

偏角法曲綫測設簡明手冊

吳 南 羣 編

測 繪 出 版 社

THE HISTORY OF THE CITY OF NEW YORK

FROM 1609 TO 1898

BY J. B. H. H. H. H. H.

偏角法曲綫測設簡明手冊

吳南羣 編

測繪出版社

1960·北京

本書為用偏角法進行曲綫測設的一本實用簡明手冊。

本書內容有：圓曲綫、緩和曲綫的函數表和偏角表，以及其測設方法等，而對測設實例、各種表的应用，介紹尤詳。書中對解決曲綫測設中所遇到的各種困難，提出了一些實用的方法。

本書可供公路、鐵路測量工作人員、和基建方面的綫路勘测工作人員使用，亦可供大專學校工程測量與綫路專業教學與實習參考用。

偏角法曲綫測設簡明手冊

編 者	吳 南 羣
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 081 號
發 行 者	新 華 書 店 科 技 發 行 所
經 售 者	各 地 新 華 書 店
印 刷 者	北 京 市 印 刷 一 廠
	北京市西便門南大街乙 1 號

印數(京) 1-3500 冊	1960 年 1 月北京第 1 版
開本 850×1168 1/32	1960 年 1 月第 1 次印刷
字數 70,000	印張 $2\frac{11}{16}$ 插頁
定價(10) 0.38 元	

前 言

在铁路定线测量中，测定曲线是一桩细致的工作。目前一般都采用偏角法和支距法测设曲线，而偏角法的应用更为普遍。

为了适应野外边算边测的需要，我们曾在1957年编就了曲线测设表，这对当时在铁路测量工作中的曲线测设，尤其是在缓和曲线测设时，起了一定的作用。之后，我们在1958年9月，又将该表进行了修正，今年二月，在武汉参加全国测绘科学技术经验交流会议后，又由本人把原稿按照铁路部的有关规范，进行了改编。

改编后的偏角法曲线测设简明手册，尽可能做到精简实用，携带、应用方便。同时，考虑到我们在实际工作中的经验，感到应用对数值来计算切线长，不但对曲线函数计算有用，同时，在现场上也有其他测算工作（如三角、导线、某些控制点的坐标正反算等），需要对数表，因此还是保留了原先的方法，这是需要说明的。此外，我们又增加了度化秒用表、度和分化秒用表、分秒倍数表等表，以便利野外计算。

本手册在编写过程中，承丁立平同志协助搜集资料，王必宽同志协助计算，陈华生同志协助绘图等工作，谨此致谢；并对原手册编写过程中协助计算的林名成、蔡文根、华兰芬等同志，在此再致谢意。

由于编者水平有限，加上时间匆促，虽尽主观努力，力求计算正确、校核仔细；但错误和缺点可能难免，诚恳希望应用本手册的同志不断提供宝贵意见，以便再版时修正。

吳南璽

1959年五月于上海煤矿设计院

目 录

前 言

一、圆曲线	5
§1. 圆曲线的公式	5
§2. 应用偏角法测设圆曲线的原理	6
§3. 应用偏角法测设圆曲线的步骤	7
§4. 圆曲线测设举例	8
§5. 圆曲线测设中遇到的障碍	12
二、缓和曲线	17
§6. 缓和曲线的公式	17
§7. 应用偏角法设置缓和曲线	19
§8. 测设缓和曲线实例	22
§9. 缓和曲线上的障碍	22
§10. 在缓和曲线起终点直接施测圆曲线	24
三、圆曲线弧长计算表 ($P=100$)	28
四、圆曲线偏角表	34
偏角表、整弧偏角累计、弧与弦长之差	35
五、缓和曲线函数及偏角表	58
附录一：平行股道直边斜边长度表	79
附录二：度化秒用表，度和分化秒用表，分秒倍数表	81

一、圓 曲 綫

§1. 圓曲綫的公式

1. 符号說明:

$H. K.$ 曲綫起点;

$C. K.$ 曲綫中点;

$K. K.$ 曲綫終点;

$B. Y.$ 轉角点, 即兩切綫的交点。

α 外偏角, 即綫路轉向角;

P 圓曲綫半徑;

T 切綫長, 即从轉角点至曲綫起終点的距离;

L 曲綫全長;

C 曲綫弦長;

E 曲綫外矢矩, 即 $B. Y.$ 至 $C. K.$ 的距离;

D 整弧 (一般为 $20m$ 或 $50m$) 所对之中心角;

d 分弧 (小于整弧数) 所对之中心角。

2. 主要公式

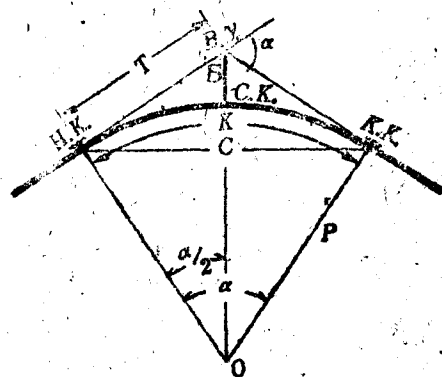


圖 1

$$(1) T = P \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$(2) K = \frac{\alpha \cdot P}{\rho''}, \quad \rho'' = 206264'' . 81;$$

$$(3) E = P \cdot EX \sec \frac{\alpha}{2} = P \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) = \frac{P}{\cos \frac{\alpha}{2}} - P;$$

$$(4) C = 2P \sin \frac{\alpha}{2};$$

$$(5) D = \frac{L}{P} \rho'' \quad (L \text{ 为整弧长, 或 } 20 \text{ m, 或 } 50 \text{ m});$$

$$(6) d = \frac{l}{P} \rho'' \quad (l \text{ 为小于整弧数的分弧长}).$$

§ 2. 应用偏角法测设圆曲线的原理

1. 按照几何的原理, 在同一半径所作的圆弧上的各点 (如图 2 的 a 、 b 、 c ……), 切线与割线间或两割线间所夹之角度; 为所割圆弧中心角之半;

2. 曲线上各点的位置, 系根据上述角度所得出的方向及相应的距离 (如图 2 的 $\overline{ab}$ 、 $\overline{bc}$) 用方向与距离交会的方法而确定的。

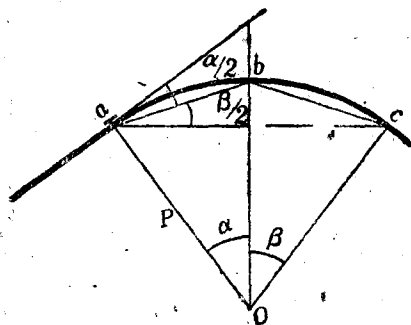


图 2

§ 3. 应用偏角法测设圆曲线的步骤

1. 在实地上选定线路，置仪器，定直线，至转角点 $B.V.$ 处测量外偏角 α (或按规定的角度放样)；
2. 依给定的或按实际地形、设计要求确定圆曲线半径 P ，然后按外偏角 α 和曲线半径 P 计算切线长 T 和曲线全长 K ；
3. 按计算出来的切线长 T ，定出曲线起点 $H.K.$ 和曲线终点 $K.K.$ ；
在曲线较长时，可考虑计算外矢距 E ，并在实地上定出曲线中点 $C.K.$ ；
4. 曲线起点 $H.K.$ 的桩号，可根据已量得的 $B.V.$ 桩号倒量切线长 T 求得；或在实地测量时，可估计留下一段至转角点 $B.V.$ 的距离不量，如量至某一百米桩，然后在 T 长计算好后，从 $B.V.$ 点倒量切线长 T ，定出曲线起点 $H.K.$ 。从那个百米桩的桩号加上或减掉量至 $H.K.$ 的距离后，即得曲线起点 $H.K.$ 的桩号；
5. 在一部分人设置曲线中点 $C.K.$ 和曲线终点 $K.K.$ 时，另一人即计算曲线测设的偏角表，这个计算工作只要根据半径 P 和弧长 L 和 l ，即可在本手册中的圆曲线偏角表中查出来，经过简单的加减，即可求出所需的偏角值；
6. 待 $C.K.$ 和 $K.K.$ 定好后，即可搬仪器至 $H.K.$ 或 $K.K.$ ，根据计算好的偏角表，进行圆曲线的测设。这里要注意一点，在测设曲线时，应先校核角值是否正确；当测站在 $H.K.$ (或 $K.K.$) 进行圆曲线的测设时，如测设的前进方向是顺时针方向的，则仪器后视 $B.V.$ 的零方向与 $K.K.$ (或 $H.K.$) 的夹角应为外偏角的半数，即等于 $\frac{\alpha}{2}$ ；如果是逆时针方向时，则仪器后视 $B.V.$ 点的零方向

与 $K.K.$ (或 $H.K.$) 的夾角应为 $360^\circ - \frac{\alpha}{2}$, 否則有誤, 或曲綫起終点在測設时有誤 (包括角值、距离), 或計算有誤;

7. 在曲綫較長、或曲綫起終点不能直接通視, 並已定出曲綫中点 $C.K.$ 时, 則測站 ($H.K.$ 或 $K.K.$) 后視 $B.V.$ 点觀測 $C.K.$ 的夾角应为 $\frac{\alpha}{4}$ (順时針方向) 或 $360^\circ - \frac{\alpha}{4}$ (逆时針方向)。

§ 4. 圓曲綫測設举例

設定綫組定至綫路轉角点 $B.V. 3$ 处, 置仪器在 $B.V. 3$, 測得轉向角 α 为 $38^\circ 18' 38''$, 按照設計要求和地形情况給定圓曲綫半徑 P 为 $300 m$, 求曲綫各函数及偏角值 (包括工作步驟)。

1. 置仪器在 $B.V. 3$, 用倍角法測得轉向角 α 的角值的平均数为 $38^\circ 18' 38''$, 記錄者把此值填写在“偏角法測設圓曲綫計算表” (以下簡稱計算表) 內, 並得出 $\frac{\alpha}{2}$, 写上此处所用的曲綫半徑 $P = 300 m$;

2. 按曲綫半徑 P 及 $\lg \frac{\alpha}{2}$, 查对数表, 填在相应的表格內, 將此兩对数值相加, 在对数表上查得切綫長 T 的真值;

3. 按照計算出来的 T 長, 一部分同志在現場設置曲綫起終点, 在此同时, 計算者計算外矢距 B (曲綫較短时可以不計算);

4. 进行曲綫弧長 K 的計算;

按轉向角 α 的度分秒为引数, 查手冊第 31 頁, 按次序写在計算表內, 加起来, 乘 $\frac{P}{100}$, 即得曲綫弧長 K , 在計算时, 到 mm 即可, 在实际編写桩号、实量时, 到 cm 即可。

5. 根据切綫長 T 和弧長 K , 求出曲綫起終点桩号, 其計算公式为:

(1) 当 $H.K.$ 桩号已知时

$$K.K. \text{ 桩号} = H.K. \text{ 桩号} + K$$

$$\begin{cases} C.K. \text{ 桩号} = H.K. \text{ 桩号} + \frac{K}{2} \\ K.K. \text{ 桩号} = C.K. \text{ 桩号} + \frac{K}{2} \end{cases}$$

$$H.K. \text{ 桩号} + T \text{ 長} = B.Y. \text{ 桩号}$$

(2) 当 $B.Y.$ 桩号已知时,

$$H.K. \text{ 桩号} = B.Y. \text{ 桩号} - T \text{ 長}$$

$$K.K. \text{ 桩号} = H.K. \text{ 桩号} + K \text{ 長}$$

曲线中点桩号計算同上

6. 按各点桩号及其間距 (弧長), 在手冊第 40 頁查得整弧 (20m) 偏角值 $D/2$ 和两个分弧偏角值 $d_{1/2}$ 、 $d_{2/2}$, 按整弧个数查得整弧偏角累計 ($n \cdot D/2$), 然后把 $d_{1/2}$ 、 $d_{2/2}$ 、 $n \cdot D/2$ 加起来, 应为总偏角值 $\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, 如有誤差, 可平均分配或适当分配之。如本例誤差为 $5''$ 只要分配在 5 个偏角值上即可;

7. 把各偏角值分別写在計算表“偏角”一欄的左面部分 (改正数則写在每个数字的右上角), 把每个角值逐个加起来, 填写在“累計”欄的左面部分, 即得順时針方向測設时的各桩号的偏角方向值。“累計”欄的右面部分的各个数值, 是逆时針方向測設时的各桩号的偏角方向值。如果在实地认认为一次測站 (順时針方向或逆时針方向) 即可把該曲线全部定出, 則在“累計”欄内只計算順时針方向 (或逆时針方向) 的各桩号偏角方向值即可;

8. 置仪器在曲线起点 $H.K.$ (或终点 $K.K.$), 度盘读数对 $0^{\circ}00'00''$, 前视 $B.Y.3$ 后视 $C.K.$ 和 $K.K.$ (或 $H.K.$), 检查其夹角值是否为 $\frac{\alpha}{4}$ 和 $\frac{\alpha}{2}$ (顺时针方向) 或为 $360^{\circ} - \frac{\alpha}{4}$ 和 $360^{\circ} - \frac{\alpha}{2}$ (逆时针方向), 然后按偏角值及弦长定出曲线上各点。

以本例 $K 12+00$ 桩号测设为例:

司仪者动上盘转角度, 使它的读数为 $0^{\circ}31'41''$;

量距者量 $H.K.$ 至 $K 12+00$ 为 $5.53 m$, 以此为半径, 根据司仪者所指挥的方向, 在实地定出 $K 12+00$ 的桩号位置。

9. 曲线定至最后第二点时(本例为 $K 13+80$), 此点离 $K.K.$ 的实际距离应符合计算表上所列的数值, 但因方向、距离的影响, 不可能没有误差, 根据我们的经验, 其差数最低应满足 $\frac{1}{K} = \frac{1}{1000}$ 的要求 (K 为曲线全长);

10. 在定立曲线时, 特别要注意方向与距离的正确性, 按照我们过去所做的方法, 可以由后尺手取弦长读数, 前尺手对 0, 并与方向合而为一, 即使仪器所瞄方向点与钢尺的 0 点重合, 如图 3

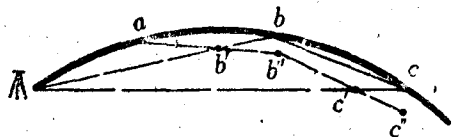


图 3

b 点, 否则, 设方向瞄在 b' 点, 量距时又延长至 b'' 点, 可以明显看到, b'' 点的位置没有它在应该有的曲线上的 b 点位置。如果瞄 c 点时又瞄在 c' 点, 量距时又过 c' 点定至 c'' 点, 这样下去, 到最后一定会造成很大差错。注意误差累积和桩号的正确位置, 这是定曲线过程中特别要小心谨慎的事情。

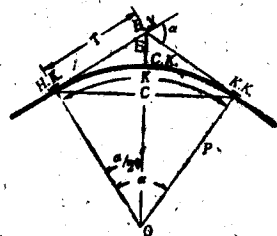
偏角法測設圓曲綫計算表

第 頁 共 頁

工程名称

代号

地点



已知条件

α	38°	18'	38''
$\alpha/2$	19°	09'	19''

P	300 m
---	-------

总偏角计算

名称	符号	°	'	''
----	----	---	---	----

整弦偏角	D/2	1	54	35
------	-----	---	----	----

第一分弧偏角	$d_1/2$	0	31	41
--------	---------	---	----	----

第二分弧偏角	$d_2/2$	1	26	18
--------	---------	---	----	----

整弧偏角之和	N·D/2	17	11	15
--------	-------	----	----	----

总偏角	$d_1/2 + d_2/2 + N \cdot D/2$	19	09	14.5
-----	-------------------------------	----	----	------

切綫長計算	$\lg P$	2.477 1213
	$\lg + \alpha/2$	9.540 7821(+)
	$\lg T$	2.017 9034
	T	104.209
弧長計算	38°	66.32251
	18'	0.52360
	38''	0.01842(+)
	α	66.86453
	P/100	3(x)
桩号計算	K	200.59359 m
	K/2	100.297
	B.Y.	IK12+98.675
	T	1 04.209(-)
	H.K.	JK11+94.466
外矢距計算	K/2	1 00.297(4)
	C.K.	IK12+94.763
	K/2	1 00.297(+)
	K.K.	IK13+95.060
	$\lg P$	
	$\lg \cos \alpha/2$	(-)
	$\lg P/\cos \alpha/2$	
	P/cos $\alpha/2$	
	P	(-)
	E	

名称	桩 号	距 离(m)		偏 角 計 算									
		弧長	弦長	偏 角	順时針方向累計		逆时針方向累計						
					°	'	°	'	°	'	°	'	
H.K.	11+94.47												
	12+00	5.53		31.41	0	31.41	340	50.41					
	20	20.00	19.996	1 54.35 ⁺¹	2	26.17	341	22.22					
	40	20.00		//	4	20.52	343	18.58					
	60	20.00		// ⁺¹	6	15.28	345	11.33					
	80	20.00		//	8	10.03	347	06.09					
	13+00	20.00		// ⁺¹	10	04.39	349	00.44					
	20	20.00		//	11	59.14	350	55.20					
	40	20.00		// ⁺¹	13	53.50	352	49.65					
	60	20.00		//	15	48.25	354	44.31					
	80	20.00		// ⁺¹	17	43.01	356	39.06					
K.K.	13+95.06	15.06		1 26.18	19	09.19	358	33.42					

計算

检查

測設

§ 5. 圖曲綫測設中遇到的障礙

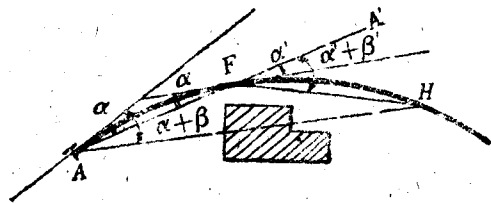


圖 4

1. 偏角視線不通

由圖 4, 按偏角法原理:

$$\alpha = \alpha',$$

$$\beta = \beta',$$

$$\therefore \alpha + \beta = \alpha' + \beta'.$$

步驟:

(1) 按前述方法, 定曲綫至 F 点, 而無法定下

一点 H 时, 移仪器在 F 点上;

(2) 仪器上盤退回至 0° ; 对准 A 点, 固定下盤。倒鏡, 則視線在 $AF A'$ 上, 之后, 用原計算之偏角表定 H 点以后之各点;

(3) 如仪器不便倒鏡, 則可先对好 180° , 后視 A 点, 固定度盤为 180° 时之下盤。然后松开上盤, 按原計算之偏角表測設 H 点以后各点。

2. 轉角点 $B.V.$ 不能置仪器时

一种情况: 在两切綫上取任意点, 且可直接观测, 如图 5。

(1) 在两切綫上取任意点 M 、 N , 並量其長度, 設 $MN = l$;

(2) 置仪器在 M 点, 后視 $H.K.$ 倒鏡, 前視 N 点, 測得 α' 角。再置仪器在 N 点, 后視 M 点, 倒鏡, 前視 $K.K.$ 点, 測得 β' 角, 則轉向角 α 为:

$$\alpha = \alpha' + \beta'$$

(3) 应用正弦定律求 VM 、 VN 之長，即：

$$VM = MN \frac{\sin \beta'}{\sin(\alpha' + \beta')} = l \cdot \frac{\sin \beta'}{\sin \alpha},$$

$$VN = MN \frac{\sin \alpha'}{\sin(\alpha' + \beta')} = l \cdot \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha}.$$

(4) 从 M 、 N 分别按 $T-VM$ 、 $T-VN$ 定出曲线起点 $H.K.$ 和曲线終点 $K.K.$ 的位置。

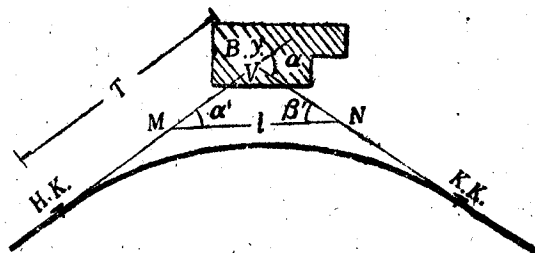


圖 5

另一种情况：当兩切綫上的任意兩点不能直接通視时，用导綫法，如圖 6。

(1) 取兩切綫上任意兩点 M 、 N ，之后在 M 、 N 兩点間選擇能相互通視的点 C （有时不止一点），量 MC 、 CN ，得 $MC = l_1$ ， $CN = l_2$ ；

(2) 置仪器在 M 、 C 、 N 各点，用前述方法測得 α' 、 β' 、 γ' ，由圖 6 可知，轉向角 α 为：

$$\alpha = \alpha' + \beta' + \gamma'.$$

(3) 在圖 6 上延長 MC ，与 VB 綫相交得 e ，在 $\triangle ecN$ 中，按正弦定律求出 ce 和 Ne 長，即：

$$Ce = CN \frac{\sin \gamma'}{\sin(\beta' + \gamma')} = l_2 \frac{\sin \gamma'}{\sin(\beta' + \gamma')},$$

$$Ne = CN \frac{\sin \beta'}{\sin(\beta' + \gamma')} = l_2 \frac{\sin \beta'}{\sin(\beta' + \gamma')}.$$

而 eV 之長为：

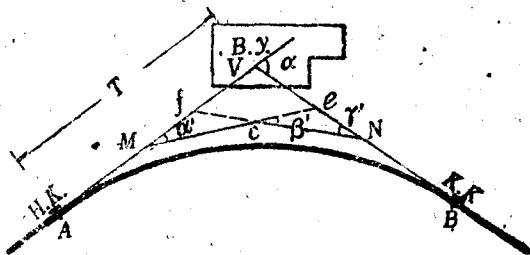


圖 6

$$eV = (MC + Ce) \frac{\sin \alpha'}{\sin(\alpha' + \beta' + \gamma')} = (l_1 + Ce) \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha}$$

上列这些公式經簡單归納，並且通过輔助点 f ，按上述分法求出 Cf 、 Mf 、 fV ，整理后可得：

$$VM = l_1 \frac{\sin(\beta' + \gamma')}{\sin \alpha} + l_2 \frac{\sin \gamma'}{\sin \alpha},$$

$$VN = l_1 \frac{\sin \alpha'}{\sin \alpha} + l_2 \frac{\sin(\alpha' + \beta')}{\sin \alpha}$$

(4) 求出 $T-VM$ 、 $T-VN$ ，並按实际圖形定出曲綫起点 $H. K.$ 和曲綫終点 $K. K.$ 。

注意：如 $T-VM$ 、 $T-VN$ 的差数为正，則向与 $B. Y.$ 相反的方向量距，定出 $H. K.$ 或 $K. K.$ ，否則相反。

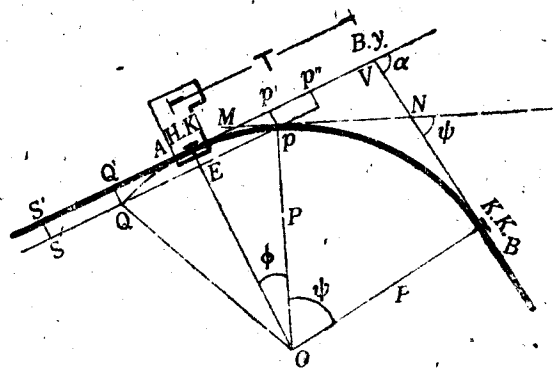


圖 7

3. 曲綫起終点不能置仪器时

一种情况：分圓法

(1) 由圖 7，在 U 直綫上定至 Q' 点，置仪器于該点，任意选定垂直距离，定出 Q 点；

(2) 用同样方法定出 S 点，过 S 、 Q 延長直綫，由平行法可得：

$$Q'Q = p'p = AE.$$

(3) 按圖 7， ϕ 可由下式求得：

$$V_{ers} \phi = \frac{AE}{P} \quad (P \text{ 为圓曲綫半徑})$$

即：

$$\cos \phi = \frac{P - AE}{P}.$$

(4) $Ep = Ap' = P \cdot \sin \phi$.

(5) 由 V 向 A 处量任意長 $p''V$, 設得点 p'' , 为此:

$$p'p'' = T - Ep - p''V.$$

考虑到 p'' 不一定在 AV 綫上的近 A 处, 故 $p'p'' = T - Ep - p''V$ 之公式可改为以下通式:

$$(Ep + Vp'') - T = \pm p'p''.$$

“+”表示 p'' 在 p' 之近 A 处, 要定 p' 点, 必須从 p'' 向 V 方向量 $p'p'$ 之距离;

“-”表示 p'' 在 p' 之近 V 处, 要定 p' 点, 必須从 p'' 向 A 方向量 $p'p'$ 之距离。

(6) 置仪器于 p 点, 后視 Q 点, 倒鏡, 轉 ϕ 角, 得 MpN 的視綫方向, 为此, 我們等于把原 $\widehat{AB}$ 的一組曲綫变成了 $\widehat{AP}$ 和 $\widehat{PB}$ 的兩組曲綫了。

其中:

α 为实测角, P 为已知, ϕ 可算得,

$$\psi = \alpha - \phi.$$

p 点桩号 = A 点 ($H. K.$) 桩号 + Ap 弧長。

Ap 弧長可按曲綫半徑 P 在圓曲綫弧長表按 ϕ 角值求得。

另一种情况: 輔助边法

(1) 由圖 8, 取綫路上任意点 a . 按照实际可能和圖形, 选择点 b , 使 $\triangle abV$ 均能通視;

(2) 实测 ϕ 、 ψ 、 γ (至少观测其中两个夾角), 量 ab 長;