

TP系列微型机应用实例

(一)

中国计算机用户协会TP系列微机协会

内 容 提 要

本书是介绍 TP 系列微型机应用技术的文集。内容分为检测与数据处理、智能化仪器；过程控制；数控及顺序控制；数据传输与微型机网络和 TP STD 总线模块式工业控制等五大部分。各文讲解了 TP 系列微型机应用系统的设计思想、抗干扰措施和研制经验，并提供了部分具体的硬件电路图 and 软件资料。

本书适合 TP 系列微型机用户，各行业的科研和工程技术人员，也可供大专院校及中等专业学校和微型机学习班作教学辅助参考。

TP 系列微型机应用实例

(一)

中国计算机用户协会

TP 系列微机协会

责任编辑：张晓梅

地 震 出 版 社 出 版

北京复兴路63号

北京工业大学印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

787×1092 1/16 28.75印张 690千字

1987年12月第一版 1987年12月第一次印刷

印数 00001—13000

ISBN 7-5028-0062-X/T·2

书号：15180·468 定价：7.30元

前 言

微型计算机的普及速度是相当快的。短短数年来,不只是高级管理部门,科研单位,高等院校和大型企业都已购置和应用了微型机,就连一般的中小型厂矿,没有微型机的也不多了。

很多人在学习微型机基础知识以后,对怎样将微型机应用于生产实践,怎样根据生产过程的技术要求设计专用的微型机系统或接口电路,以及编制相应的应用软件,往往感到无从下手,迫切希望有一些成功的应用实例作参考。而一般的介绍微型机应用的书籍多为讲解基本原理,或是简单介绍应用成果。目前还很少见到结合应用实例详细讲解应用技术的书籍。

为此,我们将TP系列微型机用户协会部分会员的应用成果选编成集。目的是给拟将微型机应用于生产实际者作一实例,也为已初步具备微型机基础知识者进一步提高,掌握应用技术提供自学参考材料。同时也是给大专院校有关专业的学生作毕业设计提供参考实例,同时给正在从事技术革新、设备改造和产品开发的工程技术人员作借鉴。

本书选辑的这些项目都是作者们近几年的科研成果。有的已通过技术鉴定,有的在工业生产中得到实际应用并已取得良好的经济效益。书内各篇文章都自成体系,各有侧重。例如同样是介绍应用微型机控制温度,有的文章侧重于介绍硬件接口电路,有的文章侧重于讲解控制算法和编程技巧,其中有的讲PID算法,有的讲史密斯预估法等等。总之,各篇文章的内容基本上是不重复而是互相补充的。

本书各文的内容虽都分别结合某一具体工艺讲述,但其硬件电路、程序框图和设计思路都是可供借鉴的。尤其是一些具体部件,例如采样保持、A/D和D/A转换、CRT显示系统、轴角/数字变换器、步进电机驱动、控制对象的数学模型,以及抗干扰措施和误差分析等等,都具有一定的通用性,其硬件电路和模块化子程序甚至可以直接搬用或移植。不少作者都是首次无保留地公开全部技术资料,很有实用价值。

本书初次试编,受时空条件所限,未能广泛征稿,内容和水平受到一定影响。为了广泛进行技术交流,促进微型机的推广应用,将陆续出版续集。

不少作者把全部程序清单和参考文献都寄来了,由于书籍的篇幅所限,本书只摘了一部分程序清单和参考文献。如果读者需要,可直接与作者联系。

参加本书编审工作的主要人员有:杜璋、沈以清、关立中、柏斯光、程璋、陈文楷、许向众、陈可兵、梁瑞恒、郭淳学等。

本书由沈以清教授统稿。

本书如能对读者的工作有所裨益,将是作者和编者最大的欣慰。

目 录

微型机用于检测与数据处理、智能化仪器

智能化流量计算装置·····	鹿树理 徐崇庶 (1)
电器线圈温升的自动测量·····	王如泉 (12)
火药密闭爆发器数据采集处理系统·····	张俊谟 (19)
多点数字温湿度巡回检测仪·····	方玲珠 (41)
微型机轧线监测管理系统·····	唐 鸣 (55)
乙烯气体计量实时修正及自动计算·····	朱国栋 (90)
材料拉伸试验微型机处理系统·····	范立钢 田 俊 (100)
WD-A 型微型机地电仪的设计与实践 ·····	屈云升 王瑞祥 (109)
工业色谱仪在线直接控制氨合成入塔气成分·····	张厚杼 (118)

微型机过程控制系统

化工过程微型机控制系统·····	宁连生 (123)
微型机化温度过程控制系统·····	虞光楣 陈文楷 赵 倬 (148)
TP801在漆包线生产控制中的应用·····	王光明 黄遵熹 李容凡 (177)
TP 系列微型机在加热炉控温和节能方面的应用·····	李 同 韩文英 (195)
TP801在热处理炉群控制中的应用·····	李 蒙 赵洪旭 (214)
TP801在冷拔材轧后快速冷却多点测温记录及控制方面的应用·····	袁 刚 (221)
模拟潮汐的水位数据采集和控制·····	王振东 欧阳忻明 (242)

微型机数控及顺序控制

微型机化线切割自动编程及数控系统·····	沈以清 刘 楷 (255)
数控航向角系统的研究·····	卜万林 周新元 (289)
LDK-1 离心机微电脑控制系统 ·····	赵虹麟 王怡平 (301)
TP801 在自动化立体仓库中的应用 ·····	刘国藩 (308)

数据传输与微型机网络

模拟训练用分布式微型机系统·····	贾瑞新 王如泉 (322)
大气环境自动监测系统中的子站专用微型机及其串行数据传输·····	·····何崇礼 陈锡浩 (340)

微型机自动报警系统.....赵苏明（ 390 ）

TP STD总线模块式工业控制计算机

STD BUS 工业炉窖控制器.....陆培新 陈文楷 范晓英（ 409 ）

参考文献.....（ 454 ）

000000

智能化流量计算装置

鹿树理 徐崇燕

(北京工业大学、北京联合大学自动化工程学院)

一、引言

节流式流量测量是流量测量中使用最多的方法之一,它是用测量节流件前后的压差来表示流量。其计算的基本公式如下:

$$q_m = \alpha \cdot \varepsilon \cdot A_d \sqrt{2 \rho_1 \Delta p}$$

式中

q_m : 流体的质量流量;

α : 流量系数;

ε : 流束膨胀系数;

A_d : 工作状态下,节流件开孔面积;

ρ_1 : 流体密度;

Δp : 节流件前后的静压力之差。

这种方法存在的问题是当被测介质的温度与压力偏离额定值时,会产生很大的测量误差,尤其是在测量气体和蒸汽时,介质的温度和压力对其密度 ρ_1 的影响很大,流束膨胀系数也受温度和压力的影响。为此,在测量压差 Δp 并进行开平方运算的同时,必须对 ρ_1 和 ε 进行补偿计算,这些补偿计算如果用常规仪表来解决,要使用开方器、乘除器等大量仪表,而且只能进行简单的补偿计算;如果利用微型机的高速运算能力,则不但能解决开方及精确补偿计算的问题,而且还可以进行多路流量的计算,同时还可以实现显示及打印等多种功能,这样做不但提高了流量测量的精确性,而且降低了测量装置的成本。

二、智能化流量计算装置的功能

充分利用微型机快速计算的特点,实现多路流量测量的自动补偿与计算。本装置可测量 8 路流量、每路测量温度、压力和差压等 3 个参数。

- 完成各路介质密度及膨胀系数的补偿。
- 能适应多种介质的测量,如过热蒸汽、饱和蒸汽、一般气体和水等。
- 可以同 DDZ-Ⅱ型或 DDZ-Ⅲ型仪表相联,即可以接受 0—10mA 或 4—20mA 的直流电流信号。

- 具有显示和打印功能。

显示：巡回显示各路温度、压力、瞬时流量及累计流量等各种参数，或固定显示某路的某种参数。

打印：每小时自动打印各路累计流量，也能随时打印各路温度、压力，瞬时流量或累计流量，并且可以在启动时打印出键入的有关参数。

- 建立一个实时时钟。启动时，将当时的时间输入，显示装置在不显示参数时可显示时间。

三、硬件电路

以 Z80 CPU 为核心，配以 A/D 转换器、键盘、显示器和打印机等外部设备，组成一个智能化流量计算装置，其总体框图如图 1 所示。

1. A/D 转换器的确定

A/D 转换器的位数决定了 A/D 转换环节的精确度。一般 A/D 转换器的转换误差为 1LSB（最低有效位）或 1/2LSB。如果按 1LSB 计算，一个 8 位的 A/D 转换器的转换精度为 0.39%，而 12 位 A/D 转换器的转换精度为 0.024%。

在过程控制中，将过程参数转换为模拟电信号的变送器的精确度一般为 0.5%，所以采用 8 位的 A/D 转换器，其转换精确度与变送器是相适应的，是能够满足要求的。

A/D 转换器的转换速度，随其型号的不同，从数百 ns 到数百 μs ，快慢不一。被测流量参数的变化速度与 A/D 转换的速度及微型机的计算速度相比是非常缓慢的，一般在 1—5s 内采样一次就完全能反映流量的变化了，对于温度和压力的采样周期还可以加长。因此多路流量测量可以合用一个 A/D 转换器分时工作。本装置将 24 个参数通过模拟开关切换，共用一个 A/D 转换器，降低了硬件成本。

本装置采用的 A/D 转换器为 ADC0804，其主要技术性能如下：

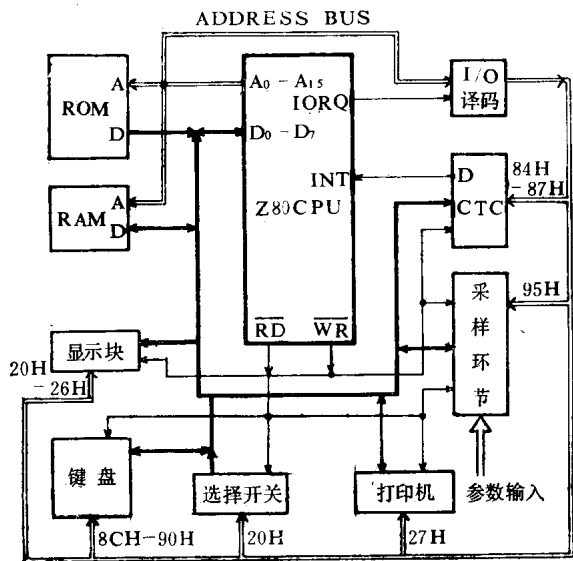


图1 硬件电路总框图

分辨率	8 位
总误差	1LSB
转换时间	100 μs

取数时间	135ns
单电源	5V _{DC}

采用型号为CD4051的8对1无触点模拟切换开关。

2. 单元组合仪表与 A/D 的联接

DDZ-Ⅱ型电动单元组合仪表的统一信号为0—10mA(DC)，而A/D转换器的输入模拟信号范围为0—5V，使0—10mA的电流信号经过500Ω的标准电阻，则在电阻两端产生0—5V的压降，可直接引入A/D转换器中。

为了尽量减少此项转换所引起的误差，对此标准电阻的精确度要求较高。由于精密电阻是很容易做到的，所以此要求可以满足。

DDZ-Ⅲ型电动单元组合仪表的统一信号为4—20mA(DC)，使此电流信号经过250Ω的标准电阻，则在电阻两端可得到1—5V的电压降，将此电压信号输入A/D转换器，则得到的相应数字量为51—255(33H—FFH)，可以用软件进行零点迁移(减去33H)，这样做的结果，其精度应为0.49%，降低了A/D转换的精确度。

对4—20mA(DC)信号的转换，也可以在硬件电路上采取措施，以保证其转换精度，其接线图如图2所示。

图中a点电压为1V，b点为3V，运算放大器A作为电压跟随器使用，使 $V_{REF}/2$ 从电阻分压器上准确地分得电压。

采用图2的电路，当变送器输出为4mA时，A/D转换器的输出为00H；当变送器的输出略小于200mA时(差1LSB所对应的电流值)，A/D转换器的输出为FFH。

3. 输入保护电路

为了防止信号侧的高电压窜入而损坏转换器，在输入侧需加保护电路，可在标准电阻两端并联一个稳压管，此稳压管的稳定电压应略高于5V，但其反向漏电流应很小，使它对电流信号的分流要在精确度允许的范围之内。

4. AD 与 CPU 联接

$\overline{PS6}$ ， $\overline{PS7}$ 接至I/O口地址译码器。

$\overline{PS6}$ ：表示的口地址为98—9BH，作为输出采样通道选择数的输出口。

$\overline{PS7}$ ：表示的口地址为9C—9FH，作为A/D转换后的信号输入口。

设：采样通道号存于C寄存器中，转换后的数字量是存贮区的首地址，寄存在DE中。则采样程序如下：

LD	C, 0	；从00通道开始采数，
LD	DE, ARES	；存贮区首地址送DE

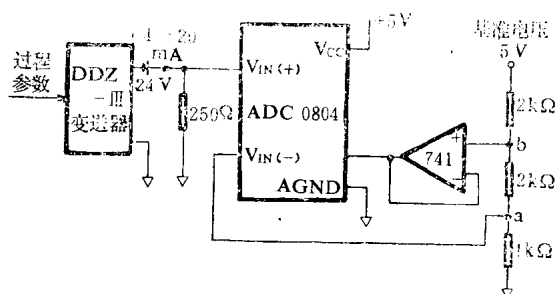


图2 4—20mA(DC)信号与A/D转换器的接线示意图

LD	A, C	} ; 初始时选通第①片4051的1NO通道, PS 6 , IOW 信号有效, C 中的数锁存在273中, 通过138译码后有效,
OUT	(98H), A	
CALL	DALEY	; 同时 $\overline{\text{IOW}}$ 信号启动 A/D , 开始转换。
		; 延时 150 μs
IN	A, (9CH)	; $\overline{\text{PS}} 7$, $\overline{\text{IOW}}$ 信号有效, 读取 A/D 转换后的 数 至 A。
LD	(DE), A	; 送至存贮区
INC	C	; 准备采下一路
INC	DE	
:		
:		

5. 微型机的选择

与 A/D 转换器的位数相对应, 选用 8 位的微型机。

本装置采样的参数多, 运算步骤多, 所需要的数据存贮区的数量很大 (约为 1k), 又因为装置的功能较全, 所以程序很长 (约为 6k), 而 Z80 CPU 的 ROM 和 RAM 可达 64k, 其软件也很丰富, 所以本装置采用了 Z80 CPU, 并采用了廉价及可用紫外线擦抹的 EPROM, 以及不需要设计刷新电路的静态 RAM。

6. 显示器的选择

选用 LED7 段显示器。这种显示块显示醒目, 价格便宜。每块显示一位数字, 共用 7 块。与微型机的联接方法是每一显示块对应一个锁存器, 占用一个口地址。微型机只需将需要显示的数字送往相应口, 则此数字由锁存器锁存, 显示块的显示值不变, 直至下次更改显示, 向相应口送入新的数字为止。此种接线方法的优点是微型机只需送一次数据即可, 显示电路占用微型机的机时少, 缺点是硬件电路较多。

四、系统软件

1. 主程序及中断服务程序

为了实现装置的各种功能要求, 并使程序结构尽量简单, 采用了单级中断的方式。在中断服务程序中, 完成了装置中的主要功能, 包括有时钟、采样、补偿运算、流量累计和显示等功能。打印程序放在主程序内, 当主程序完成初始化工作后, 进入等待打印和打印的程序中。打印机工作较慢, 它可以被多次中断服务程序打断。

图3(a)、(b)为主程序及中断服务程序框图。

①由于热工参数变化缓慢, 一般采样时间间隔选为 2—6 秒即可。为提高累计流量的精度, 装置选 2 秒采样运算一次, 为此每 2 秒产生一次中断, 中断源为定时计数器 CTC。

②装置通电后, 并不立即运行, 而是进入等待参数键入状态, 按“启动”键后, 装置进入主程序, 开始运行。

2. 采样及运算程序

(1) 滤波 为滤除信号中的干扰, 可采用阻容滤波电路, 滤除 50Hz 的干扰。除此之外, 还可以对采进微型机的数据进行软件滤波。本装置采用的滤波方法为连续采样 5 次, 去掉最大值与最小值, 再取余下 3 个值的平均值, 以除一些不规则的干扰。

(2) 量程系数 不同测量范围的过程参数, 经变送器变换后都变换成 0—10mA (Ⅱ型仪表) 或 4—20mA (Ⅲ型仪表) 的电流信号, 经 A/D 转换后都成为 00H—FFH 的数字量。为了使微型机采入的数字量能正确地反映参数值, 必须将采样值乘以一个量程系数, 即:

$$\text{参数值}_H = \text{采样值}_H \cdot \text{量程系数}$$

$$\text{量程系数} = \text{量程范围} / 256$$

为此需将各变送器的量程范围输入微型机中。

(3) 补偿运算 在流量计算的基本公式中, 流体密度 ρ_1 是温度 t 和压力 p 的函数。

$$\rho_1 = f(p, t)$$

式中, p : 节流装置前流体静压力;

t : 节流装置前流体温度。

在微型机中, 要根据所测得的介质的温度和压力值, 不断地修正补偿 ρ_1 值。

用微型机补偿计算的方法有两种:

第一种方法是将实验所得的介质的 ρ_1 与 p 、 t 值列成表格, 如表 1。将此表的数值存储在 ROM 中。使用时, 根据测得的温度和压力值, 在此 ROM 区中查出相应的密度值。

表 1

ρ_1 P	t			
	t_1	t_2	...	t_{32}
P_1	ρ_{11}	ρ_{12}	...	ρ_{132}
P_2	ρ_{21}	ρ_{22}	...	ρ_{232}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
P_{32}	ρ_{321}	ρ_{322}	...	ρ_{3232}

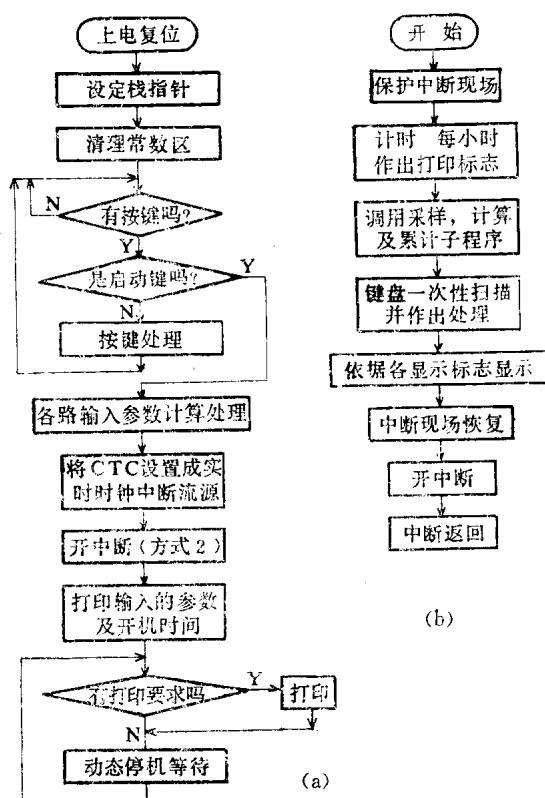


图3 主程序(a)及中断服务程序(b)框图

如果压力补偿范围为9—40MPa, 间隔值为1MPa, 则表中有压力值 $P_1—P_{32}$ 共32个值; 如果温度补偿范围120—430℃, 温度间隔值为10℃, 则表中共有温度值 $t_1—t_{32}$ 共32个值。表中密度值所需占的地址空间为 $32 \times 32 = 1024$, 即共需1k容量的ROM。如果压力与温度的间隔取得更密或测量范围加大, 则所需占用的存貯空间就更大。

第二种方法是根据实验所得的密度 ρ_1 同温度 t 及压力 P 之间的关系, 找出能表达此关系的数学模型 $\rho_1 = f(p, t)$, 测得 p 、 t 值之后, 根据此数学模型在微型机中计算出相应的 ρ_1 值。此种方法占用的内存貯器少, 但是要找出一个既简单、又能在较大范围内准确地描述 ρ_1 与 p 、 t 关系的数学模型也不是一件轻而易举的事。

比较上述两种方法, 前者比较简单, 但占用的内存貯器多; 后者寻找合适的数学模型较难, 但是如果有了数学模型之后, 则运算很方便, 所占的内存貯器也较少。本装置采用了第二种方法。为了寻找出一个既简单而又准确的数学模型, 曾在高一级的计算机上作了一些研究工作。

下面列出不同气体可采用的密度补偿公式。

a. 过热蒸汽

$$\rho_1 = \frac{1}{0.00471t \times \frac{t_m}{255} + 1.286 - 0.0097 + 1.32 \times 10^5 \times t \cdot \frac{t_m}{255} \left(P \cdot \frac{P_m}{255} \times 1.0197 \times 10^{-5} + 1.0336 \right)}$$

b. 饱和蒸汽

$$\rho_1 = \frac{1}{0.0046t \times \frac{t_m}{255} + 0.0046 \times 273.15 - 0.00798 \left(P \cdot \frac{P_m}{255} \times 1.0197 \times 10^{-5} + 1.0336 \right)}$$

c. 一般气体: 在其压力不高, 能用气体状态方程描述时, 采用

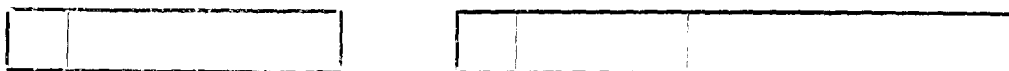
$$\rho_1 = \rho_{1ed} = \frac{P \cdot \frac{P_m}{255} + 1.0136 \times 10^5}{(P_{ed} + 1.0136 \times 10^5) \left(t \cdot \frac{t_m}{255} + 273.15 \right)}$$

上面各公式中:

ρ_1 : 流体密度,	单位 kg/m^3 ;
ρ_{1ed} : 流体在额定压力及温度下的密度,	单位 kg/m^3 ;
P : 流体压力,	单位 Pa ;
P_m : 压力测量仪表量程范围,	单位 Pa ;
t : 流体温度,	单位 $^{\circ}\text{C}$;
t_m : 温度测量仪表量程范围,	单位 $^{\circ}\text{C}$;

(4) 补偿运算 本装置的补偿运算采用了三字节的浮点运算方式。

数的表示方式为：



阶符 阶码 (7 位) 数符 尾数 (15 位)

它可以表示数的有效位为15位，可以表示数的范围近似为 $+2^{127}$ — -2^{127} 。相对于8位的A/D转换的精度及运算中所采取的数值范围来说，不论是补偿运算或是累计运算，都不会因运算过程而带来误差。

虽然浮点运算过程较繁，所用的时间也较长，但是目前已有全部的Z80浮点运算子程序。本装置中，浮点运算的速度也能满足要求，所以采用了浮点运算的方式。

(5) 采样运算 本装置可测量8路流量，每路流量都可以单独进行压力和温度的补偿（共有24个模拟量输入），考虑到有时各路流体的流量虽然不同，但是压力和温度可能相同（如在同一母管上流出的流体，而节流装置又靠近母管侧时），这时可用同一压力和温度对各路进行补偿，不必每路都装设压力变送器和温度变送器，可以节约设备投资。

这种各路流量共用一组压力变送器及温度变送器的方法可用软件来解决，在输入各路有关参数时，也置入各路的共用标志。在进行补偿运算时，根据共用标志，决定是否公用压力和温度的参数，以及共用哪路的压力和温度的参数。

采样运算框图见图4。

3. 数据的采集补偿运算和累计运算

本装置利用Z80 CTC芯片作为定时器使用，每2秒中断一次，进行数据采集、补偿运算及累计运算。因CTC一个通道所能定时的时间不足2秒，所以将两个通道串联使用。将1通道设为计时方式，256分频，时间常数设为 $200 = C8H$ ，禁止中断；将0通道设为计数方式，时间常数为 $78 = 4EH$ ，允许中断。将1通道的“回零/时间到”正脉冲输出脚“ZC/T01”接至0通道的脉冲输入脚“CLK/TRGO”。

因晶体频率为 1.9968×10^6 ，则CTC发出中断的时间间隔为2s。
并以2秒为单位进行累计，使本装置又能作为一个时钟及日历来使用，可显示年、月、日及时、分、秒。

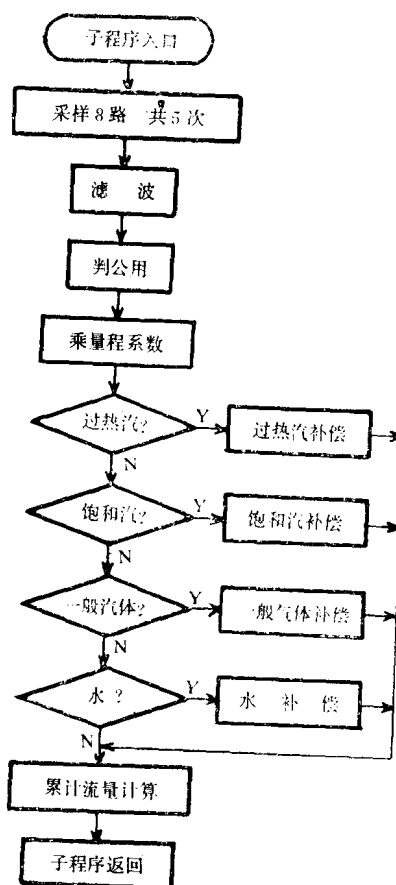


图4 采样运算框图

五、系统的人机联系——键盘的设置与处理

1. 对键盘功能的要求

本装置可用于不同流体的补偿运算，如过热蒸汽、饱和蒸汽、一般气体和水等。对于不同的流体应采用不同的补偿公式，但究竟每路测量的是何种流体，应事先告诉计算机；另外，各变送器的量程和流体的额定参数等也需要预先输入计算机中。输入时，可以根据用户所提供的数据，将有关参数预先固化在 EPROM 中。用这种方法时，运行方式简单，但却死板不灵活。本装置采取的方法是预先按用户要求固化一套参数，同时用户还可以根据现场情况，任意修改量程及参数，这就需要通过键盘操作来实现。

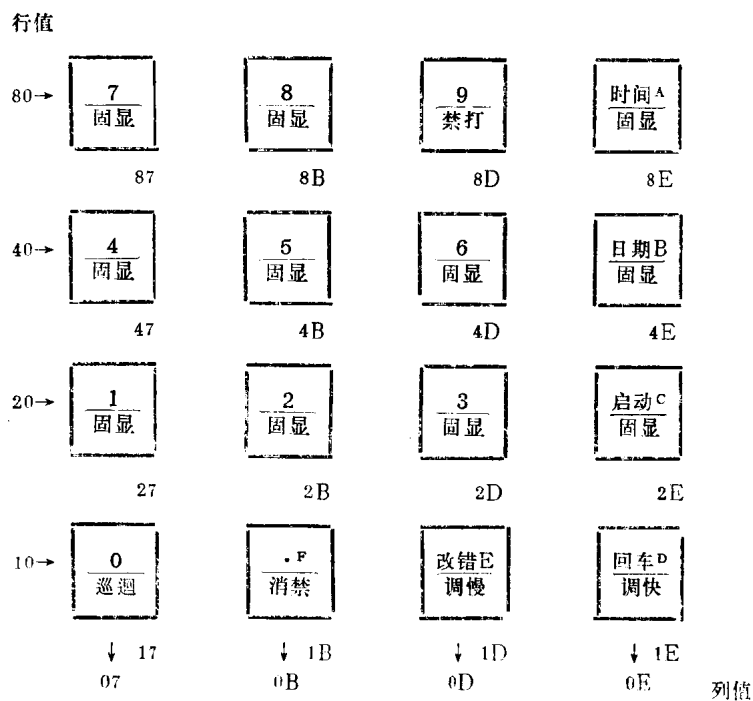
在装置运行过程中，还应对 8 路的温度、压力、瞬时流量及累计流量进行巡回检测和选点测量，不但能每小时定时打印各路累计流量，而且还要利用键盘操作，能随时打印 8 路中任意一路的任意一个参数。

装置在启动前应能输入当时的日期及时间，在运行过程中，根据需要，也能随时显示日期和时间。因此，对键盘的功能要求很高。

2. 键盘电路及键扫描程序

装置设计了一个 $4 \times 4 = 16$ 的非编码键盘，它具有上、下两档功能，上档的功能为装置在启动前输入有关参数时使用；下档功能为在运行过程中控制有关的显示和打印。

键盘的布置、功能及键值图如下所示。



注：键右下角数字为键值

工作时要对键盘进行扫描，以确定是哪一个键按下。

B寄存器的内容输送至锁存器(74LS273)锁存并反相，其高4位作为行线，列线由电阻上拉高电平。初始时，使全部行线都为低电平，通过三态门(74LS244)将列线的情况输至A寄存器，如无键按下，则A寄存器的内容将为0FH，即低4位全部为1。当A寄存器的低4位不全为1时，说明有键按下，此时需延时10ms以消除键的抖动，再使行线之一为低电平，其它为高电平。此时由三态门输入到A寄存器的值其低4位仍全为1，这说明此行无键按下则依次使另一行线为低电平。如果此时输入到A寄存器的值其低4位不全为1，则说明按下的键在此行，同时可根据A寄存器中的数值判断出按下的键在哪一列。以B寄存器中的值为行值，以A寄存器中的值为列值，两寄存器的值相加后组成键值，此键值对应着唯一的键，每一个键都完成规定的功能，如在上档功能时，按着键的排列顺序0—9为数字键，A—F为功能键。

键扫描程序框图如图5所示。

3. 键盘使用及功能的实现

装置接通电源后，在按“启动”按钮前，装置处于参数输入状态，键盘执行上档功能。现以上档键为例进行说明。

当输入的数字以0开始，则后面的6位数字为年、月、日或为时、分、秒。

当输入的数字以1—8开始，则此1—8的数字代表路号。

路号后面的数字如果为0，则再后面的数字代表何种流体及共用情况。

路号后面的数字如果为1，则再输入的为温度表量程下限。

路号后面的数字如果为2，则再输入的为温度表量程上限。

路号后面的数字如果为3，则再输入的为压力表量程下限。

⋮

路号后面的数字如果为8，则再输入的为额定压力。

每输入一个数字，显示块依次显示所输入的数字，共可输入5位数字，小数点可置于任意位置。输满7个数字后，如再输入数字，键盘则不予理睬，键盘上设有一个回车键，当确认输入无误后，则按此回车键，计算机接受输入的数字。

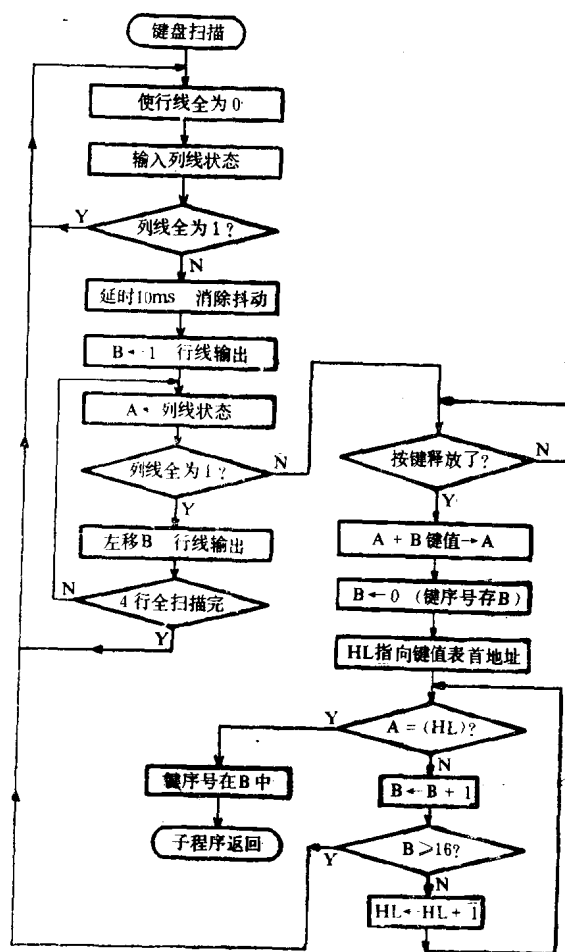


图5 键盘扫描程序框图

图 6 为数字键显示程序框图。

功能键处理的内容如下：

A (时间)：在以 0 为首的数字后，按此键，则回车时将 0 后面的位数字送时、分、秒存贮区。

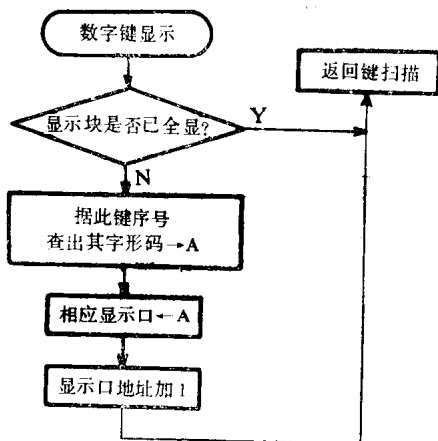


图6 数字键显示子程序框图

B (日期)：在以 0 为首的数字后，按此键，则回车时将 0 后面的 6 位数字送年、月、日存贮区。

C (启动)：启动系统运行。

F (小数点)：小数点处理。

E (改错)：消去显示器上显示的最后一位数。经验表明，人们经常是在按完数字后，才发现是出错了，这样只需要修改最后一位即可，而不必消去整个数据，所以设此改错键，对操作是很方便的。

D (回车)：将显示的正确数字送入相应的存贮区。因为人们习惯于十进制数，所以键盘

设计成按十进制数输入。但计算机内部运算是按三字节浮点数运算，在回车键的功能中包括了 BCD 码到三字节浮点数的转换。

上档键的处理总程序框图如图 7 所示。

按“启动”键后，CPU 开始运算。此时键盘呈下档功能，通过它来控制显示器和微型打印机，随意输出各路温度、压力、瞬时流量和累计流量。1—8 数字分别对应 8 路的固定显示，“0”代表清除固定显示并自动循环显示（每路显示 2 秒）。“禁打”和“消禁”可以关闭和开启打印机。利用“日期”和时间”键可以固定显示年、月、日或时、分、秒。此时装置呈现 2 秒计时的电子时钟状态，在此状态下，按“调快”或“调慢”键，可以调整时钟。键盘扫描处理程序放在中断服务程序中，每中断一次，扫描一次。每 2 秒中断一次，所以按键需要按下的最长时间为 2 秒。下档键的键处理程序与上档键类似，不再赘述。

六、装置的总体设计

本装置按照电子线路各部分的功能设计成分块的功能板。如 CPU 主板、输入板、键盘显示板和电源板等，各板的引出线用“金手指”

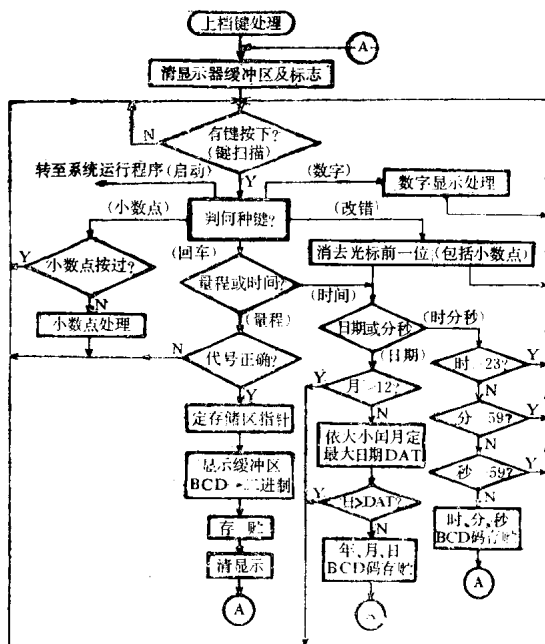


图7 上档键处理总程序框图

引出，插入固定在底板上的插座中，通过底板上的连线将各功能板联系在一起。这样做与把整个电子线路都设计在一块大板上相比，更便于制作、调试和维修。

七、小 结

本装置具有性能价格比高，通用性强和结构合理等特点。本装置不但可用于各种流体的流量测量，如将经过补偿运算后的瞬时流量通过 D/A 转换器输出，还可以联接到流量的自动控制系统中，实现流量的自动控制。

电器线圈温升的自动测量

王如泉

(北京联合大学机械工程学院)

一、问题的提出

国标 GB—998—8.2 规定：有绝缘层的电磁线圈温升，一般按电阻法测量。平均温升可按公式(1) 计算：

$$\tau_{pj} = \theta_2 - \theta_{02} = \frac{R_2 - R_1}{R_1} \left(\frac{1}{\alpha} + \theta_{01} \right) + (\theta_{01} - \theta_{02}) \quad (1)$$

式中： θ_2 ：被测线圈在发热情况下的温度，℃；

τ_{pj} ：被测线圈的平均温升，℃；

θ_{01}, θ_{02} ：分别为测量被测线圈在冷态和热态电阻时的环境温度，℃；

R_1, R_2 ：温度分别为 θ_{01}, θ_{02} 时被测线圈的电阻值，Ω。

α ：当温度为 0℃ 时被测线圈导体材料的电阻温度系数（紫铜为 1/234.5），铝为 1/245）。

同时还规定：热态电阻 R_2 应在发热结束后立即测量。对环境温度的测量及传感器的放置，也做了严格的规定。

目前，许多厂家和研究所遵循上述原则，按以下方法进行电器线圈温升的测量及数据处理。

首先，按被测线圈额定电压加热，不断监视线圈温度。当达到稳定温升后，立即分断电源，迅速将线圈接入电桥的一臂。实验人员要在 30 秒钟之内，调电桥平衡，同时记录下此刻的时间和电阻值。继之重新调电桥平衡，再记录下时间和电阻值，……这样重复测量记录，得到一批数据 $t_1, R_1, t_2, R_2, \dots$ ，即 $R=f(t)$ 的变化关系。通过公式(1) 计算出 τ_{pj} 。再利用描点作图法，画出一条降温曲线。据外推法原理，得到分断时的线圈温升值 τ_{pj} 。

不难看出，这种方法需要熟练的操作人员，因精神高度紧张，不可避免造成不同步误差和读数误差。外推法本身又是一种近似方法。故这种方法精度不可能太高。

二、系统简介

为克服上述方法之不足，提高测量精度，减轻实验人员的劳动强度，我们研制了一套专