

# 第 5 章 立交匝道坐标放样正反算程序 aramp 及其应用

## 5.1 立交匝道坐标放样正反算程序 aramp

### 5.1.1 程序清单

立交匝道坐标放样正反算程序 aramp 包括一个主程序和四个子程序（不包括数据库子程序），见表 5-1。

表 5-1 立交匝道坐标放样正反算程序清单

序号	程序名	程序类型	程序功能
1	aramp()	过程程序	主程序
2	bel()	过程程序	子程序 1，确定计算所需的线元参数
3	cxyzb(lel,k)	函数程序	子程序 2，计算中桩坐标和切线方位角
4	ctodgr(rd)	函数程序	子程序 3，将小数形式的角度值转换成十进制度
5	ctop(d)	函数程序	子程序 4，将可能出现的小于 0 或大于 360 的角度值归化到正常值域 0~360 之间

#### 1. 主程序清单（见表 5-2）

表 5-2 立交匝道坐标放样正反算程序（主程序，程序名：aramp）

行号	程序代码	程序说明
	Define aroad()=	
	Prgm	
1	setMode(1,17):setMode(2,2)	程序设置，定点 3 位小数，角度单位为度
2	$v := \frac{180}{\pi}$	角度弧度转换因子
3	If lset[2]=2 Then:Goto b:EndIf	如果计算类型代号为 2，则跳转到标记 b，进行桩号反算
4	Lbl a	标记 a，以下进行中边桩坐标计算
5	Request "桩号",k	输入待计算的桩号，并赋值给变量 k
6	bel()	调用 bel 子程序，确定线元计算参数
7	lzz:=cxyzb(lel,k):ixy:=lzz[1]	调用 cxyzb 子程序计算中桩坐标和切线方位角，并赋值给数组变量 lzz，中桩坐标赋值给虚数变量 ixy

行号	程序代码	程序说明
8	$ista:=lset[3]+lset[4]\cdot i$	从 $lset$ 中读入测站坐标，并赋值给虚数变量 $ista$
9	Request "边距", $s$	输入边距，并赋值给变量 $s$
10	If $s=0$ Then	如果边距 $s$ 为 0
11	Disp "切线方位角=", $(lzz[2])\blacktriangleright DMS$	则显示中桩切线方位角
12	Else	否则
13	Request "右角", $yj$	输入边桩右角，并赋值给变量 $yj$
14	$ixy:=ixy+(s\angle lzz[2]+ctodgr(yj))$	计算边桩坐标，并赋值给虚数变量 $ixy$
15	EndIf	
16	$idd:=ixy-ista$	计算放样坐标与测站坐标的坐标差值，并赋值给虚交变量 $idd$
17	$pa:=ctop(angle(idd))$	计算放样角度，并赋值给变量 $pa$
18	Disp "X=", $real(ixy)$ , "Y=", $imag(ixy)$	显示放样点坐标计算结果
19	Disp "A=", $pa\blacktriangleright DMS$ , "D=", $abs(idd)$	显示放样角度和距离
20	Stop	程序停止运行
21	Lbl $b$	标记 $b$ ，以下进行桩号反算
22	Request "X 坐标", $sx$	输入定点 $X$ 坐标，并赋值给变量 $sx$
23	Request "Y 坐标", $sy$	输入定点 $Y$ 坐标，并赋值给变量 $sy$
24	$isxy:=sx+sy\cdot i$	定点坐标赋值给虚交变量 $isxy$
25	Request "近似桩号", $k$	输入估计的近似桩号，并赋值给变量 $k$
26	Lbl $c$	
27	$bel()$	调用 $bel$ 子程序，确定交点计算参数，并赋值给数组变量 $lel$
28	$lzz:=cxyzb(lel,k):ixy:=lzz[1]$	调用 $cxyzb$ 子程序计算中桩坐标和切线方位角，并赋值给数组变量 $lzz$ ，中桩坐标赋值给虚数变量 $ixy$
29	$idd:=\frac{isxy-ixy}{(1\angle lzz[2]+90)}$	计算定点到估计桩号法线的局部坐标
30	$s:=imag(idd)$	将定点到估计桩号法线的距离赋值给变量 $s$
31	If $abs(s)>0.001$ Then: $k:=k-s$ :Goto $c$ :EndIf	如果 $s$ 绝对值大于 0.001，则重新迭代计算桩号 $k$ ，重复上述计算
32	Disp "K=", $k$ , " D=", $real(idd)$	否则，显示桩号和距中线距离
	EndPrgm	

## 2. 子程序 1 清单（见表 5-3）

功能：确定计算所需的线元参数。

表 5-3 立交匝道坐标放样正反算程序（子程序 1，程序名：bel）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>bel()</b> =	
	Prgm	
1	If $lset[1]=0$ Then	若 $lset$ 的第一数据为 0
2	$lel:=lelx$	则采用用户线元参数，并赋值给数组变量 $lel$
3	Else	否则
4	$lel:=expr(lset[1])$	根据 $lset$ 中的第一数据表示的数据库子程序名，调用数据库子程序获得计算线元参数，并赋值给数组变量 $lel$
5	If $lel[1]<0$ Then	如果返回的数组变量 $lel$ 的第一数据为负数
6	Text "桩号错误，请重输！"	则提示桩号输入错误
7	Stop	程序停止运行
8	EndIf	
9	EndIf	
	EndPrgm	

### 3. 子程序 2 清单（见表 5-4）

功能：计算中桩坐标和切线方位角。

表 5-4 立交匝道坐标放样正反算程序（子程序 2，程序名：cxyzb）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>cxyzb</b> ( $lel,k$ )=	
	Func	
1	Local $ak,aa,pa,pb,lk,lp,l,xk,yk$	声明局部变量
2	$aa:=ctodgr(lel[3]);pa:=lel[4];pb:=lel[5]$	从 $lel$ 中提取相关参数并赋值给相关变量
3	$l:=lel[7]-lel[6];lk:=k-lel[6]$	
4	$lp:=\frac{pb-pa}{2 \cdot l}$	中间变量计算
5	$ak:=\frac{aa}{v}+pa \cdot lk+lp \cdot lk^2$	计算切线方位角
6	$xk:=lel[1]+\int_0^{lk} \cos(aa+pa \cdot v \cdot x+lp \cdot v \cdot x^2)dx$	计算中桩 x 坐标

行号	程序代码	程序说明
7	$yk := lel[2] + \int_0^{lk} \sin(aa + pa \cdot v \cdot x + lp \cdot v \cdot x^2) dx$	计算中桩 y 坐标
8	Return { $xk + yk \cdot i$ , $ctop(ak \cdot v)$ }	返回计算结果——中桩坐标与切线方位角
	EndFunc	

#### 4. 子程序 3 清单（见表 5-5）

功能：将小数形式的角度值转换成十进制度。

表 5-5 立交匝道坐标放样正反算程序（子程序 3，程序名：ctodgr）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>ctodgr</b> (rd)=	
	Func	
1	Return $iPart(rd) + \frac{fPart(rd)}{0.6} + \frac{fPart(100 \cdot rd)}{90}$	计算并返回计算结果
	EndFunc	

#### 5. 子程序 4 清单（见表 5-6）

功能：将可能出现的小于 0 或大于 360 的角度值归化到正常值域 0~360 之间。

表 5-6 立交匝道坐标放样正反算程序（子程序 4，程序名：ctop）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>ctop</b> (d)=	
	Func	
1	Return $360 \cdot fPart\left(\frac{d + 360}{360}\right)$	计算并返回计算结果
	EndFunc	

### 5.1.2 电子表格中数组的设定

在电子表格中设定两列数组，分别是：

1. 程序设置参数数组：*lset*
2. 线元参数数组：*lelx*

如图 5-1 所示。

	A	B	C
1	0	2807694.836	
2	1	475864.056	
3	0	266.51114	
4	0	1/(708.45)	
5		1/3000	
6			

图 5-1 电子表格中数组的设定

程序设置参数数组 *lset* 用于存储程序运行过程中相对稳定的参数，各变量含义如表 5-7 所示。

表 5-7 程序设置参数数组 *lset* 的各因子含义

<i>lset</i> 数组(4 因子)	含 义	
<i>lset</i> [1]	线元数据库名称 1. 输入数据库子程序名称，如：“drmpa()”，程序将调用该名称的数据库子程序，子程序名称须以带引号的字符串格式输入； 2. 输入数字“0”，则不调用数据库子程序，而是直接使用用户输入的线元参数数组 <i>lelx</i> 。	
<i>lset</i> [2]	正反算设置代码 1. 输入数字“1”，进行中、边桩坐标和切线方位角计算； 2. 输入数字“2”，进行桩号反算。	
<i>lset</i> [3]	测站 x 坐标	若不计测站坐标，则该栏可输入任意数据或数字“0”，不可空缺
<i>lset</i> [4]	测站 y 坐标	

线元参数数组 *lelx* 用于存储用户输入的单个线元参数，各变量含义如表 5-8 所示。

表 5-8 线元参数数组 *lelx* 的各因子含义

<i>lelx</i> 数组(7 因子)	含 义
<i>lelx</i> [1]	线元起点 X 坐标
<i>lelx</i> [2]	线元起点 Y 坐标
<i>lelx</i> [3]	线元起点切线方位角，角度必须以小数格式输入，如角度：45 度 23 分 12.3 秒，则输入 45.23123。
<i>lelx</i> [4]	线元起点曲率（即半径的倒数），如线元左转则输入负数
<i>lelx</i> [5]	线元终点曲率（即半径的倒数），如线元左转则输入负数
<i>lelx</i> [6]	线元起点桩号
<i>lelx</i> [7]	线元终点桩号

5.1.3 主要全局变量清单

立交匝道坐标放样正反算程序主要全局变量清单见表 5-9。

表 5-9 立交匝道坐标放样正反算程序主要全局变量清单

序号	全局变量	变量类型	单位	说 明
1	<i>v</i>	实数		角度与弧度的转化因子
2	<i>lset</i>	数组（4 因子）		程序设置参数数组，详见表 5-7
3	<i>k</i>	实数	m	待算桩号，或近似桩号
4	<i>lzz</i>	数组（2 因子）		中桩坐标计算结果：{ 中桩坐标（复数），切线方位角 }
5	<i>lelx</i>	数组（7 因子）		（用户）线元参数数组，详见表 5-8
6	<i>lel</i>	数组（7 因子）		（计算）线元参数数组，数组各因子含义与 <i>lelx</i> 相同
7	<i>ixy</i>	复数	m	中桩坐标，或边桩坐标
8	<i>ista</i>	复数	m	测站坐标
9	<i>s</i>	实数	m	边距，或定点到估计桩号法线的距离
10	<i>yj</i>	实数		边桩右角
11	<i>idd</i>	复数	m	放样坐标与测站坐标的坐标差值，或定点到估计桩号法线的局部坐标
12	<i>pa</i>	实数		放样方位角
13	<i>sx</i>	实数	m	定点 X 坐标
14	<i>sy</i>	实数	m	定点 Y 坐标
15	<i>isxy</i>	复数	m	定点坐标

5.1.4 单个线元计算操作流程

【算例 5-1】

某互通立交 B 匝道第一条线元是一个右转的缓和曲线，缓和曲线起点 BK0+000（YH 点）坐标为 X=2807694.836，Y=475864.056，切线方位角 266° 51' 11.4"，半径 708.45m，缓和曲线终点 BK0+117.416（HY 点）半径 3000m。试计算以下两个桩号的坐标和切线方位角：BK0+100、BK0+117.416。

（1）参数设定：分别设定好程序设置参数数组 *lset* 和线元点参数数组 *lelx*，如图 5-2 所示。

A	lset	B	lelx	C
1	0	2807694.836		
2	1	475864.056		
3	0	266.51114		
4	0	1/(708.45)		
5		1/3000		
6		0		



  




A	lset	B	lelx	C
4	0	266.51114		
5		0 1/(708.45)		
6		1/3000		
7		0		
8		117.416		

图 5-2 电子表格中数组的设定

(2) 程序操作流程：见表 5-10。

表 5-10 使用 aramp 程序计算单个线元中桩坐标操作流程

步骤	屏幕显示	按键操作	操作说明
1		<div>enter</div>	输入主程序名,或按 <b>var</b> 键调出主程序 aramp()后,按 <b>enter</b> 键执行程序
2		<div>100enter</div>	输入待算桩号 100 并确认

步骤	屏幕显示	按键操作	操作说明
3		0 enter	因为是计算中桩坐标，因此边距输入 0
4			屏幕显示桩号 100 的计算结果：切线方位角、中桩坐标。同时显示的放样角度和放样距离是无效结果（之前设定的测站坐标为 0）
5			按以上操作方法计算的桩号 117.416 的计算结果屏幕截图

使用 aramp 程序进行路线边桩计算和定点坐标反算的操作方法与 aroad 程序类似。

## 5.2 立交匝道数据库子程序编写及应用

一个互通式立交一般有若干条匝道，每条匝道又有多条线元，aramp 程序必须在建立数据库子程序的基础上才具有实用价值。这里以一个互通式立交项目为案例，说明立交匝道数据库子程序的编写及程序应用。

### 5.2.1 立交匝道数据库子程序的格式及编写示例

#### 1. 立交匝道工程案例

附录中所列的湖南省 YZ 至 FTL 高速公路内，有一处互通式立交——YZX 互通式立交，



是一座匝道下穿主线的 A 型单喇叭，立交的中心桩号 MRK5+067.062（主线）。

2. 数据库子程序格式

每条匝道建立一个数据库子程序，数据库子程序的整体结构和格式如表 5-11 所示。

表 5-11 立交匝道数据库子程序的整体结构和格式

行号	程序代码	程序说明
	Define 子程序名()=	程序名建议使用 drmp+匝道编号的形式
	Func	
1	If k<匝道起始桩号 or k>匝道结束桩号 Then:Return {-1}:EndIf	判别桩号,如桩号超过匝道桩号范围,则返回数组{-1}
2	If k≤第 1 条线元的终点桩号 Then	第 1 条线元计算参数
3	Return {线元起点 X 坐标, 线元起点 Y 坐标, 线元起点切线方位角, 线元起点曲率(左转为负), 线元终点曲率(左转为负), 线元起点桩号, 线元终点桩号}	
4	If k≤第 2 条线元的终点桩号 Then	第 2 条线元计算参数
5	Return {线元起点 X 坐标, 线元起点 Y 坐标, 线元起点切线方位角, 线元起点曲率(左转为负), 线元终点曲率(左转为负), 线元起点桩号, 线元终点桩号}	
.....	.....	按以上格式依次列出后面各线元计算参数
12	EndIf	
	EndFunc	

3. 数据库子程序的编写

根据附录工程案例——湖南省 YZ 至 FTL 高速公路的“YZX 互通式立交线位数据图”编写的四条匝道的数据库子程序如表 5-12~表 5-15 所示。

表 5-12 立交匝道坐标放样正反算程序（a 匝道数据库子程序，程序名：drmpa）

行号	程序代码	程序说明
	Define drmpa()=	
	Func	
1	If k<0 or k>1219.223 Then:Return {-1}:EndIf	

行号	程序代码	程序说明
2	If k≤153.194 Then	线元 a1 参数
3	Return {7325.291,5916.008,264.45166,0,0,0,153.194}	
4	ElseIf k≤225.194 Then	线元 a2 参数
5	Return {7311.286,5763.456,264.45166,0,1/200,153.194,225.194}	
6	ElseIf k≤342.141 Then	线元 a3 参数
7	Return {7309.017,5691.595,275.04043,1/200,1/200,225.194,342.141}	
8	ElseIf k≤426.641 Then	线元 a4 参数
9	Return {7351.867,5584.566,308.34145,1/200,0,342.141,426.641}	
10	ElseIf k≤688.641 Then	线元 a5 参数
11	Return {7413.183,5526.667,320.4028,0,0,426.641,688.641}	
12	ElseIf k≤799.752 Then	线元 a6 参数
13	Return {7615.855,5360.63,320.4028,0,1/90,688.641,799.752}	
14	ElseIf k≤939.358 Then	线元 a7 参数
15	Return {7712.687,5310.062,356.02318,1/90,1/90,799.752,939.358}	
16	ElseIf k≤1000.608 Then	线元 a8 参数
17	Return {7805.806,5392.119,84.55052,1/90,1/60,939.358,1000.608}	
18	ElseIf k≤1084.251 Then	线元 a9 参数
19	Return {7787.797,5448.739,133.39335,1/60,1/60,1000.608,1084.251}	
20	ElseIf k≤1170.651 Then	线元 a10 参数
21	Return {7711.245,5457.331,213.31569,1/60,0,1084.251,1170.651}	
22	ElseIf k≤1219.223 Then	线元 a11 参数
23	Return {7670.438,5383.423,254.47076,0,-1/960.55,1170.651,1219.223}	
24	EndIf	
	EndFunc	

表 5-13 立交匝道坐标放样正反算程序（b 匝道数据库子程序，程序名：drmpb）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>drmpb</b> ()=	
	Func	
1	If k<0 or k>502.657 Then:Return {-1}:EndIf	
2	If k≤117.416 Then	线元 b1 参数

行号	程序代码	程序说明
3	Return {7694.836,5864.056,266.51114,1/708.45,1/3000,0,117.416}	
4	ElseIf k≤207.762 Then	线元 b2 参数
5	Return {7695.64,5746.695,272.43207,1/3000,1/3000,117.416,207.762}	
6	ElseIf k≤286.629 Then	线元 b3 参数
7	Return {7701.289,5656.53,274.26524,1/3000,1/200,207.762,286.629}	
8	ElseIf k≤344.06 Then	线元 b4 参数
9	Return {7713.215,5578.724,286.29524,1/200,1/200,286.629,344.06}	
10	ElseIf k≤399.185 Then	线元 b5 参数
11	Return {7737.153,5526.737,302.57023,1/200,0,344.06,399.185}	
12	ElseIf k≤457.43 Then	线元 b6 参数
13	Return {7771.225,5483.462,310.50482,0,-1/92.75,399.185,457.43}	
14	ElseIf k≤502.657 Then	线元 b7 参数
15	Return {7804.367,5435.875,292.51233,-1/92.75,-1/92.75,457.43,502.657}	
16	EndIf	
	EndFunc	

表 5-14 立交匝道坐标放样正反算程序（c 匝道数据库子程序，程序名：drmpc）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>drmpc</b> ()=	
	Func	
1	If k<0 or k>439.994 Then:Return {-1}:EndIf	
2	If k≤116.64 Then	线元 c1 参数
3	Return {7450.147,5504.465,320.40287,0,1/100,0,116.64}	
4	ElseIf k≤226.235 Then	线元 c2 参数
5	Return {7551.378,5450.141,354.05223,1/100,1/100,116.64,226.235}	
6	ElseIf k≤291.035 Then	线元 c3 参数
7	Return {7645.431,5494.974,56.52582,1/100,1/500,226.235,291.035}	
8	ElseIf k≤359.994 Then	线元 c4 参数
9	Return {7666.919,5555.663,79.0934,1/500,1/500,291.035,359.994}	
10	ElseIf k≤439.994 Then	线元 c5 参数
11	Return {7675.185,5624.07,87.03416,1/500,0,359.994,439.994}	

行号	程序代码	程序说明
12	EndIf	
	EndFunc	

表 5-15 立交匝道坐标放样正反算程序（d 匝道数据库子程序，程序名：drmpd）

行号	程序代码	程序说明
	Define <b>drmpd()</b> =	
	Func	
1	If k<0 or k>610.219 Then:Return {-1}:EndIf	
2	If k≤117.179 Then	线元 d1 参数
3	Return {7448.415,4977.383,58.5727,0,0,0,117.179}	
4	ElseIf k≤237.277 Then	线元 d2 参数
5	Return {7508.841,5077.78,58.5727,0,1/255,117.179,237.277}	
6	ElseIf k≤471.616 Then	线元 d3 参数
7	Return {7562.385,5184.951,72.26595,1/255,1/255,237.277,471.616}	
8	ElseIf k≤610.219 Then	线元 d4 参数
9	Return {7527.874,5408.483,125.0612,1/255,0,471.616,610.219}	
10	EndIf	
	EndFunc	

### 5.2.2 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序的使用

立交匝道数据库子程序的参数中，缓和曲线起终点曲率的确定是一个难点，它不能直接从设计图表中获取。为了验证立交匝道计算参数的准确性，笔者编制了立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序，帮助使用者快速、准确地确定匝道数据库参数，以提高工作效率。

这里以 YZX 互通式立交 A 匝道为例，简述立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序的基本使用方法。

#### 1. 程序主界面及参数输入

程序的主界面如图 5-3 所示：

	A	B	C	E	G	H	I	J	L
1	匝道							参数计算	桩号生成
2	节点	节点桩号	半径1	半径2	偏移	X坐标	Y坐标	切线方位角	缓曲参数
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									

图 5-3 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序——主界面

其中，“节点”工作簿用于输入和计算导线节点参数；“TI 数据库参数”工作簿用于计算并生成该匝道的 aramp 程序所需的数据库子程序参数；“中桩坐标”工作簿用于计算匝道中桩坐标和切线方位角以便与设计文件对照检查。

“节点”工作簿各列参数输入方法和注意事项：

(1)第一列：“节点”。节点是是两种不同线元交界的点，如 ZH、ZY、HZ、GQ、YZ 等特征点都是节点，匝道的起、终点也是节点，注意 QZ 不是节点。这一栏就填节点的名称。

(2)第二列：“节点桩号”。这个在立交匝道的设计图表上可以找到，输入时按数字输入，如输入 153.194，回车后会自动显示为 K0+153.194 格式，不可按桩号格式“K××+×××”的格式输入，否则会出错。

(3)第三、四列：“半径 1”、“半径 2”。节点除匝道起、终点外，都是对前后两个线元起承接作用的点，一般情况下，其曲率半径是连续的，但也有例外，如 ZY 点，节点前承直线终点，半径无穷大，后接圆曲线，半径为 R。因此，在节点处曲率半径连续的情况下，就在半径 1 中填写半径值，半径 2 中空着就行（当然填一个与半径 1 一样的值也可以），而当节点出曲率半径不连续的情况下，就分别在半径 1 和半径 2 中相应填写两个不同的半径值。

关于半径值，本程序有以下两个约定：一是曲线左偏的话，半径输入负值，二是当半径无穷大（如直线）时，半径值输入“0”（准确值应为一个极大数）。

(4)第五列：“偏移”。匝道在某个节点处，由于分、合的原因，可能会有一个偏移，如 YZX 互通式立交 A 匝道在 AK0+939.358 的 YH 点处就有一个偏移。对于有偏移的匝道，有的立交匝道设计时，将其分为两条匝道分别考虑，而有的则按一条匝道考虑，如这个 A 匝道就是如此。节点处有偏移，按左偏为负、右偏为正的原则，将偏移值填写在对应的地方，

无偏移则不填。

需要说明一下这里关于偏移的基本假定，第一，偏移点必须是正交偏移，即垂直向两侧偏移，第二，切线方位角必须连续，横向偏移后没有方向上的改变。以上这两点，一般立交设计时都会遵循这样的原则。

偏移前后半径的确定是一个难点，如偏移发生在曲线部分，则偏移前后的节点半径会相差一个偏移值，但经常有例外，如本例的 A 匝道，偏移前后的半径是一致的，这个在设计文件上没有直接标明，需要根据相关参数验证出来。

(5)第六、七、八列：“X 坐标”、“Y 坐标”、“切线方位角”。这三个参数，只填写起始节点的，数据一般在设计文件中可找到，有时会出现数据文件中没有直接给定起点方位角的情况，但可根据前后两个坐标反算获得。需要说明的是，角度虽然显示度分秒的格式，但输入时必须按“ddd:mm:ss”的方法输入，中间以冒号隔开，如本例的 A 匝道起点方位角输入为：264:45:16.6。

(6)第九列：“缓曲参数”。这个参数不需手工输入，对于缓和曲线线元，将会计算出该线元的缓和曲线参数并显示在该列，由于设计图表中都明确标识了缓和曲线参数，因此该参数是用于校核线元输入参数是否准确的重要依据之一。

2. 程序使用步骤

(1)第一步：在“节点”工作簿，输入起点节点各参数和以后各节点的桩号、半径 1、半径 2、偏移等参数，本例输入完成后的界面如图 5-4 所示。

	A	B	C	E	G	H	I	J	L
1	匝道	a						参数计算	桩号生成
2	节点	节点桩号	半径1	半径2	偏移	X坐标	Y坐标	切线方位角	缓曲参数
3	BP	K0+000.	0			7325.291	5916.008	264°45'16.6"	
4	ZH	K0+153.194	0						
5	HY	K0+225.194	200						
6	YH	K0+342.141	200						
7	HZ	K0+426.641	0						
8	ZH	K0+688.641	0						
9	HY	K0+799.752	90						
10	YH	K0+939.358	90		2.75				
11	HY	K1+000.608	60						
12	YH	K1+084.251	60						
13	GQ	K1+170.651	0						
14	EP	K1+219.223	-960.55						
15									
16									
17									

图 5-4 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序——原始数据输入

(2)第二步：点击“参数计算”按钮，程序即可计算出各节点的 X、Y 坐标、切线方位角、缓曲参数（若本节点与上一节点组成的线元为缓和曲线则计算显示）等参数（图 5-5），这些参数是与设计图表相关参数进行对照检查的重要数据，这一步，可能无法一次性计算准确，需要多次检查、更正原始输入参数（即第一步输入的参数）。

	A	B	C	E	G	H	I	J	L
1	匝道	a						参数计算	桩号生成
2	节点	节点桩号	半径1	半径2	偏移	X坐标	Y坐标	切线方位角	缓曲参数
3	BP	K0+000.	0			7325.291	5916.008	264°45'16.6"	
4	ZH	K0+153.194	0			7311.286	5763.456	264°45'16.6"	
5	HY	K0+342.194	200			7309.017	5691.595	275°04'04.3"	120.
6	YH	K0+342.141	200			7351.867	5584.566	308°34'14.5"	
7	HZ	K0+426.641	0			7413.183	5526.667	320°40'28.0"	130.
8	ZH	K0+688.641	0			7615.855	5360.630	320°40'28.0"	
9	HY	K0+799.752	90			7712.687	5310.062	356°02'31.8"	100.
10	YH	K0+939.358	90		2.75	7805.806	5392.119	84°55'05.2"	
11	HY	K1+000.608	60			7787.797	5448.739	133°39'33.5"	105.
12	YH	K1+084.251	60			7711.245	5457.331	213°31'56.9"	
13	GQ	K1+170.651	0			7670.438	5383.423	254°47'07.6"	72.
14	EP	K1+219.223	-960.55			7657.296	5336.664	253°20'12.5"	216.
15									
16									
17									

图 5-5 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序——线元参数计算

(3)第三步：若计算出的各节点参数无误，一般也没有问题了，但为了保险起见，还可点击“桩号生成”按钮，批量生成桩号，并计算其坐标和切线方位角，与设计文件的逐桩坐标进行对照检查（图 5-6）。

	A	B	C	D	E
1				清除数据	坐标计算
2	匝道	桩号	X坐标	Y坐标	切线方位角
3	a	K0+000.	7325.291	5916.008	264°45'16.6"
4	a	K0+020.	7323.463	5896.092	264°45'16.6"
5	a	K0+040.	7321.634	5876.176	264°45'16.6"
6	a	K0+060.	7319.806	5856.259	264°45'16.6"
7	a	K0+080.	7317.977	5836.343	264°45'16.6"
8	a	K0+100.	7316.149	5816.427	264°45'16.6"
9	a	K0+120.	7314.320	5796.511	264°45'16.6"
10	a	K0+140.	7312.492	5776.594	264°45'16.6"
11	a	K0+153.194	7311.286	5763.456	264°45'16.6"
12	a	K0+160.	7310.667	5756.678	264°50'48.4"
13	a	K0+180.	7309.057	5736.743	266°11'02.9"
14	a	K0+200.	7308.191	5716.764	269°06'47.1"
15	a	K0+220.	7308.623	5696.774	273°38'00.8"
16	a	K0+225.194	7309.017	5691.595	275°04'04.3"
17	a	K0+240.	7310.869	5676.909	279°18'34.0"

图 5-6 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序——逐桩坐标和切线方位角计算

(4)第四步：若第二步或第三步检查无误，即进入“TI 数据库参数”工作簿，点击“参数计算”按钮，即生成符合 aramp 程序格式的数据库子程序代码（图 5-7）。

A	
1	<div>参数生成</div>
2	If k<0 or k>1219.223 Then:Return {-1}:EndIf
3	If k<=153.194 Then
4	Return {7325.291,5916.008,264.45166,0,0,0,153.194}
5	ElseIf k<=225.194 Then
6	Return {7311.286,5763.456,264.45166,0,1/200,153.194,225.194}
7	ElseIf k<=342.141 Then
8	Return {7309.017,5691.595,275.04043,1/200,1/200,225.194,342.141}
9	ElseIf k<=426.641 Then
10	Return {7351.867,5584.566,308.34145,1/200,0,342.141,426.641}
11	ElseIf k<=688.641 Then
12	Return {7413.183,5526.667,320.4028,0,0,426.641,688.641}
13	ElseIf k<=799.752 Then
14	Return {7615.855,5360.63,320.4028,0,1/90,688.641,799.752}
15	ElseIf k<=939.358 Then

图 5-7 立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序——生成数据库子程序代码

(5)第五步：将生成的数据库子程序代码，输入到计算器中，或者直接利用 TI-Nspire Teacher Software 软件复制到数据库子程序中。

5.2.3 使用数据库子程序的 aramp 程序计算操作流程

【算例 5-2】

在导线点（2807544.340，475613.014）上架设全站仪，试计算 YZX 互通式立交 c 匝道以下点位的 X/Y 坐标及极坐标放样数据：

CK0+315.3 中桩，以及该桩左侧 3.5 米、右侧 5 米的边桩。

（1）参数设定：如图 5-8 所示，只需对程序设置参数数组 lset 进行设定，而交点参数数组 lidx 不再需要，原有数值可不动。







	1.1	1.2	1.3	*aramp ▾
A	lset	B	lelx	C
1	drmpc()		2807694.836	
2		1	475864.056	
3		7544.34	266.51114	
4		5613.014	1/(708.45)	
5			1/3000	
6			0	
A5				


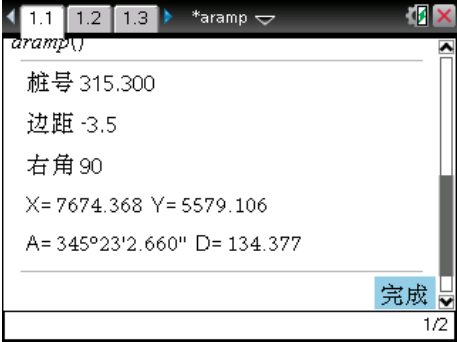


图 5-8 电子表格中数组的设定

(2) 程序操作流程：见表 5-16。

表 5-16 使用 aramp 程序计算 c 匝道中边桩坐标及放样数据的操作流程

步骤	屏幕显示	按键操作	操作说明
1		<div>enter</div>	输入主程序名，或按 <b>[var]</b> 键调出主程序 aramp()后，按 <b>[enter]</b> 键执行程序
2		<div>315.3 enter</div>	输入待算桩号 315.3 并确认

3		0 enter	先计算中桩坐标，边距输入 0
4		enter	屏幕显示桩号 315.3 的中桩计算结果：切线方位角、中桩坐标、放样角度和放样距离 按 enter 键继续运行
5		enter	原有桩号不变，按 enter 键确认，继续运行
6		(-) 3 . 5 enter	计算左侧 3.5 米边桩，边距输入-3.5

7		<input type="text" value="9"/> <input type="text" value="0"/> <input type="button" value="enter"/>	右角输入 90 度
8		<input type="button" value="enter"/>	屏幕显示桩号 315.3 的左侧 3.5 米边桩计算结果： 坐标、放样角度和放样距离 按 <input type="button" value="enter"/> 键继续运行
9		<input type="button" value="enter"/>	原有桩号不变，按 <input type="button" value="enter"/> 键确认，继续运行
10		<input type="text" value="5"/> <input type="button" value="enter"/>	计算右侧 5 米边桩，边距输入 5

11		enter	右角 90 度不变，按 <code>enter</code> 键确认，继续运行
12			屏幕显示桩号 315.3 的又侧 5 米边桩计算结果：坐标、放样角度和放样距离

表 5-17 给出了由道路路线 CAD 软件计算的 YZX 互通式立交 c 匝道的中桩坐标及放样数据计算结果，供读者进行计算验证。

表 5-17 YZX 互通式立交 c 匝道中桩坐标及放样数据计算结果

桩 号	中桩坐标 (m)		切线方位角	极坐标放样数据	
	N (X)	E (Y)		$\alpha_1$	$D_1$ (m)
CK0+000	2807450.147	475504.465	320° 40' 29"	229° 03' 01"	143.719
CK0+010	2807457.892	475498.139	320° 55' 13"	233° 02' 13"	143.769
CK0+020	2807465.690	475491.879	321° 39' 26"	237° 00' 19"	144.428
CK0+030	2807473.595	475485.755	322° 53' 07"	240° 55' 47"	145.602
CK0+040	2807481.654	475479.835	324° 36' 16"	244° 47' 39"	147.194
CK0+050	2807489.912	475474.196	326° 48' 54"	248° 35' 26"	149.107
CK0+060	2807498.403	475468.916	329° 30' 60"	252° 19' 06"	151.243
CK0+070	2807507.154	475464.079	332° 42' 35"	255° 58' 52"	153.507
CK0+080	2807516.179	475459.776	336° 23' 37"	259° 35' 12"	155.804
CK0+090	2807525.477	475456.103	340° 34' 09"	263° 08' 43"	158.041
CK0+100	2807535.031	475453.157	345° 14' 08"	266° 40' 02"	160.128
CK0+110	2807544.801	475451.040	350° 23' 36"	270° 09' 47"	161.975
CK0+120	2807554.726	475449.851	356° 00' 53"	273° 38' 32"	163.493
CK0+130	2807564.720	475449.656	1° 44' 40"	277° 06' 40"	164.624
CK0+140	2807574.683	475450.459	7° 28' 26"	280° 34' 24"	165.362

桩 号	中桩坐标 (m)		切线方位角	极坐标放样数据	
	N (X)	E (Y)		$\alpha_1$	$D_1$ (m)
CK0+150	2807584.517	475452.253	13° 12' 13"	284° 01' 54"	165.705
CK0+160	2807594.122	475455.020	18° 55' 59"	287° 29' 20"	165.651
CK0+170	2807603.403	475458.732	24° 39' 46"	290° 56' 53"	165.201
CK0+180	2807612.267	475463.351	30° 23' 32"	294° 24' 43"	164.356
CK0+190	2807620.626	475468.833	36° 07' 18"	297° 52' 60"	163.119
CK0+200	2807628.396	475475.122	41° 51' 05"	301° 21' 56"	161.492
CK0+210	2807635.499	475482.155	47° 34' 51"	304° 51' 42"	159.480
CK0+220	2807641.864	475489.862	53° 18' 38"	308° 22' 33"	157.090
CK0+230	2807647.429	475498.165	58° 59' 24"	311° 54' 41"	154.330
CK0+240	2807652.183	475506.959	64° 05' 58"	315° 28' 45"	151.254
CK0+250	2807656.192	475516.118	68° 30' 06"	319° 05' 53"	147.986
CK0+260	2807659.545	475525.537	72° 11' 48"	322° 47' 24"	144.653
CK0+270	2807662.343	475535.137	75° 11' 03"	326° 34' 36"	141.385
CK0+280	2807664.697	475544.855	77° 27' 52"	330° 28' 36"	138.317
CK0+290	2807666.723	475554.647	79° 02' 14"	334° 30' 10"	135.589
CK0+300	2807668.526	475564.483	80° 11' 13"	338° 39' 17"	133.332
CK0+310	2807670.132	475574.353	81° 19' 58"	342° 54' 57"	131.599
CK0+320	2807671.540	475584.253	82° 28' 43"	347° 15' 34"	130.411
CK0+330	2807672.750	475594.180	83° 37' 29"	351° 39' 21"	129.783
CK0+340	2807673.761	475604.128	84° 46' 14"	356° 04' 21"	129.725
CK0+350	2807674.572	475614.095	85° 54' 59"	0° 28' 32"	130.237
CK0+360	2807675.185	475624.076	87° 03' 44"	4° 49' 57"	131.312
CK0+370	2807675.601	475634.067	88° 08' 12"	9° 06' 44"	132.939
CK0+380	2807675.843	475644.064	89° 04' 03"	13° 17' 07"	135.119
CK0+390	2807675.935	475654.064	89° 51' 19"	17° 19' 29"	137.849
CK0+400	2807675.902	475664.064	90° 29' 59"	21° 12' 27"	141.119
CK0+410	2807675.769	475674.063	91° 00' 04"	24° 54' 54"	144.916
CK0+420	2807675.561	475684.061	91° 21' 33"	28° 25' 56"	149.220
CK0+430	2807675.303	475694.057	91° 34' 26"	31° 45' 01"	154.011

### 【算例 5-3】

YZX 互通式立交 b 匝道 BK0+384 处有一涵洞，见附件工程案例“YZX 互通式立交 BK0+384 钢筋混凝土盖板涵布置图”，与路线斜交。若全站仪测站坐标为（2807770.688，475422.635），计算涵洞左右洞口（中轴线）坐标，并计算其极坐标放样数据。

经过简化，涵洞位置与主要尺寸如图 5-9 所示。

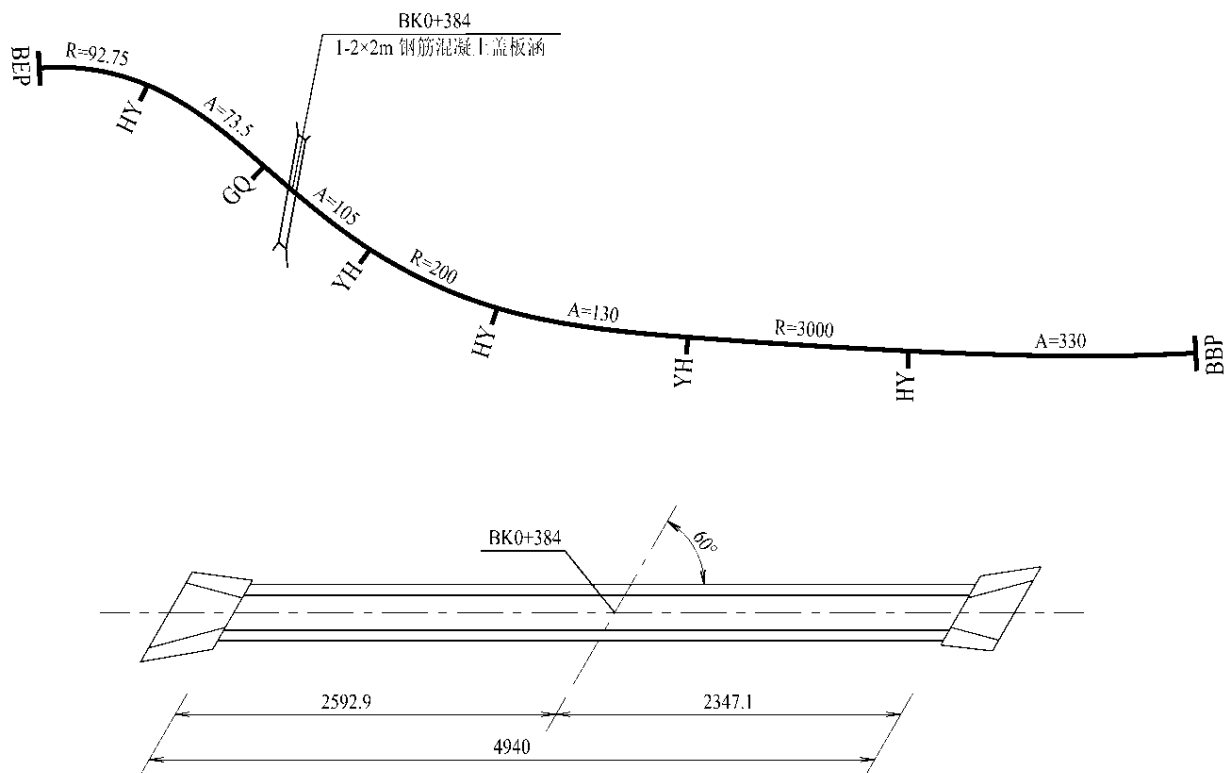


图 5-9 YZX 互通式立交 b 匝道 BK0+384 涵洞示意图

(1) 参数设定：如图 5-10 所示。

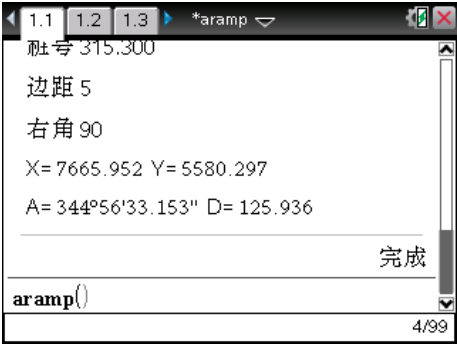



1.1 1.2 1.3 *aramp		
A	lset	B lel
1	drmpb()	2807694.836
2	1	475864.056
3	7770.688	266.51114
4	5422.635	1/(708.45)
5		1/3000
6		0
A5		

图 5-10 电子表格中数组的设定

(2) 程序操作流程：见表 5-18。

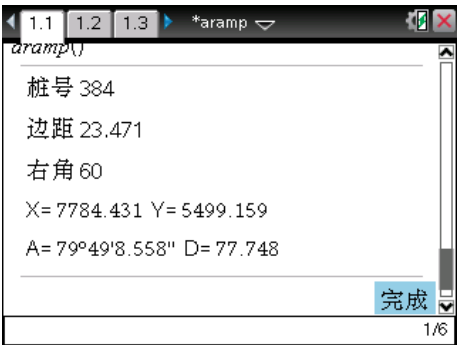
表 5-18 使用 aramp 程序计算 b 匝道涵洞洞口坐标及放样数据的操作流程

步骤	屏幕显示	按键操作	操作说明
----	------	------	------

1		<input type="button" value="enter"/>	输入主程序名，或按 <input type="button" value="var"/> 键调出主程序 aramp()后，按 <input type="button" value="enter"/> 键执行程序
2		<input type="button" value="3"/> <input type="button" value="8"/> <input type="button" value="4"/> <input type="button" value="enter"/>	输入待算桩号 384 并确认
3		<input type="button" value="←"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="5"/> <input type="button" value="."/> <input type="button" value="9"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="9"/> <input type="button" value="enter"/>	先计算左洞口坐标，边距输入-25.929
4		<input type="button" value="6"/> <input type="button" value="0"/> <input type="button" value="enter"/>	右角输入 60 度

5		enter	屏幕显示涵洞左洞口的计算结果：坐标、放样角度和放样距离 按enter键继续运行
6		enter	原有桩号不变，按enter键确认，继续运行
7		23.471enter	计算右洞口坐标，边距输入 23.471
8		enter	右角 60 度不变，按enter键确认，继续运行



9		<p>屏幕显示涵洞右洞口的计算结果：坐标、放样角度和放样距离</p>
---	---	------------------------------------

### 5.3 利用匝道程序 aramp 计算道路卵形曲线

匝道程序是利用中桩坐标计算的统一数学模型的线元法（见 3.3 节）来建模和计算的，它实质上是一种万能程序，适用于包括道路主线在内的所有线型的计算，但它有个明显的缺点，那就是计算原始数据以单个线元为基本单位，这就使得数据库子程序显得比较庞大和臃肿，比如 4.3 节中的湖南省 YZ 至 FTL 高速公路 K4+620~K8+200 路段，采用交点格式的数据库，仅需 5 条数据即可（5 个交点），而如果采用线元格式的数据库，则需要 23 条数据（23 个线元）。因此，从便于用户操作便捷性出发，对于道路主线，尽量采用交点法格式数据库的 aroad 程序来计算。但是，道路主线中有时会出现一种叫“卵形曲线”的线型，这种线型不能用 aroad 程序来计算，这一点在 4.2 节中已经阐述过。

#### 1. 卵形曲线及其特点

卵形曲线是一种复合型曲线，是路线中两个圆曲线相互连接的一种组合形式。

两个圆曲线相互连接，一般有三种组合形式：S 型曲线、C 型曲线、卵形曲线，如图 5-11 所示。

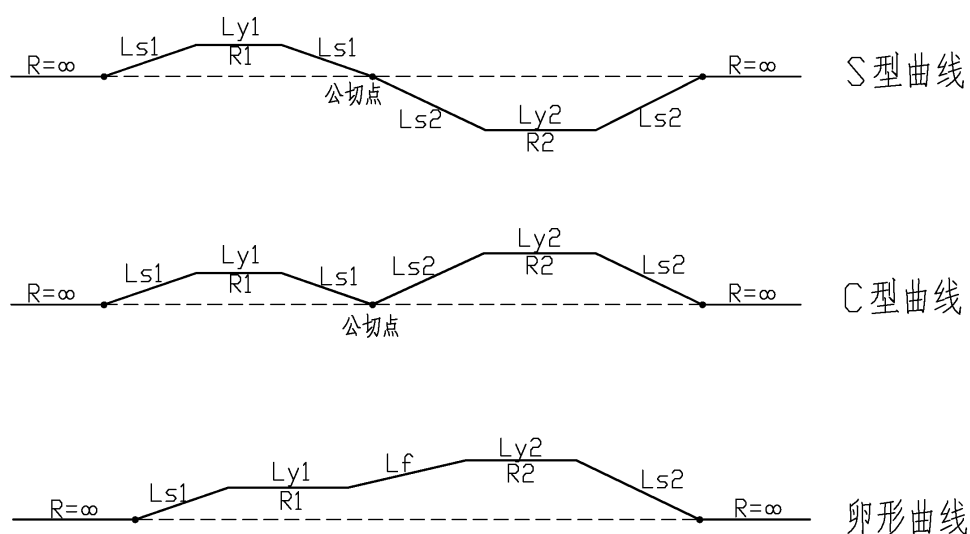


图 5-11 复合曲线组合形式

S 型曲线是两个反向的基本型曲线直接连接，而 C 型曲线正好相反，是两个同向的基本型曲线直接连接，这两种复合曲线均可以用交点法进行计算。但是，C 型曲线在线型上并不优，而卵形曲线则是一种比 C 型曲线更优的同向复曲线形式。

卵形曲线和 C 型曲线相比，相同之处在于都是同向复曲线，不同之处在于卵形曲线使用了一段不完整缓和曲线  $L_f$  连接两个不同半径的圆曲线，行成了 ZH1-HY1-YH1-HY2-YH2-ZH2 这样一组六节点/五线元（或单元）的线型组合形式，即为“卵形曲线”。

卵形曲线由于不完整缓和曲线的使用，因而不能使用基本型曲线的曲线要素和坐标计算公式进行计算，所以，在道路主线碰到使用卵形曲线的情形时，可将卵形曲线单独“剔出”，使用万能程序——使用线元法的立交匝道 aramp 程序进行计算。

## 2. 卵形曲线计算实例

表 5-19 是海西高速公路某路段的一张“直线、曲线及转角表”。其中，JD9-JD10 即为卵形曲线，判别的依据除了同向复曲线、六节点、五单元外，最重要的就是利用缓曲参数确定的不完整缓和曲线：

$$A = \sqrt{\frac{l_f \cdot R_1 \cdot R_2}{\Delta R}} = \sqrt{\frac{98.333 \times 1800 \times 620}{1800 - 620}} = 304.958\text{m}。$$

表 5-19 海西高速公路某路段——直线、曲线及转角表

交点号	交点桩号 及 交点坐标	交点 间距 (m)	计算方位角 (° ' " )	曲线间 直线长 (m)	转 角 (° ' " )	曲线要素表 (m)					曲线要素点坐标						
						切线长度	半径	缓和参数	曲线长度	曲 线 总 长	外 距	第一缓和曲线 起 点	第一缓和曲线 终点及 圆曲线起点	圆曲线中点	第二缓和曲线 起点及 圆曲线终点	第二缓和曲线 终 点	
						T1 T2	R	A1 A2	Ls1 Lc Ls2								
QD	K119+048.354																
	N 2823095.193																
	E 498577.071																
JD1	K120+005.829	961.153	59° 4' 1.0"	537.079	右偏 25° 25' 7.1"	215.133		304.959	150.000	425.057	17.122	K119+790.696	K119+940.696	K120+003.224	K120+065.753	K120+215.753	
	N 2823589.261					215.133		304.959	150.000			N 2823478.675	N 2823550.485	N 2823572.998	N 2823589.527	N 2823609.935	
	E 499401.518											E 499216.983	E 499348.566	E 499406.872	E 499467.149	E 499616.656	
JD2	K120+548.569	547.949	84° 29' 8.1"	0.000	左偏 20° 34' 58.3"	332.816		516.333	215.000	659.305	21.837	K120+215.753	K120+430.753	K120+546.555	K120+662.358	K120+875.058	
	N 2823641.917					331.848		513.564	212.700			N 2823609.935	N 2823636.761	N 2823663.110	N 2823699.857	N 2823787.896	
	E 499946.931											E 499615.656	E 499828.904	E 499941.625	E 500051.399	E 500244.947	
JD3	K121+619.147	1075.937	63° 54' 9.8"	483.951	左偏 28° 47' 41.9"	260.138		328.634	150.000	511.848	24.689	K121+359.009	K121+509.009	K121+614.933	K121+720.857	K121+870.857	
	N 2824115.218					260.138		328.634	150.000			N 2824000.784	N 2824071.371	N 2824133.993	N 2824208.445	N 2824328.029	
	E 500913.175											E 500679.558	E 500811.830	E 500897.142	E 500972.353	E 501062.784	
JD4	K122+142.298	531.578	35° 6' 27.9"	0.000	右偏 32° 37' 19.9"	271.441		317.017	150.000	531.474	29.555	K121+870.857	K122+020.857	K122+136.594	K122+252.331	K122+402.331	
	N 2824550.087					271.441		317.017	150.000			N 2824328.029	N 2824447.370	N 2824526.983	N 2824591.006	N 2824652.956	
	E 501218.894											E 501062.784	E 501153.518	E 501237.325	E 501333.569	E 501470.087	
JD5	K123+398.558	1267.667	67° 43' 47.8"	501.943	左偏 57° 44' 32.6"	494.284		346.410	160.000	915.846	108.074	K122+904.274	K123+064.274	K123+362.197	K123+660.120	K123+820.120	
	N 2825030.498					494.284		346.410	160.000			N 2824843.178	N 2824909.005	N 2825098.304	N 2825360.881	N 2825517.291	
	E 502392.003											E 501934.589	E 502080.331	E 502307.846	E 502444.413	E 502477.729	
JD6	K125+250.605	1924.769	9° 59' 15.2"	1205.654	左偏 24° 7' 22.2"	224.831		324.037	150.000	444.716	17.171	K125+025.774	K125+175.774	K125+248.132	K125+320.490	K125+470.490	
	N 2826926.098					224.831		324.037	150.000			N 2826704.674	N 2826853.160	N 2826925.477	N 2826997.524	N 2827144.122	
	E 502725.824											E 502686.830	E 502707.544	E 502708.664	E 502702.316	E 502670.917	
JD7	K125+783.106	537.448	345° 51' 53.0"	0.000	右偏 37° 41' 40.9"	312.616		329.848	160.000	607.369	40.182	K125+470.490	K125+630.490	K125+774.175	K125+917.859	K126+077.859	
	N 2827447.273					312.616		329.848	160.000			N 2827144.122	N 2827300.594	N 2827443.972	N 2827584.865	N 2827733.831	
	E 502594.573											E 502670.917	E 502637.976	E 502634.619	E 502661.408	E 502719.525	
JD8	K126+495.013	729.770	23° 33' 33.9"	0.000	左偏 51° 22' 47.7"	417.154		326.343	150.000	786.692	79.344	K126+077.859	K126+227.859	K126+471.205	K126+714.551	K126+864.551	
	N 2828116.214					417.154		326.343	150.000			N 2827733.831	N 2827873.284	N 2828113.264	N 2828350.173	N 2828485.150	
	E 502886.262											E 502719.525	E 502774.576	E 502806.972	E 502756.835	E 502691.575	
JD9	K127+624.281	1176.884	332° 10' 46.2"	493.803	右偏 34° 21' 8.9"	265.927		304.959	150.000	478.961	30.187	K127+358.354	K127+508.354	K127+623.668	K127+738.982	K127+837.316	
	N 2829157.067					225.263		304.959	98.333			N 2828921.877	N 2829057.165	N 2829168.092	N 2829282.818	N 2829380.868	
	E 502337.006											E 502461.116	E 502396.556	E 502365.665	E 502355.820	E 502362.632	
JD10	K128+004.597	392.544	6° 31' 55.1"	0.000	右偏 10° 26' 14.8"	167.281		0.000	0.000	402.902	7.756		K127+837.316	K127+963.767	K128+090.218	K128+240.218	
	N 2829547.063					236.574		519.615	150.000				N 2829380.868	N 2829505.890	N 2829629.285	N 2829773.337	
	E 502381.661											E 502362.632	E 502381.416	E 502408.929	E 502450.708		
JD11	K129+656.368	1652.725	16° 58' 9.9"	846.453	左偏 68° 53' 26.7"	569.698		328.634	150.000	1015.707	154.659	K129+086.670	K129+236.670	K129+594.524	K129+952.377	K130+102.377	
	N 2831127.829					569.698		328.634	150.000			N 2830582.935	N 2830727.768	N 2831081.384	N 2831382.678	N 2831479.186	
	E 502864.028											E 502697.755	E 502736.509	E 502716.507	E 502530.319	E 502415.582	

首先，我们利用立交匝道参数辅助计算 EXCEL 程序计算确定卵形曲线的五条线元参数，如图 5-12 所示。

	A	B	C	E	G	H	I	J	L
1	匝道							参数计算	桩号生成
2	节点	节点桩号	半径1	半径2	偏移	X坐标	Y坐标	切线方位角	缓曲参数
3	ZH1	K127+358.354	0			2828921.877	502461.116	332°10'46.2"	
4	HY1	K127+508.354	620			2829057.165	502396.557	339°06'37.6"	304.959
5	YH1	K127+738.982	620			2829282.818	502355.821	0°25'24.1"	
6	HY2	K127+837.316	1800			2829380.868	502362.633	6°31'55.4"	304.96
7	YH2	K128+090.218	1800			2829629.285	502408.930	14°34'55.8"	
8	HZ2	K128+240.218	0			2829773.337	502450.709	16°58'10.2"	519.615

图 5-12 利用 EXCEL 程序计算确定卵形曲线线元参数

卵形曲线各节点坐标计算确认无误后，即可生成数据库程序代码，如图 5-13 所示。

	A
1	
2	If k<127358.354 or k>128240.218 Then:Return {-1}:EndIf
3	If k<=127508.354 Then
4	Return {2828921.877,502461.116,332.10462,0,1/620,127358.354,127508.354}
5	ElseIf k<=127738.982 Then
6	Return {2829057.165,502396.557,339.06376,1/620,1/620,127508.354,127738.982}
7	ElseIf k<=127837.316 Then
8	Return {2829282.818,502355.821,.25241,1/620,1/1800,127738.982,127837.316}
9	ElseIf k<=128090.218 Then
10	Return {2829380.868,502362.633,6.31554,1/1800,1/1800,127837.316,128090.218}
11	ElseIf k<=128240.218 Then
12	Return {2829629.285,502408.93,14.34558,1/1800,0,128090.218,128240.218}
13	EndIf

图 5-13 利用 EXCEL 程序生成数据库程序代码

表 5-20 给出了由道路路线 CAD 软件计算的 JD9-JD10 卵形曲线部分的逐桩坐标及切线方位角计算结果，供读者进行计算验证。

表 5-20 卵形曲线部分的逐桩坐标及切线方位角

桩号	X 坐标	Y 坐标	方位角	桩号	X 坐标	Y 坐标	方位角
K127+358.354	2828921.877	502461.116	332°10'46.2"	K127+820.	2829363.655	502360.755	5°53'19"
K127+360.	2828923.333	502460.348	332°10'49.2"	K127+837.316	2829380.868	502362.633	6°31'55"
K127+380.	2828941.029	502451.030	332°19'25.8"	K127+840.	2829383.535	502362.940	6°37'03"
K127+400.	2828958.769	502441.794	332°42'49.6"	K127+860.	2829403.388	502365.355	7°15'15"

桩号	X 坐标	Y 坐标	方位角	桩号	X 坐标	Y 坐标	方位角
K127+420.	2828976.591	502432.718	333°21'00.5"	K127+880.	2829423.214	502367.991	7°53'27"
K127+440.	2828994.532	502423.879	334°13'58.5"	K127+900.	2829443.009	502370.846	8°31'38"
K127+460.	2829012.625	502415.356	335°21'43.8"	K127+920.	2829462.771	502373.922	9°09'50"
K127+480.	2829030.899	502407.231	336°44'16.2"	K127+940.	2829482.497	502377.217	9°48'02"
K127+500.	2829049.380	502399.587	338°21'35.7"	K127+960.	2829502.186	502380.730	10°26'14"
K127+508.354	2829057.165	502396.557	339°06'37.6"	K127+980.	2829521.835	502384.463	11°04'26"
K127+520.	2829068.084	502392.506	340°11'12.0"	K128+000.	2829541.441	502388.413	11°42'38"
K127+540.	2829087.006	502386.032	342°02'05.7"	K128+020.	2829561.001	502392.581	12°20'49"
K127+560.	2829106.127	502380.171	343°52'59"	K128+040.	2829580.515	502396.966	12°59'01"
K127+580.	2829125.427	502374.930	345°43'53"	K128+060.	2829599.978	502401.568	13°37'13"
K127+600.	2829144.886	502370.314	347°34'47"	K128+080.	2829619.389	502406.386	14°15'25"
K127+620.	2829164.484	502366.328	349°25'41"	K128+090.218	2829629.285	502408.930	14°34'56"
K127+640.	2829184.201	502362.976	351°16'34"	K128+100.	2829638.745	502411.418	14°53'00"
K127+660.	2829204.015	502360.262	353°07'28"	K128+120.	2829658.049	502416.651	15°26'10"
K127+680.	2829223.906	502358.189	354°58'22"	K128+140.	2829677.305	502422.055	15°54'14"
K127+700.	2829243.854	502356.758	356°49'15"	K128+160.	2829696.520	502427.602	16°17'12"
K127+720.	2829263.837	502355.971	358°40'09"	K128+180.	2829715.702	502433.263	16°35'05"
K127+738.982	2829282.818	502355.821	0°25'24"	K128+200.	2829734.859	502439.010	16°47'52"
K127+740.	2829283.836	502355.829	0°31'02"	K128+220.	2829753.998	502444.813	16°55'34"
K127+760.	2829303.829	502356.315	2°13'47"	K128+240.	2829773.129	502450.646	16°58'10"
K127+780.	2829323.802	502357.356	3°41'44"	K128+240.218	2829773.337	502450.709	16°58'10"
K127+800.	2829343.744	502358.865	4°54'55"				