

# 公路、铁路施工测量的实用计算器程序

孙孝军

(陕西铁路工程职业技术学院, 陕西 渭南 714000)

## The Practical Calculator Program of Road and Railway Construction Survey

SUN Xiao-jun

**摘要:**介绍 CASIO fx-4500P 型编程计算器配合测距仪或非智能型全站仪以极坐标法进行公路、铁路曲线线路、桥梁、隧道工程施工测设的计算程序及其使用方法。本计算程序具有操作简便、计算快捷、功能全、应用广,极大地减轻测量工作者内业计算工作量,提高测量工作效率等特点。

**关键词:**曲线;线路;桥梁;隧道;施工测量;计算程序

### 一、概述

随着科技进步和经济发展,测量的仪器和方法在不断地改进。目前,光电仪器已较普遍地应用于各项工程建设测量。在应用测距仪、全站仪进行公路、铁路工程的曲线线路、桥梁、隧道施工测设时,必须利用坐标变换,将整个曲线的三个部分统一到同一个坐标系中。将测距仪、全站仪设置于线路外的导线点上,采用极坐标法进行曲线线路测设、曲线桥梁墩台中心测设及曲线隧道中线测设。但是,一般的测距仪和全站仪不具有道路数据计算功能。为了能够快速而准确地为测距仪或全站仪提供极坐标测设数据,提高测量工作效率,应采用可编程序型的计算器计算。本文介绍应用 CASIO fx-4500P 程序型计算器的计算程序,供同行们在测量工作中参考。

### 二、计算程序

F1 L1 (输入已知数据)

(F1——文件编号; L1——程序块号。文件命名为: XQS CS JS(线桥隧 测设 计算))

$R''B J = ''$ ;  $L''H 1 = ''$ ;  $H''H 2 = ''$ ;  $J''Z X J = ''$ ;  
 $N''J D Z B$ ;  $N(X) = ''$ ;  $E''J D Z B$ ;  $E(Y) = ''$ ;  $F''Q X$   
 $F W J = ''$ ;  $Z''Z H(H Z)$ ;  $L C = ''$ ;  $X''C Z Z B$ ;  $N(X)$   
 $= ''$ ;  $Y''C Z Z B$ ;  $E(Y) = ''$ ;  $K''Z X$ ;  $Z = -1$ ;  $Y = 1''$

F1 L2 (计算曲线要素)

$P = L^2/24 R - Lx^3/2688 R x^3$ ;  $M = L/2$   
 $- Lx^3/240 R^2$ ;  $T''QX1'' = (R + P) \tan(J/2) +$   
 $M - (P - H^2/24 R + Hx^4/2688 R x^3)/\sin J$   
 $\Delta Q''Q X 2'' = (R + P) \tan(J/2) + H/2 - Hx^3$

$3/240 R^2 + (P - H^2/24 R + Hx^4/2688 R x^3)/\tan J \Delta G = \pi J R/180 + (L - H)/2$

F1 L3 (ZH-HY 段或 HZ-YH 段的测设点的坐标计算)

$S''QXZC'' = G + H \Delta Lb1 A$ ;  $\Delta C D$ ;  $C''C S D$   
 $L C = ''$ ;  $D''H X P J = ''$ ;  $I = 1$ ;  $U = Abs(C - Z)$ ;  $U \leq$   
 $L = > A = U - Ux^5/40 R^2 L^2 + Ux^9/34$   
 $56 R x^4 L x^4$ ;  $B = Ux^3/6 R L - Ux^7/336$   
 $R x^3 L x^3$ ;  $O = 90 U/2\pi R L$

F1 L4 (HY-YH 段或 YH-HY 段的测设点的坐标计算)

$\neq > U \leq G = > O = 90(2U - L)/\pi R$ ;  $A = R$   
 $\sin O + M$ ;  $B = R + P - R \cos O$

F1 L5 (YH-HZ 段或 HY-ZH 段的测设点的坐标计算)

$\neq > I = -I$ ;  $U = S - U$ ;  $A = U - Ux^5/40$   
 $R^2 H^2 + Ux^9/3456 R x^4 H x^4$ ;  $B = Ux^3/$   
 $6 R H - Ux^7/336 R x^3 H x^3$ ;  $O = 90 U/2\pi R$   
 $H$

F1 L6 (测设点的切线的坐标方位角计算)

$\Delta \Delta U = F + K J/2 - K I J/2$ ;  $O = U + K I$   
 $O$ ;  $O < 0 = > O''Q X F W J'' = O + 360 \Delta \neq > O \geq$   
 $360 = > O''Q X F W J'' = O - 360 \Delta \neq > O''Q X F$   
 $W J'' = O \Delta \Delta \Delta$

F1 L7 (测设点在统一坐标系的坐标转换计算)

$V''C S D$ ;  $N(X)'' = N + I(A - (T + Q + I T$   
 $- I Q)/2) \cos U - K B \sin U - D \sin O \Delta W''C$   
 $S D$ ;  $E(Y)'' = E + I(A - (T + Q + I T - I Q)/2)$

$\sin U + K B \cos U + D \cos O \blacktriangle$

F1 L8 (测站点至测设点的测设极坐标计算)

Pol( V - X, W - Y: W ≥ 0 = > W" C S F W J" = W  $\blacktriangle$  ≠ > W" C S F W J" = W + 360  $\blacktriangle$  △ V" C S P J" = V  $\blacktriangle$  Goto A

### 三、程序说明

#### 1. 输入已知量

R——圆曲线半径,显示"B J = ?"提示。

L——第一缓和曲线的长度,显示"H 1 = ?"提示。

H——第二缓和曲线的长度,显示"H 2 = ?"提示。

J——曲线转向角,显示"Z X J = ?"提示(左、右转向角均输入正数)。

N——JD 点的纵坐标 N(X),显示"JDZB: N(X) = ?"提示。

E——JD 点的横坐标 E(Y),显示"JDZB: E(Y) = ?"提示。

F——ZH-JD (HZ-JD)切线的坐标方位角,显示"Q X F W J = ?"提示。

Z——ZH(HZ)点的线路里程,显示"ZH(HZ): L C = ?"提示。

X——测站点的纵坐标 N(X),显示"C Z Z B: N(X) = ?"提示。

Y——测站点的横坐标 E(Y),显示"C Z Z B: E(Y) = ?"提示。

K——曲线左(Z)、右(Y)转向的计算系数,显示"Z X: Z = - 1; Y = 1"提示。

C——曲线上测设点的里程,显示"C S D L C = ?"提示。

D——沿线路的法线方向偏离线路中线点的横向偏距,显示"H X P J = ?"提示(左边偏距为负、中线偏距为零、右边偏距为正)。

#### 2. 计算待求量

T——第一切线长,显示"Q X 1 = ?"提示。

H——第二切线长,显示"Q X 2 = ?"提示。

S——曲线总长,显示"Q X Z C = ?"提示。

O——测设点的切线的坐标方位角,显示"Q X F W J = ?"提示。

I——测设点的纵坐标 N(X),显示"C S D: N(X) = ?"提示。

J——测设点的横坐标 E(Y),显示"C S D: E(Y) = ?"提示。

W——测站点至测设点的坐标方位角,显示"C S F W J = ?"提示。

V——测站点至测设点的平距,显示"C S P J = ?"提示。

#### 3. 说明及注意事项

1. 该计算程序既可用于两端加等长缓和曲线的曲线,也可用于两端加不等长缓和曲线的曲线。若为等长缓和曲线的曲线,则缓和曲线长度 L, H 输入相等数值;若为不等长缓和曲线的曲线,则缓和曲线长度 L, H 输入不相等数值。当曲线为不等长的缓和曲线时,若已知 ZH 点里程和 ZH-JD 切线的坐标方位角,则靠近 ZH 点一端的缓和曲线和切线称为第一缓和曲线和第一切线,靠近 HZ 点一端的缓和曲线和切线称为第二缓和曲线和第二切线;若已知 HZ 点里程和 HZ-JD 切线的坐标方位角,则靠近 HZ 点一端的缓和曲线和切线称为第一缓和曲线和第一切线,靠近 ZH 点一端的缓和曲线和切线称为第二缓和曲线和第二切线。若曲线两端不加设缓和曲线而仅为圆曲线时,第一缓和曲线长度和第二缓和曲线长度均输入一个很小的数,例如"0.000 01",而绝不能输入数据"0"。

2. 若采用统一的平面坐标系时,则计算前需要确定 JD 点的设计坐标及 ZH-JD (HZ-JD)切线的坐标方位角。当采用独立的平面坐标系时,若 ZH-JD (HZ-JD)切线作为独立坐标系的 X 轴且 ZH (HZ)点作为坐标系的原点时,则 ZH-JD (HZ-JD)切线的坐标方位角以"0"输入,JD 点的坐标为 X = T (切线长),Y = 0;否则输入 JD 点在所选定的独立坐标系中的坐标及 ZH-JD (HZ-JD)切线的相应的坐标方位角。

3. 本程序对左、右转向的曲线均可适用,计算时可用左(Z)、右(Y)转向曲线的计算系数 K 予以区别。左右转向系数 K 的值按"Z X: Z = - 1; Y = 1"的提示要求来输入,即左转向曲线时输入"-1",右转向曲线时输入"1"。曲线的左右转向按照如下来判定:当输入 ZH 点的里程和 ZH-JD 切线的坐标方位角时,面向线路里程增加的方向确定曲线的左右转向;当输入 HZ 点的里程和 HZ-JD 切线的坐标方位角时,面向线路里程减少的方向确定曲线的左、右转向。而不是按线路设计资料中对曲线左、右转向的确定方法,特别提请注意。

4. 若输入 ZH 点的里程,则测设点的切线的坐标方位角 O 是由测设点向 HZ 点一方的切线的坐标方位角;若输入 HZ 点的里程,则测设点的切线的坐标方位角 O 是由测设点向 ZH 点一方的切线的坐标

方位角。 $0 \pm 180^\circ$ 即为反方向的切线的坐标方位角。 $0 \pm 90^\circ$ 即为线路横向的坐标方位角。

5. 本程序既可用于曲线中线点的测设计算,又可用于沿线路的法线方向的左、右横向偏距点(偏离线路中心)的测设计算。关于线路横向偏距“D”值的输入,线路中线右侧的横向偏距输入“正”数;线路中线左侧的横向偏距输入“负”数;线路中心点的横向偏距输入“0”。简称:“左负”、“右正”、“中零”。按程序说明(3)条来确定线路的左、右边。

6. 将本程序输入计算器时,凡遇到“ $= >$ ”、“ $\neq >$ ”两种符号,应将其每一个按整体符号输入。该两个符号分别用计算器键盘上第三行左边数第一、第二个键来输入。另外,因为在程序中使用了数字“0”和英文字母“O”,所以向计算器输入程序时,请特别注意数字“0”和英文字母“O”的区别,以防错误。

7. CASIO fx-4500P 型计算器与 CASIO fx-4800P 型计算器的主要区别在于程序的字符数容量大,其编程的方法和语法要求完全一致。只需要将上述程序中的英文字母“V”,“W”与“l”,“J”互换即可。另外,CASIO fx-4500P 型计算器有一个程序行最多仅能输入 127 个字符的限制,而 CASIO fx-4800P 型计算器没有一个程序行输入字符数多少的限制。仅将本程序稍稍地改变一点,就可适用于 CASIO fx-4800P 型计算器。

8. 在首次应用本程序于实际测量工作计算时,应将本程序中的字符一一正确地输入到计算器中,然后进行实际算例的验算,以检验程序输入的正确性。若算例的计算结果不正确或者屏幕显示程序语法错误类型时,则说明程序输入不正确,应调出程序及时更正。特别强调:只有经过实际算例的验证,保证输入计算器里的计算程序是绝对与本文中的计算程序完全一致,才能用于实际测量工作的计算。千万千万不能马虎大意,否则,将造成重大的测量错误。

#### 4. 本程序在实际测量中的应用方面

1. 本程序可以计算曲线线路中心点的坐标,也可以计算线路中线左、右两侧的法向偏距点的坐标,可用于曲线线路中桩和边桩的放样计算。

2. 利用本程序计算线路中线左、右两侧的法向偏距点的坐标之功能,可以计算曲线桥梁墩、台的左右两跨桥梁工作线交点的坐标,可用于墩台中心定位放样计算(曲线桥梁墩中心点偏于相应线路中心点的曲线外侧)。

3. 利用本程序计算曲线线路中心点的切线的

坐标方位角之功能,可用于墩、台截面纵、横十字轴线定位放样计算。

4. 利用本程序计算线路中线左、右两侧的法向偏距点的坐标之功能,可以计算曲线隧道中线点坐标,可用于曲线隧道中线放样计算(曲线隧道中线点偏于曲线线路中线点的曲线内侧)。

5. 本程序可以计算曲线线路中心点的切线坐标方位角,也可以计算任一线路中心点为测站到前、后任一中线上测设点的弦线坐标方位角,该两坐标方位角之差即为测站到测设点的偏角,可用于普通经纬仪传统的偏角法测设曲线的偏角计算。

6. 利用本程序计算测站点至测设点的坐标方位角之功能,可用于普通经纬仪传统的方向交会法交会墩台中心点的交会方向的坐标方位角计算。

7. 利用本程序可以进行曲线桥梁布置资料的复核计算,即桥梁工作线的偏角(相邻两跨梁工作线的转向角)和桥梁工作线的交点距(相邻两墩中心点的距离)的复核计算。

本计算器体积小、重量轻,特别适合于测量工作者外业计算使用。不必提前进行内业计算,可随着外业工作的进行实时地边算边测,融内外业于一体。总之,本程序具有多方面的应用功能,可根据仪器状况、测量对象及工作需要而灵活应用,充分发挥其作用,提高测量工作效率。

#### 四、计算举例

计算西安至南京铁路渭南游河铁路特大桥曲线各墩台的中心坐标、纵横轴线的坐标方位角及测设各墩中心点的极坐标。

1. 已知设计资料。圆曲线半径: $R = 800$ ,缓和曲线长: $l_0 = 150$ ,曲线转向角: $\alpha_{\text{右}} = 76^\circ 43' 11.30''$ 。曲线主点里程: $ZH - DK27 + 478.30$ ,  $HY - DK27 + 628.30$ ,  $YH - DK28 + 549.511$ ,  $HZ - DK28 + 699.511$

说明:20# ~ 24# 墩位于缓和曲线,25# 墩 ~ 南阳台位于圆曲线。21# ~ 32# 墩均设置 0.5 m 曲线外侧的预偏心距。

2. 建立平面控制坐标系。建立独立坐标系,若以里程  $DK27 + 000.000$  的中线点为独立坐标系的原点,以  $ZH-JD$  的切线为独立坐标系的 X 轴正方向,则  $ZH$  点的坐标为: $X = 478.300$ ,  $Y = 0$ ;  $ZH-JD$  的切线的坐标方位角  $F = 0^\circ 00' 00.00''$ 。

3. 程序计算操作步骤(假设均以  $JD$  点为测站点,其坐标为: $X = 1187.367$ ,  $Y = 0.000$ 。

打开计算器的电源开关,调出文件名为“XQS

CS JS”(线桥隧测设计算)的文件按 EXE 键启动该程序,后边按以下步骤操作:

1. 输入圆曲线的半径,显示:  $B J = ? 800$ ;
2. 输入第一缓和曲线的长度,显示:  $H 1 = ? 150$ ;
3. 输入第二缓和曲线的长度,显示:  $H 2 = ? 150$ ;
4. 输入曲线的转向角,显示:  $Z X J = ? 76^{\circ}43'11.30''$ ;
5. 输入 JD 点的  $N(X)$  坐标,显示:  $JD: N(X) = ? 1\ 187.367$ ;
6. 输入 JD 点的  $E(Y)$  坐标,显示:  $JD: E(Y) = ? 0.000$ ;
7. 输入切线的坐标方位角,显示:  $Q X F W J = ? 0^{\circ}00'00.00''$ ;
8. 输入 ZH 点里程,显示:  $ZH(HZ): L C = ? 27\ 478.300$ ;
9. 输入测站点的  $N(X)$  坐标,显示:  $C Z: N(X) = ? 1\ 187.367$ ;
10. 输入测站点的  $E(Y)$  坐标,显示:  $C Z: E(Y) = ? 0.000$ ;
11. 输入左、右转向曲线的计算系数  $K$ ,显示:  $ZX: Z = -1; Y = 1$ ;
12. 计算第一切线长,显示:  $Q X 1 = 709.067$ ;
13. 计算第二切线长,显示:  $Q X 2 = 709.067$ ;

14. 计算曲线总长,显示:  $Q X Z C = 1\ 221.210$ ;
15. 输入测设点的里程,显示:  $C S D L C = ? 27\ 660.68(25^{\#} \text{墩里程 } DK27 + 660.68)$ ;
16. 输入线路横向偏距,显示:  $H X P J = ? -0.58(\text{预偏心 } 50 \text{ cm} + \text{偏距 } 8 \text{ cm})$ ;
17. 计算曲线中线点的切线的坐标方位角,显示:  $Q X F W J = 7^{\circ}41'25.89''$ ;
18. 计算测设  $25^{\#}$  墩中心点的  $N(X)$  坐标,显示:  $C S D: N(X) = 660.414$ ;
19. 计算测设  $25^{\#}$  墩中心点的  $E(Y)$  坐标,显示:  $C S D: E(Y) = 7.793$ ;
20. 计算测站至  $25^{\#}$  墩中心点的坐标方位角,显示:  $C S F W J = 179^{\circ}09'09.89''$ ;
21. 计算测站至  $25^{\#}$  墩中心点的平距,显示:  $C S P J = 527.011$ 。

若不关闭计算器电源,继续计算下一个测设点,则只需输入该测设点的里程和横向偏距,重复 15 ~ 21 步的操作即可。若关闭了计算器的电源,再次开机计算时,则需要重新启动程序,从头一步一步地按键操作。对于不需改变的数据,可用 EXE 键确认,只需要输入新的测设点的线路里程和横向偏距。当仪器迁移到下一个测站点,开始计算时,则需要输入相应测站点的  $X, Y$  坐标。

#### 参考文献(略)

(上接第 25 页)

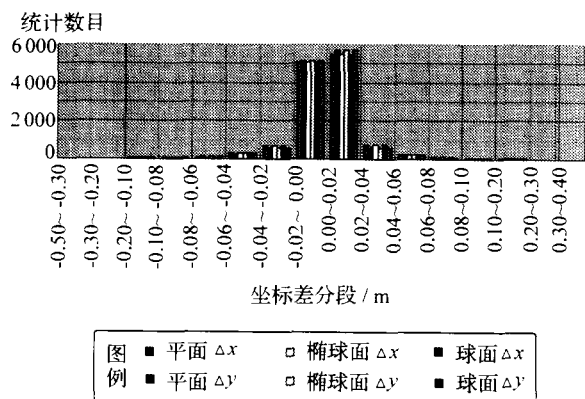


图 10 各乡镇平差后与综合前顶点坐标比较图

#### 参考文献:

- [1] PERKAL J. An Attempt at Objective Generalization. In Michigan Inter-University Community of Mathematical Geographers, Discussion Paper 10, University of Michigan[Z]. [s.l.]: [s.n.], 1996.
- [2] TOBLER W R. Numerical Map Generalization. In Michigan Inter-University Community Mathematical Geographers, Discussion Paper 8, University of Michigan. [Z]. [s.l.]: [s.n.], 1996.
- [3] 刘大杰,史文中,童小华,等. GIS 空间数据精度分析与质量控制[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,1999.
- [4] 童小华,刘大杰,等. GIS 数字化数据的平差模型及软件实现[J]. 同济大学学报,1998, (6).
- [5] 雷伟刚. 空间数据线要素综合的不确定性与数据处理[D]. 上海:同济大学,2004.