



中华人民共和国国家标准

GB 12526—90

远 程 光 电 测 距 规 范

Specifications for long range
electro-optical distance measurement

1990-12-06 发布

1991-08-01 实施

国 家 技 术 监 督 局 发 布

中华人民共和国国家标准

远程光电测距规范

GB 12526—90

Specifications for long range
electro-optical distance measurement

1 主题内容与适用范围

本标准规定了采用标称精度不低于 $\pm(5\text{ mm}+1\text{ ppm}\cdot D)$ 、测程不短于15 km的光电测距仪进行国家一、二等大地控制网中边长测量的方法和技术要求以及仪器的检验项目。

本标准适用于国家大地控制网中的一、二等锁(网)边及起始边和一、二等导线边的测量工作,其他相应精度的边长测量可参照采用。

2 引用标准

《国家三角测量和精密导线测量规范》,国家测绘总局,1974年6月制定。

3 仪器的检验

3.1 测距仪的检验

3.1.1 新购置的测距仪在进行下列各项视验后,还需进行3.1.2条规定检验。

- a. 外观视验;
- b. 检查仪器的配件和附件是否齐全;
- c. 检查仪器的光学零件上是否干净无损;
- d. 仪器的连接机构应稳定可靠,活动部位移动平稳,制动机构应灵活有效;
- e. 检查仪器操作键和旋钮使用是否灵活,数字显示是否清晰;
- f. 按仪器说明书的使用步骤,通电检查仪器的功能;
- g. 按附录A(补充件)的方法进行距离观测值离散度的检验。

3.1.2 已用于生产的或经过修理后的测距仪,应按下列规定项目进行检验。

3.1.2.1 精测频率的检验

a. 紧接每个作业期的前后必须进行频率的检验。在仪器精测尺频率不稳定的情况下,还应增加作业期中的检验。

b. 测频仪器的标准频率源准确度应优于被检频率的一个数量级以上,其秒级稳定度应优于被检频率三倍以上。

c. 测频仪器每年应按期由上一级计量部门检定;也可采用直接接收中央电视台彩色电视传送的 C^{133} 钟标频与测频仪器比对频率的方法来检验。

d. 检验前对测频仪器按规定预热;对被检测距仪应预热30 min。

检验中,测距仪的闸门时间应选择10 s,每隔2 min读记频率一次,每五次为一组,共测五组。取五组检验结果的中数作为被检测距仪的实际频率值。检出实际频率值应符合式(1)要求:

$$\left| \frac{\Delta f}{f_0} \right| < 1 \text{ ppm} \dots\dots\dots (1)$$

式中: Δf ——实际频率值与标称频率值之差, Hz;

f_0 ——测距仪标称频率值, Hz。

若检验结果超出上式规定时,应对被检测距仪频率进行调校,调校后再重新检验。

同一作业期相邻两次检验结果比较,应符合式(2)规定:

$$\left| \frac{\Delta f'}{f_0} \right| < 1 \text{ ppm} \dots\dots\dots (2)$$

式中: $\Delta f'$ ——相邻两次测出的实际频率值之差, Hz;

f_0 ——测距仪标称频率值, Hz。

若相邻两次检验结果超出上述规定时,则此区间所测距离观测值不能采用。

检验方法参照附录 E(参考件)进行。

3.1.2.2 测距仪加常数的测定

加常数应在测前和测后各进行一次测定。两次测定值互差不得超出 $\pm 6 \text{ mm}$ 。其测定方法按附录 B(补充件)规定进行。

3.1.2.3 周期误差测定

本项测定为测距仪使用或维修提供技术依据,而距离观测值不加此项修正。周期误差应每隔一年测定一次,测出的振幅值 A 的绝对值应小于 5 mm ,否则应送有关部门检修。周期误差测定方法与计算方法可参照附录 F(参考件)进行。

3.1.2.4 光学对中器的检验

测距仪经过运输后应进行光学对中器检验,经校正后方可使用。其检验方法按附录 C(补充件)进行。

3.1.2.5 在作业过程中若发现测距仪某部分技术性能有异常时,应及时进行有关项目的检验和测试。

3.2 气象仪表的检验

3.2.1 技术要求与检验周期

a. 距离测量所使用的气象用通风干湿表和空盒气压表的技术要求应符合附录 D(补充件)的规定。

b. 气象用通风干湿表每隔三年送检验部门检验一次;空盒气压表应每年送检验部门检验一次。

c. 所有经过检验的气象仪表都必须取得由检验单位签署的检验证书,每期作业完后随测距成果一起上交。

3.2.2 在迁站后的第一条边的边长测量前,应对气象仪表进行野外比较。

a. 参加比较的气象用通风干湿表不得少于 3 套。比较时按规定要求读取两组读数,两组读数的时间间隔为 $5 \sim 10 \text{ min}$ 。任两支温度表的示值经修正后,两组读数的中数互差不得超过 $\pm 0.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。记录及计算实例见附录 D 中表 D1。

b. 参加比较的空盒气压表不得少于 5 个。比较时应把全部空盒气压表放在同一高度位置上,每个气压表读取三组读数,同一气压表组与组之间读数差的绝对值不大于 1.3 hPa ,超过该值者,舍去重读。各气压表三组读数加上各项修正值后的中数互差绝对值不得大于 2.6 hPa 。记录及计算实例见附录 D 中表 D3。

3.2.3 作业前,应到附近气象台(站),将所用的空盒气压表与气象台(站)的水银气压表进行比较。比较时读取三组读数,组与组的时间间隔为 $10 \sim 15 \text{ min}$,三组读数加入修正值后取中数,并与加入修正值后

的水银气压表读数比较,其互差绝对值不得大于2.6 hPa。记录及计算实例见附录 D 中表 D2。

3.2.4 上述3.2.2条和3.2.3条规定的比较检查,应有现场完整的记录,作为气象仪表检验资料之一。比较后,若发现有超出限差者,则该气象仪表不能使用,应再送检验部门重新检验。

3.3 经纬仪的检验

作业前应作下列各项检验:

- a. 望远镜光学性能的检验,按《国家三角测量和精密导线测量规范》附录48的规定进行。
- b. 照准部旋转正确性的检验,按《国家三角测量和精密导线测量规范》附录49的规定进行。
- c. 垂直微动螺旋使用正确性的检验,按《国家三角测量和精密导线测量规范》附录55的规定进行。
- d. 水平轴不垂直于垂直轴之差的测定,按《国家三角测量和精密导线测量规范》附录59的规定进行。

4 距离测量和计算

4.1 距离测量的准备工作

4.1.1 归心元素的测定和要求

a. 当偏心距小于0.3 m时,归心元素的测定方法和要求,按《国家三角测量和精密导线测量规范》第86条的规定执行。

b. 当偏心距大于0.3 m小于10 m时,应用钢卷尺的不同起点直接丈量两次,当互差小于2 mm时取中数采用,超过时应重新丈量。

c. 当进行偏心距大于10 m的特殊观测时,须用检定过的钢尺加适当的引张力进行丈量,共丈量五次,其互差应小于5 mm,取中数采用。

d. 在偏心距大于10 m的偏心站上要用经纬仪观测偏心角及至中心标石面的垂直角,水平角用经纬仪观测一测回,垂直角用中丝法观测两测回或三丝法观测一测回,取至分。

e. 测站或镜站在8 m以下的觇标上作业时,应在测前和测后各投影一次,因故中断观测超过十天时,要进行测中投影,相邻两次投影的归心修正值之差,不超过5 mm时,取中数采用。否则应重测该时间段的观测成果。

测站或镜站在8 m以上的觇标上作业时,应在每时间段的测前投影一次,各次投影修正之差小于5 mm时取中数采用;在5~10 mm之间时,采用每次测前的投影值进行修正;大于10 mm时,且各次投影修正值互差大于5 mm,应重测差值较大的那个时间段的观测成果。

4.1.2 测站和镜站高程的测定

在不同的野外条件下,应认真选择高程测定的方法。

a. 采用几何水准测量方法测定测站和镜站的高程时,两端点高差不受限制。其测定精度不低于国家四等水准测量的精度要求,并由国家等级水准点起进行联测。联测时应采用往返测或单程双线的观测方法。当联测支线超过20 km时,应按三等水准测量精度观测。

b. 在采用几何水准测量联测有困难的地区,可采用三角高程测量的方法测定两端点的高差,但其高差不得超过式(3)规定的限值:

$$h \leq \frac{8S}{T} \times 10^3 \dots\dots\dots (3)$$

式中: h ——测距边两端点的高差, m;

T ——测距边要求的相对中误差的分母值;

S ——实测边长, m。

- c. 垂直角应对向观测,用中丝法六测回或用三丝法三测回。

d. 测距仪、反光棱镜中心和经纬仪水平轴至标石面的高度,均应用钢尺丈量,从钢尺的不同起始读数量取两次,量取至厘米。其较差应小于5 cm。

4.2 距离测量

4.2.1 距离测量的技术要求应符合表1的规定。

表1 距离测量的技术要求

项 目	一 等	二 等
每边观测的总测回数	24	16
最少观测时间段数	3	往返测或两个不同时间段测
每时间段观测的最多测回数	10	10
同时间段经气象修正后的测回互差限值(mm)	15	20
一测回的读数次数	4	
一测回的读数互差限值(mm)	20	20
不同时间段经气象和归心修正后的测回互差限值(mm)	$5+3 \cdot S$ (S 以公里为单位)	

注:①表中一等包括一、二等起始边,一等三角网。二等包括二等三角网,一、二等导线边。

② 一测回:自动显示距离的仪器每照准目标一次,读数四次为一测回。

③ 时间段:每一上午或下午的最佳观测时间为一个时间段。

4.2.2 测距边选择的要求:

a. 选择测距边时,应顾及所用测距仪的最佳测程,一般测线长度不得超出测距仪的有效测程。在特别困难地区,上述要求无法实现时,表1中的二等边可按《国家三角测量和精密导线测量规范》的有关规定进行分段观测。

b. 测线应高出地面或远离障碍物,一等边为6 m,二等边为2 m。

c. 测线应避免通过热气流变化较大的城市,大工厂及火力发电厂的上空或烟雾地带,确实无法避免时,可缩短测距边或升高测线的高度。

d. 测线与35 kV以上的高压输电线平行时,测线应远离高压输电线50 m以外。测站不应设在有磁场影响的范围内。

4.2.3 观测时间的选择

a. 光电测距的最佳观测时间与大气稳定度、空气中的能见度、地形条件、地面覆盖物、气象因素等有关,一般最佳观测时间段为日落前2 h至0.5 h,或日出后1 h至2.5 h;

b. 全阴天可放宽观测时间,一般连续观测时间上午不超过2 h,下午不超过3 h;

c. 在气温突变及恶劣天气时,应停止观测。

4.2.4 气象元素的测定

4.2.4.1 气象仪表的安置

a. 在每时间段工作开始前半小时,将所用气象仪表安置好,空盒气压表应平稳的安置在通风处,气象用通风干湿表应挂在背阴通风处,其底部要高出地面1.5 m以上;在高标上测边时,空盒气压表可安置在基板上,气象用通风干湿表要挂在迎风一侧,略高于仪器。

b. 仪器安置完毕立即打开空盒气压表,并给湿温表的纱布加水通风。

4.2.4.2 气象元素的测定

a. 在每测回的观测前一分钟内读取干温、湿温、气压和空盒气压表上附属温度表之值,各项读数

要求见表2。

- b. 每测回观测工作结束后的一分钟以内,再测定干温值一次。
- c. 读数前三分钟,要给湿温表加水,加水后必须保持纱布与金属套筒不接触,也无水珠相连接。禁止使用含有矿物质的水,湿温表上的纱布要保持清洁,经常更换。
- d. 通风后 2~3 min 方可读数,此时人要面对风向,果断迅速读取数据,禁止用手触摸球部或护套管。
- e. 测温时,若有五级以上的风速时,要在受风面加防风罩。
- f. 空盒气压表最后气压值按式(4)计算:

$$P = P_0 + \Delta P_{\text{刻}} + a_0 t + \Delta P_{\text{补}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: P ——最后气压值, hPa;

P_0 ——空盒气压表的直接读数, hPa;

$\Delta P_{\text{刻}}$ ——空盒气压表的刻度订正值,由检定曲线或刻度订正表中查取, hPa;

a_0 ——空盒气压表的温度系数,由检定证书上查取;

t ——附属温度表上的读数, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta P_{\text{补}}$ ——空盒气压表的补充订正值,采用最近一次的比较值, hPa。

- g. 动槽式水银气压表最后气压值按式(5)计算:

$$P = P_0 + \Delta k + \Delta t + \Delta \psi + \Delta H \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: P ——最后气压值, hPa;

P_0 ——水银气压表读数, hPa;

Δk ——刻划订正值,由检定表查得, hPa;

Δt ——温度订正值,用式(6)计算:

$$\Delta t = -P_0 \frac{2.178 t \cdot 10^{-4}}{1 + 1.818 \cdot 10^{-4}} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中: P_0 ——水银气压表读数, hPa;

t ——附属温度,其值零度以上时为正,零度以下时为负;

$\Delta \psi$ ——纬度重力订正值,用式(7)计算:

$$\Delta \psi = -0.002\,65 P_t \cos 2\varphi \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中: P_t ——经温度订正后水银气压表读数值, hPa;

φ ——测定地的纬度;

ΔH ——高度重力订正值,用式(8)计算:

$$\Delta H = -1.96 h P_t \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: P_t ——经温度订正后的水银气压表读数值, hPa;

h ——测定地的高程。

4.2.5 常用远程光电测距仪的作业方法,参照附录 G(参考件)执行。

4.3 观测成果的记录

- a. 一切原始观测值和文字记载必须真实、清晰、美观和规格统一。
- b. 原始数据人工记载时要用铅笔,在手簿中禁止涂擦。凡更正错误,均应将错误数字、文字整齐划去,在其上方填写正确的数字或文字。
- c. 对超限划去的成果,须注明原因和重测结果的所在页数。野外观测成果的记录和计算须经过200%的详查后方可迁站。
- d. 在有条件时,可采用电子计算机记录。
- e. 各项读数、计算的取位按表2要求进行。

表 2 读数、计算取位表

项 目	读数取位	计算取位	备 注
干温 t	0.1 °C	0.1 °C	
湿温 t'	0.1 °C	0.1 °C	
气压 P	0.2 hPa	0.1 hPa	
相位读数	0.1		
仪器高	0.01 m		
垂直角	1"	0.1"	
各项修正值		0.000 1 m	
偏心距测量	0.001 m	0.001 m	
偏心角测量	15'	15'	
最后距离值		0.001 m	

4.4 观测成果超限的处理

- a. 观测成果超出表1的限差规定时,应进行重测。因超限而重新观测的完整测回称为重测。因读错、记错、中途发现仪器未调整好、气象突变等原因而重测的不完整测回,不计入重测测回数。
- b. 读数及气象元素在作业现场发现读记错误或超限时,应立即重测,作废数据要用斜线划去,并注明原因。
- c. 若同一时间段中有1/3的测回超限,应重测该时间段所有各测回的观测成果。

4.5 观测成果的计算

4.5.1 各项修正值的计算

- a. 测距仪加常数修正值 C_0

仪器加常数在作业前后均要测定,其差值不超过±6 mm 时,取中数采用。

- b. 气象修正值 ΔS_n

$$\Delta S_n = \left(N_0 - \frac{80.94P - 11.27e}{273.16 + t} \right) \times 10^{-6} \cdot S \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中: S ——观测斜距, m;

P ——气压读数, hPa;

e ——水蒸气压力, hPa; 用下式进行计算:

$$e = E - 0.000\ 662 \cdot P \cdot (t - t')$$

$$\text{一般状态: } E_{\text{水}} = 4.58 \times 10^{\frac{7.5t}{237.3+t}}$$

结冰状态: $E_{\text{冰}} = 4.58 \times 10^{\frac{9.5t}{265.5+t}}$

t ——干温读数, °C;

$$N_0 = (n_0 - 1) \times 10^{-6} \dots\dots\dots (10)$$

n_0 ——测距仪气象参考点上的基准折射率。

不同类型仪器的 N_0 值也不相同, 分别为:

AGA-8、AGA-600型测距仪的 $N_0 = 308.50$;

RM-Ⅲ型测距仪的 $N_0 = 309.84$ 。

c. 归心修正值 ΔS_e

$$\Delta S_e = [S^2 + e_1^2 - 2Se_1\cos\theta_1 + e_2^2 - 2Se_2\cos\theta_2 + 2e_1e_2\cos(\theta_1 + \theta_2)]^{\frac{1}{2}} - S \dots\dots\dots (11)$$

式中: S ——观测斜距, m;

e_1 ——测站偏心距, m;

e_2 ——镜站偏心距, m;

θ_1 ——测站偏心角, 由测站偏心距顺时针方向量至观测方向的角度, (°, ');

θ_2 ——镜站偏心角, 由镜站偏心距顺时针方向量至观测方向的角度, (°, ');

d. 波道弯曲修正值 ΔS_k

$$\Delta S_k = - (2k - k^2) \frac{S^3}{24R^2} \dots\dots\dots (12)$$

式中: S ——观测斜距, m;

R ——参考椭球平均曲率半径, m;

k ——大气折光系数。

在激光测距中, k 值也可采用以下经验值:

晴天 $k = 0.13$;

全阴天 $k = 0.20$ 。

e. 频率修正值 ΔS_f

频率修正值应利用作业前后所测频率值的中数, 按式(13)进行计算:

$$\Delta S_f = - \frac{f_0 - f}{f_0} \cdot S \dots\dots\dots (13)$$

式中: ΔS_f ——频率修正值, m;

f_0 ——标称频率值, Hz;

f ——作业前后所测频率值的中数, Hz;

S ——经气象修正后的观测斜距, m。

4.5.2 测距边的倾斜距离 S' 按式(14)计算:

$$S' = S + C_0 + \Delta S_n + \Delta S_e + \Delta S_k + \Delta S_f \dots\dots\dots (14)$$

式中: S ——观测斜距, m;

C_0 ——测距仪加常数修正值, m;

ΔS_n ——气象修正值, m;

ΔS_e ——归心修正值, m;

ΔS_k ——波道弯曲修正值, m;

ΔS_f ——频率修正值, m。

4.5.3 测距边的倾斜距离归算到参考椭球面上的边长按式(15)计算:

$$S_0 = S' - C_1 - C_2 - C_3 + C_4 \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

$$C_1 = \frac{\Delta h^2}{2S'} + \frac{\Delta h^4}{8S'^3} + \frac{\Delta h^6}{16S'^5} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$C_2 = \frac{\Delta h}{2} + \left(\frac{S' - C_1}{R_A + H_1} \right) \quad \dots\dots\dots (17)$$

$$C_3 = \frac{H(S' - C_1 - C_2)}{R_A + H_1} \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$C_4 = \frac{(S' - C_1 - C_2 - C_3)^3}{24R_A^3} \quad \dots\dots\dots (19)$$

S' ——测距边的倾斜距离, m;

$\Delta h = H_2 - H_1$;

$H_1 = H'_1 + i_1 + \zeta_1$;

$H_2 = H'_2 + i_2 + \zeta_2$;

H'_1, H'_2 ——测距边两端点的正常高, m;

i_1, i_2 ——测站和镜站的仪器高, m;

ζ_1, ζ_2 ——测距边两端点的高程异常, m。

$$R_A = R \left\{ 1 - \frac{1}{2} [e'^2 \cos^2 B_1 \cos 2A_{12} (1 - e'^2 \cos^2 B_1 \cos^2 A_{12})] - \frac{1}{8} e'^4 \cos^4 B_1 \right\} \quad \dots\dots\dots (20)$$

$$R = \frac{b}{1 - e^2 \sin^2 B} \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中: b, e^2, e'^2 ——参考椭球常数。

B_1, A_{12} ——测距边1端点的大地纬度和1至2端点的大地方位角。

4.5.4 观测精度估算

a. 等精度观测, 一测回的测距中误差按式(22)计算:

$$m = \pm \sqrt{\frac{(VV)}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (22)$$

测距边边长中误差按式(23)计算:

$$M = \pm \sqrt{\frac{(VV)}{n(n-1)}} \quad \dots\dots\dots (23)$$

上两式中: V ——观测值与平均值之差, mm;

n ——观测的次数。

b. 边长相对中误差

$$\frac{M_D}{D} = \frac{1}{\frac{D}{M_D}} \dots\dots\dots (24)$$

式中： D ——测距边水平距离平均值，m。

4.6 上交资料

- a. 测距仪、气象仪表和经纬仪的检验资料。
- b. 测距观测手簿、气象观测手簿。
- c. 归心投影用纸和计算资料。
- d. 测距边两端点高差测定资料。
- e. 斜距边长及其有关修正值的计算。
- f. 技术总结。

附录 A

距离观测值离散度的检验

(补充件)

A1 检验方法

- 在环境良好的任意场地上,选择一段100 m左右的距离。
- 分别在所选距离的两端安置仪器和反光棱镜。
- 照准后,连续读取30次以上的距离值,取算术平均值作为距离的最或然值。
- 记录格式见表 A1。

表 A1
观测值离散度记录

仪器类型: _____
号 码: _____
温 度: _____
气 压: _____

观测者: _____
记录者: _____
地 点: _____
日 期: _____年____月____日

次数	S	V	次数	S	V	次数	S	V
1			11			21		
2			12			22		
3			13			23		
4			14			24		
5			15			25		
6			16			26		
7			17			27		
8			18			28		
9			19			29		
10			20			30		
$\bar{S}_0 =$ _____ $\sum VV =$ _____ $m =$ _____ $M =$ _____								

A2 观测数据处理

- 计算观测值改正数 V_i

$$V_i = \bar{S}_i - S_i \dots\dots\dots (A1)$$

式中: S_i ——第 i 次距离观测值;

$\bar{S}_i$ ——距离观测值的算术平均值。

- 一次读数中误差 m

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} \dots\dots\dots (A2)$$

式中: V_i ——算术平均值与 i 次观测值之差 ($i=1, 2, 3, \dots, n$);

n ——观测值次数。

c. 算术平均值中误差 M

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n(n-1)}} \dots\dots\dots (A3)$$

式中: V_i ——算术平均值与 i 次观测值之差 ($i=1, 2, 3, \dots, n$);

n ——观测次数。

算得 M 值应不大于仪器标称精度的二分之一。

附录 B

测距仪加常数的测定

(补充件)

B1 测距仪加常数测定的要求

- 测定加常数所使用的基线场, 必须避开高压线、无线电发射塔和雷达站等对电磁波测距有干扰的设备。
- 基线场的基线应离开建筑物、电杆和树木 2 m 以上。
- 测距仪的加常数以在 600~2 000 m 的基线上进行分段直接比较法测定为宜。基线的分段数不少于 5 段, 而各段距离值的尾数, 应严格均匀地分配在被测的测距仪精测尺长内。
- 所使用的基线精度应不低于 10^{-6} , 并且各端点均应设有固定点。
- 在测距仪加常数测定之前, 应对调制频率进行检验。
- 测定加常数时采用的反光棱镜应与外业测距时相同。
- 仪器视线及气象用通风干湿表底部应离开地面高度 1.5 m 以上。

B2 观测方法

- 在基线 AB 各分段固定端点上分别安置仪器或反光棱镜, 观测距离 $S_1, S_2, S_3, S_4, \dots, S_i$ 。如图 B1。

图 B1

- 仪器操作程序与外业观测相同, 并在测站和镜站读取气象元素。
- 每段距离分别观测 3 光段, 每光段观测 3 测回。相同光段各测回观测值经气象修正后之互差绝对值不得大于 25 mm。

B3 数据处理

B3.1 测距仪加常数的计算

a. 各分段观测值算术平均值按式(B1)计算:

$$\bar{S}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (S_i)_n \quad \dots\dots\dots (B1)$$

式中: $\bar{S}_i$ —— i 段距离观测值的算术平均值, m;

S_i —— i 段距离观测值, m;

i ——基线段号;

n ——每分段观测测回数。

b. 计算测距仪加常数时, 应把经过气象、频率修正后的斜距归算到与已知基线同一参考面上进行比较。加常数计算公式为:

$$C_0 = \frac{1}{I} \left(D_0 - \sum_{i=1}^I d_i \right) \quad \dots\dots\dots (B2)$$

式中: C_0 ——测距仪加常数;

I ——基线段数;

D_0 ——参考面上已知基线长度值;

d_i ——归算到与基线同一参考面上各分段测出长度值。

B3.2 观测精度估算

a. 分段每测回观测中误差 m_i

$$m_i = \pm \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (V_i)_n^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (B3)$$

式中: $(V_i)_n = \bar{S}_i - (S_i)_n$

$(S_i)_n$ —— i 段距离观测值;

$\bar{S}_i$ —— i 段距离观测值的算术平均值;

i ——基线段号;

n ——每段观测测回数。

b. 分段算术平均值中误差 M_i

$$M_i = \pm \frac{m_i}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots (B4)$$

式中: m_i ——分段每测回中误差;

n ——分段观测测回数。

c. 加常数测定中误差 M_c

$$M_c = \pm \frac{1}{I} \sqrt{\sum_{i=1}^I M_i^2} \dots\dots\dots (B5)$$

式中： I ——基线段数；

M_i ——分段算术平均值中误差。

B3.3 计算实例见表 B1。



表 B1

加常数测定数据计算

仪器类型: RM-Ⅲ No: 8112

检验地点: 基线场

检验日期: 1989年3月21日

观测者: _____

计算者: _____

基线长: $D_0 = 821.8368 \text{ m}$

测段	测回	$S(\text{m})$	$V(\text{mm})$	中误差	测段	测回	$S(\text{m})$	$V(\text{mm})$	中误差
0~1	1	122.346 6	+0.2	$m_1=\pm 0.50 \text{ mm}$	3~4	1	188.342 2	+0.3	$m_4=\pm 0.31 \text{ mm}$
	2	3 476	-0.8			2	3 424	+0.1	
	3	3 466	+0.2			3	3 428	-0.3	
	4	3 472	-0.4			4	3 430	-0.5	
	5	3 468	+0.0	5		3 428	-0.3	$M_4=\pm 0.11 \text{ mm}$ $\bar{S}=188.342 5 \text{ m}$ $d_4=188.342 3 \text{ mm}$	
	6	3 474	-0.6	6		3 426	-0.1		
	7	3 464	+0.4	7		3 424	+0.1		
	8	3 470	-0.2	8		3 420	+0.5		
	9	3 460	+0.8	9		3 424	+0.1		
1~2	1	144.350 4	+0.6	$m_2=\pm 0.52 \text{ mm}$	4~5	1	200.351 5	+0.5	$m_5=\pm 0.52 \text{ mm}$
	2	3 508	+0.2			2	3 519	+0.1	
	3	3 514	-0.4			3	3 514	+0.6	
	4	3 520	-1.0			4	3 520	0.0	
	5	3 510	0.0	5		3 524	-0.4	$M_5=\pm 0.17 \text{ mm}$ $\bar{S}_5=200.352 0 \text{ m}$ $d_5=200.349 7 \text{ mm}$	
	6	3 514	-0.4	6		3 530	-1.0		
	7	3 508	+0.2	7		3 522	-0.2		
	8	3 508	+0.2	8		3 514	+0.6		
	9	3 504	+0.6	9		3 520	0.0		
2~3	1	166.348 3	+0.0	$m_3=\pm 0.41 \text{ mm}$	常数计算 $\sum_{i=1}^I d_i=821.735 5 \text{ m}$ $C_0=\frac{1}{I}(D_0-\sum_{i=1}^I d_i)=20.3 \text{ mm}$ $M_c=+\frac{1}{I}\sqrt{\sum_{i=1}^I M_i^2}=+0.07 \text{ mm}$				
	2	3 484	-0.1						
	3	3 484	-0.1						
	4	3 490	-0.7						
	5	3 486	-0.3	$M_3=\pm 0.14 \text{ mm}$ $\bar{S}_3=166.348 3 \text{ m}$ $d_3=166.346 9 \text{ m}$					
	6	3 478	+0.5						
	7	3 476	+0.7						
	8	3 482	+0.1						
	9	3 484	-0.1						

附录 C

光学对中器的检验 (补充件)

C1 装在仪器照准部上的光学对中器

C1.1 检验方法

把仪器安置在三脚架的基座上,校准圆水准器,接着在仪器底下的地面上放一块标有“十”字的纸板,移动纸板,使光学对中器视场里的瞄准环对准“十”字的中心,如图 C1所示,然后转动仪器的照准部或支架旋转部 180° ,此时如发现瞄准环中心 O' 不对准“十”字的中心点 O ,如图 C2所示,则需校正。

C1.2 校正方法

校正时可用改针或螺丝刀转动光学对中器的调节螺丝,使瞄准环的中心 O' 与 OO' 联线的中点 P 重合,如图 C2所示。校正后再检验一次,直到满意为止。

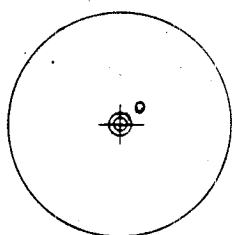


图 C1

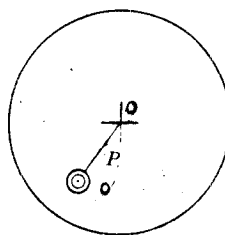


图 C2

C2 装在三角基座上的光学对中器

C2.1 检验方法

把仪器牢固地平卧在支架上,并使基座能旋转。此时基座的光学对中器应朝着距离 $1.0\sim 1.5\text{ m}$ 远的平滑墙壁。用光学对中器的瞄准中心在墙壁上标出照准点 O 。保持仪器不动,转动基座 180° ,再用光学对中器瞄准中心在墙壁上标出照准点 O' 。若前后两次照准点 O 与 O' 不重合,则光学对中器需校正。

C2.2 校正方法

校正时,用改针或螺丝刀转动光学对中器的调整螺丝,使光学对中器瞄准中心对准 OO' 联线的中点。校正后再检验一次,反复校正直到满意为止。

附录 D

气象用通风干湿表和空盒气压表的技术要求 (补充件)

D1 气象用通风干湿表

D1.1 主要技术要求

- a. 在温度 $-10\sim +45\text{ }^\circ\text{C}$ 的范围内,可测 $10\%\sim 100\%$ 的相对湿度。

- b. 温度表的刻度范围应为 $-26\sim+51\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或 $-36\sim+41\text{ }^{\circ}\text{C}$,其最小分度值为 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- c. 温度表安装在表架中不得松动,球部应位于内护管的中央;内、外护管应同心,相互之间应有隔热垫圈,金属外护管和外壳要有镜状的表面,无锈蚀和斑痕。
- d. 通风器的风扇和发条盒的转动应平稳,不得有摩擦声和撞击声。
- e. 通风器开动后,在第4 min末,温度表球部周围的通风速度每秒不得小于 2.5 m ,第6 min末,每秒不得小于 2.2 m 。
- f. 每分钟末通风速度的改变每秒不应大于 0.2 m 。

D1.2 通风干湿表应送有关部门检验,检验周期为3年,但遇有下列情况之一者,应及时进行再检验。

- a. 在同一海拔高度上,发条盒转动第二周的作用时间增长达6 s以上。
- b. 检定或更换温度表。
- c. 修理及更换配件。
- d. 对检验结果有怀疑时。

D2 空盒气压表

D2.1 主要技术要求

- a. 空盒气压表应能在大气压 $500\sim 1\,060\text{ hPa}$,空气温度为 $-10\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下正常工作。
- b. 温度系数的变化,每度不得超过 $\pm 0.26\text{ hPa}$ 。
- c. 示值修正值的最大差值绝对值不得超过 4 hPa 。
- d. 空盒气压表的空盒组传动系统和指示部分应连接牢固,无松脱和摩擦现象。
- e. 当空盒气压表倾斜 45° 时,轻击表身,指针位置的改变不得大于 $\pm 0.5\text{ hPa}$ 。
- f. 当正、反向转动调节螺丝时,指针的位移量不得小于 40 hPa 。
- g. 空盒气压表的刻度盘表面应呈白色,刻线清晰,无划痕缺陷。
- h. 指针应平直,具有弹性,末端应扭转 90° 角,且与刻度盘表面垂直,指针与度盘表面间距为 $0.3\sim 1.0\text{ mm}$ 。

D2.2 空盒气压表应送有关部门检验,检验周期为1年。有下列情况者,应提前送检。

- a. 空盒气压表被剧烈震动过,或对示值有怀疑。
- b. 空盒气压表的读数与气象站水银气压表的气压相比较,经过示值修正后,其差值超出 $\pm 2.6\text{ hPa}$ 。

表 D1

温度表比较记录

地点:小堀子

检验者:杨白帆

日期:1989年9月2日

记录者:张远航

号码	组别	比较时间 h min	读数 $t(^{\circ}\text{C})$	修正值 Δt	$t=t+\Delta t$	中数 $^{\circ}\text{C}$	采用记注
51213	1	8 50	19.4	-0.1	19.3	19.3	
	2	9 01	19.4	-0.1	19.3		
53631	1		19.2	0.0	19.2	19.2	
	2		19.2	0.0	19.2		
70401	1		19.4	0.0	19.4	19.2	选用
	2		19.0	0.0	19.0		
52223	1		19.4	-0.1	19.3	19.2	选用
	2		19.2	-0.1	19.1		
58486	1		19.4	+0.1	19.5	19.3	
	2		19.0	+0.1	19.1		
64946	1	8 53	19.2	0.0	19.2	19.2	
	2	9 04	19.2	0.0	19.2		

表 D2

空盒气压表与水银气压表比较记录

地点: _____ 气象站: _____

检验者: 李途

纬度: 35°15'

记录者: 马力

高程: 1734 m

日期: 1989年9月6日

比较时间	组号	水银气压表		受比空盒气压表						
		符号	No:790148	号码	t	P_0 (hPa)	Δk	$\alpha_0 t$	$\Delta P_{附}$	P (hPa)
15h30min	I	t	21.4 ℃	10278	21.4 ℃	842.9	-0.20	-2.64	-6.10	833.96
		P_0	838.7 hPa	10264	21.4	832.2	-0.10	-0.71	+2.50	833.89
		Δk	-0.30	15707	21.4	834.1	-0.10	-0.31	+0.50	834.19
		Δt	-2.93	10364	21.4	836.3	-0.30	-1.90	-0.30	833.80
		$\Delta \psi$	-0.80	10371	21.4	835.4	-0.10	-1.54	+1.10	834.86
		ΔH	-0.27							
		P	834.40							
15h30min	II	t	21.4 ℃	10278	21.4 ℃	842.7	-0.20	-2.64	-6.10	833.76
		P_0	838.6 hPa	10264	21.4	832.3	-0.10	-0.71	+2.50	833.99
		Δk	-0.30	15707	21.4	834.2	-0.10	-0.31	+0.50	834.29
		Δt	-2.93	10364	21.4	836.1	-0.30	-1.90	-0.30	833.60
		$\Delta \psi$	-0.80	10371	21.4	835.2	-0.10	-1.54	+1.10	834.66
		ΔH	-0.27							
		P	834.30							
15h30min	III	t	21.5 ℃	10278	21.5 ℃	843.1	-0.20	-2.64	-6.10	834.16
		P_0	838.8 hPa	10264	21.5	832.4	-0.10	-0.71	+2.50	834.09
		Δk	-0.30	15707	21.5	834.1	-0.10	-0.31	+0.50	834.19
		Δt	-2.93	10364	21.5	836.5	-0.30	-1.90	-0.30	834.00
		$\Delta \psi$	-0.80	10371	21.5	835.3	-0.10	-1.54	+1.10	834.76
		ΔH	-0.27							
		P	834.50							
中数:834.40 hPa				号码	中数(hPa)		互差		备注	
				10278	833.96		-0.44			
				10264	833.99		-0.41			
				15707	834.22		-0.18			
				10364	833.80		-0.60			
				10371	834.76		+0.36			

表 D3

第一组开始时间:9h27min

地点:小塬子

第二组开始时间:9h35min

检验者:杨白帆

第三组开始时间:9h40min

日期:1989年9月2日

号码	组别	t ℃	P_0 hPa	$\Delta P_{测}$	$\alpha_0 t$	$\Delta P_{补}$	P hPa	$P_{中数}$ hPa	采用记注
10278	1	21.2	823.7	-0.20	-2.64	-6.10	814.76	814.83	
	2	21.2	823.5	-0.20	-2.64	-6.10	814.56		
	3	21.4	824.1	-0.20	-2.64	-6.10	815.16		
10264	1	21.2	813.0	-0.10	-0.71	+2.50	814.69	814.72	
	2	21.2	812.9	-0.10	-0.71	+2.50	814.59		
	3	21.4	813.2	-0.10	-0.71	+2.50	814.89		
15707	1	21.2	814.8	-0.10	-0.31	+0.50	814.89	814.89	
	2	21.2	814.7	-0.10	-0.31	+0.50	814.79		
	3	21.4	814.9	-0.10	-0.31	+0.50	814.99		
10364	1	21.2	817.1	-0.20	-1.90	-0.30	814.70	814.83	选用
	2	21.2	817.2	-0.20	-1.90	-0.30	814.80		
	3	21.4	817.4	-0.20	-1.90	-0.30	815.00		
10371	1	21.2	816.2	-0.10	-1.54	+1.10	815.66	815.66	
	2	21.2	816.1	-0.10	-1.54	+1.10	815.56		
	3	21.4	816.3	-0.10	-1.54	+1.10	815.76		
	1								
	2								
	3								

附录 E

用彩色电视副载波检验测距仪频率

(参考件)

E1 检验设备

E1.1 改装后的彩色电视接收机。可提供精确度为 1×10^{-12} 和稳定性为 $5 \times 10^{-12}/30 \text{ min}$ 的频率源。

E1.2 频率综合器。能把彩色电视接收机经过放大隔离输入的 $4\,433\,618.75 \text{ Hz}$ 信号综合成与副载波同等精度的 5 MHz 信号,并对它进行锁相后再输出,作为数字频率计的外频标。

E1.3 计数式频率计。能直接以数字显示出被测信号频率值。

E2 检验方法

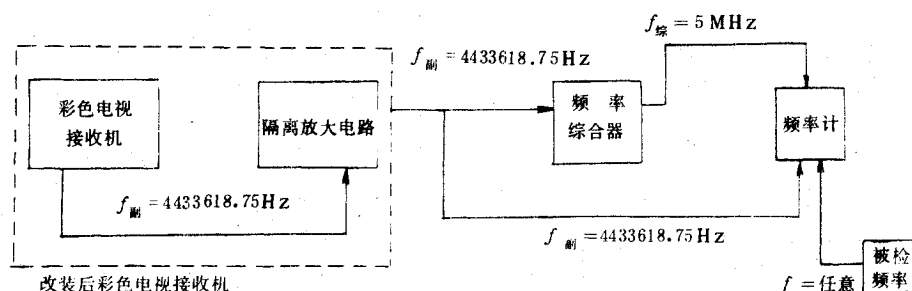


图 E1

E2.1 把频率综合器锁相后输出的 5 MHz 频率信号输入频率计外频标输入端,以此代替频率计中的晶振源。

E2.2 开机 $5 \sim 10 \text{ min}$,待频率综合器频率锁定后频率计即可使用;但被检测距仪必须预热 30 min 方可进行频率检验。

E2.3 检验时,频率计闸门时间应选择 10 s ;另外用一根分头同轴电缆将副载波信号送到频率计的频率测量输入端,进行频率计的准确度监测,此时频率计上应显示为 $4\,433\,618.7 \text{ Hz}$ 或 $4\,433\,618.8 \text{ Hz}$ 。

E2.4 频率计数字显示稳定后取下分头同轴电缆,再把被检测距仪的频率信号从频率测量输入端送进频率计,此时频率计上显示的数字即为被检测距仪的实际频率值。记录格式见表 E1。

表 E1

频率检验记录

频率计型号: E 323 A No: 807

开机恒温时间: 10h 20min

测距仪型号: RM III No: 8012

测距仪开始恒温时间: 10h 00min

标称频率: $f_0 = 14\,984\,980\text{ Hz}$

开始温度: 20.4 °C 结束温度: 21.0 °C

检验日期: 1989年12月8日

检验者: 高建 记录者: 朱石

组别	序号	测量时间		频率值	组别	序号	测量时间		频率值
		h	min	Hz			h	min	Hz
I	1	10	30	14 984 978.1	IV	1	11	00	14 984 978.2
	2		32	978.4		2		02	978.4
	3		34	978.3		3		04	978.7
	4		36	978.5		4		06	978.5
	5		38	978.2		5		08	978.6
II	1	10	40	14 984 978.3	V	1	11	10	14 984 978.2
	2		42	978.4		2		12	978.3
	3		44	978.6		3		14	978.5
	4		46	978.5		4		16	978.9
	5		48	978.3		5		18	978.2
III	1	10	50	14 984 978.2	$f_{\text{中数}} = 14\,984\,978.40\text{ Hz}$ $\frac{f - f_0}{f_0} = -1 \times 10^{-7} = -0.1\text{ ppm}$				
	2		52	978.3					
	3		54	978.6					
	4		56	978.4					
	5		58	978.5					

附录 F

周期误差的测定

(参考件)

F1 测定方法与测定条件

F1.1 周期误差的测定可采用平台法。其安排如图 F1所示。

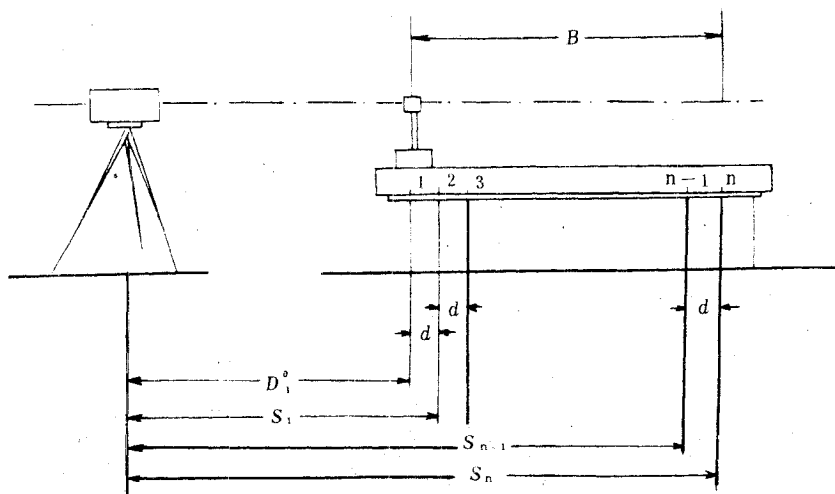


图 F1 平台法示意图

图中: D_1^0 ——测站标志中心到平台第一测点的距离, m;

S_{n-1} ——第 $n-1$ 测点的观测距离, m;

B ——平台基线长度, 它等于仪器的精测尺长, m;

d ——反光棱镜移动的距离, m。

F1.2 平台的布设和要求

a. 平台上应使用膨胀系数小的导轨。导轨的安置必须精确水平, 并与平台中心线方向严格一致。

b. 作为观测时移动反光棱镜距离标准的基线, 可以有精确刻划的导轨, 也可以是经过检验的钢尺。其长度应略大于被检测距仪的精测尺长, 把它划分为 20 等份 (40 等份), 每等份为反光棱镜每次移动的距离 d 。在使用中若温度变化超过 5°C 时, 需加尺长温度修正值。平台的基线综合精度应不低于 $1:20\,000$ 。

F1.3 仪器的安置

被检测距仪应精确安置在平台导轨的延长线上, 距平台第一个测点的距离 D_1^0 长度可在 $15\sim 100\text{ m}$ 内变动, 仪器应与反光棱镜的高度相同, 以免引入倾斜修正, 影响测定精度。

F1.4 观测方法

开始观测时, 由近到远进行往测。反光棱镜依次要放在平台上的各个预定位置。把反光棱镜置于第一点, 测得距离 S_1 (平差计算中可取 $D_1^0 = S_1$)。然后根据导轨刻划 (或钢尺刻划) 把反光棱镜移动距离 d , 置于第二点, 测得距离 S_2 。依次移动反光棱镜, 并观测下去, 直到最后第 n 点, 测得距离 S_n 。紧接着再由远到近进行返测。每个位置往测观测一测回返测观测一测回, 取往、返测距离的平均值为距离观测值。测定时要保持适中的光强, 观测要紧凑, 以减少外界条件变化的影响。

F2 周期误差计算

F2.1 误差方程系数和常数项的计算

$$V_i = C' - \sin\theta_i \cdot x - \cos\theta_i \cdot y + L_i \quad \dots\dots\dots (F1)$$

$$\left. \begin{aligned} \theta_i &= \theta_0 + (i-1)\Delta\theta \\ \theta_0 &= \frac{2D_1^0}{\lambda} 360^\circ \\ \Delta\theta &= \frac{2d}{\lambda} 360^\circ \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (F2)$$

$$L_i = S_i - [D_1^0 + (i-1)d] \dots\dots\dots (F3)$$

式中: i ——观测距离数($i=1,2,3,\dots,n$);

C', x, y ——待求未知数;

D_1^0 ——测站标志中心到平台第一测点的距离, m;

λ ——精测调制波长, m;

d ——反光棱镜移动的距离, m;

S_i ——第 i 测点的观测距离, m。

F2.2 未知数 C', x, y 的求解

$$C' = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \dots\dots\dots (F4)$$

$$x = - \frac{2 \sum_{i=1}^n (-\sin\theta_i \cdot L_i)}{n} \dots\dots\dots (F5)$$

$$y = - \frac{2 \sum_{i=1}^n (-\cos\theta_i \cdot L_i)}{n} \dots\dots\dots (F6)$$

式中: i ——观测距离数($i=1,2,3,\dots,n$);

L_i ——第 i 个误差方程的常数项;

θ_i —— S_i 相对于测距仪精测半波长所对应的相位角, ($^\circ$)。

F2.3 周期误差振幅 A 和初相角 ϕ 的计算

$$A = \pm \sqrt{x^2 + y^2} \dots\dots\dots (F7)$$

$$\phi = \text{tg}^{-1} \frac{y}{x} \dots\dots\dots (F8)$$

式中: x, y 由(F5)、(F6)式求得。

F3 周期误差显著性检验

周期误差显著性检验可采用式(F9)计算统计量 R :

$$R = \sqrt{1 - \frac{Q_2}{Q}} \dots\dots\dots (F9)$$

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= \sum_{i=1}^n V_i^2 \\ Q &= \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (F10)$$

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \dots\dots\dots (F11)$$

式中: i ——观测距离数($i=1, 2, 3, \dots, n$);

V_i ——第 i 个误差方程求得的误差, mm;

L_i ——第 i 个误差方程的常数项, mm;

由(F9)式计算出 R 值后, 确定显著水平 α (α 一般取0.05或0.01)和检验数据自由度($n-3$)为引数, 在相关系数临界值表F2上查得临界值 R_0 。当 $R > R_0$ 时, 则认为在 α 水平上相关显著, 表明仪器存在明显的周期误差; 当 $R \leq R_0$ 时, 则认为在 α 水平上相关不显著, 表明仪器没有明显的周期误差存在。

F4 周期误差测定的精度估算

F4.1 当仪器的周期误差显著时

a. 周期误差测定单位权中误差

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-3}} \dots\dots\dots (F12)$$

式中: i ——观测距离数($i=1, 2, 3, \dots, n$);

V_i ——第 i 个误差方程求得的误差, mm。

b. 周期误差振幅测定中误差

$$m_A = \pm m_0 \sqrt{\frac{2}{n}} \dots\dots\dots (F13)$$

式中: m_0 ——周期误差测定单位权中误差, mm;

n ——观测距离数。

c. 周期误差初相角测定中误差

$$m''_\phi = \pm \frac{m_A}{A} \rho'' \dots\dots\dots (F14)$$

式中: m_A ——周期误差振幅测定中误差, mm;

A ——周期误差振幅, mm;

$\rho'' = 206\,265$ 。

F4.2 当仪器的周期误差不显著时可按下式计算测距中误差。

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V'_i)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (F15)$$

$$V' = C' + L_i \dots\dots\dots (F16)$$

式中： n ——观测距离数($n=1,2,3,\dots,n$)；

C' ——公式(F4)所解得未知数值；

L_i ——第 i 个误差方程的常数项,mm。

计算范例见表 F1。



表 F1
周期误差计算

仪器类型: RM-Ⅲ No: 8 017

检验者: _____

检验日期: 1989年4月7日

计算者: _____

ζ	$D_1^0 + (i-1)d$ (m)	S_i (m)	$\theta_0 + (i-1)\Delta\theta$ ($^\circ$)	误差方程系数			L_i (mm)	$b \cdot L_i$	$C \cdot L_i$	V_i (mm)	V_i^2 (mm)	$L_i - \bar{L}$ (mm)
				a	b $-\sin\theta_i$	c $-\cos\theta_i$						
1	25 920 5	25.920 5	213.138	+1	0.546 7	0.837 4	0.0	0.000	0.000	+0.23	0.052 9	+1.33
2	26 420 5	26 418 5	231 138	+1	0.778 7	0.627 4	+2.0	1.557	+1.255	+1.20	1.440 0	+3.33
3	26 920 5	26 921 1	249 138	+1	0.934 4	0.356 1	-06	-0.561	-0.214	-2.21	4.8841	+0.73
4	27 420 5	27 420 7	267 138	+1	0.998 8	0.049 9	-02	-0.200	-0.010	-2.34	5.475 6	+1.13
5	27 920 5	27 917 5	285 138	+1	0.965 3	-0.261 1	+3.0	2.896	-0.783	+0.67	0.448 9	+4.33
6	28 420 5	28 417 9	303 138	+1	0.837 4	-0.546 7	+2.6	2.177	-1.421	+0.44	0.193 6	+5.93
7	28 920 5	28 918 3	321 138	+1	0.627 4	-0.778 7	+2.2	1.380	-1.713	+0.55	0.302 5	+3.53
8	29 420 5	29 417 5	339 138	+1	0.356 1	-0.934 4	+3.0	1.068	-2.803	+2.16	4.665 6	+4.33
9	29 920 5	29 918 9	357 138	+1	0.049 9	-0.998 8	-1.6	0.080	-1.598	+1.77	3.132 9	+2.93
10	30 420 5	30 421 5	15 138	+1	-0.261 1	-0.965 3	-1.0	0.261	+0.965	+0.30	0.090 0	+0.33
11	30 920 5	30 924 5	33 138	+1	-0.546 7	-0.837 4	-4.0	2.187	+3.350	-1.57	2.464 9	-2.67
12	31 420 5	31 425 9	51 138	+1	-0.778 7	-0.627 4	-5.4	4.205	+3.388	-1.94	3.763 6	-4.07
13	31 920 5	31 926 5	69 138	+1	-0.934 4	-0.356 1	-6.0	5.606	+2.137	-1.73	2.9929	-4.67
14	32 420 5	32 426 3	87 138	+1	-0.998 8	-0.049 9	-5.8	5.793	+0.289	-1.00	1.000 0	-4.47
15	32 920 5	32 924 3	105 138	+1	-0.965 3	0.261 1	-3.8	3.668	-0.992	+1.19	1.416 1	-2.47
16	33 420 5	33 424 5	123 138	+1	-0.837 4	0.546 7	-4.0	3.349	-2.187	+0.82	0.672 4	-2.67
17	33 920 5	33 922 5	141 138	+1	-0.627 4	0.778 7	-2.0	1.255	-1.557	+2.31	5.336 1	-0.67
18	34 420 5	34 423 1	159 138	+1	-0.356 1	0.934 4	-2.6	0.926	-2.429	+0.90	0.810 0	-1.27
19	34 920 5	34 923 9	177 138	+1	-0.049 9	0.998 8	-3.4	0.170	-3.396	-0.91	0.828 1	-2.07
20	35 420 5	35 422 7	195 138	+1	-0.261 1	0.965 3	-2.2	-0.574	-2.124	-0.84	0.705 6	-0.87
									Σ	0.00		

$\theta_0 = \frac{2D_1^0}{\lambda} 360^\circ = 213.138^\circ$ $\Delta\theta = \frac{2d}{\lambda} 360^\circ = 18^\circ$ $\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = -1.330 \text{ mm}$ $Q_2 = \sum_{i=1}^n V_i^2 = 40.675 \text{ 8 m}$ $Q = \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2 = 194.302 \text{ 0 m}$	$C' = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} = 1.330$ $x = \frac{2 \sum_{i=1}^n (b \cdot L_i)}{n} = -3.524$ $y = \frac{2 \sum_{i=1}^n (c \cdot L_i)}{n} = 0.984$ $A = \pm \sqrt{x^2 + y^2} = \pm 3.66 \text{ mm}$ $\phi = \text{tg}^{-1} \frac{y}{x} = 164^\circ 23' 55.5$	$R = \sqrt{1 - \frac{Q_2}{Q}} = 0.889$ $R_0 = 0.456$ $R > R_0$ $m_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n-1}} = \pm 1.55 \text{ mm}$ $m_A = m_0 \sqrt{\frac{2}{n}} = \pm 0.49 \text{ mm}$ $m_\phi = m_A \frac{\rho}{A} = \pm 7.67^\circ$
--	--	--

表 F2
相关系数临界值表

自由度	显著水平		自由度	显著水平	
	5%	1%		5%	1%
1	0.997	1.000	19	0.433	0.549
2	0.950	0.990	20	0.423	0.537
3	0.878	0.959	21	0.413	0.526
4	0.811	0.917	22	0.404	0.515
5	0.754	0.874	23	0.396	0.505
6	0.707	0.834	24	0.388	0.496
7	0.616	0.798	25	0.381	0.487
8	0.632	0.765	26	0.374	0.478
9	0.602	0.735	27	0.367	0.470
10	0.576	0.708	28	0.361	0.463
11	0.553	0.684	29	0.355	0.456
12	0.532	0.661	30	0.349	0.449
13	0.514	0.641	35	0.325	0.418
14	0.497	0.623	40	0.304	0.393
15	0.482	0.606	50	0.273	0.354
16	0.468	0.590	60	0.250	0.325
17	0.456	0.575	80	0.217	0.283
18	0.444	0.561	100	0.195	0.254

附 录 G
常用远程光电测距仪的作业方法
(参考件)

由于远程光电测距仪的型号不同,其作业方法和要求也各不相同,现将常用的几种远程光电测距仪的作业方法和注意事项及要求分述于后。

G1 作业要求

- 接通电源前,所有开关均应置于关的位置。
- 测距前应使测距仪与外界温度相适应。仪器接通电源后,应预热20 min后方可开始观测。
- 测距仪在使用中应避免阳光照射和强光射入接收镜孔,影响测距精度。
- 在测距过程中应停止使用对讲机。

G2 使用 RM-Ⅲ型激光测距仪的作业方法

G2.1 观测前的准备工作

- 将测距仪的电源开关置于(OFF)位置,内/外光路开关置于内光路(INT)位置;内光路衰减器顺时针旋到头;PPM旋钮和常数置入钮置于(OO)处。
- 接通 12 ± 0.1 V的直流电源,注意电源的极性。
- 把电源开关置于(ON)位置,功能旋钮置于(LAMP)位置,再按R钮进行自检。在自检符合要求后,再调节外光路衰减器,使面板上仪表指针对准仪表刻度的绿色区域中部,则测距准备信号指示灯(黄色)亮。待预热20 min后,即可开始观测。

G2.2 观测程序

- a. 将功能开关置于(NOMR+MTR)位置。每按一次(R)钮,即显示一次测距结果,读数并记录,读四次为一测回;间隔3 min 后再重新照准目标进行第二测回读数。
- b. 一个时间段结束后,应进行仪器的自检工作。
- c. 当测距边小于10 km 时,把10 km 钮置于零位置。若所测距离在10 km 到20 km 之间,则把该钮置于被测距离的10 km 增量上,其余类推。

G3 使用 AGA-600型激光测距仪的作业方法

G3.1 观测前的准备工作

- a. 接通电源前电表选择开关应放在“OFF”位置。
- b. 接通12 V 直流电源,注意极性,使控制电表指针指在红色区内;否则应重新接通电源。
- c. 控制电表选择钮置于“BATT”位置时,其指针应仍在红色区内。当控制电表选择钮旋至“OVEN”位置时,恒温炉加温一分钟后,指针应在绿色区内。若有故障,则指针指零或指在红区内。
- d. 控制电表选择钮置于“AEC”位置,检查控制电表指针在“TREQ2. 3. 4”位置时均在绿色区内。而“FREQ1”在左端。
- e. 控制电表置于“TUNE”位置,频率置于 F_2 外,用“TUNE”控制器调谐克尔盒使控制电表指针偏转至最大。
- f. 仪器接通电源后,应预热20 min,方可正式测距。

G3.2 观测程序

G3.2.1 光路观测

- a. 将频率钮置于“ F_2 ”位置,控制电表置于“MEAS”位置,光路选择杆指向后方,调整灰楔钮,使指针指在绿色区,同时检查调谐情况。
- b. 将相位钮置于“1”位置,转动移相钮,使蓝点 F 分划盘的读数为预置光路读数(9 840),用分解器调整钮使指零表指零,当指示灯闪亮时读取蓝点 F 的精确数值,并记录。
- c. 依次将相位选择钮置于“2”、“3”、“4”,每变一次相位,均按(b)所述方法读数和记录。

G3.2.2 镜路观测

- a. 频率钮置于“1”位置,相位钮亦置于“1”位置,光路选择钮指向前方,转动移相钮,直至指示灯闪亮,调整指零表指零,读取橙点 F 的读数并记录。
- b. 频率钮置于“2”,相位钮置于“1”,转动移相钮使蓝点 F 的读数之首位与“ F_1 ”橙点 F 读数的末位大致相同,待指示灯闪亮后,使指零表指零,读取蓝点 F 的读数,并记录。
- c. 依次将相位钮置于“2”、“3”、“4”,每变换一次相位,均使指零表指零,读取蓝点 F 的数值,并记录(注意相位“1”、“2”的读数比相位“3”、“4”的读数约大1 250)。
- d. 频率钮依次置于“3”和“4”,相位选择钮置于“1”。每变一次频率,均转动移相钮,直至指示灯闪亮,使指零表指零,读取蓝点 F 的数值并记录。

完成以上光路和镜路观测称为一测回,在镜路观测中的频率“1”、“3”、“4”,只需在每光段的开始和结束的那个测回中各测定一次,其他测回只测频率“2”即可。

G3.2.3 观测注意事项

- a. 在使用 AGA-600测距仪作业时,光路、镜路观测的相位读数“1+4”与“2+3”之差,应不超过20 个单位,否则应重测该光路和镜路的成果。
- b. 在同一测回的观测过程中,不得调动 KDP 调制器,但测回之间每隔一段时间应调 KDP 电路。
- c. 观测时增益值最大不得超过1.5,一般应在1.0位置为宜,严禁在通视不好时,通过提高增益抢测成果。

G4 使用 AGA-8激光测距仪的作业方法

G4.1 观测前的准备工作

- a. 将面板上的所有开关置于(OFF)位置,接通12 V 直流电源,注意电源极性。
- b. 将电源开关置于(ON)位置,检查仪器各部工作是否正常。
- c. 精确对准反光棱镜,调整目镜孔径选择杆,灰楔拉杆和增益控制,使信号强度有最大的偏转,其读数应在0.8~1.0之间。
- d. 仪器预热20 min 后即可开始观测。

G4.2 观测程序

G4.2.1 镜路观测

- a. 光路选择杆置于镜路位置“R”,频率选择钮置于“U”位置;控制选择钮置于“3”(测量位置);相位选择钮置于“1”,转动计数器移相钮,使读数为“000”。
- b. 按箭头指示的方向转动移相钮,并用指零表指针移动方向和箭头方向相同和相反来判断其正负号。
- c. 继续转动移相钮,直到指针在零刻划处附近对称摆动时,读取计数器数字,并记录。
- d. 依次将相位选择钮置于“2”、“3”、“4”位置,按 b、c 所述方法读记观测成果(相位“1”和“3”符号相同)。
- e. 将灰楔拉杆全部推进去。

G4.2.2 光路观测

- a. 将光路选择杆置于校准位置“c”;频率选择钮置于“ u_1 ”位置;相位选择钮置于“1”位置。
- b. 利用灰楔拉杆调整信号强度使与镜路观测时相同(同一频率的镜路和光路观测之间,不要改变增益控制与目镜孔径位置)。
- c. 依次按镜路中的步骤进行光路观测。
- d. 依次按上述方法完成“ u_2 ”、“ u_3 ”三个频率位置的观测成果。

附加说明:

本标准由国家测绘局提出。

本标准由国家测绘局测绘标准化研究所,国家测绘局第一测绘大队负责起草。

本标准主要起草人李洪运、杨汉明。