§13.3 路线圆曲线中桩与边桩的测设

本节介绍的程序“**YQCS**”可以计算偏角法、切线支距法、极坐标法测设的元素值和极坐标法测设道路边线的元素值。

(1) 数学模型

1) 主点测设元素

圆曲线主点 ZY、QZ、YZ 测设元素计算公式为：

$$\left.\begin{array}{ll} \text{切线长} & T = R\tan\dfrac{\Delta}{2} \\ \text{曲线长} & L = R\Delta\dfrac{\pi}{180} \\ \text{外距} & E = R(\sec\dfrac{\Delta}{2}-1) \\ \text{切曲差} & J = 2T - L \end{array}\right\} \tag{13-1}$$

式中，转角 Δ 以度为单位。

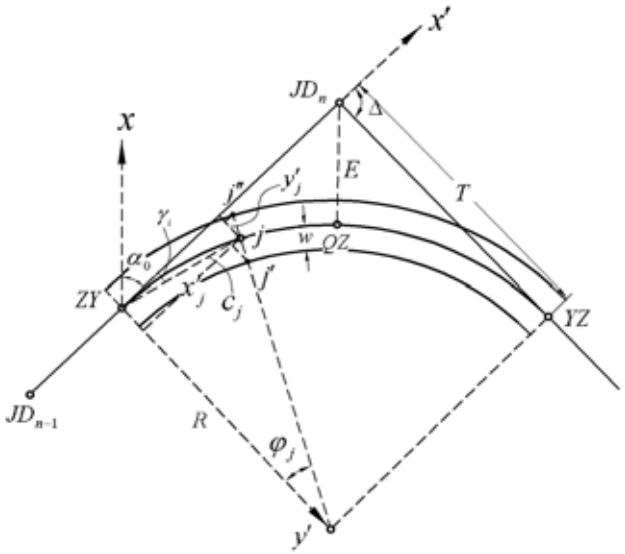


图 13-1 圆曲线测设要素

2) 主点桩号

圆曲线主点 ZY、QZ、YZ 的桩号根据 JD 桩号 Z_{JD} 和曲线主点测设元素计算，计算公式为：

$$\left.\begin{array}{l} Z_{ZY} = Z_{JD} - T \\ Z_{QZ} = Z_{ZY} + \dfrac{L}{2} \\ Z_{YZ} = Z_{QZ} + \dfrac{L}{2} \\ Z_{YZ} = Z_{JD} + T - J \end{array}\right\} \tag{13-2}$$

3) 切线支距法测设元素

设圆曲线上任意细部点 j 的桩号为 Z_j，则它与曲线起点 ZY 间的弧长为 $l_j = Z_j - Z_{ZY}$，则 l_j 所对的圆心角 φ_j 为：

$$\varphi_j = \frac{l_j}{R}\frac{180}{\pi} \tag{13-3}$$

则 j 在 $ZY - x' - y'$ 中的坐标 x'_j, y'_j 计算公式为

$$\left.\begin{array}{l} x'_j = R\sin\varphi_j \\ y'_j = R(1-\cos\varphi_j) \end{array}\right\} \tag{13-4}$$

设道路半宽为 w，则圆弧在 j 点垂直方向上的两个道路边线点：内边线点为 j'，外边线点为 j''，其坐标计算公式为

$$\left.\begin{array}{l} x'_{j'} = R\sin\varphi_j - w\sin\varphi_j = (R-w)\sin\varphi_j \\ y'_{j'} = R(1-\cos\varphi_j) + w\cos\varphi_j = R-(R-w)\cos\varphi_j \end{array}\right\} \tag{13-5}$$

$$\left.\begin{array}{l} x'_{j''} = R\sin\varphi_j + w\sin\varphi_j = (R+w)\sin\varphi_j \\ y'_{j''} = R(1-\cos\varphi_j) - w\cos\varphi_j = R-(R+w)\cos\varphi_j \end{array}\right\} \tag{13-6}$$

4) 偏角法测设元素

切线支距法的测设元素是 ZY 点至曲线细部点 j 的弦长 d_j 及其与切线的夹角 γ_j，其计算公式

为：

$$\left.\begin{aligned}\gamma_j &= \tan^{-1}\frac{y'_j}{x'_j}\\ c_j &= \sqrt{x'^2_j + y'^2_j}\end{aligned}\right\} \tag{13-7}$$

同理，将道路边线点 j' 和 j'' 点的坐标代入上述就可以计算出它们的测设元素。

5) 极坐标法测设元素

极坐标法测设实际上等价于坐标测设，它要求首先计算出曲线细部点 j 在测量坐标系中的坐标 (x_j, y_j)，然后就可以在任意已知控制点上设站，计算出测设点方向相对于已知后视方向边的水平夹角和距离进行测设。

设交点 JD_{n-1}, JD_n 在测量坐标系中的坐标分别为 (x_{n-1}, y_{n-1}) 和 (x_n, y_n)，由此反算出两点间的坐标方位角为 $\alpha_{(n-1)n} = \alpha_0$，则 ZY 点的测量坐标为

$$\left.\begin{aligned}x_{ZH} &= x_n - T\cos\alpha_0\\ y_{ZH} &= y_n - T\sin\alpha_0\end{aligned}\right\} \tag{13-8}$$

曲线细部点 j 的测量坐标计算公式为

$$\left.\begin{aligned}x_j &= x_{ZY} + c_j\cos(\alpha_0 \pm \gamma_j)\\ y_j &= y_{ZY} + c_j\sin(\alpha_0 \pm \gamma_j)\end{aligned}\right\} \tag{13-9}$$

式中的“ ± ”号：当路线转角为右偏角 Δ_R 时取“ ＋ ”，为左偏角 Δ_L 时取“ － ”。

(2)、程序与案例

1) 变量对照表

数学模型变量	fx-4800P 变量	单位	注释
Δ	U	° ′ ″	转角
Z_{JD_n}	D	m	交点桩号
x_{n-1}, y_{n-1}	M,N	m	前一交点测量坐标
x_n, y_n	X,Y	m	交点测量坐标
R	R	m	圆曲线半径
T	T	m	切线长
L	L	M	曲线长
E	E	M	外矢距
J	J	M	切曲差

2) 程序

程序可以计算切线支距法、偏角法和极坐标法测设中线细部点的元素以及极坐标法测设道路左右边线点的元素，如果输入的道路半宽 W=0，则程序不计算极坐标法测设道路左右边线点的元素。

主程序名：YQCS

```
U:D:M:N:X:Y: R:W: Defm 22
U<0⇒Z[10]=-1: ⇔Z[10]=1
G=AbsU÷2
K=X-M: L=Y-N: Pol(K,L)
J<0⇒Z[20]=J+360: ⇔Z[20]=J
T=RtanG
L=RG×π÷90
E=R(1÷cosG-1)
J=2T-L
```

```
Z[0]=D-T◢
Z[21]=X-TcosZ[20]◢
Z[22]=Y-TsinZ[20]◢
W≠0⇒Z[8]= Z[20]+90: I=Z[21]+WcosZ[8]◢J=Z[22]+WsinZ[8]◢Z[8]= Z[20]-90:
I=Z[21]+WcosZ[8]◢J=Z[22]+WsinZ[8]◢◣
Z[1]=Z[0]+L÷2:Z[2]=Z[1]+L÷2
R>60⇒D=20: ⇔R<30⇒D=5: ⇔D=10◣◣
Z[5]=(Int(Z[0]÷D)+1)D
M=0
Lbl 1
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[1]⇒K=A-Z[0]: A◢Prog "XY1": Goto 1: ⇔K=L÷2: Z[1]◢Prog "XY1"◣
Z[5]=A
M=0
Lbl 2
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[2]⇒K=A-Z[0]: A◢Prog "XY1": Goto 2: ⇔K=L: Z[2]◢Prog "XY1"◣
```

子程序名：XY1

```
Z[7]=1
F=180K÷R÷π:X=RsinF◢Y=R(1-cosF)◢
Prog "XY2": Z[7]=2
W≠0⇒X=(R-W)sinF:Y=R-(R-W)cosF: Prog "XY2": X=(R+W)sinF:Y=R-(R+W)cosF:
Prog "XY2"◣
```

子程序名：XY2

```
Z[6]=F
F=tan⁻¹(Y÷X): Z[7]=1⇒F◢◣
C=√(X²+Y²): Z[7]=1⇒C◢◣
Z[10]=1⇒F=Z[20]+F: ⇔F=Z[20]-F◣
I=Z[21]+ CcosF◢
J=Z[22]+ CsinF◢
F=Z[6]
```

3) 操作步骤

某圆曲线已知数据与设计数据见表 13-1 所示。

表 13-1 圆曲线已知数据与设计数据

转角	交点里程(m)	设计半径(m)
Δ_L =25°48′10″	K3+182.76	R =300
交点点名	x (m)	y (m)
JD_{n-1}	7638.827	3189.129
JD_n	7624.394	3278.506

将上述主程序以 YQCS 的文件名、子程序分别以 XY1 和 XY2 的文件名输入计算器后，按键 MODE 5 2 及 ▽ 选择程序 **YQCS** 按 EXE 键，屏幕提示及操作步骤如下：

步骤	显示	按键	注释
1	U? ×××	25°48′10″ EXE	输入转角
2	D? ×××	3182.76 EXE	输入 JD 桩号
3	M? ×××	7638.827 EXE	前一交点坐标
4	N? ×××	3189.129 EXE	
5	X? ×××	7624.394 EXE	交点坐标
6	Y? ×××	3278.506 EXE	

7	R? ×××	300 EXE	输入圆曲线半径
8	W? ×××	7.5 EXE	输入路半宽
9	J? 99.17319008	EXE	中间计算结果
10	T= 68.71682597	EXE	切线长
11	L= 135.1030285	EXE	曲线长
12	E=7.769397718	EXE	外矢距
13	J=2.330623426	EXE	切曲差
14	Z[0]=3114.043174	EXE	ZY 桩号
15	Z[21]=7635.348786	EXE	ZY 点测量坐标
16	Z[22]=3210.667996	EXE	
17	I=7627.944704	EXE	内边线测量坐标
18	J=3209.472351	EXE	
19	I=7642.752868	EXE	外边线测量坐标
20	J=3211.863640	EXE	
21	A=3120	EXE	细部点桩号
22	X=5.956434551	EXE	中线切线支距法元素
23	Y=0.059137683	EXE	
24	F=0 ° 34 ′ 07.81 ″	EXE SHIFT ←	中线偏角法元素
25	C=5.956728114	EXE	
26	I=7634.340834	EXE	中线极坐标法元素
27	J=3216.538825	EXE	
28	I=7626.961951	EXE	内边线极坐标法元素
29	J=3215.196410	EXE	
30	I=7641.719718	EXE	外边线极坐标法元素
31	J=3217.881241	EXE	
32	A=3140	EXE	细部点桩号
33	X=25.92445182	EXE	中线切线支距法元素
34	Y=1.122227661	EXE	
35	F=2 ° 28 ′ 43.3 ″	EXE SHIFT ←	中线偏角法元素
36	C=25.94873016	EXE	
37	I=7630.108054	EXE	中线极坐标法元素
38	J=3236.081994	EXE	
39	I=7622.834990	EXE	内边线极坐标法元素
40	J=3234.251000	EXE	
41	I=7637.381117	EXE	外边线极坐标法元素
42	J=3257.912989	EXE	
……	……	……	……

上述案例的操作很长，故后面细部点测设元素的操作结果没有一一列出，表 13-2 汇总了全部计算成果。

表 13-2 圆曲线测设要素程序计算结果

主点测设元素											
T	68.717m	L	135.103m	E	7.769m	J	2.331m				
点名	桩号	切线支距法元素		偏角法元素		极坐标法元素		极坐标法元素(内边线)		极坐标法元素(外边线)	
		x'_j (m)	y'_j (m)	γ_j (° ′ ″)	c_j (m)	x_j (m)	y_j (m)	$x_{j'}$ (m)	$y_{j'}$ (m)	$x_{j''}$ (m)	$y_{j''}$ (m)
ZY	K3+114.043	0	0	0	0	7635.349	3210.668	7627.945	3209.472	7642.753	3211.864
1	K3+120	5.956	0.059	0 34 07.8	5.957	7634.341	3216.539	7626.962	3215.196	7641.720	3217.881
2	K3+140	25.924	1.122	2 28 43.3	25.949	7630.108	3236.082	7622.835	3234.251	7637.381	3257.913
3	K3+160	45.777	3.513	4 23 18.8	45.912	7624.583	3255.300	7617.448	3252.988	7631.718	3257.611
4	K3+180	65.427	7.221	6 17 54.3	65.824	7617.790	3274.107	7610.824	3271.325	7624.755	3276.888
QZ	K3+181.595	66.982	7.573	6 27 02.5	67.409	7617.194	3275.586	7610.244	3272.768	7624.144	3278.405
5	K3+200	84.786	12.230	8 12 29.8	85.663	7609.758	3292.419	7602.994	3289.180	7616.523	3295.659
6	K3+220	103.768	18.518	10 07 05.3	105.407	7600.525	3310.156	7593.992	3306.474	7607.059	3313.839
7	K3+240	122.289	26.056	12 01 40.8	125.034	7590.131	3327.239	7583.857	3323.129	7596.405	3331.349
YZ	K3+249.146	130.582	29.911	12 54 05.0	133.964	7585.003	3334.812	7578.858	3330.513	7591.149	3339.111

§13.4 基本型平面线形中桩与边桩的测设

本节介绍的程序“**HQCS**”可以计算偏角法、切线支距法、极坐标法测设的元素值和极坐标法测设道路边线的元素值。

(1) 数学模型

1) 主点元素与桩号

圆曲线内移值 p 和切线增量 q 的计算公式为：

$$\left.\begin{aligned} p &= \frac{L_h^2}{24R} \\ q &= \frac{L_h}{2} - \frac{L_h^3}{240R^2} \end{aligned}\right\} \tag{13-10}$$

曲线主点测设要素的计算公式为：

$$\left.\begin{aligned} \text{切线长} \quad & T = (R+p)\tan\frac{\Delta}{2} + q \\ \text{曲线长} \quad & L = R(\Delta - 2\beta_h)\frac{\pi}{180} + 2L_h \\ \text{其中圆曲线长} \quad & L_y = R(\Delta - 2\beta_h)\frac{\pi}{180} \\ \text{外距} \quad & E = (R+p)\sec\frac{\Delta}{2} - R \\ \text{切曲差} \quad & J = 2T - L \end{aligned}\right\} \tag{13-11}$$

式中 $\beta_h = \dfrac{L_h}{2R}\dfrac{180}{\pi} = \dfrac{90L_h}{\pi R}$ (13-12)

为缓和曲线偏角。而 HY 点和 YH 点通过其在图中的两个独立坐标系 $ZH-x'-y'$ 和 $HZ-x''-y''$ 的坐标确定，计算公式如下：

$$\left.\begin{aligned} x'_{HY} &= x''_{YH} = L_h - \frac{L_h^3}{40R^2} + \frac{L_h^5}{3456R^4} \\ y'_{HY} &= y''_{YH} = \frac{L_h^2}{6R} - \frac{L_h^4}{336R^3} + \frac{L_h^6}{42240R^5} \end{aligned}\right\} \tag{13-13}$$

曲线五个主点 ZH、HY、QZ、YH、HZ 桩号的计算公式为：

$$\left.\begin{aligned} Z_{ZH} &= Z_{JD} - T \\ Z_{HY} &= Z_{ZH} + L_h \\ Z_{QZ} &= Z_{ZH} + \frac{L}{2} \\ Z_{YH} &= Z_{HY} + L_y \\ Z_{HZ} &= Z_{YH} + L_h \\ Z_{HZ} &= Z_{JD} + T - J \end{aligned}\right\} \tag{13-14}$$

2) 切线支距法测设元素

与圆曲线不同的是，在基本型平面线形中，曲线细部点 j 位于不同曲线段时，其切线支距法测设元素的计算公式是有差异的。

① 细部点 j 位于 ZH~HY 的情形

设缓和曲线段上任一点 j 的桩号为 Z_j，则 ZH 点至 j 点的曲线长为 $l_j = Z_j - Z_{ZH}$。在图 2-9 所示的 $ZH-x'-y'$ 坐标系中，j 点坐标的计算公式为：

$$\left.\begin{aligned} x'_j &= l_j - \frac{l_j^5}{40R^2L_h^2} + \frac{l_j^9}{3456R^4L_h^4} \\ y'_j &= \frac{l_j^3}{6RL_h} - \frac{l_j^7}{336R^3L_h^3} + \frac{l_j^{11}}{42240R^5L_h^5} \end{aligned}\right\} \tag{13-15}$$

将 $l_j = L_H$ 代入(6)式即可以求出 HY 点的元素为

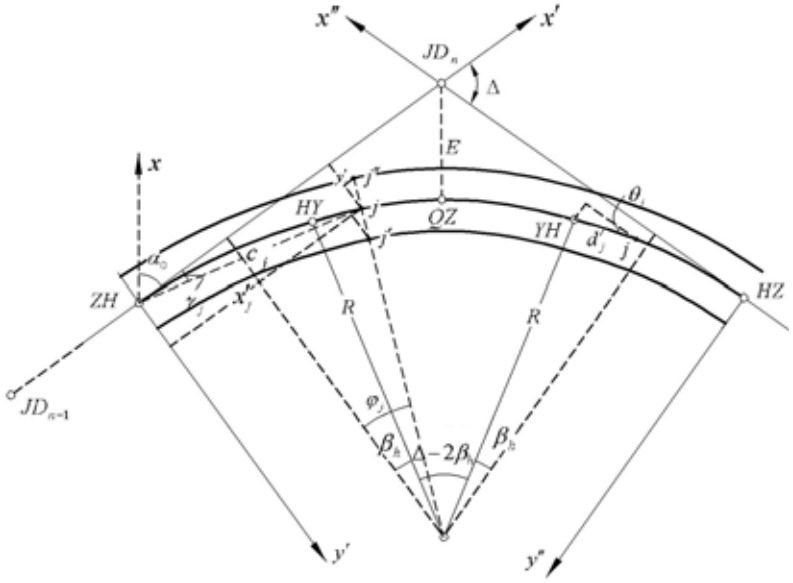


图 2-9 基本型平面线形细部点测设要素

$$\left.\begin{aligned} x'_{HY} &= L_h - \frac{L_h^3}{40R^2} + \frac{L_h^5}{3456R^4} \\ y'_{HY} &= \frac{L_h^2}{6R} - \frac{L_h^4}{336R^3} + \frac{L_h^6}{42240R^5} \end{aligned}\right\} \tag{13-16}$$

② 细部点 j 位于 HY~YH 的情形

HY 点至 j 点间的圆弧长为 $Z_j - Z_{HY}$，HY 点至 j 点的弦长 d_j 与 HY 点切线的弦切角 λ_j 为：

$$\lambda_j = \frac{Z_j - Z_{HY}}{R}\frac{90}{\pi} \tag{13-17}$$

弦长 d_j 及其与 x' 轴的夹角 β_j 为

$$\left.\begin{aligned} \beta_j &= \beta_h + \lambda_j \\ d_j &= 2R\sin\lambda_j \end{aligned}\right\} \tag{13-18}$$

则 j 点在 $ZH - x' - y'$ 坐标系中的坐标为

$$\left.\begin{aligned} x'_j &= x'_{HY} + d_j\cos\beta_j \\ y'_j &= y'_{HY} + d_j\sin\beta_j \end{aligned}\right\} \tag{13-19}$$

显然，分别将 $Z_j = Z_{QZ}$ 和 $Z_j = Z_{YH}$ 代入(13-64)、(13-65)、(13-66)式即可求出其测设元素。

③ 细部点 j 位于 YH~HZ 点间的情形

HZ 点至 j 点的缓和曲线长为 $l_j = Z_{HZ} - Z_j$，因为基本型平面线形中的两段缓和曲线关于直线 JD—QZ 对称，所以将 l_j 代入(13-62)式可以求出 j 点在 $HZ - x'' - y''$ 坐标系中的坐标 (x''_j, y''_j)，由

此求得 j 点至 YH 点的坐标增量为：

$$\left.\begin{aligned}\Delta x''_{jYH} &= x''_{YH} - x''_j \\ \Delta y''_{jYH} &= y''_{YH} - y''_j\end{aligned}\right\} \tag{13-20}$$

j 点至 YH 点弦长 d_j 及其与 x'' 轴的夹角 θ_j 为：

$$\left.\begin{aligned}d_j &= \sqrt{(\Delta x''_{jYH})^2 + (\Delta y''_{jYH})^2} \\ \theta_j &= \tan^{-1}\frac{\Delta y''_{jYH}}{\Delta x''_{jYH}}\end{aligned}\right\} \tag{13-21}$$

则弦长 d_j 与 x' 轴的夹角为

$$\beta_j = \Delta - \theta_j \tag{13-22}$$

将 d_j 和 β_j 代入下式即可得到测设元素。

$$\left.\begin{aligned}x'_j &= x'_{YH} + d_j\cos\beta_j \\ y'_j &= y'_{YH} + d_j\sin\beta_j\end{aligned}\right\} \tag{13-23}$$

当 $l_j = L_h$ 时，求得的是 HZ 点的测设元素。也可以由图 2-9 直接写出 HZ 点在 $ZH - x' - y'$ 坐标系中的坐标为：

$$\left.\begin{aligned}x'_{HZ} &= T + T\cos\Delta \\ y'_{HZ} &= T\sin\Delta\end{aligned}\right\} \tag{13-24}$$

④ 道路边线点测设元素

设 j 点曲率半径与 y' 轴的夹角为 φ_j，则曲线在 j 点垂直方向上的两个道路边线点 j' (内边线点) j'' (外边线点)的坐标计算公式为

$$\left.\begin{aligned}x'_{j'} &= x'_j - w\sin\varphi_j \\ y'_{j'} &= y'_j + w\cos\varphi_j\end{aligned}\right\} \tag{13-25}$$

$$\left.\begin{aligned}x'_{j''} &= x'_j + w\sin\varphi_j \\ y'_{j''} &= y'_j - w\cos\varphi_j\end{aligned}\right\} \tag{13-26}$$

式中 w 为道路半宽。φ_j 的计算公式，当 j 点位于 ZH~HY 段时为

$$\varphi_j = \frac{(Z_j - Z_{ZH})^2}{2RL_h} \tag{13-27}$$

当 j 点位于 HY~YH 段时为

$$\varphi_j = (\frac{L_h}{2R} + \frac{Z_j - Z_{HY}}{R})\frac{180}{\pi} \tag{13-28}$$

当 j 点位于 YH~HZ 段时为

$$\varphi_j = (\frac{L_h}{2R} + \frac{L_Y}{R} + \frac{L_h}{2R} - \frac{(Z_{HZ} - Z_j)^2}{2RL_h})\frac{180}{\pi} = (\frac{L_h}{R} + \frac{L_Y}{R} - \frac{(Z_{HZ} - Z_j)^2}{2RL_h})\frac{180}{\pi} \tag{13-29}$$

2) 偏角法测设元素

偏角法是计算出 ZH 点至细部点 j 的弦长 c_i 及其与 ZH 点切线的夹角 γ_i，据此确定 P_i 点的位置。应用上述切线支距法计算出的 j 点在 $ZH - x' - y'$ 坐标系中的坐标 x'_j, y'_j 计算其测设元素的公式为：

$$\left.\begin{aligned} c_j &= \sqrt{x_j'^2 + y_j'^2} \\ \gamma_j &= \tan^{-1}\frac{y_j'}{x_j'} \end{aligned}\right\} \tag{13-30}$$

3) 极坐标法测设元素

设交点 JD_{n-1}, JD_n 在测量坐标系中的坐标分别为 (x_{n-1}, y_{n-1}) 和 (x_n, y_n)，由此反算出两点间的坐标方位角为 $\alpha_{(n-1)n} = \alpha_0$，则 ZH 点的测量坐标为

$$\left.\begin{aligned} x_{ZH} &= x_n - T\cos\alpha_0 \\ y_{ZH} &= y_n - T\sin\alpha_0 \end{aligned}\right\} \tag{13-31}$$

曲线细部点 j 的测量坐标计算公式为

$$\left.\begin{aligned} x_j &= x_{ZH} + c_j\cos(\alpha_0 \pm \gamma_j) \\ y_j &= y_{ZH} + c_j\sin(\alpha_0 \pm \gamma_j) \end{aligned}\right\} \tag{13-32}$$

式中的“ ± ”号：当路线转角为右偏角 Δ_R 时取“ ＋ ”，为左偏角 Δ_L 时取“ － ”。

(2)、程序与案例

1) 变量对照表

数学模型变量	fx-4800P 变量	单位
Δ	U	° ′ ″
JD_n 桩号	D	m
x_{n-1}, y_{n-1}	M,N	m
x_n, y_n	X,Y	m
L_h	H	m
R	R	m
w	W	m

2) 程序

主程序名：HQCS

```
U:D:M:N:X:Y:H:R:W: Defm 26
U<0⇒Z[10]=-1: ≠⇒Z[10]=1◣
G=AbsU÷2
K=X-M: L=Y-N: Pol(K,L)
J<0⇒Z[20]=J+360: ≠⇒Z[20]=J◣
B=90H÷πR◢
P=H²÷24R◢
Q=H÷2-H^3÷240R²◢
T=(R+P)tanG+Q◢
V=R(2G-2B)×π÷180◢
L=V+2H◢
E=(R+P)÷cosG-R◢
J=2T-L◢
Z[0]=D-T◢
Z[21]=X-TcosZ[20]◢
Z[22]=Y-TsinZ[20]◢
W≠0⇒Z[8]= Z[20]+90: I=Z[21]+WcosZ[8]◢
J=Z[22]+WsinZ[8]◢Z[8]= Z[20]-90
I=Z[21]+WcosZ[8]◢J=Z[22]+WsinZ[8]◣
```

```
Z[1]=Z[0]+H:Z[2]=Z[1]+V÷2:Z[3]=Z[2]+V÷2:Z[4]=Z[3]+H
R>60⇒D=20: ⇔R<30⇒D=5: ⇔D=10
Z[5]=(Int(Z[0]÷D)+1)D
M=0: O=0
Lbl 1
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[1]⇒K=A-Z[0]: A◢Prog "XYCF": Goto 1:⇔K=H: Z[1]◢Prog "XYCF":Z[11]=X:
Z[12]=Y
Z[5]=A
M=0: O=1
Lbl 2
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[2]⇒K=A-Z[1]:A◢Prog "XYCF": Goto 2: ⇔K=V÷2: Z[2]◢Prog "XYCF": Z[13]=X:
Z[14]=Y
Z[5]=A
M=0: O=1
Lbl 3
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[3]⇒K=A-Z[1]: A◢Prog "XYCF": Goto 3: ⇔K=V: Z[3]◢Prog "XYCF": Z[15]=X:
Z[16]=Y
Z[5]=A
M=0: O=2
Lbl 4
M=M+1:A=Z[5]+(M-1)D
A<Z[4]⇒K=Z[4]-A: A◢Prog "XYCF": Goto 4: ⇔K=0: Z[4]◢Prog "XYCF"
```

子程序名：XYCF

```
O=0⇒Prog "XY" : X◢ Y◢Goto 9
O=1⇒P=90K÷R÷π:E=2RsinP: P=B+P: X=Z[11]+EcosP◢: Y=Z[12]+EsinP◢: Goto
9
O=2⇒Prog "XY" : X=Z[11]-X: Y=Z[12]-Y: E=√(X²+Y²): P=tan⁻¹(Y÷X): P=2G-P:
X=Z[15]+EcosP◢Y=Z[16]+EsinP◢
Lbl 9
Z[7]=1: Prog "XY0"
O=0⇒E=90K²÷πRH: ⇔O=1⇒E=180(H÷2R+K÷R)÷π: ⇔E=180(H÷R+V÷R- K²÷
2RH)÷π
W≠0⇒Z[8]=X: Z[9]=Y:X=Z[8]-WsinE: Y=Z[9]+WcosE: Z[7]=2: Prog "XY0": X=Z[8]+
WsinE: Y=Z[9]-WcosE: Prog "XY0":X=Z[8]:Y=Z[9]
```

子程序名：XY0

```
F=tan⁻¹(Y÷X): Z[7]=1⇒F◢
C=√(X²+Y²): Z[7]=1⇒C◢
Z[10]=1⇒F=Z[20]+F: ⇔F=Z[20]-F
I=Z[21]+CcosF◢
J=Z[22]+CsinF◢
```

子程序名：XY

```
X=K-K^5÷(40R²H²)+K^9÷(3456R^4H^4)◢
Y=K^3÷(6RH)-K^7÷(336R^3H^3)+K^11÷(42240R^5H^5)◢
```

3) 操作步骤

某基本型道路曲线的已知数据与设计数据见表 13-3 所示。

表 13-3 基本型平面线形已知数据与设计数据

转角	交点里程(m)	设计缓和曲线长(m)	设计半径(m)

Δ_R =-38°30′	K17+568.38	L_h =75	R =250
交点点名	x (m)	y (m)	道路半宽(m)
JD_m	6490.669	2273.767	w =7.5
JD_n	6578.601	2567.892	

将上述主程序以 HQCS 的文件名、子程序以 FCXY、XY 和 XY0 的文件名输入计算器后，按键[MODE]**5 2** 及[▽]选择程序 **HQCS** 按[EXE]键，屏幕提示及操作步骤如下：

步骤	显示	按键	注释
1	U? ×××	-38°30′[EXE]	输入转角
2	D? ×××	17568.38[EXE]	输入 JD 桩号
3	M? ×××	6490.669[EXE]	前一交点坐标
4	N? ×××	2273.767[EXE]	
5	X? ×××	6578.601[EXE]	交点坐标
6	Y? ×××	2567.892[EXE]	
7	H? ×××	75[EXE]	输入缓和曲线长
8	R? ×××	250[EXE]	输入圆曲线半径
9	W? ×××	7.5	
10	J?73.35536920	[EXE]	中间计算结果
11	B= 8°35′39.72″	[EXE][SHIFT][←]	缓和曲线偏角
12	P= 0.9375	[EXE]	内移值
13	Q= 37.471875	[EXE]	切线增量
14	T= 125.103173	[EXE]	切线长
15	V= 92.9879405	[EXE]	圆曲线长
16	L= 242.9879405	[EXE]	曲线总长
17	E=15.79855774	[EXE]	外矢距
18	J=7.218405519	[EXE]	切曲差
19	Z[0]=17443.27683	[EXE]	ZH 桩号
20	Z[21]=6542.767101	[EXE]	ZH 点测量坐标
21	Z[22]=2448.030682	[EXE]	
22	I=6535.581353	[EXE]	内边线极坐标法元素
23	J=2450.178943	[EXE]	
24	I=6549.952849	[EXE]	外边线极坐标法元素
25	J=2445.882421	[EXE]	
26	A=17460	[EXE]	细部点桩号
27	X=16.72308	[EXE]	切线支距法元素
28	Y=0.041572084	[EXE]	
29	F=0°08′32.75″	[EXE][SHIFT][←]	偏角法元素
30	C=16.72313167	[EXE]	
31	I=6547.597003	[EXE]	极坐标法元素
32	J=2464.041153	[EXE]	
33	I=6554.766530	[EXE]	内边线极坐标法元素
34	J=2461.839363	[EXE]	
35	I=6540.427476	[EXE]	外边线极坐标法元素
36	J=2466.242943	[EXE]	
37	A=17480	[EXE]	细部点桩号
……	……	……	……

由于上述案例的操作过程很长，所以计算后面细部点测设元素的操作过程没有一一列出，表 13-4 汇总了全部计算成果。

表 13-4 基本型道路平面线形测设要素程序计算结果

主点测设元素							
β_h	8°35′39.72″	q	37.472m	L_Y	92.988m	E	15.799m
p	0.938m	T	125.103	L	242.988m	J	7.218m

点名	桩号	切线支距法元素		偏角法元素		极坐标法元素		极坐标法元素(内边线)		极坐标法元素(外边线)	
		x'_j (m)	y'_j (m)	γ_j (° ′ ″)	c_j (m)	x_j (m)	y_j (m)	$x_{j'}$ (m)	$y_{j'}$ (m)	$x_{j''}$ (m)	$y_{j''}$ (m)
ZH	K17+443.277	0	0	0	0	6542.767	2448.031	***6535.581***	***2450.179***	***6549.953***	***2445.882***
1	K17+460	16.723	0.042	0 08 33	16.723	6547.597	2464.041	***6554.767***	***2461.893***	***6540.427***	***2466.243***
2	K17+480	36.718	0.440	0 41 13	36.721	6553.706	2483.085	6560.810	2480.679	6546.602	2485.490
3	K17+500	56.681	1.621	1 38 19	56.705	6560.556	2501.873	6567.532	2499.117	6553.581	2504.629
HY	K17+518.277	74.831	3.744	2 51 51	74.925	6567.789	2518.654	6574.573	2515.456	6561.005	2521.852
4	K17+520	76.534	4.007	2 59 50	76.639	6568.529	2520.210	6575.290	2516.966	6561.767	2523.455
5	K17+540	96.143	7.919	4 42 31	96.468	6577.893	2537.877	6584.374	2534.102	6571.412	2541.651
6	K17+560	115.376	13.385	6 37 02	116.150	6588.639	2554.738	6594.797	2550.458	6582.480	2559.019
QZ	K17+564.771	119.895	14.914	7 05 28	120.819	6591.399	2558.630	6597.474	2554.232	6585.323	2563.027
7	K17+580	134.111	20.370	8 38 12	135.649	6600.698	2570.687	6606.494	2565.928	6594.901	2575.446
8	K17+600	152.227	28.830	10 43 27	154.933	6613.993	2585.621	6619.391	2580.414	6608.595	2590.828
YH	K17+611.265	162.115	34.225	11 55 15	165.688	6621.993	2593.550	6627.151	2588.105	6616.835	2598.995
9	K17+620	169.613	38.706	12 51 18	173.973	6628.435	2599.450	6633.411	2593.838	6623.459	2605.061
10	K17+640	186.266	49.776	14 57 42	192.802	6643.811	2612.235	6648.441	2606.335	6639.180	2618.135
11	K17+660	202.355	61.655	16 56 43	211.539	6659.800	2624.247	6664.199	2618.172	6655.401	2630.321
12	k17+680	218.105	73.980	18 44 12	230.311	6676.120	2635.807	6680.413	2629.657	6671.828	2641.957
HZ	K17+686.265	223.009	77.878	19 15 00	236.217	6681.260	2639.389	6685.546	2633.234	6676.974	2645.543