

用 TOPCON-GTS311S 型全站仪测量数字地形图

陈晓吾¹, 张艳春¹, 王克平², 黄亚平²

(1. 武警黄金技术学校, 湖北 襄樊 441002; 2. 中交航务工程勘察设计院, 湖北 武汉 430070)

摘要:随着计算机技术的普及及测绘仪器自动化水平的提高, 数字化地形图比模拟线划地形图具有种种优点, 使传统手工白纸测图的方法将被全站仪、成图软件完成的数字化地形图所替代。在数字地形图测量模式中, 选择无码作业的方法, 由 1 人或多人现场绘地形草图, 将被测碎部点的坐标存入全站仪内存器中, 利用清华山维的 EPSW 98 成图软件在 QBASIC 的平台上实现与计算机数据传输, 编制成图。

关键词:数字地图; 全站仪; 数据采集; 数据传输; 数据转换

中图分类号: TP302.4; P284 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-558X (2004) 02-0076-05

随着计算机技术的普及应用和测绘仪器设备自动化水平的逐步提高, 一方面社会各行各业的用户对测绘产品的需求不再是模拟的线划地形图和成果表, 而是以计算机为载体的数字化地图及其地球空间信息; 另一方面传统测绘技术受到新技术、新方法、新理论的严峻挑战, 迫使测绘单位对传统测绘技术进行数字化改造, 由光电技术、GPS 技术取代传统的光学定位技术, 由数字测图和地理信息系统取代传统的白纸测图, 使以地面测量为主的传统测绘向以 GPS、RS 等技术为主的对地观测方面转变, 由被动的静态测量向动态的实时测量方面转变。

数字地图产品与传统的线划图和成果表相比具有不可比拟的优越性: 一是数字地形图能通过计算机屏幕形象、生动、直观地表达现实地形的真实情形, 能生成数字线划图 (DLG)、数字栅格图 (DRG)、数字高程模型 (DEM) 等地球空间信息产品, 用户无需专门的知识即可使用; 二是数字地形图通过计算机能方便、快捷地进行更新维护, 存储

管理和保存历史记录; 三是数字地形图通过计算机能自动编绘各种比例尺的系列地图, 容易实现制图自动化; 四是数字地形图对地物、地貌的表达精度不会因计算机屏幕分辨率而受到损失, 真正做到一测多用, 避免重复测绘造成的浪费; 五是数字地图便于在网络上传输, 容易实现数据共享。数字化测绘产品的优越性有目共睹, 数字化测绘产品代替传统测绘产品已是大势所趋, 如何利用现有仪器设备、成图软件测绘数字地形图, 是测绘生产部门面临的首要任务。

1 数字地形图测量模式

1.1 外业一体化作业

这种方式是数据从野外实地采集, 存储在记录器 (E500S 电子记录手簿、全站仪内置内存、磁卡等), 然后传输到计算机, 在计算机上通过测绘专业软件编辑成图, 包括 2 种作业方式。一种是无码作业: 不记代码, 一个人画草图, 记住点号、地物属性及



连接关系；另一种是有码作业：将被测点的地物属性和连接关系的简编码输入记录器中。

根据现有测量硬件和软件的实际情况（GTS - 311S 型全站仪和北京清华山维新技术开发有限公司的 EPSW 98 和 EPS 2000 的测绘专业软件，前者内置内存可达 5 000 个测量点的数据），笔者主要采用外业一体化作业中无码作业的测量模式绘制电子地图，并就这种测量模式进行分析和研究。

1.2 数据采集外业操作

在已知点上安置全站仪，打开全站仪先后视，再进行后视检查，进入程序测量模式。测量过程中采用将已知点的点名及坐标输入全站仪，采用方位角后视，后视检查可采用放样的方法检查已知边长和角度。完成上述工作后，进入数据采集模式。

1.2.1 准备阶段 按 F1 键输入文件名，按 F3 输入点名等，全站仪操作过程及仪器显示界面显示的内容见图 1。

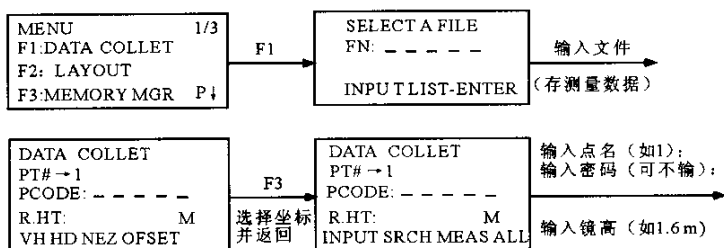


图 1 GTS - 311S 采集数据准备阶段操作图

1.2.2 采集阶段 司镜员在所测地形点上立镜，观测员开始按图 2 进行操作。在下一已知点上架好仪器，重复以上操作，将坐标数据存入同一数据文件中（便于数据传输和

转换），在数据采集过程中，最好将每一测站之间测得坐标数据的点名之间区分开，可以跳开一段点名顺序或添加不同的英文字母以便查询、编辑和修改。

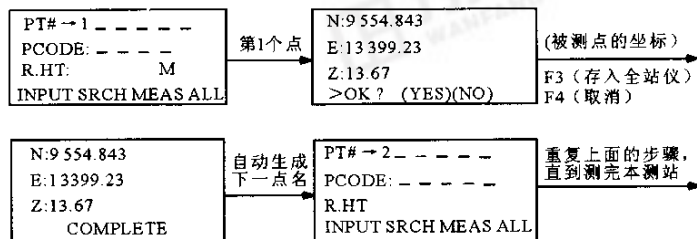


图 2 GTS - 311S 采集数据阶段操作图

1.2.3 绘制草图 在测图过程中可由 1 人或多人（也可由司镜的测量人员）画草图，记住点号、地物属性及连接关系。司仪人员每测完 1 个点，应将点名及位置通过对讲机及时告诉绘图者，以便根据现场地形的实际情况，绘制详细的现场地形草图。

1.3 数据转换

通过数据传输线连接全站仪和计算机，将存在全站仪内置内存中坐标数据文件传输到计算机，得到文件 DATA。传输到计算机中的坐标数据格式与清华山维的 EPSW 98 和 EPS 2000 测绘专业软件的数据格式不同，



因此必须进行数据转换，在数据转换中笔者将所有被测点的编码设置为 904（高程点的编码），将坐标数据（ x, y, z ）转换为清华山维的 EPSW 98 可以调入的文件格式（COR 文件格式），可在 QBASIC 平台下运行下面的数据传输程序。

```
10 i = 1 : D = 0 : da = 0 : D$ = " "
    OPEN "cg.txt" FOR OUTPUT AS #1
20 OPEN "data" FOR RANDOM AS #2 LEN
    = 132
30 FIELD #2, 132 AS r$
40 GET #2, i
50 re$ = r$
60 IF LEFT$(re$, 3) = "eof" THEN 160
70 i = i + 1
80 re$ = LEFT$(re$, 128)
90 D = INSTR(da + 1, re$, CHR$(&H5F))
100 IF D = 0 THEN D$ = MID$(re$, da
    + 1, 128 - da) : da = 0 : GOTO 40
110 D$ = D$ + MID$(re$, da + 1, D -
    da - 1)
120 IF D$ = " " THEN 140
130 PRINT D$
    GOSUB 200 : PRINT #1, DD$
140 da = D : D$ = " "
150 GOTO 90
160 CLOSE #2
200 REM sub f(d$) d d$ )
    DD$ = D$
    IF LEFT$(DD$, 1) = " + " THEN DD$
    = MID$(DD$, 2) : RETURN
    FH% = INSTR(DD$, " + ") : IF FH%
    = 0 THEN RETURN
    MID$(DD$, FH%, 1) = " = "
    SL% = LEN(DD$)
    DD1$ = LEFT$(DD$, SL% - 3) :
    DD2$ = RIGHT$(DD$, 3)
    DD$ = DD1$ + " . " + DD2$
    RETURN
```

```
N% = 1
OPEN "CG.TXT" FOR INPUT AS #3
OPEN "EPSW.COR" FOR OUTPUT
    AS #4
REP :
IF NOT EOR(1) THEN LINE INPUT #3,
    D$ ELSE END
IF D$ = " " OR LEFT$(D$, 1)
    = " " THEN GOTO REP
DH$ = D$ : DG$ = RTRIM$(DH$)
LINE INPUT #1, x$
LINE INPUT #1, y$
LINE INPUT #1, z$
PRINT DH$ : PRINT x$ : PRINT y$ :
    PRINT z$ : GOSUB WEPSW
N% = N% + 1
GOTO REP
WEPSW :
    XH$ = MID$(STR$(N%), 2)
    DH% = INSTR(x$, "=") :
    x1$ = MID$(x$, DH% + 1)
    DH% = INSTR(y$, "=") :
    y1$ = MID$(y$, DH% + 1)
    DH% = INSTR(z$, "=") :
    z1$ = MID$(z$, DH% + 1)
    x1 = VAL(x1$) : y1 = VAL
    (y1$) : z1 = VAL(z1$)
    x1$ = RIGHT$(x1$, LEN(x1$) - 2)
    PRINT #4, "904 1 0 ";
    PRINT #4, " ";
    PRINT #4, XH$
    PRINT #4, DG$ " " : y1$ " " : x1$ :
    " " : z1$ " 1 1 0 0 "
RETURN
CLOSE
END
```



得到 EPSW.COR 文件,数据格式如下。

```
904 1 0 $ 1
1      9 554.843  13 399.23  13.670  1 1 0 0
904 1 0 $ 2
2      9 557.883  3 391.89   13.411  1 1 0 0
904 1 0 $ 3
3      9 564.095  3 393.96   13.305  1 1 0 0
904 1 0 $ 4
4      9 567.502  13 461.42   9.459   1 1 0 0
904 1 0 $ 5
5      9 575.408  13 382.95   12.926  1 1 0 0
```

1.4 图形编辑

运行清华山维的 EPSW 98, 建立工程文件名 (EPS 文件), 点击数据处理菜单下的调入数据 (COR, NOT) 命令, 输入存放坐标数据 EPSW.COR 文件名即可调入坐标数据。点击快击键中的“中”命令, 就可以看到测得坐标数据在电子地图中的实际位置 (点名和 x, y, z 等属性)。

外业采集的数据不能积压, 要尽快编辑生成图形。在生成图形时可发现采集数据正确与否, 利用不同测站重合点数的比较, 简单几何图形是否规整等对外业数据及时进行检核。

在电子平板中得到的数据只有点名、编码 (904) 和 x, y, z , 必须进行编辑才能得到地形图。关闭高程属性, 打开点名属性, 通过与绘制的地形草图中的点名一一对应, 利用清华山维的编辑功能进行编辑, 并在编辑过程中将草图中地形的属性与清华山维中点、线和物的编码一一对应构成地物和地貌, 真实地反映现场实际情况。

地形测量特别是等高线的生成是计算机制图的困难之处, 在常规方法测图时, 绘图员凭经验将等高线描绘得形象逼真, 而机助制图则不然, 它的基本原理是根据碎部点进行构网、等分、内插生成等高线。对于地形变化剧烈, 采点又困难的地区, 由于构网点稀少和不具代表性, 使生成的等高线变形不能反映地貌特征。为了提高精度, 将采集点高程和其他要素打印在图纸上, 外业实地勾

绘等高线, 与计算机生成的等高线进行比较, 择优而用, 因为对于平缓、连续的地貌计算机勾绘的等高线更加圆滑美观。

2 现场查图

2.1 室内图面检查

室内图面检查的主要内容有 1) 各项地形图测绘要素是否齐全、正确, 地貌符号的运用和等高线的表示是否正确合理, 地貌的综合取舍是否恰当, 是否正确显示了地貌特征, 与有关地物的配合是否协调; 2) 图内各种注记是否正确, 注记的位置和数量是否符合要求; 3) 地物符号有无错漏、移位和变形, 地物取舍是否恰当, 是否显示了测区地理特征; 4) 图面是否美观, 对编辑有误的区域进行修改, 直到编辑好的地形图能完全真实地反映现场实际情况。

2.2 室外检查

室外检查是在室内检查的基础上进行的, 采取巡视和仪器检查 2 种方法。前者就是用绘图机将编辑好的地形图打印出白纸图, 按预定路线到实地进行对照查看, 将原图上描绘的地物和地貌与相应的地物、地貌对照检查: 1) 查看地物、地貌有无遗漏, 形状是否相似; 2) 新增加的地物和变化的地貌是否按规定进行了补测; 3) 地物、地貌综合取舍是否适宜, 符号运用是否恰当, 等高线表示的地貌是否逼真, 走向是否合理; 4) 各种注记是否齐全, 名称注记是否与实地一致。后者就是除对室内和室外巡视检查中发现的错误、遗漏和疑问进行检查和补测外, 还要有目的地选择部分地貌、地物点用仪器进行现场重测和检查。

3 结论及发展方向

采用 TOPCON - GTS311S 型全站仪测量数字地形图的方法在英山 318 国道改造工程



1:500 地形测量、马钢股份公司原料码头改造工程地形测量、扬子石化—巴斯夫一体化石化基地项目码头工程地形测量等工程测量中得到了充分地应用和检验,其精度远远高于平板成图^[1]。由此可见,全野外数字化成图使用的是测角精度达到秒级、测距精度达到 mm 级的全站仪,平板成图使用的是测角精度达到分级、测距精度达到 cm 级的平板仪,二者根本不能相提并论。从过程看,平板成图是把仪器所测的数据:角度、距离或坐标刺绘于白纸上,使用时再从图到数据,从图上图解所需的角度、距离、坐标、面积等数据,由于经过了纸质介质这一环节,观

测数据的精度有所损失。而全野外数字成图则借助计算机,采用计算机图形学和计算机地图制图技术,实现了从观测到使用数据的统一,减少了中间环节,如根据实测两点的坐标反算距离和方位,与从图上查询的距离和方位是完全一致的。全野外数字测图,是近年来形成尚在不断完善的—种测量方式,但它的高精度、高效益和自动化必将代替传统的测量方法。

参考文献:

- [1] 王庆春,黄亚平,王克平. 扬子石化—巴斯夫一体化石化基地工程测量 [R]. 武汉:中交第二航务工程勘察设计院,2001.

Measure digit landform map by TOPCON-GTS311S type total station

CHEN Xiao-wu¹, ZHANG Yan-chun¹, WANG Ke-ping², HUANG Ya-ping²

(1. Gold Technology College of CAPF, Xiangfan 441002, Hubei, China ; 2. Institute of Prospection and Designation of China, Shipping Service Engineering, Wuhan 430070, Hubei, China)

Abstract : As the popularization of the computer technology and improvement of the robotization level of mapping instrument , the digitization landform map have variety advantage than that of simulative line , the traditional manual papery mapping method will substitute by the digitization landform map that completed by total station and mapping software. In the digit landform map model , select non-code operation method , drafting landform sketch in situ by one or more person , logging coordinate of the measuring point into the EMS memory of total station and using the EPSW 98 mapping software of tsinghua Shanwei to achieve data transfer with computer and mapping in the QBASIC platform.

Key words : digit relief map ; total station ; data collection ; data transfer ; data transform