



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 306—2004

24m 因瓦基线尺

24m Invar Wire

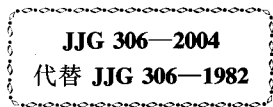
2004 - 06 - 04 发布

2004 - 12 - 01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

24m 因瓦基线尺检定规程

Verification Regulation of
24m Invar Wire



本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2004 年 06 月 04 日批准，并自 2004 年 12 月 01 日施行。

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

本规程主要起草人：

李建双 （中国计量科学研究院）

陶香琴 （中国计量科学研究院）

赵 岩 （中国计量科学研究院）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量性能要求	(1)
5.1 基线尺的线膨胀系数	(1)
5.2 基线尺的长度	(1)
6 通用技术要求	(1)
6.1 外观	(1)
6.2 标识	(2)
7 计量器具控制	(2)
7.1 检定条件	(2)
7.2 检定项目	(2)
7.3 检定方法	(3)
7.4 检定结果的处理	(8)
7.5 检定周期	(8)
附录 A 检定数据计算示例	(9)
附录 B 基线尺检定证书内页格式	(11)
附录 C 基线尺长度检定原理	(12)

24m 因瓦基线尺检定规程

1 范围

本规程适用于 24m 因瓦基线尺的首次检定、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

GB 16789—1997 比长基线测量规范

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 术语

基线尺的线膨胀系数是指尺子两端各以特定拉力（98N）水平引张于滑轮上且呈悬链状情况下测得的线膨胀系数。

基线尺的长度是指在 20℃ 时，尺子两端各以特定拉力（98N）水平引张于滑轮上且呈悬链状情况下，基线尺两端同名分划线之间的距离。

4 概述

24m 因瓦基线尺（以下简称基线尺）有线状和带状两种，属于国家线纹检定系统中的二等标准。它作为野外检定基线的标准长度，并用于国家大地控制网中的基线测量，地震形变测量，精密工程测量等。

5 计量性能要求

5.1 基线尺的线膨胀系数

5.1.1 用于测量比长基线的基线尺其线膨胀系数应不大于 $0.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

5.1.2 用于其它用途的基线尺其线膨胀系数应不大于 $1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

5.1.3 基线尺线膨胀系数检定结果的标准不确定度应不超过 $3 \times 10^{-8} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

5.2 基线尺的长度

5.2.1 用于测量比长基线的基线尺其 20℃ 时的实际长度与标称长度之差应不大于 5mm。

5.2.2 基线尺长度检定结果的全长扩展不确定度应不超过 $20\mu\text{m}$ ($k=3$)。

6 通用技术要求

6.1 外观

存放在尺鼓上的基线尺应逐根整齐密绕，不得出现松散、重叠现象。基线尺应无划

痕、硬弯、锈蚀。基线尺的三棱尺上的刻线应清晰，垂直到棱边。标尺数码应清晰易于识别。使用中与修理后的基线尺允许有不影响计量性能的缺陷。

6.2 标识

对于新制的基线尺，应标明制造厂或厂标、型号、出厂编号及标志。

7 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。

7.1 检定条件

7.1.1 检定环境温度

检定基线尺长度时： $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ，测线上最大温差应不大于 0.5°C 。

检定基线尺线膨胀系数时： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

7.1.2 基线尺检定时的引张力

基线尺长度和线膨胀系数检定所使用的重锤和滑轮满足下列要求：

重锤： $10\text{kg} \pm 2\text{g}$

滑轮静摩擦力：小于 29.4mN

7.1.3 基线尺检定前要求

基线尺长度和线膨胀系数检定前被检尺在检定室内水平自由悬挂 24h 以上。基线尺长度检定前在规定的温度下恒温时间不得少于 5h 。

基线尺野外测量需要测后长度，又需测定线膨胀系数，此时则应按长度检定→线膨胀系数检定→长度检定的顺序进行。基线尺在线膨胀系数检定 7 天后方可进行长度检定。

7.1.4 检定用设备

见表1。

7.2 检定项目

基线尺的检定项目见表1。

表1 检定项目和检定设备一览表

序号	检定项目	主要检定工具	检定类别		
			首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观	—	+	+	+
2	长度	3m 因瓦标准尺（检定结果的测量不确定度为 $0.8\mu\text{m}/3\text{m}$ ， $k=3$ ）、24m 光学机械比较仪或光波干涉仪（显微镜分度值为 $1\mu\text{m}$ ）	+	+	-
3	线膨胀系数	24m 温度线膨胀系数检定装置（显微镜分度值为 $1\mu\text{m}$ ）	+	+	-

注：表中“+”表示必须检定；“-”表示可以不检。

7.3 检定方法

7.3.1 外观和标识

试验和目力观察。

7.3.2 长度检定

基线尺的长度检定可在 24m 光学机械比较仪上进行,也可在光波干涉仪和其它同等准确度等级的仪器上进行。

7.3.2.1 基线尺长度检定程序

基线尺的长度检定需观测两个双测回,两测回时间间隔不小于 20h,每次观测一个双测回。每一双测回按下列程序进行:

- a) 按往返方向测量检定器的长度(检定器的长度定义见附录 C)。
- b) 进行基线尺第一测回往测。
- c) 进行基线尺第二测回返测。
- d) 进行基线尺第二测回往测。
- e) 进行基线尺第一测回返测。
- f) 按往返方向测量检定器的长度。
- g) 对一组 8 支基线尺检定时,基线尺的检定次序:

第一测回往测和第二测回返测依 1, 2, ..., 8 的次序;第二测回往测和第一测回返测依 8, ..., 2, 1 的次序进行。

7.3.2.2 检定器的长度测量顺序

- a) 由两名观测员读取 3m 标准尺的温度,读至 0.01℃。
- b) 依次按往返方向测量检定器各跨距(相邻两显微镜视准轴之间的距离),在往返测之间更换观测员的位置。
- c) 在每一跨距上都要整置标准尺的横向位置,使显微镜测微器十字线的纵线恰好位于 3m 标准尺轴心的两条纵向平行刻划线的中央。
- d) 使标准尺的 0 端和 3m 端刻线置于显微镜测微器分划板 19 周至 21 周之间的位置上,并调整清晰。
- e) 在每一跨段上由两名观测员同时对准标准尺的 0 端和 3m 端的分划线,先后瞄准 3 次,读至 0.1 格。3 组读数(右-左)之差不得超过 3 格,如超出者可补测 1 组,仍超限时则全部重测。
- f) 第二次读取标准尺温度。
- g) 由往返方向所测得的检定器长度之差不应超过 10 格,超过者应立即重测。在基线尺的测前和测后,两次测得的检定器长度之差不应超过 10 格,超出者则须重新补测该双测回。

7.3.2.3 基线尺与检定器比较测量的程序和方法

- a) 测得基线尺附近的空气温度,读至 0.1℃。
- b) 将所测的基线尺依次以 98N 拉力水平引张于滑轮上,与检定器进行往返比较测量。在往返之间观测员更换位置,并且每半个测回须重新挂尺子一次。比较测量时基线尺两端的三棱尺的刻线面应调整至水平,调节滑轮支架使三棱尺棱边与显微镜分划板的

纵向刻划线重合，并使三棱尺上分划线清晰。

c) 第一显微镜下观测员需在每根基线尺的 20mm, 40mm, 60mm 分划线上用油墨点上标志；第九显微镜下观测员需在显微镜分划板 20 周附近所照准的基线尺分划线上用油墨点上标志，并通知记录员将所标志的分划线记录在记录簿上。

d) 往测时观测尺子上的分划顺序为 20, 40, 60；返测时为 60, 40, 20；如果所要观测的分划线质量不佳或者由于某种原因尺子停不稳时，可选择标志刻线的左一分划或右一分划进行观测，并把所照准的分划线通知记录员记于记录簿上。对 20, 40, 60 每一分划，两观测员必须同时照准 3 次，并依次读取 3 对读数，读至 1 格。

e) 按 7.3.2.3 中 a) 项进行。

7.3.2.4 检定基线尺长度时的限差规定

a) 对每一分划线 3 组读数差之差不得超过 10 格，超出者须立即重测 3 组。

b) 在同一半测回中对 3 个不同分划 (20, 40, 60) 所得的 3 组读数差的平均数相互不得超过 50 格，超出者须当时补测。

c) 同名分划各读数差的平均数，往测和返测的差相互不得超过 40 格，超出者须当时补测该分划。

d) 各测回所得的基线尺长度计算结果相互之差不得超过 $30\mu\text{m}$ ，超出者需对过大或过小的某测回进行补测。所补测的结果与原结果之间互差不超过 $35\mu\text{m}$ 时可全部取用，否则应划去超过限差的测回，其补测的测回数不得超过 30%，否则应全部重测。

7.3.3 线膨胀系数检定

7.3.3.1 基线尺线膨胀系数用空调法检定。

7.3.3.2 检定基线尺线膨胀系数的温度范围为 -5°C 至 $+35^{\circ}\text{C}$ ，分 5 个温度控制点进行。具体调节顺序如下：

$$\begin{array}{ccccccc} +35^{\circ}\text{C} & \rightarrow & +25^{\circ}\text{C} & \rightarrow & +15^{\circ}\text{C} & \rightarrow & +5^{\circ}\text{C} & \rightarrow & -5^{\circ}\text{C} \\ & & & & & & & \downarrow & \\ & & & & & & & & \\ +35^{\circ}\text{C} & \leftarrow & +25^{\circ}\text{C} & \leftarrow & +15^{\circ}\text{C} & \leftarrow & +5^{\circ}\text{C} & \leftarrow & -5^{\circ}\text{C} \end{array}$$

测完以上各个温度控制点下的实际温度及对应的长度，即为一个测回，每根尺子测量两个测回。用均布于保温箱内的若干温度传感器测量基线尺在各个温度控制点下的实际温度。用分度值为 0.1°C 的水银温度计或温度传感器测量监视基距变化量的基线尺的温度。

7.3.3.3 每一温度控制点下的测量程序

a) 测得被检尺附近的空气温度。

b) 两观测员同时读取被检尺的长度，连读 3 对数；紧接读取基距的长度，连读 3 对数，均读至 1 格。每 3 对数 (左 - 右) 之差应在 5 格以内。观测员应把所观测的刻划线报记录员在测量记录簿上进行注明。

c) 测得监视基距的基线尺附近的空气温度，读至 0.1°C 。

7.3.3.4 基线尺野外使用时的实际温度，一般应选定在检定线膨胀系数的温度范围内进行，其长度公式为

$$L_{t^{\circ}\text{C}} = L_{20^{\circ}\text{C}} + \alpha (t - 20) + \beta (t^2 - 20^2) \quad (1)$$

式中: α, β ——以 0°C 为起算温度基线尺全长的线膨胀系数一、二次项, $\mu\text{m}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, $\mu\text{m}\cdot^\circ\text{C}^{-2}$ 。

t ——野外使用时的基线尺温度, $^\circ\text{C}$ 。

7.3.4 长度与温度线膨胀系数计算

7.3.4.1 基线尺长度计算程序和方法

a) 检定器长度计算

已知检定器的长度为

$$K = 8N + (2000 - D_{L1})e_1 + (D_{R9} - 2000)e_9 + \sum (D_R - D_L)e_{(2-8)} \quad (2)$$

$$N = N_0 + \alpha t_n + \beta t_n^2 \quad (3)$$

式中: N ——3m 标准尺在测定检定器时长度, μm ;

2000——见附录 C;

e_1, e_9 ——分别为第一和第九显微镜测微器的分度值, $\mu\text{m}/\text{格}$;

$e_{(2-8)}$ ——为第二至第八显微镜测微器分度值的平均值, $\mu\text{m}/\text{格}$;

D_L, D_R ——指第 2~8 显微镜在跨段的左端或右端的测微器的读数, 格;

D_{L1}, D_{R9} ——分别指第一显微镜左端和第九显微镜右端的测微器的读数, 格;

N_0 ——3m 标准尺 0°C 时的长度, μm ;

α, β ——3m 标准尺以 0°C 为起算温度全长的线膨胀系数一、二次项, $\mu\text{m}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, $\mu\text{m}\cdot^\circ\text{C}^{-2}$;

t_n ——测定检定器时的 3m 标准尺的平均温度, $^\circ\text{C}$ 。

基线尺在每一个双测回检定中, 检定器的长度为

$$K = \frac{\left(\frac{K_{\text{往}} + K_{\text{返}}}{2} \right)_{\text{测前}} + \left(\frac{K_{\text{往}} + K_{\text{返}}}{2} \right)_{\text{测后}}}{2} \quad (4)$$

b) 基线尺的长度计算

$$\begin{aligned} L &= K + \frac{(\sum D_1 - 12000)e_1}{6} - \frac{(\sum D_9 - 12000)e_9}{6} + L_{\Delta t} + \Delta s \\ &= K + \frac{(\sum D_1 - D_9)e_1}{6} + \frac{(\sum D_9 - 12000)(e_1 - e_9)}{6} + L_{\Delta t} + \Delta s \\ &= K + \frac{(\sum D_1 - D_9)}{6} - \frac{\sum (D_1 - D_9)e_1'}{6} + \left(\frac{\sum D_9}{6} - 2000 \right) \Delta e + L_{\Delta t} + \Delta s \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{设: } \Delta L = \frac{\sum (D_1 - D_9)}{6} - \frac{\sum (D_1 - D_9)e_1'}{6} + \left(\frac{\sum D_9}{6} - 2000 \right) \Delta e$$

则式 (5) 可改写成

$$L = K + \Delta L + L_{\Delta t} + \Delta s \quad (6)$$

式中: L ——基线尺在 20°C 时的长度, μm ;

K ——检定器的长度, μm ;

D_1, D_9 ——分别为第一及第九显微镜的读数, 格;

$\sum D_1, \sum D_9$ ——分别为第一及第九显微镜的同一测回的 20, 40, 60 往返读数, 格;

e_1' ——第一显微镜测微器分度值与 1 的差值, 即: 等于 $(1 - e_1)$, $\mu\text{m}/\text{格}$;

Δe ——第一显微镜与第九显微镜分度值之差, 即: 等于 $\Delta e = e_1 - e_9$, $\mu\text{m}/\text{格}$;

Δs ——检定时所观测的基线尺上的实际分划间的距离与同名分划间的距离之差。 μm ;

$L_{\Delta t}$ ——温度修正值, 按下式计算:

$$L_{\Delta t} = \alpha (20 - t_m) + \beta (20^2 - t_m^2) \quad (7)$$

式中: α, β ——以 0°C 为起算温度基线尺全长的线膨胀系数一、二次项, $\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, $\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-2}$;

t_m ——检定时基线尺的平均温度, $^\circ\text{C}$ 。

基线尺的长度计算结果 L 精确到 $0.1\mu\text{m}$ 。

7.3.4.2 基线尺线膨胀系数计算程序和方法

7.3.4.2.1 原始记录计算与整理

a) 求出每相邻温度控制点下经温度修正后的基距变化量, 精确到 $0.1\mu\text{m}$ 。

b) 求出被检尺的平均温度, 精确到 0.01°C 。

c) 求出每一温度间隔的被检尺的长度变化量与基距变化量之和, 得长度实际变化量 $\Delta L_{i+1,i}$, 精确到 $0.1\mu\text{m}$ 。

d) 求出每相邻温度控制点的温度间隔 Δt , 精确到 0.1°C 。

e) 计算每一温度间隔的全长的平均线膨胀系数 α , 对于同一温度间隔, 4 个半测回的平均 α 值的互差不得超过 $1.5\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。对于线膨胀系数较大的尺子, 4 个半测回的平均 α 值的互差可适当放宽, 但不得超过 $2\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ 。超出者需重新测定超差的该半测回。

7.3.4.2.2 线膨胀系数的计算

基线尺的线膨胀系数取至二次项。

a) 将基线尺在各个温度控制点下的实际温度 t_i (4 个半测回平均值, 精确到 0.1°C), 以及对应各温度间隔的长度变化量 $\Delta L_{i+1,i}$ (4 个半测回平均值, 精确到 $0.1\mu\text{m}$) 填入计算表格 (计算表格见附录表 A.2)。

b) 按下列关系式在计算表格中进行计算。

观测值方程式:

$$\left. \begin{aligned} l_{i_1} &= l_{i_0} + \alpha' (t_1 - t_0) + \beta (t_1 - t_0)^2 \\ l_{i_2} &= l_{i_0} + \alpha' (t_2 - t_0) + \beta (t_2 - t_0)^2 \\ l_{i_3} &= l_{i_0} + \alpha' (t_3 - t_0) + \beta (t_3 - t_0)^2 \\ l_{i_4} &= l_{i_0} + \alpha' (t_4 - t_0) + \beta (t_4 - t_0)^2 \\ l_{i_5} &= l_{i_0} + \alpha' (t_5 - t_0) + \beta (t_5 - t_0)^2 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

式中: t_0 ——5 个温度点的平均温度, 即

$$t_0 = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$$

α', β ——以 t_0 为起算温度基线尺全长的线膨胀系数一、二次项, $\mu\text{m} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$, μm

·℃⁻²。

由式(8)中的每后一式减前一式,并组成误差方程式:

$$\left. \begin{aligned} \alpha' + 0.1(\tau_2 + \tau_1)\beta' - \frac{\Delta L_{21}}{\tau_2 - \tau_1} &= v_1 \\ \alpha' + 0.1(\tau_3 + \tau_2)\beta' - \frac{\Delta L_{32}}{\tau_3 - \tau_2} &= v_2 \\ \alpha' + 0.1(\tau_4 + \tau_3)\beta' - \frac{\Delta L_{43}}{\tau_4 - \tau_3} &= v_3 \\ \alpha' + 0.1(\tau_5 + \tau_4)\beta' - \frac{\Delta L_{54}}{\tau_5 - \tau_4} &= v_4 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

式中: $\beta' = 10\beta$

$$\tau_i = t_i - t_0$$

$$\Delta L_{i+1,i} = l_{i+1} - l_i$$

用下式代入式(9)中

$$\begin{aligned} a_i &= 1 \\ b_i &= 0.1(\tau_{i+1} + \tau_i) \\ l_i &= -\frac{\Delta L_{i+1,i}}{\tau_{i+1} - \tau_i} \end{aligned}$$

则得

$$\left. \begin{aligned} a_1\alpha' + b_1\beta' + l_1 &= v_1 \\ a_2\alpha' + b_2\beta' + l_2 &= v_2 \\ a_3\alpha' + b_3\beta' + l_3 &= v_3 \\ a_4\alpha' + b_4\beta' + l_4 &= v_4 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

由式(10)组成法方程式:

$$\left. \begin{aligned} [aa]\alpha' + [ab]\beta' + [al] &= 0 \\ [ab]\alpha' + [bb]\beta' + [bl] &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

式中:

$$\begin{aligned} [aa] &= \sum_{i=1}^4 a_i = 4 & [ab] &= \sum_{i=1}^4 a_i b_i = \sum_{i=1}^4 b_i & [al] &= \sum_{i=1}^4 a_i l_i = \sum_{i=1}^4 l_i \\ [bb] &= \sum_{i=1}^4 b_i b_i & [bl] &= \sum_{i=1}^4 b_i l_i \end{aligned}$$

解算上述方程式可得

$$\beta' = \frac{\frac{[b][l]}{4} - [bl]}{[bb] - \frac{[b]^2}{4}} \quad (12)$$

$$\alpha' = -\frac{[l] + [b]\beta'}{4} \quad (13)$$

对于以0℃为起算温度基线尺全长的线膨胀系数为

$$\left. \begin{aligned} a &= \alpha' - 0.2\beta' t_0 \\ \beta &= 0.1\beta' \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

在计算结果中, α 精确到 0.1, β 精确到 0.001。

c) 计算标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{[vv]}{n-k}}$$

式中: n ——误差方程式个数, $n=4$;

k ——所求的未知数个数, $k=2$ 。

d) 基线尺全长的线膨胀系数标准偏差不得超过 $0.7\mu\text{m}\cdot\text{℃}^{-1}$ (换算成每米的线膨胀系数为 $3\times 10^{-8}\text{℃}^{-1}$)。凡大于 $0.7\mu\text{m}\cdot\text{℃}^{-1}$ 但小于 $1\mu\text{m}\cdot\text{℃}^{-1}$ 者, 加测 1 个测回, 用 3 个测回平均计算, 计算结果不超过 $1\mu\text{m}\cdot\text{℃}^{-1}$ 者可以全部取用, 否则应予重测。

7.4 检定结果的处理

每一套基线尺的长度和线膨胀系数经检定, 符合本规程中相应的长度和线膨胀系数的要求, 应分别出具相应的检定证书 (证书检定结果页格式详见附录 B)。

基线尺长度检定证书中应给出每支尺子 20℃ 时的实际长度; 基线尺长度变化大的应在证书中加以注明; 基线尺 20℃ 时的实际长度与标称长度之差大于 5mm 的基线尺应在证书中注明不得用于比长基线的测量。

基线尺线膨胀系数检定证书中应给出每支尺子的实测结果, 线膨胀系数实测结果大于 $0.5\times 10^{-6}\text{℃}^{-1}$ 的基线尺应在证书中注明不得用于比长基线的测量。

7.5 检定周期

基线尺长度检定的周期一般不超过 1 年。线膨胀系数检定的周期为 5 至 8 年。

附录 A

检定数据计算示例

表 A.1 基线尺长度检定计算表

送检单位: _____ 检定日期: _____ 月 _____ 日至 _____ 月 _____ 日
 基线尺编号 No 432, 4047 _____ 观测员: _____
 _____ 记录员: _____
 重锤 10kg _____ 证书编号 _____ 成果登记者: _____
 观测资料载于 20 03 年 No 1 检定记录内 校核者: _____

基线尺 No 432 在 $t = +20^{\circ}\text{C}$ 时的长度 $L = 24\text{m} - 100.2 \mu\text{m}$ $\alpha = -0.5$
 $\beta = +0.080$

	$t_m = 20.2$		$t_m = 20.2$		$t_m =$	
	第 1 测回	第 2 测回	第 3 测回	第 4 测回	第 5 测回	第 6 测回
$\sum (D_1 - D_9) / 6$	+ 35.4	+ 41.0	+ 11.9	+ 14.8		
$- e_1' \sum (D_1 - D_9) / 6$	- 0.6	- 0.7	- 0.2	- 0.2		
$-\Delta e (\sum D_9 / 6 - 2000)$	- 0.6	- 0.6	+ 0.1	- 0.7		
ΔL	+ 34.2	+ 39.7	+ 11.8	+ 13.9		
K	+ 864.6		+ 886.6			
$L_{\Delta t}$	- 0.5		- 0.5			
Δs	- 1000.0		- 1000.0			
L	- 101.7	- 96.2	- 102.4	- 100.3		

基线尺 No 4047 在 $t = +20^{\circ}\text{C}$ 时的长度 $L = 24\text{m} + 354.0 \mu\text{m}$ $\alpha = -4.1$
 $\beta = +0.002$

	$t_m = 20.2$		$t_m = 20.2$		$t_m =$	
	第 1 测回	第 2 测回	第 3 测回	第 4 测回	第 5 测回	第 6 测回
$\sum (D_1 - D_9) / 6$	+ 492.3	+ 499.0	+ 472.0	+ 476.1		
$- e_1' \sum (D_1 - D_9) / 6$	- 8.7	- 8.8	- 8.3	- 8.4		
$-\Delta e (\sum D_9 / 6 - 2000)$	+ 1.7	+ 1.2	+ 1.1	+ 1.8		
ΔL	+ 485.3	+ 491.4	+ 464.8	+ 469.5		
K	+ 864.6		+ 886.3			
$L_{\Delta t}$	+ 0.8		+ 0.8			
Δs	- 1000.0		- 1000.0			
L	+ 350.7	+ 356.8	+ 351.9	+ 356.6		

计算者 _____ 月 _____ 日 校核者 _____ 月 _____ 日

表 A.2 基线尺温度系数计算表

送检单位: _____ 证书编号: _____
 基线尺编号 No3945 _____ 观测员: _____
 检定日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 成果登记者: _____
 记录本号: _____ 年 No _____ 校核者: _____

误差方程式系数表

	t	τ	$\tau_{i+1} - \tau_i$	ΔL	a	b	l	v
					+1	+0.1 ($\tau_{i+1} + \tau_i$)	$-\Delta L / (\tau_{i+1} - \tau_i)$	
1	-5.5	-20.5	+10.3	+27.8		-3.07	-2.70	-0.2477
2	+4.8	-10.2	+10.1	+10.7		-1.03	-1.06	+0.3774
3	+14.9	-0.1	+10.4	+4.5		+1.02	-0.43	-0.0125
4	+25.3	+10.3	+10.0	-4.8		+3.06	+0.48	-0.1174
5	+35.3	+20.3	[]			-0.02	-3.71	-0.0002
t_0	+15.0		[]/2			-0.010	-1.855	[vv] 0.2177

$$s = \sqrt{\frac{[vv]}{n-k}} = 0.3$$

法方程式的解算

$[b]/2[l]/2$	+0.0186	$[bb]$	+20.8898	$-[l]/4$	+0.9275
$-[bl]$	-10.4110	$-[b]/2[b]/2$	-0.0001	$-\beta' [b]/4$	-0.0025
A	-10.3924	B	+20.8897	α'	+0.9250
$\beta' = A/B = -0.4975$		$\beta = 0.1\beta' = -0.050$		$-0.2\beta' t_0$	+1.4925
				α	+2.4175

计算者 _____ 月 日 校算者 _____ 月 日

附录 B

基线尺检定证书内页格式

B.1 基线尺（长度）检定证书内页格式

检 定 结 果

本组基线尺通过滑轮用 98N (10kg) 的拉力引张。尺子呈悬链状进行检测并化算至 20℃ 时的实际长度 $L_{20℃}$ ，见表 B.1。

表 B.1

尺号	实际长度 $L_{20℃}$		尺号	实际长度 $L_{20℃}$	
No	24m	mm	No	24m	mm
No	24m	mm	No	24m	mm
No	24m	mm	No	24m	mm
No	24m	mm	No	24m	mm

检定地点纬度 $\phi = 39^{\circ}58'$

在 $t^{\circ}\text{C}$ 使用时的长度方程式为

$$L_{t^{\circ}\text{C}} = L_{20^{\circ}\text{C}} + \alpha (t - 20) + \beta (t^2 - 20^2)$$

B.2 基线尺（温度线膨胀系数）检定证书内页格式

检 定 结 果

本组基线尺以 98N (10kg) 的拉力引张，经空调法温度线膨胀系数检定装置在 -5°C 至 $+35^{\circ}\text{C}$ 温度范围内检测，并化算至以 0°C 为起算温度，对 24m 全长温度线膨胀系数一、二次项见表 B.2。

表 B.2

尺 号	温度线膨胀系数一、二次项	
	$\alpha / (\mu\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$	$\beta / (\mu\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-2})$

说明：

在 $t^{\circ}\text{C}$ 使用时的长度方程式为

$$L_{t^{\circ}\text{C}} = L_{20^{\circ}\text{C}} + \alpha (t - 20) + \beta (t^2 - 20^2)$$

α 、 β 为基线尺全长温度线膨胀系数的一、二次项；

$L_{20^{\circ}\text{C}}$ 为化算至 $+20^{\circ}\text{C}$ 时的长度检定结果。

附录 C

基线尺长度检定原理

用 24m 光学机械比较仪检定基线尺长度是根据比较的原理进行的。先用 3m 因瓦标准尺沿各显微镜所在的视准面逐段进行测量求得检定器长度（见图 C.1，检定器是指垂直地安装在同一铅垂面内的 9 个显微镜，且相邻两显微镜视准轴之间相距 3m。检定器长度是首末两个显微镜的视准轴与处于同一水平视准面上的交点之间的距离），然后被检基线尺与检定器进行比较测量（见图 C.2），并考虑被检基线尺的温度等其它因素，求出被检基线尺的长度。

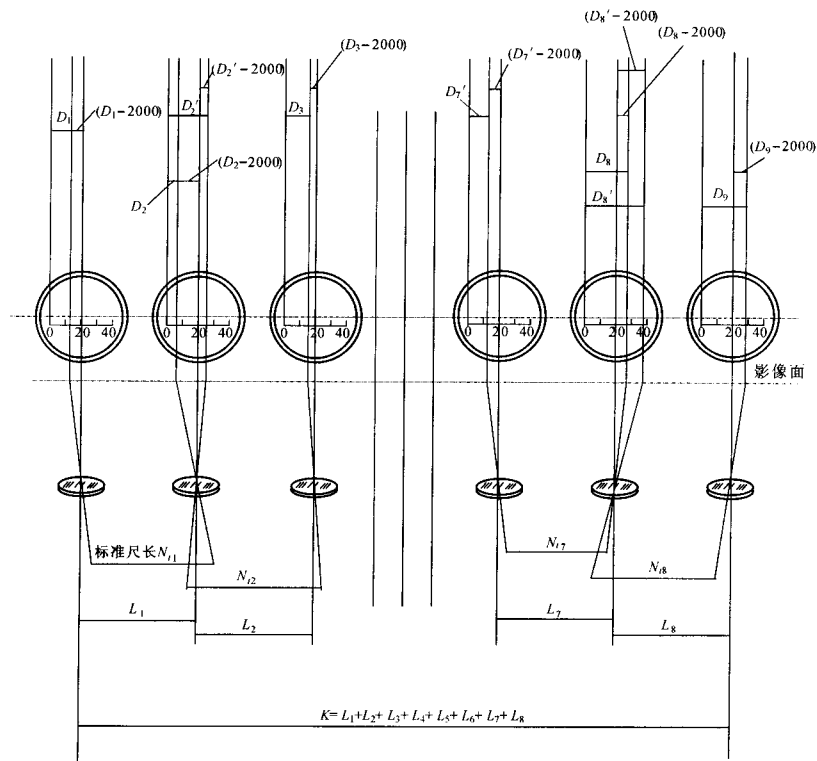


图 C.1 3m 标准尺长度过渡为检定器长度

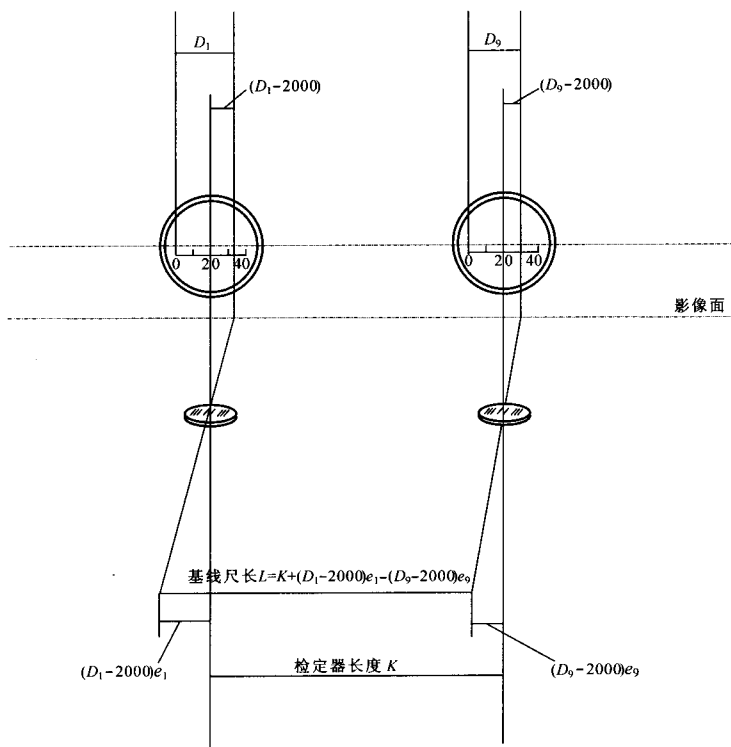


图 C.2 检定器长度过渡为基线尺长度