

基于DSP的同步数据采集系统的设计

数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP) 具有强大的控制和信号处理能力, 广泛应用于通信、工业测控、自动化控制以及军事等相关领域。为了满足现代工业测控的实际需求, 利用DSP丰富的内部资源和外设接口, 设计了一套基于TMS320F2812和模数转换芯片AD7656的同步数据采集系统。该系统可实现对工业现场电压以及电流信号的实时采集, 同时对采集到的数据进行相关处理, 并利用DSP的CAN模块将数据发送到计算机进行显示和分析。主要内容包括两种芯片的简单介绍、系统的硬件结构设计、两个芯片之间接口电路的设计以及软件实现方法。

李雨田¹ 刘婧一² 于 旭¹ 张 宇¹ 郑永明¹/1. 国网吉林省电力有限公司电力科学研究院 2. 国网吉林省电力有限公司长春供电公司



李雨田/工程师

关键词/Keywords

数字信号处理器 ·
同步数据采集 ·
模数转换 ·
数据处理 ·

0 引言

在工业测控系统中, 对设备运行状态信号进行准确快速的采集、监测和记录, 是进行工业自动控制、故障类型和位置分析的基础^[1]。本文使用的数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP) 为德州仪器 (Texas Instruments, TI) 公司的TMS320F2812, 是目前国际市场上应用广泛, 功能强大的定点DSP芯片。既具有强大的事件管理能力, 又具有强大的事件处理能力和嵌入式控制功能, 特别适用于大批量数据处理的测控场合。

本文主要从硬件结构设计和软件算法两方面介绍了该系统如何实现对工业现场电压以及电流信号的实时采集, 并对采集的数据进行相关的处理与分析。

1 芯片介绍

1.1 TMS320F2812芯片

TMS320F2812是32 bit的定点数字

信号处理器, 采用1.8 V的内核电压, 3.3 V的外围接口电压, 最高工作主频150 MHz, 具有强大的控制和信号处理能力, 同时拥有丰富的片内资源, 如16个12 bit的模数 (A-D) 转换通道、增强的控制器局域网 (Controller Area Network, CAN) 模块、两个事件管理器EVA和EVB、串行通信接口SCI、串行外围接口SPI以及通用输入/输出多路复用器GPIO等, 丰富的内部资源和外设模块使其在工业控制中获得了广泛的应用^[2]。

1.2 AD7656芯片

AD7656是一种高速、低功耗、6通道同步采样的16 bit A-D转换器。每个输入端都有一个跟踪保持放大器来实现该通道的同时采样与转换功能, 非常适合于多路采集系统。

该芯片内置的六路采样通道, 可分成三对, 分别由CONVST A、B和C三个引脚控制启动A-D转换, 当CONVST引脚接收到上升沿信号时对应的采样通道开始进行转换, 因此将三个CONVST引脚连接在一起, 采用同一信号控制可实现对六路通道同步采样。同时, 当CONVST达到上升沿后, BUSY引脚变为高电平信号, 表示正在进行转换, 转换采用内部时钟, 转换时间为3 μ s。在BUSY信号为高电平时, 可忽略任何其他CONVST上升沿信号。当BUSY信号恢复低电平时, 表示内部转换完成, 可通过并行或串行接口从输出寄存器中读取数据^[3]。除此之外, AD7656还提供了可选的高速并行和串行接口, 从而允许该

器件与微处理器（Microcontroller Unit, MCU）或DSP连接^[4]。通常使用并行接口与其他芯片连接，

方便读取数据，AD7656的并行接口字工作模式时序图如图1所示。

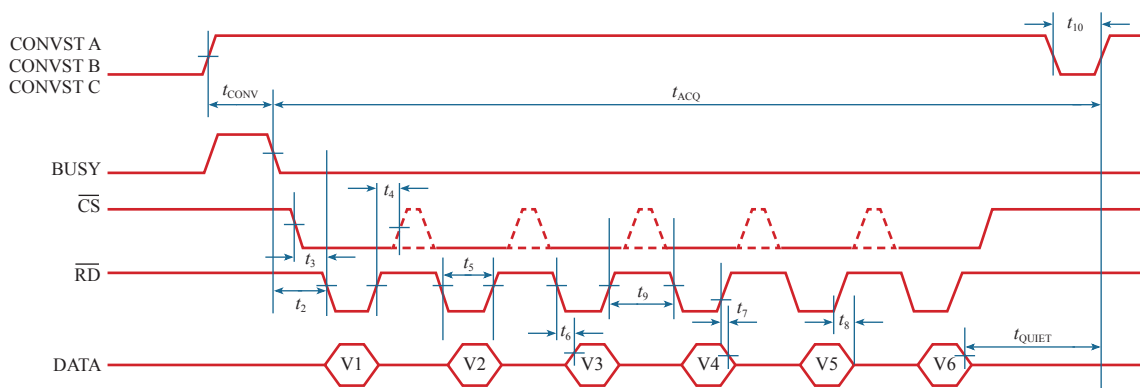


图1 并行接口字工作模式时序图

2 系统硬件设计

2.1 系统整体结构

由于TMS320F2812自带的A-D转换模块不能够实现所有通道完全同步采样，因此采用AD7656作为外部A-D转换来实现所有通道的同步采样，完成一套同步数据采集系统的设计。

本次设计的同步数据采集系统，主要针对现场模拟量信号的采集。为了更好地适应不同现场的实际需求，分别设计了0~5 V电压信号和4~20 mA电流信号的外部接口。现场信号经过调理电路的处理后进入AD7656进行A-D转换，然后将转换后的值送入TMS320F2812中。在DSP内对采样数据进行相关处理后，通过CAN模块将数据发送到计算机上进行显示和分析，从而构成一套完整的数据采集系统，系统硬件原理框图如图2所示。

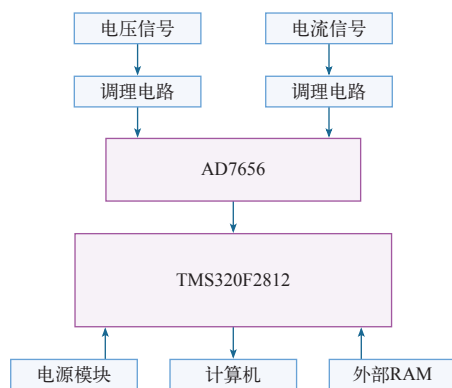


图2 硬件原理框图

2.2 电源电路设计

电源是每个芯片可以工作的最基本条件，要想系统可以稳定的工作，高质量的电源必不可少。TMS320F2812需要同时对片内Flash和内核进行供电，而两者的正常工作电压分别为3.3 V和1.8 V。但是由于系统中还会有其他元件，如运算放大器和仪用放大器等，而这些元器件的供电电压通常为+5 V。因此为了方便起见，只为整个系统提供一个+5 V的电压。所以即需要设计一个为DSP供电的电路，通过相应的电源转换芯片来得到所要的电压，为了确保DSP可以稳定的工作要选用电压准确度比较高的电源芯片。电源电路如图3所示。

2.3 AD7656与TMS320F2812的接口设计

AD7656提供两种接口，分别为高速并行接口和高速串行接口，其中并行接口还分为字工作模式和字节工作模式。在本次设计中采用高速的并行接口与TMS320F2812连接。

为了实现6路A-D通道同步采样，将CONVST A、B和C三个引脚连在一起，与DSP的GPIOB1引脚相连，用该引脚输出端电平的变化实现对A-D转换的控制；BUSY引脚与XINT2引脚相连，利用转换完成后BUSY信号的变化进入XINT2中断，在中断内部读取数据；片选信号端与GPIOB0相连，一直保持为低电平，确保数据正常读取；复位端与GPIOB2相连，在每次上电后，通过对GPIOB2

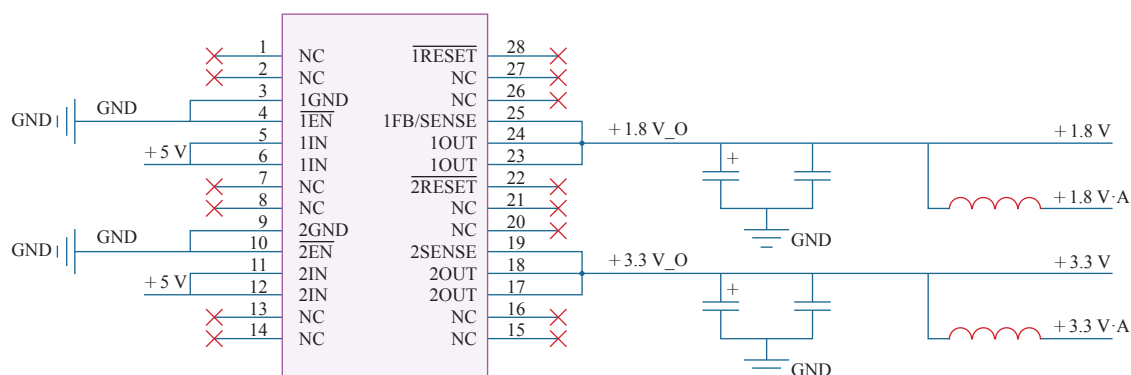


图3 电源电路

脚的控制，对AD7656进行复位操作，AD7656与TMS320F2812的连接图如图4所示。

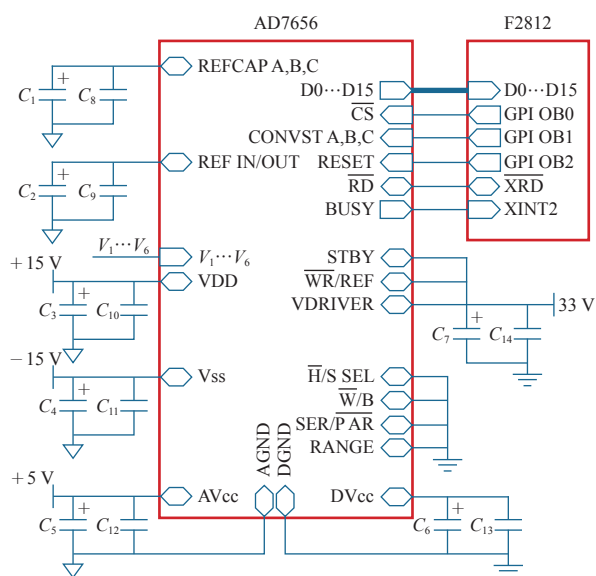


图4 AD7656与TMS320F2812连接图

2.4 系统调理电路设计

由于现场的数据信号会包含较多的噪声干扰，因此为了得到准确的数据信号，要对采集到的数据先进行相关的处理，如滤波处理和幅值处理，电压信号调理电路如图5所示。

虽然电流信号的抗干扰能力强，不易受到干扰，但是AD7656只能对电压信号进行采样和转换，因此需要通过调理电路对电流信号进行处理，转换成对应的电压信号，电流信号调理电路如图6所示。

3 系统软件实现

3.1 整体程序流程

系统软件程序实现，主要是针对TMS320F2812进行软件编程。首先要对TMS320F2812进行系统初始化，其中包括系统主频和相关时钟的确定、GPIO口的初始化、中断向量表的分配和中断的初

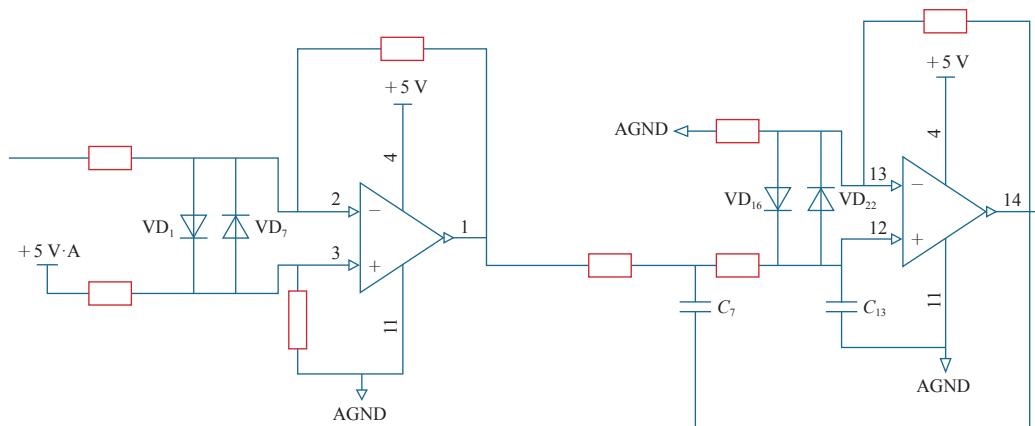


图5 电压信号调理电路

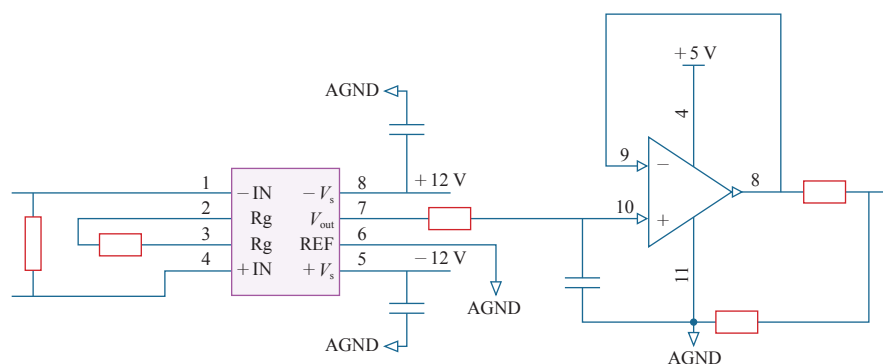


图6 电流信号调理电路

始化。然后利用CPU定时器中断来实现系统定时的采样和发送，在达到定时时间后，通过 T_1 定时器周期中断来控制AD7656的启动转换信号，从而根据周期中断的时间确定采样频率；在转换信号启动后，等待转换完成后BUSY信号电平的变化，从而进入XINT2中断，在中断内读取转换数据，完成一次采样。然后重复以上操作，直到完成所有数据的采样，并进行相关的数据处理。最后通过CAN模块发送到计算机进行显示和分析。系统程序流程图如图7所示。

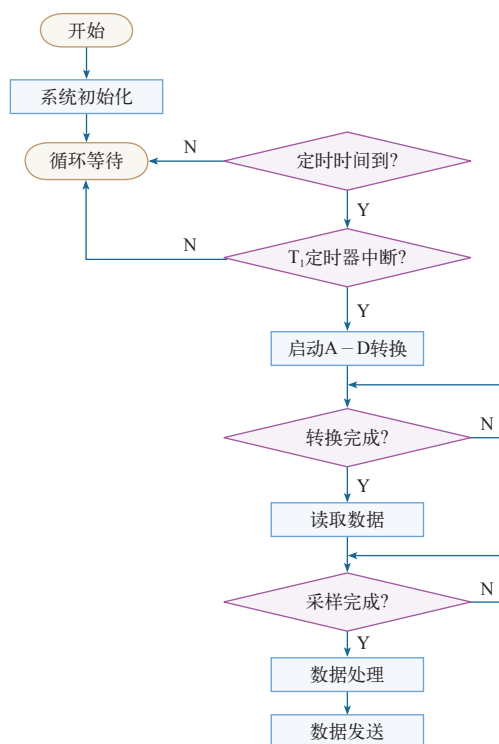


图7 程序流程图

3.2 AD7656相关程序

由图3可知，AD7656与TMS320F2812的连接主要是与GPIO口相连，因此在软件实现中要对GPIOB进行初始化配置，设置为通用I/O接口，并设置输出方向，初始化程序为

```
EALLOW;
GpioMuxRegs.GPBMUX.all = 0x0000;
GpioMuxRegs.GPBDIR.all = 0xffff;
GpioDataRegs.GPBCLEAR.all = 0xffff;
EDIS;
```

(1) AD7656的复位程序

根据数据手册可知，复位引脚为逻辑高电平时，可复位AD7656。由于复位端与GPIOB2连接，因此可以通过程序控制GPIOB2口输出电平的变化，来实现复位功能。程序为

```
GpioDataRegs.GPBCLEAR.bit.GPIOB2 = 1;
DELAY_US(2);
GpioDataRegs.GPBSET.bit.GPIOB2 = 1;
```

(2) AD7656的启动采样程序

根据数据手册可知，CONVST A、B和C引脚在上升沿信号触发时，启动ADC转换。由于该三个引脚都连接在GPIOB1上，因此可以通过控制GPIOB1口输出电平的变化来启动采样。程序为

```
GpioDataRegs.GPBCLEAR.bit.GPIOB1 = 1;
DELAY_US(2);
GpioDataRegs.GPBSET.bit.GPIOB1 = 1;
```

(3) AD7656的数据读取程序

当所有通道转换完成后，BUSY引脚由高电平

变为低电平,程序进入XINT2中断,在中断内读取转换数据,完成一次数据的采样和读取。为了可以准确读取采样数据,首先要在CMD文件中分配外部存储地址,然后在主函数文件内声明对应的数据空间,最后进入中断函数内读取数据。程序为

```
#define ZONE2 * (int *) 0x080000
for (i=0; i<6; i++)
AD[i]= * ZONE2;
```

3.3 数据的显示和分析

在所有的数据采集和处理完成之后,通过TMS320F2812的CAN模块将所有数据发送到计算机进行显示和分析,从而实现一套完整的数据采集系统。该分析和显示界面是基于LabVIEW软件进行开发实现的,不仅可以记录数据的具体数值和时域波形,还可以进行相关的频域分析,数据显示和分析界面如图8所示。

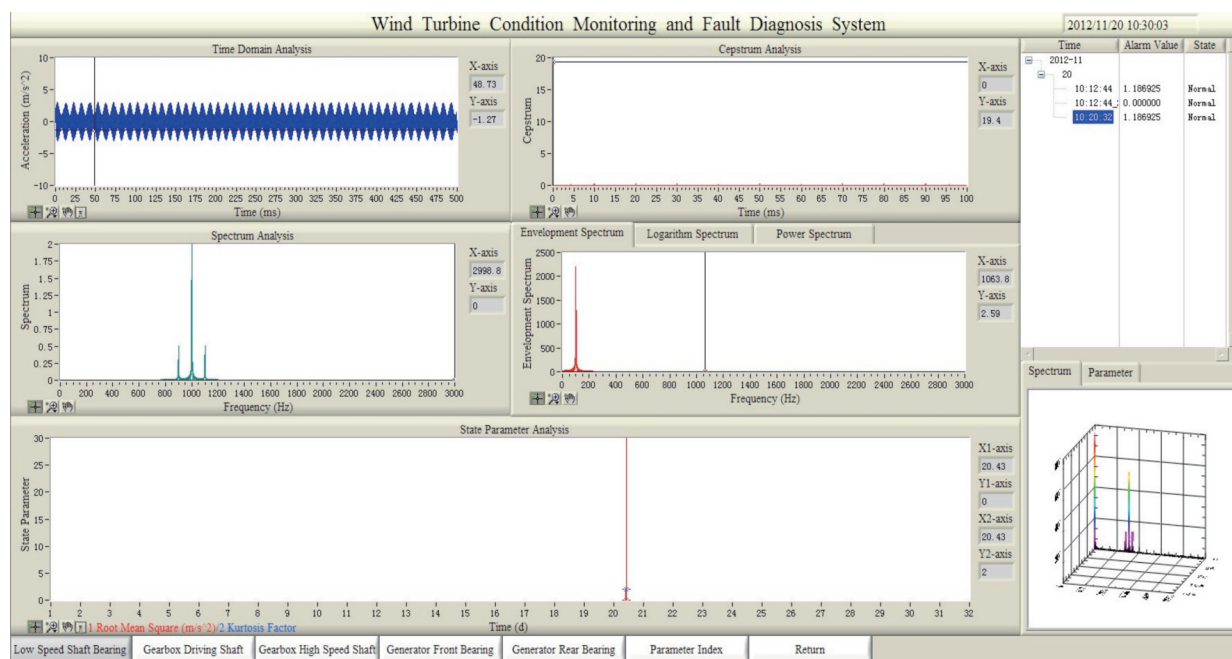


图8 数据显示和分析界面

4 结束语

本文以TMS320F2812和AD7656芯片为主体,设计了一套可用于工业现场的同步数据采集系统,能够实现对现场电压信号和电流信号的同步采样、处理和发送。

在硬件设计中充分利用DSP各个内部资源实现系统功能,着重分析了DSP电源电路、芯片接口电路和信号调理电路的设计情况;在软件实现方面,主要阐述了外扩的AD7656芯片的复位、启动采样和数据的读取等相关功能的编程实现,从软硬件两方面对本系统进行介绍。

参考文献

- [1] 郭涛,张英祥,陈峰.基于TMS320F2812的数据采集监测系统设计[J].机械工程与自动化,2010,2(1):7-11.
- [2] 顾卫钢.手把手教你学DSP—基于TMS320X281x[M].北京:北京航空航天大学出版社,2011:30-35.
- [3] 陈力万,黄青龙,刘万里.基于FPGA的数据采集监测系统设计[J].合肥工业大学学报,2011,34(3):359-362.
- [4] 蒋建军,徐群.TMS320F2812与模数转换器AD7656的接口设计[J].科技信息,2007,20(1):17-18.

(收稿日期:2017-04-28) **EA**