

24 位模/数转换器 CS5532 及其应用

高明

(中国航空工业空气动力研究院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: CS5532 是一种低噪声 24 位 Δ - Σ 型 A/D 转换器。文中详细阐述了 CS5532 的结构、组成、功能特点及工作方式, 并以高精度称重仪——渗碳液体流量监测仪为例, 论述了其在高精度测量方面的具体应用, 给出了其与单片机接口的电路原理图和驱动软件程序。

关键词: A/D 转换器; 串口; 校准; 单片机

中图分类号: TN492 **文献标识码:** B **文章编号:** 1002-1841(2002)07-0040-03

24Bit ADC CS5532 and Application in High-Precision Measurement

Gao Ming

(Chinese Aerodynamic Research Institute of Aeronautics, Harbin 150001)

Abstract: CS5532 is a highly integrated Δ - Σ Analog-to-Digital Converter(ADC) and it can achieve 24-bit performance. This paper described the structure, functions and operating modes of it, and discussed the flowmeter of cemented liquid, using the CS5532 as a A/D converter. The hardware interface of the single-chip computer with CS5532 and the driving software are stated in this paper.

Key Words: Analog-to-Digital Converter(ADC); Calibration; Serial Port; Single-Chip Computer

1 CS5532 概述

CS5532 是美国 Cirrus Logic 公司推出的一种具有极低噪音的、多通道 Δ - Σ 型模拟/数字转换器, 由于其采用电荷平衡技术和极低噪声的可编程增益斩波稳定测量放大器, 可得到高达 24 位分辨率的输出结果, 精度高, 动态特性宽, 是其它类型转换器所无法比拟的。CS5532 的差动输入端可以直接测量来自传感器的毫伏信号, 简化了与外围电路的连接。可编程增益放大器可使放大倍数从 1~32 进行设定(以 2 倍步长增加), 大大提高了系统的动态特性。多级程控数字滤波器使得数据输出速率可选择, 范围为 7.5 Hz~3.84 kHz, 方便了与外设的连接。该 A/D 转换器有一个灵活而简便的同步串行接口, 使转换数据以串行方式输出, 它与 SPI、Microwire 兼容。

此外, CS5532 内部有一个完整的自校正系统, 可进行自校准和系统校准, 可消除 A/D 本身的零点增益和漂移误差, 以及系统通道的失调和增益误差。

宽动态特性、可编程输出速率、灵活的供电方式及简便的三线串行输出模式, 使得该 A/D 转换器极易和单片机接口, 广泛适用于工业过程控制、称重仪器、便携式仪表及其它高分辨率测量等场合。

2 CS5532 引脚功能

CS5532 是双通道的 A/D 转换器, 其封装形式有 20 脚双列直插式和 20 线贴片式。引脚排列如图 1 所示。CS5532 各引脚的功能如表 1 所示。

表 1

| 引脚号 | 引脚名称 | 引脚功能 |
|-----|-------------------|-------------|
| 1 | AIN1+ | 通道 1 输入端(+) |
| 2 | AIN1- | 通道 1 输入端(-) |
| 3 | C ₁ | 增益放大器连接电容 |
| 4 | C ₂ | (常用 22 nF) |
| 5 | V _{A+} | 模拟电源正 |
| 6 | V _{A-} | 模拟电源负 |
| 7 | A0 | 逻辑输出(模拟) |
| 8 | A1 | 逻辑输出(模拟) |
| 9 | XOUT | 晶振连接端 |
| 10 | XIN | 晶振连接端 |
| 11 | SCLK | 串行时钟输入端 |
| 12 | SDO | 串行数据输出端 |
| 13 | SDI | 串行数据输入端 |
| 14 | /CS | 片选(低电平有效) |
| 15 | V _{D+} | 数字电源正 |
| 16 | DGND | 数字电源地 |
| 17 | V _{REF-} | 参考电源地 |
| 18 | V _{REF+} | 参考电源正 |
| 19 | AIN2- | 通道 2 输入端(-) |
| 20 | AIN2+ | 通道 2 输入端(+) |

注: 晶振常采用 4.915 MHz。

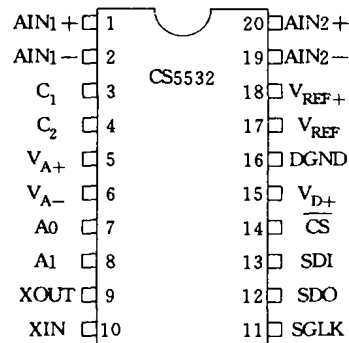


图 1

3 CS5532 的结构及工作原理

CS5532 由多路开关、可编程增益放大器(PGIA)、四阶差动 $\Delta-\Sigma$ 调制器、程控多阶数字滤波器以及串

口、时钟发生器、校准控制系统和输出锁存等组成。其结构如图 2 所示。

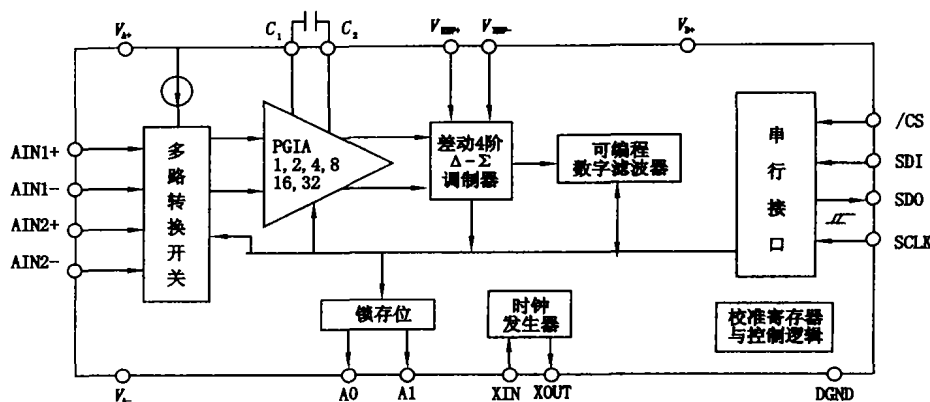


图 2

3.1 模拟输入

CS5532 为双输入通道的 A/D 转换器,通过设置命令寄存器相应位选择转换通道。模拟输入范围为:5~85 mV, 80 mV~1.2 V, 200 mV~2.5 V, 参考电压输入范围为 +1.0~+5.0 V。

CS5532 的可编程增益放大器(PGIA)的增益设置为 1、2、4、8、16 或 32。允许小信号输入、增益可编程等特点,从本质上讲,增加了系统的动态范围,简化了与传感器的接口。

该 A/D 转换器有 3 种供电方式:

(1) $V_{A+} = +5\text{V}$; $V_{A-} = 0\text{V}$; $V_{D+} = +3\sim+5\text{V}$;

(2) $V_{A+} = +2.5\text{V}$; $V_{A-} = -2.5\text{V}$; $V_{D+} = +3\sim+5\text{V}$;

(3) $V_{A+} = +3\text{V}$; $V_{A-} = -3\text{V}$; $V_{D+} = +3\text{V}$;

外部参考电压输入范围为 +1.0~+5.0 V。

3.2 内部寄存器

CS5532 芯片内有一微处理器,用来控制 A/D 与外设之间的数据传送。该微处理器内有一个命令寄存器,一个结构寄存器,4 个通道设置寄存器,一个转换数据寄存器(只读)和各通道的增益寄存器、偏差寄存器。所有的寄存器,除了命令寄存器是 8 个字节,其余都是 32 字节。

3.2.1 命令寄存器

8 位只写命令寄存器,用于存放供片内微处理器使用的指令。该指令分为两类,通过其最高位(D7)为 0 或 1 来区分。D7=0 时,寄存器指令为对其它寄存器进行读写操作的指令;D7=1 时,为设置 A/D 转换方式、启动 A/D 转换或校准、设置通道设置寄存器指针的指令。

3.2.2 结构寄存器

32 位结构寄存器主要是用来设置芯片工作电源、

软件复位、输入短路及参考电压的选择。

CS5532 设计了 4 种供电方式:正常方式、低电量方式、备份方式和睡眠方式。系统一上电 A/D 处于正常供电方式,若结构寄存器的 LMP 位(D21)(低能量方式)置“1”,A/D 处于低能量工作方式,该方式可降低电量损耗,但会产生一些噪声和线性误差。后两种方式为节能方式,由结构寄存器的 D31、D30 两位控制。

3.2.3 通道设置寄存器

CS5532 有 4 个通道设置寄存器,每个通道设置寄存器由两个 16 位的设置寄存器组成。通道设置寄存器用来指定哪一通道进行转换,以何种增益进行转换,转换速率,以及转换输出的单/双极性。增益设置范围为:1、2、4、8、16、32,转换速率范围为 7.5 Hz, 15 Hz, 30 Hz, 60 Hz, 120 Hz, 240 Hz, 480 Hz, 960 Hz, 1.92 kHz, 3.84 kHz($XIN = 4.9152\text{MHz}$)。

3.2.4 数据寄存器

CS5532 有两种转换方式:单步转换和连续转换。转换后的数据存放在数据寄存器中。该寄存器为只读寄存器,共 32 位,其中高 24 位为数据位,数据输出位串行输出,先输出数据最高位。

数据寄存器的 D3 位为溢出标志位(OF),所得数据超出量程范围时,该位为“1”。D1 和 D0 为通道标志位(CI),用来表明哪一通道转换完成。

3.2.5 32 位增益寄存器和 32 位偏差寄存器

每个物理通道各有一个,用于存放校验所得的增益值和偏差值。

3.3 串行接口

CS5532 的串行接口有 4 根控制线:CS、SDI、SDO、SCLK。图 3 为命令与数据传送时序图。CS 为片选端,串口始能控制线,低电平有效。SDI 为串行数据入。将数据信号传送给转换器。SDO 为串行数据

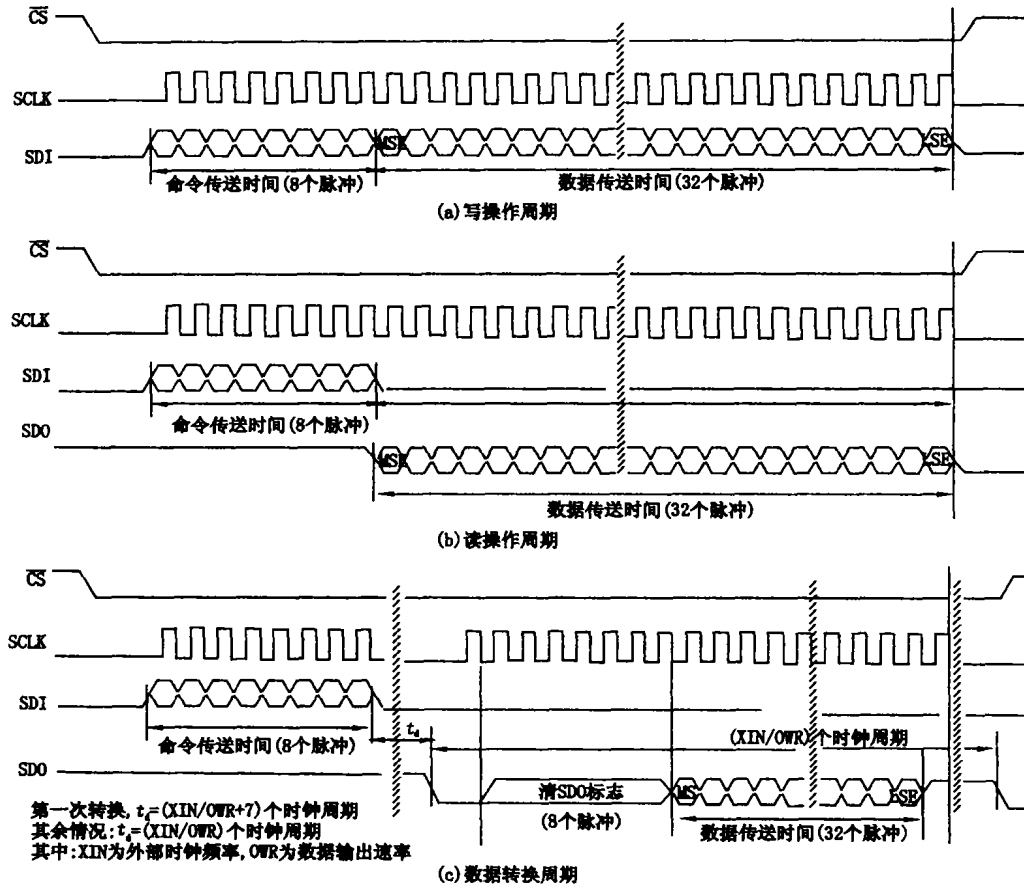


图 3

出。将数据信号从转换器送出。/CS 为高电平时, SDO 处于高阻状态。SCLK 为串行移位时钟, 控制 A/D 串口数据的移位。

3.4 校准

CS5532 内部有一个完整的自校正系统, 分为自校准和系统校准两种方式。内部校准可在需要的时候进行, 但必须在系统初始化后进行。偏差校准在前, 增益校准在后。校正结果存在偏差和增益寄存器中。

4 应用

4.1 硬件设计

渗碳液体流量监测仪是用来对渗碳工作过程中所加入的煤油、甲醇量进行精确测量的仪器, 由于渗碳液是以“滴”加入的, 每滴的重量只有几十毫克, 因此对测量用的传感器和 A/D 转换器的精度要求很高。针对这一要求, 采用精度为 0.02% 的传感器和 CS5532—24 位 A/D 转换器, 并采用 89C51 作为主控芯片, 再加上相应的数值处理程序, 实现了用户要求。

由于 CS5532 允许 mV 级信号输入, 且采用简单的三线串口通讯方式, 故其与单片机及外围设备的接口非常简单。电路原理图见图 4。

从图 4 可以看出, 单片机 89C51 的 P0.0 脚控制 A/D 片 CS5532 的片选端 /CS, 通过 P0.1、P0.2 和

P0.3 实现与 A/D 片的命令数据传送。

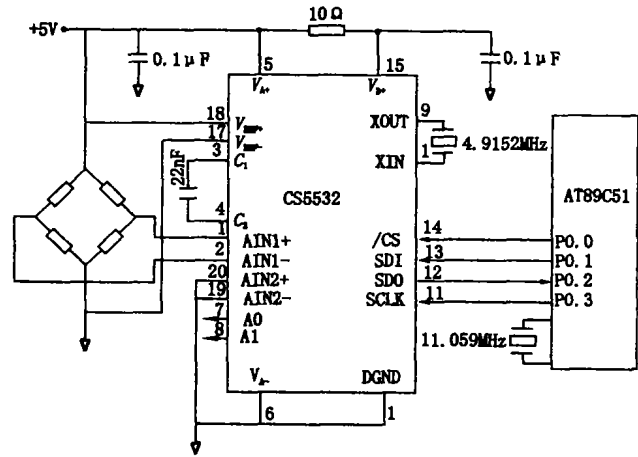


图 4

4.2 软件设计

软件主要包括系统复位初始化模块、A/D 转换控制模块、数据处理模块以及显示打印模块等。因为 A/D 转换、数据处理以及显示打印等与具体应用紧密相关, 暂不介绍, 这里介绍 CS5532 的初始化。

4.2.1 运用 A/D 串口初始化程序使 CS5532 串口初始化。

(下转第 46 页)

度 8B, 标准 CAN 格式

UAR_M2 = 0XE068; //信息体 2 标识寄存器初始化 ID - Bits: 13~28, 11-bit

LAR_M2 = 0X0000; //

MCR_M2 = 0x5595; //Configure Transmit MO2: MSGAL 位置 1, 标明信息体 1 有效

/* Other Message control register loading (receive object):

MCR_MX = 0x55??

| | | | | |
|---------|-------|--------|--------|--------|
| 01 | 01 | 10 | 01 | 10 |
| RMT_PND | TXRQ | MSGLST | NEWDAT | MSGVAL |
| 15 14 | 13 12 | 11 10 | 9 8 | 7 6 |

| | | |
|------|------|---------|
| user | user | 01 |
| TXIE | RXIE | INT_PND |
| 5 4 | 3 2 | 1 0 |

*/

CR = 0x0E; //Reset CCE and INIT and Set IE, SIE, EIE, 初始化完成

下面的程序为发送 8B 数据:

SR &= 0xF7; //Reset TXOK

MCR_M1 = 0xFAFF; //CPUUPD 置 1 使软件刷新数据, NEWDAT 置 1 使信息体有效

DB0_M1 = 0x00; //给信息体 1 数据赋值*/

DB1_M1 = 0x11;

DB2_M1 = 0x22;

DB3_M1 = 0x33;

DB4_M1 = 0x44;

DB5_M1 = 0x55;

DB6_M1 = 0x66;

DB7_M1 = 0x77;

MCR_M1 = 0xE7FF; //NEWDAT 复位, TXRQ 置位使发送请求

此程序用 Keil 公司的 C 编译器和连接器编译连接通过并运行, 由 Infineon 公司的 Starter kits C167CR/CS 评估板组成 CAN 节点, 实现了 CAN 通信。

参 考 文 献

- [1] Infineon. C167CR/SR, 16-bit microcontroller manual [M]. Germany: Infineon Technologies AG, 1999: 224
- [2] Infineon. SK-167/167CS Starter Kit Version 3.0 [M]. Germany: Infineon Technologies AG, 1999. 8: 67
- [3] 邬明宽. CAN 总线原理和应用系统设计 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996: 210
- [4] 黄攀, 王俊杰. 单总线数字温度传感器 DS1820 及其应用. 仪表技术与传感器, 2001(12): 29-31.

(上接第 42 页)

CS5532 没有提供系统上电自动复位功能, 必须先写一段串口初始化程序, 使 A/D 片处于接收命令指令状态。该程序要求先传送 15 个 SYNC1 命令 (0FFH), 再传送一个 SYNC0 命令 (0FEH)。该程序可以在任何时候使串口重新初始化。

4.2.2 A/D 系统复位

A/D 串口初始化后, 还要使 A/D 内部逻辑复位。该操作通过将结构寄存器中的 RS 位 (D29) 置“1”来完成。当一个系统复位周期结束后, RS 位自动回到“0”。

4.2.3 参考电压的设置

设置结构寄存器中的 V_{RS} 位 (D25), 选择适当的参考电压。当 $V_{RS} = 0$ 时, $2.5V < V_{REF} \leq V_{A+}$; 当 $V_{RS} = 1$ 时, $1V < V_{REF} \leq 2.5V$ 。

4.2.4 初始化通道设置寄存器 CSRs, 定义 A/D 进行校准或转换

CSRs 初始化后, A/D 校准就有 3 种选择:

- (1) 不校准, 直接利用缺省值;
- (2) 进行自校准或系统校准;
- (3) 调用存在偏差和增益寄存器内的以前校准内容。校准后, A/D 开始进行转换。

CS5532 的初始化和读、写操作程序(略)。

5 结束语

通过在哈尔滨汽轮机厂的实际使用, 证明基于 CS5532 设计的渗碳液体流量监测仪, 无论在精度还是在准度上都能够满足用户要求, 实时监测出流量的大小, 实现了渗碳领域液体流量监测自动化, 并填补了国内高精度称重仪的空白。同时也证明, 在速度要求不高, 信号变化大的弱信号检测中, CS5532 将获得广泛的应用。

参 考 文 献

- [1] 16-Bit and 24-Bit ADCs with Ultra Low Noise PGA. Cirrus Logic, Inc. Crystal Semiconductor Products Division, January 1999.
- [2] 何立民. MCS51 系列单片机应用系统设计 - 系统配置与接口技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990.
- [3] 王幸之, 王雷等. 单片机应用系统抗干扰技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000. 9

展会信息

* 亚洲国际物流技术与运输系统展览会 (上海新国际博览中心, 2002 年 10 月 15~18 日, 021-68863286)

* 中国国际制造技术与设备展览会 (中国国际高新技术成果交易会展览中心 (深圳), 2002 年 11 月 29 日~12 月 2 日, 0755-83867339)