

●新特器件应用

# 智能信号调理芯片 MAX1460 及其应用

国防科学技术大学 李纪 刘海 路军

## Smart Signal Conditioner MAX1460 and Its Application

Li Ji Liu Hai Lu Jun

摘要: MAX1460 是美国 Maxim 公司生产的智能信号调理芯片,它首次整合了一套完整的 16 位数据采集和校正系统,提出了一个新颖的信号调理概念。文中对 MAX1460 的功能特点作了简要说明,同时介绍了其内部结构和工作原理,最后给出了 MAX1460 在高精度数控衰减系统中进行温度补偿的具体应用。

关键词:信号调理; 温度补偿; MAX1460

分类号:TN911.7 文献标识码:B 文章编号:1006-697X(2002)04-0031-03

### 1 概述

MAX1460 是美国 Maxim 公司生产的智能信号调理芯片,它首次在单片上整合了一套完整的 16 位数据采集和校正系统,从而提出了一个新颖的信号调理概念。MAX1460 可将模数转换后的输出在一定的温度范围内通过片内的 16-bit DSP 按照用户给定的补偿方程进行校正,且可将校正系数存储在片内的 128-bit EPROM 中。经过调理的信号既可选择 12-bit 数字输出,也可以通过片内的 12-bit DAC 模拟输出。

MAX1460 片内不仅带有 ADC、DSP 和 DAC,而且还有可编程增益放大器、温度传感器和失调校准电路,因而特别适用于压阻式传感器的信号调理,同时也适用于加速度计、应变检测和其他电阻传感器的信号调理。MAX1460 只需少量外围元件,通过简单的设置和调节来对传感器的失调(Offset)、满量程输

出(FSO)、失调温度系数(Offset TC)、满量程输出温度系数(FSOTC)和满量程输出非线性进行校准和补偿。MAX1460 调理后的输出信号精度可达到 0.1%。

### 2 MAX1460 的结构和原理

图 1 是 MAX1460 的内部功能结构框图,从图 1 可以看出,该芯片可以分为模拟前端、测试接口、数字处理模块和输出模块等几个主要部分。

#### 2.1 模拟前端

MAX1460 的模拟前端包括可编程增益放大器(PGA)、粗偏置 DAC(CO DAC)、温度传感器和 16-bit  $\Sigma-\Delta$  型 ADC。在输入信号被量化之前,首先应经过 PGA 和 CO DAC 进行放大和粗偏置调整,这样可使信号在 ADC 的动态范围内。芯片的配置寄存器中有 5 个比特可用来设置 PGA(2-bit)和 CO DAC(3-bit)。



```

mov dptr, # data- buffer
nextwc: movx a, @dptr      ;x264 的数据→AT29C010
inc dptr                  缓存地址增 1
push dpl
push dph
mov dpl, r2
mov dph, r3
movx @dptr, a
inc dptr                  扇区地址增 1
mov r2, dpl
    
```

```

mov r3, dph
pop dph
pop dpl
djnz r0, nextwc          未完待续
acall delay10ms          编程延时 10ms
ret
end
    
```

收稿日期:2001-09-04  
 咨询编号:020410

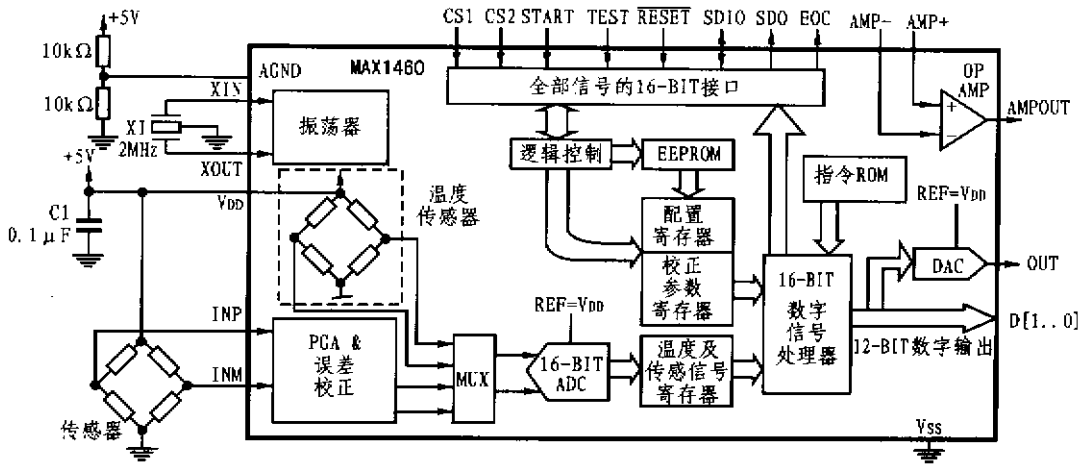


图 1 MAX1460 的结构框图

MAX1460 具有内建的温度感应桥路，当需要 MAX1460 进行补偿时，可利用此温度感应桥代替外部传感器。因此，芯片应该尽量靠近传感器放置，以使得它们所处的热环境相同。温度感应桥路的输出信号也要经过一个 3-bit 的粗偏置 DAC，然后才被 ADC 量化。温度传感器偏置(TSO)的配置位也应在配置寄存器中被设置，选择合适的设置可使半偏温度值在量化以后接近 0.0，从而使校正系数适用于最大的温度范围。

MAX1460 片内的 16-bit ADC 可对调整后的输入信号和温度信号进行量化，然后送到 DSP 寄存器中。ADC 的动态范围为  $-V_{DD} \sim +V_{DD}$ ，当 ADC 的输入在  $\pm 85\% V_{DD}$  范围时，芯片可保持很高的精度。

### 2.2 测试接口

对 MAX1460 的测试可以通过芯片的测试接口来实现。接口信号主要有片选信号(CS1, CS2)、启动信号(START)、测试使能信号(TEST)、复位信号(RESET)、串行数据信号(SDIO, SIO)和转换结束标志信号(EOC)。测试者可以按照给定的操作时序来通过此接口对芯片进行配置、写入校正系数(从而确定校正方程)以及读出经 DSP 校正的结果。

### 2.3 数字处理模块

MAX1460 内建了一个低功耗的 16-bit DSP，因而可以按照用户确定的校正方程对模拟前端送来的量化后的输入信号和温度信号进行计算，以得到校正后的输出。内建的校正算法采用多项式拟合，其表达式为：

$$D = \text{Gain}(1 + G_1T + G_2T^2) (\text{Signal} + Of_0 + Of_1T + Of_2T^2) + D_{OFF}$$

式中 D 是期望的输出，G 代表传感器的灵敏度， $G_1$ 、 $G_2$  分别代表温度效应的一阶和二阶温度灵敏度系数， $Of_0$  代表传感器的失调， $Of_1$ 、 $Of_2$  分别代表温度效应的一阶、二阶温度传感器的失调系数，S 和 T 是模拟前端送来的量化后的输入信号和温度信号， $D_{OFF}$  是输出偏移量。校正系数可根据具体传感器系统的温度特性的不同来灵活配置。由于该校正方程采用了多项式拟合算法，并且对温度效应的高阶分量也进行了补偿，因此它可以使校正精度达到 0.1%。

### 2.4 输出模块

经过校正的数字信号可以直接从并行数据口输出(高 12-bit)，也可以经过片内的 12-bit DAC 的数模转换后再从模拟输出口输出。除此之外，MAX1460 片内还有一个运算放大器，用户可以利用这个运放来构成一个低通滤波器，以对 DAC 的输出进行滤波。

MAX1460 不但有很高的补偿精度，而且具有高度的灵活性，它能够适应不同的系统，因而可广泛应用于工业压力传感器、手持仪器、智能充电系统和自动化系统等许多领域。

## 3 在高精度数控衰减系统中的应用

在雷达信号模拟系统中通常要对描述目标距离和角度的信号幅度进行精确衰减，而且对衰减系统的要求很高(步进值 0.1dB, 精度 0.05dB)。这样，数控衰减系统的核心器件(模拟乘法器和 DAC)的温度效应就必须予以考虑并加以解决。经过论证后，笔者采用 MAX1460 来对衰减系统进行温度补偿。图

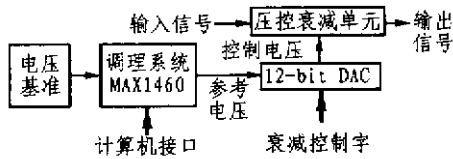


图 2 高精度数控衰减系统

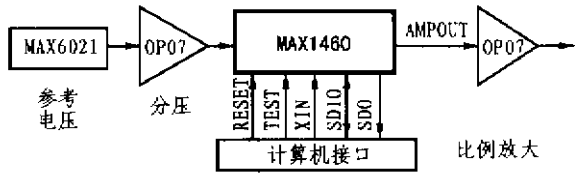


图 3 调理系统电路组成

2 所示是该温度补偿系统的整体结构。利用该系统可在不同的温度下输入相同的衰减控制字，并可通过对 DAC 的参考电压进行调整来改变 DAC 的输出电压，以达到校正衰减量的目的。由于 MAX1460 的转换速度只有 15 次/秒，因而在控制电压里直接对 DAC 的输出电压进行调整。

图 3 是调理系统的实际应用电路组成。其主控计算机通过 RESET、TEST、XIN、SDIO、SDO 等测试接口信号来与 MAX1460 进行串行通信，以实现对其的配置写入，同时也可读出其调理结果。测试程序是根据给定的读写时序用 C++ 语言编写的。图 4 是 MAX1460 测试接口的读写时序。由于 DAC 的参考电压为 2V，考虑到 MAX1460 模拟前端的动态范围，设计时应先进行分压。本例采用运算放大器 OP07 来实现。其输出端则利用片内的内置运算放大器进行

平滑，然后再用 OP07 进行比例放大，最后送给 DAC。

## 4 结束语

初步实验结果表明，利用 MAX1460 进行温度补偿可使衰减系统的精度得到很大的提高，完全可以达到系统的要求。

### 参考文献

1. Low - Power 16 - Bit Smart ADC ,Datasheet ,Maxim Co. US ,1999 年 10 月
2. 李广军 . 微型计算机接口 . 电子科技大学出版社 ,1998 年

收稿日期 :2001 - 11 - 22

咨询编号 :020411

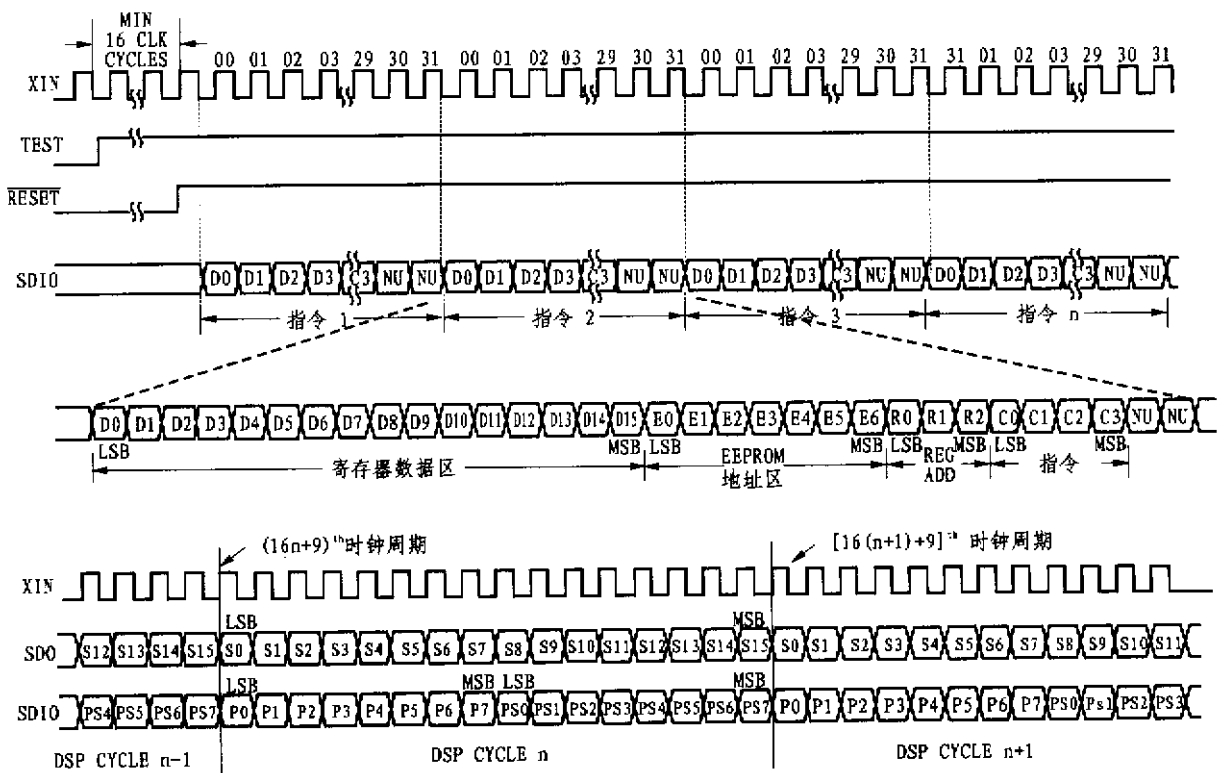


图 4 MAX1460 测试接口的读写时序