



中华人民共和国国家标准

GB/T 27663—2011

全站仪

Total station

2011-12-30 发布

2012-05-01 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 等级及基本参数	1
4 要求	1
5 试验方法	6
6 检验规则	17
7 标志、包装、运输、贮存	17
参考文献	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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、上海理工大学、北京博飞仪器股份有限公司、北京三鼎光电仪器有限公司、南京江南永新光学有限公司。

本标准主要起草人:沈晨雁、周敏秀、王爱华、付晓平、黄卫佳、阙江、赵保卫、李晞。

全 站 仪

1 范围

本标准规定了全站仪的等级及基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。本标准适用于全站仪(以下简称仪器)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 191 包装储运图示标志

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 3161 光学经纬仪

GB 7247.1—2001 激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求和用户指南

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

3 等级及基本参数

仪器的等级按其标称的角度测量标准偏差 m_β 来划分,见表1。不同的等级对测距标准偏差又有相对应的要求,见表12。

表 1

等级	I	II	III	IV
m_β 范围/(")	$m_\beta \leq 1.0$	$1.0 < m_\beta \leq 2.0$	$2.0 < m_\beta \leq 6.0$	$6.0 < m_\beta \leq 10.0$

4 要求

4.1 电子测角部分要求

4.1.1 一测回水平方向标准偏差

一测回水平方向标准偏差应不大于表2的规定。

表 2

等级及限差	I		II	III	IV
	0.5"	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
一测回水平方向标准偏差/(")	0.5	0.7	1.6	3.6	7.0

4.1.2 一测回竖直角标准偏差

一测回竖直角标准偏差应不大于表 3 的规定。

表 3

等级及限差	I		II	III	IV
	0.5"	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
一测回竖直角标准偏差/(")	0.5	1.0	2.0	5.0	10.0

4.1.3 一测回水平方向二倍照准差变化

一测回水平方向二倍照准差变化应不大于表 4 的规定。

表 4

等级及限差	I	II	III	IV
	一测回水平方向二倍照准差变化/(")	5	8	10

4.1.4 竖直度盘指标差

竖直度盘指标差应不大于表 5 的规定。

表 5

等级及限差	I	II	III	IV
	竖直度盘指标差/(")	10	16	20

4.1.5 竖直度盘指标差变化

竖直度盘指标差变化应不大于表 6 的规定。

表 6

等级及限差	I	II	III	IV
	竖直度盘指标差变化/(")	5	8	15

4.1.6 横轴相对于竖轴的垂直度误差

横轴相对于竖轴的垂直度误差应不大于表 7 的规定。

表 7

等级及限差	I	II	III	IV
	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
横轴相对于竖轴的垂直误差/(")	10	15	20	30

4.1.7 照准误差

照准误差应不大于表 8 的规定。

表 8

等级及限差	I	II	III	IV
	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
照准误差/(")	5	8	10	16

4.1.8 倾斜补偿器的补偿准确度

倾斜补偿器的补偿准确度见表 9 的规定。

表 9

等级及限差	I	II	III	IV
	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
纵向和横向补偿范围应不小于/(')	3			
纵向和横向零位误差应不大于/(")	10	20	30	30
竖直方向补偿误差应不大于/(")	3	6	12	20
水平方向补偿误差应不大于/(")	3	6	12	20
注：对此项中的水平方向补偿，并不强制使用，如遇仪器中存在此项补偿时，推荐按本标准检测此项误差。				

4.1.9 望远镜调焦时视轴的变化

望远镜从无穷远调焦到最短视距时，其视轴在水平方向的变化应不大于表 10 的规定。

表 10

等级及限差	I	II	III	IV
	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
视轴在水平方向的变化/(")	5	8	10	15

4.1.10 望远镜十字丝中心附近的分辨力

望远镜十字丝中心附近的分辨力 α 应不低于 $180/D$ (")， D 为望远镜物镜的有效孔径，单位为 mm。

4.1.11 仪器照准部每旋转一周,基座方位移动

仪器照准部每旋转一周,基座方位移动应不大于表 11 的规定。

表 11

等级及限差	I		II	III	IV
	0.5"	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
基座方位移动/(")	0.2	0.3	1	2	3

4.1.12 对点器视轴相对于竖轴的同轴度误差

对点器的视轴相对于竖轴在 0.8 m~1.5 m 高度内的同轴度误差应不大于 1.0 mm。

4.1.13 水准器轴与竖轴的垂直度

水准器轴与竖轴的垂直度应不大于管状水准器的分划值的一半,此时圆形水准器气泡应居中。

4.1.14 望远镜竖丝相对于横轴应垂直度

望远镜竖丝相对于横轴应垂直,望远镜竖丝应在铅垂面内,不得有目视可见的倾斜。

4.2 电子测距部分要求

4.2.1 调制光相位均匀性(适用于棱镜目标)

测距时仪器照准反射棱镜的标志后偏调 1',因调制光相位不均匀而引起的测距误差应不大于测距标称标准偏差固定误差的 1/2。

4.2.2 幅相误差(适用于棱镜目标)

在不同的回光信号强度下,对同一距离重复测距,其最大值与最小值之差应不大于测距标称标准偏差固定误差的 1/2。

4.2.3 周期误差(适用于相位法测距原理的仪器)

周期误差的振幅应不大于测距标称标准偏差的固定误差的 3/5,同时计算加常数测量的标准偏差应不大于测距标称标准偏差的 1/2。

4.2.4 测尺频率(适用于相位法测距原理的仪器)

仪器开机以后,测尺频率的变化范围 $[(f_t - f_0)/f_0]$ (f_t 为室温下 t 时刻的瞬时频率, f_0 为仪器标称测尺频率)应不大于测距标称标准偏差的比例误差的 2/3。

4.2.5 测量重复性

仪器的测量重复性(一次照准读数标准偏差)应不大于测距标称标准偏差的 1/4。

4.2.6 测程

仪器能够测出的最短和最长距离,所测的观测值(进行气象、倾斜、仪器常数修正后)与基线已知值的差值的绝对值应小于仪器在该距离上的标称标准差的 1.5 倍。

4.2.7 测距标准偏差

测距标准偏差应不大于表 12 的规定。

表 12

等级及限差	I	II	III	IV
	1.0"	2.0"	5.0"	10.0"
测距标准偏差 m_d (mm)	$\pm(1+1\times 10^{-6}D)$	$\pm(3+2\times 10^{-6}D)$	$\pm(5+5\times 10^{-6}D)$	

4.2.8 激光光源发光功率

激光光源发光功率 3 类激光以内,且应不大于 $1.2P_0$, P_0 为激光光源发光功率的标称值。激光等级划分按 GB 7247.1—2001 划分,采用红外光源的仪器不检验此项。

4.3 通用要求

4.3.1 仪器表面质量

仪器表面不应有碰伤、划痕、脱漆和锈蚀,盖板及部件接合整齐,密封性好。

4.3.2 光学零件质量

仪器光学零件表面清洁,应无擦痕、霉斑和麻点及脱膜的现象,望远镜十字丝成象清晰、粗细均匀、视场明亮、亮度均匀;目镜调焦及物镜调焦转动平稳,不应有分划影象晃动及自行滑动现象。

4.3.3 水准器、脚螺旋、望远镜旋转性能

仪器管状水准器及圆形水准器不应有松动;脚螺旋转动松紧适度、无晃动;水平及竖直制动及微动机构运转平稳可靠、无跳动现象;当望远镜调焦到无穷远时,放松横轴制动螺旋,望远镜应保持平衡,不应有超过视场 $1/4$ 的自行转动现象;仪器和基座的连接锁紧机构可靠。

4.3.4 操作键盘质量

仪器操作键盘上各按键反应灵敏,每个键的功能正常。

4.3.5 显示屏质量

仪器显示屏显示符号、字母及数字清晰、完整,对比度适当。

4.3.6 通讯、数据采集质量

仪器观测数据采集、计算、存储和通讯功能正常。

4.3.7 工作温度

仪器在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内正常工作。

4.3.8 运输、环境试验

4.3.8.1 仪器在带有内包装箱的条件下,应能承受频率 60 次/分~100 次/分,加速度 98 m/s^2 ,连续冲击次数 1 000 次的冲击试验。

4.3.8.2 仪器在运输包装条件下,应符合 GB/T 25480 的要求,其中高温+55℃,低温-40℃,自由跌落高度 250 mm。

5 试验方法

5.1 一测回水平方向标准偏差

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.2 一测回竖直角标准偏差

5.2.1 试验工具

焦距不小于 550 mm 的平行光管五台。

5.2.2 试验程序

采用多目标法,装置见图 1,分别在 1,2,3,4,5 各点设置平行光管,平行光管之间的夹角为未知。将仪器安置在升降工作台上,并调整到工作状态(近、远点在一条直线上,或天顶距为 $90^\circ \pm 10'$),以盘左位置自上而下依次照准 5 个目标,并读记竖盘读数,每个目标照准 2 次,读 2 次数,取平均值。用同样方法在盘右自下而上依次照准目标,并读记竖盘读数,此为一测回,共测 4 测回。

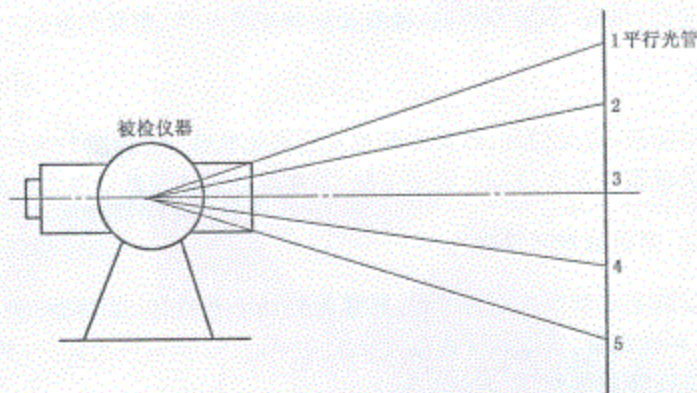


图 1 多目标法竖直角标准偏差示意图

5.2.3 试验结果的计算

对于每一测回,按公式(1)计算出每个目标的竖直角 α_{ij} :

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{2}(R_{ij} - L_{ij} - 180^\circ) \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

R_{ij} ——第 i 测回第 j 个目标盘右位置的竖盘测量值,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

L_{ij} ——第 i 测回第 j 个目标盘左位置的竖盘测量值,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$)。

共测 m 个测回,按公式(2)计算每个目标竖直角平均值 $\bar{\alpha}_j$:

$$\bar{\alpha}_j = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \alpha_{ij} \quad \dots\dots\dots(2)$$

按公式(3)和公式(4)计算一测回竖直角标准偏差 μ_v :

$$\mu_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n v_{ij}^2}{m \cdot (n-1)}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$v_{ij} = \alpha_{ij} - \bar{\alpha}_j \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

- m ——测回数($i=1,2,3,4$);
- n ——目标数($j=1,2,3,4,5$)。

5.3 一测回水平方向二倍照准差变化

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.4 竖直度盘指标差

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.5 竖直度盘指标差变化

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.6 横轴相对于竖轴的垂直度误差

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.7 照准误差

按 GB/T 3161 规定进行试验。

5.8 倾斜补偿器的补偿准确度

5.8.1 试验工具

带十字丝分划板的平行光管一台,十字丝分划板应有纵向及横向刻度尺。带微倾读数装置的仪器墩一个。

5.8.2 试验程序

在室内仪器升降台上安置仪器,如图 2 所示,其中一个脚螺旋 A 在平行光管的轴线方向,B 和 C 为其余两个脚螺旋。平行光管和仪器大致等高,以便检测经倾斜补偿后仪器竖轴的残余误差在纵向(望远镜方向)的分量 Δ 和横向(横轴方向)的分量 Δ' 。平行光管的十字丝分划板应有纵向及横向刻度尺。

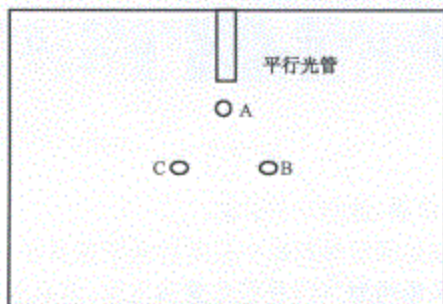


图 2 倾斜补偿器测试示意图

5.8.2.1 补偿范围

5.8.2.1.1 纵向补偿范围

按图 2 所示安置并整平仪器,使望远镜大致处于水平位置,顺时针转动脚螺旋 A,使仪器上倾,直到

垂直角读数停止变化为止,记下最后一个读数 M_1 。再逆时针转动脚螺旋 A,使仪器下倾,直到垂直角读数停止变化为止,记下最后一个读数 M_2 。 $(M_2 - M_1)/2$ 即为补偿器的补偿范围。

5.8.2.1.2 横向补偿范围

对具有竖轴双向倾斜显示的仪器,使望远镜转到与水平方向夹角为 $45^\circ \pm 10'$ 的位置并锁紧止动机构,相反方向等量调整脚螺旋 B 和 C 使仪器倾向一侧直到水平角读数停止变化为止,记下最后一个读数 M_1 。再相反方向等量调整脚螺旋 B 和 C 使仪器倾向另一侧直到水平角读数停止变化为止,记下最后一个读数 M_2 。 $(M_2 - M_1)/2$ 即为补偿器的补偿范围。

5.8.2.2 零位误差

5.8.2.2.1 纵向零位误差

整平仪器,在望远镜旋转方向上读竖轴纵向倾斜的显示数值 L ,再旋转照准部 180° ,读竖轴纵向倾斜的显示数值 R ,取 $(L+R)/2$ 即为补偿器的纵向零位误差,再用相应的指令将该零位误差在机内预置改正。

5.8.2.2.2 横向零位误差

对具有竖轴双向倾斜显示的仪器,整平仪器,在垂直望远镜旋转方向上读竖轴横向倾斜的显示数值 L ,再旋转照准部 180° ,读竖轴横向倾斜的显示数值 R ,取 $(L+R)/2$ 即为补偿器的横向零位误差,再用相应的指令将该零位误差在机内预置改正。

5.8.2.3 补偿误差

5.8.2.3.1 竖直方向补偿误差

- 1) 盘左位置整平仪器,用望远镜横丝精确照准平点平行光管水平丝,读取天顶距 M_1 。
- 2) 转动脚螺旋 A,使仪器上仰(仰角略小于以上测定的仪器补偿范围)后,再用竖直微动螺旋,使望远镜重新照准平点平行光管水平丝,读取天顶距 M_2 。
- 3) 反向旋转脚螺旋,使仪器回复水平后再下倾(倾角略小于仪器补偿范围),再用竖直微动螺旋,使望远镜重新照准平点平行光管水平丝,读取天顶距 M_3 。
- 4) 转动脚螺旋 A,使仪器回复水平,再微动望远镜精确照准平点平行光管水平丝,读取天顶距 M_4 。
- 5) 竖直方向补偿偏差:取 $\Delta_1 = M_2 - M_1$, $\Delta_2 = M_3 - M_1$, $\Delta_3 = M_4 - M_1$,取其中绝对值最大者作为检测结果。

5.8.2.3.2 水平方向补偿误差

对具有竖轴双向倾斜显示的仪器,进行以下试验:

- 1) 盘左位置整平仪器,用望远镜竖丝照准平点平行光管垂直丝,度盘置零,然后再用望远镜竖丝照准高点(与水平方向夹角约为 30°)平行光管垂直丝,读取水平方向读数 N_1 。
- 2) 转动脚螺旋 B 和 C,使仪器左倾 $1'30''$ 后,用望远镜竖丝照准平点平行光管垂直丝,度盘置零,然后再用望远镜竖丝照准高点平行光管垂直丝,读取水平方向读数 N_2 。
- 3) 反向转动脚螺旋 B 和 C,使仪器水平后向右倾 $1'30''$ 后,用望远镜竖丝照准平点平行光管垂直丝,度盘置零,然后再用望远镜竖丝照准高点平行光管垂直丝,读水平方向值 N_3 。
- 4) 转动脚螺旋,使仪器恢复水平,用望远镜竖丝照准平点平行光管垂直丝,度盘置零,然后再用望远镜竖丝照准高点平行光管垂直丝,读水平方向值 N_4 。

- 5) 水平方向补偿偏差:取 $\Delta_1 = N_2 - N_1$, $\Delta_2 = N_3 - N_1$, $\Delta_3 = N_4 - N_1$, 取其中绝对值最大者为检测结果。

5.9 望远镜调焦时视轴的变化

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.10 望远镜十字丝中心附近的分辨力

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.11 仪器照准部每旋转一周,基座方位移动

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.12 对点器视轴相对于竖轴的同轴度误差

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.13 水准器轴与竖轴的垂直度

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.14 望远镜竖丝相对于横轴的垂直度

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.15 调制光相位均匀性

5.15.1 试验工具

长约 50 m 的试验场地、反射棱镜。

5.15.2 试验程序

调制光相位均匀性采用光斑位置截取法:

- 选择长约 50 m 的试验场地,两端分别安置仪器与反射棱镜,使其大致等高。
- 由中心点向上下左右等间隔地移动光轴测距,接通仪器电源,照准反射棱镜标志后,分别向上下左右各方向移动光轴,找出光斑的可测范围。按其大小,由中心点向上下左右等间隔地移动光轴测距,每间隔读数 5 次取平均值。测点顺序如图 3 所示,在偏调 $2'$ 的区域内测点应不少于 13 个点。

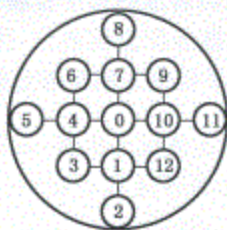


图 3 测点顺序

- 将光斑中心点测距值与其他各点测距值之差绘制等相位差图,取偏调 $1'$ 范围内的其最大差值为结果。

5.16 幅相误差

5.16.1 试验工具

同 5.15.1。

5.16.2 试验程序

在室内长约 50 m 的距离两端分别安置仪器与反射棱镜,激活仪器的回光信号测试功能菜单。在物镜前安置灰度滤光器,在信号正常范围内分三次改变回光信号大小,每次取 5 次读数的平均值为所测距离。取三个距离的最大互差为检测结果。

5.17 周期误差

5.17.1 平台法(方法一:型式检验)

5.17.1.1 试验工具

- 试验平台(平直度应优于 5×10^{-5});
- 基线尺(其长度应大于受检仪器的精测尺长,准确度优于 2×10^{-5} ,最小分度应小于或等于受检仪器精测尺长的 $1/40$)。

5.17.1.2 试验程序

仪器安置如图 4 所示。在平台上放置一根基线尺,基线尺的零点与平台起始点对准并固定,另一端拉一个与该尺检定时张尺拉力相符的重锤或弹簧秤,检测起始点与安置仪器(墩或脚架)高差应不大于 2 mm 且在同一方向线上。

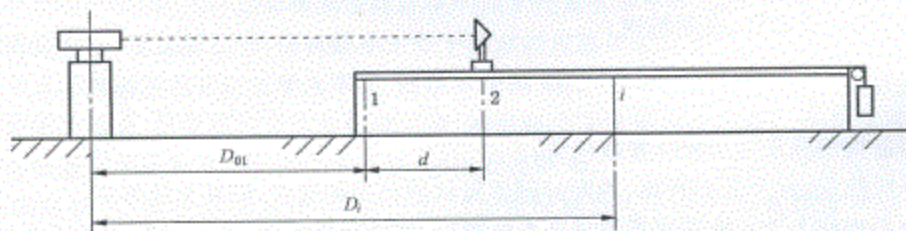


图 4 周期误差示意图

将仪器与反射棱镜分别整平对中,从平台上基线尺的零点开始观测,反射棱镜由近而远移动,每次移动的距离为仪器精测尺长的 $1/20$ 或 $1/10$,各点的对中位移误差应不大于 0.2 mm,每移动一次反射目标,进行一次测距,取 5 次读数求其平均值为所测距离值,依次测完 20 或 10 个点(包括起始零点)。然后,由远而近进行返测,取其往返观测的平均值为相应各点的距离。试验时棱镜目标和专用白板目标应分别进行。

5.17.1.3 试验结果的计算

周期误差对观测距离的修正值 ΔD_i 按公式(5)至公式(10)计算:

$$\Delta D_i = A \sin \left(\phi_0 + \frac{D_i}{U} \times 360^\circ \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$A = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\phi_0 = \arctan \frac{Y}{X} \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$X = -\frac{2 \sum_{i=1}^n \left[-\sin\left(\frac{D_i}{U} \times 360^\circ\right) l_i \right]}{n} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$Y = -\frac{2 \sum_{i=1}^n \left[-\cos\left(\frac{D_i}{U} \times 360^\circ\right) l_i \right]}{n} \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$l_i = D_{01} + (i-1)d - D_i \quad \text{或} \quad l_i = D_{0i} - D_i \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- A —— 周期误差振幅,单位为毫米(mm);
- ϕ_0 —— 周期误差的初相角,单位为弧度(rad);
- D_i —— 仪器测定距离值,单位为毫米(mm);
- D_{0i} —— 高精度仪器测定距离值,单位为毫米(mm);
- D_{01} —— 仪器与基线尺零点间距离,单位为毫米(mm);
- n —— 观测反射目标的点数;
- d —— 反射目标移动的间隔,单位为毫米(mm);
- U —— 受检仪器测尺的长度,单位为毫米(mm);
- $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。

5.17.1.4 周期误差测定标准偏差的估算

单位权标准偏差 m_0 按公式(11)和公式(12)计算:

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-3}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$$\sum_{i=1}^n V_i^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n l_i\right)^2}{n} + \left\{ \sum_{i=1}^n \left[-\sin\left(\frac{D_i}{U} \times 360^\circ\right) l_i \right] \right\} X + \left\{ \sum_{i=1}^n \left[-\cos\left(\frac{D_i}{U} \times 360^\circ\right) l_i \right] \right\} Y + \sum_{i=1}^n l_i^2 \quad \dots\dots\dots (12)$$

振幅测定的标准偏差 m_A 按公式(13)计算:

$$m_A = m_0 \sqrt{\frac{2}{n}} \quad \dots\dots\dots (13)$$

初相角测定的标准偏差 m_{ϕ_0} 按公式(14)计算:

$$m_{\phi_0} = \left(\frac{m_A}{A}\right) \rho \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

$\rho=206\ 265$ 。

5.17.1.5 周期误差的图解

以 $(D_i - D_{01})$ 值为横坐标,以 l_i 为纵坐标,绘出误差曲线图。

误差曲线图周期性显著,应复测一次,振幅 A 和初相角 ϕ_0 稳定,可用两次观测的 A, ϕ_0 平均值对观测距离值加以修正来使用。

5.17.2 乘常数、加常数法(方法二:出厂检验)

5.17.2.1 乘常数法

乘常数用测频方法测定。测频仪器按出厂说明书预热充分并实时校准好,再用光电转换器(或直接

测量电路板上的频率测试点)物镜对准仪器发射物镜,给仪器通电,即开始测频。在约 10 min 至 15 min 内,读取 20 个频率,取平均值 f_T ,并测定室温 T 。

乘常数 R 按公式(15)计算:

$$R = \frac{f_0 - f_T}{f_0} \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

f_0 ——仪器标称测尺频率,单位为赫兹(Hz);

f_T ——仪器在室温 T 下测尺的工作频率,单位为赫兹(Hz)。

5.17.2.2 加常数法

与周期误差同时测定。周期误差在周期误差测定平台或室内强制对中导轨(短基线)上进行。将周期误差测定的数据做周期误差改正,并将做过改正的数据与基线值比较。

加常数 K 按公式(16)计算:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} \quad \dots\dots\dots(16)$$

单位权标准偏差 m_0 按公式(17)计算:

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots(17)$$

加常数 K 测量标准偏差 M_K 按公式(18)计算:

$$M_K = m_0 \frac{1}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots(18)$$

其中:

$$\sum_{i=1}^n v_i^2 = \sum_{i=1}^n l_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n l_i\right) K \quad \dots\dots\dots(19)$$

式中:

l_i ——基线值与 D_i 值之差,单位为毫米(mm);

n ——使用的基线段数;

$i=1,2,3,\dots,n$ 。

5.18 测尺频率

5.18.1 测尺频率随开机时间的变化特性

5.18.1.1 试验工具

数字频率计(准确度优于 5×10^{-6} ,或优于受检仪器测尺频率准确度一个数量级)。

5.18.1.2 试验程序

- 在稳定的室温 $15^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 下进行。先将数字频率计通电预热 1 h 以上,并将光电转换器的输出端与频率计输入端用高频电缆线连接。在仪器发射筒处安置光电转换器,使发射光斑正落入光电转换器的接收孔内(或直接测量电路板上的频率测试点)。
- 仪器通电后立即在频率计上读取频率显示数,每隔 1 min 读取一次,直至开机 30 min 结束。
- 绘出测尺频率随开机时间的变化曲线。

5.18.1.3 试验结果的计算

频率变化值 Δf_i 按公式(20)计算:

$$\Delta f_i = f_0 - f_i \quad \dots\dots\dots(20)$$

式中:

- f_0 ——仪器标称测尺频率,单位为赫兹(Hz);
- f_i ——该室温下 t 时刻的瞬时频率,单位为赫兹(Hz);
- t ——仪器开机时间,单位为分钟(min)。

以频率变化值 Δf_i 为纵轴,开机时间 t 为横轴,绘出测尺频率随开机时间的变化曲线。找出开机 5 min 到 30 min 之间的 Δf_i 的最大值 $\Delta f_{i\max}$, $\Delta f_{i\max}/f_0$ 值应符合要求。取此 25 min 内频率读数的平均值作为受检仪器在该温度下的测尺频率。

5.18.2 测尺频率随温度变化漂移特性

5.18.2.1 试验工具

- a) 数字频率计(准确度优于 5×10^{-8} , 或优于受检仪器测尺频率准确度一个数量级);
- b) 恒温控制箱(室)。

5.18.2.2 试验程序

- a) 将受检仪器置入具有隔热玻璃的恒温控制箱(室)内,使其发射筒对准隔热玻璃窗。并将光电转换器(或直接测量电路板上的频率测试点)的接收孔正对箱内的仪器发射筒,使测距光束落入其内。
- b) 根据受检仪器的适用温度范围,对恒温控制箱缓缓调温(或升或降)到给定的一极限温度,持续恒温 2 h,使仪器与箱体内温度相一致。
- c) 数字频率计预热 1 h 以上,受检仪器预热 5 min 以上,测量仪器测尺频率。连续 10 次读数,取其平均值,即为该仪器在此温度下的频率值。改变温度 5°C ,并恒温 1 h,在新的温度下重复上述操作,直到给定温度范围的另一极限温度止。

5.18.2.3 试验结果的计算

在恒温控制箱(室)内温度 T 下测尺频率漂移量 Δf_T 按公式(21)计算:

$$\Delta f_T = f_0 - f_T \quad \dots\dots\dots(21)$$

式中:

- f_0 ——仪器标称测尺频率,单位为赫兹(Hz);
- f_T ——仪器在恒温控制箱(室)内温度 T 下的测尺频率,单位为赫兹(Hz)。

以温度 T 为横轴,频率漂移量 Δf_T 为纵轴,绘出温度—频率漂移曲线。在受检仪器适用温度范围内找出最大漂移量 $\Delta f_{T\max}$, 其 $\Delta f_{T\max}/f_0$ 值应符合要求。

温度频率漂移的距离修正值 ΔD_T 按公式(22)计算:

$$\Delta D_T = \frac{f_0 - f_T}{f_0} D_T \quad \dots\dots\dots(22)$$

式中:

- D_T ——仪器在恒温控制箱(室)内温度 T 下测定的距离,单位为米(m)。

5.19 测量重复性

5.19.1 试验程序

在室内约 50 m 距离的两端分别安置仪器与反射目标,操作仪器一次照准后测距,连续读数 30 次。试验时棱镜目标和专用白板目标应分别进行。

5.19.2 试验结果的计算

一次读数的测距标准偏差 m_0 按公式(23)和公式(24)计算:

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n v_i^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots(23)$$

$$v_i = D_i - \bar{D} \quad \dots\dots\dots(24)$$

式中:

v_i ——第 i 次读数值与读数平均值之差,单位为毫米(mm);

D_i ——第 i 次读数值,单位为毫米(mm);

\bar{D} —— n 次读数的平均值,单位为毫米(mm);

n ——连续读数的次数。

5.20 测程

5.20.1 试验工具

- a) 反射棱镜;
- b) 标准白板:KODAK CAT NO. E1527795 白色面,大小为标准 A4。

5.20.2 试验条件

目标为反射棱镜时:能见度 40 km,晴朗,无热闪烁。

目标为标准白板时:背景光照度应不大于 5 000 lx,无雾和无阳光直射。

5.20.3 试验程序

应在规定的观测条件下及规定使用的反射目标条件下进行试验。选择与测程相应的已知距离 \bar{D} ,在其两端分别安置仪器与反射目标。仪器测距应不少于 10 次照准,每次照准取 5 个读数求其平均值为观测值。在测距的同时测定气温、气压,对所测的观测值进行气象、倾斜、仪器常数修正后得距离测量值 \tilde{D} 。试验时棱镜目标和专用白板目标应分别进行。

5.20.4 试验结果的计算

按公式(25)计算距离测量值 \tilde{D} 与已知距离 \bar{D} 差值的绝对值 Δ :

$$\Delta = |\bar{D} - \tilde{D}| \quad \dots\dots\dots(25)$$

5.21 测距标准偏差

5.21.1 方法一(型式检验)

5.21.1.1 试验工具

标准基线(其长度的不确定度应不大于 10^{-6})。

5.21.1.2 试验程序

在相应准确度的已知长度的试验场进行。选用的组合基线段应不少于15段,且其长度应大致均匀分布在仪器的测程内。已知长度可用检定过的高精度测距仪测定,其长度的不确定度应不大于 10^{-6} 。

对每段基线的观测应采用一次照准取10次读数求其平均值为观测值。在测距的同时测定气温、气压等数据,并对各观测值进行气象、倾斜、仪器加常数、乘常数改正等修正。

5.21.1.3 试验结果的计算

用进行修正过后的距离观测值与相应的基线或已知长度值比较,用一元线性回归法进行计算。计算测距标准偏差 m_d 的表达式为 $\pm(a+bD)$,其中 a 值和 b 值分别按公式(26)和(27)计算:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \sum_{i=1}^n (D_i l_i) - \sum_{i=1}^n D_i^2 \sum_{i=1}^n l_i}{\left(\sum_{i=1}^n D_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n D_i^2} \quad \dots\dots\dots(26)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n D_i \sum_{i=1}^n l_i - n \sum_{i=1}^n (D_i l_i)}{\left(\sum_{i=1}^n D_i\right)^2 - n \sum_{i=1}^n D_i^2} \quad \dots\dots\dots(27)$$

式中:

$$l_i = |D_{0i} - D_i|$$

a ——测距标准偏差表达式固定误差部分,单位为毫米(mm);

b ——测距标准偏差表达式比例误差系数,单位为毫米每千米(mm/km);

D_{0i} ——基线或已知长度值,单位为毫米(mm);

D_i ——经过气象、倾斜、仪器加常数、乘常数等修正后的距离观测值,单位为毫米(mm);

n ——比测边的段数(取样数);

$i=1,2,3,\dots,n$ 。

计算出的 a, b 值应符合 a, b 值的要求。

5.21.2 方法二(出厂检验)

5.21.2.1 试验工具

同5.21.1.1。

5.21.2.2 试验程序

在相应准确度的已知长度的试验场进行。选用的组合基线应不少于5条边,且其长度应均匀分布在仪器的测程内。对每段基线的观测应采用一次照准取5次读数求其平均值作为观测值。在测距的同时测定气温、气压等数据。

5.21.2.3 试验结果的计算

对各观测值进行气象、倾斜、加常数及乘常数等改正得距离观测值 D_i ,其误差 Δ_i 按公式(28)计算:

$$\Delta_i = D_{0i} - D_i \quad \dots\dots\dots(28)$$

式中:

D_{0i} ——基线或已知长度值,单位为毫米(mm)。

单位权标准偏差 m_0 按公式(29)计算:

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} \dots\dots\dots (29)$$

取单位权标准偏差 m_0 的 1.2 倍作为该台仪器的测距标准偏差 m_d , 见公式(30):

$$m_d = 1.2m_0 \dots\dots\dots (30)$$

5.22 激光光源发光功率

5.22.1 试验程序

- a) 检验在室内常温下进行。在检验区域内无可感到的空气波动、无影响测量数据的电磁干扰和背景辐射干扰。
- b) 将仪器的望远镜安置到水平位置,启动仪器使其处于激光测距模式。将安置在 50 mm 以内的光功率计的探头垂直对准激光光束,上下左右移动探头使激光光束完全位于探头内且位于探头的中心位置,读取光功率计的读数。重复 10 次测量。

5.22.2 试验结果的计算

取 10 次测量结果的平均值作为激光光源发光功率测量值 P_s 。

5.23 仪器表面质量

按要求目视试验。

5.24 光学零件质量

按要求目视试验。

5.25 水准器、脚螺旋、望远镜旋转性能

按要求用手感及目视试验。

5.26 操作键盘质量

开机后按要求用手感及目视试验。

5.27 显示屏质量

开机后按要求用手感及目视试验。

5.28 通讯、数据采集质量

开机后按要求操作试验。

5.29 工作温度

按 GB/T 3161 的规定进行试验。

5.30 运输、环境试验

按 GB/T 25480 的规定进行试验。

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

6.2.1 出厂检验为全数检验。

6.2.2 出厂检验的项目为 4.1.1~4.1.9、4.1.12~4.1.14、4.2.1~4.2.3、4.2.5、4.3.1~4.3.8。

6.2.3 判定规则

如有一项指标达不到规定要求时,即为不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验一般规定为每 2 年不少于 1 次。产品在下列情况之一时,应进行型式检验:

- 产品转生产的试制定型鉴定;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改进,可能影响产品性能时;
- 正常生产时,定期或积累一定产品后,应 1 年进行一次检验;
- 产品长期停产后,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

6.3.2 型式检验应包括本标准所规定的全部项目,检验的样本应从出厂检验合格的产品中随机抽取。

6.3.3 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。各类不合格项目类别、判别水平 DL、不合格质量水平 RQL 和抽样方案见表 13。

表 13

不合格类别	项 目	RQL	抽样方案(n A _c ,R _c)	DL
A	4.1.1、4.1.2、4.2.7	30	3 (0,1)	I
B	4.1.8、4.1.10、4.2.1~4.2.4、4.3.7、4.3.8	65	3 (1,2)	I
C	4.1.3~4.1.7、4.1.9、4.1.11~4.1.14、 4.2.5、4.2.6、4.2.8、4.3.1~4.3.6	100	3 (2,3)	I

6.3.4 型式检验的受试样品在按 GB/T 25480 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 经过型式检验后的样品,不经过整理不得作为合格品出厂。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 仪器上应标有产品名称、型号、商标、公司名称和仪器编号,带激光对中器的应有激光警示标志。

7.1.2 说明书和包装箱上也应标注产品名称、商标、公司名称、详细地址等标识。

7.2 包装

仪器的包装应符合 GB/T 13384 的有关规定。

包装储运图示标志应按照 GB/T 191 的规定。

7.3 运输

7.3.1 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。

7.3.2 不允许和易燃、易爆、易腐蚀的物品同车装运。

7.3.3 装车齐整、平稳、牢固、不得超高、超重。

7.3.4 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 库房应具有良好的通风、隔热、保温、排水、防震、防火等设施。

参 考 文 献

- [1] GJB 5073—2004 全站型电子速测仪
 - [2] JJG 703—2003 光电测距仪
 - [3] ISO 17123-3:2001 Optics and optical instruments—Field procedures for testing geodetic and surveying instruments—Part 3: Theodolites
-

