

智能型棉花水分测定仪的研制

北京农业工程大学 蔡永泉

[摘要] 本仪器是利用计算机和电容式传感器技术研制而成,具有准确度高、温度自动补偿、体积小、操作简单、超标报警等优点。该仪器已获两项国家专利,并通过国家技术监督局科技成果鉴定,认为具有国内领先水平。

关键词 数据采集,振荡器

一、前言

棉花水分含量的多少是棉花收购中的一个重要指标,测量棉花水分的准确度和操作速度,直接影响棉花收购的质量,而我国使用的棉花水分测定仪,基本上是一九五六年研制的电阻式测定仪,存在着操作繁琐,体积较大,携带不方便,显示不直观等缺陷。因此研制一种从根本上解决以上缺陷的仪器,已势在必行。

二、智能型棉花水分测定仪的原理

该仪器的原理如图1所示,计算机分别对由棉花的含水率的不同引起电容器 C_H 的电容量不同,从而导致振荡器1输出端振荡频率的数据采集;和对由温度变化所引起的振荡器2输出端振荡频率的数据采集,进行分析处理转化为相应的含水率送显示器显示。

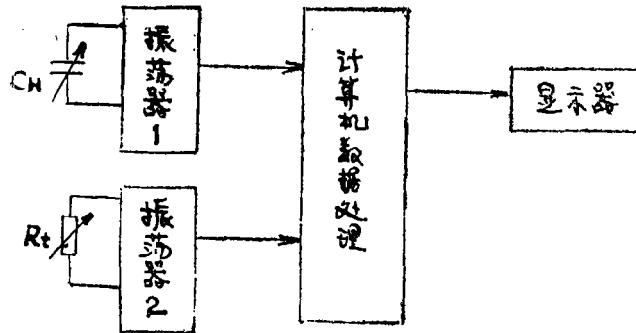


图1 原理图

三、智能型棉花水分测定仪的设计

所谓智能型就是利用传感技术和用计算机对数据自动进行处理。因此该仪器的设计主要包括:电容传感器的设计,计算机硬件系统和软件系统的设计。

(一) 电容传感器的设计

一般来说,传感器就是将一定的物质的量的变化转化为一定的电信号的变化;或将一定的物质的量的变化转化为一定的物理量的变化,再将这个物理量的变化转化为电信号的变化。由于

我们这里采用的是电容式传感器，所以采用后一种转化。设计一个电容传感器应从以下几个方面解决。

1. 电容传感器探头的研制

众所周知，电容传感器的灵敏度比电阻式的高，而电容传感器探头的功能是将一定的物质量的变化转化为一定的物理量的变化。由于市场上能购买到的电容传感器，不仅价格昂贵，且不能在被测物体粉尘含量大的环境下工作，更重要的是不易插进被测棉花中。为了解决这个问题，根据平板电容原理，可用两个导体棒作为两个极板，这样棉花很容易被插入两个板极间使电容量产生变化，而电容的变化可由下式决定：

$$C = \epsilon \frac{S}{d} \quad (1)$$

其中：C：为两板极电容器的电容量；

S：为板极面积；

d：为两板极间的距离

ϵ ：为两板极间的介质常数。

由(1)式可知S面积的大小对传感器的灵敏度有着至关重要的作用，当S太小传感器的灵敏度就会下降，如果仅用两个导体棒作为传感器探头，因为棒的面积较小使传感器的灵敏度达不到。为了满足既要使传感器有较高的灵敏，又使传感器容易插入棉花内，采用多棒板极电容器，电容器的总面积加大，从而提高了灵敏度。

本传感器探头共用50个金属棒，每10个金属棒固定在一个导体上，并将每个导体相隔连接，引出两个头，作电容器的两个极。

2. 传感器电路的设计

传感器电路是将一定的物理量的变化转化为一定的电信号的变化。常用的传感器电路有电桥式测量法电路，脉冲测量法和频率测量法电路。以上三个电路中，频率测量法精度最高，且输出信号易用高性能低成本的计算机系统处理，所以本传感器电路采用频率测量法电路。本仪器共用两个传感器电路，一个是测水分振荡电路，一个用于温度补偿的测温振荡电路。两个振荡器都采用了时基电路555芯片组成振荡电路。图2给出了测水分的具体振荡电路。

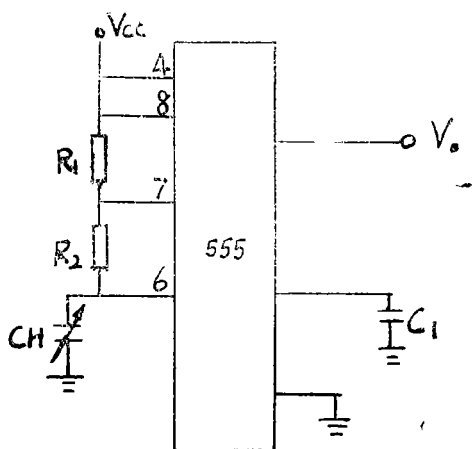


图2 传感器电路

输出端输出的振荡频率由下式决定。

$$f = \frac{1}{C_H(R_1 + 2R_2)} \quad (2)$$

测温电路的设计同测水分电路一样就不再叙述了。

(二) 微机系统的设计

1 硬件设计

硬件设计主要选用一些性能价格比高和低功耗的电路,同时所用电路应尽量少,这样不仅价格低而且减少电耗。本仪器数据处理采用的是 80C31 单片机作为,显示部分用三位半液晶显示屏。

2 程序设计及其算法实现

程序设计主要从以下几个方面考虑

a. 采样时间

根据实际测量需要,要求测量范围在 5~13%。分辨力为 0.1%,所以确定采样时间是非常重要的,采样时间太短满足不了分辨力需要,太长则仪器的功耗过大。本仪器的采样时间为 150ms。

b. 非线性的考虑

如果填入一定量的棉花所产生的电容值为 C_{H0} 由公式(2)可得

$$f_0 = \frac{1}{C_{H0}(R_1 + 2R_2)} \quad (3)$$

如果棉花的水分值改变使原来的 C_{H0} 改变,在这里假设使原 C_{H0} 增加 ΔC_H 则这时所引起的变化频率 Δf 为

$$\Delta f = \frac{1}{(C_{H0} + \Delta C_H)(R_1 + 2R_2)} - \frac{1}{C_{H0}(R_1 + 2R_2)} \quad (4)$$

则

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\frac{\Delta C_H}{C_{H0}}}{1 + \frac{\Delta C_H}{C_{H0}}} \quad (5)$$

当 $\frac{\Delta C_H}{C_{H0}} \ll 1$ 时,将(5)式展开为幂级数得:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta C_H}{C_{H0}} \left[1 - \frac{\Delta C_H}{C_{H0}} + \left(\frac{\Delta C_H}{C_{H0}} \right)^2 - \left(\frac{\Delta C_H}{C_{H0}} \right)^3 + \dots \right] \quad (6)$$

由上式可知 $\frac{\Delta f}{f_0}$ 与电容量的改变是一个非线性,只有当 $\frac{\Delta C_H}{C_{H0}} \ll 1$ 时,(6)式可变为

$$\frac{\Delta f}{f_0} = \frac{\Delta C_H}{C_{H0}}$$

从以上分析可知当在一个很小的水分值变化之间可作为线性处理,当考虑范围大的时候就不可以作线性处理了,因此在设计程序时需用非线性方法来处理。在设计程序时我用二次逼近法和拉格朗日迭代法,以及 PID 算法来处理非线性,从而达到解决了非线性问题以满足需要。

c. 节电程序设计

由于该仪器采用了 9V 迭形电池,所以电耗不仅在设计硬件时要考虑,同时,在程序设计

(上接封3)

发展阻燃粘胶纤维是必然趋势

《人造纤维》1996, No1, p. 14

碳化腈纶纤维的结构

《纤维学会志》(日)1994, 50(10)—39~48, 95

能作地毯原料的化学纤维

《高性能纺织品》(英)1995, (3). —2.

能贮热和散热的纤维

《高性能纺织品》(英)1995, (5)—2~3.

90年代的聚酯纤维和对苯二甲酸酯(PTA)

《亚洲纺织》(英)1994, 25(10)—96~99.

聚酯纤维的高性能化

《纤维学会志》(日)1994, 50(11)—3~7.

·纤维检测方法及仪器·

羊毛洗涤的新方法

《纺织学报》1996, No1, p. 48

激光快速测试羊毛纤维直径

《上海纺织科技》1996, No1, p. 56

利用长、短纤维差异纺制的麻/棉纱中纤维的

转移与分布

《棉纺织技术》1996, No4, p. 30

关于“聚酯切片干燥除湿机”的研究

《合成纤维》1996, No2, p. 41

影响腈纶正规条缩率的主要因素

《合成纤维》1996, No2, p. 44

缠结对超高分子量聚丙烯腈特性粘度测定的影响

《中国纺织大学学报》1996, No1, p. 1

纤维细度仪的工作原理分析

《苏州丝绸工学院学报》1996, No1, p. 33

稀土在生丝浸渍中的应用研究

《苏州丝绸工学院学报》1996, No1, p. 40

羊毛纤维长度和强力的测定

《羊毛纪事》(英)1995, 154(3603). —25

棉纤维的氯化锌改性

《纺织染印工作者》(英)1995, 28(3). —22~24.

何焕焕 供稿

(上接第27页)

时也应考虑。当采集数据时,通过以下指令

mov87H, #01H

使 PU 处于掉电状态而数据采集后执行以下指令:

mov87H, #02H

使 PU 处于睡眠,执行两条指令,单片机耗电量由 40mA 降到 10mA。

四、展望

由于该仪器是用计算机实现对于该仪器的功能扩展很容易实现,所以该仪器在不改变电路的同时,只需在面板上加几个键使该仪器不仅能测量棉花,而且可测量各种粮食。

参 考 文 献

- (1) 北京航空学院编,《传感器原理》,国防工业出版社
- (2) 何之民编,《单片机系统设计》,北京航空航天大学出版社