

TOPCON DL-102C 电子水准仪在建立 胶南市三等水准网中的应用

王德保¹, 陈瑞聪¹, 聂圣庚¹, 郇应忠²

(1. 山东省第一测绘院, 山东 济南 250014 2. 德州市测量队, 山东 德州 253001)

摘要: 胶南市地理信息系统建设项目, 试验性地采用 DL-102C 电子水准仪建立胶南市三等水准网。从施测步骤、自动记录方法和通讯流程、平差后水准网的精度情况看, DL-102C 电子水准仪性能良好, 完全可以满足三、四等水准测量要求。只要使用方法得当, 可提高测量精度、速度和效率。

关键词: 电子水准仪 水准网 精度 性能

中图分类号: P224.1 文献标识码: A

1 引言

胶南市地处山东半岛东南部, 属沿海低山丘陵区。“胶南市地理信息系统建设”项目的测图面积为 322 km², 控制面积约 600 km²。该测区面积较大, 且多为山地、丘陵地, 为了减少人为观测的粗差, 提高首级高程控制网的精度和可靠性, 大幅度提高工作效率, 故试验性地应用 DL-102C 电子数字水准仪建立三等水准网。胶南市三等水准网采用 1985 国家高程基准, 执行国家三、四等水准测量规范; 以 II 胶日 8, II 胶日 11, II 胶日 13, II 胶日 15, II 胶日 16 五个国家二等水准点作为起算点。该网联测三等水准点 18 个, 三等 GPS 点 47 个, 5'' 导线点 31 个, 单向路线总长 260.25 km; 构成 5 个已知点、20 个结点、11 个独立闭合环和 1 条独立附合水准路线的水准网。水准网路线略图详见图 1。

2 DL-102C 电子数字水准仪基本情况

DL-102C 电子数字水准仪采用相位法工作原理。

仪器的标称精度: 用玻璃纤维尺 1km 往返测中误差为 ±1.0 mm, 最小读数为 0.1 mm。

测量范围: 2 ~ 100 m。测量时间: 4 s。工作温度: -20℃ ~ 50℃。

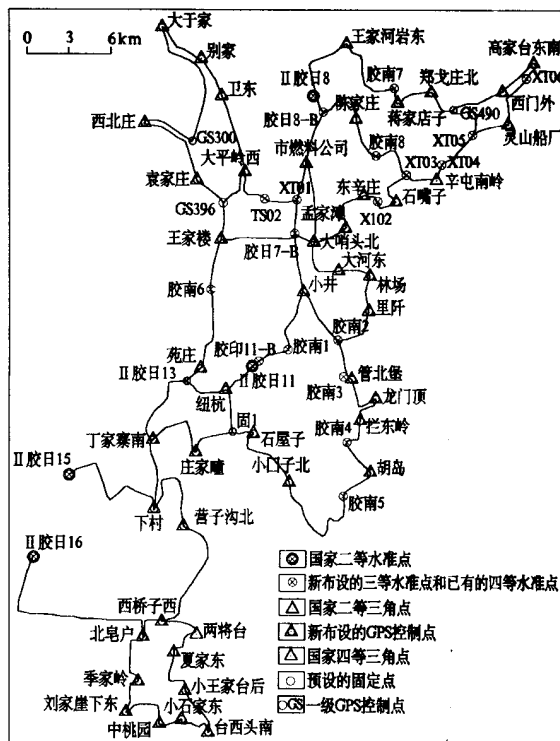


图 1 胶南市三等水准路线略图

数据存储方式: 内存 51K (约 1000 个点数据), PCMCIA 数据卡 (64-256KB)。

数据传输方式: RS-232C 串行通讯或用笔记本

* 收稿日期: 2003-08-25; 修订日期: 2003-10-27; 编辑: 汪先起

作者简介: 王德保 (1966-), 男, 山东荣成人, 高级工程师, 从事 RS、GPS 方面的应用研究工作。

电脑直接从 PCMCIA 数据卡中读取。

玻璃纤维水准标尺一副 :NO. T1797 ,T3092。经检定 ,1 m 真长为 999.928 mm ,每米真长改正数为 -0.072mm。

电子水准仪 :出厂编号为 N100072。经检定 ,作业期间 i 角一直维持在 $0'' \sim 5''$ 之间 ,满足 $\leq 20''$ 的技术要求 ;望远镜调焦运行误差 0.4 mm ,满足 ≤ 1 mm 的技术要求。

3 水准网的施测

(1)该仪器具有自动读数、自动记录和数据通讯的功能。观测前 ,对仪器进行正确的设置 ,选择正确的数据记录模式(如内存记录或 PCMCIA 卡记录模式)选择正确的线路测量模式——LEVEL1 ,后 1→前 1→前 2→后 2 ,输入起始水准点点号。

PCMCIA 卡的数据通讯 ,传输前 ,在计算机的 C : \ CONFIG.SYS 中添加两行 :

```
DEVICE = C : \ WINDOWS \ SYSTEM \ CSMAP-
PER.SYS
```

```
DEVICE = C : \ WINDOWS \ SYSTEM \ CARD-
DRV.EXE/SLOT = 2
```

若电脑只有 1 个 PC 卡驱动器 ,则第二行的 SLOT = 2 改为 SLOT = 1 ;然后重新启动计算机即可。PC 卡驱动器在电脑中标识为“可移动磁盘 D (或 E : 等)” ,因此 ,仪器内存与电脑之间的数据通讯 ,通过 PC 卡可很方便地实现 ,而无需使用读卡器。

一般串行通讯口的通讯 :通过设置仪器和电脑通讯软件的通讯参数 ,波特率、数据校验方法、数据位、停止位、通讯口等 ,使之一致 ,电脑处于待机状态 ,就可进行数据通讯。

(2)将仪器架设在三丝能读数且前后视距差小于 2m 的位置上 ;由于仪器本身具有自动安平补偿性能 ,只需整平圆水准器 ,即可进行水准测量。

(3)将仪器竖丝照准标尺中部 ,并大致精确调焦。按下测量键 ,只需 4 s 即可测出标尺中丝读数及视距 ,并可查询视距累积差等数据 ;若观测数据超限 ,超限信息会显示在仪器窗口并提示重测。

(4)下一站 ,按照前面的程序 ,根据提示操作即可 ,测段结束 ,要输入水准点点名。

4 数据处理及精度统计

(1)对观测高差进行了尺长改正 ,玻璃纤维尺每

米真长改正数为 -0.072 mm。

(2)所有测段 $\epsilon = -AH\Delta\phi \leq \pm 0.1$ mm ,故该测区无需进行测段高差的正常水准面不平行性改正^[1]。

(3)往返测精度统计详见表 1。

表 1 往返测精度统计

误差区间	0~1/3	1/3~	1/2~	2/3~	总个数
	限差	1/2 限差	2/3 限差	限差	
测段个数	63	24	17	7	111
百分比	56.8%	21.6%	15.3%	6.3%	100.0%

每千米水准测量偶然中误差计算 :

$$M_{\Delta} = \pm \sqrt{\frac{1}{4n} \left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right]}$$

$$\left[\frac{\Delta\Delta}{R} \right] = 2955.45, n = 111, M_{\Delta} = \pm 2.58 \text{ mm}$$

每千米水准测量偶然中误差 $M_{\Delta} < \pm 3$ mm ,符合规范要求。

(4)闭合环及附合水准路线精度统计 ,见表 2。

表 2 闭合环及附合水准路线精度统计

环路号	高程闭合	环路总长	限差 (mm)	WW/F
	差 W (mm)			
1	-0.4000	20.634	54.5	0.008
2	-10.2000	14.392	45.5	7.229
3	1.3000	9.694	37.4	0.174
4	-18.2000	26.234	61.5	12.626
5	8.8000	35.663	71.7	2.171
6	1.9000	11.982	41.5	0.301
7	-13.0000	32.142	68.0	5.258
8	-1.1000	20.072	53.8	0.060
9	12.8000	19.174	52.5	8.545
10	-6.2000	42.146	77.9	0.912
11	22.8000	25.663	60.8	20.256
12	0.6000	37.052	73.0	0.010
$\sum WW/F $				57.551

水准测量全中误差 M_W 的计算^[1] :

$$M_W = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \left[\frac{WW}{F} \right]} = \pm \sqrt{\frac{1}{12} \times 57.551} = \pm 2.19 \text{ mm}$$

环线闭合差小于 1/3 限差的有 11 个 ,占

91.7% ;大于 1/3 限差小于 1/2 限差的占 8.3% ;按

环线闭合差 W 计算的水准测量全中误差 $M_W = \pm 2.19 \text{ mm}$, $M_W < \pm 6 \text{ mm}$ 符合规范要求^[1]。

(5)用武汉测绘科技大学吴俊昶教授编写的《水准网间接平差程序》进行严密平差计算,用1个起算点时(位于中部的II胶日11),平差后水准测量单位权中误差 $M_W = \pm 2.2 \text{ mm/km}$ (与用环线闭合差 W 计算的水准测量全中误差完全吻合),最弱点高程中误差为 $\pm 10.5 \text{ mm}$ (中桃园、小石家东、刘家崖下东3点为最弱点);用5个起算点时,平差后单位权中误差为 $M_W = \pm 2.42 \text{ mm/km}$,最弱点(中桃园)高程中误差为 $\pm 8.16 \text{ mm}$ 。

分析:用一个起算点,因不受起算点本身误差的影响,可使单位权中误差 M_W 有所减少,但使最弱点高程中误差增大,且接近最弱点高程中误差的点数增多。用多个起算点,可使最弱点高程中误差显著减少,且接近最弱点高程中误差的点数减少,但因受起算点本身误差的影响,使单位权中误差 M_W 有所增大,增大的幅度取决于起算点之间的内部符合精度。

用5个起算点平差后各点高程中误差精度统计见表3。

表3 平差后各点高程中误差精度统计
(高程中误差限差为 $\pm 20 \text{ mm}$)

差值区间	0~1/3 限差	1/3~ 1/2 限差	1/2~ 2/3 限差	2/3~ 限差	合计
差值个数	70	19	0	0	89
百分比	78.7%	21.3%	0.0%	0.0%	100.0%

(6)用5个起算点平差后与原胶南市四等水准网重合点的高程成果比较情况见表4。

表4 平差后与原胶南市四等水准网重合点的高程成果比较

点号	原成果(m)	新成果(m)	新旧高程 差值(mm)	差值的允 许值(mm)
III TS02	13.880	13.876	-4.00	± 28.28
III XT01	6.807	6.812	5.00	± 28.28
III XT02	14.772	14.776	4.00	± 28.28
III XT03	12.432	12.426	-6.00	± 28.28
III XT04	31.514	31.504	-10.00	± 28.28
III XT05	4.485	4.486	1.00	± 28.28
胶日7-B	7.429	7.435	6.00	± 28.28

(7)用5个起算点平差后重合点的高程成果差值所在限差区间统计见表5。

表5 平差后重合点的高程成果差值所在限差区间统计

差值区间	0~1/4 限差	1/4~ 1/2 限差	1/2~ 3/4 限差	3/4~ 限差	合计
差值个数	6	1	0	0	7
百分比	85.7%	14.3%	0.0%	0.0%	100.0%

5 DL-102C 仪器性能及使用时应注意事项

从各项误差分析可以看出,DL-102C 仪器完全可以满足三、四等水准测量的精度要求。整网平差后全中误差很小,介于1/3~1/2限差之间,说明测段高差中数的精度很高,5个国家二等水准点之间的内符合精度也很高;每千米水准测量偶然中误差偏大,主要是少数测段受气象因素和视距过长影响,往返测闭合差显著增大引起的。

DL-102C 具有读数客观、速度快、精度较高、效率较高的特点。影响 DL-102C 测量精度的主要因素有空气扰动、折光误差、标尺误差、仪器及标尺稳定性,对电子水准测量而言,气象条件是一个重要的误差源。以下为提高精度的有效途径:

(1)视距放在60m以内可有效提高精度。

(2)应使用尺台,给仪器打伞;仪器气泡和标尺气泡应严格居中,气泡要经常进行精密检校。

(3)测量时,尺子应尽量竖立在阳光下或全为阴影处,使标尺照度均匀。

实际作业时使用 DL-102C 仪器和标尺应注意事项:

(1)在足够亮度的地方架设标尺,若使用照明,则应照明整个标尺。

(2)当标尺面在树下受树荫的影响,亮度不均匀时可能无法进行电子读数,而且标尺的照明度与观测精度有关,太强或太弱的光线都会使观测精度降低。

(3)仪器在阳光下观测,应避免向阳方向,否则不能读数,若用手遮挡逆光,即可测量。

(4)当标尺处比目镜处光线暗而发生错误时,用手遮挡一下目镜可能会解决这一问题。

(5)在测量时,标尺由于障碍物影响,被部分遮挡时,易使仪器自动读数无法进行。

(6)气象条件的好坏对电子数字水准测量的精度影响较大。雾、水汽、沙尘暴、高温、空气透明度不高及空气污染比较严重时,都会明显地降低观测精

度。观测应选在标尺分划线成像清晰稳定时进行；若成像欠佳或气温高于 43℃，不易观测。

(7) 测量时调焦的清晰程度，一般只影响测量时间，对测量结果无明显影响。

(8) 鉴于实际工作中先后用过两台 DL-102C 电子数字水准仪，都出现过仪器数据到计算机传输不

畅问题，要注意仪器内部部分数据有时统计有误。

(9) 测量时应注意仪器的电池电压，否则测量会半途而废。

参考文献：

[1] GB12898-91 国家三、四等水准测量规范[S].

Application of Electronic Level TOPCON DL - 102C in Establishing Third Grade Level Network of Jiaonan Town

WANG De - Bao¹, CHEN Rui - Cong¹, NIE Sheng - geng¹, WU Ying - Zhong²

(1. No. 1 Geo - mapping Institute, Shandong Jinan 250014, China ;2. Dezhou Geo - mapping Brigade, Shandong Dezhou 253001, China)

Abstract : In " Jiaonan town GIS engineering " project , DL - 102C electronic level is applied to establish the third grade level network of Jiaonan town. Through surveying process , the way of data automatic record and data communication , prediction of the level network , DL - 102C electronic level has good property which can meet demand of third and fourth grade level measurement. As used in correct way , measure precision , speed and efficiency can be promoted.

Key words : DL - 102C electronic level ; level network ; precision ; property

(上接第 31 页)

Study on Land Levying and Using Policy Reform

QIN Si - yan , TIAN Hong - hong , ZHANG Chuan - liang

(Rizhao Bureau of Land and Resources , Shandong Rizhao 276826 , China)

Abstract : Levying land payably is the problem which people reflected strongly and should be soluted urgently. In order to solute this problem , land - levying policy reform should be carried out , land should be levied from peasants on the basis of fair rule by government.

Key words : Reform of land levying and using ploicy ; land levying and buying policy