

基于 CPLD 的 OMAP - L137 与 ADS1178 数据通信设计

■ 北京航空航天大学 任 雷 林 岩
■ 北京合众达电子技术责任有限公司 张沫阳

摘 要 介绍高精度采样芯片 ADS1178 及新型工控芯片 OMAP-L137, 并采用 SPI 接口结合 CPLD 控制芯片, 实现 OMAP-L137 与 ADS1178 间的数据通信。测试表明, 既节约了处理器资源, 又满足了工业环境中各类控制系统数据采集的实时性和准确性的要求。

关键词 SPI OMAP-L137 ADS1178 CPLD 数据通信

引 言

串行外围设备接口 (Serial Peripheral Interface, SPI) 总线技术是 Motorola 公司推出的一种高速同步串行输入/输出接口, 近年来广泛应用于外部移位寄存器、D/A 转换器、A/D 转换器、串行 EEPROM、LED 显示器等外部设备的拓展。SPI 总线是一种三线同步总线 (CLK、SI-MO、SOMI), 可以共享, 便于组成带多个 SPI 接口的控制系统。其传输速率可编程, 连接线少, 具有良好的拓展性^[1]。

ADS1178 是一款典型的具有 SPI 接口的 A/D 转换器, 它可以方便地与带有 SPI 接口的处理器或控制器相连接。OMAP-L137 是一款处理能力强、外接存储空间大、集成度高、外设管理方便的新型工控芯片。

目前, ADS1178 与 OMAP-L137 的数据通信主要通过 SPI 接口直接连接实现。通过配置, 使 OMAP-L137 工作在主模式, ADS1178 工作在从模式, 由 OMAP-L137 提供用来进行数据传输的时钟。但是, 采用此模式结合 EDMA 进行数据接收时, 每接收一组采样数据都需要通过中断来改变接收数据的存放地址, 即完成 N 组数据的接收需要 N 个中断来完成, 这会给系统的资源管理带来很大的麻烦。

本设计使 OMAP-L137、ADS1178 的 SPI 接口工作在从模式, 由 CPLD 作主片来提供进行数据传输的时钟。在准确、快速完成数据传输的同时, 节省了处理器资源, 方便了系统资源的管理。

1 硬件设计

1.1 芯片概述

ADS1178 是 TI 公司于 2008 年 9 月推出的一款 A/D 控制芯片, 它采用 $\Delta-\Sigma$ 模/数转换器结构, 可以达到 16 位的数据采集精度, 并且拥有良好的交流特性。其带宽达 25 kHz, 具有 97 dB 的信噪比和 -105 dB 的总谐波失真。在正常工作时每通道的功耗只有 31 mW, 支持 8 路通道同时采样, 并将数据依次连续地送上数据总线; 在满足实时同步采样的同时, 还具有 52 ksp/s 的转换速率。该芯片主要应用于三相交流电的实时监测、心电图监视器、质量流量计、振动系统的模态分析实验设计, 同时还支持 SPI 和帧同步两种数据传输格式, 并支持 A/D 间的级联。

OMAP-L137 是 TI 公司推出的针对工业控制领域的双核处理器, 它综合了 ARM 和 DSP 两个处理器各自在实时性和计算精度上的优势。两个处理器的主频均达到 300 MHz (DSP 的处理速度高达 2 400 MIPS/1 800 MFLOPS)。可以外接 2 个存储空间 EMIFA 和 EMIFB, 并且在片上有着非常丰富的外设资源, 主要针对工业应用环境的控制提供了 EHRPWM、ECAP、EQEP、EMAC 等模块, 并在各控制模块和各接口之间采用 EDMA3 模块进行数据传递。这大大减轻了双核处理器的负担, 占用很少的处理器资源, 同时在两个处理器之间开辟了一块 128 KB 的共享存储空间, 可以使数据在双核之间快速地进行交换^[2]。

1.2 硬件原理

在 SPI 从模式下, 设计使 OMAP-L137、ADS1178 作从片, CPLD 作主片来提供进行数据传输的时钟。

OMAP-L137 的 SPI 接口支持 3 针、4 针、5 针三种传输模式,这里采用 3 针模式(即 CLK、SIMO、SOMI)。OMAP-L137 引出一个 GPIO 口作同步信号线 SYNC, ADS1178 的 READY 信号线送给 CPLD 用来产生采样时钟,硬件连接如图 1 所示。CLK 用来传递接收和发送数据时的同步时钟信号, SIMO 在 OMAP-L137 作主片时为输出数据线,在 OMAP-L137 作从片时为输入数据线。SOMI 在此模式下不被采用。

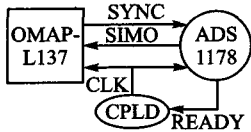


图 1 硬件连接图

OMAP-L137 的 SPI 接口工作在从模式的配置如下:SPIGCR1 寄存器的低 2 位配置为 00,选择 SPI 工作在从模式;通过配置 SPIPC0 和 SPIPC1 寄存器来选择采用的针模式和引脚的信号方向,这里选择使能 CLK、SIMO、SOMI 三根信号线,并分别配置为输入、输入和输出;配置 SPIFMT0 寄存器先输出每组数据的“大端 MSB”,根据 ADS1178 手册中对数据输出时序的要求,配置数据在 CLK 信号的下降沿输出,使 CLK 信号工作在 13 MHz,同时配置现在的数据总线为 16 位。SPI 的参考配置如表 1 所列。

表 1 SPI 的参考配置

| 寄存器名称 | 寄存器值(十六进制) | 功能 |
|---------|------------|----------------------------|
| SPIGCR0 | 0x00000000 | 复位 SPI |
| SPIGCR1 | 0x01000000 | 选择 SPI 工作在从模式,使能 SPI |
| SPIPC0 | 0x00000E00 | 使能 CLK、SIMO、SOMI 三根信号线 |
| SPIPC1 | 0x00000800 | 配置 3 根信号为输入、输入和输出 |
| SPIFMT0 | 0x0000000F | 配置 MSB、CLK 下降沿输出数据, 16 位总线 |
| SPIINT | 0x00010000 | 使能 EDMA |

在采样数据送到 OMAP-L137 的 SPI 接口时,可以启动 EDMA 模块来对采样数据进行搬移。EDMA 的触发事件为 SPI 的每一通道数据(16 位)的接收中断,相当于完成一组(8 通道)数据的传输需要 8 个触发事件。EDMA 的参数相关配置如图 2 所示。其中,OPT、DSTCINT、SRCCIND 和 CCNT 都需要根据应用情况进行参数配置。

| OPT(通道选择参数) | |
|----------------------------|-----------------------|
| SRC(源地址):0x01C41040 | |
| BCNT(组数):0x0008 | ACNT(每组位数):0x0002 |
| DST(目的地址):(Uint32)Adresult | |
| DSTBIND(目的地址偏移):0x0002 | SRCBIND(源地址偏移):0x0000 |
| BCNTRLD(组数重载):0x0008 | LINK(事件链接) |
| DSTCINT(帧目的地址偏移) | SRCCIND(帧源地址偏移) |
| 保留 | CCNT(帧个数) |

图 2 EDMA 的参考配置

2 软件设计

2.1 CPLD 程序设计

CPLD 中主要实现 ADS1178 对数据格式的要求。在检测到 READY 信号的电平变化后,以外时钟 ECLK 为时钟基准,产生 128 个时钟周期(CLK)分别送给 OMAP-L137 和 ADS1178,来完成 8 通道的数据传输。图 3 为等效原理图,CPLD 程序流程如图 4 所示^[3]。

2.2 采样程序设计

代码调试中的主要工作是测试同步采样 A/D 的 8 路通道。SPI 和 EDMA 的参考配置及使能在上面已经完成。当 ADS1178 开始数据采集时,通过 GPIO 口由 OMAP-L137 先向 ADS1178 发送一个由低变高的同步信号来通知 ADS1178 开始工作。当 ADS1178 完成了数据转换时,向 OMAP-L137 发送一个由高到低的 READY 信号,通知 OMAP-L137 数据已经准备就绪,等待主芯片的时钟将数据送到数据线上;并在 CPLD 送出采样时钟后,等待 EDMA 的数据接收中断,当中断到来时完成数据的采集工作。采样程序流程如图 5 所示。

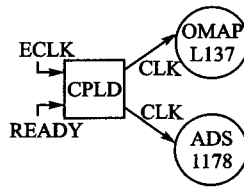


图 3 CPLD 等效原理图

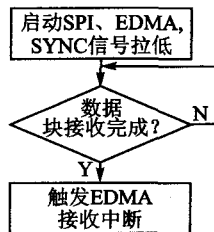


图 5 采样程序流程

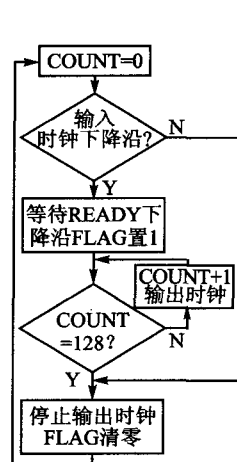


图 4 CPLD 程序流程

3 系统测试

通过示波器可以观测到 CLK(图 6 中上面的曲线)和 SIMO(图 6 中下面的曲线)引脚的波形图。采样结果放在数组 Adresult 中,如图 7 所示。

从图 6 和图 7 中可以看出,采用 SPI 从模式的数据传输方法,可以通过 CPLD 上的程序设计得到 128 个连续的采样时钟,数据传递的连续性好,每组时钟之间不存在时钟间隔。在程序处理的后续阶段,通过配置 EDMA 的接收事件就可以连续接收多组数据,在数据全部接收到 OMAP-

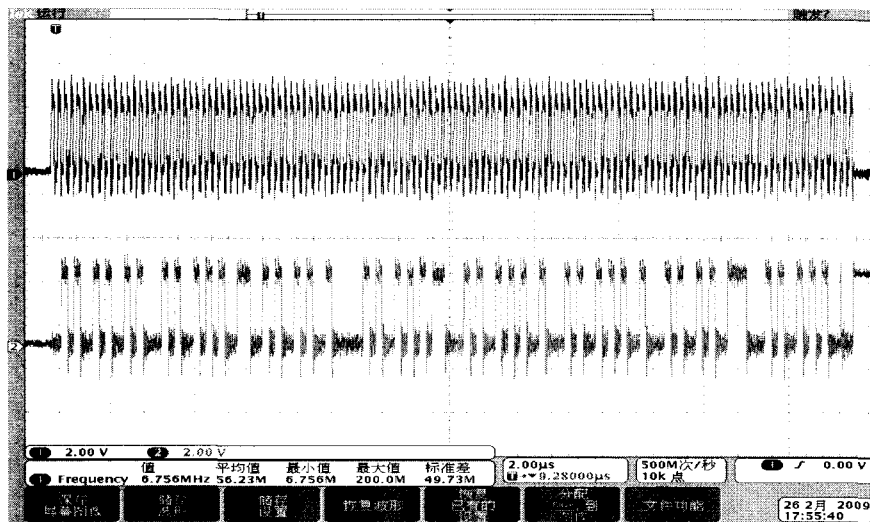


图6 采样时钟及采样数据

| Name | Value | Type | Radix |
|----------|------------|-------|-------|
| Adresult | 0x80001E80 | un... | hex |
| ◆ [0] | 0x294A | un... | hex |
| ◆ [1] | 0x2953 | un... | hex |
| ◆ [2] | 0x2948 | un... | hex |
| ◆ [3] | 0x2956 | un... | hex |
| ◆ [4] | 0x2952 | un... | hex |
| ◆ [5] | 0x2952 | un... | hex |
| ◆ [6] | 0x294E | un... | hex |
| ◆ [7] | 0x2950 | un... | hex |

图7 接收数据

L137 中时触发一次中断便可完成接收工作,从而节省了处理器资源。

4 结论

在 OMAP - L137 与 ADS1178 的实时采集数据传递问题上,采用 SPI 主模式进行数据接收时,每接收一组数据后都需要通过中断资源来变更接收地址。而本文通过 SPI 从模式进行数据接收,可以在接收完多组数据后仅用一次接收中断便结束工作,节约了处理器资源,并且实际测试表明,传输数据的连续性和实时性较好。由此看出,采用 SPI 从模式配合 CPLD 来处理 OMAP - L137 与 ADS1178 数据通信问题无疑是一种很好的解决方案。

参考文献

- [1] 金刚,陈忠,洪跃. 同步串行 SPI 在 AD7888 与 AT90S8515 接口中的应用[J]. 微计算机信息,2004,20(2):91 - 92.
- [2] Texas Instruments. OMAP - L137 Low - Power Applications Processor system Reference Guide,2008.
- [3] 夏宇闻. Verilog 数字系统设计教程[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.

(收稿日期:2009-03-19)

Data Communication Between OMAP - L137 and ADS1178 Based on CPLD

Beijing University of Aeronautics and Astronautics
SEED Electronic Technology Ltd.

Ren Lei, Lin Yan
Zhang Moyang

Abstract High-accuracy sampling chip ADS1178 and industry control chip OMAP - L137 are introduced. Coupled with CPLD, SPI interface is used to realize data communication between OMAP - L137 and ADS1178, sparing CPU resources and meeting real-time and accuracy requirements of data acquisition in industrial environment.

Key words SPI;OMAP - L137; ADS1178;data communication

Melfas 选择 ARM Cortex - M0 处理器

ARM 公司与电容式感应触摸屏输入解决方案供应商 Melfas 共同宣布:Melfas 选择 ARM Cortex - M0 处理器以及 ARM 物理 IP 库,用于其未来为电容式触摸屏解决方案提供的控制器 IC。

在设计交钥匙触摸屏模块解决方案(包括控制器 IC、电路、驱动软件,以及具有显示镜片和测试系统的 ITO 面板)方面,Melfas 拥有多年的专业经验。自 2006 年迄今,Melfas 的控制器 IC 出货量已超 4 000 万。