

Z-80 CTC在烟草测湿中的应用

张秋凝 杜民 冯家辉 韦孟宇

(电子工程系)

摘 要

本文主要介绍利用 Z-80 CTC 的计数、定时功能与 FX555 计时器构成 A/D 转换器, 并利用它对烟草等介质的含水率进行测试的一种系统。

Z-80 CTC (Clock timer or Counter) 计数器/定时器是 40 个引脚的双列直插式封装的大规模集成电路芯片, 它为采用 Z-80 作 CPU 的微型机提供计数和定时功能。在利用电导法对介质 (如烟丝、茶叶、粮食等) 水份的测试中, 可通过 Z-80 CTC 的控制作用实现对烟草水份的测试, 其系统框图如图 1。

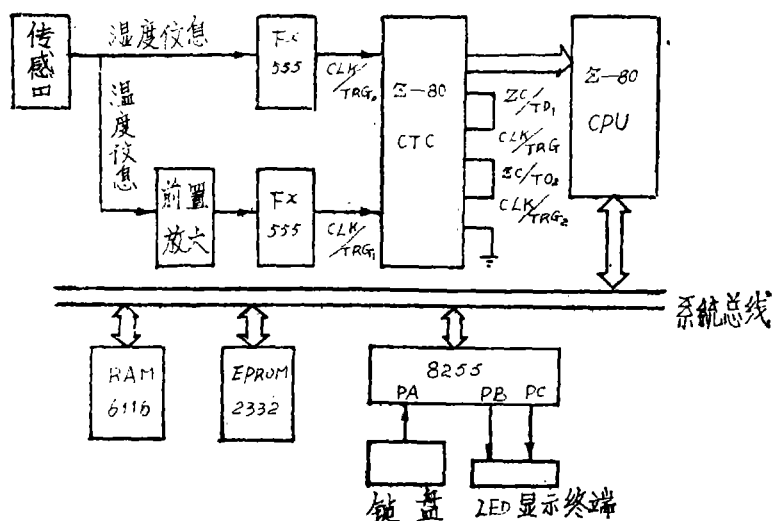


图1 系统框图

• 冯家辉和韦孟宇为原物理系 80 级毕业生。

本文 1984 年 8 月 29 日收到。

一、系统工作原理

系统由传感器、FX-555 计时器、以 Z80-CPU 为中央处理器的单板机组成。传感器的作用是将待测烟丝(支)的含水量转换为电阻值、温度的变化转换为电压值。所以对于烟丝水份的测量实质上可变成对电阻与对电压的测量。我们知道目前已得到广泛应用的 FX-555 计时器能产生精确的时延与振荡、它的振荡频率与电阻及电压有关。因此可以利用 FX-555 作为接口电路,将传感器测得的烟丝湿度及温度信息转接到单板微型机,对输入数据进行加工处理。

测湿度时, FX-555 接成无稳态工作方式,如图 2。外接电容 C_T 通过 R_A 、 R_B 充电,

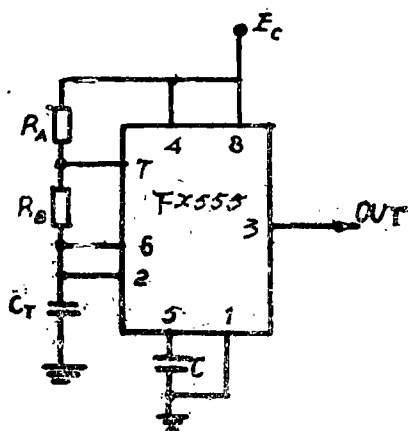


图 2 测湿时 FX555 的接线图

但仅通过 R_B 放电,其充放电时间与电源电压无关。故输出端③的脉宽可由 R_A 与 R_B 这二个电阻来确定和调整。根据 FX-555 的内部线路可推得输出端处于高电平的时间为:

$$t_1 = \ln 2 (R_A + R_B) C_T$$

处于低电平的时间为:

$$t_2 = \ln 2 R_B C_T$$

二者比值

$$\alpha = \frac{t_1}{t_2} = \frac{R_A + R_B}{R_B} \quad (1)$$

由上式可知当 R_B 固定后,充放电时间的比值 α 仅与 R_A 有关。若将传感器与 R_A 并联,则 α 值与传感器测得的烟丝阻值应有一定的对应关系。因此可以将 FX-555 计时器的输出送到单板微型机,对 t_1 、 t_2 进行计时,进而求得 R_A 的值。通过实验测得某种烟丝的水份——电阻——计数的关系如表 1。表中的 R'_A 是式 (1) 的 R_A 与传感器测得的电阻值的并联。128 是为提高精度而扩大的倍数。

表 1 烟草湿度值与湿度计数对应表

| 烟 草 湿 度 值 (%) | 传感器电阻值115M R'_A (K Ω) | 湿 度 计 数 (十进制) |
|------------------|------------------------------------|------------------|
| 10.9 | 4972.6 | 42561 |
| 11.1 | 4962.7 | 42476 |
| 11.3 | 4950.5 | 42372 |
| 11.5 | 4930.9 | 42205 |
| 11.7 | 4911.7 | 42041 |
| 12.0 | 4882.6 | 41793 |
| 12.2 | 4842.8 | 41453 |
| 12.5 | 4796.7 | 41050 |
| 12.8 | 4739.2 | 40569 |
| 13.0 | 4662.2 | 39912 |
| 13.3 | 4564.4 | 39078 |
| 13.7 | 4441.9 | 38032 |
| 14.0 | 4303.6 | 36852 |
| 14.3 | 4119.7 | 35283 |
| 14.6 | 3903.5 | 33438 |
| 15.0 | 3608.6 | 31263 |
| 15.4 | 3355.2 | 28759 |
| 15.8 | 3066.5 | 26296 |
| 16.2 | 2729.3 | 23418 |
| 16.6 | 2348.9 | 20172 |
| 17.1 | 2044.9 | 17578 |
| 17.6 | 1719.2 | 14799 |
| 18.1 | 1433.7 | 12362 |
| 18.7 | 1177.4 | 10175 |
| 19.2 | 948.1 | 8219 |
| 19.8 | 764.9 | 6655 |
| 20.5 | 600.9 | 5255 |
| 21.2 | 472.6 | 4160 |
| 21.8 | 368.6 | 3273 |
| 22.7 | 283.0 | 2543 |
| 23.6 | 218.1 | 1989 |
| 24.6 | 167.2 | 1555 |
| 25.7 | 128.6 | 1225 |
| 27.1 | 97.37 | 959 |
| 28.5 | 73.02 | 751 |
| 30.3 | 54.49 | 593 |
| 32.9 | 40.67 | 475 |

$$\text{表中 湿度计数} = \frac{R'_A + R_B}{R_B} \times 128 \quad (R_B = 15K\Omega)$$

温度测量的基本原理是根据硅 P-N 结正向压降的温度系数约为 $-2\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ ，当被测介质的温度变化时，由 P-N 结作为温度敏感元件的二极管两端电压也将随之变化。又据 FX-555 计时器的功能，若在控制端⑤外接一控制电压则可调节输出端③的频率和占空比。基于以上关系可将温度传感器输出信号加到 FX-555 的控制端。由实验测得输出端频率与控制电压关系。如图 3，并得知控制电压为 7—10 伏的一段，电压与频率的关系近似为线性，由此可将输入信号放大以保证 FX-555 的输出频率与温度传感器二端的电压成线性关系。而后将代表不同温度的频率输入计算机进行处理。

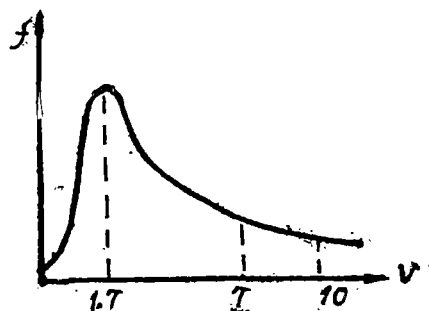


图3 FX-555 输出频率与控制电压的关系

二、程序设计及查表程序

整个程序主要包括选择通道，以实现针对不同品种烟丝的测量，湿度测量部分，温度测量部分及补偿部分，程序框图见图 4。

系统利用单板微型机对输入数据进行储存、运算、累加、比较和处理。以可编程并行 I/O 接口芯片 8255 为人机联络的通道口。B、C 口设定为输出方式，测试结果以十进制形式输出显示。A 口设置为输入方式，用来获得品种选择，功能键等状态。系统使用一片 $4\text{K} \times 8\text{ EPROM2332}$ 存放工作程序和定标曲线数据。Z80—CTC 共有四个独立通道，均设定为计数方式，其中 CTC0 用于测湿，CTC1~3 用于测温。测湿时，FX-555 的输出端接到 CTC0 的时钟端 CLK/TRG₀，由程序设定 CTC0 的计数值为 1，同时设定在 FX-555 发出脉冲序列的上升沿与下降沿均可向 CPU 发出中断请求，使 CPU 分别对 t_1 及 t_2 计数，如图 5。系统工作时，FX-555 输出脉冲的有效边沿与下一个系统时钟(Φ)上升沿同步，减 1 计数器减 1，回“0”端 ZC/TO 向 CPU 发出中断请求信号，CPU 接到中断申请后，在现行指令执行结束后就转到中断服务程序。对 FX-555

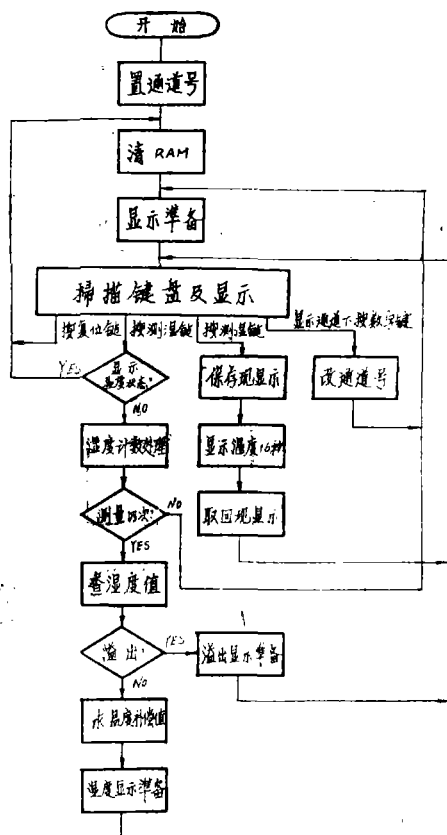


图4 程序框图

的高低电平持续时间 t_1 及 t_2 分别计数, 将时间量转换为数字量, 其程序框图如图 6。

温度测量程序是利用 CPU 作定时, 在规定的时间内 (由实验测得可用 $240ms$) , 由 CTC1—CTC 3 三个通道直接计算这固定时间内的脉冲数, 将振荡频率转换为温度计数, 其程序框图如图 7 所示。

向 CPU 申请中断

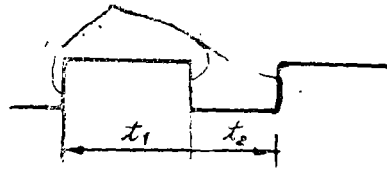


图 5 FX555 向 CPU 申请中断的时间

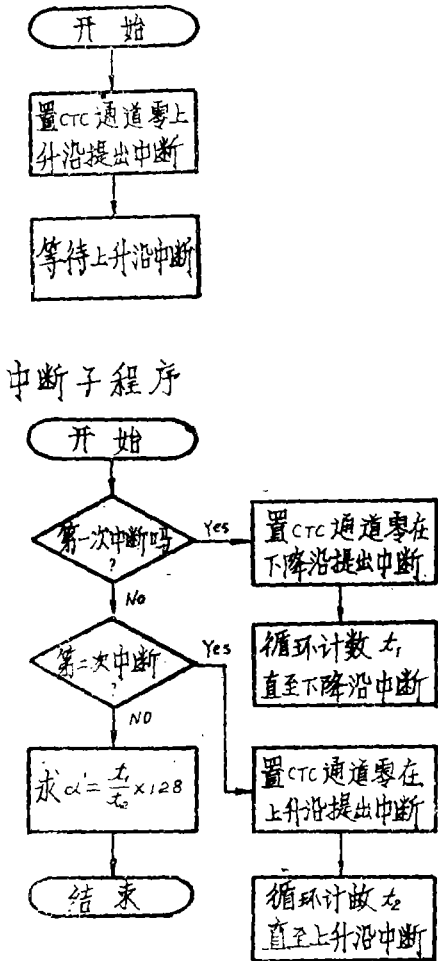


图 6 测温度的程序框图

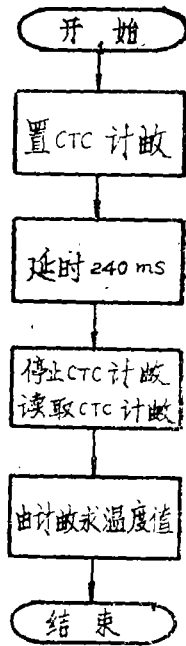


图 7 测湿度的程序框图

我们知道, 烟丝含水率与电阻的关系是非线性关系, 如图 8。通过大量实验可测得不同烟丝的含水率与电阻的关系, 为便于计算机进行处理, 将水份—电阻的关系转换为水份—计数的关系 (称 $H-\alpha$ 关系曲线) 如图 9 所示。各种烟丝的 $H-\alpha$ 曲线经分段线性化后 (如通道 0 的 $H-\alpha$ 曲线共分为 19 段、18 个拐点), 每 0.1% 含水率的计数值, 以及每段所包含

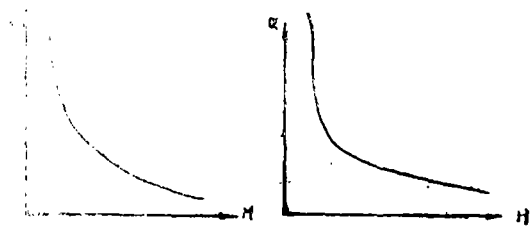


图 8 烟草水份与电阻的关系 图 9 烟草水份与计数的关系

的 0.1% 的数目均以数据表格的形式按顺序存于 EPROM 中,表的编排如图 10, (数据表的内容来源请参看表 2)。

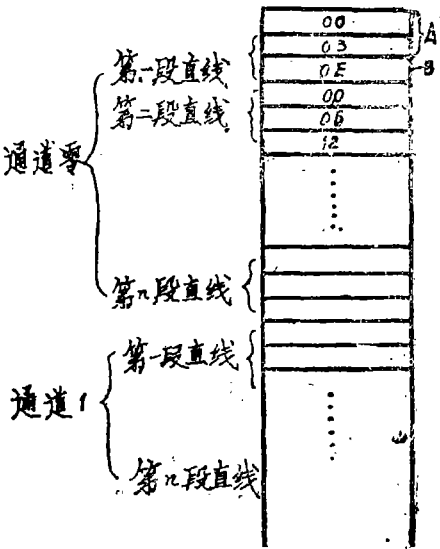


图 10 湿度表
A:湿度表湿度每改变 0.1% ,计数值的变化
B:湿度表该段直线内 0.1% 的个数

表 2 查烟草湿度值的数据表

| 烟草湿度值 (%) | 湿度计数 (十进制) | 每段 直线 内 每改 变 0.1%所改变的计数 (十进制)(十六进制) | 每 段 直 线 的 0.1%数目 (十进制)(十六进制) |
|--------------|---------------|---|------------------------------------|
| 10.9 | 42560 | 48 0030H | 4 04H |
| 11.3 | 42370 | 85 0055H | 7 07H |
| 12.0 | 41790 | 157 009DH | 8 08H |
| 12.8 | 40570 | 297 0129H | 10 0RH |
| 13.8 | 37700 | 498 01F2H | 5 05H |
| 14.3 | 35280 | 613 0265H | 18 12H |
| 16.1 | 24300 | 830 033EH | 15 0FH |
| 16.6 | 20170 | 517 0205H | 5 05H |
| 18.1 | 12350 | 366 016FH | 11 0BH |
| 19.2 | 8220 | 263 0107H | 9 09H |
| 20.1 | 5800 | 138 008RH | 20 14H |
| 22.1 | 2990 | 73 0049H | 10 0RH |
| 23.1 | 2240 | 49 0031H | 10 0RH |
| 24.1 | 1740 | 37 0025H | 10 0RH |
| 25.1 | 1360 | 22 0016H | 13 0DH |
| 26.4 | 1070 | 16 0010H | 15 0FH |
| 27.9 | 830 | 11 000BH | 18 12H |
| 29.7 | 630 | 6 0006H | 18 12H |
| 31.5 | 518 | 3 0003H | 14 0EH |
| 32.9 | 475 | | |

为了提高测量的准确度,待测烟丝的含水率需在不同方位测定四次,取它们的平均值作为测量结果,该值存于(HCOUNT)单元,而后根据计数值查表求湿度值。查表的方法是先找存放某种烟丝数据的通道号,而后查具体地址,下面几条指令就是查通道号用。

```
LD    (HCOUNT), HL; HL 存湿度计数的平均值
LD    IY, PRETAB
LD    DE, GAPH2O    ; 每一通道占用字节数
LD    A, (CHNUM)    ; 通道号送 A
INC    A
LD    B, A
```

```
CHADDR: ADD HL, DE    ; 查指定通道号的首地址
DJNZ   CHADDR
```

下面一段指令是用来查具体地址的。

```
LD    A, E5H        ; E5H 代表湿度的最大值
LD    HL, 1D9H       ; 1D9H 是对应最高水份的计数值
NEXT: LD B, (IY + 2); B 存某段直线内 0.1% 的个数
COMPAR: LD E, (IY + 1)
LD D, (IY + 0); DE 存每改变 0.1% 所改变的计数
ADD HL, DE
LD    DE, (HCOUNT)
SBC HL, DE          ; 表中值与实测值比较
JR    NC, OVERJU
DEC    A
ADD HL, DE
DJNZ   COMPAR
INC    IY            ; 如该段直线内找不到
INC    IY            ; 对应点, 则转入下一
INC    IY            ; 段继续找
JR     NEXT
OVERJU: CP    E5H
JR     Z, OVERHI    ; 如水份太高、太低
CP     09            ; 均会发出警告
JR     C, OVERLO
```

```
                ORG 19EO H
HCOUNT  DEFS    2
PRETAB  DEFS    2
GAPH20  DEFS    1
CHNUM   DEFS    1
                ORG 1A80H
```

OVERHI DEFB B7H, 3FH, 8FH, 03H, ADH

OVERLO DEFB A6H, A6H, 8FH, 85H

求得湿度后尚需测温度,以便修正湿度值,温度的补偿也是通过查表的方法找出不同烟丝在不同湿度、温度下的补偿值。

三、系统工作过程

系统开始工作后,先显示 `NO. X` 字符,提示用户输入代表不同烟丝牌号的通道号,如按数字5,即显示 `NO. 5`,表示选择了通道5,选好通道号后,将待测烟丝置于盛料盘内,先压下探头,再按仪器上的测湿键,在正常定标范围内,系统将此时的计数值存贮起来,完成对样品的一次测定,同时测定次数加1,由七段发光二极管显示已测定的次数。转动盛料盘,重复测量四次,系统就在四次测定后取平均值,并显示 `xxx.X H`,这就是已进行温度补偿的被测烟丝的湿度值。

结 语

本文介绍了一种以单板微型机为主体的烟草水份测湿方法,对系统工作原理作了理论上的说明,并对Z-80微型机在本系统中的应用作了硬件和软件方面的具体分析。

参 考 文 献

- [1] Lance A. Leventhal, Z-80 Assembly Language Programming, Published by Adam Osborne & Associates Inc., (1979)
- [2] 张联鐸、王金荣,模拟集成电路原理及其应用,黑龙江科学技术出版社,(1983)。
- [3] 宏基股份有限公司编写, MICRO PROFESSOR 小教授微电脑中文操作及实验手册,全华科技图书股份有限公司印行。

Application of Z-80 CTC on the Tobacco Moisture Testing

Zhang Chui ning Du Min Fen Zia fui Wei men yi

Abstract

The paper is mainly about using Z-80 CTCs counting and timing Capability and using Fx-555 timer to Construct A/D Converter, It is used by tobacco moisture testing system.

华大等单位研制成功ZHY-1智能烟草测湿仪

测定烟丝(支)的含水率並加以控制,是卷烟生产工艺的重要环节。过去这类测量主要依靠熟练工人的手感,因而很难达到预期的目的。为此,华大电子工程系、泉州无线电厂和厦门卷烟厂,在华大和厦门烟厂原已研制成功的SHY-1型烟草水份测试仪的基础上,充分发挥微电脑的优势,用软件代替了硬件线路,使沿用的硬接线逻辑智能化,研制成功了ZHY-1型智能烟草测湿仪。

ZHY-1智能烟草测湿仪,是利用被测物质在不同含水量时呈现不同电导率的关系来测定各种烟丝(支)的含水率的智能化仪器。其主要特点有:(1)直接显示正常范围内烟丝(支)水份含量百分数;(2)具有快速测定的功能;(3)具有湿度复现及含水率复现的功能;(4)具有超量程(湿度、水份、品种、电源、电压)的错误显示;(5)操作方便、准确、可靠;(6)体积小、重量轻,功耗低。

该测湿仪于1984年11月14日至17日进行技术鉴定后认为:(1)其测量准确性和精密度符合说明书规定的要求,研制取得成功;(2)设计合理,方案比较先进,图纸基本齐全,可以交付生产使用;(3)由于采用了微电脑这一先进技术,因而其性能稳定可靠,操作简便,在烟丝(支)水份测试中走在全国前列,对于烟草行业的生产具有重要使用价值,建议尽快进行批量生产。

ZHY-1型智能烟草测湿仪还具有很大的灵活性和广泛的用途,它不仅是当前烟丝(支)测湿手段的有力工具,而且只要更换探头和稍改程序软件后,即可在同一台仪器上实现对其他品种如粮食、糖类、茶叶等的含水量测试,以便进行控制。

(张秋凝 徐迅树)