

智能烟草仪 ZHY-I 的数据 采集与数据处理

蔡灿辉

方志成

(计算机科学(电脑)系)

(电子工程系)

摘 要

本文详细阐述了智能化烟草水份测定仪 ZHY-I 的数据采集和数据处理的方法及其程序。由于非电测量仪器都存在数据采集与数据处理问题,文中所叙述的方法只要稍加修改即可用到各种测试仪器上。

一、前 言

在卷烟工业中,烟草含水率的测量与控制是极为重要的。因此,烟草水份测试仪器的研制,是卷烟行业的主要课题之一。70年代后期西德的 H.B. 公司推出了基于电导法原理下工作的烟草水份测定仪 TM-80,很快占领了国际市场。为了消化国外的先进技术,我们对 TM-80 进行了详细的分析,在厦门卷烟厂和华侨无线电厂的协助下,对 TM-80 的测量探头进行改造;修正了 TM-80 的数学模型;把微计算机引入烟草水份测试仪器,成功地研制出智能烟草水份测定仪 ZHY-I,填补了我国烟草水份测量仪器的空白。该仪器已在1984年11月通过鉴定,并作为烟草公司的定点产品在华侨无线电厂投产。

由于计算机的引入,使我们可以仪器内部采取一系列数据采集和数据处理的方法,大大提高了仪器的测量精度。下面以烟丝测量为例,简单介绍一下 ZHY-I 的数据采集和数据处理的方法。

二、ZHY-I 的数据采集系统

1. 探头设计

ZHY-I 的烟丝探头是在 TM-80 烟丝探头(同 SHY-I, 见文[1])的基础上改造而成的,主要区别如下:

TM-80 采用单对面接触式电极, 而 ZHY-I 的烟丝测量探头上嵌有四对均匀分布在同

本文1986年4月12日收到。

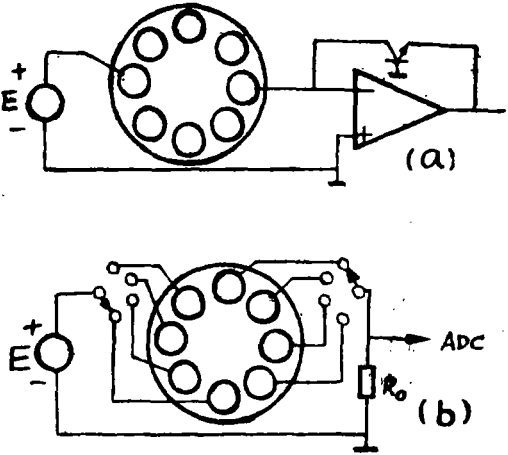
一圆周上的电极，内部装有双四选一模拟开关4052，在测量时，由计算机进行控制，依次接通四对电极，采入四个方位上的数据，再由计算机进行处理（图 1）。这样，就可以基本上保证真正得到整盘烟丝含水率的全部信息，减少测量的随机误差。

2. 传感接口

ZHY-I 的传感接口如图2所示。A/D 转换器采用 3 $\frac{1}{2}$ 位的 ADC MC14433。传感器送出的电信号经A/D转换后通过锁存器送到计算机处理。由于MC14433 是仪表式的A/D转换器，它的输出为按位扫描的BCD码^[2]，其波形如图 3。其中EOC为A/D转换结束的标志，DS1—DS4 分别为千位至个位的选通信号。

DS2—DS4有效期间（高电平），Q₀—Q₃ 输出相应位的 BCD 数。在DS1 选通期间，各位意义如下：

- Q₃—— $\frac{1}{2}$ 位。若Q₃ = 0，则千位为 1，否则为 0。
- Q₂——输入极性。Q₂ = 1，则输入信号为正，反之为负。
- Q₀——超量程标志。Q₀ = 1 表示输入信号超量程。



(a) TM-80 探头电原理图
(b) ZHY-I 探头电原理图
图 1 两种探头电原理对比

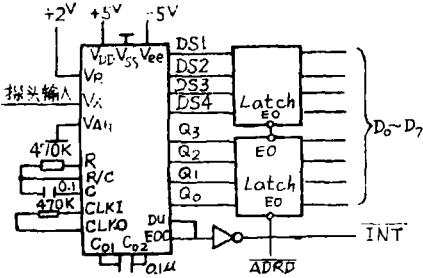


图 2 ZHY-I 的传感接口

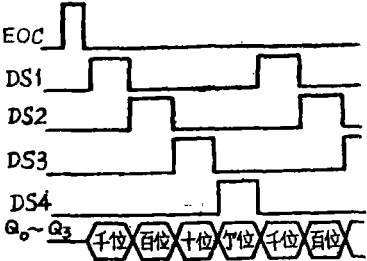


图 3 MC14433 的输出波形

为了把 A/D 转换器的输出转化为计算机所能处理的数据，需要有一套相应的软件。在 ZHY-I 中，我们采用的是中断—查询法。亦即由 A/D 转换结束信号 EOC 向 CPU 提出中断请求，通知 CPU A/D 转换已结束，输出的数据是新的 A/D 转换的结果。CPU 接受中断请求后，逐次查询位选信号 DS1—DS4 是否为高电平，若是，则输入相应的位并做一定的处理。具体程序见表 1。其中，SCAN1 的功能为扫描键盘及显示幕一次，其执行时间约为 10ms。子程序 WAIT 在等待 A/D 转换结束的同时扫描显示幕。如果超过一定时间尚无 INT 信号到来，说明 A/D 转换电路有问题，即转向 ERRAD 进行报警，这样可防止因 A/D 转换器损坏而使机器陷

入死循环。从 WAIT 返回调用它的程序是由存在 0038H 等单元中的 E1C9 等字节来达到的。

表 1 ZHY-I 接口程序 SAMPLE

SAMPLE, CALL	WAIT	扫描键盘及显示幕, 等待 INT 信号
LD	HL, DATAMEM	
IN	A, (ADPORT)	
BIT	7, A	; DS1 = 1?
JR	Z, \$ - 4	; 否, 继续等待
LD	(HL), 00	
BIT	3, A	; 1/2 位为 1?
JR	NZ, NADD	; 否, 千位为 0
INC	(HL)	
NADD, IN	A, (ADPORT)	
BIT	6, A	; DS2 = 1?
JR	Z, \$ - 4	; 否, 继续等待
RLD		; 是, 存入数据
INC	HL	
IN	A, (ADPORT)	
BIT	5, A	; DS3 = 1?
JR	Z, \$ - 4	; 否, 继续等待
RLD		; 是, 存入数据
IN	A, (ADPORT)	
BIT	4, A	; DS4 = 1?
JR	Z, \$ - 4	; 否, 继续查询
RLD		; 是, 存入数据
LD	E, (HL)	; 结果送 DE 寄存器
DEC	HL	
LD	D, (HL)	
RET		
WAIT, LD	B, 50	; ADC 最长时间 < 500ms
EI		
WLOOP, CALL	SCAN1	; 扫描 KB LED
DJNZ	WLOOP	
JP	ERRAD	; 超时, 转错误处理

三、ZHY-I 的数据处理方法

1. 含水率 x% 的计算

从探头输出到测量结果的转换, 是测量仪器必不可少的一环。通常有两条途径可达到这一目的, 即公式法与查表法。这里采用的是查表法。具体程序可参见表 2 的 HDATA。

HDATA 主要分三个部分——采样、查表和校正。在查表之前, 先判别水份值是否在测

量范围之内。如含水率太大即探头输出大于 VMAX, 转错误处理 WET, 而水份太小或仪器没有进入测量, 转另一入口 DRY。查表算法 CONSULT 是普通的线性搜索法。其输出 HL 为采样值在表中的相应位置。线性表 H[90, 320]的真头从 $x = 9.0\%$ 存起, 每 1% 一个分度, 每分度占两个单元。实际输出以 1% 为单位, 故 $x = (\text{HL} - \text{假头 } H(0) \text{ 的地址})/2$ 。考虑到品种补偿和温度补偿, 又分别调用品种补偿子程序 TYPICAL 和温度补偿子程序 TEMCAL。

2. 削弱测量误差

根据误差公理, 有测量就有误差, 数据处理的目的就是要使测量误差控制在测量精度允许的范围。误差通常可分三类: [3] 系统误差、随机误差和过失误差。而系统误差又可分为恒值系统误差和变值系统误差。对各种不同的误差, ZHY-I 采用了一些相应的措施来削弱或消除它。

(1) 系统恒差的消除

对于任何品种的烟丝, 在一定的误差容限下, 其 $(R - x)$ 关系式可表示为[4]

$$x = -0.097 + 20.7255 / (R - 0.0577)^{0.00580} + b$$

而仪器内部的表格是按 $x = -0.097 + 20.7255 / (R - 0.0577)^{0.00580}$ 制成的, 因此在测量某一品种烟丝之前必须先校准曲线上的某一点 x_0 来求出 b , 并把 b 存入 BIAMEM, 在测量时由 TYPICAL 取出 b 值进行补偿。

(2) 减小变值系统误差

变值系统误差可分为周期误差、累进误差和按复杂规律变化的误差。后者通常可作为随机误差考虑。周期误差基本可由双斜式的 A/D 转换器 MD14433 来抑制。累进误差则比较麻烦, ZHY-I 是靠探头产生一定压力来近似保证被测烟丝的密度不变的。但烟丝不是一种弹性物质, 它的受压形变过程是一个很复杂的过程, 既有塑性形变、又有弹性形变、还有爬动过程, 从受压开始到稳态需要有一定的时间。该时间长短与被测烟丝的品种、含水率等有关。在这一段时间内, 烟丝所呈现的电阻是在不断地变化, 如果不等它进入稳态就进行测量, 可能产生较大的误差。根据马科科夫判据准则, 我们采用这样的方法:

在测量时, 仪器不断地进行采样并反复比较前面一组四个数据平均值与后面一组四个数据平均值是否相等, 一直到两者相等, 才扫描四对电极, 采入数据。这样就基本上消除了累进误差。具体程序见表 2 的 STABL。

(3) 减小随机误差

如前所述, ZHY-I 烟丝探头装有四对电极, 在测量时由计算机程序控制依次接通这四对电极, 每对电极接通时采样四次, 总共采样 16 次再取统计平均。这样测量离差 Sx 即为单次测量的 $1/\sqrt{16} = 1/4$ 。具体程序见表 2 的 PRBSCAN。

表 2 数据采集与数据处理程序清单

			; 测量程序 TEST
TEST,	CALL	STABL	; 处于稳态?
	CALL	PRBSCAN	; 扫描电极, 取得数据
	JP	DISP	; 转显示

```

; 测量稳定状态判别程序 STABL
STABL, LD DE, 00 ; 初始数据为 0
SLOOP, PUSH DE
CALL MDATA4 ; 求出四次测量平均值存入DE
POP HL ; 取上一组平均值
OR A ; 清进位
SBC HL, DE ; 两组平均值相等否
JR NZ, SLOOP ; 否, 继续等待
RET

; 求组平均值子程序 MDATA4
MDATA4, LD HL, 00 ; 清总和
LD B, 4 ; 每组测量次数为4
MLOOP, PUSH BC
PUSH HL
CALL HDATA ; 测量一次, 输出在HL
POP DE
ADD HL, DE ; 求和
POP BC
DJNZ MLOOP
SRL H ; 求平均
RR L
SRL H
RR L
EX DE, HL ; 输出存DE
RET

; 数据采集与数据转换程序 HDATA
HDATA, CALL SAMPLE ; 采样
LD HL, VMAX ; 若探头输出大于VMAX
SBC HL, DE ; 转超量程处理
JR C, WET
LD HL, VMIN ; 若探头输出小于VMIN
SBC HL, DE ; 转仪器空闲态处理
JR NC, DRY
CALL CONSULT ; 查表, 输出HL为探头输出在表中位置
LD DE, FHEAD ; HL假头地址
SBC HL, DE
SRL H ; 除2
RR L
CALL TYPCAL ; 品种补偿, 输出存HL
CALL TEMCAL ; 温度补偿, 输出存HL
RET

; 查表子程序 CONSULT

```

```

CONSULT, LD IX, H90 ; 真头送IX
CLOOP, LD L, (IX+0) ; 比较表内各项与采样值
      INC IX
      LD H, (IX+0)
      INC IX
      XOR A
      SBC HL, DE
      JR C, CLOOP ; 若表内项小于采样值, 继续比较
      PUSH IX ; 项地址送HL
      POP HL
      DEC HL
      DEC HL
      RET

; 电极扫描采样程序PRBSCAN
PRBSCAN, LD HL, 00 ; 清总和
      LD B, 04 ; 探头电极对数
PLOOP, LD A, B
      DEC A ; 电极位置
      OUT (PROBSW), A ; 电极选择
      PUSH BC
      PUSH HL
      CALL MDATA 4 ; 采样
      POP HL
      ADD HL, DE ; 求和
      POP BC
      DJNZ PLOOP
      SRL H ; 求平均, 结果存 HL
      RR L
      SRL H
      RR L
      RET

```

四、结 束 语

数据采集与数据处理是仪器的核心, 其设计成功与否决定了仪器的性能。本文的方法是对智能烟草仪而设计的, 但其设计思想对一般的非电测量仪器也可以基本适用。实践证明了该系统设计的合理性和正确性。

参 考 文 献

- [1] 杜民, 方志成, 烟草含水率的测试机理和数学模型的研究, 华侨大学学报, 3(1985).
[2] 周自炳等, $3\frac{1}{2}$ 位数字电压表电路—5G14433, 电子技术应用, 12(1983).
[3] 费业泰等, 误差理论与数据处理, 机械工业出版社, (1983).
[4] 蔡灿辉, 智能化烟草水份测定仪ZHY-I的数学模型及计算机程序, 华侨大学学报, 4(1985).

A Data Collecting and Processing System for the Microcomputer Based Tobacco Moisture Meter ZHY-I

Cai Canhui Fang Zicheng

Abstract

This paper deals with a data collecting and processing system and its programs for the microcomputer based tobacco moisture meter ZHY-I. Since the collecting and processing of data are important for all the nonelectric testers, the method given in this paper can be used in a variety of instruments with a little modifying.