doi:10.3969/j.issn.1563-4795.2009.12.006

高精度模数转换芯片AD7656与DSP的接口设计

靳红涛，赵勇进，张晓曦，刘释骏
(中国兵器工业第二零八研究所，北京 102202)

摘 要：介绍了DSP处理器TMS320F2812和多通道高分辨率模数转换器AD7656的性能及其在并行接口模式下的工作原理，给出了AD7656与TMS320F2812进行接口的硬件电路与软件编程方法。

关键词：ADC；AD7656；DSP；TMS320F2812

0 引言

TMS320F2812以其高速的运算能力和丰富的片上资源在电机控制、工业过程控制等工控领域获得了广泛的应用。然而，美中不足的是TMS320F2812自带的模数转换模块 (ADC) 精度较差 (12位、0-3 V)。这在一定程度上限制了该器件的应用，故可采用AD7656对TMS320F2812进行辅助模数转换。AD7656是一款多通道、高精度、同步采样的模数转换器，具有并行和串行(SPI) 两种接口形式，可满足工控等领域对高分辨率、多通道、低功耗的要求，并可方便地与单片机、PC104等控制器进行接口连接。为此，本文详细介绍了AD7656与DSP处理器TMS320F2812之间的接口和软硬件设计方法。

1 芯片介绍

1.1 TMS320F2812数字信号处理器

TMS320F2812是TI公司最新推出的DSP芯片，是功能强大的32位定点DSP芯片。它既具有数字信号处理能力，又具有强大的事件管理能力和嵌入式控制功能，同时，其内核还具有高效的C/C++性能，并具有虚拟浮点编程能力，因此，TMS320F2812特别适用于有大批量数据处理的测控场合，如工业自动化控制、电力电子技术应用、智能化仪器仪表及电机、马达伺服控制系统等。

TMS320F2812的硬件运算能力为150 MIPS，并带有36 K×16位 SRAM、128 K×16位 FLASH、16位外部存储器接口、两个事件管理器、看门狗定时器、16路12位ADC、3个32位CPU定时器、串行设备接口 (SPI)、两路串行通信接口 (SCI)、一路CAN总线、多路IO口和三个外部中断源，芯片核心电压为1.8 V、I/O电压为3.3 V。此外，TMS320F2812丰富的外设还可以在大多数情况下满足工业控制的需要，在需要高精度模拟量数据采集时，其处理器上集成的ADC模块难以满足要求。DSP处理器的外部存储器接口 (EMIF) 可为扩展各种外部设备提供方便，本文采用AD7656来为DSP处理器扩展高精度的多通道ADC。

1.2 AD7656高精度模数转换器

AD7656是美国模拟器件公司 (ADI) 采用iC-MOS工艺制造的一款高集成度、6通道16-bit逐次逼近 (SAR) 型ADC，该器件内含一个2.5 V基准电压源和基准缓冲器，其功耗比最接近的同类双极型ADC降低了60%。AD7656在每信道250kS/s采样速率下的精度（±4LSB最大值积分线性误差）是同类产品的2倍。图1所示为AD7656 的功能框图。AD7656 的主要特性如下：

◇ 为6通道16-bit 逐次逼近型ADC；

◇ 最大吞吐率为250 kS/s；

收稿日期：2009-06-12

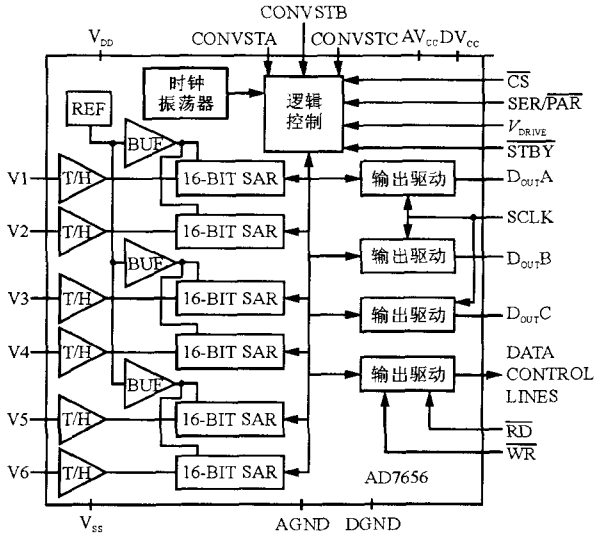

图1 AD7656的功能框图

◇ AVCC范围为4.75~5.25 V；

◇ 在供电电压为5 V、采样速率为250 kS/s时的功耗仅为160 mW；

◇ 宽带宽输入：输入频率为50 kHz时的信噪比（SNR）为85 dB；

◇ 片上有2.5 V基准电压源和基准缓冲器；

◇ 同时带有并行和串行接口；

◇ 带有与SPI/QSPI/μWire/DSP兼容的串行接口；

◇ 可通过引脚或软件方式设定输入电压范围（±10 V，±5 V）；

◇ 采用iCMOS工艺技术；

◇ 封装采用64引脚QFP。

2 AD7656与TMS320F2812的接口设计

2.1 AD7656的工作原理

具有并行和串行两种工作模式，本文采用并行工作模式，图2所示是AD7656在并行方式下的工作时序图。首先，由CONVST管脚启动转换，并保持为高电平。然后由AD7656在启动转换信号后输出$\overline{BUSY}$信号，当$\overline{BUSY}$信号出现下降沿时，代表AD模数转换已经结束。此时，AD7656内部的寄存器已经保存了转换的数据，可通过控制片选$\overline{CS}$和读信号$\overline{RD}$来依次读出各个通道的AD转换值。读出转换值后，可改变CONVST为低电平，为下一次转换做好准备。但应注意，在设计时，一定要保证AD转换过程中保持CONVST为高电平。

2.2 AD7656的接口电路设计

要使TMS320F2812能够控制AD7656正常工作，通常需要TMS320F2812提供可满足AD7656工作时序的控制信号。TMS320F2812上的外部存储器接口提供有丰富的控制信号，如地址总线、数据总线、片选信号、读写控制信号、外部中断信号等。此外，TMS320F2812还提供了丰富的通用IO口，也可辅助产生扩展设备的时序控制信号。AD7656的外围电路及其与TMS320F2812的接口设计如图3所示。

图3中的DV_{CC}和AV_{CC}分别是数字电压端和模拟电压端，它们在接入前要经过1个去耦电路，每个供电电压输入引脚都要连接1个去耦电路，该电路由1只10μF和1只100nF的电容器组成。V_{DD}、V_{SS}和V_{DRIVE}同样要连接去耦电路。V_{DRIVE}可以采用5 V或3.3 V供电，因要和TMS320F2812互联，而TMS320F2812的IO口电压为3.3 V，所以，V_{DRIVE}采用3.3 V供电。需要注意的是，AD7656上电后必须对其进行复位，复位脉冲应在100 ns以上，本文采用RC电路来对AD7656进行复位。

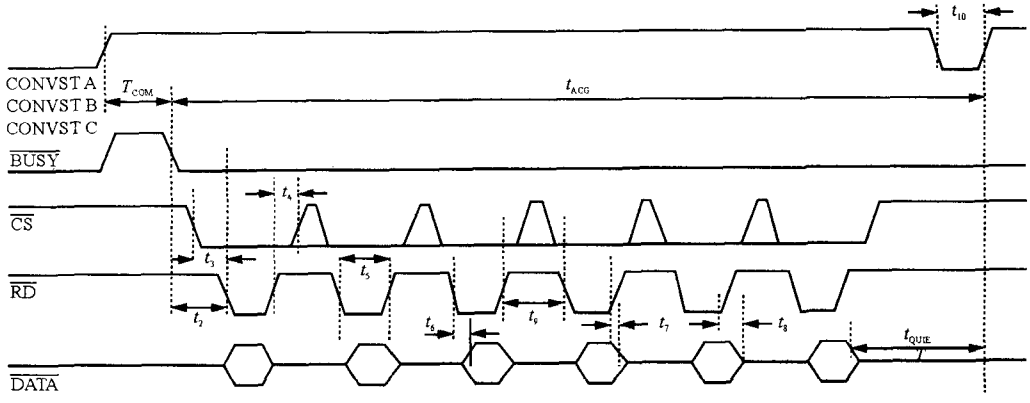

图2 AD7656并行接口模式工作时序图

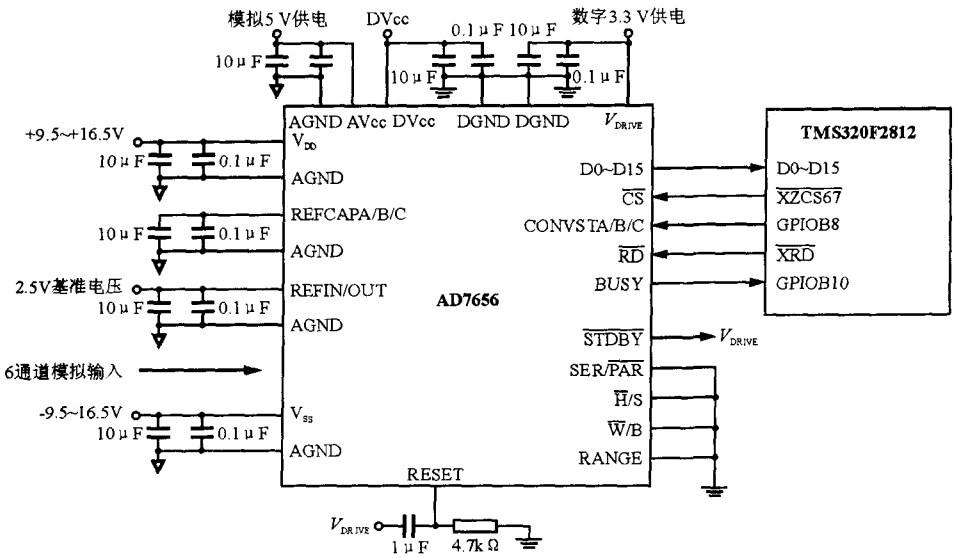

图3 AD7656外围电路及其与TMS320F2812的接口电路

在AD7656与TMS320F2812接口电路中，AD7656的数据输出D0~D15直接和TMS320 F2812的数据线相连，可使用TMS320F2812的外部地址片选管脚$\overline{XZCS67}$作为AD7656的外部片选信号，并采用GPIOB8来控制AD7656的启动转换，另外，采用GPIOB10来查询AD7656的启动转换是否结束。

3 数据采集程序设计

本设计的数据采集程序编制主要包括TMS320F2812的IO口初始化、AD7656控制时序的产生及状态查询、采集数据的处理。对应于AD7656并行接口模式工作时序图，其详细的软件代码如下：

```
#define ADC_ADD          *(int *)0x00100000          //片选
#define ADC_BUSY         GpioDataRegs.GPBDAT.bit.GPIOB10    //转换是否结束
#define ADC_CONVST       GpioDataRegs.GPBDAT.bit.GPIOB8     //启动转换
float ADC_F1 [6] ;    //ADC存储值
void ADC (void)
{
  unsigned int ADC_TMP;
  ADC_CONVST=0;
  ADC_CONVST=1;   //启动模数转换
  while (ADC_BUSY==1) ;//查询转换是否结束
  ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;   //读取通道1结果
  if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000) //转换通道1结果
    ADC_F [0] = ((float) (ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) *10.0;
  else
    ADC_F [0] = ((float) (0xFFFF-ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
  ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;
    //读取通道2结果
  if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000)
    //转换通道2结果
    ADC_F [1] = ((float) (ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) *10.0;
  else
    ADC_F [1] = ((float) (0xFFFF-ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
  ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;
    //读取通道3结果
  if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000)
    //转换通道3结果
    ADC_F [2] = ((float) (ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) *10.0;
  else
    ADC_F [2] = ((float) (0xFFFF-
```

```
ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
        ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;
                //读取通道4结果
      if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000)
                //转换通道4结果
            ADC_F [3] = ((float) (ADC_TMP))
/((float) (0x7FFF)) *10.0;
        else
            ADC_F [3] = ((float) (0xFFFF-
ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
        ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;
                //读取通道5结果
      if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000)
                //转换通道5结果
            ADC_F [4] = ((float) (ADC_TMP))
/((float) (0x7FFF)) *10.0;
        else
            ADC_F [4] = ((float) (0xFFFF-
ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
        ADC_TMP=ADC_ADD&0xFFFF;
                //读取通道6结果
      if ((ADC_TMP&0x8000)! =0x8000)
                //转换通道6结果
            ADC_F [5] = ((float) (ADC_TMP))
/((float) (0x7FFF)) *10.0;
        else
            ADC_F [5] = ((float) (0xFFFF-
ADC_TMP)) /((float) (0x7FFF)) * (-10.0) ;
        ADC1_CONVST=0;
    }
```

4 结束语

本文介绍了多通道高精度数模转换芯片AD7656的主要特点和工作时序，详细给出了AD7656与TMS320F2812的软硬件接口设计方法。该设计方法适用于高精度、实时性信号的数据采集和处理，具有广泛的实用价值。目前，该设计已应用于某车载系统的火控分系统中，而且运行稳定可靠。

参考文献

[1] 张雄伟，陈亮. DSP芯片原理与开发应用 [M]. 北京：电子工业出版社，2003.

[2] Texas Instrument. TMS320F2810 and TM S320F2812 32-Bit Fixed - Point Flash DSP s (SPRT242A) [M]. 2002

[3] Analog Devices. AD7658/AD7657/AD7656 Data Manual. 2003

(上接第13页)

```
sad+=_subabs4 ( ((int*) ps) [0], ((int*)
pd) [0] ) ;
sad+=_subabs4 ( ((int*) ps) [1], ((int*)
pd) [1] ) ;
sad+=_subabs4 ( ((int*) ps) [2], ((int*)
pd) [2] ) ;
sad+=_subabs4 ( ((int*) ps) [3], ((int*)
pd) [3] ) ;
```

6 结束语

经过本文的优化后，笔者对QCIF格式的foreman等测试序列进行了实验，其序列均采用IPPP…的编码模式，观测结果显示：设计实现了T264编码器向DM642平台的深度移植，压缩QCIF格式视频序列的速度随图像复杂度的不同达到了30~45帧每秒的实时压缩编码，优化效果明显，可以达到实时编码的效果，且图像质量下降不明显。说明本文的编码优化方法是行之有效的。

参考文献

[1] ZHONG Ping, YU Qian-yang.JIN Guang.Motion estimation and compensation based on matching technology of feature point [J].Journal of Optoelectronics·Laser (光电子·激光),2004.

[2] 毕厚杰.新一代视频压缩编码标准-H.264/AVC[M].北京：人民邮电出版社,2005.

[3] 王熹微，唐昆，崔慧娟.基于DM642的视频编码Cache优化策略[J].微计算机信息,2005.

[4] TMS320 DSP/BIOS User's Guide Texas Instruments Incorporated,Apr.2003.