

# **SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器**

## **产品手册**

## 目 录

描述.....	3
特点.....	3
引脚配置.....	3
引脚定义.....	4
功能框图.....	4
绝对最大额定值.....	4
推荐工作条件.....	5
电气特性.....	5
1 功能描述.....	6
1.1 数字温度转换工作原理.....	6
1.2 温度寄存器.....	7
1.3 温度转换公式.....	7
2 串行接口.....	8
2.1 读操作.....	8
2.2 写操作.....	8
3 应用.....	9
3.1 微处理器接口.....	9
3.2 安装 SJ7301.....	12
3.3 电源去耦.....	12
封装信息.....	13

## 描述

SJ7301是一个完整的温度测试系统，内部集成了一个带隙温度探测器和一个 13 位模数转换器（ADC），温度分辨率为 0.03125℃。SJ7301 提供一组串行接口，接口与 SPI，QSPI，DSP 和微控制器协议兼容。因此，SJ7301可与多种微控制器通信。微控制器通过串口控制，可使 SJ7301处于待机或正常工作模式。由于工作电压范围宽、工作电流低及多兼容的接口等特点，SJ7301 非常适合用于各类军用电子设备温控系统、遥测系统中环境温度测量与控制。

SJ7301 的工作温度范围是-55℃到+150℃，但不推荐在高温环境中长期使用。在高于+125℃的工作环境下，长时间使用会影响其可靠性。

## 特点

- 工作电压: 2.7V to 5.5V
- 关断电流: 1uA
- 测温精度:  
±0.5℃（典型） @ 0℃ to 70℃  
±3.0℃（最大） @ -55℃ to 125℃
- 内部13 位 模数转换器提供0.03125℃分辨率
- 兼容SPI等多种串行接口协议
- 插拔替换国外ADT7301 并具有更优性能.
- 工作温度范围: -55℃ to 125℃
- 封装形式:  
陶瓷QFN06封装，3mmX3mm  
塑封MSOP8封装，3mmX4.9mm

## 引脚配置

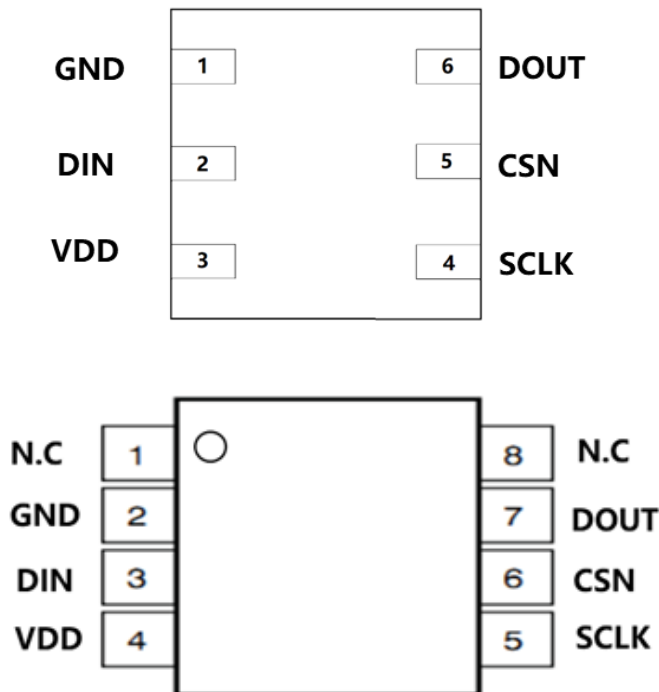


图 1 SJ7301 引脚配置图（上图 6 引线，下图 8 引线）

# SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

## 引脚定义

6 线 引脚号.	8 线 引脚号	引脚名	功能描述
1	2	GND	接地脚.
2	3	DIN	串行数据输入。串行数据通过此输入端口上加载到芯片内部控制寄存器。串行数据随着 SCLK 的上升沿同步到控制寄存器中。
3	4	VDD	电源输入引脚。
4	5	SCLK	串行时钟输入。这是时钟输入的串行端口。串行时钟用于时钟同步读出芯片内部的温度寄存器中的数据，也用于时钟同步串行数据载入到芯片内部的控制寄存器中。
5	6	CSN	片选输入。输入低电平时该器件被选择，输入高电平时 SCLK 输入端口被禁用。
6	7	DOUT	串行数据输出。芯片内部的温度寄存器中的数据通过此输出端口被读出。数据随着 SCLK 的下降沿同步读出。
-	1	N.C	悬空
-	8	N.C	悬空

## 功能框图

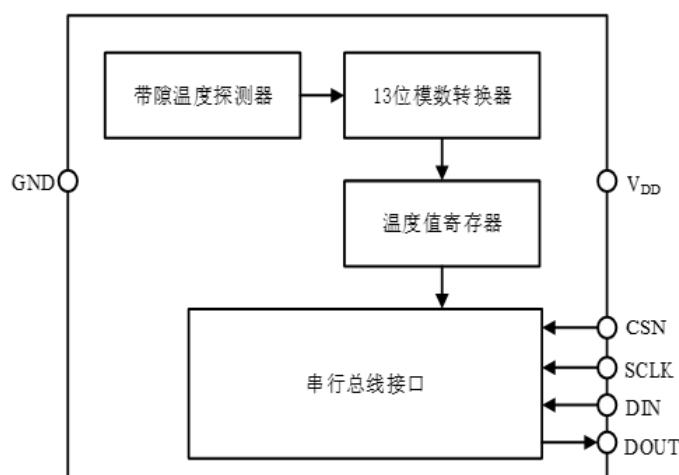


图 3. SJ7301 功能框图

## 绝对最大额定值

参数	符号	值	单位
电源电压	VDD to GND	-0.3 to 7	V
逻辑输入端口电压 (DIN、SCLK、CSN)	V <sub>IN</sub> to GND	-0.3 to VDD+0.3	V
逻辑输出端口电压	VO to GND	-0.3 to VDD+0.3	V
工作结温	T <sub>J</sub>	150	°C
贮存温度	T <sub>STG</sub>	-65 to 150	°C

## SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

注：

超出“绝对最大额定值”的应力可能会对器件造成永久性损坏。这些只是压力评级。不推荐器件在“绝对最大额定”条件下的功能运行，或任何超出“推荐运行条件”的其他条件。长时间暴露在“绝对最大额定值”下可能会影响器件的可靠性。

### 推荐工作条件

参数	符号	值	位
电源电压	VDD	2.7 ~ 5.5	V
工作温度范围	T <sub>A</sub>	-55~+125	°C

### 电气特性

参数	符号	测试条件 (除非另有说明, VDD = 2.7 V to 5.5V, T <sub>A</sub> = -55 to 125°C)	最小值	典型值	最大值	单位
温度精度	T <sub>AC</sub>	VDD=3.3V, T <sub>A</sub> = 0 to 70°C	-1.0	±0.5	1.0	°C
		VDD=3.3V, T <sub>A</sub> = -55 to 125°C	-3.0	-	3.0	°C
温度分辨率	T <sub>res</sub>		-	0.03125	-	°C
自动转换更新速率	t <sub>R</sub>		-	1.5	-	s
温度转换时间	t <sub>CON</sub>		-	2	-	ms
电源电流	I <sub>DD</sub>	正常模式, VDD=3.3V, 转换	-	1.6	2.2	mA
		正常模式, VDD=3.3V, 不转换	-	190	330	uA
		正常模式, VDD=5V, 转换	-	1.6	2.2	mA
		正常模式, VDD=5V, 不转换	-	280	400	uA
关断电流	I <sub>SD</sub>	VDD=3.3V/5V		0.2	1.0	uA
数字输入接口						
逻辑输入高电平	V <sub>IH</sub>		2.5			V
逻辑输入低电平	V <sub>IL</sub>				0.8	V
逻辑输入电流	I <sub>IN</sub>		-1.0		1.0	uA
逻辑输入端口电容	C <sub>IN</sub>				10	pF
数字输出接口						
逻辑输出高电平	V <sub>OH</sub>		VDD-0.3			V
逻辑输出低电平	V <sub>OL</sub>				0.4	V
逻辑输出端口电容	C <sub>OUT</sub>				50	pF
通信时序						
CSN 到 SCLK 的建立时间	t <sub>1</sub>	时序见图 5	5			ns
SCLK 高脉冲宽度	t <sub>2</sub>	时序见图 5	25			ns
SCLK 低脉冲宽度	t <sub>3</sub>	时序见图 5	25			ns
SCLK 下降沿后数据存取时间	t <sub>4</sub>	测试负载见图 4, 时序见图 5	35			ns
SCLK 上升沿后数据建立时间	t <sub>5</sub>	时序见图 5	20			ns
SCLK 上升沿后数据保持时间	t <sub>6</sub>	时序见图 5	5			ns
CSN 到 SCLK 的保持时间	t <sub>7</sub>	时序见图 5	5			ns
CSN 到 DOUT 高阻态时间	t <sub>8</sub>	时序见图 5	40			ns

片上集成的温度探测器允许产品对周围设备的温度进行精确测量。SJ7301 的测量范围是-55℃到+150℃，在高于 125℃环境下，不推荐长时间使用，这会影响其可靠性。

## SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

通过控制寄存器可以使 SJ7301 被置于待机模式。在此模式下片内时钟振荡器关断，器件直到脱离待机模式前，不会再有转换开始。SJ7301 通过向控制寄存器里写入全“0”来脱离待机模式，进入正常模式。即使是在待机模式，在关断之前的最后一次转换结果仍然可以从器件中读出来。

在正常模式下，在每次读或写之后，内部计数器将被重置，器件重新开始温度转换，转换时间为 1.2ms。当器件从待机模式进入到正常模式，内部时钟振荡器启动，内部计数器开始计数，开启温度转换，转换时间为 1.2ms。每一次转换的结果都暂存在缓冲寄存器中。在串口 SCLK 输入信号的第一个时钟下降沿时，暂存在缓冲寄存器中的结果被读取出来。此时，读取温度结果的串口信号不会干扰到内部的温度转换。在读操作之前，转换必须要完成，除非转换结果不是从温度值寄存器读取，而是从缓冲寄存器读取。在每次串口读写后，自动触发一次新的转换，除非新转换已经开始。

### 1.2 温度寄存器

温度值寄存器是一个 14 位只读寄存器，存储的数据是从 ADC 获取的 13 位二进制补码加上一个符号位。MSB (DB13) 是符号位。从理论上来说，ADC 可以测量 255℃ 的温度范围。内部温度传感器可以保证 -55℃ 到 +150℃ 的测量。温度数据格式见表 1，表 1 说明了器件的温度测量范围（-55℃ 到 +150℃）。

表 1. Temperature Data 格式

温度 (°C)	数字码输出 DB13-DB0 (二进制)
+150.0000	0 1, 0 0 1 0, 1 1 0 0, 0 0 0 0
+125.0000	0 0, 1 1 1 1, 1 0 1 0, 0 0 0 0
+100.0000	0 0, 1 1 0 0, 1 0 0 0, 0 0 0 0
+75.0000	0 0, 1 0 0 1, 0 1 1 0, 0 0 0 0
+50.0000	0 0, 0 1 1 0, 0 1 0 0, 0 0 0 0
+25.0000	0 0, 0 0 1 1, 0 0 1 0, 0 0 0 0
+10.0000	0 0, 0 0 0 1, 0 1 0 0, 0 0 0 0
+0.03125	0 0, 0 0 0 0, 0 0 0 0, 0 0 0 1
0.0000	0 0, 0 0 0 0, 0 0 0 0, 0 0 0 0
-0.03125	1 1, 1 1 1 1, 1 1 1 1, 1 1 1 1
-10.0000	1 1, 1 1 1 0, 1 1 0 0, 0 0 0 0
-25.0000	1 1, 1 1 0 0, 1 1 1 0, 0 0 0 0
-40.0000	1 1, 1 0 1 1, 0 0 0 0, 0 0 0 0

### 1.3 温度转换公式

正温度 = ADC 码值 / 32;

负温度 = (ADC 码值 - 16384) / 32，全 14 位包括符号位在内；

负温度 = (ADC 码值 - 8192) / 32，13 位数字码值，符号位 (DB13) 排除在外。

ADC 码值和温度值的传输函数曲线见图 6。

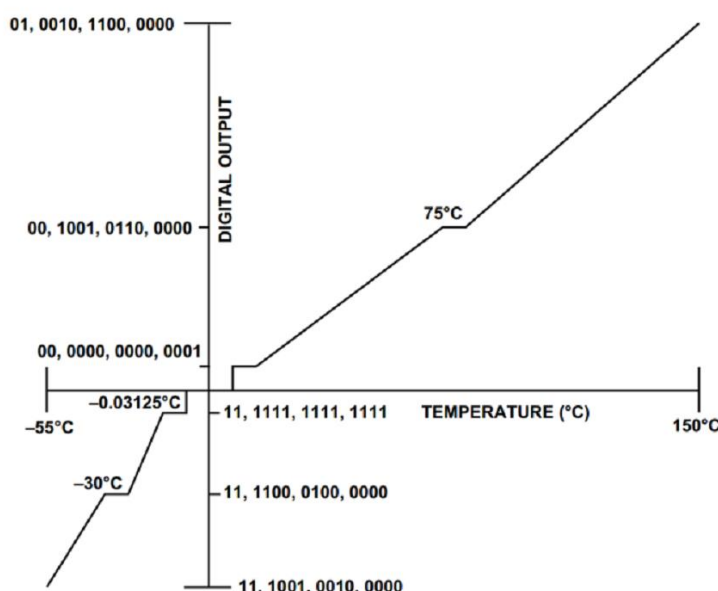


图 6 ADC 码值和温度值的传输函数曲线

## 2 串行接口

SJ7301 的串行接口由四根线组成：CSN，SCLK，DIN 和 DOUT。CSN 和 DIN 接地时，器件也可以在 2 线模式下工作，在这种情况下只有读功能，通过 DOUT 把数据从数据寄存器中读出来。建议使用 CSN 线，可以很好的改善器件与主机之间的同步。如果需要，通过 DIN 线写入控制字使得器件进入到待机模式。当多个器件连接到串行时钟和数据线的时候，可以通过 CSN 线来选择器件。当器件工作在从机模式时，需要一个外部时钟输入到 SCLK，由不同的 CSN 信号控制读取相应器件的数据。SJ7301 的串行接口可以使其与提供串行时钟同步串行数据的系统来接口，例如 80C51，87C51，68HC11，68HC05 和 PIC16xx 微控制器和 DSP 处理器。

在从 SJ7301 温度寄存器存取数据的一个读操作的同时，一个写操作会把数据写入控制寄存器。

### 2.1 读操作

图 5 显示了 SJ7301 读操作的时序图。CSN 使能为低，SCLK 输入 16 个低脉冲，DOUT 会输出 2 位的引导位、1 位的符号位和 13 位数据 DB13~DB0。整个读操作发生在 SCLK 的 16 个时钟脉冲期间。如果 CS 仍然为低，并且 SCLK 再次输入 16 个时钟脉冲，则 DOUT 将循环输出温度数据寄存器中的 14 位数据，并在其前补上引导位。当 CS 回到高，DOUT 会进入高阻态，不输出数据。

### 2.2 写操作

图 5 同样显示了 SJ7301 写操作的时序图。写操作和读操作同时发生，DIN 的第三位是提供给用户控制的一个待机位，当此位被置“1”，其它位都是“0”时，写操作发生，使器件进入待机模式。同时，读操作也发生，温度数据寄存器的数据被读取。

写操作在 SCLK 的每一个上升沿载入 DIN 的数据。待 16 个时钟脉冲后，器件进入待机模式。如果在 16 个时钟脉冲之前，CS 变高，DIN 数据加载不完全，器件的状态不会改变。

如果器件已在待机模式，待机位置“1”，此读写操作不会改变器件的状态，DOUT 输出数据与上一次数据相同；待机位置“0”，此操作会使器件进入正常模式，DOUT 输出数据依旧与上一次数据相同，数据输出后，器件开始温度转换。

## 3 应用

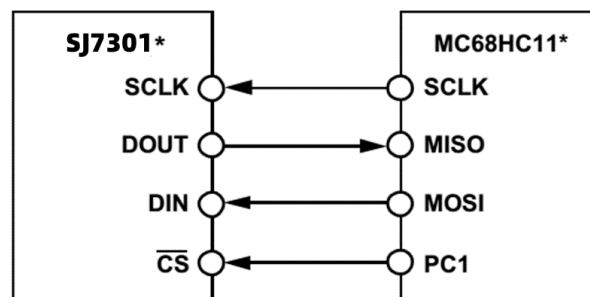
### 3.1 微处理器接口

SJ7301 串行接口很容易与大多数微型计算机和微型处理器接口。图 7 到图 10 表示了其典型的接口电路。器件的串行接口由四条线组成：CSN、DIN、DOUT 和 SCLK。如果不需要器件提供的待机功能，可把 DIN 线直接 GND，因此，接口可以只用三条线：CSN、DOUT 和 SCLK。

SJ7301 的数据传出和导入需要一个 16 位的读操作。使用 8 位微控制器时，这个 16 位的读操作和数据传输可以当做两个 8 位处理。其他的微控制器和 DSP 处理器传输 16 位数据时，可以在串行数据操作中完成。

#### 3.1.1 SJ7301 与 MC68HC11 接口

图 7 显示了 SJ7301 和 MC68HC11 微控制器的接口电路。CPOL 和 CPHA 置“1”使 MC68HC11 被置于主机模式。在数据传输间隔期间，SCLK 被置“1”。SJ7301 传入传出的数据用两个 8 位串行数据操作。MC68HC11 的 PC1 被置为输出，用来驱动 CSN 线。



\*为了图示简明省略其他端口

图 7 SJ7301 和 MC68HC11 的接口示意图

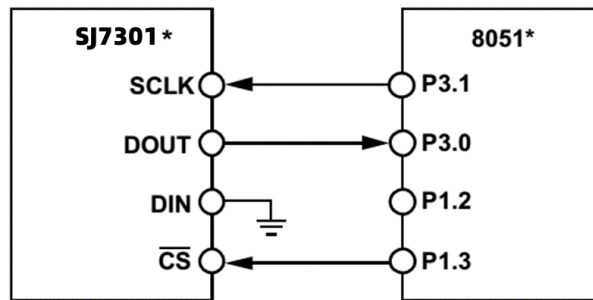
#### 3.1.2 SJ7301 与 8051 接口

图 8 显示了 SJ7301 和微控制器的接口电路。8051 被置于模式 0 串行接口模式。8051 的串行时钟线在数据传输期间被置“1”。SJ7301 传入传出的数据用两个 8 位串行数据操作。SJ7301 输出数据流的 MSB 作为第一个有效位，而 8051 把 LSB 作为第一有效位。所以，在从 SJ7301 获取的正确数据码字可用之前，读进串行缓冲器的数据需要重新被编排。

图 8 显示了 SJ7301 连接到 8051 的串行接口例子。因为 8051 的串行接口只包括一个数据线，SJ7301 的 DIN 接低电平。

## SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

对于需要用到 SJ7301 待机功能的应用，在 8051 上应该用数据端口线来实现串行接口，这需要一个全双工串行接口来实现。这种方法需要在一个端口线产生一个串行时钟，同时通过第四个端口线连接到 CSN 线，用另两个端口线去转移数据。端口 1.0 到 1.3（P1.1 配置为一个输入）用来连接 SCLK，DOUT，DIN 和 CSN 来完成这个方案。

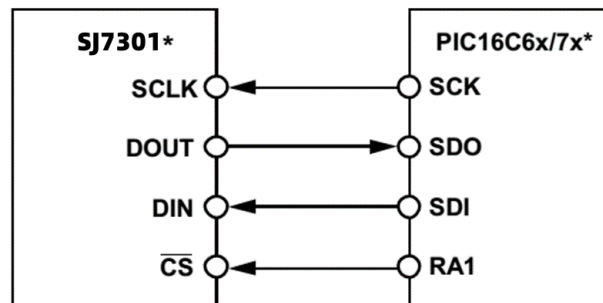


\*为了图示简明省略其他端口

图 8 SJ7301 和 8051 的接口示意图

### 3.1.3 SJ7301 与 PIC16C6x/7x 接口

图 9 显示了 SJ7301 和 PIC16C6x/7x 微控制器的一个接口电路。通过把一个时钟极性位设置到逻辑 1，把 PIC16C6x/7x 同步串行接口（SSP）配置为一个 SPI 主机。在这个模式下，PIC16C6x/7x 的串行时钟线在数据传输间置高。SJ7301 传入传出的数据用两个 8 位串行数据操作。在图 9 的例子中，RA1 用来为 SJ7301 产生 CSN。



\*为了图示简明省略其他端口

图 9 SJ7301 和 PIC16C6x/7x 的接口示意图

以下的软件程序显示了如何通过编程实现 PIC16F873 与 SJ7301 的通信。通过把 Port A.1 引脚当作 CSN 来用，PIC16F873 被配置为一个 SPI 主机。通过简单的更换 include 文件，任何微处理器都能用这个程序。

```
include <16F873.h>
#device adc = 8
#use delay(clock = 4000000)
#fuses NOWDT,XT, PUT, NOPROTECT, BROWNOUT, LVP
#BIT CKP = 0x14.4
#define CS PIN_A1
```

```

void main(){
int MSByte,LSByte;
long int ADC_Temp_Code;
float TempVal,ADC_Temp_Code_dec;
setup_spi(spi_master);      // PIC16F873 被配置为主机
CKP = 1;                    //时钟闲时至高
do{
delay_ms(10);               //为准备转换的延迟
Output_low(CS);             //把 CSN 拉低
delay_us(10);               // CSN 到 SCLK 的建立时间
MSByte = SPI_Read(0);       //载入高 8 位
LSByte = SPI_Read(0);       //载入低 8 位
delay_us(10);               // SCLK 到 CSN 的建立时间
Output_High(CS);            //把 CSN 拉高
ADC_Temp_Code = make16(MSByte,LSByte); //16 位 ADC 数字码存入 ADC_Temp_Code
ADC_Temp_Code_dec = (float)ADC_Temp_Code; //转化为十进制
if ((0x2000 & ADC_Temp_Code) == 0x2000) //检查符号位是否为负值
{
TempVal = (ADC_Temp_Code_dec - 16384)/32; //负温度时的转换公式
}
else
{
TempVal = (ADC_Temp_Code_dec/32); //正温度时的转换公式
}
}while(True);               //温度值存入 TempVal
}

```

### 3.1.4 SJ7301 与 ADSP-21xx 接口

图 10 显示了 SJ7301 和 ADSP-21xx DSP 处理器的一个接口电路。为了确定接口的正确操作，SPORT 控制寄存器应该被如下设置：

```

TFSW = RFSW = 1, 交替帧
INVRFS = INVTFS = 1, 有源低帧信号
DTYPE = 00, 证明数据正确
SLEN = 1111, 16 位数据
ISCLK = 1, 内部时钟
TFSR = RFS = 1, 每位一帧

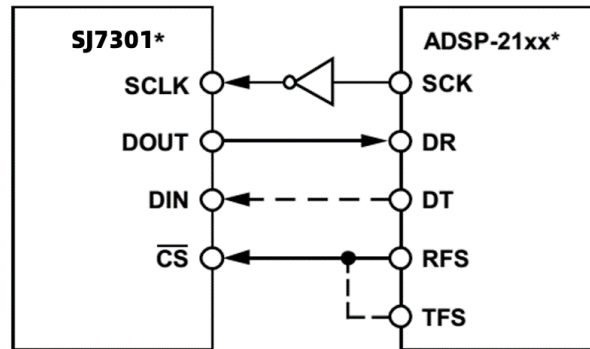
```

## SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

IRFS = 0, RFS 配置为输入

ITFS = 1, TFS 配置为输出

在 ADSP-21xx 的和 SJ7301 的 SCLK 之间，需要一个反相器。在 ADSP-21xx 接口上，TFS 和 SPORT 的 RFS 连在一起；TFS 被设为输出，RFS 设为输入。DSP 运行在交替帧模式，SPORT 控制寄存器设置为如这部分描述的这样。



\*为了图示简明省略其他端口

图 10 SJ7301 和 ADSP-21xx 的接口示意图

### 3.2 安装SJ7301

SJ7301 可以用于表面或者空气的温度传感应用。由于该器件采用低功耗设计，因此在利用热传导粘结剂将 SJ7301 粘结到被测物体表面时，测得的温度与表面实际温度之差不超过 0.1℃。当被测物周围温度与被测物表面温度存在温度差时，应注意将器件的背面和管脚与周围空气隔离开。由于接地引脚提供了管芯最好的热传导途径，因此，管芯温度与印刷电路板的地线温度最接近，所以应保证该管脚与被测表面良好接触。

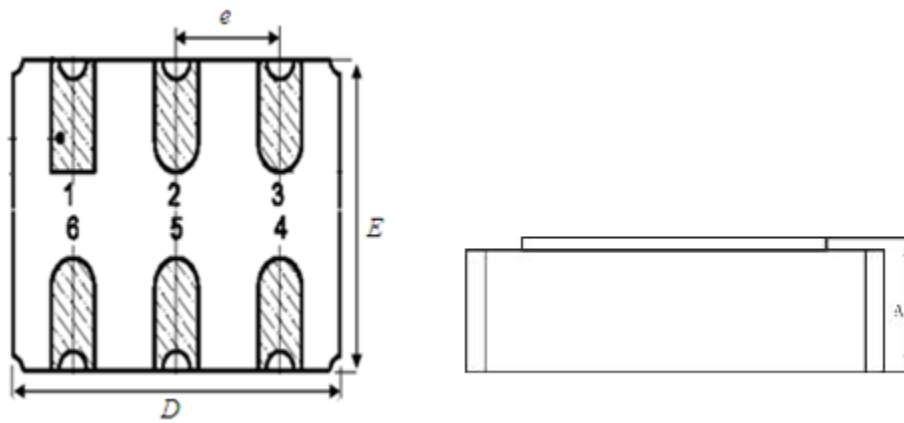
SJ7301 及其相关的布线和电路必须保持无水分，防止泄漏和腐蚀。特别是冷的条件下，因为这时更容易发生冷凝。应该用抗水性清漆和保形涂层来保护器件。SJ7301 的小尺寸可以使其安装内置封印的金属探针，这能给器件提供一个安全的环境。

### 3.3 电源去耦

SJ7301 应该在 VDD 和 GND 之间 0.1 μF 的陶瓷电容来去耦，如果 SJ7301 被安装在远离电源的位置，那么加去耦电容就显得非常重要的了。

## 封装信息

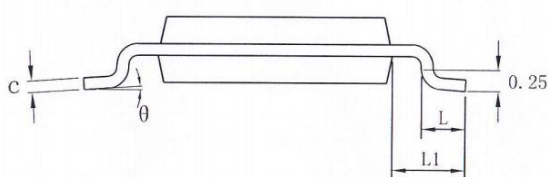
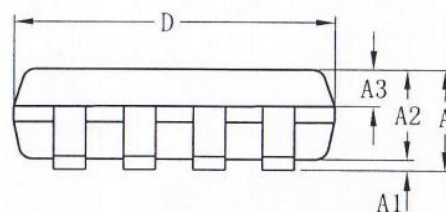
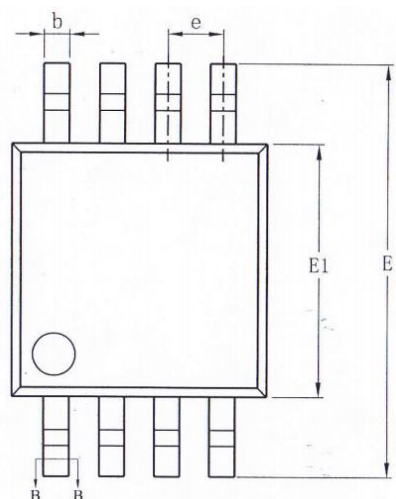
陶瓷 6 引线 QFN06 Unit (mm)



尺寸 符号	数值/mm		
	最小	公称	最大
<i>A</i>	—	—	1.50
<i>D</i>	2.90	—	3.15
<i>E</i>	2.90	—	3.15
<i>e</i>	—	0.95	—

# SJ7301 型 SPI 数字接口的温度传感器

塑封 MSOP8 Unit (mm)



尺寸 符号	数值/mm			尺寸 符号	数值/mm		
	最小	公称	最大		最小	公称	最大
$A$	—	—	1.10	$b$	0.28	—	0.36
$A1$	0.05	—	0.15	$b1$	0.27	0.30	0.33
$A2$	0.75	0.85	0.95	$c$	0.15	—	0.19
$A3$	0.30	0.35	0.40	$c1$	0.14	0.15	0.16
$D$	2.90	3.00	3.10	$e$	—	0.650	—
$E$	4.70	4.90	5.10	$L$	0.40	—	0.70
$E1$	2.90	3.00	3.10	$L1$	—	0.95	—
$\Phi$	0	—	8°	—	—	—	—