

GTS301 全站仪在黄河堤防工程地质勘测中的应用

吴国宏, 杨 伟, 郭德普, 刘雅萍

(黄河水利委员会勘测规划设计研究院, 河南 郑州 450003)

摘要:介绍 GTS301 全站仪在黄河堤防工程地质勘察中的应用, 通过 GTS301 全站仪测出无定向导线各点数据, 并进行方位角及各点坐标值的改正, 取得了满意的结果, 解决了控制点少, 控制点间不通视等实际问题。

关键词:无定向导线; 地质勘察; 黄河堤防; GTS301 全站仪

中图分类号:TV412

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0156-02

自 1998 年长江等地发生特大洪水以来, 国家加大了对大江大河的投资力度, 给黄河的治理带来了难得的机遇, 黄委会有关部门对黄河堤防工程进行了详细的工程地质勘察。由于近两年堤防工程的加高, 大部分测量控制点遭到了人为破坏, 给堤防工程地质勘察点的测量工作造成了很大困难。

测区位于黄河大堤右岸第一大队(桩号 195 + 200 ~ 261 + 200)内, 上自山东省东明县, 下至山东省鄄城县, 全长 66 km。该大队又分为三个小段 195 + 200 ~ 200 + 000, 227 + 500 ~ 228 + 000, 259 + 500 ~ 261 + 200。测区交通方便, 通视条件一般, 地质勘察点分布零散, 测区内控制点较少, 且不通视。

本次地质勘察点的定位测量采用 GTS301 全站仪, 它是日本拓普康公司生产的全站型测量仪器, 可进行角度测量、距离测量、坐标测量、三角高程测量, 还能进行大气校正, 也可进行一些特殊测量, 如追踪测量、远程高程测量(REM 测量)、省略测线测量(MLM 测量)等。仪器精度为: 测角精度 $\pm 2''$; 测距精度 $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ 。

1 无定向导线的布设

在测区内某段有已知控制点 $P1$ ($X = 44\,559.335$, $Y = 61\,473.735$, $H = 60.64$) 和 $P2$ ($X = 49\,705.443$, $Y = 63\,249.911$, $H = 58.94$), 两者相距 5.1 km, 且不通视。

为了测量该段内的地质勘察点, 布设了以 $P1$ 和 $P2$ 为端点的无定向导线, 如图 1 所示, $P1, P2$ 为已知点, $K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9$ 为未知点, 在 $P1$ 和 $P2$ 之间布设一条无定向导线 $P2-K1-K2-K3-K4-K5-K6-K7-K8-K9-P1$ 。

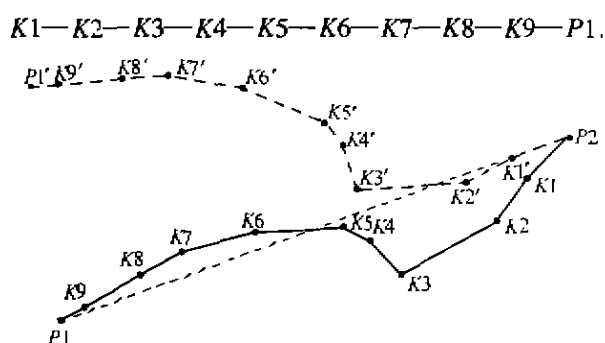


图 1 无定向导线布置

2 GTS301 在测量中的应用

在已知点 $P2$ 上架设全站仪, 输入测站点坐标、高程、仪器高、照准点棱镜高, 并输入假设方位角, 依次测出控制点 $K1', K2', \dots, K9', P1'$ 等各点的坐标 (X'_i, Y'_i)、高程 H'_i 、方位角 α'_i 、各点之间的平距 D'_i (表 1)。

表 1 全站仪测出的无定向导线各点数据

导线点名	方位角 α_i	平距 D'_i /m	X'_i /m	Y'_i /m	H'_i /m
P2	199°02'31"	605.036	49 705.443	63 249.911	58.94
K1'	207°37'17"	527.888	49 133.515	63 052.512	59.173
K2'	182°25'29"	1 096.024	48 665.790	62 807.769	59.847
K3'	105°53'00"	465.696	47 570.747	62 761.400	59.669
K4'	125°31'30"	301.474	47 443.296	63 209.316	59.904
K5'	156°11'35"	898.778	47 268.122	63 454.674	59.824
K6'	168°30'20"	761.197	46 445.820	63 817.472	59.835
K7'	183°03'57"	482.750	45 699.890	63 969.161	59.933
K8'	182°49'27"	646.160	45 217.830	63 943.342	61.209
K9'	185°05'54"	274.368	44 572.455	63 911.505	61.361
P1'		44 299.172	63 887.123	60.701	

作者简介: 吴国宏(1963—), 男, 河南杞县人, 工程师, 主要从事地形观测及工程测量工作。

3 方位角及各点坐标值的改正

3.1 方位角的改正及原理

首先算出 $P2-P1$ 边的方位角 α_{P2-P1} , 再用 $P2, P1'$ 点的坐标反算出 $P2-P1'$ 的方位角 $\alpha_{P2-P1'}$, 求出 $P2-P1$ 边方位角与 $P2-P1'$ 边方位角之差, 用 $P2-P1$ 边方位角与 $P2-P1'$ 边方位角之差和全站仪测出的各边的假设方位角, 求得 $P2-K1, K1-K2, \dots$ 各边的方位角, 见表 2。

表 2 无定向导线各点方位角的改正

导线点名	观测方位角 α'	方位角改正数 $\Delta\alpha$	改正后方位角 α_i
P2	199°02'31"	2°45'51"	224°48'22"
K1	207°37'17"	2°45'51"	233°23'08"
K2	182°25'29"	2°45'51"	208°11'20"
K3	105°53'00"	2°45'51"	131°38'51"
K4	125°31'30"	2°45'51"	151°17'21"
K5	156°11'35"	2°45'51"	181°57'26"
K6	168°30'20"	2°45'51"	194°16'11"
K7	183°03'57"	2°45'51"	208°49'48"
K8	182°49'27"	2°45'51"	208°35'18"
K9	185°05'54"	2°45'51"	210°51'45"
P1			

推算公式为

$$\Delta\alpha = \alpha_{P2-P1} - \alpha_{P2-P1'} \quad (1)$$

$$\alpha_i = \alpha'_i + \Delta\alpha \quad (2)$$

3.2 坐标值的计算和修正

坐标增量的计算:

$$\Delta X = D \cos \alpha \quad (3)$$

$$\Delta Y = D \sin \alpha \quad (4)$$

坐标闭合差的计算:

$$F_X = [\Delta X] - (X_{\text{闭}} - X_{\text{起}}) \quad (5)$$

$$F_Y = [\Delta Y] - (Y_{\text{闭}} - Y_{\text{起}}) \quad (6)$$

坐标闭合差的配赋:

$$V_X = -F_X D / [D] \quad (7)$$

$$V_Y = -F_Y D / [D] \quad (8)$$

改正后的坐标增量为

$$\Delta X_i = \Delta X + V_X \quad (9)$$

$$\Delta Y_i = \Delta Y + V_Y \quad (10)$$

导线点的坐标计算公式:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i \quad (11)$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i \quad (12)$$

坐标值计算和修正结果见表 3。

4 三角高程测量

三角高程测量的计算公式如下:

$$H = H_0 + D \tan \alpha + i_1 + (1 - k) \cdot$$

$$D^2 / (2R) - l_2 \quad (13)$$

式中: H_0 为已知点高程; H 为棱镜点高程; D 为两点之间的平距; α 为两点之间的垂直角; i_1 为测站点仪器高; l_2 为棱镜点棱镜高; k 为大气垂直折光系数; R 为地球平均曲率半径。

观测数据和计算结果见表 4。

表 4 无定向导线点三角高程观测数据统计

导线点名	往测高程/m	闭合差配赋/m	导线点高程/m
P2	58.94	-0.006	58.94
K1	59.173	-0.005	59.167
K2	59.847	-0.011	59.836
K3	59.669	-0.005	59.664
K4	59.904	-0.003	59.877
K5	59.824	-0.009	59.794
K6	59.835	-0.008	59.796
K7	59.933	-0.005	59.886
K8	61.209	-0.006	61.157
K9	61.361	-0.003	61.303
P1	60.701		60.64

5 结 论

a. 测量误差分析。根据规范规定, 图根无定向角电磁波测距导线, 1:2000 坐标闭合差的允许值为: $0.4 \times 2000 \text{ mm} = 0.8 \text{ m}$; 实测坐标闭合差为: $F = \sqrt{(F_X^2 + F_Y^2)} = 0.317 \text{ m}$, 可见, 结果满足规范要求。

b. 存在的问题: ①无定向导线沿大堤走向布设, 中间缺少已知检查点; ②无定向导线未布设成闭合导线或导线网, 缺少方位角检查条件。

表 3 无定向导线各点坐标的改正和计算

导线点名	方位角	平距/m	$\Delta X/\text{m}$	$\Delta Y/\text{m}$	V_X/m	V_Y/m	X/m	Y/m
P2	224°48'22"	605.036	-429.270	-426.375	-0.030	-0.011	49705.443	63249.911
K1	233°23'08"	527.888	-314.847	-423.718	-0.026	-0.009	49276.143	62823.525
K2	208°11'20"	1096.024	-966.030	-517.740	-0.054	-0.02	48961.270	62399.798
K3	131°38'51"	465.696	-309.476	347.990	-0.023	-0.008	47995.186	61882.038
K4	151°17'21"	301.474	-264.409	144.825	-0.015	-0.005	47685.687	62230.020
K5	181°57'26"	898.778	-898.254	-30.696	-0.044	-0.016	47421.263	62374.840
K6	194°16'11"	761.197	-737.711	-187.625	-0.037	-0.014	46522.965	62344.128
K7	208°49'48"	482.750	-422.915	-232.788	-0.024	-0.009	45785.217	62156.489
K8	208°35'18"	646.160	-567.380	-309.196	-0.032	-0.012	45362.278	61923.692
K9	210°51'45"	274.368	-235.518	-140.745	-0.013	-0.005	44794.866	61614.484
P1							44559.335	61473.735

(收稿日期: 2001-07-15 编辑: 张志琴)