

# 基于 MSP430 的纸张耐压强度检测系统

## The Intensity Test System for Compression Resistance of Paper based on MSP430

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院) 崔明<sup>1,2</sup> 佟刚<sup>1,2</sup> 吴志勇<sup>1</sup>  
CUI MING TONG GANG WU ZHIYONG

**摘要:**基于 MSP430 单片机开发了一种新型的纸张耐压强度检测系统。采集的微弱信号通过两级放大器放大,测量时自动变换量程,提高了检测结果的精度和稳定性。利用 MSP430 单片机片上外围部件集成度高的特性,使系统结构紧凑,节约了成本。增强的用户接口界面,使操作简便。

**关键词:** MSP430;AD 转换;纸张耐压;强度检测

**中图分类号:** TP273

**文献标识码:** A

**Abstract:** A new type of intensity test system for compression resistance of paper based on MSP430 is developed. A weak signal is magnified by two amplifiers sequently. The testing range is changed freely. The precision and stabilization of measurement has been improved. As MSP430 family of ultra-lowpower microcontrollers consist of several devices featuring different sets of peripherals targeted for various applications, we made the system compact with low cost. Enhanced user interface makes the operation convenient.

**Keywords:** MSP430, AD, compression resistance of paper, intensity test

技  
术  
创  
新

### 引言

纸张的耐压程度是衡量纸张质量的重要标准。压力强度检测系统是包装造纸行业必不可少的精密检测仪器。笔者在为某厂的纸张压力测试仪电分系统的设计中采用了 MSP430F149 作为主控芯片,提高了测量的精度和稳定性,降低了系统的复杂性,节约了成本,取得了不错的经济效益。MSP430 是 TI 公司推出的 16 位系列单片机,其最早是面向于驱动 LED 显示的应用设计,由于极好的应用效果和很大的市场潜力,TI 很快将其发展成为通用单片机。

MSP430 也具有非常高的集成度,单片集成了多通道 12bit 的 A/D 转换、片内精密比较器、多个具有 PWM 功能的定时器、斜边 A/D 转换、片内 USART、看门狗定时器、片内数控振荡器(DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器,单片可以满足绝大多数的应用需要。MSP430 的这种高集成度使应用人员不必在接口、外接 I/O 及存储器上花太多的精力,而可以方便的设计真正意义上的单片系统。本文同时简明阐述了基于 MSP430 的单片系统设计的问题解决办法。

## 1 系统结构与硬件电路设计

系统的整体设计结构如图 1 所示。系统主要由机械部分和电控系统两部分组成。测量时电机带动齿轮转动使载物平台上升,平台上的试样与压力传感器接触,传回模拟量给电控系统,进行数据处理,得到测量结果。下面着重介绍基于 MSP430F149 的电控系统的设计。

### 1.1 模拟数据采集

MSP430F149 内嵌入一个高精度 12 位 ADC 转换模块。MSP430 具有 8 个外部输入通道可选,并且还内置温度传感器,有灵活的参考电压选择。该转换模块就为一些需要模拟量采集

的场合提供了便利。我们选择的参考电压是 0~2.5V,这样 MSP430F149 的 AD 分辨率就是  $2.5/4096 = 0.61V$  左右。因此由压力传感器传来的微弱的模拟信号必须经过放大器的放大再送到 430 的 AD 口。这样的话,如果选用一级放大,大信号和小信号采用同样的放大倍数,很难满足需要,不但缩小了测量范围同时也降低了小信号测量的准确性。因此本设计中采用的 AD620 和 OP07 两级放大,自动选择量程的方式,成功解决了上述问题。

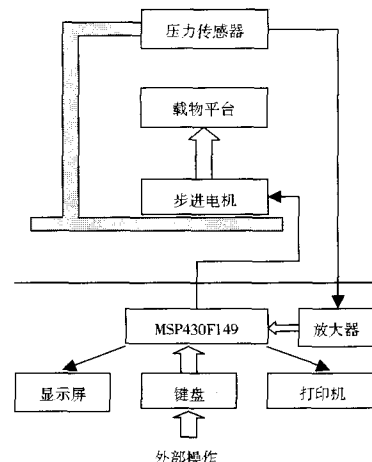


图 1 系统总体结构

### 1.2 步进电机驱动

MSP430F149 拥有两个 16 位定时器,它们既可以用作定时器也可以捕获外部高速脉冲或者发出 PWM 波形。当步进电机驱动器接收到 430 发出的脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度,它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的;同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的。步进机带动齿轮旋转,使测物平台上下移动。

崔明:硕士

基金项目:中科院二期创新项目(C04708Z)

通过设置 MSP430 的比较/捕获寄存器使比较/捕获模块的输出单元输出 PWM 波形用于控制电机的动作。需要注意的是当纸张试样和传感器接触之后,电机一定要缓慢转动,这样才能保证测量的准确性。

### 1.3 人机接口设计

原有的测量系统操作复杂。行业内的人也要掌握相关的标准测试方法才能正确的操作检测系统。新型的采用了图形用户界面,操作简单易行。测量结果既可以在线查看,又可以通打打印机打印出来。

MSP430 的 IO 口资源丰富。根据需要设置每个 IO 口的特殊功能选择输入输出方向。液晶显示,打印机共用 8 位数据线。由于 MSP430 是 3.3V 供电的系统。虽然 MSP430 可以驱动 5V 的 TTL 电路,但考虑到系统的可靠性和稳定性,采用 74LVC4245 作为接口芯片。74LVC4245 是 3.3V 和 5V 双电源供电的双向驱动器。液晶选用的是基于 T6963C 的液晶模块 YM12864。键盘采用的是 3x3 的阵列接法。

## 2 数据处理与系统软件设计

### 2.1 数据处理

本文开发的压力强度检测系统可以测量包括纸板环压强度、边压强度、平压强度等在内的多项内容。针对不同的测试项目,数据处理方法不完全一样。试样在压溃时的力值曲线通过长时间的统计测试,可以总结出如下的规律:一般情况下,纸张受到压迫时,传感器压力值输出增大,纸张试样压溃时,压力值达到最大。压溃之后压力开始减小。而峰值压力就是我们获得的压力值。另外,也有这样的情况,就是压力值始终在增加,但中间过程中会出现压力增长非常缓慢地情况,甚至保持一定值不变,然后再继续增加。这时候,我们的计算方法与前面的情况不同。在压力值能够达到峰值的情况下,本文采用判断力值减少到峰值的 90%就停止测量。对于不存在峰值压力的情形,采用特殊的算法对数据进行分析。找到斜率最小的一段曲线,这时的值就是需要获得的压力。压力值获得之后,参照造纸行业标准计算出各种指标,多次测量以获得更准确的试样特性。

### 2.2 系统软件设计

软件设计遵循模块化的编程思想,将系统功能划分为几个相对独立的功能模块。它们包括:液晶显示模块、AD 转换模块、按键监测响应模块、步进电机驱动模块、数据处理模块、打印模块。每个模块都要进行独立的测试,最后结合到一起。各个模块之间通信和连接关系如图 2 所示。

由于 430 支持汇编语言和 C 语言两种语言编程,因此可以在一个工程文件中同时用两种语言,使用汇编语言,便于在调试时寻找逻辑和指令的联系及地址的定位正确与否。使用 C 语言进行编程大大减少了工作量,编好后的程序可读性好,易于修改和维护。利用 IAR 编译环境,进行系统的程序设计,实现在线的仿真调试,调试完成的同时,程序就已经加载到 430 的 FLASH 存储器中去了。

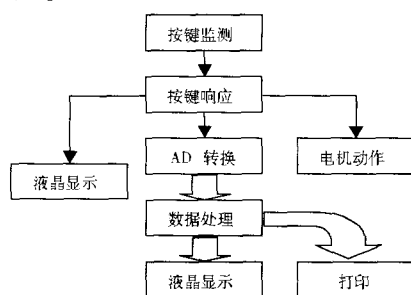


图 2 各模块间连接关系

由于 430 的指令执行速度最高可达每条指令 150ns,因此 C 语言设计的程序对实时性影响不大。而且还有高效的编译环境作保证。不过需要注意的是 C 语言的使用还是在 430 这一平台上。某些语法上没有错误的语句并不一定按照我们设想的那样去执行。原因是 430 的内部寄存器数目有限,这一点是不能和 PC 相比的。观察下面这条语句:

result = (n & 0xf) + (m & 0xf); result 希望得到 m 的高四位和 n 的低四位。这条语句编译出来的汇编语句如下:

```

mov.b &m,R14
add.b #0xf,R14
and.b &n,R14
and.b #0xf,R14
mov.b R14,&result
  
```

显然得不到正确的结果。这样的问题还有很多,在编程时要特别注意。

## 3 结论

本文在基于 MSP430F149 的纸张耐压测试仪的设计基础上对 MSP430 的系统设计做了讨论。本文作者的创新点:采用独特的处理算法提高了测量结果的精确度。利用 MSP430 的系统结构简单,外围电路少,效率高的特点,替代了原有复杂的系统,大大降低了成本,取得了相当可观的经济效益。

参考文献:

- [1] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机. 北京航空航天大学出版社, 2001.
- [2] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口及系统设计实例. 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [3] 谭浩强. C 程序设计(第一版). 清华大学出版社, 1991, 7.
- [4] MSP430x1xx Family User's Guide. Texas Instruments Incorporated, 2003.
- [5] 王晓银等. 基于 MSP430F149 单片机的温度监测系统的设计. 微计算机信息, 2006, 07Z, 77-78.

作者简介:崔明(1982-),男(汉),吉林省吉林市人,硕士。电路与系统专业,主要研究方向:数据通讯系统,E-mail:feford@163.com;佟刚(1978-),男(满族),辽宁省兴城市人,硕士。电路与系统专业,主要研究方向:数据通讯系统;吴志勇(1965-),男(汉),研究员,课题负责人,硕士生导师,主要研究方向:数据通讯与系统测试性及自诊断技术。

**Biography:** Cui Ming (1982-), male(Han), Jilin, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, master, Major in Circuit and System, Research area: data communication; Tong Gang (1978-), male(Manchu), Liaoning, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, master, Major in Circuit and System, Research area: data communication; Wu Zhiyong (1965-), male (Han), Neimenggu, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, researcher, Research area: data communication, system testing and self-diagnosis.

(130033 吉林 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)崔明 佟刚 吴志勇

(100039 北京 中国科学院研究生院)崔明 佟刚

通讯地址:(130033 长春市东南湖大路 16 号 光电测控部电子学一组)崔明

(收稿日期:2007.7.23)(修稿日期:2007.8.25)