



HWD7301 数字温度传感器

产品手册

Ver1.0

成都华微电子科技股份有限公司

2022 年 10 月 13 日 制

版本历史

版次	更改说明	更改单号	更改人	更改日期	备注
Ver1.0	初始发行版本	NA			

目 次

目 次	2
1 概述	1
2 产品特点	1
3 功能框图	2
4 引脚信息	2
4.1 引脚排列图	2
4.2 引脚描述	3
5 绝对最大额定值及推荐工作范围	3
5.1 绝对最大额定值	3
5.2 推荐工作范围	3
6 电特性参数	3
7 时序特性参数	4
8 功能描述	5
8.1 应用原理	5
8.2 功能描述	5
9 应用信息	9
9.1 微处理器接口	9
9.2 HWD7301 的安装	13
10 外形尺寸	14
10.1 塑料 MSOP8L 封装	14
10.2 陶瓷 CLCC6L 封装	14
10.3 陶瓷 CSOP08M 封装	15
11 订货信息	15

1 概述

HWD7301是一款对自身封装进行温度检测的芯片，由一个带隙温度传感器以及一个分辨率为0.03125°C，用于检测温度信号并将其转换为数字信号的13位ADC。

HWD7301具有多种串行接口，能够与大多数微处理器连接，包括SPI、QSPI、MICROWIRE协议以及DSPs。该部件还具有通过串行接口控制的待机模式。HWD7301的电源电压适用范围广，工作电流低，SPI兼容接口使其能够用于多种设备，包括个人电脑、办公设备、自动驾驶、家用电器。HWD7301的工作温度范围为-55°C~+125°C。

2 产品特点

- 温度-数字转换器位数：13 bit
- 电源电压：3.0V~5.0V
- 工作温度范围：-55°C~+125°C
- 温度分辨率：0.03125°C
- 功耗：0.631mW（ $V_{DD}=3.3V$ ）
- SPI 与 DSP 兼容型串行接口
- 具有关断模式
- 与 AD7814 应用引脚适配

3 功能框图

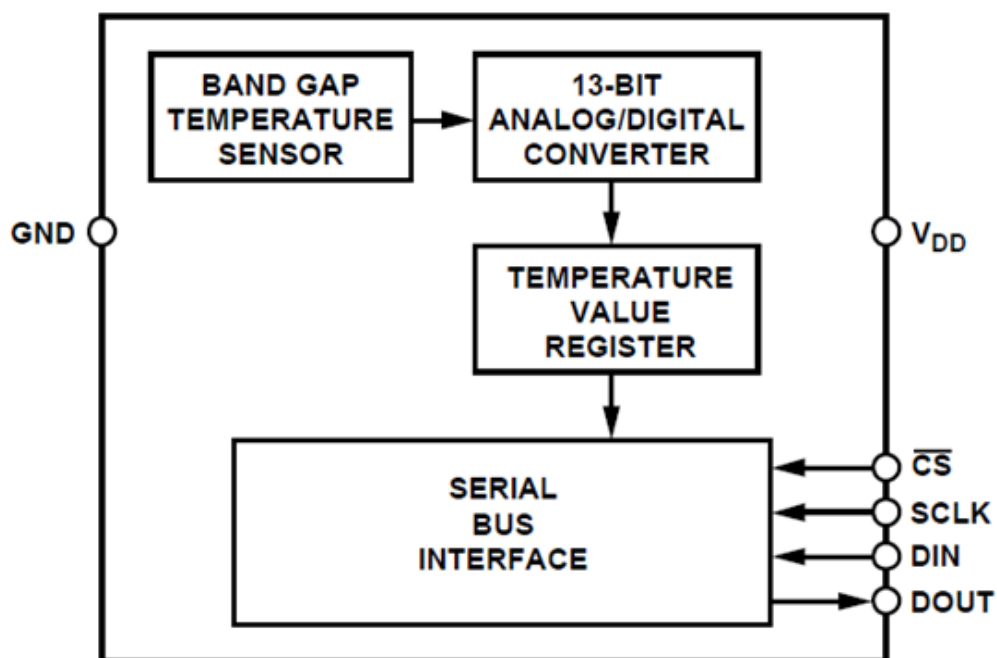


图 1 功能框图

4 引脚信息

4.1 引脚排列图

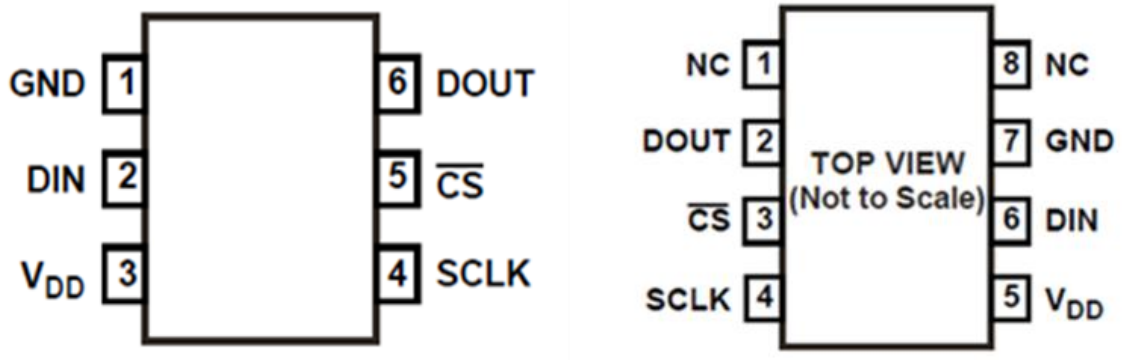


图 2 HWD7301 引脚排列图

4.2 引脚描述

表 1 引脚描述

引脚编号		命名	说明
CLCC	MSOP		
1	7	GND	模拟和数字地
2	6	DIN	串行数据输入。通过引脚可以将串行数据载入设备的控制寄存器
3	5	VDD	正向电压源, 3.0V to 5.0V
4	4	SCLK	串行时钟输入, 该时钟输入是用于串行端口。该串行时钟用来将数据从温度数值寄存器中读出以及将数据写入控制寄存器中
5	3	$\overline{CS}$	芯片选择输入, 逻辑输入。当该输入为低时, 芯片选中。当该输入为高时, SCLK 引脚无效
6	2	DOUT	串行数据输出, 在此端口温度数值寄存器输出数据。在 SCLK 的下降沿输出
	1,8	NC	未连接

5 绝对最大额定值及推荐工作范围

5.1 绝对最大额定值

各引脚对地电压范围.....-0.3V~+7.0V

储存时的环境温度 (T_{stg})-65°C~+150°C

5.2 推荐工作范围

工作环境温度 (T_A)-55°C~+125°C

注 1: 如器件在上述所列“绝对最大额定值”下工作, 可能对该器件造成永久性损坏。

注 2: ESD 注意事项: ESD(静电放电)敏感器件, 请勿用手直接触摸。

6 电特性参数

说明: 除特别说明, $V_{DD} = 3.0\text{ V to }5.0\text{ V}$, 工作温度为-55°C~+125°C。

表 2 电特性

特 性	符号	条 件	A 组	极限值	单位
-----	----	-----	-----	-----	----

		(除非另有规定, VDD=3.0 V~5.0 V -55°C≤TA≤125°C)	分组	最小	最大	
分辨率	RES		A1 A2 A3	13	—	bits
温度转换精度	AT	VDD=5.0V		—	±4 ¹	°C
数字输入高电平电压	VIH			2.5	—	V
数字输入低电平电压	VIL			—	0.8	V
数字输出高电平电压	VOH	IOH=200μA		VDD-0.3	—	V
数字输出低电平电压	VOL	IOL=-200μA		—	0.4	V
数字输入电流	II	VIN=0V~ VDD		—	±10	μA
电源电流	IDD	一般模式, VDD=5.0V 上电不转换。		—	500	μA
温度传感器转换时间	trs		A9 A10 A11	—	1.5	ms
功能测试		电源电压=3.0 V 或 5.0 V, 根据 3.2.4 的功能进行功能测试。	A7 A8A A8B	—		

注1: 建议不要在125°C以上的温度下操作设备超过设备寿命的5%（5000小时）。超过此限制的任何暴露都会影响设备的可靠性。

7 时序特性参数

所有输入信号除特别说明, TA = -55°C to 125°C, VDD = 3.0 V to 5.0 V。

表 2 时序特性

参数 ¹	极限值	单位	说明
t1	5	ns min	$\overline{\text{CS}}$ 到 SCLK 建立时间
t2	25	ns min	SCLK 高脉冲宽度
t3	25	ns min	SCLK 低脉冲宽度
t42	35	ns max	SCLK 跳为低后数据存储时间
t5	20	ns min	SCLK 跳为高前数据建立时间
t6	5	ns min	SCLK 跳为高后数据保存时间
t7	5	ns min	$\overline{\text{CS}}$ 到 SCLK 保持时间
t8 ²	40	ns max	$\overline{\text{CS}}$ 到 DOUT 高阻抗

注1: 图5为SPI时序图。

注 2 : 通过图 3 所示负载电路测试。

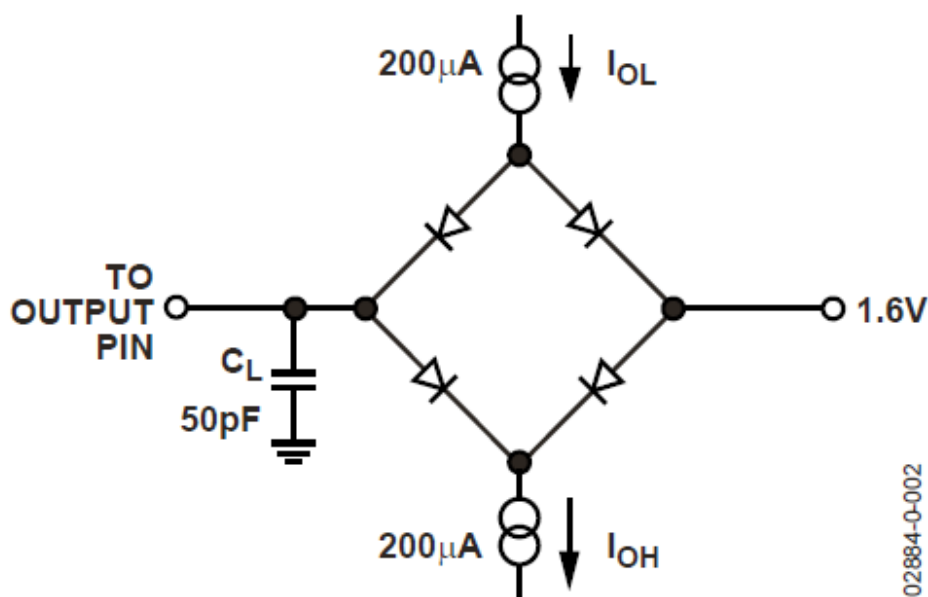


图 3 数据存取时间和总线请求时间测试电路

8 功能描述

8.1 应用原理

HWD7301 是一款 13 位数字温度传感器，同时具有作为符号位的第十四位。该部件包括一个片上温度传感器、13 位模-数转换器、一个参考电路以及串行接口逻辑功能。ADC 模块包含一款简单可靠的电容型逐次逼近 DAC。HWD7301 电源电压范围在 3.0V 到 5.0V。

片内温度传感器可以精确测量环境温度，测量范围为-55°C至+125°C。

8.2 功能描述

8.2.1 转换器说明

该设备的转换时钟由内部生成。只有当串行端口读出或写入时需要外部时钟。在工作模式，内部时钟振荡器运行一对自动转换序列。在自动转换序列过程中，初始设定为每 1.5s 转换一次。在转换时间内，设备给其模拟电路上电同时实现温度转换。该温度转换典型时间为 1.2ms。温度转换完成后，设备模拟电路自动关断。下一个 1.5s 模拟电路再次上电，温度转换重新开始。由于串行接口电路一直保持工作，大部分的

温度转换结果通常保存在串行输出寄存器中。

HWD7301 可以通过控制寄存器进入关断模式,这意味着片内振荡器关断,转换不在发生除非 HWD7301 脱离关断模式。通过向控制寄存器写零可以使 HWD7301 脱离关断模式。即使 HWD7301 处于关断模式,关断前最后一次发生转换得到的数据仍可以读出。

在正常转换模式下,每次读写操作后内部时钟振荡器都会被重置。这会使设备开始温度转换,典型下 1.2ms 后出现结果。与此类似,当 HWD7301 脱离关断模式,内部时钟振荡器开启,设备开始温度转换,典型下 1.2ms 后出现结果。每个转换结果都被存入缓冲寄存器,同时在每个串行端口活动的首次串行时钟输入的下降沿时,将数据载入温度数值寄存器。串行端口活动不会阻碍转换过程,甚至再一次写入过程中每个转换已经完成了。一个转换必须在读取发生之前完成,否则转换结果将载入换成寄存器而不是温度数值寄存器。除非一个转换已经在进行,通常一个新的转换在串行端口的活动的末端触发。

8.2.2 温度数值寄存器

温度数值寄存器是一个 14 位只读寄存器,用于存储来自 ADC 的温度数据包括 13 位二进制补码和 1 位符号位。最高有效位(DB13)为符号位。理论上 HWD7301 的 ADC 模块能够测量 255℃温度范围。片上温度传感器能够实现对环境温度的精确测量,测量温度范围是-55℃~+125℃。温度数据格式如表 6 所示,给出了各温度的表示样例。典型特性曲线如图 4 所示。

表 6.温度数据格式

温度	数据输出 DB13...DB10
-40 ℃	11, 1011 0000 0000
-30 ℃	11, 1100 0100 0000
-25 ℃	11, 1100 1110 0000
-10 ℃	11, 1110 1100 0000
-0.03125 ℃	11, 1111 1111 1111
0 ℃	00, 0000 0000 0000
+0.03125 ℃	00, 0000 0000 0001
+10 ℃	00, 0001 0100 0000
+25 ℃	00, 0011 0010 0000
+50 ℃	00, 0110 0100 0000
+75 ℃	00, 1001 0110 0000
+100 ℃	00, 1100 1000 0000
+125 ℃	00, 1111 1010 0000
+150 ℃	01, 0010 1100 0000

温度转换公式：

$$\text{Positive Temperature} = \text{ADC Code}(d)/32$$

$$\text{Negative Temperature} = (\text{ADC Code}(d)^1 - 16384)/32$$

$$\text{Negative Temperature} = (\text{ADC Code}(d)^2 - 8192)/32$$

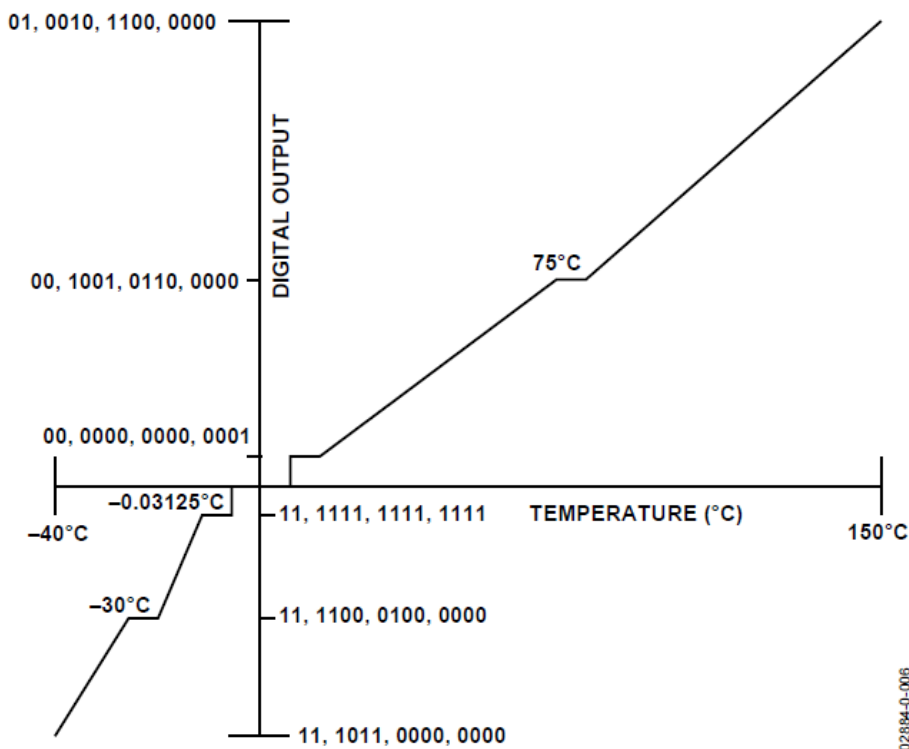


图 4 温度-数字转换图

注1: ADC code使用全14位编码，包括符号位

注2: DB13(符号位)从ADC code中移除

8.2.3 串行接口

HWD7301 上的串行接口包含四根线，分别是 $\overline{CS}$ 、SCLK、DIN 和 DOUT。该接口能够以三线模式工作同时 DOUT 线与地相连，在此模式下接口处于只读状态，通过 DOUT 线从数据存储器中读取数据。建议使用 $\overline{CS}$ 数据传输线创建通讯窗口，如图 5 所示；该方式能够提高 HWD7301 与主件间的同步性。如有需要，可以通过 DIN 线写入数据使 HWD7301 进入待机模式。当有多个设备与 HWD7301 的串行时钟和数据传输线相连时，通过 $\overline{CS}$ 数据传输线来选择设备进行接入。当 HWD7301 处于待机模式时，需要一个外部时钟来

将数据寄存器中的数据输入到 SCLK 的输入端口。HWD7301 的串行接口允许部件兼容一些同步串行时钟与串行数据的系统，比如 80C51、87C51、68HC11、68HC05、PIC16Cxx 微控制器以及 DSP 数据处理器。

在 HWD7301 中，从温度数值寄存器中读取数据，在控制寄存器中写入数据。

读取操作：

如图 5 所示为从 HWD7301 串行读取操作的时序图。 $\overline{CS}$ 数据传输线为 SCLK 的使能。在整个读取过程中，13 位数据以及一位符号位被传输。整个读取操作需要 16 个时钟脉冲，前两位出 0，后 14 位包含温度数据。如果 $\overline{CS}$ 为低，超过 16 位 SCLK 周期运用，HWD7301 循环并且输出 16 位数据，其中前两位出 0，后 14 位为温度数值寄存器中的数据。如果 $\overline{CS}$ 为高，DOUT 进入三态。数据在 SCLK 的下降沿通过 DOUT 时钟输出。

写入操作：

图 5 同时展示出数据是如何写入 HWD7301 中。在 HWD7301 中，读写操作是同时发生的。数据流的第三位提供用户控制功能，在 HWD7301 中其为关断位，当其为 1 时，让 HWD7301 进入关断模式。除了关断位以外，输入数据流中其他数据位应为 0 确保 HWD7301 的正常工作。在 SCLK 第十六位的上升沿，数据载入控制寄存器同时发挥作用。因此，如果部件需要进入关断状态，需要在此刻进行。如果在 SCLK 第十六位上升沿之前 $\overline{CS}$ 变为高，数据不会载入进控制寄存器，所以部件的关断状态不会改变。在 SCLK 的上升沿，数据输入 HWD7301。

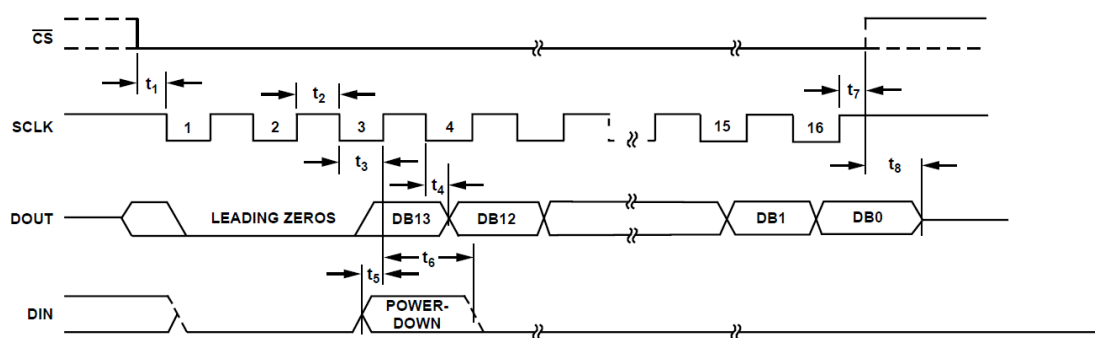


图 5 串行接口时序图

9 应用信息

9.1 微处理器接口

HWD7301 串行接口能够灵活的与大多数微型计算机和微处理器相连。图 6 至图 9 为一些典型接口电路。

HWD7301 上的串行接口包含四根线，分别是 $\overline{CS}$ 、SCLK、DIN 和 DOUT。以上所有接口电路显示了 4 根接口线。然而，使用三根线也能使接口工作。如果应用不需要 HWD7301 提供的掉电功能，DIN 可以一直置低。因此，接口使用三根线能够工作，分别为 $\overline{CS}$ 、SCLK 和 DOUT。

9.1.1 HWD7301-to-MC68HC11 接口

如图 6 所示为 HWD7301 与 MC68HC11 微处理器间的接口电路。当 CPOL 和 CPHA 数据位设为逻辑 1 时，MC68HC11 微处理器工作在主模式，其 SCLK 线在数据传输过程中为高，从 HWD7301 输入输出 16 位数据需要 2 次串行数据操作。图 6 显示了完整（4 线）的接口，将 MC68HC11 中的 PC1 端口设为输出来驱动 $\overline{CS}$ 输入端。

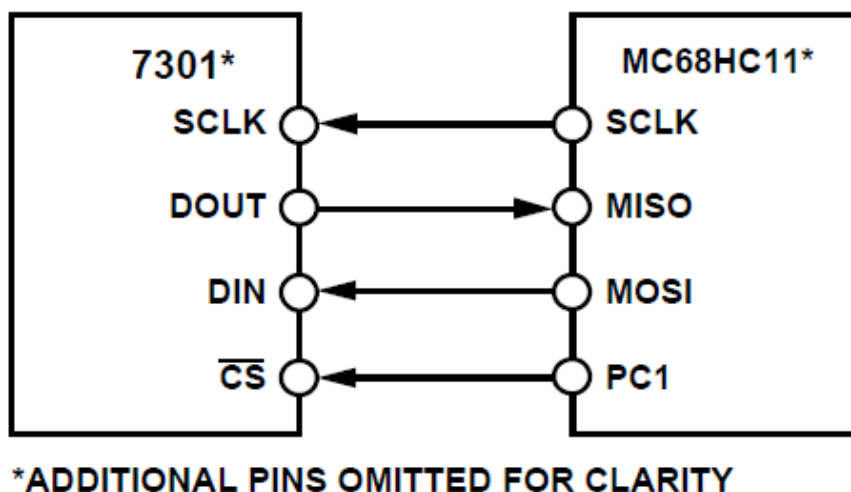


图 6 HWD7301-to-MC68HC11 接口

9.1.2 HWD7301-to-8051 接口

如图 7 所示为 HWD7301 与 8051 微处理器间的接口电路。8051 被设定为串行接口模式（0 Mode），其

串行时钟线（P3.1）在数据传输过程中为高。从 HWD7301 输入输出 16 位数据需要 2 次串行数据操作。HWD7301 输出数据流的最高位为第一位有效位，而 8051 将输出数据流的最低位设为第一位有效位。因此，在来自 HWD7301 的正确数据字存入寄存器前读入串行缓冲器的数据需重新排列。

在图 7 所示例子中，HWD7301 与 8051 微处理器间的串行接口相连。由于 8051 的串行接口只包含一条数据线，所以 HWD7301 的 DIN 线直接接地。

对于需要 HWD7301 提供掉电功能的应用，串行接口应通过使用 8051 的数据传输端口来实现，这样可以得到一个全双向的串行接口。该方法需要在其中一端口线上生成串行时钟，同时使用另两条端口线来输入输出数据以及用第四条端口线与 $\overline{CS}$ 相连。在图 16 中，端口线 1.0 至 1.3(P1.1 设为输入)用来与 $\overline{CS}$ 、SCLK、DIN 和 DOUT 相连。

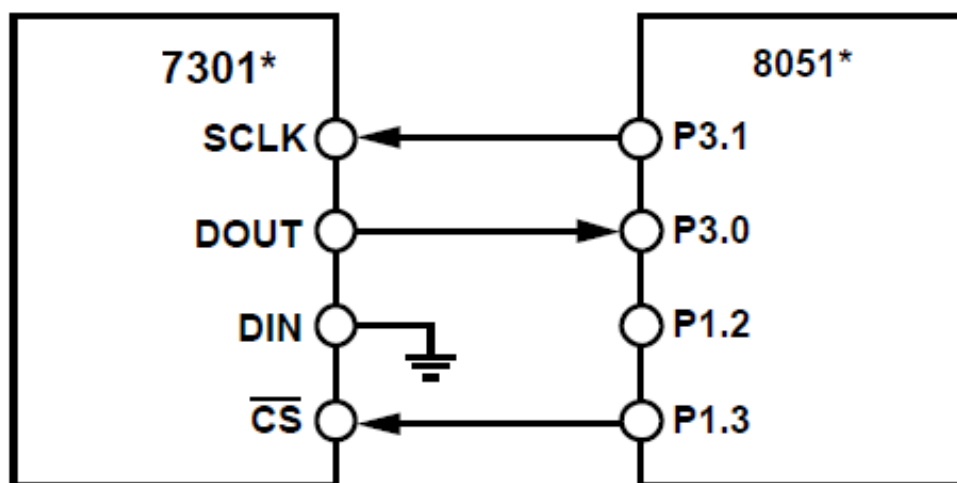


图 7 HWD7301-to-8051 接口

9.1.3 HWD7301-to-PIC16C6x/7x 接口

如图 8 所示为 HWD7301 与 PIC16C6x/7x 微处理器间的接口电路。PIC16C6x/7x 的同步串行接口作为 SPI 总线，将其中的时钟极性位设为逻辑 1。在该模式下，从 HWD7301 输入输出 16 位数据需要 2 次串行数据操作。图 8 所示例子中，RA1 端口用来驱动 $\overline{CS}$ 输入端。

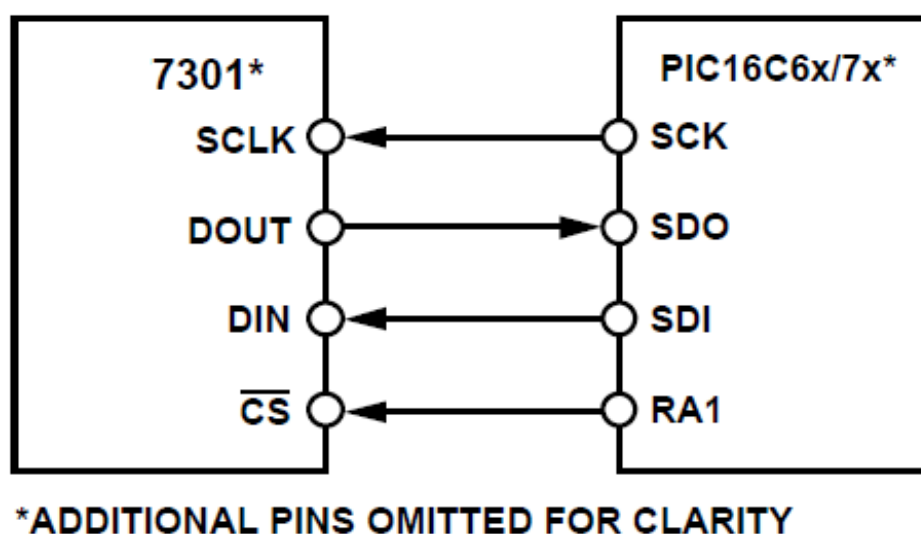


图 8 HWD7301-to-PIC16C6x/7x 接口

下面的软件程序实现了 PIC16F873 与 HWD7301 的连接。PIC16F873 做为 SPI 总线，同时端口 A.1 用于 $\overline{CS}$ 。通过替换设备的引用文件，任何微片处理器能够使用该程序。

```
#include <16F873.h>

#define adc = 8

#define use delay(clock = 4000000)

#define fuses NOWDT,XT, PUT, NOPROTECT, BROWNOUT, LVP

#define 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); //Pic is set up as master device.

CKP = 1; //Idle state of clock is high.

do{

delay_ms(10); //Allow time for conversions.

Output_low(CS); //Pull CS low.

delay_us(10); //CS to SCLK set-up time.
```

```
MSByte = SPI_Read(0); //The first byte is clocked in.

LSByte = SPI_Read(0); //The second byte is clocked in.

delay_us(10); //SCLK to CS set-up time.

Output_High(CS); //Bring CS high.

ADC_Temp_Code = make16(MSByte,LSByte); //16 bit ADC code is stored ADC_Temp_Code.

ADC_Temp_Code_dec = (float)ADC_Temp_Code; //Convert to float for division.

if ((0x2000 & ADC_Temp_Code) == 0x2000) //Check sign bit for negative value.
{
    TempVal = (ADC_Temp_Code_dec - 16384)/32; //Conversion formula if negative temperature.
}
else
{
    TempVal = (ADC_Temp_Code_dec/32); //Conversion formula if positive temperature.
}
}while(True); //Temperature value stored in TempVal.
}
```

9.1.4 HWD7301-to-ADSP-21xx 接口

如图 9 所示为 HWD7301 与 ADSP-21xx DSP 数据处理单元间的接口电路。为确保接口的正常工作, SPORT 控制寄存器设置如下:

```
TFSW = RFSW = 1, alternate framing
INVRFS = INVTFS = 1, active low framing signal
DTYPE = 00, right justify data
SLEN = 1111, 16-bit data-words
ISCLK = 1, internal serial clock
TFSR = RFS = 1, frame every word
IRFS = 0, RFS configured as input
ITFS = 1, TFS configured as output
```

接口需要在 ADSP-21xx 的 SCK 线与 HWD7301 的 SCLK 输入端之间加一反相器。在 ADSP-21xx 的接

口中，SPORT 中的 TFS 与 RFS 连在一起，TFS 为输出，RFS 为输入。DSP 工作在交替帧模式，SPORT 控制寄存器设置如上所述。

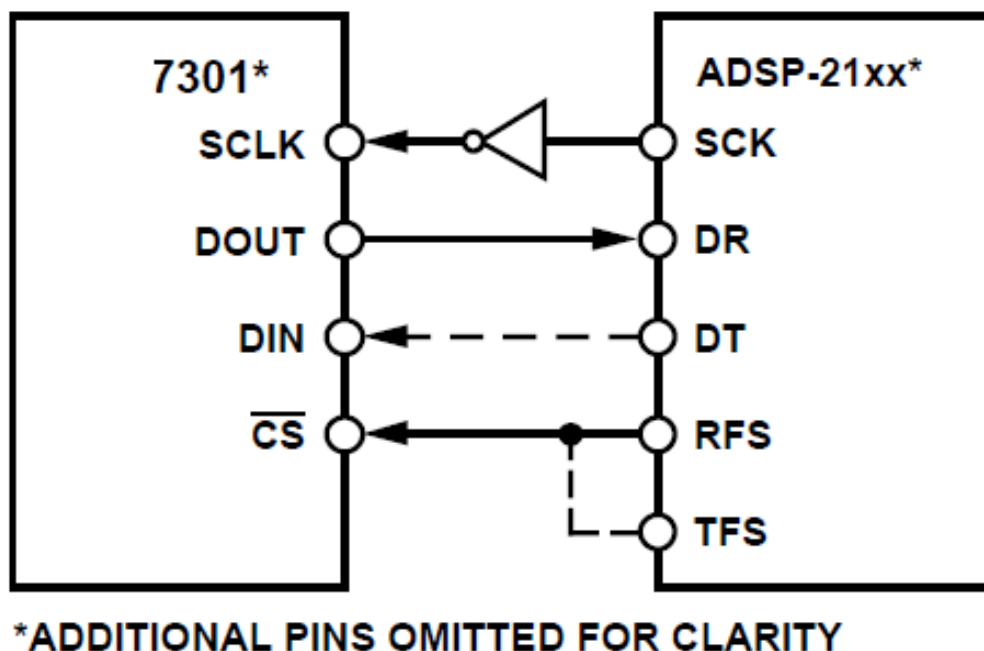


图 9 HWD7301-to-ADSP-21xx 接口

9.2 HWD7301 的安装

HWD7301 可用于表面或空气温度传感应用。如果设备通过热导电粘合剂粘合在物体表面，由于 HWD7301 的低功耗特性模具温度与表面温度差在 0.1℃ 以内。若空气温度与测试表面温度不同，注意隔离设备的背部与头部。

地脚提供最好的到模具热传输路径；因此，PCB 板上的地保护走线与模具温度非常接近。应确保模具与测试表面有良好的热接触。

与其他集成电路芯片一样，HWD7301 及其连接线和外围电路需要保持干燥以防止漏电和腐蚀，尤其在寒冷环境下冷凝现象更易发生。可以使用防水漆和保形涂料来保护器件。小尺寸的 HWD7301 可以放入密封金属壳中，使设备能够在安全环境下工作。

电源去耦：HWD7301 的电源和地端间需安装 0.1μF 的陶瓷去耦电容。当 HWD7301 远离电源时，去耦电容尤其重要。

10 外形尺寸

10.1 塑料 MSOP8L 封装

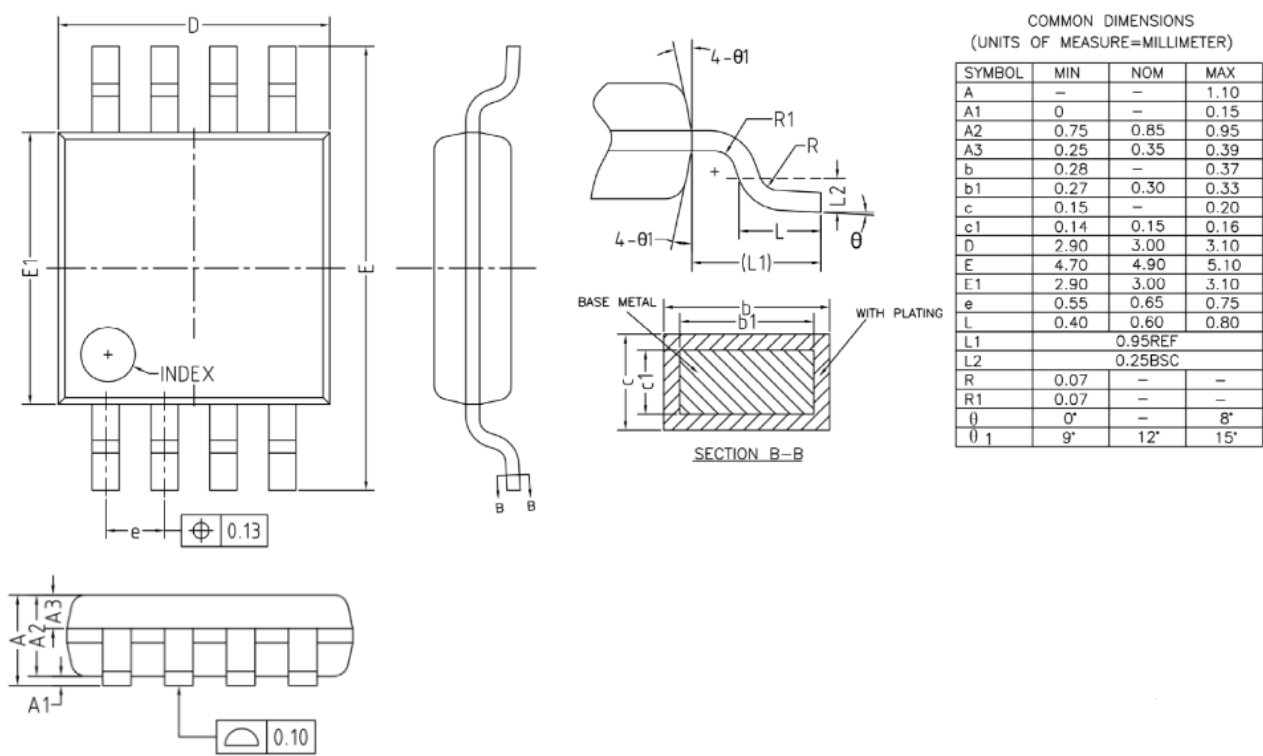


图 10 塑料 MSOP8L 封装外形尺寸图

10.2 陶瓷 CLCC6L 封装

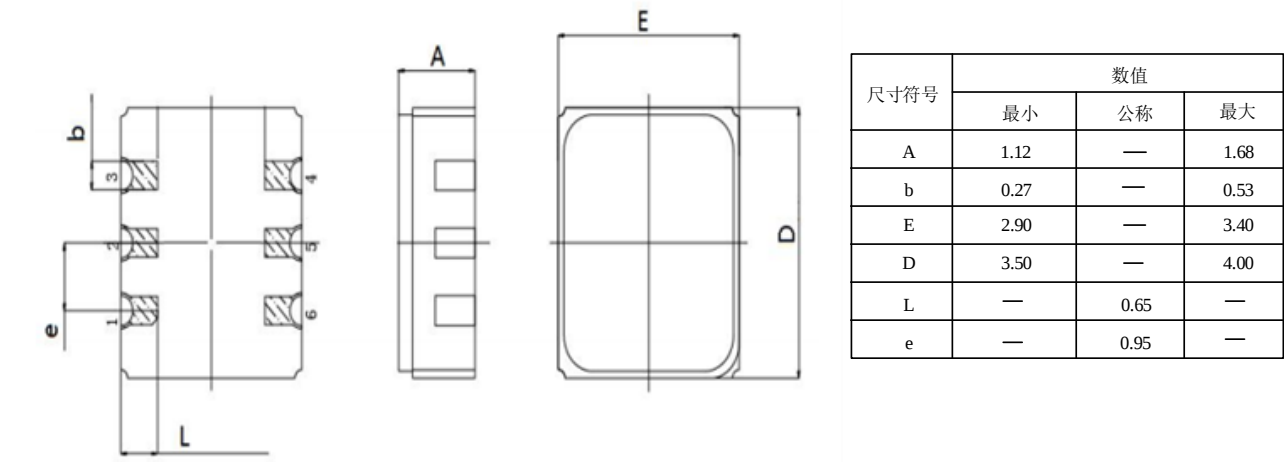


图 11 陶瓷 CLCC6L 外形尺寸图

10.3 陶瓷 CSOP08M 封装

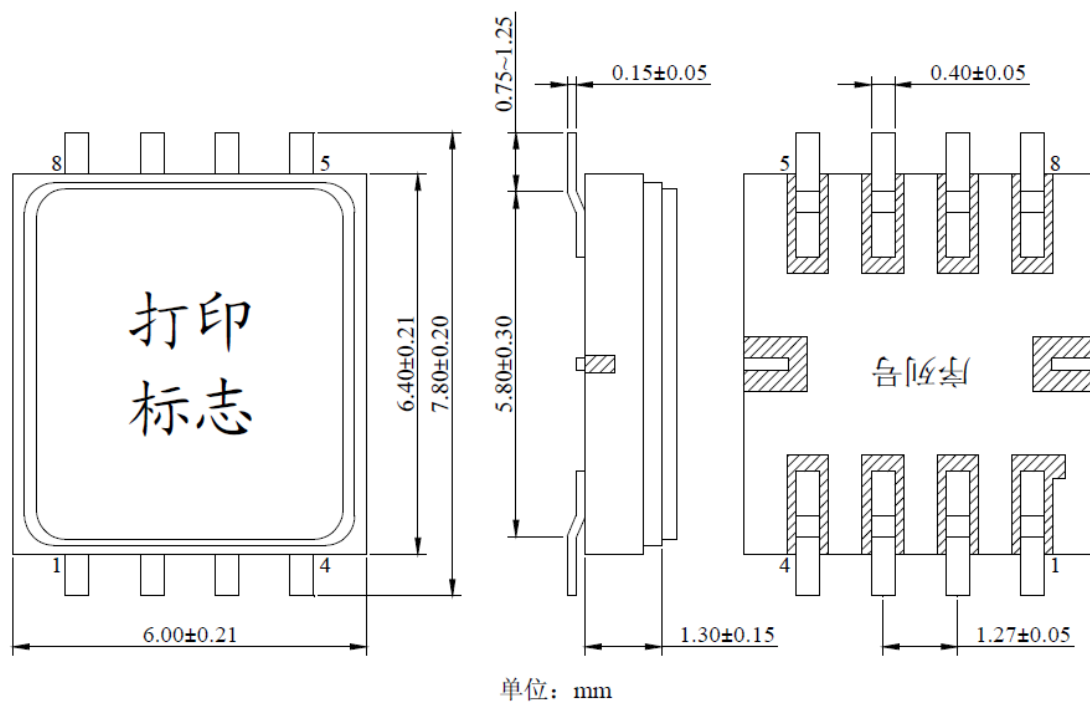


图 12 陶瓷 CSOP08M 封装外形尺寸图

11 订货信息

表 7 产品订货信息

型号	封装形式	封装材料	质量等级	详细规范	产品状态
HWD7301-A	MSOP8	塑料	军温	Q/HWD 50074-2021	量产
HWD7301	CLCC6	陶瓷	B 级	Q/HWD 50166-2022	在研
HWD7301MAA	CSOP8	陶瓷	B 级	Q/HWD 30052-2017	量产