

1006- 2106(1998) 03- 0023- 28

# 高速公路回旋线路路基边桩测设

王卫东\*

郑各椿

连新奇

(长沙铁道学院土  
建院 长沙 410075)

(铁道部第十七工  
程局 太原 030001)

(铁道部第十二工程局)  
太原 030024

**提 要** 本文根据回旋线性质及公路各种线型特点,推导出以偏角法测设公路缓和曲线路基边桩所需参数——转角和距离,并以 C语言编程实现这一计算过程,方便工程曲线测设。

**主题词** 公路 缓和曲线 测设

**分类号** U213.15 文献标识码 A

公路路面较宽,在施工测量中除了放路线中桩外,还需要进行路基边桩放线。在直线段或圆曲线段,由于线型简单,放边桩并不难。但在缓和曲线段,由于线型较复杂,其边桩放线就不是简单地将中线外移或内移。传统方法(如图 1)的步骤如下:

- (1)置镜 ZH点,测  $\Delta$ 角;
- (2)置镜 A点,后视 ZH点,拨角  $\Delta_z = 2\Delta$ ,得到缓和曲线上 A点处的切线方向;
- (3)以十字架或经纬仪找到 A点处法线方向;
- (4)在法线方向,测距  $B/2$ ,分别得到此横断面上曲线内外两侧边桩  $A_n, A_w$ 。

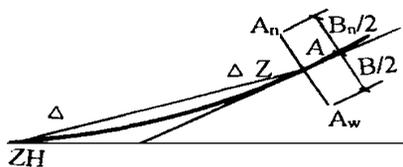


图 1

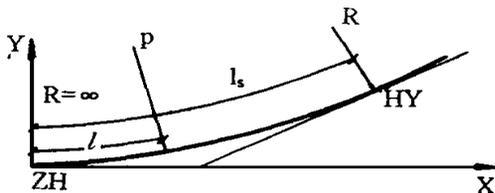


图 2

这一方法原理简单,但实际操作过程较麻烦:第一,对每个测点都必须置镜;第二,若 ZH 点不能通视,要另设转点;第三,对复杂公路线型(如卵型曲线,没有 ZH点),需要另外计算。

笔者在实际工作中依据以下原理,编程计算。在实际工作中,只要输入设计线中每段缓和

\* 本文收稿日期:1998-06-20 王卫东 男 33岁 讲师

曲线的相关资料,即可根据计算结果,实现在缓和曲线段上,置镜任意点以偏角法测设里程增加方向上的任意横断面的边桩,并已计入曲线内侧加宽。具体方法原理如下:

## 1 缓和曲线的方程、性质及边桩放线参数推导

### 1.1 公路缓和曲线以回旋线为其一般线型(如图 2),回旋线方程

$$A^2 = Px l = R l_s \tag{1}$$

直角坐标方程:

$$\begin{cases} x = l - \frac{l^5}{40R^2 l_s^2} \\ y = \frac{l^3}{6R l_s} - \frac{l^7}{336R^3 l_s^3} \end{cases} \tag{2}$$

式中:  $A$ ——回旋线参数;  $R$ ——回旋线所接圆弧半径;  
 $d$ ——回旋线上任意点的曲率半径;  $l_s$ ——回旋线弧长;  
 $l$ ——回旋线上任意点到回旋线原点(ZH)点的弧长。(各参数意义下同)

### 1.2 测点处回旋线切线与始切线夹角计算(如图 3)

由式 2求任意点切线方程得:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dL} = L - \frac{L^4}{8R^2 L_s^2} \\ \frac{dy}{dL} = \frac{L^2}{2R L_s} - \frac{L^6}{48R^3 L_s^3} \end{cases} \tag{3}$$

任意点切线斜率:

$$k = \frac{dy}{dx} = \left[ \frac{dy}{dL} \right] / \left[ \frac{dx}{dL} \right] \tag{4}$$

$$\therefore U = \arctg k \tag{5}$$

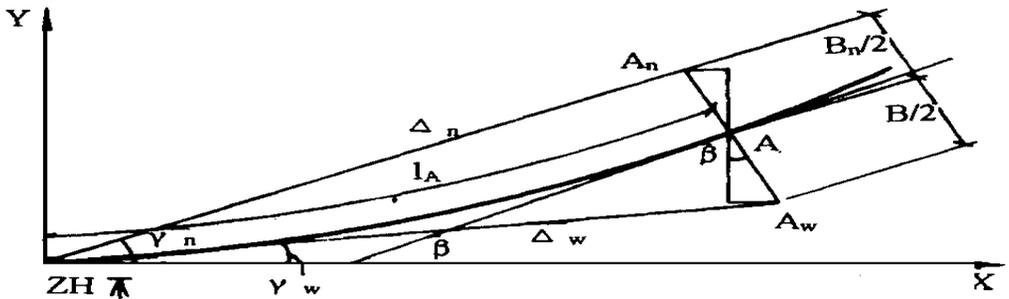


图 3

1.3 测点处横断面边桩  $A_n$ 、 $A_w$  点计算 (如图 3)

$$A_n: \begin{cases} x_n = x_A - \frac{B}{2} \sin U \\ y_n = y_A + \frac{B}{2} \cos U \end{cases} \quad A_w: \begin{cases} x_w = x_A + \frac{B}{2} \sin U \\ y_w = y_A - \frac{B}{2} \cos U \end{cases} \quad (6)$$

式中:  $x_A$ 、 $y_A$ ——可将弧长  $l_A$  代入 (式 2) 求得:

$$B_n = B_n = B + 2 \times (4K^3 - 3K^4) \times B_j;$$

$$K = L_x / L_j;$$

$L_x$ ——测点至回旋线原点的弧长;

$L_j$ ——加宽缓和段长 (可以回旋线长  $L_s$  代入)。

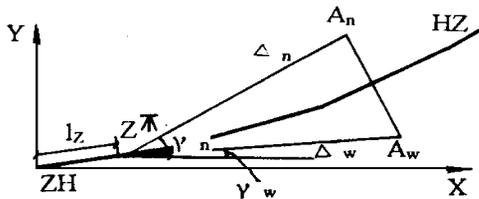


图 4

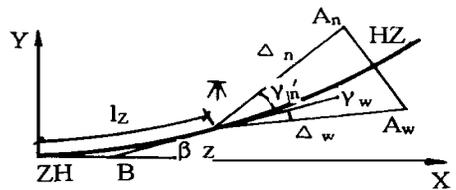


图 5

1.4 边桩放线

由于实际工作需要,回旋线测设方向可能由原点开始 (顺向,如图 3),也有可能由回旋线上某点开始向原点测设 (逆向,如图 6)

° 顺向放线

(1) 置镜 ZH 点 (回旋线原点), 依据以下计算结果放点  $A_n$ 、 $A_w$  (如图 3):

$$\begin{cases} \Delta_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} \\ V_n = \arctg \frac{y_n}{x_n} \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta_w = \sqrt{x_w^2 + y_w^2} \\ V_w = \arctg \frac{y_w}{x_w} \end{cases} \quad (7)$$

(2) 置镜任意点 Z (如图 4):

$$\begin{cases} \Delta_n = \sqrt{(x_n - x_z)^2 + (y_n - y_z)^2} \\ V_n = \arctg \frac{y_n - y_z}{x_n - x_z} \end{cases} \quad \begin{cases} \Delta_w = \sqrt{(x_w - x_z)^2 + (y_w - y_z)^2} \\ V_w = \arctg \frac{y_w - y_z}{x_w - x_z} \end{cases} \quad (8)$$

式中:  $x_z$ 、 $y_z$  可将弧长  $l_z$  代入 (2) 求得。

式 (7) (8) 中  $\Delta_n$ 、 $\Delta_w$  分别为置镜点至任意横断面内、外边桩的距离, 而  $\gamma_n$ 、 $\gamma_w$  分别为置镜点与任意横断面内、外边桩的连线和回旋线始切线的夹角。特别地, 当式 (8) 中  $x_z = 0$ 、 $y_z = 0$  (即:  $l_z = 0$ ) 时, 即得式 (7)。

(3) 任意置镜点 Z (如图 5):

当不容易确定回旋线始切线方向时, 程序提供了置镜点与任意横断面内、外边桩的连线和

回旋线在置镜点切线的夹角  $V_n, V_w$ :

$$V_n' = V_n - U_z, \quad V_w' = V_w - U \tag{9}$$

式中:  $\beta_z$  为回旋线在置镜点切线与始切线 (x 轴) 的夹角, 其值可将弧长  $L_z$  代入式 (3)、(4)、(5) 计算得到:

距离  $\Delta_n, \Delta_w$  计算同式 (8)

° 逆向放线

(4) 任意置镜点 Z (如图 6):

$$V_n' = U_z - V_n, \quad V_w' = U_z - V_w$$

距离  $\Delta_n, \Delta_w$  计算同式 (8)

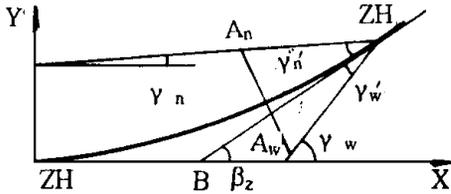


图 6

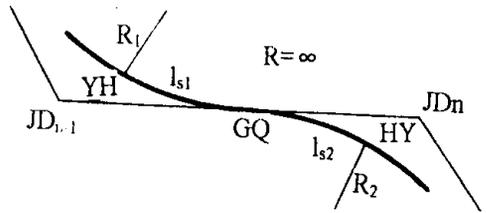


图 7

## 2 工作中应用中应用

程序输入:  $inf, l_s, R, l_n, B, B_j, l;$

程序输入:  $\Delta_n, V_n, V_n';$

程序输入:  $\Delta_w, V_w, V_w';$

注: 输入中:  $inf$ ——线型信息; 1: 基本型; 2: S型; 3: 卵型; 4: 凸型; 5: C型。

$L_s$  —— 设计线中回旋长度;  $L_z$  —— 置镜点至回旋线原点的弧长;

$R$  —— 连接回旋线的圆曲线半径;  $l$  —— 测点步距;

$B$  —— 路基宽;  $B_j$  —— 路基曲线加宽;

### 2.1 基本型曲线

- ° 定义: 圆曲线两端用回旋线与直线相连接的组合线型;
- ° 程序输入: 当置镜点即 ZH点时,  $L_z$  输入 0;
- ° 施工放线: 采用顺向放线 (如图 3 图 4 图 5)。

### 2.2 S型曲线 (如图 7)

- ° 定义: 用两个反向回旋线连接两个反向圆曲线的组合线型;
- ° 施工放线: 对 S型曲线可将两段回旋线分别测设;

(1) 若能依据前后交点  $JD_{i-1}, JD_n$  和切线长  $T_1, T_2$  找到 GQ点, 则两段回旋线分别按基本型测设。 (即 GQ点相当于基本型中的 ZH点)

(2)若无法测得 GQ点,则可分别从 YH, HY点开始逆向放线(如图 6),此时应根据相接的圆曲线找到 YH HY点的切线方向

### 2.3 卵型曲线(如图 8)

◦ 定义: 用一个回旋线连接两个同向圆曲线的组合线型;

对于这种线型,由于回旋线原点不在测设曲线上,应先求出原点到 YH距离  $l_1$ 和原点到 HY距离  $l_2$ (即回旋线全长)

$$\begin{cases} R_1 l_1 = R_2 l_2 \\ l_2 - l_1 = l'_s \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} l_1 = \frac{R_1 l'_s}{R_1 - R_2} \\ l_2 = \frac{R_2 l'_s}{R_1 - R_2} \end{cases} \quad (11)$$

◦ 程序输入: inf  $l'_s$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $B$ ,  $B_s$ ,  $l$

◦ 施工放线: 当  $R_1 > R_2$ 时,曲线顺向测设(如图 5);  
当  $R_1 < R_2$ 时,曲线逆向测设(如图 6)

### 2.4 凸型曲线如(图 9)

◦ 定义: 两个同向回旋线间不插入圆曲线而径相衔接的组合线型;

◦ 程序输入: inf  $l$ ,  $R$ ,  $l^2$ ,  $B$ ,  $B_s$ ,  $l$ ;

注: 一般地,  $l'_s = l^2$

◦ 施工放线: 对凸型曲线可将两段回旋线分别测设:

- (1)第一段回旋线按基本型顺向测设(如图 3)
- (2)第二段回旋线按基本型逆向测设(如图 6)

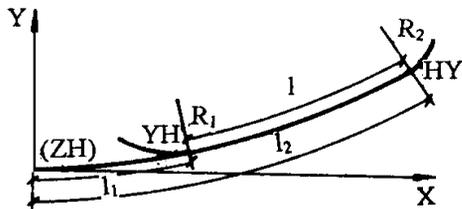


图 8

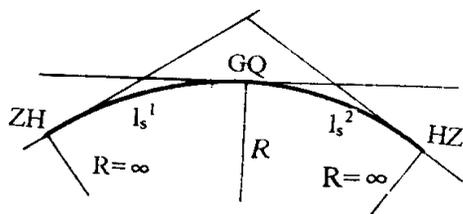


图 9

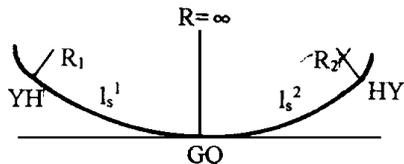
### 2.5 C型曲线如(图 10)

◦ 定义: 两同向回旋线在曲率为零处径相接衔接的组合线型:

◦ 程序输入: inf  $l$ ,  $R_1$ ,  $l^2$ ,  $R_2$ ,  $B$ ,  $B_s$ ,  $l$ ;

注: C型曲线的 GQ点为两段回旋线的原点。

◦ 施工放线: 对 C型曲线可将两段回旋线分别测设;  
(1)第一段回旋线按基本型逆向测设(如图 6)



(2)第二段回旋线按基本型顺向测设(如图 3)

### 3 程序框图

程序以 C语言编制,应用于铁十七局施工的厦门集美-灌口城市一级主干道的工程实践,计算结果满足施工精度要求。另外,作者还利用计算结果以 ADS-C语言编程,在 Auto-CAD 图形环境下作了边桩放线后的曲线图,利于放线前对计算结果进行检查。

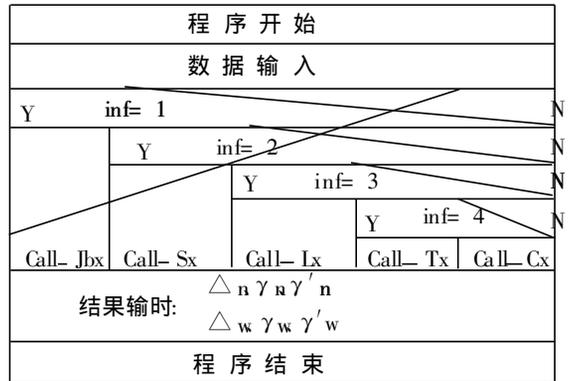


图 10

### 参考文献

- 1 公路路线设计规范 [s]. JT J011-94, 1995
- 2 蒋承楷主编. 道路勘测设计 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1996
- 3 何景华主编. 公路勘测设计 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1996
- 4 潭浩强编著. C语言 [M]. 北京: 清华大学出版社
- 5 方铁编. AutoCAD C语言高级编程 [M]. 清华大学出版社, 1995

## LAYOUT OF SIDE-PILE ON ROADBED FOR CIRCLE-ROUND LINE OF EXPRESSWAY

WANG Weidong

Changsha Railway Institute

ZHENG Gechun

Seventeenth Engineering Bureau of MOR

LIAN Xiqi (Twelfth Engineering Bureau of MOR)

**Abstract** Based on the property of the circle-round line and the specialities of the different line-type of the highway, the paper derives out the deflected angle and distance which are the required parameters for the layout of the side-pile on the roadbed for the transition curve of the highway by using the deflection angle method. The calculation procedure is realized by using the C-language programming, so that the layout of the engineering curve may be more convenient.

**Keywords** highway; transition curve; side-pile; layout