

基于MSP430单片机的同步串行SPI 多通道温度测试系统设计

吴晓宇, 孙瑞杰, 崔春生, 裴东兴

(中北大学 电子测试技术国家重点实验室 仪器科学与动态测试教育部重点实验室 山西 太原 030051)

摘要: 文中介绍了基于MSP430单片机的同步串行SPI的多通道温度测试系统的设计方案。该系统主要由TI公司的MSP430F1611单片机等芯片构成。介绍了SPI的通信原理和实际系统的工作原理, 结合实际着重阐述了系统的硬件设计和软件设计, 最后, 用VB设计的软件验证了设计方案的可行性并且给出了实验的结果。实验结果表明, 该系统控制方便、工作稳定, 能实现可靠的实时数据传输, 在工程实践中具有重大的应用价值。

关键词: MSP430; 同步串行SPI; 温度

中图分类号: TN409

文献标识码: B

Multi-channel temperature test system based on MSP430 MCU synchronous serial SPI

Wu Xiaoyu, Sun Ruijie, Cui Chunsheng, Pei Dongxing

(National Key Laboratory For Electronic Measurement Technology, Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement(North University of China), Ministry of Education, North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: The paper introduces the design scheme of the multi-channel temperature test system based on MSP430 MCU synchronous serial SPI. The system is consist of MSP430F1611 chip of TI company, etc. This paper introduces the communication scheme of synchronous serial SPI and analyses the working principle of test system, focus on the hardware and software designs according to practical application, Finally, using the designed VB software verify the feasibility of the design. Experiments proved that the system is easy to control and works stably to perform reliable real-time data transmission. The method have great value in engineering.

Keywords: MSP430; synchronous serial SPI; temperature

0 引言

SPI 同步串行口, 3~4 线接口, 收发独立、可同步进行, 因此在工程控制领域有着广泛的应用。

基于 MSP430F1611 单片机^[3] 的同步串行 SPI 的多通道温度测试系统, 就是针对 6 片单片机的 SPI 接口与 1 片单片机 SPI 接口通信而设计。本系统通过利用 MSP430F1611 的 SPI 接口以简化电路设计,

实现多通道温度测试的实时显示。

1 测试系统工作原理

1.1 SPI通信原理

SPI 的通信原理很简单, 它以主从方式工作, 这种模式通常有一个或者多个主设备和一个或多个从设备, 需要 3~4 根线。也是所有基于 SPI 的设备共有的, 它们是 SOMI (数据输入), SIMO (数据输出), UCLK (时钟), STE (片选)。

其中 CS 是控制芯片是 / 否被选中的, 也就是说只有片选信号为预先规定的使能信号时 (高电位或低电位), 对此芯片的操作才有效。这就允许在同一总线上连接多个 SPI 设备成为可能。

在 SPI 通信^[2]中, 数据是同步发送和接收的。在串行时钟信号的作用下, 主机在通过 MOSI (主机输出 / 从机输入数据线) 信号线发送数据的同时, 也在通过 MISO (主机输入 / 从机输出数据线) 信号线接收从机发送的数据; 从机在通过 MOSI 信号线接收数据的同时, 也在通过 MISO 信号线向主机发送数据。通过设置相应的寄存器来设置时钟极性和时钟相位, 对时钟极性的设置决定了静止时 SPI 串行时钟的有效状态, 而对时钟相位的设置则规定了处理器在何时发送和接收数据。之所以如此, 是为了适应不同外设和线路的需要, 因为有些外设则在时钟信号的上升沿锁存数据, 而有些外设则在时钟信号的下降沿锁存数据。

SPI 传输串行数据时, 首先传输数据的最高位。波特率可以达到几 Mbps, 实际速度不仅取决于 SPI 硬件, 而且还受到软件设计的约束。

1.2 系统工作原理

多通道温度测试系统^[5]选用均匀采样策略, 均匀采样策略^[6]是最简单也是应用最广的一种采样策

略, 它对被测信号等时间间隔取样, 在测试过程中采样频率为一常数。均匀采样频率确定的基础是采样定理, 它至少要高于被测信号上限频率的两倍, 同时, 还要考虑测量时间 T 及存储容量 M 等因素, 应满足 $2f_a \leq f_s \leq M/T$

此系统在单片机程序的控制下, 主单片机同时上电后, 主单片机以 1kHz 的采样频率同时给其它 6 片从单片机发 A/D^[4] 转化信号, 使 48 个 A/D 同时转换。同时主单片机通过控制从单片机 SPI 的 STE 信号依次选中从单片机的 SPI 以顺序接收 48 个通道转化的数据。与此同时, 主单片机还要通过另外一 SPI 口以 100Hz 发送接收到 48 个通道的数据, 并且通过计算机的 USB 接口读至计算机回收后, 实时地把 48 个通道的数据显示。系统的原理框图如图 1 所示。

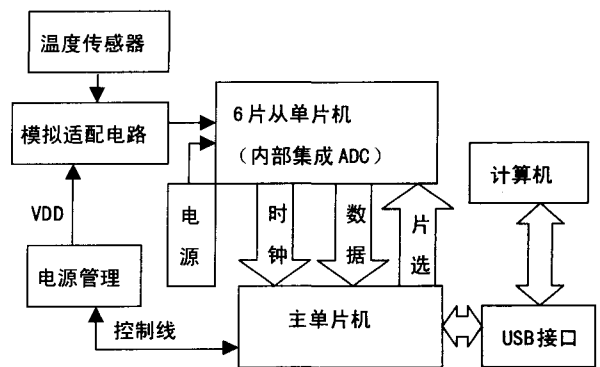


图1 系统的原理框图

2 测试系统的硬件设计和软件设计

2.1 系统的硬件设计

MSP430 系列单片机^[7-8]具有比较丰富的片内外设, 各个模块运行完全是独立的, 包括定时器、输入 / 输出端口、A/D 转换、看门狗、UART 等都可以在主 CPU 休眠的状态下独立运行。

本系统通过 1 片主单片机与 6 片单片机的

SPI 口通信, 同时利用主单片机的另外一个 SPI 给计算机发送数据已达到实时显示的目的。主单片机与从单片机进行通信时, 主单片机的 SPI0 设成 3 线从机模式, 从单片机的 SPI0 设成 4 线主机模式。通过主单片机的 I/O 口来设定从单片机的片选信号 STE。具体的数字硬件电路连接图如图 2 所示。

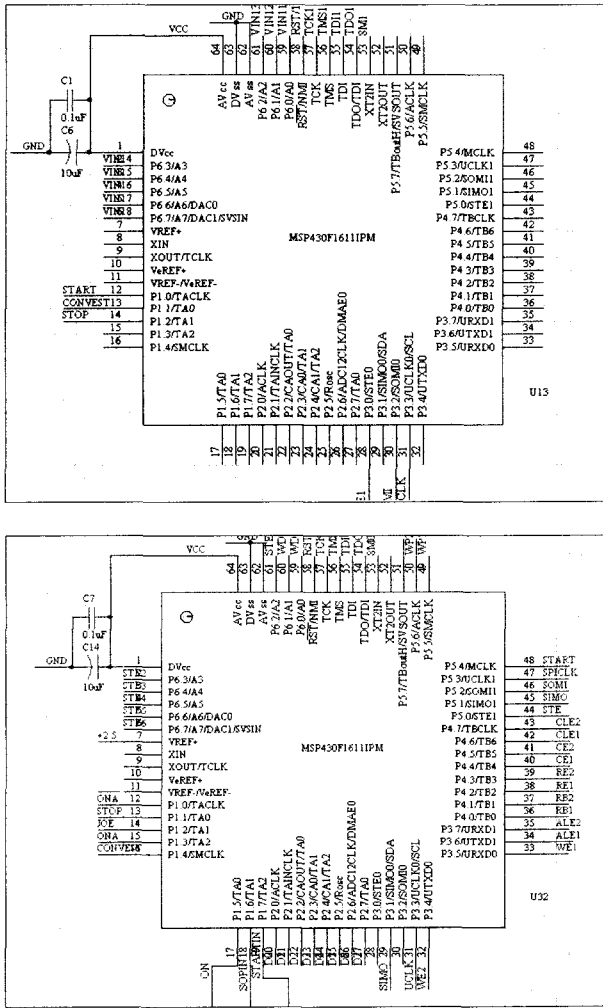


图2 从单片机和主单片机的SPI的接口连接图

2.2 系统的软件设计

整个测试系统软件实现了均匀采样策略, 完成了测试系统的实时显示机制, 实现了定时器 TB 中断和 SPI0 接收中断配合。同时实现了从单片机和主单片机的 SPI 的通信。程序流程图如图 3 所示。

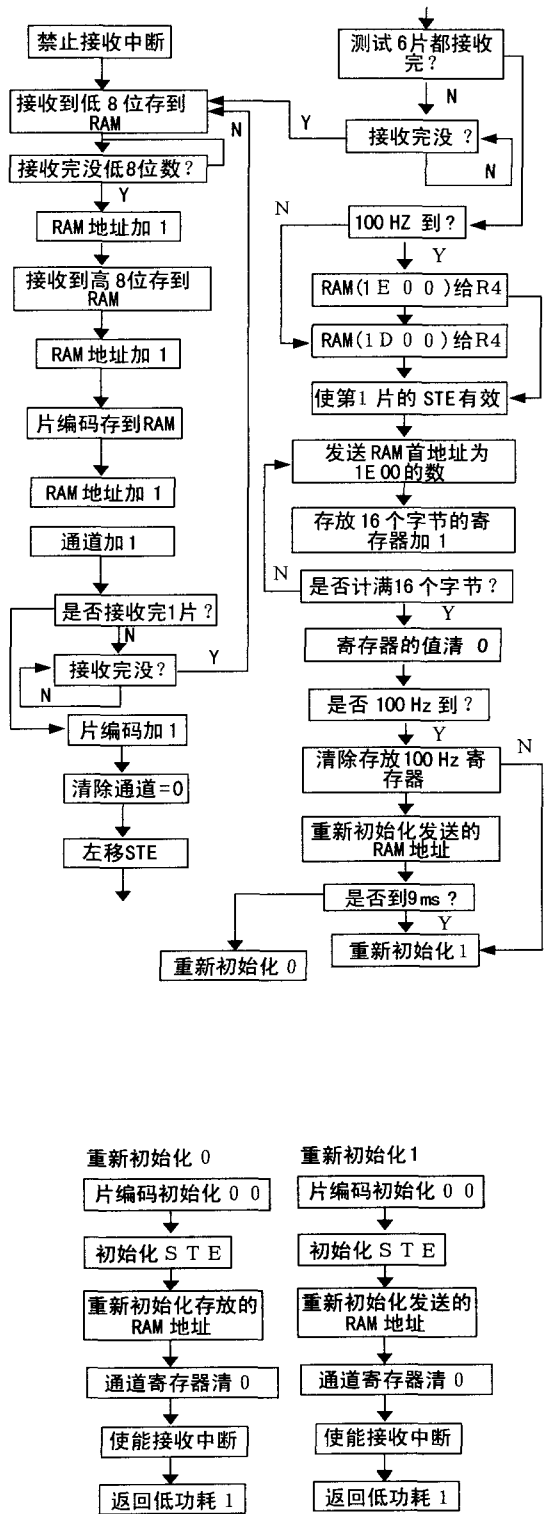


图3 主单片机的SPI接收中断流程图

系统全部采用中断响应方式完成逻辑功能。所谓的主程序仅仅是做了2次空操作后进入低功耗状态,等待响应各种硬、软件中断,各种中断响应完毕后均返回主程序。

主从单片机同时上电后,主单片机通过定时器TB中断1KHz的频率给从单片机A/D转换信号同时第一片单片机把转化的数据通过SPI口发送给主单片机,接下依次选中其它从单片机SPI把数据发送给主单片机,与此同时主单片机还以100Hz通过SPI口把数据发送出去通过USB接口把数据实时显示出来。

3 实验数据

测试实验由于通道比较多,所以实验数据只显示一个通道的数据(通过加热热电偶),数据采集实时显示的情况如图4所示。其中横纵坐标分别表示采集到的数据的点数和比特数,单位分别是点和bit。

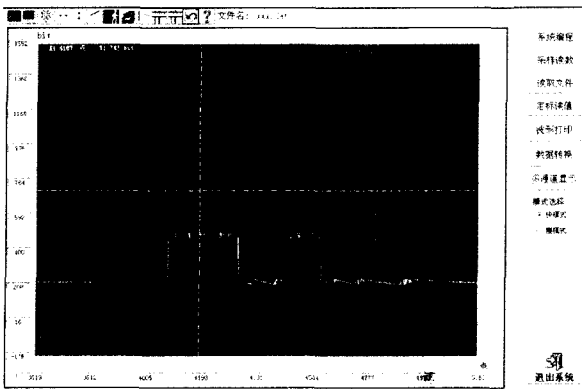


图4 实验数据

4 结论

本系统利用MSP430系列单片机内部提供的12bit的ADC进行数据采集,这种采样方式大大简化了电路设计,并能使测量结果达到较高的精度;

而且由于MSP430单片机超低功耗的设计,大大简化了系统。实验结果证明,此测试系统具有较好的实用性。

参考文献

- [1] Teaxs Instrument, Inc. MSP430x1xx family user's guide[EB/OL].2007.http://www.ti.com/litv/pdf/slau049f.pdf.
- [2] TeaxsInstrument, IncMSP430F16X/161Xdeviceerrata sheet[EB/OL].2007.http://www.ti.com/lit/gpn/ads1258.pdf [3]TeaxsInstrumentInc.MSP430x15x, MSP430x16x, MSP430x161xmixedsignalmicrocontroller[EB/OL].2007.http://www.ti.com/lit/gpn/msp430f1611.pdf.
- [4] 秦龙. MSP430 单片机常用模块与综合系统实例精讲 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [5] 祖静. 新概念动态测试. 动态测试技术专题(2006). 太原: 中北大学, 2006: 39-40.
- [6] 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, 2004:44-47.
- [7] 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, 2008: 234-241.
- [8] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2002: 210-227.



作者简介:

吴晓宇, 硕士研究生, 主要研究方向为动态测试与智能仪器。