

一种真空设备的微型计算机数据采集和自动控制系统*

高怀珍 邵德山

(兰州物理研究所)

超高真空设备中,一般需由多种抽气泵组和测量规来产生所需的真空度和进行测量。不论抽气过程或真空测量过程,都需按严格的程序进行操作,否则会破坏设备的运转和损毁机组或测量仪器。可靠的真空设备自动控制装置可以提高真空设备的运转率,也可以保证设备的安全操作。由于真空系统中的真空过程是慢变化过程(以分或时为计时单位),真空测量中不要求高的精度,所以用微型计算机做控制器时,控制系统的响应速度和控制精度不是主要问题。控制装置的可靠性和安全度,在设计中需着重考虑。现在微型计算机的功能很强,有足够的内存容量,真空设备的微机控制装置一般包括数据采集和处理、较完整的控制装置,包括在微机显示屏上显示控制模拟框图、工作状态和各类测量数据。

本文介绍的微型计算机数据采集和自动控制系统,是用于超高真空热真空试验设备的,完成下列的功能:

- (1) 抽气过程的自动操作、故障显示、报警;
- (2) 多点温度的自动巡回检测、真空度采集数据处理和打印输出;
- (3) 动态地屏幕显示控制流程和各类测量参数。

一、硬件配置

图1示出了系统的总电路原理框图。由一台H89(CPU为Z-80)微型计算机作主控机,完成数据处理、屏幕显示控制流程图等工作。一块DBJ-Z80单板机实现抽气过程的自动操作。选用Inter公司的8255芯片做接口电路芯片。

二、软件设计

由于真空控制系统中对响应速度要求不高,本系统中采用程序查询法进行控制转向。为了克服H89微型机配置的BASIC语言中,I/O功能不强的弱点,采用BASIC与Z-80汇编的混合编程。这样既可灵活使用系统调用,充分开发系统软件资源,也可节省内存开销。试验证明,这样做效果较好。图2示出了程序总流程图。

三、设计说明

1. 采用8255片为主接口片,简化I/O接口的设计工作

* 1986年3月收到, 5月收到修改稿

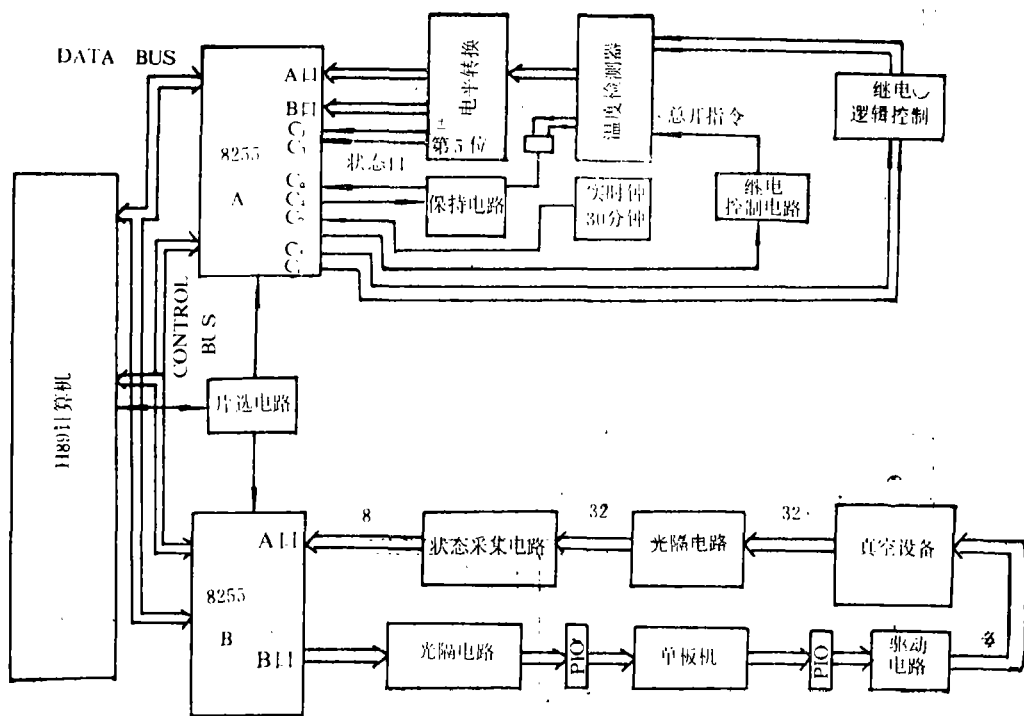


图 1 微机控制系统总电路原理框图

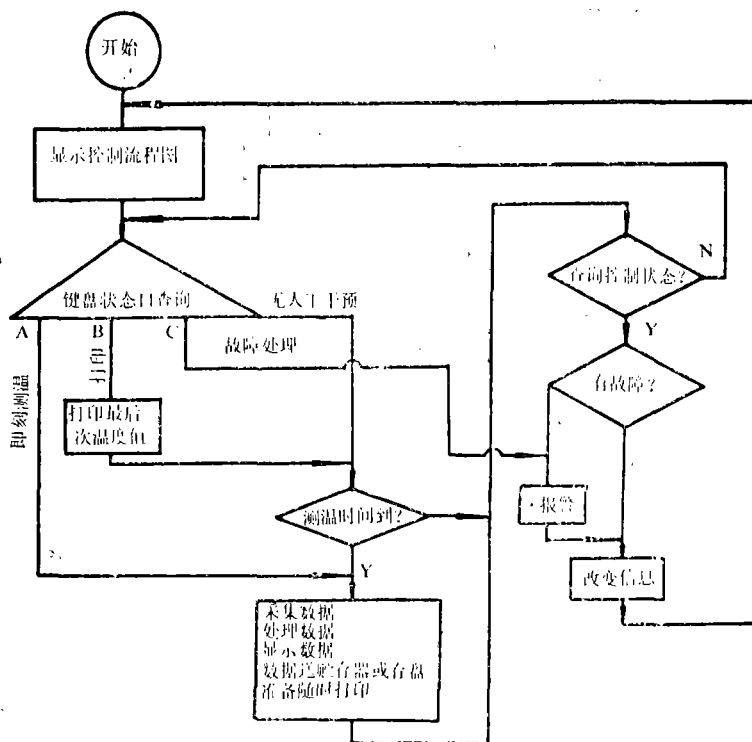


图 2 控制程序总流程图

•



接口电路原理图。

7

7

7

```

320 DATA 00F0, 000F, 000F, 000F, 000F, 0032, 0081, 00B7
330 DATA 0078, 0032, 0082, 00B7, 00C9
340 DATA 00DB, 00D9, 00C3, 0021, 00B2, 00C9
350 DATA 00DB, 00DA, 00E6, 0008, 0032, 0083, 00B7
360 DATA 00DB, 00DA, 0047, 00E6, 0002, 00CA, 0055 00B2
370 DATA 003E, 0001, 0032, 0084, 00B7, 00C9, 003E, 0000
380 DATA 0032, 0084, 00B7, 00C9,
390 FOR I=0 TO 35
400 READ D
410 POKE B210+I, D
420 NEXT I
430 DEF USR=B210
440 A=USR(1)
450 X=PEEK(B781): Y=PEEK(B782)
460 FOR I=0 TO 5
470 READ D
480 POKE B237+I, D
490 NEXT I
500 DEF USR=B237
510 A=USR(2)
520 FOR I=0 TO 26
530 READ D
540 POKE B240+I, D
550 NEXT I
560 DEF USR=B240: A=USR(4):
570 S=PEEK(B781): K=PEEK(B782)
580 W=PEEK(B783): T=PEEK(B784)
590 IF W=8 THEN W=1;
600 H=W*10000+S*1000+K*100+X*10+Y
610 IF T=0 THEN PRINT "+"; H
620 IF T=1 THEN PRINT "-"; H;
630 DATA 003E, 0008, 00D3, 00DB, 00C9
640 FOR I=0 TO 4
650 READ D
660 POKE B260+I, D
670 NEXT I
680 DEF USR=B260: A=USR(3)
690 STOP

```

2. 采用两种不同型号的接口片, 实现微机与单板机之间的单向程控通讯

为了使控制更加安全可靠, 同时也为了充分发挥主机的功能, 提高利用率, 系统能灵活、方便地工作于主机脱机和联机二种形式, 我们采用单板机作设备级控制机。单板机一般有较强的抗干扰能力, 它可独立运行, 也可设计得受主机控制。因为主机和单板机在工作中是独立地运行各自的程序, 其数据总线上的信息是不断变化的, 所以不允许任何外设长期占用内部数据总线, 只当被选中时允许该设备在读写周期时占用数据总线。设计中, 把主机和

单板机看成互为外设，它们间的通讯，靠接口和程序控制。这样就不会长期占用数据总线或终止其他工作，只能为通讯服务。

Z—80单板机，本身配有PIO接口片，为了充分利用原有的硬件电路，系统的控制信息途径是从H89微机→8255接口电路→PIO接口电路→单板机→PIO接口电路到驱动电路为止。由发光二极管模拟驱动设备，加进合适的接口软件，已经成功地实现了单向程控通讯。传送和接收数据过程是准确可靠的。

在调试中，曾试用多种编程方法实现通讯，下面介绍二种编程方法。

(1) PIO片采用方式1（输入）法

此方法要用选通信号 $\overline{ASTB}$ 把数据选通送入PIO的端口输入寄存器，同时选通信号的上升沿引起中断请求。采用8255（B）片中的PC₀位的置/复位功能作PIO选通信号 $\overline{ASTB}$ 的输入。编程如下：

(a) 单板机的通讯程序：

	LD	A, 4FH	PIO(A)口 初始化
	OUT	(82H), A	送方式字
	LD	A, 07H	
	OUT	(82H), A	送控制字
LOOP1	IN	A, (80H)	
	CP	01H	
	JP	Z, LOOP3	
	JP	LOOP1	
LOOP3	LD	A, 0FH	PIO(B)口 初始化
	OUT	(83H), A	送方式字
	LD	A, 07H	
	OUT	(83H), A	送控制字
	LD	A, 05H	
	OUT	(81H), A	送数据
LOOP2	IN	A, (80H)	
	CP	01H	LOOP2标号后为数据口复位
	JP	Z, LOOP2	
	LD	A, 0H	
	OUT	(81H), A	
	JP	LOOP1	

(b) 主机的通讯程序：

```

750 DATA 003E, 0098, 00D3, 00DF
752 DATA 003E, 0000, 00D3, 00DF
754 DATA 003E, 0001, 00D3, 00DD
756 DATA 00C9
760 FOR I=0 TO 12
770 READ D
780 POKE B280+I, D
790 NEXT I
800 DEF USR=B283
    
```

```

810  A=USR(6)
812  FOR   J= 0   TO 500
814  X=78.12*2.34/.23+2
816  NEXT  J
840  DATA 3E, 00, D3, DD, 3E, 01, D3, DF, C9
850  FOR   I= 0   TO 8
860  READ  D
870  POKE  BIEE+I, D
880  NEXT  I
900  DEF   USR=BIEE
910  A=USR(7)

```

(2) PIO采用方式3 (位控) 法

此方法不要求联络信号。在单板机的通讯程序中，只须按方式3进行初始化。其编程如下：

(a) 单板机的通讯程序：

```

LD      A, CFH
OUT     (82H), A
LD      A, 01H
OUT     (82H), A
LD      A, 21H
LD      I, A
LD      A, 0FH
OUT     (82H), A
LD      A, B7H
OUT     (82H), A
LD      A, FEH
OUT     (82H), A
LD      SP, 2300H
IM2
* EI
LD      A, 0FH
OUT     (88H), A
LD      A, 01H
T OUT   (8CH), A
CALL    D20MS
CALL    D20MS
CALL    D20MS
CALL    D20MS
CALL    D20MS
RLCA
JP      T

```

* 标号前为初始化程序

* 标号后为字符循环移位显示程序

其中中断矢量地址为2100，子程序入口地址为2200。子程序如下：

```

2200 LD      A, 0FH

```

```

OUT      (83H), A
LD       A, 07H
OUT      (83H), A
LD       A, 05H
OUT      (81H), A

```

(b) 主机的通讯程序为

```

750 DATA 003E, 0098, 00D3, 00DF
752 DATA 003E, 0000, 00D3, 00DF
754 DATA 003E, 0001, 00D3, 00DD
755 DATA 003E, 0001, 00D3, 00DF
756 DATA 00C9
760 FOR I=0 TO 16
770 READ D
780 POKE B280+I, D
790 NEXT I
800 DEF USR=B280
810 A=USR(6)

```

根据实际需要，目前，我们实现了单向程控通讯，即主机只向单板机发总开、总关等指令，同时接受设备状态信号作为回答信号。指令的传送是靠程序控制的。若要实现双向通讯，只需在编程时，分别将PIO和8255二个接口片的输入改为输出、输出改为输入即可实现。

3. 设置人工干预，实现了紧急中断功能

在系统运行过程中，为了处理紧急事件，例如真空机组产生紧急故障，或要在任何时刻检测温度值，或要求打印某些数据，这样需临时中断正在执行的程序，转去为当前事件服务。在程序设计时，我们设置了人工干预功能。这样系统可在任意时刻，键入事先约定的键符，便可转入相应的事件服务子程序。例如，即时检测温度值，只需在终端上键入“A”，程序便会自动转入温度测试模块，执行完后仍返回主程序。加入人工干预功能，对系统的控制可以带来灵活性，同时也可提高系统安全度。

4. 用最小二乘曲线拟合法，实现电压—温度的转换

由于温度检测器的输出量是被测的热偶电势，要在屏幕上显示温度值时，必须经过V—T转换。转换方法有多种，一种方法是将V—T作成二维对照表，并存入内存。电压温度的转换采用顺序查找法得出所需结果。这样做内存占用较多，故本系统不采用。

另一方法是最小二乘曲线拟合。拟合法中是先找出温度—热偶电势的校准曲线的近似数学表达式，然后将测到电压值代入式中，通过计算找出相应的温度。

最小二乘曲线拟合法的数学方法如下：

对一组实测电压值 $V_0 < V_1 < V_2 \cdots < V_n$ ，其相对应的温度值是 $T_0, T_1, T_2 \cdots T_m$ 。设拟合曲线为 n ($n < m$) 次多项式：

$$P(V) = \sum_{j=0}^n a_j V^j \quad (1)$$

$$\text{使 } \sigma = \sum_{i=0}^n [P(V_i) - T_i]^2 = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n a_j V_i^j - T_i)^2 \quad (2)$$

达到最小值, 即有 σ 对 a_k 的 n 个偏导数等于零。由此可得到正规方程组

$$\sum_{i=0}^n a_j \sum_{i=0}^m V_i^{j+k} = \sum_{i=0}^m T_i V_i^k \quad (k=0, 1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

解正规方程组 (3), 求出 a_j 。

根据上述数学方法, 可以编程求出 a_j 。利用求出的 a_j , 得到 $P(V)$ 。为保证拟合精度, 应对算出的各点 T 值与相应的实际 T 值进行比较, 若误差超过规定的允许误差, 则需对拟合曲线方程增项, 即令多项式的次数为 $n+1$, 然后重新计算 a_j 值, 直到误差满足规定值为止。对于我们的工作测温区, 计算结果表明, n 在 5~7 间已满足要求。

用程序求解正规方程组时, 是采用了全主元高斯消去法, 求解线性代数方程组。

我们采用多项式函数 $P(V)$, 而不用正交函数来求解问题, 是由于: (1) 热偶电势校准曲线线性较好, 多项式拟合法中, 曲线方程次数较低, 正规方程组系数行列式不会出现“病态”的情形; (2) 校准曲线的等精度较好, 故不必考虑正交函数的权函数问题。

参 考 文 献

- (1) H89 微型计算机使用手册
- (2) A. Ebright, 微型计算机, 3 (1981)

(上接第22页)

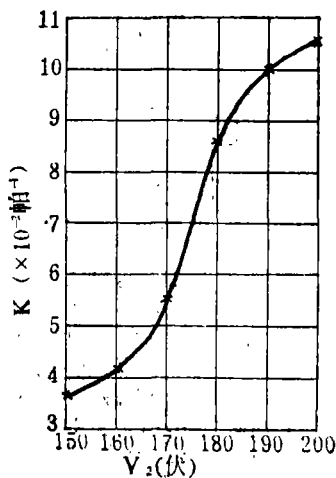


图 11

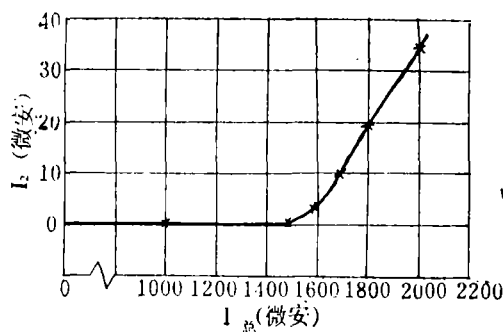


图 12

参 考 文 献

- (1) H. Kobayashi, Vac. Symp. Trans., (1960)
- (2) H. S. W. Masscy, Electronic and Ionic Impact Phenomena, 2(1975)