

●应用与设计

AD7890 型串行数/模转换器与 51 系列 单片机的接口设计

汤楠, 李明

(西安石油大学 电子工程学院, 陕西 西安 710065)

摘要: 串行数/模转换可以简化数据采集系统的硬件, 在特殊应用条件下有一定的优势。介绍 AD7890 型串行数/模转换器的基本结构和工作原理, 给出与 51 系列单片机的接口电路应用实例、硬件原理及 C51 驱动软件。

关键词: 串行数/模转换器; 单片机; 接口; 设计

中图分类号: TN79+2

文献标识码: A

文章编号: 1006-6977(2006)08-0004-04

Design of interface between serial A/D converter AD7890 and 51 series single-chip microcomputer

TANG Nan, LI Ming

(School of Electronic Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China)

Abstract: The serial A/D converting which can be used to simplify hardware of data acquisition systems has great advantage in certain especial application condition. The features and operating principle of serial A/D converter AD7890 are introduced, and an example of its interface for 51 series single-chip microcomputer with the hardware explanation and C51 software are presented.

Key words: serial A/D converter; single-chip microcomputer; interface; design

1 引言

串行数/模转换减少了器件间的硬件连接, 特别适用于电路空间较小且数据采集速率要求不是特别高的场合。当然, 硬件的简化也相应提高了使用的复杂程度。本文介绍 AD7890 型串行数/模转换器在自动导向钻井系统控制电路数据采集中的应用。由于井下工具电子仓部分空间狭窄、工作条件恶劣、可靠性要求高, 所以特别适合采用串行 A/D 转换器。

AD7890 是美国 Analog Devices 公司于 20 世纪 90 年代末推出的一款 8 通道 12 位串行 A/D 转换器。其主要性能特征包括: A/D 转换时间较快(9.5 μs); 功耗较低(最大 50 mW, 休眠状态下 75 μW); 信噪比较高(大于 70 dB); 总谐波失真小(不大于-

78 dB); 内置跟踪/保持放大器, 片上参考电压; 具有高速、灵活的串行接口等。

2 AD7890 的内部结构

图 1 示出 AD7890 的内部功能框图, 由图 1 可知 AD7890 内部含有相应的信号调理(对于 AD7890-5 和 AD7890-10)、多路开关、跟踪保持放大器、通用串行接口及参考电源等, 给用户的使用带来极大的方便。特别是电路中的多路开关输出(MUX OUT)和跟踪/保持输入(SHA IN)采用分离的独特设计, 使用户在二者间采用 1 个外部滤波电路就可完成全部 8 个通道的抗混叠处理。

电路的 SMODE 端是工作模式的控制输入端, 用户可以用其指定器件内部时钟(主)和外部时钟(从)的工作模式。采用外部时钟工作模式时, 用户需

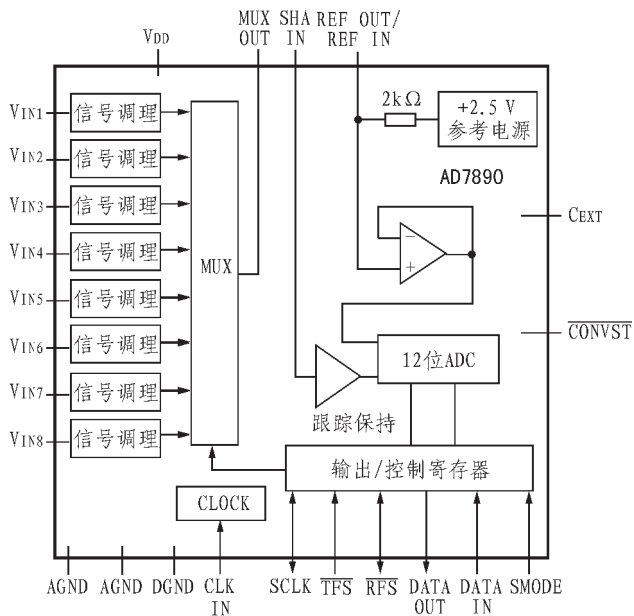


图 1 AD7890 的内部结构框图

提供读写数据的帧同步和串行时钟信号 SCLK, 其串行脉冲频率最大可以达到 10 MHz。采用内部时钟模式时, AD7890 本身向系统提供帧同步时钟, 此时的工作频率取决于 CLK IN 引脚输入的主时钟频率。电路的 8 路模拟输入端为 VIN1-VIN8, 由多路开关根据 3 位通道地址选择, 多路切换时按先开后合方式操作。REF OUT/REF IN 是参考电压输出/输入端。使用外部参考电压时外部 +2.5 V 参考电压由该端接入, 而使用内部参考电压时需要在该端和模拟地 AGND 之间接入一只 0.1 μF 的电容器。

AD7890 通过片内的高速双向串行数据接口成输出数据和接收控制字。其控制寄存器由 5 位组成, 如图 2 所示, 各位的默认状态均为 0。其中 A2、A1、A0 分别为多路开关通道地址选择的最高位、次高位和最低位。通道选择算法为: 被选通道号 = $A2 \times 4 + A1 \times 2 + A0 + 1$ 。控制字送入控制寄存器, 器件即开始启动内部延时脉冲, 该脉冲宽度取决于 C_{EXT} 引脚的电容值, 用户可以根据外部滤波和信号处理的实际延时, 适当调节该电容值, 确保在 A/D 转换开始前有足够的时间进行多路转换建立和跟踪保持的采集。该内部延时脉冲时间到后, 跟踪/保持器立即进入保持状态并且开始启动 12 位 A/D 转换器的本次操作。

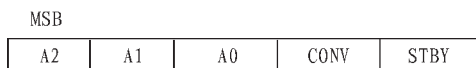


图 2 AD7890 的控制寄存器

3 AD7890 的工作时序

控制寄存器中的 CONV 为转换开始状态位, 为 1 时表示进入转换状态, 与 $\overline{\text{CONVST}}$ 引脚输入效果完全相同。在向 CONV 写操作(写 1)的第 6 个串行时钟周期结束后内部延时脉冲开始启动, 转换过程开始。另外, 在 CONV 为 1 时, $\overline{\text{CONVST}}$ 的输入命令无效。STBY 为休眠状态位, 该位为 1 时, 电路处于低功耗休眠状态。电路在写操作 SCLK 的第 7 个脉冲下降沿进入休眠。因此, 系统向 AD7890 写操作至少需要 6 个时钟脉冲, 使其休眠的写操作至少需要 7 个时钟脉冲。如果在 6 个时钟脉冲前 TFS 回到高电平, 则不会有任何数据写入控制寄存器。但是需要注意的是, 当 CONV 位置为 1 时, 转换过程都会在写操作发生时开始, 无论 TFS 的低电平能够保持多少个时钟脉冲。

$\overline{\text{CONVST}}$ 为转换开始时的硬件输入端, 上升沿触发。AD7890 可以由 $\overline{\text{CONVST}}$ 输入或 CONV 位写 1 两种方式启动。如前所述, 从转换过程开始到正式启动 A/D 转换器的时间间隔是由每次串行写操作启动的内部延时脉冲来控制。这也意味着该脉冲总会给软件启动的转换过程带来一定的延时。若内部延时时间已到, 由 $\overline{\text{CONVST}}$ 上升沿开始的 A/D 转换时间为 9.5 μs , 跟踪/保持器的采集时间为 2 μs 。另外, 为了保证正常的 A/D 转换, 任何串行读写操作均不可在 A/D 转换期间及下次转换开始前 500 ns 内进行。

4 AD7890 的读写操作

AD7890 串行数据输入引脚是 DATA IN, 写操作时通过该引脚向 AD7890 控制寄存器写入数据, 写入时用传输帧同步 $\overline{\text{TFS}}$ 变为低电平后 SCLK 的前 5 个下降沿写入 DATA IN 上串行数据的前 5 位。而同一次 $\overline{\text{TFS}}$ 中的 5 个 SCLK 脉冲下降沿以后的串行数据均无效。

串行数据输出引脚是 DATA OUT, 输出数据由 1 位起始位(0)、3 位通道地址和由最低有效位开始的 12 位转换数据共 16 位组成。输出数据码制, 在双极性输入型(AD7890-10)中为补码, 在单极性输入型(AD7890-4 和 AD7890-2)中为无符号的二进制数。

AD7890-4 的读写操作在不同工作模式下略有区别, 其时序如图 3 所示。

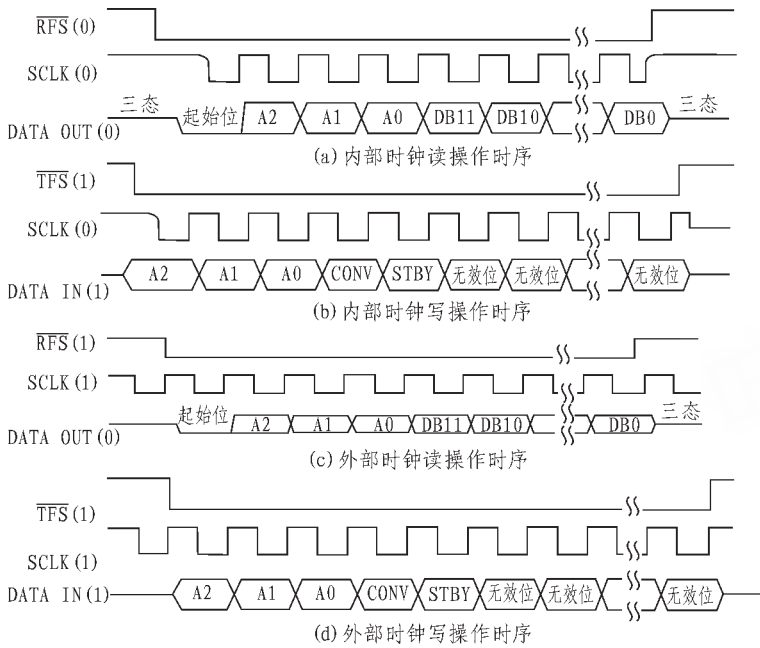


图3 AD7890的读写时序

内部时钟模式读操作时序如图3(a)所示,转换结束后RFS自动变为低电平,同时开始输出SCLK脉冲和串行数据,每位数据在SCLK下降沿时有效。RFS在第16个SCLK上升沿时刻变为高电平,DATA OUT数据结束。内部时钟写操作时序如图3(b)所示,TFS输入为低电平表示写操作的开始,同时也启动SCLK的输出,DATA IN上的串行数据在SCLK的下降沿写入,故写入操作至少需要6个SCLK脉冲。

外部时钟模式读操作时序如图3(c)所示,从RFS低电平开始读取16位串行数据,为保证正常操作,无论RFS和SCLK的时间关系如何,起始位0都将维持至少一个SCLK脉冲周期,并在第一个脉冲周期之后的第一个下降沿时结束。此外,在读操作进行中若有新的A/D转换结束,则输出数据寄存器的刷新会被延迟到读操作完成和RFS返回到高电平后进行。外部时钟模式写操作时序如图3(d)所示,串行数据写操作在TFS变为低电平时开始,5位控制寄存器写操作至少需要6个SCLK脉冲,与内部时钟写操作工作模式相同。

5 应用实例

AD7890在51系列单片机系统中的应用实例硬件接口原理如图4所示。系统采用外部时钟工作

模式,用89C52的P1.3口作为时钟输出;P1.0口连接串行数据输入和输出。也可以应用51系列单片机的串口RXD和TXD连接AD7890实现数据读写操作,此时需要特别注意的是AD7890的串行数据总是最高有效位在前,而51系列单片机串行通信收发操作总是最低有效位在前。P1.1、P1.2分别连接RFS和TFS。MUX OUT和SHA IN直接连接,这种连接方式的缺点是系统不能同时访问控制寄存器和输出数据寄存器。内部延时脉冲宽度只需考虑2μs的跟踪/保持器采集时间,因此电容C的最小容值可以为120pF。

软件启动AD7890转换的C51函数程序框图如图5所示。执行中由实际参数传递欲转换的通道地址(0x00-0x07对应VIN1-VIN8),将通道地址A2、A1、A0分别送控制字第7位、第6位和第5位。控制字第4位置1作为CONV标志。如果写入的是置电路为休眠状态的命令,则应将控制字第3位也置为1。

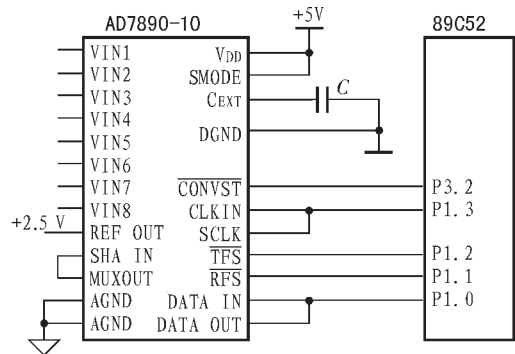


图4 应用实例硬件系统的原理

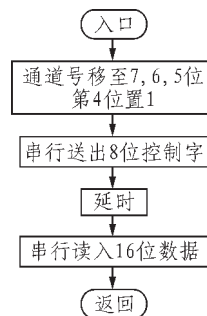


图5 软件程序框图

通过 P1.2 置 \overline{TFS} 为低电平并在 SCLK 脉冲作用下串行输出控制字。经过软件延时等待,延时时间大于内部延时脉冲加 $5.9 \mu\text{s}$ 的 A/D 转换时间。当主频为 11.0592 MHz 时,89C52 系统的 1 个机器周期约为 $1.085 \mu\text{s}$ 。所以执行空操作至少 8 次后再发送 \overline{RFS} 命令,进行读操作。读操作过程中主机在 SCLK 脉冲同步下读入 16 个串行数据。转换结果在函数返回数字中的低 12 位中。若采用硬件启动方式,则需要先将控制寄存器 CONV 标志写 0,然后用 P3.2 口输出 A/D 转换启动命令。由于没有加入内部延时脉冲,因此如果不改变转换通道,硬件启动方式可以得到最快的转换速率。

下面是应用实例的 C51 程序清单。实例中所用软硬件条件为:89C52 单片机、11.0592 MHz 时钟、AD7890-10 和 V2.40 版本 KEIL Cx51 开发工具。

```
#include<stdio.h>
#include "AT89X52.h"
#include "intrins.h"
#define DI7890      P1_0
#define DO7890      P1_0
#define RFS7890     P1_1
#define TFS7890     P1_2
#define SCLK7890    P1_3
//AD7890-10
unsigned int AD7890(unsigned char chan)
{
    unsigned char ctr;
    unsigned int result;
    char i;
    ctr=chan<<5;
    ctr&=0xE0;
    ctr|=0x10;
    TFS7890=0;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        SCLK7890=1;
        if(ctr&0x80)
            DI7890=1;
        else
```

```
DI7890=0;
        SCLK7890=0;
        ctr<<=1;
    }
    TFS7890=1;
    for(i=0;i<8;i++)
        _nop_();
    result=0;
    DO7890=1;
    RFS7890=0;
    SCLK7890=1;
    for(i=0;i<16;i++)
    {
        SCLK7890=0;
        if(DO7890)
            result|=0x01;
        SCLK7890=1;
        if(i!=15)
            result<<=1;
    }
    RFS7890=1;
    result&=0xFFF;
    return result;
}
```

参考文献:

- [1] 王建校,杨建国. 51 系列单片机及 C51 程序设计 [M]. 北京:科学出版社,2002.
- [2] Analog Devices Inc., LC²MOS 8-Channel, 12-Bit Serial, Data Acquisition System AD7890 [DB/OL]. <http://www.analog.com/Upload Files/Data-Sheets/42904414AD7890-b.pdf>,2001.
- [3] 商杰,武洪涛.10 位串行模/数转换器 TLC1549 在单片机系统中的应用[J]. 现代电子技术,2005,28(12):8-9.

作者简介:汤楠,男,陕西西安人,主要从事工业自动检测与控制技术研究。

收稿日期:2006-02-06

咨询编号:060801

AD7890型串行数/模转换器与51系列单片机的接口设计

作者: 汤楠, 李明, TANG Nan, LI Ming
作者单位: 西安石油大学, 电子工程学院, 陕西, 西安, 710065
刊名: 国外电子元器件 **ISTIC**
英文刊名: INTERNATIONAL ELECTRONIC ELEMENTS
年, 卷(期): 2006, (8)
引用次数: 0次

参考文献 (3条)

1. 王建校, 宁改娣. 51系列单片机及C51程序设计 2002
2. Analog Devices Inc. LC2MOS 8-Channel, 12-Bit Serial, Data Acquisition System AD7890 2001
3. 商杰, 武洪涛. 10位串行模/数转换器TLC1549在单片机系统中的应用[期刊论文]-现代电子技术 2005(12)

相似文献 (8条)

1. 期刊论文 易宇权, 刘国平. 可编程双路10位串行数模转换器TLC5617的原理及应用 - 国外电子元器件2003(4)
介绍了可编程双路10位数模转换器TLC5617的原理和技术特点, 给出了TLC5617与单片机AT89C51的接口电路及应用, 同时给出了设计程序. TLC5617与单片机只有三线接口, 因此硬件电路设计大为简化.
2. 期刊论文 易宇权, 刘国平. 可编程双路10位串行数模转换器TLC5617的原理及应用 - 南昌航空工业学院学报(自然科学版) 2003, 17(1)
本文主要介绍可编程双路10位数模转换器TLC5617的原理及技术特点, 并对其与单片机AT89C51接口电路及应用做了说明, 最后给出了程序设计. TLC5617与单片机只有三线接口, 因此硬件电路的设计大为简化.
3. 期刊论文 李建波, 高立新. 串行数模转换器TLC5615的原理及其Proteus仿真设计 - 福建电脑2008(10)
介绍了串行数模转换器TLC5615的原理以及C51软件设计, 同时给出用TLC5615设计的三角波波形发生器及Proteus仿真.
4. 期刊论文 崔海龙, 李金海, 张云飞, CUI Hai-long, Li Jin-Hai, ZHANG Yun-Fei. 合理占用空间的智能数模转换控制系统 - 信息技术2005, 29(6)
提出一种节省印制电路板空间的智能数模转换控制方法, 系统以AT89C51为主体构成控制电路, 通过MAX232芯片接收上位机发送的命令, 控制串行数模转换器MAX517输出模拟量, 以便控制设备, 着重介绍了8位串行数模转换器MAX517的特性, 并详细说明了AT89C51单片机与MAX517和MAX232的硬件连接与软件编程方法.
5. 期刊论文 施自胜. 低功耗满幅输出12位串行数模转换器DAC7512 及其应用 - 国外电子元器件2004(6)
DAC7512是TI公司生产的具有内置缓冲放大器的低功耗单片12位数模转换器, 其片内高精度的输出放大器可获得满幅(供电电源电压与地电压间)任意输出. DAC7512带有一个时钟达30MHz的通用三线串行接口, 因而可接入高速DSP. 其接口与SPI、QSPI、Microwire及DSP接口兼容, 因而可与intel系列单片机、Motorola系列单片机直接连接而无需任何其它接口电路.
6. 会议论文 吴开杰, 邵蔚, 李刚. 基于McBSP的高精度数模转换系统的实现 2001
本文介绍了TMS320VC5410的多功能串行接口(McBSP), 并结合McBSP与高精度、高速率串行数模转换器MAX541之间的串行通讯, 从硬件和软件两个方面具体讨论McBSP的设计方法.
7. 期刊论文 刘海涛, 周永强. 低功耗12位串行数模转换器MAX539及其应用 - 国外电子元器件2002(8)
MAX539是MAXIM公司生产的快速D/A转换器, 它具有接口简单、转换时间短、功耗低、体积小等优点. 可用于便携式设备和工业控制等方面. 文中介绍了D/A转换器MAX539的性能特性、工作原理及在单片机系统中的应用. 给出了MAX539与单片机的接口程序.
8. 期刊论文 吴开杰, 邵蔚, 李刚. TMS320VC5410的McBSP串行接口技术与程序设计 - 单片机与嵌入式系统应用2001(7)
介绍TMS320VC5410的多功能串行接口(McBSP), 并结合McBSP与高精度、高速率串行数模转换器MAX541之间的串行通信, 从硬件和软件两个方面具体讨论McBSP的设计方法.

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gwdzyqj200608001.aspx

下载时间: 2010年1月4日