

TMP1827 具有 SHA-256-HMAC 认证引擎、2Kb EEPROM 的 1-Wire®、 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 精度温度传感器

1 特性

- 具有多点共享总线和循环冗余校验 (CRC) 的 1-Wire® 接口
- 总线由工作电压供电：1.7V 至 5.5V
- IEC 61000-4-2 ESD 用于 8kV 接触放电
- 功能安全型
 - 可帮助进行功能安全系统设计的文档
- 高精度数字温度传感器
 - TMP1827
 - +10°C 至 +45°C 范围内为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (最大值)
 - 40°C 至 +105°C 范围内为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ (最大值)
 - 55°C 至 +150°C 范围内为 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$ (最大值)
 - TMP1827N
 - 55°C 至 +150°C 范围内为 $\pm 0.9^{\circ}\text{C}$ (最大值)
- 温度测量电流：94 μA
- 关断电流：1.3 μA
- 16 位温度分辨率：7.8125m°C (1LSB)
- 超速速度下的快速数据速率为 90kbps
- 灵活的用户可编程短地址模式，用于更快的器件寻址
- SHA-256-HMAC 认证方案
 - 以符合 FIPS 180-4 的安全散列标准实施
 - 以符合 FIPS 198-1 标准的 HMAC 算法实施
- 2Kb EEPROM 特性：
 - 64 位块大小的写操作
 - 连续读取模式
 - 使用 256 位页面大小读取并具有写保护
 - 经过身份验证的写保护模式，页面大小为 256 位
 - 编程电流：178 μA
- 用于器件寻址的 NIST 可追溯出厂编程不可擦除 64 位标识号
- 四个可配置的开漏数字输入输出和温度警报

2 应用

- 工厂自动化和控制
- 电器
- 医疗配件
- CPAP 呼吸机
- 电池充电器 IC
- 电动汽车充电基础设施
- LED 照明

- 温度变送器
- 冷链

3 说明

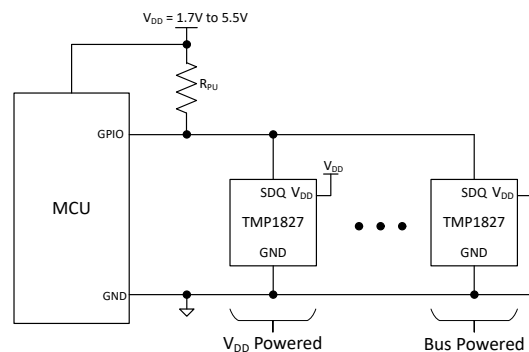
TMP1827 是一款高精度、1-Wire 兼容的数字输出温度传感器，具有集成的 2Kb EEPROM、SHA-256-HMAC 认证方案和 -55°C 至 +150°C 的宽工作温度范围。TMP1827 在 +10°C 至 +45°C 的温度范围内提供 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (典型值) / $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (最大值) 的高精度。每个器件都带有一个工厂编程的 64 位唯一标识号，用于寻址和 NIST 可追溯性。TMP1827 支持传统应用的标准速度模式和具有 90kbps 数据速率的过驱模式，可在 1.7V 至 5.5V 的宽电压范围内实现低延迟通信。

在最简单的运行模式下，TMP1827 1-Wire 接口在数据引脚上集成了 8kV IEC-61000-4-2 ESD 保护，在总线供电模式下只需要一个连接和一个接地回路，从而通过减少电线和外部保护元件的数量来降低成本。此外，V_{DD} 电源引脚还可用于可能需要专用电源的应用。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾⁽²⁾	封装尺寸 (标称值)
TMP1827	WSON (8)	2.50mm × 2.50mm

- 如需了解所有可用封装，请参阅数据表末尾的可订购产品附录。
- 这些封装选项与 1-Wire® 器件兼容。1-Wire 是 Maxim Integrated Products Inc. 的注册商标。



简化原理图



内容

1 特性	1	9.1 概述	13
2 应用	1	9.2 功能方框图	13
3 说明	1	9.3 特性说明	13
4 修订历史记录	2	9.4 器件功能模式	22
5 说明 (续)	3	9.5 编程	36
6 器件比较	3	9.6 寄存器映射	41
7 引脚配置和功能	4	10 应用和实施	52
8 规格	4	10.1 应用信息	52
8.1 绝对最大额定值.....	4	10.2 典型应用	52
8.2 ESD 等级.....	4	10.3 电源相关建议	54
8.3 建议运行条件.....	5	10.4 布局	55
8.4 热性能信息.....	5	11 器件和文档支持	57
8.5 电气特性.....	5	11.1 文档支持	57
8.6 1-Wire 接口时序.....	6	11.2 接收文档更新通知	57
8.7 安全引擎特征.....	7	11.3 支持资源	57
8.8 EEPROM 特性.....	7	11.4 商标	57
8.9 时序图.....	8	11.5 静电放电警告	57
8.10 典型特性.....	10	11.6 术语表	57
9 详细说明	13	12 机械、封装和可订购信息	57

4 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision * (September 2022) to Revision A (May 2023)	Page
• 将数据表状态从“预告信息”更改为“生产数据”.....	1
• 向特性部分添加了功能安全信息.....	1
• 添加了器件比较表.....	3
• 更改了脚注 2 中标准速度模式的最大工作温度范围.....	5
• 将 +10°C 至 +45°C 时的 NGR 封装最大精度从 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 更改为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，整个范围从 $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ 更改为 $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$	5
• 添加了 TMP1827N 的精度规格.....	5
• 将 IO 的 V_{IL} 从 $0.2 \times V_S$ 更改为 $0.3 \times V_S$	5
• 将 IO 的 V_{IH} 从 $0.8 \times V_S$ 更改为 $0.7 \times V_S$	5
• 将上拉电流从 300 μA 更改为 400 μA	5
• 添加了连续转换模式的待机电流规格.....	5
• 将标准模式下的 t_{SLOT} 最小值从 60 μs 更改为 $t_{WR0L} + t_{RC}$	6
• 删除了标准模式下的 t_{SLOT} 最大值.....	6
• 将过驱模式下的 t_{SLOT} 最小值从 11 μs 更改为 $t_{WR0L} + t_{RC}$	6
• 将 t_{RL} 最小值从 2 μs 更改为 2.5 μs	6
• 将 $t_{READIDLE}$ 从 400 μs 更改为 560 μs	7
• 将 I_{DD_PROG} 从 214 μA 更改为 230 μA	7
• 添加了 EEPROM 的典型耐久性规格.....	7
• 从 GPIO 写入部分删除了 GPIO 读取和 CRC 字节.....	34

5 说明 (续)

TMP1827 实施 SHA-256-HMAC 身份验证引擎以及密钥存储，以满足终端设备的系统身份验证要求。器件上的 2Kb EEPROM 允许主机应用以 64 位块大小存储应用特定的内容。存储器能以 256 位的页面大小进行写保护，以避免意外的数据覆盖。存储器架构使应用能够在更新只有几个字节的变量时优化总线带宽，同时为写保护提供理想存储器大小。该器件还具有通过经过身份验证的存储器写入操作进行主机身份验证的机制。

6 器件比较

表 6-1. 器件比较

特性	TMP1826	TMP1827	TMP1827N ⁽¹⁾
最佳精度	0.2°C	0.2°C	0.9°C
温度范围	- 55°C 至 +150°C	- 55°C 至 +150°C	- 55°C 至 +150°C
存储大小	2Kb	2Kb	2Kb
存储器写保护	是	是	是
认证存储器写入	-	是	是
身份验证类型	-	SHA-256-HMAC	SHA-256-HMAC
总线速度	标准和过驱	标准和过驱	标准和过驱
直接替代封装	NGR (2.5mm × 2.5mm, WSON)	NGR (2.5mm × 2.5mm, WSON)	NGR (2.5mm × 2.5mm, WSON)
替代封装	DGK (3.0mm × 4.9mm, VSSOP)	-	-

(1) TMP1827N 是 TMP1827 的可订购选项。请参阅数据表末尾的可订购产品附录。

7 引脚配置和功能

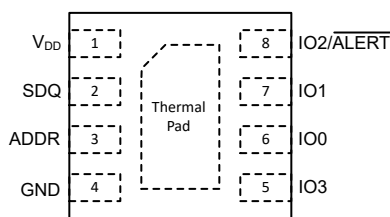


图 7-1. NGR 8 引脚 WSON 顶视图

表 7-1. 引脚功能

引脚		I/O	说明
名称	WSO ^N		
ADDR	3	I	电阻地址选择。如果未使用，TI 建议将引脚接地
GND	4	—	接地
IO0	6	I/O	通用数字开漏 IO。如果未使用，TI 建议将引脚接地
IO1	7	I/O	通用数字开漏 IO。如果未使用，TI 建议将引脚接地
IO2/ALERT	8	I/O	通用数字开漏 IO 或可配置为温度警报。如果未使用，TI 建议将引脚接地
IO3	5	I/O	通用数字开漏 IO。如果未使用，TI 建议将引脚接地
SDQ	2	I/O	串行双向数据。在总线供电模式下，该引脚用于为内部电容器供电
V _{DD}	1	I	V _{DD} 供电模式下的电源电压。在总线供电模式下，必须接地

8 规格

8.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的温度范围内测得（除非另有说明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源电压	V _{DD}		6.5	V
I/O 电压	SDQ，总线供电模式	- 0.3	6.5	V
	SDQ，电源供电模式	- 0.3	V _{DD} + 0.3	
I/O 电压	IO0、IO1、IO2、IO3	- 0.3	6.5	V
输入电压	ADDR	-0.3	1.65	V
运行结温，T _J		-55	155	°C
贮存温度，T _{stg}		-65	155	°C

- (1) 超出绝对最大额定值运行可能会对器件造成损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议工作条件但在绝对最大额定值范围内使用，器件可能不会完全正常运行，这可能会影响器件的可靠性、功能和性能，并缩短器件寿命。

8.2 ESD 等级

				值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	所有引脚	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-002 ⁽²⁾	所有引脚	±500	V
		IEC 61000-4-2 接触放电	SDQ 引脚	±8000	V

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

- (2) JEDEC 文件 JEP157 指出：250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

8.3 建议运行条件

		最小值	标称值	最大值	单位
V _{DD}	V _{DD} 供电模式下的电源电压	1.7		5.5	V
V _{PUR}	总线供电模式下 SDQ 上的电源电压 (V _{DD} = GND)	1.7		5.5	V
V _{I/O}	V _{DD} 供电模式下的所有 IO 引脚 (SDQ 和 ADDR 除外 ⁽¹⁾)	0		5.5	V
	V _{DD} 供电模式下的 SDQ 引脚	0		V _{DD} + 0.3	V
T _A	工作环境温度 ⁽²⁾	-55		150	°C

- (1) 如果未使用 ADDR 引脚, 建议将其连接到 GND
 (2) 在总线供电模式下, 过驱速度支持高达 150°C 的工作温度, 而标准速度支持高达 105°C 的工作温度 (对于整个 V_{PUR} 范围) 和高达 125°C 的工作温度 (对于 V_{PUR} > 2.5V) (请参阅图 8-17)

8.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TMP1827	单位
		NGR (WSON)	
		8 引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	66.1	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳 (顶部) 热阻	55.7	°C/W
R _{θJC(bot)}	结至外壳 (底部) 热阻	20.2	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	26.3	°C/W
ψ _{JT}	结至顶部特征参数	1.0	°C/W
ψ _{JB}	结至电路板特征参数	26.1	°C/W

- (1) 有关传统和新的热量的更多信息, 请参阅 IC 封装热量应用报告 [SPRA953](#)。

8.5 电气特性

在自然通风条件下的温度范围内且 V_{DD} = 1.7V 至 5.5V 时测得 (除非另有说明); 典型值规格条件: T_A = 25°C 且 V_{DD} = 3.3V (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
温度传感器							
T _{ERR}	温度精度 (TMP1827)	10°C 至 45°C		±0.1	±0.2		°C
		-40°C 至 105°C			±0.3		°C
		-55°C 至 150°C			±0.4		°C
	温度精度 (TMP1827N)	-55°C 至 150°C		±0.1	±0.9		°C
PSR	直流电源灵敏度					±0.03	°C/V
T _{RES}	温度分辨率 (高精度格式)	包括符号位		16			位
		LSB		7.8125			m°C
T _{REPEAT}	可重复性 ⁽¹⁾	启用平均值计算, 转换时间 = 5.5ms, 16 位模式, 1Hz 转换率, 300 次采集		±2			LSB
T _{LTD}	长期稳定性和漂移	150°C 时 1000 小时 ⁽²⁾		0.0625			°C
T _{HYST}	温度循环和迟滞	T _{START} = -40°C T _{FINISH} = 150°C T _{TEST} = 25°C 3 个周期		4			LSB
t _{RESP_L}	响应时间 (搅拌液体) NGR 封装	单层柔性 PCB	τ = 63% 25°C 至 75°C	0.77			s
		2 层 62mil 刚性 PCB		1.91			s
t _{ACT}	有效转换时间 (无平均值计算)	CONV_TIME_SEL = 0	(图 9-12)	2.54	3	3.37	ms
		CONV_TIME_SEL = 1		4.69	5.5	6.12	ms
t _{DELAY}	温度转换的启动延迟			100		300	μs
SDQ 数字输入/输出							

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{DD} = 1.7V$ 至 $5.5V$ 时测得 (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^{\circ}C$ 且 $V_{DD} = 3.3V$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
C_{IN}	SDQ 引脚电容			40		pF
V_{IL}	输入逻辑低电平 ⁽³⁾		-0.3		$0.2 \times V_S$	V
V_{IH}	输入逻辑高电平 ⁽³⁾		$0.8 \times V_S$		$V_S + 0.3$	V
V_{HYST}	Hysteresis			0.3		V
V_{OL}	输出低电平	$I_{OL} = -4mA$			0.4	V
IO 特性						
C_{IN}	输入电容			10		pF
V_{IL}	输入逻辑低电平 ⁽³⁾		-0.3		$0.3 \times V_S$	V
V_{IH}	输入逻辑高电平 ⁽³⁾		$0.7 \times V_S$		$V_S + 0.3$	V
I_{IN}	输入漏电流			0	± 0.12	μA
V_{OL}	输出低电平	$I_{OL} = -3mA$			0.4	V
电阻器地址解码器特性						
C_{LOAD}	ADDR 引脚上的负载电容 (包括 PCB 寄生效应)				100	pF
	R_{ADDR} 电阻器范围		6.49		54.9	k Ω
	R_{ADDR} 电阻器容差	$T_A = 25^{\circ}C$	-1.0		1.0	%
	R_{ADDR} 电阻器温度系数		-100		100	ppm/ $^{\circ}C$
	R_{ADDR} 电阻器寿命漂移		-0.2		0.2	%
t_{RESDET}	电阻器解码时间			2.8		ms
电源						
I_{PU}	上拉电流 ⁽⁵⁾	总线供电模式, 串行总线空闲	400			μA
I_{DD_ACTIVE}	温度转换期间的电源电流	温度转换, 串行总线空闲		94	154	μA
I_{DD_SB}	待机电流 ⁽⁴⁾	V_{DD} 供电, 串行总线处于无效状态, 连续转换模式	$T_A = -55^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	1.6	4.2	μA
			$T_A = -55^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$		24	
I_{DD_SD}	关断电流	串行总线处于无效状态, 单次转换模式	$T_A = -55^{\circ}C$ 至 $85^{\circ}C$	1.3	3.3	μA
			$T_A = -55^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$		23.2	
V_{POR}	上电复位阈值电压	电源上升 (图 8-4, 图 8-5)	1.5			V
	欠压检测	电源下降			1.3	V
t_{INIT}	POR 初始化时间	上电后器件复位所需的时间 (图 8-4, 图 8-5)			2.0	ms

(1) 可重复性是指在相同条件下连续进行温度测量时重现读数的能力。参阅图 8-11

(2) 在 $150^{\circ}C$ 结温下进行加速使用寿命测试可确定长期稳定性。

(3) 在总线供电模式下, $V_S = V_{PUR}$ 。在电源供电模式下, $V_S = V_{DD}$ 。

(4) 转换之间的静态电流。

(5) 需要使用上拉电流参数来调整总线上拉电阻的大小 (请参阅节 9.3.3), 以便进行有效温度转换或 EEPROM 读取和编程或身份验证操作。

8.6 1-Wire 接口时序

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{DD} = 1.70V$ 至 $5.5V$ 时测得 (除非另有说明)

		标准模式		过驱模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
总线复位和位时隙时序						
t _{RSTL}	主机到器件总线复位脉冲宽度 (图 8-1) ⁽¹⁾	480	560	48	80	μs
t _{RSTH}	器件到主机响应时间 (图 8-1) ⁽²⁾	480		48		μs
t _{PDH}	总线复位响应的器件周转时间 (图 8-1)	15	60	2	8	μs

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{DD} = 1.70V$ 至 $5.5V$ 时测得 (除非另有说明)

		标准模式		过驱模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
tPDL	器件到主机响应脉冲宽度 (图 8-1)	60	240	8	24	μs
tSLOT	位时隙时间 (图 8-2、图 8-3) ⁽⁵⁾	tWR0L + tRC		tWR0L + tRC		μs
tREC	恢复时间 (图 8-2、图 8-3)	2		2		μs
tGF	干扰滤波器宽度 (图 8-6) ⁽³⁾	0.48		0.025		μs
tF	下降时间	100		100		ns
位写入时序						
tWR0L	主机写入 0 宽度 (图 8-2)	60	120	9	10	μs
tWR1L	主机写入 1 宽度 (图 8-2)	2	15	1	2	μs
tRDV	器件读取数据有效时间 (图 8-2)	15		2		μs
tDSW	器件读取数据窗口 (图 8-2)	15	45	2	7	μs
位读取时序						
tRL	主机驱动器读取位时隙时间 (图 8-3) ⁽⁴⁾	2.5	5	2	3	μs
tRWAIT	读取数据采样窗口之前的主机等待时间 (图 8-3) ⁽⁵⁾	tRL+tRC		tRL+tRC		μs
tMSW	主机读取数据采样窗口 (图 8-3) ⁽⁵⁾	tRL+tRC	30	tRL+tRC	3	μs

- (1) 在总线供电模式下, 将 t_{RSTL} 延长到 $600\mu s$ 以上可能会导致器件上电复位
 (2) t_{RSTH} 是主机从最远器件接收响应时必须等待的最长时间, 要考虑到所有器件的传播延迟和恢复时间。
 (3) 干扰滤波器时序仅适用于 SDQ 信号的上升沿
 (4) t_{RL} 最短时间包括干扰滤波器时序
 (5) t_{RC} 时间定义为总线电压从 $0V$ 上升到器件最小值 V_{IH} 所花的时间。这是总线上拉电阻、器件和布线或电缆的寄生电容的函数。必须针对应用对这些参数进行表征。

8.7 安全引擎特征

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{DD} = 1.7V$ 至 $5.5V$ 时测得 (除非另有说明)

		最小值	典型值	最大值	单位
t_{HASH_DATA}	针对 8 字节数据大小的 SHA-256 哈希计算的计算时间			380	μs
$t_{DECOMMISSION}$	器件的停用时间		78	130	ms
I_{DD_HASH}	哈希计算电流			360	μA

8.8 EEPROM 特性

在自然通风条件下的温度范围内且 $V_{DD} = 1.7V$ 至 $5.5V$ 时测得 (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^\circ C$ 且 $V_{DD} = 3.3V$ (除非另有说明)

		最小值	典型值	最大值	单位
t_{PROG}	用户 EEPROM 中 8 字节数据字的编程时间		13.2	21	ms
	寄存器复制到 EEPROM 的编程时间		26.4	42	ms
$t_{READIDLE}$	EEPROM 8 字节数据读取的空闲总线时间			560	μs
I_{DD_PROG}	编程电流		178	230	μA
数据保留	$T_A = 125^\circ C$ 时	25			年
	$T_A = 150^\circ C$ 时	10			年
编程耐久性	$T_A = 125^\circ C$ 时	20000	200000		个周期
	$T_A = 150^\circ C$ 时	1000	10000		个周期

8.9 时序图

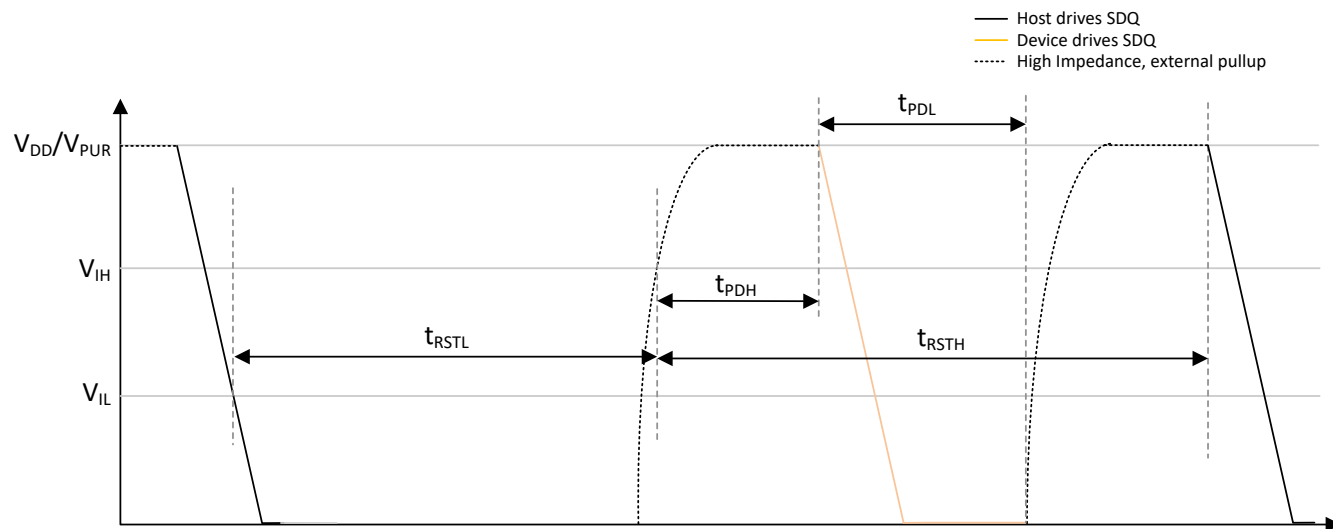


图 8-1. 总线复位时序图

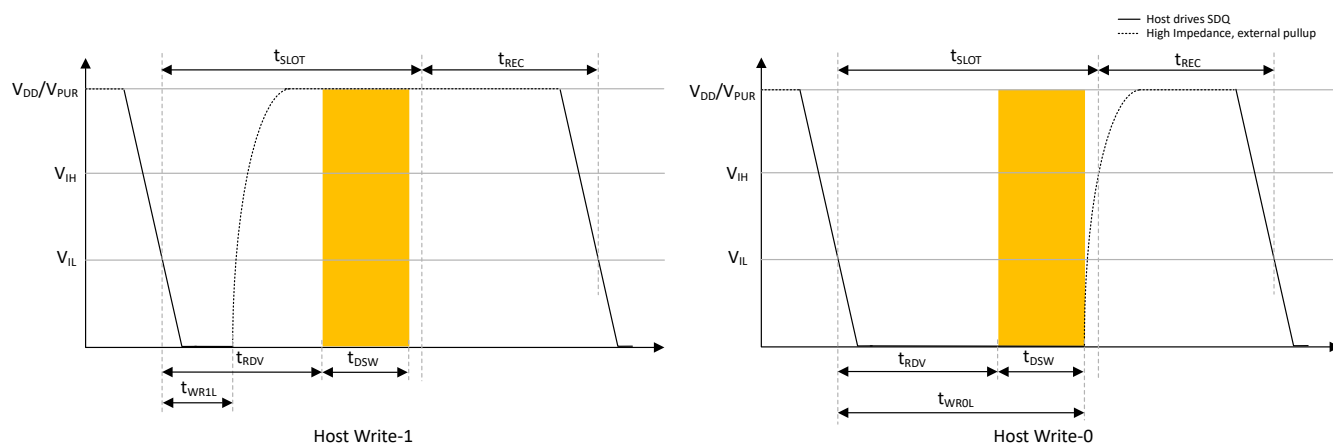


图 8-2. 写入时序图

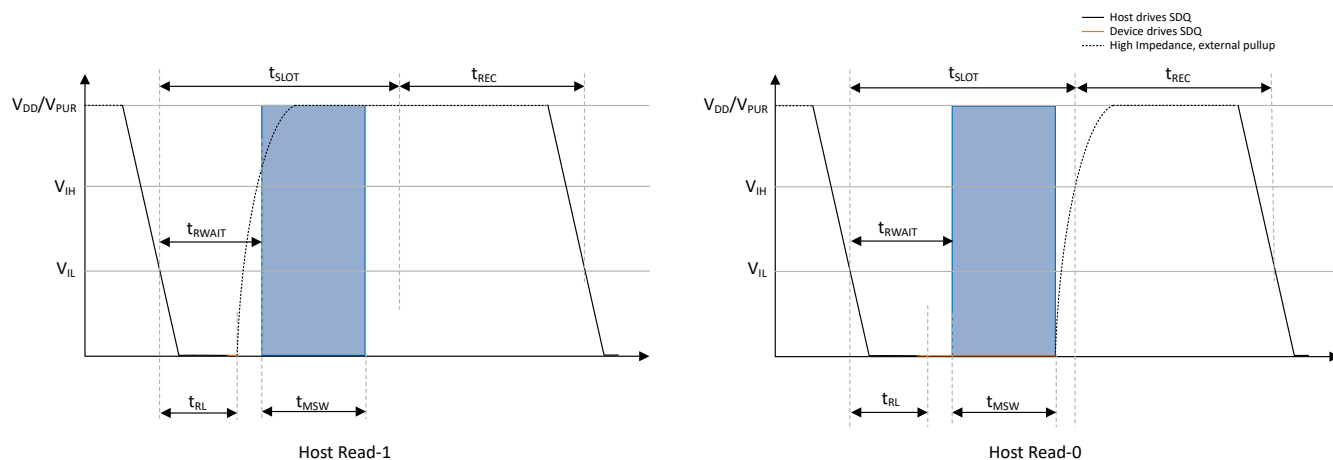


图 8-3. 读取时序图

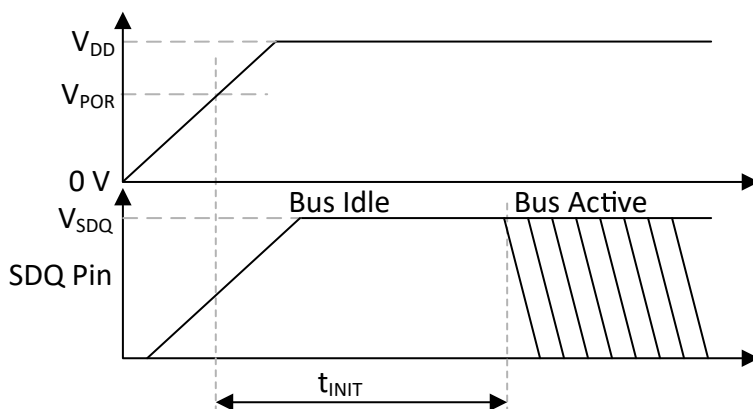


图 8-4. V_{DD} 供电初始化时序图

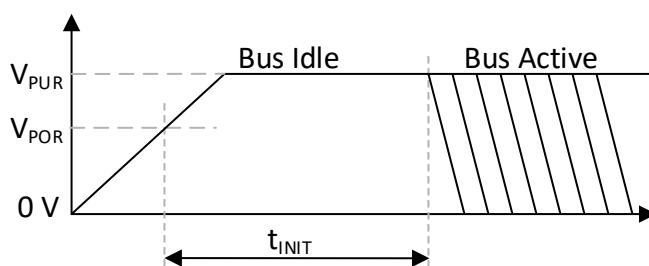


图 8-5. 总线供电初始化时序图

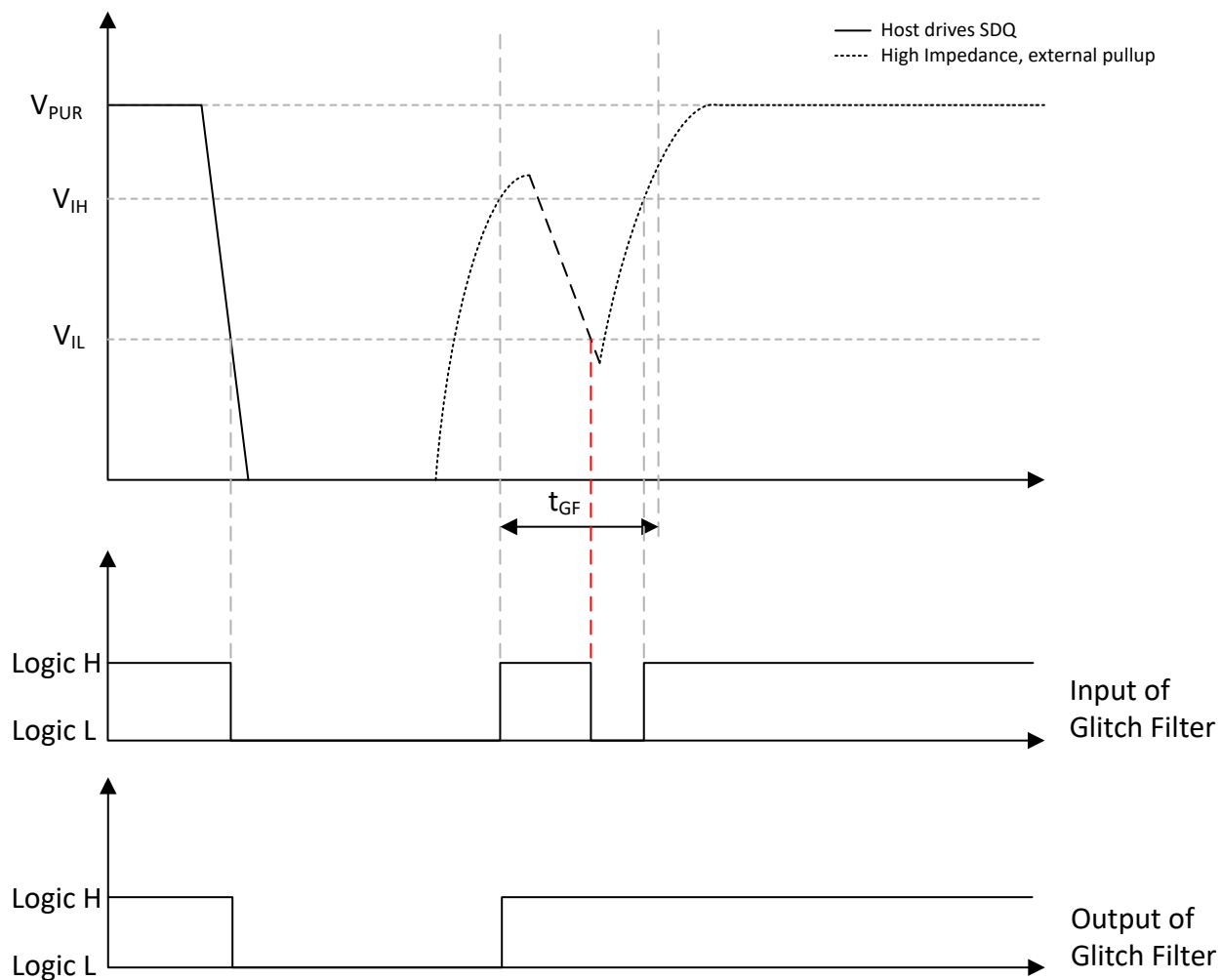


图 8-6. 干扰滤波器时序图

8.10 典型特性

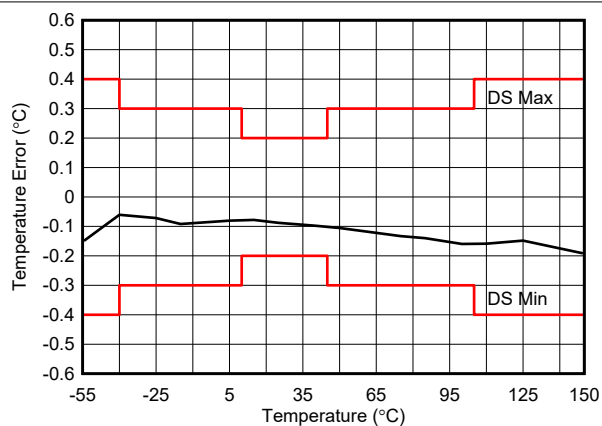


图 8-7. 温度误差与温度间的关系 (NGR 封装)

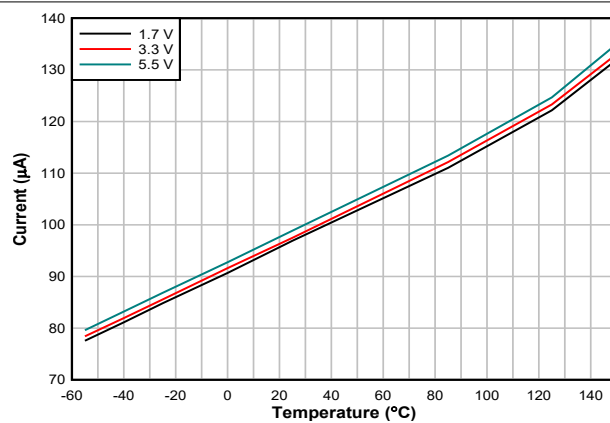


图 8-8. 温度转换电流与温度间的关系

8.10 典型特性 (continued)

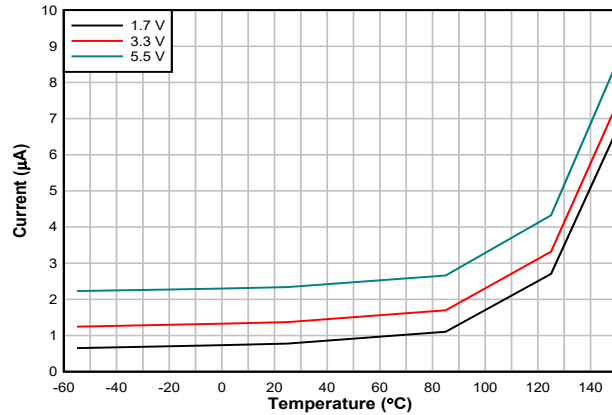


图 8-9. 关断电流与温度间的关系

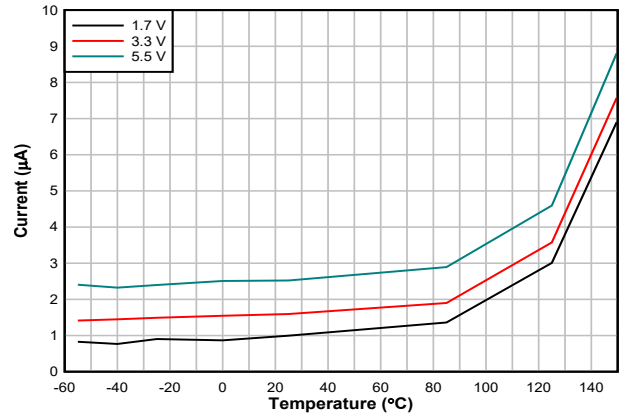
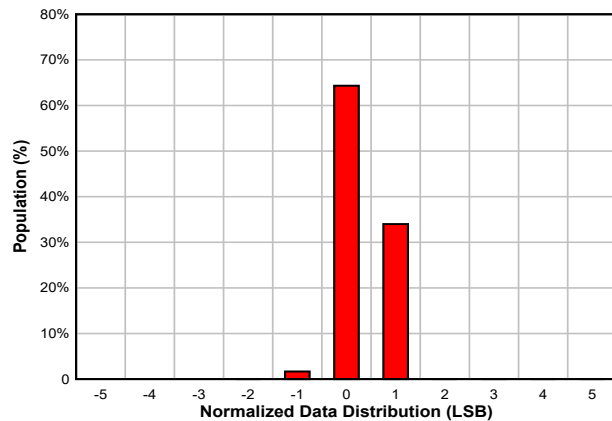
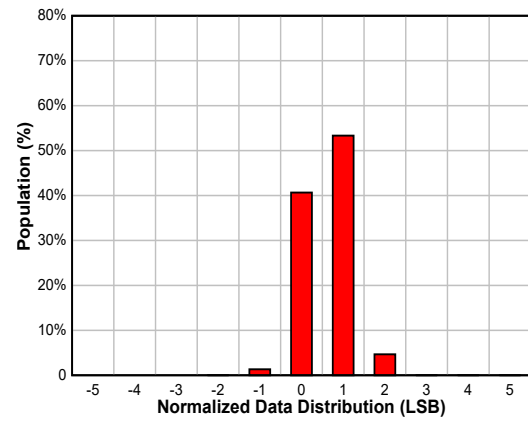


图 8-10. 待机电流与温度间的关系



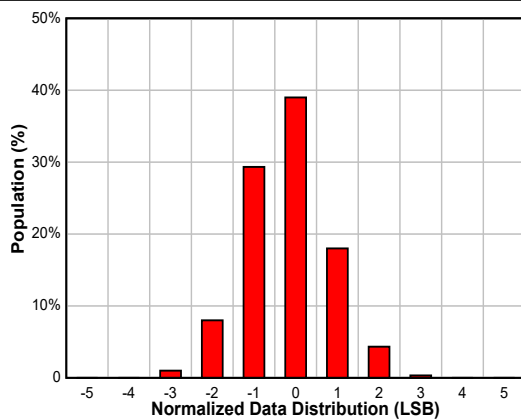
$T_A = 25^\circ\text{C}$

图 8-11. 转换时间为 5.5ms 和取平均值功能开启时的数据分布情况 (16 位格式)



$T_A = 25^\circ\text{C}$

图 8-12. 转换时间为 3ms 和取平均值功能开启时的数据分布情况 (16 位格式)



$T_A = 25^\circ\text{C}$

图 8-13. 转换时间为 5.5ms 和取平均值功能关闭时的数据分布情况 (16 位格式)

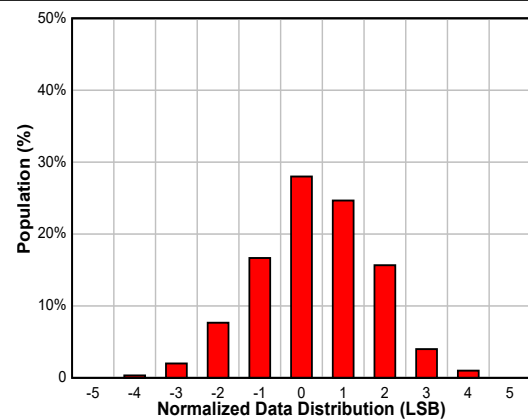
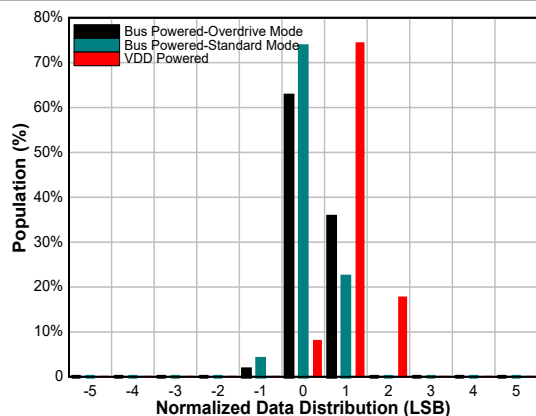


图 8-14. 转换时间为 3ms 和取平均值功能关闭时的数据分布情况 (16 位格式)

8.10 典型特性 (continued)



$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、5.5ms 转换时间、取平均值功能开启、16 位格式

图 8-15. 电源模式和总线速度的数据分布

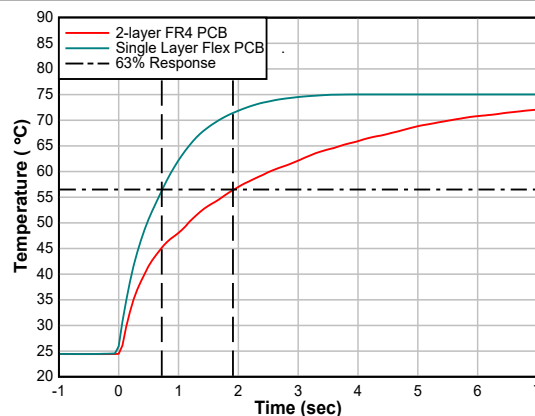


图 8-16. 热响应时间 (NGR)

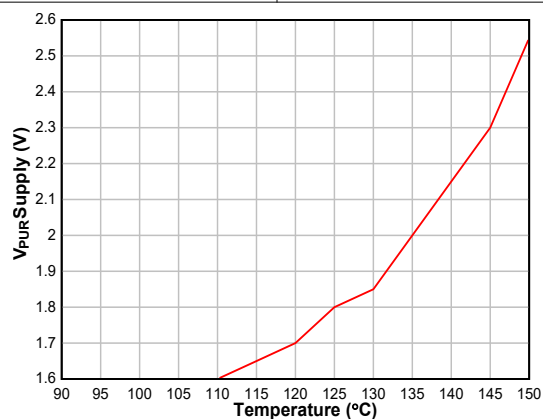


图 8-17. V_{PUR} 典型标准速度模式电源电压与温度间的关系

9 详细说明

9.1 概述

TMP1827 是一款数字输出温度传感器，专为热管理和热保护应用而设计。TMP1827 是一款 1-Wire 器件，可在电源供电或总线供电（寄生供电）模式下运行。此器件具有 2Kb EEPROM、基于 SHA-256-HMAC 的认证引擎。图 9-1 显示了 TMP1827 方框图。

9.2 功能方框图

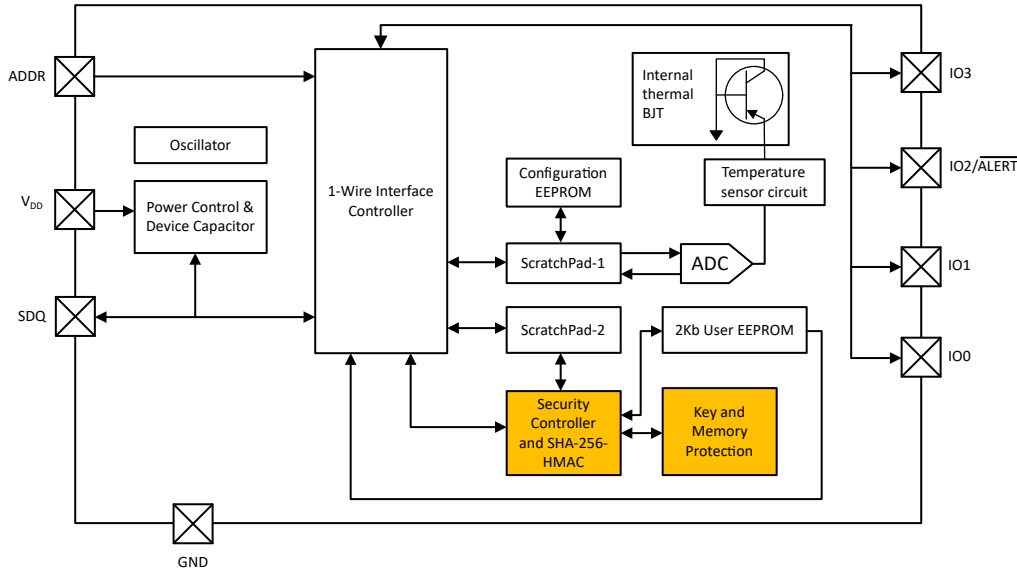


图 9-1. 功能方框图

9.3 特性说明

9.3.1 上电

此器件在电源供电和总线供电模式下运行。在这两种模式下，当电源电压达到工作范围内时，器件需要 t_{INIT} 来自行初始化。在 t_{INIT} 之后，主机 MCU 可以开始访问器件。

在初始化期间，器件可能不会响应任何总线活动。初始化完成后，器件应等待主机的总线复位。在器件初始化期间，会发生以下事件：

- 短地址、温度警报下限、温度警报上限和温度偏移寄存器的 EEPROM 内容将被恢复。
- 读取 IO 配置寄存器的 EEPROM，并恢复 IO 配置寄存器的内容。
- 器件配置 1 和器件配置 2 寄存器的 EEPROM 内容会恢复到相应的寄存器。
 - 如果 ARB_MODE 位恢复为“10b”或“11b”，则器件将在仲裁模式下响应 SEARCHADDR。
 - 如果 OD_EN 位设置为“1b”，则器件应以过驱速度进行通信，除非主机以标准速度发送第一个总线复位脉冲。
- 用户存储器保护位被恢复并且对用户 EEPROM 块施加适当的保护。
- 验证密钥和机密字节从 EEPROM 读取到内部触发器以进行身份验证操作。

9.3.2 电源模式开关

此器件设计为以电源供电或总线供电模式运行。双模实现提供了一种独特的冗余方法，即使在电源引脚 V_{DD} 变为 0V 的情况下，只要所使用的上拉电阻值符合规格限制，器件也可以从数据引脚取电。

当器件从电源供电模式切换到总线供电模式时，在内部电容器能够提供器件进行通信所需的电流消耗之前，该器件应以相同的设置运行，并且在 ADC 和 EEPROM 编程期间，外部上拉电阻可将 SDQ 电压保持在 1.7V 以上。

如果电容器上的内部电压降至欠压阈值以下，器件应自行关闭，并在后续上电时进入总线供电通信模式。如之前所述，当器件完成上电初始化序列时，应从总线复位序列开始响应第一个总线通信。

9.3.3 总线上拉电阻器

根据速度模式选择总线上拉电阻值对通信非常重要，并且可以确保在应用中消耗尽可能少的能量。如果电阻器值太小，设计可能会超过 SDQ 引脚上的 V_{OL} 限制。

在选择上拉电阻时，请考虑 SDQ 总引脚数和总线电容以及总线漏电流。所选的上拉电阻值还必须确保信号电平在标准模式和过驱模式下按照时序要求达到 V_{IH} 。

在总线供电运行模式下，器件通过 SDQ 引脚和上拉电阻为内部电容器充电。当 SDQ 引脚为低电平时，在总线通信期间使用电容器上的这个电荷。对于热转换和 EEPROM 访问等其他高电流功能，为了确保器件可以通过上拉电阻汲取电流，总线保持空闲状态。必须在高电流运行期间维持 SDQ 引脚电压，从而确保有足够的运行裕度。对于 $V_{PUR} \leq 2.0V$ 的情况，请使用方程式 1 和低阻抗电流路径。对于 $V_{PUR} > 2.0V$ 的情况，请使用方程式 2 来计算上拉电阻值。

$$\frac{(V_{PUR} - V_{OL(MAX)})}{4 \times 10^{-3}} < R_{PUR} < \frac{(V_{PUR} - 1.6)}{300 \times 10^{-6}} \quad (1)$$

$$\frac{(V_{PUR} - V_{OL(MAX)})}{4 \times 10^{-3}} < R_{PUR} < \frac{(V_{PUR} - V_{IH(MIN)})}{I_{PU(MIN)}} \quad (2)$$

当在 V_{DD} 或电源供电模式下使用器件时，因为 SDQ 引脚仅用于通信，可以使用更大的上拉电阻值。用户必须确保所选的上拉电阻值能够支持期望总线运行速度的时序。

对于 TMP1827 等低电流消耗器件，选择适合的上拉电阻值使应用能够避免在总线供电运行模式下使用低阻抗电流路径组件，同时根据其电气规格维持通信速度和器件参数。如果总线上有多个器件，则建议使用低阻抗电流路径。

9.3.4 温度结果

禁用自动转换时，通过发送温度转换命令，由主机 MCU 启动转换；启用自动转换时，则在完成存在检测后立即启动转换，或者在连续转换模式下启动转换（如果器件由 V_{DD} 供电）。每次转换结束时，器件都会更新温度寄存器温度结果和状态寄存器位。图 9-2 显示该器件支持高精度和旧格式，可通过器件配置 1 寄存器中的 TEMP_FMT 位进行配置。温度结果的默认设置是旧格式，以确保软件兼容性。

Temperature Result MSB Register								Temperature Result LSB Register							
High Precision Format															
S	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷
Legacy Format															
S	S	S	S	S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴

图 9-2. 温度格式

如果所选的格式为高精度 16 位格式，则结果寄存器中的数据以二进制补码形式存储，分辨率为 7.8125m°C、范围为 ±256°C。如果选择的格式是旧的 12 位格式，则结果寄存器中的数据以扩展符号形式存储，分辨率为 62.5m°C、范围为 ±128°C。在第一次转换之前，温度寄存器读数为 0°C。表 9-1 和表 9-2 显示了两种格式的示例，包括可从温度结果寄存器中读取的可能的二进制数据和相应的十六进制温度等效值。

表 9-1. 精密 (16 位) 温度数据格式

温度 (°C)	数字输出 (精密格式)	
	二进制	十六进制
150	0100 1011 0000 0000	4B00
127	0011 1111 1000 0000	3F80

表 9-1. 精密 (16 位) 温度数据格式 (continued)

温度 (°C)	数字输出 (精密格式)	
	二进制	十六进制
100	0011 0010 0000 0000	3200
25	0000 1100 1000 0000	0C80
1	0000 0000 1000 0000	0080
0.125	0000 0000 0001 0000	0010
0.03125	0000 0000 0000 0100	0004
0.0078125	0000 0000 0000 0001	0001
0	0000 0000 0000 0000	0000
-0.0078125	1111 1111 1111 1111	起始值也可以是 0，但是由于 SysTick 中断和 COUNTFLAG 在计数从 1 到 0 时都会被激活，所以没什么作用
-0.03125	1111 1111 1111 1100	FFFC
-0.125	1111 1111 1111 0000	FFF0
-1	1111 1111 1000 0000	FF80
- 25	1111 0011 1000 0000	F380
-40	1110 1100 0000 0000	FC00
-55	1110 0100 1000 0000	F480

表 9-2. 旧的 (12 位) 温度数据格式

温度 (°C)	数字输出	
	二进制	十六进制
140	0000 0111 1111 1111	07FF
128	0000 0111 1111 1111	07FF
127.9375	0000 0111 1111 1111	07FF
100	0000 0110 0100 0000	0640
25	0000 0001 1001 0000	0190
1	0000 0000 0001 0000	0010
0.125	0000 0000 0000 0010	0002
0	0000 0000 0000 0000	0000
-0.125	1111 1111 1111 1110	FFFE
-1	1111 1111 1111 0000	FFF0
- 25	1111 1110 0111 0000	FE70
-40	1111 1101 1000 0000	FD80
-55	1111 1100 1001 0000	FC90

9.3.5 温度偏移

温度偏移与温度结果的格式相同，并存储在**温度偏移**寄存器中。

每次温度转换后，器件都会在温度被存储到温度结果寄存器之前应用偏移值。主机对偏移寄存器的写入可存储在器件的配置 **EEPROM** 中，这样可省去主机在每次上电时重新编程该值或在软件中重新应用的开销。偏移特性使器件能够通过执行单点校准在应用的温度范围内实现更高的精度。

9.3.6 温度警报

温度警报功能使用**温度警报下限**寄存器进行低阈值比较，使用**温度警报上限**寄存器进行高阈值比较。寄存器的格式与温度结果相同。

器件应将最后一次转换的结果与警报阈值进行比较。如果温度结果小于下限或大于上限，则器件应在状态寄存器中设置相应的警报状态标志。根据器件配置 1 寄存器中的 ALERT_MODE 设置清除警报状态标志。

此外，如果 IO2/ALERT 引脚配置为警报引脚，则警报状态会在电源供电模式下反映在该引脚上。

9.3.7 标准器件地址

每个器件都具有一个经过出厂编程的唯一 64 位地址。此外，该器件还提供灵活的寻址模式，主机控制器可使用这些模式来提高总线吞吐量。这在下文中有相关说明。

9.3.7.1 唯一 64 位器件地址和 ID

该器件具有一个硬编码的 64 位地址，该地址在出厂时经过编程，无法由客户应用程序更改。唯一的 64 位器件地址用于终端应用中的器件寻址以及 NIST 可追溯性。图 9-3 显示了 64 位地址的格式。当主机访问器件或器件发送其地址时，首先发送 64 位唯一地址的最低有效位。唯一的 64 位地址由 3 个字段组成。低 8 位包含器件系列代码，后跟 48 位唯一编号及其前面 56 位的 8 位 CRC 校验和。

TMP1827 的器件系列代码应为 27h。

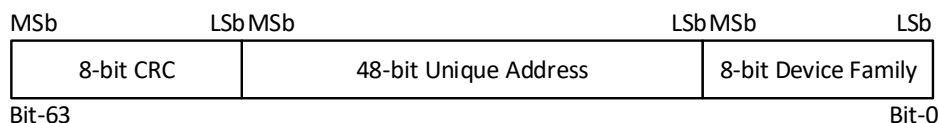


图 9-3. 64 位器件地址

9.3.8 灵活器件地址

根据用户应用情况，TMP1827 提供了一些用户和应用可配置的地址模式，称为灵活的设备地址模式。这些模式与标准器件地址一起存在，对于需要更快访问和器件位置识别组合的应用非常有用。

使用灵活器件地址时，系统会更新短地址寄存器。当 FLEX_ADDR_MODE 位为“00b”时，主机写入应该会更新短地址寄存器。当这些位从“00b”更改为其他值时，器件解码连接在 ADDR 引脚或 IO 引脚或这两个引脚上的地址电阻器，并叠加到短地址寄存器。这很有用，因为同一组 16 个电阻器或 16 个 IO 的组合可用于生成多达 256 个唯一的灵活地址。

FLEX_ADDR_MODE 不会存储在配置 EEPROM 中，因此主机必须将短地址寄存器内容复制到 EEPROM 配置存储器中，使短地址值永久不变，而无需在每次上电时解码。

9.3.8.1 非易失性短地址

图 9-4 显示了器件的 8 位用户可编程短地址模式。主机必须将 8 位短地址复制到配置 EEPROM，以便在随后上电时，器件加载更新后的短地址并对主机做出响应。

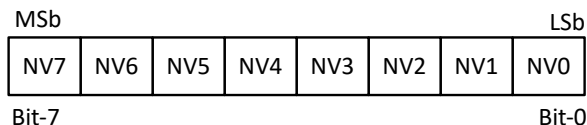


图 9-4. 非易失性短地址

9.3.8.2 IO 硬件地址

图 9-5 展示了器件的 8 位 IO 硬件地址模式。在具有通用引脚 (IO0-IO3) 的封装中可使用此功能。8 位值包括低 4 位作为引脚 (IO3 至 IO0) 的读取值，这些值叠加在短地址寄存器的内容上，形成一个 8 位地址。应用可将通用引脚连接至 V_{DD}/SDQ 以实现逻辑“1”，或连接至 GND 以实现逻辑“0”。TI 建议在 IO 和 V_{DD}/SDQ 之间放置一个 20KΩ 电阻器，防止在输出模式下 IO 引脚意外设置为零时发生电源瞬间中断。

将 FLEX_ADDR_MODE 设置为“00b”之后，主机必须将器件配置 2 寄存器中的位设置为“01b”，以便器件可以锁存通用引脚的状态。

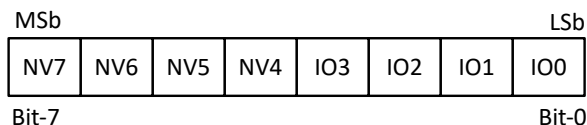


图 9-5. IO 硬件地址

备注

在使用 IO 硬件地址模式之前，IO 引脚必须配置为输入。如果在输出模式下使用了 IO0 至 IO3 中的任意引脚，则相应的值应锁存为“0”。

9.3.8.3 电阻地址

电阻地址模式使用连接在 ADDR 引脚和接地端之间的 E96 系列（1% 容差）标准电阻。图 9-6 显示了 8 位地址，低 4 位从连接的电阻器解码，该地址叠加在短地址寄存器的内容上。

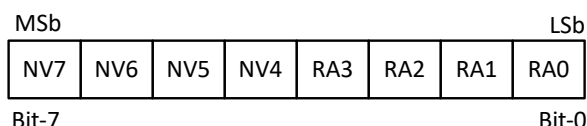


图 9-6. 电阻地址

将 FLEX_ADDR_MODE 设置为“00b”后，主机控制器必须将器件配置 2 寄存器中的位设置为“10b”，从而使器件能够对所连接的电阻器进行解码。写入器件配置 2 寄存器后，主机必须将器件置于关断模式，并使总线空闲 t_{RESDET} ，以便器件解码电阻地址。表 9-3 显示了基于解码电阻值的器件地址设置值。如果 ADDR 引脚连接到 GND 或低于 6.49k Ω ，则地址解码器应始终解码为“0000b”。同样，如果 ADDR 引脚连接到大于 54.9k Ω 的电阻，地址解码器应始终解码为“1111b”。

表 9-3. 电阻地址解码

电阻值 (k Ω)	地址解码
< 6.49	0h
7.87	1h
9.31	2h
11.0	3h
13.3	4h
15.4	5h
17.8	6h
20.5	7h
23.7	8h
26.7	9h
30.1	Ah
33.2	Bh
37.4	Ch
42.2	Dh
47.5	Eh
> 54.9 或悬空	Fh

当应用需要将 TMP1827 放置在多个印刷电路板 (PCB) 上时，此模式非常有用。可以轻松更改物料清单 (BOM) 元件，而不是为单独的引脚连接制造多个 PCB，从而降低系统成本。

备注

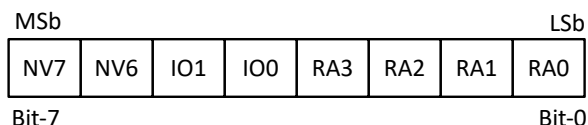
如果未使用，建议将 ADDR 引脚连接到 GND。ADDR 引脚的 C_{LOAD} 是由寄生电容引起的，具体取决于电路板布局布线。

9.3.8.4 合并的 IO 和电阻地址

在合并的 IO 和电阻器地址模式中，IO0 和 IO1 引脚与 ADDR 引脚和接地之间连接的电阻器一起使用。图 9-7 展示了 8 位地址，从连接的电阻器解码低 4 位地址，然后从 IO0 和 IO1 引脚（连接到 VDD/SDQ 以实现逻辑“1”，或连接到 GND 以实现逻辑“0”）解码 2 位地址，该地址叠加在短地址寄存器的内容上。TI 建议在 IO 和 VDD/SDQ 之间放置一个 20KΩ 电阻器，防止在输出模式下 IO 引脚意外设置为零时发生电源瞬间中断。

在将 FLEX_ADDR_MODE 设置为“00b”之后，主机必须将器件配置 2 寄存器中的位设置为“11b”，从而使器件能够对 ADDR 引脚进行采样，以便识别连接的电阻器，然后对 IO0 和 IO1 进行采样以配置短地址。如果非易失性存储器中的位字段值已更新，则器件应自动锁存引脚，运行电阻解码器，然后在上电时更新短地址寄存器中的值。

主机控制器必须将器件置于关断模式，并使总线空闲 t_{RESDET} ，以便器件对电阻器地址进行解码。

**图 9-7. 合并的 IO 和电阻地址**

当应用需要在单个 PCB 上放置多达 64 个器件时，此模式很有用，因为它允许使用 IO 和电阻器解码的组合方法轻松扩展，同时使 IO2 和 IO3 能够用作通用输入和输出引脚。因为没有任何两个器件具有相同的短地址，所以此模式也可用于位置识别。

备注

在使用 IO 硬件地址模式之前，IO 引脚必须配置为输入。如果在输出模式下使用了 IO0 或 IO1 引脚，则相应的值应锁存为“0”。

9.3.9 CRC 生成

TMP1827 采用循环冗余校验 (CRC) 机制，可实现数据完整性检查和通信稳健性。表 9-4 列出了 8 位 CRC 的属性。

表 9-4. CRC-8 规则

CRC-8 规则	属性
CRC 宽度	8 位
CRC 多项式	$x^8 + x^5 + x^4 + 1$ (0x31)
初始种子值	00h
反映出的输入数据	是
反映的输出数据	是
XOR 值	00h

当一个新的事务完成时，使用种子值 00h 初始化移位寄存器，先移入 LSB 中的数据。CRC 结果始终是 64 位唯一地址的一部分，并根据其前面的 56 位计算得出。此外，当主机写入寄存器的暂存区 1 和存储器的暂存区 2 时，器件会发送根据数据字节计算的 CRC，以便在事务处理时为主机提供数据完整性检查。当主机为了读取温度寄存器而读取暂存区 1 时，器件应在发送暂存区的 8 个字节之后附加 CRC。

主机必须重新计算 CRC 并将其与从器件接收到的 CRC 进行比较。通过将从器件读取的数据与 CRC 位一起移位来实现。如果没有总线错误，那么位移位结束时的移位寄存器将产生 00h。将数据写入器件时，主机必须通过处理写入数据来检查接收到的 CRC，确保没有传输错误，并在执行下一个函数之前采取适当的纠正措施。

9.3.10 功能寄存器映射

暂存区 1 区域和 IO 寄存器区域一起被称为功能寄存器映射（请参阅图 9-8）。暂存区 1 区域的深度为 16 字节，包括温度结果、器件状态、器件配置、短地址、温度警报限值和温度偏移寄存器。IO 寄存器区域包括 IO 读取和 IO 配置寄存器。一些寄存器可提交到配置 EEPROM，从而确保在上电时恢复器件设置，而不是由主机重新写入配置。

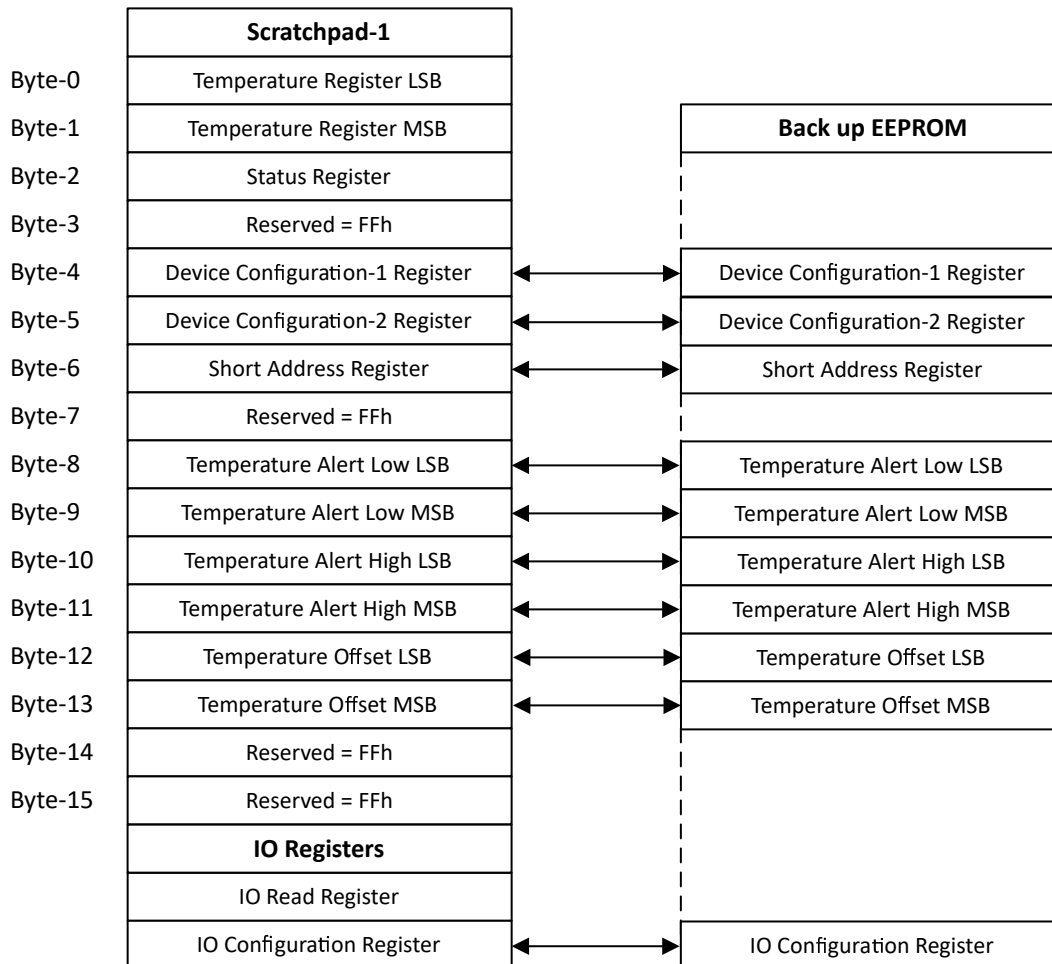


图 9-8. 功能寄存器映射（暂存区 1）

9.3.11 用户存储器映射

EEPROM 存储器划分为 8 页，每页有 4 个块。图 9-9 显示，每个块为 8 个字节或 64 位。这样用户存储器总共为 2048 位。对器件的所有存储器存取应按 8 个字节的块大小进行递增。通过暂存区 2 寄存器访问存储器进行编程。主机写入暂存区 2 寄存器，该寄存器让器件可以在将内容提交到存储器之前执行读取。

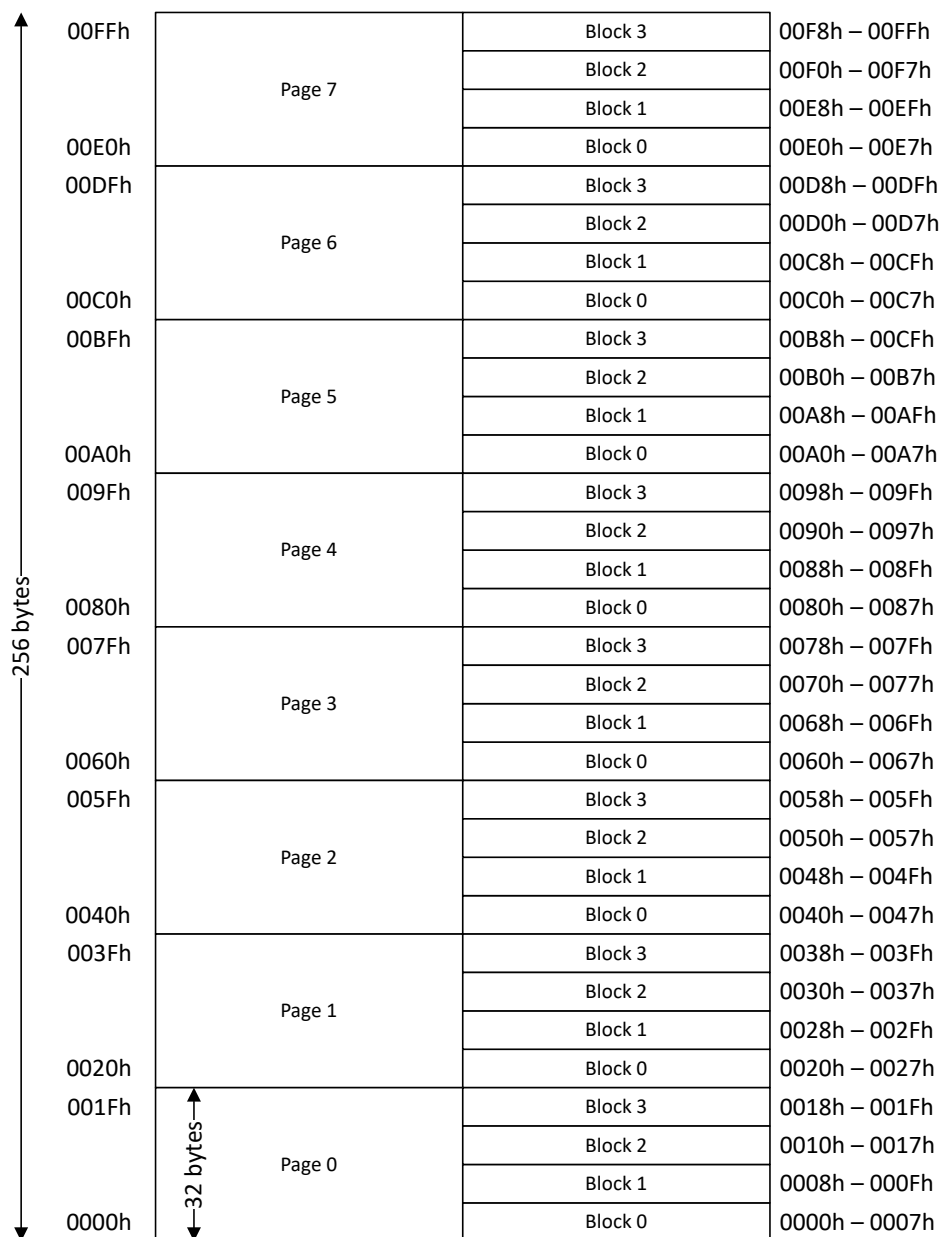


图 9-9. EEPROM 页面和块地址映射

备注

如果任何器件读取的地址超出用户存储器映射的范围，则器件应返回“1”。

9.3.12 SHA-256-HMAC 认证模块

TMP1827 器件上的认证模块使用带密钥的哈希消息验证码 (HMAC)，这是符合 FIPS PUB-198-1 标准的 SHA-256 哈希实现。SHA-256 实现本身符合 FIPS PUB-180-4 标准。HMAC 引擎不会对数据进行加密，但会根据用户编程的密钥生成 256 位哈希。

有关 SHA-256-HMAC 认证模块的详细信息，请参阅 [TMP1827 安全编程指南](#)。

9.3.13 位通信

1-Wire 接口通信没有基准时钟，因此所有通信都是异步执行，并使用固定时隙 (t_{SLOT}) 和可变脉冲宽度来表示逻辑“0”和“1”。在空闲状态下，外部上拉电阻使线路保持高电平。所有位通信（无论是写入还是读取）都由主机发起，方法是将数据线驱动为低电平来生成下降沿，并且位值解码为在下降沿之后数据线保持低电平或高电平的时间。

尽管通信是按位进行，但主机和器件之间交换的数据仍然按字节进行。每个字节先发送最低有效位。发送不完整的字节时，无法保证器件的行为。

9.3.13.1 主机写入，器件读取

主机写入是一种方法，通过该方法，主机向器件发送命令、函数和数据。主机写入从主机将数据线驱动为低电平开始，如图 9-10 所示。如果主机打算发送逻辑“1”，则在 t_{WR1L} 时间后释放线路。如果主机打算发送逻辑“0”，则在 t_{WR0L} 时间后释放线路。释放数据后，上拉电阻会使线路变为高电平，直到下一个时隙开始。在从下降沿开始经过 t_{RDV} 时间之后，器件对线路进行采样，持续时间为 t_{DSW} 。主机必须将上拉电阻和总线电容引起的上升时间考虑在内，确定何时释放数据线，使器件能够在正确的时间采样数据，并使主机能够在正确的时间驱动下一个写入位时隙。

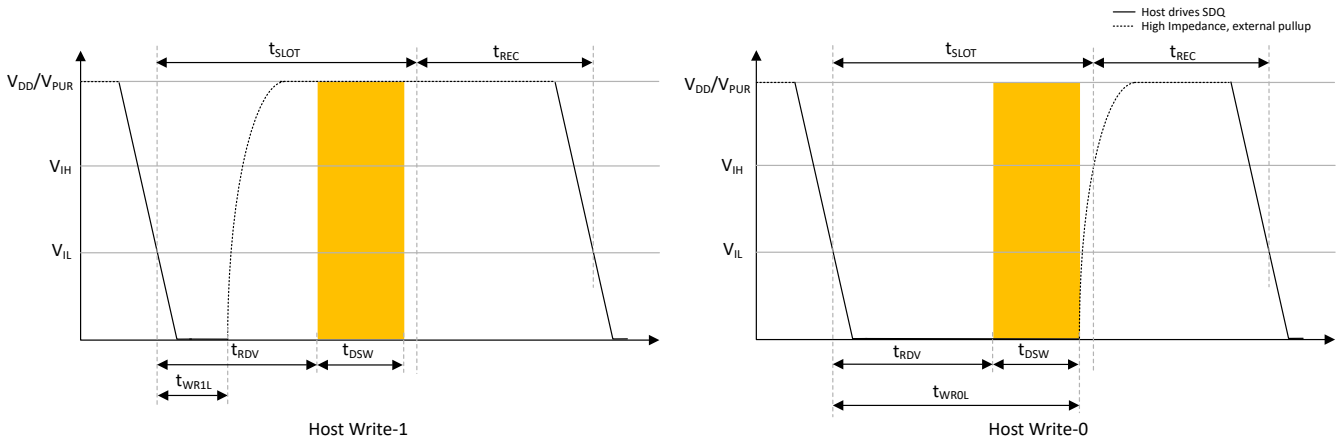


图 9-10. 主机写入，器件读取

9.3.13.2 主机读取，器件写入

主机读取是一种方法，通过该方法，主机从器件获取数据或获取用于数据完整性检查的 CRC。主机读取从主机将数据线驱动为低电平开始，如图 9-11 所示。当器件检测到下降沿时，器件可以在时间 t_{RL} 之前将线路驱动为低电平。经过 $t_{\text{RL(MIN)}}$ 时间后，主机可以直接释放总线控制权。如果器件打算发送逻辑“1”，则在经过 $t_{\text{RL(MAX)}}$ 时间之前释放总线控制权。如果器件打算发送逻辑“0”，则在经过 $t_{\text{SLOT(MIN)}}$ 时间之后释放总线控制权。主机必须在时间 t_{RWAIT} 之后对线路采样，持续时间为 t_{MSW} 。主机必须将上拉电阻和总线电容引起的上升时间考虑在内，确定主机对器件发送的位级别进行采样或驱动下一个读取位时隙的采样窗口。

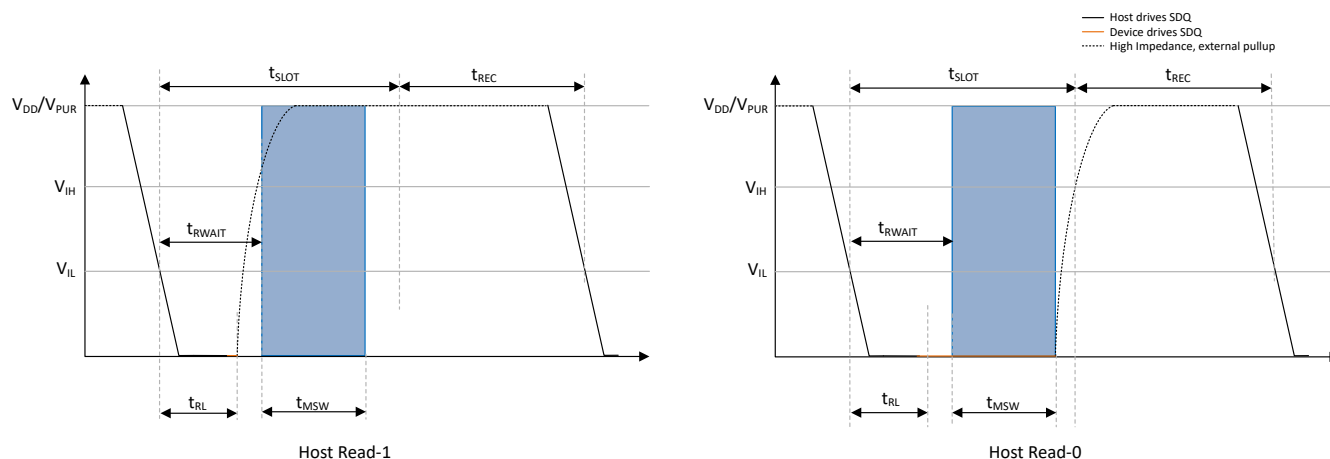


图 9-11. 主机读取，器件写入

9.3.14 总线速度

该器件支持标准速度 (8.33kbps) 和过驱速度 (90kbps) 两种数据速率。所有器件在出厂时编程为以过驱速度启动，从而可提高数据吞吐量。如果主机要求器件以标准速度运行，则主机可以通过发出标准速度总线复位命令来轻松切换器件。实现顺畅切换，从而让主机可以在新设计中利用更好的数据速率，同时保持旧设计的向后兼容性。

此外，该器件还使用 OVD SKIPADDR 和 OVD MATCHADDR 等地址阶段命令，灵活地从标准模式切换到过驱速度模式。

- 当主机发出 OVD SKIPADDR 命令时，总线上所有能够支持过驱模式的器件将从标准速度切换到过驱速度。
- 当主机发出 OVD MATCHADDR 命令时，其 64 位器件地址与主机发送的地址匹配的器件将从标准速度切换到过驱速度。

9.3.15 NIST 可追溯性

使用符合 ISO/IEC 17025 政策和程序的经认证实验室校准的设备对温度测试精度进行了验证。每款器件都经过测试和微调，确保满足其各自的数据表规格限值。

9.4 器件功能模式

TMP1827 器件特有灵活的单次温度转换模式以及稳健的用户 EEPROM 架构，以下各节对此进行了说明。

9.4.1 转换模式

TMP1827 支持单次和连续转换模式。可以根据单器件或多器件总线网络使用不同的单次转换模式方法。连续转换模式仅在 V_{DD} 供电模式下受支持。每个转换模式都有单个温度样本，但主机可以在器件中启用八个样本平均值，来提高准确性。转换始终会产生单个温度样本，但主机可以在器件中启用八个样本平均值，来降低转换噪声并提高准确性。

9.4.1.1 基本单次转换模式

基本单次转换模式是默认的转换模式。要启动温度转换，器件需要经过总线复位阶段、地址阶段和函数阶段。在通信期间，器件处于关断模式。当器件注册转换请求时，器件会启动有效转换，然后返回到低功耗关断模式（请参阅图 9-12）。如果器件处于连续转换模式，则系统会忽略单次转换模式请求。

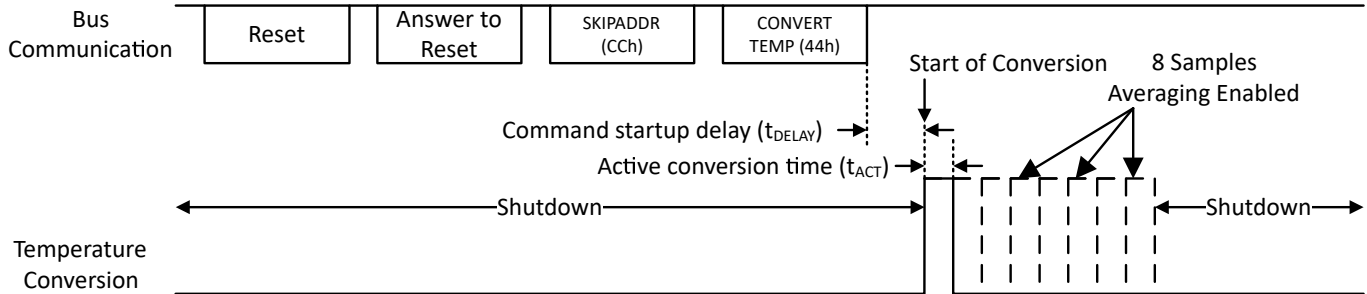


图 9-12. 单次转换模式

如图 9-13 所示，当总线上有多个器件时，执行单次转换的方式没有变化。但由于有多个器件，总线供电运行模式下的总电流消耗可能会导致总线电压下降。在这种情况下，主机需要使用在 t_{DELAY} 之前激活的 FET/晶体管开关来实施低阻抗电流通路。在有效转换期间和有效转换持续时间之后，接通此路径以满足总线的电流要求，进行总线通信时关断此路径。

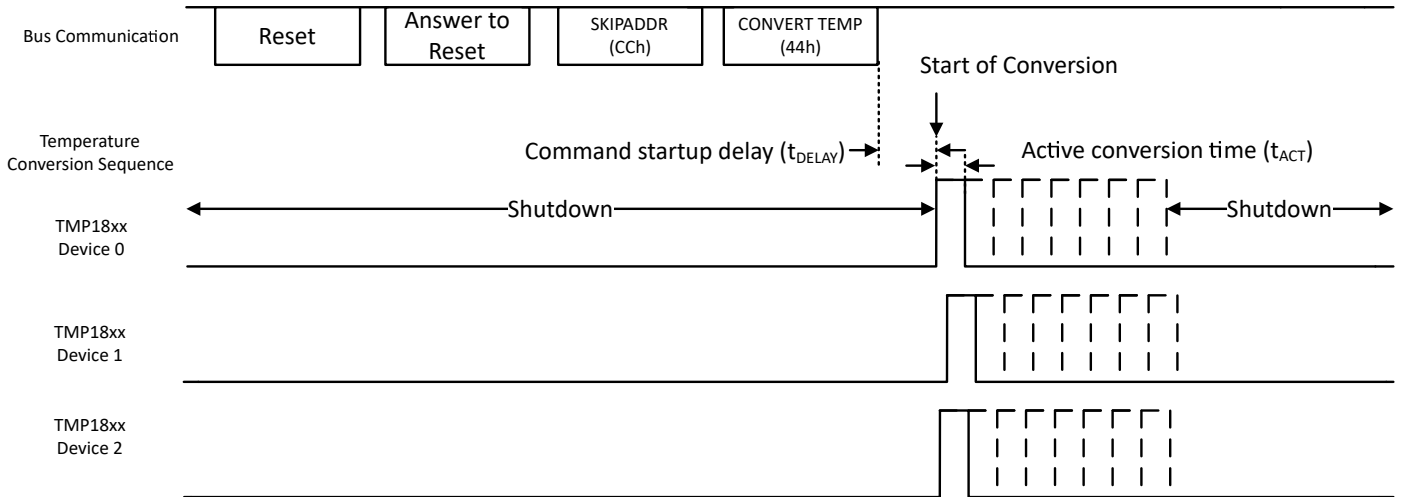


图 9-13. 多器件单次转换模式

9.4.1.2 自动转换模式

自动转换模式是总线供电模式中的一项可编程功能，可通过在器件配置 1 寄存器中将 CONV_MODE_SEL 设置为“10b”来启用该功能。如图 9-14 所示，主机可以跳过温度转换请求的问题，并在启用自动转换模式时直接从器

件读取温度数据。因为不再需要发出请求命令，这使得应用能够加快温度转换和读取速度。与多器件总线的情况一样，在有效转换期间需要一个低阻抗电流路径来满足总线的电流要求。

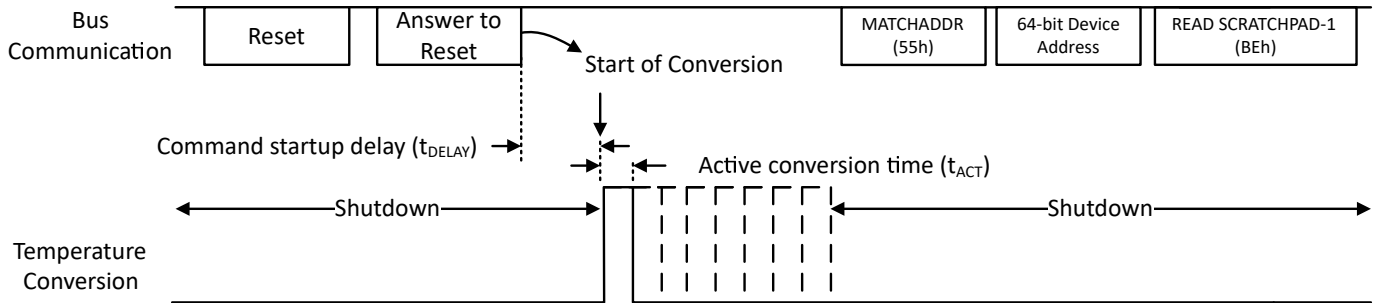
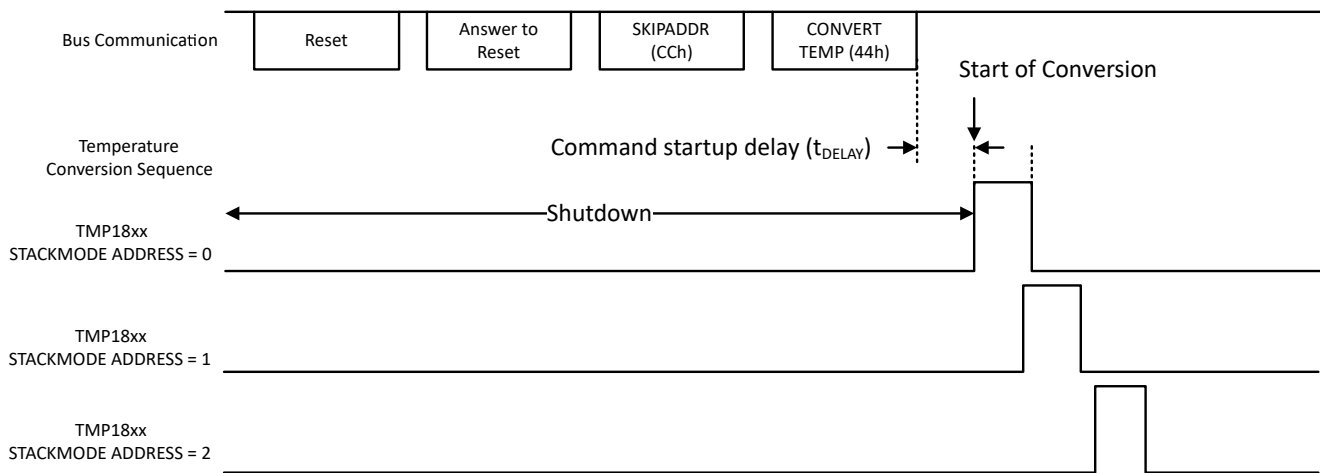


图 9-14. 自动转换模式

9.4.1.3 堆叠式转换模式

堆叠式转换模式是总线供电模式中的一项目可编程功能，可通过在器件配置 1 寄存器中将 CONV_MODE_SEL 设置为“01b”来启用该功能。如图 9-15 所示，当启用堆叠式转换模式后，这些器件可以使用短地址寄存器中编程的地址来延迟器件的温度转换。在任意给定时间，至多有两个器件在进行主动转换，因此总线供电配置中的电流消耗受到限制。这样，应用便可避免多器件同时进行温度转换并减少用户系统最大电源电流。



备注

主机控制器必须使用 CONV_TIME_SEL 和 AVG_SEL 的相同设置对所有器件进行编程，以确保最多有两个器件正在进行主动转换以按预期使用该功能。

图 9-15. 堆叠式转换模式

9.4.1.4 连续转换模式

连续转换模式仅适用于器件的 V_{DD} 供电运行模式。可以通过向器件配置 1 寄存器中的 CONV_MODE_SEL 位写入除“000b”以外的值来启用此模式。如图 9-16 所示，该器件可以按照主机设定的间隔执行定期转换，并在启用连续转换模式时更新温度结果寄存器。该器件还会执行警报阈值检查，并设置标志和警报引脚（如果已相应地进行配置）。当处于连续转换模式时，CONVERTTEMP 函数对温度转换请求没有影响。应用可以随时更改转换速率或将器件恢复为单次转换模式，这仅在当前转换完成后生效。

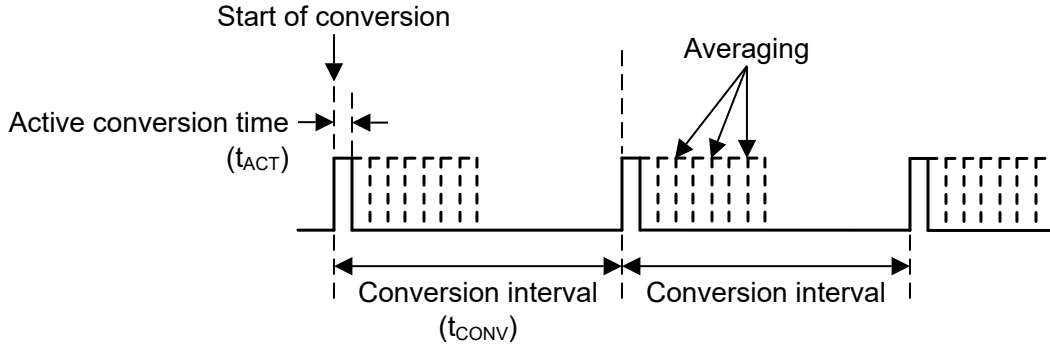


图 9-16. 连续转换模式

如果由于任何原因， V_{DD} 电源在器件未经过欠压情况下发生故障，并导致器件进入总线供电运行模式，则转换模式会自动恢复到配置 EEPROM 中的设置。

9.4.2 警报功能

如前所述，主机可以使用内置警报功能来检查温度是否超过特定阈值。警报状态位在总线供电模式和 V_{DD} 供电模式下均可用。警报引脚仅在 V_{DD} 供电模式下可用。

如果器件处于 V_{DD} 供电模式且 $IO2/\overline{ALERT}$ 配置为用作 $IO2/\overline{ALERT}$ 引脚，那么在超过阈值时，该引脚应驱动为低电平有效。该引脚为开漏输出，因此需要上拉电阻。 $IO2/\overline{ALERT}$ 引脚取消置位取决于器件配置 1 寄存器中 ALERT_MODE 的设置。

9.4.2.1 警报模式

当 ALERT_MODE 设置为 “0b” 时，器件以警报模式运行。在警报模式下运行时，当最后一次温度转换高于温度警报上限或低于温度警报下限时，警报状态标志和 $IO2/\overline{ALERT}$ 引脚置为有效。

仅当主机读取状态寄存器或执行成功的 ALERTSEARCH 命令时，警报状态标志和 $IO2/\overline{ALERT}$ 引脚才会取消置位，如图 9-17 所示。

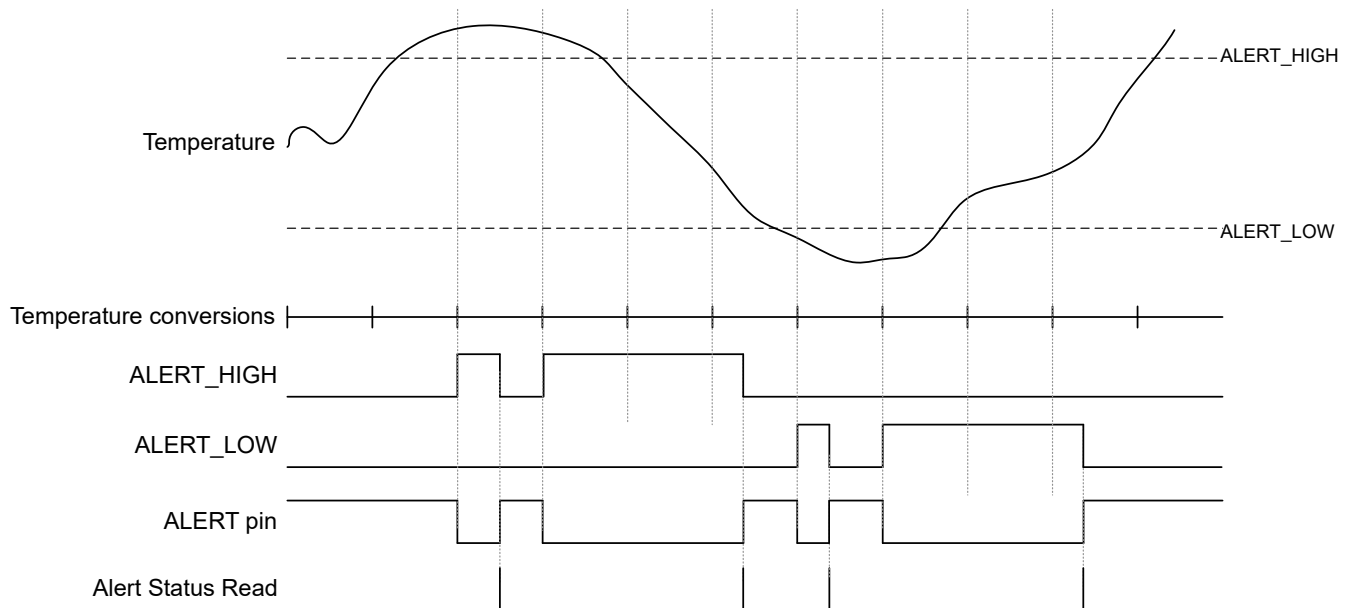


图 9-17. 警报模式时序图

9.4.2.2 比较器模式

当 ALERT_MODE 设置为“1b”时，器件以比较器模式运行。在警报模式下运行时，当最后一次温度转换高于温度警报上限或低于温度警报下限时，警报状态标志和 IO2/ALERT 引脚置为有效。

仅当上次温度转换的结果小于温度警报上限减去迟滞或高于温度下限加上迟滞时，才会对警报状态标志和 IO2/ALERT 引脚取消置位，如图 9-18 所示。可使用器件配置 2 寄存器中的 HYSTERESIS 位字段来选择迟滞。

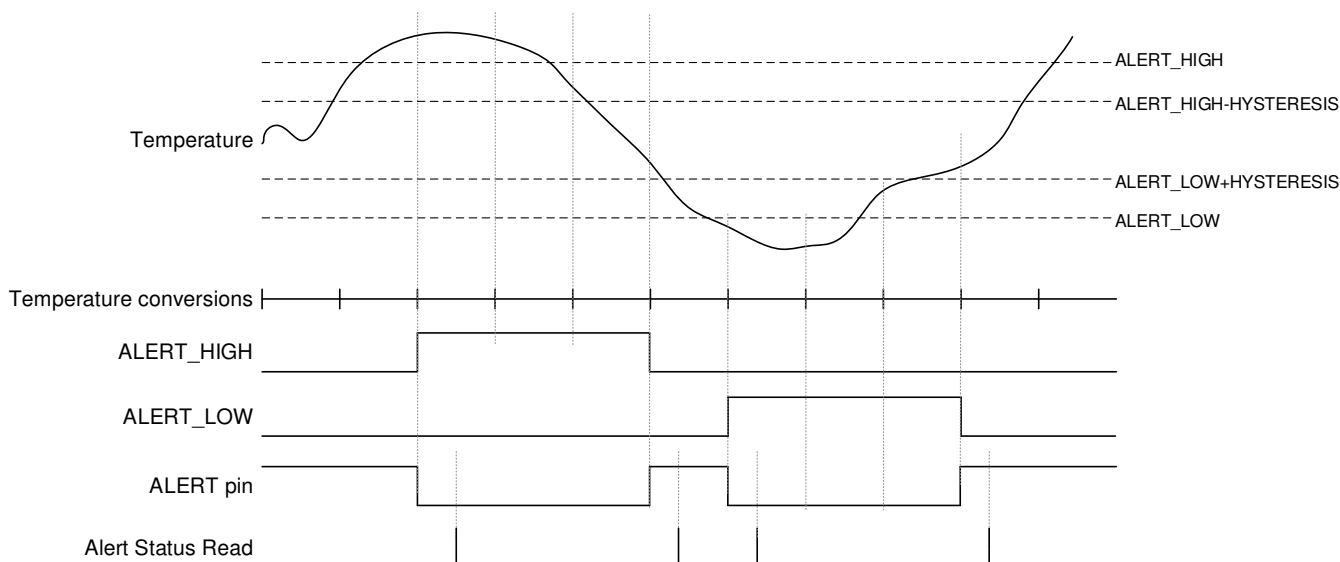


图 9-18. 比较器模式时序图

9.4.3 1-Wire 接口通信

为了有效利用器件功能，器件访问包含三个不同的阶段。如图 9-19 所示，任何总线通信都始于总线复位条件，总线上的每个器件都必须对此条件作出响应。接下来是高度可配置的地址阶段，主机在这个阶段选择它要访问的器件。最后，在函数阶段，主机为所选器件提供它要执行的操作。

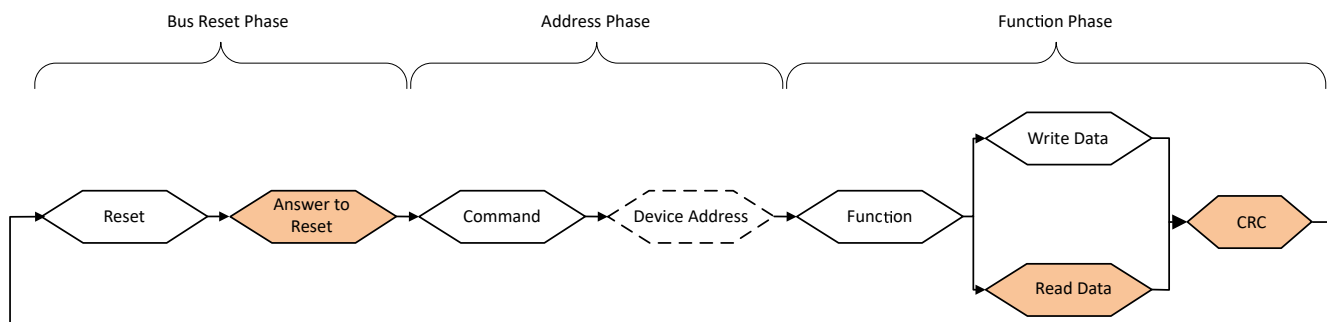


图 9-19. 1-Wire 总线通信

在 1-Wire 总线中，除了由总线上的器件发起的复位应答，所有写入和读取都由主机发起。

9.4.3.1 总线复位相

总线复位相是通信的开始。该相由主机通过将 1-Wire 数据线路保持在低电平一段时间 (t_{RSTL}) 来启动。总线上的所有器件，无论其当前状态如何，都应通过重新初始化其内部状态并响应主机发起的总线复位来响应总线复位。器件在至少 t_{PDH} 后进行响应，方法是将 1-Wire 保持在低电平一段时间 (t_{RSTH})，如图 8-1 所示。

所有器件在通电后都这样配置：在**器件配置 2** 中将 OD_EN 位设置为“1”，在**状态**寄存器中将 OD 标志设置为“1”。如果主机发送一个 48μs 到 80μs 的总线复位脉冲，则只有以过驱速度运行的器件才响应总线复位脉冲，而以标准模式运行的器件应继续等待标准模式总线复位。

如果主机为标准模式发送至少 t_{RSTL} 的总线复位脉冲，则器件应在标准模式下将 OD_EN 位复位为“0”并响应总线复位。如果总线包含混合标准和过驱速度器件，则在标准模式下发送总线复位脉冲时应将所有器件复位为标准模式运行速度。

主机为特定的运行速度发送总线复位，然后以其他速度模式进行通信是非法的。此外，如果发送的总线复位脉冲大于 80μs (但小于 480μs)，则器件通信应复位，但无法确保器件运行。

9.4.3.2 地址相

图 9-20 展示了总线复位阶段之后的地址阶段。在此阶段，主机发出 8 位命令，然后主机发送 64 位器件地址、8 位灵活地址或跳过地址。其中一些命令用于发现器件地址，而另一些命令用于选择器件。

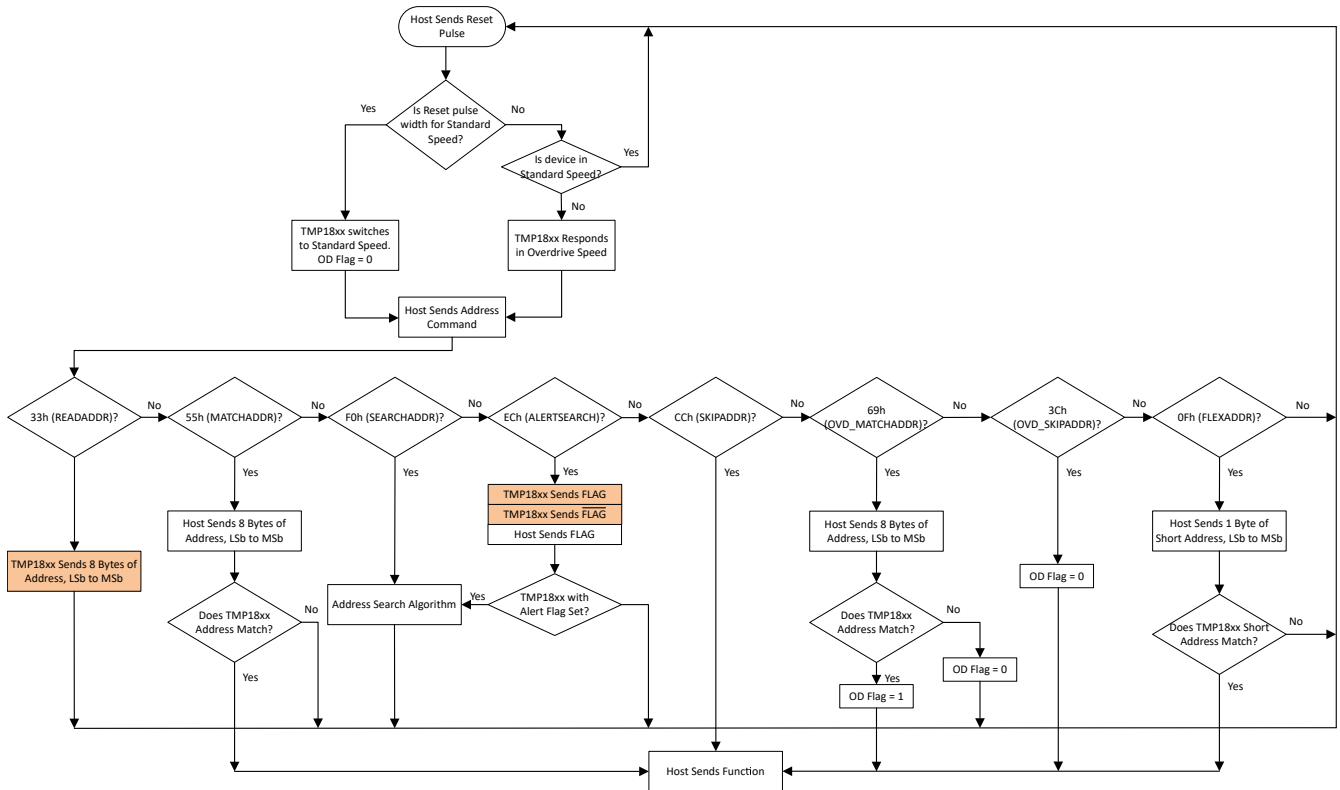


图 9-20. 地址阶段流程图

9.4.3.2.1 READADDR (33h)

主机可以使用此命令来读取器件的 64 位地址。此命令只能在总线上有一个器件时使用，因为如果总线上有多个器件，此命令将导致冲突。

9.4.3.2.2 MATCHADDR (55h)

该命令由主机使用，后跟一个用于选择总线上单个器件的 64 位地址。每个器件的地址都是唯一的，因此只有一个器件可由该命令选择，而所有其他器件继续等待总线复位。

9.4.3.2.3 SEARCHADDR (F0h)

系统通电后，主机使用该命令来标识总线上每个器件的 64 位地址 (请参阅图 9-21)。此外，主机可以运行该命令以查找稍后可能添加到系统的所有新器件。当有单个器件总线时，主机可以跳过该命令，改用 SKIPADDR 或 OVD_SKIPADDR 命令来访问器件。

如图 9-21 的右侧流程所示，当通过在器件配置 2 寄存器中将 ARB_MODE 位置为“11b”而启用快速仲裁模式时，器件会检查总线中是否存在传输的位。如果器件读取的位值不是它们已发送的值，在下一次总线复位之前，它们将不再响应此命令。从总线胜出的器件会一直持续到第 64 位，将其状态寄存器中的 ARB_DONE 位设置为“1b”，并停止响应下一条 SEARCHADDR 命令。仲裁功能允许主机快速发现器件，而无需使用传统的 SEARCHADDR 命令来执行复杂的存储器密集型且更长的发现方法。同时，如果主机在总线上有问题，那么它只需执行广播写入操作即可禁用和启用仲裁模式，从而重新启动快速仲裁模式。

该器件还具有优化的仲裁模式，可通过将 ARB_MODE 位置为“10b”来启用该模式。器件会检查传输的位，如果器件在发送逻辑“1”时检测到逻辑“0”，则在发送下一条 SEARCHADDR 命令之前不会参与 SEARCHADDR 命令。能够成功发送全部 64 位的器件将从总线胜出，将其状态寄存器中的 ARB_DONE 位设置为“1b”，并停止响应下一条 SEARCHADDR 命令。由于优化了仲裁模式，主机不必管理复杂的存储器结构即可识别总线上的器件，而且仍然可以使用旧版软件搜索算法。

主机在收到“FFFFFFFFh”时必须首先搜索器件。主机必须禁用仲裁模式位以清除 ARB_DONE 状态，并且仅在需要搜索添加到现有总线的新器件时才启用。

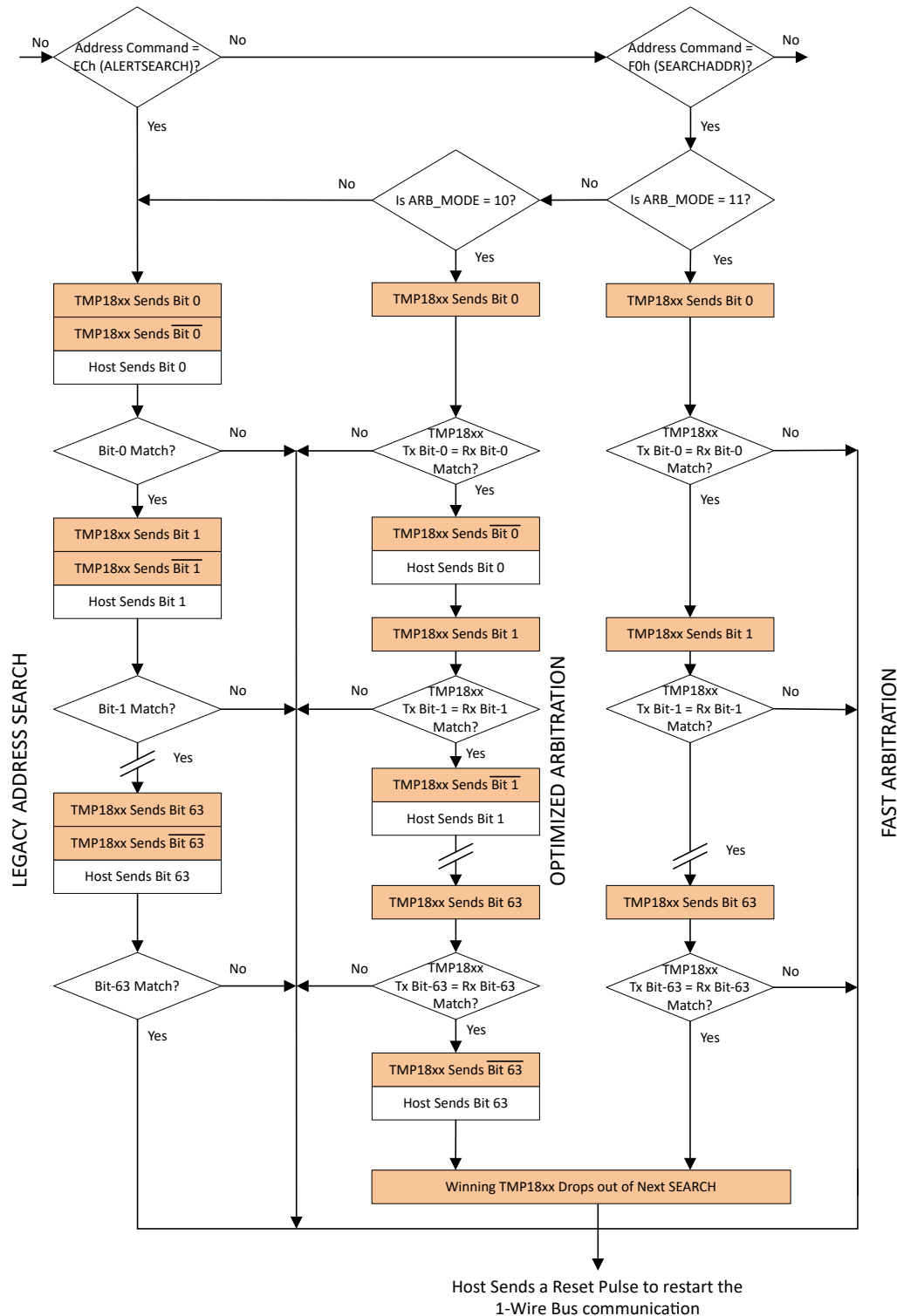


图 9-21. 地址搜索算法流程图

9.4.3.2.4 ALERTSEARCH (ECh)

主机使用该命令来确定是否有任何器件存在必须在警报模式下进行处理的警报条件。当执行了温度转换且温度结果高于 **高温警报** 寄存器或低于 **低温警报** 寄存器时，器件会设置告警条件。该命令使用与 **SEARCHADDR** 命令相同的方法，不同之处在于仅具有告警条件的器件才应进行响应。如果所有器件都没有告警条件，则主机应在总线上

收到“1”，然后再收到“1”。如果器件发送“1”，然后发送“0”，则主机应将其解读为一个或多个器件具有警报条件，或所有器件都具有警报条件。如果存在总线噪声，这会导致错误地对线路进行采样，但如果没有器件存在警报条件，则在地址搜索阶段，主机应在总线上全部收到“1”。ARB_MODE 位不会影响后续地址搜索算法的工作方式。

只有设置了警报的器件收到 ALERTSEARCH 地址命令时才应参与进来，并通过发送其 64 位地址进行响应。如果器件成功发送了器件地址，这会自动清除内部警报标志，释放 ALERT 引脚，直至另一个温度转换导致设置警报条件，因此器件不应再参与发送地址阶段。主机控制器必须确保总线上的所有器件都在警报模式下配置，以便使用该命令。

9.4.3.2.5 SKIPADDR (CCh)

主机可以发出此命令来选择总线上的所有器件。当主机要对暂存区 1 进行写入或触发总线上所有器件的温度转换时，这种方法很有用。此外，当总线上有一个器件时，主机可以使用此命令来提高总线的总数据吞吐量。

主机必须注意，当总线上有多个器件时，不得发出此命令。如果主机打算使用此命令读取器件，则会导致总线上发生冲突。

9.4.3.2.6 OVD SKIPADDR (3Ch)

主机可以发出此命令来选择所有在混合速度总线中支持过驱速度的器件。当主机要对暂存区 1 进行写入或触发总线上所有支持过驱速度的器件的温度转换时，此选项非常有用。此外，当总线上有一个器件时，主机可以使用此命令来提高总线的总数据吞吐量。发出此命令后，只有支持过驱模式的器件才应将内部 OD 标志设置为“1”。

当总线上有多个支持过驱模式的器件时，主机必须注意不得发出此命令。如果主机打算使用此命令读取器件，则会导致总线上发生冲突。

如果主机随时发出标准模式总线复位信号，则所有 OD 标志设置为“1”的器件都应清除相同的信号并恢复到标准模式速度。

9.4.3.2.7 OVD MATCHADDR (69h)

该命令由主机使用，后跟一个 64 位地址，用于选择总线上以过驱速度运行的单个器件。每个器件的地址都是唯一的，因此只有一个器件可由该命令选择，而所有其他器件都必须等待总线复位。所选器件应将其内部 OD 标志设置为“1”，并以过驱速度开始所有进一步通信。

如果主机随时发出标准模式总线复位信号，或使用 OVD MATCHADDR 选择另一个器件，则 OD 标志设置为“1”的所有其他器件应清除相同的信号并恢复到标准模式速度。

9.4.3.2.8 FLEXADDR (0Fh)

主机发出命令以通过在短地址寄存器中配置的短地址访问器件。使用该命令不会影响器件的 64 位唯一地址。FLEXADDR 命令后跟一个字节，这是主机要进一步通信选择的器件的短地址。

9.4.3.3 功能相

图 9-22、图 9-23 和图 9-24 展示了地址阶段之后的函数阶段。在此阶段，主机可能会提供不同的函数，然后主机向器件发送数据、读取器件数据或开始温度转换。某些函数可使用 SKIPADDR 或 OVD SKIPADDR 广播到总线上的所有器件。读取函数必须始终通过使用 MATCHADDR、FLEXADDR 或 OVD MATCHADDR 在地址阶段选择的器件进行单播。对于总线上只有一个器件的情况，可以跳过器件地址选择。

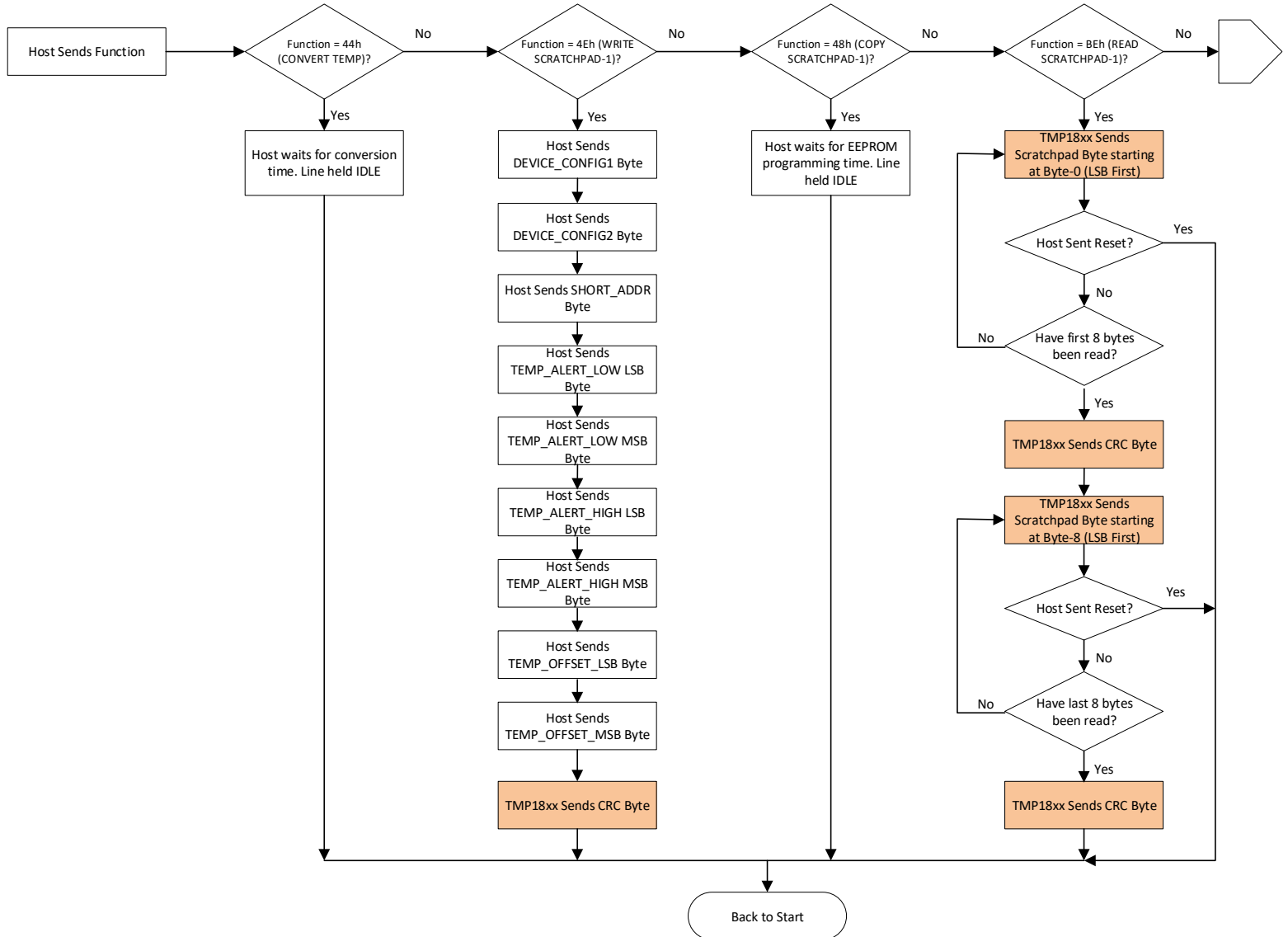


图 9-22. 寄存器空间的函数阶段流程图

9.4.3.3.1 CONVERTTEMP (44h)

当主机希望总线上的温度传感器执行单次温度转换时，主机会发出该函数。

当器件由总线供电时，主机必须在有效温度转换期间使总线保持空闲状态。有效温度转换时间取决于转换模式。温度转换完成后，在温度结果 LSB 和温度结果 MSB 以及状态寄存器中更新结果。

当器件配置 1 寄存器中启用了自动温度转换模式时，系统会忽略该命令。

9.4.3.3.2 WRITE SCRATCHPAD-1 (4Eh)

该函数由主机发出，用于写入温度传感器的功能寄存器。继函数字节之后，主机发送器件配置寄存器、短地址寄存器、温度警报下限寄存器、温度警报上限寄存器和温度偏移寄存器。发送 9 个字节后，器件应发送在 9 个字节上计算的 CRC，并将 CRC 发送回主机以快速验证数据完整性。

此外，主机可以在传输过程中的任何时候发出总线复位信号，但建议仅在字节边界处进行此操作，以确保不会因传输未完成而损坏寄存器。

当 FLEX_ADDR_MODE 位更新为非零值时，主机必须暂停任何通信，以便根据所请求的灵活模式使总线处于空闲状态 t_{RESDET} 或 t_{DELAY} ，从而使器件解码和更新短地址。此外，当 FLEX_ADDR_MODE 位具有非零值时，对于任何后续的写入暂存区 1 操作，不应在寄存器暂存区中更新短地址寄存器的字节，以避免覆盖解码后的短地址。

备注

当更新器件配置 2 寄存器中的 OD_EN 和/或 LOCK_EN 位时，主机控制器必须发送 9 个字节并等待 CRC 传输，器件速度的更改或寄存器暂存区的写保护才能生效。如果主机在完整 CRC 传输之前终止传输，则对 OD_EN 和/或 LOCK_EN 的任何更新都不会生效。

9.4.3.3.3 READ SCRATCHPAD-1 (BEh)

该函数由主机发出，用于从寄存器暂存区读取温度结果、状态位和功能寄存器。所选器件会传输寄存器暂存区的前 8 个字节，后跟 8 个字节的 CRC。如果主机要继续执行读取操作，主机将接收接下来的 8 个字节以及最后 8 个字节的 CRC。主机可以通过发出总线复位来随时终止该函数。

9.4.3.3.4 COPY SCRATCHPAD-1 (48h)

该函数由主机发出，用于将暂存区 1 寄存器复制到 EEPROM 配置存储器。如图 9-22 所示，温度警报寄存器、配置寄存器、短地址寄存器、温度偏移和 IO 引脚配置寄存器存储在配置 EEPROM 中。有 9 个字节从寄存器空间复制到 NVM，因此主机必须使总线保持在空闲状态，时间是 EEPROM 编程时间的两倍，然后才能执行下一次访问。

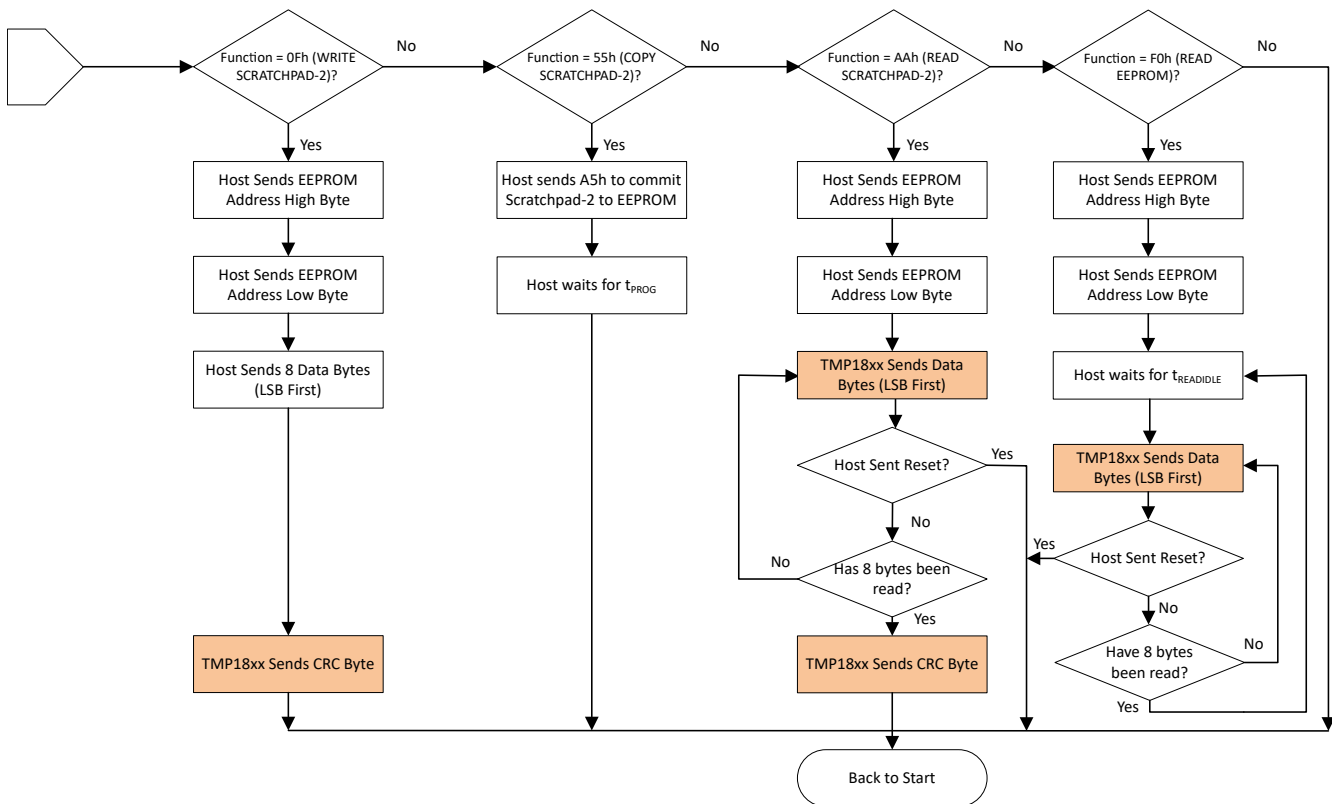


图 9-23. 存储器访问的函数阶段流程图

9.4.3.3.5 WRITE SCRATCHPAD-2 (0Fh)

该函数由主机发出，用于准备使用存储器暂存区将数据写入 EEPROM。

图 9-23 显示主机首先发送 2 个字节作为 EEPROM 地址，然后发送 8 个数据字节。接收到 8 个数据字节后，器件会计算从主机接收到的总共 10 个字节地址和数据的 CRC，以进行数据完整性检查。该函数仅将数据复制到存储

器暂存区，以使主机能够在最终 EEPROM 擦除和编程之前更改数据。此外，主机可以将存储器暂存区用作 8 字节的易失性缓冲区。

该器件不支持 EEPROM 按字节访问。对暂存区的所有访问均以 8 字节为增量完成。因此，主机必须在 8 字节块边界发送地址。图 9-9 表明，任何在非块边界写入数据的尝试都会导致相应 EEPROM 页和块发生数据损坏。

9.4.3.3.6 READ SCRATCHPAD-2 (AAh)

该函数由主机发出，用于读取存储器暂存区的内容。

主机首先发送 2 个字节作为 EEPROM 地址（请参阅图 9-23）。如果 2 个字节的地址与上次执行 WRITE SCRATCHPAD-2 期间发送的地址匹配，则器件通过发送先前写入暂存区 2 缓冲区的 8 字节数据进行响应。主机可以在传输期间随时发送总线复位信号。如果器件发送全部 8 个字节且未接收到总线复位，则器件将发送根据主机发送的 2 字节地址和器件发送给主机的 8 字节数据计算得出的 CRC，以进行数据完整性检查。

如果 EEPROM 地址不匹配，器件应回到开始并等待总线复位以重新启动通信，主机应在总线上接收“1”以进行后续读取。该机制可确保主机可以在 WRITE SCRATCHPAD-2 和 READ SCRATCHPAD-2 期间检测到地址字节损坏，因为数据字节和 CRC 字节都将回读为 FFh。

9.4.3.3.7 COPY SCRATCHPAD-2 (55h)

该函数由主机发出，用于将暂存区 2 的内容复制到 EEPROM。在擦除和编程期间，EEPROM 电流较高，因此，应用必须调整外部上拉电阻的大小，从而确保一个或多个器件汲取足够的电流，或者使用与总线上拉电阻并联的外部 FET/晶体管开关来实施低阻抗电流路径。

主机应用程序必须确保在发送 COPY SCRATCHPAD-2 之前，只能使用用户 EEPROM 中预期位置的地址发出 WRITE SCRATCHPAD-2 或 READ SCRATCHPAD-2。器件存储并使用 WRITE SCRATCHPAD-2 期间发送的地址来标识用户 EEPROM 中应执行复制操作的位置。在执行提交操作时，主机只需通过 A5h 发送一个字节，即可启动从暂存区 2 到用户 EEPROM 的内容复制，复制的地址位置已经事先指定。主机必须在 EEPROM 编程时间内使总线保持空闲状态，然后才能开始在总线上进行任何新的访问。

9.4.3.3.8 READ EEPROM (F0h)

该函数由主机发出，用于直接读取 EEPROM 存储器。

主机发送 2 个字节作为其要读取的 EEPROM 位置地址。然后，器件从该位置开始发送数据字节，直到内部地址指针未到达 EEPROM 的末尾或主机不发出总线复位。如果内部地址指针到达 EEPROM 位置的末尾，器件应在总线上发送 1。在发送 2 个字节作为要访问的 EEPROM 位置的地址后，当在块边界之间移动时，主机必须在 EEPROM 特性指定的 t_{IDLE} 内使总线空闲。此外，在 READ EEPROM 函数期间，该器件的响应中不提供 CRC。

该器件不支持 EEPROM 按字节访问。对存储器的所有访问都以 8 字节为增量完成。因此，主机必须在 8 字节块边界发送地址。如果为非块边界发送地址，则器件应从相应块的开头发送数据，如图 9-9 所示。

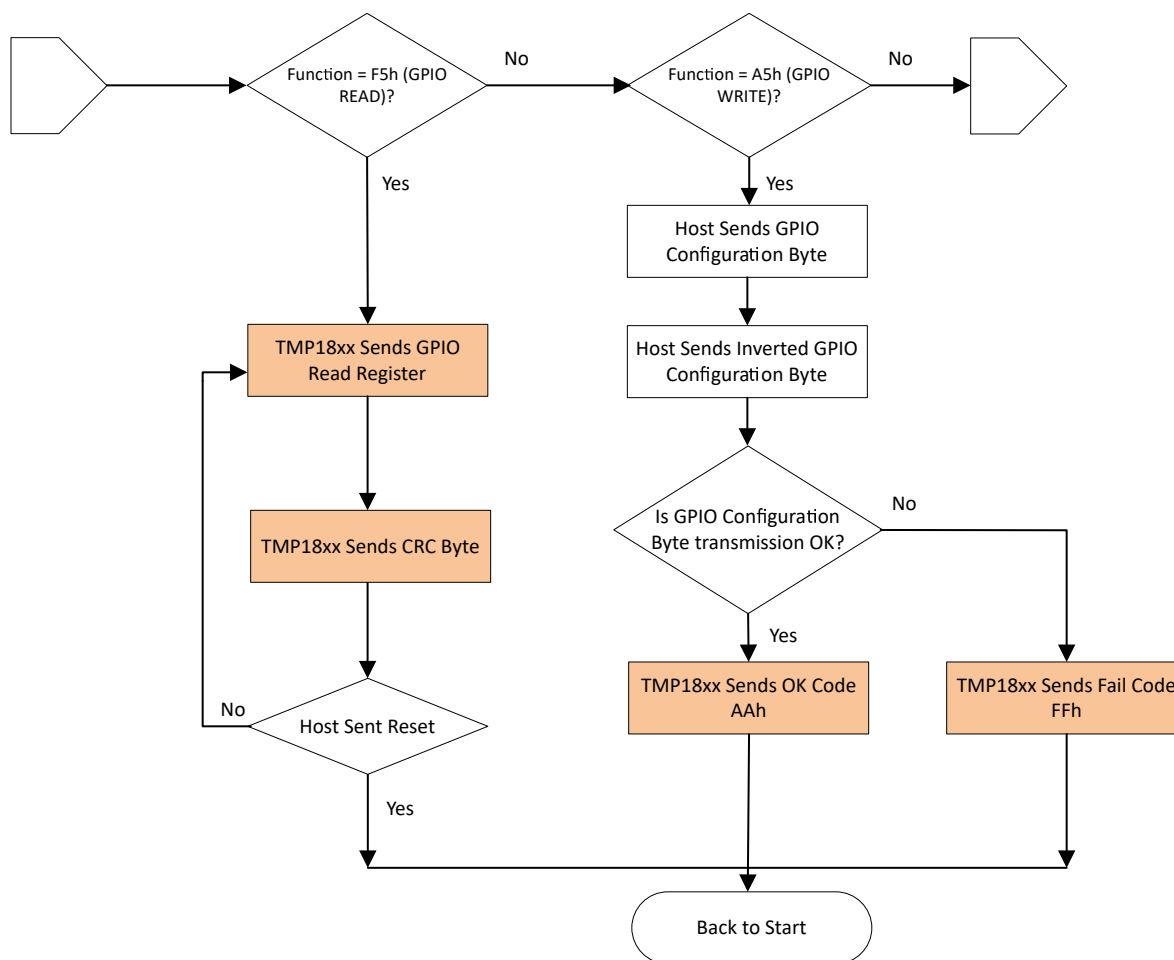


图 9-24. IO 访问的功能相流程图

9.4.3.3.9 GPIO WRITE (A5h)

该函数由主机发出，用于配置和读取 GPIO。

主机发送 IO 配置字节，后跟反相 IO 配置字节值。此操作使器件能够检查由于总线噪声引起的位错误。如果检测到错误，则器件会向主机发送失败代码 FFh，以便主机可以重试。如果未检测到错误，则器件会发送成功代码 AAh。

9.4.3.3.10 GPIO READ (F5h)

该函数由主机发出，用于读取 GPIO。

发出函数后，器件会发送一个具有相应 IO 状态的字节，后跟 IO 状态字节的 CRC。主机可以重复该序列以实施轮询循环。

9.4.4 NVM 运营

TMP1827 器件遵循一个通用过程来对密钥编程、对用户数据编程以及启用针对用户数据和密钥的存储器保护。

9.4.4.1 对用户数据编程

将用户数据编程到存储器会用到 WRITE SCRATCHPAD-2、READ SCRATCHPAD-2 和 COPY SCRATCHPAD-2 函数，如前所述。应用程序必须使用所提供的功能存储器映射中的地址将用户数据写入器件。

1. 主机发出总线复位信号，然后等待响应并针对特定器件发送地址命令。
2. 主机根据功能存储器映射以及 8 字节数据和 1 字节 CRC 发出带有地址的 WRITE SCRATCHPAD-2 以验证传输。
3. 主机发出总线复位信号，然后等待响应并针对特定器件发送地址命令。
4. 主机根据功能存储器映射发出带有地址的 READ SCARTCHPAD-2，然后读取 8 字节数据和 1 字节 CRC，以确保其与前一步中写入的内容相同。
5. 主机发出总线复位信号，然后等待响应并针对特定器件发送地址命令。
6. 主机发出数据字节为 A5h 的 COPY SCRATCHPAD-2，将数据提交到用户 EEPROM。

9.4.4.2 寄存器和存储器保护

TMP1827 为暂存区 1 寄存器和存储器区域提供用户可配置的保护，如下所述。

9.4.4.2.1 暂存区 1 寄存器保护

该器件为整个寄存器映射提供一次性写保护。除 IO 配置外，所有可写寄存器均受写保护。要永久启用写保护，主机控制器必须在[器件配置 2](#) 寄存器中设置 LOCK_EN 位，然后将寄存器复制到配置 EEPROM。对配置 EEPROM 进行编程后，更改将是永久性和不可逆的。

此外，该器件还提供临时写保护机制。如果 LOCK_EN 位未提交到配置 EEPROM，则器件应禁止对寄存器暂存区 1 区域的任何写入，但 IO 配置寄存器除外，只要加电即可。如果器件通过 POR，则应清除 LOCK_EN 位以允许主机更新寄存器暂存区 1。

9.4.4.2.2 用户存储器保护

有关用户存储器保护的更多详细信息，请参阅 [TMP1827 安全编程指南](#)。

9.5 编程

TMP1827 有多种方法可供应用访问用于温度转换和 EEPROM 编程的器件功能。访问多个器件时，必须使用 MATCHADDR 命令以及 64 位器件地址。如果短地址已经过独特地编程，则主机可以使用 FLEXADDR 命令以及 8 位短地址。

以下各节介绍了正确访问器件功能时必须遵循的序列。

9.5.1 单器件温度转换和读取

表 9-5 显示了主机 MCU 在进行温度转换以及随后读取温度结果时必须执行的程序流。由于温度结果是寄存器暂存区 1 的前两个字节，因此主机可以选择在器件发送前两个字节后通过执行总线复位来停止读取。

表 9-5. 单器件温度转换和读取暂存区 1 序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
CONVERTTEMP (44h)		主机发送函数命令以开始温度转换
$t_{\text{DELAY}} + t_{\text{CONV}}$ 期间总线空闲		在温度转换期间，总线保持空闲状态（高电平）
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
READ SCRATCHPAD-1 (BEh)		主机发送函数命令以读取寄存器暂存区 1
	TEMP_RESULT_L	器件发送温度结果 LSB 寄存器
	TEMP_RESULT_H	器件发送温度结果 MSB 寄存器
	STATUS_REG	（主机可选读取）器件发送状态寄存器
	FFh	（主机可选读取）器件发送保留字节
	CONFIG_REG1	（主机可选读取）器件发送配置 1 寄存器
	CONFIG_REG2	（主机可选读取）器件发送配置 2 寄存器
	SHORT_ADDR	（主机可选读取）器件发送短地址寄存器
	FFh	（主机可选读取）器件发送保留字节
	CRC	（主机可选读取）器件在前 8 个字节中发送 CRC
	TEMP_ALERT_LOW_L	（主机可选读取）器件发送温度警报下限 LSB 寄存器
	TEMP_ALERT_LOW_H	（主机可选读取）器件发送温度警报下限 MSB 寄存器
	TEMP_ALERT_HIGH_L	（主机可选读取）器件发送温度警报上限 LSB 寄存器
	TEMP_ALERT_HIGH_H	（主机可选读取）器件发送温度警报上限 MSB 寄存器
	TEMP_OFFSET_L	（主机可选读取）器件发送温度偏移 LSB 寄存器
	TEMP_OFFSET_H	（主机可选读取）器件发送温度偏移 MSB 寄存器
	FFh	（主机可选读取）器件发送保留字节
	FFh	（主机可选读取）器件发送保留字节
	CRC	（主机可选读取）器件在最后 8 个字节上发送 CRC

9.5.2 多器件温度转换和读取

表 9-6 显示了主机 MCU 为多器件进行温度转换以及随后读取温度结果而必须执行的程序流。主机必须使用 MATCHADDR 命令或 FLEXADDR 命令来寻址总线上的每个器件，因为这些器件不会对读取函数进行仲裁。

表 9-6. 多器件温度转换和读取暂存区 1 序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
CONVERTTEMP (44h)		主机发送函数命令以开始温度转换
$t_{\text{DELAY}} + t_{\text{CONV}}$ 期间总线空闲		在温度转换期间, 总线保持空闲状态 (高电平)
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 1
READ SCRATCHPAD-1 (BEh)		主机发送函数命令以读取寄存器暂存区 1
	TEMP_RESULT_L	器件 1 发送温度结果 LSB 寄存器
	TEMP_RESULT_H	器件 1 发送温度结果 MSB 寄存器
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 2
READ SCRATCHPAD-1 (BEh)		主机发送函数命令以读取寄存器暂存区 1
	TEMP_RESULT_L	器件 2 发送温度结果 LSB 寄存器
	TEMP_RESULT_H	器件 2 发送温度结果 MSB 寄存器

9.5.3 寄存器暂存区 1 更新和提交

表 9-7 显示了主机更新寄存器暂存区并提交到配置 EEPROM 时必须执行的序列。主机必须先读取暂存区, 以确保能够对寄存器执行正确的读取修改写入操作, 然后再将这些寄存器复制到配置 EEPROM 中。

如果主机只有一个器件, 或者应用程序可以保证总线没有损坏, 则可以使用 SKIPADDR 命令以相同的设置全局更新并提交寄存器暂存区。但是, 一旦提交和锁定, 主机就无法再更新位置, 因此 TI 强烈建议主机在运行提交操作之前仍读取位置。

表 9-7. 寄存器暂存区 1 更新和编程配置 EEPROM

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 个字节用于选择器件 1
READ SCRATCHPAD-1 (BEh)		主机发送函数命令以读取寄存器暂存区 1
	16 个寄存器字节 + 2 个 CRC 字节	器件发送前 8 个寄存器暂存区 1 字节后跟 CRC 字节, 然后发送最后 8 个寄存器暂存区 1 字节后跟 CRC 字节
复位		
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 个字节用于选择器件 1
WRITE SCRATCHPAD-1 (4Eh)		主机发送函数命令以写入寄存器暂存区 1

表 9-7. 寄存器暂存区 1 更新和编程配置 EEPROM (continued)

主机到器件	器件到主机	注释
9 个寄存器字节		主机发送更新后的 9 个寄存器暂存区 1 字节
	CRC	器件发送寄存器字节的 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 个字节用于选择器件 1
COPY SCRATCHPAD-1 (48h)		主机发送函数命令将 COPY SCRATCHPAD-1 写入配置 EEPROM
寄存器在 t_{PROG} 期间总线空闲		在配置 EEPROM 擦除/编程期间，总线保持空闲状态（高电平）

9.5.4 单器件 EEPROM 编程和验证

表 9-8 显示了主机更新 EEPROM 时必须执行的正确过程。与单个器件通信时，主机可以使用 SKIPADDR 命令。但是，当与多个器件通信时，主机必须使用 MATCHADDR 命令或 FLEXADDR 命令来寻址正确的器件。主机首先写入 EEPROM 暂存区，接着将其读回以验证内容，然后再将内容复制到用户 EEPROM。复制命令与限定符字节 A5h 一同发出，并且总线在 EEPROM 的擦除和编程期间保持空闲。主机应针对每 8 字节页重复该序列。对位置进行编程后，主机可以使用起始地址来发出 READ EEPROM 函数，以读取所有字节。器件应读回页大小的字节数，并在每页之后放置一个 CRC 字节，以确保主机能够在较小的数据包中使用 CRC 识别位损坏。

只要主机继续执行读操作，器件就应读回 8 字节数据后跟 CRC 字节。当器件到达 EEPROM 块的末尾时，器件应将所有 1 返回主机。

表 9-8. 单器件 EEPROM 编程和验证序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
WRITE SCRATCHPAD-2 (0Fh)		主机发送函数命令以写入暂存区 2
2 字节 EEPROM 地址		主机发送 2 字节 EEPROM 地址，其中数据的写入顺序必须是 MSB 在前、LSB 在后。
8 字节数据		主机发送 8 字节数据作为 EEPROM 地址
	CRC	器件发送地址和数据的 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
READ SCRATCHPAD-2 (AAh)		主机发送函数命令以读取暂存区 2 的内容
2 字节 EEPROM 地址		主机发送 2 字节 EEPROM 地址，数据的写入顺序为 MSB 在前、LSB 在后
	8 字节数据	器件发送来自暂存区 2 的 8 个字节
	CRC	器件发送 8 个字节的 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
COPY SCRATCHPAD-2 (55h)		主机发送函数命令将暂存区 2 复制到 EEPROM
A5h		主机发送 EEPROM 编程的限定符字节
t_{PROG} 期间总线空闲		在 EEPROM 编程期间，总线保持空闲状态（高电平）

表 9-8. 单器件 EEPROM 编程和验证序列 (continued)

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
READ EEPROM (F0h)		主机发送函数命令以读取 EEPROM
2 字节 EEPROM 地址		主机向 EEPROM 发送 2 字节地址以读取数据
t _{READIDLE} 期间总线空闲		总线在读取期间保持在空闲状态 (高电平) 以预取数据
	8 字节数据	器件从 EEPROM 地址发送 8 个字节
	CRC	器件发送 8 个字节的 CRC
t _{READIDLE} 期间总线空闲		总线在读取期间保持在空闲状态 (高电平) 以预取数据

9.5.5 单器件 EEPROM 页面锁定操作

如表 9-8 中所示成功对器件 EEPROM 进行编程后，主机应执行表 9-9 中所示的序列，以对 EEPROM 页面进行写保护。

表 9-9. 单器件 EEPROM 页面锁定序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
WRITE SCRATCHPAD-2 (0Fh)		主机发送函数命令以写入暂存区 2
80h		主机发送页面保护字节
0Nh		主机发送要锁定的页码
55h		主机发送锁定代码字节
	CRC	器件发送 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
READ SCRATCHPAD-2 (AAh)		主机发送函数命令以读取暂存区 2 的内容
80h		主机发送页面保护字节
0Nh		主机发送要锁定的页码
	55h	器件发送锁定代码字节
	CRC	器件发送 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
SKIPADDR (CCh)		主机发送地址命令以选择所有器件
COPY SCRATCHPAD-2 (55h)		主机发送函数命令来锁定页面
A5h		主机发送 EEPROM 编程的限定符字节
t _{PROG} 期间总线空闲		在 EEPROM 编程期间，总线保持空闲状态 (高电平)

9.5.6 多器件 IO 读取

表 9-10 显示了主机 MCU 为读取器件 IO 而必须执行的程序流。主机会选择要与之通信的器件并发出 GPIO READ 函数，该器件返回 IO 读取寄存器值以及字节的 CRC。此时，该器件应再次对 IO 进行采样。如果主机在采样期间发出总线复位信号，该器件应终止更新过程并保留最后一个采样值。如果主机继续，该器件应发回新的采样值。

表 9-10. 多器件 GPIO 读取序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 1
GPIO READ (F5h)		主机发送用于 GPIO 读取的函数命令
	IO 读取寄存器	器件对 GPIO 进行采样并发送 IO 读取寄存器数据
	CRC	器件发送 CRC
	IO 读取寄存器	器件对 GPIO 进行采样并发送 IO 读取寄存器数据
	CRC	器件发送 CRC
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 2 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 2
GPIO READ (F5h)		主机发送用于 GPIO 读取的函数命令
	IO 读取寄存器	器件对 GPIO 进行采样并发送 IO 读取寄存器数据
	CRC	器件发送 CRC

9.5.7 多器件 IO 写入

表 9-11 显示了主机 MCU 为器件配置 IO 而必须执行的程序流。主机会选择要与之通信的器件并发出 GPIO WRITE 函数。然后，主机应发送 IO 配置寄存器，后跟一个反相值，使器件能够检查是否存在任何总线传输错误。如果主机接收到除 AAh 以外的任何返回代码，则必须发送总线复位来终止事务，并再次写入 IO 配置寄存器。如果主机计划连续读取器件，则必须发送总线复位并启动 GPIO READ 函数。

表 9-11. 多器件 GPIO 写入序列

主机到器件	器件到主机	注释
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 1 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 1
GPIO WRITE (A5h)		主机发送用于 GPIO 写入的函数命令
IO 配置数据		主机发送 IO 配置数据
IO 配置数据		主机发送反相 IO 配置数据
	返回代码	器件返回 AAh 表示写入成功，而 FFh 表示错误
复位		主机发送复位以初始化通信
	复位应答	器件响应初始化
MATCHADDR (55h)		主机发送地址命令以选择特定器件
器件 2 地址		主机发送 8 字节器件地址以选择器件 2
GPIO WRITE (A5h)		主机发送用于 GPIO 写入的函数命令
IO 配置数据		主机发送 IO 配置数据
IO 配置数据		主机发送反相 IO 配置数据
	返回代码	器件返回 AAh 表示写入成功，而 FFh 表示错误

9.6 寄存器映射

表 9-12. 寄存器映射

暂存区 1 字节	类型	复位	寄存器名称	寄存器说明	章节
00h	RO	00h	TEMP_RESULT_L	温度结果 LSB 寄存器	转到
01h	RO	00h	TEMP_RESULT_H	温度结果 MSB 寄存器	转到
02h	RO	3xh	STATUS_REG	状态寄存器	转到
03h	RO	FFh	保留	保留	
04h	R/W	70h	CONFIG_REG1	器件配置 1 寄存器	转到
05h	R/W	80h	CONFIG_REG2	器件配置 2 寄存器	转到
06h	R/W	00h	SHORT_ADDR	短地址寄存器	转到
07h	RO	FFh	保留	保留	
08h	R/W	00h	TEMP_ALERT_LOW_L	温度警报下限 LSB	转到
09h	R/W	00h	TEMP_ALERT_LOW_H	温度警报下限 MSB	转到
0Ah	R/W	F0h	TEMP_ALERT_HIGH_L	温度警报上限 LSB	转到
0Bh	R/W	07h	TEMP_ALERT_HIGH_H	温度警报上限 MSB	转到
0Ch	R/W	00h	TEMP_OFFSET_L	温度偏移 LSB 寄存器	转到
0Dh	R/W	00h	TEMP_OFFSET_H	温度偏移 MSB 寄存器	转到
0Eh	RO	FFh	保留	保留	
0Fh	RO	FFh	保留	保留	
—	RO	F0h	IO_READ	IO 读取寄存器	转到
—	WO	00h	IO_CONFIG	IO 配置寄存器	转到

表 9-13. 访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
RC	R C	读取 以清除
R-0	R -0	读取 返回 0
写入类型		
W	W	写入
W0CP	W 0C P	W 0 以清除 需要访问权限
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

9.6.1 温度结果 LSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 00h) [复位 = 00h]

该寄存器是 16 位温度结果读取的一部分，用于存储最近一次转换输出的最低有效字节。上电后，寄存器在第一次转换完成前的值为 00h。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-25. 温度结果 LSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_RESULT[7:0]							
R-00h							

表 9-14. 温度结果 LSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	TEMP_RESULT[7:0]	R	00h	存储最近一次温度转换结果的 LSB。

9.6.2 温度结果 MSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 01h) [复位 = 00h]

该寄存器是 16 位温度结果读取的一部分，用于存储最近一次转换输出的最高有效字节。上电后，寄存器在第一次转换完成前的值为 00h。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-26. 温度结果 MSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_RESULT[15:8]							
R-00h							

表 9-15. 温度结果 MSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	TEMP_RESULT[15:8]	R	00h	存储最近一次温度转换结果的 MSB。

9.6.3 状态寄存器 (暂存-1 偏移 = 02h) [复位 = 3Ch]

该寄存器提供警报标志、数据就绪、功率模式、仲裁完成和器件锁定的状态。在器件配置 EEPROM 被应用锁定后，锁定标志会被置位。仲裁完成标志在器件成功发送其器件地址后设置，仅在配置寄存器中的 ARB_MODE 位清零时才清除。电源模式状态标志值是根据上电时检测到的器件所用的供电技术确定的，并在每次总线复位期间进行更新。

警报标志在最新的转换结果可用后设置，并在主机应用程序读取状态寄存器时清除。在警报模式下，警报标志一旦设置，便无法由器件清除，即使最后一次转换的结果在警报限值之间也是如此。

完成一次转换后，会设置数据就绪标志。当主机控制器读取状态寄存器时，它会自动清除。

返回 [寄存器映射](#)。

图 9-27. 状态寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ALERT_HIGH	ALERT_LOW	保留		DATA_READY	POWER_MODE	ARB_DONE	LOCK_STATUS
RC-0b	RC-0b	R-11b		RC-0b	R-xb	R-0b	R-0b

表 9-16. 状态寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	ALERT_HIGH	R/RC	0b	警报上限状态标志 0b = 最后一个温度转换结果小于警报上限 1b = 最后一个温度转换结果大于或等于警报上限 当 IO2 引脚配置为实现警报功能时，该引脚上的警报上限状态标志可用
6	ALERT_LOW	R/RC	0b	警报下限状态标志 0b = 最后一个温度转换结果大于警报下限 1b = 最后一个温度转换结果小于或等于警报下限 当 IO2 引脚配置为实现警报功能时，该引脚上的警报下限标志可用
5:4	保留	R	11b	保留
3	DATA_VALD	RC	0b	数据有效状态标志 0b = 温度结果寄存器中无更新 1b = 温度结果寄存器在转换后更新 当主机控制器读取状态寄存器时，数据有效标志会自动清除
2	POWER_MODE	R	xb	器件电源模式标志。 0b = V _{DD} 供电模式 1b = 总线供电模式
1	ARB_DONE	R	0b	仲裁完成标志 0b = 仲裁未完成或未启用 1b = 仲裁已完成
0	LOCK_STATUS	R	0b	锁定状态标志。 0b = 器件配置寄存器可以更新 1b = 器件配置寄存器无法更新

9.6.4 器件配置-1 寄存器 (暂存-1 偏移 = 04h) [复位 = 70h]

使用此寄存器配置器件功能，如温度数据格式、警报模式、平均值计算和转换类型（总线供电模式下的单次转换、自动转换和堆叠转换以及 V_{DD} 供电模式下的单次转换或连续转换）。主机可以使用 COPY_SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回 [寄存器映射](#)。

图 9-28. 器件配置 1 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_FMT	保留	CONV_TIME_SEL	ALERT_MODE	AVG_SEL	CONV_MODE_SEL[2:0]		
RW-0b	RW-1b	RW-1b	RW-1b	RW-0b	RW-000b		

表 9-17. 器件配置 1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	TEMP_FMT	RW	0b	选择温度格式。 0b = 12 位传统格式 1b = 16 位高精度格式
6	保留	RW	1b	保留。主机必须始终将此位写为 1b。
5	CONV_TIME_SEL	RW	1b	选择 ADC 转换时间 0b = 3ms / 1b = 5.5ms
4	ALERT_MODE	RW	1b	警报引脚功能仅在 V_{DD} 供电模式下可用 0b = 警报引脚在警报模式工作 1b = 警报引脚在比较器模式下工作
3	AVG_SEL	RW	0b	转换平均值计算选择 0b = 无平均值计算 1b = 8 个背靠背转换的平均值计算
2:0	CONV_MODE_SEL[2:0]	RW	000b	转换模式选择位。 当器件处于总线供电模式时： 000b = 使用 CONVERT_TEMP 函数的默认单次转换模式 001b = 启用堆叠转换模式。启用后，使用短地址将实际转换开始时间与转换请求时间错开。 010b = 启用自动温度转换模式 011b - 111b = 保留。未指定器件行为。 当器件处于 V_{DD} 供电模式时： 000b = 使用 CONVERT_TEMP 函数的默认单次转换模式 001b = 每 8 秒进行一次转换 010b = 每 4 秒进行一次转换 011b = 每 2 秒进行一次转换 100b = 每 1 秒进行一次转换 101b = 每 0.5 秒进行一次转换 110b = 每 0.25 秒进行一次转换 111b = 每 0.125 秒进行一次转换

9.6.5 器件配置-2 寄存器 (暂存-1 偏移 = 05h) [复位 = 80h]

此寄存器用于配置过驱使能、灵活地址模式、地址发现期间的仲裁模式以及警报状态的迟滞。该寄存器可用于锁定器件的可写寄存器。除 FLEX_ADDR_MODE 之外的所有寄存器位都可以使用 COPY_SCRATCHPAD-1 函数命令存储在配置 EEPROM 中，并可在上电复位时恢复。

备注

1. 设置锁定使能位时，应用必须发送所有暂存区 1 数据字节，并从器件读取 CRC，然后过驱位的更改才会生效。
2. 当选择 FLEX_ADDR_MODE 来解码电阻或 IO 引脚时，在发送器件配置 2 寄存器字节后，总线必须在 t_{RESDET} 内进入空闲状态。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-29. 器件配置 2 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
OD_EN	FLEX_ADDR_MODE[1:0]		ARB_MODE[1:0]		HYSTERESIS[1:0]		LOCK_EN
RO-1b	RW-00b		RW-00b		RW-00b		RW-0b

表 9-18. 器件配置 2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	OD_EN	RO	1b	过驱模式使能 0b = 禁用过驱速度 1b = 启用过驱速度 设置该位后不能通过主机写入来清除，并且只能通过标准速度复位信号自动清除。
6:5	FLEX_ADDR_MODE[1:0]	RW	00b	灵活的地址模式选择。 00b = 短地址寄存器由主机更新 01b = 短地址寄存器由 IO 引脚解码更新 10b = 短地址寄存器由电阻器解码更新 11b = 短地址寄存器由合并的 IO 和电阻器地址解码更新 仅当检测到位设置发生变化时，灵活的地址模式选择才会生效。
4:3	ARB_MODE[1:0]	RW	00b	仲裁模式 00b = 禁用器件仲裁 01b = 保留 10bh = 在软件兼容模式下启用器件仲裁 11b = 启用快速仲裁模式 仅当地址命令为 SEARCHADDR 时，仲裁功能才适用。其他命令和函数不受 ARB_MODE 位的影响。
2:1	HYSTERESIS[1:0]	RW	00b	警报迟滞选择 00b = 5°C 迟滞 01b = 10°C 迟滞 10b = 15°C 迟滞 11b = 20°C 迟滞
0	LOCK_EN	RW	0b	寄存器保护使能位 0b = 禁用寄存器保护 1b = 启用寄存器保护。 设置此位时，无法通过写入暂存区 1 来清除该位，从而解锁寄存器保护。启用该功能后，可防止应用写入温度偏移、温度警报下限、温度警报上限、短地址和器件配置寄存器。 见上文注 1。

9.6.6 短地址寄存器 (暂存-1 偏移 = 06h) [复位 = 00h]

该寄存器用于对器件的短地址进行编程。主机可以使用 COPY_SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。如 [灵活器件地址](#) 所述，特定的短地址解码值会叠加在解码后恢复到短地址寄存器的非易失性存储器内容上。

当 FLEX_ADDR_MODE 位的值为 “00b” 时，主机可以更新短地址寄存器。当 FLEX_ADDR_MODE 位不是 “00b” 时，对寄存器的任何写入都应被器件忽略。

返回 [寄存器映射](#)。

图 9-30. 短地址寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
SHORT_ADDRESS[7:0]							
RW-00h							

表 9-19. 短地址寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	SHORT_ADDRESS[7:0]	RW	00h	存储器件的短地址，可用于在不发送 64 位唯一器件地址的情况下访问器件。在堆叠转换模式中，短地址也用于错开有源转换。

9.6.7 温度警报低 LSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 08h) [复位 = 00h]

该寄存器为低温警报阈值提供 **LSB**，以便与最新的温度转换结果进行比较。首次上电时的寄存器具有以旧格式设置的警报阈值。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。如果最新的温度转换结果小于设定的阈值，则器件应更新状态寄存器中的警报下限状态标志，在 **ALERTSEARCH** 命令期间用为警报标记的状态位进行响应，并在器件处于 V_{DD} 供电模式时将警报引脚设置为低电平。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 **COPY SCRATCHPAD-1** 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-31. 温度警报下限 LSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ALERT_LOW[7:0]							
RW-00h							

表 9-20. 温度警报下限 LSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	ALERT_LOW[7:0]	RW	00h	存储警报下限的 LSB，以便与最后一个温度转换结果进行比较

9.6.8 温度警报低 MSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 09h) [复位 = 00h]

该寄存器为低温警报阈值提供 **MSB**，以便与最新的温度转换结果进行比较。首次上电时的寄存器具有以旧格式设置的警报阈值。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。如果最新的温度转换结果小于设定的阈值，则器件应更新状态寄存器中的警报下限状态标志，在 **ALERTSEARCH** 命令期间用为警报标记的状态位进行响应，并在器件处于 V_{DD} 供电模式时将警报引脚设置为低电平。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 **COPY SCRATCHPAD-1** 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

表 9-21. 温度警报下限 MSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ALERT_LOW[15:8]							
RW-00h							

表 9-22. 温度警报下限 MSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	ALERT_LOW[15:8]	RW	00h	存储警报下限的 MSB，以便与最后一个温度转换结果进行比较

9.6.9 温度警报高 LSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 0Ah) [复位 = F0h]

该寄存器为高温警报阈值提供 LSB，以便与最新的温度转换结果进行比较。首次上电时的寄存器具有以旧格式设置的警报阈值。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。如果最新的温度转换结果大于设定的阈值，则器件应更新状态寄存器中的警报上限状态标志，在 ALERTSEARCH 命令期间用为警报标记的状态位进行响应，并在器件处于 V_{DD} 供电模式时将警报引脚设置为低电平。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 COPY SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-32. 温度警报上限 LSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ALERT_HIGH[7:0]							
RW-F0h							

表 9-23. 温度警报上限 LSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	ALERT_HIGH[7:0]	RW	F0h	存储警报上限的 LSB，以便与最后一个温度转换结果进行比较

9.6.10 温度警报高 MSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 0Bh) [复位 = 07h]

该寄存器为高温警报阈值提供 MSB，以便与最新的温度转换结果进行比较。首次上电时的寄存器具有以旧格式设置的警报阈值。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。如果最新的温度转换结果大于设定的阈值，则器件应更新状态寄存器中的警报上限状态标志，在 ALERTSEARCH 命令期间用为警报标记的状态位进行响应，并在器件处于 V_{DD} 供电模式时将警报引脚设置为低电平。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 COPY SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-33. 温度警报上限 MSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
ALERT_HIGH[15:8]							
RW-07h							

表 9-24. 温度警报上限 MSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	ALERT_HIGH[15:8]	RW	07h	存储警报上限的 MSB，以便与最后一个温度转换结果进行比较

9.6.11 温度偏移 LSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 0Ch) [复位 = 00h]

该寄存器用于存储温度传感器偏移校准的 LSB。首次上电时的寄存器以旧格式设置温度偏移。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。每次温度转换后，偏移校准都会自动应用于温度结果，然后存储在 TEMP_RESULT_L 和 TEMP_RESULT_H 寄存器中。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 COPY SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-34. 温度偏移 LSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_OFFSET_L[7:0]							
RW-00h							

表 9-25. 温度偏移 LSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	TEMP_OFFSET_L[7:0]	RW	00h	存储温度结果的偏移校正 LSB

9.6.12 温度偏移 MSB 寄存器 (暂存-1 偏移 = 0Dh) [复位 = 00h]

该寄存器用于存储温度传感器偏移校准的 MSB。首次上电时的寄存器以旧格式设置温度偏移。如果格式发生变化，则应用程序必须以新格式更新寄存器。每次温度转换后，偏移校准都会自动应用于温度结果，然后存储在 TEMP_RESULT_L 和 TEMP_RESULT_H 寄存器中并与限值寄存器进行比较。

寄存器的出厂状态格式是旧模式。主机可以使用 COPY SCRATCHPAD-1 函数命令将更新后的设置存储到配置 EEPROM 中。上电复位时，寄存器设置会自动从配置 EEPROM 恢复。

返回[寄存器映射](#)。

图 9-35. 温度偏移 MSB 寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
TEMP_OFFSET_H[15:8]							
RW-00h							

表 9-26. 温度偏移 MSB 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:0	TEMP_OFFSET_H[15:8]	RW	00h	存储温度结果的偏移校正 MSB

9.6.13 IO 读取寄存器 [复位 = F0h]

该寄存器用于读取 IO0 至 IO3 引脚的状态。当主机发出 GPIO READ 函数时，寄存器值会更新。当 IO2 配置为用作警报引脚时，它会提供警报引脚的状态。

返回寄存器映射。

图 9-36. IO 读取寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
nIO3_STATE	nIO2_STATE	nIO1_STATE	nIO0_STATE	IO3_STATE	IO2_STATE	IO1_STATE	IO0_STATE
R-1b	R-1b	R-1b	R-1b	R-0b	R-0b	R-0b	R-0b

表 9-27. IO 读取寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7	nIO3_STATE	R	1b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO3 引脚的反相值
6	nIO2_STATE	R	1b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO2 引脚的反相值
5	nIO1_STATE	R	1b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO1 引脚的反相值
4	nIO0_STATE	R	1b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO0 引脚的反相值
3	IO3_STATE	R	0b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO3 引脚的值
2	IO2_STATE	R	0b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO2 引脚的值
1	IO1_STATE	R	0b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO1 引脚的值
0	IO0_STATE	R	0b	当配置为数字输入或输出时，读取 IO0 引脚的值

9.6.14 IO 配置寄存器 [复位 = 00h]

该寄存器用于为器件上标有 IO0-IO3 的引脚选择 IO 功能。当选择用作数字开漏输出时，该引脚应能够在外部驱动 0 或 1 来控制 IO0 至 IO3 引脚上的开漏输出。在总线供电模式下，不得将连接到 SDQ 并用于短地址的 IO 配置为输出，因为这可能会导致 SDQ 线路驱动为低电平。TI 强烈建议在 IO 引脚和 SDQ 之间使用一个 20KΩ 电阻器。

返回寄存器映射。

图 9-37. IO 配置寄存器

7	6	5	4	3	2	1	0
IO3_SEL[1:0]	IO2_SEL[1:0]	IO1_SEL[1:0]	IO0_SEL[1:0]				
WO-00b	WO-00b	WO-00b	WO-00b				

表 9-28. IO 配置寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
7:6	IO3_SEL[1:0]	WO	00b	选择 IO 的功能 00b = IO3 配置为输入缓冲区且可读取 01b = 保留 10b = IO3 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为“0” 11b = IO3 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为高阻态
5:4	IO2_SEL[1:0]	WO	00b	选择 IO 的功能 00b = IO2 配置为输入缓冲区且可读取 01b = IO2 配置为开漏低电平有效警报 10b = IO2 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为“0” 11b = IO2 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为高阻态
3:2	IO1_SEL[1:0]	WO	00b	选择 IO 的功能 00b = IO1 配置为输入缓冲区且可读取 01b = 保留 10b = IO1 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为“0” 11b = IO1 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为高阻态

表 9-28. IO 配置寄存器字段说明 (continued)

位	字段	类型	复位	说明
1:0	IO0_SEL[1:0]	WO	00b	选择 IO 的功能 00b = IO0 配置为输入缓冲区且可读取 01b = 保留 10b = IO0 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为“0” 11b = IO0 配置为开漏模式中的输出且 IO 驱动为高阻态

10 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

10.1 应用信息

TMP1827 可在电源供电或总线供电模式下作为 1-Wire 半双工总线运行。TMP1827 配备一个具有集成 2Kb 用户 EEPROM 和 SHA-256-HMAC 身份验证的热传感器，适用于因空间受限而需要识别较少元件数量的应用。该器件还具有集成 CRC，可用于确保通信期间的数据完整性。

总线供电模式为那些没有专门电源引脚的应用而设计，并可降低布线成本。由于热转换和 EEPROM 操作期间的器件电流消耗很低，器件可能不需要低阻抗电流路径，因此无需额外的 FET 或负载开关和电流限制电阻器来绕过总线上拉电阻。必须正确选择在总线供电模式下使用的上拉电阻的大小，确保在热转换和 EEPROM 操作期间能够提供足够的电流，并且输入引脚电压不会下降至低于 $V_{IH(MIN)}$ 。

此外，如果主机在总线供电模式下运行时必须复位器件，则主机必须将通信线路拉至低电平，至少持续 50ms。这样可让器件的内部电容器放电，并使器件做好上电复位的准备。

10.2 典型应用

10.2.1 总线供电应用

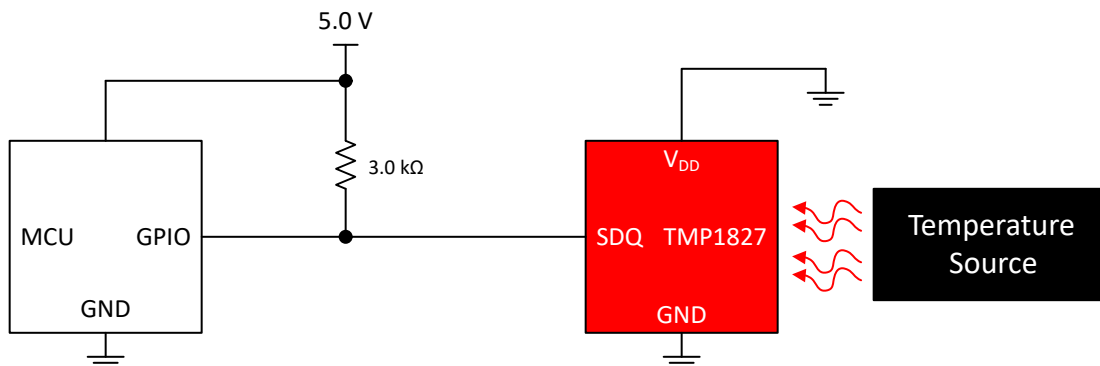


图 10-1. 总线供电应用

10.2.1.1 设计要求

对于该设计示例，请使用下面列出的参数：

表 10-1. 设计参数

参数	值
电源模式	总线供电 (V_{DD} 引脚连接至 GND)
电源 (V_{DD})	5.0V
上拉电阻范围 (R_{PUR})	1.2kΩ 至 3.33kΩ

10.2.1.2 详细设计过程

为了减少导线数，TMP1827 的总线供电模式是主要运行模式。器件的 V_{DD} 引脚必须连接到 GND，器件的 SDQ 引脚必须通过上拉电阻连接到主机 GPIO。

要计算上拉电阻范围，请将 V_{PUR} 、 $V_{OL(MAX)}$ 、 $V_{IH(MIN)}$ 和 $I_{PU(MIN)}$ 的值代入 [方程式 2](#)，其中 $V_{PUR} > 2.0V$ 。

$$\frac{(5.0 - 0.4)}{4 \times 10^{-3}} < R_{PUR} < \frac{(5.0 - 4.0)}{300 \times 10^{-6}} \quad (3)$$

$$1.15 \text{ k}\Omega < R_{PUR} < 3.33 \text{ k}\Omega \quad (4)$$

然后，可以根据通信速度和总线或电缆寄生电容来调整上拉电阻的实际值。

当激活 V_{DD} 时，TMP1827 通过上拉电阻汲取电流，为其内部电容器充电。当内部电容器充电至上拉电压时，主机可以开始通信。当主机将其 GPIO 置于高阻抗状态时，总线空闲状态为高电平，由上拉电阻维持此状态。

当 SDQ 引脚为低电平时，TMP1827 使用存储的电荷运行，并测量低电平周期以解码主机发送的总线复位、逻辑高电平和逻辑低电平。同样，当主机从 TMP1827 读取数据时，它会将总线的状态从高电平变为低电平，并释放总线。根据器件必须发送逻辑低电平还是逻辑高电平，器件应将总线保持在低电平或立即释放总线。

10.2.2 电源供电类应用

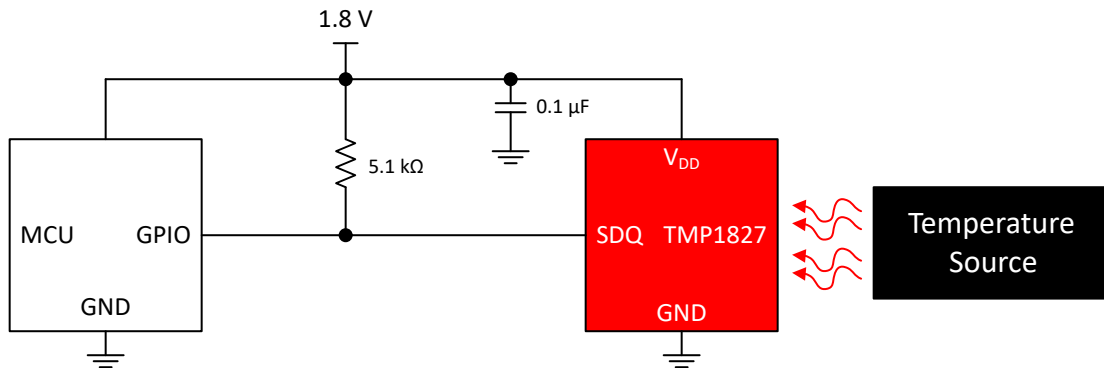


图 10-2. 电源供电类应用

10.2.2.1 设计要求

对于该设计示例，请使用下面列出的参数：

表 10-2. 设计参数

参数	值
电源模式	V_{DD} 供电
电源 (V_{DD})	1.8V
上拉电阻 (R_{PUR})	5.1k Ω

10.2.2.2 详细设计过程

电源供电模式使用与主机和上拉电阻连接到同一电源轨的 V_{DD} 引脚。TI 建议在靠近 TMP1827 V_{DD} 引脚的位置放置一个 0.1 μ F 旁路电容器。

值为 5.1k Ω 的上拉电阻足够大，能够以标准速度提供适当的通信，并可在器件向主机发送数据时避免超过 V_{OL} 。用户可以根据总线的总负载和应用工作要求更改该值。

电源供电模式的通信协议与总线供电模式的通信协议相同，这样就可以重复使用整个软件栈。因为这种工作模式提供连续转换和警报功能，所以它对板载热检测应用非常有用。

10.2.3 UART 通信接口

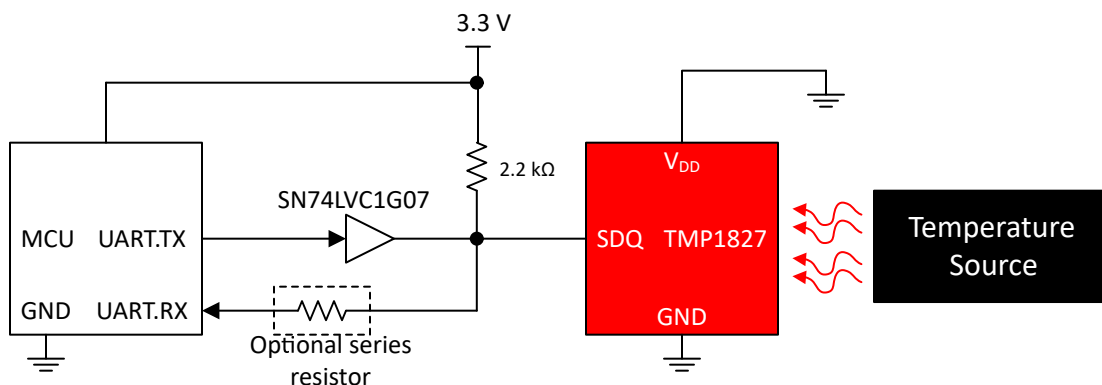


图 10-3. 使用 UART 进行连接 TMP1827

10.2.3.1 设计要求

对于该设计示例，请使用下面列出的参数：

表 10-3. 设计参数

参数	值
电源模式	总线供电
电源 (V_{DD})	3.3V
上拉电阻范围 (R_{PUR})	750Ω 至 2.2kΩ

10.2.3.2 详细设计过程

如果由于任何原因而导致无法使用 GPIO 进行通信，也可以使用大多数主机控制器上提供的 UART 外设与 TMP1827 连接。UART 是一种推挽式全双工总线，为了与 TMP1827 连接，它需要一个具有开漏驱动器的缓冲器，如 SN74LVC1G07。

缓冲器的输入连接到 UART 发送引脚，缓冲器的输出连接到 TMP1827 上的 SDQ 引脚。缓冲器的输出也连接到主机上的 UART 接收引脚。由于输出为漏极开路，它需要一个上拉电阻，其阻值可通过方程式 2 计算得出，其中 $V_{PUR} > 2.0V$ 。代入以下值： $V_{PUR} = 3.3V$ ， $V_{OL(MAX)} = 0.4V$ ， $V_{IH(MIN)} = 2.64V$ 和 $I_{PU(MIN)} = 300\mu A$ ，所选的 R_{PUR} 值必须大于 725Ω 且小于 2.2kΩ。

在软件中，应用必须调整其波特率，以便通过发送 00h 来将总线复位发送到器件。UART 帧的起始位始终为 0，为发送到 TMP1827 的数据提供所需的下降沿。当向器件发送逻辑高电平时，UART 应向 TMP1827 发送 FFh，而在向器件发送逻辑低电平时，UART 应发送 C0h。由于 UART 是全双工总线，主机在进行发送操作期间，必须清除其接收缓冲区。

当从 TMP1827 接收数据时，主机应发送 FFh，当发送逻辑高电平时，器件将检测并释放总线，而当发送逻辑低电平时，器件将检测总线并使总线保持低电平。因此，根据配置的波特率，主机应在逻辑高电平时收到 FFh，在逻辑低电平时收到 F0h。

10.3 电源相关建议

在 V_{DD} 供电和总线供电模式下，TMP1827 的工作电源电压范围为 1.7V 至 5.5V。在 V_{DD} 供电模式下运行时，需要一个电源旁路电容器来实现精度和稳定性。将此电源旁路电容器尽可能靠近器件的电源和接地引脚放置。电源旁路电容器的容值通常为 0.1μF。采用高噪声或高阻抗电源的应用可能需要更大的旁路电容器来抑制电源噪声。

在总线供电模式下， V_{DD} 引脚必须接地。器件中的内部电容器足以在总线通信期间供电。在恢复期间，内部电容器通过外部上拉电阻充电。在总线长度较长或温度较高的情况下，主机可能需要提供额外的总线恢复时间或使用过驱速度，在这种速度下器件使用的内部电容器电荷较少。

当使用 IO 引脚控制外部电路时，请注意流向这些引脚的电流不会使器件发热，也不会使温度测量值偏移。

10.4 布局

10.4.1 布局指南

处于电源供电模式时，电源旁路电容器的位置应尽可能靠近电源引脚和接地引脚（请参阅图 10-4）。电容器的建议值是 $0.1\mu\text{F}$ 。开漏 SDQ 引脚需要一个外部上拉电阻，该电阻器不得高于 R_{PUR} 。

在总线供电模式下，开漏 SDQ 引脚只需要外部上拉电阻。如图 10-5 所示，TI 建议在将 IO 连接到 SDQ 引脚时放置一个 $20\text{k}\Omega$ 的上拉电阻，防止在 IO 配置为输出并驱动为低电平时 SDQ 短接至 GND（请参阅图 10-6）。ADDR 引脚电阻器使用极低的电流来解码短地址，如果可能，应将其放置在靠近器件的位置。请注意避免漏电流，防止错误解码。

10.4.2 布局示例

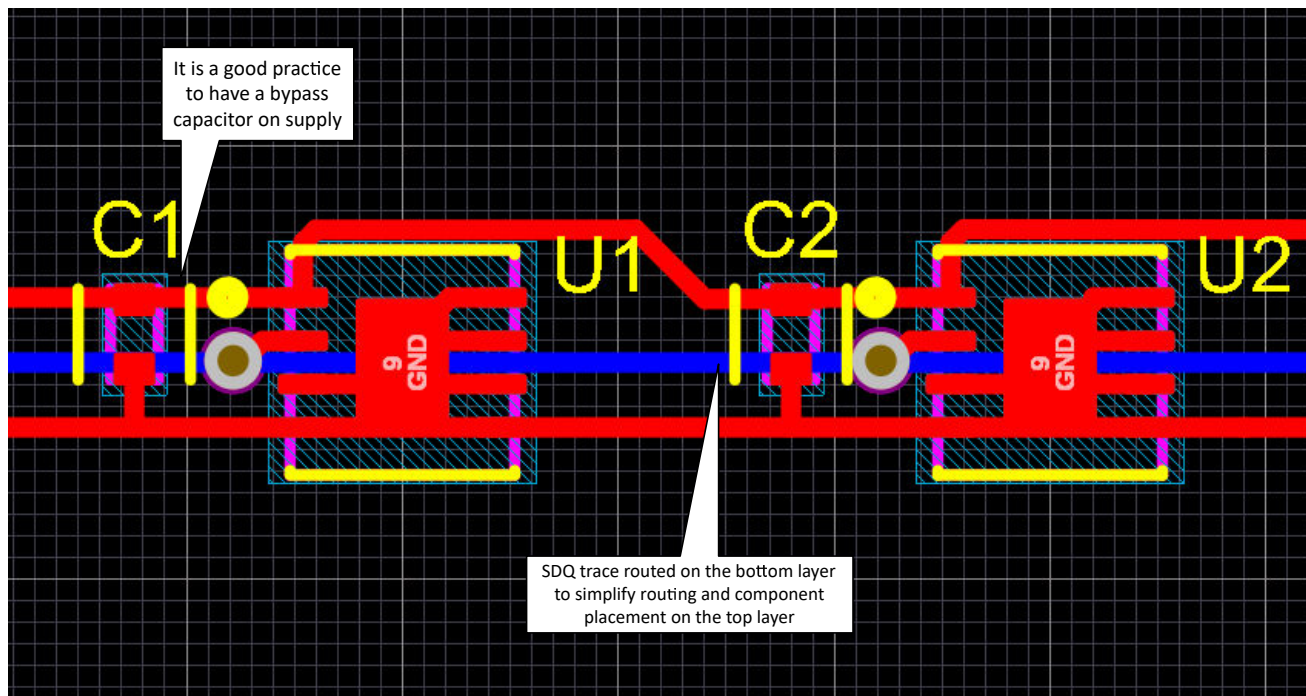


图 10-4. V_{DD} 供电布局示例

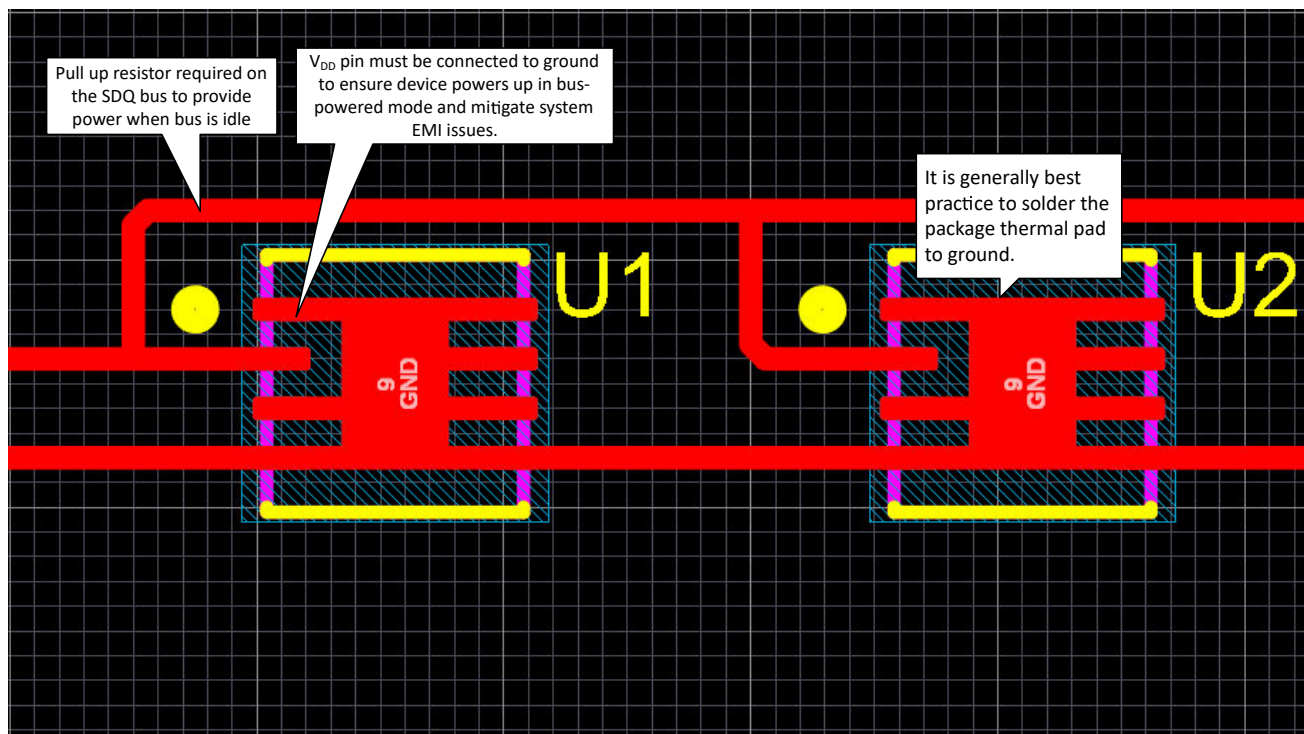


图 10-5. 总线供电布局示例

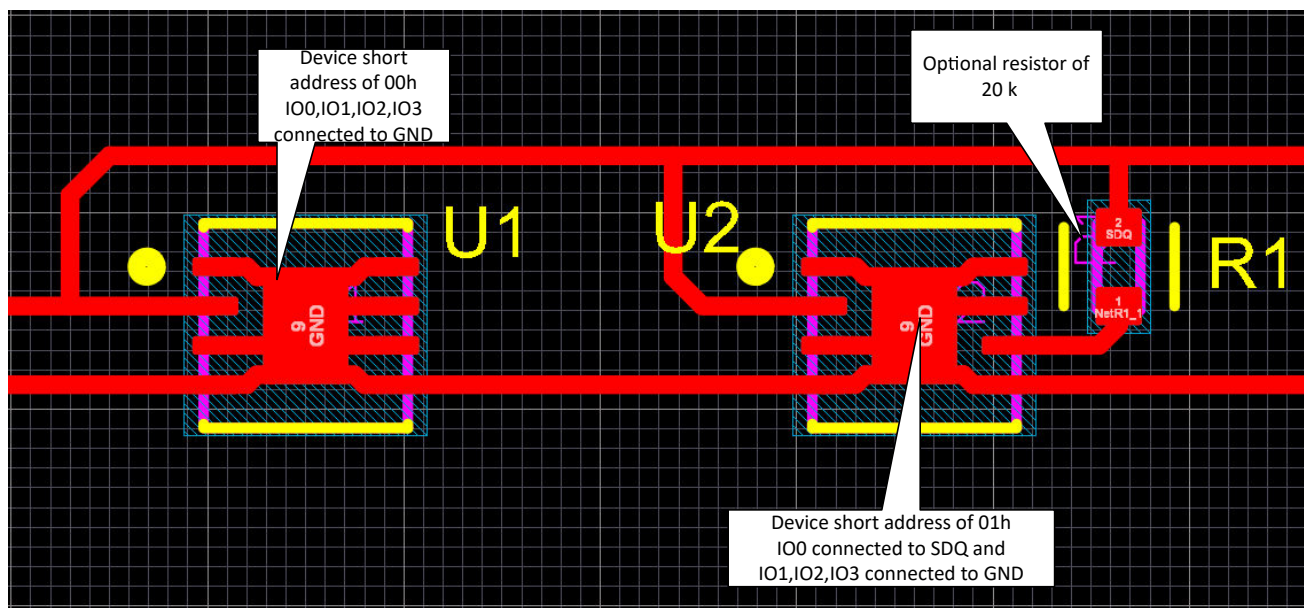


图 10-6. 总线供电模式下的 IO 硬件地址

11 器件和文档支持

11.1 文档支持

11.1.1 相关文档

请参阅如下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[TMP1827 EVM 用户指南](#)
- 德州仪器 (TI)，[TMP1827 安全编程指南](#)

11.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 [ti.com](#) 上的器件产品文件夹。点击 [订阅更新](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

11.3 支持资源

[TI E2E™ 支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题可获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的《[使用条款](#)》。

11.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

1-Wire® is a registered trademark of Maxim Integrated Products Inc.

所有商标均为其各自所有者的财产。

11.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

11.6 术语表

[TI 术语表](#) 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

12 机械、封装和可订购信息

下述页面包含机械、封装和订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead finish/ Ball material (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
TMP1827NGRR	ACTIVE	WSON	NGR	8	3000	RoHS & Green	NIPDAUAG	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 150	T1827	Samples
TMP1827NNGRR	ACTIVE	WSON	NGR	8	3000	RoHS & Green	NIPDAUAG	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 150	35DP	Samples

(1) The marketing status values are defined as follows:

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

LIFEBUY: TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

NRND: Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

PREVIEW: Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

OBsolete: TI has discontinued the production of the device.

(2) **RoHS:** TI defines "RoHS" to mean semiconductor products that are compliant with the current EU RoHS requirements for all 10 RoHS substances, including the requirement that RoHS substance do not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, "RoHS" products are suitable for use in specified lead-free processes. TI may reference these types of products as "Pb-Free".

RoHS Exempt: TI defines "RoHS Exempt" to mean products that contain lead but are compliant with EU RoHS pursuant to a specific EU RoHS exemption.

Green: TI defines "Green" to mean the content of Chlorine (Cl) and Bromine (Br) based flame retardants meet JS709B low halogen requirements of <=1000ppm threshold. Antimony trioxide based flame retardants must also meet the <=1000ppm threshold requirement.

(3) MSL, Peak Temp. - The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

(4) There may be additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category on the device.

(5) Multiple Device Markings will be inside parentheses. Only one Device Marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a device. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire Device Marking for that device.

(6) Lead finish/Ball material - Orderable Devices may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

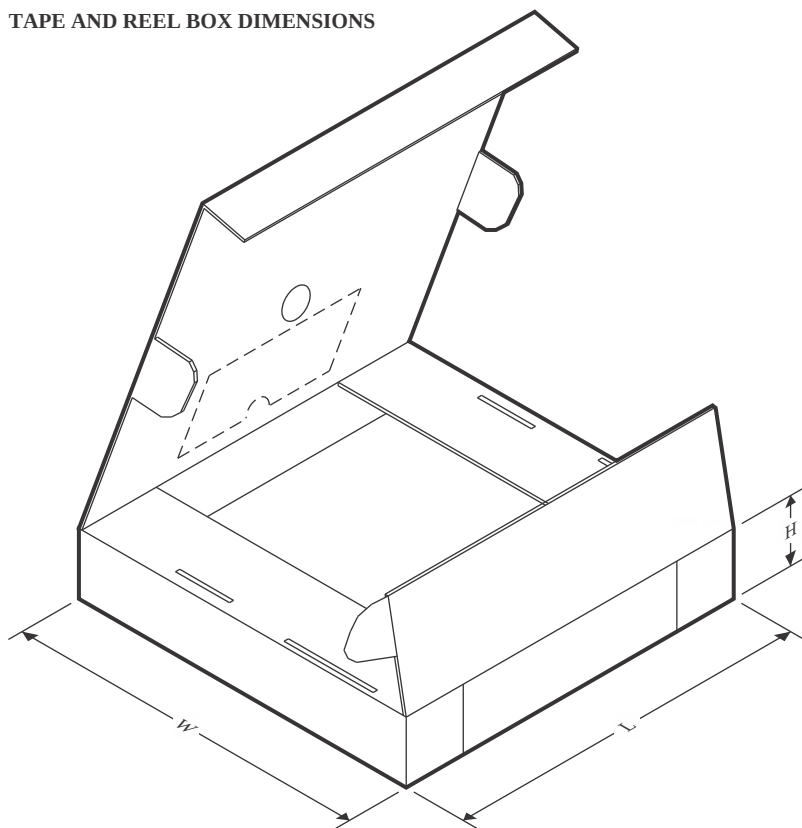
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TMP1827NGRR	WS0N	NGR	8	3000	178.0	8.4	2.75	2.75	0.95	4.0	8.0	Q2
TMP1827NNGRR	WS0N	NGR	8	3000	178.0	8.4	2.75	2.75	0.95	4.0	8.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMP1827NGRR	WSO	NGR	8	3000	205.0	200.0	33.0
TMP1827NNGRR	WSO	NGR	8	3000	205.0	200.0	33.0

GENERIC PACKAGE VIEW

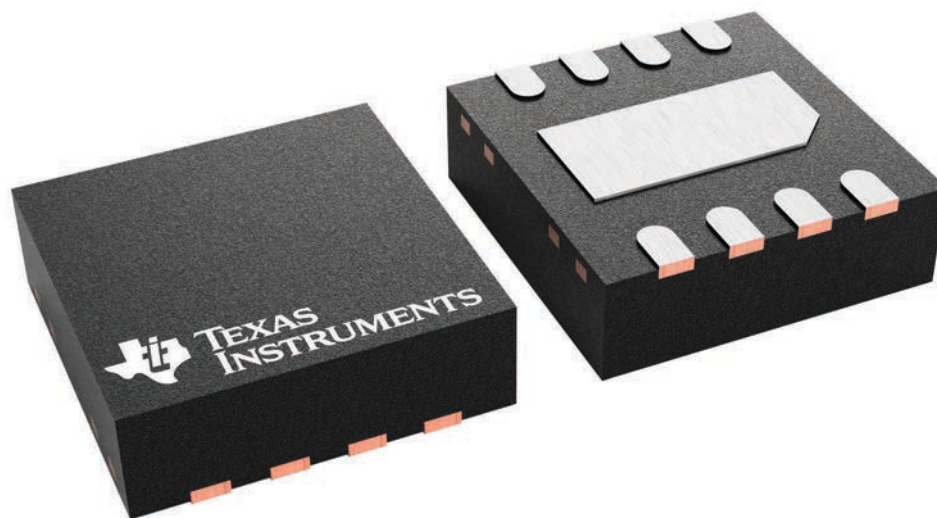
NGR 8

WSON - 0.8 mm max height

2.5 x 2.5, 0.5 mm pitch

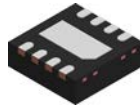
PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



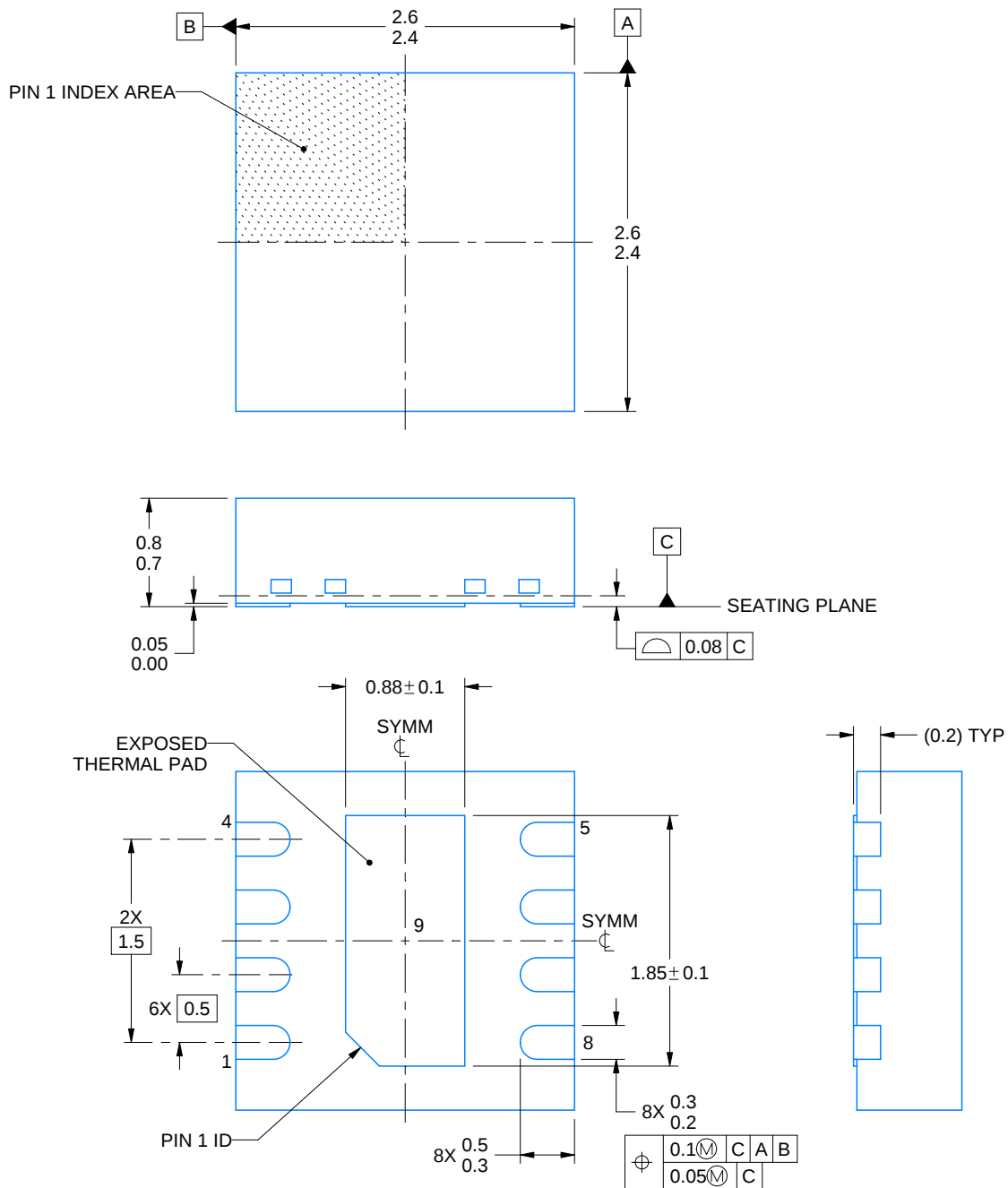
4227146/A

NGR0008C



PACKAGE OUTLINE
WSO - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



4227008/D 03/2022

NOTES:

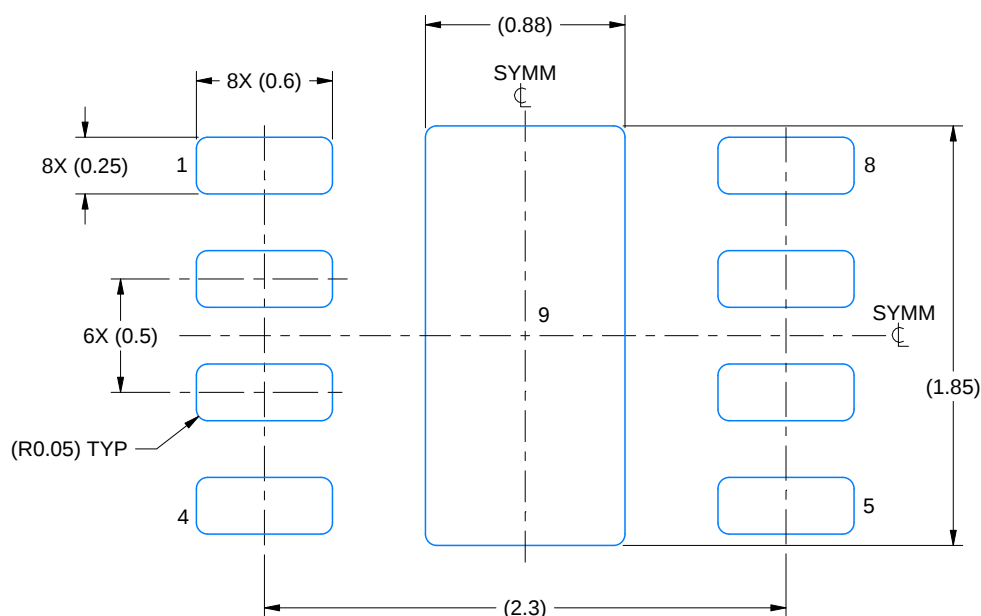
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

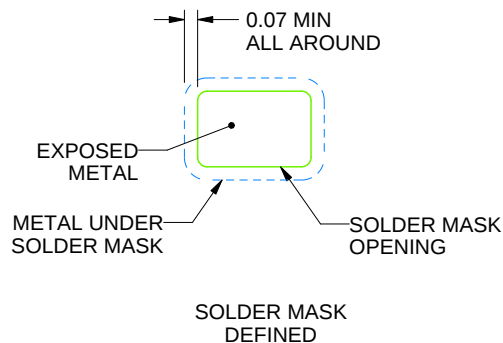
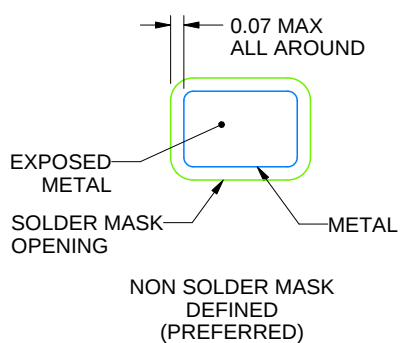
NGR0008C

WSN - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE:30X



SOLDER MASK DETAILS

4227008/D 03/2022

NOTES: (continued)

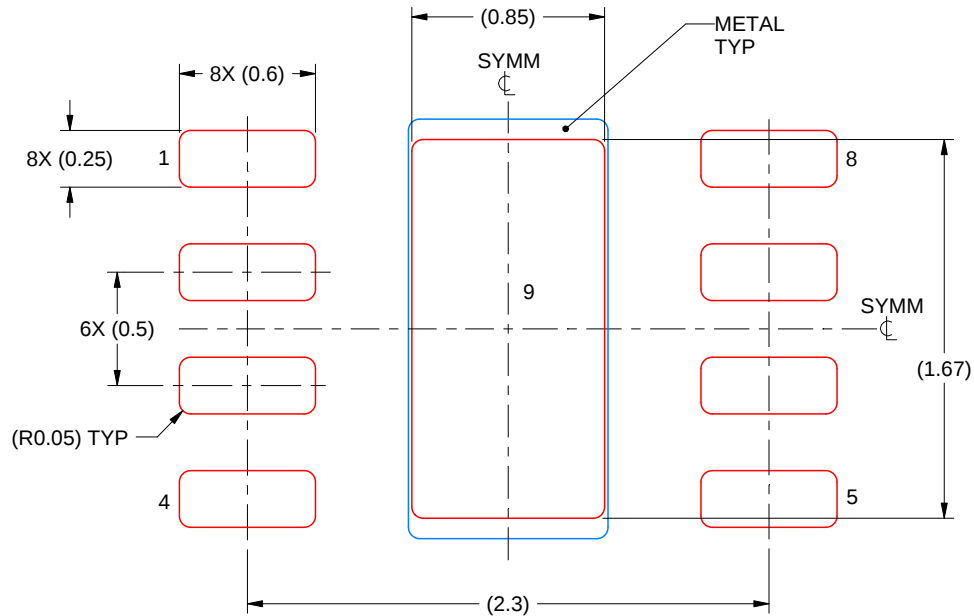
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slue271).
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

NGR0008C

WSN - 0.8 mm max height

PLASTIC SMALL OUTLINE - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD 9:
87% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
SCALE:30X

4227008/D 03/2022

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

重要声明和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

Copyright © 2023，德州仪器 (TI) 公司