

公路施工边桩控制测量方法

●崔俊英

(江苏省海门市公路管理站 江苏 海门 226100)

摘要:公路工程施工中,公路线形一般由中桩控制,公路宽度是用钢尺自中桩向两侧丈量。由于人工掌握路线,竖直方向容易产生误差,进而引起公路线形和宽度有误差,同时施工中中桩常受到机械破坏,造成重复测量,增加工作量。为此,采用边桩控制路形和施工的计算公式、放样方法,通过实际应用,证明该方法测量速度快、精度高、提高施工效率,适用于高等级公路施工测量。

关键词:公路线形 边桩 基准点 测量 坐标

中图分类号: U412 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008-6765(2003)02-0048-04

引言

公路工程施工中,测量施工人员常以中线控制公路线形,路面宽度、征地宽度均以中线为准向两侧用钢尺丈量而得。特别是在曲线段,切、法线方向人工无法准确掌握,使宽度及边侧线形产生误差,严重时会超出技术规范,导致工程质量不合格^[1]。说明用中桩控制线形存在弊端。

随着高等级公路机械化施工程度的提高,造成中桩不易保护,测量人员必须层层放线,相应增加了工作量,降低了工作效率,影响了工程进度。特别在结构物施工中,用中桩控制线形不尽完美,直线段不顺直、曲线段不圆滑。现在全站仪在测量中广泛应用,如先计算出各边桩对于基准点的准确坐标,然后施工放样,能显著地提高边桩精度。由于边桩不易被设备破坏,利用边桩也可以较快恢复中桩,提高工作效率^[2]。本文着重介绍边桩计算方法和施工放样方法。

1 直线段边桩计算方法

如图1所示,A为直线段任意支仪器点(此点尽量为路线上主要控制点),N为转点(或交点),P为直线上任意一点,E为P点对应的边桩,L为P到A的距

离,D为路的设计宽度(可以是各结构层、边沟、征地等任何宽度),则边桩E点的放样施工为:

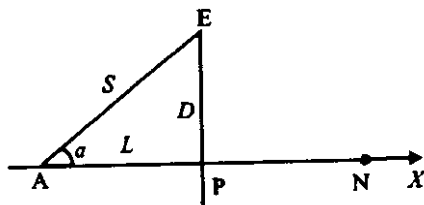


图1 直线段边桩坐标计算示意图

E在A支镜,后视N,拨转角 $\alpha = \arctan D/L$, (1)

测长度 $S = (L^2 + D^2)^{1/2}$. (2)

如果原设计有大地坐标,若A点坐标为 (X_1, Y_1) , N点坐标为 (X_2, Y_2) , P的坐标为 (X, Y) ,

则可算出E点的大地坐标 (X_E, Y_E) :

A-N方位角 $\alpha_{AN} = \arctan(Y_2 - Y_1)/(X_2 - X_1)$ (3)

E-P方位角 $\alpha_{EP} = \alpha_{AN} \pm 90^\circ$

(顺时针旋转为 $+90^\circ$, 逆时针旋转为 -90°); (4)

E的坐标为 $X_E = X + D \cos \alpha_{EP}$, $Y_E = Y + D \sin \alpha_{EP}$.

(5)

2 圆曲线边桩坐标计算

如图2所示, O 为直原点, N 为交点, 圆曲线半径为 R , P 为圆曲线上任意一点, P 到 O 点的曲线长为 L , D 为公路设计宽度(可以是路基、路面结构层边沟、征地等任何宽度), E 为 P 点对应的边桩。

如果原设计中无坐标系, 则可以建立如下简单坐标系:

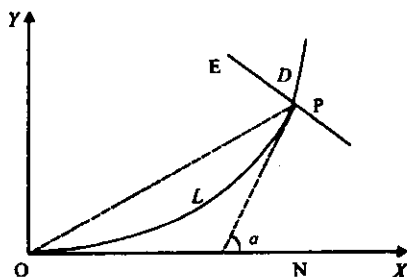


图2 圆曲线边桩坐标计算图示

以 O 为原点, $O-N$ 方向为 X 方向, $O-N$ 法线方向为 Y 方向, 则:

$$\alpha = L/R \cdot 180/\pi, \quad (6)$$

P 点坐标为:

$$X_P = R \sin \alpha, Y_P = R(1 - \cos 2\alpha); \quad (7)$$

E 点坐标为:

$$X_E = X_P + D \cos(\alpha \pm 90^\circ), Y_E = Y_P + D \sin(\alpha \pm 90^\circ) \quad (8)$$

(点 E 在曲线内侧取 $+90^\circ$, 外侧则取 -90°)

如果原设计已有大地坐标, 则无须建立新的坐标系, 若 O 坐标为 (X_1, Y_1) , N 坐标为 (X_2, Y_2) ,

$$O-N \text{ 的方位角 } \alpha_{ON} = \arctan(Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1); \quad (9)$$

$$O-P \text{ 方位角 } \alpha_{OP} = \alpha_{ON} \pm \alpha/2;$$

$$E-P \text{ 方位角 } \alpha_{EP} = \alpha_{ON} \pm \alpha/2 \pm 90^\circ \quad (10)$$

(逆时针旋转取 $+$, 顺时针旋转时取 $-$);

$$E \text{ 点坐标 } X_E = X_P + D \cos \alpha, Y_E = Y_P + D \sin \alpha. \quad (11)$$

3 缓和曲线边桩坐标计算

如图3所示, M 点为缓和曲线上的直缓点, N 为交点, T 为缓和曲线上的缓圆点, 曲线半径为 R ,

缓和曲线长 L_s , P 为缓和曲线上任意一点, P 到 M 曲线的长度为 L , E 为 P 点对应的边桩点, D 为公路设计宽度(可以是路基、路面结构层、边沟、征地等任意宽度)。

如果原设计中没有坐标系, 可建立如下新坐标:

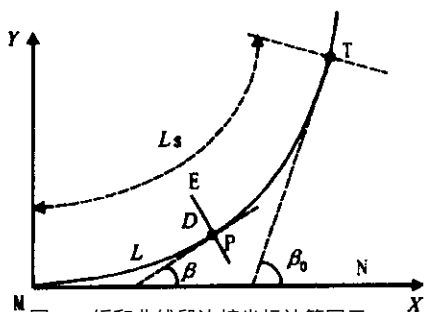


图3 缓和曲线边桩坐标计算图示

以 M 为原点, $M-N$ 为 X 方向, $M-N$ 法线方向为 Y 方向, 则 E 点坐标计算公式^[1]如下:

$$\beta_0 = L_s/2R \cdot 180/\pi, \beta = L/L_s \beta_0 \quad (12)$$

$$P \text{ 点坐标 } X_P = L - L^5/40L_s^2 R^2,$$

$$Y_P = L_s/6R L_s - L^7/336R^3 L_s^3. \quad (13)$$

$$E \text{ 点坐标 } X_E = X_P + D \cos(\beta \pm 90^\circ),$$

$$Y_E = Y_P + D \sin(\beta \pm 90^\circ). \quad (14)$$

(点 E 在曲线内侧取 $+90^\circ$, 外侧则取 -90°) 如果原设计中有大地坐标, 则无须建立新坐标, 若 M 坐标为 (X_1, Y_1) , N 坐标为 (X_2, Y_2) ,

$$M-N \text{ 的方向角 } \alpha_{MN} = \arctan(Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1); \quad (15)$$

$$M-P \text{ 的方位角 } \alpha_{MP} = \alpha_{MN} \pm \beta; \quad (16)$$

$$E-P \text{ 的方位角 } \alpha_{EP} = \alpha_{MN} \pm 90^\circ;$$

(逆时针旋转取 $-$, 顺时针旋转时取 $+$)

$$\text{则 } E \text{ 的坐标 } X_E = X_P + D \cos \alpha, Y_E = Y_P + D \sin \alpha. \quad (17)$$

4 带缓和曲线的圆曲线边桩计算

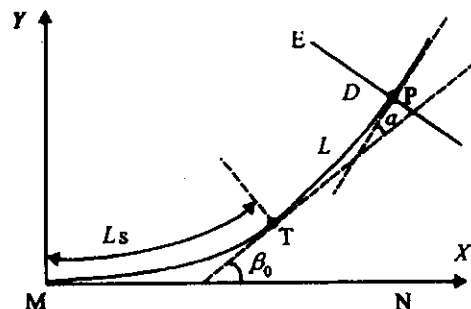


图4 带缓和曲线的圆曲线边桩计算图示

如图4所示, M 为直缓点, N 为交点, T 为缓和曲

线上的缓圆点 L_s 为缓和曲线长, L 为圆曲线上 P 点到 T 点的距离, P 为圆曲线上任意一点, E 为 P 点对应的边桩, D 为路设计宽度(可以为路基、路面各结构层、边沟、征地等任何宽度)。

如果原设计中没有坐标,则建立如下简单坐标系:

以 M 为原点, M-N 方向为 X 方向, M-N 法线方向为 Y 方向,则有 E 点的坐标计算公式^[3]。

$$\text{切线增长值 } q_1 = L_s/2 - L_s^3/240R^2; \quad (18)$$

$$\text{圆曲线内移值 } \Delta R = L_s^2/24R - L_s^4/2688R^3; \quad (19)$$

$$\beta_0 = L_s/2R \cdot 180/\pi, \alpha = L/R \cdot 180/\pi. \quad (20)$$

$$P \text{ 点坐标 } : X_P = R \sin(\alpha + \beta_0) + q, Y_P = R[1 - \cos(\alpha + \beta_0)] + q; \quad (21)$$

$$E \text{ 点坐标 } : X_E = X_P + D \cdot \cos(\alpha + \beta_0 \pm 90^\circ), Y_E = Y_P + D \cdot \sin(\alpha + \beta_0 \pm 90^\circ); \quad (22)$$

(E 在曲线内侧为 $+90^\circ$, 在曲线外侧为 -90°)。

如果原设计中有大地坐标,则无须建立新坐标,边桩计算方法与圆曲线计算相同,计算出 E 的方位角再计算坐标即可。

5 测量设计方法

5.1 偏角法

如用经纬仪放样,可用此法,且计算时必须建立本文中所画的坐标系。

假如 E_i, E_j 为曲线上任意相邻边桩点,则

$$S_{i-j} = [(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2]^{1/2}; \quad (23)$$

E_i 的偏角 $\sigma_i = \arctan Y_i/X_i$ 则测量设计方法^[3]:

(1) 在直原点(或直缓点)安置仪器,角度拨 0,并对准交点;

(2) 拨直原点(或直缓点)的边桩点,拨角度 90° ,并用钢尺量距离 $S=D$ (D 为设计宽度)并使该点落在镜头视线上;

(3) 拨直原点(或直缓点)点至第 1 个边桩的偏角 $\alpha = \arctan Y_1/X_1$,并自上一个边桩点 E_{i-1} 量至 E_i 点距离 S_i ,并使点落在经纬仪物镜视线上。

(4) 重复(3)直到放完所有内侧边桩;

(5) 重复(2)(3)(4)步骤,放出所有外侧边桩。

5.2 极坐标法

由于全站仪的广泛使用,该法相比之下精度高、速度快,可使用自建坐标法计算边桩坐标,也可使用大地坐标,其测量设计方法如下^[3]:

(1) 计算出各边桩相对于基准点的角度 θ_i 和距离

L_i 。

(2) 先对好基准点方位角,拨角度 θ_i ,并指挥棱镜前后左右移动,使得距离与计算值相等点并落在镜头视线上。

(3) 重复(2)步,放出所有点。

6 算例

6.1 直线段边桩坐标(有大地坐标系)

某公路直线段 k60+840 坐标为(58240.463, 151163.485),直圆点 k61+530.79 的坐标为(57833.658, 151592.017),k60+860 坐标为(58254.232, 151977.991),计算 k60+860 边桩坐标(如图 5)宽度为 14.5m。

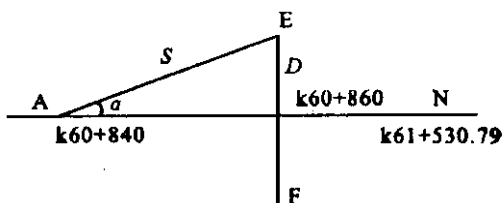


图 5 直线段边桩坐标计算示意图

如在 k60+940 支仪器,则后视 k61+530.79

拨转角 $\alpha = \arctan D/L = \arctan 14.5/20 = 35^\circ 56' 32''$

(24)

长度 $S = (L^2 + D^2)^{1/2} = 24.703\text{m}$,该长度用钢尺量(用测距仪全站仪量距)并使点落在镜头视线上,则放出 E、F 边桩点。

如以坐标基准点控制,则边桩坐标为:

该直线方位角 $\alpha_{AN} = \arctan(Y_2 - Y_1)/(X_2 - X_1) = 133^\circ 30' 35''$,

(25)

P 的坐标为 $X = 8254.232, Y_3 = 151977.991$ (26)

E 点坐标 $X_E = X + D \cos(\alpha_{AN} - 90^\circ) = 58264.676$,

$Y_E = Y + D \sin(\alpha_{AN} - 90^\circ) = 151987.934$; (27)

F 点坐标 $X_F = X + D \cos(\alpha_{AN} + 90^\circ) = 58243.716$,

$Y_F = Y + D \sin(\alpha_{AN} + 90^\circ) = 151968.008$; (28)

6.2 圆曲线边桩点计算

某公路直圆点 k61+530.79 坐标为(57833.658, 151592.017),圆曲线上一点 k61+700 的坐标为(57718.458, 151715.816),圆曲线半径为 $R = 8500\text{m}$,坐标为大地坐标,无须再假设坐标系,见图 6:

k61+530.79 点所在直线方位角为:

$\alpha_{ON} = \arctan(Y_2 - Y_1)/(X_2 - X_1) = 133^\circ 30' 35''$;

(29)

$$\alpha = L/R \cdot 180/\pi = 169.21/2 \cdot 8500 \cdot 180/\pi = 0^\circ 34' 12'' ;$$

(30)

则 E 与 k61+700 的方位角为 : $\alpha_{EP} = \alpha_{ON} - \alpha - 90^\circ$

$$= 42^\circ 22' 11'' .$$

(31)

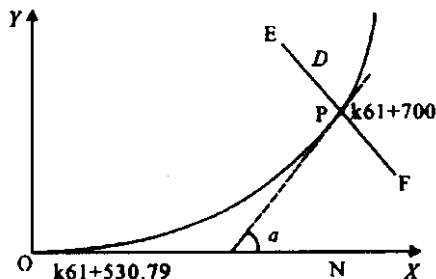


图6 圆曲线边桩坐标计算图示

k71+700 的坐标为 : $X = 57\ 718.458$, $Y = 151715.$

816.

则 E 的边桩为 :

$$X_E = X + D \cos \alpha_{EP} = 57\ 729.171 , Y_E = Y + D \sin \alpha_{EP} =$$

151 725.588.

(32)

同理 F-P 的方位角为 :



$$\alpha_{FP} = \alpha_{ON} - 2\alpha + 90^\circ = 222^\circ 22' 11'' \quad (33)$$

F 点坐标计算为 :

$$X_F = X + D \cos \alpha_{FP} = 57\ 707.745 , Y_F = Y + D \sin \alpha_{FP} = 115\ 170.604. \quad (34)$$

7 结束语

由于计算出了边桩点坐标并用仪器直接测出边桩位置,该方法比人工直接从中桩量距所得边桩点位置精确,进而大大减少了测量中人为引起的误差,保证了技术指标的合格率,保证了公路、桥梁工程的线形。边桩计算也可以编出程序使用微机。该方法在高速公路施工中得到应用,取得了较好效果,各项技术指标合格率得到了保证,减少测量人员劳动量,工作效率大大提高,因此该方法可以在公路工程中使用。

参考文献 :

- [1] 王真.公路工程施工要点与通病处理大全[M].北京:兵器工业出版社,2001.
- [2] 王江帅.高速公路建设实践与认识[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 交通部第一公路工程局.公路施工手册:桥涵[Z].北京:人民交通出版社,1993.

The Side Stake Control Measure Method in the Highway Construction

CUI Jun - ying

(The Highway Management Bureau of Haimen City, Haimen, China 226100)

Key words : In the construction of the highway project, the highway line is generally controlled by the middle stakes and the width of highway is measured with a steel ruler from the middle stakes to both sides. Because the line is controlled by persons, errors are easily produced in the vertical direction, causing errors of the highway line and width. The middle stakes are destroyed by equipment during the construction, causing repeated measures and increasing work amount. So it is necessary to adopt the side stake control method and calculation formula and lofting method. The practical uses prove that using such methods have the advantages of fast measure with high accuracy and improvement of work efficiency. They are suitable for measure in the construction of high-class highways.

Key words : Highway line ; Side Stakes ; Datum point ; Measure ; Coordinate