

# 基于偏振光的棉纤维成熟度仪系统

殷开成<sup>1</sup>, 于伟东<sup>1,2</sup>

(1. 东华大学纺织材料与技术实验室, 上海 201620; 2. 嘉兴学院, 嘉兴 314001)

**摘要:** 开发基于偏振光的棉纤维成熟度仪系统。利用单片机的集成度高、功能强、可靠性高、结构简单、应用灵活和价格低等特点, 以偏振光成熟度检测原理为基础, 运用单片机实现检测的自动化、智能化。通过光学电路将棉纤维成熟度以光电信号形式输出, 用 A/D 转换通道进行模数转换, 完成对成熟度各个参数的计算, 与标准值比较并输出相对偏差。

**关键词:** 棉纤维; 成熟度; 偏振光

## Cotton Fibre Maturity System Based on Polarized Light

YIN Kai-cheng<sup>1</sup>, YU Wei-dong<sup>1,2</sup>

(1. Textile Materials & Technology Laboratory, Donghua University, Shanghai 201620; 2. Jiaxing University, Jiaxing 314001)

**【Abstract】** Based on polarized light, this paper develops fiber maturity system. SCM has the merits of high integration, high performance, high reliability, simple structure, application flexibility and low price. Based on polarized light detection principle, automated detection and intelligence are realized by using SCM. The machine scans the cotton fiber and outputs as light, with A/D transferring. The digital figures are calculated in SCM, compares them with the standard value, and outputs the relative error output.

**【Key words】** cotton fibre; maturity; polarized light

### 1 概述

纺织材料性能检测技术自 1875 年 Bradford 会议起已有 100 多年的历史, 特别是近 20 年来, 随着电子计算机数据处理技术的应用, 该技术已逐步发展成为一个涉及物质结构等综合多学科的科学分支, 成为纺织科学技术的一个重要领域。

棉花是国民经济的重要支柱, 在农业生产中占有重要地位。棉花经济价值的衡量指标有类别、品级、长度、水分、杂质、衣分、成熟度、细度、强度等。这些指标都要通过棉纤维检测技术工作进行测试和评定。当前, 我国更新纺织棉花品级实物标准仍以手制目测、凭直观和经验制作。将已更新仿制的标准通过测色仪进行测试, 逐步将手制目测与仪器测色相结合, 是我国更新仿制棉花品级实物标准的改革方向。

成熟度即棉纤维在生长发育过程中, 纤维素在次生胞壁中积累和加厚的程度。它与棉纤维色泽、强力、细度、转曲、弹性、吸湿、染色等理化性能直接相关。一般情况下, 成熟度好的棉纤维色泽亮、强力高、吸湿小、转曲多、弹性大、染色好、保暖良、细度粗, 否则相反。因此, 成熟度是反映棉纤维品级的综合指标, 也是决定棉纤维使用价值的重要依据和检验棉纤维品级的根本条件。棉花成熟度检测已被列为国家质检总局在中纤局函[2007]17号拟定的 11 项科技重点研究项目之一, 基于此, 本文进行了棉纤维成熟度仪系统的开发研究。现有的检测仪器都在向自动化、智能化、低成本、高效率的方向发展。它将自控技术与实际系统相结合, 以偏振光成熟度检测原理为基础, 利用单片机建立完善的棉纤维成熟度检测系统, 其中包括自动检测技术、信号转换技术、机械控制技术和一些软件编程技术, 可以说是对自动控制系统学科的综合应用。相信随着技术的不断成熟和成本的不断降低, 新的棉纤维成熟度检测仪将有着广阔的应用前景。

### 2 检测原理

#### 2.1 光学电路原理

本文设计的光学电路如图 1 所示, 其中, 1 为激光装置; 2 为非球面集光镜; 3 为起偏振片; 4 为纤维试样; 5 为偏振片; 6 为硅电池; 7 为单片机; 8 为非球面集光镜。

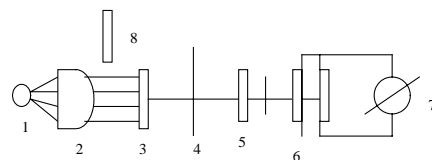


图 1 光学电路结构图

利用棉纤维的双折射性, 根据偏振光进入纤维后所产生的光程差、干涉光和光强度的变化, 间接地估测棉纤维的成熟度。这种测定方法目前共有 2 大类: (1) 偏振光干涉色测定法; (2) 根据偏光强度估测棉纤维成熟度法。本文采用后一种方法。测定原理如下:

透过棉纤维和检偏振片后的光强度  $I_A$  和成熟度系数  $K$  的关系式为

$$I_A = I_p \cdot \sin^2 2\alpha \cdot \sin^2 [150\pi D(K+1/3)(n_e - n_o)/\lambda]$$

其中,  $I_A$  为透过棉纤维和检偏振片后的光强度;  $I_p$  为入射到棉纤维上的偏振光强度;  $\lambda$  为入射光的波长;  $\alpha$  为棉纤维光轴与起偏振片振动面之间的夹角;  $D$  为棉纤维的理论外径;  $K$  为棉纤维成熟度系数;  $n_e - n_o$  为棉纤维双折射率。

在没有起偏器的光路中, 相对透射光强  $I_0$  和测定纤维数

**作者简介:** 殷开成(1968—), 男, 讲师、在职博士研究生, 主研方向: 纺织材料与纺织品设计, 数据库应用, 信息检索, 数据挖掘, 知识工程; 于伟东, 教授、博士、博士生导师

**收稿日期:** 2007-10-20 **E-mail:** hyykc@mail.dhu.edu.cn

量呈反比,在仪器设计的纤维数量读数范围内(即相对光强  $I_O \in [60-5, 60+5]$ )。  $I_O$ 与纤维数量修正系数  $K$ 有如下关系:

$$I_A = EI_O$$

其中,  $I_A$ 为透射光强;  $I_O$ 为在无起偏器光路中测得的相对透射光强;  $E$ 为纤维数量修正系数。

## 2.2 检测工作原理<sup>[1]</sup>

在偏振光检测棉纤维成熟度的应用中,需要对棉纤维进行 2 种成熟度的检测:

(1)由激光装置通过偏振片给棉纤维照射激光,由硅电池转换成相应的光电流,通过 A/D 模数转换通道被输入单片机,其数值经过特定的成熟度算法与标准值比较最后通过微型打印机输出。

(2)在没有偏振片的情况下,检测通过单位面积的棉纤维的透射激光,然后由硅电池转换成相应的光电流并经过模数转换后进入单片机,修正计算后输出打印结果。

2 种检测方法的通道和计算方法可以由键盘和 LCD 显示器等人机接口实现控制选择,由于输出数值为相对偏差值,因此在检测过程之前必须先检测并保存已经成熟的棉纤维成熟度数值,以作为检测的标准值。

## 3 控制系统的构成

控制系统的结构如图 2 所示。主要硬件设备包括:光学电路, A/D 模数转换电路,单片机,串行接口电路,Flash Memory,键盘, LCD 显示器,微型打印机。

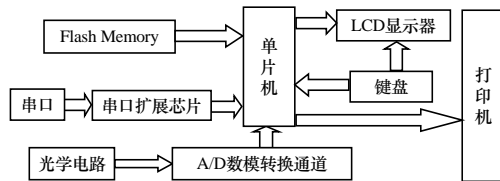


图 2 系统结构

### 3.1 控制计算模块<sup>[2]</sup>

控制计算模块是整个设计的核心,而单片机又是控制计算部分的核心,存储了本设计的 2 种计算方法,它不仅对进入单片机的数据进行计算处理,而且控制连接存储器、数模转换、人机接口和数据输出等各个模块的工作。由于光电信号是单片机无法识别的模拟量,因此在信号进入单片机前,必须建立一个模数转换通道,将光电信号的模拟量转换成单片机能够识别的数字量,才能对其数据进行计算处理。还要有一个外部存储器暂时存放计算中的各种参数及计算结果,以便随时调用。

### 3.2 数据输出模块

输出由 3 部分组成: LCD 显示器,显示简单的菜单功能等操作界面;键盘,与单片机相连接,和显示器一起组成人机接口;微型打印机,打印输出图像数据等结果。本设计是基于 I<sup>2</sup>C 总线的单片机系统,而 I<sup>2</sup>C 总线是一种简单、双向二线制同步串行总线,所以,设计根据串行连接的时序图进行连接和调试。它采用的显示资料 RAM 提供 64×2 个位元组的空间,最多可以控制 4 行 16 字(共 64 个字)的中文字型显示,当写入显示资料 RAM 时,可以分别显示 CGROM, HCGROM 与 CGRAM 字型;3 种字型由在 DDRAM 中写入的编码进行选择,在 0000H~0006H 的编码中将自动结合下一个位元组,组成 2 个位元组的编码达成中文字型的编码(A140~D75F)。

## 4 系统设计

### 4.1 硬件设计<sup>[3]</sup>

主控制板选择了台湾华邦公司生产的 W77E58 芯片。它

是与 MCS51 系列单片机兼容的可多次编程的快速微处理器,其内部集成了 32 KB 的可重复编程的 Flash ROM、256 Byte 的片内存储器、1 KB 的用 MOVX 指令访问的 SRAM、可编程的看门狗定时器、3 个 16 bit 定时器、2 个增强型的全双工串行口、片内 RC 振荡器、双 16 bit 数据指针等。在很多场合,几乎不用扩展外围芯片就能够满足系统要求,而且,由于它采用了全新设计的微处理器内核,去除了多余的时钟和存储周期,因此在相同的晶振频率下,根据不同的指令类型,其运行速度一般比传统 8051 系列快 1.5 倍~3 倍,平均可达 2.5 倍以上。

A/D 模数转换芯片采用美国模拟数字公司 Analog 推出的单片高速 12 bit 高精度逐次比较型 A/D 转换器 AD574A,它具有内置双极性电路构成的混合集成转换显片,具有外接元件少、功耗低、精度高等特点,并且具有自动校零和自动极性转换功能,只需外接少量的阻容件即可构成一个完整的 A/D 转换器。

在单片机 W77E58 内部集成有 32 KB 可重复编程的 Flash ROM、256 B 片内存储器、1 KB 用 MOVX 指令访问的 SRAM。但由于系统要求在断电时能够保存当时的数据,因此需要外部扩展 EEPROM 芯片。系统采用了 Atmel 的 AT24C01 芯片,优点为 2 线制 EEPROM、占用的 I/O 口少、芯片体积小、仅有 8 个管脚。

单片机系统在设计中经常需要与 PC 进行通信。在以单片机为基础的数据采集和实时控制系统中,通过计算机中的 RS-232 接口进行计算机与单片机之间的命令和数据传送,就可以利用计算机对生产现场进行监测和控制。由于 RS-232 采用非平衡传输方式,因此易受地线干扰,信号与地之间的电位差会对信号产生较大的干扰。另外,信号幅度大,增加了线间干扰,传输距离短(小于 15 m~20 m),速率低(小于 20 Kb/s)。RS422 或 RS485 通信标准克服了 RS-232C 的上述缺点,并与之完全兼容,因此系统设计采用了 RS-485。

### 4.2 软件设计

主程序流程如图 3 所示。

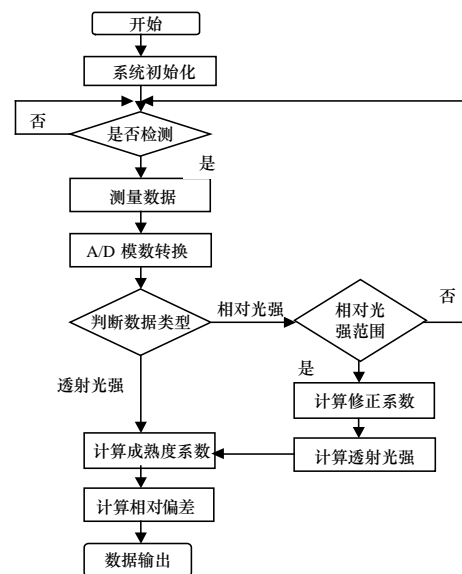


图 3 主程序流程

系统开始工作后先对内存、LCD 显示屏、外部存储器单元进行初始化;由人机接口确定是否开始检测,光电信号经

(下转第 244 页)