

## 16/24 位、超低噪声 PGA 模数转换器

### 特性

- 斩波稳定增益可编程仪表放大器(1X~64X)
  - 6nV/√Hz @ 0.1Hz
  - 增益>1 时输入电流 500pA
- ΔΣ 模数转换器
  - 线性误差: 0.0007%FS
  - 无噪声分辨率: 最大 23 位
- 2/4 个复用差分输入通道
- 校准后可选输入范围:
  - 5mV ~ 5V
- VREF 输入可选: 最大到模拟电源
- 片内保护驱动输出缓冲器
- 简单三线串行接口:
  - SPI™ 和 Microwire™ 兼容
  - 用于串行时钟 (SCLK) 的施密特触发器
- 每通道都有可读/写的校准寄存器
- 可选的字速率: 7.5Hz ~ 3,840Hz
- 电源配置:
  - VA+=+5V; VA-=0V; VD+=+3V~+5V
  - VA+=+2.5V; VA=-2.5V; VD+=+3V~+5V
  - VA+=+3V; VA=-3V; VD+=+3V

### 概述

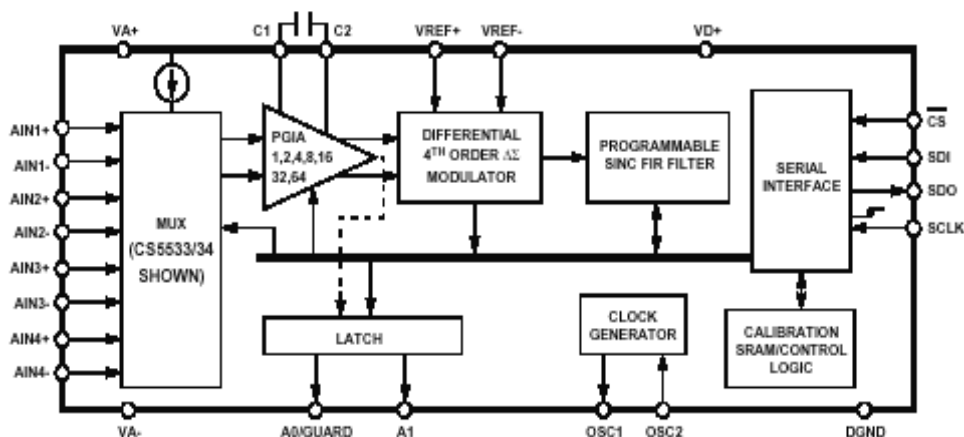
CS5531/32/33/34 是高集成度的 ΔΣ 模数转换器, 由于运用了电荷平衡技术, 其性能可以达到 16 位 (CS5531/33) 和 24 位 (CS5532/34)。该系列 ADC 非常适合测量称重仪表、过程控制、科学和医疗等应用领域的单/双极性小信号。

为了适应这些应用, 该系列 ADC 有 2 通道 (CS5531/32) 或 4 通道 (CS5533/34) 可供选择, 芯片内部有一个极低噪声的斩波稳定仪表放大器 (6nV/√Hz @ 0.1Hz), 其增益可选择为 1X、2X、4X、8X、16X、32X。该系列 ADC 内部还有一个 4 阶的 ΔΣ 调制器, 其后跟随一个数字滤波器, 它能提供 10 种可供选择的输出字速率: 7.5Hz、15Hz、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz、480Hz、960Hz、1.92kHz 及 3.84kHz (MCLK=4.9152MHz)。

为了方便与微处理器之间的通讯, ADC 内部还有一个与 SPI™ 和 Microwire™ 兼容的三线串行接口, 在串行时钟口 (SCLK) 有一个施密特触发器。

高动态范围、可编程输出字速率和灵活的电源配置选项等优点, 使得该系列 ADC 成为用于称重仪表和过程控制的理想产品。

**订货信息: 见40页**



### 初级产品信息

该文件包括了一个新产品的信息。

Cirrus Logic 公司在不予以通知的情况下保有对其进行修改的权利。

CIRRUS LOGIC®  
P.O. Box 17847, Austin, Texas 78760  
(512) 445 7222 FAX: (512) 445 7581  
<http://www.cirrus.com>  
<http://www.crystal.com>

DS289PP3 2001-10

HONESTAR 高智科技有限公司  
地址 北京市  
电话 010-62035761, 010-62029867  
传真: 010-62029867  
网址 <http://www.honestar.com>  
电邮: [ht\\_beijing@honestar.com](mailto:ht_beijing@honestar.com)

上海办事处  
电话: 021-54070988  
成都办事处  
电话: 028-5233569  
电话: 0755-3675118  
电邮: [sales@honestar.com](mailto:sales@honestar.com)

# 目 录

<b>1. 特性与规格说明</b> .....	<b>5</b>
模拟特性.....	5
典型 RMS 噪声(NV), CS5531/32/33/34-AS .....	7
典型无噪声分辨率 (BITS), CS5532/34-AS .....	7
典型的 RMS 噪声 (NV), CS5532/34-BS .....	8
典型无噪声分辨率(BITS), CS5532/34-BS.....	8
5V 数字特性 .....	9
3V 数字特性 .....	9
动态特性.....	9
绝对最大额定值.....	10
开关特性.....	11
<b>2. 综述</b> .....	<b>13</b>
2.1 模拟输入.....	13
2.1.1 模拟输入范围 .....	14
2.1.2 多路复用稳定时间限制 .....	14
2.1.3 电压噪声密度性能 .....	14
2.1.4 无偏移 DAC.....	14
2.2 ADC 寄存器结构及操作模式.....	14
2.2.1 系统初始化.....	15
2.2.2 命令寄存器快速参考 .....	16
2.2.3 命令寄存器描述 .....	17
2.2.4 串行接口 .....	21
2.2.5 读/写片内寄存器.....	22
2.2.6 设置通道设置寄存器(CSR).....	22
2.2.7 通道设置寄存器描述 .....	23
2.3 配置寄存器 .....	25
2.3.1 功耗.....	25
2.3.2 系统复位.....	25
2.3.3 输入短路.....	25
2.3.4 保护信号 .....	25
2.3.5 参考电压选择 .....	25
2.3.6 输出锁存引脚.....	26
2.3.7 配置寄存器描述 .....	27
2.4 校准.....	28
2.4.1 校准寄存器.....	28
2.4.2 增益寄存器.....	29
2.4.3 偏移寄存器.....	29
2.4.4 执行校准.....	30
2.4.5 自校准.....	30
2.4.6 系统校准.....	30
2.4.7 校准技巧.....	30
2.4.8 校准范围限制.....	31

2.5 执行转换.....	31
2.5.1 单次转换模式 (MC=0) .....	31
2.5.2 连续转换模式 (MC=1) .....	31
2.5.3 利用 CSR 进行转换和校准的例子.....	31
2.6 转换输出编码.....	32
2.6.1 转换数据寄存器描述.....	32
2.6.2 输出编码.....	33
2.7 数字滤波器.....	34
2.8 时钟发生器.....	34
2.9 电源配置.....	34
2.10 准备开始.....	37
2.11 PCB 布线.....	37
<b>3. 引脚描述.....</b>	<b>38</b>
时钟发生器.....	38
控制和串行输入/输出引脚.....	38
测量和参考输入.....	39
电源连接.....	39
<b>4. 术语解释.....</b>	<b>40</b>
<b>5. 订货指南.....</b>	<b>40</b>
<b>6. 封装图.....</b>	<b>41</b>

## 附 图

图 1. SDI 写定时（未按比例） .....	12
图 2. SDO 读定时（未按比例） .....	12
图 3. 多路复用器配置 .....	13
图 4. AIN+和 AIN-引脚的输入模式 .....	14
图 5. 电压噪声密度测量 .....	14
图 6. CS5531/32/33/34 寄存器框图 .....	15
图 7. 命令和数据字定时 .....	21
图 8. 保护信号屏蔽机制 .....	25
图 9. 输入参考电压模型（VRS=1） .....	25
图 10. 输入参考电压模型（VRS=0） .....	25
图 11. 自偏移校准 .....	30
图 12. 自增益校准 .....	30
图 13. 系统偏移校准 .....	30
图 14. 系统增益校准 .....	30
图 15. 数字滤波器响应特性（字速率=60Hz） .....	34
图 16. CS5532 单+5V 供电配置图 .....	35
图 17. CS5532 ±2.5V 模拟供电配置图 .....	35
图 18. CS5532 ±3V 模拟供电配置图 .....	36
图 19. 带有串联电阻的桥路 .....	36

## 附 表

表 1. 命令字指针表 .....	31
表 2. 16 位 CS5531/33 和 24 位 CS5532/34 输出编码 .....	33
表 3. 滤波器陷波衰减 .....	34

## 1. 特性与规格说明

### 模拟特性

( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ;  $V_{A+}$ ,  $V_{D+}=5\text{V}\pm 5\%$ ;  $V_{REF+}=5\text{V}$ ;  $V_{A-}$ ,  $V_{REF-}$ ,  $DGND=0\text{V}$ ;  $MCLK=4.9152\text{MHz}$ ;  $OWR$  (输出字速率)  $=60\text{Hz}$ ; 双极性模式; 增益 $=32$ ; 见注释 1、2)

参数	CS5531-AS/CS5533-AS			单位
	最小值	典型值	最大值	
<b>准确度</b>				
线性误差	-	$\pm 0.0015$	$\pm 0.003$	%FS
无漏码	16	-	-	Bits
双极性偏移 (注释 3)	-	$\pm 1$	$\pm 2$	$\text{LSB}_{16}$
单极性偏移 (注释 3)	-	$\pm 2$	$\pm 4$	$\text{LSB}_{16}$
偏移漂移 增益=1 (注释 3,4)	-	TBD	-	$\text{nV}/^{\circ}\text{C}$
	-	DRIFT	-	$\text{nV}/^{\circ}\text{C}$
偏移漂移 增益=2,4,8,16,32,64	-	TBD	-	$\text{ppm}$
偏移漂移 /1000 小时	-	TBD	-	$\text{ppm}$
双极性满量程误差	-	$\pm 8$	$\pm 31$	$\text{ppm}$
单极性满量程误差	-	$\pm 16$	$\pm 62$	$\text{ppm}$
满量程漂移 (注释 4)	-	1	3	$\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
满量程漂移 /1000 小时	-	TBD	-	$\text{ppm}$

参数	CS5532-AS/CS5534-AS			CS5532-BS/CS5534-BS			单位
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
<b>准确度</b>							
线性误差	-	$\pm 0.0015$	$\pm 0.003$	-	$\pm 0.0007$	$\pm 0.0015$	%FS
无漏码	24	-	-	24	-	-	Bits
双极性偏移 (注释 3)	-	$\pm 16$	$\pm 32$	-	$\pm 16$	$\pm 32$	$\text{LSB}_{24}$
单极性偏移 (注释 3)	-	$\pm 32$	$\pm 64$	-	$\pm 32$	$\pm 64$	$\text{LSB}_{24}$
偏移漂移 增益=1 (注释 3,4)	-	TBD	-	-	TBD	-	$\text{nV}/^{\circ}\text{C}$
	-	DRIFT	-	-	DRIFT	-	$\text{nV}/^{\circ}\text{C}$
偏移漂移 增益=2,4,8,16,32,64	-	TBD	-	-	TBD	-	$\text{ppm}$
偏移漂移 /1000 小时	-	TBD	-	-	TBD	-	$\text{ppm}$
双极性满量程误差	-	$\pm 8$	$\pm 31$	-	$\pm 8$	$\pm 31$	$\text{ppm}$
单极性满量程误差	-	$\pm 16$	$\pm 62$	-	$\pm 16$	$\pm 62$	$\text{ppm}$
满量程漂移 (注释 4)	-	1	3	-	1	3	$\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
满量程漂移 /1000 小时	-	TBD	-	-	TBD	-	$\text{ppm}$

注释: 1. 本说明适用于系统校准后, 应用温度范围为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 。

2. 本说明由设计、特征和测试保证。对 CS5531/33 LSB 为 16 位、对 CS5532/34 LSB 为 24 位。

3. 偏移漂移由增益设置决定, 偏移漂移 DRIFT 为(TBD  $\text{nV}/^{\circ}\text{C}$ )/G, 其中 G 为放大器的增益。本说明只适用于芯片本身, 而不包括任何外部杂散热电偶的影响。

4. 漂移在规定温度内,  $25^{\circ}\text{C}$ 加电校准后。

**模拟特性 (续) (见注释 1、2)**

参数		最小值	典型值	最大值	单位
<b>模拟输入</b>					
双/单极性模式下 AIN+或 AIN-上的共模+信号	增益=1	VA-	-	VA+	V
	增益=2,4,8,16,32,64	VA+0.7	-	VA+ -1.7	V
AIN+或 AIN-上的 CVF 电流	增益=1	-	100	-	nA
	增益=2,4,8,16,32,64	-	500	-	pA
输入电流漂移		-	TBD	-	pA/°C
关闭时复用器的输入泄漏		-	TBD	-	pA
开路检测电流		100	300	-	nA
共模抑制	dc	-	120	-	dB
	50,60Hz	-	120	-	dB
输入电容		-	60	-	pF
保护驱动输出		-	TBD	-	μA
<b>参考电压输入</b>					
范围	(VREF+) - (VREF-)	1	2.5	(VA+) - (VA-)	V
CVF 电流	(注释 5)	-	100	-	nA
共模抑制	dc	-	120	-	dB
	50,60Hz	-	120	-	dB
输入电容		11	-	22	pF
<b>系统校准特性</b>					
满量程校准范围	双/单极性模式	-	TBD	-	%FS
偏移校准范围	双/单极性模式	-	TBD	-	%FS

参数	CS5531/32/33/34-AS			CS5532/34-BS			单位	
	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值		
<b>电源</b>								
直流电源电流 (常规模式)	IA+ 1x	-	TBD	TBD	-	TBD	7	mA
	2x-64x	-	TBD	TBD	-	TBD	14	mA
	ID+	-	TBD	TBD	-	TBD	1.5	mA
功耗	常规模式 1x	-	TBD	30	-	TBD	40	mW
	2x-64x	-	TBD	30	-	TBD	70	mW
	待机状态	-	TBD	-	-	TBD	-	mW
	休眠状态	-	TBD	-	-	TBD	-	μW
电源抑制	DC+	-	120	-	-	120	-	dB
	DC-	-	120	-	-	120	-	dB

注释: 5. 参见数据手册中关于输入模型的讨论。

6. 所有输出空载, 所有输入为 CMOS 电平。

**典型 RMS 噪声(nV), CS5531/32/33/34-AS**

(见注释 7、8)

输出字速率 (Hz)	-3dB 滤波器 频率(Hz)	仪表放大器增益						
		X64	X32	X16	X8	X4	X2	X1
7.5	1.94	17	17	19	26	42	79	155
15	3.88	24	25	27	36	59	111	218
30	7.75	34	35	39	51	84	157	308
60	15.5	48	49	54	72	118	222	436
120	31	68	70	77	102	167	314	616
240	62	115	160	276	527	1040	2070	4150
480	122	163	230	392	748	1480	2950	5890
960	230	229	321	554	1060	2090	4170	8340
1920	390	344	523	964	1840	3650	7290	14600
3840	780	1390	2710	5390	10800	21500	43000	86100

注释：7. 宽带噪声混入基带，和输入有关，典型值在 25℃测得。

8. 对所有满量程范围和输出字速率，峰-峰噪声乘以 6.6。

**典型无噪声分辨率 (BITS), CS5532/34-AS**

(见注释 9)

输出字速率 (Hz)	-3dB 滤波器 频率(Hz)	仪表放大器增益						
		X64	X32	X16	X8	X4	X2	X1
7.5	1.94	19	20	21	22	22	22	22
15	3.88	19	20	21	21	21	22	22
30	7.75	18	19	20	21	21	21	21
60	15.5	18	19	20	20	20	21	21
120	31	17	18	19	20	20	20	20
240	62	16	17	17	17	17	17	17
480	122	16	17	17	17	17	17	17
960	230	15	16	16	16	16	16	16
1920	390	15	15	15	15	15	15	15
3840	780	13	13	13	13	13	13	13

 注释：9. 无噪声分辨率舍入到最近的比特数为  $\text{LOG}((2x \text{ 输入范围}) / (6.6x\text{RMS 噪声})) / \text{LOG}(2)$ ，其中输入范围由数据手册上的模拟输入范围部分计算出来。

规格如有变更，恕不另行通知。

**典型的 RMS 噪声 (nV), CS5532/34-BS**

(见注释 10, 11)

输出字速率 (Hz)	-3dB 滤波器 频率(Hz)	放大器增益						
		X64	X32	X16	X8	X4	X2	X1
7.5	1.94	8.5	9	10	15	26	50	99
15	3.88	12	13	15	21	37	70	139
30	7.75	17	18	21	30	52	99	196
60	15.5	24	25	29	42	73	140	277
120	31	34	36	42	59	103	198	392
240	62	80	136	260	514	1020	2050	4090
480	122	113	194	369	730	1450	2900	5810
960	230	159	274	523	1030	2060	4110	8230
1920	390	260	470	912	1810	3620	7230	14500
3840	780	1360	2690	5380	10800	21500	43000	86000

注释: 10. 宽带噪声混入基带, 和输入有关, 典型值在 25°C 测得。

11. 对所有满量程范围和输出字速率, 峰-峰噪声乘以 6.6。

**典型无噪声分辨率(BITS), CS5532/34-BS**

(见注释 12, 13)

输出字速率 (Hz)	-3dB 滤波器频 率(Hz)	放大器增益						
		X64	X32	X16	X8	X4	X2	X1
7.5	1.94	20	21	22	23	23	23	23
15	3.88	20	21	22	22	22	22	22
30	7.75	19	20	21	22	22	22	22
60	15.5	19	20	21	21	21	21	21
120	31	18	19	20	21	21	21	21
240	62	17	17	18	18	18	18	18
480	122	17	17	17	17	17	17	17
960	230	16	16	17	17	17	17	17
1920	390	16	16	16	16	16	16	16
3840	780	13	13	13	13	13	13	13

 注释: 12. 无噪声分辨率舍入到最近的比特数为  $\text{LOG}((2 \times \text{输入范围}) / (6.6 \times \text{RMS 噪声})) / \text{LOG}(2)$ , 其中输入范围由数据手册上的模拟输入范围部分计算出来。

13. 注意, -B 器件提供了最好的噪声特性。

规格如有变更, 恕不另行通知。



### 5V 数字特性

( $T_A=25^\circ\text{C}$ ;  $V_{A+}$ ,  $V_{D+}=5V\pm 5\%$ ;  $V_{A-}$ ,  $GND=0$ ; 见注释 2、14)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输入电压	$V_{IH}$	0.6VD+	-	VD+	V
低电平输入电压	$V_{IL}$	0.0	-	0.8	V
高电平输出电压 $I_{out} = -5.0\text{mA}$	$V_{OH}$	(VD+)-1.0	-	-	V
低电平输出电压 $I_{out} = 5.0\text{mA}$	$V_{OL}$	-	-	0.4	V
输入泄漏电流	$I_{in}$	-	$\pm 1$	$\pm 10$	$\mu\text{A}$
3-态泄漏电流	$I_{OZ}$	-	-	$\pm 10$	$\mu\text{A}$
数字输出引脚电容	$C_{out}$	-	9	-	pF

### 3V 数字特性

( $T_A=25^\circ\text{C}$ ;  $V_{A+}=5V\pm 5\%$ ;  $V_{D+}=3.0V\pm 10\%$ ;  $V_{A-}$ ,  $GND=0$ ; 见注释 2、14)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输入电压	$V_{IH}$	0.6VD+	-	VD+	V
低电平输入电压	$V_{IL}$	0.0	-	0.8	V
高电平输出电压 $I_{out} = -5.0\text{mA}$	$V_{OH}$	(VD+)-1.0	-	-	V
低电平输出电压 $I_{out} = 5.0\text{mA}$	$V_{OL}$	-	-	0.4	V
输入泄漏电流	$I_{in}$	-	$\pm 1$	$\pm 10$	$\mu\text{A}$
3-态泄漏电流	$I_{OZ}$	-	-	$\pm 10$	$\mu\text{A}$
数字输出脚电容	$C_{out}$	-	9	-	pF

注释：14. 所有测量都在静态条件下进行。

### 动态特性

参数	符号	速率	单位
调制器取样频率	$f_s$	MCLK/16	Hz
滤波器稳定到 1/2LSB 的时间 (满量程阶跃输入)			
单次转换模式 (见注释 15, 16, 17)	$t_s$	1/OWR	s
连续转换模式 OWR<3840Hz	$t_s$	3/OWR	s
连续转换模式 OWR=3840Hz	$t_s$	5/OWR	s

注释：15. ADC 对 3840Hz 输出字速率使用  $\text{Sinc}^5$  滤波器，对其它的输出字速率使用  $\text{Sinc}^3$  滤波器，这就意味着在满量程步进输入时，滤波器的满量程阶跃输入稳定时间由输出字速率决定。

16. 单次转换模式仅输出完全稳定的输出转换，这意味着单次转换模式的有效吞吐率在低于 3840Hz 输出字速率 (OWR) 时减小到三分之一，在 3840Hz 的输出字速率 (OWR) 时减小到五分之一。

17. 连续转换模式输出每一次转换结果，这意味着在满量程阶跃输入时，滤波器的稳定时间由输出字速率 OWR 决定。

**绝对最大额定值**

(DGND=0V; 见注释 18)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	
DC 电源供电 (见注释 19, 20)						
正数字	VD+	-0.3	-	+6.0	V	
正模拟	VA+	-0.3	-	+6.0	V	
负模拟	VA-	+0.3	-	-3.75	V	
输入电流, 除电源引脚外的任意引脚 (见注释 21, 22)	I <sub>IN</sub>	-	-	±10	mA	
输出电流	I <sub>OUT</sub>	-	-	±25	mA	
功耗 (见注释 23)	P <sub>DN</sub>	-	-	500	mW	
模拟输入电压	VREF 引脚	V <sub>INR</sub>	(VA-)-0.3	-	(VA+)+0.3	V
	AIN 引脚	V <sub>INA</sub>	(VA-)-0.3	-	(VA+)+0.3	V
数字输入电压		V <sub>IND</sub>	-0.3	-	(VD+)+0.3	V
运行环境温度		T <sub>A</sub>	-40	-	85	°C
存储温度		V <sub>stg</sub>	-65	-	150	°C

注释: 18. 所有电压以地为参考。

 19. VA+和 VA-必须满足 $\{(VA+)-(VA-)\} \leq +6.6V$ 。

 20. VD+和 VA-必须满足 $\{(VA+)-(VA-)\} \leq +7.5V$ 。

21. 适用于所有引脚, 包括连续过压的情况下的模拟输入引脚 (AIN)。

22. 电源引脚的最大输入电流为±50mA, 100mA 的瞬态电流不会使 SCR 死锁。

23. 总功耗, 包括所有输入电流和输出电流。

警告: 在临界或超过临界状态使用会引起器件的永久损毁。临界状态下正常操作均不受保证。

**开关特性**

( $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ;  $V_{A+} = 2.5\text{V}$  或  $5\text{V}\pm 5\%$ ;  $V_{A-} = -2.5\text{V}\pm 5\%$  或  $0\text{V}$ ;  $V_{D+} = 3.0\text{V}\pm 10\%$  或  $5\text{V}\pm 5\%$ ;  $DGND=0\text{V}$ ;  
逻辑电平: 逻辑 0=0V, 逻辑 1= $V_{D+}$ ;  $C_L=50\text{pF}$ ; 见图 1, 2)

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
主时钟频率 (见注释 24) 外部时钟或内部振荡器	MCLK	1	4.9152	5	MHz
主时钟周期		40	-	60	%
上升时间 (见注释 25) 除 SCLK 的所有数字输入		-	-	1.0	$\mu\text{s}$
SCLK		-	-	100	$\mu\text{s}$
任意数字输出		-	50	-	ns
下降时间 (见注释 24) 除 SCLK 的所有数字输入	$t_{\text{fall}}$	-	-	1.0	$\mu\text{s}$
SCLK		-	-	100	$\mu\text{s}$
任意数字输出		-	50	-	ns
<b>启动时间</b>					
振荡器启动时间 XTAL=4.9152MHz(见注释 26)	$t_{\text{ost}}$	-	20		ms
<b>串口定时</b>					
串口时钟频率	SCLK	0	-	2	MHz
串口时钟					
高电平脉宽	$t_1$	250	-	-	ns
低电平脉宽	$t_2$	250	-	-	ns
<b>SDI 写定时</b>					
$\overline{\text{CS}}$ 有效到锁存时钟有效时间	$t_3$	50			ns
SCLK 上升后数据建立时间	$t_4$	50			ns
SCLK 上升后数据保持时间	$t_5$	100			ns
SCLK 下降到 $\overline{\text{CS}}$ 无效时间	$t_6$	100			ns
<b>SDO 读定时</b>					
$\overline{\text{CS}}$ 有效到数据有效时间	$t_7$			150	ns
SCLK 下降到新数据位时间	$t_8$			150	ns
$\overline{\text{CS}}$ 上升到 SDO 变成高阻态时间	$t_9$			150	ns

注释: 24. 器件参数是在 4.9152MHz 时钟下得到的。

25. 输出负载 50pF, 特性说明采用波形 10%和 90%的点。

26. 晶体振荡器的启动时间随晶振参数的不同而改变, 上述特性不适用于使用外部时钟的情况。

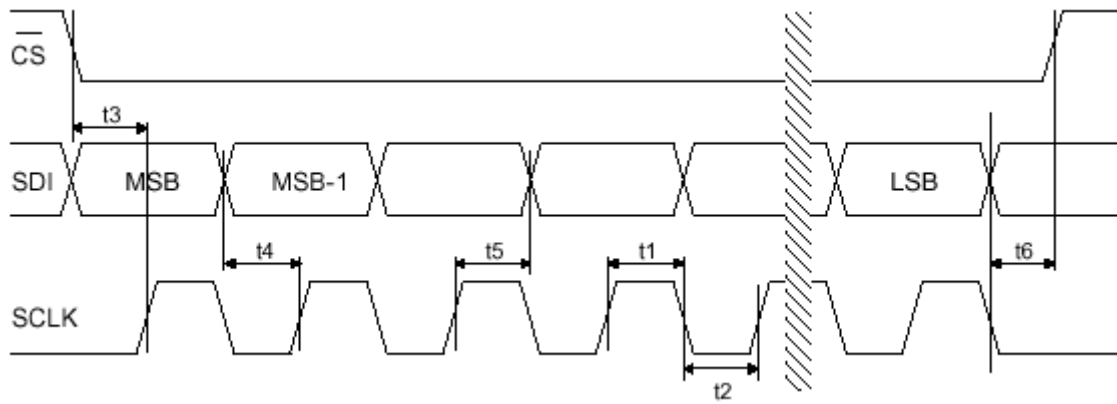


图 1. SDI 写定时 (未按比例)

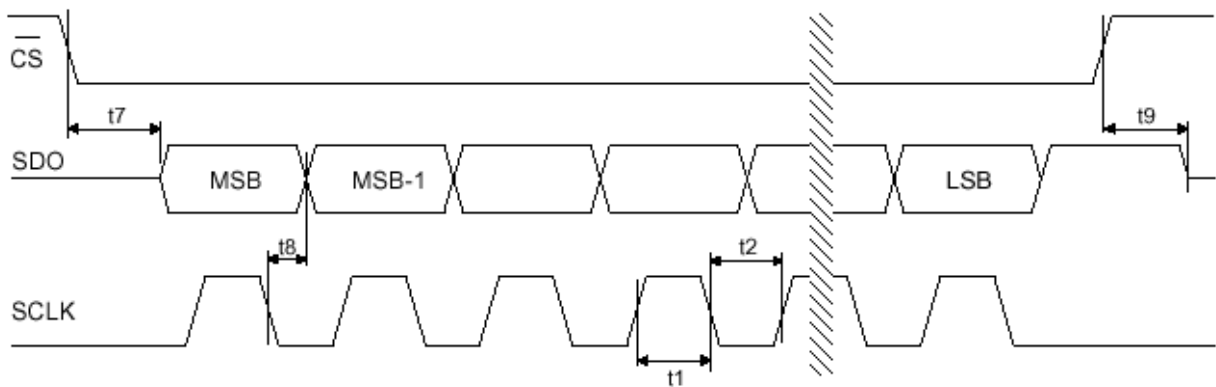


图 2. SDO 读定时 (未按比例)

## 2. 综述

CS5531/32/33/34 是高集成度的  $\Delta\Sigma$  模数转换器，它通过采用电荷平衡技术达到了 16 位 (CS5531/33) 和 24 位 (CS5532/34) 精度。它们适合于测量称重仪、过程控制、科学和医疗应用中的单/双极性小信号。

为适应这些应用，CS5531/33 具有两通道，CS5532/34 具有四通道，且它们均包含一个低噪声斩波稳定增益可编程仪表放大器 (PGIA)，其增益为 1x、2x、4x、8x、16x、32x、64x 可选。它们同时包含一个四阶调制器和一个数字滤波器，该数字滤波器提供了 7.5Hz、15Hz、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz、480Hz、1920Hz 及 3840Hz (MCLK=4.9152MHz) 等 10 种输出字速率。

为了便于模数转换器和微控制器 (MCU) 之间的通信，该转换器具有一个简单的三线串行接口，它兼容 SPI 和 Microwire，串行时钟 (SCLK) 输入有一个施密特触发器。

## 2.1 模拟输入

图 3 为 CS5531/32/33/34 内部框图。前端包括一个多路复用器、一个单位增益粗/细电荷输入缓冲器和一个斩波稳定增益可编程放大器。单位增益缓冲器用于模数转换的增益为 1x 的情况，可变增益放大器用于模数转换的增益设定大于 1x 的情况。

单位增益缓冲器可接受 'rail to rail' 输入信号，其共模加信号范围为  $V_A \sim V_{A+}$ 。单位增益缓冲器典型的 CVF (采样) 电流是 100nA (MCLK=4.9152MHz, 见图 4)。

仪表放大器具有斩波稳定功能，其斩波时钟频率为  $MCLK/128$ 。MCLK=4.9152MHz、温度范围为  $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$  时，仪表放大器的 CVF 输入电流小于 TBD pA，其共模加信号范围是  $(V_{A-}) + 0.7V \sim (V_{A+}) - 1.7V$ 。

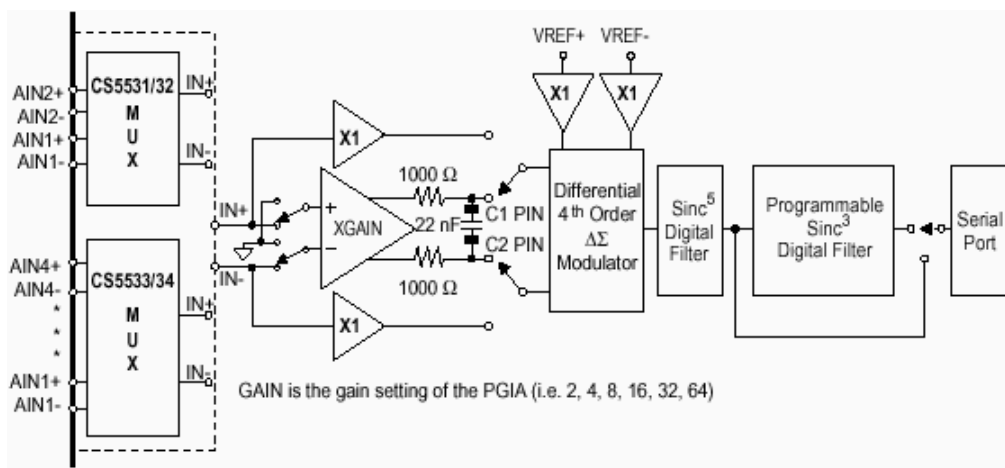


图 3. 多路复用器配置

图 4 为放大器的等效输入模型，每一个引脚的动态输入电流可以根据此等效模型确定。

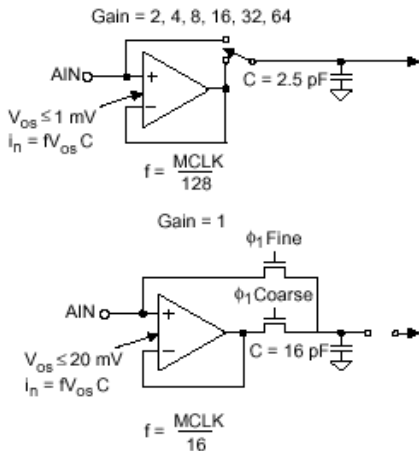


图 4. AIN+和 AIN-引脚的输入模式

注意: C=2.5pF 和 C=16pF 的电容仅用于对输入电流建模。

对物理输入电容, 参见模拟特性部分对输入电容的描述。

### 2.1.1 模拟输入范围

转换器可量化的满量程输入信号的范围由增益设定和 VREF+、VREF- 之间的参考电压决定。转换器的满量程输入信号范围等于  $((VREF+)-(VREF-))/(G \times A)$ , 其中 G 是放大器的增益; 且当 VRS=0, A=2; 当 VRS=1, A=1。

复位后, 单位增益缓冲器处于激活态, 此时若参考电压为 2.5V, 则缺省的输入满量程电压范围为 2.5V。若要使用仪表放大器(当增益设置大于 1x 时)并设置增益为 32x 时, 满量程输入电压为 2.5V/32 或约 78mV。注意, 上述输入范围假设校准寄存器是在缺省值 (Gain=1.0, Offset=0.0) 的情况。

### 2.1.2 多路复用稳定时间限制

CS5531/32/33/34 使用多路复用器时的稳定时间受仪表放大器之后的单极点低通滤波器的限制。(见图 3)。为达到数据手册中规定的稳定时间和线性度, 建议采用 22nF COG 电容器, 在允许有噪声性能下降的应用中, 可使用 10nF 的电容器。

### 2.1.3 电压噪声密度性能

图 5 显示了当频率在 0.01~10Hz 变化时 CS5532-BS 的电压噪声密度性能。该器件采用 ±2.5V 电压供电, 120Hz 输出字速率 (OWR), 64x 增益范围, 双极性模式, 设置输入端短路位有效。

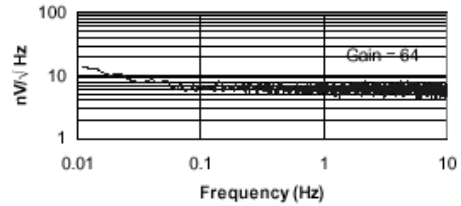


图 5. 电压噪声密度测量

### 2.1.4 无偏移 DAC

由于转换器的高动态范围, CS553x 系列中不含有偏移 DAC。如需要, 用户可通过设置偏移寄存器模拟此功能。

### 2.2 ADC 寄存器结构及操作模式

CS5531/32/33/34 有一个片内控制器, 含有大量用户可访问的寄存器, 用于保存偏移和增益校准结果、设置操作模式、保存转换指令和转换数据。图 6 是片内控制器内部寄存器的结构框图。

模数转换器的每一通道都有一个 32 位偏移寄存器和一个 32 位增益校准寄存器。两通道转换器具有两个偏移寄存器和两个增益校准寄存器, 四通道转换器具有四个偏移寄存器和四个增益校准寄存器。这些寄存器保存校准结果, 寄存器中的内容可以读写, 这使得校准数据可以下载到外部 EEPROM。用户也可以通过改变这些寄存器的内容修改转换器的偏移和增益。

模数转换器具有一个 32 位配置寄存器, 其中的 10 位用于设置操作模式, 诸如节电操作、转换器复位、模拟输入短路、诊断测试位使能等。

模数转换器具有一组通道设置寄存器 (CSR), 用于保存预装转换指令。每个通道设置寄存器为 32 位, 保存两个 16 位的转换指令, 称其为 Setup。上电时, 这些寄存器可以由微控制器用转换指令初始化, 然后用户可以根据所选 Setup 设置的工作模式进行单次或连续模式转换, 或进行校准。

在单次转换模式下, 需要向串口写入一个 8bit 命令字, 命令字中的指针位“指向”通道设置寄存器中将要执行的 16 位命令。通过对 16 位 Setup 编程可使用转换器的任一输入通道执行模数转换。同一模拟输入通道可以使用多个 16 位 Setup, 因此用户可以对同一输入信号进行不同速度、不同增益等的转换。另一方面, 用户也可以设置这些寄存器, 对每一输入通道执行不同的转换。

模数转换器有连续转换能力, 通过设置配置

寄存器中的用户位可将转换器设置为单 Setup 连续转换，根据 16 位 Setup 内容进行连续转换。在连续转换模式下，转换结果数据被存放在数据转换寄存器中，转换结束时，SOD 引脚产生标志，用户可以读寄存器结果。

以下部分论述如何初始化转换器、如何执行偏移及增益校准、以及如何将转换器设置为不同的转换模式。并将详细介绍配置寄存器和通道设置寄存器中的每一位，介绍完后有一些例子。“命令寄存器快速参考”部分解释所有的有效命令(输入串口的 前 8bit 数据)

### 2.2.1 系统初始化

CS5531/32/33/34 不具有上电复位功能，要初始化模数转换器，必须执行软件复位，软件复位可通过串口初始化序列对串口复位实现。通过发送 15 个字节的 SYNC1 (0xFFH)，然后发送 1 个字节的 SYNC0 (0xFEH) 可将串口复位成命

令模式。注意，该序列可随时发出，从而对串口再次进行初始化。要完成系统初始化，用户也必须设置配置寄存器的复位系统 (RS) 位，从而复位系统。可随时设置 RS=1，复位系统。当一个复位周期完成后，RS 自动返回到 ‘0’，片内寄存器的初始值为：

配置寄存器	00000000 (H)
偏移寄存器	00000000 (H)
增益寄存器	01000000 (H)
通道设置寄存器	00000000 (H)

系统初始化或复位后，片内控制器进入命令模式，等待接受一个有效命令(传送到串口的 前 8bit 数据，被保存在命令寄存器)。当接受到有效的命令并对其译码后，该命令或指示转换器发送、接收寄存器数据，或进行模数转换或校准。“命令寄存器描述”部分对此进行了详细描述。

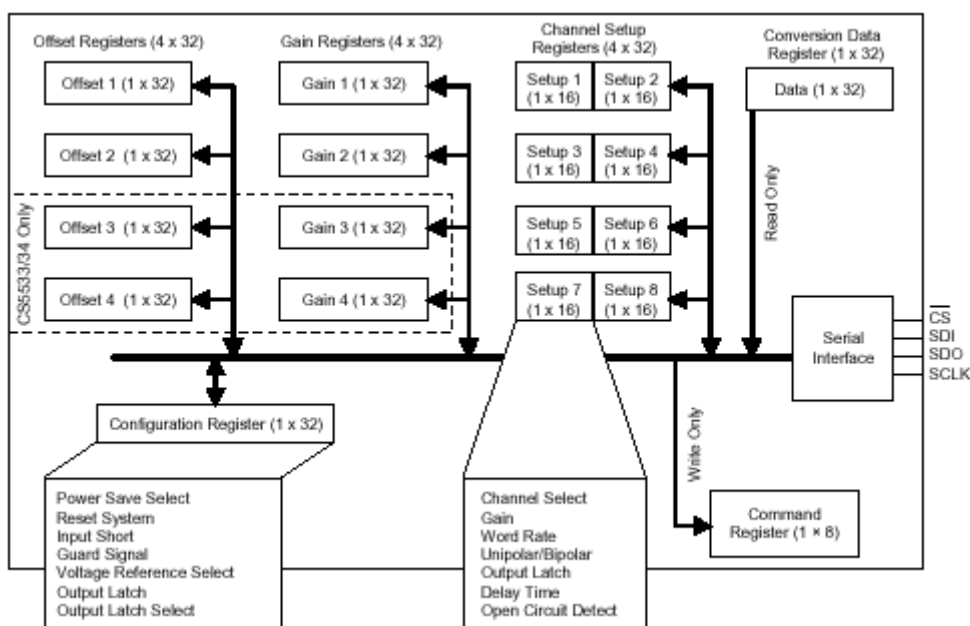


图 6. CS5531/32/33/34 寄存器框图

**2.2.2 命令寄存器快速参考**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	ARA	CS1	CS0	R/ $\overline{W}$	RSB2	RSB1	RSB0

位	名称	值	功能
D7	命令位, C	0	对这些命令, 本位必须为 0。
		1	当本位为逻辑 1 时这些命令无。
D6	以阵列方式访问寄存器, ARA	0	忽略此功能。
		1	以阵列方式访问各寄存器 (偏移、增益和通道设置寄存器), 寄存器选择位 (RSB) 决定了所要访问的特定的寄存器, 访问寄存器时高位 (MSB) 在前, 并以物理通道 0, 1, 2 等依次进行。
D5~D4	通道选择位 CS1-CS0	00	CS1-CS0 提供一个物理通道地址, 也可用于访问与各物理通道相关的校准寄存器, 当读数据寄存器时, 各位失效。
		01	
		10	
		11	
D3	读/ $\overline{W}$	0	写入所选择寄存器
		1	从所选择寄存器读
D2~D0	寄存器选择位 RSB2-RSB0	000	保留
		001	偏移寄存器
		010	增益寄存器
		011	配置寄存器
		100	转换数据寄存器 (只读)
		101	通道设置寄存器
		110	保留
111	保留		

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	MC	CSRP2	CSRP1	CSRP0	CC2	CC1	CC0

位	名称	值	功能
D7	命令位, C	0	当本位为逻辑 0 时这些命令无效
		1	对这些命令, 本位必须为 1
D6	连续转换, MC	0	执行完全稳定的单次转换
		1	执行连续转换
D5~D3	通道设置寄存器指针位, CSRP	000	这些位作为指针指向通道设置寄存器, 单次或连续转换都根据此指针所指向的通道设置寄存器的内容执行。
		...	
		111	
D2~D0	转换/校准位 CC2-CC0	000	正常转换
		001	自偏移校准
		010	自增益校准
		011	保留
		100	保留
		101	系统偏移校准
		110	系统增益校准
111	保留		



### 2.2.3 命令寄存器描述

#### 读/写所有偏移校准寄存器

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	R/ $\bar{W}$	0	0	1

功能：该命令用于以阵列方式访问偏移寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

- 0 写入所选寄存器
- 1 读取所选寄存器

#### 读/写所有增益校准寄存器

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	R/ $\bar{W}$	0	1	0

功能：该命令用于以阵列方式访问增益校准寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

- 0 写入所选寄存器
- 1 读取所选寄存器

#### 读/写所有通道设置寄存器

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	R/ $\bar{W}$	1	0	1

功能：该命令用于以阵列方式访问通道设置寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

- 0 写入所选寄存器
- 1 读取所选寄存器

#### 读/写各偏移寄存器

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	CS1	CS0	R/ $\bar{W}$	0	0	1

功能：该命令用于分别访问各偏移寄存器，CS1-CS0 译码被访问的寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

- 0 写入所选寄存器
- 1 读取所选寄存器

CS[1:0] (通道选择位)

- 00 偏移寄存器 1 (所有芯片)
- 01 偏移寄存器 2 (所有芯片)
- 10 偏移寄存器 3 (仅 CS5533/34)
- 11 偏移寄存器 4 (仅 CS5533/34)

**读/写单个增益寄存器**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	CS1	CS0	R/ $\bar{W}$	0	1	0

功能：该命令用于分别访问各增益寄存器，CS1-CS0 译码被访问的寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

0 写入所选寄存器

1 读取所选寄存器

CS[1:0] (通道选择位)

00 增益寄存器 1 (所有芯片)

01 增益寄存器 2 (所有芯片)

10 增益寄存器 3 (仅 CS5533/34)

11 增益寄存器 4 (仅 CS5533/34)

**读/写单个通道设置寄存器**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	CS1	CS0	R/ $\bar{W}$	1	0	1

功能：该命令用于分别访问各通道设置寄存器，CS1-CS0 译码被访问的寄存器。

R/ $\bar{W}$  (读/写)

0 写入所选寄存器

1 读取所选寄存器

CS[1:0] (通道选择位)

00 通道设置寄存器 1 (所有芯片)

01 通道设置寄存器 2 (所有芯片)

10 通道设置寄存器 3 (所有芯片)

11 通道设置寄存器 4 (所有芯片)

**读/写配置寄存器**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	R/ $\bar{W}$	0	1	1

功能：该命令用于从配置寄存器写入或读取数据

R/ $\bar{W}$  (读/写)

0 写入所选寄存器

1 读取所选寄存器

**执行转换**

<b>D7(MSB)</b>	<b>D6</b>	<b>D5</b>	<b>D4</b>	<b>D3</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D0</b>
1	MC	CSRP2	CSRP1	CSRP0	0	0	0

功能：该命令指示转换器在通道设置寄存器指针位（CSRP2-CSRP0）指向的通道设置寄存器 Setup 所规定的物理通道执行单次或连续转换。

MC(连续转换)

0 执行完全稳定的单次转换

1 执行连续转换

CSRP[2: 0]（通道设置寄存器指针位）

000 Setup1（所有芯片）

001 Setup2（所有芯片）

010 Setup3（所有芯片）

011 Setup4（所有芯片）

100 Setup5（所有芯片）

101 Setup6（所有芯片）

110 Setup7（所有芯片）

111 Setup8（所有芯片）

**读转换数据寄存器**

<b>D7(MSB)</b>	<b>D6</b>	<b>D5</b>	<b>D4</b>	<b>D3</b>	<b>D2</b>	<b>D1</b>	<b>D0</b>
0	0	0	0	1	1	0	0

功能：该命令用于从转换数据寄存器读转换数据

**执行校准**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	CSRP2	CSRP1	CSRP0	CC2	CC1	CC0

功能：该命令指示转换器在通道设置寄存器指针位（CSRP2-CSRP0）指向的通道设置寄存器 Setup 所规定的物理通道执行校准。

**CSRP[2: 0]（通道设置寄存器指针位）**

000	设置寄存器 1（所有芯片）
001	设置寄存器 2（所有芯片）
010	设置寄存器 3（所有芯片）
011	设置寄存器 4（所有芯片）
100	设置寄存器 5（所有芯片）
101	设置寄存器 6（所有芯片）
110	设置寄存器 7（所有芯片）
111	设置寄存器 8（所有芯片）

**CC[2: 0]（校准控制位）**

000	保留
001	自偏移校准
010	自增益校准
011	保留
100	保留
101	系统偏移校准
110	系统增益校准
111	保留

**SYNC1**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	1	1	1	1	1	1

功能：串口初始化序列的一部分

**SYNC0**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	1	1	1	1	1	0

功能：串口初始化序列的末尾

**NULL**

D7(MSB)	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0

功能：清串口标志并使转换器保持在连续转换模式

### 2.2.4 串行接口

CS5531/32/33/34 的串口包括四条控制线： $\overline{CS}$ ，SDI，SDO，SCLK，图 7 为命令和数据字定时。

$\overline{CS}$ ，片选，是允许访问串口的控制线，当  $\overline{CS}$  接到地时，串口可作为三线接口来访问。

SDI，串行数据输入，用于将数据串行输入到转换器。

SDO，数据串口输出，用于将数据串行从转换器输出，当  $\overline{CS}=1$ ，SDO 为高阻态。

SCLK，串行时钟，是数据位移入或移出转换器串口的控制时钟。只有当  $\overline{CS}=0$  时，串口时钟才能被端口逻辑识别。为了和光电耦合器相匹配，SCLK 的输入端集成了一个施密特触发器，以允许使用上升和下降时间较长的光电耦合器直接驱动该引脚。另外，SDO 具有接收或输出 5mA 电流的能力，可以直接驱动光电耦合器的 LED。在接收或输出 5mA 电流时，SDO 的驱动电压损失小于 400mV。

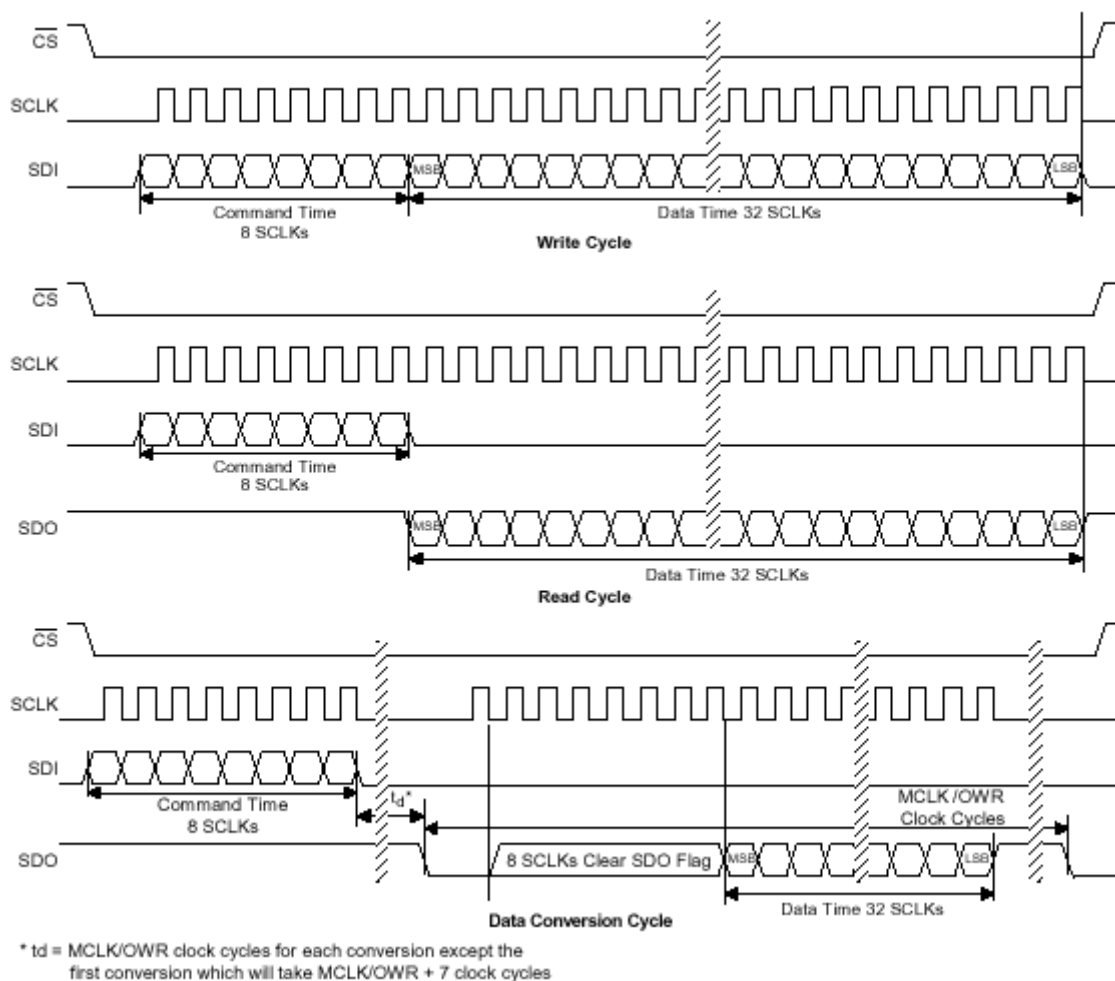


图 7. 命令和数据字定时

### 2.2.5 读/写片内寄存器

CS5531/32/33/34 的偏移、增益、配置和通道设置寄存器均可读/写，而转换数据寄存器只能读不能写。

如图 7 所示，要写特定的寄存器，用户必须先向转换器输入相应的写指令，然后跟随 32 位的写入数据。例如，要向物理通道 1 的增益寄存器写入 0x80000000 (H)，必须先输入命令字 0x02 (H)，然后输入数据 0x80000000 (H)。同样，要读某个寄存器，必须先向转换器输入相应的读指令，然后获得 32 位读出数据。一旦寄存器读、写完毕，串口即返回到命令模式。

除了一次访问一个内部寄存器外，还可以对偏移、增益、配置和通道设置寄存器进行阵列式访问(即用一个命令访问所有同类寄存器)。例如，要向所有 4 个增益寄存器写入 0x80000000(H)，用户须先输入命令字 0x42 (H)，然后重复输入四个 0x80000000 (H)，(即 0x42 (H)，0x80000000(H)，0x80000000(H)，0x80000000 (H)，0x80000000 (H))，寄存器按顺序读写。一旦寄存器读、写完毕，串口即返回到命令模式。

### 2.2.6 设置通道设置寄存器(CSR)

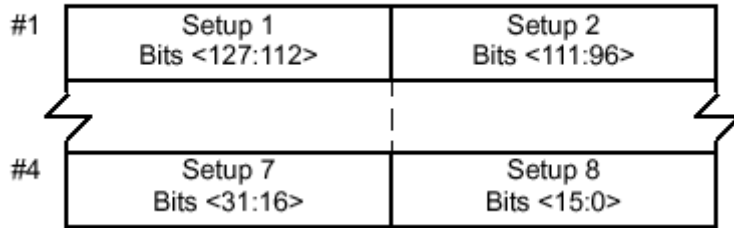
CS5531/32/33/34 有四个通道设置寄存器 (CSR)，每个 CSR 包括两个 16 位 Setup，该

Setups 可被用户编程为包括如下的转换信息：

- 1) 在哪一个物理通道执行转换；
- 2) 通道进行转换的增益有多大；
- 3) 通道转换的输出字速率有多大；
- 4) 输出转换是单极性还是双极性；
- 5) 转换过程中输出锁存器的输出状态；
- 6) 转换器是否延迟转换的开始，以允许输出锁存器在转换开始前达到稳定；
- 7) 开路检测电流源是否有效。

注意，一个物理通道可同时使用几个 Setup，以设置不同的输出字速率、增益等(各 Setup 均单独定义)，详见“通道设置寄存器描述”部分。

每一 32bit 通道设置寄存器 CSR 均可单独访问，其包含两个 16 位 Setup。例如，要设置 CS5531/32/33/34 的 Setup1，可用写入单个通道设置寄存器命令 0x05 (H)，CSR1 的 31~16 位包含 Setup1 的信息，15~0 位为 Setup2 的信息。注意当读写 CSR 时，两个 16 位 Setup 需作为一个 32 位 CSR 寄存器被访问。即使其中一个 Setup 未被使用，它也必须被同时读、写。关于通道设置寄存器 CSR 的详细应用请见“命令字中指针的使用”部分。

**2.2.7 通道设置寄存器描述**
**CSR**


D31(MSB)	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
CS1	CS0	G2	G1	G0	WR3	WR2	WR2	WR0	U/ $\bar{B}$	OL1	OL0	DT	OCD	NU	NU
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
CS1	CS0	G2	G1	G0	WR3	WR2	WR2	WR0	U/ $\bar{B}$	OL1	OL0	DT	OCD	NU	NU

**CS1-CS0 (通道选择位) [31: 30] [15: 14]**

- 00 选择物理通道 1 (所有芯片)
- 01 选择物理通道 2 (所有芯片)
- 10 选择物理通道 3 (仅 CS5533/34)
- 11 选择物理通道 4 (仅 CS5533/34)

**G2-G0 (增益位) [29: 27] [13: 11]**

- 000 增益=1, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/1。
- 001 增益=2, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/2。
- 010 增益=4, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/4。
- 011 增益=8, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/8。
- 100 增益=16, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/16。
- 101 增益=32, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/32。
- 110 增益=64, 单极性输入范围=[(VREF+) - (VREF-)]/64。

**WR3-WR0 (字速率) [26: 23] [10: 7]**

字速率只适用于连续转换模式, 在单次转换中, 一次输出要执行三次转换才能达到稳定输出, 仅第三次转换结果采被输出到串口。

位	WR (4.9152MHz)	WR (4.096MHz)	时钟周期
0000	120Hz	100Hz	(40960 个 MCLK 周期)
0001	60Hz	50Hz	(81920 个 MCLK 周期)
0010	30Hz	25Hz	(163840 个 MCLK 周期)
0011	15Hz	12.5Hz	(327680 个 MCLK 周期)
0100	7.5Hz	6.25Hz	(655360 个 MCLK 周期)
1000	3840Hz	3200Hz	(1280 个 MCLK 周期)
1001	1920Hz	1600Hz	(2560 个 MCLK 周期)
1010	960Hz	800Hz	(5120 个 MCLK 周期)
1011	480Hz	400Hz	(10240 个 MCLK 周期)
1100	240Hz	200Hz	(20480 个 MCLK 周期)

其余组合位未用。

**U/ $\bar{B}$  (单/双极性) [22] [6]**

- 0 单极性模式
- 1 双极性模式

**OL1-OL0 (输出锁存位) [21: 20] [5: 4]**

当配置寄存器中的输出锁存选择 (OLS) 位设为逻辑 '0' 时, 输出锁存位将根据所执行的命令字被设置为相应的逻辑状态, 注意片内逻辑输出由 VA+ 和 VA- 供电。

- 00 A0=0, A1=0
- 01 A0=0, A1=1
- 10 A0=1, A1=0
- 11 A0=1, A1=1

**DT (时延位) [19] [3]**

置位时, 转换器将在转换前等待一段延迟时间, 这将在转换开始前给出 A0、A1 输出的稳定时间, 该延时时间为 1280 个 MCLK 周期。

- 0 正常模式
- 1 等待 1280 个 MCLK 周期后开始转换

**OCD (开路检测位) [18] [2]**

置位时, 在通道选择位所选的输入通道 (AIN+) 将激活一个 300nA 的电流源, 注意该电流源值是在温度为 25°C 时的值, 在 -55°C 时, 该电流源增加到约 600nA。当用户想要将一个怀疑开路的热电偶引脚驱动到供电线时, 此功能特别有用。

- 0 正常模式
- 1 电流源激活

**NU (保留) [17: 16][1: 0]**

保留, 用于以后升级



### 2.3 配置寄存器

为便于结构设计，虽然配置寄存器为 32 位长，但只使用了其中的 10 位。下面将作具体介绍。

#### 2.3.1 功耗

CS5531/32/33/34 有三种供电模式：正常、待机和休眠模式，其中常规模式为系统默认模式，上电后自动进入。该模式下，CS5531/32/33/34-AS 耗电 30mW，CS5532/34-BS 耗电 40mW。后两种供电模式为节电模式，其终止大部分模拟供电并停止滤波器卷积运算。当配置寄存器的节电模式位 (PDW) 置为逻辑 1 时，芯片进入该模式。进入具体那种节电模式取决于节电模式选择位 (PSS)。如果 PSS 为逻辑 0，芯片进入待机模式，将功耗降低为 TBD mW，此时只有时钟振荡器和模拟部分的片内偏置电压发生器处于激活态。这就使得一旦节电模式位 (PDW) 设置回逻辑 1，芯片能迅速返回到常规模式。如果节电模式位 (PDW) 和节电模式选择位 (PSS) 同时为 1，芯片进入休眠模式，将功耗降低到约 TBD  $\mu$ W，由于在休眠模式下振荡器不振荡，所以此时要进入常规模式时，需要大约 20ms 的延迟启动振荡器，如使用外部时钟则不必延迟。还要注意，在使用单位增益时，可编程增益仪表放大器 PGIA 不工作。此时常规模式下的功耗降为 TBD mW。使用单位增益时，休眠和待机模式下的功耗不受影响。

#### 2.3.2 系统复位

配置寄存器的系统复位位 (RS) 允许用户对系统进行复位，通过将 RS 位置 1 可以在任何时候复位系统，复位周期结束后，系统复位有效位 (RV) 被置 1，表示内部逻辑已正确复位。在读配置寄存器后，RV 位自动清 0。注意，复位后，片内寄存器被初始化为以下数据：

配置寄存器	00000000 (H)
偏移寄存器	00000000 (H)
增益寄存器	01000000 (H)
通道设置寄存器	00000000 (H)

系统复位后，RS 位自动归 0，模数转换器返回到命令模式，等待输入有效命令。并且在系统复位时，RS 位为配置寄存器中唯一可以置位的位。

#### 2.3.3 输入短路

输入短路位允许用户将复用器的所有输入端

内部接地，以检测转换器输入端接地后的性能和消除外部系统产生的噪声影响。

#### 2.3.4 保护信号

保护信号位用于改变 A0 的功能。置位时，在 A0 引脚输出仪表放大器的共模电压。当用户要把外接电缆屏蔽线连到仪表放大器的共模电位以防止信号泄漏时，非常有用，图 8 为保护信号的典型连接框图。

#### 2.3.5 参考电压选择

参考电压选择位 VRS 选择取样电容的值，以便对参考电压进行取样。此位的设置要依参考电压的大小而定，图 9、10 说明了不同的 VRS 设置对参考输入阻抗和输入电流的影响。如图的模型所示，参考电压包括粗/细电荷缓冲器，可以降低对外部参考源的动态电流的需要。

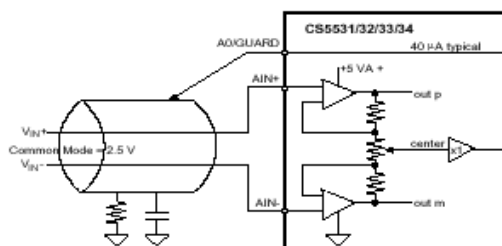


图 8. 保护信号屏蔽机制

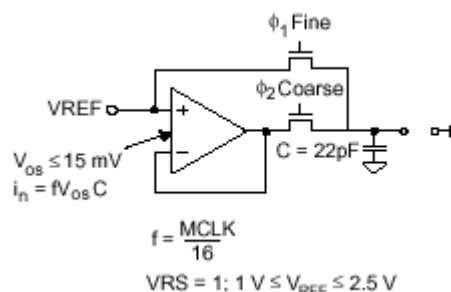


图 9. 输入参考电压模型 (VRS=1)

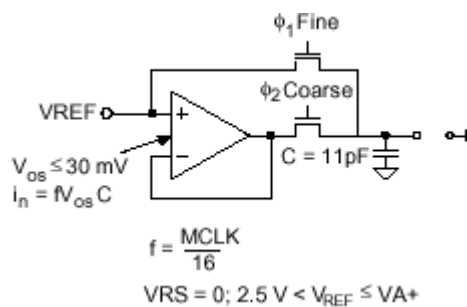


图 10. 输入参考电压模型 (VRS=0)

参考输入缓冲器主要用于测量 ‘rail to rail’ (共模加信号输入电压) 输入电压，VREF+和 VREF-间的差分电压可为从 1.0V 到 VA+间的任

何值（依据 VRS 位的设置），但 VREF+ 不能高于 VA+，VREF- 不能低于 VA-。对单端参考电压，参考电压应输入到 VREF+，VREF- 接地。注意如用 ±3V 电源供电，则电源电压必须先于参考电压提供给芯片。

### 2.3.6 输出锁存引脚

如果输出锁存选择位为逻辑 0（缺省值），转换器的 A1-A0 引脚模拟通道设置寄存器的 D21-D20/D5-D4 位。如果输出锁存选择位为逻辑 1，则转换器的 A1-A0 引脚模拟配置寄存器的输

出锁存位。这可使用户在任一次转换中，或者根据所选的 CSR 让 A1-A0 引脚随时变化，或者根据配置寄存器内容将其锁定在固定的状态。无论处于何种方式，A1-A0 引脚均可用于控制外部复用器及转换器外的其它逻辑功能。A1-A0 输出引脚能吸收和驱动至少 1mA 电流，为减少芯片的发热，建议驱动电流低于 20 μA。由于输出由 VA+ 和 VA- 供电，所以对逻辑 1，输出电压为 VA+，对逻辑 0，输出电压为 VA-。

### 2.3.7 配置寄存器描述

D31(MSB)	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
PSS	PDW	RS	RV	IS	GB	VRS	A1	A0	OLS	NU	NU	NU	NU	NU	NU
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU

**PSS (节电模式选择) [31]**

- 0 待机模式 (振荡器工作, 允许快速上电)
- 1 休眠模式 (振荡器不工作)

**PDW (节电模式) [30]**

- 0 常规模式
- 1 节电模式

**RS (系统复位) [29]**

- 0 正常操作
- 1 激活一个复位周期, 复位后自动归 0。

**RV (复位有效) [28]**

- 0 正常操作
- 1 系统已复位。只读, 读配置寄存器后被清 0。

**IS (输入短路) [27]**

- 0 正常输入
- 1 各通道的输入都在内部短接。

**GB (保护信号位) [26]**

- 0 将 A0 设置为正常的输出锁存引脚
- 1 A0 被设置为输出仪表放大器的共模输出电压 (典型值 2.5V), 当保护缓冲器被激活时, 输出锁存选择位被忽略。

**VRS (电压参考选择) [25]**

- 0  $2.5V < V_{REF} \leq V_{A+}$
- 1  $1V \leq V_{REF} \leq 2.5V$

**A1-A0 (输出锁存位) [24: 23]**

当配置寄存器中的输出锁存选择位 OLS 置为逻辑 1 时, 输出锁存位 (A0 和 A1) 将根据所执行的命令字被设置为相应的逻辑状态, 注意输出逻辑电压由 VA+ 和 VA- 供电。

- 00 A0=0, A1=0
- 01 A0=0, A1=1
- 10 A0=1, A1=0
- 11 A0=1, A1=1

**OLS (输出锁存选择) [22]**

- 0 低电平时, 通道设置寄存器作为 A0 和 A1 的源
- 1 高电平时, 配置寄存器作为 A0 和 A1 的源

**NU (保留) [21: 0]**

- 0 必须为 0, 以备升级。

## 2.4 校准

校准用于设置 ADC 传递函数的零点和增益斜率，其中有自校准和系统校准两种。

- 注意：1) 复位后，不经过校准转换器也能够工作并进行测量（配置寄存器的 VRS 位必须设置），这时转换器利用芯片内寄存器的初始值（增益=1.0，偏移=0.0）计算输出字，芯片内部电路的初始增益和偏移误差将被保留。
- 2) 每次校准需要一个转换周期，每次校准完成后 SOD 置 0 以示校准完成。
- 3) 偏移校准必须在增益校准之前完成，因为后者需参考前者来进行调整。

### 2.4.1 校准寄存器

CS5531/32/33/34 各输入通道有自己的偏移和校准寄存器。在自校准和系统校准中，它们设置转换器传递函数的零点和增益斜率。如“偏移寄存器”部分所述，偏移寄存器的一个 LSB 为输入范围的  $2^{-24}$ （双极性输入范围为单极性的两倍）。偏移寄存器的 MSB 位决定偏移量的正负（0 为正，1 为负）。偏移量的幅值大小受增益寄存器的影响。如“增益寄存器”部分所述，增益寄存器的范围为  $0 \sim (32 \cdot 2^{22})$ ，等价于十进制的：

$$D = b_{D28} 2^4 + (b_{D27} 2^3 + b_{D26} 2^2 + \dots + b_N 2^{-N}) = b_{D28} 2^4 + \sum_{i=0}^N b_i 2^{-i}$$

其中的二进制数为 0 或 1（ $b_{D28}$  对应于 D28 位）。

### 2.4.2 增益寄存器

MSB	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
NU	NU	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$	$2^{-5}$	$2^{-6}$	$2^{-7}$	$2^{-8}$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	LSB
$2^{-9}$	$2^{-10}$	$2^{-11}$	$2^{-12}$	$2^{-13}$	$2^{-14}$	$2^{-15}$	$2^{-16}$	$2^{-17}$	$2^{-18}$	$2^{-19}$	$2^{-20}$	$2^{-21}$	$2^{-22}$	$2^{-23}$	$2^{-24}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

增益寄存器的范围从 0 到  $32 \cdot 2^{-24}$ 。复位后 D24 为 1，所有其它位为 0。

### 2.4.3 偏移寄存器

MSB	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16
符号	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$	$2^{-5}$	$2^{-6}$	$2^{-7}$	$2^{-8}$	$2^{-9}$	$2^{-10}$	$2^{-11}$	$2^{-12}$	$2^{-13}$	$2^{-14}$	$2^{-15}$	$2^{-16}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
$2^{-17}$	$2^{-18}$	$2^{-19}$	$2^{-20}$	$2^{-21}$	$2^{-22}$	$2^{-23}$	$2^{-24}$	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU	NU
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

一个 LSB 为输入范围的  $2^{-24}$ （双极性输入范围为单极性的两倍）。

偏移值对齐于数据字的 MSB 位。复位后，所有位为 0。

### 2.4.4 执行校准

执行校准时，要发送一个 MSB 为 1 的命令字，其指针位 CSRP2-CSRP0 用于寻址所要校准的 Setup，校准位 CC2-CC0 选择校准类型。但 CSR 要提前初始化，因为其中的物理通道、滤波速率、增益范围以及极性等相关信息均来自命令字指针位 CSRP2-CSRP0 所选中的通道设置寄存器 CSR。一旦 CSR 初始化后，一个命令字即可完成校准。

校准周期完成后，SDO 置 0，结果存放在被校准通道的偏移或增益寄存器中。注意如在同一通道执行不同滤波速率、增益范围、转换模式的校准，由于每个物理通道只有一组偏移和增益校准寄存器，所以最后一次校准结果将取代前面的校准结果。注意一个命令字只能完成一次校准，要校准所有通道，需要多个校准命令字。

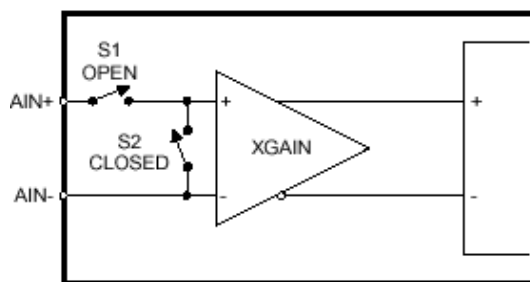


图 11. 自偏移校准

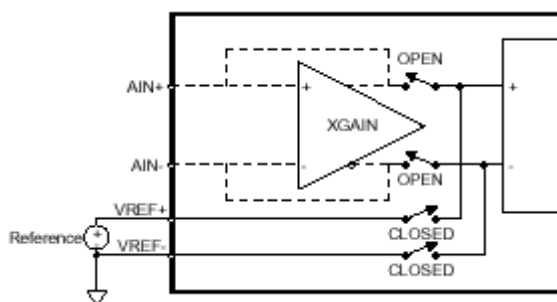


图 12. 自增益校准

### 2.4.5 自校准

CS5531/32/33/34 提供自偏移校准和自增益校准。自偏移校准时，转换器内部将放大器的输入引脚连在一起并接到 AIN- 引脚，见图 11。要执行正确的自偏移校准，AIN 引脚必须接适当的共模电压（见“模拟特性”一节）。

自增益校准时，调制器的差分输入接 VREF+ 和 VREF-，见图 12。执行自增益校准时 GAIN=1X，而不考虑通道设置寄存器 Setup 的增益位是如何设置的。增益可编程仪表放大器

PGIA 在增益范围为 2X~64X 时的增益误差得不到校准，因为此时需要不同于参考电压的精准低电压源。在增益范围为 2X-64X 时要得到精确的增益，就需执行系统增益校准。

### 2.4.6 系统校准

要执行系统校准，用户必须提供代表地和满量程的校准信号。执行系统偏移校准时，必须将地参考信号提供给转换器，见图 13。

见图 14，执行系统增益校准，用户必须提供代表正的满量程信号。另外，对任一特定校准，校准信号必须处于规定的校准范围值（参见“系统校准规格”）。

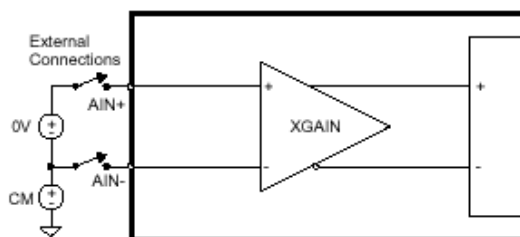


图 13. 系统偏移校准

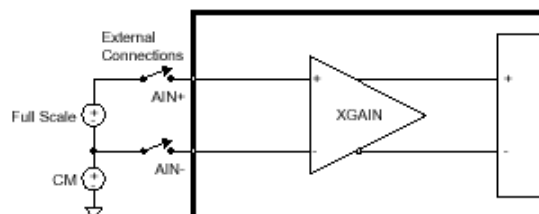


图 14. 系统增益校准

### 2.4.7 校准技巧

校准是按照通道设置寄存器的 WR2-WR0 位选择的输出字速率来执行校准。由于高的输出字速率将导致更大的峰-峰噪声，所以校准时应采用低的输出字速率。另外，为减少芯片的数字噪声，用户应在校准完成后读、写串口。

要得到最大的精度，对偏移和增益（由通道设置寄存器的增益位 G2-G0 决定）都应进行校准。每一物理通道只能有一个被校准的增益范围，当应用 CS5531/32//33/34 的系统校准功能对用户系统执行校准时，偏移和增益寄存器的内容可由系统微控制器读出，并记录在 EEPROM 中。这样，当系统上电或增益范围变化时，校准字可被加载到偏移或增益寄存器。

如果用户要执行未校准的转换，未校准的增益精度为 ±1%。另外，校准不影响全范围的增益跟踪，全范围的增益跟踪精度为 0.1%。

偏移寄存器到输出的增益约为十进制的

1.8, 而不是 1。如果要在外部计算校准系数, 在双极性模式下, 应对偏移寄存器值除以比例因子 01D5C315H (单极性模式时再除以 2)。

### 2.4.8 校准范围限制

系统校准可能会受芯片内部模拟信号通路中的信号裕量限制, 见“模拟输入”一节所述。对于增益校准, 满量程输入信号可降至某一点, 在该点增益寄存器值达到其上限 32-2<sup>64</sup>。在额定条件下, 当满量程输入信号等于额定值的 1/32 时会出现这种情况。由于转换器固有的增益误差, 此满量程输入信号可能会低些或高些。在“模拟特性”部分定义最小的满量程校准范围 (FSCR) 时, 已考虑了内部增益误差的可能值。同样, 满量程输入信号可升高到某一点, 在该点调制器输出“1”的密度达到 90% 的极限值, 在额定条件下, 当满量程输入信号等于额定值的 1.1 倍时会出现这种情况。由于转换器固有的增益误差, 此满量程输入信号可能会低些或高些。在“模拟特性”部分定义最大的 FSCR 时, 同样已考虑了内部增益误差。

## 2.5 执行转换

CS5531/32/33/34 有两种转换模式, 以下三节将详细介绍其差别以及如何应用设置寄存器 CSR 执行不同的转换, 并附以应用示例。

### 2.5.1 单次转换模式 (MC=0)

依据通道设置寄存器 CSR 的信息, 在用户发出单次转换命令后转换器执行单次转换。该命令字包括一个指针, 指向转换中所用的通道设置寄存器 Setup。一旦该命令字被传送, 串口即进入数据模式并在此等待转换完成。转换完成后 SDO=0。要读转换结果需要 40 个 SCLK, 前 8 个 SCLK 用于清 SDO 标志, 在此期间 SDI 必须为 0, 后 32 个 SCLK 用于读转换结果。在单次转换模式下, 必须读转换结果, 因为 SDO 一直保持为低 (即串口处于数据模式), 直到向转换器发出了 40 个 SCLK 时钟。数据读完后, 串口返回到命令模式, 在此等待一个新的命令。

注意: 单次转换模式中, 只有完全稳定的转换数据才输出到转换数据寄存器。由于转换器在 3840Hz 输出字速率时采用一个 Sinc<sup>5</sup> 滤波器, 故单次转换模式下有效的输出字速率为正常速率的 1/5 (3840/5=768Hz, MCLK=4.9152MHz)。由于其它速率下均采用 Sinc<sup>3</sup> 滤波器, 有效字速率将

减为正常速率的 1/3, 因为需要三次转换使该滤波器达到稳定输出。

### 2.5.2 连续转换模式 (MC=1)

依据通道设置寄存器 CSR 的信息, 在用户发出连续转换命令后转换器执行连续转换。该命令字包括一个指针, 指向转换中所用的通道设置寄存器 Setup。一旦该命令字被传送, 串口即进入数据模式, 在此等待转换完成。转换完成后 SDO=0, 要读转换结果需要 40 个 SCLK。前 8 个 SCLK 用于清 SDO 标志, 后 32 个 SCLK 用于读转换结果。如果在清 SDO 标志的前 8 个 SCLK 中 SDI= '00000000', 转换器将继续在此转换模式用同一个 CSR 对所选通道执行转换。此模式下不必读每一转换字, 只需根据 SDO 的升降来读取对某一具体应用所需要的转换字。没有读出的转换字将被新的转换字取代。要退出该模式, 可在前 8 个 SCLK 中使 SDI= '11111111'。若确定要退出, 在转换器返回到命令模式前, 需要 32 个 SCLK 来读出最后一次转换结果。

注意: 如果在发出连续转换命令前执行了校准或单次转换, 则在读连续转换结果时, 必须忽略前三个 (OWR<3840Hz, MCLK=4.9152Hz=或前五个 (OWR=3840Hz) 转换结果, 因为要执行准确的转换, 滤波器的驻留系数必须被清空。

### 2.5.3 利用 CSR 进行转换和校准的例子

当发出校准和转换命令时 (C, MC, CC2-CC0 位必须正确设置), 命令字中的 CSR<sub>P2</sub>-CSR<sub>P0</sub> 位用于寻址通道设置寄存器 CSR 中的某一 Setup, 见表 1:

CSR <sub>P2</sub> -CSR <sub>P0</sub>	CSR	Setup
000	CSR#1	1
001	CSR#1	2
010	CSR#2	3
011	CSR#2	4
100	CSR#3	5
101	CSR#3	6
110	CSR#4	7
111	CSR#4	8

表 1. 命令字指针表

下面的例子列述了用户在转换或校准过程中可能遇到的各种情形。这些例子均假设 CSR 被编程为如下的物理通道顺序: 4, 1, 1, 2, 4, 3, 4, 4。

物理通道定义为与外部信号连接的实际输

入通道 (AIN1 到 AIN4)。

**例 1:** 利用 Setup1 完成单次转换, 命令字为 ‘10000000’。由于 CSRP2-CSRP0=000, 该命令通知转换器根据 Setup1 执行单次转换 (在本例中恰好为物理通道 4)。在收到该命令并译码后, 转换器将在物理通道 4 执行一次转换, 转换完成后 SDO=0, 指示转换结束。读出转换数据需 40 个 SCLK 周期。读出后, 串口返回到命令模式。

**例 2:** 利用 Setup3 完成连续转换, 命令字为 ‘11010000’, 由于 CSRP2-CSRP=010, 该命令通知转换器根据 Setup3 执行连续转换 (在本例中恰好为物理通道 1)。在收到该命令并译码后, 转换器将在物理通道 1 执行一次转换。转换完成后 SDO=0, 指示转换结束。此时有三种选择, 用户或者读取转换结果并保持在该模式, 或者读取转换结果并退出该模式, 或者忽略本次转换结果并等待下次数据更新时输出新的转换结果。

**例 3:** 利用 Setup4 来校准。命令字为 ‘10011001’, 由于 CSRP2-CSRP=011, 该命令通知转换器根据 Setup4 执行自偏移校准 (在本例中恰好为物理通道 2)。在收到该命令并译码后, 转换器将在物理通道 2 执行自偏移校准, 校准完成后 SDO=0, 指示校准结束。要执行其它校准, 必须发更多相应的校准命令。

注意: 进行转换时, CSR 寄存器可以不进行初始化。

此时不管是单次转换模式、还是连续转换模式或校准模式, 所有的 Setup 都指向其缺省设置 (也就是说, 此时转换可以执行, 但只能在物理通道 1 上进行)。如果要在两个不同的物理通道进行连续转换, 滤波器卷积运算会复位 (清空)。如果在同一个物理通道进行连续转换, 则转换滤波器不需复位。这样, 转换器就可以更快地达到满量程阶跃输入稳定。

## 2.6 转换输出编码

CS5531/33 输出 16 位的转换字, CS5532/34 输出 24 位转换字。要读转换字, 用户必须访问 32 位转换数据寄存器, 其输出 MSB 位在前。转换数据寄存器的最后一个字节含有数据监测标志, 通道指示位 CI 跟踪哪个物理通道正在进行转换, 溢出标志 OF 监测执行的转换是否有效, 详见“转换数据寄存器描述”部分。

CS5531/32/33/34 在单极模式下的输出数据为二进制码, 而在双极模式下为二进制补码, 详见“输出编码”一节。

### 2.6.1 转换数据寄存器描述

CS5531/33 (16 位)

D31(MSB)	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	
MSB	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	LSB	
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	OF	CI1	CI0

CS5532/34 (24 位)

D31(MSB)	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	
MSB	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
7	6	5	4	3	2	1	LSB	0	0	0	0	0	0	OF	CI1	CI0

转换数据位 [对 CS5531/33 为 31:16, 对 CS5532/34 为 31:8]

这些位用于描述最新的转换输出结果。

NU (未用) [对 CS5531/33 为 15:3, 对 CS5532/34 为 7:3]

这些位被屏蔽为逻辑 0。

OF (溢出标志位) [2]

0 无溢出时被清 0 (只读);



- 1 当正输入信号大于正的满量程范围，负输入信号小于 0（单极性模式）或小于负的满量程范围（双极性模式）时被置 1。

CI（通道指示位）[1:0]

这些位用于指示被转换的物理输入通道。

- 00 物理通道 1
- 01 物理通道 2
- 10 物理通道 3
- 11 物理通道 4

## 2.6.2 输出编码

CS5531/33 16-Bit 输出编码

单极性输入电压	二进制偏移	双极性输入电压	二进制补码
> (VFS - 1.5LSB)	FFFF	> (VFS - 1.5LSB)	7FFF
VFS - 1.5LSB	FFFF ---- FFFE	VFS - 1.5LSB	7FFF ---- 7FFE
VFS/2 - 0.5LSB	8000 ---- 7FFF	-0.5LSB	0000 ---- FFFF
+0.5LSB	0001 ---- 0000	-VFS + 0.5LSB	8001 ---- 8000
<(+0.5LSB)	0000	< (-VFS + 0.5LSB)	8000

CS5532/34 16-Bit 输出编码

单极性输入电压	二进制偏移	双极性输入电压	二进制补码
> (VFS - 1.5LSB)	FFFFFF	> (VFS - 1.5LSB)	7FFFFFFF
VFS - 1.5LSB	FFFFFF ----- FFFFFE	VFS - 1.5LSB	7FFFFFFF ----- 7FFFFE
VFS/2 - 0.5LSB	800000 ----- 7FFFFFFF	-0.5LSB	000000 ----- FFFFFFF
+0.5LSB	000001 ----- 000000	-VFS + 0.5LSB	800001 ----- 800000
<(+0.5LSB)	000000	< (-VFS + 0.5LSB)	800000

注释：表中的 VFS 等于地和满量程电压之间的电压值（对单极性增益范围），或等于正负满量程电压之间的电压值（对双极性增益范围）。

表 2. 16 位 CS5531/33 和 24 位 CS5532/34 输出编码

### 2.7 数字滤波器

如“通道设置寄存器描述”部分所述，CS5531/32/33/34 的线性相位数字滤波器可编程，以获得不同的输出字速率（OWR）。当输出字速率为 3840Hz（MCLK=4.9152MHz）时，转换器使用 Sinc<sup>5</sup> 滤波器，其它所有输出速率都使用 Sinc<sup>3</sup> 滤波器（见图 15）。

转换器的数字滤波器的拐角频率与 MCLK 成正比。例如，对 120Hz 的输出字速率，滤波器的典型拐角频率为 31Hz。当 MCLK 增加到 5.0MHz，OWR 增加 1.0175%，滤波器的拐角频率移到 31.54Hz。注意，转换器的时钟频率不得大于 5.0MHz 使用。

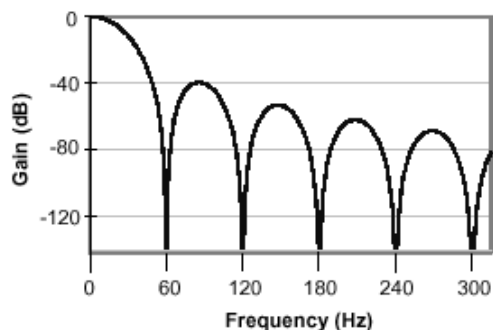


图 15. 数字滤波器响应特性（字速率=60Hz）

频率 (Hz)	槽口深度 (dB)	频率 (Hz)	最小衰减 (dB)
50(MCLK=4.096MHz)	TBD	TBD	TBD
60(MCLK=4.9152MHz)	TBD	TBD	TBD

表 3. 滤波器陷波衰减

### 2.8 时钟发生器

CS5531/32/33/34 有一片内反向放大器，

它与外部晶振（4.9152MHz）相连为芯片提供主时钟。也可以使用 1MHz~5MHz 的其它晶振，晶振的其中一引脚接 OSC1，另一引脚接 OSC2，为减小寄生电容，引线应尽量剪短。当使用片内振荡器时，OSC1、OSC2 两引脚不能直接驱动片外逻辑，此时 OSC2 引脚典型的电压峰-峰值为 1/2V<sub>PP</sub>。只有在加外部电路的情况下该信号才与外部逻辑兼容，如晶振输出用于驱动其它逻辑，则应使用 OSC2 输出引脚。

用户可在转换器的外部用 1MHz~5MHz 的 CMOS 兼容振荡器来驱动 OSC2 引脚，此时 OSC1 引脚应悬空。

### 2.9 电源配置

CS5531/32/33/34 采用单、双模拟供电和单数字供电，组合方案如下：

VA+=+5V; VA- = 0V; VD+=+3V~+5V

VA+=+2.5V; VA- = -2.5V; VD+=+3V~+5V

VA+=+3V; VA- = -3V; VD+=+3V

图 16 为 CS5532 在单+5V 供电时测量 2.5V 共模电压下的差分输入信号的情况；图 17 为 CS5532 在±2.5V 模拟电源和+3V~+5V 数字电源供电时测量参考地的双极性信号的情况；图 18 为 CS5532 在±3V 模拟电源和+3V 数字电源供电时测量参考地的双极性信号的情况。

图 19 是用转换器测量桥式传感器的另一种配置情况，电压 V1 可在 PGIA 设为 1X 增益时进行测量，因为输入放大器在此增益下可测量 ‘rail to rail’ 信号；同样，电压 V2 应在 2X 及以上增益条件下进行测量，因为 PGIA 在增益设置为 2X 或更高时可获得更好的噪声性能。

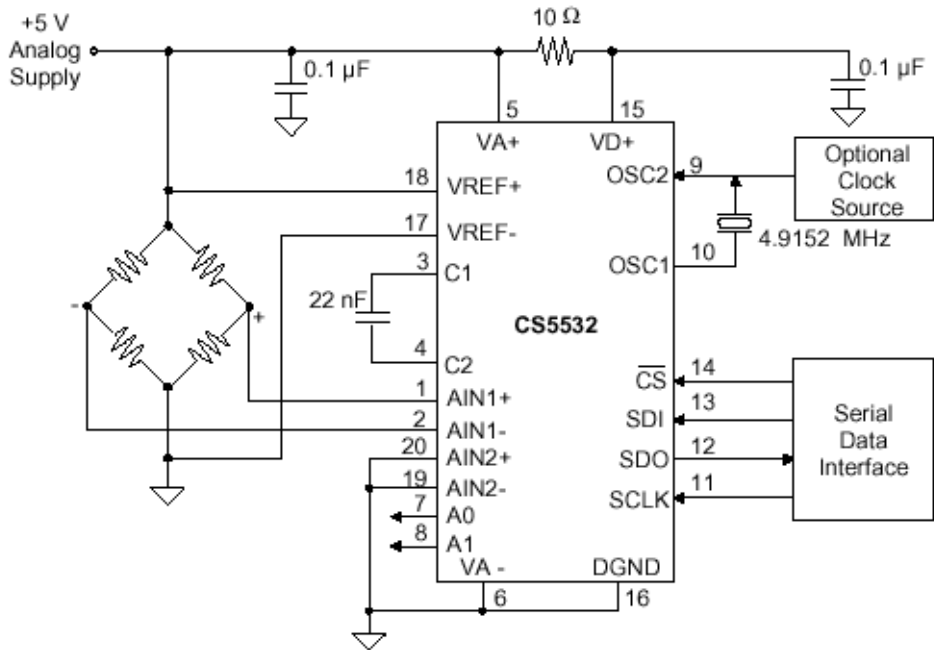


图 16. CS5532 单+5V 供电配置图

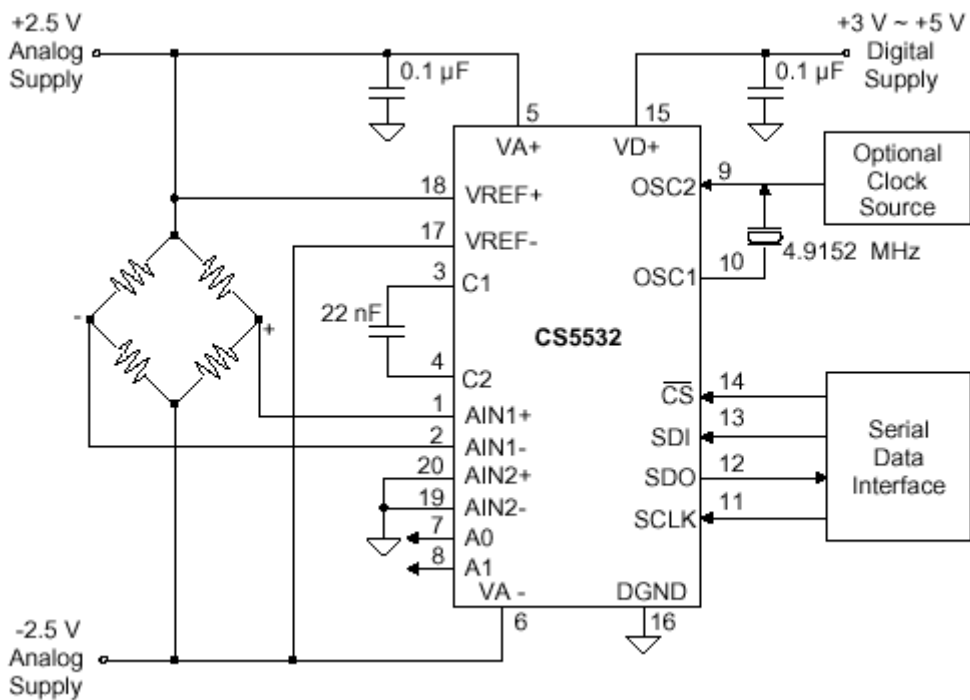


图 17. CS5532 ±2.5V 模拟供电配置图

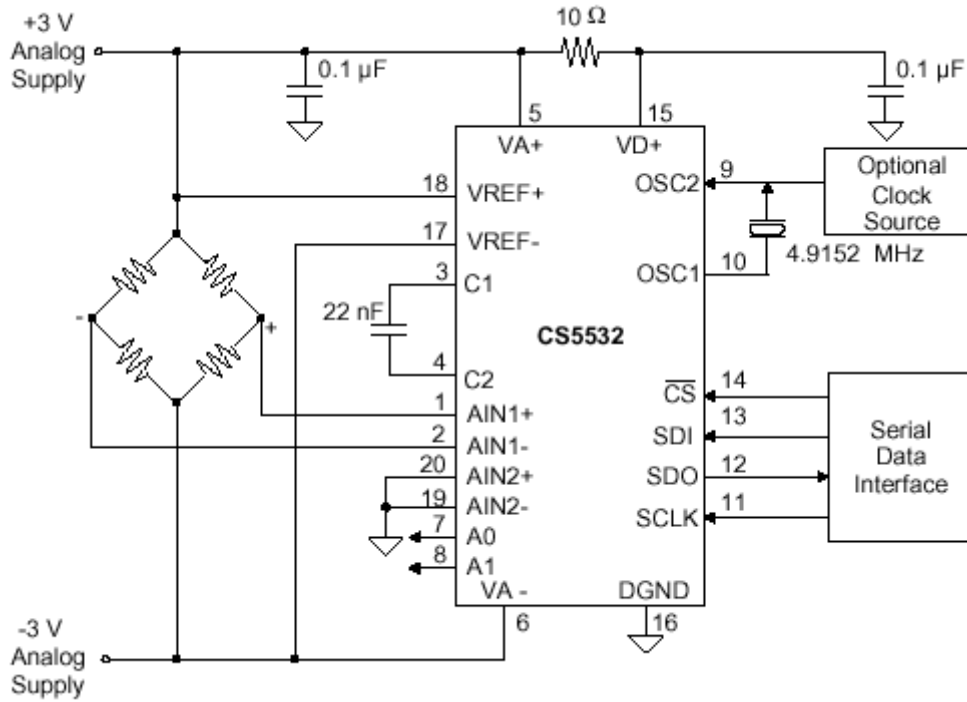


图 18. CS5532 ±3V 模拟供电配置图

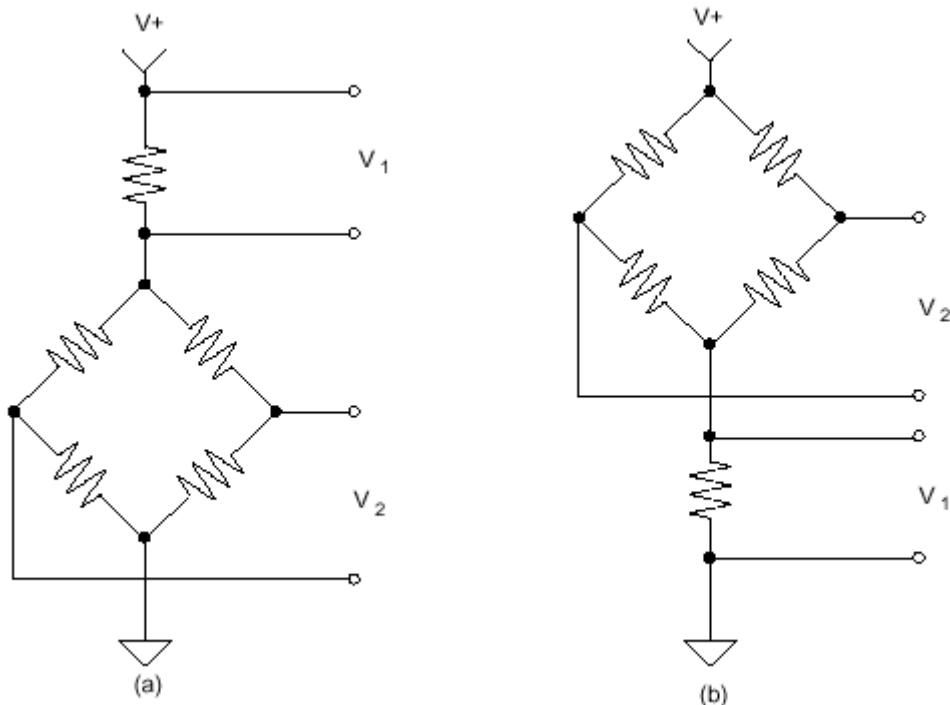


图 19. 带有串联电阻的桥路

## 2.10 准备开始

这部分有几个特点，从软件编程的角度来看，首先该干什么呢？首先，应从 4.9152MHz 或 4.096MHz 的晶振开始，它们在启动时有 20ms 的延迟，建议在启动处理器后延迟 20ms 再初始化 ADC 到确定状态。接下来，由于 CS5531/32/33/34 没有加电自动复位功能，所以必须人工复位，将其初始化为某一已知状态，这可以通过串口的初始化序列完成，发送 15 个 SYNC1 (0XFFH) 命令字节和一个 SYNC0 (0XFEH) 命令字节，使串口进入命令模式。当 ADC 进入某一模式(本例中为命令模式)后，必须进行系统复位以初始化内部逻辑，这通过设置配置寄存器的 RS 位来完成。系统复位完成后，RS 归 0，所有的片内逻辑都被初始化为确定的状态，ADC 返回到命令模式等待执行下一个有效的命令。下一步为初始化电压参考模式，根据参考电压 VREF+和 VREF-之间的电压大小设置配置寄存器的 VRS 位。

然后，初始化通道设置寄存器 (CSR) 以决定如何执行校准和转换，当 CSR 被初始化后，在校准转换器时，用户有三种校准选择：

- 1) 不校准，使用缺省设置；
- 2) 执行系统校准或自校准；
- 3) 上载先前保存的校准结果到偏移和增益寄存器。

在校准结束后，系统即可进行转换。

## 2.11 PCB 布线

CS5531/32/33/34 应全部置于模拟地平面之上，同时应使模拟地平面和数字地平面的分割线放置在紧邻芯片的数字部分的地方。

注意：CDB5531/32/33/34 的数据手册及“AN18”中有更多关于布板的建议。



### 3. 引脚描述

差分模拟输入	AIN1+	1	20	AIN2+	差分模拟输入
差分模拟输入	AIN1-	2	19	AIN2-	差分模拟输入
放大器电容引脚	C1	3	18	VREF+	参考电压输入
放大器电容引脚	C2	4	17	VREF-	参考电压输入
正模拟电源	VA+	5	16	DGND	数字地
负模拟电源	VA-	6	15	VD+	正数字电源
逻辑输出（模拟）/保护	A0	7	14	$\overline{CS}$	片选
逻辑输出（模拟）	A1	8	13	SDI	串行数据输入
主时钟	OSC2	9	12	SDO	串行数据输出
主时钟	OSC1	10	11	SCLK	串行时钟输入

差分模拟输入	AIN1+	1	24	AIN2+	差分模拟输入
差分模拟输入	AIN1-	2	23	AIN2-	差分模拟输入
差分模拟输入	AIN4+	3	22	AIN3+	差分模拟输入
差分模拟输入	AIN4-	4	21	AIN3-	差分模拟输入
放大器电容引脚	C1	5	20	VREF+	参考电压输入
放大器电容引脚	C2	6	19	VREF-	参考电压输入
正模拟电源	VA+	7	18	DGND	数字地
负模拟电源	VA-	8	17	VD+	正数字电源
逻辑输出（模拟）/保护	A0	9	16	$\overline{CS}$	片选
逻辑输出（模拟）	A1	10	15	SDI	串行数据输入
主时钟	OSC2	11	14	SDO	串行数据输出
主时钟	OSC1	12	13	SCLK	串行时钟输入

### 时钟发生器

#### OSC1; OSC2 - 主时钟

芯片内部的反向放大器与这些引脚连接可为芯片提供主时钟，同时，外部（CMOS 兼容）时钟与 OSC2 连接也可为芯片提供主时钟。

### 控制和串行输入/输出引脚

#### $\overline{CS}$ - 片选

当低电平有效时，串口识别 SCLK，置高时，SDO 引脚为输出高阻态。 $\overline{CS}$  应在 SCLK=0 时，改变状态。

#### SDI - 串行数据输入

SDI 是串行口的输入引脚，数据以与 SCLK 同步的速率输入。

#### SDO - 串口数据输出

SDO 是串行口的输出引脚，当  $\overline{CS}$  为 1 时，SDO 为输出高阻态。

#### SCLK - 串口时钟输入

该引脚的时钟信号决定了 SDI/SDO 引脚的数据传输速率，由于内部的斯密特触发器，该引脚允许缓慢变化的时钟输入，只有当  $\overline{CS}$ =0 时，SCLK 才能被串口识别。

#### A0 - 逻辑输出（模拟）/保护，A1-逻辑输出（模拟）

A0-A1 的逻辑状态模拟通道设置寄存器的 D21/D5-D20/D4 位，其中逻辑输出 0=VA-，逻辑输出 1=VA+，通过设置配置寄存器的 GB 位，A0 可作为保护位从仪表放大器驱动外部电路。

**测量和参考输入**

**AIN1+, AIN1-, AIN2+, AIN2-, AIN3+, AIN3-, AIN4+, AIN4-** - 差分模拟输入

CS5531 的差分输入引脚。

**VREF+, VREF-** - 电压参考输入

完全差分输入，为片内调制器建立参考电压。

**C1, C2** - 放大器输入电容

与仪表放大器的电容相连。

**电源连接**

**VA+** - 正模拟电源

提供模拟正电源

**VD+** - 正数字电源

提供数字正电源（标称值为+3.0V 或+5V）

**VA-** - 负模拟电源

提供模拟负电源

**DGND** - 数字地

数字接地

#### 4. 术语解释

##### 线性误差

一个码相对于连接模数转换器传递函数的两个端点之间直线的偏差。一个端点位于第一个码变迁以下的  $1/2\text{LSB}$  处，另一个端点位于码变迁到全 ‘1’ 之外的  $1/2\text{LSB}$  处，单位是满量程的百分比。

##### 微分线性失真

实际码宽与理想码宽的偏差，单位是 LSBs。

##### 满量程误差

最后一个码变迁与理想值 $[(V_{REF+})-(V_{REF-})-3/2\text{LSB}]$ 之间的偏差，单位是 LSBs。

##### 单极性偏移

单极性模式时 ( $U/\bar{B}$  位=1)，第一个码变迁与理想值 ( $A_{IN-}$  引脚上超过  $1/2\text{LSB}$  的电压) 的偏差。单位是 LSBs。

##### 双极性偏移

双极性模式时 ( $U/\bar{B}$  位=0)，中间量程 ( $111\dots111\sim 000\dots000$ ) 与理想值 (低于  $A_{IN-}$  引脚电压  $1/2\text{LSB}$ ) 的偏差，单位是 LSBs。

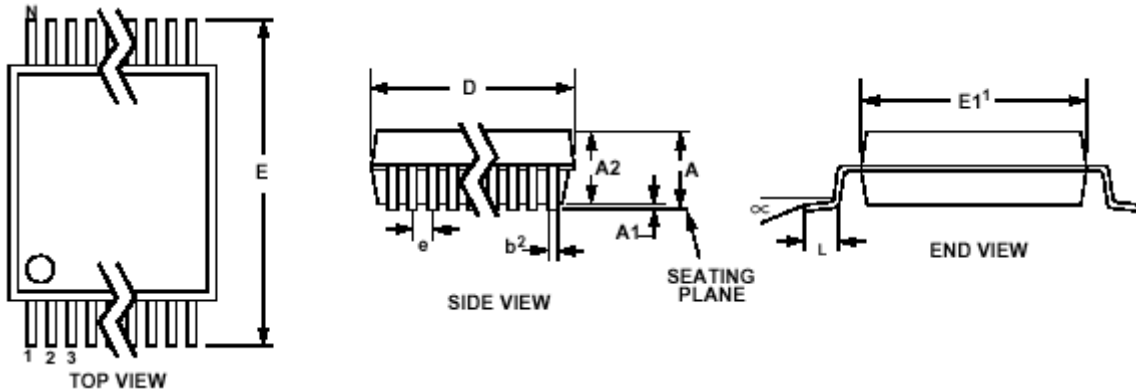
#### 5. 订货指南

型号	位数	通道数	线性误差 (最大值)	温度范围	封装
CS5531-AS	16	2	$\pm 0.003\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	20 引脚 0.2" 塑料 SSOP
CS5533-AS	16	4	$\pm 0.003\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	24 引脚 0.2" 塑料 SSOP
CS5532-AS	24	2	$\pm 0.003\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	20 引脚 0.2" 塑料 SSOP
CS5532-BS	24	2	$\pm 0.0015\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	20 引脚 0.2" 塑料 SSOP
CS5534-AS	24	4	$\pm 0.003\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	24 引脚 0.2" 塑料 SSOP
CS5534-BS	24	4	$\pm 0.0015\%$	$-40^{\circ}\text{C}\sim +85^{\circ}\text{C}$	24 引脚 0.2" 塑料 SSOP



6. 封装图

20 引脚 SSOP 封装图



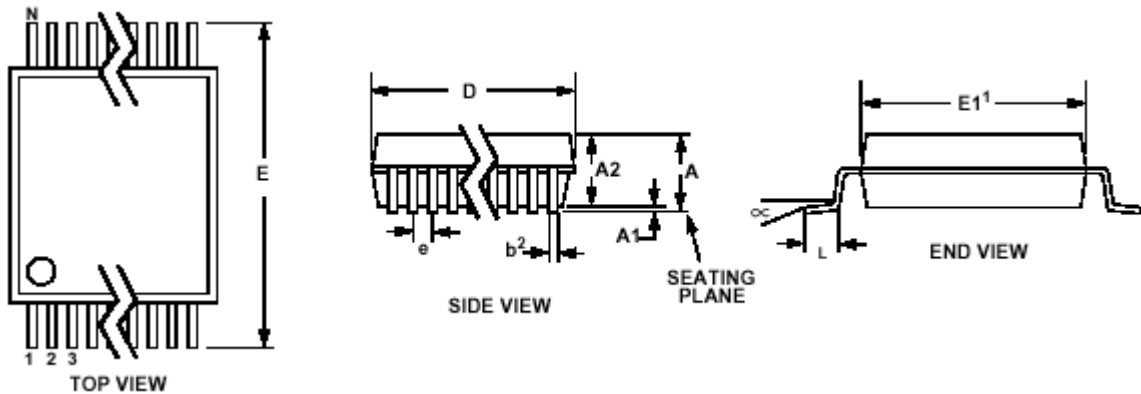
尺寸	英寸		毫米		注释
	最小值	最大值	最小值	最大值	
A	--	0.084	--	2.13	
A1	0.002	0.010	0.05	0.25	
A2	0.064	0.074	1.62	1.88	
b	0.009	0.015	0.22	0.38	2, 3
D	0.272	0.295	6.90	7.50	1
E	0.291	0.323	7.40	8.20	
E1	0.197	0.220	5.00	5.60	1
e	0.024	0.027	0.61	0.69	
L	0.025	0.040	0.63	1.03	
∞	0°	8°	0°	8°	

注释：1. “D” 和 “E1” 是参考数据，不包括焊点或突出，但包括不符合的焊接，并且是在分界线测量的，每边的焊点或突出不超过 0.20mm。

2. 尺寸“b”不包括 DAMBAR 突出/凹入部分。在最大材料条件下，DAMBAR 突出总共允许超过尺寸“b”0.13mm，在最小材料条件下，DAMBAR 凹入部分总共少于尺寸“b”不得超过 0.07mm，

3. 这些尺寸适用于从导线头 0.1~0.25mm 间的导线的扁平部分。

24 引脚 SSOP 封装图



尺寸	英寸		毫米		注释
	最小值	最大值	最小值	最大值	
A	--	0.084	--	2.13	
A1	0.002	0.010	0.05	0.25	
A2	0.064	0.074	1.62	1.88	
b	0.009	0.015	0.22	0.38	2, 3
D	0.311	0.335	7.90	8.50	1
E	0.291	0.323	7.40	8.20	
E1	0.197	0.220	5.00	5.60	1
e	0.024	0.027	0.61	0.69	
L	0.025	0.040	0.63	1.03	
∞	0°	8°	0°	8°	

- 注释：1. “D”和“E1”是参考数据，不包括焊点或突出，但包括不符合的焊接，并且是在分界线测量的，每边的焊点或突出不超过 0.20mm。
2. 尺寸“b”不包括 DAMBAR 突出/凹入部分。在最大材料条件下，DAMBAR 突出总共允许超过尺寸“b”0.13mm，在最小材料条件下，DAMBAR 凹入部分总共少于尺寸“b”不得超过 0.07mm，
3. 这些尺寸适用于从导线头 0.1~0.25mm 间的导线的扁平部分。

**SMART  
Analog™**