

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

LM75

概述

LM75温度传感器包含一个 Δ - Σ 模/数转换器和一个数字过热检测器。主机可通过器件的I²C接口随时查询LM75，读取温度数据。当温度超出可编程温度门限时，漏极开路过热报警输出(OS)将吸入电流。OS输出具有2种工作模式：比较器模式或中断模式。主机控制报警触发门限(T_{OS})和滞回温度(T_{HYST})，温度低于滞回门限时解除报警条件。另外，主机还可以读取LM75的T_{OS}和T_{HYST}寄存器。LM75的地址由三个引脚设置，允许多个器件工作在单一总线。器件上电时进入比较器模式，默认条件下T_{OS} = +80°C且T_{HYST} = +75°C。3.0V至5.5V供电电压范围、低电源电流以及I²C接口使得LM75成为需要热管理和保护应用的理想选择。

应用

热管理系统

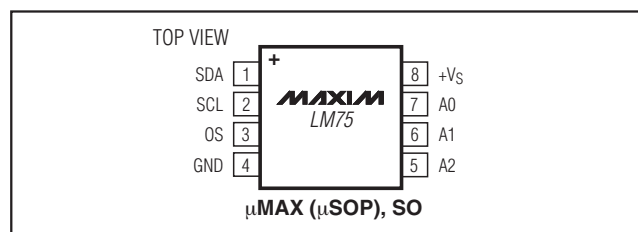
热保护

测试设备

计算机与办公自动化

μ MAX是Maxim Integrated Products, Inc.的注册商标。

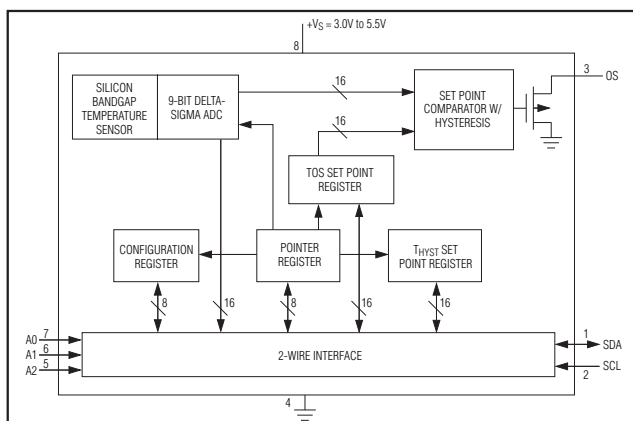
引脚配置



特性

- ◆ SO (SOP)和 μ MAX[®] (μ SOP)封装
- ◆ I²C总线接口
- ◆ 独立的漏极开路OS输出可作为中断或比较器/温度调节器输入
- ◆ 寄存器回读功能
- ◆ 上电默认状态允许独立工作在温度调节状态
- ◆ 3.0V至5.5V供电电压
- ◆ 较低的工作电流: 250 μ A (典型值)、1mA (最大值)
- ◆ 4 μ A (典型值)关断模式有效降低功耗
- ◆ 同一总线可最多挂接8个LM75
- ◆ 引脚和/或寄存器兼容于Maxim升级版传感器, 例如: MAX7500、MAX6625、MAX6626、DS75LV和DS7505

功能框图



订购信息/选型指南

PART	PIN-PACKAGE	PKG	SUPPLY VOLTAGE (V)	TOP MARK
LM75BIM-3+	8 SO (SOP)	Bulk	3.3	LM75BIM-3
LM75BIMX-3+	8 SO (SOP)	T&R	3.3	LM75BIM-3
LM75BIMM-3+	8 μ MAX (μ SOP)	Bulk	3.3	T01B
LM75BIMMX-3+	8 μ MAX (μ SOP)	T&R	3.3	T01B
LM75BIM-5+	8 SO (SOP)	Bulk	5.0	LM75BIM-5
LM75BIMX-5+	8 SO (SOP)	T&R	5.0	LM75BIM-5
LM75BIMM-5+	8 μ MAX (μ SOP)	Bulk	5.0	T00B
LM75BIMMX-5+	8 μ MAX (μ SOP)	T&R	5.0	T00B

注：器件工作在-55℃至+125℃温度范围，带有I²C噪声滤波器。

+表示无铅(Pb)/符合RoHS标准的封装。

T&R = 卷带包装。

本文是Maxim正式英文资料的译文，Maxim不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。请注意译文中可能存在文字组织或翻译错误，如需确认任何词语的准确性，请参考 Maxim提供的英文版资料。

索取免费样品和最新版的数据资料，请访问Maxim的主页：www.maxim-ic.com.cn。

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

+V _S to GND	-0.3V to +6.0V
OS, SDA, SCL to GND	-0.3V to +6.0V
All Other Pins to GND	-0.3V to (+V _S + 0.3V)
Input Current at Any Pin (Note 2)	5mA
Package Input Current (Note 2)	20mA
OS Output Sink Current	10mA
Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) (Note 3)	
8-Pin μ MAX (μ SOP)	
(derate 4.5mW/°C above +70°C)	362mW
8-Pin SO (SOP) (derate 5.9mW/°C above +70°C)	471mW
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC}) (Note 3)	
8-Pin μ MAX (μ SOP)	42°C/W
8-Pin SO (SOP)	40°C/W

Junction-to-Ambient Thermal Resistance (θ_{JA}) (Note 3)	
8-Pin μ MAX (μ SOP)	221°C/W
8-Pin SO (SOP)	170°C/W
ESD Protection	
Human Body Model (R _D = 1.5k Ω , C _S = 100pF)	
All Pins to GND	\pm 2kV
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions.

Note 2: When the input voltage (V_I) at any pin exceeds the Absolute Maximum Ratings limits (V_I < GND, V_I > 6V or V_I > +V_S), the current at that pin should be limited to 5mA. The 20mA maximum package input current rating limits the number of pins that can safely exceed the power supplies with an input current of 5mA to four.

Note 3: Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a single-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to www.maxim-ic.com.cn/thermal-tutorial.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(+V_S = +3.0V to +5.5V, unless otherwise noted. Temperature accuracy specifications apply for +V_S = 3.3V for versions with "-3" in the suffix and for +V_S = 5V for versions with "-5" in the suffix. T_A = -55°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at +V_S = +5V, T_A = +25°C.) (Notes 4, 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Accuracy (Six-Sigma)		-25°C \leq T _A \leq +100°C	-2.0		+2.0	°C
		-55°C \leq T _A \leq +125°C	-3.0		+3.0	
Accuracy (Three-Sigma) (Note 6)		-25°C \leq T _A \leq +100°C	-1.5		+1.5	°C
		-55°C \leq T _A \leq +125°C	-2.0		+2.0	
Resolution				9		Bits
Temperature Conversion Time		(Note 7)		100	300	ms
Quiescent Supply Current		I ² C inactive		0.25	0.5	μ A
		Shutdown mode, +V _S = 3V		4		
		Shutdown mode, +V _S = 5V		6		
+V _S Supply Voltage Range			3.0		5.5	V
OS Output Saturation Voltage		I _{OUT} = 4.0mA (Note 8)			0.8	V
OS Delay		(Note 9)	1		6	Conversions
OS Output Fall Time	t _{OF}	C _L = 400pF, I _O = 3mA (Note 10)			250	ns
T _{OS} Default Temperature		(Note 11)		80		°C
T _{HYST} Default Temperature		(Note 11)		75		°C

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

LM75

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($+V_S = +3.0V$ to $+5.5V$, unless otherwise noted. Temperature accuracy specifications apply for $+V_S = 3.3V$ for versions with “-3” in the suffix and for $+V_S = 5V$ for versions with “-5” in the suffix. $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $+V_S = +5V$, $T_A = +25^{\circ}C$.) (Notes 4, 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
LOGIC (SDA, SCL, A0, A1, A2)						
Input High Voltage	V_{IH}		$+V_S \times 0.7$		$+V_S + 0.5$	V
Input Low Voltage	V_{IL}		-0.3		$+V_S \times 0.3$	V
Input High Current	I_{IH}	$V_{IN} = 5V$		0.005	1.0	μA
Input Low Current	I_{IL}	$V_{IN} = 0V$	-1.0	-0.005		μA
Input Capacitance	C_{IN}	All digital inputs		20		pF
Output High Current		$V_{OH} = 5V$			10	μA
Output Low Voltage		$I_{OL} = 3mA$			0.4	V
I²C-COMPATIBLE TIMING (Notes 12, 13)						
(Clock) SCL Period	t_{SCL}	Bus timeout inactive	2.5			μs
Data In Setup Time to SCL High	$t_{SU:DAT}$	10% of SDA to 10% of SCL	100			ns
Data Out Stable After SCL Low	$t_{HD:DAT}$	10% of SCL to 10% of SDA	0			μs
Start Condition Setup Time (SDA Low to SCL Low)	$t_{SU:STA}$	90% of SCL to 90% of SDA	100			ns
STOP Condition Hold Time	$t_{HD:STO}$		100			ns
SDA Time Low for Reset of Serial Interface	$t_{TIMEOUT}$	(Note 14)	75		325	ms

Note 4: All parts operate properly over the 3V to 5.5V supply voltage range. The devices are tested and specified for rated accuracy at their nominal supply voltage.

Note 5: All parameters are measured at $T_A = +25^{\circ}C$. Values over the temperature range are guaranteed by design.

Note 6: There is no industry-wide standard for temperature accuracy specifications. Maxim's standard is six-sigma. The three-sigma specification is included to allow easier comparison to products built by manufacturers who use different standards.

Note 7: This specification indicates how often temperature data is updated. The devices can be read at any time without regard to conversion state, while yielding the last conversion result.

Note 8: For best accuracy, minimize output loading. Higher sink currents can affect sensor accuracy due to internal heating.

Note 9: OS delay is user programmable up to 6 over-limit conversions before OS is set to minimize false tripping in noisy environments.

Note 10: Guaranteed by design.

Note 11: Default values set at power-up.

Note 12: All timing specifications are guaranteed by design.

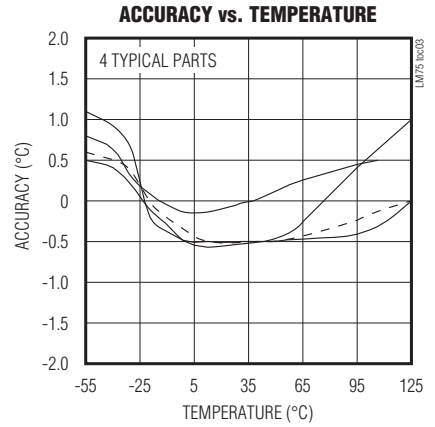
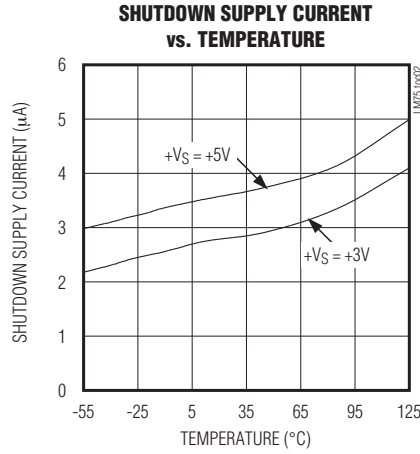
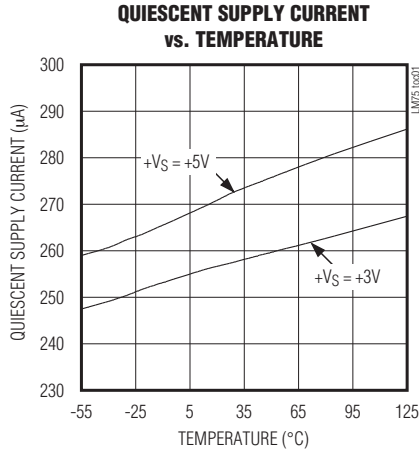
Note 13: Unless otherwise noted, these specifications apply for $+V_S = +5VDC$ for LM75BIM-5 and LM75BIMM-5 and $+V_S = +3.3VDC$ for LM75BIM-3 and LM75BIMM-3. C_L (load capacitance) on output lines = 80pF, unless otherwise specified. The switching characteristics of the LM75 fully meet or exceed the published specifications of the I²C bus. These parameters are the timing relationships between SCL and SDA signals related to the LM75. They are not I²C bus specifications.

Note 14: Holding the SDA line low for a time greater than $t_{TIMEOUT}$ causes the device to reset SDA to the IDLE state of the serial bus communication (SDA set high).

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

典型工作特性

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



引脚说明

引脚	名称	功能
1	SDA	串行数据输入/输出。漏极开路，将SDA连接至上拉电阻。
2	SCL	串行时钟输入。漏极开路，将SCL连接至上拉电阻。
3	OS	过热关断输出。漏极开路，将OS连接至上拉电阻。
4	GND	地。
5	A2	2线接口地址输入。A2连接至GND或+VS，用于设置所要求的I ² C地址。该引脚不能悬空(参见表1)。
6	A1	2线接口地址输入。A1连接至GND或+VS，用于设置所要求的I ² C地址。该引脚不能悬空(参见表1)。
7	A0	2线接口地址输入。A0连接至GND或+VS，用于设置所要求的I ² C地址。该引脚不能悬空(参见表1)。
8	+VS	正电源电压输入，通过0.1µF旁路电容将其旁路到GND。

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

LM75

详细说明

LM75温度传感器通过带隙温度传感器和9位 Δ - Σ ADC测量温度并将测量结果转换成数字输出。I²C兼容的2线串行接口用于访问转换结果。LM75可接受标准的I²C命令，用于数据读取、设置过温报警(OS)触发门限并配置其它功能。读取温度寄存器期间将忽略温度变化，直到完成读取操作为止。读操作完成后，温度寄存器中更新为新的温度测量值。

OS输出、 T_{OS} 和 T_{HYST} 门限

比较器模式(见图1)下，当温度上升到 T_{OS} 寄存器设置的门限以上时触发漏极开路OS报警输出；当温度下降至 T_{HYST} 寄存器设置的门限以下时OS输出置于高阻态。该模式下LM75可以用作温度调节器，并可利用OS输出采取相关措施(如：开启制冷风扇、降低时钟速率或关断系统)以降低温度。

中断模式下，超出 T_{OS} 门限同样也会触发OS报警输出。读取任意寄存器之前，OS将始终保持触发状态。如果温度超出 T_{OS} 门限触发OS报警输出之后又进行了复位，则只有在温度低于 T_{HYST} 门限时才会再次触发报警输出。然后输出将保持触发报警状态直到读操作对其复位为止。在此之后，只有当温度超出 T_{OS} 门限时，输出才会重新置于报警输出状态，后续操作同上。将LM75置于关断模式时也会复位OS。

上电和断电

LM75上电后处于已知状态，如表2所示。以下列出了其中一些配置：

- 比较器模式
- $T_{OS} = +80^{\circ}\text{C}$
- $T_{HYST} = +75^{\circ}\text{C}$
- 低电平有效OS
- 命令字节指针 = 0x00

I²C兼容的总线接口

从软件角度看，LM75可以看作是包含温度数据、报警门限值和控制位的字节寄存器组。通过标准的I²C兼容2线串口读取温度数据、写控制位和报警门限数据。每个器件响应各自的I²C从机地址，该地址通过A0、A1和A2选择，参见表1。

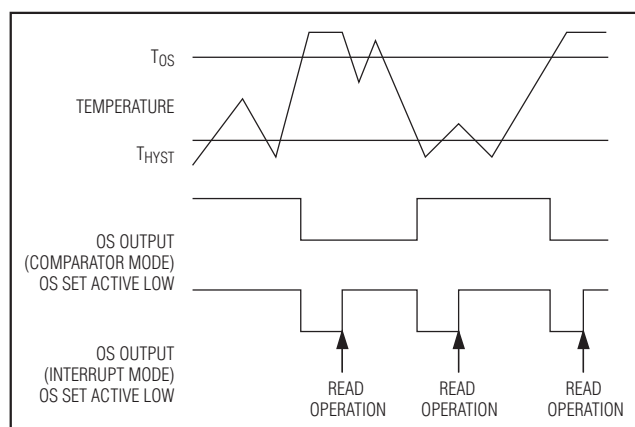


图1. OS输出温度响应图

表1. 从机地址

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
1	0	0	1	A2	A1	A0	R/W

表2. 寄存器功能

REGISTER NAME	ADDRESS (hex)	POR STATE (hex)	POR STATE (binary)	POR STATE ($^{\circ}\text{C}$)	READ/ WRITE
Temperature	00	000X	0000 0000 0XXX XXXX	—	Read only
Configuration	01	00	0000 0000	—	R/W
T_{HYST}	02	4B0X	0100 1011 0XXX XXXX	75	R/W
T_{OS}	03	500X	0101 0000 0XXX XXXX	80	R/W

X = 无关。

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

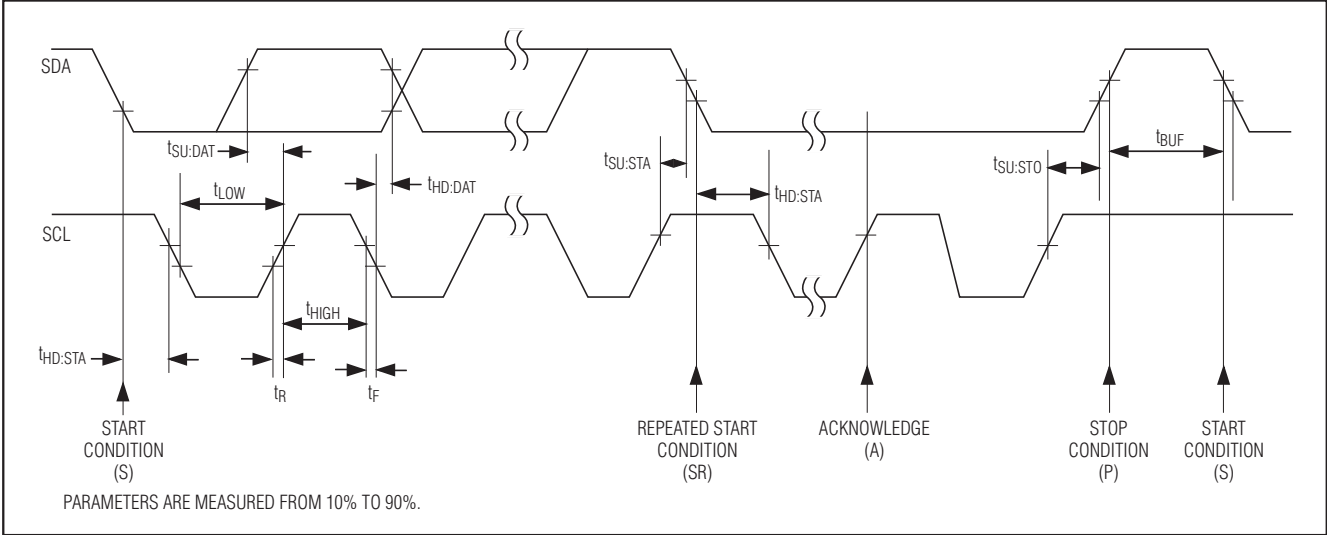


图2. 串行总线时序

表3. 温度、T_{HYST}和T_{OS}寄存器定义

UPPER BYTE								LOWER BYTE							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign bit 1= Negative 0 = Positive	MSB 64°C	32°C	16°C	8°C	4°C	2°C	1°C	LSB 0.5°C	X	X	X	X	X	X	X

X = 无关。

表4. 温度数据输出格式

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT	
	BINARY	HEX
+125	0111 1101 0XXX XXXX	7D0X
+25	0001 1001 0XXX XXXX	190X
+0.5	0000 0000 1XXX XXXX	008X
0	0000 0000 0XXX XXXX	000X
-0.5	1111 1111 1XXX XXXX	FF8X
-25	1110 0111 0XXX XXXX	E70X
-55	1100 1001 0XXX XXXX	C90X

X = 无关。

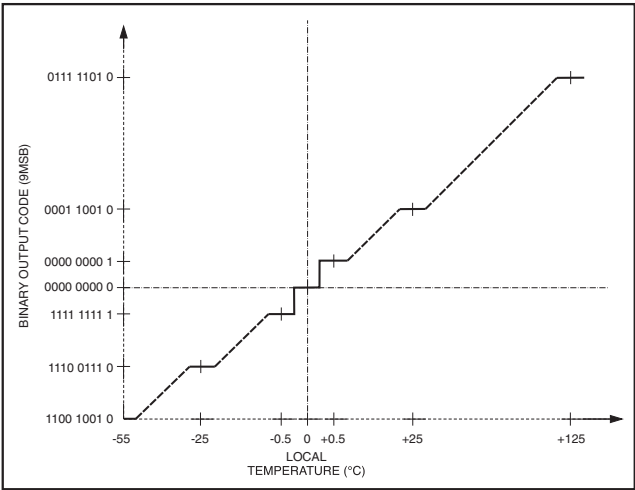


图3. 温度至数字输出传输函数

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

LM75

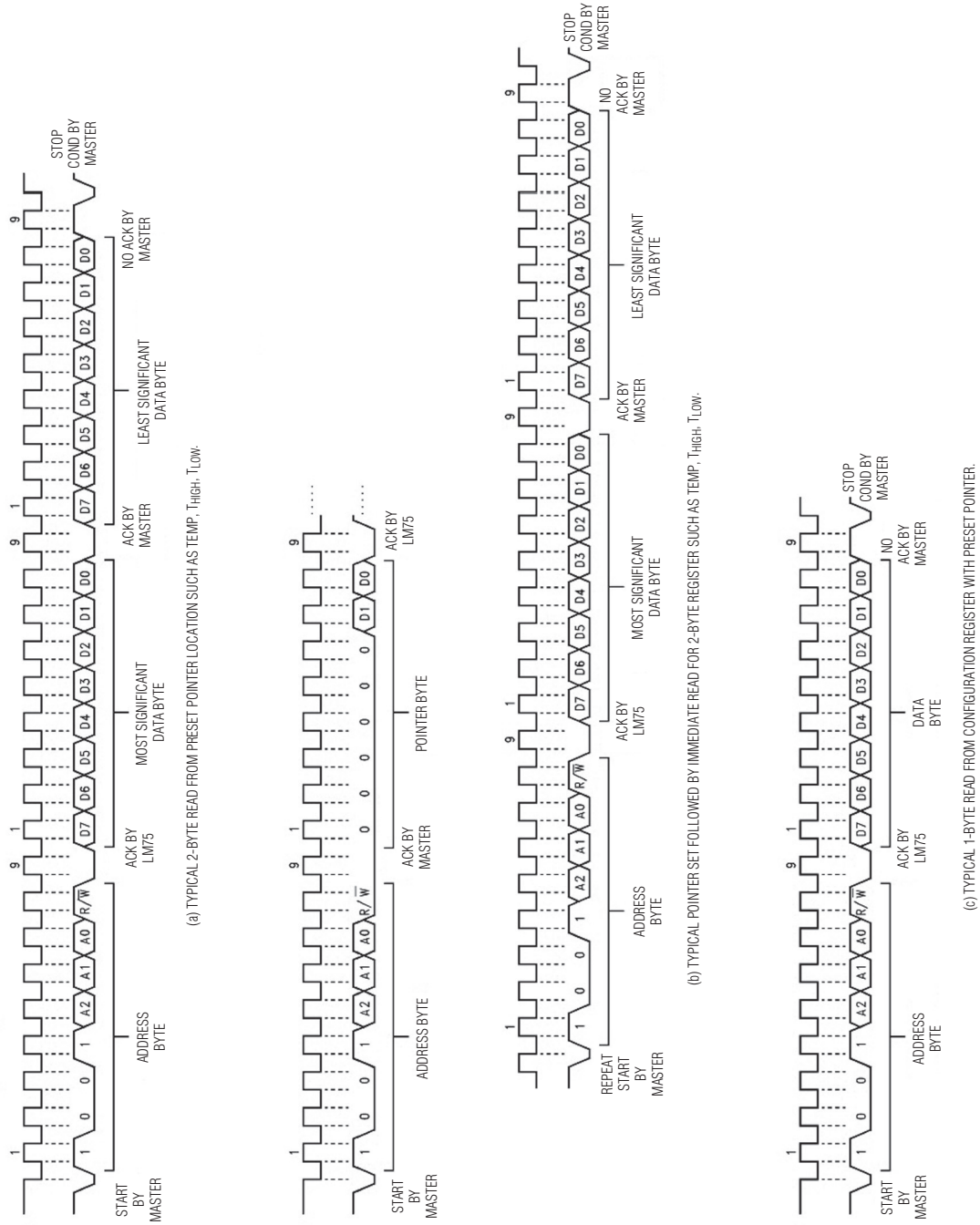


图4. I²C兼容时序图(读操作)

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

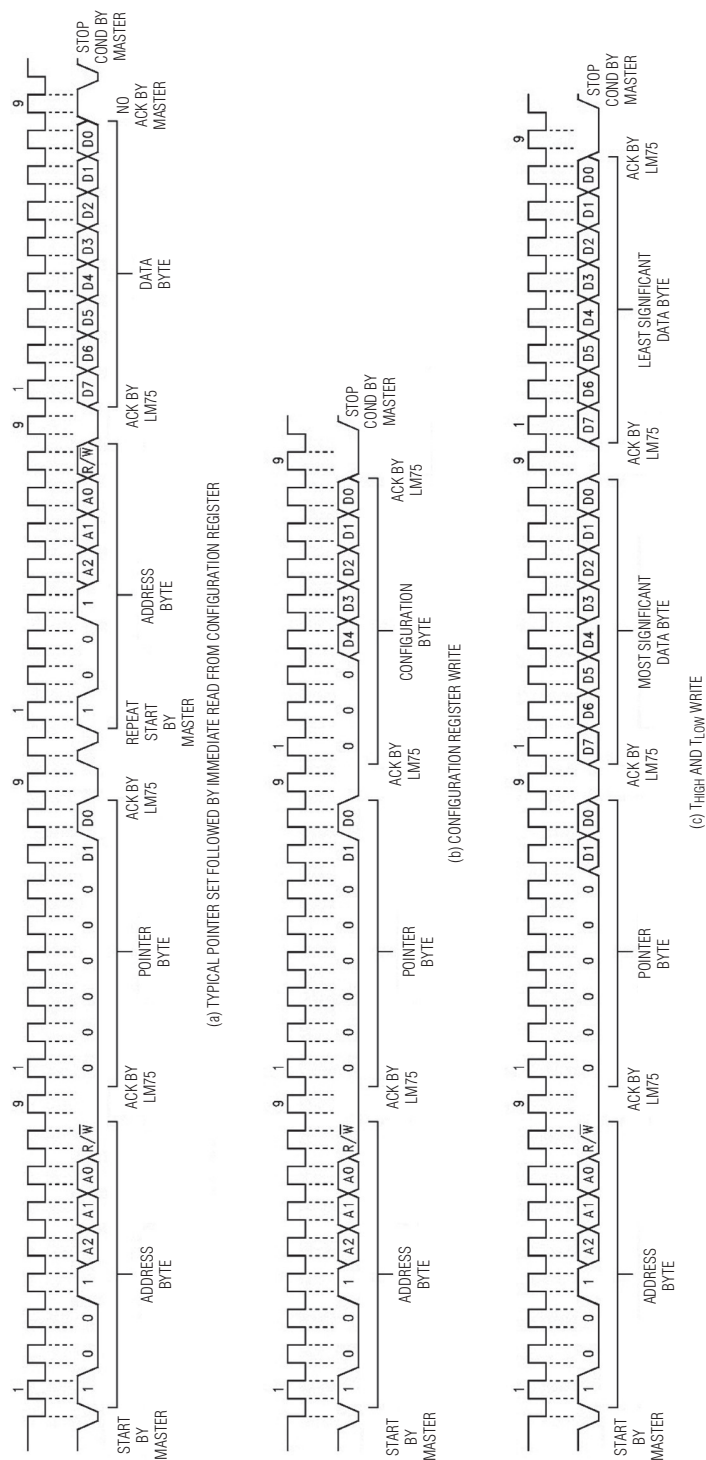


图5. I²C兼容时序图(写操作)

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

温度数据格式

温度数据存储在温度寄存器、 T_{OS} 门限寄存器和 T_{HYST} 门限寄存器。温度数据格式为9位，采用二进制补码表示，寄存器按照2个字节读取：高字节和低字节。D15–D7位包含温度数据，LSB代表 0.5°C ，MSB为符号位(见表3)。传输时MSB在前，低字节的最后7位D6–D0可以忽略。

关断

将配置寄存器中的D0位置1，可将LM75置于关断模式，电源电流降至 $4\mu\text{A}$ 。中断模式下，进入关断模式将复位OS输出。关断模式下，I²C保持有效，主机仍可访问 T_{OS} 和 T_{HYST} 门限寄存器以及配置寄存器。

故障队列

故障队列功能有助于避免噪声环境下错误地触发OS。必须在发生故障的次数达到队列的设定值(多达6次)时，才会触发OS报警输出。

比较器/中断模式

在比较器模式和中断模式下触发OS报警输出的事件相同。比较器模式下，当温度上升到超出 T_{OS} 门限时，触发OS报警输出。当温度下降至 T_{HYST} 门限以下时解除OS的报警状态。中断模式下，当温度上升到超出 T_{OS} 门限或下降到 T_{HYST} 门限以下时都会触发OS报警输出，只有读操作之后才能解除OS的报警状态。

OS输出

OS为漏极开路输出，无内部上拉。在OS和 $+V_S$ 之间连接一个上拉电阻，采用大阻值电阻能够降低由于流入OS的电流造成自热而导致的温度误差。

OS极性

OS极性可设置为低电平有效或高电平有效。低电平有效模式下，温度事件触发OS报警输出时为低电平。

内部寄存器

LM75的指针寄存器在4个数据寄存器之间选择(见图6)。上电时，指针设置为读取地址0x00温度寄存器。指针寄存器锁存最后一个设定地址。除了温度寄存器只能进行读操作外，其它所有寄存器都可进行读、写操作。

通过写入一个地址字节、一个数据指针字节和一个数据字节对配置寄存器进行写操作。如果写入了2个数据字节，则第二个数据字节将覆盖第一个数据字节。 T_{OS} 和 T_{HYST} 寄存器需要1个地址字节、1个指针字节和2个数据字节。如果仅写入1个数据字节，则将其存储在对应寄存器的D15–D8位；如果写入的数据字节多于2个，则只接受前2个字节，忽略其它字节。

可以通过以下两种方式之一读取LM75，如果指针寄存器的锁存地址源于之前的读操作，则新的读操作包括一个地址字节，随后是相应数量的数据字节。如果指针寄存器需要设置到一个新地址，则通过写地址字节、指针字节、重新开始条件以及另一个地址字节执行一次读操作。

如果由于疏忽从16位寄存器读取8位后将D7位置低，则可能导致器件停止在SDA数据线拉低的状态。通常，这会阻止总线上的进一步通信，直至主机发送9个额外的时钟或将SDA置高才能脱离此状态。这种状态下，停止条件将复位器件。如果主机没有产生额外的时钟周期，则在达到总线超时周期后LM75总线复位且解除闭锁状态。

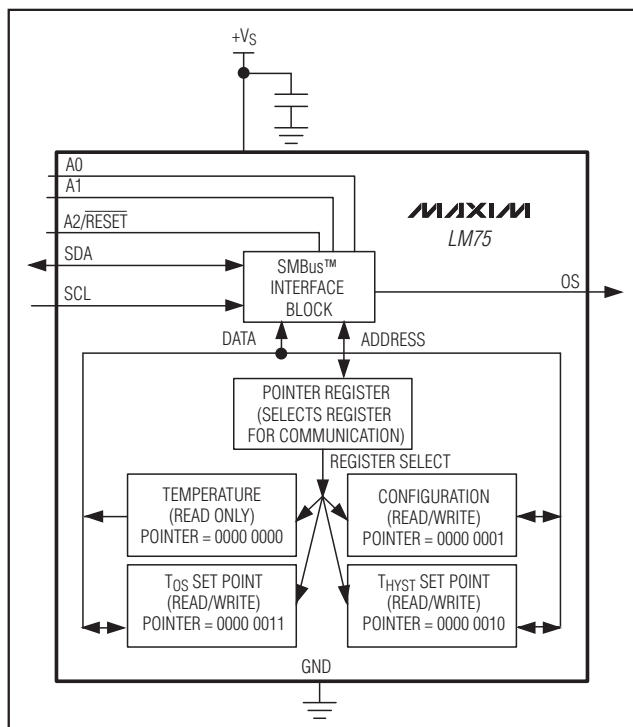


图6. 方框图

SMBus是Intel Corp.的商标。

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

表5. 配置寄存器定义

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	Fault Queue	Fault Queue	OS Polarity	Comparator/ Interrupt	Shutdown

配置寄存器

8位配置寄存器设置故障队列、OS极性、关断控制以及OS输出功能采用比较器模式还是中断模式。写配置寄存器时，将D7、D6和D5置0 (见表5)。

D4和D3位为故障队列位，确定触发OS报警的故障数量(见表6)。队列中设置的故障数必须是触发OS输出所要求的连续发生的故障次数。故障队列能够避免噪声环境下错误地触发OS报警输出。

将D2位，即OS极性位，置0时可强制OS报警输出的极性为低电平有效；将D2位置1，使OS报警输出的极性为高电平有效。上述情况下OS均为漏极开路输出，需要连接一个上拉电阻建立输出高电平(见图1)。

将D1位，即比较器/中断模式位，置0时将OS置于比较器模式。比较器模式下，当温度上升到超出 T_{OS} 门限时触发OS报警输出；当温度下降到 T_{HYST} 门限以下时，解除OS的报警状态(参见图1)。将D1位置1时，OS将处于中断模式。中断模式下，当温度上升到超出 T_{OS} 门限或下降到 T_{HYST} 门限以下时都会触发OS报警输出，只有读操作之后才能解除OS的报警输出。

将D0位，即关断位，置0时可保证器件正常工作；将D0位置1时，关断内部电路。关断位置1期间，I²C仍保持有效。关断模式下，仍然能够对 T_{OS} 、 T_{HYST} 和配置寄存器进行读写操作。

应用信息

LM75测量其自身的管芯温度，管芯与外部之间的导热通道决定了温度测量精度。管芯的大部分热量通过引脚注入

表6. 配置寄存器故障队列位

D4	D3	NUMBER OF FAULTS
0	0	1 (POR state)
0	1	2
1	0	4
1	1	6

或散出。因此，LM75很容易测量PCB的温度。测量环境温度时，将LM75焊接到远离高压电源的一个独立的PCB区域。LM75的低电源电流特性，使其自身发热造成的温度误差非常小。

数字噪声问题

SCL和SDA数字线上的低通滤波器能够降低总线噪声的影响，在噪声环境下保证通信的可靠。良好的电路板布局也有助于改善性能。使开关电源远离数字线路，穿过SCL和SDA的高速数字引线采用垂直布线。适当端接较长的PCB引线和连接多个从机的总线。

当SDA和SCL数据线上耦合较强的噪声时，最常见的一种现象是串行总线没有应答(导致不必要的总线传输)。噪声幅度大于LM75的滞回电压(400mV_{P.P}，典型值)、过冲电压比+V_S高出300mV、下冲电压低于GND 300mV时，都有可能导致串行通信的异常。

在SDA和SCL数据线上串联电阻有助于滤除噪声和振铃。将5kΩ电阻串接在SCL数据线，并尽可能靠近SCL引脚放置，配合器件的5pF至10pF寄生电容，可以构成一个6MHz至12MHz的低通滤波器，足以在多数情况下达到滤波效果。

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

LM75

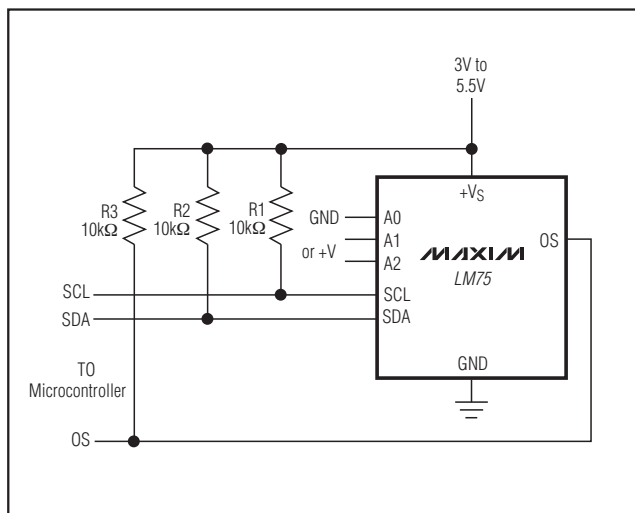


图7. I²C控制的温度传感器

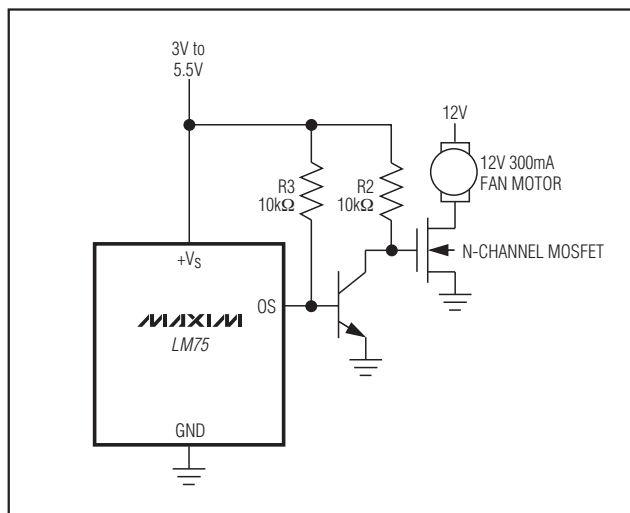


图8. 风扇控制

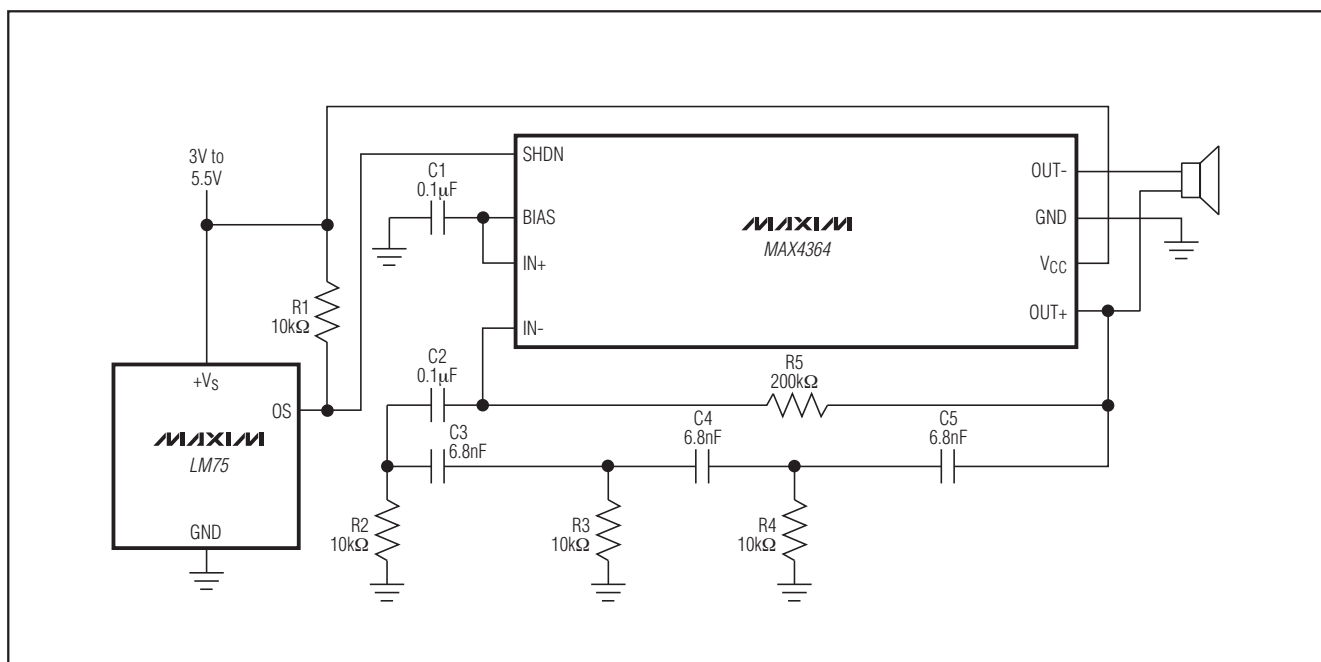


图9. 带有声音报警的温度传感器

数字温度传感器和温度看门狗监测器，2线接口

芯片信息
PROCESS: CMOS

封装信息
如需最近的封装外形信息和焊盘布局，请查询
www.maxim-ic.com.cn/packages。

封装类型	封装编码	文档编号
8 SO (SOP)	S8-2	21-0041
8 μ MAX (μ SOP)	U8-1	21-0036

Maxim北京办事处

北京 8328信箱 邮政编码 100083
免费电话：800 810 0310
电话：010-6211 5199
传真：010-6211 5299

Maxim不对Maxim产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

12 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**