

序

本书1960年出版,1965年作了修订,1977年再次修订作为新一版出版。这次再版时又作了全面检算,并补充了城市道路、高速公路经常遇到的曲线测设方面的内容。

本书比较全面地介绍了曲线测设常用的偏角法,尤其在缓和曲线方面,应用偏角法所需要的函数值、偏角表,和为简化计算而编制的“ T 、 E 附加值计算用表”,以及应用支距法测设时所需要的坐标值,给实际工作带来了查用上的方便。在曲线测设遇到各种障碍物时,本书提供的解决办法仍然具有实际意义。城市道路网经常遇到的交叉点位置测定问题,高速公路上大量的曲线测设工作所遇到的一些计算问题,在本书中都作了实用方法的介绍。考虑到在施工、养护中通常采用的正矢法对曲线进行检查和校正,以保持铁路曲线的圆顺,编算了铁路圆曲线正矢表、缓和曲线支距表、等弦矢距计算表和弦长20 m的圆曲线等弦矢距表。这些数字表,同样适用于高架道路、桥梁和城市人行天桥的施工放样和弧形构件的检验方面。铁路站场的布置与专用线接轨点的定测,也分别对车站布置的各种情况,简要介绍了这方面的实用公式与计算方法。

由于铁路、公路、城市道路、高速公路、高架桥的功能和性质各不相同,规范、标准各有要求,所以使用本书时,要根据各自的标准、要求(如符号、术语的规范化、标准化)合理运用。

本书在几次再版中曾得到了徐凡、许月明、陈华生等同志的帮助,在此对他们再次表示感谢。

吴南群

1985年9月于上海

本书是一本应用偏角法测设曲线的实用简明手册，尤其偏重于缓和曲线方面。

本书主要内容有：圆曲线的弧长计算表和偏角表，切线长及外矢距计算表，以及在遇到障碍物时的测量方法介绍；缓和曲线在不同条件下的函数值以及测设时的偏角表，用于简化计算的 T 、 E 附加值计算表，支距法用表，以及在障碍物存在情况下的测设方法等。关于铁路曲线施工养护中通常采用的正矢法，手册中编录了三种用表。这次再版时又增加了城市道路、高速公路、高架桥方面的交叉点测定和回旋曲线应用等内容。

本书是铁路、公路勘测、设计、施工、养护方面的业务工具书，是城市道路、高速公路、高架桥曲线测设的实用手册，亦可供大专院校工程测量与路桥专业教学与实习参考使用。

偏角法曲线测设简明手册

吴南群 编

*

测绘出版社出版

北京市大北印刷厂印装

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32·印张 6.5·字数 167 千字

1977年11月新一版·1986年5月第二版·1986年5月北京第二次印刷

印数 20,001-24,000册·定价 1.30 元

*

统一书号：15039·新 470

目 录

序

一、圆曲线	1
§1. 圆曲线的公式	1
§2. 应用偏角法测设圆曲线的原理	2
§3. 应用偏角法测设圆曲线的步骤	3
§4. 圆曲线测设举例	4
§5. 圆曲线测设中遇到的障碍	8
二、缓和曲线	13
§6. 缓和曲线的公式	13
§7. 应用偏角法设置缓和曲线	15
§8. 测设缓和曲线实例	18
§9. 缓和曲线上的障碍	18
§10. 在缓和曲线起终点直接施测圆曲线	20
三、圆曲线弧长计算表	24
四、圆曲线偏角表	30
偏角表、整弧偏角累计、弧与弦长之差	
五、切线长及外矢距计算表	57
六、缓和曲线函数及偏角表	99

七、缓和曲线(支距法)测设用表	126
八、缓和曲线 T 、 E 附加值计算表	144
九、铁路圆曲线正矢与等弦矢距表	159
十、站场布置的测设工作	169
十一、城市道路交叉处桩号计算	175
十二、高速公路对缓和曲线布设的要求	179
附录一、平行股道直边斜边长度表	187
附录二、度化秒用表,度和分化秒用表,分秒倍数表	189
附录三、常用普通单开道岔的主要尺寸	194
附录四、窄轨铁路道岔主要尺寸	195
附录五、数学公式、常数值	197

一、圆 曲 线

§ 1. 圆曲线的公式

1. 符号说明:

Z. Y. 曲线起点;

Q. Z. 曲线中点;

Y. Z. 曲线终点;

J. D. 转角点, 即两切线的交点;

α 外偏角, 即线路转向角;

R 圆曲线半径;

T 切线长, 即从转角点至曲线起终点的距离;

L 曲线全长;

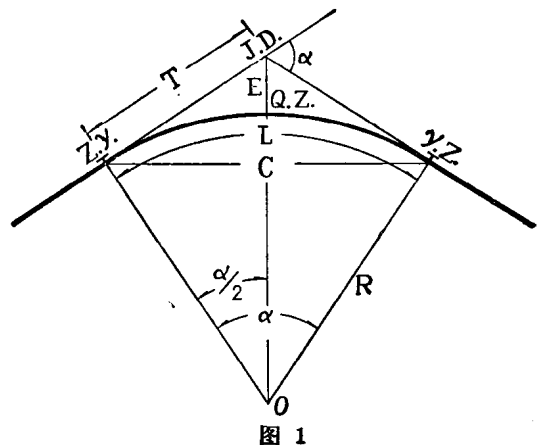
C 曲线弦长;

E 曲线外矢矩, 即 J. D. 至 Q. Z. 的距离;

D 整弧 (一般为 20 m 或 50 m) 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



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

$$(2) L = \frac{\alpha \cdot R}{\rho''}, \quad \rho'' = 206264'' . 31;$$

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

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

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

$$(6) d_i = \frac{l_i}{R} \rho'' \quad (l_i \text{ 为小于整弧数的分弧长}).$$

§ 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 $a, b, c, \dots$), 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。

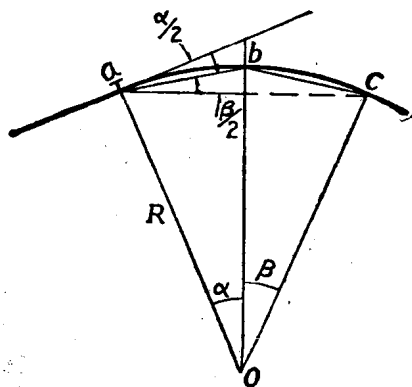


图 2

§ 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 $J. D.$ 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 R ，然后按外偏角 α 和曲线半径 R 计算切线长 T 和曲线全长 L ；

3. 按计算出来的切线长 T ，定出曲线起点 $Z. Y.$ 和曲线终点 $Y. Z.$ ；

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 $Q. Z.$ ；

4. 曲线起点 $Z. Y.$ 的桩号，可根据已量得的 $J. D.$ 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 $J. D.$ 的距离不量，如量至某一百尺桩，然后在 T 长计算好后，从 $J. D.$ 点倒量切线长 T ，定出曲线起点 $Z. Y.$ 。从那个百尺桩的桩号加上或减掉量至 $Z. Y.$ 的距离后，即得曲线起点 $Z. Y.$ 的桩号；

5. 在一部分人设置曲线中点 $Q. Z.$ 和曲线终点 $Y. Z.$ 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 R 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 $Q. Z.$ 和 $Y. Z.$ 定好后，即可搬仪器至 $Z. Y.$ 或 $Y. Z.$ ，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 $Z. Y.$ (或 $Y. Z.$) 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 $J. D.$ 的零方向与 $Y. Z.$ (或 $Z. Y.$) 的夹角应为外偏角的半数，即等 $\frac{\alpha}{2}$ ；如果是逆时针方向时，则仪器后视 $J. D.$ 点的零方向与 $Y. Z.$ (或

$Z. Y.$ 的夹角应为 $360^\circ - \frac{\alpha}{2}$, 否则有误, 或曲线起终点在测设时有误(包括角值、距离), 或计算有误;

7. 在曲线较长、或曲线起终点不能直接通视, 并已定出曲线中点 $Q. Z.$ 时, 则测站($Z. Y.$ 或 $Y. Z.$)后视 $J. D.$ 点观测 $Q. Z.$ 的夹角应为 $\frac{\alpha}{4}$ (顺时针方向) 或 $360^\circ - \frac{\alpha}{4}$ (逆时针方向)。

§ 4. 圆曲线测设举例

设定线组定至线路转角点 $J. D_3$ 处, 置仪器在 $J. D_3$, 测得转向角 α 为 $38^\circ 18' 38''$, 按照设计要求和地形情况给定圆曲线半径 R 为 300 m, 求曲线各函数及偏角值(包括工作步骤)。

1. 置仪器在 $J. D_3$, 用倍角法测得转向角 α 的角值的平均数为 $38^\circ 18' 38''$, 记录者把此值填写在“偏角法测设圆曲线计算表”(以下简称计算表)内, 并得出 $\frac{\alpha}{2}$, 写上此处所用的曲线半径 $R = 300\text{m}$;

2. 按曲线半径 R 及 $\text{tg} \frac{\alpha}{2}$, 查对数表, 填在相应的表格内, 将此两对数值相加, 在对数表上查得切线长 T 的真值; 或直接按 α 值查算, 乘 $\frac{R}{100}$ 后得 T 值; (查本手册第71页)

3. 按照计算出来的 T 长, 一部分同志在现场设置曲线起终点, 在此同时, 计算者计算外矢距 E (曲线较短时可以不计算);

4. 进行曲线弧长 L 的计算:

按转向角 α 的度分秒为引数, 查手册第 28 页, 按次序写在计算表内, 加起来, 乘 $\frac{R}{100}$, 即得曲线弧长 L , 在计算时, 到 mm 即可, 在实际编写桩号、实量时, 到 cm 即可。

5. 根据切线长 T 和弧长 L , 求出曲线起终点桩号, 其计算公式为:

(1) 当 $Z.Y.$ 桩号已知时

$$Y.Z. \text{ 桩号} = Z.Y. \text{ 桩号} + L$$

$$\left\{ \begin{array}{l} Q.Z. \text{ 桩号} = Z.Y. \text{ 桩号} + \frac{L}{2} \\ Y.Z. \text{ 桩号} = Q.Z. \text{ 桩号} + \frac{L}{2} \end{array} \right\}$$

$$Z.Y. \text{ 桩号} + T \text{ 长} = J.D. \text{ 桩号}$$

(2) 当 $J.D.$ 桩号已知时:

$$Z.Y. \text{ 桩号} = J.D. \text{ 桩号} - T \text{ 长}$$

$$Y.Z. \text{ 桩号} = Z.Y. \text{ 桩号} + K \text{ 长}$$

曲线中点桩号计算同上

6. 按各点桩号及其间距(弧长), 在手册第 40 页查得整弧(20 m)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计 $(n \cdot D/2)$, 然后把 $d_{1/2}$ 、 $d_{2/2}$ 、 $n \cdot D/2$ 加起来, 应为总偏角值 $\left(\frac{\alpha}{2}\right)$, 如有误差, 可平均分配或适当分配之。如本例误差为 $5''$ 只要分配在 5 个偏角值上即可;

7. 把各偏角值分别写在计算表“偏角”一栏的左面部分(改正数则写在每个数字的右上角), 把每个角值逐个加起来, 填写在“累计”栏的左面部分, 即得顺时针方向测设时的各桩号的偏角方向值。“累计”栏的右面部分的各个数值, 是逆时针方向测设时的各桩号的偏角方向值。如果在实地上认为一次测站(顺时针方向或逆时针方向)即可把该曲线全部定出, 则在“累计”栏内只计算顺时针方向(或逆时针方向)的各桩号偏角方向值即可;

8. 置仪器在曲线起点 $Z.Y.$ (或终点 $Y.Z.$), 度盘读数对 $0^{\circ}00'00''$, 前视 $J.D_3$, 后视 $Q.Z.$ 和 $Y.Z.$ (或 $Z.Y.$), 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 $Dh\ 12+00$ 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 $Z.Y.$ 至 $Dh\ 12+00$ 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 $Dh\ 12+00$ 的桩号位置。

9. 曲线定至最后第二点时 (本例为 $Dh\ 13+80$), 此点离 $Y.Z.$ 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 $\frac{1}{L} = \frac{1}{1000}$ 的要求 (L 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 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'' 点没有在它应该在的曲线上的 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。

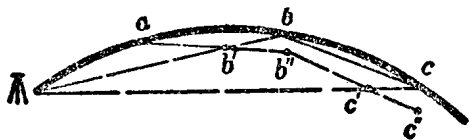


图 3

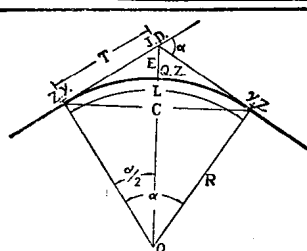
偏角法测设圆曲线计算表

第 页 共 页

工程名称

代号

地点



已知条件

α	38°	18'	38"
$\alpha/2$	19°	09'	19"
R	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	$N \cdot D/2$	17	11	15
总偏角	$d_1/2 + d_2/2 + N \cdot D/2$	$\alpha/2$	19	09 14"

切线长计算

弧长计算

桩号计算

外矢距计算

lgR	2.477 1213
$lg \tan \alpha/2$	9.540 7821(+)
$lg T$	2.017 9034
T	104.209
38°	66.22251
18'	0.52360
38"	0.01842(+)
α	66.86453
$R/100$	3(×)
L	200.59359 m
$L/2$	100.297
J. D.	Dh12+98.675
T	1 04.209(-)
Z. Y.	Dh11+94.466
$L/2$	1 00.297(+)
Q. Z.	Dh12+94.763
$L/2$	1 00.297(+)
Y. Z.	Dh13+95.060
lgR	
$lg \cos \alpha/2$	(-)
$lg R/\cos \alpha/2$	
$R/\cos \alpha/2$	
R	(-)
E	

名称

桩号

距离(m)

弧长

弦长

偏角计算

偏角

顺时针方向累计

逆时针方向累计

Z. Y.

11+94.47

12+00

20

40

60

80

13+00

20

40

60

80

Y. Z.

13+95.06

15.06

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

41

54

35

4

6

8

10

11

13

15

17

19

26

18

31

§ 5. 圆曲线测设中遇到的障碍

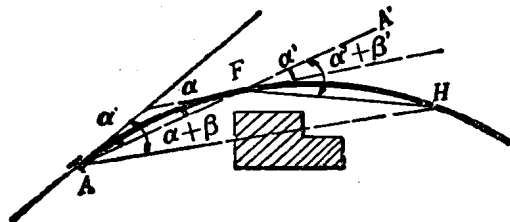


图 4

1. 偏角视线不通

由图 4, 按偏角法原理:

$$\alpha = \alpha'$$

$$\beta = \beta'$$

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

步骤:

(1) 按前述方法, 定曲线至 F 点, 而无法定

下一点 H 时, 移仪器在 F 点上;

(2) 仪器上盘退回至 0° , 对准 A 点, 固定下盘。倒镜, 则视线在 $AF A'$ 上, 之后, 用原计算之偏角表定 H 点以后之各点;

(3) 如仪器不便倒镜, 则可先对好 180° , 后视 A 点, 固定度盘为 180° 时之下盘。然后松开上盘, 按原计算之偏角表测设 H 点以后各点。

2. 转角点 $J.D$ 不能置仪器时

一种情况: 在两切线上取任意点, 且可直接观测, 如图 5。

(1) 在两切线上取任意点 M, N , 并量其长度, 设 $MN = l$;

(2) 置仪器在 M 点, 后视 $Z.Y.$, 倒镜, 前视 N 点, 测得 α' 角。再置仪器在 N 点, 后视 M 点, 倒镜, 前视 $Y.Z.$ 点, 测得 β' 角, 则转向角 α 为:

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

(3) 应用正弦定律求 VM 、 VN 之长, 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 Z 、 Y 和曲线终点 Y 、 Z 的位置。

另一种情况: 当两切线上的任意两点不能直接通视时, 用导线法, 如图 6。

(1) 取两切线上任意两点 M 、 N , 之后在 M 、 N 两点间选择能相互通视的点 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, 用前述方法测得 α' 、 β' 、 γ' , 由图 6 可知, 转向角 α 为:

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

(3) 在图 6 上延长 MC , 与 VB 线相交得 e , 在 $\triangle ecN$ 中, 按正弦定律求出 ce 和 Ne 长, 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 之长为:

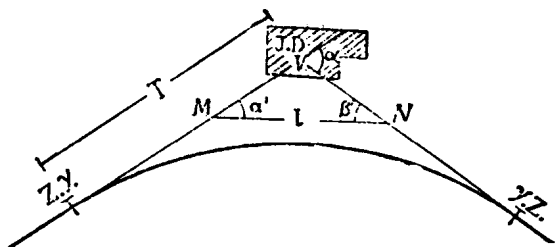


图 5

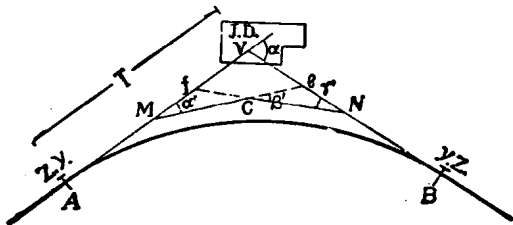


图 6

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

上列这些公式经简单归纳, 并且通过辅助点 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 $T-VM$ 、 $T-VN$, 并按实际图形定出曲线起点 Z 、 Y 和曲线终点 Y 、 Z 。

注意: 如 $T-VM$ 、 $T-VN$ 的差数为正, 则向与 J 、 D 相反的方向量距, 定出 Z 、 Y 或 Y 、 Z , 否则相反。

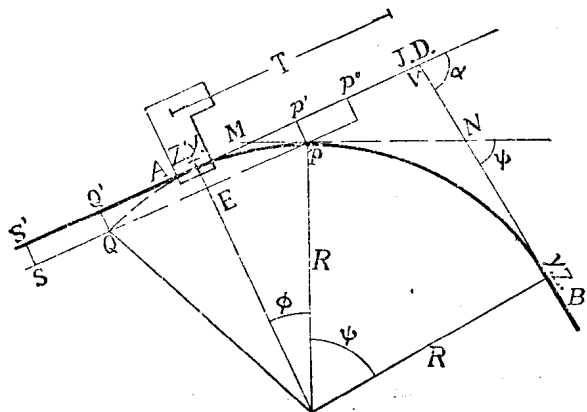


图 7

3. 曲线起终点不能置仪器时

一种情况: 分圆法

(1) 由图 7, 在 AV 直线上定至 Q' 点, 置仪器于该点, 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 延长直线, 由平行法可得:

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

(3) 按图 7, ϕ 可由下式求得:

$$\text{vers } \phi = \frac{AE}{R} \quad (R \text{ 为圆曲线半径})$$

即:

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

(4) $Ep = Ap' = R \cdot \sin \phi$ 。

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

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

考虑到 p'' 不一定在 AV 线上的近 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，必须从 p'' 向 V 方向量 $p''p'$ 之距离；

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

(6) 置仪器于 p 点，后视 Q 点，倒镜，转 ϕ 角，得 MpN 的视线方向，为此，我们等于把原 $\widehat{AB}$ 的一组曲线变成了 $\widehat{AP}$ 和 $\widehat{PB}$ 的两组曲线了。

其中：

α 为实测角， R 为已知， ϕ 可算得，

$$\nu = \alpha - \phi.$$

p 点桩号 = A 点 ($Z.Y.$) 桩号 + Ap 弧长。

Ap 弧长可按曲线半径 R 在圆曲线弧长表按 ϕ 角值求得。

另一种情况：辅助边法

(1) 由图 8，取线路上任意点 a ，按照实际可能和图形，选择点 b ，使 $\triangle abV$ 均能通视；

(2) 实测 ϕ, ψ, γ (至少观测其中两个夹角)，量 ab 长；

- (2) 求 ϕ , $\sin \phi = \frac{\cos\left(\frac{\alpha}{2} + \theta\right)}{\cos \frac{\alpha}{2}}$.
- (3) 求 γ , $\gamma = 180^\circ - \phi - \beta$.
- (4) 求曲线半径 R , $R = l \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$.

二、缓和曲线

§ 6. 缓和曲线的公式

1. 符号说明

- $Z.H.$ 曲线起点(直缓点);
- $H.Y., Y.H.$ 缓和曲线与圆曲线的连接点(缓圆点, 圆缓点);
- $Q.Z.$ 曲线中点;
- $H.Z.$ 曲线终点(缓直点);
- $J.D.$ 转角点, 即两切线的交点。
- α 外偏角, 即线路转向角;
- R 圆曲线半径;

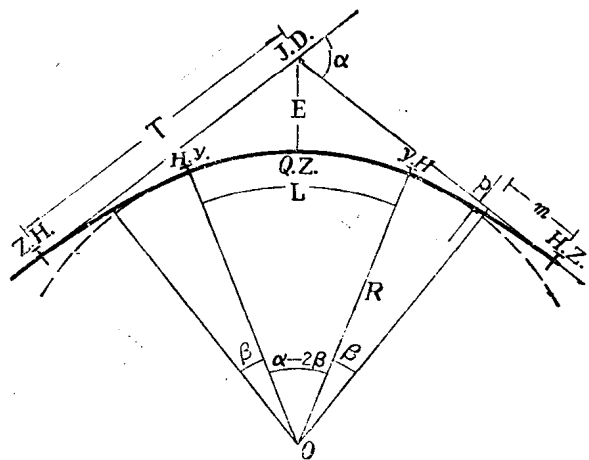


图 10