



钜地半导体
Tudi Semiconductor

Product Specification

TUDI-TMP102-Q1

采用 SOT563 封装、具有 SMBus 和双线制串行接口的
TMP102-Q1 低功耗数字温度传感器

网址 www.sztdbdt.com Q

用芯智造 · 卓越品质

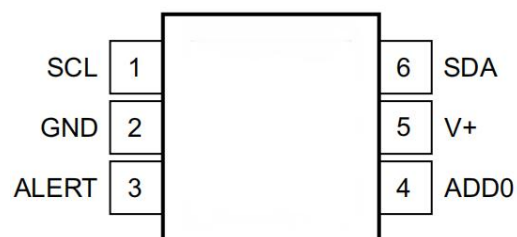
**semiconductor device
manufacturer**

- Design
- research and development
- production
- and sales



特性

- 具有符合 AEC-Q100 标准的下列特性：
 - 温度等级 1：-40°C 至 125°C 环境工作温度范围
 - 人体放电模式 (HBM) 静电放电 (ESD) 分类等级 2
 - 组件充电模式 (CDM) ESD 分类等级 C6
- SOT563 封装 (1.6mm × 1.6mm) 尺寸较 SOT23 减小 68%
- 未经校准时的精度：
 - -25°C 至 85°C 范围内为 2°C (最大值)
 - -40°C 至 125°C 范围内为 3°C (最大值)
- 低静态电流：
 - 激活时 10μA (最大值)
 - 关断时 1μA (最大值)
- 电源电压范围：1.4 V 至 3.6 V
- 分辨率：12 位
- 数字输出：与 SMBus™、两线制和 I2C 接口兼容
- NIST 可追溯



DRL 封装 6 引脚 SOT563 顶视图

应用

- 汽车空调
- 信息娱乐处理器管理
- 空气流量传感器
- 电池控制单元
- 引擎控制单元
- UREA 传感器
- 抽水机
- HID 灯
- 安全气囊控制单元

说明

TMP102-Q1 器件是一款数字温度传感器，在要求高精度的应用中是 NTC 和 PTC 热敏电阻的理想替代品。该器件在未经校准或无外部组件信号调节的情况下可提供的精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。器件温度传感器为高度线性化产品，无需复杂计算或查表即可得知温度。片上 12 位 ADC 具备最低 0.0625°C 的分辨率。

1.6mm × 1.6mm SOT563 封装尺寸较 SOT23 封装减小 68%。TMP102-Q1 器件具有 SMBus、两线制和 I2C 接口兼容性，最多允许四个器件位于一条总线上。该器件还具有 SMBus 警报功能。器件的额定工作电压范围是 1.4V 至 3.6V，整个工作范围内最大静态电流为 10μA。

TMP102-Q1 器件适用于在各种通信、计算机、消费类产品、环境、工业和仪表等各种应用中进行工作温度测量。器件的额定工作温度范围为 -40°C 至 +125°C。

TMP102-Q1 生产单元已完全通过可追溯 NIST 的传感器测试，并且已借助可追溯 NIST 的设备使用 ISO/IEC 17025 标准认可的校准进行验证。

5 引脚配置和功能

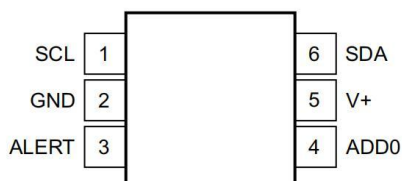


图 5-1. DRL 封装 6 引脚 SOT563 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
编号	名称		
1	SCL	I	串行时钟。开漏输出；需要上拉电阻器。
2	GND	—	接地
3	ALERT	O	过热提醒。开漏输出；需要上拉电阻器。
4	ADD0	I	地址选择。连接至 GND 或 V+
5	V+	I	电源电压，1.4V 至 3.6V
6	SDA	I/O	串行数据。开漏输出；需要上拉电阻器。

6 规格

6.1 绝对最大额定值⁽¹⁾

	最小值	最大值	单位
电源电压	- 0.3	4	V
SCL、SDA、ADD0 处的电压 ⁽²⁾	- 0.5	4	V
ALERT 的电压 ⁽²⁾	- 0.5	$\frac{((V+) + 0.3)}{4}$ 且 ≤ 4	V
工作温度	-55	150	°C
结温		150	°C
贮存温度，T _{stg}	- 60	150	°C

- (1) 超过这些额定值的应力可能会造成永久性损坏。长时间处于最大绝对额定情况下会降低设备的可靠性。这些只是应力额定值，在这些值或者任何超过那些所标明的条件下的功能运行并未注明。
- (2) 输入电压额定值适用于所有 TMP102-Q1 输入电压。



6.2 ESD 等级

		值	单位
V _(ESD) 静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 AEC Q100-002 ⁽¹⁾	±2000	V
	充电器件模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011	±1000	

(1) AEC Q100-002 指示应当按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

6.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

	最小值	标称值	最大值	单位
V ₊ 电源电压	1.4	3.3	3.6	V
T _A 自然通风工作温度	-40		125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TMP102-Q1	单位
		DRL (SOT563)	
		6 引脚	
R _{θJA} 结至环境热阻		210.3	°C/W
R _{θJC(top)} 结至外壳 (顶部) 热阻		105.0	°C/W
R _{θJB} 结至电路板热阻		87.5	°C/W
ψ _{JT} 结至顶部特征参数		6.1	°C/W
ψ _{JB} 结至电路板特征参数		87.0	°C/W

(1) 更多有关新旧热指标的信息, 请参阅 [半导体和 IC 封装热指标](#) 应用报告 (SPRA953)。

6.5 电气特性

在 T_A = 25°C 和 V_S = 1.4V 至 3.6V 时测得, 除非额外注明

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
温度输入					
范围		-40		125	°C
精度 (温度误差)	-25°C 至 85°C		±0.5	±2	°C
	-40°C 至 125°C		±1	±3	
	与电源		0.2	0.5	°C/V



在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 和 $V_S = 1.4\text{V}$ 至 3.6V 时测得，除非额外注明

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
分辨率			0.0625			°C
数字输入/输出						
输入电容			3			pF
V _{IH}	输入逻辑高电平		0.7 × (V+)			3.6 V
V _{IL}	输入逻辑低电平		- 0.5 0.3 × (V+)			V
I _I	输入电流	0 < V _I < 3.6V	1			μ A
V _{OL} (SDA)	SDA 引脚上的输出逻辑	V+>2V , I _{OL} =3 mA	0 0.4			V
		V+<2V , I _{OL} =3 mA	0 0.2 × (V+)			
V _{OL} (ALERT)	ALERT 引脚上的输出逻辑	V+>2V , I _{OL} =3 mA	0 0.4			V
		V+<2V , I _{OL} =3 mA	0 0.2 × (V+)			
分辨率			12			位
转换时间			26 35			ms
转换模式		CR1=0, CR0=0	0.25			Conv/s
		CR1=0, CR0=1	1			
		CR1=1, CR0=0 (默认值)	4			
		CR1=1, CR0=1	8			
超时时间			30 40			ms
电源						
工作电源电压范围			1.4 3.6			V
I _Q	平均静态电流	串行总线无效, CR1 = 1, CR0 = 0 (默认值)	7 10			μ A
		串行总线有效, SCL 频率 (f) = 400kHz	15			
		串行总线有效, SCL 频率 (f) = 3.4MHz	85			
I _{SD}	关断电流	串行总线无效	0.5 1			μ A
		串行总线有效, SCL 频率 (f) = 400kHz	10			
		串行总线有效, SCL 频率 (f) = 3.4MHz	80			

6.6 时序要求

更多信息请参阅 [节 7.3.11](#) 部分

			快速模式		高速模式		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	
$f_{(SCL)}$ SCL 运行频率	V+		0.001	0.4	0.001	2.85	MHz
$t_{(BUF)}$ 停止和启动条件之间的总线空闲时间	请参阅 节 7.3.12 。		600		160		ns
$t_{(HDSTA)}$ 重复启动条件后的保持时间。 在此周期后，生成第一个时钟。			600		160		ns
$t_{(SUSTA)}$ 重复启动条件建立时间			600		160		ns
$t_{(SUSTO)}$ STOP 条件建立时间			600		160		ns
$t_{(HDDAT)}$ 数据保持时间			100	900	25	105	ns
$t_{(SUDAT)}$ 数据设置时间			100		25		ns
$t_{(LOW)}$ SCL 时钟低电平期	V+, 请参阅 节 7.3.12		1300		210		ns
$t_{(HIGH)}$ SCL 时钟高电平期	请参阅 节 7.3.12		600		60		ns
t_{FD} 数据下降时间	请参阅 节 7.3.12		300		80		ns
t_{RD} 数据上升时间	请参阅 节 7.3.12		300				ns
	SCLK $\leq 100\text{kHz}$, 请参阅 节 7.3.12		1000				ns
t_{FC} 时钟下降时间	请参阅 节 7.3.12		300		40		ns
t_{RC} 时钟上升时间	请参阅 节 7.3.12		300		40		ns

7 详细说明

7.1 概述

TMP102-Q1 器件是一款数字温度传感器，是热管理和热保护应用的理想之选。TMP102-Q1 器件是两线制，与 SMBus 和 I²C 接口兼容。该器件的工作温度范围为 -40°C 至 125°C。图 7-1 展示了 TMP102-Q1 器件的方框图。

TMP102-Q1 器件内的温度传感器是芯片本身。散热路径贯穿封装引线以及塑料封装。封装引线提供主要散热路径，因为金属的热阻较低。

TMP102-Q1 器件还有一个替代版本。TMP112-Q1 器件具有超高精度和相同的微封装，并且二者引脚对引脚兼容。

表 7-1. TMP112-Q1 与 TMP102-Q1 的优势对比

器件	兼容接口	封装	电源电流	电源电压 (最小值)	电源电压 (最大值)	分辨率	本地传感器精度 (最大值)	指定的校准漂移斜率
TMP112-Q1	I ² C SMBus	SOT563 1.2 × 1.6 × 0.6	10µA	1.4V	3.6V	12 位 0.0625°C	0.5°C : (0°C 至 65°C) 1°C : (-40°C 至 125°C)	是
TMP102-Q1	I ² C SMBus	SOT563 1.2 × 1.6 × 0.6	10µA	1.4V	3.6V	12 位 0.0625°C	2°C : (25°C 至 85°C) 3°C : (-40°C 至 125°C)	否

7.2 功能方框图

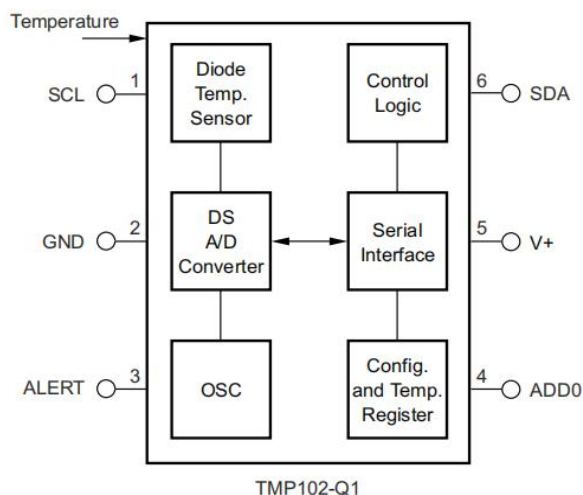


图 7-1. 内部框图

7.3 特性说明

7.3.1 数字温度输出

每次温度测量的数字输出会存储在只读温度寄存器中。TMP102-Q1 器件的温度寄存器被配置成一个 12 位只读寄存器 (配置寄存器 EM 位 = 0，请参阅 7.4.2 部分)，或者被配置成一个存储最近转换输出的 13 位只读寄存器 (配置寄存器 EM 位 = 1)。必须读取两个字节以获得数据，如表 7-8 和表 7-9 所示。字节 1 是最高有效字节 (MSB)，之后是字节 2，即最低有效字节 (LSB)。前 12 位 (扩展模式中为 13 位) 用于指示温度。如果不需要这个信息，那么没有必要读取最低有效字节。表 7-2 和表 7-3 汇总了针对温度的数据格式。一个 LSB 等于 0.0625°C，负数用二进制补码格式表示。加电或者复位后，在首次转换完成前，温度寄存器读数为 0°C。字节 2 的位 D0 表示正常模式 (EM 位 = 0) 或者表示扩展模式 (EM 位 = 1)，并且可被用于区分两个温度寄存器数据格式。温度寄存器中未使用的位始终读为 0。

表 7-2. 12 位温度数据格式⁽¹⁾

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制
128	0111 1111 1111	7FF



表 7-2. 12 位温度数据格式⁽¹⁾ (continued)

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制
127.9375	0111 1111 1111	7FF
100	0110 0100 0000	640
80	0101 0000 0000	500
75	0100 1011 0000	4B0
50	0011 0010 0000	320
25	0001 1001 0000	190
0.25	0000 0000 0100	004
0	0000 0000 0000	000
-0.25	1111 1111 1100	FFC
-25	1110 0111 0000	E70
-55	1100 1001 0000	C90

(1) 运行在内部温度模式中的温度 ADC 的分辨率为每次计数 0.0625°C。

表 7-2 未列出所有温度。使用以下规则则可得到给定温度的数字数据格式，或给定数字数据格式的温度。

若要将正温度值转换为数字数据格式：

1. 将温度除以分辨率
2. 将结果转换为 12 位、左对齐格式的二进制代码，MSB = 0 表示正号。

示例： $(50^{\circ}\text{C}) / (0.0625^{\circ}\text{C} / \text{LSB}) = 800 = 320\text{h} = 0011\ 0010\ 0000$

若要将正数字数据格式转换为温度：

1. 将 12 位、左对齐二进制温度结果转换为十进制数，MSB = 0 表示正号。
2. 将十进制数与分辨率相乘，得到正温度值。

示例： $0011\ 0010\ 0000 = 320\text{h} = 800 \times (0.0625^{\circ}\text{C} / \text{LSB}) = 50^{\circ}\text{C}$

若要将负温度值转换为数字数据格式：

1. 将温度绝对值除以分辨率，将结果转换为 12 位、左对齐格式的二进制代码。
2. 对二进制数求反码再加一，生成结果的二进制补码。用 MSB = 1 来表示一个负数。

示例： $(|-25^{\circ}\text{C}|) / (0.0625^{\circ}\text{C} / \text{LSB}) = 400 = 190\text{h} = 0001\ 1001\ 0000$

二进制补码格式： $1110\ 0110\ 1111 + 1 = 1110\ 0111\ 0000$

若要将负数字数据格式转换为温度：

1. 对二进制数求反码再加一，生成温度结果的 12 位、左对齐二进制数的二进制补码 (MSB = 1 表示温度结果为负值)。它表示温度绝对值的二进制数。
2. 转换为十进制数并与分辨率相乘，得到绝对温度，再乘以 -1 得到负号。

示例： $1110\ 0111\ 0000$ 的二进制补码为 $0001\ 1001\ 0000 = 0001\ 1000\ 1111 + 1$

转换为温度： $0001\ 1001\ 0000 = 190\text{h} = 400$; $400 \times (0.0625^{\circ}\text{C} / \text{LSB}) = 25^{\circ}\text{C} = (|-25^{\circ}\text{C}|); (|-25^{\circ}\text{C}|) \times (-1) = -25^{\circ}\text{C}$

表 7-3. 13 位温度数据格式

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制
150	0 1001 0110 0000	0960
128	0 1000 0000 0000	0800
127.9375	0 0111 1111 1111	07FF
100	0 0110 0100 0000	0640
80	0 0101 0000 0000	0500
75	0 0100 1011 0000	04B0



表 7-3. 13 位温度数据格式 (continued)

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制
50	0 0011 0010 0000	0320
25	0 0001 1001 0000	0190
0.25	0 0000 0000 0100	0004
0	0 0000 0000 0000	0000
- 0.25	1 1111 1111 1100	1FFC
- 25	1 1110 0111 0000	1E70
-55	1 1100 1001 0000	1C90

7.3.2 串行接口

在两线制总线和 SMBus 上 TMP102-Q1 只作为从器件运行。通过开漏 I/O 线路，SDA 和 SCL，可实现到总线的连接。SDA 和 SCL 引脚特有的集成式峰值抑制滤波器和施密特触发器可大大减少输入峰值和总线噪声的影响。TMP102-Q1 器件支持针对快速 (1kHz 至 400kHz) 和高速 (1kHz 至 2.85MHz) 模式的传输协议。在所有被发送的数据字节中 MSB 被首先发送。

7.3.3 总线概述

发起传输的器件被称为主器件，而受主器件控制的器件被称为从器件。总线必须由一个生成串行时钟 (SCL)、控制总线访问、并生成启动和停止条件的主器件控制。

为了对一个特定的器件寻址，要在 SCL 为高电平时将数据线 (SDA) 的逻辑电平从高拉为低，以发送一个启动条件。所有总线上的从器件移入 SCL 上升沿上的从地址字节内，最后一位表明希望进行的读取或者写入操作。在第九个时钟脉冲期间，通过生成一个确认位并将 SDA 引脚下拉为低电平，被寻址的从器件对主器件做出响应。

随后会发起数据传输并发送 8 个时钟脉冲，后跟一个确认位。在数据传输期间，SCL 为高电平时 SDA 引脚必须保持稳定，这是因为 SCL 引脚为高电平时，SDA 引脚的任何变化都会被看作是启动或停止信号。

当所有数据的传输均已完成，主器件会在 SCL 引脚为高电平时将 SDA 引脚从低拉为高，生成一个停止条件。

7.3.4 串行总线地址

要与 TMP102-Q1 器件通信，主器件必须首先通过一个从器件地址字节来寻找从器件的地址。从器件地址包含 7 个地址位，和一个表明希望执行读取还是写入操作的方向位。

TMP102-Q1 器件具有一个地址引脚，最多允许在单个总线上对四个器件寻址。表 7-4 列出了用于适当连接最多四个器件的引脚逻辑电平。

表 7-4. 地址引脚和从器件地址

器件两线制地址	A0 引脚连接
1001000	接地
1001001	V+
1001010	SDA
1001011	SCL



7.3.5 写入和读取操作

通过为指针寄存器写入适当的值，可访问 TMP102-Q1 器件上的特定寄存器。指针寄存器的值是 $R\overline{W}$ 位为低电平时在从器件地址字节之后传输的第一个字节。每次写入 TMP102-Q1 器件的操作都需要指针寄存器的值（请参阅图 7-3）。

从 TMP102-Q1 器件读取时，写入操作存入指针寄存器的最后一个值用于确定读取操作会读取哪个寄存器。若要为读取操作更改寄存器指针，必须在指针寄存器中写入一个新值。要完成此操作，应在 $R\overline{W}$ 位为低电平时发出一个从器件地址字节，后跟指针寄存器字节。无需额外的数据。然后，主器件生成一个启动条件并发出从器件地址字节（其中 $R\overline{W}$ 位为高电平）来启动读取命令。有关此序列的详细信息，请参阅图 7-4。如果需要从同一寄存器进行重复的读取操作，则无需一直发送指针寄存器字节，因为 TMP102-Q1 器件将记住指针寄存器的值，直到该值被下一个写入操作更改。

首先发送的寄存器字节为最高有效字节，之后是最低有效字节。

7.3.6 从模式操作

TMP102-Q1 器件可用作从接收器或从发送器。作为从器件时，TMP102-Q1 器件绝不会驱动 SCL 线路。

7.3.6.1 从接收器模式

主器件传输的第一个字节为从器件地址，其中 $R\overline{W}$ 位为低电平。然后，TMP102-Q1 确认接收到有效地址。主器件传输的下一个字节为指针寄存器。然后，TMP102-Q1 确认接收到指针寄存器字节。接下来的一个或多个字节写入的寄存器由指针寄存器寻址。TMP102-Q1 确认收到每个数据字节。主器件可生成启动或停止条件，从而终止数据传输。

7.3.6.2 从发射器模式

主器件传输的第一个字节为从器件地址，其中 $R\overline{W}$ 位为高电平。从器件确认接收到一个有效从器件地址。下一个字节由从器件传输，是指针寄存器所指示的寄存器的最高有效字节。主器件确认接收到数据字节。从器件发出的下一个字节是最低有效位。主器件确认接收到数据字节。通过在接收到每一个数据字节时生成一个不确认，或者生成一个启动或者停止条件，主器件能够终止数据传输。

7.3.7 SMBus 警报功能

TMP102-Q1 器件支持 SMBus 警报功能。当 TMP102-Q1 器件在中断模式下运行时 ($TM = 1$)，ALERT 引脚可作为 SMBus 警报信号连接。当主器件检测到 ALERT 线路上存在 ALERT 条件时，会向总线发送 SMBus 警报命令 (0001 1001)。如果 ALERT 引脚有效，器件将确认 SMBus 警报命令，并在 SDA 线路上返回从器件地址进行响应。从器件地址的第八位 (LSB) 表明 ALERT 条件是否是因为温度超过 T_{HIGH} 或者下降到低于 T_{LOW} 引起的。当 $POL = 0$ 时，如果温度大于或者等于 T_{HIGH} ，则这个位为低电平；如果温度低于 T_{LOW} ，则这个位为高电平。如果 $POL = 1$ ，这个位的极性被反转。有关此序列的详细信息，请参阅图 7-5。

如果总线上的多个器件对 SMBus 警报命令做出响应，SMBus 警报命令的从器件地址部分的仲裁将确定哪一个器件清除 ALERT 状态。具有最低两线制地址的器件将在仲裁中胜出。如果 TMP102-Q1 器件在仲裁中胜出，其 ALERT 引脚将在 SMBus 警报命令完成时变为无效。如果 TMP102-Q1 器件未在仲裁中胜出，其 ALERT 引脚将保持有效。



7.3.8 常规调用

如果第八位为 0，TMP102-Q1 器件会对两线制的常规调用地址 (000 0000) 作出响应。该器件确认通用呼叫地址，并对第二个字节中的命令作出响应。如果第二个字节为 0000 0110，TMP102-Q1 器件内部寄存器会被复位为上电值。TMP102-Q1 器件不支持常规地址获取命令。

7.3.9 高速 (Hs) 模式

为了使两线制总线的运行频率大于 400kHz，主器件必须在出现启动条件后发布一个 Hs 模式主器件代码 (0000 1xxx) 作为第一个字节，以便将总线切换至高速运行。TMP102-Q1 器件并不确认这个字节，而是将其 SDA 和 SCL 上的输入滤波器和 SDA 上的输出滤波器切换到 Hs 模式运行，从而支持最高 2.85MHz 的传输。在 Hs 模式主器件代码发布后，主器件发出一个两线制从器件地址来启动数据传输操作。总线将继续在 Hs 模式下运行，直到总线中出现停止条件。TMP102-Q1 器件在收到停止条件后，会将输入和输出滤波器切换回快速模式运行。

7.3.10 超时功能

在启动和停止条件之间，如果 SCL 引脚保持为低电平 30ms (典型值)，TMP102-Q1 器件将复位串行接口。如果 SCL 引脚被拉低，TMP102-Q1 器件会释放 SDA 线路，并等待来自主机控制器的启动条件。为避免激活超时功能，需要保持在 SCL 工作频率至少为 1kHz 时的通信速度。

7.3.11 时序图

TMP102-Q1 器件采用两线制，与 SMBus 和 I²C 接口兼容。图 7-2、图 7-3、图 7-4 和图 7-5 列出了 TMP102-Q1 器件的各种操作。节 6.6 表中定义了图 7-2 的参数。总线定义如下：

总线空闲 SDA 和 SCL 线路都保持高电平。

开始数据传输 SCL 线路为高电平时，SDA 线路状态的变化 (从高电平变为低电平) 定义了启动条件。每个数据传输由一个启动条件启动。

停止数据传输 SCL 线路为高电平时，SDA 线路状态的变化 (从低电平变为高电平) 定义了停止条件。每一个被终止的数据传输带有一个重复的启动或者停止条件。

数据传输 在启动和停止条件之间传送的数据字节的数量没有限制，由主器件确定。TMP102-Q1 器件还可用于单字节更新。为了只更新 MS 字节，通过在总线上发布一个 START 或者 STOP 信息可终止通信。



应答 每个接收器件被寻址后，必须生成一个确认位。做出确认的器件必须在确认时钟脉冲期间下拉 SDA 线路，这样一来，在确认时钟脉冲的高电平期间，SDA 线路为稳定低电平。必须将建立和保持时间考虑在内。在主器件接收数据时，通过在从器件已发出的最后一个字节上生成一个不确认 (1)，主器件可发出数据传输终止信号。

7.3.12 双线制时序图

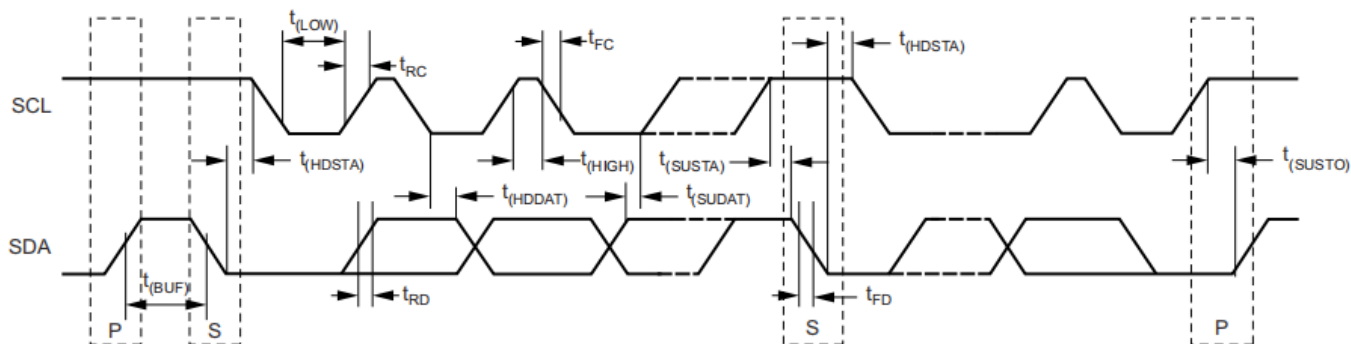
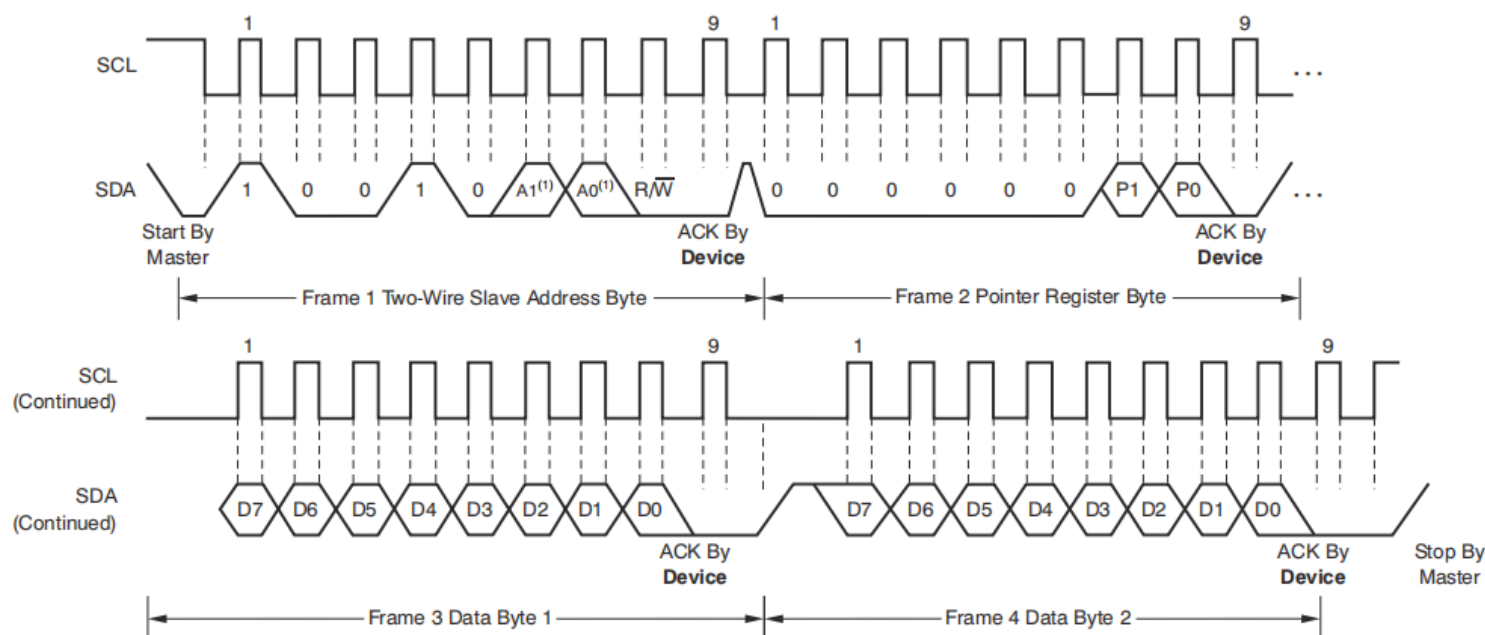
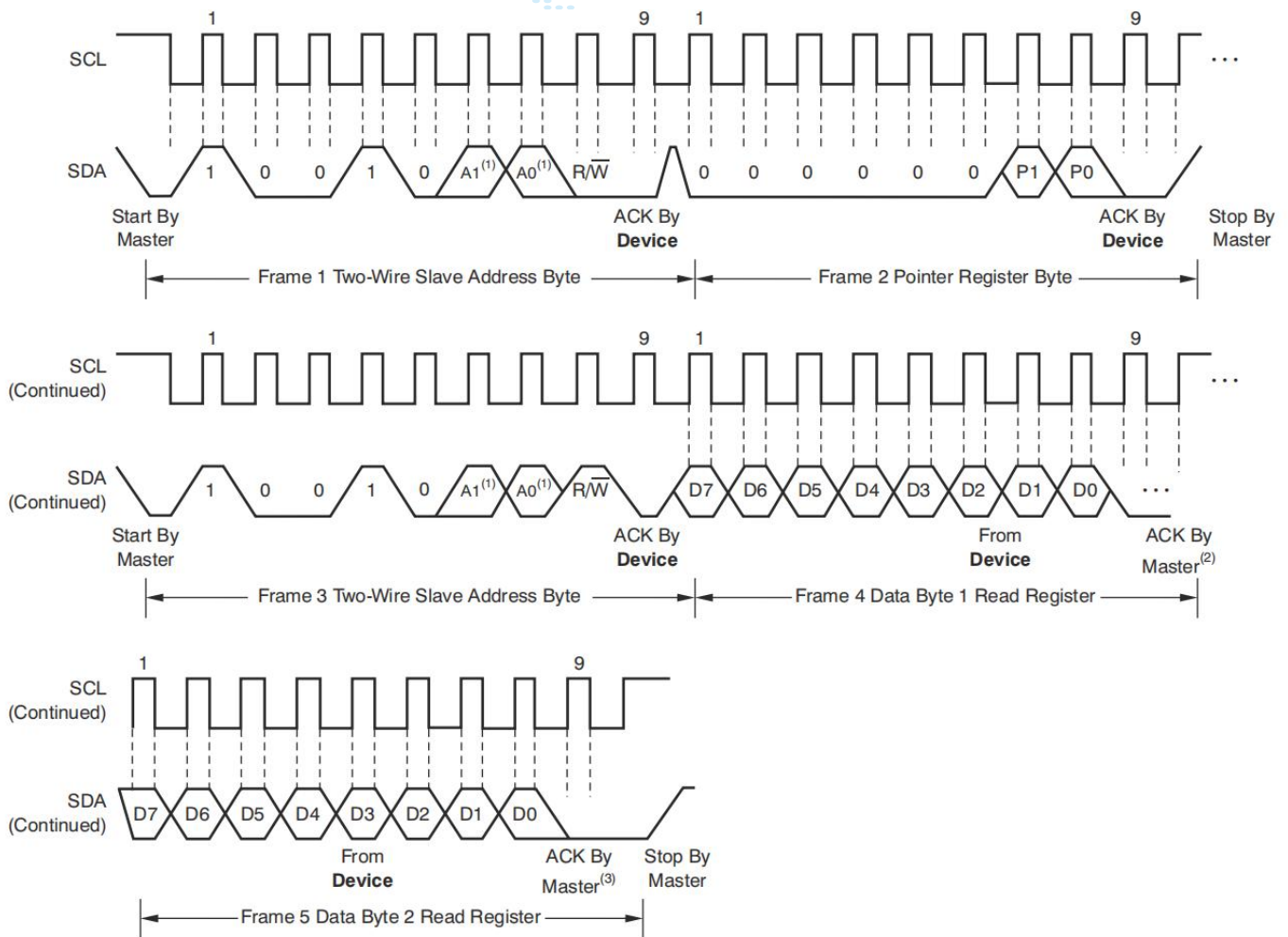


图 7-2. 两线制时序图



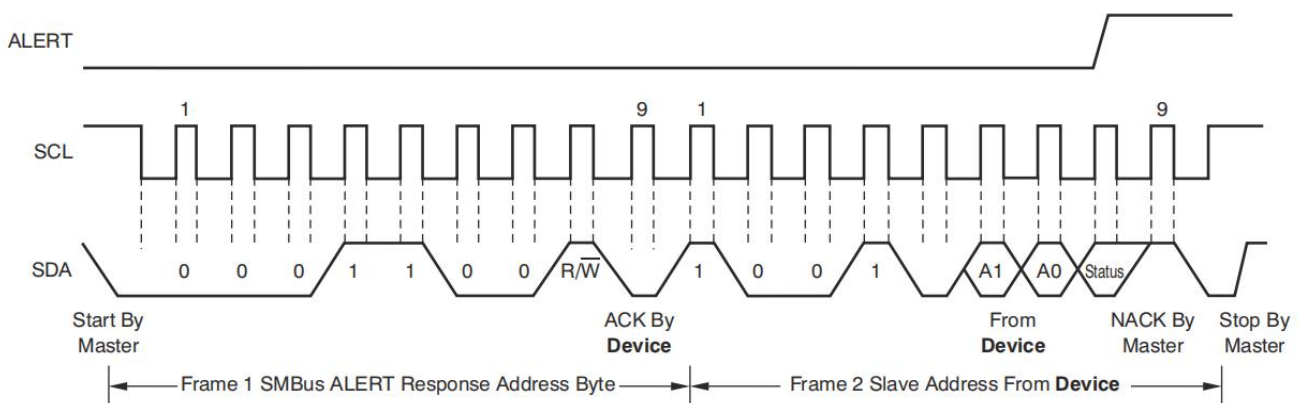
NOTE: (1) The value of A0 and A1 are determined by the ADD0 pin.

图 7-3. 针对写入字格式的两线制时序图



NOTE: (1) The value of A0 and A1 are determined by the ADD0 pin.
(2) Master should leave SDA high to terminate a single-byte read operation.
(3) Master should leave SDA high to terminate a two-byte read operation.

图 7-4. 针对读取字格式的两线制时序图



NOTE: (1) The value of A0 and A1 are determined by the ADD0 pin.

图 7-5. SMBus 警报的时序图



7.4 器件功能模式

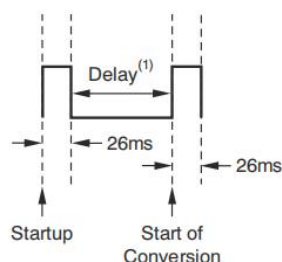
7.4.1 连续转换模式

TMP102-Q1 器件的默认模式为连续转换模式。在连续转换模式期间，ADC 执行连续温度转换，并将每个结果存储到温度寄存器中，覆盖上次转换的结果。转换率位 CR1 和 CR0 将 TMP102-Q1 器件的转换率配置为 0.25Hz、1Hz、4Hz 或 8Hz。默认速率为 4Hz。TMP102-Q1 器件的典型转换时间为 26ms。为了获得不同的转换率，TMP102-Q1 器件进行一次转换后会断电，并等待 CR1 和 CR0 设定的适当延迟。表 7-5 列出了 CR1 和 CR0 的设置。

表 7-5. 转换率设置

CR1	CR0	转换率
0	0	0.25Hz
0	1	1Hz
1	0	4Hz (默认值)
1	1	8Hz

如图 7-6 所示，在上电或通用广播复位后，TMP102-Q1 器件会立即开始转换。26ms (典型值) 之后，可获得第一个结果。转换期间的有效静态电流为 40 μ A (27°C 时的典型值)。延迟期间的静态电流为 2.2 μ A (27°C 时的典型值)。



A. 延迟是通过配置寄存器中的 CR1 和 CR0 位设置的。

图 7-6. 转换开始

7.4.2 扩展模式 (EM)

扩展模式位将器件配置为正常模式运行 (EM=0) 或者扩展模式运行 (EM=1)。在正常模式下，温度寄存器、高限值以及低限值寄存器使用 12 位数据格式。正常模式下 TMP102-Q1 器件与 TMP75 兼容。

通过将温度寄存器、高限值和低限值寄存器配置为 13 位数据格式，扩展模式 (EM=1) 可测量高于 128°C 的温度。

7.4.3 关断模式 (SD)

关断模式位通过关闭除了串行接口之外的所有器件电路来节省更多功率，通常将电流消耗减少到小于 0.5 μ A。SD 位为 1 时关断模式启用；当前转换完成时，器件关闭。SD 位为 0 时，器件将保持连续转换状态。

7.4.4 单稳态转换就绪模式 (OS)

TMP102-Q1 器件具有单稳态温度测量模式。当器件处于关断模式中时，写入一个 1 到 OS 位将启动一次温度转换。转换期间，OS 位读取 '0'。单次转换完成后，器件返回到关断状态。转换之后 OS 位读数为 1。如果无需对温度进行持续监控，该特性可有效减少 TMP102-Q1 器件的功耗。

由于转换时间短，TMP102-Q1 器件可实现更高的转换速率。单次转换通常花费 26ms，而一次读取操作在 20 μ s 内完成。使用单稳态模式时，可实现每秒 30 次或者更多次的转换。

7.4.5 恒温模式 (TM)

恒温模式位指示器件在比较器模式 (TM = 0) 还是中断模式 (TM = 1) 下运行。



7.4.5.1 比较器模式 ($TM = 0$)

在比较器模式下 ($TM = 0$)，当温度等于或超出 $T_{(HIGH)}$ 寄存器中的值时，警报引脚被激活并保持有效，直到温度下降到 $T_{(LOW)}$ 寄存器中的值之下。更多有关比较器模式的信息，请参阅 节 7.5.4 部分。

7.4.5.2 中断模式 ($TM = 1$)

在中断模式 ($TM = 1$) 下，当温度超出 $T_{(HIGH)}$ 或低于 $T_{(LOW)}$ 寄存器时，警报引脚将被激活。主机控制器读取温度寄存器时，警报引脚将被清除。更多有关中断模式的信息，请参阅 节 7.5.4 部分。

7.5 编程

7.5.1 指针寄存器

图 7-7 显示了 TMP102-Q1 器件的内部寄存器结构。器件的 8 位指针寄存器用于寻址指定的数据寄存器。指针寄存器使用两个最低有效字节 (LSB) (请参阅表 7-13) 来标识哪个数据寄存器必须对读取或写入命令做出响应。P1 和 P0 的上电复位值为 00。默认情况下，TMP102-Q1 器件在上电时读取温度。

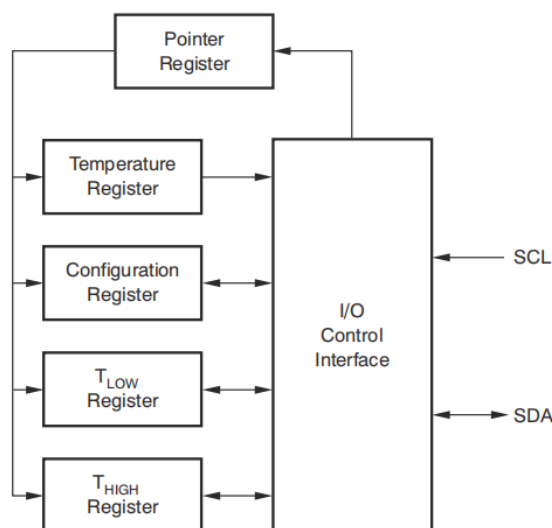


图 7-7. 内部寄存器结构

两个运行模式都显示在图 7-8 中。表 7-12 和表 7-13 列出了 T_{HIGH} 和 T_{LOW} 寄存器的格式。请注意，最高有效字节被首先发送，其次是最低有效字节。 T_{HIGH} 和 T_{LOW} 的加电复位值是： $T_{HIGH} = 80^{\circ}\text{C}$ 且 $T_{LOW} = 75^{\circ}\text{C}$ 。 T_{HIGH} 和 T_{LOW} 的数据格式与温度寄存器所使用的数据格式相同。

表 7-12. T_{HIGH} 寄存器的字节 1 和 2⁽¹⁾

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	H11	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4
	(H12)	(H11)	(H10)	(H9)	(H8)	(H7)	(H6)	(H5)
2	H3	H2	H1	H0	0	0	0	0
	(H4)	(H3)	(H2)	(H1)	(H0)	(0)	(0)	(0)

(1) 13 位扩展模式配置显示在括号中。

表 7-13. T_{LOW} 寄存器的字节 1 和 2⁽¹⁾

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	L11	L10	L9	L8	L7	L6	L5	L4
	(L12)	(L11)	(L10)	(L9)	(L8)	(L7)	(L6)	(L5)
2	L3	L2	L1	L0	0	0	0	0
	(L4)	(L3)	(L2)	(L1)	(L0)	(0)	(0)	(0)

(1) 13 位扩展模式配置显示在括号中。



表 7-6 列出了 TMP102-Q1 器件中可用寄存器的指针地址。表 7-7 列出了指针寄存器字节的位。在一个写入命令期间，P2 到 P7 必须始终为 0。

表 7-6. 指针地址

P1	P0	寄存器
0	0	温度寄存器 (只读)
0	1	配置寄存器 (读写)
1	0	T _{LOW} 寄存器 (读写)
1	1	T _{HIGH} 寄存器 (读写)

表 7-7. 指针寄存器类型

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0	0		寄存器位

7.5.2 温度寄存器

TMP102-Q1 器件的温度寄存器被配置成一个 12 位只读寄存器 (配置寄存器 EM 位 = 0，请参阅 7.4.2 部分)，或者被配置成一个存储最近转换输出的 13 位只读寄存器 (配置寄存器 EM 位 = 1)。获取表 7-8 中所述的数据并表 7-9 读取两个字节。请注意，字节 1 是最有效字节 (MSB)，之后是字节 2，最低有效字节。前 12 位 (扩展模式中为 13 位) 用于指示温度。如果不需要该信息，则没有必要读取 LSB。

表 7-8. 温度寄存器的字节 1⁽¹⁾

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T11 (T12)	T10 (T11)	T9 (T10)	T8 (T9)	T7 (T8)	T6 (T7)	T5 (T6)	T4 (T5)

(1) 13 位扩展模式配置显示在括号中。

表 7-9. 温度寄存器的字节 2⁽¹⁾

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T3 (T4)	T2 (T3)	T1 (T2)	T0 (T1)	0 (T0)	0 (0)	0 (0)	0 (1)

(1) 13 位扩展模式配置显示在括号中。

7.5.3 配置寄存器

配置寄存器是一款用于存储温度传感器工作模式控制位的 16 位读取/写入寄存器。读写操作首先在 MSB 上执行。表 7-10 列出了配置寄存器的格式和上电或复位值。为了实现兼容性，第一个字节与 TMP75 器件和 TMP275 器件中的配置寄存器相对应 (更多信息请分别参阅器件数据表 SBOS288 和 SBOS363)。所有寄存器被逐字节更新。

表 7-10. 配置和上电或复位格式

字节	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD
	0	1	1	0	0	0	0	0
2	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
	1	0	1	0	0	0	0	0

7.5.3.1 关断模式 (SD)

关断模式位通过关闭除了串行接口之外的所有器件电路来节省更多功率，通常将电流消耗减少到小于 0.5 μ A。SD 位为 1 时关断模式启用；当前转换完成时，器件关闭。SD 位为 0 时，器件将保持连续转换状态。



7.5.3.2 恒温模式 (TM)

恒温模式位指示器件在比较器模式 (TM = 0) 还是中断模式 (TM = 1) 下运行。更多有关比较器和中断模式的信息，请参阅 [节 7.5.4](#) 部分。

7.5.3.3 极性 (POL)

极性位使用户能够调整 ALERT 引脚输出的极性。如果 POL 位设为 0 (默认)，ALERT 引脚将变为低电平有效。如果将 POL 位设为 1，ALERT 引脚变为高电平有效，ALERT 引脚的状态反转。ALERT 引脚在各种模式下的运行如图 7-8 所示。

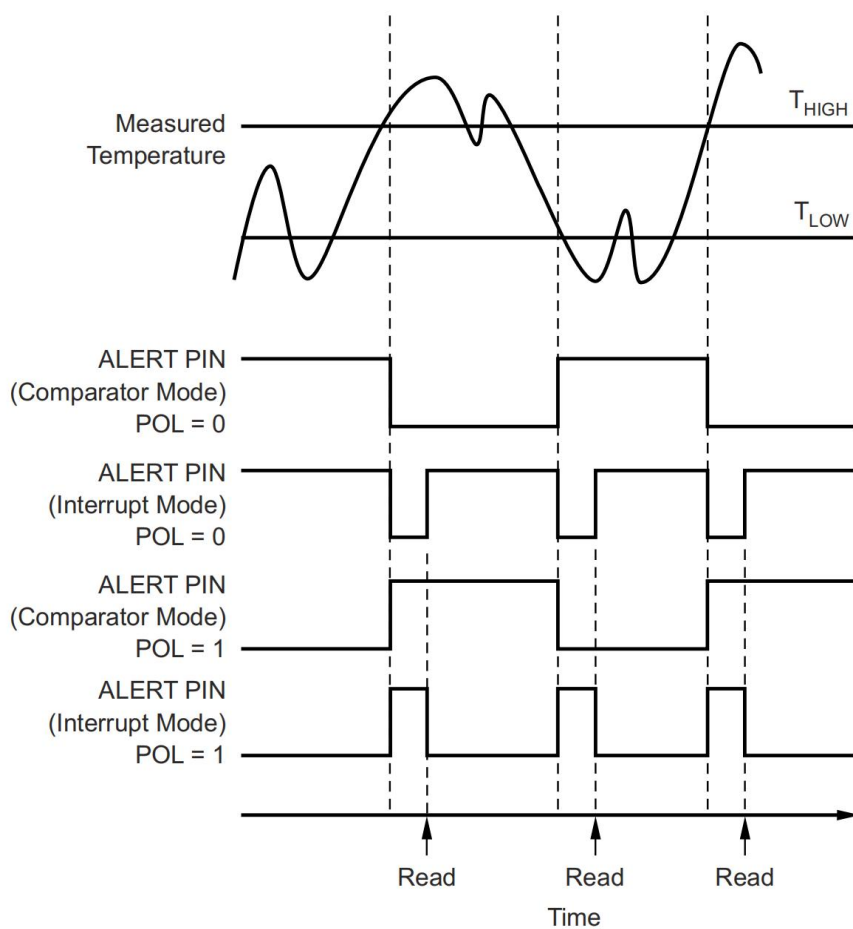


图 7-8. 输出传送功能图



7.5.3.4 故障队列 (F1 和 F0)

当测得的温度超过 T_{HIGH} 和 T_{LOW} 寄存器中用户定义的限值时，一个故障条件存在。此外，生成一个警报所需的故障情况数量，可使用故障队列进行编程。提供的故障队列是为了防止由环境噪声造成的一个假警报。为了触发警报功能，故障队列要求连续进行故障测量。表 7-11 列出了可编程的所测故障数量，用于在器件中触发警报情况。 T_{HIGH} and T_{LOW} 寄存器格式和字节顺序，请参阅 7.5.4 部分。

表 7-11. TMP102-Q1 故障设置

F1	F0	连续故障
0	0	1
0	1	2
1	0	4
1	1	6

7.5.3.5 转换器分辨率 (R1 和 R0)

转换器分辨率位 R1 和 R0 是只读位。TMP102-Q1 转换器分辨率在器件启动时设置，最高设置为 11，以将温度寄存器设为 12 位分辨率。

7.5.3.6 单稳态模式 (OS)

当器件处于关断模式中时，写入一个 1 到 OS 位将启动一次温度转换。转换期间，OS 位读取 '0'。单次转换完成后，器件返回到关断状态。更多有关单稳态转换模式的信息，请参阅 7.4.4 部分。

7.5.3.7 扩展模式 (EM)

扩展模式位将器件配置为正常模式运行 (EM=0) 或者扩展模式运行 (EM=1)。在正常模式下，温度寄存器、高限值以及低限值寄存器使用 12 位数据格式。更多有关扩展模式的信息，请参阅 7.4.2 部分。

7.5.3.8 警报 (AL 位)

AL 位是一个只读函数。对 AL 位的读取可提供比较器模式状态的信息。POL 位的状态将从 AL 位返回的数据极性反转。如果 POL 位等于 0，则 AL 位读数为 1，在温度等于或超过编程的连续故障数所对应的 $T_{(HIGH)}$ 后，AL 位读数为 0。AL 位读数为 0 的状态将持续到温度降到编程的连续故障数所对应的 $T_{(LOW)}$ 以下，之后读数将再次变为 1。TM 位的状态不会影响 AL 位的状态。

7.5.3.9 转换率 (CR)

转换率位 CR1 和 CR0 将 TMP102-Q1 器件的转换率配置为 0.25Hz、1Hz、4Hz 或 8Hz。默认速率为 4Hz。更多有关转换率位的信息，请参阅 7.4.1 部分。

7.5.4 上限和下限寄存器

温度限值存储在 $T_{(LOW)}$ 和 $T_{(HIGH)}$ 寄存器中，与温度结果的格式相同，它们的值在每次转换时与温度结果进行比较。比较结果驱动 ALERT 引脚的行为，该引脚作为比较器输出或中断，由配置寄存器的 TM 位设置。

在比较器模式 (TM = 0) 中，当温度等于或超过 T_{HIGH} 中的值时，ALERT 引脚变为有效，并根据故障位 F1 和 F0 来生成连续故障数。ALERT 引脚保持有效，直到温度下降到低于针对同一故障数量所标明的 T_{LOW} 值。

在中断模式 (TM = 1) 下，当温度等于或超过连续故障数 (如表 7-11 所示) 对应的 T_{HIGH} 值时，ALERT 引脚变为有效。ALERT 引脚保持有效，直到任一寄存器发生读取操作，或器件成功地对 SMBus 警报响应地址做出响应。如果器件被置于关断模式，ALERT 引脚会被清零。一旦 ALERT 引脚被清零，只有在温度下降到低于 T_{LOW} 时，该引脚才会再次有效。该引脚保持有效，直到被任一寄存器的读取操作清零，或成功地对 SMBus 警报响应地址做出响应。如果 ALERT 引脚被清零，将重复以上循环；当温度等于或超过 T_{HIGH} 时，ALERT 引脚变为有效。ALERT 引脚也可通过用常规调用复位命令来复位器件的方式来清零。这一操作也会使器件中内部寄存器的状态清零，使器件返回到比较器模式 (TM = 0)。



8.1 应用信息

TMP102-Q1 器件用于测量电路板上安装该器件的位置的 PCB 温度。可编程地址选项支持在单一串行总线上监控电路板上的最多四个位置。

8.2 典型应用

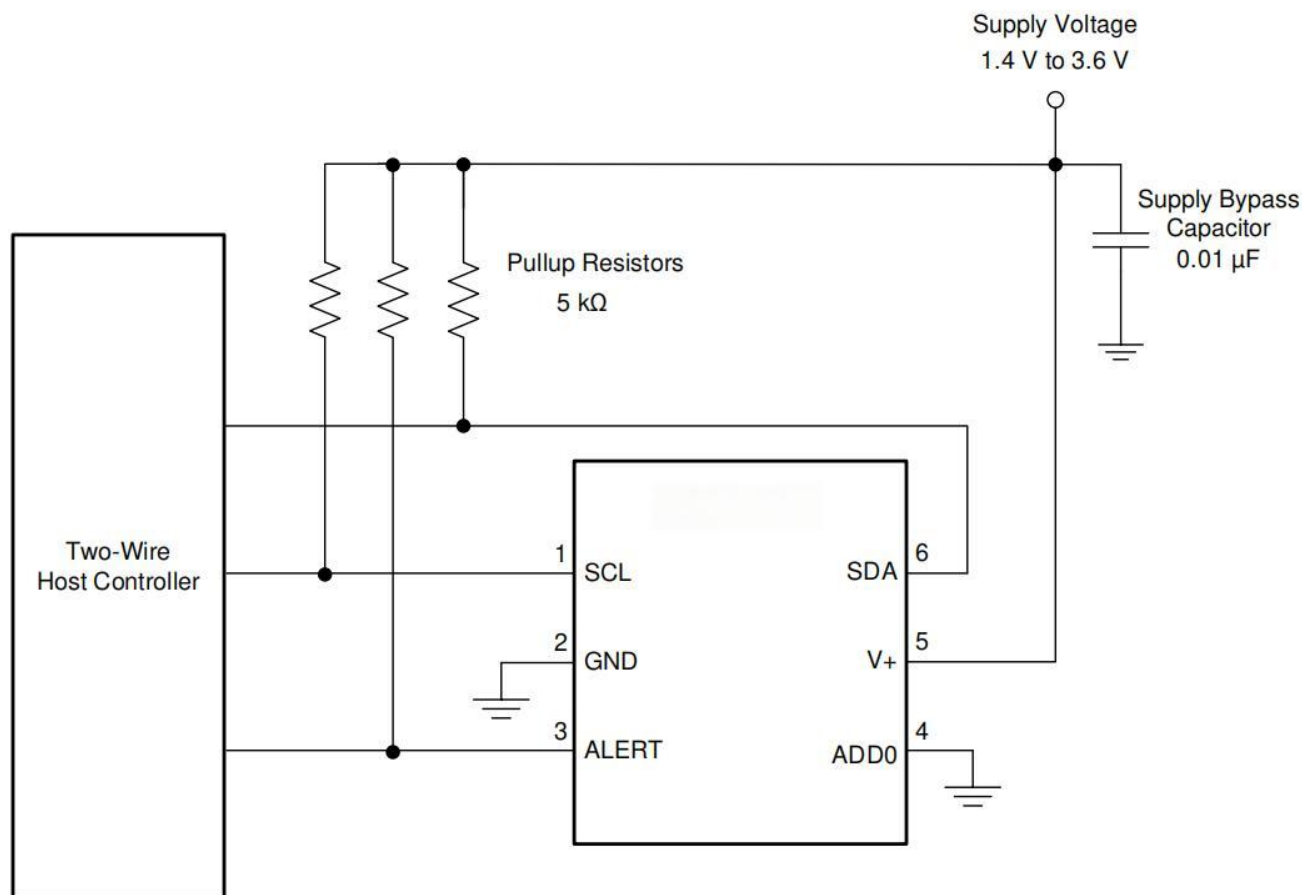


图 8-1. 典型连接

8.2.1 设计要求

TMP102-Q1 器件的 SCL、SDA 和 ALERT 引脚需要上拉电阻器。上拉电阻器的建议值是 $5k\Omega$ 。在一些应用中，上拉电阻器可低于或高于 $5k\Omega$ ，但这些引脚上的电流不得超过 $3mA$ 。建议在电源上添加 $0.01\mu F$ 旁路电容器，如图 8-1 中所示。SCL 和 SDA 线路可通过上拉电阻器上拉为等于或大于 $V+$ 的电源。若要在总线上配置四种不同地址中的其中一个，请将 ADD0 引脚连接至 GND、 $V+$ 、SDA 或 SCL 引脚。

8.2.2 详细设计流程

将 TMP102-Q1 器件贴近热源（必须进行监控），布局要利于实现出色的热耦合。这种放置方式可确保在尽可能最短的时间间隔内捕捉温度变化。为了在要求对环境或者表面温度进行测量的应用中保持准确度，必须小心操作，使封装和引线不受周围环境温度的影响。热传导粘合剂有助于实现精确表面温度测量。



TMP102-Q1 器件是极低功耗器件，在电源总线上生成的噪声非常低。在 TMP102-Q1 器件的 V+ 引脚上应用 RC 滤波器可进一步降低 TMP102-Q1 器件可能传播到其他元件的噪声。图 8-2 中的 $R_{(F)}$ 必须小于 $5k\Omega$ ， $C_{(F)}$ 必须大于 $10nF$ 。

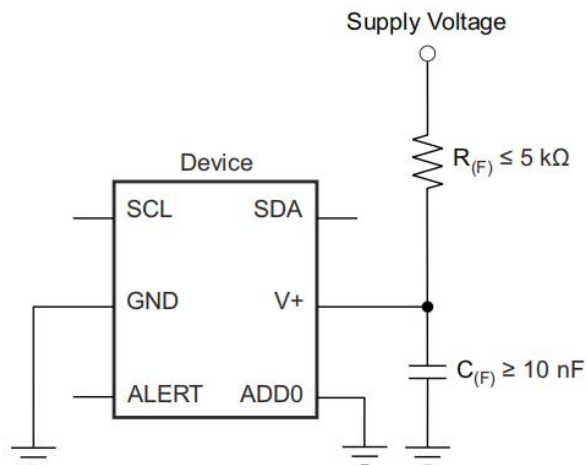


图 8-2. 降噪技术

8.2.3 应用曲线

图 8-3 展示了 TMP102-Q1 器件从室温 (27°C) 浸入 100°C 油浴的阶跃响应。时间常数，或输出达到输入阶跃 63% 的时间是 0.8 秒。时间常数结果取决于 TMP102-Q1 器件所安装的印刷电路板 (PCB)。在此测试中，TMP102-Q1 器件焊接于 $0.375\text{in} \times 0.437\text{in}$ 的双层 PCB 上。

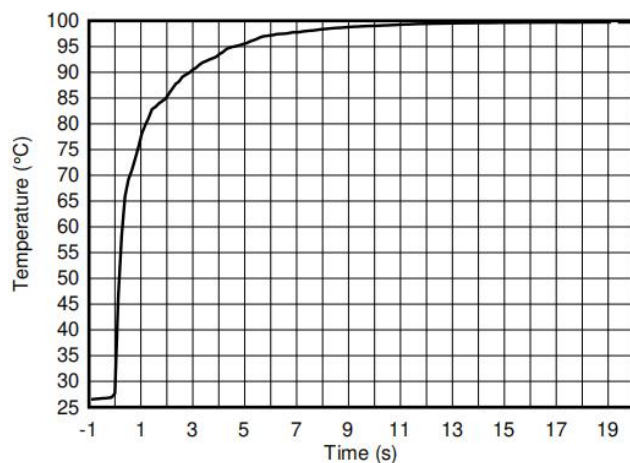


图 8-3. 温度阶跃响应

9 电源相关建议

TMP102-Q1 器件的工作电源电压范围为 1.4V 至 3.6V 。该器件针对 3.3V 工作电源进行了优化，可在整个电源电压范围内准确测量温度。

为确保正常运行，需要使用电源旁路电容器。将电容器尽可能靠近该器件的电源引脚和接地引脚放置。电源旁路电容器的典型值为 $0.01\mu\text{F}$ 。带有嘈杂或者高阻抗电源的应用也许需要额外的去耦合电容器来抑制电源噪声。

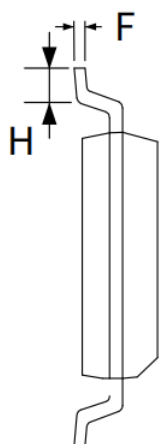
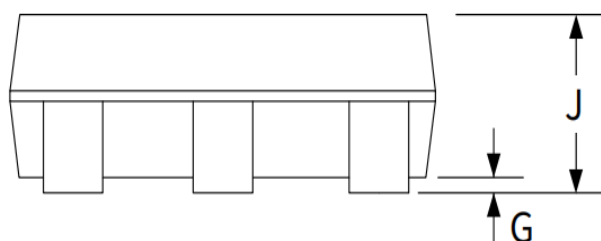
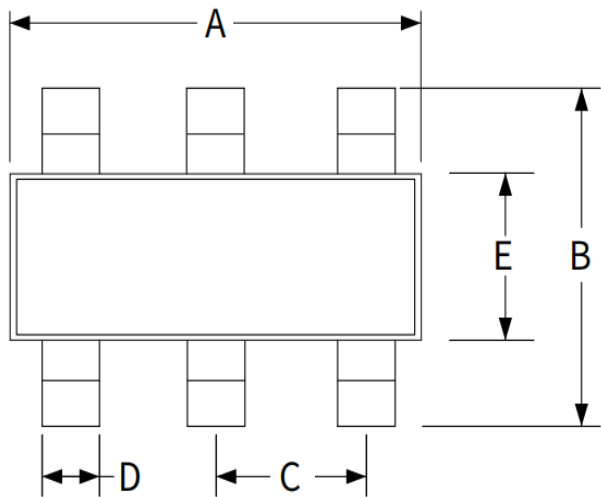


ORDERING INFORMATION

Order Number	Package	Package Quantity	Marking On The park
TMP102AQDRLRQ1-TUDI	SOT23	Tape,Reel,3000	SLQ



Package SOT23-6



Symbol	Dimen Millimeters		sions Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	2.80	3.00	0.110	0.118
B	2.60	3.00	0.102	0.118
C	0.93	0.97	0.037	0.038
D	0.41		0.016	
E	1.50	1.70	0.059	0.067
F	0.11	0.19	0.004	0.007
G	-	0.10	-	0.004
H	0.40	-	0.016	-
J	1.00	1.20	0.035	0.057



Important statement:

- TUDI Semiconductor reserves the right to modify the product manual without prior notice! Before placing an order, customers need to confirm whether the obtained information is the latest version and verify the completeness of the relevant information.
- Any semi-guide product is subject to failure or malfunction under specified conditions. It is the buyer's responsibility to comply with safety standards when using TUDI Semiconductor products for system design and whole machine manufacturing. And take the appropriate safety measures to avoid the potential in the risk of loss of personal injury or loss of property situation!
- TUDI Semiconductor products have not been licensed for life support, military, and aerospace applications, and therefore TUDI Semiconductor is not responsible for any consequences arising from the use of this product in these areas.
- If any or all TUDI Semiconductor products (including technical data, services) described or contained in this document are subject to any applicable local export control laws and regulations, they may not be exported without an export license from the relevant authorities in accordance with such laws.
- The specifications of any and all TUDI Semiconductor products described or contained in this document specify the performance, characteristics, and functionality of said products in their standalone state, but do not guarantee the performance, characteristics, and functionality of said products installed in Customer's products or equipment. In order to verify symptoms and conditions that cannot be evaluated in a standalone device, the Customer should ultimately evaluate and test the device installed in the Customer's product device.
- TUDI Semiconductor documentation is only allowed to be copied without any alteration of the content and with the relevant authorization. TUDI Semiconductor assumes no responsibility or liability for altered documents.
- TUDI Semiconductor is committed to becoming the preferred semiconductor brand for customers, and TUDI Semiconductor will strive to provide customers with better performance and better quality products.