

中华人民共和国国家标准

GB/T 36537—2018

电子经纬仪

Electronic theodolite

(ISO 17123-3:2001, Optics and optical instruments—
Field procedures for testing geodetic and surveying
instruments—Part 3: Theodolites, NEQ)

2018-07-13 发布

2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局 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 术语和定义 | 1 |
| 4 等级及基本参数 | 1 |
| 5 要求 | 2 |
| 6 试验方法 | 4 |
| 7 检验规则 | 22 |
| 8 标志、包装、运输及贮存 | 23 |
| 附录 A (资料性附录) 多齿分度台法 | 24 |
| 附录 B (资料性附录) 试验记录及计算表格示例 | 26 |

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用重新起草法参考 ISO 17123-3:2001《光学和光学仪器 大地测量仪器野外试验程序 第 3 部分:经纬仪》编制,与 ISO 17123-3:2001 的一致性程度为非等效。

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。

本标准主要起草单位:上海理工大学、苏州一光仪器有限公司。

本标准主要起草人:黄卫佳、龚浩瀚。

电子经纬仪

1 范围

本标准规定了电子经纬仪产品系列的术语和定义、等级及基本参数、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。

本标准适用于等级为 1"、2"、5"及 10"电子经纬仪(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 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 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 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存基本环境条件及试验方法

JB/T 9316 大地测量仪器 强制中心机构配合尺寸

JB/T 9328 分辨力板

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 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一测回水平方向标准偏差 **standard deviation of horizontal direction in an observation set**

对若干目标进行若干测回的水平方向观测,所求得归算至一测回方向值的标准偏差。

3.2

一测回竖直角标准偏差 **standard deviation of vertical angle in an observation set**

对若干目标进行若干测回的竖直角观测,所求得归算至一测回竖直角的标准偏差。

4 等级及基本参数

4.1 仪器系列的等级及基本参数按表1规定。

表 1

| 参数名称 | | 单位 | 等级 | | | |
|-------------|--------|---------|----------------|-----|-------|------|
| | | | 1" | 2" | 5" | 10" |
| 一测回水平方向标准偏差 | 室外 | (") | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 10.0 |
| | 室内 | | 0.8 | 1.6 | 3.6 | 7.0 |
| 一测回竖直角标准偏差 | | (") | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 10.0 |
| 望远镜 | 放大率 | × | 30~38 | | 20~38 | |
| | 物镜有效孔径 | mm | 40~50 | | 35~50 | |
| | 最短视距 | m | ≤2 | | | |
| 水准泡角值 | 管状水准泡 | (")/2mm | 20~30 | | 30~60 | |
| | 圆形水准泡 | (')/2mm | 8 | | | |
| 倾斜补偿器(带补偿器) | 补偿范围 | (') | ±3 | | | |
| | 补偿误差 | (") | 3.0 | 6.0 | 12.0 | 30.0 |
| 显示器 | | | LCD 显示,两侧或单侧配置 | | | |
| 电源 | 电压(直流) | V | 标称值范围 | | | |
| | 功耗 | W | ≤1 | | | |

- 4.2 强制中心机构配合尺寸按 JB/T 9316 的规定。
- 4.3 紧固螺钉连接螺纹尺寸按 JB/T 9332 的规定。
- 4.4 三脚架的参数尺寸及技术要求按 JB/T 9337 的规定。
- 4.5 分划板的参数尺寸按 JB/T 9336 的规定。

5 要求

5.1 一测回水平方向标准偏差应不超过表 2 的规定。

表 2

单位为秒

| 仪器系列 | | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|----|-----|-----|-----|------|
| 最大允许误差值 | 室外 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 10.0 |
| | 室内 | 0.7 | 1.5 | 3.5 | 7.0 |

5.2 一测回竖直角标准偏差应不超过表 3 的规定。

表 3

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|-----|-----|-----|------|
| 最大允许误差值 | 1.0 | 2.0 | 5.0 | 10.0 |

5.3 一测回水平方向二倍照准差变化应不超过表 4 的规定。

表 4

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|-----|-----|------|------|
| 最大允许误差值 | 6.0 | 8.0 | 16.0 | 30.0 |

5.4 竖直度盘指标差及指标差变化应不超过表 5 的规定。

表 5

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|--------------|------|------|------|------|
| 指标差最大允许误差值 | 10.0 | 16.0 | 20.0 | 30.0 |
| 指标差变化最大允许误差值 | 12.0 | | | 15.0 |

5.5 倾斜补偿器应符合表 6 的规定。

表 6

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------------------|------|-----|------|------|
| 补偿范围不小于/(') | ±3.0 | | | |
| 补偿范围内竖直角补偿误差不大于/(") | 3.0 | 6.0 | 12.0 | 30.0 |
| 补偿范围内水平角补偿误差不大于/(") | 3.0 | 6.0 | 12.0 | 30.0 |
| 稳定时间不大于/s | 6.0 | | | |
| 灵敏度(") | 1.0 | | 3.0 | |

5.6 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超过表 7 规定。

表 7

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|-----|------|------|------|
| 最大允许误差值 | 6.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 |

5.7 望远镜视轴相对于横轴的垂直度误差应不超过表 8 的规定。

表 8

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|-----|----|-----|------|
| 最大允许误差值 | 6.0 | | 8.0 | 10.0 |

5.8 横轴相对于竖轴的垂直度误差应不超过表 9 的规定。

表 9

单位为秒

| 仪器系列 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|---------|------|------|------|------|
| 最大允许误差值 | 10.0 | 15.0 | 20.0 | 30.0 |

5.9 望远镜的视距乘常数误差应不超过 0.2%。

5.10 望远镜十字丝中心附近的分辨力 α ,其数值应满足式(1)的要求。

$$\alpha \leq \frac{120''}{D} \times K \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

K ——系数,倒像系统 $K=1.2$,正像系统 $K=1.4$;

D ——望远镜物镜的有效孔径,单位为毫米(mm)。

- 5.11 望远镜光学系统透过系数:倒像透镜系统的透过系数不低于 0.65,正像透镜系统的透过系数不低于 0.5,反射镜及透镜和棱镜系统的透过系数不低于 0.3。
- 5.12 望远镜成像应无明显的球差、色差和彗差。
- 5.13 照准部水准器轴相对竖轴的垂直度误差应不超过 0.5 格。
- 5.14 圆形水准器轴相对于竖轴的平行度误差:仪器整平后,圆形水准器的气泡不得超出水准器的分划圈。
- 5.15 望远镜分划板竖丝的铅垂性:仪器整平后,望远镜十字分划板竖丝应位于铅垂面内,不得有目视可见的倾斜。
- 5.16 管状水准泡及圆形水准泡不应有松动;脚螺旋转动松紧适度,无晃动;水平及竖直制动、微动机构运转可靠,无跳动现象;望远镜旋转时应松紧适宜,平滑;目镜及调焦镜运行舒适,不应有分划影像晃动及自行滑动现象;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 1/4 视场的自行转动现象;仪器和基座的连接锁紧机构可靠。
- 5.17 光学零件表面清洁,无明显擦痕、霉斑、麻点及脱膜、脱胶等现象,望远镜十字丝成像清晰、粗细均匀、视场明亮、亮度均匀。
- 5.18 仪器表面不应有碰伤、划痕、脱漆和锈蚀,漆面光泽,颜色均匀,盖板及部件接合整齐。
- 5.19 键盘上各按键手感明显,反应灵敏,功能正常。标注文字或符号应清晰、含义准确、易懂。
- 5.20 液晶显示屏显示的符号、字母及数字清晰、完整、对比度适当;屏面应清洁、无划痕、气泡和脱胶等影响读数的缺陷。
- 5.21 通讯及外接电源接口完好,内接电池接触良好。
- 5.22 仪器照准部每旋转一周,基座方位移动不大于 1"。
- 5.23 光学对中器最短视距应不大于 0.6 m。
- 5.24 对中器的视轴应与竖轴重合,在距基座底面 0.6 m 和 1.5 m 处的误差不大于 1 mm。
- 5.25 望远镜放大率和有效孔径的允许偏差下限不应超过名义值的 5%。
- 5.26 仪器在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内功能正常。
- 5.27 安放在仪器箱内的仪器应能承受 60 次/min~100 次/min、加速度 98 m/s^2 、连续冲击 1 000 次的冲击试验。
- 5.28 仪器在运输包装条件下的环境模拟试验应按 GB/T 25480 的规定。其中选用:高温 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,低温 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$,交变湿热试验相对湿度 95%,自由跌落 4 次,跌落高度按包装件质量选定。
- 5.29 携带激光发射装置的仪器,激光光源发光功率 2 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 划分。
- 5.30 仪器静电放电抗扰度应不低于 GB/T 17626.2—2006 中 3 级的规定,射频电磁场辐射抗扰度应不低于 GB/T 17626.3—2016 中 3 级的规定,试验后仪器应能正常工作。
- 5.31 外壳防护能力应符合 GB/T 4208—2017 中 IP53 级的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

仪器的检验应在温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim30\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 45%~85%的环境条件下进行。

6.2 一测回水平方向标准偏差

6.2.1 方法一(室内方法)——仲裁法

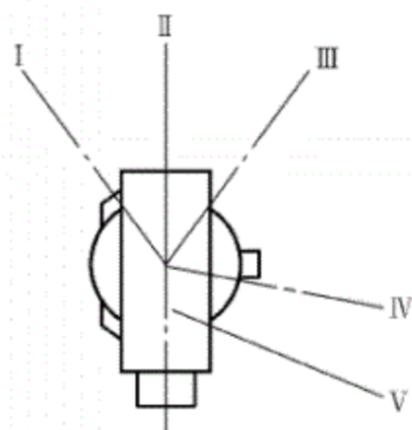
6.2.1.1 试验工具

平行光管 m ($m \geq 4$) 台, 其焦距应不小于 500 mm。

6.2.1.2 试验程序

在仪器墩周围放置四台平行光管, 其视轴均应通过仪器墩中心轴线, 各平行光管方向的安排以能反映尽量多的水平度盘直径数为原则。

将仪器安置在仪器墩上(见图 1), 仔细整平后, 对四台平行光管在一个时间段内作方向观测, 其测回数及各测回的水平度盘整置位置按表 10 规定。各测回操作步骤如下:



说明:

I ~ IV——平行光管方向目标;

V——仪器。

图 1

正镜位置时将仪器瞄准平行光管 I, 按表 10 规定整置水平度盘位置。

将照准部顺时针方向旋转 1 周~2 周后精确瞄准平行光管 I, 设 i 为方向号、 j 为测回数, 读水平度盘读数 $L_{i,j}$, 并依次对平行光管 II、III、IV 进行水平度盘读数, 得 $L_{i,j}$ (照准和读数两次取平均值), 以上试验组成上半测回。

以倒镜位置逆时针方向旋转照准部 1 周~2 周后, 按上半测回方向号的相反顺序操作, 读取水平度盘读数 $R_{i,j}$, 组成下半测回。

为确保结果的可靠性, 半测回归零差不应超过表 10 的规定。如果超限, 应重测该测回。

表 10

| 仪器等级 | 1" | 2" | 5" | 10" |
|------------|---------|-----|-----|------|
| 测回数(n) | 6 | | 4 | |
| 半测回归零差/(") | 3.0 | 4.0 | 6.0 | 12.0 |
| 整置位置 | 0°±1° | | | |
| | 30°±1° | | | |
| | 60°±1° | | | |
| | 90°±1° | | | |
| | 120°±1° | | | |
| | 150°±1° | | | |

6.2.1.3 试验结果的计算

一测回方向值按式(2)计算:

$$(i)_j = \frac{L_{i,j} + R_{i,j} \pm 180^\circ}{2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$L_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的水平度盘正镜位置读数,单位为度(°)、分(')、秒(");

$R_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的水平度盘倒镜位置读数,单位为度(°)、分(')、秒(")。

以平行光管 I 为起始方向的方向值按式(3)计算:

$$(i)'_j = (i)_j - (I)_j \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$(i)'_j$ —— j 测回的以平行光管 I 为起始方向的方向值,单位为度(°)、分(')、秒(");

$(I)_j$ —— j 测回的平行光管 I 的方向值,单位为度(°)、分(')、秒(")。

各方向平均值 $\overline{(i)'}$ 按式(4)计算:

$$\overline{(i)' } = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (i)'_j \dots\dots\dots(4)$$

式中:

n ——测回数。

各测回中各方向值的最或然误差 $\Delta_{i,j}$ 按式(5)计算:

$$\Delta_{i,j} = (i)'_j - \overline{(i)' } \dots\dots\dots(5)$$

消除起始方向系统误差的所有方向值的最或然误差平方和[VV]按式(6)计算:

$$[VV] = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\Delta_{i,j})^2 - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^m \Delta_{i,j} \right)^2 \dots\dots\dots(6)$$

式中:

m ——方向数。

一测回水平方向标准偏差 m_H 按式(7)计算:

$$m_H = \sqrt{\frac{[VV]}{(m-1)(n-1)}} \dots\dots\dots(7)$$

一测回水平方向标准偏差也可用多齿分度台法检测,该方法可同时给出测角示值误差,试验方法参见附录 A 中 A.1。

以 4 台平行光管 6 测回为例的试验记录及计算表格参见附录 B 中表 B.1。

6.2.2 方法二(室外方法)

6.2.2.1 试验工具

标板五个。

6.2.2.2 试验程序

将仪器安置在三脚架上,仔细整平,在仪器周围尽可能均匀地放置五个标板,与仪器的距离在 100 m~250 m,高度与仪器大约处于一个水平面的位置(见图 2)。

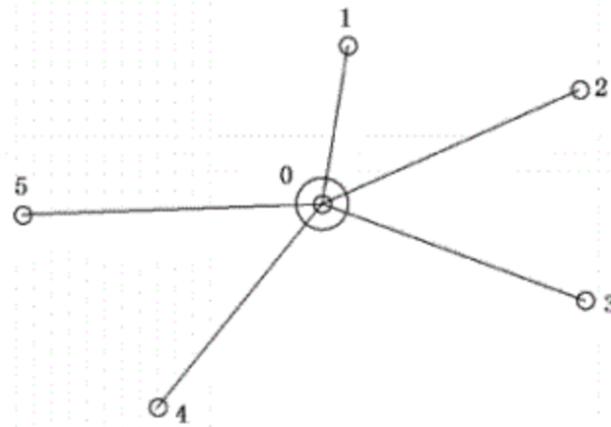


图 2

共需进行四组(设 $k=4$)测量,每组测量应进行三个测回(设 j 为测回数),每个测回应包含五个方向(设 i 为方向号)。

每组测量时,以望远镜正镜位置按顺时针方向旋转照准部 1 周~2 周后,依次精确瞄准五个标板,读取水平度盘读数 $L_{i,j}$ (照准和读数两次取平均值),并作归零方向观测,以上试验组成上半测回。

以望远镜倒镜位置逆时针方向旋转照准部 1 周~2 周后,按上半测回方向号的相反顺序操作,读取水平度盘读数 $R_{i,j}$ (照准和读数两次取平均值),组成下半测回。

6.2.2.3 试验结果的计算

j 测回的 i 方向的方向值 $(i)_j$ 按式(8)计算:

$$(i)_j = \frac{L_{i,j} + R_{i,j} \pm 180^\circ}{2} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$L_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的水平度盘正镜位置的读数,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

$R_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的水平度盘倒镜位置的读数,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

以标板 I 为起始方向的方向值按式(9)计算:

$$(i)'_j = (i)_j - (I)_j \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$(i)'_j$ —— j 测回的以标板 I 为起始方向的方向值,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

$(I)_j$ —— j 测回的标板 I 的方向值,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$)。

三个方向值的平均值 $\overline{(i)'}$ 按式(10)计算:

$$\overline{(i)' } = \sum_{j=1}^n (i)'_j \dots\dots\dots (10)$$

式中:

n ——测回数。

各测回中各方向值的误差 $\Delta_{i,j}$ 按式(11)计算:

$$\Delta_{i,j} = \overline{(i)' } - (i)'_j \dots\dots\dots (11)$$

各测回中各方向值误差的算术平均值 $\overline{\Delta_j}$ 按式(12)计算:

$$\overline{\Delta_j} = \sum_{i=1}^m \Delta_{i,j} \dots\dots\dots (12)$$

各方向值的残差 $C_{i,j}$ 按式(13)计算:

$$C_{i,j} = \Delta_{i,j} - \overline{\Delta_j} \dots\dots\dots (13)$$

除去旋转误差,所有测回的残差 $C_{i,j}$ 应符合式(14)的要求:

$$\sum_{i=1}^m C_{i,j} = 0 \quad \dots\dots\dots(14)$$

各组测量的残差平方和 CC_k 按式(15)计算:

$$CC_k = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m C_{i,j}^2 \quad \dots\dots\dots(15)$$

式中:

m ——方向数。

3 个测回 5 个方向中每一状态的自由度 f_k 按式(16)计算:

$$f_k = (n - 1) \times (m - 1) = 8 \quad \dots\dots\dots(16)$$

一组测量的方向值 $(i)_j$ 的标准偏差 m_k 按式(17)计算:

$$m_k = \sqrt{\frac{CC_k}{f_k}} = \sqrt{\frac{CC_k}{8}} \quad \dots\dots\dots(17)$$

四组测量的自由度 f 按式(18)计算:

$$f = 4 \times f_k = 32 \quad \dots\dots\dots(18)$$

一测回水平方向标准偏差 m_H 按式(19)计算:

$$m_H = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 CC_k}{f}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 CC_k}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 m_k^2}{4}} \quad \dots\dots\dots(19)$$

以 1 组测量为例的试验记录及计算表格参见表 B.2。

6.3 一测回竖直角标准偏差

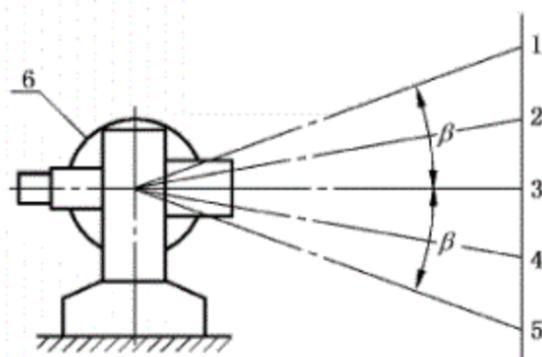
6.3.1 方法一(室内方法)——仲裁法

6.3.1.1 试验工具

平行光管五台,其焦距应不小于 500 mm。

6.3.1.2 试验程序

采用标准竖直角法(见图 3),分别在 1、2、3、4、5 各点设置一个平行光管。在水平位置上、下各置两个固定目标,其对称角值在 $20^\circ \sim 30^\circ$ 范围内,每个角值应当是非整度数。共需进行 4 个测回测量(设 j 为测回数),每个测回应包含 5 个方向(设 i 为方向号)。



说明:

1~5——平行光管位置;

6 ——仪器;

β ——1、5 平行光管与水平面夹角,角值在 $20^\circ \sim 30^\circ$ 范围内。

图 3

将仪器安置在升降工作台上,并调整到工作状态,依次对5个目标进行正、倒镜观测,读取竖直度盘读数 $L_{i,j}$ 、 $R_{i,j}$ 。在每次观测时,读数两次取平均值。

6.3.1.3 试验结果的计算

j 测回的 i 方向天顶距 $Z_{i,j}$ 按式(20)计算:

$$Z_{i,j} = \frac{1}{2}(L_{i,j} - R_{i,j} + 360^\circ) \quad \dots\dots\dots(20)$$

式中:

$L_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的竖直度盘正镜位置的读数,单位为度(°)、分(')、秒(");

$R_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的竖直度盘倒镜位置的读数,单位为度(°)、分(')、秒(");

j 测回的 i 方向指标差 $I_{i,j}$ 按式(21)计算:

$$I_{i,j} = \frac{1}{2}(L_{i,j} + R_{i,j} - 360^\circ) \quad \dots\dots\dots(21)$$

i 方向4个测回的天顶距的平均值 Z_i 按式(22)计算:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n Z_{i,j} \quad \dots\dots\dots(22)$$

式中:

n ——测回数。

各方向值的残差 $\nu_{i,j}$ 按式(23)计算:

$$\nu_{i,j} = Z_{i,j} - Z_i \quad \dots\dots\dots(23)$$

一测回竖直角标准偏差 m_V 按式(24)计算:

$$m_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \nu_{i,j}^2}{k \cdot n}} \quad \dots\dots\dots(24)$$

式中:

k ——测回数;

m ——标准竖直角个数。

以4个测回为例的试验记录及计算表格参见表B.3。

6.3.2 方法二(室外方法)

6.3.2.1 试验工具

户外一高大建筑物。

6.3.2.2 试验程序

仪器被安置在距离高大建筑物大约50 m处,在建筑物上合理设定目标点(窗户,拐角,天线等)或在墙上固定目标,这些目标点的位置应能覆盖竖直角范围大约30°(如图4)。

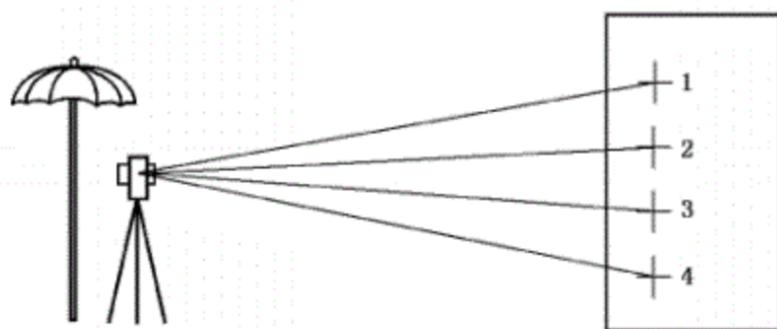


图 4

共进行四组(设 $k=4$)测量,每组测量应进行 3 个测回(设 j 为测回数),每个测回包含 4 个方向(设 i 为方向号)。整平仪器后,依次对 4 个目标进行正、倒镜观测,读取竖直度盘读数 $L_{i,j}$ 、 $R_{i,j}$ 。在每次观测时,读数两次取平均值。

6.3.2.3 试验结果的计算

j 测回的 i 方向天顶距 $Z_{i,j}$ 按式(25)计算:

$$Z_{i,j} = \frac{1}{2}(L_{i,j} - R_{i,j} + 360^\circ) \dots\dots\dots(25)$$

式中:

$L_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的竖直度盘正镜位置的读数,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

$R_{i,j}$ —— j 测回的 i 方向的竖直度盘倒镜位置的读数,单位为度($^\circ$)、分($'$)、秒($''$);

j 测回的 i 方向指标差 $I_{i,j}$ 按式(26)计算:

$$I_{i,j} = \frac{1}{2}(L_{i,j} + R_{i,j} - 360^\circ) \dots\dots\dots(26)$$

i 方向 3 个测回的天顶距的平均值 Z_i 按式(27)计算:

$$Z_i = \sum_{j=1}^n Z_{i,j} \dots\dots\dots(27)$$

式中:

n ——测回数。

各方向值的残差 $\nu_{i,j}$ 按式(28)计算:

$$\nu_{i,j} = Z_{i,j} - Z_i \dots\dots\dots(28)$$

除去旋转误差,所有测回的残差 $\nu_{i,j}$ 应符合式(29)的要求:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \nu_{i,j} = 0 \dots\dots\dots(29)$$

式中:

m ——方向数。

各组测量的残差平方和 V_k 按式(30)计算:

$$V_k = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \nu_{i,j}^2 \dots\dots\dots(30)$$

3 个测回 4 个方向中每一状态的自由度 f_k 按式(31)计算:

$$f_k = (n - 1) \times m = 8 \dots\dots\dots(31)$$

一组测量的竖直角标准偏差 m_k 按式(32)计算:

$$m_k = \sqrt{\frac{V_k}{f_k}} = \sqrt{\frac{V_k}{8}} \dots\dots\dots(32)$$

四组测量的自由度 f 按式(33)计算:

$$f = 4 \times f_k = 32 \quad \dots\dots\dots(33)$$

一测回竖直角标准偏差 m_v 按式(34)计算:

$$m_v = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 V_k}{f}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 V_k}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 m_k^2}{4}} \quad \dots\dots\dots(34)$$

一测回竖直角标准偏差也可用多齿分度台法检测,该方法可同时给出测角示值误差,试验方法参见 A.2。

6.4 一测回水平方向二倍照准差变化

取 5.2 各测回正、倒镜位置读数值 $L_{i,j}$ 和 $R_{i,j}$ 作为观测数据,各测回水平方向二倍照准差 $2C_{i,j}$ 按式(35)计算:

$$2C_{i,j} = L_{i,j} - R_{i,j} \pm 180^\circ \quad \dots\dots\dots(35)$$

取所有 $2C_{i,j}$ 中的最大值作为试验结果。

6.5 竖直度盘指标差及指标差变化

取 5.3 各测回中指标差 $I_{i,j}$ 的最大值为竖直度盘指标差的测定值,其中最大值与最小值的差值为竖直度盘指标差变化的测定值。

6.6 倾斜补偿器的补偿范围、补偿误差、稳定时间和灵敏度

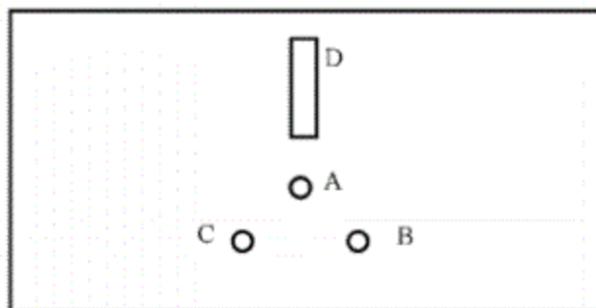
6.6.1 试验工具

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。微倾装置范围不少于 $\pm 3'$,格值: $30''$ 。

6.6.2 试验程序

6.6.2.1 仪器安置

在室内仪器墩上安置仪器,如图 5 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' 。



说明:
A、B、C ——脚螺旋;
D ——平行光管。

图 5

6.6.2.2 倾斜补偿器的零位误差检查及预置

补偿器的零位误差是补偿器零位与铅垂方向不一致的误差,也称补偿器指标差,可预置改正此项误

差,以保证补偿器正常工作。整平仪器,在一个方向上读竖轴倾斜的显示数值 L ,再旋转照准部 180° ,读竖轴倾斜的显示数值 R ,取 $(L-R)/2$ 即为补偿器零位误差,再用相应的指令将该零位误差在机内预置改正。

6.6.2.3 补偿范围

对无显示横轴倾斜值的仪器,按图 5 所示安置整平仪器后,用垂直微动螺旋使天顶距等于 90° ,转动脚螺旋 A,使仪器前倾直到天顶距读数停止变化为止,记下最后一个仪器读数 X_1 ;反方向转动脚螺旋 A,使仪器后倾直到天顶距读数停止变化为止,记下最后一个仪器读数 X_2 , $(X_2 - X_1)/2$ 即为纵向补偿范围。

对具有竖轴双向倾斜显示的仪器,使纵向的显示值为 $0''$ 左右,调整脚螺旋 B 或 C 使仪器倾向一侧直到横向显示值停止变化为止,记下最后一个仪器读数 Y_1 ;再使仪器倾向另一侧直到横向显示值停止变化为止,记下最后一个仪器读数 Y_2 , $(Y_2 - Y_1)/2$ 即为横向补偿范围。对于双轴补偿仪器取纵向和横向补偿范围中的较小值作为仪器的补偿范围。

6.6.2.4 补偿误差

6.6.2.4.1 竖直角补偿误差

盘左位置,整平仪器,精确照准平行光管水平丝,读取天顶距 M_1 (照准、读数 3 次取平均值)。

转动脚螺旋 A,使仪器前倾 $2' \sim 3'$ (仪器补偿范围内)后,再用竖直微动螺旋,重新使望远镜照准平行光管水平丝,前倾至稳定的时间应在 6 s 内,读取天顶距 M_2 (照准、读数 3 次取平均值)。

反方向转脚螺旋 A,使仪器回复水平再后倾 $2' \sim 3'$,再用竖直微动螺旋使望远镜重新照准平行光管水平丝,后倾至稳定的时间应在 6 s 内,读取天顶距 M_3 (照准、读数 3 次取平均值)。

转动脚螺旋 A,使仪器回复水平,微动望远镜精确照准平行光管水平丝,回复水平至稳定的时间应在 6 s 内,读取天顶距 M_4 (照准、读数 3 次取平均值)。

则纵向补偿误差(Δ)按式(36)、式(37)、式(38)计算:

$$\Delta_1 = M_2 - M_1 \quad \dots\dots\dots(36)$$

$$\Delta_2 = M_3 - M_1 \quad \dots\dots\dots(37)$$

$$\Delta_3 = M_4 - M_1 \quad \dots\dots\dots(38)$$

取其中绝对值最大者为测定值。

6.6.2.4.2 水平角补偿误差

盘左位置,整平仪器,望远镜竖丝照准平点平行光管的垂直丝,水平度盘置零。

纵转望远镜使竖丝照准高点或低点(高点与平点之间的夹角约为 30°)平行光管的垂直丝,读取水平方向读数 N_1 (照准、读数 3 次取平均值)。

转动脚螺旋 B 和 C,使仪器左倾 $2.5'$ 后,用望远镜竖丝照准平点平行光管的垂直丝,度盘置零,然后再用望远镜竖丝照准高点平行光管的垂直丝,左倾至稳定的时间应在 6 s 内,读取水平方向读数 N_2 (照准、读数 3 次取平均值)。

反方向转动脚螺旋 B 和 C,使仪器回复水平后右倾 $2.5'$,用望远镜竖丝照准高点平行光管的垂直丝,右倾至稳定的时间应在 6 s 内,读取水平方向读数 N_3 (照准、读数 3 次取平均值)。

转动脚螺旋,使仪器回复水平,再用望远镜竖丝照准高点平行光管的垂直丝,回复水平至稳定的时间应在 6 s 内,读取水平方向读数 N_4 (照准、读数 3 次取平均值)。

以上补偿准确度的测定也可以借助双向微倾台进行。

则横向补偿误差(Δ')按式(39)、式(40)、式(41)计算:

$$\Delta'_1 = N_2 - N_1 \quad \dots\dots\dots (39)$$

$$\Delta'_2 = N_3 - N_1 \quad \dots\dots\dots (40)$$

$$\Delta'_3 = N_4 - N_1 \quad \dots\dots\dots (41)$$

取其中绝对值最大者为测定值。

如仪器具有直接测定并显示竖轴倾斜度的功能,对这类仪器的倾斜补偿误差检测的设备布置,仍和图5一样,其纵向补偿误差检测,按上述步骤操作时,可利用直接测定竖轴倾斜度的指令,从显示窗直接读取经倾斜补偿后仪器竖轴残余误差在纵向的分量值,也用 Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 表示。同样横向补偿误差检测,按上述步骤操作时,可利用直接测定指令读取横向分量值,也用 Δ'_1 、 Δ'_2 、 Δ'_3 表示,它们中绝对值最大者为测定值。

6.6.2.5 稳定时间

整平仪器,将望远镜照准平行光管分划板十字丝,转动脚螺旋,分别使仪器前倾、后倾、左倾、右倾 $3'$ 及恢复铅垂状态,观察仪器,分别记下从仪器倾斜 $3'$ 后到仪器稳定为止的时间,其最大值作为测定值。

6.6.2.6 灵敏度

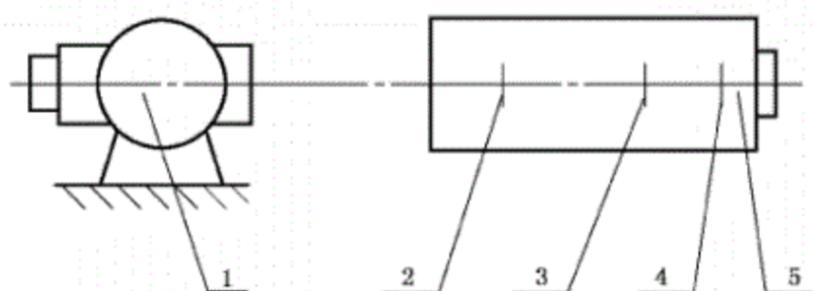
将仪器安置在仪器墩上,使仪器望远镜物镜与平行光管物镜相对排列,其视轴大致水平且基本重合,仔细整平仪器,将望远镜照准平行光管分划板十字丝,调整微倾装置,使仪器先后处于任意状态($3'$ 工作范围内),再调整微倾装置,使望远镜再照准平行光管分划板十字丝,读竖盘读数,共15次,取每次读数与平均值之差,按式(42)求标准差,作为灵敏度 m 。

$$m = \sqrt{\frac{[VV]}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (42)$$

6.7 望远镜调焦时视轴的变化

6.7.1 试验工具

装有最短视距目标、5 m目标和无穷远目标的平行光管一台。该平行光管三个目标的中心基本一致(建议采用平行光管焦距 $f \geq 500$ mm,无穷远目标分划板格值为 $30''$,可估读到 $3''$)。



说明:

- 1——仪器;
- 2——望远镜最短视距目标;
- 3——5 m 目标;
- 4——无穷远目标;
- 5——平行光管。

图 6

6.7.2 试验程序

将仪器安置在多目标平行光管前(见图6),仔细整平仪器,正镜位置将望远镜调焦,瞄准望远镜最

短视距目标十字丝中心或 5 m 目标十字丝中心,将望远镜调焦至无穷远,读取分划板刻尺格数 A_1 或 A_2 (也可直接用仪器本身读取数据),倒镜位置重复上述操作,读取格数 B_1 或 B_2 。

6.7.3 试验结果的计算

望远镜从最短视距目标调焦至无穷远目标时视轴变化量 ω_1 按式(43)计算:

$$\omega_1 = \frac{A_1 - B_1}{2} \cdot t \quad \dots\dots\dots(43)$$

式中:

A_1 ——望远镜从最短视距目标调焦至无穷远,在分划板刻尺上正镜位置读取的格数;

B_1 ——望远镜从最短视距目标调焦至无穷远,在分划板刻尺上倒镜位置读取的格数;

t ——无穷远目标分划板格值,单位为秒(")。

望远镜从 5m 目标调焦至无穷远目标时视轴变化量 ω_2 按式(44)计算:

$$\omega_2 = \frac{A_2 - B_2}{2} \cdot t \quad \dots\dots\dots(44)$$

式中:

A_2 ——望远镜从 5 m 目标调焦至无穷远,在分划板刻尺上正镜位置读取的格数;

B_2 ——望远镜从 5 m 目标调焦至无穷远,在分划板刻尺上倒镜位置读取的格数;

t ——无穷远目标分划板格值,单位为秒(")。

取 ω_1 、 ω_2 及 $(\omega_1 - \omega_2)$ 绝对值的最大值为视轴变化的测定值,试验记录及计算表格参见表 B.4。

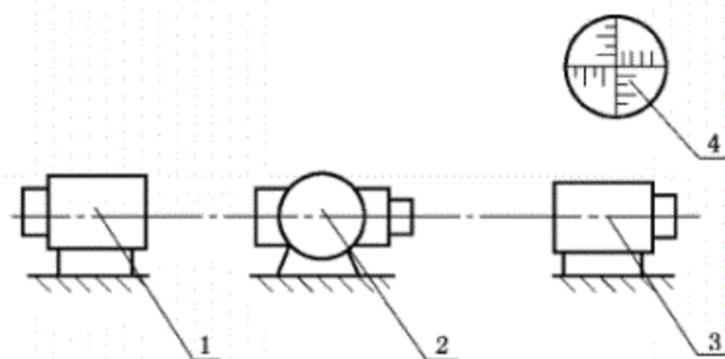
6.8 望远镜视轴相对于横轴的垂直度误差

6.8.1 试验工具

平行光管两台,其中平行光管 II 内应装有以角度表示格值的无穷远目标分划板(建议采用平行光管焦距 $f \geq 500$ mm,无穷远目标分划板格值为 $30''$,可估读到 $3''$)。

6.8.2 试验程序

在仪器墩前、后安置两台物镜相对排列的平行光管,其视轴大致水平且基本重合,将仪器安置在仪器墩上(见图 7),仔细整平仪器后,以正镜位置瞄准平行光管 I 的分划板十字丝中心,固定照准部,望远镜纵转 180° ,用竖丝中心位置在平行光管 II 的分划板横丝上截取读数 A (也可直接用仪器本身读取数据),以倒镜位置重复上述操作,并截取读数 B 。



说明:

1——平行光管 I;

2——仪器;

3——平行光管 II;

4——平行光管 II 的分划板。

图 7

6.8.3 试验结果的计算

望远镜视轴相对于横轴的垂直度误差 C 按式(45)计算:

$$C = \frac{1}{4}(B - A) \cdot t \quad \dots\dots\dots(45)$$

式中:

t ——平行光管 II 分划板横丝格值,单位为秒(")。

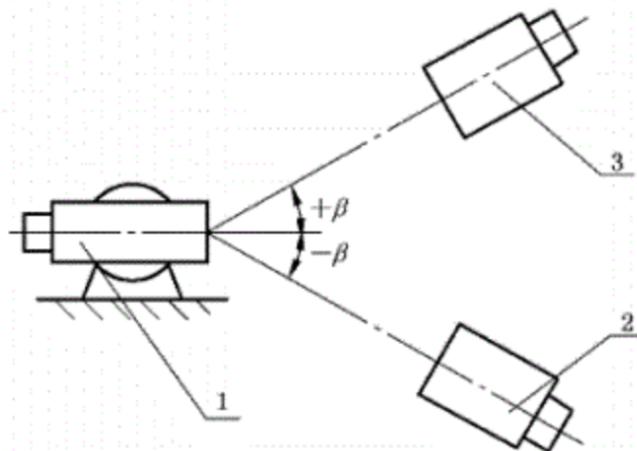
6.9 横轴相对于竖轴的垂直度误差

6.9.1 试验工具

同 5.8.1。

6.9.2 试验程序

两平行光管安置在仪器墩座同侧的同一铅垂面内,平行光管 I 在竖直角约为 30° 的方向,平行光管 II 在竖直角约 -30° 的方向,其对称度误差为 $30'$ (见图 8),将仪器安置在仪器墩上,仔细整平后,以正镜位置瞄准平行光管 I 的分划板十字丝中心,向下转动望远镜,瞄准平行光管 II,用仪器读取望远镜十字丝中心相对于平行光管 II 的十字丝中心在水平方向的偏移量 A ,以倒镜位置重复上述操作,并读取偏移量 B 。



说明:

- 1——仪器;
- 2——平行光管 II;
- 3——平行光管 I。

图 8

6.9.3 试验结果的计算

横轴相对于竖轴的垂直度误差 θ 按式(46)计算:

$$\theta = \frac{(B - A)t}{4} \cdot \cot\beta \quad \dots\dots\dots(46)$$

式中:

t ——平行光管 II 的分划板横丝格值,单位为秒(");

β ——平行光管与水平线的夹角,单位为度(°)。

6.10 望远镜视距乘常数误差

6.10.1 试验工具

测微平行光管一台(或 2"级以上光学经纬仪一台)。

6.10.2 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,瞄准被测望远镜下视距丝读数为 A_1 ,瞄准被测望远镜上视距丝读数 A_2 。测两个测回。

6.10.3 试验结果的计算

视距乘常数 K 按式(47)计算:

$$K = \cot\alpha \dots\dots\dots(47)$$

式中:

α —— $2(A_1 - A_2)$,单位为分(')、秒(")。

视距乘常数误差 ΔK 按式(48)计算:

$$\Delta K = \frac{\overline{K} - 100}{100} \times 100\% \dots\dots\dots(48)$$

式中:

\overline{K} ——二测回视距乘常数 K 的平均数。

6.11 望远镜分辨力

6.11.1 试验工具

焦距为 500 mm 以上的平行光管一台,内装号数与被检望远镜分辨力相适应的 A 型分辨力板,其每一线条组合单元图案及线条宽度应符合 JB/T 9328 的规定。

6.11.2 试验程序

将仪器安置在试验台上,瞄准平行光管,将望远镜调焦至能清晰地观察到平行光管中分辨力板(允许加屈光度计),观察分辨力板在望远镜分划板十字丝中心附近的像,找出四组都能清晰分辨的最大组号,分辨力以物面上刚能被分辨的两点对入瞳中心的张角来度量。

6.11.3 试验结果的计算

望远镜分辨力 α 按式(49)计算:

$$\alpha = \frac{2d}{f} \cdot \rho \dots\dots\dots(49)$$

式中:

α ——望远镜分辨力,单位为秒(");

d ——能清晰分辨的最小条纹宽度(按分辨力板号和清晰可辨的组号,查表得到),单位为毫米(mm);

f ——平行光管焦距,单位为毫米(mm);

ρ ——弧度化为角度的系数($\rho = 206265$)。

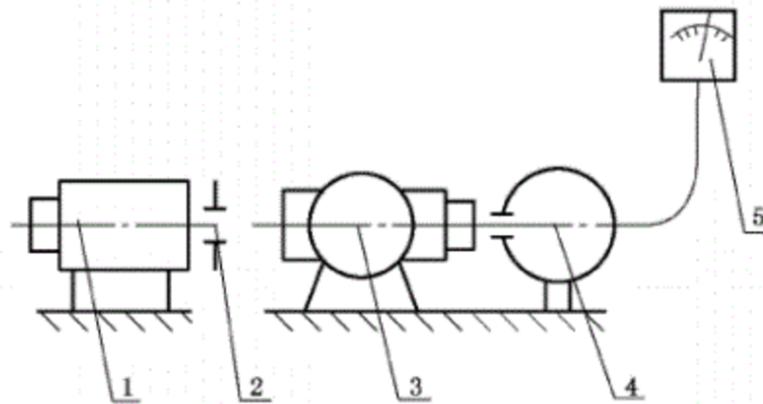
6.12 望远镜光学系统透过系数

6.12.1 试验工具

平行光管、光度接收器(球形)、指示仪表各一台,光栏一个(其通光直径应小于接收器进光孔径)。试验在暗室进行。

6.12.2 试验程序

试验布置按图 9 所示。指示仪表先调至零位,测出平行光管发出的光束直接进入光度接收器时的光通量 ϕ ,将被测望远镜安置在平行光管与光度接收器之间,测得光通量 ϕ_1 。



说明:

- 1——平行光管;
- 2——光栏;
- 3——仪器;
- 4——接收器(球);
- 5——指示仪表。

图 9

6.12.3 试验结果的计算

望远镜透过系数 τ 按式(50)计算:

$$\tau = \frac{\phi_1}{\phi} \dots\dots\dots (50)$$

式中:

- ϕ_1 ——透过系统的光通量,单位为流明(lm);
- ϕ ——入射光通量,单位为流明(lm)。

6.13 望远镜成像质量

6.13.1 试验工具

装有星点板的平行光管一台。

6.13.2 试验程序

望远镜与平行光管的物镜相对排列于试验台上,其光轴大致水平且基本重合,从望远镜里观察星点板中星点的形状在焦面前后的变化,用目视来判断像质(可用前置镜或屈光度计进行观察)。

6.14 照准部水准器轴相对竖轴的垂直度误差

将仪器安置在试验台上,仔细整平后,旋转照准部至任意位置,观察照准部水准泡的偏离情况,以最大变化量的 1/2 作为测定值。

6.15 圆形水准器轴相对于竖轴的平行度误差

在强制中心机构的任意位置时,利用照准部水准器将仪器整平,观察圆形水准泡的气泡偏离情况。

6.16 望远镜分划板竖丝的铅垂性

6.16.1 试验工具

垂球一个、已知角值的跨水准器一个。

6.16.2 试验程序

距仪器墩 4 m 左右,用细丝悬挂垂球,垂球本体浸在油或水中,以免晃动,仪器安置在仪器墩上,使其中两只脚螺旋的连线平行于自仪器中心至垂球的连线,置跨水准器于仪器横轴上,整平仪器,并调整跨水准器使气泡居中,观察望远镜分划板竖丝是否与垂球悬丝平行,若不平行,调节另一脚螺旋,使两者平行,跨水准器的气泡移动的角值作为测定值。

注:若照准部水准泡轴与横轴平行时,可用仪器照准部水准泡代替跨水准泡。

6.17 机械运动性能

按要求用手感及目视试验。

6.18 光学零件质量

按要求目视试验。

6.19 仪器外观质量

按要求目视试验。

6.20 操作键盘质量

按要求用手感及目视试验。

6.21 显示屏质量

仪器安平后,照准目标,目视检查显示符号、字母的质量。

6.22 通讯及电源接口质量

按要求用手感及目视试验。

6.23 仪器照准部每旋转一周,基座方位移动

6.23.1 试验工具

格值为 1 s 的测微平行光管一台、平面反光镜一块。

6.23.2 试验程序

将仪器和测微平行光管安置在试验台上,在仪器基座侧面设置反光镜,其镜面平行于仪器竖轴,并

使测微平行光管视轴与反光镜镜面垂直(对于活动基座,应放在活动部位),将照准部顺时针方向旋转 2 周,读测微平行光管读数 A_1 ,再顺时针方向旋转照准部 1 周,读测微平行光管读数 A_2 ;将照准部逆时针方向旋转 2 周,读测微平行光管读数 B_1 ,再逆时针方向旋转照准部 1 周,读测微平行光管读数 B_2 ;再将照准部顺时针方向旋转 3 周,读测微平行光管读数 C 。

脚螺旋放置中间位置,转动时不应有多余的反向旋转;对于有复测机构的仪器试验时将照准部连同度盘一同旋转。

6.23.3 试验结果的计算

照准部同方向每旋转一周时仪器基座方位移动值 ϵ 按式(51)计算:

$$\epsilon = \frac{|A_2 - A_1| + |B_2 - B_1|}{2} \quad \dots\dots\dots(51)$$

照准部顺、逆时针每旋转一周时仪器基座方位移动值 ϵ' 按式(52)计算:

$$\epsilon' = \frac{C - B_2}{3} \quad \dots\dots\dots(52)$$

取 ϵ 与 ϵ' 中较大值为测定值。

6.24 光学对中器最短视距

6.24.1 试验工具

专用分划板一块,钢卷尺一把。

6.24.2 试验程序

将专用分划板置于距离基座平面 >0.6 m 处,从光学对中器中观察分划板,同时使其逐渐靠近,当分划板像清晰时,用钢卷尺丈量分划板到基座平面的距离,该距离即为光学对中器的最短视距。

6.25 对中器视轴相对于竖轴的同轴度误差

6.25.1 光学对中器

6.25.1.1 试验工具

具有纵、横向刻度尺的分格值 ≤ 1 mm 的十字分划板。

6.25.1.2 试验程序

固定仪器的照准部,转动仪器座,观测距仪器基座底面 0.6 m 和 1.5 m 处分划板刻度尺的最大位移量;固定仪器座,转动照准部,观测距仪器基座底面 0.6 m 和 1.5 m 处分划板刻度尺的最大变化量,取上述两种方法操作所测得的最大变化量绝对值之和的平均值为测定值。

6.25.2 激光对中器

6.25.2.1 试验工具

带毫米格值的白纸一张。

6.25.2.2 试验程序

固定仪器的照准部,转动仪器座,观测距仪器基座底面 0.6 m 和 1.5 m 处分格值白纸上光斑的最大变化量;固定仪器座,转动照准部,观测距仪器基座底面 0.6 m 和 1.5 m 处分格值白纸上光斑的最大变

化量,取上述两种方法操作所测得的最大变化量绝对值之和的平均值为测定值。

6.26 望远镜放大率及有效孔径

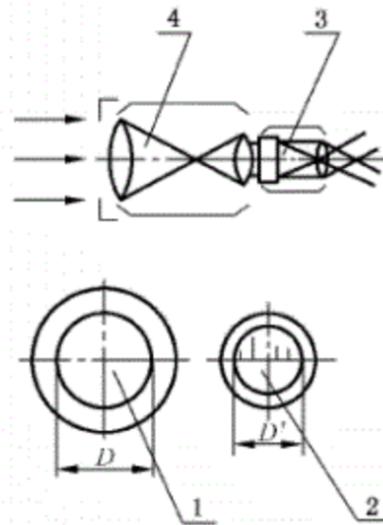
6.26.1 望远镜放大率

6.26.1.1 试验工具

倍率计(或读数显微镜)一个、圆形孔板一块。

6.26.1.2 试验程序

在望远镜物镜前垂直于物镜光轴安置圆形孔板,其圆形孔的直径应小于物镜通光孔径(见图 10);将望远镜调焦至无穷远,目镜的屈光度调节为零,用漫射光照明孔板,在望远镜出射光瞳平面上,可得孔板圆形孔的像,其直径可用倍率计(或读数显微镜)测得。



说明:

- 1——圆形孔板;
- 2——倍率计视场;
- 3——倍率计;
- 4——望远镜。

图 10

6.26.1.3 试验结果的计算

望远镜放大率 Γ 按式(53)计算:

$$\Gamma = \frac{D}{D'} \dots\dots\dots (53)$$

式中:

- 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)。

6.26.2 望远镜物镜有效孔径

6.26.2.1 试验工具

倍率计(或读数显微镜)一个。

6.26.2.2 试验程序

望远镜物镜前不装孔板,用倍率计(或读数显微镜)按 6.26.1 的方法测得望远镜出射光瞳直径。望远镜物镜的有效孔径 D_0 按式(54)计算:

$$D_0 = D'_0 \cdot \Gamma \quad \dots\dots\dots(54)$$

式中:

D'_0 ——望远镜出射光瞳直径,单位为毫米(mm)。

Γ ——按式(53)得出的望远镜实际放大率。

6.27 仪器工作温度

6.27.1 高温试验

6.27.1.1 试验工具

高、低温箱一只。

6.27.1.2 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 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 的升温速度升至 $50\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$,保温 2 h,正常开机、关机、过零、键盘、显示器等功能是否正常,同时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。

6.27.2 低温试验

6.27.2.1 试验工具

高、低温箱一台。

6.27.2.2 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 $1\text{ }^\circ\text{C}$ 的降温速度降至 $-20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$,保温 2 h,正常开机、关机、过零、键盘、显示器等功能是否正常,同时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、视场内有无影响读数等现象。

6.28 冲击试验

按 GB/T 25480 的规定进行试验。

6.29 运输、环境试验

按 GB/T 25480 的规定进行试验。

6.30 激光光源发光功率

6.30.1 试验程序

试验程序如下:

- 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) 打开仪器激光光源。将安置在 50 mm 以内的光功率计的探头垂直对准激光束,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。

6.30.2 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 。

6.31 电磁兼容试验

6.31.1 静电放电抗扰度试验

6.31.1.1 试验工具

静电放电模拟器。

6.31.1.2 试验程序

在室内常温下,按 GB/T 17626.2—2006 的要求进行试验。

6.31.2 射频电磁场辐射抗扰度试验

6.31.2.1 试验工具

场强仪,横电磁波传输室。

6.31.2.2 试验程序

在室内常温下,按 GB/T 17626.3—2016 的要求进行试验。

6.32 外壳防护能力

按 GB/T 4208—2017 相应的防护等级要求进行试验。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 出厂检验的样品按 GB/T 2828.1 的一般检查水平 II,正常检查一次抽样方案确定,通常从正常检查开始,根据检验结果,随时执行 GB/T2828.1 规定的转移规则。

7.2.2 出厂检验的检验样本应在供方提交的检验批中随机抽取。

7.2.3 出厂检验项目、不合格类别及其接收质量限 AQL 值见表 11。

表 11

| 不合格类别 | 项目 | AQL |
|-------|--|-----|
| A | 5.1、5.2、5.3、5.10 | 1.0 |
| B | 5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、5.12、5.24、5.26、5.27、5.29、5.30、5.31 | 2.5 |
| C | 5.13、5.14、5.15、5.16、5.17、5.18、5.19、5.20、5.21、5.23 | 4.0 |

7.3 型式检验

7.3.1 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。

7.3.2 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。

7.3.3 型式检验的项目、不合格类别、判别水平 DL、不合格质量水平 RQL 和抽样方案见表 12。

表 12

| 不合格类别 | 项目 | RQL | 抽样方案($n Ac,Re$) | DL |
|-------|--|-----|-------------------|----|
| A | 5.1、5.2、5.3、5.10 | 100 | 3 (1,2) | II |
| B | 5.4、5.5、5.6、5.7、5.8、5.9、5.11、5.12、5.22、5.24、5.25、5.26、5.27、5.28、5.29、5.30、5.31 | 120 | 3 (2,3) | II |
| C | 5.13、5.14、5.15、5.16、5.17、5.18、5.19、5.20、5.21、5.23 | 150 | 3 (4,5) | I |

7.3.4 型式检验的样品在按 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。

7.3.5 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。

8 标志、包装、运输及贮存

8.1 标志

每台仪器至少有如下标志:

- a) 制造企业名称或注册商标;
- b) 产品型号或产品名称;
- c) 产品编号。

8.2 包装

仪器的包装应符合 GB/T 13384 的有关规定。

8.3 运输

8.3.1 搬运和放置应按包装箱上的标志进行。

8.3.2 运输时应有防雨、防晒、防撞击和防跌落措施。

8.4 贮存

仪器应贮存在具有良好通风、隔热、防火等设施的场所,周围无酸性气体、碱、有机溶剂及其他有害物质。

附录 A
(资料性附录)
多齿分度台法

A.1 一测回水平方向标准偏差及测角示值误差

A.1.1 试验工具

多齿分度台:立式,391 或 552 齿;平行光管:焦距不小于 500 mm。
将多齿分度台与平行光管组成的装置检测。测回数及各测回受检点数见表 A.1。

表 A.1

| | | | |
|------|----|-------|-----|
| 仪器系列 | 1" | 2"、5" | 10" |
| 测回数 | 2 | 1 | 1 |
| 受检点数 | 23 | 23 | 15 |

A.1.2 试验程序

检测时,将仪器安置在多齿分度台上,精细调平并使仪器回转轴与多齿分度台回转中心同轴,其差值小于 0.1 mm。往测时多齿分度台逆时针旋转,返测时多齿分度台顺时针旋转。往返测为一个测回。

多齿分度台置于零位,转动照准部对准平行光管目标,转动度盘变换按钮置水平度盘位于 0°,顺时针旋转照准部一周,望远镜照准平行光管目标,盘左读数两次。多齿分度台按预先布点逆时针方向旋转到第二位置,仪器照准部以顺时针方向旋转并照准平行光管目标,盘左读数两次。然后以同样方法检测 3、4、…、*n* 位置,最终回到零位。回零读数不参与一测回水平方向标准偏差计算,回零差超过表 2 规定时需重测该测回。

望远镜翻转 180°,逆时针方向旋转照准部照准目标,盘右两次读数,多齿分度台顺时针旋转到第二位置,仪器照准部逆时针旋转照准目标,依次检测各位置,最终回到零位。

A.1.3 试验结果的计算

各受检点的分度误差 $\phi_{i,j}$ 按式(A.1)计算:

$$\phi_{i,j} = \alpha_{i,j} - \alpha_{i,0} - \alpha_s \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$\alpha_{i,j}$ ——各受检点读数;

$\alpha_{i,0}$ ——零位读数;

α_s ——多齿分度台标准角值。

各受检点方向误差 $\phi_{i,j}$ 按式(A.2)计算:

$$\phi_{i,j} = \phi_{i,j} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \phi_{i,j} \dots\dots\dots (A.2)$$

一测回水平方向标准偏差 m_H 按式(A.3)计算:

$$m_H = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=i}^n \phi_{i,j}^2}{k(n-1)}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

k ——测回数；

n ——受检点数。

用多齿分度台法检测一测回水平方向标准偏差，应给出测角示值误差。测角示值误差取 ϕ_{ij} 中最大值和最小值之差，按式(A.4)计算：

$$\Delta_H = \phi_{\max} - \phi_{\min} \dots\dots\dots (A.4)$$

一测回水平方向标准偏差试验记录及计算表格参见表 B.5。

A.2 一测回竖直角标准偏差及测角示值误差

A.2.1 试验工具

专用经纬仪水准仪检定装置。

A.2.2 试验程序

将平行光管安置在经纬仪水准仪检定装置的卧式多齿分度台上，并使其出射光轴垂直并通过卧式多齿分度台回转中心。将仪器固定在检定装置上，并使其横轴与卧式多齿分度台回转中心同轴（近、远点在一条直线上，或天顶距为 $90^\circ \pm 10'$ ），在度盘范围内，取大致均布的 5 个以上位置（或根据需要取更多点数），应包括卧式多齿分度台 90° 位置，检测时，卧式多齿分度台转动一定角度（非整度数，齿盘每格分度数为 $39'7.8''$ ），仪器瞄准目标，进行正、倒镜观测。卧式多齿分度台按照预定的角度转动，仪器依次瞄准，正、倒镜观测，在每一位置观测时，读数两次，取平均值，求出各目标观测值 $\alpha_{i,j}$ ，以上为一个测回，共进行 2 个~4 个测回。

A.2.3 试验结果的计算

竖直度盘各受检点的分度误差 $\phi_{i,j}$ 按式(A.5)计算：

$$\phi_{i,j} = \alpha_{i,j} - \alpha_{i,0} - \alpha_s \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

$\alpha_{i,j}$ ——各测回各目标观测值；

$\alpha_{i,0}$ ——各测回水平方向观测值；

α_s ——多齿分度台标准角度值。

竖直度盘各受检点方向误差 $\phi_{i,j}$ 按式(A.6)计算：

$$\phi_{i,j} = \phi_{i,j} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \phi_{i,j} \dots\dots\dots (A.6)$$

一测回竖直角标准偏差 m_V 按式(A.7)计算：

$$m_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \phi_{i,j}^2}{k(n-1)}} \dots\dots\dots (A.7)$$

式中：

k ——测回数；

n ——受检目标数。

用多齿分度台法检测一测回竖直角标准偏差，应给出测角示值误差。取 $\phi_{i,j}$ 中最大值和最小值之差为测角示值误差，按式(A.8)计算：

$$\Delta_V = \phi_{\max} - \phi_{\min} \dots\dots\dots (A.8)$$

一测回竖直角标准偏差检测记录及计算表格参见表 B.6。

附录 B

(资料性附录)

试验记录及计算表格示例

B.1 一测回水平方向标准偏差(方法一)见表 B.1。

表 B.1

| 测回号 j | 方向号 i | 正镜位置 $L_{i,j}$ | | | | 倒镜位置 $R_{i,j}$ | | | | $2C = L_{i,j} - R_{i,j} \pm 180^\circ$ | $\frac{L_{i,j} + R_{i,j} \pm 180^\circ}{2}$ | $(i)'_j = (i)_j - (I)_j$ | 备注 |
|--|--------------|----------------|---------|---------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|---|--------------------------|----|
| | | ° | ' | '' | 平均值 | ° | ' | '' | 平均值 | | | | |
| 1 | (1) | | | | | | | | | | | | |
| | (2) | | | | | | | | | | | | |
| | (3) | | | | | | | | | | | | |
| | (4) | | | | | | | | | | | | |
| | (1) | | | | | | | | | | | | |
| 6 | (1) | | | | | | | | | | | | |
| | (2) | | | | | | | | | | | | |
| | (3) | | | | | | | | | | | | |
| | (4) | | | | | | | | | | | | |
| | (1) | | | | | | | | | | | | |
| 各测回的方向值 $(i)_j$ | | | | | | | | | | $\Delta_{i,j} = (i)'_j - \overline{(i)'}$ | | | |
| 测回 | 方向 | | | | 测回 | 误差 | | | | | | | |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | | $\Delta_{1,j}$ | $\Delta_{2,j}$ | $\Delta_{3,j}$ | $\Delta_{4,j}$ | $[\Delta_{i,j}]$ | | | |
| | $0^\circ 0'$ | (°) (') | (°) (') | (°) (') | | | | | | | | | |
| 1 | $0''$ | | | | 1 | | | | | | | | |
| 2 | $0''$ | | | | 2 | | | | | | | | |
| 3 | $0''$ | | | | 3 | | | | | | | | |
| 4 | $0''$ | | | | 4 | | | | | | | | |
| 5 | $0''$ | | | | 5 | | | | | | | | |
| 6 | $0''$ | | | | 6 | | | | | | | | |
| $\overline{(i)'}$ | $0''$ | | | | $(\Delta_{i,j})^2$ | | | | | | | | |
| $[VV] = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^n (\Delta_{i,j})^2 - \frac{1}{4} \sum_{j=1}^n \left(\sum_{i=1}^4 \Delta_{i,j} \right)^2 =$ $m_n = \sqrt{\frac{[VV]}{3(n-1)}} =$ | | | | | | | | | | | | | |

B.2 一测回水平方向标准偏差(方法二)见表 B.2。

表 B.2

| 测回号 j | 方向号 i | 正镜位置 $L_{i,j}$ | | | | 倒镜位置 $R_{i,j}$ | | | | $\frac{L_{i,j} + R_{i,j} \pm 180^\circ}{2}$ | $(i)'_j$ | $\overline{(i)'}$ | $\Delta_{i,j}$ | $C_{i,j}$ | $C_{i,j}^2$ |
|---------|----------|----------------|---|---|-----|----------------|---|---|-----|---|----------|-------------------|----------------|-----------|-------------|
| | | o' | " | " | 平均值 | o' | " | " | 平均值 | o'' | o''' | o''' | " | " | " |
| 1 | (1) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (4) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (5) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (1) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Σ | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | (1) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (4) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (5) | | | | | | | | | | | | | | |
| | (1) | | | | | | | | | | | | | | |
| | Σ | | | | | | | | | | | | | | |

$$CC_k = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^5 C_{i,j}^2 =$$

$$m_k = \sqrt{\frac{CC_k}{f_k}} = \sqrt{\frac{CC_k}{8}} =$$

$$m_H = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 CC_k}{f}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 CC_k}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^4 m_k^2}{4}} =$$

B.3 一测回竖直角标准偏差见表 B.3。

表 B.3

| 测回号 j | 方向号 i | 正镜位置 $L_{i,j}$ | | | | 倒镜位置 $R_{i,j}$ | | | | $\frac{1}{2}(L_{i,j} + R_{i,j} - 360^\circ)$ | $\frac{1}{2}(L_{i,j} - R_{i,j} + 360^\circ)$ |
|--|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|------------------|--|--|
| | | of | " | " | 平均值 | of | " | " | 平均值 | " | of" |
| 1 | 1 | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 4 | 1 | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | |
| 测回号 j | 方向 1 | | 方向 2 | | 方向 3 | | 方向 4 | | 方向 5 | | |
| | $Z_{1,j}$ of" | $V_{1,j}$ " | $Z_{2,j}$ of" | $V_{2,j}$ " | $Z_{3,j}$ of" | $V_{3,j}$ " | $Z_{4,j}$ of" | $V_{4,j}$ " | $Z_{5,j}$ of" | $V_{5,j}$ " | |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| 平均值 | | | | | | | | | | | |
| $v_{i,j}^2$ | | | | | | | | | | | |
| $m_v = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^5 v_{i,j}^2}{k \cdot n}} =$ | | | | | | | | | | | |

B.4 望远镜调焦时视轴变化见表 B.4。

表 B.4

| 望远镜视轴位置 | 平行光管分划板读数(格) | | $\frac{A_i - B_i}{2}$ |
|---|--------------|----------|-----------------------|
| | 正镜 A_i | 倒镜 B_i | |
| 2m → ∞ | | | |
| 5m → ∞ | | | |
| $\omega_1 = \frac{A_1 - B_1}{2} \cdot t =$ $\omega_2 = \frac{A_2 - B_2}{2} \cdot t =$ $\omega_1 - \omega_2 =$ | | | |

B.6 一测回竖直角标准偏差及测角示值误差见表 B.6。

表 B.6

| 测回号 <i>j</i> | 目标数 <i>i</i> | 读数 | | | | | | 指标差 | 竖直角 | 测量 | 标准 | 分度 | 方向 |
|--|-----------------|----------------|---|---|----------------|---|---|--|--|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 正镜位置 $L_{i,j}$ | | | 倒镜位置 $R_{i,j}$ | | | $\frac{1}{2}(L_{i,j} + R_{i,j} - 360^\circ)$ | $\frac{1}{2}(L_{i,j} - R_{i,j} + 360)^\circ$ | $\alpha_{i,j}$ | $\alpha_{标}$ | $\phi_{i,j}$ | $\phi_{i,j}$ |
| | | ° | ' | " | ° | ' | " | " | °" | °" | °" | " | " |
| 第一测回 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \phi_{i,j} =$ | | | | | | | | | | | | | |
| 第二测回 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | | |
| $\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \phi_{i,j} =$ | | | | | | | | | | | | | |
| $m_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n \phi_{i,j}^2}{k(n-1)}} =$ | | | | | | | | $\Delta = \phi_{max} - \phi_{min} =$ | | | | | |