

●新特器件应用

串行 A/D 转换器 ADS1110 及其在 AT89C51 单片机中的应用

黄建兵, 郝鹏飞, 段明亮

(陕西科技大学 电气与信息工程学院, 陕西 西安 710021)

摘要:针对 51 单片机系统中常用的 A/D 转换器价格高、精度低的缺点, 介绍 TI 公司的 16 位的带有 I²C 串行接口的 A/D 转换器 ADS1110 的工作原理, 给出 ADS1110 与 AT89C51 单片机系统的接口电路和软件设计。实践证明, ADS1110 具有高性价比和实用性。

关键词: 串行 A/D 转换器; I²C 总线; 单片机; 接口; ADS1110

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1006-6977(2008)02-0060-04

Serial A/D converter ADS1110 and its application in AT89C51

HUANG Jian-bing, HAO Peng-fei, DUAN Ming-liang

(Electrical & Information Engineering College, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

Abstract: According to the disadvantages of high expense and low accuracy of the general A/D converter used in MCS51 microchip system, the principle and working process of a high accuracy 16-bit A/D conversion ADS1110 which has I²C bus and belongs to TI Company are proposed here as well as the interface of ADS1110 to AT89C51 and software list. It is proved to be high performance index and practicability.

Key words: serial A/D converter; I²C bus; microcomputer; interface; ADS1110

1 引言

AT89C51 单片机系统经常使用 A/D 转换器。虽然并行 A/D 转换器速度快、转换通道多, 但其价格高, 占用单片机接口资源比串行 A/D 转换器多。工业检测控制及智能化仪器仪表中经常采用串行 A/D 转换器。ADS1110 是一种精密、可连续自校准的串行 A/D 转换器, 带有差分输入和高达 16 位的分辨率, 其串行接口为 I²C 总线。AT89C51 单片机通过软件模拟 I²C 总线实现与 ADS1110 的连接。

2 ADS1110 的特点与内部结构

2.1 ADS1110 的特点

完整的数据采集系统和小型 SOT23-6 封装; 片内基准电压: 精度 2.048 V+0.05%; 片内可编程增益放大器 PGA; 片内振荡器; 16 位分辨率; 可编程的转

换速率 15 次/秒~240 次/秒; I²C 总线接口 (8 个有效地址); 电源电压 2.7 V~5.5 V; 低电流消耗 240 μ A。

2.2 ADS1110 的引脚功能

ADS1110 串行 A/D 转换器采用 6 引脚贴片封装, 其引脚排列如图 1 所示。V_{DD}: 电源端, 通常接 +5V; GND: 模拟地和数字地; V_{IN+}、V_{IN-}: 采样模拟信号输入端, 其范围为 2.048 V~2.048 V; SCL: I²C 总线时钟线; SDA: I²C 总线数据线。

2.3 ADS1110 的内部结构

ADS1110 是由带有可调增益的 Δ - Σ 型转换器内核、2.048 V 的电压基准、时钟振荡器和 I²C 总线

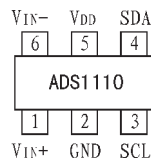


图 1 ADS1110 的引脚排列

接口组成。其内部结构如图 2 所示。

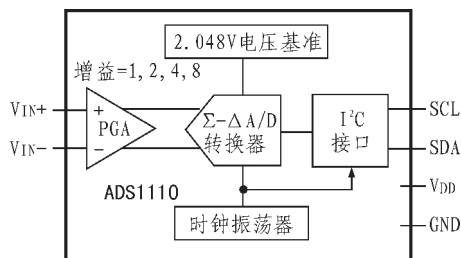


图 2 ADS1110 内部结构图

ADS1110 的 A/D 转换器内核是由差分开关电容 Δ - Σ 调节器和数字滤波器组成。调节器测量正模拟输入和负模拟输入的压差,并将其与基准电压相比较。数字滤波器接收高速数据流并输出代码,该代码是一个与输入电压成比例的数字,即 A/D 转换后的数据。

ADS1110 片内电压基准是 2.048 V。ADS1110 只能采用内部电压基准该基准,不能测量,也不用于外部电路。ADS1110 片内集成时钟振荡器用于驱动 Δ - Σ 调节器和数字滤波器。ADS1110 的信号输入端设有可编程增益放大器 PGA,其输入阻抗在差分输入时的典型值为 2.8 M Ω 。

3 ADS1110 的使用

3.1 I²C 总线接口

ADS1110 通过 I²C 总线(内部集成电路)接口通信,AT89C51 单片机的 2 个 I/O 接口最多可挂接 8 个 ADS1110,单片机对 ADS1110 的识别通过 I²C 地

址实现。ADS1110 只能作为从机。

ADS1110 的 I²C 地址是 1001aaa,其中 aaa 是出厂时默认设置。ADS1110 有 8 种不同类型,每种类型都有不同的 I²C 地址。封装上,ADS1110 的每种类型都以 EDx 为标识,其中 x 表示地址变量。

3.2 寄存器

ADS1110 含有输出寄存器和配置寄存器,可通过 I²C 端口进行访问。输出寄存器存储 A/D 转换结果,而配置寄存器用于设置 ADS1110 的工作方式,数据速率和可编程增益放大器,也可用于查询器件状态。

3.3 ADS1110 的读写

3.3.1 读操作

若从 ADS1110 中读取输出寄存器和配置寄存器的内容,需对 ADS1110 寻址。从 ADS1110 中读取 3 个字节,前 2 个字节是输出寄存器的内容,第 3 个字节是配置寄存器的内容。读操作时,只读前 2 个字节而不读第 3 个字节。ADS1110 的读操作时序如图 3 所示。

3.3.2 写操作

为了对配置寄存器写操作,要对 ADS1110 寻址,并向配置寄存器写入 1 个字节,但不能向输出寄存器写入字节。其写操作时序如图 4 所示。

4 ADS1110 在 AT89C51 系统应用

4.1 硬件设计

由于 AT89C51 单片机没有 I²C 总线接口,可通

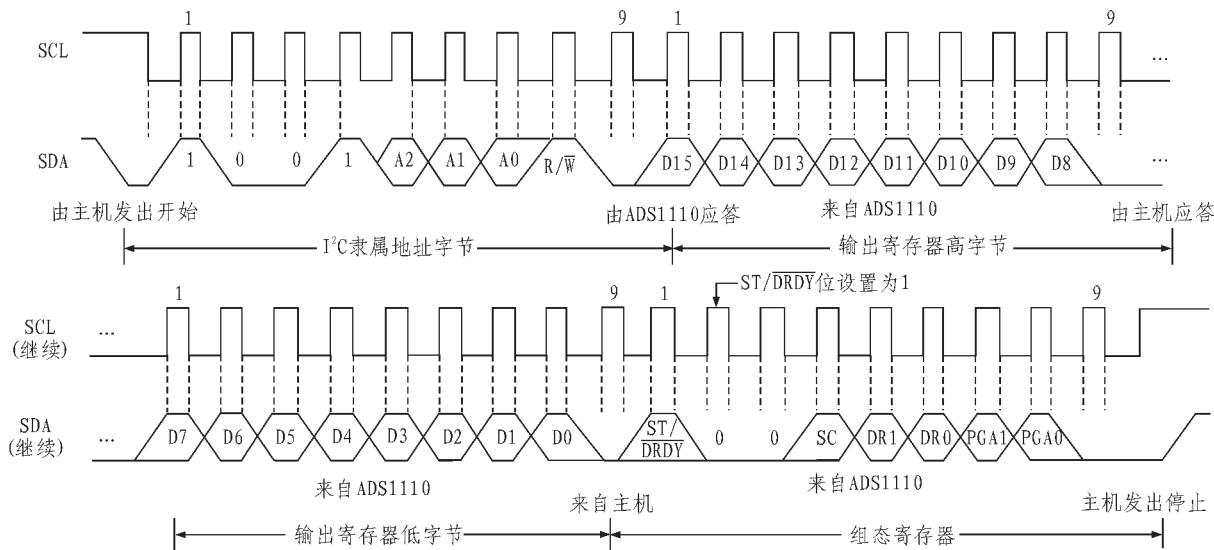


图 3 ADS1110 读操作时序图

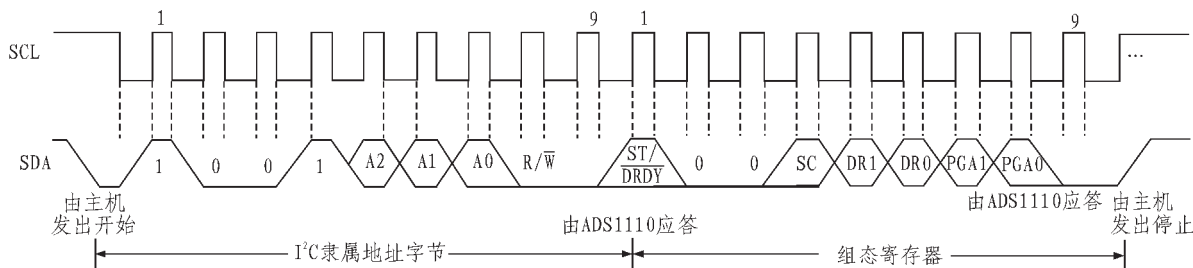


图4 ADS1110写操作时序图

过软件模拟实现与 I²C 总线器件的连接。具体方法是将单片机的 I/O 接口连接至 I²C 的数据线 SDA 和时钟线 SCL。通过软件控制时钟和数据传输,系统灵活性强。

图5所示是数据采集显示系统,采集工业现场的4路模拟信号并轮询显示。采用4个ADS1110作为A/D转换器,地址为ED0~ED3。具有I²C总线接口的EEPROM AT24C16作为存储器。本系统有4位LED数码显示管和4个参数设定按键。采集数据经数字滤波、16进制→工程值转换后,送至数码管轮询显示。ADS1110和AT24C16的I²C接口连ADS1110的数据线SDA至单片机的P1.0,时钟线SCL连接单片机的P1.1,上拉电阻阻值选10k Ω 。

4.2 软件设计

按照硬件电路,编写A/D转换子程序为ADS0,其中嵌套调用了START,为起始命令子程序,FSDZ1为向ADS1110发送单个字节命令的子程序,ADREAD是读取输出寄存器和配置寄存器的子程序,STOP是停止命令子程序。ADS0只对地址为ED0的ADS1110读数,如果要读取其他ADS1110,只需更改地址即可。系统中ADS1110的工作方式选用默认设置,即配置寄存器内容为#8CH,所以程序未向配置寄存器写入数据。程序代码如下:

```

;*****;
ADS0:NOP      ;AD转换子程序,结果
              存在2AH2BH,控制字存在2CH
      LCALL START    ;开始
      MOV A,#91H     ;发送ED0地址
      和读操作命令,ED1为#93H、ED2为
      #95H、ED3为#97H
      LCALL FSDZ1
      LCALL ADREAD    ;读A/D转
      换结果及控制字
      LCALL STOP      ;停止命令
  
```

```

      RET
;*****;
START:SETB P1.0    ;起始命令子程序,P1.0接SDA,
                  P1.1接SCL
      LCALL DELAY    ;10 $\mu$ s延时子程序
      SETB P1.1
      LCALL DELAY
      CLR P1.0
      LCALL DELAY
      CLR P1.1
      LCALL DELAY
      RET
;*****;
FSDZ1:MOV R0,#08H    ;向ADS1110发送单个字节
      LOOP11:CLR P1.1
      RLC A
      MOV P1.0,C
      NOP
      SETB P1.1
      LCALL DELAY
      DJNZ R0,LOOP11
  
```

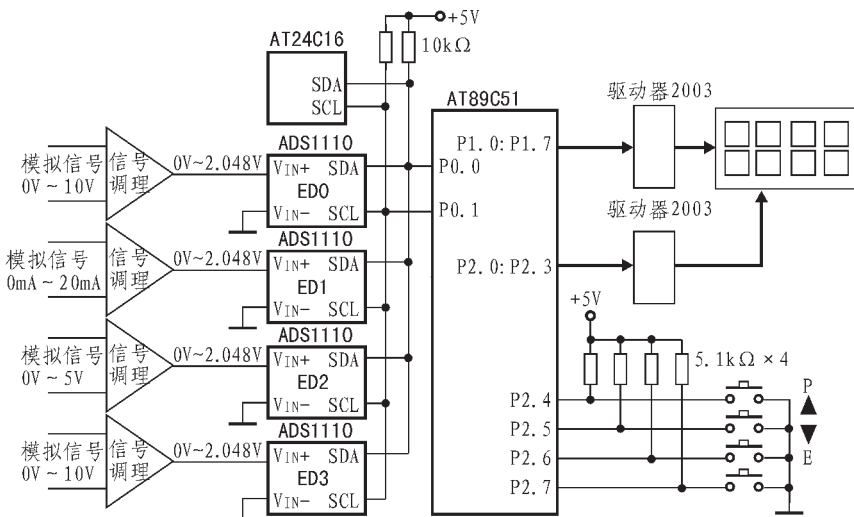


图5 单片机系统原理图

CLR P1.1	SETB P1.0	
RET	NOP	
;*****;		
STOP:CLR P1.1 ;停止命令子程序	NOP	
LCALL DELAY	NOP	
CLR P1.0	SETB P1.1	
LCALL DELAY	MOV C,P1.0	
SETB P1.1	RLC A	
LCALL DELAY	DJNZ R0 ,AD03	
SETB P1.0	MOV 2BH,A	
LCALL DELAY	ACK1: CLR P1.1 ;主机应答 ACK 信号	
RET	NOP	
;*****;		
ADREAD:MOV R0,#08H ;读取寄存器子程序	SETB P1.0	
MOV A,#00H ;读输出寄存器高 8 位	NOP	
CLR C	NOP	
AD01: CLR P1.1	NOP	
NOP	SETB P1.1	
NOP	AD04: MOV R0,#08H ;读配置寄存器	
SETB P1.0	MOV A,#00H	
NOP	CLR C	
NOP	AD05: CLR P1.1	
NOP	NOP	
SETB P1.1	NOP	
MOV C,P1.0	SETB P1.0	
RLC A	NOP	
DJNZ R0 ,AD01	NOP	
MOV 2AH,A ;高字节存 2Ah	NOP	
ACK0: CLR P1.1 ;主机应答 ACK 信号	SETB P1.1	
NOP	MOV C,P1.0	
NOP	RLC A	
SETB P1.0	DJNZ R0 ,AD05	
NOP	MOV 2CH,A	
NOP	RET	
NOP	;*****;	
SETB P1.1		
AD02: MOV R0,#08H ;读输出寄存器低 8 位		
MOV A,#00H		
CLR C		
AD03: CLR P1.1		
NOP		
NOP		

5 结束语

ADS1110 是一款高性价比具有 I²C 总线接口的串行 A/D 转换器。ADS1110 已在单片机系统中应用,并用于现场。实践证明,ADS1110 和单片机组成的数据采集系统,占用 I/O 端口少、功耗低,适用无电源场合。但需注意的是,因 I²C 总线为串行扩展总线,数据采集时不能用于实时速度要求较高的场合。

5 结束语

ADS1110 是一款高性价比具有 I²C 总线接口的串行 A/D 转换器。ADS1110 已在单片机系统中应用,并用于现场。实践证明,ADS1110 和单片机组成的数据采集系统,占用 I/O 端口少、功耗低,适用无电源场合。但需注意的是,因 I²C 总线为串行扩展总线,数据采集时不能用于实时速度要求较高的场合。

● 主题论文

高亮度 LED 调光技术

美国国家半导体 Uwe Kopp

摘要:高亮度发光二极管(HB LED)在各种领域应用普及,并要求 HB LED 具备有调光功能。在现有的几种调光技术中,从简单的可变电阻负载到复杂的脉冲宽度调制(PWM)开关,每一种方法均有其利弊。PWM 调光的效率最高,电流控制也最精准。论述了 HB LED 在调光时的特性,介绍了 LM3405 评估板及其功能,包括其布局、原理图和元件清单。

关键词:高亮度 LED; LED 驱动器; PWM; LM3405

中图分类号: TM92

文献标识码: A

文章编号: 1006-6977(2008)02-0064-04

Dimming of high brightness light emitting diodes

Abstract: High Brightness Light Emitting Diodes (HB LEDs) are becoming more prevalent in a wide variety of applications. These applications dimming is a requirement. There are several approaches to dimming from simple resistor loads to PWM switching which all have pros and cons. Best efficiency and most precise current control is achieved with PWM dimming. The application note describes the behaviour of the LEDs during dimming during dimming. The LM3405 demo board is introduced and described in functionality including layout, schematic and component list.

Key words: HB LED; LED driver; PWM; LM3405

1 引言

过去 10 年间,高亮度发光二极管(HB LED)在效率和亮度方面取得了巨大的进步。因此,在各种领域中,HB LED 的应用广泛。现今,HB LED 的光线输出超过每瓦 15 流明,而研究人员现正向每瓦 69 流明的目标进发。光线输出上的改进,有赖于新的半导体化合物,例如磷化铟镓铝(InGaAlP)和氮化铟镓(InGaN)。与传统的照明设备相比,例如灯泡等,HB LED 的可靠性更强,寿命高达 5 万小时,因

此,促使市场开发更多新的 HB LED 应用。即使 HB LED 使用超过 10 年,其亮度也只会下降 30%。此外,HB LED 的内部没有可断开的灯丝,故防震性强。

2 HB LED 的应用

基于上述的优点,HB LED 的应用范围不断扩展,涉及 LCD 背光灯、电子告示牌、交通信号灯、室内照明、建筑照明和汽车尾灯等领域。这类应用大部分均要求 HB LED 具备有调光功能。例如汽车在

参考文献:

[1] Texas Instruments. ADS1110 Datasheet [DB/OL].

http://www.21icsearch.com/searchpdf/default.asp?admin=ads1110.pdf, 2003.

[2] 卢伟. 串行 AD 转换器 MAX187 与单片机的接口及应用[J]. 计算机与现代化, 2005(2): 64-68.

[3] 石宗义. I²C 总线时序分析及其模拟[J]. 太原理工大学学报, 2004(1): 53-56.

[4] 何立民. 单片机高级教程[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 2000.

作者简介: 黄建兵(1973-), 男, 陕西岐山, 学士, 陕西科技大学, 讲师, 研究方向: 电力电子与电力传动。

收稿日期: 2007-11-14

稿件编号: 200711015