 测量方法

钢直尺检定仪示值误差使用标准金属线纹尺进行校准。校准时，将 1m 标准金属线纹尺安置于工作台上，测量各刻线相对于零刻线的线纹间隔，测得值与标准尺实际值的差值作为测量结果。下面以校准钢直尺检定仪 1000mm 处示值误差为例，进行测量不确定度的评定。

## A.2 测量模型

$$e = L_c - L_b \quad (\text{A.1})$$

式中： $e$ ——钢直尺检定仪的示值误差，mm；

$L_c$ ——钢直尺检定仪的读数值，mm；

$L_b$ ——标准金属线纹尺所用测量段的实际值，mm；

## A.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率，由式 (A.1) 得方差：

$$u_c^2(e) = c_1^2 u^2(L_c) + c_2^2 u^2(L_b)$$

式中：

$u(L_c)$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量；

$u(L_b)$ ——标准器具引入的标准不确定度分量。

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial(e)}{\partial(L_c)} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(e)}{\partial(L_b)} = -1$$

故：

$$u_c^2(e) = u^2(L_c) + u^2(L_b)$$

## A.4 标准不确定度分量

标准不确定度一览表见表 C.1。

表 C.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	$c_i$	$ c_i u(x_i)$
$u(L_b)$	标准器具	7.28 $\mu\text{m}$	1	7.28 $\mu\text{m}$
$u_1(L_b)$	标准金属线纹尺测量不确定度	0.33 $\mu\text{m}$		
$u_2(L_b)$	线膨胀系数差	7.18 $\mu\text{m}$		
$u_3(L_b)$	温度差	1.15 $\mu\text{m}$		
$u(L_c)$	测量重复性	0.49 $\mu\text{m}$	-1	0.49 $\mu\text{m}$

## A.5 标准不确定度计算

A.5.1 二等标准金属线纹尺引入的不确定度分量  $u_1(L_b)$ 

根据二等标准金属线纹尺的检定证书，二等金属线纹尺的测量不确定度为  $U=(0.20+0.8L)\mu\text{m}$  ( $k=3$ )，标准金属线纹尺引入的不确定度分量为：

$$u_1(L_b)=1.0\mu\text{m}/3=0.33\mu\text{m}$$

A.5.2 线膨胀系数差引入的不确定度分量  $u_2(L_b)$ 

钢直尺检定仪光栅尺的线膨胀系数为  $(7.6\pm 1.0)\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，证书给出的标准线纹尺线膨胀系数为  $(11.5\pm 1.0)\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，两者差值的最佳估计值为  $3.9\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ 。温度偏离  $\Delta t=3\text{C}$  的条件下，服从均匀分布，线膨胀系数差值引入的不确定度分量为：

$$u_{cz} = \frac{\delta}{\sqrt{3}} = \frac{1\text{m}\times 3\text{C}\times 3.9\times 10^{-6}\text{C}^{-1}}{\sqrt{3}} = 6.75\mu\text{m}$$

线膨胀系数的不确定度会给测量结果带来影响，检定仪光栅尺和标准金属线纹尺线膨胀系数差的界限在  $\pm 2.0\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$  范围内服从三角分布， $\Delta t=3\text{C}$ ，线膨胀系数的不确定度引入的分量：

$$u_{bq} = \frac{\delta}{\sqrt{6}} = \frac{1\text{m}\times 3\text{C}\times 2.0\times 10^{-6}\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} = 2.45\mu\text{m}$$

由此估算在1m处，线膨胀系数差引入的不确定度分量为：

$$u_2(L_b) = \sqrt{u_{cz}^2 + u_{bq}^2} = 7.18\mu\text{m}$$

A.5.3 温度差引入的不确定度分量  $u_3(L_b)$ 

经充分等温后，标准线纹尺与检定仪光栅尺的温度差估计在  $\pm 0.5\text{C}$  范围内服从均

匀分布，取 $\Delta a=4.0\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，由温度差引入的不确定度分量：

$$u_3(L_b) = \frac{\delta}{\sqrt{3}} = \frac{1\text{m}\times 0.5\text{C}\times 4.0\times 10^{-6}\text{C}^{-1}}{\sqrt{3}} = 1.15\mu\text{m}$$

#### A.5.4 标准器具引入的不确定度分量 $u(L_b)$

$$u(L_b) = \sqrt{u_1(L_b)^2 + u_2(L_b)^2 + u_3(L_b)^2} = 7.28\mu\text{m}$$

#### A.5.5 测量重复性引入的不确定度分量 $u(L_c)$

对标准线纹尺1000mm点的示值误差各进行10组测量，得到如下测量结果

表 C.2 重复性测量表格

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (mm)	999.990	999.991	999.991	999.992	999.990
测量次数	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	999.990	999.990	999.991	999.990	999.990

采用贝塞尔公式计算标准差得到 $s=0.70\mu\text{m}$ ，最终结果取两次测量平均值，重复性测量引入的不确定度分量为 $\frac{s}{\sqrt{2}}=0.49\mu\text{m}$ ，数显分辨力引入的不确定度分量为 $0.29\mu\text{m}$ ，

取两者的大值，即 $u(L_c)=0.49\mu\text{m}$

#### A.6 合成标准不确定度

$$u_c(e) = \sqrt{u^2(L_c) + u^2(L_b)} = 7.30\mu\text{m}$$

#### A.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 14.6 \approx 15\mu\text{m}$$

