

HK1001 型 多兼容串口数字温度传感器

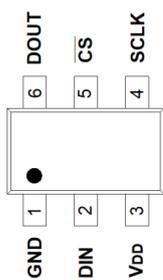
产品概述

HK1001 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°C。HK1001 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，HK1001 可与市场上的多种微控制器通信。微控制器通过串口控制，可使 HK1001 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，HK1001 非常适合用于个人电脑、办公设备、汽车及家电设备等各种产品领域。

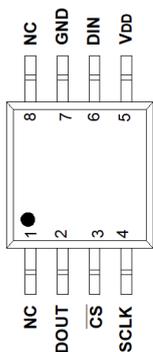
产品特征

- ◆ 工作电压范围：2.7V~5.25V
- ◆ 测温范围：-55°C~150°C
- ◆ 测温精度：
 - 0°C~70°C 典型测温精度 ±0.5°C
 - -40°C~125°C 最大测温精度 ±3°C
- ◆ 测温分辨率：13 位 ADC 可选择最高分辨率 0.03125°C
- ◆ 接口形式：兼容 SPI 和 DSP 串行接口
- ◆ 待机电流：< 1 μA
- ◆ 在 $V_{DD}=3.3V$ 时功耗 0.631mW
- ◆ 具有 SOT-23 和 MSOP8 两种封装形式
- ◆ 兼容 ADI 的 ADT7301

封装外形及管脚说明



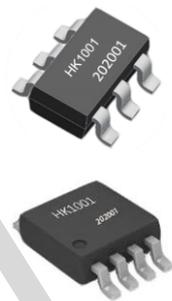
SOT23 封装		
管脚	名称	功能描述
1	GND	电源地端
2	DIN	串行数据输入
3	V _{DD}	电源正输入
4	SCLK	串行时钟输入
5	\overline{CS}	片选输入
6	DOUT	串行数据输出



MSOP8 封装		
管脚	名称	功能描述
1/8	NC	空脚
2	DOUT	串行数据输出
3	\overline{CS}	片选输入
4	SCLK	串行时钟输入
5	V _{DD}	电源正输入
6	DIN	串行数据输入
7	GND	电源地端

产品应用

- ◆ 医疗设备
- ◆ 汽车电子
- ◆ 磁盘驱动
- ◆ 电子测试设备
- ◆ 办公设备
- ◆ 工程控制
- ◆ 手机及个人电脑



目 录

1 主要技术参数	2
1.1 绝对最大额定值	2
1.2 电气特性	3
1.3 时序特性	4
1.4 典型工作曲线	5
1.5 ESD 警告	6
2 基本工作原理简述	6
2.1 产品概述	6
2.2 转换细节	7
2.3 温度值寄存器	7
2.4 串行接口	8
2.5 读操作	8
2.6 写操作	9
3 应用指南	9
3.1 微处理器接口	9
3.2 安装	9
3.3 电源去耦	10
4 封装信息	10
4.1 SOT-23 封装:	10
4.2 MSOP8 封装:	11
5 订购信息	12
6 联系我们	12

1 主要技术参数

1.1 绝对最大额定值

表 1 绝对最大额定值

描述	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD} 至 GND	-0.3		+7.0	V
数字输入电压至 GND	-0.3		V _{DD} +0.3	V
数字输出电压至 GND	-0.3		V _{DD} +0.3	V
工作温度范围	-55		+150	°C
存储温度范围	-65		+150	°C
结温			+150	°C
功耗 ¹			$W_{MAX}=(T_{jmax}-T_A)^2/\theta_{JA}$	W
热阻 (SOT23) ³ θ_{JA} 结到环境			190.4	°C/W
热阻 (MSOP8) ³ θ_{JA} 结到环境 θ_{JC} 结到外壳			205.9 43.74	°C/W °C/W
回流焊接峰值温度			220 (0°C/5°C)	°C
回流焊接峰值温度时间	10		20	S
回流焊接峰值温度 (无铅)			260 (0°C)	°C
回流焊接峰值温度时间(无铅)	20		40	S

注释：上述条件仅为器件工作的绝对最大额定值，在上述条件或其他超出此条件的环境中功能运行，本规格书并不适用。长期暴露在此绝对最大额定值条件下过长时间会影响器件可靠性。

注 1 与用在标准的两层 PCB 上的封装相关的值。参考图 2 最大功耗与温度 (T_A) 的关系。

注 2 T_A=环境温度。

注 3 结到环境的热阻对于空气冷却更实用，例如安装在 PCB 上。

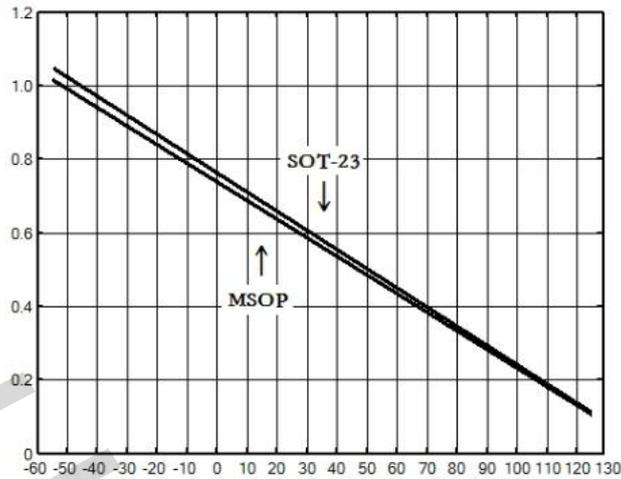


图 2 最大功耗和温度的关系

1.2 电气特性

$T_A = T_{MIN}$ 至 T_{MAX} , $V_{DD} = 2.7V \sim 5.25V$, 所有参数都在 $-55^{\circ}C \sim +150^{\circ}C$ 范围, 除非另有说明。

表 2 电气特性表

描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
温度传感器和 ADC					
精度	$V_{DD} = 3 (\pm 10\%)$ 和 $V_{DD} = 5V (\pm 5\%)$				
	$T_A = 0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$	-	± 0.5	± 1	$^{\circ}C$
	$T_A = -20^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$	-		± 2	$^{\circ}C$
	$T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$	-		± 3	$^{\circ}C$
	$T_A = -55^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$	-		± 4	$^{\circ}C$
温度分辨率			0.03125		$^{\circ}C$
自动转换更新 t_R	间隔 1.5 秒自动测量一次温度		1.5		Sec.
温度转换时间			1.2		ms
热时间常数 ¹			2		Sec.
电源					
工作电压	确保测温性能	2.7		5.25	V
工作电流					
正常模式	$V_{DD} = 3.3V$, 上电并且转换时		1.6	2.2	mA
	$V_{DD} = 3.3V$, 上电不转换时		190	300	μA
	$V_{DD} = 5V$, 上电并且转换时		1.6	2.2	mA
	$V_{DD} = 5V$, 上电不转换时		280	400	μA
待机模式	$V_{DD} = 3.3V$, $T_A = 0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$		0.2	1	μA

描述		条件	最小值	典型值	最大值	单位
功耗						
正常模式（平均值）		$V_{DD}=3.3V$ ，自动转换更新 t_r		631		μW
		$V_{DD}=5V$ ，自动转换更新 t_r		1.41		μW
待机模式 ² （平均值）	1SPS	$V_{DD}=3.3V$		4.88		μW
		$V_{DD}=5V$		7.4		μW
	10SPS	$V_{DD}=3.3V$		42.9		μW
		$V_{DD}=5V$		65		μW
	100SPS	$V_{DD}=3.3V$		423		μW
		$V_{DD}=5V$		641		μW
数字信号输入 ³						
输入高电平, V_{IH}			2.5			V
输入低电平, V_{IL}					0.8	V
输入电流, I_{IN}		$V_{IN}=0V$ 至 V_{DD}			± 1	μA
输入电容, C_{IN}		所有数字输入端口			10	pF
数字信号输出 ³						
输出高电平, V_{OH}		$I_{SOURCE}=I_{SINK}=200\mu A$	$V_{DD}-0.3V$			
输出低电平, V_{OL}		$I_{OL}=200\mu A$			0.4	V
输出电容, C_{OUT}					50	pF

注释:

- 热时间常数是指器件经过一个温度到另一个温度的冲击，测温结果的变化数值达到温差的 63.2% 所用的时间。表中，HK1001 经过 $0^{\circ}C \sim 100^{\circ}C$ 的温度冲击，测温结果到达 $63.2^{\circ}C$ 需要 2s；
- HK1001 脱离待机模式，并进行一次温度转换。当温度转换结束后，HK1001 回到待机模式；
- 设计保障和特性保障。

1.3 时序特性

下表是设计保障和特性保障，不是产品测试的结果。

所有输入信号被设定为 $t_R = t_F = 5ns$ ($0.1V_{DD}$ 到 $0.9V_{DD}$)。

$T_A = T_{MIN}$ 至 T_{MAX} , $V_{DD} = 2.7V$ 至 $5.25V$ ，除非另有说明。

表 3 时序特性

符号 ¹	条件	最小值	最大值	单位
t_1	CS 到 SCLK 的建立时间	5		ns
t_2	SCLK 高脉冲宽度	25		ns
t_3	SCLK 低脉冲宽度	25		ns
t_4^2	SCLK 下降沿之后的数据存取时间		35	ns

符号 ¹	条件	最小值	最大值	单位
t_5	SCLK 上升沿之前的数据建立时间	20		ns
t_6	SCLK 上升沿之后的数据保持时间	5		ns
t_7	\overline{CS} 到 SCLK 的保持时间	5		ns
t_8	\overline{CS} 到 DOUT 高阻抗		40	ns

注释:

1. SPI 时序表见图 11;
2. 用图 3 的负载电路测量。

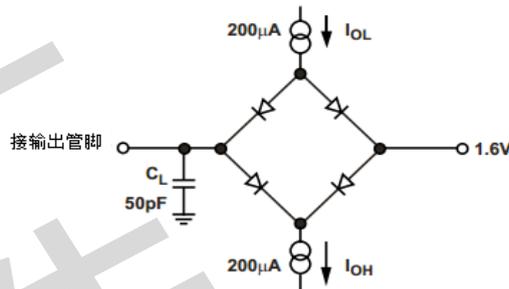


图 3 数据存取时间和总线释放时间测试的负载电路

1.4 典型工作曲线

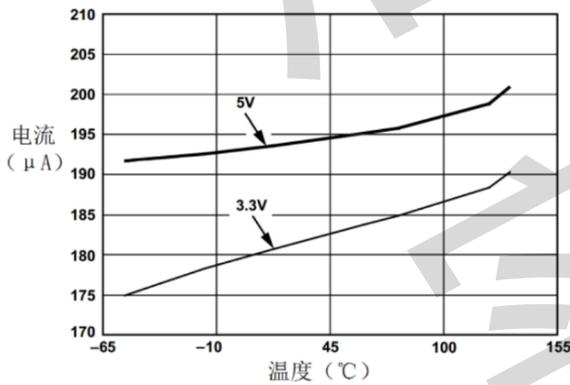


图 4 平均工作电流与温度的关系

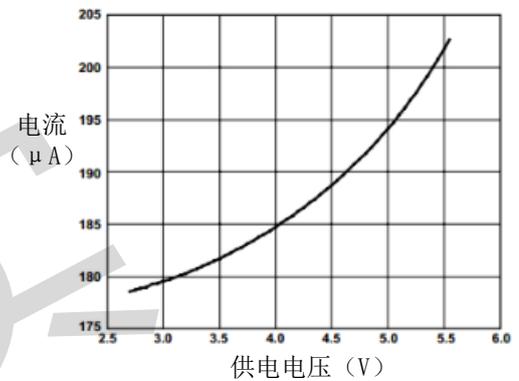


图 5 平均工作电流与供电电压的关系 @30°C

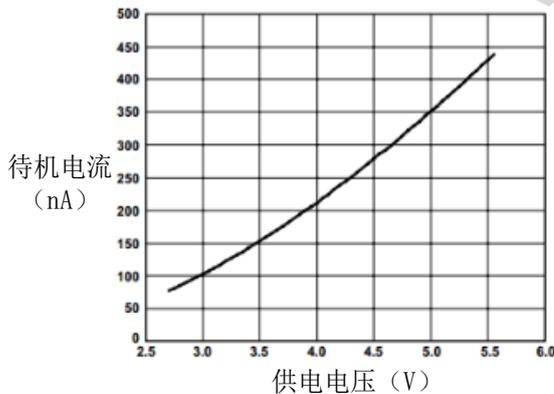


图 6 待机电流与供电电压的关系 @30°C

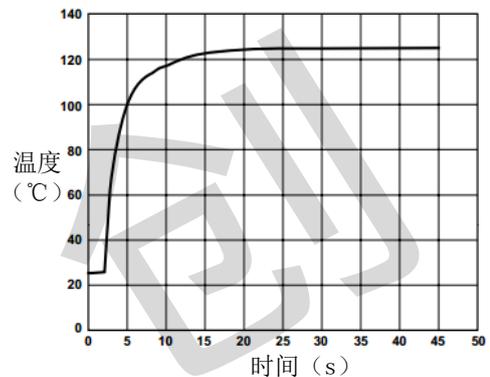


图 7 热冲击响应

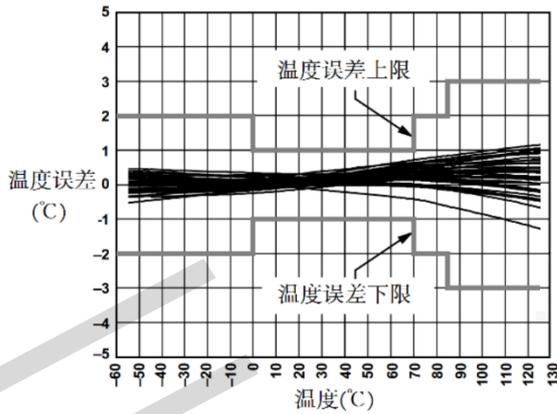


图 8 40 颗 HK1001 温度精度@3.3V

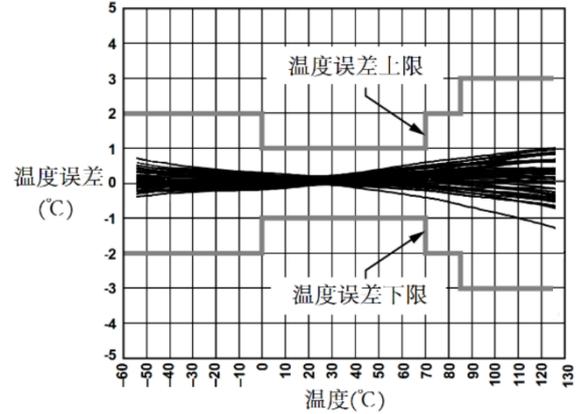


图 9 40 颗 HK1001 温度精度@5V

1.5 ESD 警告

ESD（静电放电）敏感器件

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专用的保护电路，但在遇到高能量 ESD 时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的 ESD 防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

2 基本工作原理简述

2.1 产品概述

HK1001 是一个 13 位数字温度传感器，第 14 位是符号位，包括一个温度探测器、一个 13 位 A/D 转换器、一个基准电路和串行接口。ADC 部分由一个基于电容 DAC 构成的传统的逐次逼近型转换器。器件工作的电源电压是 2.7V 至 5.25V。

单片温度传感器可以对周围设备的温度进行精确测量。HK1001 规定的测量范围是 -55°C 到 $+150^{\circ}\text{C}$ 。

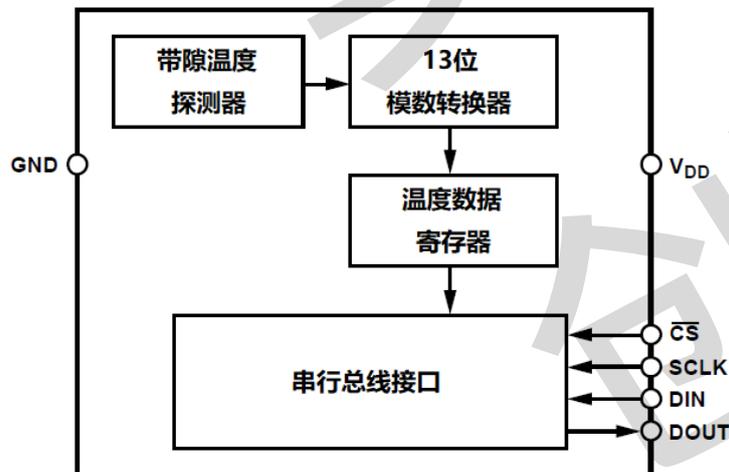


图 10 产品功能框图

2.2 转换细节

转换时钟是内部产生的，除了读取和写入串行接口，不需要外部时钟。在正常模式，器件内部的一个时钟振荡器控制完成温度自动转换。在这个自动转换序列期间，每 1.5s 转换一次。在这个时间，器件供电给模拟电路，运行温度转换。这个温度转换正常需要 1.2ms，在这之后，器件的模拟电路部分自动关断。当计时器到 1.5s 时，模拟电路会重新上电，开始下次转换。由于串行接口电路从不关断，所以最新的温度转换结果总是在串行输出寄存器可用。通过控制寄存器 HK1001 可以被置于待机模式。这意味着片内时钟振荡器关断，直到 HK1001 脱离待机模式，不会再有转换开始。HK1001 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 HK1001 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。

2.3 温度值寄存器

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 4，表 4 说明了器件的温度测量范围 (-55℃ 到 +150℃)。典型的性能曲线见图 8 和图 9。

表 4 温度数据格式

温度 (°C)	数字输出 DB13.....DB0			
- 55°C	11	1001	0010	0000
- 40°C	11	1011	0000	0000
- 30°C	11	1100	0100	0000
- 25°C	11	1100	1110	0000
- 10°C	11	1100	1100	0000
- 0.03125°C	11	1111	1111	1111
0°C	00	0000	0000	0000
+ 0.03125°C	00	0000	0000	0001

温度 (°C)	数字输出 DB13.....DB0			
10°C	00	0001	0100	0000
25°C	00	0011	0010	0000
50°C	00	0110	0100	0000
75°C	00	1001	0110	0000
100°C	00	1100	1000	0000
125°C	00	1111	1010	0000
150°C	01	0010	1100	0000

温度数据转换公式

正温度值 = ADC 代码 (十进制) / 32

负温度值¹ = (ADC 代码 (十进制) - 16384) / 32

注释:

1. ADC 代码采用包含符号位在内的所有 14 位数据。

2.4 串行接口

HK1001 的串行接口由四根线组成: \overline{CS} , SCLK, DIN 和 DOUT。DIN 接地时, HK1001 可以在 3 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。如果需要的时候, 可以通过 DIN 写入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 \overline{CS} 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 \overline{CS} 信号控制读取相应的 HK1001 的数据。HK1001 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 HK1001 从温度值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。

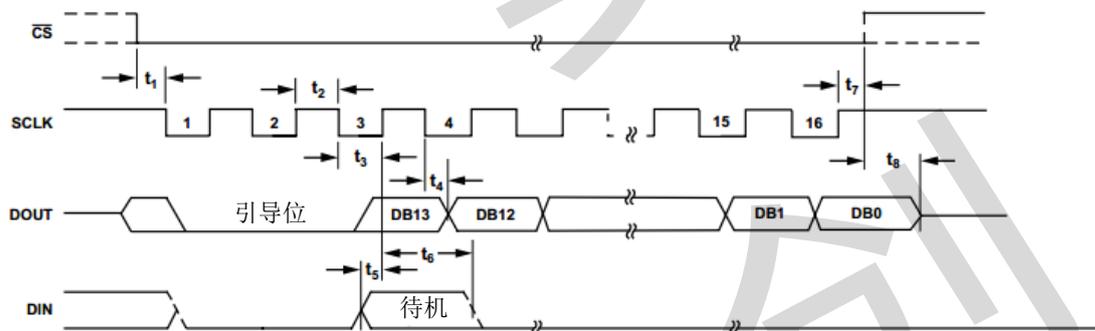


图 11 串行接口时序图

2.5 读操作

图 11 显示了 HK1001 读操作的时序表。 \overline{CS} 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 \overline{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 \overline{CS} 回到高，DOUT 会进入高阻态，不输出数据。

2.6 写操作

图 11 同样显示了 HK1001 写操作的时序表。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， \overline{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 应用指南

3.1 微处理器接口

HK1001 串行接口很容易与大多数微型计算机和微型处理器接口。HK1001 的串行接口由四条线组成： \overline{CS} 、DIN、DOUT 和 SCLK。如果不需要 HK1001 提供的待机功能，可把 DIN 一直接 GND，因此，接口可以用三条线： \overline{CS} 、DOUT 和 SCLK。

HK1001 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。

3.2 安装

HK1001 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 HK1001 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。

HK1001 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。HK1001 的体积小，可安装在密封的金属探针内，从而为器件提供安全的环境。

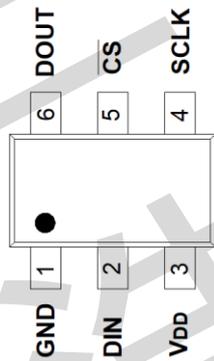
境。

3.3 电源去耦

HK1001 应该在 VDD 和 GND 之间通过 0.1 μ F 的陶瓷电容来去耦, 如果 HK1001 的底座离电源较远, 那么加去耦电容就是非常重要的。

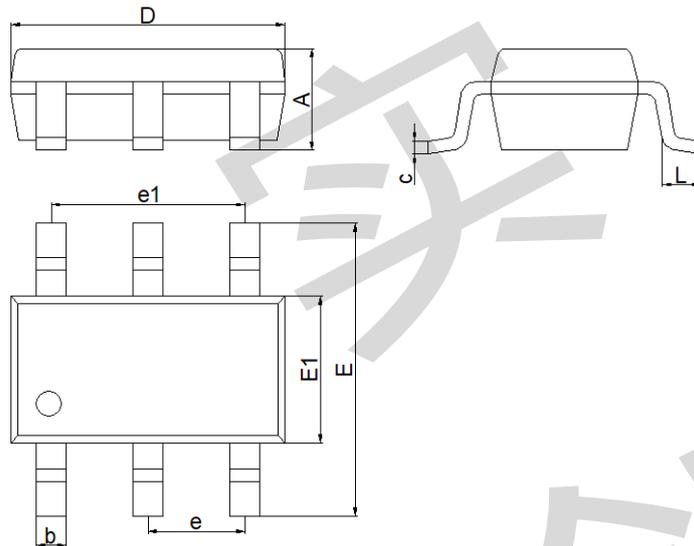
4 封装信息

4.1 SOT-23 封装:



管脚	名称	功能描述
1	GND	电源地端
2	DIN	串行数据输入
3	V _{DD}	电源正输入
4	SCLK	串行时钟输入
5	$\overline{\text{CS}}$	片选输入
6	DOUT	串行数据输出

SOT-23 封装外形尺寸:

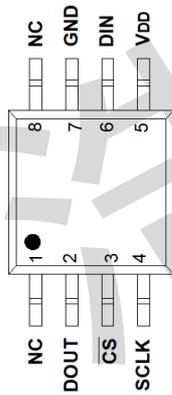


SOT-23 外形图

单位: mm

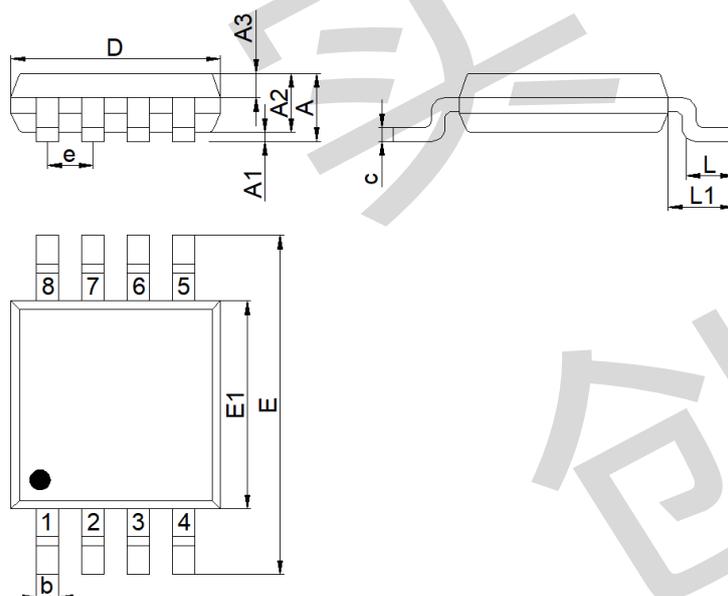
项目	尺寸			项目	尺寸		
	Min.	Typ.	Max.		Min.	Typ.	Max.
A	---	---	1.25	E1	1.40	1.60	1.80
b	0.38	---	0.48	e	---	0.95	---
c	0.11	---	0.21	e1	---	1.90	---
D	2.72	2.92	3.12	L	0.30	---	0.60
E	2.60	2.80	3.00				

4.2 MSOP8 封装:



管脚	名称	功能描述
1/8	NC	空脚
2	DOUT	串行数据输出
3	\overline{CS}	片选输入
4	SCLK	串行时钟输入
5	V _{DD}	电源正输入
6	DIN	串行数据输入
7	GND	电源地端

MSOP8 封装外形尺寸:



MSOP8 外形图

单位: mm

项目	尺寸			项目	尺寸		
	Min.	Typ.	Max.		Min.	Typ.	Max.
A	---	---	1.10	D	2.90	3.00	3.10
A1	0.05	---	0.15	E	4.70	4.90	5.10
A2	0.75	0.85	0.95	E1	2.90	3.00	3.10
A3	0.30	0.35	0.40	e	---	0.65	---
b	0.28	---	0.36	L	0.40	---	0.70
b1	0.27	0.30	0.33	L1	---	0.95	---
c	0.15	---	0.19				

5 订购信息

产品型号	工作温度	封装形式	丝印标识	包装
HK1001	-55°C~+150°C	SOT-23	HK1001	
HK1001U	-55°C~+150°C	MSOP8	HK1001	

6 联系我们

授权代理：深圳市三浩实创科技有限公司

联系电话：0755-83976006