



HWD7461 型温度 A/D 转换器 产品手册 V1.1

成都华微电子科技有限公司

二零二二年四月八日

版本历史

版次	版本说明	更改单号	更改人	日期	备注
1.0	初始版本	-	牛义	2017/12/20	
2.0	增加塑封产品信息		车红瑞	2022/04/08	

目 录

1、产品概述.....	4
2、产品特性.....	4
3、绝对最大额定值.....	5
4、引脚配置.....	6
5、电特性参数.....	7
6、产品功能描述.....	8
6.1 串联电阻消除.....	9
6.2 温度测试.....	9
7、寄存器.....	12
7.1 地址指向寄存器.....	12
7.2 温度值寄存器.....	13
7.3 配置寄存器.....	13
7.4 转换速率寄存器.....	14
7.5 温度阈值寄存器.....	15
7.5 状态寄存器.....	15
7.6 偏移寄存器.....	17
7.7 单次触发寄存器.....	17
7.8 连续 ALERT 寄存器.....	18
8、串联总线接口.....	19
9、应用信息.....	25
10、布局注意事项.....	27
11、应用电路.....	28
12、芯片封装尺寸.....	29
13、产品订货信息.....	30

1、产品概述

HWD7461 是一个双通道数字温度计，并且该芯片为个人电脑及温度管理系统设计了温度过低/过高报警。此芯片和 ADM1032 在 pin 脚和寄存器是兼容的。HWD7461 有三个附加的特性：串联电阻消除（可以自动消除高达 $3K\Omega$ 的温度检测二极管串联电阻，实现噪声滤除）；配置了 $\overline{ALERT}$ 输出端；可扩展的开关控制温度测量范围。HWD7461 可以精确测量外部的热二极管的温度和环境温度，精度在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。默认温度测量范围 0°C 到 $+127^{\circ}\text{C}$ ，与 ADM1032 兼容，并且可以通过开关拓展温度测量范围到 -55°C 到 $+150^{\circ}\text{C}$ 。HWD7461 通过 2 线串连接口与外部通讯，和系统管理总线（SMBus）标准兼容。当片上/远程温度超过范围时， $\overline{ALERT}$ 输出信号。 $\overline{THERM}$ 输出端是一个比较器的输出端，用来控制冷却风扇的开启和关闭。如果有需要， $\overline{ALERT}$ 端口可配置为第二个 $\overline{THERM}$ 端口。

HWD7461 的 SMBus 地址是 0x4C。

2、产品特性

- 片上和远程温度传感器
- 远程传感器，分辨率 0.25°C /精度 3°C
- 本地传感器分辨率 1°C /精度 3°C
- 可自动消除高达 $3K\Omega$ 远程二极管的串联电阻，实现噪声滤除
- 可拓展温度测量范围 0°C 到 $+127^{\circ}\text{C}$ 至 -55°C 到 $+150^{\circ}\text{C}$
- 与 ADM1032 的引脚及寄存器兼容
- 双线 SMBus 串联接口，支持 SMBus 报警
- 可编程高温/低温门限值
- 偏移寄存器用于系统校准
- 两个过温自动防故障（故障安全）输出端口 $\overline{THERM}$

应用

- 桌面和笔记本电脑
- 工业控制

- 智能电池
- 嵌入系统
- 测量仪器

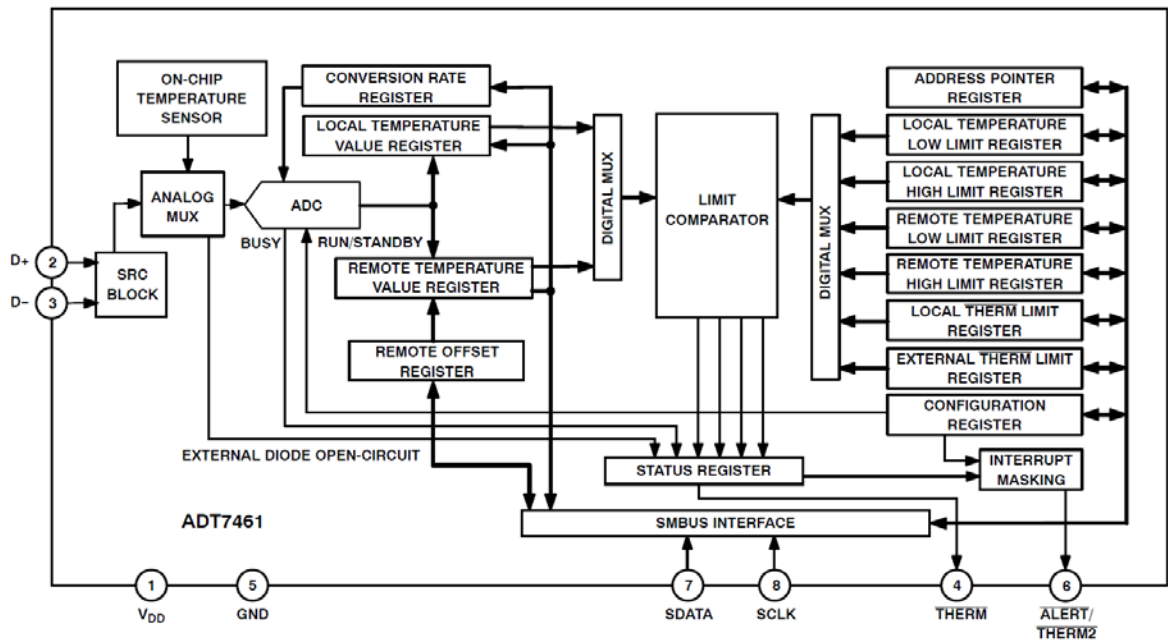


Figure 1. Functional Block Diagram

3、绝对最大额定值

参数	额定值	单位
VDD~GND	-0.3, +5.5	V
D+	-0.3~VDD+0.3	V
D-~GND	-0.3~+0.6	V
SCLK, SDATA, $\overline{\text{ALERT}}$	-0.3~+5.5	V
$\overline{\text{THERM}}$	-0.3~VDD+0.3	V
输入电流, SDATA, $\overline{\text{THERM}}$	-1, +50	mA
输入电流, D-	± 1	mA
ESD 等级 (所有端口)	4000	V
最大节温 ($T_j \text{ max}$)	150	$^{\circ}\text{C}$
储存温度	-65~+150	$^{\circ}\text{C}$

应力超过最大额定值会损坏器件，最大额定值只是应力额定值。超过以上建议的工作环境可能会影响器件的可靠性。

NOTE：注意 ESD 保护。

4、引脚配置

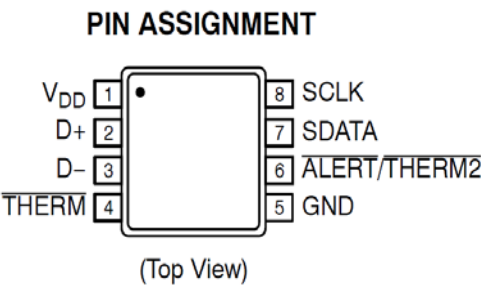


表 3.引脚分配：

Pin 号	名称	描述
1	VDD	正电源，3.0~5.5V
2	D+	远程传感器正接触端
3	D-	远程传感器负接触端
4	THERM	开漏输出端，可以在特定高温下，作为风扇开关或者调节 CPU 时钟，需要上拉到 VDD。
5	GND	电源地接触端
6	ALERT/THERM2	开漏逻辑输出端，用于中断或 SMBus 报警。也可以配置成第二个THERM端口，需要上拉电阻。
7	SDATA	逻辑输入/输出端口，SMBus 串行数据。开漏输出端，需要上拉电阻。
8	SCLK	逻辑输入端，SMBus 串行时钟，需要上拉电阻。

表 4. SMBus 时钟描述 ⁽¹⁾：

参数	Tmin, Tmax 限制	单位	描述
f _{SCLK}	400	KHz max	---
t _{LOW}	1.3	us min	时钟低电平时间（10%）
t _{HIGH}	0.6	us min	时钟高电平时间（90%）
t _R	300	ns max	时钟/数据上升时间
t _F	300	ns max	时钟/数据下降时间

$t_{SU;STA}$	600	ns min	开始情况建立时间
$t_{HD;STA}^{(2)}$	600	ns min	开始情况保持时间
$t_{SU;DAT}^{(3)}$	100	ns min	数据建立时间
$t_{HD;DAT}$	300	ns min	数据保持时间
$t_{SU;STO}^{(4)}$	600	ns min	停止情况建立时间
t_{BUF}	1.3	us min	在开始和终止之间总线闲置时间

- 1、设计保证，而非产品测试
- 2、10%SDATA 到 90%SCLK 的时间
- 3、10%或 90%的 SDATE 到 10%的 SCLK 时间
- 4、90%SCLK 到 10%SDATA

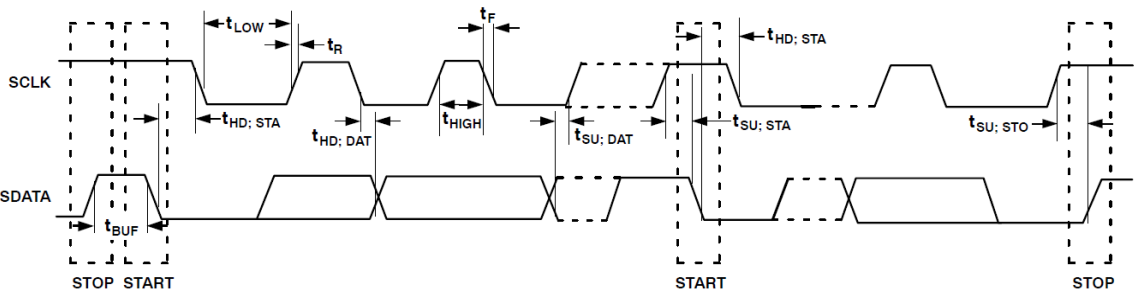


Figure 2. Serial Bus Timing

5、电特性参数

表 5.电参数

特 性	符号	条 件 除另有规定外， $V_{DD}=3.3V\sim 5.0V$ $-55^{\circ}C\leq T_A\leq 125^{\circ}C$	A 组 分组	极限值		单位
				最小	最大	
分辨率	RES		A1 A2 A3	10	—	bits
温度转换精度	A_T	$V_{DD}=5.0V$			± 4.0	$^{\circ}C$
数字输入高电平电压	V_{IH}	SCLK, SDATA, $V_{DD}=3.3V$		2.4	—	V
数字输入低电平电压	V_{IL}	SCLK, SDATA		—	0.8	V
数字输入电流	I_I	$V_{IN}=0V\sim V_{DD}$		—	± 10	μA
电源电流	I_{DD}	$V_{DD}=5.0V$		—	0.251	mA
温度传感器转换时间	t_{TS}		A9 A10 A11	—	138	ms
功能测试	$V_{DD}=3.3V$ 或 $5.0V$ 根据器件功能而编制的测试程序进行 功能测试。		A7 A8A A8B	—		

6、产品功能描述

HWD7461 是一个本地和远程温度传感器，有高温低温报警装置，可以自动消除 3 KΩ（典型值）温度检测二极管串联电阻的影响。当 HWD7461 正常工作时，内部 ADC 工作在一个自动转换模式。模拟输入端多路复用器轮流选择片上温度传感器或者远程温度传感器来测试内外部温度。ADC 将这些信号转换为数字信号，并将转换结果分别存储在本地温度寄存器和远程温度寄存器。

本地和远程测试结果分别和相应的高、低、和THERM温度限制进行比较，并保存在片上 8 位寄存器中。超出限制的比较结果产生的标志存储在状态寄存器中。温度高于高温限制，或者低于低温限制，或者外部二极管故障都会将 ALERT 端口变低。如果温度超过THERM限制温度那么THERM端显示低电平，ALERT输出可以设置为第二个THERM端口。

通过 SMBus 对限制寄存器编程，进行器件控制，器件配置。任何寄存器都可通过 SMBus 读出其内容。

控制和配置功能包括使器件在正常和待机模式之间转换，选择测试温度范围，屏蔽或者启用ALERT输出端，在ALERT和THERM2之间切换 pin6，并选择转换频

率。

6.1 串联电阻消除

对 HWD7461，D+、D-端口的寄生电阻可以看做是远程传感器的串联电阻，此电阻由多个因素引起，包括 PCB 板走线电阻和线路长度。这个串联电阻在远程温度测量中作为一个温度失调存在。这个误差可以引起远程二极管串联寄生电阻 $0.5^{\circ}\text{C}/\Omega$ 的偏移。

HWD7461 在温度读取时，可以自动的消除这个串联电阻的影响，提供更精确的结果，而不需要用户表征这个电阻。它可以消除高达 $3\text{K}\Omega$ （典型）的电阻，通过先进的温度测试方法，这些对用户都是透明的。这样可以使用该电阻与传感器组成滤波器，可以使得该器件应用于噪声环境。更多细节参看噪声滤波部分。

6.2 温度测试

一个简单的测量温度的方法是通过测量工作在固定电流下晶体管基极发射极电压 V_{BE} ，得到一个负温系数二极管。但是这个技术需要校准 V_{BE} 的绝对值的影响，因为这个值在不同器件上是不同的。

HWD7461 中的技术是通过测试传感器二极管工作在三个不同电流下的 V_{BE} 。先前的器件使用仅仅两个工作电流，但是这里用了第三个电流来消除外部温度传感器串联电阻的影响。

图 15 显示了用于测量外部温度传感器输出的输入信号调节，此图使用的远程传感器采用衬底三极管，它可以是一个分立晶体管。如果使用了分立晶体管，集电极没有接地而是连接到基极。为了防止地噪声干扰测量，传感器的负输入端（D-）不接地，而是通过内部二极管使该端口的电压抬高。可以增加 C1 电容作为一个噪声滤波器（最大电容值 1000pF ）。但是在噪声环境最好的选择是增加一个滤波器，就像噪声滤除部分描述的那样。可以从版图考虑部分获得 C1 的更多信息。

测试 ΔV_{BE} ，通过传感器的工作电流轮流使用三个电流值，如图 15 所示， $N1*I$ 和 $N2*I$ 是 I 不同倍数的电流，电流 I 和 $N1*I$ 流过温度二极管得到 ΔV_{BE1} ，电流 I 和 $N2*I$ 流过温度二极管得到 ΔV_{BE2} ，通过 ΔV_{BE1} 和 ΔV_{BE2} 可以来计算温

度。这个计算方法可以消除温度测量中任何串联电阻的影响。

ΔV_{BE} 的结果曲线通过一个 65KHz 的低通滤波器来消除噪声，并输入给斩波-稳定放大器。此放大器放大和整形波性产生一个与 ΔV_{BE} 有一定比例关系的直流电压。ADC 将此电压数字化完成温度测量。为了降低噪声的影响，通过对 16 个测量周期的结果进行平均，实现低转换速率来进行数字滤波。在转换速率为 16,32,64 次/秒时，不进行数字平均运算。

内部温度传感器的信号调节和测量采用同样的机制。

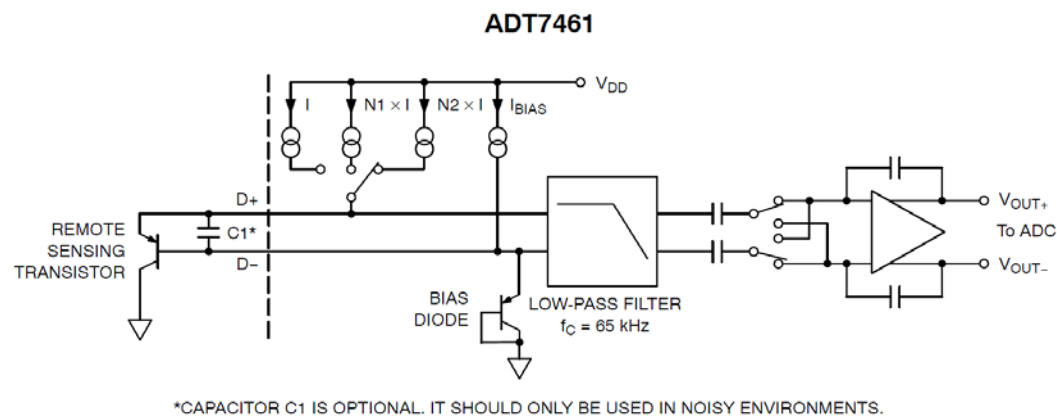


Figure 15. Input Signal Conditioning

温度测量结果:

本地和远程温度测量结果被存储在本地和远程温度寄存器中，并且与本地和远程部最高和最低限制寄存器中的值进行比较。

本地温度值的寄存器地址 0x00，其精度为 1℃。外部值被存储在两个寄存器中，高位在 0x01，低位在 0x10，仅低字节的两个 MSBs 在外部温度结果中有用，这是的外部测量精度为 0.25℃。表 6 描述了外部温度低字节的数据格式。

表 6 外部温度分辨率（外部温度低位）

扩展分辨率	外部温度低位
0.00℃	0 000 0000
0.25℃	0 100 0000
0.50℃	1 000 0000
0.75℃	1 100 0000

当读取整个外部温度结果时，高字节和低字节两个寄存器都应被成功读入。读入一个寄存器不会锁存另一个，所以在下次转化完成之前应该两个都读入。实

际中，我们有足够的时间读入两个寄存器，用 SMBus 处理明显快于转化时间。

温度测量范围：

外部和内部的温度测量范围默认是 0~+127℃。但是 HWD7461 可以在扩展温度范围下使用。HWD7461 可以被用于测量全温范围的二极管，-55℃到+150℃。用户可以通过设置或清除配置寄存器（configuration register）的 Bit2 在两个温度范围进行转换。在更改温度范围后的下一个测量周期中可以获得有效的结果。

在扩展温度模式下，可以被 HWD7461 测量的高于或者低于温度范围的温度将会被通过远程二极管选项限制。温度寄存器可以是-64℃到+191℃的值，但是大部分温度传感器二极管的最大温度范围是-55℃到+150℃。

超过了 150℃它们会失去半导体特性，而接近导体，这会导致二极管短路。在这种情况下，温度寄存器将给出上一次没有错误的结果，因此需要注意温度测量在超过此温度范围时，测量值并不准确。

需要注意，当处于拓展温度模式，尽管可以进行本地和远程温度测量，HWD7461 温度不应该超过绝对最大值里规定的值，另外本器件只保证在环境温度-55 到 125℃范围内正常工作。

温度数据格式：

HWD7461 有两个温度数据格式，当测量温度范围为 0℃到 127℃时（默认），温度数据格式（内部、外部）为二进制。当测量范围是拓展模式时，使用偏移二进制格式（内部、外部）。偏移二进制数据模式下的温度值被偏移在 64℃。表 7 是关于两种数据模式的温度实例。

表 7 温度数据模式（内外部温度高位）

温度	二进制	偏移二进制 ⁽¹⁾
-55℃	0 000 0000 ⁽²⁾	0 000 0001
0℃	0 000 0000	0 100 0000
+1℃	0 000 0001	0 100 0001
+10℃	0 000 1010	0 100 1010
+25℃	0 001 1001	0 101 1001
+50℃	0 011 0010	0 111 0010
+75℃	0 100 1011	1 000 1011
+100℃	0 110 0100	1 010 0100

+125℃	0 111 1101	1 011 1101
+127℃	0 111 1111	1 011 1111
+150℃	0 111 1111 ⁽³⁾	1 101 0110

- 1 偏移二进制码偏移了 64℃。
- 2 二进制码将所有低于 0℃ 的温度都显示 0℃。
- 3 二进制码将所有高于 127℃ 的温度都显示 127℃。

用户可以在任何时间转换测量范围。转换了测量范围同样也就转换了数据格式。下一次的转换结果跟随范围切换，将使用新的数据格式向寄存器写数据。但是限制寄存器的内容不变。直到用户确定数据格式转换了，限制寄存器将会新编写，更多的信息在限制寄存器部分。

7、寄存器

HWD7461 总共有 22 个 8 位寄存器。这些寄存器存储了本地和远程温度测量结果，高低温限制温度，用以配置、控制器件。接下来会描述这些寄存器。额外的细节将在表 8 及表 12 中描述。

7.1 地址指向寄存器

地址指向寄存器它本身没有或者它不要求有地址，因为每次写操作的第一个字节将会自动的写在该寄存器中，此第一个字节包含另外一个寄存器的地址信息，此信息将会保存在地址指向寄存器中，第二个字节将会写在该地址所指向的寄存器中，或者是对该寄存器的一个读取操作。

地址指向寄存器的上电默认值为 0x00，所以如果上电后马上读取操作的话，没有对地址指向寄存器进行写操作，本地温度的值将会被读取，因为本地温度寄存器的地址为 0x00。

7.2 温度值寄存器

HWD7461 有三个寄存器来存储本地和远程温度测量值。这些寄存器仅仅可以被 ADC 进行写操作，被用户通过 SMBus 读取。本地温度寄存器地址为 0x00。

外部温度寄存器高位的地址为 0x01,低位的地址为 0x10.三个寄存器上电默认地址为 0x00.

7.3 配置寄存器

配置寄存器的读取地址是 0x03，写入地址 0x09。它的上电默认值是 0x00。配置寄存器仅仅有四位可以被使用。bit0、bit1、bit3、bit4 是被保留的，不允许用户进行写入。

配置寄存器的 Bit7 用来标识 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口。如果 bit7 是 0，那么 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口使能。这是上电默认状态。如果 bit7 是 1，那么 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口被禁止，这个应用仅仅在 Pin6 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 使用，如果 Pin6 被配置为THERM2，那么 bit7 将没有作用。

如果 bit6 设置为 0（这也是上电默认状态），器件将处于运行模式，ADC 处于转换状态。如果 bit6 设置为 1，器件将处于待机模式，ADC 处于停止状态，不进行模数转换。待机模式下 SMBus 依旧处于激活状态,HWD7461 可以通过 SMBus 进行数据的读写操作。 $\overline{\text{ALERT}}$ 和THERM输出端口在待机模式也处于激活状态。改变配置寄存器的内容可以影响 $\overline{\text{ALERT}}$ 和THERM输出端口引起信号更新。

Bit5 确认 pin6 用作什么功能，如果 bit5 设置为 0（默认状态），这是 pin6 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口。如果 bit 设置为 1，那么 pin6 被配置为THERM2输出端口。Bit7 是 $\overline{\text{ALERT}}$ 端口的标识位，bit7 仅在 PIN6 配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口才有作用。在 PIN6 配置为THERM2时，bit7 没有作用。

Bit2 设置温度测量范围。如果 bit2 是 0(默认值)，温度测量范围是 0℃~127℃。设置 bit2 为 1，则温度测量范围为扩展温度范围-55℃~150℃。

表 8 配置寄存器位分配

Bit	名称	功能	上电默认值
7	标识位 1	0=ALERT 使能	0

		1=ALERT 屏蔽	
6	运行/停止	0=运行 1=停止	0
5	$\overline{\text{ALERT}}/\overline{\text{THERM2}}$	0= $\overline{\text{ALERT}}$ 1= $\overline{\text{THERM2}}$	0
4, 3	保留		0
2	温度范围选择	0=0℃~127℃ 1=-55℃~150℃	0
1, 0	保留		0

7.4 转换速率寄存器

转换率寄存器的读取地址为 0x04，写入地址为 0x0A。该寄存器的低四位是用来设置转换率，通过改变内部振荡器时钟 1,2,4,8,16,32,64,128,256,512,1024 倍数，从而使得转换时间从 15.5ms（代码 0x0A）到 16 秒（代码 0x00）。比如一个转换率为每秒转换 8 次，这就是说开始了以 125ms 为间隔，器件将进行内部和外部温度转换。

该寄存器可以通过 SMBus 进行写操作和读取操作。寄存器的高四位没有使用并且必须设置为 0。此寄存器的默认值为 0x08，此时的转换率为每秒 16 次。使用低转换率可以有效降低器件的功耗，如表 9 所示。

表 9 转化速率寄存器代码

代码	转化速率/秒	平均提供电流 uA VDD=5.5V
0x00	0.0625	121.33
0x01	0.125	128.54
0x02	0.25	131.56
0x03	0.5	146.15
0x04	1	169.14
0x05	2	233.12
0x06	4	347.42
0x07	8	638.07

0x08	16	252.44
0x09	32	417.58
0x0A	64	816.87
0x0B or 0xFF	保留	

7.5 温度阈值寄存器

HWD7461 有 8 个限制寄存器：对本地和远程温度测量的高、低和 $\overline{\text{THERM}}$ 温度限制寄存器。远程温度高和低分别使用了两个寄存器限制，对每个限制寄存器都包含一个高字节和一个低字节。这还有一个 $\overline{\text{THERM}}$ 迟滞寄存器。所有的限制寄存器可以通过 SMBus 被写和读。表 13 描述了这些寄存器的详细信息和上电默认值。

当 pin6 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口时，高限制寄存器执行了 $a > \text{对照值}$ ，低限制寄存器执行了 $a \leq \text{对照值}$ 。比如，高限制寄存器设置为 80℃，测试 81℃将会导致一个超出限制情况，将会在状态寄存器中标识。如果低限制寄存器设置为 0℃，测试 0℃及以下温度时，也会导致一个超出限制情况。

超过本地或者远程温度限制，将会保持 $\overline{\text{THERM}}$ 端口输出低电平。当 pin6 设置为 $\overline{\text{THERM2}}$ 时，超过本地或者远程高温限制，将会保持 $\overline{\text{THERM2}}$ 端口输出低电平。默认迟滞值为 10℃，此值被用来设置两个 $\overline{\text{THERM}}$ 端口的迟滞温度。此迟滞温度可以在上电后被重新写入任何值（寄存器地址 0x21）。

牢记温度限制数据格式和温度测量数据格式保持一致是很重要的。因此，如果温度测量使用默认的二进制，那么温度限制寄存器也要采用二进制形式。如果温度测量范围改变了，但是温度限制是不会自动转变的。用户需要重新在正确的数据格式编写限制寄存器到你希望的值。例如，如果远程低温限制设置在 10℃默认的二进制量程，限制寄存器的值为 0000 1010b。如果量程转换为偏移二进制，则低温限制寄存器需要编辑为 0100 1010b。

7.5 状态寄存器

状态寄存器是一个只读寄存器，其地址为 0x02。它存储了 HWD7461 的状态

信息。

状态寄存器的 bit7 为高时，它表示 ADC 正在处于转换过程中。其他的位标识超出限制温度测量 (bit6 to bit3, bit1 to bit0) 以及远程传感器开路电流 (bit2)。

如果 pin6 配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端口，应用如下：如果本地温度超过限制温度由 bit6（高温限制）或者 bit5（低温限制）标识。如果远程温度超过限制温度，由 bit4（高温限制）或者 bit3（低温限制）标识。Bit2 来指示远程温度传感器开路电流。这五位一起做或非运算，所以任何一个为高，则 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断锁定，并且 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出低电平。

状态寄存器读取后会清除 bit6~bit2 五位的标识，提供导致标志设置失败的错误条件。标示位仅仅在相应的寄存器包含在限制范围内的值或者传感器正常时可以被重置。

$\overline{\text{ALERT}}$ 中断锁定不会被读取状态寄存器而重置，当 $\overline{\text{ALERT}}$ 的输出已经被用户读取器件地址，错误情况已经消失并且状态寄存器指示位已经重置时，它才能被重置。

当 flag1 和/或 flag0 被设置了（其实就是状态寄存器的 bit1、bit0）， $\overline{\text{THERM}}$ 输出端变成低来指示温度测量已经超出设置的限制范围。 $\overline{\text{THERM}}$ 端口不需要被重置，这和 $\overline{\text{ALERT}}$ 不同。一旦测量在限制范围内，相应的状态寄存器位就会自动的重置，并且 $\overline{\text{THERM}}$ 的输出就会变为高。用户可能通过寄存器 0x21 设置了迟滞值。那么只有在温度降至极限值减去迟滞值时， $\overline{\text{THERM}}$ 端口被重置（高电平）。

当 pin6 被设置为 $\overline{\text{THERM2}}$ ，仅高温限制有用，如果 bit6 和/或 bit4 被置位， $\overline{\text{THERM2}}$ 变低电平来指示温度测量超限，bit5 和 bit3 对 $\overline{\text{THERM2}}$ 没有影响。其他的和 $\overline{\text{THERM}}$ 一样。

表 10 状态寄存器位分配

Bit	名称	功能
7	繁忙 ⁽¹⁾	当 ADC 处于转化状态置 1
6	LHIGH ⁽²⁾	本地高温限制跳闸时为 1
5	LLOW ⁽²⁾	本地低温限制跳闸时为 1
4	RHIGH ⁽²⁾	远程高温限制跳闸时为 1
3	RLOW ⁽²⁾	远程低温限制跳闸时为 1

2	OPEN ⁽²⁾	远程传感器开路时为 1
1	RTHRM	远程THERM限制跳闸时为 1
0	LTHRM	本地THERM限制跳闸时为 1

- 1、不建议访问 BUSY 位。
- 2、直到状态寄存器读取或者被 POR 复位，否则一直保持高电位。

7.6 偏移寄存器

偏移误差可以通过时钟噪声或热感二极管远离热点来引入到远程温度测量中。为了达到精确的目的，这些偏移必须消除。

偏移值被存储在 10bit，作为一对互补的值被存在寄存器 0x11（高位）和 0x12（低位）上。0x12 仅使用其高两位。0x11 的最高位是一个符号位。最小的可编程偏移量为-128℃，并且最大偏移量为+127.75℃。偏移寄存器的值被加在远程温度测量值上。

此寄存器的上电默认值是 0℃。并且不起作用，直到用户写入一个不同的值。

表 11 样本偏移寄存器代码

偏移值	0x11	0x12
-128℃	1000 0000	00 00 0000
-4℃	1111 1100	00 00 0000
-1℃	1111 1111	00 000000
-0.25℃	1111 1111	11 00 0000
0℃	0000 0000	00 00 0000
+0.25℃	0000 0000	01 00 0000
+1℃	0000 0001	00 00 0000
+4℃	0000 0100	00 00 0000
+127.75℃	0111 1111	11 00 0000

7.7 单次触发寄存器

当 HWD7461 在待机模式时，单触发寄存器用来启动转换和比较周期，并把

器件返回待机模式。对单次触发寄存器（0x0F）进行写操作可以引起 HWD7461 在内部和外部两个通道进行转换和比较操作。这寄存器本身不是一个数据寄存器，对寄存器（0x0F）进行写操作可以引起一次转换，写入该寄存器的数据不相关并且不会被存储。

7.8 连续ALERT寄存器

写入此寄存器的值决定了在ALERT输出结果产生之前，会出现多少次超出限制的测量结果。默认值是一次超出限制产生一次ALERT输出。最大值可以选择 4 次。此寄存器的目的是允许用户设置输出滤波器。这对最快三次转换速率非常有用，这时不做平均计算。此寄存器的地址为 0x22。

表 12 连续ALERT寄存器代码

寄存器值	需要的超限测量数目
yxxx 000x	1
yxxx 001x	2
yxxx 011x	3
yxxx 111x	4

标注：x=不关心该位，y=SMBus 超时位，默认=0

表 13: 寄存器列表

读地址（Hex）	写地址（Hex）	名称	上电默认值
Not applicable	Not applicable	地址指针	未定义
0x00	Not applicable	本地温度值	0000 0000（0x00）
0x01	Not applicable	外部温度值高位	0000 0000（0x00）
0x02	Not applicable	状态	未定义
0x03	0x09	配置	0000 0000（0x00）
0x04	0x0A	转换率	0000 1000（0x08）
0x05	0x0B	本地高位限制	0101 0101（0x55）（85℃）
0x06	0x0C	本地低温限制	0000 0000（0x00）（0℃）
0x07	0x0D	外部高温限制高位	0101 0101（0x55）（85℃）

0x08	0x0E	外部低温限制高位	0000 0000 (0x00) (0℃)
Not applicable	0x0F ⁽¹⁾	单触发	
0x10	Not applicable	外部温度低位	0000 0000
0x11	0x11	外部温度偏移高位	0000 0000
0x12	0x12	外部温度偏移低位	0000 0000
0x13	0x13	外部高温限制低位	0000 0000
0x14	0x14	外部低温限制低位	0000 0000
0x19	0x19	外部 $\overline{\text{THERM}}$ 限制	0110 1100 (0x55) (85℃)
0x20	0x20	本地 $\overline{\text{THERM}}$ 限制	0101 0101 (0x55) (85℃)
0x21	0x21	$\overline{\text{THERM}}$ 迟滞	0000 1010 (0x0A) (10℃)
0x22	0x22	连续 $\overline{\text{ALERT}}$	0000 0001 (0x01)
0xfe	Not applicable	制造 ID	0100 0001 (0x41)
0xFF	Not applicable	Die revision code	0101 0001 (0x51)

1.对地址 0x0F 进行写操作可以导致 HWD7461 进行单次测量。这并非一个数据寄存器，因此数据写入时没有关系的。

8、串联总线接口

HWD7461 的控制是通过串行总线实现的，HWD7461 连接在该总线上，受控于主机。

一次连续转换完成后，至少有一次转换时间内 SMBus 对 HWD7461 没有操作，允许下一次转换完成。转换时间由转换速率寄存器编写。

HWD7461 有一个 SMBus 超时功能。当此功能有效后，SMBus 在超时 25ms（典型值）没有任何动作后终止连接。但是这个功能是默认失效的。连续警报寄存器（0x22）的 Bit7 可以来使能该功能。

查阅 SMBus1.1 获取更多信息。

器件寻址：

一般来说，除了一些器件有拓展的 10bit 地址外，每个 SMBus 有 7bit 的器件地址，当主器件通过总线发送一个器件地址，此地址控制的器件开始反应。

HWD7461 提供一个器件地址 0x4C (1001 100b)。串行协议工作如下：

- 1、 当串行时钟线 SCLK 保持高时,定义一个高向低传输的串行数据线 SDATE,主启动数据建立一个启动条件进行传输, 就会有一个地址/数据流流入。所有的连接串行总线的受控外围器件对起始情况作出响应, 并且改变接下来的 8 位, 包括一个 7 位地址 (MSB 首位) 加一个 R/ $\bar{W}$ 位, 此位决定数据传输方向, 也就是说, 数据从受控器件读出或者写入。通过在前九脉冲周期之前的低周期, 把数据线拉低, 外围器件响应发射地址, 也成为应答位。总线上的其他所有的器件依旧处于空闲状态, 直到被选中的器件等到数据读出或者数据写入。如果 R/ $\bar{W}$ 位是 0, 主机写入受控器件。如果 R/ $\bar{W}$ 位是 1, 主器件从受控器件读取数据。
- 2、 在串行总线上以九个时钟脉冲发送数据, 从受控设备接收一个跟随应答位的八位数据。在低电平时钟周期在数据总线上进行传输, 而在高电平时间处于稳定状态, 当时钟高电平被一个停止信号中断时进行低到高的过渡。在只读或只写操作中可以发送给串联总线的数据位数只被主从器件处理的位限制。
- 3、 当所有数据位被读出或者写入, 就会建立停止条件。在写入模式下, 主机在第十个时钟脉冲将数据线拉高去形成一个截止条件。在读出模式下, 主器件在第九个时钟脉冲之前的低周期不顾应答位而将数据线拉高。也就是无应答位。随后, 在第十个时钟脉冲之前的低电位, 主器件将数据线拉低, 在第十个时钟高点位在拉高去形成一个截止条件。

在一次操作中数据的任何一位都可以通过串联总线传送, 但是在一次操作中不可能混合进行读写操作, 因为操作类型一开始就被确定, 在不进行新的操作情况下随后都不能更改。HWD7461 写操作包含对一位或者对两位, 而读操作只对一位进行。

对一个器件数据寄存器进行写数据或者读数据, 地址指针寄存器必须被置位, 以保证正确的数据寄存器被寻址。写操作的第一位往往包含一个空地址, 它被存储在地址指向寄存器中。第二位被写入内部数据寄存器。图 16-18 是利用 HWD7461 SMBus 的例子。

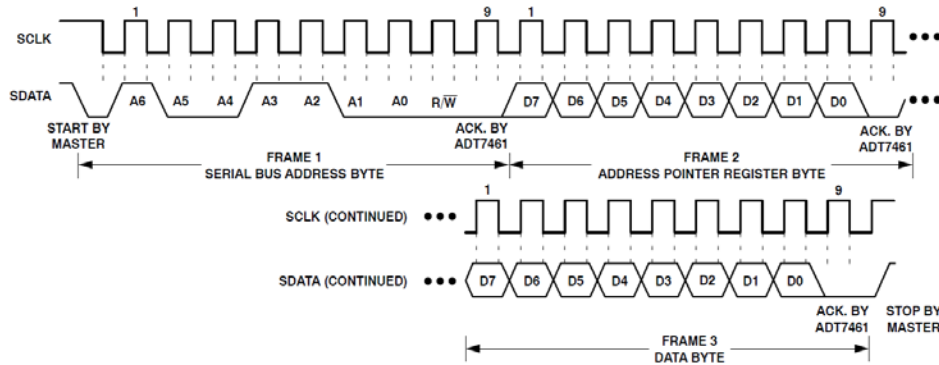


Figure 16. Writing a Register Address to the Address Pointer Register, then Writing Data to the Selected Register

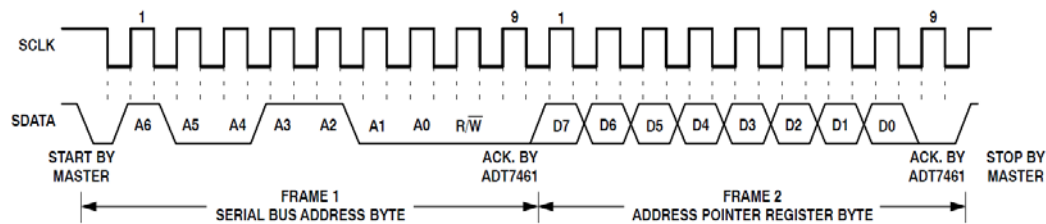


Figure 17. Writing to the Address Pointer Register Only

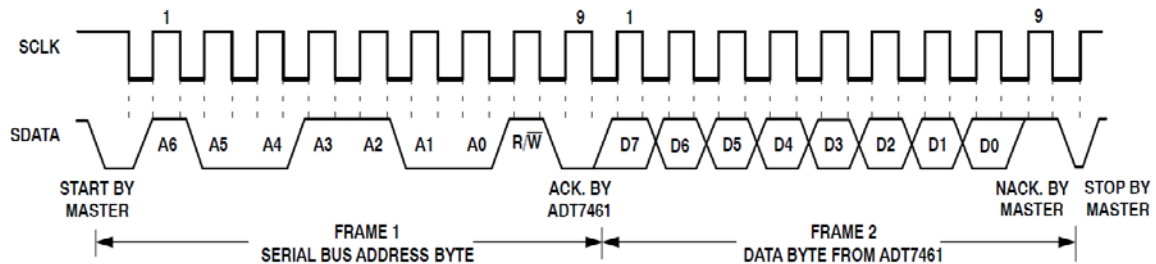


Figure 18. Reading Data from a Previously Selected Register

从一个寄存器读数据有两种可能。

- 1、如果 HWD7461 地址指向寄存器的值是未知的或者不期望的，在数据被从目标数据寄存器读出之前有必要将他设置成一个正确的值。这通过之前那样对 HWD7461 进行写入完成，但是只有包含寄存器读取地址的数据位被传送。因为数据没有被写入寄存器。如图 17 所示。

串行总线地址进行一次读操作，数据位从数据寄存器读取数据，R/W 置为 1 如图 18 所示。

- 2、如果地址指向寄存器处在期望的地址，数据可以从相应的数据寄存器读取，而不先写如地址指向寄存器，图 17 中的总线处理可以省略。

如果地址指针寄存器已经处于正确的值，虽然可以在不先写入地址指针寄存器的情况下从数据寄存器中读取数据字节，但不可能不写入地址指针寄存器而将

数据写入寄存器，因为写入的第一个数据字节总是写入到地址指针寄存器。

并且一些寄存器对读操作和写操作有不同的地址。如果数据被写入寄存器，那个寄存器的写入地址必须写入地址指针寄存器，但是可能不能从那个地址读取数据。寄存器的读地址必须在数据之前写入地址指针，才能从该寄存器中读取。

ALERT输出端：

可以将 pin6 配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ （警报）输出端。当检测到超出极限的测量，或者远程温度传感器为开路时， $\overline{\text{ALERT}}$ 输出将降低。它是一个开漏的输出端，需要被上拉到 V_{DD} 。几个 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出可以是有线-或，因此，如果一个或多个 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出的低，公共线将变低。

$\overline{\text{ALERT}}$ 输出可以当作一个处理器的中断信号，或者被用作 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 。SMBus 上的从属设备通常无法向总线主控器发出它们想要交谈的信号，但 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 功能允许执行此操作。

一个或多个 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出可以连接到一个公共的 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 线，该线连接到主节点。当 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 线被一个器件拉低，这个过程在图 19 展现。

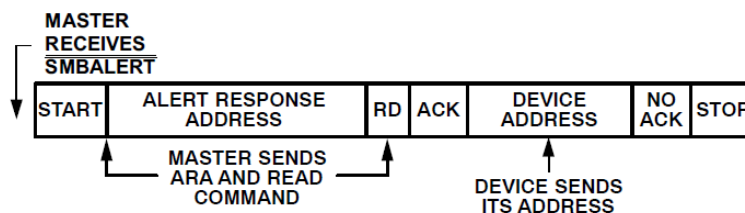


Figure 19. Use of SMBALERT

- 1、 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 被拉低
- 2、主机启动读取操作并送出警报响应地址(ARA=0001 100)，这是一个不能用作特定设备地址的通用呼叫地址。
- 3、 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出为低的器件响应警报响应地址，器件地址是 7 位，增加了一个 LSB。现在设备的地址已知，可以在正常情况进行访问。
- 4、如果多个器件的 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出为低，根据正常的 SMBus 判断，这个器件地址的最低级具有优先权。
- 5、一旦 HWD7461 响应了警报响应地址，他就会重置 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出端，并提供导致警报不在存在的错误条件。如果 $\overline{\text{SMBALERT}}$ 依旧处于低电平，主器件在此发送 ARA；一直持续到所有警报输出低的设备全都响应。

低功耗待机模式：

HWD7461 可以通过设置配置寄存器的 bit6 位将其置于低功耗待机模式。当 bit6 为低，它正常工作。当 bit6 为高，ADC 被禁止，任何正在进行的转换都将被终止，而不将结果写入相应的值寄存器。

SMBus 依旧使能。如果 SMBus 不激活，则待机模式下的功耗低到小于 10uA，如果总线上有时钟或者数据信号，则功耗为小于 100uA。当器件处于待机模式，可以通过写入单触发寄存器（地址 0x0F）来启动内外两通道的单次转换，之后器件回到待机模式。对单触发寄存器写入什么内容都无关紧要，因为所有写入的数据都会被忽略。在待机下，依旧可以对限制寄存器写入新值。如果存储在温度寄存器中的值超出了新限制，即使 HWD7461 处于待机模式下，依旧会产生报警 $\overline{\text{ALERT}}$ 信号。

传感器故障检测：

在其 D+ 输入端，HWD7461 包含了内部传感器故障检测电路。该电路可以检测外部远程二极管未连接或者错误连接在它上。如果 D+ 端的电压超过 VDD-1V（典型值）简单的电压比较器跳闸，D+ 和 D- 之间开路。当转换开始，这个比较器检查输出结果。如果检测到故障，状态寄存器的 bit2 置 1（断开标志）。如果 $\overline{\text{ALERT}}$ 使能，设置此标志位，会是 $\overline{\text{ALERT}}$ 置为低电平。

如过用户不想使用 HWD7461 的外部传感器，防止连续置位 OPEN 标志，用户应该将 D+ 和 D- 连接在一起。

HWD7461 中断系统：

HWD7461 有两个中断输出端口， $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 。他们具有不同的功能和行为。 $\overline{\text{ALERT}}$ 可以屏蔽并响应违反软件编程的温度限制或者外部二极管的开路故障。 $\overline{\text{THERM}}$ 则作为不能屏蔽的故障安全中的中断输出。

如果内外部温度超过了高温限制，或者等于低于低温限制， $\overline{\text{ALERT}}$ 被置位低。外部二极管的开路故障也可以是 $\overline{\text{ALERT}}$ 置 0。当主机读取其设备地址时， $\overline{\text{ALERT}}$ 被复位，前提是错误状态已经消失，状态寄存器已经被复位。

如果外部或内部温度超出了编程的 $\overline{\text{THERM}}$ 限制， $\overline{\text{THERM}}$ 输出端被置低。 $\overline{\text{THERM}}$ 温度限制正常情况下应该等于或高于高温限制。当温度降到 $\overline{\text{THERM}}$ 限制以内， $\overline{\text{THERM}}$ 会自动复位。与内部 $\overline{\text{THERM}}$ 限制一样，外部限制默认设置为 85°C。可以编写滞后值，以便在温度降至极限值减去滞后值时 $\overline{\text{THERM}}$ 复位。内外部温度测量都用了这样的方法。上电迟滞默认值为 10°C，这个值在上电滞后可以被

改成任意值。

当THERM用于风扇的开/关控制时，THERM输出上的迟滞回路就很有用。用户系统可以被设置，以便在THERM复位时，风扇可以打开来冷却系统。当THERM再次变高，风扇将关闭。编写滞后值可以防止温度围绕THERM限制抖动，使得风扇不断抖动。

表 14THERM滞后值

THERM滞后值	二进制表示
0°C	0 000 0000
1°C	0 000 0001
10°C	0 000 1010

图 20 显示了THERM和ALERT输出端是如何工作的。用户可以选择 ALERT 输出端口作为SMBALERT，通过 SMBus 向主机发出温度升高提醒。如果温度持续升高，用户可以通过THERM输出开启风扇冷却系统。这种方法保证了又一个故障安全机制来冷却系统，而不需要主机干预。

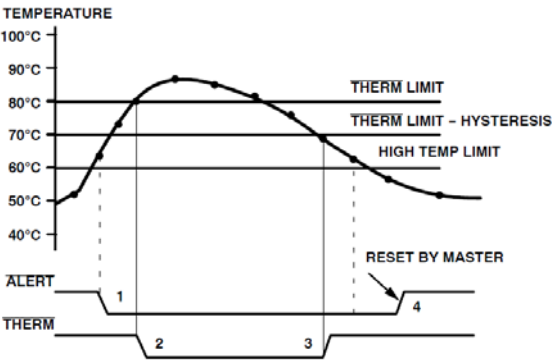


Figure 20. Operation of the ALERT and THERM Interrupts

- 1、如果测量温度超出了高温限制，ALERT输出置低。
- 2、如果温度持续增加并超出THERM限制，THERM输出置低。这可以用来调节CPU 时钟或者开启风扇。
- 3、当温度降到THERM限制减去滞后值以内，THERM输出变高。默认滞后值是10°C，如图 20.
- 4、只有当温度降至高温限制以下，主机读取器件地址并将状态寄存器清除，ALERT输出变高。

HWD7461 的 Pin6 可以配置成一个ALERT输出端或者额外的THERM输出端。

当温度超过设定的本地和/或远程高温限制， $\overline{\text{THERM2}}$ 置低。他的复位机制与 $\overline{\text{THERM}}$ 相同，并且不可屏蔽， $\overline{\text{THERM2}}$ 也设置迟滞值。

图 21 展示了 $\overline{\text{THERM}}$ 和 $\overline{\text{THERM2}}$ 如何一起工作来实现两种冷却系统的方法。在这个例子中， $\overline{\text{THERM2}}$ 限制比 $\overline{\text{THERM}}$ 限制设置的更低。 $\overline{\text{THERM2}}$ 输出用来开启风扇。如果温度持续增加并超过 $\overline{\text{THERM}}$ 限制， $\overline{\text{THERM}}$ 输出可以调节节流 CPU 来提高额外的冷却。

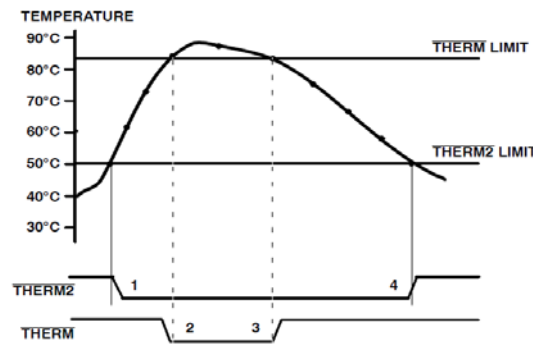


Figure 21. Operation of the THERM and THERM2 Interrupts

- 1、超过 $\overline{\text{THERM2}}$ 限值时， $\overline{\text{THERM2}}$ 信号置为低电平。
- 2、如果温度继续增加并超过 $\overline{\text{THERM}}$ 限制，则 $\overline{\text{THERM}}$ 输出置为低电平。
- 3、当温度下降到 $\overline{\text{THERM}}$ 限制减去迟滞时， $\overline{\text{THERM}}$ 输出无效（变高）。非滞后值如图 21 所示。
- 4、随着系统继续冷却，温度低于 $\overline{\text{THERM2}}$ 限制， $\overline{\text{THERM2}}$ 信号复位。 $\overline{\text{THERM2}}$ 没有显示滞后值。外部和内部温度测量都会导致 $\overline{\text{THERM}}$ 和 $\overline{\text{THERM2}}$ 按照所述进行操作。

9、应用信息

噪声滤波:

对于在嘈杂环境中工作的温度传感器，行业标准做法是将电容器放置在 D+ 和 D-引脚间，以帮助抵御噪声的影响。然而，大电容影响温度测量的精度，导致推荐的最大电容值为 1000 pF。虽然这种电容器可以降低噪音，但并不能消除噪音，因此在非常嘈杂的环境中难以使用传感器。

在消除外部传感器噪声的影响上，与其他器件相比，HWD7461 具有很大的

优势。 串联电阻消除功能允许在外部温度传感器和部件之间构建一个过滤器。与远程传感器串联看到的任何滤波电阻的影响会自动从温度结果中消除。

滤波器的结构允许 HWD7461 和远程温度传感器在嘈杂的环境中运行。 图 22 是低通 R-C-R 滤波器，其中：

$$R = 100 \, \Omega \quad \text{和} \quad C = 1 \, \text{nF}$$

该滤波可以降低共模噪声和差分噪声。

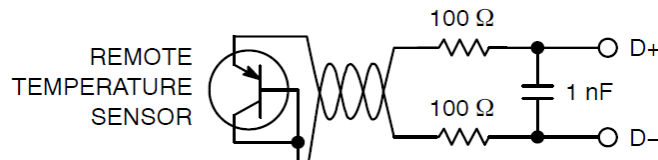


Figure 22. Filter Between Remote Sensor and ADT7461 Factors Affecting Diode Accuracy

遥感二极管：

HWD7461 设计用于内置于处理器或分立晶体管的衬底晶体管。衬底晶体管通常是 PNP 类型，集电极连接到衬底。分立晶体管可以是作为二极管连接的 PNP 或 NPN 晶体管（基极到集电极）。如果使用 NPN 晶体管，集电极和基极连接到 D+，发射极连接到 D-。如果使用 PNP 晶体管，集电极和基极连接到 D-，发射极连接到 D+。

为了减少由于衬底和分立晶体管的不同引起的误差，应考虑几个因素：

- 晶体管的理想因子 nF 是热感二极管与理想行为偏差的度量。HWD7461 的 nF 值为 1.008。当使用 nF 不等于 1.008 的晶体管时，可以使用以下等式计算在温度 T (°C) 下引入的误差。请参阅处理器数据表中的 nF 值。

$$\Delta T = (nF - 1.008)/1.008 * (273.15 \text{ Kelvin} + T) \quad (\text{eq.1})$$

为了确定这一点，用户可以将 ΔT 值写入偏移寄存器。然后 HWD7461 会自动在温度测量中添加或减去。

- 一些 CPU 厂商规定了衬底晶体管的高电流和低电流。HWD7461 的高电流值 I_{HIGH} 为 96 μA ，低电流值 I_{LOW} 为 6 μA 。如果 HWD7461 电流与 CPU 制造商指定的当前电平不匹配，则可能需要删除偏移量。CPU 数据表提示是否需要删除此偏移量以及如何计算它。该偏移可以被编程到偏移寄存器。重要的是，如果必须考虑多个偏移，这些偏移的代数和必

须被编程到偏移寄存器。

如果分立晶体管与 HWD7461 一起使用，则通过根据以下标准选择器件获得最佳精度：

- 在最高工作温度下，6 μ A 的基极发射极电压大于 0.25V。
- 在最低工作温度下，100 μ A 时的发射极间电压低于 0.95V。
- 基极电阻小于 100 Ω 。
- h_{FE} (50~150) 的变化很小，表明 V_{BE} 特性的严格控制。

诸如 2N3904, 2N3906 或 SOT-23 封装中的等效物晶体管是可用的器件。

10、布局注意事项

数字板可以处在电气噪声环境，并且 HWD7461 从远程传感器测得非常小的电压，因此必须注意最小化传感器输入引起的噪声。应采取以下预防措施：

- 1、将 HWD7461 尽可能靠近遥感二极管。如果避免了最差的噪声源，例如时钟发生器，数据/地址总线和 CRT，这个距离可以是 4 英寸到 8 英寸。
- 2、将 D+ 和 D- 轨道并排连接在每侧的接地保护轨道上。为了最小化电感并减少噪声拾取，建议采用千分之五寸的轨道宽度和间距。如果可能的话，在轨道下面提供一个地平面。



Figure 23. Typical Arrangement of Signal Tracks

- 3、尽量减少可能导致热电偶效应的铜/焊点的数量。在使用铜/焊点的地方，确保它们在 D+ 和 D- 路径中都处于相同的温度。

热电偶效应，1 $^{\circ}$ C 对应约 200 mV，不应该是一个主要问题，热电偶电压约为 3mv/ $^{\circ}$ C。除非有两个温差很大的热电偶，否则热电偶电压应该

远小于 200mV。

- 4、 将一个 0.1 μ F 旁路电容靠近 V_{DD} 引脚。在极其嘈杂的环境中，输入滤波电容可以靠近 HWD7461 的 D+ 和 D- 放置。该电容可以影响温度测量，因此必须注意确保在 D+ 和 D- 处看到的任何电容最大为 1000 pF。该最大值包括滤波电容加上引脚和传感器二极管之间的任何电缆或杂散电容。
- 5、 如果到远程传感器的距离超过 8 英寸，建议使用双绞线。这可以工作大约 6 到 12 英尺。对于极长距离（最大 100 英尺），请使用屏蔽双绞线，例如 Belden No.8451 麦克风电缆。将双绞线连接到 D+ 和 D-，并将屏蔽连接到靠近 HWD7461 的 GND。离开防护罩的远端连接，以避免接地环路。

由于测量技术使用开关电流源，因此过多的电缆或滤波电容会影响测量。使用长电缆时，可能会降低或去除滤波电容。

11、应用电路

图 24 显示了 HWD7461 的典型应用电路，其使用通过屏蔽双绞线连接的分立传感器晶体管。SCLK，SDATA 和 ALERT 的上拉功能只有在系统其他地方没有提供时才需要。

HWD7461 的 SCLK 和 SDATA 引脚可以直接连接到 I / O 控制器的 SMBus，如 Intel 820 芯片组。

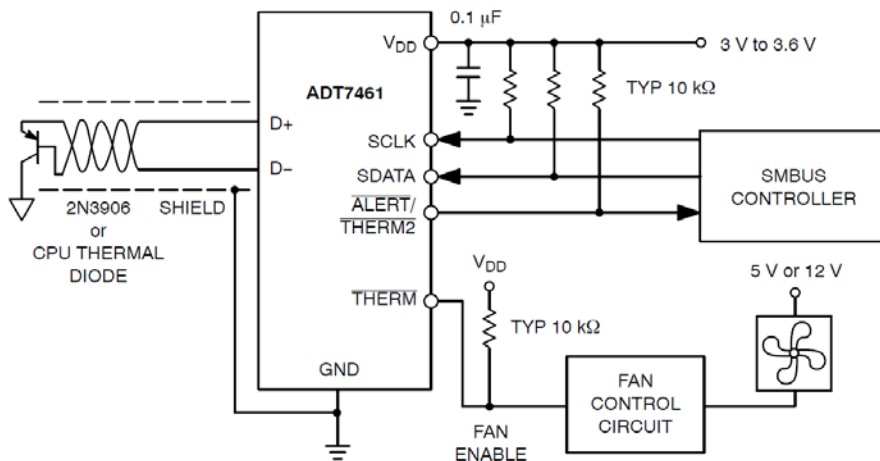
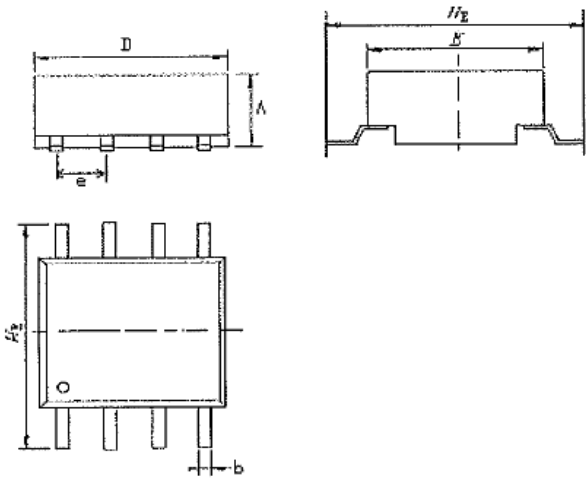


Figure 24. Typical Application Circuit

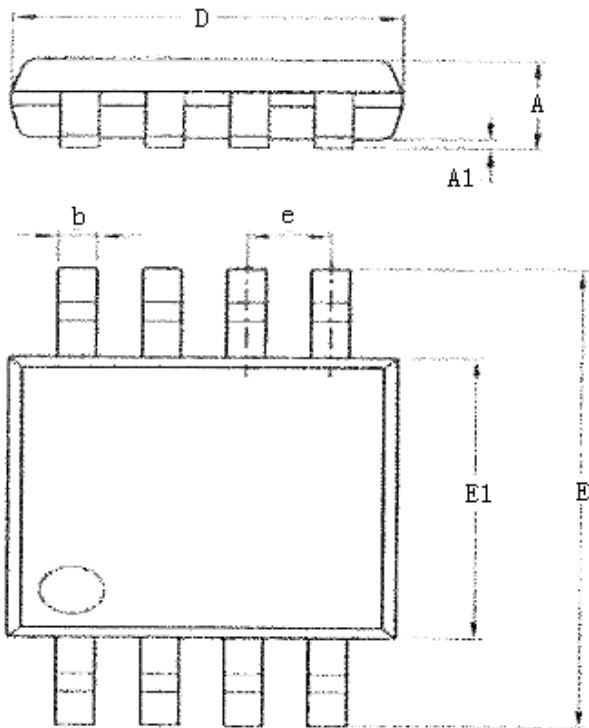
12、芯片封装尺寸



单位为毫米

尺寸符号	数 值		
	最 小	公 称	最 大
A	—	—	2.20
b	0.35	—	0.45
E	5.19	—	6.61
D	5.79	—	6.21
H _E	7.60	—	8.0
e	—	1.27	—

图 19 HWD7461 封装尺寸（CSOP48）



单位为毫米

尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大
A	—	—	1.20
A1	0	—	0.17
b	0.23	—	0.41
D	2.80	—	3.20
E	4.60	—	5.20
E1	2.80	—	3.20
e	—	0.65	—

图 20 HWD7461-A 封装尺寸（MSOP48）

13、产品订货信息

订货型号	质量等级	封装名称	封装材料	兼容国外型号	标准号
HWD7461	B 级	CSOP8	陶瓷	ADT7461	Q/HWD 30057-2017
HWD7461-A	军温级	MSOP8	塑料	ADT7461	Q/HWD 50075-2021