

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017090280404

一种棉织物吸水率智能测量装置的研制

熊铁军^{1,2}, 郦文忠^{1,2}, 曹中胜²

(1.核工业西南物理研究院,四川成都 610225; 2.成都理工大学 工程技术学院,四川乐山 614007)

摘要:理想的服装应该透气好,容易排汗,穿着舒适,这就要求棉织物具有良好的吸水率。文章详细介绍了棉织物吸水率智能测量装置及该装置的硬件和软件设计。该装置充分利用了棉织物的吸水特性和电阻的变化关系,结合运用单片机技术和C语言程序,进行硬件和软件仿真。该装置主要针对棉织物对水分吸收快慢作出智能判断,通过对棉织物实验样品的测试,表明测试参数符合要求,测量装置达到设计要求。

关键词:棉织物;吸水率;测量装置;单片机

中图分类号:TS 195 **文献标志码:**A

Investigation of an intelligent measuring device for water absorption of cotton fabrics

XIONG Tiejun^{1,2}, LI Wenzhong^{1,2}, CAO Zhongsheng²

(1. Southwestern Institute of Physics for Nuclear Industry, Chengdu, Sichuan 610225, China;

2. The Engineering & Technical College, Chengdu University of Technology, Leshan, Sichuan 614007, China)

Abstract: Ideal clothing should be breathable, easy to sweat and comfortable to wear, which requires the cotton fabric having a good water absorption. In this paper, an intelligent device for measuring water absorption of cotton fabric is introduced in detail, as well as the hardware and software design of the device. The intelligent measuring device makes full use of changes between the water absorption characteristics and resistance of cotton fabric. The hardware and software for this device are simulated by combining MCU technology with C language program. This measuring device aims at judging and displaying the moisture absorption speed of cotton fabric intelligently. Through measuring the test samples of cotton fabric, the testing parameters meet the requirements, it concluded that the measuring device meets the design requirements.

Keywords: cotton fabric; water absorption; measuring device; single chip microcomputer

随着人们生活水平的提高,对生活服装的舒适程度也提出了要求。棉织物具有良好的吸湿性、透气性,穿在身上柔和贴身,深受人们的喜爱。对棉织物“吸水”性能的评估,是人们合理地使用棉织物的一个重要依据。评估的结果将直接涉及到许多纺织工艺过程的设计,如织造、印染、后处理、服装等,甚至扩展到妇幼保健、医疗卫生及国防工业等诸多方面。因此,建立一套行之有效的测试方法

是至关重要的^[1]。

目前,对于棉织物吸水率的测量方法有2种,一种是用秒表计时,记录水滴镜面在棉织物表面反射消失所需的时间,即“水滴镜面反射法”;另一种是“吸水高度法”,即将棉织物样条垂直悬挂于支架上,下端浸入水中,记录一定时间之后,棉织物被浸湿的高度^[2]。该智能测量装置以第2种方法展开研制工作,利用棉织物吸水及水传输的作用,在直流电极间的时间记录^[3-5],通过智能吸水率显示仪,测量棉织物的吸水率^[6-7]。本文提出一种基于单片机的棉织物吸水率测量装置,克服了以往用目测的方式记录时间,由人工计算吸水率的过程,提高了测量吸水率的测量精度,装置更易于操作。它充分利用了

收稿日期:2017-09-26

基金项目:乐山市科技局科研项目(A322016019)

第一作者简介:熊铁军,工程师,主要从事应用物理学和科研工作。E-mail:782434246@qq.com。

棉织物被水的“侵湿效应”与棉织物的导电率的相互关系,以及微处理器的快速数据处理分析能力,实现了棉织物的吸水率的测量、显示功能。该测量装置具有测量时间短、操作方便、参数显示醒目等优点。

1 装置的组成与工作原理

1.1 组成与操作方法

本文棉织物吸水率智能测量装置由2部分组成:第1部分是棉织物吸水率测量固定装置,第2部分是吸水率数据显示仪。第1部分由支架、标尺、棉织物样条(25 cm × 3 cm)、固定电极、不锈钢探针、烧杯(500 mL)、重物、底座等组成;第2部分由电极连接导线和吸水率显示仪组成;支架用于悬挂和固定样条、标尺,标尺用于确定样条与水面关系、棉织物侵湿的距离以及探针间的宽度(1 cm),固定电极用于稳定不锈钢探针引线和固定装置电源引线,烧杯用于盛装矿泉水或纯净水,重物用于保持棉织物的垂直,底座用于保持测量装置的稳定,如图1所示。

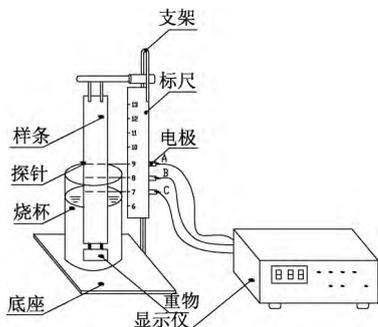


图1 吸水率智能测量装置示意图

首先,取棉织物样条1个,尺寸大小约25 cm × 3 cm,将棉织物固定在装置的支架上,其下方悬挂2 g的重物,以保持棉织物的平直。在样条上标注C、B、A 3个探针位,且彼此相距1 cm,并与水平面平行。探针为不锈钢针,具有良好的导电性,其次,将C、B、A 3个探针与C、B、A 3个电极对应相连,3个电极通过导线与吸水率显示仪对应相连,3个电极的工作电压为+9 V直流电压。最后,启动吸水率显示仪,打开电源,将显示仪置于开始状态;然后,在烧杯中缓慢加入矿泉水或纯净水,慢慢加至距C探针位1 cm处,停止加水,注意观察,此时,棉织物开始吸水,水线开始移动,当水线到达B探针时,显示仪开始工作,按仪器内的运算程序运行,当水线到达A探针位时程序运行停止,显示仪显示出棉织物的吸水率参数,LED指示信号灯变化,测试结束,关闭吸水率显示仪电源,将水倒掉,取下探针和样条。

1.2 工作原理

本文棉织物吸水率智能测量装置的基本工作原理是在装置定位标尺固定的情况下,利用棉织物吸水和水传输效应,使棉织物的电绝缘性能发生变化,即棉织物的绝缘电阻由大于200 MΩ变为有限值,表1为部分棉织物每厘米绝缘电阻测量数据,它是部分棉织物垂直侵湿后所得电阻数据。利用棉织物电阻值的变化产生电位变化信号,经电位分配电路、差分电路、比较器电路等信号进入STC89C52单片机,在C程序运算下得到棉织物吸水率的测试数据。

表1 部分棉织物侵湿后绝缘电阻测量数据 MΩ/cm

试样编号	试样类型	无侵湿电阻	侵湿电阻
1	内衣布料	大于200	1.4
2	运动布料	大于200	1.3
3	毛巾布料	大于200	1.3

注:测量环境:室温25℃,相对湿度76%,试样在室内放置48 h以上。

2 装置的硬件电路设计

本棉织物吸水率智能测量装置的硬件电路是吸水率显示仪的内部电路,硬件电路由3部分组成,第1部分为信号采集电路,分2组,C到B这一组采集信号用于单片机系统启动计时,B到A这一组采集信号用于单片机系统计时结束;第2部分为单片机控制电路,这部分有单片机系统和显示电路组成,它实现棉织物吸水率的运算和显示;第3部分为直流电源电路,它为探针、吸水率显示仪提供直流电源,具体如图2所示。

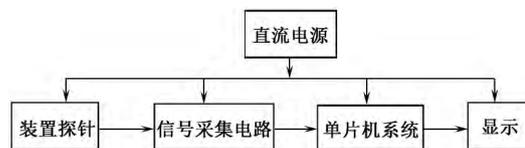


图2 硬件原理方框图

2.1 信号采集电路

吸水率显示仪的信号采集电路由电位分配电路、三极管差分电路、比较器电路等组成,共2组。首先,棉织物样条侵湿水线从C探针到达B探针时,电位分配电路电位变化,经三极管差分电路、比较器电路输出电脉冲信号,脉冲信号进入单片机控制电路的外中断int1端(P3.3端口),单片机系统开始工作;其次,当样条水线从B探针到达A探针时,相应另一组的电位分配电路电位变化,经三极管差分电路、比较器电路输出电脉冲信号,脉冲信号进入单片机控制电路的外中断int0(P3.2端口),单片机

系统停止工作,单片机系统开始运算吸水率的数值,并显示如图3所示。

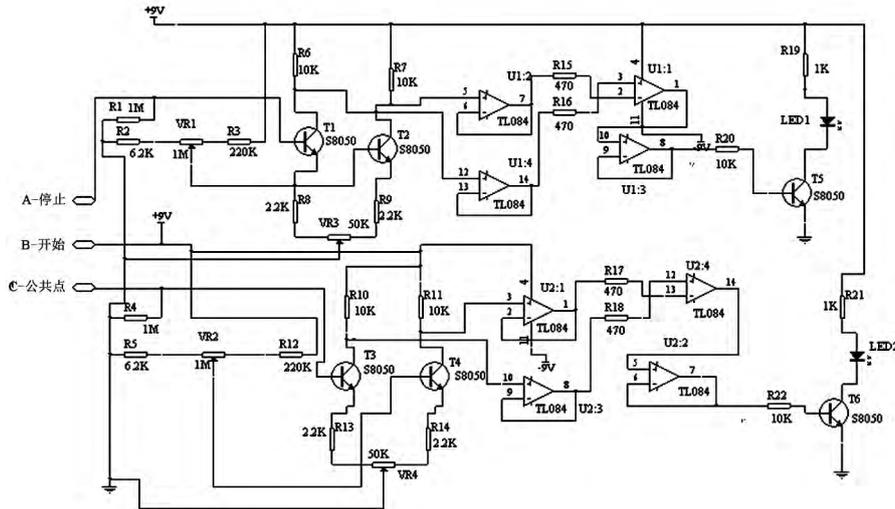


图3 信号采集电路

2.2 单片机控制电路

单片机控制电路的主控制芯片为单片机STC89C52,单片机控制电路由STC89C52单片机系统和显示电路组成,单片机系统包括单片机STC89C52、晶振Y1(12MHz)、电容C1、C2、C3、C4、C5、电阻R1、R5、R6、S1 清零键、缓冲器4050;单片机系统采用外中断工作方式(指令为: TCON = 0x05),利用外中断的优先级来开始和停止单片机程序的执行(指令为: IP = 0x01);电阻R5、R6、电容C4、C5、缓冲器U2A、U2B 构成单片机系统的信号输

入电路,P为“开始”计时信号进入单片机int1端,Q为“停止”计时信号进入单片机int0端^[8-10]。

单片机显示电路采用3位LED七段数码管,以显示数据的个、十、百位,单片机显示电路采用静态工作方式,端口P0为个位,端口P1为十位,端口P2为百位,每个端口均有300×7的上拉电阻排,以保证数码管的驱动电流,单片机系统和显示电路如图4所示。为保证电平匹配,利用缓冲器4050芯片将触发电平+9V进入单片机之前进行电平变换为+5V,以保证单片机触发电平为+5V。

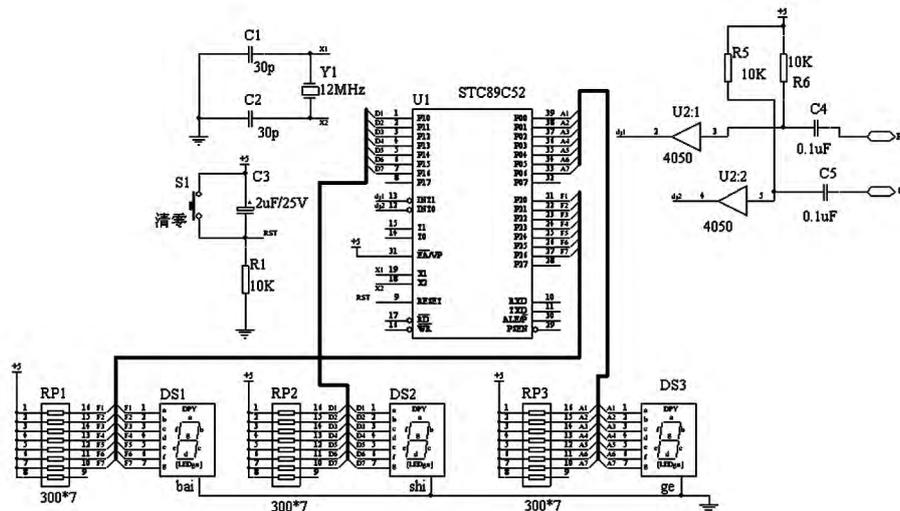


图4 单片机控制电路

2.3 直流电源电路

为保证测量装置的稳定工作,直流电源分为±9V和+5V 2种输出直流电源,其中,±9V为信号采集电路提供直流电源,+9V为装置探针提供直流电源,其为安全电源,+5V为单片机控制系统提供直流电源;±9V采用变压器降压和半波整流,电容

滤波方式得到,+5V采用经+9V输出到LM7805三端稳压器,降压稳压而得到,如图5所示。

3 软件程序设计

吸水率装置的软件程序设计采用C语言程序设计。首先,定义变量类型,确定子程序,利用外中

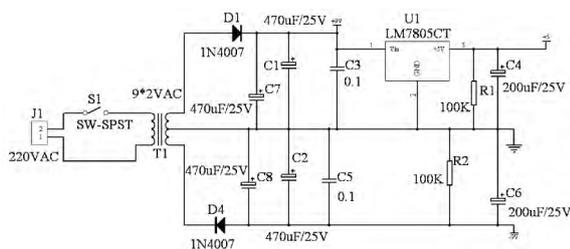


图 5 吸水率装置系统电源

断信号 int1 启动中断定时 T1 ,中断定时 T1 采用工作方式 1 定时初始值为 50 ms ,开始计时;其次 ,中断 int0 的优先级大于中断 int1 的级别(指令: IP = 0x01) ,当外中断信号 int0 到来时中断定时 T1 停止计时 ,C 语言程序对定时的时间进行函数运算得到吸水率的确定值。C 程序有主程序、启动定时子程序、停止定时子程序、中断定时子程序、显示子程序等组成。主程序的流程图见图 6 所示。STC89C52 单片机在晶振频率为 12 MHz ,选择方式 1 工作 ,要求中断定时 T1 产生 50 ms 的定时 ,因此 ,TMOD 应为 0x10^[11]。C 程序在 Keil 编程软件中的运行结果 ,无错误 ,无警告 ,运行正确 ,如图 7 所示。

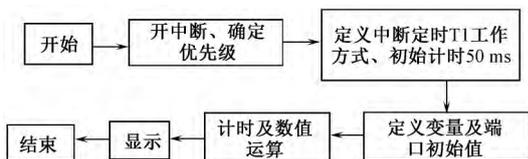
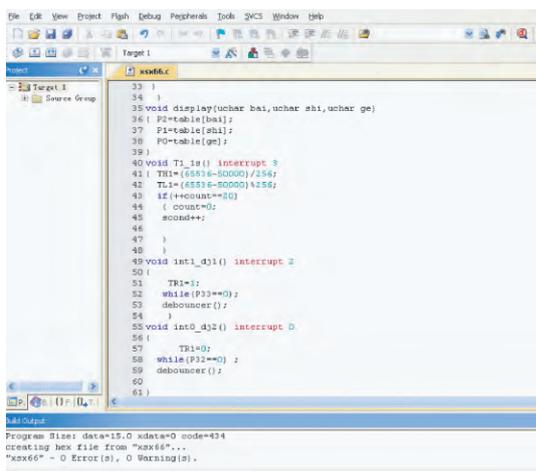


图 6 主程序程序流程框图



4 实际测试

为了验证吸水率智能装置实际工作情况 ,取 3 种棉织物的试样进行测试 ,3 种棉织物试样分别为运动布料、毛巾料、内衣布料 ,尺寸均为 25 cm × 3 cm ,环境条件:室内温度 21 ℃ ,相对湿度 73% ,测试样条在室内放置 48 h 以上。

首先按图 1 所示 ,将棉织物的样条置于装置的

支架上 ,并固定 ,棉织物样条的另一端挂 2 g 重物 ,以保证样条垂直;将 3 个不锈钢探针置于样条的合适位置 ,间隔 1 cm ,并与厘米标尺对应平齐 ,取 500 mL 的烧杯 1 个置于底座上 ,把样条置于烧杯中;其次 ,将 3 个不锈钢探针 C、B、A 与支架上的对应电极 C、B、A 相连 ,3 个电极再与吸水率显示仪上的 C、B、A 位相连;最后 ,检查各连接部位无误后 ,打开吸水率显示仪电源 ,显示仪系统复位 ,取纯净水或矿泉水 ,缓慢注入烧杯中直到距样条的 C 探针位 1 cm 后停止 ,并注意观察样条的水线的移动情况 ,当水线到达 B 探针时显示仪开始工作 ,运算并显示数据 ,在水线到达 A 探针时显示仪停止运算 ,并显示棉织物吸水率的测试结果 ,记录测试数据。测试结束 ,关闭显示仪电源 ,将烧杯中水倒掉 ,取下探针和样条 ,完成测试 ,测试结果如表 2 所示。

表 2 对 3 种棉织物样条的测试结果 mm/s

试样编号	试样类型	吸水率
1	内衣布料	1.11
2	运动布料	0.71
3	毛巾布料	1.42

5 结束语

根据行业要求棉织物的吸水率应大于 0.50 mm/s ,这样棉织物的吸水性和亲湿性都比较好 ,测试数据与行业标准基本吻合 ,与实际生活相吻合 ,装置达到了预期效果。该装置操作简便 ,工作稳定、可靠 ,可以满足棉织物吸水率的测试要求。

参考文献:

- [1] 于邦玲. 织物吸水性能的测试与数据处理方法[J]. 纺织学报, 1992, 13(2): 28-31.
- [2] 李燕立, 林朔, 张大省. 织物吸水性测量方法的研究[J]. 北京服装学院学报, 1997, 17(1): 43-46.
- [3] 袁文贞. 防缩羊毛吸湿性测试的生产实践与研究[J]. 毛纺科技, 2017, 45(2): 54-59.
- [4] 高树珍, 汪亮, 迟文锐, 等. 树脂整理后亚麻织物的服用性分析[J]. 毛纺科技, 2017, 45(6): 62-65.
- [5] 王艳, 王静, 武志云. 新型保温性测试装置的研究与改进[J]. 毛纺科技, 2015, 43(12): 43-46.
- [6] 陈天文, 傅吉全, 李伟哲, 等. 织物的吸湿及放湿性研究[J]. 北京服装学院学报, 2005, 25(4): 48-56.
- [7] 张娜, 蒋付良, 高金红. 针织罗纹毛织物纤维成分快速检测方法[J]. 毛纺科技, 2017, 45(1): 65-68.
- [8] 张义和, 王敏男. 例说 51 单片机[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [9] 钟睿. MCS-51 单片机原理及应用开发技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2006.
- [10] 胡汉才. 单片机原理及系统设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [11] 谭浩强, 张基温, 康永炎. C 语言程序设计教程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.