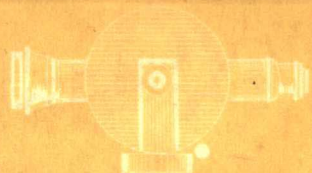


Н. И. 托夫斯托雷斯 著



导线与三角桌的联结

测绘出版社

中国现代文学名著丛书

寻虎与三角尖的联结

陈映真 著

导綫与三角点的联結

H. H. 托夫斯托雷斯 著

朱选鈞 唐城堤 譯

李青岳 校

測繪出版社

1960·北京

Н. И. ТОВСТОЛЕС
ПРИВЯЗКА ТРАССЫ
К ТРИАНГУЛЯЦИОННЫМ
ПУНКТАМ
ГОСТЕХИЗДАТ УССР
Киев—1956

本書研究工程勘査时控制測量联結的解析与图解方法。
为了掌握解决問題的图解方法，本書介紹了力学与图解静力学的簡單知識。

本書供勘査人員及非大地測量的工程師与技术員参考之用。

导綫与三角点的联結

著 者	Н. И. 托 夫 斯 托 雷 斯
譯 者	朱 选 鈞 唐 城 堤
出版者	測 繪 出 版 社

北京西四羊市大街地質部內
北京市書刊出版業營業許可證出字第091号

发 行 者	新 华 書 店 科 技 发 行 所
經 售 者	各 地 新 华 書 店
印 刷 者	地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安寧門外六鋪炕10号

印数(京) 1—3000册	1960年1月北京第1版
开本787×1092 ¹ / ₃₂	1960年1月第1次印刷
字数89,800	印张4
定价 0.53 元	

目 录

原序	5
解决經緯仪导綫与三角点联結問題的解析方法	6
經緯仪导綫的直接联結	6
与測量規标的联結	6
与建筑物的联結	9
所測角度的照准点归心改正	19
与远处的三角点联結	20
用插入三角形法进行联結	20
用前方交会法联結	24
用三个已知点求定第四点的方法来联結(波欽諾問題)	27
与两个三角点同时联結(甘生問題)	35
解决經緯仪导綫与三角点联結問題的图解方法	39
力学和图解靜力学的必要知識	39
汇交于一点的諸力之合成	39
平面力系。力矩	41
力偶。力偶矩	42
質量中心或慣性中心	43
諸平行力中心的图解求法	43
諸平行力力矩的图解求法	45
复合索多边形的作法	46
用作复合索多边形的方法来求諸平行力中心的坐标	47
瞬时中心	48
慣性矩	49
中心慣性軸。主慣性軸	53

慣性矩的图解求法	53
建筑力学的机动法 (表影点法)	55
力学相似定律	56
前方交会的图解法	57
誤差图形平差的慣性矩	65
做慣性橢圓繪制誤差橢圓	67
坡欽諾問題的图解法	71
后方交会起始点的选取	88
求定三角鎖角頂坐标的图解方法	90
問題的图解法	95
用图解靜力学的方法預算經緯仪导綫的誤差	101
工程勘查中的导綫測量	101
导綫与鉸接桿莖之間的比拟	101
地下掘进的相向工作面貫通誤差的图解求法	104
附台經緯仪导綫誤差的預算	110
具有中間堅强方向角的单一附台經緯仪导綫	119

参考文献

原 序

鐵路、公路、运河和引水道等的綫路，以及在研究河道、沼泽地带勘察和其他情况下所敷設的經緯仪干导綫，按照共同遵守的规范，均应当与国家大地測量控制网的点子联結，以測定导綫各轉折点的坐标。

这种联結能使我們准确地将所敷設的导綫描繪在地图上，增加具有精确坐标的点子的数目，而且有可能將它們应用于以后的各种勘察工作中。

为了掌握图解問題的方法，本書介紹了力学与图解靜力学的簡單知識。

本書包含有工程勘察时控制測量联結的方法，以供勘察人員、非大地測量的工程师和技术人員参考。

批評与意見請函寄：乌克兰苏維埃社会主义共和国 基輔 克拉斯諾阿尔美依斯克11，国立技术書籍出版社(Київ, Красноармейская 11, Гостехиздат УССР)。

解决經緯仪导綫 与三角点联結問題的解析方法

經緯仪导綫的直接联結

地形測量工作和为了全国的使用而收集的地形測量的資料，是由各組織与各机关根据共同遵守的规范来进行的。

当因工作的需要而必須将共同遵守的规范加以变更和补充时，各組織与各机关可以提出自己的规范而报請国家測繪总局批准。

在道路与运河的选綫測量中，在河道調查中，以及在許多其他的情况下，应敷設經緯仪干导綫。这些經緯仪导綫与国家測量控制点的联結可以根据国家控制点对于所考虑的經緯仪导綫的相对位置用各种不同的方法来进行。

与測量規标的联結

最簡單的联結方法是在三角点上設立專門的測量規标（三角測量規标、錐形标等），此規标的坐标为已知，这时可用測量联結角的方法来进行联結。

如果已知A与M两点的坐标（图1），从这两点可看到三角点P、Q、L与N，则在A点上必須測出联結角 r_1 与 r_2 ，而在M点上須測出角度 r_3 与 r_4 。按这些三角点的坐标計算出AP、AQ、ML、MN各边的方向角 α_1 、 α_2 、 α_3 与 α_4 以后，我們可以传递一个方向角到經緯仪导綫的各边上，进行所測导綫角度的調整，算出导綫各边的增量并調整这些增量。

上述的联結方法能得出可靠的检查，因为联結角 r_1 与 r_2 的差数應該等于方向角 α_1 与 α_2 的差数，联結角 r_3 与 r_4 的差数

应该等于方向角 α_3 与 α_4 的差数^①，这可以证明向着具有已知坐标的各点瞄准的准确性。

方向角可用对数的方法计算，也可按三角函数的真值计算。

对数计算的方法

x_Q	5 917 490.90
x_A	5 923 325.38
y_Q	48 753.73
y_A	30 580.14
Δx	-58 34.48
Δy	+18 173.59

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x},$$

$$\lg \operatorname{tg} \alpha = \lg \Delta y - \lg \Delta x.$$

$\lg \Delta y$	4.259441
$\lg \Delta x$	3.766002
$\lg \operatorname{tg} \alpha$	0.493439
α	$107^{\circ} 47' 55''.6$

按三角函数的真值计算

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{+18\,173.59}{-58\,34.48} = -3.11486,$$

$$\alpha = 180^{\circ} - 72^{\circ} 12' 4''.4 = 107^{\circ} 47' 55''.6.$$

由第一根导线边的两个方向角的数值取其平均值

①此句原文有误，因为 γ_1 与 γ_2 的差数不一定等于 α_1 与 α_2 的差数， γ_3 与 γ_4 的差数不一定等于 α_3 与 α_4 的差数。——校者注

$$\alpha_{\text{平均}} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$$

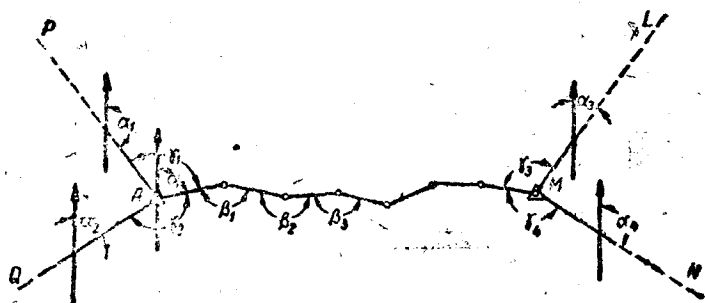


图 1

这条导线的角度闭合差按下式求定：

$$f_{\beta} = (\alpha_1 - \alpha_n) + n180^{\circ} - \Sigma\beta$$

增量的闭合差为

$$f_x = \Sigma\Delta x - (x_B - x_A);$$

$$f_y = \Sigma\Delta y - (y_B - y_A).$$

如果不能按一对联结角在经纬仪导线的端点测量时，则可按下列方式（图 2）来实施联结。

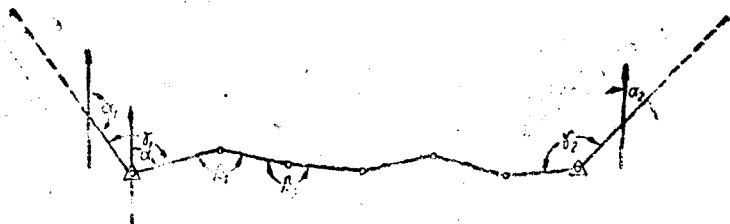


图 2

如果大地测量控制点离经纬仪导线不太远，并且地形允

許的話，应当向它們敷設專門的連測經緯儀導綫（圖 3）。

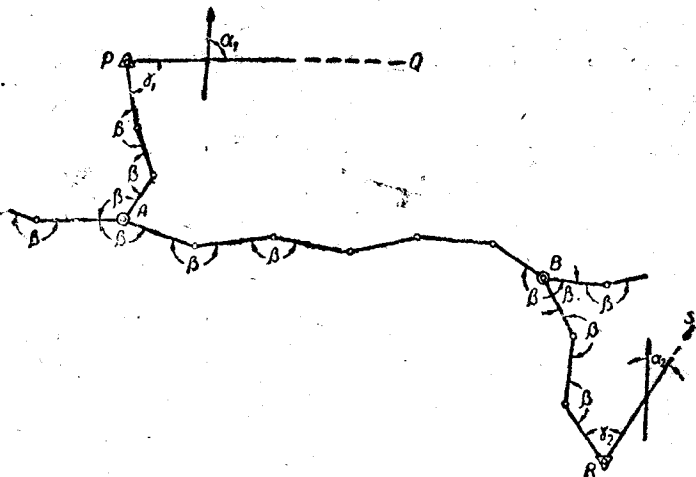


圖 3

与建筑物的联結

如果一个三角点的（經緯儀干導綫直接联結于該点）中心标石是設置在地面上某一高处（鐘樓、消防台、塔等等），則与該点的联結可以用传递該頂点的坐标到地面上的方法进行。这时，可能会遇到下列一些联結的情况：

（1）直接在中心标石上設置經緯儀并作出供联結用的全部必要觀測；

（2）从中心标石看不到各联結点时，便把經緯儀設置在中心标石的旁边；

（3）在三角点上根本不能設置仪器。

在第一种情况下，可按下述方法进行联結。在坐标为 x_c 与 y_c 的控制点 C 附近的平坦地面上測設两条基綫 AB 与 BD

(图4)，尽量使三角形 ACB 与 BCD 是等边的。最好使 B 点同时作为经纬仪导线的顶点，而 AB 与 BD 是导线边。这些基线要仔细地测量，每一根基线至少测两次，并取平均值。把经纬仪安置在 C 点，测出角度 ACB 与 BCD (角2与5)，并向着另外的 P 与 Q 两点测出联结角 θ_1 与 θ_2 。

测量两个联结角可使传递方向角有一个可靠的检查。

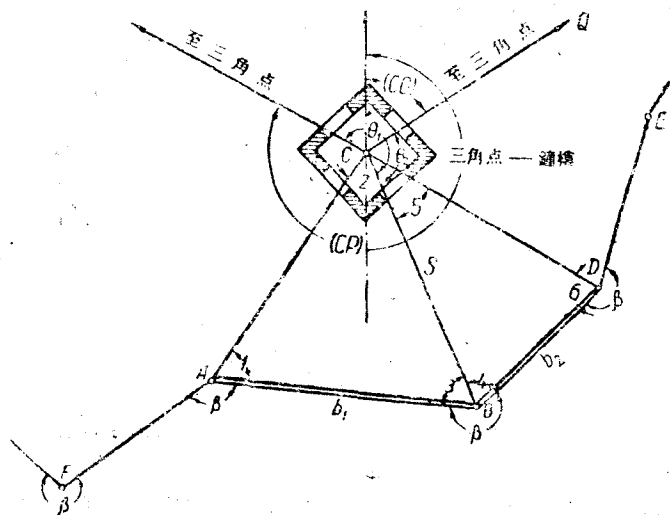


图 4

在地面上测量三角形 ACB 与 BCD 的顶点 A, B 与 D 上基线的联结角 1, 3, 4 与 6。

上述联结的计算工作可按下列程序进行。算出三角形 ABC 与 BCD 中各角的总和，并求定其总和的闭合差。当用一分的经纬仪来测量角度时，其闭合差不应大于 1.5；用三十秒的经纬仪来测量时，则不应超过 45"。闭合差平均分配在三角形的所有各角上。

然后按下列公式計算这两个三角形的公共边 S 两次:

$$S_1 = \frac{b_1 \sin 1}{\sin 2} \quad \text{与} \quad S_2 = \frac{b_2 \sin 6}{\sin 5}$$

并取其平均值

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}$$

按第7頁的方法計算方向角 (CP) 与 (CQ) 。 C , P 与 Q 点的坐标是已知的。用联結角 θ_1 与 θ_2 求定边 S 的方向角 (CB) 。

$$(CB)_1 = (CP) - 360^\circ + \theta_1;$$

$$(CB)_2 = (CQ) + \theta_2;$$

$$(CB) = \frac{(CB)_1 + (CB)_2}{2}$$

按这个方向角与边长 S 求增量:

$$\Delta x = S \cos (CB);$$

$$\Delta y = S \sin (CB);$$

并由它們求出頂点 B 的坐标:

$$x_B = x_C + \Delta x;$$

$$y_B = y_C + \Delta y.$$

将方向角传递到經緯仪导綫边上可用一般的方法来进行

$$(BD) = (CB) + (\text{角}4 - 180^\circ).$$

例

已知: $x_C = +17095.09$ 米; $b_1 = 38.01$ 米;

$y_C = +9160.06$ 米; $b_2 = 28.25$ 米;

方向角

$$(CP) = 316^\circ 49'.8;$$

$$(CQ) = 300^\circ 20'.9;$$

观测角、

$$1 = 33^{\circ}15'.0; \quad 4 = 55^{\circ}47'.0;$$

$$2 = 91^{\circ}45'.0; \quad 5 = 78^{\circ}03'.0;$$

$$3 = 55^{\circ}00'.0; \quad 6 = 46^{\circ}10'.0;$$

联结角

$$\theta_1 = 218^{\circ}17'.3;$$

$$\theta_2 = 258^{\circ}11'.4.$$

边长 S 宜用三角函数的真数表在计算机上进行计算或用直角坐标增量计算表来计算。在该例子中我们系按增量表计算：

$$S_1 = \frac{b_1 \sin 1}{\sin (1+3)} = \frac{38.01 \sin 33^{\circ}15'}{\sin 88^{\circ}15'} = \frac{20.845}{\sin 88^{\circ}15'} = 20.85.$$

按表求得 38.01 与 $\sin 33^{\circ}15'$ 的乘积，然后将所得乘积 (20.845) 除以 $\sin 88^{\circ}15'$ ，即得此积的数字。

用同样的方法我们求得

$$S_2 = \frac{b_2 \sin 6}{\sin 5} = \frac{28.25 \sin 46^{\circ}10'}{\sin 78^{\circ}03'} = \frac{20.378}{\sin 78^{\circ}03'} = 20.83;$$

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2} = 20.84.$$

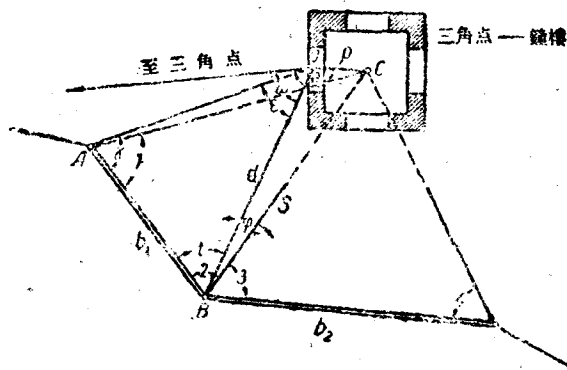


图 5

方向角 (CB) 、該边的坐标增量与 B 点坐标的計算可按下表进行:

$(CP) = 316^{\circ}49'.8$ $+ 360^{\circ}$ $- \theta_1 = -218^{\circ}47'.3$ $458^{\circ}32'.5$ $- 360^{\circ}$ $(CB)_1 = 98^{\circ}32'.5$	$(CQ) = 200^{\circ}20'.9$ $+ \theta_2 = +258^{\circ}11'.4$ $458^{\circ}32'.3$ $- 360^{\circ}$ $(CB)_2 = 98^{\circ}32'.3$
$(CB) = 98^{\circ}32'.4$	
$S = 20.84$ $(CB) = 98^{\circ}32'.4$ $\Delta x = S \cos(CB) = -3.09$ $x_c = +17095.09$ $x_B = +17092.00$	$S = 20.84$ $(CB) = 98^{\circ}32'.4$ $\Delta y = S \sin(CB) = +20.61$ $y_c = +9160.06$ $y_B = +9180.67$

在第二种情况下,为了把在点 I (图 5) 测得的角度归化于实际的中心 C 上,必須测出角頂 C 与仪器測站 I 之間的距离 ρ 以及联結角 θ (图 5 与 6)。这些測站归心元素或者直接測出 (測量 θ 角的精度达 $1'$, 測量 ρ 的精度达 1 厘米就够了) 或者借輔助測量計算而得。为了求定 ρ , 須測出三角形 AIB 中的角度 t, r 与 ϵ 和輔助角 φ 。按三角形 AIB 中所測得的边 b , 求定边长 d , 并用它从三角形 BIC 計算 ρ ,

$$\rho = \frac{d \sin \varphi}{\sin(\theta - \omega + \varphi)}.$$

联结角 θ ，通常是按顺时针方向从向着实际中心的方向测至向着已知三角点的方向。

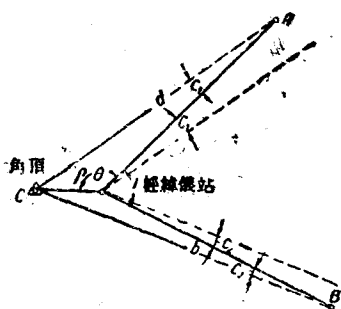


图 6

为了把在顶点 I 测得的角度 AIB 归化到三角点的中心 C 上，应该对这个角度加上具有适当符号的改正数 $C = C_1 + C_2$ 。改正数的符号不难按图形来确定。在图 6 中所示的情况下，这个改正数应取负号。改正数的数值用下列方法求定：

$$\begin{aligned} \sin C_1 &= \frac{\rho \sin \theta}{d}, & \sin C_2 &= \frac{\rho \sin(360^\circ - \theta - I)}{b} = \\ & & &= -\frac{\rho \sin(\theta + I)}{b}, \\ C'_1 \sin I' &= \frac{\rho \sin \theta}{d}, & C'_2 \sin I' &= -\frac{\rho \sin(\theta + I)}{b}, \\ C_1 &= \frac{\rho \sin \theta}{d \sin I'}, & C'_2 &= -\frac{\rho \sin(\theta + I)}{b \sin I'}. \end{aligned}$$

总的改正数

$$C = C'_1 + C'_2 = \frac{\rho}{\sin I'} \left[\frac{\sin \theta}{d} - \frac{\sin(\theta + I)}{b} \right],$$

$$\sin I' = \frac{1}{3438} = 0.0002909,$$

$$\lg \frac{1}{3438} = 6.46373 (\text{余对数 } 3.53627).$$

例

已知： $d = 3317.5 \text{ 米};$ $\rho = 1.32 \text{ 米};$
 $b = 2541.5 \text{ 米};$ $\theta = 101^\circ 15'.$

頂点 I 的角度 $= 58^\circ 45'$ 。

$$\begin{aligned}
 C &= C_1' + C_2' = \frac{\rho}{\sin I'} \left[\frac{\sin \theta}{d} - \frac{\sin(\theta + I)}{b} \right] = \\
 &= \frac{1.32}{0.000291} \left(\frac{\sin 101^\circ 15'}{3317.5} - \frac{\sin 160^\circ}{2541.5} \right) = \\
 &= \frac{1.32}{0.000291} (0.9808 - 0.3420) = 0'.73.
 \end{aligned}$$

归心后的角度在数值上等于

$$\angle ACB = I - C = 58^\circ 45' - 0'.73 = 58^\circ 44'.3.$$

計算可以用三角函数的真数表借計算机或計算尺来进行。所得的計算精度在工程勘查中已足敷应用。

在第三种情况下，要在点的附近选择一个平坦的地方从公共点 B 出发布置两条基綫 b_1 与 b_2 (图 7)。此时从 B 点應該只看到該区的一个大地測量控制点。最好使 B 点同时是所联结的經緯仪导綫的一个頂点，而基綫 b_1 与 b_2 是这个导綫的边。

量出基綫 b_1 与 b_2 ，而且每根至少 2 量 3 两次，在頂点 B 設置經緯仪，測量角度 1 与 4 及联结 γ 与 ϵ ，然后在頂点 A 与 D 測量角度 1 与 4 。

然后按下式求定边长 S 两次：

$$S_1 = \frac{b_1 \sin 1}{\sin(I+2)} \text{ 与 } S_2 = \frac{b_2 \sin 4}{\sin(\beta+4)}$$

而取其平均值

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}.$$

如果方向角 (CQ) 不知道，則可按 C 与 Q 两点的坐标計算 (第 7 頁)。