

778光电经纬仪的数据记录和CRT显示

彭许识

【摘要】 本文介绍了一个用 TRS-80-II 型机实现光电经纬仪数据记录和显示的方案。与传统的经纬仪显示和记录系统相比，具有显示内容丰富、易读、记录方便、节省设备等优点。

引 言

微型计算机用于光电经纬仪数控系统，大大增强了经纬仪的功能，许多过去很难用硬件逻辑实现的任务，用微型计算机轻而易举地就能完成。本文介绍的光电经纬仪数据记录和 CRT 显示方案便是其中一例。

将光电经纬仪在工作过程中得到的各种数据记录在案，并以一定的方式实时地将它们显示出来，这对任务执行情况的分析，调机与排障都是必不可少的。

过去，经纬仪的数据记录，完全是由磁带机来完成的，这不仅需要一套向磁带机传送数据的硬件逻辑，而且就磁带机的价格而言，也往往超过数控系统本身的价格，这是极不经济的。我们认为，在使用微型计算机的情况下，如果微型计算机的内存足够大，足以存贮经纬仪工作过程中的有用信息，数据的记录可由微型计算机本身来担任。

用 LED 之类的显示器件来表示某种状态或二进制数码是显示系统中常用的方法，显示逻辑也不复杂。若要用硬件逻辑来进行十进制显示，情况就不同了，如果同时进行多种信息的十进制显示，显示逻辑就会变得非常复杂，甚至不可能。而借助于微型计算机的 CRT，则变得轻而易举，只要编编程就行了，而且还可以同时进行图形显示。CRT 显示系统显示内容丰富，易看易读，非常直观，这是硬件逻辑无法比拟的。

在光电经纬仪多微机控制系统中，使用了 TRS-80-II 型机，该机在控制系统中担任着极为重要的角色，本文介绍的数据记录和显示方案，只不过是 TRS-80-II 在光电经纬仪数控系统中一个方面的应用。

一、接 口

在光电经纬仪多微机控制系统中，TRS-80-II 与-6800系列的单板机(叫做 $\mu C1$)构成主从控制系统^[1]。通过它们之间的串行接口，TRS-80-II 向 $\mu C1$ 传送用户程序目的码并指挥 $\mu C1$ 进行工作，通过它们之间的并行接口，TRS-80-II 接收 $\mu C1$ 的数据，并将数

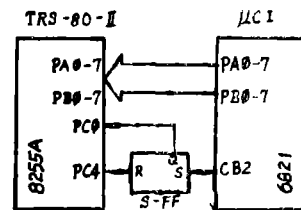


图1 并行通道连接示意图

据记录 and 显示出来。

TRS-80-II 与 $\mu\text{C}1$ 之间并行通道的连接如图 1 所示。图中 S-FF 为 R-S 状态触发器。TRS-80-II 的并行接口 8255A 预置成模式 0, A 口 B 口, 和 $\text{PC}_0 - \text{PC}_3$ 均预置成输入状态, $\text{PC}_4 - \text{PC}_7$ 预置成输出状态, $\mu\text{C}1$ 的并行接口 6821 的 A 口和 B 口也预置成输出状态。由 $\mu\text{C}1$ 程控 CB_2 发一负脉冲使 S-FF 置位, 表示 $\mu\text{C}1$ 准备发送的数据准备就绪, 在 TRS-80-II 完成预定的数据采集任务后, 程控 PC_4 发一负脉冲清除 S-FF, 为下一次数据采集作好准备。

二、软件介绍

记录显示程序是一个公用程序, 它可与数学引导程序、整机校验程序和现场实用程序等联合使用^[2]。

记录显示程序主要由初始化程序、采数记录程序、CRT 显示程序和写盘程序组成, 程序框图如图 2 所示。下面对各部分程序作简要说明。

1. 初始化程序

初始化程序完成设置堆栈、CRT 显示初始化、接口预置、工作单元预置、在 CRT 上打印题头和动点显示座标等任务。

2. 采数记录程序

TRS-80-II 的内存采用分页的方法, 在理论上系统可提供 512K 字节 RAM, 可以存贮的数据量足以满足许多任务的需要。目前, 我们使用的机器配备的内存为 64K 字节 RAM, 除去操作系统和用户程序占去的内存空间外, 至少还有 40K 字节可供记录使用, 对于我们的受控对象, 每秒采数 20 次 (每次称为一句), 每句采集 20 个字节, 因而可以记录 100 秒以上, 这对于某些应用, 足以将工作过程中的有用数据全部记录下来。

$\mu\text{C}1$ 单板机每句向 TRS-80-II 发送 10 次数据, 每次两个字节, 发送顺序和数据格式如图 3 所示,

每当 $\mu\text{C}1$ 单板机向接口 6821 送出两个字节的数后, 立即程控 CB_2 发负脉冲使 S-FF 置位, 表示数据准备好, 延迟一段时间 (此时间保证 TRS-80-II 完成两个字节的采数和记录) 后, 再发送第二组数, 共发 10 次。TRS-80-II 完成初始化程序后, 首先利用 8255A 口的置位复位功能由 PC_4 发一负脉冲使 S-FF 复位, 然后检测 PC_0 , 当检测到 $\text{PC}_0 = 1$ 时, 从 8255A 的 A 口和 B 口读取两个字节, 按 $\mu\text{C}1$ 的发送顺序将数据存入数据记录区和显示数据暂

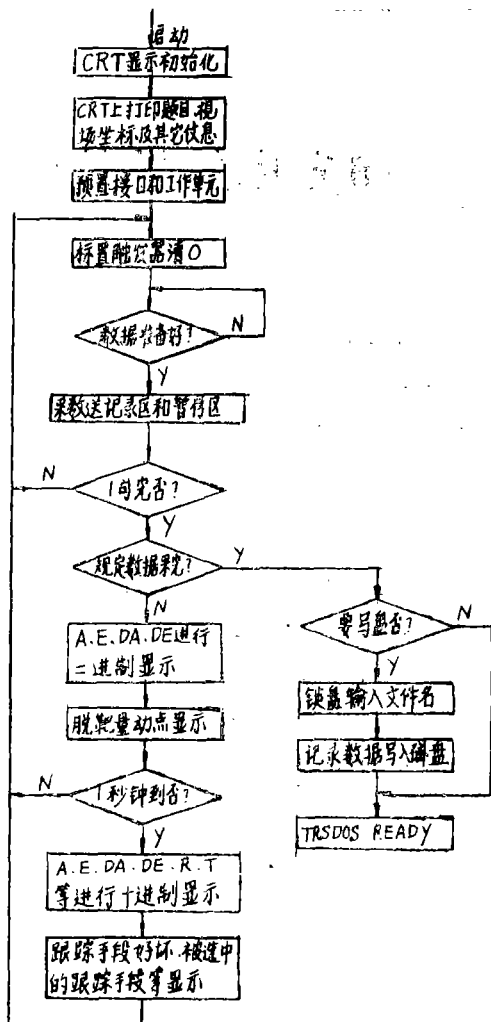


图 2 记录显示程序框图

存区。完成一次采数存数后，PC₄发负脉冲，如此进行10次。完成一句的采数存数程序后，进入显示程序。采数记录程序流程图如图4所示。

序号	内容	数据格式							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	方位角高字节 AH	X	X	X	X	X	X	X	X
	方位角中字节 AM	X	X	X	X	X	X	X	X
1	方位角低字节 AL	X	X	X	X	φ	φ	φ	φ
	高低角高字节 EH	X	X	X	X	X	X	X	X
2	高低角中字节 EM	X	X	X	X	X	X	X	X
	高低角低字节 EL	X	X	X	X	φ	φ	φ	φ
3	方位脱靶量高字节 ΔAH	X	X	X	X	X	X	X	X
	方位脱靶量中字节 ΔAL	X	X	φ	φ	φ	φ	φ	φ
4	高低脱靶量高字节 ΔEH	X	X	X	X	X	X	X	X
	高低脱靶量低字节 ΔEL	X	X	φ	φ	φ	φ	φ	φ
5	绝对时间高字节 TH	φ	X	X	X	X	X	X	X
	绝对时间中字节 TM	φ	X	X	X	X	X	X	X
6	绝对时间低字节 TL	φ	X	X	X	X	X	X	X
	激光测距高字节 RH	X	X	X	X	X	X	X	X
7	激光测距中字节 RM	X	X	X	X	X	X	X	X
	激光测距低字节 RL	X	X	X	X	φ	φ	φ	φ
8	摄影频率 F	X	X	X	X	X	X	φ	φ
	摄影精度 PR 和焦距 FL	X	X	X	X	X	X	X	X
9	跟踪手操作杆状态	X	X	X	X	X	X	X	X
	跟踪中的聚源手踪	X	X	X	X	φ	φ	φ	φ

图3 μC1 发送数据顺序和格式
(X—表示可为“0”也可为“1”)

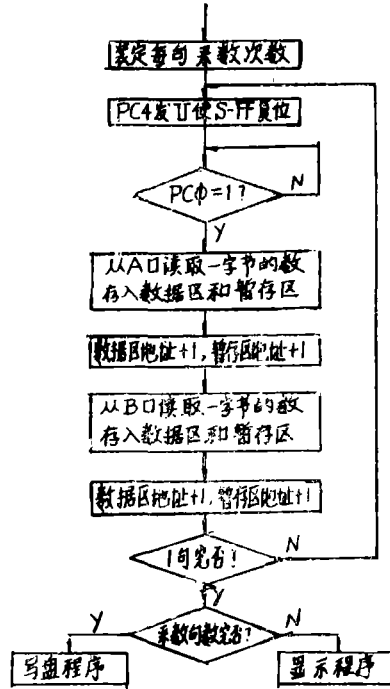


图4 采数记录程序流程图

有必要指出，在 TRS-80-II 采数时，没有加入采样同步信号，TRS-80-II 第一次发 PC₄ 负脉冲不一定正好在采样信号之后，因而，第一次采入的数不一定是 μC1 在采样脉冲后发送的第一个数，如图5所示，假如 TRS-80-II PC₄ 第一次发负脉冲是 μC1 的 CB₂ 第三次发负脉冲之后，那末，此时采集的第一个数是方位脱靶量高字节 ΔA_H，而不是方位角高字节 A_H，如果将来把这个数当作 A_H，那就错了。然而，由于我们的这种工作方式有自动同步的特点，从第二个采数周期开始，发送和接收就同步了；这可从图5看出。为避免数据处理时出错，在写盘时丢掉第一次采集的前20个字节数据。

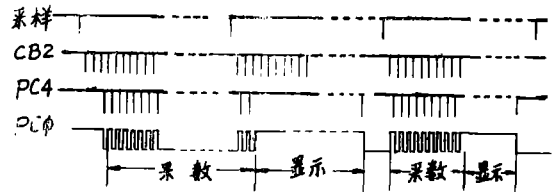


图5 时间关系图

3. 显示程序

TRS-80-II CRT 显示系统包括数字显示和图形显示，分述如下：

3.1 数字显示

在 CRT 上的数字显示包括：

方位角 A：二进制显示16位，十进制显示度、分、秒。

高低角 E：显示格式与 A 相同。

方位脱靶量 DA: 二进制显示 8 位, 十进制显示符号和分、秒 (二进制数的最高位为符号位)。

高低脱靶量 DE: 显示格式与 DA 相同。

激光测距 R: 十进制显示, 单位 KM。

绝对时间 T: 十进制显示时、分、秒。

摄影频率 F: 十进制显示, 单位为 c/s。

摄影精度 PR: 十进制显示, 单位为 ms (包括符号显示)。

焦距 FL: 十进制显示, 单位为 M。

下面简要介绍这些显示程序的设计思想。

3.1.1 二进制显示

二进制显示比较简单, 只需根据 A、E、DA、DE 的各位是“0”还是“1”, 将相应的 ASCII 码送入显示缓冲区, 然后调用 10 号 SVC (SUPERVISOR CALLS)³, 即可在 CRT 上将二进制数显示出来。二进制显示每句更新一次, 其流程图如图 6 所示。

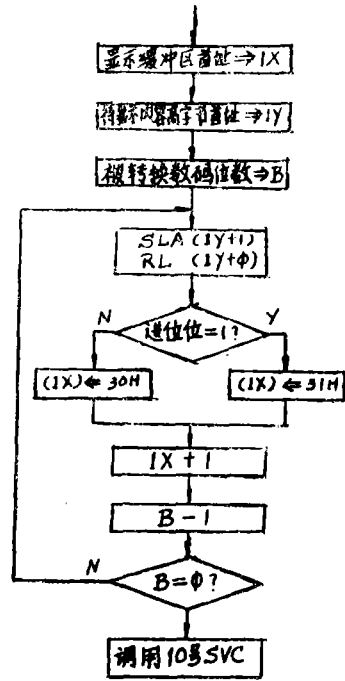


图 6 二进制显示流程图

3.1.2 十进制显示

虽然从 μCI 收到的各种数据都是二进制码, 但它们所代表的量各不相同, 要将它们转换成十进制显示出来, 对各种量应分别处理。为使程序设计简单, 既要注意它们的共性, 又要注意它们的个性, 同时要尽可能地调用 SVC。下面举例说明:

A、E、DA、DE 的十进制显示

A、E、DA、DE 十进制显示的程序设计大体上相同, 不同之处在于: (1) A、E 要处理两个字节, 十进制显示度、分、秒, 而 DA、DE 只处理一个字节, 显示分、秒。

(2) DA、DE 二进制码的最高位为符号位, 应作处理, A、E 没有符号位处理的问题。

要进行二进制—十进制的转换, 需根据 A、E、DA、DE 各位代表的权来进行, A、E 的高字节和中字节各位的权如图 7 所示。BIT0 为最高位。DA、DE 的高字节各位的权与图 7 中的 BIT10—BIT 4, 相对应 (DA_H 和 DE_H 的最高位为符号位)。

权	度	分	秒
0	180	0	0
1	90	0	0
2	45	0	0
3	22	30	0
4	11	15	0
5	5	7	30
6	2	4	15
7	1	2	7
8	0	1	4
9	0	0	2
10	0	10	33
11	0	5	17
12	0	2	8
13	0	1	4
14	0	0	2
15	0	0	1

图 7 A、E 二进制码各位的权

程序设计这样来进行, 先根据二进制码各位的权造一个数据表, 然后根据二进制码各位所对应的度、分、秒值分别相加起来并转换成 ASCII 码十进制数, 最后送 CRT 显示, 以高低角 E 的秒值转换为例, 其流程图如图 8 所示。

R 的十进制显示:

TRS-80-II 收到的激光测距 R 为三个字节, 有效位 20 位 (见图 3), 最高有效位表 512 KM, 最低有效位为 1 M。由于 CRT 显示精度要求 1 KM, 因此, 我们只需将 BIT 0 ~ BIT 9 (BIT 0 为最高有效位) 的值转换出来显示即可, 我们可以看到, BIT 9 正好代表 1 KM, 利用这一特点, 我们可将 R_H 和 R_L 两个字节略作变换, 直接调用 21 号 SVC^[8], 这比用 Z-80 指令来编写程序要简单得多。

其它信息的十进制显示也各有特点, 程序设计也应分别考虑, 灵活处理, 这里不再赘述。

3.2 图形显示

图形显示的内容包括脱靶量的动点显示、跟踪手段现行状态好坏显示, 被选中的跟踪手段显示、发射标记显示等。脱靶量的动点显示每句更新一次, 其它显示每秒更新一次。

3.2.1 脱靶量的动点显示

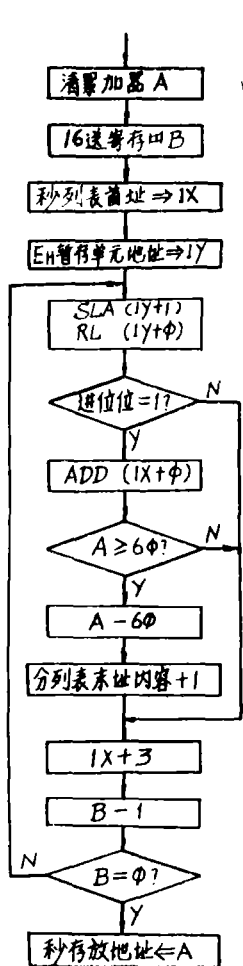


图 8 E 的秒十进制转换流程图

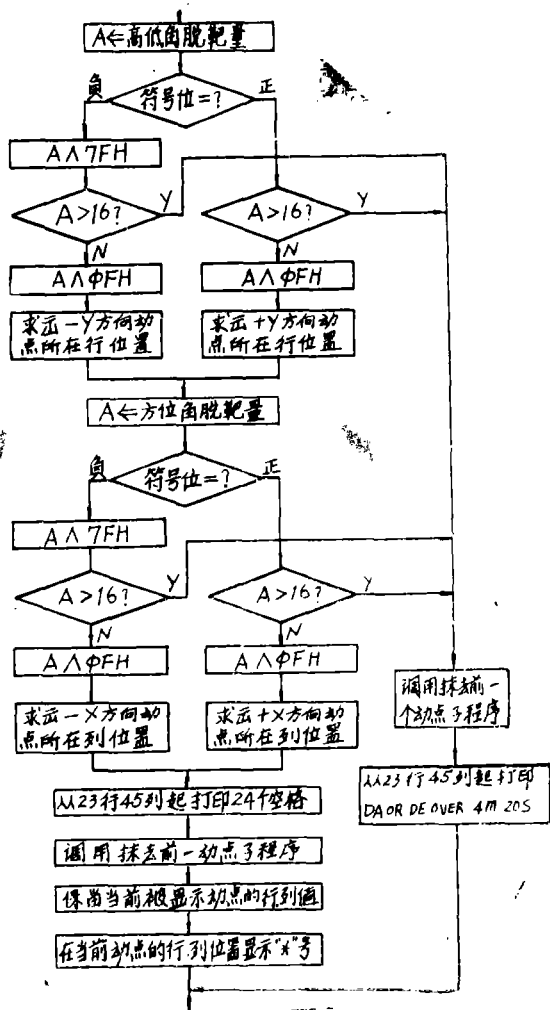


图 9 动点显示流程图

脱靶量的动点显示，使操作人员直观的看到跟踪精度的好坏。对于控制过程中出现的“跳码”等现象，数字显示很难发现，动点显示则很容易观察到，这给调机带来很大方便。

动点显示是这样设计的：以方位脱靶量 DA 为横座标(X方向)，高低脱靶量 DE 为纵座标(Y方向)画出一个视场座标方块，视场座标在X、Y方向都选为 $\pm 4'20''$ 。根据 DA、DE 各位的权和 CRT 的显示格式 (24行/80列)，作出 $\pm x$ 、 $\pm y$ 相对应的 4 个数据表，检测 DA、DE 的符号和数值，求出动点在座标内所在行和列的位置，在座标内打印一“*”号，在每次打印新的“*”号之前，抹去前一次打印的“*”号。若方位和高低方向的跟踪精度均在 $4'20''$ 内，我们可看到在座标 I、II、III、IV 象限内有一以“*”号为标记的动点在运动。若 DA、DE 任一个大于 $4'20''$ ，座标内看不到“*”号，而在座标方块的下方打印“DA OR DE OVER 4 m 20s”的字样。

动点显示程序流程图如图 9 所示。

3.2.2 跟踪手段现行状态、被选中的跟踪手段和发射标记显示：

从 $\mu C1$ 收到的第19字节包含跟踪手段现行状态和发射标记的标志信息，第20字节包含被选中的跟踪手段的标志信息，装定格式如图10所示。图中 LT 表示激光跟踪，IR 表示红外跟踪，LR 表示激光测距，TV 表示电视跟踪，RD 表示随动跟踪。

在初始化程序中，在 CRT 上打印图11上半部所示的字符和图形。程序检测第19字节的低 6 位，若哪一位为“1”，表示相应的跟踪手段跟踪良好，则在相应的字符上画一“—”线，若为“0”，表示相应的跟踪手段跟踪不好，则在相应的字符下打空格。测试第20字节的高 4 位，为“1”的那一位相应的跟踪手段就是被选中的跟踪手段，则在相应的字符下打“↑↑”标记，，否则用空格代替。图11表示了 LT、TV、跟踪手段好且选中 LT 的情况。

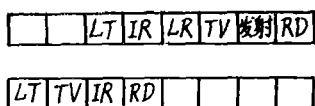


图10 跟踪手段状态和被选中的跟踪手段装定格式

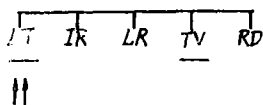


图11 跟踪手段状态和被选中的跟踪手段显示图示

测试第19字节的发射标记位，若该位为“1”，表示目标已发射，此时在CRT左上角打印一图形作为发射标记，否则用空格代替。

此部分程序设计框图从略。

4. 写盘程序

在汇编程序中，调用37号 SVC³，写盘程序可以写得很简单，SVC 给用户带来极大的方便。下面是写盘程序的清单：

```
LD HL, CHφ ; 指向提示信息存区首址
LD B, LCHφ ; 提示信息长度
LD C, ' : ' ; 提示信息结束符
```

```

LD A , 9 ; 滚动显示 SVC 功能码
RST 8
LD HL, DOS + 5 ; 指向键盘取得字符存区
LOOP: LD A, 4 ; 从键盘取得一个字符 SVC
RST 8
JR NZ, LOOP ; 没有取得字符, 等待
LD A, B ; 从键盘取得的字符送 A
CP φDH ; 是回车符吗?
JR Z, DOSP ; 是, 转入写盘程序
LD (HL), A ; 从键盘取得的字符送存
INC HL ; 指向下一个地址
LD A, 8 ; 输出字符到 CRT 的 SVC
RST 8
JR LOOP
DOSP: LD HL, DOS ; 指向 TRSDOS 命令字符串
LD B, LDOS ; 命令字符串长度
LD A, 37 ; 调用库命令 SVC
RST 8
CHφ: DB 'FILENAME'
LCHφ EQU $ - CHφ
DOS: DB 'DUMP' START = 4000, END = EFFφ'
LDOS EQU $ - DOS

```

结 语

在结束本显示记录程序的介绍时, 有必要说明下面几个问题:

1. 由于我们的 TRS-80-II 型机只配备 64K 字节 RAM, 可供用户记录的存区约 44K 字节, 这对数据量大的场合是不够用的, 但利用 TRS-80-II RAM 的分页功能, 不难扩大机器的内存。采用扩大内存或选用其它高档机器, 取代磁带机是完全可能的。

2. TRS-80-II 在软件上的一个特点是直接为用户提供了系统调用手段和用户自行定义系统调用的能力, 为用户开发自己的软件提供了方便, 文中我们所举的例子就是证明。

3. 由于系统提供的 CRT 显示只有 24 行/40 列和 24 行/80 列两种格式, 因而我们设计的动点显示视场范围较小, 动点运动也不够连续, 有待将来进一步改进。

参 考 文 献

[1] 彭许识、邓集成, 一个由 TRS-80-II——G800 构成的主从实时控制系统, 首届全国 TRS-80 微型机应用交流会资料。

[2] 中国科学光电技术研究所, 多微机控制系统软件使用说明书。

Data Recording and CRT Displaying for the
photoelectric Theodolite 778

Peng Xushi

Abstract

A program for recording and displaying data in the photoelectric theodolite 778 with TRS-80-II is presented. Compared with traditional theodolite recording system, it has advantages of being easy to read and convenient to record, and equipment is simple.