

全站仪在施工测量中进行坐标放样的精度分析

王 波, 孟 雷, 刘玉泉

(汤原县水务局, 黑龙江 汤原 154700)

摘 要:分析了各种精度的电子全站仪在施工测量中进行坐标放样的精度, 为经济合理地选用仪器提供参考。

关键词:全站仪; 施工测量; 坐标放样; 精度分析

中图分类号: TB22

文献标识码: A

The coordinate sample enlarging precision analysis of the whole survey station instrument in construction survey

WANG Bo, MENG Lei, LIU Yu-quan

(Tangyuan County Water Conservancy Bureau of Heilongjiang Prov., Tangyuan 154700, China)

Abstract: This paper analyzes the coordinate sample enlarging precisions of electronic whole survey station instrument has different kind of precision in construction survey. And it also supply a preference to economically and feasibly select instrument.

Key words: whole survey station instrument; construction survey; coordinate sample enlarging; precision analysis

电子全站仪是集测距、测角、测高程及数据自动化处理于一体的智能化仪器。近年来高等级路桥的各种平面曲线; 高层建筑物各轴线点及大中型水利枢纽工程水工建筑物各种平面点位的放样都以坐标形式给出, 而电子全站仪在解决空间三维坐标功能上, 更显示速度快、精度高, 省功时等强大威力, 因而电子全站仪在高精度施工测量中得到广泛应用。本文通过在施工测量中, 对目前各种精度的电子全站仪进行了坐标放样的精度分析, 以便经济合理地选用仪器。

1 全站仪三维坐标基本公式

今假设通过全站仪测得 D' 、 V 、 β , 则空间某点的三维坐标计算公式^[1]

$$\left. \begin{aligned} X_P &= X_A + D' \sin V \cos \alpha \\ Y_P &= Y_A + D' \sin V \sin \alpha \\ H_P &= H_A + D' \cos V + I - V \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中 X_P 、 Y_P 、 H_P 为待定点 P 的三维坐标; X_A 、 Y_A 、 H_A 为安置仪器点 A 的三维坐标; D' 为 A 、 P 两之斜距; α 为从测站点至待定点的方位角; I 为仪器高;

V 为棱镜高。

2 求待定点平面坐标的基本公式

本文不对高程精度进行分析, 仅对平面坐标放样进行精度分析, 为了简化公式令水平距离 $D = D' \sin V$ 。因为在电子全站仪中将斜距化为水平距离是仪器系统内自动归算的, 此项误差是由测距标称精度所决定的, 则公式简化为

$$\left. \begin{aligned} X_P &= X_A + D \cos \alpha \\ Y_P &= Y_A + D \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

在不考虑起始数据误差, 依误差传播定律得

$$\left. \begin{aligned} m_{X_P} &= m_D^2 \cos^2 \alpha + (-D \sin \frac{m_\alpha}{\rho})^2 \\ m_{Y_P} &= m_D^2 \sin^2 \alpha + (D \cos \frac{m_\alpha}{\rho})^2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

由图(1)可见 P 点的点位坐标中误差为

$$m_P^2 = m_{X_P}^2 + m_{Y_P}^2 \quad (4)$$

将式(3)代入式(4)式整理后得

$$m_P^2 = m_D^2 + (D \frac{m_\alpha}{\rho})^2$$

即

$$m_P = \pm \sqrt{m_D^2 + (D \frac{m_\alpha}{\rho})^2} \quad (5)$$

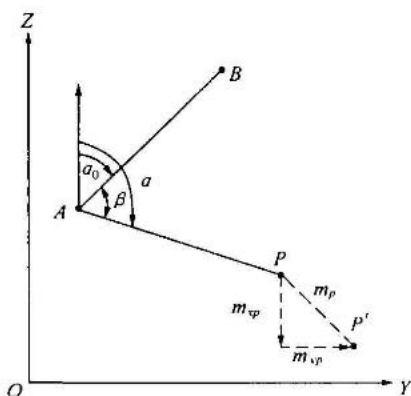


图1 点位误差示意图

3 电子全站仪坐标放样精度分析

目前内各种电子全站仪的测角精度有 $\pm 1''$ 、 $\pm 2''$ 、 $\pm 5''$ 、 $\pm 6''$,甚至有 $\pm 10''$;其测距精度分别为 $(2\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$; $(3\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$; $(3\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$; $(5\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$; $(5\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$ 等。现将上述精度的全站仪测设点位坐标的中误差按式(5)计算,列于表1。

表1 点位坐标中误差计算表

水平距离	$D=100\text{ m}$				$D=200\text{ m}$				$D=300\text{ m}$			
	$m_\alpha = \pm 2''; m_\alpha = \pm 4''; m_\alpha = \pm 10''$				$m_\alpha = \pm 2''; m_\alpha = \pm 4''; m_\alpha = \pm 10''$				$m_\alpha = \pm 2''; m_\alpha = \pm 4''; m_\alpha = \pm 10''$			
测距精度	m_D	m_P	m_P	m_P	m_D	m_P	m_P	m_P	m_D	m_P	m_P	m_P
	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm	/mm
$2 + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D$	2.2	2.4	2.9	5.3	2.4	3.1	4.6	9.9	2.6	3.9	6.4	14.8
$3 + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D$	3.2	3.3	3.7	5.8	3.4	3.9	5.2	10.2	3.6	4.6	6.8	15.0
$3 + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D$	3.3	3.4	3.8	5.9	3.6	4.1	5.3	10.3	3.9	4.9	7.0	15.1
$5 + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D$	5.3	5.4	5.6	7.2	5.6	5.9	6.8	11.2	5.9	6.6	8.3	15.7
$5 + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D$	5.5	5.6	5.8	7.3	6.0	6.3	7.1	11.4	6.5	7.1	8.7	15.9

目前,我国水利水电枢纽工程中,各种水工建筑物(坝、闸、厂房、船闸及泄水建筑物等)轮廓点位的中误差为 $\pm 20\text{ mm}$ 。从表1可以看出:选择测角精度为 $\pm 5''$ ($m_\alpha = \pm 10''$),测距精度为 $(5\text{ mm} + 5 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$ 的仪器即可。为使仪器使用更为经济合理,在选择仪器时,会使测设边长与设置角度精度相匹配,尽可能满足条件^[2]

$$\frac{m_P}{D} = \pm \frac{m_\beta}{\rho''} \quad (6)$$

参考文献:

- [1] 冯仲科. 全站仪特殊功能应用精度分析[J]. 工程勘察, 1995, (6).
- [2] 吴子安, 吴栋材. 水利工程测量[M]. 北京: 测绘出版社, 1993.

在计算之前需作以下说明:①一般施工放样以控制点测设细部点,绝大部分水平距在300 m以内,本表计算分别取100 m、200 m、300 m三段距离进行计算;②公式中 m_D 为该仪器的测距精度,如 $m_D = (2\text{ mm} + 2 \times 10^{-6}\text{ mm} \cdot D)$;③悉知,测角精度为 $\pm 2''$,则照准一个方向的中误差为

$$m_{\alpha} = \pm 2'' \sqrt{2}$$

故半测回的测角中误差

$$m_{\beta} = \pm m_{\alpha} \sqrt{2} = \pm 4''$$

又因 $\alpha + \alpha_\beta$,在不考虑起始方位角误差情况下 $m_\alpha = m_\beta$,在施工放样均为单镜位(正镜或倒镜)观测,故式(5)中 $m_\alpha = m_{\beta}$ 。这就是说测角精度为 $\pm 1''$ 的仪器其 $m_\alpha = \pm 2''$;测角精度为 $\pm 2''$ 的仪器 $m_\alpha = \pm 4''$; $\pm 5''$ 的仪器 $m_\alpha = \pm 10''$ 进行计算。

从表1的计算数据可以看出:当测角精度较高时,坐标值点位中误差主要取决于测距精度;同时边长愈短,精度愈高;当测角精度降低时,在点位中误差中测距精度所占的比重逐渐减少,其边长愈长,测角中误差影响愈大。

在施工测量中,点位坐标的放样常常从控制点开始,各测设点之间往往是独立的,不存在相互影响,不产生误差积累问题。因此放样点位的中误差,以满足规范的精度要求为度,盲目的追求使用高精度全站仪是不明智的。对施工放样而言,优化仪器配置,所需仪器精度可以适当降低,只有这样才能做到经济合理地选用仪器。