ICS 91.120.25
CCS P 15

DB

中华人民共和国地震行业标准

DB/T 90—2022

因瓦水准标尺检定规程

Code of practice for invar levelling staffs verification

2022-12-29 发布　　2023-05-01 实施

中国地震局　　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅳ
1　范围 ……
2　规范性引用文件 ……
3　术语和定义 ……
4　概述 ……
5　计量性能要求 ……
6　通用技术要求 ……
7　计量器具控制 ……
附录 A（资料性）　因瓦标尺分划面弯曲差检定记录及计算示例 ……
附录 B（资料性）　因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定记录及计算示例 ……
附录 C（规范性）　一副因瓦标尺零点差之差标准装置检定法 ……
附录 D（资料性）　一副线条尺零点差之差及基辅差常数误差检定记录及计算示例 ……
附录 E（规范性）　一副线条尺基辅差常数误差标准装置检定法 ……
附录 F（规范性）　一副线条尺米长修正因子和分划标准差全采样检定法 ……
附录 G（规范性）　一副线条尺米长修正因子和分划标准差部分采样检定法 ……
附录 H（规范性）　一副条码尺米长修正因子和分划标准差全采样检定法 ……
附录 I（规范性）　一副条码尺米长修正因子和分划标准差部分采样检定法 ……
附录 J（规范性）　因瓦标尺检定证书和检定结果通知书检定结果页格式 ……
参考文献 ……

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国地震局提出。

本文件由地震监测预报标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中国地震局第二监测中心、中国地震局第一监测中心。

本文件主要起草人：罗官德、种宇、闵学鹏、程增杰、陶茂盛、黄智、李亚娟、路雄、孟庆筱。

引　言

近年来，条码式因瓦水准标尺广泛应于水准测量，尤其是地震形变监测。其主要技术指标“标尺每米长度修正因子”“标尺分划误差标准差”影响测量数据的准确性、一致性、可靠性，进而影响形变地震分析预测。现行技术标准中，JJG 8—1991 没有涵盖条码式因瓦水准标尺的检定，JJG(测绘)2102—2013 不适宜地震形变监测需求，地震行业需要制定符合行业需求的标准。

本文件结合 JJF 1002—2010 的关键内容要求，参考实验结果和现行同类标准，确定检定条件、通用技术要求，给出因瓦水准标尺的计量性能要求、检定方法、检定记录及计算示例。为便于理解和使用，将 JJG 8—1991 中的“标尺米间隔长度平均值与标称值之差”与“分划的刻划标准差”两个检定项目更名为“标尺每米长度修正因子”与“标尺分划误差标准差”，并重新给出两个术语的定义。

因瓦水准标尺检定规程

1 范围

本文件规定了因瓦水准标尺(以简称因瓦标尺)的检定条件、检定项目、各项目的计量性能要求及检定方法。

本文件适用于地震水准测量用因瓦标尺的首次检定和后续检定,其他水准测量用因瓦标尺的检定可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

3 术语和定义

JJF 1001—2011 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

激光干涉仪标准装置 standard installation for laser interferometer

以激光干涉仪为测量标准进行位移测量的测量系统。

注:以下简称标准装置。

3.2

标尺分划误差 graduation error of levelling staffs

使用标准装置测量的因瓦标尺两分划或两条码间的实测长度与其标称长度之间的偏差值。

3.3

标尺分划误差标准差 standard deviation of graduation error

表征因瓦标尺各分划误差的测量结果分散性的量。

注:以下简称分划标准差,用符号 m 表示。

3.4

标尺每米长度修正因子 correction factor of per meter

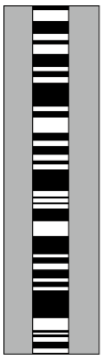
为补偿因瓦标尺每米长度的系统误差,与其标称长度相乘的数字因子。

注:以下简称米长修正因子,单位为毫米每米(mm/m),用符号 f 表示。

4 概述

因瓦标尺是配合水准仪进行高差测量并为水准仪提供长度量值的计量器具,主要由因瓦材料尺带、铝合金或木质尺身构成,尺带使用弹簧以一定的拉力固定于尺身上;因瓦标尺根据其分划形式分为线条式和条码式两类(见图 1):线条式因瓦标尺(以下简称线条尺)尺带上刻有左右两列 5 mm 或 10 mm 等

间距的黑色线条，主要配合光学水准仪使用；条码式因瓦标尺（简称以下条码尺）尺带上刻有一列黑黄相间的不等宽线条，黑黄线条按特定规则设计编排构成条形码，主要配合数字水准仪使用。因瓦标尺的长度规格一般为 2 m 或 3 m，型号按其制造商来区分。因瓦标尺广泛用于大地水准测量、地震水准测量、精密机械安装与工程水准测量等。



a） 条码式分划



b） 线条式分划

图 1 因瓦标尺示意图

5 计量性能要求

按表 1 中给出的检定类别、检定项目顺序及 7.4 规定的检定方法，对因瓦标尺逐项进行检定，检定结果保留的小数位数应与表 1 中相应项目其计量性能要求的小数位数一致，各项检定结果应符合表 1 中的计量性能要求。

表 1 检定项目及计量性能要求

项目序号	检定项目		计量性能要求	检定类别	
				首次检定	后续检定
1	因瓦标尺上圆水准器安置正确性		因瓦标尺竖直时圆水准气泡应居中	+	+
2	因瓦标尺分划面弯曲差 Δ		$\lvert\Delta\rvert \leqslant 4.0$ mm	+	+
3	因瓦标尺中轴线与底面的垂直度		$\leqslant 0.10$ mm	+	+
4	一副因瓦标尺零点差之差		$\leqslant 0.10$ mm	+	+
5	一副线条尺基辅差常数误差		$\leqslant 0.05$ mm	+	−
6	因瓦标尺米长修正因子 f	1 根	$\lvert f\rvert \leqslant 0.050$ mm/m	+	+
		1 副	$\lvert f\rvert \leqslant 0.030$ mm/m		
7	因瓦标尺分划标准差		$\leqslant 0.010$ mm	+	+
注：检定类别中，“+”为必检项目，“−”为不检项目。					

6 通用技术要求

因瓦标尺的外观结构、操作的适应性、分划及数字标记应符合：

——尺身上标有制造厂商、型号、编号；

——标尺的顶端和底端均装有金属包头，底面干净平整；
——因瓦尺带与尺身两端连接无松动，弹簧拉力调整结构完整；
——距标尺底端 1.1 m～1.3 m 处应装有扶尺手柄，手柄转动灵活；
——标尺上装有角值为 8′～12′的圆水准气泡，气泡移动灵活、安装稳固、调整螺丝有效；
——线条分划边缘平直分明、颜色均匀分明、无明显磨损、数字标记清晰。

7 计量器具控制

7.1 首次检定、后续检定

因瓦标尺的首次检定及后续检定项目按表 1 的规定执行。

7.2 检定所需的主要计量器具

检定因瓦标尺所需的主要计量器具及其技术要求应符合表 2 的规定。

表 2 主要检定器具及技术要求

序号	主要检定器具	技术要求
1	标准装置	测长不确定度 $U\leqslant 3.0\ \mu m$，$k=2$
		单次照准标准差 $\sigma\leqslant 2.0\ \mu m$
2	光学水准仪、数字水准仪	DSZ05 级

7.3 检定环境条件

检定场地的环境应符合：
——检定实验室环境温度控制在(20±5) ℃；
——检定前，因瓦标尺置于检定实验室环境中的恒温时间不少于 4 h；
——一副因瓦标尺的检定从开始到结束，环境温度变化不超过 1 ℃。

7.4 检定项目和检定方法

7.4.1 因瓦标尺上圆水准器安置正确性检定

使用符合表 2 中规定要求的水准仪，因瓦标尺上圆水准器安置正确性按以下步骤检定：

a) 距水准仪 25 m～30 m 处的尺桩上设置因瓦标尺，分划面朝向水准仪，标尺圆水准气泡置于居中位置，整平水准仪照准因瓦标尺；
b) 检查水准仪望远镜十字丝竖丝与线条尺分划中轴线是否重合，条码尺则检查十字丝竖丝与条码边缘线是否重合，如不重合，左右倾斜标尺使其重合，调整标尺圆水准气泡的左、右两调整螺旋使气泡居中；
c) 因瓦标尺水平旋转 90°使标尺侧面朝向水准仪，圆水准气泡置于居中位置；
d) 检查水准仪望远镜十字丝竖丝与因瓦标尺侧面的边缘线是否重合，如不重合，前后倾斜标尺使其重合，调整标尺圆水准气泡的第三个调整螺旋使气泡居中；
e) 重复 a)～d)的步骤，直至在因瓦标尺分划面朝向水准仪和侧面朝向水准仪时，当两线重合时圆水准气泡均居中。

7.4.2 因瓦标尺分划面弯曲差检定

7.4.2.1 检定方法

因瓦标尺横置于平台上，沿因瓦标尺分划面中心线横拉一根细线，细线两端紧贴于标尺的金属包头上，使用钢直尺依次测量标尺底端、顶端及中间部位的分划面至细线的距离（见图 2），每个位置测量 2 次，读数记录至 0.1 mm 位，计算每个位置 2 次测量读数的平均值 d_1、d_2 和 d_0；按公式（1）计算因瓦标尺分划面弯曲差。

$$\Delta=(d_1+d_2)/2-d_0 \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

Δ ——因瓦标尺分划面弯曲差；

d_1、d_2——因瓦标尺上、下两端位置分划面至细线的距离，单位为毫米（mm）；

d_0 ——因瓦标尺中间位置分划面至细线的距离，单位为毫米（mm）。

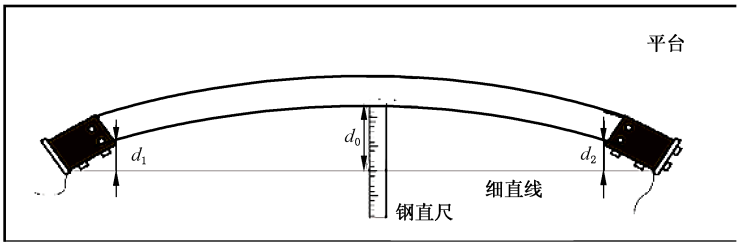


图 2 因瓦标尺分划面弯曲差检定示意图

7.4.2.2 检定记录及计算示例

附录 A 给出了因瓦标尺分划面弯曲差的检定记录及计算示例。

7.4.3 因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定

7.4.3.1 检定方法

使用符合表 2 中规定的光学水准仪检定线条尺时，只对其基本分划部分进行测量，测量读数位数记录至水准仪测微器的 1/10 分度；使用符合表 2 中规定的相应类型的数字水准仪检定条码尺时，测量读数记录至 0.01 mm 位，按以下步骤检定：

a) 距水准仪 8 m～10 m 处设置标尺于一稳固尺桩上，标尺分划面朝向水准仪，标尺底面的中心置于尺桩顶点上，圆水准气泡置于居中位置，整平水准仪照准因瓦标尺（见图 3）；

b) 使用水准仪测量因瓦标尺视线高 3 次，再依次移动标尺使其底面的前端、后端、左端、右端分别置于尺桩顶点上，使用水准仪测量因瓦标尺置于每个位置的视线高各 3 次，此为一测回，共测 2 测回，测回间应变化水准仪高度；

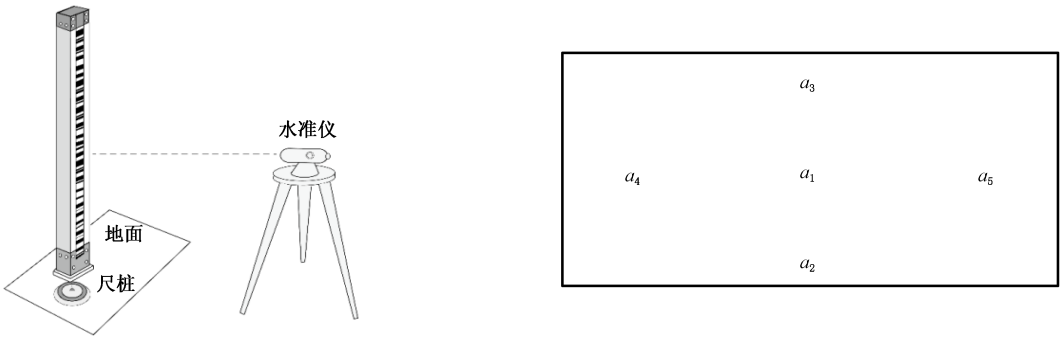
c) 计算中心、前端、后端、左端、右端的各测回 3 次视线高测量读数的平均值 a_1、a_2、a_3、a_4、a_5；

d) 计算各测回的中心位置与其他 4 个位置视线高测量读数的差值（a_1-a_2）、（a_1-a_3）、（a_1-a_4）、（a_1-a_5）；

e) 计算各差值 2 测回的平均值，取其绝对值最大值为检定结果。

7.4.3.2 检定记录及计算示例

附录 B 给出了因瓦标尺中轴线与底面的垂直度的检定记录及计算示例。



a） 水准仪与因瓦标尺的设置示意图　　b） 因瓦标尺底面 5 个位置示意图

图 3　因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定示意图

7.4.4　一副因瓦标尺零点差之差检定

7.4.4.1　一副线条尺零点差之差的检定方法 1

使用符合表 2 中规定要求的光学水准仪按以下步骤检定：

a） 按 7.4.3.1 a)的方法安置光学水准仪与线条尺；

b） 使用光学水准仪测量线条尺的基本分划和辅助分划视线高各 3 次，测量读数位数记录至水准仪测微器的 1/10 分度；

c） 按 b)的方法测量另一根线条尺的基本分划和辅助分划视线高各 3 次；

d） 上述 b)、c)为一个测回，共测量 3 测回，测回间应变动仪器高度；

e） 计算每根线条尺基本分划 3 测回读数的平均值 l_J 及辅助分划 3 测回读数的平均值 l_F；

f） 计算每根线条尺 l_J 与 l_F 的平均值 l_1、l_2，按公式(2)计算一副线条尺零点差之差。

$$\Delta_1 = | l_2 - l_1 | \qquad \cdots\cdots (2)$$

式中：

Δ_1 ——一副线条尺零点差之差；

l_2 ——第二根线条尺基本分划和辅助分划读数的平均值，单位为毫米(mm)；

l_1 ——第一根线条尺基本分划和辅助分划读数的平均值，单位为毫米(mm)。

7.4.4.2　一副条码尺零点差之差的检定方法 1

使用符合表 2 中规定要求的数字水准仪按以下步骤检定：

a） 按 7.4.3.1 a)的方法安置数字水准仪与条码尺；

b） 使用数字水准仪测量条码尺的视线高 3 次，测量读数记录至 0.01 mm 位；

c） 按 b)的方法测量另一根条码尺的视线高 3 次；

d） 上述 b)、c)为一个测回，共测量 3 测回，测回间应变动仪器高度；

e） 计算每根条码尺 3 测回测量读数的平均值为 l_1、l_2，按公式(2)计算一副条码尺零点差之差。

7.4.4.3　一副因瓦标尺零点差之差的检定方法 2

除 7.4.4.1 和 7.4.4.2 的检定方法外，可按附录 C 给出的“标准装置检定法”进行一副因瓦标尺零点差之差的检定。

7.4.4.4 检定记录及计算示例

附录D给出了按7.4.4.1检定一副线条尺零点差之差的检定记录及计算示例，按7.4.4.2检定一副条码尺零点差之差的检定记录及计算可参照附录D的示例。

7.4.5 一副线条尺基辅差常数误差检定

7.4.5.1 一副线条尺基辅差常数误差的检定方法1

使用符合表2中规定要求的光学水准仪按以下步骤检定：

a) 按7.4.4.1 a)～e)的方法测量记录数据，读数位数记录至水准仪测微器的1/10分度；

b) 按公式(3)计算每根线条尺基辅差常数的测量值C；

c) 按公式(4)计算每根线条尺基辅差常数误差$C\Delta$；

d) 一副线条尺基辅差常数误差C_{Δ}为两根线条尺基辅差常数误差C_{Δ}的平均值。

$$C = |l_F - l_J| \quad \cdots\cdots(3)$$

$$C_{\Delta} = |C - C_0| \quad \cdots\cdots(4)$$

式中：

C ——线条尺基辅差常数的测量值；

l_F ——线条尺辅助分划3测回读数的平均值，单位为毫米(mm)；

l_J ——线条尺基本分划3测回读数的平均值，单位为毫米(mm)；

C_{Δ} ——线条尺基辅差常数误差；

C_0 ——线条尺基辅差常数的标称值，5 mm分划间隔的线条尺其C_0为3 032.50 mm或2 532.50 mm，10 mm分划间隔的C_0为3 015.50 mm。

7.4.5.2 一副线条尺基辅差常数误差的检定方法2

除7.4.5.1的检定方法外，可按附录E给出的“标准装置检定法”进行一副线条尺基辅差常数误差的检定。

7.4.5.3 检定记录及计算示例

附录D给出了按7.4.5.1检定一副线条尺基辅差常数误差的检定记录及计算示例。

7.4.6 因瓦标尺米长修正因子和分划标准差检定

7.4.6.1 线条尺的米长修正因子和分划标准差检定方法

7.4.6.1.1 线条尺的米长修正因子和分划标准差的首次检定按附录F给出的“全采样法”进行检定。

7.4.6.1.2 线条尺的米长修正因子和分划标准差的后续检定，除按附录F给出的“全采样法”进行检定外，也可按附录G给出的“部分采样法”进行检定。

7.4.6.2 条码尺的米长修正因子和分划标准差检定方法

7.4.6.2.1 条码尺的米长修正因子和分划标准差的首次检定按附录H给出的“全采样法”进行检定。

7.4.6.2.2 条码尺的米长修正因子和分划标准差的后续检定，除按附录H给出的“全采样法”进行检定外，也可按附录I给出的“部分采样法”进行检定。

7.5 检定结果的处理

7.5.1 对检定结果符合表1性能要求的因瓦标尺应出具检定证书；对检定结果不符合表1性能要求的因瓦标尺应出具检定结果通知书；检定证书与检定结果通知书均应加盖检定专用印章。

7.5.2 检定证书和检定结果通知书内页中应包含：证书编号、页码、证书有效期、检定所使用的计量标准信息、检定地点、环境条件、检定项目及检定结果等内容，检定结果通知书中还应包含对不符合项的附加说明内容；检定证书和检定结果通知书的检定结果页格式见附录J。

7.6 检定周期

因瓦标尺的检定周期一般不超过1年。

附 录 A
（资料性）
因瓦标尺分划面弯曲差检定记录及计算示例

表 A.1 给出了因瓦标尺分划面弯曲差检定记录及计算示例。

表 A.1 因瓦标尺分划面弯曲差检定记录表

<table>
<tr><td colspan="5">因瓦标尺类型：5 mm 分划间隔 3 m 线条尺　　检定日期：××××××××　　检定员：×××　　核验员：×××</td></tr>
<tr><td>标尺编号</td><td>测量位置</td><td>测量值
mm</td><td colspan="2">平均值
mm</td></tr>
<tr><td rowspan="6">×××××</td><td rowspan="2">顶端 d_1</td><td>1.0</td><td rowspan="2">1.25</td><td rowspan="4">1.38</td></tr>
<tr><td>1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">顶端 d_2</td><td>1.5</td><td rowspan="2">1.50</td></tr>
<tr><td>1.5</td></tr>
<tr><td rowspan="2">顶端 d_0</td><td>2.5</td><td colspan="2" rowspan="2">2.50</td></tr>
<tr><td>2.5</td></tr>
<tr><td>因瓦标尺分划面弯曲差
mm</td><td colspan="4">$\Delta=(d_1+d_2)/2-d_0=1.38-2.50\approx-1.1$</td></tr>
</table>

附 录 B
（资料性）
因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定记录及计算示例

表 B.1 给出了因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定记录及计算示例。

表 B.1 因瓦标尺中轴线与底面的垂直度检定记录表

<table>
<tr><td colspan="8">因瓦标尺类型：5 mm 分划间隔 3 m 线条尺　编号：×××××　检定日期：××××××××
检定员：×××　核验员：×××</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Ⅰ测回</td><td colspan="7">标尺分划读数：139 cm</td></tr>
<tr><td colspan="2">底面测量位置</td><td>中心
1</td><td>前边缘
2</td><td>后边缘
3</td><td>左边缘
4</td><td>右边缘
5</td></tr>
<tr><td rowspan="4">水准仪测微器读数
g</td><td>1</td><td>27.0</td><td>27.2</td><td>27.2</td><td>26.0</td><td>27.0</td></tr>
<tr><td>2</td><td>27.2</td><td>28.0</td><td>28.0</td><td>26.4</td><td>27.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>27.1</td><td>27.8</td><td>27.4</td><td>26.2</td><td>27.0</td></tr>
<tr><td>平均值 a</td><td>27.1</td><td>27.7</td><td>27.5</td><td>26.2</td><td>27.1</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Ⅱ测回</td><td colspan="7">标尺分划读数：142 cm</td></tr>
<tr><td rowspan="4">水准仪测微器读数
g</td><td>1</td><td>11.6</td><td>11.8</td><td>12.0</td><td>11.2</td><td>11.2</td></tr>
<tr><td>2</td><td>12.2</td><td>11.0</td><td>11.2</td><td>10.6</td><td>11.2</td></tr>
<tr><td>3</td><td>10.6</td><td>11.4</td><td>11.0</td><td>11.4</td><td>11.6</td></tr>
<tr><td>平均值 a</td><td>11.5</td><td>11.4</td><td>11.4</td><td>11.1</td><td>11.3</td></tr>
<tr><td colspan="8">计 算 结 果</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">中心位置与各边缘位置的测微器读数差
g</td><td>计算位置</td><td>a_1-a_2</td><td>a_1-a_3</td><td>a_1-a_4</td><td>a_1-a_5</td></tr>
<tr><td>Ⅰ测回</td><td>−0.6</td><td>−0.4</td><td>+0.9</td><td>0.0</td></tr>
<tr><td>Ⅱ测回</td><td>+0.1</td><td>+0.1</td><td>+0.4</td><td>+0.2</td></tr>
<tr><td>2 测回平均值的绝对值</td><td>0.25</td><td>0.15</td><td>0.65</td><td>0.10</td></tr>
<tr><td colspan="8">因瓦标尺中轴线与底面的垂直度：T＝0.65 g×0.05 mm/g≈0.03 mm</td></tr>
<tr><td colspan="8">**注**：水准仪测微器分度值：0.05 mm/g。</td></tr>
</table>

附 录 A
（规范性）
一副因瓦标尺零点差之差标准装置检定法

C.1 检定器具

采用“标准装置检定法”检定一副因瓦标尺零点差之差使用的主要计量器具为：符合表 2 中规定要求的标准装置。

C.2 计量性能要求

一副因瓦标尺零点差之差不大于 0.10 mm。

C.3 准备工作

检定前按以下步骤完成准备工作。

a) 启动激光干涉仪，因瓦标尺置于标尺支架上，调整至符合装置测量的阿贝条件。

b) 待激光稳频后，输入环境条件参数：气压记录至 10 Pa；干温、湿温记录至 0.1 ℃。

c) 取一边长约为 20 mm 的立方体磁性材料，其 C、D 两面应平整，C 面垂直于 D 面，C 面上刻一线段 N，N 应与 C、D 两面间的棱平行（见图 D.1）；将磁铁 D 面吸附在因瓦标尺底部中心位置，C 面朝向光学显微镜方向。

d) 移动导轨，将线段 N 与光学显微镜读数指标线重合，计算机读数置零。

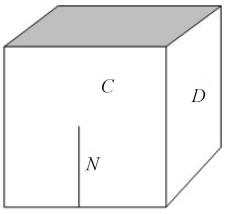


图 C.1 立方体磁块

C.4 线条尺检定方法

以 5 mm 分划间隔的 3 m 线条尺为例，一副线条尺零点差之差按以下步骤检定：

a) 按 C.3 的规定完成准备工作；

b) 移动导轨，光学显微镜照准线条尺基本分划 60 分划的左、右边缘各采样 3 次，读数记录至 0.000 1 mm 位；计算所有读数的平均值 l_1；

c) 按 a)、b)的步骤，检定计算另一根线条尺基本分划 60 分划的读数平均值 l_2；

d) 按公式(C.1)计算一副线条尺零点差之差。

$$\Delta = | l_2 - l_1 | \qquad \cdots\cdots (C.1)$$

式中：

Δ_1 ——一副线条尺零点差之差；

l_2 ——第二根线条尺刻线 N 到线条尺基本分划 60 分划中心线的长度测量值，单位为毫米（mm）；

l_1 ——第一根线条尺刻线 N 到线条尺基本分划 60 分划中心线的长度测量值，单位为毫米

（mm）。

C.5 条码尺检定方法

一副条码尺零点差之差按以下步骤检定。

a） 按 C.3 的规定完成准备工作。

b） 移动导轨，光学显微镜照准条码尺距底面约 30 cm 的一条码的左、右边缘各采样 3 次，读数记录至 0.000 1 mm 位；计算所有读数的平均值 l_1。

c） 按 a）、b）的步骤，检定计算另一根条码尺读数的平均值 l_2。

d） 按公式（C.1）计算一副线条尺零点差之差。

C.6 检定记录及计算示例

表 C.1 给出了按 C.5 检定一副条码尺零点差之差标准装置法检定记录及计算示例，按 C.4 检定一副线条尺零点差之差的检定记录及计算可参照表 C.1 的示例。

表 C.1 一副条码尺零点差之差检定记录表

因瓦标尺类型：3 m×××型条码尺　　编号：×××××/×××××　　检定日期：×××××××× 检定员：×××　　核验员：×××　　干温：20.5 ℃　　湿温：18.5 ℃　　气压：965.50 Pa			
标尺编号		编号×××××　　编号×××××	
刻线 N 读数 mm		0.000 0	0.000 0
第 n 个条码左边缘读数 mm	Ⅰ	297.684 1	297.662 8
	Ⅱ	297.684 2	297.661 9
	Ⅲ	297.684 5	297.661 9
第 n 个条码右边缘读数 mm	Ⅰ	299.710 6	299.691 1
	Ⅱ	299.710 3	299.691 8
	Ⅲ	299.710 9	299.691 3
左、右边缘读数的平均值 l_1/l_2 mm		298.697 4	298.676 8
一副因瓦标尺零点差之差 $\Delta_1=\lvert l_2-l_2\rvert$/（mm）		0.02	

附 录 D
（资料性）
一副线条尺零点差之差及基辅差常数误差检定记录及计算示例

表 D.1 给出了一副线条尺零点差之差及基辅差常数误差检定记录及计算示例。

表 D.1 一副线条尺零点差之差及基辅差常数误差检定记录表

因瓦标尺类型：10 mm 分划间隔 3 m 线条尺　编号：×××××/×××××　检定日期：×××××××× 检定员：×××　核验员：×××				
测回	编号×××××		编号×××××	
	基本分划读数 mm	辅助分划读数 mm	基本分划读数 mm	辅助分划读数 mm
Ⅰ	1 214.84	4 230.30	1 214.80	4 230.32
	1 214.80	4 230.30	1 214.84	4 230.34
	1 214.76	4 230.32	1 214.82	4 230.40
Ⅱ	1 244.68	4 260.12	1 244.72	4 260.24
	1 244.66	4 260.12	1 244.70	4 260.28
	1 244.64	4 260.12	1 244.74	4 260.26
Ⅲ	1 254.78	4 270.26	1 254.82	4 270.34
	1 254.80	4 270.24	1 254.90	4 270.36
	1 254.82	4 270.28	1 254.88	4 270.38
平均值 l_J/ l_F mm	1 238.087	4253.562	1 238.136	4 253.658
基辅差常数 $C = l_F - l_J$ mm	3 015.475		3 015.522	
L_J 与 l_F 的平均值 l_1/l_2 mm	2 745.824		2 745.897	
一副线条尺零点差之差：$\Delta_1 = \lvert l_1 - l_2 \rvert = \lvert 2\ 745.824\ \text{mm} - 2\ 745.897\ \text{mm} \rvert \approx 0.07\ \text{mm}$				
第一根编号×××××线条尺的基辅差常数误差：$C_{\Delta\text{-}1} = \lvert C - C_0 \rvert = \lvert 3\ 015.475\ \text{mm} - 3\ 015.50\ \text{mm} \rvert = 0.025\ \text{mm}$ 第二根编号×××××线条尺的基辅差常数误差：$C_{\Delta\text{-}2} = \lvert C - C_0 \rvert = \lvert 3\ 015.522\ \text{mm} - 3\ 015.50\ \text{mm} \rvert = 0.022\ \text{mm}$ 一副线条尺的基辅差常数误差：$C_\Delta = (0.025\text{mm} + 0.022\ \text{mm})/2 \approx 0.02\ \text{mm}$				
注：基辅差常数的标称值 $C_0 = 3\ 015.50$ mm。				

附 录 E
（规范性）
一副线条尺基辅差常数误差标准装置检定法

E.1 检定器具

采用“标准装置检定法”检定一副线条尺基辅差常数误差使用的主要计量器具为：符合表 2 中规定的标准装置。

E.2 计量性能要求

一副线条尺基辅差常数误差不大于 0.05 mm。

E.3 检定方法

以 5 mm 分划间隔、基辅差常数为 3 032.5 mm 的 3 m 线条尺为例，一副线条尺基辅差常数误差按以下步骤检定：

a) 按 C.3 的规定完成准备工作；

b) 移动导轨，光学显微镜依次照准线条尺基本分划的 100 及 200 分划的左、右边缘各采样读数 3 次，读数记录至 0.000 1 mm 位，两分划左、右边缘读数的平均值记录为 l_1、l_2；

c) 按 a)、b)的步骤，测得线条尺辅助分划的 706、806 分划左、右边缘读数的平均值记录为 L_1、L_2；

d) 按公式(E.1)计算一根线条尺基辅差常数的测量值 C；按公式(E.2)计算一根线条尺基辅差常数误差 C_Δ；

e) 按 a)、d)的步骤检定计算另一根线条尺的 C_Δ；

f) 一副线条尺基辅差常数误差 C_Δ 为两根线条尺基辅差常数误差 C_Δ 的平均值。

$$C=\sum_{i=1}^{2}(l_i-L_i)/2 \qquad \cdots\cdots(\text{E.1})$$

$$C_\Delta=|C-C_{mm}| \qquad \cdots\cdots(\text{E.2})$$

式中：

C ——线条尺基辅差常数的测量值；

l_i ——线条尺基本分划各分划中心线至刻线 N 的长度测量值，单位为毫米(mm)；

L_i ——线条尺辅助分划各分划中心线至刻线 N 的长度测量值，单位为毫米(mm)；

C_Δ ——线条尺基辅差常数误差；

C_{mm}——线条尺基辅差常数的标称值自毫米位以后的数值，5 mm 分划间隔的 C_{mm} 为2.5 mm，10 mm 分划间隔的 C_{mm} 为 5.5 mm。

附 录 F
（规范性）
一副线条尺米长修正因子和分划标准差全采样检定法

F.1 检定器具

采用“全采样检定法”检定一副线条尺米长修正因子和分划标准差使用的主要计量器具为：符合表 2 中规定要求的标准装置。

F.2 计量性能要求

一副线条尺米长修正因子和分划标准差的检定结果应符合表 1 中规定的性能要求。

F.3 检定方法

以 5 mm 分划间隔、基辅差常数为 3 032.5 mm 的 3 m 线条尺为例，检定读数记录至 0.000 1 mm 位，一副线条尺米长修正因子和分划标准差按以下步骤检定。

a) 按 C.3 a)、b)的步骤完成检定前准备工作；移动导轨，传感器置于线条尺基本分划的 60 分划位置。

b) 一根线条尺基本分划的往测检定。

1) 传感器照准线条尺基本分划 60 分划的左边缘，计算机读数置零；传感器依次照准采样基本分划 60～580 之间的所有 521(10 mm 分划间隔的为 261)条分划的左、右两个边缘，相应的计算机读数记录为 N_{60}'，N_{60}''，N_{61}'，N_{61}''，N_{62}'，N_{62}''，…，N_{579}'，N_{579}''，N_{580}'，N_{580}''。

2) 各分划中心线至起始分划中心线的长度 M_{60}，M_{61}，M_{62}，…，M_{579}，M_{580} 按公式(F.1)计算。

3) 各分划中心线的分划误差 Y_j 按公式(F.2)计算。

$$M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_{60}'+N_{60}'')/2 \quad \cdots\cdots(F.1)$$

$$Y_j=M_j-L_j \quad \cdots\cdots(F.2)$$

式中：

M_i ——各分划中心线至起始分划中心线的长度测量值；

N_i' ——各分划左边缘的采样读数，单位为毫米(mm)；

N_i'' ——各分划右边缘的采样读数，单位为毫米(mm)；

M_j ——$M_j=M_i$，j 与 i 的序号顺序相对应；

Y_j ——各分划中心线的分划误差；

L_j ——各分划中心线至起始分划中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

i ——采样分划的编号：5 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $i=60,61,62,\cdots,579,580$；10 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $i=30,31,32,\cdots,289,290$；

j ——采样分划的序号：$j=1,2,3,\cdots,n$；5 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $n=521$；10 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $n=261$。

4) 对 Y_j 按最小二乘法直线拟合，得到 Y_j 的拟合直线 $Y_j(Z)$，以各分划中心线至起始分划中心线的长度标称值 L 为横坐标，以各分划中心线的分划误差 Y 为纵坐标，绘制分划误差曲线及拟合直线图(见图 F.1)；则 Y_j 相对于 $Y_j(Z)$ 的误差 $v_j=Y_j-Y_j(Z)$；令 a' 为直线 $Y_j(Z)$ 的截距，K 为直线 $Y_j(Z)$ 的斜率，则 $K=\mathrm{tg}\alpha$，拟合直线 $Y_j(Z)=a'+KL_j$。

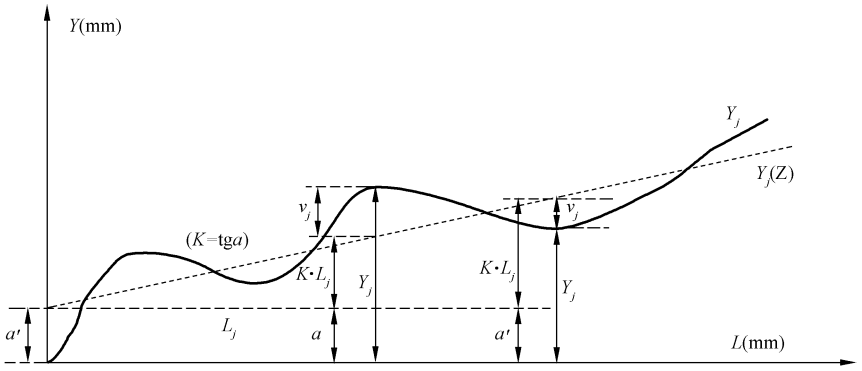


图 F.1　分划误差曲线及拟合直线图

5）　依据最小二乘原理，按公式(F.3)计算 K'_J；按公式(F.4)计算 a'_J；按公式(F.5)计算 f'_J；按公式(F.6)计算 v_j；按公式(F.7)计算 m'_J。

$$K'_J=[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})(Y_j-\overline{Y})]/[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})^2] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{F.3})$$

$$a'_J=\overline{Y}-K'_J\overline{L} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{F.4})$$

$$f'_J=1\,000\times K'_J \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{F.5})$$

$$v_j=Y_j-Y_j(Z)=Y_j-a'_J-K'_JL_j \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{F.6})$$

$$m'_J=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}v_j^2/(n-2)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(\text{F.7})$$

式中：

K'_J　——基本分划往测的分划误差拟合直线 Y_j(Z)的斜率；

j　——采样分划的序号：$j=1,2,3,\cdots,n$；5 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $n=521$；10 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $n=261$；

L_j　——各分划中心线至起始分划中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$\overline{L}$　——L_j 的平均值；

Y_j　——各分划中心线的分划误差；

$\overline{Y}$　——Y_j 的平均值；

a'_J　——基本分划往测的分划误差拟合直线 Y_j(Z)的截距；

f'_J　——基本分划往测的米长修正因子，单位为毫米每米(mm/m)；

1 000　——单位换算产生的系数；

v_j　——各 Y_j 与 Y_j(Z)的差值；

m'_J　——基本分划往测的分划标准差。

c）　一根线条尺基本分划的返测检定。

1）　基本分划往测检定结束立即进行返测检定：自往测检定结束时的基本分划 580 分划右边缘起，传感器依次照准采样 580～60 间的所有 521 条分划的右、左两个边缘，相应的计算机读数记录为 N_{580}''，N_{580}'，N_{579}''，N_{579}'，N_{578}''，N_{578}'，…，N_{61}''，N_{61}'，N_{60}''，N_{60}'。

2）　基本分划返测的 K_J''、m_J''、f_J''按 b)2)～5)的步骤计算。

d）　一根线条尺基本分划的检定结果计算。

1）　一根线条尺基本分划往测的 f'_J 与返测的 f''_J 应符合 $|f'_J-f''_J|\leqslant 0.002$ mm，否则按本列项 b)、c)的步骤重新检定。

2）　一根线条尺基本分划的 f_J 为基本分划往测 f'_J 与基本分划返测 f''_J 的平均值。

3） 一根线条尺基本分划的分划标准差 m_J 取基本分划往测的 m'_J 与返测的 m''_J 中较大值为检定结果。

e） 一根线条尺辅助分划的检定及结果计算。

1） 按 a)的规定完成准备工作。

2） 按 b)1)及 c)1)的方法，对辅助分划 667～1 187 间的所有 521 条分划逐条往、返照准采样，记录每一分划左、右边缘相应的计算机读数。

3） 辅助分划往测的 f'_F、m'_F 及返测的 f''_F、m''_F 按 b)2)～5)的步骤计算。

4） 一根线条尺辅助分划往测的 f'_J 与返测的 f''_J 应符合 $|f'_F - f''_F| \leqslant 0.002$ mm，否则按 e)1)～3)的步骤重新检定；

5） 一根线条尺辅助分划的 f_F 为辅助分划往测 f'_F 与辅助分划返测 f''_F 的平均值。

6） 一根线条尺辅助分划的分划标准差 m_F 取基本分划往测的 m'_F 与返测的 m''_F 中值较大值为检定结果。

f） 一根线条尺的米长修正因子 f 为基本分划的 f_J 与辅助分划的 f_F 的平均值。

g） 另一根线条尺的 f、m_J、m_F 按 a)～f)的方法步骤检定计算。

h） 一副线条尺的米长修正因子 f 为两根线条尺的 f 的平均值。

附 录 G
（规范性）
一副线条尺米长修正因子和分划标准差部分采样检定法

G.1 检定器具

采用“部分采样检定法”检定一副线条尺米长修正因子和分划标准差使用的主要计量器具为：符合表 2 中规定要求的标准装置。

G.2 采样间隔

“部分采样检定法”的采样间隔应不大于 10 cm。

G.3 计量性能要求

一副线条尺米长修正因子和分划标准差的检定结果应符合表 1 中规定的性能要求。

G.4 检定方法

以 5 mm 分划间隔、基辅差常数为 3 032.5 mm 的 3 m 线条尺，采样间隔设置为 10 cm 为例，检定读数记录至 0.000 1 mm 位，一副线条尺米长修正因子和分划标准差按以下步骤检定。

a) 按 C.3 a)、b)的步骤完成检定前准备工作；移动导轨，传感器置于线条尺基本分划 60 分划位置。

b) 一根线条尺基本分划的往测检定。

1) 传感器照准线条尺基本分划 60 分划的左边缘，计算机读数置零，记录为 N_{60}'。

2) 传感器依次照准采样 80，100，120，…，560，580 共 26 条基本分划的左边缘，相应的计算机读数记录为 N_{80}'，N_{100}'，N_{120}'，…，N_{560}'，N_{580}'。

c) 一根线条尺基本分划的返测检定。

1) 基本分划往测检定结束应立即进行返测检定：由往测结束时的 580 分划的右边缘开始，传感器依次照准采样 560，540，520…80，60 共 27 条分划的右边缘，相应的计算机读数记录为 N_{580}''，N_{560}''，N_{540}''，…，N_{80}''，N_{60}''。

2) 如往测选择采样各分划的右边缘，则返测应选择采样各分划的左边缘。

d) 归零验证：传感器再次照准采样往测起始的 60 分划左边缘进行归零验证，读数记录为 N_{60}'''；往返归零差应符合 $|N_{60}'-N_{60}'''|\leqslant 0.010$ mm，否则应重新进行往返测检定。

e) 一根线条尺基本分划的检定结果计算。

1) 各基本分划中心线至起始分划中心线的长度 M_{60}，M_{80}，M_{100}，…，M_{560}，M_{580} 按公式(G.1)计算。

2) 各基本分划中心线的分划误差 Y_j 按公式(G.2)计算；

$$M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_{60}'+N_{60}'')/2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (G.1)$$

$$Y_j=M_j-L_j \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (G.2)$$

式中：

M_i——各分划中心线至起始分划中心线的长度测量值；

N_i'——各分划边缘往测的采样读数，单位为毫米(mm)；

N_i''——各分划边缘返测的采样读数，单位为毫米(mm)；

i ——采样分划的编号：5 mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $i=60,80,100,\cdots,560,580$；10

mm 分划间隔的 3 m 线条尺 $i=30,40,50,\cdots,280,290$；

M_j——$M_j=M_i$，j 与 i 的序号顺序相对应；

Y_j ——各分划中心线的分划误差；

L_j ——各分划中心线至起始分划中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

j ——采样分划的序号：3 m 线条尺 $j=1,2,3\cdots27$。

3) 对 Y_j 按附录 F.3 b)4)的方法进行直线拟合，依据最小二乘原理，按公式(G.3)计算 K_J，按公式(G.4)计算 a'_J，按公式(G.5)计算 f_J，按公式(G.6)计算 v_j，按公式(G.7)计算 m_J。

$$K_J=\left[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})(Y_j-\overline{Y})\right]/\left[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})^2\right] \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(G.3)$$

$$a'_J=\overline{Y}-K_J\overline{L} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(G.4)$$

$$f_J=1\,000\times K_J \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(G.5)$$

$$v_j=Y_j-Y_j(Z)=Y_j-a'_J-K_JL_j \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(G.6)$$

$$m_J=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}v_j^2/(n-2)} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(G.7)$$

式中：

K_J ——基本分划的分划误差拟合直线 $Y_j(Z)$的斜率；

j ——采样分划的序号：3 m 线条尺 $j=1,2,3,\cdots,27$；

L_j ——各分划中心线至起始分划中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$\overline{L}$ ——L_j 的平均值；

Y_j ——各分划中心线的分划误差；

$\overline{Y}$ ——Y_j 的平均值；

a'_J ——基本分划的分划误差拟合直线 Y_j(Z)的截距；

f ——基本分划的米长修正因子，单位为毫米每米(mm/m)；

1 000 ——单位换算产生的系数；

v_j ——各 Y_j 与 Y_j(Z)的差值；

m_J ——基本分划的分划标准差。

f) 一根线条尺辅助分划的检定及结果计算。

1) 按 a)的规定完成检定前准备工作。

2) 按 b)～d)的步骤对 667,687,707,…,1167,1187 共 27 条与基本分划对应的辅助分划依次往、返照准采样，记录每一分划左、右边缘相应的计算机读数。

3) 按 d)的规定进行归零验证。

4) 按 e)的方法计算线条尺辅助分划的 f_F、m_F。

g) 一根线条尺的米长修正因子 f 为基本分划的 f_J 与辅助分划的 f_F 的平均值。

h) 当一根线条尺的分划标准差 m_J 或 m_F 不符合表 1 中第 7 项的性能要求时，应将采样间隔缩小一倍后对其重新检定，以重新检定的 m、f 作为检定结果。

i) 按 a)～h)的步骤，检定计算另一根线条尺的 m_J、m_F 及 f。

j) 一副线条尺的米长修正因子 f 为两根线条尺的 f 的平均值。

G.5 检定记录及计算示例

表 G.1 给出了“部分采样检定法”检定一副线条尺米长修正因子及分划标准差的检定记录及计算示例。

表 G.1　一副线条尺米长修正因子及分划标准差检定记录表

因瓦标尺类型:5 mm 分划间隔 3 m 线条尺 编号:×××××　检定员:××× 核验员:××× 检定日期:×××××××× 干温:20.5 ℃ 湿温: 18.5 ℃ 气压:965.50 Pa				
基本分划检定				
基本分划编号 i	往测读数分划左边缘 N_i' mm	返测读数分划右边缘 N_i'' mm	$M_i'=(N_i'+N_i'')/2$ mm	各分划中心线至起始分划中心线的长度 $M_i=M_i'-M_{60}'$ mm
60	0.000 0	归零　0.000 6 1.452 2	0.726 10	
80	99.992 9	101.449 7	100.721 30	99.995 20
100	199.979 1	201.456 9	200.718 00	199.991 90
120	299.986 2	301.475 3	300.730 75	300.004 65
140	399.992 3	401.479 1	400.735 70	400.009 60
160	499.985 7	501.466 8	500.726 25	500.000 15
180	599.978 9	601.468 6	600.723 75	599.997 65
200	699.975 5	701.463 0	700.719 25	699.993 15
220	799.999 3	801.455 1	800.727 20	800.001 10
240	899.985 7	901.457 2	900.721 45	899.995 35
260	999.970 3	1 001.458 5	1 000.714 40	999.988 30
280	1 099.981 2	1 101.466 8	1 100.724 00	1 099.997 90
300	1 200.002 3	1 201.468 3	1 200.735 30	1 200.009 20
320	1 299.984 8	1 301.464 2	1 300.724 50	1 299.998 40
340	1 399.972 2	1 401.466 0	1 400.719 10	1 399.993 00
360	1 499.981 9	1 501.471 7	1 500.726 80	1 500.000 70
380	1 599.969 9	1 601.474 1	1 600.722 00	1 599.995 90
400	1 699.971 4	1 701.474 2	1 700.722 80	1 699.996 70
420	1 799.979 8	1 801.466 5	1 800.723 15	1 799.997 05
440	1 899.966 7	1 901.459 1	1 900.712 90	1 899.986 80
460	1 999.965 8	2 001.450 0	2 000.707 90	1 999.981 80
480	2 099.973 6	2 101.462 2	2 100.717 90	2 099.991 80
500	2 199.961 2	2 201.465 7	2 200.713 45	2 199.987 35
520	2 299.970 2	2 301.464 0	2 300.717 10	2 299.991 00
540	2 399.970 8	2 401.457 6	2 400.714 20	2 399.988 10
560	2 499.951 2	2 501.471 1	2 500.711 15	2 499.985 05
580	2 599.951 1	2 601.465 8	2 600.708 45	2 599.982 35

表 G.1　一副线条尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

分划序号 j	L_j mm	$M_j=M_i$ mm	$L_j-\overline{L}$ mm	$Y_j=M_j-L_j$ mm	$Y_j-\overline{Y}$ mm	$a'_J+K_JL_j$ mm	$v_j=Y_j-a'_J-K_JL_j$ mm
1	0	0.000 00	−1 300.0	0.000 00	0.005 18	0.002 35	−0.002 35
2	100	99.995 20	−1 200.0	−0.004 80	0.000 38	0.001 77	−0.006 57
3	200	199.991 90	−1 100.0	−0.008 10	−0.002 92	0.001 19	−0.009 29
4	300	300.004 65	−1 000.0	0.004 65	0.009 83	0.000 61	0.004 04
5	400	400.009 60	−900.0	0.009 60	0.014 78	0.000 03	0.009 57
6	500	500.000 15	−800.0	0.000 15	0.005 33	−0.000 55	0.000 70
7	600	599.997 65	−700.0	−0.002 35	0.002 83	−0.001 13	−0.001 22
8	700	699.993 15	−600.0	−0.006 85	−0.001 67	−0.001 71	−0.005 14
9	800	800.001 10	−500.0	0.001 10	0.006 28	−0.002 28	0.003 38
10	900	899.995 35	−400.0	−0.004 65	0.000 53	−0.002 86	−0.001 79
11	1 000	999.988 30	−300.0	−0.011 70	−0.006 52	−0.003 44	−0.008 26
12	1 100	1 099.997 90	−200.0	−0.00 210	0.003 08	−0.004 02	0.001 92
13	1 200	1 200.009 20	−100.0	0.009 20	0.014 38	−0.004 60	0.013 80
14	1 300	1 299.998 40	0.0	−0.001 60	0.003 58	−0.005 18	0.003 58
15	1 400	1 399.993 00	100.0	−0.007 00	−0.001 82	−0.005 76	−0.001 24
16	1 500	1 500.000 70	200.0	0.000 70	0.005 88	−0.006 34	0.007 04
17	1 600	1 599.995 90	300.0	−0.004 10	0.001 08	−0.006 92	0.002 82
18	1 700	1 699.996 70	400.0	−0.003 30	0.001 88	−0.007 50	0.004 20
19	1 800	1 799.997 05	500.0	−0.002 95	0.002 23	−0.008 07	0.005 12
20	1 900	1 899.986 80	600.0	−0.013 20	−0.008 02	−0.008 65	−0.004 55
21	2 000	1 999.981 80	700.0	−0.018 20	−0.013 02	−0.009 23	−0.008 97
22	2 100	2 099.991 80	800.0	−0.008 20	−0.003 02	−0.009 81	0.001 61
23	2 200	2 199.987 35	900.0	−0.012 65	−0.007 47	−0.010 39	−0.002 26
24	2 300	2 299.991 00	1 000.0	−0.009 00	−0.003 82	−0.010 97	0.001 97
25	2 400	2 399.988 10	1 100.0	−0.011 90	−0.006 72	−0.011 55	−0.000 35
26	2 500	2 499.985 05	1 200.0	−0.014 95	−0.009 77	−0.012 13	−0.002 82
27	2 600	2 599.982 35	1 300.0	−0.017 65	−0.012 47	−0.012 71	−0.004 94
$\overline{L}=1\ 300.0$		—	—	$\overline{Y}=-0.005\ 18$	—	—	—

计算及检定结果：

$\sum_{j=1}^{27}(L_j-\overline{L})(Y_j-\overline{Y})=-94.83$　　$\sum_{j=1}^{27}(L_j-\overline{L})^2=16\ 380\ 000$

$K_j=\left[\sum_{j=1}^{27}(L_j-\overline{L})(Y_j-\overline{Y})\right]/\left[\sum_{j=1}^{27}(L_j-\overline{L})^2\approx-0.000\ 005\ 8\right.$　　$a'_J=\overline{Y}-K_J\,\overline{L}=0.002\ 35$ mm

$\sum_{j=1}^{27}v_j^2=0.000\ 809\ 223\ 4$

表 G.1　一副线条尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

编号×××××标尺基本分划的米长修正因子：$f_1 = 1\,000 \times K_1 \approx -0.006$ mm/m 编号×××××标尺基本分划的分划标准差：$m_3 = \sqrt{\sum_{j=1}^{27} v_i^2/(27-2)} \approx 0.006$ mm
编号×××××标尺辅助分划检定记录数据：略
编号×××××标尺辅助分划检定结果： 辅助分划的米长修正因子：$f_F = -0.003$ mm/m　　辅助分划的分划标准差：mF$=0.005$ mm
编号×××××标尺检定结果： 米长修正因子：$f_1 = (f_J + f_F)/2 = -0.004$ mm/m 基本分划的分划标准差：$m_J = 0.006$ mm　　辅助分划的分划标准差：$m_F = 0.005$ mm
另一根编号×××××标尺基本分划、辅助分划的检定记录及计算数据：略
另一根编号×××××标尺检定结果： $f_J = -0.004$ mm/m　$m_J = 0.005$ mm　$f_F = -0.004$ mm/m　$m_F = 0.006$ mm 编号×××××标尺的米长修正因子：$f_2 = (f_J + f_F)/2 = -0.004$ mm/m
一副线条尺米长修正因子：$f = (f_1 + f_2)/2 = -0.004$ mm/m

附 录 A
（规范性）
一副条码尺米长修正因子和分划标准差全采样检定法

H.1 检定器具

采用“全采样检定法”检定一副条码尺米长修正因子和分划标准差使用的主要计量器具为：符合表2中规定要求的标准装置。

H.2 计量性能要求

一副条码尺米长修正因子和分划标准差的检定结果应符合表1中规定的性能要求。

H.3 检定方法

一副条码尺米长修正因子和分划标准差的检定读数记录至0.000 1 mm位，按以下步骤检定。

a) 按C.3 a)、b)的步骤完成检定前准备工作；移动导轨，传感器置于条码尺距底面约30 cm位置。

b) 往测检定。

1) 传感器照准距条码尺底面约30 cm处一条码的左边缘，计算机读数置零，记录为 $N1'$。

2) 自该条码右边缘起，至距条码尺顶端约10 cm处的一条码右边缘止，传感器依次照准采样期间每一条码的左、右两个边缘，相应的计算机读数记录为 N_1''，N_2'，N_2''，N_3'，N_3''，…，N_{n-1}'，N_{n-1}''，N_n'，N_n''。

3) 各条码左、右两个边缘至起始条码左边缘的长度 M_i 左、M_i 右按公式(H.1)计算。

4) 与 $M_{i左}$、$M_{i右}$ 相应的长度标称值 $L_{i左}$、$L_{i右}$，依据条码尺的单位条码宽度 R 按公式(H.2)计算。

注：单位条码宽度指构成每个条码的基本单元的宽度，常见的有0.5 mm、2.025 mm等。

5) 各条码边缘线的分划误差 $Y_{i左}$、$Y_{i右}$ 按公式(H.3)计算。

6) 分划误差按条码中心线计算的条码尺，则各条码中心线至起始条码中心线的长度 M_1，M_2，M_3，…，M_{n-1}，M_n 按公式(H.4)计算，与 M_i 相应的长度标称值 L_i 依据条码尺的单位条码宽度 R 按公式(H.5)计算，各条码中心线的分划误差 Y_i 按公式(H.6)计算。

$$Mi左 = N_i' - N_1' \quad Mi右 = N_i'' - N_1'' \qquad \cdots\cdots(H.1)$$

$$L_{i左} = [M_{i左}/R] \times R \quad L_{i右} = [M_{i右}/R] \times R \qquad \cdots\cdots(H.2)$$

$$Y_{i左} = M_{i左} - L_{i左} \quad Y_{i右} = M_{i右} - L_{i右} \qquad \cdots\cdots(H.3)$$

$$M_i = (N_i' + N_i'')/2 - (N_1' + N_1'')/2 \qquad \cdots\cdots(H.4)$$

$$L_i = [2M_i/R] \times (R/2) \qquad \cdots\cdots(H.5)$$

$$Y_i = M_i - L_i \qquad \cdots\cdots(H.6)$$

式中：

$M_{i左}$、$M_{i右}$——各条码左、右边缘线至起始条码左边缘线的长度测量值；

N_i'——各条码左边缘的采样读数，单位为毫米(mm)；

N_i''——各条码右边缘的采样读数，单位为毫米(mm)；

i——采样的条码序号，$i=1,2,3\cdots n$；

$L_{i左}$、$L_{i右}$——各条码左、右边缘线至起始条码左边缘线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$[M_{i左}/R]$——对 M_i 左除以 R 的结果按四舍五入取整；

$[M_{i右}/R]$——对 M_i 右除以 R 的结果按四舍五入取整；

R ——条码尺的单位条码宽度，单位为毫米(mm)；

$Y_{i左}$、$Y_{i右}$ ——各条码左、右边缘线的分划误差；

M_i ——各条码中心线至起始条码中心线的长度测量值；

L_i ——各条码中心线至起始条码中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$[2M_i/R]$——对 M_i 除以$(R/2)$的结果按四舍五入取整；

Y_i ——各条码中心线的分划误差。

7) 对各条码的分划误差 Y 按附录 F.3 b)4)的方法进行直线拟合，依据最小二乘原理，按公式(H.7)计算 K_1；按公式(H.8)计算 a_1'；按公式(H.9)计算 f_1；按公式(H.10)计算 v_j；按公式(H.11)计算 m_1。

$$K_1=\left[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})(Y_j-\overline{Y})\right]/\left[\sum_{j=1}^{n}(L_j-\overline{L})^2\right] \quad \cdots\cdots(\text{H.7})$$

$$a'_J=\overline{Y}-K_J\,\overline{L} \quad \cdots\cdots(\text{H.8})$$

$$f_J=1\,000\times K_J \quad \cdots\cdots(\text{H.9})$$

$$v_j=Y_j-Y_j(Z)=Y_j-a'_J-K_JL_j \quad \cdots\cdots(\text{H.10})$$

$$m_J=\sqrt{\sum_{j=1}^{n}v_j^2/(l-2)} \quad \cdots\cdots(\text{H.11})$$

式中：

K_1 ——往测的分划误差拟合直线 Y_j(Z)的斜率；

j ——采样条码的序号，$j=1,2,3,\cdots,l$；以条码中心线计算时 $l=n$，以条码边缘计算时 $l=2n$；

L_j ——各条码左、右边缘至起始条码左边缘的长度标称值或各条码中心线至起始条码中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$\overline{L}$ ——L_j 的平均值；

Y_j ——往测的各条码边缘线的分划误差或各条码中心线的分划误差；

$\overline{Y}$ ——Y_j 的平均值；

$a'1$ ——往测的分划误差拟合直线 Y_j(Z)的截距；

f_1 ——往测的米长修正因子，单位为毫米每米(mm/m)；

1 000——单位换算产生的系数；

v_j ——往测各 Y_j 相对于拟合直线 Y_j(Z)的误差；

m_1 ——往测的分划标准差。

c) 返测检定。

1) 往测检定结束立即进行返测检定：按与往测相反的顺序，自往测结束时的条码右边缘起，至往测起始时的条码左边缘止，传感器依次照准采样期间每一条码的右、左边缘，相应的计算机读数记录为 N_n''，N_n'，N_{n-1}''，N_{n-1}'，N_{n-2}''，N_{n-2}'，…，N_2''，N_2'，N_1''，N_1。

2) 按 b)3)～7)的步骤，计算条码尺返测的 m_2、f_2。

d) 一根条码尺的检定结果计算。

1) 一根条码尺往测的 f_1 与返测的 f_2 应符合 $|f_1-f_2|\leqslant 0.002$ mm，否则按 b)、c)的步骤重新检定。

2) 一根条码尺的米长修正因子 f 为往测的 f_1 与返测的 f_2 的平均值。

3) 一根条码尺的分划标准差 m 取往测的 m_1 与返测的 m_2 中绝对值较大者为检定结果。

e) 另一根条码尺的 f、m 按 a)～d)的步骤检定计算。

f) 一副条码尺的米长修正因子 f 为两根条码尺的 f 的平均值。

附 录 I
（规范性）
一副条码尺米长修正因子和分划标准差部分采样检定法

I.1 检定器具

采用“部分采样检定法”检定一副条码尺米长修正因子和分划标准差使用的主要计量器具为：符合表 2 中规定要求的标准装置。

I.2 采样间隔

“部分采样检定法”的采样间隔应设置为 10 cm 左右，3 m 条码尺采样的条码个数不少于 26 个，2 m 条码尺采样的条码个数不少于 18 个。

I.3 计量性能要求

一副条码尺米长修正因子和分划标准差检定结果应符合表 1 中规定的性能要求。

I.4 检定方法

一副条码尺米长修正因子和分划标准差的检定读数记录至 0.000 1 mm 位，按以下步骤检定。

a) 按 C.3 a)、b)的步骤完成检定前准备工作；移动导轨，传感器置于条码尺距底面约 30 cm 位置。

b) 往测检定：

1) 传感器照准距条码尺底面约 30 cm 处一条码的左边缘，计算机读数置零，记录为 N_1'。

2) 以约 10 cm 的间隔选取采样条码，传感器依次照准采样选定条码的左边缘，至距条码尺顶端约 10 cm 处的一条码左边缘为止，相应的计算机读数记录为 N_1'，N_2'，N_3'，…，N_{n-1}'，N_n'。

c) 返测检定。

1) 往测检定结束应立即进行返测检定：按与往测相反的顺序，自往测结束时的条码左边缘起，传感器依次照准采样往测检定所测的每一条码的左边缘，至往测始测条码的左边缘止，相应的计算机读数记录为 N_n''，N_{n-1}''，N_{n-2}''，…，N_2''，N_1''。

2) 如往测选择采样各条码的右边缘，则返测应同样选择采样各条码的右边缘。

d) 归零验证：往返归零差应符合 $|N_1'-N_1''| \leqslant 0.010$ mm，否则应重新进行往返测检定。

e) 各条码边缘至起始条码边缘的长度 M_1，M_2，M_3，…，M_{n-1}，M_n 按公式(I.1)计算。

f) 各条码边缘至起始条码边缘的长度标称值 L_i，依据所检条码尺的单位条码宽度 R 按公式(I.2)计算。

$$M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_1'+N_1'')/2 \quad \cdots\cdots(\text{I.1})$$

$$L_i=[M_i/R]\times R \quad \cdots\cdots(\text{I.2})$$

式中：

M_i ——各条码边缘线至起始条码边缘线的长度测量值；

N_i' ——各条码边缘往测的采样读数，单位为毫米(mm)；

N_i'' ——各条码边缘返测的采样读数，单位为毫米(mm)；

L_i ——各条码边缘线至起始条码边缘线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

i ——采样条码的序号，$i=1,2,3,\cdots,n$；

$[M_i/R]$——对 M_i 除以 R 的结果按四舍五入取整；

R ——条码尺的单位条码宽度，单位为毫米(mm)。

g) 分划误差按条码中心线计算的条码尺，检定计算时应遵循以下规定。

1) 往测检定与返测检定应照准采样同一条码的左右两个不同边缘。

2) 返测检定结束后应检定归零读数 N_1'''，往返归零差应符合 $|N_1'-N_1'''|\leqslant 0.010$ mm，否则应重新进行往返测检定。

3) 各条码中心线至起始条码中心线的长度 $M_1,M_2,M_3,\cdots,M_{n-1},M_n$ 按公式(I.3)计算。

4) 与 M_i 相应的长度标称值 L_i，依据条码尺的单位条码宽度 R 按公式(I.4)计算。

$$M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_1'+N_1'')/2 \quad \cdots\cdots(\text{I.3})$$

$$L_i=[2M_i/R]\times(R/2) \quad \cdots\cdots(\text{I.4})$$

式中：

M_i ——各条码中心线至起始条码中心线的长度测量值；

N_i' ——各条码边缘往测的采样读数，单位为毫米(mm)；

N_i'' ——各条码边缘返测的采样读数，单位为毫米(mm)；

i ——采样的条码序号，$i=1,2,3,\cdots,n$；

L_i ——各条码中心线至起始条码中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$[2M_i/R]$——对 M_i 除以$(R/2)$的结果按四舍五入取整；

R ——条码尺的单位条码宽度，单位为毫米(mm)。

h) 各条码的分划误差 Y_i 按公式(I.5)计算。

$$Y_i=M_i-L_i \quad \cdots\cdots(\text{I.5})$$

式中：

Y_i ——各条码的分划误差；

M_i——各条码至起始条码的长度测量值，单位为毫米(mm)；

L_i ——与 Mi 相应的各条码至起始条码的长度标称值，单位为毫米(mm)。

i) 对 Y_i 按附录 F.3 b)4)的方法进行直线拟合，依据最小二乘原理，按公式(I.6)计算 K；按公式(I.7)计算 a'；按公式(I.8)计算 f；按公式(I.9)计算 v_i；按公式(I.10)计算 m；

$$K=\Big[\sum_{i=1}^{n}(L_i-\overline{L})(Y_i-\overline{Y})\Big]/\Big[\sum_{i=1}^{n}(L_i-\overline{L})^2\Big] \quad \cdots\cdots(\text{I.6})$$

$$a'=\overline{Y}-K\,\overline{L} \quad \cdots\cdots(\text{I.7})$$

$$f=1\,000\times K \quad \cdots\cdots(\text{I.8})$$

$$v_i=Y_i-Y_i(Z)=Y_i-a'-KL_i \quad \cdots\cdots(\text{I.9})$$

$$m=\sqrt{\sum_{i=1}^{n}v_i^2/(n-2)} \quad \cdots\cdots(\text{I.10})$$

式中：

K ——条码尺的分划误差拟合直线的斜率；

i ——采样条码的序号，$i=1,2,3,\cdots,n$；

L_i ——各条码边缘线至起始条码边缘线的长度标称值或各条码中心线至起始条码中心线的长度标称值，单位为毫米(mm)；

$\overline{L}$ ——L_i 的平均值；

Y_i ——各条码边缘线的分划误差或各条码中心线的分划误差；

$\overline{Y}$ ——Y_i 的平均值；

a' ——分划误差拟合直线的截距；

f ——米长修正因子，单位为毫米每米(mm/m)；

1 000——单位换算产生的系数；

v_i ——各 Y_i 相对于拟合直线 Y_i(Z)的误差；

m ——分划标准差。

j) 当一根条码尺的分划标准差 m 不符合表 1 中第 7 项的性能要求时，应将采样间隔缩小一倍后对其重新检定，以重新检定的 m、f 作为检定结果；

k) 按 a)～j)的步骤，检定计算另一根条码尺的 f、m；

l) 一副条码尺的米长修正因子 f 为两根条码尺的 f 的平均值。

I.5 检定记录及计算示例

表 I.1 给出了分划误差按条码边缘线计算的一副条码尺米长修正因子及分划标准差的检定记录及计算示例；表 I.2 给出了分划误差按条码中心线计算的一副条码尺米长修正因子及分划标准差的检定记录及计算示例。

表 I.1　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表

分划误差按条码边缘线计算的条码尺检定及计算记录				
因瓦标尺类型：3 m×××型条码尺　编号：×××××　检定员：×××　核验员：××× 检定日期：××××××××　干温：20.5 ℃　湿温：18.5 ℃　气压：965.50 Pa				
条码序号 i	往测读数 左边缘 N_i' mm	返测读数 左边缘 N_i'' mm	往返平均值 $(N_i'+N_i'')/2$ mm	各条码左边缘至起始条码左边缘的长度 $M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_1'+N_1'')/2$ mm
1	0.000 0	0.000 5	0.000 25	0.000 00
2	99.999 4	99.999 9	99.999 65	99.999 40
3	204.499 7	204.499 5	204.499 60	204.499 35
4	304.496 9	304.497 2	304.497 05	304.496 80
5	399.992 9	399.993 7	399.993 30	399.993 05
6	504.492 6	504.492 8	504.492 70	504.492 45
7	605.490 0	605.490 6	605.490 30	605.490 05
8	709.988 6	709.988 9	709.988 75	709.988 50
9	804.487 9	804.488 7	804.488 30	804.488 05
10	919.983 1	919.983 1	919.983 10	919.982 85
11	1 009.981 1	1 009.981 3	1 009.981 20	1 009.980 95
12	1 104.477 2	1 104.477 6	1 104.477 40	1 104.477 15
13	1 204.475 9	1 204.475 8	1 204.475 85	1 204.475 60
14	1 299.975 5	1 299.975 4	1 299.975 45	1 299.975 20
15	1 404.468 5	1 404.467 1	1 404.467 80	1 404.467 55
16	1 504.467 1	1 504.467 0	1 504.467 05	1 504.466 80
17	1 599.96 4	1 599.964 9	1 599.964 45	1 599.964 20
18	1 699.961 3	1 699.960 3	1 699.960 80	1 699.960 55
19	1 795.458 2	1 795.457 7	1 795.457 95	1 795.457 70
20	1 904.461 5	1 904.459 9	1 904.460 70	1 904.460 45
21	1 999.956 7	1 999.955 5	1 999.956 10	1 999.955 85
22	2 099.959 8	2 099.958 7	2 099.959 25	2 099.959 00
23	2 214.454 7	2 214.453 9	2 214.454 30	2 214.454 05
24	2 299.957 3	2 299.957 9	2 299.957 60	2 299.957 35
25	2 404.457 2	2 404.457 2	2 404.457 20	2 404.456 95
26	2 499.954 6	2 499.953 7	2 499.954 15	2 499.953 90
27	2 619.951 8	2 619.952 0	2 619.951 90	2 619.951 65

表 I.1　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

条码序号 i	M_i mm	$[M_i/R]$	各条码左边缘至起始条码左边缘的长度标称值 L_i mm	$L_i-\overline{L}$ mm	$Y_i=M_i-L_i$ mm	$Y_i-\overline{Y}$ mm	$a'+KL_i$ mm	$v_i=Y_i-a'-KL_i$ mm
1	0.000 00	0	0.0	−1 304.463	0.000 00	0.025 73	0.001 18	−0.001 18
2	99.999 40	200	100.0	−1 204.463	−0.000 60	0.025 13	−0.000 88	0.000 28
3	204.499 35	409	204.5	−1 099.963	−0.000 65	0.025 08	−0.003 03	0.002 38
4	304.496 80	609	304.5	−999.963	−0.003 20	0.022 53	−0.005 09	0.001 89
5	399.993 05	800	400.0	−904.463	−0.006 95	0.018 78	−0.007 06	0.000 11
6	504.492 45	1009	504.5	−799.963	−0.007 55	0.018 18	−0.009 21	0.001 66
7	605.490 05	1211	605.5	−698.963	−0.009 95	0.015 78	−0.011 29	0.001 34
8	709.988 50	1420	710.0	−594.463	−0.011 50	0.014 23	−0.013 45	0.001 95
9	804.488 05	1609	804.5	−499.963	−0.011 95	0.013 78	−0.015 39	0.003 44
10	919.982 85	1840	920.0	−384.463	−0.017 15	0.008 58	−0.017 77	0.000 62
11	1 009.980 95	2020	1 010.0	−294.463	−0.019 05	0.006 68	−0.019 63	0.000 58
12	1 104.477 15	2209	1 104.5	−199.963	−0.022 85	0.002 88	−0.021 57	−0.001 28
13	1 204.475 60	2409	1 204.5	−99.963	−0.024 40	0.001 33	−0.023 63	−0.000 77
14	1 299.975 20	2600	1 300.0	−4.463	−0.024 80	0.000 93	−0.025 60	0.000 80
15	1 404.467 55	2809	1 404.5	100.037	−0.032 45	−0.006 72	−0.027 75	−0.004 70
16	1 504.466 80	3009	1 504.5	200.037	−0.033 20	−0.007 47	−0.029 81	−0.003 39
17	1 599.964 20	3200	1 600.0	295.537	−0.035 80	−0.010 07	−0.031 78	−0.004 02
18	1 699.960 55	3400	1 700.0	395.537	−0.039 45	−0.013 72	−0.033 84	−0.005 61
19	1 795.457 70	3591	1 795.5	491.037	−0.042 30	−0.016 57	−0.035 81	−0.006 49
20	1 904.460 45	3809	1 904.5	600.037	−0.039 55	−0.013 82	−0.038 05	−0.001 50
21	1 999.955 85	4000	2 000.0	695.537	−0.044 15	−0.018 42	−0.040 02	−0.004 13
22	2 099.959 00	4200	2 100.0	795.537	−0.041 00	−0.015 27	−0.042 08	0.001 08
23	2 214.454 05	4429	2 214.5	910.037	−0.045 95	−0.020 22	−0.044 44	−0.001 51
24	2 299.957 35	4600	2 300.0	995.537	−0.042 65	−0.016 92	−0.046 20	0.003 55
25	2 404.456 95	4809	2 404.5	1 100.037	−0.043 05	−0.017 32	−0.048 35	0.005 30
26	2 499.953 90	5000	2 500.0	1 195.537	−0.046 10	−0.020 37	−0.050 32	0.004 22
27	2 619.951 65	5240	2 620.0	1 315.537	−0.048 35	−0.022 62	−0.052 79	0.004 44
—	—	—	$\overline{L}$=1 304.463	—	$\overline{Y}$=−0.025 73	—	—	—

注：$L_i=[M_i/R]\times R$，R——单位条码宽度 R=0.5 mm；$[M_i/R]$——对 M_i 除以 R 的结果按四舍五入取整。

表 I.1　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

计算及检定结果：

$\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})(Y_i-\overline{Y})=-338.201\ 000\ 9$　　$\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})^2=16\ 397\ 525.462\ 963$

$K=\left[\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})(Y_i-\overline{Y})\right]/\left[\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})^2\right]\approx-0.000\ 020\ 6$

$a'=\overline{Y}-K\,\overline{L}=0.011\ 8\ mm$　　$\sum_{i=1}^{27}v_i^2=0.000\ 258\ 856\ 7$

编号×××××条码尺的米长修正因子：$f_1=1\ 000\times K\approx-0.021$ mm/m

编号×××××条码尺的分划标准差：$m_1=\sqrt{\sum_{i=1}^{27}v_i^2/(27-2)}\approx0.003$ mm

另一根编号××××× 条码尺的检定记录及计算数据：略

另一根编号×××××条码尺检定结果：

米长修正因子：$f_2=-0.020$ mm/m

分划标准差：$m_2=0.003$ mm

一副条码尺的米长修正因子：$f=(f_1+f_2)/2=-0.020$ mm/m

表 I.2　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表

分划误差按条码中心线计算的条码尺检定及计算记录				
因瓦标尺类型：3 m×××型条码尺　　编号：×××××　　检定员：×××　　核验员：××× 检定日期：××××××××　　干温：20.5 ℃　　湿温：18.5 ℃　　气压：965.50 Pa				
条码序号 i	往测读数 左边缘 N_i' mm	返测读数 左边缘 N_i'' mm	往返平均值 $(N_i'+N_i'')/2$ mm	各条码中心线至起始条码中心线的长度 $M_i=(N_i'+N_i'')/2-(N_1'+N_1'')/2$ mm
1	0.000 0	归零　0.000 3 2.025 3	1.012 65	0.000 00
1	101.250 3	103.273 2	102.261 75	101.249 10
3	202.500 4	212.623 3	207.561 85	206.549 20
4	297.675 8	299.699 0	298.687 40	297.674 75
5	407.025 9	411.074 6	409.050 25	408.037 60
6	481.952 2	504.223 1	493.087 65	492.075 00
7	603.456 5	607.498 1	605.477 30	604.464 65
8	704.702 5	714.824 5	709.763 50	708.750 85
9	807.973 2	809.997 9	808.985 55	807.972 90
10	903.149 6	911.245 6	907.197 60	906.184 95
11	1 000.342 5	1 002.367 1	1 001.354 80	1 000.342 15
12	1 099.567 0	1 103.617 2	1 101.592 10	1 100.579 45
13	1 202.847 2	1 204.858 5	1 203.852 85	1 202.840 20
14	1 295.995 3	1 308.128 6	1 302.061 95	1 301.049 30
15	1 415.470 5	1 431.660 2	1 423.565 35	1 422.552 70
16	1 504.566 5	1 506.583 6	1 505.575 05	1 504.562 40
17	1 597.713 8	1 599.734 1	1 598.723 95	1 597.711 30
18	1 705.034 7	1 715.158 0	1 710.096 35	1 709.083 70
19	1 800.213 6	1 804.261 0	1 802.237 30	1 801.224 65
20	1 919.687 1	1 921.714 8	1 920.700 95	1 919.688 30
21	2 008.788 5	2 010.814 5	2 009.801 50	2 008.788 85
22	2 099.915 9	2 103.964 4	2 101.940 15	2 100.927 50
23	2 195.091 6	2 199.143 1	2 197.117 35	2 196.104 70
24	2 302.426 0	2 304.450 1	2 303.438 05	2 302.425 40
25	2399.627 5	2 401.651 9	2 400.639 70	2 399.627 05
26	2 504.932 5	2 508.979 9	2 506.956 20	2 505.943 55
27	2 610.232 9	2 612.256 0	2 611.244 45	2 610.231 80

表 I.2　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

条码序号 i	M_i mm	$[2M_i/R]$	各条码中心线至起始条码中心线的长度标称值 L_i mm	$L_i-\overline{L}$ mm	$Y_i=M_i-L_i$ mm	$Y_i-\overline{Y}$ mm	$a'+KL_i$ mm	$v_i=Y_i-a'-KL_i$ mm
1	0.000 00	0	0.000 0	−1 304.325 0	0.000 00	0.004 93	−0.002 97	0.002 97
2	101.249 10	100	101.250 0	−1 203.075 0	−0.000 90	0.004 03	−0.003 12	0.002 22
3	206.549 20	204	206.550 0	−1 097.775 0	−0.000 80	0.004 13	−0.003 28	0.002 48
4	297.674 75	294	297.675 0	−1 006.650 0	−0.000 25	0.004 68	−0.003 42	0.003 17
5	408.037 60	403	408.037 5	−896.287 5	0.000 10	0.005 03	−0.003 58	0.003 68
6	492.075 00	486	492.075 0	−812.250 0	0.000 00	0.004 93	−0.003 71	0.003 71
7	604.464 65	597	604.462 5	−699.862 5	0.002 15	0.007 08	−0.003 88	0.006 03
8	708.750 85	700	708.750 0	−595.575 0	0.000 85	0.005 78	−0.004 03	0.004 88
9	807.972 90	798	807.975 0	−496.350 0	−0.002 10	0.002 83	−0.004 18	0.002 08
10	906.184 95	895	906.187 5	−398.137 5	−0.002 55	0.002 38	−0.004 33	0.001 78
11	1 000.342 15	988	1 000.350 0	−303.975 0	−0.007 85	−0.002 92	−0.004 47	−0.003 38
12	1 100.579 45	1087	1 100.587 5	−203.737 5	−0.008 05	−0.003 12	−0.004 62	−0.003 43
13	1 202.840 20	1188	1 202.850 0	−101.475 0	−0.009 80	−0.004 87	−0.004 77	−0.005 03
14	1 301.049 30	1285	1 301.062 5	−3.262 5	−0.013 20	−0.008 27	−0.004 92	−0.008 28
15	1 422.552 70	1405	1 422.562 5	118.237 5	−0.009 80	−0.004 87	−0.005 10	−0.004 70
16	1 504.562 40	1486	1 504.575 0	200.250 0	−0.012 60	−0.007 67	−0.005 23	−0.007 37
17	1 597.711 30	1578	1 597.725 0	293.400 0	−0.013 70	−0.008 77	−0.005 37	−0.008 33
18	1 709.083 70	1688	1 709.100 0	404.775 0	−0.016 30	−0.011 37	−0.005 53	−0.010 77
19	1 801.224 65	1779	1 801.237 5	496.912 5	−0.012 85	−0.007 92	−0.005 67	−0.007 18
20	1 919.688 30	1896	1 919.700 0	615.375 0	−0.011 70	−0.006 77	−0.00585	−0.005 85
21	2 008.788 85	1984	2 008.800 0	704.475 0	−0.011 15	−0.006 22	−0.005 98	−0.005 17
22	2 100.927 50	2075	2 100.937 5	796.612 5	−0.010 00	−0.005 07	−0.006 12	−0.003 88
23	2 196.104 70	2169	2 196.112 5	891.787 5	−0.007 80	−0.002 87	−0.006 26	−0.001 54
24	2 302.425 40	2274	2 302.425 0	998.100 0	0.000 40	0.005 33	−0.006 42	0.006 82
25	2 399.627 05	2370	2 399.625 0	1 095.300 0	0.002 05	0.006 98	−0.006 57	0.008 62
26	2 505.943 55	2475	2 505.937 5	1 201.612 5	0.006 05	0.010 98	−0.006 73	0.012 78
27	2 610.231 80	2578	2 610.225 0	1 305.900 0	0.006 80	0.011 73	−0.006 89	0.013 69
—	—	—	$\overline{L}$=1 304.325	—	$\overline{Y}$=−0.004 93	—	—	—

注：$L_i=[2M_i/R]\times(R/2)$，R——单位条码宽度 R=2.025 mm；$[2M_i/R]$——对 M_i 除以$(R/2)$的结果按四舍五入取整。

表 I.2　一副条码尺米长修正因子及分划标准差检定记录表（续）

计算及检定结果：

$\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})(Y_i-\overline{Y})=-24.633\ 518\ 8$　　$\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})^2=16\ 424\ 709.668\ 437\ 5$

$K=\left[\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})(Y_i-\overline{Y})\right]/\left[\sum_{i=1}^{27}(L_i-\overline{L})^2\right]\approx-0.000\ 001\ 5$

$a'=\overline{Y}-K\overline{L}=-0.002\ 97\ mm$　　$\sum_{i=1}^{27}v_i^2=0.001\ 104\ 951\ 9$

编号×××××条码尺的米长修正因子：$f_1=1\ 000\times K\approx-0.002$ mm/m

编号×××××条码尺的分划标准差：$m_1=\sqrt{\sum_{i=1}^{27}v_i^2/(27-2)}\approx 0.007$ mm

另一根编号×××××条码尺的检定记录及计算数据：略

另一根编号×××××条码尺检定结果：

米长修正因子：$f_2=-0.002$ mm/m

分划标准差：$m_2=0.006$ mm

一副条码尺的米长修正因子：$f=(f_1+f_2)/2=-0.002$ mm/m

附 录 J
（规范性）
因瓦标尺检定证书和检定结果通知书检定结果页格式

因瓦标尺检定证书的检定结果页格式见表J.1，检定结果通知书的检定结果页格式见表J.2。

表J.1 因瓦标尺检定证书的检定结果页格式

证书编号：××××××××

检 定 结 果

序号	检定项目		单位	首次检定□ 后续检定□	
				检 定 结 果	
				编号××××××	编号××××××
1	因瓦标尺上圆水准器安置正确性		—		
2	因瓦标尺分划面弯曲差		mm		
3	因瓦标尺中轴线与底面的垂直度		mm		
4	一副因瓦标尺零点差之差		mm		
5	一副线条尺基辅差常数误差		mm		
6	因瓦标尺米长修正因子 f	一根	mm/m		
		一副	mm/m		
7	因瓦标尺分划标准差 m		mm		
备注					

以 下 空 白

共×页 第×页

表 J.2　因瓦水准标尺检定结果通知书的检定结果页格式

证书编号：××××××××

检　定　结　果

序号	检定项目		单位	首次检定□　　后续检定□	
				检　定　结　果	
				编号××××××	编号××××××
1	因瓦标尺上圆水准器安置正确性		—		
2	因瓦标尺分划面弯曲差		mm		
3	因瓦标尺中轴线与底面的垂直度		mm		
4	一副因瓦标尺零点差之差		mm		
5	一副线条尺基辅差常数误差		mm		
6	因瓦标尺米长修正因子 f	一根	mm/m		
		一副	mm/m		
7	因瓦标尺分划标准差 m		mm		
备注					

附加说明：(说明检定结果不符合项目，可给出处理建议)

以 下 空 白

共×页　第×页

参 考 文 献

[1] GB/T 12897—2006 国家一、二等水准测量规范
[2] GB/T 20001.1—2017 标准编写规则 第6部分:规程标准
[3] JJG 8—1991 水准标尺
[4] JJG 425—2003 水准仪
[5] JJF 1002—2010 国家计量检定规程编写规则
[6] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示
[7] JJG(测绘)2102—2013 因瓦条码水准标尺
[8] DB/T 5—2015 地震水准测量规范