



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 100—2003

全站型电子速测仪

Electronic Tachometer Total Station

2003 - 09 - 23 发布

2004 - 03 - 23 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

全站型电子速测仪检定规程

Verification Regulation of

Electronic Tachometer Total Station

JJG 100 —2003

代替 JJG 100 —1994

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 09 月 23 日批准，并自 2004 年 03 月 23 日起施行。

归 口 单 位： 全国几何量角度计量技术委员会

主要起草单位： 陕西测绘仪器计量检定中心

国家光电测距仪检测中心

参加起草单位： 同济大学测绘科技服务公司计量校准实验室

陕西省计量测试研究所

本规程委托全国几何量角度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

安德恭 （陕西测绘仪器计量检定中心）

李洪运 （陕西测绘仪器计量检定中心）

齐维君 （国家光电测距仪检测中心）

参加起草人：

朱红燕 （同济大学测绘科技服务公司计量校准实验室）

刘 莹 （陕西省计量测试研究所）

陈 军 （陕西测绘仪器计量检定中心）

陈士连 （同济大学测绘科技服务公司计量校准实验室）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(1)
4.1 照准部旋转正确性	(1)
4.2 望远镜视轴与横轴垂直度	(1)
4.3 照准误差 C	(2)
4.4 横轴误差 i	(2)
4.5 竖盘指标差 I	(2)
4.6 补偿器补偿范围	(3)
4.7 补偿器零位误差	(3)
4.8 补偿器补偿误差	(3)
4.9 望远镜调焦运行误差	(3)
4.10 对中器的对中误差	(3)
4.11 一测回水平方向标准偏差	(3)
4.12 一测回竖直角测角标准偏差	(3)
5 通用技术要求	(3)
5.1 外观及一般功能检查	(3)
5.2 基础性调整与校准	(4)
5.3 水准器轴与竖轴的垂直度	(4)
5.4 望远镜竖丝的铅垂度	(4)
6 计量器具控制	(4)
6.1 检定条件	(4)
6.2 检定项目	(4)
6.3 检定方法	(4)
6.4 检定结果的处理	(13)
6.5 检定周期	(13)
附录 A 检定记录与计算表格	(14)
附录 B 全站仪测角系统检定证书和检定结果通知书内页格式	(28)

全站型电子速测仪检定规程

1 范围

本规程适用于全站型电子速测仪测角部分的（下称电子测角系统）首次检定、后续检定和使用中检验，测距部分按照光电测距仪检定规程。电子经纬仪的检定执行本规程。

2 引用文献

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJG 949—2000 经纬仪检定装置检定规程

JJG 414—2003 光学经纬仪检定规程

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 概述

全站型电子速测仪是一种兼有自动测距、测角、计算和数据自动记录及传输功能的自动化、数字化的三维坐标测量与定位系统。它由光电测距单元，电子测角及微处理器单元，以及电子记录单元组成，是一种广泛应用于控制测量、地形测量、地籍与房产测量、工业测量及近海定位等的电子测量仪器。按其结构，可分为整体式与积木式两种。前者是将测距、测角与电子计算单元和仪器的光学与机械系统设计成整体；后者则分别由各自独立的光电测距头、电子经纬仪与电子计算单元组成。

全站型电子速测仪又称“电子全站仪”（Electronic Total Station），简称“全站仪”。

全站仪的测角部分及电子经纬仪的准确度等级以仪器的标称标准偏差来划分，见表1。

表1 准确度等级分类

仪器等级	I		II		III			IV
标称标准偏差	0.5"	1.0"	1.5"	2.0"	3.0"	5.0"	6.0"	10.0"
各级标准差范围	$m_B \leq 1.0''$		$1.0'' < m_B \leq 2.0''$		$2.0'' < m_B \leq 6.0''$			$6.0'' < m_B \leq 10.0''$

注： m_B 为测角标准偏差。

4 计量性能要求

4.1 照准部旋转正确性

照准部旋转正确性要求见表2。

4.2 望远镜视轴与横轴垂直度

表 2 电子测角系统计量性能要求

序号	项目	仪器等级							
		Ⅰ / (″)		Ⅱ / (″)		Ⅲ / (″)			Ⅳ / (″)
		0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	6.0	10.0
1	照准部旋转正确性	电子 汽泡 10.0″	长汽泡 0.3 格	电子 汽泡 20.0″	长汽泡 1.0 格	电子 汽泡 30.0″	长汽 泡 1.5 格	电子 汽泡 30.0″	长汽泡 3.0 格
2	望远镜视轴与横轴 垂直度/ (″)	6.0		8.0		10.0		16.0	
3	照准误差 C / (″)	6.0		8.0		10.0		16.0	
4	横轴误差 i / (″)	10.0		15.0		20.0		30.0	
5	竖盘指标差 I / (″)	12.0		16.0		20.0		30.0	
6	补偿器补偿范围 I (′)	2~3		2~3		2~3		2~3	
7	补偿器零位误差 I (″)	10.0		20.0		30.0		30.0	
8	补偿器补偿误差 (纵横) / (″)	3.0		6.0		12.0		20.0	
9	望远镜调焦运行误 差/ (″)	6.0		10.0		15.0		20.0	
10	光学对中器视轴与 竖轴重合度	光学对中器		高 0.8m~1.5m 范围内 <1.0mm					
		激光对中器		高 0.8m~1.5m 范围内, 光斑直径 <2.0mm 时按重合 度 <1.0mm 执行					
11	一测回水平方向标 准偏差/ (″)	0.5	0.7	1.1	1.4	2.1	3.5	4.2	7.0
12	一测回竖直角测角 标准偏差/ (″)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	6.0	10

望远镜视轴与横轴垂直度要求见表 2。

4.3 照准误差 C

照准误差 C 要求见表 2。

4.4 横轴误差 i

横轴误差 i 要求见表 2。

4.5 竖盘指标差 I

竖盘指标差 I 要求见表 2。

4.6 补偿器补偿范围

补偿器补偿范围要求见表 2。

4.7 补偿器零位误差

补偿器零位误差要求见表 2。

4.8 补偿器补偿误差

补偿器补偿误差分为纵向误差和横向误差，这两项要求见表 2。

4.9 望远镜调焦运行误差

望远镜调焦运行误差要求见表 2。

4.10 对中器的对中误差

对中器有两种，一是光学对中器，二是激光对中器，两者要求见表 2。

4.11 一测回水平方向标准偏差

一测回水平方向标准偏差要求见表 2。

4.12 一测回竖直角测角标准偏差

一测回竖直角测角标准偏差要求见表 2。

5 通用技术要求

5.1 外观及一般功能检查

5.1.1 全站仪表面不应有碰伤、划痕、脱漆和锈蚀；盖板及部件应接合整齐，密封性好。

5.1.2 光学部件表面无擦痕、霉斑、麻点及脱膜的现象；望远镜十字丝成像清晰，视场明亮，亮度均匀；目镜调焦及物镜调焦转动平稳，不应有分划影像晃动或自行滑动的现象。

5.1.3 水准管及圆水准器的校正螺钉不应有松动；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；组合式全站仪，电子经纬仪与测距仪的联接机构紧密；仪器和基座的联接锁紧机构可靠。

5.1.4 操作键盘上各按键反应灵敏，每个键的功能正常；通过键的组合读取显示数据及存贮或传送数据功能正常。

5.1.5 液晶显示屏显示的各种符号清晰、完整，对比度适当。

5.1.6 数据输出接口及外接电源接口完好，内接电池接触良好，内（外）接电池容量充足。

5.1.7 记录存贮卡完好无损，表面清洁，在仪器上能顺利地装入或取下；存贮卡内装钮扣电池容量充足；磁卡阅读器完好。

5.1.8 仪器按出厂规定的附件包括必要的校正器件（扳手、螺丝刀、校正针）完好，物镜罩、接口插头的保护盖等齐全。

5.1.9 全站仪应标明制造厂（或厂标）、型号及出厂编号，国产仪器必须有计量器具制造许可证编号及  标志。

后续检定和使用中检验的仪器，允许有不影响仪器准确度和技术功能的缺陷。

5.2 基础性调整与校准

检定前，应对全站仪进行必要的检查、调整或校准，使仪器处于正常状态；并按仪器使用说明书指示的方法，对可用软件进行校准或对修正测量误差的项目进行设置或校准，使所测数据能够充分反映出其真实性能。

基础性调整与校准内容为：调整水准管和电子气泡；补偿器零位的校准；竖盘指标差 I 校准；视准轴误差 C 校准；水平轴与竖轴的垂直度校准；及仪器说明书指定的其他特殊项目。上述各项校准内容的检定方法均按本规程中的具体操作方法进行。

全站仪观测数据的采集、计算、存储、通讯等功能的检查。

如果确有必要，首次检定时，可以按照仪器使用说明书的指示，逐一进行操作检查，以便确认其功能是否正常。

5.3 水准器轴与竖轴的垂直度

仪器安平后，水准器轴应与仪器竖轴垂直 ($L \perp V$)，其偏差不大于长水准器的分划值的一半，圆气泡应居中。

5.4 望远镜竖丝的铅垂度

仪器整平后，望远镜十字丝的竖丝应在铅垂面内，不得有目力可见的倾斜。

6 计量器具控制

计量器具的控制包括电子测角系统首次检定、后续检定和使用中的检验。

6.1 检定条件

6.1.1 电子测角系统检定器具（见表3）。

表3 电子测角系统的检定器具

序号	主要检定器具（指标）	技术要求	
		I 级	II III IV 级
1	准线仪、准线光管（直线度）	$\leq 2.0''$	$\leq 3.0''$
2	多齿分度台（分度误差）	$\leq 0.3''$	$\leq 0.5''$
3	水平角检定装置（稳定性）	$\leq 0.2''$	$\leq 0.4''$
4	竖直角检定装置（稳定性）	$\leq 0.5''$	$\leq 1.0''$

6.1.2 电子测角系统的检定工作在实验室内常温下进行。

6.1.3 实验室应不受强电场、磁场和震动的影响。

6.2 检定项目

电子测角系统的检定项目（见表4）。

6.3 检定方法

6.3.1 外观及一般功能

目测与手感试验

6.3.2 基础性调整与校准

整机通电操作与试验

表 4 电子测角系统的检定项目

序号	检定项目	检定类型		
		首次检定	后续检定	使用中检验
1	外观及一般功能检查	+	+	+
2	基础性调整与校准	+	+	+
3	水准器轴与竖轴的垂直度	+	+	+
4	望远镜竖丝铅垂度	+	+	-
5	照准部旋转的正确性	+	+/-	-
6	望远镜视准轴对横轴的垂直度	+	+	-
7	照准误差 c , 横轴误差 i , 竖盘指标差 I	+	+	+
8	倾斜补偿器的零位误差、补偿范围	+	+	-
9	补偿准确度	+	+	+
10	光学对中器视轴与竖轴重合度	+	+	-
11	望远镜调焦时视轴的变动误差	+	+/-	-
12	一测回水平方向标准偏差	+	+	-
13	一测回竖直角测角标准偏差	+	+/-	-
注：“+”为应检项目，“-”为不检项目；“+/-”为可检可不检项目，根据需要确定。				

6.3.3 水准器轴与竖轴垂直度

6.3.3.1 精密的全站仪及电子经纬仪 ($m_p \leq 2''$)，机内设置有测定竖轴的倾斜装置，按规定的操作程序及输入测倾指令，就能从显示器中读得竖轴在望远镜方向和垂直于望远镜方向上的倾斜量；然后调整三个脚螺旋，使两个方向的倾斜量不超过 $\pm 1.0''$ ，此时仪器竖轴达到铅垂状态，若水准管气泡不居中，其偏离量应小于半格，圆水准器气泡应居中。

6.3.3.2 $m_p > 2''$ 级全站仪或电子经纬仪的检定：将仪器调平，直至照准部旋转过程中，水准泡的位置无明显变化，读取气泡两端最大值为检定结果，其结果应符合 5.3 的要求。

6.3.4 望远镜竖丝的铅垂度

望远镜十字丝照准某一目标点，然后纵向微动望远镜，目标应在竖丝上移动，不得有目力可见的偏差。

6.3.5 照准部旋转的正确性

6.3.5.1 具有长气泡的仪器应调整仪器使竖轴垂直，照准部顺、逆旋转各两周，以每隔 30° 或 45° 时水准气泡两端的最大变化量为检定结果，其结果应符合表 2 第 1 项要求，实际算例见附录 A 表 A.1。

6.3.5.2 具有电子气泡的仪器，可从显示屏直接读得竖轴的倾斜量。当旋转照准部时，

可从显示的竖轴倾斜量的变化幅度判别其照准部旋转的正确性, 实际算例见附录 A 表 A.2。其检定步骤如下:

- (1) 仪器安置于稳定的仪器基座或脚架上, 整平后转动照准部数周。
- (2) 输入测试指令, 从显示屏上记下 0° 位置时竖轴的倾斜量 (带符号)。
- (3) 顺时针转动照准部, 在每次变动 45° 位置及其对径的位置上, 分别读记显示的垂直倾斜值, 连续顺转二周。
- (4) 再逆转照准部, 并每转 45° 读记一次, 连续逆转二周。
- (5) 计算照准部对应 180° 的两读数之和, 其值在同一测回中互差应小于 $4''$; 而整个过程中, 各次读数的最大变动应小于 $15''$ 。

6.3.6 望远镜视准轴与横轴的垂直度

被检仪器安置在升降工作台上, 选用相差 180° 的两个平行光管 A 和 B, 其视准轴应在同一水平线上, 精确整平被检仪器, 以正镜位置瞄准 A 光管的十字线中心, 固定照准部, 纵转望远镜照准 B 光管的水平线, 光管读数 b_1 。再旋转望远镜以倒镜位置照准 A 光管重复上述检定, 读数 b_2 值。

按公式 (1) 计算望远镜视准轴对横轴的垂直度 C'

$$C' = \frac{1}{4} (b_2 - b_1) t \quad (1)$$

式中: t ——分划板横线格值。

按上述方法检定求得 C' 值, 应符合表 2 中第 2 项要求, 否则应按该仪器说明书上的方法进行校准。

6.3.7 照准误差 C 、横轴误差 i 及竖盘指标差 I

6.3.7.1 在室内以平行光管的十字丝作为照准目标, 按“高—平—低点法”同时进行照准误差 C 、横轴误差 i 以及竖盘指标差 I 的检定。

调整仪器升降台高度, 使仪器视准轴尽量与平行光管的中心重合。另二台平行光管分别安置在平点平行光管的上方及下方, 作为高点及低点, 其倾角超过 $\pm 25^\circ$, 高低两点的对称差小于 $30''$ 。

6.3.7.2 横轴误差 i 的检定: 将全站仪按上述的方法安置, 精确整平。正镜位置瞄准高点平行光管的十字线分划板中心, 向下旋转望远镜, 在低点平行光管的横丝刻度分划板读取格数 A ; 以倒镜位置重复上述操作, 并读取格数 B , 其横轴误差

$$i' = \frac{(B - A) t}{4} \cot \beta \quad (2)$$

式中: t ——低点平行光管分划板格值, ($''$);

β ——平行光管与水平方向的夹角, ($^\circ$)。

6.3.7.3 对具有倾斜补偿显示的全站仪及电子经纬仪, 在检定这几项偏差量时, 应用倾斜补偿器装置, 安置仪器竖轴到铅垂状态 (利用显示器的竖轴在 X 和 Y 方向的倾斜量, 用脚螺旋整平仪器, 直到 x 和 y 值分别为 $0^\circ \pm 1''$)。

6.3.7.4 按水平角与竖直角观测方法, 对高点和低点, 作 2~4 个测回的水平角和竖直角观测, 测回间应变换度盘, 观测程序如下:

盘左 L :

- a. 照准高点, 读水平及竖直角读数;
- b. 照准平点, 读水平及竖直角读数;
- c. 照准低点, 读水平及竖直角读数。

盘右 R :

- a. 照准低点, 读水平及竖直角读数;
- b. 照准平点, 读水平及竖直角读数;
- c. 照准高点, 读水平及竖直角读数。

以上为一个测回, 在盘左变到盘右观测时, 应沿同一方向转动照准部, 观测记录见附录 A 表 A.3。高一平一低三点竖直角观测记录见附录 A 表 A.4。

6.3.7.5 检定结果的计算

- a. 照准误差 C

$$C = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (L - R)_{\text{平}} \pm 180 \quad (3)$$

- b. 横轴误差 i

$$i = \left[\frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (L - R)_{\text{高}} - \frac{1}{4n} \sum_{i=1}^n (L - R)_{\text{低}} \right] \cot \alpha \quad (4)$$

式中: n ——测回数;

L ——盘左水平度盘读数;

R ——盘右水平度盘读数。

$$\alpha = \frac{1}{2} (\alpha_{\text{高}} - \alpha_{\text{低}}) \quad (5)$$

式中: $\alpha_{\text{低}}$ ——低点与平点的夹角;

$\alpha_{\text{高}}$ ——高点与平点的夹角。

- c. 竖盘指标差 I

$$I = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n [(L_v + R_v) - 360^\circ] \quad (6)$$

式中: n ——测回数;

L_v ——盘左竖盘读数;

R_v ——盘右竖盘读数。

计算算例见附录 A 表 A.5。

6.3.8 倾斜补偿器零位误差及补偿范围

单轴补偿器的零位误差是补偿器与铅垂方向不一致的误差 (也称补偿器指标差), 将检定值预置存储器中以便改正此项误差。

全站仪及电子经纬仪通常设有仪器竖轴的倾斜补偿系统, 这种补偿如果仅能自动改正由于竖轴倾斜对竖盘读数的影响, 称为单轴补偿。实测算例见附录 A 表 (A.6.1, A.6.2)。如果还能同时改正对水平度盘读数的影响, 则为双轴补偿。实测算例见附录 A 表 (A.7.1, A.7.2)。检定仪器的补偿器在出厂标定的 (通常在 $2'30''$ 左右) 范围内, 其单轴补偿和双轴补偿是否有效。其零位误差、补偿范围应符合表 2 第 6, 7 项要求。

6.3.8.1 倾斜补偿器零位误差

在升降台上安置被检仪器，让一个脚螺旋 A 安置在平行光管的视准线方向上，另两个脚螺旋 B 和 C 的连线垂直于平行光管的视准线。见图 1 检定设备布置。

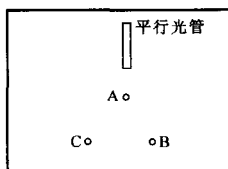


图 1

对于单轴补偿的仪器，整平仪器后，在一个方向上读竖轴倾斜的显示值 L ，再旋转照准部 180° ，读竖轴倾斜的显示值 R ，取 $(L - R) / 2$ 即为补偿器零位误差，其结果应符合表 2 第 7 项要求。对于具有补偿器零位误差校准程序的仪器，应按照说明书上的方法进行检定。

6.3.8.2 补偿范围

补偿范围分为纵向和横向两个量。

a. 纵向补偿范围

对无显示横轴倾斜值的仪器，按图 1 所示安置整平仪器，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，直到天顶读数停止变化为止，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，直到天顶读数停止变化为止，记下最后一个读数 M_2 。 $(M_2 - M_1) / 2$ 即为纵向补偿范围。

b. 横向补偿范围

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，仪器的补偿范围应不小于其标称值。

6.3.9 倾斜补偿器补偿误差

6.3.9.1 竖直度盘的补偿误差（多目标平行光管法）

a. 盘左位置整置好仪器，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 （照准、读数各 3 次取平均）。

b. 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 （照准、读数各 3 次取平均值）。

c. 反方向旋转脚螺旋，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 （照准、读

数各 3 次取平均值)。

d. 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 (照准、读数各 3 次取平均值)。

e. 计算纵向补偿误差: 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定结果, 其结果应符合表 2 中第 8 项的要求。

6.3.9.2 水平度盘的补偿误差 (多目标平行光管法)

a. 盘左位置, 望远镜竖丝照准平点平行光管的垂直丝, 水平度盘置零。

b. 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、读数各 3 次取平均)。

c. 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 (照准、读数各 3 次取平均)。

d. 反向转动脚螺旋 B 和 C, 使仪器水平后向右倾 $1'30''$, 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 (照准、读数各 3 次取平均)。

e. 转动脚螺旋, 使仪器恢复水平, 再用望远镜竖丝照准高点平行光管垂直丝, 读水平方向读数 N_4 (照准、读数各 3 次取平均)。

f. 计算横向补偿误差: 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定结果。其结果应符合表 2 中第 8 项的要求, 实例见附录 A 表 (A.6.3, A.7.3)。

6.3.9.3 补偿器对竖直度盘的补偿误差 (多齿分度台法)

竖直角度的补偿误差取决于所提供的铅垂线的可靠性, 通过改变仪器竖轴倾斜的方式, 检定某一无穷远点竖角的变化来衡量补偿器的补偿误差。具体操作方法: 将仪器置于立轴多齿台上, 通过旋转多齿台来实现仪器竖轴向不同方向倾斜。为考察一般的情况, 仪器的竖轴故意倾斜一定量 (大约偏离 $1.5'$ 左右为宜)。多齿台每次转动 $31^\circ18'15.6''$; 共旋转 12 个位置。由下式计算出

$$m_{\text{竖}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} v_i^2}{12 - 1}} \quad (7)$$

式中: v_i ——每一位置的竖直角与其竖直角均值之差。

仲裁检定以多目标平行光管法为准。

6.3.9.4 补偿器对水平度盘读数的补偿误差测定 (多齿分度台法)

对水平度盘读数的补偿精度用多齿分度台与平行光管组成的检定装置 (平行光管 I 为平点, 平行光管 II 为低点, 其与平点在竖直方向的夹角为 30°) 进行检定。将被检仪器置于多齿分度台上, 精确调平并使仪器旋转轴与多齿分度台回转中心同轴。使仪器竖轴倾斜 $1'30''$ 。将多齿台置于零位, 转动照准部照准水平点平行光管, 将仪器的水平角归 0, 分别用盘左位置照准平行光管 I, II, 即平点及低点, 读取水平度盘读数。每次逆转多齿台 $31^\circ18'15.6''$, 仪器则顺时针方向旋转并分别照准平行光管 I, II, 共测 12

个点,作为往测。然后望远镜翻转 180° ,逆时针旋转照准平行光管 I, II,多齿台顺时针每次旋转 $31^\circ 18' 15.6''$,共测 12 个测点,这过程称为返测。

分别求出各受检点的角度平均值 α_{Ii} , α_{IIi} 及对多齿分度台标准角值 $\alpha_{\text{标}}$ 的差值 ϕ_i :

对于平点, $\phi_{Ii} = \alpha_{Ii} - \alpha_{\text{标}}$

对于低点, $\phi_{IIi} = \alpha_{IIi} - \alpha_{\text{标}}$

补偿器对水平度盘读数的补偿误差:

$$m_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} \phi_{IIi}^2}{12-1} - \frac{\sum_{i=1}^{12} \phi_{Ii}^2}{12-1}} \quad (8)$$

仲裁检定以多目标平行光管法为准。

6.3.10 望远镜视准线的调焦运行误差

6.3.10.1 被检仪器安置在仪器升降台上,在其前面设置一台检定调焦误差的检调管,该光管内有多分划板,连成一条基准线,构成最短视距和无穷远的 4~5 个目标,调整仪器及检调管,使检调管内的基准线与仪器视准轴相重合。

6.3.10.2 望远镜调焦到无穷远,对准检调管无穷远目标于盘左、盘右,往、返各做二次照准,读取水平读数,取平均值为 L 和 R ,其差为 $(L-R)_{\infty}$ 。

再依次对望远镜调焦,对准检调管其余各处目标,仍于盘左、盘右依次往返各做二次照准,读取水平读数,取平均值为这些目标的 L 和 R ,其差为 $(L-R)_i$,式中 i 为目标号。

以上为一组观测,取 $\{ (L-R)_{\infty} - (L-R)_i \} / 2$ 即为该组观测第 i 目标的调焦运行误差 Δf_i 。

共进行 3 组观测,取平均值,每组变换度盘 60° 。在从盘左到盘右转换时,都应顺时针转动照准部,以免引入基座隙动误差。检定记录及计算见附录 A 表 A.8。

6.3.11 光学对中器视轴与竖轴重合度

6.3.11.1 对设置在基座上不能旋转的光学对中器,可利用光学对中器检验台进行检定,将光学对中器安置在该检验台上,沿对中器视准轴分别在 0.8m 至 1.5m 处设置标志板,并使标志中心与对中器视准轴重合;然后,旋转检验台 180° ,观测对中器视准轴的偏离量,重复 3 次取平均,其偏离量的一半应小于 1mm。

6.3.11.2 对于能够旋转的光学对中器,则不必用检验台,可旋转光学对中器,按上述方法检定。激光对点器的检定按本方法进行。

6.3.12 一测回水平方向标准偏差

6.3.12.1 多目标平行光管法

室内中心位置设一稳定的仪器升降台,上面安置被检仪器;沿该仪器升降台水平方向的圆周上再设置 4~6 个平行光管作为照准目标,精密调整平行光管的分划板及其倾斜度和轴线方向一致,使升降台上仪器依次照准时,不需改变调焦均能看到最清晰明亮的平行光管分划板上的十字线呈像,而且竖线处于铅垂位置。观测过程中以表 5 所列各项限差控制检测结果的准确度。如果半测回归零差超限,应重测该测回;一测回二倍

照准差互差和各测回方向值互差超限时,应重测超限方向(带上零方向)或重测一测回;一测回重测方向数超过该测回全部方向数的 1/3 时,应重测该测回;如果检定过程中重测方向数超过全部方向数的 1/3 时,应重测全部测回。

检定结果的计算:

根据最小二乘法原理公式计算一测回水平方向标准偏差值。其结果应符合表 2 第 11 项的要求。

一测回水平方向标准偏差按下式求得:

$$u = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=1}^m v_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m \left(\sum_{j=1}^{n-1} v_{ij} \right)^2}{(m-1)(n-1)}} \quad (9)$$

式中: m ——测回数;

n ——照准目标数。

计算示例见附录 A 表 A.11。

仲裁检定以多目标平行光管法为准。

表 5 多目标平行光管法观测过程中的各项限差

仪器型号	I	II	III	IV
测回数	8	6	4	4
半测回归零差/ (")	2.0	3.0	8.0	8.0
一测回两倍照准差互差/ (")	4.0	6.0	16.0	16.0
方向值各测回互差/ (")	2.0	3.0	8.0	8.0

6.3.12.2 多齿分度台法

一测回水平方向标准偏差用多齿分度台(391 或 552 齿)与平行光管组成的装置检定,检定装置如图 2 所示。

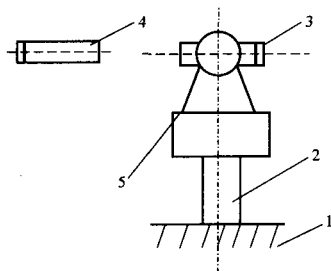


图 2

1—底座; 2—可调工作台; 3—受检仪器; 4—平行光管; 5—多齿分度台

将被检仪器安置在多齿分度台上, 精细调平并使仪器旋转轴与多齿分度台旋转中心同轴, 其差值小于 0.1mm。

表 6 多齿分度台法测回数及各测回受检点数

仪器型号	I	II	III IV
测回数	2	2	1
受检点数	23	12	12

检定中, 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, 具体检定方法如下:

多齿分度台置于零位, 转动照准部照准平行光管目标, 使仪器的水平度盘读数置零, 顺时针方向旋转照准部一周, 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至第 2 检定位置, 全站仪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。以同样的方法检定 3, 4, $\dots$, n 位置, 最后回到零位。

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, 多齿分度台顺时针方向转动第 2 检定位置, 全站仪照准部以逆时针方向旋转照准部照准目标, 进行第 2 位置检定。以同样方法检定 3, 4, $\dots$, n 位置, 最后回到零位。

分别求出往测、返测各受检点读数 α_i 若归零差在限差范围内, 以 α_i 对应齿盘标准角值 $\alpha_{\text{标}}$ 的差值为 Ψ_i 。

各受检点的分度误差 Ψ_i 按下式求得:

$$\Psi_i = \alpha_i - \alpha_{\text{标}} \quad (10)$$

取往测 ϕ_i 和返测 ϕ_i 平均值中最大值与最小值之差为测角示值误差:

$$\Delta = \Psi_{\max} - \Psi_{\min} \quad (11)$$

一测回水平方向标准偏差按下式求得, 其结果应符合表 2 中第 11 项的要求。

$$u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \phi_{ij}^2}{m(n-1)}} \quad (12)$$

式中: ϕ_{ij} ——方向误差 ($i=1, 2, 3, \dots, n$);

$$\phi_{ij} = \Psi_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Psi_{ij} \quad (13)$$

m ——测回数;

n ——受检点数。

计算实例见附录 A 表 A.12。

6.3.13 一测回竖直角测角标准偏差

采用标准竖直角法, 装置如图 3 所示, 分别在 1, 2, 3, 4, 5 各点设置平行光管一个。

检定时, 将仪器安置在升降工作台上, 并调整到工作状态, 以盘左位置自上而下依次照准 5 个目标, 并读记观测数据, 每个目标读数两次, 取平均值。用同样方法在盘右

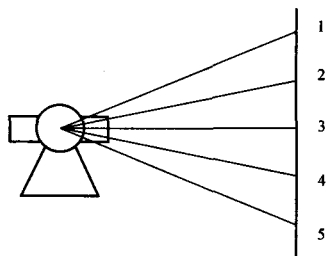


图 3

自下而上依次照准目标，并读记观测结果，然后，取盘左、盘右平均值减去水平方向值，即得竖角观测值，此为一测回，共测 4 测回，最后求得一测回竖直角标准偏差，其结果应符合表 2 中第 12 项的要求。

计算公式：

$$u_z = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \phi_{ij}^2}{m(n-1)}} \quad (14)$$

式中： ϕ ——观测值与已知值之差；

m ——测回数；

n ——标准竖直角个数。

记录格式和计算见附录 A 表 A.13，附录 A 表 A.14。

6.4 检定结果的处理

全站型电子速测仪经电子测角、光电测距的检定后，全面合格者，发给检定证书；对尚未配备数据采集单元的仪器，经电子测角、光电测距性能检定合格，亦发给检定证书，在证书上要写明已检项目。对后续检定的仪器，在其光电测距和电子测角性能检定时，其中各有一项超差，其超差值小于本项要求值的 1/3，而光电测距标准偏差和电子测角的水平方向测角标准偏差合格，则该全站仪也作检定合格处理。对检定不合格的仪器发给检定结果通知书，并注明其不合格项目。

6.5 检定周期

全站仪的检定周期，一般不超过 1 年。

附录 A

检定记录与计算表格

- 表 A.1 照准部旋转的正确性检定记录 (带长气泡仪器)
 表 A.2 照准部旋转的正确性检定记录 (带电子气泡仪器)
 表 A.3 高 - 平 - 低三点水平角的检定记录
 表 A.4 高 - 平 - 低三点竖直角的检定记录
 表 A.5 照准误差 C 、横轴误差 i 及竖盘指标差 I 检定计算表
 表 A.6 具有“单向倾斜显示”仪器倾斜补偿器的检定记录
 表 A.6.1 补偿范围检定记录
 表 A.6.2 补偿器零位误差检定记录
 表 A.6.3 补偿器误差检定记录与计算
 表 A.7 具有“双向倾斜显示”仪器倾斜补偿器的检定
 表 A.7.1 补偿范围检定记录
 表 A.7.2 补偿器零位误差检定记录计算
 表 A.7.3 倾斜补偿器误差检定
 表 A.8 望远镜调焦时视轴变动误差检定记录
 表 A.9 一测回水平方向观测记录
 表 A.10 一测回水平方向标准偏差记录 (多目标平行光管法)
 表 A.11 一测回水平方向标准偏差的计算 (多目标平行光管法)
 表 A.12 一测回水平方向标准偏差计算 (多齿分度台法)
 表 A.13 一测回竖直角观测记录
 表 A.14 一测回竖直角标准偏差计算 (标准竖直角法)

表 A.1 照准部旋转的正确性检定记录

(带长气泡的仪器)

仪器型号: SET2B No 15107

观测:

日期: 年 月 日

记录:

照准部位置 / (°)	气泡读数/格			照准部位置 / (°)	气泡读数/格		
	左	右	和		左	右	和
顺转第一周							
0	5.0	15.1	20.1	225	5.0	15.4	20.4
45	5.0	15.6	20.6	270	5.0	15.0	20.0

表 A.1 (续)

照准部位置 / (°)	气泡读数/格			照准部位置 / (°)	气泡读数/格		
	左	右	和		左	右	和
90	5.3	15.4	20.7	315	4.9	14.8	19.7
135	5.2	15.3	20.5	0	5.0	15.1	20.1
180	5.1	15.2	20.3				
顺转第二周							
0	5.0	15.1	20.1	225	4.9	14.8	19.7
45	5.0	15.3	20.3	270	4.8	14.6	19.4
90	5.0	15.1	20.1	315	4.8	14.9	19.7
135	5.3	15.3	20.6	0	4.9	15.1	20.0
180	5.4	15.0	20.4				
逆转第一周							
0	4.8	14.9	19.7	135	4.7	14.9	19.6
315	5.0	15.2	20.2	90	5.2	15.3	20.5
270	4.9	15.0	19.9	45	5.1	15.1	20.2
225	4.6	14.9	19.5	0	4.7	14.8	19.5
180	4.7	15.1	19.8				
逆转第二周							
0	4.7	14.8	19.5	135	5.2	15.2	20.4
315	4.9	15.0	19.9	90	5.1	15.1	20.2
270	4.9	15.1	20.0	45	4.9	15.0	19.9
225	4.9	15.0	19.9	0	4.8	14.9	19.7
180	5.0	15.1	20.1				

最大变动 1.3 格

中心位置变化 0.6 格

表 A.2 照准部旋转的正确性检定记录

(带电子气泡的仪器)

仪器型号: T2000 No 311492

日期: 年 月 日

照准部 位置 / (°)	竖轴倾斜读数/ (″)			照准部 位置 / (°)	竖轴倾斜读数/ (″)			$(x_1 + x_2)$ / (″)
	I ₁	II ₂	$x_1 = \frac{I_1 + II_2}{2}$		I ₁	II ₂	$x_2 = \frac{I_1 + II_2}{2}$	
顺转第一周								
0	1.6	1.5	1.6	180	-0.9	-0.9	-0.9	0.7
45	1.5	1.5	1.5	225	0.7	0.7	0.7	2.2
90	0.2	0.3	0.2	270	1.1	1.1	1.1	1.3
135	-0.6	-0.6	-0.6	315	1.7	1.7	1.7	1.1
顺转第二周								
0	1.7	1.9	1.8	180	-0.9	-0.9	-0.9	0.9
45	1.7	1.6	1.6	225	1.1	1.1	1.1	2.7
90	1.6	1.5	1.6	270	1.6	1.5	1.6	3.2
135	1.6	1.7	1.6	315	1.4	1.3	1.4	3.0
逆转第一周								
315	1.8	1.7	1.8	135	-1.1	-1.1	-1.1	0.7
270	1.0	1.1	1.0	90	-1.6	-1.6	-1.6	-0.6
225	0.8	0.9	0.8	45	-0.8	-0.7	-0.8	0
180	0.4	0.3	0.4	0	-0.4	-0.3	-0.4	0
逆转第二周								
315	1.8	1.7	1.8	135	-1.1	-1.1	-1.1	0.7
270	1.7	1.7	1.7	90	-0.9	-0.9	-0.9	0.8
225	1.9	1.9	1.9	45	0.3	0.2	0.2	2.1
180	1.4	1.3	1.4	0	1.3	1.3	1.3	2.7

最大变动: $3.8'' < 15''$ 一测回中互差: $2.3'' < 4''$

表 A.3 高—平—低三点水平角的检定记录

仪器型号: SET2B No 15107

观测:

日期: 年 月 日

记录:

测回	照准点	读数								2C	(L + R) / 2	方向值			
		L				R									
		(°)	(′)	(″)	(″)	(°)	(′)	(″)	(″)	(″)	(″)	(°)	(′)	(″)	
1 (顺转)	高			06				06							
		0	00	05	06	180	00	07	06	0	06	0	00	00	
	平			08				03							
		0	01	08	08	180	01	02	02	6	05	00	00	59	
	低			14				08							
		0	01	15	14	180	01	07	08	6	11	0	01	05	
	2 (逆转)	高			05				04						
			0	00	03	04	180	00	05	04	0	04	0	00	00
平				08				00							
		0	01	07	08	180	01	00	00	8	04	0	01	00	
低				16				06							
		0	01	14	15	180	01	05	06	9	10	0	01	06	

$$C_{\text{高}} = \frac{1}{2n} \sum_1^n (L - R)_{\text{高}} = 0 \quad C_{\text{低}} = \frac{1}{2n} \sum_1^n (L - R)_{\text{低}} = 3.75 \quad \frac{1}{2} (C_{\text{高}} - C_{\text{低}}) = 1.88''$$

表 A.4 高—平—低三点竖直角度的检定记录

仪器型号: SET2B No 15107

观测:

日期: 年 月 日

记录:

测回	照准点	读数								指标差	竖角值		
		L				R							
		(°)	(′)	(″)	(″)	(°)	(′)	(″)	(″)	(″)	(°)	(′)	(″)
1	高	70	35	01	01	289	25	08	09	5	70	34	56
				01				10					
	平	90	00	16	16	269	59	57	56	6	90	00	10
				16				55					
	低	110	45	37	38	249	14	38	38	8	110	45	30
				38				37					
(顺转)													
2	高	70	35	00	01	289	25	09	10	6	70	34	55
				02				10					
	平	90	00	12	13	269	59	58	57	5	90	00	08
				14				56					
	低	110	45	35	34	249	14	38	38	6	110	45	28
				34				37					
(逆转)													

$$i = \frac{1}{2} (C_{\text{高}} - C_{\text{低}}) \cot \alpha = 5.14'' \quad \alpha = (\alpha_{\text{高}} - \alpha_{\text{低}}) / 2 = 80^\circ 05' 17''$$

表 A.5 照准误差 C 、横轴误差 i 及竖盘指标差 I 检定计算表

仪器型号: SET2B No: 15107

观测:

日期: 年 月 日

测录:

照准误差 c	$C_{\text{算}} = \frac{1}{2n} \sum_1^n (L - R)_{\text{算}}$ $C = \frac{1}{4} \times 14 = 3.5''$
横轴误差 i	$i = \left[\frac{1}{4n} \sum_1^n (L - R)_{\text{算}} - \frac{1}{4n} (L - R)_{\text{低}} \right] \cot \alpha$ $i = 1.88 \times \cot \alpha = 5.14''$
竖盘指标差 I	$I = \frac{1}{2n} \sum_1^n (L + R - 360)$ $I = \frac{1}{4} \times 22 = 5.5''$
注:	

表 A.6 具有“单向倾斜显示”仪器倾斜补偿器的检定记录

(以 TOPCON GTS-301 No ECO113 全站仪为实例)

表 A.6.1 补偿范围检定记录

次序	显示及计算结果
1	$x_1 = +3'00''$
2	$x_2 = -3'00''$
3	补偿范围 $A = \frac{x_1 - x_2}{2} = 3'$

注：按仪器出厂指标，其补偿范围为 $\pm 3'$ 。

表 A.6.2 补偿器零位误差检定记录

(")

次序	显示及计算结果		
	I	II	平均
1	-0.4	-0.5	$L = -0.45$
2	-0.2	-0.3	$R = -0.25$
3	$\delta = \frac{L - R}{2} = -0.1''$		

注：按仪器出厂指标，补偿器零位误差为 $\pm 1''$ 。

表 A.6.3 补偿器误差检定记录与计算

仪器型号：GTS-301

No ECO113

观测：

记录：

时间：

竖直角补偿	读数值					计算
	I			II	平均	
	(°)	(')	(")	(")	(")	
M_1 (水平)	89	59	49	51	51	$\Delta_1 = M_2 - M_1 = -0.3''$
M_2 (上倾)			50	50	50.0	$\Delta_2 = M_3 - M_1 = -2.6''$
M_3 (下倾)			47	48	47.7	$\Delta_3 = M_4 - M_1 = +1.0''$
M_4 (再水平)			50	52	51.3	$\Delta_{\max} = 2.6''$

注：对 2" 级仪器，要求纵向补偿的最大误差，即 $|\Delta_{\max}| \leq 6''$ 。

表 A.7 具有“双向倾斜显示”仪器倾斜补偿器的检定

仪器型号: SET-2C II

No 16695

表 A.7.1 补偿范围检定记录

次序	显示及计算结果
1	$y = 0$ $x_1 = -0^{\circ}03'08''$ $x_2 = +0^{\circ}03'06''$
2	$x = 0$ $y_1 = -0^{\circ}03'04''$ $y_2 = +0^{\circ}03'04''$
3	$A = 0^{\circ}03'4''$

注: 按仪器出厂指标, 其补偿范围为 $\pm 3'$ 。

表 A.7.2 补偿器零位误差检定记录计算

(")

次序	显示及计算结果			
		I	II	平均
1	x_L	00	00	00.0
	y_L	00	02	01.0
2	x_R	-02	-02	-02
	y_R	-01	-01	-01
3	$\delta_x = (x_L - x_R) / 2 = +1.0''$ $\delta_y = (y_L - y_R) / 2 = +1.0''$ $\delta = (\delta_x - \delta_y) / 2 = +1.0''$			

注: 补偿器零位误差限为 $\pm 1.0''$ 。

表 A.7.3 倾斜补偿器误差检定

仪器型号: SET-2C II

No 16695

观测:

记录:

时间:

补偿		秒 值						计 算
		I			II	III	平均	
		(°)	(')	(')	(')	(')	(')	
竖 直 角 补 偿	M_1 (水平)	89	59	44	43	43	43.3	$\Delta_1 = M_2 - M_1 = -1.6''$
	M_2 (上倾)			42	41	42	41.7	$\Delta_2 = M_3 - M_1 = +2.0''$
	M_3 (下倾)			45	45	46	45.3	$\Delta_3 = M_4 - M_1 = 0.0''$
	M_4 (再水平)			43	43	44	43.3	$\Delta_{\text{测}} = +2.0''$
水 平 角 补 偿	N_1 (水平)	20	34	44	45	43	44.0	$\Delta_1 = N_2 - N_1 = -0.7''$
	N_2 (上倾)			43	43	44	43.3	$\Delta_2 = N_3 - N_1 = +1.7''$
	N_3 (下倾)			45	46	46	45.7	$\Delta_3 = N_4 - N_1 = -0.3''$
	N_4 (再水平)			43	44	44	43.7	$\Delta_{\text{测}} = +1.7''$

注: 对 2" 级仪器, 要求纵向及横向 $\Delta_{\text{测}} \leq 6''$ 。

表 A.8 望远镜调焦时视轴变动误差检定记录

仪器型号: T1600

仪器号: 331108

观测:

检定日期: _____ 标准器型号: _____

记录:

测 回	度盘位置		目标距离/m				
			2	4	10	50	∞
			(°) (′) (″)	(°) (′) (″)	(°) (′) (″)	(°) (′) (″)	(°) (′) (″)
1	左	往	0 00 00	0 00 00	0 00 04	0 00 03	0 00 02
		返	00	01	04	01	04
		均值	0 00 00	0 00 00.5	0 00 04.0	0 00 02.0	0 00 03.0
	右	往	180 00 07	180 00 11	180 00 13	180 00 11	180 00 14
		返	05	09	12	13	15
		均值	180 00 06.0	180 00 10.0	180 00 12.5	180 00 12.0	180 00 14.5
	L - R		- 6.0″	- 9.5″	- 8.5″	- 10.0″	- 11.5″
	$\Delta f_{11} = \frac{(L - R)_{\infty} - (L - R)_1}{2}$		- 2.8″	- 1.0″	- 1.5″	- 0.8″	
2	左	往	60 00 00	60 00 01	60 00 04	60 00 02	60 00 07
		返	59 59 59	01	06	03	06
		均值	59 59 59.5	60 00 01.0	60 00 05.0	60 00 02.5	60 00 06.5
	右	往	240 00 07	240 00 09	240 00 12	240 00 13	240 00 17
		返	05″	09″	13″	16″	15″
		均值	240 00 06.0	240 00 09.0	240 00 12.5	240 00 14.5	240 00 16.0
	L - R		- 6.5″	- 8.0″	- 7.5″	- 12.0″	- 9.5″
	$\Delta f_{12} = \frac{(L - R)_{\infty} - (L - R)_1}{2}$		- 1.5″	- 0.8″	- 1.0″	+ 1.2″	

 Δf 最大值为 - 2.8″

表 A.9 一测回水平方向观测记录

第1、2测回 仪器型号: SET2B II No 15107

观测:

日期:

记录:

照准 目标	读 数								左 - 右 (2C)	左 + 右 2	方向值			附 注	
	盘 左				盘 右				(°)	(′)	(″)	(°)	(′)		(″)
	(°)	(′)	(″)	(″)	(°)	(′)	(″)	(″)							
1	0 00		05	05	180 00		9	10	- 5	8	(8)				
			05				10								
2	180 40		21	22	0 40		29	29	- 7	26	180 40 18				
			22				29								
3	229 20		33	33	49 20		38	38	- 5	36	229 20 28				
			33				38								
4	312 09		37	37	132 09		43	43	- 6	40	312 09 32				
			37				43								
1	0 00		03	04	180 00		10	10	- 6	7					
			04				10								
1	30 00		04	04	210 00		07	07	- 3	6	(6)				
			03				07								
2	210 40		21	21	30 40		25	25	- 4	23	17				
			21				25								
3	259 20		31	31	79 20		37	37	- 6	34	28				
			31				37								
4	342 09		33	33	162 09		41	41	- 8	37	31				
			33				41								
1	30 00		03	03	210 00		8	8	- 5	6					
			03				8								

注: 其它各测回略去。

(多目标平行光管法)

年 月 日

[illegible]

23

表 A.11 一测回水平方向标准偏差的计算
(多目标平行光管法)

仪器编号

年 月 日

测回号	起始位置	照准目标1	照准目标2			照准目标3			照准目标4			照准目标5			[V]	[V] ²
			角度值	v	vv	角度值	v	vv	角度值	v	vv	角度值	v	vv		
	(°) (')	(°) (') (")	(°) (') (")	(")	(")	(°) (') (")	(")	(")	(°) (') (")	(")	(")	(°) (') (")	(")	(")	(")	(")
1	0 00'		57°2'39.8	1.4	1.96	176°37'21.3	0.7	0.49	239°10'25.4	1.5	2.25				3.6	12.96
2	30° 11'		37.8	-0.6	0.36	18.3	-2.3	5.29	22.4	-1.5	2.25				4.4	19.36
3	60° 22'		38.8	0.4	0.16	22.2	1.6	2.56	24.4	0.5	0.25				2.5	6.25
4	90° 33'		38.7	0.3	0.09	22.6	2.0	4.0	24.6	0.7	0.49				3.0	9.0
5	120° 44'		36.5	-1.9	3.61	18.5	-2.1	4.41	22.1	-1.8	3.24				5.8	33.64
6	150° 55'		38.8	0.4	0.16	20.6	0	0.0	24.7	0.8	0.64				1.2	1.44
			平均	38.4	6.34	20.6	16.75		23.9	9.12						Σ82.65

$$m = 6 \quad n = 4$$

$$\text{一测回水平方向标准偏差 } u = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m-1} \sum_{i=1}^{n-1} v_{ij}^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{m-1} v_{ij} \right)^2}{(m-1)(n-1)}} = \sqrt{\frac{6.34 + 16.75 + 9.12 - \frac{82.65}{4}}{5 \times 3}} = \sqrt{\frac{11.55}{15}} = 0.88''$$

表 A.12 一测回水平方向标准偏差计算

(多齿分度台法)

仪器编号:

年 月 日

标准角值	读 数			与标准值之差 Ψ_i	$\varphi = \Psi_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Psi_i$
	L	R	平均		
	(")	(")	(")	(")	(")
0° 0' 00"	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.8
15°39'7.8"	9.0	8.3	8.6	0.8	0.0
31°18'15.7"	14.0	15.5	14.8	-0.9	-1.7
46°57'23.5"	22.5	23.5	23.0	-0.5	-1.3
62°36'31.3"	32.0	30.6	31.3	0.0	-0.8
78°15'39.1"	38.2	39.1	38.6	-0.5	-1.3
93°54'47.0"	46.5	45.9	46.2	-0.8	-1.6
109°33'54.8"	57.2	56.1	56.6	1.8	1.0
125°13'2.6"	2.6	2.9	2.8	0.2	-0.6
140°52'10.4"	13.1	10.9	12.0	1.6	0.8
156°31'18.2"	19.4	17.3	18.4	0.2	-0.6
172°10'26"	26.9	27.6	27.2	1.2	0.4
187°49'33.9"	35.5	37.1	36.3	2.4	1.6
203°28'41.7"	44.3	45.0	44.6	2.9	2.1
219°07'49.5"	50.1	52.2	51.2	1.7	0.9
234°46'57.3"	59.8	58.7	59.2	1.9	1.1
250°26'5.2"	5.0	8.0	6.5	1.3	0.5
266°05'13"	12.2	13.7	13.0	0.0	-0.8
281°44'20.8"	20.6	23.3	22.0	1.2	0.4
297°23'28.6"	27.5	29.6	28.6	0.0	-0.8
313°02'36.5"	37.7	39.5	38.5	2.0	1.2
328°41'44.3"	45.1	46.2	45.6	1.3	0.5
344°20'52.2"	52.0	55.3	53.6	1.4	0.6

起始与终了零位已归零。

测角示值误差:

$$\Delta = \Psi_{\max} - \Psi_{\min} = 2.9 - (-0.9) = 3.8''$$

一测回水平方向标准偏差:

$$u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \delta^2 \ddot{y}}{m(n-1)}} = \sqrt{\frac{25.36}{22}} = 1.07''$$

式中: $m=1$ $n=23$

表 A.13 一测回竖直角观测记录

仪器型号: SET2B No 15107

观测:

日期:

记录:

测回	照准点	读 数						指标差	竖直角			
		L				R						
		(°)	(')	(")	(")	(°)	(')	(")	(")	(°)	(')	(")
3	1	110	45	$\frac{37}{38}$	38	249	14	$\frac{37}{38}$	38	8	110 45 30	
	2	100	46	$\frac{29}{29}$	29	259	13	$\frac{48}{46}$	47	8	100 46 21	
	3	90	00	$\frac{16}{16}$	16	269	59	$\frac{57}{55}$	56	6	90 00 10	
	4	81	42	$\frac{01}{02}$	02	278	18	$\frac{07}{08}$	08	5	81 41 57	
	5	70	35	$\frac{01}{01}$	01	289	25	$\frac{08}{10}$	09	5	70 34 56	
		(°)	(')	(")	(")	(°)	(')	(")	(")	(°)	(')	(")
4	1	110	45	$\frac{36}{35}$	36	249	14	$\frac{36}{37}$	36	6	110 45 30	
	2	100	46	$\frac{28}{26}$	27	259	13	$\frac{50}{48}$	49	8	100 46 19	
	3	90	00	$\frac{11}{14}$	12	269	59	$\frac{59}{57}$	58	5	90 00 07	
	4	81	41	$\frac{59}{02}$	00	278	18	$\frac{07}{10}$	08	4	81 41 56	
	5	70	35	$\frac{00}{59}$	00	289	25	$\frac{09}{08}$	08	4	70 34 56	

注: 1, 2 测回略去。表中的记录格式如 $\frac{37}{38}$ 为两次读数的秒值。

表 A.14 一测回竖直角标准偏差计算
(标准竖直角法)

测回号	照准目标 1		照准目标 2		照准目标 3		照准目标 4		照准目标 5	
	角度值 (°) (′) (″)	与均值 之差 (″)	角度值 (°) (′) (″)	与均值 之差 (″)	角度值 (°) (′) (″)	与均值 之差 (″)	角度值 (°) (′) (″)	与均值 之差 (″)	角度值 (°) (′) (″)	与均值 之差 (″)
1	110 45 28	1.00	100 46 20	0.25	90 00 09	-0.50	81 41 58	-1.00	70 34 57	-1.0
2	28	1.00	21	-0.75	08	0.50	57	0.00	55	1.00
3	30	-1.00	21	-0.75	10	-1.50	57	0.00	56	0
4	30	-1.00	19	1.25	07	1.50	56	1.00	56	0
平均	29.00″		20.25″		08.50″		57.00″		56.00″	
平方和		4.00		2.75		5.00		2.00		2.00

一测回竖直角测角标准偏差:

$$u = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n v^2}{m(n-1)}} = \sqrt{\frac{15.75}{16}} = 0.99''$$

$$\sum \sum v^2 = 15.75''$$

附录 B

全站仪测角系统检定证书和检定结果通知书内页格式

B.1 全站仪测角系统检定证书内页格式

检 定 结 果

序号	主要受检项目	检定结果
1	外观及一般功能检查	
2	基础性调整与校准	
3	水准器轴与竖轴的垂直度	
4	望远镜竖丝铅垂度	
5	望远镜视轴对横轴的垂直度	
6	照准差 C	
7	横轴误差 i	
8	竖轴误差 I	
9	补偿准确度	
10	补偿范围	
11	零位误差	
12	光学对中器视轴与竖轴重合度	
13	望远镜调焦视轴变动误差	
14	一测回水平方向标准偏差	
15	一测回竖直角测角标准偏差	

B.2 全站仪测角系统检定结果通知书内页格式

要求同上，指出不合格项目并提出处理意见和建议。