普通測量學講義

下　冊

儲　鍾　瑞
刘　呈　祥　編

清　华　大　学　出　版　科　印

1 9 5 7

下册目录

第四編 水準測量

第五編 視距測量

第六編 平板儀測量

第十編 在水利技術方面用到的測量工作

第二十四章　測定个別点子的坐标

（導綫和三角點或較高級導綫點的連結）

24−1　一般概念

在測量工作中常常要根據較精確的控制點測定個別點子的坐標，例如導綫起點的坐標，補點的坐標，明顯目標的坐標等。對于導綫來講，還要確定第一邊的方向角。除了從控制點跑導綫到待定點以便測出待定點的坐標之外，還有其他幾種方法，我們將在下列各節分別介紹。

24−2　間接法傳遞坐标

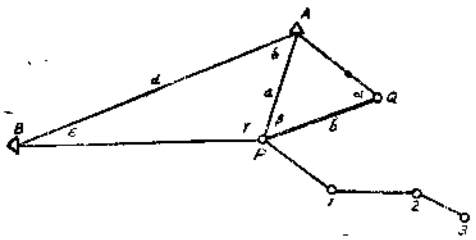


圖　24—1

設已有兩個較精確的已知控制點 A 和 B，它們離待定點 P 永遠或者控制點是根本不能到達的點子，例如煙囱，塔尖等。這時就不宜跑較長的導綫或根本不能用導綫直接連接控制點和待定點。要測定 P 點的坐標，我們必須設法求得 AP 的長度 a 和方向角 (AP)（圖 24—1）。為了求得 AP 的長度，我們可以在 P 點附近量一條基綫 PQ=b，並量出 α 角和 β 角。在 △PAQ中，

$$a=\frac{b\sin\alpha}{\sin(180^\circ-\alpha-\beta)}=\frac{b\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}\text{。}$$

在 △BAP 中 d 為已知或可根據 A，B 兩點的坐標計算，a 已從上式求出。如果在 P 點也量出 γ 角，我們就可計算角 ε，

$$\sin\varepsilon=\frac{a\sin\gamma}{d}\text{。}$$

因為 ε 是較小的角度，ε'（以分為單位）$=3438\frac{a\sin\gamma}{d}$。

δ 角可用下式計算：

$$\delta=180^\circ-\gamma-\varepsilon\text{。}$$

根據 BA 的方向角 (BA) 和 δ 就可計算 (AP)，

$$(AP)=(AB)-\delta=(AB)-180^\circ+\gamma+\varepsilon=(BA)+180^\circ-180^\circ+\gamma+\varepsilon=(BA)+\gamma+\varepsilon，$$

式中 (BA) 可以根據 A，B 兩點的坐標計算。

用 x_a, y_a 和 x_b, y_b 代表 A 點和 B 點的坐標，我們就可按下式計算待定點 P 的坐標 x_p, y_p：

$$x_p=x_a+a\cos(AP),$$

$$y_p=y_a+a\sin(AP)。$$

爲了校核，我們還要根據 P 點和 B 點的坐標計算 BP 的方向角 (BP)，檢查 (BP) 和 (BA) 的差數是否等于前面算出的 ε。

計算和校核所用的公式是：

$$\left.\begin{aligned}
&a=\frac{b\sin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)},\\
&\varepsilon'\ (\text{以分爲單位})=3438\ \frac{a\sin\gamma}{d},\\
&(AP)=(BA)+\gamma+\varepsilon,\\
&x_p=x_a+a\cos(AP),\\
&y_p=y_a+a\sin(AP),\\
&\mathrm{tg}\,(BP)=\frac{y_p-y_b}{x_p-x_b}。\\
&(BP)-(BA)\ \text{應等于}\ \varepsilon。
\end{aligned}\right\}\qquad(24\text{—}1)$$

爲了測定導綫的第一邊 P1 的方向角，我們祇要量出 PA 和 P1 之間的夾角 ∠AP1，因爲這時 (AP) 已知，(P1) 就等于。(AP)+180°+∠AP1。

24-3 前方交会法

I. 第一種情形：圖 24—2 中 A，B 兩點是彼此通視的，已知控制點，P 點是待定點。我們量出了交會角 α 和 β 後，就能計算 P 點的坐標 x_p，y_p。

用 c 和 b 分別表示 AB 和 AP 的距離；(AB) 和 (AP) 表示 AB 和 AP 在 A 點的方向角。

$$x_p-x_a=b\cos(AP),$$

$$y_p-y_a=b\sin(AP)。$$

現在

$$\cos(AP)=\cos[(AB)-\alpha]=\cos(AB)\cos\alpha+\sin(AB)\sin\alpha,$$

$$\sin(AP)=\sin(AB)\cos\alpha-\cos(AB)\sin\alpha。$$

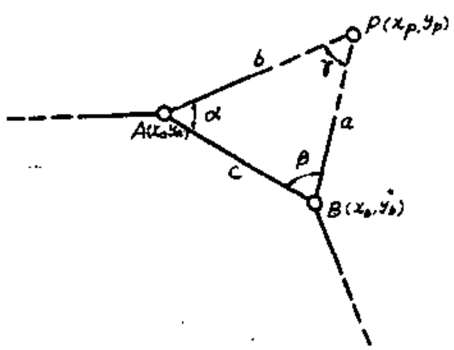


圖 24—2

把這兩個式子分別代入上面兩個式子，我們得

$$x_p - x_a = b\,[\cos(AB)\cos\alpha + \sin(AB)\sin\alpha],$$

$$y_p - y_a = b\,[\sin(AB)\cos\alpha - \cos(AB)\sin\alpha]。$$

因為

$$\cos(AB) = \frac{x_b - x_a}{c},$$

$$\sin(AB) = \frac{y_b - y_a}{c},$$

所以

$$\left.\begin{aligned} x_p - x_a &= \frac{b}{c}\sin\alpha\,[(x_b - x_a)\,\mathrm{ctg}\,\alpha + (y_b - y_a)], \\ y_p - y_a &= \frac{b}{c}\sin\alpha\,[(y_b - y_a)\,\mathrm{ctg}\,\alpha + (x_b - x_a)]。\end{aligned}\right. \qquad (24—2)$$

但在三角形 APB 中，

$$\frac{b}{c} = \frac{\sin\beta}{\sin\gamma} = \frac{\sin\beta}{\sin(180^\circ - \alpha - \beta)} = \frac{\sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)},$$

因而

$$\frac{b}{c}\sin\alpha = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha\cos\beta + \cos\beta\sin\alpha}\cdot\sin\alpha = \frac{1}{\mathrm{ctg}\,\alpha + \mathrm{ctg}\,\beta}。$$

公式（24—2）就可寫成：

$$\left.\begin{aligned} x_p - x_a &= \frac{(x_b - x_a)\,\mathrm{ctg}\,\alpha + (y_b - y_a)}{\mathrm{ctg}\,\alpha + \mathrm{ctg}\,\beta}, \\ y_p - y_a &= \frac{(y_b - y_a)\,\mathrm{ctg}\,\alpha - (x_b - x_a)}{\mathrm{ctg}\,\alpha + \mathrm{ctg}\,\beta}。\end{aligned}\right\} \qquad (24—3)$$

如果由 B 點的坐標開始，同樣我們可以求得：

$$\left.\begin{aligned} x_p - x_b &= \frac{-(x_b - x_a)\,\mathrm{ctg}\,\beta + (y_b - y_a)}{\mathrm{ctg}\,\alpha + \mathrm{ctg}\,\beta} \\ y_p - y_b &= \frac{-(y_b - y_a)\,\mathrm{ctg}\,\beta - (x_b - x_a)}{\mathrm{ctg}\,\alpha + \mathrm{ctg}\,\beta} \end{aligned}\right\} \qquad (24—4)$$

由公式（24—3）和（24—4）可以計算 P 點的坐標，並且還得到校核。

例題 1.

直接根據角度計算坐標

x_b	-12753.60	y_b	-21902.76
x_a	$-\ 9657.72$	y_a	-20926.11
x_b-x_a	$-\ 3095.88$	y_b-y_a	$-\ 926.65$
α	$56^\circ\ 9'\ 50''$	$\operatorname{ctg}\alpha$	0.670291
β	$65^\circ\ 33'\ 30''$	$\operatorname{ctg}\beta$	0.454497
		$\sum=\operatorname{ctg}\alpha+\operatorname{ctg}\beta$	1.124788
$+(x_b-x_a)\operatorname{ctg}\alpha$	$-\ 2075.14$	$+(y_b-y_a)\operatorname{ctg}\alpha$	$-\ 654.64$
$+(y_b-y_a)$	$-\ 976.65$	$-(x_b-x_a)$	$+\ 3095.88$
$\sum a,\ x$	$-\ 3051.79$	$\sum a,\ y$	$+\ 2441.24$
$x_p-x_a=\dfrac{\sum a,\ x}{\sum}$	$-\ 2713.21$	$y_p-y_a=\dfrac{\sum a\ y}{\sum}$	$+\ 2170.40$
x_a	$-\ 9657.72$	y_a	-20926.11
x_p	-12370.93	y_p	-18755.71
$-(x_b-x_a)\operatorname{ctg}\beta$	$+\ 1407.07$	$-(y_b-y_a)\operatorname{ctg}\beta$	$+\ 443.88$
$+(y_b-y_a)$	$-\ 976.65$	$-(x_b-x_a)$	$+\ 3095.88$
$\sum b,\ x$	$+430.42$	$\sum b,\ y$	$+\ 3539.76$
$x_p-x_b=\dfrac{\sum b,\ x}{\sum}$	$+\ 382.67$	$y_p-y_b=\dfrac{\sum b,\ y}{\sum}$	$+\ 3147.05$
x_b	-12753.60	y_b	-21902.76
x_p	-12370.93	y_h	-18751.71

II. 第二種情形：從彼此既不相臨而又不通視的兩個已知控制點 A (x_a y_a) 和 B (x_b y_b) 來確定待定點 P (x_p, y_p)（圖 24—3）

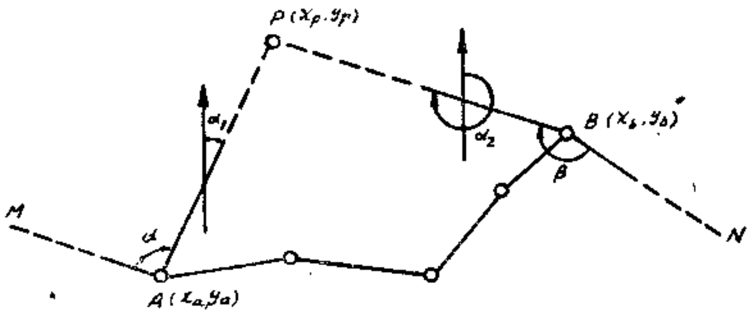


圖 24—3

在這里我們首先根據導綫邊 AM 和 BN 的方向角以及量出的交會角 α 和 β 計算 AP 和 BP 的方向角 α_1 和 α_2。

$$\alpha_1=(AP)=(MA)+180^\circ+\alpha,$$

$$\alpha_2=(BP)=(BN)+\beta。$$

又

$$\operatorname{tg}\alpha_1=\frac{y_p-y_a}{x_p-x_a},$$

$$\operatorname{tg}\alpha_2=\frac{y_p-y_b}{x_p-x_b},$$

由此

$$\left.\begin{aligned}y_p-y_a&=(x_p-x_a)\operatorname{tg}\alpha_1,\\ y_p-y_b&=(x_p-x_b)\operatorname{tg}\alpha_2。\end{aligned}\right\}\qquad(24-5)$$

上二式相減則得

$$y_b-y_a=x_p(\operatorname{tg}\alpha_1-\operatorname{tg}\alpha_2)-x_a\operatorname{tg}\alpha_1+x_b\operatorname{tg}\alpha_2,$$

由此

$$x_p=\frac{x_a\operatorname{tg}\alpha_1-x_b\operatorname{tg}\alpha_2+(y_b-y_a)}{\operatorname{tg}\alpha_1-\operatorname{tg}\alpha_2}。\qquad(24-6)$$

（24—6）式兩邊各減去 x_a，得

$$x_p-x_a=\frac{(y_b-y_a)-(x_b-x_a)\operatorname{tg}\alpha_2}{\operatorname{tg}\alpha_1-\operatorname{tg}\alpha_2}。\qquad(24-7)$$

同理，（24—6）式兩邊各減去 x_b，則得

$$x_p-x_b=\frac{(y_b-y_a)-(x_b-x_a)\operatorname{tg}\alpha_1}{\operatorname{tg}\alpha_1-\operatorname{tg}\alpha_2}。\qquad(24-8)$$

根據公式（24—7）和（24—8）就可以兩次求得 x_p，這樣就可以得到校核。然後應用公式（24—5）也可以兩次求得 y_p，也得到校核。

但是，當 $\operatorname{tg}\alpha_1$ 或 $\operatorname{tg}\alpha_2$ 很小時，公式（24—5）就不能給出準確的結果。在這種情形下，要改用下面兩個式子：

$$\left.\begin{aligned}y_p-y_a&=\frac{(x_b-x_a)-(y_b-y_a)\operatorname{ctg}\alpha_2}{\operatorname{ctg}\alpha_1-\operatorname{ctg}\alpha_2},\\ y_p-y_b&=\frac{(x_b-x_a)-(y_b-y_a)\operatorname{ctg}\alpha_1}{\operatorname{ctg}\alpha_1-\operatorname{ctg}\alpha_2}。\end{aligned}\right\}\qquad(24-9)$$

這兩個式子是將（24—7）和（24—8）中的 x_p-x_a 和 x_p-x_b 式子代入（24—5）得到的。

在下面我們根據例題 1 的數據，用式子 (24—7)，(24—8) 和 (24—9) 再計算一次。此時 AB 的方向角可根據點 A 和點 B 的坐標求出。

例題 2.

根據方向角計算坐標

x_b x_a	−12753.60 − 9657.72	y_b y_a	−21902.76 −20926.11
x_b-x_a (AB) α	− 3095.88 197° 30′ 31″.7 56° 9′ 59″	y_b-y_a (AB) β	− 976.65 197° 30′ 31″.7 65° 33′ 30″
$\alpha_1=(AB)-\beta_1$ $\mathrm{tg}\ \alpha_1$ $-\mathrm{tg}\ \alpha_2$	141° 20′ 32″.7 −0.799936 −8.224006	$\alpha_2=(AB)+\beta_2-180°$	83° 4′ 1″.7
$\sum=\mathrm{tg}\ \alpha_1-\mathrm{tg}\ \alpha_2$	−9.023942		
y_b-y_a $-(x_b-x_a)\ \mathrm{tg}\ \alpha_1$	− 976.65 − 2476.51	y_b-y_a $-(x_b-x_a)\ \mathrm{tg}\ \alpha_2$	− 976.65 +25406.54
$\sum b,\ x$	− 3453.16	$\sum a,\ x$	+24483.89
$x_p-x_b=\frac{\sum b,\ x}{\sum}$ x_b	+ 382.667 −12753.60	$x_p-x_b=\frac{\sum a,\ x}{\sum}$ x_a	− 2713.21 9657.72
x_p	−12370.93	x_p	−12370.93
y_b $(x_p-x_b)\ \mathrm{tg}\ \alpha_2$	−21902.76 + 3147.06	y_a $(x_p-x_a)\ \mathrm{tg}\ \alpha_1$	−20926.11 + 2170.39
y_p	−18755.70	y_p	−18755.72

因爲二次求得的 x_p，y_p 值符合，這就說明計算沒有錯誤。

24-4 側方交会法

用側方交會法定點時，我們在控制 A 量出 α 角和在待定點 P 量出 γ 角（圖 24—4）。在 $\triangle APB$ 中，α 和 γ 已知，$\beta=180°-\alpha-\gamma$。樣這，就可以利用前方交會法的公式計算 P 點的坐標了。

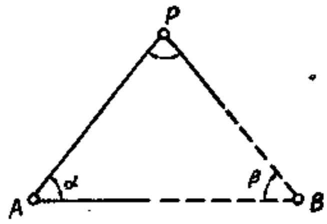


圖 24—4

24-5 三點後方交会法

（三點問題）

設圖 24—5 中 A，B，C 是三個已知控制點，在待定點 P 已量得 α 和 β 兩角，由此可求得 P 點的坐標，這種問題稱爲三點問題。我們將在下面介紹兩種解答這種問題的方法。

I. 第一種方法　根據 A，B，C 三點的坐標，我們可以計算邊長 a，b 和方向角 (AB)，(CB)。

$$\angle ABC=\gamma+\delta=(BA)-(BC)=(AB)+180°-[(CB)+180°]$$

$$=(AB)-(CB)。$$

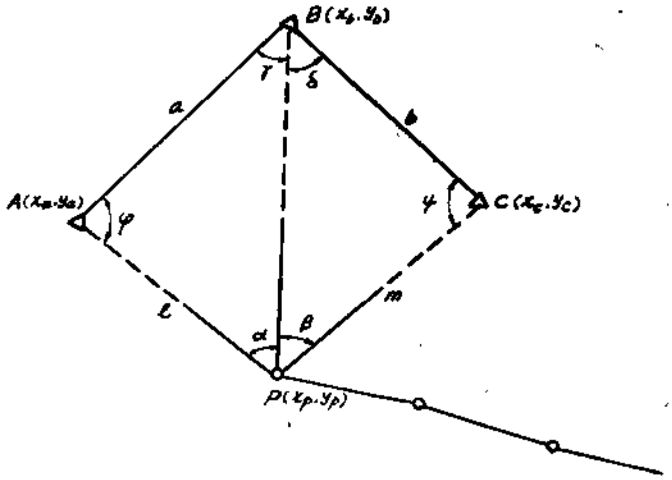


圖 24—5

讓我們先求角 φ 和角 ψ。這兩個角求出後，就可以計算邊長 l，m 和方向角 (AP)，(CP)；最後就可以計算 P 點的坐標。

在四邊形 ABCP 中，

$\varphi+\psi=360°-(\gamma+\delta)-(\alpha+\beta)=360°-[(AB)-(CB)]-(\alpha+\beta)$

在三角形 ABP 和 BCP 中，

$$\frac{BP}{a}=\frac{\sin\varphi}{\sin\alpha},$$

$$\frac{BP}{b}=\frac{\sin\psi}{\sin\beta},$$

所以

$$\frac{\sin\varphi}{\sin\psi}=\frac{b\sin\alpha}{a\sin\beta}。\tag{24—10}$$

讓我們來引用一個滿足下列關系的輔助角 Q，

$$\operatorname{tg} Q=\frac{a\sin\beta}{b\sin\alpha}。\tag{24—11}$$

由等式（24—10），得

$$\frac{1}{\operatorname{tg} Q}=\frac{\sin\varphi}{\sin\psi}。\tag{24—11}$$

取比例，

$$\frac{1+\operatorname{tg} Q}{1+\operatorname{tg} Q}=\frac{\sin\varphi+\sin\psi}{\sin\varphi-\sin\psi},$$

即

$$\frac{\operatorname{tg}45^\circ+\operatorname{tg} Q}{1-\operatorname{tg}45^\circ\operatorname{tg} Q}=\frac{2\sin\frac{\varphi+\psi}{2}\cos\frac{\varphi-\psi}{2}}{2\sin\frac{\varphi-\psi}{2}\cos\frac{\varphi+\psi}{2}}。$$

上式可以寫成

$$\operatorname{tg}(45^\circ+Q)=\frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\varphi+\psi)}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\varphi-\psi)},$$

由此

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varphi-\psi)=\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varphi+\psi)\operatorname{ctg}(45^\circ+Q)。\tag{24—12}$$

因爲從前面 $\varphi+\psi$ 的式子可以計算 $\varphi+\psi$，所以用上式就可以求得 $\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$。$\frac{1}{2}(\varphi+\psi)$ 之值可能是正亦可能是負。

設

$$\frac{1}{2}(\varphi+\psi)=\eta,$$

$$\frac{1}{2}(\varphi+\psi)=\sigma,$$

由此

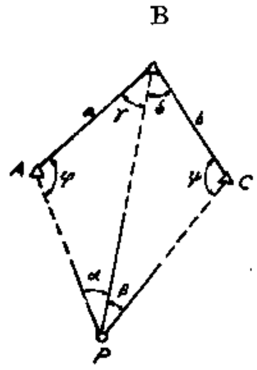
$$\left.\begin{aligned}\varphi&=\eta+\sigma,\\ \psi&=\sigma-\eta。\end{aligned}\right\}\tag{24—13}$$

這就使我們能够求得 γ 和 δ，

例題 3.

根據三個已知的控制點的坐標，確定第四點坐標。

根據望兒山 (A)，青龍山 (B) 和紅山 (C) 三點確定霍家屯 (P) 點。



$$\operatorname{tg}(AB)=\frac{y_b-y_a}{x_b-x_a}$$

$$\operatorname{tg}(CB)=\frac{y_b-y_c}{x_b-x_c}$$

$$\operatorname{tg}Q=\frac{a\sin\beta}{b\sin\alpha}$$

$$\operatorname{tg}Q=\frac{\sin\psi}{\sin\varphi}$$

$$(y_b-y_a)-(y_b-y_c)=y_c-y_a$$

$$(x_a-x_b)-(x_b-x_c)=x_c-x_a$$

檢查用

$$a=\frac{y_b-y_a}{\sin(AB)}=\frac{x_b-x_a}{\cos(AB)}$$

$$b=\frac{y_b-y_c}{\sin(CB)}=\frac{x_b-x_c}{\cos(CB)}$$

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varphi-\psi)=\operatorname{ctg}(45^\circ+Q)\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\varphi+\psi)$$

$$y_p=y_a+\triangle y_a=y_c+\triangle y_c$$

$$x_p=x_a+\triangle x_a=x_c+\triangle x_c$$

$$\triangle y_a=\frac{a\sin(\alpha+\varphi)}{\sin\alpha}\sin(AP)$$

$$\triangle x_a=\frac{a\sin(\alpha+\varphi)}{\sin\alpha}\cos(AP)$$

$$\triangle y_c=\frac{b\sin(\beta+\psi)}{\sin\beta}\sin(CP)$$

$$\triangle x_c=\frac{b\sin(\beta+\psi)}{\sin\beta}\cos(CP)$$

A: 望兒山　　　　B: 青龍山　　　　C: 紅　山

y_b y_a	+12702.898 +13603.117	x_b x_a	−3019.705 −473.944	$\lg(y_b-y_a)$ $\lg(x_b-x_a)$	2.9543482n 3.4058177n	$\lg(y_b-y_c)$ $\lg(x_b-x_c)$	3.4392978 3.6399653
y_c y_b-y_a y_b-y_c y_c-y_a	+9953.119 −900.219 +2749.779 −3649.998	x_c x_b-x_a x_b-x_c x_c-x_a	+1345.105 −2545.761 −4364.810 +1819.049	lg tg(AB) lg sin(AB) log cos(AB) lg a′ lg a″	9.5485305 9.5229461 9.9744154 3.4314021 3.4314023	lg tg(CB) lg sin(CB) lg cos(CB) lg b′ lg b″	9.7993325 9.7267521 9.7274195 3.7125457 3.7125457

(AB) (CB) $\gamma+\delta=(AB)-(CB)$ α β	199° 28′ 27.7″ 147 47 22.4 51 41 05.3 54 17 12.9 125 06 55.4	lg a colg b colg sin α lg sin β	3.4314022 6.2874543 0.0904706 9.9127508	lg sin (AP) lg a colg sin α lg sin $(\alpha+\varphi)$	9.5904326n 3.4314022 0.0904706 9.6762917
$2\sigma=\alpha+\beta+(\gamma+\delta)$	281 05 13.6	tg Q	9.7220799	lg cos (AP)	9.6549083
σ $\frac{1}{2}(\varphi+\psi)=180°-\sigma$	115 32 36.8 64 27 23.2	Q 45°+Q	27°48′13″.6 72°48′13″.6	lg$\triangle y_a$ lg$\triangle x_a$	3.1485971n 2.8530728
$\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$ lg sin ψ	32 55 33.2 9.7184628	lg ctg(45°+Q) lg tg $\frac{1}{2}(\varphi+\psi)$	9.4906319 0.3206548	lg sin (CP) log b	9.9526972 3.7125457
lg cos φ	9.9963851	lg tg $\frac{1}{2}(\varphi+\psi)$	9.8112867	cosg sin β	0.0872492
lg tg Q $\varphi=\frac{1}{2}(\varphi+\psi)+\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$	9.7220777 97° 22′ 56″.4	$\alpha+\varphi$	151°40′00″.3	lg sin$(\beta+\psi)$ lg cos (CP)	9.5981466 9.6458422n
$\psi=\frac{1}{2}(\varphi+\psi)-\frac{1}{2}(\varphi-\psi)$ (AP)=(AB)+φ	31 31 50.0 296 51 24.1	$\beta+\psi$ $\gamma+\delta$	156°38′45″.4 51°41′05″.3	lg$\triangle y_c$ lg$\triangle x_c$	3.3506387 3.0437857n
(CP)=(CB)−ψ	116 15 32.4	360°	360°0′0″		

y_a $\triangle y_a$	+13603.117 −1407.982	x_a $\triangle x_a$	−473.944 +712.972	y_c $\triangle y_c$	+9953.119 +2242.016	x_c $\triangle x_c$	+1345.105 −1106.077
y_p	+12195.135	x_p	+239.028	y_p	+12195.135	x_p	+239.028

$$\left.\begin{aligned}\gamma&=180°-\varphi-\alpha,\\ \delta&=180°-\psi-\beta。\end{aligned}\right\}\qquad(24-14)$$

其次，

$$\left.\begin{aligned}(AP)&=(AB)+\varphi,\\ (CP)&=(CB)-\psi。\end{aligned}\right\}\qquad(24-15)$$

邊長 l 和 m 可在三角 ABP 和三角形 BCP 中求得，

$$\left.\begin{aligned}l&=\frac{a\sin\gamma}{\sin\alpha},\\ m&=\frac{b\sin\delta}{\sin\beta}。\end{aligned}\right\}\qquad(24-16)$$

現在就可以計算 AP 和 BP 兩綫段的坐標增量；再根據 A 點和 C 點的坐標可以兩次求出 P 點的坐標，以資校核。

這種方法適宜于用對數計算。

II. 第二種方法 圖 24—6 中的兩個虛綫圓各經過 A，B，P 三點和 B，C，P 三點。經

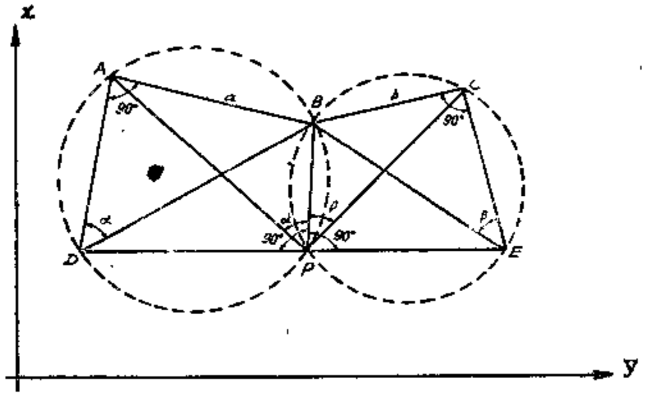


圖 24—5

過 A 點，C 點作直綫各垂直于 AB 綫，CB 綫。這兩條直綫分別和虛綫圓相交于 D 點，E 點。從圖可以看出，BP 綫垂直于 PD 綫，也垂直于 PE 綫。這就是說，DPE 是一條直綫而待定點是從 B 點作垂綫到 DE 綫的垂足。如果我們能列出 DE 綫和 AP 綫的方程式，解這兩個方程式就能求得 P 點的坐標 x_p，y_p。

圖中 ∠ADB 是同 ∠BPA 對着相同一段圓弧的圓周角，所以 ∠ADB 等于量出的 α 角；同理，∠CEB $=\beta$。

$$\left.\begin{aligned}x_d-x_a&=AD\cos(AD)=AB\,\mathrm{ctg}\,\alpha\cos[(AB)+90°]=\\ &=-AB\sin(AB)\mathrm{ctg}\,\alpha=-(y_b-y_a)\mathrm{ctg}\,\alpha,\\ y_d-y_a&=AD\sin(AD)=AB\,\mathrm{ctg}\,\alpha\sin[(AB)+90°]=\\ &=AB\cos(AB)\,\mathrm{ctg}\,\alpha=(x_b-x_a)\,\mathrm{ctg}\,\alpha;\end{aligned}\right|\qquad(14-17)$$