

· 电路与控制 ·

## 基于MPS430的多通道温度测试系统设计与研究

张士飞<sup>1,2</sup>, 王文武<sup>1,2</sup>, 马铁华<sup>1,2</sup>, 崔春生<sup>1,2</sup>

(1. 中北大学电子测试技术重点实验室, 山西 太原 030051;

2. 中北大学仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西 太原 030051)

**摘要:** 研究了一种基于MSP430的多通道温度测试系统。该测试系统能够测量、存储被测物体上36个被测点的温度变化情况, 并通过无线实时发送数据, 最后实时显示存储温度变化曲线。设计多通道温度测试系统主要解决的问题有: 对数据进行编码, 保证了数据的可靠性; 采用分时传输数据, 保证了数据传输的准确性; 采用两片FLASH交替存储, 保证了数据存储的连续性及准确性; 实现数据的解码与错误数据检测; 实现USB接口的数据实时传输及回读温度测试系统的数据。

**关键词:** 物理量; 被测物体; 实时; 准确性; USB

中图分类号: TP271

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2013)-04-0076-03

## Design and Research on Multi-channel Temperature Testing System Based on MPS430

ZHANG Shi-fei, WANG Wen-wu, MA Tie-hua, CUI Chun-sheng

(1. Key Laboratory of Electronic Measurement Technology, North University of China, Taiyuan 030051, China; 2. Key Laboratory of Instrumentation Science and Dynamic Measurement of the Ministry of Education, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** A multi-channel temperature testing system based on MSP430 is researched. Temperature changing states of 36 points on a measured object can be measured and stored by the system. And the data can be transmitted through radio in real time. Finally, changing curves of stored temperature are displayed in real time. A multi-channel temperature testing system is designed to solve some problems as followed. The reliabilities of data are ensured by encoding the data. The accuracy of data transmission is ensured by adopting time-sharing transmission data. The continuity and accuracy of data storage are ensured by adopting alternately storage mode with two pieces of FLASH. The data decoding and error data detection are implemented. The data transmission in real time through universal serial bus (USB) interface is implemented and data of temperature testing system is read back.

**Key words:** physical quantity; measured object; real time; accuracy; universal serial bus (USB)

温度信号是实验、生产、科研及医疗中的一个重要参数, 能够对实验对象的温度进行准确的测量, 对实验的顺利进行有重要的意义<sup>[1-2]</sup>。由于受到外界环境的影响, 实验对象上的许多部分的温度会发生变化, 为了观测物体温度的变化情况, 研制了多通道温度测试系统。该温度测试系统能够测试实验体上

36个通道的温度变化, 每个通道的采样频率可以达到100 KHz。该温度测试系统在采集实验体上温度信号后, 把数据存储在测试系统内的存储器的同时, 也能够把数据通过无线实时传输给地面数据处理显示部分, 地面数据处理显示部分存储并实时显示温度变化曲线, 以供人们对温度变化情况进行参考和

收稿日期: 2013-05-10

基金项目: 山西省归国留学人员重点科研资助项目(2008003)

作者简介: 张士飞(1988-), 男, 硕士研究生, 主要从事恶劣环境下动态测试技术研究和智能仪器研制工作。

监控。

### 1 系统组成

多通道温度测试系统由温度采集部分和数据处理显示两部分组成如图1所示。温度采集部分包括被测体温度采集模块与无线数据发送模块。数据处理显示部分主要由地面无线数据接收模块、数据解码与错误数据检测模块、专用读数接口模块以及地面虚拟仪器模块组成。

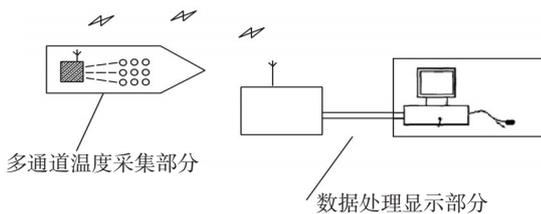


图1 多通道温度测试系统的组成框图

### 2 系统采集部分设计

#### 2.1 多通道温度采集

多通道温度采集部分主要功能是实现被测体在工作过程中多通道温度信号的采集与存储,并通过无线模块把数据实时传送给上位机数据处理显示部分。系统选用的控制采样存储的核心器件是MSP430F1611。MSP430是一种高度集成、精简指令、超低功耗的单片机。系统采用MSP430F1611单片机内部的12 bit的ADC进行温度信号采集,用MSP430F1611内部的RAM作为数据缓存,采用MSP430F1611的SPI串口进行数据传输<sup>[3-4]</sup>。

多通道测试仪初始化处于低功耗的休眠状态,当收到开始信号以后,测试仪启动并开始采集36路被测量点的温度数据。采集到的数据通过无线数据传输模块实时地发送给地面数据处理显示部分,地面的虚拟仪器将收到的数据实时存储并显示在电脑屏幕上。当多通道温度测试仪接收到外部的KEY信号时,在采集信号和发送数据的同时,测试仪存储数据于内部的FLASH中。5分钟后结束本次采样,测试仪进入低功耗模式。多通道温度采集部分的工作流程图如图2所示。

#### 2.2 多通道温度存储

温度采集部分主要是把数据实时传输给地面数

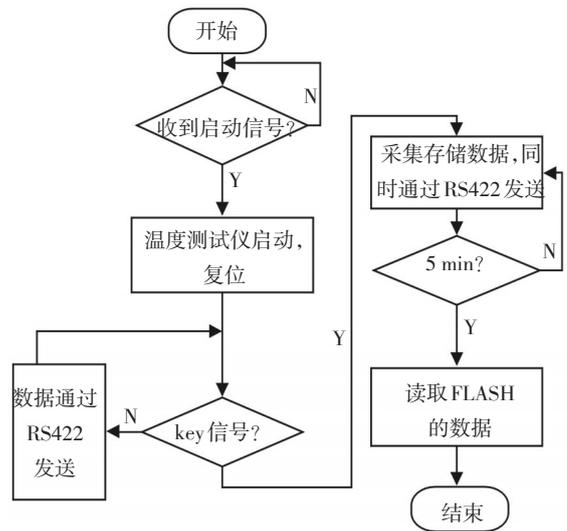


图2 多通道飞行器体温度采集部分的工作流程图

据接收部分,但在特殊的情况下(被测体启动与受到撞击等干扰严重的情况下),无线传输的数据不准确,测试仪能够把数据存储在内部的大容量非易失性存储器FLASH内,在仪器体回收后,从温度测试仪内的存储器内读取温度信号数据。系统采用的存储器是三星公司的K9F8G08。使用两片存储器交替存储来完成数据的连续存储<sup>[5-6]</sup>。图3是系统的两片FLASH交替工作的示意图。

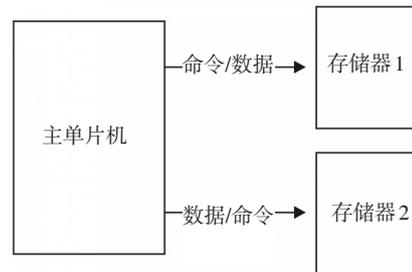


图3 存储结构示意图

### 3 数据处理显示部分设计

地面数据处理显示部分主要由数据解码与错误数据检测模块、专用读数接口模块和地面虚拟仪器模块组成。数据解码与错误数据检测模块的功能由FPGA主控芯片实现<sup>[7-8]</sup>。专用读数接口是应用广泛的USB2.0接口,由CY7C68013主控芯片实现。地面虚拟仪器模块由VB语言编程实现。地面数据处理显示部分的工作过程是:地面无线接收模块接收到无线发送模块发送的数据并传送给FPGA,FPGA对数据进行解码并检测,然后把数据传送给外部的FIFO,USB接口芯片CY7C68013读出外部FIFO中的

数据并传送给电脑,电脑上的虚拟仪器模块存储并显示数据。地面数据处理显示部分的工作原理如图4所示。

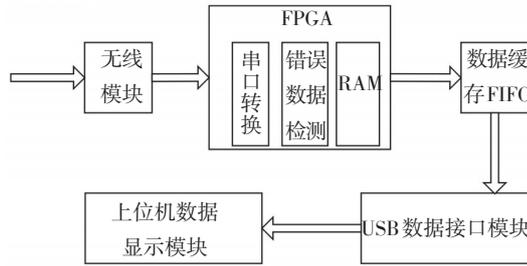


图4 地面数据处理显示部分示意图

#### 4 模拟测试实验数据

为了验证测试系统性能,进行了在室温环境下,用加热电烙铁快速接触热电偶的实验室模拟测试。图5所示为温度测试系统在加热2个通道的条件下采集到的温度信号曲线。经过定标后,测试系统测得的温度是 $(592-200) \times 0.3571 + 25 = 165 \text{ }^\circ\text{C}$ ,与实际的温度大小相符合,温度响应时间也较短。试验表明,测试系统工作正常,测试系统所测得的曲线满足测试系统的要求。

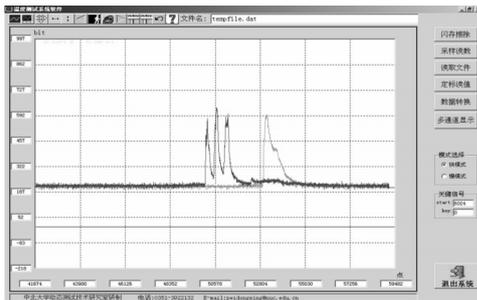


图5 温度测试曲线

## 5 结论

文中设计的多通道温度测试系统采用先进的电源管理方法和低功耗的芯片,大大降低了系统的功耗;应用单片机及FPGA的片内RAM实现了数据的缓存,提高了数据采集的速率。利用主单片机及从单片机间的协调配合,实现了数据的实时传输;通过单片机给数据编码、加入帧头和FPGA软件的错误数据解码与错误数据检测,保证了数据信息通信的准确性;采用两片FLASH交替进行存储,保证了数据的连续存储;利用USB2.0控制芯片实现了数据的实时接收数据,并能够在回收后回读FLASH里的数据。

## 参考文献

- [1] 乐嘉华. 温度检测技术的现状与未来[J]. 石油化工自动化, 1995(4):36-38.
- [2] 张建波, 韩崧. 浅谈温度测量的发展现状[J]. 计测技术, 2001(2):14-15.
- [3] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. Msp430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.
- [4] 胡大可. MSP430系列单片机C语言程序设计与开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2003.
- [5] 张文栋. 存储测试系统的设计理论及其应用[M]. 北京:高等教育出版社, 2002.
- [6] 李爱华, 王章瑞. 高速FIFO存储芯片IDT7207在虚拟逻辑分析仪设计中的应用[J]. 元器件与应用, 2003(3): 39-42.
- [7] 陈锐. 基于闪存技术的存储模块设计[D]. 浙江:浙江大学, 2006.
- [8] 何元, 张会新. 基于FPGA的高速实时数据采集存储系统设计[J]. 仪表技术与传感器, 2011(8):65-66, 93.

(上接第71页)

- [7] 王广君, 王永涛. 基于CPLD的高精度任意波形发生器的研制[J]. 实验技术与管理, 2009(3).
- [8] Ying WB, Hong GW, Chung YL, et al. A windows-based dual channel arbitrary signal generator[C]// IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2002: 1425-1430.
- [9] Bernard S, Azais F, Bertrand Y, et al. A high accuracy triangle-wave signal generator for on-chip ADC testing[C]// Proceedings of the Seventh IEEE European Test Workshop (ETW'02), 2002:1503-1877.
- [10] ZHANG Chi, ZHANG Gao-fei. Design of space target detection system based on a two-dimensional scanning micro-mirror[J]. Electronic Measurement & Instruments, 2009: 718-721.
- [11] 林青松, 王军晓, 姚玉菲, 等. 基于复合控制的摆镜伺服系统研究[J]. 自动化仪表, 2011(5).
- [12] 林青松, 王军晓, 姚玉菲, 等. 基于新型重复控制器的高精度摆镜伺服系统研究[J]. 红外技术, 2010(1).