



中华人民共和国测绘地理信息计量检定规程

JJG(测绘) 2102—2013

因瓦条码水准标尺

Invar Bar-Coded Levelling Staffs

2013-08-05 发布

2013-10-01 实施

国家测绘地理信息局 发布

因瓦条码水准标尺检定规程

Verification Regulation of

Invar Bar-Coded Levelling Staffs

JJG(测绘) 2102—2013

代替 CH/T 8020—2009

归口单位：国家测绘地理信息局

起草单位：国家光电测距仪检测中心

本规程委托国家测绘地理信息局测绘标准化工作委员会负责解释

本规程起草人：

张 莉（国家光电测距仪检测中心）

方爱平（国家光电测距仪检测中心）

齐维君（国家光电测距仪检测中心）

王三明（国家光电测距仪检测中心）

李 明（国家光电测距仪检测中心）

牟秀珍（国家光电测距仪检测中心）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(2)
6 通用技术要求	(2)
7 计量器具控制	(3)
7.1 检定条件	(3)
7.2 检定项目	(3)
7.3 检定方法	(3)
7.4 检定结果处理	(7)
7.5 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记录及计算示例	(10)
附录 D 标尺基本码分划误差检定记录及计算示例	(11)
附录 E 标尺米间隔长度平均值与标称值之差检定记录及计算示例	(12)
附录 F 一副标尺零点差之差检定方法(平台法)	(13)

引 言

本规程按 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》，对 CH/T 8020—2009《因瓦条码水准标尺检定规程》进行了编辑性修改和内容完善。

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。

与因瓦条码水准标尺配套使用的数字水准仪的检定,应按 JJG(测绘) 2101 执行。

2 引用文件

本规程引用下列文件:

JJG(测绘) 2101 数字水准仪

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

3 术语和计量单位

以下术语和定义适用于本规程。

3.1 竖向检定系统 vertical comparator system

由精密位移基准、机电控制机构和影像传感器等组成的能使标尺沿竖直方向平稳移动和测量的检定装置。

4 概述

因瓦条码水准标尺是用于水准测量的工具,与数字水准仪配套使用。因瓦条码水准标尺是由因瓦带和铝合金尺身构成,尺带上具有不等宽的黑黄相间条码,下端固定在标尺底板的钢套上,上端用弹簧以一定的拉力拉紧。

目前,市场上因瓦条码水准标尺的主要制造商有瑞士徕卡、日本索佳、日本拓普康以及美国天宝(蔡司)等。因瓦条码水准标尺分划形式参见图 1;因瓦条码水准标尺相关参数参见表 1。

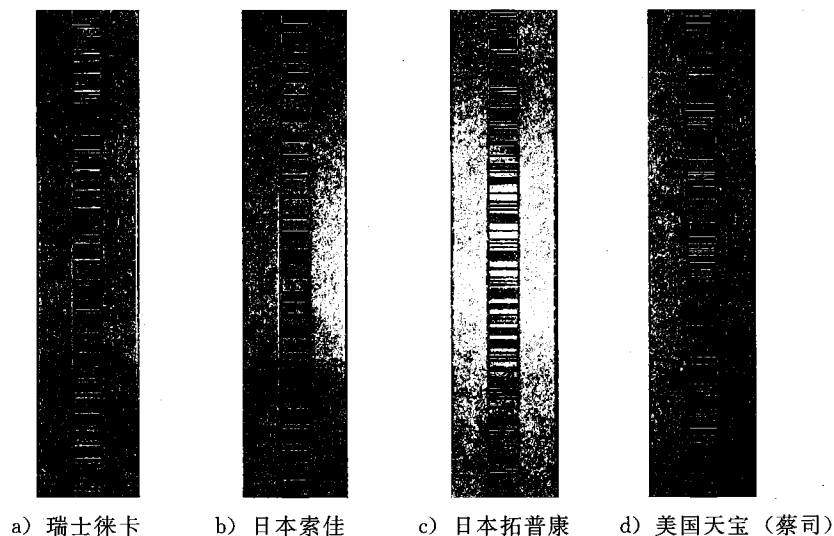


图 1 因瓦条码水准标尺条码分划形式

表 1 因瓦条码水准标尺相关参数

项目名称	生产厂家			
	瑞士徕卡	日本索佳	日本拓普康	美国天宝(蔡司)
标尺编码的分划类型	相关法编码	随机双面码	相位式编码	几何法编码
基本码宽度/mm	2.025	16	10	20
标尺的标称长度/m	3.05	3.05	3.05	3.05
标尺的实际长度/m	2.98	2.98	2.98	2.98

5 计量性能要求

- 5.1 标尺上圆水准器安置的正确性计量性能要求见表 2。
- 5.2 标尺分划面弯曲差(矢距)计量性能要求见表 2。
- 5.3 标尺中轴线与标尺底面的垂直度计量性能要求见表 2。
- 5.4 一副标尺零点差之差计量性能要求见表 2。
- 5.5 标尺基本码分划误差计量性能要求见表 2。
- 5.6 标尺米间隔长度平均值与标称值之差计量性能要求见表 2。

表 2 计量性能要求

序号	检定项目		计量性能要求
1	标尺上圆水准器安置的正确性		$\leq 12'/2\text{ mm}$
2	标尺分划面弯曲差(矢距)		$\leq 4\text{ mm}$
3	标尺中轴线与标尺底面的垂直度		$\leq 5'$
4	一副标尺零点差之差		$\leq 0.05\text{ mm}$
5	标尺基本码分划误差	偏差	$\leq 0.020\text{ mm}$
		标准差	$\leq 0.013\text{ mm}$
6	标尺米间隔长度平均值与标称值之差		$\leq 0.040\text{ mm}$

6 通用技术要求

- 6.1 标尺的顶端和底端均应装有稳固的金属护套,其底面应平整,且应与标尺分划面垂直,底面应与分划的零点一致。
- 6.2 距离标尺底端 1.1~1.3 m 处应装有手柄,手柄应转动自如、锁紧可靠。尺身的两旁应有凸出的边条。
- 6.3 标尺因瓦带与尺身两端连接应牢固。
- 6.4 标尺尺身上应安装圆形水准器。水准器的安装应牢固可靠,调整应方便。
- 6.5 标尺因瓦带表面应平整光洁,不得有明显的划痕等瑕疵。

6.6 标尺尺身上应标明厂商或制造商及标尺的型号和编号。

6.7 使用中和修理后的标尺, 允许有不影响水准标尺测量准确度的外观缺陷。

7 计量器具控制

7.1 检定条件

7.1.1 检定标尺的室温为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, 每小时温度变化不应大于 1°C , 检定前应将被检标尺放置在检定实验室内, 平衡温度的时间不少于 8 h。

7.1.2 用于因瓦条码水准标尺检定的数字水准仪应在检定合格后使用。

7.2 检定项目

检定项目和检定器具见表 3。

表 3 检定项目和检定器具

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 检查
1	外观	-	+	+	+
2	标尺上圆水准器安置的正确性	0 级基础平台 (规格: $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$)	+	+	+
3	标尺分划面弯曲差 (矢距)	0.5 mm 分划钢直尺	+	+	+
4	标尺中轴线与标尺底面的垂直度	0.5 mm 分划钢直尺、经纬仪、2 级基础平台 (规格: $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$)、0.02 mm/m 框式水平仪	+	-	+
5	一副标尺零点差之差	双频激光干涉仪	+	-	+
6	标尺基本码分划误差	双频激光干涉仪或其他标准装置 (标准偏差 $\leq 5\text{ }\mu\text{m}$)	+	-	+
7	标尺米间隔长度平均值与标称值之差	双频激光干涉仪或其他标准装置 (标准偏差 $\leq 5\text{ }\mu\text{m}$)	+	-	+
注: 检定类别中, “+” 为必检项目, “-” 为可选项目。					

7.3 检定方法

7.3.1 外观

目视与操作检验按第 5 章的规定执行。

7.3.2 标尺上圆水准器安置的正确性

将水准尺安置在已精确整平的基础平台上, 此时, 圆水准气泡应居中, 否则应调整使气泡居中。

7.3.3 标尺分划面弯曲差(矢距)

将标尺侧放在桌面上,通过标尺两端拉一细线,用钢直尺在标尺分划面的两端及中央分别量取标尺分划面至细线的距离,各读数2次,取均值分别记为 A_1 、 A_2 和 A_0 ,见图2。两端读数的平均值与中间读数的差值即为弯曲差 $\Delta = A_0 - (A_1 + A_2)/2$ 。

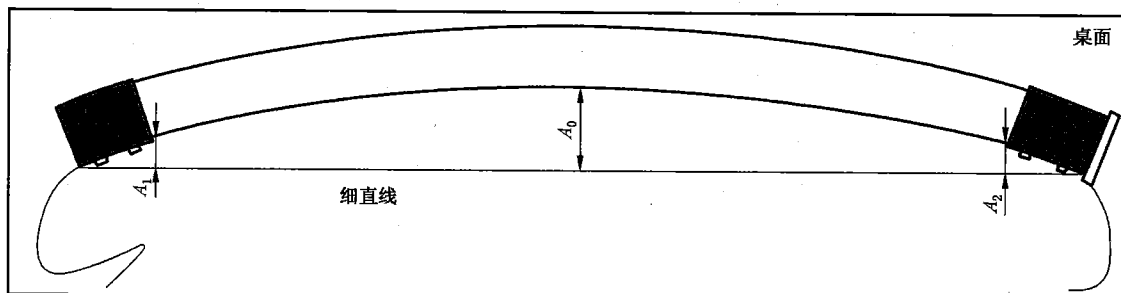


图2 标尺分划面弯曲差(矢距)检定示意

标尺分划面弯曲差(矢距)检定记录及计算示例参见表A.1。

7.3.4 标尺中轴线与标尺底面的垂直度

用框式水平仪将精密基础平台整平,在距基础平台5~10 m处安置经纬仪,用钢直尺标出标尺因瓦带两端的中心位置A和B,见图3。

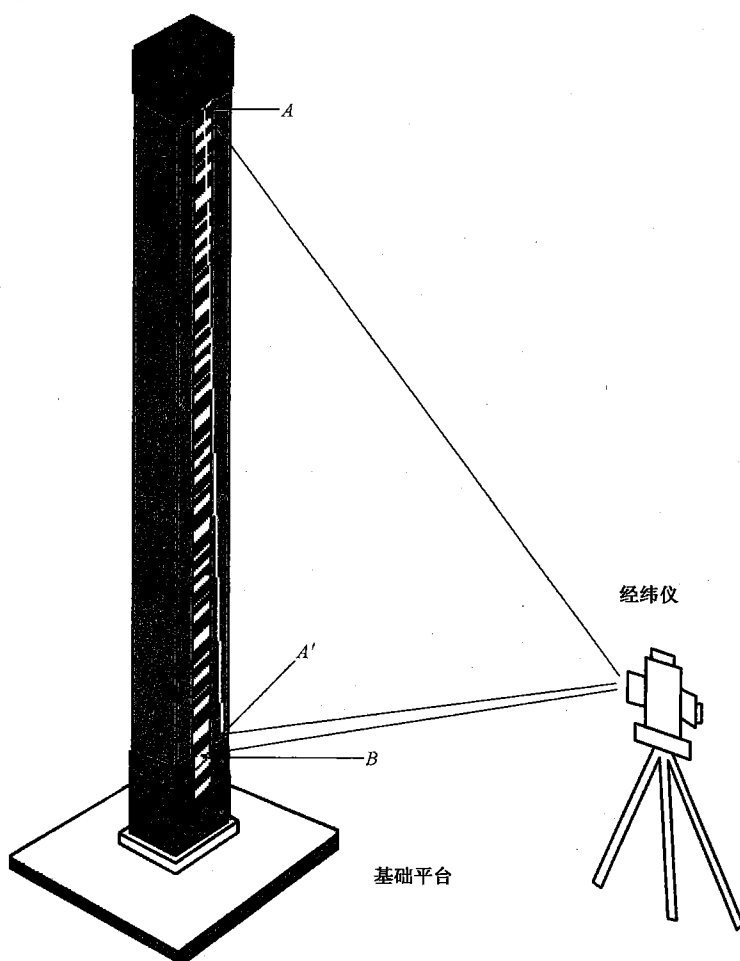


图3 标尺中轴线与标尺底面的垂直度检定示意

在基础平台上放置标尺，用经纬仪照准因瓦尺带上端的中心点 A ，纵向转动望远镜，标示出望远镜十字丝在尺带下端的位置 A' 。用钢直尺量取 A' 点和 B 点之间的水平距离，其与 A 、 B 两点间垂直距离之比即为标尺中轴线与标尺底面的垂直度 φ_V ，计算方法见公式 (1)。分别使用经纬仪正、倒镜位置以相同的方法观测一次并取均值，再偏转标尺 90° ，重复上述操作。取标尺两个放置方向上的计算值的较大值作为检定结果。

$$\varphi_V = \frac{S_{A'B}}{D_{AB}} \rho' \quad (1)$$

式中：

$S_{A'B}$ —— A' 点和 B 点之间的水平距离，mm；

D_{AB} —— A 点和 B 点之间垂直距离，mm；

ρ' —— $3\,437.75'$ 。

标尺中轴线与标尺底面的垂直度检定记录及计算示例参见表 B.1。

7.3.5 一副标尺零点差之差

检定应在由双频激光干涉仪、导轨、标尺尺槽、带有光学显微镜的可移动工作台和可移动棱镜等构成的专用检定装置（见图 4）上进行。在检定装置上的尺槽内安置标尺，用光学显微镜瞄准检定装置上的参考零位，激光干涉仪计数置零；在标尺上任选定 3 个被测条码，然后移动工作台，使光学显微镜依次瞄准被选条码分划的同向边缘，记录激光干涉仪的测量数据，移动工作台回到参考零位，记录归零差；归零差不应大于 0.010 mm ，否则所测数据无效，应重测。

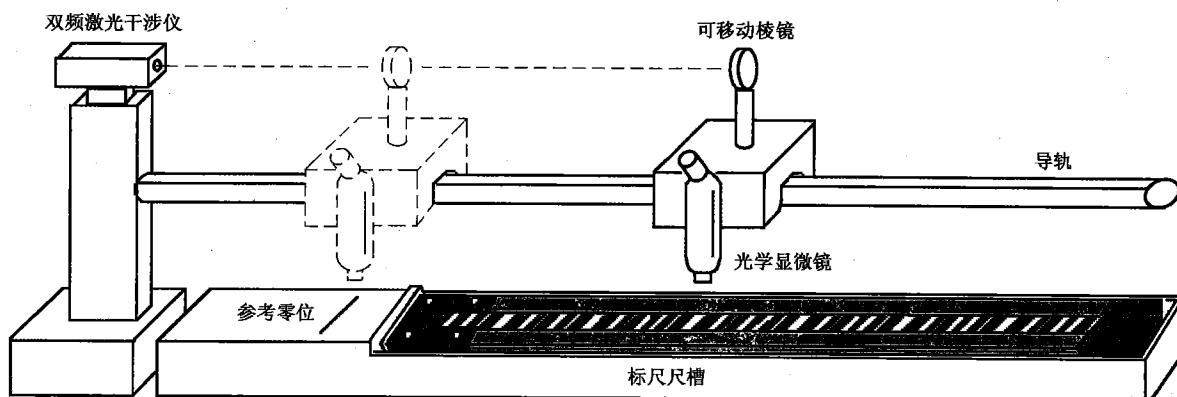


图 4 一副标尺零点差之差检定装置示意

在该检定装置上安置一副标尺中的另一根标尺，在标尺上选定与上一根标尺相同的条码，重复上述操作。计算一副标尺相同条码观测数据的差值，取三个差值的均值作为检定结果。

一副标尺零点差之差检定记录及计算示例参见表 C.1。

一副标尺零点差之差也可参照附录 F 中所示方法（平台法）进行检定。

7.3.6 标尺基本码分划标准差、标尺米间隔长度平均值与标称值之差

7.3.6.1 检测装置

检定应在由双频激光干涉仪、CCD 影像传感器、运动导轨和驱动装置等构成的专用竖向检定系统上（见图 5）进行。

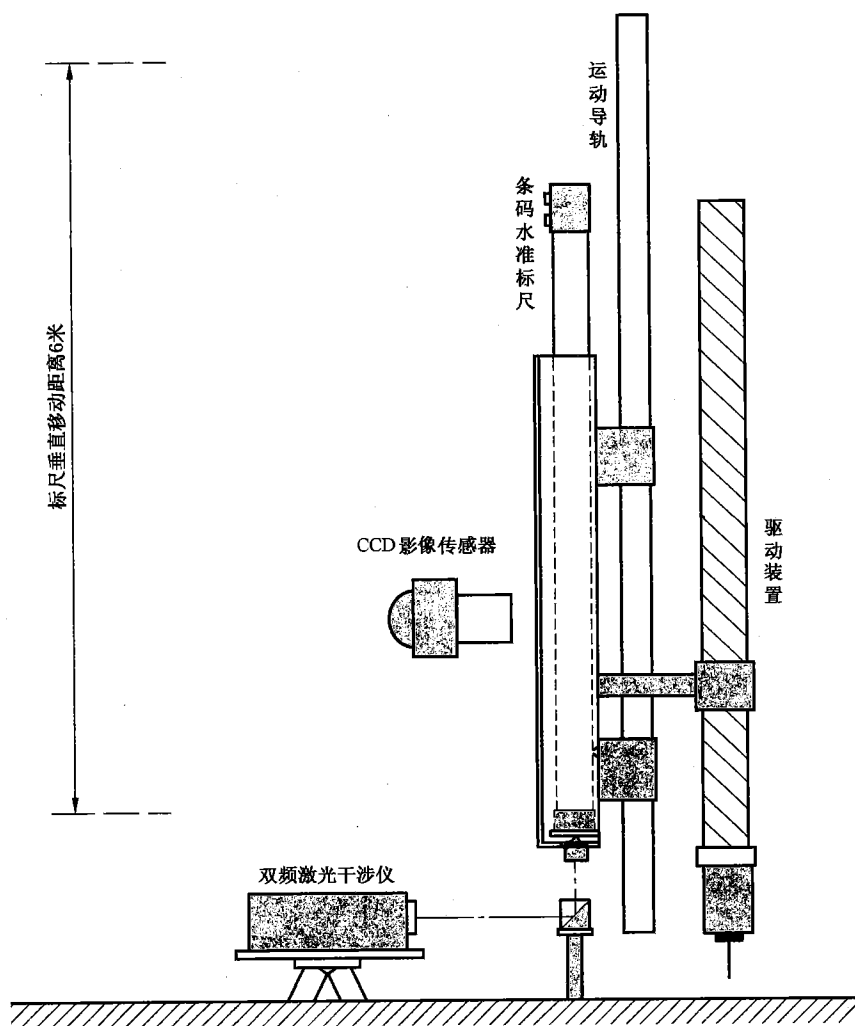


图 5 竖向检定系统示意

7.3.6.2 数据采集

使双频激光干涉仪预热至少 30 min，将标尺安置在导轨上的尺槽内。将起始位置调整到距标尺底部约 0.20 m 的某一分划的下边缘。

启动检定系统，标尺匀速移动，标尺条码影像经由 CCD 影像传感器逐帧采集至计算机，同时，计算机实时自动记录双频激光干涉仪和温度传感器的读数。标尺移动 1.60 m 或 2.60 m（分别对应于 2 m 或 3 m 尺长的标尺）之后，数据采集结束，标尺回到起点并记录起点位置双频激光干涉仪读数。检定开始与结束时起点位置的两次双频激光干涉仪读数之差不应大于 0.010 mm。

7.3.6.3 数据处理

7.3.6.3.1 标尺基本码分划误差

对采集的标尺条码分划影像数据进行处理后得到标尺条码分划的位置 p_t ($t=1, 2, 3, \dots$)。

设在 p_t 中无重复地找出了 n 个标尺基本码宽观测值 l_i ($i=1, 2, \dots, n$)，则

$$\Delta = \max\{|l_i - d|\} \quad (2)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - d)^2}{n}} \quad (3)$$

式中:

l_i ——第 i 个标尺基本码宽观测值, mm;

Δ ——标尺基本码分划偏差, mm;

d ——标尺基本码宽标称值, mm;

σ ——标尺基本码分划标准差, mm。

标尺基本码分划误差检定记录及计算示例参见表 D. 1。

7.3.6.3.2 标尺米间隔长度平均值与标称值之差

设在 l_i 中无重复地找出了 n 个标尺米间隔长度观测值 M_i ($i=1, 2, \dots, n$), 则

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_i \quad (4)$$

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (5)$$

$$\theta_M = \bar{y} - y_0 \quad (6)$$

式中:

$\bar{y}$ ——标尺米间隔长度平均值, mm;

M_i ——第 i 个标尺米间隔长度观测值, mm;

σ_M ——标尺米间隔长度标准差, mm;

θ_M ——标尺米间隔长度平均值与标称值之差, mm;

y_0 ——标尺米间隔长度标称值, mm。

标尺米间隔长度平均值与标称值之差检定记录及计算示例参见表 E. 1。

7.4 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。

7.5 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

标尺分划面弯曲差(矢距) 检定记录及计算示例

表 A.1 给出了标尺分划面弯曲差(矢距) 检定记录及计算示例。

表 A.1 标尺分划面弯曲差(矢距) 检定记录及计算示例

检测编号: _____ 仪器型号: _____ 仪器编号: _____
 观 测: _____ 记 录: _____ 日 期: _____

项目	观测值	均值		
读数 A_1 /mm	1.5	1.75	1.875	
	2. 0			
读数 A_2 /mm	2. 0	2.00		
	2. 0			
读数 A_0 /mm	3.5	3.500		
	3.5			
标尺分划面弯曲差(矢距): $\Delta=A_0-(A_1+A_2)/2=3.5-1.875=1.625(\text{mm})$				

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

表 B.1 给出了标尺中轴线与标尺底面的垂直度检定记录及计算示例。

表 B.1 标尺中轴线与标尺底面的垂直度检定记录及计算示例

检测编号：_____ 仪器型号：_____ 仪器编号：_____

观 测：_____ 记 录：_____ 日 期：_____

标尺尺面方向	正对经纬仪		偏转 90°	
经纬仪度盘位置	盘左	盘右	盘左	盘右
钢直尺量测值/mm	2.5	3.0	2.6	3.2
A'、B 两点水平距离均值 $S_{A'B}$ /mm	2.75		2.90	
A、B 两点垂直距离 D_{AB} /mm	2 800.00		2 750.00	
$\frac{S_{A'B}}{D_{AB}}\rho'$	$\frac{2.75}{2\,800.00}\times 3\,437.75\approx 3.4(^{\circ})$		$\frac{2.90}{2\,750.00}\times 3\,437.75\approx 3.6(^{\circ})$	
标尺中轴线与标尺底面的垂直度 $\varphi_v/(^{\circ})$	3.4		3.6	
垂直度检定结果 $\varphi_v/(^{\circ})$	3.6			

附录 C

一副标尺零点差之差检定记录及计算示例

表 C.1 给出了一副标尺零点差之差检定记录及计算示例。

表 C.1 一副标尺零点差之差检定记录及计算示例

检测编号: _____ 仪器型号: _____ 仪器编号: _____
 观 测: _____ 记 录: _____ 日 期: _____

项目	标尺编号 No. 14924	标尺编号 No. 14925	差值/mm
	双频激光观测值/mm		
置零	0.000	0.000	0.000
条码 1	13.010	13.022	-0.012
条码 2	15.110	15.121	-0.011
条码 3	16.521	16.533	-0.012
归零	0.001	0.002	
一副标尺零点差之差: -0.012 mm			

附录 D

标尺基本码分划误差检定记录及计算示例

表 D.1 给出了标尺基本码分划误差检定记录及计算示例。

表 D.1 标尺基本码分划误差检定记录及计算示例

检测编号: _____ 仪器型号: _____ 仪器编号: _____
 观 测: _____ 记 录: _____ 日 期: _____

标尺基本码宽观测值 l_i/mm						
0.004 0	-0.001 2	0.007 9	0.001 3	0.000 6	-0.001 6	-0.000 5
-0.003 0	-0.002 6	-0.000 1	-0.003 6	-0.000 5	-0.000 1	0.001 1
-0.001 7	-0.001 4	-0.002 2	-0.002 5	0.003 7	-0.005 5	0.005 0
-0.006 8	-0.002 4	-0.005 2	0.007 4	-0.003 4	0.002 4	0.000 6
0.002 5	0.000 2	-0.001 8	-0.001 1	0.002 5	0.001 8	0.001 2
0.001 5	-0.001 0	-0.005 8	0.002 3	-0.006 4	0.006 1	-0.003 9
-0.001 8	0.000 1	-0.001 0	-0.001 7	-0.006 1	-0.000 7	0.004 7
0.005 9	0.001 4	-0.001 4	-0.001 5	-0.001 9	-0.009 3	0.000 9
-0.000 5	0.004 3	-0.004 0	0.006 3	-0.003 1	0.002 3	-0.005 3
0.003 6	-0.006 7	0.002 2	-0.006 2	0.003 1	-0.004 1	0.005 0
-0.002 8	-0.000 0	0.003 8	-0.001 2	-0.003 6	0.004 1	-0.000 1
-0.001 9	-0.000 0	-0.001 1	-0.001 6	-0.001 9	-0.003 4	0.003 1
0.000 1	0.001 4	0.000 2	0.009 0	-0.006 5	0.007 4	-0.004 8
0.004 4	0.001 1	0.003 1	-0.001 2	0.000 0	-0.001 9	-0.000 4
-0.003 0	0.004 2	0.008 7	-0.003 5	0.000 3	0.001 2	-0.001 3
-0.000 9	0.007 4	0.006 3	0.000 8	0.001 4	0.003 6	-0.002 9
0.001 1	0.000 4	-0.002 1	0.003 9	0.000 3	0.001 1	0.003 7
-0.000 6	-0.003 1	-0.004 3	0.000 5	-0.000 6	-0.002 7	0.006 2
-0.001 5	-0.004 5	0.001 1	-0.005 7	0.006 5	-0.003 4	0.005 3
-0.006 7	-0.000 4	-0.002 2	-0.000 2	0.001 3	0.005 3	-0.002 3
0.004 2	0.000 6	-0.005 0	0.001 8	-0.003 9	0.003 2	-0.003 7
0.005 7	-0.002 9	0.001 0	0.001 0	0.001 3	0.000 9	-0.005 1
-0.002 1	0.006 3	-0.002 9	0.002 6	0.002 1	0.001 3	0.000 2
0.004 0	0.008 2	-0.008 1	-0.009 2	0.001 3	-0.000 7	0.000 0
0.003 5	0.001 7	-0.000 1	-0.000 8	-0.001 9	0.000 5	0.000 2
0.002 8	-0.000 1	0.000 8	-0.003 2	0.006 2	0.003 5	0.002 9
-0.001 5	0.004 1	-0.000 6	-0.000 0	0.001 9	-0.006 1	0.000 1
-0.001 3	-0.000 4	0.003 0	0.002 9	0.002 1	-0.002 3	-0.000 6
0.000 5	0.001 0	0.001 9	-0.000 8	-0.000 6	0.000 6	0.003 5
0.003 8	-0.000 7	0.001 9	-0.002 7	0.001 6	-0.003 7	0.001 8
-0.002 1	-0.000 1	-0.003 3	0.004 7	0.000 3	0.002 3	0.005 9
0.003 8	0.005 5	-0.007 1	0.007 4	0.001 7		
标尺基本码宽观测值个数: $n=222$ 标尺基本码分划偏差: $\Delta=-0.009\ 3\ \text{mm}$ 标尺基本码分划标准差: $\sigma=0.003\ 6\ \text{mm}$						

附录 E

标尺米间隔长度平均值与标称值之差检定记录及计算示例

表 E.1 给出了标尺米间隔长度平均值与标称值之差检定记录及计算示例。

表 E.1 标尺米间隔长度平均值与标称值之差检定记录及计算示例

检测编号: _____ 仪器型号: _____ 仪器编号: _____
 观 测: _____ 记 录: _____ 日 期: _____

标尺米间隔长度观测值 M_i/mm						
999.993 0	999.993 7	999.994 9	999.994 3	999.983 2	999.992 3	999.986 3
999.984 5	999.988 5	999.995 5	999.987 4	999.994 8	999.989 9	999.994 3
999.993 9	999.996 3	999.995 0	999.993 3	999.993 4	999.990 4	999.993 8
999.990 2	999.991 9	999.990 6	999.995 0	999.985 3	999.999 7	999.987 8
999.999 0	999.990 3	999.994 4	999.988 2	999.997 5	999.995 1	999.980 9
999.997 8	999.988 9	999.997 5	999.991 5	1 000.000 4	1 000.008 8	1 000.003 6
999.996 2	999.992 4	999.988 3	999.995 2	999.997 2	999.999 3	999.995 9
999.997 6	1 000.000 2	999.997 3	999.992 7	999.999 8	999.990 4	1 000.001 4
999.999 4	1 000.011 3	1 000.001 8	1 000.001 3	999.998 5	999.997 5	999.997 9
999.993 3	1 000.001 9	1 000.001 3	1 000.002 5	999.996 4	1 000.005 7	1 000.000 7
1 000.006 7	1 000.004 2	1 000.000 0	1 000.002 5	1 000.003 6	1 000.001 8	1 000.003 5
999.998 1	1 000.002 8	999.996 7	1 000.008 7	999.996 3	1 000.003 6	999.995 1
1 000.000 1	1 000.002 5	999.996 9	999.997 8	1 000.001 7	999.998 9	1 000.003 9
1 000.006 2	1 000.003 1	1 000.006 1	1 000.003 9	999.991 7	1 000.011 1	999.999 9
1 000.007 1	999.996 7	1 000.005 8	1 000.005 1	1 000.010 0	999.999 3	999.988 5
1 000.006 0	1 000.000 9	1 000.013 3	999.996 0	1 000.002 0	1 000.001 8	1 000.010 2
1 000.007 5	999.995 3	1 000.004 2	1 000.002 5	1 000.004 8	1 000.004 7	1 000.008 7
1 000.003 0						
标尺米间隔长度观测值个数: $n=120$ 标尺米间隔长度平均值 $\bar{y}=999.998\ 1\ \text{mm}$ 标尺米间隔标称值 $y_0=1\ 000\ \text{mm}$ 标尺米间隔长度平均值与标称值之差: $\theta_M=-0.001\ 9\ \text{mm}$						

附录 F

一副标尺零点差之差检定方法(平台法)

将水准仪安置在离基础平台适当距离的检测台(或脚架)上,用框式水平仪将基础平台严格整平,见图 F.1。首先将标尺 A 放置在基础平台上,用与标尺配套使用的水准仪照准标尺 A 并至少读数 9 次,计算其平均值为 $\bar{a}$ 。然后用一副标尺之中的另一根标尺 B 替换标尺 A,再照准标尺 B 并至少读数 9 次,计算其平均值为 $\bar{b}$,则一副标尺零点差之差为 $\bar{b}-\bar{a}$ 。

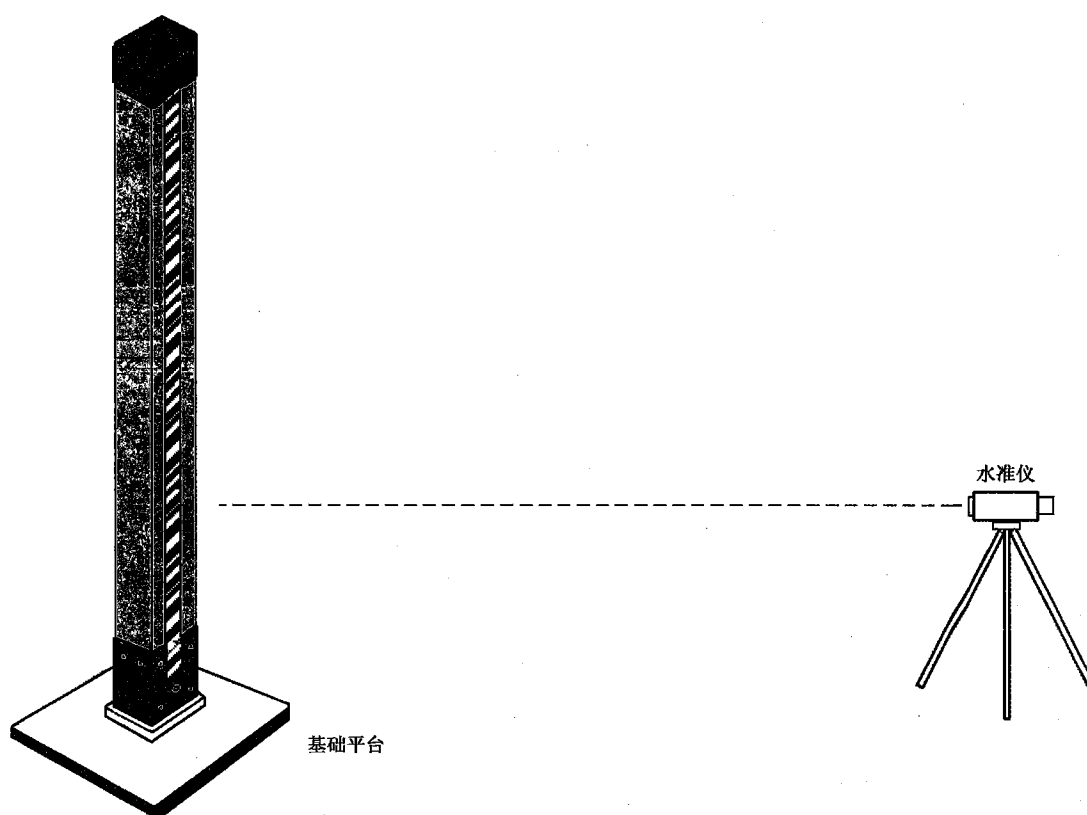


图 F.1 一副标尺零点差之差检定方法(平台法)示意

责任编辑 余易举

JJG(测绘) 2102—2013

中华人民共和国测绘地理信息计量检定规程

因瓦条码水准标尺

JJG(测绘) 2102—2013

*

国家测绘地理信息局发布

测绘出版社 出版发行

地址：北京市西城区三里河路 50 号 邮编：100045

电话：(010)83543956 68531609 68531363 网址：www.chinasmp.com

三河市世纪兴源印刷有限公司印刷

新华书店经销

成品尺寸：210mm×297mm 印张：1.5 字数：25 千字

2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

印数：0001—2000 册

本书如有印装质量问题，请与我社门市部联系调换。

ISBN 978-7-5030-3241-7



9 787503 032417 >

定价：23.00 元