



## 24 位高精度低电压模数转换器

### 特征:

- 24位分辨率（无失码）
- **20.7位有效位**  
(ENBO 128倍放大、10Hz输出、3.0V)
- **18.2位不动码**  
(ENBO 128倍放大、10Hz输出、3.0V)
- 内部集成可编程增益：  
**2、4、8、16、32、128、256、1024、2048倍**
- 输出码率可选（Hz）：  
0.625、1.25、2.5、5、10、**20（默认）**、  
40、80、160、320、640、1280、2560、5120
- **内部参考电压输出：**  
VCOM可输出1.5V，或AVDD
- **三路差分输入通道**  
(其中第三通道为内部温度传感器)
- 采用SPI数据输出接口（2线或者3线）
- **低工作电压：1.5v - 3.0v**
- 休眠功耗：最低 < 0.1uA

### 应用系统:

- 电子秤、气压计
- 数字压力传感器；
- 血压计等医疗仪器；
- 微弱信号测量及工业控制；

### 简要描述:

SDI0829 系列是一款 24 位无失码的高分辨率低电压模数转换器。**低电压特性确保 SDI0829 能在 1.5V 电源电压下依然能保持高精度和很强的抗干扰性能，适合用在各种低功耗的方案中。**

SDI0829 系列内部采用 3 阶 Sigma-Delta 结构，内部集成 2 倍-2048 倍增益，可方便的应用到各类微弱信号测量系统中，如：电子秤、数字压力传感器、血压计等。

SDI0829 系列内部有三个通道，其中有一个通道连接内置温度传感器。可以方便的测量温度。

SDI0829 系列提供参考源输出（VCOM 输出 1.5V），亦可做简单的控制开关使用（VCOM 输出 AVDD）。通过 VCOM，可对外部传感器进行供电，以及进行方便的省电关断。

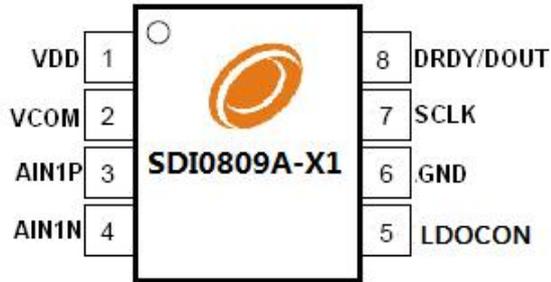
SDI0829 系列内部集成（2-2048）倍增益放大器。当 VREFP=3.3V（PGA = 128 倍）时，具有 20.7 位有效位（ENBO），等效输入噪声为 15nV；

SDI0829 系列通过 SDI 管脚，对芯片进行配置

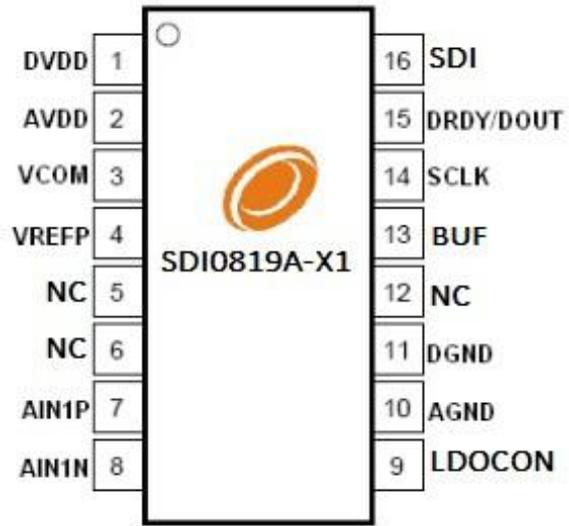
型号	封装	说明
SDI0809AS-X1	SOP8	兼容 SDI0809AS\SDI0809AD (无配置管脚 SDI，使用默认配置)
SDI0809AD-X1	DIP8	
SDI0819AS-X1	SOP16	兼容 SDI0819AS
SDI0829AS-X1	SOP16	
SDI0829TS-X1	SSOP20	



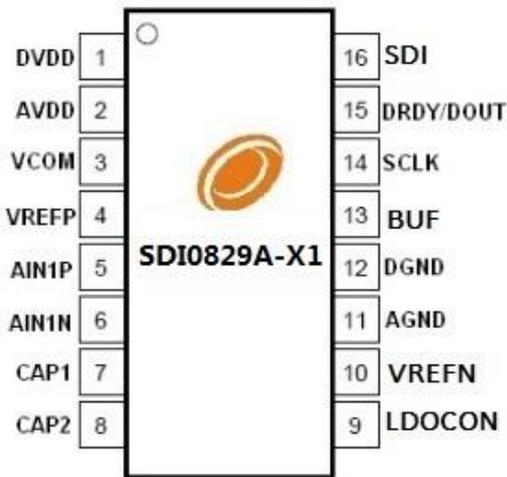
# 1-引脚说明



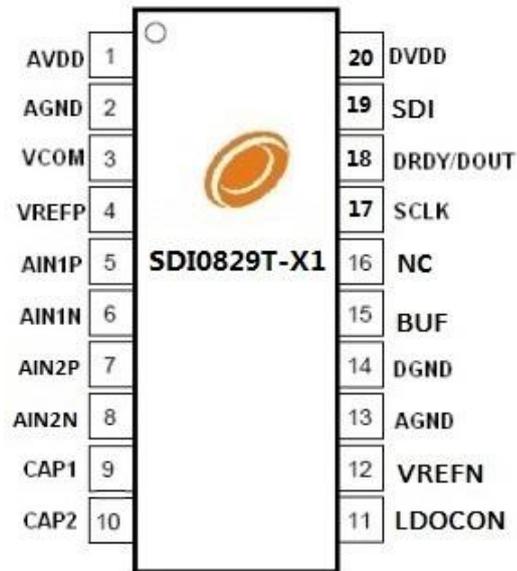
图一：SDI0809A-X1



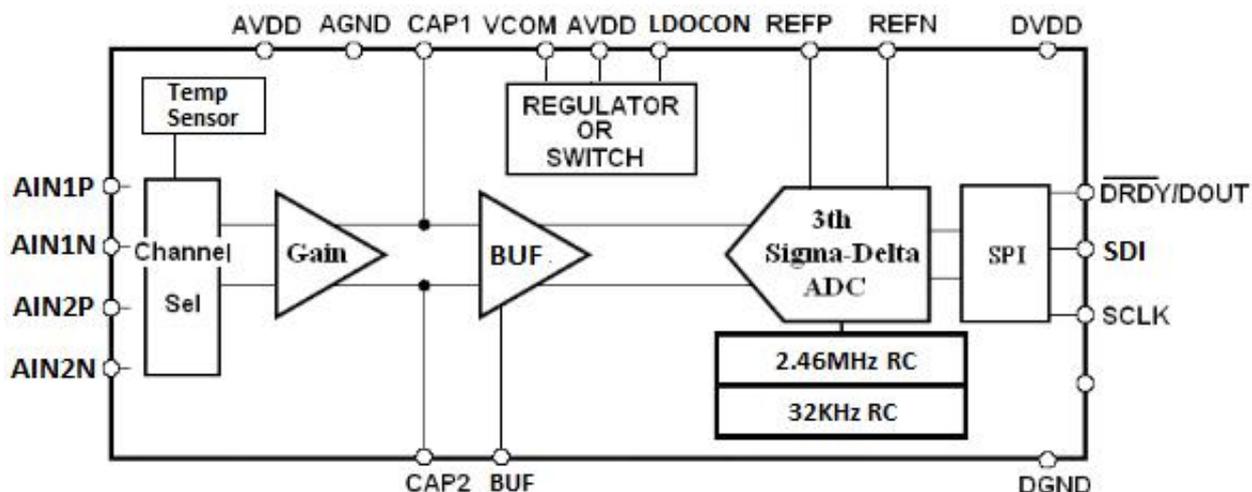
图二：SDI0819A-X1



图三：SDI0829A 管脚图



图四：SDI0829T 管脚图



图五： 总体框图

名称	端口性质	简要描述
DVDD	数字	数字电源
AVDD	模拟	模拟电源
AGND	模拟	模拟地
DGND	数字	数字地
VCOM	模拟 输出	内部集成参考电压（VCOM 输出 1.5V），亦可做为简单开关使用（VCOM 输出 AVDD）。
VREFP	模拟 输入	参考电源输入端
VREFN	模拟 输入	参考电源输入端
CAP1	模拟	滤波电容接口：通常浮空即可
CAP2	模拟	滤波电容接口：通常浮空即可
AIN1P	模拟 输入	通道 A 差分模拟输入正相端
AIN1N	模拟 输入	通道 A 差分模拟输入反相端
AIN2P	模拟 输入	通道 B 差分模拟输入正相端
AIN2N	模拟 输入	通道 B 差分模拟输入反相端
LDOCON	数字 输入	控制 VCOM（内部上拉）： 1：输出 1.5V 0：输出 AVDD
BUF	数字 输入	控制 BUF（内部上拉）： 1：启用 BUF 0：关闭 BUF
SCLK	数字 输入	SPI 接口：时钟信号
DRDY/DOUT	数字 输出	SPI 接口：数据输出（集电极开路输出） ADC 数据有效信号 及 串行数据输出： 具体控制时序参考 SPI 接口时序描述部分
SDI	数字 输入	SPI 接口：数据输入 具体控制时序参考 SPI 接口时序描述部分



## 2-参数说明



虽然此集成电路带有 ESD 保护电路，但仍然在某些极端条件下的静电放电时遭到损坏。静电放电可能造成整个芯片不工作，也可能对芯片中某些精密电路造成影响，使之不能达到我们公开资料上的效果。因而在使用时应适当避免用手直接接触管脚，防止 ESD 的情况的发生。

### 极限条件:

参数	典型	单位
AVDD到AGND 压差	-0.3 - 3.3	V
DVDD到DGND 压差	-0.3 - 3.3	V
AGND到DGND 压差	-0.3 - +0.3	V
模拟输入电压	-0.3 - AVDD+0.3	V
数字输入电压	-0.3 - DVDD+0.3	V
最大工作温度范围	-40 - 100	°C
结温	150	°C

### 电器参数:

测试条件: AVDD = DVDD = VREFP = 3.3V; 温度范围: -25 - 80 摄氏度;					
参数	条件	取值范围			单位
		最小值	典型值	最大值	
输入信号					
差分电压输入 (VINP - VINN)	PGA = 128	+/- 0.5 VREFP /128			V
共模输入范围		AGND + 0.6		AVDD - 0.6	V
VREFP			AVDD	AVDD + 0.3	V
ADC 性能					
积分非线性 (INL)	PGA = 2		0.0002	0.001	% of FS
	PGA = 128		0.0005	0.001	% of FS
输入失调	PGA = 128		3	5	ppm of FS
输入失调温漂			+/-10		nV/°C
增益误差			0.01		% of FS
功耗					
电源电流 (PGA=128)	3.3V 电源		1.6		mA
	1.5V 电源		1.3		mA
电源电流 (PGA=2)	3.3V 电源		0.6		mA
	1.5V 电源		0.6		mA
SPI 休眠 开启低频唤醒	3.3V		20		uA
	2.5V		3		uA
	2.0V		1.2		uA



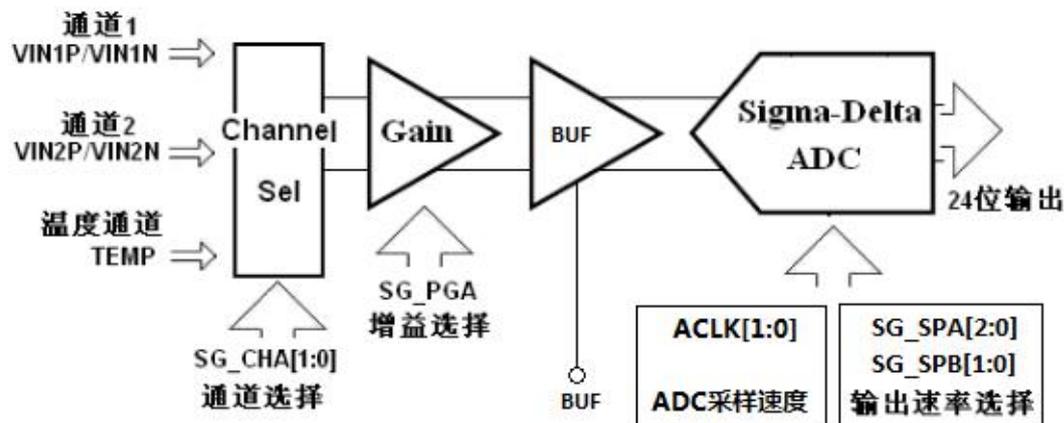
SPI 休眠	3.3V		9		uA
关闭低频唤醒	2.5V		0.3		uA
	2.0V		0.1		uA

噪声性能:

增益	等效输入噪声有效值	等效输入噪声峰峰值	有效位	不动码位数
电源电压 = 3.3V ; VREFP - VREFN = 3.3V ; 输出频率 = 10Hz				
2	600nV	3.1uV	21.4	19
128	15nV	85nV	20.7	18.2
电源电压 = 1.5V ; VREFP - VREFN = 1.5V ; 输出频率 = 10Hz				
2	760nV	3.3uV	20.1	17.8
128	17nV	89nV	19.4	17

### 3-功能模块

#### 3.1 Sigma-Delta ADC



图六 Sigma-Delta ADC

SDI0829 的核心部分为采用 3 阶 Sigma-Delta 调制器结构的模数转换器，可方便的应用到各类微弱信号测量系统中。

主要特征如下：

◇ ADC 采样速率调整

ADC 对输入模拟差分信号的采样基础频率 **Fs (76.8KHz)**，可通过配置调整为：

采样频率：**ACLK \* Fs = Fs、2Fs、4Fs(默认)、8Fs**

(ACLK 为 ADC 速度倍率，参考“SPI 接口”)



◇ 内部可编程增益（**SG\_PGA**）：**2、4、16、32、128、256、512、1024、2048** 倍  
SDI0829 系列，ADC 信号通路上有三类增益放大器

- ✓ **GAMP:** 前置运算放大器  
GAMP: 1、64 倍;
- ✓ **GCAP:** 电容放大器  
SGAIN\_CAP: 1、2 倍;
- ✓ **GCLK / ACLK:** 时钟积分增益放大  
GCLK 为: 1、2、4、**8(默认)**、16  
ACLK 为: 1、2、**4(默认)**、8  
配置时必须满足: **GCLK > ACLK**;

**ADC 的增益 = GAMP \* GCAP \* (GCLK / ACLK)**  
(GCLK、ACLK 参考“SPI 接口”)

如（未列出的配置情况请按照增益公式计算）：

GAMP	GCAP	GCLK	ACLK	ADC 增益
1	1	8	4	2
1	1	16	4	4
1	1	16	2	8
1	1	16	1	16
1	2	16	1	32
<b>64</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>128(默认)</b>
64	1	16	4	256
<b>64</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>512</b>
64	1	16	1	1024
64	2	16	1	2048

◇ 通道选择（**SG\_CHA**）

高精度模数转换器提供三个通道数据测量通道，通过 **SG\_CHA[1:0]** 来控制。其中，通道 1 和通道 2 是普通的可外接的差分输入，通道三在连接内部的温度传感器。

SG_CHA[1:0]	
<b>00</b>	<b>通道 1（默认）</b>
01	通道 2
10/11	温度通道



◇ ADC 输出速率选择

ADC 转换后的数据会经过两级将采样滤波：分别由 SG\_SPA[2:0]、SG\_SPB[1:0] 来控制。

两级滤波的将采样效果是叠加的：

如：第一级降 7680 倍，第二级降 4 倍，则总体降 30720 倍

如果 ADC 的采样速度是：  $4 F_s = 76.8K * 4$

则输出速率是：  $4F_s / 30720 = 10Hz$

第一级滤波降采样倍率		第二级滤波降采样倍率	
SG_SPA[2:0]	降采样倍率	SG_SPA[1:0]	降采样倍率
000	30720	00	4
<b>001</b>	<b>15360 (默认)</b>	01	2
010	7680	<b>10/11</b>	<b>1 (默认)</b> <b>(第二级滤波不起作用)</b>
011	3840		
100	1920		
101	960		
110	240		
111	120		

默认情况：

ACLK = 4； SG\_SPA[2:0] = 3840； 第二级滤波不起作用；

这样，ADC 得最后输出为：  $4F_s / 15360 = 20Hz$

◇ ADC 输出值（参考电压输入：VREF = VREFP - VREFN）

输入：AIN1P - AIN1N（输入范围： +/- 0.5VREF/增益）

采用补码输出	
输入为正	000001h - 7FFFFFFh
000000h	000000h
输入为负	FFFFFFh - 800000h

◇ BUF

当使用不使用前置运算放大器时（GAMP=0），在去要增大 ADC 等效输入阻抗的地方，可以使用 BUF。

将“管脚 BUF”浮空或者拉高即可使 BUF 有效，关闭 BUF 时，将“管脚 BUF”拉低。

**BUF 采用“Rail-to-Rail”结构，其信号的输入范围为： AGND - AVDD**



### 3.2 内置参考源

SDI0829 系列内部集成了 LDO，输入为 AVDD，输出为 VCOM。该 LDO 提供 1.5V 参考电压输出，亦可做为简单开关使用（VCOM 输出 AVDD）。

当输出 1.5V 时，需要在 VCOM 管脚加 0.1uF 电容

注意：Sigma-Delta ADC 的电源也是由 VCOM 提供

### 3.3 内部 RC

SDI0829 系列内部集成了两个 RC 振荡器

- ◇ 2.46MHz 主时钟振荡器  
为 ADC 提供系统主时钟
- ◇ 32KHz 低频振荡器  
休眠时，通过 DRDY 提供低电平脉冲信号输出

### 3.4 休眠机制

SDI0829 系列在 SCLK 高电平持续 100us 左右进入休眠状态，SCLK 低电平马上退出休眠。

两种休眠模式：

- ◇ 全休眠模式  
全休眠模式下，全部电路停止工作，此时的功耗非常小  
DRDY/DOUT 输出高电平
- ◇ 脉冲休眠模式  
此模式下，仅 32KHz 时钟工作  
DRDY/DOUT 输出高电平，并且每隔 200ms 输出一个低电平脉冲（低电平时间约 30us），用于主动唤醒外部 MCU。

DVDD 电压	1.8V	2.0V	2.5V	3.0V	3.3V
脉冲间隔时间	200ms	160ms	150ms	130ms	90ms

- ◇ 休眠模式下的功耗

休眠模式下的功耗		
DVDD 电压	全休眠模式	脉冲休眠模式
1.8	0.7uA	< 0.1uA
2.0	1.2uA	< 0.1uA
2.5	2.0uA	0.3uA
3.0	7uA	3.0uA
3.3	18uA	8.6uA



## 4-数据接口

### 4.1 概述

SDI0829 系列采用三线 SPI 接口：SCLK、DRDY/DOUT、SDI

- ✧ SCLK：为“串行接口的时钟”信号
- ✧ DRDY/DOUT：为“输出数据准备标志”与“数据输出”复用信号
- ✧ SDI：为“输入配置数据”信号

如果使用默认配置，则可不配置 SDI0829，此时不需要 SDI，将其接到高低电平均可。

### 4.2 ADC “数据读取”以及“工作模式配置”

SDI0829 系列通过 SPI 接口输出转换完毕的 24 位编码，高位在前。同时利用 SDI 输入信号，在读取 ADC 的数据的同时完成对 SDI0829 的配置。

正常 MCU 接口时序如下：

- ✧ 当 SDI0829 新转换数据到来后，DRDY/DOUT 马上有效，变为低电平。此时，DRDY/DOUT 为数据有效标志信号。
- ✧ DRDY/DOUT 下降沿触发 MCU 中断，后者通过 SCLK 发送给 SDI0829 时钟信号。

**ADC 配置：**在发送 SCLK 之前，先将 SDI 上的数据准备好，SCLK 上升沿将 SDI 上的数据采样到 SDI0829 内部，一共输入 25 位数据；

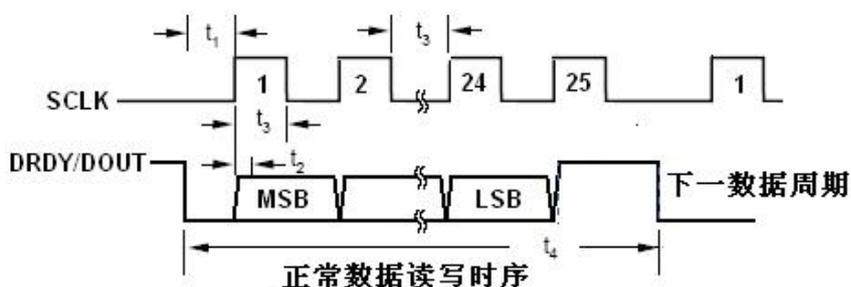
**ADC 读取：**SDI0829 在 SCLK 的上升沿将数据发送到 DRDY/DOUT 上。此时 DRDY/DOUT 为数据信号，数据信号高位在前，一共发送 24 为数据。

- ✧ 在第 25 个 SCLK 的上升沿，DRDY/DOUT 强制拉高，恢复为数据有效标志信号，如果没有新的 SCLK 到来的话，这种状态直到 SDI0829 新转换数据到来。（25 个 SCLK 后，可继续方法送 SCLK，接口不做处理）

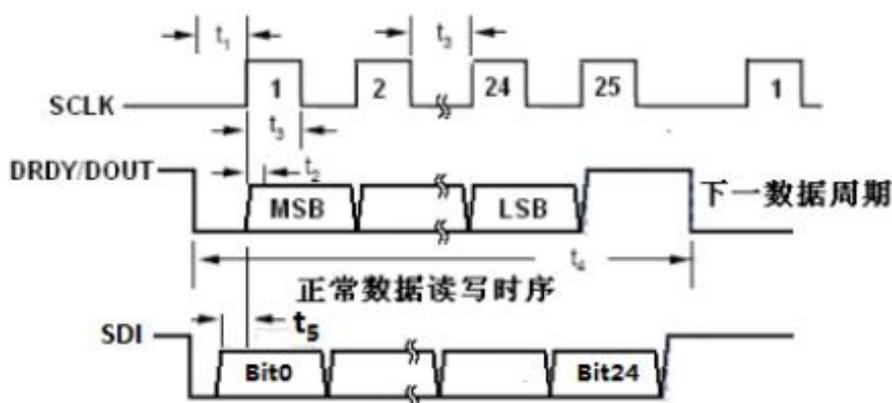
参数	说明	最小值	最大值	单位
t1	DRDY/DOUT 变低有效到第一个 SCLK 上升沿的时间	0		ns
t2	SCLK 上升沿到输出数据有效的时间		50	ns
t3	SCLK 高低电平的宽度	100		ns
t4	SDI0829 输出数据周期	90(10Hz)	105(10Hz)	ms
t5	SDI 数据准备时间	20		ns



数据读取时序:



“数据读取时序” + “配置数据输入” 时序:



### 4.3 ADC 的 25 位配置数据

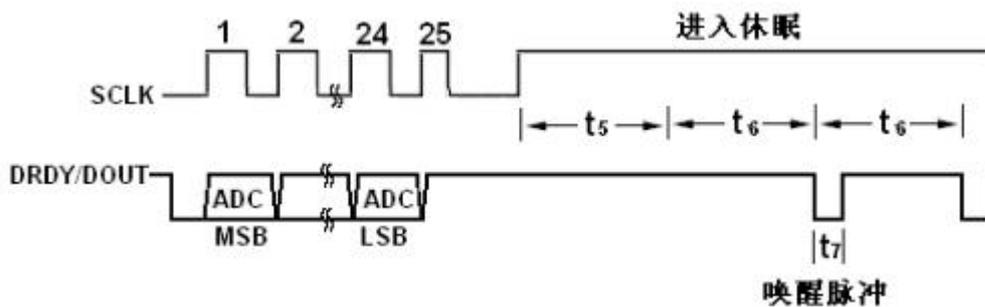
25 位配置数据	值	配置	功能描述
Bit[1:0]	00	ACLK = 1	配置: ACLK
	01	ACLK = 2	
	10 (默认)	ACLK = 4	
	11	ACLK = 8	
Bit[2]	1 (默认)		内部测试
Bit[4:3]	10 (默认)		内部测试
Bit[5]	0 (默认)		内部测试
Bit[8:6]	000	GCLK = 1	配置: GCLK
	001	GCLK = 2	
	010 (默认)	GCLK = 4	
	011	GCLK = 8	
	1xx	GCLK = 16	
Bit[11:9]	000	30720	配置第一级滤波降采样: SG_SPA[2:0]
	001 (默认)	15360	
	010	7680	



	011	3840	
	100	1920	
	101	960	
	110	240	
	111	120	
Bit[13:12]	00	4	配置第二级滤波降采样: SG_SPA[1:0]
	01	2	
	1x (默认)	1	
Bit[14]	0	1	配置前置运算放大器: <b>GAMP</b>
	1 (默认)	64	
Bit[16:15]	00 (默认)	通道 1	配置通道选择: SG_CHA[1:0]
	01	通道 2	
	1x	温度通道	
Bit[17]	0 (默认)		配置电容放大器: <b>GCAP</b>
	1		
Bit[18]	0	全休眠模式	配置休眠模式
	1 (默认)	脉冲休眠模式	
Bit[24:19]	010101 (默认)		内部测试

#### 4.4 休眠命令时序

SDI0829 在 SCLK 高电平持续 100us 左右进入休眠状态，SCLK 低电平马上退出休眠。

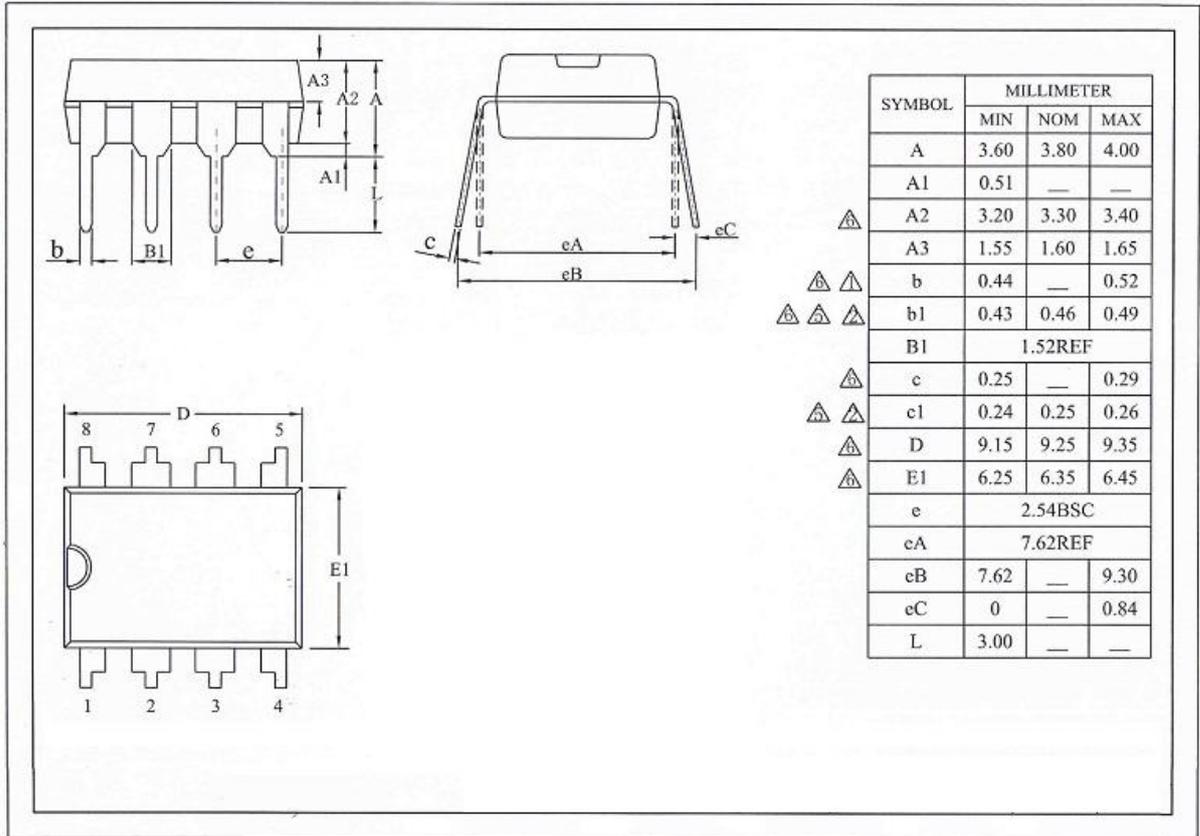


参数	说明	最大值	单位
T5	SDI0829 进入休眠的 SCLK 高电平持续时间	100	us
T6	SDI0829 唤醒脉冲频率	200	ms
T7	SDI0829 唤醒脉冲脉宽	30	us

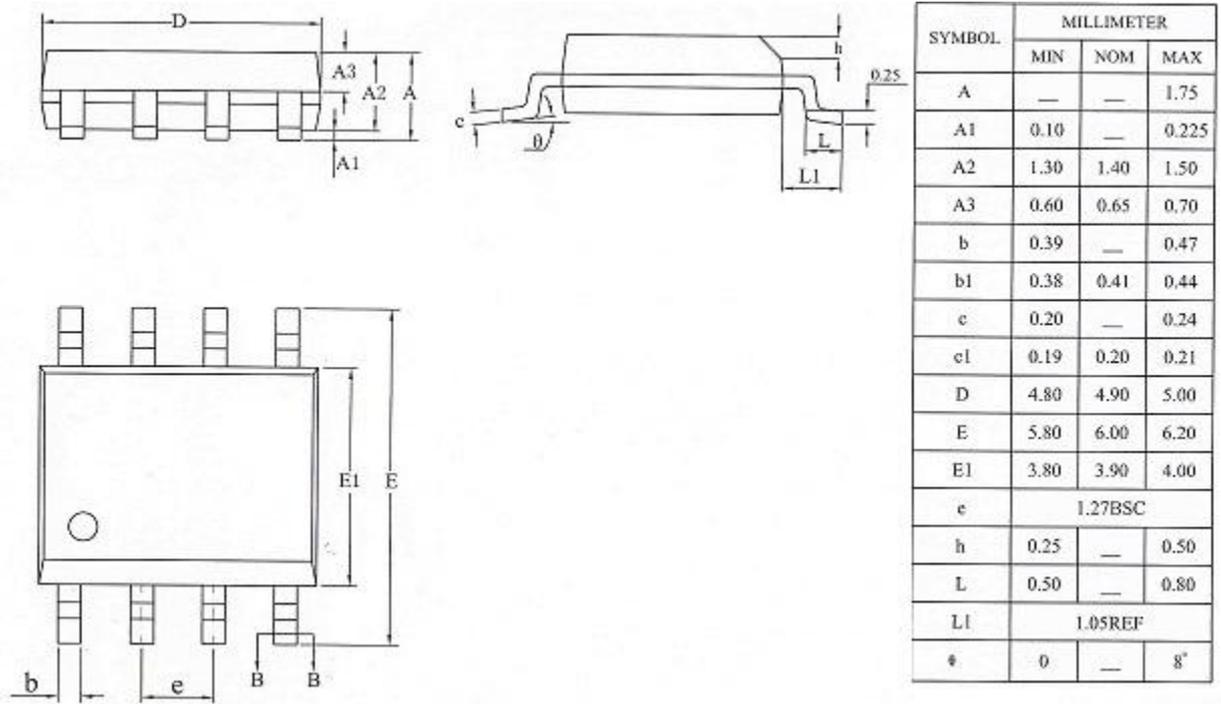


## 5-封装 单位: mm

### 5.1 DIP8L

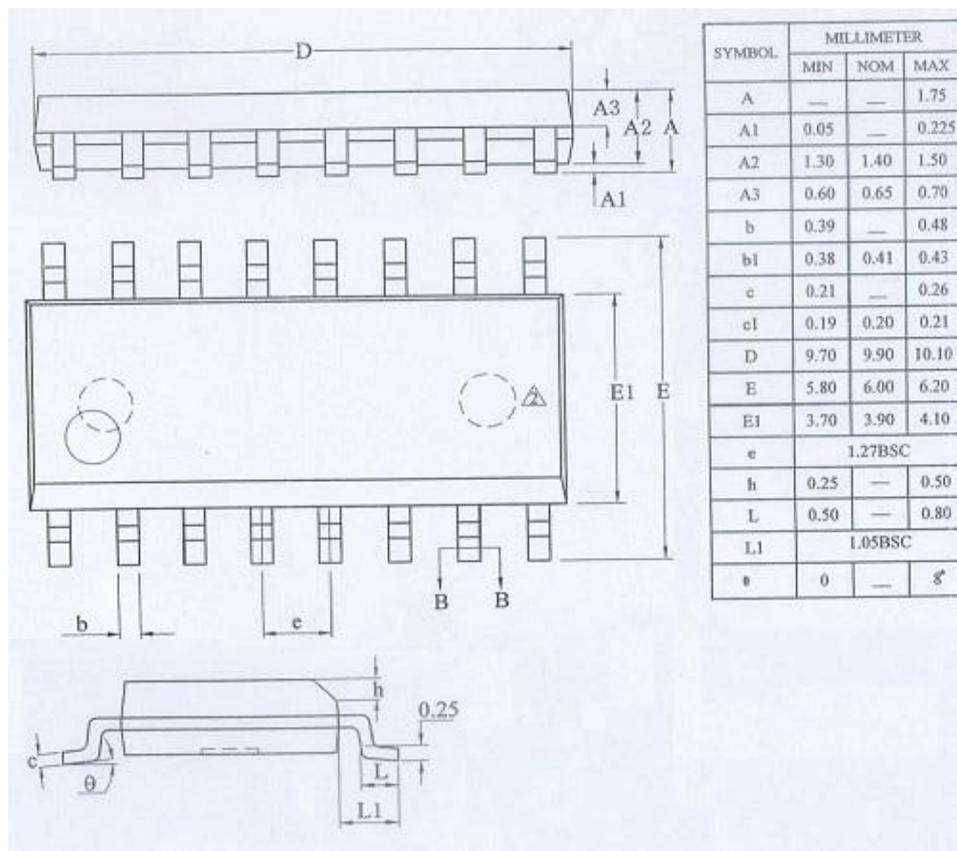


### 5.2 SOP8L





5.3 SOP16



5.4 SSOP20

