

# 基于 ARM 和 WinCE 系统的圆图无纸记录仪的设计

Design of the Circular Chart Paperless Recorder Based on ARM and WinCE System

秦红勇 魏守水 徐从娟 杨 婷

(山东大学控制科学与工程学院, 山东 济南 250061)

**摘要:** 为更加直观地监测轮胎橡胶硫化等生产过程中的工艺参数,弥补现有圆图无纸记录仪的功能缺陷,设计了一款基于嵌入式微处理器 S3C2440A 和 WinCE 6.0 系统的圆图无纸记录仪。该记录仪可根据现场要求改变模拟量和开关量输入输出,最多能够同时检测 32 通道模拟量输入,通道间采用 PHOTOMOS 隔离;同时配有 CF 卡、USB2.0、RS-232、RS-485 和以太网等多种接口和触摸屏。该记录仪可通过各种总线形式与上位机(PC)联网,实现数据的实时监控和报警等功能。

**关键词:** 无纸记录仪 S3C2440A WinCE 以太网接口 嵌入式

**中图分类号:** TM938.6;TP368.1 **文献标志码:** A

**Abstract:** In order to monitor the process parameters in productions of tire rubber and vulcanization directly perceived, and make up for the functional defects of existing circular chart recorders, the paperless circular chart recorder based on embedded microprocessor S3C2440A and WinCE 6.0 system has been designed. The recorder can change analog and discrete input and output in accordance with the requirement in the field and detecting up to 32 channels analog inputs; and PHOTOMOS isolation between channels is provided. In addition, multiple interfaces, e. g., CF card, USB2.0, RS-232, RS-485, and Ethernet, etc. and touch screen are equipped. Thus, the recorder can communicate with host computer through various buses to implement real-time data monitoring, alarm and other functions.

**Keywords:** Paperless recorder S3C2440A WinCE Ethernet interface Embedded

## 0 引言

工业生产常常需要记录温度、压力和流量等信息,传统的有纸记录仪由于功能少、显示单一且需要记录笔/纸等缺点,正被无纸记录仪所取代<sup>[1]</sup>。圆图记录仪在无纸记录仪中占有重要的地位,用圆图记录周期变化的数据,简单直观、易于比较和保存,能够被广泛应用于食品杀菌、温湿度记录和橡胶硫化等生产过程中。目前市场上出售的记录仪中圆图记录仪较少,数据存储与传输方式相对落后且维护成本较高,不便于具体的橡胶硫化监测。针对某轮胎厂的要求,设计了一款圆图无纸记录仪,以实时显示并记录橡胶硫化参数,同时记录轮胎的详细信息,方便查询轮胎的硫化过程和进行工艺研究。

## 1 系统硬件设计

圆图无纸记录仪的硬件平台由核心板与扩展板(底板)组成,系统硬件结构如图 1 所示。

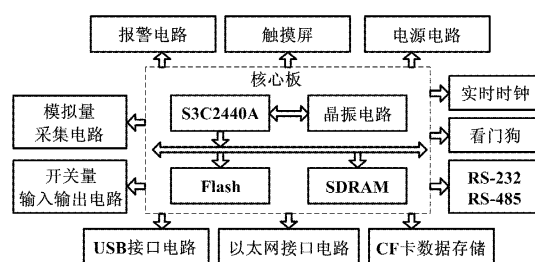


图 1 系统硬件结构框图

Fig. 1 Structure of the system hardware

核心板是一个 ARM 最小系统,扩展板由信号采集模块、触摸液晶显示模块、数据存储模块和报警模块等组成。核心板与扩展板通过两排 200 针的板对板接口连接起来。

### 1.1 核心板设计

核心板主要由嵌入式处理器、Flash、SDRAM 和晶振电路等组成<sup>[2]</sup>。

由于记录仪需要大量的画图及数据存取操作,所以在选择嵌入式处理器时,需要衡量处理器的性能是否能胜任画图以及 CF 卡、USB 和以太网数据传输。在本系统中,嵌入式处理器采用 Samsung 公司的微处理器 S3C2440A。它是为 ARM920T 处理器内核开发的一款 16/32 位 RISC 微处理器,主频高达 400 MHz,外扩 64 MB 的 SDRAM 和 64 MB 的 NAND Flash,移植入

修改稿收到日期:2010-05-25。

第一作者秦红勇,男,1983 年生,现为山东大学生物医学工程专业在读硕士研究生;主要从事生物医学信号的无线传输和制药自动化方面的研究。

WinCE 操作系统,适合用于图像和视频处理,主要面向高性价比和低功耗的应用。

### 1.2 扩展板设计

扩展板首先设计通用的外设模块,而微处理器 S3C2440 内置有丰富的外设资源,其中包括串口(RS-232、RS-485)、实时时钟、看门狗、USB 和以太网等接口电路。

#### 1.2.1 信号采集模块

信号采集模块由模拟量采集电路和开关量输入输出电路组成。模拟量采集电路可以实时采集温度/压力等参数,开关量输入输出电路主要用于橡胶硫化过程中的工艺控制。

模拟量采集电路可采集 32 路单端信号或 16 路差分信号,采用两片 TI 公司的 16 通道、16 位高精度 A/D 采集芯片 ADS1158,通过 SPI 口与 CPU 相连。ADS1158 是低噪声、低功耗、快速循环 delta-sigma ( $\Delta-\Sigma$ ) 型模数转换器,适用于工业温度/压力等多通道检测。32 个输入通道中,每两个为一组,每组采用 PHOTOMOS 进行通道选择。本设计采用 PHOTOMOS DELAYS AQW214 作为通道隔离控制芯片,允许隔离度为 5 000 V。信号采集电路如图 2 所示。

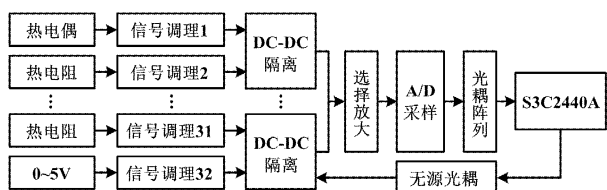


图 2 信号采集电路

Fig. 2 Signal acquisition circuit

在轮胎硫化过程中,温度/压力信号经过传感器和信号调理电路转换为标准的工业电压/电流信号,再经过隔离变压器直流 A/D 转换和光耦后即转化成数字信号。

#### 1.2.2 触摸液晶显示模块

液晶显示模块采用 10.4 寸(1 寸 = 2.54 cm)真彩 LCD 液晶触摸屏,分辨率为 800 × 600。该触摸屏对于圆图的显示更为精确且可以显示更多用户输入的信息。触摸屏的设计省去了外接键盘,避免了复杂环境下键盘的磨损,使记录仪更加精简,稳定性更高。

#### 1.2.3 数据存储模块

为方便了解工艺参数历史,数据采集处理后需要对其进行保存。系统采用记录仪与上位机同时进行数据存储。记录仪采用 CF 卡的存储方式。CF 卡采用闪存技术,工作时没有运动部件,是一种稳定的存储解决方案,比传统的磁盘驱动器更具有安全性

和保护性。上位机则通过以太网接口与记录仪组成局域网,通过记录仪的 FTP 服务器,实现数据上传。上位机对数据进行处理后便可实时监测所有记录仪的工作情况。

#### 1.2.4 报警模块

报警电路主要由内置 TCP/IP 协议的华为 GTM900-C 无线模块组成。CPU 通过 UART 接口与之通信,可支持并增强标准的 AT 指令。当温度/压力超出安全生产范围时,无线模块通过 GPRS 网络向上位机及用户手机发送报警信号,同时,启动蜂鸣器报警并在显示屏上显示“温度/压力超出安全生产上/下限”提示信息,以便及时采取措施,保证生产安全。

## 2 系统软件设计

圆图无纸记录仪的软件设计分为嵌入式操作系统和应用程序两部分。

### 2.1 操作系统定制

WinCE 6.0 是 Microsoft 公司针对有限资源的平台而设计的多线程、完整优先权、多任务及可裁减的 32 位嵌入式操作系统。它由许多离散模块构成,每一模块提供特定的功能,这使 WinCE 变得非常紧凑,完全可以在内存中运行<sup>[3]</sup>。采用 Platform Builder 软件对系统进行定制,其流程为定制内核、导入硬件 BSP、裁剪模块、生成 NK 镜像文件和导出 SDK。

### 2.2 应用程序设计

系统应用程序的流程如图 3 所示。

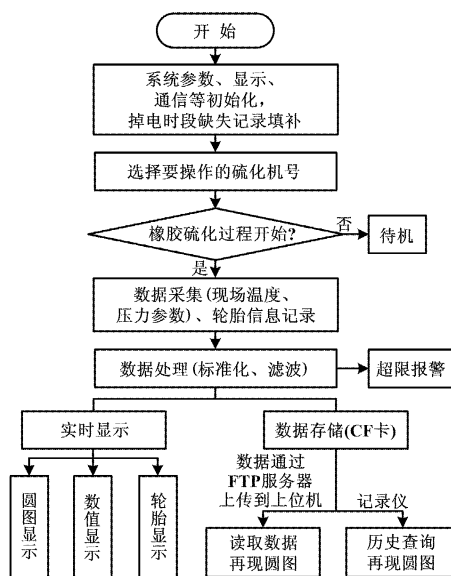


图 3 应用程序流程图

Fig. 3 Flowchart of application program

应用程序基于 WinCE 6.0 操作系统开发,用于实现轮胎硫化过程中温度/压力等参数的显示、圆图绘制和数据存储等功能。本软件使用 VS2005 编写,编程环境为 VC++。

### 2.2.1 数据采集

系统采用标准的流式驱动,将数据采集与 SPI 驱动结合到一个驱动 SPI.DLL 中,支持使用 WinCE 提供的 API 函数进行操作,其实现代码如下。

① 在头文件中增加成员函数 HANDLE g\_hDev

② 在对话框初始化时打开设备文件

```
g_hDev = CreateFile(_T("SPI1:"), GENERIC_READ | GENERIC_WRITE, NULL, NULL, OPEN_EXISTING, NULL)
```

③ 依次获取 32 路采集信号经调理后的电压数据  $V$

```
for(int index = 0; index <= 32; index++)
```

```
{
DeviceIoControl(g_hDev, index, NULL, 0, NULL, 0, NULL, NULL); // index 为选择的通道号
ReadFile(g_hDev, &g_buf, sizeof(USHORT), &g_dwBytesWritten, NULL);
V = g_buf * K1/65536 - C1; // 电压值转换公式
}
```

④ 关闭设备文件 CloseHandle(g\_hDev)

⑤  $V$  乘以信号调理电路的系数即可得到实际温度/压力值

为了使数据采集模块更加独立,并且不受主程序的影响,本系统把数据采集模块放在一个独立的进程里实现,即把进程分为客户端主进程和数据采集进程。为了与客户端主进程进行高效地数据传递,采用了基于文件映射的共享内存的技术<sup>[4]</sup>,即当一个进程将数据写入此共享文件映射对象的视图时,其他进程可以立即获取数据变更情况,客户端主进程定时检查当前数据位置的变量,如果发现数据,就可以进行数据分析,等待后续操作。

### 2.2.2 数据处理

由于从现场采集到的数据可能会受到噪声和干扰的影响,因此,需要对原始数据进行滤波。本程序采用中值平均滤波法,即连续采样  $N$  个数据,去掉一个最大值和一个最小值,然后计算  $(N-2)$  个数据的算术平均值。 $N$  的取值应根据实际情况而定,本系统中  $N$  取 10。

### 2.2.3 实时显示

处理后的温度/压力数据以圆图的形式进行显示。普通记录仪  $X$  轴为时间, $Y$  轴为温度/压力数值,对于

圆图而言,需要把直角坐标系转化为极坐标系。假设圆图圆心的屏幕坐标为  $(a, b)$ ,即相当于极坐标的  $(0, 0)$  点,则极坐标中任意一点  $(R, \theta)$  的屏幕坐标为  $(X, Y)$ ,即:

$$\begin{cases} X = a + R\cos\theta \\ Y = b - R\sin\theta \end{cases} \quad (1)$$

式中: $R$  为采集的参数值; $\theta$  为极坐标的角度(反映时间的变化)。根据式(1)~式(2),即可计算出极坐标系中的坐标值,用于圆图绘制。

若直接在窗体中绘图,当窗口刷新时画面会被擦除,此时需重新绘制圆图。由于累积的数据量较多,重绘时速度缓慢且将占用大量内存,因此,最终选用双缓冲绘图方法<sup>[5]</sup>,即利用内存 DC 进行绘图。首先在内存建立一个绘图对象,每刷新一次,屏幕都只是将这个内存中已经建立好的绘图对象输出到屏幕上。

### 2.2.4 数据存储与历史查询

数据经处理后除应用于实时显示外,还需把它们存储起来,以便查询和上传。数据存储采用数据库和 TXT 文本存储相结合的方式,即把轮胎信息和检测参数(温度、压力等)分开储存。本系统的数据库使用 SQL Server Mobile Edition 2005 (SQLCE 3.0)<sup>[6]</sup>,并使用 Adoce 组件中的 SQLCE 3.0 数据库引擎。数据库只用于存储轮胎信息,如轮胎号、轮囊次数和操作人等信息。因此,数据库中只用到了—张表,即轮胎信息表。该表记录了轮胎的详细信息。而每台硫化机的加工参数独立存储于新建的 TXT 文本文件中(以天为单位),每 10 s 存储一次参数值。这种存储方式减少了数据库中的数据量。当进行历史查询时,只需通过数据库得到轮胎的具体信息(如加工时段、加工机器等),便可定位到具体的 TXT 文本文件中,调出数据进行查询。

## 3 上位机应用软件设计

上位机的主要功能为实时监控,即上位机通过以太网与记录仪内置 FTP 服务器通信<sup>[7]</sup>,上位机中的数据库 SQL Server 2000 使用远程数访问 RDA (remote data access) 方式,与记录仪中的数据库 SQLCE3.0 同步,以实时显示记录仪检测的参数。RDA 方式封装了 WinCE 与服务器进行数据交互的基本功能,如创建本地数据、设置本地文件路径、下载数据和上传数据等,并采用多线程技术,将数据库自动同步和下载数据 TXT 文件与主线程分开,以保证上位机与记录仪通信的独立性。

(下转第 86 页)

同时,在进入燃烧器前增加未级精过滤,最大限度地净化了样气,减少了燃烧器的污染程度,提高了测量精度<sup>[7]</sup>。

#### 4 改进后预处理系统的组成

改进后预处理系统的组成框图如图3所示。

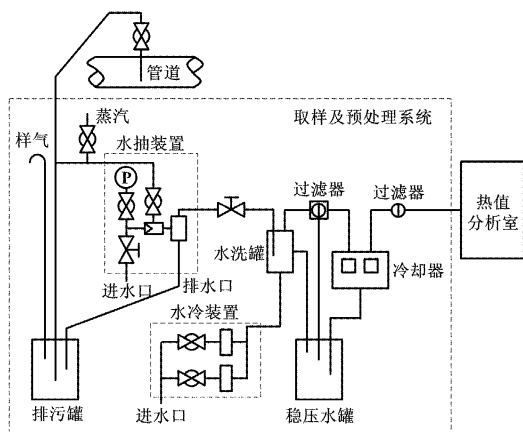


图3 改进后预处理系统的组成框图

Fig.3 Composition of the improved pre-treatment system

经以上分析,对预处理系统做以下改进。

- ① 样气通过水喷射泵从取样探头抽引,在样气管道的低处装有一个三通;
- ② 进水喷射泵前装设的蒸汽吹扫阀门可对泵前的管道和取样探头进行吹扫;
- ③ 样气通过水喷射泵抽引到水气分离器分离后,经过水洗罐水洗除去焦油和萘等杂质,再经过过滤器过滤后进入冷凝器进行降温,脱去水分;
- ④ 通过冷凝器后的样气分成两路,一路送密度计

检测密度,另一路经未级精过滤送至孔板单元,再到热值检测器。

#### 5 结束语

经过实验,改造后的预处理系统净化效果大大加强,样气中的杂物基本清除干净,样气畅通,保证了热值仪连续稳定的运行。随着自动化水平的提高,自动在线分析仪的应用越来越广泛,而样品的预处理系统技术是整个过程分析系统的核心,涉及到采样探头、采样方式、除湿去尘方法和样气管路的吹扫方式等,是用好分析仪的关键所在。因此,要成功地应用在线过程分析仪,一定要把各个细节考虑周到,做好维护保养工作,保证在线分析工作的长期稳定运行。

#### 参考文献

- [1] 张勤慧. 燃气热值在线检测技术的应用实践[J]. 浙江冶金, 2001(3):44-45.
- [2] 孙希涛,张建刚,李景泉,等. 煤气热值仪在冶金企业中的应用[J]. 冶金自动化,2002,26(6):69-70.
- [3] 江光灵. 在线分析仪表[M]. 2版. 北京:化学工业出版社,2006:1-37.
- [4] 李含毅. 中板煤气热值仪预处理难点分析[J]. 酒钢科技,2002(2):48-49.
- [5] 王森. 在线分析仪表维修工必读[M]. 北京:化学工业出版社,2007:333-359.
- [6] Sherman R E. 过程分析仪样品处理系统技术[M]. 冯秉耘,高长春,译. 北京:化学工业出版社,2004.
- [7] 张雯娜,胡学文,陈斌. CWD2000热值仪的应用与改进[J]. 工业计量,2005,15(2):28-31.

(上接第83页)

#### 4 结束语

本文设计的圆图无纸记录仪在圆图显示方式和数据存储传输方式等都所有改进。10.4寸真彩LCD触摸屏不仅显示信息量多,而且使人机界面操作直观方便;上下位机的设计不仅使记录仪在现场可以独立使用,而且通过上位机可以实时监测记录仪工作情况;通过历史查询功能可以方便管理人员排查系统故障的原因、帮助技术人员分析产品质量,对提高产品质量具有十分重要的意义;通用性强,可根据不同的工业现场需要对程序稍加设置,即可直接应用于各种工业生产数据的记录。本系统已应用于工业现场,实际应用证明了其硬件设计和软件设计的合理性和正确性。

#### 参考文献

- [1] 方正. 无纸记录仪的关键技术及发展趋势[J]. 化工自动化及仪表,1999,25(2):1-3.
- [2] 王黎明,陈双桥,闫晓玲,等. ARM9嵌入式系统开发与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [3] 李大为. Windows CE工程实践完全解析[M]. 北京:中国电力出版社,2008.
- [4] 徐江峰,张战辉,杨有. 基于VC++的进程通信技术研究[J]. 计算机科学,2007,34(9):262-264.
- [5] 邓在雄,赵惠清. 数据实时采集与处理系统软件开发中若干问题的研究[J]. 北京化工大学学报:自然科学版,2004,31(6):101-103.
- [6] 赵勇,董德存. WindowsCE下建立数据库的几种方法[J]. 计算机应用与软件,2005,22(3):48-50.
- [7] 马浩,冯冬芹,金建祥. 无纸记录仪系统的Internet扩展[J]. 自动化仪表,2006,27(6):55-58.