TMP9R01-SEP, TMP9R01-SP
ZHCSYN3A – JULY 2025 – REVISED JULY 2026

TMP9R01-SP (QMLP RHA) 和 TMP9R01-SEP（抗辐射） 航天级 I²C 数字温度传感器（具有远程和本地（片上）温度传感功能）

1 特性

- QMLP、耐辐射保障 (RHA)
  - SMD 5962-17218：
  - TID 特征值高达 100krad (Si)
  - TID RLAT/RHA 高达 100krad (Si)
  - 125°C 环境温度下，SEL 对于 LET 的抗扰度 = 75MeV×cm²/mg
  - SEE 对于 LET 的额定抗扰度 = 75MeV×cm²/mg
  - SEFI 对于 LET 的额定抗扰度 = 75MeV×cm²/mg
  - 提供 QMLV 版本：TMP461-SP
- 抗辐射（增强型航天塑料）
  - 供应商项目图 (VID) V62/24615
  - TID 特征值高达 50krad (Si)
  - TID RLAT/RHA 高达 30krad (Si)
  - 125°C 环境温度下，SEL 对于 LET 的抗扰度 = 43MeV×cm²/mg
  - SEE 对于 LET 的额定抗扰度 = 43MeV×cm²/mg
  - SEFI 对于 LET 的额定抗扰度 = 43MeV×cm²/mg
- 温度精度和范围：
  - 12 位分辨率：0.0625°C (LSB)
  - 本地（片上）温度精度：±2.0°C（最大）
  - 远程结温精度：±1.5°C（最大）
  - 远程范围测试结果为：-64°C 至 191°C
  - 军用级温度范围：-55 至 125°C
- 小尺寸封装：VSSOP-10，4.9mm × 3.0mm
- 集成校准/保护特性：
  - η 因子和偏移校正
  - 串联电阻抵消
  - 远程 BJT/二极管故障检测
  - 可编程数字滤波器
- 宽工作电压范围、低功耗：
  - 电源电压范围：1.7V 至 3.6V
  - I/O 电压：1.8V、2.5V 和 3.3V
  - 待机/关断 IQ：15 µA/3 µA

2 应用

- 航天级 FPGA、ADC、DAC 和 ASIC 集成式结温检测
- 通信有效载荷
- 雷达成像有效载荷
- 光学成像有效载荷
- 车载计算机 (OBC)
- 命令和数据处理 (C&DH)

3 说明

TMP9R01-SP（QML P 类）和 TMP9R01-SEP（抗辐射，航天 EP）是高精确度数字 I²C 温度传感器、在 10 引脚 VSSOP 塑料封装中集成了 12 位 ADC、偏置电流源和校准电路。这些器件通过外部 BJT 或 FPGA、ADC 或 ASIC 中集成的二极管/结强制提供偏置电流，以测量远程温度，将生成的 ΔV_{BE} 进行数字化处理，并以 0.0625°C 的分辨率进行报告。器件上配备了一个额外片上传感器，用于提供本地温度测量。

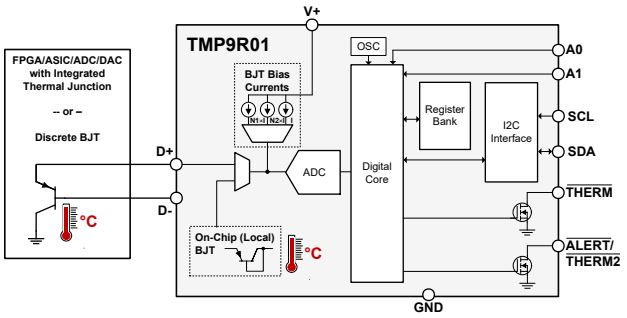
TMP9R01-SP 和 TMP9R01-SEP 具有多种校准和保护功能，包括串联电阻消除、可编程非理想因子（η 因子）、偏移校正和可编程数字滤波器。设计师可以设置温度上限和下限，从而驱使 ALERT 输出实现过热和欠热保护。多达 9 个可通过引脚选择的 I²C/SMBus 地址允许在同一条 I²C 总线上挂接多个传感器。这些器件专为多位置航天器辅助工作、卫星遥测、航空电子设备和其他需要精确温度传感且具有不同耐辐射水平的高可靠性应用而设计。

TMP9R01-SP 还可作为功能等效的 QMLV-RHA 器件提供：TMP461-SP。

表 3-1. 封装信息

器件	等级	封装 (2)
5962R1721802PYE	QMLP RHA	24 引脚塑料 4.9mm × 3.0mm 质量 = 99mg
TMP9R01DGS/EM(1)	工程样片	
TMP9R01MDGSTSEP	耐辐射	

(1) 仅用于工程评估的器件
(2) 质量为标称值，本体尺寸（长 × 宽）为标称值，包括引脚。



功能方框图

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 器件信息 3
5 引脚配置和功能 5
6 规格 6
6.1 绝对最大额定值 6
6.2 ESD 等级 6
6.3 建议运行条件 6
6.4 热性能信息 6
6.5 电气特性 7
6.6 I^2C 接口时序 9
6.7 质量合格检验 9
6.8 时序图 10
6.9 典型特性 11
7 详细说明 14
7.1 概述 14
7.2 功能方框图 15
7.3 特性说明 16
7.4 器件功能模式 20
7.5 编程 20
8 寄存器映射 24
8.1 寄存器信息 25
9 应用和实施 30
9.1 应用信息 30
9.2 典型应用 30
9.3 辐射环境 33
9.4 电源相关建议 33
9.5 布局 34
10 器件和文档支持 36
10.1 接收文档更新通知 36
10.2 相关文档 36
10.3 支持资源 36
10.4 商标 36
10.5 静电放电警告 36
10.6 术语表 36
11 修订历史记录 36
12 机械、封装和可订购信息 36

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

4 器件信息

TMP9R01-SP 和 TMP9R01-SEP 器件信息

器件名称	可订购编号	等级
TMP9R01-SP	5962R1721802PYE	100krad RHA 器件（即将推出）
	TMP9R01DGS/EM	工程样片
TMP9R01-SEP	TMP9R01MDGSTSEP	抗辐射、航天 EP

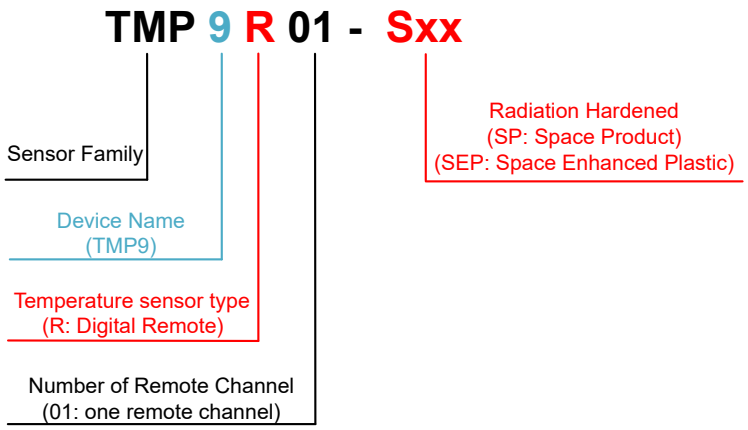


图 4-1. TMP9R01-SP 和 TMP9R01-SEP 器件命名规则

表 4-1. 5962R1721802PYE 订单号命名规则

字段说明	字段详细信息
联邦供应类别	**5962**
RHA 等级标识符	• **-**: 非 RHA 器件 • **R**：100krad RHA 器件
器件型号	**17218**
器件类型	**02**：抗辐射、远程和本地数字温度传感器
器件类别标识符	**P**：适用于 PEM 性能环境的 MIL-PRF-38535 认证和资格鉴定
封装类型	**Y**：10 引脚、超薄紧缩小外形封装 (VSSOP)、（最大）高度为 1.1mm
引线镀层	**E**：金闪光钯（需符合 MIL-PRF-38535 规定）

表 4-2. TMP9R01DGS/EM 订单号命名规则

字段说明	字段详细信息
传感器系列	**TMP**：温度传感器
器件名称	**9**
温度传感器类型	**R**：远程温度传感器
通道数量	**01**：一个远程通道
TI 封装标识符	**DGS**：VSSOP 封装指示符
器件类别	**EM**：工程模型（器件仅适用于工程评估）

表 4-3. TMP9R01MDGSTSEP 订单号命名规则

字段说明	字段详细信息
传感器系列	**TMP**：温度传感器
器件名称	**9**
温度传感器类型	**R**：远程数字温度传感器

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 4-3. TMP9R01MDGSTSEP 订单号命名规则（续）

字段说明	字段详细信息
远程通道数量	**01**：一个远程通道
工作温度范围	**M**：-55°C 至 125°C
TI 封装标识符	**DGS**：10 引脚 VSSOP 封装，（最大）高度为 1.1mm
T&R 包装尺寸	**T**：小卷筒、SPQ = 250 个单位
抗辐射合格认证	**SEP**：增强型航天塑料

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

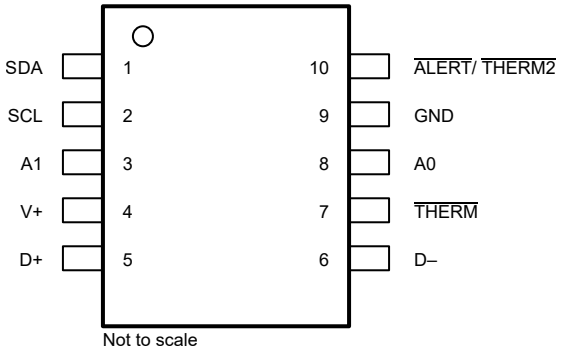


图 5-1. DGS 封装
10 引脚 VSSOP
（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚编号	引脚名称	类型(1)	说明
1	SDA	数字 I/O	SMBus 的串行数据线。 开漏；需要一个上拉电阻器，以提供 1.7V 至 3.6V 的电压。
2	SCL	数字输入	SMBus 的串行时钟线。 输入；如果由开漏输出驱动，则需要一个上拉电阻器，以提供 1.7V 至 3.6V 的电压。
3	A1	数字输入	地址选择。连接至 GND、V+ 或保持悬空。
4	V+	P	正电源电压（1.7V 至 3.6V）。
5	D+	模拟输入	与远程温度传感器的正极连接。
6	D –	模拟输入	与远程温度传感器的负极连接。
7	$\overline{\text{THERM}}$	数字输出	热关断或风扇控制引脚。 开漏；需要一个上拉电阻器，以提供 1.7V 至 3.6V 的电压。
8	A0	数字输入	地址选择。连接至 GND、V+ 或保持悬空。
9	GND	G	电源接地连接。
10	$\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$	数字输出	中断或 SMBus 警报输出。可以配置为第二个 $\overline{\text{THERM}}$ 输出。 开漏；需要一个上拉电阻器，以提供 1.7V 至 3.6V 的电压。

(1) I = 输入；O = 输出；I/O = 输入或输出；P = 正电源，G = 接地

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）(1)

		最小值	最大值	单位
电源	V+	-0.3	6	V
输入电压	仅限 $\overline{\text{THERM}}$、$\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$、SDA 和 SCL	-0.3	6	V
	D+、A0、A1	-0.3	(V+) + 0.3	
	仅 D–	-0.3	0.3	
输入电流			10	mA
工作温度		-55	150	°C
结温、T_J 最大值			150	°C
贮存温度，T_{stg}		-60	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。“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“建议运行条件”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，这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。

6.2 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(1)	±2000	V
		充电器件模型 (CDM)，JEDEC 规范 JESD22-C101(2)	±750	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。
(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

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	1.7	3.3	3.6	V
T_A	自然通风条件下的工作温度	-55		125	°C

6.4 热性能信息

热指标(1)		TMP9R01-SP TMP9R01-SEP DGS (VSSOP) 10 引脚	单位
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	138.3	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	47.9	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	73.4	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	2.0	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	72	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	°C/W

(1) 有关新旧热性能指标的更多信息，请参阅*半导体和 IC 封装热性能指标*应用手册。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性

如下所示的规格对应于分别确定的子组温度（请参阅章节 6.7）。V+ = 1.7V 至 3.6V（除非另有说明）。

参数			条件	子组(1)	最小值	典型值	最大值	单位
温度测量								
T_{LOCAL}	本地温度传感器精度			[1、2、3]	-2	±0.5	2	°C
T_{REMOTE}	远程温度传感器精度			[1、2、3]	-1.5	±0.125	1.5	°C
T_{ERROR_PS}	温度误差电源灵敏度（本地或远程）		V+ = 1.7V 至 3.6V	[1、2、3]	-0.3	±0.1	0.3	°C/V
T_{RES}	温度分辨率（本地和远程）					0.0625		°C
	ADC 分辨率			[4、5、6]		12		位
t_{CONV}	ADC 转换时间		单次模式，每通道（本地或远程）	[9、10、11]		15	17	ms
R_{SERIES}	远程传感器拉电流	高	串联电阻 1kΩ（最大值）	[1、2、3]	85	120	155	µA
		中		[1、2、3]	30	45	60	
		低		[1、2、3]	5	7.5	10	
η	远程晶体管理想因数		TMP9R01-SEP/TMP9R01-SP 经优化的理想因子			1.008		
串行接口（SCL、SDA）								
V_{IH}	高电平输入电压			[1、2、3]	1.4			V
V_{IL}	低电平输入电压			[1、2、3]			0.45	V
V_{HYST}	迟滞					200		mV
	SDA 输出低电平灌电流			[1、2、3]	6			mA
V_{OL}	低电平输出电压		I_O = -6mA	[1、2、3]		0.15	0.4	V
I_{IN}	串行总线输入漏电流		0V ≤ V_{IN} ≤ 3.6V	[1、2、3]	-1		1	µA
C_{IN}	串行总线输入电容		SCL			3.5		pF
			SDA			5		
	串行总线时钟频率			[9、10、11]			2.17	MHz
	串行总线超时			[9、10、11]	20	25	30	ms
数字输入（A0、A1）								
V_{IH}	高电平输入电压			[1、2、3]	0.9×(V+)		(V+) + 0.3	V
V_{IL}	低电平输入电压			[1、2、3]	-0.3		0.1×(V+)	V
I_{IN}	输入漏电流		0V ≤ V_{IN} ≤ 3.6V	[1、2、3]	-1		1	µA
C_{IN}	输入电容					4.5		pF
数字输出（$\overline{THERM1}$、$\overline{ALERT/THERM2}$）								
	输出低电平灌电流			[1、2、3]	6			mA
V_{OL}	低电平输出电压		I_O = -6mA	[1、2、3]		0.15	0.4	V
I_{OH}	高电平输出漏电流		V_O = V+	[1、2、3]			1	µA
电源								
V+	指定的电源电压范围			[1、2、3]	1.7		3.6	V
I_Q	静态电流		有效转换，本地传感器	[1、2、3]		240	375	µA
			有效转换，远程传感器	[1、2、3]		400	600	
			待机模式（转换之间），TMP9R01-SEP	[1、2、3]		15	35	
			待机模式（转换之间），TMP9R01-SP	[1、2、3]		15	50	
			关断模式，串行总线无效，TMP9R01-SEP	[1、2、3]		3	8	
			关断模式，串行总线无效，TMP9R01-SP	[1、2、3]		3	25	
			关断模式，串行总线有效，f_S = 400kHz			90		
			关断模式，串行总线有效，f_S = 2.17MHz			350		

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

如下所示的规格对应于分别确定的子组温度（请参阅章节 6.7）。V+ = 1.7V 至 3.6V（除非另有说明）。

参数		条件	子组(1)	最小值	典型值	最大值	单位
POR	上电复位阈值	上升沿	[1、2、3]		1.41	1.55	V

(1) 在小于 5Ω 的有效串联电阻和 100pF 差分输入电容条件下进行了测试。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.6 I²C 接口时序

-55°C 至 125°C 且 V+ = 1.7V 至 3.6V，除非另有说明。

		快速模式		超快速模式		高速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	
$f_{(SCL)}$	SCL 运行频率	0.001	0.4	0.001	1	0.001	2.17	MHz
$t_{(BUF)}$	停止和启动条件之间的总线空闲时间	1300	–	500		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	–	260		160	–	ns
$t_{(SUSTA)}$	重复启动条件建立时间	600	–	260		160	–	ns
$t_{(SUSTO)}$	停止条件建立时间	600	–	260		160	–	ns
$t_{(HDDAT)}$	数据保持时间	0	900	0	150	0	130	ns
$t_{(SUDAT)}$	数据设置时间	100	–	50		20	–	ns
$t_{(LOW)}$	SCL 时钟低电平周期	1300	–	500		320	–	ns
$t_{(HIGH)}$	SCL 时钟高电平周期	600	–	260		60	–	ns
t_F - SDA	数据下降时间		300		120		130	ns
t_F，t_R - SCL	时钟下降和上升时间		300	–	120		40	ns
t_R	SCL ≤ 100kHz 时的上升时间		1000					ms

6.7 质量合格检验

MIL-STD-883，方法 5005 - 组 A

子组	说明	温度 (℃)
1	静态测试	25
2	静态测试	125
3	静态测试	-55
4	动态测试	25
5	动态测试	125
6	动态测试	-55
7	功能测试	25
8A	功能测试	125
8B	功能测试	-55
9	开关测试	25
10	开关测试	125
11	开关测试	-55

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

6.8 时序图

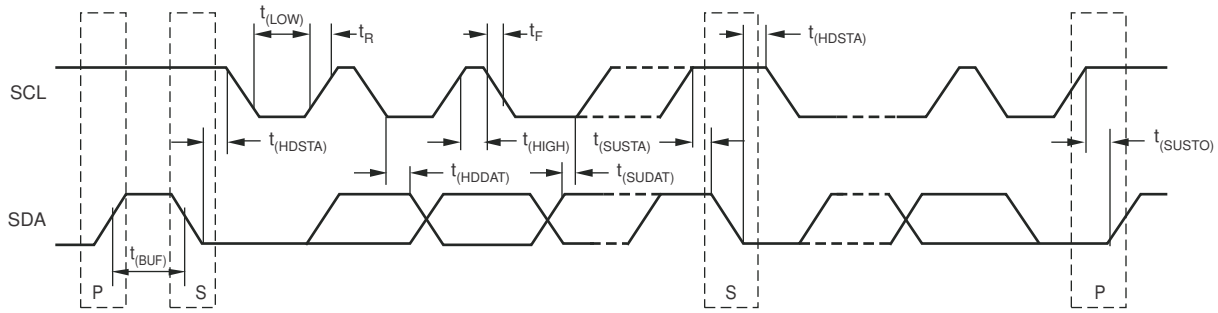
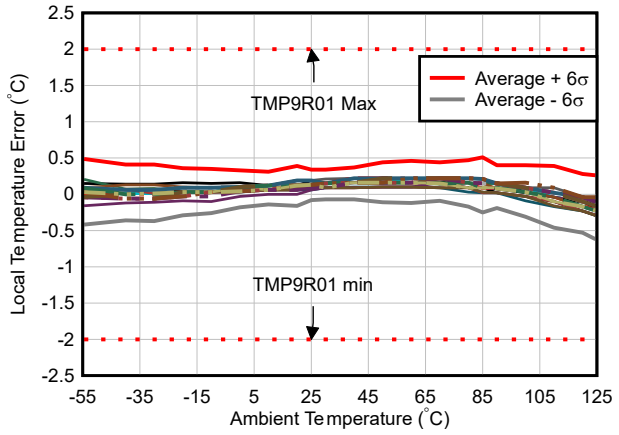


图 6-1. 两线制时序图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

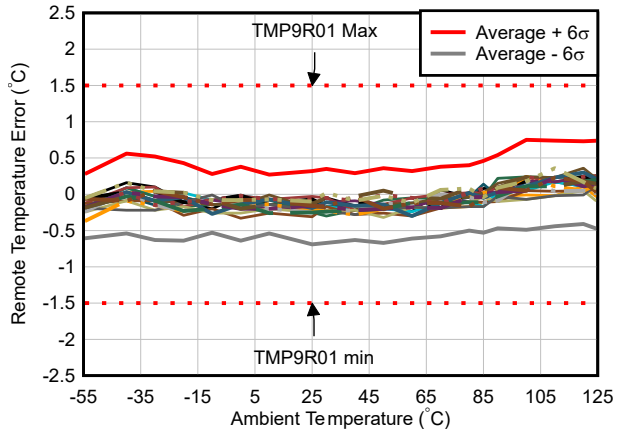
6.9 典型特性

在 T_A = 25°C 且 V+ = 3.6V 时测得（除非另有说明）。



20 个器件在温度范围内的典型行为

图 6-2. 本地温度误差与环境温度之间的关系



20 个器件在温度范围内的典型行为

图 6-3. 远程温度误差与环境温度间的关系

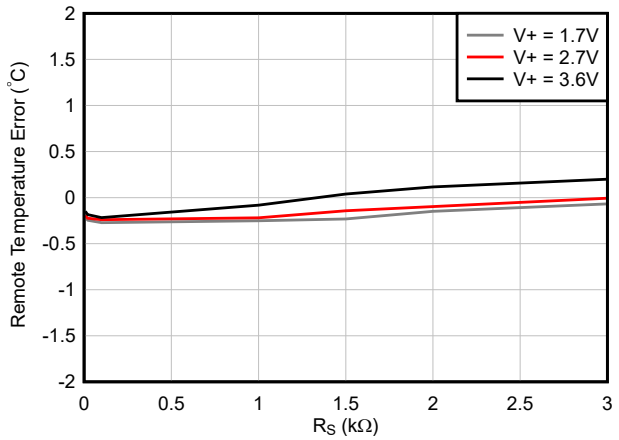


图 6-4. 远程温度误差与串联电阻间的关系（二极管连接 PNP 晶体管，2N3906）

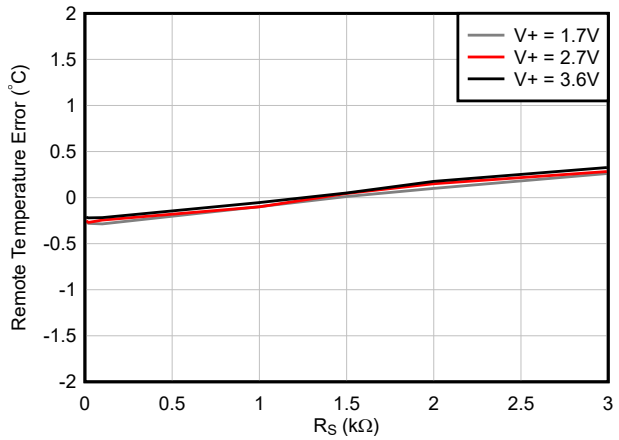


图 6-5. 远程温度误差与串联电阻间的关系（与 GND 集电极连接的 PNP 晶体管，2N3906）

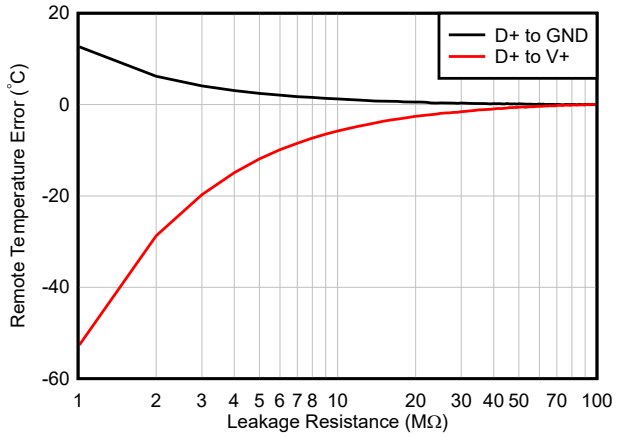


图 6-6. 远程温度误差与泄漏电阻之间的关系

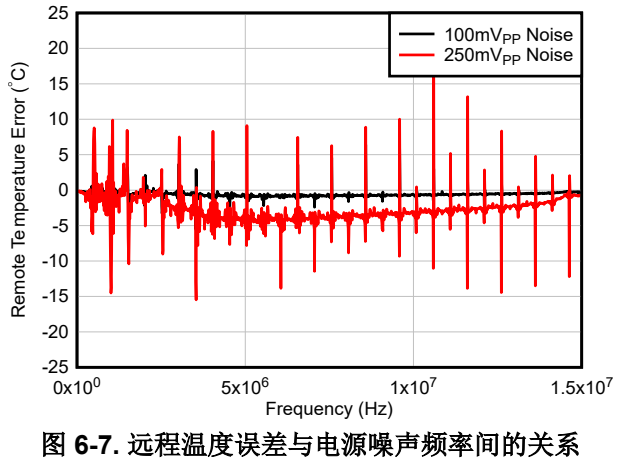
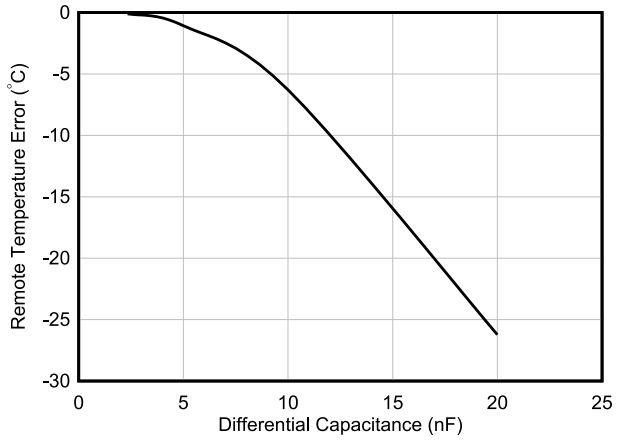


图 6-7. 远程温度误差与电源噪声频率间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



测量期间 D+ 和 D- 引脚上没有物理串联电阻

图 6-8. 远程温度误差与差分电容之间的关系

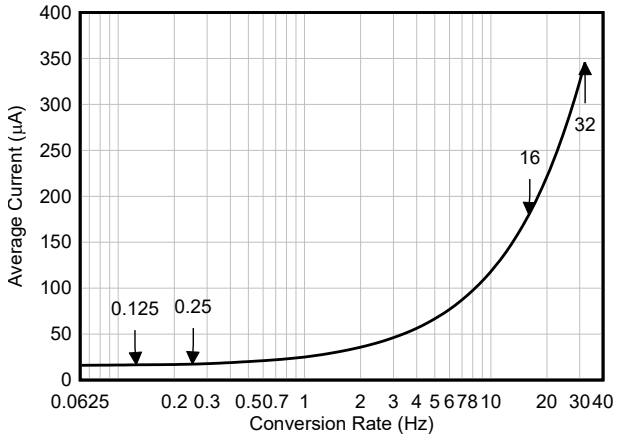


图 6-9. 平均电流与转换速率间的关系

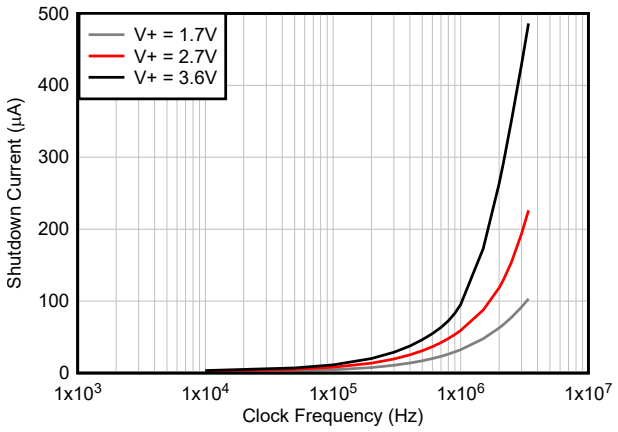


图 6-10. 关断电流与 SCL 时钟频率间的关系

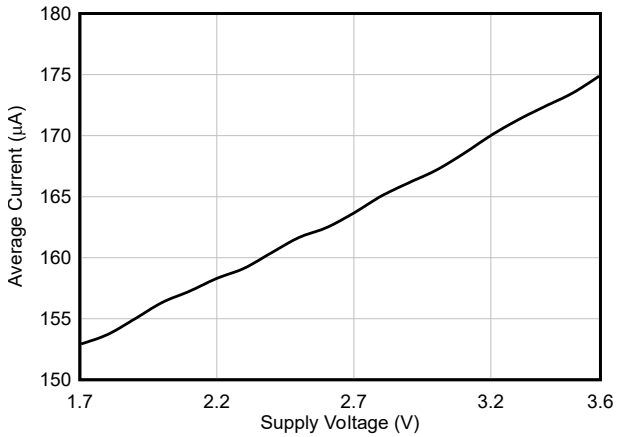


图 6-11. 平均电流与电源电压间的关系（默认转换率为 16Hz）

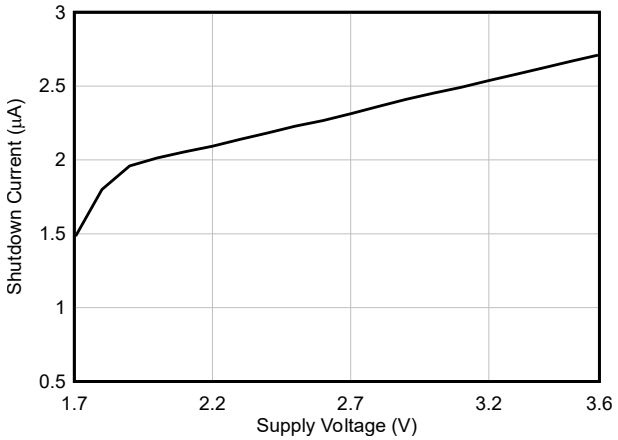


图 6-12. 关断电流与电源电压间的关系（串行总线无效）

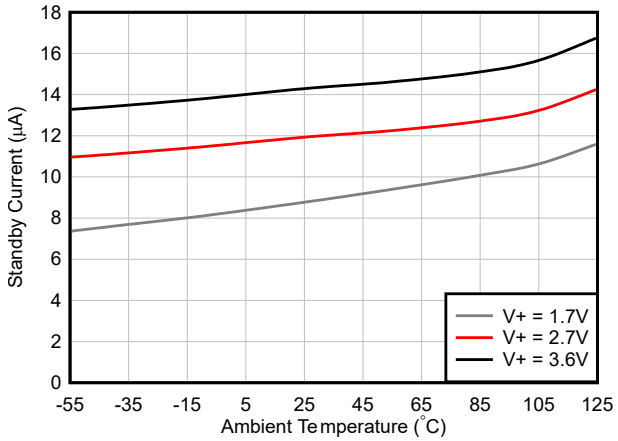


图 6-13. 待机电流与温度间的关系

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

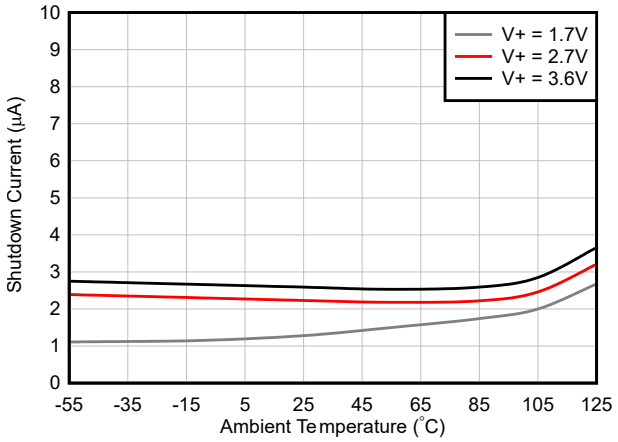


图 6-14. 关断电流与温度间的关系

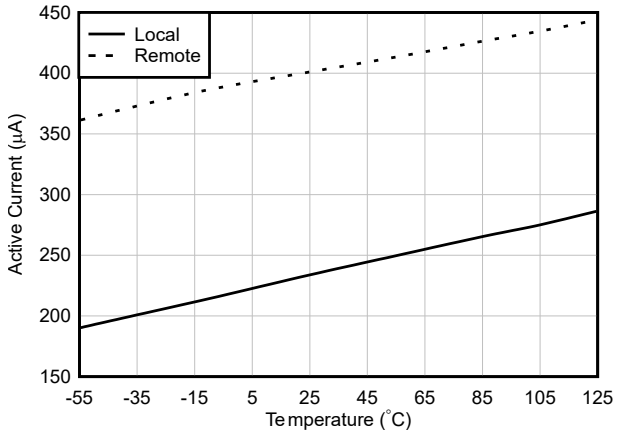


图 6-15. 有效电流与温度间的关系（本地和远程）

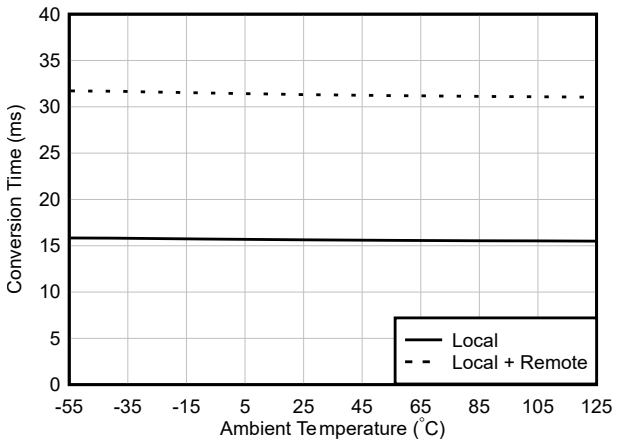


图 6-16. 转换时间与温度间的关系（本地和本地 + 远程）

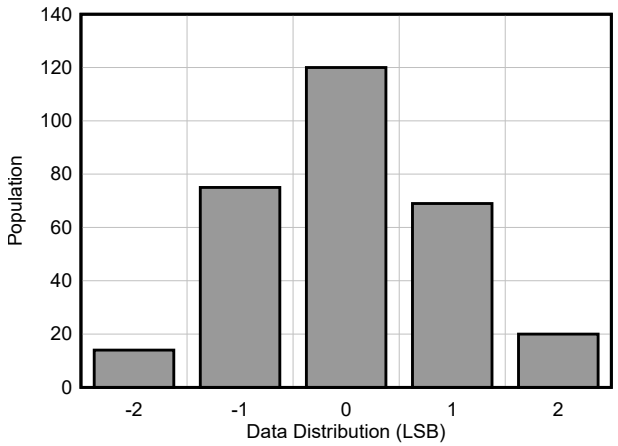
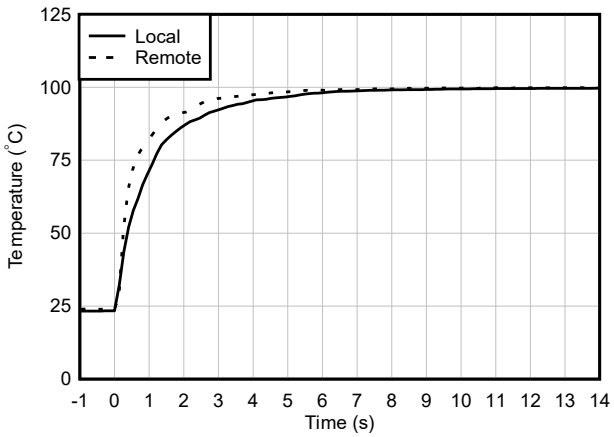


图 6-17. 远程温度噪声数据分布（300 个样本）



本地：在 62mil 双层 FR4 PCBRemote 上焊接器件
远程：采用 2N3906 PNP 晶体管

图 6-18. 温度热响应（搅拌液体）

7 详细说明

7.1 概述

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件是一款数字温度传感器，在单个 VSSOP DGS-10 封装内整合了一个本地温度测量通道和一个远程结温测量通道。该器件与两线制和 SMBus 接口兼容、提供九个引脚可编程总线地址选项、额定工作温度范围为 –55°C 至 125°C。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件还包含多个寄存器、用于编程和保存配置设置、温度限制和温度测量结果。

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件仅需要在 D+ 和 D- 之间连接一个晶体管，即可实现远程温度检测正常运行。SCL 和 SDA 接口引脚需要将上拉电阻器作为通信总线的一部分，而 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 引脚是需要上拉电阻器的开漏输出。如果需要，可以与其他器件共享 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 引脚以实现“线或”(wired-OR) 功能。TI 建议使用 0.1µF 电源旁路电容器来实现良好的本地旁路。图 7-1 展示了 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 的典型配置。

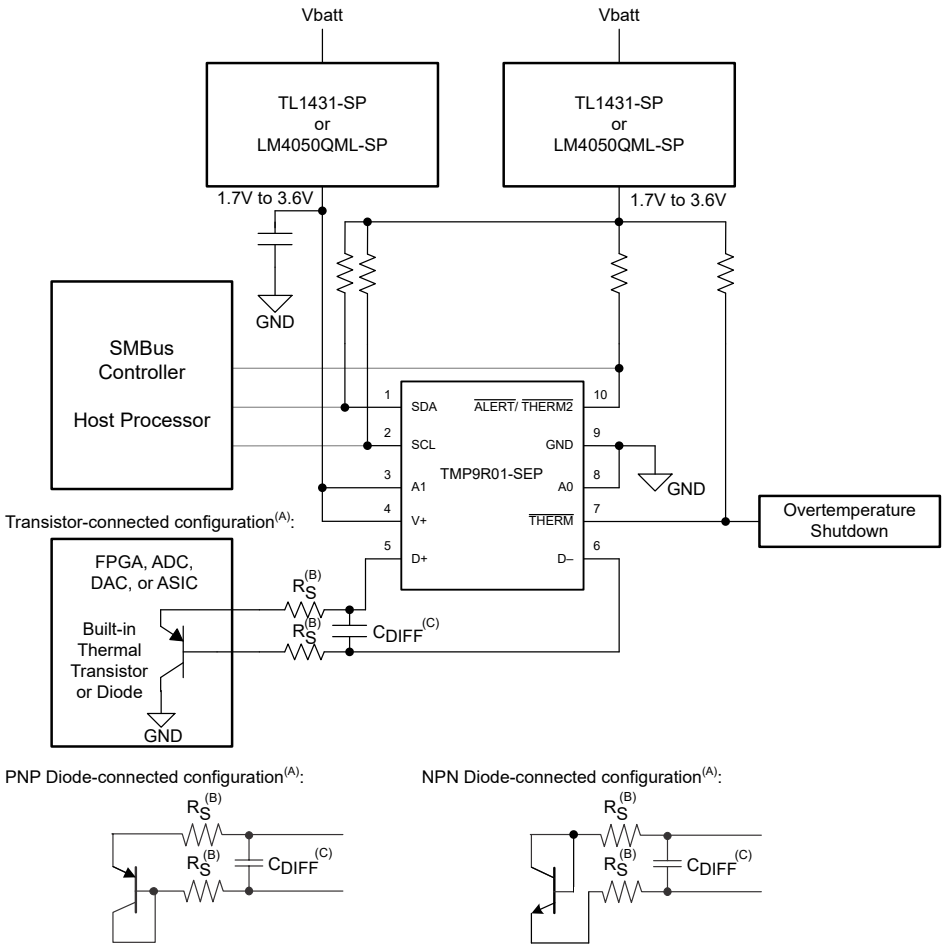


图 7-1. 基本连接

A. 二极管连接配置可提供更短的稳定时间。晶体管连接配置可更好地抵消串联电阻。NPN 晶体管必须采用二极管连接。PNP 晶体管可以采用晶体管连接，也可以采用二极管连接。有关 NPN/PNP 晶体管的更多信息，请参阅远程温度传感器晶体管选型指南应用手册。

B. 在大多数应用中，R_S（可选）必须小于 1kΩ。R_s 的选择取决于特定应用；请参阅 节 7.3.5。

C. 在大多数应用中，C_{DIFF}（可选）必须小于 1000pF。C_{DIFF} 的选择取决于特定应用；请参阅 节 7.3.5 和 图 6-8。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.2 功能方框图

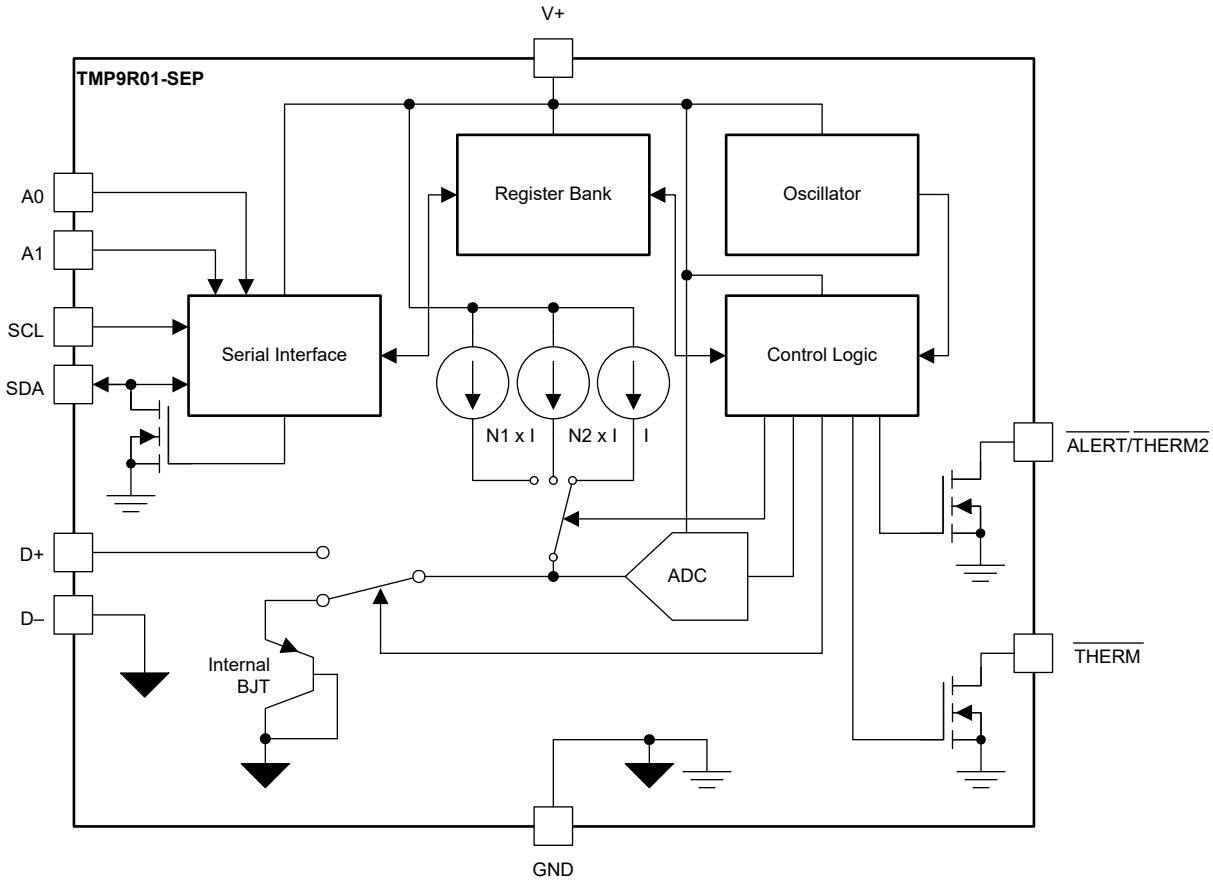


图 7-2. 功能方框图

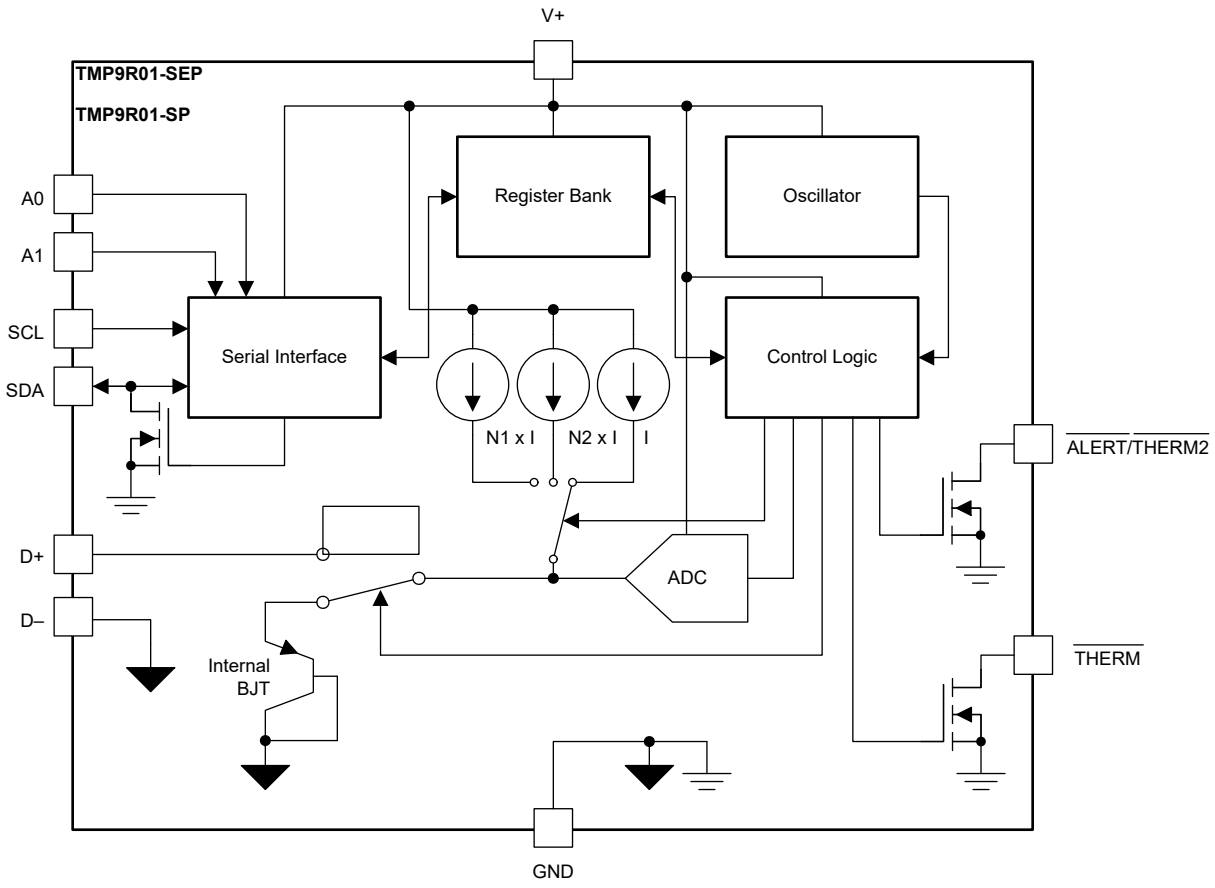


图 7-3.

7.3 特性说明

7.3.1 温度测量数据

本地和远程温度传感器的分辨率为 12 位 (0.0625°C)。默认测量范围内转换得到的温度数据以二进制形式表示，如表 7-1 中的*标准二进制*列所示。任何高于 127°C 的温度都会导致一个值变为 127.9375 (7FFh)。通过将配置寄存器的位 2 (RANGE) 从低电平变为高电平，可以将器件设置为在扩展温度范围内进行测量。在下一次温度转换时，测量范围和数据格式会从标准二进制变为扩展二进制。对于在扩展温度范围配置中捕获的数据，向标准二进制值种加入一个 64 (40h) 的偏移量，如 表 7-1 中的*扩展二进制*列所示。使用此配置可测量低至 -64°C 和高至 191°C 的温度；然而，大多数温度传感二极管只在 -55°C 至 150°C 范围内工作。此外，TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 仅适用于 -55°C 至 125°C 的环境温度；必须遵循 *节 6.1* 表中的参数。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 7-1. 温度数据格式（本地和远程温度高字节）

温度 (°C)	本地和远程温度寄存器高字节值 (1°C 分辨率)			
	标准二进制(1)		扩展二进制(2)	
	二进制	十六进制	二进制	十六进制
-64	1100 0000	C0	0000 0000	00
-50	1100 1110	CE	0000 1110	0E
-25	1110 0111	E7	0010 0111	27
0	0000 0000	00	0100 0000	40
1	0000 0001	01	0100 0001	41
5	0000 0101	05	0100 0101	45
10	0000 1010	0A	0100 1010	4A
25	0001 1001	19	0101 1001	59
50	0011 0010	32	0111 0010	72
75	0100 1011	4B	1000 1011	8B
100	0110 0100	64	1010 0100	A4
125	0111 1101	7D	1011 1101	BD
127	0111 1111	7F	1011 1111	BF
150	0111 1111	7F	1101 0110	D6
175	0111 1111	7F	1110 1111	EF
191	0111 1111	7F	1111 1111	FF

(1) 计数的分辨率为 1°C。负值以二进制补码格式表示。
(2) 计数的分辨率为 1°C。所有值都是无符号数，并带有 –64°C 偏移。

本地和远程温度数据使用两个字节进行数据存储。高字节以 1°C 的分辨率存储温度。第二字节或低字节可存储温度值的小数部分，支持更高的测量分辨率，如 表 7-2 所示。本地和远程通道的测量分辨率均为 0.0625°C。

表 7-2. 小数部分温度数据格式（本地和远程温度低字节）

温度 (°C)	温度寄存器低字节值 (0.0625°C 分辨率) (1)	
	标准和扩展二进制	十六进制
0	0000 0000	00
0.0625	0001 0000	10
0.1250	0010 0000	20
0.1875	0011 0000	30
0.2500	0100 0000	40
0.3125	0101 0000	50
0.3750	0110 0000	60
0.4375	0111 0000	70
0.5000	1000 0000	80
0.5625	1001 0000	90
0.6250	1010 0000	A0
0.6875	1011 0000	B0
0.7500	1100 0000	C0
0.8125	1101 0000	D0
0.8750	1110 0000	E0
0.9375	1111 0000	F0

(1) 计数的分辨率为 0.0625°C。显示所有可能的值。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

7.3.2 解码温度数据

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 温度寄存器使用 12 位格式。12 位与 16 位字的左侧或最高有效侧对齐。4 个未使用的位位于右侧，即最低有效侧。因此，需要进行移位来丢弃额外的位。采用二进制补码来描述负温度。在数据转换为正确的有符号数据类型时，C 代码可以轻松转换二进制补码数据。Q 表示法描述了表示分数结果的位数。4 位分数数据（称为 Q4）可提供 0.0625°C 分辨率。

表 7-3. 12 位 Q4 编码参数

参数	值
位	12
Q	4
分辨率	0.0625
范围 (+)	127.9375
范围 (-)	-128
第一个字节整数 C	是
25˚C	0x1900

表 7-4. 12 位 Q4 位值

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
符号	64	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	-	-	-	-
-128	64	32	16	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	-	-	-	-
-2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	-	-	-	-

```
/* 12-bit format has 4 bits discarded by right shift
   q4 is 0.062500 resolution
   the following bytes represent 24.5C */
uint8_t byte1 = 0x18;
uint8_t byte2 = 0x80;
float f = (((int8_t) byte1 << 8 | byte2) >> 4) * 0.0625f;
int mC = (((int8_t) byte1 << 8 | byte2) >> 4) * 1000 >> 4;
int C = (int8_t) byte1;
```

7.3.3 串联电阻抵消

串联电阻抵消会自动消除与远程晶体管之间的布线电阻或可选外部低通滤波器的电阻所导致的温度误差。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件最多可抵消 1kΩ 的串联电阻，因此无需额外的特性和温度偏移校正。若要详细了解串联电阻对检测到的远程温度误差的影响，请参阅 图 6-4 和 图 6-5。

7.3.4 差分输入电容

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件可承受高达 1000pF 的差分输入电容，同时将温度误差变化降至最低。图 6-8 *（远程温度误差与差分电容之间的关系）*说明了电容对检测到的远程温度误差的影响。

7.3.5 滤波

远程结温传感器通常在嘈杂的环境中实施，噪声通常是由会破坏测量结果的快速数字信号造成的。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件在 D+ 和 D- 输入端具有内置 65kHz 滤波器，可更大限度地降低噪声的影响。但是，建议在远程温度传感器的输入端采用差分方式放置一个旁路电容器，让应用免受不必要的耦合信号的影响，从而更加稳健。对于该电容器，请选择 100pF 和 1nF 之间的值。某些应用可通过额外的串联电阻获得更好的总体精度。然而，精度的提高取决于特定应用。加入串联电阻时，总值不得大于 1kΩ。如果需要滤波，建议每个输入端的元件值为 100pF 差分和 50Ω；具体值取决于特定应用。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

此外，数字滤波器可用于远程温度测量，以进一步降低噪声的影响。该滤波器可编程，启用时具有两个电平。1 级取四次连续采样的移动平均值。通过将数字滤波器控制寄存器（读取地址 24h，写入地址 24h）设置为 01h，可以实现 1 级滤波。2 级取八次连续采样的移动平均值。通过将数字滤波器控制寄存器（读取地址 24h，写入地址 24h）设置为 02h，可以实现 2 级滤波。存储在远程温度结果寄存器中的值是数字滤波器的输出，也是与 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 限值进行比较的值。数字滤波器对 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 输出上的噪声和峰值提供额外的抗扰度。对脉冲和阶跃输入的滤波器响应分别如图 7-4 和图 7-5 所示。可通过在数字滤波器寄存器中设定所需的电平来启用或禁用滤波器；请参阅 表 8-1。默认情况下，数字滤波器处于禁用状态，并且 POR 处于启用状态。

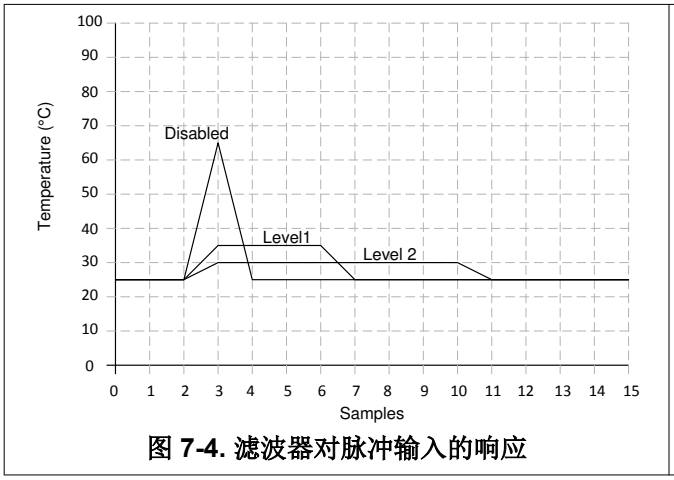


图 7-4. 滤波器对脉冲输入的响应

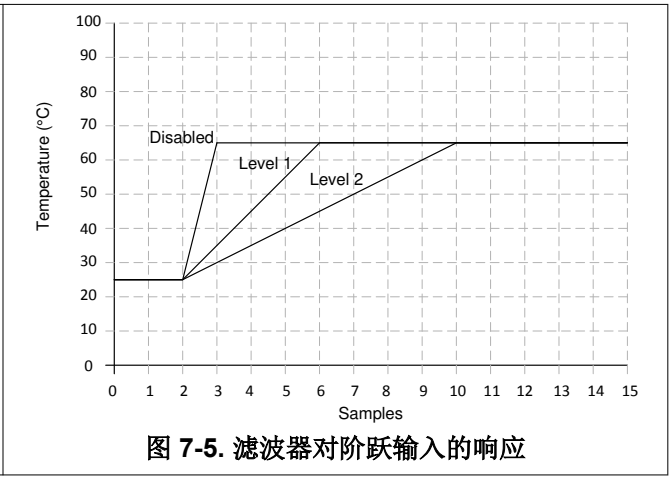


图 7-5. 滤波器对阶跃输入的响应

7.3.6 传感器故障

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件可以检测由于二极管连接不正确而导致的 D+ 输入上的故障。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件还可以检测开路。短路条件返回的值为 -64°C。检测电路包含一个电压比较器，当 D+ 上的电压超过 (V+) - 0.3V（典型值）时，该比较器会跳闸。在转换期间，会持续检查比较器输出。如果检测到故障，状态寄存器中的 OPEN（位 2）将设置为 1。

如果未将远程传感器与 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件配合使用，则必须将 D+ 和 D- 或 GND 连接，以避免出现无意义的故障警告。

7.3.7 $\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 功能

$\overline{\text{ALERT}}$（引脚 10）和 $\overline{\text{THERM}}$（引脚 7）中断操作如 图 7-6 所示。$\overline{\text{THERM}}$（引脚 7）和 $\overline{\text{THERM2}}$（引脚 10）中断操作如 图 7-7 所示。$\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 引脚设置由配置寄存器的位元 5 决定。

迟滞值存储在 $\overline{\text{THERM}}$ 迟滞寄存器中，适用于 $\overline{\text{THERM}}$ 和 $\overline{\text{THERM2}}$ 中断。连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器中 CONAL[2:0] 位元的值（请参阅 表 8-1）决定了触发 $\overline{\text{ALERT}}$ 引脚之前违反限值的次数。默认值为 000b，并对应一次违规，001b 表示两次连续违规，011b 表示三次连续违规，111b 表示四次连续违规。CONAL[2:0] 位元为 $\overline{\text{ALERT}}$ 引脚状态提供额外的过滤功能。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

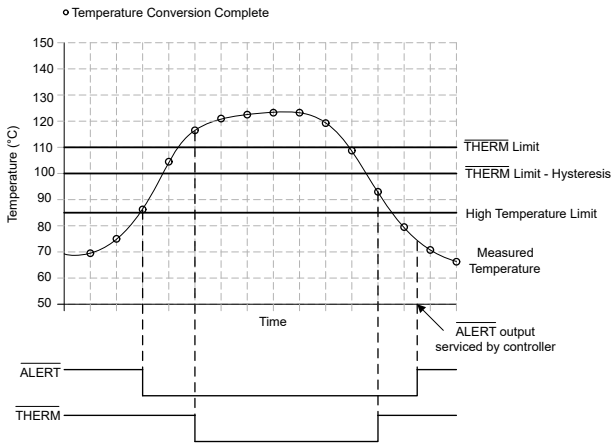


图 7-6. ALERT 和 THERM 中断操作

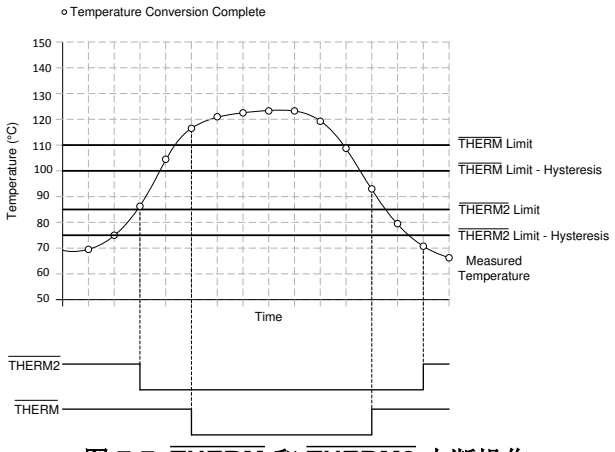


图 7-7. THERM 和 THERM2 中断操作

7.4 器件功能模式

7.4.1 关断模式 (SD)

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 关断模式允许用户关闭除串行接口外的所有器件电路，以尽可能实现节能（通常可以将电流消耗减少到小于 3 µA）；请参阅 图 6-12（*关断静态电流与电源电压间的关系*）。当配置寄存器中的 SD 位（位 6）为高电平时，将启用关断模式；电流转换完成后器件将会关闭。当 SD 位为低电平时，器件保持连续转换状态。

7.5 编程

7.5.1 串行接口

在两线制总线或 SMBus 上，TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件只作为目标器件运行。使用开漏 I/O 线路、SDA 和 SCL，可实现与任一总线的连接。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。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件支持针对快速（1kHz 至 400kHz）和高速（1kHz 至 2.17MHz）模式的传输协议。所有数据字节的传输都是 MSB 优先。

7.5.1.1 总线概述

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件兼容 SMBus 接口。在 SMBus 协议中，发起传输的器件被称为*控制器*，而受控制器控制的器件为*目标*。总线必须由一个控制器件控制，以生成串行时钟 (SCL)，控制总线访问并生成启动和停止条件。

要寻址特定器件，将启动一个启动条件。当 SCL 为高电平时，将数据线 (SDA) 的逻辑电平从高拉为低，即为启动条件。总线上的所有目标器件移入目标地址字节，最后一位表明希望进行读取还是写入操作。在第九个时钟脉冲期间，被寻址的目标会生成一个*确认*位并将 SDA 下拉为低电平，对控制器做出响应。

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 必须保持稳定。当 SCL 为高电平时，SDA 的变化可解释为控制信号。

传输完所有数据后，控制器会生成停止条件。当 SCL 为高电平时，将 SDA 从低电平拉至高电平，即为停止条件。

7.5.1.2 总线定义

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件可兼容两线制和 SMBus。图 7-8 和 图 7-9 展示了 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件上各种操作的时序。总线定义如下：

总线空闲： SDA 和 SCL 线路都保持高电平。

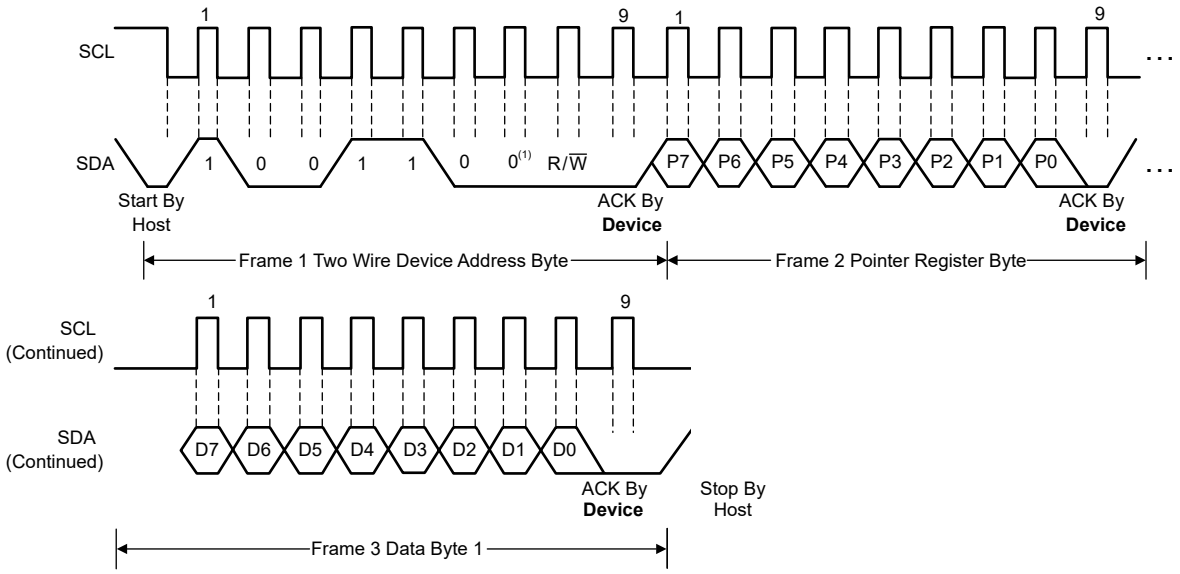
开始数据传输： SCL 线路为高电平时，SDA 线路状态的变化（从高电平变为低电平）定义了启动条件。每次数据传输由一个启动条件启动。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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。每次数据传输由重复的启动或停止条件终止。

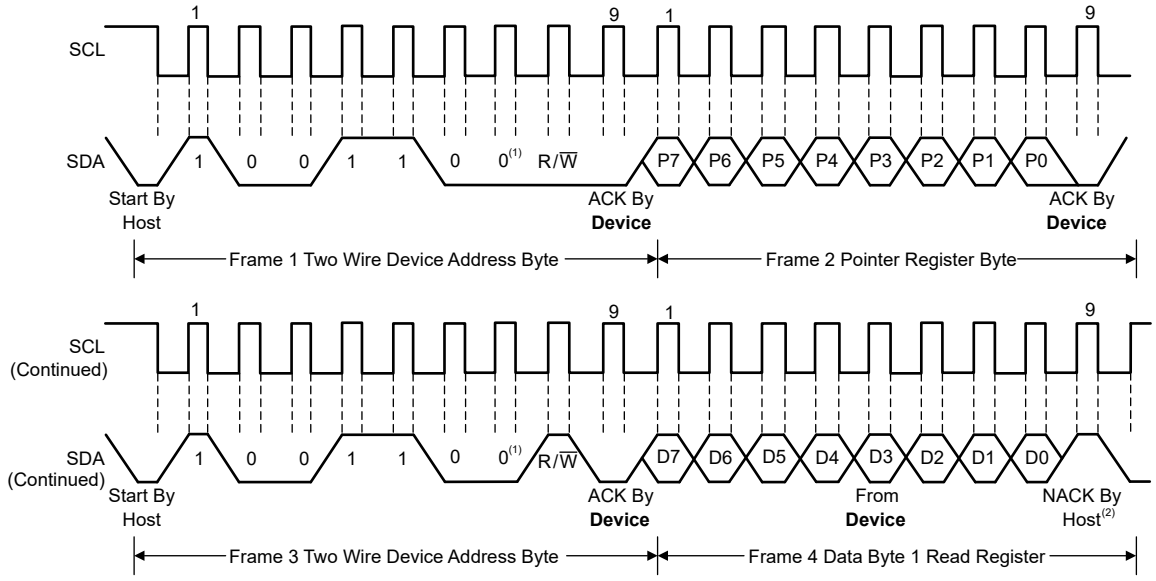
数据传输： 在启动和停止条件之间传送的数据字节的数量没有限制，由控制器器件确定。接收器会确认数据传输。

确认： 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。请将设置和保持时间考虑在内。在控制器接收数据时，通过在目标发送的最后一个字节上生成一个“否定确认”，控制器可发出数据传输终止信号。



A. 所示为目标地址 1001100。

图 7-8. 针对写入字格式的两线制时序图



A. 所示为目标地址 1001100。

B. 控制器必须将 SDA 保持为高电平，以终止单字节读取操作。

图 7-9. 单字节读取格式的两线制时序图

7.5.1.3 串行总线地址

要与 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件通信，控制器必须首先使用目标地址字节来对目标器件进行寻址。目标地址字节包含七个地址位，以及一个表明希望执行读取还是写入操作的方向位。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件允许最多 9 个器件连接到 SMBus，具体取决于 表 7-5 所示的 A0、A1 引脚的连接。A0 和 A1 地址引脚必须与噪声或高频信号布线隔离，以避免在这些引脚被设置为浮点状态时出现错误的地址设置。

表 7-5. TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 目标地址选项

A1 连接	A0 连接	目标地址	
		二进制	十六进制
GND	GND	1001 000	48
GND	浮点	1001 001	49
GND	V+	1001 010	4A
浮点	GND	1001 011	4B
浮点	浮点	1001 100	4C
浮点	V+	1001 101	4D
V+	GND	1001 110	4E
V+	浮点	1001 111	4F
V+	V+	1010 000	50

7.5.1.4 读写操作

通过为寄存器写入适当的值，可访问 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件上的特定寄存器。指针寄存器的值是 R/$\overline{W}$ 位为低电平时在目标地址字节之后传输的第一个字节。每次写入 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的操作都需要指针寄存器的值（请参阅图 7-8）。

从 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件读取时，通过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将读取哪个寄存器。要更改读取操作将读取哪个寄存器，必须在指针寄存器中写入一个新值。要完成此事务，应在 R/$\overline{W}$ 位为低电平时发出一个目标地址字节，后跟指针寄存器字节；无需额外数据。然后，控制器可以生成一个启动条件，并发送目标地址字节（R/$\overline{W}$ 位为高电平）以启动读取命令；请参阅 图 7-9 以了解此序列的详情。

如果需要从同一寄存器进行重复的读取操作，则不必一直发送指针寄存器字节，因为 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件将保留指针寄存器的值，直到该值被下一个写入操作更改。寄存器字节首先发送 MSB，然后是 LSB。但是，要减轻单粒子翻转和单粒子功能中断的影响，请在每次执行读取操作时，将适当的值写入指针寄存器。依靠指针寄存器中存储的最后一个值会增加由于单粒子翻转而读取失败的可能性。

备注

在曝光时间内，可以连续读取所有 I^2C 寄存器。但是，建议在每次读取之前重置 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件。如果不对器件进行重置，TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的性能可能低于预期。

在要读取的最后一个字节的末尾发出一个 *否定确认* 命令来终止读取操作。对于单字节操作，控制器必须在从目标读取的第一个字节的确认时间内，将 SDA 线路保持为高电平。

7.5.1.5 超时功能

在启动和停止条件之间，如果 SCL 或 SDA 中的任何一个保持为低电平 25ms（典型值），那么 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件将重置串行接口。如果 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件将总线保持在低电平，器件会释放总线并等待启动条件。为避免激活超时功能，需要在 SCL 工作频率下保持至少 1kHz 的通信速度。

7.5.1.6 高速模式

为了使两线制总线的运行频率大于 1MHz，在一个启动条件将总线切换至高速运行后，控制器器件必须发出一个高速模式（Hs 模式）控制器代码 (0000 1xxx) 作为第一个字节。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件并不确认

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 2.17MHz 的传输。在发出 HS 模式控制器代码后，控制器会发送一个两线制目标地址，来启动数据传输操作。总线继续在 HS 模式下运行，直到总线中出现停止条件。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件在接收到停止条件后，会将输入和输出滤波器切换回以快速模式运行。

7.5.2 通用广播复位

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件支持通过两线制通用广播地址 00h (0000 0000b) 进行复位。器件确认通用调用地址，并对第二个字节作出响应。如果第二个字节为 06h (0000 0110b)，则器件会执行 图 7-10 所示的软件复位。软件复位会恢复所有寄存器的上电复位状态，并中止正在进行的任何转换。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件不会根据第二个字节中的其他值执行任何操作。

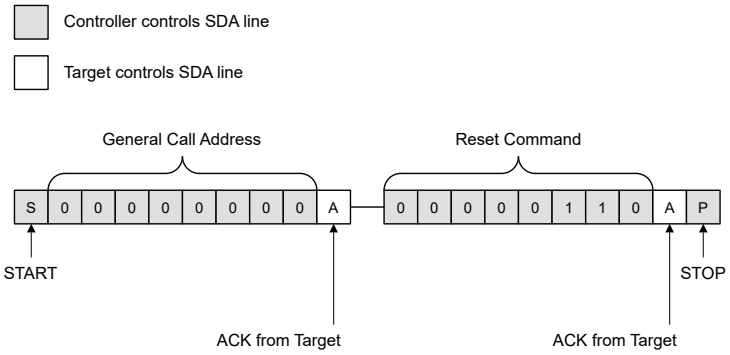


图 7-10. SMBus 通用广播复位时序图

8 寄存器映射

表 8-1. 寄存器映射

指针读取（十六进制）	指针写入（十六进制）	POR（十六进制）	位说明								寄存器说明
			7	6	5	4	3	2	1	0	
00	不适用	00	LT11	LT10	LT9	LT8	LT7	LT6	LT5	LT4	本地温度寄存器（高字节）
01	不适用	00	RT11	RT10	RT9	RT8	RT7	RT6	RT5	RT4	远程温度寄存器（高字节）
02	不适用	不适用	BUSY	LHIGH	LLOW	RHIGH	RLOW	断开	RTHRM	LTHRM	状态寄存器
03	09	00	MASK1	SD	$\overline{\text{ALERT}}$/THERM2	0	0	范围	0	0	配置寄存器
04	0A	08	0	0	0	0	CR3	CR2	CR1	CR0	转换速率寄存器
05	0B	7F	LTHL11	LTHL10	LTHL9	LTHL8	LTHL7	LTHL6	LTHL5	LTHL4	本地温度上限寄存器
06	0C	80	LTLL11	LTLL10	LTLL9	LTLL8	LTLL7	LTLL6	LTLL5	LTLL4	本地温度下限寄存器
07	0D	7F	RTHL11	RTHL10	RTHL9	RTHL8	RTHL7	RTHL6	RTHL5	RTHL4	远程温度上限寄存器（高字节）
08	0E	80	RTLL11	RTLL10	RTLL9	RTLL8	RTLL7	RTLL6	RTLL5	RTLL4	远程温度下限寄存器（高字节）
不适用	0F	不适用	X	X	X	X	X	X	X	X	单次触发启动寄存器 (1)
10	不适用	00	RT3	RT2	RT1	RT0	0	0	0	0	远程温度寄存器（低字节）
11	11	00	RTOS11	RTOS10	RTOS9	RTOS8	RTOS7	RTOS6	RTOS5	RTOS4	远程温度偏移寄存器（高字节）
12	12	00	RTOS3	RTOS2	RTOS1	RTOS0	0	0	0	0	远程温度偏移寄存器（低字节）
13	13	F0	RTHL3	RTHL2	RTHL1	RTHL0	0	0	0	0	远程温度上限寄存器（低字节）
14	14	00	RTLL3	RTLL2	RTLL1	RTLL0	0	0	0	0	远程温度下限寄存器（低字节）
15	不适用	00	LT3	LT2	LT1	LT0	0	0	0	0	本地温度寄存器（低字节）
16	16	03	0	0	0	0	0	0	REN	LEN	通道启用寄存器
19	19	7F	RTH11	RTH10	RTH9	RTH8	RTH7	RTH6	RTH5	RTH4	远程温度 $\overline{\text{THERM}}$ 限值寄存器
20	20	7F	LTH11	LTH10	LTH9	LTH8	LTH7	LTH6	LTH5	LTH4	本地温度 $\overline{\text{THERM}}$ 限值寄存器
21	21	0A	HYS11	HYS10	HYS9	HYS8	HYS7	HYS6	HYS5	HYS4	$\overline{\text{THERM}}$ 迟滞寄存器
22	22	01	0	0	0	0	CONAL2	CONAL1	CONAL0	1	连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器
23	23	00	NC7	NC6	NC5	NC4	NC3	NC2	NC1	NC0	η 因数校正寄存器
24	24	00	0	0	0	0	0	0	DF1	DF0	数字滤波器控制寄存器
FE	不适用	55	0	1	0	1	0	1	0	1	制造商标识寄存器

(1) X = 未定义。向该寄存器写入任何值都会启动单次触发启动；请参阅*单次触发转换章节*。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.1 寄存器信息

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件包含用于保存配置信息、温度测量结果以及状态信息的多个寄存器。图 8-1 和表 8-1 说明了这些寄存器。

8.1.1 指针寄存器

图 8-1 所示为 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的内部寄存器结构。8 位指针寄存器可用于寻址一个给定的数据寄存器。指针寄存器可确定哪个数据寄存器必须响应两线制总线上的读取或写入命令。该寄存器会在每次写入命令时置位。在执行读取命令之前，必须发出写入命令，在指针寄存器中设置正确的值。表 8-1 描述了指针寄存器以及寄存器的内部结构。指针寄存器的上电复位 (POR) 值为 00h (0000 0000b)。

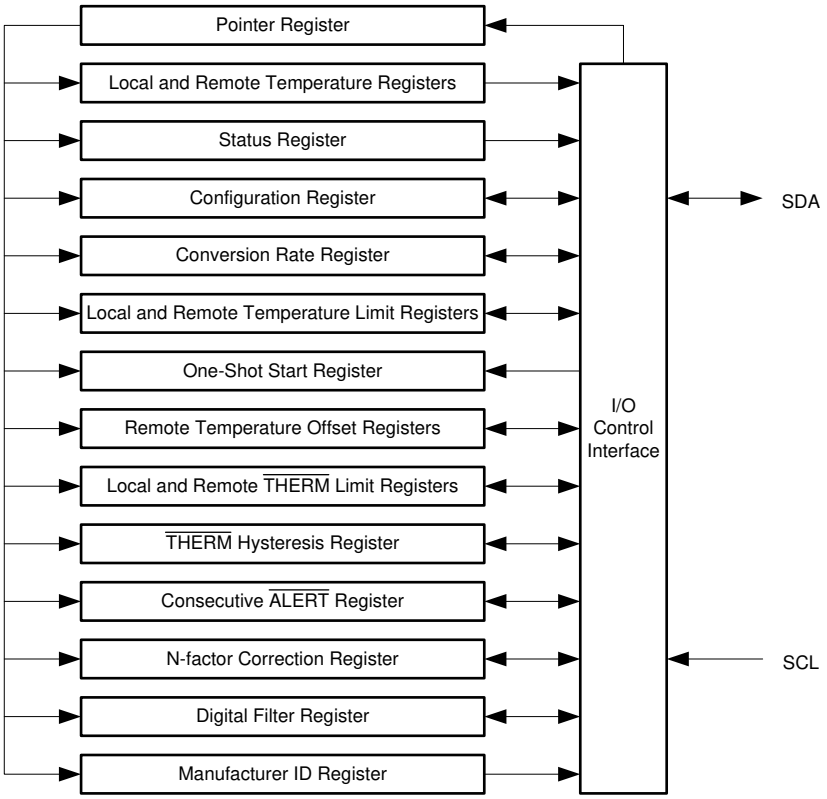


图 8-1. 内部寄存器结构

8.1.2 本地和远程温度寄存器

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件有多个 8 位寄存器，用于保存温度测量结果。本地温度传感器结果的 8 个最高有效位 (MSB) 存储在寄存器 00h 中，4 个最低有效位 (LSB) 存储在寄存器 15h（寄存器 15h 的 4 个 MSB）中。远程温度传感器结果的 8 个 MSB 存储在寄存器 01h 中，4 个 LSB 存储在寄存器 10h（寄存器 10h 的 4 个 MSB）中。本地和远程传感器的 4 个 LSB 指示小数点之后的温度值（例如，如果温度结果为 10.0625°C，则高字节为 0000 1010，低字节为 0001 0000）。这些寄存器为只读寄存器，每次温度测量完成后，ADC 都会更新这些寄存器。

当需要全温度值时，首先读取 MSB 值会锁定 LSB 值（ADC 不会写入该值），直到读取 LSB 值。首先读取 LSB 值也会发生同样的情况（MSB 值被锁定，直到读取该值）。此机制会验证读取操作的两个字节是否来自同一 ADC 转换。该验证仅在读取另一个寄存器前才会保持有效。为确保正常运行，应先读取温度结果的高字节。在下一个读取命令中读取低字节寄存器；如果不需要 LSB，则不读取该寄存器。所有温度寄存器的上电复位值均为 00h。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.1.3 状态寄存器

状态寄存器可报告温度模数转换器 (ADC)、温度限值比较器以及与远程传感器的连接的状态。表 8-2 列出了状态寄存器位。状态寄存器是只读的，访问指针地址 02h 可读取该寄存器。

表 8-2. 状态寄存器格式

状态寄存器（读取 = 02h，写入 = 不适用）		
位编号	位名称	功能
7	BUSY	= 1，当 ADC 正在转换时
6	LHIGH(1)	= 1，当触发本地温度上限时
5	LLOW(1)	= 1，当触发本地温度下限时
4	RHIGH(1)	= 1，当触发远程温度上限时
3	RLOW(1)	= 1，当触发远程温度下限时
2	断开(1)	= 1，当远程传感器处于断路状态时
1	RTHRM	= 1，当触发远程 $\overline{\text{THERM}}$ 限值时
0	LTHRM	= 1，当触发本地 $\overline{\text{THERM}}$ 限值时

(1) 当引脚 10 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 时，这些标志保持高电平，直到状态寄存器被读取或被 POR 重置。当引脚 10 被配置为 $\overline{\text{THERM2}}$ 时，只有位 2 (OPEN) 保持高电平，直到状态寄存器被读取或被 POR 重置。

如果 ADC 正在进行转换，BUSY 位 = 1。如果 ADC 未进行转换，此位设置为 0。

LHIGH 位和 LLOW 位分别表示本地传感器过热或欠温事件。RHIGH 位和 RLOW 位分别表示远程传感器过热或欠温事件。当温度超过警报模式和热模式下的上限时，设置 HIGH 位；当温度低于警报模式下的下限时，设置 LOW 位。OPEN 位表示远程传感器存在开路情况。当引脚 10 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出时，这五个标志合计为 NORed。如果五个标志中的任何一个为高电平，$\overline{\text{ALERT}}$ 中断锁存会被设置，$\overline{\text{ALERT}}$ 输出会变为低电平。只要导致标志设置的条件不再存在（即相应结果寄存器的值在限值范围内，或者远程传感器已正确连接且正常工作），读取温度状态寄存器将会清除这五个标志。读取状态寄存器不会重置 $\overline{\text{ALERT}}$ 中断锁存（以及相应的 $\overline{\text{ALERT}}$ 引脚）。重置操作由控制器执行，其步骤是读取温度传感器器件地址以处理中断请求，并且仅当标志被重置且导致它们被设置的条件不再存在时才会执行重置操作。

当相应的温度超过编程的 $\overline{\text{THERM}}$ 限值时，将会设置 RTHRM 和 LTHRM 标志。当温度恢复到限值范围内时，这些标志会自动重置。如果本地或远程通道出现过热的情况，则 $\overline{\text{THERM}}$ 输出会变为低电平，一旦测量值再次低于 THERM 限值，该输出会变为高电平。$\overline{\text{THERM}}$ 迟滞寄存器 (21h) 允许添加迟滞，以便在温度恢复到或低于限值减去迟滞值时，该标志能够重置，并且输出变为高电平。

当引脚 10 被配置为 $\overline{\text{THERM2}}$ 时，只有上限才重要。如果相应的温度超过限值，则会设置 LHIGH 和 RHIGH 标志，并且该引脚会变为低电平，以指示事件。LLOW 和 RLOW 标志对 $\overline{\text{THERM2}}$ 没有影响，当被配置为 $\overline{\text{THERM}}$ 时，输出的行为方式相同。

8.1.4 配置寄存器

配置寄存器可设置温度范围和 $\overline{\text{ALERT}}$/ $\overline{\text{THERM}}$ 模式，并控制关断模式。通过写入指针地址 09h 来设置配置寄存器，通过从指针地址 03h 读取来读取配置寄存器。表 8-3 列出了配置寄存器的各个位。

表 8-3. 配置寄存器位说明

配置寄存器（读取 = 03h，写入 = 09h，POR = 00h）			
位编号	名称	功能	上电复位值
7	MASK1	0 = $\overline{\text{ALERT}}$ 已启用； 1 = $\overline{\text{ALERT}}$ 已屏蔽	0
6	SD	0 = 运行； 1 = 关断	0
5	$\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$	0 = $\overline{\text{ALERT}}$ 1 = $\overline{\text{THERM2}}$	0

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 8-3. 配置寄存器位说明（续）

配置寄存器（读取 = 03h，写入 = 09h，POR = 00h）			
位编号	名称	功能	上电复位值
4:3	保留	—	0
2	范围	0 = –40°C 至 +127°C 1 = –64°C 至 +191°C	0
1:0	保留	—	0

配置寄存器的 MASK1（位 7）会屏蔽 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出。如果 MASK1 为 0（默认值），则启用 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出。如果 MASK1 被设置为 1，则禁用 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出。仅当 $\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$（位 5）的值为 0（即引脚 10 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出）时，此配置才适用。如果引脚 10 被配置为 $\overline{\text{THERM2}}$ 输出，则 MASK1 位的值无影响。

关断位（SD，位 6）可启用或禁用温度测量电路。如果 SD = 0（默认值），TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 将以转换率寄存器中设置的速率连续转换。当 SD 被设置为 1 时，器件会在电流转换序列完成后停止转换，并进入关断模式。当 SD 再次设置为 0 时，器件会恢复连续转换。当 SD = 1 时，可通过写入一次性启动寄存器来启动单次转换；有关更多信息，请参阅 *单次触发启动寄存器* 章节。

$\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$（位 5）可设置引脚 10 的配置。如果 $\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$ 位为 0（默认值），则引脚 10 被配置为 $\overline{\text{ALERT}}$ 输出；如果该位被设置为 1，则引脚 10 被配置为 $\overline{\text{THERM2}}$ 输出。

可以通过为配置寄存器配置 RANGE（位 2）来设置温度范围。将该位设置为低电平（默认值）可将 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件配置为标准测量范围（-40°C 至 +127°C）；温度转换以标准二进制格式存储。将位 2 设为高电平可将器件配置为扩展测量范围（–64°C 至 +191°C），并且温度转换以扩展二进制格式存储（请参阅表 7-1）。配置寄存器的其余位保留，必须始终设置为 0。此寄存器的上电复位值为 00h。

8.1.5 转换速率寄存器

转换速率寄存器（读取地址 04h，写入地址 0Ah）可控制执行温度转换的速率。该寄存器会调整转换之间的空闲时间，而不会调整转换时序，从而使器件功率耗散与温度寄存器更新速率之间保持平衡。表 8-4 列出了转换频率选项和转换之间的时间间隔。该寄存器的默认值为 08h，默认转换频率为每秒 16 次。

表 8-4. 转换率

值	每秒转换数	时间（秒）
00h	0.0625	16
01h	0.125	8
02h	0.25	4
03h	0.5	2
04h	1	1
05h	2	0.5
06h	4	0.25
07h	8	0.125
08h	16（默认值）	0.0625（默认值）
09h	32	0.03125

8.1.6 单次触发启动寄存器

当 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件处于关断模式（配置寄存器中的 SD = 1）时，可通过先向单次触发启动寄存器（指针地址 0Fh）写入任何值开始单次转换。该写入操作会根据通道启用寄存器中配置的 LEN 和 REN 值（读取地址 16h，写入地址 16h），在本地和远程传感器上，或仅在一个或另一个传感器上启动一个转换和比较周期。周期完成时，器件会恢复关断模式。在写入命令中发送的数据值无关紧要，器件不会存储该数据值。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

8.1.7 通道启用寄存器

通道启用寄存器（读取地址 16h、写入地址 16h）启用或禁用远程和本地温度传感器的温度转换。通道启用寄存器的 LEN（位 0）启用/禁用本地温度的转换。通道启用寄存器的 REN（位 1）启用/禁用远程温度的转换。如果 LEN 和 REN 均被设置为 1（默认值），则会启用 ADC 转换本地温度和远程温度。如果 LEN 被设置为 0，则禁用本地温度转换；同样，如果 REN 被设置为 0，则禁用远程温度转换。

本地和远程温度默认均由内部 ADC 转换。通道启用寄存器可配置为对于无需远程和本地温度信息的应用，通过将总 ADC 转换时间减半来实现节能。

8.1.8 连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器

连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器（读取地址 22h，写入地址 22h）可控制 $\overline{\text{ALERT}}$ 生效所需的超限温度测量次数。表 8-5 列出了连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器的值。连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 中编程的数字同时适用于远程和本地温度结果。当温度结果连续超过上限寄存器值的次数等于连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器中编程的值时，$\overline{\text{ALERT}}$ 会生效。同样，连续 $\overline{\text{ALERT}}$ 寄存器设置也适用于下限寄存器。

表 8-5. 连续 $\overline{\text{ALERT}}$

寄存器值	$\overline{\text{ALERT}}$ 生效所需的超限测量次数
01h	1（默认值）
03h	2
07h	3
0Fh	4

8.1.9 η 因数校正寄存器

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件允许使用不同的 η 因子值将远程通道测量值转换为温度。远程通道使用顺序电流激励来提取差分 V_{BE} 电压测量值，用于确定远程晶体管的温度。方程式 1 显示了此电压和温度。

$$V_{BE2} - V_{BE1} = \frac{\eta k T}{q} \ln\left(\frac{I_2}{I_1}\right) \quad (1)$$

方程式 1 中的值 η 是用于远程通道的特定晶体管的特性。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的上电复位值为 η = 1.008。η 因子校正寄存器中的值可用于根据 方程式 2 和 方程式 3 调整有效的 η 因子。

$$\eta_{eff} = \left(\frac{1.008 \times 2088}{2088 + N_{ADJUST}}\right) \quad (2)$$

$$N_{ADJUST} = \left(\frac{1.008 \times 2088}{\eta_{eff}}\right) - 2088 \quad (3)$$

η 因数校正值必须以二进制补码格式存储，这样可得到 –128 至 127 的有效数据范围。将 n 因子校正值写入指针地址 23h 以及从该地址读取。寄存器上电复位值为 00h，除非将不同的值写入到该寄存器，否则该值不受影响。η 因数寄存器的分辨率为 0.000483。

表 8-6. η 因数范围

N_{ADJUST}			η
二进制	十六进制	十进制	
0111 1111	7F	127	0.950205
0000 1010	0A	10	1.003195
0000 1000	08	8	1.004153
0000 0110	06	6	1.005112
0000 0100	04	4	1.006073
0000 0010	02	2	1.007035

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 8-6. η 因数范围（续）

N_{ADJUST}			η
二进制	十六进制	十进制	
0000 0001	01	1	1.007517
0000 0000	00	0	1.008
1111 1111	FF	-1	1.008483
1111 1110	FE	-2	1.008966
1111 1100	FC	-4	1.009935
1111 1010	FA	-6	1.010905
1111 1000	F8	-8	1.011877
1111 0110	F6	-10	1.012851
1000 0000	80	-128	1.073829

8.1.10 远程温度偏移寄存器

偏移寄存器允许 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件存储高精度校准可能产生的任何系统偏移补偿值。该寄存器中的值以与温度结果相同的格式存储，并在每次转换后添加到远程温度结果中。此功能与 η 因数校正相结合，可对整个温度范围进行非常准确的系统校准。

8.1.11 制造商标识寄存器

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件允许两线制总线控制器查询器件的制造商和器件标识 (ID)，支持在特定的两线制总线地址对器件进行软件标识。通过读取指针地址 FEh 来获得制造商 ID。器件的制造商代码读数为 55h。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

9.1 应用信息

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件需要在 D+ 和 D- 引脚之间连接一个晶体管，进行远程温度测量。如果未使用远程通道且只需测量本地温度，请将 D+ 引脚连接到 D- 或 GND。SDA、$\overline{\text{ALERT}}$ 和 $\overline{\text{THERM}}$ 引脚（如果由开漏输出驱动，则还有 SCL 引脚）需要将上拉电阻作为通信总线的一部分。推荐使用 0.1µF 电源去耦电容器用于局部旁路。使用处理器内置远程晶体管的 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 基本连接 显示了器件的典型配置。

如需更多信息，请参阅应用手册：如何优化航天级温度检测设计。

9.2 典型应用

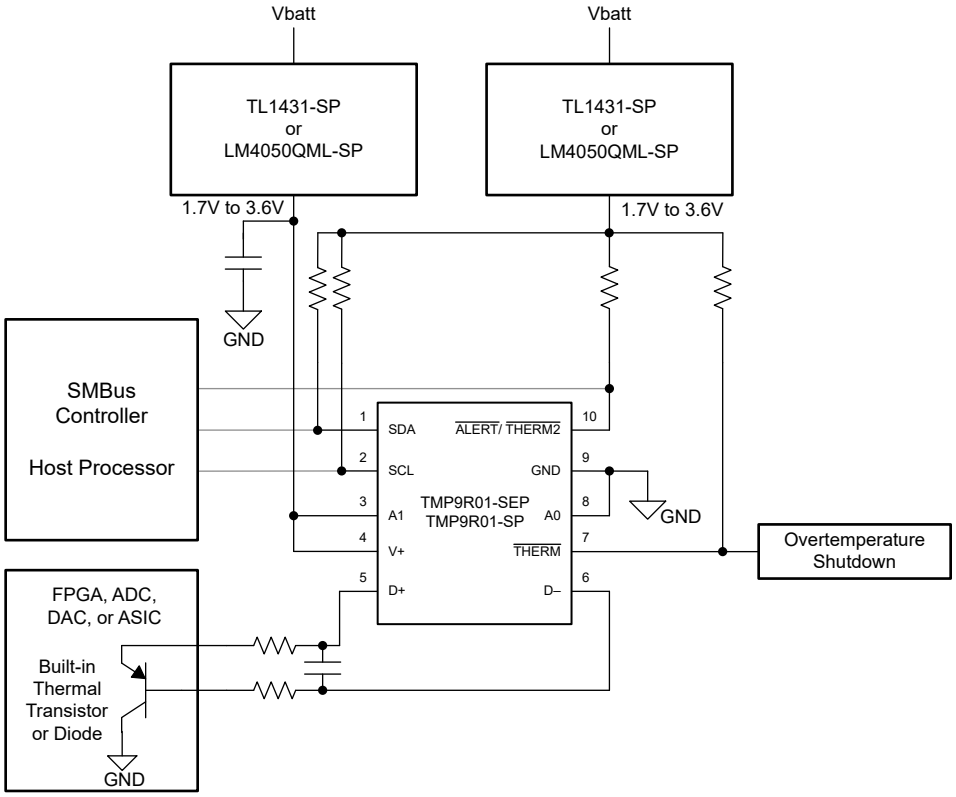


图 9-1. 使用处理器内置远程晶体管的 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 基本连接

9.2.1 设计要求

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件旨在与内置于处理器芯片和应用特定集成电路 (ASIC) 中的分立式晶体管或基板晶体管配合使用。只要将基极-发射极结作为远程温度传感器，就可以使用 NPN 或 PNP 晶体管。NPN 晶体管必须采用二极管连接。PNP 晶体管可以采用晶体管连接，也可以采用二极管连接（请参阅 图 7-1）。图 9-2 展示了在 D+ 和 D- 引脚之间连接一个晶体管时的 D+ 引脚波形。由于 图 7-2 中所示的 3 个不同的源电流，D+ 波形在温度转换期间呈现 3 个电压电平。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

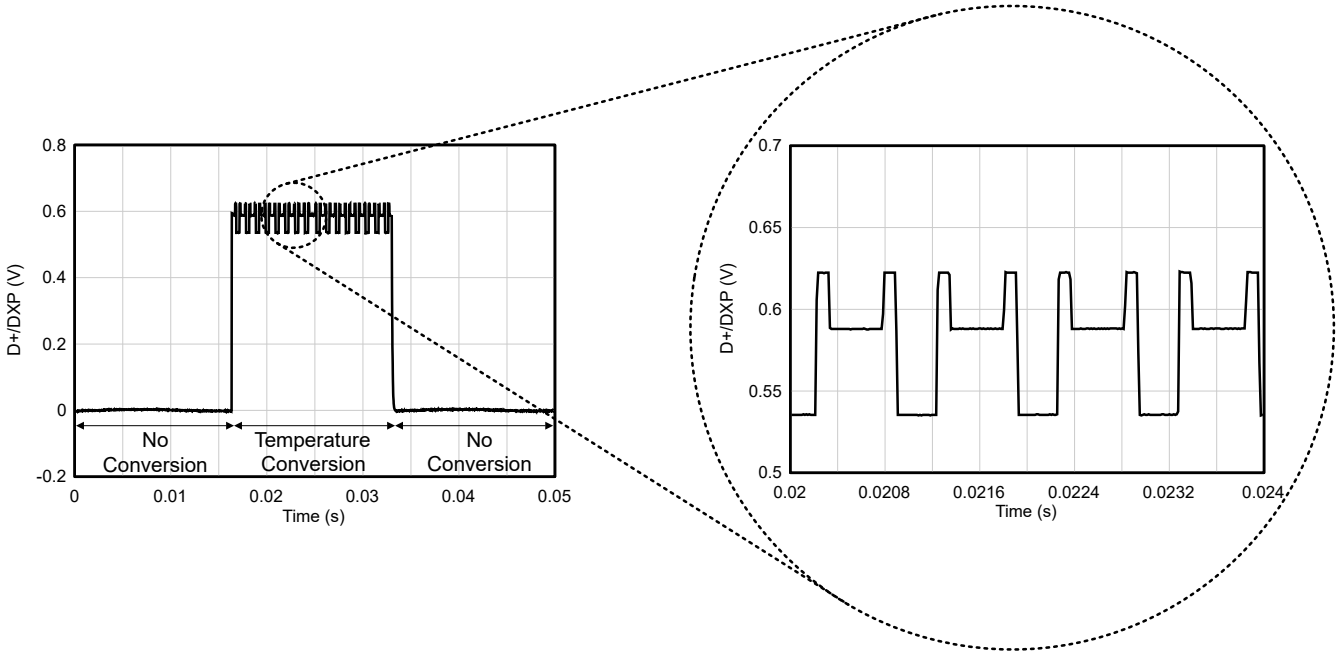


图 9-2. D+ 波形

远程温度传感器读数误差通常源于多个因素，包括理想因数和器件的电流激励与制造商为给定晶体管指定的工作电流之间的差异。一些制造商为温度检测基板晶体管指定了高电平和低电平电流。器件对于 I_{LOW} 使用 7.5 µA，对于 I_{HIGH} 使用 120 µA。

理想因数 (η) 是与理想二极管相比得出的远程温度传感器二极管的测量特性。TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件允许使用不同的 n 因子值；请参阅 *η 因子校正寄存器*章节。

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的理想因子修整为 1.008。如果晶体管的理想因数与器件不匹配，可使用方程式 4 计算温度误差。

备注

要正确使用 方程式 4，必须将实际温度 (°C) 转换为开尔文 (K)。

$$T_{ERR} = \left(\frac{\eta - 1.008}{1.008}\right) \times (273.15 + T(^{\circ}C)) \quad (4)$$

其中

- T_{ERR} = TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件中的误差，因为 η ≠ 1.008，
- η = 远程温度传感器的理想因子
- T(°C) = 实际温度

在 方程式 4 中，°C 和 K 的增量程度相同。

在 η = 1.004 且 T(°C) = 100°C 时：

$$T_{ERR} = \left(\frac{1.004 - 1.008}{1.008}\right) \times (273.15 + 100^{\circ}C)\ T_{ERR} = -1.48^{\circ}C \quad (5)$$

如果将分立式晶体管用作 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的远程温度传感器，则可通过根据以下标准选择晶体管来实现最佳精度：

1. 在最高传感温度下，7.5 µA 时的基极-发射极电压 > 0.25V。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

2. 在最低传感温度下，120 µA 时的基极-发射极电压 < 0.95V。
3. 基极电阻 < 100Ω。
4. h_{FE} 的变化幅度很小（50 至 150），表示对 V_{BE} 特性的严格控制。

根据该标准，建议采用的两个小信号晶体管为 2N3904 (NPN) 或 2N3906 (PNP)。

9.2.2 详细设计过程

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件内的本地温度传感器可监测器件周围的环境空气。器件的热时间常数约为 1.1 秒。此常数表明，如果环境空气快速变化 100°C，器件大约需要 5.5 秒（即五个热时间常数）才能在最终值的 1°C 范围内稳定下来。在大多数应用中，TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 封装与印刷电路板 (PCB) 存在电气和热接触，并会受到强制气流的影响。测量到的温度的精度直接取决于 PCB 和强制气流温度能否准确反映器件测量的温度。此外，器件的内部功率损耗会导致温度升高到环境温度或 PCB 温度以上。由于使用的电流较小，激励远程温度传感器所产生的内部功耗可以忽略不计。可使用 方程式 6，根据每秒的转换次数和启用的温度传感器通道数量，计算功率损耗和自发热的平均转换电流。典型应用显示了一个启用本地和远程传感器通道和每秒 16 次转换的示例；请参阅 *节 6.5* 表，了解这些计算所需的典型值。对于 3.3V 电源和每秒 16 次转换的转换率，当远程和本地通道都启用时，TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的损耗为 0.531mW (PD_{IQ} = 3.3V × 161 µA)。

$$\begin{aligned}\text{Average Conversion Current} = {} & (\text{Local ADC Conversion Time}) \times (\text{Conversions per Second}) \times (\text{Local Active } I_Q) \\ & + (\text{Remote ADC Conversion Time}) \times (\text{Conversions per Second}) \times (\text{Remote Active } I_Q) \\ & + (\text{Standby Mode } I_Q) \times \left[1 - (\text{Local ADC Conversion Time} + \text{Remote ADC Conversion Time}) \times (\text{Conversions per Second})\right]\end{aligned} \quad (6)$$

$$\text{Average Conversion Current} = (15\text{ms})\left(\frac{16}{\text{s}}\right) \times (240\mu\text{A}) \quad (7)$$

$$+ (15\text{ms}) \times \left(\frac{16}{\text{s}}\right)(400\mu\text{A}) \quad (8)$$

$$+ (15\mu\text{A}) \times \left[1 - (15\text{ms} + 15\text{ms}) \times \left(\frac{16}{\text{s}}\right)\right] \quad (9)$$

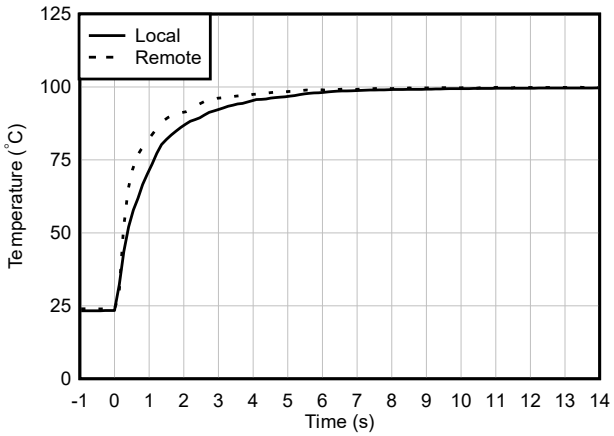
$$= 161\mu\text{A} \quad (10)$$

器件的温度测量精度取决于远程和本地温度传感器与要监控的系统点是否为相同的温度。如果温度传感器与受监控系统部分之间的热接触不良，则传感器响应与系统温度变化之间存在延迟。如果远程温度传感应用使用靠近受监控器件的基板晶体管（或小型 SOT23 晶体管），此延迟通常不是问题。

9.2.3 应用曲线

图 9-3 展示了 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件从室温 (25°C) 浸入 100°C 油浴的阶跃响应。时间常数（即输出达到输入阶跃 63% 的时间）约为 1.1s（对于本地传感器）和 0.6s（对于远程二极管传感器）。时间常数结果取决于安装器件的印刷电路板 (PCB) 的尺寸。在此测试中，器件焊接于 0.5 英寸 × 0.5 英寸的双层 PCB 上。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated



本地：在 62mil 双层 FR4 PCBRemote 上焊接器件
远程：采用 2N3906 PNP 晶体管

图 9-3. 温度阶跃响应

9.3 辐射环境

在辐射环境中使用产品时，必须仔细考虑环境条件。

备注

在曝光时间内，可以连续读取所有 I^2C 寄存器。但是，建议在每次读取之前重置 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件。如果不对器件进行重置，性能可能低于预期。

9.3.1 单粒子闩锁

根据 EIA/JEDEC 标准 EIA/JEDEC57 进行了一次性单粒子闩锁 (SEL) 测试。*特性*中显示的线性能量传输阈值 (LETth) 是测试的最大 LET。测试报告可在 TMP9R01-SEP 单粒子效应 (SEE) 辐射测试报告和 TMP9R01-SP 单粒子效应 (SEE) 辐射测试报告中找到。

9.3.2 单粒子功能中断

要减轻单粒子翻转和单粒子功能中断的影响，请在每次执行读取操作时，将适当的值写入指针寄存器。依靠指针寄存器中存储的最后一个值会增加由于单粒子翻转而读取失败的可能性。

如果正在使用其他功能（例如温度限值寄存器），有时可能需要重新写入这些寄存器。

9.3.3 单粒子翻转

有关单粒子翻转 (SEU) 的报告可在 TMP9R01-SEP 单粒子效应 (SEE) 辐射测试报告中找到。

9.4 电源相关建议

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件的工作电源电压范围为 1.7V 至 3.6V。该器件针对在 3.3V 电源电压下运行进行了优化，但可在整个电源电压范围内准确测量温度。

建议使用电源旁路电容器。应将电容器尽可能靠近该器件的电源引脚和接地引脚放置。电源旁路电容器的容值通常为 0.1 µ F。采用高噪声或高阻抗电源的应用可能需要额外的去耦电容器来抑制电源噪声。

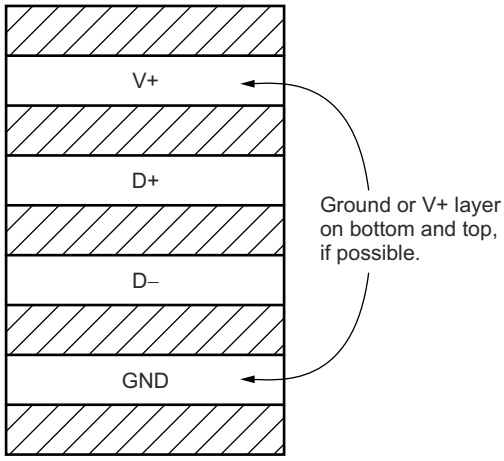
Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.5 布局

9.5.1 布局指南

TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件上的远程温度传感使用非常低的电流测量非常小的电压；因此必须更大限度地降低器件输入端的噪声。使用器件的大多数应用都具有大量数字内容，具有多个时钟，会进行逻辑电平转换，形成有噪声的环境。布局必须遵循以下指导原则：

1. 将 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件尽可能放置在靠近远程结温传感器的位置。
2. D+ 和 D- 布线彼此相邻，并使用接地防护迹线为它们屏蔽附近的信号，如 图 9-4 所示。如果使用多层 PCB，请将这些布线埋在接地平面或 V+ 平面之间，以屏蔽外部噪声源的影响。建议使用 5mil (0.127mm) PCB 布线。
3. 更大限度地减少铜线与焊料连接导致的额外热电偶结点。如果使用这些结点，请在 D+ 和 D- 连接处进行相同数量的铜线与焊料连接，并在相似位置进行连接，以消除任何热电偶效应。
4. 在器件的 V+ 和 GND 之间直接使用 0.1 µ F 的本地旁路电容器。为了实现最佳测量性能，应最大限度减小 D+ 和 D- 之间的滤波器电容，达到 1000pF 或更低。此电容包括远程温度传感器和器件之间的任何电缆电容。
5. 如果远程温度传感器与器件之间的连接长度小于 8 英寸 (20.32cm)，请使用双绞线连接。对于长度大于 8 英寸的情况，请使用屏蔽层接地的屏蔽双绞线，并尽可能靠近器件。使屏蔽线的远程传感器连接端保持开路，以避免接地回路和拾取 60Hz 噪声。
6. 彻底清洁并清除 TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 器件引脚内部和周围的所有焊剂残留物，以避免由于 D+ 和 GND 之间，或 D+ 和 V+ 之间的泄漏路径而导致的温度偏移读数。



注意：使用至少 5mil (0.127mm) 的布线，且间距为 5mil。

图 9-4. 建议的 PCB 层截面图

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

9.5.2 布局示例

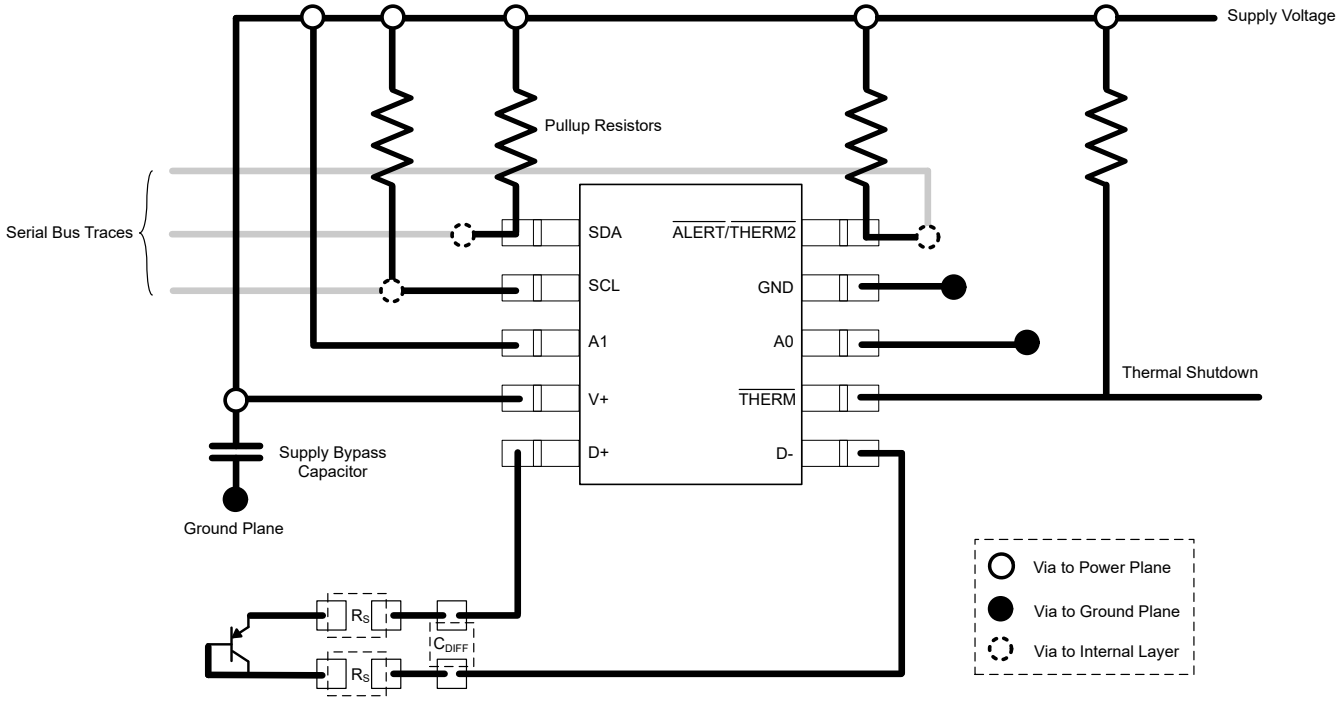


图 9-5. TMP9R01-SEP 和 TMP9R01-SP 布局示例

10 器件和文档支持

10.1 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*通知* 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。

10.2 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*TMP461-SP 抗辐射 (RHA)、高精度远程和本地温度传感器*，数据表
- 德州仪器 (TI)，*TMP9R01-SP 单粒子效应 (SEE) 辐射测试报告*辐射报告。
- 德州仪器 (TI)，*TMP9R01-SEP 单粒子效应 (SEE) 辐射测试报告*辐射报告。
- 德州仪器 (TI)，*TMP9R01-SEP 总电离剂量 (TID) 报告*，辐射报告
- 德州仪器 (TI)，*TMP9R01 评估模块*，EVM 用户指南
- 德州仪器 (TI)，*远程温度传感器晶体管选型指南*，应用手册
- 德州仪器 (TI)，*如何优化航天级温度检测设计*，应用手册
- 德州仪器 (TI)，*TI 航天级温度传感器产品选型指南*

10.3 支持资源

TI E2E™ 中文支持论坛是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、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，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。

10.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

10.5 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。

10.6 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。

11 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 JULY 25, 2025 to JULY 8, 2026 (from Revision * (July 2025) to Revision A (May 2026))	Page
• 更新了文档以包含已发布的 TMP9R01-SP 器件	1

12 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。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。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package | Pins	Package qty | Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
5962R1721802PYE	Active	Production	VSSOP (DGS) | 10	250 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 125	Q802
TMP9R01DGS/EM	Active	Production	VSSOP (DGS) | 10	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 125	9REM
TMP9R01MDGSTSEP	Active	Production	VSSOP (DGS) | 10	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 125	9R01
V62/24615-01XE	Active	Production	VSSOP (DGS) | 10	250 | SMALL T&R	Yes	NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-55 to 125	9R01

(1) **Status:** For more details on status, see our product life cycle.

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the TI RoHS Statement for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts 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.

(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TMP9R01-SEP, TMP9R01-SP :

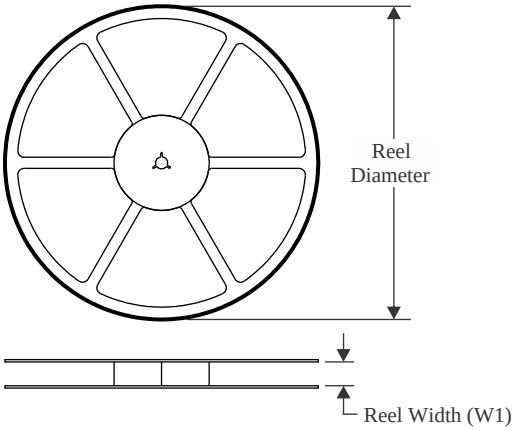
- Catalog : TMP9R01-SEP
- Space : TMP9R01-SP

NOTE: Qualified Version Definitions:

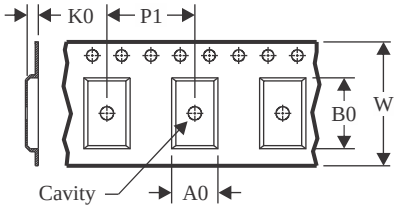
- Catalog - TI's standard catalog product
- Space - Radiation tolerant, ceramic packaging and qualified for use in Space-based application

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

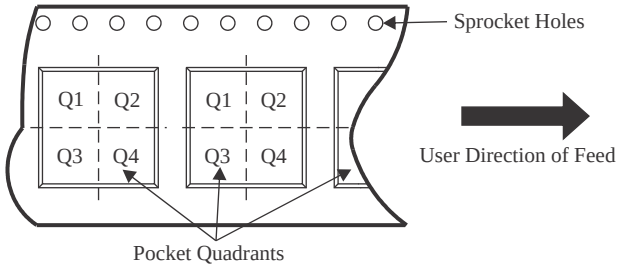


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

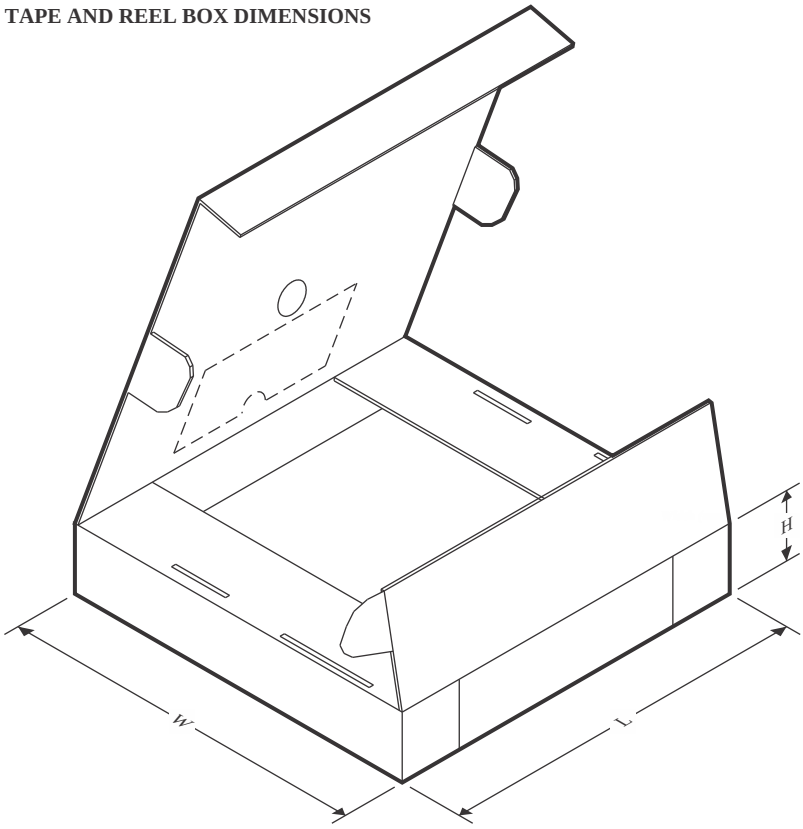
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
5962R1721802PYE	VSSOP	DGS	10	250	178.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1
TMP9R01DGS/EM	VSSOP	DGS	10	3000	178.0	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

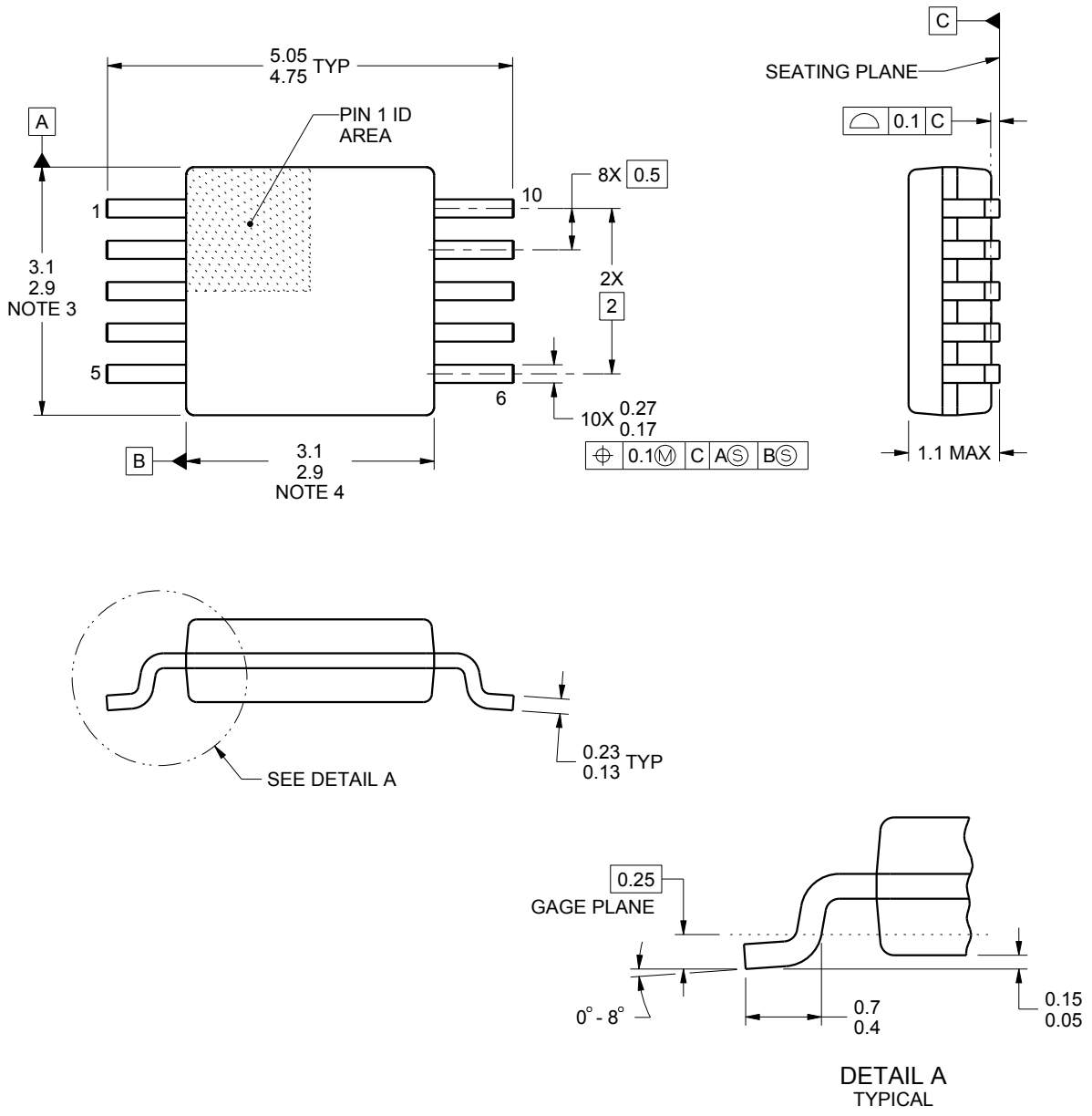
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
5962R1721802PYE	VSSOP	DGS	10	250	208.0	191.0	35.0
TMP9R01DGS/EM	VSSOP	DGS	10	3000	208.0	191.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

DGS0010A

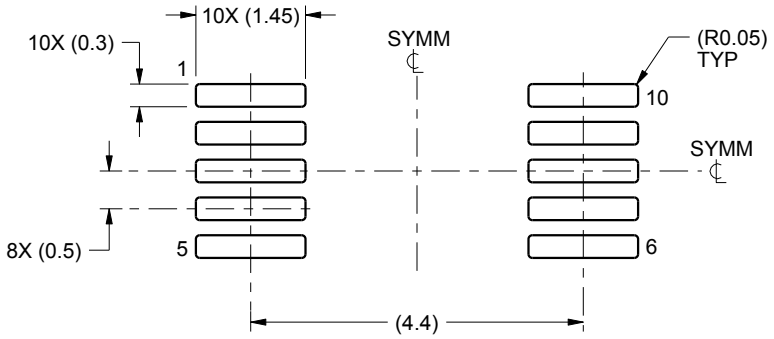
VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE

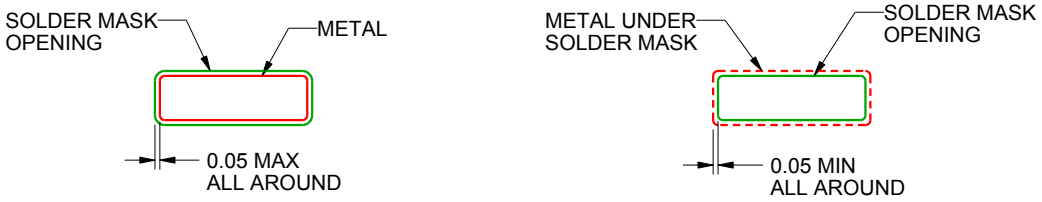


NOTES:

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. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.
5. Reference JEDEC registration MO-187, variation BA.



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:10X

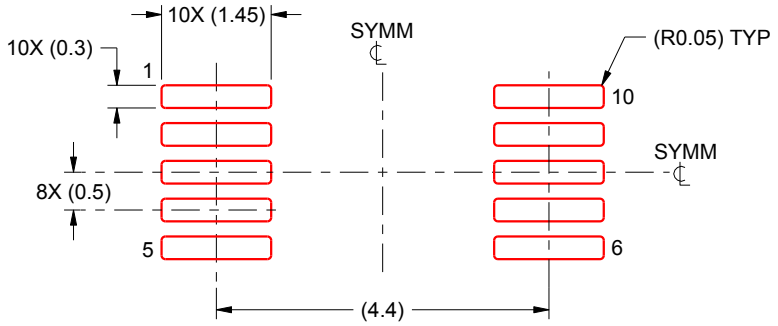


SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4221984/A 05/2015

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE:10X

4221984/A 05/2015

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要通知和免责声明

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出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途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安全、安保法规或其他要求。

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 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 TI 销售条款)、TI 通用质量指南 或 ti.com 上其他适用条款或 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。 除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月