

内蒙古自治区地方计量检定规程

JJG (蒙) 061—2023

因瓦条码水准标尺

Invar Bar-Coded Levelling Staffs

2023-10-01 发布

2024-01-01 实施

内蒙古自治区市场监督管理局 发布

因瓦条码水准标尺检定规程

Verification Regulation of

Invar Bar-Coded Levelling Staffs

JJG(蒙)061—2023

归口单位： 内蒙古自治区市场监督管理局
主要起草单位： 内蒙古自治区计量测试研究院
参加起草单位： 巴彦淖尔市自然资源调查测绘院

本规范技术条文由起草单位负责解释

本规范主要起草人：

王振华（内蒙古自治区计量测试研究院）

高永生（内蒙古自治区计量测试研究院）

储 蒙（内蒙古自治区计量测试研究院）

参加起草人：

额尔敦达赖（内蒙古自治区计量测试研究院）

高方泽（内蒙古自治区计量测试研究院）

姜国芳（内蒙古自治区计量测试研究院）

李 博（巴彦淖尔市自然资源调查测绘院）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量性能要求	1
5 通用技术要求	2
6 计量器具控制	2
6.1 检定条件	2
6.2 检定项目	2
6.3 检定方法	3
7 检定结果处理	7
8 检定周期	7
附录 A 标尺分划面弯曲差(矢距)检定记录及计算示例	8
附录 B 标尺中轴线与标尺底面的垂直度检定记录及计算示例	9
附录 C 一副标尺零点差之差检定方法(平台法)	10
附录 D 单位条码宽度	11
附录 E 因瓦条码水准标尺检定证书和检定结果通知书内页参考格式	12

引言

本规程以 JJF 1002-2010《国家计量检定规程编写规则》、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》为基础和依据进行制订。在本规程的制订中，充分考虑了 GB/T 2897-2006《国家一、二等水准测量规范》的技术要求，参考了 JJG 8-1991《水准标尺》检定规程、JJG(测绘)2102-2013《因瓦条码水准标尺》检定规程的部分内容。

——本地方规程为首次发布。

因瓦条码水准标尺检定规程

1 范围

本规程适用于因瓦条码水准标尺的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

本规程引用下列文件：

JJG 8-1991 水准标尺

JJG 425-2003 水准仪

3 概述

因瓦条码水准标尺（以下简称标尺）是与数字水准仪配套使用的一种尺类，广泛应用于水准测量、地形测量、工业测控等领域。不同于普通水准标尺，因瓦条码水准标尺一般是由因瓦尺带和尺身构成，尺带上的线纹分划由宽度相等或不等的黑白或黑黄条码按某种编码规则进行有序排列。常见标尺的单位条码宽度见附录 D。因瓦条码水准标尺条码分划形式见图 1。

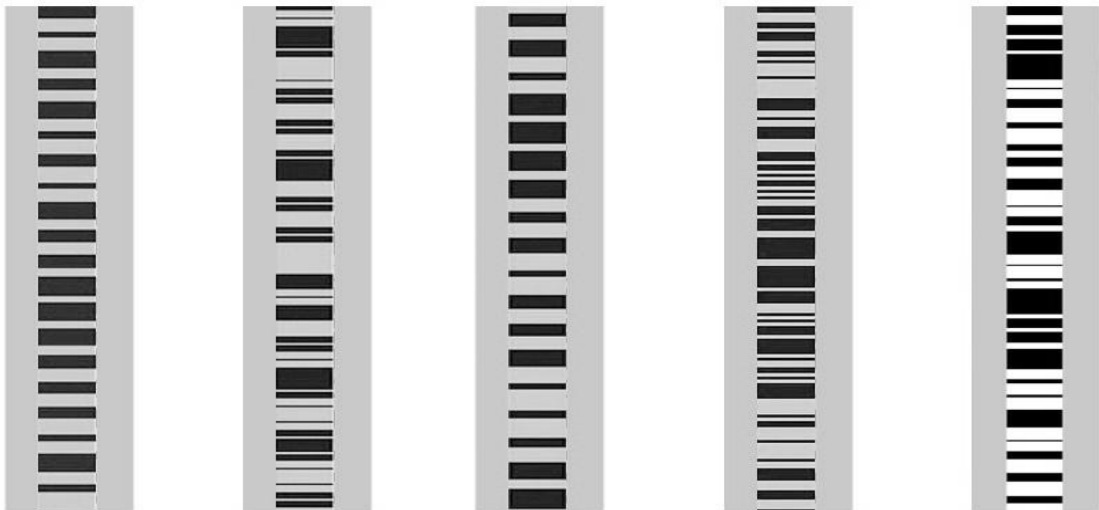


图 1 因瓦条码水准标尺条码分划形式

4 计量性能要求

4.1 分划面弯曲差（矢距）

分划面弯曲差（矢距）应不大于 $\pm 4.0\text{mm}$ 。

4.2 中轴线与底面的垂直度

中轴线与底面的垂直度应不大于 $\pm 5'$ 。

4.3 一副标尺零点差之差

一副标尺零点差之差应不大于 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

4.4 条码分划标准差

条码分划标准差应不大于 0.02mm 。

4.5 米间隔长度平均值与标称值之差

米间隔长度平均值与标称值之差应不大于 $\pm 0.04\text{mm}$ 。

5 通用技术要求

标尺的顶端和底端均应装有稳定的金属护套，底面应平整。标尺因瓦尺带表面应平整光洁，不得有明显的划痕等瑕疵。尺身的两旁应有凸出的边条。标尺因瓦尺带与尺身两端连接应牢固。距离标尺底端适当处应安装有手柄，手柄应转动自如，锁紧可靠。

标尺尺身上应标明制造厂或厂标、型号、出厂编号。

标尺尺身上应安装有圆形水准器。水准器的安装应牢固可靠，调整方便。

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查。

6.1 检定条件

6.1.1 主要计量器具

主要计量器具及技术要求见表 1。

表 1 主要计量器具和配套设备及技术要求

序号	主要计量器具	技术要求
1	激光干涉仪或其他符合要求的标准装置	其他符合要求的标准装置标准偏差不大于 $5\mu\text{m}$
2	钢直尺	最小分度值不大于 0.5mm
3	平板	$(300 \times 300)\text{mm}$
4	电子经纬仪	Ⅲ级及以上

6.1.2 环境条件

检定温度为 $(20 \pm 5)\text{℃}$ ，每小时温度变化不大于 1℃ ，湿度不大于 80% 。

6.2 检定项目

因瓦条码水准标尺首次检定、后续检定和使用中检查的检定项目见表 2。

表 2 检定项目

序号	检定项目	检定用计量器具	检定类别		
			首次 检定	后续 检定	使用中 检查
1	外观	—	+	+	+
2	圆水准器安置的正确性	平板	+	+	+
3	分划面弯曲差（矢距）	钢直尺	+	+	+
4	中轴线与底面的垂直度	电子经纬仪、钢直尺、平板	+	-	-
5	一副标尺零点差之差	激光干涉仪或其他标准装置	+	-	-
6	条码分划标准差	激光干涉仪或其他标准装置	+	+	-
7	米间隔长度平均值与标称值之差	激光干涉仪或其他标准装置	+	+	-

注：“+”表示需检项目，“-”表示不需检项目。

6.3 检定方法

检定前的准备：检定前应将标尺放置在实验室内恒温大于 2h。

6.3.1 外观

通过目视与操作，结果应符合 5 的要求。

6.3.2 圆水准器安置的正确性

将标尺安置在已调平的平板上，圆水准器气泡应居中，不应有目视可见的偏移。如不居中，应能调整至居中。

6.3.3 分划面弯曲差（矢距）

将标尺侧放于适当的平面上，通过标尺两端拉一细直线，见图 2 所示。

在标尺分划面的两端及中间位置用钢直尺分别量取标尺分划面至细线的距离，读数不少于 2 次，取平均值。用公式（1）计算弯曲差（矢距）。

$$\Delta = A_0 - \frac{A_1 + A_2}{2} \quad (1)$$

式中:

Δ ——标尺分划面弯曲差(矢距), mm;

A_0 ——中间位置读数平均值, mm;

A_1 、 A_2 ——两端位置读数平均值, mm。

标尺分划面弯曲差(矢距)检定记录及计算示例参见附录 A。

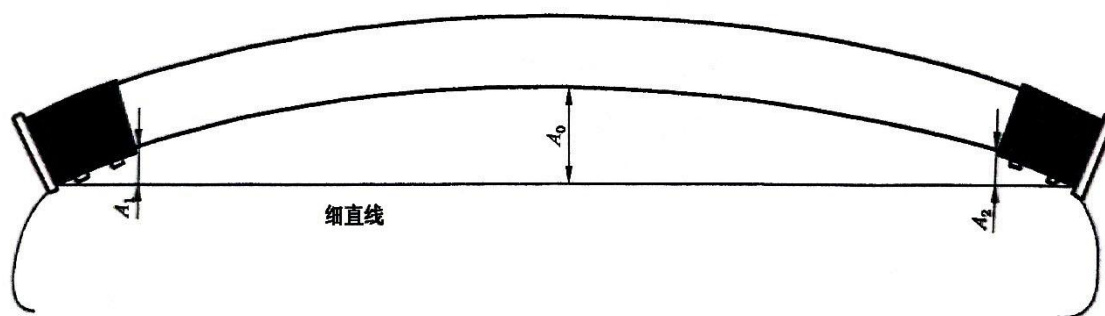


图 2 标尺分划面弯曲差(矢距)检定示意图

6.3.4 中轴线与底面的垂直度

将标尺安置在已调平的平板上, 在距离平板合适的位置处安置电子经纬仪, 用钢直尺标出标尺因瓦尺带横向两端的中心位置 A 和 B , 见图 3。

用电子经纬仪照准标尺因瓦尺带上端的中心点 A , 纵向转动经纬仪望远镜, 标示出望远镜十字丝在因瓦尺带下端的位置 A' 点。量取 A 点、 B 点之间的垂直距离, A' 点、 B 点之间的水平距离。在经纬仪正镜、倒镜位置分别观测 1 次取平均值。 A 点、 B 点之间的垂直距离与 A' 点、 B 点之间的水平距离之比即为标尺中轴线与标尺底面的垂直度 φ_v 。

标尺偏转 90° 方向, 重复上述操作。取两个方向上的较大值作为检定结果。

$$\varphi_v = \frac{S_{A'B}}{D_{AB}} \times \rho' \quad (2)$$

式中:

φ_v ——中轴线与底面的垂直度, ($'$);

$S_{A'B}$ —— A' 点和 B 点之间的水平距离, mm;

D_{AB} —— A 点和 B 点之间的垂直距离, mm;

ρ' ——弧度所对应的分值, $\rho' = 3437.75'$ 。

中轴线与底面的垂直度检定记录及计算示例参见附录 B。

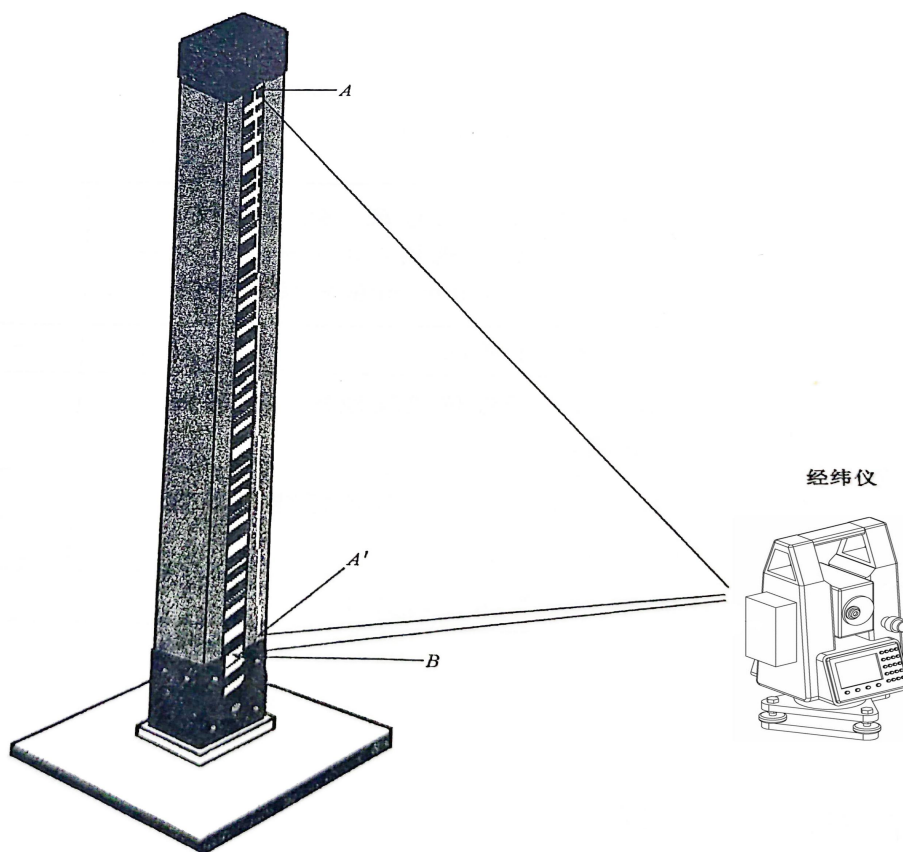


图3 中轴线与底面的垂直度检定示意图

6.3.5 一副标尺零点差之差

检定可在由激光干涉仪、光学显微镜（或其他显像设备）等构成的检定装置上进行，也可在满足检定需求的其他设备上检定。

检定前，将激光干涉仪预热一段时间，再将标尺安置于检定装置上。用光学显微镜瞄准检定装置上的参考零位，激光干涉仪读数置零。在靠近标尺底端任意选定3条被测条码，移动光学显微镜，瞄准被测条码分划的同向边缘，记录激光干涉仪读数，再移动光学显微镜返回参考零位，记录激光干涉仪读数，计算归零差。归零差不应大于0.01mm，否则应重新进行往返测。

在检定台上安置一副标尺中的另一支标尺，选取与上一支标尺相同的3条被测条码，重复上述操作。取3个条码差值的平均值作为一副标尺零点差之差的检定结果。

一副标尺零点差之差的检定方法也可参照附录C中所示方法。

6.3.6 条码分划标准差、米间隔长度平均值与标称值之差

6.3.6.1 检定装置

可使用激光干涉仪组成的检定装置进行检定，也可用满足检定需求的其他设备进行检定。

6.3.6.2 数据采集

检定前,将激光干涉仪预热一段时间,再将标尺安置于检定装置上。根据不同标尺的编码方法,以最靠近底端的某一条条码分划为起点,按被检标尺全长均匀选取不少于15个被测点进行测量。

检定分为往测和返测。往测时,首先对准标尺底端的一条条码分划下边缘,激光干涉仪读数置零,然后依次对准选取条码分划的下边缘,记录激光干涉仪的读数,记为 N'_0 、 N'_1 、 N'_2 、…… N'_n 。往测结束后立即进行返测。返测时,任依次对准条码分划的下边缘,记录激光干涉仪的读数,记为 N''_0 、 N''_1 、 N''_2 、…… N''_n 。检定开始与结束时起点位置的两次激光干涉仪读数之差不应大于0.01mm,否则应重新进行往返测。

6.3.6.3 计算方法

各条码分划至起始条码分划的长度 N_0 、 N_1 、 N_2 、…… N_n 按公式(3)计算;与 N_i 相对应的 L_i 根据标尺的单位条码宽度按公式(4)计算;各条码分划误差 Δ_i 按公式(5)计算。

$$N_i = \frac{N'_i + N''_i}{2} - \frac{N'_0 + N''_0}{2} \quad (3)$$

$$L_i = \left[\frac{2N_i}{R} \right] \times \frac{R}{2} \quad (4)$$

$$\Delta_i = N_i - L_i \quad (5)$$

式中:

N'_0 、 N'_1 、 N'_2 、…… N'_n ——激光干涉仪往测读数, mm;

N''_0 、 N''_1 、 N''_2 、…… N''_n ——激光干涉仪返测读数, mm;

N_i ——各条码分划至起始条码分划的长度, mm;

L_i ——各条码分划至起始条码分划的长度标称值, mm;

R ——标尺单位条码宽度, mm;

$[2N_i/R]$ ——对 N_i 除以($R/2$)的结果四舍五入取整结果;

Δ_i ——标尺各条码分划误差, mm。

根据公式(6)计算标尺米间隔长度平均值与标称值之差:

$$K = \frac{\sum_{i=0}^n (L_i - \bar{L})(\Delta_i - \bar{\Delta})}{\sum_{i=0}^n (L_i - \bar{L})^2} \quad (6)$$

式中:

\bar{L} —— L_i 的平均值, mm;

$\bar{\Delta}$ —— Δ_i 的平均值，mm。

扩大 1000 倍后归算为米长度，则标尺米间隔长度平均值与标称值之差为 $K \times 10^3$ (mm)。另一支标尺的米间隔长度平均值与标称值之差同上述检定方法。

根据公式 (7) 计算标尺条码分划标准差：

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n v_i^2}{n-1}} \quad (7)$$

其中： $v_i = \Delta_i - M - KL_i$ (8)

$$M = \bar{\Delta} - K\bar{L} \quad (9)$$

式中：

v_i ——各条码分划的残差，mm；

M ——标尺最下端条码分划误差，mm。

7 检定结果处理

经检定符合本规程要求的因瓦条码水准标尺发给检定证书；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。

8 检定周期

因瓦条码水准标尺的检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

分划面弯曲差（矢距）检定记录及计算示例

观测位置	观测值 mm	平均值 mm
A_1	1.1	1.30
	1.5	
A_2	1.6	1.55
	1.5	
A_0	2.2	2.25
	2.3	
标尺分划面弯曲差（矢距）： $\Delta = A_0 - \frac{A_1 + A_2}{2} = 2.25 - (1.30 + 1.55) / 2 = 0.825\text{mm}$		

附录 B

中轴线与底面的垂直度检定记录及计算示例

标尺方向	正对方向		偏转 90° 方向	
	正镜	倒镜	正镜	倒镜
经纬仪度盘位置				
水平距离测量值 S_{AB} mm	1.0	0.7	1.8	2.0
平均值 mm	0.85		1.90	
垂直距离平均值 D_{AB} mm	1811.0		1798.0	
中轴线与底面的垂直度 ϕ_v (')	1.6		3.6	

附录 C

一副标尺零点差之差检定方法（平台法）

将一副标尺中的一支标尺（可标记为 A 尺）安置在已调平的平板上，在距离平板合适的位置处安置电子水准仪，见图 C.1。用电子水准仪照准标尺并读数 10 次，计算平均值 \bar{a} ；然后将另一支标尺（可标记为 B 尺）安置在平板上，同理照准标尺读数 10 次，计算平均值 \bar{b} ，则一副标尺零点差之差为 $\bar{b}-\bar{a}$ 。

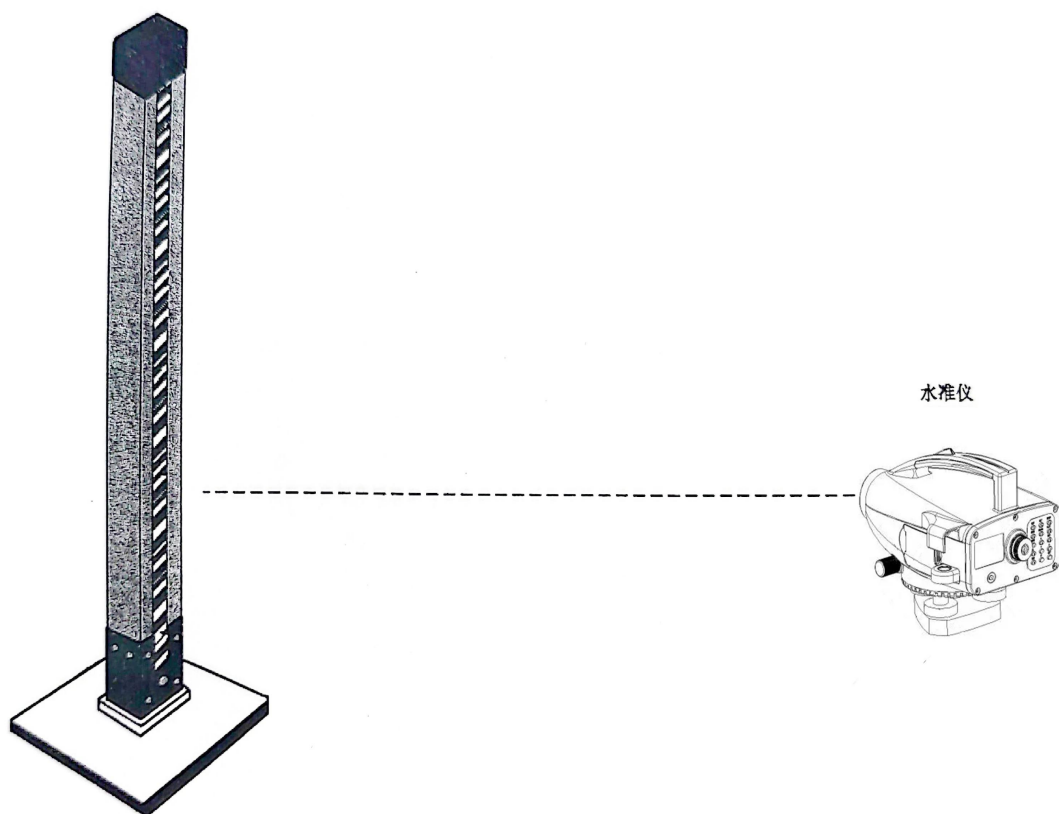


图 C.1 一副标尺零点差之差检定示意图

附录 D

因瓦水准标尺单位条码宽度（仅供参考）

序号	生产厂家	型号	标尺单位条码宽度 R mm
1	徕卡	GPCL	2.025
2	拓普康	SI	10.0
3	索佳	BIS	16.0
4	天宝	LD	20.0
5	博飞、苏一光	—	20.0

附录 E

因瓦条码水准标尺检定证书和检定结果通知书内页参考格式

E.1 因瓦条码水准标尺检定证书内页参考格式

序号	主要检定项目		检定结果
1	外观		
2	圆水准器安置的正确性		
3	分划面弯曲差(矢距)/mm	A尺	
		B尺	
4	中轴线与底面的垂直度/(')	A尺	
		B尺	
5	一副标尺零点差之差/mm		
6	基本码分划标准差/mm	A尺	
		B尺	
7	米间隔长度平均值与标称值之差/mm	A尺	
		B尺	

E.2 因瓦条码水准标尺检定结果通知书内页参考格式

检定结果通知书内页格式同上，不合格项目应注明。