

中华人民共和国国家标准

GB/T 10156—2009
代替 GB/T 10156—1997

水准仪

Level

(ISO 17123-2:2001, Optics and optical instruments—
Field procedures for testing geodetic and surveying
instruments—Part 2: Levels, NEQ)

2009-09-30 发布

2009-12-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 系列及基本参数	1
4 要求	2
5 试验方法	3
6 检验规则	12
7 标志、包装、运输及贮存	13
附录 A (规范性附录) 参考方法	15
附录 B (资料性附录) 试验用计算表格	17

前 言

本标准代替 GB/T 10156—1997《水准仪》。

本标准与 GB/T 10156—1997 的主要差异为：

——“1 km 往返水准测量标准偏差”的试验方法按 ISO 17123-2:2001(E)《光学和光学仪器 大地测量仪器野外试验程序 第 2 部分：水准仪》的试验方法；

——增加了对 i 角(视准线)误差的规定,并相应增加了 i 角误差的试验方法；

——增加了电子水准仪 i 角(视准线)误差、电子测距误差、测程、补偿误差及各按键功能操作舒适、灵敏性的要求,并增加相应的试验方法。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国光学和光子学标准化技术委员会(SAC/TC 103)归口。

本标准负责起草单位：苏州一光仪器有限公司、北京博飞仪器股份有限公司、上海理工大学。

本标准主要起草人：龚浩瀚、阙江、黄卫佳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 10156—1988；GB 3160—1991；GB/T 13001—1991；

——GB/T 10156—1997。

水 准 仪

1 范围

本标准规定了气泡式水准仪、自动安平水准仪和电子水准仪的系列及基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于气泡式水准仪、自动安平水准仪和电子水准仪(以下简称仪器)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1146 水准泡

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划(GB/T 2828.1—2003,ISO 2859-1:1999,IDT)

GB/T 2829 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB/T 15464 仪器仪表包装通用技术条件

JB/T 9328 分辨力板

JB/T 9329 仪器仪表运输 运输贮存基本环境条件及试验方法

JB/T 9332 大地测量仪器 仪器与三脚架之间的连接

JB/T 9336 大地测量仪器 分划板

JB/T 9337 大地测量仪器 三脚架

3 系列及基本参数

3.1 系列及基本参数见表1。

表1 系列及基本参数

参数名称		单位	高精密	精密	普通
望远镜	放大率	倍	38~42	32~38	20~32
	物镜有效孔径	mm	45~55	40~45	30~40
	最短视距不大于	m	2.0		
水准泡角值	符合式管状	($''$)/2 mm	10		20
	直交型管状	($'$)/2 mm	2		—
	圆形		4	8	
自动安平补偿性能	补偿范围	($'$)	±8		
	安平时间	s	2		
测微器	测微范围	mm	10、5		—
	分格值		0.1、0.05		
主要用途		国家一等水准测量及地震水准测量	国家二等水准测量及其他精密水准测量	国家三、四等水准测量及一般工程水准测量	

- 3.2 水准泡配合尺寸按 GB/T 1146 的规定。
- 3.3 紧固螺钉连接螺纹尺寸按 JB/T 9332 的规定。
- 3.4 三角架的参数尺寸及技术要求按 JB/T 9337 的规定。
- 3.5 分划板的参数尺寸按 JB/T 9336 的规定。

4 要求

- 4.1 1 km 往返水准测量标准偏差应不超过表 2 的规定。

表 2 测量标准偏差 单位为毫米

系列	高精密	精密	普通
1 km 往返水准测量标准偏差	0.2~0.5	1.0	1.5~4.0

- 4.2 望远镜放大率的实际值所允许的偏差,其下限值应不超过所规定标称值的 5%。
- 4.3 望远镜十字丝中心(1/2 直径范围内)附近分辨力按式(1)计算:

$$\alpha \leq k \cdot \frac{120}{D} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- α ——分辨力,单位为秒(");
- D ——物镜有效孔径,单位为毫米(mm);
- k ——常数,透镜系统 $k=1.2$,反射镜及透镜和棱镜系统 $k=1.5$;透镜和测微平板系统 $k=1.3$ 。

- 4.4 望远镜物镜有效孔径的实际值所允许的偏差,其下限值不应超过所规定标称值的 5%。
- 4.5 望远镜从 50 m 调焦到 10 m 的运行误差应符合表 3 的规定。

表 3 运行误差 单位为毫米

系列	高精密	精密	普通
运行误差	≤ 0.5		≤ 1.0

- 4.6 光学水准仪望远镜透镜系统的透过系数应不小于 0.6,电子水准仪望远镜透镜系统透过系数应不小于 0.3,其他系统透过系数应不小于 0.5。
- 4.7 望远镜成像应无明显球差、色差和彗差。
- 4.8 望远镜视距乘常数误差应不大于 0.4%。
- 4.9 竖轴旋转应稳定可靠,竖轴置中误差应不超过水准泡角值的 1/4。
- 4.10 测微器运转灵活,不应有明显停滞和跳动现象,测微器全程行差不大于 1 个分格值。
- 4.11 i 角(视准线)误差应符合表 4 的规定。

表 4 i 角(视准线)误差 单位为[角]秒

系列	高精密	精密	普通
光学水准仪	≤ 8 (双摆位 4)	≤ 10	≤ 12
电子水准仪	≤ 15		≤ 20

- 4.12 电子水准仪的电子测距误差应符合表 5 的规定(测量距离 30 m)。

表 5 电子测距误差 单位为厘米

系列	高精密	精密	普通
电子测距误差	≤ 10		≤ 12

- 4.13 电子水准仪最大测程不小于 80 m,此时电子测距误差不超过 30 cm。
- 4.14 温度变化 1 °C, i 角的变化应符合表 6 的规定。

表 6 i 角的变化

单位为[角]秒

系列	高精密	精密	普通
i 角的变化	≤ 0.5		≤ 0.8
注 1: 对气泡式水准仪 i 是指望远镜视轴与管状水准轴在望远镜视轴的铅垂面投影的不平行而成一小交角。 注 2: 对自动安平水准仪 i 角是指望远镜视轴与水平面的夹角。			

4.15 自动安平水准仪补偿器的技术要求应不超过表 7 的规定。

表 7 补偿器的技术要求

序号	特征	高精密	精密	普通
1	安平误差/($''$)	± 0.2	± 0.3	± 0.5
2	补偿误差(轴倾斜 $1'$ 时补偿器系统误差)/($''$)/ $1'$	± 0.05	± 0.1	± 0.3
3	电子水准仪补偿误差(轴倾斜 $1'$ 时补偿器系统误差)/($''$)/ $1'$	± 0.05	± 0.2	± 0.3

4.16 工作温度为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

4.17 仪器的外表应美观,表面修饰应牢固,仪器密封性良好。

4.18 光学零件不得有脱胶、脱膜、油迹、气泡、划痕、麻点、灰尘等影响成像质量的现象存在,分划线及标注应粗细均匀,明显清晰。

4.19 仪器转动、微动机构运转应平稳、平滑、舒适,无明显空回现象,制动机构应有效发生作用。各校正螺丝应校正方便、稳定可靠并有足够校正范围。

4.20 电子水准仪显示清晰完整,各按键操作舒适、灵敏,功能有效。

4.21 安放在仪器箱内的仪器应能承受脉冲重复频率 $60\text{ 次}/\text{min} \sim 100\text{ 次}/\text{min}$ 、加速度 $98\text{ m}/\text{s}^2$ ($10g$)、连续冲击 $1\ 000$ 次的冲击试验。

4.22 仪器在包装运输条件下,应符合 JB/T 9329 的要求,其中高温 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,低温 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$,自由跌落高度 250 mm 。

5 试验方法

5.1 试验条件

按本标准进行试验的仪器,必须按照附录 A 规定的方法进行检测和校正。仪器的检验应在温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $45\% \sim 85\%$ 的环境条件下进行。

5.2 1 km 往返水准测量标准偏差

5.2.1 试验工具及场地

a) 试验工具

水准标尺二根。

b) 试验场地

试验应在良好的气候条件下进行,试验场地见图 1。

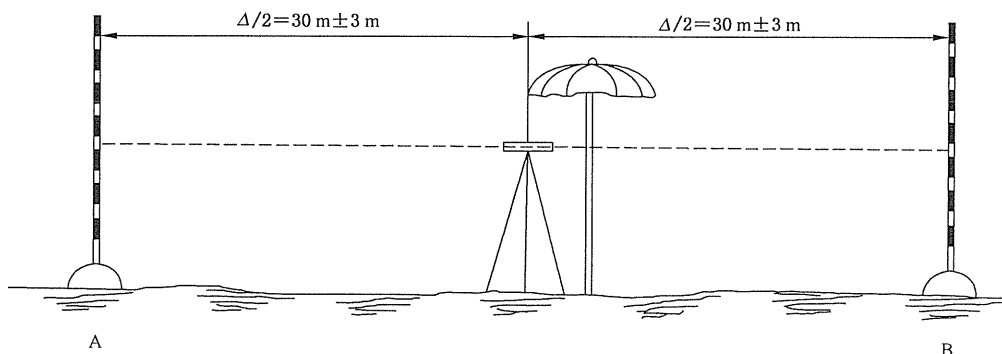


图 1 试验场地布置

5.2.2 试验程序

- a) 两个测量点 A 和 B 设置在距离大约 60 m 处,水准标尺应可靠固定在位置上。为了减小折射和瞄准轴偏离的影响,仪器应放在离两个水准测量点 A 和 B 大约等距离处($\Delta/2 = 30 \text{ m} \pm 3 \text{ m}$)。
- b) 共测两组数据。第一组数据由 20 对读数组成,每一对读数包括水准标尺在 A 点的一个向后的读数 $x_{A,j}$ 和水准标尺在 B 点的一个向前的读数 $x_{B,j}$ ($j=1, \dots, 20$)。每测出一对读数,要移动一下仪器,并且放在一个很接近的不同的位置,测量出 10 对数据($x_{A,1}, x_{B,1}, \dots, x_{A,10}, x_{B,10}$)后,前视后视次序颠倒再测出另外 10 对数据($x_{B,11}, x_{A,11}, \dots, x_{B,20}, x_{A,20}$)。
- c) 接下来,水准标尺 A 和 B 交换位置,用第一组测量描述的同样的方式再重复测量另外 20 次,得出另外一组数据($x_{A,21}, x_{B,21}, \dots, x_{A,30}, x_{B,30}; x_{B,31}, x_{A,31}, \dots, x_{B,40}, x_{A,40}$)。

5.2.3 试验结果的计算

读数 $x_{A,j}$ 和读数 $x_{B,j}$ 之差 d_j 按式(2)计算:

$$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}; \quad j = 1, \dots, 40 \quad \dots\dots\dots (2)$$

第一组测量值的高差 d_j 的算术平均值 \bar{d}_1 按式(3)计算:

$$\bar{d}_1 = \frac{\sum_{j=1}^{20} d_j}{20} \quad \dots\dots\dots (3)$$

第二组测量值的高差 d_j 的算术平均值 \bar{d}_2 按式(4)计算:

$$\bar{d}_2 = \frac{\sum_{j=21}^{40} d_j}{20} \quad \dots\dots\dots (4)$$

两个水准标尺的零点补偿误差 δ 按式(5)计算:

$$\delta = \bar{d}_1 - \bar{d}_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

两个测量点 A 和 B 间测量高差 d_j 的残差 r_j 按式(6)、式(7)计算:

$$r_j = \bar{d}_1 - d_j; \quad j = 1, \dots, 20 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$r_j = \bar{d}_2 - d_j; \quad j = 21, \dots, 40 \quad \dots\dots\dots (7)$$

作算术核实时,第一组和第二组的残差之和应为零,按式(8)、式(9)计算:

$$\sum_{j=1}^{20} r_j = 0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$\sum_{j=21}^{40} r_j = 0 \quad \dots\dots\dots (9)$$

所有残差 r_j 的平方和 $\sum_{j=1}^{40} r_j^2$ 按式(10)计算:

$$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = \sum_{j=1}^{20} r_j^2 + \sum_{j=21}^{40} r_j^2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

自由度 ν 按式(11)计算:

$$\nu = 2 \times (20 - 1) = 38 \quad \dots\dots\dots (11)$$

实验标准偏差 S 按式(12)计算:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{\nu}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

1 km 的水准测量标准偏差 $S_{1 \text{ km}}$ 按式(13)计算:

$$S_{1 \text{ km}} = \frac{S}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1\,000 \text{ m}}{60 \text{ m}}} = S \times 2.89 \quad \dots\dots\dots (13)$$

记录计算表格见附录 B 中表 B.1。

5.3 望远镜放大率

5.3.1 试验工具

倍率计(或读数显微镜)一只,圆形孔板一块。

5.3.2 试验程序

在仪器物镜前,垂直于物镜光轴设置一圆形孔板,孔板圆形孔的直径小于物镜通光孔径。将望远镜调焦至无穷远,目镜的屈光度圈调至零位,用漫射光照明孔板,在望远镜出射光瞳平面处可得孔板圆孔的像,它的直径可用倍率计(或读数显微镜)测得。

5.3.3 试验结果的计算

望远镜放大率按式(14)计算:

$$\Gamma = \frac{D}{D'} \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中:

Γ ——望远镜放大率,单位为倍;

D ——孔板圆形孔的直径,单位为毫米(mm);

D' ——孔板圆形孔像的直径,单位为毫米(mm)。

5.4 望远镜的分辨力

5.4.1 试验工具

带有符合 JB/T 9328 分辨力板的平行光管一台。

5.4.2 试验程序

置仪器于试验台上,对准平行光管,将望远镜调焦使其清晰地观察平行光管中的分划板,分辨力的测定需要在望远镜分划十字丝中心上下、左右视距丝附近 5 个位置上进行。以其中最大值作为望远镜的分辨力。

5.5 望远镜物镜有效孔径

5.5.1 试验工具

倍率计一只。

5.5.2 试验程序和结果的计算

望远镜物镜前不装圆形孔板,用倍率计按 5.3.2 方法测得出射光瞳直径,望远镜有效孔径按式(15)计算:

$$D_0 = D_0' \cdot \Gamma \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

Γ ——望远镜放大率,单位为倍;

D_0 ——望远镜物镜有效孔径,单位为毫米(mm);

D_0' ——望远镜出射光瞳直径,单位为毫米(mm)。

5.6 望远镜调焦运行误差

5.6.1 方法一

5.6.1.1 试验工具

检验台,准确度不低于 0.2 mm 的准线仪。

5.6.1.2 试验程序

将被检仪器置于检验台上,精密准线仪测微手轮置于中间位置,使准线仪的近点目标大致成像在被检仪器视场中央。

微动被检仪器调焦手轮,使仪器十字丝中心交点准确对准无穷远点的准线标志,然后调焦至准线仪近点。目标若不在仪器十字丝中心交点上,利用仪器本身调整螺旋,使近点标志与仪器十字丝交点重

合。如此反复进行,直至准线仪上远点与近点目标均在被检仪器十字丝交点上。

将仪器望远镜依次照准准线仪上 5 m、10 m、20 m、30 m、50 m 各目标分划板,用测微器读数不少于 5 个点,为往测。接着从 50 m~5 m 进行返测,为上半测回。

松开准线仪镜管固定螺钉,并将准线管旋转 180°,固定后,按上条进行观测,为下半测回。

5.6.1.3 试验结果的计算

- a) 先由测量数据求出各测点的读数平均值 a_i ;
- b) a_i 乘以测微器格值 d 求得高度读数值 h_i ;
- c) 求取平均值 h 及残差,见式(16):

$$\Delta h_i = h_i - h \quad \dots\dots\dots(16)$$

- d) 求取距离平均值 D 及残差,见式(17):

$$\Delta D_i = D_i - D \quad \dots\dots\dots(17)$$

- e) 求取视准线倾斜系数 K ,见式(18):

$$K = \frac{\sum(\Delta h_i \cdot \Delta D_i)}{\sum(\Delta D_i^2)} \quad \dots\dots\dots(18)$$

- f) 计算调焦运行误差值,见式(19):

$$\Delta = h_i - K \cdot \Delta D_i \quad \dots\dots\dots(19)$$

计算结果实例见附录 B 中表 B. 2。

5.6.2 方法二

5.6.2.1 试验条件

水准标尺一根,在一平坦场地上选一中心点 A,以 A 为圆心,30 m 为半径作一半圆,于圆周上用木桩(桩顶钉一圆帽钉)标出 0、1、2、3、4、5 各点,并使 0 点至 1~5 点的距离分别等于 10 m、20 m、..., 50 m,圆周上各点的位置应使自 A 与 0 处照准各点标尺时能有良好的亮度,布置见图 2。

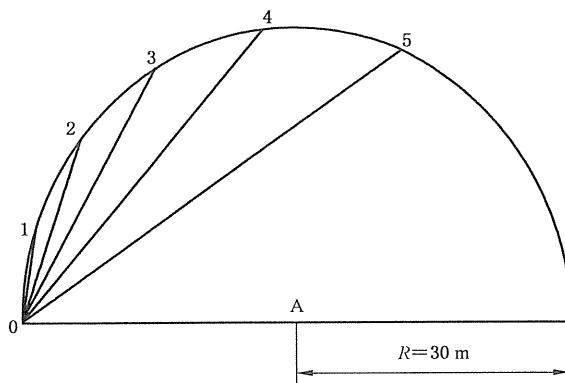


图 2 试验场地布置

5.6.2.2 试验程序

置仪器于 A 点上,往返测圆周上 1~5 点对应于 0 点的高差,共四个测回,各测回间应用脚螺旋变更仪器高度,观测前仔细调焦,观测时不得重新调焦。置仪器于 0 点上,往返观测 1~5 各点的标尺读数共四个测回,各测回间应用脚螺旋变更仪器高度。

电子水准仪测试时,使用专用条码尺,设置重复测量次数为 5 次。

5.6.2.3 试验结果的计算

以 0 点为基点,计算出其他各点对 0 点的高差,比较仪器在各个位置上各点对 0 点的高差之差(需进行视线倾斜改正),求出调焦运行时因视轴变化所引起的标尺读数变化。

试验用计算表格见附录 B 中的表 B. 3。

5.7 望远镜透过系数

5.7.1 试验工具及试验条件

球形平行光管,积分球接收器及光源。

5.7.2 试验程序

在球形平行光管焦面上,放有小孔光源(透射光源),使球形平行光管射出平行光束,调节可变光阑,全部进入积分球接收器,测得入射光通量 F_0 。将被检仪器置于平行光束中,调整至共轴位置,测得通过被检仪器望远镜的光通量 F_n 。

5.7.3 试验结果的计算

望远镜透过系数 τ 按式(20)计算:

$$\tau = \frac{F_n}{F_0} \dots\dots\dots (20)$$

式中:

F_n ——入射光通量,单位为流明(lm);

F_0 ——透过望远镜的光通量,单位为流明(lm)。

5.8 望远镜的像差

5.8.1 试验工具

装有星点板的平行光管一台。

5.8.2 试验程序

以观察望远镜中星点像的情况来判断像差。

5.9 望远镜视距乘常数误差

5.9.1 试验工具

测微平行光管一台。

5.9.2 试验程序

将测微平行光管物镜与被测望远镜物镜相对并大致等高,瞄准被测望远镜下丝,读数为 A_1 ;瞄准被测望远镜上丝,读数为 A_2 。 A_1 、 A_2 为一测回,共测三测回。

5.9.3 试验结果的计算

乘常数按式(21)计算:

$$K = \cot \alpha \dots\dots\dots (21)$$

式中:

K ——乘常数;

α —— $2(A_1 - A_2)$,单位为秒(")。

乘常数误差按式(22)计算:

$$\Delta K = \frac{\bar{K} - 100}{100} \times 100\% \dots\dots\dots (22)$$

式中:

ΔK ——视距乘常数误差;

\bar{K} ——三测回乘常数 K 平均数。

5.10 竖轴置中误差

5.10.1 试验工具

试验台(或三脚架)一个。

5.10.2 试验程序

将仪器固定在试验台(或三脚架)上,旋转望远镜使其与任意二个脚螺旋的连线平行,调节此二个脚螺旋,使管状水准泡居中(或符合)。旋转望远镜 180° ,观察气泡是否居中,若不居中则利用脚螺旋及微倾螺旋调节水准泡气泡偏移量的一半,使气泡居中。旋转望远镜 90° ,观察气泡是否居中,若不居中,调节另一脚螺旋使其居中。旋转望远镜回到原起始位置,观察气泡是否居中,若不居中则重复上述操作过

程,直至水准泡在二位置上均能居中。转动望远镜至任意位置,观察气泡是否移动。望远镜在各个任意位置时气泡对中心位置的最大偏离值之半,即为竖轴置中误差。

注:若水准泡没有刻度,应去掉水准泡外壳,并贴上画有已知格值的分划纸条。

若被检仪器气泡为圆水准泡,仪器整平后,旋转任意位置,取水准气泡最大偏移量的一半作为检测结果。

5.11 测微器的全程行差

5.11.1 试验工具

分划间隔为 1 mm 标尺一根。

5.11.2 试验程序

距标尺 5 m 处架设被检仪器。旋进和旋出光学测微器进行的往返测量,需测 8 个测回。每测回的往测:用倾斜螺旋使气泡精密符合(以后在一测回中须严格保持倾斜螺旋的位置不变),然后将光学测微器精确对准分划线,读取分划线记号及测微鼓读数,继续旋进测微器,使望远镜楔形平分丝对准相隔 4 mm 的另一分划线读数,需往测 8 测回;每测回返测应在往测后立即进行,按相反的顺序用旋出测微鼓的方法,对准往返时所用的二分划线读数,需返测 8 测回。每测完二个测回后,应变更仪器或分划尺高度,以使每二个测回各观测分划尺上的不同分划间隔。

5.11.3 试验结果

先计算每测回旋进与旋出读数 l 的平均数的旋进减旋出之差值 Δ ,以及每测回中对准分划尺二次所测分划线的测微器读数 l_n 之差,计算分划尺各分划间隔相应的测微器上的分划数。然后按各分划间隔的检定长度计算光学测微器的分划值,最后取 8 个测回的平均数为测定的结果。

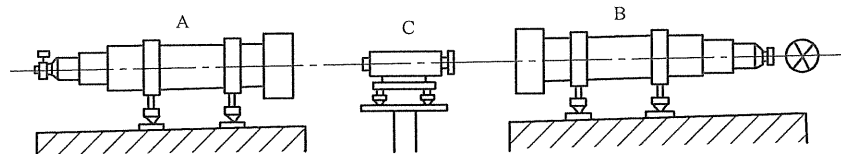
计算表格见附录 B 中表 B.4。

5.12 i 角(视准线)误差

5.12.1 光学水准仪

5.12.1.1 试验工具及准备

平行光管两根,按图 3 安置。



- A——测微平行光管;
- B——平行光管;
- C——仪器。

图 3 试验工具安置

如图 3 所示,A、B 两平行光管相对放置,其中 A 光管带测微器,调整 A、B 光管分划板十字丝大致重合。将一台标准水准仪准确整平在 A、B 两光管的光路中,并分别照准 A、B 两光管的十字丝,用两光管的调整螺旋,分别与两光管的十字丝横丝重合。并用 A 光管测微器准确照准标准水准仪十字丝横丝,读数两次取平均值为 \bar{d}_1 。取出标准水准仪,用 A 光管测微器照准 B 光管十字丝读数两次,取平均值为 \bar{d}_2 。

按式(23)求出 A 与 B 光管的光轴平行度 F 值:

$$F = \frac{\bar{d}_1 + \bar{d}_2}{2} \dots\dots\dots(23)$$

将 A 光管测微器调整到 F 值位置,并将 B 光管的十字丝校正到 A 光管已调整的十字丝位置,如此重复调校,使 $F \leq 1''$,A、B 两光管视轴的水平基准线已建成。

5.12.1.2 试验程序

将被检仪器整平在检定台上,准确吻合仪器水准泡。并对准 A 光管十字丝,用 A 光管测微器照准

被检仪器横丝并读数,记为 d_1 ,取出被检仪器,再用 A 光管测微器使其照准 B 光管横丝并读数,记为 d_2 。

5.12.1.3 试验结果的计算

i 角按式(24)计算:

$$i = d_1 - d_2 \quad \dots\dots\dots(24)$$

对于精密级仪器,应测两个测回取平均值作为检测结果。对双摆位高精密度级仪器,建立一条小于或等于 $0.5''$ 的水平基准线,测微光管 A 的焦距应大于或等于 1 200 mm。测试时 A 光管第一次照准仪器的摆 I 位置,第二次照准仪器的摆 II 位置,取两次读数的平均值作为 d_1 值进行计算。

5.12.2 电子水准仪

5.12.2.1 试验工具及准备

在一平坦场地上用钢卷尺一次量取一直线 AI_1I_2B ,其中 $I_1、I_2$ 为安置仪器处,A、B 为立标尺处。使 $AB=45\text{ m}$, $AI_1 \approx I_1I_2 \approx I_2B$,三段距离都约为 15 m。如图 4 所示。

5.12.2.2 试验程序

在 $I_1、I_2$ 处先后安置仪器,仔细整平后,分别在 A、B 标尺上各照准读数四次。

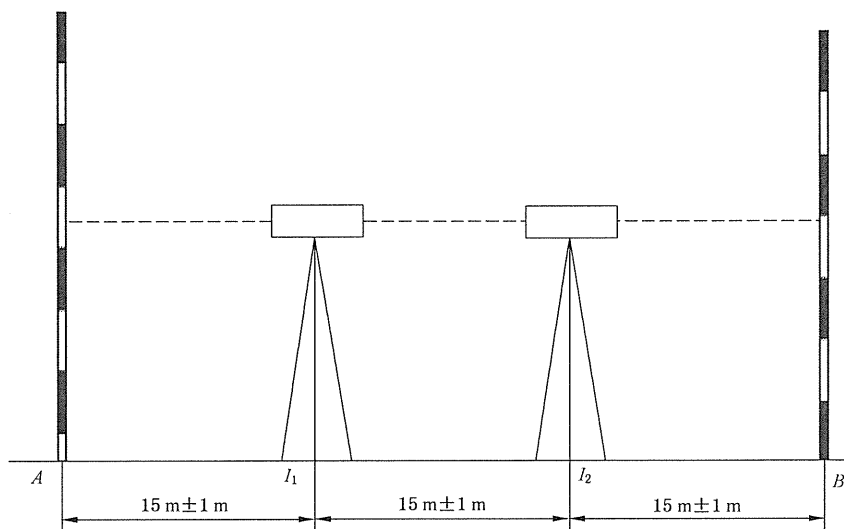


图 4 试验场地布置

5.12.2.3 试验结果的计算

i 角按式(25)计算:

$$i = \frac{[(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1)] \cdot \rho}{2 \cdot (D_2 - D_1)} - 1.61 \times 10^{-5} \cdot (D_1 + D_2) \quad \dots\dots\dots(25)$$

式中:

a_1 ——在 I_1 处观测 A 标尺的读数平均值,单位为毫米(mm);

b_1 ——在 I_1 处观测 B 标尺的读数平均值,单位为毫米(mm);

a_2 ——在 I_2 处观测 A 标尺的读数平均值,单位为毫米(mm);

b_2 ——在 I_2 处观测 B 标尺的读数平均值,单位为毫米(mm);

D_1 ——仪器近标尺距离,单位为毫米(mm);

D_2 ——仪器远标尺距离,单位为毫米(mm);

ρ ——弧度化为角度, $\rho=206\ 265''$ 。

5.13 电子水准仪的电子测距误差

5.13.1 试验准备

在一个平坦地方放置仪器,在距离仪器 10 m、30 m 处各安置一个尺桩 A、B。仪器中心挂一垂球,

用Ⅱ级钢卷尺精确量取垂球点到尺桩的水平距离。布置见图5。

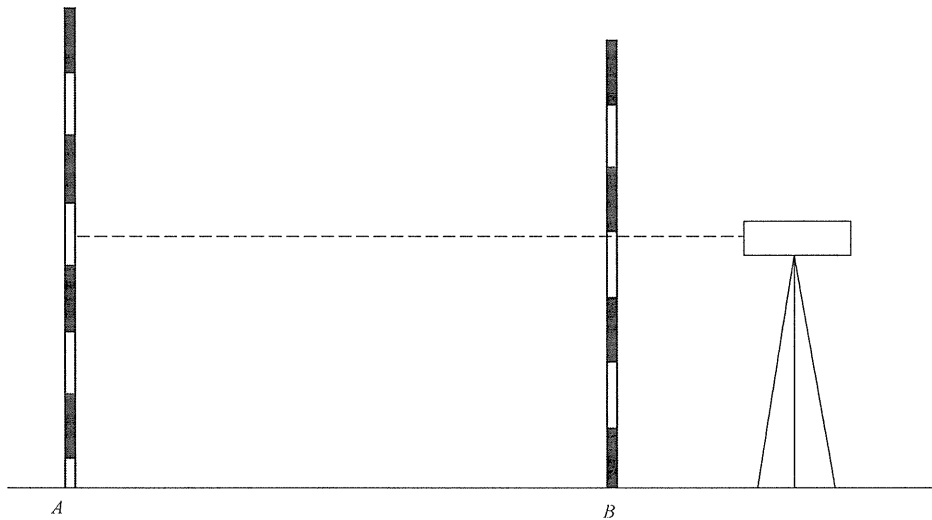


图5 试验场地布置

5.13.2 试验程序

设置仪器重复测量次数为5次,分别观测A、B标尺10个距离读数。

5.13.3 试验结果的计算

电子测距误差按式(26)计算:

$$\Delta_D = |D' - D| \dots\dots\dots(26)$$

式中:

Δ_D ——电子测距误差,单位为厘米(cm);

D' ——A或B标尺10个距离读数的平均值,单位为厘米(cm);

D ——仪器到A或B标尺的实际距离,单位为厘米(cm)。

5.14 电子水准仪最大测程

5.14.1 试验准备

在一个平坦地方选择与测程相应的已知距离 D (通常为80 m~82 m),在其两端放置仪器和标尺,布置见图6。

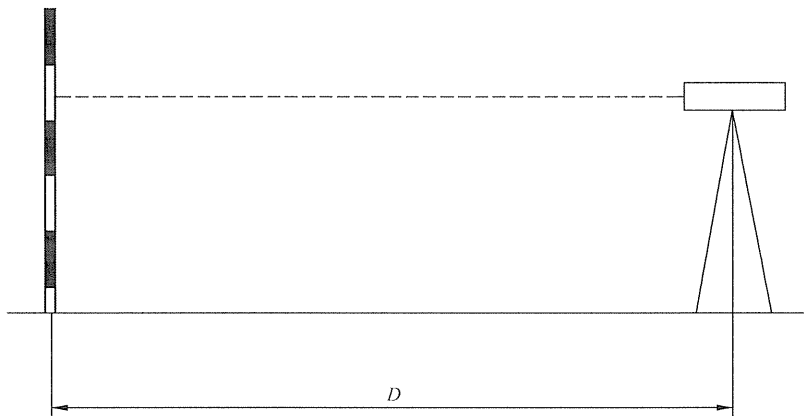


图6 试验场地布置

5.14.2 试验程序

设置仪器重复测量次数为5次,分别观测标尺10个距离读数。

5.14.3 试验结果的计算

最大测程时的电子测距误差按式(27)计算:

$$\Delta = |D' - D| \quad \dots\dots\dots(27)$$

式中:

Δ ——最大测程时的电子测距误差,单位为厘米(cm);

D' ——10个距离读数的平均值,单位为厘米(cm);

D ——仪器到标尺的实际距离,单位为厘米(cm)。

5.15 i 角的变化

5.15.1 试验工具

毫米分划尺一支。

5.15.2 试验程序

置分划尺距离仪器不大于15 m处。在温度 t_1 和 t_2 时对分划尺进行读数,此时温差 Δt 应在 $5^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 范围内,每一温度读取的读数不应少于4个,当温度由 t_1 向 t_2 转变时(转变时间稳定0.5 h),应保证仪器的位置不变。

5.15.3 试验结果的计算

i 角的变化值按式(28)计算:

$$\Delta i = \frac{\rho \cdot \Delta L}{S \cdot \Delta t} \quad \dots\dots\dots(28)$$

式中:

Δi —— i 角的变化值,单位为秒每摄氏度(")/ $^\circ\text{C}$;

ΔL ——分划尺读数差,单位为毫米(mm);

Δt ——温度差,单位为摄氏度($^\circ\text{C}$);

S ——分划尺到仪器的距离,单位为毫米(mm);

ρ ——弧度化为角度, $\rho=206\,265''$ 。

5.15.4 电子水准仪的 i 角变化

使用专用条码尺测试,试验程序、计算方法同5.15.2、5.15.3。

5.16 自动安平水准仪补偿器

5.16.1 安平误差

5.16.1.1 试验工具

灯源、测微平行光管。

5.16.1.2 试验程序

测微平行光管对准被检仪器的分划板十字丝中心,使被检仪器圆水泡居中。用被检仪器脚螺旋使仪器倾斜后,立即回复原来位置,用测微平行光管瞄准并读数,共测15次。

5.16.1.3 试验结果的计算

安平误差按式(29)计算:

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{[V_i^2]}{n-1}} \quad \dots\dots\dots(29)$$

式中:

m_s ——安平误差,单位为秒(");

V_i ——测值与其均值差,单位为秒(");

n ——测定次数。

计算表格见附录B中表B.5。

5.16.2 补偿误差

5.16.2.1 试验工具

灯源、自准直测微平行光管(测高精度仪器用光电自准直测微平行光管)、小角度倾斜仪。

5.16.2.2 试验程序

置被检仪器于小角度倾斜仪的转轴上方,并仔细整平。使自准直测微平行光管十字丝中心对准被检仪器十字丝中心。调节小角度倾斜仪,每倾斜 $2'$ 在测微平行光管内读得一数。对高精密、精密自动安平水准仪测二测回;普通级自动安平水准仪测一测回。旋转小角度倾斜仪 90° ,重复上述顺序得另一方向的补偿误差即为归零值 b_0 的最大值,换算到每分的秒数,以各测回的平均值为测定值。

计算表格见附录 B 中表 B.6。

5.17 工作温度

5.17.1 高温试验

5.17.1.1 试验工具

高温箱一台。

5.17.1.2 试验程序

将仪器置于高温箱中,开启高温箱开关,以每分钟不大于 1°C 的升温速度升至 $50^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$,保温 2 h。取出仪器立即目视和手感检查仪器各部分的润滑油脂有无流失现象,各转动部分有无不灵活现象,电镀及油漆表面有无脱皮或起泡,视场内有无影响读数及光学零件有无脱胶等现象。

5.17.2 低温试验

5.17.2.1 试验工具

低温箱一台。

5.17.2.2 试验程序

将仪器置于低温箱中,开启低温箱开关,以每分钟不大于 1°C 的降温速度从常温降至 $-20^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$,保温 2 h。取出仪器立即目视和手感检查仪器各部分的润滑油脂有无凝固、各转动部分有无咬紧、阻滞和转动不灵活现象,光学零件有无脱胶等现象。

5.18 外观质量

目视检验。

5.19 光学零件质量

目视检验。

5.20 运转机构

直接运转试验。

5.21 显示部件、按键

观察显示部件的显示内容,操作按键。

5.22 连续冲击试验

连续冲击试验按 JB/T 9329 进行。

5.23 抗运输试验

仪器包装运输按 JB/T 9329 进行各项试验。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验(即交货检验)

6.2.1 出厂检验的样品数根据 GB/T 2828.1 的一般检查水平 I、正常检查一次抽样方案确定,或由供需双方协商确定,通常从正常检查开始,根据检验结果随时执行 GB/T 2828.1 规定的转移规则。

6.2.2 出厂检验的检验样品应在供货方提交的检验批中随机抽取。

6.2.3 出厂检验不包括 4.22 的内容。

6.2.4 出厂检验项目、不合格类别及其接收质量限(AQL)值见表 8。

表 8 出厂检验项目、不合格类别及其接收质量限(AQL)值

不合格类别	项 目	AQL
A 类	4.1,4.11	2.5
B 类	4.2,4.3,4.4,4.5,4.6,4.7,4.8,4.9,4.10,4.12,4.13,4.14,4.15	4.0
C 类	4.17,4.18,4.19,4.20	6.5

6.2.5 抽检合格的批直接接受,但所发现的不合格品应予剔除或更换。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验应对标准中规定的技术要求全部进行检验,型式检验的样品应从检验合格的产品批中随机抽取。

6.3.2 型式检验的抽样采用 GB/T 2829 中的一次抽样方案,各类不合格数以项目计。

6.3.3 型式检验的项目、不合格类别、判别水平 DL、拒收质量限 RQL 和抽样方案见表 9。

表 9 型式检验的项目、不合格类别、判别水平 DL、拒收质量限 RQL 和抽样方案

不合格类别	项 目	RQL	抽样方案(n Ac,Re)	DL
A	4.1,4.11	100	3 (1,2)	II
B	4.2,4.3,4.4,4.5,4.6,4.7,4.8,4.9,4.10, 4.12,4.13,4.14,4.15,4.16,4.21	120	3 (2,3)	II
C	4.17,4.18,4.19,4.20	150	3 (4,5)	I

6.3.4 型式检验的受试样品在按 JB/T 9329 的要求进行环境条件试验后,各项技术要求仍应符合标准的规定。

6.3.5 型式检验的周期一般为一年,在两次型式检验的周期内发生下列情况之一时,也应进行型式检验:

- a) 产品的结构、材料、工艺有较大的改变,可能影响产品的性能时;
- b) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大的差异时;
- c) 产品停产一年以上再恢复生产时。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

7.1.1 产品标志

- a) 制造厂商标(或厂名);
- b) 型号;
- c) 编号。

7.1.2 包装标志

仪器的包装标志应符合 GB/T 15464 的要求。

7.2 包装

仪器包装应符合 GB/T 15464 的规定。

7.3 运输

- a) 搬运和放置按照运输箱上的标志进行,严格遵守搬运和运输上的一切规则;
- b) 不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车装运;

- c) 装车齐整、平稳、牢固,不得超高、超重;
- d) 运输时有防雨、防日晒、防撞击和防跌落措施。

7.4 贮存

7.4.1 产品入库前应进行检查。

7.4.2 库房应符合下列要求:

库房应具有良好的通风、隔热、保温、排水、防震、防火等设施。

附 录 A
(规范性附录)
参 考 方 法

A.1 望远镜视场角

试验工具:宽角平行光管一台。

A.2 圆形水准泡轴相对于竖轴的平行度

试验程序:仪器整平后,旋转望远镜至任意位置,观察圆形水准泡的偏离情况。

A.3 望远镜出射光瞳与目镜最后镜面的距离

A.3.1 试验工具

能测轴向移动量的读数显微镜一台。

A.3.2 试验程序及结果的计算和评定

将望远镜目镜屈光度圈调至“0”,用读数显微镜对准望远镜目镜,看清目镜最后镜面上的斑点,记下读数。移动读数显微镜使望远镜出射光瞳成像清晰,在轴向刻尺上记下读数,二读数差即为所测距离。

A.4 目镜零分划误差和调节范围

A.4.1 试验工具

屈光度管一个。

A.4.2 试验程序

A.4.2.1 零分划误差

调节屈光度管目镜使其分划板成像清晰,将屈光度管刻尺示于“0”位,把屈光度管置于目镜后,转动望远镜目镜,使望远镜分划板上成像清晰,读出此时望远镜目镜屈光度圈上的数值作为测定值。

A.4.2.2 调节范围

上述位置将屈光度管移动至+5(或-5)屈光度处,转动望远镜目镜,观察其分划成像能否清晰。

A.5 粗瞄准器作用的准确性

用粗瞄准器对准远处任一目标,在望远镜中观察该目标在视场内位置是否符合标准要求。

A.6 望远镜视轴与管状水准泡水准轴在水平面上投影的平行度

A.6.1 试验工具

平行光管一台(或水准标尺一根)。

A.6.2 试验程序

将被检仪器对准平行光管,并使仪器的一个脚螺旋(脚螺旋3)通过视线,而其他两个脚螺旋连线垂直于视线。整平仪器,使水准泡气泡精确居中,用仪器分划板横丝对准平行光管分划板读数。以相反方向转动1和2脚螺旋,使整台仪器绕望远镜视轴约转 1.5° ,分划板读数不应发生变化,此时符合式水准气泡发生变动,旋转微倾螺旋,使符合式水准气泡符合,再对平行光管分划板进行读数。

A.6.3 试验结果的计算

两脚螺旋各转动的周数 n 按式(A.1)计算:

$$n = \frac{1.5^\circ a}{s \times 57.3^\circ} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

a ——相邻两脚螺旋间距之半,单位为毫米(mm);

s ——脚螺旋的螺距,单位为毫米(mm)。

平行度按式(A.2)计算:

$$p = \frac{\beta}{\sin\alpha} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

p ——平行度,单位为秒(");

β ——二次对平行光管分划板读数差值之半的角值,单位为秒(");

α ——仪器绕视轴转动的角度为 1.5° 。

A.7 望远镜分划板横丝与竖轴的垂直度

A.7.1 试验工具

测微平行光管一台。

A.7.2 试验程序

将仪器整平,对准平行光管十字丝中心。转动望远镜,使平行光管十字丝中心的像从望远镜视场的一端移至另一端,观察仪器分划板横丝的平行性,其差值 ϵ 由测微器读出。

A.7.3 试验结果的计算

分划板横丝与竖轴的垂直度按式(A.3)计算:

$$\delta = \frac{\epsilon}{\sin\omega} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

δ ——垂直度,单位为秒(");

ω ——望远镜视场角,单位为度($^\circ$);

ϵ ——测微平行光管对横丝两端读数的差值,单位为秒(")。

A.8 望远镜的杂光系数

A.8.1 试验工具及试验条件

带有白色及黑色活动塞子的球形平行光管、积分球接收器。试验在暗室中进行。

A.8.2 试验程序

在球形平行光管焦面上,放有可调目标(即活动塞子),先放黑塞子,使望远镜分划板对准黑体中心,测得光通量 F_1 。换上白塞子测得光通量 F_2 。

A.8.3 试验结果的计算

望远镜杂散光系数 η 按式(A.4)计算:

$$\eta = \frac{F_1}{F_2} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

F_1 ——黑体测得光通量,单位为流明(lm);

F_2 ——白塞子测得光通量,单位为流明(lm)。

附录 B
(资料性附录)
试验用计算表格

B.1 1 km 往返水准测量标准偏差计算见表 B.1。

表 B.1 1 km 往返水准测量标准偏差

	一测回(初始位置)				二测回(标尺互换)			
	读数		计算		读数		计算	
	前视	后视	高差	偶然误差	前视	后视	高差	偶然误差
观测 值和 计算	$x_{A,1}$	$x_{B,1}$	$d_1 = x_{A,1} - x_{B,1}$	$r_1 = \bar{d}_1 - d_1$	$x_{A,21}$	$x_{B,21}$	$d_1 = x_{A,21} - x_{B,21}$	$r_{21} = \bar{d}_2 - d_{21}$
	$x_{A,2}$	$x_{B,2}$	$d_2 = x_{A,2} - x_{B,2}$	$r_2 = \bar{d}_1 - d_2$	$x_{A,22}$	$x_{B,22}$	$d_2 = x_{A,22} - x_{B,22}$	$r_{22} = \bar{d}_2 - d_{22}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$x_{A,19}$	$x_{B,19}$	$d_{19} = x_{A,19} - x_{B,19}$	$r_{19} = \bar{d}_1 - d_{19}$	$x_{A,39}$	$x_{B,39}$	$d_{19} = x_{A,39} - x_{B,39}$	$r_{39} = \bar{d}_2 - d_{39}$
	$x_{A,20}$	$x_{B,20}$	$d_{20} = x_{A,20} - x_{B,20}$	$r_{20} = \bar{d}_1 - d_{20}$	$x_{A,40}$	$x_{B,40}$	$d_{20} = x_{A,40} - x_{B,40}$	$r_{40} = \bar{d}_2 - d_{40}$
表达式 验算	$x_{A,j}$	$x_{B,j}$	$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}$	$r_j = \bar{d}_1 - d_j$	$x_{A,j}$	$x_{B,j}$	$d_j = x_{A,j} - x_{B,j}$	$r_j = \bar{d}_2 - d_j$
	$j=1,2,\dots,20$		$\bar{d}_1 = \frac{1}{20} \sum_{j=1}^{20} d_j$		$j=21,22,\dots,40$		$\bar{d}_2 = \frac{1}{20} \sum_{j=21}^{40} d_j$	
	$\sum_{j=1}^{20} r_j = 0$				$\sum_{j=21}^{40} r_j = 0$			
精确度 计算	$\sum_{j=1}^{40} r_j^2 = \sum_{j=1}^{20} r_j^2 + \sum_{j=21}^{40} r_j^2 \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{40} r_j^2}{38}} \quad (60 \text{ m 有效距离标准偏差})$ $S_{1 \text{ km}} = \frac{S}{\sqrt{2}} \times \sqrt{\frac{1\,000 \text{ m}}{60 \text{ m}}} = S \times 2.89$							

B.2 调焦运行误差方法一计算见表 B.2。

表 B.2 调焦运行误差方法一计算

观测者	距离	2 m	4 m	7 m	15 m	50 m	∞
上半测回 0°	往						
	返						
下半测回 180°	往						
	返						
$h \cdot d$							
$D - D_1$							
$\Delta = (D - D_1)K$							
$V = H - (h + \Delta)$							
计算			$d = \text{测微器格值}$		$H = [h]/n$		
			$K = \frac{h_{50} - h_2}{D_{50} - D_2} =$				
			V 的最大绝对值				

B.3 调焦运行误差方法二计算见表 B.3。

表 B.3 调焦运行误差方法二计算

测回		桩号		0	1	2	3	4	5	
		往	返							
仪器在圆 心 A 上	I	往								
		返								
	II	往								
		返								
	III	往								
		返								
	IV	往								
		返								
	平均数 L_i									
	标尺距离 s					10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
仪器在 0 号桩上	I	往								
		返								
	II	往								
		返								
	III	往								
		返								
	IV	往								
		返								
	平均数 m_i									
	$L_0 - L_i = H_i$		H_i 的平均 数为 $h_m =$							
$M_i + H_i = h_i$										
$\Delta h_i - h_m$										
$s \cdot \Delta$										
$(30-s) \cdot K$										
$V = \Delta + (30-s) \cdot K$										
$K = \frac{[s \cdot \Delta]}{1\ 000}$										

B.4 光学测微器准确性及分划值计算见表 B.4。

表 B.4 光学测微器准确性及分划值

测回	分划线号数	测微器读数			旋进减旋出 Δ	分划尺的分划间隔		测微器分 划组 $\frac{d}{L}$
		旋进	旋出	平均数		以测微器分划计 $L = L_2 - L_1$	用标准尺检 定的长度 d	
		(往测)	(返测)	l				

B.5 自动安平水准仪安平误差计算见表 B.5。

表 B.5 自动安平水准仪安平误差

观测次序	安平误差			备注
	测微器读数	V_i	V_i^2	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
平均值		Σ	Σ	
$m_s = \pm \sqrt{\frac{V_i^2}{n-1}}$				

B.6 自动安平水准仪补偿性能计算见表 B.6。

表 B.6 自动安平水准仪补偿性能

倾角	往测		返测		往返差 μ	往返读数 平均数 B_i	归零值 b_0	(")/min
	读数	平均数	读数	平均数				
+8								
6								
4								
2								
0								
-2								
-4								
-6								
-8								

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
水 准 仪
GB/T 10156—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

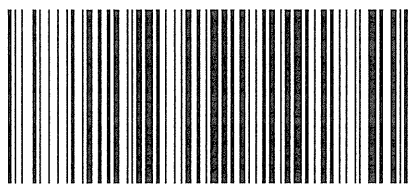
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2009年11月第一版 2009年11月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-39278



GB/T 10156-2009

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533