



---

## CS1231用户手册

Rev 1.5

通讯地址：深圳市福田区新闻路景园大厦A1002-1003室  
邮政编码：518029  
公司电话：+(86 755)83068461  
传 真：+(86 755)83065035  
公司网站：www.sictech.com.cn

## 历史修改记录

时间	记录	版本号
2011-08-25	初版本	1.0
2011-09-20	更改时钟说明	1.1
2011-11-30	更改封装资料	1.2
2012-05-20	更改电气特性表	1.3
2012-07-09	修改读取 AD值的时序：第 25个 SCLK将 DRDY拉高	1.4
2012-12-19	更换新 LOGO	1.5

## 目 录

历史修改记录 .....	2
目录 .....	3
<b>1 芯片功能说明.....</b>	<b>5</b>
1.1 芯片主要功能特性.....	5
1.2 芯片应用场合.....	5
1.3 芯片基本结构功能描述.....	6
1.4 芯片最大极限值.....	7
1.5 数字逻辑特性.....	8
1.6 电气特性.....	9
1.7 噪声性能.....	11
1.8 芯片引脚.....	12
<b>2 芯片功能模块描述.....</b>	<b>13</b>
2.1 模拟输入前端.....	13
2.2 低噪声 PGA放大器.....	14
2.3 时钟信号源.....	15
2.4 复位和断电(POR & power down) .....	15
2.5 SPI串口通信.....	16
2.5.1 建立时间.....	16
2.5.2 输出速率.....	17
2.5.3 数据格式.....	17
2.5.4 数据准备/数据输入输出( <i>DRDY</i> / <i>DOUT</i> ) .....	17
2.5.5 串行时钟输入(SCLK).....	17
2.5.6 数据接收.....	18
2.5.7 Standby模式.....	19
2.5.8 上电顺序.....	19
2.5.9 Power down模式.....	20
<b>3 芯片封装.....</b>	<b>21</b>
3.1 采用 TSSOP-16封装形式.....	21
3.2 采用 SOP-16封装形式 .....	21

## 图目录

图 1	CS1231原理框图.....	6
图 2	CS1231芯片引脚图.....	12
图 3	模拟输入结构图.....	13
图 4	PGA结构图.....	14
图 5	CS1231时钟信号.....	15
图 6	CS1231在连续转换模式的建立时间 .....	16
图 7	CS1231读取数据时序图.....	18
图 8	CS1231读取数据时序且将 <i>DRDY</i> / <i>DOUT</i> 拉高时序.....	18
图 9	Standby模式时序图.....	19
图 10	CS1231上电顺序图.....	19
图 11	Power Down模式时序图.....	20
图 12	芯片 TSSOP-16封装尺寸信息.....	21
图 13	芯片 SOP-16封装尺寸信息 .....	21

## 表目录

表 1	CS1231极限值.....	7
表 2	CS1231数字逻辑特性.....	8
表 3	CS1231电气特性 (AVDD = DVDD = 5V) .....	9
表 4	CS1231电气特性 (AVDD = DVDD = 3V) .....	10
表 5	噪声性能表.....	11
表 6	PIN脚说明 .....	12
表 7	输出速率设置.....	17
表 8	理想输出码和输入信号(1).....	17
表 9	读取数据时序表.....	18
表 10	Standby模式时序表.....	19
表 11	Power Down模式时序表.....	20

## 1 芯片功能说明

### 1.1 芯片主要功能特性

- ✓ 集成低噪声 PGA，放大倍数可选 64，128
- ✓ 集成 1通道 24位无失码的差分输入 ADC，PGA=128时 ENOB为 20.3位
- ✓ P-P噪声：10Hz：183nV；80Hz：421nV
- ✓ 集成 RC振荡器（ $\pm 8\%$ ），可外接时钟输入
- ✓ 输出速率 10Hz/80Hz可选
- ✓ 集成 2线 SPI通讯接口
- ✓ INL小于 0.001%

### 1.2 芯片应用场合

- ✓ 工业过程控制
- ✓ 电子秤
- ✓ 液体/气体化学分析
- ✓ 血液计
- ✓ 智能变换器
- ✓ 便携式设备

### 1.3 芯片基本结构功能描述

CS1231是一款高精度、低功耗 Sigma-Delta模数转换芯片，内置 1路 Sigma-Delta ADC。ADC采用三阶 Sigma-Delta调制器，通过低噪声仪用放大器结构实现 PGA放大，放大倍数可选 64, 128。在 PGA=128时，有效分辨率可达 20.3位。CS1231输出速率 10Hz/80Hz可选。CS1231内置 RC振荡器，可以通过引脚 CKIN直接输入时钟。CS1231具有 Standby、Power down等更低功耗模式。

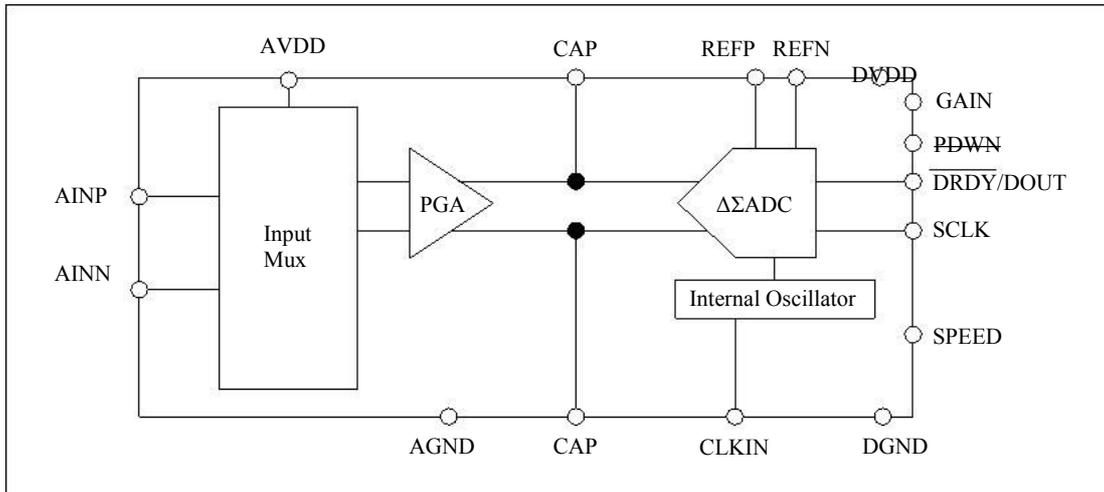


图1 CS1231原理框图

## 1.4 芯片最大极限值

表1 CS1231极限值

名称	符号	最小	最大	单位
模拟电源电压	AVDD	-0.3	6	V
数字电源电压	DVDD	-0.3	6	V
数字地与模拟地之间压差		-0.3	0.3	V
电源瞬间电流			100	mA
电源恒定电流			10	mA
数字管脚输入电压		-0.3	DVDD+0.3	V
模拟管脚输入电压		-0.3	AVDD+0.3	V
节温			150	°C
工作温度		-40	105	°C
储存温度		-60	150	°C
芯片管脚焊接温度			240	°C

## 1.5 数字逻辑特性

表2 CS1231数字逻辑特性

参数	最小	典型	最大	单位	条件说明
V <sub>IH</sub>	0.7×DVDD		DVDD+0.1	V	
V <sub>IL</sub>	DGND		0.3×DVDD	V	
V <sub>IH</sub> ( PWDN)	0.8×DVDD		DVDD+0.1	V	
V <sub>IL</sub> ( PWDN)	DGND		0.2×DVDD	V	
V <sub>OH</sub>	DVDD-0.4		DVDD	V	I <sub>oh</sub> =1mA
V <sub>OL</sub>	DGND		0.2×DVDD	V	I <sub>oL</sub> =1mA
I <sub>IH</sub>			10	uA	V <sub>I</sub> =DVDD
I <sub>IL</sub>	-10			uA	V <sub>I</sub> =DGND
外置时钟工作频率范围 <sup>(1)</sup>	0.2	4.9152	8	MHz	
串口时钟工作频率范围 <sup>(2)</sup>			2	MHz	

(1) 芯片工作时钟频率

(2) 串口通信时钟SCLK的频率

## 1.6 电气特性

所有的参数测试在环境温度-20~85°C, AVDD = DVDD = 5V, REFP = 5V, REFN = 0V的条件下测试, 除非有其它注明。

表3 CS1231电气特性 (AVDD = DVDD = 5V)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入					
满幅输入电压 (AINP-AIN)			$\pm 0.5V_{REF}/PGA$		V
共模输入电压	PGA=64, 128	AGND+1.5		AVDD-1.5	V
共模电压抑制比			125		dB
差分输入阻抗	PGA=64、128		>1		G $\Omega$
系统性能					
分辨率	无失码		24		Bits
AD速率	时钟为4.9152MHz		10	80	Hz
建立时间	全建立		4		转换周期
P-P噪声	PGA=128, DR=10Hz		183		nv
积分线性度	PGA=128		$\pm 6$		ppm
失调误差	PGA=128		-1		$\mu$ V
失调误差漂移	PGA=128		25		nv/ $^{\circ}$ C
增益误差	PGA=128		$\pm 0.1$		%
增益误差漂移	PGA=128		6		ppm/ $^{\circ}$ C
参考电压输入					
负参考电压输入	REFN	AGND-0.1		AGND+0.6	V
正参考电压输入	REFP	REFN +2.5		AVDD+0.1	V
REFP-REFN		2.5	AVDD	AVDD+0.1	V
参考电压抑制比			54		dB
电源					
模拟电源电压	AVDD	2.8	5	5.5	V
数字电源电压	DVDD	2.8	5	5.5	V
电源电压抑制比	PGA=64、128		110		dB
模拟部分电流	普通模式	PGA=64、128	3		mA
	Standby mode		6		$\mu$ A
	Power down		0.1		$\mu$ A
数字部分电流	normal mode		400		$\mu$ A
	Standby mode		150		$\mu$ A
	Power down		1.5		$\mu$ A
时钟					
内部振荡器频率		4.6	5	5.4	MHz
内置时钟温漂			250		ppm/ $^{\circ}$ C
外部时钟频率		0.2	4.9152	8	MHz

所有的参数测试在环境温度-20~85℃,AVDD = DVDD = 3V,REFP = 3V,REFN = 0V的条件下测试,除非有其它注明。

表4 CS1231电气特性 (AVDD = DVDD = 3V)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入					
满幅输入电压 (AINP-AIN)			0.5VREF/PGA		V
共模输入电压	PGA=64, 128	AGND+1.5		AVDD-1.5	V
共模电压抑制比			125		dB
差分输入阻抗	PGA=64、128		>1		MΩ
系统性能					
分辨率	无失码		24		Bits
AD速率	时钟为4.9152MHz		10	80	Hz
建立时间	全建立		4		转换周期
P-P噪声	PGA=128, DR=10Hz		156		nv
积分线性度	PGA=128		±6		ppm
失调误差	PGA=128		-1		uV
失调误差漂移	PGA=128		25		nv/°C
增益误差	PGA=128		±0.1		%
增益误差漂移	PGA=128		6		ppm/°C
参考电压输入					
负参考电压输入	REFN	AGND-0.1		AGND+0.6	V
正参考电压输入	REFP	REFN +1.5		AVDD+0.1	V
REFP-REFN		1.5	AVDD	AVDD+0.1	V
参考电压抑制比			54		dB
电源					
模拟电源电压	AVDD	2.8	5	5.5	V
数字电源电压	DVDD	2.8	5	5.5	V
电源电压抑制比	PGA=64、128		110		dB
模拟部分电流	普通模式	PGA=64、128		2.7	mA
	Standby mode			3	uA
	Power down			0.1	uA
数字部分电流	normal mode			360	uA
	Standby mode			100	uA
	Power down			1.5	uA
时钟					
内部振荡器频率		4.4	5	5.6	MHz
内置时钟温漂			250		ppm/°C
外部时钟频率		0.2	4.9152	8	MHz

## 1.7 噪声性能

表5噪声性能表

条件	速度	增益	RMS噪声	P-P噪	ENOB(RMS)	NOISE-FREE BITS
AVDD=5V VREF=5V	10Hz	64	32nV	242nV	21.2	18.3
		128	30nV	183nV	20.3	17.7
	80Hz	64	105nV	484nV	19.5	17.3
		128	80nV	421nV	18.9	16.5
AVDD=3V VREF=3V	10Hz	64	32nV	192nV	20.5	17.9
		128	28nV	156nV	19.7	17.2
	80Hz	64	63nV	383nV	19.5	16.9
		128	73nV	358nV	18.3	16

## 1.8 芯片引脚

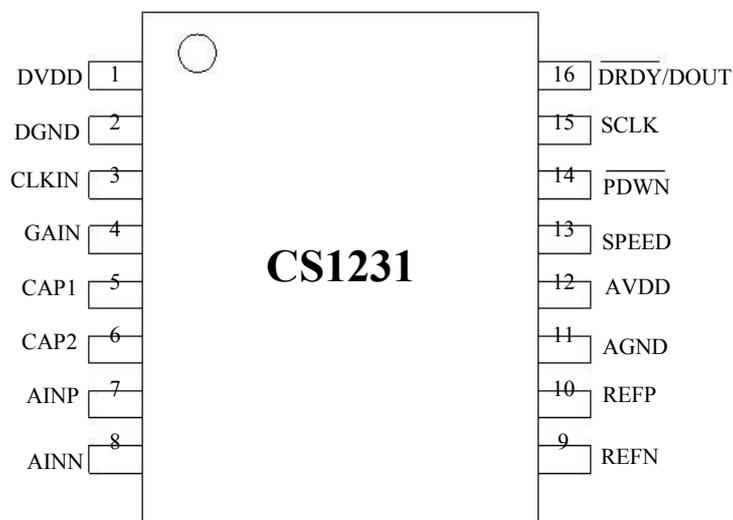


图2 CS1231芯片引脚图

表6 PIN脚说明

序号	引脚名称	输入/输出	说明
1	DVDD	P	数字电源
2	DGND	P	数字地
3	CLKIN	DI	外部时钟输入
4	GAIN	AI	增益选择: GAIN=0, PGA=64; GAIN=1, PGA=128
5	CAP1	AI	PGA放大器输出, CAP1、CAP2之间外接 0.1uF电容
6	CAP2	AI	
7	AINP	AI	通道正输入
8	AINN	AI	通道负输入
9	REFN	AI	参考电压负输入端
10	REFP	AI	参考电压正输入端
11	AGND	P	模拟地
12	AVDD	P	模拟电源
13	SPEED	DI	输出速率选择; SPEED=0, 10Hz; SPEED=1, 80Hz
14	<i>PWDN</i>	DI	Power down控制端口(低电平有效)
15	SCLK	DI	SPI时钟端口
16	<i>DRDY / DOUT</i>	DO	SPI数据输入/输出端口

## 2 芯片功能模块描述

### 2.1 模拟输入前端

CS1231中有 1路差分输入 ADC，差分输入信号从引脚 AINP、AINN输入到 ADC。其基本结构如下图所示：

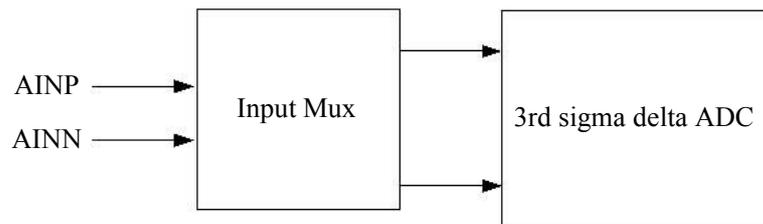


图3模拟输入结构图

## 2.2 低噪声 PGA放大器

CS1231集成低噪声，低漂移 PGA放大器与桥式传感器差分输出连接，其内部基本结构如图4所示，前置抗EMI滤波器电路  $R=450\Omega$ ， $C=18\text{pF}$ 实现 20M高频滤波。低噪声 PGA放大器通过  $Rf1$ ， $R1$ ， $Rf2$ 实现 64倍放大，与后级电路组成 64和 128的 PGA放大。通过对引脚 GAIN的控制来选择 64倍，128倍等不同的增益倍数。在 CAP端口处接一个外置  $0.1\mu\text{F}$ 电容，与内置  $2\text{K}$ 欧电阻  $R_{int}$ 组成一个低通滤波电路，用于低噪声 PGA放大器输出信号的高频滤波，同时该低通滤波器也可以作为 ADC的抗混叠滤波器。

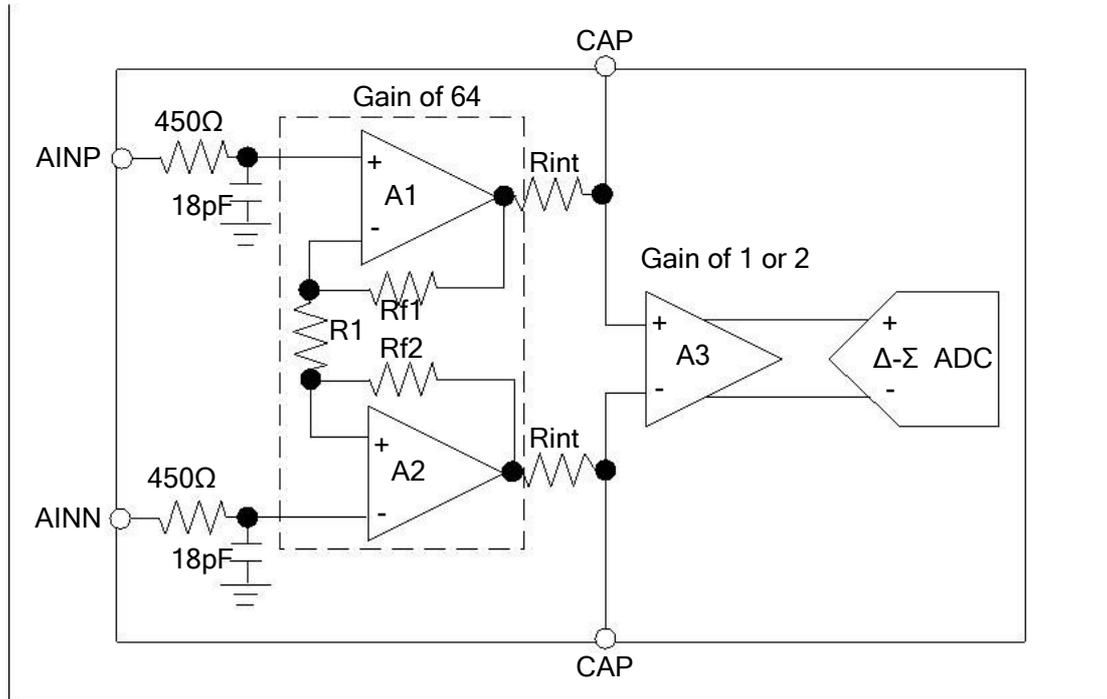


图4 PGA结构图

### 2.3 时钟信号源

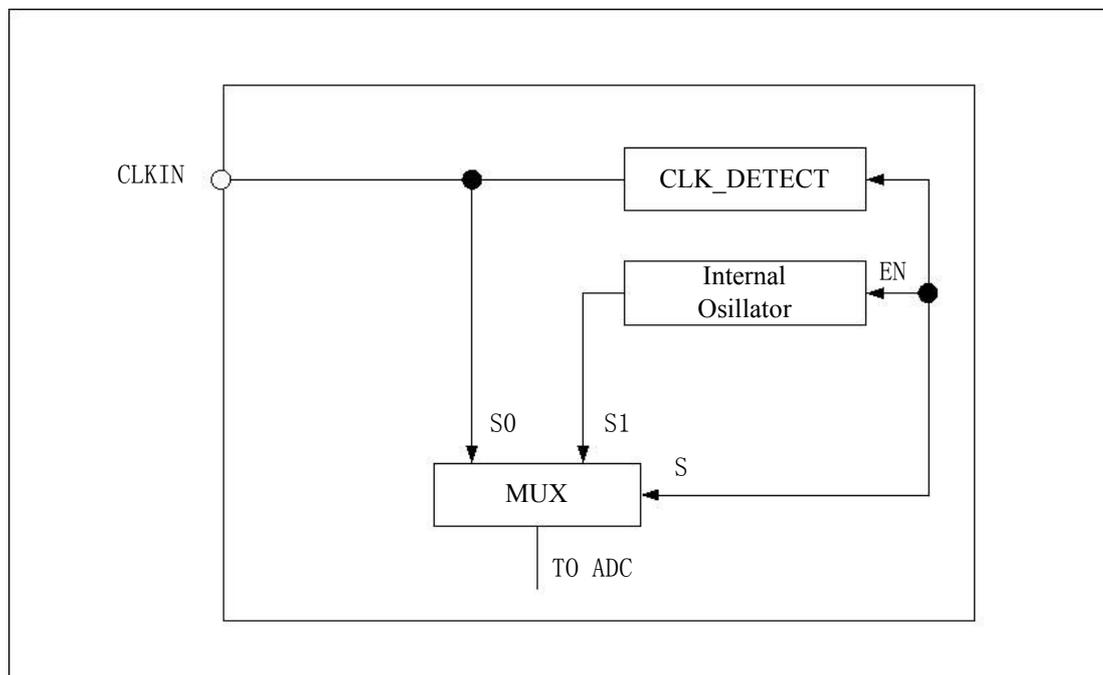


图5 CS1231时钟信号

CS1231可以使用外部输入时钟或内置振荡电路来提供系统所需要的时钟频率，图 5为 CS1231时钟系统的基本结构图，CLK\_DETECT用来检测是否存在外置时钟以确定关闭或打开内置振荡电路，当 CLKIN的频率超过 200kHz时，CLK\_DETECT的输出置低以关闭内置振荡电路，当 CLKIN的频率小于 200kHz时，CLK\_DETECT的输出置高以打开内置振荡电路，使用内置振荡电路建议将 CLKIN置低。

### 2.4 复位和断电(POR & power down)

当芯片上电时，内置上电复位电路会使芯片自动复位。将引脚 **PDWN**端口拉低，可以使整个系统进入 Power down状态，此时功耗低于 1.6uA，正常使用时将 **PDWN**拉高。

## 2.5 SPI串口通信

CS1231采用 2线 SPI串口通信,通过 SCLK和  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 可以实现数据的接收。CS1231可以持续的转换模拟输入信号,当将  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 拉低后,表明数据已经准备好,输入的的第一个 SCLK就可以将 24位 AD值的最高位读出,在 24个 SCLK后,将所有的 24位  $\overline{DOUT}$ 数据读出,之后  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 会保持着最后一位的数据,直到下一个数据准备好之前拉高,此后当  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 被再次拉低,表示新的数据已经转换完成,可进行下一个数据读取。在接收完成一组数据后,应当保持 SCLK的电平为低,防止 SCLK高电平时间过长,使 CS1231误入 Standby模式。每次数据读取可以不需要读完 24bit数据,是否全部读完 24bit数据对下次模数转换没有影响。

### 2.5.1 建立时间

CS1231在连续转换过程中,若外部差分输入信号发生突然变化,需要建立时间。突变的信号需要 4个转换周期进行建立,第 5个转换周期得到最终的 AD值。图 7描述突变信号建立的过程。若在建立的过程中,信号再发生突变,则忽略之前的建立,需要新的 4个转换周期进行建立,之后紧接着的第 5个转换周期得到最终的 AD值。

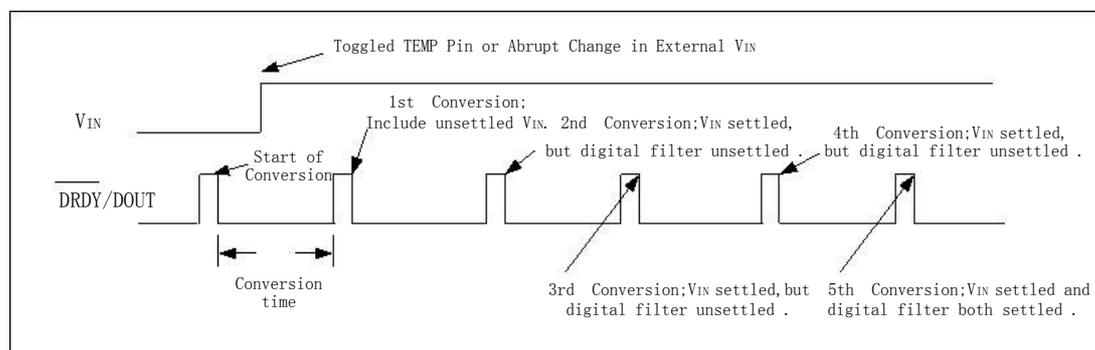


图6 CS1231在连续转换模式的建立时间

### 2.5.2 输出速率

CS1231的输出速率可以通过 SPEED引脚设置。当 SPEED为低电平时，输出速率为 10 Hz，此时输出速率拥有最小的噪声，并对 50Hz/60Hz噪声有很好的抑制作用；当 SPEED为高电平时，输出速率为 80Hz。

表7输出速率设置

SPEED引脚	输出速率	
	时钟为 4.9152MHz	其他外部时钟
0	10Hz	f <sub>CLK</sub> /491,520
1	80Hz	f <sub>CLK</sub> /61,440

### 2.5.3 数据格式

CS1231输出的数据为 24位的 2进制补码，最高位（MSB）最先输出。最小有效位（LSB）为 $(0.5V_{REF}/Gain)/(2^{23}-1)$ 。正值满幅输出码为 7FFFFFFH，负值满幅输出码为 800000H。下表为不同模拟输入信号对应的理想输出码。

表8理想输出码和输入信号<sup>(1)</sup>

输入信号 $V_{IN}$ (AINP-AINN)	理想输出
$\geq +0.5V_{REF}/Gain$	7FFFFFFH
$(+0.5V_{REF}/Gain)/(2^{23}-1)$	000001H
0	000000H
$(-0.5V_{REF}/Gain)/(2^{23}-1)$	FFFFFFFH
$\leq -0.5V_{REF}/Gain$	800000H

(1) 不考虑噪声，INL，失调误差和增益误差的影响

### 2.5.4 数据准备/数据输入输出(DRDY / DOUT )

**DRDY / DOUT**引脚有 2个用途。第一，当输出为低时，表示新的数据已经转换完成；第二，作为数据输出引脚，当数据准备好后，在第 1个 SCLK的上升沿后，**DRDY / DOUT**输出转换数据的最高位（MSB）。在每一个 SCLK的上升沿，数据会自动移 1位。在 24个 SCLK后，将所有的 24位 DOUT数据读出，之后 **DRDY / DOUT**会保持着最后一位的数据，直到下一个数据准备好之前拉高，此后当 **DRDY / DOUT**被再次拉低，表示新的数据已经转换完成，可进行下一个数据读取。

### 2.5.5 串行时钟输入(SCLK)

串行时钟输入是一个数字引脚。这个信号应保证是一个干净的信号，毛刺或慢速的上升沿都会可能导致读取错误数据或误入错误状态。因此，应保证 SCLK的上升和下降时间都小于 50ns。

## 2.5.6 数据接收

CS1231可以持续的转换模拟输入信号，当将  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 拉低后，表明数据已经准备好接受，输入的的第一个 SCLK来就可以将输出的最高位读出，在 24个 SCLK后，将所有的 24位  $\overline{DOUT}$ 数据读出，之后  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 会保持着最后一位的数据，直到其被拉高，通过第 25个 SCLK可以将  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 拉高，此后当  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 被再次拉低，表示新的数据已经准备好接受，进行下一个数据的转换。其基本时序如图所示：

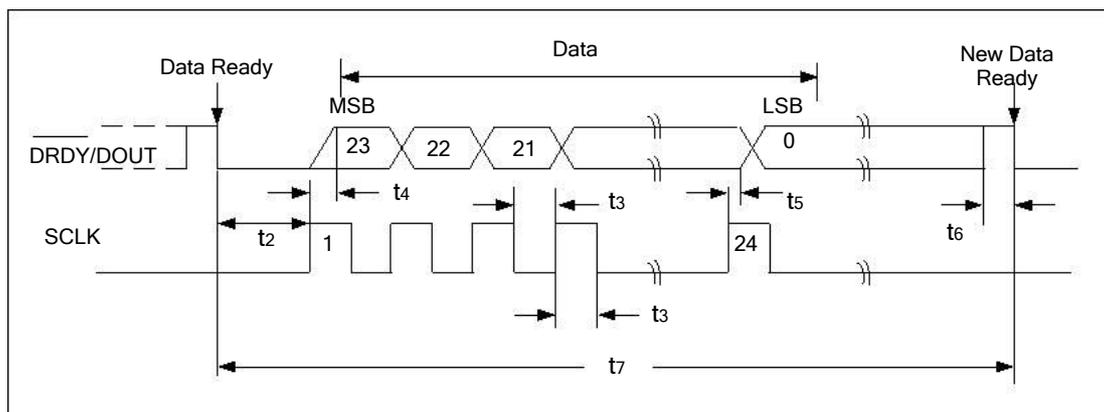


图7 CS1231读取数据时序图

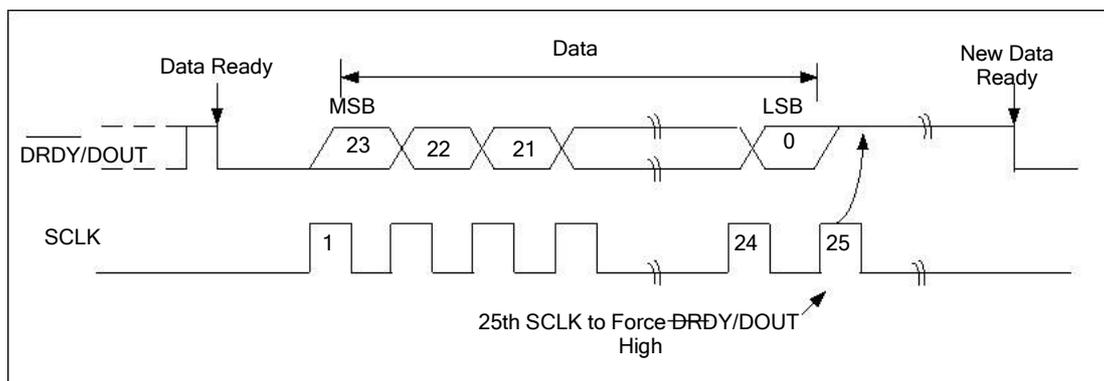
图8 CS1231读取数据时序且将  $\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 拉高时序

表9读取数据时序表

SYMBOL	DESCRIPTION	MIN	TYP	MAX	UNITS
t2	$\overline{DRDY} / \overline{DOUT}$ 变低后到第一个SCLK上升沿	0			ns
t3	SCLK高电平或低电平脉宽	250			ns
t4	SCLK上升沿到新数据位有效(传输延迟)			200	ns
t5	SCLK上升沿到旧数据位有效(保持时间)	0			ns
t6	数据更新，不允许读之前的数据	39			us
t7	转换时间 (1/data rate)	SPEED = 1	12.5		ms
		SPEED = 0	100		ms

### 2.5.7 Standby模式

Standby模式通过关闭大部分电路来减小功耗。在 standby模式中，整个模拟电路关闭，只有时钟电路工作。进入 standby模式的方式是，**DRDY / DOUT**变低后（数据准备好），一直保持 SCLK高电平即可进入 standby模式。进入 standby模式的方式是在任何读取数据过程中。当 SCLK保持高电平满足  $t_{10}$ ，Standby模式将会激活。进入 standby模式，**DRDY / DOUT**会保持高电平。在 standby模式，SCLK必须一直保持为高电平。当 SCLK变低电平时，芯片退出 standby模式开始新的数据转换。

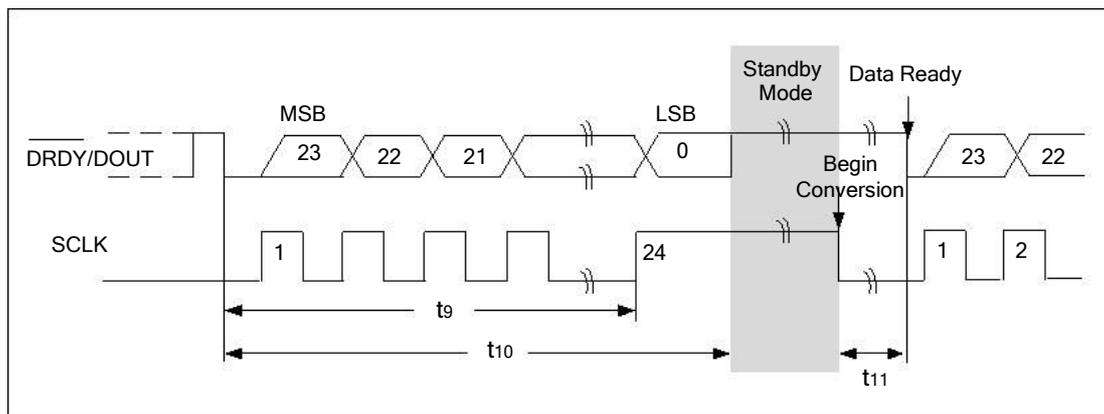


图9 Standby模式时序图

表10 Standby模式时序表

参数	描述		最小值	典型值	最大值
$t_{9(1)}$	在 <b>DRDY / DOUT</b> 变低后，SCLK拉高进入 standby模式	SPEED = 1	0	12.44	ms
		SPEED = 0	0	99.94	ms
$t_{10(1)}$	standby模式激活时间	SPEED = 1	12.46		ms
		SPEED = 0	99.96		ms
$t_{11(1)}$	退出 standby后到数据准备好	SPEED = 1	57	57	ms
		SPEED = 0	407	407	ms

(1)值是在  $f_{clk}=4.9152\text{MHz}$ 时对应的值，不同的  $f_{clk}$ 频率，数值按比例变化

### 2.5.8 上电顺序

AVDD和 DVDD必须在 **PDWN**信号变成高电平之前上电。

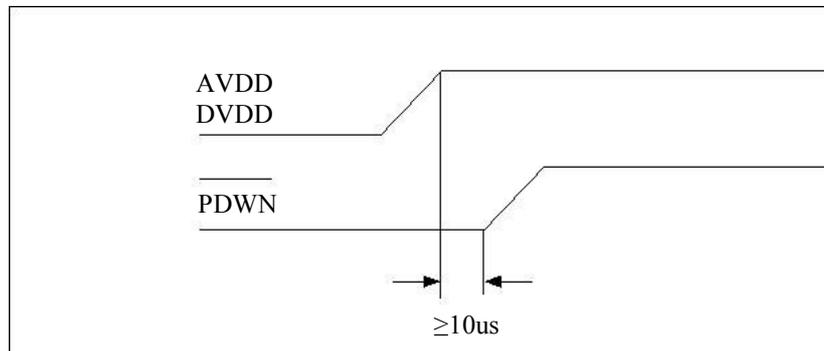


图10 CS1231上电顺序图

## 2.5.9 Power down模式

**PDWN**信号有效时关掉芯片所有电路，功耗小于 1.6uA。只需把 **PDWN**引脚保持低电平，即可进入 Power Down模式。

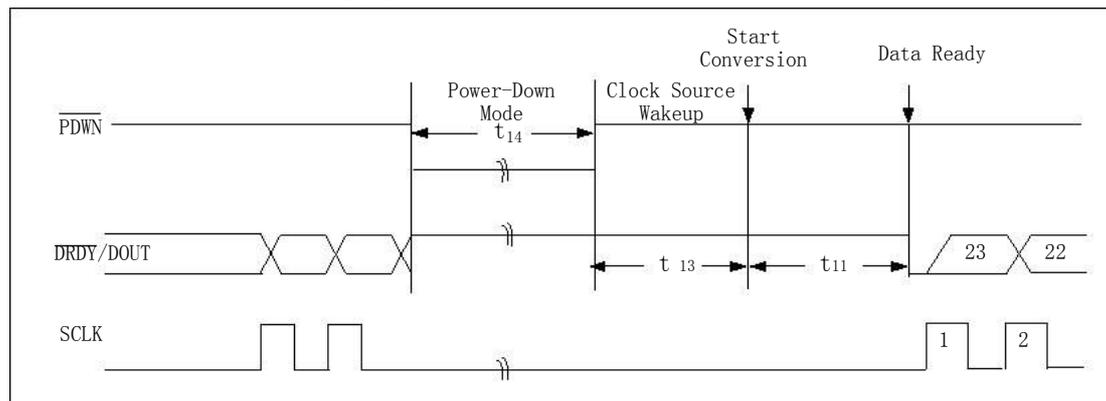


图11 Power Down模式时序图

表11 Power Down模式时序表

参数	描述	典型值	单位
t13(1)	在 POWER DOWN模式下唤醒时间	内部时间	7.95
		外部时间	0.16
t14(1)	<b>PDWN</b> 脉宽	26 (min)	us

(1)值是在 fclk=4.9152MHz时对应的值，不同的 fclk频率，数值等比例变化

### 3 芯片封装

#### 3.1 采用 TSSOP-16封装形式

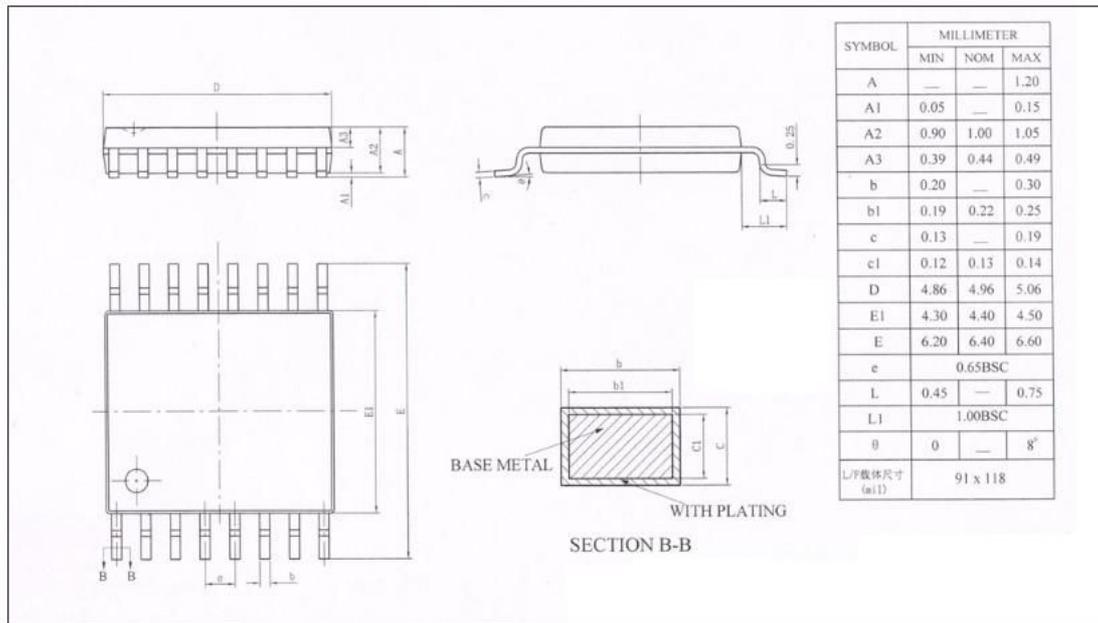


图12芯片 TSSOP-16封装尺寸信息

#### 3.2 采用 SOP-16封装形式

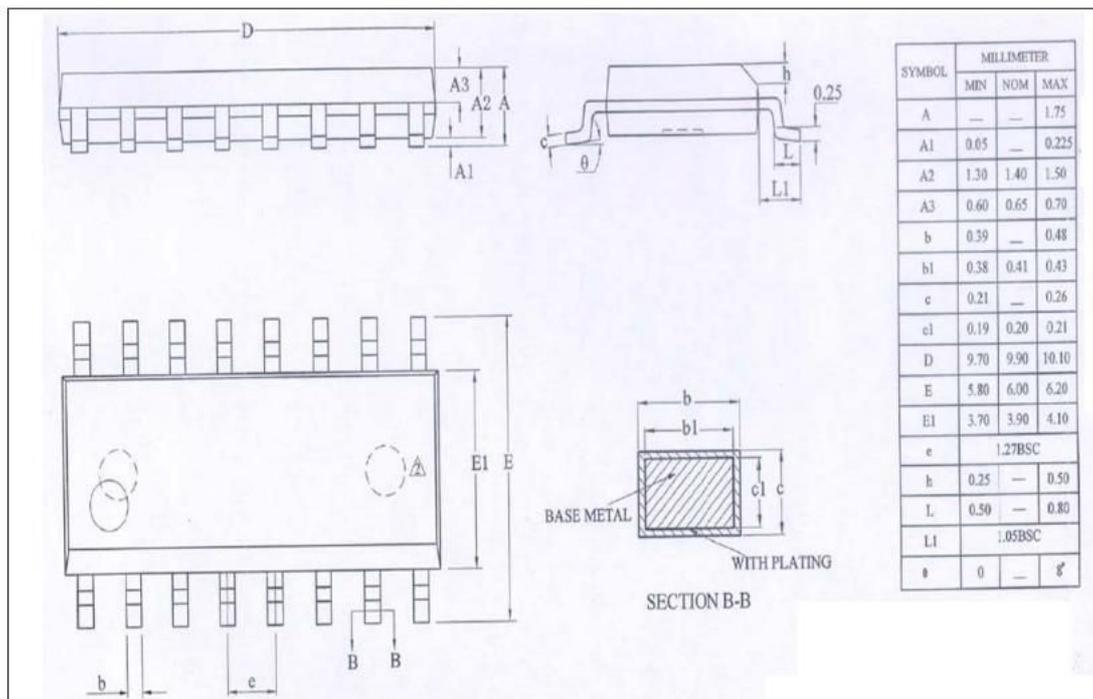


图13芯片 SOP-16封装尺寸信息