

典型图形平差的固定系数表

测量计算用表编算组编算

测绘出版社

典型图形平差的固定系数表

测量计算用表编算组编算

测绘出版社

本表适用于三、四等三角测量平差计算，共收集了27种47个典型图形，所列的表一般都在作业中使用过，现整理出版，供国民经济各部门测量计算工作者使用。

典型图形平差的固定系数表
测量计算用表编算组编算

*

测绘出版社出版
北京印刷二厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092 1/16·印张 6·字数：120,000
1976年8月北京第一版·1976年8月北京第一次印刷
印数：0001—25,000册·定价：0.70元
统一书号：15039·新42

目 录

使用说明	5
本表中的典型图形种类总图	19
图形 1 三角形内插一点	23
图形 2 三角形内插一点 (一个已知点上未设站)	24
图形 3 三角形外插一点	25
图形 4 三角形外插一点 (一个已知点上未设站)	26
图形 5 三角形内、外插入两点	27
图形 6 菱形和大地四边形	29
图形 7 扇形	31
图形 8 定角中插入 1-7 点和中点 1-8 边形	33
图形 9 定角内、外插入一点	36
图形 10 定角内、外插入一点 (其中有一点未设站观测)	37
图形 11 四边形中插一点	41
图形 12 两相邻定角中插入一点	43
图形 13 两相邻定角中插入两点	45
图形 14 定角中插入中点 n 边形	47
图形 15 定角内、外插入二点和一个大地四边形	51
图形 16 定角中插入一个菱形和 n 个三角形	54
图形 17 三角形内、外各插一点	57
图形 18 三角形内插一点外插两点	59
图形 19 相邻两三角形内插入两点	64
图形 20 四边形内、外各插一点	67
图形 21 两个相邻定角中对称插入两点	70
图形 22 定角中插入两个四边形	72
图形 23 定角中插入两个菱形和 n 个三角形	75
图形 24 三角形内插入一点, 外插入三点	79
图形 25 四边形内插入两点	84
图形 26 一已知边上布置两个中点多边形	90
图形 27 偏菱形	93
典型图形平差点位中误差计算表	94

使用说明

一、本表为典型图形平差的固定系数表。共有27种47个典型图形，采用的各类典型图形见附图（图上绘双线的边为已知边，端点为已知点）。

二、采用本固定系数表时，不同类形的典型图形必须机械地按本表相应图形中之规定来编号（包括三角形编号、点号、角号），才能按系数表计算。

三、计算步骤：

1. 绘出略图。已知点和已知边用红色，待定点和待定边用蓝色。然后记上已知点和待定点的名称。

2. 将表中相应图形各三角形编号和角号，抄入略图上相应位置。三角形编号记在三角形中央，用圆圈圈住。

3. 将已知点的坐标和已知边的边长、坐标方位角，用红墨水抄在图上，坐标记在相应已知点的近旁，边长和坐标方位角记在相应已知边上的中央处，如实例略图所示。

4. 在“平差计算表”第一栏和第二栏中，按1、2、3……的顺序，填上三角形编号和角号，图上没有编号的三角形（即重叠三角形）以及“和角”和“差角”均不得记于表中。例如，图形6(甲)和6(乙)只记入①②两个三角形，和1、2、3、4、5、6、7、8等八个角号。也就是说，每一个角号在平差计算表中只准出现一次。相邻两三角形之间留一空格，以便将来填写三角形的闭合差。

5. 依角号抄入角度值，精度至0".1。

6. 按本表所列公式（在该图形“ V_i 表”近旁），计算第一组条件方程式的自由项 W_1 、 W_2 、 W_3 等，如没有写出公式，均指三角形①、②、③等的闭合差； W_a 、 W_b 、 W_c 等一般均为固定角条件自由项，按所列公式计算，记在平差计算表上规定的地方，以备查用。

7. 计算角度的第一次改正数 V'_i （注意，在本表所述的典型图形平差法中，第一次改正数不等于“三角形闭合差被角数除反号”，而是在表内“ V_i 表”上进行），方法如下：

将计算时所需的乘数，即“ V_i 表”第一行用符号所示的各数，例如图形11（即本章实例1的图形）为 W_1 、 W_2 、 W_3 、 W_4 、 W_a 、 W_b 、 W_c 、 W_d ，按它们在“ V_i 表”上的排列顺序，以0".001的精度抄在一张小纸片上。每一乘数所占的格，与“ V_i 表”上同宽。计算时将纸片放在“ V_i 表”的每一行上，每个乘数与相应的系数对齐，然后两两（每一乘数与表内的相应系数）相乘，同行各乘积的代数和，再乘以第一栏 V_i 前系数的倒数（用计算机计算时，可直接在计算机上累计出来），即为角度的第一次改正数 V'_i 。例如实例1中：

$$\begin{aligned} V'_1 &= 0.04167 \{ (-14)(+4.800) + (-4)(-5.600) \\ &\quad + (-2)(+4.100) + (-4)(-10.800) + (+9)(-14.600) \\ &\quad + (+3)(+0.700) + (+3)(0.0) + (+9)(+6.400) \} \\ &= -3".4 \end{aligned}$$

第一个改正数算好后，纸片往下移一行，计算第二个改正数，直到所有的 V'_i 都算出为止。 V'_i 的值直接记在“平差计算表” V'_i 栏（第四栏）中，记至0".1。

有些图形,例如图形5,在按“ V'_1 表”计算第一次改正数时,需要一些辅助乘数 u_i ,则应按表内“ V'_1 表”上方的辅助表,先算出 u_i 。 u_i 的值不作正式记录,直接抄在上述计算 V'_1 的小纸片上,取至0.001,以便进行 V'_1 之计算。

8. 将 V'_1 加到观测角中,以得出第一次改正后的角度值(“平差计算表”第5栏),凑整至0"1。然后进行如下的检查:

- (1) 每一三角形三角之和应等于 180° ,每一个大地四边形应检查三个三角形;
- (2) 每一个固定角内所包含的各角之和,应等于固定角的已知值;
- (3) 图形内每一个中点上,周围各角之和应等于 360° 。

不符值一般不应超过0"1,最大不应超过0"2,每一三角形的剩余误差,配入大角中。

9. 计算第二组条件(即边、极条件)的改化系数和自由项。

自由项 W_A 、 W_B 等按表内相应系数表下所列公式,用第一次改正后的角度值计算,用七位对数表,结果以对数第六位为单位。同时查出与自由项有关各角的正弦对数的秒差,以对数第六位为单位,取到0.01,记在自由项计算表中正弦对数的右侧(见实例)。

改化系数 A_i 、 B_i 、 C_i 、 D_i 的计算,在“ A_i 表”、“ B_i 表”、“ C_i 表”、“ D_i 表”上进行,以 δ_i 、 $\frac{\delta_i}{3}$ 和辅助乘数 u_i 等为乘数,计算方法与第一次改正数计算相同。各乘数应取到0.001,算得的改化系数取到0.01,直接记在“平差计算表”第六至第九栏内。如实例1中:

$$\begin{aligned} A_1 &= 0.04167\{(-5)(\delta_2 + \delta_6) + (-1)(\delta_5 + \delta_8) \\ &\quad + (+1)(\delta_9 + \delta_{12}) + (+5)(\delta_3 + \delta_{11})\} \\ &= 0.04167\{(-5)(+2.560) + (-1)(+6.790) \\ &\quad + (+1)(+5.200) + (+5)(+5.050)\} \\ &= +0.45 \\ B_1 &= 0.04167\{(-10)\delta_1 + (-5)\delta_3 + (-4)\delta_4 + (+1)\delta_6\} \\ &= 0.04167\{(-10)(-0.450) + (-5)(+2.780) \\ &\quad + (-4)(+1.090) + (+1)(+3.940)\} \\ &= -0.41 \end{aligned}$$

每一个条件的改化系数算完后,应进行如下的检查:

- (1) 每一三角形的系数和应等于0,每一个大地四边形应检查三个三角形;
- (2) 每一个固定角内各角的系数和应等于0;
- (3) 图形内每一个中点上,周围各角的系数和应等于0。

剩余误差不应大于0.02,可以不进行配赋。

10. 解算改化后的第二组条件方程式,求第二次角改正数。

对于图形1至10,先计算 $[AA]$,即系数 A_i 自乘之和,然后按以下公式计算联系数 K_A 和第二次角改正数 V''_1 :

$$K_A = -\frac{W_A}{[AA]}$$

$$V''_1 = A_1 K_A$$

对于有 A 、 B 系数的图形需计算 $[AA]$ 、 $[AB]$ 、 $[BB]$ 三个乘积和,以及检查计算所需的 $[AS]$ 和 $[BS]$, S 为 A 、 B 系数的横和,即 $S_i = A_i + B_i$,填入“平差计算表” S_i 栏内。联系数 K_A 和 K_B 以及第二次角改正数的计算公式为:

$$K_A = \frac{1}{D} \left\{ -[BB]W_A + [AB]W_B \right\}$$

$$K_B = \frac{1}{D} \left\{ +[AB]W_A - [AA]W_B \right\}$$

$$V_i'' = A_i K_A + B_i K_B$$

其中

$$D = [AA][BB] - [AB]^2$$

$[AA]$ 、 $[AB]$ 、 $[BB]$ 等计算，应用 $[AA] + [AB] = [AS]$ 和 $[AB] + [BB] = [BS]$ 关系进行检查，不符值不应超过0.002。 K_A 和 K_B 的正确性，用关系式 $\{[AA] + [AB]\}K_A + \{[AB] + [BB]\}K_B = -(W_A + W_B)$ 检查。按此式检查时，若 K 取至小数下第六位，则不符值一般不应超过0.01。

对于有 A 、 B 、 C 系数的图形需计算 $[AA]$ 、 $[AB]$ 、 $[AC]$ 、 $[BB]$ 、 $[BC]$ 、 $[CC]$ 等6个乘积和。并计算 $[AS]$ 、 $[BS]$ 、 $[CS]$ 。然后按下列关系进行检查：

$$[AA] + [AB] + [AC] = [AS]$$

$$[AB] + [BB] + [BC] = [BS]$$

$$[AC] + [BC] + [CC] = [CS]$$

不符值不应超过0.002

联系数可按高斯约化法或下列公式计算：

$$K_C = -\frac{1}{M} \left\{ m_1 W_A + m_2 W_B + D W_C \right\}$$

$$K_B = \frac{1}{D} \left\{ [AB]W_A - [AA]W_B + m_2 K_C \right\}$$

$$K_A = \frac{1}{D} \left\{ -[BB]W_A + [AB]W_B + m_1 K_C \right\}$$

其中

$$m_1 = [AB][BC] - [BB][AC]$$

$$m_2 = [AB][AC] - [AA][BC]$$

$$D = [AA][BB] - [AB][AB]$$

$$M = m_1[AC] + m_2[BC] + D[CC]$$

K 的正确性，按如下公式检查：

$$[AS]K_A + [BS]K_B + [CS]K_C = -(W_A + W_B + W_C)$$

检查计算中，若 K 取至小数下第六位，则不符值一般不应超过0.01。

第二次角改正数的计算公式为：

$$V_i'' = A_i K_A + B_i K_B + C_i K_C$$

对于图形24，需计算 $[AA]$ 、 $[AB]$ 、 $[AC]$ 、 $[AD]$ 、 $[BB]$ 、 $[BC]$ 、 $[BD]$ 、 $[CC]$ 、 $[CD]$ 、 $[DD]$ 以及 $[AS]$ 、 $[BS]$ 、 $[CS]$ 、 $[DS]$ 。并按下列关系检查：

$$[AA] + [AB] + [AC] + [AD] = [AS]$$

$$[AB] + [BB] + [BC] + [BD] = [BS]$$

$$[AC] + [BC] + [CC] + [CD] = [CS]$$

$$[AD] + [BD] + [CD] + [DD] = [DS]$$

不符值不应超过0.002。

法方程式的解算，按高斯约化法进行。

第二次角改正数的计算公式为：

$$V_i'' = A_i K_A + B_i K_B + C_i K_C + D_i K_D$$

在以上的计算中， $[AA]$ 、 $[AB]$ 、 D 、 m 、 M 等取到0.001， K 值为保证检查公式的良好符合，应计算至小数下第六位，在计算第二次角改正数时，用至0.001，第二次角改正数 V_i'' 最后凑整至0.1，记于“平差计算表”第11栏中。

11. 将 V_i'' 加到第一次改正后的角值中，得出平差角。平差角按检查第一次改正后角度正确性的方法进行检查（见上面第8款），并按同样方法进行剩余误差的配赋。

12. 用平差角进行最后边长和最后坐标计算（进行最后边长计算时，重叠三角形的剩余误差，也要配赋）。为了避免误差的累积，边长和坐标均应从最近的已知边和已知点推算。由两条已知边推得同一边边长的不符值，或从一条已知边开始，推算至另一已知边时的不符值，一般应在2~3cm以内。不符值按推算路线上的三角形进行配赋，每一三角形的求距边和间隔边改正相同的数值；不符值在2cm以内时，不必配赋。每一待定点的坐标，应由两个先前已计算的点（有已知点者，则尽量用已知点）推算，或由一个已知点开始，逐点推算闭合至另一已知点，不符值不应大于2~3cm，按点配赋；在2cm以内时，不必配赋。

13. 如果需要计算待定点的点位中误差，则按下列公式计算。

$$M = mS \sqrt{5.3 \frac{1}{P_{\log s}} + 23.50 \frac{1}{P_\alpha} \cdot 10^{-6}}$$

或

$$M = \frac{m}{\rho''} S \sqrt{\frac{1}{P_{\log s}} \times 0.226 + \frac{1}{P_\alpha}}$$

式中 S 和算得结果均以米为单位。 M 值也可从“典型图形平差点位中误差计算表”中查得。

对于仅有 A 系数的图形

$$\frac{1}{P_\alpha} = [ff] - \frac{[Af]^2}{[AA]}$$

$$\frac{1}{P_{\log s}} = [\lambda\lambda] - \frac{[A\lambda]^2}{[AA]}$$

对于有 A 、 B 系数的图形

$$\frac{1}{P_\alpha} = [ff] - \frac{[Af]^2}{[AA]} - \frac{1}{[AA]D} \{[AA][Bf] - [AB][Af]\}^2$$

$$\frac{1}{P_{\log s}} = [\lambda\lambda] - \frac{[A\lambda]^2}{[AA]} - \frac{1}{[AA]D} \{[AA][B\lambda] - [AB][A\lambda]\}^2$$

对于有 A 、 B 、 C 系数的图形，最好采用高斯约化法解法方程式，并附入 $[Af]$ 、 $[Bf]$ 、 $[Cf]$ 、 $[Df]$ 、 $[ff]$ 、 $[A\lambda]$ 、 $[B\lambda]$ 、 $[C\lambda]$ 、 $[D\lambda]$ 、 $[\lambda\lambda]$ 等，在解算中顺便求出 $\frac{1}{P_\alpha}$ 和

$\frac{1}{P_{\log s}}$ ，即，

$$\frac{1}{P_\alpha} = [ff \cdot n]$$

$$\frac{1}{P_{\log s}} = [\lambda \lambda \cdot n]$$

n 为第二组条件的个数。

计算中所需的 $[Af]$ 、 $[Bf]$ 、 $\dots$ $[A\lambda]$ 、 $[B\lambda]$ 、 $\dots$ 等，表中按每一个典型图形和各待定点列出计算公式。至于点位中误差计算公式内的 S 指哪一条边，在表中相应图形上以虚线表示出来。

m 为单位权测角中误差，计算公式为：

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum (V'_i + V''_i)^2}{N - 2n}}$$

N 为平差中求改正数的角度数， n 为待定点的个数。例如实例 1 中， $N = 12$ ， $n = 1$ ， $N - 2n = 10$ 。

四、本表中边、极条件系数采用正弦对数 $1''$ 表差 δ_i 计算，其自由项相应的用对数计算；若将表中之 δ_i 改换成 $\cot_i$ 则其自由项要用真数计算：

例如实例一之 W_A 对数算式为：

$$W_A = \log \frac{\sin 2 \cdot \sin 5 \cdot \sin 9 \cdot \sin 11}{\sin 3 \cdot \sin 6 \cdot \sin 8 \cdot \sin 12}$$

其真数式为：

$$W_A'' = \left(\frac{\sin 2 \cdot \sin 5 \cdot \sin 9 \cdot \sin 11}{\sin 3 \cdot \sin 6 \cdot \sin 8 \cdot \sin 12} - 1 \right) \rho''$$

$$\rho'' = 206265$$

W_B 对数式为：

$$W_B = \log \frac{ad \sin 3 \cdot \sin 4}{ab \sin 1 \cdot \sin 5}$$

其真数式为：

$$W_B'' = \left(\frac{ad \sin 3 \cdot \sin 4}{ab \sin 1 \cdot \sin 5} - 1 \right) \rho''$$

当采用 $\cot_i$ 计算系数，用真数计算自由项时，点位中误差计算公式中的 δ_i 要改用 $\cot_i$ 并按下列公式计算点位中误差，算得结果以米为单位。

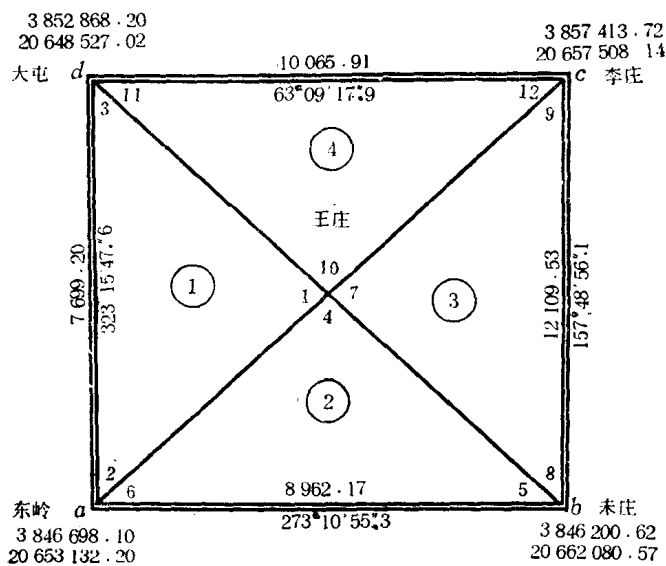
$$M = \frac{m}{\rho''} S \sqrt{\frac{1}{P_s} + \frac{1}{P_a}}$$

计算时小数位取法： $\cot$ 取至 0.01， W'' 至 0.01，其余与算例相同。

五、注意，当一个三角形内有一个角未观测时，采用角度正弦秒差之关系是： $-\delta_{(1)} = +\delta_{2+3}$ 这表示一角未观测。为此使用本表时如欲将 δ_{2+3} 改用 δ_1 表示时，其系数应反号。

六、一个编号，而有几个图形的，如 10 (d) 有三个图形，同使用一个数表，只是某些系数有“ $\pm$ ”两个符号，这时使用数表方法要看和差角度自由项之符号，如 10 (d) 中 $W_b = \angle 2 \pm \angle 5 - \angle abc$ ，当采用 $W_b = \angle 2 + \angle 5 - \angle abc$ 时使用数表之上面符号；采用 $W_b = \angle 2 - \angle 5 - \angle abc$ 时采用数表之下面符号。

实 例 1 (图形11)



$$W_a = -14.600$$

$$W_b = +0.700$$

$$W_c = 0.000$$

$$W_d = +6.400$$

$$[AA] = 49.972$$

$$[AB] = -18.660$$

$$[AS] = +31.312$$

$$[BB] = 9.294$$

$$[BS] = -9.366$$

$$D = [AA][BB] - [AB]^2 = +116.244$$

$$K_A = \frac{1}{D} \{-[BB]W_A + [AB]W_B\} = +1.581$$

$$K_B = \frac{1}{D} \{[AB]W_A - [AA]W_B\} = +5.584$$

检查:

$$K_A[AS] + K_B[BS] = -2.795$$

$$-(W_A + W_B) = -2.800$$

平 差 计 算 表

三编 角形号	角 号	观 测 角	第一次 改 正 V'_i	改正后 角 度 (秒值)	第二组条件改化系数					第二次 改正数 V''_i	平差角 (秒值)
					A_i	B_i	C_i	D_i	S_i		
1	1	102 11 22.3	-3.4	18.9	+0.45	-0.41			+0.04	-1.6	17.3
	2	40 34 58.5	+6.5	65.0	+1.95	-0.43			+1.52	+0.7	65.7
	3	37 13 44.0	-7.9	36.1	-2.40	+0.84			-1.56	+0.9	37.0
		$W_1 = +4.8$									
2	4	62 31 10.6	-1.7	08.9	-0.89	+1.09			+0.20	+4.6	13.5
	5	28 08 49.2	-0.8	48.4	+2.84	-1.51			+1.33	-3.9	44.5
	6	89 19 54.6	+8.1	62.7	-1.95	+0.42			-1.53	-0.7	62.0
		$W_2 = -5.6$									
3	7	87 05 48.7	-0.8	47.9	+0.23	-0.92			-0.69	-4.7	43.2
	8	36 29 12.3	+0.1	12.4	-2.84	+1.51			-1.33	+3.9	16.3
	9	56 25 03.1	-3.4	24'59.7	+2.61	-0.59			+2.02	+0.8	00.5
		$W_3 = +4.1$									
4	10	108 11 38.4	+6.0	44.4	+0.21	+0.25			+0.46	+1.7	46.1
	11	42 52 52.1	+1.4	53.5	+2.40	-0.84			+1.56	-0.9	52.6
	12	28 55 18.7	+3.4	22.1	-2.61	+0.59			-2.02	-0.8	21.3
		$W_4 = -10.8$									

第二组条件自由项计算

角号	正 弦 对 数	δ	角号	正 弦 对 数	δ
2	9.813 2952	+2.46	3	9.781 7342	+2.78
5	9.673 6953	+3.94	6	9.999 9707	+0.02
9	9.920 6874	+1.39	8	9.774 2521	+2.85
11	9.832 8183	+2.27	12	9.684 5140	+3.81
Σ_1	9.240 4962		Σ_2	9.240 4710	

$$W_A = \Sigma_1 - \Sigma_2 = +25.2$$

$$W_{允} = \pm 10\sqrt{59.0276}$$

$$= \pm 76.8$$

$$W_B = \Sigma_1 - \Sigma_2 = -22.4$$

$$W_{允} = \pm 2\sqrt{2(12.41)^2 + 24.6426 \times 5^2}$$

$$= \pm 60.8$$

	正 弦 对 数	δ
ad	3.886 4456	
3	9.781 7342	+2.78
4	9.948 0044	+1.09
Σ_1	3.616 1842	
ab	3.952 4132	
1	9.990 0981	-0.45
5	9.673 6953	+3.94
Σ_2	3.616 2066	

三角形最后解算

三角形 编号	角号	顶 点 名 称	平 差 角	正 弦 函 数	边 长
1	1	王 庄	102 11 17.3	0.977 460	7 699.20
	2	东 岭	40 35 05.7	0.650 574	5 124.40
	3	大 屯	37 13 37.0	0.604 974	4 765.22
2	4	王 庄	62 31 13.5	0.887 175	8 962.17
	5	宋 庄	28 08 44.5	0.471 715	4 765.23
	6	东 岭	89 20 02.0	0.999 932	10 101.23
3	7	王 庄	87 05 43.2	0.998 715	12 109.53
	8	宋 庄	36 29 16.3	0.594 653	7 210.23
	9	李 庄	56 25 00.5	0.833 083	10 101.22
4	10	王 庄	108 11 46.1	0.949 993	10 065.91
	11	大 屯	42 52 52.6	0.680 481	7 210.22
	12	李 庄	28 55 21.3	0.483 627	5 124.40

最后坐标计算

起 算 点	宋 庄	李 庄
待 定 点	王 庄	
α_0	337° 48' 56".1	157° 48' 56".1
$\angle$	-36 29 16.3	+56 25 00.5
α	301 19 39.8	214 13 56.6
x	3 851 452.57	3 851 452.58
x_0	3 846 200.62	3 857 413.72
Δx	+ 5 251.95	- 5 961.14
$\cos \alpha$	+0.519 932	-0.826 763
S	10 101.22	7 210.22
$\sin \alpha$	-0.854 203	-0.562 550
Δy	- 8 628.54	- 4 056.11
y_0	20 662 080.37	20 657 508.14
y	20 653 452.03	20 653 452.03
	$x = 3\ 851\ 452.58$	
	$y = 20\ 653\ 452.03$	

王庄点点位中误差计算:

单位权测角中误差

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum (V_i^2 + V_i'^2)}{N - 2n}}$$

$$= \pm \sqrt{\frac{329.02}{10}} = \pm 5.7$$

$$[ff] = 0.29 \quad [Bf] = -0.43$$

$$[\lambda\lambda] = +1.82 \quad [A\lambda] = -6.47$$

$$[Af] = +1.95 \quad [B\lambda] = +2.15$$

$$\frac{1}{P_\alpha} = +0.17$$

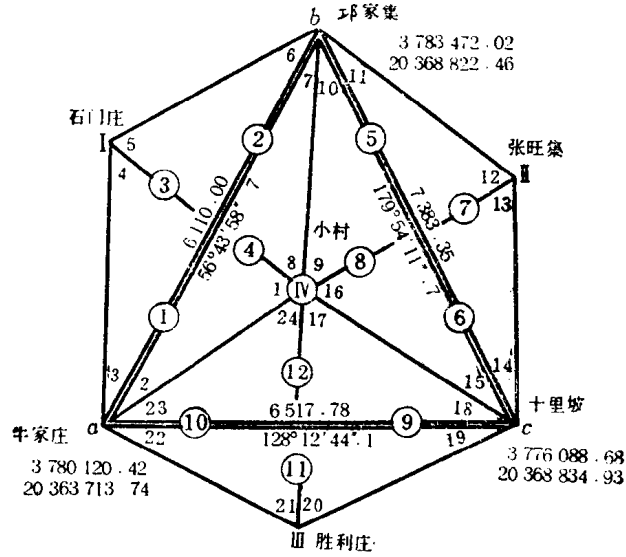
$$\frac{1}{P_{\log s}} = +0.98$$

$$S = 4765^m$$

$$M = ms \sqrt{5.3 \frac{1}{P_{\log s}} + 23.50 \frac{1}{P_\alpha}} 10^{-6}$$

$$= \pm 0.08^m$$

实 例 2 (图形24)



$$\angle bac = 71^{\circ}28'45''.4$$

$$\angle acb = 51\ 41\ 27.6$$

$$\angle cba = 56\ 49\ 47.0$$

$$W_a = -0.750$$

$$W_b = +3.525$$

$$W_c = +0.475$$

$$W_1 = -1.1$$

$$W_2 = +3.5$$

$$W_a = +0.6$$

$$W_4 = +1.8$$

$$W_5 = +3.4$$

$$W_6 = +4.0$$

$$W_7 = +3.3$$

$$W_8 = +4.1$$

$$W_9 = -2.0$$

$$W_{10} = +1.4$$

$$W_{11} = -1.2$$

$$W_{12} = +0.6$$

第二组条件自由项计算

角号	正 弦 对 数	δ	角号	正 弦 对 数	δ
7	9.695 5636	+ 3.68	2	9.800 2041	+ 2.59
15	9.656 3622	+ 4.14	10	9.658 3509	+ 4.12
23	9.728 2661	+ 3.33	18	9.621 6470	+ 4.57
Σ_1	9.080 1919		Σ_2	9.080 2020	
$W_A = \Sigma_1 - \Sigma_2 = -10.1$			$W_{\text{允许}} = \pm 10\sqrt{63.97} = \pm 80.0$		

角号	正 弦 对 数	δ	角号	正 弦 对 数	δ
2	9.800 2041	+ 2.59	1	9.936 5140	+ 1.23
4	9.970 0942	+ 0.81	3	9.321 7223	+ 9.82
6	9.290 5352	+ 10.58	5	9.999 6357	+ 0.10
8	9.892 6172	+ 1.68	7	9.695 5636	+ 3.68
Σ_1	8.953 4507		Σ_2	8.953 4356	
$W_B = +15.1$			$W_{\text{允许}} = \pm 10\sqrt{161.47} = \pm 127.07$		

角号	正 弦 对 数	δ	角号	正 弦 对 数	δ
10	9.658 3509	+ 4.12	9	9.944 1087	+ 1.14
12	9.997 9347	+ 0.20	11	9.082 4458	+ 17.29
14	9.067 1088	+ 17.92	13	9.995 6850	+ 0.30
16	9.955 1515	+ 1.01	15	9.656 3622	+ 4.14
Σ_1	8.678 5459		Σ_2	8.678 6017	
$W_C = -55.8$			$W_{\text{允许}} = \pm 10\sqrt{468.04} = \pm 216.3$		

角号	正 弦 对 数	δ	角号	正 弦 对 数	δ
18	9.621 6470	+ 4.57	17	9.794 5181	+ 2.64
20	9.952 4243	- 1.04	19	7.835 6829	+ 307.40
22	7.737 6507	+ 385.20	21	9.949 7360	+ 1.07
24	9.997 9132	+ 0.20	23	9.728 2661	+ 3.33
Σ_1	7.309 6352		Σ_2	7.308 2031	
$W_D = +1432.1$			$W_{\text{允许}} = \pm 10\sqrt{170\ 653.21} = \pm 4131.0$		

平 差 计 算 表

三编 角形号	角 号	观 测 角 。 , "	第一 改正数 V'_i	改正 角 (秒值)	第二组条件的变化系数					第二 改正数 V''_i	平 差 角 (秒值)
					A_i	B_i	C_i	D_i	S_i		
1	1	59 46 07.2	+0.4	07.6	+0.62	+1.71	+0.71	- 24.18	- 21.14	+0.3	07.9
	2	39 08 33.1	+0.6	33.7	-2.38	+2.13	+0.70	+ 40.36	+ 40.81	-0.8	32.9
	3	12 06 29.8	+0.0	29.8	+0.88	-7.23	-0.70	- 8.09	- 15.14	+0.6	30.4
	4	68 58 48.8	+0.1	48.9	+0.88	+3.39	-0.71	- 8.09	- 4.53	-0.1	48.8
2	5	179 59 58.9									
	6	87 39 13.4	-0.4	13.0	-0.88	-3.42	+0.71	+ 8.09	+ 4.49	+0.1	13.1
	7	11 15 28.6	-0.3	28.3	-0.88	+7.26	+0.70	+ 8.09	+ 15.17	-0.6	27.7
	8	29 44 33.6	-2.8	30.8	+2.89	-2.55	-3.52	- 8.17	- 11.35	+0.2	31.0
5	9	51 20 47.9	+0.0	47.9	-1.13	-1.29	+2.11	- 8.00	- 8.31	+0.3	48.2
	10	180 00 03.5									
	11	61 33 03.8	+0.2	04.0	+0.88	-1.54	+3.89	+ 8.34	+ 11.57	+0.8	04.8
	12	27 05 18.9	-2.7	16.2	-2.89	+2.55	+3.52	+ 8.17	+ 11.35	-0.2	16.0
6	13	6 56 40.2	-0.5	39.7	+1.01	-0.50	-12.45	- 8.26	- 20.20	-1.7	38.0
	14	84 25 00.5	-0.4	00.1	+1.00	-0.51	+5.04	- 8.25	- 2.72	+1.1	01.2
	15	180 00 03.4									
	16	81 56 13.2	-1.2	12.0	-1.00	+0.51	-5.40	+ 8.25	+ 2.36	-1.1	10.9
9	17	6 42 09.4	-1.2	08.2	-1.01	+0.50	+12.81	+ 8.26	+ 20.56	+1.7	09.9
	18	26 57 15.6	-1.1	14.5	+3.14	-0.47	-3.49	- 41.36	- 42.18	+0.4	14.9
	19	64 24 25.8	-0.5	25.3	-1.13	-0.54	-3.92	+ 24.85	+ 19.26	-1.0	24.3
	20	180 00 04.0									
10	21	38 32 18.8	+0.5	19.3	+1.30	+0.40	-2.09	+100.36	+ 99.97	-0.9	18.4
	22	24 44 13.3	-0.2	13.1	-3.14	+0.47	+3.49	+ 41.36	+ 42.18	-0.4	12.7
	23	0 23 32.1	+0.8	32.9	+0.92	-0.43	-0.70	-224.05	-224.26	+1.9	34.8
	24	116 19 53.8	+0.9	54.7	+0.92	-0.44	-0.70	+ 82.33	+ 82.11	-0.6	54.1
	25	179 59 58.0									
	26	62 57 45.3	-0.3	45.0	-0.92	+0.44	+0.70	-122.27	-122.05	+0.9	45.9
	27	0 18 47.6	-0.2	47.4	-0.92	+0.43	+0.70	+264.00	+264.21	-2.2	45.2
	28	32 20 12.0	-0.3	11.7	+2.38	-2.13	-0.70	- 40.36	- 40.81	+0.8	12.5
	29	84 23 16.5	-0.6	15.9	-0.54	+1.26	-0.70	-101.37	-101.35	+0.5	16.4
	30	180 00 01.4									

法 方 程 式 组 成 与 答 解

K_1	K_2	K_3	K_4	W	S	检 查
+ 63.970	- 36.606	- 62.155	- 662.989	- 10.100	- 707.880	- 707.880
	+ 0.572 237	+ 0.971 627	+ 10.364 061	+ 0.157 887	+ 11.065 812	+ 11.065 812
$K_1 = + 0.190\ 645$	+ 161.466	+ 30.946	+ 306.284	+ 15.100	+ 477.190	+ 477.190
	+ 140.519	- 4.621	- 73.103	+ 9.320	+ 72.115	+ 72.115
		+ 0.032 885	+ 0.520 236	- 0.066 326	- 0.513 205	- 0.513 205
		+ 468.042	+ 508.642	- 55.800	+ 889.675	+ 889.675
$K_2 = - 0.065\ 309$		+ 407.499	- 137.940	- 65.307	+ 204.251	+ 204.252
			+ 0.338 504	+ 0.160 263	- 0.501 233	- 0.501 233
$K_3 = + 0.157\ 554$			+ 170 653.208	+ 1 432.100	+ 172 237.245	+ 172 237.245
			+ 163 697.226	+ 1 310.165	+ 165 007.390	+ 165 007.391
				- 0.008 004	- 1.008 004	- 1.008 004

$$K_4 = - 0.008\ 004$$

检查:

$$[4S]K_1 + [BS]K_2 + [CS]K_3 + [DS]K_4 = - 1381.368$$

$$\Sigma W = + 1381.300$$