

定测中线遇障碍时的测量方法^①

吴祖海

(长沙铁道学院土木工程系, 长沙 410075)

摘 要 当定测中线遇到障碍时, 在中线某一侧设置加桩, 即可有效地避开障碍物而完成纵横断面的测量工作, 该文给出了计算加桩点所在横断面的里程、加桩点距中线的平距及横断面方向的公式。

关键词 缓和曲线 里程 横断面

随着测量仪器的不断更新, 中线测量工作的手段和方法也有很大的改进, 使用测距仪采用极坐标法放线已逐渐取代了传统的拨角量距法, 它除了误差不积累、精度高、速度快等优点外, 还能使一些困难复杂地段的中线测设和纵横断面测量工作变得简单容易。笔者在外业勘测实践中, 使用 Leica TC1100站仪所做实际测量的结果表明, 三角高程完全可达四等水准精度指标。这样, 在测导线时就省去了用水准测基平这一工序。尤其在横断面测量工作中, 与传统的杆皮尺方法比较, 不但大大减轻了劳动强度, 而且使困难复杂地段的测量工作变得容易。

所谓困难复杂地段指的是中线不能到达(如池塘)或中线难以到达(如灌木丛阻挡视线)的情况。若视线受阻, 传统方法往往要砍伐树木, 而砍伐工作不仅劳动强度大, 而且牵涉到赔偿等问题, 颇多麻烦, 影响速度。现代测距仪一般只要求反光镜能返回1%的信号即可工作, 这意味着树木枝叶间只要有少量空隙, 就可进行测量, 从而省去了砍伐工作之麻烦。

1 公式推导

如图1所示, 在一片经济林处放中线有困难, 此时在中线某一侧设置一加桩*i*, 在导线

点*B*站上观测 β 、 D 和 h_{Bi} 后, 加桩点*i*的三维坐标(X_i , Y_i , H_i)均可求得, 余下要解决的问题是: 加桩点距中线的平距、*i*所在横断面的里程及横断面的方向。下面按横断面位于直线段、缓和曲线段和圆曲线段三种情况分别进行讨论。

图1 放中线遇困难的测量方法示意图

1.1 直线段

如图2所示, 设 J_1 的里程为 K_1 (已知), 加桩点*i*所在横断面的里程为 K_i , *i*点至中线的平距为 d , 后视导线点*B*后横断面的方向为 β , 因 J_1 、 J_2 及*B*、*i*点的坐标均为已知, 可求得如下数据: 直线 J_1J_2 的方位角 α_{1-2} , J_1 至*i*点的平距 D_{1i} 及方位角 α_{1-i} , *i*点至后视导线点的方位角 α_{i-B} , 则有:

$$d = D_{1i} \times \sin(\alpha_{1-i} - \alpha_{1-2}) \quad (1)$$

($d > 0$ 表示*i*点位于线路右侧, $d < 0$ 则位于左侧)

$$K_i = K_1 + D_{1i} \times \cos(\alpha_{1-i} - \alpha_{1-2}) \quad (2)$$

① 收稿日期: 1995- 10- 05; 修回日期: 1996- 02- 05 吴祖海, 男, 40岁, 副教授(硕士)

$$\beta = (\alpha_{i-2} \pm 90^\circ) - \alpha_{-B} \quad (3)$$

式(3)中当 $d > 0$ 时括号内取 $-$, 反之则取 $+$; $\beta < 0$ 则为 $+ 360$ 。

图2 横断面位于直线段示意图

1.2 缓和曲线段(以左偏曲线头为例)

为简便计,下面将在曲线坐标系中讨论。如图3所示,首先可按直线段的方法计算横断面的方向 β' , 这里仅讨论其修正值 $\Delta\beta$ 。由文献[1]可知缓和曲线的参数方程为

$$\left. \begin{aligned} x &= l - \frac{l^5}{40R^2l_0^2} \\ y &= \frac{l^3}{6Rl_0} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

图3 横断面位于缓和曲线段示意图

缓和曲线的切线角为

$$\Delta\beta = \frac{l^2}{2Rl_0} \quad (5)$$

因横断面的方向与切线垂直,故有:

$$\frac{y - y_i}{x - x_i} = -\frac{\partial x / \partial l}{\partial y / \partial l} \quad (6)$$

由式(4)可得:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial l} &= 1 - \frac{5l^4}{40R^2l_0^2} \\ \frac{\partial y}{\partial l} &= \frac{l^2}{2Rl_0} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

将(7)式代入(6)式整理后可得:

$$l = \left(\frac{x_i}{2} \Delta\beta^2 - y_i \Delta\beta - x_i \right) /$$

$$\left(\frac{4}{15} \Delta\beta^2 - \frac{1}{20} \Delta\beta^4 - 1 \right) \quad (8)$$

上式中 $\Delta\beta$ 的四次方项省略后不影响计算精度,故式(8)又可改写为

$$l = \frac{15}{4\Delta\beta^2 - 15} \left(\frac{x_i}{2} \Delta\beta^2 - y_i \Delta\beta - x_i \right) \quad (9)$$

式(9)需用迭代法求解, $\Delta\beta$ 的近似值取 $\Delta\beta = x_i^2 / (2Rl_0)$, 因加桩点 i 距中线不可能很远,故这样的近似值能使迭代很快收敛,一般迭代2~3次即可精确至毫米。

算例: $l_0 = 80\text{m}$, $R = 700\text{m}$, $x_i = 56.886\text{m}$, $y_i = -19.460\text{m}$ 。按(9)式迭代二次即得: $l = 56.324\text{m}$, $\Delta\beta = 1^\circ 37' 22''$ 。求得 l 后代入式(4)可求得 K_i 点的坐标 (x, y) , 则:

$$d = \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (10)$$

$$K_i = K_{ZH} + l \quad (11)$$

$$\beta = \beta' \pm \Delta\beta \quad (12)$$

式(11)中 K_{ZH} 为 ZH 点里程, 式(12)中 β' 是按直线段计算的值, i 点位于曲线外侧时 $\Delta\beta$ 前取 $-$, 反之取 $+$ 。

(3) 圆曲线段

如图4所示,在曲线坐标系中圆心 O 的坐标为:

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= \frac{l_0}{2} - \frac{l_0^3}{240R^2} \\ y_0 &= R + \frac{l_0^2}{24R} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

HY 点的坐标为:

$$\left. \begin{aligned} x_{HY} &= l_0 - \frac{l_0^3}{40R^2} \\ y_{HY} &= \frac{l_0^2}{6R} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

将该两点的曲线坐标转换到控制坐标系中的坐标设为 (X_0, Y_0) 和 (X_{HY}, Y_{HY}) (过程略), 又设加桩 i 点及后视导线点 B 的控制坐标为 (X_i, Y_i) 、 (X_B, Y_B) , 则可计算:

$$d = \sqrt{(X_0 - X_i)^2 + (Y_0 - Y_i)^2} - R \quad (15)$$

($d > 0$ 表示加桩在曲线外侧, $d < 0$ 在内侧)

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \alpha_{-HY} - \alpha_{-i} (\theta < 0 \text{ 则} + 360) \\ K_i &= K_{ZH} + l_0 + \theta R \end{aligned} \right\} \quad (16)$$

式中 θ 以弧度为单位

$$\left. \begin{aligned} \beta &= \alpha_{-0} - \alpha_{-B} (d > 0) \\ \beta &= \alpha_{-0} - \alpha_{-B} + 180 (d < 0) \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

式中 $\beta < 0$ 则 $+ 360$, $\beta > 360$ 则 $- 360$

机上编制了程序, 并在外业勘测中实践。外业中只需携带 PC-1500 主机, 输入加桩点的观测数据 D 、 B 和 h_{Bi} 后即可显示出文中的 d 、 K_i 、 β 和 i 点的高程 H_i ; 测横断面时, 使用对中杆或花杆配反光镜头, 操作简便, 快速, 大大减轻了外业劳动强度。除此之外, 这种方法的另一个重要用途是现场调整方案。用作纸上定线的地形图因误差或新增地物等原因, 经常会使现场放线时不得不作部分方案调整, 采用本文的方法, 只需将那些处于路基边缘的控制地物当作加桩测量, 即可计算出地物点距中线的平距, 从而准确、快速地判断是否需改移方案中的线路位置。既无须等放完中线后去判断, 也不必在图上展点后去判断, 这在一阶段勘测设计中很有实用价值。

图4 横断面位于圆曲线段示意图

2 结束语

本文所提出的方法, 笔者已在 PC-1500

参考文献

- 1 朱成磷. 铁道工程测量学(下册). 北京: 铁道出版社. 1989年.

A METHOD TO SURVEY THE CENTER-LINE EXISTING OBSTACLES

Wu Zuhai

*Department of Civil Engineering,
Rail-way Institute of Changsha, Changsha 410075*

ABSTRACT When obstacles exist in the direction of the center-line, the longitudinal profile and cross-section survey can be made by setting up an additional peg on one side of the center line to avoid the obstacles. This paper gave out the corresponding equations for calculating the mileage of the cross-section in which the peg lies, the horizontal distance between the additional peg point and the center-line, and the direction of the cross-section.

Key words easement curve mileage cross-section

(编辑 吴家泉)